

【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

視認者による基礎表示画像の機密保護下での視認を提供するための画像変更装置であって、

- a . 複数の画素を含むディスプレイと、
- b . 該ディスプレイに、前記画素のそれぞれに対応する複数の色成分を有する基礎画像を生成する手段と、
- c . 前記画素のそれぞれに対応する複数の合成色成分を含むほぼ特徴の無い合成画像を生成するために、前記基礎画像を変更する手段と、
- d . 少なくとも 1 つの対応する関連色成分と時間多重化されかつ所定の強度および波長を有する少なくとも 1 つの前記色成分を含む、それぞれの前記合成色成分と、
- e . それぞれの前記画素に対応し、少なくとも 1 つの前記色成分が同一の前記画素に対応する残りの前記色成分と常に位相をずらして表示される表示シーケンスを有する前記複数の合成色成分と、
- f . 前記視認者のみによる視認のために、前記合成画像から前記基礎画像を抽出する手段と、

を含むことを特徴とする画像変更装置。

【請求項 2】

それぞれの前記関連色成分は、該関連色成分に対応する前記色成分と同一の波長を有することを特徴とする請求項 1 に記載の画像変更装置。

【請求項 3】

それぞれの前記関連色成分は、対応する前記色成分の関数として決定される強度を有する反転色成分を構成し、すべての前記色成分および該色成分に対応する前記反転色成分の前記強度の時間重み付き平均が、前記合成画像のそれぞれの前記合成色成分についてほぼ同一であることを特徴とする請求項 2 に記載の画像変更装置。

【請求項 4】

それぞれの前記合成色成分は、前記色成分に対応する少なくとも 1 つの前記反転色成分と交互に時間多重化される少なくとも 1 つの前記色成分を含むことを特徴とする請求項 3 に記載の画像変更装置。

【請求項 5】

それぞれの前記合成色成分は、前記色成分に対応する少なくとも 1 つの前記反転色成分とランダムに時間多重化される少なくとも 1 つの前記色成分を含むことを特徴とする請求項 3 に記載の画像変更装置。

【請求項 6】

それぞれの前記画素に対応する前記複数の合成色成分は、1 つの前記合成色成分の少なくとも 1 つの前記色成分が同一の前記画素に対応する他の前記合成色成分の前記色成分と位相がずれているような、巡回的表示シーケンスを有することを特徴とする請求項 4 に記載の画像変更装置。

【請求項 7】

それぞれの前記合成色成分は、前記色成分に対応する少なくとも 1 つの前記反転色成分と順次的に時間多重化される少なくとも 1 つの前記色成分を含むことを特徴とする請求項 3 に記載の画像変更装置。

【請求項 8】

それぞれの前記画素に対するそれぞれの前記合成色成分のそれぞれの前記色成分は、同一の前記画素に対応する他の前記合成色成分のそれぞれの前記色成分に引き続いて、対応する前記反転色成分と時間多重化されることを特徴とする請求項 7 に記載の画像変更装置。

【請求項 9】

それぞれの前記画素における前記複数の合成色成分は、1 つの前記合成色成分の少なくとも 1 つの前記色成分が同一の前記画素に対応する他の前記合成色成分の前記色成分と位相がずれているような、巡回的表示シーケンスを有することを特徴とする請求項 7 に記載の

10

20

30

40

50

画像変更装置。

【請求項 10】

それぞれの前記画素における前記複数の合成色成分は、1つの前記合成色成分の少なくとも1つの前記反転色成分が同一の前記画素に対応する他の前記合成色成分の前記反転色成分と位相がずれているような、巡回的表示シーケンスを有することを特徴とする請求項7に記載の画像変更装置。

【請求項 11】

前記基礎画像を抽出する手段は、前記合成画像のそれぞれの前記反転色成分を前記視認者による視認から遮断するように同期した少なくとも1つのカラーフィルタを含むことを特徴とする請求項1、2、3、4、5、6、7、8、9、または10に記載の画像変更装置。
10

【請求項 12】

前記基礎画像を変更する手段は、前記合成画像を表す合成画像信号を生成可能な電子回路を含み、前記合成画像信号は、カラーデータ成分に対応する少なくとも1つの反転カラーデータ成分と時間多重化される少なくとも1つの前記カラーデータ成分からなる複数の合成カラーデータ成分を有し、それぞれの前記カラーデータ成分および前記対応する反転カラーデータ成分は、前記合成画像の1つの前記色成分および対応する前記反転色成分をそれぞれ表すことを特徴とする請求項3に記載の画像変更装置。

【請求項 13】

前記ディスプレイ上に積層画像を生成する手段を含み、前記積層画像は、前記特徴の無い合成画像上に積層されているように見える肉眼に対して可視の画像を生成するために、積層色成分に対応する前記合成色成分と時間多重化される少なくとも1つの前記積層色成分を有することを特徴とする請求項3に記載の画像変更装置。
20

【請求項 14】

前記積層画像は、それぞれの前記画素に対応する複数の積層色成分を含み、前記積層画像の少なくとも1つの前記積層画像成分は、同一の前記画素に対応する残りの前記積層色成分と位相をずらして表示されることを特徴とする請求項13に記載の画像変更装置。

【請求項 15】

視認者による基礎表示画像の機密保護下での視認を提供するための画像変更装置であって、
30

- a . 複数の画素を含むディスプレイと、
- b . それぞれの前記画素に対応する複数のカラーデータ成分を有し、それぞれの前記カラーデータ成分が基礎画像の色成分を表す基礎画像信号を生成する手段と、
- c . それぞれの前記画素に対応する複数の合成カラーデータ成分を有する合成画像信号を生成するために、前記基礎画像信号を変更する手段と、
- d . 前記カラーデータ成分に対応する少なくとも1つの反転カラーデータ成分と時間多重化されかつ所定の大きさを有する少なくとも1つの前記カラーデータ成分を含み、それぞれの前記反転カラーデータ成分は、前記合成画像信号の前記画素への送信によって前記ディスプレイ上に特徴の無い画像が生成されるように、前記対応するカラーデータ成分の大きさの閾数として決定される大きさを有している、それぞれの前記合成カラーデータ成分と、
40
- e . 前記特徴の無い画像を前記ディスプレイの前記視認者に表示するために、前記合成画像信号を前記画素に送信する手段と、
- f . それぞれの前記画素に対応し、1つの前記合成カラーデータ成分の少なくとも1つの前記カラーデータ成分が、同一の前記画素に対応する他の前記合成カラーデータ成分の前記カラーデータ成分と位相がずれているような表示シーケンスを有する、前記複数の合成カラーデータ成分と、
- g . 前記視認者のみによる視認のために、前記特徴の無い画像から前記基礎画像を抽出する手段と、
50

を含むことを特徴とする画像変更装置。

【請求項 16】

対応する前記カラーデータ成分のそれぞれの前記反転カラーデータ成分は対応する反転色成分を表し、それぞれの前記反転カラーデータ成分の大きさは、すべての前記色成分および該色成分に対応する前記反転色成分の強度の時間重み付き平均が、それぞれの前記画素についてほぼ同一になるように決定されることを特徴とする請求項15に記載の画像変更装置。

【請求項 17】

前記複数の画素は、前記ディスプレイの一部のみを覆うことを特徴とする請求項15に記載の画像変更装置。

【請求項 18】

それぞれの前記反転カラーデータ成分は、前記特徴の無い画像の反転色成分を表し、前記基礎画像を抽出する手段は、前記特徴の無い画像のそれぞれの前記反転色成分を前記視認者による視認から遮断する手段を含むことを特徴とする請求項15に記載の画像変更装置。

【請求項 19】

前記基礎画像を抽出する手段は、前記特徴の無い画像のそれぞれの前記反転色成分を、前記視認者による視認から遮断するように同期した少なくとも1つのカラーフィルタを含むことを特徴とする請求項18に記載の画像変更装置。

【請求項 20】

それぞれの前記合成カラーデータ成分は、前記カラーデータ成分に対応する少なくとも1つの前記反転カラーデータ成分と交互に時間多重化される少なくとも1つの前記カラーデータ成分を含むことを特徴とする請求項15に記載の画像変更装置。

【請求項 21】

それぞれの前記合成カラーデータ成分は、前記カラーデータ成分に対応する少なくとも1つの前記反転カラーデータ成分と順次的に時間多重化される少なくとも1つの前記カラーデータ成分を含むことを特徴とする請求項15に記載の画像変更装置。

【請求項 22】

それぞれの前記合成カラーデータ成分は、前記カラーデータ成分に対応する複数の前記反転カラーデータ成分と順次的に時間多重化される少なくとも1つの前記カラーデータ成分を含むことを特徴とする請求項15に記載の画像変更装置。

【請求項 23】

前記基礎画像信号を変更する手段は、前記カラーデータ成分と対応する前記反転カラーデータ成分とを、同一の前記画素における少なくとも1つの他の前記カラーデータ成分と対応する前記反転カラーデータ成分に対して順次的な方法で、個別に切り替えることを特徴とする請求項21に記載の画像変更装置。

【請求項 24】

それぞれの前記画素に対するそれぞれの前記合成カラーデータ成分の前記カラーデータ成分は、同一の前記画素に対応する他の前記合成カラーデータ成分のそれぞれの前記カラーデータ成分に対して段階的に引き続いて、対応する前記反転カラーデータ成分と時間多重化されることを特徴とする請求項22に記載の画像変更装置。

【請求項 25】

それぞれの前記反転カラーデータ成分は、前記特徴の無い画像の反転色成分を表し、前記基礎画像を抽出する手段は、前記特徴の無い画像のそれぞれの前記反転色成分を前記視認者による視認から遮断するように同期した少なくとも1つのカラーフィルタを含むことを特徴とする請求項23または24に記載の画像変更装置。

【請求項 26】

それぞれの前記合成カラーデータ成分は、前記基礎画像の1つの前記色成分を表す複数のカラーデータ成分を含むことを特徴とする請求項15に記載の画像変更装置。

【請求項 27】

それぞれの前記合成カラーデータ成分の前記複数のカラーデータ成分は、該カラーデータ

10

20

30

40

50

成分の少なくとも 1 つの反転カラーデータ成分と順次的に時間多重化されることを特徴とする請求項 26 に記載の画像変更装置。

【請求項 28】

それぞれの前記画素における前記複数の合成カラーデータ成分は、1 つの前記合成カラーデータ成分の少なくとも 1 つの前記反転カラーデータ成分が、同一の前記画素に対応する他の前記合成カラーデータ成分の前記反転カラーデータ成分と位相がずれているような巡回的表示シーケンスを有することを特徴とする請求項 27 に記載の画像変更装置。

【請求項 29】

それぞれの前記反転カラーデータ成分は、前記特徴の無い画像の反転色成分を表し、前記基礎画像を抽出する手段は、前記特徴の無い画像のそれぞれの前記反転色成分を前記視認者による視認から遮断するように同期した少なくとも 1 つのカラーフィルタを含むことを特徴とする請求項 28 に記載の画像変更装置。

【請求項 30】

それぞれの前記合成カラーデータ成分は、少なくとも 1 つの対応する前記反転カラーデータ成分とランダムに時間多重化される少なくとも 1 つの前記カラーデータ成分を含むことを特徴とする請求項 15 に記載の画像変更装置。

【請求項 31】

積層画像信号を生成する手段を含み、前記積層画像信号は、前記特徴の無い合成画像上に積層されているように見える肉眼に対して可視の画像を前記ディスプレイ上に生成するために、対応する前記合成カラーデータ成分と時間多重化される少なくとも 1 つの積層カラーデータ成分を有することを特徴とする請求項 15 に記載の画像変更装置。

【請求項 32】

それぞれの前記画素に対応するそれぞれの前記合成カラーデータ成分は、同一の前記画素に対応する他の前記積層カラーデータ成分に対して順次的に前記画素に送信される、対応する前記積層カラーデータ成分を有することを特徴とする請求項 31 に記載の画像変更装置。

【請求項 33】

前記積層画像信号は、それぞれの前記画素に対応する複数の積層カラーデータ成分を含み、少なくとも 1 つの前記積層カラーデータ成分は、常に同一の前記画素に対応する残りの前記積層カラーデータ成分と位相をずらしてそれぞれの前記画素に送信されることを特徴とする請求項 31 に記載の画像変更装置。

【請求項 34】

視認者による基礎表示画像の機密保護下での視認を提供するための画像変更装置であつて、

- a . 複数の画素を含むディスプレイと、
- b . それぞれの前記画素に対応する複数のカラーデータ成分を有し、それぞれの前記カラーデータ成分が基礎画像の基礎色成分を表す基礎画像信号を生成する手段と、
- c . それぞれの前記画素に対応する複数の合成カラーデータ成分を有する合成画像信号を生成するために、前記基礎画像信号を変更する手段と、
- d . 前記カラーデータ成分に対応する少なくとも 1 つの反転カラーデータ成分と時間多重化されかつ所定の大きさを有する少なくとも 1 つの前記カラーデータ成分を含み、それぞれの前記画素に対する少なくとも 1 つの前記合成カラーデータ成分の前記カラーデータ成分および対応する前記反転カラーデータ成分は、同一の前記画素に対応する他の前記合成カラーデータ成分の前記カラーデータ成分および対応する前記反転カラーデータ成分と位相がずれているような表示シーケンスを有する、それぞれの前記合成カラーデータ成分と、
- e . 反転色成分を表し、すべての前記基礎色成分および対応する前記反転色成分の強度の時間重み付き平均が前記ディスプレイのそれぞれの前記画素についてほぼ等しくなるように、前記対応するカラーデータ成分の大きさの関数として決定される大きさを有する、それぞれの前記反転カラーデータ成分と、

10

20

30

40

50

f. 前記基礎色成分と前記反転色成分からなるほぼ特徴の無い画像を前記ディスプレイの前記視認者に表示するために、前記合成画像信号を前記画素に送信する手段と、

g. 前記視認者のみによる視認のために、前記特徴の無い画像から前記基礎画像を抽出する手段と、

を含むことを特徴とする画像変更装置。

【請求項 3 5】

それぞれの前記画素に対応する前記複数の合成カラーデータ成分は、次の表に従って決定される巡回的表示シーケンスを有し、

【表 1】

R_F	R_I	R_I
G_F	G_I	G_I
B_F	B_I	B_F

10

a. ここで、 R_F 、 G_F 、および B_F は、前記基礎画像の前記色成分の赤、緑、および青の色にそれぞれ対応する前記カラーデータ成分を表し、

b. R_I 、 G_I 、および B_I は、それぞれ前記カラーデータ成分 R_F 、 G_F 、および B_F の、対応する赤、緑、青の前記反転カラーデータ成分を表す

ことを特徴とする請求項 3 4 に記載の画像変更装置。

【請求項 3 6】

前記特徴の無い画像から前記基礎画像を抽出する手段は、前記合成カラーデータ成分の前記表示シーケンスと同期して、前記特徴の無い画像のそれぞれの前記反転色成分を前記視認者による視認から遮断する赤、緑、および青のカラーフィルタを含むことを特徴とする請求項 3 5 に記載の画像変更装置。

20

【請求項 3 7】

それぞれの前記画素に対応する前記複数の合成カラーデータ成分は、次の表に従って決定される巡回的表示シーケンスを有し、

【表 2】

R_F	R_F	R_I
G_F	G_I	G_F
B_F	B_F	B_F

30

a. ここで、 R_F 、 G_F 、および B_F は、前記基礎画像の前記色成分の赤、緑、および青の色にそれぞれ対応する前記カラーデータ成分を表し、

b. R_I 、 G_I 、および B_I は、それぞれ前記カラーデータ成分 R_F 、 G_F 、および B_F の、対応する赤、緑、青の前記反転カラーデータ成分を表す

ことを特徴とする請求項 3 4 に記載の画像変更装置。

【請求項 3 8】

前記特徴の無い画像から前記基礎画像を抽出する手段は、前記合成カラーデータ成分の前記表示シーケンスと同期して、前記特徴の無い画像のそれぞれの前記反転色成分を前記視認者による視認から遮断する黄、マゼンタ、およびシアンのカラーフィルタを含むことを特徴とする請求項 3 7 に記載の画像変更装置。

40

【請求項 3 9】

それぞれの前記画素に対応する前記複数の合成カラーデータ成分は、次の表に従って決定される巡回的表示シーケンスを有し、

【表 3】

R_F	R_I
G_F	G_F
B_F	B_I

50

a . ここで、 R_F 、 G_F 、および B_F は、前記基礎画像の前記色成分の赤、緑、および青の色にそれぞれ対応する前記カラーデータ成分を表し、
 b . R_I 、 G_I 、および B_I は、それぞれ前記カラーデータ成分 R_F 、 G_F 、および B_F の、
 対応する赤、緑、青の前記反転カラーデータ成分を表す
 ことを特徴とする請求項 3 4 に記載の画像変更装置。

【請求項 4 0】

前記特徴の無い画像から前記基礎画像を抽出する手段は、前記合成カラーデータ成分の前記表示シーケンスと同期して、前記特徴の無い画像の前記反転色成分を前記視認者による視認から遮断する少なくとも 1 つのカラーフィルタを含むことを特徴とする請求項 3 9 に記載の画像変更装置。

10

【請求項 4 1】

前記基礎画像を抽出する手段は、前記合成カラーデータ成分の前記表示シーケンスと同期して交互に切り替り、前記特徴の無い画像の前記反転色成分を前記視認者による視認から遮断するマゼンタのカラーフィルタおよび緑のカラーフィルタを含むことを特徴とする請求項 4 0 に記載の画像変更装置。

【請求項 4 2】

それぞれの前記画素に対応する前記複数の合成カラーデータ成分は、次の表に従って決定される巡回的表示シーケンスを有し、

【表 4】

R_F	R_I
G_F	G_I
B_I	B_F

20

a . ここで、 R_F 、 G_F 、および B_F は、前記基礎画像の前記色成分の赤、緑、および青の色にそれぞれ対応する前記カラーデータ成分を表し、
 b . R_I 、 G_I 、および B_I は、それぞれ前記カラーデータ成分 R_F 、 G_F 、および B_F の、
 対応する赤、緑、青の前記反転カラーデータ成分を表す
 ことを特徴とする請求項 3 4 に記載の画像変更装置。

【請求項 4 3】

前記特徴の無い画像から前記基礎画像を抽出する手段は、前記合成カラーデータ成分の前記表示シーケンスと同期して、前記特徴の無い画像の前記反転色成分を前記視認者による視認から遮断する少なくとも 1 つのカラーフィルタを含むことを特徴とする請求項 4 2 に記載の画像変更装置。

30

【請求項 4 4】

前記基礎画像を抽出する手段は、前記合成カラーデータ成分の前記表示シーケンスと同期して交互に切り替り、前記特徴の無い画像の前記反転色成分を前記視認者による視認から遮断する黄のカラーフィルタおよび青のカラーフィルタを含むことを特徴とする請求項 4 3 に記載の画像変更装置。

【請求項 4 5】

それぞれの前記画素に対応する前記複数の合成カラーデータ成分は、次の表に従って決定される巡回的表示シーケンスを有し、

【表 5】

R_I	R_F
G_F	G_I
B_I	B_F

40

a . ここで、 R_F 、 G_F 、および B_F は、前記基礎画像の前記色成分の赤、緑、および青の色にそれぞれ対応する前記カラーデータ成分を表し、

50

b. R_I 、 G_I 、および B_I は、それぞれ前記カラーデータ成分 R_F 、 G_F 、および B_F の、対応する赤、緑、青の前記反転カラーデータ成分を表すことを特徴とする請求項34に記載の画像変更装置。

【請求項46】

前記特徴の無い画像から前記基礎画像を抽出する手段は、前記合成カラーデータ成分の前記表示シーケンスと同期して、前記特徴の無い画像の前記反転色成分を前記視認者による視認から遮断する少なくとも1つのカラーフィルタを含むことを特徴とする請求項45に記載の画像変更装置。

【請求項47】

前記基礎画像を抽出する手段は、前記合成カラーデータ成分の前記表示シーケンスと同期して交互に切り替り、前記特徴の無い画像の前記反転色成分を前記視認者による視認から遮断するシアンのカラーフィルタおよび赤のカラーフィルタを含むことを特徴とする請求項46に記載の画像変更装置。

【請求項48】

前記特徴の無い合成画像上に積層されているように見える肉眼に対して可視の画像を前記ディスプレイ上に生成するための積層画像信号を生成する手段を含み、前記積層画像信号は、それぞれの前記画素に対応するそれぞれの前記合成カラーデータ成分と時間多重化される対応する積層カラーデータ成分を有し、それぞれの前記画素に対応する前記複数の合成カラーデータ成分および対応する積層カラーデータ成分は、次の表に従って決定される巡回的表示シーケンスを有し、

【表6】

R_F	R_I	R_O
G_O	G_F	G_I
B_I	B_O	B_F

a. ここで、 R_F 、 G_F 、および B_F は、前記基礎画像の前記色成分の赤、緑、および青の色にそれぞれ対応する前記カラーデータ成分を表し、

b. R_I 、 G_I 、および B_I は、それぞれ前記カラーデータ成分 R_F 、 G_F 、および B_F の、対応する赤、緑、青の前記反転カラーデータ成分を表し、

c. R_O 、 G_O 、および B_O は、前記積層画像の、それぞれ赤、緑、青の積層色成分に対応する前記積層カラーデータ成分を表す

ことを特徴とする請求項34に記載の画像変更装置。

【請求項49】

視認者による基礎表示画像の機密保護下での視認を提供するための方法であって、

a. 複数の画素を含むディスプレイ、および、それぞれの前記画素に対応する所定の強度および波長の複数の色成分を有する基礎画像を前記ディスプレイ上に生成する手段を準備するステップと、

b. それぞれの前記画素におけるそれぞれの前記色成分を、少なくとも1つの対応する同一波長の反転色成分と時間多重化し、前記基礎画像の少なくとも1つの前記色成分は残りの前記色成分と常に位相をずらして表示され、それぞれの前記反転色成分は、すべての色成分および反転色成分の合成がほぼ特徴の無い合成画像を形成するように前記対応する色成分の強度の関数として決定される強度を有することによって、前記基礎画像を変更するステップと、

c. 前記合成画像の前記反転色成分を視認者による視認から遮断するための同期遮断手段を通じて、対象となる前記視認者のみが視認するために、前記合成画像から前記基礎画像を抽出するステップと、

を含むことを特徴とする方法。

【請求項50】

前記基礎画像を変更するステップは、それぞれの前記色成分と該色成分に対応するすべて

10

20

30

40

50

の前記反転色成分の強度の時間重み付き平均が、同一の前記画素に対するすべての他の前記色成分と対応する前記反転色成分に対してほぼ同一になるように、それぞれの前記画素におけるそれぞれの前記色成分を、該色成分に対応する少なくとも1つの反転色成分と時間多重化することを含んでいる請求項49に記載の方法。

【請求項51】

前記基礎画像を抽出するステップは、前記合成画像の前記反転色成分を前記視認者による視認から遮断するように同期した少なくとも1つのカラーフィルタを使用すること含んでいる請求項49に記載の方法。

【請求項52】

肉眼では前記特徴の無い合成画像上に積層されているように見える積層画像を前記ディスプレイ上に生成する手段を準備するステップを含み、前記積層画像は、前記同期遮断手段の使用によって対象となる視認者の視認から遮断されることを特徴とする請求項49に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、一般的には、ディスプレイ装置を機密保護の下で視認する(*confidential viewing*)方法に関し、詳しくは、基礎表示画像(*fundamental display image*)を変更し、表示対象の視認者のみが復号化してその基礎表示画像を機密保護下で視認することができるような、複雑かつほぼ特徴の無い(*featureless*)画像を生成する装置および方法に関する。 10

【背景技術】

【0002】

デスクトップコンピュータ、ラップトップコンピュータ、テレビ、および個人向けの娯楽用ビデオシステムのような種々のシステムのためのディスプレイ装置の使用が増加するにつれて、表示される内容の対象者のみが機密保護の下で視認する手段を提供し、無許可の視認者による視認の可能性をなくすことへの要望が増大している。

【0003】

長年に渡って、ディスプレイ装置の無許可の視認者による視認を防ぐために様々な装置が開発されてきた。最も単純な装置には、デスクトップコンピュータのディスプレイによく見られる“防眩性”的プライバシースクリーン、またはフードおよびシールド、またはその両方が含まれ、これらは、ディスプレイのほぼ正面にいる者だけにその視認を制限するものである。これらの装置は、ある程度の効果は奏するものの、肩越しにディスプレイを覗く者による視認を防ぐことはできず、安全とは言えない。 20

【0004】

1996年1月30日発行の特許文献1には、LCDスクリーンの上部偏光層を取り除くことが開示されている。これによって、ディスプレイは、偏光眼鏡をかけている者以外にとって“不可視”になる。しかし、偏光眼鏡、特に通常の偏光サングラスは誰もが入手可能であるため、このシステムは安全とは言い難い。さらに、ディスプレイの機密表示モードと通常表示モードとの切り替えが容易ではなく、また、この手段はLCDスクリーンにのみ応用可能なものである。 40

【0005】

アイビーエム(IBM)も、最近の4件の特許でこの問題に取り組んでいる。1996年7月16日発行の特許文献2では、基礎表示画像を生成するために使用される原色に対してずれた波長を有する第2の“原色”的組を使用することによって、ディスプレイの表示を機密化することが開示されている。適切な比率で基礎表示画像と混合した場合、結果として生成される合成画像によって基礎表示画像がマスクされる。機密保護下での視認は、第2の原色の組を遮断して基礎表示画像の原色の組を通過させる専用の狭帯域フィルタ眼鏡を通して合成画像を見ることによって、達成される。しかし、この方法には多くの欠点がある。すなわち、この方法の欠点は、1)ずれた波長を有してそのスペクトルがほぼ重

ならない二組の狭帯域の原色が必要であり、2) 波長のずれた二組の原色の画素を持った单一のディスプレイ装置は通常存在せず、仮に存在したとしても、一組の原色を使用するディスプレイと同等の実効解像度を保つためには二倍の画素数が必要になり、3) たとえばこの特許に記載されているようにビームスプリッタを使用して、2つの個別のディスプレイを配列または積層することは経済的な解決手段ではなく、また、大きな視差が生じることになり、4) 視認用の眼鏡は、波長のずれた第2の原色の組を遮断するために、帯域幅が狭くかつ正確に配置された3つのスペクトルノッチフィルタを必要とし、5) それでも、適切なフィルタ配列の眼鏡をかければ誰でも基礎表示画像を視認できることである。

【0006】

1997年3月25日発行の特許文献3では、ディスプレイと視認者との間にフラッシュライトのスクリーンを配置して、基礎表示画像をマスクすることが開示されている。機密保護下での視認は、光パルスを遮断するように同期して動作し、基礎表示画像の視認を可能にするLCDシャッターにより実施される。しかし、この方法は、ライトスクリーンの追加的な使用、したがって電力の増大を必要とし、また、ディスプレイ周辺のシャッター眼鏡をかけていない人にとって目障りなものになるおそれがある。

【0007】

1997年4月8日発行の特許文献4は、アイビーエムによる上述した2件の特許に類似するものである。この特許では、ディスプレイと視認者との間に、波長のずれた第2のライトスクリーンのマスクを導入することが提案されている。使用されるマスク用光源は、基礎表示画像の原色とは衝突または干渉しない狭いスペクトル幅を有し、それによって、この波長のずれた光を狭帯域フィルタ眼鏡により吸収または遮蔽し、基礎表示画像が通過できるようにするものである。この方法は、上述した2件の特許が有する多くの限界を有している。

【0008】

1998年9月1日発行の特許文献5は、本質的にソフトウェアの応用であり、ディスプレイの種々の領域を選択的に遮蔽し、機密情報を覆うまたは隠すものである。画面全体を機密保護の下で視認する手段ではなく、その安全性は、Microsoft(R) Windows(R) に元々備わっている機密保護機能、すなわち単にウィンドウのサイズを小さくして機密情報を隠すことよりも僅かに高いだけである。

【0009】

サンマイクロシステムズ(Sun Microsystems)もまた、1997年5月13日発行の特許文献6において、機密保護下での視認への要望に取り組んでいる。この特許では、予め設定されたフラッシュフレームの使用が提案されており、画像のデータフレームを表示する前に視認者の目に影響を及ぼすことによって、適切なシャッター眼鏡をかけていない無許可の視認者がディスプレイの表示内容を明瞭に読み取ることを妨げるものである。特許文献3と同様に、この特許では、基礎表示画像とは関係のない所定の隠蔽用“フラッシュ”的使用が提案されている。この方法によれば、画像を不明瞭にすることは可能なものの、全体的に特徴の無い画像であるとは言えず、また、適切な視覚補助具(eyewear)を装用していない人にとって目障りなものになるおそれがある。

【0010】

インテルコーポレーション(Intel Corporation)もまた、1999年10月5日発行の特許文献7において、この課題に取り組んでいる。この特許には、同じ場所にいて同じディスプレイを共用する複数のユーザーに対して、それらすべてのユーザーに適切な視覚補助具の装用が要求される場合に、個人データを表示する方法が記載されている。個々のユーザーの機密を保護することも、所望のデータをそのマスクデータで変更することによって達成することができ、このマスクパターンは、基礎表示画像とは関係のない、白黒画素の所定の静的パターンまたはランダムパターンのいずれかであり、互いの画像の対応する領域を不明瞭化するように設定されている。この方法は、画像をマスクする方法として全く不十分なものであり、特徴の無い画像を生成しないだけでなく、実時間のフルモーションビデオには適さない。

10

20

30

40

50

【 0 0 1 1 】

これらに加えて、日本のオータケシン (Shin Otake) およびアオキヨシナオ (Yoshinao Aoki) は、1990年に、CRTディスプレイの文字をマスクすることについての実験結果を出版した。文字のマスクは、基礎フォント文字と実験によって決定されたマスクフォント文字との複数のテキスト画面を同期的に表示することによって達成された。機密保護下での視認は、マスクフォントを遮断するように同期したLCDシャッター眼鏡を通してディスプレイを見ることによって実施される。この方法は、文字に対してはある程度の成功を示したもの、フルカラーのグラフィックまたは画像には役立たない。

【 0 0 1 2 】

オータケおよびアオキと同様に、ソニーは、1991年出願および1993年公開の特許文献8において、この課題に取り組んでいる。特許文献8には、表示対象画面を補色画面によって変更することが記載されている。しかし、後に詳述するように、画像をその反転色ではなく補色と混色しても、必ずしも特徴の無い画像は生成されない。

【 0 0 1 3 】

東芝による1989年公開の特許文献9には、立体視の方法を画面の機密保護の方法に拡張することが開示されている。特許文献9では、左目用と右目用とに画像を分離することによって、合成された画像にブレを発生させ、機密性を向上させることが提案されている。同期した眼鏡を通して見ることによって、画像が立体化すると共にそのブレが補正される。しかし、実際には、合成された画像の特徴は、いくらかブレてはいるものの、明瞭に判別可能である。

【 0 0 1 4 】

最後に、ヘッドマウントディスプレイは、その普及がますます進んでいるが、高価であり、また、使用者の周囲やコンピュータのキーボードが見難くなるおそれがある。

【特許文献1】

米国特許第5,488,496号明細書

【特許文献2】

米国特許第5,537,476号明細書

【特許文献3】

米国特許第5,614,920号明細書

【特許文献4】

米国特許第5,619,219号明細書

【特許文献5】

米国特許第5,801,697号明細書

【特許文献6】

米国特許第5,629,984号明細書

【特許文献7】

米国特許第5,963,371号明細書

【特許文献8】

特開平5-119754号公報

【特許文献9】

特開平1-32332号公報

【発明の開示】**【発明が解決しようとする課題】****【 0 0 1 5 】**

したがって、ディスプレイの機密保護のための単純かつ低コストであって効果的な手段への要望と先行技術の限界に鑑みて、取扱いが困難でコスト集約的な補助装置もしくは波長のずれたマスク用光源、またはその両方を要することなく、標準的ディスプレイ装置の機密保護下での視認を提供し、フルカラーかつフルモーションのグラフィックおよび画像のあらゆる応用例において使用可能な改善された手段が必要であることは明らかである。

【 0 0 1 6 】

10

20

30

40

50

以下に説明する本発明者による画像変更装置および方法は、実施のコストを最低限に抑えながら上記の目的を達成し、今日のディスプレイ装置における機密保護機能を大幅に向上させるものである。

【課題を解決するための手段】

【0017】

本発明に従って、基礎画像をその反転色画像と画素毎に時間多重化し、視認者の肉眼では識別できないほぼ特徴の無い合成画像をディスプレイ装置上に生成することによって、ディスプレイ装置の機密保護下での視認を提供する装置を説明する。表示対象の視認者は、同期した復号化用視覚補助具を使用することによって、他人による無許可の視認の危険にさらされることなく機密保護下での視認を実施するために、合成画像から基礎画像を抽出することができる。

【0018】

最も重要なこととして、本発明は、複数の色生成画素からなる事実上すべての標準的なディスプレイ装置との関連において使用するために適用され、基礎画像の所望の機密保護下での視認を提供するための二次的な光源または追加的な隠蔽スクリーンを要しないことに注意されたい。

【0019】

したがって、より具体的には、本発明は、標準的なディスプレイ装置と共に機能する画像変更装置であり、その画素には、可視画像の1つ以上の色成分を表示する手段が含まれる。本発明は、さらに、ディスプレイ装置のそれぞれの画素に対応する少なくとも1つのカラーデータ成分を有する基礎画像信号を生成するための画像信号発生器を含み、それぞれのカラーデータ成分は基礎画像の色成分を表すものである。

【0020】

基礎画像の機密保護下での視認を提供するために、本発明は、基礎画像信号を変換してほぼ特徴の無い画像を表す合成画像信号を生成するための信号変換手段を含む。この信号変換手段は、電子的なハードウェアもしくはソフトウェアまたはその両方により構成することができ、基礎画像信号のそれぞれのカラーデータ成分を少なくとも1つの対応する反転カラーデータ成分と時間多重化することによって、合成画像信号を生成する。したがって、生成される合成画像信号は、ディスプレイ装置によって使用されるそれぞれの画素に対応する1つまたは複数の合成カラーデータ成分からなり、それぞれの合成カラーデータ成分は、対応する反転カラーデータ成分と時間多重化されたカラーデータ成分からなる。

【0021】

特に重要なことに、それぞれの反転カラーデータ成分は、基礎画像信号の対応するカラーデータ成分からその関数として生成され、したがって、基礎画像信号の同一の色成分を表すものであることに注意されたい。さらに、信号電圧は、非線形とはいえ、画像の色強度に直接的に関連するため、それぞれの反転カラーデータ成分の大きさは、その反転カラーデータ成分に対応するカラーデータ成分の大きさの関数として決定され、その際、すべてのカラーデータ成分および対応する反転カラーデータ成分の大きさに対応する色強度の時間重み付き平均が、同一の画素に対応するそれぞれの合成カラーデータ成分についてほぼ同一になるように決定される。言い換えれば、それぞれの画素について、所定の表示フレームにおけるそれぞれの反転カラーデータ成分の計算された大きさは、生成される合成画像の対応する色成分のそれぞれの強度が、他のすべての色成分の強度とほぼ同一になるように設定される。

【0022】

基礎カラーデータ成分と反転カラーデータ成分は、人間の目がそれらの切り替えを認知できない程度に十分高い周波数で時間多重化されるため、合成画像信号によって生成される画像のすべての色成分の強度は、それぞれの画素についてほぼ同一に見える。その結果、色または強度について画素毎の視認可能な変動はなく、生成される合成画像はほぼ特徴が無いように見える。したがって、基礎画像信号の個々のカラーデータ成分を、対応する反転カラーデータ成分と画素毎に時間多重化することによって、基礎画像は、計算された反

10

20

30

40

50

転色画像と時間多重化され、視認者の肉眼に対してほぼ無彩色で特徴の無い合成画像が生成される。

【 0 0 2 3 】

真の反転色またはその任意の色成分は、補色と同義ではないことに注意されたい。可視スペクトル域の任意の色をその補色と混色すると特定の明るさの白 (a shade of white) が生成されるが、全画面を画素毎に混色した場合、様々な強度の白すなわち様々な明暗のグレー (shades of gray) を有する画像が生成される。したがって、画像をその補色と混合または多重化しても、コントラスト領域が区別できる可能性があるため（たとえば、明るい背景上の暗いテキストなど）、必ずしも完全にマスクされるとは限らない。このため、ほぼ特徴の無い画像を本当に得るためにには、画像またはその色成分を、その真の反転色と混色する必要がある。この場合、それぞれの画素に対して生成される合成画像のすべての色成分は、ほぼ等しい強度を有し、それによって、ほぼ特徴が無いように見える画像が生成される。

【 0 0 2 4 】

上述した原理に従って、カラーデータ成分と反転カラーデータ成分との様々な多重化シーケンスを様々なデューティサイクルで使用して、無許可の視認に対して機密性および安全性の高い合成画像を生成することができる。交互反転暗号化法と呼ぶ1つの基本的な実施形態では、基礎画像信号のそれぞれのカラーデータ成分と対応する反転カラーデータ成分は、50%のデューティサイクルで交互に時間多重化される。この多重化は十分高い周波数で実施されて、人間の脳は、カラー成分と反転カラー成分によって生成される合成画像を、50%のグレーであってかつほぼ特徴のない単一の合成混合画像として解釈するものである。

【 0 0 2 5 】

別の態様として、カラーデータ成分と反転カラーデータ成分の相対的な表示シーケンスを順次的またはランダムに変更するか、あるいは複数の反転カラーデータ成分と多重化するか、またはその両方を実施することによって、安全性を向上させて基礎画像の復号化をより精巧なものにすることもできる。たとえば、1つの好適な実施形態では、基礎画像信号のそれぞれのカラーデータ成分は、3分の1 (1 / 3) デューティサイクルを使用して、一対の対応する反転カラーデータ成分と時間多重化される。上述したような基礎カラーデータ成分の大きさと反転カラーデータ成分の大きさとの関係を維持することによって、生成される合成画像は、肉眼にはほぼ特徴が無いように見える。さらに、基礎カラーデータ成分の表示シーケンスを順次的に変更することによって、ディスプレイのフリッカー (flicker) が低減し、また、基礎画像を見るために、より高度な技術である同期カラーフィルタの使用による復号化を要することによって、安全性がさらに向上する。勿論、多くの他の表示シーケンスおよび復号化システムを使用することもでき、それらは以下に詳述される。

【 0 0 2 6 】

さらに、ハードウェアとソフトウェアとの組み合わせによる信号変換手段を使用することもでき、それによって、ディスプレイの特定の領域のみを選択して暗号化し、ディスプレイの他の領域は全員に対して完全に可視のまま保持するといった柔軟性を有することが可能になる。また、信号変換手段を調整してディスプレイの選択された部分の強度レベルを変更し、高度な安全性を維持しながら、暗号化メッセージまたは“S E C U R E”や“C O N F I D E N T I A L”のような非暗号化メッセージを、ほぼ特徴の無い合成画像上に積層表示することもできる。さらに、コントラストもしくはデューティサイクルまたはその両方を調整することによって、ほぼ特徴の無い合成画像上に偽の画像を積層表示することができ、それによって、全体的な安全性がさらに向上する。

【 0 0 2 7 】

生成された合成画像から基礎画像を抽出して復号化するために、生成された合成画像の反転色成分のみを選択的に遮断して真の基礎色成分のみを通過させる同期LCDシャッター、可変偏光子、または同様の同期カラーフィルタを組み込んだ専用の視覚補助具が使用さ

10

20

30

40

50

れる。基礎画像のすべての色成分が互いに同期して表示される基本システムでは、LCDシャッターまたは可変偏光子を使用して、ほぼ特徴の無い合成画像の反転色成分を効果的に遮断できる。しかし、基礎画像の色成分の表示シーケンスが順次的またはランダムに変更されるより高度なシステムでは、合成画像から基礎画像を復号化するために、より精巧に同期したカラーフィルタを使用する必要がある。

【0028】

以上のように、本発明に係る改善された画像変更装置を使用することによって、高レベルの安全性が提供されることは明らかであり、コスト集約的な補助装置もしくは波長のずれたマスク用光源またはその両方を使用することなく、フルカラーのグラフィックまたは画像のすべての応用例において機密保護下での視認を提供するために使用することができ、コスト効率の良い画像変更装置が実現する。

【0029】

本発明の上述した目的および利点や他の目的および利点は、添付図面と関連させて記載された以下の説明から十分に明らかになるであろう。なお、いくつかの図面を通じて同一または同様の部分は、同様の符号を付して参照する。

【発明を実施するための最良の形態】

【0030】

本発明の説明をより分かり易くするために、まず、ディスプレイ装置によって発生する光に関連する“原色の加法混色”的概念とそれに対する人間の目の反応について簡潔に説明する。カラーテレビおよびCRTディスプレイから、LCDスクリーン、プラズマディスプレイ等に至るまで、事実上すべての一般的なディスプレイ装置は、光の三原色、すなわち赤、青、緑の加法混色によって画像を生成している。ディスプレイ装置は、典型的には、画素(pixel)と呼ばれる何千もの小領域を有し、各画素は、その特定の位置において画像を表現する特定の色光を発生させる。また、各画素は、一般に、三つのさらに小さな領域または副画素(sub-pixel)の組からなり、各副画素は、蛍光体やカラーフィルタ等から形成されて、赤、青、緑の原色をそれぞれ発生させるものである。

【0031】

ディスプレイ上に形成されたカラー画像を見る場合、人間の目は、赤、緑、青の副画素を個別には感知しない。人間の目の中に存在して色を感知する錐体は、各原色成分の強度に応じて一定範囲内の様々な色がディスプレイの視認者に見えるようにこれらの原色に反応し、それらの色の組み合わせによって所望の画像が形成される。したがって、各副画素で発生する光の種々の強度に応じて、対応する画素には、人間の目には別の色のように見える合成光が生成される。所定の画素の赤、青、緑の各成分の強度が等しい場合、その画素には中間白色光(neutral white light)が生成される。

【0032】

前述したように、本明細書で使用される“反転”色または反転画像という用語は、補色の同義語ではないことに注意されたい。可視スペクトル域の任意の色をその補色と混色した場合、生成される色は特定の明るさの白である。しかし、画面全体を画素毎にその補色と混色した場合、生成される画像は、様々な強度の白すなわち様々な明暗のグレーからなる可能性が高い。これは、個々の赤、緑、青の成分の強度が、画素内または画素毎に様々であるためである。したがって、全画面を画素毎にその補色と混色すると、コントラスト領域を有する合成画像が生成され、視認者が基礎表示画像を(たとえば明るい背景上の暗いテキストのように)肉眼で見分けられる可能性が非常に高い。

【0033】

それに対して、基礎表示画像とその真の反転色との混色では、基礎表示画像の特徴を示すコントラスト領域は残らない。これは、反転画像の個々の赤、緑、青の色成分の強度が適切に設定され、基礎表示画像と画素毎に混色したときに合成画像のすべての合成色成分(赤、緑、青)が全画素でほぼ同じ強度となるからである。したがって、それぞれの画素は、他のすべての画素とほぼ同一の強度の中間白色光を生成し、合成画像全体が肉眼にはほぼ特徴が無いように見えるものとなる。このような理由から、本発明は、基礎表示画像を

10

20

30

40

50

完全にマスクして機密保護下での視認を提供するために、基礎表示画像をその真の反転画像と画素毎に混合または多重化することを目的とする。

【 0 0 3 4 】

上記の目的の達成は、所定の画素の位置に表示される色成分の強度が、その色成分を発生させる信号に比例しない場合があるという事実によって複雑化する。言い換れば、色強度は、カラー生成信号の電圧に比例しない場合がある。むしろ、両者の典型的な関係は、「モニターガンマ」として周知の現象によって生じる非線形関係の1つである。ガンマ値(本明細書では、ギリシャ文字 γ によって示す)は、一般の陰極線管(CRT)ディスプレイの入力電圧とそれに対する出力強度との間に存在する非線形性を記述するものである。従来のCRTは、電圧に対してべき法則に従って応答する。すなわち、ディスプレイ上の輝度は、印加される電圧の γ 乗にほぼ比例する。反転の計算を実行する際には、この非線形性を考慮しなければならず、そうでない場合、特徴の無い画像は得られない。CRTディスプレイはすでに広く普及しているため、新しいLCDおよびプラズマディスプレイにも、互換性のためにしばしばこのようなガンマ値調整(gamma scaling)が組み込まれている。

【 0 0 3 5 】

上記の目的を達成するため、本発明は、図1に示すように、画像信号発生器1(典型的には、パーソナルコンピュータ内のビデオディスプレイアダプタ)を含み、この画像信号発生器は、ディスプレイ装置3上に形成される基礎表示画像に対応する基礎画像信号を発生する。フルカラー表示のために、基礎画像信号は赤、緑、青のカラーデータ成分を含み、これらのカラーデータ成分は、画像信号発生器またはパーソナルコンピュータ1から、それぞれライン5、7、9に沿って出力される。基礎画像信号の各カラーデータ成分は、画像信号発生器1から信号変換手段11に送信され、少なくとも1つの対応する反転カラーデータ成分と時間多重化(time multiplex)される。同期制御機構(同期コントローラ)13は、垂直同期信号に同期して、各カラーデータ成分の基礎カラーデータ成分と反転カラーデータ成分との間の切り替え機能を実施し、それぞれの基礎カラーデータ成分と反転カラーデータ成分の表示シーケンスパターンを制御するものである。したがって、画像信号発生器1からの垂直同期ライン15は、同期コントローラ13に入力されてそのクロックとして機能し、同期コントローラ13からライン17に沿ってディスプレイ装置3に出力されてその垂直リフレッシュレートを制御する。従来と同様に、ディスプレイ装置3の水平同期を制御するために、画像信号発生器1からディスプレイ装置3に水平同期ライン19も設けられている。

【 0 0 3 6 】

このとき、信号変換手段11から出力される合成画像信号は、ディスプレイ装置3に出力される赤、青、緑の多重化された合成カラーデータ成分からなる。図1に示すように、信号変換手段11によって生成される赤、緑、青の合成カラーデータ成分は、それぞれライン21、23、25に沿ってディスプレイ装置3に出力される。その結果、肉眼にはほぼ特徴が無いように見える変更された合成画像が表示される。変更された合成画像から基礎表示画像を復号化するため、後に詳述する専用の視覚補助具37が備えられている。視覚補助具37は、同期コントローラ13によって、多重化されたカラーデータ成分に同期するように制御され、合成画像の反転色成分を効果的に遮断して基礎表示画像を通過させるものである。

【 0 0 3 7 】

信号変換手段11のハードウェアによる基本的な実施形態を、図2に示す。図2において、画像信号発生器1により生成された赤のアナログ基礎カラーデータ成分は、ライン5に沿ってアナログ-デジタル変換器(ADC)27に送信され、ADC27は、赤の基礎カラーデータ成分を、ここでは V_{FR} で示す数値(デジタル)形式に変換する。このデジタルデータは、次に、ライン29に沿って赤用デジタルシグナルプロセッサ(DSP)31に入力される。DSPは、デジタルデータを高速に数値処理可能な高速デジタルプロセッサである。DSP31のコントローラ33は、DSP31に入力されるデジタルデータの処理

10

20

30

40

50

理を制御し、また、DSP31の入力側のADC27およびDSP31の出力側のデジタル-アナログ変換器(DAC)35に接続されて、それぞれの変換のサンプリングレートも制御する。

【0038】

図2に示すように、ライン29上の赤のデジタル基礎カラーデータ成分 V_{FR} の入力は、ライン37で示すように処理されずにDSP31を通過するか、または、ライン39で示すように反転演算が施されて、入力デジタル信号がモニターガンマを考慮した次に示す反転公式に従って処理される。

$$V_{inv} = [V_{max} - (V_{fund} + V_{off})]^{(1/\gamma)}$$

ここで、 V_{inv} は反転電圧、 V_{max} は最大信号電圧、 V_{fund} は基礎カラーデータ成分の電圧、 V_{off} はモニターの黒レベルに合わせるためにオフセットポイントの微調整に使用されるオフセット電圧をそれぞれ示している。従来のCRTディスプレイでは、ガンマ係数値は、通常2.35～2.55の範囲にある。

【0039】

上述したように、同期コントローラ13は、制御ライン65を介してDSP31に接続され、サンプリングされた赤の基礎カラーデータ成分の通過または反転の決定を制御し、画像信号発生器1から出力される垂直同期信号に同期してその決定を遂行する切り替え動作を実施して、適切な電圧信号 V_{outR} を出力する。

【0040】

したがって、同期コントローラ13のシーケンスロジックが、赤の基礎カラーデータ成分を変更せずに通過させることを要求した場合、入力デジタルデータ V_{FR} は、ライン37を通過してライン41上の V_{outR} としてDAC35に出力される。他方、同期コントローラ13が、DSP31に対して、上式に従って赤の入力カラーデータ成分を反転するよう要求した場合(すなわち、 $V_{outR} = V_{IR}$)、サンプリングされたデータはライン39に沿って分岐し、そこで入力データの実時間デジタル反転が実施された後、ライン41に沿ってDAC35に出力される。このようにして、同期コントローラ13によって設定される表示シーケンスに応じて、赤用DSP31は、垂直同期ライン15を介して同期コントローラ13に入力される垂直同期パルスに同期して、入力基礎カラーデータ成分を通過させるかまたは反転処理を実行する。

【0041】

このようにして、DAC35の出力は、赤の基礎カラーデータ成分とその反転成分とが多重化された赤の合成カラーデータ成分となる。この多重化された赤の合成カラーデータ成分は、DAC35からビデオドライバ43に出力され、ビデオドライバ43は、DAC35からの出力をバッファリングし、図1に示すように、データをライン21に沿ってディスプレイ装置3に送信する。

【0042】

同時に、基礎画像信号の緑のカラーデータ成分および青のカラーデータ成分も、同様に同期コントローラ13の制御によりシステムの垂直リフレッシュレートに同期して、それぞれ対応する反転カラーデータ成分と時間多重化される。緑のアナログ基礎カラーデータ成分は、ライン7に沿ってADC45に入力され、そこでデジタル信号 V_{FG} に変換されて緑用DSP47に入力される。ここで、DSP47の構成および機能はDSP31と同一であり、同様の名称で参照する。したがって、同様の緑の合成カラーデータ成分が、DSP47からDAC49およびビデオドライバ51を通過してディスプレイ装置3に出力される。

【0043】

青のアナログ基礎カラーデータ成分は、同様に、ライン9上のADC53に入力され、デジタル信号 V_{FB} に変換されて、DSP31と同一の青用DSP55に入力される。DSP55から出力される青の合成カラーデータ成分は、DAC57およびビデオドライバ59を通過し、アナログデータに再変換された青の合成カラーデータ成分がディスプレイ装置3に送信される。緑および青のデジタルカラーデータ成分の処理、およびそれとの変換

10

20

30

40

50

サンプリングレートを制御するために、同様のコントローラ 61、63 が備えられている。

【0044】

図2に示す基本的な実施形態では、コントローラ13のシーケンスロジックは、基礎カラーデータ成分と反転カラーデータ成分とを交互に反転させて暗号化することを要求するように設定されていることに注意されたい。すなわち、基礎画像信号の赤、緑、および青のそれぞれの基礎カラーデータ成分は、同時に、50%のデューティサイクルで垂直リフレッシュレートに同期して、対応する反転カラーデータ成分と交互に時間多重化される。これを達成するため、同期コントローラ13は、各DSP31、47、55に、それぞれ制御ライン65、67、69に沿って、同期した切り替え信号を送信し、それによって、各DSPは、映像システムの垂直リフレッシュレートに同期して、基礎カラーデータ成分と反転カラーデータ成分との間の切り替えを繰返す。

【0045】

このようにして、基本的な交互反転暗号化システムでは、任意の画素における表示シーケンスサイクルは、次の表Iに示すように表すことができる。

【表1】

表 I

赤	R_F	R_I	R_F	R_I
緑	G_F	G_I	G_F	G_I
青	B_F	B_I	B_F	B_I
フレーム	n (1番目の表示サイクル)	$n+1$	$n+2$	$n+3 \dots$ (2番目の表示サイクル)

ここで、 R_F 、 G_F 、 B_F は、基礎画像の赤、緑、青のカラーデータ／色成分、 R_I 、 G_I 、 B_I は、反転画像の赤、緑、青のカラーデータ／色成分を表し、各フレーム期間（すなわち、垂直リフレッシュレート）は n 、 $n+1$ 、 $n+2$ 等で示されている。

【0046】

表Iから、各画素に対応する基礎カラーデータ成分と反転カラーデータ成分とは、それぞれのフレーム期間 n 、 $n+1$ 、 \dots に渡って、交互に時間多重化されることが分かる。したがって、それぞれの画素について、合成色成分およびそれらからなる合成画像の平均強度は、基礎色成分と反転色成分の、それぞれのフレーム期間 T_F 、 T_I によって重み付けられた代数和として表すことができる。

$$I_{AVG} = T_F (R_F + G_F + B_F) + T_I (R_I + G_I + B_I)$$

デューティサイクルが50%の場合、 $I_I = I_{MAX} - I_F$ （ただし、 I_F 、 I_I 、 I_{MAX} は、それぞれ個々の色成分の基礎強度、反転強度、および最大強度を表す）とすると、平均強度は、

$$I_{AVG} = 0.5 (R_{MAX} + G_{MAX} + B_{MAX}) = 0.5 W H I T E_{MAX} = 50\% G R A Y$$

となる。

【0047】

上式は、図2に示す信号変換手段11のデジタル信号処理を使用することの効果を、代数式によって表すものである。したがって、各画素における基礎色成分と対応する反転色成分との時間重み付き平均強度はほぼ等しく（0.5 I_{MAX} ）、人間の脳は、「加法混色」の原理に従って、ディスプレイの各画素においてほぼ等しい強度の中間白色光（すなわち、50%のグレー）を感じし、それによって、肉眼にはほぼ特徴が無いように見える合成画像が生成される。

【0048】

基礎画像を、その単なる補色でなく、計算された反転色と多重化することの効果は、図3

10

20

30

40

50

A、図3B、および図4の例によって明瞭に示される。図3Aのグラフは、典型的なパソコン用コンピュータから典型的なCRTモニター($= 2.5$)へ、テスト用基礎画像のカラーデータ成分 R_F 、 G_F 、 B_F について赤、緑、青の信号線上に出力される実際の映像電圧信号 V_{red} 、 V_{green} 、 V_{blue} を示している。基礎画像68は、図4に示すカラー図の上側部分に描かれており、本発明の効果を示すために選択された色の虹状の縦配列である。

【0049】

図3Aのグラフは、テスト用基礎画像の1回の表示フレーム期間における、1本の水平走査線上の赤、緑、青の電圧の変動を示している。これらの電圧は、全体として0~0.7ボルトの範囲内にあり、デジタル-アナログ変換器からの典型的な出力である。図4に示す各色に対する信号電圧の大きさは、図3Aの描線上に示されており、各色のデジタル値は、図4に示されている。図に記載されたデジタル値は24ビットシステムのものであり、このシステムでは、3つの色成分のそれぞれは8ビットで表される。8ビットの解像度の場合、0~255で表される256の可能な階調が存在する。図4の上側に沿って記載された個々のカラー値によって、このカラー図の基礎画像部分に示された対応する色が生成される。

【0050】

図3Bのグラフは、図3Aに示したものと同一の水平走査線に対して、反転画像のフレーム期間における、対応する反転カラーデータ成分 R_I 、 G_I 、 B_I のモニターガンマの効果を考慮した電圧信号 V_{red} 、 V_{green} 、 V_{blue} を示している。この反転画像70は、図4の下側部分に示されている。図4の下側に沿って記載された個々のデジタルカラー値によって、このカラー図の反転画像部分に示された対応する色が生成される。この反転画像70が、表示フレームのリフレッシュレートで基礎画像と交互に表示される結果、50%のグレーに見える均一かつ特徴の無い合成画像72が生成される。この50%グレーの特徴の無い合成画像72は、図4の中央部に示されており、そこでは、多重化画像領域において基礎画像と反転画像とが交差して重なり合っている。

【0051】

以上の説明では、50%のデューティサイクルを使用するものとしたが、所定の時間に渡る“平均の”デューティサイクルがほぼ50%に保たれている限り、基礎カラーデータ成分と反転カラーデータ成分の相対的なフレーム期間を変動させてもよい。これは、任意の標準的なディスプレイ装置における通常のリフレッシュレートでは、人間の目は、基礎カラーデータ成分および反転カラーデータ成分によって生成される個々の画像を感知できないからである。基礎カラーデータ成分と反転カラーデータ成分との平均表示デューティサイクルがほぼ50%に維持されている限り、感知された成分は脳によって混合され、基礎画像信号の全ダイナミックレンジに渡って、100%のマスクを得ることができる。ただし、基礎カラーデータ成分が表示されている時間が50%となるため、復号化される基礎画像の強度もそれに応じて低減することに注意されたい。

【0052】

交互反転暗号化を使用する基本システムにおいて、特徴の無い合成画像から基礎画像を復号化することは、専用のLCD(Liquid Crystal Display: 液晶表示装置)シャッター眼鏡37を使用することによって達成できる。図2に示すように、眼鏡37は、制御ライン71を介して同期コントローラ13に接続されており、この同期コントローラは、信号変換手段11内のDSP31、47、55による多重化も制御している。したがって、眼鏡37のシャッタースピードは、眼鏡を通してディスプレイを見たときに、合成画像の反転色成分が効果的に遮断され、それによって元の基礎画像に対応する基礎色成分のみが通過可能となるように、信号変換手段11の多重化回路に同期されている。

【0053】

より高レベルの安全性が必要な場合には、上述したように、基礎カラーデータ成分と反転カラーデータ成分との相対的な表示フレーム期間(デューティサイクル)を変動させるこ

10

20

30

40

50

とによってそれを達成することができ、この場合、設定された表示サイクルを知らない限り、無許可の視認者が基礎画像を復号化することは事実上不可能になる。また、LCDシャッター眼鏡37は、DSP31、47、55の多重化シーケンスを制御する信号と同一の信号によって制御されるため、ランダムな多重化および同期を使用することもでき、この場合には、同期復号化のためにさらに複雑な方法が必要になる。加えて、眼鏡37に固有の電子セキュリティコードを持たせることや、その使用前にアクセスコードが必要であるようにすることもでき、それによって、システムの安全性がさらに向上する。

【0054】

基本的な交互反転暗号化法において、基礎画像を抽出する他の手段を考えることもでき、その手段では可変偏光子が使用される。この画像抽出方法は、『基礎表示画像の機密保護下での視認を提供するための画像変更装置および方法 (Image Altering Apparatus and Method For Providing Confidential Viewing of a Fundamental Display Image)』と称する、本出願人による同時係属中の特許出願において詳細に説明されている。10

【0055】

基本的な交互反転暗号化法は、高レベルの機密保護を安価に提供するものであるが、それでも、このシステムにはいくつかの限界がある。たとえば、機密保護下での視認のための同じタイプの別のシステムに同期したLCDシャッター眼鏡を装用した視認者には、情報の一部が識別できる可能性がある。ランダムな同期を使用する場合でさえ、画像は非常に不明瞭ではあっても、部分的なオーバーラップはあり得る。さらに、交互に表示される基礎色成分と反転色成分とをシャッター眼鏡を使用して復号化することによって、フリッカー (flicker) が視認される場合があり、フリッカーは、約70Hz以下の場合には目障りなものとなる。したがって、これを回避するために、このシステムは、好適には少なくとも140Hzのリフレッシュレートを使用するものであり、これは、今日の標準から見ても非常に高速である。20

【0056】

本発明に従って、上述した両方の問題点に取り組む、好適かつより高度な他のシステムを考えることができ、本明細書では、それを順次式カラー反転暗号化という。この好適な方法では、基礎色成分を、対応する反転色成分と共に順次的に切り替えることが意図されている。このような方法の1つが、次の表IIに示されており、ここでは赤、緑、青の基礎色成分が、対応する1組の反転色成分と共に、3分の1(1/3)のデューティサイクルで順次的に切り替えられている(たとえば、R_F、R_I、R_I)。30

【0057】

【表2】

表 II

赤 緑 青	R _F G _I B _I	R _I G _F B _I	R _I G _I B _F	R _F G _I B _I	R _I G _F B _I	R _I G _I B _F
フレーム	n	n+1	n+2	n+3	n+4	n+5...

(1番目の表示サイクル)

(2番目の表示サイクル)

【0058】

表IIから、各画素において、基礎色成分R_F、G_F、B_Fのそれぞれの表示は、対応する反転色成分と共に順次的に切り替えられるだけでなく、他の基礎色成分のそれぞれに対して段階的に引き継がれることが分かる。言い換えれば、1回の全表示サイクルの間に、赤、緑、青の基礎色成分の1つは常に表示されているが、2つの基礎色成分が同時に表示されることはない。

【0059】

したがって、任意の時刻において、特徴の無い合成画像中には、基礎画像の基礎色成分の50

1つが常に存在している。このため、基本的な交互反転暗号化システムで発生したような、LCDシャッター眼鏡のオン／オフ動作によって生じるフリッカーは、このシステムでは完全に解消される。実際、そのような眼鏡を使用するためには、すべての基礎色成分が同時に表示されなければならないため、LCDシャッター眼鏡は、基礎画像を復号化する機能は果たさない。したがって、この好ましい別のシステムでは、より高度な復号化方法が必要となり、その詳細は後述する。

【0060】

上記3分の1(1/3)デューティサイクルのシステムにおいて、与えられた基礎色成分に対する時間重み付き平均強度(I_{AVG})は、代数的に次のように表される。

$$I_{AVG} = 1/3 I_F + 2/3 I_I$$

10

ここで、 I_F および I_I は、それぞれ任意の与えられた基礎色成分の強度および対応する反転色成分の強度を表す。

【0061】

基本システムと同様に、各画素における各基礎色成分とそれに対応する反転色成分の時間重み付き平均強度がほぼ同一であれば、生成される合成画像は肉眼にはほぼ特徴が無いように見える。さらに、各色成分の平均強度 I_{AVG} が、 $1/3 I_{MAX} \leq I_{AVG} \leq 2/3 I_{MAX}$ の範囲内で等しく保たれている限り、 I_F の全ダイナミックレンジに渡って、基礎画像の100%のマスクを得ることができる。言い換えれば、反転色成分の強度 I_I を適宜選択すれば、生成される合成画像の平均強度は33%グレーと66%グレーの間で変動するが、それでも、すべての画素において基礎画像の100%のマスクが提供される。たとえば、33%グレー、50%グレー、および66%グレーのいずれかの平均強度の特徴の無い合成画像が所望の場合、各反転色成分のそれぞれの強度レベルは、次のように算出することができる。

$$33\% \text{グレー} : I_I = 1/2 (I_{MAX} - I_F)$$

$$50\% \text{グレー} : I_I = 1/2 (1.5 I_{MAX} - I_F)$$

$$66\% \text{グレー} : I_I = 1/2 (2 I_{MAX} - I_F)$$

20

【0062】

ディスプレイ上の特徴の無い合成画像の平均強度を画素毎に変動させることができるため、このシステムの操作者は、積層表示されたテキストメッセージまたは画像のような特徴を機密視認領域内に組み込むことができる。ディスプレイの選択された領域(すなわち、画素)に渡って平均強度を変動させることによって、“SECURE”もしくは“CONFIDENTIAL”のようなメッセージまたは偽の画像を、肉眼では読み取れるが基礎画像を復号化するための適切な視覚補助具を装用した場合には不可視になるように、特徴の無い合成画像に組み込んでもよい。

30

【0063】

上記反転係数のいずれを使用しても、全ダイナミックレンジに渡って100%のマスクを得ることができるが、復号化の際の基礎画像の輝度または強度レベルは、基礎の輝度の3分の1(1/3)に低減することに注意されたい。さらに、3分の1のデューティサイクルの場合を説明したが、平均のデューティサイクルが3分の1(1/3)に保たれていれば、ランダムなシーケンスおよび別のフレーム期間を使用して、同じ結果を達成できることに注意されたい。繰返して説明すると、これは、人間の脳が、基礎色成分および反転色成分から標準的なディスプレイ装置の通常のリフレッシュレートで生成される個々の画像を感知することはできず、むしろ、そのような画像を混合するという事実によるものである。

40

【0064】

上記システムの一実施形態を図5に示す。図示されたように、順次式カラー反転暗号化法における信号変換手段89は、前述した基本的な方法における信号変換手段11とほぼ同一のものであり、対応する基礎カラーデータ成分と反転カラーデータ成分を生成するために、同様のアナログ-デジタル変換用およびデジタル信号処理用の回路が使用されている。図5に示す信号変換手段89で使用されるすべての構成要素は、図2に示す基本的な方

50

法で使用される構成要素と同一のものであるため、同様の符号を付して参照する。図5から、赤、緑、青のそれぞれの基礎カラーデータ成分は、信号発生器1から、同様の入力ライン5、7、9に沿って信号変換手段8-9に送信されることが分かる。基本的な方法の場合と同様に、それぞれのカラーデータ成分は、アナログ-デジタル変換器を通過してデジタルシグナルプロセッサに至り、ここで、入力信号は、後述する設定されたシーケンスロジックと反転基準に従って処理される。次いで、赤、緑、青のそれぞれの合成カラーデータ成分は、対応するデジタルシグナルプロセッサからデジタル-アナログ変換器に出力され、ここで、各データがアナログ信号に再変換され、ビデオドライバを通じてディスプレイ装置3に送信される。

【0065】

10

この方法を3分の1(1/3)デューティサイクルのシステム(たとえば、R_F、R_I、R_L)で実施する場合、DSP31、47、55で使用される反転公式を、生成される合成画像を視認するために選択された所望の平均強度(たとえば、33%グレー)に基づく適切な反転係数が適用されるように、調整しなければならない。一例として、図5に示す方法では、33%グレーの特徴の無い合成画像が生成されるように設定されている。このためには、反転係数をI₁=1/2(I_{MAX}-I_F)とすることが必要であり、このシステムは、DSP31、47、55のコントローラ22、61、63内の基本反転公式を適切な係数に再設定し、各反転カラーデータ成分の大きさを所望の強度を与えるようにすることによって実施できる。システムの輝度の所望のレベル(たとえば、33%グレー、50%グレー、66%グレー)に応じて、反転公式を、各色成分の平均強度I_{AVG}が1/3I_{MAX}

20

I_{AVG} 2/3I_{MAX}の範囲内の等しい所望のレベルに維持され、かつ、すべての画素において基礎画像の100%のマスクを与えるように変更することができる。モニターガンマ(γ)を考慮すると、前述した平均強度レベルに対して、対応する反転電圧は次のように算出される。

【0066】

【数1】

$$33\% \text{ グレー: } V_{inv} = \left[\frac{V_{max}^r - (V_{fund} + V_{off})^r}{2} \right]^{\frac{1}{r}}$$

30

$$50\% \text{ グレー: } V_{inv} = \left[\frac{1.5 V_{max}^r - (V_{fund} + V_{off})^r}{2} \right]^{\frac{1}{r}}$$

$$66\% \text{ グレー: } V_{inv} = \left[\frac{2V_{max}^r - (V_{fund} + V_{off})^r}{2} \right]^{\frac{1}{r}}$$

【0067】

40

所望の反転係数が適切に設定されると、それぞれのカラーデータ成分を対応する反転カラーデータ成分と多重化することは、同期コントローラ13の制御下にあるDSP31、47、55によって達成できる。図2と同様に、図5に示す各DSPは、個別の制御ラインを介して同期コントローラ13に接続されている。すなわち、赤用DSP31はライン65を介して、緑用DSP47はライン67を介して、および青用DSP55はライン69を介して、同期コントローラ13に接続されている。各DSPに対するシーケンスロジックは個別に制御されるため、各基礎色成分および反転色成分の多重化および相対的な表示シーケンスを、ライン15上の垂直同期パルス入力に同期させて、コントローラ13により個別に制御できることが分かる。

【0068】

50

したがって、表IIに示す表示シーケンスに従えば、各画素に対して、赤、緑、青のそれぞれの基礎色成分は、3分の1(1/3)デューティサイクルで、スケール調整された1組の対応する反転色成分と順次的に切り替えられる。また、それぞれの色成分の表示シーケンスは、赤、青、緑の基礎色成分の表示が次から次へと段階的に引き継がれるように設定され、それによって、基礎色成分の1つは常に表示されているが、2つの基礎色成分が同時に表示されることはないことが確保される。これによって、表IIに示すように、任意の表示フレームの間に、各画素には、常に1つの基礎色成分が他の二色の反転色成分と共に表示されている。

【0069】

表IIに示すような形式で暗号化された画像は、フィールドシーケンシャルカラー(field sequential color)方式の撮像カメラにおいて一般に使用される液晶RGBカラーフィルタ、またはカラーLCDスクリーンに使用されるマトリックス型フィルタと同様な、同期シーケンシャルカラーフィルタを組み込んだ眼鏡を通じて復号化および視認することができる。このような場合、このシーケンシャルカラーフィルタは、適切な表示フレーム期間に同期して、1つの所望の基礎色成分のみを通過させ、他の2つの反転色成分を遮断するものである。

【0070】

たとえば、表IIを参照すると、赤のシーケンシャルカラーフィルタは、フレーム(n)において、RFを通過させて反転色成分G₁およびB₁を遮断するように順次的に同期している。同様に、2番目のフレーム(n+1)において、眼鏡の緑カラーフィルタは、緑の基礎色成分のみが視認できるように順次的に同期し、同期した青フィルタは、3番目のフレーム(n+2)において青の基礎色成分のみを通過させる。このサイクルの繰返しによって、ほぼ特徴の無い合成画像から基礎画像が効果的に復号化される。

【0071】

これを実現するため、図5に示すように、同期シーケンシャルカラーフィルタを組み込んだ眼鏡91は、同期コントローラ13に接続されてその制御下にある。眼鏡91の赤、緑、青のカラーフィルタシャッターのシーケンスは、コントローラ13の、DSP31、47、55による赤、青、緑の基礎色成分および反転色成分の表示制御に使用されるシーケンスロジックと同一のシーケンスロジックによって制御される。赤のフィルタシャッターはライン93上で受信される信号によって制御され、緑のフィルタシャッターはライン95上で受信される信号によって制御され、青のフィルタシャッターはライン97上で受信される信号によって制御される。このようにして、赤のフィルタシャッターは、赤の基礎色成分が表示されている表示フレームの間だけ作動し、それによって緑および青の反転色成分が遮断される。同様に、緑および青のフィルタシャッターは、対応する緑および青の基礎色成分が表示されている表示フレームの間だけ作動し、他の2つの反転色成分を効果的に遮断する。赤、緑、青の基礎色成分は、異なる表示フレームの間に順次的に表示されるため、眼鏡91は、垂直リフレッシュレートに同期してそれぞれのカラーフィルタを効果的に切り替えて、基礎色成分のみを通過させる。

【0072】

このような同期シーケンシャルカラーフィルタ眼鏡91を使用することによって、基礎色成分の1つは常に存在し、前述した基本的な方法の場合のような急激な強度変化は発生しないため、フリッカーが解消される。また、この方法は、通常のLCDシャッター眼鏡を通じて見ても基礎画像は部分的にしか復号化されないため、暗号化画像が視認されることができない点で、基本システムよりも高い安全性を提供するものである。また、受動的なカラーフィルタは、基礎色成分と反転色成分の両方を通過させてしまうため、単なる受動的カラーフィルタでは、このシステムにおける基礎画像を復号化することはできず、安全性が確保される。

【0073】

上述した反転暗号化法の安全性を向上させるための他の手段の1つは、ほぼ特徴の無い合成画像の上に偽の可視画像を積層表示することである。これによって、適切な復号化用眼

鏡を装用していない視認者に対して、正規の視認者が、実際には暗号化された機密表示を見ているにもかかわらず、偽の可視画像を見ているかのように誤解させることができる。この場合、ディスプレイのスクリーンは空白ではなく、また特徴が無いようにも見えないため、無許可の視認者の好奇心や疑問が減少し、それによって安全性が向上する。

【0074】

これを実現する1つの方法は、偽の積層画像を基礎画像および反転画像と1/3のデューティサイクルで順次的に切り替えることである。前述した順次式反転暗号化法と同様に、赤、緑、青のそれぞれの基礎色成分、反転色成分、および積層色成分のシーケンスは、任意の表示フレームにおいて基礎色成分の1つが存在するよう設定される。そのようなシーケンスを、次の表IIIに示す。

【0075】

【表3】

表 III

赤 緑 青	R_F G_o B_I	R_I G_F B_o	R_o G_I B_F	R_F G_o B_I	R_I G_F B_o	R_o G_I B_F
フレーム	n (1番目の表示サイクル)	$n+1$	$n+2$	$n+3$ (2番目の表示サイクル)	$n+4$	$n+5\dots$

10

20

30

【0076】

表IIIから、このシーケンスパターンでは、基礎色成分のそれぞれは、各表示サイクルの間に1つの対応する反転色成分と切り替ることが分かる。したがって、各反転色成分の強度は、基本的な交互反転暗号化法と関連させて前述した方法と同様な方法で決定される。生成されるそれぞれの合成色成分は、1/3デューティサイクルで対応する積層色成分と時間多重化され、それによって、基礎色成分と反転色成分は効果的に互いに中和され、積層色成分のみが可視成分として残る。3つの色成分がすべて組み合わされて偽の積層画像が形成され、33%グレーのほぼ特徴の無い画像の上に積層されて表示される。

【0077】

このような偽の積層画像は、画像信号発生器1の内部で生成しても、基礎画像信号と同様な方法で信号変換手段11に送信されるように外部から入力してもよい。この画像は、静的なものであっても、テレビ、DVD、または他の映像ソースから入力される動画のように動的なものであってもよい。多重化シーケンスの制御は、表IIIに示すシーケンスに従って同期コントローラ13を使用することによって変更することができる。同様に、復号化のシーケンスロジックを、眼鏡37へのライン71を介して、眼鏡37がすべての積層色成分および反転色成分を遮断して、機密保護下での視認のための基礎画像のみを残すように変更することができる。

【0078】

順次式カラー反転暗号化を含む別のシステムを考えることもできる。このシステムは、変更された表示シーケンスを含み、このシーケンスでは、複数の変更された基礎色成分が対応する反転色成分と時間多重化される。再び、3分の1(1/3)デューティサイクルを使用した場合、このシステム用に変更された表示シーケンスは、次の表IVに示すようなものになる。

【0079】

【表4】

40

表 IV

赤	R_F	R_F	R_I	R_F	R_F	R_I
緑	G_F	G_I	G_F	G_F	G_I	G_F
青	B_I	B_F	B_F	B_I	B_F	B_F
フレーム	n	$n+1$	$n+2$	$n+3$	$n+4$	$n+5\dots$
	(1番目の表示サイクル)			(2番目の表示サイクル)		

10

【0080】

表IVから、表示画像の各基礎色について、1組の変更された基礎色成分が、対応する反転色成分と順次的に多重化されることが分かる。さらに、基礎色成分のそれぞれの組のシーケンスは、表示画像の他の基礎色成分の組のシーケンスに対して、時間的に食い違っていることが分かる。したがって、表示シーケンスの任意のフレームの間に、2つの独立な基礎色成分が、残りの色に対応する反転色成分と共に表示される。

【0081】

たとえば、表IVに示す表示サイクルの1番目のフレーム(n)では、赤および緑の基礎色成分である R_F および G_F が、青の反転色成分 B_I と共に表示される。2番目のフレーム($n+1$)では、赤および青の基礎色成分である R_F および B_F が、緑の反転色成分と共に表示され、3番目のフレーム($n+2$)では、緑および青の基礎色成分である G_F および B_F が、赤の反転色成分 R_I と共に表示される。

【0082】

上述したすべてのシステムと同様に、各画素について、それぞれの合成色成分(たとえば、 $R_F + G_F + B_F$)の基礎色成分と反転色成分の平均強度がほぼ等しい限り、生成される合成画像は、肉眼にはほぼ特徴が無いように見える。表IVに示す変更されたシーケンスでは、任意の色成分に対する平均強度 I_{AVG} は、次のようにして算出することができる。

$$I_{AVG} = 1/3 I_I + 2/3 I_F$$

ここで、 I_F および I_I は、それぞれ任意の基礎色成分の強度およびそれに対応する反転色成分の強度を表す。

20

30

【0083】

表IVから分かるように、この変更されたシーケンスでは、常に2つの基礎色成分が存在している。このため、このシステムは、復号化される基礎画像が、基礎の輝度の3分の2(2/3)の輝度を保持するという利点を有すると共に、基本的に、視認者に見えるようなフリッカーは生じない。

【0084】

しかし、このシステムは制限も有している。このシステムでは、前述したシステムのように、生成される合成画像の平均強度を選択して変更することはできるものの、基礎画像の100%のマスクが得られるのは、基礎信号を暗号化する前に圧縮しない限り、基礎信号のダイナミックレンジの50%に渡る範囲のみである。たとえば、33%グレーのほぼ特徴の無い合成画像の場合、基礎信号の強度が $0 \leq I_F \leq 1/2 I_{MAX}$ の範囲内の値の場合にのみ完全なマスクが得られる。50%グレーのシステムでは、100%のマスクを得るために、基礎信号の強度は、 $1/4 I_{MAX} \leq I_F \leq 3/4 I_{MAX}$ の範囲内の値に維持されなければならない。60%グレーのシステムでは、100%のマスクを得るために、基礎信号の強度は、 $1/2 I_{MAX} \leq I_F \leq I_{MAX}$ の範囲内の値に維持されなければならない。これらの値を超えた場合、マスクは得られるものの、100%には至らない。関連する応用例または使用例によっては、全ダイナミックレンジの50%に渡るマスクで十分な場合もある。

40

【0085】

前述した順次式カラー反転暗号化法と同様に、この方法は、前述した基本的な交互反転暗

50

号化法に対して比較的小さな変更を加えることによって、容易に実施することができる。このような場合、表IVに示したシーケンスに従った基礎カラーデータ成分と反転カラーデータ成分の適切なシーケンスは、コントローラ13によって設定されたシーケンスロジックを変更することによって達成できる。さらに、入力される基礎カラーデータ成分および反転カラーデータ成分の適切なスケール調整もしくは圧縮またはその両方は、順次式カラー反転暗号化を含む前述した実施形態と同様に、対応する各色用のデジタルシグナルプロセッサで容易に実行することができる。これによって、合成色成分のそれについて、基礎色成分と反転色成分の時間重み付き平均強度を各画素についてほぼ同一にすることが確保され、それによって、生成される合成画像が肉眼にはほぼ特徴が無のように見える。その他の点では、表IVに示すシーケンスパターンは、図5に示したものと同一の信号変換手段89を使用して、表IIに示すシーケンスパターンを実施する方法と同一の方法によって実施される。

【0086】

表IVに示したように暗号化された画像も、同期シーケンシャルカラーフィルタを組み込んだ眼鏡を使用して見ることができる。しかし、より一般的なRGBカラーフィルタを使用する上述した実施形態と異なり、表IVに示す形式で暗号化された画像では、同期シーケンシャル補色フィルタ、すなわち、赤、緑、青の各原色の補色のフィルタを使用する必要がある。これは、任意の時刻において、表示される反転カラーデータ成分は1つだけであり、この成分は、その補色のフィルタを通じて見ることによって効果的に遮断できるからである。したがって、表示されている1つの反転色成分の補色のフィルタを通じて見るように眼鏡を同期させることによって、残りの2つの基礎色成分は通過可能になり、基礎画像が復号化される。

【0087】

たとえば、表IVに示すシーケンスの1番目のフレーム(n)において、合成画像の各画素には、青の反転色成分 B_1 と共に赤および緑の基礎色成分である R_F および G_F が表示される。したがって、図5を参照すると、このフレーム期間中に赤および緑の基礎色成分のみを見るために、眼鏡91の黄(青の補色)フィルタシャッターは、ライン97上で受信される信号を介してDSP55の出力に同期して、青の反転色成分 B_1 を遮断する。同様に、2番目のフレーム($n+1$)において、眼鏡91のマゼンタ(緑の補色)フィルタシャッターは、ライン95上で受信される同期コントローラ13からの制御信号を介してDSP47の出力に同期し、緑の反転色成分 G_1 を遮断する。また同様に、3番目のフレーム($n+2$)において、眼鏡91のシアン(赤の補色)フィルタシャッターは、ライン93上で受信される同期コントローラ13からの制御信号を介してDSP31の出力に同期し、赤の反転色成分 R_1 を遮断する。

【0088】

したがって、3分の1(1/3)デューティサイクルのシステムにおける1回の全表示サイクルを通じて、復号化眼鏡の黄、マゼンタ、およびシアンの補色フィルタは、対応する1番目、2番目、および3番目のフレーム期間に同期して前述したような方法で順次切り替えられ、基礎色成分を通過させて元の基礎画像を復号化する。適切に同期している場合、合成画像は、視認者が基礎画像のみを視認するように完全に復号化される。

【0089】

さらに別の実施形態として、基本的な交互反転暗号化法と前述したより高度な順次式カラー反転暗号化法とを組み合わせた画像暗号化システムを説明する。好適な基本システムと同様に、このシステムでは、基礎画像の各基礎色成分は、対応する反転色成分と50%のデューティサイクルで交互に表示される。しかし、順次式カラー反転暗号化法と同様に、1つの基礎色成分は残りの基礎色成分と同期せずに表示され、すべての基礎色成分が同時に表示されることはない。言い換えれば、1つの基礎色成分と対応する反転色成分とは、他の2つの基礎色成分とは逆の順序で切り替えられる。このシステムには、次の表V、表VI、および表VIIに示すような、表示シーケンスの3つの可能な組合せがある。

【0090】

10

20

30

40

50

【表5】

表 V

赤	R_F	R_I	R_F	R_I
緑	G_F	G_I	G_F	G_I
青	B_F	B_I	B_F	B_I
フレーム	n	$n+1$	$n+2$	$n+3 \dots$
	(1番目の表示サイクル)		(2番目の表示サイクル)	

10

【0091】

【表6】

表 VI

赤	R_F	R_I	R_F	R_I
緑	G_F	G_I	G_F	G_I
青	B_I	B_F	B_I	B_F
フレーム	n	$n+1$	$n+2$	$n+3$
	(1番目の表示サイクル)		(2番目の表示サイクル)	

20

【0092】

【表7】

表 VII

赤	R_I	R_F	R_I	R_F
緑	G_F	G_I	G_F	G_I
青	B_F	B_I	B_F	B_I
フレーム	n	$n+1$	$n+2$	$n+3$
	(1番目の表示サイクル)		(2番目の表示サイクル)	

30

【0093】

どの表示シーケンスを使用するかに関わらず、この方法は、好適な基本システムおよびより高度な順次式カラー反転暗号化システムの利点の多くを有している。このシステムは、平均強度 I_{AVG} において基本システムと同様であり、代数的に次のように表される。

$$I_{AVG} = 0.5 I_F + 0.5 I_I$$

ここで、 I_F および I_I は、それぞれ任意の基礎色成分の強度および対応する反転色成分の強度を表す。

【0094】

基本システムと同様に、上記表示シーケンスは、基礎画像信号の全ダイナミックレンジに渡って 100% のマスクを提供する、50% グレーのほぼ特徴の無い合成画像を生成する。

【0095】

より高度な順次式カラー反転暗号化システムと同様に、このシステムは、高い安全性を有し、かつ、1つの基礎色成分が他の2つの基礎色成分に対して常に順次的に切り替っていることにより、フリッカーが大幅に低減される。これによって、すべての表示サイクルの

40

50

各フレーム期間において、少なくとも 1 つの基礎色成分は常に表示されている。このシステムは、順次式カラー反転暗号化を提供しながら 50 % のデューティサイクルで動作するものであり、したがって、3 分の 1 (1 / 3) のデューティサイクルで動作する前述した高度な順次式カラー反転暗号化法よりも、33 % 高速に動作することができる。動作速度が高速であるため、このシステムでは、前述したシステムよりもディスプレイのフリッカーが低減する。

【 0096 】

交互反転暗号化と順次式カラー反転暗号化とを組み合わせた上記システムの実施形態は、各カラーデータ成分と対応する反転成分との多重化シーケンスパターンが、同期コントローラ 13 によって制御されて、表 V 、表 VI 、表 VII のいずれかから選択された表示シーケンスに従って切り替えられることを除いて、図 2 に示した基本的な交互反転暗号化法の実施形態と同一のものである。したがって、図 2 を参照してこの実施形態を説明する。

【 0097 】

前述したように、この暗号化法では、それぞれのカラーデータ成分について 50 % のデューティサイクルで切り替ることが要求される。したがって、各 DSP 31 、 47 、 55 のコントローラ 33 、 61 、 63 は、図 2 に示す基本的交互反転暗号化法で設定される反転公式と同一の反転公式を適用するように設定される。しかし、表 V 、表 VI 、表 VII から選択される所望の表示シーケンスに応じて、1 つの色成分は、常に残りの 2 つの色成分と同期していない。たとえば、表 V の表示シーケンスを実施において、DSP 47 を通じた緑の基礎カラーデータ成分のモニター 3 への送信は、DSP 31 、 55 を通じた赤および青の基礎カラーデータ成分の送信とは同期していない 1 つの表示フレームで実施される。したがって、1 つの表示フレーム (n) において、同期コントローラ 13 は、制御ライン 65 、 69 を介して DSP 31 、 55 に、赤および青の基礎カラーデータ成分を通過させるように指令し、同時に、DSP 47 には、制御ライン 67 を介して緑の反転カラーデータ成分を通過させるように指令する。次の表示フレーム (n + 1) では、同期コントローラ 13 は、DSP 31 、 55 に、赤および青の基礎カラーデータ成分をモニター 3 へ通過させる前にそれらの反転を実行するように指令し、同時に、DSP 47 には、緑の基礎カラーデータ成分を変更せずに通過させるように指令する。この処理は、50 % の切り替えデューティサイクルで継続的に繰り返され、緑の基礎カラーデータ成分は、常に赤および青の基礎カラーデータ成分とは同期せずに送信され、各画素において、各色成分とその反転色成分の時間重み付き平均強度は、ほぼ同一に維持される。これによって、肉眼にはほぼ特徴が無いように見える合成画像が生成される。

【 0098 】

同様に、表 VI の表示シーケンスを実施するには、1 つの表示フレームにおいて、同期コントローラ 13 は、DSP 31 、 47 が、DSP 55 からの青の反転カラーデータ成分と同時に、赤および緑の基礎カラーデータ成分をモニター 3 へ通過させるように動作する。次の表示フレームでは、同期コントローラ 13 は、DSP 31 、 47 からの赤および緑の反転カラーデータ成分と同時に、DSP 55 に青の基礎カラーデータ成分を送信させる。このシーケンスを 50 % の切り替えデューティサイクルで継続的に繰り返すことによって、各画素において、各色成分とその反転色成分の時間重み付き平均強度はほぼ等しくなり、肉眼にはほぼ特徴がないように見える合成画像が生成される。

【 0099 】

同様な方法で、表 VII の表示シーケンスも容易に使用することができる。この場合、1 つのフレームの間に、DSP 47 、 51 は、DSP 31 からの赤の反転カラーデータ成分と同時に緑および青の基礎カラーデータ成分を送信するように、同期コントローラ 13 によって制御される。次のフレームでは、DSP 31 からの赤の基礎カラーデータ成分が、緑および青の反転カラーデータ成分と共にモニター 3 へ送信される。この切り替え表示シーケンスを 50 % のデューティサイクルで継続的に繰り返すことによって、赤の基礎カラーデータ成分は、常に緑および青の基礎カラーデータ成分とは同期していない 1 つのフレームに存在し、肉眼にはほぼ特徴がないように見えて安全性の高い合成画像が生成される

10

20

30

40

50

。

【0100】

このシステムは、基礎色成分の1つが常に残りの基礎色成分と同期しないことを要するため、基礎画像の復号化には、前述した高度なシステムと同様に同期シーケンシャルカラーフィルタが必要となる。しかし、このシステムは50%のデュアルサイクルで動作するため、この方法で使用される復号化眼鏡に必要なのは、明らかに、互いに切り替る2つのフィルタまたは2色の切り替えが可能な1つのフィルタのみである。後述するように、表V、表VI、表VIIに示す変更された表示シーケンスから基礎画像を復号化することは、いずれの表示シーケンスの場合にも、同期シーケンシャル原色／補色フィルタ対を組み込んだ眼鏡によって達成できる。

10

【0101】

表Vに示す表示シーケンスを参照すると、各画素において、1番目のフレーム期間中は、赤および青の基礎色成分である R_F 、 B_F が緑の反転色成分 G_I と共に表示される。したがって、このフレーム期間中に基礎色成分を復号化するには、復号化眼鏡37は、マゼンタ（緑の補色）カラーフィルタを通じて見るように同期している必要がある。しかし、2番目のフレーム期間（ $n+1$ ）では、基礎画像の緑の基礎色成分 G_F のみが表示されるため、同期した緑の原色フィルタによって復号化することができる。

【0102】

このように、交互に切り替る緑／マゼンタのフィルタ対を有して適切に同期した眼鏡を使用することによって、ほぼ特徴のない合成画像から基礎画像を容易に復号化できることは明らかである。したがって、図2の交互反転暗号化法と同様に、眼鏡37は同期コントローラ13からライン71に沿って制御信号を受信し、それによって、緑およびマゼンタのカラーフィルタシャッターは、この眼鏡37を通して見ることによって元の基礎画像の基礎色成分のみが通過可能になるように、ディスプレイ装置の垂直リフレッシュレートに同期して切り替る。同様に、同期して切り替る青／黄フィルタ対を組み込んだ眼鏡37を使用することによって、表VIに示す表示シーケンスから基礎画像が容易に復号化できることが分かる。また、表VIIに示す表示シーケンスから基礎画像を復号化することは、同期して切り替る赤／シアンフィルタ対を組み込んだ眼鏡37を使用することによって達成される。

20

【0103】

以上、それぞれの反転暗号化法の、外部のハードウェアによる実施形態を説明してきたが、このようなシーケンスは、標準的なパーソナルコンピュータのビデオディスプレイアダプタ回路の内部で実施することでもできる。一般に、ビデオディスプレイアダプタは、ビデオカードとも称し、ディスプレイ装置に表示される画像を表すデジタル値または数値を記憶するために使用されるメモリを備えている。現在のビデオディスプレイアダプタでは、典型的には、書き込みと読み取りを同時に実行できるVRAM（video random access memory：ビデオランダムアクセスメモリ）またはデュアルポートRAMが使用されている。これによって、画像を変更したい時にはいつでもビデオメモリにデジタルデータを書き込むことができ、使用されるリフレッシュレートに関わらず、デジタルデータをメモリから読み取ることができる。

30

【0104】

ビデオメモリに記憶された画像は、ルックアップテーブル（すなわち、パレットレジスタ）を介して、または直接に、ディスプレイアダプタ内に含まれるデジタル-アナログ変換器に送信されることによって、ビデオリフレッシュレートでディスプレイ装置に出力される。メモリに記憶されたデジタルデータは、典型的には、画像内の個々の画素における色、または各画素に対する赤、緑、および青の個々のカラーデータ成分の強度のいずれかを表している。画素のカラー値が記憶されている場合には、このカラー値がパレットレジスタのルックアップテーブルと比較され、その後、個々の赤、緑、および青のカラーデータ成分値がデジタル-アナログ変換器に出力される。個々のカラーデータ成分値が使用される場合には、ルックアップテーブルを使用することなく、それらのカラーデータ成分値が

40

50

直接デジタル - アナログ変換器に出力される。

【0105】

ビデオディスプレイヤダプタ内部での実施形態では、選択されたシーケンスパターンに応じて、ビデオメモリに基礎デジタルデータおよび反転デジタルデータ（適当な場合には、さらに積層画像のデジタルデータ）を交互にまたは順次的に書き込むことや、追加的なデータメモリを使用することによって、外部のハードウェアを使用せずに出力信号を直接制御することができる。前述した任意の公式によって決定される反転カラー値は、ビデオディスプレイヤダプタ回路の内部またはシステム内の任意の場所にある中央処理装置（CPU）によって計算することができる。別 の方法として、予め計算された反転カラー値および、適切な場合には、積層カラー値を含むルックアップテーブルを追加して使用することもできる。この場合、基礎画像と反転画像との切り替えは、各フレームにおいて、所望のシーケンスパターンに従ってルックアップテーブルを切り替えることによって達成される。さらに、適切な反転カラーデータ成分値を、デジタル - アナログ変換器に入力する前に数学的に計算することもできる。

【0106】

以上のこととをさらに詳しく説明するため、ビデオグラフィックスアダプタ（VGA）として知られる標準的な16色ビデオディスプレイヤダプタ73を、図6に示す。CPUによって生成された画像データは、各画素毎に4ビットのデジタルカラー値としてメモリ75に記憶され、そこからパレットレジスタ77に送信されて、赤、緑、および青の3つのカラーデータ成分からなる18ビット信号（各色につき6ビット）に変換される。したがって、図6Aに示すルックアップテーブル79のように、パレットの内容の標準的なデフォルト4ビットカラー値のそれぞれは、赤、緑、および青の0～63の範囲における特定の強度レベルとして表される。ここで、0は、所定の画素にその特定の色が表示されないことを表し、63は、所定の画素にその特定の色が最大強度で表示されることを表す。パレットレジスタ77に含まれる赤、緑、および青のそれぞれのカラーデータ成分は、対応するデジタル - アナログ変換器（DAC）81、83、85に入力され、そこで、各成分がアナログ信号に変換されてディスプレイ装置3に出力される。

【0107】

複数のルックアップテーブルを使用するシステムでは、追加されたパレットレジスタの内容には、対応する反転カラー値もしくは積層カラー値またはその両方が含まれる。例として、基本的な交互反転暗号化法のための反転カラー値を、図6Bのテーブル87に示す。このテーブルでは、同じ16色が、モニターガンマの影響を考慮した上で、反転カラーデータ成分を表す数値に置き換えられている。これらのルックアップテーブルをフレーム間で切り替えることによって、図2に示す方法のように、画像がほぼ特徴の無いものになる。これで、パーソナルコンピュータの外部のハードウェアによって実施された前述の方法を、システムのビデオディスプレイヤダプタの内部で実施する方法が示された。より大きなカラー深度（ビット数の増大）およびより複雑なシーケンスパターンに拡張する方法は、上述した説明から論理的に導出される。

【0108】

適切な反転色成分値を、コンピュータシステムによって計算するかまたはビデオグラフィックスアダプタに含まれるルックアップテーブルに記憶すると、上述した交互カラー反転暗号化法、順次式カラー反転暗号化法、ランダムシーケンス法、または交互 / 順次復号型暗号化法のような任意の所望のシーケンスが、適切な基礎カラーデータ成分と反転カラーデータ成分とを選択的にディスプレイ装置に出力する内部システムソフトウェアを使用することによって、容易に実施できる。反転カラー値がコンピュータシステムによって計算されるか、または、予め計算されてビデオディスプレイヤダプタ内の第2のルックアップテーブルに記憶されているかに関わらず、積層画像を使用する場合と使用しない場合を含めて、上記シーケンスパターンのいずれを選択することも、システムソフトウェアを通じて容易に実施および制御することができる。

【0109】

10

20

30

40

50

このような内部的なデジタル処理による実施形態では、生成される合成画像の平均強度を画素毎に制御することができ、それによって、“CONFIDENTIAL”や“SECURE”のようなメッセージまたは偽の画像を積層表示する前述した階調調整機能のような望ましい拡張を、特徴の無い合成画像に組み込むことができる。もう1つの望ましい拡張機能は、機密視認領域を可変サイズのウインドウ形式にすることである。基礎画像のマスクを画素毎に制御することによって、ディスプレイの画面全体よりも小さい機密視認ウインドウのサイズを指定して所望のサイズに変更することができ、それによって、システムのユーザーがディスプレイの選択された部分のみを機密にすることが可能となる。

【0110】

勿論、本明細書の記載事項および添付請求項の記載事項を含む本発明の範囲から逸脱することなく、構成要素の形、詳細、配置、および比率を様々に変更できることは理解されるであろう。

【0111】

この特許のファイルには、少なくとも1つのカラー図面が含まれる。カラー図面を含むこの特許のコピーは、米国特許商標庁 (Patent and Trademark Office) から、依頼と必要な料金の納付に基づいて提供される。

【図面の簡単な説明】

【0112】

【図1】図1は、本発明に従って基礎画像の機密保護下での視認を提供するための、本発明に係る画像変更装置を示すブロック図である。

【図2】図2は、本発明の1つの基本的実施形態における外的な実施で使用される信号変換手段の詳細を図式的に示した図である。

【図3A】図3Aは、図4の上側部分に示すテスト用基礎画像に対応する赤、緑、青のカラーデータ成分の電圧を表すグラフである。

【図3B】図3Bは、そのカラー描写が図4の下側部分に示された、図3Aの基礎カラーデータ成分に対応する赤、緑、青の反転カラーデータ成分の電圧を表すグラフである。

【図4】図4は、図3Bに示す描線によって生成される対応する反転画像のカラー描写に部分的に積層されて、その交差領域にほぼ特徴のない合成画像が生成された、図3Aの描線に対応するテスト用基礎画像のカラー描写である。

【図5】図5は、本発明に従って基礎カラーデータ成分と反転カラーデータ成分の順次式カラー反転暗号化を実施するために使用される、図2に示す信号変換手段の別の好適な実施形態を図式的に示す図である。

【図6】図6は、信号変換および基礎カラーデータ成分と反転カラーデータ成分の多重化制御を、本発明に従ってコンピュータシステム内で内部的に実施するために使用可能な、ディスプレイシステムの典型的なビデオグラフィックスアダプタを示すブロック図である。

【図6A】図6Aは、図6に示すような典型的なビデオグラフィックスアダプタのパレットレジスタに記憶されたデフォルトのルックアップテーブルである。

【図6B】図6Bは、図6Aのテーブルに示すVGAデフォルトカラー値に対応する反転カラー値を含む、パレットレジスタ内に記憶された別のルックアップテーブルである。

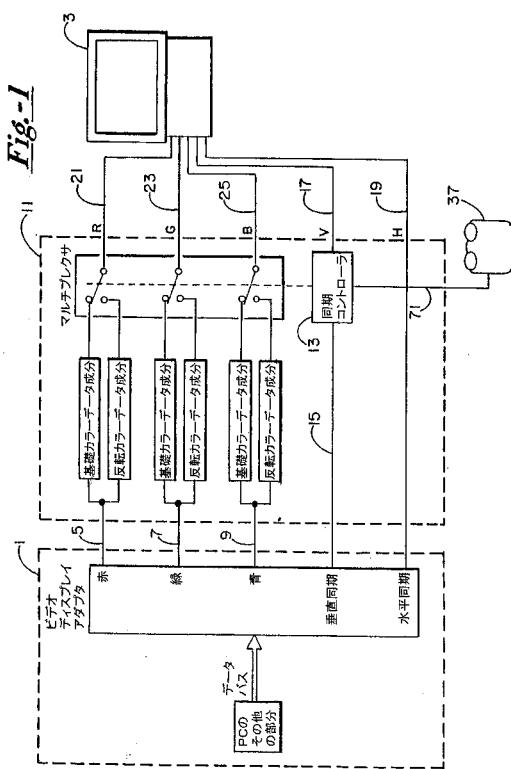
10

20

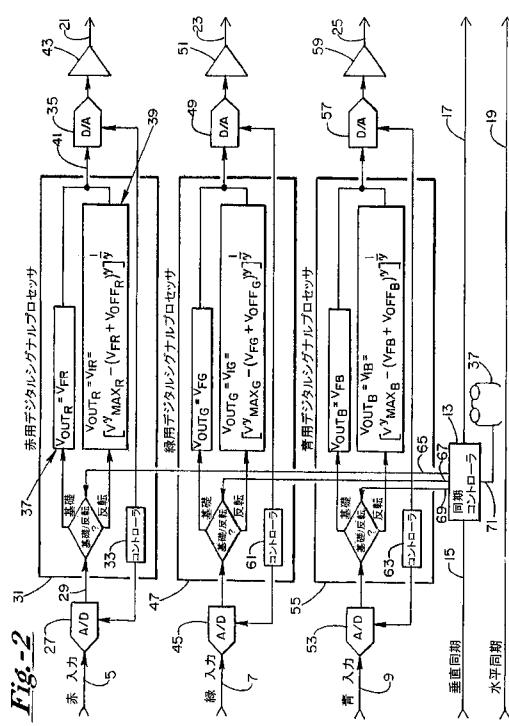
30

40

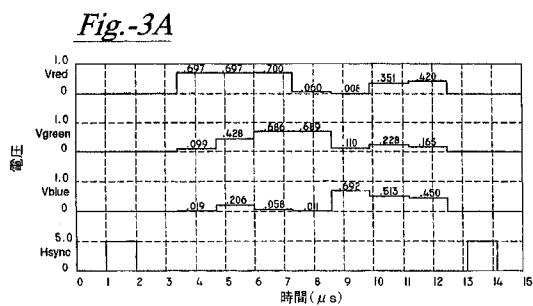
【図1】



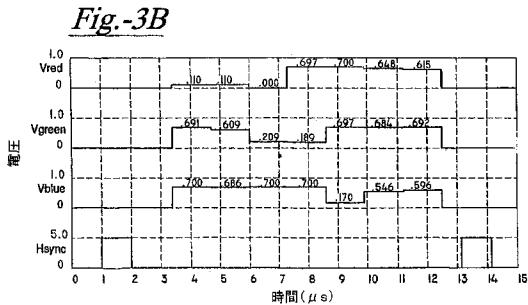
【図2】



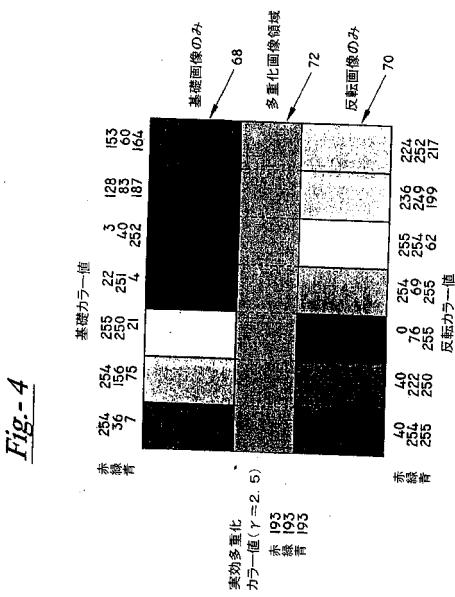
【図3 A】



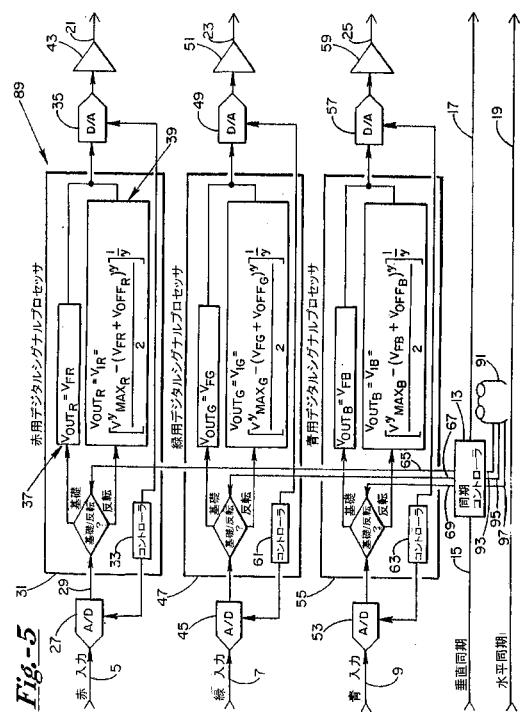
【図3 B】



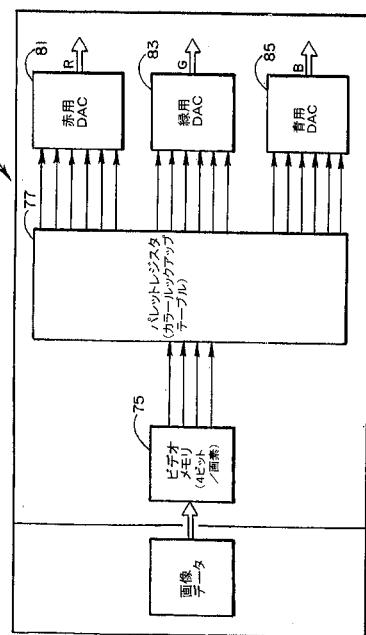
【図4】



【図5】



【図6】



【図6 A】

Fig. 6A

デフォルトのVGAパレットの内容

	赤	緑	青
0	0	0	0
1	0	0	42
2	0	42	0
3	0	42	42
4	42	0	0
5	42	0	42
6	42	21	0
7	42	42	42
8	21	21	21
9	21	21	63
10	21	63	21
11	21	63	63
12	63	21	21
13	63	21	63
14	63	63	21
15	63	63	63

【図6 B】

Fig. 6B

$\gamma = 2, 5$ で変換された
VGAデフォルトカラー値

	赤	緑	青
0	63	63	63
1	63	63	53
2	63	53	63
3	63	53	53
4	53	63	63
5	53	63	53
6	53	61	63
7	53	53	53
8	61	61	61
9	61	61	0
10	61	0	61
11	61	0	0
12	0	61	61
13	0	61	0
14	0	0	61
15	0	0	0

【国際公開パンフレット】

(12) INTERNATIONAL APPLICATION PUBLISHED UNDER THE PATENT COOPERATION TREATY (PCT)

(19) World Intellectual Property Organization
International Bureau(43) International Publication Date
13 February 2003 (13.02.2003)

PCT

(10) International Publication Number
WO 03/012772 A1(51) International Patent Classification⁵: G09G 5/00, 15/10, 5/30

(74) Agents: SCHROEDER, Brian, F. et al.; Schroeder & Siegfried, P.A., 222 South Ninth Street, Suite 2870, Minneapolis, MN 55402 (US).

(21) International Application Number: PCT/US02/24821

(81) Designated States (national): AU, CA, JP, KR, SG.

(22) International Filing Date: 30 July 2002 (30.07.2002)

(84) Designated States (regional): European patent (AT, BE, BG, CII, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, SK, TR).

(25) Filing Language: English

(26) Publication Language: English

(30) Priority Data:
60/309,856 3 August 2001 (03.08.2001) US

(74) Designated States (regional): European patent (AT, BE, BG, CII, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, SK, TR).

(71) Applicant: WATERSTRIKE INCORPORATED
[US/US]; Suite 100, 684 Excelsior Boulevard, Excelsior,
MN 55331 (US).(72) Inventor: STRUYK, David, A.; 3921 Tramore Lane,
Deephaven, MN 55391 (US).

For two-letter codes and other abbreviations, refer to the "Guidance Notes on Codes and Abbreviations" appearing at the beginning of each regular issue of the PCT Gazette.



WO 03/012772 A1

(54) Title: SEQUENTIAL INVERSE ENCODING APPARATUS AND METHOD FOR PROVIDING CONFIDENTIAL VIEWING OF A FUNDAMENTAL DISPLAY IMAGE

(57) Abstract: An image altering apparatus which provides confidential viewing of a video display by means of time multiplexing the fundamental display image with a color-inverted image thereof on a pixel-by-pixel basis. Electronic circuitry and/or software are utilized to modify the fundamental image signal by time multiplexing its color data components with corresponding inverse color data components to generate a compound image signal which is representative of a substantially featureless image. Different multiplexing sequences of color data components and inverse color data components may be utilized at varying duty cycles to generate a compound image which is highly confidential and secure from unauthorized viewing. The fundamental image may be decoded and viewed only by those viewing the encoded image through specially designed eyeglasses incorporating time synchronized LCD shutters, variable polarizers, or color filters, which can selectively block inverted color components and/or demodulate the fundamental image to allow only the true fundamental color components to pass, thereby providing confidential and highly secure viewing of the fundamental image by the viewer.

WO 03/012772

PCT/US02/24821

SEQUENTIAL INVERSE ENCODING APPARATUS AND METHOD FOR
PROVIDING CONFIDENTIAL VIEWING OF A FUNDAMENTAL DISPLAY

IMAGE

1. DESCRIPTION

5 CROSS REFERENCE TO RELATED APPLICATIONS

This application is an application for a patent which is also disclosed in Provisional Application Serial Number 60/309,856, filed on August 3, 2001 by the same inventor, namely David A. Struyk, and entitled "IMAGE ALTERING APPARATUS AND METHOD FOR PROVIDING CONFIDENTIAL VIEWING OF A FUNDAMENTAL DISPLAY IMAGE," the benefit of the filing date of which is hereby claimed.

10 This application is also related to co-pending non-provisional application Serial No. _____, filed on even date herewith by the same inventor, and entitled "IMAGE ALTERING APPARATUS AND METHOD FOR PROVIDING CONFIDENTIAL VIEWING OF A FUNDAMENTAL DISPLAY IMAGE", the contents of which are 15 incorporated herein by reference thereto.

BACKGROUND OF THE INVENTION

The present invention is related generally to the art of confidential viewing of video displays, and more particularly to an apparatus and method for altering a fundamental display image to generate a compound substantially featureless image which can be 20 decoded for confidential viewing of the fundamental image only by the intended viewer.

With the increasing use of video displays for a variety of systems, such as those used in desktop computers, laptop computers, televisions, and personal video entertainment systems, there exists an increasing need and desire to provide confidential viewing of these displays by only those who the displayed content is intended for, thus eliminating the 25 possibility of unauthorized viewing.

WO 03/012772

PCT/US02/24821

Various devices have been introduced over the years to prevent unauthorized viewing of video displays. The simplest devices generally include a form of "anti-glare" privacy screen and/or hoods and shields commonly found on desktop computer displays which are intended to restrict viewing to only those who are more or less directly in front of the display. While these are somewhat effective, they cannot prevent viewing by someone peering over ones shoulder, and thus are far from secure.

U.S. Patent No. 5,488,496, issued January 30, 1996, discusses the removal of the top polarizing layer of an LCD screen. This renders the display "invisible" except to those wearing polarized glasses. However, this system is hardly secure, as anyone can obtain polarized glasses, even ordinary Polaroid glasses. Additionally, the screen is not easily converted between confidential and normal viewing modes, and is only applicable to LCD screens.

IBM has also addressed this issue in four recent patents. U.S. Patent No. 5,537,476, issued on July 16, 1996, provides secure viewing of a display by utilizing a second set of "primary" colors, which are wavelength-shifted from those used to generate the fundamental image. When combined with the fundamental image in correct proportions, the resulting composite image masks the fundamental image. Secure viewing is provided by viewing the composite image through specially formulated narrow-band filtered glasses, which block the second set of primaries, allowing the fundamental set to pass. However, this approach has many drawbacks: 1) it requires two sets of separate narrow-band color primaries which are wavelength-shifted and do not significantly overlap in their spectrums; 2) a single video display containing pixels of two sets of wavelength-shifted primary colors does not commonly exist and, if so, would require twice as many pixels to maintain the same effective resolution as a single primary set display; 3) to align or overlay two separate video displays, perhaps through the use of a beam splitter as discussed in the patent, would not be an economical solution and would suffer greatly from parallax errors; 4) the viewing

WO 03/012772

PCT/US02/24821

glasses require three narrow-band and accurately placed spectral notch filters to block the second set of wavelength-shifted primary colors; and 5) anyone wearing glasses of the proper filter arrangement may still view the fundamental display.

U.S. Patent No. 5,614,920, issued on March 25, 1997, utilizes a flashing screen of light placed between the video display and the viewer to obscure the fundamental image. Confidential viewing is provided by means of LCD shutters which are time synchronized to block the pulses of light and permit viewing of the fundamental image. However, this approach requires the use of an additional optical light screen, requiring additional power and potentially being distracting or annoying to those in the vicinity of the display not wearing the shutter glasses.

U.S. Patent No. 5,619,219, issued on April 8, 1997, is similar to both previous IBM patents. This patent suggests the introduction of a secondary wavelength-shifted optical light screen mask between the video display and the viewer. The light masking source utilized is intended to be narrow in its spectra, and not conflicting or interfering with the primary colors of the fundamental display image, so that narrow-band filtered glasses may absorb, or block, the wavelength-shifted light, allowing the fundamental image to pass. This approach has many of the inherent limitations of both the prior two patents.

U.S. Patent No. 5,801,697, issued on September 1, 1998, is essentially a software application which allows selective shielding of various areas of the display, to cover or hide confidential information. There is no viewing means for full screen confidential viewing, and it provides only slightly greater security than that inherent to Microsoft Windows, i.e., simply reducing the window size to hide sensitive information.

Sun Microsystems has also addressed the need for confidential viewing in U.S. Patent No. 5,629,984, issued May 13, 1997. In this patent, the use of pre-set video flash frames is suggested, which are intended to prevent an unauthorized person not wearing appropriate shutter glasses from intelligibly reading the video display by influencing the

WO 03/012772

PCT/US02/24821

person's eye prior to displaying the video data frame. Similar to U.S. Patent No. 5,614,920, this patent suggests the use of a predetermined obscuring "flash" which has no relation to the fundamental image. While this approach may obscure the image, the overall image will be far from featureless, and potentially annoying to those not wearing the appropriate 5 eyewear.

Intel Corporation has also visited this subject in U.S. Patent No. 5,963,371, issued on October 5, 1999. In this patent, a method is described for displaying private data to collocated users of the same display, all of whom are required to wear appropriate eyewear. Privacy for a single user may also be obtained by alternating the desired data with that of 10 masking data, where the mask pattern is either a static, predetermined pattern, or a random pattern of black and white pixels, unrelated to the fundamental image, designed to obscure the corresponding areas of the opposite image. This approach is entirely inadequate for the masking of images. It does not provide for a featureless image, and is not suitable for real-time full motion video.

15 In addition to the above, Shin Ohtake and Yoshinao Aoki, of Japan, published results of their experiments on masking text characters of a CRT display in 1990. Character masking was achieved by synchronously displaying multiple text screens of 20 primary text font characters and experimentally-determined masking font characters. Confidential viewing was provided by viewing the display through LCD shutter glasses synchronized to block the masking fonts. This approach proved to be somewhat successful for text, but does not lend itself to full color graphics or images.

25 Similar to Ohtake and Aoki, Sony addressed this topic in Japanese Patent No. 05119754 JP, filed in 1991 and published in 1993. This patent discusses alternating a display object screen with a complementary color screen. However, as it will be pointed out later with more detail, an image when mixed with its color complement rather than its color inverse will not necessarily result in a featureless image.

WO 03/012772

PCT/US02/24821

Toshiba, in Japanese Patent No. 01032332 JP published in 1989, discloses the extension of 3-Dimensional viewing applications to that of screen security. They propose that by separating the image to the left and right perspective views, that the combined image is blurred and security is enhanced. Viewing the image through synchronized 5 glasses clears the image as well as providing for 3-dimensional viewing. In practice however, the features of the combined image, while blurred somewhat, are highly distinguishable.

Finally, head-mounted displays are becoming ever more popular, but are expensive and do not facilitate easy viewing of your surroundings or computer keyboard.

10 Therefore, given the desire and need for a simple, low cost, and effective means of display security, and the limitations of the prior art, it is apparent that a better means is necessary for providing confidential viewing of a standard video display, which does not require cumbersome, cost-intensive supplemental and/or wavelength-shifted masking light sources, and which can be used in all applications of full color/full motion graphics and 15 images.

It is believed that my image altering apparatus and method as described hereafter accomplishes this end while minimizing the cost of implementation and greatly enhancing the viewing security of video displays today.

BRIEF SUMMARY OF THE INVENTION

20 In accordance with the present invention, an apparatus is described herein for providing confidential viewing of a video display by means of time multiplexing a fundamental image with a color-inverted image thereof, on a pixel by pixel basis, thereby generating a resulting compound image on the video display which is substantially featureless to the naked eye of an observer. With the aid of time-synchronized decoding 25 eyewear, an intended viewer may extract the fundamental image from the compound image for confidential viewing without risking the possibility of unauthorized viewing by others.

WO 03/012772

PCT/US02/24821

It is noted with primary importance that the present invention is adapted for use in connection with virtually all standard video displays that are composed of a plurality of color-generating pixels, and it does not require secondary light sources or additional obscuring screens to provide the desired confidential viewing of a fundamental image.

5 Thus, with more particularity, the present invention is an image altering apparatus which functions in combination with a standard video display, the pixels of which include means for displaying one or more color components of a viewable image. The present invention further includes an image signal generator which produces a fundamental image signal having at least one color data component corresponding to each pixel of the video display, wherein each color data component is representative of a color component of the fundamental image.

10 In order to provide confidential viewing of the fundamental image, the present invention includes a signal modifying means for modifying the fundamental image signal to generate a compound image signal that is representative of a substantially featureless image. This signal modifying means may be composed of electronic hardware and/or software, and functions to generate the compound image signal by time multiplexing each 15 color data component of the fundamental image signal with at least one corresponding inverse color data component thereof. Thus, the resulting compound image signal is composed of one or more compound color data components corresponding to each pixel 20 utilized from the video display, wherein each compound color data component is comprised of a color data component, time multiplexed with its corresponding inverse color data component(s).

25 Of particular importance, it is noted that each inverse color data component is generated from, and as a function of, a corresponding color data component of the fundamental image signal, and is therefore representative of the same color component of the fundamental image. Moreover, since signal amplitude is directly related to image color

WO 03/012772

PCT/US02/24821

intensity, albeit non-linearly, the amplitude of each inverse color data component is determined as a function of the amplitude of its corresponding color data component, such that the time-weighted average of the color intensities corresponding to the amplitudes of all color data components and corresponding inverse color data components is substantially 5 the same for each compound color data component corresponding to the same pixel. Stated otherwise, for each pixel, the calculated amplitude of each inverse color data component during a given display frame is set such that the intensity of each corresponding color component of the resulting compound image is substantially the same as all other color components.

10 Because the fundamental and inverse color data components are time multiplexed at a sufficiently high frequency that the human eye cannot discern therebetween, the intensities of all color components of the resulting image generated by the compound image signal will appear to be substantially the same for each pixel. As a consequence, there is no visible variation in color or intensity from pixel to pixel, and the resulting 15 compound image appears to be substantially featureless. Thus, by time multiplexing the individual color data components of a fundamental image signal with corresponding inverse color data components, on a pixel by pixel basis, the fundamental image is essentially time multiplexed with a computed color inverted image thereof, to generate a resulting compound image which is substantially neutral and featureless to the naked eye of 20 an observer.

It should be understood that the true inverse of an image, or any color component 25 thereof, is not synonymous with its complement. While any color of the visible spectrum mixed with its complement will result in a shade of white, an entire video image mixed on a pixel by pixel basis will result in an image having varying intensities of white, or shades of gray. Thus, an image mixed, or multiplexed, with its complement would not necessarily be completely masked, since regions of contrast may still be discerned (such as dark text on

WO 03/012772

PCT/US02/24821

a light background). For this reason, in order to truly obtain a substantially featureless image, the image, or its color components, must be mixed with the true inverse thereof. In such case, all color components of the resulting image corresponding to each pixel are of substantially the same intensity, thus causing the resulting image to appear substantially featureless.

5 In accordance with the above principles, different multiplexing sequences of color data components and inverse color data components may be utilized at varying duty cycles to generate a compound image which is highly confidential and secure from unauthorized viewing. In one basic embodiment, referred to herein as the alternate inverse encoding 10 scheme, each color data component of the fundamental image signal and a corresponding inverse color data component may be time multiplexed alternately on a 50% duty cycle. This is done at a sufficiently high frequency that the human brain will interpret the composition of color components and inverse color components generated thereby as a single compound mixed image which is 50% gray and substantially featureless.

15 Alternatively, the relative display sequence of color data components and inverse color data components may be sequentially or randomly altered, and/or multiplexed with multiple inverse color data components, to provide greater levels of security and more sophisticated schemes of decoding the fundamental image. For instance, in one preferred embodiment, each color data component of the fundamental image signal is time 20 multiplexed with a pair of corresponding inverse color data components utilizing a one-third (1/3) duty cycle system. By maintaining the above-stated relationship between the amplitudes of the fundamental and inverse color data components, the resulting compound image produced will appear substantially featureless to the naked eye. Moreover, by sequentially altering the display sequence of the fundamental color data components, 25 display flicker is reduced, and security is further enhanced, thereby requiring more advance techniques of decoding using time synchronized color filters to view the fundamental

WO 03/012772

PCT/US02/24821

image. Of course, a number of other alternative display sequences and decoding systems may also be employed, which will be discussed in greater detail hereinafter.

In addition to the above, combined hardware/software implementations of the signal modifying means may also be employed to allow flexibility of selectively encoding only 5 specific areas of a display, while allowing other areas of the display to remain completely visible to all. Also, adjustment may be made to the signal modifying means to alter the intensity level of selected portions of the display, thereby enabling encrypted or non-encrypted messages such as "SECURE" and "CONFIDENTIAL," to be overlaid on the compound substantially featureless image, while still maintaining a high degree of security.

10 Additionally, through adjustments in contrast and/or duty cycle, misleading visible images may be overlayed on top of the compound substantially featureless image, thereby further enhancing overall security.

In order to decode and extract the fundamental image from the resulting compound image, specialized eyewear is utilized which incorporates time-synchronized LCD shutters, 15 variable polarizers, or similarly synchronized color filters, which can selectively block the inverted color components of the resulting compound image, thereby allowing only the true fundamental color components to pass. In the more basic system where all color components of the fundamental image are displayed in sync with one another, LCD shutter glasses or variable polarizers may be utilized to effectively block the inverse color 20 components of the compound substantially featureless image. In the more advanced systems, however, involving sequentially or randomly altered display sequences of the fundamental image color components, more sophisticated synchronized color filters must be utilized to decode the fundamental image from the compound image.

Thus, it is apparent that a high level of security is provided through the use of my 25 improved image altering apparatus, which is cost effective and can be employed to provide

WO 03/012772

PCT/US02/24821

confidential viewing in all applications of full color graphics and images, without the need for cost-intensive supplemental and/or wavelength-shifted masking light sources.

These and other objects and advantages of the invention will more fully appear from the following description, made in connection with the accompanying drawings, 5 wherein like reference characters refer to the same or similar parts throughout the several views, and in which:

BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS

The file of this patent contains at least one drawing executed in color. Copies of this patent with color drawing(s) will be provided by the Patent and Trademark Office upon 10 request and payment of the necessary fee.

Fig. 1 is a diagrammatical block diagram depicting my invention of an image altering apparatus for providing confidential viewing of a fundamental display image in accordance with the present invention;

Fig. 2 is a schematic diagram showing in detail the signal modifying means utilized 15 in external implementation of one basic embodiment of my present invention;

Fig. 3A is a graphical representation of the voltage amplitude of the red, green, and blue color data components corresponding to a fundamental test image as shown at the top of Fig. 4;

Fig. 3B is a graphical representation of the voltage amplitude of the red, green, and 20 blue inverse color data components corresponding to the fundamental color data components in Fig. 3A, the color depiction of which is shown at the bottom of Fig. 4;

Fig. 4 is a color depiction of the fundamental test image corresponding to the fundamental graphical trace of Fig. 3A, partially overlaid on a color depiction of the corresponding inverse image created by the inverse graphical trace shown in Fig. 3B, 25 thereby creating a substantially featureless resulting compound image at the intersection thereof;

WO 03/012772

PCT/US02/24821

Fig. 5 is a schematic representation of an alternative preferred embodiment of the signal modifying means shown in Fig. 2, utilized to employ sequential color inverse encoding of fundamental and inverse color data components in accordance with the present invention

5 Fig. 6 is a diagrammatic representation of a typical video graphics adapter of a display system which may be utilized to implement signal modification and control the multiplexing sequence of fundamental and inverse color data components internally within a computer system in accordance with the present invention;

10 Fig. 6A is a default look-up table stored in the palette register of a typical video graphics adapter as shown in Fig. 6;

Fig. 6B is an alternate look-up table for storage within a palette register, containing inverted VGA default color values corresponding to those shown in the table depicted in Fig. 6A;

DETAILED DESCRIPTION OF THE INVENTION

15 In order to better describe the invention herein, it is helpful to first explain briefly the concept of "primary color addition" as it pertains to light produced by video displays, and the response of the human eye with respect to the same. Virtually all common video displays, from color television and CRT displays, to LCD screens, plasma displays, etc., generate an image through the additive mixture of three primary colors of light: red; blue; 20 and green. A video display typically has thousands of tiny areas, called pixels, that produce light of a specific color representative of an image at that specific location. Each pixel, in turn, is generally composed of a triad of smaller areas, or sub-pixels, consisting of tiny phosphors, color filters, or the like, which individually produce the primary colors red, blue, and green.

25 As one views a color image produced on a video display, the human eye does not detect each red, green, or blue sub-pixel separately. Rather, depending on the intensity of

WO 03/012772

PCT/US02/24821

each primary color component, the color sensitive cones within the human eye react to the primary colors, such that one viewing the video display will see a range of many colors combined to produce the desired image. Thus, depending upon the varying intensities of light produced by each sub-pixel, the corresponding pixel will produce a composite light 5 that appears as a different color to the human eye. If the intensities of all red, blue, and green components of a given pixel are the same, that pixel will produce a neutral white light.

As stated previously, and as used herein, it is noted that the "inverse" of a color or its image is not synonymous with its color complement. If any color of a visible spectrum 10 is mixed with its color complement, the resulting color is a shade of white. However, if an entire video image is mixed with its color complement, on a pixel-by-pixel basis, the resulting image would likely be comprised of varying intensities of white, or shades of gray. This is so because the intensity of the individual red, green, and blue components may vary within each pixel, and from pixel to pixel. Thus, mixing an entire image with its 15 color complement, on a pixel-by-pixel basis, will produce a composite image that may very well have regions of contrast which make the fundamental display image discernable to the naked eye of a viewer (such as a dark text on a light background).

By contrast, mixing a fundamental image with its true inverse will not leave 20 contrasting regions of discernable fundamental features. This is so because the intensity of the individual red, green, and blue color components of an inverse image are appropriately determined such that, when mixed on a pixel-by-pixel basis with the fundamental image, all compound color components (red, green, and blue) of the resulting compound image are of substantially the same intensity at all pixel locations. Thus, each pixel produces a 25 neutral white light of substantially the same intensity as all others, and the overall compound image appears substantially neutral and featureless to the naked eye. For this reason, in order to provide complete masking of a fundamental image and facilitate

WO 03/012772

PCT/US02/24821

confidential viewing, it is the objective of the invention herein to mix, or multiplex, a fundamental image, on a pixel-by-pixel basis, with the true inverse thereof.

Meeting the above objective is complicated by the fact that the intensity of any color component displayed at a given pixel location may not be directly proportional to the signal which produces the same. In other words, color intensity may not be directly proportional to the voltage amplitude of the color producing signal. Rather, the relationship between the two is typically one of nonlinearity caused by a phenomenon commonly known as "monitor gamma." Gamma, as referred to herein by the Greek symbol (γ), describes a nonlinear relationship which exists between the input voltage of a typical cathode ray tube (CRT) display and the corresponding output intensity. A conventional CRT has a power-law response to voltage: luminance produced at the display is approximately proportional to the applied voltage raised to the γ power. This nonlinearity must be accounted for when making the inverse calculation, or a featureless image will not be obtained. Because of the ubiquitous nature of CRT displays, even newer LCD and plasma displays often incorporate such gamma scaling for compatibility.

In accordance with the foregoing objective, as shown in Fig. 1, the present invention includes an image signal generator 1 (typically a video display adapter within a personal computer) which generates a fundamental image signal representative of a fundamental image to be produced on a video display 3. For full color video displays, the fundamental image signal includes red, green, and blue color data components which are output from a signal generator or personal computer 1 along lines 5, 7 and 9, respectively. Each color data component of the fundamental image signal is transmitted from the signal generator 1 to a signal modifying means 11, where it is time multiplexed with at least one corresponding inverse color data component thereof. Sync control mechanism 13 is provided for performing the toggling function between the relative fundamental and inverse color data components in sync with the vertical sync signal, and for controlling the relative

WO 03/012772

PCT/US02/24821

display sequencing pattern of the same. Thus, the vertical sync line 15 from signal generator 1 is input to sync controller 13 to provide the clock function therefor, and is output from sync controller 13 along line 17 to video display 3 for controlling the vertical refresh rate of the same. Horizontal sync line 19 is also provided from signal generator 1 to display 3 for controlling the horizontal synchronization of display 3 in a conventional manner.

5 The resulting compound image signal exiting the signal modifying means 11 is then composed of corresponding red, green, and blue multiplexed compound color data components that are output to video display 3. As shown in Fig. 1, the corresponding red, 10 green, and blue compound color data components generated by the signal modifying means 11 are output to video display 3 along lines 21, 23, and 25, respectively. The result is a modified compound image which appears substantially neutral and featureless to the naked eye. Specialized eyewear 37, which will be discussed in more detail hereafter, are provided for decoding the fundamental image from the modified compound image. Eyewear 37 are 15 controlled in synchrony with the multiplexed compound color data components by sync controller 13 to effectively block from view the inverse color components of the resulting compound image, thus allowing the fundamental image to pass.

10 The basic hardware embodiment of signal modifying means 11 is shown in Fig. 2. From Fig. 2, it is seen that the analog red fundamental color data component produced by 20 signal generator 1 is transmitted along line 5 into an analog-to-digital converter (ADC) 27 which samples and converts the red fundamental color data component into a numeric (digital) representation, designated herein as V_{FR} . This digital data is then input along line 29 to the "red" digital signal processor (DSP) 31, a high-speed digital processor capable of rapid mathematical processing of digital data. Controller 33 of DSP 31 controls the 25 processing of the digital data input therein, and is also connected to the ADC 27 at the input

WO 03/012772

PCT/US02/24821

of DSP 31, and to the digital-to-analog converter (DAC) 35 at the output of DSP 31, for controlling the relative conversion sampling rate of each.

As shown in Fig. 2, the digital "red" fundamental color data component V_{RR} input on line 29 is either passed through DSP 31 unprocessed, as depicted on line 37, or is 5 subjected to the inversion operation denoted on line 39, wherein the incoming digital signal is processed in accordance with the following inversion formula, which accounts for monitor gamma:

$$V_{inv} = [V_{max}^{\gamma} - (V_{fund} + V_{off})^{\gamma}]^{(1/\gamma)}$$

wherein V_{inv} represents the inverse voltage amplitude, V_{max} represents the maximum signal 10 voltage, V_{fund} represents the voltage amplitude of the corresponding fundamental color data component, and V_{off} is an offset voltage used to fine tune the offset point to adjust for monitor black level. For a conventional CRT display, the gamma coefficient is typically in the range of 2.35 to 2.55.

As stated previously, sync control mechanism 13, which is shown connected to DSP 31 15 via control line 65, controls the decision of whether to pass or invert the sampled fundamental red color data component, and performs the toggling operation to effect the same in synchrony with the vertical sync output from signal generator 1, thereby outputting the appropriate voltage signal V_{outr} .

Thus, in the event the sequencing logic of sync controller 13 requires the red 20 fundamental color data component to be passed unaltered, the incoming digital data V_{RR} is passed through line 37 and output as V_{outr} on line 41 to DAC 35, where it is reconverted back to an analog signal. If, on the other hand, the sync controller 13 requires DSP 31 to invert the incoming "red" color data component in accordance with the above formula (i.e., $V_{outr} = V_{inv}$), the sampled data is diverted along line 39 where a real-time digital inversion 25 of the incoming data is performed prior to outputting such data along line 41 to DAC 35.

In this manner, in response to the established display sequence set by sync controller 13,

WO 03/012772

PCT/US02/24821

the "red" DSP 31 either passes or performs an inversion of the incoming fundamental color data component in synchrony with the vertical sync pulse input to sync controller 13 on vertical sync line 15.

The output of DAC 35 thus constitutes a red compound color data component that is 5 comprised of a multiplexation of fundamental and inverted red color data components. This red multiplexed compound color data component is output from DAC 35 into video driver 43, which buffers the output from DAC 35 and sends the data on to the video display 3 along line 21, as shown in Fig. 1.

In like manner, both the green color data component and the blue color data 10 component from the fundamental image signal are simultaneously time multiplexed with their respective corresponding inverted color data component in sync with the system's vertical refresh rate under the control of sync controller 13. The analog green fundamental color data component enters ADC 45 on line 7, where it is converted to a digital signal V_{FG} and input into a "green" DSP 47. DSP 47 is constructed and functions identically to DSP 15 31, and like nomenclature has been used therein. Thus, a similar green compound color data component is output from DSP 47 and passes through DAC 49 and video driver 51 to the video display 3.

The analog blue fundamental color data component likewise enters ADC 53 on line 9, and is converted to a digital signal V_{FB} which is input into a "blue" DSP 55, also 20 identical to DSP 31. The blue compound color data component output from DSP 55 passes through DAC 57 and video driver 59, where the reconverted analog blue compound color data component is transmitted to video display 3. Similar controllers 61 and 63 are provided for controlling the processing of the digital green and blue color data components, and the respective conversion sampling rates for each.

25 It is noted that in the basic embodiment shown in Fig. 2, the sequencing logic of controller 13 is set to require alternate inverse encoding of the fundamental and inverse

WO 03/012772

PCT/US02/24821

color data components; that is, the respective red, green, and blue fundamental color data components of the fundamental image signal are simultaneously time multiplexed alternately with their corresponding inverted color data components in sync with the vertical refresh rate at a fifty percent (50%) duty cycle. To accomplish this, sync controller 5 13 sends synchronous alternating signals to DSPs 31, 47, and 55, along control lines 65, 67 and 69, respectively, thereby causing each to toggle repeatedly between fundamental and inverse color data components in sync with the vertical refresh rate of the video system.

Thus, in the basic alternate inverse encoding system, for any given pixel, the relative cyclical display sequence may be represented as shown in the following Table I:

10

TABLE I

Red	R_F	R_I	R_F	R_I
Green	G_F	G_I	G_F	G_I
Blue	B_F	B_I	B_F	B_I
Frame	n (1st display cycle)	$n+1$	$n+2$	$n+3 \dots$ (2nd display cycle)

where R_F , G_F , and B_F represent the fundamental red, green, and blue color data/color components; R_I , G_I , and B_I represent the inverted red, green, and blue color data/color components; and the frame period (i.e., vertical refresh rate) for each is designated as n ,

15 $n+1$, $n+2$, etc.

From the above table it can be seen that the fundamental and inverse color data components corresponding to each pixel are multiplexed alternately in time over the respective frame periods n , $n+1$, \dots Thus, relative to each pixel, the average intensity of the compound color components and the compound image formed therefrom can be expressed algebraically as the sum of the fundamental and inverse color components, weighted by the time, T_F and T_I , of their relative frame periods:

$$I_{AVG} = T_F(R_F + G_F + B_F) + T_I(R_I + G_I + B_I)$$

WO 03/012772

PCT/US02/24821

For a fifty percent (50%) duty cycle, and $I_f = I_{MAX} - I_F$, where I_F , I_b , and I_{MAX} represent the fundamental, inverse, and maximum intensity of any individual color component, the average intensity reduces to:

$$I_{AVG} = .5(R_{MAX} + G_{MAX} + B_{MAX}) = .5(WHITE_{MAX}) = 50\% \text{ Gray}$$

5 The above represents, algebraically, the effect of employing the digital signal processing of signal modifying means 11 shown in Fig. 2. Thus, it can be seen that the time-weighted average intensity of each fundamental color component and corresponding inverse color component at each pixel will be substantially the same (.5I_{MAX}); and, in accordance with the principles of "primary color addition," the human brain will perceive a 10 neutral white (i.e., 50% gray) light of substantially equal intensity at each pixel of the display, thereby rendering the compound image substantially featureless to the naked eye.

This effect of multiplexing a fundamental image with its calculated inverse, as opposed to its mere complement, is shown best by way of example in Figs. 3A, 3B, and Fig. 4. The graph of Fig. 3A shows the actual video electric voltage signals, V_{red} , V_{green} , and 15 V_{blue} of color data components R_F , G_F , and B_F of a test fundamental image as output from a typical personal computer to a typical CRT monitor ($\gamma=2.5$) on the red, green, and blue signal lines. This fundamental image 68, which is depicted at the top of the color illustration in Fig. 4, is a vertical arrangement of colors of the rainbow selected to demonstrate the effectiveness of the invention.

20 The graph of Fig. 3A shows the varying red, green and blue voltages for a single horizontal scan line during one display frame period of the test fundamental image. These voltages are generally within the range of 0 to .7 volts, and are typically output from a digital-to-analog converter. The magnitude of the signal voltages is shown above each trace on Fig. 3A for each color shown in Fig. 4, while the digital value for each color is 25 shown on Fig. 4. The digital values shown are for a 24-bit system where each of the three color components is represented by 8-bits. For 8 bits of resolution, there are 256 possible

WO 03/012772

PCT/US02/24821

levels, represented by 0 to 255. The individual color values printed along the top of Fig. 4 produce the corresponding colors as shown within the fundamental portion of the color illustration.

The graph in Fig. 3B shows the electric voltage signals V_{red} , V_{green} , and V_{blue} of the corresponding inverse color data components R_i , G_i and B_i , taking account for the effects of monitor gamma for the same horizontal scan line as depicted in Fig. 3A, during an inverted frame period. This inverted image 70 is shown at the bottom of Fig. 4. The individual digital color values printed along the bottom of Fig. 4 produce the corresponding colors as shown within the inverted portion of the color illustration. This inverted image 70, when alternated with the fundamental image 68 at the display frame refresh rate, results in a compound image 72 that appears 50% gray, and uniformly featureless. This resulting compound 50% gray featureless image 72 is shown graphically at the center of Fig. 4, where the fundamental image and inverted image intersect and overlap in the multiplexed region.

While the above contemplates the use of a fifty percent (50%) duty cycle, the relative frame periods for the fundamental and inverse color data components may vary, provided the "average" duty cycle over a given period of time is maintained at essentially fifty percent (50%). This is so because, at the normal refresh rate of any standard video display, the human eye cannot detect the individual images produced by the fundamental and inverse color data components. Rather, the components detected are blended by the human brain and, provided the average display duty cycle between the fundamental and inverse color components is maintained at essentially fifty percent (50%), one hundred percent (100%) masking over the complete dynamic range of the fundamental image signal may be obtained. Notably, however, since the fundamental color data components are displayed only 50% of the time, the intensity of the fundamental image upon decoding will be reduced accordingly.

WO 03/012772

PCT/US02/24821

In the basic system utilizing alternate inverse encoding, decoding the fundamental image from the featureless compound image may be accomplished with the use of specially adapted LCD (liquid crystal display) shutter eyeglasses 37. As shown in Fig. 2, eyeglasses 37 are connected through control line 71 to sync controller 13, which also controls the 5 multiplexing of DSPs 31, 47, and 55 within signal modifying means 11. Thus, the shutter speed of eyeglasses 37 is synchronized with the multiplexing circuitry of signal modifying means 11, such that upon viewing the display therethrough, the inverse color components of the compound image are effectively blocked from view, thereby allowing passage only of the fundamental color components corresponding to the original fundamental image.

10 If a greater level of security is desired, it may be obtained by varying the relative display frame periods (duty cycle) of the fundamental and inverse color data components, as discussed above. Without knowledge of the established display cycle, it will be virtually impossible for an unauthorized viewer to decode the fundamental image. Also, since the LCD shutter eyeglasses 37 are controlled by the same signal as that which controls the 15 multiplexing sequence of DSPs 31, 47, and 55, random multiplexing and synchronization may also be employed, which require even more complex schemes of synchronized decoding. Additionally, it is also contemplated that eyeglasses 37 could be adapted to contain a unique electronic security code, or require an access code prior to use, thereby further enhancing the security level of the system.

20 An alternate means for extracting the fundamental image in the basic alternate inverse encoding scheme is also contemplated wherein variable polarizers may be implemented. This method of image extraction, however, is considered in greater detail in my co-pending application for patent entitled: Image Altering Apparatus and Method For Providing Confidential Viewing of a Fundamental Display Image.

25 While the basic alternate inverse encoding scheme does offer a high level of security in an economical package, there are still certain limitations present in the system.

WO 03/012772

PCT/US02/24821

For instance, it is possible that someone wearing LCD shutter glasses synchronized to another confidential viewing system of the same type might be able to discern certain components of information. Even with random synchronization, there may be a partial overlap, although the image would still be greatly obscured. Additionally, the use of shutter glasses to decode the alternating fundamental and inverse color components may introduce visible display flicker, which can be annoying if below approximately 70 Hz. Thus, in order to avoid this, the above system preferably utilizes a screen refresh rate of at least 140 Hz, which is quite fast, even by today's standards.

In accordance with the present invention, a preferred more advanced alternative system is contemplated that addresses both of the above concerns, which is referred to herein as sequential color inverse encoding. This preferred approach contemplates individually alternating fundamental color components with multiple corresponding inverse components in a sequential fashion. One such approach is shown in the following Table II, wherein it can be seen that the red, green, and blue fundamental color components are sequentially alternated with a pair of corresponding inverse color components in a one-third (1/3) duty cycle system (i.e., R_E , R_I , R_I).

TABLE II

Red	R_F	R_I	R_I	R_F	R_I	R_I
Green	G_F	G_I	G_I	G_F	G_I	G_I
Blue	B_F	B_I	B_F	B_I	B_I	B_F
Frame	n	$n+1$	$n+2$	$n+3$	$n+4$	$n+5\dots$
	(1st display cycle)			(2nd display cycle)		

From the above table, it can be seen that for each pixel, the display of each
20 respective fundamental color component, R_F , G_F , and B_F , is not only sequentially alternated
with corresponding inverse color components, but is also successively cascaded in time
relative to each of the other fundamental color components. In other words, during one
complete display cycle, one of the red, green, or blue fundamental color components is

WO 03/012772

PCT/US02/24821

displayed at all times, but no two fundamental color components are displayed simultaneously.

Thus, at any given time, there is always present in the featureless compound image one of the fundamental color components of the fundamental image. For this reason, the 5 introduction of flicker caused by the on/off action of LCD shutter glasses, as in the basic alternate inverse encoding system, is completely eliminated in this system; and in fact, LCD shutter glasses will not function to decode the fundamental image, as the use of such glasses requires all fundamental color components to be displayed simultaneously. Thus, a more sophisticated decoding scheme must be used with this preferred alternative system, 10 which will be described in more detail hereafter.

Algebraically, the time-weighted average intensity (I_{AVG}) for any given color component in the above one-third (1/3) duty cycle system may be expressed as follows:

$I_{AVG} = 1/3 I_F + 2/3 I_I$, where I_F and I_I represent the respective intensities of any given fundamental color component and its corresponding inverse.

15 As in the basic system, provided the time-weighted average intensity of each fundamental color component and its corresponding inverse color components at each pixel location are maintained substantially equal, the resulting compound image will appear substantially featureless to the naked eye. Moreover, it can also be shown that 100% masking of the fundamental image over the complete dynamic range of I_F may be obtained 20 provided the average intensity I_{AVG} of each color component is equally maintained within the limits of $1/3 I_{MAX} \leq I_{AVG} \leq 2/3 I_{MAX}$. Stated otherwise, with appropriate selection of the intensity I_I of the inverse color components, the average intensity of the resulting compound image may vary between 33% and 66% gray, and still provide 100% masking of the fundamental image at all pixel locations. For instance, should it be desired that the 25 average intensity of the featureless compound image be either 33%, 50% or 66% gray, the respective intensity levels of each inverse color component may be calculated as follows:

WO 03/012772

PCT/US02/24821

33% gray: $I_f = 1/2(I_{MAX} - I_g)$;50% gray: $I_f = 1/2(1.5I_{MAX} - I_g)$; and66% gray: $I_f = 1/2(2I_{MAX} - I_g)$.

The ability to vary the average intensity of the featureless compound image display

5 on a pixel-by-pixel basis enables the operator of the system to incorporate features such as overlaid text messages or images within the confidential viewing area. By varying the average intensity level over selected areas (i.e., pixels) of the display, messages such as "SECURE" or "CONFIDENTIAL," or misleading images, may be encrypted into the featureless compound image such that they are readable to the naked eye, but not visible

10 when viewed through the proper eyewear for decoding the fundamental image.

Notably, while 100% masking over the complete dynamic range is obtainable through the use of any of the above inversion coefficients, the brightness or intensity level of the fundamental image upon decoding will be reduced to one-third (1/3) its original brightness. While a one-third (1/3) duty cycle is contemplated, it is noted further that the

15 same results are achievable even with random sequencing and altered frame periods, provided an average duty cycle of one-third (1/3) is maintained. Once again, this is due to the fact that the human brain cannot detect the individual images produced by the fundamental and inverse color components at the normal refresh rate of a standard video display, but rather blends such images.

20 One implementation of the above system is shown in Fig. 5. As can be seen therein, the signal modifying means 89 of the sequential color inverse encoding scheme is much the same as the signal modifying means 11 in the basic approach previously described, in that similar analog-to-digital conversion and digital signal processing circuitry is used for generating the corresponding fundamental and inverse color data components.

25 Since all components utilized in signal modifying means 89 of Fig. 5 are the same as those used in the basic approach shown in Fig. 2, they have been designated with like numerals.

WO 03/012772

PCT/US02/24821

Thus, it can be seen that the respective red, green, and blue fundamental color data components are transmitted from signal generator 1 to signal modifying means 89 along similar input lines 5, 7, and 9. As in the basic approach, each respective color data component passes through an analog-to-digital converter to a digital signal processor, 5 where the incoming signal is processed in accordance with an established sequencing logic and inversion criteria to be described hereafter. Each respective red, green, and blue compound color data component is then output from its corresponding digital signal processor to a digital-to-analog converter, where the data is reconverted back to analog and transmitted through a video driver to video display 3.

Given that this approach operates on a one-third (1/3) duty cycle system (i.e., R_F, R_G, R_B), it will be appreciated that the inversion formula employed in DSP 31, 47, and 55 must be adjusted to apply the appropriate inverse coefficient based on the desired average intensity (i.e., 33% gray) selected for viewing of the resulting compound image. By way of example, the approach shown in Fig. 5 is designed to produce a 33% gray featureless 15 compound image. Recalling that this requires an inverse coefficient $I_F=1/2(I_{MAX}-I_F)$, implementation of this system may be accomplished by resetting the basic inversion formula within controllers 33, 61, and 63 of DSPs 31, 47, and 55 with an appropriate coefficient to adjust the amplitude of the respective inverse color data components so as to provide the desired color intensity. Depending on the desired level of system brightness 20 (i.e., 33%, 50%, 66% gray), the inversion formula may be modified accordingly such that the average intensity I_{AVG} of each color component is equally maintained at any desired level within the limits of $1/3 I_{MAX} \leq I_{AVG} \leq 2/3 I_{MAX}$, and still provide 100% masking of the fundamental image at all pixel locations. Accounting for monitor gamma (γ), for the 25 average intensity levels previously stated, the corresponding inverse voltage amplitudes are calculated as follows:

WO 03/012772

PCT/US02/24821

$$33\% \text{ gray} : V_{inv} = \left[\frac{V_{max}^Y - (V_{fund} + V_{off})^Y}{2} \right]^{\frac{1}{Y}}$$

$$50\% \text{ gray} : V_{inv} = \left[\frac{1.5 V_{max}^Y - (V_{fund} + V_{off})^Y}{2} \right]^{\frac{1}{Y}}$$

$$66\% \text{ gray} : V_{inv} = \left[\frac{2V_{max}^Y - (V_{fund} + V_{off})^Y}{2} \right]^{\frac{1}{Y}}$$

With the desired inverse coefficient appropriately set, multiplexing each respective color data component with its corresponding inverse color data components is accomplished by DSPs 31, 47, and 55 under the control of sync controller 13. As in Fig. 2, each respective DSP in Fig. 5 is connected to sync controller 13 via a separate control line: "red" DSP 31 via line 65; "green" DSP 47 via line 67; and "blue" DSP 55 via line 69. With separate control of the sequencing logic for each DSP, it can be seen that the multiplexing and relative display sequence of each fundamental and inverse color component can be separately controlled through controller 13 in synchrony with the vertical sync pulse input on line 15.

Thus, in accordance with the display sequence shown in Table II, it can be seen that for each pixel, each respective red, green, and blue fundamental color component is sequentially alternated in time with a pair of corresponding scaled inverse color components in a one-third (1/3) duty cycle system. Also, the display sequence of each respective color component is set such that the display of the red, green, and blue fundamental color components are cascaded in time relative to one another, thereby ensuring that one fundamental color component is displayed at all times, yet no two fundamental color components are displayed simultaneously. With this, as seen in Table II, during any given display frame, one fundamental color component will always be displayed at each pixel along with the inverse color components of the other two colors.

WO 03/012772

PCT/US02/24821

Encoded images of the form shown in Table II may be decoded and viewed through eyeglasses that incorporate synchronized sequential color filters similar to the liquid crystal RGB color filters commonly used in field sequential color imaging cameras, or matrix-type filters found on a color LCD screen. In such case, the sequential color filter is 5 synchronized with the appropriate display frame period to allow only the single desired fundamental color component to pass, while blocking the other two inverted color components.

For instance, with reference to Table II, a red sequential color filter is sequentially synchronized to allow R_F to pass in the first frame (n), while blocking the inverted color 10 components G_I and B_I . Similarly, in the second frame (n+1), a green color filter in the eyeglasses is sequentially synchronized such that only the green fundamental color component G_F may be viewed; and in the third frame (n+2), a synchronized blue filter allows only the blue fundamental color component to pass. As this cycle is repeated over time, the fundamental image is effectively decoded from the substantially featureless 15 compound image.

To implement this, as shown in Fig. 5, eyeglasses 91 incorporating synchronized sequential color filters are connected in controlled relation to sync controller 13. The same sequencing logic of controller 13 used to control the display of the fundamental and inverse red, green, and blue color data components from DSPs 31, 47, and 55, controls the 20 sequencing of red, green, and blue color filter shutters within eyeglasses 91. The red filter shutter is controlled via signals received on line 93; the green filter shutter is controlled via signals received on line 95; and the blue filter shutter is controlled via signals received on line 97. Thus, the red filter shutter is activated only during the display frame during which the red fundamental color component is displayed, thereby blocking the green and blue 25 inverse color components. Likewise, both the green and blue filter shutters are activated only during the display frame during which the corresponding green and blue fundamental

WO 03/012772

PCT/US02/24821

color components are being displayed, effectively blocking the other two inverse color components. Since the red, green, and blue fundamental color components are displayed sequentially during different display frames, the glasses 91 effectively toggle between the respective color filters in sync with the vertical refresh rate, thereby allowing passage of 5 only the fundamental color components.

With the use of such synchronized sequential color filter eyeglasses 91, one fundamental color component is always present, and flicker is eliminated since abrupt intensity changes no longer occur as in the basic approach described previously. Also, this 10 approach provides enhanced security over the basic system in that the encoded image may not be viewed through ordinary LCD shutter glasses, as to do so would result only in partial decoding of the fundamental image. Nor can mere passive color filters decode the fundamental image in the above system, since passive filters will allow both fundamental and inversion components to pass, again maintaining security.

One other means contemplated for enhancing the security of the foregoing inverse 15 encoding schemes is to overlay a misleading visible image on top of the compound substantially featureless image generated thereby. By so doing, all viewers not wearing proper decoding eyewear will be misled into believing the intended viewer is viewing the visible false image when, in fact, the intended viewer is actually viewing the encoded confidential display. Since the display screen no longer appears to be blank or featureless, 20 curiosity and suspicion levels of unauthorized viewers are consequently reduced, thus enhancing security.

One manner of implementing this is to sequentially alternate the misleading overlay 25 image with the fundamental and inverse image in a 1/3 duty cycle system. As in the previous sequential inverse encoding scheme, the sequencing of the individual red, green, and blue fundamental components, inverse color components, and overlay color components are established such that in any given frame of a display cycle there is always

WO 03/012772

PCT/US02/24821

present just one fundamental color component. Such sequencing is shown in the following

Table III.

TABLE III

Red	R_F	R_I	R_o	R_F	R_I	R_o
Green	G_o	G_F	G_I	G_o	G_F	G_I
Blue	B_I	B_o	B_F	B_I	B_o	B_F
Frame	n	$n+1$	$n+2$	$n+3$	$n+4$	$n+5\dots$

5 From Table III, it can be seen that with this sequencing pattern, each respective

fundamental color component alternates with a single corresponding inverse color component during each display cycle. Thus, the intensity of each inverse color component is determined in the same manner as previously described in connection with the basic alternate inverse encoding scheme. Each resulting compound color component is then time

10 multiplexed with a corresponding overlay color component in a 1/3 duty cycle system, thereby effectively causing the fundamental and inverse color components to neutralize each other, leaving only the overlay components visible. All three overlay color components combine to form the misleading overlay image, which appears to be overlaid on top of a 33% gray substantially featureless image.

15 Such a misleading overlay image may be generated internally within the image signal generator 1, or externally input therein for transmission to the signal modifying means 11 in a manner similar to the fundamental image signal. This image may be static, or dynamic, such as a motion picture input from television, DVD, or other video source. Control of the multiplexing sequence may then be modified via the use of sync controller

20 13 in accordance with that shown in Table III above. Similarly, through line 71 to eyeglasses 37, the sequence decoding logic may be altered such that eyeglasses 37 block from view all overlay and inverse color components, thus leaving only the fundamental image for confidential viewing.

WO 03/012772

PCT/US02/24821

Another system involving sequential color inverse encoding is also contemplated. This system involves the use of a modified display sequence wherein a plurality of modified fundamental color components are time-multiplexed with a corresponding inverse color component thereof. Once again, using a one-third (1/3) duty cycle system, the 5 modified display sequence for this system is shown in Table IV below:

TABLE IV

Red	R_F	R_I	R_I	R_F	R_F	R_I
Green	G_F	G_I	G_F	G_F	G_I	G_F
Blue	B_I	B_F	B_F	B_I	B_F	B_F
Frame	n	$n+1$	$n+2$	$n+3$	$n+4$	$n+5\dots$
(1st Display Cycle)						(2nd Display Cycle)

From Table IV it can be seen that for each primary color of the display image, a pair of modified fundamental color components are sequentially multiplexed with a 10 corresponding inverse color component thereof. Moreover, it can be seen that each set of fundamental color components are sequentially offset in time relative to each of the other sets of fundamental color components of the display image. Thus, during any given frame of the display sequence, two independent fundamental color components are displayed along with the inverse color component of the remaining color.

15 For instance, in the first frame (n) of the display cycle shown in Table IV, the red and green fundamental color components, R_F and G_F , are displayed along with the blue inverse color component B_I . In the second frame (n+1), the red and blue fundamental color component, R_F and B_F , are displayed with the green inverse color component; and in the third frame (n+2), the green and blue fundamental color components G_F and B_F , are 20 displayed with the red inverse color component R_I .

As is similar with all systems previously described, provided the time-weighted average of the intensities of the fundamental and inverse color components for each respective compound color component (i.e., $R_F + R_I + R_I$) is substantially the same at each

WO 03/012772

PCT/US02/24821

pixel location, the resulting compound image will appear substantially featureless to the naked eye. For the modified sequence shown in Table IV above, the average intensity I_{AVG} for any given color component can be calculated as follows:

$$I_{AVG} = 1/3I_I + 2/3I_F, \text{ wherein } I_F \text{ and } I_I \text{ represent the respective intensities of any given fundamental color component and its corresponding inverse.}$$

As can be seen from Table IV, use of this modified sequence guarantees the presence of two fundamental color components at all times. For this reason, this system has the advantage that the resulting decoded fundamental image will retain two-thirds (2/3) its original brightness, and there will be essentially no flicker visible to the viewer.

10 However, the above system does have limitations. Although the average intensity of the resulting compound image can be selectively varied as in the previous system, it can be shown that 100% masking of the fundamental image may only occur over 50% of the dynamic range of the fundamental signal, unless the fundamental signal is compressed before encoding the same. For instance, for a substantially featureless 33% gray compound 15 image, complete masking will only occur for fundamental intensity values in the range of $0 \leq I_F \leq 1/2I_{MAX}$. For a 50% gray system, fundamental intensity values must be maintained between $1/4I_{MAX} \leq I_F \leq 3/4I_{MAX}$ in order to obtain 100% masking; and for a 60% gray system, fundamental intensity values must be maintained between $1/2I_{MAX} \leq I_F \leq I_{MAX}$ in order to obtain 100% masking. Beyond these values, masking will still occur, but at less 20 than 100%. Depending on the application or use involved, masking over only 50% of the full dynamic range may be sufficient.

Similar to the previously described sequential color inverse encoding scheme, this 25 alternative approach may also be readily implemented with relatively minor modifications to the basic alternate inverse encoding scheme described previously. In such case, proper sequencing of the fundamental and inverse color data components in accordance with that shown in Table IV above can be effected with modifications to the sequencing logic

WO 03/012772

PCT/US02/24821

established by controller 13. Moreover, appropriate scaling and/or compression of incoming fundamental and inverse color data components may be readily accomplished within the corresponding digital signal processor for each color, similar to that in the previous embodiment involving sequential color inverse encoding. This will ensure that 5 the time-weighted average of the intensities of the fundamental and inverse color components for each respective compound color component is substantially the same at each pixel location, thereby rendering the resulting compound image substantially featureless to the naked eye. In all other respects, implementation of the sequencing pattern of Table IV is accomplished in the same manner as that shown in Table II, utilizing the 10 same signal modifying means 89 shown in Fig. 5.

Images encoded as shown in Table IV above may also be viewed using eyeglasses incorporating synchronized sequential color filters. However, unlike the foregoing embodiment which utilizes more common RGB color filters, encoded images of the form shown in Table IV require the use of synchronized sequential complementary filters; that 15 is, filters that are the color complement of the primary colors red, green, and blue. This is so because, at any instant of time, there is but one distinct inverse color component being displayed, which can be effectively blocked from viewing by a filter of its color complement. Hence, by synchronizing the eyeglasses for viewing through a filter that is the color complement of the single inverse color component being displayed, the remaining 20 two fundamental color components are allowed to pass, thereby decoding the fundamental image.

By way of example, during the first frame (n) of the sequence shown in Table IV, each pixel of the compound image displays the red and green fundamental color components, R_F and G_F , with a blue inverse color component B_I . Thus, with reference to 25 Fig. 5, in order to view only the red and green fundamental color components during this frame period, a yellow (blue complement) filter shutter within eyeglasses 91 is

WO 03/012772

PCT/US02/24821

synchronized with the output of DSP 55 via signals received on line 97 to block the blue inverse color component B_I . In the same manner, a magenta (green complement) color filter in eyeglasses 91 is synchronized with the output of DSP 47 via control signals received from sync controller 13 on line 95 to block the green inverse color component G_I 5 in the second frame period (n+1); and likewise, a cyan (red complement) color filter is synchronized with the output of DSP 31 via control signals received on line 93 from sync controller 13 to block the red inverse color component R_I in the third frame period (n+2).

Thus, it can be seen that through one complete display cycle of a one-third (1/3) 10 duty cycle system, complementary yellow, magenta and cyan filters within the decoding eyeglasses are sequentially alternated in the same manner as previously discussed, in sync with the respective first, second, and third frame periods so as to allow passage and decoding of the fundamental color components of the original fundamental image. When properly synchronized, the compound image is fully decoded, leaving only the fundamental image to be seen by the viewer.

15 As still another alternative embodiment, an additional image encoding system is contemplated which involves a combination of the basic alternate inverse and more advanced sequential color inverse encoding systems previously described. Similar to the preferred basic system, in this alternative system, each of the fundamental color components of the fundamental image are displayed alternately with a corresponding 20 inverse color component in a 50% duty cycle system. However, as in the sequential color inverse encoding schemes, one of the fundamental color components is displayed out of sync with the remaining fundamental color components, such that all fundamental color components are never displayed simultaneously. In other words, one fundamental color component is alternated with its corresponding inverse color component in reverse order 25 relative to the other two fundamental color components. This system gives rise to three

WO 03/012772

PCT/US02/24821

possible combinations of display sequences, as shown in the following Tables V, VI, and VII:

TABLE V

Red	R _F	R _I	R _F	R _I
Green	G _F	G _I	G _F	G _I
Blue	B _F	B _I	B _F	B _I
Frame	n	n+1	n+2	n+3 ...
	(1st Display Cycle)		(2nd Display Cycle)	

5

TABLE VI

Red	R _F	R _I	R _F	R _I
Green	G _F	G _I	G _F	G _I
Blue	B _I	B _F	B _I	B _F
Frame	n	n+1	n+2	n+3
	(1st Display Cycle)		(2nd Display Cycle)	

TABLE VII

Red	R _I	R _F	R _I	R _F
Green	G _F	G _I	G _F	G _I
Blue	B _F	B _I	B _F	B _I
Frame	n	n+1	n+2	n+3
	(1st Display Cycle)		(2nd Display Cycle)	

Regardless of which display sequence is used, this approach offers many of the 10 benefits of the preferred basic system, as well as the more advanced sequential color inverse encoding systems. Algebraically, this system is similar to the basic system in that the average intensity, I_{AVG} , can be expressed as follows:

$I_{AVG} = .5I_F + .5I_I$, where I_F and I_I represent the respective intensities of any given fundamental color component and its corresponding inverse.

15 As in the basic system, the above display sequence will result in a 50% gray substantially featureless compound image which offers 100% masking over the complete

WO 03/012772

PCT/US02/24821

dynamic range of the fundamental image signal. Since this approach is a 50% duty cycle system, the decoded fundamental image will be 50% its original brightness.

Like the more advanced sequential color inverse encoding system, this system is highly secure and has substantially reduced flicker due to the fact that one fundamental 5 color component is always sequentially altered in time relative to the other fundamental color components. This ensures that at least one fundamental color component is always present during each frame period of every display cycle. Notably, while this system offers sequential color inverse encoding, it still operates on a 50% duty cycle system, and therefore can operate 33% faster than the advanced sequential color inverse encoding 10 schemes previously described that operate on a one-third (1/3) duty cycle system. With a faster operating speed, this system will provide even less display flicker than those previously described.

External implementation of the above system using combined alternate inverse and sequential color inverse encoding is identical to that of the basic alternate inverse encoding 15 scheme shown in Fig. 2, with the exception that the multiplexing sequencing pattern of each color data component and its corresponding inverse component, as controlled by sync controller 13, is alternated in accordance with the selected display sequence of either Table V, VI, or VII above. For this reason, discussion of this alternative embodiment will be made with reference to Fig. 2.

As stated previously, this encoding scheme requires a 50% alternating duty cycle of 20 each respective color data component. Thus, the controller 33, 61, and 63 of respective DSPs 31, 47, and 55 are set to apply the same inversion formula as that established in the basic alternate inverse approach shown in Fig. 2. However, depending on the desired 25 display sequence selected from Tables V, VI, or VII, one color component is always out of sync with the remaining two color components. For instance, to implement the display sequence of Table V, transmission of the green fundamental color data component through

WO 03/012772

PCT/US02/24821

DSP 47 to monitor 3 is one display frame out of sync with the transmission of the red and blue fundamental color data components through DSPs 31 and 55. Hence, during one display frame (n), sync controller 13 instructs DSPs 31 and 55 via control lines 65 and 69 to pass the red and blue fundamental color data components, while simultaneously 5 instructing DSP 47, via control line 67, to pass an inverted green color data component. In the next display frame (n+1), sync controller 13 instructs DSPs 31 and 55 to perform an inversion of the red and blue fundamental color data components before passing the same to monitor 3, while at the same time instructing DSP 47 to pass the green fundamental color data component unaltered. This process is continually repeated on a 50% alternating 10 duty cycle, such that the green fundamental color data component is always transmitted out of sync with the red and blue fundamental color data components, and the time-weighted average intensity of each color component and its inverse at each pixel is maintained substantially equal. By so doing, the resulting compound image appears substantially featureless to the naked eye.

15 Similarly, to implement the display sequence of Table VI, during one display frame, sync controller 13 acts to simultaneously cause DSPs 31 and 47 to pass the red and green fundamental color data components to monitor 3 along with the inverse blue color data component from DSP 55. In the next display frame, sync controller 13 causes DSP 55 to transmit the blue fundamental color data component simultaneously with inverted red 20 and green color data components from DSPs 31 and 47. Again, by repeating this sequence pattern on a 50% alternating duty cycle, the time-weighted average intensity of each color component and its inverse at each pixel will be substantially the same, and the resulting compound image will appear substantially featureless to the naked eye.

In like manner, the display sequence of Table VII may also be readily employed. In 25 this case, DSPs 47 and 51 are instructed by sync controller 13 to simultaneously transmit during one frame the green and blue fundamental color data components with an inverse

WO 03/012772

PCT/US02/24821

red color data component from DSP 31. In the next frame, the red fundamental data component from DSP 31 is caused to be transmitted along with inverted green and blue color data components to monitor 3. Repeating this alternating display sequence on a 50% duty cycle will ensure that the red fundamental color data component is always one display frame out of sync with the green and blue fundamental color data components, resulting in a highly secure compound image that appears substantially featureless to the naked eye.

Since this system requires one of the fundamental color components to always be out of sync with the remaining fundamental color components, decoding of the fundamental image requires the use of synchronized sequential color filters, as in the more advanced systems described previously. However, since this system operates on a 50% duty cycle, it is evident that the decoding eyeglasses used in this approach require only two (2) alternating color filters, or a single filter which can alternate between two colors. As will be shown hereafter, decoding of the fundamental image from any of the modified display sequences shown in Tables V, VI, and VII above can be accomplished with viewing glasses that incorporate synchronized sequential primary/complementary filter pairs.

With specific reference to the display sequence shown in Table V, it can be seen that during the first frame period, the red and blue fundamental color components, R_F and B_F , at each pixel location, are displayed with a green inverse color component G_i . Thus, to decode the fundamental color components during this frame period, the decoding eyeglasses 37 must be synchronized for viewing through a magenta (green complement) color filter. During the second frame period ($n+1$), however, only the green fundamental color component G_F of the fundamental image is displayed, which may be decoded with a synchronized green primary color filter.

From the above, it is evident that through the use of properly synchronized eyeglasses having alternating green/magenta filter pairs, the fundamental image may be

WO 03/012772

PCT/US02/24821

readily decoded from the substantially featureless compound image. Thus, as in the alternate inverse encoding scheme of Fig. 2, eyeglasses 37 receive control signals from sync controller 13 along line 71, which causes eyeglasses 37 to alternate between green and magenta color filter shutters in sync with the vertical refresh rate of the display system, 5 such that upon viewing the display therethrough, only the fundamental color components of the original fundamental image are allowed to pass. In the same manner, it can be seen that the fundamental image can be readily decoded from the display sequence shown in Table VI, through the use of eyeglasses 37 incorporating synchronized alternating blue/yellow filter pairs; and decoding of the fundamental image from the display sequence shown in 10 Table VII may be accomplished with the use of eyeglasses 37 incorporating synchronized alternating red/cyan filter pairs.

Although implementation of each of the foregoing inverse encoding schemes has been described via the use of external hardware, implementation of such sequencing schemes may also be accomplished internally within the video display adapter circuitry of a 15 standard personal computer. In general, video display adapters, commonly referred to as video cards, contain memory which is used to store a digital, or numeric, representation of the image to be displayed on the video display. Current video display adapters typically employ VRAM (video random access memory) or dual port RAM, which can be written to and read from simultaneously. This allows the digital data to be written to the video 20 memory whenever it is desired to change the images, and to be read from the memory at whatever refresh rate is utilized.

The image stored within the video memory is output to the display monitor at the 25 video refresh rate either via look-up tables (i.e., palette registers) or directly to digital-to-analog converters contained within the display adapter. The digital data stored within the memory typically represents either the color at each individual pixel location or the intensities of the individual red, green, and blue color data components for each pixel

WO 03/012772

PCT/US02/24821

location within the image. In the case of storing pixel color values, the color values are compared with a look-up table in the palette register, which then outputs the individual red, green, and blue color data component values to the digital-to-analog converters. When the individual color data component values are utilized, they are output directly to the digital-to-analog converters without the use of a look-up table.

Depending on the sequencing pattern selected, with internal implementation, the video memory can be written to with alternating or sequential fundamental and inverse digital data (and if appropriate, overlay digital data), or additional data memory utilized, so that the signal outputs are controlled directly without the use of external implementation.

10 Color inverse values determined from any of the aforementioned formulas can be calculated by the system's central processing unit (CPU), within the video display adapter circuitry, or elsewhere within the system. Alternatively, additional look-up tables containing pre-calculated color inverse values and, where appropriate, overlay values can be utilized. Alternate fundamental and inverse images would then be obtained by

15 alternating between look-up tables with each frame in accordance with the desired sequencing pattern. Additionally, the appropriate inverse color data component values could also be mathematically calculated before inputting to the digital-to-analog converters.

To further illustrate the above, a standard 16-color video display adapter 73, commonly known as a video graphics adapter (VGA), is considered in Fig. 6. The image data generated by the CPU relative to each pixel is stored in memory 75 as a 4-bit digital color value, where it is transferred to a palette register 77 and converted to an eighteen (18) bit signal comprised of the three color data components, red, green, and blue (6 bits per color). Thus, as shown in look-up table 79 in Fig. 6A, each standard default 4-bit color value of the palette contents is represented as a specific intensity level of red, green, and

20 blue ranging between zero (0) and sixty-three (63), where a zero (0) represents that none of that particular color component is to be displayed at a given pixel, and a sixty-three (63)

25

WO 03/012772

PCT/US02/24821

represents that a maximum amount of that particular color component is to be displayed at a given pixel location. Each red, green, and blue color data component contained within palette register 77 is then input to a corresponding digital-to-analog (DAC) converter 81, 83, and 85, respectively, where the components are converted to analog and output to the 5 display monitor 3.

For a system utilizing multiple look-up tables, the contents of the additional palette registers would contain the corresponding color inverse and/or overlay values. By way of example, color inverse values for the basic alternate inverse encoding scheme would appear as shown in Table 87 of Fig. 6B. Here the same 16 colors have been substituted with their 10 numeric color inverse data component values, taking into account the affects of monitor gamma. By alternating look-up tables between frames, the image becomes featureless as in the approach of Fig. 2. The method previously shown to be implemented externally of the personal computer has now been shown to be implemented internally with the system's video display adapter. Schemes for extending to greater color depths (more bits) and more 15 complicated sequencing patterns logically follow from the above.

With the appropriate inverse color component values being calculated by the computer system or, alternatively, stored within look-up tables contained within the video 20 graphics adapter, any desirable sequencing scheme, such as the above described alternate color inverse encoding scheme, sequential color inverse encoding schemes, random sequencing schemes, or combined alternate/sequential color encoding schemes, may be readily implemented with the use of internal system software to selectively output the appropriate fundamental and inverse color data components to the display monitor. Regardless of whether the color inverse values are calculated by the computer system or 25 pre-calculated and stored in a second look-up table within the video display adapter, selection of any of the above described sequencing patterns, with or without an overlay image, may be readily implemented and controlled through the system software.

WO 03/012772

PCT/US02/24821

With such internal digital implementation, the average intensity of the resulting compound image may be controlled on a pixel-by-pixel basis, thereby providing additional desirable enhancements, such as the feature of gray-scale adjustability discussed previously, wherein overlying messages as "CONFIDENTIAL" or "SECURE," or 5 misleading images, may be encrypted into the featureless compound image. Another desirable feature is the ability to have scalable and windowable confidential viewing areas. By controlling masking of the fundamental image on a pixel-by-pixel basis, confidential viewing windows of smaller compass than the display screen as a whole may be designated and scaled to a desirable size, thereby enabling a user of the system to maintain only 10 selected portions of the display as confidential.

It will, of course, be understood that various changes may be made in the form, details, arrangement, and proportions of the parts without departing from the scope of the invention which comprises the matter shown and described herein and set forth in the appended claims.

15

WO 03/012772

PCT/US02/24821

II. CLAIMS

1. An image altering apparatus for providing confidential viewing of a fundamental display image by a viewer, comprising:
 - a. a display comprised of a plurality of pixels;
 - 5 b. means for generating a fundamental image on said display, said fundamental image having a plurality of color components corresponding to each of said pixels;
 - c. means for modifying said fundamental image to generate a compound image which is substantially featureless, said compound image including a plurality of compound color components corresponding to each of said pixels;
 - 10 d. each of said compound color components being comprised of at least one said color component of a predetermined intensity and wavelength, time multiplexed with at least one corresponding related color component;
 - e. said plurality of compound color components corresponding to each of said pixels having a display sequence characterized in that at least one of said color components is always displayed out of phase with the remainder of said color components corresponding to the same said pixel; and
 - 15 f. means for extracting said fundamental image from said compound image for viewing only by the viewer.
2. The image altering apparatus of claim 1, wherein each said related color component is of the same wavelength as said color component to which it corresponds.

3. The image altering apparatus of claim 2, wherein each of said related color components constitutes an inverse color component having an intensity which is determined as a function of said corresponding color component, such that the time-weighted average of said intensities of all said color components and said

WO 03/012772

PCT/US02/24821

corresponding inverse color components thereof is substantially the same for each of said compound color components of said compound image;

4. The image altering apparatus of claim 3, wherein each said compound color component is comprised of at least one said color component, time multiplexed alternately with at least one corresponding said inverse color component thereof.
5. The image altering apparatus of claim 3, wherein each said compound color component is comprised of at least one said color component, time multiplexed randomly with at least one said corresponding inverse color component thereof.
- 10
- 15
6. The image altering apparatus of claim 4, wherein said plurality of compound color components corresponding to each of said pixels have a cyclical display sequence characterized in that at least one said color component of one of said compound color components is out of phase with said color components of other said compound color components corresponding to the same said pixel.
7. The image altering apparatus of claim 3, wherein each said compound color component is comprised of at least one said color component, time multiplexed sequentially with at least one said inverse color component thereof.
- 20
- 25
8. The image altering apparatus of claim 7, wherein each said color component of each of said compound color components for each said pixel is time multiplexed with a corresponding said inverse color component in succession relative to each said color component of other said compound color components corresponding to the same said pixel.
9. The image altering apparatus of claim 7, wherein said plurality of compound color components at each of said pixels have a cyclical display sequence characterized in

WO 03/012772

PCT/US02/24821

that at least one said color component of one of said compound color components is out of phase with said color components of other said compound color components corresponding to the same said pixel.

5 10. The image altering apparatus of claim 7, wherein said plurality of compound color components at each of said pixels have a cyclical display sequence characterized in that at least one said inverse color component of one of said compound color components is out of phase with said inverse color components of other said compound color components corresponding to the same said pixel.

10 11. The image altering apparatus of claim 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, or 10, wherein said means for extracting said fundamental image includes at least one color filter, time-synchronized to block each said inverse color component of said compound image from the view of the viewer.

15 12. The image altering apparatus of claim 3, wherein said means for modifying said fundamental image includes electronic circuitry capable of generating a compound image signal representative of said compound image, said compound image signal having a plurality of compound color data components which are composed of at least one color data component, time multiplexed with at least one corresponding inverse color data component thereof, wherein each said color data component and said corresponding said inverse color data component are representative of one said color component and corresponding said inverse color component, respectively, of said compound image.

20 25 13. The image altering apparatus of claim 3, including means for generating an overlay image on said display, said overlay image having at least one overlay color component time multiplexed with a corresponding said compound color component

WO 03/012772

PCT/US02/24821

to produce an image visible to the naked eye which appears to be overlayed on said substantially featureless compound image.

14. The image altering apparatus of claim 13, wherein said overlay image includes a plurality of overlay color components corresponding to each of said pixels, at least one of said overlay color components of said overlay image being displayed out of phase with the remainder of said overlay color components corresponding to the same said pixel.

10 15. An image altering apparatus for providing confidential viewing of a fundamental display image by a viewer, comprising:

- a. a display comprised of a plurality of pixels;
- b. means for generating a fundamental image signal having a plurality of color data components corresponding to each of said pixels, each said color data component being representative of a color component of a fundamental image;
- c. means for modifying said fundamental image signal to generate a compound image signal having a plurality of compound color data components corresponding to each of said pixels;
- 20 d. each of said compound color data components being comprised of at least one said color data component of a predetermined amplitude, time multiplexed with at least one corresponding inverse color data component thereof, wherein each said inverse color data component has an amplitude which is determined as a function of said amplitude of said corresponding color data component, such that transmission of said compound image signal to said pixels will produce a substantially featureless image on said display;

WO 03/012772

PCT/US02/24821

- e. means for transmitting said compound image signal to said pixels, thereby displaying said substantially featureless image to the viewer on said display;
- 5 f. said plurality of compound color data components corresponding to each of said pixels having a display sequence characterized in that at least one said color data component of one of said compound color data components is out of phase with said color data components of other said compound color data components corresponding to the same said pixel; and
- 10 g. means for extracting said fundamental image from said substantially featureless image for viewing only by the viewer.

16. The image altering apparatus of claim 15, wherein each said inverse color data component of a corresponding said color data component is representative of a corresponding inverse color component, and said amplitude of each said inverse color data component is determined such that the time-weighted average of the intensities of all said color components and said corresponding inverse color components thereof is substantially the same for each of said pixels.

17. The image altering apparatus of claim 15, wherein said plurality of pixels cover only a portion of said display.

20

18. The image altering apparatus of claim 15, wherein each said inverse color data component is representative of an inverse color component of said substantially featureless image, and said means for extracting said fundamental image includes means for blocking each said inverse color component of said substantially featureless image from the view of the viewer.

25

WO 03/012772

PCT/US02/24821

19. The image altering apparatus of claim 18, wherein said means for extracting said fundamental image includes at least one color filter, time synchronized to block each said inverse color component of said substantially featureless image from the view of the viewer.
5
20. The image altering apparatus of claim 15, wherein each of said compound color data components is comprised of at least one said color data component, time multiplexed alternately with at least one corresponding said inverse color data
10 component thereof.
15
21. The image altering apparatus of claim 15, wherein each of said compound color data components is comprised of at least one said color data component, time multiplexed sequentially with at least one said inverse color data component thereof.
15
22. The image altering apparatus of claim 15, wherein each of said compound color data components is comprised of at least one said color data component, time multiplexed sequentially with a plurality of said inverse color data components
20 thereof.
25
23. The image altering apparatus of claim 21, wherein said means for modifying said fundamental image signal individually alternates at least one said color and corresponding inverse color data component in a sequential manner relative to at least one other said color and corresponding inverse color data components of the same said pixel.
25
24. The image altering apparatus of claim 22, wherein each said color data component of each of said compound color data components for each of said pixels is time
25

WO 03/012772

PCT/US02/24821

multiplexed with a corresponding said inverse color data component in cascading order relative to each said color data component of other said compound color data components corresponding to the same said pixel.

5 25. The image altering apparatus of claim 23 or 24, wherein each said inverse color data component is representative of an inverse color component of said substantially featureless image, and said means for extracting said fundamental image includes at least one color filter, time synchronized to block each said inverse color component of said featureless image from the view of the viewer.

10 26. The image altering apparatus of claim 15, wherein each of said compound color data components is comprised of a plurality of color data components representative of one said color component of said fundamental image.

15 27. The image altering apparatus of claim 26, wherein said plurality of color data components of each of said compound color data components are time multiplexed sequentially with at least one inverse color data component thereof.

20 28. The image altering apparatus of claim 27, wherein said plurality of compound color data components at each of said pixels have a cyclical display sequence characterized in that at least one said inverse color data component of one of said compound color data components is out of phase with said inverse color data components of other said compound color data components corresponding to the same said pixel.

25 29. The image altering apparatus of claim 28, wherein each said inverse color data component is representative of an inverse color component of said substantially featureless image, and said means for extracting said fundamental image includes at least one color filter, time synchronized to block each said inverse color component

WO 03/012772

PCT/US02/24821

of said substantially featureless image from the view of the viewer.

30. The image altering apparatus of claim 15, wherein each of said compound color data components is comprised of at least one said color data component, time 5 multiplexed randomly with at least one corresponding said inverse color data component.

31. The image altering apparatus of claim 15, including means for generating an overlay image signal, said overlay image signal having at least one overlay color data component time multiplexed with a corresponding said compound color data component to produce an image on said display which is visible to the naked eye, and which appears to be overlaid on said substantially featureless image. 10

32. The image altering apparatus of claim 31, wherein each said compound color data component corresponding to each said pixel has a corresponding overlay color data component which is sequentially transmitted to said pixel relative to other said 15 overlay color data components corresponding to the same said pixel.

33. The image altering apparatus of claim 31, wherein said overlay image signal includes a plurality of overlay color data components corresponding to each of said 20 pixels, and at least one of said overlay color data components is always transmitted to each of said pixels out of phase with the remainder of said overlay color data components corresponding to the same said pixel.

25 34. An image altering apparatus for providing confidential viewing of a fundamental display image by a viewer, comprising:

- a. a display comprised of a plurality of pixels;
- b. means for generating a fundamental image signal having a plurality of color data components corresponding to each of said pixels, each said color data

WO 03/012772

PCT/US02/24821

component being representative of a fundamental color component of a fundamental image;

5 c. means for modifying said fundamental image signal to generate a compound image signal having a plurality of compound color data components corresponding to each of said pixels;

10 d. each of said compound color data components being comprised of at least one said color data component of a predetermined amplitude, time multiplexed with at least one corresponding inverse color data component thereof, said color data component and corresponding said inverse color data component of at least one of said compound color data components for each of said pixels having a display sequence that is out of phase with that of other said compound color data components corresponding to the same said pixel;

15 e. each said inverse color data component being representative of an inverse color component and having an amplitude that is determined as a function of said amplitude of said corresponding color data component, such that the time-weighted average of the intensities of all said fundamental color components and corresponding said inverse color components is substantially equal for each of said pixels of said display;

20 f. means for transmitting said compound image signal to said pixels, thereby displaying a substantially featureless image composed of said fundamental and inverse color components to the viewer on said display; and

25 g. means for extracting said fundamental image from said substantially featureless image for viewing only by the viewer.

35. The image altering apparatus of claim 34, wherein said plurality of compound color data components corresponding to each of said pixels have a cyclical display

WO 03/012772

PCT/US02/24821

sequence determined in accordance with the following table:

R_F	R_I	R_I
G_F	G_I	G_I
B_F	B_I	B_I

5

a. where R_F , G_F , and B_F represent said color data components corresponding to the colors red, green and blue, respectively, of said color components of said fundamental image; and

10 b. where R_I , G_I , and B_I represent corresponding red, green and blue said inverse color data components of said color data components R_F , G_F , and B_F , respectively.

36. The image altering apparatus of claim 35, wherein said means for extracting said fundamental image from said substantially featureless image includes red, green, and blue colored filters, time synchronized with said display sequence of said 15 compound color data components to block each said inverse color component of said substantially featureless image from the view of the viewer.

37. The image altering apparatus of claim 34, wherein said plurality of compound color 20 data components corresponding to each of said pixels have a cyclical display sequence determined in accordance with the following table:

R_F	R_F	R_I
G_F	G_I	G_F
B_F	B_F	B_F

25

a. where R_F , G_F , and B_F represent said color data components corresponding to the colors red, green and blue, respectively, of said color components of said fundamental image; and

30 b. where R_I , G_I , and B_I represent corresponding red, green and blue said inverse color data components of said color data components R_F , G_F , and B_F , respectively.

WO 03/012772

PCT/US02/24821

38. The image altering apparatus of claim 37, wherein said means for extracting said fundamental image from said substantially featureless image includes yellow, magenta, and cyan colored filters, time synchronized with said display sequence of said compound color data components to block each said inverse color component of said substantially featureless image from the view of the viewer.

5

39. The image altering apparatus of claim 34, wherein said plurality of compound color data components corresponding to each of said pixels have a cyclical display sequence determined in accordance with the following table:

10

R_F	R_I
G_F	G_I
B_F	B_I

15

a. where R_F , G_F , and B_F represent said color data components corresponding to the colors red, green and blue, respectively, of said color components of said fundamental image; and

b. where R_I , G_I , and B_I represent corresponding red, green and blue said inverse color data components of said color data components R_F , G_F and B_F , respectively.

20

40. The image altering apparatus of claim 39, wherein said means for extracting said fundamental image from said substantially featureless image includes at least one color filter, time synchronized with said display sequence of said compound color data components to block said inverse color components of said substantially featureless image from the view of the viewer.

25

41. The image altering apparatus of claim 40, wherein said means for extracting said fundamental image includes a magenta colored filter and a green colored filter which alternate in sync with said display sequence of said compound color data

30

WO 03/012772

PCT/US02/24821

components to block said inverse color components of said substantially featureless image from the view of the viewer.

42. The image altering apparatus of claim 34, wherein said plurality of compound color
5 data components corresponding to each of said pixels have a cyclical display sequence determined in accordance with the following table:

R_F	R_I
G_F	G_I
B_I	B_F

10 a. where R_F , G_F , and B_F represent said color data components corresponding to the colors red, green and blue, respectively, of said color components of said fundamental image; and
b. where R_I , G_I , and B_I represent corresponding red, green and blue said inverse color data components of said color data components R_F , G_F , and B_F , respectively.

15 43. The image altering apparatus of claim 42, wherein said means for extracting said fundamental image from said substantially featureless image includes at least one color filter, time synchronized with said display sequence of said compound color components to block said inverse color components of said substantially featureless image from the view of the viewer.

20 44. The image altering apparatus of claim 43, wherein said means for extracting said fundamental image includes a yellow colored filter and a blue filter which alternate in sync with said display sequence of said compound color data components to block said inverse color components of said substantially featureless image from the view of the viewer.

25 30 45. The image altering apparatus of claim 34, wherein said plurality of compound color

WO 03/012772

PCT/US02/24821

data components corresponding to each of said pixels have a cyclical display sequence determined in accordance with the following table:

5

R_I	R_F
G_I	G_F
B_I	B_F

- a. where R_F , G_F , and B_F represent said color data components corresponding to the colors red, green and blue, respectively, of said color components of said fundamental image; and
- 10 b. where R_I , G_I , and B_I represent corresponding red, green and blue said inverse color data components of said color data components R_F , G_F , and B_F , respectively.

46. The image altering apparatus of claim 45, wherein said means for extracting said fundamental image from said substantially featureless image includes at least one color filter, time synchronized with said display sequence of said compound color data components to block said inverse color components of said substantially featureless image from the view of the viewer.

15

47. The image altering apparatus of claim 46, wherein said means for extracting said fundamental image includes a cyan colored filter and a red colored filter which alternate in sync with said display sequence of said compound color data components to block said inverse color components of said substantially featureless image from the view of the viewer.

20

48. The image altering apparatus of claim 34, including means for generating an overlay image signal to produce an image on said display which is visible to the naked eye, and which appears to be overlaid on said substantially featureless image, said overlay image signal having a corresponding overlay color data component

25

30

time multiplexed with each of said compound color data components corresponding

WO 03/012772

PCT/US02/24821

to each of said pixels, wherein said plurality of compound color data components and corresponding overlay color data components corresponding to each of said pixels have a cyclical display sequence determined in accordance with the following table:

5

R_F	R_I	R_O
G_O	G_I	
B_I	B_O	B_F

10 a. where R_F , G_F , and B_F represent said color data components corresponding to the colors red, green and blue, respectively, of said color components of said fundamental image;

b. where R_I , G_I , and B_I represent corresponding red, green and blue said inverse color data components of said color data components R_F , G_F , and B_F , respectively; and

15 c. where R_O , G_O , and B_O represent said overlay color data components corresponding to red, green, blue overlay color components, respectively, of said overlay image.

49. A method for providing confidential viewing of a fundamental display image by a viewer, comprising the steps of:

20 a. providing a display comprised of a plurality of pixels and means for generating a fundamental image on said display, whereby said fundamental image has a plurality of color components of a predetermined intensity and wavelength corresponding to each of said pixels;

25 b. modifying said fundamental image by time multiplexing each of said color components at each of said pixels with at least one corresponding inverse color component of the same said wavelength, wherein at least one of said color components of said fundamental image is always displayed out of

WO 03/012772

PCT/US02/24821

phase with the remainder of said color components, and each said inverse color component has an intensity which is determined as a function of the intensity of said corresponding color component, such that the composition of all color components and inverse color components forms a substantially featureless compound image; and

5

c. extracting said fundamental image from said compound image for viewing only by the intended viewer through time-synchronized means of blocking said inverse color components of said compound image from the view of the viewer.

10 50. The method set forth in claim 49, wherein said step of modifying said fundamental image includes time multiplexing each of said color components at each said pixel with at least one corresponding inverse color component thereof, such that the time-weighted average of the intensity of each said color component and all said corresponding inverse color components thereof is substantially the same as for all other said color components and corresponding inverse color components corresponding to the same said pixel.

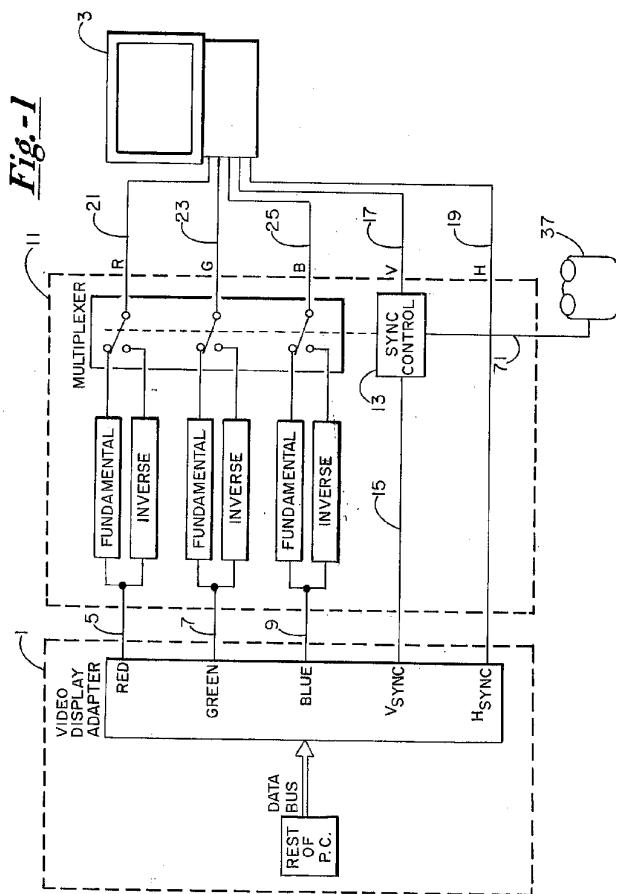
15

51. The method set forth in claim 49, wherein said step of extracting said fundamental image includes the use of at least one color filter, time synchronized to block said inverse color components of said compound image from the view of the viewer.

52. The method set forth in claim 49, including the step of providing means for generating an overlay image on said display which, to the naked eye, appears overlaid on said substantially featureless compound image, said overlay image being blocked from the view of the intended viewer through the use of said time-synchronized blocking means.

20

25



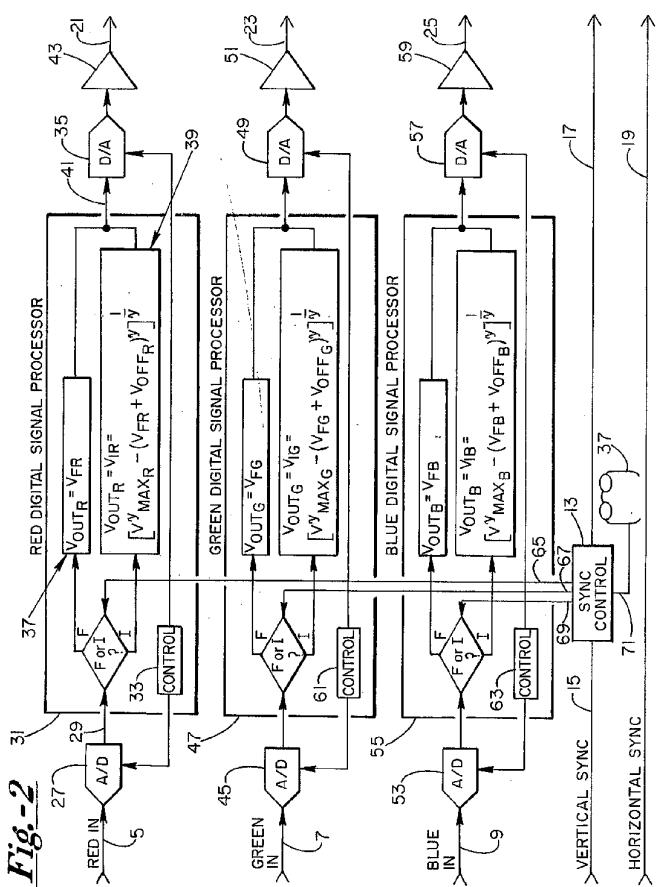
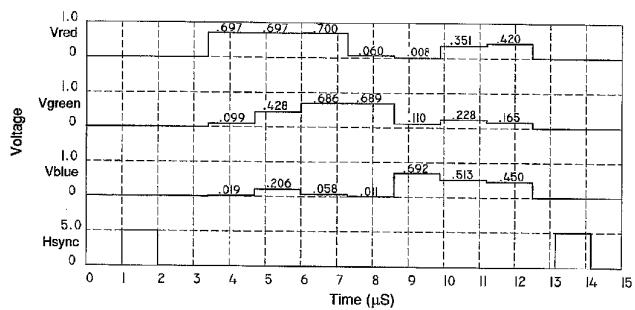
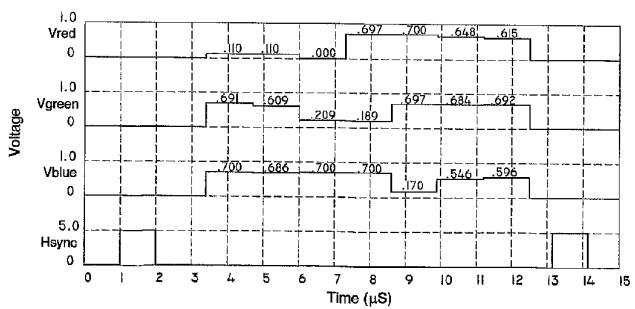
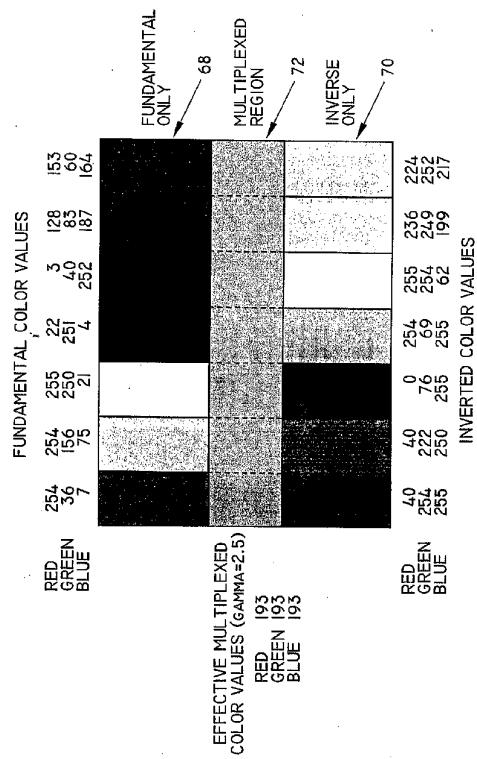
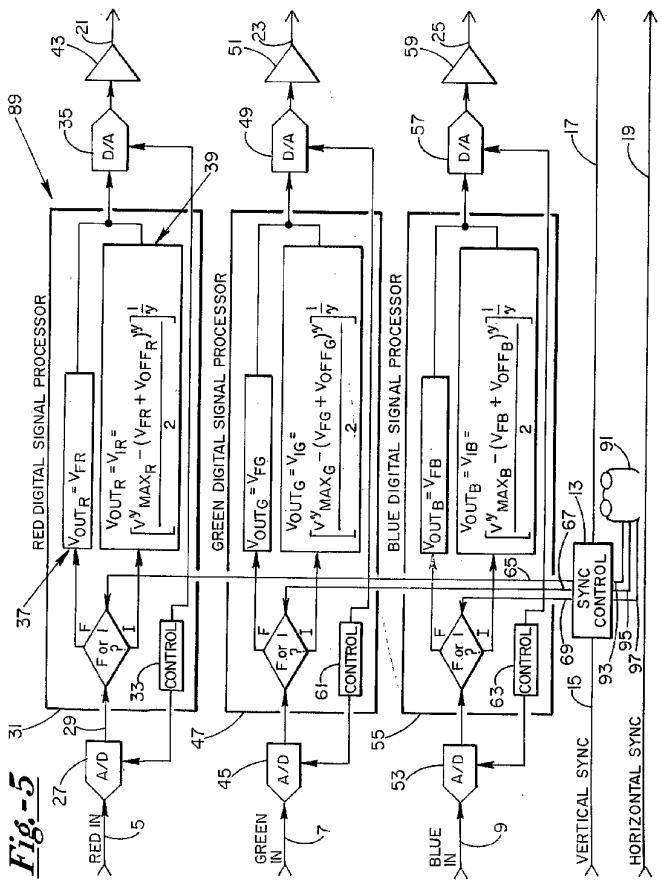


Fig.-3AFig.-3B





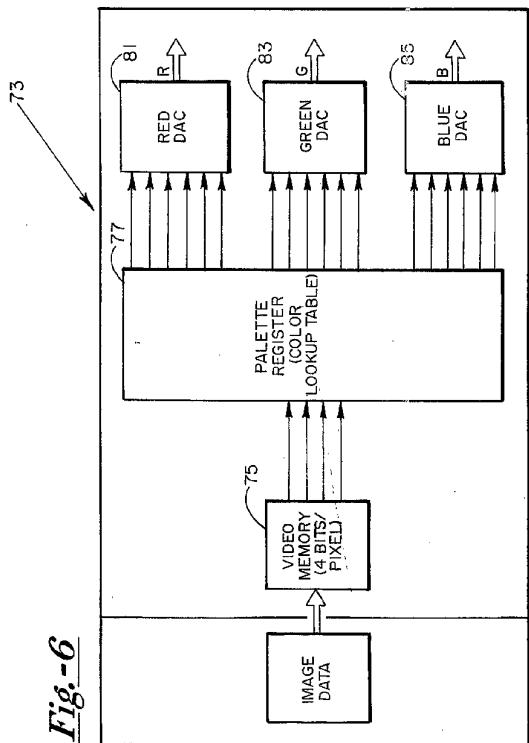


Fig. -6

Fig.-6A

	RED	GREEN	BLUE
0	0	0	0
1	0	0	42
2	0	42	0
3	0	42	42
4	42	0	0
5	42	0	42
6	42	21	0
7	42	42	42
8	21	21	21
9	21	21	63
10	21	63	21
11	21	63	63
12	63	21	21
13	63	21	63
14	63	63	21
15	63	63	63

DEFAULT VGA PALETTE CONTENTS

79

*Fig.-6B*CONVERTED VGA DEFAULT
COLOR VALUES FOR $\gamma=2.5$

	RED	GREEN	BLUE
0	63	63	63
1	63	63	53
2	63	53	63
3	63	53	53
4	53	63	63
5	53	63	53
6	53	61	63
7	53	53	53
8	61	61	61
9	61	61	0
10	61	0	61
11	61	0	0
12	0	61	61
13	0	61	0
14	0	0	61
15	0	0	0

87

【国際公開パンフレット（コレクトバージョン）】

(12) INTERNATIONAL APPLICATION PUBLISHED UNDER THE PATENT COOPERATION TREATY (PCT)

CORRECTED VERSION

(19) World Intellectual Property Organization
International Bureau(43) International Publication Date
13 February 2003 (13.02.2003)

PCT

(10) International Publication Number
WO 03/012772 A1

(51) International Patent Classification⁵: G09G 5/00, 15/10, 5/30 (74) Agents: SCHROEDER, Brian, et al.; Schröder & Siegfried, P.A., 222 South Ninth Street, Suite 2870, Minneapolis, MN 55402 (US).

(21) International Application Number: PCT/US02/24821 (81) Designated States (national): AU, CA, JP, KR, SG.

(22) International Filing Date: 30 July 2002 (30.07.2002) (84) Designated States (regional): European patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IL, LU, MC, NL, PT, SE, SK, TR).

(25) Filing Language: English (26) Publication Language: English

(30) Priority Data: 60/309,856 3 August 2001 (03.08.2001) US
10/205,864 24 July 2002 (24.07.2002) US (48) Date of publication of this corrected version: 14 August 2003

(71) Applicant: WATERSTRIKE INCORPORATED
[US/US], Suite 100, 684 Excelsior Boulevard, Excelsior, MN 55331 (US). (15) Information about Correction:
sec PCT Gazette No. 33/2003 of 14 August 2003, Section II

(72) Inventor: STRUYK, David, A.; 3921 Tramore Lane, Deephaven, MN 55391 (US). For two-letter codes and other abbreviations, refer to the "Guidance Notes on Codes and Abbreviations" appearing at the beginning of each regular issue of the PCT Gazette.



WO 03/012772 A1

(54) Title: SEQUENTIAL INVERSE ENCODING APPARATUS AND METHOD FOR PROVIDING CONFIDENTIAL VIEWING OF A FUNDAMENTAL DISPLAY IMAGE

(57) Abstract: An image altering apparatus which provides confidential viewing of a video display by means of time multiplexing the fundamental display image with a color-inverted image thereof on a pixel-by-pixel basis. Electronic circuitry and/or software are utilized to modify the fundamental image signal by time multiplexing its color data components with corresponding inverse color data components to generate a compound image signal which is representative of a substantially featureless image. Different multiplexing sequences of color data components and inverse color data components may be utilized at varying duty cycles to generate a compound image which is highly confidential and secure from unauthorized viewing. The fundamental image may be decoded and viewed only by those viewing the encoded image through specially designed eyeglasses incorporating time synchronized LCD shutters, variable polarizers, or color filters, which can selectively block inverted color components and/or demodulate the fundamental image to allow only the true fundamental color components to pass, thereby providing confidential and highly secure viewing of the fundamental image by the viewer.

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/US02/24821												
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC(7) : C09C 5/00, 15/10, 5/30 US CL : 345/7, 4 According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC														
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) U.S. : 345/7, 4, 92														
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched														
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) IEEE, East														
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left; padding: 2px;">Category *</th> <th style="text-align: left; padding: 2px;">Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages</th> <th style="text-align: left; padding: 2px;">Relevant to claim No.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="padding: 2px;">X</td> <td style="padding: 2px;">US 5,614,920 A (COTEUS et al) 21 November 1994 (21.11.1994), column 2, lines 30-53; column 2, lines 56-65; column 2, lines 46-55; column 1, lines 53-60; column 3, lines 1-15.</td> <td style="padding: 2px;">1-3, 12-16, 29-35, 46-52</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Y</td> <td style="padding: 2px;">US 5,028,004 A (MIYAKAWA et al) 02 July 1991 (02.07.1991), Fig. 5-6;</td> <td style="padding: 2px;">4-11, 17-28, 36-45</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Y</td> <td style="padding: 2px;">US 4,879,603 A (BERMAN) 07 November 1989 (07.11.1989), column 3, lines 59-68; column 4, lines 1-68.</td> <td style="padding: 2px;">4-11, 17-28, 36-45</td> </tr> </tbody> </table>			Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.	X	US 5,614,920 A (COTEUS et al) 21 November 1994 (21.11.1994), column 2, lines 30-53; column 2, lines 56-65; column 2, lines 46-55; column 1, lines 53-60; column 3, lines 1-15.	1-3, 12-16, 29-35, 46-52	Y	US 5,028,004 A (MIYAKAWA et al) 02 July 1991 (02.07.1991), Fig. 5-6;	4-11, 17-28, 36-45	Y	US 4,879,603 A (BERMAN) 07 November 1989 (07.11.1989), column 3, lines 59-68; column 4, lines 1-68.	4-11, 17-28, 36-45
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.												
X	US 5,614,920 A (COTEUS et al) 21 November 1994 (21.11.1994), column 2, lines 30-53; column 2, lines 56-65; column 2, lines 46-55; column 1, lines 53-60; column 3, lines 1-15.	1-3, 12-16, 29-35, 46-52												
Y	US 5,028,004 A (MIYAKAWA et al) 02 July 1991 (02.07.1991), Fig. 5-6;	4-11, 17-28, 36-45												
Y	US 4,879,603 A (BERMAN) 07 November 1989 (07.11.1989), column 3, lines 59-68; column 4, lines 1-68.	4-11, 17-28, 36-45												
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex.														
* Special categories of cited documents: "T" later documents published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention. "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance. "E" earlier application or patent published on or after the international filing date. "I" document which may throw doubt on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified). "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means. "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed. "R" document number of the same patent family.														
Date of the actual completion of the international search 25 September 2002 (25.09.2002)	Date of mailing of the international search report 17 DEC 2002													
Name and mailing address of the ISA/US United States Patent and Trademark Office Box PCT Washington, D.C. 20231 Facsimile No. (703)305-3230														
Authorized officer Michael Razavi Telephone No. 703-306-4377														

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 1998)

フロントページの続き

(51) Int.Cl.⁷

F I

テーマコード(参考)

G 0 9 G 3/20 6 6 0 H
G 0 9 G 3/36
G 0 9 G 5/02 B

(74)代理人 100093193

弁理士 中村 壽夫

(74)代理人 100104385

弁理士 加藤 勉

(74)代理人 100093414

弁理士 村越 祐輔

(74)代理人 100131141

弁理士 小宮 知明

(72)発明者 デイビッド エイ. ストライク

アメリカ合衆国 5 5 3 9 1 ミネソタ ディープヘイブン トランモア レイン 3 9 2 1

F ターム(参考) 5C006 AA22 AB01 AF13 AF27 AF46 AF51 AF53 AF61 AF85 BC16

BF14 BF24 FA41

5C080 AA05 AA06 AA10 BB05 CC03 DD22 EE24 EE30 JJ02 JJ04

5C082 BA02 BA12 BA34 BD02 BD09 CA12 CA81 CA82 DA86 MM05

专利名称(译)	顺序反转加密设备可提供对底层显示图像的安全查看		
公开(公告)号	JP2004537763A5	公开(公告)日	2005-12-22
申请号	JP2003517868	申请日	2002-07-30
[标]申请(专利权)人(译)	水公司罢工		
申请(专利权)人(译)	水公司罢工		
[标]发明人	デイビッドエイストライク		
发明人	デイビッド エイ. ストライク		
IPC分类号	G09G3/36 G09G3/20 G09G5/00 G09G5/02		
CPC分类号	G09G5/02 G09G3/001 G09G5/00 G09G5/006 G09G5/06 G09G5/14 H04N21/2347 H04N21/4405 H04N21/4408		
FI分类号	G09G3/20.660.R G09G3/20.611.F G09G3/20.632.G G09G3/20.642.J G09G3/20.650.M G09G3/20.660.H G09G3/36 G09G5/02.B		
F-TERM分类号	5C006/AA22 5C006/AB01 5C006/AF13 5C006/AF27 5C006/AF46 5C006/AF51 5C006/AF53 5C006/AF61 5C006/AF85 5C006/BC16 5C006/BF14 5C006/BF24 5C006/FA41 5C080/AA05 5C080/AA06 5C080/AA10 5C080/BB05 5C080/CC03 5C080/DD22 5C080/EE24 5C080/EE30 5C080/JJ02 5C080/JJ04 5C082/BA02 5C082/BA12 5C082/BA34 5C082/BD02 5C082/BD09 5C082/CA12 5C082/CA81 5C082/CA82 5C082/DA86 5C082/MM05		
代理人(译)	加藤 勉		
优先权	60/309856 2001-08-03 US 10/205864 2002-07-24 US		
其他公开文献	JP4038687B2 JP2004537763A		

摘要(译)

解决的问题：提供一种图像改变装置，该图像改变装置对基本显示图像及其每个像素的反色图像进行时分复用，并且在显示装置的安全性下提供视觉识别。电子电路或软件用于将基本图像信号的颜色数据分量37与相应的逆颜色数据分量39进行时分复用，以生成表示基本无特征的图像的合成图像信号，更改基本图像。颜色数据分量37和反向颜色数据分量39的不同复用序列可以与不同的占空比一起使用，以产生高度安全的合成图像，以防止未经授权的观看。只有观看者通过装有LCD快门，可变偏光镜或滤色镜的特殊眼镜37观看加密图像后，才能选择性地遮挡反色分量，而仅使基本色分量通过，可以对其进行解码和查看，从而使查看者可以非常安全地查看基本图像。