



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

内視鏡により観察する対象物に係る参照画像を予め記憶した記憶手段から前記参照画像を取得すると共に、前記内視鏡による複数の視点から各々同期して撮影された複数の画像のうち何れか1つを基準画像として取得し、該基準画像と異なる画像を視差画像として該基準画像と視差画像とから得られる立体画像を取得する取得手段と、

前記参照画像と、前記基準画像と、前記立体画像とが同期されて表示手段に表示されるように画像出力する画像出力手段と、

表示された少なくとも1つの画像に対する参照者の視線の経時変動を検出する検出手段と、

前記検出手段の検出結果に基づいて、前記視線の経時変動に係る前記参照画像、前記基準画像及び前記立体画像の少なくとも1つの画像の表示領域の大きさを変更する変更手段と、

を備えた画像処理装置。

**【請求項 2】**

前記基準画像は、広角撮影された広角画像であることを特徴とする請求項 1 に記載の画像処理装置。

**【請求項 3】**

前記検出手段は、前記参照者の視線の経時変動として、画像に対する視線滞留時間及び画像間の視線移動頻度の少なくとも一方を検出することを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載の画像処理装置。

**【請求項 4】**

前記検出手段は、対象物から内視鏡までの距離をさらに検出することを特徴とする請求項 1 ~ 請求項 3 の何れか 1 項に記載の画像処理装置。

**【請求項 5】**

前記変更手段は、前記立体画像の表示領域の大きさを変更することを特徴とする請求項 1 ~ 請求項 4 の何れか 1 項に記載の画像処理装置。

**【請求項 6】**

前記変更手段は、前記視線の経時変動に係る画像の表示領域を徐々に拡大または縮小することを特徴とする請求項 1 ~ 請求項 5 の何れか 1 項に記載の画像処理装置。

**【請求項 7】**

前記変更手段は、前記参照画像、前記基準画像及び前記立体画像の何れかの画像の表示領域内に、他の画像が重畳表示されるように表示領域の大きさを変更することを特徴とする請求項 1 ~ 請求項 6 の何れか 1 項に記載の画像処理装置。

**【請求項 8】**

前記変更手段は、前記参照画像、前記基準画像及び前記立体画像を予め定めた有効表示領域に表示するときに、各画像の表示領域に関する表示配分を定めて各画像の表示領域の大きさを変更することを特徴とする請求項 1 ~ 請求項 7 の何れか 1 項に記載の画像処理装置。

**【請求項 9】**

観察する対象物内における内視鏡の位置情報を受け付ける受付手段をさらに備え、

前記画像出力手段は、前記受け付けた位置情報による内視鏡の位置を少なくとも含む画像を出力する

ことを特徴とする請求項 1 ~ 請求項 8 の何れか 1 項に記載の画像処理装置。

**【請求項 10】**

前記取得手段は、前記基準画像と視差画像とに基づいて立体画像を生成する生成手段により得られる立体画像を取得することを特徴とする請求項 1 ~ 請求項 9 の何れか 1 項に記載の画像処理装置。

**【請求項 11】**

10

20

30

40

50

内視鏡により観察する対象物に関する参照画像を予め記憶した記憶手段から前記参照画像を取得すると共に、前記内視鏡による複数の視点から各々同期して撮影された複数の画像のうち何れか1つを基準画像として取得しかつ、該基準画像と異なる画像を視差画像として該基準画像と視差画像とから得られる立体画像を取得し、

前記参照画像と、前記基準画像と、前記立体画像とが同期されて表示手段に表示されるように画像出力し、

表示された少なくとも1つの画像に対する参照者の視線の経時変動を検出し、

前記検出手段の検出結果に基づいて、前記視線の経時変動に関する前記参照画像、前記基準画像及び前記立体画像の少なくとも1つの画像の表示領域の大きさを変更する画像処理方法。

10

#### 【請求項12】

内視鏡により観察する対象物に関する参照画像を予め記憶した記憶手段から前記参照画像を取得すると共に、前記内視鏡による複数の視点から各々同期して撮影された複数の画像のうち何れか1つを基準画像として取得しかつ、該基準画像と異なる画像を視差画像として該基準画像と視差画像とから得られる立体画像を取得する取得ステップと、

前記参照画像と、前記基準画像と、前記立体画像とが同期されて表示手段に表示されるように画像出力する画像出力ステップと、

表示された少なくとも1つの画像に対する参照者の視線の経時変動を検出する検出ステップと、

前記検出手段の検出結果に基づいて、前記視線の経時変動に関する前記参照画像、前記基準画像及び前記立体画像の少なくとも1つの画像の表示領域の大きさを変更する変更ステップと、

20

をコンピュータに実行させるための画像処理プログラム。

#### 【請求項13】

請求項1～請求項10の何れか1項に記載の画像処理装置と、

複数の視点から各々同期して撮影する複数の撮影装置を備えた内視鏡と、

対象物に関する参照画像を予め記憶した記憶手段と、

参照画像と、基準画像と、立体画像とを表示する表示手段と、

を備えた立体内視鏡装置。

#### 【発明の詳細な説明】

30

#### 【技術分野】

#### 【0001】

本発明は、画像処理装置、画像処理方法、画像処理プログラム、及び立体内視鏡装置に係り、特に内視鏡により対象物を観察するときの画像として立体画像を生成して提供する画像処理装置、画像処理方法、画像処理プログラム、及び立体内視鏡装置に関する。

#### 【背景技術】

#### 【0002】

従来より、内視鏡を用いて施術することが行われており、その内視鏡による観察画像を表示するシステムが知られている。このシステムでは、施術を円滑に進行させるために、表示する画像として、内視鏡による観察画像に併せて、予め対象物の周辺を含む部位の断層画像を再構築して得た参照用の3次元画像を提供するものもある。また、この3次元画像には、異なる2以上の視点から撮影された画像を用いて立体視用の画像を生成して提供するものもある。

40

#### 【0003】

例えば、仮想的な3次元画像を再構築して得たバーチャル画像、及び被検体像の観察画像を選択して表示することにより、操作性の良い被検体観察システムが提案されている(特許文献1参照)。特許文献1の被検体観察システムでは、予め対象物周辺についてCT(Computed Tomography)装置等により断層画像を得て再構築することで参照用の3次元画像(バーチャル画像)を得る。このバーチャル画像を確認用として参照しながら、術者は、内視鏡による対象物の観察画像を目視しつつ施術する。このとき、術者の意図する

50

バーチャル画像を参照可能とするために、リモコンや音等の指示により、画像を切り替えることを可能としている。

【0004】

また、独立して動作可能な複数の湾曲部を有する内視鏡と、各湾曲部の湾曲形状を観察部位に応じて立体視可能に制御する制御手段とを具備することで、生体の体腔内の処置部位を観察・処置に適した立体視可能な内視鏡装置が提案されている（特許文献2参照）。特許文献2の内視鏡装置では、術者の視線を検出して、術者の視線に応じて、立体視用の画像を生成するための2眼立体カメラの各々の視野を変更することで、内視鏡自体を動かすことなく立体画像の視野を変更することを可能としている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2004-357789号公報

【特許文献2】特開平6-105806号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかしながら、特許文献1の技術では、術者の意図するバーチャル画像等を参照可能とするために、リモコンや音等の指示により、術者等が画像切替を指示しなければならず、内視鏡操作と参照画像の両方を同時に観察しつつ施術を進めることは、疲労感や緊張感が多かった。すなわち、内視鏡による観察は挿入部分近傍の狭い範囲しか確認できないので、内視鏡を対象物（例えば患部）付近にまで到達させるために、内視鏡操作を実際の操作状況と内視鏡の挿入部分近傍画像の両方を見ながら、内視鏡を意図する位置まで進める必要があり、術者にとって、内視鏡操作（バーチャル画像）と被検体像の観察画像（または対象物の画像）の両方を同時に観察することは、疲労感や緊張感が多かった。このうえ、操作中に画像を切り替え指示することは、さらに疲労感や緊張感を増大させる。

【0007】

また、特許文献2の技術では、術者の視線に応じて、各カメラの視野を変更することで、内視鏡自体を動かさずに立体画像の視野を変更できるものの、対象物近傍の狭い範囲での確認についてである。内視鏡で対象物（例えば患部の）状況を立体視できることは術者にとって助けになるものの、内視鏡で立体視しようとする対象物近傍の狭い範囲しか確認できないため、内視鏡を対象物付近にまで到達させるためには、内視鏡操作を実際の操作状況を参照することが必要になる。従って、内視鏡操作を実際の操作状況と内視鏡の挿入部分近傍画像の両方を見ながら、内視鏡を意図する位置まで進める必要があり、術者にとって、内視鏡操作（直視）と患部画像の両方を同時に観察するときの疲労感や緊張感が解消されるものではない。

【0008】

本発明は、上記事実を考慮してなされたもので、画像を参照する参照者の疲労感や緊張感を緩和させることができる画像処理装置、画像処理方法、画像処理プログラム、及び立体内視鏡装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0009】

上記目的を達成するために、第1の発明の画像処理装置は、内視鏡により観察する対象物に関する参照画像を予め記憶した記憶手段から前記参照画像を取得すると共に、前記内視鏡による複数の視点から各々同期して撮影された複数の画像のうち何れか1つを基準画像として取得しかつ、該基準画像と異なる画像を視差画像として該基準画像と視差画像とから得られる立体画像を取得する取得手段と、前記参照画像と、前記基準画像と、前記立体画像とが同期されて表示手段に表示されるように画像出力する画像出力手段と、表示された少なくとも1つの画像に対する参照者の視線の経時変動を検出する検出手段と、前記検出手段の検出結果に基づいて、前記視線の経時変動に関する前記参照画像、前記基

10

20

30

40

50

準画像及び前記立体画像の少なくとも1つの画像の表示領域の大きさを変更する変更手段と、を備える。

【0010】

本発明の画像処理装置によれば、取得手段が、内視鏡により観察する対象物に係る参照画像を予め記憶した記憶手段から参照画像を取得する。これと共に、取得手段は、内視鏡による複数の視点から各々同期して撮影された複数の画像のうち何れか1つを基準画像として取得しかつ、該基準画像と異なる画像を視差画像として該基準画像と視差画像とから得られる立体画像を取得する。画像出力手段は、これら参照画像と、基準画像と、立体画像とが同期されて表示手段に表示されるように画像出力する。画像出力されて表示される画像は、参照者により目視される。この表示された少なくとも1つの画像に対する参照者の視線の経時変動を、検出手段によって検出する。この経時変動は、画像に対する参照者の視線の時系列的な方向変化についての量、差分量、速度、加速度、及び方向変化の回数や履歴等の目視状態を含んでいる。従って、検出手段では、画像に対する参照者の視線の経時変動である目視状態が検出される。

10

【0011】

変更手段は、検出手段の検出結果に基づいて、視線の経時変動に係る参照画像、基準画像及び立体画像の少なくとも1つの画像の表示領域の大きさを変更する。検出手段により検出された画像に対する参照者の視線の経時変動である目視状態から、例えば、参照画像、基準画像及び立体画像に対する参照者の注目画像や複数画像を関係して参照した関係画像を把握することができる。このため、検出手段の検出結果に応じた参照画像、基準画像及び立体画像の少なくとも1つの画像の表示領域の大きさを変更することにより、参照者の注目画像や関係画像の大きさを変更できる。

20

【0012】

このように、画像に対する参照者の視線の経時変動を検出した検出結果に基づいて、視線の経時変動に係る参照画像、基準画像及び立体画像の少なくとも1つの画像の表示領域の大きさを変更することによって、煩わしい操作等を実行することなく、画像を提示でき、これを参照する参照者の疲労感や緊張感を緩和させることができる。

【0013】

[2] 前記画像処理装置において、前記基準画像は、広角撮影された広角画像であることを特徴とする。内視鏡による観察は挿入部分近傍の狭い範囲しか確認できない。このため、より広範囲の画像で確認するために、基準画像として取得する内視鏡による複数の視点から各々同期して撮影された複数の画像のうち何れか1つを、広角撮影された広角画像とする。これにより、複数の視点から各々同期して撮影された複数の画像のうちから画角が相違する画像を得ることができ、参照者の疲労感や緊張感をより緩和させることが可能な画像を提供できる。

30

【0014】

[3] 前記画像処理装置において、前記検出手段は、前記参照者の視線の経時変動として、画像に対する視線滞留時間及び画像間の視線移動頻度の少なくとも一方を検出することを特徴とする。参照者は、その時点で注目する画像（注目画像）については凝視したり注意深く時間をかけて参照したりする。また、参照者が全体を把握したときや周辺部位を気遣うとき等には、複数画像を関係して参照する（関係画像）。例えば、この注目画像を特定するためには、視線滞留時間を検出することで視線の滞留先にある画像を注目画像として把握することが可能となる。また、関係画像を特定するためには、画像間の視線移動頻度を検出することで視線方向にある複数画像間の関係を把握できる。つまり画像を一定時間内に、ある画像から他の画像へ視線が移動した回数を把握することができる。また、視線滞留時間及び画像間の視線移動頻度の両方を検出することで、ある画像を一定時間内に目視した回数や画像を目視した時間、ある画像から他の画像へ視線が移動した回数と画像を目視した時間を把握できる。これによって、参照者が参照する画像、または複数画像の目視状態を把握でき、参照者の疲労感や緊張感をより緩和させることが可能な画像を提供できる。

40

50

## 【 0 0 1 5 】

[4] 前記画像処理装置において、前記検出手段は、対象物から内視鏡までの距離をさらに検出することを特徴とする。内視鏡による観察は挿入部分近傍の狭い範囲しか確認できないので、内視鏡を対象物（例えば患部）付近に到達したときに、例えば、対象物（例えば患部の）を立体視する等のように画像を参照したい等、参照者の注目画像が変化する場合がある。そこで、対象物から内視鏡までの距離をさらに検出して画像の大きさを変更することにより、参照者の疲労感や緊張感をより緩和させることが可能な画像を提供できる。対象物から内視鏡までの距離検出は、例えば対象物および内視鏡の位置を検出して計算すればよい。対象物の位置は、予め参照画像にマーキングしておきこれを検出してよく、参照画像にマーキングしてから検出するようにしてもよい。また、内視鏡の位置は、対象物内における内視鏡の位置を検知する検知部を備えて検出するようにしてもよく、画像処理により位置検出するようにしてもよい。

10

## 【 0 0 1 6 】

[5] 前記画像処理装置において、前記変更手段は、前記立体画像の表示領域の大きさを変更することを特徴とする。施術中の参照者は、注目しつつ参照する画像は、対象物を目視に近く提供されている立体画像であろう。そこで、視線の経時変動に基づき立体画像の表示領域の大きさを変更することによって、参照者が目視を望む画像を視線の経時変動に基づく大きさで優先的に提供できる。

## 【 0 0 1 7 】

[6] 前記画像処理装置において、前記変更手段は、前記視線の経時変動に係する画像の表示領域を徐々に拡大または縮小することを特徴とする。参照画像、基準画像及び立体画像の少なくとも1つの画像の表示領域の大きさを変更する場合、変更前後で大きさが急峻に切り替わるようにすることが効果的な場合もあるが、その切り替わりに違和感を感じさせる場合もある。そこで、表示領域を徐々に拡大または縮小することにより、大きさの変更について違和感を感じさせることがない。

20

## 【 0 0 1 8 】

[7] 前記画像処理装置において、前記変更手段は、前記参照画像、前記基準画像及び前記立体画像の何れかの画像の表示領域内に、他の画像が重畳表示されるように表示領域の大きさを変更することを特徴とする。複数画像を参照する場合、1画像の大きさの拡大縮小により他の画像の大きさが逆方向に変化する場合、例えば参照者が第1に目視を望む画像の大きさの大小により他の画像の大きさが連動する。この場合、参照者が他の画像の参照もしつつ施術している場合、違和感を感じさせてしまう。ある画像内に他の画像を重畳させて表示するようにすることで、ある画像の全体としての大きさは変動せずに、他の画像を効果的に提供できる。

30

## 【 0 0 1 9 】

[8] 前記画像処理装置において、前記変更手段は、前記参照画像、前記基準画像及び前記立体画像を予め定めた有効表示領域に表示するときに、各画像の表示領域に関する表示配分を定めて各画像の表示領域の大きさを変更することを特徴とする。ディスプレイ等の表示装置は、その表示について有効表示領域を定めて画像を表示する場合がある。この有効表示領域に、参照画像、基準画像及び立体画像を表示させるためには、各画像の表示領域に関する表示配分を定める必要がある。このように表示配分を定めて画像を表示させる場合には、表示配分の比率や表示配分内の大きさを変更することで各画像の表示領域の大きさを変更すればよい。

40

## 【 0 0 2 0 】

[9] 前記画像処理装置に、観察する対象物内における内視鏡の位置情報を受け付ける受付手段をさらに備え、前記画像出力手段は、前記受け付けた位置情報による内視鏡の位置を少なくとも含む画像を出力することを特徴とする。なお、内視鏡の位置を把握するためには、観察中に位置検出することが好ましい。そこで、観察する対象物内における内視鏡の位置情報を受付手段により受け付けることで、内視鏡の位置を把握でき、受け付けた内視鏡の位置を画像に表示させることで、参照者は内視鏡の位置を容易に把握することがで

50

きる。なお、内視鏡の位置は、観察中の内視鏡の先端位置を検出することが好ましい。また、内視鏡の位置を画像に表示させる場合、予め定めた対象物内における特定部位（例えば患部の位置）を含む画像を同時に出力することで、内視鏡と対象物の特定部位の関係を容易に把握することもできる。

【0021】

[10]前記画像処理装置では、前記取得手段は、前記基準画像と視差画像とに基づいて立体画像を生成する生成手段により得られる立体画像を取得することを特徴とする。このように、立体画像を生成する生成手段により得られる立体画像を取得することにより、立体画像を生成するための処理についての処理負荷を軽減することができる。

【0022】

[11]本発明の画像処理方法は、内視鏡により観察する対象物に関する参照画像を予め記憶した記憶手段から前記参照画像を取得すると共に、前記内視鏡による複数の視点から各々同期して撮影された複数の画像のうち何れか1つを基準画像として取得しかつ、該基準画像と異なる画像を視差画像として該基準画像と視差画像とから得られる立体画像を取得し、前記参照画像と、前記基準画像と、前記立体画像とが同期されて表示手段に表示されるように画像出力し、表示された少なくとも1つの画像に対する参照者の視線の経時変動を検出し、前記検出手段の検出結果に基づいて、前記視線の経時変動に関する前記参照画像、前記基準画像及び前記立体画像の少なくとも1つの画像の表示領域の大きさを変更する。

【0023】

[12]本発明の画像処理プログラムは、内視鏡により観察する対象物に関する参照画像を予め記憶した記憶手段から前記参照画像を取得すると共に、前記内視鏡による複数の視点から各々同期して撮影された複数の画像のうち何れか1つを基準画像として取得しかつ、該基準画像と異なる画像を視差画像として該基準画像と視差画像とから得られる立体画像を取得する取得ステップと、前記参照画像と、前記基準画像と、前記立体画像とが同期されて表示手段に表示されるように画像出力する画像出力ステップと、表示された少なくとも1つの画像に対する参照者の視線の経時変動を検出する検出ステップと、前記検出手段の検出結果に基づいて、前記視線の経時変動に関する前記参照画像、前記基準画像及び前記立体画像の少なくとも1つの画像の表示領域の大きさを変更する変更ステップと、をコンピュータに実行させる。

【0024】

[13]本発明の立体内視鏡装置は、前記画像処理装置と、複数の視点から各々同期して撮影する複数の撮影装置を備えた内視鏡と、対象物に関する参照画像を予め記憶した記憶手段と、参照画像と、基準画像と、立体画像とを表示する表示手段と、を備える。

【発明の効果】

【0025】

以上説明したように、本発明によれば、画像に対する参照者の視線の経時変動を検出した検出結果に基づいて、視線の経時変動に関する参照画像、基準画像及び立体画像の何れかの画像の表示領域の大きさを変更することによって、煩わしい操作等を実行することなく、画像を提示でき、参照者の疲労感や緊張感を緩和させることができる、という効果が得られる。

【図面の簡単な説明】

【0026】

【図1】本実施形態に係る立体内視鏡装置の概略構成図である。

【図2】本実施形態に係る立体内視鏡装置の内視鏡の先端部分の概略構成である。

【図3】本実施形態に係る立体内視鏡装置の電装装置の内部構成を示す概略ブロック図である。

【図4】本実施形態に係る立体内視鏡装置の電装装置の表示領域設定部の概念構成を示す機能ブロック図である。

【図5】表示領域設定部による表示領域の設定例を示すイメージ図である。

10

20

30

40

50

【図 6】第 1 実施形態における画像処理ルーチンの流れを示すフローチャートである。

【図 7】第 1 実施形態におけるモニタの有効表示領域内に表示される表示画像と表示領域の説明図であり、(A) は 2 D 画像と全体画像、(B) は 2 D 画像への一部表示の 3 D 画像、(C) は表示領域変更された 3 D 画像を示す。

【図 8】第 2 実施形態における画像処理ルーチンの流れを示すフローチャートである。

【図 9】第 2 実施形態におけるモニタの有効表示領域内に表示される表示画像と表示領域の説明図であり、(A) は 2 D 画像と全体画像、(B) は 2 D 画像への一部表示の 3 D 画像、(C) は表示領域変更された 3 D 画像を示す。

【図 10】第 3 実施形態における画像処理ルーチンの流れを示すフローチャートである。

【図 11】第 3 実施形態におけるモニタの有効表示領域内に表示される表示画像と表示領域の説明図であり、(A) は 2 D 画像と全体画像、(B) は 2 D 画像への一部表示の 3 D 画像、(C) は 3 D 画像に重畳した 2 D 画像、(D) は表示領域変更された 2 D 画像を示す。

10

【図 12】第 4 実施形態における画像処理ルーチンの流れを示すフローチャートである。

【図 13】第 4 実施形態におけるモニタの有効表示領域内に表示される表示画像と表示領域の説明図であり、(A) は 2 D 画像と全体画像、(B) は 2 D 画像への一部表示の 3 D 画像、(C) は 3 D 画像に重畳した 2 D 画像、(D) は表示領域変更された 3 D 画像を示す。

【図 14】第 5 実施形態における画像処理ルーチンの流れを示すフローチャートである。

【図 15】第 5 実施形態におけるモニタの有効表示領域内に表示される表示画像と表示領域の説明図であり、(A) は 2 D 画像と全体画像、(B) は 2 D 画像への一部表示の 3 D 画像、(C) は 3 D 画像に重畳した 2 D 画像、(D) は全体画像をさらに重畳した 3 D 画像を示す。

20

【発明を実施するための形態】

【0027】

以下、図面を参照して、本発明の実施の形態を詳細に説明する。なお、本実施の形態では、本発明の画像処理装置を立体内視鏡装置に適用した場合について説明する。

【0028】

〔第 1 実施形態〕

第 1 実施形態は、立体内視鏡装置において、表示される画像を参照する参照者（例えば、術者）の視線の方向を検出して、画像間（例えば広角画角の撮影光学系により得る広角画像と、内視鏡を対象物（例えば被検体）の目的部位（例えば患部）へ導くためのナビゲーション画像等の全体画像との間）の視線移動頻度や、各画像の視線滞留時間を求めて、これに基づき広角画像または立体視用画像（内視鏡により撮影された画像より得る立体画像）の表示領域を変更するものである。

30

【0029】

図 1 は、第 1 実施形態に係る立体内視鏡装置 1 の概略構成図である。図 1 に示すように、立体内視鏡装置 1 は、内視鏡 2、電源ボタン 3、電装装置 4 及び画像表示のためのモニタ 7 を備えている。また、立体内視鏡装置 1 には、各種操作ボタン 8 およびフレキシブルディスクや CD ROM、DVD ディスク等の記録メディア 29 にアクセスしてデータ等の書き込み及び読み込みする装置の制御を行う表示制御部 26 を備えている。

40

【0030】

図 2 は、内視鏡 2 の先端部分 2 A の概略構成である。図 2 に示すように、内視鏡 2 は、2 つの撮影部 21 A、21 B が配設されている。また、内視鏡 2 は、図示しない光源装置からの光を対象物へ照明するための照明部 43、及び内視鏡 2 の位置検出のための位置センサ 42 を備えている。照明部 43 には、照明光を伝達する図示しないライトガイドが挿通配設される。なお、本実施の形態では、撮影部 21 A と撮影部 21 B とについて、撮影光学系の画角を相違するものを用いている。撮影部 21 A は広角画像を得るための広角画角の撮影光学系であり、撮影部 21 B は標準画像を得るための標準画角の撮影光学系である。撮影部 21 A、21 B は、被写体を見込む輻輳角を持って、予め定められた基線長と

50

なるように配置されている。なお、撮影部 2 1 A、2 1 B は、画角が相違するため、上記基線長及び輻輳角で被写体を撮影するときに、撮影部 2 1 A、2 1 B により撮影された画像の大きさが一致するように、撮影部 2 1 A による撮影画像からトリミングした一部画像を用いて立体画像を生成することができる（詳細後述）。

#### 【0031】

図 3 は、本実施形態の立体内視鏡装置 1 に係る電装装置 4 の内部構成を示す概略ブロック図である。図 3 に示すように、電装装置 4 は、2 つの撮影部 2 1 A、2 1 B からの撮影信号を受け取るインタフェース部（I/F 部）4 0、撮影制御部 2 2、画像処理部 2 3、圧縮／伸長処理部 2 4、フレームメモリ 2 5、メディア制御部 2 6、内部メモリ 2 7、表示制御部 2 8、及び CPU 3 5 を備えている。CPU 3 5 は、各種操作ボタン 8 からの入力を受け付けると共に、各種プログラムを実行する。

10

#### 【0032】

撮影制御部 2 2 は、図示しない露出処理部を含み、露出処理部は撮影部 2 1 A、2 1 B により撮影した撮影画像について周知の手法により最適な露出値（例えば、絞り値とシャッタ速度）とを決定し、撮影部 2 1 A、2 1 B に出力する。なお、撮影制御部 2 2 は、撮影範囲についてスルー画像を、所定時間間隔（例えば 1 / 3 0 秒間隔）にて順次取得させる指示を撮影部 2 1 A、2 1 B に対して行うことができる。

#### 【0033】

画像処理部 2 3 は、撮影部 2 1 A、2 1 B が取得した左画像及び右画像のデジタルの画像データに対して、ホワイトバランスを調整する処理、階調補正、シャープネス補正、及び色補正等の画像処理を施す。

20

#### 【0034】

圧縮／伸長処理部 2 4 は、画像処理部 2 3 によって処理が施された左画像及び右画像を表す画像データに対して、例えば、J P E G 等の圧縮形式で圧縮処理を行い、立体視用の画像ファイルを生成する。ここで、撮影部 2 1 A、2 1 B は、画角が相違するため、基線長及び輻輳角で被写体を撮影するときに、各撮影画像による立体画像を生成するための大きさが一致するように、撮影部 2 1 A による撮影画像（広角画像）からトリミングした一部画像と、撮影部 2 1 B による撮影画像（標準画像）を用いて立体視用の画像ファイルを生成する。このために利用される各種情報は内部メモリ 2 7 に記憶される。なお、立体視用の画像ファイルには、左画像及び右画像の画像データを含み、E x i f フォーマット等に基づいて、基線長、輻輳角、及び撮影日時等の付帯情報、並びに視点位置を表す視点情報を格納するようにしてもよい。

30

#### 【0035】

フレームメモリ 2 5 は、撮影部 2 1 A、2 1 B が取得した左画像及び右画像を表す画像データに対して、前述の画像処理部 2 3 が行う処理を含む各種処理を行う際に使用する作業用メモリである。

#### 【0036】

メディア制御部 2 6 は、記録メディア 2 9 にアクセスして画像ファイル等の書き込み及び読み込みの制御を行う。

#### 【0037】

内部メモリ 2 7 は、電装装置 4 において用いられる各種定数、及び CPU 3 5 が実行するプログラム等を記憶する。

40

#### 【0038】

表示制御部 2 8 は、撮影時にフレームメモリ 2 5 に格納された左画像及び右画像から生成された立体視用画像をモニター 7 に表示させたり、後述するナビゲーション画像を表示させたり、撮影部 2 1 A による撮影画像（広角画像）をそのまま表示させたりする。

#### 【0039】

また、インタフェース部 4 0 には、位置センサ 4 2 と方向センサ 4 4 からの検出信号が入力されるように位置センサ 4 2 と方向センサ 4 4 が接続されている。位置センサ 4 2 は、患者等の対象物内における内視鏡 2 の先端部分 2 A の位置を検出する。この位置検出に

50

より、全体画像メモリ 3 2 に記憶された全体画像内に内視鏡 2 の先端部分 2 A を描画することができる。方向センサ 4 4 は、画像を参照する参照者（例えば、術者）の視線の方向を検出するものである。方向センサ 4 4 の一例には、参照者の眼球を少なくとも含む顔部分を撮影して、その眼球の移動を検知することにより参照者の視線の方向を検出する装置が挙げられる。また他例としては、参照者にメガネ等の補助具を装着してもらい、その補助具に眼球の移動を検知するセンサを設けて、眼球の移動を検知することにより参照者の視線の方向を検出する装置が挙げられる。

【 0 0 4 0 】

電装装置 4 は、全体画像メモリ 3 2 を備えている。この全体画像メモリ 3 2 は、内視鏡を対象物の目的部位へ導くためのナビゲーション画像や目的部位周辺を確認するための参照画像としてモニタの表示画面に表示可能とする全体画像に関する画像データを記憶するものである。全体画像に関する画像データの一例は、断層像から構築した画像データがある。例えば、まず X 線 C T (Computed Tomography) 装置等により被検体の断層像を撮像することで、患者等の対象物内の 3 次元領域の画像データを得る。この C T 装置は、X 線照射・検出を連続的に回転させつつ対象物を体軸方向に連続送りすることにより、対象物の 3 次元領域について螺旋状の連続スキャン（ヘリカルスキャン：helical scan）を行い、3 次元領域の連続するスライスの断層像から、3 次元な仮想的な全体画像を生成する。電装装置 4 は、位置センサ 4 2 の検出信号による内視鏡 2 の先端位置に連動して全体画像を読み取って表示させたり、予め定めた対象物の特定位置（患部）周辺の全体画像を読み取って表示させたりする。

10

20

【 0 0 4 1 】

また、電装装置 4 は、3 次元処理部 3 0、及びナビゲーション画像処理部 3 3 を備える。

【 0 0 4 2 】

3 次元処理部 3 0 は、左画像及び右画像をモニタ 7 の一部または全部に立体視表示を行うために、左画像及び右画像に 3 次元処理を行って立体視用画像を生成する。

【 0 0 4 3 】

ナビゲーション画像処理部 3 3 は、立体内視鏡装置 1 における立体視用画像を含む画像表示を適切なものとするために、各画像の表示領域を設定したりその大きさを変更したりする（詳細は後述）。

30

【 0 0 4 4 】

ナビゲーション画像処理部 3 3 は、頻度演算部 5 1、時間演算部 5 2、距離演算部 5 3 を含む目視状態演算部 5 0 と、表示領域設定部 5 4 とを備えている。頻度演算部 5 1 は、方向センサ 4 4 の検出値から画像を参照する参照者の視線について、画像間の視線移動頻度や任意の画像から他の画像に視線が切り替わる頻度を求めるためのものである。時間演算部 5 2 は、方向センサ 4 4 の検出値から画像を参照する参照者の視線について、視線の滞留時間を計測するものである。視線の滞留に対しては、視線方向について予め滞留していると判別する微小立体角を設定してもよい。距離演算部 5 3 は、位置センサ 4 2 の検出値と、予め定めた対象物の位置（例えば患部）の位置とから、内視鏡 2 の先端部分 2 A と予め定めた対象物の位置（例えば患部）との距離を演算するものである。

40

【 0 0 4 5 】

なお、目視状態演算部 5 0 は、これら頻度演算部 5 1、時間演算部 5 2、距離演算部 5 3 に限定されるものではなく、画像を参照する参照者の視線の経時変動を求めるものを含めばよく、経時変動としては、画像に対する参照者の視線の時系列的な方向変化についての量、差分量、速度、加速度、及び方向変化の回数や履歴等の目視状態を含んでもよい。また、目視状態演算部 5 0、または頻度演算部 5 1、時間演算部 5 2 および距離演算部 5 3 の少なくとも 1 つについて、ハードウェア装置で構成してもよく、上述のハードウェア資源を用いたプログラム実行によるソフトウェアで構成してもよい。

【 0 0 4 6 】

図 4 は、表示領域設定部 5 4 の概念構成を示す機能ブロック図である。図 4 に示すよう

50

に、表示領域設定部 5 4 は、2つの撮影部 2 1 A からの撮影画像（広角画像、図 4 では、2 D 画像）の表示領域を担当する表示領域設定部 5 5 A、撮影部 2 1 A、2 1 B により生成された立体視用画像（立体画像、図 4 では、3 D 画像）の表示領域を担当する表示領域設定部 5 5 B、全体画像メモリ 3 2 から読み取ったナビゲーションのための画像（全体画像、図 4 では、全体画像）の表示領域を担当する表示領域設定部 5 5 C、及び設定部 5 5 Z から構成されている。表示領域設定部 5 4 は、目視状態演算部 5 0 により決定された目視状態の状態値が入力されると、広角画像、立体視用画像、ナビゲーションのための画像（図 4 の 2 D 画像、3 D 画像、全体画像）の各々の位置及び大きさを定める。

#### 【 0 0 4 7 】

図 5 は、表示領域設定部 5 4 による表示領域の設定例を示すイメージ図である。図 5 に示すように、表示領域設定部 5 4 は、有効表示領域 6 0 内に、撮影部 2 1 A からの撮影画像（広角画像、図 4 では、2 D 画像）の表示領域 6 2、撮影部 2 1 A、2 1 B により生成された立体視用画像（立体画像、図 4 では、3 D 画像）の表示領域 6 4、全体画像メモリ 3 2 から読み取ったナビゲーションのための画像（全体画像、図 4 では、全体画像）の表示領域 6 6 が、各画像の表示のため画像中心位置 7 2、7 4、7 6 を中心として配置されるように設定する。詳細を後述するように、画像中心位置 7 2、7 4、7 6 において各々設定された大きさの表示領域 6 2、6 4、6 6 の大きさや位置が変更される。

10

#### 【 0 0 4 8 】

図 5 の例では、有効表示領域 6 0 内に、広角画像（2 D 画像）の表示領域 6 2、立体視用画像（3 D 画像）の表示領域 6 4、ナビゲーションのための画像（全体画像）の表示領域 6 6 が、配置される場合を示しているが、これに限定されるものではない。例えば、分断線 6 1 を境界として、表示領域 6 2 及び表示領域 6 4 を含む第 1 有効表示領域 6 0 A と、表示領域 6 6 を含む第 2 有効表示領域 6 0 B とからなる有効表示領域 6 0 としてもよい。この場合、第 1 有効表示領域 6 0 A と第 2 有効表示領域 6 0 B とを各々別モニタに表示させてもよい。このときには、表示を同期させることが好ましい。

20

#### 【 0 0 4 9 】

なお、本実施形態では、立体視用の画像表示についての詳述を省略するが、周知の手法によって、容易に立体視用の画像表示は可能である。一例としては、立体視用として視差を有する左眼用画像及び右眼用画像を生成しておき、立体視用の画像表示をするときに、画像表示に同期して、左眼用画像表示のときに左眼のみ目視可能としかつ右眼用画像表示のときに右眼のみ目視可能とするように、画像提示すればよい。この場合、図 3 に点線出示すように、メガネ等の補助具に、左眼と右眼とを切り替える表示選択装置 4 6 を設けて、立体視用の画像表示に同期して切り替えればよい。

30

#### 【 0 0 5 0 】

また、立体視用の画像表示については、モニタ 7 に同様の装置を設けても良い。例えば、モニタ 7 に、左眼用画像及び右眼用画像に同期して、左眼用画像では参照者の左眼への指向性を有して画像表示しかつ右眼への指向性を有して画像表示する指向性表示制御装置を設けて、立体視用の左右の画像表示に同期して切り替え表示すればよい。

#### 【 0 0 5 1 】

次に、図 6 を参照して、第 1 実施形態の立体内視鏡装置 1 における画像処理ルーチンについて説明する。

40

#### 【 0 0 5 2 】

ステップ 1 0 0 では、内視鏡 2 が挿入されると撮影部 2 1 A、2 1 B による撮影が開始され、広角で撮影された撮影部 2 1 A からの広角側撮影画像（以下、2 D 画像という）及び標準画角で撮影された撮影部 2 1 B からの撮影画像（以下、標準画像という）を取得し、かつ全体画像メモリ 3 2 から全体画像を取得する。なお、この全体画像は、予め設定した患部 1 5 4 付近の全体画像でもよく、位置センサ 4 2 で検出した位置を含む全体画像でもよい。このステップ 1 0 0 では、撮影部 2 1 A、2 1 B の各画像から生成された立体視用画像（以下、3 D 画像という。）を取得してもよい。この場合、上述のように撮影部 2 1 A、2 1 B は画角が相違するため、2 D 画像である撮影部 2 1 A による撮影画像からト

50

リミングした画像が右画像として画像生成されると共に、標準画像である撮影部 2 1 B による撮影画像を左画像として、これらの右画像と左画像を用いて立体視用の画像ファイルが生成される。この画像ファイルを立体視用画像 ( 3 D 画像 ) として取得する。

【 0 0 5 3 】

次のステップ 1 0 2 では、2 D 画像及び全体画像をモニタ 7 に表示させる画像表示信号を出力する。ここでは、予め定めた画像の有効表示領域 ( モニタ 7 の表示領域 ) について 2 D 画像及び全体画像を初期値により配分する。一例としては、図 7 ( A ) に示すように、モニタ 7 の有効表示領域 6 0 内に表示される表示画像 1 4 0 は、2 D 画像 1 4 2 と全体画像 1 4 6 との大きさを初期値 ( 均等配分 ) に設定し、表示させる。なお、図 7 ( A ) は、左側の表示領域 6 2 に 2 D 画像 1 4 2 が表示され、右側の全体画像の表示領域 6 6 内に全体画像 1 4 6 が表示され、その全体画像 1 4 6 中に、参照者 ( 術者 ) が注目すべき対象物の部位 ( 患部 ) 1 5 4 と、患部 1 5 4 から予め定めた所定距離  $X_0$  を示す境界線 1 5 0 と、内視鏡 2 の先端部位 1 5 2 とが表示されたものを示している。

10

【 0 0 5 4 】

次のステップ 1 0 4 では全体画像中における内視鏡 2 と患部 1 5 4 との距離  $X$  を求めて、距離  $X$  が所定距離  $X_0$  以内のときステップ 1 0 6 で肯定され、ステップ 1 0 8 へ進み、画像表示領域の変更処理へと移行する。一方、距離  $X$  が所定距離  $X_0$  を超えるときにはステップ 1 0 6 で否定され、ステップ 1 0 2 へ戻る。ステップ 1 0 4 の距離  $X$  の計算は、目視状態演算部 5 0 の距離演算部 5 3 により実行される。

【 0 0 5 5 】

次に、ステップ 1 0 8 では、2 D 画像 1 4 2 の一部に 3 D 画像 1 4 8 を表示させる。具体的には、図 7 ( B ) に示すように、表示領域 6 2 の一部に表示領域 6 4 を設けて、3 D 画像 1 4 8 を表示させる。この例では、表示領域 6 2 の表示領域の大きさに対して、上部に 2 D 画像の表示領域 6 2、下部に 3 D 画像の表示領域 6 4 を設定した場合を示している。また、3 D 画像 1 4 8 内には、方向センサ 4 4 により参照者 ( 術者 ) の視点 1 5 6 を求め、その視点 1 5 6 が表示された場合を示している。なお、表示領域の設定は、分割でもよく、重畳でもよい。すなわち、2 D 画像 1 4 2 の表示領域 6 2 に対して表示領域を図 7 ( B ) に示すように上下に配分し、各表示領域内に画像を拡大縮小して表示させる。または、2 D 画像 1 4 2 の 6 2 に対して表示領域の大きさを図 7 ( B ) に示すように上下に配分し、各表示領域に見合う大きさの画像をトリミングして表示させるようにしてもよい。画像の拡大縮小と、トリミングは組み合わせも可能である。

20

30

【 0 0 5 6 】

このように、全体画像中における内視鏡 2 と患部 1 5 4 との距離  $X$  を求めて、距離  $X$  が所定距離  $X_0$  以内のときに、2 D 画像 1 4 2 の一部に 3 D 画像 1 4 8 を表示させることで、患部 1 5 4 に内視鏡 2 が近づいたとき、参照者 ( 術者 ) に対して 3 D 画像 1 4 8 を提供できる。このため、患部 1 5 4 に至るまでに画像を参照する参照者の疲労感や緊張感を緩和させることができる。

【 0 0 5 7 】

次に、ステップ 1 1 0 では、表示画像 1 4 0 について、3 D 画像 1 4 8 への参照者 ( 術者 ) の視線滞留時間  $T$  を計算し、視線滞留時間  $T$  が所定時間  $T_0$  以上になるとステップ 1 1 2 で肯定され、ステップ 1 1 4 において 3 D 画像 1 4 8 の表示領域 6 4 を徐々に広げる。具体的には、図 7 ( B ) 及び図 7 ( C ) に示すように、領域高さが  $s_1$  であった 3 D 画像 1 4 8 から領域高さが  $s_2$  へ 3 D 画像 1 4 8 の大きさを変更する。この領域高さを  $s_1$  から  $s_2$  へ変更するときには、一定量ずつ増加させることにより徐々に 3 D 画像 1 4 8 の表示領域 6 4 を広げる。ステップ 1 1 0 の時間  $T$  の計算は、目視状態演算部 5 0 の時間演算部 5 2 により実行される。

40

【 0 0 5 8 】

次に、ステップ 1 1 6 では、方向センサ 4 4 による参照者 ( 術者 ) の視線の方向 ( 視点 1 5 6 ) を求め、その経時変化として、所定時間内における 2 D 画像 1 4 2 と 3 D 画像 1 4 8 の画像間における視線移動頻度  $H_a$  を求める。このステップ 1 1 6 の視線移動頻度  $H$

50

a の計算は、目視状態演算部 50 の頻度演算部 51 により実行される。求めた  $H_a$  が所定頻度  $h_1$  以上になるとステップ 118 で肯定され、ステップ 120 において 3D 画像 148 の表示領域 64 を徐々に狭くして、ステップ 122 へ進む。一方、ステップ 118 で否定されると、ステップ 132 において 3D 画像 148 の表示領域 64 の大きさを変更することなく、ステップ 122 へ進む。

【0059】

ステップ 122 では、現在の 3D 画像 148 を表示している表示領域 64 の面積を求めることで 3D 画像領域  $R$  を求め、画像領域  $R$  が所定領域  $r_0$  以上になるとステップ 124 で肯定され、操作ボタン 8 により終了指示がなされた場合は（ステップ 126 で肯定）本ルーチンを終了する。終了指示がなされていない場合は（ステップ 126 で否定）、ステップ 110 へ戻り、上記処理を繰り返し実行する。一方、画像領域  $R$  が所定領域  $r_0$  未満の場合、ステップ 124 で否定され、ステップ 102 へ戻り、上記処理を繰り返す。

10

【0060】

一方、ステップ 110 における 3D 画像 148 への参照者（術者）の視線滞留時間  $T$  が所定時間  $T_0$  未満の場合には、ステップ 112 で否定され、ステップ 128 へ進む。ステップ 128 では、方向センサ 44 による参照者（術者）の視線の方向（視点 156）を求め、その経時変化として、所定時間内における 2D 画像 142 と全体画像 146 の画像間における視線移動頻度  $H_b$  を求める。このステップ 128 の視線移動頻度  $H_b$  の計算は、目視状態演算部 50 の頻度演算部 51 により実行される。求めた視線移動頻度  $H_b$  が所定頻度  $h_2$  以上になるとステップ 130 で肯定され、ステップ 132 へ進む。一方、ステップ 130 で否定されると、ステップ 134 において、3D 画像 148 の表示領域 64 を徐々に狭くして、ステップ 122 へ進む。

20

【0061】

以上説明したように、本実施形態の立体内視鏡装置よれば、3D 画像 148 への参照者（術者）の視線滞留時間  $T$  が所定時間  $T_0$  以上になると 3D 画像 148 の表示領域 64 を徐々に広げている。また、参照者（術者）の視線方向（視点 156）の経時変化として、所定時間内における 2D 画像 142 と 3D 画像 148 の画像間における視線移動頻度  $H_a$  と、2D 画像 142 と全体画像 146 の画像間における視線移動頻度  $H_b$  から、3D 画像 148 の表示領域 64 を拡大縮小している。このように参照者の画像に対する注目の度合いに応じて、3D 画像 148 を注視する参照者（術者）に対して拡大縮小して画像を提供することによって、参照者の疲労感や緊張感を緩和させることができる。

30

【0062】

なお、本実施形態では、画像間における視線移動頻度に応じて表示領域を拡大縮小する場合を説明したが、視線移動頻度と視線滞留時間とを組み合わせても良い。例えば、視線移動頻度と視線滞留時間とを予め定めた係数を付与して乗じた計算値を用いても良い。この組み合わせにより、各々の画像に対する注目の度合いを数値化できる。この数値化した画像について、3D 画像の注目順位を基準として拡大縮小に用いても良い。

【0063】

〔第 2 実施形態〕

次に、第 2 実施形態について説明する。第 2 実施形態の立体内視鏡装置の構成は、第 1 実施形態と同一であるため、説明を省略する。

40

【0064】

第 2 実施形態は、第 1 実施形態の立体内視鏡装置において、内視鏡の位置をさらに検出し、その結果を考慮して、視線の方向による画像間の視線移動頻度や、各画像の視線滞留時間から広角画像または立体視用画像（内視鏡により撮影された画像より得る立体画像）の表示領域を変更するものである。

【0065】

図 8 を参照して、第 2 の実施の形態の電装装置における画像処理ルーチンについて説明する。なお、第 1 実施形態の画像処理ルーチンと同一の処理については、同一の符号を付して説明を省略し、以下、異なる部分を説明する。また、図 8 は、図 6 と相違する追加部分

50

を示した。

【0066】

ステップ100～108において、広角側撮影画像（2D画像）、全体画像、立体視用画像（3D画像）を取得し、全体画像中における内視鏡2と患部154とが接近すると（距離Xが所定距離X0以内）、2D画像142の一部に3D画像148を表示させる（図9（A）、及び図9（B）参照）。次のステップ110では、表示画像140について、3D画像148への参照者（術者）の視線滞留時間Tを計算し、視線滞留時間Tが所定時間T0以上になるとステップ112で肯定され、ステップ202へ進み、否定されるとステップ128へ進む。

【0067】

ステップ202では、全体画像中における内視鏡2と患部154との距離Yを求めて、距離Yが所定距離Y0以内のときステップ204で肯定され、ステップ114へ進み、3D画像148の表示領域64を徐々に広げる画像表示領域の変更処理へと移行する。具体的には、図9（B）及び図9（C）に示すように、領域高さがs1であった3D画像148から領域高さがs3へ3D画像148の大きさを変更する。この領域高さをs1からs3へ変更するときには、一定量ずつ増加させることにより徐々に3D画像148の表示領域64を広げる。ステップ110の時間Tの計算は、目視状態演算部50の時間演算部52により実行される。一方、距離Yが所定距離Y0を超えるとステップ204で否定され、ステップ110へ戻る。ステップ202の距離Yの計算は、目視状態演算部50の距離演算部53により実行される。

【0068】

以下、第1実施形態と同様に処理する。

【0069】

以上説明したように、第2実施形態の立体内視鏡装置によれば、内視鏡の位置を検出してその結果を考慮するので、視線の方向による画像間の視線移動頻度検出や、各画像の視線滞留時間検出による過剰な表示領域変更を抑制することができる。これによって、参照者の疲労感や緊張感を緩和させることができる。また、内視鏡位置の検出結果を考慮するので、視線移動頻度や視線滞留時間の検出のみによる異常信号等を排除可能なフィルタ効果も期待できる。

【0070】

なお、第2実施形態では、位置センサ42と全体画像とを用いて、全体画像中における内視鏡2と患部154との距離Yを求めているが、これに限定されるものではなく、直接内視鏡2と患部154との距離を検出してもよい。また、距離Yについて所定距離Y0を規定しているが、距離の値に限定されるものではなく、距離Y0が所定範囲であってもよい。

【0071】

〔第3実施形態〕

次に、第3実施形態について説明する。第3実施形態の立体内視鏡装置の構成は、第1実施形態と同一であるため、説明を省略する。

【0072】

第3実施形態は、第1実施形態の立体内視鏡装置において、広角画像または立体視用画像の表示領域を変更するにあたって、立体視用画像の表示領域内の一部に広角画像を重ねて表示（重畳表示）させるものである。

【0073】

図10を参照して、第3の実施の形態の電装装置における画像処理ルーチンについて説明する。なお、第1実施形態の画像処理ルーチンと同一の処理については、同一の符号を付して説明を省略する。

【0074】

ステップ100～108において、広角側撮影画像（2D画像）、全体画像、立体視用画像（3D画像）を取得し、全体画像中における内視鏡2と患部154とが接近すると（

10

20

30

40

50

距離  $X$  が所定距離  $X_0$  以内)、2D画像142の一部に3D画像148を表示させる(図11(A)、及び図11(B)参照)。次のステップ110では、表示画像140について、3D画像148への参照者(術者)の視線滞留時間  $T$  を計算し、視線滞留時間  $T$  が所定時間  $T_0$  以上になるとステップ302で肯定され、ステップ304へ進み、否定されるとステップ108へ戻る。

【0075】

ステップ304では、3D画像148の表示上に2D画像142の一部を重畳表示させる。すなわち、最初に表示させた2D画像142の表示領域62の大きさで、3D画像148の表示領域64を確保し、その表示領域64上の一部に2D画像142の表示領域62を設ける。具体的には、図11(C)に示すように、2D画像142の表示領域62と3D画像148の表示領域64から表示配分される領域全てを3D画像148の表示領域64に設定する。そして、その3D画像148の表示領域64内に2D画像142の表示領域62を設定する。従って、参照者が目視している視点156の周辺について3D画像148が拡大されつつ2D画像142の表示も同時に行われることになる。なお、2D画像142の表示領域62に表示する画像は、2D画像142の表示領域62に対して2D画像142を拡大縮小して表示させてもよく、2D画像142の表示領域62に見合う大きさの画像をトリミングして表示させてもよい。画像の拡大縮小と、トリミングは組み合わせも可能である。

10

【0076】

次に、ステップ306では、方向センサ44による参照者(術者)の視線の方向(視点156)を求め、その経時変化として、所定時間内における3D画像148と全体画像146の画像間における視線移動頻度  $H_c$  を求める。このステップ306の視線移動頻度  $H_c$  の計算は、目視状態演算部50の頻度演算部51により実行される。求めた視線移動頻度  $H_c$  が所定頻度  $h_3$  以上になるとステップ308で肯定され、ステップ310へ進む。一方、ステップ308で否定されると、ステップ312において3D画像148の表示領域64の大きさを変更せずに維持する指示をしてステップ314へ進む。

20

【0077】

ステップ310では、前記ステップ304で重畳表示した2D画像142の表示領域62の大きさを大きくする。すなわち、2D画像142の表示領域62を徐々に広げる。具体的には、図11(C)及び図11(D)に示すように、領域幅  $w_1$  であった2D画像142から領域幅  $w_2$  へ2D画像142の大きさ(表示領域62)を変更する。この領域幅  $w_1$  から領域幅  $w_2$  へ変更するときには、一定量ずつ増加させることにより徐々に2D画像142の表示領域62を広げる。

30

【0078】

次に、ステップ314では、現在の3D画像148を表示している表示領域64の面積(3D画像領域  $R_t$ )と、2D画像142を表示している表示領域62の面積(2D画像領域  $R_s$ )を求め、それらの画像領域(表示領域)の比率  $P(R_s/R_t)$  を計算する。画像領域の比率  $P$  が所定領域  $p_0$  未満の場合、ステップ316で否定されてステップ110へ戻り、上記処理を繰り返し実行する。一方、画像領域の比率  $P$  が所定領域  $p_0$  以上になるとステップ316で肯定され、ステップ318において3D画像148の表示領域64の大きさを変更せずに維持する指示をしてステップ320へ進む。ステップ320では操作ボタン8により終了指示がなされた場合(ステップ320で肯定)本ルーチンを終了し、終了指示がなされていない場合は(ステップ320で否定)、ステップ306へ戻り、上記処理を繰り返し実行する。

40

【0079】

以上説明したように、第3実施形態の立体内視鏡装置によれば、立体視用画像の表示領域内の一部に広角画像を重ねて表示(重畳表示)させることにより、画像間の視線移動回数の減少を期待でき、参照者の疲労感や緊張感を緩和させることができる。

【0080】

なお、第3実施形態は、2D画像142の一部に3D画像148を表示させてから、そ

50

の3D画像を重畳表示させているが、2D画像142の一部に3D画像を表示させるときに、重畳表示させてもよい。また、上記第1実施形態、第2実施形態における他の処理の一部または複数を組合せて実施してもよい。

【0081】

〔第4実施形態〕

次に、第4実施形態について説明する。第4実施形態の立体内視鏡装置の構成は、第1実施形態と同一であるため、説明を省略する。

【0082】

第4実施形態は、広角画像または立体視用画像の表示領域を変更するにあたって、立体視用画像の表示領域内の一部に広角画像を重ねて表示（重畳表示）させてさらに立体視用画像の表示領域を拡大縮小するものである。

10

【0083】

図12を参照して、第4実施形態の電装装置における画像処理ルーチンについて説明する。なお、上記実施形態の画像処理ルーチンと同一の処理については、同一の符号を付して説明を省略する。

【0084】

ステップ100～108において、広角側撮影画像（2D画像）、全体画像、立体視用画像（3D画像）を取得し、全体画像中における内視鏡2と患部154とが接近すると（距離Xが所定距離X0以内）、2D画像142の一部に3D画像148を表示させる（図13（A）、及び図13（B）参照）。次に、表示画像140について、3D画像148への参照者（術者）の視線滞留時間Tが所定時間T0以上になると（ステップ110、ステップ302で肯定）、全体画像中における内視鏡2と患部154の距離を求める（ステップ202）。全体画像中における内視鏡2と患部154が接近すると（距離Yが所定距離Y0以内）、3D画像148の表示上に2D画像142の一部を重畳表示させる（ステップ304、図13（C）参照）。

20

【0085】

次に、方向センサ44による参照者（術者）の視線の方向（視点156）を求め、その経時変化として、所定時間内における3D画像148と全体画像146の画像間における視線移動頻度Hcを求める（ステップ306）。求めた視線移動頻度Hcが所定頻度h3以上になると（ステップ402で肯定）、ステップ108へ戻り、否定されると、ステップ404へ進む。

30

【0086】

ステップ404では、前記ステップ304で表示した3D画像148の表示領域64の大きさを大きくする。すなわち、3D画像148の表示領域64を徐々に全体画像146側に広げる。具体的には、図13（C）及び図13（D）に示すように、3D画像148の表示領域64と全体画像146の表示領域66との境界Bdを領域幅方向に距離Lだけ移動する。すなわち、最初に表示させた2D画像142の表示領域62の大きさで確保した3D画像148の表示領域64を、全体画像146の表示領域66側に向かって境界Bdを移動させることにより3D画像148の表示領域64を拡大する。この領域拡大にあたっては、全体画像146の表示領域66側に向かう3D画像148を追加する形態をとることが好ましい。このようにすることによって、参照者が目視している視点156の周辺について視点156を変更させることなく、3D画像148を拡大できる。なお、境界Bdを領域幅方向に移動するときには、一定量づつ増加させることにより徐々に3D画像148の表示領域64を広げることが、参照者の疲労感や緊張感を抑制する上で好ましい。

40

【0087】

次に、ステップ406では、現在の3D画像148を表示している表示領域64の面積を求めることで3D画像領域Rを求め、画像領域Rが所定領域r1未満の場合には、ステップ408で否定され、ステップ306へ戻り、上記処理を繰り返す。一方、画像領域Rが所定領域r1以上になるとステップ408で肯定され、ステップ410進む。ステップ

50

410では、現在の3D画像148を表示している表示領域64の面積が所定領域 $r_1$ 以上のため、拡大することなく所定領域 $r_1$ を維持させたり、ステップ404で広げた表示領域64の大きさを戻したりする。

【0088】

これらのステップ408と410の処理は、全体画像146の表示領域66を最小限度確保するためには必要である。一方、所定領域 $r_1$ の値を有効領域である表示画面の大きさに設定すれば、表示画像140としてモニタ7の表示領域全てに3D画像148を表示させることも可能である。

次に、操作ボタン8により終了指示がなされた場合は（ステップ412で肯定）本ルーチンを終了する。終了指示がなされていない場合は（ステップ412で否定）、ステップ306へ戻り、上記処理を繰り返し実行する。

10

【0089】

以上説明したように、第4実施形態の立体内視鏡装置によれば、参照者が注目する患部に近づくと、3D画像の表示を徐々に広げているので、狭い立体視用画像の表示領域比べて、視認範囲を広げることができ、参照者の疲労感や緊張感を緩和させることができる。

【0090】

なお、第4の実施の形態は、立体視用画像の表示領域内の一部に広角画像を重ねて表示（重畳表示）させてさらに立体視用画像の表示領域を拡大縮小する部分について詳細に説明したが、上記第1実施形態～第3実施形態における他の処理の一部または複数を組合せて実施してもよい。

20

【0091】

〔第5実施形態〕

次に、第5実施形態について説明する。第5実施形態の立体内視鏡装置の構成は、第1実施形態と同一であるため、説明を省略する。

【0092】

第5実施形態は、広角画像または立体視用画像の表示領域を変更するにあたって、立体視用画像の表示領域内の一部に広角画像及び全体画像を重ねて表示（重畳表示）させるものである。

【0093】

図14を参照して、第5実施形態の電装装置における画像処理ルーチンについて説明する。なお、上記実施形態の画像処理ルーチンと同一の処理については、同一の符号を付して説明を省略する。

30

【0094】

ステップ100～108において、広角側撮影画像（2D画像）、全体画像、立体視用画像（3D画像）を取得し、全体画像中における内視鏡2と患部154とが接近すると（距離 $X$ が所定距離 $X_0$ 以内）、2D画像142の一部に3D画像148を表示させる（図13（A）、及び図13（B）参照）。次に、ステップ110～304において、表示画像140における3D画像148への参照者（術者）の視線滞留時間 $T$ が所定時間 $T_0$ を超えて、全体画像中における内視鏡2と患部154が接近すると（距離 $Y$ が所定距離 $Y_0$ 以内）、3D画像148の表示上に2D画像142の一部を重畳表示させる（図15（C）参照）。

40

【0095】

次に、方向センサ44による参照者（術者）の視線の方向（視点156）を求め、その経時変化として、所定時間内における3D画像148と全体画像146の画像間における視線移動頻度 $H_c$ を求める（ステップ306）。求めた視線移動頻度 $H_c$ が所定頻度 $h_3$ 以上になると（ステップ502で肯定）、ステップ108へ戻り、否定されると、ステップ504へ進む。

【0096】

ステップ504では、前記ステップ304で表示した3D画像148の表示領域64内に全体画像146の一部を重畳表示させる。すなわち、3D画像148の表示領域64内

50

に所定の大きさの全体画像 1 4 6 の表示領域 6 6 を設定する。具体的には、図 1 5 ( C ) 及び図 1 5 ( D ) に示すように、3 D 画像 1 4 8 の表示領域 6 4 と全体画像 1 4 6 の表示領域 6 6 から表示配分される領域全てを 3 D 画像 1 4 8 の表示領域 6 4 に設定する。そして、その 3 D 画像 1 4 8 の表示領域 6 4 内に 2 D 画像 1 4 2 の表示領域 6 2 及び全体画像 1 4 6 の表示領域 6 4 を設定する。従って、参照者が目視している視点 1 5 6 の周辺について 3 D 画像 1 4 8 が拡大されつつ 2 D 画像 1 4 2 と全体画像 1 4 6 の表示も同時に行われることになる。なお、全体画像 1 4 6 の表示領域 6 6 に表示する画像は、全体画像 1 4 6 の表示領域 6 6 に対して全体画像 1 4 6 を拡大縮小して表示させてもよく、全体画像 1 4 6 の表示領域 6 6 に見合う大きさの画像をトリミングして表示させてもよい。画像の拡大縮小と、トリミングは組み合わせも可能である。

10

## 【 0 0 9 7 】

次に、操作ボタン 8 により終了指示がなされた場合は ( ステップ 5 0 6 で肯定 ) 本ルーチンを終了する。終了指示がなされていない場合は ( ステップ 5 0 6 で否定 ) 、ステップ 3 0 6 へ戻り、上記処理を繰り返し実行する。

## 【 0 0 9 8 】

以上説明したように、第 5 実施形態の立体内視鏡装置によれば、立体視用画像の表示領域内の一部に広角画像及び全体画像を重ねて表示 ( 重畳表示 ) させることにより、参照者に対して、立体視用画像をより広範囲に提供することができる。これによって、参照者、例えば術者は詳細に 3 次元画像を参照することができ、施術の精度向上を図ることが容易となる。また、狭い立体視用画像の表示領域比べて、視認範囲を広げることができ、参照者の疲労感や緊張感を緩和させることができる。

20

## 【 0 0 9 9 】

なお、第 5 の実施の形態は、立体視用画像の表示領域内の一部に広角画像及び全体画像を重ねて表示 ( 重畳表示 ) させる部分について詳細に説明したが、上記第 1 実施形態 ~ 第 4 実施形態における他の処理の一部または複数を組合せて実施してもよい。

## 【 0 1 0 0 】

なお、上記第 1 ~ 第 5 の実施の形態では、内視鏡により広角の撮影画像 ( 広角画像 ) からトリミングした一部画像と、標準画角の撮影画像 ( 標準画像 ) を用いて立体視用の画像ファイルを生成した場合について説明したが、双方共に、標準画角の撮影画像 ( 標準画像 ) であってもよい。また、2 つの撮影部により撮影画像を得た場合を説明したが、3 つ以上の撮影部から 2 つの撮影部を選択して用いてもよい。

30

## 【 0 1 0 1 】

また、上記第 1 ~ 第 5 の実施の形態では、電装装置 4 に全体画像メモリ 3 2 を備えた場合を説明したが、全体画像メモリ 3 2 を独立した記憶装置としてこの記憶装置から読み取るようにしてもよい。

## 【 0 1 0 2 】

また、上記第 1 ~ 第 5 の実施の形態の画像処理ルーチンをプログラム化して、そのプログラムを CPU により実行するようにしてもよい。

## 【 符号の説明 】

## 【 0 1 0 3 】

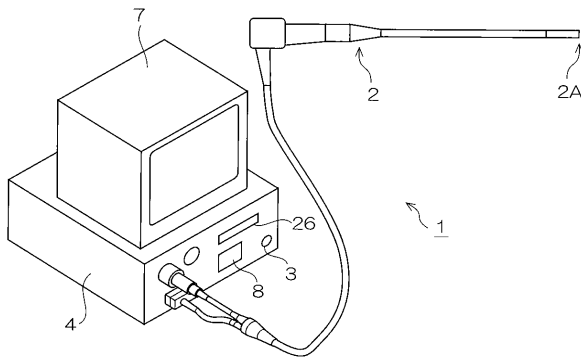
- 1 ... 立体内視鏡装置
- 2 ... 内視鏡
- 4 ... 電装装置
- 7 ... モニタ
- 2 1 A ... 撮影部
- 2 1 B ... 撮影部
- 3 0 ... 3 次元処理部
- 3 2 ... 全体画像メモリ
- 3 3 ... ナビゲーション画像処理部
- 3 5 ... CPU

40

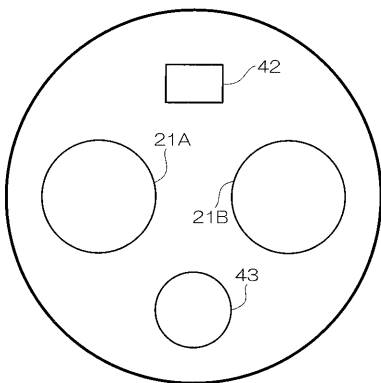
50

- 40 ... インタフェース部
- 42 ... 位置センサ
- 44 ... 方向センサ
- 50 ... 目視状態演算部
- 140 ... 表示画像
- 142 ... 2D画像
- 146 ... 全体画像
- 148 ... 3D画像
- 154 ... 患部

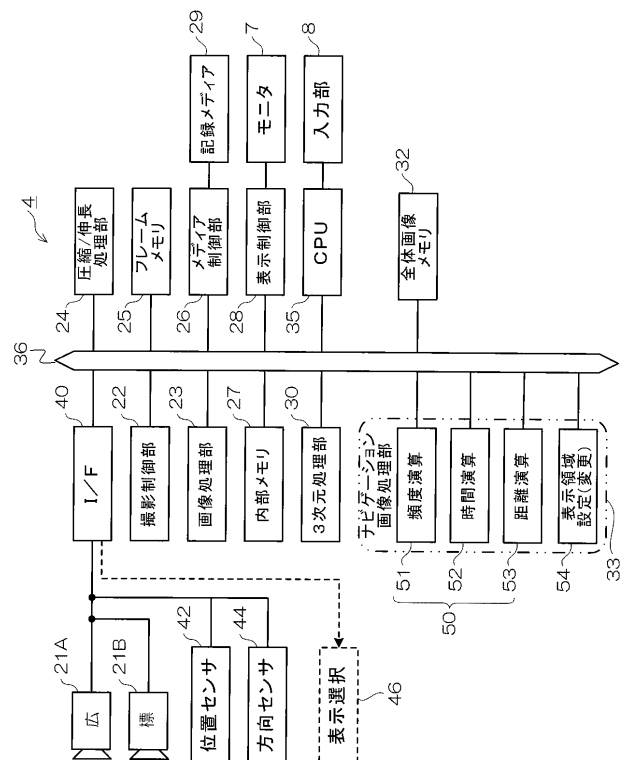
【図1】



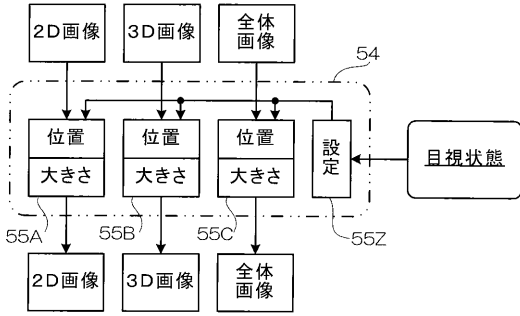
【図2】



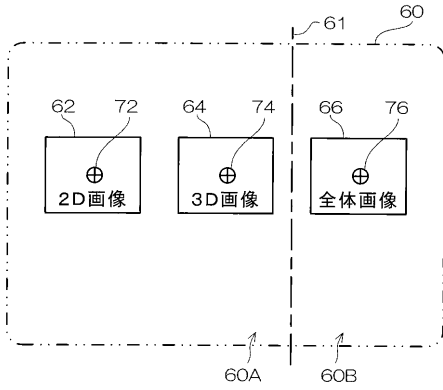
【図3】



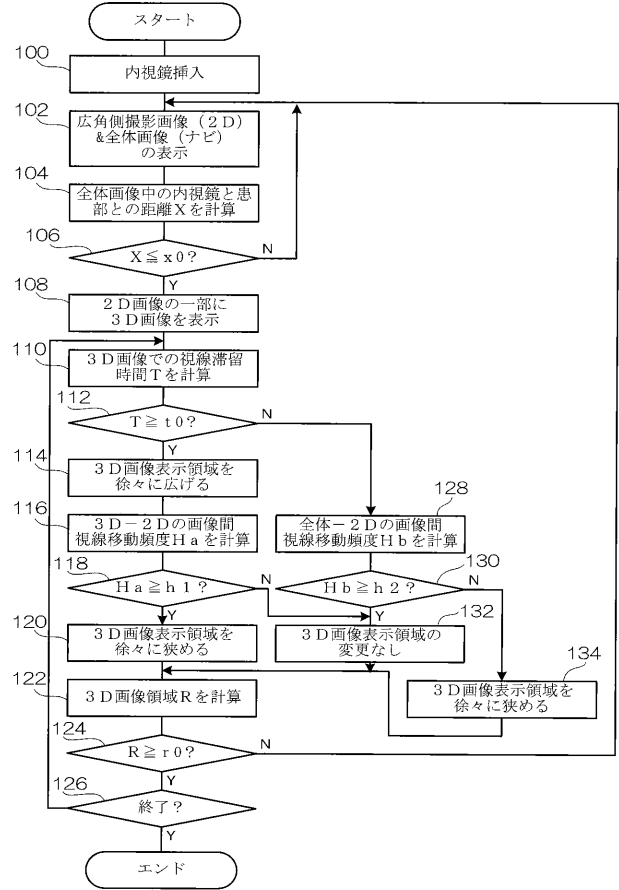
【図4】



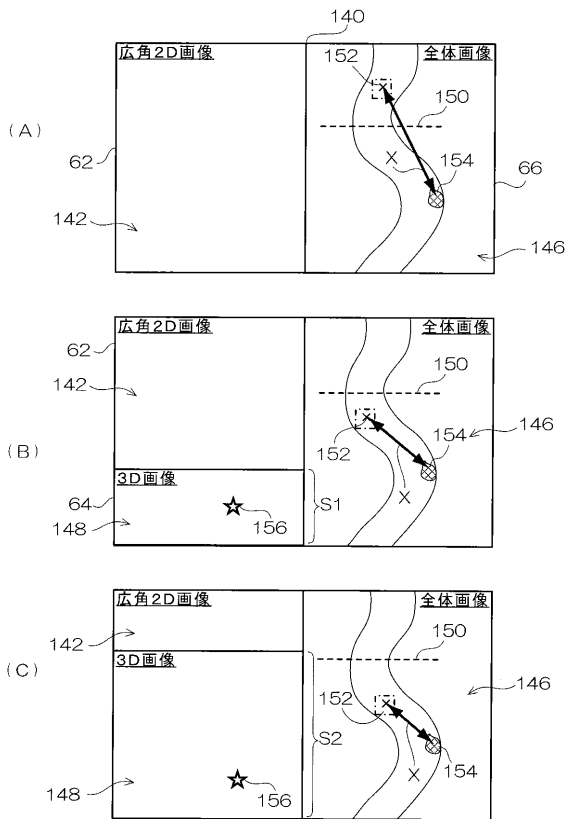
【図5】



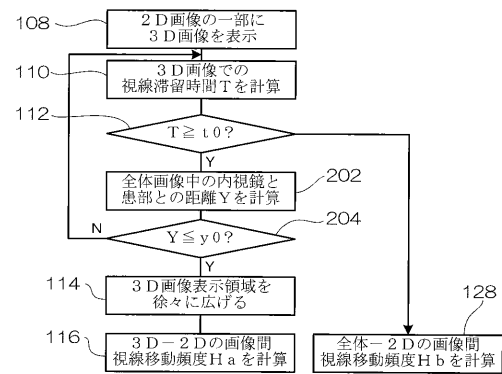
【図6】



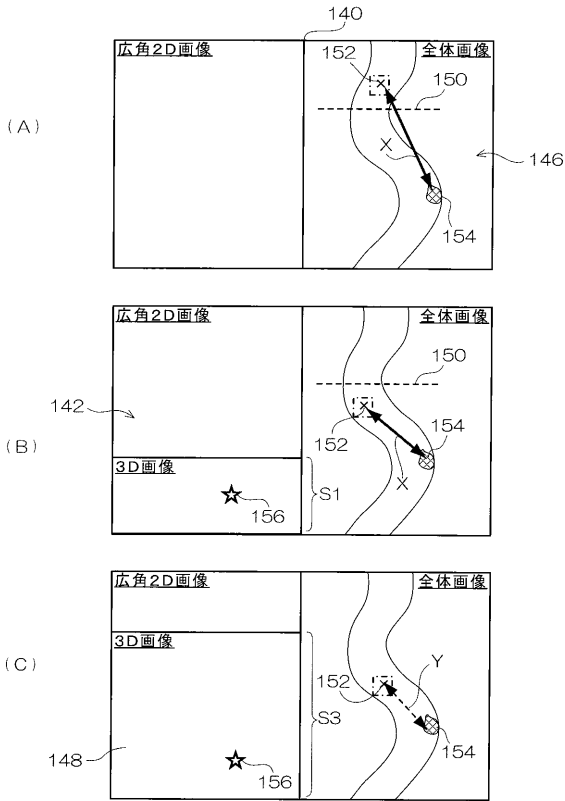
【図7】



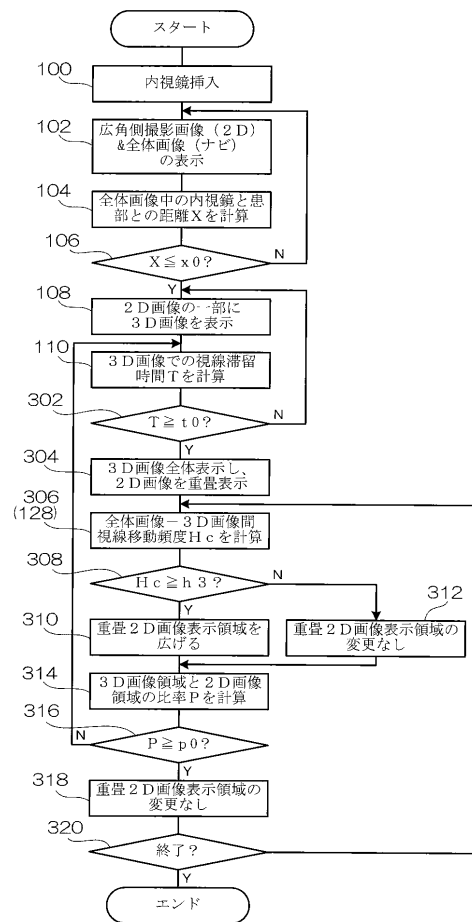
【図8】



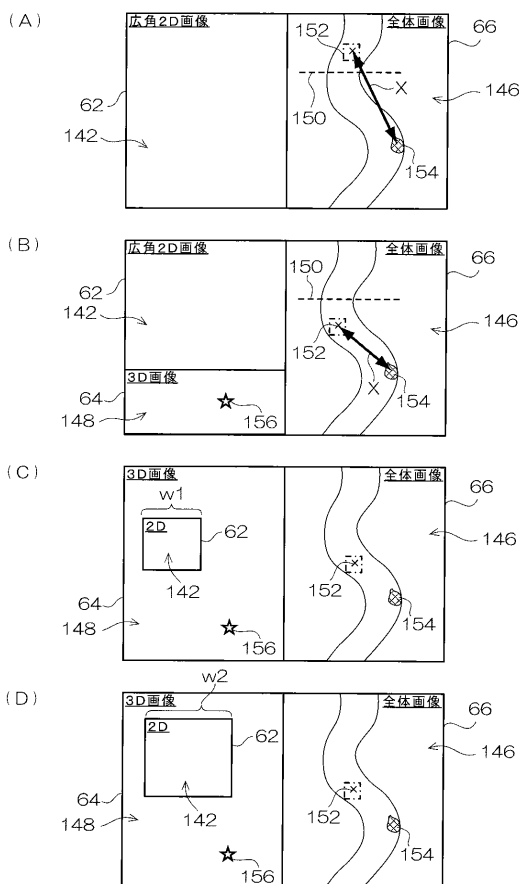
【図9】



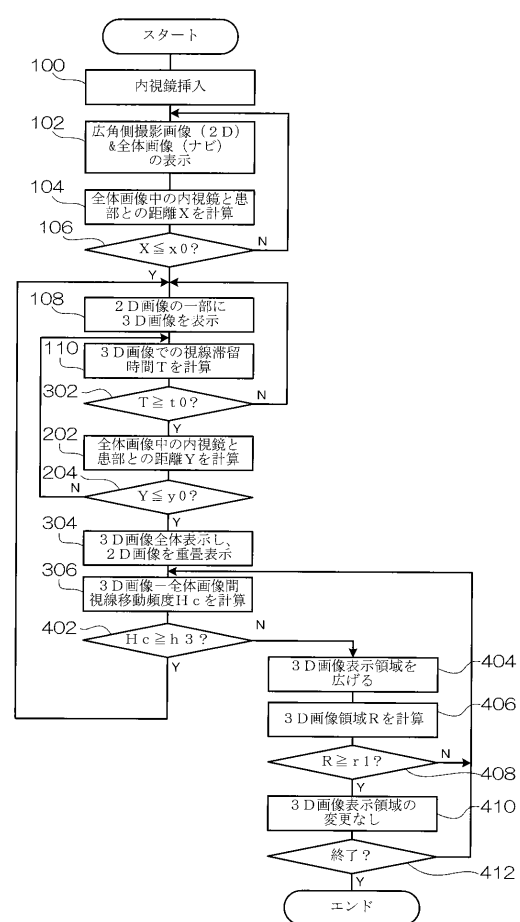
【図10】



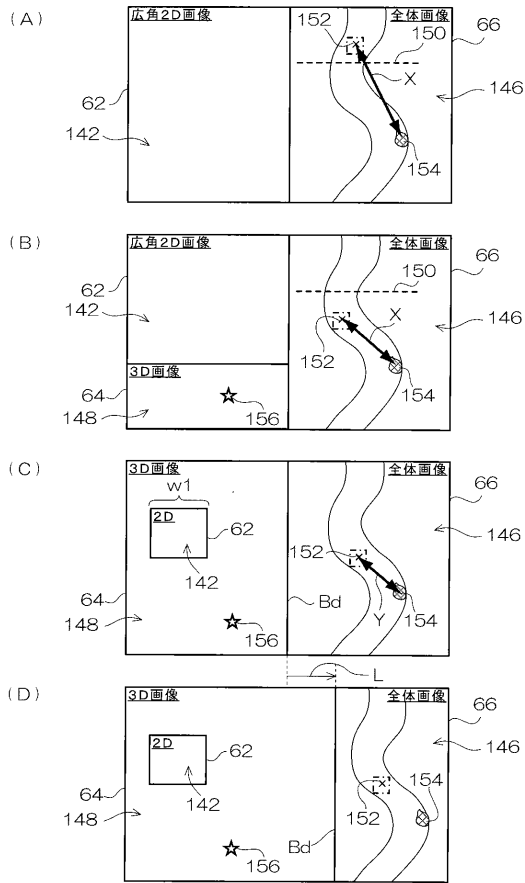
【図11】



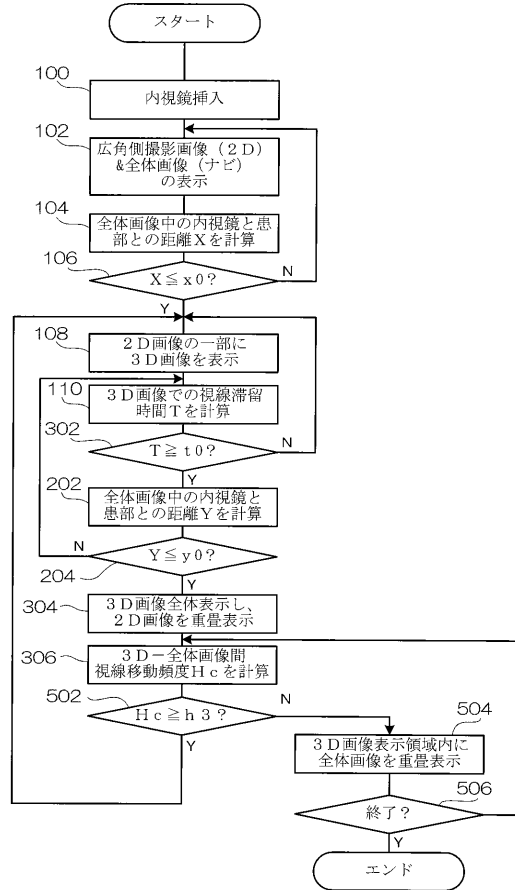
【図12】



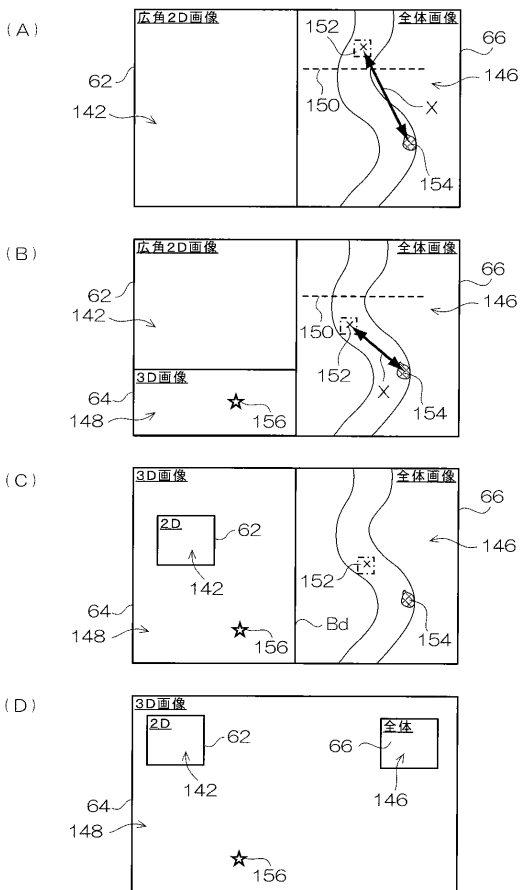
【図13】



【図14】



【図15】



## フロントページの続き

(51)Int.Cl.		F I		テーマコード(参考)
<b>G 0 6 T</b>	<b>1/00</b>	<b>(2006.01)</b>	H 0 4 N 13/04	5 C 0 6 1
A 6 1 B	3/113	(2006.01)	G 0 6 T 1/00	
			A 6 1 B 3/10	B

Fターム(参考) 2H040 BA02 BA15 BA23 DA21 DA41 GA02 GA11  
 4C061 BB05 BB06 CC06 FF40 HH52 JJ17 LL02 LL08 NN01 NN05  
 NN07 SS14 SS21 WW03 WW10 WW14 XX10 YY01 YY02 YY12  
 YY13 YY14 YY18  
 4C161 BB05 BB06 CC06 FF40 HH52 JJ17 LL02 LL08 NN01 NN05  
 NN07 SS14 SS21 WW03 WW10 WW14 XX10 YY01 YY02 YY12  
 YY13 YY14 YY18  
 5B057 AA07 BA02 BA13 CA08 CA12 CA13 CB08 CB12 CB13 CD14  
 CE08  
 5C054 CC02 EA05 FD02 FE13 FE14 FE17 FE24 HA12  
 5C061 AA01 AA14 AA27 AB04 AB12 AB17 AB20

专利名称(译)	图像处理设备，图像处理方法，图像处理程序和立体内窥镜设备		
公开(公告)号	<a href="#">JP2011206425A</a>	公开(公告)日	2011-10-20
申请号	JP2010079409	申请日	2010-03-30
[标]申请(专利权)人(译)	富士胶片株式会社		
申请(专利权)人(译)	富士胶片株式会社		
[标]发明人	加藤吉明 斎藤牧		
发明人	加藤 吉明 斎藤 牧		
IPC分类号	A61B1/04 A61B1/00 G02B23/24 H04N7/18 H04N13/04 G06T1/00 A61B3/113		
FI分类号	A61B1/04.370 A61B1/00.320.Z A61B1/00.300.D G02B23/24.B H04N7/18.M H04N13/04 G06T1/00.290.Z A61B3/10.B A61B1/00.522 A61B1/00.550 A61B1/00.552 A61B1/00.553 A61B1/01 A61B1/04 A61B1/045.622 A61B3/113 G06T7/00.612 H04N13/00.330 H04N13/02.390 H04N13/02.500 H04N13/04.560 H04N13/04.840 H04N13/239 H04N13/25 H04N13/361 H04N13/383		
F-TERM分类号	2H040/BA02 2H040/BA15 2H040/BA23 2H040/DA21 2H040/DA41 2H040/GA02 2H040/GA11 4C061/BB05 4C061/BB06 4C061/CC06 4C061/FF40 4C061/HH52 4C061/JJ17 4C061/LL02 4C061/LL08 4C061/NN01 4C061/NN05 4C061/NN07 4C061/SS14 4C061/SS21 4C061/WW03 4C061/WW10 4C061/WW14 4C061/XX10 4C061/YY01 4C061/YY02 4C061/YY12 4C061/YY13 4C061/YY14 4C061/YY18 4C161/BB05 4C161/BB06 4C161/CC06 4C161/FF40 4C161/HH52 4C161/JJ17 4C161/LL02 4C161/LL08 4C161/NN01 4C161/NN05 4C161/NN07 4C161/SS14 4C161/SS21 4C161/WW03 4C161/WW10 4C161/WW14 4C161/XX10 4C161/YY01 4C161/YY02 4C161/YY12 4C161/YY13 4C161/YY14 4C161/YY18 5B057/AA07 5B057/BA02 5B057/BA13 5B057/CA08 5B057/CA12 5B057/CA13 5B057/CB08 5B057/CB12 5B057/CB13 5B057/CD14 5B057/CE08 5C054/CC02 5C054/EA05 5C054/FD02 5C054/FE13 5C054/FE14 5C054/FE17 5C054/FE24 5C054/HA12 5C061/AA01 5C061/AA14 5C061/AA27 5C061/AB04 5C061/AB12 5C061/AB17 5C061/AB20 4C161/JJ10 4C316/AA21 4C316/AB16 4C316/FZ01 5L096/AA09 5L096/BA06 5L096/BA13 5L096/CA05		
代理人(译)	中岛敦 福田浩		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a>		

摘要(译)

要解决的问题：减轻参与图像的人的疲劳或紧张。解决方案：获得内窥镜的广角侧捕获图像（2D图像），三维视图（3D图像）的图像和导航图像（总图像）。3D图像显示在2D图像的一部分中（步骤100-108）。当操作者的视线在3D图像处停留规定时间T0或更长时，3D图像显示区域逐渐扩大（步骤110-114）。当操作者的视线以规定的频率h1或更大的速度在2D图像和3D图像之间移动时，3D图像显示区域逐渐减小（步骤116-134）。

