

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2002－156655

(P2002－156655A)

(43)公開日 平成14年5月31日(2002.5.31)

(51)Int.Cl ⁷	識別記号	F I	テマコード [*] (参考)
G 0 2 F 1/137		G 0 2 F 1/137	2 H 0 8 8
1/133	560	1/133	2 H 0 9 3

審査請求 未請求 請求項の数 51 O L (全 32数)

(21)出願番号 特願2001－285977(P2001－285977)

(22)出願日 平成13年9月19日(2001.9.19)

(31)優先権主張番号 0023374.2

(32)優先日 平成12年9月23日(2000.9.23)

(33)優先権主張国 イギリス(GB)

(71)出願人 000005049

シャープ株式会社

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

(72)発明者 エリザベス ジェーン アコスタ

イギリス国 オーエックス2 9エイエル,
オックスフォード, ボトレー, ザ ガー
ス 20

(72)発明者 マイケル ジョン タウラー

イギリス国 オーエックス2 9エイエル,
オックスフォード, ボトレー, ザ ガー
ス 20

(74)代理人 100078282

弁理士 山本 秀策

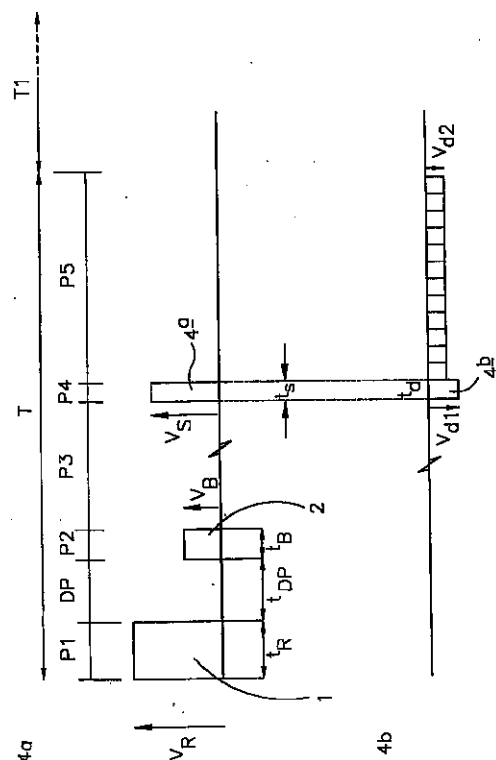
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 液晶ディスプレイデバイスおよび液晶ディスプレイデバイスを動作させる方法

(57)【要約】

【課題】 低電力消費でメモリ型デバイス／ビデオレートディスプレイの両方に使用可能な B T N デバイスの駆動方法を提供する。

【解決手段】 本発明の第 1 および第 2 の液晶状態の間の切り替え可能な液晶材料の層を有する液晶ディスプレイデバイスを動作させる方法は、(a) 該ディスプレイデバイスの該液晶層のアドレス可能領域に、第 1 の電圧波形を印加して、該液晶層の該アドレス可能領域を、該液晶層に電界が印加されない場合、該第 1 および第 2 の液晶状態のうちのより高いエネルギーを有する状態にするステップと、(b) 該液晶層の該アドレス可能領域を、該第 1 および第 2 の液晶状態のうちの所望される状態にして、所望の表示状態を得るステップとを包含する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 第1および第2の液晶状態の間の切り替え可能な液晶材料の層を有する液晶ディスプレイデバイスを動作させる方法であって、(a)該ディスプレイデバイスの該液晶層のアドレス可能領域に、第1の電圧波形を印加して、該液晶層の該アドレス可能領域を、該液晶層に電界が印加されない場合、該第1および第2の液晶状態のうちのより高いエネルギーを有する状態にするステップと、(b)該液晶層の該アドレス可能領域を、該第1および第2の液晶状態のうちの所望される状態にして、所望の表示状態を得るステップと、を包含する、方法。

【請求項2】 ステップ(b)が、前記液晶層の前記アドレス可能領域に、第2の電圧波形を印加して、該液晶層の該アドレス可能領域を、該液晶層に電界が印加されない場合、前記第1および第2の液晶状態のうちのより低いエネルギーを有する状態にするステップを包含する、請求項1に記載の方法。

【請求項3】 (c)前記液晶層の前記アドレス可能領域に、第1の0電圧波形を印加する、さらなるステップを包含する方法であって、ステップ(c)は、ステップ(a)の後、ステップ(b)の前に実行される、請求項1または2に記載の方法。

【請求項4】 (d)前記液晶層の前記アドレス可能領域にリセット電圧波形を印加して、該液晶層の該アドレス可能領域を、前記第1または第2の液晶状態にするステップをさらに包含する方法であって、ステップ(d)は、ステップ(a)の前に実行される、請求項1、2、または3に記載の方法。

【請求項5】 (e)前記液晶層の前記アドレス可能領域に、第2の0電圧波形を印加するステップをさらに包含する方法であって、ステップ(e)が、ステップ(d)の後、ステップ(a)の前に実行される、請求項4に記載の方法。

【請求項6】 第1のフレームにおいて、前記液晶層の前記アドレス可能領域に前記リセット電圧波形を印加するステップと、前記第1の電圧波形を該液晶層の該アドレス可能領域に印加するステップと、該アドレス可能領域を前記第1および第2の液晶状態のうちの所望の状態にして、該第1のフレームの所望の表示状態を得るステップと、第2のフレームにおいて、該液晶層の該アドレス可能領域に該第1の電圧波形を印加するステップと、該アドレス可能領域を前記第1および第2の液晶状態のうちの所望の状態にして、該第2のフレームの所望の表示状態を得るステップとを包含するが、該第2のフレームにおいて該リセット電圧波形を印加するステップは包含しない、請求項4または5に記載の方法。

【請求項7】 第1のフレームにおいて、前記液晶層の前記アドレス可能領域に第1のリセット電圧波形を印加するステップと、前記第1の電圧波形を該液晶層の該ア

ドレス可能領域に印加するステップと、該アドレス可能領域を前記第1および第2の液晶状態のうちの所望の状態にして、該第1のフレームの所望の表示状態を得るステップと、第2のフレームにおいて、該液晶層の該アドレス可能領域に第2のリセット波形を印加するステップと、該液晶層の該アドレス可能領域に該第1の電圧波形を印加するステップと、該アドレス可能領域を前記第1および第2の液晶状態のうちの所望の状態にして、該第2のフレームの所望の表示状態を得るステップとを包含する方法であって、該第2のリセット電圧波形の大きさの時間積分が、該第1のリセット電圧波形の大きさの時間積分より小さい、請求項4または5に記載の方法。

【請求項8】 前記第2のリセット電圧波形の持続時間が、前記第1のリセット電圧波形の持続時間と実質的に等しく、該第2のリセット電圧波形の大きさは、該第1のリセット電圧波形の大きさより小さい、請求項7に記載の方法。

【請求項9】 前記第2のリセット電圧波形の持続時間が、前記第1のリセット電圧波形の持続時間より短く、該第2のリセット電圧波形の大きさは、該第1のリセット電圧波形の大きさと実質的に等しい、請求項7に記載の方法。

【請求項10】 前記液晶層の温度に基づいて、前記第1の電圧波形を選択するステップを包含する、上記の請求項のいずれかに記載の方法。

【請求項11】 前記液晶層の温度が増加するにつれて前記第1の電圧波形の大きさの時間積分を低減するステップを包含する、請求項10に記載の方法。

【請求項12】 前記液晶層の温度が増加するにつれて前記第1の電圧波形の持続時間を低減するステップを包含する、請求項10または11に記載の方法。

【請求項13】 前記液晶層の温度が増加するにつれて前記第1の電圧波形の大きさを低減するステップを包含する、請求項10、11または12に記載の方法。

【請求項14】 前記液晶層の温度に基づいて、前記第2の電圧波形を選択するステップを包含する、請求項2～13のいずれかに記載の方法。

【請求項15】 前記液晶層の温度が増加するにつれて前記第2の電圧波形の大きさの時間積分を低減するステップを包含する、請求項14に記載の方法。

【請求項16】 前記液晶層の温度が増加するにつれて前記第2の電圧波形の持続時間を低減するステップを包含する、請求項14または15に記載の方法。

【請求項17】 前記液晶層の温度が増加するにつれて前記第2の電圧波形の大きさを低減するステップを包含する、請求項14、15または16に記載の方法。

【請求項18】 ステップ(b)が、ステップ(a)の実質的に直後に実行される、上記の請求項のいずれかに記載の方法。

【請求項19】 前記アドレス可能領域を前記第1およ

び第2の液晶状態のうちの所望の状態にして、所望の表示状態を得るステップの後に、該液晶層の該アドレス可能領域に安定化電圧波形を印加するステップと、該第1の液晶のエネルギーと、第2の液晶状態のエネルギーを実質的に等しくするように、該安定化電圧波形を選択するステップをさらに包含する、上記の請求項のいずれかに記載の方法。

【請求項20】 請求項1～18のいずれかに記載の方法を用いて前記液晶層の第1のアドレス可能領域を切り替えるステップと、請求項1～18のいずれかに記載の方法を用いて該液晶層の第2のアドレス可能領域を切り替えるステップと、該液晶層の該第2のアドレス領域に電圧波形を印加して、該第1のアドレス可能領域の切り替え特性と該第2のアドレス可能領域の切り替え特性とを等しくするステップとを包含する、請求項1～18のいずれかに記載の方法。

【請求項21】 少なくとも1つの前記電圧波形が、 $d \cdot c$ 、平衡電圧波形である、上記の請求項のいずれかに記載の方法。

【請求項22】 前記第1の液晶状態が、第1のねじれ角度を有するねじれ状態であり、前記第2の液晶状態が、該第1のねじれ角度とは異なる第2のねじれ角度を有する、上記の請求項のいずれかに記載の方法。

【請求項23】 前記第2のねじれ角度は、前記第1のねじれ角度より大きい、請求項22に記載の方法。

【請求項24】 前記第1のねじれ角度が、 $\phi - 180^\circ$ であり、前記第2のねじれ角度が、 $\phi + 180^\circ$ であり、ここで、 ϕ は、前記ディスプレイデバイスの第1の基板のアライメント方向と、該ディスプレイデバイスの第2の基板のアライメント方向との間の角度であり、液晶材料の層が該第1の基板と該第2の基板との間に配置されている、請求項23に記載の方法。

【請求項25】 前記第1のねじれ角度が 0° であり、前記第2のねじれ角度が、 360° である、請求項22、23、または24に記載の方法。

【請求項26】 前記液晶層の、前記または各アドレス可能領域が、ピクセルである、上記の請求項のいずれかに記載の方法。

【請求項27】 前記液晶層が、双安定ねじれネマチック液晶材料の層である、上記の請求項のいずれかに記載の方法。

【請求項28】 前記液晶層の厚さの前記液晶材料のピッチに対する比は、該液晶層の第1および第2の液晶状態のうちの1つが、該液晶層に電界が印加されない場合、該液晶層の最低エネルギー状態になるように、選択される、請求項27に記載の方法。

【請求項29】 前記液晶層の厚さの前記液晶材料のピッチに対する比は、該液晶層に電界が印加されない場合、液晶層の最低エネルギー状態が、 $(\phi + 180^\circ)$ のねじれ角度を有する液晶ねじれ状態になるように選択

され、ここで、 ϕ は、前記ディスプレイデバイスの第1の基板のアライメント方向と、該ディスプレイデバイスの第2の基板のアライメント方向との間の角度である、請求項28に記載の方法。

【請求項30】 前記液晶層の厚さ d の前記液晶材料のピッチ p に対する比は、 $d/p > (\phi + 90^\circ) / 360^\circ$ になるように選択される、請求項29に記載の方法。

【請求項31】 前記液晶層の厚さの前記液晶材料のピッチに対する比は、該液晶層に電界が印加されない場合、該液晶層の最低エネルギー状態が、実質的に 360° のねじれ角度を有する液晶ねじれ状態になるように選択される、請求項28に記載の方法。

【請求項32】 前記液晶層の厚さ d の前記液晶材料のピッチ p に対する比は、 $d/p > 0.75$ になるように選択される、請求項31に記載の方法。

【請求項33】 前記液晶層の厚さの前記液晶材料のピッチに対する比は、該液晶層の第1および第2の液晶状態のうちの1つが、前記液晶ディスプレイデバイスの実質的に全ての動作状態の下で、該液晶層の最低エネルギー状態になるように選択される、請求項28に記載の方法。

【請求項34】 前記液晶層の厚さの前記液晶材料のピッチに対する比は、 $(\phi + 180^\circ)$ のねじれ角度を有する液晶ねじれ状態が、前記液晶ディスプレイデバイスの実質的に全ての動作状態の下で、該液晶層の最低エネルギー状態になるように選択される、請求項33に記載の方法。

【請求項35】 前記液晶層の厚さの前記液晶材料のピッチに対する比は、 360° のねじれ角度を有する液晶ねじれ状態が、前記液晶ディスプレイデバイスの実質的に全ての動作状態の下で、該液晶層の最低エネルギー状態になるように選択される、請求項33に記載の方法。

【請求項36】 前記液晶層の厚さの前記液晶材料のピッチに対する比は、少なくとも 0.76 である、請求項28～35のいずれかに記載の方法。

【請求項37】 添付の図面を参照しながら、前記方法と実質的に同様に液晶ディスプレイデバイスを動作させる、方法。

【請求項38】 第1の基板と第2の基板との間に配置された液晶材料の層を備え、該液晶材料の層は、第1および第2の液晶状態の間で切り替え可能である液晶ディスプレイデバイスであって、前記液晶層の厚さの該液晶材料のピッチに対する比は、該液晶層の第1および第2の液晶状態のうちの1つが、該液晶層に電界が印加されない場合、該液晶層の最低エネルギー状態になるように選択される、液晶ディスプレイデバイス。

【請求項39】 前記液晶層の厚さの前記液晶材料のピッチに対する比は、該液晶層に電界が印加されない場合、該液晶層の最低エネルギー状態が、 $(\phi + 180^\circ)$

°)のねじれ角度を有する液晶ねじれ状態になるような比である、請求項38に記載のデバイス。

【請求項40】 前記液晶層の厚さdの前記液晶材料のピッチpに対する比は、 $d/p > (\phi + 90^\circ) / 360^\circ$ を満たす、請求項39に記載のデバイス。

【請求項41】 前記液晶層の厚さの前記液晶材料のピッチに対する比は、該液晶層に電界が印加されない場合、該液晶層の最低エネルギー状態が、実質的に360°のねじれ角度を有する液晶ねじれ状態になるような比である、請求項38に記載のデバイス。

【請求項42】 前記液晶層の厚さdの前記液晶材料のピッチpに対する比は、 $d/p > 0.75$ を満たす、請求項41に記載のデバイス。

【請求項43】 前記液晶層の厚さの前記液晶材料のピッチに対する比は、該液晶層の第1および第2の液晶状態のうちの1つが、前記液晶ディスプレイデバイスの実質的に全ての動作状態下、該液晶層の最低エネルギー状態になるように選択される、請求項38～42のいずれかに記載のデバイス。

【請求項44】 前記液晶層の厚さの前記液晶材料のピッチに対する比は、 $(\phi + 180^\circ)$ のねじれ角度を有する液晶ねじれ状態が、前記液晶ディスプレイデバイスの実質的に全ての動作状態下、該液晶層の最低エネルギー状態になるように選択される、請求項43に記載のデバイス。

【請求項45】 前記液晶層の厚さの前記液晶材料のピッチに対する比は、360°のねじれ角度を有する液晶ねじれ状態が、前記液晶ディスプレイデバイスの実質的に全ての動作状態下、該液晶層の最低エネルギー状態になるように選択される、請求項43に記載のデバイス。

【請求項46】 前記液晶層の厚さdの前記液晶材料のピッチpに対する比は、少なくとも0.76である、請求項38～41および43～45のいずれかに記載の方法。

【請求項47】 第1および第2のアドレス可能液晶領域を備え、アドレス可能液晶領域のそれぞれが、前記第1および第2の液晶状態の間で切り替え可能であり、該第1のアドレス可能液晶領域と該第2のアドレス可能液晶領域との間に分離領域が設けられ、該分離領域は、第3の液晶状態が安定する領域を備える、請求項38～46のいずれかに記載のデバイス。

【請求項48】 前記液晶層が、双安定ねじれ液晶材料の層を備える、請求項38～47のいずれかに記載のデバイス。

【請求項49】 前記液晶材料の層のアドレス可能領域に電圧を印加するアドレス手段をさらに備えるデバイスであって、該アドレス手段は、第1のフレームにおいて、(a)リセット電圧波形を該液晶層のアドレス可能領域に印加し、(b)該アドレス可能領域を、第1および第2の液晶状態のうちの所望の状態にして、該第1の

*フレームについて所望の表示状態を得るように適応され、該アドレス手段は、第2のフレームにおいて、

(c)該アドレス可能領域を、第1および第2の液晶状態のうちの所望の状態にして、該第2のフレームについて所望の表示状態を得るように適応され、該アドレス手段は、該第2のフレームにおいてリセット電圧波形を印加しないように適応される、請求項38～48のいずれかに記載のデバイス。

【請求項50】 液晶材料の層のアドレス可能領域に電圧を印加するアドレス手段をさらに備えるデバイスであって、該アドレス手段は、第1のフレームにおいて、

(a)第1のリセット電圧波形を該液晶層のアドレス可能領域に印加し、(b)該アドレス可能領域を、第1および第2の液晶状態のうちの所望の状態にして、該第1のフレームについて所望の表示状態を得るように適応され、第2のフレームにおいて、(c)第2のリセット電圧波形を該液晶層のアドレス可能領域に印加し、(d)該アドレス可能領域を、第1および第2の液晶状態のうちの所望の状態にして、該第2のフレームについて所望の表示状態を得るように適応され、該アドレス手段は、該第2のリセット電圧波形の大きさの時間積分が、該第1のリセット電圧波形の大きさの時間積分より小さくなるように該第1および第2のリセット電圧を印加するように適応される、請求項38～48のいずれかに記載のデバイス。

【請求項51】 第1および第2の液晶状態の間で切り替え可能な液晶材料の層、ならびに該液晶材料の層のアドレス可能領域に電圧を印加するアドレス手段を備える、液晶ディスプレイデバイスであって、該アドレス手段は、(a)第1の電圧波形を該ディスプレイデバイスの該液晶層のアドレス可能領域に印加して、該液晶層の該アドレス可能領域を、該液晶層に電界が印加されない場合、第1および第2の液晶状態のうちのより高いエネルギーを有する状態にし、(b)該液晶層の該アドレス可能領域を、第1および第2の液晶状態のうちの所望の状態にして、所望の表示状態を得るように適応される、液晶ディスプレイデバイス。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、液晶ディスプレイデバイス、特に、双安定ねじれネマチック(BTN)液晶ディスプレイデバイスに関する。

【0002】

【従来の技術】本明細書中で、「ねじれ」という用語は、液晶ディレクターが一方の表面から他方の表面に向かって回転する液晶セルの面における角度を意味することを定義する。

【0003】BTNの効果は、EP-A-0 018 180において開示され、D. W. Berremanらによる「Journal of Applied Ph

ysics」Vol 52、No. 4、p3032 (1981)において開示されている。

【0004】双安定ねじれネマチック (BTN) 液晶ディスプレイデバイスの一般的な構造を、模式的に図1aに示す。デバイスは、それぞれ、アライメント層13および14が配置された、上方基板11および下方基板12からなる。コレステリック (ねじれネマチック) 液晶の層15は、基板の間に配置される。電極 (図示せず) は、上方基板11および下方基板12上に設けられ、液晶層に電圧を印加することを可能にする。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】図1a～1dに、BTN液晶ディスプレイデバイスの動作の原理を示す図である。上方アライメント膜13のラビング方向が、下方アライメント膜14のラビング方向に対して角度 ϕ である場合、従来は、セルギャップ (d) に $360^\circ/\phi$ (ϕ が度である場合) または $2\pi/\phi$ (ϕ がラジアンである場合) を掛けた値にほぼ等しいピッチ (p) を有するコレステリック (ねじれネマチック) 液晶材料は、液晶層15に電圧が印加されない場合、ねじれ角度 ϕ を有する初期状態を用いる。2つのアライメント膜のラビング方向が逆平行である (すなわち、 $\phi=180^\circ$ である) 場合、 ϕ ねじれ状態は、広げられたという問題点を有する。

【0006】初期安定 (ねじれ状態に加えて、広がりはないが、ねじれの角度がより好適でない2つのさらなる準安定状態、すなわち、 $\phi-180^\circ$ および $\phi+180^\circ$ (または、ラジアンでは、 $\phi-\pi$ および $\phi+\pi$) が存在し得る。これらの状態を図1cおよび1dに、それぞれ示す。 $\phi=180^\circ$ であるBTN液晶セルについて、図1cおよび1dの準安定状態は、それぞれ、 0° および 360° のねじれ角度を有する。この2つの準安定状態の間の制御可能な切り替えが、BTN液晶ディスプレイデバイスにおいて用いられる。図1aのBTN液晶セルが、交差する直線偏光板の間に配置される場合、図1dの $\phi+\pi$ ねじれ状態は、暗く見え、光軸が偏光板方向に対して 45° に位置付けられる場合、図1cの $\phi-\pi$ ねじれ状態は、白く見える。 ϕ ねじれ状態の選択 (すなわち、 $\phi=180^\circ$ の場合 180° ねじれ状態の選択) は難しく、従って、切り替えは遅い。

【0007】図1cおよび1dに示す準安定状態 $\phi-\pi$ および $\phi+\pi$ ねじれ状態は、図2eおよび図2fに示す電圧パルスを用いて、図1aの安定 ϕ ねじれ状態から発生される。 ϕ ねじれ状態の液晶では、上方および下方基板の間に配置された電極 (図示せず) に、リセットパルス16が初期的に印加される。リセットパルス16は、(ねじれ状態から、図1bに示すホメオトロピック (homeotropic) な状態への遷移を引き起こすために充分な振幅および持続時間を有する。ホメオトロピック状態において、液晶層15 (アライメント膜13お

よび14からのすぐ近傍からは離れている) のバルクにおける液晶分子は、例えば分子17によって示されるように、基板11および12に対して垂直に方向付けられる。

【0008】その後、2つのタイプの選択アドレッシングパルス18のうちの1つが、デバイスの所望の状態を選択するために電極に印加される。選択アドレッシングパルス18の1つのタイプは、図1bのホメオトロピック状態から、図1cの準安定 $\phi-\pi$ ねじれ状態へと、液晶を切り替える。この状態において、セルは、直交直線偏光板の間に、セルのラビング方向が偏光板の遷移軸に対して 45° になるように方向付けられて配置される場合、最小限減衰するか、または白く見えるように見える。

【0009】アドレッシングパルス18の他のタイプは、図1bのホメオトロピック状態を、図1dの準安定 ($+\pi$ ねじれ状態へと切り替える。これは、液晶セルが直交直線偏光板の間に配置される場合、最大限の減衰状態、または黒の状態である。

【0010】安定ねじれ状態のエネルギーおよび2つの準安定ねじれ状態は、液晶セルのセルギャップと、液晶分子のピッチとの間の比に依存する。図2aに、 $\phi=180^\circ$ のデバイスに関して、印加される電界が0のときの、 0° 、 180° 、および 360° 状態のエネルギー G_E を、表面チルト 0° および表面チルト 20° について、厚さ対ピッチの比 (d/p) の関数として示す。概して、3つの状態は、異なるエネルギーを有し、安定 180° ねじれ状態は、約 $0.25 < d/p < 0.75$ の範囲を越える最低エネルギー状態であることが明らかである。この状態は、通常、2つの準安定ねじれ状態から、位相的に異なり、LCDの動作状態のうちの1つに対応しない。図2aの結果は、特定の液晶材料について得られたものであるが、他の液晶材料について得られた結果に類似する。

【0011】この $\phi-\pi$ 状態と、 ϕ 状態と、 $\phi+\pi$ 状態との間のエネルギーの差によって、2つの問題点が生じる。第1に、エネルギー的に好適な安定 ϕ ねじれ状態は、電圧が液晶セルに印加されない場合、時間が経つにつれて、凝集しやすく、準安定 $\phi-\pi$ および $\phi+\pi$ 動作状態になる。第2に、所望されない安定 ϕ ねじれ状態が凝集しない場合でも、2つの準安定 $\phi-\pi$ および $\phi+\pi$ 状態は、同じエネルギーを有さないで、液晶層15に電圧が印加されない場合、より好適なエネルギーの準安定状態が、ゆっくりと、他の準安定状態になる。これは、デバイスがオフに切り替えられる場合、BTN LCDは所望の表示を保持できないということを意味する。従来のBTN LCDは、真の双安定デバイスではなく、ディスプレイは、所望の画像を維持するためにリフレッシュされ続ける必要がある。

【0012】BTN LCDのある特定の適用例として、携帯用LCDのような低電力LCDがある。このよ

うなデバイスにおいては、再充電せずにデバイスを用い得る時間を最大限まで増加させるため、可能な限り電力消費を低くすることが望ましい。従って、凝集して、所望されない状態になることを防ぐためにディスプレイを頻繁に更新する必要があるということは、電力消費を増加するので、望ましくない。

【0013】LCDのタイプの1つとして、蓄積型LCDがある。蓄積型LCDは、頻繁には変化しない画像、例えば、空港での出発情報の表示、電子ブック（または「eブック」）の表示、あるいは携帯電話のディスプレイなどを表示する。格納ディスプレイは、ディスプレイを所望の画像の表示にアドレスすることによって、動作する。理想的には、ディスプレイが変化する必要性が生じるまでディスプレイにアドレスする必要はない方がいいが、実際には、例えば、液晶層における所望されない状態の凝集などによって、表示される画像が劣化することを防ぐため、ディスプレイを周期的に「リフレッシュ」する必要がある。動作のこのモードにおいて、電力は、初期的にアドレスされる場合、または続いてリフレッシュされる場合にのみ、ディスプレイによって消費され、可能な限り、リフレッシュ動作が行われる回数が少ないことが望まれる。これによって、可能な限り、ディスプレイの劣化の原因は、減少される。

【0014】LCDの他の適用例として、素早く変化する画像、例えばビデオ画像の表示がある。このようなディスプレイの動作は、ビデオデータと同じレートで画像が更新されることを可能にするため、ディスプレイのアドレス時間が短いことを必要とする。

【0015】BTN液晶ディスプレイにおける、アドレスされる領域を限定する2つの方法が、D. W. Berremannらによる「Journal of Applied Physics」、Vol. 52, No. 4, p3032 (1981)に開示されている。この文献に記載されている方法の両方は、LCDにおいて、アドレスされる領域を分けるため、アドレスされない領域を提供する。LCDのアドレスされない領域の厚さ対ピッチの比は、アドレスされない領域内において 0° ねじれ状態を安定化するため、低減される。隣接するアドレスされる領域は、 0° ねじれ状態と 360° ねじれ状態との間で切り替えられ得、アドレスされない領域によって互いに分離される。アドレスされない領域の厚さ対ピッチの比を低減する方法のうちの一方は、アドレスされない領域の液晶層の厚さを低減することである。開示されている他の方法は、アドレスされない領域において、液晶層とアライメント膜との間のインターフェースの液晶分子のディレクターのチルトを、アドレスされる領域と比較して増大させて、液晶分子の有効ピッチを増大させることである。

【0016】しかし、アドレスされない領域のセルの厚さを低減することによって切り離すことは、アドレス可

能な領域全体が壁によって囲まれることを必要とし、有効に切り離すためには、壁の高さは、セルの厚さの少なくとも $2/3$ を必要とする。これによって、デバイスに液晶材料を充填するときに、空気が壁の角で溜まりやすいので、問題が起こり得る。

【0017】セルの厚さを必要な均一な状態にしようとするときに、さらなる問題が発生する。スペーサーボールが用いられる場合、スペーサーボールは、壁の上に配置されれば、セルの厚さの約 $1/3$ の直径を有し得るが、この場合、スペーサーボールを配置することが難しい。あるいは、セルの直径と等しい厚さを有するスペーサーボールが用いられ得る。この場合、確実に、スペーサーボールを、壁の上に配置するのではなく、アドレス可能領域に配置するように注意が必要となる。これらの方法の両方は、正確に実行することが難しい。さらなる代替例として、壁と柱との高さの合計が、所望のセルの厚さと等しくなるように、壁の上に柱を製造することがある。柱は、壁の製造プロセスを繰り返すことによって、設けられるが、この場合、壁ではなく柱を設けるために異なるマスクが用いられる。このことは、さらなるプロセスステップを必要とし、柱のマスクの正確なアライメントも必要とする。

【0018】両方の基板上のプレチルトを修正することによって切り離すことは、2つの基板を配列するときに、高精密度を必要とすることを意味する。

【0019】Hokeらによる「SID 97 Digest」、p29において、BTN LCDの高速性能において、ディスプレイは、凝集して 180° 状態になることを防ぐために十分な頻度でリフレッシュされる必要があることが教示されている。上述したように、この方法は、LCDの電力消費を増加するので、蓄積型LCDにおいては、所望されない。

【0020】EP-A-0 579 247は、透過BTN LCDにおいて最も強いコントラストを提供するため、液晶セルが間に配置される偏光板の位置を選択する技術を開示する。文献において、最も強いコントラストは、液晶層の厚さ d の液晶分子のピッチ p に対する比が $0.5\phi/2\pi < d/p < 1.5\phi/2\pi$ を満たす場合、得られることが教示される。しかし、実際のメモリ保持時間およびオペレーションを得ることが必要なのは、 d/p 比が、この範囲全体に存在することはできず、 $0.8\phi/2\pi < d/p < 1.4\phi/2\pi$ に制限されるからである。

【0021】HokeおよびBosは、「SID 98 Digest」、p854において、ポリマー壁が各ピクセルの周りに形成されて、 180° ねじれ状態になることを防ぐBTN LCDを開示している。この方法において、光重合が可能なモノマーの液晶材料が用いられており、これは、電圧が液晶セルに印加される間、マスクを用いて、選択的に照射にさらされる。この方法

は、アドレス可能な領域を低減することなく、良好に定められた壁構造を得ることが困難なので、問題がある。さらに、元の位置での重合化プロセスは、イオン汚染を招き得、画像が固定する（すなわち、ある動作状態から他の動作状態へのピクセルの書き換えが困難になる）ことになる。

【0022】セルの厚さと同じ高さの物理的バリアーを個別のアドレスされる領域のまわりに配置することが、予見され得る。しかし、このことは、LCDの製造を複雑にするという問題点を有する。特に、液晶材料をパネルに充填することが非常に困難になる。

【0023】EP-A-0 613 116は、BTN液晶ディスプレイデバイスを駆動する方法を開示している。まず、リセットパルスは、液晶層に印加されて、液晶材料内にFrederickの遷移を誘発する。次に、液晶層に電圧が印加されない遅延期間がある。その後、液晶層に選択電圧パルスが印加されて、液晶を2つの準安定状態のうちの1つにする。最終的に、フレームの残りについて、選択電圧パルスより低い電圧を有する電圧が、液晶層に維持されて、液晶を、2つの準安定状態のうちの1つに維持する。この駆動方法は、液晶層に電圧が実質的に継続して維持されることを必要とするので、バッテリーで動作するデバイスには不適切である。

【0024】また、EP-A-0 911 793は、BTN液晶ディスプレイデバイス用のアドレス方式を開示する。EP-A-0 613 116のアドレス方法と同様に、リセット電圧パルスは、初期的に、液晶層に印加されて、ネマチック液晶状態へのFredericks遷移を誘発する。その後、液晶層に低い振幅の交流電圧が印加される遅延時間がある。その後、液晶層に選択電圧パルスが印加されて、液晶を2つの準安定ねじれ状態のうちの1つにする。最終的に、フレームの残りについて、低い振幅の交流電圧が、液晶層に印加される。このアドレス方式に従って、デバイスは、連続的に更新され、結果として、低い振幅の交流電圧が長時間印加される。これにより、電力消費が高くなるので、この方法も、バッテリーで動作するデバイスと共に用いるためには不適切である。

【0025】

【課題を解決するための手段】本発明の方法は、第1および第2の液晶状態の間の切り替え可能な液晶材料の層を有する液晶ディスプレイデバイスを動作させる方法であって、(a)該ディスプレイデバイスの該液晶層のアドレス可能領域に、第1の電圧波形を印加して、該液晶層の該アドレス可能領域を、該液晶層に電界が印加されない場合、該第1および第2の液晶状態のうちのより高いエネルギーを有する状態にするステップと、(b)該液晶層の該アドレス可能領域を、該第1および第2の液晶状態のうちの所望される状態にして、所望の表示状態を得るステップと、を包含する。

【0026】本発明の方法は、ステップ(b)が、前記液晶層の前記アドレス可能領域に、第2の電圧波形を印加して、該液晶層の該アドレス可能領域を、該液晶層に電界が印加されない場合、前記第1および第2の液晶状態のうちのより低いエネルギーを有する状態にするステップを包含してもよい。

【0027】本発明の方法は、(c)前記液晶層の前記アドレス可能領域に、第1の0電圧波形を印加する、さらなるステップを包含する方法であって、ステップ(c)は、ステップ(a)の後、ステップ(b)の前に実行されてもよい。

【0028】本発明の方法は、(d)前記液晶層の前記アドレス可能領域にリセット電圧波形を印加して、該液晶層の該アドレス可能領域を、前記第1または第2の液晶状態にするステップをさらに包含する方法であって、ステップ(d)は、ステップ(a)の前に実行されてもよい。

【0029】本発明の方法は、(e)前記液晶層の前記アドレス可能領域に、第2の0電圧波形を印加するステップをさらに包含する方法であって、ステップ(e)が、ステップ(d)の後、ステップ(a)の前に実行されてもよい。

【0030】本発明の方法は、第1のフレームにおいて、前記液晶層の前記アドレス可能領域にリセット電圧波形を印加するステップと、前記第1の電圧波形を該液晶層の該アドレス可能領域に印加するステップと、該アドレス可能領域を前記第1および第2の液晶状態のうちの所望の状態にして、該第1のフレームの所望の表示状態を得るステップと、第2のフレームにおいて、該液晶層の該アドレス可能領域に該第1の電圧波形を印加するステップと、該アドレス可能領域を前記第1および第2の液晶状態のうちの所望の状態にして、該第2のフレームの所望の表示状態を得るステップとを包含するが、該第2のフレームにおいて該リセット電圧波形を印加するステップは包含しなくてもよい。

【0031】本発明の方法は、第1のフレームにおいて、前記液晶層の前記アドレス可能領域に第1のリセット電圧波形を印加するステップと、前記第1の電圧波形を該液晶層の該アドレス可能領域に印加するステップと、該アドレス可能領域を前記第1および第2の液晶状態のうちの所望の状態にして、該第1のフレームの所望の表示状態を得るステップと、第2のフレームにおいて、該液晶層の該アドレス可能領域に第2のリセット電圧波形を印加するステップと、該液晶層の該アドレス可能領域に該第1の電圧波形を印加するステップと、該アドレス可能領域を前記第1および第2の液晶状態のうちの所望の状態にして、該第2のフレームの所望の表示状態を得るステップとを包含する方法であって、該第2のリセット電圧波形の大きさの時間積分が、該第1のリセット電圧波形の大きさの時間積分より小さくてもよい。

【0032】本発明の方法は、前記第2のリセット電圧波形の持続時間が、前記第1のリセット電圧波形の持続時間と実質的に等しく、該第2のリセット電圧波形の大きさは、該第1のリセット電圧波形の大きさより小さくてもよい。

【0033】本発明の方法は、前記第2のリセット電圧波形の持続時間が、前記第1のリセット電圧波形の持続時間より短くてもよい。

【0034】本発明の方法は、前記液晶層の温度に基づいて、前記第1の電圧波形を選択するステップを包含し 10てもよい。

【0035】本発明の方法は、前記液晶層の温度が増加するにつれて前記第1の電圧波形の大きさの時間積分を低減するステップを包含してもよい。

【0036】本発明の方法は、前記液晶層の温度が増加するにつれて前記第1の電圧波形の持続時間を低減するステップを包含してもよい。

【0037】本発明の方法は、前記液晶層の温度が増加するにつれて前記第1の電圧波形の大きさを低減するステップを包含してもよい。 20

【0038】本発明の方法は、前記液晶層の温度に基づいて、前記第2の電圧波形を選択するステップを包含してもよい。

【0039】本発明の方法は、前記液晶層の温度が増加するにつれて前記第2の電圧波形の大きさの時間積分を低減するステップを包含してもよい。

【0040】本発明の方法は、前記液晶層の温度が増加するにつれて前記第2の電圧波形の持続時間を低減するステップを包含してもよい。

【0041】本発明の方法は、前記液晶層の温度が増加 30するにつれて前記第2の電圧波形の大きさを低減するステップを包含してもよい。

【0042】本発明の方法は、ステップ(b)が、ステップ(a)の実質的に直後に実行されてもよい。

【0043】本発明の方法は、前記アドレス可能領域を前記第1および第2の液晶状態のうちの所望の状態にして、所望の表示状態を得るステップの後に、該液晶層の該アドレス可能領域に安定化電圧波形を印加するステップと、該第1の液晶のエネルギーと、第2の液晶状態のエネルギーを実質的に等しくするように、該安定化電圧 40波形を選択するステップをさらに包含してもよい。

【0044】本発明の方法は、前記方法を用いて前記液晶層の第1のアドレス可能領域を切り替えるステップと、前記方法を用いて該液晶層の第2のアドレス可能領域を切り替えるステップと、該液晶層の該第2のアドレス領域に電圧波形を印加して、該第1のアドレス可能領域の切り替え特性と該第2のアドレス可能領域の切り替え特性とを等しくするステップとを包含してもよい。

【0045】本発明の方法は、少なくとも1つの前記電圧波形が、d. c. 平衡電圧波形であってもよい。 50

【0046】本発明の方法は、前記第1の液晶状態が、第1のねじれ角度を有するねじれ状態であり、前記第2の液晶状態が、該第1のねじれ角度とは異なる第2のねじれ角度を有してもよい。

【0047】本発明の方法は、前記第2のねじれ角度は、前記第1のねじれ角度より大きくてもよい。

【0048】本発明の方法は、前記第1のねじれ角度が、 $\phi - 180^\circ$ であり、前記第2のねじれ角度が、 $\phi + 180^\circ$ であり、ここで、 ϕ は、前記ディスプレイデバイスの第1の基板のアライメント方向と、該ディスプレイデバイスの第2の基板のアライメント方向との間の角度であり、液晶材料の層が該第1の基板と該第2の基板との間に配置されてもよい。

【0049】本発明の方法は、前記第1のねじれ角度が 0° であり、前記第2のねじれ角度が、 360° であってもよい。

【0050】本発明の方法は、前記液晶層の、前記または各アドレス可能領域が、ピクセルであってもよい。

【0051】本発明の方法は、前記液晶層が、双安定ねじれネマチック液晶材料の層であってもよい。

【0052】本発明の方法は、前記液晶層の厚さの前記液晶材料のピッチに対する比は、該液晶層の第1および第2の液晶状態のうちの1つが、該液晶層に電界が印加されない場合、該液晶層の最低エネルギー状態になるように、選択されてもよい。

【0053】本発明の方法は、前記液晶層の厚さの前記液晶材料のピッチに対する比は、該液晶層に電界が印加されない場合、液晶層の最低エネルギー状態が、 $(\phi + 180^\circ)$ のねじれ角度を有する液晶ねじれ状態になるように選択され、ここで、 ϕ は、前記ディスプレイデバイスの第1の基板のアライメント方向と、該ディスプレイデバイスの第2の基板のアライメント方向との間の角度であってもよい。

【0054】本発明の方法は、前記液晶層の厚さdの前記液晶材料のピッチpに対する比は、 $d/p > (\phi + 90^\circ) / 360^\circ$ になるように選択されてもよい。

【0055】本発明の方法は、前記液晶層の厚さの前記液晶材料のピッチに対する比は、該液晶層に電界が印加されない場合、該液晶層の最低エネルギー状態が、実質的に 360° のねじれ角度を有する液晶ねじれ状態になるように選択されてもよい。

【0056】本発明の方法は、前記液晶層の厚さdの前記液晶材料のピッチpに対する比は、 $d/p > 0.75$ になるように選択されてもよい。

【0057】本発明の方法は、前記液晶層の厚さの前記液晶材料のピッチに対する比は、該液晶層の第1および第2の液晶状態のうちの1つが、前記液晶ディスプレイデバイスの実質的に全ての動作状態下、該液晶層の最低エネルギー状態になるように選択されてもよい。

【0058】本発明の方法は、前記液晶層の厚さの前記

液晶材料のピッチに対する比は、 $(\phi + 180^\circ)$ のねじれ角度を有する液晶ねじれ状態が、前記液晶ディスプレイデバイスの実質的に全ての動作状態下、該液晶層の最低エネルギー状態になるように選択されてもよい。

【0059】本発明の方法は、前記液晶層の厚さの前記液晶材料のピッチに対する比は、 360° のねじれ角度を有する液晶ねじれ状態が、前記液晶ディスプレイデバイスの実質的に全ての動作状態下、該液晶層の最低エネルギー状態になるように選択されてもよい。

【0060】本発明の方法は、前記液晶層の厚さの前記液晶材料のピッチに対する比は、少なくとも 0.76 であってもよい。

【0061】本発明の方法は、添付の図面を参照しながら、前記方法と実質的に同様に液晶ディスプレイデバイスを動作させる。

【0062】本発明の液晶ディスプレイデバイスは、第1の基板と第2の基板との間に配置された液晶材料の層を備え、該液晶材料の層は、第1および第2の液晶状態の間で切り替え可能である液晶ディスプレイデバイスであって、前記液晶層の厚さの該液晶材料のピッチに対する比は、該液晶層の第1および第2の液晶状態のうちの1つが、該液晶層に電界が印加されない場合、該液晶層の最低エネルギー状態になるように選択される。

【0063】本発明の液晶ディスプレイデバイスは、前記液晶層の厚さの前記液晶材料のピッチに対する比は、該液晶層に電界が印加されない場合、該液晶層の最低エネルギー状態が、 $(\phi + 180^\circ)$ のねじれ角度を有する液晶ねじれ状態になるような比であってもよい。

【0064】本発明の液晶ディスプレイデバイスは、前記液晶層の厚さ d の前記液晶材料のピッチ p に対する比は、 $d/p > (\phi + 90^\circ) / 360^\circ$ を満たしてもよい。

【0065】本発明の液晶ディスプレイデバイスは、前記液晶層の厚さの前記液晶材料のピッチに対する比は、該液晶層に電界が印加されない場合、該液晶層の最低エネルギー状態が、実質的に 360° のねじれ角度を有する液晶ねじれ状態になるような比であってもよい。

【0066】本発明の液晶ディスプレイデバイスは、前記液晶層の厚さ d の前記液晶材料のピッチ p に対する比は、 $d/p > 0.75$ を満たしてもよい。

【0067】本発明の液晶ディスプレイデバイスは、前記液晶層の厚さの前記液晶材料のピッチに対する比は、該液晶層の第1および第2の液晶状態のうちの1つが、前記液晶ディスプレイデバイスの実質的に全ての動作状態下、該液晶層の最低エネルギー状態になるように選択されてもよい。

【0068】本発明の液晶ディスプレイデバイスは、前記液晶層の厚さの前記液晶材料のピッチに対する比は、 $(\phi + 180^\circ)$ のねじれ角度を有する液晶ねじれ状態が、前記液晶ディスプレイデバイスの実質的に全ての動

作状態下、該液晶層の最低エネルギー状態になるように選択されてもよい。

【0069】本発明の液晶ディスプレイデバイスは、前記液晶層の厚さの前記液晶材料のピッチに対する比は、 360° のねじれ角度を有する液晶ねじれ状態が、前記液晶ディスプレイデバイスの実質的に全ての動作状態下、該液晶層の最低エネルギー状態になるように選択されてもよい。

【0070】本発明の液晶ディスプレイデバイスは、前記液晶層の厚さ d の前記液晶材料のピッチ p に対する比は、少なくとも 0.76 であってもよい。

【0071】本発明の液晶ディスプレイデバイスは、第1および第2のアドレス可能液晶領域を備え、アドレス可能液晶領域のそれぞれが、前記第1および第2の液晶状態の間で切り替え可能であり、該第1のアドレス可能液晶領域と該第2のアドレス可能液晶領域との間に分離領域が設けられ、該分離領域は、第3の液晶状態が安定する領域を備えてもよい。

【0072】本発明の液晶ディスプレイデバイスは、前記液晶層が、双安定ねじれ液晶材料の層を備えてもよい。

【0073】本発明の液晶ディスプレイデバイスは、前記液晶材料の層のアドレス可能領域に電圧を印加するアドレス手段をさらに備えるデバイスであって、該アドレス手段は、第1のフレームにおいて、(a) リセット電圧波形を該液晶層のアドレス可能領域に印加し、(b) 該アドレス可能領域を、第1および第2の液晶状態のうちの所望の状態にして、該第1のフレームについて所望の表示状態を得るように適応され、該アドレス手段は、第2のフレームにおいて、(c) 該アドレス可能領域を、第1および第2の液晶状態のうちの所望の状態にして、該第2のフレームについて所望の表示状態を得るように適応され、該アドレス手段は、該第2のフレームにおいてリセット電圧波形を印加しないように適応されてもよい。

【0074】本発明の液晶ディスプレイデバイスは、液晶材料の層のアドレス可能領域に電圧を印加するアドレス手段をさらに備えるデバイスであって、該アドレス手段は、第1のフレームにおいて、(a) 第1のリセット電圧波形を該液晶層のアドレス可能領域に印加し、

(b) 該アドレス可能領域を、第1および第2の液晶状態のうちの所望の状態にして、該第1のフレームについて所望の表示状態を得るように適応され、第2のフレームにおいて、(c) 第2のリセット電圧波形を該液晶層のアドレス可能領域に印加し、(d) 該アドレス可能領域を、第1および第2の液晶状態のうちの所望の状態にして、該第2のフレームについて所望の表示状態を得るように適応され、該アドレス手段は、該第2のリセット電圧波形の大きさの時間積分が、該第1のリセット電圧波形の大きさの時間積分より小さくなるように該第1お

よび第2のリセット電圧を印加するように適応されてもよい。

【0075】本発明の液晶ディスプレイデバイスは、第1および第2の液晶状態の間で切り替え可能な液晶材料の層、ならびに該液晶材料の層のアドレス可能領域に電圧を印加するアドレス手段を備える、液晶ディスプレイデバイスであって、該アドレス手段は、(a)第1の電圧波形を該ディスプレイデバイスの該液晶層のアドレス可能領域に印加して、該液晶層の該アドレス可能領域を、該液晶層に電界が印加されない場合、第1および第2の液晶状態のうちのより高いエネルギーを有する状態にし、(b)該液晶層の該アドレス可能領域を、第1および第2の液晶状態のうちの所望の状態にして、所望の表示状態を得るように適応される。

【0076】本発明の第1の局面は、第1および第2の液晶状態の間の切り替え可能な液晶材料の層を有する液晶ディスプレイデバイスを動作させる方法であって、

(a)ディスプレイデバイスの液晶層のアドレス可能領域に、第1の電圧波形を印加して、液晶層のアドレス可能領域を、液晶層に電界が印加されない場合、第1および第2の液晶状態のうちのより高いエネルギーを有する状態にするステップと、(b)液晶層のアドレス可能領域を、第1および第2の液晶状態のうちの所望される状態にして、所望の表示状態を得るステップと、を包含する、方法を提供する。

【0077】双安定ねじれネマチックLCDは、概して、異なるエネルギーを有する2つの動作状態を有する。本発明によると、液晶層のアドレス可能領域は、第1の電圧波形（ブランキング電圧波形として機能する）を印加することによって、印加される電界が0の場合、より高いエネルギーを有する動作状態にされる。液晶層のアドレス可能領域が、動作状態のうち、より高いエネルギーを有する状態にされた後、液晶層のアドレス可能領域は、例えば、さらなる電圧波形を液晶層のアドレス可能領域に印加することによって、液晶層のアドレス可能領域の所望の表示状態を与えるために必要な動作状態にされる。このさらなる電圧波形は、動作状態のうちの所望の状態を選択するので、選択電圧波形として公知である。アドレス可能領域の所望の表示状態が、動作状態のうちのより高いエネルギーの状態にアドレス可能領域がなることを必要とする場合、液晶のアドレス可能領域は、切り替えられることを必要とせず、選択電圧波形は、それに従って、選択される。しかし、アドレス可能領域の所望の表示状態は、アドレス可能領域が、動作状態のうちのより低いエネルギーの状態であり、選択電圧波形は、液晶のアドレス可能領域を動作状態のうちのより低いエネルギーの状態に切り替える必要がある。

【0078】液晶ディスプレイデバイスの液晶層は、概して、独立してアドレス可能な複数の領域を含む。本発明の方法に従って、このようなデバイスが動作する場

合、液晶層の全ての、または実質的に全てのアドレス可能領域は、ブランキング電圧波形を印加することによって、動作状態のうちのより高いエネルギーの状態に初期的に切り替えられる。その後、所望の画像表示は、アドレス可能領域のうちの選択された領域を他の動作状態に切り替えることによって、得られる。

【0079】本発明が、BTN液晶ディスプレイデバイスに印加される場合、液晶層の、全ての、または実質的に全てのアドレス可能領域は、2つの準安定状態のうちのより高いエネルギーの状態に初期的に切り替えられ得る。液晶層の全ての、または実質的に全てのアドレス可能領域を、準安定状態のうちのより高いエネルギーの状態にブランキングし、1つ以上の領域において、準安定状態のうちのより低いエネルギーの状態を選択することによって、準安定状態のうちのより高いエネルギーの状態が、印加される電界が0のまま維持される時間が増加する。これは、液晶層の全ての、または実質的に全てのアドレス可能領域を、準安定状態のうちのより高いエネルギーの状態にブランキングすることは、準安定状態から、準安定状態のうち、エネルギー的により好適である、より低いエネルギーの状態を液晶層から取り除き、低いエネルギーの準安定状態の領域が、液晶層の切り替えが行われない領域（例えば、ピクセル間ギャップ）から生成するか、または選択電圧波形によって選択されるまで、現れない。

【0080】対照的に、液晶層がより高いエネルギーの状態にブランクされない従来のアドレス方法において、より低いエネルギー状態のマイクロドメインは、名目上、より高いエネルギーの状態に切り替えられた液晶層の領域の範囲内に維持される。印加された電界が取り除かれる場合、より低いエネルギー状態のこれらのマイクロドメインは、より高いエネルギーの状態の領域になり、ディスプレイを劣化させる。

【0081】本発明のさらなる利点は、ブランキング電圧が、液晶材料を、動作状態のうちの高エネルギー状態にするので、選択電圧波形が、動作状態のうちの高エネルギー状態から、動作状態のうちの低エネルギー状態に液晶材料を切り替えることのみを必要とすることである。これによって、選択電圧波形は、短い（ $< 100 \mu s$ ）ラインアドレス時間（l. a. t. s.）が求められるように選択され、これによって、ディスプレイデバイスが素早く更新されることが可能になり、ビデオレートで駆動されることさえ、可能になる。ずっと長いl. a. t. s.（マイクロ秒のオーダー）は、選択電圧波形が、液晶材料を、動作状態のうちの低エネルギー状態から、動作状態のうちの高エネルギー状態に切り替える必要がある場合に、必要とされる。

【0082】ステップ(b)は、液晶層のアドレス可能領域に、第2の電圧波形を印加して、液晶層のアドレス可能領域を、液晶層に電界が印加されない場合、第1お

よび第2の液晶状態のうちのより低いエネルギーを有する状態にするステップを包含し得る。上述したように、第2の電圧波形は、選択電圧波形として役割を果たし、印加される電界が0の場合、より低いエネルギーを有する液晶状態を選択する。第1の電圧波形（ブランキング電圧波形）を印加して、液晶層を動作状態のうちの高エネルギー状態にすること、および、所望される場合には、選択電圧波形を印加して、動作状態のうちの低エネルギー状態を選択することの組合せによって、液晶層が、所望の動作状態になることが可能になる。

【0083】この方法は、（c）液晶層のアドレス可能領域に、第1の0電圧波形を印加するステップであって、ステップ（a）の後、ステップ（b）の前に実行されるステップを、さらに包含し得る。ブランキング電圧波形を、第1の0電圧波形が液晶層のあるアドレス可能領域に印加されている間、第1の0電圧波形が液晶層のあるアドレス可能領域に印加される場合、液晶の他のアドレス可能領域に印加することが可能である。これによって、液晶の全てのアドレス可能領域が、所望の動作状態が、いずれかのアドレス可能領域において選択される前に、動作状態のうちのより高いエネルギーの状態にされることが可能になる。全てのアドレス可能領域を、動作状態のうちより高いエネルギーの状態にブランクすることによって、いずれかのアドレス可能領域において、動作状態のうちより低いエネルギーの状態が存在する可能性が、最小限になる。

【0084】この方法は、さらに、（d）液晶層のアドレス可能領域にリセット電圧波形を印加して、液晶層のアドレス可能領域を、第1または第2の液晶状態にするステップをさらに包含し、ステップ（d）は、ステップ（a）の前に実行される。上述したように、双安定液晶層の2つの動作状態は、必ずしも、液晶の最低エネルギー状態でなくてもよい。従って、液晶が初期的にアドレスされる場合、動作状態のうちの1つでない可能性がある。液晶層が確実に動作状態のうちの1つになるように、リセット電圧波形が印加されるので、ブランキング電圧波形は、動作状態のうちの低エネルギー状態から、動作状態のうちの高エネルギー状態に液晶を切り替えることのみを必要とする。これによって、ブランキング電圧波形に必要な大きさおよび／または持続時間が低減される。

【0085】この方法は、（e）液晶層のアドレス可能領域に、第2の0電圧波形を印加するステップをさらに包含し、ステップ（e）が、ステップ（d）の後、ステップ（a）の前に実行される。0電圧波形の持続時間は、ブランキング電圧波形の大きさおよび／または持続時間を低減するため、選択され得る。

【0086】この方法は、第1のフレームにおいて、液晶層のアドレス可能領域にリセット電圧波形を印加するステップと、第1の電圧波形を液晶層のアドレス可能領

域に印加するステップと、アドレス可能領域を第1および第2の液晶状態のうちの所望の状態にして、第1のフレームの所望の表示状態を得るステップと、第2のフレームにおいて、液晶層のアドレス可能領域に第1の電圧波形を印加するステップと、アドレス領域を第1および第2の液晶状態のうちの所望の状態にして、第2のフレームの所望の表示状態を得るステップとを包含し得るが、第2のフレームにおいて第2のリセット電圧を印加するステップは包含しない。

10 【0087】上述したように、リセット電圧波形が印加されて、ブランキング電圧波形が印加される前に、液晶層が確実に2つの動作状態のうちの1つになる。第1のフレームにおいて、ディスプレイがアドレスされる場合、液晶層は、ブランキング電圧波形、および、おそらく、選択電圧波形を印加することによって、2つの動作状態のうちの1つになる。従って、第2のフレームにおいて、リセット電圧波形を取り除くことが可能であり、これによって、第2のフレームの持続時間が短縮され、ディスプレイの電力消費が低減される。

20 【0088】この方法は、あるいは、第1のフレームにおいて、液晶層のアドレス可能領域に第1のリセット電圧波形を印加するステップと、第1の電圧波形を液晶層のアドレス可能領域に印加するステップと、アドレス可能領域を第1および第2の液晶状態のうちの所望の状態にして、第1のフレームの所望の表示状態を得るステップと、第2のフレームにおいて、液晶層のアドレス可能領域に第2のリセット波形を印加するステップと、液晶層のアドレス可能領域に第1の電圧波形を印加するステップと、アドレス領域を第1および第2の液晶状態のうちの所望の状態にして、第2のフレームの所望の表示状態を得るステップとを包含し得、第2のリセット電圧波形の大きさの時間積分は、第1のリセット電圧波形の大きさの時間積分より小さい。上述したように、第1のフレームの終わりに、液晶層は、2つの動作状態のうちの1つになる。しかし、例えば、望ましくない液晶状態がピクセル間ギャップにおいて維持された場合、望ましくない状態が液晶層に凝集することも起こり得る。従って、本発明のこの実施形態において、リセット電圧波形は、第2のフレームにおいて印加されるが、液晶層の全てのアドレス可能領域が動作状態であることが既知なので、第2のおよび任意の後続のリセット電圧波形が第1のリセット電圧波形より小さくされ得る。

【0089】第2のリセット電圧波形の持続時間が、第1のリセット電圧波形の持続時間と実質的に等しくなり得、第2のリセット電圧波形の大きさは、第1のリセット電圧波形の大きさより小さくなり得る。あるいは、第2のリセット電圧波形の持続時間が、第1のリセット電圧波形の持続時間より短くなり得、第2のリセット電圧波形の大きさは、第1のリセット電圧波形の大きさと実質的に等しくなり得る。これは、第2のフレームの間の

アドレス時間を低減する。

【0090】第1の電圧波形の大きさの時間積分および／または第2の電圧波形の大きさの時間積分は、液晶層の温度に基づいて、選択され得る。液晶材料の切り替え特性は、液晶層の温度に依存し得、一定の電圧波形を印加することによって、異なる温度では、異なる切り替えの影響が生成され得、ディスプレイの質が劣化する。ディスプレイの質の劣化は、異なる温度での均一な切り替え特性を確実にするため、液晶層の温度が変動するにつれて、第1の電圧波形および／または第2の電圧波形を 10 変化させることによって、なくなり得る。

【0091】この方法は、液晶層の温度が増加するにつれて、第1の電圧波形の大きさの時間積分を低減するステップ、および／または第2の電圧波形の大きさの時間積分を低減するステップを包含し得る。この方法は、液晶層の温度が増加するにつれて、第1の電圧波形の持続時間を低減するステップ、および／または第2の電圧波形の持続時間を低減するステップを包含し得る。その代わりに、または、それに加えて、液晶層の温度が増加するにつれて、第1の電圧波形の大きさを低減するステッ 20 プ、および／または第2の電圧波形の大きさを低減するステップを包含し得る。

【0092】ステップ(b)は、ステップ(a)の実質的に直後に実行され得る。これによって、液晶にアドレスするために必要な全体のフレーム時間が低減され、また、これによって、液晶材料の切り替え特性の温度への依存が低減されることが確認された。

【0093】この方法は、アドレス可能領域を第1および第2の液晶状態のうちの所望の状態にして、所望の表示状態を得るステップの後に、液晶層のアドレス可能領域に安定化電圧波形印加するステップと、第1の液晶のエネルギーと、第2の液晶状態のエネルギーを実質的に等しくするように、安定化電圧波形を選択するステップをさらに包含し得る。 30

【0094】液晶状態のエネルギーは、概して、液晶に印加される電界に依存する。安定化電圧が選択され、液晶層に印加される場合、第1の液晶状態のエネルギーは、第2の液晶状態のエネルギーと実質的に等しくなる。これは、1つの液晶状態が、他の液晶状態に変化することはエネルギーの面からは好適でないことを意味し、これによってディスプレイの安定性が増加する。 40

【0095】この方法は、上記の方法を用いて液晶層の第1のアドレス可能領域を切り替えるステップと、上記の方法を用いて液晶層の第2のアドレス可能領域を切り替えるステップと、液晶層の2のアドレス領域に電圧を印加して、第1のアドレス可能領域の切り替え特性と2のアドレス可能領域の切り替え特性とを等しくするステップとを包含し得る。液晶層がアドレスされる場合、切り替え特性は、選択電圧が印加された後、液晶層に印加される電圧に依存し得る。従って、本発明のこの実施形 50

態において、第1および第2のアドレス可能領域の切り替え特性を等しくするため、所望の状態に切り替えられた後、液晶層の第2のアドレス可能領域に、さらなる電圧波形が印加される。

【0096】少なくとも1つの電圧波形が、d. c. 平衡電圧波形であり得る。これによって、イオンがトラップすることによって生じる切り替えの不規則さというリスクがなくなる。

【0097】第1の液晶状態は、第1のねじれ角度を有するねじれ状態であり得、第2の液晶状態は、第1のねじれ角度とは異なる第2のねじれ角度を有するねじれ状態であり得る。第2のねじれ角度は、第1のねじれ角度より大きくなり得る。第1のねじれ角度は、 $\phi - 180^\circ$ であり得、第2のねじれ角度が、 $\phi + 180^\circ$ であり得、ここで、 ϕ は、ディスプレイデバイスの第1の基板のアライメント方向と、ディスプレイデバイスの第2の基板のアライメント方向との間の角度であり、液晶材料の層は第1の基板と2の基板との間に配置されている。

【0098】第1のねじれ角度は、 0° であり得、第2のねじれ角度は、 360° であり得る。

【0099】液晶層の、アドレス領域または各アドレス可能領域は、ピクセルであり得る。

【0100】液晶層は、双安定ねじれネマチック液晶材料の層であり得る。

【0101】液晶層の厚さの液晶材料のピッチに対する比は、第1および第2の液晶状態のうちの1つが、液晶層に電界が印加されない場合に最低エネルギー状態になるように、選択され得る。このことにより、望ましくない液晶状態、例えば、 ϕ ねじれ状態が、液晶層に存在することが、エネルギー的に好ましくない。

【0102】液晶層の厚さの液晶材料のピッチに対する比は、液晶層にわたって電界が印加されない場合、液晶材料の最低エネルギー状態が、 $(\phi + 180^\circ)$ のねじれ角度を有する液晶ねじれ状態になるように選択され得、ここで、 ϕ は、ディスプレイデバイスの第1の基板のアライメント方向と、ディスプレイデバイスの第2の基板のアライメント方向との間の角度である。液晶層の厚さdの液晶材料のピッチpに対する比は、 $d/p > (\phi + 90^\circ) / 360^\circ$ になるように選択され得る。

【0103】液晶層の厚さの液晶材料のピッチに対する比は、液晶層に電圧が印加されない場合の最低エネルギー状態が、実質的に 360° のねじれ角度を有する液晶ねじれ状態になるように選択され得る。液晶層の厚さdの液晶材料のピッチpに対する比は、 $d/p > 0.75$ になるように選択され得る。

【0104】液晶層の厚さの液晶層のピッチに対する比は、第1および第2の液晶状態のうちの1つが、液晶ディスプレイデバイスの実質的に全ての動作状態下、液晶層の最低エネルギー状態になるように選択され得る。上述したように、液晶状態のエネルギーは、液晶層に印加

される電界が変化するにつれて、変化し得る。液晶層の厚さの液晶材料のピッチに対する比が、液晶層に印加される電圧が0の場合だけでなく、ディスプレイデバイスの動作中に液晶層に印加される可能性の高い全ての電圧下、第1および第2の液晶動作状態のうち的一方または他方が液晶層の最低エネルギー状態になるように選択される場合、液晶層において望ましくない状態が凝集する確率は、さらに低減される。

【0105】液晶層の厚さの液晶材料のピッチに対する比は、 $(\phi + 180^\circ)$ のねじれ角度を有する液晶ねじれ状態が、液晶ディスプレイデバイスの実質的に全ての動作状態下、液晶層の最低エネルギー状態になるように選択され得る。

【0106】液晶層の厚さの液晶材料のピッチに対する比は、 360° のねじれ角度を有する液晶ねじれ状態が、液晶ディスプレイデバイスの実質的に全ての動作状態下、液晶層の最低エネルギー状態になるように選択され得る。

【0107】液晶層の厚さの液晶材料のピッチに対する比は、少なくとも0.76になり得る。

【0108】本発明の第2の局面は、第1の基板と第2の基板との間に配置された液晶材料の層を備え、液晶材料の層は、第1および第2の液晶状態の間で切り替え可能である液晶ディスプレイデバイスであって、液晶層の厚さの液晶材料のピッチに対する比は、液晶層の第1および第2の液晶状態のうちの一つが、液晶層に電界が印加されない場合に最低エネルギー状態になるように選択される、液晶ディスプレイデバイスを提供する。

【0109】液晶層の厚さの液晶材料のピッチに対する比は、液晶層に電圧が印加されない場合の最低エネルギー状態が、 $(\phi + 180^\circ)$ のねじれ角度を有する液晶ねじれ状態になるような比であり得る。

【0110】液晶層の厚さdの液晶材料のピッチpに対する比は、 $d/p > (\phi + 90^\circ) / 360^\circ$ を満たし得る。

【0111】液晶層の厚さの液晶材料のピッチに対する比は、液晶層に電圧が印加されない場合の最低エネルギー状態が、実質的に 360° のねじれ角度を有する液晶ねじれ状態になるような比であり得る。

【0112】液晶層の厚さdの液晶材料のピッチpに対する比は、 $d/p > 0.75$ を満たし得る。

【0113】液晶層の厚さの液晶材料のピッチに対する比は、液晶層の第1および第2の液晶状態のうちの一つが、液晶ディスプレイデバイスの実質的に全ての動作状態下、液晶層の最低エネルギー状態になるように選択され得る。

【0114】液晶層の厚さの液晶材料のピッチに対する比は、 $(\phi + 180^\circ)$ のねじれ角度を有する液晶ねじれ状態が、液晶ディスプレイデバイスの実質的に全ての動作状態下、液晶層の最低エネルギー状態になるように

選択され得る。

【0115】液晶層の厚さの液晶材料のピッチに対する比は、 360° のねじれ角度を有する液晶ねじれ状態が、液晶ディスプレイデバイスの実質的に全ての動作状態下、液晶層の最低エネルギー状態になるように選択され得る。

【0116】液晶層の厚さの液晶材料のピッチに対する比は、少なくとも0.76であり得る。

【0117】このデバイスは、第1および第2のアドレス可能液晶領域を備え、アドレス可能液晶領域のそれぞれが、第1および第2の液晶状態の間で切り替え可能であり、第1のアドレス可能液晶領域と第2のアドレス可能液晶領域との間に分離領域が設けられ、分離領域は、第3の液晶状態が安定する領域を備え得る。このような分離領域は、あるアドレス可能な領域において、液晶状態を、他のアドレス可能な液晶領域に凝集することを防ぐ。このことによって、ディスプレイの安定性がさらに増加する。

【0118】液晶層は、双安定ねじれ液晶材料の層を備え得る。

【0119】このデバイスは、液晶材料の層のアドレス可能領域に電圧を印加するアドレス手段をさらに備え得、アドレス手段は、第1のフレームにおいて、(a) リセット電圧波形を液晶層のアドレス可能領域に印加し、(b) アドレス可能領域を、第1および第2の液晶状態のうちの所望の状態にして、第1のフレームについて所望の表示状態を得るように適応され、アドレス手段は、第2のフレームにおいて、(c) アドレス可能領域を、第1および第2の液晶状態のうちの所望の状態にして、第2のフレームについて所望の表示状態を得るように適応され、アドレス手段は、第2のフレームにおいてリセット電圧波形を印加しないように適応される。

【0120】あるいは、このデバイスは、液晶材料の層のアドレス可能領域に電圧を印加するアドレス手段をさらに備え得、アドレス手段は、第1のフレームにおいて、(a) 第1のリセット電圧波形を液晶層のアドレス可能領域に印加し、(b) アドレス可能領域を、第1および第2の液晶状態のうちの所望の状態にして、第1のフレームについて所望の表示状態を得るように適応され、第2のフレームにおいて、(c) 第2のリセット電圧波形を液晶層のアドレス可能領域に印加し、(d) アドレス可能領域を、第1および第2の液晶状態のうちの所望の状態にして、第2のフレームについて所望の表示状態を得るように適応され、アドレス手段は、第2のリセット電圧波形の大きさの時間積分が、第1のリセット電圧波形の大きさの時間積分より小さくなるように第1および第2のリセット電圧を印加するように適応される。

【0121】本発明の第3の局面は、第1および第2の液晶状態の間で切り替え可能な層、ならびに液晶材料の

層のアドレス可能領域に電圧を印加するアドレス手段を備える、液晶ディスプレイデバイスであって、アドレス手段は、(a)第1の電圧波形をディスプレイデバイスの液晶層のアドレス可能領域に印加して、液晶層に電界が印加されない場合、液晶層のアドレス可能領域を、第1および第2の液晶状態のうちのより高いエネルギーを有する状態にし、(b)液晶層のアドレス可能領域を、第1および第2の液晶状態のうちの所望の状態にして、所望の表示状態を得るように適応される、液晶ディスプレイデバイスを提供する。

【0122】

【発明の実施の形態】次に、添付の図面を参照しながら、一例として、本発明の好適な実施形態が説明される。

【0123】本発明の第1の実施形態によるアドレス方法を、図4aおよび4bに示す。これらの図の中で、図4aには、この実施形態における液晶層に印加される選択電圧を示し、図4bには、液晶層に印加されるデータ電圧を示す。この実施形態は、受動的マトリクスアドレス方式に関する。

【0124】受動的にアドレスされる液晶ディスプレイデバイスを、図3aに示す。カラム電極 $C_1 \dots C_j \dots C_m$ は、液晶層の一方の側面に配置され、ロウ電極 $R_1 \dots R_i \dots R_N$ は、液晶層の他方の側面に配置される。ロウ電極 R_i は、カラム電極と交差し、その角度は、好適には、カラム電極に対して 90° である。ピクセル P_{ij} は、 i 番目のロウ電極と j 番目のカラム電極が重なるところと規定され得る。

【0125】ディスプレイデバイスは、ロウ駆動回路9から、選択電圧を第1のロウ電極に印加し、その間、非選択電圧(0であり得る)が他のロウ電極に印加されることによって、アドレスされる。データ電圧は、第1のカラム電極に印加されて、第1のロウ(P_{11})の第1のピクセルにアドレスされる。その後、データ電圧は、カラム駆動回路10によって、残りのカラム電極に順番に印加されて、第1のロウの他のピクセル(P_{12} 、 $P_{13} \dots P_{1N}$)に連続してアドレスする。その後、選択電圧が、第1のロウの電極から取り除かれ、非選択電圧が、第1のロウの電極に印加される。その後、選択電圧は、第2のロウ電極に印加され、データ電圧がカラム電極に順番に印加されて、ディスプレイの第2のロウのピクセルにアドレスする。その後、ピクセルの残りのロウが、順番に選択され、アドレスプロセスは、ディスプレイの各ロウについて繰り返される。ディスプレイの全てのピクセルにアドレスするためにかかる時間は、一般的に、「フレーム」と呼ばれる。

【0126】ピクセルにおいて、液晶層に印加される電圧は、各ロウ電極に印加される選択電圧と、各カラム電極に印加されるデータ電圧との差に等しい。ピクセルの液晶状態、すなわち、表示状態は、関連するロウ電極に

印加される選択電圧と、関連するカラム電極にデータ電圧との間の差によって決定される。図3aに示す液晶ディスプレイデバイスにおいて、ロウ電極 R_i 、カラム電極 C_j 、ロウ駆動回路9、およびカラム駆動回路10は、アドレス手段を形成し、アドレスされる液晶層(すなわち、ピクセル P_{ij})の選択された領域をイネーブルする。

【0127】図4aおよび4bに、液晶層のアドレス可能領域、例えば、ピクセルに、1フレームに印加される選択電圧およびデータ電圧を示す。この方法のこの実施形態を用いて、図3aのタイプの液晶ディスプレイデバイスが駆動される場合、図4aの選択電圧は、ロウ駆動回路9によって、ロウ電極のうちの1つに印加され、図4bのデータ電圧は、カラム駆動回路10によって、カラム電極のうちの1つに印加される。

【0128】初期的に、リセット電圧波形P1が、液晶層に印加される。図4aおよび4bの実施形態において、リセット電圧波形P1は、図4aに示す選択電圧における電圧パルス1、および図4bに示すデータ電圧における0電圧によって、構成される。電圧パルス1は、持続時間 t_r および振幅 V_r を有する。リセット電圧波形P1の影響によって、 ϕ ねじれ状態が取り除かれ、ピクセルの液晶が2つの準安定 $\phi - \pi$ または $\phi + \pi$ ねじれ状態のうちの1つになる。

【0129】リセット波形P1が印加された後、0電圧波形DPが、液晶層に、時間 t_{dp} の間、印加される。時間 t_{dp} において、選択電圧およびデータ電圧は、両方とも0に等しい。

【0130】その後、ブランキング電圧波形P2が、ピクセルに印加される。図4aおよび4bの実施形態において、ブランキング電圧波形P2は、図4aの選択電圧における持続時間 t_b および大きさ V_b を有する電圧パルス2、ならびに図4bの選択電圧におけるゼロ電圧によって、構成される。電圧パルス2の持続時間および大きさは、液晶層に電圧が印加されない場合、液晶を、2つの準安定状態のうち、より高いエネルギーを有する状態にするように、選択される。これは、概して、準安定状態のうち、より低いねじれ角度を有する状態になる。

【0131】所望の表示画像を提供するため、高エネルギー準安定状態にピクセルを維持することが所望される場合、さらなる電圧がピクセルに印加される必要はない。しかし、所望の表示画像を提供するため、ピクセルをより低いエネルギーの準安定状態にする場合、これは、ピクセルに選択電圧波形P4を印加することによって行われる。図4aの実施形態において、選択電圧波形P4は、持続時間 t_s および大きさ V_s を有する、図4aの選択電圧におけるパルス4a、ならびに、持続時間 t_d および大きさ V_{d1} を有する、図4bのデータ電圧におけるパルス4bによって構成される。液晶層に印加される電圧の大きさは、上述したように、選択電圧における

パルス4aと、データ電圧におけるパルス4bとの差によって生じ、液晶層にわたる電圧の大きさは、 $V_s - V_{d1}$ になる。図4bに示すデータ電圧 V_{d1} は、負の電圧であるので、液晶層に印加される電圧は、 $V_s + |V_{d1}|$ である。しかし、 V_{d1} が正の電圧であってもよい。

【0132】選択電圧波形P4がピクセルに印加された後、この実施形態において、フレームTで、さらなる電圧が、意図的にピクセルに印加されることはない。他のピクセルは、フレームの残りの間、アドレスされる。時間T1は、フレームTにおいてパネルがリフレッシュされた後、パネルに印加される電圧が0より下にされていた（すなわち、格納モード）期間を示す。

【0133】本発明のこの実施形態のアドレス方法において、ブランキング電圧波形がピクセル全体に高エネルギー状態を選択することを確実にすることによって、液晶層に電圧が印加されない場合に、低ねじれ（高エネルギー）動作状態が維持される時間を増加することが可能である。より好適な低ねじれ状態がピクセルから取り除かれ、切り替えが行われない領域（例えば、ピクセル間ギャップ）から、ピクセルが凝集するか、または選択電圧波形によって選択されるまで現れない。従って、より低いエネルギーねじれ状態において凝集する位置がピクセル内に存在しない場合、より低いエネルギーねじれ状態は、選択電圧波形によって選択されるか、またはピクセル外部の切り替えが行われない領域からその状態になるまで現れない。従って、この実施形態のアドレス方法は、従来のアドレス技術と比較して、より長い画像の保持時間を提供する。これは、従来のアドレス技術を用いる低ねじれ状態の選択によって、より高いねじれ状態のマイクロドメインがピクセル内に維持されないことが確実にならないからである。より高いねじれ状態の任意のマイクロドメインがピクセル内に維持される場合、印加された電界が取り除かれた後、その状態になり、低ねじれ状態と入れ替わる。

【0134】この実施形態のアドレス方法は、従来のBTN LCDに適用される場合、画像をディスプレイ上で保持するために必要なリフレッシュの頻度を低下させ、デバイスの電力消費を低減する。これは、特に、ディスプレイの電力消費を低減させるため、長いメモリ保持時間が所望される格納タイプのディスプレイデバイスにおいて有用である。本発明は、ディスプレイがリフレッシュを必要とせず、長時間に印加される電界が0の場合、画像が表示されることを可能にする。

【0135】本発明のアドレス方法のさらなる利点は、低いラインアドレス時間によって、高アドレスレートと両立し、従来のBTNアドレス方法と同様の性能を提供し得ることである。従って、本発明は、低リフレッシュレート、すなわち、格納モードで動作する場合、低減された電力消費を提供し得るか、または、例えば、画像を表示するための高リフレッシュレートを生成し得る、用

途の広いアドレス技術を提供する。

【0136】BTN反射構成の範囲は、同時係属出願中のUK特許出願第9911246、8号に記載されており、対応するPCT出願PCT/JPO0/03118は、どの動作状態が、白色状態を提供し、どの動作状態が暗い状態を提供するを選択することを可能にする。すなわち、動作状態のうち低エネルギーの状態が白色状態を提供する、または暗い状態を提供するディスプレイを提供することが、可能である。

【0137】図4aおよび4bにおいて、ゼロ電圧波形DPが、リセット電圧波形P1の終わりからブランキング電圧波形P2の初めまでの間の時間 t_{dp} の間印加される。この0電圧波形DPの持続時間 t_{dp} は、好適には、フレームの持続時間T全体を最小化するため、短くされる。好適な実施形態において、0電圧波形DPが、全体的に省略される、すなわち、 $t_{dp}=0$ であり、ブランキング電圧波形P2は、リセット電圧波形P1に直ちに続く。

【0138】あるいは、0電圧波形DPの持続時間 t_{dp} を最適化して、液晶のブランキング電圧波形P2に対する切り替え応答を向上させることが可能である。従って、代替的な実施形態において、0電圧波形DPの持続時間 t_{dp} が選択されて、ブランキング電圧波形P2のサイズが低減される。すなわち、この実施形態においては、選択電圧のパルス2の大きさおよび／または持続時間が低減される。

【0139】典型的な受動的にアドレスされるマトリクス液晶ディスプレイデバイスの動作において、選択電圧は、ロウ電極に印加され、その後、データ電圧が、連続して、ディスプレイデバイスの各カラム電極に印加されて、選択されたカラムの各ピクセルがアドレスされる。図4に示す0電圧波形P3は、リセット電圧波形P1およびブランク電圧波形P2のディスプレイデバイスの他のカラム電極への印加にかかった時間に対応する。N個のロウを有するディスプレイデバイスの場合、0電圧波形P3の持続時間は、 $(N-1) \times (t_R + t_{dp} + t_B)$ によって、ほぼ求められる。

【0140】期間P5において、ディスプレイの他のピクセルがアドレスされる。この期間の間、データ電圧が、第1のカラム電極に印加されて、第1のカラム、およびロウ2～Nにおけるピクセル P_{21} 、 P_{31} 、...、 P_{N1} にアドレスするので、データ電圧は、0ではなく、これは、大きさ V_{d2} を有する電圧パルスによって図5で表される。しかし、期間P5において、電圧は、第1のロウ電極に、意図的には印加されない。

【0141】図5aおよび5bに、それぞれ、本発明の第2の実施形態によるアドレス方法の選択電圧およびデータ電圧を示す。この実施形態において用いられる選択電圧およびデータ電圧は、図4aおよび4bの実施形態において用いられる選択電圧およびデータ電圧と、リセ

ット電圧波形P1、ブランキング電圧波形P2、および選択電圧波形P4を含むという点で類似する。しかし、図5aおよび5bの実施形態において、リセット電圧波形P1、ブランキング電圧波形P2、および選択電圧波形P4は、バイポーラ波形になるように選択され、各電圧波形は、正味の直流(d.c.)成分を有さない。図5aおよび5bの実施形態において、液晶層をわたって印加される電圧は、正味のd.c.成分を含まず、これによって、イオンがトラップすることによって生じる切り替えの不規則さというリスクがなくなる。

【0142】代替的な実施形態(図示せず)において、図4aおよび図4bに示す波形が用いられ、液晶層に印加される正味のDC電圧が、各フレームについて、選択電圧およびデータ電圧の極性を逆転することによって避けられる。

【0143】図6に、図5aおよび5bに示すアドレス方法の結果を示す。これらの結果は、 $\phi=180^\circ$ を有するBTN液晶ディスプレイデバイスについて得られ、2つの準安定ねじれ状態は、 0° および 360° のねじれ状態である。図6に、0.6ms、2ms、および4msの選択電圧波形P4の持続時間の結果を示す。

【0144】図6の結果は、厚さ2 μ mの液晶層を有する液晶セルに関する。液晶材料のプレチルトは、両方の基板上で約 3° であり、液晶層は、d/p比が約0.65になるようにキラルドーパントR1101がドーパされた液晶材料MDA-98-86からなる(液晶およびドーパントは両方ともMerck製である)。図6に示す結果は、25 $^\circ$ Cの温度で得られたものである。

【0145】図6に、選択電圧波形P4を共に構成する、選択電圧におけるパルス4aの大きさ V_s 、およびデータ電圧におけるパルス4bの大きさ V_{d1} を示す。大きさ $V_r=1.5$ Vおよび持続時間 $t_r=50$ msを有するリセット電圧波形P1、時間 $t_{dp}=0$ 、振幅 $V_b=2.1$ Vおよび持続時間 $t_b=8$ msを有するブランキング電圧波形P2、ならびに持続時間5000msを有する0電圧波形P3のこの持続時間を用いて、データが得られる。0電圧波形P3は、典型的な液晶パネルの全てのロウを、選択電圧を印加する前に、ブランクにすることにかかる時間をシミュレートするために選択される。0電圧波形P3についてより短い持続時間を選択することによって、図6の結果が大幅には影響されないことが分かる。

【0146】図6から、選択電圧波形の大きさを増大することによって、液晶を切り替えるために必要な選択電圧波形の持続時間が短くなることが明らかである。約30Vの選択電圧(V_s-V_{d1})を用いることによって、選択電圧の持続時間が、約3 μ sに低減され得ることが分かる。図6の例において、リセット電圧波形およびブランキング電圧波形の大きさおよび持続時間は、例示のために、選択され、特に、ディスプレイの切り替え時間

全体を最小化するため選択されるものではない。切り替え時間全体およびフレーム時間全体を低減するため、上記のリセットおよびブランキング電圧波形より短いリセットおよびブランキング電圧波形を用いることが可能である。

【0147】図6から、約 ± 3 Vより大きいデータ電圧は、選択電圧が0で維持される場合でも、切り替えを誘発し得る。従って、3Vより大きい大きさを有するデータ電圧を、好適には、所望されない液晶の切り替えを防ぐため、避ける必要がある。さらに、約 ± 1.6 Vより大きいデータ電圧が、高エネルギー(0°)状態を選択し得、データ電圧の大きさは、好適には、1.6V未満になる必要がある。

【0148】本発明の第3の実施形態を、出願の図7aおよび7bに示す。図7aに、ロウ電極の印加される選択電圧を示す。図7bに、カラム電極に印加されるデータ電圧を示す。

【0149】図7aおよび7bに示す実施形態は、図4aおよび4bに示す実施形態に類似する。しかし、フレーム期間T全体に、データ電圧がロウ電極に印加されることが明らかである。この実施形態は、図4aおよび4bにおいてアドレスされるロウより後のロウにアドレスすることを表す。この実施形態において、波形P1、DP、P2およびP3が印加される間、データ電圧は0でない。選択電圧波形P4が印加される前のデータ電圧における非0成分は、より前のロウをアドレスすることを表す。

【0150】ある状態から別の状態へ液晶を切り替えるように意図されていない、液晶に印加された任意の電圧は、液晶材料を切り替えないように、切り替え閾値より下に維持される。また、任意の電圧は、ディスプレイの輝度を低減しないように、臨界電圧より下に維持される必要がある。

【0151】図3bに、典型的なBTN LCDについて、透過性と印加された電圧との間の関係を示す。これによって、キラルドーパントR1011でドーパされた液晶材料MDA-98-86(両方ともMerck製)の厚さ2 μ mの層を有する逆平行($\phi=180^\circ$)セルにおける 0° ねじれ状態の透過性が示される。電圧-透過性曲線は、1.5V以下の電圧が、透過性に変化をもたらさないことを示す。約2Vの電圧は、測定された透過性を2%減少させ、2%の変化は、観察者にとって、ちょうど知覚できる変化である。従って、この液晶材料について、デバイスを切り替えることを意図しない電圧の電圧閾値は、約2Vより下に維持される必要がある。

【0152】図8aおよび8bに、本発明の第4の実施形態によるアドレス方式を示す。図8aに、ロウ電極に印加される選択電圧を示し、図8bに、カラム電極に印加されるデータ電圧を示す。図8aおよび8bの実施形態は、概して、フレーム期間T全体にデータ電圧がロウ

電極に印加される限りは、図7aおよび7bに類似する。しかし、それぞれがバイポーラ電圧波形からなる、図8aおよび8bに示す電圧波形は、選択電圧波形およびデータ電圧波形は、それぞれ、正味のd. c. 成分を含む。このことの利点は、図5aおよび5bの実施形態を参照しながら、上述された。

【0153】第3および第4の実施形態の選択電圧およびデータ電圧は、第1および第2の実施形態の選択電圧に類似する切り替え特性を生成する。しかし、選択電圧波形P4への液晶材料の切り替え特性は、第3および第4の実施形態において、第1および第2の実施形態と比較すると、より均一である。電子ブック（「eブック」）のようないくつかのデバイスにおいて、第1および第2の実施形態は好適であり得る。なぜなら、第1および第2の実施形態は、情報が画面上に表示される前に、ディスプレイをブランクにして、クリアな画面（例えば、全体的に白い画面または全体的に黒い画面）にするからである。その後、情報は、ブランクなディスプレイに表示される。

【0154】選択電圧波形におけるリセットおよびブランキング電圧波形の大きさおよび／または持続時間が、第1および第2の実施形態と比較すると、ロウ電極にデータ電圧があることを補償するために僅かな修正しか必要としないことが留意されるべきである。

【0155】本発明の第5の実施形態を、図9aに示す。図9aの上方部分は、カラム電極に印加された選択電圧を示し、図9aの下方部分は、ロウ電極に印加されるデータ電圧を示す。

【0156】図9aの実施形態は、0電圧波形P3の持続時間が、第1の実施形態よりずっと短いという点を除いて、概して、本発明の第1の実施形態に類似する。図9aには、0電圧波形P3の持続時間として、数ミリ秒を示すが、期間P3の0電圧波形は、0まで低減されて、選択電圧波形P4がブランキング電圧波形P2に直ちに続くようにしてもよい。ブランキング電圧波形と選択電圧波形との間の0電圧波形P3の時間が短い、または0であるということは、フレーム期間T全体の長さが、上述の実施形態1～4と比較すると、ずっと短く、ビデオレート情報が表示され得るということを意味する。

【0157】図9bに、本発明の第6の実施形態の選択電圧（上方線）およびデータ電圧（下方線）を示す。この実施形態は、概して、0電圧波形P3が短く、0まで低減されてもよいという点で、第5の実施形態に類似する。第6の実施形態は、選択電圧およびデータ電圧における各電圧パルスが、バイポーラ電圧パルスであり、各電圧波形においてd. c. 平衡を提供するという点で、第5の実施形態と異なる。

【0158】図9cに、本発明の第7の実施形態の選択電圧（上方線）およびデータ電圧（下方線）を示す。こ

の実施形態は、フレームTの持続時間全体にロウ電極にデータ電圧があるという点を除いて、概して、図9aの実施形態と類似する。

【0159】図9dに、本発明の第8の実施形態の選択電圧（上方線）およびデータ電圧（下方線）を示す。この実施形態は、選択電圧およびデータ電圧における各電圧パルスが、バイポーラ電圧パルスであり、選択電圧およびデータ電圧が、それぞれ、正味のd. c. 成分を有さない点を除いて、概して、図9cに示す第7の実施形態と類似する。

【0160】従って、第5、第6、第7および第8の実施形態は、それぞれ、概して、第1、第2、第3および第4の実施形態と類似することが明らかである。ただし、第5～第8の実施形態において、0電圧波形P3の持続時間は、第1～第4の実施形態における持続時間より短く、0電圧波形P3が、第5～第8の実施形態においては0であってもよい点が異なる。

【0161】図10に、本発明の第8の実施形態の切り替え特性を示す。この図には、図9aに示した選択電圧およびデータ電圧を0°ねじれ状態のBTN液晶層に印加して、液晶が360°ねじれ状態に切り替えられるかを観察した結果が示されている。液晶を切り替えるために必要とされる、選択電圧におけるパルス4aの大きさ、およびデータ電圧におけるパルス4bの大きさを、選択電圧波形P4の持続時間の2つの値について、図10に示す。図6の結果が得られた液晶セルと同様の液晶セルが、用いられた。しかし、図6の結果が得られた液晶セルのd/p比より、図10の結果が得られた液晶セルのd/p比の方が小さい（図10において、d/p = 0.62）。図10の結果は、0電圧波形DP、および0電圧波形P3の両方が持続時間0である選択電圧を用いて得られる。リセット電圧波形P1は、20Vの大きさ V_R および持続時間 $t_R = 40\text{ms}$ を有する選択電圧におけるパルス1によって構成される。ブランキング電圧波形P2は、大きさ $V_B = 3.4\text{V}$ および持続時間 $t_B = 1.8\text{ms}$ を有する選択電圧におけるパルス2によって構成される。

【0162】また、図10は、約4Vより大きいデータ電圧が、選択電圧の値が0の場合でも、液晶の切り替えを誘発し得ることを示す。約4Vより大きいデータ電圧を用いることが避けられ、液晶材料の所望されない切り替えが防がれる。さらに、約±1.6Vより大きいデータ電圧が、高エネルギー（0°ねじれ状態）を選択し得るので、データ電圧の大きさは、好適には、1.6Vより下である必要がある。

【0163】上述した第1～第8の実施形態に、ピクセルに印加される場合、リセット電圧波形、ブランキング電圧波形、および選択電圧波形を含む、ピクセルに印加された電圧波形を発生する、選択電圧およびデータ電圧を示す。これらの電圧波形のうち、選択電圧波形は、ピ

クセルの液晶材料を、ピクセルの所望の表示状態を生成する、動作状態のうちの所望される状態にする。リセット電圧波形およびブランキング電圧波形は、液晶材料を、動作状態のうちの所望の状態に切り替えることに直接関係しないが、液晶が、確実に、選択電圧波形が印加される前、動作状態のうちの高エネルギーの状態にあるようにする。従って、ディスプレイがアドレスされた後、ディスプレイを更新するために、第1～第8の実施形態の選択電圧およびデータ電圧全体を用いる必要はない。改善されたメモリ保持時間は、リセット電圧波形なしに、可能な場合は、ブランキング電圧波形もなしに、ディスプレイを更新することによって得られる。所望の表示状態にディスプレイを維持するために充分な程度高い選択電圧波形P4の印加のみが、ディスプレイを維持するために必要とされるものである。リセット電圧波形およびブランキング電圧波形の消去は、選択電圧波形の持続時間および大きさ、ならびに、選択波形の再印加の間の時間間隔によって、電力消費が決定されることを意味する。選択電圧波形のレートは、電力消費を低減するために低く、しかし、所望の状態にディスプレイを維持する程度に高くする必要がある。

【0164】第1～第8の実施形態の選択電圧およびデータ電圧を用いてピクセルがアドレスされる場合、ピクセルは、選択電圧波形を選択することによって、所望の動作状態にされる。選択電圧波形が印加されるまで、ピクセルは、所望の表示状態にならない。リセット電圧波形P1の長さ、ブランキング電圧波形P2の持続時間、ならびに0電圧波形DPおよびP3の長さは、ピクセルが所望の表示状態でない時間を低減するために、好適には、短くされる。

【0165】図11aおよび11bに、本発明のアドレス方法の第9および第10の実施形態を示す。図11aに、第9および第10の両方におけるロウ電極に印加される選択電圧を示し、図11bに、第9の実施形態におけるロウ電極に印加されるデータ電圧を示し、図11cに、第10の実施形態におけるロウ電極に印加されるデータ電圧を示す。

【0166】本発明の第9および第10の実施形態において、メモリ保持時間は、デバイスがアドレスされた（所望でない安定φねじれ状態が消去された）後は、2つのアドレス可能状態の安定電圧 V_{ST} に近い電圧を印加することによって、増加する。安定電圧 V_{ST} の大きさは、液晶層に印加される電圧が安定電圧と実質的に等しい場合、 $\phi - \pi$ ねじれ状態および $\phi + \pi$ ねじれ状態が類似するエネルギーを有するような大きさである。液晶層に安定電圧を印加することによって、一方の準安定状態が他の準安定状態と比べてエネルギーが好適ではなくなるので、2つの準安定状態が安定する。安定電圧に等しいか、または実質的に等しい電圧を印加することによって、2つの状態を安定させることは、1つの動作状態か

ら他の状態への伝播を防ぎ、後続のフレームにおいて、完全な波形を用いて液晶材料を更新する必要をなくす。

【0167】本発明の第9および第10の実施形態における第1のフレームの間、印加される電圧波形は、概して、上述した第1～第8の実施形態のいずれかにおいて印加される電圧波形と類似する。すなわち、ロウ電極およびカラム電極にそれぞれ印加される選択電圧およびデータ電圧は、協働して、リセット電圧波形P1、ブランキング電圧波形P2、および選択電圧波形P4を含む、液晶層に印加される電圧全体を生成する。しかし、後続のフレームT2の間、リセット電圧波形、ブランキング電圧波形、および選択電圧波形は、本発明の第9および第10の実施形態において印加されない。代わりに、安定電圧 V_{ST} に近い、または等しい電圧が、第2のフレームの間、液晶層に印加される。必要な安定電圧は、液晶層の厚さ、 d/p 比、およびプレチルトによって変化するが、通常2V未満である。この大きさの電圧は、図3bに示すように、ディスプレイの輝度に不利な影響を及ぼす。

【0168】第9および第10の実施形態において、安定電圧 V_{ST} は、電圧 V_{D3} をロウ電極に印加することによって、液晶層に印加される（ $V_{ST} - V_{D3}$ ）。本発明の第9の実施形態において、安定電圧は、第2のフレームT2を通じて連続的に印加される。あるいは、電圧 V_{D3} は、フレームT2を通じて、図11cに示す本発明の第10の実施形態と同様に、断続的に印加され得る。

【0169】本発明の第11および第12の実施形態を、図12a～12cに示す。図12aに、第11および第12の実施形態の選択電圧を示す。図12bに、第11の実施形態のデータ電圧を示す。図12cに、第12の実施形態のデータ電圧を示す。

【0170】第11および第12の実施形態は、安定電圧 V_{ST} に等しいか、実質的に等しい電圧 V_{D3} が、第2のフレームTXにおいて、液晶層に印加されるという点で、概して、第9および第10の実施形態とそれぞれ類似する。第11および第12の実施形態における選択電圧およびデータ電圧の各電圧パルスがバイポーラ電圧波形であり、正味のd. c. 成分を有さないという点で、第11および第12の実施形態は、第9および第10の実施形態と異なる。

【0171】第9～第12の実施形態において、電圧 V_{D3} をカラム電極に印加することによって、安定電圧が提供される。しかし、電圧 V_{D3} は、選択電圧波形の中に含まれ得、ロウ電極に印加され得る。

【0172】第9～第12の実施形態において、リセット電圧波形P1、ブランキング電圧波形P3の長さ、ならびに0電圧波形DPおよびP3の持続時間は、ディスプレイが所望の状態でない時間を低減するため、好適には、それぞれ、短くされる。

【0173】上述した実施形態において、リセット電圧

波形は、所望されない安定 ϕ ねじれ状態をなくすため、液晶層に初期的に印加される。しかし、リセット電圧波形を印加する必要があるということは、液晶材料へのアドレスにかかる時間を増加させるので、望ましくない。さらに、通常、リセット電圧波形の大きい電圧が必要とされるので、これによって、デバイスの電力消費が増加する。デバイスが初期的にオンにされるとき、複数の「ダミーフレーム」を有することによって、リセットパルスをいくつかのフレームに延ばすことによって、望ましくない安定(ねじれ状態をなくすために必要なリセットパルスの大きさを低減することが可能である。しかし、リセット電圧波形を印加する必要性をなくすことが好適である。

【0174】リセット電圧波形をなくす1つの方法として、望ましくない、広がった ϕ ねじれ状態が、印加された電界が0のときの安定状態にならないように、液晶ディスプレイを構成することがある。この方法が行われると、リセット電圧波形の必要性は、低減するか、またはなくなる。

【0175】本発明のさらなる局面によると、この方法は、デバイスの動作状態のうちの1つが、印加される電界が0のとき、最低エネルギー状態になるように、液晶層の厚さ対ピッチの比 d/p を選択することによって達成される。

【0176】BTN液晶ディスプレイデバイスにおいて、厚さ対ピッチの比 d/p を、所与の値を超えて増加させることによって、高ねじれ状態($\phi + \pi$ ねじれ状態)は、印加される電界がない場合、最低エネルギー状態になる。このことは、概して、厚さ対ピッチの比が、 $d/p > (\phi + 90) / 360$ になるように増加される場合に起こる。 $\phi 180^\circ$ を有するBTNにおいては、 $d/p > 0.75$ であることが必要である。

【0177】 d/p 比には、低ねじれ状態($\phi - \pi$ 状態)にアドレスすることが可能な点の上限があり、 d/p 比が、確実に、低ねじれ状態および高ねじれ状態の両方がアドレスされることを可能にすることが必要である。アドレスされ得る d/p 比の範囲は、デバイスの基板に隣接する液晶分子のプレチルト角度 θ_p 、デバイスの基板に隣接する液晶分子の方向付け、および用いられる液晶の特性に依存し得る。

【0178】図13に、 d/p 比のアドレス可能範囲を、液晶デバイスの2つの基板に隣接する方向付けの方向の間の角度 ϕ の関数として、示す。図13の結果は、Merck Limited製の液晶材料MJ96538を用いて実験され、温度 25°C で得られたものである。結果を、プレチルト角度 $\theta_p = 1^\circ$ 、および $\theta_p = 15^\circ$ について示す。

【0179】図13において、液晶材料MJ96538を用いる逆平行($\phi = 180^\circ$)BTN液晶ディスプレイデバイスが、プレチルト角度 $\theta_p = 1^\circ$ について、 d

$/p$ 比0.84までアドレスされ得、 $\theta_p = 15^\circ$ で、 $d/p = 0.87$ までアドレスされ得ることが示される。従って、高い d/p 比を用いて、両方の動作状態にアドレスし得る状態のまま、印加される電界が0の場合の高ねじれ($\phi + \pi$)状態を安定化させることが可能になる。高い d/p 比を用いることは、上述したように、広がった ϕ ねじれ状態が、液晶層に印加される電界がない場合に、もはや、最低エネルギー状態でないことを意味し、 ϕ ねじれ状態をなくすためのリセット電圧波形を避ける必要はなくなる。しかし、リセット電圧は、ディスプレイの切り替えを完全にクリーンにすることを確実にするように、任意の固定されたディスクリネーションを消去するため、依然として必要とされ得る。

【0180】図13に、約 110° のねじれ角度 ϕ 未満では、両方の動作状態にアドレスすることが可能であるが、高い d/p 比值を用いて、高いねじれ状態を安定化することが可能でないことを示す。

【0181】図13の破線(dashed line)と点線(dotted line)との間の領域は、 ϕ ねじれ状態が、液晶層に電圧が印加されない場合に最低エネルギー状態である領域に相当する。破線の上では、 $\phi + 180^\circ$ ねじれ状態が、電圧が印加されない場合に最低エネルギー状態であり、点線の下では、 $\phi - 180^\circ$ ねじれ状態が、電圧が印加されない場合に最低エネルギー状態である。

【0182】上述した第1～第12の実施形態において説明されるタイプの選択電圧およびデータ電圧は、高い d/p 比を有するBTN液晶ディスプレイデバイスにアドレスするように用いられ得る。リセット電圧波形が用いられて、低い d/p 比を有するBTN液晶ディスプレイデバイスにアドレスする場合と比較すると、リセット電圧波形は、大きさおよび持続時間の両方が大幅に低減される。例えば、第1の実施形態のアドレス方式において、典型的なリセット電圧波形が、低い d/p 比を有するデバイスにアドレスする場合には、15Vの大きさおよび64msの持続時間を有するのに対し、高い d/p 比を有するBTN液晶ディスプレイデバイスから、望ましくない安定 ϕ ねじれ状態をなくすためには、18msの持続時間を有する8Vのリセット電圧波形で充分である。リセット電圧波形の正確な形は、最適化されて、(アドレス時間全体が重要である場合)より短い波形を生成するか、または電圧波形の電圧を低減し得る。

【0183】図14に、上記の図5aおよび5bを参照しながら説明された本発明の第2の実施形態による電圧波形を用いて、約0.75の d/p 比を有するBTN LCDにアドレスする結果を示す。図14に示す結果は、液晶材料MDA98-86について2 μm の厚さの液晶層を有するBTN液晶ディスプレイデバイスに関連する。 d/p 比は、約0.75であり、プレチルト角度 $\theta_p = 3^\circ$ である。液晶層に印加される電圧全体は、大

きさ $V_R = 1.6 \text{ V}$ 、持続時間 $t_R = 40 \text{ ms}$ のリセット電圧波形を有する。この電圧波形は、必要な電圧波形より大きいリセット電圧波形である。0 電圧波形 DP の持続時間は、0 に設定され、ブランキング電圧波形は、大きさ $V_V = 2.1 \text{ V}$ 、および持続時間 $t_B = 40 \text{ ms}$ であり、0 電圧波形 P3 は、持続時間が 1 秒である。図 14 に、持続時間 t_s が 0.1 ms 、 0.3 ms 、 0.6 ms 、および 4 ms を有する選択電圧波形について、結果を示す。図 14 の結果は、選択電圧波形の持続時間が、選択電圧波形の大きさを増大することによって低減され 10 得ることを示す。

【0184】原則として、 ϕ ねじれ状態が、印加される電圧が 0 の場合に、最低エネルギー状態にならないことを確実にするような十分に大きい d/p 比を用いることによって、リセット電圧波形を、完全になくすことが可能である。しかし、実際には、液晶材料を切り替えることによって、ディスクリネーションが生成され得、切り替えの際に、多数のディスクリネーションが発生する場合、ディスクリネーションを取り除くため、小さいリセット電圧波形を印加する必要があると得る。ディスクリネ 20 ーションが発生するが、リセット電圧波形が印加されない場合、ブランキング電圧波形の印加は、液晶材料全体を、動作状態のうちの高エネルギーの状態に切り替え得ない。

【0185】図 14 には、選択電圧が 0 の場合でも、約 2 V より大きいデータ電圧が、切り替えを誘発し得ることが示されている。従って、データ電圧は、液晶材料の望ましくない切り替えを防ぐため、好適には、 2 V より下に保たれる。

【0186】BTN LCD について、 d/p 比の高い 30 値を選択することによって、液晶層に電圧が印加されない場合に、望ましくない、広がった ϕ ねじれ状態が、確実に、最低エネルギー状態ではないようにする。しかし、液晶層に印加される電圧の大きさが、一定のレベルに達する場合、 ϕ ねじれ状態が、最低エネルギー状態である可能性は残る。この場合、液晶層に電圧が印加され、 ϕ ねじれ状態が凝集される必要がある場合、 ϕ ねじれ状態は、液晶層になり得る。この場合、高電圧リセット電圧波形 P1 は、望ましくない ϕ ねじれ状態を取り除くことが必要とされ得る。

【0187】図 15 a および 15 b に、BTN 液晶セルの状態のエネルギーの実験結果を、印加された電圧およびプレチルト角度 θ_p の関数として示す。この結果は、厚さ対ピッチの比、すなわち、図 15 a の $d/p = 0.74$ 、図 15 b の $d/p = 0.78$ 、および図 15 c の $d/p = 0.8$ の 3 つの値について、最低エネルギー状態を示す。この結果は、液晶 MJ 96538 の $2 \mu\text{m}$ の厚さの液晶についてモデル化されたものである。この結果は、逆平行 BTN 液晶セルについて、モデル化されて 40 おり、 $\phi = 180^\circ$ である。他の液晶材料によって、原

則として、図 15 a ~ 15 c に一般的に類似する結果が得られる。すなわち、 d/p 比を変化させることによって、液晶の最低エネルギー状態が変化する。

【0188】図 15 a に、 $d/p = 0.74$ であり、 180° ねじれ状態が、低電圧で、プレチルト角度 θ_p のモデル化された全ての値で、安定状態であることを示す。電圧が、プレチルト角度 $> 1^\circ$ について、約 2 V または 3 V まで増大されるにつれて、図 1 b に示す、高電圧の、ホメオトロピックな状態が、安定状態になる。

【0189】しかし、図 15 b および 15 c には、 d/p 比のより高い値で、 360° 安定状態が、プレチルト角度および電圧の幅広い範囲に、最低エネルギー状態になることが示されている。 d/p 比 $= 0.78$ で、 360° 状態は、約 15° 未満のプレチルト角度 θ_p 、および約 2.5 V までの電圧について、安定状態である。図 15 c に示すように、 d/p 比は、 0.78 を越えて、増加され、 360° ねじれ状態が安定状態であるプレチルト角度の範囲は、増大する。従って、図 15 b および 15 c には、液晶層の d/p 比を適切に選択することによって、液晶層の全ての通常動作状態について、液晶層の最低エネルギー状態が、確実に、常に $(\phi - \pi)$ および $(\phi + \pi)$ ねじれ状態のうちの 1 つであるようにすることが可能であることが示されている。図 15 a ~ 15 c の例において、このことは、 $d/p > 0.75$ を選択することによって行われ得る。

【0190】 360° 状態が常に安定状態である電圧範囲内で、液晶ディスプレイデバイスを動作させることは、ディスプレイデバイスの保持特性を向上させる。 180° ねじれ状態が凝集した場合でも、この状態は、最低エネルギー状態ではなく、液晶層にならない。従って、高電圧リセット電圧波形は、必要とされない。

【0191】図 15 b および 15 c によって好適であると示唆される d/p 範囲は、EP-A-0 579 247 において教示または示唆される範囲より高いことが留意されるべきである。これによって、 $\phi = 180^\circ$ に関して、 d/p は、 0.75 未満であり、好適には、 0.70 未満になる必要があることが教示される。 d/p のこの値は、充分高く、液晶層の最低エネルギー状態が、確実に、常に $(\phi - \pi)$ および $(\phi + \pi)$ ねじれ状態のうちの 1 つであるようにする。

【0192】上記の実施形態 1 ~ 12 において説明される電圧波形のような電圧波形を用いて、液晶材料が切り替えられる場合、選択電圧波形に対して応答する液晶材料の切り替えは、データ電圧波形によって影響される。定期的に更新されるディスプレイにおいて、データ電圧は、常に存在し、ディスプレイの全てのピクセルは、同じ条件の下で切り替えられる。しかし、各アドレス動作間に時間遅延がある、格納ディスプレイのアドレスにおいて、液晶層に印加される電界がない期間がある。すな 40 わち、デバイスのピクセルは、連続して更新されず、デ

ィスプレイは、時々、リフレッシュされる。これは、データ電圧波形が、アドレスされたディスプレイの最終のピクセル、またはピクセルの最終のロウの直後に、0になることを意味する。データ電圧波形を取り除くことによって、ディスプレイの最後の数ピクセルが、ピクセルの残りに対して、異なる切り替え特性を示すようになる。

【0193】この問題を、図16a～16dに示す。これらの図は、第4の実施形態の波形を用いるディスプレイのアドレスに関連する。

【0194】図16aおよび16bに、アドレスされる第1のピクセルのうちの1つについて、選択電圧およびデータ電圧を示す。このピクセルがアドレスされる場合、選択電圧波形P4は、フレームTの比較的早い時点で印加される。選択電圧波形P4が印加された後、選択電圧が0であり、データ電圧が大きさ V_{d2} を有する電圧パルスからなる、期間が続く。

【0195】図16cおよび16dに、切り替えられるディスプレイの最終ピクセルの切り替えを示す。このピクセルについて、フレームTの最後で、選択電圧波形P4が印加される。全てのピクセルがアドレスされた後、液晶ディスプレイがアドレスされない期間T1がある。従って、選択電圧波形P4がディスプレイの最終ピクセルに印加された直後に、データ電圧は、0になり、選択電圧も0になる。

【0196】図17に、 $V_{d1} = V_{d2}$ である場合の、図16a～16dの選択電圧およびデータ電圧を印加する実験結果を示す。図17aに、図16a～16dの選択電圧およびデータ電圧を用いて、ディスプレイの第1のピクセルにアドレスする結果を示し、図17bに、図16a～16dの選択電圧およびデータ電圧を用いて、ディスプレイの最終ピクセルにアドレスする結果を示す。図17aの切り替え特性は、図17bの切り替え特性と、大きく異なることが明らかである。ディスプレイの最終ピクセルにアドレスした直後に、データ電圧を取り除くことによって、最終のいくつかのアドレスされたピクセルが、ディスプレイの他のピクセルと大幅に異なるスイッチ特性を示す。切り替え特性におけるこの違いは、望ましくなく、ディスプレイの品質を低下させ得る。

【0197】異なるスイッチ特性を有するアドレスされるディスプレイの最終のいくつかのピクセルの問題点は、ディスプレイの最終ピクセルがアドレスされた後、短い期間、0でないレベルにデータ電圧を維持することによって、解消され得る。このような「ダミーデータ信号」を、最終ピクセルがアドレスされた後、短い期間、例えば、選択電圧波形の持続時間の10倍の長さの間、印加することによって、最終のいくつかのピクセルの切り替え特性が、他のピクセルの切り替え特性と同じになる。

【0198】また、選択電圧が0の場合でも、データ電

圧を取り除くことが、液晶材料の切り替えを誘発しないことを確実にするように注意しなければならない。上述したように、このことにより、選択電圧がない場合に、液晶材料の切り替えを誘発することができないように、データ電圧の大きさを十分に下げておくことが必要となる。

【0199】液晶ディスプレイのアドレスにおけるさらなる問題点として、温度の変化が、ディスプレイのアドレス特性を変化させ得、固定された幅および大きさを有する選択電圧波形は、所望の液晶状態をもはや選択しない。この問題点を、図18に示す。

【0200】図18に、本発明の第2の実施形態による、電圧波形を用いる液晶材料の切り替えの結果を示す。図18に、 $0^{\circ}\text{C} \sim 50^{\circ}\text{C}$ の範囲内の6つの温度についての切り替え特性を示す。液晶層の温度が低減される場合、 0° ねじれ状態から 360° ねじれ状態に切り替えるために、一定のデータ電圧について、選択電圧におけるパルスより大きいパルスが必要とされる。

【0201】従って、本発明の好適な実施形態（図示せず）において、選択電圧波形の大きさは、液晶層の温度が変化するにつれて変化して、切り替え特性のこの温度によって誘発されるシフトを補償する。温度が増加するにつれて、選択電圧波形は、低減され、選択電圧波形の時間積分が低減されて、温度の変化を補償する。

【0202】本発明の他の実施形態（図示せず）において、切り替え特性の温度依存性は、選択電圧波形定数の大きさを一定にしながら、選択電圧波形の幅を変化させることによって、低減されて、補償を行う。

【0203】また、選択電圧波形の大きさおよび持続時間は、液晶材料の温度の変化について補償する。

【0204】さらなる実施形態において、ブランク電圧波形の時間積分の大きさは、変化されて、液晶層の温度の変化を補償する。この実施形態において、ブランクパルスの大きさおよび／または持続時間は、液晶層の温度が増加するにつれて、低減する。

【0205】また、ブランク電圧波形の時間積分、および選択電圧波形の時間積分の両方を変化させて、液晶層の温度の変化を補償することが可能である。

【0206】上述したように、温度の切り替え特性に対する依存の影響が、選択電圧波形および／またはブランク電圧波形を変化させることによって補償され得るが、切り替え技術が、液晶層の温度における変化に対し、より影響されにくいようにされることが好適である。第5～第8の実施形態に示すタイプの波形を用いることは、第1～第4の実施形態の電圧波形より、より低い温度感度を示すことが発見された。この温度感度は、液晶層の d/p 値に依存しない。

【0207】図19に、ブランキング電圧波形と選択電圧波形との間に、電圧が0でない波形がある実施形態を用いる、図18に関して用いられる液晶層と、同じ液晶

層へのアドレスの結果を示す。すなわち、図19の結果は、図5aおよび5bに示す電圧波形と同じであるが、0電圧波形P3の持続時間が0に設定される電圧波形を用いて得られる。0電圧波形P3の持続時間を0に設定することとは別に、図19の結果は、図18の結果が得られる電圧波形と同じ電圧波形を用いて得られる。

【0208】図19に示す切り替え特性は、図18の結果と比較すると、温度への依存が大幅に少ない。これは、切り替え特性における温度によって誘発される変化の補償のために必要な選択電圧波形の温度補償がより少

ないことを意味する。

【0209】リセット電圧波形が印加される、上述した実施形態において、リセット電圧波形は、非常に大きい傾向がある。すなわち、非常に長いか、または、電圧が非常に高い。これは、なぜなら、格納タイプディスプレイにアドレスする場合に必要とされるように、第1のフレーム期間中、液晶層から望ましくない状態をなくすようにリセット電圧波形が意図されないからである。しかし、いくつかの適用例において、複数のフレームに、より短く、かつ／または低いリセット電圧波形を印加することによって、いくつかのフレームに望ましくない状態を広げることが可能である。これは、例えば、ディスプレイがビデオレート画像を表示するために用いられる場合に行われ得る。例えば、第1のフレームのみにあって、大きさ15Vおよび持続時間50msの単一の電圧波形を印加する代わりに、大きさ20Vおよび持続時間1msのリセット電圧波形が、いくつかの連続的なフレームにおいて、印加され得る。

【0210】ディスプレイの保持時間は、例えば、英国特許出願第9911730、1号、および対応の韓国特許出願KR-10-200-27279に開示される技術のような、適切に切り離す技術を用いることによって、さらに向上され得る。この出願は、基本的に、液晶ディスプレイの第1および第2のアドレス可能領域、例えば、第1および第2のピクセルが、分離領域によって、お互いから切り離されなければならないことを教示する。動作状態のうちの1つではない液晶状態は、分離領域における安定状態である。分離領域が存在することによって、アドレス可能領域のうちの1つにおける液晶状態が、他のアドレス可能領域になることが防がれる。

【0211】ディスプレイデバイスにこのような分離領域を設けることと、上述したアドレス方法を用いることとの組合せによって、液晶層に印加された任意の電圧がない場合でも、長い画像保持時間が提供される。従って、デバイスの電力消費は、非常に低くなる。上述した各アドレス方法は、隣接するアドレス可能領域の間の分離領域が設けられたLCDに印加され得る。

【0212】また、同時係属出願中の英国特許出願第9822762、2号に記載する一般的なタイプの凝集メカニズムを、液晶ディスプレイに設けることが好適であ

*る。このようなメカニズムは、適切な電圧が印加される場合、液晶層において、所望の動作状態が確実に凝集されるようにし、これにより、高い電圧のリセット電圧波形をなくすことを可能にする。

【0213】双安定液晶ディスプレイデバイスを動作させる方法であって、液晶層を、動作状態のうち、より高いエネルギーの状態にするブランキング電圧波形P2を印加するステップを包含する、方法。液晶が動作状態のうちより高いエネルギーの状態にブランクされた後、動作状態のうちの所望の状態は、必要な表示を提供するように選択される。必要な動作状態が、動作状態のうちのより低いエネルギーの状態である場合、選択電圧波形P4が液晶層に印加される。

【0214】液晶をより高いエネルギーの状態にブランクすることによって、エネルギーの面からはより好適な低エネルギー動作状態が、ブランキングのステップ中、液晶層から取り除かれ、凝集し、液晶層から、切り替えられない領域からなるか、選択された電圧波形によって特に選択されるまで現れないので、ディスプレイ保持時間が増加する。

【0215】液晶層の厚さの液晶材料のピッチに対する比(d/p)は、液晶層に印加される電界がない場合、または、液晶層に印加される全ての動作電圧の下でも、動作状態のうちの1つが、確実に最低エネルギー状態になるように選択され得る。このことにより、ディスプレイの安定性が増加する。

【0216】

【発明の効果】本発明のBTNデバイスの駆動方法によって、低電圧、低電力消費でメモリ型デバイス／ビデオレートディスプレイの両方に使用できるBTNメモリ保持力を向上できるアドレッシング方法を提供することができ、低消費電力で低アップデートのメモリ型モードデバイスのアドレッシングを可能にする。

【図面の簡単な説明】

【図1】図1aは、双安定ねじれネマチック液晶ディスプレイデバイスの原理を示す図である。図1bは、双安定ねじれネマチック液晶ディスプレイデバイスの原理を示す図である。図1cは、双安定ねじれネマチック液晶ディスプレイデバイスの原理を示す図である。図1dは、双安定ねじれネマチック液晶ディスプレイデバイスの原理を示す図である。

【図2】図2eは、双安定ねじれネマチック液晶ディスプレイデバイスにおける準安定状態を選択するために適切な従来の電圧波形を示す図である。図2fは、双安定ねじれネマチック液晶ディスプレイデバイスにおける準安定状態を選択するために適切な従来の電圧波形を示す図である。

【図2a】図2aは、比 d/p の関数として、BTN液晶材料の 0° 、 180° 、および 360° ねじれ状態のエネルギー変動を示す図である。

【図2b】図2bは、BTN液晶材料にアドレスする選択電圧波形の電圧と時間との間の関係を示す図である。

【図3a】図3aは、受動的にアドレスされる液晶ディスプレイデバイスの模式図である。

【図3b】図3bは、典型的なBTN液晶デバイスについて、透過性と印加された電圧との間の関係を示す図である。

【図4】図4aは、本発明の第1の実施形態による、液晶層に印加されるデータ電圧および選択電圧を示す図である。図4bは、本発明の第1の実施形態による、液晶層に印加されるデータ電圧および選択電圧を示す図である。

【図5】図5aは、本発明の第2の実施形態における、液晶層に印加されるデータおよび選択電圧を示す図である。図5bは、本発明の第2の実施形態における、液晶層に印加されるデータおよび選択電圧を示す図である。

【図6】図6は、図5aおよび5bのアドレス方式を用いて液晶層を切り替える結果を示す図である。

【図7】図7aは、本発明の第3の実施形態による、アドレス方法におけるデータおよび選択電圧を示す図である。図7bは、本発明の第3の実施形態による、アドレス方法におけるデータおよび選択電圧を示す図である。

【図8】図8aは、本発明の第4の実施形態による、アドレス方法のデータおよび選択電圧を示す図である。図8bは、本発明の第4の実施形態による、アドレス方法のデータおよび選択電圧を示す図である。

【図9】図9aは、本発明の第5の実施形態による、アドレス方法のデータおよび選択電圧を示す図である。図9bは、本発明の第6の実施形態による、アドレス方法のデータおよび選択電圧を示す図である。図9cは、本発明の第7の実施形態による、アドレス方法のデータおよび選択電圧を示す図である。図9dは、本発明の第8の実施形態による、アドレス方法のデータおよび選択電圧を示す図である。

【図10】図10は、図8aおよび8bの実施形態の切り替え特性を示す図である。

【図11】図11aは、本発明の第9の実施形態のアドレス方法によるデータおよび選択電圧を示す図である。図11bは、本発明の第9の実施形態のアドレス方法によるデータおよび選択電圧を示す図である。図11c

は、本発明の第10の実施形態による、アドレス方法の選択電圧を示す図である。

【図12】図12aは、本発明の第11の実施形態による、アドレス方法のデータおよび選択電圧を示す図である。図12bは、本発明の第11の実施形態による、アドレス方法のデータおよび選択電圧を示す図である。図12cは、本発明の第12の実施形態による、アドレス方法の選択電圧を示す図である。

【図13】図13は、液晶層のアドレス可能範囲を、 d/p 比と角度(との関数として示す図である。

【図14】図14は、図5aおよび5bのアドレス方法の結果を示す図である。

【図15】図15aは、印加された電圧とBTN液晶層の安定状態との関係を、比 d/p の3つの値についてのチルト角度の関数として示す図である。図15bは、印加された電圧とBTN液晶層の安定状態との関係を、比 d/p の3つの値についてのチルト角度の関数として示す図である。図15cは、印加された電圧とBTN液晶層の安定状態との関係を、比 d/p の3つの値についてのチルト角度の関数として示す図である。

【図16】図16aは、本発明の第4の実施形態のアドレス方法を示す図である。図16bは、本発明の第4の実施形態のアドレス方法を示す図である。図16cは、本発明の第13の実施形態による、アドレス方法のデータおよび選択電圧を示す図である。図16dは、本発明の第13の実施形態による、アドレス方法のデータおよび選択電圧を示す図である。

【図17】図17aは、図16aおよび16bのアドレス方法の結果を示す図である。図17bは、図16cおよび16dのアドレス方法の結果を示す図である。

【図18】図18は、 $0^{\circ}\sim 50^{\circ}\text{C}$ の範囲内の温度での、図5aおよび5bのアドレス方法の結果を示す図である。

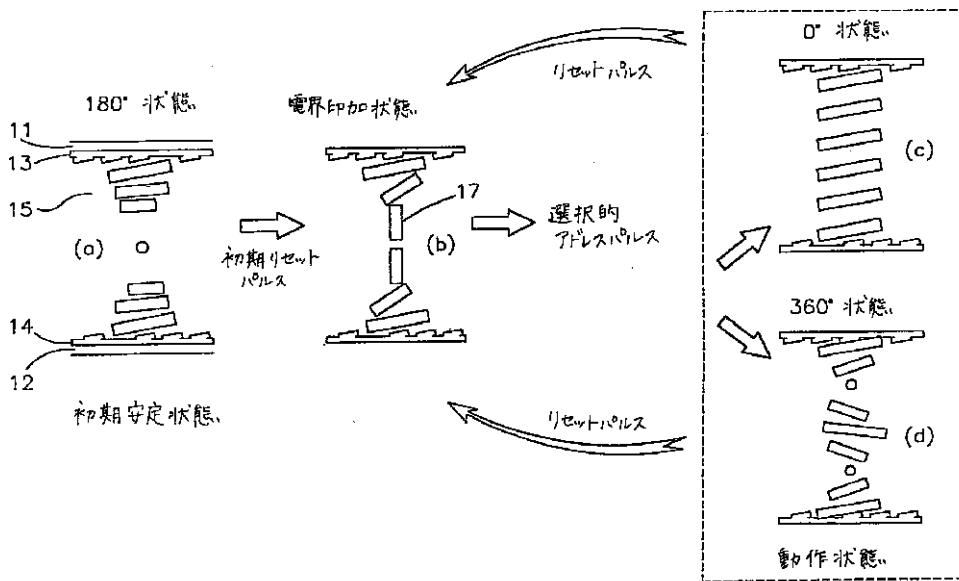
【図19】図19は、 $0^{\circ}\sim 50^{\circ}\text{C}$ の範囲内の様々な温度での、本発明のさらなる実施形態によるアドレス方法の結果の図である。

【符号の説明】

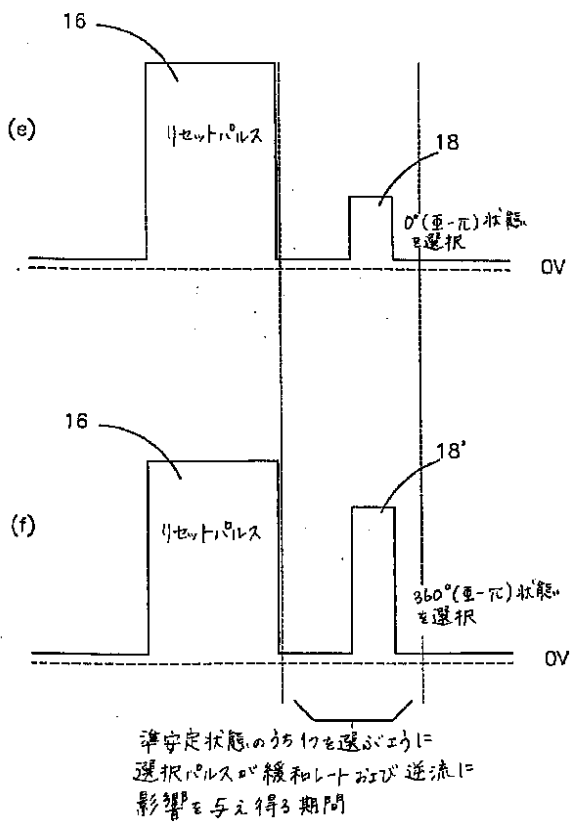
t_R 持続時間

V_R 振幅

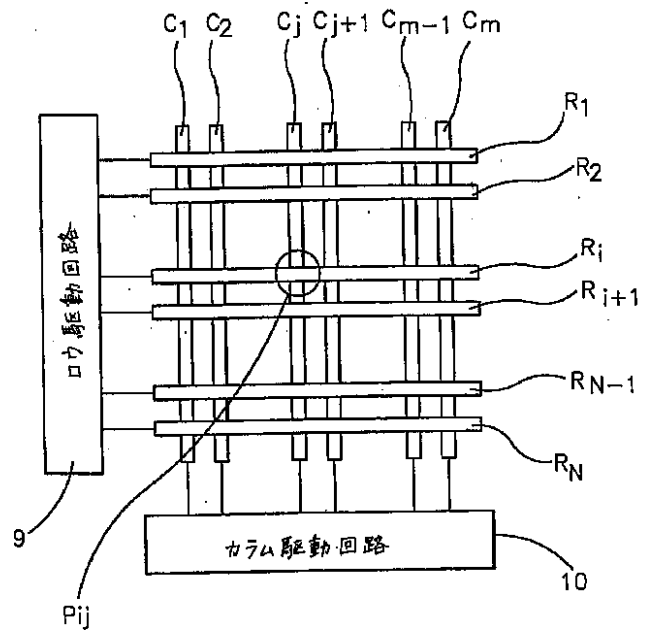
【図1】



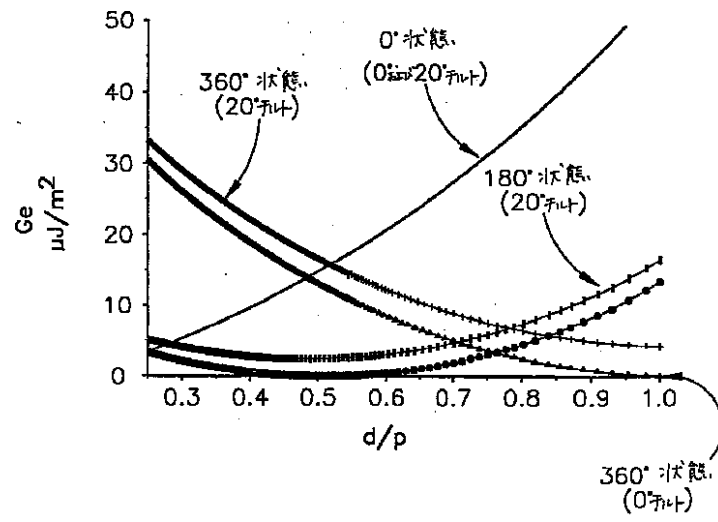
【図2】



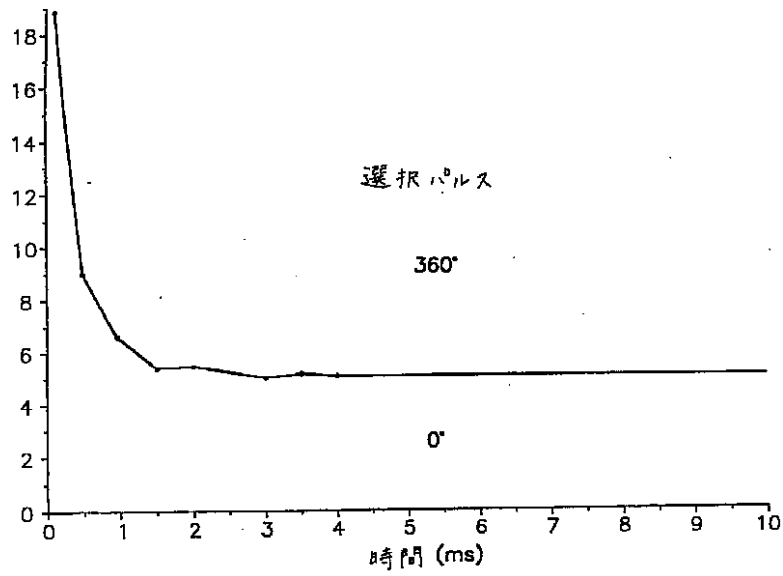
【図3a】



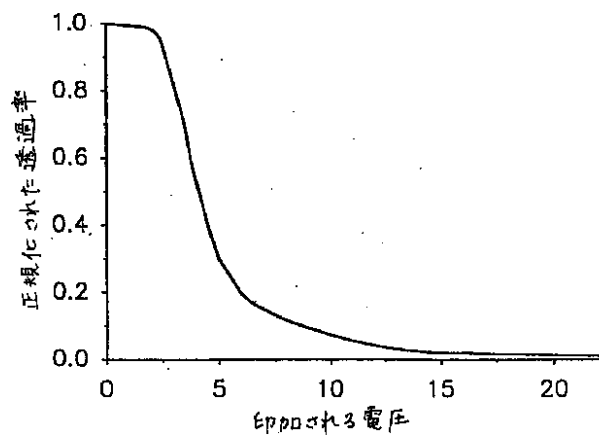
【図2 a】



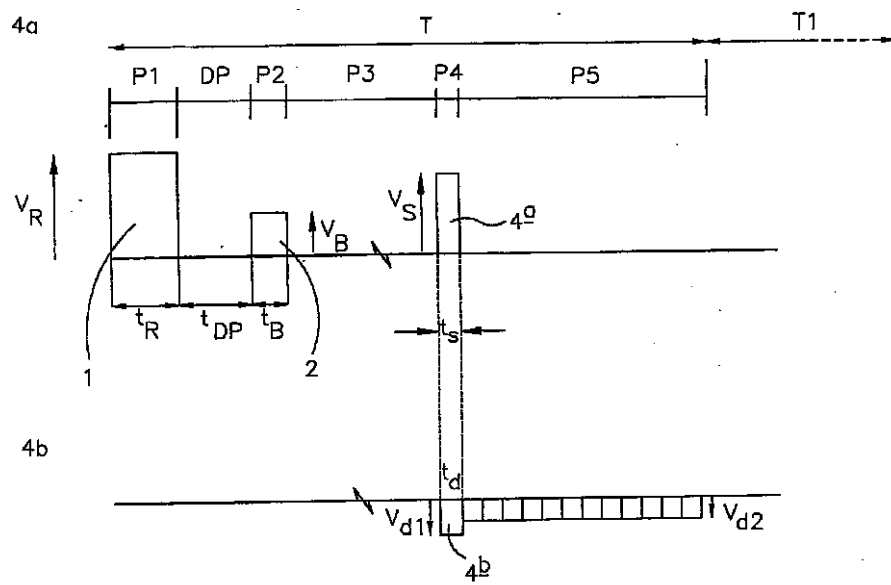
【図2 b】



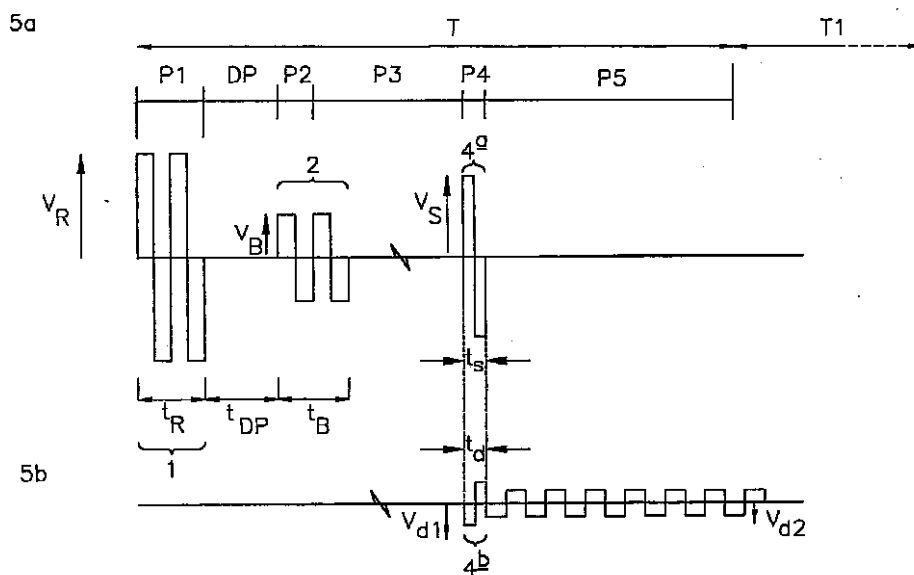
【図3 b】



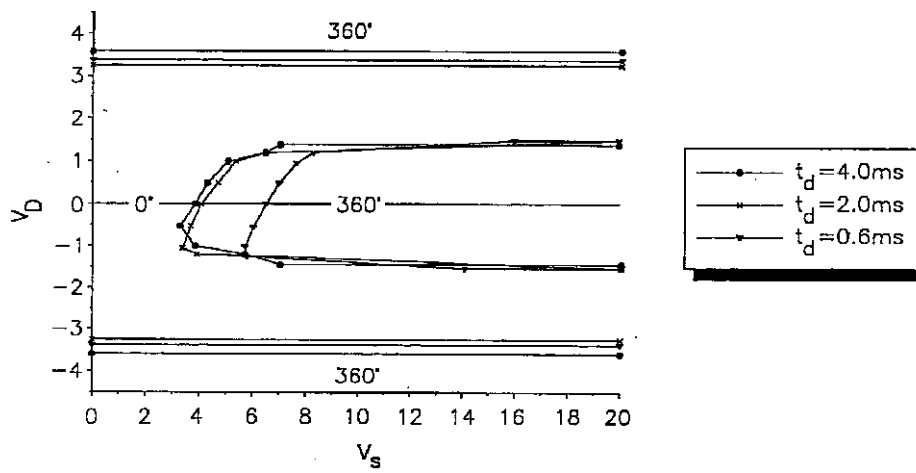
【図4】



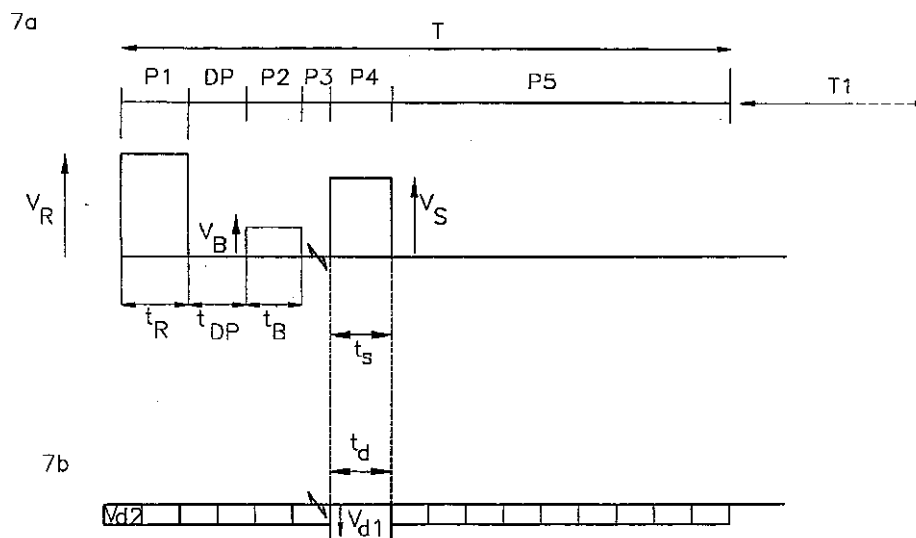
【図5】



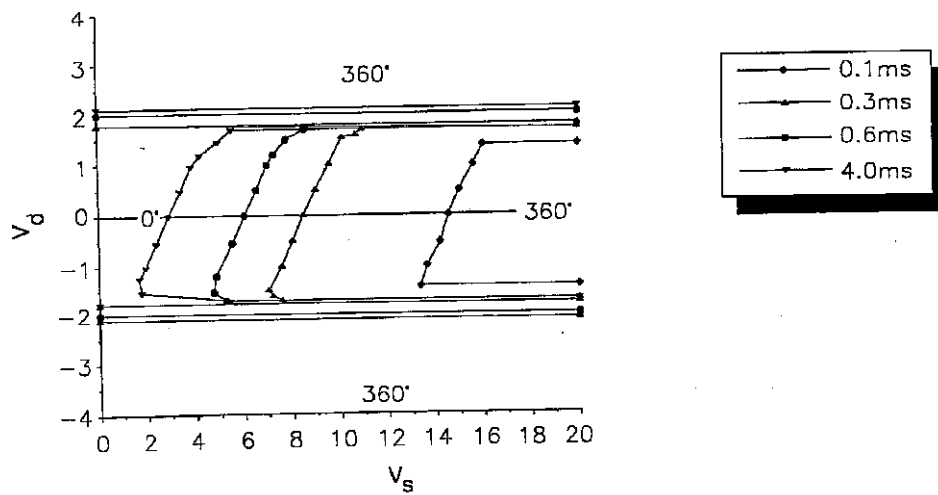
【図6】



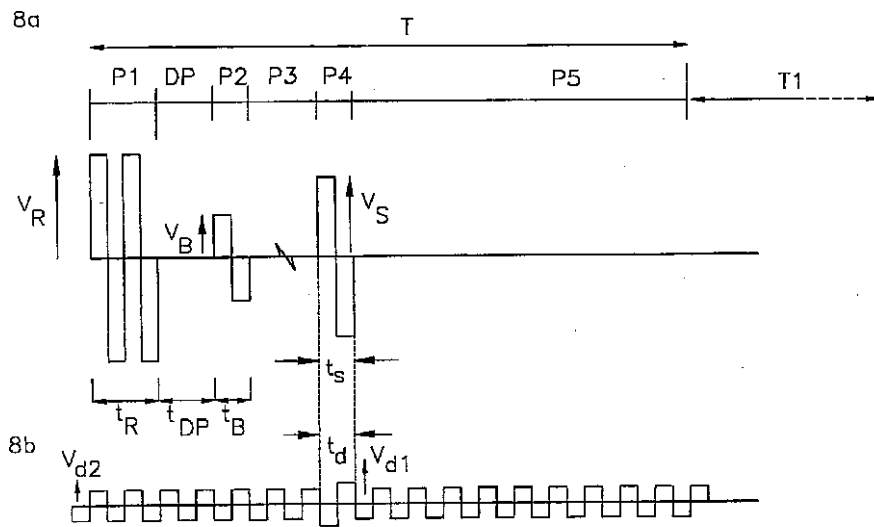
【図7】



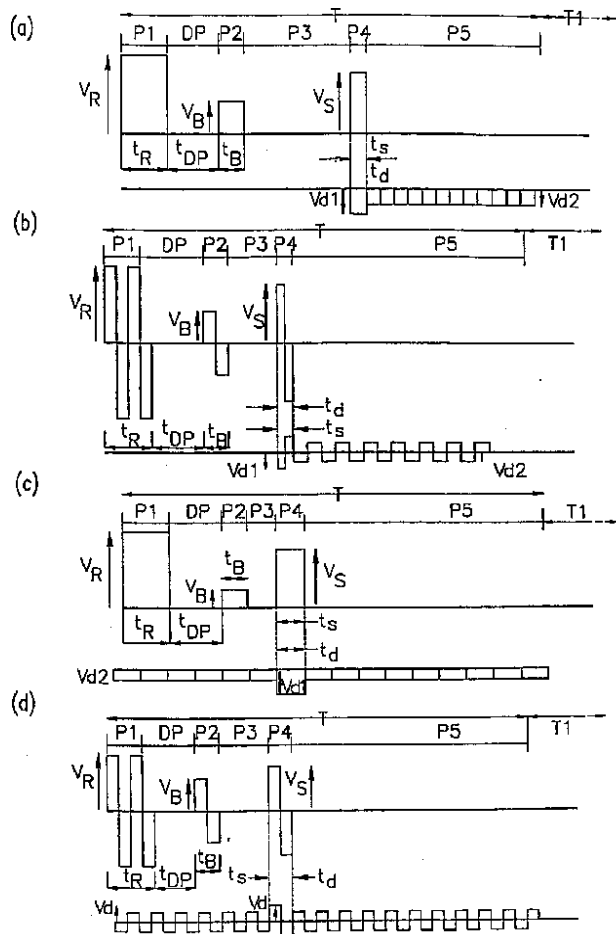
【図14】



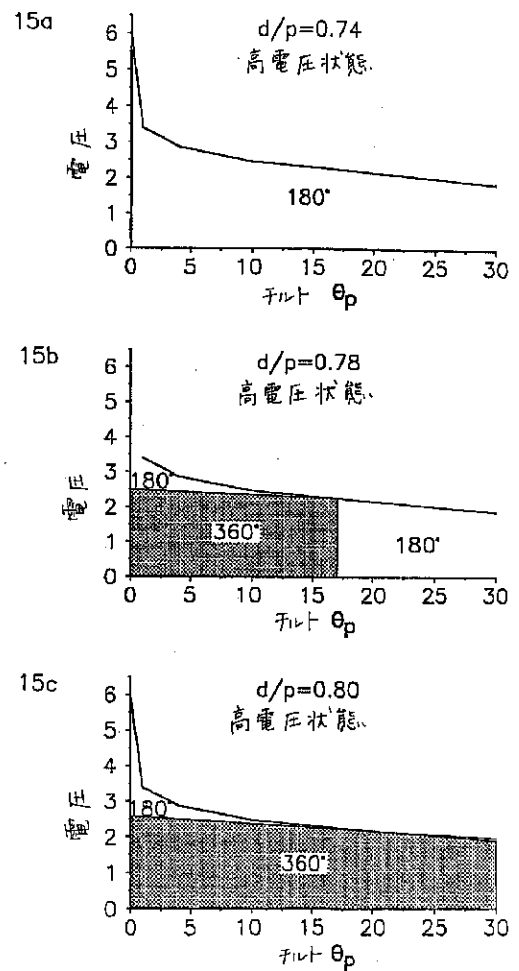
【図8】



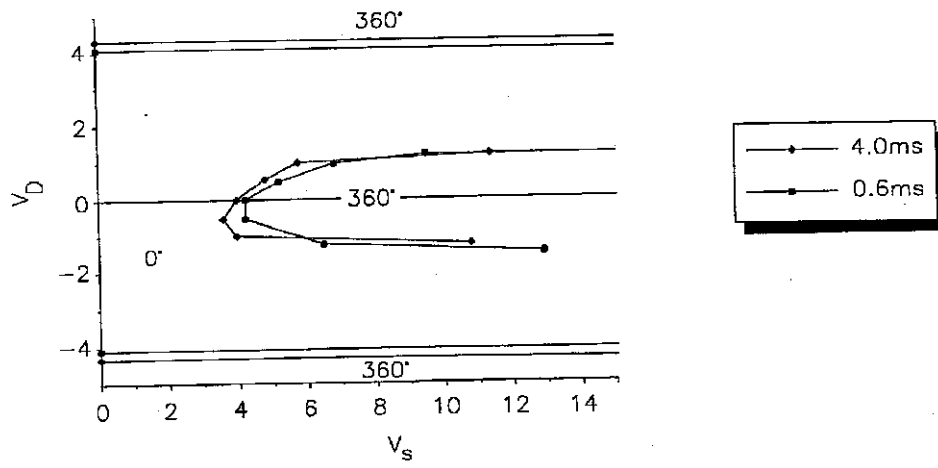
【図9】



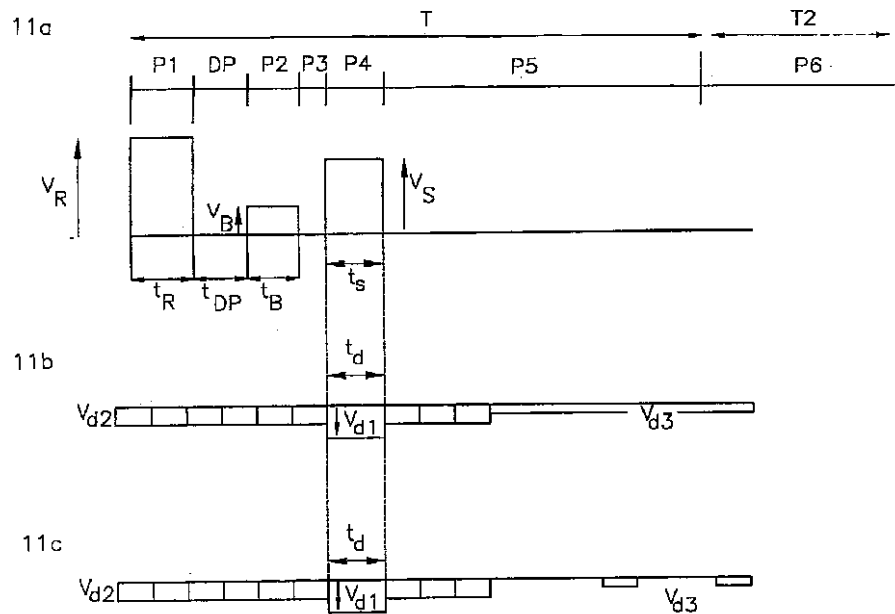
【図15】



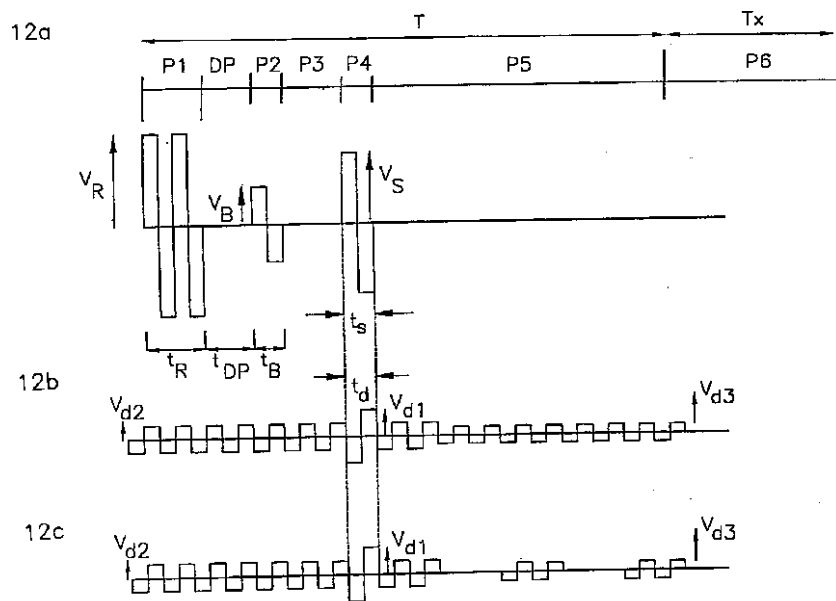
【図10】



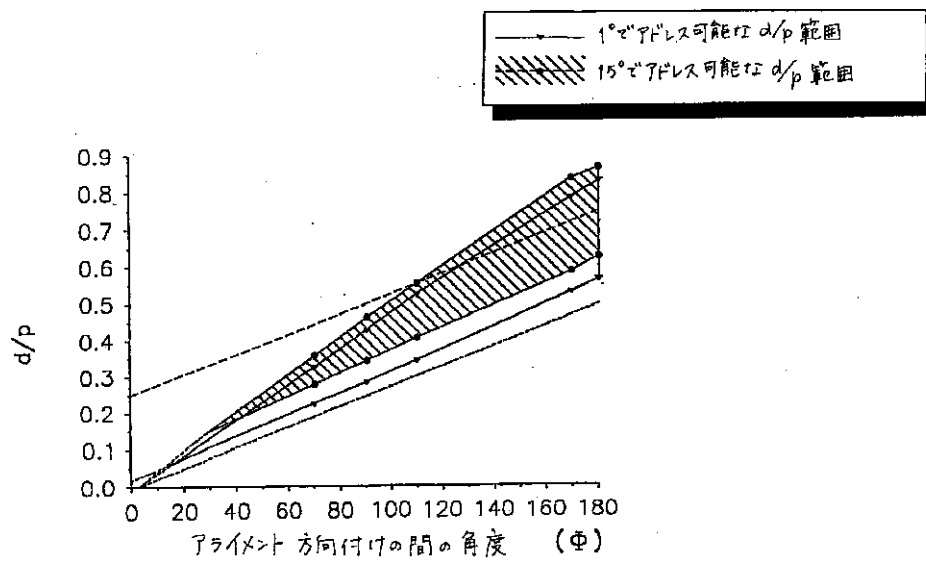
【図11】



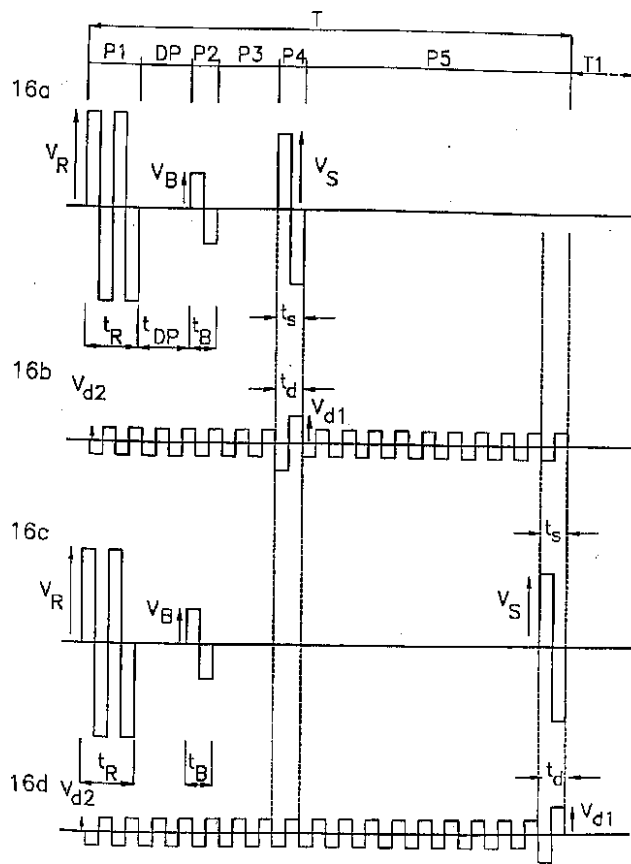
【図12】



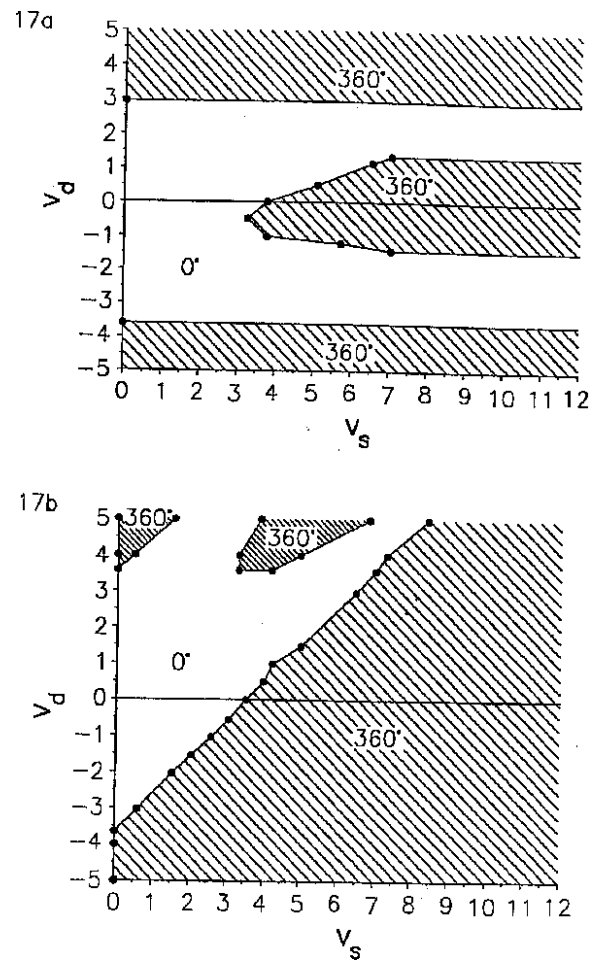
【図13】



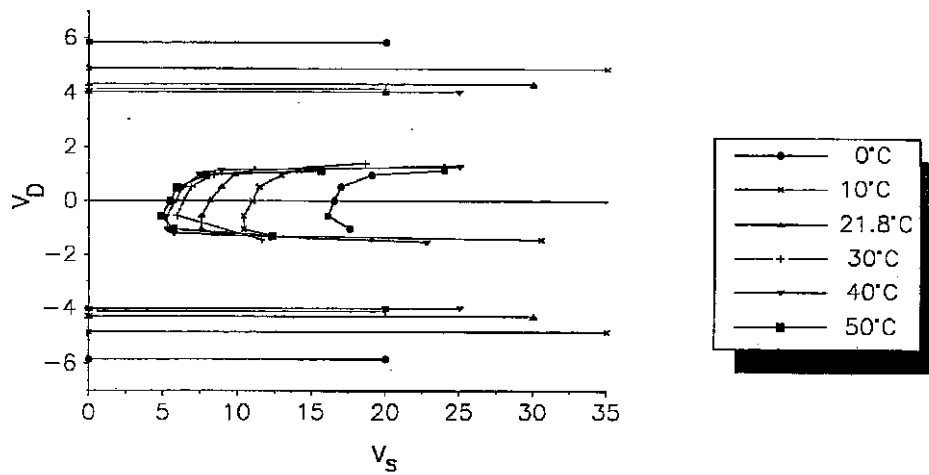
【図16】



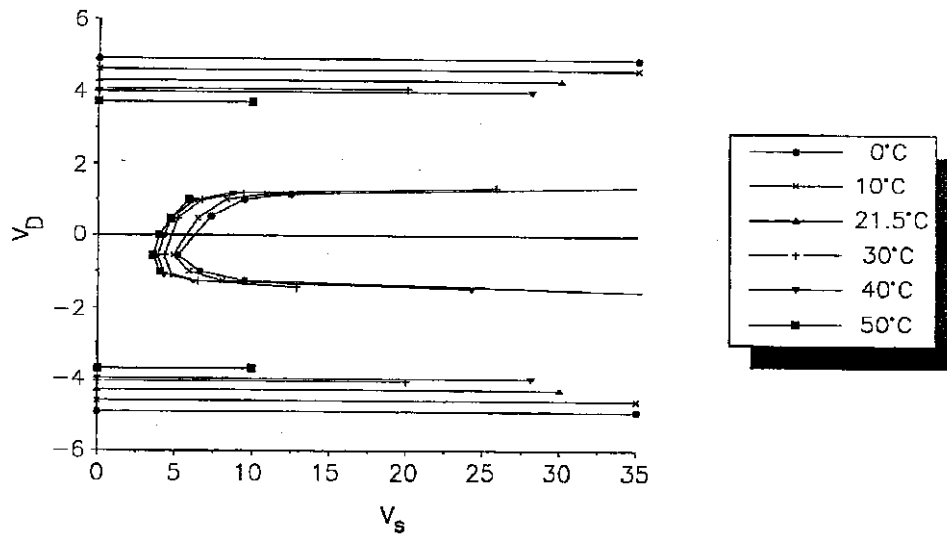
【図17】



【図18】



【図19】



フロントページの続き

Fターム(参考) 2H088 EA01 EA22 GA00 GA02 HA06
 JA05 KA11 MA20
 2H093 NA00 NA11 NB00 NB01 NB07
 NB11 ND39 ND54 NF05 NF28
 NG01 NG20

一种驱动BTN设备的方法，该方法既可以用作存储类型的设备，又可以用作低功耗的视频速率显示。本发明的具有可在第一和第二液晶状态之间切换的液晶材料层的液晶显示装置的操作方法包括：(a)显示装置的液晶层的可寻址区域。当没有电场施加到液晶层时，通过将第一电压波形施加到具有第一和第二液晶状态的较高能量的状态，来施加到液晶层的可寻址区域。并且(b)使液晶层的可寻址区域进入第一和第二液晶状态的期望状态以获得期望的显示状态。

