(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第4511048号
(P4511048)
(45)発行日　平成22年7月28日(2010.7.28)　(24)登録日　平成22年5月14日(2010.5.14)

(51)Int.Cl.　F I
G02F 1/167 (2006.01)　G02F 1/167

請求項の数 17　(全 16 頁)

(21)出願番号	特願2000-588648 (P2000-588648)
(86)(22)出願日	平成11年12月15日 (1999.12.15)
(65)公表番号	特表2002-532756 (P2002-532756A)
(43)公表日	平成14年10月2日 (2002.10.2)
(86)国際出願番号	PCT/US1999/029922
(87)国際公開番号	WO2000/036465
(87)国際公開日	平成12年6月22日 (2000.6.22)
審査請求日	平成18年10月26日 (2006.10.26)
(31)優先権主張番号	60/112,330
(32)優先日	平成10年12月15日 (1998.12.15)
(33)優先権主張国	米国(US)
(31)優先権主張番号	09/289,036
(32)優先日	平成11年4月9日 (1999.4.9)
(33)優先権主張国	米国(US)

(73)特許権者　500080214
イー　インク　コーポレイション
アメリカ合衆国　マサチューセッツ　０２１３８，　ケンブリッジ，　コンコード　アベニュー　７３３
(74)代理人　100078282
弁理士　山本　秀策
(72)発明者　ドゥサラー，　グレッグ　エム.
アメリカ合衆国　マサチューセッツ　０２４４６，　ブルックリン，　ビーコン　ストリート　１２４３，　アパートメント　６イー

最終頁に続く

(54)【発明の名称】マイクロカプセル化された電子ディスプレイのアセンブリ

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
電気光学デバイスを製造する方法であり、
ａ）第１の基板および該第１の基板に隣接して提供された電気光学材料を含む変調層を提供する工程であって、該変調層が電界の印加の際に視覚状態を変化させることができる、工程と、
ｂ）第２の基板、該第２の基板の前面上に提供された複数のピクセル電極および該第２の基板の背面上に提供された複数のコンタクトパッドを含むピクセル層を提供する工程であって、各ピクセル電極は該第２の基板を介して延びるバイアを介してコンタクトパッドに接続される、工程と、
ｃ）第３の基板および少なくとも１つの回路エレメントを含む回路層を提供する工程と、
ｄ）該変調層、該ピクセル層および該回路層を貼り合わせて該電気光学デバイスを形成する工程と、
を特徴とする方法。
【請求項２】
前記電気光学材料が複数のカプセルを含み、各カプセルは流体内で分散される複数の粒子を包含することを特徴とする請求項１に記載の方法。
【請求項３】
前記複数の粒子が電気泳動粒子を包含することを特徴とする請求項２に記載の方法。

【請求項４】
前記電気光学材料が、
（ａ）液晶、または
（ｂ）各カプセルが流体内で分散される重クロム球体を包含する複数のカプセル
のどちらかを包含することを特徴とする請求項１に記載の方法。
【請求項５】
前記変調層が可撓性かつ／または有機性の第１の基板を包含することを特徴とする、請求項１～４のいずれか１つに記載の方法。
【請求項６】
前記ピクセル層が、第２の絶縁性基板を包含することを特徴とする、請求項１～５のいずれか１つに記載の方法。
【請求項７】
前記ピクセル層が、前記第２の基板の前記前面上に導電性材料を印刷または蒸着することにより形成されて、前記ピクセル電極を形成することを特徴とする、請求項１～６のいずれか１つに記載の方法。
【請求項８】
前記ピクセル層が、前記第２の基板を介して複数のバイアホールを提供すること、および該バイアホールを導電性材料で埋めることにより形成されて、前記バイアを形成することを特徴とする、請求項１～７のいずれか１つに記載の方法。
【請求項９】
前記変調層が前記第１の基板上に提供された透過性の共通電極を包含することを特徴とする、請求項１～８のいずれか１つに記載の方法。
【請求項１０】
前記工程ｄ）が、前記ピクセル層および前記変調層を貼り合わせてサブアセンブリを形成する工程ならびに前記回路層および該サブアセンブリを貼り合わせて前記電気光学デバイスを形成する工程を包含することを特徴とする、請求項１～９のいずれか１つに記載の方法。
【請求項１１】
前記サブアセンブリが、
（ａ）前記ピクセル層および前記変調層をカプセル化する工程、
（ｂ）該ピクセル層の端および該変調層の端を共にシールする工程、
（ｃ）該ピクセル層の前面を、該変調層の前記電気光学材料に隣接して提供することにより、該ピクセル層および該変調層を貼り合わせる工程、
（ｄ）接着層を該ピクセル層と該変調層との間に挿入する工程、
のうちの任意の１つ以上の工程により形成される、請求項１０に記載の方法。
【請求項１２】
前記サブアセンブリおよび回路層の貼り合わせが、
（ａ）回路基板層および該サブアセンブリを結合する工程、
（ｂ）該回路層を前記ピクセル層の背面に結合させる工程、
（ｃ）異方性導電性材料を包含する接着層を、該回路層と該サブアセンブリとの間に挿入する工程、
のうちの任意の１つ以上の工程により達成されることを特徴とする、請求項１０または１１に記載の方法。
【請求項１３】
請求項１２の工程（ｂ）において、前記回路層のサブアセンブリへの結合が、熱圧縮、サーモソニックボンディングまたは機械的ボンディングにより、もしくは該回路層と該サブアセンブリとの間に接着剤を挿入することにより達成されることを特徴とする、請求項１２に記載の方法。
【請求項１４】
前記コンタクトパッドの周囲の前記ピクセル層の背面に隣接して接着層を、前記サブア

センブリを前記回路層に貼り合わせる前に印刷する工程を特徴とする、請求項１０～１３のいずれか１つに記載の方法。
【請求項１５】
前記工程ａ）が第１の変調層および第２の変調層を提供する工程を包含し、前記工程ｂ）が第１のピクセル層および第２のピクセル層を提供する工程を包含し、前記工程ｄ）が該第１のピクセル層および該第１の変調層を貼り合わせて第１のサブアセンブリを形成する工程ならびに該第２のピクセル層および該第２の変調層を貼り合わせて第２のサブアセンブリを形成する工程を包含し、これら２つのサブアセンブリの前記回路層への貼り合わせが、該２つのサブアセンブリ間に該回路層を設置することにより達成されることを特徴とする、請求項１０～１４のいずれか１つに記載の方法。
【請求項１６】
前記回路層が、データ線ドライバ、選択線ドライバ、電源、センサ、ロジックエレメント、メモリデバイス、通信デバイス、複数の非線形デバイスおよび複数の有機ベースの電界効果トランジスタのいずれか１つ以上を包含することを特徴とする、請求項１～１５のいずれか１つに記載の方法。
【請求項１７】
前記工程ｄ）が、前記ピクセル層および前記回路層を貼り合わせてサブアセンブリを形成する工程ならびに前記変調層および該サブアセンブリを貼り合わせて前記電気光学デバイスを形成する工程を包含することを特徴とする、請求項１～９のいずれか１つに記載の方法。
【発明の詳細な説明】
【０００１】
（関連出願）
本出願は、１９９８年１２月１５日に出願された米国仮出願シリアル番号６０／１１２，３３０に基づく優先権を主張し、その全体の開示を本明細書中で参考として援用する。本出願は、１９９９年６月２２日に出願された米国出願シリアル番号０９／３３８，４１２および１９９９年４月９日に出願された米国出願シリアル番号０９／２８９，０３６の一部継続出願であり、その全体の開示を本明細書中で参考として援用する。
【０００２】
（発明の技術分野）
本発明は、一般に電子ディスプレイを製造する方法に関し、そしてより詳細には、電子ディスプレイを組み立てる方法に関する。
【０００３】
（発明の背景）
電子ディスプレイは液晶および電気泳動粒子などの光学構成要素、ならびに電極および駆動回路などの電子構成要素を含む。光学構成要素および電子構成要素は異なる実行基準を有する。例えば、光学構成要素は反射率、コントラスト比および応答時間を最適化することが望ましいが、電子構成要素は導電率、電圧－電流関係およびキャパシタンスを最適化すること、またはメモリ、ロジックもしくは他の高次の電子デバイス機能を所有することが望ましい。これにより、光学構成要素を製造するための処理は、電子構成要素を製造するのに適し得ず、この逆もまた同じである。例えば、電子構成要素を製造するための処理は、高い温度下における処理工程を含み得る。処理温度は約３００℃～約６００℃の範囲であり得る。しかし、多数の光学構成要素をこのような高温度にさらすことは、エレメント（すなわち、電気泳動粒子または液晶）を化学的に劣化させるかまたは機械的に損傷させるので、光学構成要素に有害であり得る。
【０００４】
（発明の要旨）
この問題を回避する１方法は、ディスプレイ製造の順序を変えることであり、高温度処理を要する電子構成要素が最初に処理され、低温度処理を要する光学構成要素が次に処理される。この問題を回避する別の方法は、光学構成要素および電子構成要素を別々に処理し

、後でこの２つの構成要素を集積することである。
【０００５】
本発明は電気光学デバイスを製造する方法に関する。１つの点において、電気光学デバイスは以下の工程にしたがって製造される。まず、変調層、ピクセル層および回路層が提供される。変調層は第１の基板および第１の基板に隣接して提供される電気光学材料を含む。変調層は、電界の印加の際に視覚状態を変化することができる。ピクセル層は第２の基板を含む。複数のピクセル電極が第２の基板の前面に提供され、複数のコンタクトパッドが第２の基板の背面に提供される。ピクセル電極はそれぞれ、第２の基板を介して延びるバイアを介して、コンタクトパッドに接続される。回路層は第３の基板および少なくとも１つの回路エレメントを含む。変調層、ピクセル層および回路層は集積されて、電気光学デバイスを形成する。
【０００６】
１実施形態において、ピクセル層および変調層はまず、集積されてサブアセンブリを形成し、そしてその後、回路層およびそのサブアセンブリが集積されて電気光学デバイスを形成する。例えば、ピクセル層および変調層はカプセル化を介して集積され得る。あるいは、ピクセル層の端および変調層の端は、共にシールされ得る。回路層およびサブアセンブリは、この２つの層を結束することにより集積され得る。例えば、回路層およびサブアセンブリは、異方性で導電体材料を含む接着層を、この２つの層の間に挿入することにより結束され得る。
【０００７】
別の実施形態において、ピクセル層および回路層はまず、集積されてサブアセンブリを形成し、その後、変調層およびそのサブアセンブリが集積されて電気光学デバイスを形成する。
【０００８】
１実施形態において、電気光学材料は複数のカプセルを含み、各カプセルは液体内で分散される複数の粒子を含む。例えば、複数の粒子は電気泳動粒子であり得る。別の実施形態において、電気光学材料は液晶を含む。また別の実施形態において、電気光学材料は複数のカプセルを含み、各カプセルは液体内で分散される重クロム球体を含む。
【０００９】
１実施形態において、変調層は可撓性基板を含む。例えば、変調層は有機性基板であり得る。
【００１０】
１実施形態において、ピクセル層は絶縁性の基板を含む。ピクセル層は、基板の前面に導電体材料を印刷または蒸着することにより形成され得、ピクセル電極を形成する。
【００１１】
１実施形態において、回路層は１以上の以下のエレメントを含む。データ線ドライバ、選択線ドライバ、電源供給、センサ、ロジックエレメント、メモリデバイスおよび通信デバイス。例えば、回路層はトランジスタなどの非線形デバイスを含み得る。トランジスタは、有機塩基の電界効果トランジスタを、回路層の前面に印刷することにより作成され得る。
【００１２】
１実施形態において、変調層、ピクセル層および回路層は集積される前にテストされる。
【００１３】
別の点において、本発明は、本明細書中に説明される方法を用いて製造される電気光学デバイスを特色とする。電気光学デバイスは電子ディスプレイであり得る。
【００１４】
本発明の前記およびその他の目的、構成および利点ならびに発明自体が、添付の図面を共に考察して詳細の実施形態の説明を参考して、より完全に理解される。
【００１５】
（好適な実施形態の詳細な説明）

本発明は、電子ディスプレイを組み立てまたはパッキングする方法に関する。図１を参照すると、変調層１０の光学性質を最適化する後述の方法を用いて準備される変調層１０が提供される。変調層１０は、基板１２および基板１２の隣に提供されるディスプレイ媒体１４を含む。基板１２は、ディスプレイ媒体１４の隣の基板１２の第１の面１３上に堆積された前面共通電極１６を含む。ディスプレイ媒体１４は、バインダ２０内で分散されたマイクロカプセル１８を含む。各マイクロカプセル１８は電気光学材料を含む。電気光学材料は、電子信号に応じて光学特性を表示する材料を意味する。電気光学材料の例として、溶媒内で分散される電気泳動粒子または液晶体があり得る。電気光学材料はまた、溶媒内で分散される重クロム球体であり得る。マイクロカプセル１８内の電気光学材料の詳細が、図８ａ～図８ｄを参照してさらに記載される。マイクロカプセル１８内の電気光学材料の重要な特性は、その材料が電界の印加の際に１視覚状態を表示し得、異なる電界の印加の際には異なる視覚状態を表示し得ることである。

【００１６】

図２を参照すると、ピクセル層２２の電気的特性を最適化する後述の方法を用いて準備されるピクセル層２２が提供される。ピクセル層２２は、基板２３、基板２３の第１の面２１上に提供されたピクセル電極２４、および基板２３の第２の面２５上に提供されたコンタクトパッド２６を含む。各ピクセル電極２４は、バイア２８を介してコンタクトパッド２６に電気的に接続される。ピクセル電極２４とコンタクトパッド２６との間の電気的接触の確率を最大化するために、図２に示されるように、１つより多いバイア２８がそれぞれのピクセル電極２４とそれぞれ対応するコンタクトパッド２６との間に提供され得る。ピクセル層２２は、図９ａおよび図９ｂを参照して詳細に記載される。

【００１７】

別々に準備された図１の変調層１０および図２のピクセル層２２はここで、図３に示されるように合わされ、サブアセンブリ３０を形成する。ピクセル電極２４は、変調層１０の第２の面１１と接触状態にされて、共通電極１２はディスプレイ媒体１４の第１の面１３の隣に提供され、ピクセル電極２４はディスプレイ媒体１４の第２の面１１の隣に提供される。ピクセル層２２は、ピクセル層２２と変調層１０との間に接着材料を提供することにより、変調層１０と結合され得る。接着材料は、ピクセル層２２および変調層１０のものと適合するような電気的、機械的および化学的特性を有する。ピクセル層２２と変調層１０との間の密接した接続を確実にするために、サブアセンブリ３０が真空貼り合わせ装置および熱プレスなどの当業者に周知の標準プレス機器を用いて共にプレスされ得る。

【００１８】

サブアセンブリ３０の端が、図３に示されるようにシール３２を用いてシールされ得る。端シール３２用の材料は、１部または２部のエポキシなどの多数の市販の材料から選択され得る。別の実施形態において、サブアセンブリ３０は保護材料内にカプセル化される。カプセルの材料は、気相成長パリレンなどの多数の市販の透過な材料から選択され得る。この実施形態において、コンタクトパッド２６は、回路層に電気接続を提供するために、露出されたままの状態である。あるいは、保護材料を用いるカプセル化は、電子ディスプレイの最終アセンブリが提供された後に起こり得る。カプセル化のために使用される保護材料は、電気光学材料および電子エレメントを環境から保護する。

【００１９】

図４ａおよび図４ｂを参照すると、サブアセンブリ３０は回路層４０に合わされる。回路層４０は、基板４１、基板４１の第１の面４５上に提供されたピクセル電極コンタクト４２、ならびに基板４１上に提供されたピクセル回路およびロジック４４を含む。回路層４０の詳細は、図１０および図１１を参照して記載される。１実施形態において、サブアセンブリ３０は、熱圧縮、サーモソニックボンディングまたは機械的ボンディングなどの当業者に公知のボンディング技術を用いて、回路層４０と結合される。

【００２０】

図４ａの実施形態において、接着層４６は、サブアセンブリ３０のピクセル層２２の第２の面２５と回路層４０の第１の面４５との間に提供される。接着および平坦化を向上する

ために、接着層４６は、接着パッド２６の周辺のピクセル層２２の第２の面２５およびピクセル電極コンタクト４２の周辺の回路層４０の第１の面４５上に提供され得る。例えば、接着層４６は、両面が接着材料でコートされた膜で作られ得る。このような接着層の例として、３M社（Ｓｔ．Ｐａｕｌ、ＭＮ）から入手可能な二重コートされた膜テープ番号９４４３，４４３、および４４４を含む。１実施形態において、接着層４６は、ピクセル層２２の第２の面２５かつ／または回路層４０の第１の面４５上に印刷される。

【００２１】

図４ｂの実施形態において、異方性の導電性膜４７は、ピクセル層２２の第２の面２５と回路層４０の第１の面４５との間に提供される。異方性の導電性膜４７は、ｚ軸のみなどの１軸を介して導電性である。異方性の導電性膜４７は、３M社（Ｓｔ．Ｐａｕｌ、ＭＮ）から入手可能なＺ軸接着膜番号５３０３および７３０３などがあり、接着マトリックス内で分散される銀粒子からなり得る。異方性の導電性膜４７は、コンタクトパッド２６とピクセル電極接触４２との間に電気的フィードスルーを提供され得る。

【００２２】

ピクセル層２２と回路層４０との間に接着層４６、４７を提供した後、サブアセンブリ３０および回路層４０に圧力が印加されて、これらを共に結合する。真空貼り合わせ装置および熱プレスなどの当業者に公知の標準機器がサブアセンブリ３０および回路層４０を組み立てるために使用され得、図５に示されるようなアセンブリ５０を形成する。１実施形態において、ピクセル層２２および回路層４０は、バイア２８に加えてエッジコネクタを介して接続される。

【００２３】

図６ａおよび図６ｂを参照すると、アセンブリ５０の回路層４０が、第２の回路層７０にさらに接続され得る。第２の回路層７０は、電子ディスプレイを駆動するためのさらなる電子デバイスを含み得る。第２の回路層７０は、可撓性印刷回路基板７２および電子ディスプレイの制御機能を実現する高性能集積回路７４を含み得る。第１の回路層４０および第２の回路層７０がリボンケーブル７８を通じて接続され得る。第２の回路層７０は、ディスプレイ媒体１４をアドレスする際に使用され得る。あるいは、第２の回路層７０は、第２の回路層７０の隣に提供される第２のディスプレイ媒体をアドレスする際に使用され得る。この実施形態において、電子ディスプレイは２つの表示面を含む。

【００２４】

変調層１０、ピクセル層２２および回路層４０を組み立てる順序は、図１～図３、図４ａ～図４ｂおよび図５を参照して説明される順序に制限されない。図７ａおよび図７ｂを参照すると、ピクセル層２２がまず回路層４０に貼り合わされ、サブアセンブリ３５を形成し、続いて変調層１０がそのサブアセンブリ３５に貼り合わされ得る。変調層１０、ピクセル層２２および回路層４０を組み立てるこの順序は、ピクセル層２２を回路層４０に貼り合わせるのに必要な結合圧力および温度が変調層１０の処理方法と異なる場合に望ましい。

【００２５】

変調層１０、ピクセル層２２および回路層４０の位置合わせは、機械的かつ／またはフォトグラフィックな位置合わせマーカーによって容易に行われ得る。例えば、位置合わせマーカーは、ピクセル層２２の第２の面２５および回路層４０の第１の面４５上の正確な位置に、好適にはピクセル層２２および回路層４０の反対の角に、印刷され得、ピクセル層２２および回路層４４の層の相対位置は、すべてのマーカの位置が合うまで調節され得る。プラスチックまたは変形可能な基板に対して、位置合わせフィーチャは、一方の基板上にエンボス加工され、そして他方の基板を介してパンチされ得、位置合わせ係合ジョイントを提供する。

【００２６】

本発明による電子ディスプレイ組み立て方法は、個別に処理される変調層、ピクセル層および回路層がそれぞれの性能特性を最適化できるようにする。加えて、変調層、ピクセル層および回路層はそれぞれ、組み立て前の処理後にテストされ得る。このような機能は生

産コストを削減する。１実施形態において、変調層およびピクセル層のサブアセンブリは、アセンブリの前に、単にサブアセンブリを回路層と接触させることによりテストされ得る。

【００２７】

１実施形態において、電子ディスプレイを形成する際に使用されるディスプレイ媒体は、粒子系のディスプレイ媒体を含む。１つの詳細な実施形態において、粒子系のディスプレイ媒体は電子インクを含む。電子インクは、光電子工学的に活性材料であり、電気泳動コントラスト媒体相およびコーティング／バインディング相の少なくとも２つの相を含む。電気泳動相は、いくつかの実施形態において、透明または染色媒体内で分散される電気泳動粒子の単一種を含むか、または透明または染色媒体内で分散される異なる物理的および電気的特性を有する電気泳動粒子の１より多い種を含む。いくつかの実施形態において、電気泳動相はカプセル化されるが、これはつまり、この２つの相間にカプセル壁相があるということである。コーティング／バインディング相は、１実施形態において、電気泳動相を取り囲むポリマーマトリックスを含む。この実施形態において、重合体バインダ内のポリマーは従来のインクに見られるように乾燥、橋架、またはそうでなければ硬化され得、そしてこれにより印刷処理が、電子インクを基板上に堆積するために使用され得る。

【００２８】

電子インクの光学性質は、他の電子ディスプレイの材料とは相当に異なる。最も顕著な相違点は、電子インクは高い反射率およびコントラスト率の両方を提供することであり、これは電子インクが（通常の印刷インクがそうであるように）顔料をベースとするからである。電子インクから散乱される光は、視覚面の上部に隣接する顔料の薄層から発せられる。この点において、これは通常の印刷された画像と類似する。さらにまた、電子インクは、印刷されたページと同様にして視野角の広い範囲から簡単に視覚され、このようなインクは、他のどのような電子ディスプレイの材料よりもよりよく均等拡散コントラストカーブを近似する。電子インクは、印刷され得るので、従来のインクなどの他の印刷材料と同じの面上に含まれ得る。電子インクは、すべてのディスプレイ構造において光学的に安定するように作られ得るが、これはつまり、インクが持続的な光学状態に設定され得るということである。電子インクを印刷することによるディスプレイ製造は、この安定性のために、低パワーアプリケーションにおいて特に役立つ。

【００２９】

電子インクディスプレイは、ＤＣ電圧によりアドレスされ、ごく少量の電流を流すことができるという点で新しい。したがって、電圧を電子インクディスプレイに送るために使用される導電線および電極は、比較的高い抵抗率であり得る。抵抗性導電体を使用できると、電子インクディスプレイにおいて導電体として使用され得る材料の数および種類を、実質的に広げる。特に、液晶デバイスの標準材料である、高コストな真空スパッタされたインジウムすず酸化物（ＩＴＯ）導電体を使用する必要がない。コストの節約の他に、ＩＴＯを他の材料に置換することは、加工能力（印刷された導電体）、可撓性および耐久性において利点を提供し得る。さらに、印刷された電極は、流体層（液晶のような）とではなく、固体のバインダとのみ接触する。これは、そうでなければ液晶との接触により溶解または分解されるようないくつかの導電性材料が、電子インクアプリケーションにおいて使用され得るということを意味する。これらは、どちらの基板用にでも導電性透明インクを含むのと同様に、背面電極用に不透明なメタリックインク（例えば、銀および黒鉛インク）を含む。これらの導電性コーティングは、導電性または半導電性のコロイドを含み、例としては、インジウムすず酸化物およびアンチモンがドープされたすず酸化物がある。有機導電体（重合体導電体および分子有機導電体）もまた、使用され得る。ポリマーは、ポリアニリンおよび誘導体、ポリチオフェンおよび誘導体、ポリ３、４－エチレンジオキシチオフェン（ＰＥＤＯＴ）および誘導体、ポリピロールおよび誘電体、ならびにポリフェニレンビニレン（ＰＰＶ）および誘導体を含むが、これらに制限されない。有機分子導電体は、ナフタレン、フタロシアニンおよびペンタセンの誘導体を含むが、これらに制限されない。ポリマー層は、導電率があまり厳密に必要とされないため、従来のディスプレイ

のものよりも薄くかつより透過なように作られ得る。

【００３０】

図８ａは電気泳動ディスプレイ１３０を示す。バインダ１３２は、複数の粒子１３６および染色懸濁流体１３８を充填された少なくとも１つのカプセル１３４を含む。１実施形態において、粒子１３６はチタニア粒子である。適切な極性の直流電界がカプセル１３４に印加される場合には、粒子１３６がディスプレイの視覚面へと移動して、光を散乱する。印加された電界が逆転される場合には、粒子１３６はディスプレイの背面に移動し、そしてディスプレイの視覚面は、暗く見える。

【００３１】

図８ｂは別の電気泳動ディスプレイ１４０を示す。このディスプレイは、第１のセットの粒子１４２および第２のセットの粒子１４４をカプセル１４１内に含む。第１のセットの粒子１４２および第２のセットの粒子１４４は、対照をなす光学特性を有する。例えば、第１のセットの粒子１４２および第２のセットの粒子１４４は、異なる電気泳動移動度を有し得る。加えて、第１のセットの粒子１４２および第２のセットの粒子１４４は、対照をなす色を有し得る。例えば、第１のセットの粒子１４２は白で、第２のセットの粒子１４４は黒であり得る。カプセル１４１は実質的に透明な流体をさらに含む。カプセル１４１は、カプセル１４１を隣接して堆積された電極１４６および１４６’を有する。電極１４６、１４６’は、電圧源４８に接続されており、カプセル４４１に交流（ＡＣ）電界または直流（ＤＣ）電界を提供し得る。電極１４６、１４６’に電界を印加する際に、第１のセットの粒子１４２は電極１４６’に向かって移動するが、第２のセットの粒子１４４は電極１４６に向かって移動する。

【００３２】

図８ｃは懸濁粒子ディスプレイ１５０を示す。懸濁粒子ディスプレイ１５０は、透過な流体１５４中に針状の粒子１５２を含む。粒子１５２は、電極１５６、１５６’にＡＣ電界を印加する際に、方向を変える。ＡＣ電界が印加されると、粒子１５２は表示面に対して垂直に方向付けされて、ディスプレイは透明に見える。ＡＣ電界が取り除かれると、粒子１５２は不規則に方向付けられて、ディスプレイ１５０は不透明に見える。

【００３３】

図８ａ～図８ｃに提供された電気泳動ディスプレイは単なる実施例であり、他の電気泳動ディスプレイが本発明にしたがって使用され得る。電気泳動ディスプレイの他の例は、共有に係わる同時係属中の米国特許出願シリアル番号０８／９３５，８００および０９／１４０，７９２で説明されており、本明細書中で参考として援用する。

【００３４】

カプセル化された電気泳動ディスプレイの好結果の構成は、カプセルを基板に結合させるためのバインダ、電気泳動粒子、流体（例えば、電気泳動粒子を取り囲み、移動用の媒体を提供するためのもの）およびカプセル膜（例えば、電気泳動粒子および流体を閉じ込めるためのもの）の適切な相互作用を必要とする。これらの構成要素はすべて化学的に適合しなくてはならない。カプセル膜は、電気泳動粒子との有用な表面上の相互作用に従事し得るかまたは、流体とバインダとの間の不活性な物理的境界として機能し得る。ポリマーバインダは、カプセル膜と電極の表面との間の接着剤として硬化し得る。

【００３５】

多様な材料が、電気泳動ディスプレイを作成するために使用され得る。これらの材料の選択は、製造されるディスプレイの機能性構成成分に基づく。そのような機能性構成成分は、粒子、染料、懸濁流体、安定／荷電付加物およびバインダを含むが、これらに制限されない。１実施形態において、懸濁粒子ディスプレイを製造するために使用され得る粒子の種類は、散乱顔料、吸収顔料および発光粒子を含む。そのような粒子はまた、透過性であり得る。その粒子の例は、チタ二アを含み、例えば、酸化アルミニウムまたは酸化シリコンなどの金属酸化物を用いて、１または２層にコーティングされ得る。そのような粒子はコーナーキューブとして構成され得る。発光粒子は、例えば、硫化亜鉛粒子を含み得る。硫化亜鉛粒子もまた、絶縁性のコーティングでカプセル化され得、導電を低減する。光遮

断または光吸収粒子は、例えば染料または顔料を含み得る。電気泳動ディスプレイに使用される染料の種類は、当該分野において公知である。有用な染料は通常、懸濁流体において可溶であり、さらには重合鎖の部分であり得る。染料は熱、光化学および化学拡散処理により重合化され得る。単一染料または染料の混合もまた、使用され得る。

【００３６】

懸濁（すなわち、電気泳動）流体は、高抵抗率の流体であり得る。懸濁流体は単一流体または２以上の流体の混合物であり得る。懸濁流体は、単一流体でも流体混合物であっても、カプセル内にある粒子の密度と、実質的に一致した密度を有し得る。懸濁流体は、例えば、テトラクロロエチレンなどのハロゲン化炭化水素であり得る。ハロゲン化炭化水素はまた、低分子量ポリマーでもあり得る。そのような低分子量ポリマーの１つに、ポリ（クロロトリフルオロエチレン）がある。このポリマーに対する重合度は、約２～約１０であり得る。

【００３７】

さらに、カプセルはバインダ内で形成され得るかまたは、後に分散され得る。バインダとして使用する材料は、水溶性ポリマー、水分散性ポリマー、油溶性ポリマー、熱硬化性ポリマー、熱可塑性ポリマーおよびＵＶまたは放射線硬化性ポリマーを含む。

【００３８】

ここで説明される例はカプセル化された電気泳動ディスプレイを用いて列挙されるが、カプセル化された懸濁粒子および回転型ボールディスプレイを含む、他の粒子に基づく表示媒体もまた良好に動作する。液晶および磁性粒子などの他の表示媒体もまた有用であり得る。

【００３９】

いくつかの場合において、別個のカプセル化処理工程は必要とされない。電気泳動流体は、バインダ（またはバインダ材料の前駆体）内へ直接分散または乳化されて、「ポリマー分散型電気泳動ディスプレイ」と呼ばれるものを形成し得る。そのようなディスプレイにおいて、個々の電気泳動相は、カプセル膜が存在しなくても、カプセルまたはマイクロカプセルと称され得る。そのようなポリマー分散型電気泳動ディスプレイは、カプセル化された電気泳動ディスプレイのサブセットとして考えられる。

【００４０】

カプセル化された電気泳動ディスプレイにおいて、バインダ材料はカプセルを取り囲み、２つの結束する電極を分離する。このバインダ材料は、カプセルおよび結束する電極と適合しなければならなく、簡易な印刷またはコーティングを可能にする特性を有さなければならない。バインダ材料はまた、水、酸素、紫外光、電気泳動流体または他の材料を遮断する性質を有し得る。さらにバインダ材料は、コーティングまたは耐久性において役立つ界面活性剤および架橋剤を含み得る。ポリマー分散型電気泳動ディスプレイは、乳化または相分離タイプであり得る。

【００４１】

別の詳細な実施形態において、表示媒体は、図８ｄに示されるような複数の重クロム球体を含み得る。重クロム球体１６０は通常、第１の色の正に帯電された半球１６２および第２の色の負に帯電された半球１６４を液状媒体１６６内に含む。電極１６８、１６８’のペアを介して球体１６０中に電界を印加する際に、球体１６０は、回転して２つの半球１６２、１６４のうち１つの色を表示する。

【００４２】

１実施形態において、電子ディスプレイは、全ディスプレイまたはディスプレイの一部を印刷することにより作成される。「印刷する」という用語は、インクジェット印刷、パッチ染料コーティング、スロットまたは押し出しコーティング、スライドまたはカスケードコーティングおよびカーテンコーティングなどのプレメータコーティング、；ナイフオーバロールコーティングなどのロールコーティング、フォワードおよびリバースロールコーティング；グラビアコーティング；ディップコーティング；スプレーコーティング；メニスカスコーティング；スピンコーティング；ブラシコーティング；エアナイフコーティン

グ；スクリーン印刷処理；静電気印刷処理；熱印刷処理および他の同様の技術を含む、印刷およびコーティングのすべての形式を含むことが意図される。

【００４３】

図９ａおよび図９ｂを参照すると、ピクセル層２００がより詳細に説明される。ピクセル層２００は、第１の面２０４および第２の面２０６を有する基板２０２を含む。基板２０２は、例えば、ポリエチレンテレフタラート（ＰＥＴ、ポリエステル）、ポリエーテルスルホン（ＰＥＳ）、ポリイミド膜（例えば、Ｄｕｐｏｎｔ［Ｗｉｌｉｎｇｔｏｎ、ＤＥ］から入手可能であるカプトン、Ｕｂｅ　Ｃｏｒｐｏｒａｔｉｏｎ［日本］から入手可能であるＵｐｉｌｅｘ）、またはポリカーボネートなどの絶縁性重合材料で作られ得る。絶縁体基板２０２の利点は、基板２０２が表示媒体ならびにピクセル電極２０８を環境から保護するという点である。ピクセル電極２０８の列が、基板２０２の第１の面２０４上に提供される。ピクセル電極２０８は、高い開口比または充填率を取得するように配置される。導電材料は、基板２０２の第１の面２０４上に蒸着または印刷されて、ピクセル電極２０８を形成し得る。ピクセル電極２０８は、電気バイア２１０を介して基板２０２の第２の面２０６に接続される。電気バイア２１０は数個の技術のうち１つを用いて形成され得る。例えば、孔をレーザードリルするか、エッチングまたはプリッキングすることによりピクセル層２００に孔が作られ得る。孔はその後、重合化合物にある炭素、黒鉛または銀の粒子などの低抵抗性のスラリーを印刷することにより埋められる。コンタクトパッド２１２の列が、ピクセル層２００の第２の面２０６上に提供される。コンタクトパッド２１２は、当業者に公知である多数の利用可能な方法の１つを用いて作られ得る。例えば、導電性材料は、基板２０２の第２の面２０６上に蒸着または印刷されて、コンタクトパッド２１２を形成し得る。

【００４４】

ピクセル層は、種々の電気、熱および光学層を含むように更に処理されて、ディスプレイの性能を改善し得る。例えば、熱電気（ＴＥ）ヒーターまたはクーラーは、利用可能なスペースがあれば、基板２０２のどちらの面上にも提供されて、電気光学材料がその熱動作方式にとどまることを確認し得る。熱電気ヒーターは、基板２０２の面上に抵抗性の材料のトレースを提供することにより集積され得る。これらのトレースを介して電流を通すことにより、ディスプレイの温度は調整され得る。逆に、ペルチェクーラーなどの熱電気クーラーは、ディスプレイから適切なヒートシンクまで熱エネルギーを移動するために使用され得る。

【００４５】

ピクセル層はまた、接地された薄い金属フォイルかつ／または反射性または不透明の光シールドを含み得る。接地された薄い金属フォイルまたは光シールドは、ディスプレイの光学性能を高め、光電性のマイクロ電子デバイスを光から光学的にシールドするために使用され得る。例えば、ピクセル層または回路層は半導体材料を組み込み得、その多くが光電性であることは公知である。薄いフォイルまたは光シールドは、ピクセル層または回路層の１つ以上の面上に組み込まれ得、光電性材料はすべての入射光から光学的にシールドされる。

【００４６】

回路層は、列電極ならびに行電極、非線形デバイス、およびロジックまたはドライバ回路などの電極を、ディスプレイをアドレッシングするために含み得る。例えば、回路層は、図１０および図１１に示されるトランジスタを含み得る。

【００４７】

図１０を参照すると、有機ベースの電界効果トランジスタ２１０は、基板２１２、基板２１２上に提供されたゲート電極２１４、ゲート電極２１４上に提供された誘電体層２１６、誘電体層２１６上に提供された有機半導体２１８、および有機半導体２１８上に提供されたソース電極２２０ならびにドレイン電極２２２を含む。トランジスタ２１０は、ピクセル電極２００、列電極２０４および行電極２０６に電気的に接続される。ピクセル電極２００は、トランジスタ２１０のドレイン電極に接続される。列電極２０４はトランジス

タ２１０のソース電極に接続される。

【００４８】

基板２１２は可撓性であり得る。例えば、基板２１２は、ポリエチレンテレフタラート（ＰＥＴ、ポリエステル）、ポリエーテルスルホン（ＰＥＳ）、ポリイミド膜（カプトン、Ｕｐｉｌｅｘ）またはポリカーボネートなどのポリマーで作られ得る。あるいは、基板２１２はアンドープシリコン、ガラスまたは他のプラスチックなどの絶縁体で作られ得る。基板２１２はまた、電極として機能するようにパターン化され得る。あるいは、基板２１２は、非導電性材料によりゲート電極２１４から絶縁される金属フォイルであり得る。ゲート電極２１４、ソース電極２２０およびドレイン電極２２２は、例えば、金などの金属を含み得る。あるいは、電極２１４、２２０、２２２は、ポリチオフェンまたはポリアニリンなどの導電性ポリマー、銀またはニッケルなどの金属粒子を含むポリマー膜などの印刷された導電体、黒鉛または他の導電カーボン材料を含むポリマー膜を含む印刷された導電体、すず酸化物またはインジウムすず酸化物などの導電性酸化物、もしくはアルミニウムまたは金などの金属電極を含み得る。

【００４９】

誘電体層２１６は、例えば、二酸化シリコン層を含み得る。あるいは、誘電体層２１６は、ポリイミドおよびその誘導体、またはポリビニルフェノール、ポリメチルメタクリレート、ポリビニリデンジフルオリドなどの絶縁ポリマー、金属酸化物などの無機酸化物、窒化シリコンなどの無機窒化物、ゾルーゲル有機シリコングラスの、有機置換された酸化シリコンなどの無機／有機合成物を含み得る。誘電体層２１６はまた、Ｄｏｗ Ｃｈｅｍｉｃａｌ（Ｍｉｄｌａｎｄ、ＭＩ）により市販されるベンゾシクロブテン（ＢＣＢ）誘導体、スピンオンガラス、またはバインダもしくは溶媒内の誘電性コロイド材料の分散を含み得る。

【００５０】

半導体層２１８は、有機性ポリマーであり得る。１実施形態において、有機性半導体は、ポリマーまたはオリゴマーの半導体を含む。適切な重合体半導体の例は、ポリチオフェン、ポリ（３－アルキル）、アルキル置換されたオリゴチオフェン、ポリチエニレンビニレン、ポリ（パラ－フェニレンビニレン）およびこれらのポリマーのドープされたバージョンを含むが、これらに限定されない。適切な低重合体半導体の例は、アルファヘキサチエニレンである。Ｈｏｒｏｗｉｔｚによる「Ｏｒｇａｎｉｃ Ｆｉｅｌｄ－Ｅｆｆｅｃｔ Ｔｒａｎｓｉｓｔｏｒｓ」、Ａｄｖ．Ｍａｔｅｒ．、１０、Ｎｏ．５、ｐ．３６５（１９９８年）は、トランジスタ内の非置換およびアルキル置換されたオリゴチオフェンの使用を記載する。半導体層として位置規則性のポリ（３－ヘキシルチオフェン）を用いて作られる電界効果トランジスタは、Ｂａｏらによる「Ｓｏｌｕｂｌｅ ａｎｄ Ｐｒｏｃｅｓｓａｂｌｅ Ｒｅｇｉｏｒｅｇｕｌａｒ Ｐｏｌｙ（３－ｈｅｘｙｌｔｈｉｏｐｈｅｎｅ） ｆｏｒ Ｔｈｉｎ Ｆｉｌｍ Ｆｉｅｌｄ－Ｅｆｆｅｃｔ Ｔｒａｎｓｉｓｔｏｒ Ａｐｐｌｉｃａｔｉｏｎｓ ｗｉｔｈ Ｈｉｇｈ Ｍｏｂｉｌｉｔｙ」、Ａｐｐｌ．Ｐｈｙｓ．Ｌｅｔｔ．６９（２６）、ｐ．４１０８（１９９６年１２月）に記載される。α－ヘキサチエニレンを用いて作られる電界効果トランジスタは、米国特許第５，６５９，１８１号で説明される。

【００５１】

別の実施形態において、有機性半導体２１８は、炭素に基づく化合物を含む。適切な炭素に基づく化合物の例は、ペンタセン、フタロシアニン、ベンゾジチオフェン、フラーレン、バックミンスターフラーレン、テトラシアノナフトキノンおよびテトラキシメチルアニモエチレンであるが、これらに制限されない。基板、誘導体層、電極、または半導体層を形成するための上記に挙げられた材料は単なる例である。上記と同様の特性を有する、当業者に公知である他の適した材料が、本発明にしたがって使用され得る。

【００５２】

図１０および図１１に提供される電界効果トランジスタ構造は、単なる例である。当業者に公知の他のトランジスタ設計が、本発明にしたがって使用され得る。例えば、ソースお

よびドレイン電極が、半導体およびゲート電極により覆われる誘電体層により覆われる基板に隣接して置かれる、上部ゲート構成もまた本発明にしたがって使用され得る。

【００５３】

本発明にしたがって、図１０および図１１のトランジスタのような電極、非線形デバイスならびにロジックおよび駆動回路が、堆積、蒸着、リソグラフィー、印刷およびコーティングを含む当業者に公知の適切な製造処理を用いて製造され得るが、これらに制限されない。例えば、有機系であるトランジスタ全体は、まるごと印刷され得る。これは、同時係属中の共有に係わる米国特許出願シリアル番号０９／２８９，０３６に記載されており、本明細書中で参考として援用する。別の例において、トランジスタは第１の基板上で製造され、その後除去されて回路層の基板上に提供され得る。これは、同時係属中の共有に係わる米国特許出願シリアル番号０９／３３８，４１２に記載されており、本明細書中で参考として援用する。

【００５４】

本発明は、特定の好適な実施形態を参照して詳細に示され説明されたが、形態および詳細において多様な変更が、添付された特許請求の範囲に規定されるような発明の精神および範囲から逸脱することなくなされ得ることが、当業者により理解される。

【図面の簡単な説明】

【図１】　図１は、本発明の１実施形態による、電子ディスプレイの変調層の断面図である。

【図２】　図２は、本発明の１実施形態による、電子ディスプレイのピクセル層の断面図である。

【図３】　図３は、本発明の１実施形態による、図１の変調層および図２のピクセル層のサブアセンブリの断面図である。

【図４ａ】　図４ａは、本発明の１実施形態による、図３のサブアセンブリおよび回路層の集積図である。

【図４ｂ】　図４ｂは、本発明の別の実施形態による、図３のサブアセンブリおよび回路層の集積図である。

【図５】　図５は、本発明の１実施形態による、電子インクアセンブリの断面図である。

【図６ａ】　図６ａは、本発明の１実施形態による、図５の電子インクアセンブリおよび第２の回路層の集積図である。

【図６ｂ】　図６ｂは、図６ａに示された方法を用いて集積された電子インクの断面図である。

【図７ａ】　図７ａは、本発明の１実施形態による、サブアセンブリを形成するための、ピクセル層および回路層の集積図である。

【図７ｂ】　図７ｂは、本発明の１実施形態による、変調層への、ピクセル層および回路層のサブアセンブリの集積図である。

【図８ａ】　図８ａは、本発明の１実施形態による、電子ディスプレイ媒体の部分的断面図である。

【図８ｂ】　図８ｂは、本発明の１実施形態による、電子ディスプレイ媒体の部分的断面図である。

【図８ｃ】　図８ｃは、本発明の１実施形態による、電子ディスプレイ媒体の部分的断面図である。

【図８ｄ】　図８ｄは、本発明の１実施形態による、電子ディスプレイ媒体の部分的断面図である。

【図９ａ】　図９ａは、本発明の１実施形態による、ピクセル層の第１の面の図である。

【図９ｂ】　図９ｂは、本発明の１実施形態による、ピクセル層の第２の面の図である。

【図１０】　図１０は、本発明の１実施形態による、電子ディスプレイをアドレスするためのトランジスタの部分的断面図である。

【図１１】　図１１は、本発明の１実施形態による、電子ディスプレイのトランジスタと電極との間の接続図である。

【図１】

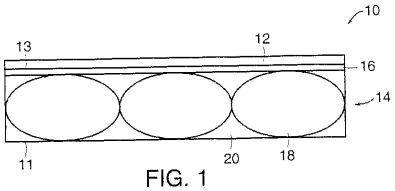


FIG. 1

【図２】

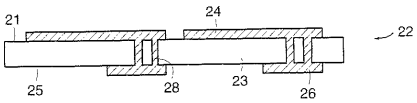


FIG. 2

【図３】

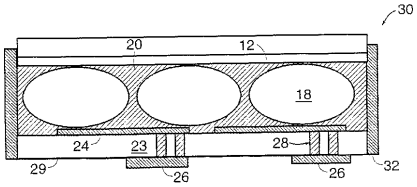


FIG. 3

【図４ａ】

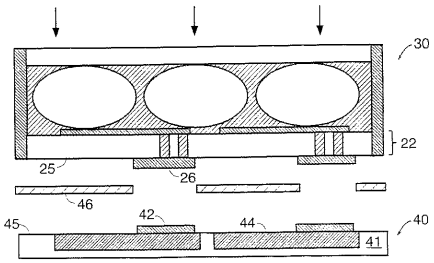


FIG. 4a

【図４ｂ】

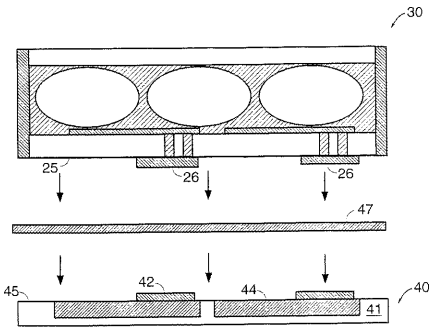


FIG. 4b

【図５】

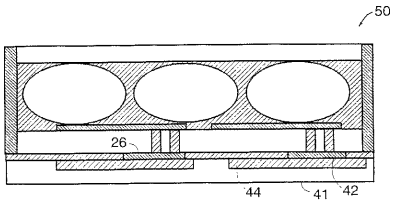


FIG. 5

【図６ａ】

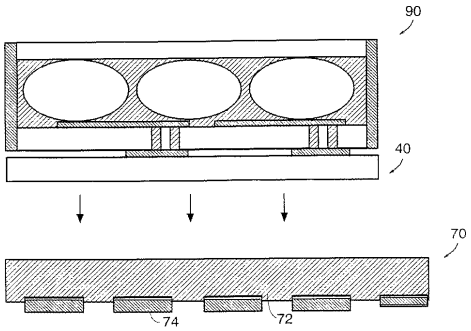


FIG. 6a

【図６ｂ】

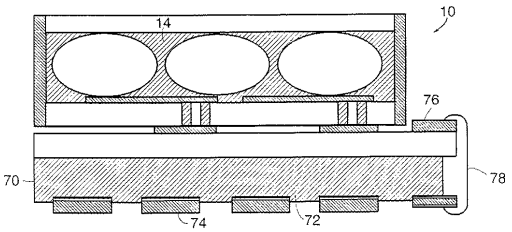


FIG. 6b

【図７ａ】

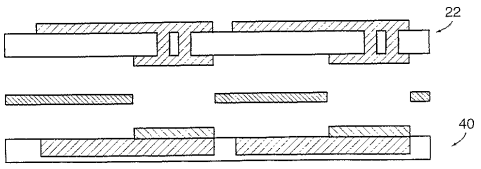


FIG. 7a

【図７ｂ】

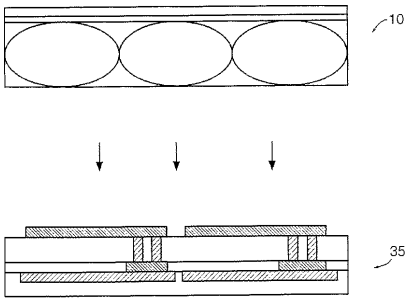


FIG. 7b

【図８ａ】

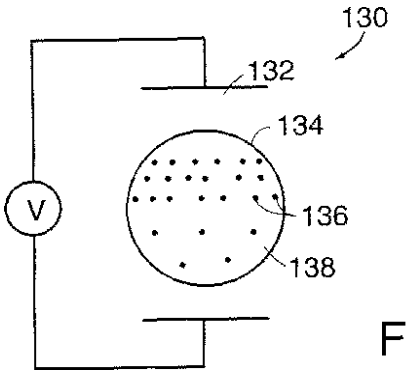


FIG. 8a

【図８ｂ】

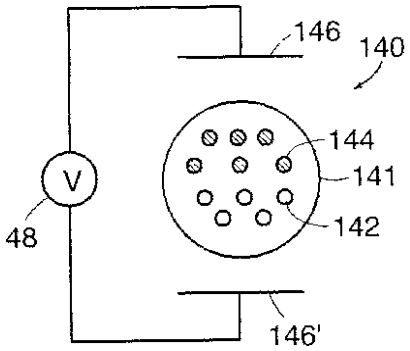


FIG. 8b

【図８ｃ】

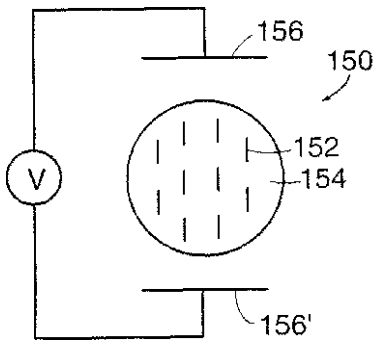


FIG. 8c

【図８ｄ】

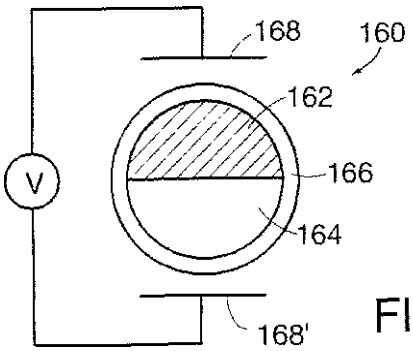


FIG. 8d

【図９ａ】

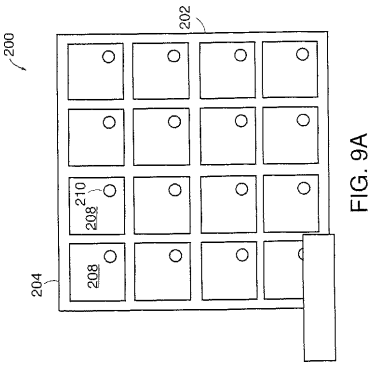


FIG. 9A

【図９ｂ】

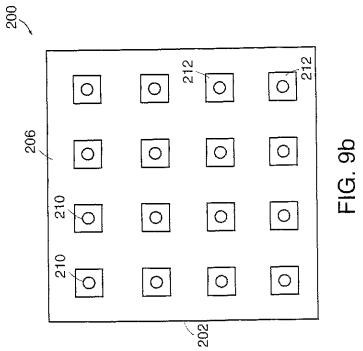


FIG. 9b

【図１０】

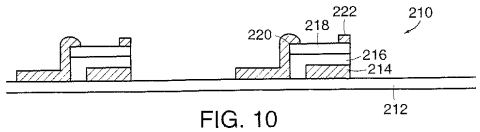


FIG. 10

【図１１】

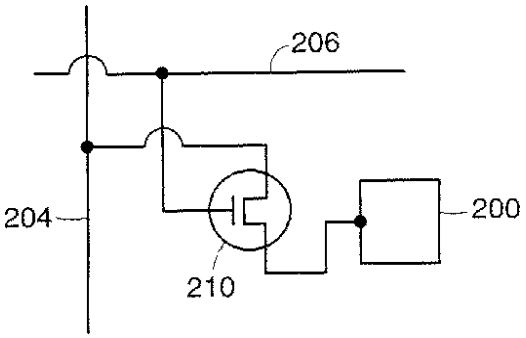


FIG. 11

フロントページの続き

(31)優先権主張番号 09/338,412
(32)優先日 平成11年6月22日(1999.6.22)
(33)優先権主張国 米国(US)

(72)発明者 カズラス, ピーター ティー.
アメリカ合衆国 マサチューセッツ ０２４４６, ブルックリン, ワシントン ストリート ４４７
(72)発明者 ドルザイク, ポール
アメリカ合衆国 マサチューセッツ ０２４２１, レキシントン, パドック レーン ２

審査官 高松 大

(56)参考文献 特開平０６－２４２４５７（ＪＰ, Ａ）
特開平０７－２５４３１６（ＪＰ, Ａ）
特開平０５－２３２４６３（ＪＰ, Ａ）
特開平０５－２６５０２５（ＪＰ, Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl., ＤＢ名)
G02F 1/167