

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4460150号
(P4460150)

(45) 発行日 平成22年5月12日(2010.5.12)

(24) 登録日 平成22年2月19日(2010.2.19)

(51) Int.Cl.

G02F 1/167 (2006.01)

F 1

G02F 1/167

請求項の数 8 (全 29 頁)

(21) 出願番号 特願2000-508029 (P2000-508029)
 (86) (22) 出願日 平成10年8月27日 (1998.8.27)
 (65) 公表番号 特表2002-504696 (P2002-504696A)
 (43) 公表日 平成14年2月12日 (2002.2.12)
 (86) 國際出願番号 PCT/US1998/017735
 (87) 國際公開番号 WO1999/010768
 (87) 國際公開日 平成11年3月4日 (1999.3.4)
 審査請求日 平成17年8月26日 (2005.8.26)
 (31) 優先権主張番号 60/057, 133
 (32) 優先日 平成9年8月28日 (1997.8.28)
 (33) 優先権主張国 米国(US)
 (31) 優先権主張番号 60/057, 716
 (32) 優先日 平成9年8月28日 (1997.8.28)
 (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 02
 138, 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 コミスキュー, バレット
 アメリカ合衆国 マサチューセッツ 02
 139, ケンブリッジ, パトナム ア
 ベニュー 346
 (72) 発明者 アルバート, ジョナサン ディー.
 アメリカ合衆国 マサチューセッツ 02
 139, ケンブリッジ, パトナム ア
 ベニュー 347

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】電気泳動ディスプレイのための新規のアドレッシング方式

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

電気的にアドレス可能なディスプレイのための後方電極構造を製造する方法であって、該後方電極構造の製造は、その上に導体(166)が配置された基板(168、170)から始まり、

該方法は、

該導体(166)の少なくとも一部の上に誘電体コーティング(176)を印刷することであって、該誘電体コーティングは、少なくとも1つの開口を有している、ことと、該誘電体コーティング(176)の上に導電性インク(178)の層を印刷することであって、該導電性インク(178)は、該誘電体コーティング(176)における該開口を通じて該導体(166)に接触し、該誘電体コーティングを通して延びる導電性バイアを形成することと

を含む、方法。

【請求項 2】

前記基板は、印刷可能なディスプレイ材料(170)を含む、請求項1に記載の方法。

【請求項 3】

前記後方電極構造にディスプレイ材料を積層することをさらに含む、請求項1に記載の方法。

【請求項 4】

前記導体(166)は、前記基板(170)上に導電性材料を印刷することによって形

成される、請求項 1 ~ 3 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 5】

電気的にアドレス可能なディスプレイのための後方電極構造であって、
該後方電極構造は、
基板(170)と、
該基板(170)上に配置された導体(166)と、
該導体(166)の少なくとも一部の上に印刷された誘電体コーティング(176)であつて、少なくとも1つの開口を有している誘電体コーティング(176)と、
該誘電体コーティング(176)の上に印刷された導電性インク(178)の層であつて、該導電性インク(178)は、該誘電体コーティング(176)における該開口を通じて延びることにより、該誘電体コーティング(178)を通じて延びる導電性バイアを形成する、導電性インク(178)の層と
を含む、後方電極構造。

【請求項 6】

前記基板(128)は、印刷可能なディスプレイ材料(170)を含む、請求項5に記載の後方電極構造。

【請求項 7】

前記後方電極構造にディスプレイ材料が積層される、請求項5に記載の後方電極構造。

【請求項 8】

前記導体(166)は、前記基板(170)上に印刷された導電性材料を含む、請求項5~7のいずれか一項に記載の後方電極構造。

【発明の詳細な説明】

【0001】

(発明の分野)

本発明は、電子ディスプレイのためのアドレッシング装置および方法に関し、具体的には、カプセル化電気泳動(electrophoretic)ディスプレイのためのアドレッシング装置および方法に関する。

【0002】

(発明の背景)

従来、液晶ディスプレイ等の電子ディスプレイは、2枚のガラス間に光電気活性材料を挟むことによって作製してきた。多くの場合、各ガラス片は、インジウムスズ酸化物を用いて形成された、エッティングされた透明電極構造を有する。第1の電極構造は、アドレッシングされ得る(すなわち、ある視覚的状態から別の視覚的状態に変えられ得る)ディスプレイの全てのセグメントを制御する。時に対向電極と呼ばれる第2の電極は、全てのディスプレイセグメントを1つの大きな電極としてアドレッシングし、通常、最終的な画像に望ましくない後方電極のワイヤ接続部のいずれとも重なり合わないように設計される。あるいは、第2の電極は、ディスプレイの特定のセグメントを制御するようにもバーニングされる。これらのディスプレイにおいては、ディスプレイのアドレッシングされていない領域は、くっきりと見える。

【0003】

印加電界による粒子の移動によって一般的に特徴づけられる電気泳動ディスプレイ媒体は、反射性が高く、双安定に作製され得、消費電力が非常に低い。カプセル化電気泳動ディスプレイはまた、表示の印刷を可能にする。これらの特性により、カプセル化電気泳動ディスプレイ媒体が、フレキシブルディスプレイ等の従来の電子ディスプレイには適していなかつた多くの適用に使用されることが可能となる。カプセル化ディスプレイの電気光学特性によって、新規の方式または構成がディスプレイをアドレッシングするために使用されることが可能となり、場合によっては、新規の方式または構成が、ディスプレイをアドレッシングするために使用されることが必要となる。

【0004】

(発明の要旨)

10

20

30

40

50

本発明の目的は、容易に製造され得、電力消費が少なく（あるいは、双安定性表示装置の場合には電力消費が無い）、従って様々な用途に組み込まれ得る、高度に可撓性の反射性表示装置を提供することである。本発明は、カプセル化された電気泳動表示媒体を備える印刷可能な表示装置を特色とする。結果として得られる表示装置は可撓性である。表示媒体は印刷可能であり得るので、表示装置自体が安価に製造され得る。

【0005】

カプセル化された電気泳動表示装置は、表示装置の光学的状態がある長さの時間安定であるように構成され得る。このように安定である二つの状態を表示装置が有するとき、表示装置は双安定性と称される。表示装置の二つを超える状態が安定である場合、表示装置は多安定性と称され得る。本発明の目的について、用語双安定性は、一旦アドレス電圧が除去されると、いずれかの光学状態が固定されたままである表示装置を示すために用いられる。10 双安定状態の定義は、表示装置の用途に依存する。必要とされる観察時間にわたって光学状態が実質的に変化しない場合、緩慢に減衰する光学状態は实际上双安定であり得る。例えば、数分毎に更新される表示装置においては、数時間または数日間安定である表示画像は、その用途について实际上双安定である。本発明において、用語双安定性は、意図されている用途について实际上双安定性であるように十分に長期間持続する光学状態を有する表示装置を示す。あるいは、一旦表示装置へのアドレス電圧が除去されると画像が迅速に減衰する（すなわち、表示装置が双安定性または多安定性ではない）カプセル化された電気泳動表示装置を構成することが可能である。記載されるように、いくつかの用途において、双安定性ではないカプセル化された電気泳動表示装置を用いることが有利である。20 カプセル化された電気泳動表示装置が双安定性であるかないか、およびその双安定性の程度は、電気泳動粒子、懸濁流体、カプセルおよび結合剤材料の適切な化学的改変によって制御され得る。

【0006】

カプセル化された電気泳動表示装置は多くの形態を取り得る。表示装置は、結合剤中に分散されたカプセルを含み得る。カプセルはいずれものサイズまたは形状であり得る。カプセルは、例えば、球形であり得、ミリメートル範囲またはミクロン範囲の直径を有し得るが、好ましくは、10から数百ミクロンである。カプセルは、以下に記載するようにカプセル化技術によって形成され得る。粒子はカプセル中にカプセル化され得る。粒子は、二つまたはそれ以上の異なるタイプの粒子であり得る。粒子は、例えば、着色、発光性、吸光性または透明であり得る。粒子は、例えば、ニート顔料、染色（レークされた）顔料、または顔料／ポリマー複合材を含み得る。表示装置は、粒子が分散されている懸濁流体をさらに含み得る。30

【0007】

カプセル化された電気泳動表示装置の構成を成功させるには、ポリマー結合剤および選択的には、カプセル膜などのいくつかの異なるタイプの材料および工程の適切な相互作用が必要となる。これらの材料は、電気泳動粒子および流体と化学的に適合性、かつ互いに化学的に適合性でなければならない。カプセル材料は、電気泳動粒子との有用な表面相互作用に係わっても、または流体と結合剤との間の化学的または物理的境界として作用してもよい。40

【0008】

いくつかの場合において、工程のカプセル化ステップは必要ではなく、電気泳動流体が、結合剤（または結合剤材料への前駆体）中に直接分散または乳化され得、有効な「ポリマー分散電気泳動表示装置」が構成される。このような表示装置において、結合剤中で作られた間隙は、カプセル膜が存在しなくとも、カプセルまたはマイクロカプセルと称され得る。結合剤分散電気泳動表示装置は、乳化または位相分離タイプであり得る。

【0009】

明細書を通じて、印刷または印刷されたという語が参照される。明細書を通じて用いられるように、印刷は、印刷およびコーティングの全ての形態を含むことが意図され、パッチ染色コーティング、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50

ティング、およびカーテンコーティングなどのプリメータコーティング (premetered coating) ; ロール式ナイフコーティング、ロール式往復コーティング (forward and reverse roll coating) などのロール式コーティング；グラビアコーティング；浸漬コーティング；噴霧コーティング；メニスカスコーティング；スピンドルコーティング；ブラシコーティング；エアナイフコーティング；シルクスクリーン印刷工程；静電印刷工程；熱印刷工程；および他の同様の技術を含む。「印刷された素子」は、上記の技術のいずれか一つを用いて形成された素子を指す。

【0010】

本発明は、粒子ベースのディスプレイを制御およびアドレッシングするための新規の方法および装置を提供する。さらに、本発明は、広域、低成本、または高耐久性の適用に有用なフレキシブル基板に対する、これら的方法および材料の適用を開示する。10

【0011】

ある局面では、本発明は、カプセル化電気泳動ディスプレイに関する。このディスプレイは、基板と、高抵抗性の流体および複数の粒子を含有する少なくとも1つのカプセルとを含む。ディスプレイは、カプセルに隣接して配置された少なくとも2つの電極も含み、電極間の電位差によって、粒子の幾つかが、2つの電極の少なくとも一方に向けて移動する。これによって、カプセルが光学特性を変化する。

【0012】

別の局面においては、本発明は、カラー電気泳動ディスプレイに関する。電気泳動ディスプレイは、基板と、高抵抗性の流体および複数の粒子を含有する少なくとも1つのカプセルとを含む。このディスプレイはまた、カラー電極を含む。電位差が、粒子を制御し、見る者にカラー表示を提示するために電極に印加される。20

【0013】

さらに別の局面では、本発明は、基板と、基板に隣接するカプセル化電気泳動ディスプレイと、電気泳動ディスプレイに隣接した任意の誘電体シートとを含む静電的にアドレス可能なディスプレイに関する。誘電体シートまたはディスプレイ材料に静電荷を付与することによって、電気泳動ディスプレイの様子が変調する。

【0014】

また別の局面においては、本発明は、膜および1対の電極を含む静電的にアドレス可能なカプセル化ディスプレイに関する。膜は、電気泳動懸濁液を含有する少なくとも1つのカプセルを含む。1対の電極は、膜のどちらかの側に取付けられる。膜に対する静電荷の付与によって、光学特性が変調する。30

【0015】

また別の局面において、本発明は、導電性基板と、そのような基板上に印刷された少なくとも1つのカプセルとを含む電気泳動ディスプレイに関する。カプセルに対する静電荷の付与によって、ディスプレイの光学特性が変調する。

【0016】

また別の局面において、本発明は、カプセル化ディスプレイをマトリックスアドレッシングするための方法に関する。この方法は、各ディスプレイセルに対して3つ以上の電極を設け、一連の電位を電極に印加し、それによって各セル内で粒子の移動を制御するステップを含む。40

【0017】

さらに別の局面においては、本発明は、マトリックスアドレッシングされる電気泳動ディスプレイに関する。ディスプレイは、荷電粒子を含有するカプセルと、カプセルに隣接して配置される3つ以上の電極とを含む。一連の電圧電位を、3つ以上の電極に印加し、それによって、一連の電圧電位に反応して、荷電粒子がカプセル内で移動する。

【0018】

また別の局面では、本発明は、電気的にアドレス可能なディスプレイに関する後方電極構造に関する。この構造は、基板と、基板の第1の面上に配置された第1の電極と、基板の第2の面上に配置された導体とを含む。基板は、第1の電極および導体の両方と電気的に50

連通する少なくとも 1 つの導電性バイアを規定する。

【 0 0 1 9 】

(発明の詳細な説明)

本発明は、添付の特許請求の範囲に具体的に示される。上記の本発明の利点およびさらなる利点は、添付の図面に関連して以下の説明を参照することによって、より良く理解され得る。図面においては、同じ参照符号は、概して、異なる図面全体を通して同じ部分を指す。また、図面は、必ずしも一定の比例で拡大したものではなく、むしろ、本発明の原理を例示することに概ね強調を置いている。

【 0 0 2 0 】

電子インクは、少なくとも 2 つの相、すなわち、電気泳動造影相およびコーティング／結合相を含む光電子活性材料である。電気泳動相は、ある実施形態では、透明または染色媒体中で分散した単一種の電気泳動粒子、または透明または染色媒体中で分散される、異なる物理的および電気的特徴を有する 2 種以上の電気泳動粒子を含む。ある実施形態では、電気泳動相は、カプセル化される、すなわち、2 相間にカプセル壁相が存在する。ある実施形態では、コーティング／結合相は、電気泳動相を取り囲むポリマーマトリックスを含む。この実施形態では、ポリマー性結合剤中のポリマーは、従来のインクの場合のように、乾燥、架橋、あるいは硬化されることが可能であり、その結果、基板上に電子インクを堆積させるために、印刷プロセスを用いることができる。電子インクは、具体的に用いられるインクの機械的特性に基づいて、幾つかの異なるプロセスを用いて印刷されることが可能である。例えば、ある特定のインクの脆弱性または粘性の結果、異なるプロセス選択が生じ得る。粘性の高いインクは、インクジェット印刷プロセスによる堆積にはあまり適しておらず、脆弱性のあるインクは、ナイフオーバーロールコーティングプロセスには使用されないかもしれない。

【 0 0 2 1 】

電子インクの光学的品質は、他の電子ディスプレイ材料とはかなり異なる。最も著しい違いは、電子インクは、顔料ベースであることから（通常の印刷インクと同様に）、高度な反射率およびコントラストの両方を提供することである。電子インクから散乱する光は、ビューアー面の上面に近接する非常に薄い顔料層から来る。この点において、それは、通常の印刷画像に似ている。また、電子インクは、印刷された頁と同様に、広範囲な視角から容易に見られ、このようなインクは、他のあらゆる電子ディスプレイ材料と比較して、ランバートのコントラスト曲線により厳密に近似する。電子インクは印刷されることが可能であるので、電子インクは、従来のインクを含む他のあらゆる印刷材料と同じ表面上に含まれ得る。電子インクは、全てのディスプレイ構成において光学的に安定するようを作られ得る。すなわち、このインクは、持続的な光学状態に設定され得る。電子インクを印刷することによるディスプレイの製造は、この安定性のために、低電力適用において特に有用である。

【 0 0 2 2 】

電子インクディスプレイは、直流電圧によってアドレッシングされることが可能で、非常に少ない電流を引き込む点で新規のものである。従って、電圧を電子インクディスプレイに運ぶために使用される導電性リード線および電極は、比較的高い抵抗率を有し得る。抵抗性導体を使用する能力によって、電子インクディスプレイにおいて導体として使用され得る材料の数および種類が、かなり広がる。具体的には、液晶装置中の標準的な材料である高価な真空スパッタリングされたインジウムスズ酸化物（ITO）導体の使用が不要である。費用削減の他に、ITOを他の材料に替えることにより、外観、処理能力（印刷された導体）、可撓性、および耐久性の利点が提供され得る。さらに、印刷電極は、流体層（液晶等）とは接触せずに、固体結合剤のみと接触する。これは、さもなければ液晶との接触によって溶解または劣化されたであろう幾つかの導電性材料を、電子インクの適用において使用できることを意味する。これらの材料には、後方電極用の不透明金属インク（例えば、銀およびグラファイトインク）、および一方の基板用の導電性透明インクが含まれる。これらの導電性コーティングには、半導体コロイド（例えば、インジウムスズ酸化

10

20

30

40

50

物およびアンチモンドープスズ酸化物)が含まれる。有機導体(ポリマー性導体および分子有機導体)もまた、使用され得る。ポリマーには、ポリアニリンおよびその誘導体、ポリチオフェンおよびその誘導体、ポリ3、4-エチレンジオキシチオフェン(PEDOT)およびその誘導体、ポリピロールおよびその誘導体、およびポリフェニレンビニレン(PPV)およびその誘導体が含まれるが、これらに限定されることはない。有機分子導体には、ナフタレン、フタロシアニン、およびペンタセンの誘導体が含まれるが、これらに限定されることはない。ポリマー層は、従来のディスプレイの場合と比較して、より薄く、且つより透明に作製され得る。なぜなら、導電率要件があまり厳密ではないからである。

【0023】

10

一例として、電子インクディスプレイにおいてコーティング可能な透明導体としても有用な、導電性粉末と呼ばれるある種類の材料がある。一例は、Dupont Chemical Co. (ウィルミントン、デラウェア州)のZelec ECP導電性粉末である。

【0024】

20

ここで、図1Aおよび図1Bを参照すると、電極がディスプレイの一方の面上のみに配置され、それによって、ディスプレイが後方アドレッシングされることが可能である粒子ベースのディスプレイを制御するためのアドレッシング方式が示されている。電極のためにディスプレイの一面だけを利用することによって、ディスプレイの製造が単純化される。例えば、電極がディスプレイの裏面上にのみ配置される場合には、電極が透明である必要がないので、両方の電極が、不透明材料を用いて製造され得る。

【0025】

図1Aは、カプセル化ディスプレイ媒体の单一カプセル20を示す。簡単に説明すれば、図1Aに示される実施形態は、懸濁流体25中に分散する少なくとも1つの粒子50を含有するカプセル20を含む。カプセル20は、第1の電極30および第2の電極40によってアドレッシングされる。第1の電極30は、第2の電極40よりも小さい。第1の電極30および第2の電極40は、カプセル20中の粒子50の位置に影響を与える電圧電位に設定され得る。

【0026】

30

粒子50は、カプセル20によって封入される容積の0.1%から20%に相当する。ある実施形態では、粒子50は、カプセル20によって封入される容積の2.5%から17.5%に相当する。好適な実施形態では、粒子50は、カプセル20によって封入される容積の5%から15%に相当する。より好適な実施形態では、粒子50は、カプセル20によって規定される容積の9%から11%に相当する。概して、粒子50に相当するカプセル20の容積百分率は、粒子50が、第1の小さな電極30の上に位置する場合に第2の大きな電極40のほとんどを露出するように選択されるべきである。以下に詳細に説明するように、粒子50は、多数の色のいずれの色にも着色され得る。粒子50は、正または負のどちらかに帯電され得る。

【0027】

40

粒子50は、分散流体25中で分散される。分散流体25は、低誘電率を有しているべきである。流体25は、透明または実質的に透明であり得、その結果、位置10から粒子50と電極30および40とを見る目を、流体25が妨げない。他の実施形態では、流体25は染色される。ある実施形態では、分散流体25は、粒子50の密度に対応する比重を有する。これらの実施形態は、双安定ディスプレイ媒体を提供し得る。なぜなら、粒子50は、電極30および40を介して印加される電界が存在しなければ、特定の構成で移動する傾向がないからである。

【0028】

50

電極30および40は、共にカプセル20全体をアドレッシングするように、適切に大きさに作られ、適切に配置されるべきである。1つのカプセル20につき厳密に1対の電極30および40、または1つのカプセル20につき複数対の電極30および40が存在し

てもよく、あるいは電極 30 および 40 の單一対が、複数のカプセル 20 にまたがっていてよい。図 1 A および図 1 B に示される実施形態では、カプセル 20 は、平坦化された矩形状を有する。これらの実施形態では、電極 30 および 40 は、電極 30 および 40 に隣接する平坦化表面領域のほとんど、または全てをアドレッシングするべきである。小さな電極 30 は、最大で、大きな電極 40 のサイズの半分である。好適な実施形態では、小さな電極は、大きな電極 40 のサイズの 4 分の 1 であり、より好適な実施形態では、小さな電極 30 は、大きな電極 40 のサイズの 8 分の 1 である。さらにより好適な実施形態では、小さな電極 30 は、大きな電極 40 のサイズの 16 分の 1 である。電極 30 に関連した「小さな」という言及は、電極 30 が、カプセル 20 の表面積の内より小さな量をアドレッシングすることを意味し、電極 30 が大きな電極 40 よりも物理的に小さいことを必ずしも意味しないことが留意されるべきである。例えば、複数のカプセル 20 は、電極 30 および 40 の両方のサイズが等しい場合でも、各カプセル 20 の内より小さな部分が、「小さな」電極 30 によってアドレッシングされるように配置され得る。図 1 C に示されるように、電極 30 は、矩形カプセル 20 (図 1 C に破線で示される) の小さな角部だけをアドレッシングし、カプセル 20 を適切にアドレッシングするために、大きな電極 40 が、2 つの边上で小さな電極 30 を取り囲むことを必要とし得ることも留意されるべきである。粒子 50 および電極 30 および 40 の容積百分率をこのように選択することによって、カプセル化されたディスプレイ媒体が、以下に説明されるようにアドレッシングされることが可能となる。

【0029】

電極は、電極 30 および 40 が電界をカプセル 20 に印加し得るように、電気を伝導することが可能な任意の材料から製造され得る。上記のように、図 1 A および図 1 B に示される後方アドレッシングされる実施形態により、電極 30 および 40 が、ハンダペースト、銅、銅被膜ポリイミド、グラファイトインク、銀インク、および他の金属含有導電性インク等の不透明材料から製造されることが可能となる。あるいは、電極は、インジウムスズ酸化物およびポリアニリンまたはポリチオフェン等の導電性ポリマー等の透明材料を用いて製造され得る。電極 30 および 40 は、対照的な光学特性を備え得る。ある実施形態では、電極の一方が、粒子 50 の光学特性に対して相補的な光学特性を有する。

【0030】

ある実施形態では、カプセル 20 は、正に帯電された黒粒子 50 および実質的に透明な懸濁流体 25 を含有する。第 1 の小さな電極 30 は、黒に着色され、白に着色された、または反射性の高い第 2 の電極 40 よりも小さい。小さな黒電極 30 は、大きな白電極 40 に対して負の電圧電位で配置され、正に帯電された粒子 50 は、小さな黒電極 30 に移動する。位置 10 にいるカプセル 20 を見ている者にとっての効果は、大きな白電極 40 および小さな黒電極 30 の混合であり、主に白の効果が生じる。図 1 B を参照して、小さな黒電極 30 が、大きな白電極 40 に対して正の電圧電位で配置される場合には、粒子 50 は、大きな白電極 40 に移動し、それを見る者には、大きな白電極 40 を覆う黒粒子 50 および小さな黒電極 30 の混合が示され、主に黒の効果が生じる。このように、カプセル 20 は、白の視覚的状態または黒の視覚的状態の一方を表示するようにアドレッシングされ得る。

【0031】

他の 2 色方式が、小さな電極 30 および粒子 50 の色を変化させる、または大きな電極 40 の色を変化させることによって容易に提供される。例えば、大きな電極 40 の色を変化させることによって、色の 1 色として黒を有する、後方アドレッシングされる 2 色ディスプレイの製造が可能となる。あるいは、小さな電極 30 および粒子 50 の色を変化させることによって、色の 1 色として白を有する、後方アドレッシングされる 2 色システムの作製が可能となる。さらに、粒子 50 および小さな電極 30 が異なる色であり得ることが考えられる。これらの実施形態では、2 色ディスプレイが、小さな電極 30 および粒子 50 の色とは異なる第 2 の色を有して製造され得る。例えば、後方アドレッシングされる、オレンジ - 白ディスプレイが、青の粒子 50 、赤の小さな電極 30 、および白の（または反

10

20

30

40

50

射性の高い)大きな電極40を設けることによって製造され得る。概して、電極30および40と粒子50との光学特性は、所望のディスプレイ特徴を提供するように個々に選択され得る。ある実施形態では、分散流体25の光学特性もまた異なり得る。例えば、流体25は、染色されてもよい。

【0032】

他の実施形態では、大きな電極40は、白ではなく、反射性があり得る。これらの実施形態では、粒子50が小さな電極30に移動すると、光は、大きな電極40に関連する反射面60から反射し、カプセル20は、例えば白の淡い色に見える(図2Aを参照)。粒子50が大きな電極40に移動すると、反射面60が隠れ、カプセル20は、暗く見える(図2Bを参照)。なぜなら、光が、反射面60に到達する前に粒子50によって吸収されるからである。大きな電極40に関する反射面60は、逆反射(retroflection)特性、鏡面反射特性、拡散反射特性、または利得反射特性を有し得る。特定の実施形態では、反射面60は、ランバート分布で光を反射する。面60は、電極40上に配置された複数のガラス球体、ホログラフィー形成された反射器等の回折反射層、入射光を完全に内部的に反射するようにパターニングされた面、輝度向上膜、拡散反射層、エンボスプラスチックまたは金属膜、または他の任意の公知の反射面として設けられ得る。反射面60は、大きな電極40上に積層された別個の層として設けられてもよく、あるいは、反射面60は、大きな電極40の單一部分として設けられてもよい。図2Cおよび図2Dに示される実施形態では、反射面は、視点10に相対して電極30および40の下に配置され得る。これらの実施形態では、電極30は、光が面60によって反射され得るように透明であるべきである。他の実施形態では、粒子の適切な切換えが、交流(AC)および直流(DC)の電界の組合わせによって達成され得、図3Aから図3Dに関連して以下に説明される。

【0033】

さらに他の実施形態では、上記の後方アドレッシングディスプレイが、主に透過性の動作モードと、主に不透明の動作モード(以下では、「シャッターモード」と呼ぶ)との間を遷移するように構成され得る。図1Aおよび図1Bを再び参照すると、これらの実施形態では、カプセル20は、実質的に透明な分散流体25中に分散した少なくとも1つの正に帯電された粒子50を含有する。大きな電極40は透明であり、小さな電極30は不透明である。小さな不透明電極30が大きな透過性電極40に対して負の電圧電位で配置されると、粒子50は、小さな不透明電極30に移動する。位置10にいるカプセル20を見ている者にとっての効果は、大きな透明電極40および小さな不透明電極30の混合であり、主に透明の効果が生じる。図1Bを参照して、小さな不透明電極30が、大きな透明電極40に対して正の電圧電位で配置される場合には、粒子50は、第2の電極40に移動し、それを見る者には、大きな透明電極40を覆う不透明粒子50および小さな不透明電極30の混合が示され、主に不透明の効果が生じる。このように、図1Aおよび図1Bに示されるカプセルを用いて形成されたディスプレイは、透過性モードと不透明モードとの間で切換えられ得る。このようなディスプレイは、不透明になり得るウィンドウを構築するために使用され得る。図1Aから図2Dは、各カプセル20に関連する1対の電極を示すが、電極の各対は、2つ以上のカプセル20に関連し得ることが理解されるべきである。

【0034】

図3A、図3B、図3C、および図3Dの実施形態に関連して、同様の技術が用いられ得る。図3Aを参照すると、カプセル20は、実質的に透明な分散流体25中に分散した少なくとも1つの暗色または黒の粒子50を含有する。小さな不透明電極30および大きな透明電極40は、直流(DC)電界および交流(AC)電界の両方をカプセル20に印加する。DC電界は、カプセル20に印加され、それによって、粒子50が小さな電極30に向けて移動し得る。例えば、粒子50が正に帯電されている場合には、小さな電極は、大きな電極40よりも大きな負である電圧で配置される。図3Aから図3Dは、各電極対に対してただ1つのカプセルを示すが、複数のカプセルが、同じ電極対を用いてアドレ

10

20

30

40

50

シングされ得る。

【0035】

小さな電極30は、最大で、大きな電極40のサイズの半分である。好適な実施形態では、小さな電極は、大きな電極40のサイズの4分の1であり、より好適な実施形態では、小さな電極30は、大きな電極40のサイズの8分の1である。さらにより好適な実施形態では、小さな電極30は、大きな電極40のサイズの16分の1である。

【0036】

図3Aに示されるように、粒子50を小さな電極30に移動させることによって、入射光が、大きな透明電極40を通過し、反射面60によって反射されることが可能となる。シャッターモードでは、反射面60は、半透明層または透明層に置き換える、あるいは、層を全く設けず、入射光が、カプセル20を通過することが可能になる。すなわち、カプセル20は、透過性である。

10

【0037】

図3Bを次に参照すると、粒子50は、電極30および40を介してカプセル20にAC電界を印加することによって、カプセル20内に分散する。AC電界によってカプセル20内に分散した粒子50は、入射光がカプセル20を通過することを阻止し、その結果、視点10において、カプセル20が暗く見える。図3Aおよび図3Bに示される実施形態は、反射面60を設けず、その代わりに半透明層または透明層を設ける、あるいは、全く層を設けないことによって、シャッターモードで使用され得る。シャッターモードでは、AC電界の印加によって、カプセル20が不透明に見える。図3Aから図3Dに示される装置によって形成されるシャッターモードディスプレイの透明度は、DC電界およびAC電界を用いてアドレッシングされるカプセル数によって制御され得る。例えば、1つおきのカプセル20がAC電界を用いてアドレッシングされるディスプレイは、50%透過性があるよう見える。

20

【0038】

図3Cおよび図3Dは、電極30および40がカプセル20の「上面」にある（すなわち、電極30および40が、視点10とカプセル20との間にある）、上記の電極構造の実施形態を示す。これらの実施形態では、電極30および40は共に、透明であるべきである。透明ポリマーは、ポリアニリン、ポリチオフェン、またはインジウムスズ酸化物等の導電性ポリマーを用いて製造され得る。これらの材料は、スピンドルコーティング、スプレーコーティング、メニスカスコーティング、印刷技術、および順方向および逆方向ロールコーティング等のコーティング技術を用いて電極が製造され得るように可溶性にされ得る。これらの実施形態では、光が電極30および40を通過し、粒子50によって吸収されるか、逆反射層60（設けられている場合）によって反射される、あるいは、カプセル20全体を通して透過される（逆反射層60が設けられていない場合）。

30

【0039】

図3Aから図3Dに示されるアドレッシング構造は、電気泳動ディスプレイ媒体およびカプセル化電気泳動ディスプレイ媒体と共に使用され得る。図3Aから図3Dは、電極30および40がディスプレイ媒体に静的に取付けられる実施形態を示す。特定の実施形態では、粒子50は、双安定性を示す（すなわち、電界が存在しない場合に実質的に静止している）。これらの実施形態では、電極30および40は、各カプセルまたはカプセルの集団をアドレッシングするために材料上でスキャンされる「スタイラス」または他の装置の一部として設けられ得る。粒子ベースのディスプレイをアドレッシングするこのモードを、図16に関連して、以下により詳細に説明する。

40

【0040】

図4Aおよび図4Bを次に参照すると、上記の技術が複数の後方アドレッシング電極と共に用いられる電子的にアドレス可能な媒体のカプセル20が示されている。カプセル20は、透明な懸濁流体25中に分散した少なくとも1つの粒子50を含有する。カプセル20は、複数の小さな電極30および複数の大きな電極40によってアドレッシングされる。これらの実施形態では、小さな電極30は、集合的に、最大で、大きな電極40のサイ

50

ズの半分であるように選択されるべきである。さらなる実施形態では、小さな電極 30 は、集合的に、大きな電極 40 のサイズの 4 分の 1 である。さらなる実施形態では、小さな電極 30 は、集合的に、大きな電極 40 のサイズの 8 分の 1 である。好適な実施形態では、小さな電極 30 は、集合的に、大きな電極のサイズの 16 分の 1 である。各電極 30 は、ディスプレイの制御と並行して制御される別個の電極として設けられ得る。例えば、各個別の電極は、同じサイズの他の全ての電極と同じ電圧に、実質的に同時に設定され得る。あるいは、電極 30 および 40 は、図 4 A および図 4 B に示される実施形態を提供するように交互嵌合され得る。

【 0 0 4 1 】

図 4 A および図 4 B に示される後方アドレッシング電極構造の動作は、上記の動作と類似している。例えば、カプセル 20 は、実質的に透明な懸濁流体 25 中に分散した、正に帯電された黒粒子 50 を含有し得る。小さな電極 30 は、黒に着色され、大きな電極 40 は、白に着色される、または反射性が高い。図 4 A を参照すると、小さな電極 30 が、大きな電極 40 に対して負電位で配置され、それによって、粒子 50 が、カプセル内で小さな電極 30 へと移動し、視点 10 にとって、カプセル 20 は、大きな白電極 40 および小さな黒電極 30 の混合として見え、主に白の効果が生じる。図 4 B を参照すると、小さな電極 30 が大きな電極 40 に対して正電位で配置されると、粒子 50 は大きな電極 40 へと移動し、それによって、カプセル 20 が、黒粒子 50 によって塞がれた大きな白電極 40 および小さな黒電極 30 の混合を表示し、主に黒の効果が生じる。2 色ディスプレイを製造するための図 1 A および図 1 B に示される実施形態に関連した上記の技術は、これらの実施形態に関連して等しく効果的に働く。

10

20

【 0 0 4 2 】

図 5 A および図 5 B は、ハーフトーニング (half toning) または点描画法に類似した様式で反射性カラーディスプレイを作製する後方アドレッシング電極構造の実施形態を示す。カプセル 20 は、透明懸濁流体 25 中に分散した白粒子 55 を含有する。電極 42、44、46、および 48 は、それぞれシアン、マゼンタ、黄、および白に着色される。図 5 A を参照すると、着色された電極 42、44、および 46 が、白電極 48 に対して正電位で配置され、負に帯電された粒子 55 が、これらの 3 つの電極に移動し、その結果、カプセル 20 が、視点 10 に対して白粒子 55 および白電極 48 の混合を示し、主に白の効果が生じる。図 5 B を参照すると、電極 42、44、および 46 が、電極 48 に対して負電位で配置され、粒子 55 が白電極 48 に移動し、目 10 は、白粒子 55 と、シアン電極 42 と、マゼンタ電極 44 と、黄電極 46 との混合を見、主に黒または灰色の効果が生じる。電極をアドレッシングすることによって、減色法を用いて可能なあらゆる色が生成され得る。例えば、視点 10 にとってオレンジ色をカプセル 20 に表示させるためには、黄電極 46 およびマゼンタ電極 42 が、シアン電極 42 および白電極 48 によって印加される電圧電位よりも大きな正である電圧電位に設定される。さらに、これらの色の相対強度は、電極に印加される実際の電圧電位によって制御され得る。

30

【 0 0 4 3 】

図 6 に示される別の実施形態では、カラーディスプレイが、透明分散流体 25 中に複数種の粒子を含有するサイズ d のカプセル 20 によって提供される。各種の粒子は、他の種とは異なる光学特性を持ち、他の種とは異なる電気泳動移動度 (μ) を有する。図 6 に示される実施形態では、カプセル 20 は、赤粒子 52、青粒子 54、および緑粒子 56 を含有し、 $|\mu_R| > |\mu_B| > |\mu_G|$ である。すなわち、平均した赤粒子 52 の電気泳動移動度の大きさは、平均した青粒子 54 の電気泳動移動度を上回り、平均した青粒子 54 の電気泳動移動度は、緑粒子 56 の平均電気泳動移動度を上回る。一例として、100 ミリボルト (mV) のゼータ電位を有する赤粒子種と、60 mV のゼータ電位を有する青粒子と、20 mV のゼータ電位を有する緑粒子とが存在し得る。カプセル 20 は、カプセルに電界を印加する 2 つの電極 32 と 42 との間に配置される。

40

【 0 0 4 4 】

図 7 A および図 7 B は、図 6 に示されるディスプレイをアドレッシングし、それによって

50

、視点 1 0 に対して赤色を表示するために行われるステップを示す。図 7 A を参照すると、電界を一方向に印加することによって、全ての粒子 5 2、5 4、および 5 6 が、カプセル 2 0 の一面に引きつけられている。電界は、より低速に移動する緑粒子 5 6 さえもが電極 3 4 に引きつけられる程長い間、カプセル 2 0 に印加されるべきである。図 7 B を参照すると、電界は、赤粒子 5 2 が電極 3 2 に向けて移動することが可能なだけの期間反転される。青粒子 5 4 および緑粒子 5 6 もまた、逆電界において移動するが、赤粒子 5 2 ほど速く移動せず、その結果、赤粒子 5 2 によって覆い隠される。印加電界が反転されなければならない時間は、粒子の相対的電気泳動移動度、印加電界の強度、およびカプセルのサイズから決定され得る。

【 0 0 4 5 】

10

図 8 A から図 8 D は、ディスプレイ素子の青色状態へのアドレッシングを示す。図 8 A に示されるように、粒子 5 2、5 4、および 5 6 は、最初は、カプセル 2 0 内で不規則に分散している。電界を一方向に印加することによって、全ての粒子 5 2、5 4、および 5 6 が、カプセル 2 0 の一面に引きつけられる（図 8 B に示される）。図 8 C を参照すると、電界は、赤粒子 5 2 および青粒子 5 4 が電極 3 2 に向けて移動することが可能なだけの期間反転される。印加電界が反転されなければならない時間は、粒子の相対的電気泳動移動度、印加電界の強度、およびカプセルのサイズから決定され得る。図 8 D を参照すると、次に、二度目の電界の反転が行われ、青粒子 5 4 より速く移動する赤粒子 5 2 が、視点 1 0 に露出される青粒子 5 4 を残して行く。印加電界が反転されなければならない時間は、粒子の相対的電気泳動移動度、印加電界の強度、およびカプセルのサイズから決定され得る。

【 0 0 4 6 】

20

図 9 A から図 9 C は、視点 1 0 に対して緑色の表示を示すために行われるステップを示す。図 9 A に示されるように、粒子 5 2、5 4、および 5 6 は、最初は、カプセル 2 0 内で不規則に分布している。電界を一方向に印加することによって、全ての粒子 5 2、5 4、および 5 6 が、視点 1 0 に近いカプセル 2 0 の面に引きつけられる。電界は、より低速に移動する緑粒子 5 6 さえもが電極 3 2 に引きつけられる程長い間、カプセル 2 0 に印加されるべきである。図 9 C に示されるように、電界は、赤粒子 5 2 および青粒子 5 4 が電極 5 4 に向けて移動し、視点に対して表示される低速移動の緑粒子 5 6 を残していくことが可能なだけの期間反転される。印加電界が反転されなければならない時間は、粒子の相対的電気泳動移動度、印加電界の強度、およびカプセルのサイズから決定され得る。

30

【 0 0 4 7 】

他の実施形態では、カプセルは、複数種の粒子および色の 1 つとして機能する染色された分散流体を含有する。さらに他の実施形態では、さらなる色を有する 4 種以上の粒子が提供され得る。図 6 から図 9 C は、単一のカプセルに関連する 2 つの電極を示すが、電極は、複数のカプセルまたは 1 つの完全なカプセルの一部分をアドレッシングし得る。

【 0 0 4 8 】

40

図 1 0 では、ディスプレイの前面において、パターニングされた基板またはパターニングされた対向電極の表面上の導電性トレース線の必要性なしに、ディスプレイの後方において、あらゆる電極部分に対して任意に接続するための手段を設けることによって通常の後方電極構造を改良する 7 セグメントディスプレイに関する後方基板 1 0 0 が示されている。基板を通る小さな導電性バイアによって、後方電極構造への接続が可能となる。基板の裏側で、これらのバイアは、導体のネットワークに接続される。この導体は、ディスプレイ全体への単純接続を提供するように通り得る。例えば、セグメント 1 1 2 は、バイア 1 1 4 によって、基板 1 1 6 を通って導体 1 1 8 に接続される。導体ネットワークは、複数の接続（不図示）を端部コネクタ 1 2 2 に向けて走らせ得る。このコネクタは、端部コネクタ 1 2 2 等の導体の構造に作製され得る。後方電極の各セグメントは、端部コネクタ 1 2 2 を介して、容易に個別にアドレッシングされ得る。連続的な上面電極を、基板 1 1 6 と共に使用し得る。

【 0 0 4 9 】

50

図10に示される後方電極構造は、あらゆるディスプレイ媒体に有用であるが、特に粒子ベースのディスプレイにとって有利である。なぜなら、このようなディスプレイは、アドレッシングされていない場合にくっきりと見えないからである。後方電極は、様々な電極の必要な絶縁を提供するためのだけの空間を有して、導電性材料に完全に覆われるべきである。これは、ディスプレイの外観に影響を与えるという心配なしに、ディスプレイの後方での接続が、経路づけられ得るためである。ほぼ連続的な後方電極パターンを有することにより、ディスプレイ材料が、後方電極ワイヤ配線（routing）からシールドされることが保証される。

【0050】

図11には、 3×3 マトリックスが示されている。ここでは、基板116の第1の面上のマトリックスセグメント124が、バイア114によって、基板116の第2の面上の導体118に接続される。導体118は、端部に向かって走り、端部コネクタ122で終端する。図11のディスプレイ素子は、正方形セグメント124を示すが、セグメントは、予め規定されたディスプレイパターンを作るよう形成される、または予め規定されたディスプレイパターンを形成する大きさに作られ得る。

【0051】

図12では、印刷回路ボード138が、後方電極構造として使用されている。印刷回路ボード138の前面は、所望の形状にエッチングされた銅パッド132を有する。これらの電極パッドを、印刷回路ボード138の後面上のエッチングされたワイヤ構造136に接続するメッキバイア114が存在する。ワイヤ136は、印刷回路ボード138の一面または後方に走り、接続が、面実装コネクタ等の標準的コネクタを用いて、または可撓性コネクタおよび異方性接着剤（不図示）を用いて行われ得る。バイアは、ハンダまたは導電性エポキシ等の導電性物質、またはエポキシ等の絶縁物質で充填され得る。

【0052】

あるいは、銅被膜ポリイミド等のフレキシブル回路が、図10の後方電極構造に用いられ得る。印刷回路ボード138は、可撓性コネクタおよび電極構造の基板の両方として機能するポリイミドから作製され得る。銅パッド132ではなく、電極（不図示）が、ポリイミド印刷回路ボード138を覆う銅にエッチングされ得る。メッキされたスルーバイア114は、基板上にエッチングされた電極を、その上にエッチングされた導体ネットワークを有し得る印刷回路ボード138の後方に接続する（エッチングされた導体ネットワークは、エッチングされたワイヤ構造136に類似する）。

【0053】

図13では、ポリエステル、ポリイミド、またはガラス等の薄い誘電体シート150が、後方電極構造を作るために用いられ得る。導電性経路が望ましい部分にシートを通して穴152が、穿孔され（punched）、ドリルで穴を開けられ（drilled）、摩耗され、または融解される。前面電極154は、上記のいずれかの技術を用いて印刷される導電性インクで作製される。穴は大きさを決められ、インクは、インクが穴を充填するような粘性を有するように選択されるべきである。後部構造156が、再び導電性インクを用いて印刷される際に、穴は、再び充填される。この方法によって、基板の前面と後部との接続が自動的に行われる。

【0054】

図14では、後方電極構造が、完全に印刷層から作られ得る。導電性層166は、透明な前面電極168および印刷可能ディスプレイ材料170から構成されるディスプレイの裏面上に印刷され得る。透明電極は、インジウムスズ酸化物、またはポリアニリンおよびポリチオフェン等の導電性ポリマーから作製され得る。誘電体コーティング176は、バイアの領域を残して印刷され得る。次に、導電性インク178の裏側層が印刷され得る。必要であれば、導電性インクの別の層が、最終的なインク構造が穴を充填するために印刷される前に使用され得る。

【0055】

ディスプレイを印刷するこの技術は、ディスプレイ上に後方電極構造を構築するため、ま

10

20

30

40

50

たはディスプレイを形成するように共に積層される2つの別個の層を構築するために使用され得る。例えば、電子活性インクが、インジウムスズ酸化物電極上に印刷され得る。別々に、上記のような後方電極構造が、プラスチック、ポリマー膜、またはガラス等の適切な基板上に印刷され得る。電極構造およびディスプレイ素子は、ディスプレイを形成するために積層され得る。

【0056】

次に図15を参照すると、第3の電極の導入によって、閾値が、電気泳動ディスプレイセルに導入され得る。セルの一方の面は、連続的な透明電極200(アノード)である。セルの他方の面上には、透明電極が、1組の分離列電極帯210にパターニングされている。絶縁体212は、列電極210を覆い、絶縁体の上面の電極層は、列電極210に直交して配向する1組の分離行電極帯230に分離される。行電極230は、高密度の穴アレイまたは格子にパターニングされ、その下では、露出した絶縁体212が除去され、非常に多数の物理的およびポテンシャル井戸を形成する。

10

【0057】

正に帯電された粒子50は、正電位(例えば30V)を全ての列電極210に印加しながら、行電極230をより小さな正電位(例えば15V)に維持し、且つアノード200を0ボルトに維持することによって、ポテンシャル井戸内に入れられる。粒子50は、制御格子の物理的井戸内に位置する整合カプセルであり得る。制御格子自体は、矩形の断面を有していてもよく、あるいは、格子構造は、側面から見て三角形でもよい。また、マイクロカプセルが格子に位置することを促す異なる形状(例えば半球状)でもよい。

20

【0058】

アノード200は、次に、正電位(例えば50V)にリセットされる。粒子は、ポテンシャル井戸における電位差のために、ポテンシャル井戸に留まる(これは、ホールド状態と呼ばれる)。ディスプレイ素子をアドレッシングするために、同素子に関連する列電極上の電位が、例えば1/2に減少し、同素子に関連する行電極上の電位が、列電極上の電位より大きくされる。この素子における粒子は、次に、アノード200上の正電圧のために、電界によって運ばれる。残りのディスプレイ素子に対する行および列電極の電位差は、ここでは、通常のホールド状態における電位差の半分より少ない。ポテンシャル井戸構造の形状寸法および電圧レベルは、ホールド状態も構成する(すなわち、これらの他のディスプレイ素子を離れる粒子がなく、その結果、半選択問題が存在しない)ように選択される。このアドレッシング方法によって、他のあらゆるディスプレイ素子における顔料に影響を与えることなく、マトリックスで任意の所望の素子が選択および書き込まれ得る。制御電極装置は、セルのアノード電極側が見えるように動作され得る。

30

【0059】

制御格子は、当該分野で公知のプロセスのいずれか、または本明細書中に記載される幾つかの新規のプロセスを用いて製造され得る。すなわち、従来のやり方によれば、制御格子は、1つまたは複数のフォトリソグラフィーおよび後続のエッチングステップを用いて作製されてもよく、あるいは、制御格子は、マスクおよび「サンドブラスト」技術を用いて製造されてもよい。

40

【0060】

別の実施形態では、制御格子は、プラスチック基板に対するエンボシング技術を用いて製造される。格子電極は、エンボシングステップの前または後に、真空蒸着またはスパッタリングによって堆積され得る。別の実施形態では、電極は、格子構造の成形後に格子構造上に印刷され、これらの電極は、透明である必要のないある種の印刷可能導電性材料(例えば、金属または炭素ドープポリマーまたは本質的に導電性のポリマー等)から構成される。

【0061】

ある好適な実施形態では、制御格子は、一連の印刷ステップを用いて製造される。格子構造は、カソードが堆積された後に、一連の1つ以上の印刷層において形成され、格子電極が、格子構造上に印刷される。格子電極の上面に別の絶縁体が存在してもよく、格子構造

50

中に、絶縁体によって分離される複数の格子電極が存在してもよい。格子電極は、格子構造の全幅を占有しなくてもよく、再現可能許容範囲内に留まるために、構造の中央領域のみを占有し得る。別の実施形態では、制御格子は、フォト構造 (photostructural) ガラス等のガラスをフォトエッチングすることによって製造される。

【0062】

カプセル化電気泳動画像ディスプレイにおいて、電気泳動懸濁液（例えば、上記のもの）が、ポリマーマトリックスに分散した個別のコンパートメント内に配置される。この結果生じる材料は、膜の厚さに対する電界に対して非常に影響を受け易い。このような電界は、通常、材料の一方の面に取付けられた電極を用いて印加される。しかし、図3Aから図3Dに関連して上に説明したように、幾つかのディスプレイ媒体は、ディスプレイ材料の一方の面上に静電荷を書込むことによってアドレッシングされ得る。他方の面は、通常、透明または不透明電極を有する。例えば、カプセル化電気泳動ディスプレイ媒体のシートが、DC電圧を提供するヘッドを用いてアドレッシングされ得る。

10

【0063】

別の実施例では、カプセル化電気泳動懸濁液が、印刷銀またはグラファイトインク、アルミメッキマイラー、または他の任意の導電性表面等の導電性材料の領域上に印刷され得る。ディスプレイの1つの電極を構成するこの表面は、グラウンドまたは高電圧に設定され得る。多数の電極から構成される静電ヘッドは、カプセルをアドレッシングするために、カプセル上を通過させられ得る。あるいは、スタイラスが、カプセル化電気泳動懸濁液をアドレッシングするために使用され得る。

20

【0064】

別の実施例では、静電ワイヤヘッドが、材料の表面上を通過する。これにより、非常に高解像度のアドレッシングが可能となる。カプセル化電気泳動材料は、プラスチック上に配置され得るので、非常に可撓性がある。これにより、材料が、通常の紙送り装置に通されることが可能となる。このようなシステムは、写真複写機に酷似して機能するが、消耗品の必要がない。ディスプレイ材料シートは、機械を通過し、静電または電子写真ヘッドが、材料シートをアドレッシングする。

20

【0065】

別の実施例では、電荷が、カプセル化ディスプレイ材料の表面上、または誘電体シート上に、摩擦または摩擦電気充電によって蓄積される。電荷は、後に除去される電極を用いて蓄積し得る。別の実施例では、電荷は、圧電材料シートを用いることによって、カプセル化ディスプレイの表面上に蓄積される。

30

【0066】

図16は、静電的に書き込まれるディスプレイを示す。スタイラス300は、正または負電圧に接続される。スタイラス300のヘッドは、ユーザを保護するために絶縁され得る。誘電体層302は、例えば、誘電体コーティングまたはポリマー膜であり得る。他の実施形態では、誘電体層302は設けられず、スタイラス300は、カプセル化電気泳動ディスプレイ304に直接接触する。基板306は、ITOコーティングポリエステル等の透明導電性コーティングでコーティングされる。導電性コーティングは、グラウンドに接続される。ディスプレイ304は、どちらの側からも見られ得る。

40

【0067】

マイクロカプセル化ディスプレイは、電子ディスプレイ（多くの電子ディスプレイは、コーティングまたは印刷され得る）を作製する有用な手段を提供する。マイクロカプセル化電気泳動ディスプレイを含む多くのマイクロカプセル化ディスプレイのバージョンが存在する。これらのディスプレイは、反射性が高く、双安定性で、低電力であるように作製され得る。

【0068】

高解像度のディスプレイを得るために、マイクロカプセル化材料と共に何らかの外部アドレッシング手段を使用することが有用である。本発明は、高解像度ディスプレイを得るために、アドレッシング手段とマイクロカプセル化電気泳動材料との有用な組合せを記

50

載する。

【0069】

液晶ディスプレイをアドレッシングする方法の1つは、液晶のためのアドレッシングバックプレーンを形成するためのシリコンベースの薄膜トランジスタの使用である。液晶ディスプレイの場合には、これらの薄膜トランジスタは、典型的には、ガラス上に堆積され、典型的に、アモルファスシリコンまたはポリシリコンから作られる。他の電子回路（駆動電子装置または論理等）が、時には、ディスプレイの周辺に組込まれる。出現する場は、金属箔またはプラスチック膜等のフレキシブル基板上へのアモルファスまたはポリシリコン装置の堆積である。

【0070】

アドレッシング電子バックプレーンは、トランジスタとしてではなく、非線形素子としてダイオードを組み得る。ダイオードベースのアクティブマトリックスアレイは、高解像度装置を形成するために液晶ディスプレイと適合することが実証されている。

【0071】

ガラス基板上で使用されている結晶性シリコントランジスタの例もある。結晶性シリコンは、非常に高い移動度を有し、その結果、高性能の装置を作製するために使用され得る。現在、結晶シリコン装置を作製するための最も簡単な方法は、シリコンウェハ上に作製することである。多種類の液晶ディスプレイにおいて使用するために、結晶シリコン回路は、シリコンウェハ上に作製され、次に、「リフトオフ」プロセスによってガラス基板に移される。あるいは、シリコントランジスタは、シリコンウェハ上に形成され、リフトオフプロセスによって除去され、次に、プラスチック、金属箔、または紙等のフレキシブル基板上に堆積され得る。別の実施例として、シリコンは、高温を許容可能な異なる基板（例えば、ガラスまたは金属箔）上に形成され、リフトオフされ、フレキシブル基板に移され得る。また別の実施例として、シリコントランジスタは、シリコンウェハ上に形成され、次に、これが、ディスプレイの基板の1つとして、全体的または部分的に使用される。

【0072】

液晶と共にシリコンベースの回路を使用することは、大型生産の基礎である。しかしながら、これらのディスプレイは、深刻な欠点を有する。液晶ディスプレイは、光に対して非効率的であり、その結果、ほとんどの液晶ディスプレイは、ある種のバックライトを必要とする。反射型液晶ディスプレイは、作製され得るが、典型的には、偏向器の存在のために、非常に薄暗い。ほとんどの液晶装置は、セルギャップの正確なスペーシングを必要とし、その結果、フレキシブル基板とはあまり適合性がない。ほとんどの液晶ディスプレイは、液晶を整合させるために「ラビング」プロセスを必要とし、このプロセスは、制御が難しく、TFTアレイに損傷を与える可能性を持つ。

【0073】

これらの薄膜トランジスタをマイクロカプセル化電気泳動ディスプレイと組合わせることは、液晶ディスプレイと組合わせるよりもさらに利点がある。液晶と共に用いられる薄膜トランジスタアレイに類似する薄膜トランジスタアレイは、マイクロカプセル化ディスプレイ媒体と共に使用され得る。上記のように、液晶アレイは、典型的には、液晶を整合させるために「ラビング」プロセスを必要とし、これによって、トランジスタアレイに対して機械的または静電気的損傷が生じ得る。このようなラビングは、マイクロカプセル化ディスプレイには必要とされず、その結果、歩どまりが向上し、作製プロセスが単純化される。

【0074】

マイクロカプセル化電気泳動ディスプレイは、高反射性であり得る。これによって、良好な視認性のためにバックライトが必要とされないので、高解像度ディスプレイの利点が提供される。また、高解像度ディスプレイは、不透明基板上に形成され得るので、これによって、薄膜トランジスタアレイの堆積のための新しい材料範囲が広がる。

【0075】

さらに、カプセル化電気泳動ディスプレイは、フレキシブル基板と非常に適合性がある。

10

20

30

40

50

これによって、トランジスタがフレキシブルガラス、プラスチック、または金属箔等のフレキシブル基板上に堆積される高解像度TFTディスプレイが可能となる。しかし、あらゆる種類の薄膜トランジスタまたは他の非線形素子と共に使用されるフレキシブル基板は、ガラス、プラスチック、または金属箔の单一シートである必要はない。その代わりに、フレキシブル基板は、紙で構成されてもよい。あるいは、フレキシブル基板は、織物状材料で構成されてもよい。あるいは、フレキシブル基板は、これらの材料の複合体または層状の組合わせでもよい。

【0076】

液晶ディスプレイの場合と同様に、外部論理または駆動回路部が、薄膜トランジスタスイッチと同じ基板上に形成され得る。

10

【0077】

別の実施例では、アドレッシング電子バックプレーンは、トランジスタではなく、非線形素子としてダイオードを組込み得る。

【0078】

別の実施例では、トランジスタをシリコンウェハ上に形成し、トランジスタを賽の目に切り、それらを広域アレイに配置して、大きなTFTアドレッシングディスプレイ媒体を形成することが可能である。この概念の一例は、受け基板に機械的インプレッションを形成し、次に、基板をスラリーまたは他の形態のトランジスタで覆うことである。攪拌によって、トランジスタがインプレッション内に落ち、そこで、トランジスタが、装置回路部に接着され、組込まれ得る。受け基板は、ガラス、プラスチック、または他の非導電性材料であり得る。このように、標準的な処理方法を用いてトランジスタを形成するという節約が、広域シリコン処理装置を必要とすることなく、広域ディスプレイを作製するために用いられ得る。

20

【0079】

本明細書に記載される実施例は、カプセル化電気泳動ディスプレイを用いて列挙したが、同様に機能するであろう他の粒子ベースのディスプレイ媒体（カプセル化懸濁粒子および回転ボールディスプレイを含む）が存在する。

【0080】

本発明を、特定の好適な実施形態に関連して、具体的に示し、且つ説明したが、形態および詳細に関して様々な変更が、添付の特許請求の範囲によって規定されるような本発明の精神および範囲から逸脱することなく行われ得ることが、当業者には理解されるべきである。

30

【図面の簡単な説明】

【図1A】 図1Aは、粒子が小さな電極へ移動するように、小さな電極が大きな電極に対してある電圧で配置された粒子ベースのディスプレイに関する後方アドレッシング電極構造のある実施形態の概略側面図である。

【図1B】 図1Bは、粒子が大きな電極へ移動するように、大きな電極が小さな電極に対してある電圧で配置された粒子ベースのディスプレイに関する後方アドレッシング電極構造のある実施形態の概略側面図である。

【図1C】 図1Cは、後方アドレッシング電極構造のある実施形態の概略トップダウン図である。

40

【図2A】 図2Aは、粒子が小さな電極へ移動するように、小さな電極が大きな電極に対してある電圧で配置された、大きな電極に関連する逆反射層を有する後方アドレッシング電極構造のある実施形態の概略側面図である。

【図2B】 図2Bは、粒子が大きな電極へ移動するように、大きな電極が小さな電極に対してある電圧で配置された、大きな電極に関連する逆反射層を有する後方アドレッシング電極構造のある実施形態の概略側面図である。

【図2C】 図2Cは、粒子が小さな電極へ移動するように、小さな電極が大きな電極に対してある電圧で配置された、大きな電極の下に配置された逆反射層を有する後方アドレッシング電極構造のある実施形態の概略側面図である。

50

【図2D】 図2Dは、粒子が大きな電極へ移動するように、大きな電極が小さな電極に對してある電圧で配置された、大きな電極の下に配置された逆反射層を有する後方アドレッシング電極構造のある実施形態の概略側面図である。

【図3A】 図3Aは、直流電界をカプセルに印加し、それによって、粒子が小さな電極に移動するアドレッシング構造のある実施形態の概略側面図である。

【図3B】 図3Bは、交流電界をカプセルに印加し、それによって、粒子がカプセル内に分散するアドレッシング構造のある実施形態の概略側面図である。

【図3C】 図3Cは、直流電界をカプセルに印加し、それによって、粒子が小さな電極に移動する、透明電極を有するアドレッシング構造のある実施形態の概略側面図である。

【図3D】 図3Dは、交流電界をカプセルに印加し、それによって、粒子がカプセル内に分散する、透明電極を有するアドレッシング構造のある実施形態の概略側面図である。 10

【図4A】 図4Aは、粒子が小さな電極に移動するように、複数の小さな電極を複数の大きな電極に對してある電圧で配置した粒子ベースのディスプレイに関する後方アドレッシング電極構造のある実施形態の概略側面図である。

【図4B】 図4Bは、粒子が大きな電極に移動するように、複数の大きな電極を複数の小さな電極に對してある電圧で配置した粒子ベースのディスプレイに関する後方アドレッシング電極構造のある実施形態の概略側面図である。

【図5A】 図5Aは、複数のカラー電極および1つの白電極を有し、粒子がカラー電極に移動するように、カラー電極を白電極に對してある電圧で配置した粒子ベースのディスプレイに関する後方アドレッシング電極構造のある実施形態の概略側面図である。 20

【図5B】 図5Bは、複数のカラー電極および1つの白電極を有し、粒子が白電極に移動するように、白電極をカラー電極に對してある電圧で配置した粒子ベースのディスプレイに関する後方アドレッシング電極構造のある実施形態の概略側面図である。

【図6】 図6は、異なる電気泳動移動度の赤、緑、および青の粒子を有するカラーディスプレイ素子のある実施形態の概略側面図である。

【図7A】 図7Aは、図6のディスプレイをアドレッシングし、それによって、赤を表示するために行われるステップを示す。

【図7B】 図7Bは、図6のディスプレイをアドレッシングし、それによって、赤を表示するために行われるステップを示す。

【図8A】 図8Aは、図6のディスプレイをアドレッシングし、それによって、青を表示するために行われるステップを示す。 30

【図8B】 図8Bは、図6のディスプレイをアドレッシングし、それによって、青を表示するために行われるステップを示す。

【図8C】 図8Cは、図6のディスプレイをアドレッシングし、それによって、青を表示するために行われるステップを示す。

【図8D】 図8Dは、図6のディスプレイをアドレッシングし、それによって、青を表示するために行われるステップを示す。

【図9A】 図9Aは、図6のディスプレイをアドレッシングし、それによって、緑を表示するために行われるステップを示す。

【図9B】 図9Bは、図6のディスプレイをアドレッシングし、それによって、緑を表示するために行われるステップを示す。 40

【図9C】 図9Cは、図6のディスプレイをアドレッシングし、それによって、緑を表示するために行われるステップを示す。

【図10】 図10は、7セグメントディスプレイをアドレッシングするための後方電極構造のある実施形態の斜視図である。

【図11】 図11は、3×3マトリックスディスプレイ素子をアドレッシングするための後方電極構造のある実施形態の斜視図である。

【図12】 図12は、後方電極アドレッシング構造として使用される印刷回路ボードの断面図である。

【図13】 図13は、後方電極アドレッシング構造として使用される誘電体シートの断 50

面図である。

【図14】 図14は、印刷によって形成される後方電極アドレッシング構造の断面図である。

【図15】 図15は、制御格子アドレッシング構造のある実施形態の斜視図である。

【図16】 図16は、スタイラスを用いてアドレッシングされ得る電気泳動ディスプレイのある実施形態である。

【図1A】

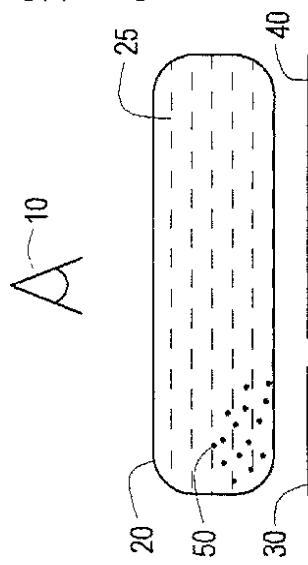


FIG. 1A

【図1B】

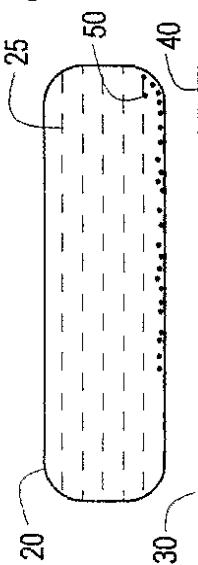
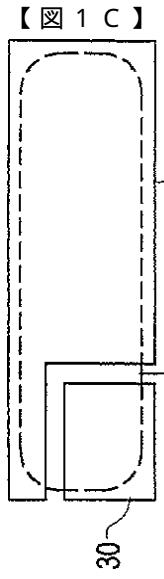
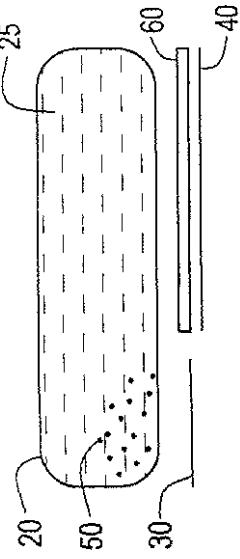


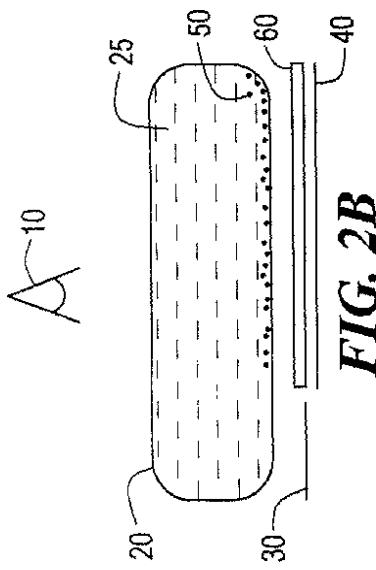
FIG. 1B

**FIG. 1C**

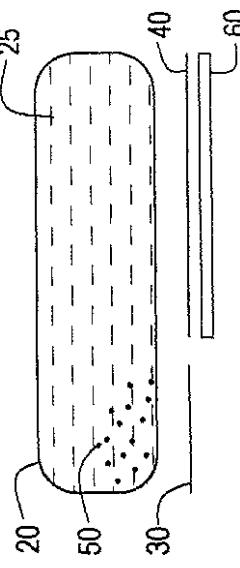
【図 2 A】

**FIG. 2A**

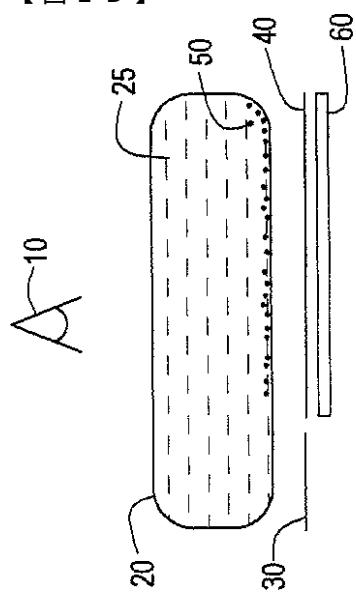
【図 2 B】

**FIG. 2B**

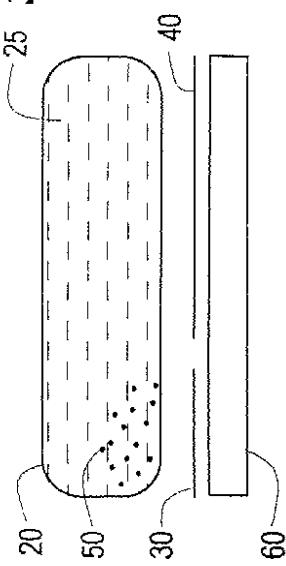
【図 2 C】

**FIG. 2C**

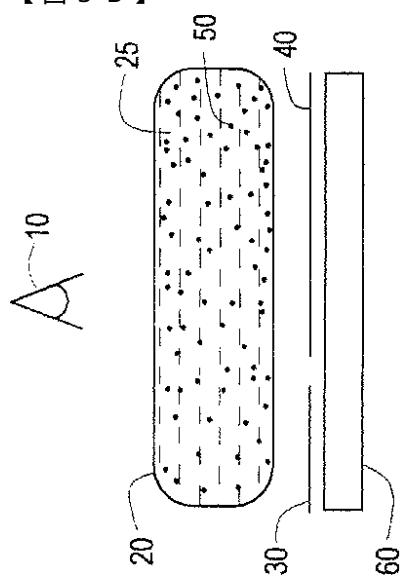
【図 2 D】

**FIG. 2D**

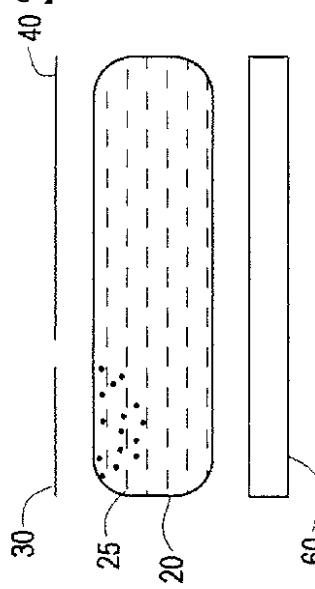
【図 3 A】

**FIG. 3A**

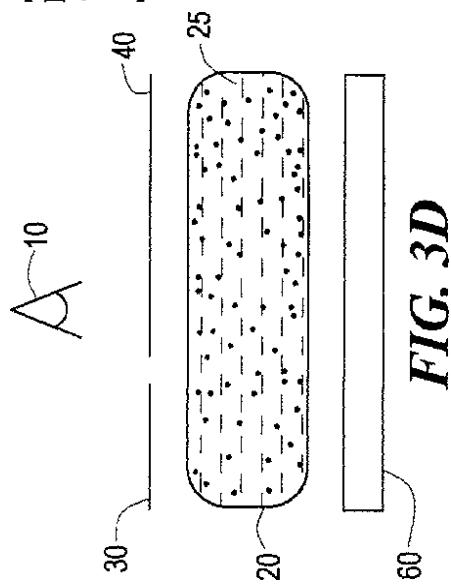
【図 3 B】

**FIG. 3B**

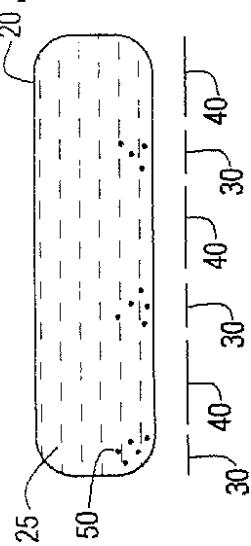
【図 3 C】

**FIG. 3C**

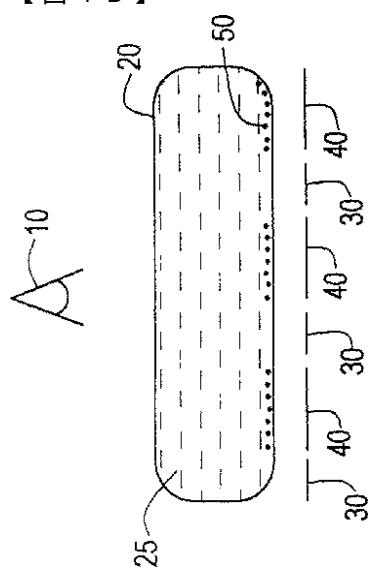
【図 3 D】

*FIG. 3D*

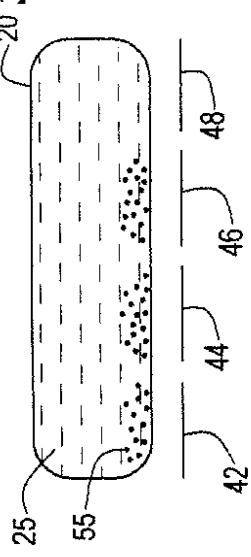
【図 4 A】

*FIG. 4A*

【図 4 B】

*FIG. 4B*

【図 5 A】

*FIG. 5A*

【図 5 B】

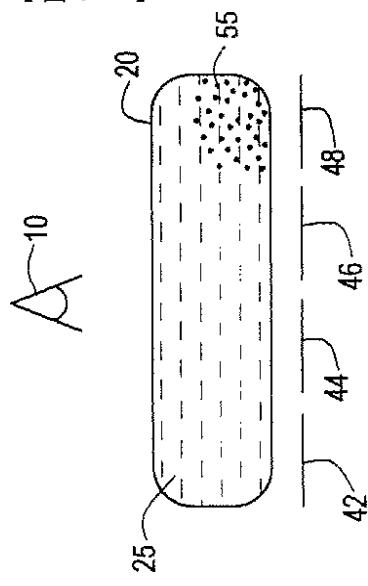


FIG. 5B

【図 6】

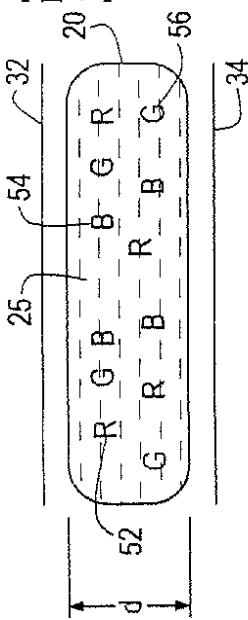


FIG. 6

【図 7 A】

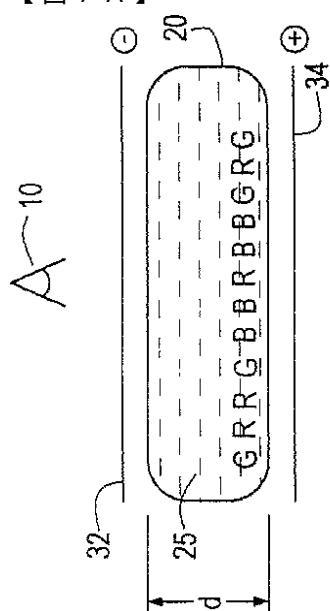


FIG. 7A

【図 7 B】

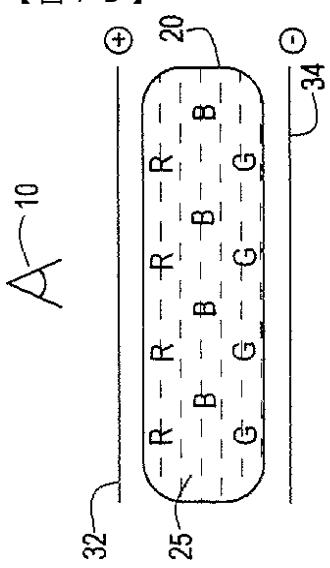


FIG. 7B

【図 8 A】

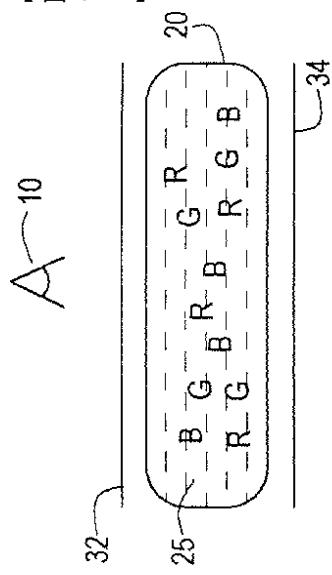


FIG. 8A

【図 8 B】

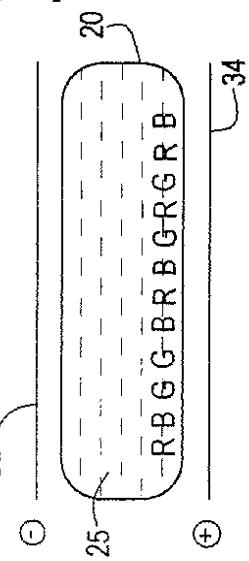


FIG. 8B

【図 8 C】

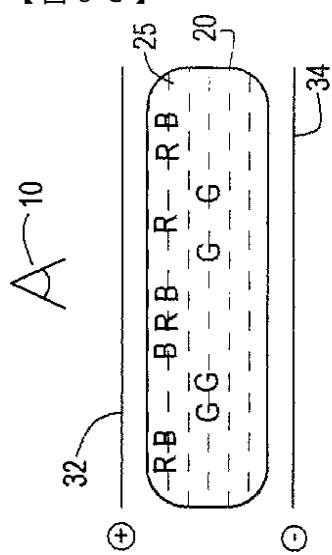


FIG. 8C

【図 8 D】

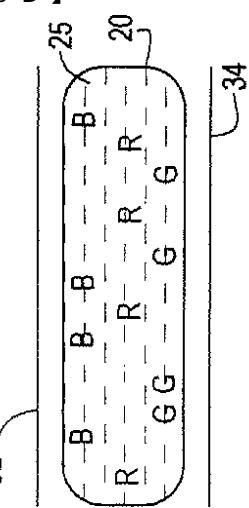


FIG. 8D

【図 9 A】

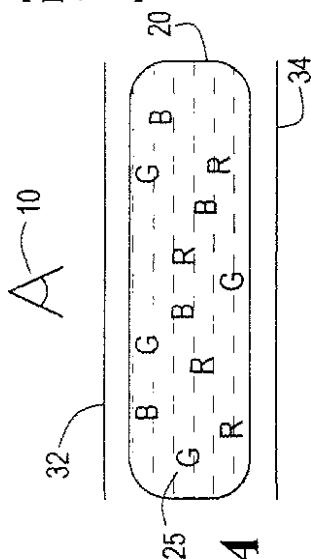


FIG. 9A

【図 9 B】

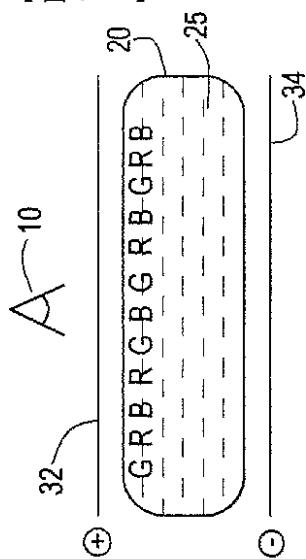


FIG. 9B

【図 9 C】

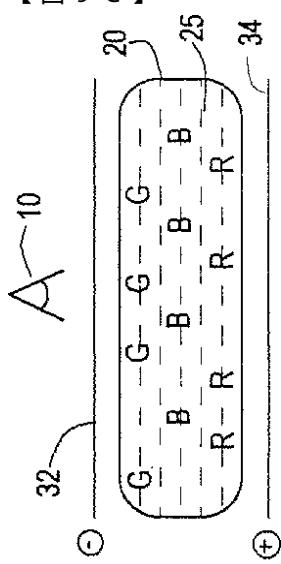


FIG. 9C

【図 10】

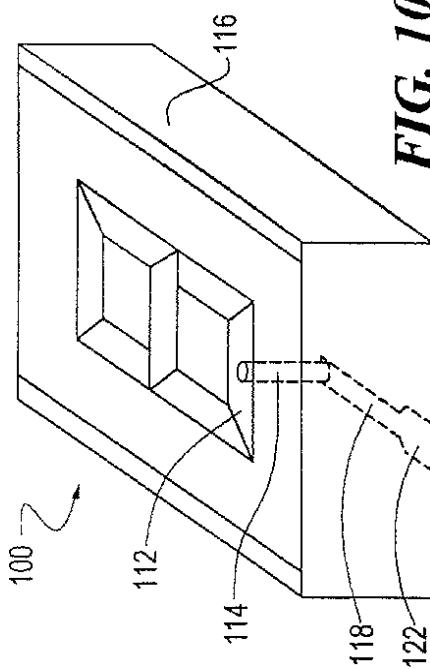
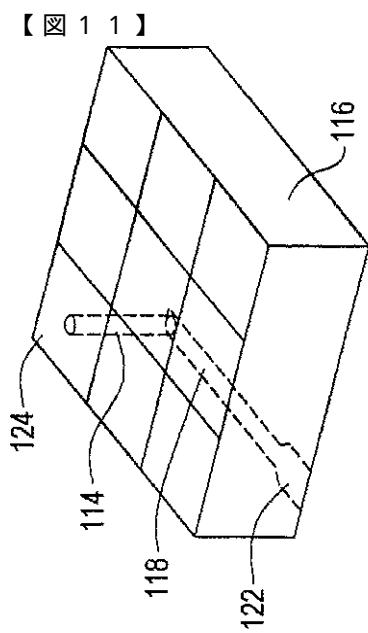
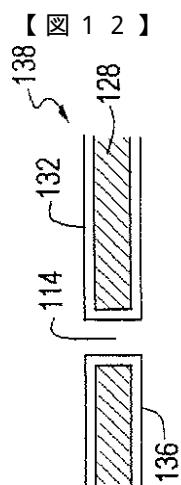
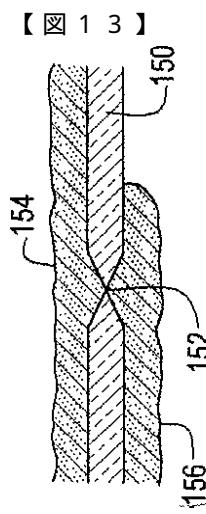
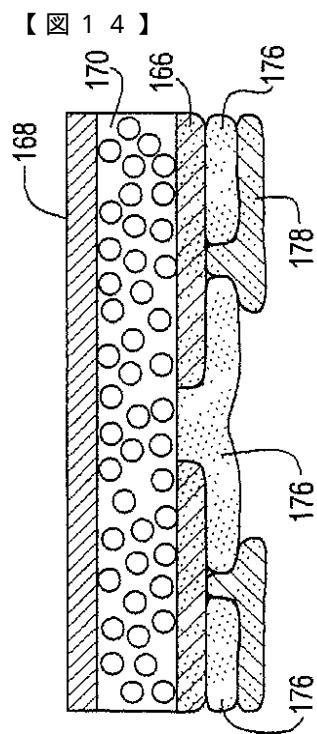


FIG. 10

**FIG. 11****FIG. 12****FIG. 13****FIG. 14**

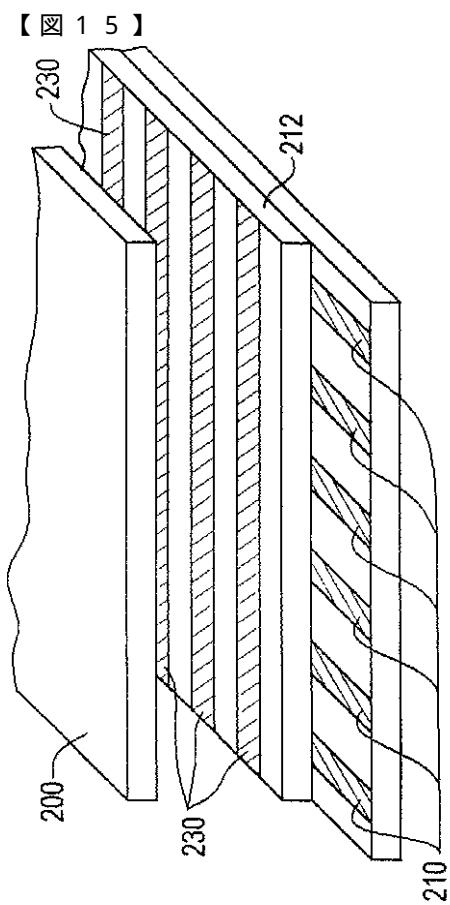


FIG. 15

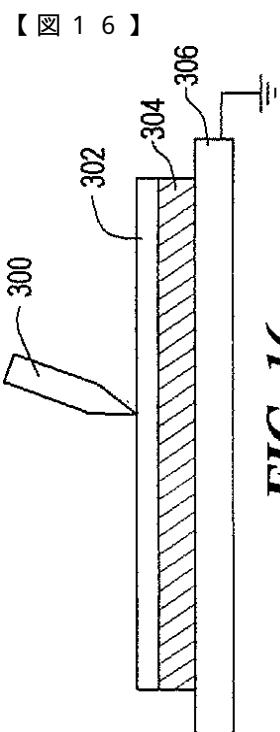


FIG. 16

フロントページの続き

(31)優先権主張番号 60/057,122
(32)優先日 平成9年8月28日(1997.8.28)
(33)優先権主張国 米国(US)
(31)優先権主張番号 60/057,798
(32)優先日 平成9年8月28日(1997.8.28)
(33)優先権主張国 米国(US)
(31)優先権主張番号 60/057,799
(32)優先日 平成9年8月28日(1997.8.28)
(33)優先権主張国 米国(US)
(31)優先権主張番号 60/057,163
(32)優先日 平成9年8月28日(1997.8.28)
(33)優先権主張国 米国(US)
(31)優先権主張番号 60/057,118
(32)優先日 平成9年8月28日(1997.8.28)
(33)優先権主張国 米国(US)
(31)優先権主張番号 60/059,543
(32)優先日 平成9年9月19日(1997.9.19)
(33)優先権主張国 米国(US)
(31)優先権主張番号 60/059,358
(32)優先日 平成9年9月19日(1997.9.19)
(33)優先権主張国 米国(US)
(31)優先権主張番号 08/935,800
(32)優先日 平成9年9月23日(1997.9.23)
(33)優先権主張国 米国(US)
(31)優先権主張番号 60/065,629
(32)優先日 平成9年11月18日(1997.11.18)
(33)優先権主張国 米国(US)
(31)優先権主張番号 60/065,630
(32)優先日 平成9年11月18日(1997.11.18)
(33)優先権主張国 米国(US)
(31)優先権主張番号 60/065,605
(32)優先日 平成9年11月18日(1997.11.18)
(33)優先権主張国 米国(US)
(31)優先権主張番号 60/066,147
(32)優先日 平成9年11月19日(1997.11.19)
(33)優先権主張国 米国(US)
(31)優先権主張番号 60/066,245
(32)優先日 平成9年11月20日(1997.11.20)
(33)優先権主張国 米国(US)
(31)優先権主張番号 60/066,246
(32)優先日 平成9年11月20日(1997.11.20)
(33)優先権主張国 米国(US)
(31)優先権主張番号 60/066,115
(32)優先日 平成9年11月21日(1997.11.21)
(33)優先権主張国 米国(US)
(31)優先権主張番号 60/066,334
(32)優先日 平成9年11月21日(1997.11.21)
(33)優先権主張国 米国(US)

(31)優先権主張番号 60/066,418
 (32)優先日 平成9年11月24日(1997.11.24)
 (33)優先権主張国 米国(US)
 (31)優先権主張番号 60/070,940
 (32)優先日 平成10年1月9日(1998.1.9)
 (33)優先権主張国 米国(US)
 (31)優先権主張番号 60/070,935
 (32)優先日 平成10年1月9日(1998.1.9)
 (33)優先権主張国 米国(US)
 (31)優先権主張番号 60/072,390
 (32)優先日 平成10年1月9日(1998.1.9)
 (33)優先権主張国 米国(US)
 (31)優先権主張番号 60/070,939
 (32)優先日 平成10年1月9日(1998.1.9)
 (33)優先権主張国 米国(US)
 (31)優先権主張番号 60/071,371
 (32)優先日 平成10年1月15日(1998.1.15)
 (33)優先権主張国 米国(US)
 (31)優先権主張番号 60/074,454
 (32)優先日 平成10年2月12日(1998.2.12)
 (33)優先権主張国 米国(US)
 (31)優先権主張番号 60/076,955
 (32)優先日 平成10年3月5日(1998.3.5)
 (33)優先権主張国 米国(US)
 (31)優先権主張番号 60/076,959
 (32)優先日 平成10年3月5日(1998.3.5)
 (33)優先権主張国 米国(US)
 (31)優先権主張番号 60/076,957
 (32)優先日 平成10年3月5日(1998.3.5)
 (33)優先権主張国 米国(US)
 (31)優先権主張番号 60/076,956
 (32)優先日 平成10年3月5日(1998.3.5)
 (33)優先権主張国 米国(US)
 (31)優先権主張番号 60/076,978
 (32)優先日 平成10年3月5日(1998.3.5)
 (33)優先権主張国 米国(US)

(72)発明者 ジェイコブソン , ジエセフ エム .

アメリカ合衆国 マサチューセッツ 02159 , ニュートン センター , グラント アベニ
ュー 223

(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 , レキシントン リッジ ド
ライブ 6234

審査官 前川 慎喜

(56)参考文献 特開平02-012225(JP,A)
 特開平04-166917(JP,A)
 特開昭64-048045(JP,A)
 特開平02-016796(JP,A)

特開昭58-180084(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G02F 1/167 - 1/19

G09F 9/37