

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6272621号
(P6272621)

(45) 発行日 平成30年1月31日 (2018. 1. 31)

(24) 登録日 平成30年1月12日 (2018. 1. 12)

(51) Int. Cl. F I
GO2F 1/167 (2006.01) GO2F 1/167

請求項の数 24 (全 15 頁)

| | | | |
|---------------|-------------------------------|-----------|---|
| (21) 出願番号 | 特願2016-545266 (P2016-545266) | (73) 特許権者 | 516091477 |
| (86) (22) 出願日 | 平成26年9月29日 (2014. 9. 29) | | クリアインク ディスプレイズ, インコーポレイテッド |
| (65) 公表番号 | 特表2016-534413 (P2016-534413A) | | CLEARINK DISPLAYS, INC. |
| (43) 公表日 | 平成28年11月4日 (2016. 11. 4) | | アメリカ合衆国, カリフォルニア 94538, フリーモント, クリッパー コート 4020 |
| (86) 国際出願番号 | PCT/US2014/058118 | | 4020 Clipper Court, Fremont, California 94538, U. S. A. |
| (87) 国際公開番号 | W02015/048679 | (74) 代理人 | 100169904 |
| (87) 国際公開日 | 平成27年4月2日 (2015. 4. 2) | | 弁理士 村井 康司 |
| 審査請求日 | 平成29年6月2日 (2017. 6. 2) | (74) 代理人 | 100175617 |
| (31) 優先権主張番号 | 61/884, 854 | | 弁理士 三崎 正輝 |
| (32) 優先日 | 平成25年9月30日 (2013. 9. 30) | | |
| (33) 優先権主張国 | 米国 (US) | | |
| 早期審査対象出願 | | | |

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 フロント照明型半再帰反射ディスプレイのための方法及び装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

反射ディスプレイ装置であって、
 入射光の方向との関係における狭い角度内において光を反射する 1 つ又は複数の凸形突出部を有する半再帰反射ディスプレイシートと、
 光ガイドと、
 光を前記光ガイドに向かって放出するための光源と、
 フロント電極と、
 リア電極と、
 前記フロント電極と前記リア電極との間において配設された光学的に透明な流体と、
 前記光学的に透明な流体中において懸濁した複数の電気泳動によって移動可能な粒子と、
 を有し、
 前記光ガイドは、前記光源からの入射光を、前記入射光の方向と実質的に垂直な方向に、
 前記半再帰反射ディスプレイシートの外側表面に向かってリダイレクトする、
 反射ディスプレイ装置。

【請求項 2】

前記光源は、発光ダイオード (LED)、冷陰極蛍光ランプ (CCFL)、又は表面実装技術 (SMT) 白熱ランプを定義する、請求項 1 に記載のディスプレイ装置。

【請求項 3】

10

20

前記フロント電極は、透明であり、且つ、前記半再帰反射ディスプレイシート上において配設される、請求項 1 に記載のディスプレイ装置。

【請求項 4】

前記リア電極は、薄膜トランジスタ又は被駆動型パターン化アレイを更に有する、請求項 1 に記載のディスプレイ装置。

【請求項 5】

電圧源を更に有し、

入射光線が観察者に向かって前記半再帰反射ディスプレイシートにおいて全内部反射されうるように、前記電気泳動によって移動可能な粒子の実質的にすべてを前記リア電極に向かって移動させるための第 1 電圧と、

前記電気泳動によって移動可能な粒子の実質的にすべてを前記フロント電極に向かって移動させると共に前記半再帰反射表面において集合させることにより、全内部反射を減衰させるための第 2 電圧と

を提供する、請求項 1 に記載のディスプレイ装置。

【請求項 6】

1 つ又は複数の横断壁を更に有する、請求項 1 に記載のディスプレイ装置。

【請求項 7】

フロントライト及び前記半再帰反射ディスプレイシートは、実質的に非ランバート光のディスプレイを提供するように、相互の関係において構成されている、請求項 1 に記載のディスプレイ装置。

【請求項 8】

前記狭い角度は、約 10° ~ 約 30° の範囲の角度を定義する、請求項 1 に記載のディスプレイ装置。

【請求項 9】

前記光源と前記光ガイドとは、前記反射ディスプレイ装置の内部にある、請求項 1 に記載のディスプレイ装置。

【請求項 10】

前記光ガイドは、前記光を、前記ディスプレイの外向きのシートの表面に対して実質的に垂直な方向に選択的にリダイレクトする、請求項 9 に記載のディスプレイ装置。

【請求項 11】

前記光ガイドは、抽出器要素を更に有する、請求項 1 に記載のディスプレイ装置。

【請求項 12】

反射ディスプレイ装置であって、

透明な外側シートと、

光ガイドと、

光を前記光ガイドの内部に向かって放出するための光源と、

リア電極と、

前記光源と前記リア電極との間に位置した穿孔シートと、

前記穿孔シート上において配設されたフロント電極と、

前記穿孔シート上における半再帰反射表面と、

前記透明な外側シートと前記リア電極との間に形成された空洞内に配設された媒質と、

前記媒質中において懸濁した複数の電気泳動によって移動可能な粒子と、

を有し、

前記光ガイドは、前記光源からの入射光を、前記入射光の方向と実質的に垂直な方向に、前記透明な外側シートの外側表面に向かってリダイレクトする、

反射ディスプレイ装置。

【請求項 13】

1 つ又は複数の横断壁を更に有する、請求項 12 に記載のディスプレイ装置。

【請求項 14】

前記光源、前記光ガイド、及び前記半再帰反射表面は、実質的に非ランバート光のディ

10

20

30

40

50

スプレイを提供するように、相互の関係において構成されている、請求項 1 2 に記載のディスプレイ装置。

【請求項 1 5】

前記リア電極は、薄膜トランジスタ又は被駆動型パターン化アレイを更に有する、請求項 1 2 に記載のディスプレイ装置。

【請求項 1 6】

前記フロント電極と前記リア電極とを連絡し、前記電気泳動によって移動可能な粒子を前記流体中で選択的に移動させる、電圧源を更に有し、

前記電圧源は、

入射光線が観察者に向かって前記半再帰反射ディスプレイシートにおいて反射されうるように、前記電気泳動によって移動可能な粒子の実質的にすべてを前記リア電極に向かって移動させるための第 1 電圧と、

前記電気泳動によって移動可能な粒子の実質的にすべてを前記フロント電極に向かって移動させると共に前記半再帰反射表面において集合させることにより、入射光線を吸収するための第 2 電圧と

を提供する、請求項 1 2 に記載のディスプレイ装置。

【請求項 1 7】

前記光ガイドは、抽出器要素を更に有する、請求項 1 2 に記載のディスプレイ装置。

【請求項 1 8】

反射ディスプレイ装置であって、

透明な外側シートと、

光ガイドと、

光を前記光ガイドの内部に向かって放出するための光源と、

リア電極と、

前記光ガイドと前記リア電極との間に位置した穿孔シートと、

前記穿孔シート上において配設された反射層と、

前記穿孔シート上において配設された透明なフロント電極と、

前記透明な外側シートと前記リア電極との間に形成された空洞内に配設された媒質と、

前記媒質中において懸濁した複数の電気泳動によって移動可能な粒子と、

を有し、

前記光ガイドは、前記光源からの入射光を、前記入射光の方向と実質的に垂直な方向に、前記透明な外側シートの外側表面に向かってリダイレクトする、

反射ディスプレイ装置。

【請求項 1 9】

1 つ又は複数の横断壁を更に有する、請求項 1 8 に記載のディスプレイ装置。

【請求項 2 0】

前記光源及び前記半再帰反射表面は、実質的に非ランバート光のディスプレイを提供するように、相互の関係において構成されている、請求項 1 8 に記載のディスプレイ装置。

【請求項 2 1】

前記リア電極は、薄膜トランジスタ又は被駆動型パターン化アレイを更に有する、請求項 1 8 に記載のディスプレイ装置。

【請求項 2 2】

前記透明フロント電極は、ITO、又は Baytron (登録商標)、又はポリマーマトリックス中において分散した導電性粒子、或いはこれらの組合せから構成される、請求項 1 8 に記載のディスプレイ装置。

【請求項 2 3】

前記フロント電極と前記リア電極とをバイアスで連絡し、前記電気泳動によって移動可能な粒子を前記流体中で選択的に移動させる、電圧源を更に有し、

前記電圧源は、

入射光線が観察者に向かって前記半再帰反射ディスプレイシートにおいて反射されう

10

20

30

40

50

ように、前記電気泳動によって移動可能な粒子の実質的にすべてを前記リア電極に向かって移動させるための第1電圧と、

前記電気泳動によって移動可能な粒子の実質的にすべてを前記フロント電極に向かって移動させると共に前記半再帰反射表面において集合させることにより、入射光線を吸収するための第2電圧と

を提供する、請求項18に記載のディスプレイ装置。

【請求項24】

前記光ガイドは、抽出器要素を更に有する、請求項18に記載のディスプレイ装置。

【発明の詳細な説明】

10

【技術分野】

【0001】

本出願は、2013年9月30日付けで出願された米国仮特許出願第61/884,854号明細書の出願日の優先権を主張するものであり、この特許文献は、そのすべてが本明細書に組み込まれる。

【0002】

本開示は、フロント照明型半再帰反射ディスプレイ及びその製造方法に関する。一実施形態において、本開示は、透明であると共に選択的な放出性を有する光指向性を有するフロント照明型ディスプレイに関する。

【背景技術】

20

【0003】

従来のフロント照明型マイクロカプセル電気泳動ディスプレイは、特性的に、白色状態において所謂ランバート方式で光を反射している。フロントライトに由来する光は、白色状態において、等しい輝度により、すべての方向において等しく放射される。従って、反射光の大部分が、観察者にまで戻るようには反射されず、この結果、ディスプレイの知覚される明るさが制限される。これは、光の約50%が観察者から離れるように反射される画面発散度に対する知覚輝度の約2倍も非効率的である。

【0004】

放出光が、主にフロントライトのプレーンに対して垂直の方向を中心としてセンタリングされた約30°の半角錐体(half-angle cone)に閉じ込められている従来のリア照明型のLCDディスプレイの場合とは光出力が異なる。リア照明型のLCDディスプレイは、通常の観察角度において、画面発散度に対する知覚輝度の比率をほぼ倍増させる。この結果、電池寿命がほぼ倍増する。即ち、画面発散度に対する知覚輝度の比率が、ランバート光の場合の1/pという値から、ほぼ2/pにまで増大する。

30

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

従って、反射ディスプレイが一般人によって更に広範に採用されるためには、相対的に明るいディスプレイをもたらす発散度に対する知覚輝度の大きい比率を有する改善されたフロント照明型反射ディスプレイに対するニーズが存在している。

40

【課題を解決するための手段】

【0006】

同一の要素が同様に付番されている以下の例示用の且つ非限定的な図面を参照し、本開示のこれらの及びその他の実施形態について説明する。

【図面の簡単な説明】

【0007】

【図1A】白色状態におけるランバート反射を示す従来のマイクロカプセル電気泳動型ディスプレイを概略的に示す。

【図1B】白色状態において半再帰反射方式で実質的に観察者まで反射されて戻ってくる

50

光を有する従来の減衰可能 T I R ディスプレイを概略的に示す。

【図 2】本開示の一実施形態による減衰可能 T I R 半再帰反射ディスプレイを示す。

【図 3】半再帰反射 T I R ディスプレイの指向性を有するフロントライトシステムの光ガイド内の抽出器要素から反射される光の拡大図である。

【図 4】本開示の別の実施形態による例示用のディスプレイを示す。

【図 5】穿孔シートを有する本開示の例示用の一実施形態を示す。

【図 6】穿孔シート及び導電性鏡面反射層を有する本開示の例示用の一実施形態を示す。

【図 7】反射層を有する穿孔シートを有する本開示の例示用の一実施形態を示す。

【発明を実施するための形態】

【0008】

10

図 1 A は、白色状態におけるランバート反射を示す従来のマイクロカプセル電気泳動型ディスプレイを概略的に示している。具体的には、図 1 A は、光吸収黒色粒子 1 5 及び光反射粒子 1 4 を收容するマイクロカプセルの層 1 2 を有するディスプレイ 1 0 を示している。ディスプレイ 1 0 は、光反射粒子 1 4 が観察者 1 6 に向かってディスプレイ 1 0 の外向き表面において配置される白色状態又は反射状態において示されている。従来の光反射粒子は、二酸化チタン (TiO_2) を含む。

【0009】

点線の光線 1 8 によって描かれた入射光ビームが示されており、この場合には、ビームは、ディスプレイ 1 0 の外向き表面に対してほぼ垂直である。光は、複数の光反射光線 2 0 によって描かれているように、ランバート方式ですべての方向において反射されている。図 1 A に示されているように、光の相当な量が、観察者 1 6 にまで戻るようには反射されていない。

20

【0010】

図 1 B は、従来の減衰可能 T I R ディスプレイを概略的に示しており、光は、白色状態において半再帰反射方式で実質的に観察者にまで戻るように反射されている。具体的には、図 1 B は、半球ビードを有するフロントシート 5 2 を有する減衰可能な全内部反射 (Total Internal Reflection : T I R) ディスプレイ 5 0 を示している。このようなディスプレイは、例えば、米国特許第 6 , 8 8 5 , 4 9 6 B 2 号明細書において開示されている。ディスプレイ 5 2 は、光を観察者 5 4 にまで戻るように半再帰反射方式で反射した際に、明るい状態にある。フロント表面 5 2 にほぼ垂直である方向において点線の光線 5 6 によって描かれている入射光ビームが、観察者 5 4 にまで戻るように反射される。反射光線 5 8 によって描かれているように、光が半再帰反射方式で (又は、半鏡面反射方式で) 反射された際には、光の大部分が、観察者 5 4 にまで戻るように反射される。この結果、ディスプレイは、相対的に高度な知覚輝度を有し、且つ、観察者にとって相対的に明るく見える。

30

【0011】

一実施形態において、本開示は、(a) 主に透明であると共に、ディスプレイの外向きシートの表面との関係において垂直方向に指向性を有するように光を選択的に放出するフロントライトと、(b) 発散度に対する輝度の比率を極大化させるべく、光出力の非ランバート特性を実質的に保持するように半鏡面又は半再帰反射を含む相対的に小さい拡散特性を有する反射電子ペーパー表面とを有するディスプレイに関する。一実施形態において、図 3 は、光源及び光ガイドが機能する方法を概略的に示しており、この場合に、光源は、ディスプレイの外向きのシートの表面に対して平行な方向において、且つ、光ガイド内に光を注入しており、次いで、光ガイドが、この光をディスプレイの外向きのシートの表面に対して垂直方向においてリダイレクトしている。

40

【0012】

特定の実施形態において、本開示は、フロントライトと反射電子ペーパー表面の組合せから形成されたディスプレイに関する。例示用の一実施形態において、フロントライトは、光をディスプレイの外向きの表面との関係における狭い角度内において垂直方向に指向性を有するように放出するように構成されている。

50

【 0 0 1 3 】

従来、鏡面反射は、単一の到来方向からの光（即ち、光線）が単一の送出方向に反射される表面からの光の鏡のような反射として定義されている。この挙動は、反射の法則によって表されており、この法則は、到来光（入射光線）の方向と反射された送出光（反射光線）の方向とが表面の法線との関係において同一の角度をなすと述べている。即ち、入射の角度は、反射の角度と等しく、且つ、入射の方向、法線の方向、並びに反射の方向が同一平面上に位置している。本開示の一実施形態において、電子ペーパー表面は、半鏡面又は半再帰反射性を有しており、この場合に、反射は、高輝度を維持するが、観察者にとって相対的に白色の又はソフトな外観を有する。

【 0 0 1 4 】

相対的に小さい拡散性を有する（即ち、相対的に大きい鏡面反射性を有する）フロント照明された透明表面の組合せは、光を反射すると共に、相対的に明るいディスプレイをもたらすフロント光源の非ランバート出力を保持するディスプレイを提供する。

【 0 0 1 5 】

図 2 は、本開示の一実施形態による減衰可能 T I R 半再帰反射ディスプレイを示している。図 2 のディスプレイ 1 0 0 は、指向性を有するフロントライトシステムを装備している。ディスプレイ 1 0 0 は、複数の部分的に埋め込まれた高屈折率透明凸型突出部を有する半再帰反射フロントシート 1 0 2 を含む。凸形突出部は、用途に応じて、様々な設計及び形状を有してもよい。図 2 において、凸形突出部は、内向きに延在する半球ビード 1 0 4 の形状を有している。図 2 のディスプレイは、半球ビード 1 0 4 の内向き表面上における透明なフロント電極 1 0 6 と、リア電極 1 1 0 を装備したリア支持部 1 0 8 とを更に有する。リア電極 1 1 0 は、薄膜トランジスタ（Thin Film Transistor：TFT）アレイ又はパターン化電極アレイを有してもよい。

【 0 0 1 6 】

又、ディスプレイ 1 0 0 は、フロント電極 1 0 6 をリア電極 1 1 0 に接続する電圧源 1 1 2 を有するように示されている。フロント電極 1 0 6 とリア電極 1 1 0 とによって形成された空洞内には、不活性な低屈折率の媒質 1 1 4 が収容されている。媒質 1 1 4 は、懸濁した電気泳動によって移動可能な粒子 1 1 6 を収容してもよい。

【 0 0 1 7 】

ディスプレイ 1 0 0 は、光源 1 1 8 と、光ガイド 1 2 0 と、光抽出器要素 1 2 2 のアレイとを装備した指向性を有するフロントライトシステムを更に含んでもよい。一実施形態において、フロント光源は、限定を伴うことなしに、発光ダイオード（Light Emitting Diode：LED）、冷陰極蛍光ランプ（Cold Cathode Fluorescent Lamp：CCFL）、又は表面実装技術（Surface Mount Technology：SMT）白熱ランプを有してもよい。

【 0 0 1 8 】

光ガイドは、光をシート 1 0 2 のフロント表面全体にまで導き、光抽出器要素は、光を半再帰反射シート 1 0 2 の外向きの表面に向かって垂直方向において導く。図 2 に示されている抽出器要素 1 2 2 を有する光ガイドは、概念的な図面であることに留意されたい。従来の光ガイドシステムにおいて、抽出器要素は、限定を伴うことなしに、埋め込まれた反射要素又はエアポケットであってもよく、この場合に、反射は、光ガイドのポリマー材料とエアポケットとの間の境界面における屈折率値の不整合によって生成される。更には、光の均一な抽出を生成するように、抽出器要素のサイズ及び場所が変化してもよい。光ガイドシステムを有する本明細書におけるすべての図面において、図示の光ガイドシステムは、概念的な目的のための例示に過ぎない。

【 0 0 1 9 】

点線 1 2 6 の左側において、ディスプレイ 1 0 0 は、白色状態又は半再帰反射状態におけるディスプレイの一部分（又は、1つのピクセル）を示している。この状態において、粒子 1 1 6 は、T I R がシート 1 0 2 において発生しうるように、印加電圧の影響下においてリア電極 1 1 0 まで移動している。T I R の効果は、シート 1 0 2 に対して垂直方向

10

20

30

40

50

においてフロント光源によって放出される指向性を有する光線 1 2 8 及び 1 3 2 によって示されている。これらの光線は、30°の半角錐体を中心としてセンタリングされた状態において、それぞれ光線 1 3 0 及び 1 3 4 によって示されているように、ランバート方式の代わりに、半再帰反射方式で観察者 1 2 4 に向かって戻るように全内部反射されている。

【0020】

点線 1 2 6 の右側は、減衰した T I R の暗い状態におけるディスプレイ 1 0 0 の一部分（又は、ピクセル）を示している。この状態において、電気泳動によって移動可能な粒子 1 1 6 は、T I R が減衰するように、図 2 の左側における印加電圧との比較において反対極性を有する印加電圧の影響下において、透明なフロント電極 1 0 6 の表面の近傍に移動している。これは、例えば、光吸収性を有する粒子 1 1 6 によって吸収される指向性を有するように放出された光線 1 3 6 及び 1 3 8 によって示されている。

10

【0021】

図 3 は、図 2 のディスプレイ 1 0 0 の光ガイド 1 2 0 内の抽出器要素 1 2 2 の拡大図である。具体的には、図 3 は、光源 1 1 8 と、光ガイド 1 2 0 と、抽出器要素 1 2 2 とを示している。抽出器要素は、制御可能な方法で前記ガイドから光を抽出するための光ガイド内の構造である。光ガイドから光を抽出するための多くの方法が存在している。図 3 における描画は、概念を示すものに過ぎない。

【0022】

又、図 3 は、半再帰反射表面に対して垂直の方向において個々の複数の反射された光線 1 5 2 内に反射及びリダイレクトされる光源 1 1 8 からの複数の光線 1 5 0 をも示している。光線は、半再帰反射シートに向かって非ランバートの狭い角度範囲内において垂直方向において放出及びリダイレクトされる。

20

【0023】

図 4 は、本開示の別の実施形態による例示用のディスプレイを示している。

【0024】

具体的には、図 4 は、指向性を有するフロントライトと、横断壁とを装備した減衰可能 T I R ディスプレイの一部分を示している。図 4 のディスプレイ 2 0 0 は、半球ビード 2 0 4 の形状において複数の凸形突出部を有する観察者 2 1 8 に対向する半再帰反射外側シート 2 0 2 と、半球ビードを有する表面の表面上の透明なフロント電極 2 0 6 と、T F T 又はパターン化電極アレイにおいてリア電極として機能する上部導電性層 2 1 0 を有するリア支持部 2 0 8 と、光学的に透明な不活性な低屈折率の媒質 2 1 4 とを含む。媒質 2 1 4 は、フロント透明電極 2 0 6 とリア電極 2 1 0 との間において形成された空洞を充填している。媒質 2 1 4 は、懸濁した光吸収性を有する電気泳動によって移動可能な粒子 2 1 6 を収容している。

30

【0025】

電圧源 2 1 2 が、フロント電極 2 0 6 とリア電極 2 1 0 を接続している。フロント光源 2 2 0 は、ディスプレイ 2 0 0 の表面を照明する。光ガイド 2 2 2 及び抽出器要素 2 2 4 は、光を垂直方向において半再帰反射シート 2 0 2 に向かってリダイレクトする。

【0026】

ディスプレイ 2 0 0 は、移動可能な粒子 2 1 6 を収容するための井戸又はコンパートメントを形成する壁 2 2 6 を更に有する。壁又は横断壁 2 2 6 は、井戸又はコンパートメントを様々な形状において生成するように構成されてもよい。例えば、井戸は、正方形、三角形、五角形、六角形、又はこれらの組合せであってもよい。壁 2 2 6 は、ポリマー材料を含んでもよく、且つ、フォトリソグラフィ、エンボス加工、又は成形などのような技法により、パターン化されてもよい。壁 2 2 6 は、時間に伴って不良な表示性能をもたらす粒子 2 1 6 の沈殿及び移動を防止するべく、電気泳動によって移動可能な粒子 2 1 6 の閉じ込めを支援する。

40

【0027】

図 4 において更に示されているように、単一の又は複数のピクセルが、横断壁 2 2 6 に

50

よって形成された井戸又はコンパートメント内においてスイッチングされてもよい。例えば、光線 228 及び 230 は、フロント光源により、垂直方向において、狭い角度範囲において（即ち、非ランバート）、半再帰反射シート 202 に向かって指向性を有するように放出されてもよい。これらの光線は、TIR を経験してもよく、且つ、それぞれ反射光線 232 及び 234 として、観察者 218 に向かって戻るように反射されてもよい。反射は、明るい状態又は反射状態を生成するべく、指向性を有するフロントライトの光出力の非ランバート特性を実質的に保持している。これは、粒子 216 が移動すると共にリア電極表面の 210 において集合するように電圧が印加された際に、可能となる。

【0028】

或いは、この代わりに、光線 236 及び 238 が、単一の又は複数のピクセルにおいて粒子 216 により吸収又は散乱されるように、印加電圧の極性が反転されてもよく、且つ、粒子 216 がリア電極 210 から透明なフロント電極表面 206 に向かって移動してもよい。ピクセルは、暗い状態を生成するべく、横断壁 226 によって生成されたコンパートメント又は井戸内において配置されてもよい。

【0029】

図 5 は、穿孔シートを有する本開示の別の実施形態を示している。この場合には、光が半再帰反射フロントシートにおいて反射される代わりに（例えば、図 2 及び図 4）、光は、穿孔シート又は薄膜上の半鏡面又は半再帰反射表面において反射されている。ディスプレイ 300 は、透明な外側シート 302 を含む。シート 302 は任意選択であってもよく、且つ、光ガイド 330 が唯一の外側シートとして使用されてもよい。又、ディスプレイ 330 は、TFT 又はパターン化アレイを含みうるリア電極 306 として機能する上部導電層を有するリア支持部 304 をも含む。

【0030】

外側シート 302 とリア電極 306 との間に形成された空洞内には、薄い、穿孔された連続的な（点線 310 によって表された）シート又は薄膜 308 が配設されている。シート 308 は、少なくとも約 10 ミクロンの厚さを有するポリカーボネート、ポリエステル、ポリイミド、又はなんらかのその他のポリマー材料などトラックエッチングされたポリマー材料又はガラスから形成されてもよい。薄膜 308 の穿孔された特性により、光吸収性を有する電気泳動によって移動可能な粒子 312 は、穿孔 314 を通過することができる。シート 308 内の穿孔の平均直径は、粒子 312 の平均直径を上回っていてもよい（例えば、約 10 倍大きい）。シート 308 内の穿孔は、シート 308 の穿孔 314 を通じた粒子 312 の実質的に妨げのない通過を許容するべく、メンブレン 308 の合計表面積の十分に大きい割合（例えば、少なくとも 10%）を構成していてもよい。

【0031】

図 5 のディスプレイ 300 は、穿孔された連続的な（点線 310 によって表された）薄膜又はシート 308 上においてフロント電極として機能する更なる第 1 の穿孔され且つ連続的な（点線 318 によって表された）導電層 316 を更に示している。薄膜又はシートは、メンブレンを定義してもよい。又、穿孔は、孔又はアパーチャを定義してもよい。層 316 は、インジウムスズ酸化物（Indium Tin Oxide: ITO）、又は Baytron（登録商標）、又はポリマーマトリックス中において分散した導電性ナノ粒子、或いはこれらの組合せなどの透明な導電性材料を含んでもよい。一実施形態において、層 316 は、反射率を改善するべく、アルミニウム、銀、金、アルミニウムで被覆された Mylar（登録商標）柔軟薄膜、或いはその他の導電性材料などの薄い、光反射性を有する金属層を含む。反射層 316 は、従来の蒸着技法を使用し、反射（例えば、アルミニウム、銀、金）金属薄膜を有する被覆表面 308 によって組み立てられてもよい。

【0032】

第 2 の穿孔され且つ連続的な（点線 322 によって表された）層 320 が、層 316 の上部において形成されてもよい。第 2 層 320 は、半再帰反射被覆 320 を含んでもよい。半再帰反射被覆 320 は、反射性を有するフロント電極 316 などの反射性基材内において、或いは透明マトリックス内において埋め込まれると共に、反射性を有するフロント

10

20

30

40

50

電極 3 1 6 によって裏打ちされたコーナーキューブ又は部分的なコーナーキューブ反射器又はガラスビードを有してもよい。

【 0 0 3 3 】

一実施形態において、半再帰反射被覆 3 2 0 からの拡散反射率のレベルは、ピクセル又はサブピクセルクロストークを生成するように、あまり高くはない。例えば、光が 1 つのサブピクセルを通じて進入した場合に、光は、光が同一のサブピクセルを通じて離脱するように、半再帰反射性被覆 3 2 0 によって反射されることを要し、さもなければ、コントラスト及びノイズ又は色飽和が低減されることになる。穿孔シートの穿孔と共にフロント透明シート 3 0 2 及びリア電極 3 0 6 によって形成された空洞は、粒子 3 1 2 がその内部において懸濁状態にある光学的に透明であると共に不活性な媒質 3 2 4 によって充填されている。

10

【 0 0 3 4 】

電圧源 3 2 6 が、穿孔された薄膜 3 0 8 上の導電性を有する第 1 層 3 1 6 とリア電極 3 0 6 との間においてバイアスを印加してもよい。反射性を有する金属穿孔層又は薄膜が 2 つの電極表面（即ち、上部及び下部電極）の間に介在している従来のディスプレイアーキテクチャにおいて、金属薄膜は、制御されていない等電位表面であり、且つ、上部及び下部電極内の電圧の間の任意の値の電圧をとりうる。正確な電圧は、セル全体にわたる電荷分布によって左右される。接続されていない電極上において可変電圧を有するということは、セルの性能が可変動作速度及びヒステリシスを有することになることを意味している。実験データは、このようなアーキテクチャが装置を動作不能にすることを示している。従来のアーキテクチャの欠点に対する 1 つの解決策は、前記反射性を有する穿孔金属層が、開示されている実施形態において記述されているように、フロント電極層になるように、反射性を有する穿孔金属層をリア電極に対して電気的に接続するというものである。

20

【 0 0 3 5 】

ディスプレイ 3 0 0 は、指向性を有するフロント光源 3 2 8 と、透明な光ガイド 3 3 0 と、光抽出器要素 3 3 2 とを更に有する。光抽出器要素 3 3 2 は、放出された光を、光源 3 2 8 から垂直の方向に狭い角度範囲において、穿孔薄膜表面上の反射層 3 2 0 に向かってリダイレクトしている。

【 0 0 3 6 】

明るい状態において、光は、狭い角度範囲において、観察者 3 3 4 にまで戻るように反射される。これが、点線 3 3 6 の左手側において描かれている。この場合には、電気泳動によって移動可能な粒子 3 1 2 が、穿孔シート（並びに、導電性且つ反射性を有する層）の穿孔 3 1 4 を通じて、リア電極 3 0 6 に向かって移動し、これにより、粒子がその表面において集合するように、正しい極性の電圧バイアスが印加されている。粒子 3 1 2 が穿孔シート 3 0 8 の背後に位置している際には、明るい状態が生成される。光ガイド 3 3 0 から垂直な方向において放出された光線 3 3 8 は、反射光（反射光線 3 4 0 によって表されている）が光出力の非ランバート特性を保持し、これにより、観察者 3 3 4 に戻るように誘導されない光の量が極小化されるように、観察者 3 3 4 に向かって戻るように半再帰反射表面 3 2 0 において反射される。

30

【 0 0 3 7 】

点線 3 3 6 の右手側において、図 5 は、粒子 3 1 2 が、反対極性の電圧バイアスの影響下において穿孔 3 1 4 を通じて移動するような暗い状態を示している。この状態において、粒子 3 1 2 は、光ガイド 3 3 0 から放出された光線を吸収するように、半再帰反射性層 3 2 0 の表面において集合している。これは、粒子 3 1 2 によって吸収される光線 3 4 2 により表されている。

40

【 0 0 3 8 】

ディスプレイ 3 0 0 は、図 4 に示されているように、1 つ又は複数の壁を更に有してもよい。それぞれの井戸は、ディスプレイ 3 0 0 内において電気泳動によって移動可能な粒子 3 1 2 を閉じ込めるためのコンパートメントを生成してもよい。壁又は横断壁は、井戸又はコンパートメントを上述の形状のいずれかにおいて生成するように設計されてもよい

50

。壁は、ポリマー材料から形成されてもよく、且つ、従来のフォトリソグラフィ、エンボス加工、又は成形などの技法によってパターン化されてもよい。壁は、粒子312の閉じ込めを支援し、且つ、時間に伴って不良な表示性能をもたらす粒子312の沈殿及び移動を防止する。

【0039】

図6のディスプレイ400において、指向性を有するフロントライトを有する反射ディスプレイの別の実施形態が示されている。ディスプレイ400は、任意選択の透明なフロントシート402と、リア支持部404と、TFT又はパターン化アレイの形態のリア電極406と、穿孔された連続的な（点線410によって表された）シート又は薄膜408と、光学的に透明な不活性媒質414中において懸濁した電気泳動によって移動可能な粒子412とを含む。

10

【0040】

反射性を有する導電層がフロント電極として機能するべく透明な外側シート402に対向するように、更なる鏡面反射性を有する導電性の穿孔された（連続的な層を意味するべく点線418によって表された）層416が、穿孔シートの上部において追加されている。反射層416は、アルミニウム、銀、金、アルミニウムによって被覆されたMylar（登録商標）柔軟薄膜、又はその他の類似の材料などの薄い光反射性を有する金属層を定義してもよい。反射層416は、標準的な蒸着技法を使用し、反射性を有する（例えば、アルミニウム、銀、金の）金属薄膜を有する被覆表面408によって組み立てられてもよい。ディスプレイ400は、電気泳動によって移動可能な粒子412を移動させるべく、フロント電極とリア電極に跨って電圧バイアスを印加するための電圧源420を更に有する。又、図6の例示用の実施形態は、光源422と、光抽出器要素426を装備した透明な光ガイド424とを有する指向性を有するフロントライトシステムをも含む。光ガイド表面の上部には、且つ、光ガイド424と観察者428との間には、光拡散層430が配設されている。光拡散層430の構造の材料としては、磨り潰された、灰色の目を有する（grey-eyed）、又はオパールガラスの拡散器及びTeflon（登録商標）又はその他の従来のポリマー拡散器などのいくつかの可能性が存在している。

20

【0041】

ディスプレイ400の実施形態は、例えば、以下の方法で動作する。点線432の左側において、電気泳動によって移動可能な粒子は、印加電圧の下において穿孔434を通じてリア電極表面406まで移動している。垂直方向においてフロント光ガイド424から指向性を有するように放出された光線436は、反射光が、フロント光ガイド424からの光出力の非ランバート特性を実質的に維持及び保持するように、反射光線438によって示されているように、穿孔シート又は薄膜408の上部の反射性且つ導電性を有する層416により鏡面反射方式で反射される。

30

【0042】

光線が、観察者428に戻るように、透明な光ガイド424を通じてディスプレイを離脱するのに伴って、光線438は、ディスプレイの明るい状態が紙のように見えるように光をソフト化又は白色化するべく、外側透明光拡散器シート430を通過する。ソフト化の程度は、光拡散器層の特性及び用途の要件によって制御することができる。

40

【0043】

点線432の右側において、移動可能な粒子412は、フロント光源によって放出された指向性を有する光線がそれによって吸収されるように、穿孔434を通じて反射電極416の上部表面まで移動している。この結果、暗い状態が生成され、これは、電気泳動によって移動可能な粒子412によって吸収されるフロント光源によって放出された光線440により示されている。

【0044】

ディスプレイ400は、図4のディスプレイ200において示されているように、壁を更に有してもよい。壁は、電気泳動によって移動可能な粒子412を閉じ込める井戸又はコンパートメントを生成する。壁は、不良な表示性能をもたらす粒子412の沈殿及び移

50

動を防止するべく、移動可能な粒子 4 1 2 の閉じ込めを支援する。

【 0 0 4 5 】

図 7 は、反射層を有する穿孔シートを有する本開示の例示用の一実施形態を示している。図 7 のディスプレイ 5 0 0 は、構造において、図 6 のディスプレイ 4 0 0 と類似している。ディスプレイ 5 0 0 は、任意選択の透明な外側シート 5 0 2 と、リア支持部 5 0 4 と、T F T 又はパターン化アレイであってもよいリア電極 5 0 6 と、穿孔、孔、又はアパーチャ 5 1 2 を有する穿孔され且つ連続的な（点線 5 1 0 によって表された）シート又は薄膜 5 0 8 と、透明な外側シート 5 0 2（光ガイドが透明な外側シートとして使用されてもよいことから、このシートは、任意選択であってもよい）とリア電極 5 0 6 との間において形成された空洞を充填すると共に穿孔 5 1 2 内において収容された光学的に透明且つ不

10

【 0 0 4 6 】

又、ディスプレイ 5 0 0 は、フロント光源 5 1 6 と、光抽出器要素 5 2 0 のアレイを装備した透明な光ガイド 5 1 8 と、透明な光ガイド 5 1 8 の上部に配置されると共に観察者 5 2 4 と対向している透明な光拡散器シート 5 2 2 と、をも含む。ディスプレイ 5 0 0 は、穿孔シート 5 0 8 上において、第 1 の穿孔された連続的な（点線 5 2 8 によって表された）反射層 5 2 6 を更に有する。穿孔された反射層 5 2 6 の上部には、第 2 の透明な導電性の穿孔され且つ連続的な（点線 5 3 2 によって表された）層 5 3 0 が存在している。この層 5 3 0 は、フロント電極として機能し、且つ、I T O、又は B a y t r o n（登録商標）、又はポリマーマトリックス中において分散したナノ金属ワイヤなどのナノ粒子、或いはこれらの組合せから構築されてもよい。ディスプレイ 5 0 0 は、電気泳動によって移動可能な粒子 5 1 7 を移動させるためのバイアスを印加するための電圧源 5 3 4 を更に有する。

20

【 0 0 4 7 】

例示用の一実施形態において、ディスプレイ 5 0 0 は、以下の方法で動作している。点線 5 3 6 の左手側において、粒子 5 1 7 は、印加された電圧バイアスの下において、穿孔 5 1 2 を通じてリア電極表面 5 0 6 まで移動している。光線 5 3 8 によって示されている光線が、光ガイド 5 1 8 により、垂直方向に指向性を有するように放出される。この光線は、フロント電極として機能する透明導電性層 5 3 0 を通過する。光線は、反射光線 5 4 0 によって示されているように、反射光がフロント光源からの光出力の非ランバート特性を実質的に維持及び保持するように、穿孔シート又は薄膜 5 0 8 の上部の反射層 5 2 6 により鏡面反射方式で反射される。反射光線 5 4 0 が、透明な光ガイド 5 1 8 を通じて、観察者 5 2 4 まで戻るように、ディスプレイ 5 0 0 を離脱するのに伴って、光線は、ディスプレイの明るい状態が紙のように見えるように光をソフト化又は白色化するべく、外側透明光拡散器シート 5 2 2 を通過する（これは、ディスプレイの任意選択の特徴であってもよい）。ソフト化の程度は、光拡散器層 5 2 2 の特性及び表示要件によって制御してもよい。

30

【 0 0 4 8 】

点線 5 2 4 の右側において、電気泳動によって移動可能な粒子 5 1 7 は、光ガイドによって放出された指向性を有する光線が粒子によって吸収されるように、穿孔 5 1 2 を通じて透明なフロント電極 5 3 0 の上部表面まで移動している。この結果、光ガイドによって放出されると共に粒子 5 1 7 によって吸収される光線 5 4 2 によって示されているように、暗い状態が生成される。

40

【 0 0 4 9 】

図示されてはいないが、ディスプレイ 5 0 0 は、図 4 に関連して説明したように、壁を更に有してもよい。壁（図示されてはいない）は、ディスプレイ内において移動可能な粒子 5 1 7 を閉じ込めるための井戸又はコンパートメントを生成する。壁は、不良な表示性能をもたらす粒子 5 1 7 の沈殿及び移動を防止するべく、移動可能な粒子 5 1 7 の閉じ込めを支援する。

【 0 0 5 0 】

50

開示されている実施形態は、ディスプレイを有する電子ブックリーダー、携帯型コンピュータ、タブレットコンピュータ、携帯電話、スマートカード、サイン、腕時計、装用可能な装置、棚ラベル、フラッシュドライブ、及び屋外看板、或いは屋外サインなどの用途において使用されてもよい。

【 0 0 5 1 】

以上、本開示の原理について、本明細書において示されている例示用の実施形態に関連して説明したが、本開示の原理は、これらに限定されるものではなく、且つ、これらのあらゆる変更形態、変化形態、又は変形形態も含む。

【 図 1 A 】

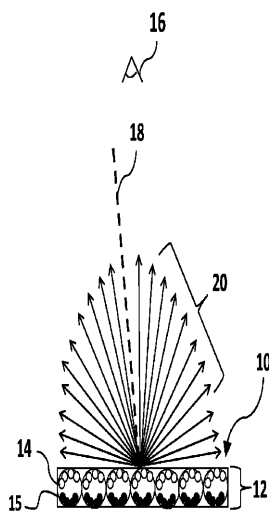


Fig. 1A

【 図 1 B 】

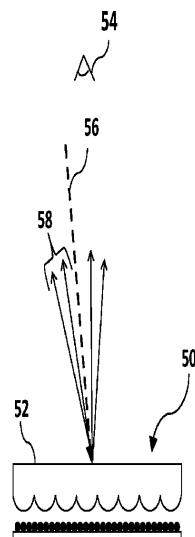
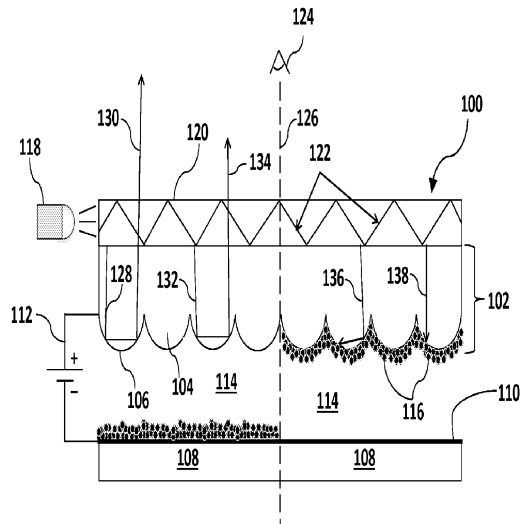


Fig. 1B

【 図 2 】



【 図 3 】

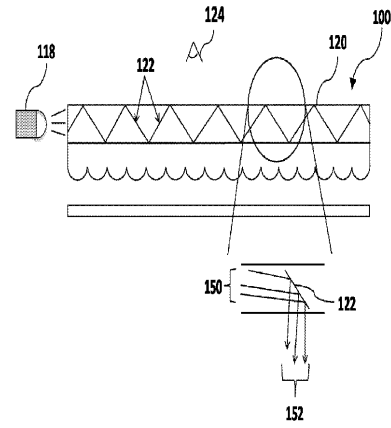
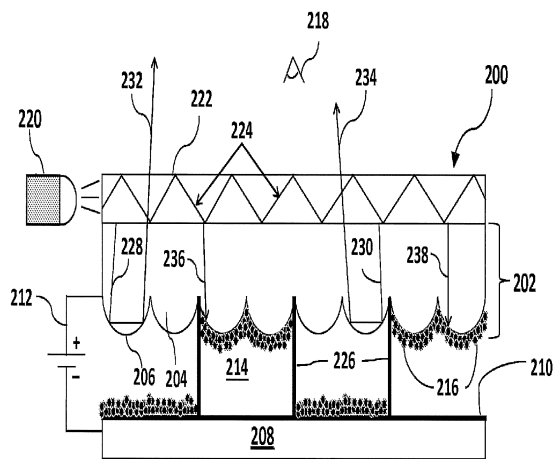


Fig. 3

【 図 4 】



【 図 5 】

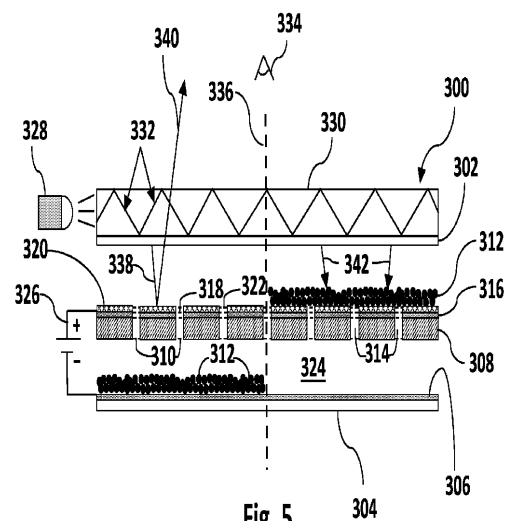


Fig. 5

【図 6】

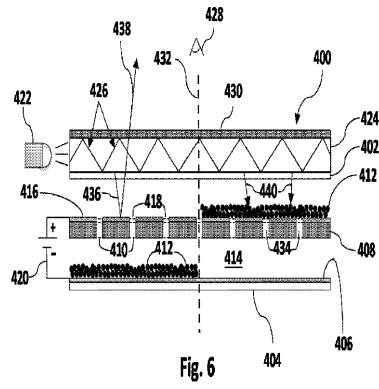


Fig. 6

【図 7】

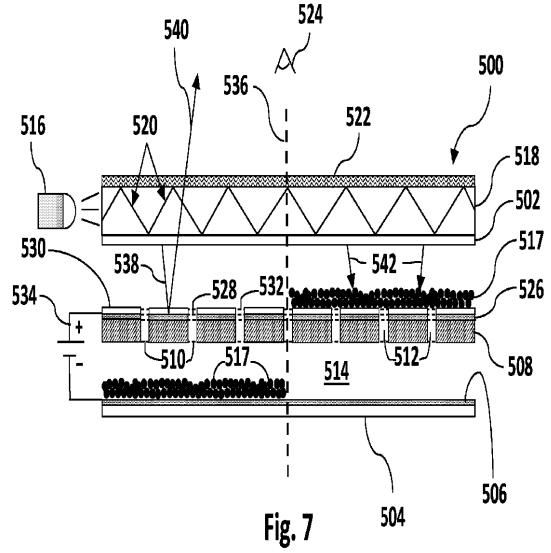


Fig. 7

フロントページの続き

(72)発明者 ローン エー・ホワイトヘッド
カナダ, プリティッシュ コロンビア ヴィクトリア 4イー2, バンクーバー, バラクラヴァ ス
トリート 2690

審査官 横井 亜矢子

(56)参考文献 特開2010-224574(JP, A)
特表2003-535375(JP, A)
特表2003-501695(JP, A)
特開昭56-042265(JP, A)
特開2005-251582(JP, A)
特開2003-344881(JP, A)
米国特許第06452734(US, B1)
特開2003-195194(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G02F 1/15 - 1/19
Japio - GPG/FX