

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4579580号
(P4579580)

(45) 発行日 平成22年11月10日(2010.11.10)

(24) 登録日 平成22年9月3日(2010.9.3)

(51) Int.Cl.

F 1

G 0 2 F 1/167 (2006.01)

G 0 2 F 1/167

請求項の数 16 (全 25 頁)

(21) 出願番号	特願2004-154719 (P2004-154719)	(73) 特許権者	000001007
(22) 出願日	平成16年5月25日(2004.5.25)		キヤノン株式会社
(65) 公開番号	特開2005-128486 (P2005-128486A)		東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(43) 公開日	平成17年5月19日(2005.5.19)	(74) 代理人	100082337
審査請求日	平成19年5月25日(2007.5.25)		弁理士 近島 一夫
(31) 優先権主張番号	特願2003-340312 (P2003-340312)	(74) 代理人	100089510
(32) 優先日	平成15年9月30日(2003.9.30)		弁理士 田北 高晴
(33) 優先権主張国	日本国(JP)	(72) 発明者	松田 宏
			東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キ
			ヤノン株式会社内
		(72) 発明者	池田 勉
			東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キ
			ヤノン株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 表示装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

複数の閉空間が並置された基板と、該閉空間に内包された複数の粒子と、該閉空間に入射した光を反射する反射面を備え、該複数の粒子が、該閉空間内で、拡散して該反射面を遮蔽する位置と、集積して反射面を露出する位置との間で移動して、反射光の強度を変化させることにより、明暗の表示状態を形成する表示装置であって、

該反射面の少なくとも一部は、該複数の粒子が反射面を露出する位置にあるときに、入射光を指向性を有して拡散反射し、該指向性を有する拡散反射の光強度の角度分布は、

(1) 複数の粒子が集積する位置への反射光量が、反射面を等方拡散反射面と仮定したときの複数の粒子が集積する位置への反射光量と比較して小さく、かつ

(2) 複数の粒子が集積する位置以外への反射光量が、複数の粒子が集積する位置への反射光量よりも大きい

角度分布であることを特徴とする表示装置。

【請求項 2】

複数の閉空間が並置された基板と、該閉空間に内包された複数の粒子と、各閉空間を基板面方向に互いに分割する隔壁と、該閉空間に入射した光を反射する反射面を備え、該複数の粒子が、該閉空間内で、拡散して該反射面を遮蔽する位置と、集積して反射面を露出する位置との間で移動して、反射光の強度を変化させることにより、明暗の表示状態を形成する表示装置であって、

該反射面の少なくとも一部は、該複数の粒子が反射面を露出する位置にあるときに、入

10

20

射光を指向性を有して拡散反射し、該指向性を有する拡散反射の光強度の角度分布は、
(1) 隔壁への反射光量が、反射面を等方拡散反射面と仮定したときの隔壁への反射光量と比較して小さく、かつ

(2) 隔壁以外への反射光量が隔壁への反射光量よりも大きい
角度分布であることを特徴とする表示装置。

【請求項 3】

前記反射面は、複数の粒子が集積する位置または隔壁に近い一部の反射面での指向性が、その他の反射面での指向性よりも強いことを特徴とする請求項 1 または 2 記載の表示装置。

【請求項 4】

前記反射面からの光強度の角度分布は、複数の粒子が集積する位置または隔壁に近い領域で、法線方向に対して、複数の粒子が集積する位置または隔壁から遠ざかる方向に偏った非対称な分布であり、それ以外の領域では、法線方向に対して対称な角度分布であることを特徴とする請求項 1 または 2 記載の表示装置。

【請求項 5】

前記反射面が互いに異なる反射特性を有する複数の反射面に分割され、分割された各々の反射面の光強度の角度分布は、複数の粒子が集積する位置または隔壁から離れるにつれて、指向性に関しては強から弱に段階的または連続的に変化し、非対称性に関しては強から弱または無に段階的または連続的に変化することを特徴とする請求項 4 に記載の表示装置。

【請求項 6】

前記反射面は、複数の粒子が集積する位置または隔壁に近い領域で鏡面であり、それ以外の領域では拡散反射面であることを特徴とする請求項 1 または 2 記載の表示装置。

【請求項 7】

前記反射面の、前記複数の粒子が集積する位置または隔壁に近い領域の少なくとも一部が、前記複数の粒子が集積する位置または隔壁に向かって上り方向に傾斜したことを特徴とする請求項 3 または 4 記載の表示装置。

【請求項 8】

前記基板の少なくとも一部が透明であり、前記反射面が半透過性であり、該基板の下側に光源を具備することを特徴とする請求項 1 または 2 記載の表示装置。

【請求項 9】

観察者側に前方散乱層を設けたことを特徴とする請求項 1 または 2 記載の表示装置。

【請求項 10】

前記複数の粒子が、黒色であることを特徴とする請求項 1 または 2 記載の表示装置。

【請求項 11】

前記隔壁が、前記複数の粒子と同じ色であることを特徴とする請求項 2 記載の表示装置。

【請求項 12】

前記閉空間の各々に一对の電極が配置され、少なくとも一方の電極の表面が前記反射面の少なくとも一部をなすことを特徴とする特徴とする請求項 1 または 2 記載の表示装置。

【請求項 13】

前記閉空間の各々にカラーフィルターが配置され、該カラーフィルターが前記反射面の上にあることを特徴とする請求項 1 または 2 記載の表示装置。

【請求項 14】

前記閉空間の各々に一对の電極が配置され、少なくとも一方の電極が透明で前記反射面の上にあることを特徴とする請求項 1 または 2 記載の表示装置。

【請求項 15】

前記閉空間の各々にカラーフィルターが配置され、前記カラーフィルターが、前記反射面と前記透明電極との間に配置されることを特徴とする請求項 14 記載の表示装置。

【請求項 16】

前記複数の粒子が、帯電した粒子であり、絶縁性の液体中に分散されて前記閉空間に内包されていることを特徴とする請求項 1 または 2 記載の表示装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、粒子を移動させることにより表示を行う表示装置に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、粒子を移動させることにより表示を行う表示装置（以下粒子移動型表示装置という）の一例として、電圧印加によって帯電泳動粒子を移動させることにより表示を行うようにした電気泳動表示装置についての研究が盛んに行われている。

10

【0003】

ここで、このような電気泳動表示装置は、所定間隙を開けた状態に配置された一対の基板と、これらの基板の間隙に配置された絶縁性液体及び帯電泳動粒子と、絶縁性液体に近接するように配置された一対の電極とを備えたものであり、液晶表示素子に比べて表示コントラストが高い、視野角が広い、表示にメモリー性を有する、バックライトや偏光板が不要である等、種々の特徴を有している。

【0004】

しかし、この電気泳動表示装置は入射した外光を反射させて表示を行うものであるため、外光の照度が弱い場合、例えば屋内や夜間において使用する場合には、入射する外光が少ないために表示が非常に暗くなり、視認性が低下する欠点がある。このため、電気泳動表示装置では、入射した外光を効率良く反射させるように反射率を高める必要がある。

20

【0005】

電気泳動表示装置と同様に入射した外光を反射させて表示を行う方式の反射型液晶表示素子においては、視野角の拡大を維持するとともに反射率を高めるため、各画素の反射電極に、入射した外光に対して指向性を有する部分と鏡面性を有する部分とを設けるようにしたものが特許文献 1 に提案されている。

【0006】

このように構成した場合、入射した外光のうち、鏡面性を有する反射電極の部分に入射した光は反射電極により正反射されて液晶セルの外に全て出射するので反射率が高く、コントラストを向上することができる。また、指向性を有する反射電極の部分に入射した光は、反射電極により散乱され、散乱方向に出射するので出射角度が広くなり視野角の拡大を維持することができる。

30

【0007】

電気泳動表示装置にも、このように光を反射させるための構成を採用するようにすれば反射率を高めることができる。図 13 は、このような従来の反射型液晶の散乱層を電気泳動表示装置に用いた場合の一つの画素の構成を示すものである。なお、同図において、(A) は画素の平面図、(B) は画素の X - Y 断面図である。

【0008】

同図において、1A、2A は所定間隙を開けた状態に配置された第 1 基板及び第 2 基板であり、これらの第 1 及び第 2 基板 1A、2A の間隙に配置された閉空間内には絶縁性液体 3 及び複数の帯電泳動粒子 4 が充填されている。25、26 は絶縁性液体 3 に近接するように配置された第 1 電極及び第 2 電極であり、これらの第 1 電極 25 及び第 2 電極 26 の間に電圧を印加し、帯電泳動粒子 4 を第 1 電極 25 の側または第 2 電極 26 の側に移動させることにより、表示を行うように構成されている。

40

【0009】

なお、12 は第 1 電極 25 と絶縁性液体 3 の間に配置された等方散乱層、7A は第 1 及び第 2 基板 1A、2A の間隙を複数の閉空間に仕切るための隔壁であり、係る隔壁 7A によって仕切られた各閉空間が各画素に対応する。従って、隔壁 7A は、画素境界部に第 1 基板 1A 及び第 2 基板 2A の間隙を仕切るように配置される。また、各電極 25、26 が

50

絶縁性液体 3 と直接接触しないよう、各電極 2 5 , 2 6 の表面は適宜、不図示の実質的に絶縁性の材料によってその表面が被覆されている。そして、この電気泳動表示装置において、第 1 電極 2 5 が反射層を兼ねている。

【 0 0 1 0 】

ここで、同図は、明表示時の状態を示しており、この状態のとき、帯電泳動粒子 4 は第 2 電極 2 6 近傍の領域に集積し、破線で囲んだ光吸収部 1 3 を形成している。そして、この状態のとき、例えば、基板面法線方向から、画素中央部もしくは光吸収部 1 3 近傍に入射した光 8 M は、まず等方散乱層 1 2 により等方に散乱される。その際、散乱した光の一部は第 1 基板方向に進行し、反射層を兼ねている第 1 電極 2 5 により反射され、再び等方散乱層 1 2 により等方に散乱される。その結果、入射した光 8 M は反射光 9 M となる。

10

【 0 0 1 1 】

【特許文献 1】特開平 1 1 - 1 0 9 3 9 2 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 1 2 】

ところが、このような反射層を備えた電気泳動表示装置において、光吸収部 1 3 近傍に光が入射すると、この入射した光の反射光 9 M の一部は光吸収部 1 3 に存在する帯電泳動粒子 4 により吸収され、明表示時の反射率が低下することがある。更に、図 1 3 のように、第 2 電極 2 6 が隔壁 7 A 近傍に形成されていたり、或いは隔壁表面に形成されている場合には、光吸収部 1 3 と隔壁 7 A の位置が近接するため、これら両方の吸収によって、明表示時の反射率が低下することがある。

20

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 3 】

本発明は、

複数の閉空間が並置された基板と、該閉空間に内包された複数の粒子と、該閉空間に入射した光を反射する反射面を備え、該複数の粒子が、該閉空間内で、拡散して該反射面を遮蔽する位置と、集積して反射面を露出する位置との間で移動して、反射光の強度を変化させることにより、明暗の表示状態を形成する表示装置であって、

該反射面の少なくとも一部は、該複数の粒子が反射面を露出する位置にあるときに、入射光を指向性を有して拡散反射し、該指向性を有する拡散反射の光強度の角度分布は、

30

(1) 複数の粒子が集積する位置への反射光量が、反射面を等方拡散反射面と仮定したときの複数の粒子が集積する位置への反射光量と比較して小さく、かつ

(2) 複数の粒子が集積する位置以外への反射光量が、複数の粒子が集積する位置への反射光量よりも大きい

角度分布であることを特徴とする。拡散反射層で反射された光のうち粒子集積部位に向かう反射光の割合が小となるので、粒子に照射されて吸収される光の割合が少なくなり、明表示の輝度が従来の等方性散乱層を用いたものよりも明るくなる。

【 0 0 1 4 】

また本発明は、

複数の閉空間が並置された基板と、該閉空間に内包された複数の粒子と、各閉空間を基板面方向に互いに分割する隔壁と、該閉空間に入射した光を反射する反射面を備え、該複数の粒子が、該閉空間内で、拡散して該反射面を遮蔽する位置と、集積して反射面を露出する位置との間で移動して、反射光の強度を変化させることにより、明暗の表示状態を形成する表示装置であって、

40

該反射面の少なくとも一部は、該複数の粒子が反射面を露出する位置にあるときに、入射光を指向性を有して拡散反射し、該指向性を有する拡散反射の光強度の角度分布は、

(1) 隔壁への反射光量が、反射面を等方拡散反射面と仮定したときの隔壁への反射光量と比較して小さく、かつ

(2) 隔壁以外への反射光量が隔壁への反射光量よりも大きい

角度分布であることを特徴とする。

50

【 0 0 1 5 】

隔壁で仕切られたセル構造をもち、反射光が隔壁に向かう割合が小となるように拡散反射層の指向性を調節するので、隔壁に照射されて吸収される光の割合が少なくなり、同じく、明表示時において従来の等方性散乱層を用いたものよりも明るくなる。

【 0 0 1 6 】

前記反射面は、複数の粒子が集積する位置または隔壁に近い一部の反射面での指向性を、その他の反射面での指向性よりも強くするように、指向性拡散反射層に分布を持たせることで、明表示時における明るさがさらに向上する。

【 0 0 1 7 】

前記反射面からの光強度の角度分布は、複数の粒子が集積する位置または隔壁に近い領域で、法線方向に対して、複数の粒子が集積する位置からまたは隔壁から遠ざかる方向に偏った非対称な分布であり、それ以外の領域では、法線方向に対して対称な角度分布であることが好ましい。これによって隔壁付近の反射を画素中央方向にシフトさせる効果がある。

10

【 0 0 1 8 】

前記反射面を互いに異なる反射特性を有する複数の反射面に分割し、分割された各々の反射面の光強度の角度分布を、粒子が集積する位置または隔壁から離れるにつれて、指向性に関しては強から弱に段階的または連続的に変化させ、非対称性に関しては強から弱または無に段階的または連続的に変化させることにより、反射面の指向性及びオフアキシス強度を細分化して段階的または連続的に変化させることができる。

20

【 0 0 1 9 】

前記反射面を、複数の粒子が集積する位置または隔壁に近い領域で鏡面になるようにし、それ以外の領域では拡散反射面にすることも本発明の好ましい形態である。

【 0 0 2 0 】

前記反射面の、前記粒子が集積する位置または隔壁に近い領域の少なくとも一部を、前記粒子が集積する位置または隔壁に向かって上り方向に傾斜させると、偏った光強度角度分布を容易に得ることができる。

【 0 0 2 1 】

前記基板の少なくとも一部を透明にし、前記反射面を半透過性にし、かつ該基板の下側に光源を具備することにより、半透過型の表示装置とすることができる。

30

【 0 0 2 2 】

観察者側に前方散乱層を設ける、すなわちフロント側に更に前方散乱層を配置して金属感を消すことも好ましい形態である。

【 0 0 2 3 】

前記複数の粒子が、黒色であって、前記隔壁が、前記複数の粒子と同じ色であると、隔壁が粒子と同じ色になり、その結果、暗表示時の光吸収を増やし、コントラストを向上させる。

【 0 0 2 4 】

前記閉空間の各々に一对の電極が配置され、少なくとも一方の電極の表面が前記反射面の少なくとも一部をなすようにすれば、電極と反射面を兼ねる構成となる。

40

【 0 0 2 5 】

前記閉空間の各々に、反射面の上にカラーフィルターが配置され、該カラーフィルターが前記反射面の上にあるようにすれば、着色した反射面となる。

【 0 0 2 6 】

前記閉空間の各々に一对の電極を配置し、少なくとも一方の電極が透明で前記反射面の上にあるようにもできる。

【 0 0 2 7 】

前記閉空間の各々にカラーフィルターが配置され、前記カラーフィルターが、前記反射面と前記透明電極との間に配置されてもよい。

【 0 0 2 8 】

50

前記複数の粒子が、帯電した粒子であり、絶縁性の液体中に分散されて前記閉空間に内包されているときは、電気泳動表示装置になる。

【0029】

理想的等方散乱反射層を用いる場合と比較すると、拡散反射面で反射した光のうち、明表示時に複数の粒子が集積した位置または隔壁に向かって進行する反射光の強度を減らし、それ以外の領域、すなわち観察面に向かって進行する反射光の強度を高めるように拡散反射面の指向性が設定される。その結果、実質的な反射率を向上させ、明るい表示が可能となる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0030】

以下、本発明を実施するための最良の形態について図面を用いて説明する。

【0031】

(第1の実施の形態)

図1は、本発明の第1の実施の形態に係る粒子移動型表示装置の一例である電気泳動表示装置の隣接する2つの画素の構成を示す図であり、同図において、(A)は画素の平面図、(B)は画素のX-Y断面図である。

【0032】

同図において、1、2は所定間隙を開けた状態に配置された第1基板及び第2基板であり、この第1及び第2基板1、2の間隙に配置された閉空間には絶縁性液体3及び複数の帯電泳動粒子4が内包されている。5、6は絶縁性液体3に近接するように配置された第1電極及び第2電極であり、これらの第1電極5及び第2電極6の間に電圧を印加し、帯電泳動粒子4を第1電極5の側または第2電極6の側に移動させることにより、明暗二つの表示を行うように構成されている。

【0033】

7は第1基板1及び第2基板2の間隙に配置され、間隙を複数の閉空間に仕切るための隔壁であり、絶縁性液体3及び複数の帯電泳動粒子4は、第1及び第2基板1、2及び隔壁7によって形成される、画素に対応する閉空間に封入されるように構成されている。そして、このように隔壁7によって画素a、bを1つずつ仕切るようにすることにより、画素(閉空間)内を移動可能な複数の粒子である帯電泳動粒子4の他の画素への移動を抑制でき、各画素a、bの帯電泳動粒子4の数を実質的に等しくして品質のよい表示を行うことが可能となる。

【0034】

なお、本実施の形態において、この隔壁7は、画素a、bを1つずつ仕切るように配置しているが、1つの画素を更に複数に仕切るように配置しても、或いは複数の画素を仕切るように、つまり、隣接する隔壁7の間に複数の画素が含まれるように配置してもよい。

【0035】

次に、第1及び第2基板1、2、絶縁性液体3、帯電泳動粒子4、第1電極5、第2電極6、隔壁7の材料、製造方法等について説明する。

【0036】

第1及び第2基板1、2の材料としては、ポリエチレンテレフタレート(PET)、ポリカーボネート(PC)、ポリエーテルサルフォン(PES)等のプラスチックフィルムその他、ガラスや石英等を使用することができる。また必要に応じて、接着層や封止層などを積層する。またステンレスなどの金属フィルムを用いてもよい。この場合は、適宜表面絶縁材料で被覆する。なお、電気泳動表示装置を反射型とした場合、観察者側に配置される方の基板(第2基板2)や基材には透明な材料を使用する必要があるが、他の基板(第1基板1)には、ポリイミド(PI)などの着色されているものを用いてもよい。

【0037】

絶縁性液体3の材料としては、イソパラフィン、シリコーンオイル及びキシレン、トルエン等の非極性溶媒であって透明なものを使用することができる。

【0038】

10

20

30

40

50

帯電泳動粒子 4 の材料としては、着色されていて絶縁性液体中で正極性または負極性の良好な帯電特性を示す材料、例えば各種の無機顔料や有機顔料やカーボンブラック、或いは、それらを含む樹脂を使用することができる。なお、帯電泳動粒子 4 の粒径は、通常 $0.01\ \mu\text{m} \sim 10\ \mu\text{m}$ 程度のものを使用できるが、分散性やコントラストの観点から $0.5\ \mu\text{m} \sim 6\ \mu\text{m}$ 程度のものを用いるのが好ましい。

【0039】

また、上述した絶縁性液体 3 や帯電泳動粒子中には、帯電泳動粒子 4 の帯電を制御し、安定化させるための荷電制御剤を添加しておくのが好ましい。なお、このような荷電制御剤としては、モノアゾ染料の金属錯塩やサリチル酸や有機四級アンモニウム塩やニグロシン系化合物などを用いることができる。

10

【0040】

更に、絶縁性液体中には帯電泳動粒子同士の凝集を防ぎ、分散状態を維持するための分散剤を添加するのが好ましい。なお、このような分散剤としては、リン酸カルシウム、リン酸マグネシウム等のリン酸多価金属塩、炭酸カルシウム等の炭酸塩、その他無機塩、無機酸化物、或いは有機高分子材料などを用いることができる。

【0041】

第 2 電極 6 は、パターンニング可能な導電性材料、例えば、チタン (Ti)、アルミニウム (Al)、銅 (Cu) 等の金属或いは、カーボンや銀ペースト、或いは有機導電膜にて形成するのが好ましく、第 1 電極 5 は銀や Al 等の光反射性の高い材料にて形成するのが好ましい。更に、電極同士の絶縁や、電極から帯電泳動粒子 4 への電荷注入を防止するよう第 1 電極 5 及び第 2 電極 6 の表面を不図示の絶縁層で被覆することが好ましい。

20

【0042】

隔壁 7 の材料としては、基板と同一の材料を用いても良く、アクリルなどの感光性樹脂を用いても良い。また、隔壁 7 の形成方法としては、例えば感光性樹脂層を塗布した後、露光及びウエット現像を行う方法、または別に作製した障壁を接着する方法、印刷法によって形成する方法等を用いることができる。なお、隔壁 7 と第 1 基板 1 とをホットエンボス加工などにより一体成型により形成してもよい。

【0043】

ところで、第 1 電極 5 は、入射光に対して拡散反射機能を有している。なお、以下、説明を簡略にするため、「電極での反射」という表現を採るが、この表現は、対象となる電極そのものの表面反射特性を利用する場合（電極の表面を所望の形状にするための例えば凹凸層などの下地層を併用してよい）と、鏡面状態の電極上に形成した、例えば体積位相型ホログラムや光拡散物質の拡散特性を利用する場合と、これらの構造上に更に透明電極を具備する場合の意味を含む。

30

【0044】

同図において、符号 a で示す第 1 画素は、第 2 電極側（隔壁側）に帯電泳動粒子 4 が集積した状態、言い換えれば隔壁側電極部側に帯電泳動粒子 4 が集積した状態となっており、この状態のとき画素（閉空間）に入射される入射光 8 は、それぞれ第 1 電極部 5 により反射され、明表示となる。また、符号 b で示す第 2 画素は、第 1 電極 5 に沿って帯電泳動粒子 4 が拡散するよう移動した状態であり、この状態のとき入射光 8 は概ね帯電泳動粒子 4 に吸収され、暗表示となる。

40

【0045】

ここで、本実施の形態において、第 1 電極 5 の拡散反射機能は、明表示時において、帯電泳動粒子 4 が集積している領域の近傍、すなわち隔壁 7 近傍に向けて進行する反射光の強度が、反射面で理想的な等方散乱反射すると仮定した場合の光の強度と比較して小さく、かつ他の領域、即ち観察面に向けて進行する反射光 9 の強度よりも小さくなるように指向性が設計されている。そのため、明表示時において隔壁 7 近傍に集積した帯電泳動粒子 4 による光吸収が等方散乱反射層を用いる場合と比較して小さくなり、結果として画素全体では明るい表示が可能となる。

【0046】

50

なお、反射光 9 の進行方向は、入射光の入射角度に依存して変化するから、反射光強度の角度分布は、光源の位置に依存する。すなわち、光源の位置の変動に伴い、帯電泳動粒子 4 に進入する光の割合が増大する条件もあり得る。従って、指向性拡散反射特性は、表示装置の主たる使用条件、すなわち光源の位置などの入射光の条件に合わせて、明表示時に帯電泳動粒子 4 が集積する位置または隔壁に向けて反射光が進行する割合や強度が小さくなるような反射光強度の角度分布が実現すればよい。一般的な表示装置の使用条件では、例えば、表示装置の表示面すなわち第 2 基板 2 表面に対して法線方向或いは法線方向から $\pm 30^\circ$ 以内からの入射光に対して、本発明の拡散反射特性を得ることができるように指向性を設計することが好ましい。しかし、入射光条件はこれに限定されるわけではない。

10

【0047】

また、拡散反射特性が指向性を有していることから、反射強度は、観察者の観察位置に依存して変化する。従って観察位置によっては反射強度のゲインが大きくなり、必ずしも明るい表示が得られないこともあり得る。そこで表示装置の主たる観察条件で明表示時により明るくなるように拡散反射特性の指向性を設計すればよい。一般的な表示装置の使用条件では、例えば、観察者が第 2 基板 2 表面の法線方向に対して少なくとも約 $\pm 5^\circ$ 以内の位置から表示装置を観察しているものとして指向性を設計すればよい。もちろんより広い範囲、例えば法線方向に対して約 $\pm 30^\circ$ の位置から観察して、明るい表示が得られるように指向性を設計することがより好ましいことであることはいうまでもない。

【0048】

20

これまで述べたように、特殊な使用条件、例えば、交通車両の吊り広告表示や天井付近の曲面部に設けられた広告表示等に利用する場合では、光源すなわち交通車両の室内灯の位置は表示装置の表示面法線方向から大きくずれた位置に配置され、また観察者も表示面法線方向からずれて表示装置を観察する場合があります。このような場合には、当然、光源、表示装置、観察者の位置関係から、反射光強度の角度分布が、観察面に進行する反射光の強度が、明表示時に粒子が集積している位置、及び/または隔壁に進行する反射光の強度よりも大きくなるように、指向性を設定すればよい。但し、以下の説明においては、説明を簡単にするため、特段の断りがない限り、観察面法線方向からの入射光が支配的であるものとして説明を行う。

【0049】

30

ところで、この拡散反射機能を有する第 1 電極 5 の製造方法としては、例えばガラスに微細な凹凸を作り、金属を蒸着する方法や、感光性樹脂を塗布した後、露光及びウェット現像を行い、凹凸を作製した後に金属を蒸着する方法や、金属層上に屈折率の異なる粒子と樹脂の混合層を形成する方法や、干渉露光によってホログラムを作製する方法等があるが、所望の散乱特性と指向性を得ることができれば、どのような方法で作製しても構わない。

【0050】

例えば、図 2 の (A) に示される拡散反射機能を有する電極 (拡散反射層) は、まず第 1 基板 1 上に感光性樹脂層を堆積させた後、露光、現像して連続した凸部を有する凹凸層 10 を形成し、次に感光性樹脂からなる凹凸層 10 の上に金属層 11 を蒸着して形成されたものである。なお、凹凸層 10 形成後、金属層 11 の蒸着に先立ち、熱処理や溶剤処理を行って、凸部形状をなだらかにするなど、多少変形させてもよい。

40

【0051】

一方、同図の (B)、(C) はそれぞれ (A) と比較して指向性が強くなるように設計されたものであり、(B) のものは、(A) のものと比較して凹凸層 10 の凸部の密度は変わらないが、凸部の高さがより低く設計されている。そして、このように設計した場合、拡散反射層は (A) のものより、より鏡面に近づくため、反射される光はより狭い範囲にのみ拡散し、結果として指向性が強くなる。

【0052】

また、同図の (C) のものは、(A) のものと比較して凹凸層 10 の凸部の高さは変わ

50

らないが、凸部の密度がより小さく設計されており、このように設計した場合、拡散反射層は(A)のものより平坦な領域が増えるため、より鏡面に近い構造となり、反射される光はより狭い範囲に拡散し、結果として指向性が強くなる。なお、同図(C)では平坦な領域が凸部の下端に形成されているが、凸部の上端に平坦領域を形成してもよい。

【0053】

また、同図の(D)のものは、斜面に凹凸層10を形成するように設計されており、これにより反射される光は傾斜方向の範囲に拡散することができる。そして、このように反射される光を傾斜方向の範囲に拡散させるようにした場合、拡散反射層は(A)のものと比較して傾斜面に垂直な方向に反射特性(反射光強度の角度分布)をずらすことができ、観察面から見て、同図の(A)とは異なる指向性を付与することができる。

10

【0054】

また同図の(E)のものは、凸部の形状に非対称性を有する凹凸層10であって、(D)と同じく、非対称性の指向特性を付与することができる。

【0055】

図2の説明において、「凸部を形成する」と表現したが、感圧樹脂、熱可塑性樹脂、感光性樹脂などによる平坦な層を基板1上に形成した後、その一部の除去または変形して、連続した凹部を形成しても類似の凹凸層の構造が得られることはいうまでもない。

【0056】

また凸部または凹部の、高さまたは深さ、面積、傾斜角などの寸法は一定である必要は必ずしもなく、所望の光学特性を得ることができるのであれば一定である必要はない。例えば適切な範囲内でガウス分布をとっていてもよい。

20

【0057】

また凹凸構造は周期的である必要はなく、無秩序な凹凸パターンを用いることは、表示時におけるモアレの発生を抑制する効果がある。

【0058】

ところで、粒子移動型表示装置の場合は、観察者によって視認される着色された粒子の展開面積の大小によって明暗が決定されるので、反射型液晶表示装置と異なり、拡散反射層の形状を設計する際に、反射光の偏光解消が発生しないように注意を払う制限はない。またその表面の凹凸が帯電泳動粒子4の動作不良を引き起こす可能性が低いため、先に記したように最表面を、それが帯電泳動粒子4を分散させた絶縁性液体3に隣接して配置される場合には、これらと直接接することのないよう、絶縁性材料で被覆することが好ましいとしても、その表面の平滑性を確保することは必ずしも必要としない。

30

【0059】

このような構成の電気泳動表示装置を用いて白黒、或はカラー表示を行うには、帯電泳動粒子4や他の部材を適宜着色しておく必要がある。

【0060】

例えば、白黒表示を行なう場合には、帯電泳動粒子4の色を黒色とする。なお、第1電極5としては、適切な表面形状を有する凹凸層10上に、アルミニウムなど鏡面反射特性を有する材料からなる金属層を形成すれば、特に着色する必要はない。或いは、金属面(鏡面)上に、体積位相ホログラムや微粒子などをこれとは屈折率の異なる樹脂バインダー中に分散させてなる光拡散層を形成して成してもよい。

40

【0061】

また、特に正反射成分が視覚的に金属的に見えることを抑制するために、更に、第2基板2側に、アンチグレア層などの前方散乱層を配置してもよい。

【0062】

一方隔壁7は、少なくともその表面が、帯電泳動粒子4と実質的に同色に着色されていることが好ましい。その理由は、暗表示時における混色を抑制することにより、コントラストを高めることができるからである。同様の理由により、第1電極6と第2電極5の隙間を帯電粒子4と実質的に同色に着色してもよい。

【0063】

50

また、第1基板1を透明とし、第1電極5を半透光性に形成し、第1基板1の下部に、光源、導光板、プリズムシートなどからなるバックライトを配置して、半透過型の表示装置を構成してもよい。図3に第1電極5近傍の構成外略図を示す。この場合、凹凸層10を透明に、金属層11の厚さを薄くして半透光性とし、バックライト31からの光の少なくとも一部が、第2基板2に進行するように調整する。金属層11の厚さを加減することで、反射と透過の比率を所望の値に調整することができる。しかしながら金属層11の厚さを薄くすると、電気伝導性が低下し、電極としての機能が低下する場合があります。そのような場合には、金属層11の上部に別途透明電極11Aを設けて、第1電極5を構成してもよい。透明電極11Aを構成する材料としては、ITO、ZnOなどの無機酸化物や有機導電性材料など従来公知のものをもちいれればよい。なお図3では、透明電極11Aが金属層10の上に直接形成されているが、途中に不図示の層、例えば平坦化層を介在させても構わない。また先に記したように、透明電極11A上に、それが帯電泳動粒子4を分散させた絶縁性液体3に隣接して配置される場合には、これらと直接接することのないよう、不図示の絶縁層を形成しておくことが好ましい。

10

【0064】

本実施の形態において、第2電極6は、図1に示すように、隔壁7と第1基板1との間に配置されているが、隔壁7の内部に形成しても、隔壁7の表面に形成してもよい。

【0065】

また、図4(A)に示すように隔壁全体を電極として、隔壁を兼ねた第2電極61としてもよい。この場合も、隔壁自体を電極材料で形成しても、別途作製した隔壁の表面を導電性材料で被覆して形成してもよい。なお、第2電極61或いはその表面は、帯電泳動粒子4と実質的に同色に着色されていることが好ましい。

20

【0066】

また、隔壁7と第1基板1との間に第2電極を配置する場合、隔壁7の真下に形成する場合、同図(B)に示すように、第2電極62が第1電極5側に若干張り出してもよい。また、同図(A)と同図(B)の電極構造を組み合わせてもよい。なお、第2電極62或いはその表面は、帯電泳動粒子4と実質的に同色に着色されていることが好ましい。更に隔壁7或いはその表面は、帯電泳動粒子4と実質的に同色に着色されていることが好ましい。

【0067】

更にまた、同図(C)に示すように、第2電極63を隔壁7近傍ではなく、画素中央部に形成してもよい。この場合は、理想的等方散乱反射層での反射を仮定する場合と比較して、明表示(画素a)時における帯電泳動粒子4の集積する位置に進行する反射光の強度が小さく、それ以外の領域、即ち観察面に進行する反射光の強度が大きくなるように、第1電極5の指向性拡散反射特性を調整する。なお第2電極63或いはその表面は、帯電泳動粒子4と実質的に同色に着色されていることが好ましい。更に隔壁7或いはその表面は、帯電泳動粒子4と実質的に同色に着色されていてもよく、この場合、明表示時において隔壁7に進行する反射光の強度が小さく、それ以外の領域、即ち観察面に進行する反射光の強度が大きくなるように、第1電極5の指向性拡散反射特性を調整する。

30

【0068】

更にまた、第2電極を隔壁7と第2基板2との間に配置してもよい。図4を用いて説明した何れの場合においても、第2電極61、62、63は、それが帯電泳動粒子4を分散させた絶縁性液体3に隣接して配置される場合には、これらと直接接することのないよう、その表面を絶縁性材料で被覆しておくことが好ましい。

40

【0069】

(第2の実施の形態)

図5は、本発明の第2の実施の形態に係るカラー粒子移動型表示装置の一例であるカラー電気泳動表示装置の画素の構成を示す図である。カラー表示を行うようにする場合は、第1の実施の形態(図1)で示した帯電泳動粒子4として所望の色のものを利用する他、帯電泳動粒子4としては実質的に黒色のものを用い、第1電極5が配置された領域を所望

50

の色に着色してもよい。ここで、第 1 電極 5 が配置された領域を着色する方法としては、

- ・ 第 1 電極 5 自体を着色する方法
- ・ 第 1 電極 5 上に更に別途着色層を配置する方法
- ・ 第 1 電極 5 自体またはその上に形成されたホログラム拡散体を用いて特定の波長光のみを選択的に反射する方法
- ・ 鏡面電極と光拡散層を組み合わせる場合には、第 1 電極上に形成された光拡散層を着色する方法

等がある。更には、第 2 基板側に従来公知のカラーフィルタを配置してもよい。

【0070】

図 5 は、赤、緑、青の副画素を二次元配列した画素によりカラー表示を行う電気泳動表示装置の画素の構成を示す図であり、同図に示すように、画素 5 1 は第 1 副画素 5 2、第 2 副画素 5 3、第 3 副画素 5 4 により構成されると共に隣接する副画素境界部には隔壁 7 がそれぞれ形成されている。

【0071】

そして、各副画素 5 2 ~ 5 4 には、それぞれ図 1 の第 1 電極 5 に対応する、指向性拡散反射機能を有する第 1 電極 5 5 ~ 5 7 が形成されている。更に、これらの第 1 電極 5 5 ~ 5 7 の上には半透明の赤色着色層 5 8、緑色着色層 5 9、青色着色層 6 0 が各々に形成されている。

【0072】

更に、図 1 の第 2 電極 6 に対応する電極として、隔壁 7 の表面に第 2 電極 6 4 が形成されている。既に説明したようにその表面を、それが帯電泳動粒子 4 を分散させた絶縁性液体 3 に隣接して配置される場合には、これらと直接接することのないよう、不図示の絶縁性材料で被覆しておくことが好ましい。また、第 2 電極 6 4 自体或いはその表面を、帯電泳動粒子 4 と実質的に同色に着色しておくことが好ましい。

【0073】

これにより、例えば帯電泳動粒子 4 として黒色のものを用いた場合、各副画素内の帯電泳動粒子 4 が各副画素 5 2 ~ 5 4 の第 1 電極 5 5 ~ 5 7 に沿って拡がると、画素として黒色が視認される。

【0074】

一方、帯電泳動粒子 4 を各副画素 5 2 ~ 5 4 の第 2 電極 6 4 上に集積すると、白色として視認される。更に、例えば、同図に示すように第 2 副画素 5 3 及び第 3 副画素 5 4 内の帯電泳動粒子 4 のみを第 1 電極上に堆積させると、赤色が視認される。同様にして、緑色、青色を始め、赤色、緑色、青色の加法混色により様々な色を呈することができる。

【0075】

ここで重要なことは、赤、緑、青の 3 つの互いに異なる着色層 5 8 ~ 6 0 をもつ副画素 5 2 ~ 5 4 を用いた加法混色によるカラー表示を行う電気泳動表示装置においては、画素単位で見ると、他の 2 つの色を完全に吸収する理想的な着色層を用いた場合、各色の光の利用効率が 1 / 3 に低下することである。従って白表示時において、理想的等方散乱の反射板（白色散乱板）の反射率と比較して、原理的に反射率は 1 / 3 に低下する。一方、指向性を有する拡散反射層を用いることによって、主たる観察方向の反射光強度を高めることができるから、この方向から表示を観察した場合には反射率が増大し、紙を用いた印刷表示により近い明るい反射型カラー表示を実現することができる。

【0076】

なお、着色層の色については、赤、緑、青に替えて、シアン、マゼンタ、イエローを組み合わせてもよく、またこれら各色を有する副画素の配置パターンにも、特段の制限はなく、当該分野にて従来公知の様々な配置が利用できることはいうまでもない。

【0077】

なお、第 1 電極 5 5 ~ 5 7 上に着色層 5 8 ~ 6 0 を形成することにより、第 1 電極 5 5 ~ 5 7 から帯電泳動粒子 4 までの距離が長くなり、駆動電圧の上昇や動作時間の増加が発生し得る。このような問題を低減するために、図 3 の構成と同じく、例えば第 1 電極 5 5

10

20

30

40

50

の構成として、図 6 にその一部を示すように、着色層 5 8 上に別途透明電極層 1 1 A を形成してもよい。係る透明電極層 1 1 A は、それが帯電泳動粒子 4 を分散させた絶縁性液体 3 に隣接して配置される場合には、これらと直接接することのないよう、不図示の絶縁性材料でその表面を被覆しておくことが好ましい。図 6 は、第 1 電極 5 5 の場合を示したが、他の第 1 電極 5 6、5 7 についても同様の構成としてよいことはいうまでもない。

【0078】

また、カラー粒子移動型表示装置においても、第 1 の実施の形態で述べた通り、第 2 電極の形状や位置については、図 4 等にした通り、隔壁 7 自体の少なくとも一部、隔壁 7 の内部の少なくとも一部、隔壁 7 と第 1 基板 1 との間、隔壁 7 と第 2 基板 2 との間の何れかまたはこれらの組み合わせにより配置すればよい。

10

【0079】

更にまた、カラー粒子移動型表示装置においても、第 1 の実施の形態で述べた通り、第 2 基板 2 側に更に前方散乱層を配置したり、第 2 電極 5 5 ~ 5 6 を半透過性とし、かつ第 1 基板 1 を実質的に透明な材料とし、かつ第 1 基板 1 の下部にバックライトを配置して、半透過型のカラー粒子移動型表示装置を構成してもよい。

【0080】

(第 3 の実施の形態)

図 7 は、本発明の第 3 の実施の形態に係る粒子移動型表示装置の一例である電気泳動表示装置の隣接する 2 つの画素の構成を示す図であり、同図において、(A) は画素の平面図、(B) は画素の X - Y 断面図である。

20

【0081】

画素の構成は先に図 1 を用いて説明した第 1 の実施の形態と同様の部分については、図 1 と図 7 において同じ符号を用いてあるので、以下、相違点について説明する。

【0082】

図 1 における第 1 電極 5 と異なり、本実施の形態において、第 1 電極 1 5 は図 7 に示すように、画素 a、b の中央部に位置する中央電極部 1 5 A と、隔壁 7 の近傍に位置する隔壁側電極部 1 5 B とにより構成されており、これら中央電極部 1 5 A 及び隔壁側電極部 1 5 B は何れも拡散反射機能を有しているが、後述するように反射特性が異なる。なお、これらの電極表面は、それが帯電泳動粒子 4 を分散させた絶縁性液体 3 に隣接して配置される場合には、これらと直接接することのないよう、不図示の絶縁性材料で被覆しておくことが好ましい。

30

【0083】

同図において、符号 a で示す第 1 画素は、第 2 電極 6 側 (隔壁側) に帯電泳動粒子 4 が集積した状態、言い換えれば隔壁側電極部側に帯電泳動粒子 4 が集積した状態となっており、この状態のとき画素 (閉空間) 中央部に入射される入射光 8 A 及び隔壁側に入射される入射光 8 B は、それぞれ中央電極部 1 5 A 及び隔壁側電極部 1 5 B により反射され、明表示となる。また、符号 b で示す第 2 画素は、第 1 電極 1 5 (中央電極部 1 5 A 及び隔壁側電極部 1 5 B) に沿って帯電泳動粒子 4 が拡散するよう移動した状態であり、この状態のとき入射光 8 C は概ね帯電泳動粒子 4 に吸収され、暗表示となる。

【0084】

40

ここで、本実施の形態において、拡散反射機能を有する第 1 電極 1 5 のうち、中央電極部 1 5 A は反射光の指向性が比較的弱い拡散反射領域を構成しており、隔壁側電極部 1 5 B は、反射光の指向性が比較的強い拡散反射領域を構成している。これにより、第 1 画素 a (明表示) において、中央電極部 1 5 A へ入射した入射光 8 A は、中央電極部 1 5 A の指向性が弱いため、同図に示すように広い範囲に散乱した反射光 9 A となり、広い視野角を維持することができる。また、中央電極部 1 5 A が、比較的広い範囲に反射光が進行するような弱い指向性の拡散反射機能を有していても、隔壁 7 及び帯電泳動粒子 4 の集積している位置から離れているので、これらに進入する反射光の割合を比較的小さく保つことができる。

【0085】

50

一方、隔壁側電極部 1 5 B へ入射した入射光 8 B は、隔壁側電極部 1 5 B の指向性が強いいため、同図に示すように狭い範囲に散乱した反射光 9 B となり、これに伴い隔壁 7 近傍に集積した帯電泳動粒子 4 及び隔壁 7 に進行する反射光 9 B の割合は減少する。これにより、比較的指向性の弱い拡散反射機能を有する電極のみを用いて第 1 電極を構成した場合と比較して、帯電泳動粒子 4 や隔壁 7 により構成される光吸収部における反射光 9 B の吸収割合が減り、画素全体としての反射率が向上する。なお、隔壁 7 またはその表面は、第 1 の実施の形態で既に述べたように、帯電泳動粒子 4 と実質的に同色に着色しておくことが好ましい。

【 0 0 8 6 】

このように、第 1 電極 1 5 を指向性の弱い拡散反射領域を構成する中央電極部 1 5 A と、指向性の強い拡散反射領域を構成する隔壁側電極部 1 5 B の 2 種類の電極部 1 5 A、1 5 B (領域) とによって構成することにより、言い換えれば、画素 a、b の中央部を指向性の弱い拡散反射領域とし、隔壁側を指向性の強い拡散反射領域とすることにより、画素全体としての反射率を比較的広い視野角範囲で向上させることができ、明るい表示が可能となる。

【 0 0 8 7 】

ところで、この拡散反射機能を有する第 1 電極 1 5 における中央電極部 1 5 A 及び隔壁側電極部 1 5 B の製造方法としては、第 1 の実施の形態で説明した第 1 電極 5 を作製する方法が利用できる。

【 0 0 8 8 】

例えば、図 2 に示した拡散反射機能を有する第 1 電極 (拡散反射層) の構成について、同図の (B)、(C) はそれぞれ (A) と比較して指向性が強くなるように設計されたものであるから、例えば、(A) のものを中央電極部 1 5 A に、(B) または (C) のものを隔壁側電極部 1 5 B として利用すれば、指向性の異なる 2 種類の電極部 1 5 A、1 5 B (領域) を形成することができる。

【 0 0 8 9 】

また、同図の (D) や (E) のものを、隔壁側電極部 1 5 B として利用してもよい。これらを用いることにより、隔壁 7 や明表示時の帯電泳動粒子 4 の集積する位置に向かって進行する反射光の割合を低減できる。

【 0 0 9 0 】

本実施の形態の構成を基に、第 2 の実施の形態で説明したような、カラー粒子移動型表示装置を構成することができる。図 8 にその構成を示す。図 5 (第 2 の実施の形態) と比較して、第 1 電極 5 5 ~ 5 7 を、各々、反射光の指向性が比較的弱い拡散反射機能を有する中央電極部 5 5 A ~ 5 7 A と反射光の指向性が比較的強い拡散反射機能を有する隔壁側電極部 5 5 B ~ 5 7 B の組み合わせによる、第 1 電極 5 5 1、5 6 1、5 7 1 に変更した点が異なっている。なお、この場合も第 2 の実施の形態で述べたように、着色層 5 8 ~ 6 0 の上に、更に透明電極を配置してもよい。

【 0 0 9 1 】

また、白黒表示構成、カラー表示構成を問わず、第 1 及び第 2 の実施の形態で既に説明した様々な隔壁及び電極構成の利用が可能であり、また、前方散乱層の使用も可能であり、また第 1 電極を半透光性とし、かつ第 1 基板 1 を実質的に透明とし、かつ第 1 基板 1 の下部にバックライトを配置して、半透過型の粒子移動型表示装置を構成してもよい。

【 0 0 9 2 】

(第 4 の実施の形態)

第 3 の実施の形態では、第 1 電極を 2 種類の拡散反射機能を有するように構成したが、これに限定されることなく、3 種類以上の互いに異なる複数の拡散反射機能を有するように構成してもよい。例えば、図 9 に示すように、第 1 電極 1 6 を、4 種類の異なる指向性の領域を構成する電極部 1 6 A ~ 1 6 D により構成すると共に、これらの電極部 1 6 A ~ 1 6 D を、中央部から隔壁側に向って指向性が強くなるように、つまり、隔壁近傍の電極部 1 6 D の指向性を最も強く、隔壁より最も遠い中央部の電極部 1 6 A の指向性を最も弱

10

20

30

40

50

くなるように、段階的に指向性が変化するように拡散反射機能を実装してもよい。

【0093】

なお、同図では、第1電極16はストライプ状に形成された電極部16A～16Dにより指向性の異なる領域を形成しているが、隔壁7及びノまたは明表示時における帯電泳動粒子4の集積部近傍の拡散反射層の指向性を、それ以外の領域と比べて強くすることができるならば、第1電極16に存在している指向性の異なる拡散反射領域の形は、同心円状や同心の四角形状等の形状としても良い。また、指向性の変化が段階的ではなく、連続的となる構成としてもよい。

【0094】

本実施の形態の構成を基に、第2及び第3の実施の形態で説明したような、カラー粒子移動型表示装置を構成することができる。また、第1及び第2の実施の形態で既に説明した様々な隔壁及び電極構成の利用が可能であり、また、前方散乱層の使用も可能であり、また、第1電極を半透光性とし、かつ第1基板1を実質的に透明とし、かつ第1基板1の下部にバックライトを配置して、半透過型の粒子移動型表示装置を構成してもよい。

【0095】

(第5の実施の形態)

第3及び第4の実施の形態の説明において、隔壁及びノまたは明表示時の帯電泳動粒子集積部近傍の拡散反射層の指向性を、それ以外の領域と比べて強くするよう、例えば、第3の実施の形態において、第1電極15は指向性の弱い拡散反射領域を構成する中央電極部15Aと、指向性の強い領域を構成する隔壁側電極部15Bの2種類の電極部15A、15B(領域)を備えているが、本発明はこれに限られるものではなく、例えば図10に示すように第1電極17の画素中央部に対応する上面には入射光を散乱させるための比較的弱い指向性の拡散反射機能を有する中央電極部17Aを形成すると共に、隔壁7近傍領域の第1電極17の隔壁電極部17Bを、実質的に鏡面(金属反射面)とするようにしてもよい。ここで、図10の符号は第1電極17を除き、図7のそれと一致している。

【0096】

そして、このような構成した場合、図10に示すように、拡散反射機能を有する中央電極部17Aへ入射した光8Dは、同図に示すように広い範囲に散乱した反射光9Dとなり、広い視野角を維持することができる。また、隔壁電極部17Bに入射した光8Eは、反射面が鏡面となっているため、隔壁7近傍に集積した帯電泳動粒子4に進行する割合が小さくなり、反射率が向上する。なお、第1電極17の隔壁電極部17Bを鏡面とした場合、金属感が強く視認されることがあるが、これを緩和するには、既に記したように、第2基板2に前方散乱層を設けるとよい。

【0097】

更には、本実施の形態の構成を基に、第2及び第3の実施の形態で説明したような、カラー粒子移動型表示装置を構成することができる。また、第1及び第2の実施の形態で既に説明した様々な隔壁及び電極構成の利用が可能である。また第1電極17を半透光性とし、かつ第1基板1を実質的に透明とし、かつ第1基板1の下部にバックライトを配置して、半透過型の粒子移動型表示装置を構成してもよい。

【0098】

(第6の実施の形態)

図11は、本発明の第6の実施の形態に係る粒子移動型表示装置の一例である電気泳動表示装置の明表示状態にある画素の断面構成を示す図である。第3の実施の形態では、指向性に関して、第1電極を2種類の拡散反射機能を有するように構成したが、本実施の形態で示すように反射強度の角度依存に関する対称性を変化させてもよい。以下、第3の実施の形態(図7)との相違点について説明する。

【0099】

図7における第1電極15に代えて、本実施の形態における第1電極18は、画素の中央部に位置する中央電極部18Aと、隔壁7及び帯電泳動粒子4の集積部の近傍に位置する隔壁側電極部18B及び18Cとにより構成されている。これらの電極間で、反射強度

10

20

30

40

50

の角度依存に関する対称性が異なるように指向性が設計されている。なお、第1電極18の表面は、それが帯電泳動粒子4を分散させた絶縁性液体3に隣接して配置される場合には、これらと直接接することのないよう、不図示の絶縁性材料で被覆しておくことが好ましい。

【0100】

図11において、基板面に平行な観察面の法線方向からの入射光8G~8Iに対する反射光9G~9Iの強度の角度依存に関して、隔壁側電極部18B及び18Cでは、前記法線方向に対して非対称な分布(9H、9I)をとっており、かつ各々画素中央部方向に偏っている。これにより、隔壁7や帯電泳動粒子4が集積する位置に進行する反射光の割合が減り、明るい反射型表示を得ることができる。このような非対称の反射強度の分布をとるための反射層構造としては、例えば、図2(E)で示した構造などを用いればよい。一方、中央電極部18Aにおいては、これまで述べてきた各実施の形態における反射特性同様の前記法線方向に対して対称的な角度分布(9G)をとればよく、視野角特性の向上に寄与する。

【0101】

本実施の形態で示した反射光強度の角度分布の対称性の変化を、2種類の反射層ではなく、第4の実施の形態で述べた構造と同じく、3種以上の反射層を組合わせて段階的、連続的に変化させてもよい。

【0102】

更には、本実施の形態の構成を基に、第2及び第3の実施の形態で説明したような、カラー粒子移動型表示装置を構成してもよい。また、第1及び第2の実施の形態で既に説明した様々な隔壁及び電極構成の利用が可能である。また第1電極18を半透光性とし、かつ第1基板1を実質的に透明とし、かつ第1基板1の下部にバックライトを配置して、半透過型の粒子移動型表示装置を構成してもよい。

【0103】

(第7の実施の形態)

図12は、本発明の第7の実施の形態に係る粒子移動型表示装置の一例である電気泳動表示装置の明表示状態にある画素の断面構成を示す図である。第1~第6の実施の形態においては、何れの第1電極も実質的に第1基板1表面に対して実質的に平行に形成されていたが、画素中央部から隔壁7に向けて、上り方向に傾斜させてもよい。以下、第3の実施の形態(図7)との相違点について説明する。

【0104】

図7における第1電極15に代えて、本実施の形態における第1電極19は、画素の中央部に位置する中央電極部19Aと、隔壁7及び帯電泳動粒子4の集積部の近傍に位置する隔壁側に向けて上り勾配を有する傾斜電極部19B及び19Cとにより構成されている。なお、第1電極19の表面は、それが帯電泳動粒子4を分散させた絶縁性液体3に隣接して配置される場合には、これらと直接接することのないよう、不図示の絶縁性材料で被覆しておくことが好ましい。

【0105】

図12において、基板面に平行な観察面の法線方向からの入射光8J~8Lに対する反射光9J~9Lに関して、傾斜電極部19B及び19Cでは、隔壁7や帯電泳動粒子4の集積部に進行する反射光の割合が減り、明るい反射型表示を得ることができる。傾斜電極部19B及び19Cにおける反射特性について、中央電極部19Aと同じ反射特性(観察面法線方向からの入射光に対する反射光強度の角度分布が対称形)を有する材料を傾斜配置するだけでもよいが、既に説明してきたように、中央電極部と比較して、その指向性を強めたり、非対称性を強めたりしてもよい。また鏡面としてもよい。

【0106】

更には、本実施の形態の構成を基に、第2及び第3の実施の形態で説明したような、カラー粒子移動型表示装置を構成してもよい。また、第1及び第2の実施の形態で既に説明した様々な隔壁及び電極構成の利用が可能である。また第1電極19を半透光性とし、か

つ第1基板1を実質的に透明とし、かつ第1基板1の下部にバックライトを配置して、半透過型の粒子移動型表示装置を構成してもよい。

【0107】

次に、これまで説明した実施の形態の実施例及び比較例について説明する。

【0108】

(実施例1)

本実施例では図7に示す構造の電気泳動表示装置を作製する。ここで、一つの画素a、bの大きさは $100\mu\text{m} \times 100\mu\text{m}$ とし、第1基板1には厚さ 1.1mm のガラス基板を用い、画素a、bの境界部分には隔壁7を配置する。そして、この隔壁7の幅を $5\mu\text{m}$ とし、高さを $18\mu\text{m}$ とする。また、第1電極15は各画素a、bの中央部分に配置し、幅 $90\mu\text{m}$ 、厚さ $0.1\mu\text{m}$ とする。その内の中央部、幅 $75\mu\text{m}$ 角の領域を中央電極部15A、その周囲の領域を、隔壁電極部15Bと設定する。更に、第2電極6は画素境界部分(隔壁7と第1基板1との間)に配置し、幅 $5\mu\text{m}$ 、厚さ $0.1\mu\text{m}$ とする。

【0109】

次に、本実施例に係る電気泳動表示装置の製造方法について説明する。

【0110】

まず、第1基板1に凹凸層10を形成するための感光性樹脂(図2参照)(商品名:OMR83-20Cp、東京応化製)を厚さ $1.2\mu\text{m}$ となるように塗布する。この後、フォトリソグラフィ及びウェット現像により、第1電極15の中央電極部15Aの領域は、1つの画素に対する感光性樹脂の割合が50%になるように、また、隔壁側電極部15Bの領域は、1つの画素に対する感光性樹脂の割合が30%になるように凸部をパターンニング形成し、更にこの後、120℃で30分熱処理する。

【0111】

次に、凹凸層10を形成した第1基板1に金属層11(図2参照)としてアルミニウムを厚さ 150nm で成膜し、引き続き、フォトリソグラフィ及びウェットエッチングによりパターンニングして中央電極部15A及び隔壁側電極部15Bを形成する。

【0112】

引き続き、絶縁性の樹脂(アクリル樹脂)を第1電極15を形成した第1基板1上に塗布し、熱処理を行う。次に、チタンを成膜し、フォトリソグラフィ及びドライエッチングによりパターンニングを行い、第2電極6を形成する。次に、感光性エポキシ樹脂を塗布し、露光及びウェット現像を行うことによって隔壁7を形成する。次に、ブラックマトリクス材料を塗布し、フォトリソグラフィ及びウェットエッチングによりパターンニングを行い、第1電極15上のブラックマトリクス層を除去する。

【0113】

そして、この隔壁7と第1基板1及び第2基板2によって形成される区画(閉空間)に絶縁性液体3及び帯電泳動粒子4を内包する。ここで、絶縁性液体3にはイソパラフィン(商品名:アイソパー、エクソン社製)を用い、帯電泳動粒子4には粒径 $1\sim 2\mu\text{m}$ 程度のカーボンブラックを含有したポリスチレン-ポリメチルメタクリレート共重合樹脂を使用する。なお、イソパラフィンには、荷電性制御としてコハク酸イミド(商品名:OLOA1200、シェブロン社製)を含有させる。

【0114】

一方、第2基板2に紫外線硬化性樹脂層(封止層)を塗布する。なお、この第2基板2には、厚さ $25\mu\text{m}$ のポリエチレンテレフタレートを用い、硬化性樹脂層の材質は、ポリエチレングリコールメタクリレートを主成分とする混合物とする。

【0115】

そして、硬化性樹脂層が絶縁性液体3に接触するように押し付け紫外線を照射し、紫外線硬化性樹脂層を硬化させるとともに、隔壁7と第2基板2とを接着する。これに不図示の電圧印加回路を接続して表示装置とする。

【0116】

次に、このようにして作製される電気泳動表示装置の第1電極15に $+30\text{V}$ の駆動電

10

20

30

40

50

圧を印加し、第2電極6に0Vの駆動電圧を印加する。もしくは第1電極15に-30Vの駆動電圧を印加し、第2電極6に0Vの駆動電圧を印加する。電圧の印加時間を100msとすると、帯電泳動粒子4は残ることなく移動し、良好な駆動を得る。

【0117】

また、観察面の法線方向から30°の位置から光を入射する時の、0°（法線）方向における反射率は約60%となり、良好なコントラストが得られる。

【0118】

（実施例2）

本実施例では図9に示す構造の電気泳動表示装置を作製する。ここで、第1電極16は4種類の反射特性を備えた指向性反射層とし、同図の電極部16Aの領域は、1つの画素に対する感光性樹脂の割合が50%になるように、電極部16Bの領域は、同様に40%になるように、電極部16Cの領域は、同様に30%になるように、電極部16Dの領域は、同様に20%になるように、パターンニングする。また、第2電極6は画素の対峙する2辺にのみ配置する。これら以外は、実施例1と同様に作製する。

【0119】

次に、このようにして作製される電気泳動表示装置の第1電極16に+30Vの駆動電圧を印加し、第2電極6に0Vの駆動電圧を印加する。もしくは第1電極16に-30Vの駆動電圧を印加し、第2電極6に0Vの駆動電圧を印加する。電圧の印加時間を100msとすると、帯電泳動粒子4は残ることなく移動し、良好な駆動を得る。

【0120】

また、観察面の法線方向から30°の位置から光を入射する時の、0°（法線）方向における反射率は約60%となり、良好なコントラストが得られる。

【0121】

（実施例3）

本実施例では図10に示す構造の電気泳動表示装置を作製する。ここで、第1基板2には厚さ1.1mmのガラス基板を用い、画素の境界部分には隔壁7を配置すると共に隔壁3の幅を5μmとし、高さを18μmとする。

【0122】

まず、反射層を兼ねる第1電極17を各画素の中央に、アルミニウムで幅90μm、厚さ0.1μmに形成する。更に、第1電極17上、画素中央部に幅60μm×60μmの大きさに、酸化チタン微粒子を含有したアクリル樹脂からなる光拡散層を形成し、拡散反射機能を有する中央電極部17Aを形成する。引き続き、絶縁性の樹脂（アクリル樹脂）を第1電極17と光拡散層を形成した第1基板1上に塗布し、熱処理を行う。

【0123】

更に、第2電極6を画素境界部分（隔壁7と第1基板1との間）に酸化クロムを用いて幅5μm、高さ5μmに形成する。更にその上に、感光性エポキシ樹脂を塗布し、露光及びウェット現像を行うことによって黒色の隔壁7を形成する。次に、ブラックマトリクス材料を塗布し、フォトリソグラフィ及びウェットエッチングによりパターンニングを行い、第1電極17上のブラックマトリクス層を除去する。また、第2基板2には、ヘイズ値50%の前方散乱層を用いる。これら以外は、実施例1と同様に作製する。

【0124】

次に、このようにして作製される電気泳動表示装置の第1電極17に+30Vの駆動電圧を印加し、第2電極6に0Vの駆動電圧を印加する。もしくは第1電極17に-30Vの駆動電圧を印加し、第2電極6に0Vの駆動電圧を印加する。電圧の印加時間を100msとすると、帯電泳動粒子4は残ることなく移動し、良好な駆動を得る。

【0125】

また、観察面の法線方向から30°の位置から光を入射する時の、0°（法線）方向における反射率は約60%となり、良好なコントラストが得られる。

【0126】

（実施例4）

10

20

30

40

50

本実施例では図 1 2 に示す構造の電気泳動表示装置を作製する。ここで、中央電極部 1 9 A を幅 $60\ \mu\text{m} \times 60\ \mu\text{m}$ に形成する共に、鏡面を有する傾斜電極部 1 9 B、1 9 C を第 1 基板 1 に対して傾斜を持たせるように構成する。これら以外は、実施例 3 と同様に作製する。

【 0 1 2 7 】

次に、このようにして作製される電気泳動表示装置の第 1 電極 1 9 に + 3 0 V の駆動電圧を印加し、第 2 電極 6 に 0 V の駆動電圧を印加する。もしくは第 1 電極 1 9 に - 3 0 V の駆動電圧を印加し、第 2 電極 6 に 0 V の駆動電圧を印加する。電圧の印加時間を 1 0 0 m s とすると、帯電泳動粒子 4 は残ることなく移動し、良好な駆動を得る。

【 0 1 2 8 】

観察面の法線方向の 30° から光を入射する時の、 0° 方向における反射率は約 6 0 % となり、良好なコントラストが得られる。

【 0 1 2 9 】

また、観察面の法線方向から 30° の位置から光を入射する時の、 0° (法線) 方向における反射率は約 6 0 % となり、良好なコントラストが得られる。

【 0 1 3 0 】

(比較例)

本比較例では図 1 3 に示す構造の従来の電気泳動表示装置を作製する。第 1 基板 1 上に感光性樹脂をパターニングせず、A 1 を厚さ 1 5 0 n m で成膜し、フォトリソグラフィ及びウェットエッチングによりパターニングして第 1 電極 2 5 を形成する。第 1 電極 2 5 は反射層を兼ね、第 1 電極 2 5 と絶縁性液体 3 の間に等方散乱層 1 2 を配置する。これ以降の工程は、実施例 1 と同様に作製する。

【 0 1 3 1 】

次に、このようにして作製される電気泳動表示装置の第 1 電極 2 5 に + 3 0 V の駆動電圧を印加し、第 2 電極 2 6 に 0 V の駆動電圧を印加する。もしくは第 1 電極 2 5 に - 3 0 V の駆動電圧を印加し、第 2 電極 2 6 に 0 V の駆動電圧を印加する。電圧の印加時間を 1 0 0 m s とすると、帯電泳動粒子 4 は残ることなく移動し、良好な駆動を得る。

【 0 1 3 2 】

しかしながら、観察面の法線方向の 30° から光を入射する時の、 0° 方向における反射率は約 4 0 % となる。

【 0 1 3 3 】

これら各実施例及び比較例から明らかなように、第 1 電極 1 5、1 6、1 7 の、帯電泳動粒子 4 を集積させる隔壁側近傍領域における反射光の指向性を、第 1 電極 1 5、1 6、1 7 の他の領域の指向性よりも強くし、隔壁側に集積した帯電泳動粒子 4 及び隔壁 7 に向う反射光を減少させることにより、明表示時、隔壁側に集積した帯電泳動粒子 4 に反射光が吸収し難くすることができる。これにより、反射率を向上させることができ、明るい表示が可能となる。

【 0 1 3 4 】

なお、これまでの説明において、絶縁性液体 3 と帯電泳動粒子 4 を隔壁 7 と第 1 基板 1 及び第 2 基板 2 によって形成された閉空間に内包させるようにした場合について述べてきたが、本発明は、これに限らず、絶縁性液体 3 と帯電泳動粒子 4 は、マイクロカプセル内に充填した状態で各画素に配置させてもよく、その場合、マイクロカプセルは 1 個以上、各画素に配置される。また、帯電泳動粒子 4 としては、1 種類 (1 色) のものを用いたが、複数の種類 (色) のものを用いても良い。

【 0 1 3 5 】

更に、これまでの説明においては、粒子移動型表示装置の一例として電気泳動表示装置について説明を行なったが、本発明は、これに限らず分散液体を用いず、粒子を気体中で移動させてコントラストを発生させる、いわゆるトナーディスプレイと呼ばれる乾式の表示装置や、液晶中に分散させた粒子を移動させてコントラストを発生させる微粒子分散型表示装置など、粒子を移動させることにより、反射層における入射光の反射条件を、変化

10

20

30

40

50

させ、少なくとも明暗二つの表示状態を形成する表示装置であれば、広く応用することができる。

【 0 1 3 6 】

また更に、これまでの説明においては、複数の粒子を反射層の端部側に集積させるようにした場合について述べてきたが、本発明はこれに限らず、例えば反射層の中央部（画素中央部）に粒子を集積させても良い。また、粒子が集積する粒子位置を観察側基板としても良い。そして、このように粒子を集積させた場合、粒子集積部の近傍領域における反射光の指向性を、反射層の他の領域の指向性よりも強くするように構成する。

【 0 1 3 7 】

また更に、これまで説明した構成を組合わせてなる粒子移動型表示装置としても、明るい反射型或いは半透過型の表示装置を構成できる。

【 0 1 3 8 】

また更に、これまで説明した構成の画素を複数個規則的に２次元状に配列し、例えば、ＴＦＴ等の駆動回路と組み合わせて表示装置を構成してもよい。その場合、ＴＦＴのソース電極またはドレイン電極と本発明の表示装置の第１電極とを電氣的に接続する必要がある場合もあるが、その場合、必要に応じて反射層の一部を貫通する導電性ビアを形成して接続を行なってもよい。

【図面の簡単な説明】

【 0 1 3 9 】

【図１】本発明の第１の実施の形態に係る粒子移動型表示装置の一例である電気泳動表示装置の隣接する２つの画素の構成を示す図。

【図２】上記電気泳動表示装置に設けられた拡散反射機能を有する第１電極の形成方法及び指向性を付与するための構造を説明する図。

【図３】上記電気泳動表示装置を半透過型表示装置として用いる場合の第１基板及び第１電極近傍の構成を示す図。

【図４】上記電気泳動表示装置の隔壁及び第２電極の構成を示す図。

【図５】本発明の第２の実施の形態に係る粒子移動型表示装置の一例であるカラー電気泳動表示装置の画素の構成を示す図。

【図６】上記カラー電気泳動表示装置を構成する副画素における、第１電極及び着色層近傍の構成を示す図。

【図７】本発明の第３の実施の形態に係る粒子移動型表示装置の一例である電気泳動表示装置の隣接する２つの画素の構成を示す図。

【図８】本発明の第３の実施の形態に係る粒子移動型表示装置の一例であるカラー電気泳動表示装置の画素の構成を示す図。

【図９】本発明の第４の実施の形態に係る粒子移動型表示装置の一例である電気泳動表示装置の画素の構成を示す図。

【図１０】本発明の第５の実施の形態に係る粒子移動型表示装置の一例である電気泳動表示装置の隣接する２つの画素の構成を示す図。

【図１１】本発明の第６の実施の形態に係る粒子移動型表示装置の一例である電気泳動表示装置の画素の構成を示す図。

【図１２】本発明の第７の実施の形態に係る粒子移動型表示装置の一例である電気泳動表示装置の画素の構成を示す図。

【図１３】従来の電気泳動表示装置の一例を説明するための図。

【符号の説明】

【 0 1 4 0 】

- | | |
|-----|-------|
| 1 | 第１基板 |
| 1 A | 第１基板 |
| 2 | 第２基板 |
| 2 A | 第２基板 |
| 3 | 絶縁性液体 |

10

20

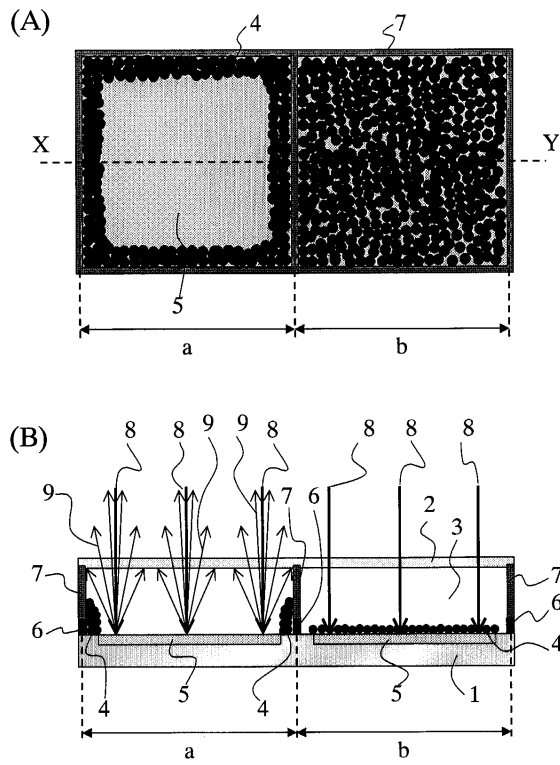
30

40

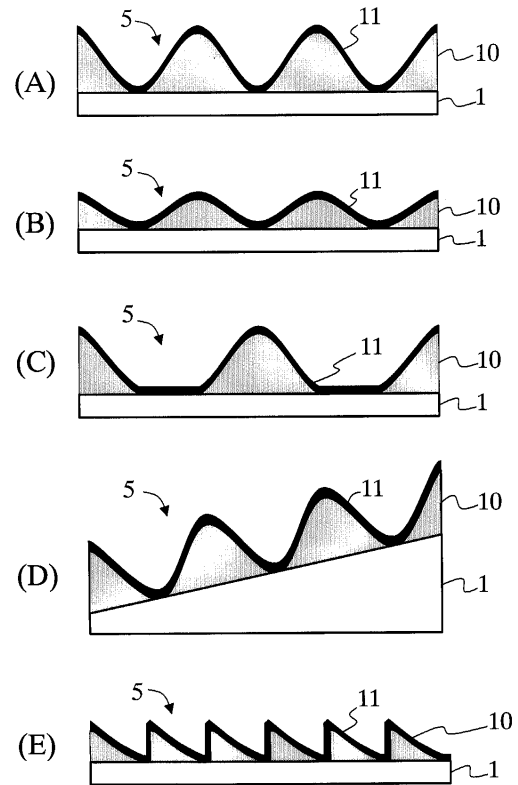
50

4	帯電泳動粒子	
5	第1電極	
5 A	中央電極部	
5 B	隔壁側電極部	
6	第2電極	
7	隔壁	
7 A	隔壁	
8	入射光	
9	反射光	
1 0	凹凸層	10
1 1	金属反射層	
1 1 A	透明電極	
1 2	等方散乱層	
1 3	光吸収部	
1 5	第1電極	
1 5 A	中央電極部	
1 5 B	隔壁電極部	
1 6	第1電極	
1 7	第1電極	
1 7 A	中央電極部	20
1 7 B	隔壁電極部	
1 8	第1電極	
1 8 A	中央電極部	
1 8 B、1 8 C	隔壁電極部	
1 9	第1電極	
1 9 A	中央電極部	
1 9 B、1 9 C	傾斜電極部	
2 5	第1電極	
2 6	第2電極	
3 0	第1電極	30
3 0 a	隔壁近傍部分	
3 1	バックライト	
3 3、3 4	入射光	
3 3 a、3 4 a	反射光	
5 1	画素	
5 2、5 3、5 4	副画素	
5 5、5 6、5 7	第1電極	
5 5 A、5 6 A、5 7 A	中央電極部	
5 5 B、5 6 B、5 7 B	隔壁電極部	
5 8、5 9、6 0	着色層	40
6 1、6 2、6 3	第2電極	
5 5 1、5 6 1、5 7 1	副画素	

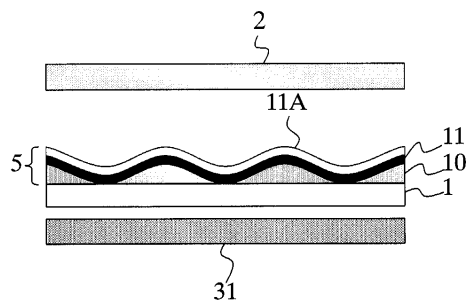
【図 1】



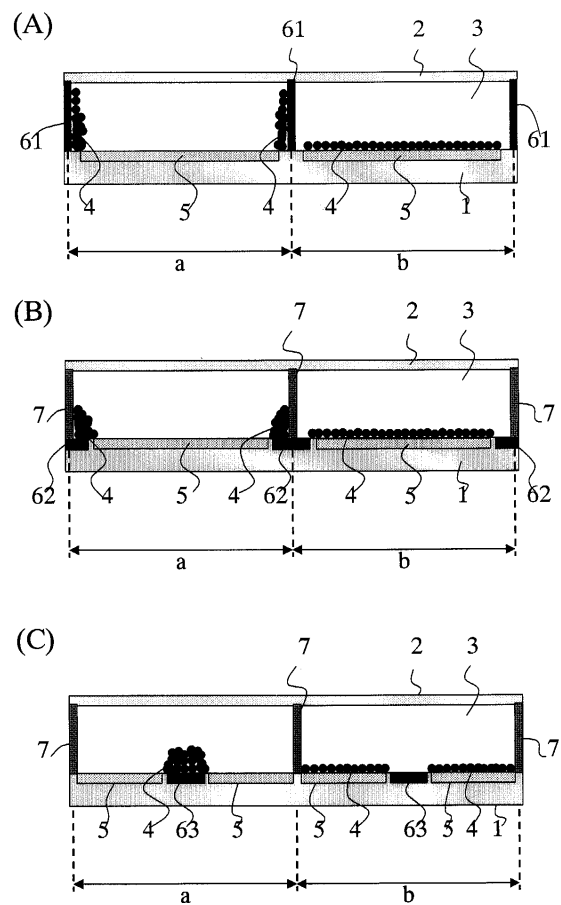
【図 2】



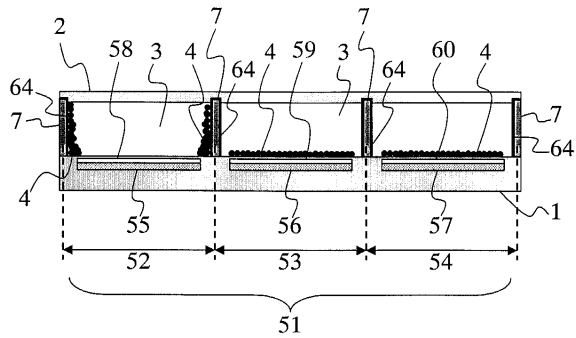
【図 3】



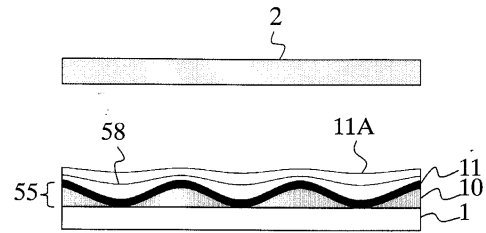
【図 4】



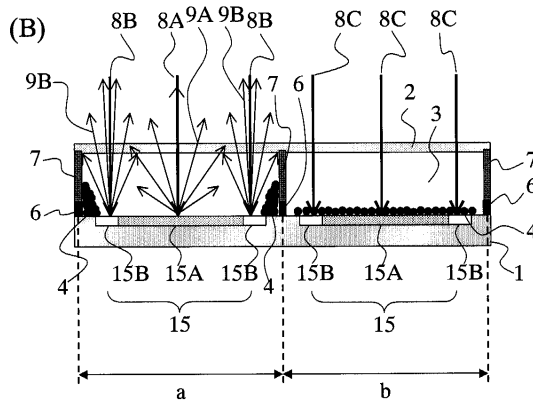
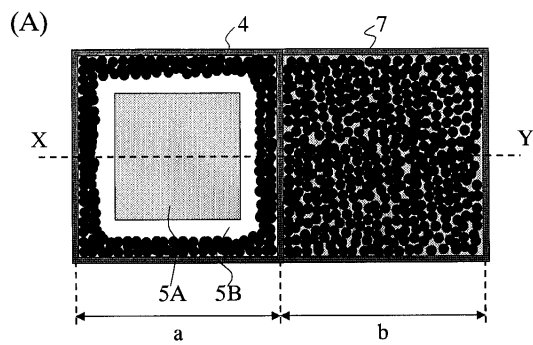
【図 5】



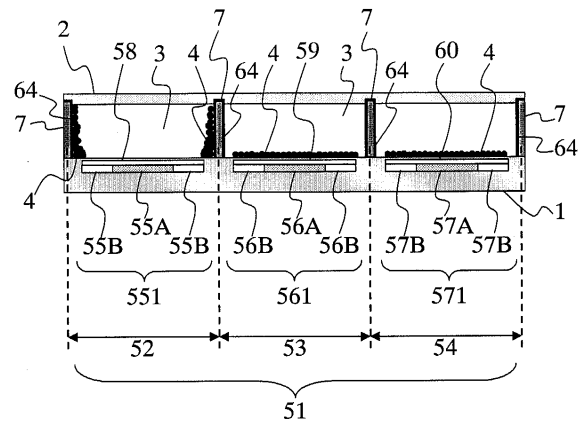
【図 6】



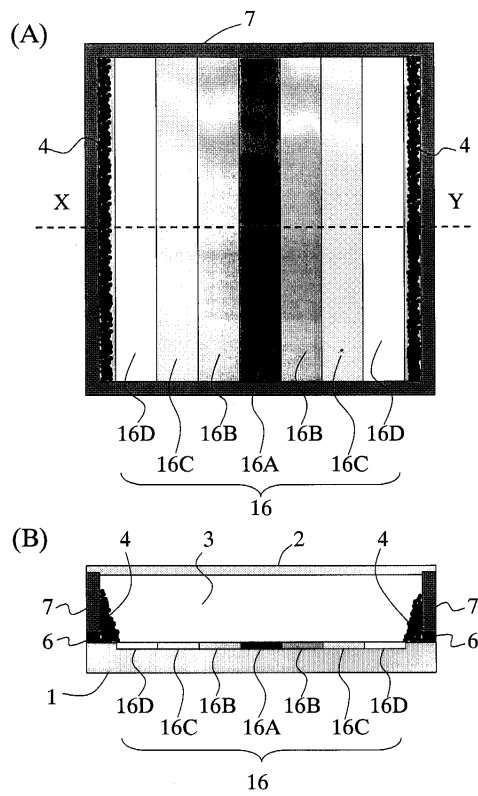
【図 7】



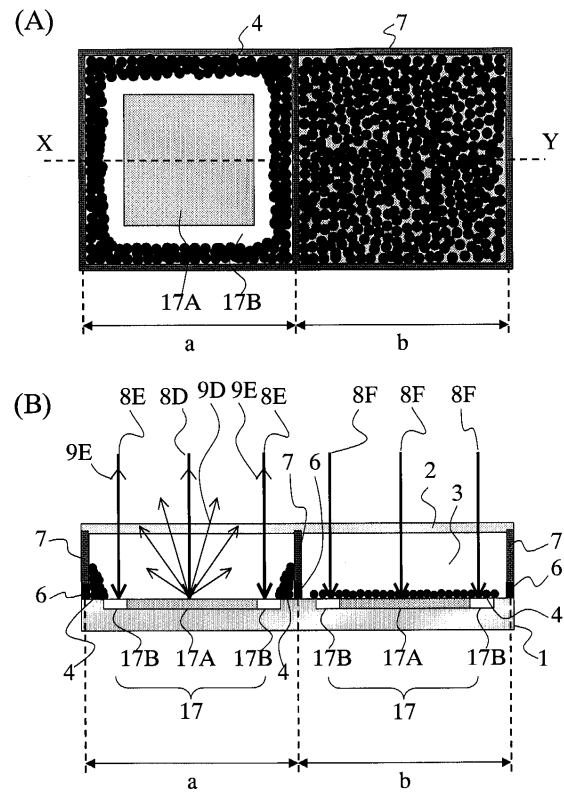
【図 8】



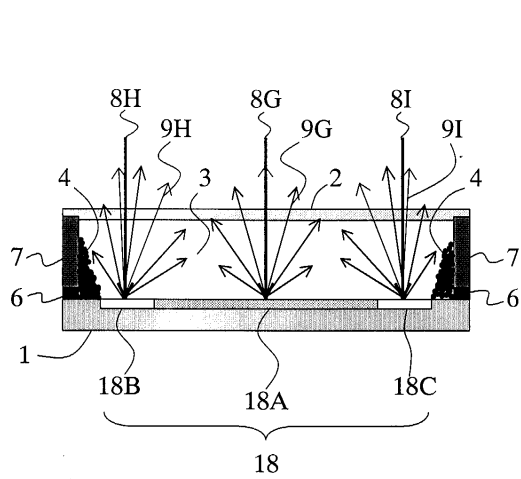
【図 9】



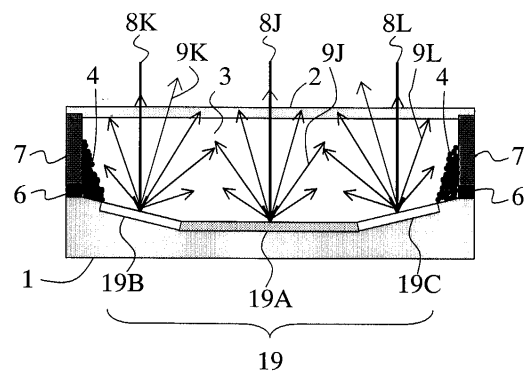
【図 10】



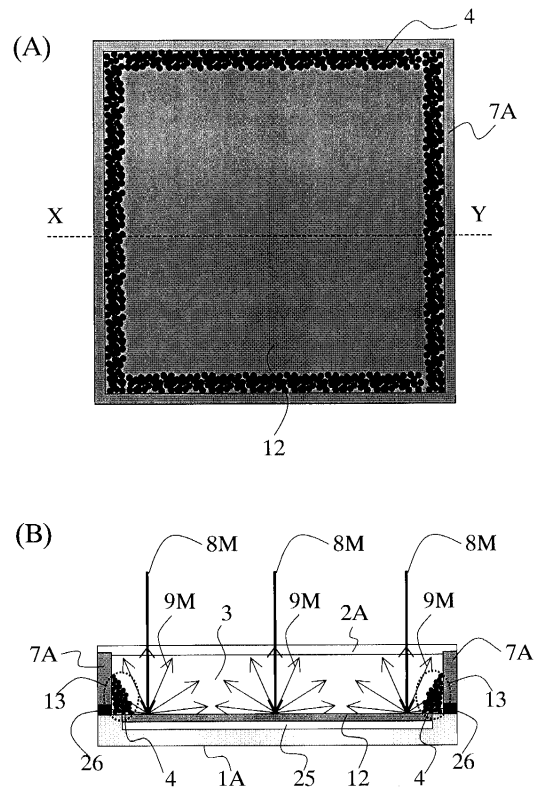
【図 11】



【図 12】



【図 13】



フロントページの続き

- (72)発明者 遠藤 太郎
東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内
- (72)発明者 永山 耕平
東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内
- (72)発明者 貴志 悦朗
東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内

審査官 高松 大

- (56)参考文献 特開2003-161966(JP,A)
特開2003-075987(JP,A)
特開2002-062847(JP,A)
特開2001-188263(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G02F 1/167