

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2008-521065

(P2008-521065A)

(43) 公表日 平成20年6月19日(2008.6.19)

(51) Int.Cl.

G02F 1/167 (2006.01)

F 1

G02F 1/167

テーマコード (参考)

審査請求 有 予備審査請求 未請求 (全 31 頁)

(21) 出願番号	特願2007-543627 (P2007-543627)
(86) (22) 出願日	平成18年1月26日 (2006.1.26)
(85) 翻訳文提出日	平成19年5月17日 (2007.5.17)
(86) 國際出願番号	PCT/US2006/002670
(87) 國際公開番号	W02006/081305
(87) 國際公開日	平成18年8月3日 (2006.8.3)
(31) 優先権主張番号	60/593,570
(32) 優先日	平成17年1月26日 (2005.1.26)
(33) 優先権主張国	米国(US)
(31) 優先権主張番号	60/593,674
(32) 優先日	平成17年2月4日 (2005.2.4)
(33) 優先権主張国	米国(US)

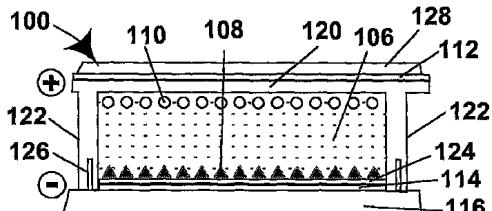
(71) 出願人	500080214 イー インク コーポレイション アメリカ合衆国 マサチューセッツ O2 138, ケンブリッジ, コンコード アベニュー 733
(74) 代理人	100078282 弁理士 山本 秀策
(74) 代理人	100062409 弁理士 安村 高明
(74) 代理人	100113413 弁理士 森下 夏樹
(72) 発明者	ホワイトサイズ, トマス エイチ. アメリカ合衆国 マサチューセッツ O2 144, サマービル, ウィロー アベ ニュー 183

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】ガス状流体を用いる電気泳動ディスプレイ

(57) 【要約】

デュアル粒子の横移動ディスプレイ(100)の1つのセルは、正の極性に摩擦電気的に帶電され得る黒い粒子(108)と、負の極性に電気的に帶電され得る白い粒子(110)とを含むガス(106)を備える電気泳動媒体を使用する。ディスプレイ(100)は、着色された誘電体の層(124)により覆われたピクセル電極(114)を保有する後部の基板(116)と、連続的で透明な前部電極(112)、および前部電極(112)の機械的な保護を有する透明な前部保護シート(128)を提供される透明な前部基板(120)とを備える。側壁(122)は前部および後部の基板(120および116)の間に延び、ガス(106)および粒子(108および110)が閉じ込められる微小セルを定義する。



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

少なくとも 1 つが透明な、1 対の向かい合う基板と、該基板の間に封じられた複数の粒子およびガスと、該粒子を該基板の間を移動させるために、該基板にわたって電場を印加する手段とを備える、電気泳動ディスプレイであって、該ガスと接する水分吸収コンパウンドによって特徴付けられる、ディスプレイ。

【請求項 2】

前記水分吸収コンパウンドは、アルカリ土類金属、およびアルカリ土類金属の酸化物、アルカリ土類金属の炭酸塩、またはアルカリ土類金属の硫酸塩の内の少なくとも 1 つを備える、請求項 1 に記載の電気泳動ディスプレイ。

10

【請求項 3】

前記水分吸収コンパウンドは、炭酸カルシウム、硫酸マグネシウム、硫酸ナトリウム、酸化カルシウムおよびアルミナの内の少なくとも 1 つを備える、請求項 1 に記載の電気泳動ディスプレイ。

【請求項 4】

前記水分吸収コンパウンドは、前記ガスと接する壁に組み込まれる、請求項 1 に記載の電気泳動ディスプレイ。

【請求項 5】

請求項 4 に記載の電気泳動ディスプレイであって、該ディスプレイは複数のセル壁を備え、該複数のセル壁は、前記 2 つの基板の間に延びかつ複数の空洞を定義し、該空洞内に前記ガスおよび前記粒子は限定され、前記水分吸収コンパウンドは、該セル壁内に組み込まれている、ディスプレイ。

20

【請求項 6】

少なくとも 1 つが透明な、1 対の向かい合う基板と、該基板の間に封じられた、複数の少なくとも 1 つのタイプの粒子およびガスと、該粒子を該基板の間を移動させるために、該基板にわたって電場を印加するための手段とを備える、電気泳動ディスプレイであって、該少なくとも 1 つのタイプの粒子の機械的な振動および摩擦帶電を引き起こすための振動誘起手段によって特徴付けられる、ディスプレイ。

【請求項 7】

少なくとも 1 つが透明な、1 対の向かい合う基板と、該基板の間に封じられた、複数の少なくとも 1 つのタイプの粒子およびガスと、該粒子を該基板の間を移動させるために、該基板にわたって電場を印加するための手段とを備える、電気泳動ディスプレイであって、該ガスと接し $10^{-7} \sim 10^{-1}$ ohm cm の範囲の体積抵抗率を有する、少なくとも 1 つの壁によって特徴付けられるディスプレイ。

30

【請求項 8】

電気泳動ディスプレイにおいて粒子を帯電する方法であって、該ディスプレイは、少なくとも 1 つが透明な、1 対の向かい合う基板と、電気摩擦的に帯電することが可能な複数の第 1 のタイプの粒子と、ガスとを備え、該ディスプレイは、該第 1 のタイプの粒子よりも大きな分極率を有する複数の第 2 のタイプの粒子によって特徴付けられ、該第 1 および第 2 のタイプの粒子は、該基板の間に封じられており、該方法は、該基板の間に不均一な電場を印加することと、それにより該第 2 のタイプの粒子の誘電泳動的な移動、および結果として生じる該第 1 のタイプの粒子の摩擦電気的な帯電を引き起こすことと、を包含する、方法。

40

【請求項 9】

少なくとも 1 つが透明な、1 対の向かい合う基板と、該基板の間に封じられた、複数の第 1 のタイプの粒子およびガスと、該第 1 のタイプの粒子を該基板の間を移動させるために、該基板にわたって電場を印加するための手段とを備える、電気泳動ディスプレイであって、該第 1 のタイプの粒子の摩擦電気的な帯電を増加させるために効果的な、複数の第 2 のタイプの粒子によって特徴付けられる、ディスプレイ。

【請求項 10】

50

少なくとも1つが透明な、1対の向かい合う基板と、該基板の間に封じられた、複数の粒子およびガスと、該粒子を該基板の間を移動させるために、該基板にわたって電場を印加するための手段とを備える、電気泳動ディスプレイであって、該粒子が、シリカおよび/またはアルミナによって被覆されたチタニアを備えるという点で特徴付けられる、ディスプレイ。

【請求項11】

少なくとも1つが透明な、1対の向かい合う基板と、該基板の間に封じられた、複数の粒子およびガスと、該粒子を該基板の間を移動させるために、該基板にわたって電場を印加するための手段とを備える、電気泳動ディスプレイであって、該粒子が、高分子化合物のコーティングを有するカーボンブラックを備えるという点で特徴付けられる、ディスプレイ。

10

【請求項12】

少なくとも1つが透明な、1対の向かい合う基板と、該基板の間に封じられた、複数の粒子およびガスと、該粒子を該基板の間を移動させるために、該基板にわたって電場を印加するための手段とを備える、電気泳動ディスプレイであって、該透明な基板が、該透明な基板を通過する紫外線放射の伝達を低減するためのコーティングを提供されるという点で特徴付けられる、ディスプレイ。

【請求項13】

少なくとも1つが透明な、1対の向かい合う基板と、該基板の間に封じられた、複数の粒子およびガスと、該粒子を該基板の間を移動させるために、該基板にわたって電場を印加するための手段とを備える、電気泳動ディスプレイであって、少なくとも一部の該粒子が紫外線放射を吸収するために配置されるという点で特徴付けられる、ディスプレイ。

20

【請求項14】

少なくとも1つが透明な、1対の向かい合う基板と、該基板の間に封じられた、複数の粒子およびガスと、該粒子を該基板の間を移動させるために、該基板にわたって電場を印加するための手段とを備える、電気泳動ディスプレイであって、該ガスが該粒子から電子を受け取り、または該粒子に電子を供与できるという点で特徴付けられる、ディスプレイ。

【請求項15】

少なくとも1つが透明で画面を形成する、1対の向かい合う基板と、該基板の間に複数の空洞を定義するセル壁と、該空洞に封じられた複数の粒子およびガスと、該粒子を該基板の間を移動させるために、該基板にわたって電場を印加するための手段とを備える、電気泳動ディスプレイであって、電場を印加するための該手段は、該第1の光学的状態に対して該粒子を駆動するために配置され、第1の光学的状態において少なくとも一部の該粒子が、画面が第1の光学的特性をディスプレイするように該画面に近接して位置し、第2の光学的状態に対して該粒子を駆動するために配置され、該第2の光学的状態において該粒子が、光が空洞を通過し得、該画面が該第1の光学的特性とは異なる第2の光学的特性をディスプレイするように、セル壁に近接して配置されるという点で特徴付けられる、ディスプレイ。

30

【請求項16】

請求項15に記載の電気泳動ディスプレイであって、電場を印加するための前記手段は、前記粒子が誘電泳動力によって前記セル壁に移動させられるために、不均一な電場を印加するために配置される、ディスプレイ。

40

【請求項17】

請求項15に記載の電気泳動ディスプレイであって、電場を印加するための前記手段は、前記セル壁に近接した前記粒子を移動するための、該セル壁に、または該セル壁に近接して配置される電極を備える、ディスプレイ。

【請求項18】

請求項15に記載の電気泳動ディスプレイであって、前記粒子は、第1の極性の電荷に帶電されることが可能で、前記第1の光学的特性を有する複数の第1のタイプの粒子と、該第1の極性とは逆の第2の極性の電荷に帶電されることが可能な複数の第2のタイプの粒

50

子と、を含み、該第2のタイプの粒子は、該第1および第2の光学的特性とは異なる第3の光学的特性を有す、ディスプレイ。

【請求項19】

電気泳動ディスプレイであって、少なくとも1つが透明な、1対の向かい合う基板と、該基板の間に封じられた、複数の粒子およびガスと、該粒子を該基板の間を移動させるために、該基板にわたって電場を印加するための手段とを備えており、該粒子は、第1の極性の電荷に帯電されることが可能な複数の第1のタイプの粒子と、該第1の極性とは逆の第2の極性の電荷に帯電されることが可能な複数の第2のタイプの粒子とを備えており、該ディスプレイは、該第2のタイプの粒子上の該電荷は、大きさにおいて、該第1のタイプの粒子上の該電荷よりも小さいことにより特徴付けられ、該第1および第2のタイプの粒子は実質的に同じ光学的特性を有す、ディスプレイ。

10

【請求項20】

少なくとも1つが透明な、1対の向かい合う基板と、該基板の間に封じられた、複数の粒子およびガスと、該粒子を該基板の間を移動させるために、該基板にわたって電場を印加するための手段とを備える、電気泳動ディスプレイであって、該ディスプレイは複数のピクセルを備え、電場を印加するための該手段が、絶縁コーティングにより覆われる表面を有する少なくとも1つの電極を備え、該絶縁コーティングの厚さが1つのピクセル内で変動するという点で特徴付けられる、ディスプレイ。

20

【請求項21】

請求項20に記載の電気泳動ディスプレイであって、前記絶縁コーティングは、前記電極の一部の部分が、該絶縁コーティングを有しないようにパターン化される、ディスプレイ。

【請求項22】

請求項20に記載の電気泳動ディスプレイであって、前記1つのピクセルに対応する前記電極の全領域は、前記絶縁コーティングにより覆われるが、該絶縁コーティングの厚さは該ピクセル内の点ごとに変動する、ディスプレイ。

30

【請求項23】

少なくとも1つが透明な、1対の向かい合う基板と、該基板の間に封じられた、複数の粒子およびガスと、該粒子を該基板の間を移動させるために、該基板にわたって電場を印加するための手段とを備える、電気泳動ディスプレイであって、低い電場においては絶縁性であるが高い電場においては導電性であるコーティングによって覆われる、表面を有する少なくとも1つの電極によって特徴付けられる、ディスプレイ。

【請求項24】

少なくとも1つが透明な、1対の向かい合う基板と、該基板の間に封じられた、複数の粒子およびガスと、該粒子を該基板の間を移動させるために、該基板にわたって電場を印加するための手段とを備える、電気泳動ディスプレイであって、該粒子が少なくとも80のガラス転移温度を有する高分子化合物を備えるという点で特徴付けられる、ディスプレイ。

30

【請求項25】

少なくとも1つが透明な、1対の向かい合う基板と、該基板の間に封じられた、複数の粒子およびガスと、該粒子を該基板の間を移動させるために、該基板にわたって電場を印加するための手段とを備える、電気泳動ディスプレイであって、該複数の粒子が実質的に同一の光学的特性を有するが、少なくとも2倍だけサイズにおいて異なるという点で特徴付けられる、ディスプレイ。

40

【請求項26】

請求項25に記載の電気泳動ディスプレイであって、前記複数の粒子は、第1の光学的特性を有し、第1の極性の電荷に摩擦電気的に帯電されることが可能な複数の第1のタイプの粒子と、該第1の光学的特性とは異なる第2の光学的特性を有し、該第1の極性とは逆の第2の極性の電荷に摩擦電気的に帯電されることが可能な複数の第2のタイプの粒子とを備え、該第1および第2のタイプの両方の粒子は、実質的に同一な光学的特性を有する

50

が、少なくとも 2 倍だけサイズにおいて異なる粒子を備える、ディスプレイ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ガス状流体を用いる電気泳動ディスプレイに関する。

【背景技術】

【0002】

複数の帯電された粒子が、ディスプレイの少なくとも 1 つの光学的性質または光学的特性を変化させるために、電場の影響下で流体を介して移動する、粒子ベースの電気泳動ディスプレイは、長年にわたる、熱心な研究および開発の主題である。このようなディスプレイは、液晶ディスプレイと比較した場合に、優れた明るさおよびコントラストの特性と、広い視野角と、状態双安定性と、低電力消費とを有し得る。変化する光学的特性は、一般的には人間の目に認知できる色であるが、光学的特性は、例えば、光透過、反射率、ルミネセンス (luminescence)、あるいは機械読み取りのために意図されたディスプレイの場合には、可視範囲の外側の電磁波の波長の反射率における変化の意味を表す擬似カラー (pseudo-color) などの、任意の他の光学的特性であり得る。

【0003】

(用語「双安定」および「双安定性」は、本明細書においては、当該分野における通常の意味で用いられ、それは、少なくとも 1 つの光学的特性において異なる第 1 と第 2 のディスプレイ状態を有するディスプレイ要素を備えるディスプレイを意味し、そして任意の所与の要素が、その第 1 または第 2 のディスプレイ状態を想定して、有限の継続期間のアドレッシングパルス (addressing pulse) により駆動され、アドレッシングパルスが終結された後に、ディスプレイ要素の状態を変化させるために必要とされるように使用されるアドレッシングパルスの最小継続期間の少なくとも数回分 (例えば少なくとも 4 回分) の間はその状態が持続することを意味する。グレイスケールが可能な一部の粒子ベースの電気泳動ディスプレイが、それらの極端な黒と白の状態において安定であるだけでなく、中間のグレイの状態においても安定であることは、公開された特許文献 1 に示され、電気光学ディスプレイの一部の他のタイプについても同様に真実である。このタイプのディスプレイは、双安定よりも「マルチ安定 (multi-stable)」と呼ばれるのが適切であるが、簡便のために用語「双安定」が、双安定およびマルチ安定の双方を含むように使用され得る。

【0004】

それにもかかわらず、電気泳動ディスプレイの長期間の画像の質の問題は、電気泳動ディスプレイの広範囲に及ぶ使用を妨げている。例えば、電気泳動ディスプレイを作り上げる粒子は沈着する傾向にあり、その結果としてこれらのディスプレイにとって不適当なサービスライフ (service-life) を生じる。

【0005】

マサチューセッツ工科大学 (MIT) および E Ink Corporation に譲渡された、またはこれらの名前で出願された、多くの特許および出願が、カプセル化 (encapsulate) された電気泳動媒体を記載して最近公開された。このようなカプセル化された媒体は多くの小さなカプセルを備え、カプセルの各々は、それ自体が、電気泳動的に移動可能な、液体懸濁媒体の中に懸濁された粒子を含む内部相 (internal phase) と、内部相を囲むカプセル壁とを備えている。一般的には、カプセルはそれ自体が、高分子化合物のバインダ内に保持され、2 つの電極間に位置するコヒーレントな層を形成する。このタイプのカプセル化された媒体は、例えば、特許文献 2 ; 特許文献 3 ; 特許文献 4 ; 特許文献 5 ; 特許文献 6 ; 特許文献 7 ; 特許文献 8 ; 特許文献 9 ; 特許文献 10 ; 特許文献 11 ; 特許文献 12 ; 特許文献 13 ; 特許文献 14 ; 特許文献 15 ; 特許文献 16 ; 特許文献 17 ; 特許文献 18 ; 特許文献 19 ; 特許文献 20 ; 特許文献 21 ; 特許文献 22 ; 特許文献 23 ; 特許文献 24 ; 特許文献 25 ; 特許文献 26 ; 特許文献 27 ; 特許文献 28 ; 特許文献 29 ; 特許文献 30 ; 特許文献 31 ; 特許文献 32 ;

10

20

30

40

50

特許文献 3 3 ; 特許文献 3 4 ; 特許文献 3 5 ; 特許文献 3 6 ; 特許文献 3 7 ; 特許文献 3 8 ; 特許文献 3 9 ; 特許文献 4 0 ; 特許文献 4 1 ; 特許文献 4 2 ; 特許文献 4 3 ; 特許文献 4 4 ; 特許文献 4 5 ; 特許文献 4 6 ; 特許文献 4 7 ; 特許文献 4 8 ; 特許文献 4 9 ; 特許文献 5 0 ; 特許文献 5 1 ; 特許文献 5 2 ; 特許文献 5 3 ; 特許文献 5 4 ; 特許文献 5 5 ; 特許文献 5 6 ; 特許文献 5 7 ; 特許文献 5 8 ; 特許文献 5 9 ; 特許文献 6 0 ; 特許文献 6 1 ; 特許文献 6 2 ; 特許文献 6 3 ; 特許文献 6 4 ; 特許文献 6 5 ; 特許文献 6 6 ; 特許文献 6 7 ; 特許文献 6 8 ; 特許文献 6 9 ; 特許文献 7 0 ; 特許文献 7 1 ; 特許文献 7 2 ; 特許文献 7 3 ; 特許文献 7 4 ; 特許文献 7 5 ; 特許文献 7 6 ; 特許文献 7 7 ; 特許文献 7 8 ; 特許文献 7 9 ; 特許文献 8 0 ; 特許文献 8 1 ; および特許文献 8 2 と、

特許文献 8 3 ; 特許文献 8 4 ; 特許文献 8 5 ; 特許文献 8 6 ; 特許文献 8 7 ; 特許文献 1 10
; 特許文献 8 8 ; 特許文献 8 9 ; 特許文献 9 0 ; 特許文献 9 1 ; 特許文献 9 2 ; 特許文献 9 3 ; 特許文献 9 4 ; 特許文献 9 5 ; 特許文献 9 6 ; 特許文献 9 7 ; 特許文献 9 8 ; 特許文献 9 9 ; 特許文献 1 0 0 ; 特許文献 1 0 1 ; 特許文献 1 0 2 ; 特許文献 1 0 3 ; 特許文献 1 0 4 ; 特許文献 1 0 5 ; 特許文献 1 0 6 ; 特許文献 1 0 7 ; 特許文献 1 0 8 ; 特許文献 1 0 9 ; 特許文献 1 1 0 ; 特許文献 1 1 1 ; 特許文献 1 1 2 ; 特許文献 1 1 3 ; 特許文献 1 1 4 ; 特許文献 1 1 5 ; 特許文献 1 1 6 ; 特許文献 1 1 7 ; 特許文献 1 1 8 ; 特許文献 1 1 9 ; 特許文献 1 2 0 ; 特許文献 1 2 1 ; 特許文献 1 2 2 ; 特許文献 1 2 3 ; 特許文献 1 2 4 ; 特許文献 1 2 5 ; 特許文献 1 2 6 ; 特許文献 1 2 7 ; 特許文献 1 2 8 ; 特許文献 1 2 9 ; 特許文献 1 3 0 ; 特許文献 1 3 1 ; 特許文献 1 3 2 ; 特許文献 1 3 3 ; 特許文献 1 3 4 ; 特許文献 1 3 5 ; 特許文献 1 3 6 ; 特許文献 1 3 7 ; 特許文献 1 3 8 ; 特許文献 1 3 9 ; 特許文献 1 4 0 ; 特許文献 1 4 1 ; 特許文献 1 4 2 ; および特許文献 1 4 3 と、

特許文献 1 4 4 ; 特許文献 1 4 5 ; 特許文献 1 4 6 ; 特許文献 1 4 7 ; 特許文献 1 4 8 ; 特許文献 1 4 9 ; 特許文献 1 5 0 ; 特許文献 1 5 1 と
に記載される。

【 0 0 0 6 】

前述の特許および公開された出願の一部は、各々のカプセル内に 3 つ以上の異なるタイプの粒子を有するカプセル化された電気泳動媒体を公開する。本出願の目的において、このような多粒子の (m u l t i - p a r t i c l e) 媒体はデュアル粒子 (d u a l - p a r t i c l e) 媒体の亜種とみなされる。

【 0 0 0 7 】

前述の特許および出願の多くは、カプセル化された電気泳動媒体における個別の微小カプセルを取り囲む壁が、連続相 (c o n t i n u o u s p h a s e) によって置換され得、結果としていわゆる高分子分散型 (p o l y m e r - d i s p e r s e d) 電気泳動ディスプレイを生成し、このディスプレイにおいて電気泳動媒体は、電気泳動流体の複数の個別の液滴 (d r o p l e t) および高分子化合物材料の連続相を備えることと、このような高分子分散型電気泳動ディスプレイ内の電気泳動流体の個別の液滴は、個別のカプセル薄膜が個別の液滴の各々に関連していないにもかかわらず、カプセル、または微小カプセルとみなされることを認識する；例えば、前述の特許文献 1 5 2 を参照されたい。従って、本出願の目的において、このような高分子分散型電気泳動ディスプレイはカプセル化された電気泳動媒体の亜種とみなされる。

【 0 0 0 8 】

前述の特許および出願の多くは、カプセル化された電気泳動媒体における個別の微小カプセルを取り囲む壁が、連続相によって置換され得、結果としていわゆる高分子分散型電気泳動ディスプレイを生成し、このディスプレイにおいて電気泳動媒体は、電気泳動流体の複数の個別の液滴および高分子化合物材料の連続相を備えることと、このような高分子分散型電気泳動ディスプレイ内の電気泳動流体の個別の液滴は、個別のカプセル薄膜が個別の液滴の各々に関連していないにもかかわらず、カプセル、または微小カプセルとみなされることを認識する；例えば、前述の特許文献 1 5 2 を参照されたい。従って、本出願の目的において、このような高分子分散型電気泳動ディスプレイはカプセル化された電気

10

20

30

40

50

泳動媒体の亜種とみなされる。

【0009】

関連するタイプの電気泳動ディスプレイは、いわゆる「微小セル電気泳動ディスプレイ」である。微小セル電気泳動ディスプレイにおいては、帯電された粒子および懸濁流体は、微小カプセルの形でカプセル化されないが、代わりにキャリア媒体（carrier medium）（一般的には高分子化合物の膜）内に形成された複数の空洞内に保持される。例えば、共にSipix Imaging, Inc.に譲渡された特許文献153および特許文献154を参照されたい。

【0010】

電気泳動媒体は、しばしば不透明であり（例えば、多くの電気泳動媒体においては、粒子はディスプレイを介する可視光線の伝達を実質的にブロックするから）、反射モードにおいて動作するけれども、多くの電気泳動ディスプレイは、いわゆる「シャッタモード（shutter mode）」において動作し、シャッタモードにおいて、一方のディスプレイ状態は実質的に不透明で、一方は光を伝達可能である。例えば、前述の特許文献11および特許文献12と、特許文献155と、特許文献156と、特許文献157と、特許文献158と、特許文献159とを参照されたい。誘電泳動（dielectric）ディスプレイは、電気泳動ディスプレイに類似しているが、電場の強さの変動に依存しており、類似のモードで動作し得る；特許文献160を参照されたい。他のタイプの電気光学ディスプレイはまたシャッタモードで動作可能であり得る。

10

【0011】

カプセル化された、または微小セル電気泳動ディスプレイは一般的に、伝統的な電気泳動ディスプレイの凝集（clustering）および沈着（settling）の故障モードを受けず、多種多様の柔軟で強固な基板上のディスプレイをプリント、または被覆するための能力のようなさらなる利点を提供する。（用語「プリンティング」の使用はプリントティングおよびコーティングすることの全ての形態を含むことを意図しており、パッチダイコーティング（patch die coating）、スロットまたは押し出し（extruding）コーティング、スライドまたはカスケードコーティング、カーテンコーティングのようなプレメタード（pre-metered）コーティング；ナイフオーバー（knife over）ロールコーティング、前方および後方ロールコーティングのようなロールコーティング；グラビア（gravure）コーティング；ディップコーティング；スプレーコーティング；メニスカス（meniscus）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；シルクスクリーンプリント処理；静電的プリント処理；熱プリント処理；インクジェットプリント処理；電気泳動堆積；および他の類似の手法を含むが、これに制限されない。）従って、結果として生じるディスプレイは柔軟であり得る。さらに、ディスプレイ媒体がプリントされ得るので（多種の方法を使用して）、ディスプレイはそれ自体が安価に作られ得る。

20

30

【0012】

上記した通り、電気泳動媒体は、懸濁流体の存在を必要とする。電気泳動媒体の多くの従来技術においては、この懸濁流体が液体であるが、電気泳動媒体は、ガス状「懸濁」流体を使用して生成され得る（電気泳動粒子は実際には液体によって懸濁されないので、流体がガスである場合には、用語「懸濁流体」は、誤った名称であり、従って用語「懸濁する」は通常、流体がガス状である場合には回避される）；例えば、非特許文献1および非特許文献2を参照されたい。また、特許文献161；特許文献162；特許文献163；および特許文献164と、特許文献165；特許文献166；特許文献167；特許文献168；特許文献169；特許文献170；特許文献171；特許文献172；特許文献173および特許文献174とを参照されたい。このようなガスベース（「GB」）の電気泳動媒体は、媒体が、例えば、媒体が垂直な面に配置されるところのサインにおいてこのような沈着を認めるような方向で使用される場合には、液体ベースの電気泳動媒体の場合の粒子沈着による同じタイプの問題に対して敏感であると思われる。実際には、液体流

40

50

体と比較して低い粘度のガス状流体は、電気泳動粒子の沈着をより速くさせてるので、粒子沈着はガスベースの電気泳動媒体において、液体ベースの電気泳動媒体においてよりも、より深刻な問題であると思われる。

【0013】

電気泳動媒体において、液体の代わりにガス状流体を使用することは、ある利点を提供する。例えば、電気泳動がその極端な光学的状態の間にスイッチし得る速度は、流体の粘度の関数であるので、液体の代わりに低い粘度のガスの使用することは、スイッチングの速度における実質的な増加を提供し、結果として潜在的にビデオをディスプレイすることができるディスプレイを可能にする。しかしながら、ガス状流体の使用は多くの問題を伴い、本発明はこれらの問題を克服し、緩和することを探求する。

10

【特許文献1】米国特許出願公開第2002/0180687号明細書

【特許文献2】米国特許第5,930,026号明細書

【特許文献3】米国特許第5,961,804号明細書

【特許文献4】米国特許第6,017,584号明細書

【特許文献5】米国特許第6,067,185号明細書

【特許文献6】米国特許第6,118,426号明細書

【特許文献7】米国特許第6,120,588号明細書

【特許文献8】米国特許第6,120,839号明細書

【特許文献9】米国特許第6,124,851号明細書

20

【特許文献10】米国特許第6,130,773号明細書

【特許文献11】米国特許第6,130,774号明細書

【特許文献12】米国特許第6,172,798号明細書

【特許文献13】米国特許第6,177,921号明細書

【特許文献14】米国特許第6,232,950号明細書

【特許文献15】米国特許第6,249,271号明細書

【特許文献16】米国特許第6,252,564号明細書

【特許文献17】米国特許第6,262,706号明細書

【特許文献18】米国特許第6,262,833号明細書

【特許文献19】米国特許第6,300,932号明細書

30

【特許文献20】米国特許第6,312,304号明細書

【特許文献21】米国特許第6,312,971号明細書

【特許文献22】米国特許第6,323,989号明細書

【特許文献23】米国特許第6,327,072号明細書

【特許文献24】米国特許第6,376,828号明細書

【特許文献25】米国特許第6,377,387号明細書

【特許文献26】米国特許第6,392,785号明細書

【特許文献27】米国特許第6,392,786号明細書

【特許文献28】米国特許第6,413,790号明細書

【特許文献29】米国特許第6,422,687号明細書

40

【特許文献30】米国特許第6,445,374号明細書

【特許文献31】米国特許第6,445,489号明細書

【特許文献32】米国特許第6,459,418号明細書

【特許文献33】米国特許第6,473,072号明細書

【特許文献34】米国特許第6,480,182号明細書

【特許文献35】米国特許第6,498,114号明細書

【特許文献36】米国特許第6,504,524号明細書

【特許文献37】米国特許第6,506,438号明細書

【特許文献38】米国特許第6,512,354号明細書

【特許文献39】米国特許第6,515,649号明細書

50

【特許文献40】米国特許第6,518,949号明細書

- 【特許文献 4 1】米国特許第 6 , 5 2 1 , 4 8 9 号明細書
 【特許文献 4 2】米国特許第 6 , 5 3 1 , 9 9 7 号明細書
 【特許文献 4 3】米国特許第 6 , 5 3 5 , 1 9 7 号明細書
 【特許文献 4 4】米国特許第 6 , 5 3 8 , 8 0 1 号明細書
 【特許文献 4 5】米国特許第 6 , 5 4 5 , 2 9 1 号明細書
 【特許文献 4 6】米国特許第 6 , 5 8 0 , 5 4 5 号明細書
 【特許文献 4 7】米国特許第 6 , 6 3 9 , 5 7 8 号明細書
 【特許文献 4 8】米国特許第 6 , 6 5 2 , 0 7 5 号明細書
 【特許文献 4 9】米国特許第 6 , 6 5 7 , 7 7 2 号明細書
 【特許文献 5 0】米国特許第 6 , 6 6 4 , 9 4 4 号明細書
 【特許文献 5 1】米国特許第 6 , 6 8 0 , 7 2 5 号明細書
 【特許文献 5 2】米国特許第 6 , 6 8 3 , 3 3 3 号明細書
 【特許文献 5 3】米国特許第 6 , 7 0 4 , 1 3 3 号明細書
 【特許文献 5 4】米国特許第 6 , 7 1 0 , 5 4 0 号明細書
 【特許文献 5 5】米国特許第 6 , 7 2 1 , 0 8 3 号明細書
 【特許文献 5 6】米国特許第 6 , 7 2 4 , 5 1 9 号明細書
 【特許文献 5 7】米国特許第 6 , 7 2 7 , 8 8 1 号明細書
 【特許文献 5 8】米国特許第 6 , 7 3 8 , 0 5 0 号明細書
 【特許文献 5 9】米国特許第 6 , 7 5 0 , 4 7 3 号明細書
 【特許文献 6 0】米国特許第 6 , 7 5 3 , 9 9 9 号明細書
 【特許文献 6 1】米国特許第 6 , 8 1 6 , 1 4 7 号明細書
 【特許文献 6 2】米国特許第 6 , 8 1 9 , 4 7 1 号明細書
 【特許文献 6 3】米国特許第 6 , 8 2 2 , 7 8 2 号明細書
 【特許文献 6 4】米国特許第 6 , 8 2 5 , 0 6 8 号明細書
 【特許文献 6 5】米国特許第 6 , 8 2 5 , 8 2 9 号明細書
 【特許文献 6 6】米国特許第 6 , 8 2 5 , 9 7 0 号明細書
 【特許文献 6 7】米国特許第 6 , 8 3 1 , 7 6 9 号明細書
 【特許文献 6 8】米国特許第 6 , 8 3 9 , 1 5 8 号明細書
 【特許文献 6 9】米国特許第 6 , 8 4 2 , 1 6 7 号明細書
 【特許文献 7 0】米国特許第 6 , 8 4 2 , 2 7 9 号明細書
 【特許文献 7 1】米国特許第 6 , 8 4 2 , 6 5 7 号明細書
 【特許文献 7 2】米国特許第 6 , 8 6 4 , 8 7 5 号明細書
 【特許文献 7 3】米国特許第 6 , 8 6 5 , 0 1 0 号明細書
 【特許文献 7 4】米国特許第 6 , 8 6 6 , 7 6 0 号明細書
 【特許文献 7 5】米国特許第 6 , 8 7 0 , 6 6 1 号明細書
 【特許文献 7 6】米国特許第 6 , 9 0 0 , 8 5 1 号明細書
 【特許文献 7 7】米国特許第 6 , 9 2 2 , 2 7 6 号明細書
 【特許文献 7 8】米国特許第 6 , 9 5 0 , 2 0 0 号明細書
 【特許文献 7 9】米国特許第 6 , 9 5 8 , 8 4 8 号明細書
 【特許文献 8 0】米国特許第 6 , 9 6 7 , 6 4 0 号明細書
 【特許文献 8 1】米国特許第 6 , 9 8 2 , 1 7 8 号明細書
 【特許文献 8 2】米国特許第 6 , 9 8 7 , 6 0 3 号明細書
 【特許文献 8 3】米国特許出願公開第 2 0 0 2 / 0 0 6 0 3 2 1 号明細書
 【特許文献 8 4】米国特許出願公開第 2 0 0 2 / 0 0 6 3 6 1 号明細書
 【特許文献 8 5】米国特許出願公開第 2 0 0 2 / 0 0 9 0 9 8 0 号明細書
 【特許文献 8 6】米国特許出願公開第 2 0 0 2 / 0 1 1 3 7 7 0 号明細書
 【特許文献 8 7】米国特許出願公開第 2 0 0 2 / 0 1 3 0 8 3 2 号明細書
 【特許文献 8 8】米国特許出願公開第 2 0 0 3 / 0 0 1 1 5 6 0 号明細書
 【特許文献 8 9】米国特許出願公開第 2 0 0 3 / 0 0 2 5 8 5 5 号明細書
 【特許文献 9 0】米国特許出願公開第 2 0 0 3 / 0 1 0 2 8 5 8 号明細書

10

20

30

40

50

- 【特許文献 9 1】米国特許出願公開第 2 0 0 3 / 0 1 3 2 9 0 8 号明細書
 【特許文献 9 2】米国特許出願公開第 2 0 0 3 / 0 1 3 7 5 2 1 号明細書
 【特許文献 9 3】米国特許出願公開第 2 0 0 3 / 0 2 2 2 3 1 5 号明細書
 【特許文献 9 4】米国特許出願公開第 2 0 0 4 / 0 0 1 4 2 6 5 号明細書
 【特許文献 9 5】米国特許出願公開第 2 0 0 4 / 0 0 7 5 6 3 4 号明細書
 【特許文献 9 6】米国特許出願公開第 2 0 0 4 / 0 0 9 4 4 2 2 号明細書
 【特許文献 9 7】米国特許出願公開第 2 0 0 4 / 0 1 0 5 0 3 6 号明細書
 【特許文献 9 8】米国特許出願公開第 2 0 0 4 / 0 1 1 2 7 5 0 号明細書
 【特許文献 9 9】米国特許出願公開第 2 0 0 4 / 0 1 1 9 6 8 1 号明細書
 【特許文献 1 0 0】米国特許出願公開第 2 0 0 4 / 0 1 3 6 0 4 8 号明細書 10
 【特許文献 1 0 1】米国特許出願公開第 2 0 0 4 / 0 1 5 5 8 5 7 号明細書
 【特許文献 1 0 2】米国特許出願公開第 2 0 0 4 / 0 1 8 0 4 7 6 号明細書
 【特許文献 1 0 3】米国特許出願公開第 2 0 0 4 / 0 1 9 0 1 1 4 号明細書
 【特許文献 1 0 4】米国特許出願公開第 2 0 0 4 / 0 1 9 6 2 1 5 号明細書
 【特許文献 1 0 5】米国特許出願公開第 2 0 0 4 / 0 2 2 6 8 2 0 号明細書
 【特許文献 1 0 6】米国特許出願公開第 2 0 0 4 / 0 2 3 9 6 1 4 号明細書
 【特許文献 1 0 7】米国特許出願公開第 2 0 0 4 / 0 2 5 2 3 6 0 号明細書
 【特許文献 1 0 8】米国特許出願公開第 2 0 0 4 / 0 2 6 3 9 4 7 号明細書
 【特許文献 1 0 9】米国特許出願公開第 2 0 0 5 / 0 0 0 0 8 1 3 号明細書
 【特許文献 1 1 0】米国特許出願公開第 2 0 0 5 / 0 0 0 1 8 1 2 号明細書 20
 【特許文献 1 1 1】米国特許出願公開第 2 0 0 5 / 0 0 0 7 3 3 6 号明細書
 【特許文献 1 1 2】米国特許出願公開第 2 0 0 5 / 0 0 0 7 6 5 3 号明細書
 【特許文献 1 1 3】米国特許出願公開第 2 0 0 5 / 0 0 1 2 9 8 0 号明細書
 【特許文献 1 1 4】米国特許出願公開第 2 0 0 5 / 0 0 1 7 9 4 4 号明細書
 【特許文献 1 1 5】米国特許出願公開第 2 0 0 5 / 0 0 1 8 2 7 3 号明細書
 【特許文献 1 1 6】米国特許出願公開第 2 0 0 5 / 0 0 2 4 3 5 3 号明細書
 【特許文献 1 1 7】米国特許出願公開第 2 0 0 5 / 0 0 3 5 9 4 1 号明細書
 【特許文献 1 1 8】米国特許出願公開第 2 0 0 5 / 0 0 4 1 0 0 4 号明細書
 【特許文献 1 1 9】米国特許出願公開第 2 0 0 5 / 0 0 6 2 7 1 4 号明細書
 【特許文献 1 2 0】米国特許出願公開第 2 0 0 5 / 0 0 6 7 6 5 6 号明細書 30
 【特許文献 1 2 1】米国特許出願公開第 2 0 0 5 / 0 0 7 8 0 9 9 号明細書
 【特許文献 1 2 2】米国特許出願公開第 2 0 0 5 / 0 0 9 9 6 7 2 号明細書
 【特許文献 1 2 3】米国特許出願公開第 2 0 0 5 / 0 1 0 5 1 5 9 号明細書
 【特許文献 1 2 4】米国特許出願公開第 2 0 0 5 / 0 1 0 5 1 6 2 号明細書
 【特許文献 1 2 5】米国特許出願公開第 2 0 0 5 / 0 1 2 2 2 8 4 号明細書
 【特許文献 1 2 6】米国特許出願公開第 2 0 0 5 / 0 1 2 2 3 0 6 号明細書
 【特許文献 1 2 7】米国特許出願公開第 2 0 0 5 / 0 1 2 2 5 6 3 号明細書
 【特許文献 1 2 8】米国特許出願公開第 2 0 0 5 / 0 1 2 2 5 6 4 号明細書
 【特許文献 1 2 9】米国特許出願公開第 2 0 0 5 / 0 1 2 2 5 6 5 号明細書
 【特許文献 1 3 0】米国特許出願公開第 2 0 0 5 / 0 1 3 4 5 5 4 号明細書 40
 【特許文献 1 3 1】米国特許出願公開第 2 0 0 5 / 0 1 4 6 7 7 4 号明細書
 【特許文献 1 3 2】米国特許出願公開第 2 0 0 5 / 0 1 5 1 7 0 9 号明細書
 【特許文献 1 3 3】米国特許出願公開第 2 0 0 5 / 0 1 5 2 0 1 8 号明細書
 【特許文献 1 3 4】米国特許出願公開第 2 0 0 5 / 0 1 5 2 0 2 2 号明細書
 【特許文献 1 3 5】米国特許出願公開第 2 0 0 5 / 0 1 5 6 3 4 0 号明細書
 【特許文献 1 3 6】米国特許出願公開第 2 0 0 5 / 0 1 6 8 7 9 9 号明細書
 【特許文献 1 3 7】米国特許出願公開第 2 0 0 5 / 0 1 6 8 8 0 1 号明細書
 【特許文献 1 3 8】米国特許出願公開第 2 0 0 5 / 0 1 7 9 6 4 2 号明細書
 【特許文献 1 3 9】米国特許出願公開第 2 0 0 5 / 0 1 9 0 1 3 7 号明細書
 【特許文献 1 4 0】米国特許出願公開第 2 0 0 5 / 0 2 1 2 7 4 7 号明細書 50

【特許文献 141】米国特許出願公開第 2005 / 0213191 号明細書
 【特許文献 142】米国特許出願公開第 2005 / 0219184 号明細書
 【特許文献 143】米国特許出願公開第 2005 / 0253777 号明細書
 【特許文献 144】国際公開第 99 / 67678 号パンフレット
 【特許文献 145】国際公開第 00 / 05704 号パンフレット
 【特許文献 146】国際公開第 00 / 38000 号パンフレット
 【特許文献 147】国際公開第 00 / 36560 号パンフレット
 【特許文献 148】国際公開第 00 / 67110 号パンフレット
 【特許文献 149】国際公開第 00 / 67327 号パンフレット
 【特許文献 150】国際公開第 01 / 07961 号パンフレット

10

【特許文献 151】国際公開第 03 / 107315 号パンフレット
 【特許文献 152】米国特許出願公開第 2002 / 0131147 号明細書
 【特許文献 153】米国特許第 6,672,921 号明細書
 【特許文献 154】米国特許第 6,788,449 号明細書
 【特許文献 155】米国特許第 5,872,552 号明細書
 【特許文献 156】米国特許第 6,144,361 号明細書
 【特許文献 157】米国特許第 6,271,823 号明細書
 【特許文献 158】米国特許第 6,225,971 号明細書
 【特許文献 159】米国特許第 6,184,856 号明細書

20

【特許文献 160】米国特許第 4,418,346 号明細書
 【特許文献 161】欧州特許出願公開第 1,429,178 号
 【特許文献 162】欧州特許出願公開第 1,462,847 号
 【特許文献 163】欧州特許出願公開第 1,482,354 号
 【特許文献 164】欧州特許出願公開第 1,484,625 号
 【特許文献 165】国際公開第 2004 / 090626 号パンフレット
 【特許文献 166】国際公開第 2004 / 079442 号パンフレット
 【特許文献 167】国際公開第 2004 / 077140 号パンフレット
 【特許文献 168】国際公開第 2004 / 059379 号パンフレット
 【特許文献 169】国際公開第 2004 / 055586 号パンフレット
 【特許文献 170】国際公開第 2004 / 008239 号パンフレット
 【特許文献 171】国際公開第 2004 / 006006 号パンフレット
 【特許文献 172】国際公開第 2004 / 001498 号パンフレット
 【特許文献 173】国際公開第 03 / 091799 号パンフレット
 【特許文献 174】国際公開第 03 / 088495 号パンフレット

30

【非特許文献 1】Kitamura, T. ほか、"Electrical toner movement for electronic paper like display", Asia Display / IDW '01 (Proceedings of the 21st International Display Research Conference in conjunction with The 8th International Display Workshops, 2001年10月 16~19日, 名古屋, 日本)、p. 1517, Paper HCS1-1

40

【非特許文献 2】Yamaguchi, Y. ほか、"Toner display using insulative particles charged triboelectrically", Asia Display / IDW '01, p. 1729, Paper AMD4-4

【発明の開示】

【課題を解決するための手段】

【0014】

一局面において、本発明は、少なくとも 1 つが透明な、1 対の向かい合う基板と、複数の少なくとも 1 つのタイプの粒子およびガスと、粒子を基板間を移動させるように基板に

50

わたる電場を印加するための手段と、少なくとも1つのタイプの粒子を機械的に振動および摩擦帶電させるための振動誘起手段と、を備える電気泳動ディスプレイを提供する。このタイプのディスプレイは本明細書においてこれ以後、本発明の「振動ディスプレイ」と呼ばれ得る。

【0015】

このような振動ディスプレイにおいては、振動誘起手段は圧電デバイスを備え得、圧電デバイスはシートの形で提供され得る。あるいは、振動誘起デバイスは、音響波または超音波発生器を備え得る（例えば、約500Hz～600kHzの周波数範囲を有する音響波または超音波）。振動ディスプレイの別の形式においては、振動誘起手段は、空洞を定義する壁と、ガスと機械的な通信を行う空洞内に存在する液体と、液体の振動を引き起こし、それによりガスの振動を誘起する手段と、を備え得る。10

【0016】

本発明の振動ディスプレイにおいては、振動誘起手段は、粒子の機械的な振動の周波数を変化するように配置される。振動誘起手段は、ディスプレイの書き換えの各々に先んじて、粒子に機械的な振動を加えるように配置され得、または最後の機械的な振動を加えた後の所定の期間以上で発生する、ディスプレイの書き換えの各々に先んじて、粒子に振動を加えるように配置され得る。振動誘起手段は少なくとも1つのマイクロメカニカルデバイスを備え得る。振動ディスプレイは、キャリア媒体に形成された複数の空洞内に限定されるガスおよび粒子を有する微小セルタイプであり得る。20

【0017】

別の局面において、本発明は、少なくとも1つが透明な、1対の向かい合う基板と、基板の間に封じられた、複数の少なくとも1つのタイプの粒子およびガスと、粒子を基板の間を移動させるように、基板にわたって電場を印加するための手段とを備える、電気泳動ディスプレイを提供し、ディスプレイは、ガスと接し、約 10^7 ～ 10^{11} ohm cmの範囲の体積抵抗率を有する少なくとも1つの壁を有する。このタイプのディスプレイは、本明細書において以後、本発明の「制御された抵抗率の壁のディスプレイ」と呼ばれ得る。20

【0018】

このような制御された抵抗率の壁のディスプレイにおいては、壁は約 10^7 ～ 10^9 ohm cmの範囲の体積抵抗率を有し得る。ディスプレイは、キャリア媒体の中に形成された複数の空洞内に制限されるガスおよび粒子を有する微小セルタイプであり得、空洞は、約 10^7 ～ 10^{11} ohm cmの範囲の体積抵抗率を有する壁により、互いに分離される。30

【0019】

別の局面において、本発明は、電気泳動ディスプレイにおいて粒子を帯電する方法を提供し、ディスプレイは、少なくとも1つが透明な、1対の向かい合う基板と、複数の摩擦電気的に帯電することが可能な第1のタイプの粒子と、第1のタイプの粒子よりも大きな分極率を有する複数の第2のタイプの粒子と、ガスと、を備え、第1および第2のタイプの粒子およびガスは、基板の間に封じられており、該方法は基板の間に不均一な電場を印加することと、およびそれにより第2のタイプの粒子の誘電泳動的な移動および結果として生じる第1のタイプの粒子の摩擦電気的な帶電を引き起こすこととを包含する。この方法は、本明細書において以後、本発明の「誘電泳動的な摩擦帶電方法」と呼ばれ得る。40

【0020】

このような誘電泳動的な摩擦帶電方法においては、第2のタイプの粒子が、実質的に非伝導性のシェルに囲まれる電気的に伝導性のあるコア（例えば金属で形成されている）を備え得る。シェルは有機高分子化合物および有機共高分子化合物、無機のセラミック材料、および絶縁の有機／無機の混成材料から選択された材料を備え得る。有機の高分子化合物または共高分子化合物は、フッ素高分子化合物、ポリアクリレート、ポリエステル、ポリアミド、およびポリビニル化合物から選択され得る。シェルは、例えば、アンモニウム、スルホニウムまたはホスホニウムの塩のような帯電制御物質をさらに備え得る。50

【 0 0 2 1 】

代替案としては、第2のタイプの粒子は、例えば、インジウム酸化物、またはインジウムスズ酸化物のような半導体の金属酸化物を備え得る。

【 0 0 2 2 】

別の局面において、本発明は、少なくとも1つが透明な1対の向かい合う基板と、基板の間に封じられた、複数の第1のタイプの粒子（電気泳動粒子）およびガスと、粒子を基板間を移動させるために、基板にわたって電場を印加するための手段とを備える電気得移動ディスプレイを提供し、ディスプレイは、第1のタイプの粒子の摩擦電気的な帯電を増加させるために効果的な、複数の第2のタイプの粒子（キャリア粒子（carrier particle））をさらに備える。以下で説明する理由のために、このタイプのディスプレイは、本明細書において以後、本発明の「キャリア粒子ディスプレイ」と呼ばれ得る。10

【 0 0 2 3 】

このようなキャリア粒子ディスプレイは、複数の第3のタイプの粒子（実際的には第2のタイプの電気泳動粒子）をさらに備え、第3のタイプの粒子は、摩擦電気的な帯電によって、第1のタイプの粒子の電荷に対して逆の極性の電荷を発現させ、第3の粒子タイプはまた、第1のタイプの粒子の光学的特性とは異なる、少なくとも1つの光学的特性を有する。キャリア粒子においては、キャリア粒子が、電気泳動粒子よりも小さいことが一般的に有利であり得る。キャリア粒子はオプションとして高分子化合物で被覆された、金属またはセラミックを備え得る。20

【 0 0 2 4 】

別の局面において、本発明は、少なくとも1つが透明な1対の向かいあう基板と、基板の間に封じられた複数の粒子およびガスと、粒子を基板の間を移動させるために、基板にわたって電場を印加するための手段とを備える電気泳動ディスプレイを提供し、粒子はシリカおよび／またはアルミナで被覆されたチタニアを備える。明白な理由のために、このタイプのディスプレイは、本明細書で以後、本発明の「被覆されたチタニアのディスプレイ」と呼ばれ得る。

【 0 0 2 5 】

別の局面において、本発明は、少なくとも1つが透明な1対の向かい合う基板と、基板の間に封じられた複数の粒子およびガスと、粒子を基板の間を移動させるために、基板にわたって電場を印加するための手段とを備える電気泳動ディスプレイを提供し、粒子は高分子化合物のコーティングを有するカーボンブラックを備える。明白な理由のために、このタイプのディスプレイは、本明細書で以後、本発明の「被覆されたカーボンブラックディスプレイ」と呼ばれ得る。被覆されたチタニア粒子および被覆されたカーボンブラック粒子は、同一のディスプレイにおいて有利に使用され得る。30

【 0 0 2 6 】

別の局面において、本発明は、少なくとも1つが透明な1対の向かい合う基板と、基板の間に封じられた複数の粒子およびガスと、粒子を基板の間を移動させるために、基板にわたって電場を印加するための手段とを備える電気泳動ディスプレイを提供し、透明な基板は、透明な基板を通過する紫外線放射の伝達を低減するためのコーティングを提供される。このタイプのディスプレイは、本明細書で以後、本発明の「UV被覆されたディスプレイ」と呼ばれ得る。コーティングは、例えば、高分子化合物のフィルム、またはスパッタリングコーティングを備え得る。40

【 0 0 2 7 】

別の関連する局面において、本発明は、少なくとも1つが透明な1対の向かい合う基板と、基板の間に封じられた複数の粒子およびガスと、粒子を基板の間を移動させるために、基板にわたって電場を印加するための手段とを備える電気泳動ディスプレイを提供し、少なくとも一部の粒子は、紫外線放射を吸収するために配置される。このタイプのディスプレイは、本明細書で以後、本発明の「UV吸収粒子のディスプレイ」と呼ばれ得る。

【 0 0 2 8 】

50

20

30

40

50

このようなUV吸収粒子のディスプレイにおいては、紫外線放射を吸収するために配置された粒子は、カーボンブラックを備え得る。カーボンブラックに加え、複数の粒子はチタニア粒子を備え得る。

【0029】

別の局面において、本発明は、少なくとも1つが透明な1対の向かい合う基板と、基板の間に封じられた複数の粒子およびガスと、粒子を基板の間を移動させるために、基板にわたって電場を印加するための手段とを備える電気泳動ディスプレイを提供し、ディスプレイはガスと接する水分吸収コンパウンドをさらに備える。明白な理由のために、このタイプのディスプレイは、本明細書で以後、本発明の「水分ゲッタ(water getter)ディスプレイ」と呼ばれ得る。

10

【0030】

このような水分ゲッタディスプレイにおいて、水分吸収コンパウンドは、アルカリ土類金属と、アルカリ土類金属の酸化物、炭酸塩、および硫酸塩の内の1つ以上を備え得る。例えば、水分吸収コンパウンドは、炭酸カルシウム、硫酸マグネシウム、硫酸ナトリウム、酸化カルシウムおよびアルミナの内の1つ以上であり得る。まとまりのない微粒子状の水分吸収コンパウンドはガスベースディスプレイにおいては不便であるので(例えば、水分吸収コンパウンドは電気泳動粒子によって引っ張られて、ディスプレイの光学的状態に不利に影響する)、水分吸収コンパウンドは、ガスと接する壁に組み込まれ得る。特に、ディスプレイが、2つの基板の間に延びた、その中でガスおよび粒子が制限される複数の空洞を定義する、複数のセル壁を備える場合には、水分吸収コンパウンドは、一部のまたは全てのセル壁に組み込まれ得る。

20

【0031】

別の局面において、本発明は、少なくとも1つが透明な1対の向かい合う基板と、基板の間に封じられた複数の粒子およびガスと、粒子を基板の間を移動させるために、基板にわたって電場を印加するための手段とを備える電気泳動ディスプレイを提供し、ガスは粒子から電子を受け取り、または粒子に電子を供与可能である。このタイプのディスプレイは、本明細書で以後、「電子を受容/供与するガスディスプレイ」または「EADGディスプレイ」と呼ばれ得る。このようなディスプレイにおいて、ガスはアルカリ金属(例えばナトリウム)、水銀、またはハロゲン(例えば、塩素)を備え得る。

30

【0032】

別の局面において、本発明は、少なくとも1つが透明で、画面を形成する1対の向かい合う基板と、基板の間に複数の空洞を定義するセル壁と、空洞内に封じられた複数の粒子およびガスと、粒子を基板の間を移動させるために、基板にわたって電場を印加するための手段とを備える電気泳動ディスプレイを提供し、電場を印加するための手段は、第1の光学的状態に対して粒子を駆動するために配置され、第1の光学的状態において、少なくとも一部の粒子が、画面が第1の光学的特性をディスプレイするように、画面に近接して位置し、また第2の光学的状態に対して粒子を駆動するために配置され、第2の光学的状態において、粒子が、光が空洞を通過し得、画面が第1の光学的特性とは異なる第2の光学的特性をディスプレイするように、セル壁に近接して配置される。このタイプのディスプレイは、本明細書で以後、本発明の「横移動ディスプレイ(lateral movement display)」と呼ばれ得る。

40

【0033】

このような横移動ディスプレイにおいて、電場を印加するための手段は、粒子が誘電泳動力によりセル壁に移動するように、不均一な電場を印加するために配置され得る。代替案としては、電場を印加するための手段は、セル壁に近接した粒子を移動するための、セル壁に、またはセル壁に近接して配置される電極を備える。このような横移動ディスプレイの好ましい形式は、2つの異なるタイプの電気泳動粒子を含み、すなわち、粒子は第1の極性の電荷に帯電されることが可能で、第1の光学的特性を有する、複数の第1のタイプの粒子と、第1の極性とは逆の第2の極性により帯電されることが可能な、複数の第2のタイプの粒子とを含み、第2のタイプの粒子は、第1および第2の光学的特性とは異な

50

る第3の光学的特性を有す。2つのタイプの電気泳動粒子は白と黒であり得、または、電気泳動粒子の1つまたは双方のタイプが白と黒以外の色を有し得る。このディスプレイは、画面から見て空洞の逆側に配置された着色されたフィルタまたはリフレクタを、備え得る。フルカラーディスプレイを可能にするために、着色されたフィルタまたはリフレクタは、少なくとも3つの異なる色（例えば、赤、緑および青、あるいは黄、シアンおよびマゼンタ）を有する領域を好ましくは備える。

【0034】

別の局面において、本発明は、少なくとも1つが透明な1対の向かい合う基板と、基板の間に封じられた複数の粒子およびガスと、粒子を基板の間を移動させるために、基板にわたって電場を印加するための手段とを備える電気泳動ディスプレイを提供し、粒子は、第1の極性の電荷に帶電されることが可能な複数の第1のタイプの粒子と、第1の極性とは逆の第2の極性の電荷に帶電されることが可能な複数の第2のタイプの粒子とを備え、第2のタイプの粒子上の電荷は、大きさにおいて第1のタイプの粒子上の電荷よりも小さく、第1および第2のタイプの粒子は実質的に同じ光学的特性を有する。以下で説明する理由のために、このタイプのディスプレイは、本明細書において以後、本発明の「希釈剤の粒子のディスプレイ」と呼ばれ得る。このようなディスプレイにおいては、第2のタイプの粒子（希釈剤の粒子）は第1のタイプの粒子（電気泳動粒子）よりも一般的には小さい。

【0035】

別の局面において、本発明は、少なくとも1つが透明な1対の向かい合う基板と、基板の間に封じられた複数の粒子およびガスと、粒子を基板の間を移動させるために、基板にわたって電場を印加するための手段とを備える電気泳動ディスプレイを提供し、ディスプレイは複数のピクセルを備え、電場を印加するための手段は絶縁コーティングにより覆われた表面を有する少なくとも1つの電極を備え、絶縁コーティングの厚さは1つのピクセル内で変化する。このタイプのディスプレイは、本明細書で以後、本発明の「可変の厚さで被覆された電極のディスプレイ」と呼ばれ得る。

【0036】

このような可変の厚さで被覆された電極のディスプレイにおいては、絶縁コーティングは、電極のある部分には絶縁コーティングがないようにパターン化され得る。代替案としては、1ピクセルに対応する電極の領域全体は絶縁コーティングにより覆われ得るが、絶縁コーティングの厚さはピクセル内の点ごとに変化し得る。

【0037】

別の局面において、本発明は、少なくとも1つが透明な1対の向かい合う基板と、基板の間に封じられた複数の粒子およびガスと、粒子を基板の間を移動させるために、基板にわたって電場を印加するための手段とを備える電気泳動ディスプレイを提供し、ディスプレイは、コーティングにより覆われた表面を有する少なくとも1つの電極を備え、コーティングは、低電圧においては絶縁性であるが、高電圧においては導電性である。このタイプのディスプレイは、本明細書において以後、本発明の「可変の導電性の被覆された電極のディスプレイ」と呼ばれ得る。コーティングは、例えば、非球状の導電性粒子で満たされた絶縁バインダを備え得る。

【0038】

別の局面において、本発明は、少なくとも1つが透明な1対の向かい合う基板と、基板の間に封じられた複数の粒子およびガスと、粒子を基板の間を移動させるために、基板にわたって電場を印加するための手段とを備える電気泳動ディスプレイを提供し、粒子は、少なくとも80のガラス転移温度(glass transition temperature)を有する高分子化合物を備える。明白な理由のために、このタイプのディスプレイは、本明細書において以後、本発明の「高T_g高分子化合物ディスプレイ」と呼ばれ得る。

【0039】

このような高T_g高分子化合物ディスプレイにおいて、高分子化合物は、少なくとも1

10

20

30

40

50

00 のガラス転移温度を一般的に有する。高分子化合物は、フッ素高分子化合物、ポリアクリレート、ポリエステル、ポリアミド、およびポリビニル化合物のうちの任意の1つ以上を備え得る。

【0040】

最後に、本発明は、少なくとも1つが透明な1対の向かい合う基板と、基板の間に封じられた複数の粒子およびガスと、粒子を基板の間を移動させるために、基板にわたって電場を印加するための手段とを備える電気泳動ディスプレイを提供し、複数の粒子は、実質的に同一の光学的特性を有するが少なくとも2倍だけサイズにおいて異なる粒子を備える。このタイプのディスプレイは、本明細書において以後、本発明の「変化するサイズの電気泳動ディスプレイ」と呼ばれ得る。

10

【0041】

このような変化するサイズの電気泳動ディスプレイにおいては、複数の粒子が、実質的に同一の光学的特性を有するが、少なくとも5倍だけサイズにおいて異なる粒子を備える。このような変化するサイズの電気泳動ディスプレイの好ましい形態において、異なる光学的特性を有する2つの異なるタイプの粒子が存在し、各々のタイプは変化するサイズを持つ。すなわち、複数の粒子は、第1の光学的特性を有し、第1の極性の電荷に摩擦電気的に帯電されることが可能な複数の第1のタイプの粒子と、第1の光学的特性とは異なる第2の光学的特性を有し、第1の極性とは逆の第2の極性の電荷に摩擦電気的に帯電されることが可能な複数の第2のタイプの粒子とを備え、第1および第2のタイプの粒子は共に、実質的に同一の光学的特性を有するが、少なくとも2倍だけサイズにおいて異なる粒子を備える。

20

【発明を実施するための最良の形態】

【0042】

(ガスベースのディスプレイの帯電に関連する改良)

GB電気泳動ディスプレイの第1の主要な問題は、電気泳動粒子上の帯電の発現および維持に関連する。明らかに、電気泳動ディスプレイの光学的状態の変化のための、粒子の電気泳動的な移動は、電気泳動粒子が帯電されることを必要とし、所与の電場によって、電気泳動粒子上に課された力は粒子上の電荷に比例するので、スイッチングの挙動はまた、粒子上の電荷の大きさに影響される。従って、再現可能なスイッチングの挙動を確保するために、粒子が予め決定された範囲内の電荷を保有することが、通常は好ましい。液体の懸濁流体(liquid suspending fluid)を使用する電気泳動ディスプレイにおいては、電気泳動粒子上の電荷は本質的に永続的であり、懸濁流体中に存在し、粒子上で吸収される変化制御物質(change control agent)によって、一般的に制御される。さらに、液体の懸濁流体によって、粒子上の電荷は、粒子自体と液体の懸濁流体に存在する帯電された種との間の電気化学的な平衡によって維持される。

30

【0043】

対照的に、ガスベースの電気泳動ディスプレイにおいては、電気泳動粒子上の電荷が本来的に(熱力学的に)不安定であり、時間につれて散逸すると思われる。電荷におけるこの不安定さは、粒子が電気化学的に平衡となり得る媒体が存在しないことの結果である。粒子の表面とある種の媒体との間の化学ポテンシャルの差がない場合には、粒子上で安定的な電気ポテンシャル(電荷)を維持するためのメカニズムが存在しないと思われる。従って、ガスベースのディスプレイ中の粒子が正味の電荷を所有し得るもの、この電荷は予測不可能であり得、または時間によって大きく変動し得、そして、このような予測不可能なまたは不安定な粒子電荷は、このようなディスプレイを駆動するための重要な問題を提示する。電気泳動粒子上の電荷は、粒子上の電荷が粒子間のおよび粒子と壁のような他の物体との間の衝突を介して生成または散逸されるという点で、一般的には最近の粒子の運動に強く依存する。未知の電荷による、ディスプレイの光学的状態に対する駆動電圧の効果は、未知である。例えば、粒子電荷が非常に小さい場合には、特定の電圧パルス(例えば、20ミリ秒に印加される50Vのパルス)は、最終の光学的状態に対して非常に小

40

50

さな効果しか有し得ず、他方、粒子電荷が大きい場合には、同一の電圧パルスは、最終的な光学的状態に対して大きな効果を有し得る。このようなディスプレイ上で画像をディスプレイするためのアルゴリズムを開発することが、このような状況下では問題である。

【0044】

G B ディスプレイに関連する、多くの従来技術が、どのように粒子上の電荷が発現され維持されるかについて不思議な沈黙を示すが、粒子電荷が発現され維持される 1 つのメカニズムが、摩擦電気的 (tribo-electric) (摩擦による) 帯電であると思われる。摩擦帯電は、ディスプレイがスイッチされ得る前に電荷を粒子上でリフレッシュするために、近接した粒子間での相対的な運動を必要とする。交流の (A C)、またはシェイクアップ (shake-up) パルスが摩擦帯電を導入するために使用され得ることは公知である。しかしながら、このような A C パルスを提供することは、ディスプレイを動作するために使用されるドライバおよびコントローラの増加した複雑さにおける、有意な付加的な費用を含み、またディスプレイの所要電力をも増加させる。本発明の局面は、G B ディスプレイにおける粒子の摩擦帯電をもたらすための代替的な方法に関連する。

10

【0045】

電気泳動粒子を摩擦帯電するための 1 つのアプローチは、本発明の振動ディスプレイの局面に従い、ディスプレイを物理的に振動させることである。機械的な振動は、任意の適した手段を介して発生し得る。磁気歪み (磁気的な伸長)、可動コイルの電磁気学的性質、可変の磁気抵抗、圧電的な媒体、スピinnする非対称のまたは偏心性の重量、または他の電磁気学的な、または電気機械的なバイブレータの原理によって動作する電気機械的バイブレータが、当該分野において公知である。簡単な、費用のかからない振動デバイスは、セル式携帯電話、ステレオスピーカ、テレビゲームのコントローラ、高音量の補聴器において使用され、ポータブルなデバイスにおいても使用可能であり得る。圧電的なデバイスをディスプレイに組み込むことは、ディスプレイの駆動電圧が、圧電的なデバイスからの発振パルスを有する前述の駆動パルス (または、ある選択された駆動パルス) の各々によって低減されることを可能にする。結果として生じる振動は、摩擦帯電を引き起こし、低減された動作電圧の使用を可能にする。圧電的な振動は、駆動パルスと同時に代替的に印加され得る。

20

【0046】

圧電的な材料は、全ての、または選択された行および列のみが振動し得るように、ディスプレイに近接したシート形状において使用され得、またはディスプレイモジュールハウジングの中において、あるいはディスプレイと機械的に通信するように使用され得、またはディスプレイの高分子化合物のバリアリブ (barrier rib) またはバインダ (binder) (分離したカプセルを機械的にコヒーレントな層に形成するために、カプセル化されたディスプレイのカプセルの間で使用される材料) に組み込まれ得る。

30

【0047】

超音波バイブレータはまた、当該分野において公知である。超音波バイブレータは、ディスプレイ全体を振動させるために使用され得る。超音波または音響波はまた、ディスプレイの微小空洞 (カプセルまたは微小セル) に入射し得、電気泳動粒子を直接動かし得る。

40

【0048】

音波または音響波によって、本発明のディスプレイの条件を整えるための多種の手法が利用可能である。このような手法は、波の周波数範囲に従って分類され得る。例えば、機械的なバイブレータは、約 60 ~ 120 Hz の範囲で動作され得る。あるデバイスは、超高可聴周波数範囲で動作し、その範囲は 800 KHz ~ 3 MHz のオーダーである。このような超高周波数の使用は、多くのディスプレイに存在する高分子化合物のバインダのオーバーヒートを回避する必要性によって制限され得る。第 3 のアプローチにおいては、音波が、高分子化合物の劣化を引き起こしそうにない振動を行うために、500 Hz ~ 600 kHz のオーダーの低超音波周波数範囲において生成される。加えられる周波数は、ガスで満たされた空洞の共振周波数とマッチし得、それにより活発な振動が達成される。

50

【0049】

このアプローチのより複雑な変更案においては、ガス状の懸濁媒体を包含する微小空洞と機械的に通信する液体で満たされた空洞を有するディスプレイが提供され、上記の原理の内の1つが、液体で満たされた空洞を振動させるために使用され、ガスで満たされた空洞の運動を引き起す。

【0050】

代替案としては、ディスプレイはユーザによって物理的に振動され得る。これは、本発明の低費用の、玩具の様な、または第三世界の用途において、適切または有用であり得る。

【0051】

上記した運動は、ディスプレイに関連する、任意の面または方向に存在し得る。最も効果的な帯電のための電気泳動粒子にマッチされる運動の周波数を選択することは有利であり、一部の場合には、複数のタイプの電気泳動粒子の効果的な帯電のために周波数を変動すること、または周波数の範囲をスウェーブすることは有利であり得る。

【0052】

電気泳動粒子に対する運動の適用は、様々な時間に用いられ得る。例えば、運動は、ディスプレイの書き換えの各々に先んじて用いられ得、選択された書き換えのみに先んじて（例えば、最後の運動の適用後に、所定の期間以上で発生する書き換えのみに先んじて）用いられ得る。機械的な摩擦帯電は単独で用いられ得、または電気的な摩擦帯電との組み合わせで用いられ得（以下を参照されたい）、それにより電気的摩擦帯電に必要な電圧または継続時間が低減される。

【0053】

マイクロメカニカル（MEMS）デバイスは、多種の機能を有することが当該分野において公知である。このようなデバイス（あるいは上記の原理または任意の適した手段により動作する、ローカルなマイクロメカニカルデバイスのアレイ）は、ローカルな機械的な力を、電気泳動粒子を包含する1つ以上の微小空洞の壁に適用するために、ディスプレイに近接して使用され得る。

【0054】

上記した力は、粒子の帯電に寄与し得るだけではなく、スタッカした粒子を壁から離れるようにノックするために役立ち得、それによりディスプレイの動作電圧をも低減する。

【0055】

GBディスプレイ内の電荷の移動、およびこのような電荷の移動の効果に対して考慮する。既に述べたように、摩擦帯電は、粒子間の衝突、および／または粒子と粒子から移行された電荷を保持する他の一部の実体との衝突による、電荷移行のために必要なエネルギーを提供するために、機械的な攪拌（agitation）を必要とする。この実体は、粒子が閉じ込められている空洞の壁、または異なる電荷親和度を有する粒子の第2のセットのいずれかであり得る。電荷を受け取る実体が壁である場合には、および壁が絶縁体である場合には（一般的に信じられるように）、粒子上の電荷と逆の電荷の集積が、粒子と壁との間の実質的な（引）力を生成し、スイッチングを発生可能にするようにこの力は外部から適用される場によって、克服されなければならない。電荷の受容体が、第2の微粒子の種である場合には（一般的には異なる色の粒子）、逆の電荷の粒子間に大きな引力が存在し、感知できるほどの量のエネルギーが、スイッチングの間にこれらの粒子を分離するためにシステムに加えられなければならない。粒子上の電荷が維持されている間は、逆の電荷が存在するどんな場所であっても、場が粒子をスイッチされる状態に維持する必要があり、そしてディスプレイは双安定ではなくなる。一部のGBディスプレイは双安定であると述べられているので、前述の考慮は、電荷の分離により生成された内部の場を除去するためのメカニズムが存在することを示唆し（液相のディスプレイにおいて存在するよう）、これらのメカニズムはGBディスプレイが正常に機能するために極めて重要であることを示唆する。

【0056】

10

20

30

40

50

液体の懸濁流体を使用するディスプレイにおいては、粒子そのものとは関連しない電荷の運動によって内部の場が散逸され、結果として粒子の位置が安定化される。このような「自由な」変化は、多種の形態（例えば、電荷物質ミセル、外部相のイオンなど）に存在し得る。G Bディスプレイにおいては、どのように内部の場が散逸されるかが明らかではないが、可能性は以下を含む。

1. 中立状態に戻る漏電（leakage）による粒子電荷の散逸。逆の電荷のデュアル粒子ディスプレイなどの場合に、異なっている粒子間で電荷の分離が発生する場合には、漏電が、直接的に接触しない（ディスプレイがスイッチされるので、2タイプの粒子が分離される）粒子間で、周囲のガスを介して、またはディスプレイの壁内の漏電を介してのいずれかにおいて、発生しなければならない。これは壁におけるある程度の電荷移動度を必要とする。第2のメカニズムはより起こりそうに見え、多種の状態下でより動作しそうである。

2. 壁内部の電荷の散逸、または所定の位置に粒子を保つ、その場所のイメージ電荷の形成。第1と同様に、このメカニズムは、壁におけるある程度の電荷移動度を必要とする。

【0057】

いずれの場合においても、ディスプレイの壁を介する電荷の移動は、G Bディスプレイの正常な機能において重要な役割を演じると考えられ、従ってこのような電荷の移動は、慎重に規定される必要がある。壁の抵抗率は重要である。他のタイプの電気泳動ディスプレイによる経験により、G Bディスプレイが液体ベースのディスプレイよりも高速での動作が可能であるので、壁の材料の体積抵抗率は、 $10^7 \sim 10^{11} \text{ ohm cm}$ のオーダーである（本発明の制御される抵抗率の壁ディスプレイの局面に従えば）べきことが示唆され、好ましくはこの範囲の下端（例えば $10^7 \sim 10^9 \text{ ohm cm}$ ）に向かうべきである。

【0058】

任意の場合においては、G Bディスプレイにおける摩擦帯電メカニズムにより生成される電荷の分離は時間とともに崩壊することが不可避であると考えられる。粒子上の電荷が、外部の電場による操作に必要不可欠なので、その電荷の崩壊は、ディスプレイのスイッチングの能力および視覚的な特性が、機械的な攪拌によって粒子上の電荷を更新するための一部のメカニズムが存在しない場合には、同様に崩壊する（数10秒から数時間のオーダーの期間で）ことを暗示する。一部の電荷が残っている間には、または適用される場が、感知できるブレークダウン（breakdown）（すなわち自発的な電荷生成）を結果として生じるのに十分高い場合には、場の適用は、残りの感知できる電荷を有したこれらのわずかな粒子の移動をもたらし、その結果として衝突と全粒子上の電荷のカスケード的な増加をもたらす。このカスケードがもたらす電荷生成の効率は、場の強さに高い非線形性をもって依存する。電圧しきい値が、特にブレークダウンが電荷生成プロセスの決定的な部分である場合には予測され得る。あるいは、本発明の誘電泳動の摩擦帯電方法を用いると、粒子の誘電泳動運動はまた、結果として粒子の運動を生じ、この誘電泳動運動は摩擦帯電を開始するために十分であり得る。分極性の粒子の使用、または分極性のコアを有する粒子の使用は、この誘電泳動運動を強化し、G Bディスプレイにおいて有利に使用され得る。全粒子にとって、このような分極性の特性を有することは必要でない。他の低い分極性の粒子と混合された高い分極性の粒子の小部分は有利であり得る。なぜならば、このような混合は粒子の連鎖の危険性およびその結果の電極のショートの危険性を低減し、分極性の粒子は強い誘電泳動力に従属され、適用される場の勾配に従って移動し、摩擦帯電カスケードを開始するからである。さらに、ある粒子の分極率は、粒子間の引力を強化し、その結果として、効果的な摩擦帯電に必要な、粒子の間の接触の親密性を強化する。

【0059】

分極性の粒子を使用するタイプを選んだ場合には、注意が必要である。金属製の粒子は高い分極性がある。しかしながら、G Bディスプレイに有用であるためには、金属、また

は他の高い導電性の材料が、非導電性のシェルによって覆われるべきである。さもなければ、電極のショートが起こりそうな、粒子の連鎖または凝固 (agglomeration) が発生する。ほとんどの金属材料は暗く、白または明るい色の粒子に使用することが難しい。半導体の金属酸化物の粒子（例えば、インジウム酸化物またはインジウムスズ酸化物）は、分極性の粒子として有用である。分極性の粒子が、コア／シェルのタイプである場合には、シェルは有機高分子化合物または有機共高分子化合物、無機セラミック材料、または絶縁コンポジット（有機無機の混合）材料を備え得る。有用な高分子化合物の材料は、フッ素高分子化合物、ポリアクリレート、ポリエステル、ポリアミド、およびポリビニル化合物（例えばスチレン）ポリ（ビニルアセテート）または他のポリビニルエスチルを含む。

10

【0060】

ガスベースのディスプレイに使用される高分子化合物の粒子のガラス転移温度は、接触する粒子の融解 (fusing) を防ぐためにディスプレイの動作温度（例えば80～100）よりも高くあるべきである。シェルのセラミックコンポーネントは、高い融点を有するケイ酸塩、アルミニン酸塩、チタン酸塩、または任意の他の金属酸化物の材料を含み得る。前駆体材料（特に金属アルコキシド（metal alkoxide））の適切な選択によって、これらの材料は、ゾル-ゲル法により、単独で、または有機物のコンポーネントとともに、のいずれかによって、シェルに組み込まれ得る。摩擦帯電により獲得される帯電の容易さおよび電荷の符号はシェルによって制御され、シェルの構成は主として摩擦帯電の効果を強化するために選択される。この帯電はまた、少量の帯電制御物質のシェルへの組み込みにより強化され得る（例えば、アンモニウム、スルホニウム、ホスホニウムの陽イオンと、類似する種）。染料、または特に着色された顔料粒子はまた、特にコア材料が白または明るい色の場合に、粒子に色を付与するためにシェルに組み込まれ得る。このようなコア／シェルタイプの粒子が、第2のおそらく類似のコア／シェルタイプの粒子とともに使用される場合には、および所望の帯電メカニズムが、これらの粒子間での電荷移行を含む場合には、高分子化合物のコーティングは、適した摩擦帯電のテストを参照して選択されるべきである。このようなテストは、2つの高分子化合物のシートまたはボールを作成すること、それらを共にこすこと、およびそれらの間の電荷移行性質を測定することが含まれる（すなわち摩擦帯電の文献において周知の摩擦帯電系の構築）。良好な相互帯電特性を有する材料はGBディスプレイにおけるシェルのコンポーネントとして有利であることが期待される。

20

【0061】

摩擦帯電を強化するさらなる方法は、ディスプレイに付加的なタイプの粒子（キャリア粒子；このようなキャリア粒子は、単独の粒子のディスプレイの場合における第2のタイプの粒子であり得、またはデュアル粒子のディスプレイの場合における第3のタイプの粒子であり得る）を組み込むことであり、このキャリア粒子の役割は、もう一方のタイプの粒子の帯電を、正電荷、または負電荷のいずれかに、強化することである。キャリア粒子の役割は、ゼログラフィの適用に一般的に使用されるキャリア粒子の役割に類似する。このような適用（例えば、米国特許第3,590,000号と、米国特許第5,935,750号と、米国特許第6,051,353号と、を参照されたい）においては、トナー粒子が、画像の現像に用いられ得るために表面電荷を有することが必要とされる。必要な電荷は、摩擦帯電により作り出され、トナー粒子は乾燥した環境においてキャリア粒子と物理的に混合される。同様に、本発明においては、付加的なタイプの粒子（キャリア粒子）が、電気泳動粒子上に必要な電荷を連続的におよび効果的に再生するために、GBディスプレイにおける電気泳動粒子に付加される。従って、キャリア粒子の存在は、長期間におけるGBディスプレイの性能を維持するのに役立ち、ディスプレイが同一の状態において長期間放置される場合には、GBディスプレイを素早く再帯電させる。キャリア粒子は、それ自体は、一般的に光学的状態の、有意な変化を生み出すことに効果的ではなく、この目的においては、キャリア粒子が小さなサイズであることが望ましい。概念的に、キャリア粒子は、液体ベースの電気泳動ディスプレイにおける帯電物質の役割に類似した役割を

30

40

50

有しているとみなされ得る。キャリア粒子は、セラミック、金属、またはその組み合わせを含むことが可能である。キャリア粒子はまた、電気泳動粒子上に作り出された電荷が所望の極性および大きさであることを確実にするために、多種の高分子化合物のコーティング（架橋された、またはされない）により被覆され得る。2つのタイプの粒子の表面の化学ポテンシャルは、粒子が異なる成分を有する場合には一般的に同一でないので、デュアル粒子のシステムにおいて、粒子間の安定的な電荷間隔を有することは可能である。従つて、このような複数の粒子のシステムは帯電を強化し得、または摩擦帯電を援助し得、またはスイッチされた光学的状態を安定化する手段を提供し得る（電気泳動粒子のマイグレーションを引き起こすことなしに、内部の場の勾配を低減または除去することによって）。実際、デュアル粒子のシステムにおいては、2つのタイプの粒子の成分、特に表面の成分が、各々の粒子が事実上、もう一方にとってのキャリア粒子となるように、選択され得る。

10

【0062】

（ガスベースディスプレイにおいて使用するための材料に関するその他の考慮）

G B ディスプレイに使用される少なくとも一部の粒子が、高分子化合物の層に埋め込まれた染料または無機の顔料を有するタイプである場合には、上述したように、ディスプレイの最大動作温度より高いガラス転移温度を有する高分子化合物の材料を使用することが望ましい。埋め込まれるべき染料または顔料のタイプによって、高温では柔らかくなる高分子化合物のマトリックス材料を使用することが必要である場合には、粒子は粘り（tacky）得、結果として、粒子を凝固する、または「ブロック」させる。凝固すること、またはブロッキングに対する任意の傾向は、高分子化合物を架橋することにより低減され得、結果として粘着度、その結果のブロッキングを低減する。あるいは、電気泳動粒子それ自体よりもかなり小さい（例えば10～100倍小さい）小さなセラミックの粒子（例えば、シリカ）が、抗ブロッキング（anti-blocking）物質、および粒子安定剤として作用するために、高分子化合物に付加され得る。

20

【0063】

ガスベースのディスプレイは、白の、または明るい色の粒子が所望される場合には、液体ベースのディスプレイよりも広範囲の材料を利用することが可能であり得る。懸濁流体として使用される液体が、実質的に1より大きい屈折率を有するので、液体ベースのディスプレイは非常に高い屈折率を有する白い顔料を使用するよう制約される。容易に利用可能な顔料の中で、チタン酸化物（チタニア（titania））は、明らかに好ましい選択である。ルチル形態が一般的に好ましいが、チタニアのアナターゼまたはルチル形態のいずれかが使用され得る。しかしながら、白い（散乱する）顔料としてチタン酸化物を使用することは、粒子と使用されるガス（一般的には空気）との間に、類似の粒子と液体の懸濁流体との間よりもかなり大きな屈折率の差があるので、G B ディスプレイにおいては、それほど重要ではない。この大きな差は、白い顔料のためのかなり広い種類の材料の使用を可能とし得る。単純な有機高分子化合物でさえ、G B ディスプレイにおいて効果的な白い顔料を作るために有意に散乱し得る。

30

【0064】

チタニアは、チタニアが酸素または水の存在下で遊離基（free radical）の生成につながり得る、紫外線で活性化されるバンドエッジ（band edge）を有し、結果として生成される遊離基は、電気泳動媒体において多種の所望しない効果を有し得るという問題を有する。塗装業界は、チタニアをシリカおよび／またはアルミナで被覆することによって、遊離基生成の問題を大いに解決しており、このようなチタニアの被覆された形態は市販されている。前述のE InkおよびMITの特許および出願明細書に記載してあるように、このようなチタニアの被覆された形態は、液体ベースの電気泳動ディスプレイにおいて有用であり、該形態はまた、このようなディスプレイに使用される電気泳動粒子の安定性を強化するために、およびディスプレイに向かう照射に粒子がさらされる場合には、電気泳動粒子上に存在する電荷の帯電または放電を妨げるために、G B ディスプレイにおいて有用である。

40

50

【0065】

代替案として、チタニアまたはこのような放射に対する感受性がある他の粒子への紫外線の放射の有害な効果は、ディスプレイの任意の露出した面、特に透明な基板に対して紫外線ブロッキングフィルムを貼り付けることによって、低減または除去され得る。このようなブロッキングフィルムは、例えば、ラミネートされた高分子化合物のフィルムまたはスパッタコーティングといった形態を有し得る。

【0066】

チタニアおよび他の電気泳動粒子に対する紫外線放射の有害な効果を低減または除去する第3の可能性は、ディスプレイにこのような放射を吸収する少なくとも1つのタイプの粒子を含むことによる、紫外線放射の「内部」吸収を提供することである。特に、カーボンブラックはこのような放射を強く吸収することが知られており、その他にGBディスプレイにおける黒の粒子として使用することに適している。従って、GBディスプレイにおける粒子のタイプの1つとしてカーボンブラックを使用することは、他の電気泳動粒子を保護することに役立ち、全体としてディスプレイを紫外線放射の効果から保護することに役立つ。カーボンブラックは、電気泳動粒子における唯一の材料であり得、あるいはカーボンブラックは、より大きな高分子化合物の粒子に埋め込まれ得る(Donnerほか、「Carbon Black」第2版, Marcel Dekker, ニューヨーク, NY, 1993年, p. 395-401を参照されたい)。

10

【0067】

摩擦帯電はまた、水分の存在により影響される(ゼログラフィトナーの帯電における水の効果に関する文献を参照されたい)。従って、少なくとも一部の場合においては、水分ゲッタを含むことが電気泳動粒子の帯電の安定性および再現性を増加させるので、GBディスプレイ内に水分吸収装置(水分ゲッタ)として作用するコンパウンドを含むことが、所望され得る。適切な水分ゲッタは、アルカリ土類金属と、その酸化物、炭酸塩および硫酸塩、または他の強く水分を吸収するコンパウンドから選択され得る。特定の有用な水分ゲッタは、カルシウム、炭酸カルシウム、硫酸マグネシウム、硫酸ナトリウム、酸化カルシウムおよびアルミナを含む。ディスプレイ内の、遊離した微粒子状の水分ゲッタの存在は、上記した理由にとって不便であり得るので、ガスと接触する壁に水分ゲッタを組み込むことが所望され得る。明らかに、GBディスプレイが複数の閉じたセル内に限定される電気泳動粒子およびガスを有する微小セルタイプである場合には、セル壁を形成するために使用される材料内に水分ゲッタを含むことは有利であり得る。

20

【0068】

同様の理由において、GBディスプレイに水分バリアコーティングを提供することが所望され得る(例えば、スパッタされたセラミックコーティングまたは高分子化合物のフィルムという形態で)。一般的な場合である、GBディスプレイが、その周囲に沿ってエッジシールを有する場合には、このエッジシールの性質は、ディスプレイに入る、またはディスプレイから出る水分の移動を制御することにおいて重要であり、実際にはエッジシールは、ディスプレイへの水分漏出の、ディスプレイの可視表面(viewable surface)よりもしばしば大きな供給源である。

30

【0069】

GBディスプレイの有する1つの問題は、懸濁流体が液体であるときが通常の場合であるように、このようなディスプレイにおけるガスは粒子が電気化学的に平衡である事が可能な媒体ではないことを既に上記した。ガス状の懸濁流体が、空気、または、ガス状の懸濁流体として使用することが明白であり得るほとんどのガス(例えば窒素およびアルゴン)である場合には、この記載は正しいが、気相のイオン化ポテンシャル(ionization potential)は、使用されるガスの選択によって操作され得、個のイオン化ポテンシャルは摩擦電気的な帯電に影響可能である。例えば、ガス混合物は、高エネルギー物理学のドリフトチェンバにおいて、電離電圧(ionization voltage)を調節する(tailor)ために、一般的に使用され、その粒子は相互作用するなど。マジックガス(magic gas)(75%のアルゴン、24%のイソブテン

40

50

、および0.5%のフレオン(プロモトリフルオロメタン)は、この目的における最も有名なガスである。他のガス、例えば、アルゴンまたは二酸化炭素は、低電圧において、より容易に電子を供与し、メタンやエタンは光子とより強く相互作用する一方で、エタノールは堆積を回避する。従って、粒子の帯電を増加させるために、電子を電気泳動粒子から受け取ることが可能な、または電子を電気泳動粒子に供与することが可能なガスを使用することが可能である。このような電子供与/受容ガスの他の例は、蛍光灯に使用される一価の種類(例えば、ナトリウムおよび水銀)、および高い電子親和力を有するガス(例えば、ハロゲン元素、特に塩素)を含む。

【0070】

(カラーのガスベースディスプレイ)

10

次にカラーのG Bディスプレイを提供するための方法について考察する。カラーのG Bディスプレイは、前述のE InkおよびMITの特許および出願明細書の一部に記載されるように、液体ベースのディスプレイのこれまでに記載した方法の一部によりなされ得る。これらの方法は、カラーフィルタアレイ(CFA's)、面内のスイッチング(本発明の横移動ディスプレイを用いる)、および適切な色の顔料を有するピクセルまたはサブピクセルのパターン化された堆積を含む。

【0071】

白の状態で十分な反射性がある任意の白黒ディスプレイが、適切にスイッチ可能なピクセルと色ずれのないカラーフィルタのアレイの重ね合わせにより、カラーディスプレイを作るために使用され得る。CFAは、原色の加法混色(RGB)または減法混色(CMY)のいずれかから作成され得る。各々は、特有の有利性と不利性のセットを有する。

20

【0072】

横移動ディスプレイは、いくつかの方法でカラーディスプレイを提供するために使用され得る。一般的には、電気泳動粒子が、ピクセルのアパートを覆う状態と、アパートを透明にする別の状態との間でスイッチされ得る。着色されたリフレクタがピクセルの後ろに位置される場合には、ピクセルがオープン(透明)状態においてはリフレクタの色をディスプレイし、クローズド(散乱)状態においては電気泳動粒子の色(一般的には白または黒のいずれか)をディスプレイする。白と黒の粒子双方を使用することは可能であり(デュアル粒子ディスプレイ)、適切なスイッチングにより、白、黒、または所与の色(リフレクタの色)のいずれかを取得することは可能である。一般的には、このアプローチは、ピクセル内に、複数の、個別にアドレス可能な電極を必要とする。オープン状態に達するために、ピクセルのセルの側壁は、活性化され得る(デュアル粒子システムにおいて、逆の壁は異なるポテンシャルでアドレスされ得る)。ピクセルをクローズするために、ピクセルの前部または後部、または前部および後部双方が、活性化される。前部および後部双方がアドレス可能である場合には、従って前部の電極における電荷の符号が、どちらの粒子がそこに移動するかを決定し、この選択が、次いでどの色がディスプレイされるかを決定する。粒子は、白および黒のいずれかであり得、着色された背景であり得、さもなければ、顔料の1つが着色され得、もう一方が白、または黒のいずれかで、各々反射性の、または吸収性の背景であり得る。

30

【0073】

このタイプのデュアル粒子の横移動ディスプレイ(全体が100で指定される)の1つのセルは、添付の図面の図1~図3に示される。ディスプレイ100は、微小セルタイプで、正の分極に摩擦電気的に帶電されることが可能な黒い粒子108と、負の分極に摩擦電気的に帶電されることが可能な白い粒子110とを包含するガス106を備える、電気泳動媒体を使用する。(粒子108の三角の形状、および粒子110の丸い形状は、粒子が図面中で容易に区別されることを可能にするために使用され、実際の粒子の形状を指示することを意図しておらず、粒子の形状は特定の使用される材料に依存して多種の形状を有し得る。)ディスプレイ100は、着色された誘電体層124で覆われるピクセル電極114を保有する後部基板116をさらに備え、連続的な透明な前部電極112(電気泳動媒体自体から見て前部基板112の反対の側に位置する)を提供される透明な前部基板

40

50

120を備え、透明な前部保護シート128と備え、前部保護シート128は、前部電極112の機械的な保護を提供する。側壁122は、前部および後部基板120と116との間に延び、微小セルを定義する。微小セルの中に、ガス106と粒子108および110とは閉じ込められる。

【0074】

図を簡単にするために、図1～図3は、図示される微小セルがディスプレイの1つのピクセルを備えるように、ディスプレイ100を示す。実際には、1個のピクセルは通常一部の微小セルにわたって拡がり、そのためピクセル電極114およびその関連するコーティング124はまた、一部のピクセルにわたって拡がるが、これはデバイスが動作する様式において本質的な違いを生まない。

10

【0075】

ディスプレイ100は3つの光学的状態を有する。図1においては、ピクセル電極114は前部電極112に対して負であるようにされ（図1の左手側において、+および-の符号により指示される）、そのため負に帯電した白い粒子110は前部電極112に近接して位置し、黒い粒子108はピクセル電極114に近接して位置し、ピクセルは保護シート128を介して（すなわち図1～図3においては上部から）ディスプレイを見ている観測者に対しては白に見える。

【0076】

図2においては、ピクセル電極114は前部電極112に対して正であるようにされ、そのため負に帯電した白い粒子110は、ピクセル電極114に近接して位置し、黒い粒子108は前部電極112に近接して位置し、ピクセルはディスプレイを見ている観測者に対しては黒に見える。

20

【0077】

図3においては、交流電圧が電極112と114との間に印加され、誘電泳動力の下で粒子の双方のタイプ108および110が横に移動させられ、側壁122に近接して位置し、そのためディスプレイを見ている観測者にはコーティング124の色が見える。明らかに、コーティング124およびピクセル電極114は透明に作られ得、後部基板116は着色されたリフレクタまたはフィルタとして形成され得、さもなければ後部基板もまた透明に作られ得、個別の着色されたリフレクタまたはフィルタが後部基板に近接して提供され得る。

30

【0078】

図1～図3に示されるディスプレイの動作は、双方のタイプの粒子108および110が、誘電泳動力による移動に影響されやすいことを必要とする。粒子がそれほど影響されやさくない場合には、補助的な電極126は側壁122に提供され得る。一方の補助電極が前部電極112に対して負にされ、もう一方が前部電極112に対して正にされる場合には、白い粒子110は、正の補助電極に引き付けられ、黒い粒子108は、負の補助電極に引き付けられ、そのため再び全粒子がディスプレイ100の側壁に近接して位置し、コーティング124の色が観測者に見られる。

【0079】

本発明のGBディスプレイに使用される着色された粒子は、摩擦帶電された高分子化合物／コンポジットのシェルによって覆われた着色されたコア顔料の使用によって、または染められたシェルを有する白い顔料、またはより小さい着色された顔料を備えるシェルを有する白い顔料の使用によってなされ得る。顔料粒子のより高い着色力によって、第2のアプローチが通常は好ましい。

40

【0080】

（ガスベースのディスプレイの駆動）

GBディスプレイの動作電圧を低減するための方法へのさらに体系的な考慮が与えられる。この適用の導入部において議論される多くの機構的な考慮が、GBディスプレイの動作のための実質的な電圧しきい値が存在することを示唆する。しきい値は、電荷の分離またはその形成のいずれかに対する、ある種のバリアから生じる。このようなしきい値が生

50

じ得る一部の方法は上で議論されている。しきい値を低減する方法と、それによって低電圧において動作可能にすることは、しきい値の上昇を与えるメカニズムに依存する。一部の可能性は以下に含まれる。

【0081】

粒子電荷の崩壊は、駆動パルスの開始に際して粒子上にほとんど電荷が存在し得ないことを意味し、高電圧が帯電を開始するために必要とされ得る（例えば、ブレークダウンによって、あるいは誘電泳動的分極、または誘発分極（*induced polarization*）の凝集によって、あるいは上記したような他のメカニズムによって）。電荷生成が容易に生じるように改良するための任意の手段は、明らかにこのタイプのしきい値を克服するために必要な動作電圧を低減し、一部の適切な手段は上述されている。

10

【0082】

単独の粒子のシステムにおいては、摩擦帯電は壁への電荷移行を含み、明白な代替物はない。この場合においては、上記したように、駆動電圧が除去された後のかなりの期間のあいだ画像が安定して残されるべきである場合には、スイッチされた状態における粒子の位置を安定化するために壁の電荷がマイグレーションする必要がある。従って、少なくとも一過的に、粒子に近接したイメージ電荷である必要がある。壁における電荷のマイグレーションは、ある比較的低い導電性を必要とし、おそらくは $10^7 \sim 10^{11} \text{ ohm cm}$ のオーダーの体積抵抗率を必要とする。再び粒子が即座にスイッチされる場合には、次いで実質的な電圧が、逆に帯電された壁から粒子を分離するために、印加される必要がある。分離する電圧の大きさは、電気泳動粒子上の電荷が崩壊する時間によって変化し、そのためディスプレイの光学的挙動は、所与のピクセルが1つの光学的状態を保つ「休止時間（*dwell time*）」によって変化し得る。すなわち、ディスプレイは休止状態に依存する画像アーティファクトを示し得る。所与の粒子電荷に対して、より小さな粒子ほどより大きな引力を有し、そのため、より大きな粒子の使用はより小さな動作電圧を可能にすべきである。類似の理由において、大小の粒子の混合（または粒子サイズの多分散の混合物）は、より大きな粒子はより小さな粒子よりも先にマイグレーションし得るので、グレイスケールを生成することを助け得る。類似の考慮をデュアル粒子システムの両方の粒子に対して適用する。一般的に、より小さな粒子はより大きな粒子よりもスイッチしがたく、制御されたサイズの混合物を使用することは有利であり得る。粒子のサイズの範囲は、一般に少なくとも約2:1で、好ましくは、良好なグレイスケールを確保するために約5:1であるべきである。より大きなサイズの範囲ももちろん用いられ得る。

20

【0083】

電極間の距離を低減することは、電気泳動粒子に印加される電場を増加させ、従って、与えられたセットの粒子のスイッチングを達成するために必要な印加される電圧を低減する。しかしながら、電極間隔を低減することの効果は、GBディスプレイにおいては、液体ベースのディスプレイにおける効果よりも小さい。なぜならば後者においては、液体媒体の粘度は、液体の懸濁流体を介する粒子の移送時間はスイッチングの時間に影響することを意味し、そのために、液体ベースのディスプレイにおいては、電圧依存性は電極の間隔の2乗であり、一方でGBディスプレイにおいては、所望の電圧は電極間隔に関してほぼ線形に変化する。

30

【0084】

「希釈剤（*diluent*）」の粒子はまた、上述したように動作電圧を下げるために使用され得る。希釈剤の粒子（は上記したキャリア粒子からはっきりと区別されるべきである）は、「第1の」電気泳動粒子と同色の粒子であるが、小さいけれども逆の電荷を有する。希釈剤の粒子はスペーサとして作用し得、第1の粒子と壁との間の引力を小さくする。希釈剤の粒子はまた、第1の粒子のサイズよりも小さい。希釈剤の粒子が十分に小さい場合には、おそらく第1の粒子と同じ電荷であり得る。希釈剤の粒子の小さいサイズは、より小さな電荷の効果とのバランスをとり、そのため希釈剤の粒子は、優先的に、第1の粒子と壁の表面との間に挿入される。

40

【0085】

50

G B ディスプレイにおける電気泳動粒子の可変の帯電は、このようなディスプレイが駆動される方法に対する重要な意味を有する。まず、ディスプレイの駆動中に、電気泳動粒子上でよく定義された帯電を達成するための手法を考える。このような手法の1つにおいては、1つ以上の高電圧のプレパルス (pre-pulse) (すなわち、主要な駆動パルスに先行し、それよりも高電圧を有する予備的なパルス) は、駆動パルスより前に印加される。駆動パルスの機能はもちろん、ピクセルの最初の光学的状態から最後の光学的状態までの光学的移行をもたらすことである。高電圧のプレパルスの機能は、ディスプレイ内の電気泳動粒子上に良く定義された電圧を獲得することである。プレパルスは、駆動電圧 (すなわち、駆動パルスの電圧) よりも有意に大きい大きさの、しかし短い継続期間の電圧パルスであることが好ましいが、好ましくは (a) 約 20 ミリ秒よりも短いこと、または (b) 電気泳動媒体の2つの極端な光学的状態の間の移送を達成するために必要とされる同じ大きさの電圧パルスよりも短い。これらの条件のいずれかが、プレパルスが容易に観測し得るような光学状態における大きな変化を生み出さないという、特に必要なことを満足させる。

10

【0086】

このようなプレパルスは多種の形態を有し得る。例えば、単独のプレパルス、対の逆の極性を持つプレパルス (好ましくは、対のパルスの正味のインパルスはゼロまたは実質的にゼロであるような)、または交互の極性を持つ一続きのプレパルスが存在し得る。このような一続きのパルスは、同一の継続期間の交互の極性の一連のパルスを備え得る、またはプレパルスの継続期間はパルス間で変動し得る。プレパルス間にはギャップ (すなわちゼロ、または実質的にゼロの電圧の期間) が存在し得る。

20

【0087】

プレパルスの適切な配置は、予め定義した波形に所望の光学的移行を確実に達成するために、予測可能な値に十分に安定化された電気泳動粒子の帯電を負わし得る。実際には、プレパルスは予測可能な粒子帯電を確実にするために周期的に、または一部のまたは全ての光学的移行の前のいずれかに印加される。

20

【0088】

中程度のまたは低い電圧の低いインパルスのプレパルスはまた、電気泳動粒子の予測可能な帯電を達成するために使用され得る。このような低いインパルスのプレパルスに使用される電圧は駆動パルスに使用されるものに類似しているか、またはそれよりも低い。さらに、プレパルスは単独のパルス、対のパルス、または一続きのパルスを備え得る。低いインパルスのプレパルスは、短い継続期間である必要はない。このような低いインパルスのプレパルスは、関連するピクセルの光学的状態に対して限定された効果を有し、その光学的状態の大きな変化を生じない。望ましくは、低いインパルスのプレパルスは、電気泳動媒体の2つの極端な光学的状態 (一般的には黒と白の光学的状態) の間で、約 20 % 以上の反射率の変化にまでピクセルの光学的状態を変化しない。低いインパルスのプレパルスの適切な配置は、予め定義した波形に所望の光学的移行を確実に達成するために、予測可能な値に十分に安定化された電気泳動粒子の帯電を負わし得る。

30

【0089】

前述の全ての手段および手法にもかかわらず、G B ディスプレイにおける電気泳動粒子上の電荷の変化は、特に G B ディスプレイのピクセルが長期間の同じ光学的状態を保持する場合の、この電荷の減少する傾向は、有意な問題を留めていると言うことができる。言い換えれば、G B ディスプレイは、一部の液体ベースの電気泳動ディスプレイにおいて知られている「休止時間に依存する」現象の被害を受ける可能性が高く、それにより、所与の駆動パルス、または一連のパルスへのピクセルの応答が期間と共に変化する。ピクセルが同じ光学的状態に以前から置かれている。しかしながら、上で議論した理由のために、休止時間に依存する問題は、電気泳動粒子上の電荷は G B ディスプレイにおいてさらに安定性が少ないので、G B ディスプレイにおいては液体ベースのディスプレイよりも実質的により深刻である。

40

【0090】

50

休止時間への依存（またはレムナント電圧（r e m n a n t v o l t a g e）として公知のより広範な問題）を最小にするための一部の手法が液体ベースのディスプレイにおいて使用するために開発され、このような手法は、G Bディスプレイにおいて、等しいまたはより大きな利点と共に使用され得る。例えば、前述の米国特許出願第2003/0137521号と、第2005/0001812号と、第2005/0024353号と、第2005/0179642号と、第2005/0212747号と、第2005/0280626号と、2005年の8月31日に出願された出願番号第11/162,188号を参照されたい。

【0091】

先行するパラグラフにて記述した公開された出願および同時係属の出願はまた、例えば、液体の懸濁流体の粘度は温度の増加と共に減少する一方で、ガス状の懸濁流体の粘度は温度の増加と共に増加するので、温度および湿度の変化によって引き起こされたG Bディスプレイの光学的状態の変化は、液体ベースのディスプレイにおいて引き起こされたものと同一ではあり得ないけれども、温度および湿度の変化の効果を許容するようにディスプレイ駆動手法を調節する方法を議論し、G Bディスプレイにおいて温度および湿度の変化を補償するために同一の手法が使用され得る。

【0092】

（ガスベースディスプレイにおける被覆された電極）

本発明のさらなる局面は、G Bディスプレイにおいて電極にコーティングを提供することに関連している。G Bディスプレイにおける従来技術は、このようなコーティングの限定された議論を包含するが、多数の方法の全てを議論してはおらず、これらの方法におけるこのようなコーティングは、G Bディスプレイの性能を向上させるために使用され得る。実際には、G Bディスプレイにおける、微視的な特徴の慎重な選択が、一部の利点を提供し得る。電極の一方とガス状の懸濁流体との間の絶縁層を考える。絶縁体の厚さおよび誘電率は、電気泳動粒子上で作用するファンデルワールス力およびイメージ電荷引力（image charge attractive force）に影響を与える。ディスプレイが、電気泳動媒体の一方の側に共通の前部電極を有し、もう一方の側にピクセル電極のマトリックスを有する従来タイプである場合には、およびピクセル電極、または前部電極の異なる領域がその上に異なる厚さの絶縁コーティングを有する場合には、位置に依存する引力が、電気泳動粒子と、ディスプレイの前部および後部の表面との間で生じ得、結果として、ディスプレイの壁に対して電気泳動粒子を保持する空間に依存するしきい値電圧が生じる。このような空間に依存するしきい値電圧は、グレイスケールのアドレッシング（addressing）を達成するために使用され得る。ピクセルの一部の領域においてしきい値電圧を超え、他の領域では超えない電圧は、しきい値電圧を超える領域では電気泳動粒子の移動を引き起こし、他の領域では引き起こさない。ピクセル電極全体にわたってしきい値電圧を超える電圧は、ピクセルの完全スイッチングを達成する。このような方法で、黒と白の極端な光学的状態だけでなく、中間のグレイレベルも達成され得る。

【0093】

さらに、電極の上の非常に細かいパターンの誘電体膜（d i e l e c t r i c a l f i l m）は、誘電体膜による電極の部分的被膜のようなパターンに依存するしきい値の挙動を分け与え得る。ピクセル電極にわたるパターンを変化することによって、空間的に変動するスイッチングの挙動が生じ得る。例えば、高分子化合物のコーティングによる電極のローカルな断片的被膜を変化することによって、空間的に変化する電圧しきい値を生じ得る。

【0094】

このような細かいパターンは多種の方法において生成され得る。例えば、フォトレジストコーティングは、半導体産業において伝統的に用いられる手法を用いて、堆積およびパターン化され得る。あるいは、材料の層は、所望のパターン、またはその逆を有するスタンプによって堆積およびスタンプされ得る。エッチングステップは、パターニング処理に

10

20

30

40

50

含まれ得る。薄い膜をパターニングするための、特有の一方法は、薄い膜を金の薄い層で被覆し、次いで所望のイメージを有するゴムスタンプによって膜をスタンプすることで、そのスタンプはアルカンチオール (alkane thiol) によって被覆されている。アルカンチオールは、引き続くエッ칭の間に化学的レジストとして作用する。最後に、金の層が除去される。他の方法は、例えば、マスクを介する架橋による光デフィニション (photo-definition) を含み、または非ゴム製のマスクを用いるエッチレジストを適用することである。

【0095】

しかしながら、GBディスプレイの電極上のコーティングは、絶縁コーティングに限定されない。電極とガス状の懸濁流体との間に挿入されたコーティングの電気特性は、スイッチング特性において重要な役割を演じ得る。例えば、コーティングは、導電性の粒子（例えば、導電性のニードル、フレーク、回転橍円体）で満たされた高分子化合物のバインダを備え得る。導電性の粒子の濃度の狭い範囲にわたって、高分子化合物のバインダはしきい値のような挙動を示す。すなわち、バインダは小さな電場に対しては絶縁的であるが、大きな電場に対しては導電的である。このような材料は、電気的デバイスにおける帯電防止のバッグ (bag) およびハウジング (housing) を製造するために、日常的に作られる。それらを電極コーティングとしてGBディスプレイに組み込むことは、電気泳動媒体を通じての導電性を達成するために必要な電圧に関連するしきい値の挙動を生じ得る。十分に薄いコーティングによって、実際的なスイッチング電圧は、しきい値電圧を超えるのに十分な、高分子化合物の膜にわたる電場を生じ得る。これは2つの方法において電気泳動粒子の移動を補助し得る。（a）それは、電極から注入された電荷からの粒子電荷のための経路を提供し得る。（b）しきい値電圧より上では、ディスプレイにわたる電圧降下はガス状の懸濁流体に集中される。これら2つの方法の双方においては、帯電防止材料およびパッケージに使用されるものに類似するコーティングが、GBディスプレイにおいてしきい値の挙動を提供するために使用され得、しきい値電圧は、コーティングの厚さを変更することによって調節され得る。このようなコーティングはまた、コーティングが電気泳動粒子上の帯電が電極に移行することを防ぎ得るので、有利であり得る。

10

20

30

40

【0096】

既に示したように、GBディスプレイにおける電極上のコーティングは、一部の目的に役立ち得る。このようなコーティングは、電気泳動粒子と電極との間の電荷移行を防ぎ得、イメージ電荷引力による帯電した電気泳動粒子と電極との間の静電引力を低減しうる。引力におけるこの低減は、コーティングの厚さの増加に伴い増加する。さらに、電極上のコーティングは、電気泳動粒子が閉じ込められている空洞の固定表面に対する電気泳動粒子のファンデルワールス引力を変化する。有用なコーティングの例は、二酸化ケイ素のような真空蒸着の膜 (vacuum evaporated film) と、スピンドルコーティング、バーコーティング、ならびに他の手段により堆積された高分子化合物の膜と、ディップコーティングによって溶液から堆積されたアルカンチオールのような分子の単分子層と、を含む。

【図面の簡単な説明】

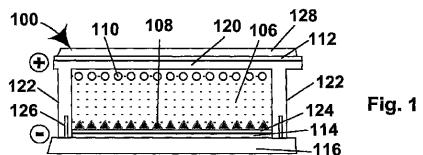
【0097】

【図1】図1は、本発明の横移動ディスプレイの概略的な切断面であり、ディスプレイの3つの異なる光学的状態における電気泳動粒子の位置を示す。

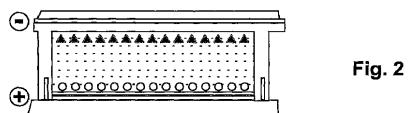
【図2】図2は、本発明の横移動ディスプレイの概略的な切断面であり、ディスプレイの3つの異なる光学的状態における電気泳動粒子の位置を示す。

【図3】図3は、本発明の横移動ディスプレイの概略的な切断面であり、ディスプレイの3つの異なる光学的状態における電気泳動粒子の位置を示す。

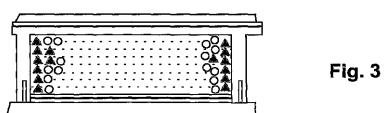
【図1】



【図2】



【図3】



【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/US06/02670												
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC: G02B 26/00(2006.01);G09G 3/34(2006.01)														
USPC: 359/296;345/107 According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC														
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) U.S. : 345/107;359/296														
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched														
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) EAST (USPAT; USPGPUB; USOCR; EPO; JPO; DERWENT; IBM-TD), SCIRUS (ALL).														
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;">Category *</th> <th style="text-align: left;">Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages</th> <th style="text-align: left;">Relevant to claim No.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>US 6,636,186 (YAMAGUCHI et al.) 21 October 2003 (21.10.2006), entire document.</td> <td>1-26</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>US 2004/0112750 (JACOBSON et al.) 17 June 2004 (17.06.2006), entire document.</td> <td>1-26</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>US 2006/0202949 (DANNER et al.) 14 September 2006 (14.09.2006), entire document.</td> <td>1-26</td> </tr> </tbody> </table>			Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.	A	US 6,636,186 (YAMAGUCHI et al.) 21 October 2003 (21.10.2006), entire document.	1-26	A	US 2004/0112750 (JACOBSON et al.) 17 June 2004 (17.06.2006), entire document.	1-26	A	US 2006/0202949 (DANNER et al.) 14 September 2006 (14.09.2006), entire document.	1-26
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.												
A	US 6,636,186 (YAMAGUCHI et al.) 21 October 2003 (21.10.2006), entire document.	1-26												
A	US 2004/0112750 (JACOBSON et al.) 17 June 2004 (17.06.2006), entire document.	1-26												
A	US 2006/0202949 (DANNER et al.) 14 September 2006 (14.09.2006), entire document.	1-26												
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex.														
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed														
Date of the actual completion of the international search 25 September 2006 (25.09.2006)		Date of mailing of the international search report 31 OCT 2006												
Name and mailing address of the ISA/US Mail Stop PCT, Attn: ISA/US Commissioner for Patents P.O. Box 1450 Alexandria, Virginia 22313-1450 Facsimile No. (571) 273-3201		Authorized officer <i>David N. Spector</i> David N. Spector Telephone No. (571) 272-2338												

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (April 2005)

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW,GH,GM,KE,LS,MW,MZ,NA,SD,SL,SZ,TZ,UG,ZM,ZW),EA(AM,AZ,BY,KG,KZ,MD,RU,TJ,TM),EP(AT,BE,BG,CH,CY,CZ,DE,DK,EE,ES,FI,FR,GB,GR,HU,IE,IS,IT,LT,LU,LV,MC,NL,PL,PT,RO,SE,SI,SK,TR),OA(BF,BJ,CF,CG,CI,CM,GA,GN,GQ,GW,ML,MR,NE,SN,TD,TG),AE,AG,AL,AM,AT,AU,AZ,BA,BB,BG,BR,BW,BY,BZ,CA,CH,CN,CO,CR,CU,CZ,DE,DK,DM,DZ,EC,EE,EG,ES,FI,GB,GD,GE,GH,GM,HR,HU,ID,IL,IN,IS,JP,KE,KG,KM,KN,KP,KR,KZ,LC,LK,L,R,LS,LT,LU,LV,LY,MA,MD,MG,MK,MN,MW,MX,MZ,NA,NG,NI,NO,NZ,OM,PG,PH,PL,PT,RO,RU,SC,SD,SE,SG,SK,SL,SM,SY,TJ,TM,TN,TR,TT,TZ,UA,UG,US,UZ,VC,VN,YU,ZA,ZM,ZW

(72)発明者 ダンナー, ガイ エム.

アメリカ合衆国 マサチューセッツ 02143, サマービル, ギベンズ ストリート 11

(72)発明者 アムンソン, カール アール.

アメリカ合衆国 マサチューセッツ 02138, ケンブリッジ, スパークス ストリート 67, アパートメント ナンバー 2

(72)発明者 ハニーマン, チャールズ ハウイー

アメリカ合衆国 マサチューセッツ 02131, ロスリンデール, リー ヒル ロード 19

(72)発明者 ウィルコックス, ラッセル ジェイ.

アメリカ合衆国 マサチューセッツ 01760, ナティック, ウィネメイ ストリート 17

(72)発明者 マックレアリー,マイケル ディー.

アメリカ合衆国 マサチューセッツ 01720, アクトン, ステイシーズ ウェイ 3