(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第4564355号
(P4564355)
(45)発行日　平成22年10月20日(2010.10.20)　(24)登録日　平成22年8月6日(2010.8.6)

(51)Int.Cl.　　F I
G02F 1/167 (2006.01)　　G02F 1/167
G02F 1/17 (2006.01)　　G02F 1/17

請求項の数 19　(全 17 頁)

(21)出願番号　特願2004-534395 (P2004-534395)
(86)(22)出願日　平成15年9月3日(2003.9.3)
(65)公表番号　特表2005-537515 (P2005-537515A)
(43)公表日　平成17年12月8日(2005.12.8)
(86)国際出願番号　PCT/US2003/027257
(87)国際公開番号　WO2004/023202
(87)国際公開日　平成16年3月18日(2004.3.18)
審査請求日　平成18年6月16日(2006.6.16)
(31)優先権主張番号　60/319,517
(32)優先日　平成14年9月3日(2002.9.3)
(33)優先権主張国　米国(US)

(73)特許権者　500080214
イー　インク　コーポレイション
アメリカ合衆国　マサチューセッツ　０２１３８，　ケンブリッジ，　コンコード　アベニュー　７３３
(74)代理人　100078282
弁理士　山本　秀策
(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　ヤコブソン，　ジョセフ　エム.
アメリカ合衆国　マサチューセッツ　０２１５９，　ニュートン　センター，　グラント　アベニュー　２２３
最終頁に続く

(54)【発明の名称】気体状懸濁流体を有する電気泳動媒体

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
複数のカプセル（１０４；２０２）を含む電気泳動媒体（１０２；２０２）であって、各カプセル（１０４；２０２）は、内相および該内相を取り囲むカプセル壁（２１２）を含み、該内相は、電気泳動により移動する複数の粒子（１０８；２１０）を懸濁媒体中に含み、該懸濁媒体は、気体状である点で特徴付けられ、該複数のカプセルのカプセル壁は、互いに合わさって連続した固体相を形成し、該複数のカプセルは、該連続した固体相中に分散している複数の泡であり、各泡は、該電気泳動により移動する粒子および該気体状懸濁媒体を含む、電気泳動媒体。
【請求項２】
各カプセル（２０２）が、電気泳動により移動する１種類の粒子（２１０）を含み、各カプセル（２０２）が、サイズの異なる一対の対向表面（２１４，２１６）を有する、請求項１に記載の電気泳動媒体（２０２）。
【請求項３】
異なる光学的特徴および異なる電気泳動移動度を有する２種類の粒子（１０６，１０８）を含む、請求項１に記載の電気泳動媒体（１０２）。
【請求項４】
１種類の粒子（１０６）が、ゼロの電気泳動移動度を有する、請求項３に記載の電気泳動媒体（１０２）。
【請求項５】

前記２種類の粒子が、同じ極性の電荷を保有するが電気泳動移動度が異なる、請求項３に記載の電気泳動媒体。

【請求項６】

前記気体状懸濁媒体が、二酸化炭素を含む、請求項１に記載の電気泳動媒体。

【請求項７】

電気泳動ディスプレイ（１００；２００）であって、該電気泳動ディスプレイは、請求項１に記載の電気泳動媒体（１０２；２０２）および少なくとも１つの電極（１１０，１１２）を備え、該電極は、該電気泳動媒体（１０２；２０２）に隣接して配置され、該媒体（１０２；２０２）に電場を印加するように配列されている、電気泳動ディスプレイ（１００；２００）。

【請求項８】

請求項１に記載の電気泳動媒体を製造するためのプロセスであって、該プロセスは、複数のカプセルを含む媒体を形成する工程であって、各カプセルが、内相および該内相を取り囲むカプセル壁を含み、該内相が、複数の粒子を液体懸濁媒体中に含む、工程；ならびに該液体懸濁媒体を気体状懸濁媒体で置換する工程によって特徴付けられる、プロセス。

【請求項９】

前記液体懸濁媒体の置換が、気体状懸濁媒体を前記カプセル中に拡散させながら該液体懸濁媒体を蒸発させることによってもたらされる、請求項８に記載のプロセス。

【請求項１０】

前記液体懸濁媒体を含む媒体の形成が、複数の小滴を形成する工程であって、各小滴が、該液体懸濁媒体および前記粒子を、硬化可能な結合剤を含む連続相中に含む、工程、ならびにその後、該硬化可能な結合剤を少なくとも部分的に硬化させる工程
によってもたらされる、請求項８に記載のプロセス。

【請求項１１】

請求項１に記載の電気泳動媒体を製造するためのプロセスであって、該プロセスは、粒子と、気体を生成し得る材料とを混合する工程；該粒子と気体生成性材料との混合物を、硬化可能な結合剤中に分散させる工程；該結合剤を少なくとも部分的に硬化させる工程；ならびに該気体生成性材料を、そこからの気体の生成を引き起こすに有効な条件に曝露して、それにより、該結合剤中で、該粒子を含むカプセルの形成を引き起こす工程によって特徴付けられる、プロセス。

【請求項１２】

前記気体生成性材料が、揮発性液体を含み、前記気体が、該気体の蒸発によって形成される、請求項１１に記載のプロセス。

【請求項１３】

前記気体が、前記気体生成性材料と、前記結合剤中に存在する材料との反応により生成される、請求項１１に記載のプロセス。

【請求項１４】

請求項１に記載の電気泳動媒体を製造するためのプロセスであって、該プロセスが、気体を生成し得る材料と、壁形成材料とを混合する工程；該気体生成性材料を、そこからの気体の生成を引き起こすに有効な条件に曝露して、それにより、該壁形成材料中で、気体充填腔の形成を引き起こす工程；ならびに前記粒子を該腔中に導入する工程によって特徴付けられる、プロセス。

【請求項１５】

請求項１に記載の電気泳動媒体を製造するためのプロセスであって、該プロセスは、粒子を、超臨界流体と混合する工程；該粒子と超臨界流体との混合物を、カプセル壁で取り囲み、それによりカプセルを形成する工程；および該カプセルへの圧力を、該超臨界流体の臨界圧未満に低下させ、それにより該超臨界流体に、該カプセル中で気体状懸濁媒体を形成させる、工程によって特徴付けられる、プロセス。

【請求項１６】

前記粒子と超臨界流体との混合物をカプセル壁で取り囲む工程が、該混合物の小滴を硬

化可能な結合剤中で形成する工程、および、前記圧力を前記臨界圧未満に低下させる前に、該結合剤を少なくとも部分的に硬化させる工程によってもたらされる、請求項１５に記載のプロセス。

【請求項１７】

前記粒子と超臨界流体との混合物をカプセル壁で取り囲む工程が、該混合物の小滴を前記超臨界流体と不混和性の液相中で形成する工程、および前記カプセルを、該超臨界流体と該液相との界面で形成させる工程によってもたらされる、請求項１５に記載のプロセス。

【請求項１８】

前記超臨界流体が、二酸化炭素である、請求項１５～１７のいずれか１項に記載のプロセス。

【請求項１９】

前記超臨界流体から形成された気体状懸濁流体を、異なる気体状懸濁媒体で置換する工程をさらに包含する、請求項１５～１８のいずれか１項に記載のプロセス。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

本発明は、気体状懸濁流体を有する電気泳動媒体に関する。より詳細には、本発明は、気体状懸濁流体を有する、カプセル化された電気泳動媒体に関する。

【背景技術】

【０００２】

電気泳動ディスプレイは、何年もの間、熱心な研究および開発の対象である。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、良好な輝度およびコントラスト、広い視角、状態の二安定性、ならびに低い電力消費という属性を有し得る。（用語「二安定な」および「二安定性」は、少なくとも１つの光学特性が異なる第１表示状態および第２表示状態を有する表示素子を含み、その結果、有限な持続時間のアドレスパルスによって任意の所定の素子が励振されると、その第１表示状態または第２表示状態のいずれかを採り、このアドレスパルスが終了した後は、その状態が少なくとも数回（例えば、少なくとも４回）持続し、アドレスパルスの最小持続時間が、この表示素子の状態を変化させるために必要とされる、ディスプレイを言及するために、本明細書中で、当該分野におけるそれらの従来の意味で用いられる。）それにも拘わらず、これらのディスプレイの長期画像品質に関する問題が、それらの広範な用法を妨げてきた。例えば、電気泳動ディスプレイを構成する粒子は沈澱する傾向があり、これらのディスプレイについて不適切な耐用期限をもたらす。

【０００３】

カプセル化された電気泳動媒体を記載する、Ｍａｓｓａｃｈｕｓｅｔｔｓ Ｉｎｓｔｉｔｕｔｅ ｏｆ Ｔｅｃｈｎｏｌｏｇｙ（ＭＩＴ）およびＥ Ｉｎｋ Ｃｏｒｐｏｒａｔｉｏｎに譲渡されたかまたはその名義の多数の特許および出願が近年公開されている。このようなカプセル化された媒体は、多数の小さなカプセルを含み、これらは各々、それ自体が、内相および内相を取り囲むカプセル壁を含み、この内相は、液体懸濁媒体中に懸濁した、電気泳動により移動する粒子を含む。代表的には、これらのカプセルは、それら自体が、ポリマー結合剤中に保持されて、２つの電極の間に配置されたコヒーレント層を形成する。この種のカプセル化された媒体は、例えば、以下に記載されている：

【０００４】

【表１】

米国特許番号 5,930,026; 5,961,804; 6,017,584; 6,067,185; 6,118,426; 6,120,588; 6,120,839; 6,124,851; 6,130,773; 6,130,774; 6,172,798; 6,177,921; 6,232,950; 6,249,721; 6,252,564; 6,262,706; 6,262,833; 6,300,932; 6,312,304; 6,312,971; 6,323,989; 6,327,072; 6,376,828; 6,377,387; 6,392,785; 6,392,786; 6,413,790; 6,422,687; 6,445,374; 6,445,489; 6,459,418; 6,473,072; 6,480,182; 6,498,114; 6,504,524; 6,506,438; 6,512,354; 6,515,649; 6,518,949; 6,521,489; 6,531,997; 6,535,197; 6,538,801; 6,545,291; および 6,580,545;
ならびに米国特許出願公開番号 2002/0019081; 2002/0021270; 2002/0053900; 2002/0060321; 2002/0063661; 2002/0063677; 2002/0090980; 2002/0106847; 2002/0113770; 2002/0130832; 2002/0131147; 2002/0145792; 2002/0171910; 2002/0180687; 2002/0180688; 2002/0185378; 2003/0011560; 2003/0011867; 2003/0011868; 2003/0020844; 2003/0025855; 2003/0034949; 2003/0038755; 2003/0053189; 2003/0076573; 2003/0096113; 2003/0102858; 2003/0132908; 2003/0137521; および 2003/0137717; 国際出願公開番号
WO 99/67678; WO 00/05704; WO 00/38000; WO 00/38001; WO 00/36560; WO 00/67110; WO 00/67327; WO 01/07961; および WO 01/08241.

既知の電気泳動媒体（カプセル化された電気泳動媒体およびカプセル化されていない電気泳動媒体の両方）は、本明細書で以後、便宜上、それぞれ、「単粒子」媒体および「二重粒子」媒体と呼ばれる２つの主な種類に分けられ得る。単粒子媒体は、着色懸濁媒体中に懸濁した１種類のみの電気泳動粒子を有し、この単粒子媒体の光学的特徴の少なくとも１つは、この粒子の光学的特徴と異なる。（１種類の粒子について言及する場合、この種の粒子の全てが絶対的に同一であることを意味しない。例えば、この種の全ての粒子が、実質的に同じ光学的特徴および同じ極性の電荷を保有するとすれば、粒子サイズおよび電気泳動移動度のようなパラメータにおけるかなりのバリエーションが、媒体の有用性に影響を与えることなく許容され得る。）この光学的特徴は、代表的には、人間の眼にとって色が可視であるが、あるいは、または、それに加えて、反射率、逆反射率、ルミネセンス、蛍光、燐光、もしくは色、より広義の意味では、非可視波長での吸収もしくは反射の相違のうちの１以上の任意のものであり得る。このような媒体が一対の電極の間に配置される場合、これらのうちの少なくとも１つは、透明であり、これらの２つの電極の相対電位に依存して、この媒体は、この粒子の光学的特徴を表示し得る（この粒子が、この観察者により近い電極に隣接する場合、本明細書では以後、「前面」電極と呼ばれる）か、またはこの懸濁媒体の光学的特徴を表示し得る（この粒子が、観察者から離れた電極に隣接する場合、本明細書では以後、「背面」電極と呼ばれ、その結果、この粒子は、この着色懸濁媒体によって隠される）。

【０００５】

二重粒子媒体は、少なくとも１つの光学的特徴が異なる２つの異なる種類の粒子、および懸濁流体（これは、未着色流体または着色流体であり得るが、代表的には未着色流体である）を有する。これらの２種類の粒子は、電気泳動移動度が異なる；移動度におけるこの相違は、極性（この種類は、本明細書では以後、「逆荷電二重粒子」媒体と呼ばれ得る）および／または大きさにおける相違であり得る。このような二重粒子媒体が上記の電極対の間に配置される場合、これらの２つの電極の相対電位に依存して、この媒体は、粒子セットのいずれかの光学的特徴を表示し得るが、これが達成される正確な様式は、移動度における相違が、極性における相違であるか、または大きさのみにおける相違であるかに

依存して異なる。例示を容易にするために、１種類の粒子が黒色であり、他方の種類の粒子が白色である電気泳動媒体を考える。もし、これらの２種類の粒子が極性において異なる場合（もし、例えば、黒色粒子が正に荷電しており、白色粒子が負に荷電している場合）、この粒子は、２つの異なる電極に誘引され、その結果、例えば、前面電極が背面電極と比較して負である場合、黒色粒子は前面粒子に誘引され、白色粒子は背面電極に誘引され、その結果、この媒体は、観察者に対して黒色に見える。逆に、もしこの前面電極が背面電極と比較して正である場合、白色粒子は前面電極に誘引され、黒色粒子は背面電極に誘引され、その結果、この媒体は観察者に対して白色に見える。

【０００６】

これらの２種類の粒子が同じ極性の電荷を有するが、電気泳動移動度が異なる場合（この種類の媒体は、本明細書では以後、「同じ極性の二重粒子」媒体と呼ばれ得る）、両方の種類の粒子は、同じ電極に誘引されるが、一方の種類は、他方の前にこの電極に到達し、その結果、観察者が直面する種類は、粒子が誘引される電極に依存して異なる。例えば、黒色粒子および白色粒子の両方が正に荷電しているが、黒色粒子はより高い電気泳動移動度を有するように改変した上記の例示を前提とする。ここで、前面電極が背面電極と比較して負である場合、黒色粒子および白色粒子は両方とも前面電極に誘引されるが、黒色粒子は、それらの移動度がより高いので最初に到達し、その結果、黒色粒子の層が前面電極を覆い、媒体は観察者に対して黒色に見える。逆に、前面電極が背面電極と比較して正である場合、黒色粒子および白色粒子の両方は、背面電極に誘引されるが、黒色粒子は、それらの移動度がより高いので最初に到達し、その結果、黒色粒子の層が背面電極を覆い、白色粒子の層は背面電極から離れたままになって観察者に直面し、その結果、この媒体は、観察者に対して白色に見える：この種類の二重粒子媒体は、懸濁流体が、背面電極から離れた白色粒子の層が観察者に対して容易に可視であることを可能にするに充分に透明であることを必要とすることに留意されたい。代表的には、二重粒子ディスプレイにおける懸濁流体は全く着色していないが、何らかの色は、それを通じて見られる白色粒子における、任意の所望でない色合いを補正する目的で取り込まれ得る。

【０００７】

上記の特許および公開された出願のうちのいくつかは、３種類以上の異なる粒子を各カプセル中に有するカプセル化された電気泳動媒体を開示する。本発明の目的のためには、このような多重粒子媒体は、二重粒子媒体の亜種とみなされる。

【０００８】

また、上記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中の別個のマイクロカプセルを取り囲む壁が、連続相によって置換され得、このようにして、電気泳動媒体が電気泳動流体の複数の別個の小滴およびポリマー材料連続相を含み、別個のカプセル部材が各個々の小滴に関連していないとはいえ、このようなポリマー分散電気泳動ディスプレイ中の電気泳動流体の別個の小滴が、カプセルまたはマイクロカプセルとみなされ得る、いわゆる「ポリマー分散電気泳動ディスプレイ」が製造され得ることを認識する；例えば、上記の２００２／０１３１１４７を参照のこと。

【０００９】

カプセル化された電気泳動ディスプレイは、代表的には、伝統的な電気泳動デバイスのクラスター化および沈澱故障モードを被らず、広範な種々の可撓性でかつ剛性の基板上にこのディスプレイを印刷またはコーティングする能力のような、さらなる利点を提供する。（用語「印刷」の使用は、以下を含むがこれらに限定されない全ての形態の印刷およびコーティングを包含することを意図する：予め計測された（ｐｒｅ－ｍｅｔｅｒｅｄ）コーティング（例えば、パッチダイコーティング、スロットまたは押出しコーティング、スライドまたはカスケードコーティング、カーテンコーティング）；ロールコーティング（例えば、ナイフオーバーロールコーティング、往復ロールコーティング）；グラビアコーティング；ディップコーティング；噴霧コーティング；メニスカスコーティング；スピンコーティング；ブラシコーティング；エアナイフコーティング；シルクスクリーン印刷プロセス；静電印刷プロセス；熱印刷プロセス；インクジェット印刷プロセス；および他の

類似の技術。）従って、得られるディスプレイは、可撓性であり得る。さらに、このディスプレイ媒体は種々の方法を用いて印刷され得るので、このディスプレイ自体は、安価に作製され得る。現代の電気泳動ディスプレイは、紙のような反射光学、保持画像性能に起因した極めて低い電力消費、ならびに機械的適合性および可撓性を示す。

【００１０】

上記の種類の電気泳動媒体の全ては、懸濁流体の存在を必要とする。上記の特許および出願において議論される特定の実施形態の全てにおいて、この懸濁流体は液体であるが、カプセル化された電気泳動媒体が、気体状懸濁流体を用いて製造されるべきでない理由は存在しない。気体状懸濁流体を用いた、カプセル化されていない電気泳動媒体が公知であり（例えば、Ｋｉｔａｍｕｒａ，Ｔ．ら，「Ｅｌｅｃｔｒｉｃａｌ ｔｏｎｅｒ ｍｏｖｅｍｅｎｔ ｆｏｒ ｅｌｅｃｔｒｏｎｉｃ ｐａｐｅｒ－ｌｉｋｅ ｄｉｓｐｌａｙ」，ＩＤＷ Ｊａｐａｎ，２００１，Ｐａｐｅｒ ＨＣＳｌ－１、およびＹａｍａｇｕｃｈｉ，Ｙ．ら，「Ｔｏｎｅｒ ｄｉｓｐｌａｙ ｕｓｉｎｇ ｉｎｓｕｌａｔｉｖｅ ｐａｒｔｉｃｌｅｓ ｃｈａｒｇｅｄ ｔｒｉｂｏｅｌｅｃｔｒｉｃａｌｌｙ」，ＩＤＷ Ｊａｐａｎ，２００１，Ｐａｐｅｒ ＡＭＤ４－４を参照のこと）、このような気体ベースの電気泳動媒体は、媒体がこのような沈澱を許容する方向で用いられる場合（例えば、この媒体が垂直平面に配置された場合の信号において）、粒子沈澱に起因して、液体ベースの電気泳動媒体と同じ種類の問題を被るようである。実際、粒子沈澱は、気体ベースの電気泳動媒体においては、液体ベースの電気泳動媒体においてよりも深刻な問題のようである。なぜなら、液体状懸濁流体と比較した場合の気体状懸濁流体の粘度はより低いので、この電気泳動粒子のより迅速な沈澱が可能であるからである。

【発明の開示】

【課題を解決するための手段】

【００１１】

従って、本発明は、複数のカプセルを備える電気泳動媒体を提供し、各カプセルは、内相およびこの内相を取り囲むカプセル壁を含み、この内相は、電気泳動により移動する複数の粒子を、気体状懸濁媒体中に含む。

【００１２】

このような電気泳動媒体の１つの形態では、各カプセルは、１種類の電気泳動により移動する粒子を含み、各カプセルは、サイズが異なる一対の対向表面を有する。このような電気泳動媒体の第２形態では、異なる光学的特徴および異なる電気泳動移動度を有する２種類の粒子が存在する。１種類の粒子は、実質的にゼロの電気泳動移動度を有し得る。あるいは、これらの２種類の粒子は、同じ極性の電荷を保有し得るが、電気泳動移動度において異なり得る。

【００１３】

本発明の電気泳動媒体は、上記のポリマー分散型の電気泳動媒体であり得る；従って、複数のカプセルのカプセル壁は互いに合わさり得、その結果、この媒体は複数の泡を含み、各泡は、電気泳動により移動する粒子および気体状懸濁媒体を含み、この泡は、連続した固体相中に分散している。

【００１４】

下記の理由から、本発明において使用するための１つの好ましい気体状懸濁媒体は、二酸化炭素を含む。

【００１５】

本発明は、本発明の電気泳動媒体および少なくとも１つの電極を含む電気泳動ディスプレイに及び、この電極は、この電気泳動媒体に隣接して配置され、そしてこの媒体に電場を適用するように配列されている。

【００１６】

本発明はまた、本発明の電気泳動媒体を製造するための第１プロセスを提供する。この第１プロセスは、複数のカプセルを含む媒体を形成する工程であって、各カプセルが、内相およびこの内相を取り囲むカプセル内壁を含み、この内相が、複数の粒子を液体懸濁媒

体中に含む、工程；ならびにこの液体懸濁媒体を気体状懸濁媒体で置換する工程を包含する。このプロセスでは、この液体懸濁媒体の置換は、気体状懸濁媒体をこのカプセル中に拡散させながら、この液体懸濁媒体を蒸発させることによってもたらされ得る。また、このプロセスでは、この液体懸濁媒体を含む媒体の形成は、複数の小滴を形成する工程であって、各小滴が、液体懸濁媒体および粒子を、硬化可能な結合剤を含む連続相中に含む、工程、ならびにその後、この硬化可能な結合剤を少なくとも部分的に硬化する工程によってもたらされ得る。

【００１７】

本発明はまた、本発明の電気泳動媒体を製造するための第２プロセスを提供する。この第２プロセスは、粒子と、気体を生成し得る材料とを混合する工程；粒子と気体生成性材料との混合物を、硬化可能な結合剤中に分散する工程；この結合剤を少なくとも部分的に硬化させる工程；ならびにこの気体生成性材料を、そこからの気体の生成を引き起こすに有効な条件に曝露して、それにより、この結合剤中で、この粒子を含むカプセルの形成を引き起こす工程を包含する。このプロセスでは、この気体生成性材料は、揮発性液体を含み得、そしてこの気体は、この液体の蒸発により形成され得る。あるいは、この気体は、この気体生成性材料と、結合剤中に存在する材料との反応によって生成され得る。

【００１８】

本発明はまた、本発明の電気泳動媒体を製造するための第３のプロセスを提供する。この第３のプロセスは、気体を生成し得る材料と壁形成材料とを混合する工程；この気体生成材料を、そこからの気体の生成を引き起こすに有効な条件に曝露して、それにより、この壁形成材料中で、気体充填腔の形成を引き起こす工程；ならびに固体粒子をこの腔中に導入する工程を包含する。

【００１９】

最後に、本発明は、本発明の電気泳動媒体を製造するための第４プロセスを提供する。この第４プロセスは、粒子と超臨界流体とを混合する工程；粒子と超臨界流体との混合物を、カプセル壁で取り囲み、それによりカプセルを形成する工程；ならびにこのカプセルへの圧力を、この超臨界流体の臨界圧未満に低下させ、それにより超臨界流体に、このカプセル中で気体状懸濁媒体を形成させる工程を包含する。この第４のプロセスでは、粒子と超臨界流体との混合物をカプセル壁で取り囲む工程は、この混合物の小滴を硬化可能な結合剤中で形成する工程、およびこの結合剤を少なくとも部分的に硬化させ、その後、この圧力をこの臨界圧未満に低下させる工程によってもたらされ得る。あるいは、粒子と超臨界流体との混合物をカプセル壁で取り囲む工程が、この混合物の小滴をこの超臨界流体と不混和性の液相中で形成する工程、およびこのカプセルを、この超臨界流体とこの液相との界面で形成させる工程によりもたらされ得る。このプロセスにおいて使用するための好ましい超臨界流体は、二酸化炭素である。このプロセスは、この超臨界流体から形成された気体状懸濁流体を、異なる気体状懸濁媒体で置換するさらなる工程を包含し得る。

【発明を実施するための最良の形態】

【００２０】

上記のＫｉｔａｍｕｒａの論文は、場の影響下で空気中を移動する粒子に基づく、電気泳動画像化システムを記載する。黒色の光学状態と白色の光学状態との間の移行は、約１ミリ秒の切り替え時間で達成される。この電気泳動粒子は、黒色の導電性ポリマービーズを含み、これは、インジウムスズ酸化物（ＩＴＯ）でコーティングされたガラス上の電荷移動層（１：１の重量比でコーティングされた、ポリカーボネートと（Ｎ，Ｎ－ジエチルアミノ）ベンズアルデヒドジフェニルヒドラゾンとの混合物）と接触することにより、可逆的に荷電され得る。印加される電圧の極性に依存して、荷電した粒子は、可視（黒色状態）であるか、または「フッ化炭素（ｃａｒｂｏｎ　ｆｌｕｏｒｉｄｅ）」と示される材料から構成される白色粒子（白色状態）の非荷電雲の後ろに隠れているかのいずれかである。動作電圧は１００Ｖより高く、そして光学コントラスト比は、ほんの約２である。しかし、この上記のＹａｍａｇｕｃｈｉの論文（これは、電気泳動粒子が摩擦荷電（ｔｒｉｂｏｃｈａｒｇｅｄ）粒子であるシステムを記載する）は、空気を媒体として用いて、そ

れ未満では媒体が光学状態を切り替えない閾値が観察され得、その結果、受動マトリクスアドレス指定が可能であり得ることを示唆する。

【００２１】

原則として、カプセル化された気体ベースの電気泳動媒体は、カプセル化された液体ベースの電気泳動媒体を参照として上記で考察された任意の種類のものであり得るが、懸濁流体としての気体の使用は、特定の実用上の限界を課す。例えば、気相が、本質的に球状のカプセルを用いて満足のいく単粒子気体ベースの媒体を生成するに充分に高い光学密度まで着色され得る可能性は非常に低いが、本発明者らは、このような可能性を排除しない。それゆえ、二重粒子アプローチは、気体ベースの媒体について主に示される。しかし、逆荷電二重粒子気体ベースのシステムもまた、問題を提示する。例えば、上記のＫｉｔａｍｕｒａの論文に記載された種類の逆荷電二重粒子気体ベースのシステムは（本明細書では以後、便宜上、「Ｋｉｔａｍｕｒａディスプレイ」という）は、導電性粒子が媒体の分極の際に１方の側から電荷を受容し、その結果、この導電性粒子が荷電されることになり、電荷を受容した電極から反発し、反対の電極に移動することを必要とする。この導電性粒子が、第２電極において（以前に受け取った反対の極性の）電荷を容易に獲得し得るならば、この導電性粒子は、この２つの電極の間を単に振動し、そしてディスプレイは機能しない。従って、Ｋｉｔａｍｕｒａディスプレイにおける電気泳動粒子上での安定な電荷の維持は、電荷輸送層が、ホールまたは電子の、両方ではなくいずれかを輸送し、その結果、この粒子が、２つの電極のいずれかのみにおいて電荷を獲得し得ることを必要とする。これは、Ｋｉｔａｍｕｒａ型の逆荷電二重粒子ディスプレイを作製できないことを意味する。なぜなら、両方の種類の粒子の荷電が、一方の電極でのホール輸送および他方の電極での電子輸送を必要とするからである。従って、少なくともＫｉｔａｍｕｒａディスプレイにおいては、この粒子についての荷電スキームは、同じ極性二重粒子、またはこれらの種類の粒子のうちの一方が荷電し、他方が非荷電である（Ｋｉｔａｍｕｒａの論文に記載される実際のデバイスにおいての通り）二重粒子スキームのいずれかであるべきである；後者のスキームは、もちろん、１種類の粒子の電気泳動移動度がゼロまで低下した、前者の極端な種類である。

【００２２】

単純な単粒子気体ベースのシステムは、充分な光学密度を有する気体状懸濁流体を提供することの困難性に起因して実行不可能であるようであるが、単粒子気体ベースのシステムは、上記の米国特許第６，１３０，７７４号および同第６，１７２，７９８号に記載される様式で形成され得る。これらの特許は、一方の端部が他方よりも実質的に大きい「テーパ状」であるカプセルがカプセル化された電気泳動媒体を記載する；このカプセルは、例えば、三角柱または角錐の形態を有し得る。このようなディスプレイの２つの光学状態の間のコントラストは、電気泳動粒子がこのカプセルの反対の端部に移動した場合に電気泳動粒子によって占められる異なる領域によって生成される。これらの電気泳動粒子が黒色であり、カプセルの壁が白色に見えるように配列されると仮定すると；例えば、これらのカプセルは、白色基板中の切断された三角柱状の溝内に配置され得る。これらの黒色電気泳動粒子がこれらのカプセルの広い端部を占める（これらが一緒になって、このディスプレイの実質的に全体の領域を覆う）場合、これらのディスプレイは黒色に見え、一方、これらの電気泳動粒子がこのカプセルの狭い端部を占める場合、白色の壁は覆われておらず、このディスプレイは、観察者に対して本質的に白色に見える。

【００２３】

この種類のディスプレイは、成形されたカプセルの正確な形成についての必要性を含め、（以下でより詳細に考察する）いくらか複雑な製造方法を必要とするが、これはまた、散乱の改善および散乱中心よりも上の低屈折率界面の存在に起因して、白色状態に関して、およびおそらくコントラスト比に関して利点を有し得る。

【００２４】

液体ベースのカプセル化電気泳動媒体から、気体ベースのカプセル化電気泳動媒体への変化は、代表的には、カプセル化媒体を製造するために用いられるプロセスにおける変化

を必要とする。上記のＥ　ＩｎｋおよびＭＩＴの特許および出願において、液体ベースのマイクロカプセルは、代表的には、液体懸濁流体（これは通常、単独かまたはハロゲン化炭素と組み合わせた炭化水素である）中での電気泳動粒子の分散物を形成することにより製造される。次いで、この分散物は、高剪断条件下で、このカプセル壁を形成する材料の前駆物質を含む不混和性液体中に流入する。この高剪断条件は、分散を引き起こして不混和性液体内で小さな小滴を形成し、そして壁材料のコアセルベーションがこれらの小滴の周囲で生じてカプセルが形成される。硬化剤は、このようにして生成されるカプセル壁の機械的強度を増加させるために添加され得る。

【００２５】

正確な並行プロセスは、気体ベースの媒体において満足がいくものではないようであるが、いくらか類似のプロセスは、以下に詳細に記載されるように、超臨界流体を用いて可能である。気体中で電気泳動粒子の分散物を形成することは可能であり得るが、この泡の周囲でのカプセル壁のコアセルベーションを許容するに充分な期間にわたって、得られた泡を安定な形態で維持することは非常に問題がある。さらに、泡内に捕捉された粒子は、この泡の壁と接触しているようであり、それゆえ、カプセル壁に粘着して固定されて、非機能的媒体を生じる。また、コアセルベーションは、液体／液体界面においてよりも液体／気体界面においての方がより困難である。

【００２６】

上記の米国特許第６，３７７，３８７号に記載されたプロセスのいくつかは、気体ベースのカプセル化電気泳動媒体の製造において使用するために適合され得る。例えば、この特許の図５および関連する説明は、電気泳動粒子および懸濁流体を含む内相が中心第１ノズルを通して分配され、そしてカプセル形成材料が中心ノズルを取り囲む第２の環状ノズルを通して分配され、このノズルは、カプセル形成材料によって取り囲まれた内相という複雑な小滴を形成するように振動されるプロセスを記載する。この種類のプロセスは、気体状内相を置換し、そして例えば樹脂の紫外硬化によって非常に迅速に硬化し得るカプセル形成材料を用いて、複合ノズルから泡が出現するにつれてカプセル壁が硬化されるのを可能にすることにより、気体ベースの電気泳動媒体を製造するために用いられ得る。しかし、カプセル壁への電気泳動粒子の粘着は、依然として問題があるようである。

【００２７】

圧縮性気体状内相を取り囲むカプセル壁の機械的脆弱性が、比較的非圧縮性の液体内相を取り囲むカプセル壁の機械的脆弱性よりもずっと大きいようであることおよび脆弱な壁を有するカプセルを操作することの機械的困難性を考慮すると、気体ベースのカプセル化電気泳動媒体を形成する最適なアプローチは、大部分の場合、電気泳動粒子を含む別個の気体充填泡が、連続した固体相結合剤によって取り囲まれるポリマー分散媒体を形成することである。いくつかの可能なアプローチが有用であり得る。

【００２８】

（１．ポリマー分散液相の形成および気体による液体の置換）

この電気泳動粒子は、揮発性相中に分散され、次いでこの揮発性相は結合剤前駆物質中で小滴に形成され、この小滴／結合剤前駆物質混合物は薄層に形成され、そして比較的剛性になるが、内部揮発性液体に対して依然として透過性であるように結合剤が硬化される。次いで、この液体は、この小滴からゆっくりと蒸発され、そしてこの構造体のへこみを防止するために、空気または別の気体がその媒体中に拡散されてこの液体を置換する。あるいは、この液体は、エーロゲルの調製において用いられる様式と類似の様式で、超臨界流体を用いて媒体から抽出され得る。結合剤の最終的な硬化は、気体を用いた揮発性液体の置換後に生じ得る。

【００２９】

（２．連続相中での電気泳動粒子の分散、続いて気体のインサイチュ生成）

この電気泳動粒子は材料と混合され、これは、単独で、または結合剤の成分との組み合わせで、気体を生成し得る。電気泳動粒子と気体生成性材料との混合物は、結合剤前駆物質中に分散され、そして得られる混合物は、薄層に形成に形成され、そして結合剤は、上

記１においてと同様の方法で部分的に硬化される。このプロセスと同時に、またはその後、この電気泳動粒子が配置された泡を形成するように気体が生成される。

【００３０】

このアプローチのいくつかのバリエーションが可能である。例えば、この電気泳動粒子は、少量の揮発性液体中のスラリーであり得、この液体は、結合剤内で、加熱または減圧により気体へと変換され得る。このような揮発性液体の例としては、低分子炭化水素またはハロゲン化炭素気体、希ガス、または他の不活性気体状材料が挙げられ得る；これらの場合、分散物およびスラリーの調製は、懸濁媒体が液体状態で存在する、充分な圧力下または充分に低い温度において、実施される。あるいは、この電気泳動粒子は、気体生成性固体（例えば、アジド）と混合され得、そして小さなペレットが形成され得、次いでこのペレットは、結合剤前駆物質中に分散され得る。この結合剤の部分的硬化の後、この気体生成性固体は、例えば、熱または放射線により分解されて、この結合剤中で気体の泡を形成して、これらの泡中で電気泳動粒子を遊離させる。

【００３１】

この気体生成性材料は、１より多くの成分を含み得、そして複数の成分が用いられる場合、これらの成分は、同じ相または異なる相中に存在し得る。例えば、この電気泳動粒子は、反応して気体を形成する２以上の成分の液体混合物中に分散され得、そして得られる混合物は、結合剤前駆物質中に分散され得る。この結合剤前駆物質の部分的硬化の後、この気体形成性反応は、電気泳動粒子を含む気体の泡を生成する、例えば、熱または放射線によって開始され得る。あるいは、気体生成反応の成分のうちの１つは、結合剤前駆物質中に存在し得、そして他のものは、電気泳動粒子と混合された固体または液体として存在し得る。例えば、結合剤前駆物質は、この電気泳動粒子が分散される液体を破壊して気体を形成する結晶を含み得る。便利な形態のこのような２成分反応では、この結合剤前駆物質はポリウレタンプレポリマーであり得、そしてこの電気泳動粒子は、活性水素含有材料（例えば、水またはアルコール）および／または発泡剤（用語「活性水素」および「発泡剤」は、ポリウレタン技術の当業者にとって一般的な意味で用いられる）を含む液相中に分散され得る。液相とこのポリウレタンプレポリマーとの接触は、電気泳動粒子を含む泡の同時形成およびポリウレタンへのこのプレポリマーの硬化を引き起こす。

【００３２】

上記で１において考察した「気体による液体の置換」のアプローチと比較して、気体生成性材料の使用は、この泡状体のへこみが問題ではないという利点を有する。

【００３３】

（３．開放セル構造体の形成、電気泳動粒子の充填、およびセルの閉鎖）

開放セル構造体は、電気泳動粒子を用いないこと以外は上記の２において記載された通りに気体生成ペレットを用いて、または上記の２において記載されるかもしくはポリマーの分野で公知の他の気体生成を用いて、製造され得る。セルの密封、またはセルにまたがるフィルムを積層することによるセルの閉鎖が容易に達成され得るように、選択される方法が、均質な高さの壁を有する規則的な構造を有するセルを生じることが望ましい。このアプローチは、上記の異なったサイズの端部を有する、成形されたカプセルを生成するために特に適切である。

【００３４】

（４．超臨界流体の使用）

気体を充填したカプセルは、超臨界流体を用いてカプセル化プロセスを実施することにより、先行技術の液体充填カプセルと同じ方法で製造され得る。材料は、臨界温度より上まで加熱された場合、超臨界であるといわれる；この温度より上では、液相と気相との間の区別はもはや存在しない。この超臨界領域において作動する種々の利点が存在する。重要な材パラメータ（例えば、誘電率および密度）が、温度および圧力を変更することにより、広範囲にわたって変動され得る。

【００３５】

このプロセスにおいて使用するための好ましい超臨界流体は、約３１℃の臨界温度を有

する二酸化炭素である。超臨界二酸化炭素は、水と不混和性であり、カプセル化手順が、二酸化炭素の密度を適切なレベルに維持するために、この臨界温度よりも上でかつ充分な圧力（少なくとも約７３気圧、すなわち約７．３ｍＰａ）下で実施されれば、この超臨界二酸化炭素は、上記のＥ　ＩｎｋおよびＭＩＴの特許および出願において、懸濁流体として使用される炭化水素ベースの液体とほぼ同様に、水不混和性液体として作用する。従って、これらの条件下では、炭化水素ベースの液体懸濁媒体のカプセル化のために以前に用いられた先行技術のプロセスもまた、超臨界二酸化炭素懸濁媒体を用いて実施され得る。例えば、高分子電解質コアセルベーション反応を用いて、この超臨界二酸化炭素をカプセル化し得る。

【００３６】

カプセル化の完了後、形成されたカプセルは、臨界温度よりも上で（従って、カプセルを損傷し得る突沸が存在しないことを確実にして）ゆっくりと減圧され得、そしてこのカプセルはその後、室温および室内圧に低下されて、電気泳動粒子および二酸化炭素気体を含むカプセルが得られる。明らかに、この減圧は、過剰な二酸化炭素がカプセル外に拡散し、それにより、減圧の間のカプセルの破裂を防止するのを可能にする速度で実施されるべきであるが、実際には、大部分のカプセル壁材料を通した二酸化炭素の拡散速度は、大いに延長された加工時間を伴わずに減圧が進行するに充分である。減圧および室温への冷却後のカプセル中に残存する二酸化炭素は、所望の場合、便利には、このカプセルを別の気体中に浸漬してこのカプセルを平衡化させることにより、別の気体で交換され得る。

【００３７】

超臨界流体（特に、超臨界二酸化炭素）の使用は、環境面で利点を有する。揮発性（代表的には有機）液体を含むカプセルの最初の形成および気体でのこの揮発性液体の置換に依存する、上記のセクション１において考察されたプロセスは、揮発性液体のかなりの量の蒸気を生成し、この蒸気は、大気中に放出されるかまたは（代表的には）しばしばかなりの費用で廃棄気体流れから回収されるかのいずれかでなければならない。対照的に、超臨界二酸化炭素を用いたプロセスは、二酸化炭素気体のみを廃棄生成物として生成し、通常、この気体のさらなる生成を依然としてもたらさない。なぜなら、二酸化炭素の大部分の商業的供給源は、発酵または燃料燃焼から回収された気体を用い、これらの気体は他の場合には直接的に大気中に排気されるからである。

【００３８】

超臨界流体の使用は、もちろん、別個のカプセルの生成に限定されず、そして超臨界流体はまた、上記のセクション１において考察されたポリマー分散電気泳動媒体の生成において用いられ得る。

【００３９】

電気泳動粒子を空気ベースの電気泳動媒体中に充填するいくつかの可能なアプローチもまた存在する。これらの粒子は、上記で言及したＹａｍａｇｕｃｈｉの論文においての通り、摩擦電気的に荷電され得る。しかし、摩擦電気の荷電は、長期二安定性を有することが意図されるディスプレイにおいて望ましくないかもしれない。なぜなら、摩擦電気荷電の崩壊は、比較的短いタイムスケールで生じるようであるからである。あるいは、電荷移動層を用いた定常荷電が、Ｋｉｔａｍｕｒａの論文においての通りに用いられ得る。しかし、定常荷電は、電気泳動粒子を含むセル（泡）の構築において複雑化を導入しない。なぜなら、各セルの少なくとも１つの端部表面は、定常荷電表面（代表的には、荷電した輸送性導電性ポリマーから構成される）を提供しなければならないが、このセルの壁は、生成される画像の品質を低下させ得る、側方での電荷移動を回避するために絶縁されるべきである。従って、定常荷電が用いられるべきならば、この媒体の製造のためには、開放セルアプローチ（上記の３）が好ましい。あるいは、電荷輸送材料は、上記の方法１および方法１におけるコーティング工程または蒸発工程の間に、さもなければ絶縁する材料から形成されたセルの一方または両方の端部表面中に拡散され得る。

【００４０】

従って、気体ベースのカプセル化電気泳動ディスプレイの構築は、以下の通りの４つの

基本工程で進行し得る：
１．電荷輸送層は、過剰の電荷輸送材料を用いて、導電性支持体（例えば、ＩＴＯ層）上にコーティングされる。
【００４１】
２．上記の通りのセル形成材料および電気泳動粒子を含む第２層は、電荷輸送層上にコーティングされ、このコーティングおよびこの第２層の硬化は、この第２層中への電荷輸送材料の部分的拡散を許容するが層全体が導電性になることは許容しない、条件下でもたらされる。
【００４２】
３．拡散性電荷輸送材料、および必要に応じて硬化した第２層についての揮発性可塑剤を含む第３層が、コーティングされる。
【００４３】
４．最終導電層（例えば、ＩＴＯ層）が、第３層の上に積層される。明らかな理由から、導電層の一方または両方は、透明でなければならない。
【００４４】
本発明の例示的な電気泳動媒体は、単に例示のために、添付の図面を参照して、ここで詳細に記載される。
【００４５】
図１Ａおよび図１Ｂに示される本発明の第１電気泳動ディスプレイ（一般的に設計された１００）は、カプセル化された電気泳動媒体（一般に、１０２と称される）を含み、この電気泳動媒体は、複数のカプセル１０４（これのうちの１つのみを、図１Ａおよび図１Ｂに示す）を含み、このカプセルの各々は、懸濁気体、多数の非荷電粒子１０６（これは、例示の目的で、白色と仮定される）およびより少数の粒子１０８（これは、例示の目的で、黒色であると仮定される）を含む。粒子１０８は電気泳動により移動し、そしてカーボンブラックから形成され得る。以下の説明では、これは、これらの粒子１０８が正に荷電されると仮定されるが、もちろん、負に荷電した粒子もまた所望により使用され得る（三角の形状の粒子１０８および円の形状の粒子１０６が、これらが添付の図面において容易に区別されるように、純粋に例示のために用いられ、決して実際の粒子の物理的形態（これは代表的には、実際は球状である）に対応しない。しかし、本発明者らは、本発明のディスプレイにおける非球形粒子の使用を排除しない）。
【００４６】
ディスプレイ１００は、通常透明の前面電極１１０および複数の別個の背面電極１１２をさらに備え、前面電極１１０は、ビュー表面を形成し、この表面を通して観察者は、このディスプレイを見て、背面電極の各々は、ディスプレイ１００の１つのピクセルを規定する（１つのみの背面電極１１２を図１Ａおよび図１Ｂに示す）。例示および理解を容易にするために、図１Ａおよび図１Ｂは、背面電極１１２によって既定されたピクセルを形成する単一のマイクロカプセルのみを示すが、実際には、より多数（２０以上）のマイクロカプセルが通常各ピクセルについて用いられる。背面電極１１２は、基板１１４上に積載される。
【００４７】
カプセル１０４および粒子１０６および粒子１０８は、広範囲のサイズで製造され得る。しかし、一般に、電極に対して垂直に測定されたこのカプセルの厚さが、約１５～５００μｍの範囲にあることが好ましいが、一方、粒子１０８は、代表的には、約０．２５～約２μｍの範囲の直径を有する。
【００４８】
図１Ａは、負に荷電した背面電極１１２および正に荷電した前面電極１１０を有するディスプレイ１００を示す。この条件下で、この正に荷電した粒子１０８は、負の背面電極１１２に誘引され、従って、背面電極１１２の隣に位置し、ここで、これらは、前面電極１１０を通してディスプレイ１００を見る観察者から、白色粒子１０６によって隠される。従って、図１Ａ中に示されるピクセルは、観察者に対して、粒子１０６の白色を表示す

る（このディスプレイ１００は、図１Ａおよび図１Ｂにおいて、背面電極１１２を底部に有して例示されるが、実際は、前面電極および背面電極の両方が、ディスプレイ１００の最大の視程のために、代表的に垂直に配置される。本明細書中に記載される本発明の特定の実施形態はいずれも、この粒子の移動を制御するために重力に決して依存しない）。

【００４９】

図１Ｂは、背面電極１１２と比較して負にされる前面電極１１０を有するディスプレイ１００を示す。この粒子１０８は正に荷電しているので、これらは、負に荷電された前面電極１１０に誘引され、従って、この粒子１０８は、前面電極１１０の隣に移動し、そしてこのピクセルは、粒子１０８の黒色を表示する。

【００５０】

図１Ａおよび図１Ｂでは、このカプセル１０４は、高さ（これらの平面に対して垂直）よりも有意に大きい幅（電極の平面に対して平行）を有する実質的にプリズム状の形態で例示される。このプリズム状の形状のカプセル１０４は、意図的である。このカプセル１０４が本質的に球状であったら、図１Ｂに示される黒色の状態では、この粒子１０８は、カプセルの中心より上の直接的に集中した制限された領域において、カプセルの最大部分に集まる傾向を有する。次いで、観察者によって見られる色は、本質的に、この中心黒色領域およびこの中心領域を取り囲む白色の環の平均であり、ここで、白色粒子１０６は、可視である。従って、この推定されるところの黒色状態でさえも、観察者は、純粋な黒色というよりも、灰色がかった色を見、そしてピクセルの２つの極端な光学状態の間のコントラストは、対応して制限される。対照的に、図１Ａおよび図１Ｂに示されるプリズム状の形態のマイクロカプセルについては、粒子１０８は、このカプセルの本質的に全断面を覆い、その結果、全くかまたは少なくとも非常に少ない白色粒子が可視であり、そしてこのカプセルの極度の光学状態の間のコントラストが増強される。この点での、および電気泳動層内でカプセルの密接な充填を達成することの望ましさについての、さらなる考察に関しては、読者は、上記の米国特許第６，０６７，１８５号が言及される。また、上記のＥ　ＩｎｋおよびＭＩＴの特許および出願において記載した通り、電気泳動媒体に機械的保存性を提供するために、このマイクロカプセルは通常、固体の結合剤中に包埋されるが、この結合剤は、例示を容易にするために、図１Ａおよび図１Ｂから省略されている。

【００５１】

上記で考察される通り、図１Ａおよび図１Ｂに示されるディスプレイ１００の別個のカプセルおよび結合剤が、上記の２００２／０１３１１４７に記載される通り、単一の連続した相（代表的にはポリマー相）によって置換されたこのカプセル壁および結合剤を用いること以外は同じ懸濁気体ならびに粒子１０６および粒子１０８を用いて、ポリマー分散システムによって置換され得ることが認識される。

【００５２】

添付の図面の図２および図３は、上記の米国特許第６，１３０，７７４号および同第６，１７２，７９８号において記載される種類のものである、本発明の電気泳動ディスプレイ（一般に、２００といわれる）を例示する；図２は、ディスプレイ２００の全体的構成を示し、一方、図３Ａおよび図３Ｂは、その単一カプセル２０２の２つの極度の光学状態を例示する。

【００５３】

図２は、いわゆる「シャッターモード」で作動する、第２の電気泳動ディスプレイ２００の概略的側面図であり、ここでは、このディスプレイの個々のピクセルが、光透過性または光阻止性のいずれかであり得る。電気泳動ディスプレイ２００は、多数の腔を形成する第１基板２０４を含み、この腔は、ディスプレイ２００において、三角柱の形態を有する。この第１基板２０４は、エッチングすることにより、微細加工することにより、または適切なエンボスダイを用いてエンボスすることにより、または他の圧力もしくは熱プロセスにより、パターン形成され得る。あるいは、この腔は、円錐形または角錐形のくぼみの形態を有し得る。第２基板２０６は、腔の各々に近づくように第１基板に結合され得る。電極（示さず）は、図１Ａおよび図１Ｂを参照して上記に記載したのと同じ様式で、基

板２０４および基板２０６上に提供されて、カプセル２０２を通して電場が印加されることを可能にする。

【００５４】

図３Ａは、光ブロック配置にある、図２に示したカプセル２０２の１つの拡大した概略的側面図である。このカプセル２０２は、カプセル壁２１２によって取り囲まれた、懸濁気体２０８および複数の電気的に荷電した粒子２１０を含む。このカプセル２０２は、第１の、より大きな表面２１４および第２のより小さな表面２１６を有する。図３Ａでは、このカプセルを、粒子２１０がより大きな表面２１４に向かって移動して、光がカプセル２０２を通って通過するのを実質的にブロックするような配向および強度の第１電場に供した後に示す。なぜなら、この粒子２１０は、実質的に不透明であるからである。例えば、粒子２１０が正の電荷を有するならば、より大きな表面２１４からより小さな表面２１６へと実質的に広がる正の勾配を有する電界ベクトルを有する電場が適用された場合、すなわち、より負の電圧を有する電場が、より大きな表面２１４において適用され、より大きな正の電圧が、より小さな表面２１６において適用された場合、この粒子は、より大きな表面２１４に向かって移動する。図３Ａに示した状態では、このカプセル２０２は、視聴者１０には、粒子２１０の光学特性を有するように見える。例えば、この粒子２１０は、図３Ａでは、このカプセル２０２が粒子２１０の色を示すように着色され得る。あるいは、この粒子２１０は、図３Ａでは、このカプセル２０２が反射性に見えるように、反射性であり得る。

【００５５】

図３Ｂは、光がマイクロカプセル２０２を通過するのを可能にする、粒子２１０がより小さな表面２１６に向かって移動する配向および強度の第２電場にカプセル２０２が供された後の、図３Ａの拡大した概略的側面図と類似であるが、その光透過性配置にあるカプセル２０２を示す、拡大した概略的側面図である。なぜなら、この粒子は、このカプセルのうちの非常に小さい領域に濃縮されているからである。図３Ｂに示す配置では、このカプセル２０２は、観察者１０にとって懸濁気体２０８の光学特性を有するように見え、懸濁媒体２０８は通常透明であり、その結果、このカプセルは、図３Ｂに示される透明状態と、図３Ａに示される着色した（代表的には黒色の）状態との間をシフトする、光弁として作用する。このような光弁の実施形態では、基板２０４および基板２０６は、通常、透明にされるか、または少なくとも光透過性にされる。あるいは、基板のうちの１つが着色され得るか、または着色した層が基板のうちの１つに隣接して提供され得る；着色した層は、光透過性または不透明のいずれかであり得るが、後者の場合、これは、基板２０４においてまたは基板２０４に隣接して、すなわち、観察者１０にとってカプセル２０２の反対側に提供されねばならない。このような着色した層が提供される場合、このカプセル２０２は、図３Ａに示される状態（これは、粒子２１０の色（またはこの色の組み合わせ、および着色した層が、カプセル２０２と観察者１０との間に存在する場合、着色した層の組み合わせ）を表示する）から図３Ｂに示す状態（着色した層の色を表示する）へとシフトし得る。

【図面の簡単な説明】

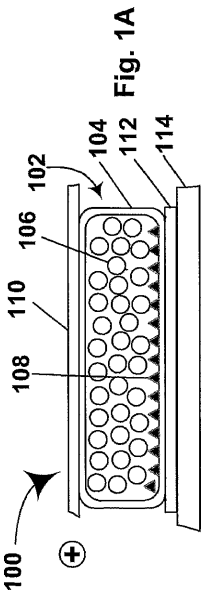
【００５６】

【図１】添付の図面の図１Ａおよび図１Ｂは、本発明の二重粒子電気泳動媒体の２つの極端な光学状態を示す、概略的側面図である。

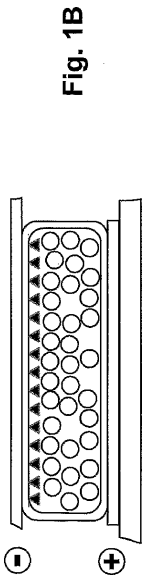
【図２】図２は、本発明の単粒子電気泳動媒体の概略的側面図である。

【図３】図３Ａおよび図３Ｂは、図２に示す単粒子電気泳動媒体の１つのカプセルの２つの極端な光学状態を示す、概略的側面図である。

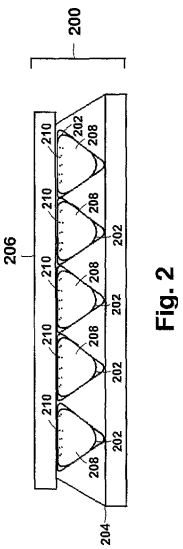
【図１Ａ】



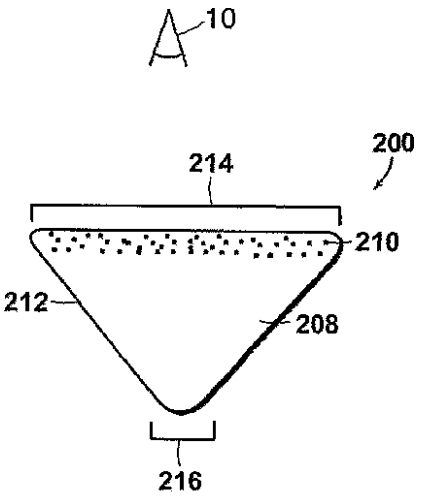
【図１Ｂ】



【図２】



【図３Ａ】



【図３Ｂ】

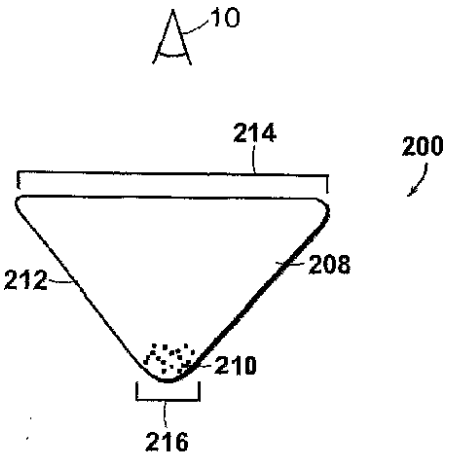


Fig. 3B

フロントページの続き

(72)発明者　ホワイトサイズ，　トーマス　エイチ.
アメリカ合衆国　マサチューセッツ　０２１４４，　ソマービル，　ウィロー　アベニュー　１８３
(72)発明者　ゼーナー，　ロバート　ダブリュー.
アメリカ合衆国　マサチューセッツ　０２４７４，　アーリントン，　エディス　ストリート　７

審査官　仁科　努

(56)参考文献　特開２００２－１３９７５１（ＪＰ，Ａ）
特開２００４－０４６０７２（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
G02F　1/167
G02F　1/17