

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5381737号
(P5381737)

(45) 発行日 平成26年1月8日(2014.1.8)

(24) 登録日 平成25年10月11日(2013.10.11)

(51) Int. Cl. F 1
GO2F 1/167 (2006.01) GO2F 1/167
GO2F 1/17 (2006.01) GO2F 1/17

請求項の数 6 (全 35 頁)

(21) 出願番号	特願2010-8480 (P2010-8480)	(73) 特許権者	000005496
(22) 出願日	平成22年1月18日 (2010.1.18)		富士ゼロックス株式会社
(65) 公開番号	特開2011-145624 (P2011-145624A)		東京都港区赤坂九丁目7番3号
(43) 公開日	平成23年7月28日 (2011.7.28)	(74) 代理人	100079049
審査請求日	平成24年12月20日 (2012.12.20)		弁理士 中島 淳
		(74) 代理人	100084995
			弁理士 加藤 和詳
		(74) 代理人	100099025
			弁理士 福田 浩志
		(72) 発明者	森山 弘朗
			神奈川県南足柄市竹松1600番地 富士
			ゼロックス株式会社内
		(72) 発明者	町田 義則
			神奈川県南足柄市竹松1600番地 富士
			ゼロックス株式会社内

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】

間隙を持って対向して配置された、少なくとも一方が透光性を有する一对の基板と、前記一对の基板に配置され、少なくとも前記透光性を有する一方の基板には透光性を有する電極が配置された一对の電極と、

前記一对の電極間に配置された分散媒と、

前記分散媒中に分散され、色及び帯電極性が互いに異なる第1粒子群及び第2粒子群を含み、前記一对の電極間に第1の電位差を付与することにより、前記第1粒子群及び前記第2粒子群がそれぞれ単独で泳動し、かつ、前記第1の電位差よりも電位差が小さい第2の電位差を付与することにより、前記第1粒子群と前記第2粒子群とが正又は負に帯電した凝集体を形成して泳動する2種類以上の粒子群と、を有する表示媒体に対して、

前記表示媒体の一对の電極間に前記第1の電位差を付与することにより、前記2種以上の粒子群をそれぞれ単独で泳動させ、それぞれの帯電極性に応じて前記一对の電極のいずれか一方に引き付け、前記第2の電位差を付与することにより、少なくとも2種の粒子群による凝集体を形成して泳動させ、該凝集体の帯電極性に応じて前記一对の電極のいずれか一方に引き付けるような電圧印加を行う表示装置。

【請求項2】

前記分散媒中に分散され、前記一对の電極間に付与された電位差に応じて少なくとも単独で泳動し、前記第1粒子群及び前記第2粒子群に対する凝集力が、前記第1粒子群と前記第2粒子群との凝集体の凝集力とは異なる第3粒子群を有する請求項1に記載の表示装

置。

【請求項 3】

前記第 3 粒子群は、前記一对の電極間に特定の電圧が印加されたときに前記第 1 粒子群及び前記第 2 粒子群と正又は負に帯電した凝集体を形成して泳動する粒子群であり、前記第 1 粒子群及び第 2 粒子群による凝集体を形成して泳動させ、該凝集体の帯電極性に依りて前記一对の電極のいずれか一方に引き付けるような電圧印加と、前記第 1 粒子群、第 2 粒子群、及び第 3 粒子群による凝集体を形成して泳動させ、該凝集体の帯電極性に依りて前記一对の電極のいずれか一方に引き付けるような電圧印加を行う請求項 2 に記載の表示装置。

【請求項 4】

前記第 1 粒子群及び前記第 2 粒子群は、それぞれ前記第 3 粒子群の粒子間を通過する粒子で構成されており、

前記第 3 粒子群は、前記一对の電極間に付与された電位差に対する応答性が前記第 1 粒子群及び前記第 2 粒子群よりも高い粒子群である請求項 3 に記載の表示装置。

【請求項 5】

前記第 1 粒子群及び前記第 2 粒子群は、それぞれ前記第 3 粒子群の粒子間を通過する粒子で構成されており、

前記第 3 粒子群は、前記第 1 粒子群及び前記第 2 粒子群とは凝集体を形成せずに泳動し、前記一对の電極間に印加された電圧に対する応答性が前記第 1 粒子群及び前記第 2 粒子群よりも高い粒子群である請求項 2 に記載の表示装置。

【請求項 6】

前記第 3 粒子群を構成する粒子の粒径が、前記第 1 粒子群を構成する粒子の粒径及び前記第 2 粒子群を構成する粒子の粒径の 10 倍以上である請求項 2 ~ 請求項 5 のいずれか一項に記載の表示装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、表示装置に関する。

【背景技術】

【0002】

繰り返し書き換えが行なわれる表示媒体として、電気泳動粒子を用いた表示媒体が知られている。この電気泳動型の表示媒体は、例えば、それぞれ電極を備え、対向配置された一对の基板と、一对の基板間に形成された電界に依りて基板間を移動するように該基板間に封入された粒子群と、を含んで構成されている。

【0003】

一对の基板間に封入された粒子群としては、特定の色に着色された 1 種類の粒子群である場合や、互いに色及び移動に必要な電界強度の異なる複数種類の粒子群である場合等がある。例えば、2 種類の粒子群を含む場合、表示媒体では、一对の基板間に電圧を印加することにより封入されている粒子を移動させることで、何れか一方の基板側に移動した粒子の量及び移動した粒子の色に依りて色の画像を表示させる。すなわち、表示対象となる画像の色及び濃度に依りて、移動させる対象となる粒子群を移動させるための強度の電圧を基板間に印加することで、移動対象となる粒子群を一对の基板の何れか一方側へ移動させて表示対象の画像の色及び濃度に依りて画像が表示される。

【0004】

特許文献 1 には、光学特性及び電気泳動移動度が異なる 2 種類以上の電気泳動粒子を用い、電気泳動移動度の差を利用して視覚的状态を変化させる電気泳動ディスプレイが開示されている。

特許文献 2 には、電気泳動表示素子の輝度を検出し、前記電気泳動表示素子の一对の電極に前記駆動電源により各回毎に異なる所定駆動電圧を印加したときから前記センサーの輝度値がほぼ飽和に達するまでの時間をそれぞれ求める手順と、前記駆動電圧と前記セン

10

20

30

40

50

サーの輝度値がほぼ飽和値に達する時間との関係を求め、この関係から電気泳動表示素子の駆動電圧に対する適正印加時間を求める手順とを有する泳動時間測定方法が開示されている。

特許文献3には、黒色着色分散媒と、該分散媒中に分散されており、互いに異なる色に着色され、かつ、互いに異なる電気泳動移動度を有する着色電気泳動粒子とを含む表示媒体を備え、該表示媒体に強度や向き、印加時間等の異なる電界をかけることにより異なる色彩の表示が行われる表示装置が開示されている。

特許文献4には、駆動電圧発生手段は、顔料粒子を第1の電極側から引き離すために第1の駆動電圧を印加し、第1の駆動電圧の印加した後、第1の電極の側から第2の電極の側に完全に移動する為の第2の駆動電圧を印加し、第1の駆動電圧の電圧値の絶対値は、第2の駆動電圧の電圧値の絶対値より大である電気泳動装置が開示されている。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2006-58901号公報

【特許文献2】特開平9-6277号公報

【特許文献3】特開2000-194021号公報

【特許文献4】特許第3991367号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

20

【0006】

本発明は、より多くの色表示が実現される表示装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0007】

請求項1の発明は、間隙を持って対向して配置された、少なくとも一方が透光性を有する一对の基板と、前記一对の基板に配置され、少なくとも前記透光性を有する一方の基板には透光性を有する電極が配置された一对の電極と、前記一对の電極間に配置された分散媒と、前記分散媒中に分散され、色及び帯電極性が互いに異なる第1粒子群及び第2粒子群を含み、前記一对の電極間に第1の電位差を付与することにより、前記第1粒子群及び前記第2粒子群がそれぞれ単独で泳動し、かつ、前記第1の電位差よりも電位差が小さい第2の電位差を付与することにより、前記第1粒子群と前記第2粒子群とが正又は負に帯電した凝集体を形成して泳動する2種類以上の粒子群と、を有する表示媒体に対して、前記表示媒体の一对の電極間に前記第1の電位差を付与することにより、前記2種類以上の粒子群をそれぞれ単独で泳動させ、それぞれの帯電極性に応じて前記一对の電極のいずれか一方に引き付け、前記第2の電位差を付与することにより、少なくとも2種の粒子群による凝集体を形成して泳動させ、該凝集体の帯電極性に応じて前記一对の電極のいずれか一方に引き付けるような電圧印加を行う表示装置。

30

請求項2の発明は、前記分散媒中に分散され、前記一对の電極間に付与された電位差に応じて少なくとも単独で泳動し、前記第1粒子群及び前記第2粒子群に対する凝集力が、前記第1粒子群と前記第2粒子群との凝集体の凝集力とは異なる第3粒子群を有する請求項1に記載の表示装置。

40

請求項3の発明は、前記第3粒子群は、前記一对の電極間に特定の電圧が印加されたときに前記第1粒子群及び前記第2粒子群と正又は負に帯電した凝集体を形成して泳動する粒子群であり、前記第1粒子群及び第2粒子群による凝集体を形成して泳動させ、該凝集体の帯電極性に応じて前記一对の電極のいずれか一方に引き付けるような電圧印加と、前記第1粒子群、第2粒子群、及び第3粒子群による凝集体を形成して泳動させ、該凝集体の帯電極性に応じて前記一对の電極のいずれか一方に引き付けるような電圧印加を行う請求項2に記載の表示装置。

請求項4の発明は、前記第1粒子群及び前記第2粒子群は、それぞれ前記第3粒子群の粒子間を通過する粒子で構成されており、前記第3粒子群は、前記一对の電極間に付与さ

50

れた電位差に対する応答性が前記第 1 粒子群及び前記第 2 粒子群よりも高い粒子群である請求項 3 に記載の表示装置。

請求項 5 の発明は、前記第 1 粒子群及び前記第 2 粒子群は、それぞれ前記第 3 粒子群の粒子間を通過する粒子で構成されており、前記第 3 粒子群は、前記第 1 粒子群及び前記第 2 粒子群とは凝集体を形成せずに泳動し、前記一対の電極間に印加された電圧に対する応答性が前記第 1 粒子群及び前記第 2 粒子群よりも高い粒子群である請求項 2 に記載の表示装置。

請求項 6 の発明は、前記第 3 粒子群を構成する粒子の粒径が、前記第 1 粒子群を構成する粒子の粒径及び前記第 2 粒子群を構成する粒子の粒径の 10 倍以上である請求項 2 ~ 請求項 5 のいずれか一項に記載の表示装置。

10

【発明の効果】

【0008】

請求項 1 の発明によれば、異種の電気泳動粒子群を凝集体として泳動させた表示を行わない場合に比べ、より多くの色表示が実現される表示装置が提供される。

請求項 2、3、4、5、6 の発明によれば、前記の第 3 粒子群を有さない場合に比べ、多くの色表示が実現される表示装置が提供される。

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図 1】第 1 実施形態に係る表示装置を示す概略図である。

【図 2】第 1 実施形態に係る表示装置において電圧印加に応じた泳動粒子の挙動を示す概略図である。

20

【図 3】第 2 実施形態に係る表示装置において電圧印加に応じた泳動粒子の挙動を示す概略図である。

【図 4】第 3 実施形態に係る表示装置において電圧印加に応じた泳動粒子の挙動を示す概略図である。

【図 5】第 4 実施形態に係る表示装置において電圧印加に応じた泳動粒子の挙動を示す概略図である。

【図 6】第 5 実施形態に係る表示装置において電圧印加に応じた泳動粒子の挙動を示す概略図である。

【発明を実施するための形態】

30

【0010】

本発明者らは、2 種以上の電気泳動粒子群を用いて各粒子群の色に応じた表示を行う場合、泳動粒子の組み合わせによっては、電極間に印加する電圧の強度及び時間によって泳動途中で異種粒子群同士による凝集体を形成し、凝集体として泳動することを見出した。そして、本発明者らは、電極間に印加される電圧に応じて各粒子群が単独で又は凝集体として泳動する粒子群を用い、電極間に印加する電圧を制御することで、各粒子群の色による表示のほかに、これらの異種の粒子群によって形成される凝集体としての色による表示も実現されることを見出した。

【0011】

本実施形態に係る表示装置は、間隙を持って対向して配置された、少なくとも一方が透光性を有する一対の基板と、前記一対の基板に配置され、少なくとも前記透光性を有する一方の基板には透光性を有する電極が配置された一対の電極と、前記一対の電極間に配置された分散媒と、前記分散媒中に分散され、色及び帯電極性が互いに異なる第 1 粒子群及び第 2 粒子群を含み、前記一対の電極間に第 1 の電位差を付与することにより、前記第 1 粒子群及び前記第 2 粒子群がそれぞれ単独で泳動し、かつ、前記第 1 の電位差よりも電位差が小さい第 2 の電位差を付与することにより、前記第 1 粒子群と前記第 2 粒子群とが正又は負に帯電した凝集体を形成して泳動する 2 種類以上の粒子群と、を有する表示媒体に対し、前記表示媒体の一対の電極間に前記第 1 の電位差を付与することにより、前記 2 種以上の粒子群をそれぞれ単独で泳動させ、それぞれの帯電極性に応じて前記一対の電極のいずれか一方に引き付け、前記第 2 の電位差を付与することにより、少なくとも 2 種の粒

40

50

子群による凝集体を形成して泳動させ、該凝集体の帯電極性に依りて前記一対の電極のいずれか一方に引き付けるような電圧印加を行う表示装置である。

【 0 0 1 2 】

以下、実施形態について図面を参照しつつ説明する。作用・機能が同じ働きを担う部材には、全図面を通して同じ符合を付与し、重複する説明を省略する場合がある。また、説明を簡易化するために、適宜1つのセルに注目した図を用いて本実施形態を説明する。

また、シアン色の粒子をシアン粒子C、マゼンタ色の粒子をマゼンタ粒子M、黄色の粒子を黄色粒子Yと記し、各粒子とその粒子群は同じ記号(符号)によって示す。

また、これらの異種粒子群同士により形成される凝集体を、各粒子群を表す記号を組み合わせ、例えばシアン粒子Cとマゼンタ粒子Mとの凝集体は凝集体CMと記し、同様に、凝集体CY、凝集体MY、凝集体CMY等と記す場合がある。

10

【 0 0 1 3 】

< 第1実施形態 >

図1は、第1実施形態に係る表示装置を概略的に示している。この表示装置100は、表示媒体10と、表示媒体10の一対の電極3, 4間に電圧を印加する電圧制御手段(電圧印加部30及び制御部40)と、を備えている。

表示媒体10は、画像表示面とされる表示基板1と非表示面とされる背面基板2とが間隙を持って対向して配置されている。

これらの基板1, 2間を定められた間隔に保持すると共に、該基板間を複数のセルに区画する間隙部材5が設けられている。

20

【 0 0 1 4 】

上記セルとは、背面側電極4が設けられた背面基板と、表示側電極3が設けられた表示基板1と、間隙部材5と、によって囲まれた領域を示している。セル中には分散媒6と、分散媒6中に分散された第1粒子群11、第2粒子群12、及び白色粒子群13とが封入されている。

第1粒子群11と第2粒子群12は、色及び帯電極性が互いに異なり、一対の電極3, 4間に印加された電圧に依りて第1の電位差を付与することにより、第1粒子群11及び第2粒子群12がそれぞれ単独で泳動し、かつ、第1の電位差よりも電位差が小さい第2の電位差を付与することにより、第1粒子群11と第2粒子群12とが正又は負に帯電した凝集体を形成して泳動する特性を有している。一方、白色粒子群13は、第1粒子群11、第2粒子群12よりも帯電量が少なく、第1粒子群11、第2粒子群12、あるいは、これらの粒子群により形成される凝集体がいずれか一方の電極側まで移動する電圧が電極間に印加されても、いずれの電極側まで移動しない粒子群である。

30

【 0 0 1 5 】

まず、本実施形態に係る表示装置の構成部材について具体的に説明する。

【 0 0 1 6 】

表示基板及び背面基板

表示基板1、又は表示基板と背面基板の双方は、透光性を有している。

表示基板1には、表示側電極3が形成され、背面基板2には、背面側電極4が形成されている。

40

【 0 0 1 7 】

表示基板1及び背面基板2としては、ガラスや、プラスチック、例えば、ポリエチレンテレフタレート樹脂、ポリカーボネート樹脂、アクリル樹脂、ポリイミド樹脂、ポリエステル樹脂、エポキシ樹脂、ポリエーテルサルホン樹脂等が挙げられる。

【 0 0 1 8 】

表示基板1及び背面基板2のそれぞれの厚みは、例えば50µm以上3mm以下である。

【 0 0 1 9 】

表示側電極3および背面側電極4には、インジウム、スズ、カドミウム、アンチモン等の酸化物、ITO等の複合酸化物、金、銀、銅、ニッケル等の金属、ポリピロールやポリ

50

チオフェン等の有機材料等が使用される。これらは単層膜、混合膜あるいは複合膜として使用され、蒸着法、スパッタリング法、塗布法等で形成される。

また、各電極の厚さは、蒸着法、スパッタリング法によれば、通常100以上2000以下である。背面側電極4および表示側電極3は、従来の液晶表示媒体あるいはプリント基板のエッチング等、従来公知の手段により、予め定められたパターン、例えば、マトリクス状、またはパッシブマトリクス駆動を実現するストライプ状に形成してもよい。

【0020】

また、表示側電極3を表示基板1に埋め込んでもよい。また、背面側電極4を背面基板2に埋め込んでもよい。

10

【0021】

また、アクティブマトリクス駆動を実現するために、画素毎にTFT(薄膜トランジスタ)を備えていてもよい。配線の積層化および部品実装が容易であることから、TFTは表示基板1ではなく背面基板2に形成することが望ましい。

【0022】

間隙部材

表示基板1と背面基板2との間隙を保持するための間隙部材5は、表示基板1の透光性を損なわないように形成され、例えば、熱可塑性樹脂、熱硬化性樹脂、電子線硬化樹脂、光硬化樹脂、ゴム、金属等で形成される。

【0023】

間隙部材5は表示基板1及び背面基板2の何れか一方と一体化されてもよい。この場合には、基板に対して、エッチング処理、レーザー加工処理、予め作製した型を使用してプレス加工処理又は印刷処理等を行うことによって間隙部材を作製する。

20

間隙部材5は、表示基板側、背面基板側のいずれか、又は双方に作製する。

【0024】

間隙部材5は有色でも無色でもよいが、表示媒体に表示される表示画像に悪影響を及ぼさないように無色透明であることが望ましく、例えば、ポリスチレンやポリエステルやアクリルなどの透明樹脂等が使用される。

【0025】

また、粒子状又は球状の間隙部材を採用する場合も透明であることが望ましく、ポリスチレン、ポリエステル又はアクリル等の透明樹脂粒子の他、ガラス粒子も使用される。

30

【0026】

なお、本実施形態において「透明」とは、可視光に対して、透過率60%以上有することを示している。

【0027】

分散媒

泳動粒子が分散される分散媒6としては、絶縁性液体であることが望ましい。本明細書において、「絶縁性」とは、体積固有抵抗が 10^{11} cm以上であることを示している。

【0028】

上記絶縁性液体として具体的には、ヘキサン、シクロヘキサン、トルエン、キシレン、デカン、ヘキサデカン、ケロセン、パラフィン、イソパラフィン、シリコーンオイル、ジクロロエチレン、トリクロロエチレン、パークロロエチレン、高純度石油、エチレングリコール、アルコール類、エーテル類、エステル類、ジメチルホルムアミド、ジメチルアセトアミド、ジメチルスルホキシド、N-メチルピロリドン、2-ピロリドン、N-メチルホルムアミド、アセトニトリル、テトラヒドロフラン、プロピレンカーボネート、エチレンカーボネート、ベンジン、ジイソプロピルナフタレン、オリーブ油、イソプロパノール、トリクロロトリフルオロエタン、テトラクロロエタン、ジブromotetraフルオロエタンなどや、それらの混合物が好適に使用される。これらの中でも、シリコーンオイルを適用することがよい。

40

50

【0029】

また、下記体積抵抗値となるよう不純物を除去することで、水（所謂、純水）も、分散媒として好適に使用される。該体積抵抗値としては、 10^3 cm以上であることが望ましく、 10^7 cm以上 10^{19} cm以下であることがより好適であり、さらに 10^{10} cm以上 10^{19} cm以下であることがより良い。

【0030】

なお、絶縁性液体には、必要に応じて、酸、アルカリ、塩、分散安定剤、酸化防止や紫外線吸収などを目的とした安定剤、抗菌剤、防腐剤などを添加してもよいが、上記で示した特定の体積抵抗値の範囲となるように添加することが望ましい。

【0031】

また、絶縁性液体には、帯電制御剤として、陰イオン界面活性剤、陽イオン界面活性剤、両性界面活性剤、非イオン界面活性剤、フッ素系界面活性剤、シリコーン系界面活性剤、金属石鹸、アルキルリン酸エステル類、コハク酸イミド類等を添加して使用してもよい。

【0032】

イオン性及び非イオン性の界面活性剤としては、より具体的には以下があげられる。ノニオン界面活性剤としては、ポリオキシエチレンノニルフェニルエーテル、ポリオキシエチレンオクチルフェニルエーテル、ポリオキシエチレンドデシルフェニルエーテル、ポリオキシエチレンアルキルエーテル、ポリオキシエチレン脂肪酸エステル、ソルビタン脂肪酸エステル、ポリオキシエチレンソルビタン脂肪酸エステル、脂肪酸アルキロールアミド等が挙げられる。アニオン界面活性剤としては、アルキルベンゼンスルホン酸塩、アルキルフェニルスルホン酸塩、アルキルナフタリンスルホン酸塩、高級脂肪酸塩、高級脂肪酸エステルの硫酸エステル塩、高級脂肪酸エステルのスルホン酸等がある。カチオン界面活性剤としては、第一級ないし第三級のアミン塩、第四級アンモニウム塩等があげられる。

これら帯電制御剤は、粒子固形分に対して0.01質量%以上20質量%以下が望ましく、特に0.05質量%以上10質量%以下の範囲が望ましい。

【0033】

分散媒6は、前記絶縁性液体と共に高分子樹脂を併用してもよい。高分子樹脂としては、高分子ゲル、高分子ポリマー等であることも望ましい。

【0034】

具体的な高分子樹脂としては、アガロース、アガロペクチン、アミロース、アルギン酸ナトリウム、アルギン酸プロピレングリコールエステル、イソリケナン、インスリン、エチルセルロース、エチルヒドロキシエチルセルロース、カードラン、カゼイン、カラギーナン、カルボキシメチルセルロース、カルボキシメチルデンプン、カロース、寒天、キチン、キトサン、絹フィブリン、クアーガム、クインシード、クラウンゴール多糖、グリコーゲン、グルコマンナン、ケラタン硫酸、ケラチン蛋白質、コラーゲン、酢酸セルロース、ジェランガム、シゾフィラン、ゼラチン、ゾウゲヤシマンナン、ツニシン、デキストラン、デルマトン硫酸、デンプン、トラガカントゴム、ニゲラン、ヒアルロン酸、ヒドロキシエチルセルロース、ヒドロキシプロピルセルロース、プスツラン、フノラン、分解キシログルカン、ペクチン、ポルフィラン、メチルセルロース、メチルデンプン、ラミナラン、リケナン、レンチナン、ローカストビーンガム等の天然高分子由来の高分子ゲルが挙げられる他、合成高分子の場合にはほとんどすべての高分子ゲルが挙げられる。

【0035】

更に、アルコール、ケトン、エーテル、エステル、及びアミドの官能基を繰り返し単位中に含む高分子等が挙げられ、例えば、ポリビニルアルコール、ポリ(メタ)アクリルアミドやその誘導体、ポリビニルピロリドン、ポリエチレンオキシドやこれら高分子を含む共重合体が挙げられる。

【0036】

これらの中でも、ゼラチン、ポリビニルアルコール、ポリ(メタ)アクリルアミド等が望ましく用いられる。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 7 】

また、この分散媒に着色剤を混合することで、泳動粒子の色とは異なる色を表示させてもよい。

【 0 0 3 8 】

分散媒に混合する着色剤としては、カーボンブラック、酸化チタン、酸化マグネシウム、酸化亜鉛、フタロシアニン銅系シアン色材、アゾ系イエロー色材、アゾ系マゼンタ色材、キナクリドン系マゼンタ色材、レッド色材、グリーン色材、ブルー色材等の公知の着色剤が挙げられる。具体的には、アニリンブルー、カルコイルブルー、クロムイエロー、ウルトラマリンブルー、デュポンオイルレッド、キノリンイエロー、メチレンブルークロリド、フタロシアニンブルー、マラカイトグリーンオキサレート、ランプブラック、ローズベンガル、C . I . ピグメント・レッド 4 8 : 1、C . I . ピグメント・レッド 1 2 2、C . I . ピグメント・レッド 5 7 : 1、C . I . ピグメント・イエロー 9 7、C . I . ピグメント・ブルー 1 5 : 1、C . I . ピグメント・ブルー 1 5 : 3、等が代表的なものとして挙げられる。

10

【 0 0 3 9 】

分散媒は其中で泳動粒子 1 1 , 1 2 が移動することから、分散媒 6 の粘度が特定の値以上であると、背面基板 2 及び表示基板 1 への力のばらつきが大きく、電界に対する粒子移動の閾値がとれない。従って、分散媒の粘度についても調整することがよい。

【 0 0 4 0 】

分散媒 6 の粘度は、温度 2 0 の環境下において、0 . 1 m P a ・ s 以上 1 0 0 m P a ・ s 以下であることが望ましく、0 . 1 m P a ・ s 以上 5 0 m P a ・ s 以下であることがより望ましく、0 . 1 m P a ・ s 以上 2 0 m P a ・ s 以下であることが更に望ましい。

20

【 0 0 4 1 】

分散媒の粘度の調整は、分散媒の分子量、構造、組成等を調整することによって行われる。なお、この粘度の測定には、東京計器製 B - 8 L 型粘度計を用いる。

【 0 0 4 2 】

電気泳動粒子

本実施形態では、電気泳動粒子として、色及び帯電極性が互いに異なる第 1 粒子群 1 1 及び第 2 粒子群 1 2 を含み、前記一对の電極間に印加された電圧に応じて、第 1 粒子群 1 1 及び第 2 粒子群 1 2 がそれぞれ単独で、又は、第 1 粒子群 1 1 と第 2 粒子群 1 2 とが正又は負に帯電した凝集体を形成して泳動する 2 種類以上の粒子群を用いる。

30

【 0 0 4 3 】

異種の粒子群間の凝集力は、例えば、これらの粒子群を構成する粒子の表面に凝集性を制御するための高分子分散剤を付着させることで制御される。例えば、分散媒としてシリコンオイルを用い、該シリコンオイルに対して相溶性を有する高分子分散剤を粒子の表面に付着させれば、分散媒中で高分子分散剤が広がる、従って、2 種類の泳動粒子群 1 1 , 1 2 がともに前記の高分子分散剤を表面に有していれば、粒子群同士は各粒子の表面の高分子分散剤同士が反発し合って凝集し難くなる。

【 0 0 4 4 】

また、異種の粒子群間の凝集力は、例えば、これらの粒子群を構成する粒子の帯電量を調整することで制御してもよい。例えば、2 種類の泳動粒子群 1 1、1 2 の帯電量が大きい場合には、粒子群同士は静電力により凝集しやすくなる。

40

泳動粒子の構成、製造方法等については後述する。

【 0 0 4 5 】

白色粒子

白色粒子群を構成する粒子としては、例えば、酸化チタンや酸化ケイ素、酸化亜鉛などの白色顔料を、ポリスチレンやポリエチレン、ポリプロピレン、ポリカーボネート、P M M A、アクリル樹脂、フェノール樹脂、ホルムアルデヒド縮合物などに分散した粒子が使用される。また、ポリスチレン粒子やポリビニルナフタレン粒子などを使用してもよい。

【 0 0 4 6 】

50

上記表示側電極 3 を設けた表示基板 1 及び背面側電極 4 を設けた背面基板 2 を、間隙部材 5 を介して互いに固定する手段は特に限定されず、例えば、ボルトとナットとの組み合わせ、クランプ、クリップ、基板固定用の枠等の固定手段を使用する。また、接着剤、熱溶融、超音波接合等の固定手段も使用してもよい。

【 0 0 4 7 】

このように構成される表示媒体は、例えば、画像の保存及び書換えを行う掲示板、回覧版、電子黒板、広告、看板、点滅標識、電子ペーパー、電子新聞、電子書籍、及び複写機・プリンタと共用するドキュメントシート等に使用される。

【 0 0 4 8 】

電圧印加部及び制御部

電圧制御手段（電圧印加部 30、制御部 40）は、表示媒体 10 の一対の電極 3、4 間に第 1 の電位差を付与することにより、粒子群 11、12 をそれぞれ単独で泳動させ、それぞれの帯電極性に応じて一対の電極 11、12 のいずれか一方に引き付け、第 1 の電位差よりも電位差が小さい第 2 の電位差を付与することにより、これらの粒子群 11、12 による凝集体を形成して泳動させ、該凝集体の帯電極性に応じて一対の電極 11、12 のいずれか一方に引き付ける。

このような制御によって、各粒子群 11、12 によるそれぞれの色表示と、これらの異種粒子群同士の凝集体による色表示と、分散媒 6 中で泳動しない白色粒子群 13 による色表示の 4 色の表示が実現される。

【 0 0 4 9 】

電圧印加部 30 は、表示側電極 3 及び背面側電極 4 にそれぞれ電氣的に接続されている。

【 0 0 5 0 】

電圧印加部 30 は、制御部 40 に信号授受されるように接続されている。

【 0 0 5 1 】

制御部 40 は、装置全体の動作を司る CPU（中央処理装置）と、各種データを一時的に記憶する RAM（Random Access Memory）と、装置全体を制御する制御プログラム等の各種プログラムが予め記憶された ROM（Read Only Memory）と、を含むマイクロコンピュータとして構成されていてもよい。

【 0 0 5 2 】

電圧印加部 30 は、表示側電極 3 及び背面側電極 4 に電圧を印加するための電圧印加装置であり、制御部 40 の制御に応じた電圧を表示側電極 3 及び背面側電極 4 にそれぞれ印加して電位差を付与する。

【 0 0 5 3 】

図 2 は、第 1 実施形態に係る表示媒体において電圧印加に応じた泳動粒子 11、12 の挙動を概略的に示している。なお、図 2～図 6 では、白色粒子 13、分散媒 6、両面の基板（表示基板 1 及び背面基板 2）、間隙部材 5 等は省略されている。

本実施形態では、第 1 粒子 11 は、マゼンタの色彩を有する負帯電の電気泳動粒子（マゼンタ粒子 M）であり、第 2 粒子 12 は、シアンの色彩を有する正帯電の電気泳動粒子（シアン粒子 C）であり、凝集体全体としては負帯電である場合について説明するが、これに限定されない。各粒子の色と帯電極性は適宜設定すればよく、凝集体は全体として正帯電であってもよい。また、以下の説明で印加する電圧の値も一例であって、これに限定されず、各粒子の帯電極性、応答性、電極間の距離等に応じて適宜設定すればよい。

【 0 0 5 4 】

マゼンタ色表示

図 2（a）に示されるように、表示側の電極 3 がプラスとなるように 30 V の電圧を印加すると、負帯電のマゼンタ粒子 M は表示側電極 3 に、正帯電のシアン粒子 C は背面側電極 4 にそれぞれ単独で泳動して各電極の全面に付着した状態となる。これにより表示側電極 3 及び表示基板 1 を通じてマゼンタ粒子群によるマゼンタ色が表示（M 表示）される。

【 0 0 5 5 】

10

20

30

40

50

シアン色表示

一方、図2(b)に示されるように、表示側の電極3がマイナスとなるように30Vの電圧を印加すると、負帯電のシアン粒子Cは表示側電極3に、正帯電のマゼンタ粒子Mは背面側電極4にそれぞれ単独で泳動して各電極の全面に付着した状態となる。これにより表示側電極3及び表示基板1を通じてシアン粒子C群によるシアン色が表示(C表示)される。

【0056】

白色表示

各電極3,4に印加する電圧の正負を逆にして、マゼンタ色表示からシアン色表示に切り替わるまでの時間を T_{mc} とすると、マゼンタ色表示の状態では T_{mc} よりも短い時間で電圧を印加して電圧をオフ(0V)にすると、図2(c)に示されるように、各粒子群は電極3,4から離れ、対向する電極に向かう泳動途中で凝集体(凝集体CM)を形成する。あるいは、シアン色表示からマゼンタ色表示に切り替わるまでの時間を T_{cm} とすると、シアン色表示の状態では T_{cm} よりも短い時間で電圧を印加して凝集体を形成してもよい。

凝集体全体としては、凝集体を構成する各粒子C, Mの極性の大きさ、数などによって負帯電又は正帯電となる。本実施形態では凝集体が負帯電として説明するが、正帯電であってもよい。

【0057】

そして、凝集体CMが各粒子群に分離せずに凝集体として移動する程度の低い電圧、例えば、表示側電極3がマイナスとなるように15Vの電圧を印加すると、図2(d)に示されるように、負帯電の凝集体は背面側電極4側に泳動して背面側電極4に付着した状態となる。このとき表示側基板側から見ると、分散媒に泳動せずに分散している白色粒子群(図2では不図示)による白色表示(W表示)が得られる。なお、白色粒子を用いずに、白色の分散媒液を用いて白色表示を実現してもよい。

なお、白色表示のときに、凝集体CMをそれぞれの粒子群に分かれるより高い電圧、例えば表示側電極3がプラスとなるように30Vの電圧を印加することで、マゼンタ色表示(M表示)に変化する。

【0058】

青色表示

一方、前記マゼンタ色表示又はシアン色表示から一端凝集体を形成し、例えば、表示側電極3がプラスとなるように15Vの電圧を印加すると、負帯電の凝集体CMは、図2(e)に示されるように表示側電極側に泳動して表示側電極3に付着した状態となる。これにより、マゼンタ粒子群とシアン粒子群との凝集体による青色表示(B表示)に変化する。

なお、各電極3,4の電圧が正負逆になるように電圧を印加して、白色表示から青色表示に変化させてもよい。

【0059】

また、白色表示において、凝集体CMが粒子の種類ごとに分離する電圧、例えば表示側電極3がマイナスとなるように30Vの電圧を印加すると、シアン粒子Cは表示側電極3側に、マゼンタ粒子Mは背面側電極側にそれぞれ引き付けられてシアン色表示(C表示)に変化する。

【0060】

上記のように、単独で泳動するだけでなく、予め定めた電圧を印加したときに異種粒子間で凝集体を形成して泳動する2種類の電気泳動粒子群を用い、各電極3,4に印加する電圧の強度及び時間を制御することによって4色の表示が実現される。

【0061】

次に、3種類の電気泳動粒子を用い、一对の電極間に印加された電圧に応じて、少なくとも単独で泳動し、第1粒子群及び第2粒子群に対する凝集力が、第1粒子群と第2粒子群との凝集体の凝集力とは異なる第3粒子群を有する表示媒体について説明する。

なお、このような第3粒子群を有する場合、第1粒子群及び第2粒子群による凝集体を形成して泳動させ、該凝集体の帯電極性に応じて一对の電極のいずれか一方に引き付けるような電圧印加と、第1粒子群、第2粒子群、及び第3粒子群による凝集体を形成して泳動させ、該凝集体の帯電極性に応じて一对の電極のいずれか一方に引き付けるような電圧印加を行うことで、より多くの色表示が実現される。

【0062】

<第2実施形態>

図3は、第2実施形態に係る表示装置を構成する表示媒体を概略的に示している。

この表示媒体では、分散媒中に、電気泳動粒子として、正帯電のシアン粒子C及び負帯電のマゼンタ粒子Mに加え、正帯電の黄色粒子Yが分散されている。

【0063】

そして、電界強度に応じて、シアン粒子Cとマゼンタ粒子Mと黄色粒子Y、シアン粒子Cとマゼンタ粒子M、又は、マゼンタ粒子Mと黄色粒子Yとが、主に静電引力に基づく凝集体を形成する。各凝集体はそれぞれ全体としては負帯電となり、マゼンタ粒子Mとシアン粒子Cとの凝集力(CM凝集力)は、マゼンタ粒子Mと黄色粒子Yとの凝集力(MY凝集力)よりも大きくなるように(すなわち、CM凝集力>MY凝集力)、各粒子C、M、Yの帯電極性が調整されている。従って、凝集したシアン粒子Cとマゼンタ粒子Mの分離(「CM分離」と記す。)に少なくとも必要な電圧をV1、凝集したマゼンタ粒子Mと黄色粒子Yとの分離(「MY分離」と記す。)に少なくとも必要な電圧をV2とすると、 $V1 > V2$ の関係にある。

【0064】

なお、本実施形態では、正帯電の粒子を2種類(シアン粒子C、黄色粒子Y)、負帯電の粒子を1種類(マゼンタ粒子M)用いているが、正帯電の粒子を1種類、負帯電の粒子を2種類用いてもよい。各粒子の色と帯電の組み合わせも適宜設定すればよく、各凝集体は全体として正帯電であってもよい。また、凝集力も上記関係に限定されず、例えば、CM凝集力<MY凝集力であってもよい。

【0065】

マゼンタ色表示及び緑色表示

表示側電極3が正極、背面側電極4が負極となるように、これらの電極間に $V > V1$ となる電圧Vを印加すると、負帯電のマゼンタ粒子Mは表示側電極3側に、正帯電のシアン粒子Cと黄色粒子Yは背面側電極4側にそれぞれ引き付けられる結果、マゼンタ色の表示となる(図3(a))。

【0066】

一方、表示側電極3が負極、背面側電極4が正極となるように、電極間に $|V| > |V1|$ となる電圧Vを印加すると、正帯電のシアン粒子Cと黄色粒子Yは表示側電極3側に、負帯電のマゼンタ粒子Mは背面側電極4側にそれぞれ引き付けられる結果、シアン粒子層と黄色粒子層による緑色表示となる(図3(b))。

なお、各電極の正負を逆にして $|V| > |V1|$ となる電圧Vを印加して、マゼンタ色表示から緑色表示、あるいは、マゼンタ色表示から緑色表示に変化させてもよい。

【0067】

黒色表示及び白色表示

図3(a)に示す状態(マゼンタ色表示)において、表示側電極3が負極、背面側電極4が正極となるように、 $V < -V1$ となる電圧Vを短時間印加する。このとき、各粒子C、M、Yが引き付けられていた各電極3、4からそれぞれ離れて反対側の電極まで到達する前に電圧をオフ(0V)にする。これにより、3種の泳動粒子群はそれぞれ電極3、4から離れた位置で全体として負帯電の凝集体(凝集体CMY)を形成する。次いで、 $|V2| > |V|$ となる電圧Vを印加すると、凝集体CMYを形成したまま、各電極の電位差に応じて泳動する。

【0068】

例えば、表示側電極3が正極、背面側電極4が負極となるように上記強度の電圧Vを印

10

20

30

40

50

加すれば、凝集体 C M Y は表示側電極 3 に引き付けられて黒色表示となり（図 3（c））、表示側電極 3 が負極、背面側電極 4 が正極となるように電圧 V ($-V_2 < V < 0$) を印加すれば、凝集体 C M Y は背面側電極 4 に引き付けられて分散媒中で泳動しない白色粒子群による白色表示が得られる（図 3（d））。なお、本実施形態でも白色粒子群を用いずに、白色分散媒を用いて白色表示を実現してもよい。

【0069】

また、図 3（b）に示す状態（緑色表示）において、表示側電極 3 が正極、背面側電極 4 が負極となるように、 $V > +V_1$ となる電圧 V を短時間印加して電極 3, 4 から 3 種の泳動粒子群を離脱させて凝集体 C M Y を形成した後、 $|V_2| > |V|$ となる電圧 V を印加してもよい。この場合も、凝集体 C M Y のまま泳動し、各電極 3, 4 の電位差に応じて黒色表示（図 3（c））又は白色表示（図 3（d））が得られる。

10

なお、各電極の正負を逆にして $|V_2| > |V|$ となる電圧 V を印加して、黒色表示から白色表示、あるいは、白色表示から黒色表示に変化させてもよい。

【0070】

青色表示及び黄色表示

図 3（c）に示す状態（黒色表示）から、表示側電極 3 が正極、背面側電極 4 が負極となるように、 $V_1 > V > V_2$ となる電圧 V を印加すると、マゼンタ粒子 M と黄色粒子 Y は分離され、シアン粒子 C とマゼンタ粒子 M との凝集は維持される。その結果、黄色粒子 Y のみ背面側電極 4 に引き付けられて泳動し、シアン粒子群 C とマゼンタ粒子群 M との凝集体 C M（負帯電）による青色表示となる（図 3（e））。

20

【0071】

一方、図 3（d）に示す状態（白色表示）から、表示側電極 3 が負極、背面側電極 4 が正極となるように、 $-V_1 < V < -V_2$ となる電圧 V を印加すると、黄色粒子 Y は分離し、シアン粒子 C とマゼンタ粒子 M との凝集は維持される。その結果、黄色粒子 Y のみ表示側電極 3 まで泳動する。これにより黄色粒子群 Y による黄色表示が得られる（図 3（f））。

なお、各電極の正負を逆にして $|V_1| > |V| > |V_2|$ となる電圧 V を印加して、青色表示から黄色表示、あるいは、黄色表示から青色表示に変化させてもよい。

【0072】

上記のように、電気泳動粒子として凝集体を形成し、2 種の粒子群同士で凝集力が異なる場合、凝集力の差を利用して、電極間に印加する電圧の強度及び時間を制御することによって 6 色の表示が実現される。

30

【0073】

<第 3 実施形態>

図 4 は、第 3 実施形態に係る表示装置を構成する表示媒体を概略的に示している。

この表示媒体では、分散媒中に、電気泳動粒子として、正帯電のシアン粒子 C と、負帯電のマゼンタ粒子 M と、シアン粒子 C 及びマゼンタ粒子 M よりも粒径が大きく、正帯電の黄色粒子 Y₂ とが分散されている。各粒子の大きさは、シアン粒子 C とマゼンタ粒子 M がそれぞれ黄色粒子群の粒子間を通過可能であればよい。大径の黄色粒子 Y₂ は、小径であるシアン粒子 C 及びマゼンタ粒子 M よりも電極間に印加される電圧に対する応答性が高い。黄色粒子 Y₂ の粒径は、シアン粒子 C とマゼンタ粒子 M に比べて電圧（電位）に対する応答性が高いこと、及び、シアン粒子 C とマゼンタ粒子 M が黄色粒子間をすり抜け易いことなどの観点から、シアン粒子 C、マゼンタ粒子 M の各粒径の 10 倍以上であることが望ましい。なお、各粒子間の凝集及び凝集力の関係については第 2 実施形態と同様である。

40

【0074】

なお、本明細書において、粒径とは粒子の体積平均粒子径のことであり、ホリバル LA-300（レーザー光散乱・回折式粒度測定装置）によって測定される値である。

【0075】

マゼンタ色表示及び緑色表示

マゼンタ色表示及び緑色表示については、第 2 実施形態と同様であり、電極間に $|V|$

50

> $|V_1|$ となる電圧 V を印加すれば異種の粒子群による凝集は生じず、表示側電極 3 が正極であればマゼンタ粒子 M が引き付けられてマゼンタ色表示となり（図 4 (a)）、表示側電極 3 が負極であればシアン粒子 C と黄色粒子 Y_2 が引き付けられて緑色表示となる（図 4 (b)）。特に、本実施形態のように大径の黄色粒子 Y_2 を用いることで、シアン粒子 C の層と黄色粒子 Y_2 の層が形成される。

【0076】

赤色表示及びシアン色表示

図 4 (a) に示す状態（マゼンタ色表示）又は図 4 (b) に示す状態（緑色表示）から、シアン粒子 C 及びマゼンタ粒子 M は応答せず、大径の黄色粒子 Y_2 は応答するように短時間パルス電圧を印加させて、大径の黄色粒子群 Y_2 のみを反対側の電極に移動させる。これにより、黄色粒子群 Y_2 のみ移動し、マゼンタ粒子群と黄色粒子群 Y_2 による赤色表示（図 4 (c)）、又は、シアン粒子群によるシアン色表示（図 4 (d)）が得られる。

【0077】

ここで、黄色粒子 Y_2 のみを移動させる電圧印加方法としては、小径のシアン粒子 C とマゼンタ粒子 M が応答しない（電圧） \times （時間）で黄色粒子 Y_2 を駆動すればよい。

駆動力/帯電量の点から、黄色粒子 Y_2 がシアン粒子 C 及びマゼンタ粒子 M よりも十分大きいこと、また、シアン粒子 C / 黄色粒子 Y_2 の層形成の点から、黄色粒子間をシアン粒子 C が通過してシアン粒子層と黄色粒子層が積層されることが重要であり、本発明者らの実験によれば、黄色粒子 Y_2 の粒径とシアン粒子 C の粒径は少なくとも 10 倍の差が必要である。

また、本発明者らの実験では、粒径が 500 nm 以下の粒子が電極から離れて移動を開始するのに、 $0.3 \text{ V} / \mu\text{m}$ の電界強度で 0.1 秒ほどの時間を要し、粒径が $5 \mu\text{m}$ 以上の粒子ではその時間で電極間を移動する。

【0078】

白色表示及び黒色表示

白色表示及び黒色表示を得る手順は、基本的には第 2 実施形態の場合と同様であり、図 4 (a) に示す状態（マゼンタ色表示）又は図 4 (b) に示す状態（緑色表示）から、 $|V| > |V_1|$ となる電圧 V を短時間印加し、シアン粒子 C 及びマゼンタ粒子 M を各電極 3, 4 から離脱させた状態で低電圧 V （黄色粒子群 Y_2 とマゼンタ粒子群 M の凝集体が分離されない電圧： $|V_2| > |V|$ ）でシアン粒子 C 、マゼンタ粒子 M 、及び黄色粒子 Y_2 を動かすと、これらの 3 種の泳動粒子群による凝集体 CMY が形成される。3 種の泳動粒子群による凝集体 CMY を形成させた後、 $|V_2| > |V|$ となる電圧 V を印加して表示側電極 3 側又は背面側電極 4 側に凝集体 CMY を移動させることで白色表示又は黒色表示が得られる。

【0079】

例えば、マゼンタ色表示から、表示側電極 3 が負極、背面側電極 4 が正極となるように、電極間に $V < -V_1$ となる電圧 V を短時間印加して、各電極 3, 4 から離れた位置で 3 種の泳動粒子群による凝集体を形成し、その後、表示側電極 3 が負極、背面側電極 4 が正極となるように、 $-V_2 < V < 0$ となる電圧 V を印加する。これにより 3 種の泳動粒子群は負帯電の凝集体 CMY として背面側電極 4 まで移動し、分散媒又は分散媒中に分散した電気泳動しない白色粒子群による白色表示となる（図 4 (e)）。

なお、混色を抑制するためには、黄色粒子 Y_2 が最上層に位置することが望ましく、シアン粒子 C 、マゼンタ粒子 M のいずれも黄色粒子群 Y_2 の粒子間をすり抜ける粒径を有することで黄色粒子群 Y_2 が最上層に位置する層構成が形成される。

【0080】

一方、緑色表示（図 4 (b)）から、表示側電極 3 が正極、背面側電極 4 が負極となるように、電極間に $V > V_1$ となる電圧 V を短時間印加して、各電極 3, 4 から離れた位置で 3 種の泳動粒子群による凝集体 CMY を形成し、その後、表示側電極 3 が正極、背面側電極 4 が負極となるように、 $V_2 > V > 0$ となる電圧 V を印加する。これにより 3 種の泳動粒子群は負帯電の凝集体 CMY として表示側電極 3 まで移動して黒色表示が得られる（

図4(f))。

【0081】

なお、各電極3, 4の正負を逆にして $|V_2| > |V|$ となる電圧 V を印加して、黒色表示から白色表示、あるいは、白色表示から黒色表示に変化させてもよい。

【0082】

青色表示及び黄色表示

図4(e)に示す状態(白色表示)から、表示側電極3が負極、背面側電極4が正極となるように $-V_1 < V < -V_2$ となる電圧 V を印加すると、黄色粒子群 Y_2 は凝集体から分離して表示側電極3まで移動し、シアン粒子群 C とマゼンタ粒子群 M は負帯電の凝集体 CM として背面側電極4に付着した状態が保たれる。これにより黄色粒子群 Y_2 による黄色表示が得られる。

10

【0083】

一方、図4(f)に示す状態(黒色表示)から、表示側電極3が正極、背面側電極4が負極となるように、 $V_1 > V > V_2$ となる電圧を印加すると、黄色粒子 Y_2 は凝集体から分離して背面側電極4まで移動し、シアン粒子 C とマゼンタ粒子 M は負帯電の凝集体 CM として表示側電極3に付着した状態が保たれる。これによりシアン粒子群 C とマゼンタ粒子群 M との凝集体 CM による青色表示となる。

【0084】

なお、各電極の正負を逆にして $|V_1| > |V| > |V_2|$ となる電圧 V を印加して、青色表示から黄色表示、あるいは、黄色表示から青色表示に変化させてもよい。

20

【0085】

上記のように、凝集体を形成する3種の電気泳動粒子として、2種の小径粒子と、これらの小径粒子よりも応答性が高い1種の大径粒子を用い、これらの粒子の凝集力の差と応答性の差を利用して、電極間に印加する電圧の強度及び時間を制御することによって、8色の表示が実現される。

【0086】

<第4実施形態>

図5は、第4実施形態に係る表示装置を構成する表示媒体を概略的に示している。

この表示媒体では、分散媒中に、電気泳動粒子として、正帯電のシアン粒子 C と、負帯電のマゼンタ粒子 M と、シアン粒子 C 及びマゼンタ粒子 M よりも大径であり、正帯電の黄色粒子 Y_3 とが分散されている。シアン粒子群 C とマゼンタ粒子群 M は互いに凝集して凝集体を形成する。黄色粒子群 Y_3 は異種の粒子群に対する凝集性はないか、シアン粒子群 C とマゼンタ粒子群 M との凝集力と比べて、シアン粒子群 C 及びマゼンタ粒子群 M のそれぞれに対する凝集力が極めて小さく、異種の粒子群 C, M と凝集体を形成しない。

30

シアン粒子群 C とマゼンタ粒子群 M との凝集力は第3実施形態と同様であり、シアン粒子 C とマゼンタ粒子 M の凝集(CM 凝集)を分離するには少なくとも V_1 の電圧を要する。

【0087】

マゼンタ色表示及び緑色表示

マゼンタ色表示及び緑色表示を行う場合に印加する電圧は第3実施形態の場合と同様である。すなわち、表示側電極3が負極、背面側電極4が正極となるように電圧を印加することで、表示側電極3にはマゼンタ粒子 M が引き付けられてマゼンタ色表示となり(図5(a))、表示側電極3が負極であればシアン粒子 C と黄色粒子 Y_3 が引き付けられて緑色表示となる(図5(b))。

40

【0088】

赤色表示及びシアン色表示

マゼンタ色表示(図5(a))から赤色表示(図5(c))に、緑色表示(図5(b))からシアン色表示(図5(d))に変化させる場合も基本的に第3実施形態の場合と同様であり、図5(a)に示す状態(マゼンタ色表示)又は図5(b)に示す状態(緑色表示)から、シアン粒子 C 及びマゼンタ粒子 M が応答せず、大径の黄色粒子 Y_3 のみ応答す

50

るように短時間パルス電圧を印加させて、黄色粒子群 Y 3 のみを反対側の電極に移動させる。これにより、マゼンタ粒子群 M と黄色粒子群 Y 3 による赤色表示（図 5（c））、又は、シアン粒子群によるシアン色表示（図 5（d））が得られる。なお、黄色粒子群 Y 3 は異種の粒子群とは凝集体を形成しないため、マゼンタ色表示から赤色表示に変化させる際、第 3 実施形態の場合よりも黄色粒子群 Y 3 は分離し易く、低電圧かつ短時間で背面側電極 4 側に移動する。

【0089】

白色表示及び黒色表示

図 5（a）に示す状態（マゼンタ色表示）又は図 5（b）に示す状態（緑色表示）から、 $|V| > |V_1|$ となる電圧 V を短時間印加することで各粒子群 C, M, Y 3 を電極 3, 4 から離脱させた後、 $|V_1| > |V|$ となる電圧 V を印加する。これにより、シアン粒子群 C とマゼンタ粒子群 M の凝集体 CM が形成される。そして、凝集体 CM と黄色粒子群 Y 3 とが同極性であれば、凝集体 CM と黄色粒子群 Y 3 は各電極 3, 4 の極性に依りて同じ電極側に移動するので、白色表示（図 5（e））又は黒色表示（図 5（f））が得られる。

【0090】

青色表示及び黄色表示

図 5（e）に示す状態（白色表示）又は図 5（f）に示す状態（黒色表示）から、シアン粒子群 C とマゼンタ粒子群 M との凝集体は応答せず、大径の黄色粒子 Y 3 のみが応答する短時間パルス電圧を印加する。ここでは、シアン粒子群 C とマゼンタ粒子群 M との凝集体が応答しない（電圧）×（時間）で大径の黄色粒子群 Y 3 を駆動させる。黄色粒子 Y 3 がシアン粒子 C 及びマゼンタ粒子 M よりも十分大きく、黄色粒子 Y 3 間をシアン粒子 C 及びマゼンタ粒子 M が通過してシアン粒子群 C とマゼンタ粒子群 M の層と黄色粒子群 Y 3 の層とが積層されることが重要である。本発明者らの実験では、黄色粒子 Y 3 の粒径とシアン粒子 C 及びマゼンタ粒子 M の各粒径は、少なくとも 10 倍の差が必要である。

黄色粒子群 Y 3 のみ反対側の電極に移動させることで、黄色表示（図 5（g））又は青色表示（図 5（h））が得られる。

【0091】

なお、凝集体 CM と黄色粒子群 Y 3 とが逆極性であれば、凝集体 CM と黄色粒子群 Y 3 は、異なる電極側に移動するため、各電極 3, 4 の極性に依りて、黄色表示（図 5（g））又は凝集体 CM による青色表示（図 5（h））が得られる。

また、黄色表示（図 5（g））又は凝集体 CM による青色表示（図 5（h））から、シアン粒子群 C とマゼンタ粒子群 M との凝集体は応答せず、大径の黄色粒子群 Y 3 のみが応答する短時間パルス電圧を印加して黄色粒子群 Y 3 のみ反対側の電極に移動させることで、白色表示（図 5（e））又は黒色表示（図 5（f））が得られる。

【0092】

上記のように、3 種の電気泳動粒子として、凝集体を形成する 2 種の小径粒子と、これらの小径粒子よりも応答性が高く、異種粒子とは凝集しない 1 種の大径粒子を用い、これらの粒子の凝集力の差と応答性の差を利用して、電極間に印加する電圧の強度及び時間を制御することによって、8 色の表示が実現される。

【0093】

< 第 5 実施形態 >

図 6 は、第 5 実施形態に係る表示装置を構成する表示媒体を概略的に示している。

この表示媒体では、分散媒中に、電気泳動粒子として、正帯電のシアン粒子 C と、シアン粒子 C よりも大径であり、応答性が高い正帯電の黄色粒子 Y 2 と、シアン粒子 C よりも大径であり、応答性が高い負帯電のマゼンタ粒子 M 2 とが分散されている。これらの 3 種類の泳動粒子群は、電極間に印加される電圧に依りて凝集体を形成し、シアン粒子群 C とマゼンタ粒子群 M も互いに凝集体を形成し、マゼンタ粒子群 M 2 と黄色粒子群 Y 2 も互いに凝集して凝集体を形成する。マゼンタ粒子群 M とシアン粒子群 C との凝集力（CM 凝集力）は、マゼンタ粒子群 M と黄色粒子群 Y 2 との凝集力（MY 凝集力）よりも大きい（C

10

20

30

40

50

M凝集力 > M Y凝集力) ように、各粒子の帯電極性が調整されている。従って、凝集したシアン粒子群 C とマゼンタ粒子群 M の分離に少なくとも必要な電圧を V_1 、凝集したマゼンタ粒子群 M と黄色粒子群 Y 2 との分離に少なくとも必要な電圧を V_2 とすると、 $V_1 > V_2$ の関係にある。

なお、3種類の泳動粒子群のうち、2種の粒子群は一緒に凝集して凝集体を形成し、他の1種は、他の粒子群と凝集体を形成しない粒子でもよい。

【0094】

マゼンタ色表示及び緑色表示

電極間に $|V| > |V_1|$ となる電圧を印加すると、異種の粒子群による凝集体は形成されず、各粒子群は、帯電極性及び各電極 3, 4 の極性に応じていずれか一方の電極側に引き付けられ、マゼンタ色表示 (図 6 (a)) 又は緑色表示 (図 6 (b)) が得られる。なお、大径の黄色粒子 Y 2 を用いることで、シアン粒子群 C と黄色粒子群 Y 2 の層が形成されて緑色表示がされる。

10

【0095】

赤色表示及びシアン色表示

マゼンタ色表示 (図 6 (a)) 又は緑色表示 (図 6 (b)) の状態から、シアン粒子 C とマゼンタ粒子 M 2 は応答せず、大径の黄色粒子 Y 2 は応答する短時間パルス電圧を印加する。このとき、小径のシアン粒子 C とマゼンタ粒子 M が応答しない (電圧) \times (時間) で黄色粒子 Y 2 を駆動させる。黄色粒子 Y 2 がシアン粒子 C より十分大きいこと、特に黄色粒子間をシアン粒子 C が通過してシアン粒子層と黄色粒子層が積層されることが重要であり、本発明者らの実験によれば、黄色粒子 Y 2 の粒径とシアン粒子 C の粒径は、少なくとも 10 倍の差が必要である。また、本発明者らの実験では、粒径が 500 nm 以下の粒子は、電極から離脱して移動を開始するのに $0.3 \text{ V} / \mu\text{m}$ の電界強度で 0.1 秒ほどの時間を要し、粒径が 5 μm 以上の粒子はその時間で基板間を移動する。

20

【0096】

上記のように短時間パルス電圧を印加することで、黄色粒子群 Y 2 のみが反対側の電極に移動し、赤色表示 (図 6 (c)) 又はシアン色表示 (図 6 (d)) が得られる。

【0097】

白色表示及び黒色表示

マゼンタ色表示 (図 6 (a)) 又は緑色表示 (図 6 (b)) の状態から、 $|V| > |V_1|$ となる電圧 V を短時間印加した後、 $|V_2| > |V|$ となる電圧 V を印加する。すなわち、シアン粒子 C を表示側電極 3 から離脱させた状態で、低電圧 V (凝集体 M Y が分離されない電圧: $|V_2| > |V|$) で印加して、シアン粒子 C、マゼンタ粒子 M、及び黄色粒子 Y 2 を動かすと、凝集体 C M Y が形成される。電極から離れた位置で3種の泳動粒子群から形成された凝集体 C M Y は、各電極の極性に応じて、凝集体のまま背面側電極 4 に移動して白色表示となるか (図 6 (e))、表示側電極 3 に移動して黒色表示となる (図 6 (f))。

30

【0098】

青色表示及び黄色表示

白色表示 (図 6 (e)) 又は黒色表示 (図 6 (f)) の状態から、 $|V_1| > |V| > |V_2|$ となる電圧 V を印加すると、凝集体 C M Y から黄色粒子群 Y 2 が分離する。

40

従って、白色表示から表示側電極 3 が正極、背面側電極 4 が負極となるように、 $V_1 > V > V_2$ となる電圧 V を印加すると、黄色粒子群 Y 2 は背面側電極側に付着した状態を保つ一方、全体として負帯電である凝集体 C M は表示側電極 3 まで移動して青色表示となる。

一方、黒色表示から表示側電極 3 が負極、背面側電極 4 が正極となるように、 $-V_1 < V < -V_2$ となる電圧 V を印加すると、黄色粒子群 Y 2 は表示側電極 3 に付着した状態を保つ一方、凝集体 C M は背面側電極 4 まで移動して黄色表示となる。

【0099】

上記のように、3種の電気泳動粒子として、異種粒子と凝集する1種の小径粒子と、こ

50

の小径粒子よりも応答性が高く、異種粒子と凝集する2種の大径粒子を用い、これらの粒子の凝集力の差と応答性の差を利用して、電極間に印加する電圧の強度及び時間を制御することによって、8色の表示が実現される。

【0100】

以下、本実施形態で用いる電気泳動粒子と分散媒についてさらに具体的に説明する。

【0101】

本実施形態で用いる電気泳動粒子(帯電粒子)は、帯電基を有する高分子及び着色剤を含有する着色粒子と、着色粒子の表面に結合又は被覆された、反応性シリコン系高分子又は反応性長鎖アルキル系高分子と、を含んで構成される。つまり、本実施形態に係る帯電粒子は、1)着色粒子の表面に反応性シリコン系高分子が結合又は被覆された帯電粒子、2)着色粒子の表面に反応性長鎖アルキル系高分子が結合又は被覆された帯電粒子である。なお、分散媒は、後述する粒子の製造方法で利用する第1溶媒で説明するものが用いられる。

10

【0102】

本実施形態に係る帯電粒子は、電界に応じて移動するものであり、分散媒に分散された状態において帯電特性を有し、形成された電界に応じて分散媒内を移動するものである。そして、本実施形態に係る帯電粒子(表示用分散液)は、上記構成とすることで、安定した分散性及び帯電特性を持つ粒子となるものである。帯電特性は、粒子の帯電極性及び帯電量を示しており、本実施形態ではこの帯電極性及び帯電量の変動が抑制され、安定化される。

20

【0103】

本実施形態に係る帯電粒子は上記特性を有することから、帯電極性の異なる複数種類の帯電粒子が混合された系でも、安定した分散性及び帯電特性が維持される。帯電極性の異なる複数種類の帯電粒子は、例えば、後述する帯電基を有する高分子の当該帯電基を変更することで得られる。

【0104】

着色粒子は、帯電基を有する高分子と、着色剤と、必要に応じてその他の配合材料と、を含んで構成される。

【0105】

帯電基を有する高分子は、帯電基として例えばカチオン性基又はアニオン性基を有する高分子である。帯電基としてのカチオン性基は、例えば、アミノ基、4級アンモニウム基が挙げられ(これら基の塩も含む)、このカチオン基により粒子に正帯電極性が付与される。一方、帯電基としてのアニオン性基としては、例えば、フェノール基、カルボキシル基、カルボン酸塩基、スルホン酸基、スルホン酸塩基、リン酸基、リン酸塩基及びテトラフェニルボロン基が挙げられ(これら基の塩も含む)、このアニオン性基により粒子に負帯電極性が付与される。

30

【0106】

帯電基を有する高分子として、具体的には、例えば、帯電基を有する単量体の単独重合体であってもよいし、帯電基を有する単量体と他の単量体(帯電基を持たない単量体)との共重合体が挙げられる。

40

【0107】

帯電基を有する単量体としては、カチオン性基を有する単量体(以下、カチオン性単量体)、アニオン性基を有する単量体(以下、アニオン性単量体)が挙げられる。

【0108】

カチオン性単量体としては、例えば、以下のものが挙げられる。具体的には、N,N-ジメチルアミノエチル(メタ)アクリレート、N,N-ジエチルアミノエチル(メタ)アクリレート、N,N-ジブチルアミノエチル(メタ)アクリレート、N,N-ヒドロキシエチルアミノエチル(メタ)アクリレート、N-エチルアミノエチル(メタ)アクリレート、N-オクチル-N-エチルアミノエチル(メタ)アクリレート、N,N-ジヘキシルアミノエチル(メタ)アクリレート等の脂肪族アミノ基を有する(メタ)アクリレート類

50

、ジメチルアミノスチレン、ジエチルアミノスチレン、ジメチルアミノメチルスチレン、ジオクチルアミノスチレン等の含窒素基を有する芳香族置換エチレン系単量体類、ビニル - N - エチル - N - フェニルアミノエチルエーテル、ビニル - N - ブチル - N - フェニルアミノエチルエーテル、トリエタノールアミンジビニルエーテル、ビニルジフェニルアミノエチルエーテル、N - ビニルヒドロキシエチルベンズアミド、m - アミノフェニルビニルエーテル等の含窒素ビニルエーテル単量体類、ビニルアミン、N - ビニルピロール等のピロール類、N - ビニル - 2 - ピロリン、N - ビニル - 3 - ピロリン等のピロリン類、N - ビニルピロリジン、ビニルピロリジンアミノエーテル、N - ビニル - 2 - ピロリドン等のピロリジン類、N - ビニル - 2 - メチルイミダゾール等のイミダゾール類、N - ビニルイミダゾリン等のイミダゾリン類、N - ビニルインドール等のインドール類、N - ビニルインドリン等のインドリン類、N - ビニルカルバゾール、3 , 6 - ジブロム - N - ビニルカルバゾール等のカルバゾール類、2 - ビニルピリジン、4 - ビニルピリジン、2 - メチル - 5 - ビニルピロジン等のピリジン類、(メタ)アクリルピペリジン、N - ビニルピペリドン、N - ビニルピペラジン等のピペリジン類、2 - ビニルキノリン、4 - ビニルキノリン等のキノリン類、N - ビニルピラゾール、N - ビニルピラゾリン等のピラゾール類、2 - ビニルオキサゾール等のオキサゾール類、4 - ビニルオキサジン、モルホリノエチル(メタ)アクリレート等のオキサジン類などが挙げられる。

また、汎用性から特に好ましいカチオン性単量体としては、N , N - ジメチルアミノエチル(メタ)アクリレート、N , N - ジエチルアミノエチル(メタ)アクリレートなどの脂肪族アミノ基を有する(メタ)アクリレート類が好ましく、特に重合前あるいは重合後に4級アンモニウム塩とした構造で使用されることが好ましい。4級アンモニウム塩化は、前記化合物をアルキルハライド類やトシル酸エステル類と反応することで得られる。

【0109】

一方、アニオン性単量体としては、例えば、以下のものが挙げられる。

具体的には、アニオン性単量体のうち、カルボン酸モノマーとしては、(メタ)アクリル酸、クロトン酸、イタコン酸、マレイン酸、フマル酸、シトラコン酸、又はそれらの無水物及びそのモノアルキルエステルやカルボキシエチルビニルエーテル、カルボキシプロピルビニルエーテルの如きカルボキシル基を有するビニルエーテル類等がある。

スルホン酸モノマーとしては、スチレンスルホン酸、2 - アクリルアミド - 2 - メチルプロパンスルホン酸、3 - スルホプロピル(メタ)アクリックアシッドエステル、ビス(3 - スルホプロピル) - イタコニックアシッドエステル等及びその塩がある。また、その他2 - ヒドロキシエチル(メタ)アクリル酸の硫酸モノエステル及びその塩がある。

リン酸モノマーとしては、ビニルホスホン酸、ビニルホスフェート、アシッドホスホキシエチル(メタ)アクリレート、アシッドホスホキシプロピル(メタ)アクリレート、ビス(メタクリロキシエチル)ホスフェート、ジフェニル - 2 - メタクリロイロキシエチルホスフェート、ジフェニル - 2 - アクリロイロキシエチルホスフェート、ジブチル - 2 - メタクリロイロキシエチルホスフェート、ジブチル - 2 - アクリロイロキシエチルホスフェート、ジオクチル - 2 - (メタ)アクリロイロキシエチルホスフェート等がある。

好ましいアニオン性単量体としては、(メタ)アクリル酸やスルホン酸を持ったものであり、より好ましくは重合前あるいは重合後にアンモニウム塩となった構造のものである。アンモニウム塩は、3級アミン類あるいは4級アンモニウムハイドロオキサイド類と反応させることで作製される。

【0110】

また、他の単量体としては、非イオン性単量体(ノニオン性単量体)が挙げられ、例えば、(メタ)アクリロニトリル、(メタ)アクリル酸アルキルエステル、(メタ)アクリルアミド、エチレン、プロピレン、ブタジエン、イソブレン、イソブチレン、N - ジアルキル置換(メタ)アクリルアミド、スチレン、ビニルカルバゾール、スチレン、スチレン誘導体、ポリエチレングリコールモノ(メタ)アクリレート、塩化ビニル、塩化ビニリデン、イソブレン、ブタジエン、ビニルピロリドン、ヒドロキシエチル(メタ)アクリレート、ヒドロキシブチル(メタ)アクリレートなどが挙げられる。

【 0 1 1 1 】

ここで、帯電基を有する単量体と他の単量体との共重合比は、所望の粒子の帯電量に応じて適宜変更される。通常は帯電基を有する単量体と他の単量体との共重合比がそのモル比で1 : 1 0 0乃至1 0 0 : 0からの範囲で選択される。

【 0 1 1 2 】

帯電基を有する高分子の重量平均分子量としては、1 0 0 0以上1 0 0万以下が望ましく、より望ましくは1万以上2 0万以下である。

【 0 1 1 3 】

次に、着色剤について説明する。着色剤としては、有機若しくは無機の顔料や、油溶性染料等が使用され、マグネタイト、フェライト等の磁性紛、カーボンブラック、酸化チタン、酸化マグネシウム、酸化亜鉛、フタロシアニン銅系シアン色材、アゾ系イエロー色材、アゾ系マゼンタ色材、キナクリドン系マゼンタ色材、レッド色材、グリーン色材、ブルー色材等の公知の着色剤が挙げられる。具体的には、アニリンブルー、カルコイルブルー、クロムイエロー、ウルトラマリブルー、デュボンオイルレッド、キノリンイエロー、メチレンブルークロリド、フタロシアニンブルー、マラカイトグリーンオキサレート、ランプブラック、ローズベンガル、C . I . ピグメント・レッド4 8 : 1、C . I . ピグメント・レッド1 2 2、C . I . ピグメント・レッド5 7 : 1、C . I . ピグメント・イエロー9 7、C . ブルー1 5 : 1、C . I . ピグメント・ブルー1 5 : 3、等を代表的なものとして例示される。

【 0 1 1 4 】

着色剤の配合量としては、帯電基を持つ高分子に対し1 0質量%以上9 9質量%以下が望ましく、望ましくは3 0質量%以上9 9質量%以下である。

【 0 1 1 5 】

次にその他の配合材料を説明する。その他の配合材料としては、例えば帯電制御剤、磁性材料が挙げられる。

帯電制御剤としては、電子写真用トナー材料に使用される公知のものが使用され、例えば、セチルピリジルククロライド、BONTRON P - 5 1、BONTRON P - 5 3、BONTRON E - 8 4、BONTRON E - 8 1（以上、オリエント化学工業社製）等の第4級アンモニウム塩、サリチル酸系金属錯体、フェノール系縮合物、テトラフェニル系化合物、酸化金属微粒子、各種カップリング剤により表面処理された酸化金属微粒子が挙げられる。

【 0 1 1 6 】

磁性材料としては、必要に応じてカラーコートした無機磁性材料や有機磁性材料を使用する。また、透明な磁性材料、特に、透明有機磁性材料は着色顔料の発色を阻害せず、比重も無機磁性材料に比べて小さく、より望ましい。

着色した磁性材料（カラーコートした材料）として、例えば、特開2 0 0 3 - 1 3 1 4 2 0公報記載の小径着色磁性粉が用いられる。核となる磁性粒子と該磁性粒子表面上に積層された着色層とを備えたものが用いられる。そして、着色層としては、顔料等により磁性粉を不透過に着色する等適宜選定して差し支えないが、例えば光干渉薄膜を用いるのが好ましい。この光干渉薄膜とは、S i O₂やT i O₂等の無彩色材料を光の波長と同等な厚みを有する薄膜にしたものであり、薄膜内の光干渉により光の波長を選択的に反射するものである。

【 0 1 1 7 】

次に、着色粒子の表面に結合又は被覆させる反応性シリコーン系高分子及び反応性長鎖アルキル系高分子について説明する。

【 0 1 1 8 】

反応性シリコーン系高分子及び反応性長鎖アルキル系高分子は、反応性の分散剤であり、以下のものが挙げられる。

反応性シリコーン系高分子の一つとしては以下の各成分（A . シリコーン鎖成分、B . 反応性成分、C . その他共重合成分）からなる共重合体が挙げられる。

【0119】

A．シリコーン鎖成分

シリコーン鎖成分としては、片末端に(メタ)アクリレート基を持ったジメチルシリコーンモノマ(例えば、チッソ社製：サイラプレーン：FM-0711, FM-0721, FM-0725等、信越シリコーン(株)：X-22-174DX, X-22-2426, X-22-2475等)が挙げられる。

【0120】

B．反応性成分

反応性成分としては、グリシジル(メタ)アクリレート、イソシアネート系モノマ(昭和電工：カレンズAOI、カレンズMOI)などが使用される。

10

【0121】

C．その他共重合成分

その他共重合成分としては、メチル(メタ)アクリレート、エチル(メタ)アクリレート、プロピル(メタ)アクリレート、ブチル(メタ)アクリレートなどの(メタ)アクリル酸アルキルエステル、ヒドロキシエチル(メタ)アクリレート、ヒドロキシブチル(メタ)アクリレート。エチレンオキシドユニットをもったモノマ、例えばテトラエチレングリコールモノメチルエーテル(メタ)アクリレートなどのアルキルオキシオリゴエチレングリコールの(メタ)アクリレート、ポリエチレングリコールの片末端(メタ)アクリレート、(メタ)アクリル酸、マレイン酸、N,N-ジアルキルアミノ(メタ)アクリレートなどが挙げられる。

20

【0122】

上記のうち成分A, Bは必須成分であり、成分Cは必要に応じて共重合する。

なお、異種粒子がそれぞれ単独で泳動したり、凝集体を形成して泳動したりする帯電粒子とする場合は、3成分の共重合比はA．シリコーン鎖成分が80質量%以上、より好ましくは90質量%以上あることが望ましい。非シリコーン鎖成分が20質量%よりも多くなると、界面活性能力が下がり、生成する粒子の粒径が大きくなったり、生成粒子の凝集が発生しやすく、また、異種粒子がそれぞれ単独で泳動し難くなる。また、B．反応性成分が10質量%以上0.1質量%以下の範囲であることが望ましい。10質量%よりも多くなると作製した電気泳動粒子に反応性基が残存し、粒子の凝集を引き起こし易く、0.1質量%よりも少ないと粒子表面への結合が不完全になり易い。

30

【0123】

また、上記の共重合体以外の反応性シリコーン系化合物としては片末端にエポキシ基をもったシリコーン化合物、例えば、信越シリコーン社製：X-22-173DX等が挙げられる。これらの中でも、優れた反応性と界面活性能を持つという点から、片末端に(メタ)アクリレート基を持ったジメチルシリコーンモノマ(例えば、チッソ社製：サイラプレーン：FM-0711, FM-0721, FM-0725等、信越シリコーン(株)：X-22-174DX, X-22-2426, X-22-2475等)とグリシジル(メタ)アクリレート、あるいはイソシアネート系モノマ(昭和電工：カレンズAOI、カレンズMOI)のとの少なくとも2成分からなる共重合体が好適である。

【0124】

反応性シリコーン系高分子の重量平均分子量としては、1000以上100万以下が望ましく、より望ましくは1万以上100万以下である。

40

【0125】

反応性長鎖アルキル系高分子としては、例えば上記したシリコーン系共重合体と類似した構成のもので、成分A．シリコーン鎖成分の代わりに長鎖アルキル成分A'として長鎖アルキル(メタ)アクリレートを用いたものが挙げられる。長鎖アルキル(メタ)アクリレートの具体例としては炭素数4以上のアルキル鎖をもったものが好ましく、ブチル(メタ)アクリレート、ヘキシル(メタ)アクリレート、2-エチルヘキシル(メタ)アクリレート、ドデシル(メタ)アクリレート、ステアリル(メタ)アクリレートなどが挙げられる。これらの中でも、優れた反応性と界面活性能を持つという点から、長鎖アルキル(

50

メタ)アクリレートとグリシジル(メタ)アクリレート、あるいはイソシアネート系モノマ(昭和電工:カレンズA O I、カレンズM O I)の少なくとも2成分からなる共重合体が好適である。また、共重合体中の成分A'、B、Cの組成比は前述の反応性シリコン系高分子と同様な範囲から選択される。

なお、反応性長鎖アルキル系高分子の「長鎖」とは、例えば、炭素数4以上30以下程度のアルキル鎖を側鎖に有する高分子を意味する。

【0126】

反応性長鎖アルキル系高分子の重量平均分子量としては、1000以上100万以下が望ましく、より望ましくは1万以上100万以下である。

【0127】

反応性シリコン系高分子又は反応性長鎖アルキル系高分子を着色粒子の表面に結合又は被覆させるが、ここで「結合」とは、高分子の反応性基と着色粒子の表面に有する官能基(官能基が前記した帯電基を兼ねていても良い)とを結合させることを示し、「被覆」とは、反応性高分子の反応基が着色粒子表面の官能基や別途、系に添加された化学物質によって重合等の反応を起こして、粒子表面に層と形成して着色粒子表面を覆っている状態を示す。ここで、結合と被覆との選択的に行う手法としては、例えば、結合させる場合、上記のように官能基(帯電基)と積極的に結合する反応性基を持つ反応性シリコン系高分子又は反応性長鎖アルキル系高分子を選択する(例えば、粒子上の官能基としてとして酸基、酸塩基、アルコール基、フェノール基、反応性基としてエポキシ基やイソシアネート基を選択)、被覆する場合、官能基(帯電基)を触媒として反応性シリコン系高分子又は反応性長鎖アルキル系高分子の反応性基同士が結合する当該高分子を選択する(例えば、官能基(帯電基)としてアミノ基、アンモニウム基、反応性基としてエポキシ基を選択)などの手法がある。

【0128】

反応性シリコン系高分子又は反応性長鎖アルキル系高分子を着色粒子の表面に結合あるいは被覆する方法としては、加熱等によって実施される。また、結合量及び被覆量としては、粒子の質量に対して2質量%から200質量%の範囲であることが、分散性の上から好ましい。2質量%よりも少ないと粒子の分散剤が劣り、200質量%よりも多いと粒子の帯電量が低下する。

【0129】

この結合量及び被覆量は、次のようにして求められる。一つは作製した粒子を遠心沈降させて、その質量を測定することで粒子材料量に対する増加量分として算出される。その他には粒子の組成分析から算出することも適用される。

【0130】

次に、本実施形態に係る帯電粒子の製造方法について説明する。

本実施形態に係る帯電粒子の製造方法は、帯電基を有する高分子と着色剤と反応性シリコン系高分子又は反応性長鎖アルキル系高分子と第1溶媒と前記第1溶媒に対して非相溶で前記第1溶媒より沸点が低く且つ帯電基を有する高分子を溶解する第2溶媒とを含む混合溶液を攪拌し、乳化させる工程と、前記乳化させた混合溶液から前記第2溶媒を除去して、前記帯電基を有する高分子及び前記着色剤を含有する着色粒子を生成する工程と、前記反応性シリコン系高分子又は反応性長鎖アルキル系高分子を反応させ、着色粒子の表面に結合又は被覆する工程と、を有することが好適である。所謂、液中乾燥法により、帯電粒子を作製すると、特に、安定した分散性及び帯電特性を持つ帯電粒子が得られる。

【0131】

また、本手法は、第1溶媒として表示媒体に利用する分散媒を利用することで、そのまま、帯電粒子と分散媒を含む帯電粒子分散液として利用してもよい。これにより、本実施形態に係る帯電粒子の製造方法では、上記工程を経ることで、第1溶媒を分散媒とした帯電粒子分散液を、洗浄・乾燥工程を経ることなく簡易に作製される。勿論、電気的特性向上のために適宜、粒子の洗浄(イオン性不純物の除去)や分散媒の置換を行ってもよい。

【0132】

なお、本実施形態に係る帯電粒子の製造方法は、上記製法に限られるわけではなく、例えば、周知の手法（コアセルベーション法、分散重合法、懸濁重合法等）などにより着色粒子を形成した後、当該着色粒子を、反応性シリコン系高分子又は反応性長鎖アルキル系高分子を含む溶媒中に分散させ、前記反応性シリコン系高分子又は反応性長鎖アルキル系高分子を反応させ、着色粒子の表面に結合又は被覆する手法を採用してもよい。

【0133】

以下、上記本実施形態に係る帯電粒子の製造方法の詳細について工程別に説明する。

【0134】

- 乳化工程 -

乳化工程では、例えば、反応性シリコン系高分子あるいは反応性長鎖アルキル系高分子と第1溶媒とからなる溶液と、帯電基を有する高分子と着色剤と前記第1溶媒に対して非相溶で前記第1溶媒より沸点が低く且つ帯電基を有する高分子を溶解する第2溶媒とからなる溶液、との二つの溶液を混合し攪拌し、乳化させる。また、乳化させる混合溶液中には、必要に応じて、上記材料以外の他の配合材料（帯電制御剤、顔料分散剤等）を配合させてもよい。

10

【0135】

乳化工程では、上記混合液を攪拌することで、前記高沸点溶液（第1溶媒 + 反応性高分子）を第1溶媒とした連続相中に、低沸点の第2溶媒が液滴状の分散相を形成して乳化される。なお、第1溶媒の連続相中に反応性シリコン系高分子又は反応性長鎖アルキル系高分子が溶解され、第2溶媒中に帯電基を有する高分子及び着色剤が溶解又は分散されることになる。

20

【0136】

乳化工程では、混合溶液には、各材料を順次混合してもよいが、例えば、まず、帯電基を有する高分子と着色剤と第2溶媒とを混合した第1混合溶液、反応性シリコン系高分子又は反応性長鎖アルキル系高分子と第1溶媒とを混合した第2混合溶液を準備する。そして、第1混合溶液を第2混合溶液に分散・混合して、第1混合溶液が第2混合溶液中で粒子状に分散させるように乳化させることがよい。また、第2混合溶液は、反応性シリコン系高分子又は反応性長鎖アルキル系高分子を構成する各単量体を第1溶媒に添加した後、重合させて当該反応性シリコン系高分子又は反応性長鎖アルキル系高分子を得て作製することも好適な手法である。

30

【0137】

この乳化させるための攪拌は、例えば、攪拌装置（例えば、ホモジナイザー、ミキサー、超音波破碎機等）を用いて行われる。乳化時の温度上昇を抑制するために、乳化時の混合液の温度は0 以上50 以下に保つことが望ましい。例えば、乳化させるためのホモジナイザーやミキサーの攪拌速度、超音波破碎機の出力強度及び乳化時間は、所望の粒子径に応じて設定される。

【0138】

次に、第1溶媒について説明する。

第1溶媒としては、混合溶液中で連続相を形成し得る貧溶媒として用いられ、例えば、パラフィン系炭化水素溶媒、シリコンオイル、フッ素系液体など石油由来高沸点溶媒が挙げられるが、これに限られない。特に、安定した分散性及び帯電特性を持つ帯電粒子が得られる点から、反応性シリコン系高分子を用いる場合、シリコンオイルを適用すること、反応性長鎖アルキル系高分子を用いる場合、パラフィン系炭化水素溶媒を適用することがよい。

40

【0139】

シリコンオイルとして具体的には、シロキサン結合に炭化水素基が結合したシリコンオイル（例えば、ジメチルシリコンオイル、ジエチルシリコンオイル、メチルエチルシリコンオイル、メチルフェニルシリコンオイル、ジフェニルシリコンオイル等）、変性シリコンオイル（例えば、フッ素変性シリコンオイル、アミン変性シリコンオイル、カルボキシル変性シリコンオイル、エポキシ変性シリコンオイル、アルコ

50

ール変性シリコンオイルなど)が挙げられる。これらの中も、安全性が高く、化学的に安定で長期の信頼性が良く、且つ抵抗率が高いといった観点から、ジメチルシリコンが特に望ましい。

【0140】

シリコンオイルの粘度は、温度20 の環境下において、0.1 mPa・s以上20 mPa・s以下であることが望ましく、より望ましくは0.1 mPa・s以上2 mPa・s以下である。粘度を上記範囲とすることで、粒子の移動速度、すなわち、表示速度の向上が図れる。なお、この粘度の測定には、東京計器製B-8L型粘度計を用いる。

【0141】

パラフィン系炭化水素溶媒としては、炭素数20以上(沸点80 以上)のノルマルパラフィン系炭化水素、イソパラフィン系炭化水素が挙げられるが、安全性、揮発性等の理由から、イソパラフィンを用いることが好ましい。具体的には、シェルゾル71(シェル石油製)、アイソパーO、アイソパーH、アイソパーK、アイソパーL、アイソパーG、アイソパーM(アイソパーはエクソン社の商品名)やアイピーソルベント(出光石油化学製)等が挙げられる。

10

【0142】

次に、第2溶媒について説明する。

第2溶媒は、混合溶液中で分散相を形成し得る良溶媒として用いられる。また、第1溶媒に対して非相溶で、第1溶媒より沸点が低く且つ帯電基を持つ高分子を溶解するものが選択される。ここで、非相溶とは、複数の物質系が混じりあわずにそれぞれ独立した相で存在する状態を示す。また、溶解とは、溶解物の残存が目視にて確認でない状態を示す。

20

【0143】

第2溶媒として具体的には、例えば、水、炭素数5以下の低級アルコール(例えば、メタノール、エタノール、プロパノール、イソプロピルアルコール等)、テトラヒドロフラン、アセトン、その他有機溶剤(例えば、トルエン、ジメチルホルムアミド、ジメチルアセトアミド)が挙げられるが、これに限られない。

【0144】

第2溶媒は、例えば加熱減圧により混合溶液の系から除去され得ることから第1溶媒よりも沸点が低いものから選択されるが、当該沸点としては、例えば50 以上200 以下であることが望ましく、より望ましくは50 以上150 以下である。

30

【0145】

- 第2溶媒除去工程 -

次に、第2溶媒除去工程では、乳化工程において乳化させた混合溶液から第2溶媒(低沸点溶媒)を除去する。この第2溶媒を除去することで、当該第2溶媒により形成された分散相内で、帯電基を持つ高分子が、他の材料を内包させながら析出されて粒子化され、着色粒子が得られる。また、粒子を形成する高分子には顔料の分散剤や耐候安定剤などの種々の添加剤が含まれていても構わない。例えば、市販の顔料分散液には顔料を分散するための高分子物質や界面活性剤が含まれているが、これを使用する場合には、着色粒子には帯電を制御する樹脂とともに、これらの物質が含まれることとなる。

40

【0146】

ここで、第2溶媒を除去する方法としては、例えば、混合溶液を加熱する方法、混合溶液を減圧する方法が挙げられ、これら方法を組み合わせて実施してもよい。

混合溶液を加熱して第2溶媒をする場合、当該加熱温度としては、例えば30 以上200 以下が望ましく、より望ましくは50 以上180 以下である。なお、この第2溶媒の除去工程においての加熱によって反応性シリコン系高分子又は反応性長鎖アルキル系高分子を粒子表面と反応させても構わない。一方、混合溶液を減圧して第2溶媒を除去する場合、当該減圧圧力としては、0.01 mPa以上200 mPa以下が望ましく、より望ましくは0.01 mPa以上20 mPa以下である。

【0147】

- 結合又は被覆工程 -

50

結合又は被覆工程では、着色粒子が生成した溶液（第1溶媒）において、反応性シリコン系高分子又は反応性長鎖アルキル系高分子を反応させ、着色粒子の表面に結合又は被覆する。なお、前記した第2溶媒除去工程における加熱処理によって反応が進行している可能性があるが、本工程によってより確実な反応が実現される。

【0148】

ここで、上記高分子を反応させて着色粒子表面に結合又は被覆させる方法としては、当該高分子の種類に応じて、例えば、溶液を加熱する方法が挙げられる。

溶液を加熱する場合、当該加熱温度としては、例えば50以上200以下が望ましく、より望ましくは60以上150以下である。

【0149】

上記工程を経て、帯電粒子、又はこれを含む帯電粒子分散液が得られる。なお、得られた帯電粒子分散液に対し、必要に応じて、酸、アルカリ、塩、分散剤、分散安定剤、酸化防止や紫外線吸収などを目的とした安定剤、抗菌剤、防腐剤などを添加してもよい。

【0150】

得られた帯電粒子分散液に対し、帯電制御剤として、陰イオン界面活性剤、陽イオン界面活性剤、両性界面活性剤、非イオン界面活性剤、フッ素系界面活性剤、シリコン系界面活性剤、シリコン系カチオン化合物、シリコン系アニオン化合物、金属石鹸、アルキルリン酸エステル類、コハク酸イミド類等を添加してもよい。

【0151】

帯電制御剤としては、イオン性若しくは非イオン性の界面活性剤、親油性部と親水性部からなるブロック若しくはグラフト共重合体類、環状、星状若しくは樹状高分子（ dendrimer ）等の高分子鎖骨格をもった化合物、サリチル酸の金属錯体、カテコールの金属錯体、含金属ビスアゾ染料、テトラフェニルポレート誘導体、重合性シリコンマクロマ（チッソ：サイラプレーン）とアニオンモノマあるいはカチオンポリマとの共重合体等が挙げられる。

イオン性及び非イオン性の界面活性剤としては、より具体的には以下があげられる。ノニオン活性剤としては、ポリオキシエチレンニルフェニルエーテル、ポリオキシエチレンオクチルフェニルエーテル、ポリオキシエチレンドデシルフェニルエーテル、ポリオキシエチレンアルキルエーテル、ポリオキシエチレン脂肪酸エステル、ソルビタン脂肪酸エステル、ポリオキシエチレンソルビタン脂肪酸エステル、脂肪酸アルキロールアミド等が挙げられる。アニオン界面活性剤としては、アルキルベンゼンスルホン酸塩、アルキルフェニルスルホン酸塩、アルキルナフタリンスルホン酸塩、高級脂肪酸塩、高級脂肪酸エステルの硫酸エステル塩、高級脂肪酸エステルのスルホン酸等がある。カチオン界面活性剤としては、第一級ないし第三級のアミン塩、第四級アンモニウム塩等があげられる。これら帯電制御剤は、粒子固形分に対して0.01質量%以上、20質量%以下が好ましく、特に0.05質量%以上10質量%以下の範囲が望ましい。

【0152】

また、得られた帯電粒子分散液に対し、必要に応じて、例えば、第1溶媒（必要に応じて分散剤）を含む第1溶媒）で希釈してもよい。

本帯電粒子分散液中の帯電粒子の濃度は、表示特性や応答特性あるいはその用途によって種々選択されるが、0.1質量%以上30質量%以下の範囲で選択されることが望ましい。色の異なった多粒子を混合する場合にはその粒子総量がこの範囲であると望ましい。0.1質量%よりも少ないと表示濃度が不十分になり、30質量%よりも多いと、表示速度が遅くなったり、凝集が起りやすい。

【実施例】

【0153】

以下に実施例について説明するが、本発明は以下の実施例に限定されるものではない。

【0154】

白色粒子の調整

還流冷却管を取り付けた100ml三口フラスコに、2-ビニルナフタレン（新日鐵化

10

20

30

40

50

学社製)を5重量部、シリコーン系モノマーFM-0721(チッソ社製)を5重量部、開始剤として過酸化ラウロイル(和光純薬社製)を0.3重量部、シリコーンオイルKF-96L-1CS(信越化学社製)を20重量部加え、窒素ガスによるバブリングを15分間行った後、窒素雰囲気下にて65、24時間の重合を行った。

得られた白色粒子をシリコーンオイルにて固形分濃度40質量%に調製し、白色粒子とした。このとき、白色粒子の粒子径は、450nmであった。

【0155】

シリコーン系高分子A

第1シリコーン系モノマー(第1シリコーン鎖成分)としてサイラプレーンFM-0725(チッソ社製、重量平均分子量 $M_w = 10000$)12質量部、第2シリコーン系モノマー(第2シリコーン鎖成分)としてサイラプレーンFM-0721(チッソ社製、重量平均分子量 $M_w = 5000$)36質量部、フェノキシエチレングリコールアクリレート(新中村化学社製、AMP-10G)20質量部、及び他のモノマー(他の共重合成分)としてヒドロキシエチルメタクリレート(和光純薬社製)32質量部を、イソプロピルアルコール(IPA)300質量部に混合し、重合開始剤としてAIBN(2,2-アゾビスイソブチルニトリル)1質量部を溶解し、窒素下で70、6時間重合を行なった。これによる生成物を、ヘキサンを再沈殿溶媒として精製、乾燥しシリコーン系高分子Aを得た。

10

【0156】

シリコーン系高分子B

第1シリコーン系モノマー(第1シリコーン鎖成分)としてサイラプレーンFM-0725(チッソ社製、重量平均分子量 $M_w = 10000$)19質量部、第2シリコーン系モノマー(第2シリコーン鎖成分)としてサイラプレーンFM-0721(チッソ社製、重量平均分子量 $M_w = 5000$)29質量部、メタクリル酸メチル(和光純薬社製)9質量部、メタクリル酸オクタフルオロペンチル(和光純薬社製)5質量部、及び他のモノマー(他の共重合成分)としてヒドロキシエチルメタクリレート(和光純薬社製)38質量部を、イソプロピルアルコール(IPA)300質量部に混合し、重合開始剤としてAIBN(2,2-アゾビスイソブチルニトリル)1質量部を溶解し、窒素下で70、6時間重合を行なった。これによる生成物を、ヘキサンを再沈殿溶媒として精製、乾燥しシリコーン系高分子Bを得た。

20

30

【0157】

シアン泳動粒子C1の合成

イソプロピルアルコール(IPA)9gに上記シリコーン系高分子A0.5gを加え、溶解させた後、山陽色素製シアン顔料(シアンブルー4973)0.5gを添加し、0.5mmのジルコニアボールを使用し、48時間分散させ、顔料含有高分子溶液を得た。

【0158】

この顔料含有高分子溶液を3g取り出し、これを40に加熱させた後、超音波を印加させながら、2CSのシリコーンオイル(信越化学社製:KF96)12gを少量ずつ滴下させたところ、シリコーン系高分子が顔料表面に析出した。その後、溶液を、60に加温・減圧乾燥させ、IPAを蒸発させ、シリコーン系高分子が顔料表面に付着したシアン粒子を得た。この後、遠心分離機で、溶液の粒子を沈降させ、上澄み液を除去し、上記シリコーンオイル5gを加え、超音波を与え、洗浄し、遠心分離機で粒子を沈降させ、上澄み液を除去して、さらに上記シリコーンオイル5gを加えシアン粒子分散液を得た。

40

得られたシアン粒子の体積平均粒径は、0.2 μm であった。なお、本分散液中の粒子の帯電極性を、2枚の電極基板間に該分散液を封入し、直流電圧を印加して泳動方向を評価することで求めた結果、正帯電であった。

【0159】

マゼンタ泳動粒子M1の合成

上記シアン泳動粒子C1の合成において、シリコーン系高分子Aの代わりにシリコーン

50

系高分子Bを使用し、シアン顔料の代わりにマゼンタ顔料 (Pigment Red 3090) を用いた以外は全て、上記シアン泳動粒子C1の合成と同様にしてマゼンタ粒子分散液を得た。得られたマゼンタ粒子の体積平均粒径は、 $0.3\mu\text{m}$ であった。なお、本分散液中の粒子の帯電極性を、2枚の電極基板間に該分散液を封入し、直流電圧を印加して泳動方向を評価することで求めた結果、負帯電であった。

【0160】

黄色泳動粒子Y1の合成

上記シアン泳動粒子C1の合成において、シアン顔料の代わりに黄色顔料 (Fast Yellow 7413) を用いた以外は全て、上記シアン泳動粒子C1の合成と同様にして黄色粒子Y1分散液を得た。得られた黄色粒子の体積平均粒径は、 $0.3\mu\text{m}$ であった。なお、本分散液中の粒子の帯電極性を、2枚の電極基板間に該分散液を封入し、直流電圧を印加して泳動方向を評価することで求めた結果、正帯電であった。

10

【0161】

大径黄色粒子Y2の合成

メタクリル酸メチルを53質量部、メタクリル酸2-(ジエチルアミノ)エチルを0.3質量部、黄色顔料 (FY7416 : 山陽色素社製) を1.5質量部の割合で混合し、直径10mmのジルコニアボールにてボールミル粉碎を20時間実施して分散液A-1を調製した。

次に、炭酸カルシウムを40質量部、水を60質量部の割合で混合し、上記と同様にボールミルにて微粉碎して炭酸カルシウム分散液A-2を調製した。

20

更に、炭酸カルシウム分散液A-2を60gと20%食塩水を4gと混合し、超音波機で脱気を10分間おこない、ついで乳化機で攪拌して混合液A-3を調製した。

【0162】

分散液A-1 : 20g、ジメタクリル酸エチレングリコール : 0.6g、重合開始剤V601 (Dimethyl 2,2'-azobis (2-methylpropionate) : 和光純薬工業社製) : 0.2g、をはかりとり、充分混合し、超音波機で脱気を10分間おこなった。これを前記混合液A-3に加え、乳化機で乳化を実施した。次にこの乳化液をフラスコに入れ、シリコーン塗をし、注射針を使用し、減圧脱気を充分行い、窒素ガスで封入した。次に65℃で15時間反応させ粒子を調製した。冷却後、粒子を濾過し、得られた粒子粉をイオン交換水中に分散させ、塩酸水で炭酸カルシウムを分解させ、ろ過を行った。その後充分な蒸留水で洗浄し、目開き : $15\mu\text{m}$ 、 $10\mu\text{m}$ のナイロン篩にかけ、粒度を揃えた。得られた粒子は、体積平均一次粒径 $13\mu\text{m}$ であった。

30

その後、得られた大径黄色粒子に対して、以下の表面処理を行った。

【0163】

サイラプレーンFM-0711 (チッソ社製、重量平均分子量 $M_w = 1000$) 95質量部、グリシジルメタクリレート (和光純薬社製) 2質量部、メタクリル酸メチル (和光純薬社製) 3質量部を、イソプロピルアルコール (IPA) 300質量部に混合し、重合開始剤としてAIBN (2,2-アゾビスイソブチルニトリル) 1質量部を溶解し、窒素下で70℃、6時間重合を行った。その後、粘度2CSのシリコーンオイル (信越化学社製 : KF96) を300質量部加えた後、IPAを減圧除去することにより、表面処理剤B-1とした。

40

その後、上記で得られた大径黄色粒子を2質量部、表面処理剤B-1を25質量部、トリエチルアミンを0.01質量部の割合で混合し、 100°C の温度で5時間攪拌した。その後、遠心沈降により溶媒を除去し、更に減圧乾燥させ、表面処理を施した大径黄色粒子Y2を得た。

得られた黄色粒子の体積平均粒径は $13\mu\text{m}$ であり、帯電極性は正帯電であった。

【0164】

大径黄色粒子Y3の合成

上記、大径黄色粒子Y2の合成において、表面処理剤として、以下の表面処理剤B-2を用いた以外は、全て大径黄色粒子Y2と同様にして、大径黄色粒子Y3を得た。

50

サイラプレーンFM-0711(チッソ社製、重量平均分子量 $M_w = 1000$)80質量部、グリシジルメタクリレート(和光純薬社製)2質量部、メタクリル酸メチル(和光純薬社製)18質量部を、イソプロピルアルコール(IPA)300質量部に混合し、重合開始剤としてAIBN(2,2-アゾビスイソブチルニトリル)1質量部を溶解し、窒素下で70℃、6時間重合を行った。その後、2CSのシリコンオイル(信越化学社製:KF96)を300質量部加えた後、IPAを減圧除去することにより、表面処理剤B-2とした。

得られた黄色粒子の体積平均粒径は13 μm であり、帯電極性は正帯電であった。

【0165】

大径マゼンタ粒子M2の合成

上記大径黄色粒子Y3の合成において、黄色顔料の代わりに、マゼンタ顔料(Pigment Red 3090)を用い、メタクリル酸2-(ジエチルアミノ)エチルの代わりに、メタクリル酸を用いた以外は全て、上記大径黄色粒子Y3の合成と同様にして大径マゼンタ粒子M2を得た。

得られたマゼンタ粒子の体積平均粒径は13 μm であり、帯電極性は負帯電であった。

【0166】

<実施例1>

厚さ0.7mmのガラスからなる基板上に電極としてITOをスパッタリング法により50nmの厚さで成膜した。このITO/ガラス基板を2枚用意し、第1基板、及び第2基板とした。50 μm のテフロン(登録商標)シートをスペーサーとして、第1基板上に第2基板を重ね合わせて、クリップにて固定した。

【0167】

その後、白色粒子分散液10質量部と、シアン粒子C1分散液5質量部、マゼンタ粒子M1分散液5質量部を混合した混合液を上記基板のスペーサー部に注入し、評価用セルとした。

【0168】

このようにして作製した評価用セルを用いて、第2電極がプラスとなるように両電極に30Vの電圧を1秒間印加した。分散された負帯電マゼンタ粒子はプラス側電極、即ち第2電極側へ移動し、正帯電シアン粒子はマイナス側電極、即ち第1電極側へ移動し、第2基板側から観察するとマゼンタ色が観察された。

【0169】

その後、第2電極がマイナスとなるように両電極に30Vの電圧を1秒間印加したところ、マゼンタ粒子は、プラス側電極、即ち、第1電極側へ移動し、シアン粒子はマイナス側電極、すなわち、第2電極側へ移動し、第2基板側から観察するとシアン色が観察された。

【0170】

更にその後、第2電極がプラスとなるように両電極に30Vの電圧を0.5秒間印加した後、15Vの電圧を1秒間印加したところ、マゼンタ粒子とシアン粒子は凝集体として、第2電極側、すなわち、プラス側電極へ移動し、第2基板側から観察すると青色が観察された。

【0171】

その後、第2電極がマイナスとなるように両電極に15Vの電圧を1秒間印加したところ、マゼンタ粒子群とシアン粒子群の凝集体は、第1電極側、すなわち、プラス側電極へ移動し、第2基板側から観察すると白色が観察された。

【0172】

<実施例2>

厚さ0.7mmのガラスからなる基板上に電極としてITOをスパッタリング法により50nmの厚さで成膜した。このITO/ガラス基板を2枚用意し、第1基板、及び第2基板とした。50 μm のテフロン(登録商標)シートをスペーサーとして、第1基板上に第2基板を重ね合わせて、クリップにて固定した。

10

20

30

40

50

その後、白色粒子分散液を10質量部と、シアン粒子C1分散液を5質量部、マゼンタ粒子M1分散液を5質量部、大径黄色粒子Y2を2質量部の割合で混合した混合液を上記基板のスペーサー部に注入し、評価用セルとした。

【0173】

このようにして作製した評価用セルを用いて、第2電極がプラスとなるように両電極に30Vの電圧を1秒間印加したところ、マゼンタ粒子は、プラス側電極、即ち、第2電極側へ移動し、シアン粒子と黄色粒子はマイナス側電極、即ち、第1電極側へ移動し、第2基板側から観察するとマゼンタ色が観察された。

【0174】

その後、第2電極がマイナスとなるように両電極に30Vの電圧を1秒間印加したところ、マゼンタ粒子は、プラス側電極、即ち、第1電極側へ移動し、シアン粒子と黄色粒子はマイナス側電極、すなわち、第2電極側へ移動し、第2基板側から観察すると緑色が観察された。

【0175】

その後、第2電極がプラスとなるように両電極に15Vの電圧を0.2秒間印加したところ、黄色粒子はマイナス側電極、即ち、第1電極側へ移動し、第2基板側から観察するとシアン色が観察された。

【0176】

上記、第2基板側からマゼンタ色が観察された状態で、第2電極がマイナスとなるように両電極に15Vの電圧を0.2秒間印加したところ、黄色粒子はマイナス側電極、即ち、第2電極側へ移動し、第2基板側から観察すると赤色が観察された。

その後、第2電極がマイナスとなるように両電極に30Vの電圧を0.5秒間印加した後、15Vの電圧を1秒間印加したところ、マゼンタ粒子とシアン粒子は凝集体として、第1電極側、即ち、プラス電極側へ移動し、第2基板側から観察すると黄色が観察された。

【0177】

更にその後、第2電極がプラスとなるように両電極に15Vの電圧を1秒間印加したところ、黄色粒子はマイナス側電極、即ち、第1電極側へ移動し、マゼンタ粒子とシアン粒子は凝集体として、プラス電極側、即ち、第2電極側へ移動し、第2基板側から観察すると青色が観察された。

【0178】

更にその後、第2電極がマイナスとなるように両電極に15Vの電圧を0.2秒間印加したところ、黄色粒子は、第2電極側、即ち、マイナス電極側へ移動し、第2基板側から観察すると黒色が観察された。

【0179】

上記、第2基板側から黄色が観察された状態で、第2電極がプラスとなるように両電極に15Vの電圧を0.2秒間印加したところ、黄色粒子はマイナス側電極、即ち、第1電極側へ移動し、第2基板側から観察すると白色が観察された。

【0180】

<実施例3>

厚さ0.7mmのガラスからなる基板上に電極としてITOをスパッタリング法により50nmの厚さで成膜した。このITO/ガラス基板を2枚用意し、第1基板、及び第2基板とした。50 μ mのテフロン(登録商標)シートをスペーサーとして、第1基板上に第2基板を重ね合わせて、クリップにて固定した。

【0181】

その後、白色粒子分散液を10質量部と、シアン粒子C1分散液を5質量部、マゼンタ粒子M1分散液を5質量部、黄色粒子Y1分散液を5質量部の割合で混合した混合液を上記基板のスペーサー部に注入し、評価用セルとした。

【0182】

このようにして作製した評価用セルを用いて、第2電極がプラスとなるように両電極に

10

20

30

40

50

30Vの電圧を1秒間印加したところ、マゼンタ粒子は、プラス側電極、即ち、第2電極側へ移動し、シアン粒子と黄色粒子はマイナス側電極、即ち、第1電極側へ移動し、第2基板側から観察するとマゼンタ色が観察された。

【0183】

その後、第2電極がマイナスとなるように両電極に30Vの電圧を1秒間印加したところ、マゼンタ粒子は、プラス側電極、即ち、第1電極側へ移動し、シアン粒子と黄色粒子はマイナス側電極、すなわち、第2電極側へ移動し、第2基板側から観察すると緑色が観察された。

【0184】

上記、第2基板側からマゼンタ色が観察された状態で、第2電極がマイナスとなるように両電極に30Vの電圧を0.5秒間印加した後、15Vの電圧を1秒間印加したところ、マゼンタ粒子とシアン粒子と黄色粒子は凝集体として、第1電極側、即ち、プラス電極側へ移動し、第2基板側から観察すると白色が観察された。

【0185】

その後、第2電極がプラスとなるように両電極に15Vの電圧を1秒間印加したところ、マゼンタ粒子とシアン粒子と黄色粒子の凝集体は、第2電極側、即ち、プラス電極側へ移動し、第2基板側から観察すると黒色が観察された。

その後、第2電極がプラスとなるように両電極に20Vの電圧を1秒間印加したところ、黄色粒子のみ第1電極側、即ち、マイナス電極側へ移動し、第2基板側から観察すると青色が観察された。

【0186】

上記、第2基板側から白色が観察された状態で、第2電極がマイナスとなるように両電極に20Vの電圧を1秒間印加したところ、黄色粒子のみ第2電極側、即ち、マイナス電極側へ移動し、第2基板側から観察すると黄色が観察された。

【0187】

<実施例4>

厚さ0.7mmのガラスからなる基板上に電極としてITOをスパッタリング法により50nmの厚さで成膜した。このITO/ガラス基板を2枚用意し、第1基板、及び第2基板とした。50μmのテフロン(登録商標)シートをスペーサーとして、第1基板上に第2基板を重ね合わせて、クリップにて固定した。

【0188】

その後、白色粒子分散液を10質量部と、シアン粒子C1分散液を5質量部、マゼンタ粒子M1分散液を5質量部、大径黄色粒子Y3を2質量部の割合で混合した混合液を上記基板のスペーサー部に注入し、評価用セルとした。

【0189】

このようにして作製した評価用セルを用いて、第2電極がプラスとなるように両電極に30Vの電圧を1秒間印加したところ、マゼンタ粒子は、プラス側電極、即ち、第2電極側へ移動し、シアン粒子と黄色粒子はマイナス側電極、即ち、第1電極側へ移動し、第2基板側から観察するとマゼンタ色が観察された。

【0190】

その後、第2電極がマイナスとなるように両電極に30Vの電圧を1秒間印加したところ、マゼンタ粒子は、プラス側電極、即ち、第1電極側へ移動し、シアン粒子と黄色粒子はマイナス側電極、すなわち、第2電極側へ移動し、第2基板側から観察すると緑色が観察された。

【0191】

上記、第2基板側からマゼンタ色が観察された状態で、第2電極がマイナスとなるように両電極に30Vの電圧を0.5秒間印加した後、15Vの電圧を1秒間印加したところ、マゼンタ粒子とシアン粒子と黄色粒子は凝集体として、第1電極側、即ち、プラス電極側へ移動し、第2基板側から観察すると白色が観察された。

【0192】

10

20

30

40

50

その後、第2電極がプラスとなるように両電極に15Vの電圧を1秒間印加したところ、マゼンタ粒子とシアン粒子と黄色粒子は凝集体として、第2電極側、即ち、プラス電極側へ移動し、第2基板側から観察すると黒色が観察された。

【0193】

その後、第2電極がプラスとなるように両電極に30Vの電圧を0.1秒間印加したところ、黄色粒子はマイナス側電極、即ち、第1電極側へ移動し、第2基板側から観察すると青色が観察された。

【0194】

上記、第2基板側から白色が観察された状態で、第2電極がマイナスとなるように両電極に30Vの電圧を0.1秒間印加したところ、黄色粒子はマイナス側電極、即ち、第2電極側へ移動し、第2基板側から観察すると黄色が観察された。

10

【0195】

上記、第2基板側からマゼンタ色が観察された状態で、第2電極がマイナスとなるように両電極に30Vの電圧を0.1秒間印加したところ、黄色粒子は、第2電極側、即ち、マイナス電極側へ移動し、第2基板側から観察すると赤色が観察された。

【0196】

上記、第2基板側から緑色が観察された状態で、第2電極がプラスとなるように両電極に30Vの電圧を0.1秒間印加したところ、黄色粒子は、第1電極側、即ち、マイナス電極側へ移動し、第2基板側から観察するとシアン色が観察された。

【0197】

20

<実施例5>

厚さ0.7mmのガラスからなる基板上に電極としてITOをスパッタリング法により50nmの厚さで成膜した。このITO/ガラス基板を2枚用意し、第1基板、及び第2基板とした。50 μ mのテフロン(登録商標)シートをスペーサーとして、第1基板上に第2基板を重ね合わせて、クリップにて固定した。

【0198】

その後、白色粒子分散液を10質量部と、シアン粒子C1分散液を5質量部、大径マゼンタ粒子M2を2質量部、大径黄色粒子Y3を2質量部の割合で混合した混合液を上記基板のスペーサー部に注入し、評価用セルとした。

【0199】

30

このようにして作製した評価用セルを用いて、第2電極がプラスとなるように両電極に30Vの電圧を1秒間印加したところ、マゼンタ粒子は、プラス側電極、即ち、第2電極側へ移動し、シアン粒子と黄色粒子はマイナス側電極、即ち、第1電極側へ移動し、第2基板側から観察するとマゼンタ色が観察された。

【0200】

その後、第2電極がマイナスとなるように両電極に30Vの電圧を1秒間印加したところ、マゼンタ粒子は、プラス側電極、即ち、第1電極側へ移動し、シアン粒子と黄色粒子はマイナス側電極、すなわち、第2電極側へ移動し、第2基板側から観察すると緑色が観察された。

【0201】

40

上記、第2基板側からマゼンタ色が観察された状態で、第2電極がマイナスとなるように両電極に30Vの電圧を0.5秒間印加した後、15Vの電圧を1秒間印加したところ、マゼンタ粒子とシアン粒子と黄色粒子は凝集体として、第1電極側、即ち、プラス電極側へ移動し、第2基板側から観察すると白色が観察された。

【0202】

その後、第2電極がプラスとなるように両電極に15Vの電圧を1秒間印加したところ、マゼンタ粒子とシアン粒子と黄色粒子は凝集体として、第2電極側、即ち、プラス電極側へ移動し、第2基板側から観察すると黒色が観察された。

【0203】

その後、第2電極がプラスとなるように両電極に30Vの電圧を0.1秒間印加したと

50

ころ、黄色粒子はマイナス側電極、即ち、第1電極側へ移動し、第2基板側から観察すると青色が観察された。

【0204】

上記、第2基板側から白色が観察された状態で、第2電極がマイナスとなるように両電極に30Vの電圧を0.1秒間印加したところ、黄色粒子はマイナス側電極、即ち、第2電極側へ移動し、第2基板側から観察すると黄色が観察された。

【0205】

上記、第2基板側からマゼンタ色が観察された状態で、第2電極がマイナスとなるように両電極に30Vの電圧を0.1秒間印加したところ、黄色粒子は、第2電極側、即ち、マイナス電極側へ移動し、第2基板側から観察すると赤色が観察された。

10

【0206】

上記、第2基板側から緑色が観察された状態で、第2電極がプラスとなるように両電極に30Vの電圧を0.1秒間印加したところ、黄色粒子は、第1電極側、即ち、マイナス電極側へ移動し、第2基板側から観察するとシアン色が観察された。

【0207】

<比較例1>

シリコン系高分子C

上記シリコン系高分子Aの調製において、サイラプレーンFM-0725、及び、サイラプレーンFM-0721を用いる代わりに、サイラプレーンFM-0725のみを48質量部用い、また、フェノキシエチレングリコールアクリレート(新中村化学社製、AMP-10G)を1質量部用いた以外は全てシリコン系高分子Aと同様にして、シリコン系高分子Cを調製した。

20

【0208】

シリコン系高分子D

上記シリコン系高分子Bの調製において、サイラプレーンFM-0725、及び、サイラプレーンFM-0721を用いる代わりに、サイラプレーンFM-0725のみを48質量部用い、メタクリル酸メチル(和光純薬社製)を1質量部、メタクリル酸オクタフルオロペンチル(和光純薬社製)を13質量部用いた以外は全てシリコン系高分子Bと同様にして、シリコン系高分子Dを調製した。

【0209】

シアン泳動粒子C2の合成

上記シアン泳動粒子C1の合成において、シリコン系高分子Aに代えて、シリコン系高分子Cを用いた以外は全てシアン泳動粒子C1と同様にしてシアン泳動粒子C2を合成した。

30

得られたシアン粒子の体積平均粒径は0.2μmであった。

【0210】

マゼンタ泳動粒子M3の合成

上記マゼンタ泳動粒子M1の合成において、シリコン系高分子Bに代えて、シリコン系高分子Dを用いた以外は全てマゼンタ泳動粒子M1と同様にしてマゼンタ泳動粒子M3を合成した。

40

得られたマゼンタ粒子の体積平均粒径は0.3μmであった。

【0211】

<比較例2>

厚さ0.7mmのガラスからなる基板上に電極としてITOをスパッタリング法により50nmの厚さで成膜した。このITO/ガラス基板を2枚用意し、第1基板、及び第2基板とした。50μmのテフロン(登録商標)シートをスペーサーとして、第1基板上に第2基板を重ね合わせて、クリップにて固定した。

【0212】

その後、白色粒子分散液10質量部と、シアン粒子C2分散液を5質量部、マゼンタ粒子M3分散液を5質量部の割合で混合した混合液を上記基板のスペーサー部に注入し、評

50

価用セルとした。

【0213】

このようにして作製した評価用セルを用いて、第2電極がプラスとなるように両電極に30Vの電圧を1秒間印加した。分散された負帯電マゼンタ粒子はプラス側電極、即ち第2電極側へ移動し、正帯電シアン粒子はマイナス側電極、即ち第1電極側へ移動し、第2基板側から観察するとマゼンタ色が観察された。

【0214】

その後、第2電極がマイナスとなるように両電極に30Vの電圧を1秒間印加したところ、マゼンタ粒子は、プラス側電極、即ち、第1電極側へ移動し、シアン粒子はマイナス側電極、すなわち、第2電極側へ移動し、第2基板側から観察するとシアン色が観察された。

10

【0215】

更にその後、第2電極がプラスとなるように両電極に30Vの電圧を0.5秒間印加した後、15Vの電圧を1秒間印加したところ、マゼンタ粒子は第2電極側、すなわち、プラス側電極へ移動し、シアン粒子はマイナス側電極、すなわち、第1電極側へ移動し、第2基板側から観察するとマゼンタ色が観察された。

【0216】

その後、第2電極がマイナスとなるように両電極に30Vの電圧を0.5秒間印加した後、15Vの電圧を1秒間印加したところ、マゼンタ粒子は第1電極側、すなわち、プラス側電極へ移動し、シアン粒子はマイナス側電極、すなわち、第2電極側へ移動し、第2基板側から観察するとシアン色が観察された。このように、比較例に用いた粒子群では、粒子同士の凝集が起こらず、従って、白色を観察することはできなかった。

20

【0217】

以上、本実施形態に係る表示装置について説明したが、本発明は上記実施形態に限定されない。

例えば、少なくとも2種類の粒子群が互いに凝集して凝集体を形成する4種類以上の電気泳動粒子群を用いてもよい。例えば、4種類の電気泳動粒子群を用いる場合は、2種類の粒子群が互いに凝集し、他の2種類の粒子群は他の粒子群と凝集しない粒子群、あるいは、3種類の粒子群の2種同士がそれぞれ異なる凝集力で凝集し、他の1種類の粒子群は他の粒子群と凝集しない粒子群、あるいは4種類の粒子群の2種同士がそれぞれ異なる凝集力で凝集体を形成する粒子群が用いられる。

30

また、泳動しない粒子群としては、白色粒子群に限らず、例えば黒色の粒子群を用いてもよい。

【符号の説明】

【0218】

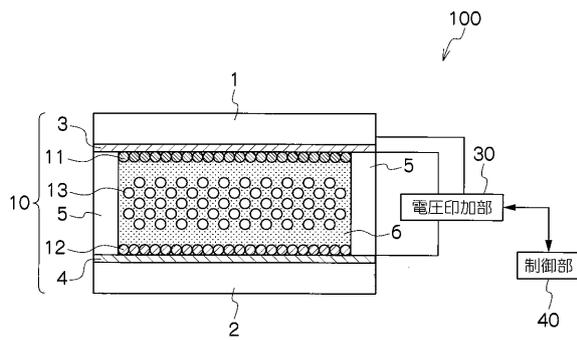
- 1 表示基板
- 2 背面基板
- 3 表示側電極
- 4 背面側電極
- 5 間隙部材
- 6 分散媒
- 10 表示媒体
- 11 第1泳動粒子(群)
- 12 第2泳動粒子(群)
- 13 白色粒子(群)
- 20 表示媒体
- 30 電圧印加部
- 40 制御部
- 100 表示装置
- C シアン粒子(群)

40

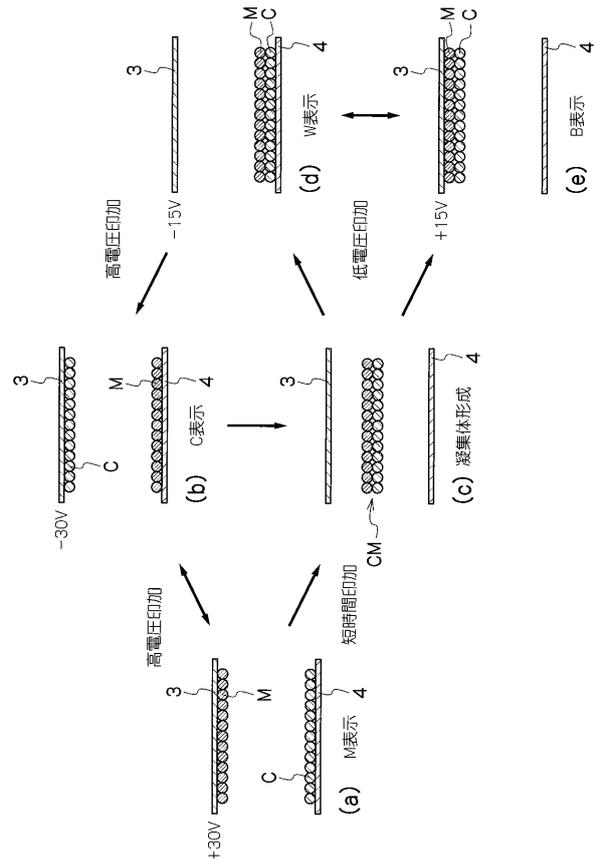
50

- M マゼンタ粒子 (群)
- M₂ マゼンタ粒子 (群)
- Y 黄色粒子 (群)
- Y₂ 黄色粒子 (群)
- Y₃ 黄色粒子 (群)

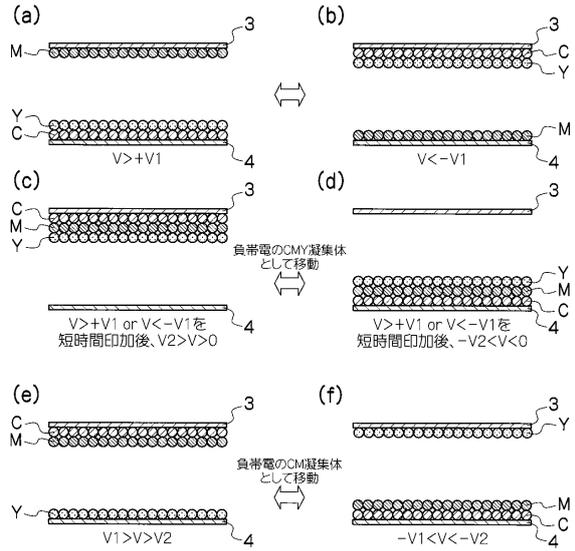
【図1】



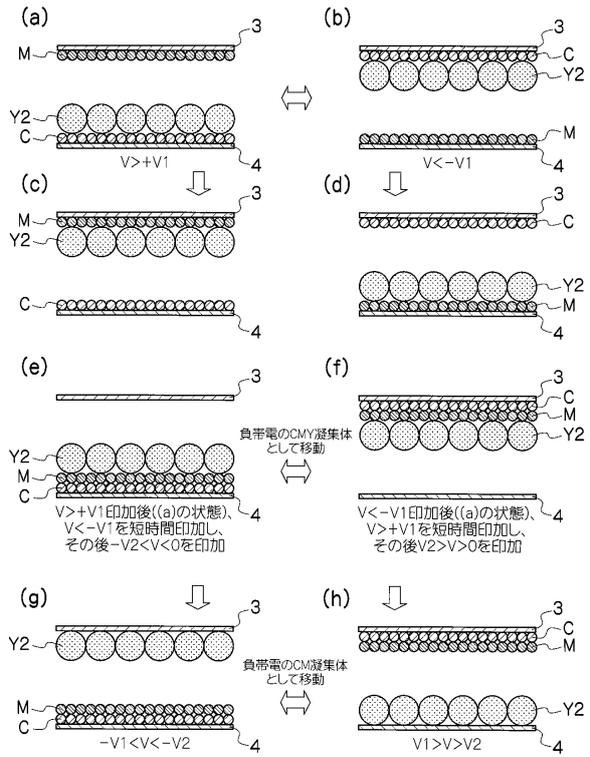
【図2】



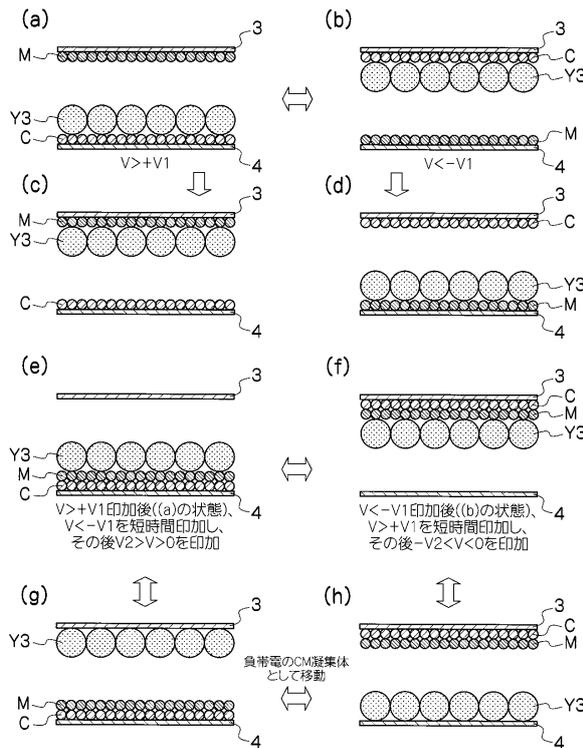
【図3】



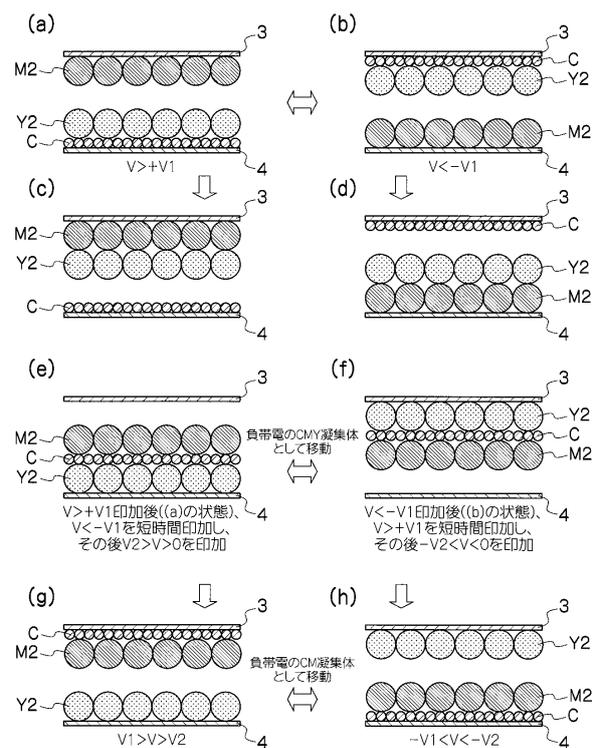
【図4】



【図5】



【図6】



フロントページの続き

(72)発明者 山本 保夫
神奈川県南足柄市竹松1600番地 富士ゼロックス株式会社内

審査官 清水 督史

(56)参考文献 特開2006-189466(JP,A)
特開2008-146065(JP,A)
特開2008-185641(JP,A)
特開2002-099003(JP,A)
特開2007-249188(JP,A)
特開2009-251032(JP,A)

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