

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5942776号
(P5942776)

(45) 発行日 平成28年6月29日(2016.6.29)

(24) 登録日 平成28年6月3日(2016.6.3)

(51) Int. Cl. F 1
G 0 2 F 1/167 (2006.01) G 0 2 F 1/167

請求項の数 12 (全 20 頁)

(21) 出願番号	特願2012-232700 (P2012-232700)	(73) 特許権者	000002185
(22) 出願日	平成24年10月22日 (2012.10.22)		ソニー株式会社
(65) 公開番号	特開2013-130858 (P2013-130858A)		東京都港区港南1丁目7番1号
(43) 公開日	平成25年7月4日 (2013.7.4)	(74) 代理人	110001357
審査請求日	平成27年1月27日 (2015.1.27)		特許業務法人つばさ国際特許事務所
(31) 優先権主張番号	特願2011-255213 (P2011-255213)	(72) 発明者	貝野 由利子
(32) 優先日	平成23年11月22日 (2011.11.22)		東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー株式会社内
(33) 優先権主張国	日本国(JP)	(72) 発明者	小林 健
			東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー株式会社内
		(72) 発明者	首藤 綾
			東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電気泳動素子および表示装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

絶縁性液体と、
電荷を有する複数の電気泳動粒子と、
繊維状構造体により形成された多孔質層とを含み、
前記繊維状構造体は、前記電気泳動粒子と同一極性を有する官能基または同じ帯電極性を有する化学物質を含むことにより、前記電気泳動粒子と同一極性を有する電気泳動素子。

【請求項2】

前記繊維状構造体は、前記官能基と共有結合を形成している、請求項1に記載の電気泳動素子。

【請求項3】

前記繊維状構造体には、アミン系官能基(アミノ基、イミノ基、アミド基)、または、ケイ素原子(Si)、チタン原子、アルミニウム原子あるいはシロキサン(-Si-O-)、チタネート(-Ti-O-)、アルミネート(-Al-O-)を含む官能基が結合している、請求項1に記載の電気泳動素子。

【請求項4】

前記化学物質は、前記電気泳動粒子が正に帯電している場合には、アミノ基を有する物質であり、前記電気泳動粒子が負に帯電している場合には、エポキシ基を有する物質あるいはカルボン酸基を有する物質である、請求項1に記載の電気泳動素子。

【請求項 5】

前記アミノ基を有する物質は、N, N - ジメチル - 1, 3 - プロピルジアミン、3 - アミノプロピルトリメチルシランまたは n - オクチルアミンであり、前記エポキシ基を有する物質は、2 - (3, 4 - エポキシシクロヘキシル)エチルトリメトキシシランまたは 3 - グリシドキシプロピルトリメトキシシランであり、前記カルボン酸基を有する物質は、アセトンジカルボン酸またはアジピン酸である、請求項 4 に記載の電気泳動素子。

【請求項 6】

前記繊維状構造体は、前記電気泳動粒子とは異なる反射特性を有する複数の非泳動粒子を含む、請求項 1 に記載の電気泳動素子。

【請求項 7】

前記繊維状構造体は高分子材料または無機材料により形成されている、請求項 1 に記載の電気泳動素子。

【請求項 8】

前記繊維状構造体は細孔を有し、前記細孔の平均孔径は $0.01 \mu\text{m}$ 以上 $10 \mu\text{m}$ 以下である、請求項 1 に記載の電気泳動素子。

【請求項 9】

前記繊維状構造体はナノファイバーである、請求項 1 に記載の電気泳動素子。

【請求項 10】

前記電気泳動粒子および前記非泳動粒子は、有機顔料、無機顔料、染料、炭素材料、金属材料、金属酸化物、ガラスまたは高分子材料により形成されている、請求項 6 に記載の電気泳動素子。

【請求項 11】

前記非泳動粒子の反射率は前記電気泳動粒子の反射率よりも高い、請求項 6 に記載の電気泳動素子。

【請求項 12】

少なくとも一方が光透過性であると共にそれぞれに電極が設けられた一对の基体の間に電気泳動素子を備え、

前記電気泳動素子は、

絶縁性液体と、

電荷を有する複数の電気泳動粒子と、

繊維状構造体により形成された多孔質層とを含み、

前記繊維状構造体は、前記電気泳動粒子と同一極性を示す官能基または化学物質を含むことにより、前記電気泳動粒子と同一極性を有する

表示装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、絶縁性液体中に複数の電気泳動粒子を含む電気泳動素子およびその製造方法並びにこれを用いた表示装置に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、携帯電話機または携帯情報端末等に代表されるモバイル機器の普及に伴い、低消費電力で高品位画質の表示装置（ディスプレイ）に関する需要が高まっている。中でも、最近では、電子書籍の配信事業の誕生により、文字情報を長時間読むことを目的とした読書用途の携帯情報端末（電子書籍端末）が注目されているため、その用途に適した表示品位を有するディスプレイが望まれている。

【0003】

読書用途のディスプレイとしては、コレステリック液晶ディスプレイ、電気泳動型ディスプレイ、電気酸化還元型ディスプレイまたはツイストボール型ディスプレイ等が提案されているが、中でも、反射型ディスプレイが好ましい。紙と同様に外光の反射（散乱）を

10

20

30

40

50

利用して明表示するため、紙に近い表示品位が得られるからである。また、バックライトが不要であるため、消費電力が低くなる。

【0004】

反射型ディスプレイの有力候補は、電気泳動現象を利用してコントラストを生じさせる電気泳動型ディスプレイである。低消費電力であると共に高速応答性に優れているからである。そこで、電気泳動型ディスプレイの表示方法について、さまざまな検討がなされている。

【0005】

具体的には、絶縁性液体中に反射特性が異なる2種類の荷電粒子を分散して、電界に応じて荷電粒子を移動させる方法が提案されている（例えば、特許文献1, 2参照。）。この方法では、2種類の荷電粒子が反対の極性を有しているため、電界に応じて荷電粒子の分布状態が変化する。

10

【0006】

また、絶縁性液体中に多孔質層を配置すると共に荷電粒子を分散させて、電界に応じて多孔質層の細孔を経由して荷電粒子を移動させる方法が提案されている（例えば、特許文献3～6参照。）。この方法では、多孔質層として、レーザを用いた穴開け加工により細孔が形成された高分子フィルム、合成繊維等により編まれた布、または連泡多孔性高分子等が用いられている。

【先行技術文献】

【特許文献】

20

【0007】

【特許文献1】特公昭50-015115号公報

【特許文献2】特許第4188091号明細書

【特許文献3】特開2005-107146号公報

【特許文献4】特公昭50-015120号公報

【特許文献5】特開2005-128143号公報

【特許文献6】特開2002-244163号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

30

電気泳動型ディスプレイについてさまざまな表示方法が提案されているにもかかわらず、その表示品位は未だ十分であるとは言えない。今後のカラー化および動画表示等への展開を考えると更なる表示特性の向上、具体的にはコントラストの向上が必要である。

【0009】

本技術はかかる問題点に鑑みてなされたもので、その目的は、コントラストを向上させることが可能な電気泳動素子およびその製造方法並びに表示装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0010】

本技術の電気泳動素子は、絶縁性液体と、電荷を有する複数の電気泳動粒子と、繊維状構造体により形成された多孔質層とを含み、繊維状構造体は、電気泳動粒子と同一極性を有する官能基または同じ帯電極性を有する化学物質を含むことにより、電気泳動粒子と同一極性を有するものである。

40

【0011】

本技術の表示装置は、少なくとも一方が光透過性であると共にそれぞれに電極が設けられた一对の基体の間に、上記電気泳動素子を備えたものである。

【0012】

本技術の電気泳動素子および表示装置では、多孔質層を構成する繊維状構造体の極性を、電気泳動粒子と同一極性を有する官能基を導入または同じ帯電極性を有する化学物質を添加することによって電気泳動粒子と同一にすることにより、繊維状構造体内を通過する際の電気泳動粒子の吸着を抑制することが可能となる。

50

【発明の効果】

【0014】

本技術の電気泳動素子および表示装置によれば、多孔質層を構成する繊維状構造体の極性を、電気泳動粒子と同一極性を有する官能基を導入または同じ帯電極性を有する化学物質を添加することによって電気泳動粒子と同一としたので、繊維状構造体内を通過する際の電気泳動粒子の吸着が抑制され、コントラストが向上する。よって、表示特性が向上した高品位の表示装置を提供することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【0015】

【図1】本技術の第1の実施の形態の電気泳動素子の構成を表す平面図である。

10

【図2】電気泳動素子の構成を表す断面図である。

【図3】図2に示した電気泳動素子のうち多孔質層の製造工程を表す流れ図である。

【図4】本技術の第2の実施の形態における多孔質層の製造工程を表す流れ図である。

【図5】本技術の実施の形態の電気泳動素子を用いた表示装置の構成を表す断面図である。

【図6】表示装置の動作を説明するための断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0016】

以下、本技術の実施の形態について、図面を参照して詳細に説明する。なお、説明する順序は、下記の通りである。

20

1. 第1の実施の形態（繊維状構造体に官能基を導入した例）

1-1. 全体構成

1-2. 多孔質層の形成方法

2. 第2に実施の形態（繊維状構造体に化学物質を添加した例）

3. 適用例

4. 実施例

【0017】

< 1. 電気泳動素子 >

図1および図2は、それぞれ本技術の第1の実施の形態の電気泳動素子1の平面構成（図1）および断面構成（図2）を表したものである。この電気泳動素子1は、電気泳動現象を利用してコントラストを生じさせるものであり、例えば、表示装置等の多様な電子機器に適用される。この電気泳動素子1は、絶縁性液体2中に極性を有する複数の電気泳動粒子10と、多孔質層20とを含んでいる。本実施の形態では、多孔質層20を構成する繊維状構造体21が電気泳動粒子10と同一極性を有している。

30

【0018】

繊維状構造体21は、多孔質層20を構成するものであり、繊維径（直径）に対して長さが十分に大きい繊維状物質である。本実施の形態における繊維状構造体21は、上述したように極性を有する電気泳動粒子10と同一極性を有するものである。具体的には、繊維状構造体21は、その表面に電気泳動粒子10と同じ極性を有する官能基によって修飾されている。本実施の形態のような電気泳動現象を利用する電気泳動素子1は、電気泳動粒子10の光学的反射特性と多孔質層20の光学的反射特性（以下、単に反射特性とする。）との違いによりコントラストを生じさせる。具体的には、電気泳動素子1に電界が印加されると、その電界が印加された範囲内において電気泳動粒子10は繊維状構造体21が立体構造をとることによって形成される細孔23を經由して移動することにより、明表示と暗表示の切り替えが行われる。電気泳動粒子10は極性を備えた荷電粒子であり、詳細は後述するが、その表面にはアクセプタ性またはドナー性を有する官能基が結合している。このため、繊維状構造体21が電気泳動粒子10と相反する極性を有する場合には、電気泳動粒子10が細孔23を通過する際に吸着、または移動が阻害され、表示特性が低下する虞がある。これに対して、本実施の形態では、繊維状構造体21の表面に電気泳動粒子10と同じ極性の官能基を付加することで細孔23内における電気泳動粒子10の吸

40

50

着が抑制される。

【0019】

繊維状構造体21の表面には、電気泳動粒子10と同じ極性を有するものであれば特に限定されないが、例えば、アミン系官能基(アミノ基, イミノ基, アミド基)の他、ケイ素原子(Si)、チタン原子、アルミニウム原子あるいはシロキサン(-Si-O-)、チタネート(-Ti-O-)、アルミネート(-Al-O-)が結合している。繊維状構造体21と、上記官能基との結合の種類は特に問わないが、共有結合していることが好ましい。上述したように、電気泳動粒子10は繊維状構造体21が形成する細孔23内を移動することから、電気泳動粒子10と繊維状構造体21とは接触すると考えられる。このため繊維状構造体21と上記官能基との結合力が弱い場合には、繊維状構造体21から上記官能基が脱離する虞がある。

10

【0020】

繊維状構造体21の修飾方法、即ち、表面処理方法は特に限定されないが、温和な条件下で行うことが好ましく、例えばシランカップリング剤を用いた気相反応を行うことが好ましい。電気泳動素子1は、繊維状構造体21が形成する隙間(細孔23)やその構造が重要であるため、構造を変化させることなく修飾を行う必要があるからである。以下に、電気泳動素子1の全体構成を説明する。

【0021】

1-1. 全体構成

[絶縁性液体]

絶縁性液体2は、例えば、有機溶媒のいずれか1種類または2種類以上であり、具体的にはパラフィンまたはイソパラフィン等である。この絶縁性液体2の粘度および屈折率はできるだけ低いことが好ましい。電気泳動粒子10の移動性(応答速度)が向上すると共に、それに応じて電気泳動粒子10を移動させるために必要なエネルギー(消費電力)が低くなるからである。また、絶縁性液体2の屈折率と多孔質層20の屈折率との差が大きくなるため、その多孔質層20の反射率が高くなるからである。

20

【0022】

なお、絶縁性液体2は、必要に応じて、各種材料を含んでいてもよい。このような材料は、例えば、着色剤、電荷制御剤、分散安定剤、粘度調製剤、界面活性剤または樹脂等である。

30

【0023】

[電気泳動粒子]

電気泳動粒子10は、絶縁性液体2中に分散された荷電粒子であり、電界に応じて多孔質層20の細孔23を経由して移動可能になっている。この電気泳動粒子10は、例えば、有機顔料、無機顔料、染料、炭素材料、金属材料、金属酸化物、ガラスまたは高分子材料(樹脂)等の粒子(粉末)のいずれか1種類または2種類以上である。また、電気泳動粒子10は、上記した粒子を含む樹脂固形分の粉碎粒子またはカプセル粒子等でもよい。なお、炭素材料、金属材料、金属酸化物、ガラスまたは高分子材料に該当する材料は、有機顔料、無機顔料または染料に該当する材料から除かれることとする。

【0024】

有機顔料は、例えば、アゾ系顔料、メタルコンプレックスアゾ系顔料、ポリ縮合アゾ系顔料、フラバンスロン系顔料、ベンズイミダゾロン系顔料、フタロシアニン系顔料、キナクリドン系顔料、アントラキノン系顔料、ペリレン系顔料、ペリノン系顔料、アントラピリジン系顔料、ピランスロン系顔料、ジオキサジン系顔料、チオインジゴ系顔料、イソインドリノン系顔料、キノフタロン系顔料またはインダンスレン系顔料等である。無機顔料は、例えば、亜鉛華、アンチモン白、カーボンブラック、鉄黒、硼化チタン、ベンガラ、マピコエロー、鉛丹、カドミウムエロー、硫化亜鉛、リトポン、硫化バリウム、セレン化カドミウム、炭酸カルシウム、硫酸バリウム、クロム酸鉛、硫酸鉛、炭酸バリウム、鉛白またはアルミナホワイト等である。染料は、例えば、ニグロシン系染料、アゾ系染料、フタロシアニン系染料、キノフタロン系染料、アントラキノン系染料またはメチン系染料等

40

50

である。炭素材料は、例えば、カーボンブラック等である。金属材料は、例えば、金、銀または銅等である。金属酸化物は、例えば、酸化チタン、酸化亜鉛、酸化ジルコニウム、チタン酸バリウム、チタン酸カリウム、銅 - クロム酸化物、銅 - マンガン酸化物、銅 - 鉄 - マンガン酸化物、銅 - クロム - マンガン酸化物または銅 - 鉄 - クロム酸化物等である。高分子材料は、例えば、可視光領域に光吸収域を有する官能基が導入された高分子化合物等である。このように可視光領域に光吸収域を有する高分子化合物であれば、その種類は特に限定されない。

【 0 0 2 5 】

絶縁性液体 2 中における電気泳動粒子 1 0 の含有量（濃度）は、特に限定されないが、例えば、0 . 1 重量% ~ 1 0 重量% である。電気泳動粒子 1 0 の遮蔽性および移動性が確保されるからである。この場合には、0 . 1 重量% よりも少ないと、電気泳動粒子 1 0 が多孔質層 2 0 を遮蔽（隠蔽）しにくくなる可能性がある。一方、1 0 重量% よりも多いと、電気泳動粒子 1 0 の分散性が低下するため、その電気泳動粒子 1 0 が泳動しにくくなり、場合によっては凝集する可能性がある。

10

【 0 0 2 6 】

この電気泳動粒子 1 0 は、任意の反射特性（反射率）を有している。電気泳動粒子 1 0 の反射特性は、特に限定されないが、少なくとも電気泳動粒子 1 0 は多孔質層 2 0 を遮蔽可能であることが好ましい。電気泳動粒子 1 0 の反射特性と多孔質層 2 0 の反射特性との違いにより、コントラストを生じさせるためである。

【 0 0 2 7 】

ここで、電気泳動粒子 1 0 の具体的な形成材料は、コントラストを生じさせるために電気泳動粒子 1 0 が担う役割に応じて選択される。具体的には、電気泳動粒子 1 0 が明表示する場合の材料は、例えば、酸化チタン、酸化亜鉛、酸化ジルコニウム、チタン酸バリウムまたはチタン酸カリウム等の金属酸化物、硫酸バリウム、炭酸カルシウム等の無機塩あるいはビスチリル誘導体（例えば、特開平 1 1 - 1 3 0 9 7 5 号公報参照）またはポリビニルナフタレン微粒子等の有機化合物、中空微粒子等である。一方、電気泳動粒子 1 0 が暗表示する場合の材料は、例えば、炭素材料または金属酸化物等である。炭素材料は、例えば、カーボンブラック等であり、金属酸化物は、例えば、銅 - クロム酸化物、銅 - マンガン酸化物、銅 - 鉄 - マンガン酸化物、銅 - クロム - マンガン酸化物または銅 - 鉄 - クロム酸化物等である。

20

【 0 0 2 8 】

電気泳動粒子 1 0 が明表示する場合には、外部から電気泳動素子 1 を見たときに視認される電気泳動粒子 1 0 の色は、コントラストを生じさせることができれば特に限定されないが、中でも白色に近い色が好ましく、白色がより好ましい。一方、電気泳動粒子 1 0 が暗表示する場合には、外部から電気泳動素子 1 を見たときに視認される電気泳動粒子 1 0 の色はコントラストを生じさせることができれば特に限定されないが、中でも黒色に近い色が好ましく、黒色がより好ましい。いずれの場合においても、コントラストが高くなるからである。

30

【 0 0 2 9 】

なお、電気泳動粒子 1 0 は、絶縁性液体 2 中において長期間に渡って分散および帯電しやすいと共に多孔質層 2 0 に吸着しにくいことが好ましい。このため、静電反発により電気泳動粒子 1 0 を分散させるために分散剤（または電荷調整剤）を用いたり、電気泳動粒子 1 0 に表面処理を施してもよく、両者を併用してもよい。

40

【 0 0 3 0 】

分散剤は、例えば、Lubrizol 社製の Solspense シリーズ、BYK-Chemie 社製の BYK シリーズまたは Anti-Terra シリーズ、あるいは ICI Americas 社製 Span シリーズ等である。

【 0 0 3 1 】

表面処理は、例えば、ロジン処理、界面活性剤処理、顔料誘導体処理、カップリング剤処理、グラフト重合処理またはマイクロカプセル化処理等である。中でも、グラフト重合処理、マイクロカプセル化処理またはそれらの組み合わせが好ましい。長期間の分散安定

50

性等が得られるからである。

【0032】

表面処理用の材料は、例えば、電気泳動粒子10の表面に吸着可能な官能基と重合性官能基とを有する材料(吸着性材料)等である。吸着可能な官能基の種類は、電気泳動粒子10の形成材料に応じて決定される。一例を挙げると、カーボンブラック等の炭素材料に対しては4-ビニルアニリン等のアニリン誘導体であり、金属酸化物に対してはメタクリル酸3-(トリメトキシシリル)プロピル等のオルガノシラン誘導体である。重合性官能基は、例えば、ビニル基、アクリル基、メタクリル基等である。

【0033】

また、表面処理用の材料は、例えば、重合性官能基が導入された電気泳動粒子10の表面にグラフト可能な材料(グラフト性材料)である。このグラフト性材料は重合性官能基と、絶縁性液体2中に分散可能であると共に立体障害により分散性を保持可能な分散用官能基とを有していることが好ましい。重合性官能基の種類は吸着性材料について説明した場合と同様である。分散用官能基は、例えば、絶縁性液体2がパラフィンである場合には分岐状のアルキル基等である。グラフト性材料を重合およびグラフトさせるためには、例えば、アゾビスイソブチロニトリル(AIBN)等の重合開始剤を用いればよい。

【0034】

参考までに、上記したように絶縁性液体2中に電気泳動粒子10を分散させる方法の詳細については、「超微粒子の分散技術とその評価～表面処理・微粉碎と気中/液中/高分子中の分散安定化～(サイエンス&テクノロジー社)」等の書籍に掲載されている。

【0035】

[多孔質層]

多孔質層20は、上記繊維状構造体21により形成された3次元立体構造物であり、複数の細孔23を有している。この繊維状構造体21には、複数の非泳動粒子22が含まれており、即ち、複数の非泳動粒子22は、繊維状構造体21により保持されている。3次元立体構造物である多孔質層20では、1つの繊維状構造体21がランダムに絡み合っているもよいし、複数の繊維状構造体21が集合してランダムに重なっているもよいし、双方が混在しているもよい。繊維状構造体21が複数の場合、各繊維状構造体21は、1または2以上の非泳動粒子22を保持している。なお、図2では、複数の繊維状構造体21により多孔質層20が形成されている場合を示している。

【0036】

多孔質層20が繊維状構造体21により形成された3次元立体構造物であるのは、光(外光)が乱反射(多重散乱)するため、多孔質層20の反射率が高くなると共に、その高い反射率を得るために多孔質層20の厚さが薄くて済むからである。これにより、電気泳動素子1のコントラストが高くなると共に、電気泳動粒子10を移動させるために必要なエネルギーが低くなる。また、細孔23の平均孔径が大きくなると共に数が多くなるため、電気泳動粒子10が細孔23を経由して移動しやすくなるからである。これにより、応答速度が速くなると共に、電気泳動粒子10を移動させるために必要なエネルギーがより低くなる。

【0037】

繊維状構造体21に複数の非泳動粒子22が含まれているのは、光がより乱反射しやすくなるため、多孔質層20の反射率がより高くなるからである。これにより、電気泳動素子1のコントラストがより高くなる。

【0038】

この繊維状構造体21は、例えば、高分子材料または無機材料等のいずれか1種類または2種類以上であり、他の材料でもよい。高分子材料は、例えば、ナイロン、ポリ乳酸、ポリアミド、ポリイミド、ポリエチレンテレフタレート、ポリアクリロニトリル、ポリエチレンオキシド、ポリビニルカルバゾール、ポリビニルクロライド、ポリウレタン、ポリスチレン、ポリビニルアルコール、ポリサルホン、ポリビニルピロリドン、ポリビニリデンフロリド、ポリヘキサフルオロプロピレン、セルロースアセテート、コラーゲン、ゼ

10

20

30

40

50

ラチン、キトサンまたはそれらのコポリマー等である。無機材料は、例えば、酸化チタン等である。中でも、繊維状構造体21の形成材料としては、高分子材料が好ましい。反応性（光反応性等）が低い、即ち化学的に安定であるため、繊維状構造体21の意図しない分解反応が抑制されるからである。なお、繊維状構造体21が高反応性の材料により形成される場合には、その繊維状構造体21の表面は任意の保護層（図示せず）により被覆されることが好ましい。

【0039】

繊維状構造体21の形状（外観）は、上記のように繊維径に対して長さが十分に大きい繊維状であれば、特に限定されない。具体的には、直線状でもよいし、縮れていたり、途中で折れ曲がっていてもよい。また、一方向に延在しているだけに限らず、途中で1または2以上の方向に分岐していてもよい。この繊維状構造体21の形成方法は、特に限定されないが、例えば、相分離法、相反転法、静電（電界）紡糸法、熔融紡糸法、湿式紡糸法、乾式紡糸法、ゲル紡糸法、ゾルゲル法またはスプレー塗布法等であることが好ましい。繊維径に対して長さが十分に大きい繊維状物質を容易かつ安定に形成しやすいからである。

10

【0040】

繊維状構造体21の平均繊維径は、特に限定されないが、できるだけ小さいことが好ましい。光が乱反射しやすくなると共に、細孔23の孔径が大きくなるからである。ただし、平均繊維径は、繊維状構造体21が後述する非泳動粒子22を保持できるように決定される必要がある。このため、繊維状構造体21の平均繊維径は、10 μm 以下であることが好ましい。なお、平均繊維径の下限は、特に限定されないが、例えば、0.1 μm であり、それ以下でもよい。この平均繊維径は、例えば、走査型電子顕微鏡等を用いた顕微鏡観察により測定される。なお、繊維状構造体21の平均長さは任意でよい。

20

【0041】

特に、繊維状構造体21はナノファイバーであることが好ましい。光が乱反射しやすくなるため多孔質層20の反射率がより高くなると共に、単位体積中に占める細孔23の割合が大きくなるため、電気泳動粒子10が細孔23を経由して移動しやすくなるからである。これにより、コントラストがより高くなると共に、電気泳動粒子10を移動させるために必要なエネルギーがより低くなる。ナノファイバーとは、繊維径が0.001 μm ~0.1 μm であると共に長さが繊維径の100倍以上である繊維状物質である。ナノファイバーである繊維状構造体21は、静電紡糸法により形成されていることが好ましい。繊維径が小さい繊維状構造体21を容易かつ安定に形成しやすいからである。

30

【0042】

この繊維状構造体21は、電気泳動粒子10とは異なる反射特性を有していることが好ましい。具体的には、繊維状構造体21の反射特性は、特に限定されないが、少なくとも多孔質層20全体は電気泳動粒子10を遮蔽可能であることが好ましい。上述したように、電気泳動粒子10の反射特性と多孔質層20の反射特性との違いにより、コントラストを生じさせるためである。このため、絶縁性液体2中において光透過性（無色透明）の繊維状構造体21は好ましくない。ただし、繊維状構造体21の反射特性が多孔質層20の反射特性にほとんど影響を及ぼさず、その多孔質層20の反射特性が実質的に非泳動粒子22の反射特性により決定される場合には、繊維状構造体21の反射特性は任意でよい。

40

【0043】

細孔23の平均孔径は、特に限定されないが、中でも、できるだけ大きいことが好ましい。電気泳動粒子21が細孔23を経由して移動しやすくなるからである。このため、細孔23の平均孔径は、0.01 μm ~10 μm であることが好ましい。

【0044】

多孔質層20の厚さは、特に限定されないが、例えば、5 μm ~100 μm である。多孔質層20の遮蔽性が高くなると共に、電気泳動粒子10が細孔23を経由して移動しやすくなるからである。

【0045】

50

非泳動粒子 22 は、繊維状構造体 21 により保持（固定）されており、電気泳動しない粒子である。この非泳動粒子 22 の形成材料は、例えば、電気泳動粒子 10 の形成材料と同様であり、後述するように非泳動粒子 22 が担う役割に応じて選択される。

【0046】

なお、非泳動粒子 22 は、繊維状構造体 21 により保持されていれば繊維状構造体 21 から部分的に露出しているてもよいし、繊維状構造体 21 の内部に埋設されているてもよい。

【0047】

この非泳動粒子 22 は、電気泳動粒子 10 とは異なる反射特性を有している。非泳動粒子 22 の反射特性は、特に限定されないが、少なくとも多孔質層 20 全体は電気泳動粒子 10 を遮蔽可能であることが好ましい。上記したように、電気泳動粒子 10 の反射特性と多孔質層 20 の反射特性との違いにより、コントラストを生じさせるためである。

10

【0048】

ここで、非泳動粒子 22 の形成材料は、コントラストを生じさせるために非泳動粒子 22 が担う役割に応じて選択される。具体的には、非泳動粒子 22 が明表示する場合の材料は、電気泳動粒子 10 が明表示する場合に選択される材料と同様である。一方、非泳動粒子 22 が暗表示する場合の材料は、電気泳動粒子 10 が暗表示する場合に選択される材料と同様である。中でも、非泳動粒子 22 が明表示する場合に選択される材料としては、金属酸化物が好ましい。優れた化学的安定性、定着性および光反射性が得られるからである。コントラストを生じさせることができれば、非泳動粒子 22 の形成材料は、電気泳動粒子 10 の形成材料と同じ種類でもよいし、違う種類でもよい。

20

【0049】

なお、非泳動粒子 22 が明表示または暗表示する場合に視認される色は、電気泳動粒子 10 が視認される色について説明した場合と同様である。

【0050】

1-2. 多孔質層の形成方法

多孔質層 20 の形成手順の一例は、以下の通りである。図 3 は、多孔質層 20 の形成手順の流れを表したものである。まず、ステップ 101（高分子溶液の調整）として、N, N'-ジメチルホルムアミド（DMF）等の有機溶剤に高分子材料を溶解し、高分子溶液を調製する。続いて、ステップ 102（非泳動粒子の分散）として、高分子溶液に非泳動粒子 22（例えば酸化チタン）を加えたのち、十分に攪拌して非泳動粒子 22 を分散させる。次いで、ステップ 103（紡糸）として、非泳動粒子 22 が分散された高分子溶液を用いて静電紡糸法により紡糸を行い、繊維状構造体 21 を形成する。続いて、ステップ 104（表面処理）として、カップリング剤として例えばアミノシランカップリング剤と繊維状構造体 21 とを、例えば 40～120 で 10 分～15 時間加熱したのち、60 で 10 分～2 時間アニールする。これにより、表面をアミノ基によって修飾された繊維状構造体 21 によって形成された多孔質層 20 が得られる。

30

【0051】

[電気泳動素子 1 の好ましい表示方法]

電気泳動素子 1 では、上記したように、電気泳動粒子 10 および多孔質層 20（非泳動粒子 22 を含む繊維状構造体 21）がそれぞれ明表示または暗表示するため、コントラストが生じる。この場合には、電気泳動粒子 10 が明表示すると共に多孔質層 20 が暗表示してもよいし、その逆でもよい。このような役割の違いは、電気泳動粒子 10 の反射特性と多孔質層 20 の反射特性との関係により決定される。即ち、明表示する方の反射率は、暗表示する方の反射率よりも高くなる。

40

【0052】

中でも、電気泳動粒子 10 が暗表示すると共に、多孔質層 20 が明表示することが好ましい。これに伴い、多孔質層 20 の光学的特性が実質的に非泳動粒子 22 の反射特性により決定される場合には、非泳動粒子 22 の反射率は電気泳動粒子 10 の反射率よりも高いことが好ましい。この場合における明表示の反射率は、多孔質層 20（3次元立体構造物）による光の乱反射を利用して著しく高くなるため、それに応じてコントラストも著しく

50

高くなるからである。

【 0 0 5 3 】

[電気泳動素子 1 の動作]

電気泳動素子 1 では、電気泳動粒子 1 0 の反射特性と多孔質層 2 0 (非泳動粒子 2 2) の反射特性とが異なっている。この場合において、電気泳動素子 1 に電界が印加されると、その電界が印加された範囲内において電気泳動粒子 1 0 が多孔質層 2 0 (細孔 2 3) を経由して移動する。これにより、電気泳動粒子 1 0 が移動した側から電気泳動素子 1 を見ると、電気泳動粒子 1 0 が移動した範囲では、その電気泳動粒子 1 0 により暗表示 (または明表示) されると共に、電気泳動粒子 1 0 が移動していない範囲では、多孔質層 2 0 により明表示 (または暗表示) される。これにより、コントラストが生じる。

10

【 0 0 5 4 】

従来の電気泳動素子では、電気泳動粒子は、電気泳動粒子同士が凝集しないように帯電させるための表面処理が施されており、繊維状構造体はこの電気泳動粒子と化学的な相互作用の少ないポリマーが主体となっていた。具体的には、電気泳動粒子にはアクセプタ性を付加する表面処理を行い、それぞれの表面の S P 値 (Solubility Parameter) をある一定の範囲内とし、繊維状構造体の材料としては弱いドナー性を有するポリマーが用いられる。このような構成とすることにより、電気泳動粒子は繊維状構造体に絡めとられることなく泳動するが、繊維状構造体はその弱いドナー性から電気泳動粒子および分散助剤を吸着し、表示特性が低下するという問題があった。

20

【 0 0 5 5 】

[作用および効果]

これに対して本実施の形態によれば、多孔質層 2 0 を構成する繊維状構造体 2 1 の表面に、電気泳動粒子 1 0 と同じ極性を有する官能基を導入することで、繊維状構造体 2 1 と電気泳動粒子 1 0 とを同一極性とした。これにより、繊維状構造体 2 1 が形成する細孔 2 3 内を移動する電気泳動粒子 1 0 の繊維状構造体 2 1 への吸着が防止される。これにより、電気泳動素子 1 の明表示および暗表示における反射特性が向上し、コントラストが向上する。

【 0 0 5 6 】

< 2 . 第 2 の実施の形態 >

図 4 は、本技術の第 2 の実施の形態の電気泳動素子 1 における多孔質層 2 0 の形成手順の流れを表したものである。本実施の形態における電気泳動素子 1 では、多孔質層 2 0 を構成する繊維状構造体 2 1 を形成する際に、電気泳動粒子 1 0 と同一の極性を有する化学物質を添加することにより、繊維状構造体 2 1 の極性を電気泳動粒子 1 0 と同一にしている点が第 1 の実施の形態と異なる。なお、上記第 1 の実施の形態と同一の構成要素については同一符号を付してその説明は省略する。

30

【 0 0 5 7 】

繊維状構造体 2 1 に添加する化学物質としては、上述したように電気泳動粒子 1 0 と同じ極性を示す化学物質であれば特に問わない。例えば、電気泳動粒子 1 0 が正に帯電している場合には、N, N - ジメチル - 1, 3 - プロピルジアミン、3 - アミノプロピルトリメチルシラン、n - オクチルアミン等のアミノ基を有する物質を用いることが好ましい。また、電気泳動粒子 1 0 が負に帯電している場合には、2 - (3, 4 - エポキシシクロヘキシル)エチルトリメトキシシラン、3 - グリシドキシプロピルトリメトキシシラン等のエポキシ基を有する物質、アセトンジカルボン酸、アジピン酸などのカルボン酸基を有する物質を用いることが好ましい。

40

【 0 0 5 8 】

多孔質層 2 0 の形成手順のとしては、まず図 4 に示したように、ステップ 2 0 1 (高分子溶液の調製)として、N, N' - ジメチルホルムアミド (DMF) 等の有機溶剤に高分子材料を溶解し、高分子溶液を調製する。次に、ステップ 2 0 2 (化学物質の添加)として、例えば N, N - ジメチル - 1, 3 - プロピルジアミンを添加する。続いて、ステップ 2 0 3 (非泳動粒子および化学物質の分散)として、高分子溶液に非泳動粒子 2 2 (例え

50

ば酸化チタン)を加えたのち、十分に攪拌して非泳動粒子22を分散させる。次いで、ステップ204(紡糸)として、非泳動粒子22が分散された高分子溶液を用いて静電紡糸法により防止を行い、繊維状構造体21を形成する。これにより、正に帯電した繊維状構造体21によって形成された多孔質層20が得られる。

【0059】

以上のように本実施の形態では、多孔質層20の極性を、繊維状構造体21を形成する際に化学物質を添加することにより電気泳動粒子10と同一の極性となるようにした。これにより、上記第1の実施の形態における効果に加えて製造工程の簡略化が可能となるという効果を奏する。また、材料の選択の自由度が向上する。

【0060】

<3. 電気泳動素子1の適用例>

次に、上記した電気泳動素子1の適用例について説明する。電気泳動素子1は、さまざまな電子機器に適用可能であり、その電子機器の種類は特に限定されないが、例えば、表示装置に適用される。

【0061】

[表示装置の全体構成]

図5は、表示装置の断面構成を表しており、図6は、図5に示した表示装置の動作を説明するためのものである。なお、以下で説明する表示装置の構成は、あくまで一例であるため、その構成は、適宜変更可能である。

【0062】

表示装置は、電気泳動現象を利用して画像(例えば文字情報等)を表示する電気泳動型ディスプレイ(いわゆる電子ペーパーディスプレイ)である。この表示装置は、例えば、図5に示したように、駆動基板30と対向基板40とが電気泳動素子150を介して対向配置されたものであり、例えば、対向基板40側において画像を表示するようになっている。なお、駆動基板30および対向基板40は、スペーサ60により所定の間隔となるように離間されている。

【0063】

[駆動基板]

駆動基板30は、例えば、支持基体31の一面に、複数の薄膜トランジスタ(TFT)32と、保護層33と、平坦化絶縁層34と、複数の画素電極35とがこの順に形成されたものである。TFT32および画素電極35は、画素配置に応じてマトリクス状またはセグメント状に配置されている。

【0064】

支持基体31は、例えば、無機材料、金属材料またはプラスチック材料等により形成されている。無機材料は、例えば、ケイ素(Si)、酸化ケイ素(SiO_x)、窒化ケイ素(SiN_x)または酸化アルミニウム(AlO_x)等である。この酸化ケイ素には、ガラスまたはスピノンガラス(SOG)等が含まれる。金属材料は、例えば、アルミニウム(Al)、ニッケル(Ni)またはステンレス等である。プラスチック材料は、例えば、ポリカーボネート(PC)、ポリエチレンテレフタレート(PET)、ポリエチレンナフタレート(PEN)またはポリエチルエーテルケトン(PEEK)等である。

【0065】

この支持基体31は、光透過性でもよいし、非光透過性でもよい。対向基板40側において画像が表示されるため、支持基体31は必ずしも光透過性である必要がないからである。また、支持基体31は、ウェハ等の剛性を有する基板でもよいし、可撓性を有する薄層ガラスまたはフィルムでもよいが、中でも、後者であることが好ましい。フレキシブル(折り曲げ可能)な表示装置を実現できるからである。

【0066】

TFT32は、画素を選択するためのスイッチング用素子である。なお、TFT32は、チャンネル層として無機半導体層を用いた無機TFTでもよいし、有機半導体層を用いた有機TFTでもよい。保護層33および平坦化絶縁層34は、例えば、ポリイミド等の絶

10

20

30

40

50

緑性樹脂材料により形成されている。ただし、保護層 3 3 の表面が十分に平坦であれば、平坦化絶縁層 3 4 はなくてもよい。画素電極 3 5 は、例えば、金 (Au)、銀 (Ag) または銅 (Cu) 等の金属材料により形成されている。この画素電極 3 5 は、保護層 3 3 および平坦化絶縁層 3 4 に設けられたコンタクトホール (図示せず) を通じて T F T 3 2 に接続されている。

【 0 0 6 7 】

[対向基板]

対向基板 4 0 は、例えば、支持基体 4 1 の一面に対向電極 4 2 が全面形成されたものである。ただし、対向電極 4 2 は、画素電極 3 2 と同様に、マトリクス状またはセグメント状に配置されていてもよい。

10

【 0 0 6 8 】

支持基体 4 1 は、光透過性であることを除き、支持基体 3 1 と同様の材料により形成されている。対向基板 4 0 側において画像が表示されるため、支持基体 4 1 は光透過性である必要があるからである。対向電極 4 2 は、例えば、酸化インジウム - 酸化スズ (ITO)、酸化アンチモン - 酸化スズ (ATO)、フッ素ドープ酸化スズ (FTO) またはアルミニウムドープ酸化亜鉛 (AZO) 等の光透光性導電性材料 (透明電極材料) により形成されている。

【 0 0 6 9 】

対向基板 4 0 側において画像を表示する場合には、対向電極 4 2 を介して電気泳動素子 1 5 0 を見るようになるため、その対向電極 4 2 の光透過性 (透過率) は、できるだけ高いことが好ましく、例えば、80% 以上である。また、対向電極 4 2 の電気抵抗は、できるだけ低いことが好ましく、例えば、100 / 以下である。

20

【 0 0 7 0 】

[電気泳動素子 1]

電気泳動素子 1 5 0 は、上記した電気泳動素子 1 と同様の構成を有している。具体的には、電気泳動素子 1 5 0 は、絶縁性液体 5 1 中に、複数の電気泳動粒子 5 2 と、複数の細孔 5 4 を有する多孔質層 5 3 とを含んでいる。絶縁性液体 5 1 は、駆動基板 3 0 と対向基板 4 0 との間の空間に充填されており、多孔質層 5 3 は、例えば、スペーサ 6 0 により支持されている。絶縁性液体 5 1 が充填されている空間は、多孔質層 5 3 を境界として、画素電極 3 5 に近い側の待避領域 R 1 と、対向電極 4 2 に近い側の移動領域 R 2 とに区分け

30

【 0 0 7 1 】

[スペーサ]

スペーサ 6 0 は、例えば、高分子材料等の絶縁性材料により形成されている。

【 0 0 7 2 】

スペーサ 6 0 の形状は、特に限定されないが、中でも、電気泳動粒子 5 2 の移動を妨げず、その電気泳動粒子 5 2 を均一分布させるような形状であることが好ましく、例えば、格子状である。また、スペーサ 6 0 の厚さは、特に限定されないが、中でも、消費電力を

40

【 0 0 7 3 】

[表示装置の動作]

この表示装置では、図 5 に示したように、初期状態において、複数の電気泳動粒子 5 2 が待避領域 R 1 に位置している。この場合には、全ての画素において電気泳動粒子 5 2 が多孔質層 5 3 により遮蔽されているため、対向基板 4 0 側から電気泳動素子 1 5 0 を見ると、コントラストが生じていない (画像が表示されていない) 状態にある。

【 0 0 7 4 】

T F T 3 2 により画素が選択され、画素電極 3 5 と対向電極 4 2 との間に電界が印加されると、図 6 に示したように、電気泳動素子 1 5 2 が待避領域 R 1 から多孔質層 5 3 (細

50

孔54)を經由して移動領域R2に移動する。この場合には、電気泳動粒子52が多孔質層53により遮蔽されている画素と、電気泳動粒子52が多孔質層53により遮蔽されていない画素とが併存するため、対向基板40側から電気泳動素子150を見ると、コントラストが生じている状態になる。これにより、画像が表示される。

【0075】

[表示装置の作用および効果]

この表示装置によれば、電気泳動素子150が上記した電気泳動素子1と同様の構成を有しているため、電気泳動素子1の明表示および暗表示における反射特性が向上し、コントラストが向上する。よって、表示特性が向上した高品位の表示装置を提供することが可能となる。

10

<4.実施例>

【0076】

次に、本技術の実施例について詳細に説明する。

【0077】

(実験例1)

以下の手順により、黒色(暗表示用)の電気泳動粒子および白色(明表示用)の多孔質層(粒子含有繊維状構造体)を用いて、表示装置を作製した。なお、実験例1は、多孔質層20を構成する繊維状構造体21の表面に官能基を修飾させることにより電気泳動粒子10と同帯電としたものである。

【0078】

20

[電気泳動粒子の準備]

まず、水酸化ナトリウム43gおよびケイ酸ナトリウム0.37gを水43gに溶解させて溶液Aを調製した。続いて、溶液Aに複合酸化物微粒子(大日精化工業株式会社製ダイピロキサイドカラー#9550)5gを加えて攪拌(15分)したのち、超音波攪拌(30~35分,15分)した。次に、溶液Aを90℃に加熱したのち、0.22mol/cm³の硫酸15cm³と、ケイ酸ナトリウム6.5mgおよび水酸化ナトリウム1.3mgを溶解した水溶液7.5cm³とを2時間かけて滴下した。続いて、溶液Aを冷却(室温)したのち、1mol/cm³の硫酸1.8cm³を加えた。次に、遠心分離(3700rpm,30分間)およびデカンテーションを行ったのち、エタノールに再分散し、更に遠心分離(3500rpm,30分間)およびデカンテーションを2回行った。続いて、各

30

【0079】

次に、水3cm³、エタノール30cm³およびN-[3-(トリメトキシシリル)プロピル]-N'-(4-ピニルベンジル)エチレンジアミン塩酸塩(40%メタノール溶液)4gを混合して攪拌(7分間)した溶液に分散溶液を混合し、攪拌(10分)および遠心分離(3500rpm,30分)を行った。続いて、デカンテーションを行ったのち、洗浄作業としてエタノールへの再分散および遠心分離(3500rpmで30分)を2回行った。次いで、減圧環境(室温)中で6時間乾燥したのち、70℃に加熱して2時間乾燥した。次に、トルエン50cm³を加えて溶液Bを調製したのち、ロールミルで攪拌(12時間)した。続いて、溶液Bにアクリル酸0.5gおよび2,5-ジメチル-1,5-ヘキサジエン2.0gを加え、窒素気流下で攪拌(20分)した。更に溶液Bを50℃に加熱して攪拌(20分)したのち、この溶液BにAIBN0.01gを溶解したトルエン溶液(3cm³,溶液C)を加え65℃に加熱し1時間攪拌した。次に、室温まで冷却したのち、酢酸エチルを加えて遠心分離(3500rpmで30分間)を行った。続いて、デカンテーションを行ったのち、洗浄作業として酢酸エチルへの再分散および遠心分離(3500rpmで30分間)を3回繰り返し、減圧環境(室温)中で12時間乾燥したのち、70℃に加熱して2時間乾燥した。これにより、重合体被覆顔料からなる黒色の泳動粒子(電気泳動粒子10)が得られた。

40

【0080】

50

[絶縁性液体の調製]

次に、として、N, N - ジメチルプロパン - 1, 3 - ジアミン、12 - ヒドロキシオクタデカン酸およびメトキシスルホニルオキシメタン (Lubrizol社製Solisperse17000) を 0.75%、ソルビタントリオレート (Span85) を 5.0%、第1成分であるイソパラフィン (エクソンモービル社製IsoparG) を 94% 混合して調製した。ここでは、必要に応じて、絶縁性液体 9.7 g に泳動粒子 0.2 g を加えて、ガラスビーズ (0.8 mm) を加えたビーズミルで攪拌 (1時間) したのち、ガラスファイバーフィルターにかけビーズを取り除くことにより、泳動粒子が分散された絶縁性液体を調製した。

【 0081 】

[多孔質層の調製]

続いて、繊維状構造体 21 の形成材料として DMF 88 g にポリアクリロニトリル (Aldrich社製：分子量 = 150000) 12 g を溶解させて溶液 D を調製した。次に、溶液 D に、非泳動粒子 22 として、例えば酸化チタン (堺化学工業株式会社製 TITONE R-42) 40 g を加えたのちビーズミルで混合し、紡糸溶液とした。続いて、この紡糸溶液をシリンジに入れ、所定のパターン形状の画素電極 (ITO) が形成されたガラス基板上に電界紡糸装置 (株式会社メック製 NANON) を用いて 8 往復分の紡糸を行った。ここで、紡糸条件は、電界強度 = 28 kV、吐出速度 = 0.5 cm³/分、紡糸距離 = 15 cm、スキャンレート = 20 mm/秒とした。次に、ガラス基板を真空オープン (75) 中で 12 時間乾燥して、非泳動粒子 22 を含む繊維状構造体 21 を形成した。

【 0082 】

続いて、ガラス基板上に形成された繊維状構造体 21 を、基板ごとテフロン容器内に設置し、別途設けた容器にアミノシランカップリング剤 (3 - アミノプロピルトリエトキシシラン) を入れ、同じテフロン容器内に設置した。このテフロン容器を 120 (実施例 1 - 1), 60 (実施例 1 - 2) のオープンに入れ、12 時間保持した後、テフロン容器から基板を取り出して、60 のホットプレートで 2 時間アニールした。

【 0083 】

[表示装置の組み立て]

まず、画素電極 35 が形成されたガラス基板から、画素電極が形成されていない領域に付着した不要な繊維状構造体 21 を除去したのち、対向電極 42 (ITO) が全面に形成されたガラス基板上にスペーサとして PET フィルム (厚さ 30 μm) を設けた。このスペーサ状に画素電極 35 および繊維状構造体 21 が形成されたガラス基板を重ねた。なお、多孔質層 20 と重ならない位置にはビーズ (外径 = 30 μm) を含む光硬化性樹脂 (積水化学工業株式会社製感光性樹脂 フォトレック A-400) を描画した。最後に、2枚のガラス基板の間の隙間に電気泳動粒子 10 が分散された絶縁性液体を注入したのち、ローラで全体を押圧して多孔質層 20 を画素電極 35 と対向電極 42 との間に行き渡らせたのち、再度全体を押圧して圧縮した。

【 0084 】

また、比較例として繊維状構造体の表面処理を行っていない表示装置を作製した。

【 0085 】

これらの実験例 1 - 1, 1 - 2 および比較例 1 の表示装置の性能として、黒反射率 (%)、白反射率 (%)、コントラストおよび駆動電圧 (V) を調べたところ、表 1 に示した結果が得られた。

【 0086 】

黒反射率および白反射率を測定する場合には、分光光度計 (大塚電子社製 MCPD-7000) により、45°リング照明において標準拡散板に対する基板法線方向の反射率を測定した。この場合には、黒表示および白表示の双方において反射率が安定する電圧を駆動電圧とし、それぞれの表示状態における反射率を黒反射率および白反射率とした。なお、コントラストは、白反射率を黒反射率で割った値である。

【 0087 】

10

20

30

40

【表 1】

	表面処理温度 (°C)	黒反射率 (%)	白反射率 (%)	コントラスト比
実験例 1-1	120	3	45	15
実験例 1-2	60	3	30	10
比較例	—	3	24	8

10

【0088】

実験例 1 - 1 , 1 - 2 と比較例とを比較すると、繊維状構造体に表面処理を行うことによってコントラストが高くなった。また、実験例 1 - 1 と実験例 1 - 2 とを比較すると、表面処理の温度を 120 にすることでコントラスト比は 1.5 倍に向上している。

【0089】

この結果は以下のことを表している。繊維状構造体の表面に電気泳動粒子と同じ極性を示す官能基（ここではアミノ基）を導入すると、電気泳動粒子は電氣的反発により繊維状構造体への吸着が抑制される。このため白反射率が向上し、コントラスト比も向上する。また、表面処理温度を 120 とすることで、繊維状構造体とカップリング剤とが十分に反応し、繊維状構造体であるポリアクリロニトリルとアミノ基との共有結合が形成され白反射率およびコントラスト比が著しく向上する。

20

【0090】

なお、本実施例では比較しやすくするため実験例 1 - 1 , 1 - 2 および比較例に同じ電気泳動粒子を用い、黒反射率を 3 % としてコントラスト比を算出したが、本技術を用いることにより電気泳動粒子の種類によらずコントラスト比を向上することができる。また、電気泳動粒子を選択する（例えば、本実験例で用いた電気泳動粒子よりも粒径が小さな粒子を用いる）ことにより、黒反射率を 3 % 未満にすることができる。これにより、白反射率およびコントラスト比をより向上することが可能となる。

30

【0091】

(実験例 2)

[実験例 2 - 1]

実験例 2 は、多孔質層 20 を形成するポリマー中に化学物質を添加することにより電気泳動粒子 10 と同帯電 (+) としたものである。実験例 2 は絶縁性液体の調製および多孔質層の調製以外は、上記実験例 1 と同様の手順にて表示装置を作成した。

【0092】

[絶縁性液体の調製]

絶縁性液体として、N, N - ジメチルプロパン - 1, 3 - ジアミン、1, 2 - ヒドロキシオクタデカン酸およびメトキシスルホニルオキシメタン (Lubrizol 製 Solisperse17000) を 1 %、ソルビタンモノオレアート (Span80) を 2 %、イソパラフィン (エクソンモービル社製 IsoparG) を 97 % 含む有機溶媒を準備した。ここでは、必要に応じて絶縁性液体 9.7 g に泳動粒子 0.2 g を加えて、ガラスビーズ (0.8 mm) を加えたビーズミルで攪拌 (1 時間) したのち、ガラスファイバーフィルターにかけビーズを取り除くことにより、泳動粒子が分散された絶縁性液体を調製した。

40

【0093】

[多孔質層の調製]

次に、繊維状構造体 21 の形成材料として、DMF 88 g にポリアクリロニトリル (Aldrich 社製：分子量 = 150000) 12 g および多孔質層 20 を正に帯電させる化学物

50

質としてN,N-ジメチル-1,3-プロピルジアミン12g(昭和純薬工業、ポリアクリロニトリルとN,N-ジメチル-1,3-プロピルジアミンの重量比は1:1)を溶解させて溶液Dを調製した。続いて、この溶液D60gに、非泳動粒子22として例えば酸化チタン(堺化学工業株式会社製TITONE R-42)40gを加えたのち、ビーズミルで混合し、紡糸溶液とした。続いて、この紡糸溶液をシリンジに入れ、所定のパターン形状の画素電極(ITO)が形成されたガラス基板の上に電界紡糸装置(株式会社メック製NANON)を用いて8往復分の紡糸を行った。紡糸条件は、電界強度=28kV、吐出速度=0.5cm³/分、紡糸距離=15cm、スキャンレート=20mm/秒とした。続いて、真空オープン(75)中でガラス基板を12時間乾燥して、非泳動粒子22を含む繊維状構造体21を形成した。ここで多孔質層20は、N,N-ジメチル-1,3-プロピルジアミンを添加したことによって、層内に形成された孔を含む多孔質層20の表面にアミノ基が導入され、正に帯電している。

【0094】

[実験例2-2]

[多孔質層の調製]

繊維状構造体21の形成材料として、DMF88gにポリアクリロニトリル(Aldrich社製:分子量=150000)12gおよび多孔質層20を正に帯電させる化学物質として3-アミノプロピルトリメトキシシラン12g(信越化学社製KBM-903、ポリアクリロニトリルと3-アミノプロピルトリメトキシシランの重量比は1:1)を溶解させて溶液を準備した。更に、実験例2-1と酸化チタンの秤量(単位面積当たりの酸化チタンの重量)が同じになるように多孔質層20の膜厚を調製した。多孔質層20は、3-アミノプロピルトリメトキシシランを添加したことによって、層内に形成された孔を含む多孔質層20の表面には上記実験例2-1と同様にアミノ基が導入され、正に帯電している。

【0095】

[実験例2-3]

[多孔質層の調製]

比較例として、化学物質を添加せず、繊維状構造体21の形成材料としてポリアクリロニトリル(Aldrich社製:分子量=150000)12gのみをDMF88gに溶解させて溶液を準備した。更に、実験例2-1と酸化チタンの秤量(単位面積当たりの酸化チタンの重量)が同じになるように多孔質層20の膜厚を調製した。本実験例では、繊維状構造体21の液性材料としてポリアクリロニトリルのみを用いたことにより、多孔質層20の表面にはポリアクリロニトリル由来のシアノ基が存在し、負に帯電している。

【0096】

実験例2-1~2-3について、上記実験例1と同様に黒反射率(%)、白反射率(%)およびコントラストを測定し、その結果を表2に示した。

【0097】

【表2】

	電気泳動粒子		多孔質層		黒反射率 (%)	白反射率 (%)	コントラスト比
	電荷	官能基	電荷	官能基			
実験例2-1	+	アミノ基	+	アミノ基	2	52	26
実験例2-2	+	アミノ基	+	アミノ基	2	50	25
実験例2-3	+	アミノ基	-	シアノ基	4	41	10

【 0 0 9 8 】

表 2 から以下のことがいえる。多孔質層 2 0 の極性を電気泳動粒子と同極性にするための化学物質を添加しなかった実験例 2 - 3 (比較例) では、コントラスト比が 1 0 % であるのに対して、実験例 2 - 1 , 2 - 2 では、2 5 % 以上という良好なコントラスト比が得られた。これは、多孔質層 2 0 に電荷調整の化学物質を添加したことにより、電気泳動素子 1 0 および多孔質層 2 0 が互いに同極性に帯電したためと考えられる。また、実験例 2 - 1 , 2 - 2 共に同程度の黒反射率、白反射率およびコントラスト比が得られたことから、各値は多孔質層 2 0 の電荷調製用の化学物質の種類に依存しないといえる。

【 0 0 9 9 】

以上のことから、表示装置のコントラスト比は電気泳動粒子 1 0 と多孔質層 2 0 との帯電極性を同一とすることにより、コントラスト比が向上するといえる。

10

【 0 1 0 0 】

以上、第 1 および第 2 の実施の形態を挙げて本技術を説明したが、本技術は上記実施の形態で説明した態様に限定されず、種々の変形が可能である。例えば、本技術の電気泳動素子は、表示装置に限らず、他の電子機器に適用されてもよい。

【 0 1 0 1 】

なお、本技術は以下のような構成もとることができる。

(1) 絶縁性液体中に、複数の電気泳動粒子と、繊維状構造体により形成された多孔質層とを含み、前記繊維状構造体は前記電気泳動粒子と同一極性を有する電気泳動素子。

(2) 前記繊維状構造体は、前記電気泳動粒子と同一極性の官能基と共有結合を形成している、前記 (1) に記載の電気泳動素子。

20

(3) 前記繊維状構造体は、前記電気泳動粒子と同じ帯電極性を有する化学物質が添加されている、前記 (1) に記載の電気泳動素子。

(4) 前記繊維状構造体は、前記電気泳動粒子とは異なる反射特性を有する複数の非泳動粒子を含む、前記 (1) 乃至 (3) のいずれか 1 つに記載の電気泳動素子。

(5) 前記繊維状構造体は高分子材料または無機材料により形成されている、前記 (1) 乃至 (4) のいずれか 1 つに記載の電気泳動素子。

(6) 前記繊維状構造体は再考を有し、前記細孔の平均孔径は 0 . 0 1 μ m 以上 1 0 μ m 以下である、前記 (1) 乃至 (5) のいずれか 1 つに記載の電気泳動素子。

(7) 前記繊維状構造体は静電紡糸法により形成されている、前記 (1) 乃至 (6) のいずれか 1 つに記載の電気泳動素子。

30

(8) 前記繊維状構造体はナノファイバーである、前記 (1) 乃至 (7) のいずれか 1 つに記載の電気泳動素子。

(9) 前記電気泳動粒子および前記非泳動粒子は、有機顔料、無機顔料、染料、炭素材料、金属材料、金属酸化物、ガラスまたは高分子材料により形成されている、前記 (4) 乃至 (8) のいずれか 1 つに記載の電気泳動素子。

(1 0) 前記非泳動粒子の反射率は前記電気泳動素子の反射率よりも高い、前記 (4) 乃至 (9) のいずれか 1 つに記載の電気泳動素子。

(1 1) 電氣的極性を有する電気泳動粒子を形成する工程と、多孔質層を構成すると共に、前記電気泳動粒子と同一極性を有する繊維状構造体を形成する工程とを含む電気泳動素子の製造方法。

40

(1 2) 前記電気泳動粒子と同一極性を有する繊維状構造体は、前記電気泳動粒子と同一の極性を有する官能基を導入することによって形成する、前記 (1 1) に記載の電気泳動素子の製造方法。

(1 3) 前記電気泳動粒子と同一極性を有する繊維状構造体は、前記電気泳動粒子と同じ帯電極性を有する化学物質を添加することによって形成する、前記 (1 1) に記載の電気泳動素子の製造方法。

(1 4) 少なくとも一方が光透過性であると共にそれぞれに電極が設けられた一对の基体の間に電気泳動素子を備え、前記電気泳動素子絶縁性液体中に、複数の電気泳動粒子と、繊維状構造体により形成された多孔質層とを含み、前記繊維状構造体は前記電気泳動粒子

50

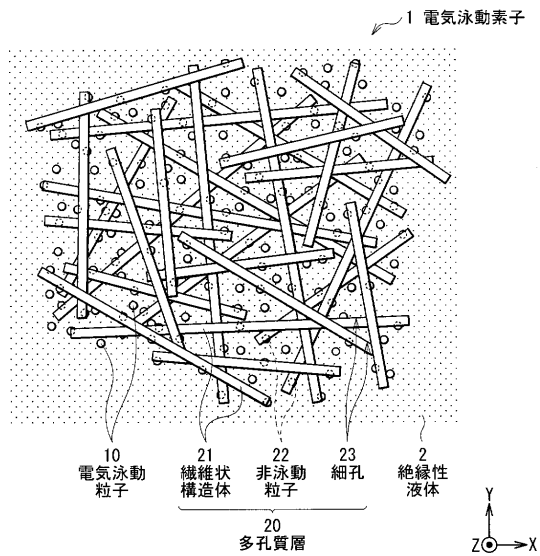
と同一極性を有する表示装置。

【符号の説明】

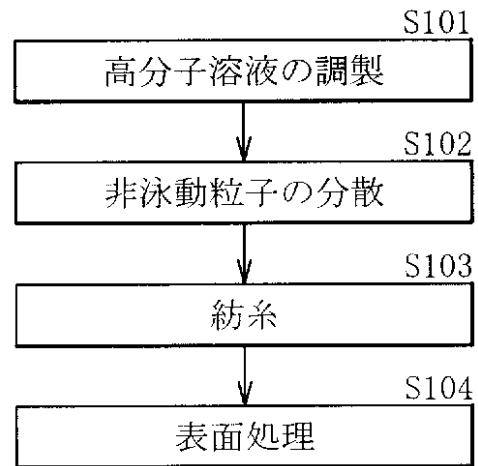
【0102】

1...電気泳動素子、2, 51...絶縁性液体20, 52...電気泳動粒子、20, 53...多孔質層、21...繊維状構造体、22...非泳動粒子、23, 54...細孔、30...駆動基板、31, 41...支持基板、32...TFT、33...保護層、34...平坦化絶縁層、35...画素電極、40...対向基板、42...対向電極、50...電気泳動素子、60...スペーサ。

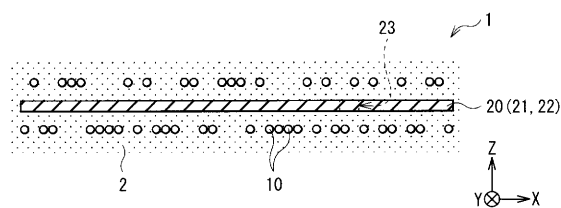
【図1】



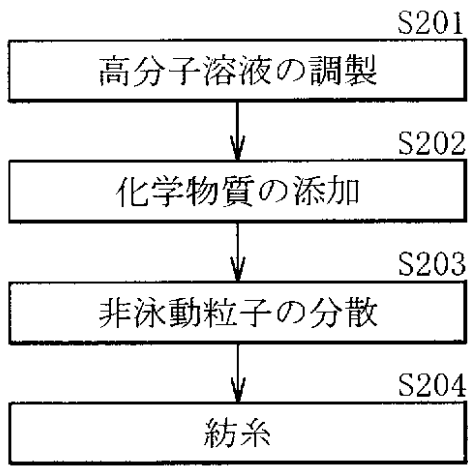
【図3】



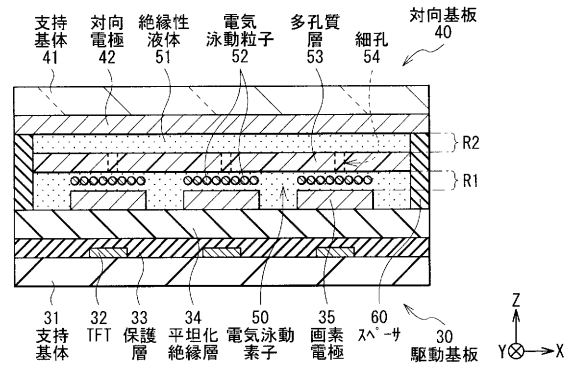
【図2】



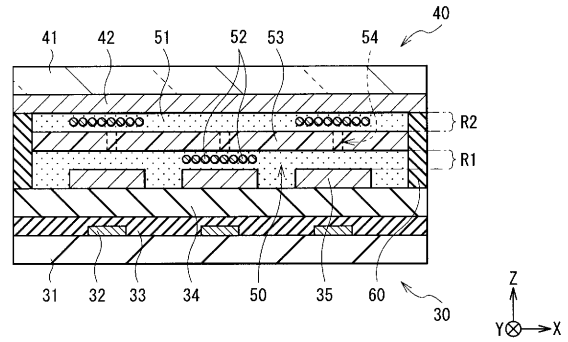
【図4】



【図5】



【図6】



フロントページの続き

(72)発明者 高梨 英彦
東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー株式会社内

審査官 鈴木 俊光

(56)参考文献 特開2009-003179(JP,A)
特開2009-006272(JP,A)
特開2013-109221(JP,A)
特開2008-304871(JP,A)
特開2008-139803(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G02F 1/167