

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公 開 特 許 公 報(A)

(11) 特許出願公開番号
特開2012-198417
(P2012-198417A)

(43) 公開日 平成24年10月18日(2012. 10. 18)

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

F I
GO2F 1/167

テーマコード (参考)
2 K 1 0 1

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 22 頁)

(21) 出願番号	特願2011-62921 (P2011-62921)	(71) 出願人	000002185
(22) 出願日	平成23年3月22日 (2011. 3. 22)		ソニー株式会社
			東京都港区港南1丁目7番1号
		(74) 代理人	100098785
			弁理士 藤島 洋一郎
		(74) 代理人	100109656
			弁理士 三反崎 泰司
		(74) 代理人	100130915
			弁理士 長谷部 政男
		(74) 代理人	100155376
			弁理士 田名網 孝昭
		(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	

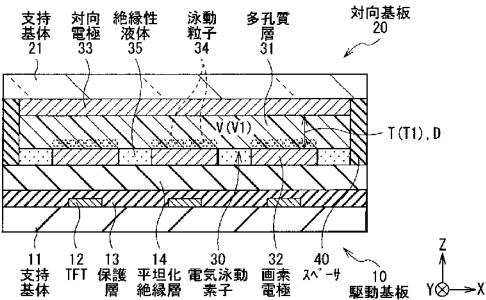
(54) 【発明の名称】 電気泳動素子、表示装置および電子機器

(57) 【要約】

【課題】高コントラスト、高速応答および低消費電力を実現可能な表示装置を提供する。

【解決手段】電気泳動素子は、泳動粒子と、その泳動粒子とは光学的反射特性が異なる非泳動粒子を含む繊維状構造体により形成された多孔質層と、その多孔質層を介して配置された一対の電極とを含む。この多孔質層は、一対の電極のうちの少なくとも一方に隣接している。

【選択図】図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

泳動粒子と、その泳動粒子とは光学的反射特性が異なる非泳動粒子を含む繊維状構造体により形成された多孔質層と、その多孔質層を介して配置された一对の電極とを含み、前記多孔質層は前記一对の電極のうちの少なくとも一方に隣接している、電気泳動素子。

【請求項 2】

前記多孔質層は前記一对の電極の双方に隣接している、請求項 1 記載の電気泳動素子。

【請求項 3】

前記非泳動粒子の光反射率は前記泳動粒子の光反射率よりも高い、請求項 1 記載の電気泳動素子。

10

【請求項 4】

前記多孔質層中に占める前記非泳動粒子の割合は 2 体積 % 以上 10 体積 % 以下であると共に、前記非泳動粒子の屈折率は 2 以上および平均粒径は 200 nm 以上 1000 nm 以下である、請求項 1 記載の電気泳動素子。

【請求項 5】

前記非泳動粒子は酸化チタンを含む、請求項 1 記載の電気泳動素子。

【請求項 6】

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、前記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 1 記載の電気泳動素子。

20

【請求項 7】

前記繊維状構造体は静電紡糸法により形成され、その平均繊維径は 10 μ m 以下である、請求項 1 記載の電気泳動素子。

【請求項 8】

少なくとも一方が光透過性を有する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、泳動粒子と、その泳動粒子とは光学的反射特性が異なる非泳動粒子を含む繊維状構造体により形成された多孔質層と、その多孔質層を介して配置された一对の電極とを含み、前記多孔質層は前記一对の電極のうちの少なくとも一方に隣接している、

表示装置。

30

【請求項 9】

少なくとも一方が光透過性を有する一对の基体の間に電気泳動素子を有する表示装置を備え、

前記電気泳動素子は、泳動粒子と、その泳動粒子とは光学的反射特性が異なる非泳動粒子を含む繊維状構造体により形成された多孔質層と、その多孔質層を介して配置された一对の電極とを含み、前記多孔質層は前記一对の電極のうちの少なくとも一方に隣接している、

電子機器。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】**

40

【0001】

本技術は、泳動粒子および多孔質層を含む電気泳動素子、その電気泳動素子を用いた表示装置、ならびにその表示装置を用いた電子機器に関する。

【背景技術】**【0002】**

近年、携帯電話機または携帯情報端末機器（PDA）などの多様な電子機器の普及に伴い、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伴い、文字情報を長時間読むことを目的とした読書用途の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。

50

【 0 0 0 3 】

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、電子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などが提案されているが、中でも、反射型に分類されるディスプレイが好ましい。紙と同様に外光の反射（散乱）を利用して明表示するため、その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、消費電力が抑えられるからである。

【 0 0 0 4 】

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明暗（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。

10

【 0 0 0 5 】

具体的には、絶縁性液体中に光学的反射特性および極性が異なる2種類の荷電粒子を分散させて、電界により極性の違いを利用して各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、電界に応じて2種類の荷電粒子の分布が変化するため、光学的反射特性の違いを利用してコントラストが生じる。

【 0 0 0 6 】

また、絶縁性液体中に荷電粒子を分散させると共に、その荷電粒子とは光学的反射特性が異なる多孔質層を配置して、電界により多孔質層の細孔を經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。）。この多孔質層としては、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や、合成繊維などにより編まれた布や、連泡多孔性高分子などが用いられている。この方法では、電界に応じて荷電粒子の分布が変化するため、光学的反射特性の違いを利用してコントラストが生じる。

20

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 0 7 】

【 特許文献 1 】 特公昭 5 0 - 0 1 5 1 1 5 号 公 報

【 特許文献 2 】 特許第 4 1 8 8 0 9 1 号 明 細 書

【 特許文献 3 】 特開 2 0 0 5 - 1 0 7 1 4 6 号 公 報

【 特許文献 4 】 特公昭 5 0 - 0 1 5 1 2 0 号 公 報

30

【 特許文献 5 】 特開 2 0 0 5 - 1 2 8 1 4 3 号 公 報

【 特許文献 6 】 特開 2 0 0 2 - 2 4 4 1 6 3 号 公 報

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 8 】

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ず、今後のカラー化および動画表示などへの展開を考えると、コントラストおよび応答速度に関してさらなる性能向上が必要である。この場合には、電気泳動型ディスプレイの本来の利点を活かすために、消費電力を抑えることも重要である。

40

【 0 0 0 9 】

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、高コントラスト、高速応答および低消費電力を実現可能な電気泳動素子、表示装置および電子機器を提供することにある。

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 1 0 】

本技術の電気泳動素子は、泳動粒子と、その泳動粒子とは光学的反射特性が異なる非泳動粒子を含む繊維状構造体により形成された多孔質層と、その多孔質層を介して配置された一対の電極とを含むものである。この多孔質層は、一対の電極のうちの少なくとも一方に隣接している。

50

【 0 0 1 1 】

また、本技術の表示装置は、少なくとも一方が光透過性を有する一对の基体の間に、上記した本技術の電気泳動素子を備えたものであり、本技術の電子機器は、上記した本技術の表示装置を備えたものである。

【 0 0 1 2 】

「光学的反射特性」とは、いわゆる光（外光）の反射率である。非泳動粒子の光学的反射特性と泳動粒子の光学的反射特性とが異なっているのは、その特性の違いを利用してコントラストを生じさせるためである。

【 発明の効果 】

【 0 0 1 3 】

本技術の電気泳動素子、表示装置または電子機器によれば、多孔質層が繊維状構造体により形成されており、その繊維状構造体が泳動粒子とは光学的反射特性が異なる非泳動粒子を含んでいる。また、多孔質層を介して一对の電極が配置されており、その多孔質層が一对の電極のうちの少なくとも一方に隣接している。よって、高コントラスト、高速応答および低消費電力を実現できる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 1 4 】

【 図 1 】 本技術の一実施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 2 】 表示装置の主要部の構成を表す平面図である。

【 図 3 】 表示装置の動作を説明するための断面図である。

【 図 4 】 表示装置の製造方法を説明するための断面図である。

【 図 5 】 図 4 に続く工程を説明するための断面図である。

【 図 6 】 比較例の表示装置の構成を表す断面図である。

【 図 7 】 表示装置の構成に関する変形例を表す断面図である。

【 図 8 】 表示装置の構成に関する他の変形例を表す断面図である。

【 図 9 】 表示装置を用いた電子ブックの構成を表す斜視図である。

【 図 1 0 】 表示装置を用いたテレビジョン装置の構成を表す斜視図である。

【 図 1 1 】 表示装置を用いたデジタルスチルカメラの構成を表す斜視図である。

【 図 1 2 】 表示装置を用いたパーソナルコンピュータの外観を表す斜視図である。

【 図 1 3 】 表示装置を用いたビデオカメラの外観を表す斜視図である。

【 図 1 4 】 表示装置を用いた携帯電話機の構成を表す平面図である。

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 1 5 】

以下、本技術の実施形態について、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。

- 1 . 電気泳動素子を用いた表示装置の構成
- 2 . 表示装置の製造方法
- 3 . 変形例
- 4 . 表示装置の適用例（電子機器）

【 0 0 1 6 】

< 1 . 電気泳動素子を用いた表示装置の構成 >

まず、本技術の一実施形態の電気泳動素子を用いた表示装置の構成について説明する。図 1 は、表示装置の断面構成を表しており、図 2 は、図 1 に示した表示装置の主要部の平面構成を表している。

【 0 0 1 7 】

本技術の電気泳動素子は、表示装置などのさまざまな用途に適用可能であり、その用途は、特に限定されない。ここでは、例えば、電気泳動素子を表示装置に適用する場合について説明するが、その表示装置の構成はあくまで一例であるため、適宜変更可能である。

【 0 0 1 8 】

[表示装置の全体構成]

表示装置は、電気泳動現象を利用して画像（例えば文字情報など）を表示する電気泳動型ディスプレイであり、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 1 に示したように、駆動基板 1 0 と対向基板（表示基板）2 0 とが電気泳動素子 3 0 およびスペーサ 4 0 を介して対向配置されたものであり、対向基板 2 0 側に表示面を有している。この「対向基板 2 0 側に表示面を有する」とは、対向基板 2 0 側に向かって画像を表示する（ユーザが画像を視認可能である）という意味である。

【 0 0 1 9 】

[駆動基板]

駆動基板 1 0 は、例えば、支持基体 1 1 の一面に、薄膜トランジスタ（T F T）1 2 と、保護層 1 3 と、平坦化絶縁層 1 4 とがこの順に形成されたものである。この駆動基板 1 0 では、例えば、T F T 1 2 が画素パターンなどに応じてマトリクス状またはセグメント状に分割形成されている。

【 0 0 2 0 】

支持基体 1 1 は、例えば、無機材料、金属材料またはプラスチック材料などにより形成されている。無機材料は、例えば、ケイ素（S i）、酸化ケイ素（S i O_x）、窒化ケイ素（S i N_x）または酸化アルミニウム（A l O_x）などであり、その酸化ケイ素には、例えば、ガラスまたはスピノングラス（S O G）などが含まれる。金属材料は、例えば、アルミニウム（A l）、ニッケル（N i）またはステンレスなどである。プラスチック材料は、例えば、ポリカーボネート（P C）、ポリエチレンテレフタレート（P E T）、ポリエチレンナフタレート（P E N）またはポリエチルエーテルケトン（P E E K）などである。

【 0 0 2 1 】

この支持基体 1 1 は、光透過性でもよいし、非光透過性でもよい。対向基板 2 0 側において画像が表示されるため、支持基体 1 1 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 1 1 は、ウェハなど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などでもよいが、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。

【 0 0 2 2 】

T F T 1 2 は、画素を選択するためのスイッチング用素子である。この T F T 1 2 は、チャンネル層として無機半導体層を用いた無機 T F T でもよいし、有機半導体層を用いた有機 T F T でもよい。保護層 1 3 および平坦化絶縁層 1 4 は、例えば、ポリイミドなどの絶縁性材料により形成されている。ただし、保護層 1 3 の表面が十分に平坦であれば、平坦化絶縁層 1 4 はなくてもよい。

【 0 0 2 3 】

[対向基板]

対向基板 2 0 は、例えば、支持基体 2 1 により形成されている。この支持基体 2 1 には、必要に応じてカラーフィルタなどの部材が設けられていてもよい。

【 0 0 2 4 】

支持基体 2 1 は、光透過性であることを除き、支持基体 1 1 と同様の材料により形成されている。対向基板 2 0 側において画像が表示されるため、支持基体 2 1 は光透過性である必要があるからである。

【 0 0 2 5 】

[電気泳動素子]

電気泳動素子 3 0 は、多孔質層 3 1 を介して配置された一対の電極（画素電極 3 2 および対向電極 3 3）と、その画素電極 3 2 と対向電極 3 3 との間に収容された泳動粒子 3 4 とを含んでいる。なお、画素電極 3 2 と対向電極 3 3 との間には絶縁性液体 3 5 が充填されており、泳動粒子 3 4 は絶縁性液体 3 5 中に分散されている。

【 0 0 2 6 】

[一対の電極]

一対の電極のうちの一方の電極は、例えば、駆動基板 10 の一面に形成された画素電極 32 である。この画素電極 32 は、例えば、金 (Au)、銀 (Ag)、銅 (Cu)、アルミニウム (Al)、アルミニウム合金、または酸化インジウム - 酸化スズ (ITO) などの導電性材料により形成されている。また、画素電極 32 は、駆動基板 10 の一面を被覆するように全面形成されていてもよいし、画素の配置パターンなどに応じてマトリクス状またはセグメント状に分割形成されていてもよい。図 1 では、例えば、画素電極 32 が TFT 12 の配置パターンに応じて分割形成されている場合を示している。なお、画素電極 32 は、保護層 13 および平坦化絶縁層 14 に設けられたコンタクトホール (図示せず) を通じて TFT 12 に接続されている。

10

【 0027 】

一対の電極のうちの他方の電極は、例えば、対向基板 20 の一面に形成された対向電極 33 である。この対向電極 33 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)、フッ素ドーパ酸化スズ (FTO) またはアルミニウムドーパ酸化亜鉛 (AZO) などの光透過性導電性材料 (透明電極材料) により形成されている。なお、対向電極 33 は、対向基板 20 の一面を被覆するように全面形成されていてもよいし、画素電極 32 と同様にマトリクス状またはセグメント状に分割形成されていてもよい。

【 0028 】

対向基板 20 側において画像を表示する場合には、対向電極 33 を介して表示装置 (電気泳動素子 30) を見ることになるため、その対向電極 33 の光透過性 (光透過率) 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 33 の電気抵抗は、できるだけ低いことが好ましく、例えば、 $100 \Omega / \square$ 以下である。

20

【 0029 】

[泳動粒子]

泳動粒子 34 は、電氣的に泳動する 1 または 2 以上の荷電粒子 (電気泳動粒子) であり、電界に応じて絶縁性液体 35 中を画素電極 32 または対向電極 33 に向かって移動可能である。この泳動粒子 34 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) などのいずれか 1 種類または 2 種類以上の粒子 (粉末) である。また、泳動粒子 34 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などでもよい。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。

30

【 0030 】

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などである。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、リトボン、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などである。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などである。炭素材料は、例えば、カーボンブラックなどである。金属材料は、例えば、金、銀または銅などである。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 - クロム酸化物などである。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などである。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

40

50

ば、その種類は特に限定されない。

【0031】

絶縁性液体35中における泳動粒子34の含有量(濃度)は、特に限定されないが、例えば、0.1重量%~10重量%である。泳動粒子32の遮蔽(隠蔽)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、泳動粒子34が多孔質層31を遮蔽しにくくなる可能性がある。一方、10重量%よりも多いと、泳動粒子34の分散性が低下するため、その泳動粒子34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。

【0032】

この泳動粒子34は、任意の光学的反射特性(光反射率)を有している。泳動粒子34の光反射率は、特に限定されないが、少なくとも泳動粒子34が多孔質層31を遮蔽可能となるように設定されることが好ましい。泳動粒子34の光反射率と多孔質層31の光反射率との違いを利用してコントラストを生じさせるためである。

【0033】

ここで、泳動粒子34の具体的な形成材料は、例えば、コントラストを生じさせるために泳動粒子34が担う役割に応じて選択される。具体的には、泳動粒子34により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などの金属酸化物であり、中でも、酸化チタンが好ましい。電気化学的安定性および分散性などに優れていると共に、高い反射率が得られるからである。一方、泳動粒子34により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などである。炭素材料は、例えば、カーボンブラックなどであり、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-クロム酸化物などである。中でも、炭素材料が好ましい。優れた化学的安定性、移動性および光吸収性が得られるからである。

【0034】

泳動粒子34により明表示する場合、外部から視認される泳動粒子34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、泳動粒子34により暗表示する場合、外部から視認される泳動粒子34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。

【0035】

なお、泳動粒子34は、絶縁性液体35中で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31に吸着しにくいことが好ましい。このため、静電反発により泳動粒子34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、泳動粒子34に表面処理を施してもよく、両者を併用してもよい。

【0036】

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シリーズなどである。

【0037】

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などである。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。長期間の分散安定性などが得られるからである。

【0038】

表面処理用の材料は、例えば、泳動粒子34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)などである。吸着可能な官能基の種類は、泳動粒子34の形成材料に応じて決定される。一例を挙げると、カーボンブラックなどの炭素材料に対しては4-ビニルアニリンなど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)プロピルなどのオルガノシラン誘導体である。重合性官能

10

20

30

40

50

基は、例えば、ビニル基、アクリル基、メタクリル基などである。

【0039】

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泳動粒子34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35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35がパラフィンである場合には分岐状のアルキル基などである。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）などの重合開始剤を用いればよい。

10

【0040】

参考までに、上記したように絶縁性液体35中に泳動粒子34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）」などの書籍に掲載されている。

【0041】

[多孔質層]

多孔質層31は、図2に示したように、繊維状構造体311により形成された3次元立体構造物（不織布のような不規則なネットワーク構造物）であり、スペーサ40により支持されていてもよい。この多孔質層31は、繊維状構造体311が存在していない箇所にも、泳動粒子34が移動するための複数の隙間（細孔36）を有している。なお、図1では、多孔質層31の構成を簡略化している。

20

【0042】

繊維状構造体311には、1または2以上の非泳動粒子312が含まれており、その非泳動粒子312は、繊維状構造体311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31では、1本の繊維状構造体311がランダムに絡み合っているもよいし、複数本の繊維状構造体311が集合してランダムに重なっているもよいし、両者が混在しているもよい。繊維状構造体311が複数本である場合、各繊維状構造体311は、1または2以上の非泳動粒子312を保持していることが好ましい。なお、図2では、複数本の繊維状構造体311により多孔質層31が形成されている場合を示している。

30

【0043】

多孔質層31が繊維状構造体311により形成された3次元立体構造物であるのは、その不規則な立体構造により外光が乱反射（多重散乱）されやすいため、多孔質層31の光反射率が高くなると共に、その高い光反射率を得るために多孔質層31が薄くて済むからである。これにより、コントラストが高くなると共に、泳動粒子34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36の平均孔径が大きくなると共にその数が多くなるため、泳動粒子34が細孔36を移動しやすくなるからである。これにより、泳動粒子34が移動するために必要な時間が短くなると共に、その泳動粒子34を移動させるために必要なエネルギーも低くなる。

【0044】

繊維状構造体311に非泳動粒子312が含まれているのは、外光がより乱反射しやすくなるため、多孔質層31の光反射率がより高くなるからである。これにより、コントラストがより高くなる。

40

【0045】

繊維状構造体311は、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。この繊維状構造体311は、例えば、高分子材料または無機材料などのいずれか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

50

、ゼラチン、キトサンまたはそれらのコポリマーなどである。無機材料は、例えば、酸化チタンなどである。中でも、繊維状構造体 3 1 1 の形成材料としては、高分子材料が好ましい。反応性（光反応性など）が低い（化学的に安定である）ため、繊維状構造体 3 1 1 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 3 1 1 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 3 1 1 の表面は任意の保護層により被覆されることが好ましい。

【 0 0 4 6 】

繊維状構造体 3 1 1 の形状（外観）は、上記した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 3 1 1 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など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

【 0 0 4 7 】

繊維状構造体 3 1 1 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 3 6 の平均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 3 1 1 が非泳動粒子 3 1 2 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 3 1 1 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（SEM）など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 3 1 1 の平均長さは、任意でよい。

20

【 0 0 4 8 】

細孔 3 6 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。泳動粒子 3 4 が細孔 3 6 を経由して移動しやすくなるからである。このため、細孔 3 6 の平均孔径は、0.1 μm ~ 10 μm であることが好ましい。

【 0 0 4 9 】

多孔質層 3 1 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 3 1 の遮蔽性が高くなると共に、泳動粒子 3 4 が細孔 3 6 を経由して移動しやすくなるからである。

30

【 0 0 5 0 】

特に、繊維状構造体 3 1 1 は、ナノファイバーであることが好ましい。立体構造が複雑化して外光が乱反射しやすくなるため、多孔質層 3 1 の光反射率がより高くなると共に、多孔質層 3 1 の単位体積中に占める細孔 3 6 の体積の割合が大きくなるため、泳動粒子 3 4 が細孔 3 6 を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、泳動粒子 3 4 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 3 1 1 は、高分子材料を用いて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 3 1 1 を容易かつ安定に形成しやすいからである。

40

【 0 0 5 1 】

この繊維状構造体 3 1 1 は、泳動粒子 3 4 とは異なる光学的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 3 1 1 の光反射率は、特に限定されないが、少なくとも多孔質層 3 1 が全体として泳動粒子 3 4 を遮蔽可能となるように設定されることが好ましい。上記したように、泳動粒子 3 4 の光反射率と多孔質層 3 1 の光反射率との違いを利用してコントラストを生じさせるためである。これに伴い、絶縁性液体 3 5 中で光透過性（無色透明）を有する繊維状構造体 3 1 1 は好ましくない。ただし、繊維状構造体 3 1 1 の光反射率が多孔質層 3 1 全体の光反射率にほとんど影響を及ぼさず、その多孔質層

50

3 1 全体の光反射率が実質的に非泳動粒子 3 1 2 の光反射率により決定される場合には、繊維状構造体 3 1 1 の光反射率は任意でよい。

【0052】

非泳動粒子 3 1 2 は、繊維状構造体 3 1 1 に固定されており、電氣的に泳動しない粒子である。この非泳動粒子 3 1 2 の形成材料は、例えば、泳動粒子 3 4 の形成材料と同様であり、後述するように、非泳動粒子 3 1 2 が担う役割に応じて選択される。

【0053】

なお、非泳動粒子 3 1 2 は、繊維状構造体 3 1 1 により保持されていれば、繊維状構造体 3 1 1 から部分的に露出していてもよいし、その内部に埋設されていてもよい。

【0054】

この非泳動粒子 3 1 2 は、泳動粒子 3 4 とは異なる光学的反射特性を有している。非泳動粒子 3 1 2 の光反射率は、特に限定されないが、少なくとも多孔質層 3 1 が全体として泳動粒子 3 4 を遮蔽可能となるように設定されることが好ましい。上記したように、泳動粒子 3 4 の光反射率と多孔質層 3 1 の光反射率との違いを利用してコントラストを生じさせるためである。

【0055】

ここで、非泳動粒子 3 1 2 の具体的な形成材料は、例えば、コントラストを生じさせるために非泳動粒子 3 1 2 が担う役割に応じて選択される。具体的には、非泳動粒子 3 1 2 により明表示する場合の材料は、明表示する場合に選択される泳動粒子 3 4 の材料と同様である。一方、非泳動粒子 3 1 2 により暗表示する場合の材料は、暗表示する場合に選択される泳動粒子 3 4 の材料と同様である。中でも、非泳動粒子 3 1 2 により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く、酸化チタンがより好ましい。電気化学的安定性および定着性などに優れていると共に、高い反射率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 3 1 2 の形成材料は、泳動粒子 3 4 の形成材料と同じ種類でもよいし、違う種類でもよい。

【0056】

なお、非泳動粒子 3 1 2 により明表示または暗表示する場合に視認される色は、泳動粒子 3 4 が視認される色について説明した場合と同様である。

【0057】

多孔質層 3 1 中に占める非泳動粒子 3 1 2 の割合（体積分率 V_1 ）は、特に限定されないが、中でも、2 体積% ~ 10 体積%であることが好ましい。多孔質層 3 1 の単位体積中における非泳動粒子 3 1 2 の存在量が確保されるからである。これにより、多孔質層 3 1 の物理的強度などを確保しつつ、繊維状構造体 3 1 1 および非泳動粒子 3 1 2 における光の乱反射を利用して高い反射率が得られる。

【0058】

この体積分率 V_1 の算出手順は、例えば、以下の通りである。まず、SEM または共焦点レーザ顕微鏡などで多孔質層 3 1 を観察して、その多孔質層 3 1（繊維状構造体 3 1 1）の厚さを測定する。続いて、SEM など非泳動粒子 3 1 2 を観察して、その非泳動粒子 3 1 2 の平均粒径を測定する。続いて、SEM など多孔質層 3 1 を観察して、その多孔質層 3 1 の単位面積中に占める非泳動粒子 3 1 2 の面積の割合を測定する。最後に、上記した測定結果から、体積分率 $V_1 (\%) = (\text{非泳動粒子 3 1 2 の体積} / \text{多孔質層 3 1 の体積}) \times 100$ を算出する。

【0059】

また、非泳動粒子 3 1 2 の屈折率および平均粒径は、特に限定されない。中でも、屈折率は、できるだけ高いことが好ましく、具体的には 2 以上であることがより好ましい。多孔質層 3 1 の反射率が高くなるからである。また、平均粒径は、200 nm ~ 1000 nm であることが好ましい。繊維状構造体 3 1 1 により非泳動粒子 3 1 2 を保持可能にしつつ、繊維状構造体 3 1 1 および非泳動粒子 3 1 2 における光の乱反射を利用して高い反射率が得られるからである。なお、平均粒径は、ゼータ電位計・粒径測定システム ELSZ-2（大塚電子株式会社製）を用いて測定される値とする。

10

20

30

40

50

【 0 0 6 0 】

多孔質層 3 1 の形成手順の一例は、以下の通りである。最初に、有機溶剤などに繊維状構造体 3 1 1 の形成材料（例えば高分子材料など）を分散または溶解させて、紡糸溶液を調製する。続いて、紡糸溶液に非泳動粒子 3 1 2 を加えたのち、十分に攪拌して紡糸溶液中に非泳動粒子 3 1 2 を分散させる。最後に、紡糸溶液を用いた静電紡糸法により紡糸を行う。これにより、繊維状構造体 3 1 1 により非泳動粒子 3 1 2 が保持されるため、多孔質層 3 3 が形成される。

【 0 0 6 1 】

特に、多孔質層 3 1 は、画素電極 3 2 および対向電極 3 3 のうちの少なくとも一方に隣接（接触）している。ここでは、例えば、図 1 に示したように、多孔質層 3 1 は、画素電極 3 2 および対向電極 3 3 の双方に隣接している。これにより、画素電極 3 2 と対向電極 3 3 との間の距離（電極間距離） D は、多孔質層 3 1 の厚さ T （ T_1 ）に等しくなっている。

10

【 0 0 6 2 】

多孔質層 3 1 が画素電極 3 2 に隣接しているのは、以下の理由による。多孔質層 3 1 が対向電極 3 3 に隣接している理由も同様である。

【 0 0 6 3 】

第 1 に、多孔質層 3 1 と画素電極 3 2 との間に隙間が存在しないため、その隙間を通じて泳動粒子 3 4 が本来の存在場所から他の場所へ意図せずに移動することが抑制される。この「本来の存在場所」とは、泳動粒子 3 4 が表示領域内においてコントラストを生じさせるために本来的に存在すべきである場所（画素など）を意味し、「他の場所」とは、本来の存在場所以外の場所（隣りの画素など）を意味する。これにより、泳動粒子 3 4 の意図しない移動に起因して見かけの光反射率が低下することが抑制されるため、コントラストが向上する。この「見かけの光反射率」とは、泳動粒子 3 4 により暗表示されると共に多孔質層 3 1 により明表示される場合を例に挙げると、画像の未表示状態（全画素が明表示状態）において、その明表示状態のコントラストを決定する光反射率（白反射率）を意味する。

20

【 0 0 6 4 】

特に、画素電極 3 2 と対向電極 3 3 との間に電界を継続的に印加すると、泳動粒子 3 4 の意図しない移動に起因してコントラストが低下しやすくなる傾向がある。このため、多孔質層 3 1 が画素電極 3 2 に隣接している場合には、隣接していない場合と比較して、画像を表示し続けた場合においてもコントラストが維持されやすくなる。

30

【 0 0 6 5 】

なお、多孔質層 3 1 が画素電極 3 2 に隣接していても、その多孔質層 3 1 の内部では泳動粒子 3 4 が意図せずに細孔 3 6 を通じて隣りの画素などへ移動する可能性はある。しかしながら、泳動粒子 3 4 が意図せずに隣りの画素などへ移動する可能性は、多孔質層 3 1 が画素電極 3 2 に隣接していない場合よりも隣接している場合において著しく低下する。このため、多孔質層 3 1 が画素電極 3 2 に隣接していると、隣接していない場合よりもコントラストが向上することになる。

【 0 0 6 6 】

第 2 に、多孔質層 3 1 が画素電極 3 2 に隣接していることで、隣接していない場合と比較して、電極間距離 D が小さくなる。これにより、明暗表示の切り替え時における泳動粒子 3 4 の移動距離が短くなると共に、その泳動粒子 3 4 の移動に要するエネルギーも少なくて済む。

40

【 0 0 6 7 】

第 3 に、多孔質層 3 1 が画素電極 3 2 および対向電極 3 3 により挟まれているため、その多孔質層 3 1 の位置が固定される。これにより、表示装置を長期間に渡って使用しても、多孔質層 3 1 が変形（撓みなど）しにくくなると共に、その多孔質層 3 1 と泳動粒子 3 4、画素電極 3 2 および対向電極 3 3 などとの位置関係などが変動しにくくなるため、高いコントラストが長期間に渡って安定して得られる。

50

【 0 0 6 8 】

なお、多孔質層 3 1 は、画素電極 3 2 のうちの少なくとも一部に隣接していればよい。その隣接している場所において上記した一連の利点を得られるからである。同様の理由により、多孔質層 3 1 は、対向電極 3 3 のうちの少なくとも一部に隣接していればよい。

【 0 0 6 9 】

[絶縁性液体]

絶縁性液体 3 5 は、例えば、有機溶媒などの非水溶媒のいずれか 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などである。絶縁性液体 3 5 の粘度および屈折率は、できるだけ低いことが好ましい。泳動粒子 3 4 の移動性（応答速度）が向上すると共に、それに応じて泳動粒子 3 4 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 3 5 の屈折率と多孔質層 3 1 の屈折率との差が大きくなるため、その多孔質層 3 1 の光反射率が高くなるからである。

10

【 0 0 7 0 】

なお、絶縁性液体 3 5 は、必要に応じて、各種材料を含んでいてもよい。この材料は、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などである。

【 0 0 7 1 】

[電気泳動素子の好ましい表示方法]

電気泳動素子 3 0 では、上記したように、泳動粒子 3 4 と多孔質層 3 1（非泳動粒子 3 1 2 を含む繊維状構造体 3 1 1）との光反射率の違いを利用してコントラストが生じる。この場合には、泳動粒子 3 4 により明表示されると共に多孔質層 3 1 により暗表示されてもよいし、その逆でもよい。このような役割の違いは、泳動粒子 3 4 の光反射率と多孔質層 3 1 の光反射率との大小関係により決定される。すなわち、明表示する方の光反射率は、暗表示する方の光反射率よりも高くなるように設定される。

20

【 0 0 7 2 】

中でも、泳動粒子 3 4 により暗表示されると共に、多孔質層 3 1 により明表示されることが好ましい。これに伴い、多孔質層 3 1 の光反射率が実質的に非泳動粒子 3 1 2 の光反射率により決定される場合には、その非泳動粒子 3 1 2 の光反射率は泳動粒子 3 4 の光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光反射率は、多孔質層 3 1 による外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高くなるからである。

30

【 0 0 7 3 】

[スペース]

スペース 4 0 は、例えば、高分子材料などの絶縁性材料により形成されている。ただし、スペース 4 0 の構成は、特に限定されず、微粒子が混入されたシール材などでもよい。

【 0 0 7 4 】

スペース 4 0 の形状は、特に限定されないが、中でも、泳動粒子 3 4 の移動を妨げないと共に泳動粒子 3 4 を均一分布させることができる形状であることが好ましく、例えば、格子状である。また、スペース 4 0 の厚さは、特に限定されないが、中でも、消費電力を低くするためにできるだけ薄いことが好ましく、例えば、 $10\ \mu\text{m} \sim 100\ \mu\text{m}$ である。なお、図 1 では、スペース 4 0 の構成を簡略化して示している。

40

【 0 0 7 5 】

[表示装置の動作]

この表示装置は、以下のように動作する。図 3 は、表示装置の動作を説明するためのものであり、図 1 に対応する断面構成を表している。

【 0 0 7 6 】

ここでは、例えば、泳動素子 3 4 の光反射率が多孔質層 3 1（繊維状構造体 3 1 1 および非泳動粒子 3 1 2）の光反射率よりも低いため、泳動素子 3 4 により暗表示されると共に多孔質層 3 1 により明表示される場合について説明する。

【 0 0 7 7 】

50

初期状態では、図 1 に示したように、全ての画素において、泳動粒子 3 4 が絶縁性液体 3 5 中において画素電極 3 2 に近い側に位置している。この場合には、表示面側から表示装置を見ると、全ての画素において泳動粒子 3 4 が多孔質層 3 1 により遮蔽されている（明表示されている）ため、コントラストが生じていない（画像が表示されていない）状態になる。

【 0 0 7 8 】

T F T 1 2 により画素が選択され、画素電極 3 2 と対向電極 3 3 との間に電界が印加されると、図 2 および図 3 に示したように、電界が印加された画素において、泳動粒子 3 4 が多孔質層 3 1 の細孔 3 6 を経由して対向電極 3 3 に向かって移動する。この場合には、表示面側から表示装置を見ると、泳動粒子 3 4 が多孔質層 3 1 により遮蔽されている（明表示されている）画素と、泳動粒子 3 4 が多孔質層 3 1 により遮蔽されていない（暗表示されている）画素とが共存するため、その表示色の違いを利用してコントラストが生じる。このように画素ごとに表示色（明暗表示）が切り換えられるため、全体のコントラストを利用して画像が表示される。

10

【 0 0 7 9 】

< 2 . 表示装置の製造方法 >

次に、表示装置の製造方法について説明する。図 4 および図 5 は、表示装置の製造方法を説明するためのものであり、いずれも図 1 に対応する断面構成を表している。

【 0 0 8 0 】

最初に、図 4 に示したように、支持体 1 1 の一面に T F T 1 2、保護層 1 3 および平坦化絶縁層 1 4 をこの順に形成して駆動基板 1 0 を作製したのち、その駆動基板 1 0 の一面に画素電極 3 2 を形成する。また、支持基体 2 1 からなる対向基板 2 0 を準備したのち、その対向基板 2 0 の一面に対向電極 3 3 を形成する。なお、各構成要素の形成方法としては、例えば、既存の形成方法を随時選択して用いることができる。

20

【 0 0 8 1 】

続いて、上記した手順により、多孔質層 3 1（非泳動粒子 3 1 1 を含む繊維状構造体 3 1 2）を形成する。この場合には、例えば、多孔質層 3 1 の厚さ T を最終的な（表示装置の完成後の）T 1 よりも大きな T 2 にすると共に、その多孔質層 3 1 の体積分率 V を最終的な V 1 よりも小さな V 2 にする。

【 0 0 8 2 】

なお、図 4 では、多孔質層 3 1 と画素電極 3 2 および対向電極 3 3 との位置関係を分かりやすくするために、その多孔質層 3 1 が画素電極 3 2 および対向電極 3 3 の双方から離間されている状態を示している。しかしながら、静電紡糸法などにより駆動基板 1 0 または対向基板 2 0 のいずれかを支持体（支持用の基板）として多孔質層 3 1 を形成した場合には、その多孔質層 3 1 が駆動基板 1 0 および対向基板 2 0 のいずれかに既に隣接していてもよい。

30

【 0 0 8 3 】

続いて、図 5 に示したように、多孔質層 3 1 およびスペーサ 4 0 を介して駆動基板 1 0 と対向基板 2 0 とを対向させる。この場合には、画素電極 3 2 と対向電極 3 3 とにより多孔質層 3 1 を挟んで、その多孔質層 3 1 を画素電極 3 2 および対向電極 3 3 の双方に隣接させる。特に、画素電極 3 2 および対向電極 3 3 により多孔質層 3 1 を上下から圧縮することが好ましい。多孔質層 3 1 において、非泳動粒子 3 1 2 の充填密度が増加するため、体積分率 V が V 2 よりも大きい V 1 に変化するからである。これに伴い、多孔質層 3 1 の厚さ T も T 2 よりも小さい T 1 に変化する。

40

【 0 0 8 4 】

最後に、駆動基板 1 0 および対向基板 2 0 との間に、泳動粒子 3 4 が分散された絶縁性液体 3 5 を充填する。これにより、図 1 に示した表示装置が完成する。

【 0 0 8 5 】

[表示装置の作用および効果]

この表示装置によれば、多孔質層 3 1 が繊維状構造体 3 1 1 により形成されており、そ

50

の繊維状構造体 3 1 1 が泳動粒子 3 4 とは光学的反射特性が異なる非泳動粒子 3 1 1 を含んでいる。また、多孔質層 3 1 を介して画素電極 3 2 および対向電極 3 3 が配置されており、その多孔質層 3 1 が画素電極 3 2 および対向電極 3 3 の双方に隣接している。よって、以下の理由により、高コントラスト、高速応答および低消費電力を実現できる。

【 0 0 8 6 】

図 6 は、比較例の表示装置の構成を表しており、図 1 に対応する断面構成を示している。この比較例の表示装置は、多孔質層 3 1 が画素電極 3 2 および対向電極 3 3 の双方から離間されていることを除き、本技術の表示装置（図 1）と同様の構成を有している。

【 0 0 8 7 】

比較例（図 6）では、多孔質層 3 1 と画素電極 3 2 および対向電極 3 3 との間に隙間 G が生じる。この場合には、上記したように、特に画素電極 3 2 と対向電極 3 3 との間に電界を継続的に印加すると、泳動粒子 3 4 が意図せずに隙間 G を通じて隣の画素などに移動しやすくなるため、コントラストが低下する。しかも、隙間 G の分だけ電極間距離 D（＝泳動粒子 3 4 の移動距離）が大きくなるため、その泳動粒子 3 4 の移動に要する時間が長くなると共にそれにエネルギーも多くなる。また、隙間 G の存在に起因して長期間経過時などに多孔質層 3 1 が変形等しやすいため、コントラストが不安定である。

【 0 0 8 8 】

これに対して、本技術（図 1）では、多孔質層 3 1 と画素電極 3 2 および対向電極 3 3 との間に隙間 G が生じない。これにより、上記したように、画素電極 3 2 と対向電極 3 3 との間に電界を継続的に印加しても、泳動粒子 3 4 が隣の画素などに移動しにくくなるため、コントラストの低下が抑制される。しかも、電極間距離 D が小さくなると共に、多孔質層 3 1 の変形等が生じにくいため、泳動粒子 3 4 の移動に要する時間が短くなると共にそれにエネルギーも少なくなり、さらにコントラストも安定する。

【 0 0 8 9 】

また、本技術では、非泳動粒子 3 1 2 を含む繊維状構造体 3 1 1 により多孔質層 3 1 が形成されているため、多孔質層 3 1 が十分な大きさおよび数の細孔 3 6 を有していながら、その多孔質層 3 1 が薄くても外光が乱反射されやすくなる。これにより、多孔質層 3 1 の光反射率が高くなると共に、泳動粒子 3 4 が細孔 2 1 を移動しやすくなり、その移動に要する時間もより短くなる。

【 0 0 9 0 】

よって、本技術では、高コントラスト、高速応答および低消費電力を実現できるのである。これにより、低消費電力で高品位な画像を表示できる。

【 0 0 9 1 】

特に、表示装置の製造時において多孔質層 3 1 が圧縮されると、その多孔質層 3 1 中に占める非泳動粒子 3 1 2 の割合（体積分率 V）が増加するため、より高い効果を得ることができる。具体的には、体積分率 V は、2 体積％～10 体積％であることが好ましい。また、非泳動粒子 3 1 2 の屈折率が 2 以上であり、その平均粒径が 200 nm～1000 nm であれば、より高い効果を得ることができる。

【 0 0 9 2 】

また、繊維状構造体 3 1 1 が静電紡糸法により形成されており、または繊維状構造体 3 1 1 が 10 μm 以下の平均繊維径を有するナノファイバーであれば、外光の乱反射性をより高くする立体構造が繊維状構造体 3 1 1 により形成されやすくなる。また、細孔 3 6 がより大きくなると共に、その数もより多くなる。よって、より高い効果を得ることができる。特に、非泳動粒子 3 1 2 の光反射率が泳動粒子 3 4 の光反射率よりも高いため、泳動粒子 3 4 により暗表示されると共に多孔質層 3 1 により明表示されるようにすれば、外光の乱反射を利用して多孔質層 3 1 の光反射率が著しく高くなる。よって、さらに高い効果を得ることができる。

【 0 0 9 3 】

< 3 . 変形例 >

なお、図 1 では、多孔質層 3 1 が画素電極 3 2 および対向電極 3 3 の双方に隣接するよ

10

20

30

40

50

うにしたが、これに限られない。例えば、図 7 に示したように、多孔質層 3 1 が画素電極 3 2 だけに隣接すると共に対向電極 3 3 から離間されるようにしてもよい。または、例えば、図 8 に示したように、多孔質層 3 1 が対向電極 3 3 だけに隣接すると共に画素電極 3 2 から離間されるようにしてもよい。これらの場合においても、多孔質層 3 1 とそれに隣接する画素電極 3 2 または対向電極 3 3 との間に隙間 G が生じないため、図 1 に示した場合と同様の効果を得ることができる。なお、この場合には、厚さ T が T 1 となるようにあらかじめ圧縮などされた多孔質層 3 1 を用いてもよい。

【0094】

ただし、多孔質層 3 1 が画素電極 3 2 または対向電極 3 3 のいずれか一方だけに隣接する場合には、その多孔質層 3 1 とそれに隣接していない電極との間に隙間 G が生じる。このため、双方に隣接する場合と比較して、隙間 G を通じて泳動粒子 3 4 が意図せずに移動する可能性があると共に、その隙間 G の分だけ電極間距離 D が大きくなる。よって、より高い効果を得るためには、多孔質層 3 1 は画素電極 3 2 および対向電極 3 3 の双方に隣接していることが好ましい。

【0095】

< 4 . 表示装置の適用例（電子機器） >

次に、上記した表示装置の適用例について説明する。

【0096】

本技術の表示装置は、各種用途の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。この表示装置は、例えば、以下の電子機器に搭載可能である。ただし、以下で説明する電子機器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。

【0097】

図 9 は、電子ブックの外観構成を表している。この電子ブックは、例えば、表示部 1 1 0 および非表示部（筐体）1 2 0 と、操作部 1 3 0 とを備えている。なお、操作部 1 3 0 は、（ A ）に示したように非表示部 1 2 0 の前面に設けられていてもよいし、（ B ）に示したように上面に設けられていてもよい。なお、表示装置は、図 9 に示した電子ブックと同様の構成を有する P D A などに搭載されてもよい。

【0098】

図 1 0 は、テレビジョン装置の外観構成を表している。このテレビジョン装置は、例えば、フロントパネル 2 1 0 およびフィルターガラス 2 2 0 を含む映像表示画面部 2 0 0 を備えている。

【0099】

図 1 1 は、デジタルスチルカメラの外観構成を表しており、（ A ）および（ B ）は、それぞれ前面および後面を示している。このデジタルスチルカメラは、例えば、フラッシュ用の発光部 3 1 0 と、表示部 3 2 0 と、メニュースイッチ 3 3 0 と、シャッターボタン 3 4 0 とを備えている。

【0100】

図 1 2 は、ノート型パーソナルコンピュータの外観構成を表している。このノート型パーソナルコンピュータは、例えば、本体 4 1 0 と、文字等の入力操作用のキーボード 4 2 0 と、画像を表示する表示部 4 3 0 とを備えている。

【0101】

図 1 3 は、ビデオカメラの外観構成を表している。このビデオカメラは、例えば、本体部 5 1 0 と、その本体部 5 1 0 の前方側面に設けられた被写体撮影用のレンズ 5 2 0 と、撮影時のスタート / ストップスイッチ 5 3 0 と、表示部 5 4 0 とを備えている。

【0102】

図 1 4 は、携帯電話機の外観構成を表している。（ A ）および（ B ）は、それぞれ携帯電話機を開いた状態の正面および側面を示している。（ C ）～（ G ）は、それぞれ携帯電話機を閉じた状態の正面、左側面、右側面、上面および下面を示している。この携帯電話機は、例えば、上側筐体 6 1 0 と下側筐体 6 2 0 とが連結部（ヒンジ部）6 3 0 により連

10

20

30

40

50

結されたものであり、ディスプレイ 640 と、サブディスプレイ 650 と、ピクチャーライ
イト 660 と、カメラ 670 とを備えている。

【実施例】

【0103】

次に、本技術の実施例について詳細に説明する。

【0104】

(実験例 1 ~ 11)

以下の手順により、暗表示用の泳動粒子および明表示用の多孔質層を用いて表示装置を
作製した。

【0105】

10

[泳動粒子の準備]

水酸化ナトリウム 42.624 g とケイ酸ナトリウム 0.369 g とを水 43 g に溶解
させて溶液 A を得た。続いて、溶液 A を攪拌しながら複合酸化物微粒子 (大日精化工業株
式会社製ダイピロキサイドカラー TM3550) 5 g を加えて攪拌 (15 分間) したのち、超音
波攪拌 (30 ~ 35 で 15 分間) した。続いて、溶液 A を加熱 (90) したのち、
0.22 mol / cm³ の硫酸 15 cm³ (= ml) と、ケイ酸ナトリウム 6.5 mg お
よび水酸化ナトリウム 1.3 mg が溶解された水溶液 7.5 cm³ 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、1 mol / cm³ の硫酸 1.8 cm³ を
加えた。続いて、遠心分離 (3700 rpm で 30 分間) したのち、デカンテーションを行
った。続いて、エタノールに再分散してから遠心分離 (3500 rpm で 30 分間) す
ると共にデカンテーションを行う作業を 2 回繰り返した。続いて、各ボトルにエタノール
5 cm³ と水 0.5 cm³ との混合液を加えて超音波攪拌 (1 時間) して、シラン被覆複
合酸化物粒子の分散溶液を得た。

20

【0106】

続いて、水 3 cm³ と、エタノール 30 cm³ と、N - [3 - (トリメトキシシリル)
プロピル] - N' - (4 - ビニルベンジル) エチレンジアミン塩酸塩 (40 % メタノール
溶液) 4 g とを混合して攪拌 (7 分間) したのち、分散溶液を全量投入した。続いて、混
合溶液を攪拌 (10 分間) したのち、遠心分離 (3500 rpm で 30 分間) した。続いて、
デカンテーションを行ったのち、エタノールに再分散してから遠心分離 (3500 r
pm で 30 分間) する洗浄作業を 2 回繰り返した。続いて、デカンテーションを行ったの
ち、減圧環境 (室温) 中で乾燥 (6 時間) したのち、さらに減圧環境 (70) 中で乾燥
(2 時間) して固形物を得た。

30

【0107】

続いて、固形物にトルエン 50 cm³ を加えて溶液 B としたのち、ロールミルで攪拌 (1
2 時間) した。続いて、溶液 B を 3 つ口フラスコに移し、アクリル酸 2 - エチルヘキシ
ル 1.7 g を投入したのち、窒素気流下で攪拌 (20 分間) した。続いて、溶液 B を攪拌
(50 で 20 分間) し、AIBN 0.01 g がトルエン 3 cm³ に溶解された溶液 C を
加えたのち、加熱 (65) した。続いて、混合溶液を攪拌 (1 時間) したのち、冷却 (室
温) してから酢酸エチルと一緒にボトルに流し込み、遠心分離 (3500 rpm で 30
分間) した。続いて、デカンテーションを行ったのち、酢酸エチルに再分散させてから遠
心分離 (3500 rpm で 30 分間) する洗浄作業を 3 回繰り返した。続いて、減圧環境
(室温) 中で乾燥 (12 時間) したのち、さらに減圧環境 (70) 中で乾燥 (2 時間)
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が得られた。

40

【0108】

[絶縁性液体の準備]

絶縁性液体として、メトキシスルホニルオキシメタン (Lubrizol 社製 Solisperse17000)
を 0.5 % 含むと共にソルビタンラウリレート (Span20) を 1.5 % 含むイソパラフィン
(エクソンモービル社製 IsoparG) 溶液を準備した。続いて、絶縁性液体 9.9 g に泳動
粒子 0.1 g を加えたのち、ビーズミルで攪拌 (5 分間) した。続いて、ジルコニアビー
ズ (0.03 mm φ) を加えたホモジナイザで攪拌 (4 時間) したのち、ビーズを取り除

50

いた。こののち、ゼータ電位計・粒径測定システムELS Z - 2（大塚電子株式会社製）で泳動粒子の平均粒径を測定したところ、100 nmであった。

【0109】

[多孔質層の準備]

繊維状構造体の形成材料であるポリアクリロニトリル（Aldrich 社製：分子量 = 150000）7.5 g を N, N' - ジメチルホルムアミド 92.5 g に溶解させて溶液 D を準備した。続いて、非泳動粒子である酸化チタン（堺化学工業株式会社製 TITONE R-45M）30 g を溶液 D 70 g に加えたのち、ビーズミルで混合して紡糸溶液を準備した。続いて、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で、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 = 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。この時点における多孔質層の厚さ T（T2）および体積分率 V（V2）は、それぞれ表 1 に示した通りである。続いて、真空オーブン（75）中でガラス基板を 12 時間乾燥して、非泳動粒子を含む繊維状構造体を形成した。

10

【0110】

[表示装置の組み立て]

画素電極（ITO）が形成されたガラス基板から、その画素電極が形成されていない領域に付着した不要な多孔質層を除去した。続いて、対向電極（ITO）が全面形成されたガラス基板の上にスペーサを配置させたのち、画素電極および多孔質層が形成されたガラス基板を重ねた。この場合には、多孔質層と重ならない位置に、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。続いて、2 枚のガラス基板の間に、泳動粒子が分散された絶縁性液体を注入した。この場合には、必要に応じて、ローラで全体を押圧して多孔質層を画素電極および対向電極に隣接させたのち、さらに全体を押圧して多孔質層を圧縮した。最後に、紫外線光を照射して光硬化性樹脂を硬化させた。押圧後における多孔質層の厚さ T（T1）および体積分率 V（V1）は、それぞれ表 1 に示した通りである。この場合には、厚さ T1 および体積分率 V1 を制御するために、押圧力および押圧時間などを調整した。

20

【0111】

ローラで押圧した場合には、図 1 に示した表示装置が形成されると共に、ローラで押圧しなかった場合には、図 6 に示した表示装置が形成された。後者の場合には、スペーサで多孔質層を保持して、その多孔質層を画素電極および対向電極から離間させた。表示装置の完成後の電極間距離 D は、表 1 に示した通りである。

30

【0112】

実験例 1 ~ 11 の表示装置において、交流電圧（0.1 Hz および 15 V）を 1 時間印加をしたのちに白反射率（%）および黒反射率（%）を測定して、コントラスト = 白反射率 / 黒反射率を算出した。この場合には、分光光度計（エックスライト株式会社製 eye-on e pro）を用いて、45° - 0° リング照明で標準拡散板に対する基板法線方向の白反射率および黒反射率を測定した。

【0113】

また、ファンクションジェネレータ（東洋テクニカ株式会社製）を用いて、矩形波電界（15 V）を印加しながら輝度を測定した。この場合には、白色状態の輝度 = 1、黒色状態の輝度 = 0 として、電界を印加して輝度が 0.1 から 0.9 まで変化するために要する時間と電界印加を中止して輝度が 0.9 から 0.1 まで変化するために要する時間との平均値（応答時間（s））を算出した。

40

【0114】

【表 1】

実験 例	厚さ T2 (μm)	厚さ T1 (μm)	電極間 距離 D (μm)	体積分率 V2 (体積%)	体積分率 V1 (体積%)	白 反射率 (%)	コントラスト	応答 時間 (s)
1	120	30	30	1.55	6.31	56	47	0.7
2	100	30	30	1.59	5.29	55	46	0.7
3	80	30	30	1.58	4.21	53	44	0.7
4	60	30	30	1.59	3.17	45	38	0.7
5	40	30	30	1.55	2.07	37	31	0.7
6	120	50	50	1.55	3.72	56	47	1.5
7	60	60	60	1.55	1.55	40	13	2.3
8	100	100	120	1.59	1.59	41	6.8	6.5
9	80	80	120	1.58	1.58	39	6.6	6.5
10	60	60	120	1.59	1.59	34	5.7	6.6
11	40	40	120	1.55	1.55	27	4.5	6.5

【0115】

多孔質層が画素電極および対向電極に隣接している場合（実験例 1～7）には、その条件を満たしていない場合（実験例 8～11）と比較して、高いコントラストが得られると共に応答時間が短くなった。

【0116】

このようにコントラストおよび応答時間に顕著な違いが生じたのは、以下の理由によると思われる。多孔質層が画素電極および対向電極に隣接していないと、多孔質層と画素電極および対向電極との間の隙間を通じて泳動粒子が意図せずに移動しやすいため、電圧連続印加時において泳動粒子が軟凝集しやすくなる。これにより、白反射率が低下する一方で黒反射率が増加するため、コントラストが低下すると共に、泳動粒子の移動に時間を要するため、応答時間が長くなってしまう。これに対して、多孔質層が画素電極および対向電極に隣接していると、電圧連続印加時においても泳動粒子が移動しにくいため、コントラストが高くなると共に応答時間が短くなる。

【0117】

特に、多孔質層が画素電極および対向電極に隣接している場合には、その多孔質層が圧縮されていると、コントラストがより高くなると共に応答時間がより短くなった。具体的には、多孔質層の体積分率 V1 が 2 体積% 以上、より具体的には 2 体積%～10 体積% であると、優れたコントラストおよび応答時間が得られた。

【0118】

表 1 に示した結果から、泳動粒子とは光学的反射特性が異なる非泳動粒子を含む繊維状構造体により多孔質層が形成されており、その多孔質層が画素電極および対向電極の双方に隣接していると、コントラストおよび応答時間が向上する。

【0119】

以上、実施形態を挙げて本技術を説明したが、本技術は実施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。

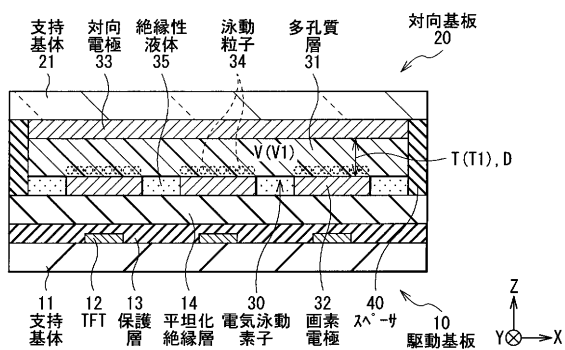
【符号の説明】

【0120】

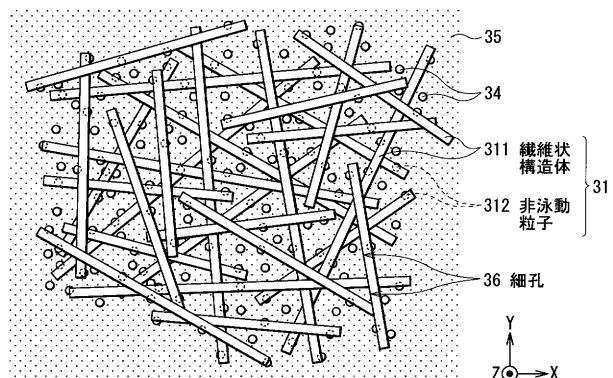
10 ... 駆動基板、20 ... 対向基板、30 ... 電気泳動素子、31 ... 多孔質層、32 ... 画素

電極、33...対向電極、34...泳動粒子、35...絶縁性液体、36...細孔、40...スペーサ、311...繊維状構造体、312...非泳動粒子。

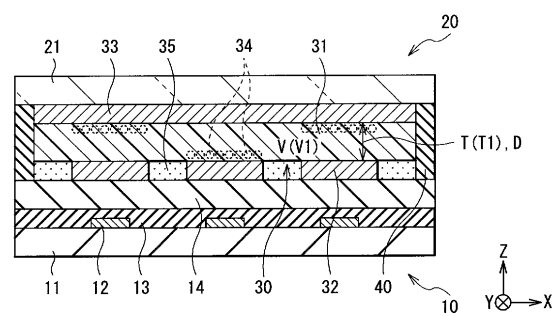
【図1】



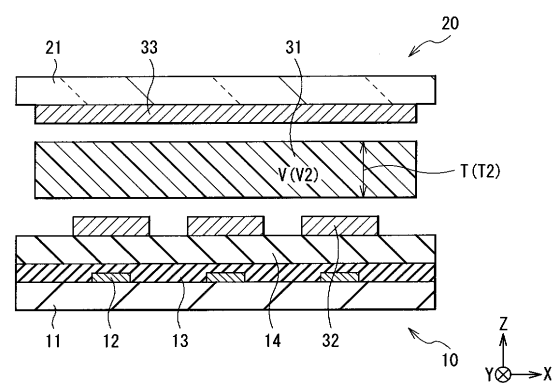
【図2】



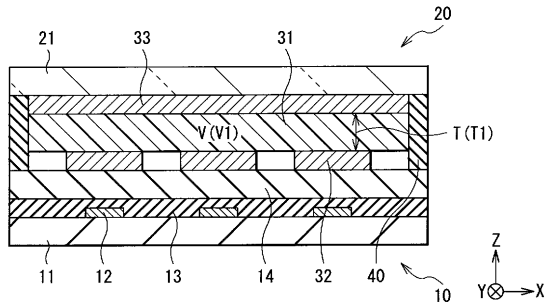
【図3】



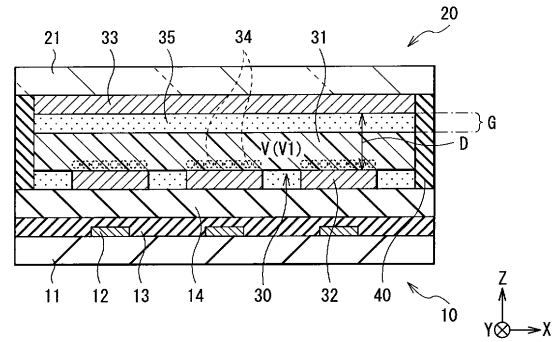
【図4】



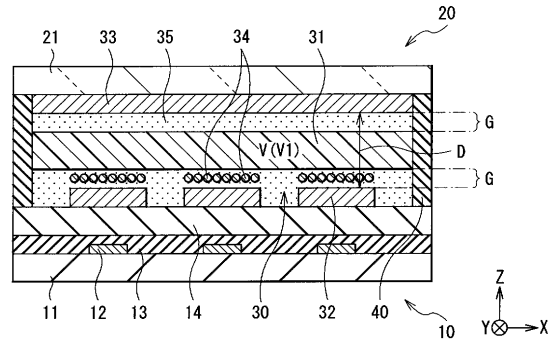
【図 5】



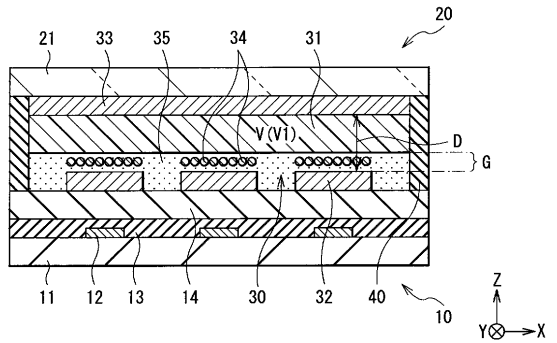
【図 7】



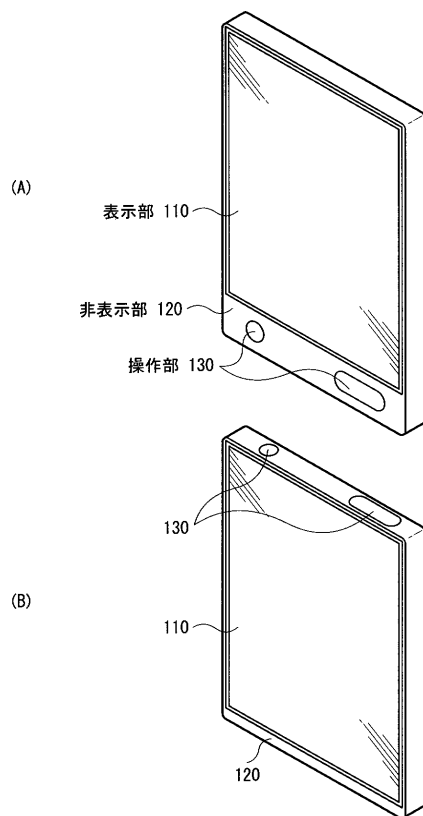
【図 6】



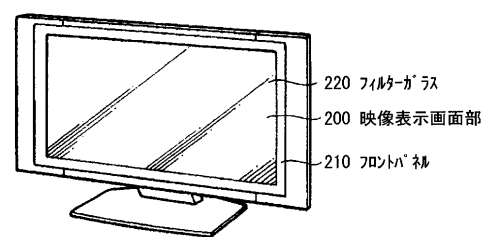
【図 8】



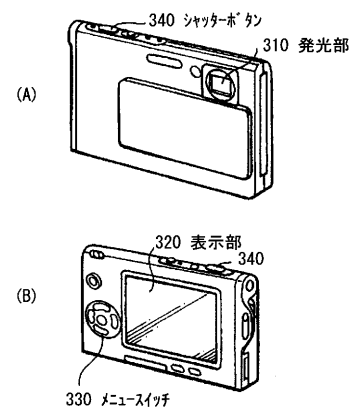
【図 9】



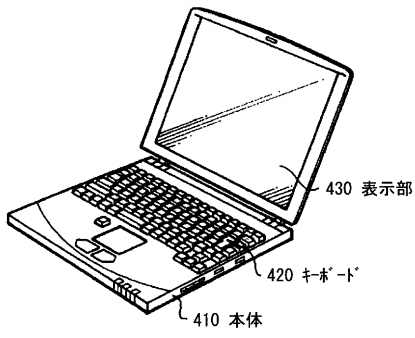
【図 10】



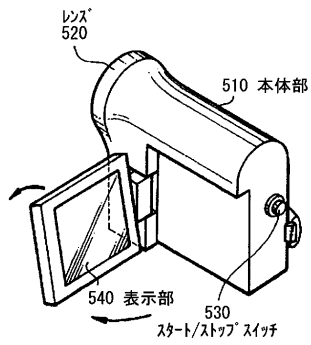
【図 11】



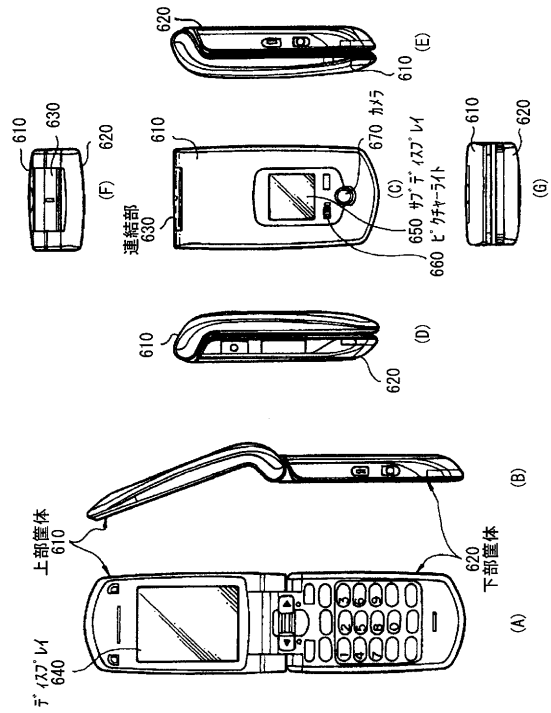
【図 1 2】



【図 1 3】



【図 1 4】



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

(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 安井 淳人
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 加瀬川 亮
東京都港区港南 1 丁目 7 番 1 号 ソニー株式会社内

F ターム(参考) 2K101 AA04 BA02 BB06 BB34 BB92 BC02 BE07 BE09 BE26 EC08
EE02 EJ14 EJ16 EJ22