

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6826352号
(P6826352)

(45) 発行日 令和3年2月3日 (2021. 2. 3)

(24) 登録日 令和3年1月19日 (2021.1.19)

(51) Int. Cl.	F I
DO 1 F 1/08 (2006.01)	DO 1 F 1/08
DO 1 F 1/10 (2006.01)	DO 1 F 1/10
DO 1 F 6/64 (2006.01)	DO 1 F 6/64
GO 2 F 1/167 (2019.01)	GO 2 F 1/167

請求項の数 18 (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2020-519005 (P2020-519005)	(73) 特許権者	500080214
(86) (22) 出願日	平成30年6月15日 (2018. 6. 15)		イー インク コーポレーション
(65) 公表番号	特表2020-523499 (P2020-523499A)		アメリカ合衆国 マサチューセッツ O 1
(43) 公表日	令和2年8月6日 (2020. 8. 6)		8 2 1, ビレリカ, テクノロジー パ
(86) 国際出願番号	PCT/US2018/037693		ーク ドライブ 1 0 0 0
(87) 国際公開番号	W02018/232203	(73) 特許権者	519446595
(87) 国際公開日	平成30年12月20日 (2018. 12. 20)		アドバンスド ファンクショナル ファブ
審査請求日	令和2年2月10日 (2020. 2. 10)		リックス オブ アメリカ, インコーポ
(31) 優先権主張番号	62/520, 932		レイテッド
(32) 優先日	平成29年6月16日 (2017. 6. 16)		アメリカ合衆国 マサチューセッツ O 2
(33) 優先権主張国・地域又は機関	米国 (US)		1 3 9, ケンブリッジ, エミリー ス
(31) 優先権主張番号	15/997, 740	(74) 代理人	100078282
(32) 優先日	平成30年6月5日 (2018. 6. 5)		弁理士 山本 秀策
(33) 優先権主張国・地域又は機関	米国 (US)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 テキスタイルのための切替繊維

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

可撓性変色繊維であって、

中空繊維であって、前記中空繊維は、前記中空繊維の壁の中に統合される少なくとも 2 つの電氣的に隔離された伝導性ワイヤを備える、中空繊維と、

前記中空繊維の内側に配置される電気光学媒体であって、前記電気光学媒体は、非極性溶媒と、第 1 の荷電顔料粒子とを備える、電気光学媒体と

を備える、可撓性変色繊維。

【請求項 2】

前記電気光学媒体は、第 2 の荷電顔料粒子を含み、前記第 2 の荷電顔料粒子は、前記第 1 の荷電顔料粒子と異なる電荷および色を有する、請求項 1 に記載の可撓性変色繊維。 10

【請求項 3】

前記中空繊維は、ポリマーを含む、請求項 1 に記載の可撓性変色繊維。

【請求項 4】

前記ポリマーは、ポリカーボネートを含む、請求項 3 に記載の可撓性変色繊維。

【請求項 5】

前記中空繊維は、長方形断面と、4 つの電氣的に隔離された伝導性ワイヤとを備える、請求項 1 に記載の可撓性変色繊維。

【請求項 6】

前記ワイヤは、前記中空繊維の壁の内縁から内向きにより大きい内寸の幅の約 1 / 4 に 20

位置する、請求項 5 に記載の可撓性変色繊維。

【請求項 7】

前記長方形断面は、少なくとも 1 . 2 : 1 の幅対高さの比を有する、請求項 5 に記載の可撓性変色繊維。

【請求項 8】

前記伝導性ワイヤは、タングステンを含む、請求項 1 に記載の可撓性変色繊維。

【請求項 9】

前記伝導性ワイヤは、銅を含む、請求項 1 に記載の可撓性変色繊維。

【請求項 10】

前記少なくとも 2 つの電氣的に隔離された伝導性ワイヤ間の絶縁層をさらに備える、請求項 1 に記載の可撓性変色繊維。 10

【請求項 11】

レンズ効果を提供する 1 つ以上の特徴をさらに備える、請求項 1 に記載の可撓性変色繊維。

【請求項 12】

前記特徴は、面取りされた縁を備える、請求項 11 に記載の可撓性変色繊維。

【請求項 13】

前記特徴は、前記繊維の外側表面の少なくとも一部のまわりに屈折コーティングを備える、請求項 11 に記載の可撓性変色繊維。

【請求項 14】 20

前記少なくとも 2 つの電氣的に隔離された伝導性ワイヤのうちの少なくとも 1 つと前記電気光学媒体との間の伝導性材料をさらに備える、請求項 1 に記載の可撓性変色繊維。

【請求項 15】

前記伝導性材料は、炭素を含む、請求項 14 に記載の可撓性変色繊維。

【請求項 16】

前記非極性溶媒は、炭化水素の混合物である、請求項 1 に記載の可撓性変色繊維。

【請求項 17】

前記非極性溶媒は、電荷制御剤を含む、請求項 1 に記載の可撓性変色繊維。

【請求項 18】

請求項 1 に記載の変色繊維を備える、布地。 30

【発明の詳細な説明】

【背景技術】

【0001】

(関連出願の相互参照)

本願は、2017年6月16日に出願された米国仮出願第62/520,932号および2018年6月5日に出願された米国出願第15/997,740号の利益およびそれらに対する優先権を主張するものであり、これらの内容は、全体が参照により本明細書中に援用される。以下に言及されている全ての同時係属中のおよび公開された特許出願および発行された特許は、全体が参照により本明細書中に援用される。

【0002】 40

(米国政府支援のステートメント)

本発明は、ACC-NJによって授けられた契約番号W15QKN-16-3-0001のもとでの米国政府支援を用いてなされた。米国政府は、本発明に一定の権利を有する。

【0003】

(発明の背景)

要求に応じて変化し得る、衣類の多くの用途が、存在する。現代の布地が、要求に応じて変色可能である場合、消費者は、生涯において購入する、衣類物品の数を劇的に低減させ得る。例えば、ほぼ同じ型であるが、異なる色の3つの異なるブラウスをもはや所有する必要はないであろう。消費者は、単に、行事、季節等に応じて必要とされる色(またはパターン)を選定し得る。このように、変色布地は、衣類の環境影響を大幅に低減させ得 50

る。米国人は、現在、年間約1,400万トンもの衣類を埋立処理地に破棄していると推定される。加えて、これらの衣類を新しいファッション季節毎に交換することは、布地源、例えば、綿、羊毛、または石油化学製品にかかわらず、資源集約的である。変色衣類の他の用途は、迷彩服およびスポーツウェアを含む。例えば、野球チームは、2つの異なるユニフォームをもはや要求せず、色は、チームが本拠地または本拠地外であるかどうかに応じて、変化され得る。

【0004】

種々の技術が、色を可逆的に変化させることが可能な布地を作成するために識別されている。これらの技術は、異なる温度に暴露されると色を変化させる、熱変色性色素、太陽光に暴露されると色を変化させる、フォトクロミック色素、電力をダイオードに提供することによって、要求に応じて照明され得る、統合LED、および供給される電場の存在を用いて異なる色が示される（または示されない）ことを可能にする、液晶インクを含む。これらの技術は、種々のプロトタイプにおいて注目されているが、熱変色性色素のみが、衣類の中に広く組み込まれている。Genera Sportswearによって販売されている「Hypercolor」Tシャツを参照されたい。しかしながら、熱変色性衣類は、感熱性であるため、色パターンは、可変である。例えば、熱変色性インクを有するTシャツの腋下は、常に異なる陰影であって、注意をその面積に引き付け得る。したがって、依然として、要求に応じて色を変化させ得る、安価かつ堅牢な布地の必要性が残っている。

【発明の概要】

【課題を解決するための手段】

【0005】

（発明の要約）

本発明は、要求に応じて色を切り替え得る、可撓性繊維を提供することによって、先行技術の欠点を克服する。繊維は、織成、編成、刺繍、熱成形、または絡合によって、布地の中に組み込まれてもよい。繊維は、他の材料の中に組み込まれ、用途による要求に応じて、強度、通気性、または伸縮性を達成することができる。好適な電場が、提供されると、繊維の色は、切り替わるであろう。顔料は、双安定性であるため、色状態を維持するために、一定電力を提供する必要はない。むしろ、いったん布地が切り替えられると、長期間、例えば、数日または数週間にわたって安定する。

【0006】

故に、本発明は、繊維内に配置される電気光学媒体とともに、中空繊維の壁の中に統合される、少なくとも2つの電氣的に隔離された伝導性ワイヤを備える、中空繊維を含む、可撓性変色繊維を提供し、電気光学媒体は、電場によって切り替えられることが可能である。電気光学媒体は、非極性溶媒と、少なくとも1つの荷電顔料粒子のセットとを含む。いくつかの実施形態では、電気光学媒体は、第1の荷電顔料粒子のセットと、第1の荷電顔料粒子と異なる電荷および色を有する、第2の荷電顔料粒子のセットとを含む。付加的粒子のセットが、電気光学媒体に追加されることができる。中空繊維は、種々のポリマー、例えば、ポリカーボネートから作製されてもよい。いくつかの実施形態では、中空繊維は、略長方形断面を有し、4つの電氣的に隔離された伝導性ワイヤを含む。略長方形断面と、4つの電氣的に隔離された伝導性ワイヤとを有する、実施形態では、ワイヤは、中空繊維の壁の内縁から内向きにより大きい内寸の幅の約1/4に位置してもよい。非極性溶媒は、多くの場合、炭化水素の混合物であって、電気光学媒体はまた、電荷制御剤を含んでもよい。

【0007】

双安定電子インクを含有する繊維の作成および布地および衣料品等の中への繊維の後続組み込みは、布地の切替を可能にし、次いで、表示が電力を伴わずに安定するため、それらを電子機器から接続解除するであろう。故に、駆動電子機器は、モバイル切替が所望されない限り、布地の中に統合される必要はないであろう。したがって、いくつかの実施形態では、バッテリー給電され得る、切替ボックスは、取外可能付属品である。駆動電子機器

の欠如は、繊維の洗濯を大幅に簡略化する一方、また、耐久性を増加させる。装着されている間、能動的に変化する素子を有することが望ましい場合、切替電子機器は、衣服内に含まれ得るが、更新の間、短時間にわたってのみオンにされる必要があるであろう。

【0008】

本発明のこれらおよび他の側面は、以下の説明に照らして明白となるであろう。

【0009】

図面は、限定としてではなく、一例としてのみ、本概念に一致する、1つ以上の実装を描写する。図中、同様の参照番号は、同一または類似要素を指す。

【図面の簡単な説明】

【0010】

10

【図1A】図1Aは、本発明のある実施形態による、可撓性変色繊維の側面図の例証である。繊維は、電氣的に荷電されたワイヤ電極に向かって（またはそこから離れるように）移動させられ得る、反対に荷電された着色顔料を含む、電気光学媒体で充填される。

【0011】

【図1B】図1Bは、本発明の別の実施形態による、可撓性変色繊維の断面図である。繊維は、電氣的に荷電されたワイヤ電極に向かって（またはそこから離れるように）移動させられ得る、反対に荷電された着色顔料を含む、電気光学媒体で充填される。ワイヤは、随意に、内壁と正中線との間の等距離に位置する。

【0012】

【図2】図2は、電気光学媒体を含有するマイクロシリンジを用いて、可撓性変色繊維を充填するための方法を図示する。

20

【0013】

【図3】図3は、布地の中に織成され、次いで、ユーザが繊維の色を切り替えることを可能にする、駆動電子機器に結合される、可撓性変色繊維を図示する。

【0014】

【図4】図4は、本発明の別の実施形態による、明状態（左）と暗状態（右）との間で切り替えられる、可撓性変色繊維の可視光顕微鏡写真を示す。

【0015】

【図5】図5は、本発明の別の実施形態による、伝導性ポリマーを含む、可撓性変色繊維の断面図である。

30

【0016】

【図6】図6は、本発明の別の実施形態による、明状態（左）と暗状態（右）との間で切り替えられる、可撓性変色繊維の可視光顕微鏡写真を示す。

【0017】

【図7】図7は、本発明の別の実施形態による、レンズ効果を提供する幾何学形状を有する、可撓性変色繊維の断面図である。

【0018】

【図8】図8は、本発明の別の実施形態による、レンズ効果を提供する幾何学形状を有する、可撓性変色繊維の断面図である。

【0019】

40

【図9】図9は、本発明の別の実施形態による、レンズ効果を提供する幾何学形状を有する、可撓性変色繊維の断面図である。

【0020】

【図10】図10は、本発明の別の実施形態による、レンズ効果を提供する幾何学形状と、伝導性ポリマーと、銅電極とを有する、可撓性変色繊維の断面図である。

【0021】

【図11】図11は、本発明の別の実施形態による、絶縁層を有する、可撓性変色繊維の断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0022】

50

(詳細な説明)

本発明は、テキスタイルおよび他の材料の中に組み込まれ得る、可撓性変色繊維を提供する。電子構成要素、すなわち、ワイヤ電極を繊維の中に含む能力は、実践的および経済的な繊維ベースの表示を達成するために有用である。繊維ベースの表示または切替布地を作製することにおける多くの以前の試みは、電極と機能的電気泳動材料との間の実質的量の誘電構造材料を要求していた。説明される発明は、そのような複雑な構造を不必要にする。

【 0 0 2 3 】

図 1 A は、本発明の切替繊維 1 0 の側面断面図を示す。非極性溶媒と、2つのタイプの荷電顔料粒子 1 8、1 9 とを含む、電気光学媒体 1 6 が、中空繊維 1 2 の壁間に配置されて示される。図 1 A に示される実施形態では、第 1 のセットの粒子 1 9 は、白色であって、第 2 のセットの粒子 1 8 は、黒色であるが、しかしながら、多くの他の色も、下記に説明されるように、達成されることができる。繊維 1 0 は、少なくとも 2 つの電極 1 4 a、1 4 b を含み、これは、電場を電気光学媒体を横断して提供し、それによって、一方の顔料または他方の顔料を繊維 1 0 のある側に移動させる。図 1 B は、図 1 A の B - B において得られた断面を示す。図 1 B では、繊維 1 0 の形状およびワイヤ電極 1 4 a、1 4 b、1 4 c、1 4 d の場所は、容易に可視化される。黒色顔料 1 8 は、両図の上部に向かって示されるが、適切な切替を用いて、白色顔料 1 9 は、図の上部に向かって移動させられることを理解されたい。加えて、下記に列挙された E Ink Corporation による特許のいくつかに説明されるように、混合された黒色および白色を有する、すなわち、グレースケールレベルを提供することも可能である。

【 0 0 2 4 】

各可撓性繊維は、電気泳動液体を含有することが可能な材料から形成される、空洞を含む。いくつかの実施形態では、繊維は、略長方形断面を有し、内側内部空洞も同様に、略長方形断面を有する。しかしながら、卵形または円形等の他の断面形状もまた、可能性として考えられる。長方形断面は、鋭縁を有してもよい、またはそれらは、図 1 B に示されるように、若干丸みを帯びた縁 1 7 であってもよい。素子の中に織成するために十分に薄い、能動的切替空洞を可能にするために十分に厚い、繊維を有することが望ましい。また、繊維の厚さに対して光学切替体積を最大限にするために、可能な限り薄い繊維の壁を有することが望ましい。しかしながら、壁が薄すぎる場合、繊維は、亀裂、断裂によって、またはワイヤ電極のうちの 1 つを解放することによってのいずれかにおいて、破損するであろう。本目的を達成するために、繊維は、約 2 mm × 1 mm 厚以下であって、内側空洞 1 mm × 0.5 mm 以下を伴うことが望ましい。好ましい実施形態では、繊維は、約 0.8 mm × 0.5 mm であって、空洞は、約 0.4 mm × 0.15 mm であり得る。そのような繊維内の電極ワイヤは、50 μm の直径を有し得る。これらの繊維では、(不透明) 電極ワイヤによって隠され得る、空洞幅の割合は、約 25 % (2 × 50 μm / 400 μm) である。より好ましい実施形態では、繊維は、約 0.54 mm × 0.31 mm であって、空洞は、約 0.40 mm × 0.10 mm であり得る。そのような繊維内の電極ワイヤは、40 μm の直径を有し得る。これらの繊維では、(不透明) 電極ワイヤによって隠される、空洞幅の割合は、約 20 % (2 × 40 μm / 400 μm) である。

【 0 0 2 5 】

電場が、図 1 における繊維の空洞を横断して印加された後、繊維の上部は、繊維の底部と異なる色を表示するであろう。したがって、本繊維を布地の中に統合するとき、布地の面積を横断して一貫した色を達成するために、繊維配向を制御することが可能であることが重要である。長方形断面を伴う繊維を織成することによって、変色布地を形成するとき、布地の配向は、布地の視認表面がより広い寸法を有する繊維の側を構成するようなものであることが有益である。典型的には、断面における幅対高さの比は、本発明のある実施形態に従って長方形断面を有する繊維を織成するとき、少なくとも 1.2 : 1、より好ましくは、1.5 : 1、またはそれを上回る。

【 0 0 2 6 】

10

20

30

40

50

刺繍方法等、本発明の種々の実施形態に従って繊維を仕上げられた布地に適用するとき、縦横比もまた、繊維の配向を制御するために重要である。例えば、屈曲された長方形断面を伴う繊維は、捻転し得る。これは、変色繊維の視認表面が下層布地と比較的に平行のままであることが好ましい場合、望ましくない場合がある。この場合、繊維は、繊維が、通常視認側から視認されるとき幅より深くにあって、布地内の繊維の任意の望ましくない捻転の可能性を低減させる、略正方形断面または長方形断面を有することが有益である。

【0027】

各可撓性繊維は、ワイヤ電極を機械的に拘束する壁の能力を損なわせることなく、可能な限り空洞に近接して繊維に沿って長さ方向に延設される、少なくとも2つの伝導性ワイヤ電極を含む。ワイヤ電極は、良好な延性を伴う、タングステン、銀、銅、または他の伝導性材料から形成されてもよい。電極断面形状は、電気光学媒体を横断して電場の均一性を最適化するであろう、丸形、長方形、または他の形状であってもよい。1つのワイヤまたはワイヤのセットが、空洞の視認側にあって、他のワイヤまたはワイヤのセットが、空洞の反対側上に位置する。ワイヤの端部が、電気供給源に接続されると、電位が、空洞を横断して生成され、電子インクの光学状態の変化を生じさせることができる。ワイヤは、繊維作製プロセスに耐えるために十分な機械的強度を維持しながら、可能な限り小さくあるべきである。本発明の実施形態では、タングステンワイヤは、100 μm 以下の直径、好ましくは、50 μm 以下の直径、より好ましくは、25 μm 以下の直径であってもよい。より小さい直径の繊維の光学利点は、400ミクロン幅空洞に関して、2つの50ミクロンワイヤが、切替面積の25%を外観上隠し、25ミクロンワイヤが、切替面積の12.5%のみを隠すであろうため、実質的であり得る。加えて、より小さい直径の繊維は、より機械的に可撓性であって、これは、繊維内のより薄い機械的材料が、ワイヤを含有することを可能にし、繊維を作製する際、可能性として考えられる可撓性を大幅に増加させる。繊維は、無限の長さであることができ、例えば、1メートルまたはより長い、例えば、10メートルまたはより長い、例えば、100メートルまたはより長い。

【0028】

本発明の一実施形態では、変色繊維は、2つのワイヤの2つのセットにおいて配列される、4つの伝導性電極ワイヤを備えてもよい。本構造は、図1Bに例示され、2つのワイヤが、繊維の空洞の視認側上に位置し、2つのワイヤが、空洞の逆側上に配列される。ワイヤはそれぞれ、空洞の縁から離れるように繊維の中央に向かって空洞の幅の1/4に設置されるように配列される。これもまた、図1Bに示される。電極ワイヤの本配列は、空洞の上部のいずれの部分も電極ワイヤから幅の1/4を上回って離れず、ワイヤによって発生された電場の改良された均一性を可能にする。不透明ワイヤによって被覆される空洞幅の割合は、式 $f = N \times D / W$ によって与えられ、Nは、空洞の片側におけるワイヤの数であって、Dは、ワイヤ直径であって、Wは、空洞幅である。割合fは、40%未満、好ましくは、20%未満であることが望ましい。

【0029】

上記に述べられるように、本発明の種々の実施形態による繊維の電極は、銅を含んでもよい。銅は、例えば、タングステンと比較して、より低いモジュラスを有し、したがって、銅ワイヤは、同等直径のタングステンワイヤより可撓性であろう。本可撓性は、ワイヤを機械的に保定するためにより少ないポリマー材料を要求し、比較的により薄いワイヤをもたらし、二次効果を有する。より低いモジュラスを伴う銅ワイヤは、繊維が撓曲されるとき、より少ない力を周囲ポリマー繊維材料に付与し、これは、屈曲されるとき繊維のより良好な機械的堅牢性につながる。ワイヤが、撓曲の間、繊維のポリマー材料を通して破損する場合、ワイヤが繊維の空洞にスパンし、素子内の別の電極ワイヤとの電気接触を生成する確率が高いため、より機械的堅牢性があることは、好ましい。空洞にスパンする電極間の接触は、電気短絡回路を生成し、これは、繊維に切替性能を喪失させ、多くの事例では、切替能力を完全に喪失させる。

【0030】

図5に示される本発明の別の実施形態では、ワイヤを繊維の中に機械的に制約するために使用される、ポリマー材料の電気性質は、空洞内の電気泳動媒体を横断して電場を最大限にするように修正される。具体的には、ポリカーボネートのような構造ポリマーが、結果として生じるポリマー/炭素混成材料52a、52b、52c、52dが伝導性になるように、浸透閾値を超えて炭素のような伝導性材料で充填される。繊維形成に好適な複数のポリマー材料が、伝導性材料で充填されてもよく、複数の導体が、伝導性充填材として使用されてもよい。伝導性ポリカーボネート(CPC)材料52a、52b、52c、52dは、図5に図示されるように、伝導性ワイヤ54a、54b、54c、54dと中空繊維50の空洞56との間に配置されてもよい。好ましくは、少なくとも繊維の視認側上のCPC材料の幅は、伝導性材料が、不透明であって、電気泳動媒体を隠し得るため、伝導性ワイヤの直径とほぼ等しい。CPC材料は、中空繊維材料およびCPC材料の両方が熱可塑性である場合、スタックおよび高温プレスアプローチを使用して、プリフォームの中に統合されてもよい。例えば、1つの処理方法によると、中空繊維を形成する非伝導性ポリカーボネートおよび伝導性ポリカーボネート材料の複合材が、圧力および/または熱下、ともに融合されてもよい。CPCは、繊維が、任意の伝導性材料を欠いているポリカーボネートと比較して、より低い電圧で切り替わることを可能にする。図6は、本配列を伴う繊維の白色および暗状態の写真である。写真から、光学性能は、空洞内の電気泳動材料があまり隠されないように、より小さい直径を伴うワイヤおよびより細いCPC細片を使用することによって、改良され得ることが明白である。いくつかの実施形態では、繊維は、CPC材料および銅電極の両方を備えてもよい。

【0031】

変色繊維の視覚的影響は、光学充填率、すなわち、繊維が外側から視認されるときに変色媒体が実際に可視である、繊維面積または幅の割合に比例する。理想的には、本光学充填率は、視覚的影響を最大限にするために、100%となるであろう。光学充填率は、変色媒体の上部の非透明材料(例えば、ワイヤ)の存在によって、および変色媒体を含有するために必要とされる非活性壁材料によって、低下される。光学充填率を増加させるために、本発明のいくつかの実施形態による繊維は、レンズ効果を提供する、特徴を含んでもよい。本明細書で使用されるように、明細書および請求項全体を通して、用語「レンズ効果」は、光を屈曲させ、非活性面積を隠し、変色繊維の活性面積の出現を最大限にすることが可能な特徴を意味する。

【0032】

レンズ効果は、2つの異なる透明材料間の界面における光屈折によって達成されてもよい。光の光線を屈曲させるために、2つの条件が、必要とされる。すなわち、(1)2つの材料は、異なる屈折率を有する必要があることと、(2)視認方向と界面の平面との間の角度は、90°異なる必要があることである。レンズ効果を提供する、単純繊維幾何学形状の実施例は、図7に提供される。繊維70は、上部表面から約45°に角度付けられた2つの上部の面取りされた角72a、72bを有する。繊維70を通して透過される、屈折された光74a、74b、74cは、繊維70と外側空気との間の界面において、偏向されないまま継続する。角度付けられた角領域72a、72bを通して透過される、屈折された光は、内側空洞内の幅と等しい実際の幅(W_A)を有する、活性媒体76の見掛け幅(W_L)を事実上増加させるように偏向される。その結果、より多くの活性媒体およびより少ない非活性壁78a、78bが、繊維70の外側から可視となる。本発明の種々の実施形態による繊維は、したがって、1つ以上の面取りされた縁を含んでもよい。例えば、布地が両側で視認されるであろう用途において使用される、変色布地に関して、本発明の実施形態に従って作製された繊維90は、図8に図示されるように、4つの面取りされた縁92a、92b、92c、92dを有してもよい。

【0033】

より複雑なレンズ効果を伴う、本発明の別の実施形態による繊維構造が、図9に示される。本構造は、繊維80の上部区分内に、面取りされた縁83a、83bと、湾曲表面81a、81b、81cとを含む。面取りされた縁83a、83bは、繊維80の外側から

可視の非活性壁 8 5 a、8 5 b の割合を低減させ、湾曲表面 8 1 a、8 1 b、8 1 c は、各湾曲表面 8 1 a、8 1 b、8 1 c の端部をワイヤ電極 8 4 a、8 4 b の面積内に位置させることによって、電気泳動媒体を含有する空洞 8 7 の上部に存在する、2 つの電極 8 4 a、8 4 b の可視性を低減させる。

【0034】

本発明の好ましい実施形態では、変色繊維 1 0 0 は、図 1 0 に図示されるように、電気泳動媒体 1 0 4 を含有する空洞の非視認側の幅にスパンする、C P C 材料 1 0 2 a を備えてもよい。単一銅ワイヤ 1 0 6 a が、電気泳動媒体 1 0 4 の非視認側の幅にスパンする C P C 材料 1 0 2 下に接触して設置されてもよく、これは、繊維 1 0 0 内のワイヤ 1 0 6 a、1 0 6 b、1 0 6 c の総数を 3 つに低減させ、繊維 1 0 0 の全体的可撓性を向上させる。繊維 1 0 0 の視認側上では、2 つの銅電極 1 0 6 b、1 0 6 c が、電気泳動媒体 1 0 4 の両縁から、電気泳動媒体 1 0 4 の幅の 1 / 4 とほぼ等しい距離に配列され、電気光学切替性能を向上させ、C P C 材料 1 0 2 b、1 0 2 c が、ワイヤ 1 0 6 b、1 0 6 c と電気泳動媒体 1 0 4 を含有する空洞との間に配置される。本実施形態の繊維 1 0 0 はまた、向上されたレンズ効果のために成形される角 1 0 8 a、1 0 8 b を有する。ワイヤ、銅ワイヤ、C P C、レンズ、およびスパンする C P C 非視認側電極の幾何学的位置付け最適化の組み合わせは、向上された可撓性、向上された電気光学切替性能、およびより低い電圧動作の繊維を作成する。

【0035】

面取りされた縁の組み込みは、レンズ効果を提供することが可能な 1 つの特徴である。代替として、レンズは、光透過性屈折材料を繊維にわたってコーティングし、光の屈折を下層繊維とコーティングとの間の界面において生じさせることによって達成されることができる。コーティングおよび繊維は、屈折率の差異を有するべきであって、2 つの材料間の界面の平面と視認方向との間の角度は、90°未満であるべきである。

【0036】

衣料品のためのテキスタイル等のいくつかの用途では、繊維は、過剰屈曲、座屈、または圧潰等、高機械的応力を受けることが可能性として考えられる。繊維が局所的に損傷される場合でも、連続繊維の全長が機能し続けることが望ましい。そのような損傷を防止するために、本発明のある実施形態に従って作製される繊維は、上部電極と底部電極との間の電気短絡の可能性を低減させるための障壁層を含んでもよい。例えば、図 1 1 では、電気短絡のリスクは、上部伝導性材料 1 1 0 a、1 1 0 b (ワイヤ + 伝導性ポリマー) と底部伝導性材料 1 1 4 (ワイヤ + 伝導性材料) との間の電気絶縁層 1 1 2 の存在によって低減される。障壁層は、絶縁ポリマー材料、例えば、ポリカーボネートから作製されてもよい。代替として、障壁層は、ポリカーボネートのものより大きい、伝導性ポリカーボネート (C P C) のものより小さい、電気伝導性を伴う、部分的に伝導性のポリマー材料から作製されてもよい。

【0037】

変色繊維を作製するプロセスは、図 2 に描写される。本質的に、電気光学媒体 2 0 は、荷電顔料粒子を非極性溶媒内に含むように調製され、電気光学媒体 2 0 は、次いで、マイクロシリンジ 2 4 を使用して、例えば、内部空洞と、繊維 2 2 を横断して電気勾配を提供し得る、少なくとも 2 つのワイヤ電極とを有する、繊維 2 2 の中に注入される。いったん繊維 2 2 が、電気光学媒体 2 0 で充填されると、繊維 2 0 は、接着剤でシールされることができる。1 0 0 メートルを上回る連続繊維長を生産するためにより好適であり得る、繊維を充填する代替プロセスは、最初に、空洞のために意図される最終寸法より大きい内部空洞を有する、部分的に延伸された繊維を調製し、次いで、インクを中間サイズ繊維の空洞の中に挿入し、次いで、最後に、延伸タワーまたは繊維引張システムを使用して、繊維をその最終寸法まで延伸させる。これは、小空洞を通した長い長さにわたる粘性流体の移動と関連付けられた長充填時間を回避し得る。典型的には、ワイヤ電極は、繊維より長く残される。これらのワイヤ「ピグテール」は、駆動回路への電気接続のための基本であり得る。代替として、繊維壁が、削摩、剥離、または切断され、ワイヤ電極と接続すること

10

20

30

40

50

ができる。いったん繊維が、完成されると、それらは、例えば、図3に示されるように、織成布地30の中に組み込まれ、織成布地30内の繊維の光学状態を切り替えるために、電子ドライバ32に電氣的に接続されることができる。特に、本発明の繊維は、断面が長方形であるため、それらは、布地内で外向きに示す同一面を有するように整合されることができる。当然ながら、これらの変色繊維を種々の他の織成材料の中に統合することもまた、可能性として考えられ、これは、内部設計要素、建築、方向案内板等のために使用され得る。

【0038】

用語「双安定」および「双安定性」は、当技術分野におけるそれらの従来の意味で、少なくとも1つの光学特性が異なる第1および第2の表示状態を有する表示要素を備えるディスプレイであって、その第1または第2の表示状態のうちのいずれか一方を呈するように、有限持続時間のアドレス指定パルスを用いて、所与の要素が駆動されてから、アドレス指定パルスが終了した後に、表示要素の状態を変化させるために必要とされるアドレス指定パルスの最小持続時間の少なくとも数倍、例えば、少なくとも4倍、その状態が続くようなディスプレイを指すために、本明細書で使用される。米国特許第7,170,670号では、グレースケール対応のいくつかの粒子ベースの電気泳動ディスプレイが、その極端な黒および白状態においてだけでなく、また、その中間グレー状態においても、安定しており、同じことは、いくつかの他のタイプの電気光学ディスプレイにも当てはまることが示されている。本タイプのディスプレイは、適切には、双安定性ではなく、「多安定性」と呼ばれるが、便宜上、用語「双安定性」が、本明細書では、双安定性および多安定性ディスプレイの両方を網羅するために使用され得る。

【0039】

Massachusetts Institute of Technology (MIT) および E Ink Corporation に譲渡された、またはそれらの名義の多数の特許および出願は、カプセル化された電気泳動および他の電気光学媒体に使用される種々の技術を説明している。そのようなカプセル化された媒体は、多数の小型カプセルを含み、そのそれぞれはそれ自体、電気泳動により移動可能な粒子を流体媒体中に含有する内相と、内相を囲繞するカプセル壁とを含む。以下を含む、下記に列挙される特許および出願に説明される材料および技法のいくつかは、本明細書に説明される可変透過率素子の加工に関連する。

(a) 電気泳動粒子、流体、および流体添加物 (例えば、米国特許第5,961,804号、第6,017,584号、第6,120,588号、第6,120,839号、第6,262,706号、第6,262,833号、第6,300,932号、第6,323,989号、第6,377,387号、第6,515,649号、第6,538,801号、第6,580,545号、第6,652,075号、第6,693,620号、第6,721,083号、第6,727,881号、第6,822,782号、第6,870,661号、第7,002,728号、第7,038,655号、第7,170,670号、第7,180,649号、第7,230,750号、第7,230,751号、第7,236,290号、第7,247,379号、第7,312,916号、第7,375,875号、第7,411,720号、第7,532,388号、第7,679,814号、第7,746,544号、第7,848,006号、第7,903,319号、第8,018,640号、第8,115,729号、第8,199,395号、第8,270,064号、および第8,305,341号、および米国特許出願公開第2005/0012980号、第2008/0266245号、第2009/0009852号、第2009/0206499号、第2009/0225398号、第2010/0148385号、第2010/0207073号、および第2011/0012825号参照)

(b) カプセル、結合剤、およびカプセル化プロセス (例えば、米国特許第6,922,276号および第7,411,719号参照)

(c) 電気光学材料を含有するフィルムおよびサブアセンブリ (例えば、米国特許第6,982,178号および第7,839,564号参照)

(d) バックプレーン、接着剤層、および他の補助層、およびディスプレイに使用される方法(例えば、米国特許第7,116,318号および第7,535,624号参照)

(e) 色形成および色調節(例えば、米国特許第7,075,502号および第7,839,564号参照)

(f) ディスプレイを駆動するための方法(例えば、米国特許第7,012,600号および第7,453,445号参照)

(g) ディスプレイの適用(例えば、米国特許第7,312,784号および第8,009,348号参照)

(h) 非電気泳動ディスプレイ(米国特許第6,241,921号、第6,950,220号、第7,420,549号、および第8,319,759号、および米国特許出願公開第2012/0293858号参照)

10

【0040】

電気光学媒体は、荷電顔料粒子を懸濁流体中に含む。本発明の可変透過率媒体において使用される流体は、典型的には、低誘電定数(好ましくは、10未満、望ましくは、3未満)であろう。特に好ましい溶媒は、ヘプタン、オクタン等の脂肪族炭化水素、およびIsopar(R)(Exxon Mobil)またはIsane(R)(Total)等の石油蒸留物を含む。

【0041】

荷電顔料粒子は、種々の色および組成物であってもよい。加えて、荷電顔料粒子は、表面ポリマーで官能化され、状態安定性を改良してもよい。そのような顔料は、米国特許公開第2016/0085132号(参照することによってその全体として組み込まれる)に説明される。例えば、荷電粒子が、白色である場合、それらは、 TiO_2 、 ZrO_2 、 ZnO 、 Al_2O_3 、 Sb_2O_3 、 $BaSO_4$ 、 $PbSO_4$ 、または同等物等の無機顔料から形成されてもよい。それらはまた、高屈折率(>1.5)を伴い、あるサイズ($>100nm$)であって、白色を呈する、ポリマー粒子、または所望の屈折率を有するようにエンジニアリングされた複合粒子であってもよい。黒色荷電粒子は、CI pigment black 26または28または同等物(例えば、マンガnfエライトブラックスピネルまたは銅クロマイトブラックスピネル)またはカーボンブラックから形成されてもよい。他の色(非白色および非黒色)は、CI pigment PR254、PR122、PR149、PG36、PG58、PG7、PB28、PB15:3、PY83、PY138、PY150、PY155、またはPY20等の有機顔料から形成されてもよい。他の実施例は、Clariant Hostaperm Red D3G70-EDS、Hostaperm Pink E-EDS、PV fast red D3G、Hostaperm red D3G70、Hostaperm Blue B2G-EDS、Hostaperm Yellow H4G-EDS、Novoperm Yellow HR-70-EDS、Hostaperm Green GNX、BASF Irgazine red L3630、Cinquaasia Red L4100HD、およびIrgazin Red L3660HD; Sun Chemical phthalocyanine blue、phthalocyanine green、diarylide yellow、またはdiarylide AAO T yellowを含む。色粒子はまた、CI pigment blue 28、CI pigment green 50、CI pigment yellow 227、および同等物等の無機顔料から形成されることができる。荷電粒子の表面は、米国特許第6,822,782号、第7,002,728号、第9,366,935号、および第9,372,380号、および米国公開第2014-0011913号(その全内容は、参照することによってその全体として本明細書に組み込まれる)に説明されるように、電荷極性および要求される粒子の電荷レベルに基づいて、公知の技法によって修正されてもよい。

20

30

40

【0042】

粒子は、本来の電荷を呈してもよい、または電荷制御剤を使用して明示的に荷電されてもよい、または溶媒または溶媒混合物中に懸濁されるときに電荷を獲得してもよい。好適

50

な電荷制御剤は、当技術分野において周知である。それらは、性質上、ポリマーまたは非ポリマーであってもよい、またはイオン性または非イオン性であってもよい。電荷制御剤の実施例は、限定ではないが、Solspers e 17000（活性ポリマー分散剤）、Solspers e 9000（活性ポリマー分散剤）、OLOA 11000（スクシンイミド無灰分散剤）、Unithox 750（エトキシレート）、Span 85（ソルビタントリオレート）、Petronate L（スルホン酸ナトリウム）、Alcole c LV30（大豆レシチン）、Petrostep B100（石油スルホン酸塩）またはB70（硫酸バリウム）、エアロゾルOT、ポリイソブチレン誘導体またはポリ（エチレン-c o -ブチレン）誘導体、および同等物を含んでもよい。懸濁流体および荷電顔料粒子に加え、内相は、安定化剤と、界面活性剤と、電荷制御剤とを含んでもよい。安定化材料は、それらが溶媒中に分散されると、荷電顔料粒子上に吸着され得る。本安定化材料は、可変透過率媒体が、粒子がその分散状態にあるとき、実質的に非透過性であるように、粒子を相互から分離されたまま保つ。当技術分野において公知のように、荷電粒子（典型的には、上記に説明されるように、カーボンブラック）を低誘電定数の溶媒中に分散させることは、界面活性剤の使用によって補助されてもよい。そのような界面活性剤は、典型的には、極性「ヘッドグループ」と、溶媒と相溶性である、またはその中に可溶性である、非極性「テールグループ」とを含む。本発明では、非極性テールグループは、飽和または不飽和炭化水素部分、または、例えば、ポリ（ジアルキルシロキサン）等の炭化水素溶媒中に可溶性の別の基であることが好ましい。極性基は、任意の極性有機機能性であってもよく、アルミニウム、スルホン酸塩またはホスホン酸塩、または酸性または塩基性基等のイオン性材料を含んでもよい。特に、好ましいヘッドグループは、カルボン酸またはカルボキシレート基である。本発明と併用するために好適な安定化剤は、ポリイソブチレンおよびポリスチレンを含む。いくつかの実施形態では、ポリイソブチレンスクシンイミドおよび/またはソルビタントリオレートおよび/または2-ヘキサデカン酸等の分散剤が、添加される。

【0043】

（実施例）

4つの内部タングステンワイヤ電極と、長方形断面とを有する、ポリカーボネート繊維が、Isopar（R）および官能化チタニアおよび黒色スピネル粒子を含む、電気光学媒体で充填された。繊維は、約0.8mm×0.5mm（外部）であって、約0.4mm×0.2mmの内部空洞を伴った。片側上のワイヤ電極のうちの2つは、電圧源に結合された一方、他の2つのワイヤ電極は、接地に接続された。100～500Vの+/-電圧信号をワイヤ電極に提供することによって、繊維は、白色と黒色との間で切り替えられることができる。（一般に、粒子は、電圧+/-100Vで切り替わるであろうが、しかしながら、切替は、より高い電圧では、著しく高速である。）図4は、白色（左）と黒色（右）との間で切り替えられる、繊維の可視光顕微鏡画像を示す。切替は、繊維または電気光学媒体の任意の劣化を伴わずに、少なくとも100回繰り返された。加えて、好適な電圧波形を用いることで、繊維は、双安定性を呈するであろう。そのような波形を使用して、図4に示されるタイプの繊維は、3日にわたって色が安定した状態にされた。

【0044】

前述から、本発明は、テキスタイルおよび他の材料の中に統合され得る、変色繊維を提供することができることが分かるであろう。多数の変更および修正が、本発明の範囲から逸脱することなく、上記に説明される本発明の具体的実施形態に行われることができることが、当業者に明白となるであろう。故に、前述の説明の全体は、限定的意味ではなく、例証的意味で解釈されるべきである。

【図 1 A】

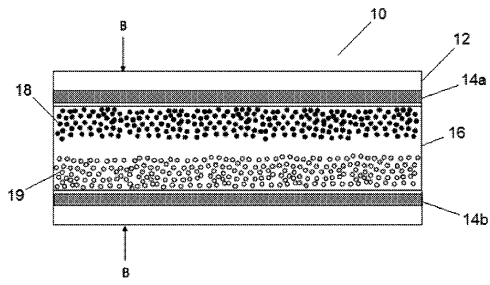


FIG. 1A

【図 1 B】

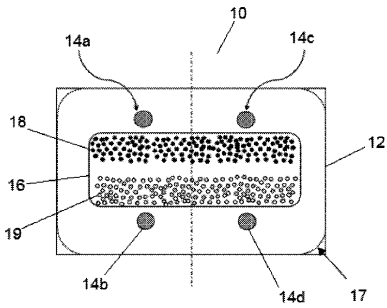


FIG. 1B

【図 2】

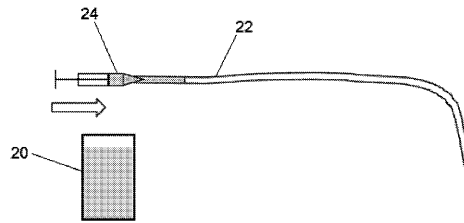


FIG. 2

【図 3】

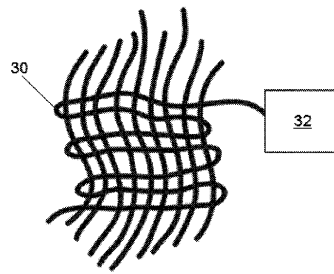


FIG. 3

【図 4】

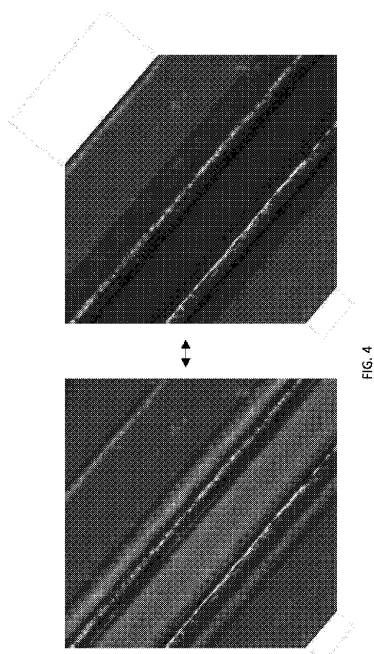


FIG. 4

【図 5】

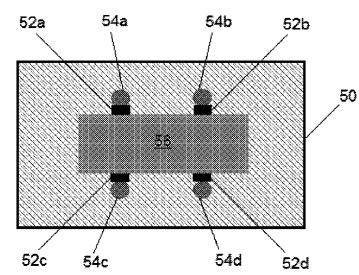


FIG. 5

【図 6】

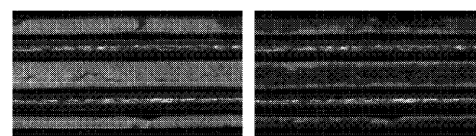


FIG. 6

【図 7】

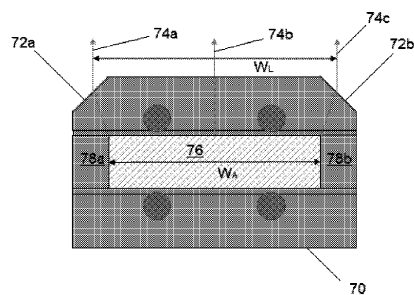


FIG. 7

【図 8】

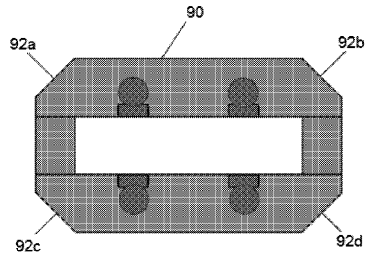


FIG. 8

【図 9】

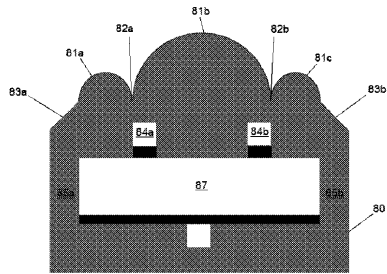


FIG. 9

【図 10】

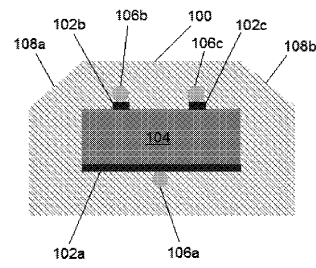


FIG. 10

【図 11】

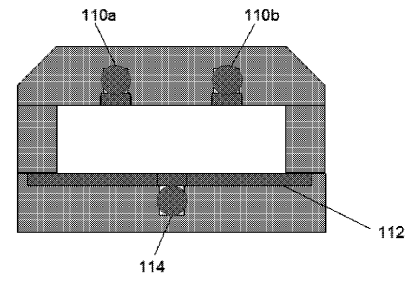


FIG. 11

フロントページの続き

(74)代理人 100113413

弁理士 森下 夏樹

(72)発明者 パオリニ, リチャード ジェイ. ジュニア

アメリカ合衆国 マサチューセッツ 01821-4165, ビレリカ, テクノロジー パーク ドライブ 1000, イー インク コーポレイション 気付

(72)発明者 イバネスク, ミハイ

アメリカ合衆国 マサチューセッツ 02139, ケンブリッジ, エミリー ストリート 12, スイート 2, アドバンスト ファンクショナル ファブリックス オブ アメリカ, インコーポレイテッド 気付

(72)発明者 フィンク, ヨエル

アメリカ合衆国 マサチューセッツ 02139, ケンブリッジ, エミリー ストリート 12, スイート 2, アドバンスト ファンクショナル ファブリックス オブ アメリカ, インコーポレイテッド 気付

(72)発明者 レイン, マイケル

アメリカ合衆国 マサチューセッツ 02139, ケンブリッジ, エミリー ストリート 12, スイート 2, アドバンスト ファンクショナル ファブリックス オブ アメリカ, インコーポレイテッド 気付

審査官 小石 真弓

(56)参考文献 特表2007-521420(JP, A)

米国特許出願公開第2007/0195546(US, A1)

中国特許出願公開第1898421(CN, A)

特開2009-009092(JP, A)

中国特許出願公開第101542383(CN, A)

特開2005-250066(JP, A)

特開2005-215657(JP, A)

特開2007-108491(JP, A)

特表2003-510758(JP, A)

特開2009-297642(JP, A)

特開2009-297641(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

D01F 1/00-6/96

G02F 1/167