

(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2011-90272
(P2011-90272A)

(43) 公開日 平成23年5月6日(2011.5.6)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
GO2B 6/00 (2006.01)	GO2B 6/00 311	2H038
GO2B 6/08 (2006.01)	GO2B 6/08	2H046
GO2F 1/15 (2006.01)	GO2F 1/15 506	2H150
GO2B 6/44 (2006.01)	GO2B 6/44 301A	2K101
	GO2B 6/44 306	

審査請求 未請求 請求項の数 16 O L 外国語出願 (全 26 頁)

(21) 出願番号 特願2009-255028 (P2009-255028)
 (22) 出願日 平成21年11月6日 (2009.11.6)
 (31) 優先権主張番号 12/589, 634
 (32) 優先日 平成21年10月26日 (2009.10.26)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 507359579
 ショット コーポレーション
 アメリカ合衆国 ニューヨーク州 105
 23, エルムズフォード, タクスター
 ロード 555
 (74) 代理人 110000659
 特許業務法人広江アソシエイツ特許事務所
 (72) 発明者 ケビン ターバー
 アメリカ合衆国 マサチューセッツ州 O
 1570, ウェブスター, 5 ウェスト
 ハロー レーン
 Fターム(参考) 2H038 BA01
 2H046 AA02 AA05 AA09 AD16
 2H150 BB01 BD01

最終頁に続く

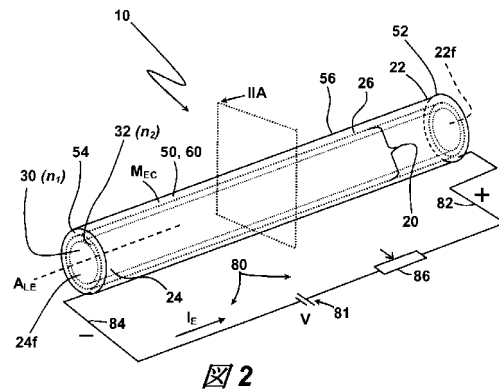
(54) 【発明の名称】 光吸収能力を調整する機能を備えた光学部品

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 調整可能な光吸収特性を有する光吸収層を組み込んだ光伝送用光学部品を提供する。

【解決手段】 光伝送用光学部品 10 は、対向する入射面 22 f および出射面 24 f と、これらの入射面 22 f と出射面 24 f との間に延びる側面 26 と、を有する導光素子 20 を含んでおり、入射面 22 f から入射した光がこれらの入射面 22 f および出射面 24 f の間で内部反射によって伝搬する。光導素子 20 の側面 26 を通して出る「迷光」を選択的に吸収するように構成された光吸収層 60 が、導光素子 20 の側面の少なくとも一部に配置されている。光吸収層 60 は、(i) この光吸収層 60 の少なくとも一部を通して印加される電流、および (i i) この光吸収層 60 内の異なる箇所間に印加される電位差、の少なくとも一つの強度の変化に応じて選択的に調整可能な不透明度を発揮するエレクトロクロミック材料により形成されている。

【選択図】 図 2



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

対向する入射面および出射面ならびにこれらの入射面と出射面との間に延びる側面を有する導光素子と、

前記導光素子の少なくとも一部の上に延びる光吸収層であって、(i)前記層の少なくとも一部を通して印加される電流、および(ii)前記層に沿って異なる箇所間に印加される電位差、の少なくとも一つの強度の変化に応じて不透明度が可変であるエレクトロクロミック材料を含む光吸収層と、
を含む光伝送用光学部品。

【請求項 2】

前記導光素子は、前記入射面に入射する光が前記入射面と前記出射面との間の内部反射によって伝播することができるように、第1の屈折率を有する第1の材料から形成されるコア材と、前記コア材の周りに融着されて配置されており、前記第1の屈折率よりも屈折率が低い第2の屈折率を有するクラッド材と、を含むことを特徴とする請求項1に記載の光学部品。

【請求項 3】

前記導光素子層は、非ガラス系高分子材料から形成されることを特徴とする請求項2に記載の光学部品。

【請求項 4】

前記導光素子層は、ガラスを主成分とする材料から形成されることを特徴とする請求項2に記載の光学部品。

【請求項 5】

前記光吸収層は、非ガラス系高分子材料から形成されることを特徴とする請求項1に記載の光学部品。

【請求項 6】

前記光吸収層は、ガラスを主成分とする材料から形成されることを特徴とする請求項1に記載の光学部品。

【請求項 7】

長手方向に対向する入射面および出射面ならびに前記入射面と前記出射面との間に延びる側面を有する長形の導光素子と、

前記導光素子の全長の少なくとも一部に延びており、かつ前記導光素子の長手方向軸に直交する平面方向に見て前記側面の外縁の少なくとも一部に配置された、光学層と、
を含んでおり、

前記光学層は、前記光学層に沿って異なる箇所間に印加される電位差に応じて選択的に(i)活性可能および(ii)非活性可能のいずれかとなる不透明度を有するエレクトロクロミック材料を含む光吸収層であることを特徴とする光伝送用光学部品。

【請求項 8】

前記導光素子は、前記入射面に入射する光が前記入射面と前記出射面との間の内部反射によって伝播することができるように、

第1の屈折率を有する第1の材料から形成されるコア材と、

前記コアの周りに融着されて配置されており、前記第1の屈折率よりも屈折率が低い第2の屈折率を有するクラッド材と、

を含むことを特徴とする請求項7に記載の光学部品。

【請求項 9】

前記光学層は、非ガラス系高分子材料から形成されることを特徴とする請求項8に記載の光学部品。

【請求項 10】

前記光学層は、ガラスを主成分とする材料から形成されることを特徴とする請求項8に記載の光学部品。

【請求項 11】

10

20

30

40

50

対向する第 1 のプレート面および第 2 のプレート面と、
複数の導光素子を固定された相対位置に保持するマトリックス材料と、
を含むプレート構造体を含んでおり、各導光素子是对向する入射面および出射面ならびに
これらの入射面と出射面との間に延びる導光素子側面を有しており、

(a) 前記入射面は前記第 1 のプレート面を部分的に画成しており、前記出射面は前記
第 2 のプレート面を部分的に画成しており、

(b) 前記マトリックス材料はエレクトロクロミック材料であって、(i) このマトリ
ックスの少なくとも一部を通して印加される電流、および(i i) このマトリックス内の
異なる箇所間に印加される電位差、の少なくとも一つの強度の変化に応じて選択的に調
整可能な不透明度を発揮することを特徴とする光学部品組立体。

10

【請求項 1 2】

各導光素子は、前記入射面に入光する光が前記入射面と前記出射面との間の内部反射に
よって伝播することができるように、

第 1 の屈折率を有する第 1 の材料から形成されるコア材と、

前記コアの周りに融着されて配置されており、前記第 1 の屈折率よりも強度が低い第 2
の屈折率を有するクラッド材と、

を含むことを特徴とする請求項 1 1 に記載の光学部品組立体。

【請求項 1 3】

前記マトリックスは、非ガラス系高分子材料から形成されることを特徴とする請求項 1
2 に記載の光学部品組立体。

20

【請求項 1 4】

前記光学層は、ガラスを主成分とする材料から形成されることを特徴とする請求項 1 2
に記載の光学部品組立体。

【請求項 1 5】

前記エレクトロクロミック材料の不透明度は、印加される電流の強度が増加するにつれ
て増加することを特徴とする請求項 1 2 に記載の光学部品組立体。

【請求項 1 6】

前記エレクトロクロミック材料の不透明度は、印加される電流の強度が減少するにつれ
て増加することを特徴とする請求項 1 2 に記載の光学部品組立体。

【発明の詳細な説明】

30

【技術分野】

【0001】

本発明の実施形態は、概して、画像転送アレイ（例えば光ファイバーのフェースプレー
トや光ファイバー画像装置・光伝送装置）に関し、より詳細には、係る装置における一
体化されたコントラスト増強体（contrast enhancement）に関する。

【背景技術】

【0002】

複数の可撓性の光伝導素子または互いに隣接して融着された光伝導素子光（すなわち光
ファイバー）からなるバンドルを通して光および画像を伝送する技術分野が確立されてい
る。インパータ、テーパー（taper）および「ストレートスルー（straight
- through）」といった画像導管は光ファイバー技術の当業者にはよく知られてい
る。融着された光ファイバー画像導管には、暗視ゴーグル、ライフルスコープ、X線検出
器および医用画像装置などの部品として幅広い用途がある（これらに限定されない）。

40

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

クロストークを抑制し、コントラストを強化し、開口数を制御するために、光吸収物質
を融着された光学部品（例えば光ファイバーのフェースプレート、ストレートスルー、テ
ーパー）に組み込むことは光ファイバー産業では広く知られている。これらの光吸収物質
（あるいは状況に応じて、EMA（Extra-Mural Absorption）材

50

料、媒体、ガラス、ファイバー、フィラメントおよびロッドと呼ばれる)は、典型的には3つの一般的な方法のうちの1つまたは複数に従って組み込まれる。

【0004】

第1の方法では、吸収コーティング(またはスリーブもしくはチューブ)が各導波管(waveguide)の外側に設けられ、「外周型E MA (circumferential E MA)」として呼ばれるものを生成する。外周型E MA材料を備えるファイバーを有する例示的なファイバーバンドルの断面図が図1Aに示されている。

【0005】

図1Bを参照すると、第2の方法が示されており、吸収ファイバーを備えるバンドル内の選択された光伝送素子(例えばファイバー)に取って代わるものを示しており、この置換型ファイバーは、「交換」または「スタティスティカル」E MAファイバーとしても呼ばれる。

10

【0006】

第3の一般的な方法では、吸収ファイバーは、ファイバーアレイ内の間隙内に挿入される。係るファイバー(「間隙型E MAファイバー」として知られる)を含むバンドルの例は図1C、1Dおよび1Eに示されている。外周型E MA、間隙型E MA、および置換型E MA媒体は、不必要な光の反射および伝搬によるクロストークの抑制に関して様々なレベルの成功を収めてきたが、ブラックガラス管および/またはE MAファイバーが必要なため、様々な構成において、その製造が複雑かつ高価になり、更には転送される画像に異常をもたらし得る。

20

【0007】

更に、アレイにおいて異なるガラス組成物を導入することによって、相容れないガラス間において相互に悪影響を及ぼす可能性が増す。画像用または照射用バンドル内にガラスを主成分とするE MA素子の更なる制約は、製造工程の早い段階でそれらが組み込まれなくてはならず、それらの光吸収能力は一旦組み込まれると調整することができないことである。従って、(i)ガラスを主成分とせず、かつ(ii)調整可能な光吸収特性を有する、光吸収材(E MA材料)を組み込む光伝送用光学部品が必要とされる。

【課題を解決するための手段】

【0008】

第1の例示的な実施形態において、光伝送用光学部品は、対向する入射面および放射面と、これらの入射面と放射面との間に延びる側面と、を有する導光素子を含んでいる。この導光素子の側面の少なくとも一部の上に光吸収層が延びている。この光吸収層は、エレクトロクロミック材料を含んでおり、この材料の不透明度(電磁波波長の所定の組合せに相対する)は、(i)この層の少なくとも一部を通して印加される電流、ならびに(ii)この層に沿う異なる箇所間に印加される電位差、の少なくとも一つの強度の変化に対応して可変である。

30

【0009】

様々な態様において、この導光素子は、入射面に入射する光が入射面と出射面との間の内部反射によって伝播することができるように、第1の屈折率を有する第1の材料から形成されるコアと、このコアの周りに融着されて配置されており、第1の屈折率よりも強度が低い第2の屈折率を有するクラッドと、を含んでいる。更に、エレクトロクロミック光吸収層は、非ガラス系高分子材料から形成されてもよく、ガラスを主成分とする材料から形成されてもよい。

40

【0010】

第2の例示的な実施形態は、対向する第1のプレート面および第2のプレート面と、複数の導光素子を固定された相対位置に保持するマトリックス材料と、を含むバンドル構造体(例えばプレート)を含む、光学部品組立体である。より詳細には、各導光素子是对向する入射面および出射面ならびにこれらの入射面と出射面との間に延びる導光素子側面を有している。これらの複数の入射面および出射面は、それぞれ第1のバンドル面と第2のバンドル面を画成している。

50

【 0 0 1 1 】

第2の実施形態において、マトリックス材料は、各導光素子を互いに接触させるための光吸収層である。従って、上記記載の光吸収層のように、マトリックス材は、エレクトロクロミックであって、(i)このマトリックスの少なくとも一部を通して印加される電流、および(ii)このマトリックス内の異なる箇所間に印加される電位差、の少なくとも一つの強度の変化に応じて選択的に調整可能な不透明度を発揮するエレクトロクロミック材料を含んでいる。

【 発明の効果 】

【 0 0 1 2 】

プレート構造体のいくつかの態様において、例えば、エレクトロクロミックのマトリックス全体の不透明度を変更することができ、他の態様では、エレクトロクロミックのマトリックスの不透明度を第1のプレート面および第2のプレート面のいずれかまたは両方において調整可能である。係る態様において、マトリックスの中央部は固定した不透明度を有する。

10

【 0 0 1 3 】

「ロッド」および「ロッド状」といった用語は導光素子ならびに他の部品の記載で用いられる限り、広義で用いられ、例えば、様々な断面を有する部品や全長よりも直径が大きい部品も含まれる。更に、「直径」という用語は、狭義には円形を画定する曲面内にある最長の弦であると考えられることが多いが、より広義の解釈が本明細書および添付の特許請求の範囲に適用される。例えば、正方形、矩形、六角形、更には不規則な形状における弦もまた直径である。よって、上記記載、詳細な説明、添付の特許請求の範囲または図面の記載は「直径」の意味を一般的に使用される意味よりも狭く解釈されるべきではない。代表的な実施形態は下記の詳細な説明および添付の特許請求の範囲においてより完全に記載されている。

20

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 1 4 】

【 図 1 A 】 光ファイバーバンドルの断面図を示す図であって、光伝導性素子は光吸収材料（EMA材料）を周り（例えば外周）に配置している。

【 図 1 B 】 「置換型」光吸収ファイバー（EMAファイバー）を組み込む光学ファイバーバンドルの断面図である。

30

【 図 1 C - 1 E 】 別の光ファイバーバンドルの断面図を示しており、光伝導性素子（例えば光ファイバー）の間隙に配置された光吸収材料を含むものである。

【 図 2 】 導光素子を含む光伝送用光学部品を示しており、この導光素子上には、エレクトロクロミック材料から形成された光吸収層が配置されており、その不透明度はこの層への電流の印加に応じて調節可能であって、この図においてこの層は不活性状態である。

【 図 2 A 】 図 2 の平面 I I A 方向に見た図 2 の光学部品の断面図である。

【 図 2 B 】 光吸収層が部分的に活性状態にある図 2 の光学部品を示している。

【 図 2 C 】 光吸収層が完全に活性化された状態（最も不透明である）にある図 2 および図 2 B の光学部品を示している。

【 図 3 】 エレクトロクロミック材料のマトリックス（基盤）で支持される複数のロッド状の導光素子を含む画像伝送用フェースプレートを示しており、その透明度は層への電流の印加に応じて調整され、この図においてこの層は不活性状態である。

40

【 図 3 A 】 マトリックスが活性状態（図 3 よりも透明ではない（すなわちより不透明な）状態）にある図 3 のフェースプレートを示す。

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 1 5 】

以下に、選択的に調整可能な不透明度を有する光吸収材料を含む光学部品および光学部品組立体の実施例を記載するが、これらはいくまでも例示であって、本願発明をこれらに限定するものではない。発明の概要および実施例において記載される様々な実施形態および態様は、添付の特許請求の範囲に入るものを示す限定的な例ではなく、よって特許請求

50

の範囲の最も広い外縁を決定するものではない。

【0016】

図2を参照すると、第1の光学部品10は、入射面22fを備える入射端22と入射面22fに長手方向に対向する出射面24fを備える出射端24とを有する長形の導光素子20を含んでいる。更に、導光素子の側面26が入射面22fと出射面24fの間に延びている。図2の態様において、入射面22fに入光する光が内部反射によってコア30を通して伝播し、出射面24fから出ることができるよう、導光素子20は、第1の屈折率 n_1 を有する光伝送コア30と、このコア30の周りに融着されて配置されており、第1の屈折率 n_1 よりも強度が低い第2の屈折率 n_2 を有するクラッド32と、を含んでいる。入射端22および入射面22fならびに出射端23および出射面24fの表記は説明のために任意になされており、実際の形態においては、入射面22fは、これを通して光が導光素子20内に導入される面であり、出射24fは、対向する面であって、これを通して光が導光素子20から出る面である。更に、図2に記載された導光素子20は円筒状の側面26によって画定されており、発明の概要において説明したように、他の構成の導光部品20を含む光学部品10も本発明の技術的範囲に入る。

10

【0017】

続けて図2を参照すると、導光素子の側面26の周囲に光学層50が配置されている。この光学層50は、第1の光学層端部52および第2の光学層端部54ならびにこれらの第1の光学層端部52と第2の光学層端部54との間に延びる光学層外面56を有する。図2の態様においては、光学層50が、導光素子20の全長に亘り、かつ素子の長手方向の軸 A_{LE} (図2A)と直交する平面 IIA 方向に見て側面26によって画定される全外縁の周囲に配置されているが、この光学層50は導光素子20の全長よりも短くてもよく、導光素子の側面26の全外縁よりも少なくてもよく、なお本発明の範囲内である。

20

【0018】

光学層50は、光吸収層60 (EMA層)であって、光導素子20の入射面22fに入射して出射面24fではなくて側面26を通して出る「迷光」を選択的に吸収するように構成されている。光吸収層60は、少なくとも部分的にエレクトロクロミック材料である M_{EC} から生成されている。エレクトロクロミック材料である M_{EC} は、(i)光学層50の少なくとも一部を流れる電流 I_E 、および(ii)光学層50に沿って異なる箇所間に印加される電位差(電圧 V)の少なくとも一つの強度の変化に応じて選択的に調整可能な不透明度を発揮する。

30

【0019】

実際の形態においては、調整可能な不透明度の範囲は、完全に透明および完全に不透明(すなわち「黒」)な極端なものを除いて、様々な程度の透明度を含むが、例示目的のため、図2、図2Bおよび図2Cは、光学層50が(i)完全に透明(図2)、(ii)中間の透明度、すなわち「グレー」(図2B)、および(iii)完全に不透明(図2C)な同一の光学部品を示す。いかなる実施形態においても、エレクトロクロミック材料 M_{EC} は、(i)印加される電流 I_E の強度が増加するにつれて透明度が減少(すなわち不透明度が増加)するか、または(ii)印加される電流 I_E の強度が増加するにつれて透明度が増加するように、選択される。

40

【0020】

エレクトロクロミック光学層50に沿って異なる箇所間で電位差 V (すなわち電圧)を設定することによって電流 I_E が印加されることが理解されよう。図2~図2Cに記載された態様において、単純な電気回路80が略図で示されている。回路80は、電源81と、第1の光学層端部52に電氣的に接続された第1の導線82と、第2の光学層端部54に電氣的に接続された第2の導線84と、第1の導線82と第2の導線84との間の電位差 V の強度を変化させるための電圧制御装置(例えばポテンシオメータ)と、を含む。

【0021】

図2~2Cの例示的な光学部品は、外周上に(より一般的には外縁上に)EMA材料を配置した単体の内部反射性導光素子20を示している。しかしながら、本発明の範囲には

50

、長形の画像バンドル (i m a g e b u n d l e) および画像伝送フェースプレートといった部品 (これらに限定されない) を構成するために様々に配列された複数の導光素子 2 0 が含まれる。いかなる組立体においても、エレクトロクロミック材料 M_{EC} が、複数の導光素子間の空隙に配置されているか、選択された個々の導光素子の外周に配置されているか、置換型で配置されているかに関わらず、係る各組立体は、エレクトロクロミック材料 M_{EC} の光吸収層を少なくとも一部に配置した側面を備える少なくとも一つの導光素子を含む。

【 0 0 2 2 】

上記のように、エレクトロクロミック材料 M_{EC} を含むことで特に有利となる部品は、例えば光ファイバーフェースプレートを含む画像伝送バンドルである。よって、図 3 には、対向する第 1 のプレート面 1 1 2 および第 2 のプレート面 1 1 4 を含む画像伝送フェースプレート 1 0 0 を示している。複数のロッド状の導光素子 2 0 がエレクトロクロミック材料 M_{EC} のマトリックス 1 5 0 内に保持されている。図示された実施形態において、各導光素子 2 0 は、図 2 ~ 2 C に記載の光学素子 2 0 と同様の構成であって、フェースプレート 1 0 0 の導光素子 2 0 が図 2 ~ 2 C の導光素子 2 0 に対応する構成要素を含む限りにおいて、同じ符号は係る構成要素を示すのに用いられている。

10

【 0 0 2 3 】

続けて図 3 を参照すると、各導光素子 2 0 には、第 1 のプレートフェース 1 1 2 および第 2 のプレートフェース 1 1 4 とそれぞれ重複してその一部を形成する、対向する入射面 2 2 f および出射面 2 4 f が含まれる。従って、図 3 の態様において、各導光素子 2 0 の長手方向軸 A_{LE} が、第 1 のプレート面 1 1 2 およびこれに並行する第 2 のプレート面 1 1 4 に直交するようになされている。各導光素子 2 0 の長さ L_{GE} はプレートの厚み T_P に対応している。図 3 に記載の実施形態とは異なり、プレートが均一の厚みを有さなくても、また、導光素子 2 0 が相互に並行していなくても、なお本発明の範囲に含まれる。

20

【 0 0 2 4 】

図 2 ~ 2 C のエレクトロクロミック光学層 5 0 の相対的な透明度をエレクトロクロミック光学層 5 0 に沿って異なる箇所間に電圧を選択的に印加することによって「調整」することができるのと同様に、図 3 のフェースプレート 1 0 0 といった光学部品組立体におけるマトリックス 1 5 0 の不透明度は選択的に調節される。図 3 において、第 1 の導線 8 2 および第 2 の導線 8 4 が、マトリックス 1 5 0 に対して電位差 V を選択的に印加するために、マトリックス 1 5 0 に沿って第 1 の位置 1 5 2 およびこれと異なる第 2 の位置 1 5 4 と電氣的に接続されている。図 3 において、マトリックス 1 5 0 は、例えば、電流 I_E がマトリックス 1 5 0 を通して印加されていないとき、「非活性状態」にある。この非活性状態において、マトリックス 1 5 0 は少なくとも部分的に透明である。

30

【 0 0 2 5 】

図 3 A は図 3 に示されたものと同じフェースプレート 1 0 0 を示している。しかし、図 3 A においてマトリックス 1 5 0 は図 3 のものよりも不透明であり、電流 I_E がマトリックス 1 5 0 を通して印加された状態にある活性状態に対応している。図 3 および図 3 A において、記載されていない電気回路の一部を構成する導線 8 2 および 8 4 のみが示されており、更なる回路の記載は、図 2 ~ 図 2 C の実施形態において記載された例示的な回路 8 0 に鑑み、不要であると思われる。

40

【 0 0 2 6 】

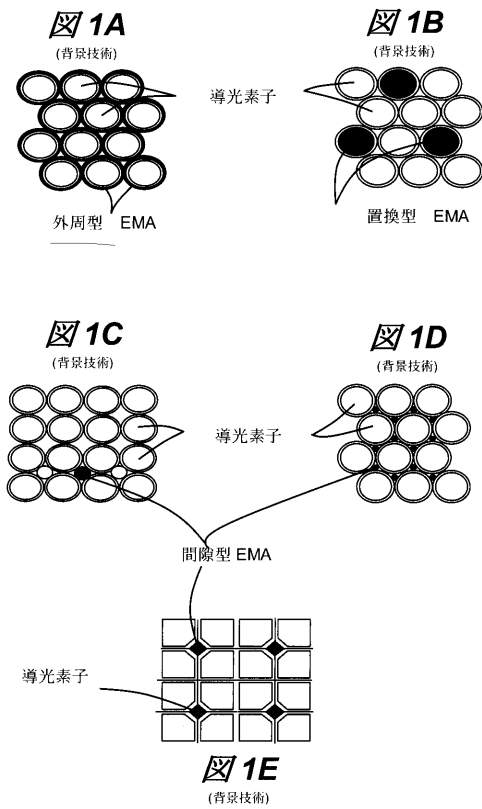
図 2 ~ 2 C ならびに図 3 および 3 A の実施形態は、電流の印加が強くなるにつれてより不透明になるエレクトロクロミック材料 M_{EC} を組み込むように記載されているが、電流を印加するとエレクトロクロミック材料 M_{EC} の不透明度が減少する態様も本明細書および添付の特許請求の範囲に記載の発明の範疇に入ると理解されよう。従って、添付の特許請求の範囲に記載の発明は、特に明記されていない場合、印加される電流に応じて不透明度が増加するエレクトロクロミック材料 M_{EC} を組み込む構成に限定されない。更に、エレクトロクロミック材料 M_{EC} が (i) ガラスを主成分とする材料および (i i) 非ガラス系高分子材料の少なくとも一つである態様も本発明の範囲に入る。

50

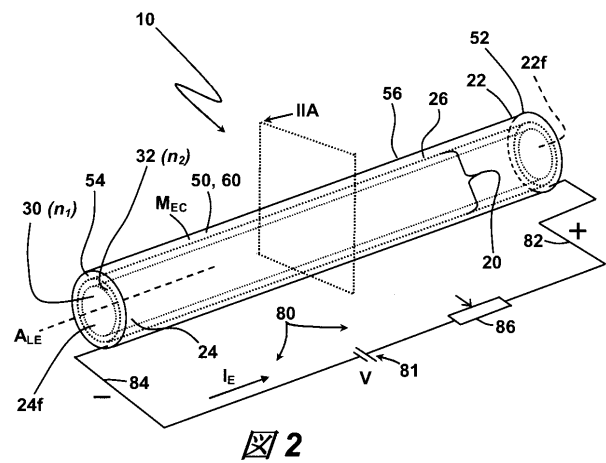
【 0 0 2 7 】

上記記載は本発明の原理を説明するものであると解されるべきである。更に、当業者であるならば、本発明の範囲および精神から外れることなく様々な変更を想到すると思われ、添付の特許請求の範囲に記載の発明が本明細書および図面に記載された通りの構成、形態、態様に限定されないことが理解されよう。

【 図 1 】



【 図 2 】



【 図 2 A 】

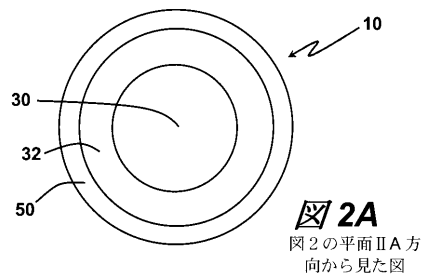
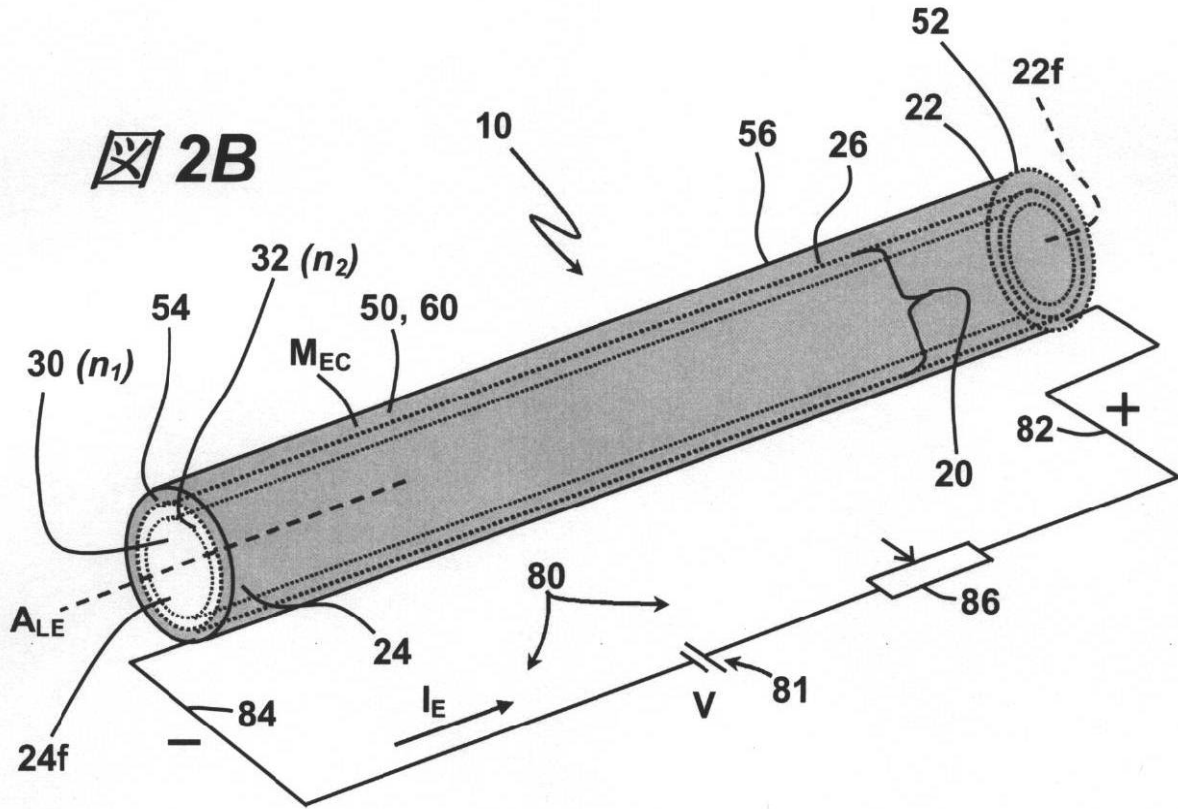
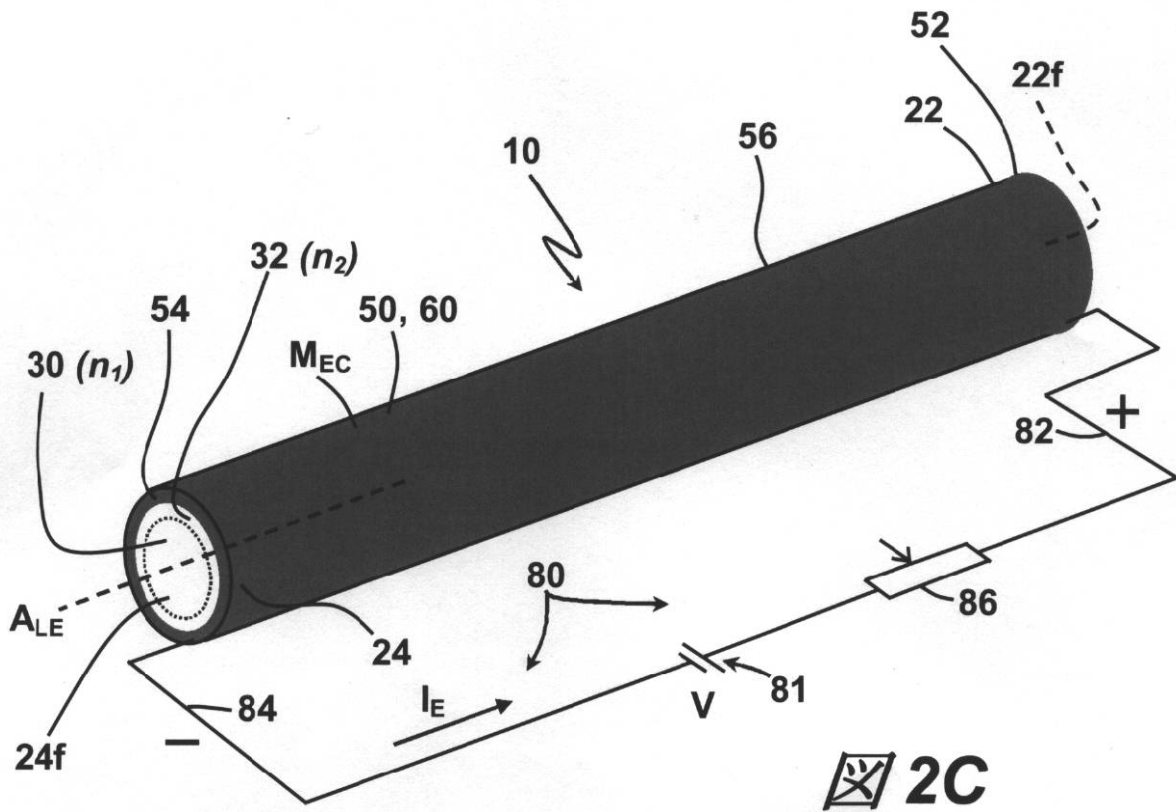


図 2 の平面 IIA 方向から見た図

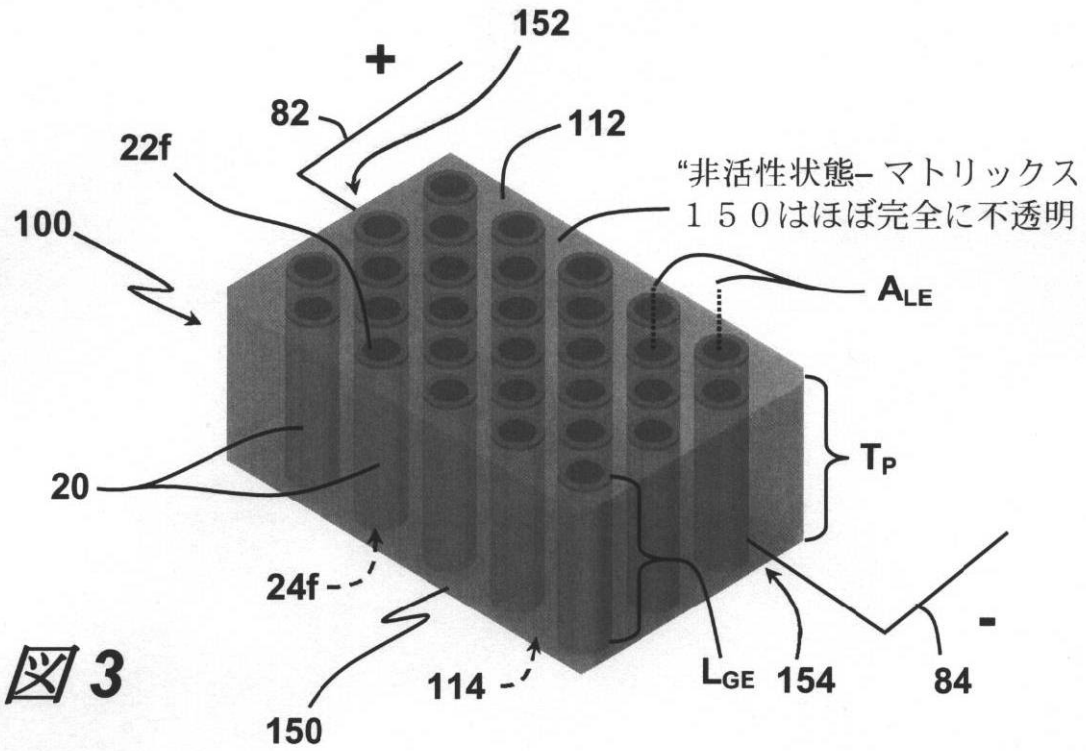
【図 2 B】



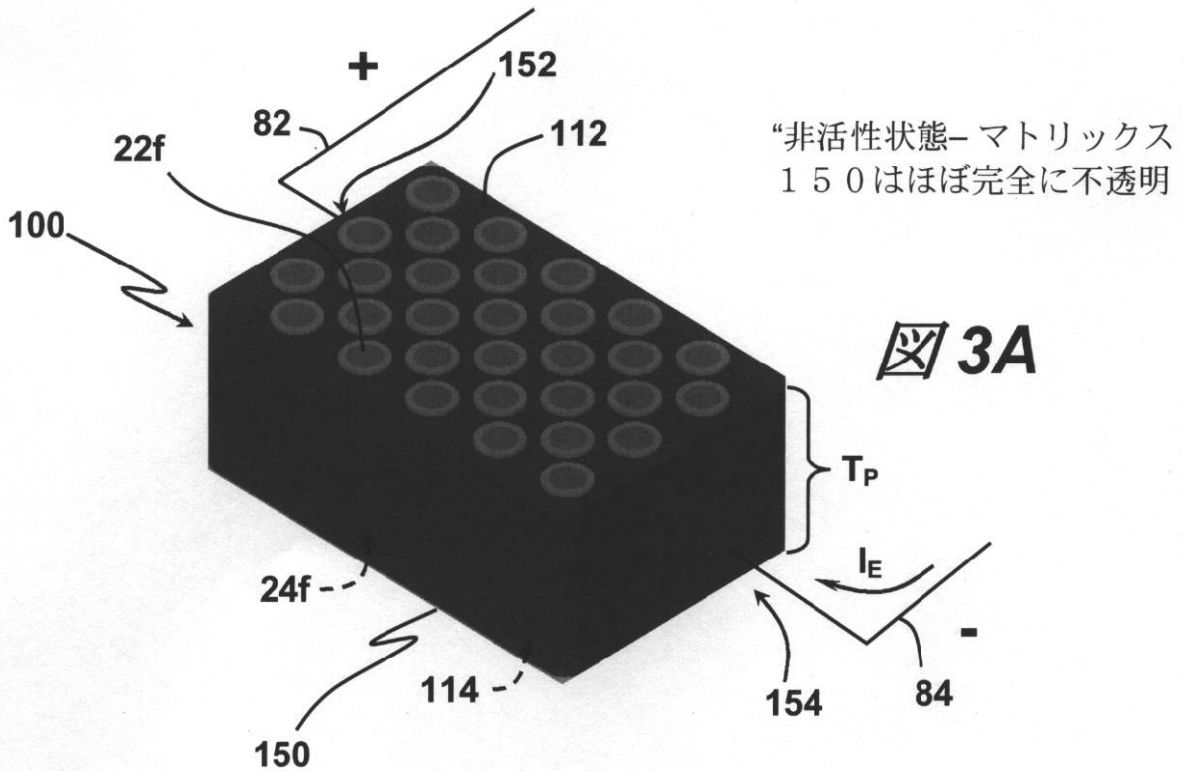
【図 2 C】



【図3】



【図3A】



フロントページの続き

Fターム(参考) 2K101 AA22 DA01 DB23 DB25 DB26 DB32 DB71 EA01 EA51 EB04
EC73 EE08 EG21 EG51 EJ21 EK06 EL16

【外国語明細書】

OPTICAL COMPONENTS WITH VARIABLE ELECTRO-CHROMIC EXTRA-MURAL ABSORPTION CAPABILITY

PROVISIONAL PRIORITY CLAIM

Priority based on Provisional Application, Serial No. 61/198,795 filed November 10, 2008, and entitled "**OPTICAL COMPONENTS HAVING ELECTRO-CHROMIC CONTRAST ENHANCEMENT**" is claimed. The entirety of the disclosure of the previous provisional application, including the drawings, is incorporated herein by reference as if set forth fully in the present application.

BACKGROUND

1. Field

Embodiments and implementations of the present invention relate generally to image-transferring arrays such as fiber optic faceplates and other optical fiber imaging and light-transmitting devices, and more particularly to the inclusion of integral contrast enhancement in such devices.

2. Brief Description of an Illustrative Environment and Related Art

The transmission of light and images through bundles comprised of flexible or adjacently fused light-conductive elements (e.g., optical fibers) is an established art. Image conduits such as inverters, tapers and "straight-throughs" are well known to practitioners of the optical fiber arts. Fused optical fiber image conduits find broad application as components in such devices as night visions goggles, rifle scopes, x-ray detectors and medical imaging apparatus, by way of non-limiting example.

The inclusion of light-absorbing materials (e.g., glasses) into fused optical components such as fiber optic faceplates, straight-throughs and tapers in order to suppress cross-talk, enhance contrast and control numerical aperture is widely known in the optical fiber industry. These absorbing materials, alternatively referred to as Extra-

Mural Absorption (EMA) materials, media, glasses, fibers, filaments and rods, as indicated by context, are typically incorporated in accordance with one or more of three general methods. According to a first approach, an absorptive coating – or even a sleeve or tube -- is applied to the outside of each constituent waveguide individually, yielding what is referred to as a “circumferential EMA.” A cross-sectional view of an illustrative fiber bundle including fibers with circumferential EMA material is shown in FIG. 1A. With reference to FIG. 1B, a second approach indicates the substitution of selected light-conductive elements (e.g., fibers) within a bundle with absorbing fibers, wherein the substitute fibers are referred to alternatively as “substitutional,” “replacement” or “statistical” EMA fibers. According to a third common approach, absorbing fibers are inserted into the interstitial packing vacancies in the fiber array. Examples of bundles including such fibers -- known as “interstitial EMA fibers” – are shown FIGS. 1C, 1D and 1E.

Although circumferential, interstitial and substitutional EMA media have met with varying degrees of success in suppressing cross talk due to the refraction and propagation of unwanted stray light, the need for black glass tubing and/or individual EMA fibers, in various configurations, invariably adds to the complexity and expense of fabrication and, furthermore, can introduce aberrations into transferred images. Moreover, the introduction of different glass compositions in an array increases the potential for adverse interactions between incompatible glasses. A still further limitation of incorporating glass-based EMA elements into imaging or illumination bundles is that they must be incorporated into the structure early in the process and their light-absorbing capacity cannot be adjusted once they are incorporated.

Accordingly, there exists a need for light-transmissive optical components incorporating extramural-absorbing materials that (i) are not glass-based and (ii) have adjustable light-absorption characteristics.

SUMMARY

In accordance with a first illustrative embodiment, a light-transmissive optical component includes a light-guiding element having opposed incident and emission faces, and a light-guiding-element side surface extending between the incident and emission faces. Extending over at least a portion of the light-guiding element side surface is an extra-mural absorption layer. The extra-mural absorption layer comprises and an electro-chromic material the opacity of which -- relative to a predetermined set of electro-magnetic wavelengths -- is variable in response to a change in magnitude of at least one of (i) an electrical current applied through at least a portion of the layer and (ii) an electrical potential difference applied between disparate locations along the layer.

In each of various versions, the light-guiding element comprises a core fabricated from a first material having a first refractive index and a cladding fabricated from a second material fusedly disposed about the core and having a second refractive index, lower in magnitude than the first refractive index, such that light entering the incident face can propagate by internal reflection between the incident and emission faces. Moreover, one set of alternative versions incorporates a an electro-chromic extra-mural absorption layer formed from a non-glass polymeric material, while, in a second set of alternative versions, the layer is formed from a glass-based material.

In accordance with a second illustrative embodiment, an optical-component assembly comprises a bundle (e.g., plate) structure including opposed first and second plate faces and a matrix material retaining in fixed relative positions a plurality of light-guiding elements, such as the light-guiding elements described in association with the first illustrative embodiment. More specifically, each light-guiding element has opposed incident and emission faces and a light-guiding-element side surface extending between the incident and emission faces. The plural incident and emission faces partially define, respectively, the first and second bundle (e.g., plate) faces. In the second embodiment, the matrix material is the extra-mural absorption layer for each light-guiding element

with which it is in contact. Accordingly, as with the extra-mural absorption layers previously described, the matrix material comprises an electro-chromic material the opacity of which is selectively adjustable in response to changes in magnitude of at least one of (i) an electrical current applied through at least a portion of the matrix and (ii) an electrical potential difference applied between disparate locations within the matrix.

While in some versions of a plate structure, for example, the opacity of the entire electro-chromic matrix can be altered, other versions are such that the opacity of the electro-chromic matrix is adjustable at either or both of the first and second plate faces. In still additional versions, the opacity at the first and second plate faces can be adjusted independently of one another. In such versions, a central portion of the matrix has a fixed opacity.

To the extent that terms such as "rod" and "rod-like" are used to describe light-guiding elements, and other components, these terms are used broadly and include, for example, components having various cross-sectional geometries and components with diameters greater than their lengths. Moreover, the use of the term "diameter" does not imply a circular cross-sectional geometry. More specifically, although "diameter" is frequently thought of narrowly as the longest chord that can be fitted within the curve defining a circle, the more technical mathematical definition of that term is applicable to this description and the appended claims. For instance, chords within squares, rectangles, hexagons, and even, irregular shapes are also diameters. Accordingly, nothing in the preceding explanation, the detailed description, the appended claims or the drawings should be construed to attribute to the term "diameter" a meaning more narrow than common usage and technical mathematical usage would attribute to them.

Representative implementations are more completely described and depicted in the following detailed description and the accompanying drawings.

BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS

FIG. 1A is a cross-sectional view of an optical fiber bundle in which each constituent light-conductive element has disposed peripherally (e.g., circumferentially) thereabout an extramural absorbing material;

FIG. 1B depicts a cross-section of an optical fiber bundle incorporating "substitutional" extramural absorbing fibers;

FIGS. 1C through 1E illustrate alternatively configured optical fiber bundle cross-sections including extramural absorbing materials situated in the interstices among constituent light-conductive elements (e.g., optical fibers);

FIG. 2 shows a light-transmissive optical component including a light-guiding element over which is disposed an extramural absorption layer fabricated from an electrochromic material the opacity of which is adjustable in response to the application of an electrical current through the layer, wherein the layer is in a non-activated state;

FIG. 2A is a cross-sectional view of the optical component of FIG. 2 as viewed into the plane IA;

FIG. 2B is a view of the optical component of FIG. 2 wherein the extramural absorption layer is in a partially activated state;

FIG. 2C is a view of the optical component of FIGS. 2 and 2B wherein the extramural absorption layer is in a fully activated (i.e., least translucent) state;

FIG. 3 shows an illustrative image-transferring faceplate including a plurality of rod-like light-guiding elements supported with a matrix of electrochromic material the opacity of which is adjustable in response to the application of an electrical current through the layer, wherein the layer is in a non-activated state; and

FIG. 3A is a view of the faceplate of FIGS. 3 wherein the matrix is in an activated state in which it is less translucent (or more opaque) than it is in the view of FIG. 3.

DETAILED DESCRIPTION

The following description of illustrative embodiments of optical components and optical-component assemblies including extra-mural absorption materials with selectively adjustable opacity is illustrative in nature and is therefore not intended to limit the invention or its application of uses. The various implementations, aspects, versions and embodiments described in the summary and detailed description are in the nature of non-limiting examples falling within the scope of the appended claims and do not serve to define the maximum scope of the claims.

Referring to FIG. 2, a first illustrative optical component **10** includes an elongated light-guiding element **20** having an incident end **22** with an incident face **22f** and an emission end **24** with an emission face **24f** longitudinally opposite the incident face **22f**. Additionally, a light-guiding-element side surface **26** extends between the incident and emission faces **22f** and **24f**. In the illustrative version of FIG. 2, the light-guiding element **20** includes an optically-transmissive core **30** having a first refractive index n_1 and a cladding **32** fusedly disposed about the core **30** and having a second refractive index n_2 , lower in magnitude than the first refractive index n_1 , such that light entering either of the incident face **22f** can propagate by internal reflection through the core **30** and exit the emission face **24f**. It will be appreciated that the designations of incident and emission ends and faces **22** and **22f** and **24** and **24f** have been made arbitrarily for illustrative purposes and that, in practice vis-à-vis an actual embodiment, the incident face **22f** is that face through which light is introduced into the light-guiding element **20**, while the emission face **24f** is the opposite face through which that light exits the light-guiding element **20**. Moreover, while the light-guiding element **20** depicted in FIG. 2 is defined by a cylindrical side surface **26**, as explained in the summary, optical components **10** including light-guiding elements **20** of alternative configurations are within the scope and contemplation of the invention.

With continued reference to FIG. 2, there is disposed about the light-guiding-

element side surface **26** an optical layer **50**. The optical layer **50** has first and second optical-layer ends **52** and **54** and an optical-layer exterior surface **56** extending between the optical-layer ends **52** and **54**. Although in the illustrative version of FIG. 2, the optical layer **50** is disposed over the entire length of the light-guiding element **20**, and about the entire periphery defined by the side surface **26** as viewed into a plane **IA** orthogonal to the longitudinal element axis A_{LE} (FIG. 2A), it is to be understood that embodiments wherein the optical layer **50** is disposed over less than the entire length, or about less than the entire periphery, of the light-guiding-element side surface **26** are within the scope and contemplation of the invention.

The optical layer **50** is an extramural absorption layer **60** configured to selectively absorb "stray light" that enters the incident face **22f** of the light-guiding element **20**, but exists through the side surface **26** instead of the emission face **24f**. The absorption layer **60** is fabricated, at least in part, from an electro-chromic material M_{EC} . The electro-chromic material M_{EC} exhibits an opacity that is selectively adjustable in response to changes in magnitude of at least one of (i) an electrical current I_E through at least a portion of the optical layer **50** (ii) an electrical potential difference (voltage V) applied between disparate locations along the optical layer **50**. While in a practical embodiment, the tunable opacity range will include various degrees of translucency exclusive of the opposed extremes represented by total transparency and total opacity (or "blackness), for illustrative purposes, FIGS. 2, 2B and 2C show the same optical component **10** in which the optical layer **50** is (i) totally transparent (FIG. 2), (ii) intermediately transparent or "gray" (FIG. 2B) and (iii) totally opaque (FIG. 2C). In any particular embodiment, the electro-chromic material M_{EC} is selected such that either (i) translucency decreases (or opacity increases) with increases in the magnitude of applied electrical current I_E or (ii) translucency increases with increases in magnitude of applied electrical current I_E . It will be appreciated the electrical current I_E is applied by establishing a potential difference V (i.e., voltage) between disparate locations along the

along the electro-chromic optical layer **50**. In the illustrative version of FIGS. 2 through 2C, a simple electrical circuit **80** is schematically depicted. The circuit **80** includes an electrical power source **81**, a first electrical lead **82** electrically coupled to the first optical-layer end **52**, a second electrical lead **84** electrically coupled to the second optical-layer end **54**, and a voltage-control device **86** (e.g. a potentiometer) for varying the magnitude of the potential difference **V** between the first and second electrical leads **82** and **84**.

It is clear that the illustrative optical component **10** of FIGS. 2 through 2C represents a single internally-reflecting light-guiding element **20** with a circumferentially-disposed – or, more generally, a peripherally-disposed – EMA material. However, within the scope and contemplation are assemblies including multiple, variously-arrayed light-guiding elements **20** to form, by way of non-limiting example, components such as elongated image bundles and image-transferring faceplates. Whether, in any particular assembly, electro-chromic material **M_{EC}** is incorporated circumferentially about selected individual light-guiding elements, interstitially among plural light-guiding elements, or substitutionally, each such assembly includes at least one light-guiding element with a side surface over at least a portion of which there is disposed an extra-mural absorption layer of electro-chromic material **M_{EC}**.

As aforementioned, among the components in which the inclusion of electro-chromic material **M_{EC}** would be particularly advantageous are image-transferring bundles including, for example, optical fiber faceplates. Accordingly, shown in FIG. 3 is an illustrative image-transferring faceplate **100** including opposed first and second plate faces **112** and **114**. A plurality of rod-like light-guiding elements **20** is retained within a matrix **150** of electro-chromic material **M_{EC}**. In the embodiment depicted, each light-guiding element **20** is of a construction similar to the optical element **20** shown in FIGS. 2 through 2C and, to the extent that the light-guiding elements **20** of the faceplate **100** include sub-elements and portions corresponding to those of the light-guiding elements **20** of FIGS. 2 through 2C, like reference characters are used to identify such sub-

elements and portions.

With continued reference to FIG. 3, each light-guiding element **20** includes opposed incident and emission faces **22f** and **24f** coinciding with, and forming a part of, respectively, the first and second plate faces **112** and **114**. Accordingly, in the particular version of FIG. 3 in which the longitudinal element axis \mathbf{A}_{LE} of each constituent light-guiding element **20** is oriented orthogonally to the parallel first and second plate faces **112** and **114**, the length L_{GE} of each light-guiding element **20** corresponds to the plate thickness T_P . Notwithstanding this latter observation vis-à-vis the particular embodiment of FIG. 3, plates having profiles that are of other-than-uniform thickness and/or in which the constituent light-guiding elements **20** are other than mutually parallel (e.g. convergent) are within the scope and contemplation of the invention.

In a manner analogous to which the relative translucency of the electro-chromic optical layer **50** of FIGS. 2 through 2C can be "tuned" by the selective application of a voltage between disparate locations along the electro-chromic optical layer **50**, the opacity of the matrix **150** in optical-component assemblies such as the faceplate **100** of FIG. 3 can be selectively adjusted. In FIG. 3, first and second electrical leads **82** and **84** are electrically coupled to disparate first and second locations **152** and **154** along the matrix **150** in order to selectively apply a potential difference V across the matrix **150**. In FIG. 3, the matrix **150** is in a "non-activated state" as, for example, when no electrical current I_E is applied through the matrix **150**. In the non-activated state, the matrix **150** is at least partially translucent.

FIG. 3A shows the same faceplate **100** that is shown in FIG. 3. However, in FIG. 3A, the matrix **150** is more opaque than it is in FIG. 3, corresponding to an activated state in which an electrical current I_E is applied through the matrix **150**. In FIGS. 3 and 3A, only the electrical leads **82** and **84** of a non-depicted electrical circuit are shown, the depiction of an additional circuit being deemed unnecessary in light of the illustrative circuit **80** shown and described in association with the embodiment of FIGS. 2 through

2C.

Although the embodiments of FIGS. 2 through 2C and 3 and 3A are described as incorporating electro-chromic material M_{EC} that becomes more opaque with the application of increased electrical current, it is to be understood that within the scope and contemplation of the invention as expressed in this description and the appended claims are versions in which the opacity of the electro-chromic material M_{EC} decreases with applied electrical current. Accordingly, in the absence of an express claim limitation to the contrary, the invention as defined in the appended claims is not limited to constructions incorporating electro-chromic material M_{EC} the opacity of which increases with applied electrical current. Moreover, alternative versions in which the electro-chromic material M_{EC} is at least one of (i) a glass-based material and (ii) a non-glass polymeric material are within the scope and contemplation of the invention.

The foregoing is considered to be illustrative of the principles of the invention. Furthermore, since modifications and changes to various aspects and implementations will occur to those skilled in the art without departing from the scope and spirit of the invention, it is to be understood that the foregoing does not limit the invention as expressed in the appended claims to the exact constructions, implementations and versions shown and described.

What is claimed is:

1. A light-transmissive optical component comprising:
 - a light-guiding element having opposed incident and emission faces, and a light-guiding-element side surface extending between the incident and emission faces; and
 - an extra-mural absorption layer extending over at least a portion of the light-guiding-element side surface and comprising an electro-chromic material the opacity of which is variable in response to a change in magnitude of at least one of (i) an electrical current applied through at least a portion of the layer and (ii) an electrical potential difference applied between disparate locations along the layer.
2. The optical component of claim 1 wherein the light-guiding element comprises a core fabricated from a first material having a first refractive index and a cladding fabricated from a second material fusedly disposed about the core and having a second refractive index, lower in magnitude than the first refractive index, such that light entering the incident face can propagate by internal reflection between the incident and emission faces.
3. The optical component of claim 2 wherein the optical layer is formed from a non-glass polymeric material.
4. The optical component of claim 2 wherein the optical layer is formed from a glass-based material.
5. The optical component of claim 1 wherein the optical layer is formed from a non-glass polymeric material.

6. The optical component of claim 1 wherein the optical layer is formed from a glass-based material.
7. A light-transmissive optical component comprising:
 - an elongated light-guiding element having longitudinally opposed incident and emission faces, and a light-guiding-element side surface extending between the incident and emission faces; and
 - an optical layer extending over at least a portion of the length of the light-guiding element and being disposed about at least a portion of the periphery of the light-guiding-element side surface as viewed into a plane orthogonal to a longitudinal axis of the light-guiding element, the optical layer having first and second optical-layer ends and an optical-layer exterior surface extending between the first and second optical-layer ends; wherein
 - the optical layer is an extra-mural absorption layer comprising an electrochromic material having an opacity that is selectively one of (i) activatable and (ii) de-activatable in response to an electrical potential difference applied between disparate locations along the optical layer.
8. The optical component of claim 7 wherein the light-guiding element comprises a core fabricated from a first material having a first refractive index and a cladding fabricated from a second material fusedly disposed about the core and having a second refractive index, lower in magnitude than the first refractive index, such that light entering the incident face can propagate by internal reflection between the incident and emission faces.
9. The optical component of claim 8 wherein the optical layer is formed from a non-glass polymeric material.

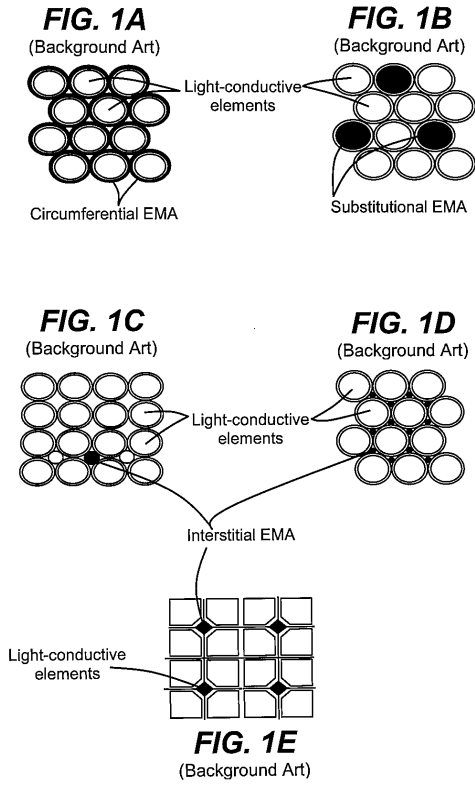
10. The optical component of claim 8 wherein the optical layer is formed from a glass-based material.
11. An optical-component assembly comprising:
 - a plate structure including opposed first and second plate faces and a matrix material retaining in fixed relative positions a plurality of light-guiding elements, each light-guiding element having opposed incident and emission faces and a light-guiding-element side surface extending between the incident and emission faces; wherein
 - (a) the incident and emission faces partially define, respectively, the first and second plate faces; and
 - (b) the matrix material is electro-chromic and exhibits an opacity that is selectively adjustable in response to changes in magnitude of at least one of (i) an electrical current applied through at least a portion of the matrix and (ii) an electrical potential difference applied between disparate locations within the matrix.
12. The optical-component assembly of claim 11 wherein each light-guiding element comprises a core fabricated from a first material having a first refractive index and a cladding fabricated from a second material fusedly disposed about the core and having a second refractive index, lower in magnitude than the first refractive index, such that light entering the incident face can propagate by internal reflection between the incident and emission faces.
13. The optical component assembly of claim 12 wherein the matrix is formed from a non-glass polymeric material.

14. The optical component assembly of claim 12 wherein the optical layer is formed from a glass-based material.
15. The optical component assembly of claim 12 wherein the opacity of the electro-chromic material increases with increased magnitude of an applied electrical current.
16. The optical component assembly of claim 12 wherein the opacity of the electro-chromic material decreases with increased magnitude of an applied electrical current.

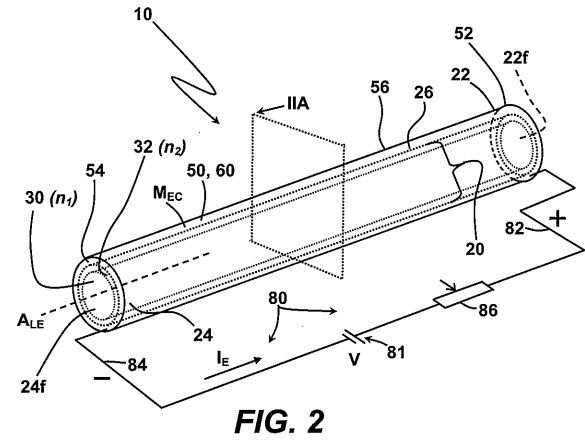
ABSTRACT

An optical component includes at least one light-guiding element with a side surface extending between incident and emission faces between which light that is introduced into the incident face can propagate by internal reflection. Disposed over at least a portion of the side surface of at least one of the at least one light-guiding elements is an extramural absorption material that is configured to selectively absorb "stray light" that enters the incident face of the light-guiding element, but which exists through the side surface instead of the emission face. The absorption material is fabricated, at least in part, from an electro-chromic material exhibiting a translucency that is selectively adjustable in response to changes in at least one of (i) electrical current applied through at least a portion of the absorption material and (ii) an electrical potential difference applied between disparate locations within the absorption material.

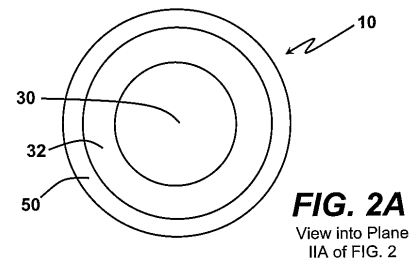
【 図 1 】



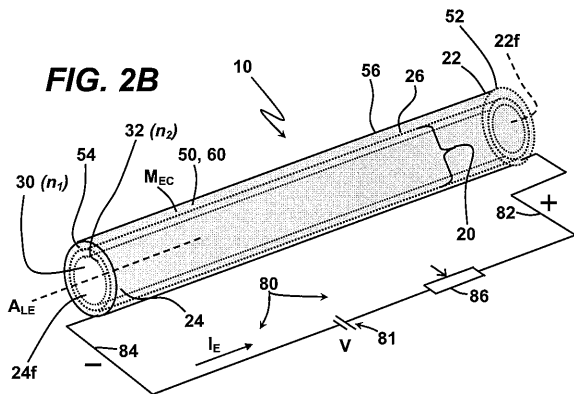
【 図 2 】



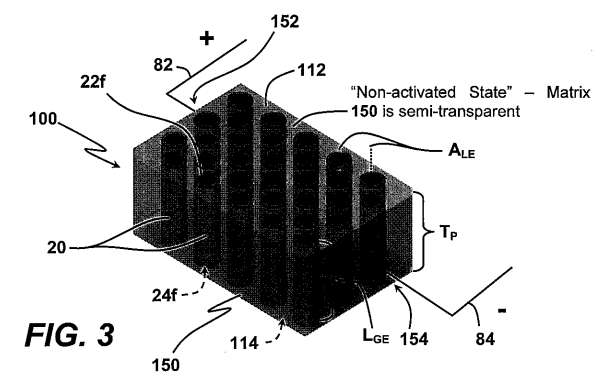
【 図 2 A 】



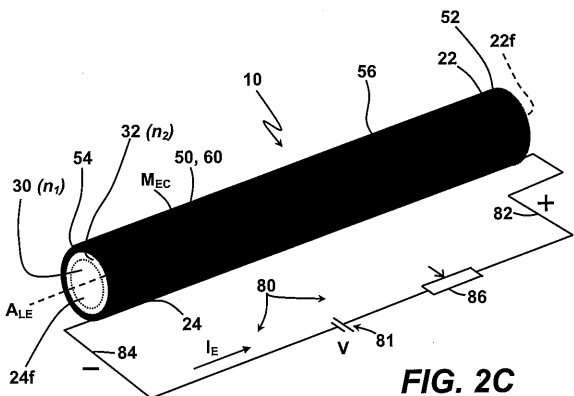
【 図 2 B 】



【 図 3 】



【 図 2 C 】



【 図 3 A 】

