

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5543445号  
(P5543445)

(45) 発行日 平成26年7月9日(2014.7.9)

(24) 登録日 平成26年5月16日(2014.5.16)

(51) Int.Cl.

G02F 1/1343 (2006.01)

F 1

G02F 1/1343

請求項の数 4 (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2011-514690 (P2011-514690)  
 (86) (22) 出願日 平成21年6月9日 (2009.6.9)  
 (65) 公表番号 特表2011-525000 (P2011-525000A)  
 (43) 公表日 平成23年9月8日 (2011.9.8)  
 (86) 國際出願番号 PCT/US2009/046691  
 (87) 國際公開番号 WO2009/155164  
 (87) 國際公開日 平成21年12月23日 (2009.12.23)  
 審査請求日 平成24年5月29日 (2012.5.29)  
 (31) 優先権主張番号 12/141,544  
 (32) 優先日 平成20年6月18日 (2008.6.18)  
 (33) 優先権主張国 米国(US)

(73) 特許権者 505005049  
 スリーエム イノベイティブ プロパティ  
 ズ カンパニー  
 アメリカ合衆国、ミネソタ州 55133  
 -3427, セントポール, ポストオ  
 フィス ボックス 33427, スリーエ  
 ム センター  
 (74) 代理人 100099759  
 弁理士 青木 篤  
 (74) 代理人 100077517  
 弁理士 石田 敏  
 (74) 代理人 100087413  
 弁理士 古賀 哲次  
 (74) 代理人 100111903  
 弁理士 永坂 友康

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】向上した光学的及び電気的性能を有する導電フィルム又は電極

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項1】

第1の透明又は半透明導電層、  
 第2の透明又は半透明導電層、  
 前記第1の導電層と前記第2の導電層との間に配置された透明又は半透明の介在層、及び、  
 基板、  
 の順序で配置された層を含み、  
 前記介在層が誘電体ポリマー材料又は無機誘電体材料を含み、前記介在層が前記第1の導電層と前記第2の導電層との間の導電経路を含む、  
 透明又は半透明の導電フィルム。

## 【請求項2】

前記第1及び第2の導電層並びに前記介在層の厚さ及び光学屈折率が、電極を組み込んだ装置の光学反射率を所定量だけ低下させるように選択される、請求項1に記載の導電フィルム。

## 【請求項3】

ディスプレイ装置であって、  
 第1の基板、  
 第1の電極、  
 ディスプレイ材料、

10

20

第 2 の電極、及び  
第 2 の基板、  
の順序で配置された層を含み、  
前記第 1 及び第 2 の電極がそれぞれ、  
第 1 の透明又は半透明導電層と、  
第 2 の透明又は半透明導電層と、  
前記第 1 の導電層と前記第 2 の導電層との間に配置された透明又は半透明の介在層と、  
を含み、

前記介在層が誘電体ポリマー材料又は無機誘電体材料を含み、前記介在層が前記第 1 の導電層と前記第 2 の導電層との間の導電経路を含む、  
装置。

10

**【請求項 4】**

前記第 1 及び第 2 の導電層並びに前記介在層の厚さ及び光学屈折率が、電極を組み込んだ装置の光学反射率を所定量だけ低下させるように選択される、請求項 3 に記載の装置。

**【発明の詳細な説明】****【背景技術】****【0001】**

コレステリック液晶（C h L C）材料は、互いに混合されることによって明確なピッチを有する螺旋構造を自然に形成するネマチック液晶及びキラル添加物からなる。このピッチにより、材料によって反射される光の波長、したがってその材料の色が決定される。材料の色はネマチック液晶とキラル成分との比を変えることによって調節することもできる。C h L Cディスプレイのピクセルは、適当な駆動方式を適用することにより、光を反射するプレーナ（着色）状態と半透明のフォーカルコニック状態との間で切り替えることができる。

20

**【発明の概要】****【発明が解決しようとする課題】****【0002】**

C h L C 装置では電極からの反射光が生じうるが、こうした反射光は装置の性能を低下させるために望ましくない。

30

**【課題を解決するための手段】****【0003】**

本発明に基づく導電フィルム又は電極は、基板及び透明又は半透明な介在層によって分離された 2 つの透明又は半透明な導電層を有する。介在層はこの電極が組み込まれた装置で生じる不要な界面反射を低減させるものであり、2 つの導電層の間に導電経路を有している。これにより導電層を合わせた厚さが同じである 2 つの電気的に絶縁された導電層と比較して導電フィルム又は電極の電気的特性が向上する。

**【図面の簡単な説明】****【0004】**

添付の図面は、本明細書に組み込まれて本明細書の一部をなすものであって、説明文と併せて本明細書の利点と原理を説明するものである。

40

【図 1】単色の C h L C ディスプレイの構成を示す斜視図。

【図 2】C h L C ディスプレイ用の従来技術の電極を示す図。

【図 3】導電経路を有する介在層を有する C h L C ディスプレイの電極を示す図。

【図 4】導電性の介在層を有する C h L C ディスプレイの電極を示す図。

【図 5】結合剤中に分散された導電性粒子を有する介在層を有する C h L C ディスプレイの電極を示す図。

【図 6】複数の介在層及びディスプレイ媒質と接触させるための絶縁層を有する、C h L C ディスプレイの電極を示す図。

【図 7】複数の介在層及びディスプレイ媒質と接触させるための導電層を有する、C h L C ディスプレイの電極を示す図。

50

**【発明を実施するための形態】****【0005】**

本発明の各実施形態は電気的及び光学的特性が向上したディスプレイ基板電極に関するものである。本電極は例えば各層間で生ずる反射光が装置の性能に悪影響を及ぼすようなあらゆるディスプレイに使用することができる。本電極はC h L C材料又はエレクトロクロミック材料などの各種のディスプレイ材料とともに使用することもできる。ディスプレイ材料という用語は、ディスプレイ装置内の電極によって活性化される任意の種類の材料を指すものである。本電極を組み込むことができる他のディスプレイ装置としては、タッチスクリーン、液晶ディスプレイ装置、及び有機発光ダイオード(OLED)装置が挙げられる。本電極は例えばパッシブマトリクス、スマートマトリクス、太陽電池、及び電気光学素子などのディスプレイ以外の装置においても使用することができる。10

**【0006】**

本発明の他の実施形態としては、ディスプレイ装置の電極としては使用されない導電フィルムがある。こうした導電フィルムは導電性が赤外線反射を与えるようなフィルム用途において使用することができる。こうしたフィルム用途の例としては、窓、照明、建築、自動車、電気器具、及び科学機器が挙げられる。本導電フィルムは、フィルムによって可視光は透過されるが赤外線の熱は反射されるような照明及びプロジェクターにおいて使用することもできる。

**【0007】**

本電極又は導電フィルムは、特定の屈折率を有する2層以上の導電層と、異なる屈折率を有し導電経路を有する導電又は絶縁介在層とを有する。導電層及び介在層はそれぞれ透明又は半透明である。電極積層体内の個々の層の厚さ及び個々の層の光学屈折率はこれらの基板がC h L Cディスプレイ内に組み込まれる際に不要なフレネル反射を最小に抑えるように調節される。好ましい一実施形態では、各導電層は対称である。これは各層が同じ厚さを有するということである。他の実施形態では各導電層は異なる厚さを有する。20

**【0008】**

こうした電極の構成は、ディスプレイの黒レベル、色飽和度、ひいてはコントラストを大幅に高めるものである。更に、介在層によって電極の各導電層間の電気的接触が与えられる。その結果、多層電極の導電率は積層体内の個々の導電層の導電率よりも高くなる。ディスプレイのサイズは電極のシート抵抗によって制限されるため、多層電極はより大型のディスプレイパネルの製造を可能とするものである。多層電極を使用して製造されたディスプレイは、単層電極を有する装置と比較して電気的及び光学的性能が大幅に向上する。30

**【0009】**

従来のネマチック液晶(NLC)に基づいたディスプレイと異なり、C h L Cディスプレイは偏光板もカラーフィルターも必要としないため、装置の構造が簡単となりコストを低くする可能性につながる。フルカラーネマチック液晶ディスプレイでは、赤・緑・青(RGB)のサブピクセルが並べて配列される。このため、各RGB原色のそれぞれによって占められるのは表示画面の3分の1に過ぎない。これに対して、C h L Cの各RGBサブピクセルは1つの原色を反射する一方で残りの2色は透過する。40

**【0010】**

図1は、以下の各層、すなわち、基板12、電極14、C h L C材料16、電極18、基板20、及び黒吸収体22を図に示されるような構成で有する積層体を含む単一色のC h L Cディスプレイ10を示したものである。C h L C 16からの反射光26によって表示色が生ずる。例えば基板と電極との界面のような各層間で界面反射光24及び28が生じうるが、こうした界面反射光は望ましくないものである。フルカラーC h L Cディスプレイは、個々のRGBサブピクセルが互いの上に重ね合わされてスペクトルの異なる領域を反射するようにRGBパネルのセットを積み重ねることによって構築することができる。液晶パネルの背面は、手前の各層によって反射されなかった光を吸収する広帯域吸収体22でコーティングされている。黒吸収体としては例えば以下の材料、すなわち、K R50

Y L O N マッテ又は光沢のある黒色アクリルエナメルスプレイ塗料が挙げられる。

【0011】

図2は、C h L Cディスプレイ用の従来技術の電極30を示したものである。基板38は装置の支持を与える。従来技術の電極は、誘電体ポリマー34の連続層によって分離された2つの透明導電性酸化物(TCO)層32及び36を有する。基板は例えば以下の材料、すなわちガラス、P E T、P E N(ポリエチレンナフタレート)、P C(ポリカーボネート)、P E E K(ポリエーテルエーテルケトン)、P E S(ポリエーテルスルホン)、P A R(ポリアリレート)、P I(ポリイミド)、P M M A、P C O(ポリサイクリックオレフィン)、T A C(三酢酸セルロース)及びポリウレタンを使用して形成することができる。透明導電性酸化物としては例えば以下の材料、すなわち酸化インジウムスズ、酸化インジウム亜鉛、酸化カドミウム、Z n<sub>2</sub>S n O<sub>4</sub>、Z n S n O<sub>3</sub>、M g I n<sub>2</sub>O<sub>4</sub>、G a I n O<sub>3</sub>、(G a, I n)<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、Z n<sub>2</sub>I n<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、I n<sub>4</sub>S n<sub>3</sub>O<sub>12</sub>、S n O<sub>2</sub>、及びI n<sub>2</sub>O<sub>3</sub>が挙げられる。  
10

【0012】

C h L Cディスプレイの各サブピクセルは、2枚の導電性基板に挟まれたC h L C材料を含んでいる。サブピクセル同士を光学接着剤を使用して互いに結合することができる。また、導電体を各基板の両側にコーティングかつパターニングすることによって光学接着剤層を省くこともできる。赤色及び黄色のカラーフィルターを用いることによって色飽和度を高め、視野角による色ずれを最小に抑えることができる。積層された各ピクセルの観測される色は各サブピクセルからの反射光の総和によって決定される。表示画面全体がR G B原色によって使用されるために輝度が大幅に向上升す。  
20

【0013】

オン(反射)状態ではピクセルによって反射される光は、C h L Cのプレーナ状態の反射光と、反射光24及び28によって示されるような屈折率の不一致による各界面における不要なフレネル反射光とを含んでいる。フレネル反射光は通常広帯域であり、したがってディスプレイの色飽和度を低下させる。オフ状態では、ピクセルによって反射される光は、半透明のフォーカルコニック状態からの散乱光と、界面におけるフレネル反射光とを含んでいる。これらの反射光はディスプレイの黒レベル、ひいてはコントラスト比を低下させるものである。  
30

【0014】

フレネル反射の大きさは、界面における屈折率の比によって決まる。垂直な入射光ではフレネル反射の大きさは下式によって求められる。

【0015】

【数1】

$$R = \left( \frac{n_1 - 1}{n_1 + 1} \right)^2;$$

$$n = \frac{n_2}{n_1}$$

【0016】

式中、nは屈折率がn<sub>2</sub>、n<sub>1</sub>の2つの媒質の屈折率である。フレネル反射は屈折率が最も高い界面において最も強くなる。図1に示される装置10の異なる層の屈折率は、電極ではn=2.0、基板ではn=1.65、及びC h L Cではn=1.55である。したがって装置10では、最も大きな屈折率の差は、光屈折率の酸化インジウムスズ(ITO)透明電極とポリエチレンテレフタレート(PET)基板又はC h L Cとの間の界面において生ずる。装置10は2つのITO/PET界面、及び2つのITO/C h L C界面を  
40  
50

有している。照射光及び視野幾何学によっては、これらの界面からの広帯域のフレネル反射光がC h L Cからの反射率を上回る場合があり、ディスプレイの性能を大幅に低下させる。

#### 【0017】

これに対して、本発明の実施形態の電極の構成は優れた光学的及び電気的性能の両方を与えるものである。本電極の構成における介在層は、2つの導電層間の電気的接触を可能にする導電経路を有する透明又は半透明層である。この経路は介在層の厚さ及び成膜条件を制御することによって自然に形成されうる。隣接する層間の電気的接触を可能とするよう介在層が不連続となるように介在層の濡れ性を変化させることによって基板に最も近い第1の導電層の化学的及び物理的性質を調節することによって、こうした経路を形成することもできる。また、レーザアブレーション、イオン照射法、又はウェット／ドライエッティング法などの方法を用いて形成することもできる。10

#### 【0018】

介在層は、スパッタリング、電子ビーム法、熱蒸発法などの方法によって形成することができる。介在層は溶液コーティング法を用いて形成することもできる。モノマーを基板上で蒸発させ、その場で硬化させるウルトラバリアフィルム法を使用することもできる。ウルトラバリアフィルムとしては、例えばいずれも本明細書中にその全容が記載されたものと同様に援用する、米国特許第5,440,446、同第5,877,895号、及び同第6,010,751号に述べられるような、ガラス又は他の適当な基板上に2種類の無機誘電体材料を多数の層として順次、真空蒸着することによって形成される多層フィルム、又は無機材料と有機ポリマーとの交互の層が挙げられる。20

#### 【0019】

一実施形態を図3の装置電極40として示す。この電極は、透明層46の通孔48を通じて延びて電極42と電極50とを接続する導電性連絡部44からなる導電経路を有する低屈折率の透明又は半透明層46によって分離された、TCO又は半透明導電性酸化物からなる2つの光屈折率導電層42及び50を有している。基板52は装置の支持を与える。各層は概念を説明するために分離して描かれている。

#### 【0020】

別の実施形態では、図4の装置電極54に示されるように、介在層は、両側の導電層よりも低い屈折率を有する透明又は半透明の導電層である。電極54では、導電性の介在層58は、TCO又は半透明導電性酸化物からなる2つの隣接する導電層56と60との間に連続的な導電経路を与えることができる。基板62は装置の支持を与える。介在層58は、溶液コーティング又は電着された導電性ポリマーからなるものを用いることができる。介在層58は蒸着された透明導電層であってもよい。導電性ポリマーとしては例えば以下の材料、すなわちポリアニリン、ポリピロール、ポリチオフェン及びPEDOT/PS（ポリ(3,4-エチレンジオキシチオフェン)／ポリスチレンスルホン酸）が挙げられる。各導電層を合わせた厚さがシート抵抗の必要条件によって制限されるのに対して、個々の層の厚さは所望の光学的特性に対して最適化される。

#### 【0021】

更なる別の実施形態では、図5の装置電極64に示されるように、介在層は結合剤中に分散された導電性粒子を含む。結合剤68中の導電性粒子70は、TCO又は半透明導電性酸化物からなる導電層66と72との間の導電経路を与える。基板74は装置の支持を与える。結合剤は導電性のものであっても絶縁性のものであってもよい。導電性粒子は、有機、無機、又は金属からなるものであってよい。介在層の屈折率は、結合剤と導電性粒子との体積比率を変えることによって調節することができる。40

#### 【0022】

こうしたマトリクス及び埋め込まれた導電性ナノ粒子としては以下のものが含まれる。マトリクスとしては、あらゆる透明又は半透明（導電性又は絶縁性）ポリマー（例えばアクリレート、メタクリレート、又は上記に示した導電性ポリマー）、導電性（上記に示したTCOなど）又は絶縁性（ $\text{SiO}_2$ 、窒化ケイ素（ $\text{Si}_x\text{N}_y$ ）、酸化亜鉛（ $\text{Z}_n\text{O}$ ）50

、酸化アルミニウム ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) 、又はフッ化マグネシウム ( $\text{MgF}_2$ ) など) の透明又は半透明の無機材料が含まれる。導電性ナノ粒子としては、上記に述べたような導電性ポリマー又は金属(例えば銀、金、ニッケル、クロム)が含まれる。マトリクスが導電性のものである場合、ナノ粒子は絶縁性、特に上記に示した絶縁性材料(例えば  $\text{SiO}_2$ 、窒化ケイ素、酸化亜鉛、又は他の絶縁性材料)からなるナノ粒子であってよい。

#### 【0023】

上記に述べた各実施形態は介在層によって分離された2つの透明又は半透明な導電層を有するものであるが、図6及び7に示されるように、所望の光学的及び電気的特性に応じて更なる透明又は半透明導電層及び介在層を追加することができる。図6及び7に示す装置電極76及び90は、1個の電極として機能する以下の層、すなわち複数の透明又は半透明の導電層78、82、及び86、各導電層間の透明又は半透明の介在層80及び84、並びに基板88を有する。特定の装置に対して最適化又は調整された任意の数の層を電極が有するように導電層及び介在層の更なる層を追加することもできる。更に、電極がディスプレイ装置とともに使用される場合、ディスプレイ媒質と接触する層は、図6に示される導電層78又は図7に示される絶縁層92のように、スイッチング機構(例えば電流又は電界駆動方式)に応じて絶縁性又は導電性のものとすることができます。

10

#### 【0024】

3色のChLCディスプレイでは、界面反射を最小に抑えるために各色の電極を特定の波長域用に設計又は調整することができる。表1は、ChLCディスプレイ装置の各色(RGB ChLC材料層)について最適化された電極の構成の厚さをナノメートル(nm)で示したものである。

20

#### 【0025】

##### 【表1】

表1

電極	導電層(ITO)	介在層	導電層(ITO)
青色層	20	42.8	20
緑色層	20	46.88	20
赤色層	20	56.11	20

30

#### 【実施例】

#### 【0026】

図4に示されるような3層電極の構成を有する基板を製造した。介在層は上記に述べたウルトラバリア法を用いてアクリレートポリマーを成膜したものであり、2つの導電層はスパッタリングによってITOを成膜したものである。表2に示されるように、異なる厚さの介在層及びITO層を有する3層電極を厚さ0.0127cm(0.005インチ)のPETのシート上に作製した。

#### 【0027】

40

## 【表2】

表2			
構成	ITO 1 (m/分 (fpm))	ポリマー (m/分 (fpm))	ITO 2 (m/分 (fpm))
1	1.2 (3.8)	20.7 (68)	1.2 (3.8)
2	1.3 (4.3)	20.7 (68)	1.3 (4.3)
3	1.5 (4.8)	20.7 (68)	1.5 (4.8)
4	1.5 (4.8)	20.1 (66)	1.5 (4.8)
5	1.2 (3.8)	20.1 (66)	1.2 (3.8)
6	1.2 (3.8)	19.5 (64)	1.2 (3.8)
7	1.3 (4.3)	19.5 (64)	1.3 (4.3)
8	1.5 (4.8)	19.5 (64)	1.5 (4.8)

10

## 【0028】

各層の厚さは、ITO及びウルトラバリアフィルムの成膜源を通過するフィルムの速度(m/分(フィート/分(fpm)))により求めた。速度が速いほど薄いフィルムが形成される。これらの試料のシート抵抗を、両方のITO層を合わせた導電率を測定する非接触式プローブ(Delcom)及び上部の露出面の導電率を測定する表面接触式4プローブ装置を使用して測定した。両方の測定法によって測定誤差の範囲内で同じシート抵抗値が得られたが、これは介在層が2つの隣接したITO層間の電気的接触を可能とすることを示すものである。

20

## 【0029】

屈折率が一致した3層電極及び屈折率が一致していない単層電極を使用したフルカラーRGB ChLC装置の比較を行った。広帯域の界面反射は屈折率が一致していない電極においてより顕著であった。こうした反射光は、屈折率が一致した電極を用いた装置に対して色飽和度を低下させるものである。

30

## 【0030】

屈折率が一致した電極を用いた装置の色域は、屈折率が一致していない電極を用いた装置の色域よりも3倍広かった。強い界面反射光は更に、屈折率が一致した電極を用いた装置に対して屈折率が一致していない電極を用いた装置の黒レベルを低下させた。この結果、黒状態に対する白状態の輝度の比(CIE Y)として定義されるコントラスト比は、屈折率が一致した電極を用いた装置においてより高かった。

## 【0031】

介在層がウルトラバリアフィルム層の代わりに無機材料であるSiO<sub>2</sub>で形成された3層電極基板からも装置を作製した。3層電極は、0.12mm(5ミル)のPET(Dupont Teijin、ST-504)上にITO(20nm)/SiO<sub>2</sub>(42nm)/ITO(20nm)をスパッタリングしたものを用いた。これらの基板も、ChLC RGB装置に組み込んだ場合に高い電気的及び光学的特性を示した。屈折率が一致した3層電極を用いた装置では色飽和度(色域)及びコントラストはいずれも大幅に高かった。3層の屈折率が一致した電極では、色域は4倍以上広く、コントラストは5倍以上高かった。

40

## 【0032】

3層電極の構成では、優れた光学的性能とともに低いシート抵抗も得られる。低屈折率の各介在層により、隣接する透明導電層間の電気的接触が可能となる。その結果、多層電極の導電率はすべての導電層を合わせた厚さによって決定される。このような3層電極を有する基板からディスプレイを作製した。単層電極を用いた基板と比較して低いこの基板のシート抵抗(約100/平方)により、ディスプレイ全体にわたってパターンの退色

50

のない優れたディスプレイの均一性が実現された。色飽和度及びディスプレイの均一性はいずれも極めて良好であることが観察された。

【図1】

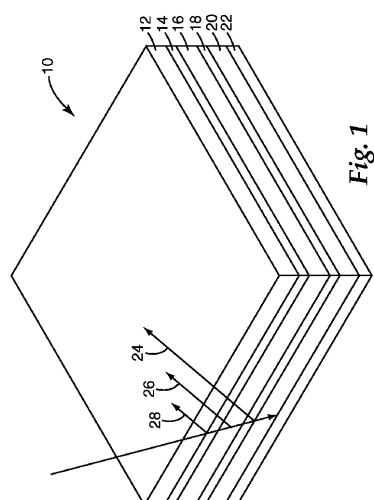


Fig. 1

【図2】

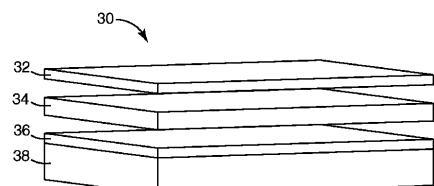


Fig. 2

【図3】

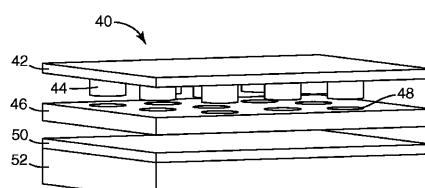


Fig. 3

【図4】

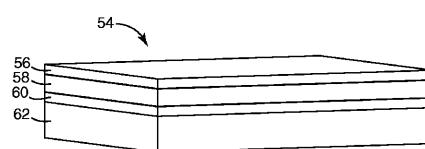


Fig. 4

【図5】

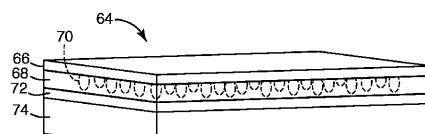


Fig. 5

【図6】

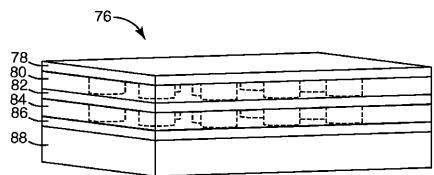


Fig. 6

【図7】

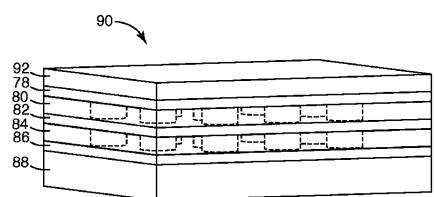


Fig. 7

---

フロントページの続き

(74)代理人 100102990  
弁理士 小林 良博

(74)代理人 100093665  
弁理士 蛭谷 厚志

(72)発明者 ニルマル, マノイ  
アメリカ合衆国, ミネソタ 55133-3427, セント ポール, ポスト オフィス ボック  
ス 33427, スリーエム センター

(72)発明者 マキ, スティーブン ピー.  
アメリカ合衆国, ミネソタ 55133-3427, セント ポール, ポスト オフィス ボック  
ス 33427, スリーエム センター

(72)発明者 ラデル, ジェイソン シー.  
アメリカ合衆国, ミネソタ 55133-3427, セント ポール, ポスト オフィス ボック  
ス 33427, スリーエム センター

(72)発明者 ブロット, ロバート エル.  
アメリカ合衆国, ミネソタ 55133-3427, セント ポール, ポスト オフィス ボック  
ス 33427, スリーエム センター

(72)発明者 マッカルー, ドナルド ジェイ.  
アメリカ合衆国, ミネソタ 55133-3427, セント ポール, ポスト オフィス ボック  
ス 33427, スリーエム センター

(72)発明者 ブライト, クラーク アイ.  
アメリカ合衆国, ミネソタ 55133-3427, セント ポール, ポスト オフィス ボック  
ス 33427, スリーエム センター

審査官 吉田 英一

(56)参考文献 国際公開第06/030762 (WO, A1)  
特開2005-019056 (JP, A)  
特開平09-305126 (JP, A)  
特開2001-297630 (JP, A)  
特開平09-123337 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G02F 1/1343