

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4950079号
(P4950079)

(45) 発行日 平成24年6月13日(2012.6.13)

(24) 登録日 平成24年3月16日(2012.3.16)

(51) Int.Cl.

F 1

GO2B 5/30	(2006.01)	GO2B 5/30
DO3D 15/00	(2006.01)	DO3D 15/00
DO3D 15/12	(2006.01)	DO3D 15/00
DO1F 8/04	(2006.01)	DO3D 15/12
GO2B 5/02	(2006.01)	DO3D 15/12

請求項の数 2 (全 36 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2007-558070 (P2007-558070)
(86) (22) 出願日	平成18年2月23日 (2006.2.23)
(65) 公表番号	特表2008-533514 (P2008-533514A)
(43) 公表日	平成20年8月21日 (2008.8.21)
(86) 國際出願番号	PCT/US2006/006386
(87) 國際公開番号	W02006/093775
(87) 國際公開日	平成18年9月8日 (2006.9.8)
審査請求日	平成21年2月23日 (2009.2.23)
(31) 優先権主張番号	11/068,590
(32) 優先日	平成17年2月28日 (2005.2.28)
(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	100146466 弁理士 高橋 正俊

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】ポリマー纖維織物を含む光学素子

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

マトリックスポリマー材料を含むポリマーマトリックスと、
前記ポリマーマトリックス内に配置された少なくとも1つの纖維織物であって、前記纖
維織物が複数のポリマー複合纖維を含み、前記ポリマー複合纖維が、第2の纖維ポリマー
材料の充填剤内に配置された第1のポリマー纖維材料から形成された散乱ポリマー纖維を
含み、前記第1のポリマー纖維材料が複屈折性である、少なくとも1つの纖維織物とを含
む光学体。

【請求項 2】

前記ポリマーマトリックスが、少なくとも1つの構造化表面を有する層として形成され
ている、請求項1に記載の光学体。 10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ポリマー光学素子に関し、特に、ポリマー纖維を含む織物を含むポリマー光
学素子に関する。

【背景技術】

【0002】

非偏光波は、光ビームの軸の周りの多数の平面内で振動する。波が1つの平面内でのみ
振動する場合、光は、平面偏光されるといわれる。いくつかの有用な光学システムを、偏

光を使用して実現することができる。たとえば、液晶ディスプレイスクリーンなどの電気光学デバイスが、偏光で照明され、かつ、画像形成を表示するための基礎を提供するために、アドレス可能な液晶中間層と関連して、交差した偏光子を使用する。写真の分野において、偏光フィルタが、グレアおよび正反射の輝度を低減するために使用されている。偏光フィルタ、円偏光子、または他の光学構成要素が、また、ディスプレイデバイススクリーンにおけるグレア低減のために使用されている。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

いくつかの異なる種類の偏光フィルムが、非偏光を偏光するために入手可能である。吸収(二色性)偏光子が、含有(*inclusion*)相として、ポリマーマトリックス内で整列された偏光依存吸収種、しばしばヨウ素含有鎖を有する。そのようなフィルムは、電界ベクトルが吸収種に平行に整列された状態で偏光された光を吸収し、吸収種に垂直に偏光された光を透過する。そのようなフィルムの光学特性は、典型的には正反射性であり、フィルムを通る拡散透過、またはフィルム表面からの拡散反射が、ほとんどない。

10

【0004】

別のタイプの偏光フィルムが、一方の状態の光を透過し、他方の状態の光を反射することによって、異なる偏光状態の光を分ける反射偏光子である。1つのタイプの反射偏光子が、多層光学フィルム(MOF)であり、これは、交互のポリマー材料の多くの層のスタックから形成されたフィルムである。材料の1つが光学的に等方性であり、他方が複屈折性であり、その屈折率の1つが等方性材料の屈折率に整合する。層厚さは、広範囲の波長にわたって、たとえば可視領域にわたって4分の1波長層であるように、スタック全体にわたって変えることができる。1つの偏光状態で入射する光が、整合した屈折率を示し、偏光子を実質的に正透過される。しかし、他方の偏光状態で入射する光が、異なる層の間の界面で多数の干渉または非干渉反射を示し、偏光子によって反射される。交互のポリマー層が実質的に平面であるので、反射光はほとんど正反射される。

20

【0005】

別のタイプの反射偏光フィルムが、連続相マトリックス内に分散された含有物(*inclusions*)から構成される。含有物は、フィルムの幅および高さに対して小さい。これらの含有物の特徴は、ある範囲の反射特性および透過特性をフィルムに与えるように操作することができる。含有物は、連続相マトリックス内の分散ポリマー相を構成する。含有物サイズおよび整列は、フィルムを延伸することによって変更することができる。連続相または分散相が複屈折性であり、複屈折性材料の屈折率の1つが、光学的に等方性である他方の相の屈折率に整合する。延伸の程度とともに、連続相および分散相のための材料の選択が、分散相と連続相との間の複屈折屈折率不整合(*birefringent refractive index mismatch*)の程度に影響を及ぼすことができる。調整することができる他の特徴としては、フィルム内の波長に対する含有物サイズ、含有物形状、および含有物体積充填率が挙げられる。そのようなシステムにおいて、分散相と連続相との間の屈折率不整合を示すように偏光された光が拡散反射され、直交偏光が正透過される。

30

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明の1つの特定の実施形態が、マトリックスポリマー材料を含むポリマーマトリックスと、ポリマーマトリックス内に配置された少なくとも1つの纖維織物とを含む光学体に関する。纖維織物は複数のポリマー纖維を含み、ポリマー纖維は第1のポリマー纖維材料と、第2のポリマー纖維材料とを含む。マトリックスポリマー材料、第1の纖維ポリマー材料、および第2の纖維ポリマー材料の少なくとも1つが、複屈折性である。

【0007】

本発明の上記概要は、本発明の各々の例示された実施形態またはあらゆる実装形態を説明することは意図されていない。次の図および詳細な説明は、これらの実施形態をより詳

40

50

細に例示する。

【0008】

本発明は、添付の図面とともに、本発明のさまざまな実施形態の次の詳細な説明を考慮して、より完全に理解することができる。

【0009】

本発明は、さまざまな変更例および代替形態が可能であるが、その特定のものが、図面に例として示されており、詳細に説明される。しかし、本発明を、説明される特定の実施形態に限定することは意図されていないことが理解されるべきである。それどころか、添付の特許請求の範囲によって規定されるような本発明の趣旨および範囲内である変更例、均等物、および代替例をすべて包含することが意図される。

10

【発明を実施するための最良の形態】

【0010】

本発明は、光学システムに適用でき、特に、偏光光学システムに適用できる。

【0011】

本明細書で使用されるように、「正反射 (specular reflection)」および「正反射 (specular reflectance)」という用語は、反射角が入射角に実質的に等しい、本体からの光線の反射を指し、角度は、本体の表面に対する法線に対して測定される。換言すれば、光が特定の角度分布で本体に入射するとき、反射光は実質的に同じ角度分布を有する。「拡散反射 (diffuse reflection)」または「拡散反射 (diffuse reflectance)」という用語は、反射光のいくつかの角度が入射角に等しくない、光線の反射を指す。したがって、光が特定の角度分布で本体に入射するとき、反射光の角度分布は入射光の角度分布と異なる。「全反射 (total reflectance)」または「全反射 (total reflection)」という用語は、正反射および拡散の、すべての光の組合された反射を指す。

20

【0012】

同様に、「正透過 (specular transmission)」および「正透過 (specular transmittance)」という用語は、透過光の角度分布が入射光の角度分布と実質的に同じである、本体を通る光の透過に関して、本明細書で使用される。「拡散透過 (diffuse transmission)」および「拡散透過 (diffuse transmittance)」という用語は、透過光が、入射光の角度分布と異なる角度分布を有する、本体を通る光の透過を説明するために使用される。「全透過 (total transmission)」または「全透過 (total transmittance)」という用語は、正および拡散の、すべての光の組合された透過を指す。

30

【0013】

フィルムの形態の反射偏光子 100 が、図 1A および図 1B に概略的に示されている。ここで採用される慣行において、フィルムの厚さ方向は z 軸とみなされ、x - y 平面はフィルムの平面に平行である。非偏光 102 が偏光子 100 に入射すると、偏光子 100 の透過軸に平行に偏光された光 104 は透過され、偏光子 100 の反射軸に平行に偏光された光 106 は反射される。反射光の角度分布は、偏光子 100 のさまざまな特徴に依存する。たとえば、いくつかの例示的な実施形態において、図 1A に概略的に示されているように、光 106 を正反射することができ、他の実施形態において、図 1B に概略的に示されているように、光 106 を拡散反射することができる。他の実施形態において、反射光は、正成分および拡散成分の両方を含むことができる。示された実施形態において、偏光子の透過軸は x 軸に平行であり、偏光子 100 の反射軸は y 軸に平行である。他の実施形態において、これらを逆にすることができる。透過光 104 は、正透過するか、拡散透過するか、正成分および拡散成分の組合せで透過することができる。

40

【0014】

本発明の例示的な実施形態による反射偏光子本体を通る破断図が、図 2 に概略的に示さ

50

れている。光学体 200 は、連続相とも呼ばれるポリマーマトリックス 202 を含む。ポリマーマトリックスは、光学的に等方性または光学的に複屈折性であることができる。たとえば、ポリマーマトリックスは、一軸または二軸複屈折性であることができ、ポリマーの屈折率が、1 つの方向に沿って異なり、2 つの直交する方向において同様であることができる（一軸）か、3 つの直交する方向すべてにおいて異なることができる（二軸）ことを意味する。

【0015】

ポリマー纖維 204 がマトリックス 202 内に配置される。ポリマー纖維 204 は、少なくとも 2 つの材料を含む。いくつかの例示的な実施形態において、材料の 1 つが複屈折性であり、1 つまたは複数の他の材料が等方性である。他の実施形態において、纖維を形成する材料の 2 つ以上が複屈折性である。また、いくつかの他の実施形態において、纖維を形成する材料は等方性であることができる。他の実施形態において、等方性ポリマー纖維 204 および複屈折性ポリマー纖維 204 の両方をマトリックス 202 内に配置することができる。

10

【0016】

ポリマー纖維 204 は、示されているように 1 つの纖維として、または多くの他の配列で、マトリックス 202 内に組織化することができる。いくつかの例示的な配列としては、ヤーン、ポリマーマトリックス内に 1 つの方向に配列されたトウ（纖維またはヤーンの）、織物、不織布、チョップドファイバー、チョップドファイバーマット（ランダムなまたは整ったフォーマットを有する）、またはこれらのフォーマットの組合せが挙げられる。チョップドファイバーマットまたは不織布は、纖維のランダムな配列を有するのではなく、不織布またはチョップドファイバーマット内の纖維のいくらかの整列をもたらすために、延伸するか、応力を加えるか、配向することができる。

20

【0017】

第 1 の纖維材料の、x、y、および z 方向の屈折率は、 n_{1x} 、 n_{1y} 、および n_{1z} と呼ぶことができ、第 2 の纖維材料の、x、y、および z 方向の屈折率は、 n_{2x} 、 n_{2y} 、および n_{2z} と呼ぶことができる。材料が等方性である場合、x、y、および z 屈折率は、すべて実質的に整合する。第 1 の纖維材料が複屈折性である場合、x、y、および z 屈折率の少なくとも 1 つが、他のものと異なる。

【0018】

30

各纖維 204 内に、第 1 の纖維材料と第 2 の纖維材料との間に、多数の界面がある。界面を形成する材料の少なくとも 1 つが複屈折性である場合、界面は複屈折性界面と呼ばれる。たとえば、2 つの材料が、界面において、それらの x および y 屈折率を示し、 n_{1x} 、 n_{1y} 、すなわち、第 1 の材料が複屈折性である場合、界面は複屈折性である。複屈折性界面を含むポリマー纖維の異なる例示的な実施形態を、以下で説明する。

【0019】

纖維 204 は、図に x 軸として示された軸に略平行に配置される。x 軸に平行に偏光された光の、纖維 204 内の複屈折性界面における屈折率差 $n_{1x} - n_{2x}$ は、y 軸に平行に偏光された光の屈折率差 $n_{1y} - n_{2y}$ と異なることができる。したがって、1 つの偏光状態について、纖維 204 内の複屈折性界面における屈折率差は比較的小さいことができる。いくつかの例示的な場合において、屈折率差は、0.05 未満であることができる。この状態は、実質的に屈折率が整合したと考えられる。この屈折率差は、0.03 未満、0.02 未満、または 0.01 未満であることができる。この偏光方向が x 軸に平行である場合、x 偏光が、本体 200 を通過し、反射がほとんどまたはまったくない。換言すれば、x 偏光は、本体 200 を高度に透過される。

40

【0020】

纖維内の複屈折性界面における屈折率差は、直交偏光状態の光について、比較的高いことができる。いくつかの例示的な例において、屈折率差は、少なくとも 0.05 であることができ、より大きい、たとえば 0.1、または 0.15 であることができるか、0.2 であることができる。この偏光方向が y 軸に平行である場合、y 偏光が、複屈折性界面に

50

おいて反射される。したがって、y 偏光は本体 200 によって反射される。纖維 204 内の複屈折性界面が、互いに実質的に平行である場合、反射は本質的に正反射であることができる。一方、纖維 204 内の複屈折性界面が、互いに実質的に平行でない場合、反射は実質的に拡散であることができる。複屈折性界面のいくつかが平行であることができ、他の界面が非平行であることができ、これは、正成分および拡散成分の両方を含む反射光をもたらすことができる。また、複屈折性界面が、湾曲しているか、比較的小さい、換言すれば、入射光の波長の 1 枠以内であることができ、これは、拡散散乱をもたらすことができる。

【0021】

すぐ上で説明された例示的な実施形態は、y 方向の比較的大きい屈折率差を伴う x 方向の屈折率整合に関するが、他の例示的な実施形態が、x 方向の比較的大きい屈折率差を伴う y 方向の屈折率整合を含む。

【0022】

ポリマーマトリックス 202 は、実質的に光学的に等方性であることができ、たとえば、約 0.05 未満、好ましくは 0.01 未満の複屈折 $n_{3x} - n_{3y}$ を有することができ、ここで、x および y 方向のマトリックスの屈折率は、それぞれ、 n_{3x} および n_{3y} である。他の実施形態において、ポリマーマトリックス 202 は複屈折性であることができる。したがって、いくつかの実施形態において、ポリマーマトリックスと纖維材料との間の屈折率差は、異なる方向において異なることができる。たとえば、x 屈折率差 $n_{1x} - n_{3x}$ は、y 屈折率差 $n_{1y} - n_{3y}$ と異なることができる。いくつかの実施形態において、これらの屈折率差の 1 つが、他方の屈折率差の少なくとも 2 倍も大きいことができる。

【0023】

いくつかの実施形態において、屈折率差、複屈折性界面の広さおよび形状、ならびに複屈折性界面の相対位置は、入射偏光の 1 つの、他方の偏光より大きい拡散散乱をもたらすことができる。そのような散乱は、主として後方散乱（拡散反射）前方散乱（拡散透過）または後方散乱および前方散乱の両方の組合せであることができる。

【0024】

ポリマーマトリックスおよび / または纖維での使用のための適切な材料としては、光波長の所望の範囲にわたって透明である熱可塑性および熱硬化性ポリマーが挙げられる。いくつかの実施形態において、ポリマーが水に不溶性であることが特に有用であり得る。さらに、適切なポリマー材料が、アモルファスまたは半結晶性であることができ、ホモポリマー、コポリマー、またはそれらのブレンドを含むことができる。ポリマー材料例としては、ポリ（カーボネート）（P C）；シンジオタクチックおよびイソタクチックポリ（ステレン）（P S）；C 1 - C 8 アルキルスチレン；ポリ（メチルメタクリレート）（P M M A）および P M M A コポリマーを含む、アルキル、芳香族、および脂肪族環含有（メタ）アクリレート；エトキシ化およびプロポキシ化（メタ）アクリレート；多官能性（メタ）アクリレート；アクリレート化工ポキシ；エポキシ；ならびに他のエチレン不飽和材料；環状オレフィンおよび環状オレフィンコポリマー；アクリロニトリルブタジエンスチレン（A B S）；スチレンアクリロニトリルコポリマー（S A N）；エポキシ；ポリ（ビニルシクロヘキサン）；P M M A / ポリ（フッ化ビニル）ブレンド；ポリ（フェニレンオキシド）合金；スチレンプロックコポリマー；ポリイミド；ポリスルホン；ポリ（塩化ビニル）；ポリ（ジメチルシロキサン）（P D M S）；ポリウレタン；不飽和ポリエステル；低複屈折ポリエチレンを含むポリ（エチレン）；ポリ（プロピレン）（P P）；ポリ（エチレンテレフタレート）（P E T）などのポリ（アルカンテレフタレート）；ポリ（エチレンナフタレート）（P E N）などのポリ（アルカンナフタレート）；ポリアミド；イオノマー；酢酸ビニル / ポリエチレンコポリマー；セルロースアセテート；セルロースアセテートブチレート；フルオロポリマー；ポリ（スチレン） - ポリ（エチレン）コポリマー；ポリオレフィン P E T および P E N を含む P E T および P E N コポリマー；ならびにポリ（カーボネート） / 脂肪族 P E T ブレンドが挙げられるが、これらに限定されない。（メタ）アクリレートという用語は、対応するメタクリレート化合物またはアクリレート化

10

20

30

40

50

合物であると定義する。シンジオタクチック PS を除いて、これらのポリマーは、光学的に等方性の形態で使用することができる。

【0025】

これらのポリマーのいくつかが、配向されると、複屈折性になることができる。特に、P E T、P E N、およびそれらのコポリマー、ならびに液晶ポリマーが、配向されると、比較的大きい複屈折値を明示する。ポリマーを、押出および延伸を含む異なる方法を用いて配向することができる。延伸は、ポリマーを配向するための特に有用な方法であり、というのは、それは、高配向度を可能にし、温度および延伸比などの、いくつかの容易に制御可能な外部パラメータによって制御することができるからである。配向されたおよび配向されていない、いくつかの例示的なポリマーの屈折率が、下記表 I に提供される。

10

【0026】

【表 1】

表 I いくつかのポリマー材料の典型的な屈折率値

樹脂/ブレンド	S. R.	T (°C)	n _x	n _y	n _z
PEN	1	-	1.64		
PEN	6	150	1.88	1.57	1.57
PET	1	-	1.57		
PET	6	100	1.69	1.54	1.54
CoPEN	1	-	1.57		
CoPEN	6	135	1.82	1.56	1.56
PMMA	1	-	1.49		
PC, CoPET ブレンド	1	-	1.56		
THV	1	-	1.34		
PETG	1	-	1.56		
SAN	1	-	1.56		
PCTG	1	-	1.55		
PS, PMMA コポリマー	1	-	1.55-1.58		
PP	1	-	1.52		
シンジオタクチック PS	6	130	1.57	1.61	1.61

20

30

【0027】

P C T G および P E T G (グリコール変性ポリエチレンテレフタレート) は、たとえば、テネシー州キングズポートのイーストマン・ケミカル・カンパニー (E a s t m a n C h e m i c a l C o . , K i n g s p o r t , T N) からイースター (E a s t a r) (登録商標) ブランド名で入手可能なコポリエステルのタイプである。T H V は、ミネソタ州セントポールの 3 M カンパニー (3 M C o m p a n y , S t . P a u l , M N) からブランド名ダイニオン (D y n e o n) (登録商標) で入手可能な、テトラフルオロエチレン、ヘキサフルオロプロピレン、およびフッ化ビニリデンのポリマーである。P S / P M M A コポリマーは、所望の屈折率値を達成するために、コポリマー中の成分モノマーの比を変化させることによって屈折率を「調整する」ことができるコポリマーの例である。「S. R.」と標記された列は延伸比を含む。1 の延伸比が、材料が、延伸されておらず、配向されていないことを意味する。6 の延伸比が、サンプルが、その元の長さの 6 倍に延伸されたことを意味する。正しい温度条件下で延伸される場合、ポリマー分子は配向され、材料は複屈折性になる。しかし、分子を配向することなく、材料を延伸することが可能である。「T」と標記された列は、サンプルが延伸された温度を示す。延伸されたサンプルは、シートとして延伸された。 n_x 、 n_y 、および n_z と標記された列は、材料の屈折率に言及する。 n_y および n_z について表に値が記載されていない場合、 n_y および n_z

40

50

の値は n_x と同じである。

【0028】

纖維の延伸下での屈折率の挙動は、シートを延伸する場合の結果と同様であるが必ずしも同じでない結果を与えることが予期される。ポリマー纖維を、所望の屈折率値を生じさせる任意の所望の値に延伸することができる。たとえば、いくつかのポリマー纖維が、少なくとも 3 の延伸比を生じさせるように延伸することができ、少なくとも 6 であることができる。いくつかの実施形態において、ポリマー纖維を、さらに、たとえば 20 までの延伸比に、またはさらに延伸することができる。

【0029】

複屈折を達成するための延伸のための適切な温度が、ケルビンで表現されたポリマー融点の約 80 % である。複屈折を、また、押出およびフィルム形成プロセスの間に生じるポリマー溶融物の流れによって誘起される応力によって誘起することができる。複屈折を、また、フィルム物品内の纖維などの隣接した表面との整列によって生じさせることができ。複屈折は正または負であることができる。正の複屈折は、直線偏光の電界軸の方向が、ポリマーの配向または整列表面に平行である場合に最高屈折率になる場合と定義する。負の複屈折は、直線偏光の電界軸の方向が、ポリマーの配向または整列表面に平行である場合に最低屈折率になる場合と定義する。正の複屈折性のポリマーの例としては、PEN および PET が挙げられる。負の複屈折性のポリマーの例としては、シンジオタクチックポリスチレンが挙げられる。

【0030】

所望の特性を光学体 200 に与えるために、マトリックス 202 および / またはポリマー纖維 204 に、さまざまな添加剤を提供することができる。たとえば、添加剤は、次のもの、すなわち、耐候剤、UV 吸収剤、ヒンダードアミン光安定剤、酸化防止剤、分散剤、潤滑剤、帯電防止剤、顔料または染料、造核剤、難燃剤、および発泡剤の 1 つ以上を含むことができる。ポリマーの屈折率を変更するか、材料の強度を増加させるための他の添加剤を提供することができる。そのような添加剤としては、たとえば、ポリマービーズもしくはポリマー粒子およびポリマーナノ粒子などの有機添加剤、または、ガラス、セラミック、もしくは金属酸化物ナノ粒子、または、粉碎物、粉末、ビーズ、フレーク、もしくは微粒子ガラス、セラミック、もしくはガラスセラミックなどの無機添加剤を挙げることができる。これらの添加剤の表面に、ポリマーに結合するための結合剤を提供することができる。たとえば、シランカップリング剤をガラス添加剤とともに使用して、ガラス添加剤をポリマーに結合することができる。

【0031】

いくつかの実施形態において、マトリックス 202、またはポリマー纖維 204 の成分が、不溶性、または少なくとも耐溶媒性であることが好ましいであろう。耐溶媒性である適切な材料の例としては、ポリプロピレン、PET、および PEN が挙げられる。他の実施形態において、マトリックス 202、またはポリマー纖維 204 の成分が、有機溶媒に可溶性であることが好ましいであろう。たとえば、ポリスチレンから形成されたマトリックス 202 または纖維成分が、アセトンなどの有機溶媒に可溶性である。他の実施形態において、マトリックスが水溶性であることが好ましいであろう。たとえば、ポリ酢酸ビニルから形成されたマトリックス 202 または纖維成分が、水に可溶性である。

【0032】

光学素子のいくつかの実施形態における材料の屈折率は、 x 方向に、纖維の長さに沿って変わることができる。たとえば、素子は、均一な延伸を受けないことがあるが、いくつかの領域内で、他の領域内でより大きい程度に延伸することができる。したがって、配向可能な材料の配向度は、素子に沿って均一でなく、したがって、複屈折は、素子に沿って空間的に変わることができる。

【0033】

さらに、マトリックス内に纖維を組入れることは、光学素子の機械的特性を向上させることができる。特に、ポリエステルなどのいくつかのポリマー材料が、纖維の形態で、フ

10

20

30

40

50

イルムの形態でより強く、したがって、纖維を含む光学素子が、纖維を含まない、同様の寸法のものより強いことができる。

【0034】

ポリマー纖維204は、直線であることができるが、直線である必要はなく、たとえばポリマー纖維204は、よじるか、螺旋状にするか、捲縮することができる。

【0035】

ポリマー纖維204は、多くの異なる方法でマトリックス202内に配列することができる。たとえば、図1に示されているように、纖維204を、マトリックス202の断面積にわたってランダムに位置決めすることができ、図2において、y-z平面内の異なる纖維204の位置はランダムである。他の断面配列を使用することができる。たとえば、光学素子300の断面を示す図3Aに概略的に示された例示的な実施形態において、纖維304は、マトリックス302内に一次元アレイで配列され、隣接した纖維304の間の規則的な間隔がある。この実施形態のいくつかの変更例において、隣接した纖維304の間の間隔は、すべての纖維304について同じである必要はない。光学素子300は偏光子であることができる。

10

【0036】

光学素子310の断面としての図3Bに概略的に示された別の例示的な実施形態において、纖維314は、マトリックス312内に規則的な二次元アレイで配列される。示された実施形態において、y方向の隣接した纖維314の間の分離距離 h_y は、z方向の隣接した纖維の間の分離距離 h_z と同じであるが、そうである必要はなく、図3Cに概略的に示されているように、z方向の分離距離 h_z はy方向の分離距離 h_y と異なることができる。光学素子310は偏光子であることができる。

20

【0037】

別の例示的な実施形態において、纖維314は、たとえば図3Dに概略的に示されているように、隣接した行の間でずれていることができ、六角形に詰められた纖維パターンを作る。纖維314の他の規則的なパターンを使用することができるか、纖維314の不規則なパターンを使用することができる。

【0038】

纖維314は、すべて、x軸に実質的に平行であることができるが、そうである必要はなく、いくつかの纖維314が、x軸に対してより大きいかまたはより小さい角度であることができる。たとえば、図3Dに示され、図3Eにさらに示された光学素子310の例において、纖維314が、y-z平面に平行な平面内で互いに平行に、しかし、x軸に対して第1の角度 α_1 にあるように、纖維314の第1の行316aを配向することができる。第2の行316bの纖維314は、また、y-z平面に平行な平面内で互いに平行に、しかし、必ずしも第1の角度に等しくない、x軸に対する第2の角度 α_2 にあることができる。また、第3の行316cの纖維314は、y-z軸に平行な平面内で互いに平行に、しかし、x軸に対して第3の角度 α_3 にあることができる。第3の角度は、第1または第2の角度に等しくても等しくなくてもよい。示された実施形態において、 α_3 の値はゼロに等しく、第3の行316cの纖維314はx軸に平行である。しかし、 α_1 、 α_2 、および α_3 の異なる値は、90°まで達することができる。

30

【0039】

そのような配列は、1つの行の纖維が、第1の波長帯域内の光について効果的であり、別の行の纖維が、第1の波長帯域と異なる第2の波長帯域内の光について効果的である場合に、特に有用であることができる。第1の行316aの纖維314が、赤色帯域幅内の反射偏光において効果的であり、第2の行316bの纖維314が、青色帯域幅内の反射偏光において効果的である例示的な例を考慮されたい。したがって、光学素子310が、赤色光および青色光の混合で照明されるべきであった場合、纖維314の第1の行316aは、青色光をすべて通過させ、角度 α_1 で偏光された赤色光を透過する。纖維314の第2の行316aは、角度 α_2 で偏光された赤色光を透過し、また、角度 α_3 に平行に偏光された青色光を透過する。角度 α_1 および α_2 が90°だけ離された場合、素子310

40

50

は、1つの偏光状態の赤色光、および直交偏光状態の青色光を透過する。同様に、反射青色光は、反射赤色光に直交して偏光される。纖維314の異なる数の行を、各角度で整列させ、各色帯域について使用することができることが理解されるであろう。

【0040】

いくつかの実施形態において、纖維314の密度は、光学素子300、310内で一定であることができるか、光学素子300、310内で変わることができる。たとえば、纖維314の密度は、光学素子300、310の1つの側から減少することができるか、何らかの他の態様で変わることができる。これをさらに示すために、図3Fは、纖維314の密度が素子310にわたって変わる光学素子310の実施形態を概略的に示す。特に、y方向の隣接した纖維の間の間隔は、素子310にわたってyのすべての位置について一定ではない。図3Gは、纖維314の密度が素子310を通して変わる光学素子310を概略的に示す。特に、z方向の隣接した纖維の間の間隔は、素子310を通してzのすべての位置について一定ではない。他の変更例が可能であり、たとえば、最も近い隣の纖維の間の間隔は、y方向およびz方向の両方において変わることができる。

10

【0041】

別の実施形態が図3Hに概略的に示されており、光学素子320が、マトリックス322内に埋込まれたポリマー纖維324を有する。この特定の実施形態において、隣接した纖維324の中心間の間隔は、図の中心における1つの領域内で、両側の隣り合っている領域に対して低減される。したがって、充填率、すなわち、纖維324によって占められる素子320の断面積の割合は、その領域内で増加される。充填率のそのような変化は、たとえば、光源326から素子320を透過された光の均一性を向上させるために、有用であることができる。これは、たとえば、素子320が、別々の光源によって照らされる直視スクリーンに含まれる場合、重要であることができ、そのようなデバイスにおいて、見る人に、均一な照明の画像を与えることが重要である。光源が均一な拡散体の後ろに配置される場合、拡散体を透過された光の輝度は、光源の上で最高である。図3Hに示された充填率の変化を使用して、光源326のすぐ上の拡散の量を増加させることができ、したがって、透過光の強度の不均一性を低減する。

20

【0042】

本開示の光学素子は、平坦な表面、たとえば、図1Aおよび図1Bに示されているようなx-y平面に平行な平坦な表面を有することができる。素子は、また、所望の光学効果を、偏光子を透過された、または偏光子によって反射された光に与えるように構造化された1つ以上の表面を含むことができる。たとえば、図3Iに概略的に示された1つの例示的な実施形態において、偏光子であることができる光学素子330は、いくつかのポリマー纖維334を含むマトリックス332で形成され、1つ以上の湾曲した表面336を有することができる。湾曲した表面336は、集束または非集束(defocusing)の屈折力を、表面336を透過された光に与える。示された実施形態において、光線338が、湾曲した屈折表面336によって集束された、光学素子330の透過軸に平行に偏光された光線の例を表す。他の例示的な実施形態において、それを通って光が素子330に入る素子330の入力表面が、湾曲していることができるか、他の表面構造であることができる。さらに、それを通って透過光が光学素子330を出る出力表面上の表面構造があることができる。表面構造の例としては、フレネルレンズ構造などの構造が挙げられる。そのような構造は、また、屈折力を、構造化表面を通過する光に与えると考えられる。

30

【0043】

入力表面および出力表面のいずれかまたは両方の構造化表面は、また、湾曲した領域に加えて、または湾曲した領域の代わりに、直線領域を含むことができる。たとえば、図3Jに概略的に示された別の例示的な実施形態において、ポリマー纖維344を含むマトリックス342で形成された光学素子340に、輝度向上表面と呼ばれるプリズム構造化表面346を設けることができる。輝度向上表面は、一般に、ディスプレイベンルを照明する光の円錐角を低減し、したがって、見る人のための軸上輝度を増加させるために、たとえばバックライト液晶ディスプレイに使用される。図は、素子340に非垂直に入射する

40

50

2つの光線348および349の例を示す。光線348は、素子340によって透過される偏光状態であり、また、構造化表面346によってz軸の方にそらされる。光線349は、素子340によって拡散反射される偏光状態である。輝度向上表面は、示されているように、プリズム構造が、またx軸に平行である纖維344に平行であるように配列することができる。他の実施形態において、プリズム構造は、纖維の方向に対して、ある他の角度にあることができる。たとえば、リブは、纖維に垂直なy軸に平行に、またはx軸とy軸との間のある角度にあることができる。

【0044】

構造化表面を、任意の適切な方法を用いて、マトリックス上に形成することができる。たとえば、マトリックスを、その表面が、工具表面がポリマー・マトリックスの表面上に所望の形状を生じさせる微細複製工具などの工具の表面と接触する間、硬化させることができる。

10

【0045】

ポリマー纖維は、光学素子の異なる領域にわたって存在することができる。図3Jにおいて、ポリマー纖維344は、構造化表面346によって形成された構造347内に配置されないが、素子340の主本体341内にのみ配置される。他の実施形態において、ポリマー纖維344を異なって分配することができる。たとえば、図3Kに概略的に示された光学素子350において、ポリマー纖維344は、素子350の主本体341、およびまた構造化表面346によって形成された構造347内の両方の中に配置される。図3Lに概略的に示された別の例において、ポリマー纖維344は、素子360の構造347内にのみ配置され、素子360の主本体341内に配置されない。

20

【0046】

本発明の別の例示的な実施形態が図3Mに概略的に示されており、素子370はマトリックス372内のポリマー纖維374を有する。この特定の実施形態において、纖維374aのいくつかが、マトリックス372内に完全に埋込まれないが、マトリックス372の表面376を貫通する。

【0047】

いくつかの例示的な実施形態において、偏光子内に配置されたポリマー纖維は、少なくとも、複屈折性材料、および別の材料、たとえば、実質的に非複屈折性の材料を含む、大量の異なるポリマー材料を含む。これらの異なる材料を、多くの異なる方法で、たとえば、規則的な交互の層で、または、他方の材料の「プール」内に配置された一方の材料の微細な纖維として、配列することができる。多数の内部複屈折性界面を含むポリマー纖維のいくつかの異なる例示的な実施形態を以下で説明する。マトリックス材料は、纖維の複屈折性材料よりより小さい複屈折を有することができるか、複屈折を有さないことができるか、反対に複屈折性であることができる。たとえば、纖維内の複屈折性材料が $n_x > n_y$ を有する場合、マトリックス材料は $n_y > n_x$ を有することができる。

30

【0048】

好みの例示的な実施形態において、複屈折性材料は、配向されると屈折率の変化を経るタイプのものである。したがって、纖維が配向されると、屈折率整合または不整合が、配向の方向に沿って生じる。配向パラメータおよび他の処理条件の注意深い操作によって、複屈折性材料の正のまたは負の複屈折を用いて、所与の軸に沿った光の一方または両方の偏光の拡散反射または透過を誘起することができる。透過と拡散反射との間の相対比は、纖維内の複屈折性界面の集中、纖維の寸法、複屈折性界面における屈折率の差の二乗、複屈折性界面のサイズおよびジオメトリ、ならびに入射放射線の波長または波長範囲などであるがこれらに限定されないいくつかの要因に依存する。

40

【0049】

特定の軸に沿った屈折率整合または不整合の大きさは、その軸に沿って偏光された光の散乱度に影響を及ぼす。一般に、散乱パワーは、屈折率不整合の二乗として変わる。したがって、特定の軸に沿った屈折率の不整合が大きいほど、その軸に沿って偏光された光の散乱が強い。逆に、特定の軸に沿った不整合が小さいとき、その軸に沿って偏光された光

50

が、より小さい程度に散乱され、本体の体積を通る透過はますます正反射になる。

【0050】

ある軸に沿って、非複屈折性材料の屈折率が複屈折性材料の屈折率と整合する場合、複屈折性材料の部分のサイズ、形状、および密度にかかわらず、電界がこの軸に平行な状態で偏光された入射光が、散乱されないで纖維を通過する。さらに、その軸に沿った屈折率が、また、偏光子本体のポリマーマトリックスの屈折率に実質的に整合する場合、光は、実質的に散乱されないで本体を通過する。本開示の目的のため、屈折率間の差が、多くとも0.05未満、好ましくは、0.03、0.02、または0.01未満であるとき、2つの屈折率の間の実質的な整合が生じる。

【0051】

複屈折性材料と非複屈折性材料との間の屈折率が、ある軸に沿って整合しない場合、纖維は、この軸に沿って偏光された光を散乱させるか反射する。散乱の強度は、少なくとも部分的に、寸法が約1/30より大きい所与の断面積を有する散乱体について、屈折率不整合の大きさによって定められ、ここで、 λ は、偏光子内の入射光の波長である。不整合の界面の厳密なサイズ、形状、および整列は、どのくらい多くの光がその界面からさまざまな方向に散乱または反射されるかを定める役割を果たす。散乱層の密度および厚さが十分である場合、多数の散乱理論によれば、散乱体サイズおよび形状の詳細にかかわらず、入射光が、反射または吸収されるが、透過されない。

【0052】

偏光子での使用前、纖維は、好ましくは、複屈折性材料と非複屈折性材料との間の屈折率差が、第1の軸に沿って比較的大きく、他の2つの直交する軸に沿って小さいように、延伸し、クロス延伸面内方向のいくつかの寸法緩和を可能にすることによって処理される。これは、異なる偏光の電磁放射線について大きい光学的異方性をもたらす。

【0053】

本発明の範囲内の偏光子のいくつかが、橿円拡散偏光子である。一般に、橿円拡散偏光子は、延伸方向および非延伸方向の両方に沿って複屈折性材料と非複屈折性材料との間の屈折率の差を有する纖維を使用し、1つの偏光の光を拡散透過または反射することができる。纖維内の複屈折性材料は、また、ポリマーマトリックス材料との複屈折性界面を形成することができ、この場合、これらの界面は、また、延伸方向およびクロス延伸方向の両方について、屈折率不整合を含むことができる。

【0054】

前方散乱と後方散乱との比は、複屈折性材料と非複屈折性材料との間の屈折率の差、複屈折性界面の集中、複屈折性界面のサイズおよび形状、ならびに纖維の総厚さに依存する。一般に、橿円拡散体が、複屈折性材料と非複屈折性材料との間の比較的小い屈折率差を有する。

【0055】

本発明による纖維での使用のために選択される材料、およびこれらの材料の配向度は、好ましくは、完成した纖維内の複屈折性材料および非複屈折性材料が、関連した屈折率が実質的に等しい、少なくとも1つの軸を有するように選択される。典型的には配向の方向に直角な軸であるが、必ずしもそうではない、その軸と関連する屈折率の整合は、その偏光面内の光の反射が実質的になることをもたらす。

【0056】

内部複屈折性界面を有し、かつ、上で説明された偏光子のいくつかの実施形態に使用することができるポリマー纖維の1つの例示的な実施形態が、多層纖維である。多層纖維は、その少なくとも1つが複屈折性である、異なるポリマー材料の多数の層を含む纖維である。いくつかの例示的な実施形態において、多層纖維は、一連の、第1の材料および第2の材料の交互の層を含み、第1の材料は光学的に等方性であり、第2の材料は、複屈折性であり、第1の材料の屈折率とほぼ同じ、1つの軸に沿った屈折率と、等方性材料の屈折率と異なる、直交する軸に沿った屈折率とを有する。そのような構造は、たとえば米国特許第5,882,774号明細書に、より大きい長さで記載されている。

10

20

30

40

50

【0057】

多層纖維400の1つの例示的な実施形態の断面が、図4Aに概略的に示されている。纖維400は、第1の材料402および第2の材料404の交互の層を含む。第1の材料は複屈折性であり、第2の材料は実質的に等方性であり、それにより、隣接した層の間の界面406は複屈折性である。この特定の実施形態において、界面406は、実質的に平面であることができ、纖維400の長さに沿って延在することができる。

【0058】

纖維400は、クラッディング層408によって囲むことができる。クラッディング層408は、第1の材料402、第2の材料404、纖維が埋込まれたポリマーマトリックスの材料、または何らかの他の材料から製造することができる。クラッディング408は、デバイス全体の性能に機能的に寄与することができるか、クラッディングは、機能を行わないことができる。クラッディング408は、纖維およびマトリックスの界面における光の偏光解消を最小にすることによってなど、反射偏光子の光学的特性を機能的に向上させることができる。任意に、クラッディング408は、纖維と連続相材料との間の所望のレベルの接着をもたらすことによってなど、偏光子を機械的に向上させることができる。いくつかの実施形態において、クラッディング408は、たとえば、纖維400と周囲のポリマーマトリックスとの間のいくらかの屈折率整合をもたらすことによって、反射防止機能を提供するために使用することができる。

10

【0059】

纖維400は、纖維400の所望の光学特徴に依存して、異なる数の層で、および異なるサイズで、形成することができる。たとえば、纖維400は、約10の層から何百もの層で、関連した厚さ範囲で、形成することができる。纖維400の幅の制限はないが、幅の好みの値は、5μmから約5000μmの範囲内に入ることができるが、纖維幅は、また、この範囲の外側になることができる。

20

【0060】

材料の多数の層を多層フィルムに共押出しし、次いで、複屈折性材料を配向し、複屈折性界面を生じさせるようなその後の延伸工程によって、多層纖維400を製造することができる。多層シートをスライスすることによって、多層纖維を得ることができる。複屈折性界面を含む多層シートを製造するためのいくつかの方法が、たとえば、米国特許第5,269,995号明細書；米国特許第5,389,324号明細書；および米国特許第5,612,820号明細書に、さらに記載されている。

30

【0061】

複屈折性材料として使用することができる適切なポリマー材料のいくつかの例としては、上で説明されたような、P E T、P E N、およびそれらのさまざまなコポリマーが挙げられる。非複屈折性材料として使用することができる適切なポリマー材料のいくつかの例としては、上で説明された光学的に等方性の材料が挙げられる。

【0062】

多層纖維の他の構成を使用することができる。たとえば、多層纖維420の別の例示的な実施形態を、交互の第1の材料422および第2の材料424の同心層で形成することができ、第1の材料422は複屈折性であり、第2の材料424は等方性である。この例示的な実施形態において、纖維420は、纖維420に沿って延在する、交互の層422、424の間の同心複屈折性界面426を含む。

40

【0063】

纖維420の外層428を、第1および第2の材料、偏光子のポリマーマトリックスに使用されるのと同じポリマー材料、または何らかの他の材料の1つから形成することができる。

【0064】

纖維420は、反射および波長依存などの所望の光学特徴を提供するために、任意の適切な数の層および層厚さで形成することができる。たとえば、纖維420は、10の層から何百もの層を含むことができる。同心纖維420は、多層形態を共押出しし、次いで、

50

延伸して複屈折性材料を配向することによって、形成することができる。平坦な多層纖維 400 での使用のために上に記載された材料のいずれかを、また、同心纖維 420 に使用することができる。

【0065】

異なるタイプの断面を有する多層纖維も使用することができる。1つのそのような例が、図 4C に断面で概略的に示された多層纖維 440 である。この纖維は、多数の、第 1 の材料 442 および第 2 の材料 444 の交互の層を含み、第 1 の材料 442 は複屈折性であり、第 2 の材料 444 は光学的に等方性である。異なる層の間に形成された複屈折性界面 446 は、平坦な部分 446a と、湾曲した部分 446b とを有し、纖維 440 に沿って延在する。異なる層の特定の断面形状は、主として、纖維 440 を共押出しするために使用されるフィードブロックの形状によって、およびまた、いかなるその後の纖維 440 の形成によっても定められる。

【0066】

外層 448 は、第 1 または第 2 の材料、纖維 440 が埋込まれたポリマーマトリックスと同じ材料、または何らかの他の材料から形成することができる。外層 408、428、448 の材料は、ポリマー纖維と周囲のポリマーマトリックスとの間の所望の接着特性を提供するように選択することができる。たとえば、いくつかの実施形態において、外層 408、428、448 は、ポリエステル樹脂、シラン、または、ポリマー纖維とポリマーマトリックスとの間の接着を増加させるために使用される何らかの他の剤から形成することができる。他の実施形態において、外層 408、428、448 は、ポリマー纖維と周囲のポリマーマトリックスとの間の接着を低減する材料、たとえば、フルオロカーボン材料、シリコーン材料などから製造することができる。いくつかの実施形態において、たとえば、ポリマー纖維とポリマーマトリックスとの間のいくらかの屈折率整合をもたらすことによって、反射防止機能を提供するために、外層を使用することができる。

【0067】

多層纖維が、纖維断面上で平坦な部分を有する複屈折性界面を含む場合、ある範囲の選択された効果をもたらすように、平坦な部分の配向を偏光子内で制御することができる。たとえば、図 4D に概略的に示された偏光子 450 の例示的な実施形態において、偏光子 450 は、複屈折性界面が一般に偏光子 450 の表面 456 と平行に整列された纖維 454 が埋込まれたマトリックス 452 を含む。入射光 458 が偏光されていない場合、偏光子は、1つの偏光状態の光 460 を通過させ、直交偏光状態の光 462 を反射する。示された実施形態において、透過光 460 は図の平面の外に偏光され、反射光 462 は図の平面に平行に偏光される。

【0068】

この例示的な実施形態において、反射光 462 は、かなりの正成分を含むことができ、というのは、纖維 454 の複屈折性界面が互いに平行に整列されるからである。反射光 462 は、また、たとえば、表面および回折効果によって、ならびに、また、纖維 454 の間の真の平行からの整列不良のため、拡散成分を含むことができる。さらに、複屈折性界面が表面 456 に平行に整列されるので、偏光子 450 は、反射偏光状態の光について、幾分、鏡のように機能する。

【0069】

偏光子 470 の別の例示的な実施形態が、図 4E に断面で概略的に示されている。この偏光子 470において、纖維 454 は、複屈折性界面の平坦な部分が互いに実質的に平行な状態で整列される。しかし、この場合、複屈折性界面の平坦な部分は、表面 456 に平行に整列されないが、表面 456 に非平行に整列される。非偏光入射光 458 が、透過偏光状態の光 460 の透過、および反射偏光状態の光 462 の反射をもたらす。この場合、入射光が表面 456 に垂直に入射すると、反射光 462 を、一般に、表面 456 に非垂直な方向に反射することができる。反射光 462 は、偏光子 470 の側に向けられるということができる。

【0070】

10

20

30

40

50

偏光子 480 の別の例示的な実施形態が、図 4 F に断面で概略的に示されている。この偏光子 480 において、纖維 454 は、複屈折性界面の平坦な部分がすべて平行な状態で整列されないが、偏光子 480 にわたって所望の配向プロファイルで配向される。説明のため、複屈折性界面の平坦な部分に対する法線 482 と表面 456 に対する法線 484 との間に形成された角度 θ を規定することが有用である。 θ の値は、偏光子 480 にわたって変わることができる。示された実施形態において、偏光子 480 の左側の方の纖維 454 は、 θ の値が $+30^\circ$ であるように配向される。したがって、偏光子 480 のこの部分から反射された光 462L は、右の方に向けられる。偏光子 480 の右側の方の纖維 454 は、 θ の値が -30° であるように配向され、したがって、偏光子のこの側から反射された光 462R は、左の方に向けられる。偏光子の中心において、複屈折性界面の平坦な部分および表面 456 に対する法線 482、484 は、ほぼ平行であり（すなわち、 $\theta = 0^\circ$ ）、したがって、偏光子 480 の中心で反射された光 462C は、表面 456 上でほぼ入射角で反射される。

【0071】

光を所定のプロファイルで反射するように、 θ が偏光子 480 にわたって変わる態様を選択することができることが理解されるであろう。たとえば、示された実施形態において、反射光を、ほぼ、偏光子の前の焦点に導くことができる。示されていない別の例示的な実施形態において、反射光が、偏光子の前ではなく、偏光子の側の焦点に導かれるよう、複屈折性界面の平坦な部分を配向することができる。

【0072】

偏光子 490 の別の例示的な実施形態が、図 4 G に概略的に示されている。この偏光子 490 において、異なる纖維 454 の複屈折性界面の平坦な部分は、ランダムに配向される。結果として、反射光 462 は、多少拡散的に反射される。

【0073】

反射光が、多少、正反射されるか、拡散反射されるか、正特徴および拡散特徴のある組合せで反射されるように、複屈折性界面の平坦な部分の相対配向を選択することができることが理解されるであろう。

【0074】

いくつかの例示的な実施形態において、纖維 454 は、それらの長さに沿って、表面 456 に対して、一定の配向を維持する。他の例示的な実施形態において、纖維 454 のいくつかまたはすべてを、それらの長さに沿って撲ることができる。

【0075】

内部複屈折性界面を有するポリマー纖維の別の例示的な実施形態が、ポリマー充填剤が浸透された多数の散乱纖維を含む複合纖維である。例示的な複合纖維の断面の例が、図 5 A に概略的に示されている。複合纖維 500 は、散乱纖維 502 間の充填剤 504 とともに、多数の散乱纖維 502 を含む。いくつかの実施形態において、散乱纖維 502 または充填剤 504 の少なくとも一方が複屈折性である。たとえば、いくつかの例示的な実施形態において、散乱纖維 502 の少なくともいくつかを複屈折性材料から形成することができ、充填剤材料 504 は非複屈折性であることができる。他の例示的な実施形態において、散乱纖維 502 は非複屈折性であることができ、充填剤材料 504 は複屈折性である。他の実施形態において、散乱纖維 502 および充填剤 504 の両方が複屈折性であることができる。これらの異なる変更例において、散乱纖維 502 の材料と充填剤材料 504 との間の各界面 508 は、複屈折性材料と別の材料との間の界面であり、すなわち、複屈折性界面であり、選択された偏光状態の光の優先的な反射または散乱に寄与することができる。これらの異なる実施形態の各々において、複合纖維が埋込まれたポリマーマトリックスは、光学的に等方性または複屈折性であることができる。

【0076】

いくつかの他の実施形態において、纖維 500 は、等方性充填剤材料 504 とともに等方性散乱纖維 502 から製造することができる。そのような場合、纖維 500 が埋込まれたマトリックスは複屈折性である。

10

20

30

40

50

【0077】

複合纖維500は、異なる断面形状を呈することができる。図5Aにおいて、複合纖維500は円形断面形状を有する。それぞれ図5Bおよび図5Cに概略的に示された複合纖維510および520の他の例示的な実施形態は、橢円形および正方形断面形状を有する。他の断面形状、たとえば、規則的なおよび不規則な多角形形状、または湾曲した辺および直線の辺を組合せる断面形状を使用することができる。示された実施形態は、例示にすぎないことが意図され、決して限定することは意図されていない。

【0078】

複合纖維に、任意に、外層506を設けることができる。外層506は、たとえば、複合纖維と複合纖維が埋込まれたポリマーマトリックスとの間の接着に影響を及ぼすために使用することができる。いくつかの実施形態において、外層506は、複合纖維とポリマーマトリックスとの間の接着を増加させる材料、たとえば、ポリエステル樹脂コーティング、シランコーティング、または、ポリマーマトリックスとポリマー纖維との間の接着を増加させるために使用される他のプライマーから形成することができる。他の実施形態において、外層506は、ポリマー纖維と周囲のポリマーマトリックスとの間の接着を低減する材料、たとえば、フルオロカーボン材料、シリコーン材料などから製造することができる。いくつかの実施形態において、外層506は、たとえば、纖維500と周囲のポリマーマトリックスとの間のいくらかの屈折率整合をもたらすことによって、反射防止機能を提供するために使用することができる。

【0079】

散乱纖維の位置は、たとえば、図5A～5Cの例示的な実施形態に概略的に示されているように、複合纖維の断面内でランダムであることができる。散乱纖維の他の断面配列を使用することができる。たとえば、散乱纖維502を、複合纖維530の断面内に規則的に配列することができる。たとえば、図5Dに示された纖維530の例示的な実施形態は、y方向の隣接した散乱纖維502の間の分離距離 d_y が、z方向の隣接した散乱纖維502の間の分離距離 d_z と同じである二次元アレイで配列された散乱纖維502を示す。図5Eに示された纖維540の例示的な実施形態において、散乱纖維502は、y方向の分離距離 d_y がz方向の分離距離 d_z と異なる二次元アレイで配列される。図5Dおよび図5Eの散乱纖維502は、矩形格子パターンにあり、これは、図5Dの正方形格子パターンを含むことが理解される。複合纖維530、540が、可視光で使用されるべきである場合、隣接した散乱纖維502の間の間隔は、たとえば、50nm～500nmの範囲内であることができる。

【0080】

散乱纖維502の他の規則的な配列が可能である。たとえば、図5Fに断面で概略的に示された複合纖維550において、散乱纖維502は、y方向に沿って行にあり、隣接した行はy方向に互いにずれている。この特定の実施形態において、隣接した行の間のずれは、散乱纖維502が、正方形または矩形パターンではなく、六角形パターンで配列されるようなものである。図5Fの配列の変更例が、図5Gの複合纖維555について概略的に示されており、最も近い隣り合う散乱纖維502の間の分離は、z方向において、y方向においてより大きい。

【0081】

他の例示的な実施形態において、散乱纖維502は他のパターンを形成することができる。たとえば、散乱纖維を、規則的なアレイ内の、いくつかの、しかしすべてではない位置を充填するように配列することができる。さらに、空間または間隙を、隣接した散乱纖維または散乱纖維のグループの間に導入することができる。そのようなグループまたは空間および間隙のサイズおよび分布は、特に望ましいスペクトル特徴を生じさせるように選択することができる。たとえば、散乱纖維のいくつかの配列が、特定の波長範囲内の光について、フォトニック結晶として作用することができ、これは、スペクトル的に選択的な反射および/または透過をもたらすことができる。フォトニック結晶フォトニック纖維が、代理人整理番号60371US002を有する、2005年2月28日に出願された、

10

20

30

40

50

「複合ポリマー纖維（COMPOSITE POLYMER FIBERS）」という名称の共有米国特許出願第11/068,158号明細書に、さらに記載されている。

【0082】

可能な散乱纖維配列の網羅的でない選択を示す複合纖維の付加的な例示的な実施形態をここで説明する。

【0083】

図5Hに概略的に示された複合纖維560の例示的な実施形態において、いくつかの散乱纖維502が、纖維560の中心の周りの領域内に規則的に配列されるが、纖維560の中心部分は散乱纖維がない。図5Iに概略的に示された複合纖維565の別の例において、散乱纖維502は同心リング506で配列される。散乱纖維502のサイズ、ならびに間隙および/または同心リングのサイズは、透過および/または反射などの特定の光学特性のために選択することができる。図5Iに示された例において、散乱纖維は、六角形格子によって設定された位置にリングで配置されるように示されている。これは、必要な条件ではなく、散乱纖維502は、たとえば図5Jに概略的に示されているように、半径方向に同心のパターンで形成することができる。

【0084】

いくつかの実施形態において、散乱纖維502は、すべて、同じサイズである必要はない。たとえば、図5Jおよび図5Kに示された複合纖維570および575の実施形態について示されているように、複合纖維は、異なる断面サイズの散乱纖維を含むことができる。これらの特定の実施形態において、散乱纖維502aは、散乱纖維502bより断面が比較的より大きい。散乱纖維502は、少なくとも2つの異なるサイズのグループに分かれることができ、実際には、すべて、異なるサイズであることができる。さらに、たとえば図5Iに示されているように、散乱纖維502を複合纖維の中心に配置することができるか、複合纖維の中心に散乱纖維502がないことができ、たとえば、散乱纖維502aは、図5Jの複合纖維570の中心を囲んで位置決めされるが、複合纖維570の中心に位置決めされない。実際には、散乱纖維502の寸法は、1つの値であるのではなく、ある範囲内に入ることができる。さらに、異なる散乱纖維502を異なる材料から形成することができる。

【0085】

上で説明されたように、複合纖維は、形状が円形である必要はなく、非円形断面を有することができる。図示において、図6Aおよび図6Bは、それぞれ正方形パターンおよび六角形パターンで散乱纖維502を含む非円形複合纖維600、610を示す。非円形纖維は、その散乱纖維502が、規則的な格子パターン上のポイントに位置決めされることができるが、格子パターンのすべての位置が散乱纖維502と関連する必要はない。たとえば、図6Cに概略的に示された非円形複合纖維620は、六角形格子上に位置決めされた散乱纖維502を含むが、いくつかの間隙612が纖維間に存在することができる。さらに、散乱纖維502によって形成されたパターンは、対称軸を有さない。

【0086】

非円形複合纖維630、640の他の例示的な実施形態が、図6Dおよび図6Eに概略的に示されている。これらの例示的な非円形複合纖維630、640は、断面が正方形であり、異なる例示的なパターンで配列された散乱纖維502を含む。複合纖維630内の散乱纖維502は六角形格子パターン上に配列され、複合纖維640内の散乱纖維502は正方形格子パターンで配列される。各場合において、散乱纖維502の配列内の間隙がある。

【0087】

本発明の範囲は、複合纖維内の散乱纖維のすべての配列を包含することが意図される。いくつかの例示的な配列において、散乱纖維の相対位置、散乱纖維のサイズ、および散乱纖維と充填剤材料との間の屈折率の差を、たとえば反射および/または透過における、所望のスペクトル的に選択的な特性を、複合纖維に与えるように設定することができる。そのようなスペクトル的に選択的な特性の例としては、反射および透過が挙げられるが、こ

10

20

30

40

50

れらに限定されない。複合纖維のいくつかの実施形態において、散乱纖維の断面位置は、入射光の非干渉性散乱をもたらすことができる。他の実施形態において、散乱纖維の位置は、フォトニック結晶特性を生じさせる散乱光の干渉性効果をもたらすことができる。複合纖維内の散乱纖維の平均密度は、大きい範囲、たとえば、約1%から約95%、好ましくは約10%から約90%、より好ましくは約10%から約50%にわたることができるが、散乱纖維密度は、また、これらの範囲の外側になることができる。複合纖維は、代理人整理番号60371US002を有する、2005年2月28日に出願された、「複合ポリマー纖維（COMPOSITE POLYMER FIBERS）」という名称の共有米国特許出願第11/068,158号明細書に、より詳細に記載されている。

【0088】

10

散乱纖維502のサイズは、散乱に著しい影響を及ぼすことができる。散乱効果のプロットとして、規格化されスケール変更された光学的厚さ（NSOT）が、散乱纖維の平均半径の関数として、図7に示されている。NSOTは次の式によって与えられ、

$$NSOT = (1 - g) / (t f)$$

式中、 g は、光学厚さであり、 t は、拡散体の厚さであり、 f は、拡散体の体積分率であり、 g は、非対称パラメータである。 g の値は、純粹前方散乱の場合+1であり、純粹後方散乱の場合-1であり、均等前方および後方散乱の場合ゼロである。プロットを生じさせるために使用された計算は、入射光の真空波長が550nmであることを想定した。

20

【0089】

図からわかるように、散乱効果は、約150nmの半径においてピークに達し、約50nm～1000nmの半径範囲にわたって、最大の約半分の値を有する。散乱纖維は任意の所望の断面寸法を有することができるが、断面寸法は、約550nmの波長を中心とする光について、約50nmから約2000nmの範囲内、より好ましくは約100nmから約1000nmの範囲内であることができる。断面寸法は、散乱纖維がほぼ円形断面を有する場合、直径であり、非円形纖維断面の場合、散乱纖維幅とみなすことができる。入射光の波長が、スペクトルの可視領域の外側に、たとえば紫外または赤外領域内にある用途のために、複合纖維が使用されている場合、散乱纖維のサイズは異なることができる。一般に、散乱纖維の断面寸法の好ましい範囲が、約1/10から約4であり、ここで、

30

は光の真空波長である。光がある範囲の波長内に存在する場合、 g の値は、波長範囲の中心値とみなすことができるが、複合纖維に、また、ある範囲の寸法を有する散乱纖維を設けることができる。

【0090】

散乱纖維が小さすぎる、たとえば、複合纖維内の光の波長の約30分の1未満、または真空中の550nmにおける光について約0.012μm未満である場合、および、散乱纖維の密度が十分に高い、たとえば、複合纖維体積の約60%～80%の範囲内である場合、偏光子は、任意の所与の軸に沿った散乱纖維および充填剤の屈折率にある程度存在する有効屈折率を有する媒体として機能し得る。そのような場合、光がほとんど散乱されない。散乱纖維の断面サイズが、光波長より著しく大きく、たとえば、波長の少なくとも約3倍以上になると、散乱効率は非常に低くなり、真珠光沢効果が生じことがある。

40

【0091】

散乱纖維の断面寸法は、光学材料の所望の用途に依存して変わることができる。したがって、たとえば、散乱纖維の寸法は、特定の用途における対象となる光の波長に依存して変わることができ、異なる寸法が、可視光、紫外光、および赤外光を散乱または透過するために必要とされる。しかし、一般に、散乱纖維の寸法は、およそ、材料中の対象となる波長範囲内の光の最も小さい波長の約30分の1より大きくななければならない。

【0092】

所望の寸法範囲の上側において、散乱纖維の平均寸法は、好ましくは、材料中の対象となる波長範囲にわたる光の波長の2倍以下、好ましくは所望の波長の0.5未満である。

50

【0093】

複合纖維内の散乱纖維の密度は、生じる散乱の量に影響を及ぼす。散乱纖維間の中心間の間隔が、約 / 10 から約 2 であることが有用であることができ、ここで、 は、入射光の中心または平均真空波長である。

【0094】

散乱纖維は、断面が円形であることができるが、円形である必要はなく、他の断面形状を有することができる。図 6 F に断面で概略的に示された例示的な複合纖維 650 において、散乱纖維 652 は正方形断面を有する。断面の他の形状、たとえば、三角形、矩形、もしくは六角形などの、規則的なおよび不規則な多角形形状、または湾曲した辺および直線の辺を組合せる断面形状を使用することができる。散乱纖維の断面形状は、押出ダイの形状の結果であることができるか、押出後の光学素子の後処理の結果であることができる。本発明を、図に示されたそれらの断面形状を有する散乱纖維に限定することは意図されていない。

10

【0095】

中心間の纖維間隔が不均一である場合、非円形断面を有する散乱纖維の使用が有用であり、というのは、それは、散乱纖維が、複合纖維の断面積のより大きい割合を充填することを可能にするからである。たとえば、散乱纖維が矩形格子上に配列され、中心間の間隔が、y 方向において z 方向の 2 倍も大きい場合、散乱纖維は、散乱纖維が y 方向において z 方向より 2 倍も長い橢円形断面を有する場合、散乱纖維が円形であった場合より大きい複合纖維断面を充填する。

20

【0096】

非円形断面を有する散乱纖維のいくつかの付加的な例示的な配列が、図 6 G ~ 6 I に概略的に示されている。非円形散乱纖維は、それらの断面形状がランダムな方向に配列された状態で配列することができる。他の実施形態において、散乱纖維の断面を、互いに対し整列させることができる。たとえば、図 6 G において、複合纖維 660 は、橢円形断面を有する散乱纖維 662 が埋込まれた充填剤 504 で形成される。この特定の実施形態において、散乱纖維 662 は、それらの断面橢円の長軸が y 軸と平行な状態で整列される。

【0097】

散乱纖維は、それらの断面がすべて整列した状態で配列する必要はないが、異なる散乱纖維が、複合纖維内の異なる整列を有することができる。図 6 H に概略的に示された複合纖維 670 の例示的な実施形態において、散乱纖維 672 は橢円形断面を有し、いくつかの纖維 672 a が、それらの長軸が z 軸に平行な状態で配列され、他の纖維 672 b が、それらの短軸が z 軸に平行な状態で配列される。散乱纖維 672 の約半分が各方向に整列される。また、纖維 672 a および 672 b の集団は、複合纖維 670 の断面内で規則的に配列される。纖維 672 a および 672 b の集団を、また、複合纖維 670 の断面内で不規則に配列することができることが理解されるであろう。

30

【0098】

示された実施形態の他の変更例が可能である。たとえば、すべての散乱纖維が、同じ断面形状、サイズ、または整列を有する必要はない。さらに、散乱纖維は、複合纖維内のパターンを形成するように断面で整列させることができる。そのような複合纖維 680 の 1 つの特定の例が、図 6 I に概略的に示されている。充填剤 504 は、2 つの異なる断面形状を有する散乱纖維、橢円形纖維 682 および円形纖維 684 が埋込まれる。示された実施形態において、橢円形纖維 682 は、それらの橢円形断面の短軸が最も近い円形纖維 684 の方に向けられるように整列される。散乱纖維の他のパターンを使用することができる。

40

【0099】

散乱纖維が非円形断面を有する場合、散乱纖維は、複合纖維内に燃られない状態であることができ、散乱纖維の面が、散乱纖維の長さに沿って、複合纖維の 1 つの面の方に配向される。他の例示的な実施形態において、散乱纖維を複合纖維内で燃ることができ、散乱纖維の長さに沿って異なるポイントにおいて、散乱纖維の面が、複合纖維の異なる面の方

50

に配向される。

【0100】

複合纖維の多くの実施形態において、複屈折性界面は、湾曲していることができるか、平坦であり、かつ整列されていないことができる。そのような実施形態において、光は複屈折性界面で多くの異なる方向に反射され、したがって、複合纖維は、光を散乱すると説明することができる。

【0101】

屈折率不整合が、複合纖維内の偏光依存散乱を促進するために依拠する主な要因であるが、複合纖維の断面形状も、散乱に影響を及ぼすことができる。たとえば、散乱纖維が、断面が楕円形である場合、楕円形断面形状は、後方散乱光および前方散乱光の両方の非対称拡散に寄与することができる。この影響は、屈折率不整合による散乱量を増加させる場合も減少させる場合もある。

10

【0102】

いくつかの実施形態において、散乱纖維は、コアおよびシェル構造を有することができる、コアおよびシェルは、同じまたは異なる材料から製造されるか、コアは中空である。したがって、たとえば、散乱纖維は、均一なまたは不均一な断面の中空纖維であることができる。纖維の内部空間は、空であることができるか、固体、液体、または気体であることができ、有機または無機であることができる適切な媒体によって占めることができる。媒体の屈折率は、複屈折性界面における反射度または散乱度を達成するように、複屈折性界面における屈折率差を考慮して選択することができる。適切な等方性ポリマー材料および複屈折性ポリマー材料を上で説明した。

20

【0103】

複合纖維を製造する1つの方法は、複合纖維を製造するために設計されたフィードブロックを使用して、ときにはまた「海島 (island-in-the-sea)」纖維として知られている多数の散乱纖維を共押出しすることである。そのような方法は、纖維科学技術ハンドブック：先端技術纖維パートD (Handbook of Fiber Science and Technology: High Technology Fibers Part D)、Vol. 3；ルーウィン (Lewin) およびプレストン (Preston) (編)、マーセル・デッカー (Marcel Dekker)、1996年、ISBN 0-8247-9470-2に、より詳細に記載されている。この引例に記載されたものを含む他の纖維構造および断面分布を使用することができる。複合纖維を、押出後、延伸して、複屈折性材料を配向することができる。散乱纖維を含む素子を共押出しする方法のより詳細な説明が、米国特許出願第11/068,159号明細書 (2005年2月28日に出願された、「共連続相を有する複合ポリマー光学フィルム (COMPOSITE POLYMERIC OPTICAL FILMS WITH CO-CONTINUOUS PHASES)」、代理人整理番号60401US002) に、示されている。

30

【実施例】

【0104】

複合纖維を共押出しする例において、118のレーザ機械加工プレートと、11のエンドミル加工したプレートとを有するフィードブロックを、2つの入力ポートと、約1000の「島」出力ポートとを有するように組立てた。フィードブロック内で、ポリマー経路は、すべて、実質的に等しい長さである。結果として生じる共押出物 (coextruded and) 複合纖維の断面が、図14の写真に示されている。複合纖維は、テネシー州キングズポートのイーストマン・ケミカル・カンパニーによって供給された、PETGコポリエステル、イースター (登録商標) 6763の充填剤「海」の中の、散乱纖維「島」としてのPEN (90%) / PET (10%) コポリマーを含んだ。押出された複合纖維は直径約200 μmである。複合纖維は、延伸しなかったが、幾何学的形状を維持しながらの延伸で、約25 μmの直径、すなわち、約87%の直径の低減に達することができる。そのような延伸において、散乱纖維間の間隔は約500 nmであろう。散乱纖維の断面寸法

40

50

は、2つの異なるポリマー材料の流量の比に依存する。

【0105】

ポリマー纖維の適切な光学特性を、同心および平面の両方の多層構成、ならびに複合纖維内の多数の小さい散乱纖維（「海島」纖維）を含む纖維内部構造の使用によって、または他の方法によって、複屈折性界面で、先に説明されたように達成することができる。纖維内のポリマー複屈折性界面を含む所望の内部構造を発生させるための別 の方法は、混和性でない（かつ少なくとも1つが複屈折性である）2つのポリマーを使用し、それらを纖維に押出すか、キャストするか、形成することである。処理すると、連続相および分散相が発生される。その後の処理または配向で、ポリマー纖維の内部構造に依存して、分散相は棒状または層状構造を呈することができる。さらに、ポリマー材料は、一方の偏光方向について、2つの材料の間に実質的な屈折率整合があり、他方の偏光について、比較的大きい屈折率不整合があるように、配向することができる。フィルムマトリックス内の分散相の発生は、米国特許第6,141,149号明細書により詳細に記載されている。

【0106】

このタイプの複屈折性ポリマー纖維は、分散相纖維と呼ぶことができる。分散相纖維800の例が、図8Aに概略的に示されており、分散相802は連続相804の内部にある。端面806は、纖維800の断面を横切る分散相部分802のランダムな分布を示すための断面である。マトリックス804と分散相802との間の界面は複屈折性界面であり、したがって、偏光に敏感な反射または散乱が界面で生じる。

【0107】

分散相は、また、液晶小滴、液晶ポリマー、またはポリマーから形成することができる。分散相は、代わりに、空気（微小空隙）から構成することができる。いずれにせよ、分散相纖維内の分散相と連続相との間の界面は、反射偏光を含む所望の光学特性を誘起することができる。

【0108】

複屈折性ポリマー纖維を形成するための別 の方法において、第1のポリマーを充填剤として使用するが、第2および第3のポリマーを散乱纖維のために使用して、複合纖維と同様に、纖維を形成することができる。いくつかの実施形態において、第2および第3のポリマーは互いに混和性でなく、第2および第3のポリマーの少なくとも1つが複屈折性である。第2および第3のポリマーを混合し、複合纖維内の散乱纖維として押出すことができる。処理すると、第1のポリマーは複合纖維の充填剤部分を形成し、散乱纖維は、それぞれ第2および第3のポリマーからの連続相および分散相の両方を含む。このタイプの纖維は分散相複合纖維と呼ばれる。分散相複合纖維850の例が、図8Bに概略的に示されており、分散相854を含む散乱纖維852を示す。散乱纖維852は充填剤856によって囲まれる。他の実施形態において、散乱纖維は第2のポリマーおよび第3の材料から形成することができ、第3の材料は、液晶材料、液晶ポリマー、またはポリマーである。

【0109】

同様に、同心多層纖維および非同心多層纖維は、層タイプの1つが第1のポリマーから構成され、第2の層タイプが、混和性でない2つのポリマーまたは材料の混合物から構成された交互の層から形成することができる。それらの場合において処理すると、いくつかの層が第1のポリマーを含み、いくつかの他の層が分散相および連続相の両方を含む状態で、交互の層が製造される。好ましくは、連続相および分散相の一方または両方が複屈折性である。その後の処理または配向で、第2のタイプの層内の分散相は、棒状または層状構造を呈することができる。

【0110】

散乱纖維、または層状纖維内の複屈折性領域のサイズ要件は、さまざまな実施形態すべての間で同様である。纖維のサイズ、または多層デバイス内の層の厚さは、所望の動作波長または動作波長範囲に依存する、連続相および分散相を含む層または纖維を含むシステムの所望のサイズスケールを達成するために、適切にスケールアップまたはスケールダウンする必要がある。

10

20

30

40

50

【0111】

本発明の偏光子に使用することができる別のタイプのポリマー繊維を、ここで、図9を参照して説明する。繊維はヤーン900として形成される。ヤーン900のいくつかの実施形態において、繊維は、たとえば、いくつかの多層繊維、分散相繊維、複合繊維、および/または分散相複合繊維をともに撚ることによって、ともに撚られたいいくつかの複屈折性ポリマー繊維902から形成される。ヤーン900は、配向された繊維をともに撚ってヤーンを形成することによって形成することができるか、配向可能な材料から製造された等方性繊維をともに撚り、次に、ヤーン900を延伸して配向可能な材料を配向することによって、形成することができる。

【0112】

ヤーン900は、複屈折性ポリマー繊維のみを含むことに限定されず、また、他の繊維、たとえば、等方性または複屈折性の他のポリマー材料の繊維；綿、絹、または麻などの天然繊維；および、ガラス繊維、ガラスセラミック繊維、またはセラミック繊維などの無機繊維を含むことができる。

【0113】

ヤーン900は、ガラス材料、セラミック材料、および/またはガラスセラミック材料から構成された繊維または複数本の繊維を含むことができる。ガラスセラミック材料は、一般に、サイズが一般に1μmより小さい、非常に小さい結晶95~98体積パーセントを含む。いくつかのガラスセラミック材料が、50nmの小さい結晶サイズを有し、それらを可視波長において効果的に透明にし、というのは、結晶サイズが可視光の波長よりずっと小さいからである。これらのガラスセラミックスは、また、ガラス状領域および結晶領域の屈折率の間の有効差をほとんどまたはまったく有さないことができ、それらを視覚的に透明にする。透明性に加えて、ガラスセラミック材料は、ガラスの破壊強度を超える破壊強度を有することができ、ゼロの、または値が負でさえある熱膨張係数を有することが知られている。対象となるガラスセラミックスは、 $\text{Li}_2\text{O} - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{SiO}_2$ 、 $\text{CaO} - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{SiO}_2$ 、 $\text{Li}_2\text{O} - \text{MgO} - \text{ZnO} - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{SiO}_2$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3 - \text{SiO}_2$ 、および $\text{ZnO} - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{ZrO}_2 - \text{SiO}_2$ 、 $\text{Li}_2\text{O} - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{SiO}_2$ 、および $\text{MgO} - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{SiO}_2$ を含むがこれらに限定されない組成物を有する。

【0114】

いくつかのセラミックスが、また、屈折率が適切に整合したマトリックスポリマー内に埋込まれた場合、透明に見えることができるほど十分に小さい結晶サイズを有する。ミネソタ州セントポールの3Mカンパニー(3M Company, St. Paul, MN)から入手可能なネクステル(Nextel)(登録商標)セラミック(Ceramic)繊維が、このタイプの材料の例であり、すでに、糸、ヤーン、および織マットとして入手可能である。適切なセラミック材料またはガラスセラミック材料が、ガラスの化学(Chemistry of Glasses)、第2版(エー・ポール(A. Paul)、チャップマン・アンド・ホール(Chapman and Hall)、1990年)、およびセラミックス入門(Introduction to Ceramics)、第2版(ダブリュー・ディー・キンガリー(W. D. Kingery)、ジョン・ワイリー・アンド・サンズ(John Wiley and Sons)、1976年)に、さらに記載されている。

【0115】

ヤーン900は、ヤーン900の全長にわたって延在しない、一般にステープル繊維と呼ばれる複数本の繊維を含むことができる。ヤーン900はポリマーマトリックス内に封入することができ、マトリックスは、ヤーン900を構成する繊維902の間の空間を充填する。他の実施形態において、ヤーン900は繊維902間に充填剤を有することができる。

【0116】

ヤーン900での使用のための適切な複屈折性ポリマー材料としては、PET、PENを含むポリマー、テレフタレート、ナフタレート、または両方を含むコポリマーが挙げら

10

20

30

40

50

れるが、これらに限定されない。他の方法において、ヤーン 900 は、ともに撲られた、多層纖維または複合纖維などの複屈折性纖維を含むことができる。

【0117】

一般に、ポリマー纖維の複屈折性界面は、細長く、纖維に沿った方向に延在する。いくつかの例示的な実施形態において、複屈折性纖維は x 軸に平行にあり、したがって、拡散反射光は、ほとんど、纖維に垂直な平面、y - z 平面内に散乱され、x - z 平面内の散乱がほとんどない。

【0118】

本発明による偏光子を製造するための 1 つの方法を、ここで、図 10A ~ 10D を参照して説明する。図 10A に概略的に示されているように、ポリマー纖維 1002 が第 1 のポリマー層 1004 上に置かれる。第 2 のポリマー層 1006 をポリマー纖維 1002 の上にキャストすることができる、図 10B。第 1 のポリマー層 1004 および第 2 のポリマー層 1006 は、同じポリマー材料であることができるか、異なる材料であることができる。必要な場合、さまざまな方法、たとえば、熱および圧力、溶媒コーティングおよび乾燥、現場重合、またはそれらの組合せによって、第 2 のポリマー 1006 層を纖維 1002 内に浸透させることができる。

【0119】

纖維 1002 は、個別に置くことができ、個別のポリマー纖維の幅と同じまたはより大きい高さを有する纖維のスタックを構成することができるか、1 つ以上のトウとして置くことができる。トウは、ともに撲られていない纖維の配列である。纖維 1002 は、複合纖維、多層纖維、纖維ヤーン、任意の他の適切なタイプの纖維、またはそれらの組合せであることができる。特に、1 つまたは複数のトウは、互いに実質的に平行である 1 組の纖維を形成することができる。纖維トウ 1106 の実施形態が、図 11 に概略的に示されている。ポリマー纖維 1002 に支持を与えるために、および、ポリマー纖維 1002 をそれらの隣のものに対して所望の間隔で保つために、交差部材 1108 が存在することができる。たとえば、連続プロセスでポリマー纖維 1002 が第 1 のポリマー層 1004 の上に置かれる場合、交差部材 1108 は存在する必要はない。

【0120】

纖維 1002 は、また、第 1 の層 1004 上に、1 つ以上の織物の一部として置くことができる。織物 1206 が図 12 に概略的に示されており、ポリマー纖維 1002 は経糸を形成し、交差纖維 1208 が緯糸を形成する。交差纖維 1208 は、有機または無機の、任意の適切な纖維材料から製造することができ、たとえば、等方性および / または複屈折性ポリマー纖維などのポリマー纖維、または、綿、絹、および麻などの天然纖維であることができる。他の例示的な実施形態において、交差纖維 1208 は、上で説明されたような、ガラス纖維、たとえば、E ガラス纖維もしくは S ガラス纖維、ガラスセラミック纖維、またはセラミック纖維であることができる。交差纖維が、偏光子内を通過する光に、低減された光学効果を及ぼすように、交差纖維 1208 の屈折率を周囲のポリマーマトリックスの屈折率に実質的に整合させることができる。さらに、経糸纖維のすべてが、複屈折性界面を含むポリマー纖維である必要はない。たとえば、経糸纖維のいくつかが、また、等方性纖維であることができ、交差纖維と同じタイプの纖維から形成することができる。いくつかの実施形態において、経糸纖維 1002 は、1 つの特定の波長帯域内の光の 1 つの偏光を反射するか散乱させるのに効果的である複屈折性界面を有する纖維であることができる。交差纖維 1208 は、別の特定の波長帯域内の光の 1 つの偏光を反射するか散乱させるのに効果的な複屈折性界面を有する纖維であることができる。

【0121】

織物は、任意の適切な織りプロセスを用いて形成することができる。たとえば、織物は、示されているような平織物、綾織物、繡子織物、またはなんらかの他の種類の織物であることができる。いくつかの例示的な実施形態において、複屈折性纖維 1002 は、たとえば、図 13A に部分断面で概略的に示されているように、織物内で比較的平坦である。この図が、複屈折性纖維 1002 が実質的に x 方向に平行にあるという慣行に従うことによ

10

20

30

40

50

留意されたい。いくつかの例示的な実施形態において、複合纖維または多層纖維などのポリマー纖維は、撚られることなく、織物内の1つの配向を維持する。

【0122】

他の実施形態において、ポリマー纖維1002は、織物内で平坦である必要はない。そのような織物1206の例示的な部分断面が、図13Bに概略的に示されている。この図の見方が、図13Aの見方と異なることに留意することが重要である。図13Aは交差纖維1208の側を示し、図13Bはポリマー纖維1002の側を示す。座標軸は、先の図に用いられた慣行に従い、したがって、ポリマー纖維1002は、一般に、x軸に平行な方向にある。しかし、ポリマー纖維1002が織物1206内で起伏するので、ポリマー纖維1002の複屈折性界面は、すべて、x軸に厳密に平行にあるとは限らない。したがって、纖維1002によって反射または散乱された光を、x-z平面内に異なる角度で散乱させることができる。図において、光1302が、纖維1002にx軸に垂直な方向に入射し、光1302の一部が、光1302がポリマー纖維1002に「下方傾斜」または「上方傾斜」で入射するかに依存して、正のx方向または負のx方向の成分を有する角度

によって反射される。したがって、ポリマー纖維1002は、また、x-z平面内に反射光を拡散させることができる。x-z平面内の拡散反射度は、織物内のポリマー纖維1002の形状に依存し、ポリマー纖維1002の部分が、x方向に平行であることからそれることが大きいほど、x-z平面内の光の角度分布が大きい。

【0123】

ポリマー纖維1002は、また、不織布として、ショップドファイバーとして、またはショップドファイバーマットとして提供することができる。

【0124】

偏光子は、バッチプロセスで、または連続プロセスで形成することができる。連続プロセスにおいて、好ましくはトウまたは織物内の、複屈折性纖維1002は、第1のポリマー層1004上に置かれ、次に、第2のポリマー層1006を、複屈折性纖維1002の上に、連続的にキャストすることができる。次に、第2の層1006を、硬化させるか、硬化するようにすることができる。

【0125】

必要に応じて、ポリマー纖維1002の付加的な層を、ポリマー材料のその後の層1008とともに加えることができる。たとえば、図10Cおよび図10Dは、第2のポリマー層1006の上の1組のポリマー纖維1002の追加、および第3のポリマー層1008の付与を示す。

【0126】

第1のポリマー層1004は、熱可塑性ポリマーまたは熱硬化性タイプポリマーであることができる。第2のポリマー層1006およびその後のポリマー層1008も、熱可塑性または熱硬化性タイプポリマーであることができる。熱可塑性ポリマーを、熱および圧力、溶媒コーティングおよび乾燥、または現場重合を含むさまざまな方法によって、前のポリマー層1004に付与し、纖維1002内に浸透させることができる。熱硬化性タイプポリマーを、圧力、熱、化学線、および/または経過時間に曝すことによって、纖維1002および前のポリマー層1004および1006上にコーティングし硬化させることができる。

【0127】

偏光子を製造するための代替方法において、特定の所望の光学特性、物理特性、または表面特性を有するポリマーフィルム1004を、上に纖維1002が置かれる基材として使用することができる。熱可塑性樹脂もしくは熱硬化性樹脂または硬化性組成物を、第2のポリマーフィルム1006として付与して、纖維1002の1つまたは複数の層に浸透させることができ、次に、第2の基材1008を付与して、纖維1002および樹脂または硬化性組成物の第2のポリマーフィルム1006の周りのサンドイッチタイプ構造を作ることができる。次に、硬化性樹脂を、硬化させるか、固めるか、反応させて、積層体を形成することができる。この場合、基材1004、1008を、熱可塑性、熱硬化性樹脂

10

20

30

40

50

または硬化性組成物と同じ材料から製造することができるか、それを異なる材料から製造することができる。広範囲の感圧接着剤およびホットメルト接着剤を、第2の層1006のための熱可塑性樹脂もしくは熱硬化性樹脂または硬化性組成物の代わりに使用することができる。いくつかの実施形態において、第1の基材1004および第2の基材1008を、纖維1002を含む熱可塑性樹脂もしくは熱硬化性樹脂または硬化性組成物1006に密接に付着することができる。他の実施形態において、第1の基材1004および第2の基材1008は取外し可能であることができる。

【0128】

複屈折性纖維の1つの層より多くを有する偏光子を製造するための別の例示的な方法において、纖維の2つ以上の層を、第1のポリマー層の上に置くことができ、次に、ポリマー材料の第2の層を、1つの工程で、ポリマーマトリックスとして纖維の上にキャストする。

【0129】

複合纖維を有する偏光子を製造する別の例示的な方法において、複合纖維がポリマーマトリックス内に埋込まれる前、複合纖維の充填剤を、たとえば、溶媒に溶解することによって、除去することができる。次に、ポリマーマトリックスを、複合纖維の散乱纖維の間の充填剤として使用することができる。この方法は、複合纖維が、トウまたは織物で提供される場合、特に有用であることができる。

【0130】

複合纖維を製造するための適切な方法が、複屈折性散乱纖維と、可溶性充填剤とを有する複合纖維を押出すことを含む。適切な水溶性充填剤としては、ポリビニルピロリジノン、セルロースアセテート、およびポリビニルアルコールが挙げられる。適切なポリビニルアルコールとしては、約70から95%の程度に加水分解されたポリ酢酸ビニルから製造されたものが挙げられる。

【0131】

散乱纖維は、アレイで押出し、押出されたアレイを加熱し、散乱纖維が延伸されて、所望の屈折率値をもたらす延伸比を与えるように適切な張力を加えることによって配向することができる。

【0132】

複合纖維を形成する、散乱纖維の配向されたアレイを、ヤーンに形成することができる。ヤーンは、任意に、また、他のタイプの纖維を組入れることができる。ヤーンは、好ましくは、纖維のトウを形成することによって、または、纖維を織ってファブリックを形成することによって、1つの方向に配向される。押出後、任意の製造段階で、ヤーンを洗浄することによって、可溶性ポリマー充填剤を除去することができる。

【0133】

洗浄された散乱纖維に、流体、好ましくは硬化性樹脂流体を浸透させることができる。任意の適切な技術を用いて、樹脂を固めることができ、たとえば、樹脂を熱および/または放射線硬化させて、纖維を含むマトリックスを形成することができる。いくつかの例示的な実施形態において、樹脂は、マトリックスが平坦な表面を有するように硬化される。他の例示的な実施形態において、樹脂は、1つ以上の表面上に所望の構造を有するように硬化させることができる。たとえば、樹脂を、それが、微細複製工具の微細構造化表面と接触する表面を有する間、硬化させることができる。適切な微細構造化表面の例としては、機械加工金属表面、電鋳レプリカ、または成形ポリマーフィルムが挙げられる。マトリックス表面上に形成された適切な微細構造の例としては、線状プリズム構造、非線状プリズム構造、フレネル表面、マイクロレンズなどが挙げられる。

【0134】

本発明のいくつかの実施形態を、たとえば、液晶ディスプレイ(LCD)システムおよび他の偏光ディスプレイシステムに使用することができる。たとえば、上で説明されたタイプの纖維ベースの反射偏光子を使用して、LCDシステムのバックライト内のLCDパネルに伝播する光を偏光することができる。そのようなシステムとしては、LCD-TV

10

20

30

40

50

およびLCDモニタ、携帯電話ディスプレイ、ならびに、LCDパネルを使用して使用者に情報を表示する、デジタルスチルカメラおよびデジタルビデオカメラなどの他の電子機器が挙げられるが、これらに限定されない。

【0135】

本発明は、上述された特定の実施例に限定されるとみなされるべきではないが、むしろ、特許請求の範囲に適切に記載されたような本発明の態様をすべて包含するものと理解されるべきである。本発明が適用可能であろうさまざまな変更例、均等なプロセス、および多数の構造は、本明細書を検討すると、本発明が関連する技術における当業者には容易に明らかであろう。特許請求の範囲は、そのような変更例およびデバイスを包含することが意図される。

10

【図面の簡単な説明】

【0136】

【図1A】それぞれ正反射および拡散反射を示す偏光子を概略的に示す。

【図1B】それぞれ正反射および拡散反射を示す偏光子を概略的に示す。

【図2】本発明の原理による偏光子の実施形態の破断図を概略的に示す。

【図3A】本発明の原理による光学素子の実施形態の断面図を概略的に示す。

【図3B】本発明の原理による光学素子の実施形態の断面図を概略的に示す。

【図3C】本発明の原理による光学素子の実施形態の断面図を概略的に示す。

【図3D】本発明の原理による光学素子の実施形態の断面図を概略的に示す。

【図3E】本発明の原理による、ポリマー纖維のすべてが平行であるとは限らない光学素子の実施形態を概略的に示す。

20

【図3F】本発明の原理による光学素子の実施形態の断面図を概略的に示す。

【図3G】本発明の原理による光学素子の実施形態の断面図を概略的に示す。

【図3H】本発明の原理による光学素子の実施形態の断面図を概略的に示す。

【図3I】本発明の原理による構造化表面を有する光学素子の実施形態の断面図を概略的に示す。

【図3J】本発明の原理による構造化表面を有する光学素子の実施形態の断面図を概略的に示す。

【図3K】本発明の原理による構造化表面を有する光学素子の実施形態の断面図を概略的に示す。

30

【図3L】本発明の原理による構造化表面を有する光学素子の実施形態の断面図を概略的に示す。

【図3M】本発明の原理による構造化表面を有する光学素子の実施形態の断面図を概略的に示す。

【図4A】本発明の原理による多層纖維の断面図を概略的に示す。

【図4B】本発明の原理による多層纖維の断面図を概略的に示す。

【図4C】本発明の原理による多層纖維の断面図を概略的に示す。

【図4D】本発明の原理による多層纖維を使用する偏光子の断面図を概略的に示す。

【図4E】本発明の原理による多層纖維を使用する偏光子の断面図を概略的に示す。

【図4F】本発明の原理による多層纖維を使用する偏光子の断面図を概略的に示す。

40

【図4G】本発明の原理による多層纖維を使用する偏光子の断面図を概略的に示す。

【図5A】本発明の原理による複合纖維の実施形態の断面図を概略的に示す。

【図5B】本発明の原理による複合纖維の実施形態の断面図を概略的に示す。

【図5C】本発明の原理による複合纖維の実施形態の断面図を概略的に示す。

【図5D】本発明の原理による複合纖維の実施形態の断面図を概略的に示す。

【図5E】本発明の原理による複合纖維の実施形態の断面図を概略的に示す。

【図5F】本発明の原理による複合纖維の実施形態の断面図を概略的に示す。

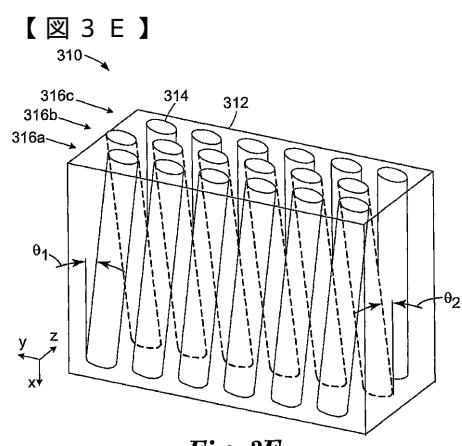
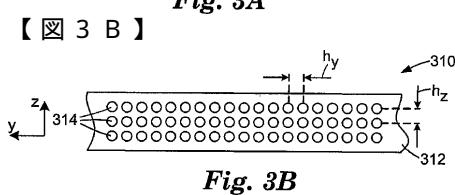
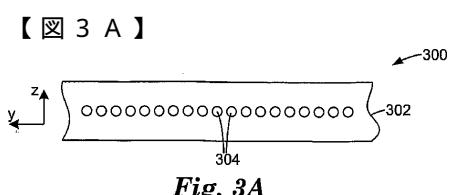
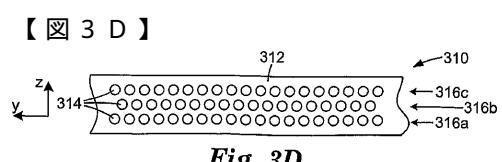
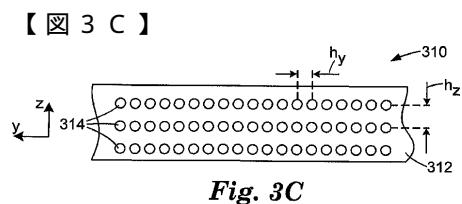
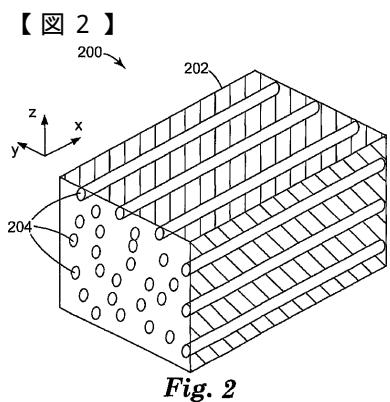
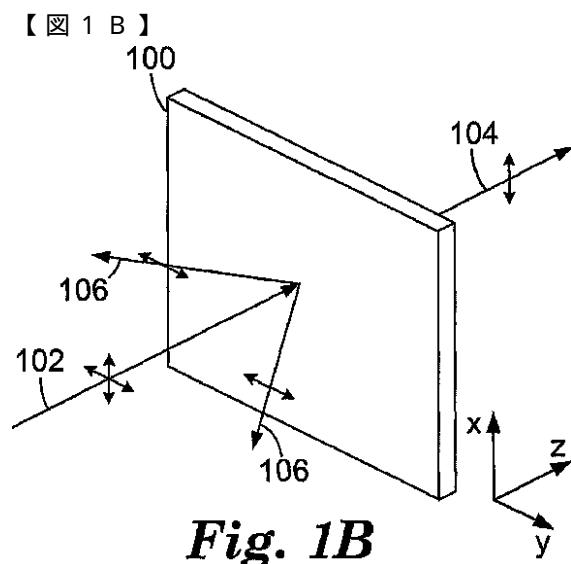
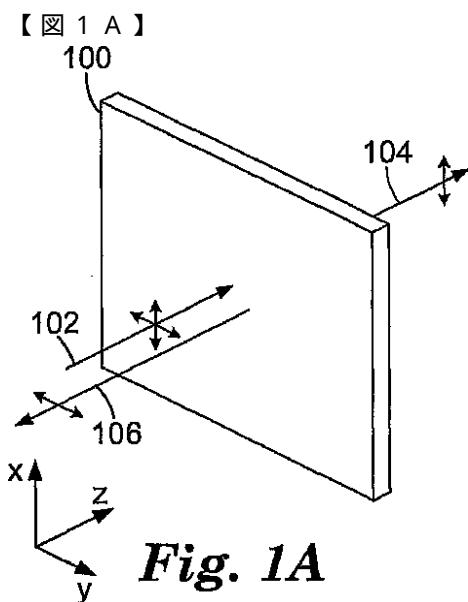
【図5G】本発明の原理による複合纖維の実施形態の断面図を概略的に示す。

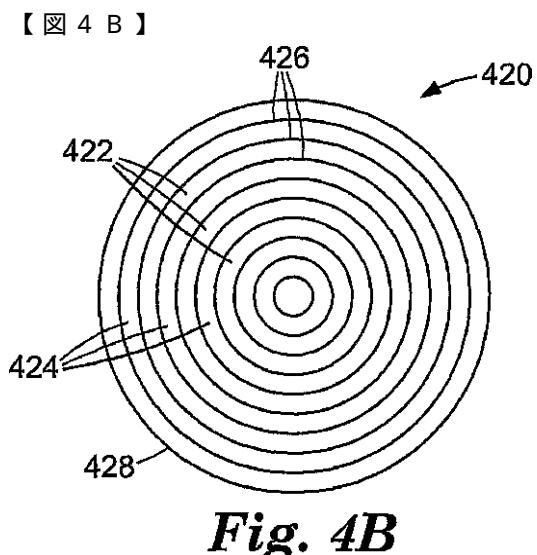
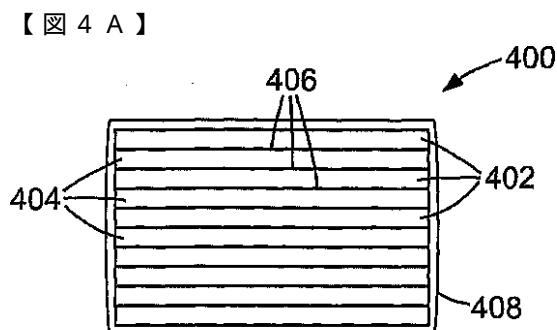
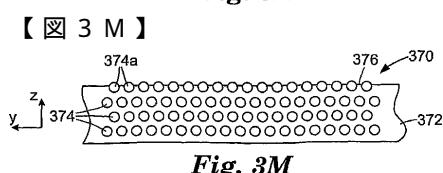
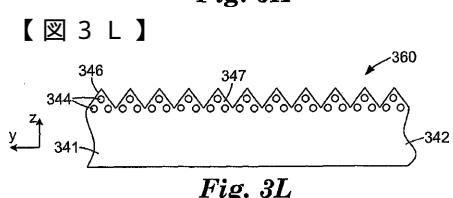
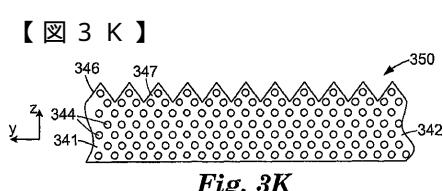
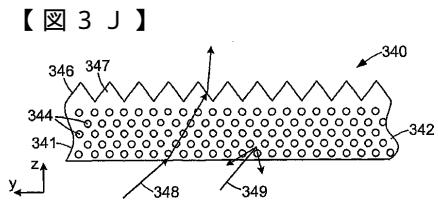
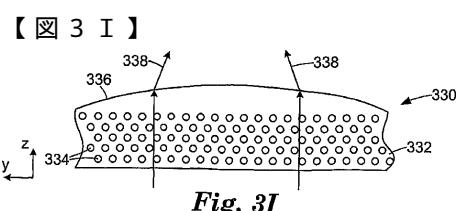
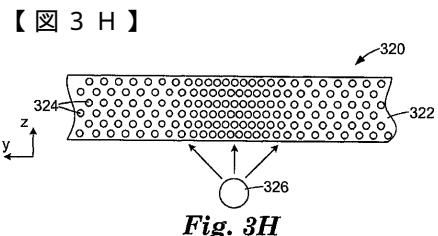
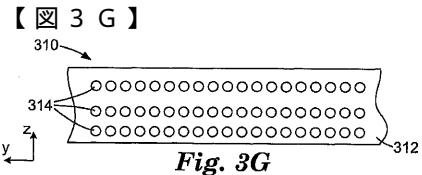
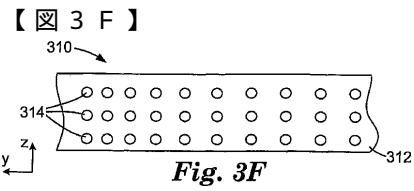
【図5H】本発明の原理による複合纖維の実施形態の断面図を概略的に示す。

【図5I】本発明の原理による複合纖維の実施形態の断面図を概略的に示す。

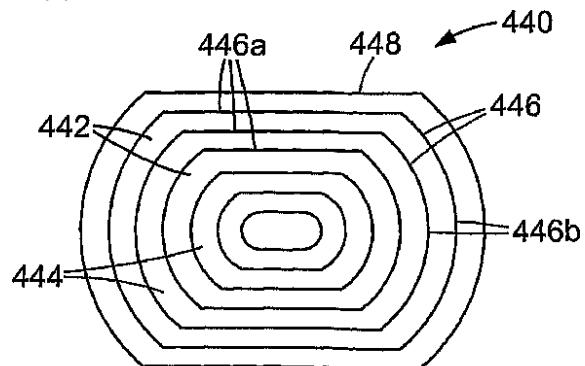
50

- 【図 5 J】本発明の原理による複合纖維の実施形態の断面図を概略的に示す。
- 【図 5 K】本発明の原理による複合纖維の実施形態の断面図を概略的に示す。
- 【図 6 A】本発明の原理による複合纖維の実施形態の断面図を概略的に示す。
- 【図 6 B】本発明の原理による複合纖維の実施形態の断面図を概略的に示す。
- 【図 6 C】本発明の原理による複合纖維の実施形態の断面図を概略的に示す。
- 【図 6 D】本発明の原理による複合纖維の実施形態の断面図を概略的に示す。
- 【図 6 E】本発明の原理による複合纖維の実施形態の断面図を概略的に示す。
- 【図 6 F】本発明の原理による複合纖維の実施形態の断面図を概略的に示す。
- 【図 6 G】本発明の原理による複合纖維の実施形態の断面図を概略的に示す。
- 【図 6 H】本発明の原理による複合纖維の実施形態の断面図を概略的に示す。
- 【図 6 I】本発明の原理による複合纖維の実施形態の断面図を概略的に示す。
- 【図 7】散乱纖維半径の関数としての光散乱効率を示すグラフを示す。
- 【図 8 A】本発明の原理による分散相複屈折性ポリマー纖維の実施形態を概略的に示す。
- 【図 8 B】本発明の原理による分散相複屈折性複合ポリマー纖維の実施形態を概略的に示す。
- 【図 9】本発明の原理による偏光子での使用のためのポリマー纖維ヤーンを概略的に示す。
- 【図 10 A】本発明の原理によるポリマー纖維光学素子を製造する方法の実施形態における工程を概略的に示す。
- 【図 10 B】本発明の原理によるポリマー纖維光学素子を製造する方法の実施形態における工程を概略的に示す。
- 【図 10 C】本発明の原理によるポリマー纖維光学素子を製造する方法の実施形態における工程を概略的に示す。
- 【図 10 D】本発明の原理によるポリマー纖維光学素子を製造する方法の実施形態における工程を概略的に示す。
- 【図 11】本発明の原理によるポリマー纖維光学素子を製造する方法の実施形態に使用される纖維トウを概略的に示す。
- 【図 12】本発明の原理によるポリマー纖維光学素子を製造する方法の実施形態に使用される纖維織物を概略的に示す。
- 【図 13 A】本発明の原理によるポリマー纖維光学素子に使用することができるようなポリマー纖維織物の実施形態の断面図を概略的に示す。
- 【図 13 B】本発明の原理によるポリマー纖維光学素子に使用することができるようなポリマー纖維織物の実施形態の断面図を概略的に示す。
- 【図 14】本発明の原理による偏光子に使用することができる散乱纖維の断面を示す写真を示す。

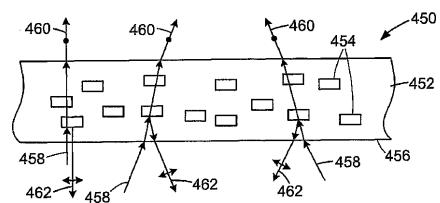




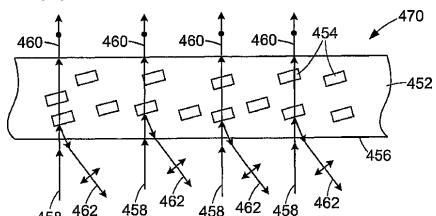
【図 4 C】

**Fig. 4C**

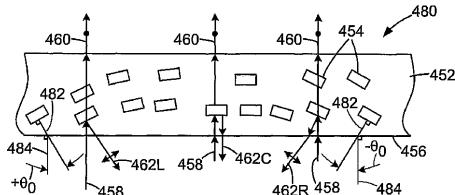
【図 4 D】

**Fig. 4D**

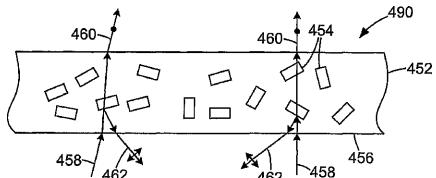
【図 4 E】

**Fig. 4E**

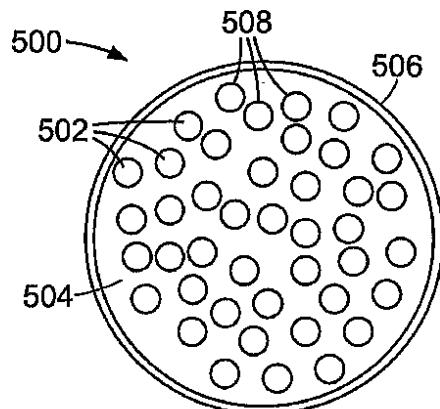
【図 4 F】

**Fig. 4F**

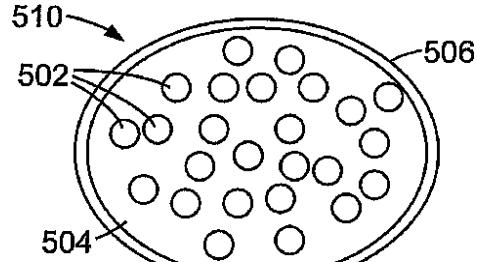
【図 4 G】

**Fig. 4G**

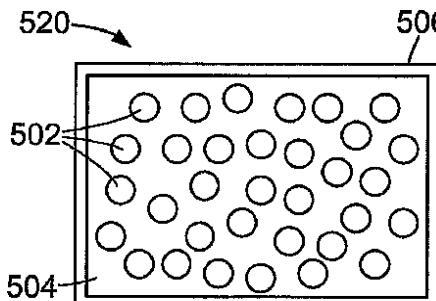
【図 5 A】

**Fig. 5A**

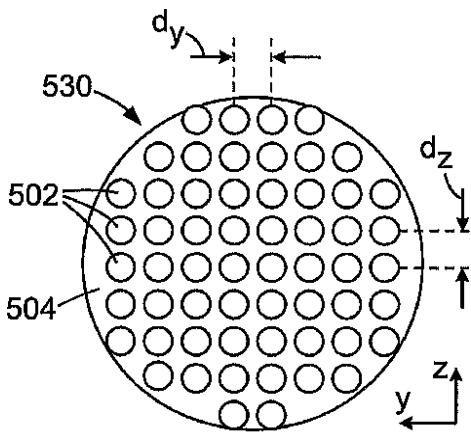
【図 5 B】

**Fig. 5B**

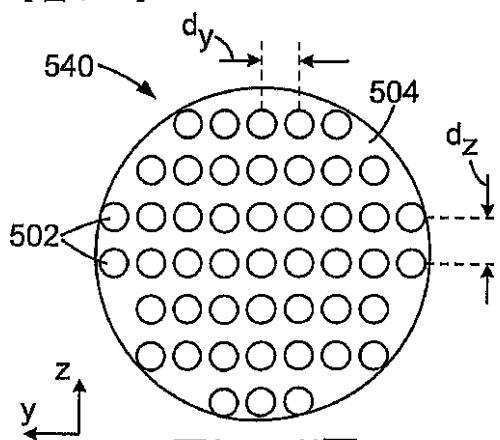
【図 5 C】

**Fig. 5C**

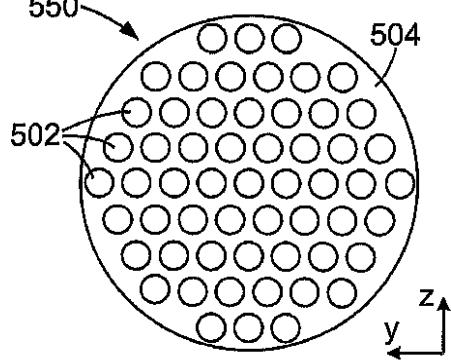
【図 5 D】

**Fig. 5D**

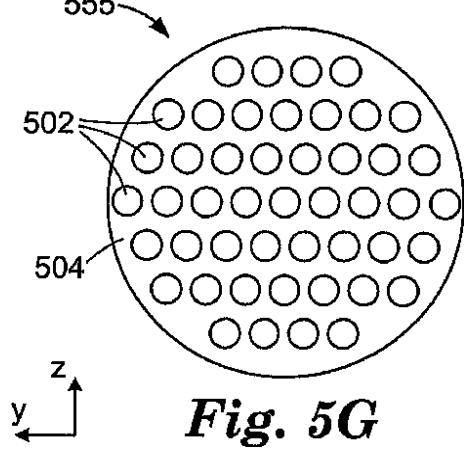
【図 5 E】

**Fig. 5E**

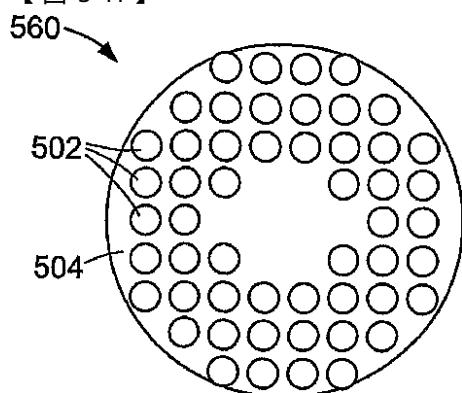
【図 5 F】

**Fig. 5F**

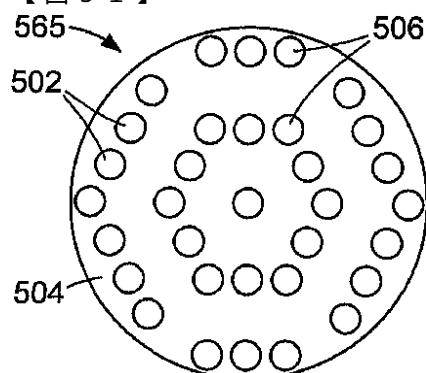
【図 5 G】

**Fig. 5G**

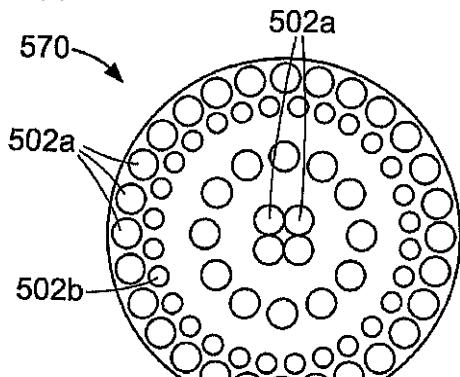
【図 5 H】

**Fig. 5H**

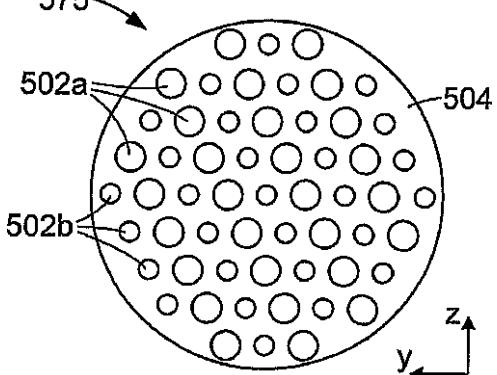
【図 5 I】

**Fig. 5I**

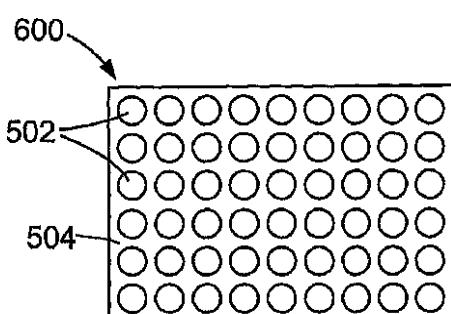
【図 5 J】

**Fig. 5J**

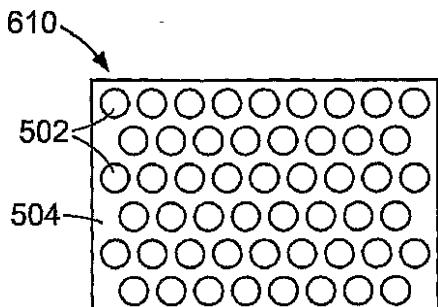
【図 5 K】

**Fig. 5K**

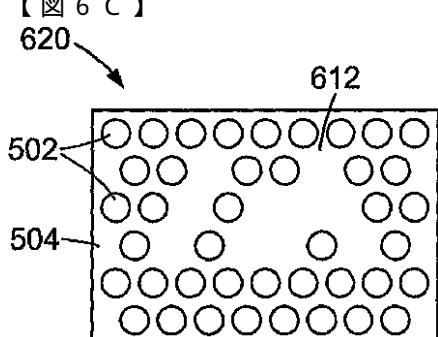
【図 6 A】

**Fig. 6A**

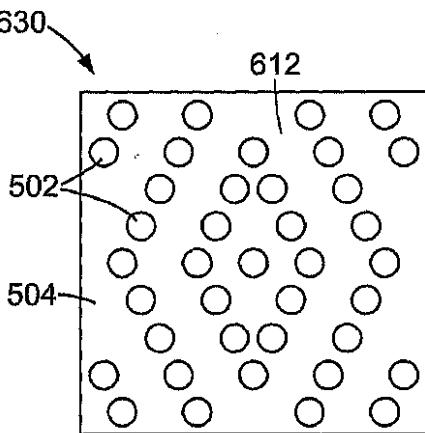
【図 6 B】

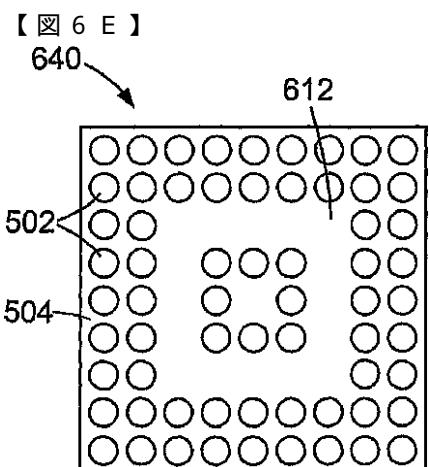
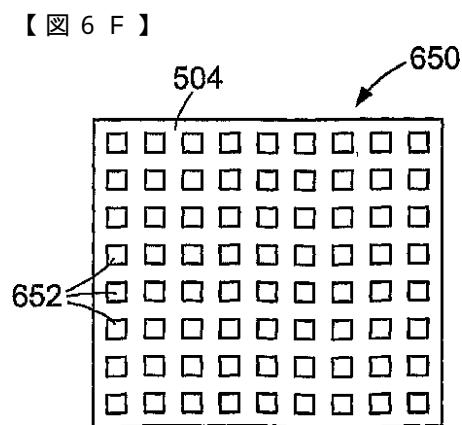
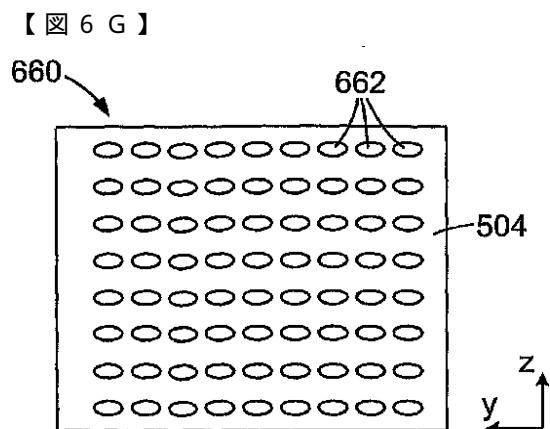
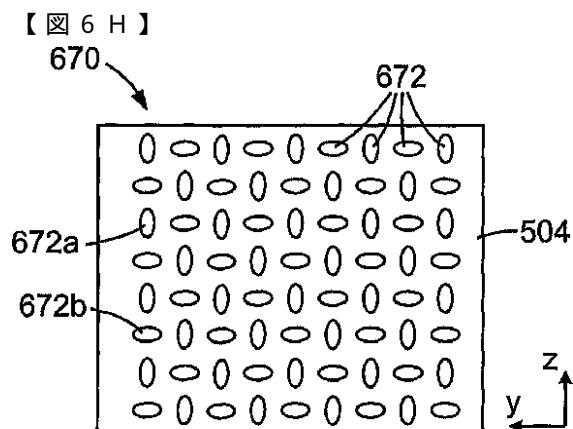
**Fig. 6B**

【図 6 C】

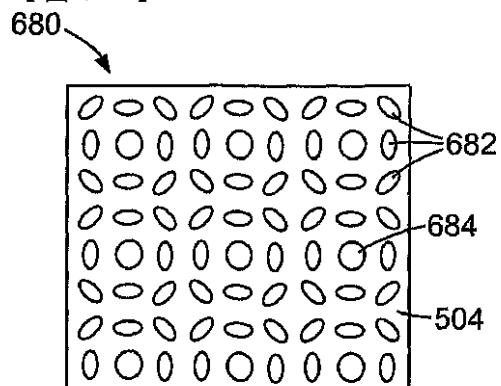
**Fig. 6C**

【図 6 D】

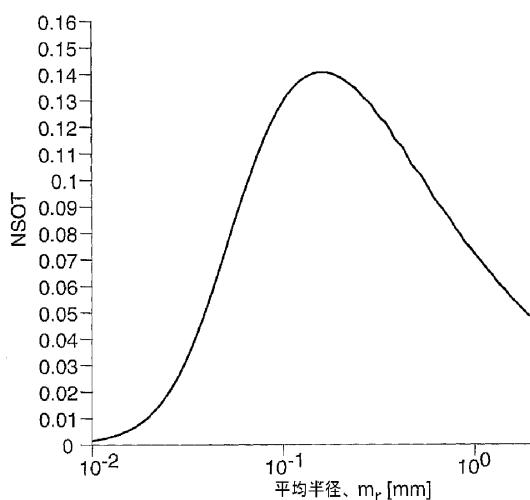
**Fig. 6D**

*Fig. 6E**Fig. 6F**Fig. 6G**Fig. 6H*

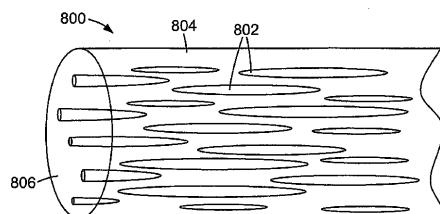
【図 6 I】

**Fig. 6I**

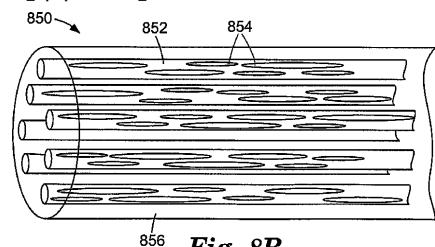
【図 7】

**Fig. 7**

【図 8 A】

**Fig. 8A**

【図 8 B】

**Fig. 8B**

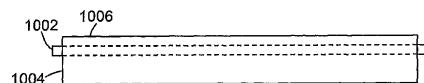
【図 9】

**Fig. 9**

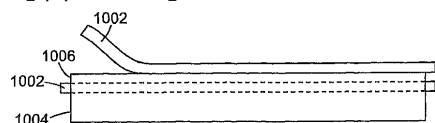
【図 10 A】

**Fig. 10A**

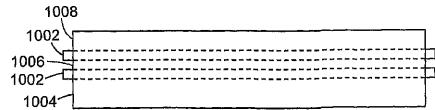
【図 10 B】

**Fig. 10B**

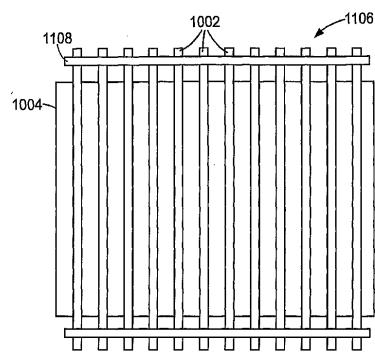
【図 10 C】

**Fig. 10C**

【図 10 D】

**Fig. 10D**

【図 11】

**Fig. 11**

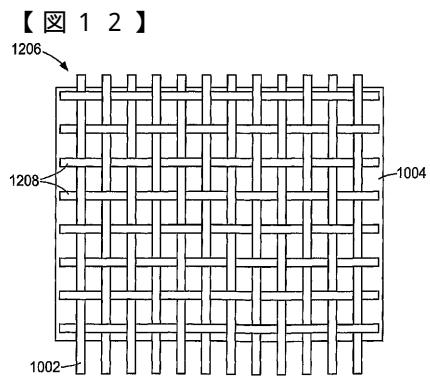


Fig. 12

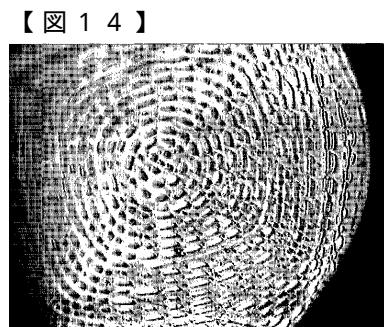


Fig. 14

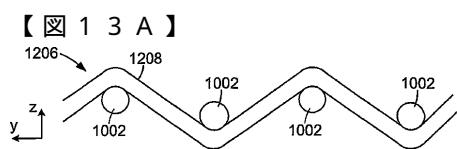


Fig. 13A

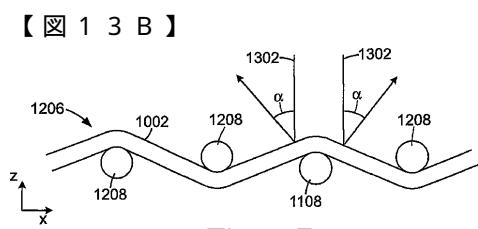


Fig. 13B

フロントページの続き

(51)Int.CI.

F I

D 0 1 F 8/04

Z

G 0 2 B 5/02

C

(72)発明者 オウダーカーク , アンドリュー 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 アレン , リチャード 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 ベンソン , オレスター , ジュニア

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 ブライスター , ジェイムズ 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 チョウ , イエウン - ヨン

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 フレミング , パトリック アール .

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 コペッキー , ウィリアム 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 ノース , ダイアン

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 ストウモ , ロジャー 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 サンホースト , クリストイン 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 ウィルソン , ブルース ビー .

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

審査官 中村 理弘

(56)参考文献 特表2006-517720 (JP, A)

特開2006-099076 (JP, A)

特開平11-124734 (JP, A)

特表2002-521306 (JP, A)

特開2004-125919 (JP, A)

特開2004-151271 (JP, A)

特開2005-076127 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , DB名)

G02B 5/30

G02B 5/02