

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号
特許第4328466号
(P4328466)

(45) 発行日 平成21年9月9日(2009.9.9)

(24) 登録日 平成21年6月19日(2009.6.19)

(51) Int.Cl.

F I

GO2B 5/124 (2006.01)

GO2B 5/128 (2006.01)

GO2B 5/26 (2006.01)

GO2B 5/124

GO2B 5/128

GO2B 5/26

請求項の数 7 (全 36 頁)

(21) 出願番号	特願2000-540459 (P2000-540459)	(73) 特許権者	590000422
(86) (22) 出願日	平成10年12月8日 (1998.12.8)		スリーエム カンパニー
(65) 公表番号	特表2002-509276 (P2002-509276A)		アメリカ合衆国, ミネソタ 55144-
(43) 公表日	平成14年3月26日 (2002.3.26)		1000, セント ポール, スリーエム
(86) 国際出願番号	PCT/US1998/025967		センター
(87) 国際公開番号	W01999/036805	(74) 代理人	100101454
(87) 国際公開日	平成11年7月22日 (1999.7.22)		弁理士 山田 卓二
審査請求日	平成17年12月8日 (2005.12.8)	(74) 代理人	100081422
(31) 優先権主張番号	09/006,579		弁理士 田中 光雄
(32) 優先日	平成10年1月13日 (1998.1.13)	(74) 代理人	100062144
(33) 優先権主張国	米国 (US)		弁理士 青山 稜
		(74) 代理人	100079245
			弁理士 伊藤 晃

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 再帰反射ダイクロイック反射体

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

前面および後面を有する反射物品（10，30，30'，46，62）であって、ダイクロイック反射体（12，50，64，120）と再帰反射層（14，38，40，48，66）とを具備し、該ダイクロイック反射体が、第1スペクトル範囲内の垂直入射光に対し相対的に高反射率を示し、第2スペクトル範囲内の垂直入射光に対し相対的に低反射率を示すよう構成された交互の層（A，B）を備えた反射物品であり、

該ダイクロイック反射体（12，50，64，120）が、実質的に平坦であり、該物品（10，30，30'，46，62）の該前面に近接して平行に配置されており、

該交互の層（A，B）が、少なくとも第1ポリマおよび第2ポリマからなり、
該再帰反射層（14，38，40，48，66）が、該物品の該前面から見て該ダイクロイック反射体の後方に配置されていることを特徴とする反射物品。

【請求項 2】

少なくとも前記第1ポリマからなる層が、複屈折であることを特徴とする、請求項1記載の物品。

【請求項 3】

関連する波長範囲に互って、前記反射体の少なくとも2つの隣接する交互の層が、該2つの隣接する交互の層の間の最大平面内屈折率差の50%以下で異なる、該反射体の平面に対して垂直な軸（z）に沿った屈折率を有することを特徴とする、請求項2記載の物品。

10

20

【請求項 4】

前記第 2 スペクトル範囲が、400 nm から 700 nm までの範囲の大部分を含むことを特徴とする、請求項 1 記載の物品。

【請求項 5】

前記再帰反射層が、キューブコーナ要素、線形プリズム、ピラミッド構造からなる群から選択される構造化表面を備えていることを特徴とする、請求項 1 記載の物品。

【請求項 6】

前記再帰反射層が、ビーズ入りシーティングを備えることを特徴とする、請求項 1 記載の物品。

【請求項 7】

前記再帰反射層が、煌くキューブコーナ再帰反射シーティングを備えることを特徴とする、請求項 1 記載の物品。

【発明の詳細な説明】

【0001】

発明の技術分野

本発明は、一般に、特徴的な反射特性を有するシーティング等の物品に関する。本発明は、ポリマミラー、偏光子および再帰反射体に対する特定の適用を有する。

【0002】

本明細書で使用される「再帰反射 (retroreflective)」という用語は、斜めに入射する光線をその入射方向に対して逆平行の方向またはほぼそのような方向に反射することにより、その光が光源または光源に非常に近接した位置に戻るようにする属性を言う。「ダイクロイック (dichroic)」という用語は、第 1 の波長領域の光を選択的に反射し第 2 波長領域の光を選択に透過させることにより、光を少なくとも 2 つのスペクトル成分に分割することを言う。本明細書で使用される「ミラー」という用語は、引伸ばされた物体 (extended body) であって、その物体の平面内の軸に対する線形偏光の指向に関わらず実質的に同じである、軸上 (on-axis) で線形に偏光された光を鏡面反射するものを言う。本明細書で使用される「偏光子 (polarizer)」という用語は、引伸ばされた物体 (extended body) であって、その物体の平面内の軸に対する線形偏光の指向によって実質的に異なる、軸上で線形に偏光された光を透過させるものを言う。他の用語は、本明細書の最後の用語解説において定義されている。

【0003】

PCT 公開番号 WO 95 / 17692 (Ouderkerk 等) は、光を比較的狭いビュー領域に制限する種々の構造化表面材料と結合して、反射性偏光子として構成された多層ポリマフィルムを開示している。隣接層の平面外 (out-of-plane) 屈折率が一致するフィルムを含む、複屈折層を有する多層フィルムについて述べられている。構造化表面材料には、相称的なキューブコーナシーティングと共に、複数の三角形プリズムを有する材料がある。400 nm から 700 nm まで軸上透過率が 80 % を超え、700 nm より大きい波長に対しては透過率が傾斜する (反射率が増大する) 赤外線反射ミラーを含む、ミラーとして構成された多層フィルムの説明もまたなされている。

【0004】

米国特許第 4,175,775 号 (Kruegle) は、フィルタ領域の後方に隠され高ゲイン再帰反射性材料の前方に配置された写真画像を備えたフォト ID カードを開示している。そのフィルタ領域は、その上に突当たる光の実質的にすべてを吸収し、半銀ミラーで構成されてもよいが、赤外線または紫外線光を透過するが実質的にすべての可視光を遮蔽するフィルタ材料で「有利には構成される」。

【0005】

PCT 公開番号 WO 97 / 11353 (Wesolowicz 等) は、搜索および救援作業に適用可能なレーザーベースのターゲット検出システムを開示している。特別に用意された再帰反射要素が述べられており、そこでは、ベースの再帰反射要素が、第 1 の波長のレ

10

20

30

40

50

ーザエネルギーを反射するが、第1の波長の反射とは別の光学特性に影響する。シート再帰反射体の場合、スペクトル的に感光性コーティングを提供するために染料によってドーブされる、導電性の保護ポリマ層が開示されている。説明されている代替的な波長弁別材料には、誘電体スタックがある。米国特許第5,559,634号(Weber)は、構造化材料の上にコーティングされた光学薄膜を有すると共に光の入射ビームを分割して偏光成分にし、1つの成分を透過し他の成分を光源に戻すよう反射する再帰反射偏光子を開示している。

【0006】

再帰反射シートの2つの周知のタイプは、マイクロ球ベースのシーティングおよびキューブコーナシーティングである。マイクロ球ベースのシーティングは、時に「ビーズ入り(beaded)」シーティングと呼ばれるが、一般に、少なくとも部分的に結合層に組込まれ、かつ、入射光を再帰反射するために関連する鏡面または拡散反射材料(例えば、顔料粒子、金属薄片、蒸気膜)を有する、多数のマイクロ球を使用する。例示的な例は、米国特許第3,190,178号(McKenzie)、同第4,025,159号(McGrath)および第5,066,098号(Kult)に開示されている。キューブコーナ再帰反射シートは、一般に、実質的に平面の表面と複数のキューブコーナ要素を備えた構造化後面とを有する本体部を有している。各キューブコーナ要素は、3つの略相互に垂直な光学面を備えている。例には、米国特許第1,591,572号(Stimson)、同4,588,258号(Hoopman)、同4,775,219号(Appledorn等)、同5,138,488号(Szczecch)および同5,557,836号(Smith等)がある。個々のキューブコーナが汚染されないように隔離されシールされたセルを形成する閉じた多角形の規則的なパターンで、構造化面に対してシール層を適用することが知られている。そのセルを形成するために使用される熱および圧力により、多角形の境界に沿って配置されたキューブコーナ要素が破壊されるかまたは変形する。米国特許第5,450,235号(Smith等)に開示されたもの等の撓み性キューブコーナシーティングもまた知られており、それは、後述する実施の形態において組込むことができるものである。

【0007】

比較的低い単位コストで広いシート状に作製することができる新規の反射特性を有する物品が、引き続き必要とされている。かかる物品は、認証、顕示、個人的安全装置、捜索および救援、玩具、ゲームおよび装飾品等、種々の最終用途に組込むことができる。

【0008】

発明の要約

ここでは、反射ポリマフィルムおよび再帰反射層を備えた組合せ反射/再帰反射物品が開示されており、反射フィルムは、少なくとも第1および第2ポリマの交互の層を備え、交互の層は、第1スペクトル範囲内の垂直入射光に対しては相対的に高反射率を示し、第2スペクトル範囲内の垂直入射光に対しては相対的に低反射率を示すよう構成されている。反射フィルムは、物品の前側に配置されており、再帰反射層は後側に配置されている。実施の形態によっては、交互の層の少なくとも2つは、かかる層の間の最大平面内(in-plane)屈折率差の50%未満、より好ましくは約20%未満異なる、フィルムの平面に対して垂直な軸に沿った屈折率を有している。かかる構造により、広範囲の入射(チルト)角に互ってスペクトル変化の形状を容易に保存することができる。実施の形態によっては、ポリマ層は、鋭いスペクトル変化を与えるよう設計された特定の厚さのプロファイルを有するように連続して配置された光学繰返しユニットを定義する。

【0009】

反射フィルムは、最終物品に望まれる性能によって、異なるスペクトル特性を有することができる。用途によっては、第1および第2スペクトル範囲が不連続であり互いにかみ合うことによってバーコードに類似したセキュリティコードを搬送する一連のスペクトル帯域を定義することが望ましい。他の用途においては、再帰反射性能が視覚的に劣化しないように、第2スペクトル範囲が実質的に可視スペクトルをカバーすることが望まれる。そ

10

20

30

40

50

れらの場合、第1スペクトル範囲は、それらの波長において鏡面反射するために再帰反射を抑制するよう、赤外線または紫外線内にある。更に他の用途においては、反射フィルムをミラーではなく偏光子として構成することが望ましい場合もある。

【0010】

好ましくは、再帰反射層は入射のすべての平面において再帰反射を呈しているが、代替的には、少なくとも1つの入射平面ではそうすることができるが少なくとも1つの他の入射平面ではそうすることができない。

【0011】

発明の詳細な説明

本明細書で説明される組合せ反射/再帰反射物品は、通常、所定の物品または基板に適用することができ、かつ、ダイクロイック反射フィルムおよび再帰反射層の種々の組合せを組み込むシーティングとして構成される。一般に、物品は光学的に片面である。すなわち、一方の面(表面を指す)は、一般に、光源からの入射光を受光すると共に検出器(観測者の目等)に反射または再帰反射光を放射するよう適応されており、他方の面(裏面を指す)は、一般に、接着層による等物体への取付用に適応されている。表面は、検出器と共に光源に向いている。物品は、一般に、金属の蒸気膜、シールフィルムおよび/または接着層等の再帰反射体上の物質または層が少なくとも一部に存在することにより表面から後面またはその逆に大量の光を透過させることはない。採用される特定のタイプのダイクロイックフィルムおよび再帰反射層により、物品は、ある最終用途に対して特に適するようになる。最終用途の一部のみが以下に説明されている。続く本文は、物品全体の構造の説明から始まり、好ましいポリマ多層フィルム、実施例の物品の徹底的な説明が続き、用語集で終る。

【0012】

例示的な物品構造

図1は、再帰反射層14を覆っている多層ポリマフィルム12を含む物品10の組立分解図である。フィルム12は、関連する波長に対して実質的に相補的であり(すなわち、吸収が好ましくは低いまたはごくわずかであり)、かつ、入射光の指向および偏りと同様に構成要素であるポリマ層の屈折率および厚さの関数である、パーセント反射率および透過率を有する、多層ポリマフィルムを備えている。好ましい層12は、以下に詳述されており、真空蒸着技術を用いて基板上に配置された無機の交互の誘電体層を備えた従来の非ポリマ干渉フィルタから区別されなければならない。かかる無機フィルタは、高価でありしばしば表面領域が制限されている。また、ポリマ表面に対して接着性が弱い傾向がある。更に、かかる無機フィルタは、一般に、以下に説明されているように、広範囲の入射角に互って鋭いスペクトル変化を維持することができない。

【0013】

多層フィルム12は、入射光の入射角の関数としてパーセント反射率および透過率のスペクトル変化を示すことと、パーセント反射率および透過率は、斜めの入射光に対する偏光の関数であるということと、は留意されるべきである。「s」および「p」偏光状態は、それぞれ、入射平面に対して垂直な電界ベクトルと入射平面内に配置された電界ベクトルとを有する光を言う。偏光されていない光は半p偏光および半s偏光である。好ましい多層フィルムは、再帰反射シートによって支持される広範囲の入射角に互ってp偏光に対し鋭いスペクトル変化特性を保持する。

【0014】

再帰反射層14は、従来のキューブコーナまたはビーズ入り再帰反射シーティングを備えることができ、それに対する再帰反射光の検出は、観測角が小さい場合に最良であり、すなわち、光源に近接して配置された検出器の場合である。かかるシーティングは、広範囲の入射角および指向角に互って再帰反射をサポートするため、光を放出する光源に対する物品10の角度の指向は重要ではない。

【0015】

図2は、図1よりも十分に物品10の断面図を示している。反射層12は、表面および後

10

20

30

40

50

面の表皮層 12a, 12b をそれぞれ有しており、それらは、中心の多層フィルム 12c を幾分か保護する役割を果たすと共にフィルム 12c に対して機械的サポートを提供する。再帰反射要素を湿気、埃、油等を要因とする劣化から保護するために、再帰反射層 14 の後側に従来からのシールフィルム 16 が設けられており、物品 10 を所望の物体に取付けることができるように、その後面には従来からの接着層 18 が設けられている。物品が基板に取付けられる用意ができるまで、接着層を保護するために取外しライナ（図示せず）もまた設けることができる。シールフィルム 16 を、従来からの多角形パターンで、かかる多角形の周辺に沿ってキューブコーナ要素を破壊するホットプレス技術を用いて、層 14 に対してシールすることができる。層 14 の構造化後面の面は、空気に接触し内部全反射（TIR）の原理に作用することができるか、あるいは、望まれる場合は、アルミニウム等の鏡面反射する材料の蒸気膜をかかる面に取り付けることができる。

10

【0016】

図 2 に、デカルト座標 X, Z が示されている。X 軸および Z 軸に垂直な Y 軸（図示されていない）は、ページ内を指している。X-Y 平面は、物品 10 の平面を定義し、Z 軸は物品に対して垂直である。示されているように、広帯域光 20 は、照明軸 22 に沿って Z 軸に対して小さいがゼロではない入射角で入射する。入射角は、s 偏光および p 偏光の作用が大幅に異ならない程度に小さい。多層フィルム 12c は、第 1 スペクトル範囲の光 20 の一部を反射して鏡面反射光成分 24 とする。鏡面反射光 24 は、Z 軸に対して軸 22 と同じ角度を形成する反射軸に沿って向けられる。第 2 スペクトル範囲の光 20 の一部は、フィルム 12c を透過し、その後、再帰反射光成分 26 によって示されているように層 14 によって再帰反射される。このように、物品 10 は、再帰反射と鏡面反射の特質を両方をも示す。物品 10 は、衣類に適用される場合、日中は光沢のあるミラー状仕上げを示し、夜は乗物の運転手に対して再帰反射して見える。製品の耐久性を強化するために、上部層 28 を付加することができる。また、層 28 は、物品にカラー化した外観を与えるために内部に染料を含むことも可能である。

20

【0017】

ここで図 3A および図 3B を参照すると、物品 10 と同様であるが、異なる再帰反射層を使用することにより特有の特性を有する物品 30 が、物品の平面の X 軸および Y 軸と物品に垂直な Z 軸とを有するデカルト XYZ 座標系のコンテキストにおいて概略的に示されている。X 軸および Y 軸は、X-Z 平面および Y-Z 平面が再帰反射層の後構造化面に対して相称的な平面であるように位置合せされている。再帰反射層が異なることにより、見える再帰反射光がより複雑になる。それは、かかる光が可視である観測角が、入射光の入射角と指向角との両方の関数として変化することによる。

30

【0018】

入射光 31 は、入射角（軸 32 と Z 軸との間の角度）と指向角（Y 軸と X-Y 平面の軸 32 の投影との間の角度）とを定義する照明軸 32 に沿って向けられる。平面 34 は、入射半平面（図示されていない）と混同されるべきではなく、軸 32 および Y 軸を含む。多層フィルム 12 は、入射光 31 の第 1 スペクトル範囲を反射して鏡面反射光成分 36 にする。入射光 31 および鏡面反射光 36 の方向は、表面垂線、すなわち Z 軸に対して等しい角度を形成する。入射光 31 のあるスペクトル成分は、多層フィルム 12 を透過し、後方の再帰反射層（図 3C の 38、図 3D の 40）によって反射され、第 2 反射光ビーム 42 として多層フィルム 12 を再び透過して戻る。図 2 の実施の形態とは異なり（完全に再帰反射のキューブコーナ要素を利用する）、図 3A 乃至図 3B の反射光 42 は、入射光 31 に逆平行な方向に必ずしも再帰反射しない。むしろ、物品 30 に対する入射光方向の指向（入射角および指向角）によって、反射光 42 の角度を入射光方向から変えることができる。この特性は、光源、物品および観測者の間の相対移動がある場合、点滅する視覚的效果を生じさせることができる。図 3A を参照すると、反射光 42 および入射光 31 の方向は、線分 44 に対して等しい角度を形成する。線分 44 は、再帰反射層に関連した再帰反射平面（この例では、X-Z 平面に対して平行な平面）の平面 34 との交差部分によって定義される。

40

50

【0019】

再帰反射層38は、再帰反射平面を1つだけ、すなわちX-Z平面のみしか有していないが、層40は、2つの再帰反射平面、すなわちX-Z平面およびY-Z平面を有している。このコンテキストにおいて、「X-Z」平面と「Y-Z」平面には、物品と交差するその平面に対して平行な全ての平面のファミリーが含まれる。層38は、実質的に米国特許第4,906,070号(Cobb, Jr)において述べられているように、並んで配列されY軸に対して平行に延在する小型の実質的に直角の二等辺プリズムの線形アレイを有する構造化表面を備える。構造化表面に対向するフィルムの平滑な正面に斜めに入射する光は、入射方向がプリズムの長さに垂直な平面(X-Z平面)にある場合、フィルムによって再帰反射される。「Dual Axis Retroreflective Article」と題された米国特許出願番号08/883,870において実質的に述べられているように、層40は、層40の外側に延在するピラミッド状構造41のアレイを有する構造化表面を備えており、各構造41は、再帰反射のX-Z平面を定義する相互に垂直な反射小面41a, 41bの第1のセットと、再帰反射のY-Z平面を定義する相互に垂直な反射小面41c, 41dの第2セットと、を有している。一般に、層40は、反射光成分42に加えて小面41c, 41dからの反射により、第2パターンの反射光成分42a(図3B参照)を生成することができ、これは、小面41a, 41bからの反射によって発生する。また、層40の構造化表面は、物品が二軸再帰反射と完全(三軸)再帰反射との両方を示すように、標準キューブコーナ要素を含むことができる。

10

【0020】

それぞれ再帰反射層14, 38, 40の構造化表面上のキューブコーナ要素、プリズムおよびピラミッドは、好ましくは、周知の微細複製(microreplication)技術を用いて形成された小型構造である。上述された反射/再帰反射物品は、薄くかつ撓み性があるため、あらゆる物体または表面形状に対して適用することができるが、用途によっては堅固または他の厚い構造が望ましい場合もある。構造化表面の個々の構造は、好ましくは、縦および横の大きさが約1mm以下であり、より好ましくは約0.075~0.2mmの範囲であるが、線形プリズムは、物品の全長に沿って延在することができ、ミリメートル、センチメートルまたはメートルのオーダーのいずれでもよい。再帰反射層は、適切な透明材料、好ましくはポリマおよび寸法的に安定し、耐久性があり、対候性があり、かつ所望の構成で容易に複製可能である材料から作製することができる。例として、アクリル樹脂、ポリカーボネート、ポリエチレンベースのイオノマおよび酢酸酪酸セルロースがある。また、染料、着色剤および顔料もかかる層に組込むことができる。

20

30

【0021】

図4の反射/再帰反射物品46は、多層フィルム50と共に、米国特許第4,708,902号(Orenstein等)に述べられているものと同様のピーズ入り再帰反射シーティング層48を使用する。フィルム50は、上述した多層フィルム12と同じ反射および透過特性を有する。フィルム50は、その表面に保護表皮層50aを有している。保護層28もまた設けられている。再帰反射層48は、透明保護膜層54と透明スペーサ層56との間に保持された複数の透明ミクロ球54を有している。所定方向から保護膜層上に突当たる光は、ミクロス球により、一般にアルミニウム等の鏡面反射金属製コーティングである反射マスキング層58の小さい領域に集束され、反対方向にミクロ球を通して戻る方向に反射される。接着層60は、マスキング層58層と隣接している。

40

【0022】

図5は、上述したフィルム12, 50と同様の反射および透過特性を有する多層フィルム64が再帰反射層66にラミネートされている実施の形態62を示す。層66は、「Glittering Cube-Corner Retroreflective Sheeting」と題されたPCT公開番号WO97/41465において詳細に述べられている。基本的に、再帰反射層66は、キューブコーナ要素68がキューブコーナアレイに互ってランダムに傾いている領域を有している。キューブコーナ要素のランダムな傾きにより、層66に煌き特性が与えられる。層66は、キューブコーナ68および光学ランド

50

層 70 を含むキューブコーナ層と、実質的に平坦な表面 72 a および正面から一様には間隔があげられていない後面を有する本体層 72 と、を備えているように見える。

【0023】

多層ポリマフィルム設計

図 6 は、多層フィルム 12, 50, 64 のあり得る理想化されたパーセント透過スペクトルを示す。実線の曲線 74 は、フィルム上に垂直入射する光の振舞いを表し（また、フィルムがダイクロイック偏光子である場合、光は偏光され適当にフィルム軸と位置合せされる）、破線の曲線 76 は、30 ~ 40 度等ゼロでない入射角で入射する p 偏光のみの振舞いを表す。ゼロでない入射角における s 偏光の透過スペクトルは、混乱を避けるために示されていない。入射角は、空気媒体に対して参照される。関係のある波長範囲に互って、フィルムの構成要素である層の吸収率は、実際の点から反射率がほぼ 100% であるように、すなわちかかる波長範囲に互って透過率もほぼ 100% であるように、十分小さい。

【0024】

多層フィルムは、少なくとも 1 つの狭透過帯域 74 a, 74 b, 75 c を示すよう構成されている。帯域 74 a, 74 b, 74 c は、相対的に低反射率の領域であり、それら帯域の間の波長は、相対的に高反射率の領域である。帯域 74 a, 74 b, 74 c は 50% より大きい最大透過率を有するように示されているが、用途によってはそれより低い最大値を有するフィルムもまた使用可能であり、そのようなフィルムは、反射率スペクトルにおいてより少ない「色」を示し、それが高光沢ミラータイプの周囲の外観が望まれる場合には有益である。「部分帯域幅 (fractional bandwidth)」は、反射または透過帯域の幅を説明するために使用される用語であり、帯域の中心波長（完全なスペクトル幅を二分する）によって分割される帯域の最大透過率の半分で完全なスペクトル幅 (nm 等の距離の単位) として測定される。用途によっては、10 ~ 15% 以下のオーダの部分帯域幅が望ましい。ポリマフィルムで予め到達可能であるより狭いスペクトル特性を可能とするため、より鋭いカットオンおよびカットオフ変化を生成するために有効な厚さの傾きを有するポリマフィルム構造が、以下に説明されている。

【0025】

図 6 のスペクトルに関連するフィルムは、垂直入射において、可視線で 2 つの透過帯域を有し近赤外線では 1 つの透過帯域を有する。ここで開示されているように組合せされた反射 / 再帰反射物品で使用可能な代替的なフィルムは、異なる数および配置の透過帯域を有することができる。少なくともいくつかの入射角度についての可視線の透過帯域を有するフィルムにより、人間の肉眼による再帰反射ビームの視覚的な検出が可能となる。垂直入射において 400 nm よりわずかに大きい単一の帯域を有するフィルムは、正面から見ると鮮明な青の再帰反射ビームを生成し、物品が傾き帯域が紫外線領域に青方シフトするに従い、再帰反射した紫外線光は目に検出されないため、物品は通常のミラーのように見える。垂直入射において可視スペクトルの赤端に向かって単一の帯域を有するフィルムは、正面から見ると鮮明な赤の再帰反射ビームを生成し、物品が傾くと、再帰反射ビームはスペクトルの黄および緑部分にシフトする。垂直入射において 700 nm よりわずかに大きい（約 800 nm まで）単一の帯域を有するフィルムは、正面から見ると通常のミラーのように見えるが、より高い入射角では鮮明な赤の色調の光を再帰反射する。最後に、ゼロの入射角で近赤外線内に適切に位置する（あるいは、僅かに紫外線内に位置する）単一の帯域を有するフィルムは、見る角度すべてにおいて通常のミラーのように見える。可視スペクトルの外側の再帰反射光を検出するために、適当に赤外線または紫外線光に対して感度の高い検出器を使用することは当然ながら可能である。

【0026】

用途によっては、多層フィルムが、p 偏光された入射光の一部に対し、入射角がゼロ度を超えて増大するに従い、部分帯域幅が大幅に増大せず振幅が減少もしない透過帯域を有することが望ましい。図 6 において、p 偏光透過帯域 76 a, 76 b, 76 c は、垂直入射光に対して曲線 74 のそれぞれ対応する帯域 74 a ~ c に比較して青方シフトされ、重要

10

20

30

40

50

なことに、ピーク振幅および部分帯域幅は、実質的に変化しない、ということが分る。そのようにピーク振幅および部分帯域幅を保持することは、帯域を構成する帯域ピークの一方側で2つの変化の形状を保つことによる。更にそれは、多層フィルムが、平面外（すなわち、Z軸）の屈折率が実質的に一致する個々の層から構成されている場合に、起こる。層のうちの少なくともいくつかは、平面内屈折率が周知の後押し成形延伸手続きの関数であるポリマによって構成されている場合に、上記構造を理解することができる。等方性無機層の真空蒸着によって作製されたもの等、以前から入手可能な多層フィルムは、平面外方向に平面内方向と同じ屈折率の不一致を有し、その結果、入射角が増大するに従って、ピーク振幅が不利益に減少し所定のp偏光透過帯域に対し部分帯域幅が増大する。更に、かかる理想的でないフィルムのベースラインまたは「帯域外」p偏光透過レベルは、入射角が増大するに従い実質的に低下（増大）し、一般的にp偏光について漏れレベルが30%を超える。

10

【0027】

特定の多層フィルムの反射および透過スペクトルは、主に、あらゆる軸に沿った個々の層の光学的な厚さによって決まり、実質的には周知のフレネル係数によって決定される。以下の式に従って層の適当な光学的厚さを選択することによって、赤外線、可視光線または紫外線を反射するよう、フィルムを設計することができる。

$$M = (2 / M) \cdot D_r \quad (I)$$

ここで、Mは反射光の特定の次数を表す整数であり、 D_r は光学繰返しユニット（「ORU」）の光学的厚さである。従って、 D_r は、ORUを構成する個々の層の光学的厚さの合計である。ORUの光学的厚さが所定のプロファイルに適合するように多層フィルムの厚さに沿って連続してORUを配列することにより、反射の広帯域に亘って光を反射する多層フィルムを設計することができる。

20

【0028】

ここで説明されている特性を有する反射多層フィルムは、米国特許第3,773,882号（Schrenk）および同3,884,606号（Schrenk）において述べられているように多層同時押し成形装置を使用することによって作製することができる。かかる装置は、多層の同時に押し成形された熱可塑性材料であって、その各層が、実質的に均一な層の厚さを有する材料を作製する方法を提供する。同時押し成形装置のフィードブロックは、熱可塑押し成形装置等のソースから種々の熱可塑性ポリマ材料流を受ける。樹脂材料流は、フィードブロック内の機械的に操作される部分に渡される。この部分は、元の流れを再構成して、最終的な物体に望まれる複数の層を有する多層化流にするような役割を果たす。任意に、最終的なフィルムにおいて層の数を更に増大させるために、この多層化流を、後に、米国特許第3,759,647号（Schrenk等）、同第5,094,788号（Schrenk等）または同第5,094,793号（Schrenk等）に述べられているような一連の層多重化手段に通過させることができる。そして、多層化流は、流線形の流れがそこで維持されるよう構成および配置されている押し成形ダイに渡される（例えば、米国特許第3,557,265号（Chisholm等）参照）。結果としての製品は、各層が隣接する層の主面に対して概して平行である多層化フィルムを形成するよう押し成形される。押し成形ダイの構成を変化させることが可能であり、層の各々の厚さおよび寸法を低減するようにすることもできる。反射フィルム本体の層の数は、フィルムの厚さ、撓み性および経済性の理由で最少数の層を使用することにより所望の光学特性に達するよう選択することができる。ミラーおよび反射偏光子の場合、層の数は、好ましくは約10,000未満であり、より好ましくは約5,000未満であり（更に好ましくは）約2,000未満である。

30

40

【0029】

ポリマ層の屈折率間の所望の関係は、適当な材料および適当な処理条件を選択することによって達成することができる。延伸によって指向することができる無機ポリマの場合、多層フィルムは概して、個々のポリマを同時押し成形することによって多層フィルム（上述したような）を形成し、その後選択された温度で延伸させ任意に選択された温度で熱設

50

定することにより反射フィルム本体を「方向付けする」ことにより作製される。あるいは、押出し成形と方向付けステップを同時に実行することもできる。方向付けにより、複屈折を示すことができるポリマを構成するそれらポリマ層において、複屈折（正または負）の所望の範囲が設定される。ミラーの場合、ミラーフィルムを製造するために、フィルムを実質的に2つの方向（2軸方向）に延伸することができ、この場合、いかなる所定の個々の層も実質的に同じ平面内屈折率を有しており、かかる層の少なくともいくつかは平面内屈折率とは異なる平面外屈折率を有する（従って複屈折である）。偏光子の場合、偏光子フィルムを製造するために、フィルムを主延伸軸に沿って主に延伸することができ、この場合、少なくともいくつかの層は異なる平面内屈折率を有し、いくつかの層は少なくとも1つの平面内屈折率とは異なる平面外屈折率を有している。フィルム本体は、クロスストレッチ（cross-stretch）（延伸率の平方根に等しい）の自然な低減から、制限されているところ（すなわち、クロスストレッチ方向に実質的な変化がない）までクロスストレッチ方向に寸法的に緩めることができる。フィルム本体は、レングスオリエンタ（length orienter）を用いておよび/または幅方向にテンタ（tenter）を使用して、マシン方向に延伸させることができる。所望の屈折率関係を有する多層フィルムを生成するために、前延伸温度、延伸速度、延伸率、熱設定温度、熱設定時間、熱設定緩和およびクロスストレッチ緩和が選択される。これら変数は、互いに依存している。すなわち、例えば、例えば比較的低い延伸温度に関連している場合、比較的低い延伸速度を使用することができる。当業者には、所望の多層化装置を得るためにこれら変数の適当な組合せをどのように選択するかが明らかとなろう。しかしながら、概して、延伸方向に約1：2から約1：10までの範囲（より好ましくは約1：3から約1：7）と延伸方向に直交して約1：0.2から約1：10（より好ましくは約1：0.2から約1：7）が、好ましい。

【0030】

加熱された空気において材料の個々のシートを延伸することにより、押出し成形されたフィルムの方向付けを行うことができる。経済的に製造するために、標準のレングスオリエンタ、テンタオープンまたは両方において連続して行うことができる。標準のポリマフィルム製造の規模およびラインスピードの節約を達成することができ、それによって、商業的に入手可能な吸収性の偏光子に関連するコストより実質的に低い製造コストが達成される。また、ミラーフィルムを得るために、複数の多層フィルムのラミネートを実行することができる。アモルファスコポリエステルは、ラミネート材料として有用であり、オハイオ州、AkronのGoodyear Tire and Rubber Co.のVITEL Brand 3000および3300が、試されている材料として留意される。ラミネート材料の選択肢は広く、多層フィルムへの接着、光学的透明性および空気の排除が、主な基準原理である。添加することが所望の性能を実質的に干渉しない限りは、通常の量の酸化防止剤、押出し成形促進剤、熱安定剤、紫外線吸収剤、結晶形成剤、表面突出形成剤等を、1つまたは複数の層に添加することが望ましい。

【0031】

多層フィルムに埋込まれるポリマ材料のうちの1クラスは、好ましくは、複屈折ポリマ層を製造する。これら材料は、所定方向の延伸によりその屈折率の1つまたは複数を実質的に変化させるという点で特徴付けられ、特に好ましい層が、異性体（例えば、2, 6-, 1, 4-, 1, 5-, 2, 7および2, 3-PEN）を含む結晶または半結晶質ポリエチレンナフタレート（PEN）を含有するものである。多層フィルムに埋め込まれるポリマ材料の他のクラスは、好ましくは実質的に等方性ポリマ層を製造する。これら材料は、所定方向の延伸がその屈折率にほとんどまたはまったく影響しない、という点で特徴付けられ、特に好ましい層は、ポリメタクリル酸メチルを含む層および特にポリメタクリル酸メチル自体を含有するものである。

【0032】

多層フィルムのための材料選択

ここでの実施の形態における使用に適したあらゆるポリマ材料が、同時押出し成形された

多層光学フィルムの作製に使用されるために教示されている。例えば、米国特許第4,937,134号、同第5,103,337号、同第5,1225,44,404号、同第5,540,978号および同第5,568,316号(Schrenk等)において、および同第5,122,905号、同5,122,906号および5,126,880号(WheatleyおよびSchrenk)においてである。特に重要なのは、Schrenk等の同第5,486,949号および同5,612,820号と、「Optical Film」と題されたWO96/19347に述べられているもの等の複屈折ポリマである。フィルムが作製されるもとなる好ましい材料に関し、好ましい多層光学フィルムを作製するために満たされなければならないいくつかの条件がある。第1に、これらフィルムは、少なくとも2つの区別可能なポリマから構成されていなければならない。ここで、数は限定されず、特定のフィルムに3つ以上のポリマが有利に使用されることも可能である。第2に、2つのポリマのうちの少なくとも1つは、「第1ポリマ」と呼ばれるが、大きい吸収値を有する応力光学係数を有していなければならない。言換えれば、延伸された時に大きい複屈折を生じさせることができなければならない。用途によっては、複屈折は、フィルムの平面上の2つの直交する方向の間、1つまたは複数の平面内方向とフィルム平面に対して垂直な方向との間、またはこれらの組合せで生じるようにしてもよい。第3に、第1ポリマは、所望の光学特性が仕上げ済みフィルムに与えられるように、延伸後に複屈折を維持することができなければならない。第4に、他の要求されたポリマが、「第2ポリマ」と呼ばれるが、仕上げ済みフィルムにおいて、その屈折率が少なくとも1つの方向において同じ方向の第1ポリマの屈折率から大幅に異なっているように選択されなければならない。ポリマ材料が一般に分散的であり、すなわち、屈折率が波長で異なるため、対象となる特定のスペクトル帯域幅という点でこれら条件を考慮しなければならない。

【0033】

ポリマ選択の他の態様は、特定の用途によって決まる。偏光フィルムについて、1つのフィルム平面方向において第1および第2ポリマの屈折率の差が仕上げ済みフィルムで大幅に異なることは有利であるが、直交するフィルム平面の屈折率の差は最小化される。第1ポリマが等方性である場合に大きい屈折率を有し、正に複屈折である(すなわち、その屈折率が延伸の方向に増大する)場合、第2ポリマは、処理後に延伸方向に直交する平面方向に一致する屈折率を有し、延伸の方向には可能な限り低い屈折率を有するよう、選択されている。逆に、第1ポリマが等方性である場合に小さい屈折率を有する場合、第2ポリマは、処理後に延伸方向に直交する平面方向に一致する屈折率を有し、延伸の方向には可能な限り高い屈折率を有するよう、選択されている。

【0034】

代替的に、等方性である時に正に複屈折であり中間かまたは低い屈折率を有する第1ポリマ、あるいは、等方性である時に負に複屈折であり中間かまたは高い屈折率を有するものを選択することが可能である。これらの場合、第2ポリマは、処理後にその屈折率が延伸方向または延伸方向に対して直交する平面方向のいずれかに第1ポリマの屈折率と一致するよう、選択される。更に、第2ポリマは、残りの平面方向における屈折率の差が最大化するように選択される。なお、これが最もよく行われるのがその方向に非常に低い屈折率によるかまたは非常に高い屈折率によるかには関係がない。

【0035】

平面の屈折率の一方向における一致と直交する方向における不一致とのこの組合せを行う1つの手段は、延伸された時に複屈折を大きくする発生させる第1ポリマと、延伸された時に複屈折をほとんどまたはまったく発生させない第2ポリマと、を選択することである。代替的に、第2ポリマを、第1ポリマとは反対の意味で複屈折を発生させる(負-正または正-負)ものから選択してもよい。他の代替的な方法は、第1および第2ポリマとして共に延伸された時に複屈折を発生させることができるものを選択するが、温度、延伸速度、前延伸弛緩等の処理条件を選択して2つの直交する平面方向に延伸するというものである。この結果、第1ポリマに対する2つの延伸方向における方向付けのレベルと第2ポ

10

20

30

40

50

リマの方向付けのレベルが一致せず、ある平面内の屈折率が第1ポリマのものとおよそ一致し、直交する平面内の屈折率が第1ポリマのものと大幅に不一致となる。例えば、第1ポリマが仕上げ済みのフィルムにおいて二軸方向の特性を有する一方で、第2ポリマが仕上げ済みのフィルムにおいて際立って一軸方向の特性を有するよう、条件を選択してもよい。

【0036】

以上の記述は、一例であることが意図されており、ある平面内方向に屈折率が不一致であり直交平面方向に相対的な屈折率が一致する最終的な偏光フィルムとするために、これらおよび他の技術の組合せを採用することも可能である、ということが理解されよう。

【0037】

反射、すなわちミラーフィルムに対しては、異なる考察が適用される。フィルムが同様にある偏光特性を有するよう意図されていないとすると、屈折率の基準は、フィルム平面のいかなる方向にも等しく適用されるため、一般に、直交する平面内方向のいかなる所定の層に対する屈折率も等しいかまたはほぼ等しい。しかしながら、第1ポリマのフィルム平面の屈折率が、第2ポリマのフィルム平面の屈折率から可能な限り大きく異なっていることが有利である。この理由で、第1ポリマが等方性である時に高屈折率を有している場合、それはまた正に複屈折であることが有利である。同様に、第1ポリマが等方性である時に低屈折率を有している場合、それはまた負に複屈折であることが有利である。第2ポリマは、有利には、延伸される時にほとんどまたはまったく複屈折を発生させないか、あるいは、反対の意味の複屈折を発生させる（正 - 負または負 - 正）ことにより、そのフィルム - 平面屈折率は仕上げ済みフィルムにおいて第1ポリマと可能な限り異なることになる。ミラーフィルムが同様に偏光特性のある度合を有するよう意図されている場合、フィルムを偏光するためにこれら基準を上にも列挙した基準と適当に組合せてもよい。

【0038】

カラー化したフィルムは、ミラーおよび偏光フィルムの特殊な場合であるものとみなすことができる。従って、上に概説した同じ基準が適用される。知覚される色は、スペクトルの1つまたは複数の特定の帯域幅に互る反射または偏光の結果である。本発明の多層フィルムが有効である帯域幅は、光学スタックにおいて採用される層の厚さの分布により最初に決定されるが、第1および第2ポリマの屈折率の波長依存性、すなわち分散についても考慮しなければならない。可視色に対するものと同じ規則が赤外線および紫外線の波長に対して適用されることは理解されよう。

【0039】

吸収率は、もう1つの重要な要件である。大抵の用途に対し、第1ポリマも第2ポリマも、問題のフィルムの関係のある帯域幅内の吸収帯域をも有していないことが有利である。従って、帯域幅内の入射光は、反射されるか透過される。しかしながら、用途によっては、第1および第2ポリマの一方または両方が、全体としてまたは部分的に特定の波長を吸収することは有用である場合もある。

【0040】

上述したフィルム用の第1ポリマとして、しばしばポリエチレン2,6-ナフタレン(PEN)が選択される。それは、大きい正の応力光学係数を有し、延伸後にも有効に複屈折を維持し、可視範囲内にほとんどまたはまったく吸収率を有していない。また、等方性状態において大きい屈折率を有している。550nm波長の偏光された入射光に対するその屈折率は、偏光の平面が延伸方向に対して平行である場合に、約1.64から約1.9程度まで増大する。その複屈折は、その分子配向を増大させることによってその複屈折を増大させることができ、それによって、分子配向は、他の延伸条件を固定したままより大きい延伸率に延伸させることにより増大する。

【0041】

第1ポリマとして、他の半晶質のナフタレンジカルボン酸ポリエステルもまた適している。ポリブチレン2,6-ナフタレート(PBN)は一例である。コモノマを使用することにより延伸後に応力光学係数または複屈折の保持に実質的に悪影響が与えられない場合、

10

20

30

40

50

これらポリマは、ホモポリマまたはコポリマとしてもよい。ここで、「PEN」という用語は、これら制限を満たすPENのコポリマを含むように理解されよう。実際には、これら制限は、モノマ含有量に上限を与え、その実際の値は、使用されるモノマの選択によって変化する。しかしながら、モノマを混合することにより他の特性が向上する場合、これら特性のうち妥協することが許容できるものもある。かかる特性には、限定はされないが、中間層の接着を改善すること、融点を低くすること（その結果、押出し成形の温度が低くなる）およびガラス転移温度の変化により延伸に対する処理ウインドウの有利な変化がある。

【0042】

PEN、PBN等を使用するために適したモノマは、ジオールまたはジカルボン酸またはエステルタイプのものとするができる。ジカルボン酸モノマには、限定はされないが、テレフタル酸、イソフタル酸、フタル酸、すべての異性体ナフタレンジカルボン酸（2,6-, 1,2-, 1,3-, 1,4-, 1,5-, 1,6-, 1,7-, 1,8-, 2,3-, 2,4-, 2,5-, 2,7-および2,8-）、4,4'-ビフェニルジカルボン酸およびその異性体等のバイベンゾイン酸、トランス-4,4'-スチルベンジカルボン酸およびその異性体、4,4'-ジフェニルエーテルジカルボン酸およびその異性体、4,4'-ジフェニルスルホンジカルボン酸およびその異性体、2-クロロテレフタル酸および2,5-ジクロロテレフタル酸等のハロゲン化芳香族ジカルボン酸、第三ブチルイソフタル酸およびスルホン酸ナトリウム等の他の置換芳香族ジカルボン酸、1,4-クロロヘキサンジカルボン酸およびその異性体並びに2,6-デカヒドロナフタレンジカルボン酸およびその異性体等のシクロアルカンジカルボン酸、二環式または多環式ジカルボン酸（あらゆる異性体のノルボルナンおよびノルボルナンジカルボン酸、アダマンタンジカルボン酸およびバイクロロオクタンジカルボン酸等）、アルカンジカルボン酸（セバシン酸、アジピン酸、シュウ酸、マロン酸、琥珀酸、グルタル酸、アゼラセン酸およびドデカンジカルボン酸等）および融解リング芳香族炭化水素（インデン、アントラセン、フェネアントレン、ベンゾナフテン、フルオレン等）がある。代替的に、ジメチルテレフタル等、これらモノマのアルキルエステルを使用してもよい。

【0043】

適切なジオールモノマには、限定はされないが、線形または分岐したアルカンジオールまたはグリコル（エチレングリコル、トリメチレングリコル等のプロパンジオール、テトラメチレングリコル等のブタンジオール、ネオペンチルグリコル等のペンタンジオール、ヘキサン、2,2,4-トリメチル-1,3-ペンタンジオールおよびより高いジオール等）、エーテルグリコル（ジエチレングリコル、トリエチレングリコルおよびポリエチレングリコル等）、3-ヒドロキシ-2,2-ジメチルプロピル-3-ヒドロキシ-2,2-ジメチルプロパン等のチェーンエステルジオール、1,4-シクロヘキサンジメタノールおよびその異性体並びに1,4-シクロヘキサンジオールおよびその異性体等のシクロアルカングリコル、二環式または多環式ジオール（あらゆる異性体トリシクロデカンメタノール、ノルボルナンジメタノール、ノルボルネンジメタノールおよびバイシクロオクタンジメタノール等）、芳香族グリコル（1,4-ベンゼンジメタノールおよびその異性体、1,4-ベンゼンジオールおよびその異性体、ビスフェノールA、2,2'-ジヒドロキシビフェニルおよびその異性体等のビスフェノール、4,4'-ジヒドロキシメチルビフェニルおよびその異性体、および1,3-ビス（2-ヒドロキシエトキシル）ベンゼンおよびその異性体等）およびより低いアルキルエーテルまたはジメチルまたはジエチルジオール等のこれらジオールのジエーテルがある。

【0044】

ポリエステル分子に分岐構造を分けるために役立つ三官能性または多官能性モノマもまた使用することができる。それらは、カルボン酸、エステル、ヒドロキシまたはエーテルタイプのいずれとしてもよい。例として、限定はされないが、トリメリット酸およびそのエステル、トリメチロールプロパンおよびペンタエリスリトルがある。

【0045】

10

20

30

40

50

コモノマとして、パラヒドロキシベンゾイン酸および6ヒドロキシ-2-ナフタリンカルボン酸等のヒドロキシカルボン酸およびそれらの異性体を含む、機能性が混合されたモノマと、5-ヒドロキシイソフタル酸等の機能性が混合された三官能性または多官能性コモノマもまた適している。

【0046】

ポリエチレンテレフタレート(PET)は、非常に明確な応力光学係数を示し、延伸後に複屈折を有効に保持し、可視範囲内でほとんどまたはまったく吸収率を有していない別の材料である。従って、それと、上に列挙したコモノマを採用するその高PET包含コポリマもまた、用途によっては第1ポリマとして使用してもよい。

【0047】

PENまたはPBN等のナフタレンジカルボンポリエステルが第1ポリマとして選択された場合、第2ポリマの選択に対して採り得るいくつかの方法がある。いくつかの用途に対する1つの好ましい方法は、延伸された時にかなりほとんどまたはまったく複屈折を生じさせないように処方されたナフタレンジカルボンコポリマ(cOPEN)を選択することである。これは、コポリマのコモノマおよびそれらの濃度を、cOPENの結晶化可能性が除去されるかまたは非常に低減されるように選択することにより、達成することができる。1つの一般的な処方では、約20モル%から約80モル%までのジカルボン酸またはエステル成分ジメチルナフタレートと、約20モル%から約80モル%までのジメチルテレフタレートまたはジメチルイソフタレートと、を採用し、エチレングリコールをジオール成分として採用する。当然のことながら、エステルの代りに対応するジカルボン酸を使用してもよい。cOPEN第2ポリマの処方において採用することができるコモノマの数は、制限されていない。cOPEN第2ポリマの適切なコモノマには、限定はされないが、適切なPENコモノマとして、酸、エステル、ヒドロキシ、エーテル、三官能性または多官能性および機能性が混合されたタイプを含む、上に列挙したすべてのコモノマが含まれる。

【0048】

しばしば、cOPEN第2ポリマの等方性屈折率を予測することが有用である。採用されるモノマの屈折率のポリウム平均が、適切なガイドであるということが分っている。本技術分野において周知の同様の技術を用いて、採用されるモノマのホモポリマのガラス転移からcOPEN第2ポリマのためのガラス転移温度を推定することができる。

【0049】

更に、PENと矛盾しないガラス転移温度を有し、PENの等方性屈折率と同様の屈折率を有するポリカーボネートもまた、第2ポリマとして有用である。ポリエステル、コポリエステル、ポリカーボネートおよびコポエイカーボネートもまた、共に押出し成形機に供給しエステル交換して新たな適切なコポリマの第2ポリマとしてもよい。

【0050】

第2ポリマがコポリエステルかまたはコポリカーボネートであることは要求されていない。ビニルナフタレン、スチレン、エチレン、マレイン酸アクリル酸塩、アセテートおよびメタクリル酸塩等のモノマから作製されたビニルポリマおよびコポリマが採用される。また、ポリエステルおよびポリカーボネートではなく縮合ポリマを使用してもよい。例として、ポリスルホン、ポリアミド、ポリウレタン、ポリアミン酸およびポリアミドがある。第2ポリマの屈折率を所望のレベルまで増大させるために、ナフタレン群、および塩素、臭素およびヨウ素等のハロゲン族が有用である。必要な場合に屈折率を低下させるためには、アクリル酸塩群およびフッ素が特に有用である。

【0051】

上述した説明から、第2ポリマの選択が、問題となっている多層光学フィルムの意図された用途のみではなく、第1ポリマに対する選択および延伸で採用される処理条件によっても決まる、ということが理解されよう。適切な第2重合体材料には、限定はされないが、ポリエチレンナフタレート(PEN)およびその異性体(2,6-, 1,4-, 1,5-, 2,7-および2,3-PEN等)、ポリアルキレンテレフタレート(ポリエチレンテ

10

20

30

40

50

レフタレート、ポリブチレンテレフタレートおよびポリ - 1, 4 - シクロヘキサジメチレンテレフタレート等)、他のポリエステル、ポリカーボネート、ポリアリレート、ポリアミド(ナイロン6、ナイロン11、ナイロン12、ナイロン4/6、ナイロン6/6、ナイロン6/9、ナイロン6/10、ナイロン6/12およびナイロン6/T等)、ポリイミド(熱可塑性ポリイミドおよびポリアクリルイミドを含む)、ポリアミド-イミド、ポリエーテル-アミド、ポリエーテルイミド、ポリアリールエーテル(ポリフェニレンエーテルおよびリング置換ポリフェニレンオキシド等)、ポリエーテルエーテルケトン(「PEEK」)等のポリアリールエーテル、脂肪族ポリケトン(エチレンのコポリマおよびターポリマおよび/または二酸化炭素を含むプロピレン等)、ポリフェニレンサルファイド、ポリスルホン(ポリエーテルスルホンおよびポリアリールスルホンを含む)、アタクチックポリスチレン、シンジオタクチックポリスチレン(「sPS」)およびその派生物(シンジオタクチックポリ-アルファ-メチルスチレンおよびシンジオタクチックポリジクロロスチレン等)、これらポリスチレンのうちのいずれかの混合(ポリフェニレンオキシド等、互いにまたは他のポリマと)、これらポリスチレンのうちのいずれかのコポリマ(スチレン-ブタジエンコポリマ、スチレン-アクリロニトリルコポリマおよびアクリロニトリル-ブタジエン-スチレンターポリマ等)、ポリアクリレート(ポリメチルメタクリレート、ポリエチルメタクリレートおよびポリブチルアクリレート等)、ポリメタクリレート(ポリメチルメチルメタクリレート、ポリエチルメタクリレート、ポリプロピルメタクリレートおよびポリアイソブチルメタクリレート等)、セルロース派生物(エチルセルロース、セルロースアセテート、セルロースプロピオン酸塩、セルロースアセテート酪酸塩およびセルロース硝酸塩等)、ポリアルキレンポリマ(ポリエチレン、ポリプロピレン、ポリブチレン、ポリアイソブチレンおよびポリ(4-メチル)ペンテン等)、フッ素化ポリマおよびコポリマ(ポリテトラフルオロエチレン、ポリトリフルオロエチレン、フッ化ビニリデン樹脂、フッ化ビニル樹脂、フッ素化エチレン-プロピレンコポリマ、パーフルオロアルコキシ樹脂、ポリクロロトリフルオロエチレン、ポリエチレン-コトリフルオロエチレン、ポリエチレン-クロロトリフルオロエチレン等)、塩素化ポリマ(塩化ポリビニリデンおよびポリエチレンオキシド等)、ポリアクリロニトリル、ポリビニルアセテート、ポリエーテル(ポリオキシメチレン、およびポリエチレンオキシド等)、アイオノマー樹脂、エラストマー(ポリブタジエン、ブリーソブレンおよびネオブレン等)、シリコン樹脂、エポキシ樹脂およびポリウレタンがある。

【0052】

また、PENに適したポリエステルモノマの上記リストから処方されるコポリエステルを包含する他のあらゆる非ナフタレン群と同様に、上述したPENのコポリマ等のコポリマも適している。用途によっては、特にPETが第1ポリマとしての役割を果たす場合、PETに基づくコポリエステルおよび上記リストからのモノマ(cOPET)が特に適している。更に、第1または第2ポリマのいずれかを、上述したポリマまたはコポリマのうちの複数の混和性または非混和性の混合(sPSとアタクチックプロスチレンの混合、またはPENとsPSの混合等)によって構成してもよい。上述したcOPENおよびcOPETを直接合成するか、またはナフタレンジカルボン酸またはテレフタル酸に基づくポリマであり、他の成分がPET、PEN、cOPETまたはcOPEN等のポリカーボネートまたは他のポリエステルであるペレットの混合として処方してもよい。

【0053】

用途によっては第2ポリマの材料の他の好ましいファミリが、シンジオクタチックポリスチレン等のシンジオクタチックビニル芳香族ポリマである。本発明において有用なシンジオクタチックビニルポリマには、ポリ(スチレン)、ポリ(アルキルスチレン)、ポリ(アリールスチレン)、ポリ(スチレンハロゲン化合物)、ポリ(アルコキシスチレン)、ポリ(ビニルエステルベンゾエート)、ポリ(ビニルナフタレン)、ポリ(ビニルスチレン)およびポリ(アセナフタリン)が、硬化ポリマおよび混合物またはこれら構造ユニットを含むコポリマと同様に含まれる。ポリ(アルキルスチレン)の例には、ポリ(メチルスチレン)、ポリ(エチルスチレン)、ポリ(プロピルスチレン)およびポリ(ブチルス

チレン)の異性体が含まれる。ポリ(アリールスチレン)の例には、ポリ(フェニルスチレン)の異性体が含まれる。ポリ(スチレンハロゲン化合物)の例には、ポリ(クロロスチレン)、ポリ(ブロモスチレン)およびポリ(フルオロスチレン)の異性体が含まれる。ポリ(アルコキシスチレン)の例には、ポリ(メトキシスチレン)およびポリ(エトキシスチレン)の異性体が含まれる。これらの例のうち、特に好ましいスチレン群ポリマは、ポリスチレン、ポリ(p-メチルスチレン)、ポリ(m-メチルスチレン)、ポリ(p-第三ブチルスチレン)、ポリ(p-クロロスチレン)、ポリ(m-クロロスチレン)、ポリ(p-フルオロスチレン)およびスチレンおよびpメチルスチレンのコポリマである。

【0054】

更に、シンジオタクチックビニル芳香族群コポリマを作製するために、コモノマを使用してもよい。シンジオタクチックビニル芳香族ポリマ群を定義する際に上に列挙した単独ポリマのためのモノマに加えて、適切なコモノマには、オレフィンモノマ(エチレン、プロピレン、ブテン、ペンテン、ヘキセン、オクテン(octens)またはデセン(decenes)等)、ジエンモノマ(ブタジエンおよびイソプレン等)および極性ビニルモノマ(環状ジエンモノマ、メチルメタクリル酸塩、マレイン酸無水物またはアクリロニトリル等)が含まれる。

【0055】

シンジオタクチックビニル芳香族コポリマは、ブロックコポリマ、ランダムコポリマまたは交互コポリマとしてもよい。

【0056】

一般に、本明細書で述べられているシンジオタクチックビニル芳香族ポリマおよびコポリマは、炭素-13核磁気共鳴によって定義されるようにシンジオタクチック性が75%より高い。好ましくは、シンジオタクチック性の度合が、85%ラセミ酸ダイアド(diad)より高いか、あるいは、30%、より好ましくは50%ラセミ酸ペンダッド(pentad)より高い。

【0057】

更に、これらシンジオタクチックビニル芳香族ポリマおよびコポリマの分子重量に関して特に制限が無いが、好ましくは、重量平均分子重量は、10,000より大きく1,000,000より小さく、より好ましくは、50,000より大きく800,000より小さい。

【0058】

また、シンジオタクチックビニル芳香族ポリマおよびコポリマを、例えばアタクチック構造を有するビニル芳香族群ポリマ、アイソタクチック構造を有するビニル芳香族群ポリマおよびビニル芳香族ポリマと混和可能な他のあらゆるポリマとしてもよい。例えば、ポリフェニレンエーテルは、上述したビニル芳香族群ポリマの多くと良混和性を示す。

【0059】

偏光フィルムが主に一軸延伸処理を含むプロセスを用いて作製される場合、光学層に対するポリマの特に好ましい組合せには、PEN/coPEN、PET/coPET、PEN/sPS、PET/Eastar(登録商標)およびPET/Eastar(登録商標)がある。ここで、「coPEN」は、ナフタレンジカルボン酸に基づくコポリマまたは混合物(上述したような)を言い、Eastar(登録商標)は、Eastman Chemical Co.から商業的に入手可能なポリエステルまたはコポリエステル(シクロヘキサンジメチレンジオールユニットおよびテレフタレートユニットを含むと考えられる)である。偏光フィルムが、二軸延伸処理の処理状態を操作することによって作製される場合、光学層に特に好ましいポリマの組合せには、PEN/coPEN、PEN/PET、PEN/PBT、PEN/PETGおよびPEN/PETcoPBTが含まれる。ここで、「PBT」は、ポリブチレンテレフタレートを言い、「PETG」は、第二グリコール(通常、シクロヘキサンジメタノール)を採用するPETのコポリマを言い、「PETcoPBT」は、エチレングリコールおよび1,4-ブタンジオールの混合物を有するテレフタ

10

20

30

40

50

ル酸のコポリエステルまたはそのエステルを言う。

【0060】

ミラーまたはカラー化したフィルムの場合の光学層に特に好ましい組合せには、PEN / PMMA、PET / PMMA、PEN / Ecdel（登録商標）、PET / Ecdel（登録商標）、PEN / sPS、PET / sPS、PEN / coPET、PEN / PETG および PEN / THV（登録商標）が含まれる。ここで、「PMMA」は、ポリメチルマタクリレートを言い、Ecdel（登録商標）は、Eastman Chemical Co. から商業的に入手可能な熱可塑性ポリエステルまたはコポリエステル（シクロヘキサンジカルボキシレートユニット、ポリテトラメチレンエーテルグリコールユニットおよびシクロヘキサジメタノールユニットを含むと考えられる）を言い、「coPET」は、テレフタル酸に基づいたコポリマまたは混合物（上述したような）を言い、「PETG」は、第二グリコール（通常、シクロヘキサンジメタノール）を採用するPETのコポリマを言い、THV（登録商標）は、3M Co. から商業的に入手可能なフルオロポリマである。

10

【0061】

ミラーフィルムについて、フィルム平面に垂直な方向の第1ポリマおよび第2ポリマの屈折率は、一致することが好ましい。それによって、入射光の角度に対して一定の反射率を与えられる（すなわち、ブルースタ角が無い）ためである。例えば、特定の波長において、二軸志向のPENについて平面内屈折率は1.76であるが、フィルム平面垂直屈折率は1.49に落ちる。多層構造において第2ポリマとしてPMMAが使用される場合、同じ波長のその屈折率は、3方向すべてにおいて、1.495となる。他の例はPET / Ecdel（登録商標）系であり、PETに対し、類似した屈折率が1.66および1.51であり、Ecdel（登録商標）の等方性屈折率は1.52となる。重要な特性は、1つの材料についての平面に対して垂直な屈折率は、それ自体の平面内屈折率より他の材料の平面内屈折率に近い、ということである。

20

【0062】

時に、多層光学フィルムが複数の識別可能なポリマから構成されていることが好ましい。光学スタック内の第1ポリマと第2ポリマとの間に接着促進層として、第3または二次ポリマを、光学的な目的のためのスタックにおける追加の要素として、光学スタック間の保護境界層として、表皮層として、機能皮膜として、または他のあらゆる目的で有利に使用してもよい。従って、あるとすれば、第3または二次ポリマの配合は、制限されない。

30

【0063】

ここで、多層フィルムの本発明の概要に戻ると、隣接する層のZ屈折率間の実質的な差は許容でき、広範囲の入射角に互って多層フィルムの適当な光学性能を維持することができる、ということが分っている。基本的に、Z屈折率が一致するほど、所定の透過帯域の振幅および部分帯域幅が特定された制限内にあり続ける入射角の範囲は大きくなる。隣接する層のZ屈折率の不一致は、かかる層間の最大平面内不一致のわずかに半分（半分以上）より好ましくはわずかに約20%（約20%以下）であることが好ましい。一般に、平面内不一致は、屈折率において少なくとも0.05のオーダーである。

【0064】

再び図6に戻ると、ゼロでない入射角度でのs偏光の透過スペクトルが描かれていないことが分る。完全に理解するために、用語の説明を後に行う。入射角が0度から増大するに従い、所定の透過帯域を構成するカットオンおよびカットオフ変化は、帯域の振幅を漸進的に低下させる方法でそれらがオーバーラップするような異なる量で、青方シフトする。最初に、低下するs偏光帯域の中心波長は、おおよそ、p偏光帯域の中心波長を追跡する。帯域外波長では、入射角が増大するに従って、その最初の低いレベルに比較してs偏光の透過は、漸進的に低減する（反射率が増大する）。なお、多層フィルムが好ましいZ屈折率が一致したポリマ構造を有するかまたは好ましくない等方性層構造を有しているかに関わらず、s偏光の透過スペクトルは、入射角の変化と同様に变化する、ということは留意されるべきである。当然のことながら、これは、s偏光がZ方向にEフィールドを有しているためである。

40

50

【0065】

入射角が高い場合、比較的狭い透過帯域を通して透過する光は、s 偏光透過帯域が消失するため主に p 偏光される。しかしながら、再帰反射層で発生する複数の反射は、一般に、その偏光が多層フィルムを通して透過する主に p 偏光されたビームに対して「スクランブル」される再帰反射ビームを生成する。再帰反射光の波長が多層フィルムの狭い透過帯域と本質的に一致しても、最初に再帰反射した光の一部のみ（主に p 偏光成分）が多層フィルムを通して戻る方向に透過する。有利には、結局最初にフィルムを透過しなかった再帰反射光の実質的に一部が、多層フィルムの高反射率（低吸収率）と、再帰反射体要素の高効率と、再帰反射体要素の偏光・スクランブル特性と、により、1 または複数の反射 / 再帰反射周期の後に透過する。従って、低損失多層フィルムと再帰反射層との間の光をこのように再循環させることにより、再帰反射ビームの明るさを強化することができる。

10

【0066】

開示された実施の形態のいずれにおいても、多層フィルムは、好ましくは物品の表面上を空間的に均一である。しかしながら、代替的に、フィルムに異なる光学特性を示すよう特別に仕上げられた隣接する領域を組込むことができる。例えば、熱および圧力を使用して、最初に均一な多層フィルムの 1 つまたは複数の領域をエンボス加工することができる。エンボス加工領域は、エンボス加工されていない隣接領域より薄いため、エンボス加工されていない領域の対応する特徴に比べて青方シフトされたスペクトル透過および反射特性を有する。エンボス加工領域は、情報伝達パターンの形態をとることができる。エンボス加工された領域とエンボス加工されていない領域との組合せを使用して、複数の再帰反射色を達成することができる。

20

【0067】

変化保存カラーシフトフィルム例：緑の狭帯域

同時押出しプロセスによりラインを形成する連続した平坦フィルム上に、417 層を含む同時押出し成形されたフィルムが作製された。この多層ポリマフィルムは、ポリエチレンナフタレート（「PEN」）と Eastman Chemical Co. から入手可能な Ecdel 9967 として知られる熱可塑性エラストマとから作製された。米国特許第 3,801,429 号（Schrenk 等）のものと同様のフィードブロック方法を用いて、約 30% の部分帯域幅を有する光学反射帯域を生成するために十分な層厚さプロファイルを備えた約 209 の層を有する中間的な溶融流（melt stream）が生成された。

30

【0068】

0.48 dl / g の固有粘度（IV）を有するポリエチレンナフタレート（PEN：フェノール 60 重量% / ジクロロベンゼン 40 重量%）が、1 つの押出し成形機により 19.2 kg / 時の速度でフィードブロックに搬送され、別の押出し成形機により 40.7 kg / 時の速度で Ecdel エラストマが搬送された。これら初期の溶融流はフィードブロックに向けられ、フィードブロックはそれらを分散させて、フィードブロックを通じて保護境界層（PBL）としての役割を果たす PEN の 2 つの外部層を含む、PEN および Ecdel の 209 の交互の層を有する中間溶融流を生成した。209 の層は、フィードブロック寸法とフィルム押出し成形速度とによって生成される適当な層厚さプロファイルを有する。フィードブロック後、同じ PEN 押出し成形機が、約 13.5 kg / 時トータル流の速度で追加 PEN を中間溶融流の外部層に搬送することにより、すぐ後に続く多層化（multiplier）段階のための PBL として役立つようにする。

40

【0069】

そして、非対称の 2 倍多層化（multiplier）により、押出し物を幅の等しくない 2 つの溶融流に分ける。なお、その幅は、「多層化（multiplier）速度」に関連付けられている。2 つの溶融流は共通の平面に広げられ、それらの厚さは、2 つの溶融流が一方の上部に他方が載るように結合される前に縮小された。従って、結合された溶融流は、同じ数（209）および組成の構成層を有する 2 つの溶融流から構成されたが、一方の溶融流の構成層の厚さは、多層化（multiplier）速度により他方の溶融

50

流のものと異なった。この構成により、2つの同様のスペクトル特性を有し厚さの違いにより一方が他方に対して青方シフトした仕上げ済みフィルムが生成された。層厚さのわずかな差は、多層化(multiplier)により押出し物にもたらされ、かかるスペクトル特性の差の要因となる。

【0070】

多層化(multiplier)後、外部表皮層として対称的なPBLが、第3の押出し成形機から与えられる約12.5kg/時(トータル)で付加された。結果としての熔融流は、フィルムダイを通過し、水冷式キャストリングホイール上に供給された。キャストリングホイール速度は、最終的なフィルム厚さおよび最終的な色の正確な制御に関して調整された。キャストリングホイールへの入口水温は、摂氏約7度であった。Ecde1溶融プロセス装置は、摂氏約249度で維持され、PEN溶融プロセス装置およびフィードブロックは、摂氏約285度で維持された。表皮層モジュール、多層化(multiplier)およびダイは、摂氏約290度で維持された。

【0071】

高電圧ピニングシステムを用いて、ダイを励磁するに従い、熔融流押出し物をキャストリングホイールに固定した。ピニングワイヤは約0.17nm厚さであり、約5.5kVの電圧が印加された。ピニングワイヤは、オペレータにより手作業で、鑄造ウェブが平滑な外観を有するように、キャストリングホイールとの接触点においてウェブから約3~5mmに配置された。鑄造ウェブは、従来からの連続したレングスオリエンタ(length orienter)(LO)およびテンタ装置により連続して方向付けされた。ウェブは、摂氏約135度で引張り速度3.5に長さ方向に方向付けられた。フィルムは、摂氏138度のテンタ予熱領域において約25秒間予熱され、約16%/秒の速度で約5.0の引張り速度に向かって横方向に摂氏約140度で引張られた。仕上げ済みフィルムは、最終的な厚さが約0.05mmであった。

【0072】

視覚的に、フィルムは、環境光である部屋の光において暗い背景に対して見た場合に高反射の光沢のある外観を有していた。フィルムを交差する方向に通過する光に対し、白色光源は、フィルムを通して見ると鮮明な緑に見えた。フィルムを傾けることにより入射光の入射角度を増大させることにより、緑からマゼンタ、その後橙に色が変化した。図7は、垂直入射光(曲線80)と45度および60度の入射角でp偏光された光(曲線82, 84)とに対するパーセント透過率を示す。パーセント反射率は、約1%以内にあるように示されている波長に互る、100%-パーセント透過率である。曲線80は、スペクトル的に分割されている2つの広域反射帯域88, 90間に配置されたカットオン変化86aとカットオフ変化86bとを有する狭域透過帯域86を有している。約30%の部分帯域幅(~200nm÷~650nm)を有する反射帯域88が示されている。帯域90は、同じ部分帯域幅を有しているが、上述した非対称多層化(multiplier)動作により青方シフトされている。透過帯域86は、約10%の比較的小さい部分帯域幅(~50nm÷~525nm)を有している。帯域86に対する最大パーセント透過率は、僅かに70%を超えて非常に高いように示されている。このように、フィルムへの2つの通過に対する最大透過率(光の再循環は無視する)は、約50%となる。また、フィルムは、可視スペクトルの約75%に互って90%より大きい反射率を有するように示されている。曲線82におけるp偏光透過帯域92と曲線84における帯域94の形状は、帯域幅86と有利に匹敵する。すなわち、これら帯域は、約70%の最大パーセント透過と約10%以下の部分帯域幅とを有する。

【0073】

セキュリティの用途のためのスペクトル「バーコード」フィルム

文書および構成要素の偽造および贋造と、爆発物等の規制された材料の不法な流用は、深刻かつ広がっている問題である。例えば、民間機の保全班は、定期的に疑わしい偽造部品に出会うが、良質の部品と仕様を満たしているとしてマークされている偽造部品とを識別する信頼できる手段が無い。同様に、新しいものとして販売されているすべてのレーザブ

10

20

30

40

50

リントカートリッジの10%もが、実際には再包装され新しいものとして示されている再生カートリッジである、ということが報告されている。爆発物で使用可能な硝酸アンモニウム肥料等のばら積品を識別し追跡することもまた、非常に望ましいが、現時点での識別手段はひどく高価である。

【0074】

積品が本物であること、包装が完全であることを検査するか、または部品、構成部品および原料の出所を追跡するいくつかの手段がある。これら装置には、環境光で証明可能なものもあれば、別の光、装置等を用いて証明可能なものもあり、また、それら両方の面を組合せたものもある。文書および包装の完全性の検査に用いられる装置の例には、玉虫色のインクおよび顔料、特別な繊維および透かし、磁性インクおよびコーティング、高品位印刷、ホログラムおよび3Mから入手可能なConfirm(登録商標)画像化再帰反射シーティングがある。主にサイズ、コストおよび耐久性の制限により、構成部品の証明のために使用できる選択肢はより少ない。提案されているシステムには、磁性フィルムと集積回路チップが含まれている。

10

【0075】

爆発物等の規制材料を追跡するために、マイクロタガンツ(microtaggants)が使用されている。これら材料は、一般に、すり碎いて製品の中に分散されている多層ポリマである。マイクロタガンツ(microtaggants)における個々の層を、光学顕微鏡を使用して解読することにより、製品の日付および場所に関連する情報を生成することができる。環境で証明可能(ambient verifiable)であると
20
共に機械読取り可能であり、製造可能であるが容易には複製されず、柔軟であると共に非常に微細なものから大きいシートまでのあらゆる部品寸法に対して使用することができ、特定の機械読取り可能な情報で符号化することができる、セキュリティフィルム製品に対する要求があるが、長い間満足されていなかった。

20

【0076】

本発明の色選択フィルムおよび光学物体は、これら必要のすべてを満たす基材、ラベル、オーバラミネート(overlamine)として有用なセキュリティフィルムまたは装置を提供するようにあつらえられている。オフアングル(off-angle)の場合のカラーシフト特性および高反射率および彩度は、文書または包装を一意に識別するために利用することができる特性であり、個々の用途を暗号化すべく特定の多くのセキュリティフィルムを識別するために使用することができる、一意のスペクトル指紋を提供するよう、スペクトルの詳細をフィルム内に設計することができる。セキュリティフィルムおよび光学物体を、可視光線、赤外線または紫外線を含むスペクトルのあらゆる所望の部分に互って反射するようあつらえることができる。改造の識別のみが要求されている場合、スペクトルの可視領域では透明に見えるが、赤外線領域では改造スペクトル指紋を与えるために透過および反射帯域が異なるフィルムを作製することができる。

30

【0077】

ここで説明されているようなバーコードタイプのスペクトルを示すフィルムは、比較的低反射率を有する不連続な第1スペクトル範囲を有し、比較的高反射率を有する不連続な第2スペクトル範囲と互いにかみ合わされているものと考えることができる。第1スペクトル範囲は、一続きの透過帯域を有し、第2スペクトル範囲は、一続きの反射帯域を有する。透過および反射帯域は、バーコード設計を簡単にするために同じ帯域幅を有することも、必要に応じて異なる帯域幅を有することも可能である。

40

【0078】

カラー化したセキュリティフィルムの1つの例は、図8Aに表されている透過スペクトルによって示される。これは、900層PEN、すなわち、偏光の一平面内の帯域幅光を反射するよう設計されたCOPEN偏光子を示している。青の帯域端はほぼ400nmであるが、500nmであるようにすることは容易であるため、物品は明るい青色の偏光子であり、高い斜角で灰色にシフトする。図8Aのフィルムは、一連の非常に狭い通過帯域(すなわち、透過帯域)、主に500nmおよび620nmに近い帯域を示している。これ

50

ら特徴は、図 8 A において重なっている 3 つのスペクトルにおいて再現されており、各スペクトルは、フィルム的一端から 20 cm のところから始まってウェブ上を 3 cm 間隔でとっている。図 8 B は、フィルム端から 20 cm の位置のスペクトルを示しているが、この場合 2 つの点はウェブを下る方向に 4 メートル間隔で離れている。500 nm での通過帯域は、38 % のピーク透過と 8 nm の帯域幅とを有する。帯域端勾配は、約 5 % / nm である。620 nm でのより狭いピークは、同様の帯域端勾配を有するが、帯域幅は 4 nm であり、ピーク透過値は 27 % である。2 つのスペクトルは殆ど同じである。図 8 A および図 8 B に示されているスペクトルの類似性は、層構造の高レベルな再現性を示し、50 % 帯域端の位置は、 $+/-2$ nm より良いかまたは約 $+/-0.4$ % の範囲に制御されている。一定のスペクトル特性の幅は、数 cm のオーダである。標準のフィルム作製装置からのフィルムロールの長さは、容易に 1 km を超えることができる。一定のスペクトル特性の数 cm の幅に関連付けることにより、一意のスペクトル「指紋」を有するフィルムの広い領域を、セキュリティコードを備えたラベルとして作製することができる。装置設計が複雑であり、正確な樹脂粘度および分子重量を含むプロセスの詳細を実現することが複雑であるため、かかるスペクトルは、偽造者が複製することが困難である。当業者によりここで教示された技術および材料を使用して、所定の製品ラインのセットアップに一意の精細な構造を有するフィルムを容易に再現することができる。

10

【0079】

関連する領域に互って所望の波長を選択的に透過および反射することにより、一意のスペクトルバーコードを提供するために、より複雑なスペクトル指紋をフィルム内に設計することができる。

20

【0080】

図 9 A は、50 層の PET および屈折率 1.60 の c o P E N の 3 つのセットから構成されたフィルムに対する計算されたスペクトルを示し、各セットは、550 nm 設計波長の 0.8、1.0 または 1.2 倍である。50 層の各セットの層は、全く同じの初期光学厚さを有する。上方および下方の曲線は、各層が 2 % 1 - 標準偏差によって変化する場合、スペクトルの過度な偏位を表す。この種のフィルム構成は、400 ~ 1000 nm のスペクトル範囲に互って 9 ~ 10 ビットのデータをコード化することができ、それは 512 と 1024 の間の個々のコードと等価である。各ピークの強度を変化させることにより、追加のコードが生成される。従って、4 つの異なる強度レベルを使用することにより、100 万を超える異なるコードを生成することができる。

30

【0081】

図 9 B は、図 9 A と同様のスペクトルを示すが、塊が 50、20 および 50 の層を有することにより、50、50 および 50 の層よりもピーク強度を変化させている。図 9 A よび図 9 B のスペクトルにおいて構造の細部が非常に精細であり、この細部を用いて特に特定の品を識別することができる。製品のランダムな変化によるか、または個々の層または層のグループの厚さを故意に変化させることにより、細部を実現することができる。

【0082】

図 9 C は、スペクトルバーコードを与えるためにコード化されたフィルムを有する、個々にシリアルライズする製品に対する可能性を示している。5 つのトレースは、層 25 (C o P E N、名目上 68 nm) が個々に 0 nm、6.3 nm、13 nm、26 nm および 39 nm に調整されるよう、図 9 A のために説明されたシステムが変えられる場合に、スペクトルがどのように変化するかを示している。550 nm でのピークの反射率は、その波長領域におけるより数の少ない層に対応して低減される。製品は、非常に高い潜在的な能力を有するフィードバック技術の限界まで、このようにシリアルライズされる。

40

【0083】

また、いくつかの他の方法を単独で、または透過および反射帯域の強度および位置を変化させる上述した方法と組合せることにより、本発明のセキュリティフィルムおよび光学体において情報をコード化することができる。例えば、個々の層を、スペクトルの赤外線部分に調整することができ、可視領域におけるオーバトーンを制御して一意のスペクトルを

50

生成することができる。層は、図 9 B のスペクトルを生成するために使用される層より厚くなるが、赤外線において単一のスタックから複数のオーバートーンを生成することができるために、必要とされる層はより少なくなる。

【 0 0 8 4 】

非常に高いかまたは低い f 比 ($f - r a t i o$) を使用することにより、非常に狭帯域の反射体を製造することができる。代替的には、光学スタックを構成する材料間のより小さい屈折率差を用いることにより、反射帯域を狭くすることができる。低および高屈折率の材料の光学厚さの比は、第 1 次ピークの f 比および帯域幅を決定するが、また、オーバートーンの大きさも制御する。この設計方法を用いて、フィードブロックのハードウェアを変更する必要なくプロセス制御によって変更することができる狭いより高次の高調波を生成

10

【 0 0 8 5 】

1 つのフィードブロックから種々のスペクトルバーコードを与えるためにいかに f 比を変更することができるかの例として、第 2 および第 3 次ピークがおおよそ 650 nm および 450 nm で発生するように、1300 nm に配置された第 1 次ピークを有するスタックを作製することができる。他の第 1 次スタックが 550 nm で付加される場合、3 つのピークは、製造作業中に選択された f 比により、強度を変化させて可視領域において現れる。

【 0 0 8 6 】

$f = 0.18$ 、 0.33 および 0.5 のスペクトルが、図 10 A 乃至図 10 C においてそれぞれ示され、図 10 D において合成したグラフにおいて示されている。図 10 A において、 f 比が 0.18 である場合、3 つのピークが見える。すなわち、440 nm の第 3 次ピークと、550 nm の第 1 次ピークと、640 nm の第 2 次ピークである。図 10 B からは、 f 比が 0.33 である場合に、第 3 次ピークが消えており、550 nm の第 1 次ピークがより強いことが分る。図 10 C において、2 つのピークが再び見えるが、この場合、予測されるように 640 nm で第 2 次ピークが存在せず、550 nm の第 1 次ピークがその最高の反射率である。この方法のバリエーションとして、スタックのうちの 1 つが他とは異なる f 比を有し、両スタックの第 1 次ピークを赤外線に配置することができるように、フィードブロックを切断することができ、この場合、高屈折率 / 低屈折率の溶融流の流速の変化が、2 つのスタックとそれらのより高次に対して異なる光学効果を有することとなる。

20

30

【 0 0 8 7 】

説明された「バーコード」多層フィルムを再帰反射層と組合せることにより、図 2 と同様の構成において、タグが付されるあらゆる物体に容易に適用することができ、より容易に走査することができる物品が製造される。これは、物品の垂線に対するリーダの正確な角度の位置合せが必要でないためである。

【 0 0 8 8 】

スペクトル変化を鋭くした多層フィルム

いくつかのフィルム層プロファイルを有する多層フィルムが、以前に可能であったよりもより鋭いスペクトル変化を生成することができる。図 11 A は、正確な尺度で描かれていないがかかる望ましいプロファイルを説明する助けとなるフィルム構造の断面図を示す。示されているように、多層フィルム 120 は、2 つの光学材料、すなわち「A」および「B」材料が交互に連続するように配置された 12 の個々の層を有している。他の実施の形態では、3 つ以上の別個の光学材料を使用することができる。隣接する「A」および「B」層の各対は、ORU を構成し、フィルムの上端において ORU 1 で始まり ORU 6 で終わっており、ORU は、光学厚さ OT_1 、 OT_2 、... OT_6 を有している。これら光学厚さは、上記式 I で識別された項「 D_r 」と同じである。設計波長で最大の第 1 次反射率 (式 I において $M = 1$) に対し、ORU の各々は、A または B 層のいずれかに対し 50 % の f 比を有してなければならない。A 層は、B 層よりも高い X (平面内) 屈折率を有していると考えることができる。前者は後者よりも薄く示されているためである。ORU 1 ~ 3 は、多層スタック S 1 内にグループ化されるように示されており、そこでは、ORU の光学

40

50

厚さは - Z 方向に単調に低減する。ORU 4 ~ 6 は、別の多層スタック S 2 内にグループ化されるように示されており、そこでは、ORU の光学厚さは単調に増大する。この ORU 光学厚さプロファイルが、図 11 B に示されている。このような厚さプロファイルは、スペクトル変化を鋭くするために役立つ。しかしながら、かかる好ましいプロファイルの例に進む前に、帯域端の鋭くされていないバンドパスフィルタの例を説明する。

【0089】

図 12 A は、300 の個々の層から構成されたバンドパス多層フィルタの設計を示す。フィルムの上端または正面で始まりフィルムの底部または背面に向かって進むように示されている。データポイント 122 は、1.5 の平面内屈折率を有する材料（例えば、PMMA）を表し、ポイント 124 は、1.75 の平面内屈折率を有する材料（例えば、PEN）を表す。層番号 1 および 2 は、「第 1」ORU を構成し、層 3 および 4 は、第 2 ORU を構成し、以下続く。所定の ORU の光学厚さは、高および低屈折率層の光学厚さの合計と等しい。層 1 ~ 50 は、第 1 の多層スタック S 3 を構成し、層 151 ~ 300 は、第 2 の多層スタック S 4 を構成する。かかるコンポーネントスタックは共に、単調に低減する ORU 光学厚さを有する。2 つのスタック間の光学厚さの不連続性により、図 12 B に示される単純な V 字型の透過帯域 126 が生じる。図 12 B は、垂直入射光と一定の屈折率を波長の関数として（分散は無し）仮定して、Azzam & Bashara の Ellipsometry And Polarized Light に概説されているようなベレマン（Berreman）の 4×4 マトリクス方法を用いて、図 12 A の多層フィルムから計算された。帯域 126 は、約 60 % のピーク透過率、約 50 nm の半値全幅 128 および約 565 nm のライン 130 によって示される中心波長を有している。帯域 126 の部分帯域幅は、僅かに 10 % 未満である。可視スペクトルの約 75 % に互って、反射率は少なくとも 80 % である。

【0090】

スペクトルのカットオンおよびカットオフ変化を鋭くする効果を有する特定の光学厚さプロファイルを備えた追加の層（ORU）を与えることにより、より小さい部分帯域幅を有するフィルムを作製することができる。図 13 A は、かかるフィルムの設計を示す。データポイント 122, 124 は、それぞれ 1.5 および 1.75 の屈折率を有する図 12 A におけるものと同じ材料を示し、多層スタック S 3 および S 4 の一連の 150 の層は、図 12 A におけるものと同様の勾配を有する線形厚さ分散を有している。図 13 A のフィルムは、スタック S 3, S 4 の間に、実質的に一定の（勾配のない）光学厚さ ORU を有するスタック S 5, S 6 を単純に付加している。スタック S 5 の ORU は、スタック S 3 の最少光学厚さと実質的に等しい光学厚さを有し、スタック S 6 の ORU は、スタック S 4 の最大光学厚さと実質的に等しい光学厚さを有する。また、ORU の各構成要素には、同じ関係が適用される。図示されたスタックに対して計算された軸上スペクトルが、図 13 B に与えられており、より鋭い変化帯域 132 を示している。帯域 132 のパーセント帯域は、3 % 以下のオーダーである。

【0091】

ピーク透過率を向上させ、より急な帯域端（より狭い透過帯域）を生成するために、図 14 A に示されている設計を有する他の多層フィルムが生成された。これは、個々の層を示されているようなコンポーネント多層スタック S 7 ~ S 10 に配置することにより、データポイント 122, 124 に対して使用された同じ材料によって達成される。ここで、スタック S 8 および S 9 は、反対にカーブした厚さプロファイルを有し、スタック S 7 および S 10 の隣接する部分は、各々スタック S 8 および S 9 の曲率を一致させるためにわずかにカーブした厚さファイル（profile）を有する。カーブしたプロファイルは、いかなる数の関数形態に従うことも可能であり、その形態の主目的は、層が唯一の波長になる 4 分の 1 波長に存在する厚さの正確な繰返しを乱すことである。ここで使用される特定の関数は、線形プロファイルの加法的関数（S 7 の短波長および S 10 の長波長において使用されるものと同じ）と、適当に正または負の第 1 導関数を有するプロファイルをカーブさせる正弦関数と、である。重要な特徴は、ORU 厚さプロファイルの第 2 導関数が、反射スタックの赤

(長波長)帯域端に対して負であり反射スタックの青(短波長)帯域端に対して正である、ということである。なお、V字型の透過帯域の帯域端について言う場合は、反対の意味が要求される。同じ原理の他の実施の形態には、第1導関数の0値を含む複数ポイントを有する層プロファイルがある。ここでのすべての場合において、導関数は、実際のORU光学厚さプロファイルを通して適合された最適適合曲線のものを言い、光学厚さ値において10%シグマ1未満の標準偏差といった小さい統計的誤差を含む。

【0092】

図14Bは、図14Aのフィルムの計算された軸上透過率を示す。帯域134のピーク透過率は約75%であり、部分帯域幅は2%未満のオーダである。pおよびs偏光の両方に対する軸外透過スペクトルもまた計算され、図14Cにおいて各々曲線136, 138として示されている。この計算は、60度の入射角について行われており、2種類の層の平面外屈折率が屈折率1.5で一致したものと仮定されている。高ピーク透過率の保存とp偏光に対する小さい部分帯域幅とを留意されたい。また、s偏光に対する透過率のピークが消えていることも留意されたい。しかしながら、ここでは、図14Cにおいて、スペクトルの赤端においてsおよびp偏光の両方に対し、軸上の近赤外線領域に配置されたより狭い透過帯域が見えている。

【0093】

ハイパスフィルタまたはローパスフィルタ等、より狭域透過特性を有する多層フィルタに対し、同様の透過-尖鋭化技術を使用することができる。かかる例のいくつかを以下に示す。実施の形態によっては、例えば同じ線形関数に従って、ORUを構成する各層の物理的厚さが、フィルムの厚さに互って同じペースで変化するものがあり、一方で、ORUを構成する層の厚さが異なって変化するものもある。以下の例の各々において、高および低屈折率層は、それぞれ1.75および1.5の屈折率を有し、それらは分散が無い。

【0094】

【表1】

	S11	S12	S13	S14	S15
層の合計数	170	30	30	30	30
高屈折率開始層厚さ (nm)	154.6	112.4	112.4	112.4	112.4
高屈折率層厚さ増分 (nm)	-0.4965	0.726	0.726	0	0.726
低屈折率開始層厚さ (nm)	183.3	133.3	133.3	133.3	133.3
低屈折率層厚さ増分 (nm)	-0.5882	0.8608	0	0	-0.5882
開始ORU光学厚さ (nm)	545.5	396.65	396.65	396.65	396.65
ORU光学厚さ増分 (nm)	-1.7512	2.5617	1.2705	0	0.3882

【0095】

コンポーネント多層スタックS11は、ベースラインとなるフィルム設計としての役割を果たす。スタックS11のみのために軸上反射スペクトル140が計算された後、フィルムの組合せに対し、以下の式が計算される。すなわち、S11+S12(物理的厚さプロファイルについて図15Aおよび反射曲線142について図15Bを参照のこと)、S11+S13(物理的厚さプロファイルについて図16Aおよび反射曲線144について図16Bを参照のこと)、S11+S14(物理的厚さプロファイルについて図17Aおよび反射曲線146について図17Bを参照のこと)およびS11+S15(物理的厚さプロファイルについて図18Aおよび反射曲線148について図18Bを参照のこと)である。これら図面から分るように、スタックS11に対し、逆の厚さ勾配を有するスタック

(スタック S 1 2)、f 比導関数で逆の厚さ勾配を有するスタック(スタック S 1 3)、実質的に 0 の厚さ勾配を有するスタック(スタック S 1 4)および O R U の 1 つのコンポーネントのみを用いる逆の厚さ勾配を有するスタック(スタック S 1 5)を付加することは、スペクトル変化の鋭さに対して大きく望ましい効果を有している。

【 0 0 9 6 】

物品例

物品例 1：線形プリズム再帰反射体上の高帯域反射体

多層ポリマフィルムを線形プリズム再帰反射層にラミネートすることにより、図 3 C のものと同様の物品が構成された。使用された線形プリズム層は、3 M C o m p a n y から商業的に入手可能な O p t i c a l L i g h t i n g F i l m であつた。多層フィルムは、6 0 1 の個々の層を有し、視覚的に透過光では黄色に見え反射光では青色に見えた。頭上の蛍光灯の離れて反射された色の像は、2 つの異なる色で同時に見ることができる。黒色の背景の上をプリズム側から見ると、青色の像のみを見ることができた。拡散白色背景において、両方の色を見ることができたが、黄色の方が優勢であつた。他の側から見ると、黄色と青色の両方の像を見ることができ、2 つの像が異なる角度で方向付けられていた。これら 2 つの像のスペクトルは、図 1 9 に示されている。破線は再帰反射光を表し、多層フィルムを通る 2 つのパスを含んでいる。実線は多層フィルムから鏡面反射した光を表す。これらスペクトルは、P e r k i n - E l m e r ラムダ - 9 分光測光器においてサンプルの溝を 2 つの異なる角度に向けることにより測定された。物品は 1 つの平面においてのみ再帰反射性であつたため、積分球において再帰反射成分を取込むことができた。なお、2 つの曲線は本質的に補色を表し、実質的には多層フィルムのみでの反射と透過の両方のスペクトルを表す。

【 0 0 9 7 】

物品例 2：多層フィルム上の線形プリズム再帰反射キャスト

ポリエステルテレフタレートおよび E C D E L の交互の層を有するシート状の多層ダイクロイックミラーフィルムが、1, 6 - ヘキサンジオールジアクリレートの 3 % ベンゾフェノンの溶液でプライミングされた。その後、プライマは、3 0 0 W / インチで動作している融解「H」紫外線ランプを用いて空気の雰囲気において 5 0 フィート / 分のラインスピードで硬化された。D a r o c u r 4 2 6 5 を 1 % 重量含む E b e c r y 1 6 0 0 (2 5 パーツ) / トリメチロールプロパントリアクリレート (5 0 パーツ) / テトラヒドロフルフリルアクリル酸塩 (2 5 パーツ) の樹脂の混合が、用意された。樹脂は、3 M C o m p a n y より B E F I I 9 0 / 5 0 の名称で入手可能なフィルム等、線形プリズムフィルム用の電気鑄造ツール (鑄型) と多層フィルムのプライミング側との間でインクローラを用いて鑄造された。この樹脂は、3 0 0 W / インチで動作する融解「D」紫外線ランプを用いてフィルムを通して照射することにより、2 5 フィート / 分で硬化された。ツールから合成フィルムを取除いた後、その合成フィルムの溝が付けられた側が、空気雰囲気中において 2 5 フィート / 分で、3 0 0 W / インチで動作する融解「D」ランプにより照射された。ダイクロイックミラーフィルム (実線) と合成物品 (破線) の軸上透過スペクトルは、図 2 0 に示されている。ダイクロイックミラーフィルムは、部分的に透明であるが、構造化表面マイクロプリズムを付加することにより、フィルムの反射率が強化された。

【 0 0 9 8 】

物品例 3：キューブコーナ再帰反射体を有する赤外線フィルム

ダイクロイックミラーフィルムをキューブコーナ再帰反射シートにラミネートすることにより、図 2 において示されているものと同様の構成を有するシーティングが用意された。ミラーフィルムは、小さい入射角で可視領域の大部分を通して比較的低反射率 (高透過率) を有していた。また、フィルムは、約 8 4 0 n m で近赤外線に中心が置かれた比較的広域の反射帯域 (約 1 7 5 n m 半値全幅) を有していた。広域反射帯域は、選択された近赤外線波長、例えば 7 9 0 ~ 8 2 0 n m が広範囲の入射角に互ってフィルムによって反射されることを保証する。図 2 1 A は、フィルムの軸上透過スペクトルを示し、図 2 1 B は、4 0 度の入射角での透過スペクトル (s および p 偏光をどちらも含むものと考えられる)

を示す。再帰反射シートは、3M Companyから入手可能なタイプ981 Scotch lite（登録商標）ブランドの再帰反射シーティングと同じキューブコーナジオメトリを有し、キューブコーナ構造化表面上にアルミニウム蒸気膜を有していた。再帰反射シートは、アルミニウム蒸気膜上に接着層を有していたが、構造化表面に対してヒートシールされたシール層を有していなかった。合成シーティングは、ミラーフィルムの上にラミネートされた保護フィルム（図3の層28を参照）を有していた。使用された保護フィルムは、3M Companyから入手可能なタイプ1171 ElectroCut（登録商標）フィルムであったが、これはアクリル接着裏材を有するアクリルフィルムを有している。アクリルフィルムは、合成シーティングの粘性を強化するために黄色の染料を含んでいる。保護フィルムは、戸外での用途に十分耐性がある合成シーティングを作製することが意図されていた。

10

【0099】

あらゆる入射角および指向角で取得された再帰反射測定値は、以下の結果を産出した。

【0100】

【表2】

入射角（度）	指向角（度）	再帰反射の係数 (カンデラ/ルクス/㎡)
-4	0	2400
-20		0
-20	45	2260
-20	90	2355
-20	135	2232
-40	0	430
-40	45	789
-40	90	990
-40	135	806

20

30

【0101】

この例3の物品は、捜索および救援の用途のために構成されており、この場合、物品は、飛行機の外側に適用される。飛行機がクラッシュした場合に、頭上高く飛行する捜索航空機は、異なる波長で動作する2つのレーザを用いて地面を掃引する。そして、落下した飛行機上の再帰反射/反射シーティングは、1つの波長（ミラーフィルムが透過させる波長）を捜索航空機に戻す方向に再帰反射し、他方の波長（ミラーフィルムが反射する波長）を捜索航空機に向かわない方向に鏡面反射する。この2つの波長のうちの一方のみの検出（指定された最少コントラスト比で）により、落下した飛行機が存在が明確に示される。可視領域における高透過を有するミラーフィルムを用いることにより、結果としてのシーティングは、人間の目に対して非常に可視のままであるという意味で、従来からの再帰反射シーティングのすべての利点を有しており、ミラーフィルムは、普通の観測者に対して「透明」である。衣服、救命胴衣等、航空機以外の物体への適用もまた考えられる。

40

【0102】

この例3の物品は、湿気への露出に不安定な赤外線吸収染料、または高価であり入射角が小さい蒸気被膜された誘電スタックを用いて波長の分化を行う代替物に対して優れている

50

。

【0103】

ここで、ミラーフィルムの構造の細部を説明する。ミラーフィルムは、同時押し成形によりラインを形成する連続した平坦なフィルム上に作製された、約417の層を含む多層フィルムであった。この多層ポリマフィルムは、PENおよびPETG6763(Eastman Chemical Co.より入手可能)から作製された。フィードブロック方法(米国特許第3,801,429号によって述べられている方法等)を用いて、押し物を通して層から層へ勾配したおおよそ線形の層厚さを有する約209の層が生成された。0.48dl/gの固有粘度(IV)を有するポリエチレンナフタレート(PEN-フェノール60重量%/ジクロロベンゼン40重量%)が、37.9Kg/時の速度で1つの押し成形機によってフィードブロックに搬送された。PETGは、40.4Kg/時の速度で第2の押し成形機によりフィードブロックに向けられた。

10

【0104】

この例でフィルムを作製するために使用されたフィードブロックは、等温条件の下、最薄層対最厚層の割合が1.5:1である線形層厚さ分布を与えるよう設計されていた。

【0105】

フィードブロック後、同じPEN押し成形機が、保護境界層(PBLの、光学層溶融流の両面が同じ厚さ)として約23Kg/時で溶融流に搬送した。そして、材料流は、約1.50の多層化(multiplier)率を有する非対称2倍多層化(multiplier)装置を通過した。多層化(multiplier)率は、主コンジットにおける層の平均層厚さによって分割された副コンジットにおいて製造された層の平均層厚さとして、定義されている。209の層の各セットは、フィードブロックによって生成されたおおよその層厚さプロファイルを有し、全厚さ倍率が多層化(multiplier)設計およびフィルム押し成形速度によって決定されている。スタック全体の最も薄い層は、垂直入射で810nmの放射線を反射するよう設計された。

20

【0106】

多層化(multiplier)後、第3の押し成形機から与えられた約34.5Kg/時で、厚い対称的なPBL(表皮層)が付加された。そして、材料流は、フィルムダイを通過して摂氏約7度の入口水温を用いる水冷式キャストリングホイール上まで進んだ。PETG溶融プロセス装置は、約250で維持され、PEN溶融プロセス装置は、約285で維持され、フィードブロック、多層化(multiplier)装置およびダイもまた約285で維持されていた。

30

【0107】

押し成形品をキャストリングホイールに固定するために、高電圧ピニングシステムが使用された。ピニングワイヤは約0.17mm厚さであり、それには約5.5kVの電圧が印加された。鋳造ウェブに平滑な外観を得るために、ピニングワイヤは、キャストリングホイールと接触する点においてウェブから約3~5mmに、オペレータによって手作業で配置された。鋳造ウェブは、従来からの連続したレングスオリエンタ(length orienter)(LO)およびテンタ装置によって、連続的に方向付けされた。

40

【0108】

ウェブは、約130で約3.3の延伸率まで長さ方向に方向付けされた。フィルムはテンタにおいて約28秒間約138まで予熱され、約140で横方向に、約15%/秒の速度で約5.5の延伸率まで延伸されされた。その後、フィルムは、約227で約24秒間ヒートセットされた。キャストリングホイール速度は、最終的なフィルム厚さ、従って反射体の最終的な波長選択を正確に制御するように調整された。仕上げ済みフィルムは、最終的な厚さが約0.10mmであった。

【0109】

物品例4：キューブコーナ反射体上の多層偏光子

電動化した車に対し偏光ヘッドライトを導入することは、道路標識に使用される再帰反射シーティングの製造に対し新たな挑戦をもたらす。シーティング、およびドライバの偏光

50

庇またはフロントガラスを通る再帰反射ビームの明るさの後の喪失により、ヘッドライトからの光が偏光しなくなる場合に、問題が発生する。キューブコーナシーティングとビーズ入りシーティングは共に、入射光の偏光をスクランブルさせる傾向にあり、それによって線形の偏光を楕円形の偏光に変える。

【0110】

可能な解決法は、図2に見られるように、再帰反射層に対して多層偏光子フィルムをラミネートすることであり、その場合、偏光子フィルムの透過軸は、接近するヘッドライトの偏光方向に一致するよう指向される。このように、ヘッドライトからの入射光はすべて再帰反射シーティングを透過するが、この光のすべてが最初の通過において存在するとは限らない。透過軸に対してまだ平行な成分のみが、光源に戻る。残りは、再帰反射層に再入射し、再び再帰反射され、一部は再び出射する。多層偏光子フィルムとキューブコーナ再帰反射シーティングの両方において低損失である場合、再循環は、再帰反射した光および正確な偏光のおおよそ90%で継続する。サンプルは、ポリマ偏光フィルムを3M Companyから入手可能な商業的に入手可能なDiamond Grade（登録商標）シーティングにラミネートすることによって準備された。このサンプルは、Diamond Grade（登録商標）シーティングのラミネートされていない部分に隣接して、10フィートの距離からのフラッシュライトを用いて、並べて見られた。偏光していないフラッシュライトに対し、ラミネートされたサンプルは、予測されたように大幅に薄暗くなった。偏光光源を用いた場合、ラミネートされたサンプルは、ラミネートされていないサンプルよりほんのわずかに薄暗くなった。偏光子を通して同じ構成を見ると、ラミネートされたサンプルはより明るかった。

【0111】

本出願において説明されたものの代替的な実施の形態では、上述した多層ポリマフィルムの代りに混合光学フィルムから作製された反射偏光子およびミラーのクラスを使用することができる。一般的な混合フィルムでは、少なくとも2つの異なる材料の混合が使用される。特定の軸に沿った複数の材料の屈折率の不一致を用いて、その軸に沿って偏光される入射光が実質的に散乱し、その結果大量の反射が発生する。複数の材料の屈折率が一致される軸の方向に偏光される入射光は、散乱の度合をかなり少なくして透過される。材料の相対的な屈折率を制御することにより、反射偏光子、ミラー等を含むあらゆる光学装置を構成することができる。混合フィルムは、多くの異なる形態を取ることができる。例えば、混合を、連続層内の分散層によって形成してもよく、あるいは、共に連続層から構成してもよい。更に、あらゆる混合フィルムの一般的な形成および光学特性は、「Diffusely Reflecting Polarizing Element Including a First Birefringent Phase and a Second Phase」と題されたPCT公開番号WO97/3224および「Optical Film with Co-Continuous Phase」と題されたPCT公開番号WO97/3223において説明されている。

【0112】

いくつかの用語の解説

基準マーク：基準軸を中心とする指向を示すために基準として使用される、反射物品上のマーク（現実または仮想に関わらず）

入射角：照明軸と反射軸との間の角度

入射半面：基準軸にもたらされ照明軸を含む半面

入射平面：入射半面を含む平面

f比：所定の個々の層の、所定のORUの合計光学厚さに対する相対的な寄与。

k番目の個々の層に対するf比は、

【化1】

$$f_k = \frac{n_k \cdot d_k}{\sum_{m=1}^N n_m \cdot d_m}$$

なお、ここで、 N はORUにおける構成層の数であり、 n_k (n_m)は k 番目 (m 番目)の層の適切な屈折率であり、 d_k (d_m)は、層 k (m)の物理的厚さである。指定された光学軸 j に沿った層 k の f 比は、 f_{jk} で表され、上記のように定義されるが、 n_k (n_m)は軸 j に沿った層 k (m)の屈折率である。

部分帯域幅：帯域の中心波長（全スペクトル幅を二分する）によって分割された帯域の最大高さの半分（すなわち、振幅の半分）での完全スペクトル幅（ n_m 等の距離の単位による）

照明軸：基準中心と照明源との間に伸びる線分

光：スペクトルの可視、紫外線または赤外線部分に関わらず、電磁放射線

観測角：照明軸と観測軸との間の角度

観測軸：基準中心と選択された観測点との間に伸びる線分

光学繰返しユニット（「ORU」）：多層光学フィルムの厚さに互って繰返す少なくとも2つの個々の層のスタック、但し、対応する繰返し層は同じ厚さを有している必要はない

光学厚さ：所定の本体の物理的厚さ×その屈折率。概して、これは波長と偏光の関数である。

指向角：入射半平面と基準軸に現れ基準マークを含む半平面との間の上反角

パーセント反射率：所定の波長の平行にされた入射光ビームに対する、物体に入射した光の光学パワーによって分割された所定の物体から鏡面反射された光の、光学パワー（例えば、ミリワット）の割合に等しい、大きさの無い量

パーセント透過率：所定の波長の平行にされた入射光ビームに対する、物体に入射した光の光学パワーによって分割された所定の物体を透過する光の、光学パワー（例えば、ミリワット）の割合に等しい、大きさの無い量

基準軸：反射物品から離れて基準中心から伸び、基準中心において反射物品に対し通常垂直である線分

基準中心：反射物品の性能を特定するためにその物品の中心となるよう指定されている反射物品の上または近くの点

反射帯域：相対的に低反射率の領域によっていずれかの側に限定された相対的な高反射率のスペクトル範囲

表皮層：多層光学フィルムに対し外側層として与えられている層であり、一般に、かかる多層フィルムの全ORUの物理的厚さの合計の10%と20%との間の物理的厚さを有する

透過帯域：相対的に低透過率のスペクトル範囲によって限定された相対的に高透過率のスペクトル範囲

可視光：人間の裸眼によって検出可能な光であり、概して、約400～700nmの波長領域にある

【0113】

本発明を好ましい実施の形態に関して説明したが、当業者は、本発明の精神および範囲から逸脱することなく形態および詳細において変更を行うことができるということを認識するであろう。

【図面の簡単な説明】

【図1】 再帰反射ダイクロイック反射体の主な構成要素の組立分解図である。

【図2】 再帰反射ダイクロイック反射体の側断面図である。

【図3A】 いくつかの入射平面では再帰反射を示し他の平面では示さない再帰反射ダイクロイック反射体の斜視正面図である。

【図3B】 図3Aの再帰反射ダイクロイック反射体の前平面図である。

【図 3 C】 図 3 A および図 3 B に示されている作用を示すことができる構造化表面を示す後斜視図である。

【図 3 D】 図 3 A および図 3 B に示されている作用を示すことができる図 3 C とは異なる構造化表面を示す後斜視図である。

【図 4】 再帰反射層に対しビーズ入り再帰反射シートを組込んだ再帰反射ダイクロイック反射体の側断面図である。

【図 5】 シートに対し煌き特性を与えるよう配置されたキューブコーナ要素を有するキューブコーナ再帰反射シーティングを組込んだ物品の一部の側断面図である。

【図 6】 いくつかの実施の形態において使用可能な多層ポリマフィルムの理想化されたパーセント透過スペクトルである。

【図 7】 いくつかの実施の形態において使用可能な多層ポリマフィルム例の測定されたパーセント透過スペクトルである。

【図 8 A】 セキュリティ用途で使用可能な多層ポリマフィルムの測定された透過スペクトルを示す。

【図 8 B】 セキュリティ用途で使用可能な多層ポリマフィルムの測定された透過スペクトルを示す。

【図 9 A】 セキュリティ用途で使用可能な多層ポリマフィルムの計算された透過スペクトルを示す。

【図 9 B】 セキュリティ用途で使用可能な多層ポリマフィルムの計算された透過スペクトルを示す。

【図 9 C】 セキュリティ用途で使用可能な多層ポリマフィルムの計算された透過スペクトルを示す。

【図 10 A】 0.18 の f 比を用いて計算された多層ポリマフィルムの透過スペクトルを示す。

【図 10 B】 0.33 の f 比を用いて計算された多層ポリマフィルムの透過スペクトルを示す。

【図 10 C】 0.5 の f 比を用いて計算された多層ポリマフィルムの透過スペクトルを示す。

【図 10 D】 図 10 A 乃至図 10 C を合成したものを示す。

【図 11 A】 鋭いスペクトル変化を示すよう設計された簡略化した多層フィルムの拡大され誇張された側面図を示す。

【図 11 B】 図 11 A のフィルムを構成する光学繰返しユニット (ORU) の光学厚さのグラフである。

【図 12 A】 バンドパス多層フィルムの個々の層の物理的厚さのグラフである。

【図 12 B】 図 12 A のフィルムの計算された軸上透過スペクトルである。

【図 13 A】 より鋭いスペクトル変化を有するバンドパス多層フィルムの個々の層の物理的厚さのグラフである。

【図 13 B】 図 13 A のフィルムの計算された軸上透過スペクトルである。

【図 14 A】 更に鋭いスペクトル変化を有するバンドパス多層フィルムの個々の層の物理的厚さのグラフである。

【図 14 B】 図 14 A のフィルムの計算された軸上透過スペクトルを示す。

【図 14 C】 図 14 A のフィルムの計算された軸外透過スペクトルを示す。

【図 15 A】 追加の多層フィルムの個々の層の物理的厚さのグラフである。

【図 15 B】 図 15 A のフィルムの計算された軸上反射スペクトルを示す。

【図 16 A】 追加の多層フィルムの個々の層の物理的厚さのグラフである。

【図 16 B】 図 16 A のフィルムの計算された軸上反射スペクトルを示す。

【図 17 A】 追加の多層フィルムの個々の層の物理的厚さのグラフである。

【図 17 B】 図 17 A のフィルムの計算された軸上反射スペクトルを示す。

【図 18 A】 追加の多層フィルムの個々の層の物理的厚さのグラフである。

【図 18 B】 図 18 A のフィルムの計算された軸上反射スペクトルを示す。

10

20

30

40

50

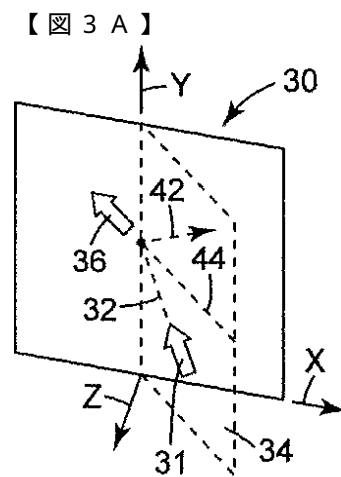
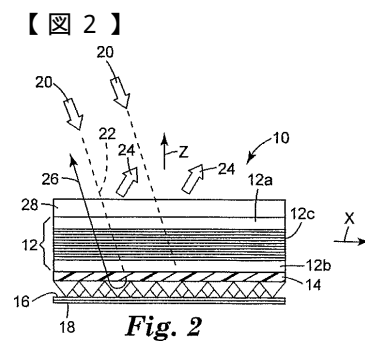
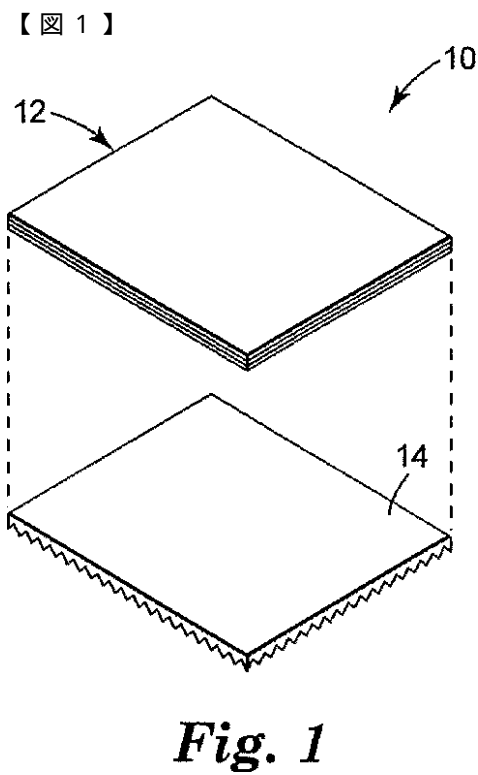
【図 19】 実施例 1 の物品の測定された反射スペクトルを示す。

【図 20】 実施例 2 の物品およびそこで使用される多層フィルムの測定された透過スペクトルを示す。

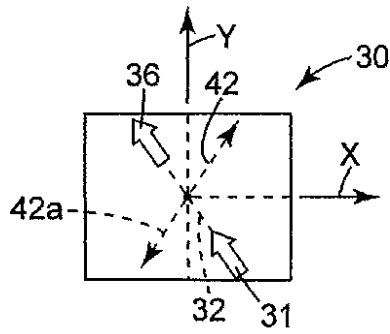
【図 21 A】 実施例 3 の物品の 0 度の入射角における透過スペクトルを示す。

【図 21 B】 実施例 3 の物品の 40 度の入射角における透過スペクトルを示す。

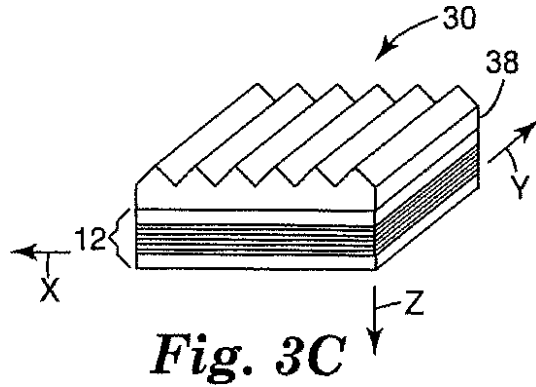
図面において、同じ参照符号は便宜上、同じであるかあるいは同じかまたは同様の機能を実行する要素を示すために使用される。



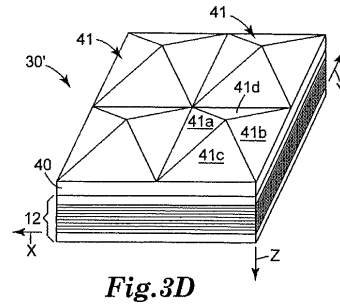
【図 3 B】

**Fig. 3B**

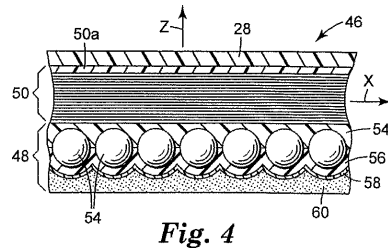
【図 3 C】

**Fig. 3C**

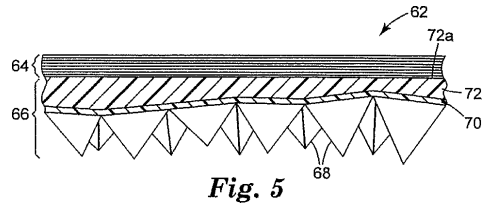
【図 3 D】

**Fig. 3D**

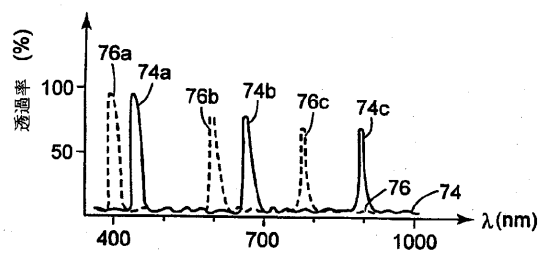
【図 4】

**Fig. 4**

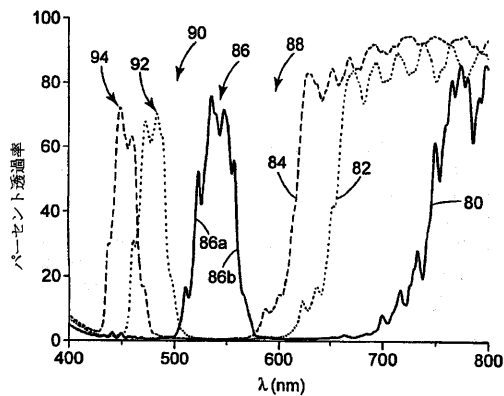
【図 5】

**Fig. 5**

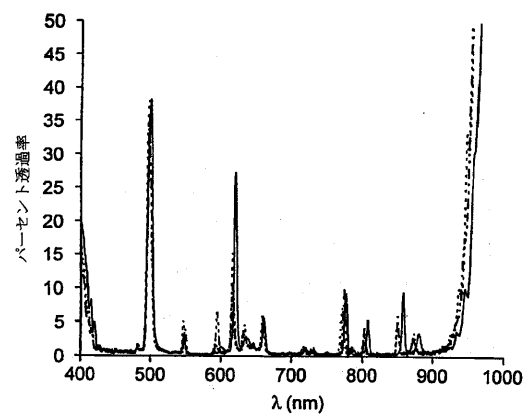
【図 6】



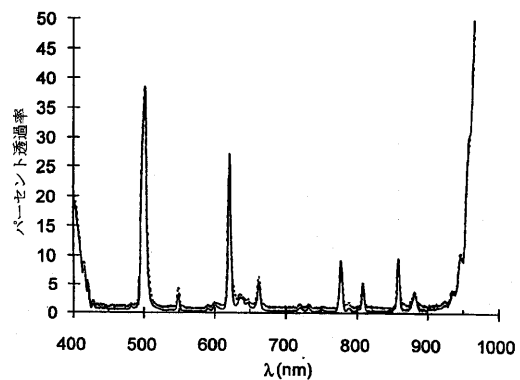
【図 7】



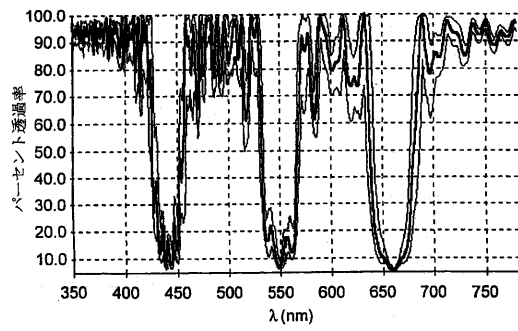
【図 8 A】



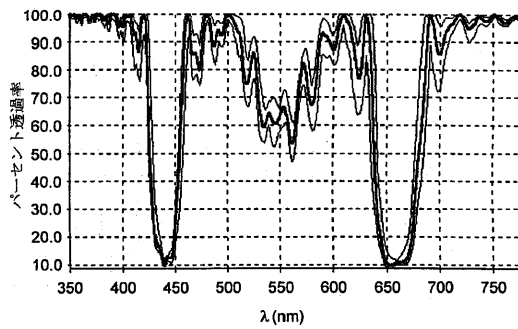
【図 8 B】



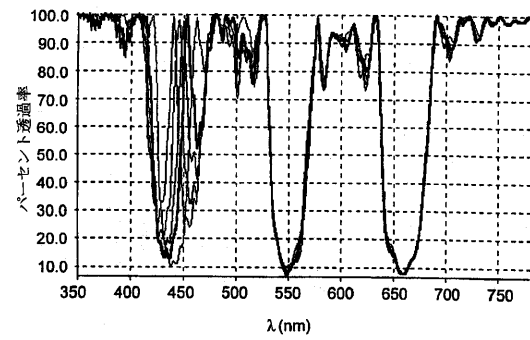
【図 9 A】



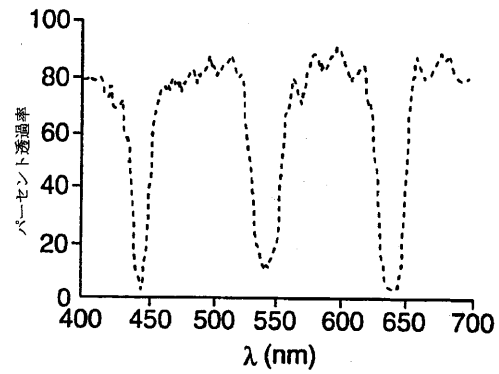
【図 9 B】



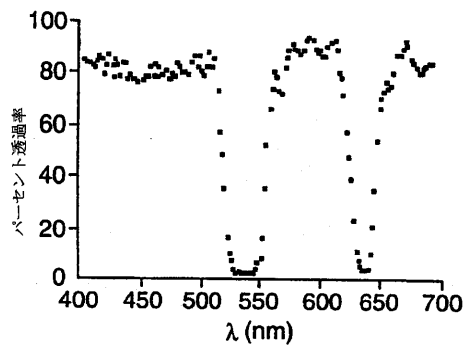
【図 9 C】



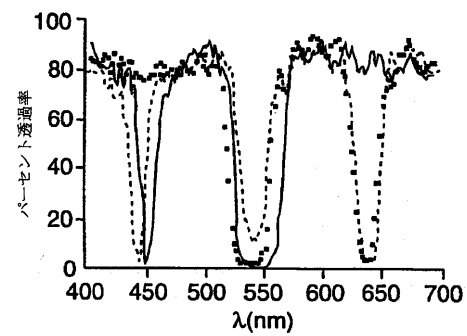
【図 10 A】



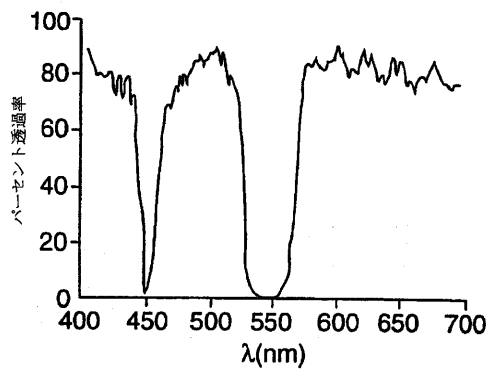
【図 10 B】



【図 10 D】



【図 10 C】



【図 11 A】

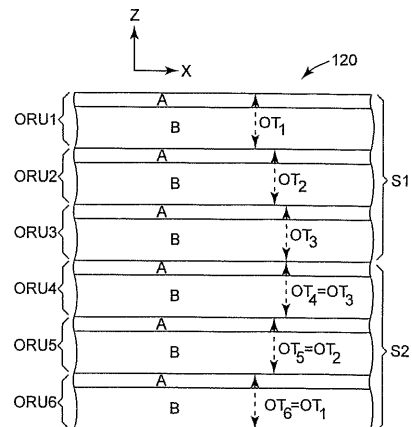
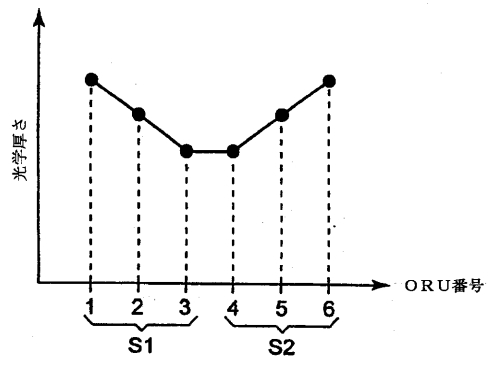
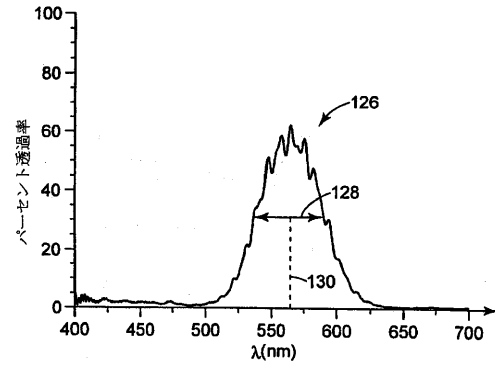


Fig. 11A

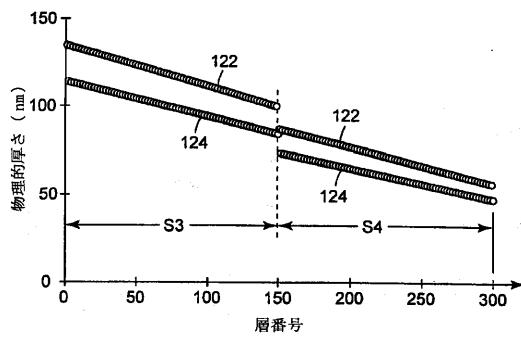
【図 1 1 B】



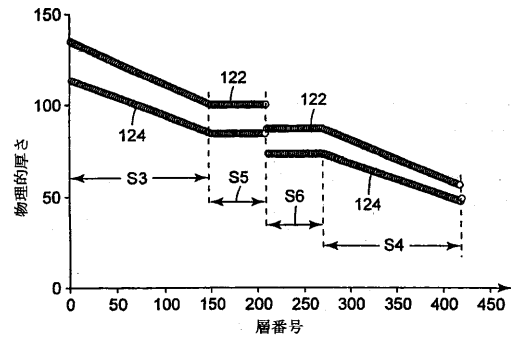
【図 1 2 B】



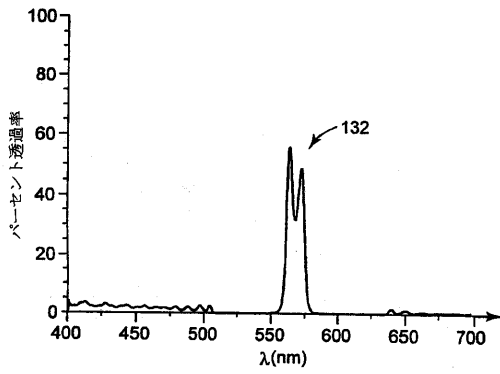
【図 1 2 A】



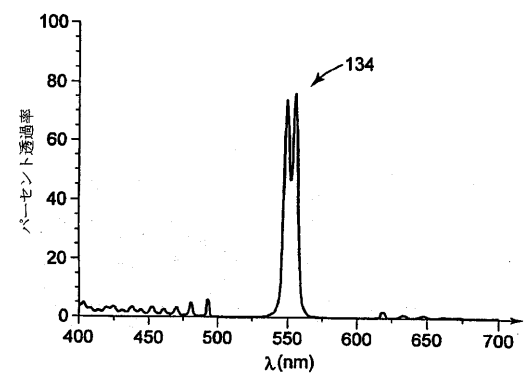
【図 1 3 A】



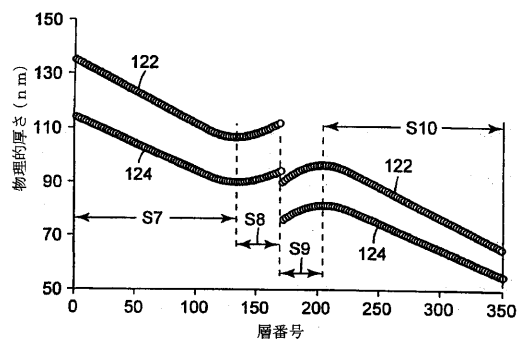
【図 1 3 B】



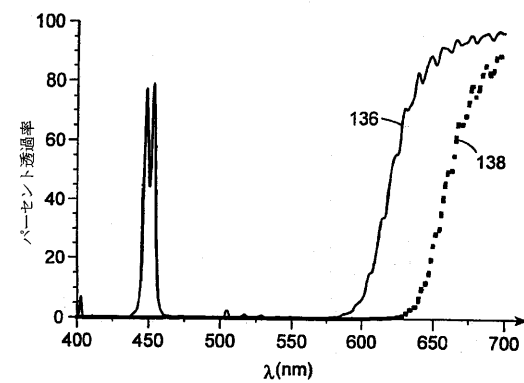
【図 1 4 B】



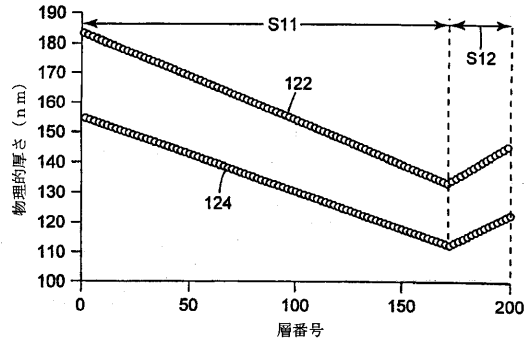
【図 1 4 A】



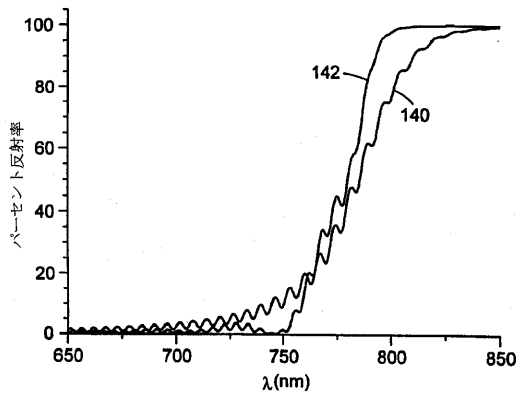
【図 1 4 C】



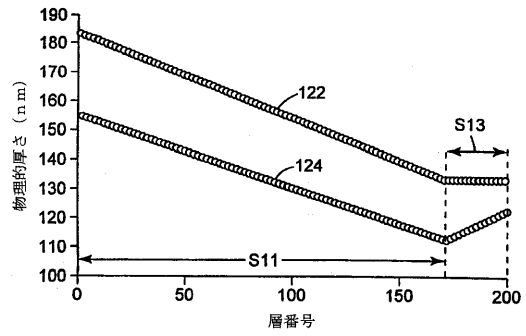
【図 15 A】



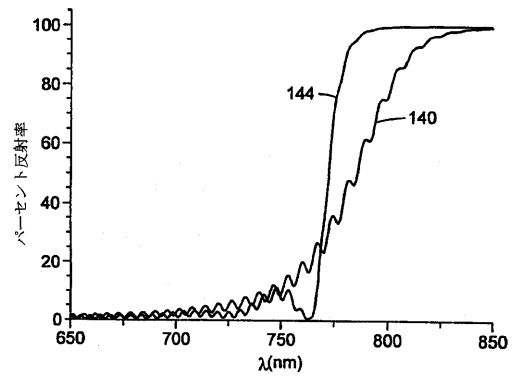
【図 15 B】



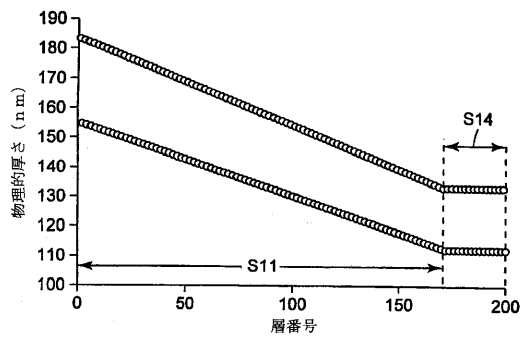
【図 16 A】



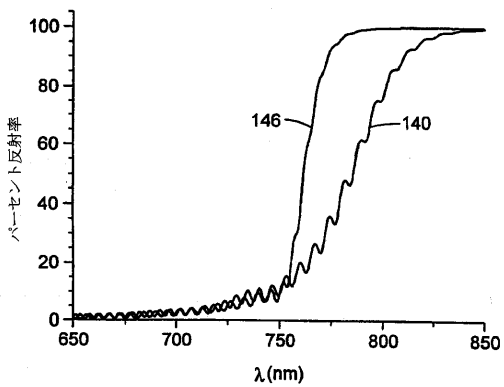
【図 16 B】



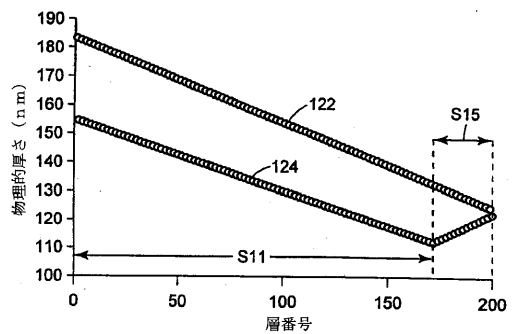
【図 17 A】



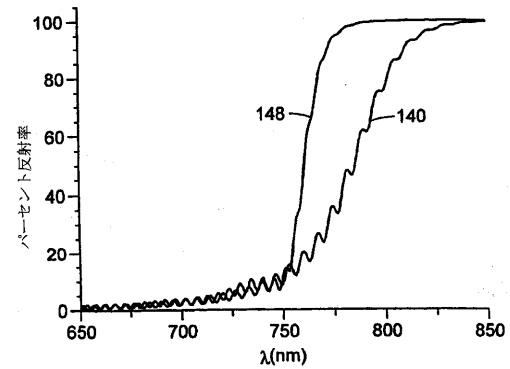
【図 17 B】



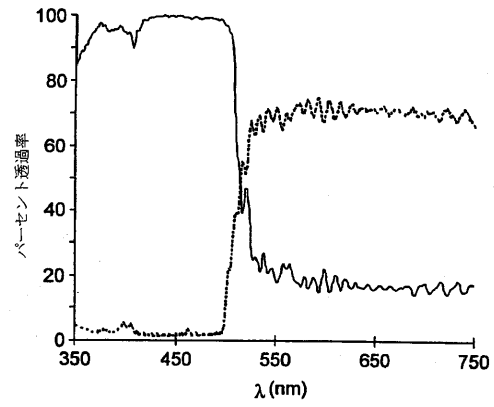
【図 18 A】



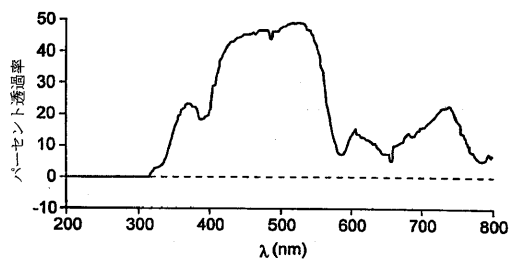
【図 18 B】



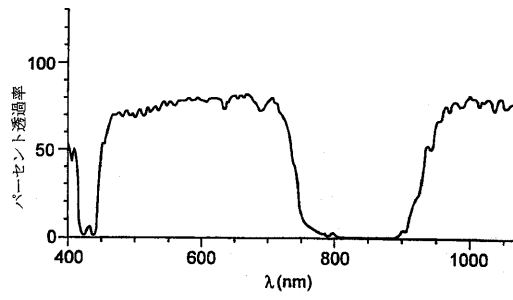
【図 19】



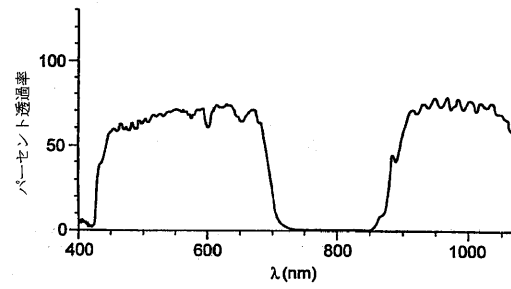
【図 20】



【図 21 A】



【図 21 B】



フロントページの続き

- (72)発明者 オールスター・ベンソン・ジュニア
アメリカ合衆国 5 5 1 3 3 - 3 4 2 7 ミネソタ州セント・ポール、ポスト・オフィス・ボックス 3 4 2 7
- (72)発明者 マイケル・エフ・ウェーバー
アメリカ合衆国 5 5 1 3 3 - 3 4 2 7 ミネソタ州セント・ポール、ポスト・オフィス・ボックス 3 4 2 7
- (72)発明者 ジョン・エイ・ウィートリー
アメリカ合衆国 5 5 1 3 3 - 3 4 2 7 ミネソタ州セント・ポール、ポスト・オフィス・ボックス 3 4 2 7
- (72)発明者 アンドリュー・ジェイ・ウーダーカーク
アメリカ合衆国 5 5 1 3 3 - 3 4 2 7 ミネソタ州セント・ポール、ポスト・オフィス・ボックス 3 4 2 7
- (72)発明者 ベンジャミン・ティ・フェローズ
アメリカ合衆国 5 5 1 3 3 - 3 4 2 7 ミネソタ州セント・ポール、ポスト・オフィス・ボックス 3 4 2 7
- (72)発明者 ウィルソン・シー・ガーランド
アメリカ合衆国 5 5 1 3 3 - 3 4 2 7 ミネソタ州セント・ポール、ポスト・オフィス・ボックス 3 4 2 7
- (72)発明者 メル・ワイ・ウォン
アメリカ合衆国 5 5 1 3 3 - 3 4 2 7 ミネソタ州セント・ポール、ポスト・オフィス・ボックス 3 4 2 7

審査官 杉山 輝和

- (56)参考文献 特表平 0 6 - 5 0 8 4 4 9 (J P , A)
特開平 0 3 - 0 6 3 6 0 2 (J P , A)
特開 2 0 0 0 - 0 8 1 8 3 1 (J P , A)
特表平 1 0 - 5 1 1 3 2 2 (J P , A)
特表平 0 9 - 5 0 6 8 3 7 (J P , A)

- (58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)
G02B5/00-5/136
G02B5/20-5/28