

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公表特許公報(A)

(11)公表番号
特表2024-510621
(P2024-510621A)

(43)公表日 令和6年3月8日(2024.3.8)

(51)国際特許分類	F I	テーマコード (参考)
G 0 2 B 5/30 (2006.01)	G 0 2 B 5/30	2 H 0 4 2
G 0 2 B 5/28 (2006.01)	G 0 2 B 5/28	2 H 1 4 8
G 0 2 B 5/08 (2006.01)	G 0 2 B 5/08	A 2 H 1 4 9

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全38頁)

(21)出願番号	特願2023-556720(P2023-556720)	(71)出願人	505005049
(86)(22)出願日	令和4年2月17日(2022.2.17)		スリーエム イノベイティブ プロパティ
(85)翻訳文提出日	令和5年9月14日(2023.9.14)		ズ カンパニー
(86)国際出願番号	PCT/IB2022/051435		アメリカ合衆国, ミネソタ州 5 5 1 3
(87)国際公開番号	WO2022/195372		3-3 4 2 7, セント ポール, ポスト
(87)国際公開日	令和4年9月22日(2022.9.22)		オフィス ボックス 3 3 4 2 7, スリー
(31)優先権主張番号	63/161,046		エム センター
(32)優先日	令和3年3月15日(2021.3.15)	(74)代理人	100130339
(33)優先権主張国・地域又は機関			弁理士 藤井 憲
	米国(US)	(74)代理人	100135909
(81)指定国・地域	AP(BW,GH,GM,KE,LR,LS,MW,MZ,NA		弁理士 野村 和歌子
	,RW,SD,SL,ST,SZ,TZ,UG,ZM,ZW),EA(	(74)代理人	100133042
	AM,AZ,BY,KG,KZ,RU,TJ,TM),EP(AL,A		弁理士 佃 誠玄
	T,BE,BG,CH,CY,CZ,DE,DK,EE,ES,FI,FR	(74)代理人	100171701
	,GB,GR,HR,HU,IE,IS,IT,LT,LU,LV,MC,		弁理士 浅村 敬一
	最終頁に続く		最終頁に続く

(54)【発明の名称】 多層光学フィルム

(57)【要約】

多層光学フィルムは、合計で約175未満の数であってもよく、かつ約20マイクロメートル未満の合計平均厚さを有してもよい、複数の光学繰り返し単位を含む。光学繰り返し単位の各々は、少なくとも1つのポリマーA層、少なくとも2つのB層、及び少なくとも1つのポリマーC層を含むことができる、少なくとも4つの個別の層を含む。少なくとも4つの個別の層の少なくとも1つの層は、約50nm未満の平均厚さを有することができる。複数の光学繰り返し単位中の個別の層の層間接着力は、90度の剥離角度で測定した場合、少なくとも約14グラム／インチであってもよい。多層光学フィルムは、反射偏光子又は多層光学ミラーであってもよい。

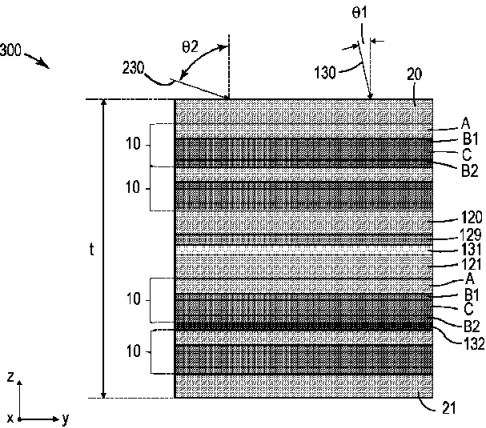


FIG. 1A

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

第 1 のスキン層と第 2 のスキン層との間に配置された複数の光学繰り返し単位を備える反射偏光子であって、各光学繰り返し単位が、少なくとも 1 つのポリマー A 層、少なくとも 2 つの B 層、及び少なくとも 1 つのポリマー C 層を含み、隣接する A 層及び C 層の各対が、前記隣接する A 層と前記 C 層との間に配置された、前記 2 つの B 層のうちの少なくとも 1 つを有し、前記第 1 のスキン層と前記第 2 のスキン層との間に配置された前記複数の光学繰り返し単位中の前記 A 層及び前記 C 層の総数が、約 400 未満であり、前記 A 層及び前記 C 層の各々が、約 50 nm～約 500 nm の平均厚さを有し、前記 B 層の各々が、約 50 nm 未満の平均厚さを有し、前記第 1 のスキン層及び前記第 2 のスキン層の各々が、約 500 nm 超の平均厚さを有し、前記反射偏光子が、約 20 マイクロメートル未満の平均厚さを有し、入射面において前記反射偏光子に入射する光に対して、約 5 度未満の第 1 の入射角及び約 40 度超の第 2 の入射角の各々に対して、並びに約 420 nm～約 680 nm にわたる可視波長範囲に対して、前記複数の光学繰り返し単位が、

10

前記反射偏光子の面内第 1 方向が前記入射面内にあるとき、s 偏光状態に対して約 10 % 未満であり、

かつ前記反射偏光子の面内直交第 2 方向が前記入射面内にあるとき、p 偏光状態に対して約 65 % 超である、

平均光透過率を有する、反射偏光子。

【請求項 2】

20

前記反射偏光子の前記面内第 2 方向が前記入射面内にあるとき、前記可視波長範囲及び前記 p 偏光状態に対して、前記複数の光学繰り返し単位が、前記それぞれの第 1 の入射角及び第 2 の入射角に対する平均光透過率 T_1 及び T_2 を有し、 T_2 が、 T_1 よりも少なくとも 5 % 大きい、請求項 1 に記載の反射偏光子。

【請求項 3】

前記第 1 の入射角及び前記第 2 の入射角の各々に対して、前記 s 偏光状態及び前記入射面内にある前記第 1 の方向に対して、並びに前記 p 偏光状態及び前記入射面内にある前記第 2 の方向に対して、並びに約 750 nm～約 1200 nm にわたる赤外波長範囲に対して、前記複数の光学繰り返し単位が、約 40 % 超の平均光透過率を有する、請求項 1 又は 2 に記載の反射偏光子。

30

【請求項 4】

前記第 1 の入射角及び前記第 2 の入射角の各々に対して、前記 s 偏光状態及び前記 p 偏光状態の各々に対して、前記入射面内にある前記第 1 の方向及び前記第 2 の方向の各々に対して、並びに約 750 nm～約 1200 nm にわたる赤外波長範囲に対して、前記複数の光学繰り返し単位が、約 40 % 超の平均光透過率を有する、請求項 1～3 のいずれか一項に記載の反射偏光子。

【請求項 5】

前記入射面内にある前記第 1 の方向に対して、及び前記 s 偏光状態に対して、前記複数の光学繰り返し単位が、前記それぞれの第 1 の入射角及び第 2 の入射角に対して、波長に対する第 1 及び第 2 の光透過率を有し、前記第 1 及び第 2 の光透過率が、それぞれの第 1 及び第 2 の透過帯域端を含み、少なくとも、前記光透過率が約 10 % から約 50 % まで増加する前記透過帯域端に沿った波長範囲にわたる前記第 1 及び第 2 の帯域端の各々への最良の線形フィットが、約 1.3 % / nm 超の正の勾配を有する、請求項 1～4 のいずれか一項に記載の反射偏光子。

40

【請求項 6】

各ポリマー A 層が、ポリエチレンナフタレート、ポリエチレンテレフタレート、又はポリヘキシルエチレンナフタレートコポリマーを含み、各ポリマー C 層が、

シンジオタクチックポリスチレン、

テトラフルオロエチレンとヘキサフルオロプロピレンとフッ化ビニリデンとのターポリマー、

50

ポリメチルメタクリレート、
メチルメタクリレートとエチルアクリレートとのコポリマー、又は
コポリエチレンナフタレートテレフタレートコポリマー、
を含む、請求項 1～5 のいずれか一項に記載の反射偏光子。

【請求項 7】

複数の光学繰り返し単位を備える多層光学フィルムであって、前記複数の光学繰り返し単位中の前記光学繰り返し単位が、合計で約 175 未満の数であり、約 20 マイクロメートル未満の合計平均厚さを有し、前記光学繰り返し単位の各々が、少なくとも 4 つの個別の層を含み、前記光学繰り返し単位の各々の前記少なくとも 4 つの個別の層の少なくとも第 1 及び第 2 の個別の層が、同じ面内 x 方向に沿ったそれぞれの屈折率 n_{x1} 及び n_{x2} 、前記 x 方向に直交する面内 y 方向に沿ったそれぞれの屈折率 n_{y1} 及び n_{y2} 、並びに前記 x 方向及び前記 y 方向に直交する z 方向に沿ったそれぞれの屈折率 n_{z1} 及び n_{z2} を有し、約 420 nm～約 680 nm にわたる可視波長範囲内の少なくとも 1 つの波長に対して、

n_{x1} が、 n_{y1} 及び n_{z1} のうちの少なくとも 1 つよりも少なくとも 0.15 大きく

10

、
 n_{x2} 、 n_{y2} 、 n_{z2} の間の最大差の大きさが、0.15 未満であり、

n_{x1} が、 n_{x2} よりも少なくとも 0.15 大きく、

前記光学繰り返し単位の各々の前記少なくとも 4 つの個別の層の少なくとも第 3 の層が、約 50 nm 未満の平均厚さを有し、前記複数の光学繰り返し単位中の前記個別の層の層間接着力が、90 度の剥離角度で測定した場合、少なくとも約 14 グラム／インチである

20

、
多層光学フィルム。

【請求項 8】

前記少なくとも前記第 3 の層が、前記それぞれの x 方向、y 方向、及び z 方向に沿ってそれぞれの屈折率 n_{x3} 、 n_{y3} 、及び n_{z3} を有し、前記少なくとも 1 つの波長に対して、 n_{x2} が、 n_{x3} よりも少なくとも 0.005 大きい、又は n_{x3} が、 n_{x2} よりも少なくとも 0.05 大きい、請求項 7 に記載の多層光学フィルム。

【請求項 9】

複数の光学繰り返し単位を備える多層光学フィルムであって、前記複数の光学繰り返し単位中の前記光学繰り返し単位が、合計で約 175 未満の数であり、約 20 マイクロメートル未満の合計平均厚さを有し、前記光学繰り返し単位の各々が、少なくとも 4 つの個別の層を含み、前記光学繰り返し単位の各々の前記少なくとも 4 つの個別の層の少なくとも第 1 及び第 2 の個別の層が、同じ面内 x 方向に沿ったそれぞれの屈折率 n_{x1} 及び n_{x2} 、前記 x 方向に直交する面内 y 方向に沿ったそれぞれの屈折率 n_{y1} 及び n_{y2} 、並びに前記 x 方向及び前記 y 方向に直交する z 方向に沿ったそれぞれの屈折率 n_{z1} 及び n_{z2} を有し、約 420 nm～約 680 nm にわたる可視波長範囲内の少なくとも 1 つの波長に対して、

30

n_{x1} が、 n_{y1} 及び n_{z1} のうちの少なくとも 1 つよりも少なくとも 0.15 大きく

40

、
 n_{x2} が、 n_{y2} 及び n_{z2} のうちの少なくとも 1 つより小さく、

n_{x1} が、 n_{x2} よりも少なくとも 0.15 大きく、

前記複数の光学繰り返し単位中の前記個別の層の層間接着力が、90 度の剥離角度で測定した場合、少なくとも約 14 グラム／インチである、

多層光学フィルム。

【請求項 10】

前記少なくとも 1 つの波長に対して、 n_{x2} が、 n_{y2} よりも少なくとも 0.005 小さい、請求項 9 に記載の多層光学フィルム。

【請求項 11】

前記少なくとも 1 つの波長に対して、 n_{x2} と n_{y2} との間の差の大きさが、0.00

50

5 未満である、請求項 9 に記載の多層光学フィルム。

【請求項 12】

複数の光学繰り返し単位を備える多層光学フィルムであって、前記複数の光学繰り返し単位中の前記光学繰り返し単位が、合計で約 175 未満の数であり、約 20 マイクロメートル未満の合計平均厚さを有し、前記光学繰り返し単位の各々が、少なくとも 4 つの個別の層を含み、前記光学繰り返し単位の各々の前記少なくとも 4 つの個別の層の少なくとも第 1 及び第 2 の個別の層が、同じ面内 x 方向に沿ったそれぞれの屈折率 n_{x1} 及び n_{x2} 、前記 x 方向に直交する面内 y 方向に沿ったそれぞれの屈折率 n_{y1} 及び n_{y2} 、並びに前記 x 方向及び前記 y 方向に直交する z 方向に沿ったそれぞれの屈折率 n_{z1} 及び n_{z2} を有し、約 420 nm～約 680 nm にわたる可視波長範囲内の少なくとも 1 つの波長に対して、

10

n_{x1} 、 n_{y1} 、 n_{z1} の間の最大差の大きさが、0.05 未満であり、

n_{x2} が、 n_{y2} 及び n_{z2} のうちの少なくとも 1 つより小さく、

n_{x1} が、 n_{x2} よりも少なくとも 0.07 大きく、

前記光学繰り返し単位の各々の前記少なくとも 4 つの個別の層の少なくとも第 3 の層が、約 50 nm 未満の平均厚さを有し、前記複数の光学繰り返し単位中の前記個別の層の層間接着力が、90 度の剥離角度で測定した場合、少なくとも約 14 グラム／インチである、

多層光学フィルム。

【請求項 13】

20

前記複数の光学繰り返し単位中の前記個別の層の前記層間接着力が、90 度の剥離角度で測定した場合、約 20 グラム／インチ超である、請求項 12 に記載の多層光学フィルム。

【請求項 14】

複数の光学繰り返し単位を備える多層光学ミラーであって、前記複数の光学繰り返し単位中の前記光学繰り返し単位が、合計で約 200 未満の数であり、約 20 マイクロメートル未満の合計平均厚さを有し、前記光学繰り返し単位の各々が、少なくとも 4 つの順次配置された第 1～第 4 の個別の層を含み、前記光学繰り返し単位の各々の前記第 1 の個別の層及び前記第 3 の個別の層が、同じ面内 x 方向に沿ったそれぞれの屈折率 n_{x1} 及び n_{x2} 、前記 x 方向に直交する面内 y 方向に沿ったそれぞれの屈折率 n_{y1} 及び n_{y2} 、並びに前記 x 方向及び前記 y 方向に直交する z 方向に沿ったそれぞれの屈折率 n_{z1} 及び n_{z2} を有し、約 420 nm～約 680 nm にわたる可視波長範囲内の少なくとも 1 つの波長に対して、

30

n_{x1} 及び n_{y1} が、それぞれ、 n_{x2} 及び n_{y2} よりも少なくとも 0.1 大きく、

n_{z2} が、 n_{z1} よりも少なくとも 0.05 大きく、

前記多層光学ミラーに入射する光に対して、互いに直交する第 1 の偏光状態及び第 2 の偏光状態の各々に対して、並びに前記可視波長範囲に対して、前記複数の光学繰り返し単位が約 5 度未満の第 1 の入射角に対する平均光透過率 T_1 と、約 40 度超の第 2 の入射角に対する平均光透過率 T_2 とを有し、 $T_1 / T_2 \geq 1.2$ であるようになっている、

多層光学ミラー。

40

【請求項 15】

前記光学繰り返し単位の各々について、前記第 2 の個別の層及び前記第 4 の個別の層の各々の平均厚さが、約 20 nm 未満である、請求項 14 に記載の多層光学ミラー。

【発明の詳細な説明】

【背景技術】

【0001】

多層光学フィルムは、光学繰り返し単位をなすように構成されたポリマー層の積層体を含むことができる。多層光学フィルムは、反射偏光子又はミラーであってもよい。

【発明の概要】

【0002】

50

本明細書は、概して多層光学フィルムに関する。光学フィルムは、複数の光学繰り返し単位を含むことができ、各光学繰り返し単位が少なくとも4つの個別の層を含む。光学繰り返し単位は、光学フィルムが薄い総厚さ（例えば、約24マイクロメートル未満又は約20マイクロメートル未満）で所望の反射強度を有し、かつ／又は高い層間接着力（例えば、90度の剥離角度で測定した場合、少なくとも約14グラム／インチ又は少なくとも約20グラム／インチ）を有するように構成することができる。多層光学フィルムは、例えば、反射偏光子又は光学ミラーであってもよい。

【0003】

本明細書のいくつかの態様では、第1のスキン層と第2のスキン層との間に配置された複数の光学繰り返し単位を含む反射偏光子が提供される。各光学繰り返し単位は、少なくとも1つのポリマーA層、少なくとも2つのB層、及び少なくとも1つのポリマーC層を含むことができ、隣接するA層及びC層の各対は、隣接するA層とC層との間に配置された、2つのB層のうちの少なくとも1つを有する。第1のスキン層と第2のスキン層との間に配置された複数の光学繰り返し単位中のA層及びC層の総数は、約400未満であってもよい。A層及びC層の各々は、約50nm～約500nmの平均厚さを有することができ、B層の各々は、約50nm未満の平均厚さを有することができる。第1及び第2のスキン層の各々は、約500nm超の平均厚さを有する。反射偏光子は、約20マイクロメートル未満の平均厚さを有することができる。反射偏光子は、入射面において反射偏光子に入射する光に対して、約5度未満の第1の入射角及び約40度超の第2の入射角の各々に対して、並びに約420nm～約680nmにわたる可視波長範囲に対して、複数の光学繰り返し単位が、反射偏光子の面内第1方向が入射面内にあるとき、s偏光状態に対して約10%未満の平均光透過率を有し、反射偏光子の面内直交第2方向が入射面内にあるとき、p偏光状態に対して約65%超の平均光透過率を有するようにすることができる。

10

20

【0004】

本明細書のいくつかの態様では、複数の光学繰り返し単位を含む多層光学フィルムが提供される。複数の光学繰り返し単位中の光学繰り返し単位は、合計で約175未満の数であってもよく、約20マイクロメートル未満の合計平均厚さを有することができる。光学繰り返し単位の各々は、少なくとも4つの個別の層を含む。光学繰り返し単位の各々の少なくとも4つの個別の層の少なくとも第1及び第2の個別の層は、同じ面内x方向に沿ったそれぞれの屈折率 n_{x1} 及び n_{x2} 、x方向に直交する面内y方向に沿ったそれぞれの屈折率 n_{y1} 及び n_{y2} 、並びにx方向及びy方向に直交するz方向に沿ったそれぞれの屈折率 n_{z1} 及び n_{z2} を有する。約420nm～約680nmにわたる可視波長範囲内の少なくとも1つの波長に対して、 n_{x1} は、 n_{y1} 及び n_{z1} のうちの少なくとも1つよりも少なくとも0.15大きくてもよく、 n_{x2} 、 n_{y2} 、 n_{z2} の間の最大差の大きさは、0.15未満であってもよく、 n_{x1} は、 n_{x2} よりも少なくとも0.15大きくてもよい。光学繰り返し単位の各々の少なくとも4つの個別の層の少なくとも第3の層は、約50nm未満の平均厚さを有することができる。複数の光学繰り返し単位中の個別の層の層間接着力は、90度の剥離角度で測定した場合、少なくとも約14グラム／インチであってもよい。

30

40

【0005】

本明細書のいくつかの態様では、複数の光学繰り返し単位を含む多層光学フィルムが提供される。複数の光学繰り返し単位中の光学繰り返し単位は、合計で約175未満の数であってもよく、約20マイクロメートル未満の合計平均厚さを有することができる。光学繰り返し単位の各々は、少なくとも4つの個別の層を含む。光学繰り返し単位の各々の少なくとも4つの個別の層の少なくとも第1及び第2の個別の層は、同じ面内x方向に沿ったそれぞれの屈折率 n_{x1} 及び n_{x2} 、x方向に直交する面内y方向に沿ったそれぞれの屈折率 n_{y1} 及び n_{y2} 、並びにx方向及びy方向に直交するz方向に沿ったそれぞれの屈折率 n_{z1} 及び n_{z2} を有する。約420nm～約680nmにわたる可視波長範囲内の少なくとも1つの波長に対して、 n_{x1} は、 n_{y1} 及び n_{z1} のうちの少なくとも1つ

50

よりも少なくとも0.15大きくてもよく、 $n_x 2$ は、 $n_y 2$ 及び $n_z 2$ のうちの少なくとも1つよりも小さくてもよく、 $n_x 1$ は、 $n_x 2$ よりも少なくとも0.15大きくてもよい。複数の光学繰返し単位中の個別の層の層間接着力は、90度の剥離角度で測定した場合、少なくとも約14グラム／インチであってもよい。

【0006】

本明細書のいくつかの態様では、複数の光学繰返し単位を含む多層光学フィルムが提供される。複数の光学繰返し単位中の光学繰返し単位は、合計で約175未満の数であってもよく、約20ミクロン未満の合計平均厚さを有することができる。光学繰返し単位の各々は、少なくとも4つの個別の層を含む。光学繰返し単位の各々の少なくとも4つの個別の層の少なくとも第1及び第2の個別の層は、同じ面内x方向に沿ったそれぞれの屈折率 $n_x 1$ 及び $n_x 2$ 、x方向に直交する面内y方向に沿ったそれぞれの屈折率 $n_y 1$ 及び $n_y 2$ 、並びにx方向及びy方向に直交するz方向に沿ったそれぞれの屈折率 $n_z 1$ 及び $n_z 2$ を有する。約420nm～約680nmにわたる可視波長範囲内の少なくとも1つの波長に対して、 $n_x 1$ 、 $n_y 1$ 、 $n_z 1$ の間の最大差の大きさは、0.05未満であってもよく、 $n_x 2$ は、 $n_y 2$ 及び $n_z 2$ のうちの少なくとも1つよりも小さくてもよく、 $n_x 1$ は、 $n_x 2$ よりも少なくとも0.07大きくてもよい。光学繰返し単位の各々の少なくとも4つの個別の層の少なくとも第3の層は、約50nm未満の平均厚さを有することができる。複数の光学繰返し単位中の個別の層の層間接着力は、90度の剥離角度で測定した場合、少なくとも約14グラム／インチであってもよい。

【0007】

本明細書のいくつかの態様では、複数の光学繰返し単位を含む多層光学ミラーが提供される。複数の光学繰返し単位中の光学繰返し単位は、合計で約200未満の数であってもよく、約20マイクロメートル未満の合計平均厚さを有することができる。光学繰返し単位の各々は、少なくとも4つの順次配置された第1～第4の個別の層を含む。光学繰返し単位の各々の第1の個別の層及び第3の個別の層は、同じ面内x方向に沿ったそれぞれの屈折率 $n_x 1$ 及び $n_x 2$ 、x方向に直交する面内y方向に沿ったそれぞれの屈折率 $n_y 1$ 及び $n_y 2$ 、並びにx方向及びy方向に直交するz方向に沿ったそれぞれの屈折率 $n_z 1$ 及び $n_z 2$ を有する。約420nm～約680nmにわたる可視波長範囲内の少なくとも1つの波長に対して、 $n_x 1$ 及び $n_y 1$ は、それぞれ、 $n_x 2$ 及び $n_y 2$ よりも少なくとも0.1大きくてもよく、 $n_z 2$ は、 $n_z 1$ よりも少なくとも0.05大きくてもよい。多層光学ミラーは、多層光学ミラーに入射する光に対して、互いに直交する第1の偏光状態及び第2の偏光状態の各々に対して、並びに可視波長範囲に対して、複数の光学繰返し単位が約5度未満の第1の入射角に対する平均光透過率 T_1 と、約40度超の第2の入射角に対する平均光透過率 T_2 とを有し、 $T_1 / T_2 \geq 1.2$ であるようにすることができる。

【0008】

これら及び他の態様は、以下の詳細な説明から明らかになるであろう。しかしながら、いかなる場合も、この簡潔な概要は、特許請求の範囲の主題を限定するものと解釈されるべきではない。

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1A】いくつかの実施形態による、光学フィルムの概略断面図である。

【図1B】いくつかの実施形態による、光学フィルムの一部分の概略断面図である。

【図2A】異なる入射面における光学フィルムに入射する光の概略断面図である。

【図2B】異なる入射面における光学フィルムに入射する光の概略断面図である。

【図3】光学フィルムの例示的な層の概略斜視図である。

【図4A】いくつかの実施形態による、反射偏光子の複数の光学繰返し単位の光透過率の概略プロットである。

【図4B】いくつかの実施形態による、反射偏光子の複数の光学繰返し単位の光透過率の概略プロットである。

10

20

30

40

50

【図 5】第 1 の例示的な反射偏光子の層厚さプロファイルである。

【図 6 A】第 1 の例示的な反射偏光子の複数の光学繰り返し単位の光透過率のプロットである。

【図 6 B】図 6 A の光透過率のプロットの一部である。

【図 7】第 2 の例示的な反射偏光子の層厚さプロファイルである。

【図 8】第 2 の例示的な反射偏光子の複数の光学繰り返し単位の光透過率のプロットである。

【図 9 A】いくつかの実施形態による、光学ミラーの複数の光学繰り返し単位の光透過率の概略プロットである。

【図 9 B】いくつかの実施形態による、光学ミラーの複数の光学繰り返し単位の光透過率の概略プロットである。

【図 10】第 1 の例示的な光学ミラーの層厚さプロファイルである。

【図 11】第 1 の例示的な光学ミラーの複数の光学繰り返し単位の光透過率のプロットである。

【図 12】第 2 の例示的な光学ミラーの層厚さプロファイルである。

【図 13】第 2 の例示的な光学ミラーの複数の光学繰り返し単位の光透過率のプロットである。

【図 14】第 3 の例示的な光学ミラーの層厚さプロファイルである。

【図 15】第 3 の例示的な光学ミラーの複数の光学繰り返し単位の光透過率のプロットである。

【図 16】層間接着力について多層光学フィルムを試験する概略図である。

【発明を実施するための形態】

【0010】

以下の説明では、本明細書の一部を構成し、様々な実施形態が実例として示される、添付図面が参照される。図面は、必ずしも正確な比率の縮尺ではない。本開示の範囲又は趣旨から逸脱することなく、他の実施形態が想到され、実施可能である点を理解されたい。したがって、以下の発明を実施するための形態は、限定的な意味では解釈されない。

【0011】

交互のポリマー層を含む多層光学フィルムは、例えば、米国特許第 5,882,774 号 (Jonz ら)、同第 6,179,948 号 (Merrill ら)、同第 6,783,349 号 (Neavin ら)、同第 6,967,778 号 (Wheatley ら)、及び同第 9,162,406 号 (Neavin ら) に概して記載されているように、層厚さ及び屈折率差を適切に選択することによって、所望の波長範囲で所望の反射及び透過を提供するために使用することができる。交互のポリマー層は、典型的には、主に光学干渉によって光を透過及び反射する光学層として説明することができる交互の高屈折率層及び低屈折率層を含む。交互の高屈折率層及び低屈折率層を含む多層光学フィルムは複数の光学繰り返し単位を含むものとして説明することができ、各光学繰り返し単位が高屈折率層及び低屈折率層を含む。光学繰り返し単位は、一般的に、光学フィルムの厚さ方向に沿って繰り返す光学層の最小の別個の単位である。各光学繰り返し単位は、例えば、米国特許第 5,103,337 号 (Schrenk ら)、同第 5,540,978 号 (Schrenk)、及び同第 6,207,260 号 (Wheatley ら) に記載されているように、高屈折率層及び低屈折率層に加えて、1 つ以上の層を含んでもよい。高屈折率層は、キャストフィルムが延伸されると、高屈折率層の屈折率が延伸方向に増加するように、正の複屈折材料であるように選択されることが多い。高屈折率層と低屈折率層との間の屈折率の差を増加させることにより、強い反射をもたらすことができ、それによって、所望の反射強度を達成するために必要とされる層の総数及び結果として生じる膜厚を低減することができる。延伸方向に低屈折率層の屈折率が減少し、高屈折率層の屈折率が増加するように、低屈折率層に負の複屈折材料を選択するとともに、高屈折率層に正の複屈折材料を選択することによって、屈折率の差を増加させることができる。例えば、ポリエチレンナフタレート (PEN) は、好適な正の複屈折材料であり、シンジオタクチックポリスチレン (

10

20

30

40

50

s P S) は、好適な負の複屈折材料である。しかしながら、P E N と s P S との間の結合は、これらの材料が互いに共押出及び／又は延伸されるときに低く、これにより、交互の P E N 層及び s P S 層から形成される多層光学フィルムにおいてもたらされる層間接着力は多くの用途にとって低すぎることが分かっている（例えば、光学フィルムをデバイス又は他の光学素子に処理又は成形又は適用するときに層の層間剥離又は部分的層間剥離が生じる場合があり、これにより、光学フィルムの性能を低下させる場合がある）。

【0012】

いくつかの実施形態によれば、好適な層間接着力（例えば、90度の剥離角度で測定した場合、少なくとも約14グラム／インチ又は少なくとも約20グラム／インチ）を維持しながら、低い総平均厚さ（例えば、約20マイクロメートル未満）及び／又は低い光学
10
繰返し単位総数（例えば、約200光学繰返し単位未満又は約175光学繰返し単位未満）を有するポリマー多層光学フィルムにより、少なくとも1つの偏光状態に対して、高い反射率（例えば、約90%超）又はそれに対応して低い透過率（例えば、約10%未満）が達成される。いくつかの実施形態では、光学フィルムはまた、通過偏光状態において改善された透過率を有する。いくつかの実施形態では、通過状態透過率は、高い（例えば、約40度より大きい）入射角において改善される。いくつかの実施形態では、光学
20
フィルムの所望の特性は、正の複屈折高屈折率層、負の複屈折低屈折率層、及び高屈折率層と低屈折率層の各々の間の追加の層を含むことによって達成される。追加の層は、光学フィルムの層間の層間接着力を増加させるように選択することができる。いくつかの実施形態では、追加の層は、等方性ポリマー層である。いくつかの実施形態では、光学
20
フィルムの所望の特性は、正の複屈折高屈折率層、高屈折率層に直接結合される場合に高屈折率層との不十分な結合を有する実質的に等方性 (isotropic) の低屈折率層（例えば、フッ素基を含有する低屈折率層）、及び層間接着力を改善するための高屈折率層と低屈折率層の各々の間の追加の層を使用することによって達成される。いくつかの実施形態では、光学
30
フィルムの所望の特性は、実質的に等方性の高屈折率層、負の複屈折低屈折率層、及び高屈折率層と低屈折率層の各々の間の追加の層を含む光学繰返し単位を使用することによって達成される。例えば、そのような光学繰返し単位は、本明細書の他の箇所で更に説明するようなコリメート光学ミラーを提供するために使用することができる。

【0013】

図1Aは、いくつかの実施形態による、多層光学フィルム300の概略断面図である。
30
光学フィルム300は、波長及び／又は偏光状態に基づいて光を選択的に反射及び透過させるように適合させることができる。光学フィルム300は、例えば、反射偏光子又は光学ミラーであってもよい。光学フィルム300は、複数の光学繰返し単位10を含み、各光学繰返し単位10が少なくとも4つの個別の層を含む。図示の実施形態では、少なくとも4つの個別の層は、A層、B1層、C層、及びB2層を含む。光学フィルム300は、図1Aで概略的に示されているものよりも多くの光学繰返し単位10を含むことができる。図1Bは、いくつかの実施形態による多層光学フィルム300の一部分の概略断面図であり、多数の光学繰返し単位10を示している。

【0014】

いくつかの実施形態では、多層光学フィルム300は、第1のスキン層20と第2のスキ
40
ン層21との間に配置された複数の光学繰返し単位10を含み、各光学繰返し単位は、少なくとも1つのポリマーA層、少なくとも2つのB層（例えば、少なくともB1層及びB2層）、及び少なくとも1つのポリマーC層を含む。隣接するA層及びC層の各対は、隣接するA層とC層との間に配置された、2つのB層のうちの少なくとも1つを有することができる。第1のスキン層20と第2のスキン層21との間に配置された複数の光学繰返し単位中のA層及びC層の総数は、約400未満であってもよい。例えば、A層及びC層の総数は、約10又は約20～約400又は約350の範囲内であってもよい。複数の光学繰返し単位中の光学繰返し単位の総数は、別個の光学繰返し単位の総数を指す（フィルムのどの層も、2つ以上の別個の光学繰返し単位中にない）。いくつか
50
の実施形態では、多層光学フィルム300は、複数の光学繰返し単位を含み、複数の光

学繰り返し単位中の光学繰り返し単位は、例えば、合計で約200未満、又は約175未満、又は約150未満、又は約130未満、又は約120未満、又は約115未満、又は約110未満、又は約105未満、又は約100未満、又は約95未満、又は約90未満の数である。複数の光学繰り返し単位中の光学繰り返し単位の総数は、例えば、少なくとも約10、又は少なくとも約15、又は少なくとも約20、又は少なくとも約25、又は少なくとも約30、又は少なくとも約40、又は少なくとも約50、又は少なくとも約60、又は少なくとも約70、又は少なくとも約75であってもよい。複数の光学繰り返し単位は、例えば、約20マイクロメートル未満、又は約19マイクロメートル未満、又は約18マイクロメートル未満、又は約17マイクロメートル未満、又は約16マイクロメートル未満、又は約15マイクロメートル未満の合計平均厚さを有することができる。光学繰り返し単位の合計平均厚さは、例えば、約5マイクロメートル超、又は約8マイクロメートル超、又は約10マイクロメートル超であってもよい。

10

【0015】

いくつかの実施形態では、各光学繰り返し単位10は、4つの個別の層（例えば、A、B1、C、B2）によって定義される。言い換えれば、いくつかの実施形態では、各光学繰り返し単位10は、4つの個別の層のみを含む。他の実施形態では、各光学繰り返し単位10は、4つより多い個別の層を含む。

【0016】

A層及びC層の各々は、約50nm～約500nm、又は約75nm～約400nm、又は約100nm～約300nmの平均厚さを有することができる。層の平均厚さは、層の厚さの層の面積にわたる非加重平均である。いくつかの実施形態では、B層は、主にA層とC層との間の接着を促進するために使用され、光学フィルムの光学特性に実質的に影響を与えないように十分に薄くてもよい。いくつかの実施形態では、B層は、A層とC層との間の接着を促進することができ、また光学フィルムの光学特性に実質的に影響を与えることもできる。いくつかの実施形態では、B層の各々は、約50nm未満、又は約40nm未満、又は約30nm未満、又は約20nm未満、又は約15nm未満、又は約10nm未満、又は約7.5nm未満の平均厚さを有する。いくつかのそのような実施形態では、又は他の実施形態では、B層の各々は、少なくとも約0.5nm、又は少なくとも約1nm、又は少なくとも約2nm、又は少なくとも約3nmの平均厚さを有する。例えば、いくつかの実施形態では、B層の各々は、約1nm～約30nm、又は約3nm～約20nmの範囲の平均厚さを有する。いくつかの実施形態では、光学繰り返し単位10の各々について、B層（例えば、B1層及びB2層）の各々の平均厚さは、A層及びC層の各々の平均厚さよりも、少なくとも2倍、又は少なくとも約2.25倍、又は少なくとも約2.5倍、又は少なくとも約2.75倍、又は少なくとも約3倍、又は少なくとも約3.25倍小さい。いくつかのそのような実施形態では、又は他の実施形態では、光学繰り返し単位10の各々について、B層（例えば、B1層及びB2層）の各々の平均厚さは、例えば、A層及びC層の各々の平均厚さよりも、少なくとも最大約100倍、又は最大約50倍、又は最大約40倍小さい。いくつかの実施形態では、B層の各々は、ポリマー層である。

20

30

【0017】

いくつかの実施形態では、第1のスキン層20及び第2のスキン層21の各々は、約500nm超、又は約750nm超、又は約1000nm超、又は約1250nm超、又は約1500nm超の平均厚さを有する。いくつかのそのような実施形態では、又は他の実施形態では、第1のスキン層20及び第2のスキン層21の各々は、約8マイクロメートル未満、又は約5マイクロメートル未満、又は約4マイクロメートル未満の平均厚さを有する。光学フィルム300は、当該技術分野において既知であるように、光学繰り返し単位のパッケージを保護するために使用される保護境界層120、121など、又は保護境界層120、121の間に配置された追加の層129、131、若しくは光学繰り返し単位の間の追加の層（単数又は複数）132などの追加の層を含んでもよい。追加の層129、131、132は、含まれる場合、それぞれ約500nm未満の平均厚さを有すること

40

50

ができ、又は平均厚さは、A層、B1層、B2層、又はC層のいずれかについて記載された任意の範囲内であることができる。保護境界層120、121は、含まれる場合、それぞれ、例えば、約500nm又は約750nm～約2マイクロメートルの範囲の平均厚さを有することができる。いくつかの実施形態では、光学フィルム300は、約24マイクロメートル未満、又は約22マイクロメートル未満、又は約20マイクロメートル未満、又は約19マイクロメートル未満、又は約18マイクロメートル未満、又は約17マイクロメートル未満、又は約16マイクロメートル未満、又は約15マイクロメートル未満の平均厚さを有する。いくつかのそのような実施形態では、又は他の実施形態では、平均厚さは、例えば、約5マイクロメートル超、又は約8マイクロメートル超、又は約10マイクロメートル超である。平均厚さは、光学繰り返し単位の合計平均厚さ+スキン層20、21の平均厚さ+含まれ得る任意の追加の層（例えば、120、121、129、131、132）の平均厚さとして説明することができる。

10

【0018】

いくつかの実施形態では、B層（例えば、B1層及びB2層）の各々は、同じ組成を有する。他の実施形態では、B1層及びB2層は、異なる組成を有する。いくつかの実施形態では、光学フィルム300中の各光学繰り返し単位について、又は光学フィルム300の光学繰り返し単位の少なくとも大部分における各光学繰り返し単位について、光学繰り返し単位中のB1層及びB2層は、実質的に同じ厚さを有する（例えば、層は、互いの10%以内又は互いの5%以内の厚さを有することができる）。いくつかの実施形態では、光学フィルム300中の各B1層及びB2層、又は光学フィルム300の光学繰り返し単位の少なくとも大部分における各B1層及びB2層は、実質的に同じ厚さを有する。いくつかの実施形態では、B1層及びB2層は、光学フィルム300の一方の側から光学フィルム300の反対側へと概して増加する平均厚さを有する。いくつかの実施形態では、光学フィルム300中の各光学繰り返し単位について、又は光学フィルム300の光学繰り返し単位の少なくとも大部分における各光学繰り返し単位について、光学繰り返し単位中のB1層及びB2層は、異なる厚さを有する。いくつかの実施形態では、光学フィルム300中の各光学繰り返し単位について、又は光学フィルム300の光学繰り返し単位の少なくとも大部分における各光学繰り返し単位について、A層及びC層は、同じ組成を有し、実質的に異なる厚さを有する（例えば、厚さが10%超異なる）。いくつかの実施形態では、A層及びC層は、異なる組成を有する。

20

30

【0019】

いくつかの実施形態では、光学フィルム300は、一体的に形成されている。本明細書で使用するとき、第2の要素と「一体的に形成された」第1の要素とは、第1及び第2の要素が別々に製造されてから接合されるのではなく、一緒に製造されることを意味する。一体的に形成することには、第1の要素を製造し、続いて第2の要素を第1の要素上に製造することが含まれる。複数の層を含む光学フィルムが、層が別々に製造された後に接合されるのではなく、層が共に製造される（例えば、溶融ストリームとして組み合わせられ、次いでチルロール上にキャストされて各層を有するキャストフィルムを形成し、更にキャストフィルムを配向させる）場合には、一体的に形成される。

【0020】

それぞれの入射角 θ_1 及び θ_2 で光学フィルム300に入射する光130及び光230が図1Aに概略的に示されている。入射角は、表面の法線に対するその表面に入射する光の方向の角度であり、0度から90度の範囲である。図2A～図2Bは、入射角 θ で光学フィルム300に入射する光130又は光230に対応することができる光30を概略的に示す。図2Aでは、光学フィルム300の面内第1方向（x方向）は、入射面40（入射光の方向と面法線とによって規定される面）内にある。図2Bでは、光学フィルム300の面内第2方向（y方向）は、入射面40内にある。面内第2方向は、面内第1方向に直交する。例えば、第1の方向は、反射偏光子のブロック軸に対応してもよく、第2の方向は、反射偏光子の通過軸に対応してもよい。p偏光状態31（入射面内の電界）とs偏光状態32（入射面に直交する電界）が示されている。

40

50

【0021】

いくつかの実施形態では、光学フィルム300は、反射偏光子であり、入射面40において反射偏光子に入射する光30に対して、約5度未満の第1の入射角 θ_1 及び約40度超の第2の入射角 θ_2 の各々に対して、並びに約420nm～約680nmにわたる可視波長範囲に対して、複数の光学繰り返し単位10は、反射偏光子の面内第1方向（x方向）が入射面40内にあるとき、s偏光状態32に対して約10%未満の平均光透過率を有し、反射偏光子の面内直交第2方向（y方向）が入射面40内にあるとき、p偏光状態31に対して約65%超の平均光透過率を有するようになっている。第1の入射角 θ_1 は、例えば、約4度未満、又は約3度未満、又は約2度未満であってもよい。例えば、第1の入射角 θ_1 は、約0度であってもよい。第2の入射角 θ_2 は、約45度超、又は約50度超、又は約55度超であってもよい。例えば、第2の入射角は、約60度であってもよい。いくつかの実施形態では、第1の入射角 θ_1 及び第2の入射角 θ_2 の各々に対して、可視波長範囲に対して、複数の光学繰り返し単位10は、反射偏光子の面内第1方向が入射面40内にあるとき、s偏光状態32に対して約10%未満、又は約8%未満、又は約6%未満、又は約4%未満、又は約2%未満の平均光透過率を有する。いくつかのそのような実施形態では、又は他の実施形態では、第1の入射角 θ_1 及び第2の入射角 θ_2 の各々に対して、並びに可視波長範囲に対して、複数の光学繰り返し単位10は、反射偏光子の面内第2方向が入射面40内にあるとき、p偏光状態31に対して約65%超、又は約70%超、又は約75%超、又は約80%超、又は約85%超の平均光透過率を有する。

10

【0022】

20

最外スキン層を含む光学フィルムの複数の光学繰り返し単位の透過率は、例えば、光学フィルムの透過率を測定し、光学フィルムの最外スキン層の屈折率を測定し、測定された屈折率をフレネル方程式に使用して、最外主表面からの反射率を決定し、次いで測定された透過率及び最外主表面からの反射率から複数の光学繰り返し単位の透過率を計算することによって、決定することができる。これは、複数の光学繰り返し単位と光学フィルムの任意の他の層との間の界面における典型的に小さな追加のフレネル反射を無視する。任意のそのような追加のフレネル反射は、これらの界面に隣接する層の屈折率を決定し、フレネル方程式を使用して、適切な補正を行うことによって、考慮することができる。あるいは、複数の光学繰り返し単位の透過率は、例えば、個別の層の材料特性を決定し、原子間力顕微鏡法（atomic force microscopy、AFM）を使用して光学フィルムの個別の層の厚さを測定することによって、従来の光学モデリング計算から決定することができる。いくつかの実施形態では、光学フィルム300は、s及び／又はp偏光状態に対して、並びに入射面40内にある反射偏光子の面内第1方向及び／又は面内第2方向に対して、複数の光学繰り返し単位について記載された任意の範囲の光透過率を有する。

30

【0023】

いくつかの実施形態では、複数の光学繰り返し単位は、反射偏光子の面内第1方向が入射面40内にあるときのp偏光状態31について記載された範囲のいずれかの、反射偏光子の面内第1方向が入射面40内にあるときのs偏光状態32に対しての光透過率を有する。いくつかの実施形態では、複数の光学繰り返し単位は、反射偏光子の面内第2方向が入射面40内にあるときのs偏光状態32について記載された範囲のいずれかの、反射偏光子の面内第2方向が入射面40内にあるときのp偏光状態31に対しての光透過率を有する。いくつかの実施形態では、光学フィルム300は、反射偏光子であり、入射面40において反射偏光子に入射するp偏光に対して、約5度未満の第1の入射角 θ_1 及び約40度超の第2の入射角 θ_2 の各々に対して、並びに約420nm～約680nmにわたる可視波長範囲に対して、複数の光学繰り返し単位10は、反射偏光子の面内第1方向（x方向）が入射面40内にあるとき、約10%未満の平均光透過率を有し、反射偏光子の面内直交第2方向（y方向）が入射面40内にあるとき、約65%超の平均光透過率を有するようになっている。

40

【0024】

多層光学フィルム300の様々な層に好適な材料としては、例えば、ポリエチレンナフ

50

タレート (PEN)、coPEN (コポリエチレンナフタレートテレフタレートコポリマー)、ポリエチレンテレフタレート (PET)、ポリヘキシルエチレンナフタレートコポリマー (PHEN)、グリコール変性PET (PETG)、グリコール変性PEN (PENNG)、シンジオタクチックポリスチレン (sPS)、THV (テトラフルオロエチレンとヘキサフルオロプロピレンとフッ化ビニリデンとのターポリマー)、ポリメチルメタクリレート (PMMA)、coPMMA (メチルメタクリレートとエチルアクリレートとのコポリマー)、スチレンブロックコポリマー (スチレンブロックを含むブロックコポリマー)、例えば、スチレン及びエチレン／ブチレンに基づく直鎖状トリブロックコポリマー、アクリルブロックコポリマー (アクリレート又はメタクリレートブロックを含むブロックコポリマー)、例えば、メチルメタクリレート及びn-ブチルアクリレートに基づく直鎖状トリブロックコポリマー、無水物変性エチレンビニルアセテートポリマー、ケトンエチレンエステルターポリマー、ポリオレフィン系熱可塑性エラストマー、又はこれらのブレンドが挙げられる。例えば、いくつかの実施形態では、各A層は、ポリエチレンナフタレート、ポリエチレンテレフタレート、又はポリヘキシルエチレンナフタレートコポリマーを含み、各C層は、シンジオタクチックポリスチレン；テトラフルオロエチレンとヘキサフルオロプロピレンとフッ化ビニリデンとのターポリマー；ポリメチルメタクリレート；メチルメタクリレートとエチルアクリレートとのコポリマー；又はコポリエチレンナフタレートテレフタレートコポリマーを含む。いくつかの実施形態では、各B層は、スチレンブロックコポリマー、アクリルブロックコポリマー、グリコール変性ポリエチレンテレフタレート、グリコール変性ポリエチレンナフタレート、ポリメチルメタクリレート、メチルメタクリレートとエチルアクリレートのコポリマー、無水物変性エチレンビニルアセテートポリマー、ケトンエチレンエステルターポリマー、ポリオレフィン系熱可塑性エラストマー、又はコポリエチレンナフタレートテレフタレートコポリマーを含み、各B層は、各A層及びC層とは異なる組成を有する。いくつかの実施形態では、各A層は、ポリエチレンナフタレート、ポリエチレンテレフタレート、又はポリヘキシルエチレンナフタレートコポリマーを含み、各B層は、スチレンブロックコポリマー、アクリルブロックコポリマー、グリコール変性ポリエチレンテレフタレート、グリコール変性ポリエチレンナフタレート、無水物変性エチレンビニルアセテートポリマー、又はケトンエチレンエステルターポリマーを含み、各C層は、シンジオタクチックポリスチレン；テトラフルオロエチレンとヘキサフルオロプロピレンとフッ化ビニリデンとのターポリマー；ポリメチルメタクリレート；メチルメタクリレートとエチルアクリレートとのコポリマー；又はコポリエチレンナフタレートテレフタレートコポリマーを含む。いくつかの実施形態では、各ポリマーA層は、ポリエチレンナフタレート、ポリエチレンテレフタレート、又はポリヘキシルエチレンナフタレートコポリマーを含み、各B層は、ポリメチルメタクリレート、又はメチルメタクリレートとエチルアクリレートとのコポリマーを含み、各ポリマーC層は、シンジオタクチックポリスチレン；テトラフルオロエチレンとヘキサフルオロプロピレンとフッ化ビニリデンとのターポリマー；又はコポリエチレンナフタレートテレフタレートコポリマーを含む。

10

20

30

40

50

【0025】

各C層がシンジオタクチックポリスチレン (sPS) を含むいくつかの実施形態では、各B層は、例えば、スチレンブロックコポリマー、アクリルブロックコポリマー、グリコール変性ポリエチレンテレフタレート、又はグリコール変性ポリエチレンナフタレートを含んでもよい。各A層がポリエステル (例えば、PET、PEN、又はPHEN) を含むいくつかの実施形態では、各B層は、例えば、スチレンブロックコポリマーを含んでもよい。スチレンブロックコポリマーは、ポリエステル (例えば、PET、PEN、又はPHEN) 及び／又はsPSとの高い結合強度を提供するのに特に有用であることが見出されている。各C層がテトラフルオロエチレンとヘキサフルオロプロピレンとフッ化ビニリデンとのターポリマー (THV) を含むいくつかの実施形態では、各B層は、例えば、ポリメチルメタクリレート (PMMA) 又はメチルメタクリレートとエチルアクリレートとのコポリマー (coPMMA) を含んでもよい。アクリレート (例えば、PMMA若しくは

c o P M M A 若しくはアクリルブロックコポリマー又はそれらのブレンド) は、フルオロポリマー (例えば、T H V) との高い結合強度を提供するのに特に有用であることが見出されている。一実施例として、A 層は、P E N を含んでもよく、C 層は、T H V を含んでもよく、B 層は、P M M A を含んでもよい。別の実施例として、A 層は、P E T を含んでもよく、C 層は、T H V を含んでもよく、B 層は、c o P M M A を含んでもよい。フルオロポリマー (例えば、T H V) とアクリレート又は他の材料との間の層間接着力は、例えば、米国特許出願公開第 2 0 1 9 / 0 3 6 9 3 1 4 号 (H e b r i n k ら) 及び同第 2 0 1 9 / 0 1 1 1 6 6 6 号 (H e b r i n k ら) に記載されている。いくつかの実施例では、P E N と P M M A との間の層間接着力は、90 度の剥離角度で測定した場合、約 30 グラム / インチであったが、これは、多くのフルオロポリマーと P E N との間の層間接着力よりも実質的に高い。いくつかの実施例では、P E T と c o P M M A との間の層間接着力は、90 度の剥離角度で測定した場合、約 50 グラム / インチであったが、これは、多くのフルオロポリマーと P E T との間の層間接着力よりも実質的に高い。

10

20

30

40

50

【0026】

いくつかの実施形態では、各光学繰り返し単位 10 は、少なくとも 1 つのフルオロポリマー層 (例えば、1 つ以上の T H V 層) を含む。いくつかの実施形態では、各光学繰り返し単位の少なくとも 1 つの層は、少なくとも 1 つの方向において、633 nm の波長で 1.4 以下の屈折率を有する。いくつかの実施形態では、各光学繰り返し単位の少なくとも 1 つの層は、3 つの互いに直交する方向の各々において、633 nm の波長で 1.4 以下の屈折率を有する。他の実施形態では、光学繰り返し単位 10 は、フルオロポリマー層を含まない。いくつかの実施形態では、各光学繰り返し単位の各層は、少なくとも 1 つの方向において、633 nm の波長で少なくとも 1.45 の屈折率を有する。いくつかの実施形態では、各光学繰り返し単位の各層は、3 つの互いに直交する方向の各々において、633 nm の波長で少なくとも 1.45 の屈折率を有する。

【0027】

いくつかの実施形態によれば、低いガラス転移温度を有するポリマー、若しくは低いガラス転移温度を有する (例えば、軟質) ポリマーブロックを含有するブロックコポリマー、又はそれらのブレンドから形成された B 層は、本明細書に記載される A 層及び C 層との改善された結合を提供することが見出されている。例えば、B 層は、スチレンブロックコポリマー、アクリルブロックコポリマー、P M M A、若しくは c o P M M A、又は後者の 3 つのいずれかのブレンドから形成することができる。(B 層又は B 層の軟質ブロックの) ガラス転移温度は、例えば、105℃未満、又は 100℃未満、又は 90℃未満、又は 80℃未満、又は 70℃未満、又は 60℃未満、又は 50℃未満、又は 40℃未満、又は 30℃未満、又は 20℃未満、又は 10℃未満、又は 0℃未満、又は -10℃未満、又は -20℃未満、又は -30℃未満、又は -40℃未満、又は -50℃未満であってもよい。コポリマーのポリマーブロックのガラス転移温度は、ポリマーブロックのモノマー単位のホモポリマーのガラス転移温度として決定することができる。ブロックコポリマーはまた、例えば、機械的特性のために (例えば、材料取り扱い及び / 又は低クリープのために) 他の (例えば、硬質) ブロックを含んでもよい。機械的特性のための (例えば、硬質) ブロックは、例えば、50℃超、又は 60℃超、又は 70℃超、又は 80℃超、又は 90℃超、又は 100℃超、又は 105℃超のガラス転移温度を有することができる。いくつかの実施形態では、各 B 層は、化学的に不活性な、又は実質的に化学的に不活性なポリマー層である。すなわち、いくつかの実施形態では、B 層のポリマーは、A 層の材料又は C 層の材料と共有結合を形成しない、又は隣接する層のいずれかとの結合に無視できる程度の影響しか与えないような共有結合しか形成しない。

【0028】

アタクチックポリスチレン (a P S) は、任意選択的に、得られる層の屈折率を調整するために、及び / 又は層のヘイズを低減するために (例えば、層の結晶化度を低減することによって)、s P S と (例えば、約 5 ~ 約 30 重量パーセントの a P S で) ブレンドすることができる。好適な T H V ポリマーは、例えば、米国特許出願公開第 2 0 1 9 / 0 3

69314号(Hebrinkら)に記載されており、3M Company(St. Paul, MN)からDYNEON THVの商品名で入手可能なものが挙げられる。いくつかの実施形態では、THVは、約35～約75モルパーセントのテトラフルオロエチレン、約5～約20モルパーセントのヘキサフルオロプロピレン、及び約15～約55モルパーセントのフッ化ビニリデンを含有することができる。好適なスチレンブロックコポリマーとしては、KRATON Polymers(Houston, TX)から入手可能なKRATON G1645及びKRATON G1657が挙げられる。好適なアクリルブロックコポリマーとしては、Kuraray Co., Ltd.(Tokyo, JP)からKURARITYの商品名で入手可能なものが挙げられる。PETGは、ポリマーのグリコール単位の一部が異なるモノマー単位、典型的にはシクロヘキサジメタノールから誘導されるモノマー単位で置換されたPETとして説明することができる。PETGは、例えば、ポリエステルを製造するエステル交換反応において使用されるエチレングリコールの一部分をシクロヘキサジメタノールで置き換えることによって製造することができる。好適なPETGコポリエステルとしては、Eastman Chemical Company(Kingsport, TN)から入手可能なGN071が挙げられる。PEN及びcoPENは、例えば、米国特許第10,001,587号(Liu)に記載されているように製造することができる。低融点PENは、総カルボキシレート基に基づいて約90モルパーセントのナフタレンジカルボキシレート基を含むcoPENであり、coPEN 90/10としても知られている。別の有用なcoPENは、総カルボキシレート基に基づいて約70モルパーセントのナフタレンジカルボキシレート基及び約30モルパーセントのテレフタレートジカルボキシレート基を含むcoPEN 70/30である。より一般的には、coPEN Z/100-Zが総カルボキシレート基に基づいてZモルパーセントのナフタレンジカルボキシレート基(典型的には、50モルパーセントを超え、かつ約90モルパーセント以下)及び100-Zモルパーセントのテレフタレートジカルボキシレート基を含む場合、coPEN Z/100-Zが使用されてもよい。グリコール変性ポリエチレンナフタレート(PENG)は、ポリマーのグリコール単位の一部が異なるモノマー単位で置換されたPENとして説明することができ、例えば、ポリエステルを製造するエステル交換反応で使用されるエチレングリコールの一部分をシクロヘキサジメタノールで置き換えることによって製造することができる。PHENは、エステル交換反応において使用されるエチレングリコールの一部分(例えば、約40モルパーセント)がヘキサジオールで置き換えられることを除いて、例えば、米国特許第10,001,587号(Liu)にPENについて記載されているように製造することができる。好適なPETは、例えば、Nan Ya Plastics Corporation, America(Lake City, SC)から入手することができる。好適なsPSは、例えば、Idemitsu Kosan Co., Ltd.(Tokyo, Japan)から入手することができる。好適なPMMAは、例えば、Arkema Inc.(Philadelphia, PA)から入手することができる。好適な無水物変性エチレンビニルアセテートポリマーとしては、例えば、Dow Chemical(Midland, MI)からBYNELの商品名で入手可能なものが挙げられる。好適なケトンエチレンエステルターポリマーとしては、例えば、Dow Chemical(Midland, MI)からBYNELの商品名で入手可能なものが挙げられる。好適なポリオレフィン系熱可塑性エラストマーとしては、Mitsui Chemicals(Tokyo, Japan)からADMERの商品名で入手可能なものが挙げられる。

【0029】

PEN、PET、及びPHENは、正の複屈折熱可塑性ポリマーの例であり、sPSは、負の複屈折熱可塑性ポリマーの例である。例えば、米国特許第9,069,136号(Weberら)に記載されているように、ポリマーが正又は負の複屈折を示すかどうかは、ポリマーが配向されたときに形成される微結晶の幾何形状に依存し得る。好適な正の複屈折熱可塑性ポリマーとしては、延伸方向と実質的に整列した対称軸を有する微結晶を形成するものが挙げられ、一方、好適な負の複屈折熱可塑性ポリマーとしては、延伸方向と

10

20

30

40

50

実質的に整列した最小単位セル寸法を有する円盤状単位セル構造を有する微結晶を形成するものが挙げられる。スチレンブロックコポリマー、PMMA、c o P M M A、T H V、アクリルブロックコポリマー、c o P E N、及びP E T Gは、配向後に実質的に等方性であり得る熱可塑性ポリマーの例である。実質的に等方性のポリマーは、典型的には、配向されたときに微結晶を実質的に形成しない、又はポリマーを含有するフィルムがヒートセットされたときに溶融して除かれる微結晶を形成する、のいずれかである。正及び負の複屈折熱可塑性ポリマー並びに等方性熱可塑性ポリマーの更なる例は、例えば、米国特許第9,069,136号(Weberら)に記載されている。多層光学フィルム300内の様々な層に好適な他の材料としては、例えば、米国特許第5,103,337号(Schrenkら)、同第5,540,978号(Schrenk)、同第5,882,774号(Jonzara)、同第6,179,948号(Merrillら)、同第6,207,260号(Wheatleyら)、同第6,783,349号(Neavinら)、同第6,967,778号(Wheatleyら)、同第9,069,136号(Weberら)、及び同第9,162,406号(Neavinら)に記載されているものが挙げられる。

10

20

30

【0030】

光学フィルム300の様々な層は、第1の面内方向(例えば、x方向)、直交する第2の面内方向(例えば、y方向)、及び／又は面内方向に直交する厚さ方向(z方向)に沿ったそれらの屈折率によって特徴付けることができる。複数の層の屈折率が指定される実施形態では、x方向、y方向、及びz方向に沿った屈折率は、それぞれ n_{xi} 、 n_{yi} 、 n_{zi} と表されてもよく、「i」は1、2などである。図3は、多層光学フィルムの層の概略斜視図である。x方向、y方向、及びz方向に沿った屈折率 n_{xi} 、 n_{yi} 、 n_{zi} は、例えば、図1A～図1Bに示す層A、B1、C、B2のいずれかに対応することができる層「i」について示されている。例えば、いくつかの実施形態では、多層光学フィルム300は、複数の光学繰り返し単位10を含み、光学繰り返し単位の各々は、少なくとも4つの個別の層(例えば、A、B1、C、B2)を含み、光学繰り返し単位の各々の少なくとも4つの個別の層の少なくとも第1(例えば、A及びCのうちの一方)及び第2(例えば、A及びCのうちの他方)の個別の層は、同じ面内x方向に沿ったそれぞれの屈折率 n_{x1} 及び n_{x2} 、x方向に直交する面内y方向に沿ったそれぞれの屈折率 n_{y1} 及び n_{y2} 、並びにx方向及びy方向に直交するz方向に沿ったそれぞれの屈折率 n_{z1} 及び n_{z2} を有する。

【0031】

以下の表は、いくつかの実施形態による、光学フィルム300の層に使用することができる様々な例示的な材料についての約633nmの波長における屈折率を列挙する。複屈折材料は、典型的には、反射偏光子のために一軸配向され、光学ミラーのために二軸配向されている。スチレンブロックコポリマー、T H V、P M M A、c o P M M A、アクリルブロックコポリマー、c o P E N、及びP E T Gなどの材料は、多層光学フィルム中の他の層が二軸配向されている又は一軸配向されているに関わらず、典型的には等方性である。例えば、このような材料の層を含む多層光学フィルムは、これらの層に使用される材料のガラス転移温度を超える温度でヒートセットして、等方性層を得ることができる。いくつかの材料(例えば、P H E N)の層は、延伸条件及びヒートセット温度に応じて、一軸配向、二軸配向、又は等方性であってもよい。例えば、P H E N層は、二軸配向若しくは一軸配向されていてもよく、又はP H E N層は、P H E Nのガラス転移温度を超える温度でヒートセットして、層が一軸延伸若しくは二軸延伸された後であっても等方性層を得ることができる。

40

【0032】

50

【表 1】

材料	配向	nx	ny	nz
PEN	一軸	1.85	1.60	1.50
PEN	二軸	1.7661	1.7379	1.4917
sPS	一軸	1.51	1.62	1.62
sPS	二軸	1.57	1.57	1.62
PET	一軸	1.68	1.58	1.51
PET	二軸	1.6720	1.6466	1.4927
PET	等方性	1.574	1.574	1.574
PHEN	一軸	1.83	1.59	1.51
PHEN	二軸	1.71	1.71	1.51
PHEN	等方性	1.62	1.62	1.62
スチレンブロックコポリマー	等方性	1.49	1.49	1.49
THV	等方性	1.36	1.36	1.36
PMMA	等方性	1.49	1.49	1.49
coPMMA	等方性	1.49	1.49	1.49
アクリルブロックコポリマー	等方性	1.48	1.48	1.48
coPEN	等方性	1.60	1.60	1.60
PETG	等方性	1.56	1.56	1.56

10

【0033】

いくつかの実施形態では、各光学繰り返し単位の各個別の層は、約420nm～約680nmにわたる可視波長範囲内の少なくとも1つの波長に対して、x方向、y方向、及びz方向の各々において、約1.3～約1.9の範囲内の屈折率を有する。いくつかの実施形態では、各光学繰り返し単位の各個別の層は、約420nm～約680nmにわたる可視波長範囲内の少なくとも1つの波長に対して、x方向、y方向、及びz方向のうちのいずれか2つについて、約0.4未満、又は約0.36未満の最大屈折率差を有する。いくつかの実施形態では、少なくとも1つの波長に対するx方向、y方向、及びz方向の各々に沿った光学繰り返し単位中の個別の層の最大屈折率差は、約0.55未満、又は約0.5未満、又は約0.45未満である。いくつかの実施形態では、少なくとも1つの波長に対する同じ方向（例えば、x方向、y方向、及びz方向のうちの1つ）に沿った光学繰り返し単位中の個別の層の最大屈折率差は、約0.05超、又は約0.07超、又は約0.1超、又は約0.15超、又は約0.2超、又は約0.22超、又は約0.25超である。いくつかの実施形態では、屈折率の差（例えば、異なる方向における同じ層の屈折率の差、又は異なる層についての同じ方向に沿った屈折率の差）が、少なくとも1つの波長に対する指定された値より大きいと言われる場合、その差は、例えば、最大約0.55、又は最大約0.5、又は最大約0.45、又は最大約0.4、又は最大約0.35、又は最大約0.3であってもよい。

20

30

【0034】

いくつかの実施形態では、各光学繰り返し単位は、より複屈折性の高い第1の個別の層（例えば、A層及びC層のうちの一方）と、より複屈折性の低い第2の個別の層（例えば、A層及びC層のうちの他方）とを含む少なくとも4つの個別の層を含む。例えば、いくつかの実施形態では、第1の個別の層は、ポリエチレンナフタレート（PEN）又はポリヘキシルエチレンナフタレートコポリマー（PHEN）を含み、第2の個別の層は、シンジオタクチックポリスチレン（sPS）、ポリメチルメタクリレート（PMMA）、メチルメタクリレートとエチルアクリレートとのコポリマー（coPMMA）、コポリエチレンナフタレートテレフタレートコポリマー（coPEN）、又はテトラフルオロエチレンとヘキサフルオロプロピレンとフッ化ビニリデンとのターポリマー（THV）を含む。別の例として、いくつかの実施形態では、第1の個別の層は、ポリエチレンテレフタレート（PET）を含み、少なくとも第2の個別の層は、テトラフルオロエチレンとヘキサフルオロプロピレンとびフッ化ビニリデンとのターポリマー（THV）を含む。少なくとも4つの個別の層は、例えば、スチレンブロックコポリマー、アクリルブロックコポリマー、

40

50

又はグリコール変性ポリエチレンテレフタレート（PETG）を含むことができる少なくとも第3の層を含むことができる。ポリマー材料を含むと記載される任意の層は、そのポリマー材料の層であってもよい。例えば、PENを含む層は、PEN層であってもよい。

【0035】

いくつかの実施形態では、約420nm～約680nmにわたる可視波長範囲内の少なくとも1つの波長に対して、 n_{x1} は、 n_{y1} 及び n_{z1} のうちの少なくとも1つよりも少なくとも0.15大きく、 n_{x2} 、 n_{y2} 、 n_{z2} の間の最大差の大きさは、0.15未満であり、 n_{x1} は、 n_{x2} よりも少なくとも0.15、又は少なくとも0.17、又は少なくとも0.2、又は少なくとも0.22、又は少なくとも0.25、又は少なくとも0.28、又は少なくとも0.3、又は少なくとも0.32大きい。いくつかのそのような実施形態では、又は他の実施形態では、少なくとも1つの波長に対して、 n_{x1} は、例えば、 n_{x2} よりも、最大約0.45、又は最大約0.4、又は最大約0.35大きい。いくつかの実施形態では、少なくとも1つの波長に対して、 n_{x1} は、 n_{y1} 及び n_{z1} の各々よりも少なくとも0.15大きい。いくつかの実施形態では、少なくとも1つの波長に対して、 n_{x1} は、 n_{y1} 及び n_{z1} の一方よりも少なくとも0.15大きいが、他方よりも大きくない。3つの量の間の最大差は、3つの量のうち最大のものから3つの量のうち最小のものを引いたものである。いくつかの実施形態では、 n_{x2} は、 n_{y2} 及び n_{z2} のうちの少なくとも1つよりも（例えば、少なくとも0.005、又は少なくとも0.01、又は少なくとも0.02、又は少なくとも0.03）小さい。いくつかの実施形態では、 n_{x2} 、 n_{y2} 、 n_{z2} の間の最大差の大きさは、0.1未満、又は0.05未満、又は0.02未満である。いくつかの実施形態では、少なくとも1つの波長に対して、 n_{x1} は、 n_{y1} 及び n_{z1} のうちの少なくとも1つよりも、少なくとも0.17、又は少なくとも0.2、又は少なくとも0.22、又は少なくとも0.25大きい。いくつかの実施形態では、少なくとも1つの波長に対して、 n_{x1} は、例えば、 n_{y1} 及び n_{z1} のうちの少なくとも1つよりも、最大約0.45、又は最大約0.4、又は最大0.35大きい。例えば、いくつかの実施形態では、第1の個別の層は、633nmでそれぞれ約1.85、1.60、及び1.50の屈折率 n_{x1} 、 n_{y1} 、 n_{z1} を有する一軸配向PEN層であり、第2の個別の層は、633nmでそれぞれ約1.51、1.62、及び1.62の屈折率 n_{x2} 、 n_{y2} 、 n_{z2} を有する一軸配向sPS層である。別の例として、いくつかの実施形態では、第1の個別の層は、633nmでそれぞれ約1.76、1.74、及び1.49の屈折率 n_{x1} 、 n_{y1} 、 n_{z1} を有する二軸配向PEN層であり、第2の個別の層は、633nmでそれぞれ約1.57、1.57、及び1.62の屈折率 n_{x2} 、 n_{y2} 、 n_{z2} を有する二軸配向sPS層である。いくつかの実施形態では、少なくとも第3の層（例えば、B1及び／又はB2）は、それぞれのx方向、y方向、及びz方向に沿ってそれぞれの屈折率 n_{x3} 、 n_{y3} 、及び n_{z3} を有し、少なくとも1つの波長に対して、 n_{x2} は、 n_{x3} よりも少なくとも0.005、又は少なくとも0.01、又は少なくとも0.02、又は少なくとも0.05大きい。例えば、第1の層及び第2の層は、上記の通りであってよく、第3の層は、633nmで各方向に約1.49の屈折率を有するスチレンブロックコポリマー層であってもよい。いくつかの実施形態では、少なくとも1つの波長に対して、 n_{x3} は、 n_{x2} よりも少なくとも0.05又は少なくとも0.1大きい。例えば、第1の層及び第3の層は、上記の通りであってよく、第2の層は、633nmで各方向に約1.36の屈折率を有するTHV層であってもよい。いくつかの実施形態では、少なくとも1つの波長に対して、 $|n_{x2} - n_{x3}|$ は、0.02未満、又は0.01未満、又は0.007未満、又は0.005未満である。例えば、第3の層は、633nmで各方向に約1.49の屈折率を有するスチレンブロックコポリマー層とすることができ、第2の層は、633nmで各方向に約1.49の屈折率を有するPMMA又はc o PMMA層とすることができる。

【0036】

いくつかの実施形態では、各光学繰り返し単位について、第1の個別の層（例えば、A層及びC層のうちの一方）は、正の複屈折性であり（屈折率が延伸方向に増加する）、第

10

20

30

40

50

2の個別の層（例えば、A層及びC層のうちの他方）は、負の複屈折性である（屈折率が延伸方向に減少する）。例えば、いくつかの実施形態では、第1の個別の層は、ポリエチレンナフタレート（PEN）、ポリエチレンテレフタレート（PET）、又はポリヘキシルエチレンナフタレートコポリマー（PHEN）を含み、いくつかのそのようないくつかの実施形態では、又は他の実施形態では、第2の個別の層は、シンジオタクチックポリスチレン（sPS）を含む。

【0037】

いくつかの実施形態では、約420nm～約680nmにわたる可視波長範囲内の少なくとも1つの波長に対して、 n_x1 は、 n_y1 及び n_z1 のうちの少なくとも1つよりも少なくとも0.15大きく、 n_x2 は、 n_y2 及び n_z2 のうちの少なくとも1つよりも小さく、 n_x1 は、 n_x2 よりも少なくとも0.15、又は少なくとも0.17、又は少なくとも0.2、又は少なくとも0.22、又は少なくとも0.25大きい。いくつかの実施形態では、少なくとも1つの波長に対して、 n_x1 は、 n_y1 及び n_z1 の各々よりも少なくとも0.15大きく、 n_x2 は、 n_y2 及び n_z2 の各々よりも少なくとも0.05小さい。いくつかの実施形態では、少なくとも1つの波長に対して、 n_x1 は、 n_y1 及び n_z1 の一方よりも少なくとも0.15大きい、他方よりも大きくない。いくつかの実施形態では、少なくとも1つの波長に対して、 n_x2 は、 n_z2 よりも少なくとも0.03小さく、 $|n_x2 - n_y2| < 0.005$ である。いくつかの実施形態では、少なくとも1つの波長に対して、 n_x2 は、 n_z2 よりも少なくとも0.04小さく、 $|n_x2 - n_y2| < 0.003$ である。いくつかの実施形態では、少なくとも1つの波長に対して、 n_x1 は、 n_y1 及び n_z1 のうちの少なくとも1つよりも、少なくとも0.17、又は少なくとも0.2、又は少なくとも0.22、又は少なくとも0.25大きい。いくつかの実施形態では、少なくとも1つの波長に対して、 n_x1 は、例えば、 n_y1 及び n_z1 のうちの少なくとも1つよりも、最大約0.45、又は最大約0.4、又は最大約0.35大きい。例えば、第1の個別の層は、x方向に沿って一軸延伸された、又はx方向及びy方向に沿って二軸延伸されたPEN、PHEN、又はPET層であってもよく、第2の個別の層は、x方向に沿って一軸延伸された、又はx方向及びy方向に沿って二軸延伸されたsPS層であってもよい。いくつかの実施形態では、少なくとも1つの波長に対して、 n_x2 は、 n_y2 よりも少なくとも0.005、又は少なくとも0.01、又は少なくとも0.02、又は少なくとも0.05、又は少なくとも0.1小さい。いくつかの実施形態では、少なくとも1つの波長に対して、 n_x2 と n_y2 との間の差の大きさは、0.005未満、又は0.003未満、又は0.002未満である。いくつかの実施形態では、少なくとも1つの波長に対して、 n_z2 は、 n_z1 よりも少なくとも0.005、又は少なくとも0.01、又は少なくとも0.02、又は少なくとも0.05、又は少なくとも0.1大きい。

【0038】

いくつかの実施形態では、各光学繰り返し単位について、第1の個別の層（例えば、A層及びC層のうちの一方）は、実質的に等方性であり、第2の個別の層（例えば、A層及びC層のうちの他方）は、負の複屈折性である。例えば、いくつかの実施形態では、第1の個別の層は、コポリエチレンナフタレートテレフタレートコポリマー（cOPEN）又はポリヘキシルエチレンナフタレートコポリマー（PHEN）を含み、第2の個別の層は、シンジオタクチックポリスチレン（sPS）を含む。

【0039】

いくつかの実施形態では、約420nm～約680nmにわたる可視波長範囲内の少なくとも1つの波長に対して、 n_x1 、 n_y1 、 n_z1 の間の最大差の大きさは、0.05未満であり、 n_x2 は、 n_y2 及び n_z2 のうちの少なくとも1つよりも小さく、 n_x1 は、 n_x2 よりも少なくとも0.07、又は少なくとも0.08、又は少なくとも0.09、又は少なくとも0.1大きい。いくつかの実施形態では、少なくとも1つの波長に対して、 n_x1 は、例えば、 n_x2 よりも、最大0.25、又は最大0.2、又は最大0.15大きい。いくつかの実施形態では、少なくとも1つの波長に対して、 n_x2 は、 n_y

2 及び $n_z 2$ の各々よりも、少なくとも 0.05、又は少なくとも 0.06、又は少なくとも 0.07 小さい。いくつかの実施形態では、少なくとも 1 つの波長に対して、 $n_x 2$ は、例えば、 $n_y 2$ 及び $n_z 2$ の各々よりも、最大 0.2、又は最大 0.15、又は最大 0.12 小さい。いくつかの実施形態では、少なくとも 1 つの波長に対して、 $n_x 2$ は、 $n_z 2$ よりも少なくとも 0.03 小さく、 $|n_x 2 - n_y 2| < 0.005$ である。いくつかの実施形態では、少なくとも 1 つの波長に対して、 $n_x 2$ は、 $n_z 2$ よりも少なくとも 0.04 小さく、 $|n_x 2 - n_y 2| < 0.003$ である。例えば、第 1 の個別の層は、c o P E N 層とすることができ、第 2 の個別の層は、一軸又は二軸延伸 s P S 層とすることができる。別の例として、第 1 の個別の層は、等方性 P H E N 層であってもよく、第 2 の個別の層は、一軸又は二軸延伸 s P S 層であってもよい。いくつかの実施形態では、少なくとも 1 つの波長に対して、 $n_x 1$ 、 $n_y 1$ 、 $n_z 1$ の間の最大差の大きさは、0.04 未満、又は 0.03 未満、又は 0.02 未満、又は 0.01 未満、又は 0.005 未満である。いくつかの実施形態では、少なくとも 1 つの波長に対して、 $n_x 2$ は、 $n_y 2$ 及び $n_z 2$ のうちの少なくとも 1 つよりも、少なくとも 0.005、又は少なくとも 0.01、又は少なくとも 0.02、又は少なくとも 0.05、又は少なくとも 0.1 小さい。

10

20

30

40

50

【0040】

いくつかの実施形態では、光学フィルム 300 は、多層光学ミラーである。いくつかのそのような実施形態では、又は他の実施形態では、光学繰返し単位 10 の各々は、少なくとも 4 つの順次配置された第 1 ～第 4 の個別の層を含む。第 1 ～第 4 の個別の層は、例えば、図 1 B のプラス又はマイナス z 方向に順次ラベル付けされていてもよく、開始（第 1）層は、例えば、A 層又は C 層であってもよい。例えば、A、B 1、C、B 2 は、順次配置された第 1 ～第 4 の個別の層を含む光学繰返し単位として識別されてもよく、又は A、B 2、C、B 1 は、順次配置された第 1 ～第 4 の個別の層を含む光学繰返し単位として識別されてもよく、又は C、B 2、A、B 1 は、順次配置された第 1 ～第 4 の個別の層を含む光学繰返し単位として識別されてもよく、又は C、B 1、A、B 2 は、順次配置された第 1 ～第 4 の個別の層を含む光学繰返し単位として識別されてもよい。光学繰返し単位 10 の総数は、本明細書の他の箇所に記載される範囲のいずれかであってよく、光学繰返し単位 10 の合計平均厚さは、本明細書の他の箇所に記載される範囲の 1 つ（a n o f）であってよい。少なくとも 4 つの順次配置された第 1 ～第 4 の個別の層は、本明細書の他の箇所に記載されたそれぞれの範囲のいずれかの厚さを有することができる。いくつかの実施形態では、光学繰返し単位 10 の各々について、第 2 及び第 4 の個別の層（B 1 及び B 2）の各々の平均厚さは、約 30 nm 未満、又は約 20 nm 未満、又は約 15 nm 未満、又は約 10 nm 未満、又は約 7.5 nm 未満である。いくつかの実施形態では、光学繰返し単位 10 の各々について、第 2 及び第 4 の個別の層（例えば、B 1 及び B 2）の各々の平均厚さは、例えば、約 1 nm ～約 30 nm、又は約 3 nm ～約 20 nm の範囲内である。

【0041】

光学繰返し単位 10 の各々の第 1（例えば、A 及び C のうちの一方）及び第 3（例えば、A 及び C のうちの他方）の個別の層は、同じ面内 x 方向に沿ったそれぞれの屈折率 $n_x 1$ 及び $n_x 2$ 、 x 方向に直交する面内 y 方向に沿ったそれぞれの屈折率 $n_y 1$ 及び $n_y 2$ 、並びに x 方向及び y 方向に直交する z 方向に沿ったそれぞれの屈折率 $n_z 1$ 及び $n_z 2$ を有することができる。いくつかの実施形態では、約 420 nm ～約 680 nm にわたる可視波長範囲内の少なくとも 1 つの波長に対して、 $n_x 1$ 及び $n_y 1$ は、それぞれ、 $n_x 2$ 及び $n_y 2$ よりも少なくとも 0.1 大きく、 $n_z 2$ は、 $n_z 1$ よりも少なくとも 0.05 大きい。いくつかの実施形態では、第 1 の個別の層は、ポリエチレンナフタレート（P E N）、ポリエチレンテレフタレート（P E T）、又はポリヘキシルエチレンナフタレートコポリマー（P H E N）を含み、いくつかのそのようないくつかの実施形態では、又は他の実施形態では、第 3 の個別の層は、シンジオタクチックポリスチレン（s P S）を含む。例えば、いくつかの実施形態では、第 1 の個別の層は、633 nm でそれぞれ約 1

． 7 6、 1． 7 4、 及び 1． 4 9 の屈折率 n_{x1} 、 n_{y1} 、 n_{z1} を有する二軸配向 P E N 層であり、第 3 の個別の層は、 6 3 3 nm でそれぞれ約 1． 5 7、 1． 5 7、 及び 1． 6 2 の屈折率 n_{x2} 、 n_{y2} 、 n_{z2} を有する二軸配向 s P S 層である。いくつかのそのような実施形態、又は他の実施形態では、第 2 及び第 4 の層は、 6 3 3 nm で各方向に約 1． 4 9 の屈折率を有するスチレンブロックコポリマー層である。いくつかの実施形態では、少なくとも 1 つの波長に対して、 n_{x1} 及び n_{y1} は、それぞれ、 n_{x2} 及び n_{y2} よりも、少なくとも 0． 1 2、又は少なくとも 0． 1 4、又は少なくとも 0． 1 6、又は少なくとも 0． 1 8 大きい。いくつかの実施形態では、少なくとも 1 つの波長に対して、 n_{x1} 及び n_{y1} は、例えば、それぞれ、 n_{x2} 及び n_{y2} よりも、最大約 0． 4 5、又は約 0． 4、又は約 0． 3 5、又は約 0． 3 大きい。いくつかの実施形態では、少なくとも 1 つの波長に対して、 n_{z2} は、 n_{z1} よりも少なくとも 0． 0 6、又は少なくとも 0． 0 7、又は少なくとも 0． 0 8、又は少なくとも 0． 0 9、又は少なくとも 0． 1、又は少なくとも 0． 1 1、又は少なくとも 0． 1 2 大きい。いくつかの実施形態では、少なくとも 1 つの波長に対して、 n_{z2} は、例えば、 n_{z1} よりも最大約 0． 3、又は最大約 0． 2 5 大きい。いくつかの実施形態では、光学フィルム 3 0 0 は、負の複屈折層（例えば、 s P S）を利用して、より小さい入射角（例えば、 $\theta 1$ ）での透過率に対してより大きな入射角（例えば、 $\theta 2$ ）に対する透過率を低下させることによってコリメート効果（例えば、図 9 A 参照）を達成する、多層光学ミラーである。

10

【 0 0 4 2 】

4 2 0 nm ～ 6 8 0 nm の範囲内の少なくとも 1 つの波長は、例えば、 4 3 0 nm ～ 6 7 0 nm の範囲内、又は 4 5 0 nm ～ 6 5 0 nm の範囲内、又は 4 8 0 nm ～ 6 4 0 nm の範囲内の少なくとも 1 つの波長であってもよく、又はそれを含んでもよい。4 2 0 nm ～ 6 8 0 nm の範囲内の少なくとも 1 つの波長は、例えば、 6 3 3 nm であってもよく、又はそれを含んでもよい。

20

【 0 0 4 3 】

いくつかの実施形態では、光学フィルム 3 0 0 は、反射偏光子である。図 4 A ～ 図 4 B は、いくつかの実施形態による、入射面 4 0（例えば、図 2 A ～ 図 2 B 参照）において反射偏光子に入射する光 3 0 に対する、反射偏光子の複数の光学繰り返し単位の光透過率の概略プロットである。光透過率 5 0 及び 6 0 は、反射偏光子の面内第 1 方向（ x 方向）が入射面 4 0 内にあるときの s 偏光状態 3 2 に対する第 1 の入射角 $\theta 1$ 及び第 2 の入射角 $\theta 2$ （例えば、図 1 A を参照）それぞれに対するものである。光透過率 1 5 0 及び 1 6 0 は、反射偏光子の面内第 2 方向（ y 方向）が入射面 4 0 内にあるときの p 偏光状態 3 1 に対する第 1 の入射角 $\theta 1$ 及び第 2 の入射角 $\theta 2$ それぞれに対するものである。光透過率 1 5 0、 1 6 0 は、 $\lambda 1$ （例えば、約 4 0 0 nm、又は約 4 2 0 nm、又は約 4 5 0 nm）～ $\lambda 2$ （例えば、約 6 5 0 nm、又は約 6 8 0 nm、又は約 7 0 0 nm）にわたる可視波長範囲内のそれぞれの平均値 T 1 及び T 2 を有する。 $\lambda 1$ ～ $\lambda 2$ にわたる可視波長範囲は、例えば、約 4 2 0 nm ～ 約 6 8 0 nm であってもよい。光透過率 1 5 0、 1 6 0、 5 0、 及び 6 0 は、 $\lambda 3$ （例えば、約 7 2 0 nm、又は約 7 5 0 nm、又は約 8 0 0 nm）～ $\lambda 4$ （例えば、約 1 1 5 0 nm、又は約 1 2 0 0 nm、又は約 1 2 5 0 nm、又は約 1 3 0 0 nm）にわたる赤外波長範囲内のそれぞれの平均値 T 3、 T 4、 T 5、 及び T 6 を有する。 $\lambda 3$ ～ $\lambda 4$ にわたる赤外波長範囲は、例えば、約 7 5 0 nm ～ 約 1 2 0 0 nm であってもよい。いくつかの実施形態では、反射偏光子の面内第 2 方向が入射面 4 0 内にあるとき、 $\lambda 1$ ～ $\lambda 2$ （例えば、約 4 2 0 nm ～ 約 6 8 0 nm）にわたる可視波長範囲に対して、 p 偏光状態 3 1 に対して、複数の光学繰り返し単位 1 0 は、それぞれの第 1 の入射角 $\theta 1$ 及び第 2 の入射角 $\theta 2$ に対する平均光透過率 T 1 及び T 2 を有し、 T 2 は、 T 1 よりも少なくとも 5 % 又は少なくとも 7 % 大きい。いくつかの実施形態では、第 1 の入射角 $\theta 1$ 及び第 2 の入射角 $\theta 2$ の各々に対して、 s 偏光状態 3 2 及び入射面内にある第 1 の方向に対して、並びに p 偏光状態及び入射面内にある第 2 の方向に対して、並びに $\lambda 3$ ～ $\lambda 4$ （例えば、約 7 5 0 nm ～ 約 1 2 0 0 nm）にわたる赤外波長範囲に対して、複数の光学繰り返し単位は、約 4 0 % 超、又は約 4 5 % 超、又は約 5 0 % 超、又は約 5 5 % 超、又は約

30

40

50

60%超の平均光透過率（例えば、 T_3 、 T_4 、 T_5 、 T_6 ）を有する。

【0044】

図4Bの光透過率50'及び60'は、反射偏光子の面内第1方向（x方向）が入射面40内にあるときのp偏光状態31に対する第1の入射角 θ_1 及び第2の入射角 θ_2 （例えば、図1Aを参照）それぞれに対するものである。光透過率150'及び160'は、反射偏光子の面内第2方向（y方向）が入射面40内にあるときのs偏光状態32に対する第1の入射角 θ_1 及び第2の入射角 θ_2 それぞれに対するものである。光透過率150'及び160'は、 $\lambda_1 \sim \lambda_2$ にわたる可視波長範囲内のそれぞれの平均値 T_1' 及び T_2' を有する。光透過率150'、160'、50'、及び60'は、 $\lambda_3 \sim \lambda_4$ にわたる赤外波長範囲内のそれぞれの平均値 T_3' 、 T_4' 、 T_5' 、及び T_6' を有する。 T_1' 、 T_2' 、 T_3' 、 T_4' 、 T_5' 、及び T_6' は、 T_1 、 T_2 、 T_3 、 T_4 、 T_5 、及び T_6 について記載されたそれぞれの範囲のいずれかであってもよい。いくつかの実施形態では、第1の入射角 θ_1 及び第2の入射角 θ_2 の各々に対して、s偏光状態及びp偏光状態の各々に対して、入射面40内にある第1の方向及び第2の方向の各々に対して、並びに約750nm～約1200nmにわたる赤外波長範囲に対して、複数の光学繰り返し単位は、約40%超、又は約45%超、又は約50%超、又は約55%超、又は約60%超の平均光透過率（例えば、 T_3 、 T_4 、 T_5 、 T_6 、 T_3' 、 T_4' 、 T_5' 、 T_6' ）を有する。

【0045】

いくつかの実施形態では、入射面40内にある第1の方向に対して、及びs偏光状態32に対して、複数の光学繰り返し単位10は、それぞれの第1の入射角 θ_1 及び第2の入射角 θ_2 に対して、波長に対する第1及び第2の光透過率50及び60を有し、第1及び第2の光透過率50及び60は、それぞれの第1及び第2の透過帯域端51及び61を有する。いくつかの実施形態では、帯域端51及び／又は61は、鋭い勾配（例えば、約1.3%/nm超）を有する。帯域端勾配は、例えば、米国特許第6、967,778号（Wheatleyら）に概ね記載されているように、光学繰り返し単位の積層体の端部に実質的に傾斜した厚さプロファイルを有する層を含めることによって鋭くすることができる。しかしながら、いくつかの実施形態によれば、本明細書に記載されるような少なくとも4つの個別の層を有する光学繰り返し単位を使用することにより、実質的に傾斜した厚さプロファイルを有する層を含めることなく、鋭い帯域端を得ることができることが見出された。いくつかの実施形態では、少なくとも、光透過率が約10%から約50%まで増加する透過帯域端に沿った波長範囲にわたる、第1及び第2の帯域端（51及び61それぞれ）の各々への最良の線形フィット（52及び62）は、約1.3%/nm超、又は約1.4%/nm超、又は約1.5%/nm超、又は約1.6%/nm超、又は約1.7%/nm超、又は約1.8%/nm超、約1.9%/nm超、又は約2%/nm超の正の勾配（S1及びS2それぞれ）を有する。いくつかの実施形態では、最良の線形フィット52及び62の各々は、約0.7より大きい r 二乗値を有する。いくつかの実施形態では、最良の線形フィット52及び62のうちの少なくとも1つは、約0.8より大きい r 二乗値を有する。本明細書で説明される最良の線形フィットは、当該技術分野において既知である線形最小二乗フィットであり得る。そのようなフィットは、残差の二乗の合計を最小限に抑え、残差は、データとフィット直線との差である。最小二乗分析により、決定係数と呼ばれることがある r 二乗値を決定することができる。

【0046】

光学繰り返し単位の厚さは、光学繰り返し単位によって反射される波長を決定し、光学繰り返し単位中の層間の屈折率差は、反射の強度を決定する。したがって、図4A～図4Bの光透過率は、例えば、屈折率差を規定するための層材料の適切な選択、及び層厚さプロファイルの適切な選択によって達成することができる。いくつかの実施形態では、A層は、一軸配向PEN層であり、C層は、一軸配向sPS層であり、B1層及びB2層は、スチレンブロックコポリマー層である。図5は、これらの材料から形成することができる反射偏光子についての層厚さ対光学繰り返し単位番号のプロットである。あるいは、図5の層厚さプロファイルは、光学ミラー又は他の多層光学フィルムに使用されてもよい。B

20

30

40

50

1層、B2層は、各光学繰り返し単位において5nmの厚さを有し、一方、A層及びC層は、反射偏光子の厚さにわたって厚さが概ね増加している。いくつかの実施形態では、光学繰り返し単位が光学フィルムの一方の側から光学フィルムの反対側に順次番号付けされている場合、層厚さ対光学繰り返し単位番号は、A層及びC層に関して概ね上向き凹状の形状を有するが、B層は、実質的に一定の厚さを有する（例えば、光学フィルムの厚さにわたって10%未満又は5%未満だけ変化する）。図5の反射偏光子の光学繰り返し単位は、約14マイクロメートルの合計平均厚さを有する。

【0047】

多層光学フィルムの層の屈折率及び層厚さが与えられると、光学フィルムの光透過スペクトルは、従来の光学モデリング技術を使用して計算することができる。図6Aは、A層が一軸配向PEN層であり、C層が一軸配向sPS層であり、かつB1層及びB2層がスチレンブロックコポリマー層である場合の、入射面40（例えば、図2A～図2B参照）において反射偏光子に入射する光30に対する、図5に示す層厚さプロファイルを有する反射偏光子の複数の光学繰り返し単位の計算された光透過率のプロットである。同様の光透過率は、例えば、B1層及びB2層がアクリルブロックコポリマー層、PMMA層、又はcOPMMA層である場合に得ることができる。光透過率50、60、150、及び160は、図6Aの場合、第1の入射角 θ_1 及び第2の入射角 θ_2 が0度及び60度それぞれである、図4Aの対応する光透過率について説明した偏光状態及び入射角に対するものである。約420nm～約680nmにわたる可視波長範囲に対して、複数の光学繰り返し単位は、反射偏光子の面内第2方向が入射面40内にあるとき、p偏光状態31に対して、それぞれの第1の入射角 θ_1 及び第2の入射角 θ_2 に対して87.7%及び96.5%の平均光透過率を有し、反射偏光子の面内第1方向が入射面40内にあるとき、s偏光状態32に対して、それぞれの第1の入射角 θ_1 及び第2の入射角 θ_2 に対して1.4%及び0.0%の平均光透過率を有する。約750nm～約1200nmにわたる赤外波長範囲に対して、複数の光学繰り返し単位は、反射偏光子の面内第2方向が入射面40内にあるとき、p偏光状態31に対して、それぞれの第1の入射角 θ_1 及び第2の入射角 θ_2 に対して90.0%及び99.8%の平均光透過率を有し、反射偏光子の面内第1方向が入射面40内にあるとき、s偏光状態32に対して、それぞれの第1の入射角 θ_1 及び第2の入射角 θ_2 に対して62.1%及び53.1%の平均光透過率を有する。

【0048】

図6Bは、光透過率が約10%から約50%に増加する領域を示すために拡大された、図6Aのプロットの一部である。光透過率が約10%から約50%に増加する透過帯域端に沿った波長範囲にわたるそれぞれの第1及び第2の帯域端51及び61への最良の線形フィット52及び62は、それぞれ約2.01%/nm及び2.08%/nmのそれぞれの正の勾配S1及びS2を有する。

【0049】

いくつかの実施形態では、A層は、一軸配向PHEN層であり、C層は、THV層であり、B1層及びB2層は、cOPMMA層である。図7は、これらの材料から形成することができる反射偏光子についての層厚さ対光学繰り返し単位番号のプロットである。あるいは、図7の層厚さプロファイルは、光学ミラー又は他の多層光学フィルムに使用されてもよい。B1層及びB2層はそれぞれ、各光学繰り返し単位において5nmの厚さを有し、一方、A層及びC層は、反射偏光子の厚さにわたって厚さが概ね増加している。反射偏光子の複数の光学繰り返し単位は、15マイクロメートルの合計平均厚さを有する。図8は、A層が一軸配向PHEN層であり、C層がTHV層であり、かつB1層及びB2層がcOPMMA層である場合の、入射面40（例えば、図2A～図2B参照）において反射偏光子に入射する光30に対する、図7に示す厚さプロファイルを有する反射偏光子の複数の光学繰り返し単位の計算された光透過率のプロットである。同様の光透過率は、例えば、B1層及びB2層がスチレンブロックコポリマー層、アクリルブロックコポリマー層、又はPMMA層である場合に得ることができる。光透過率50、60、150、及び160は、図8の場合、第1の入射角 θ_1 及び第2の入射角 θ_2 が0度及び60度それぞれ

である、図 4 A の対応する光透過率について説明した偏光状態及び入射角に対するものである。図 8 の反射偏光子は、第 1 の入射角 θ_1 及び第 2 の入射角 θ_2 の各々に対して、図 6 A の反射偏光子と比較して、420 nm ~ 680 nm の可視波長範囲において実質的に低い平均光透過率を有する。

【0050】

いくつかの実施形態では、光学フィルム 300 は、多層光学ミラーである。図 9 A ~ 図 9 B は、多層光学ミラーに入射する入射光 30、130、又は 230 に対する光透過率のプロットである。光透過率 250、250'、250'' は、約 5 度未満であってもよく、又は θ_1 について本明細書の他の箇所に記載される任意の範囲内であってもよい、第 1 の入射角 θ_1 に対するものであり、光透過率 260、260'、260'' は、約 40 度より 10 大きくてもよく、又は θ_2 について本明細書の他の箇所に記載される任意の範囲内であってもよい、第 2 の入射角 θ_2 に対するものである。光透過率 250 及び 260 は、任意の指定された偏光状態又は非偏光入射光に対するものであってもよい。光透過率 250' 及び 260' は、s 偏光に対するものであり、光透過率 250'' 及び 260'' は、p 偏光に対するものである。いくつかの実施形態では、光透過率は、互いに直交する第 1 及び第 2 の偏光状態の各々に対して（例えば、p 偏光状態 31 及び s 偏光状態 32 の各々に対して、又は p 偏光状態 31 及び s 偏光状態 32 の 2 つの互いに直交する線形結合の各々に対して）ほぼ同じである。いくつかの実施形態では、多層光学ミラーに入射する光 30 に対して、互いに直交する第 1 及び第 2 の偏光状態の各々に対して、並びに $\lambda_1 \sim \lambda_2$ （例えば、約 420 nm ~ 約 680 nm）にわたる可視波長範囲に対して、複数の光学繰り返し単位 20 10 は、第 1 の入射角 θ_1 に対する平均光透過率 T_1 と、第 2 の入射角 θ_2 に対する平均光透過率 T_2 とを有し、 $T_1 / T_2 \geq 1.2$ 、又は $T_1 / T_2 \geq 1.4$ 、又は $T_1 / T_2 \geq 1.6$ 、又は $T_1 / T_2 \geq 1.8$ 、又は $T_1 / T_2 \geq 2$ 、又は $T_1 / T_2 \geq 2.2$ 、又は $T_1 / T_2 \geq 2.4$ 、又は $T_1 / T_2 \geq 2.6$ である。 T_1 / T_2 は、例えば、最大 10、又は最大 8、又は最大 6、又は最大 5 であってもよい。

【0051】

いくつかの実施形態では、A 層が C 層の対応する面内屈折率よりも大きい面内屈折率を有する一方で、C 層が A 層よりも大きい厚さ方向の屈折率を有するため、 T_1 は、 T_2 よりも大きい。いくつかの実施形態では、これは、負の複屈折性の C 層を使用して達成される。例えば、A 層は、633 nm でそれぞれ約 1.76、1.74、及び 1.49 の屈折率 n_{x1} 、 n_{y1} 、 n_{z1} を有する二軸配向 PEN 層であってもよく、C 層は、633 nm でそれぞれ約 1.57、1.57、及び 1.62 の屈折率 n_{x2} 、 n_{y2} 、 n_{z2} を有する二軸配向 sPS 層であってもよい。他の実施形態では、 T_1 は、 T_2 にほぼ等しくてもよく、又は T_1 は、 T_2 より小さくてもよい。いくつかの実施形態では、多層光学ミラーに入射する光 30 に対して、互いに直交する第 1 及び第 2 の偏光状態の各々に対して、並びに $\lambda_3 \sim \lambda_4$ （例えば、約 750 nm ~ 約 1200 nm）にわたる赤外波長範囲に対して、複数の光学繰り返し単位 10 は、第 1 の入射角 θ_1 に対する平均光透過率 T_3 と、第 2 の入射角 θ_2 に対する平均光透過率 T_4 とを有し、 T_3 及び T_4 はそれぞれ、約 40 % 超、又は約 45 % 超、又は約 50 % 超、又は約 55 % 超、又は約 60 % 超である。

【0052】

図 9 A ~ 図 9 B の光透過率は、例えば、屈折率差を規定するための層材料の適切な選択、及び層厚さプロファイルの適切な選択によって達成することができる。いくつかの実施形態では、A 層は、二軸配向 PEN 層であり、C 層は、二軸配向 sPS 層であり、B1 層及び B2 層は、スチレンブロックコポリマー層である。図 10 は、これらの材料から形成することができる光学ミラーについての層厚さ対光学繰り返し単位番号のプロットである。あるいは、図 10 の層厚さプロファイルは、反射偏光子又は他の多層光学フィルムに使用されてもよい。B1 層、B2 層は、各光学繰り返し単位において 5 nm の厚さを有し、一方、A 層及び C 層は、光学ミラーの厚さにわたって厚さが概ね増加している。光学ミラーの光学繰り返し単位は、約 14 マイクロメートルの合計平均厚さを有する。図 11 は、A 層が二軸配向 PEN 層であり、C 層が二軸配向 sPS 層であり、かつ B1 層及び B2 層 40

がスチレンブロックコポリマー層である場合の、入射面 40（例えば、図 2 A～図 2 B 参照）において光学ミラーに入射する非偏光に対する、図 10 に示す厚さプロファイルを有する光学ミラーの複数の光学繰り返し単位の計算された光透過率のプロットである。同様の光透過率は、例えば、B 1 層及び B 2 層がアクリルブロックコポリマー層、PMMA 層、又は c o PMMA 層である場合に得ることができる。光透過率 250 及び 260 は、図 11 の場合、第 1 の入射角 θ_1 及び第 2 の入射角 θ_2 が 0 度及び 60 度それぞれである、図 9 A について概して説明したような、それぞれの第 1 の入射角 θ_1 及び第 2 の入射角 θ_2 に対するものである。

【0053】

いくつかの実施形態では、A 層は、等方性 PHEN 層であり、C 層は、二軸配向 s P S 層であり、B 1 層及び B 2 層は、スチレンブロックコポリマー層である。図 12 は、これらの材料から形成することができる光学ミラーについての層厚さ対光学繰り返し単位番号のプロットである。あるいは、図 12 の層厚さプロファイルは、反射偏光子又は他の多層光学フィルムに使用されてもよい。B 1 層、B 2 層は、各光学繰り返し単位において 5 nm の厚さを有し、一方、A 層及び C 層は、光学ミラーの厚さにわたって厚さが概ね増加している。光学ミラーの光学繰り返し単位は、28 マイクロメートルの合計平均厚さを有する。図 13 は、A 層が等方性 PHEN 層であり、C 層が二軸配向 s P S 層であり、かつ B 1 層及び B 2 層がスチレンブロックコポリマー層である場合の、入射面 40（例えば、図 2 A～図 2 B 参照）においてミラーに入射する非偏光に対する、図 12 に示す厚さプロファイルを有する光学ミラーの複数の光学繰り返し単位の計算された光透過率のプロットである。同様の光透過率は、例えば、B 1 層及び B 2 層がアクリルブロックコポリマー層、PMMA 層、又は c o PMMA 層である場合に得ることができる。光透過率 250 及び 260 は、図 13 の場合、第 1 の入射角 θ_1 及び第 2 の入射角 θ_2 が 0 度及び 60 度それぞれである、図 9 A について概して説明したような、それぞれの第 1 の入射角 θ_1 及び第 2 の入射角 θ_2 に対するものである。図 12～図 13 の実施形態では、420 nm～680 nm の可視波長範囲内の平均透過率は、60 度の入射角よりも垂直入射において大きい。

【0054】

いくつかの実施形態では、A 層は、二軸配向 PHEN 層であり、C 層は、THV 層であり、B 1 層及び B 2 層は、c o PMMA 層である。図 14 は、これらの材料から形成することができる光学ミラーについての層厚さ対光学繰り返し単位番号のプロットである。あるいは、図 14 の層厚さプロファイルは、反射偏光子又は他の多層光学フィルムに使用されてもよい。B 1 層、B 2 層は、各光学繰り返し単位において 5 nm の厚さを有し、一方、A 層及び C 層は、光学ミラーの厚さにわたって厚さが概ね増加している。光学ミラーの光学繰り返し単位は、約 15 マイクロメートルの合計平均厚さを有する。図 15 は、A 層が二軸配向 PHEN 層であり、C 層が THV 層であり、かつ B 1 層及び B 2 層が c o PMMA 層である場合の、入射面 40（例えば、図 2 A～図 2 B 参照）において光学ミラーに入射する非偏光に対する、図 14 に示す厚さプロファイルを有する光学ミラーの複数の光学繰り返し単位の計算された光透過率のプロットである。同様の光透過率は、例えば、B 1 層及び B 2 層がスチレンブロックコポリマー層、アクリルブロックコポリマー層、又は PMMA 層である場合に得ることができる。光透過率 250 及び 260 は、図 15 の場合、第 1 の入射角 θ_1 及び第 2 の入射角 θ_2 が 0 度及び 60 度それぞれである、図 9 A について概して説明したような、それぞれの第 1 の入射角 θ_1 及び第 2 の入射角 θ_2 に対するものである。図 14～図 15 の実施形態では、垂直入射における 420 nm～680 nm の可視波長範囲内の平均透過率は、約 5 % 未満であり、一方、光学繰り返し単位は、わずか約 15 マイクロメートルの合計平均厚さを有する。

【0055】

本明細書に記載される多層光学フィルム、反射偏光子、及び多層光学ミラーのいずれも、90 度の剥離角度で測定した場合に、少なくとも約 14 グラム／インチ（少なくとも約 5.5 g / cm）の、複数の光学繰り返し単位中の個別の層の層間接着力を有することができる。いくつかの実施形態では、複数の光学繰り返し単位中の個別の層の層間接着力は

10

20

30

40

50

、90度の剥離角度で測定した場合に、少なくとも約16、18、20、22、25、27、30、32、35、37、40、45、50、又は55グラム／インチである。いくつかの実施形態では、層間接着力は、例えば、最大約400グラム／インチ、又は最大約200グラム／インチ、又は最大約150グラム／インチ、又は最大約120グラム／インチであってもよい。いくつかの実施形態では、層間接着力は、例えば、約14グラム／インチ～約400グラム、又は約20グラム／インチ～約200グラム／インチの範囲である。剥離力は、A層、B1層、C層、及びB2層の材料を適切に選択することによって、増加させることができる。例えば、B1層、B2層は、A層及びC層が互いに不十分な直接結合を有する場合であっても、A層及びC層に対して適切な結合を有するように選択することができる。いくつかの実施形態では、B1層、B2層は、A層及びC層に使用されるポリマーのコポリマーであってもよい。A層、B1層、C層、及びB2層に好適な材料は、本明細書の他の箇所に更に記載されている。いくつかの実施形態によれば、フィルムを延伸するときの温度を（例えば、約135℃から約120℃又は約115℃に）低下させることによって、及び／又はフィルムを延伸する際に使用される延伸比を（例えば、延伸方向に沿って約5の延伸比から延伸方向に沿って約6の延伸比に）増加させることによって、層間接着力を更に増加させることができることが見出された。

10

【0056】

図16は、層間接着力について多層光学フィルム300を試験する概略図である。多層光学フィルム300は、両面テープ151を介して基材360（例えば、剛性ガラス基材）に結合されている。次に、例えばカミソリの刃を使用して、光学フィルム300に切れ目170を形成する。次に、別のテープ片152を使用して、切れ目170に隣接する光学フィルム300の一部分331の端部333を、光学フィルム300の残りの部分332から剥がす。次に、90度の剥離角度 ϕ を画定する基材360から離れる方向（z方向）にテープ152を引っ張ることによって、剥離力を測定することができる。光学フィルム300の単位幅（x方向の寸法）当たりの剥離力が層間接着力である。いくつかの実施形態では、剥離力は、12インチ／分の引張速度（クロスヘッド速度とも呼ばれる）を使用し、少なくとも約5秒の時間にわたって測定された力を平均することによって決定される。いくつかの実施形態では、単位幅当たりの剥離力は、12インチ／分のクロスヘッド速度が使用されることを除いて、ASTM D6862-11（2016年再承認）試験規格に従って決定される平均剥離抵抗強度である。いくつかの実施形態では、複数の光学繰り返し単位中の個別の層の層間接着力は、少なくとも約14グラム／インチである、又は層間接着力は、本明細書の他の箇所に記載される任意の範囲であってもよく、層間接着力は、下部332が基材360に結合されている間に、多層光学フィルム300の上部331を多層光学フィルム300の下部332から90度の剥離角度で引っ張るために12インチ／分のクロスヘッド速度が使用されることを除いて、ASTM D6862-11（2016年再承認）試験規格に従って測定される平均剥離抵抗強度として決定される。

20

30

【実施例】

【0057】

40

50

【表 2】

材料	説明	入手先
PEN	ポリエチレンナフタレート	米国特許第10,001,587号(Liu)、段落0044に記載されているように作製した
低融点 PEN	総カルボキシレート基に基づいて90モルパーセントのナフタレンジカルボキシレート基を含むコポリエチレンナフタレートテレフタレートコポリマー	米国特許第10,001,587号(Liu)、段落0045にCoPEN9010について記載されているように作製した
PET	ポリエチレンテレフタレート	Nan Ya Plastics Corporation, America(Lake City, SC)
PEN/ PET	70部のPEN対30部のPETの重量比でのPENとPETとのブレンド	70部のPEN及び30部のPETをブレンドすることによって作製した
sPS	シンジオタクチックポリスチレン	Idemitsu Kosan Co., Ltd. (Tokyo, Japan)
KRATON G1645	商品名KRATON G1645で入手可能なスチレンブロックコポリマー	KRATON Polymers(Houston, TX)
KRATON G1657	商品名KRATON G1657で入手可能なスチレンブロックコポリマー	KRATON Polymers(Houston, TX)
PETG	商品名GN071で入手可能なグリコール変性PET	Eastman Chemical Company (Kingsport, TN)

10

【0058】

151層のフィードブロック及びダイを使用して、37個のA層、76個のB層、及び38個のC層を含む多層光学フィルムを作製した。A層、B層及びC層は、A B C Bの繰り返し単位に配列された光学層であった。加えて、A層について以下の表に示される樹脂を、25mmの二軸押出機(twin screw extruder、TSE)を通して、20ポンド／時の供給速度で、ネックチューブ及びギアポンプを通して押し出すことによって、最外スキン層を加えた。この溶融トレインは、280℃のピーク温度での漸進的温度押出プロファイルを使用した。A層は、A層について列挙した材料の約20%を使用して光学層とスキン層との間に保護境界層を形成したことを除いて、以下の表に示される樹脂を、27mmのTSEを通して、以下の表に示される供給速度で、280℃でピークに達する漸進的温度プロファイルを用いて、ネックチューブ及びギアポンプを通して、151層のフィードブロック及びダイの対応するA層に押し出すことによって製造した。B層は、漸進的温度プロファイルで260℃のピーク温度で使用して、以下の表に示される樹脂を、18mmのTSEを通して、以下の表に示される供給速度で、ネックチューブ及びギアポンプを通して、151層のフィードブロックの対応するB層に押し出すことによって製造した。C層は、以下の表に示される樹脂を、27mmのTSEを通して、以下の表に示される供給速度で、280℃又はその付近でピークに達する漸進的温度プロファイルを用いて、ネックチューブ及びギアポンプを通して、151層のフィードブロック及びダイの対応するC層に押し出すことによって製造した。フィードブロックは、A層及びC層がフィルム的一方の側でフィルムの反対側よりも約2.5倍厚く、一方、B層がフィルムの厚さにわたって名目上一定の厚さを有するように勾配プレートを使用した。フィードブロック及びダイを285℃の目標温度に保持した。押し出された層を、約50℃で運転されるキャストリングホイール上にキャストして、キャストウェブを製造した。

20

30

40

【0059】

50

【表 3】

キャストウェブ 番号	A層材料	A層供給速度 (ポンド／時間)	B層材料	B層供給速度 (ポンド／時間)	C層材料	C層供給速度 (ポンド／時間)
W1	低融点PEN	10	KRATON G1657	5	sPS	7
W2	低融点PEN	10	KRATON G1657	4	sPS	7
W3	低融点PEN	10	KRATON G1657	3	sPS	7
W4	低融点PEN	10	KRATON G1657	2	sPS	7
W5	低融点PEN	10	KRATON G1657	2	sPS	7
W6	低融点PEN	10	PETG	5	sPS	7
W7	低融点PEN	10	sPS	5	低融点PEN	10
W8	PEN	10	KRATON G1645	5	sPS	7
W9	PEN／PET	10	KRATON G1645	5	sPS	7

10

【0060】

次いで、これらのキャストウェブを、KAROバッチオリエンタ（Bruckner Maschinenbau GmbH & Co. KG (Siegsdorf, Germany) から入手可能）を使用して、以下の表に示される延伸温度及び50パーセント／秒の延伸速度で配向した。実質的に一軸配向されたフィルムは、1.5（縦方向）×5又は6（横方向）の延伸比で作製し、二軸配向されたフィルムは、3×3の延伸比で作製した。様々な光学フィルムに使用した延伸比を以下の表に示す。

20

【0061】

以下の表に示される光学フィルムの各々の層間接着力は、図16に概して記載されるように測定した。光学フィルムを1インチ幅の試料に切断し、両面テープ（3M Company (St. Paul, MN) から入手可能なSCOTCH Double-Side Tape）151を用いてガラス基材360にラミネートした。次に、カミソリの刃を使用して、光学フィルム300に切れ目170を形成した。テープ片152を使用して、切れ目170に隣接する光学フィルム300の一部分の端部333を、光学フィルム300の残りの部分から剥がした。次いで、90度剥離を測定するために10ポンドのロードセルを用いてIMASS SP-2100（IMASS, inc. (Accord, MA)）を使用して、層間接着力を測定した。引っ張り速度を12インチ／分に設定し、剥離力を2秒の遅延後に5秒間平均した。これを4回繰り返した。平均をとり、層間接着力として報告した。結果を以下の表に記載する。ウェブW7は、低融点PENとsPSとの間の層間接着力を試験するために、A層及びC層の両方として低融点PENを利用し、B層としてsPSを利用した。

30

【0062】

40

50

【表 4】

実施例	キャストウェブ 番号	延伸比	延伸温度 (°C)	A層	B層	C層	層間接着力 (g/インチ)
1	W1	1.5x5	135	低融点PEN	KRATON G1657	sPS	20.3
2	W2	1.5x5	135	低融点PEN	KRATON G1657	sPS	19.8
3	W3	1.5x5	135	低融点PEN	KRATON G1657	sPS	19.0
4	W4	1.5x5	135	低融点PEN	KRATON G1657	sPS	20.8
5	W5	1.5x5	135	低融点PEN	KRATON G1657	sPS	15.8
6	W6	1.5x5	135	低融点PEN	PETG	sPS	14.0
CE1	W7	1.5x5	135	低融点PEN	sPS	低融点 PEN	12.0
7	W8	1.5x5	135	PEN	KRATON G1645	sPS	37.3
8	W9	1.5x5	115	PEN/PET	KRATON G1645	sPS	65.0
9	W9	1.5x5	135	PEN/PET	KRATON G1645	sPS	33.0
10	W9	1.5x5	120	PEN/PET	KRATON G1645	sPS	35.3
11	W9	1.5x6	135	PEN/PET	KRATON G1645	sPS	54.5
12	W8	1.5x6	135	PEN	KRATON G1645	sPS	45.8
CE2	W7	1.5x6	135	低融点PEN	sPS	低融点 PEN	15.3
13	W1	3x3	135	低融点PEN	KRATON G1657	sPS	16.3
14	W2	3x3	135	低融点PEN	KRATON G1657	sPS	16.8
15	W3	3x3	135	低融点PEN	KRATON G1657	sPS	15.8
16	W4	3x3	135	低融点PEN	KRATON G1657	sPS	18.3
17	W5	3x3	135	低融点PEN	KRATON G1657	sPS	25.8
18	W6	3x3	135	低融点PEN	PETG	sPS	27.3
CE3	W7	3x3	135	低融点PEN	sPS	低融点 PEN	10.8
19	W8	3x3	135	PEN	KRATON G1645	sPS	33.0
20	W9	3x3	135	PEN/PET	KRATON G1645	sPS	32.0
21	W9	3x3	120	PEN/PET	KRATON G1645	sPS	85.3

10

20

【0063】

30

「約 (about)」などの用語は、これらが本明細書に使用及び記載されている文脈において、当業者によって理解されよう。特徴部のサイズ、量、及び物理的特性を表す量に適用される「約」の使用が、本明細書に使用及び記載されている文脈において、当業者にとって別途明らかなではない場合、「約」とは、特定の値の10パーセント以内を意味すると理解されよう。約特定の値として与えられる量は、正確に特定の値であり得る。例えば、それが本明細書で使用及び記載されている文脈において当業者にとって別途明らかなではない場合には、約1の値を有する量とは、その量が0.9～1.1の値を有すること、及び、その値が1である場合もあることを意味する。

【0064】

40

上記において参照された参照文献、特許、又は特許出願の全ては、それらの全体が参照により本明細書に一貫して組み込まれている。組み込まれた参照文献の一部と本出願との間に不一致又は矛盾がある場合、前述の記載における情報が優先するものとする。

【0065】

図面中の要素の説明は、別段の指示がない限り、他の図面中の対応する要素に等しく適用されるものと理解されたい。特定の実施形態が本明細書において図示及び説明されているが、図示及び記載されている特定の実施形態は、本開示の範囲を逸脱することなく、様々な代替的实施態様及び／又は等価の実施態様によって置き換えられ得ることが、当業者には理解されよう。本出願は、本明細書で論じられた特定の実施形態のあらゆる適応例、又は変形例、又は組み合わせを包含することが意図されている。したがって、本開示は、特許請求の範囲及びその均等物によってのみ限定されることが意図されている。

50

【図面】
【図 1 A】

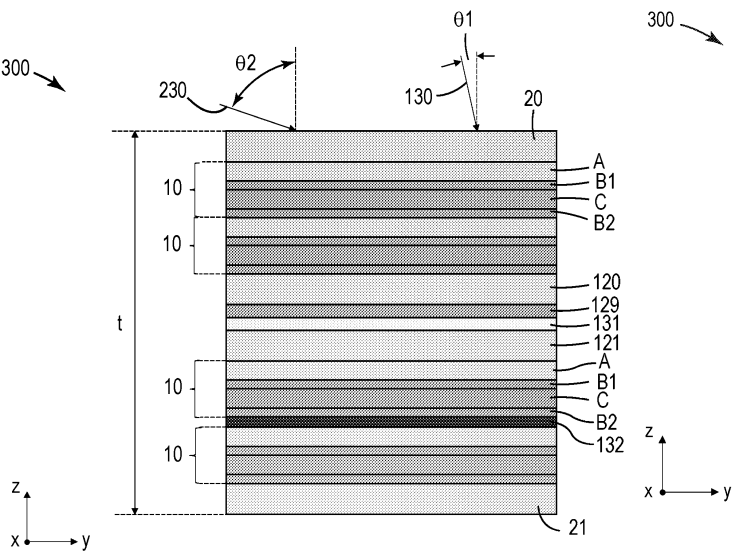


FIG. 1A

【図 1 B】

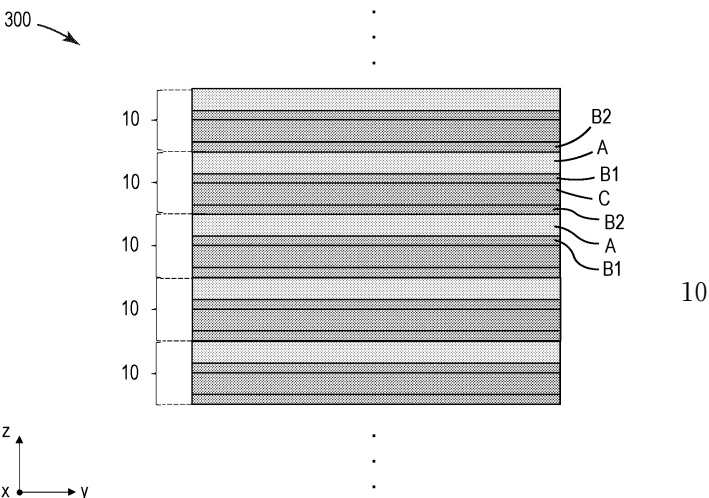


FIG. 1B

【図 2 A】

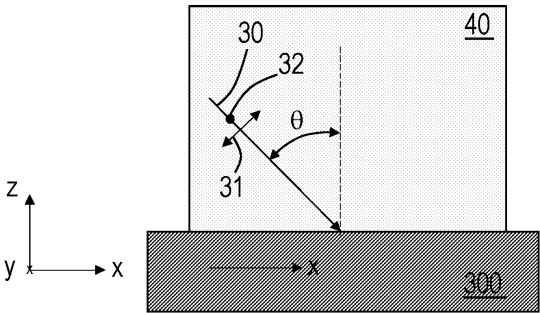


FIG. 2A

【図 2 B】

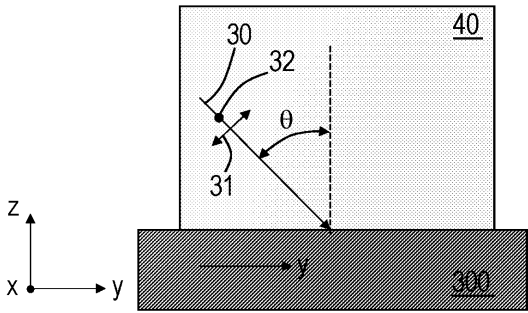


FIG. 2B

10

20

30

40

50

【図 3】

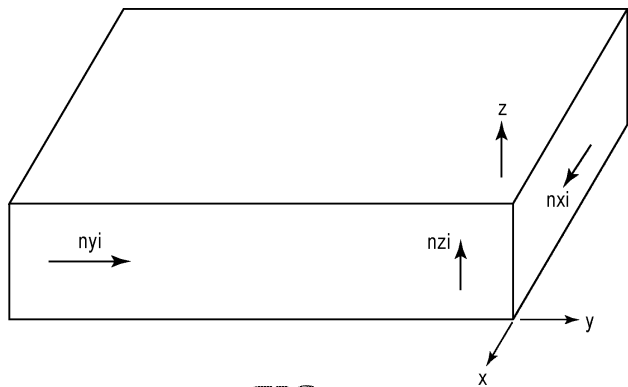


FIG. 3

【図 4 A】

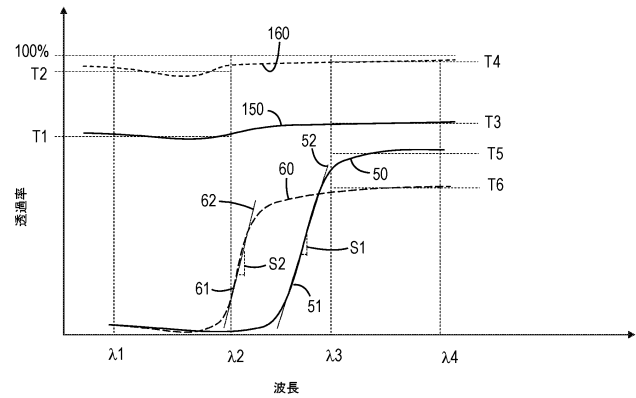


FIG. 4A

【図 4 B】

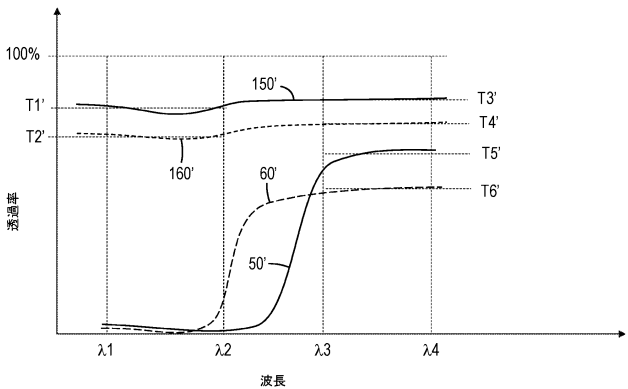


FIG. 4B

【図 5】

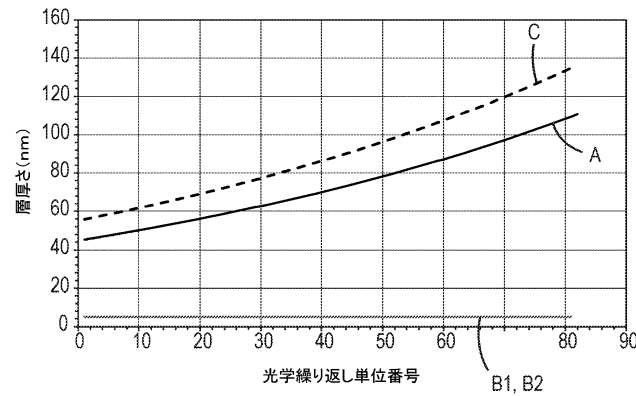


FIG. 5

10

20

30

40

50

【図 6 A】

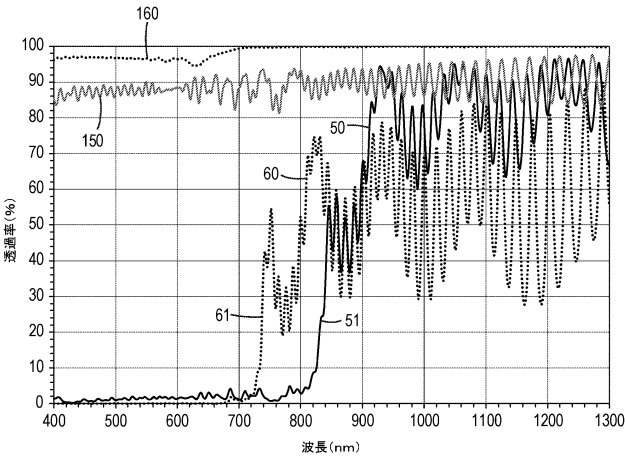


FIG. 6A

【図 6 B】

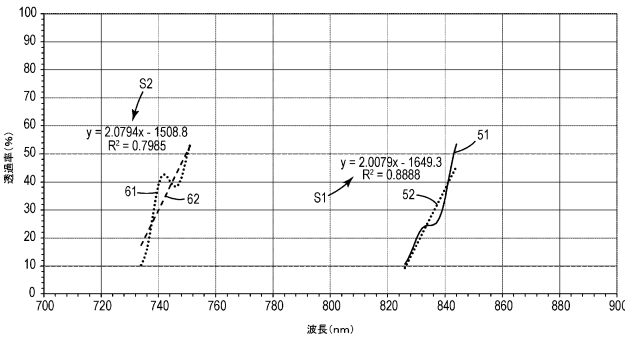


FIG. 6B

【図 7】

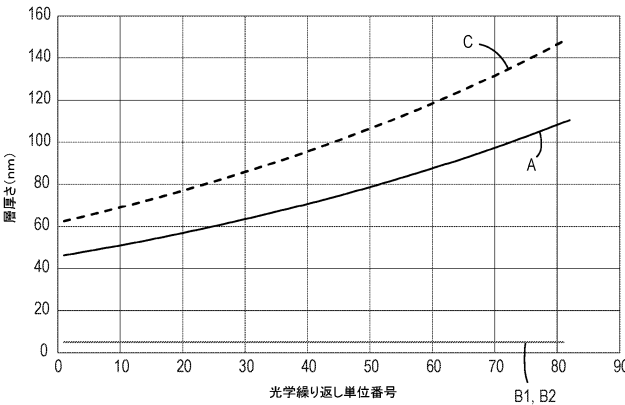


FIG. 7

【図 8】

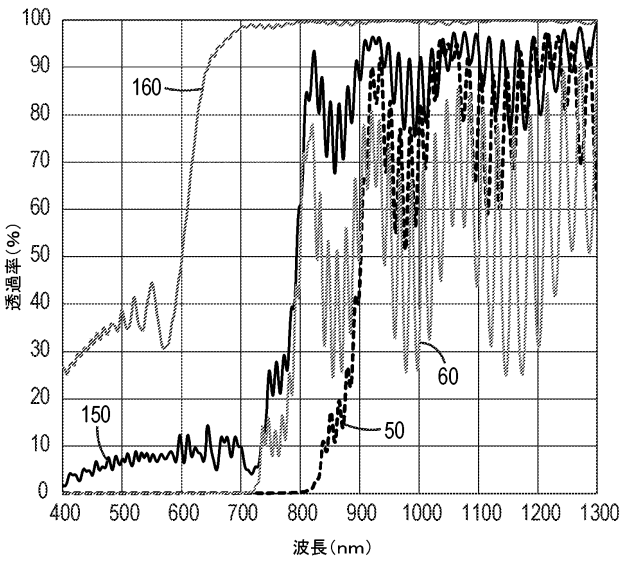


FIG. 8

10

20

30

40

50

【図 9 A】

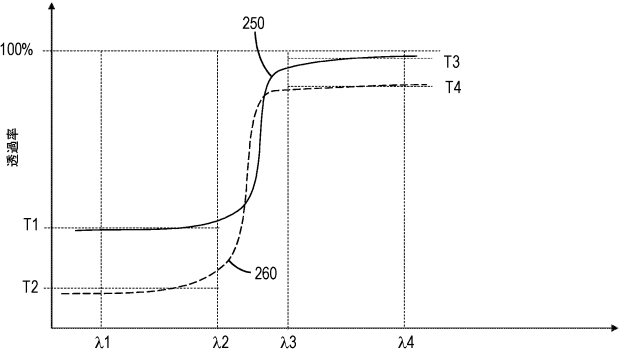


FIG. 9A

【図 9 B】

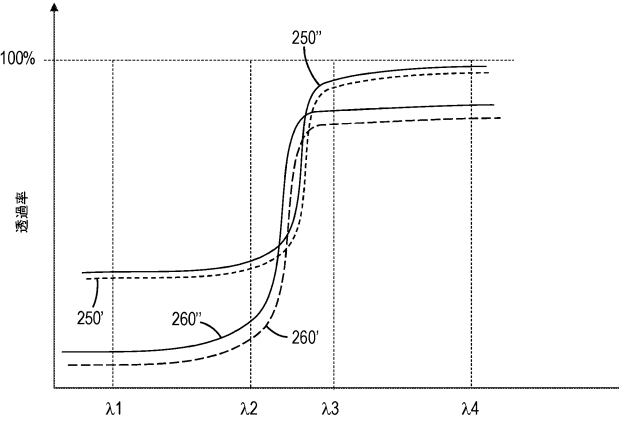


FIG. 9B

【図 1 0】

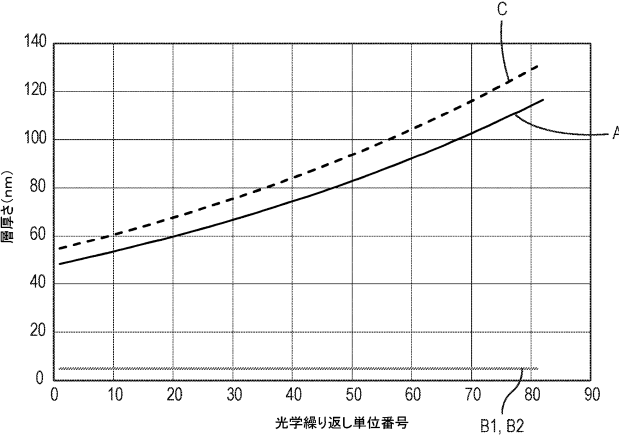


FIG. 10

【図 1 1】

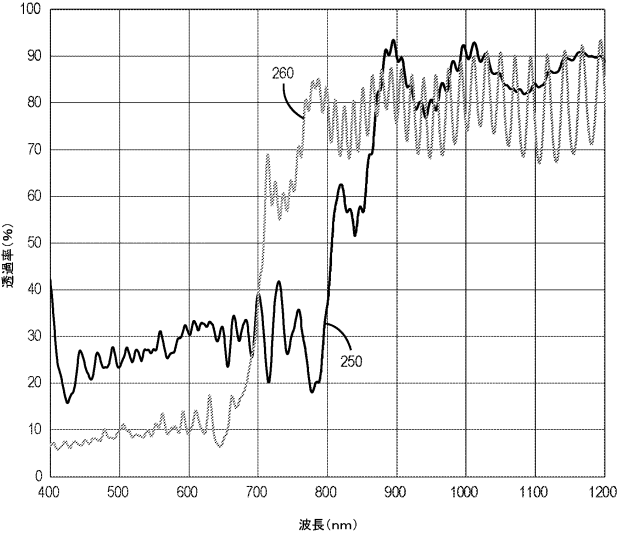


FIG. 11

10

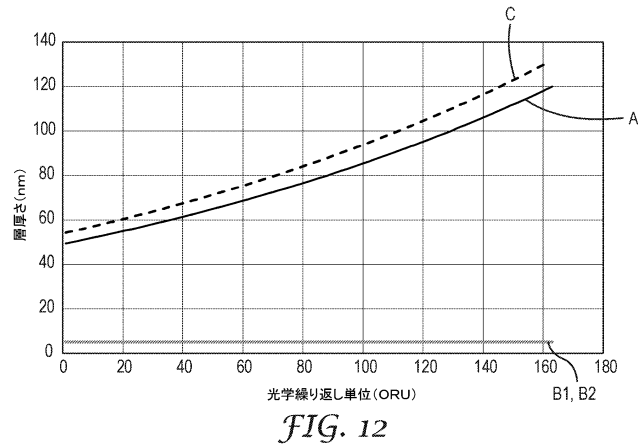
20

30

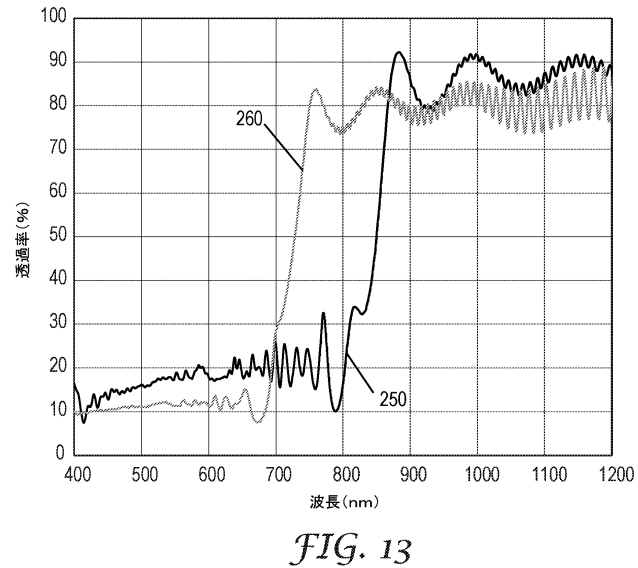
40

50

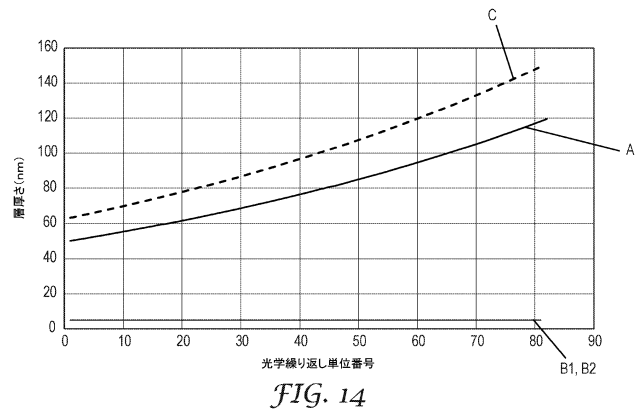
【図 1 2】



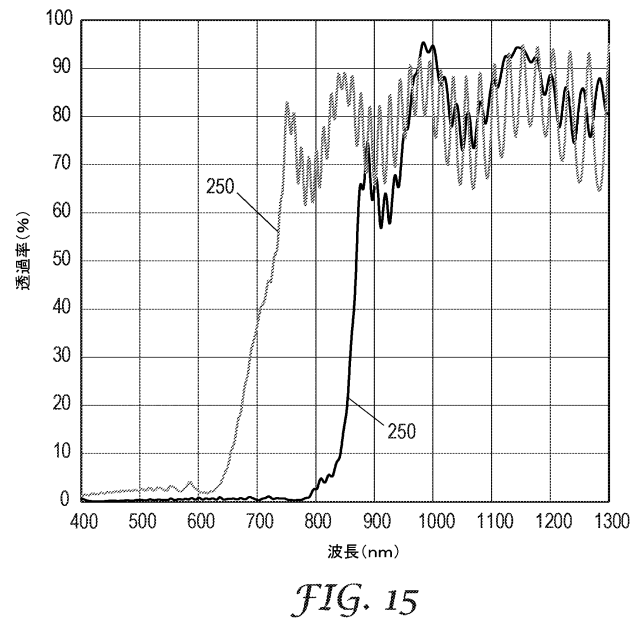
【図 1 3】



【図 1 4】



【図 1 5】



【図 16】

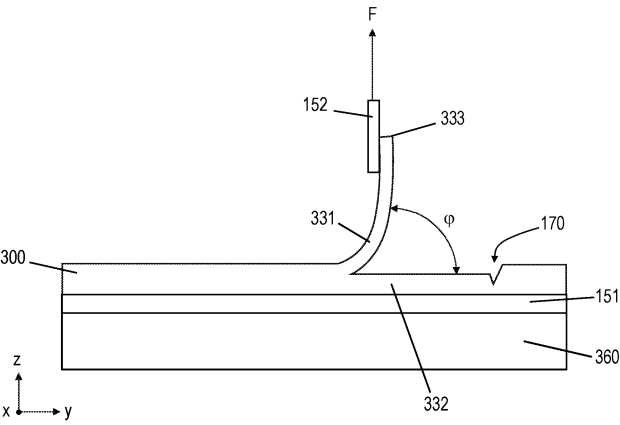


FIG. 16

10

20

30

40

50

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/IB2022/051435
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER <i>G02B 5/30</i> (2006.01)i; <i>G02B 5/08</i> (2006.01)i; <i>G02B 5/28</i> (2006.01)i FI: G02B5/30; G02B5/08 A; G02B5/28 According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) G02B5/30; G02B5/08; G02B5/28 Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Published examined utility model applications of Japan 1922-1996 Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2022 Registered utility model specifications of Japan 1996-2022 Published registered utility model applications of Japan 1994-2022 Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2015/0378077 A1 (3M INNOVATIVE PROPERTIES COMPANY) 31 December 2015 (2015-12-31) [0039]-[0040],[0063]-[0064],[0078]-[0079],[0090],[0096],[0125]-[0127],[TABLE 9], Figs. 2,4,15	1-4
Y	[0039]-[0040],[0063]-[0064],[0078]-[0079],[0090],[0096],[0125]-[0127],[TABLE 9], Figs. 2,4,15	5-15
Y	WO 99/36258 A1 (MINNESOTA MINING AND MANUFACTURING COMPANY) 22 July 1999 (1999-07-22) lines 14 to 28 in page 77	5
Y	WO 2013/059226 A1 (3M INNOVATIVE PROPERTIES COMPANY) 25 April 2013 (2013-04-25) [0115], Fig. 2	6
Y	US 2012/0206674 A1 (WEBER, Michael F., et al.) 16 August 2012 (2012-08-16) [0126]-[0128], Figs. 5,8	7-15
☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☒ See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 21 April 2022		Date of mailing of the international search report 17 May 2022
Name and mailing address of the ISA/IP Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan		Authorized officer KONISHI, Takashi 2O 4081 Telephone No. +81-3-3581-1101 Ext. 3271

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (January 2015)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/IB2022/051435

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 2010/0124667 A1 (3M INNOVATIVE PROPERTIES COMPANY) 20 May 2010 (2010-05-20) [0105]-[0106]	7-13
Y	US 2007/0298271 A1 (3M INNOVATIVE PROPERTIES COMPANY) 27 December 2007 (2007-12-27) [0069]-[0070],[TABLE 2]	7-13

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/IB2022/051435

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
US	2015/0378077	A1	31 December 2015	JP	2016-510903	A	
				WO	2014/130283	A1	
				EP	2959332	A1	
				TW	201439611	A	
				CN	104995536	A	
				KR	10-2015-0119868	A	
WO	99/36258	A1	22 July 1999	JP	2002-509271	A	
				US	2002/0154406	A1	
				EP	1047550	A1	
				KR	10-2006-0029295	A	
				CN	1293613	A	
				KR	10-0597925	B1	
WO	2013/059226	A1	25 April 2013	US	2014/0254125	A1	
				EP	2769251	A1	
				CN	103917901	A	
				KR	10-2014-0079832	A	
				TW	201321855	A	
US	2012/0206674	A1	16 August 2012	JP	2013-508779	A	
				WO	2011/050233	A1	
				EP	2491442	A1	
				CN	102576113	A	
				KR	10-2012-0085844	A	
US	2010/0124667	A1	20 May 2010	JP	2012-509496	A	
				WO	2010/059416	A1	
				EP	2356499	A1	
				CN	102216819	A	
				TW	201024086	A	
				KR	10-2011-0086161	A	
US	2007/0298271	A1	27 December 2007	JP	2009-541799	A	
				WO	2007/149955	A2	
				EP	2035227	A2	
				KR	10-2009-0026298	A	
				CN	101479105	A	
				TW	200809249	A	

Form PCT/ISA/210 (patent family annex) (January 2015)

フロントページの続き

MK,MT,NL,NO,PL,PT,RO,RS,SE,SI,SK,SM,TR),OA(BF,BJ,CF,CG,CI,CM,GA,GN,GQ,GW,KM,ML,MR,N
E,SN,TD,TG),AE,AG,AL,AM,AO,AT,AU,AZ,BA,BB,BG,BH,BN,BR,BW,BY,BZ,CA,CH,CL,CN,CO,CR,CU,
CZ,DE,DJ,DK,DM,DO,DZ,EC,EE,EG,ES,FI,GB,GD,GE,GH,GM,GT,HN,HR,HU,ID,IL,IN,IR,IS,IT,JM,JO,J
P,KE,KG,KH,KN,KP,KR,KW,KZ,LA,LC,LK,LR,LS,LU,LY,MA,MD,ME,MG,MK,MN,MW,MX,MY,MZ,N
A,NG,NI,NO,NZ,OM,PA,PE,PG,PH,PL,PT,QA,RO,RS,RU,RW,SA,SC,SD,SE,SG,SK,SL,ST,SV,SY,TH,TJ,
TM,TN,TR,TT,TZ,UA,UG,US,UZ,VC,VN,WS,ZA,ZM,ZW

- (72)発明者 ヒューズビー, ケヴィン ティー。
アメリカ合衆国, ミネソタ州 5 5 1 3 3 - 3 4 2 7, セント ポール, ポスト オフィス ボックス
3 3 4 2 7, スリーエム センター
- (72)発明者 ジョンソン, スティーブン エー。
アメリカ合衆国, ミネソタ州 5 5 1 3 3 - 3 4 2 7, セント ポール, ポスト オフィス ボックス
3 3 4 2 7, スリーエム センター
- (72)発明者 ミノ, サミュエル エー。
アメリカ合衆国, ミネソタ州 5 5 1 3 3 - 3 4 2 7, セント ポール, ポスト オフィス ボックス
3 3 4 2 7, スリーエム センター
- (72)発明者 ザオ, リン
アメリカ合衆国, ミネソタ州 5 5 1 3 3 - 3 4 2 7, セント ポール, ポスト オフィス ボックス
3 3 4 2 7, スリーエム センター
- (72)発明者 フェイ, ウィリアム ティー。
アメリカ合衆国, ミネソタ州 5 5 1 3 3 - 3 4 2 7, セント ポール, ポスト オフィス ボックス
3 3 4 2 7, スリーエム センター
- (72)発明者 ユスト, デイヴィッド ティー。
アメリカ合衆国, ミネソタ州 5 5 1 3 3 - 3 4 2 7, セント ポール, ポスト オフィス ボックス
3 3 4 2 7, スリーエム センター
- (72)発明者 ハーグ, アダム ティー。
アメリカ合衆国, ミネソタ州 5 5 1 3 3 - 3 4 2 7, セント ポール, ポスト オフィス ボックス
3 3 4 2 7, スリーエム センター

F ターム (参考) 2H042 DA08 DA11 DA21 DB02 DC01
2H148 GA05 GA43 GA48
2H149 BA04 BA22 FA06W FA08W FA12W FD04 FD09 FD47