

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号

特許第7040863号

(P7040863)

(45)発行日 令和4年3月23日(2022.3.23)

(24)登録日 令和4年3月14日(2022.3.14)

(51)国際特許分類

F I

G 0 2 B 5/28 (2006.01)

G 0 2 B 5/28

B 3 2 B 7/023(2019.01)

B 3 2 B 7/023

B 3 2 B 27/30 (2006.01)

B 3 2 B 27/30

D

G 0 2 B 5/26 (2006.01)

G 0 2 B 5/26

G 0 2 B 5/22 (2006.01)

G 0 2 B 5/22

請求項の数 5 (全19頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願2019-517003(P2019-517003)

(86)(22)出願日 平成29年9月25日(2017.9.25)

(65)公表番号 特表2020-500324(P2020-500324
A)

(43)公表日 令和2年1月9日(2020.1.9)

(86)国際出願番号 PCT/US2017/053169

(87)国際公開番号 WO2018/063961

(87)国際公開日 平成30年4月5日(2018.4.5)

審査請求日 令和2年9月24日(2020.9.24)

(31)優先権主張番号 62/402,384

(32)優先日 平成28年9月30日(2016.9.30)

(33)優先権主張国・地域又は機関
米国(US)

(73)特許権者 505005049

スリーエム イノベイティブ プロパティ
ズ カンパニー

アメリカ合衆国, ミネソタ州 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

(74)代理人 100110803

弁理士 赤澤 太朗

(74)代理人 100135909

弁理士 野村 和歌子

(74)代理人 100133042

弁理士 佃 誠玄

(74)代理人 100171701

弁理士 浅村 敬一

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 視覚的に透明な広帯域赤外線ミラーフィルム

(57)【特許請求の範囲】

【請求項 1】

多層赤外線 (I R) 反射フィルムであって、

強め合う干渉及び弱め合う干渉によって光を反射するように配置された複数のポリマー層を備える光学繰返し単位を備え、前記複数の光学的なポリマー層は、光学層 A 及び B を含み、前記光学層 A は、高屈折率ポリマー層であり、前記光学層 B は、1 つ以上のフルオロポリマーを含む低屈折率等方性ポリマー層であり、

前記光学繰返し単位の前記複数のポリマー層は、7 : 1 : 1 : 7 : 1 : 1 の厚さ比で A B A B A B の順に配置されており、

前記フィルムは、8 5 0 n m ~ 1 8 5 0 n m の近赤外波長領域において 5 0 % ~ 1 0 0 % の平均反射率を有し、

前記フィルムは、可視光領域において 7 0 % ~ 9 0 % の平均透過率を有し、

前記光学層 A は、3 5 0 n m ~ 4 0 0 n m の紫外線 (U V) 波長領域において 1 % 未満の光を吸収する、多層赤外線 (I R) 反射フィルム。

【請求項 2】

前記光学層 B は、3 0 モル % ~ 8 0 モル % のテトラフルオロエチレン (T F E)、及び 2 0 モル % ~ 7 0 モル % のヘキサフルオロプロピレン (H F P) を含む、請求項 1 に記載のフィルム。

【請求項 3】

前記光学層 A は、ポリエチレンテレフタレート (P E T) 又はポリメチルメタクリレート

(P M M A) を含むポリエステルを有する、請求項 1 に記載のフィルム。

【請求項 4】

前記光学層 A の面内屈折率は、前記光学層 B の面内屈折率よりも $0.26 \sim 0.32$ 高い、請求項 1 に記載のフィルム。

【請求項 5】

主面を有する窓であって、請求項 1 ～ 4 のいずれか一項に記載のフィルムが、前記主面に設けられている、窓。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、視覚的に透明な多層赤外線 (I R) 反射フィルム、その製造方法及び使用方法に関する。

【背景技術】

【0002】

光を反射するための多層ポリマーフィルムの使用が知られており、例えば、米国特許第 6 , 6 6 7 , 0 9 5 号 (W h e a t l e y ら) 、米国特許第 5 3 6 0 6 5 9 号 (A r e n d s ら) 、及び米国特許第 5 , 1 0 3 , 3 3 7 号 (S c h r e n k ら) に記載されている。赤外光を反射するように設計された多層フィルムが、可視スペクトル域においてより高次の反射も有し得る。これらのより高次の反射は、多くの用途 (例えば窓フィルム) において望ましくないことがある。赤外域の光を反射できるが、可視域にわたって光を反射しない赤外線反射フィルムを設計するために、より高次の反射を抑制する必要がある。

【発明の概要】

【0003】

多層赤外線 (I R) 反射フィルムの日射反射を向上させたいとの要望がある。簡潔に、一態様において、本開示は、多層赤外線 (I R) 反射フィルムに記載している。フィルムは、強め合う干渉及び弱め合う干渉によって光を反射するように配置された複数の光学的なポリマー層を含む光学繰返し単位を含む。複数の光学的なポリマー層は光学層 A 及び B を含む。光学層 A は高屈折率ポリマー層であり、光学層 B は、1 つ以上のフルオロポリマーを含む低屈折率等方性ポリマー層である。光学層に加えて、本開示の一部の実施形態は、光学層積層体の片面又は両面に保護スキン層を有してもよい。フィルムは、約 $850 \text{ nm} \sim 1850 \text{ nm}$ の近赤外波長領域において約 $50\% \sim 100\%$ の平均反射率を有し、可視光領域において約 $70\% \sim 90\%$ の平均透過率を有する。場合により、光学層 A は、約 $350 \text{ nm} \sim 400 \text{ nm}$ の紫外線 (U V) 波長領域において 1% 未満の光を吸収する。

【0004】

別の態様において、本開示は、主表面を有する窓に記載しており、多層赤外線 (I R) 反射フィルムが、主表面に設けられる。フィルムは、強め合う干渉及び弱め合う干渉によって光を反射するように配置された複数の光学的なポリマー層を含む光学繰返し単位を含む。複数のポリマー層は光学層 A 及び B を含む。光学層 A は高屈折率ポリマー層であり、光学層 B は、1 つ以上のフルオロポリマーを含む低屈折率等方性ポリマー層である。フィルムは、約 $850 \text{ nm} \sim 1850 \text{ nm}$ の近赤外波長領域において約 $50\% \sim 100\%$ の平均反射率を有し、可視光領域において約 $70\% \sim 90\%$ の平均透過率を有する。

【0005】

様々な予期せぬ結果及び利点が、本開示の例示的な実施形態において得られる。本開示の例示的な実施形態のそのような一利点は、より高次の高調波抑制光学設計と組み合わせてフルオロポリマー低屈折率ポリマーを利用することにより、多層 I R 反射フィルムが、優れた光学特性 (例えば、高い I R 光反射率及び高い可視光透過率) を示すことができる点である。

【0006】

以上が本開示の例示的な実施形態の様々な態様及び利点の概要である。上記の「発明の概

10

20

30

40

50

要」は、それらの本開示の特定の例示的な実施形態の、図示される各実施形態又はすべての実装を説明することを意図するものではない。以下の図面及び「発明を実施するための形態」は、本明細書に開示される原理を使用する特定の好ましい実施形態を、より詳細に例示するものである。

【図面の簡単な説明】

【0007】

以下の本開示の様々な実施形態の詳細な説明を添付図面と併せて検討することで、本開示をより完全に理解し得る。

【図1】一実施形態による、多層IR反射フィルムに用いる「711」層構造を示す概略図である。

【図2】別の実施形態による、多層IR反射フィルムに用いるABAB層構造を示す概略図である。

【図3】実施例1及び比較例1の演算された反射スペクトルを示す図である。

【図4】実施例1及び比較例1の演算された透過スペクトルを示す図である。

【図5】実施例2並びに比較例2A及び2Bの演算された反射スペクトルを示す図である。

【図6】実施例2並びに比較例2A及び2Bの演算された透過スペクトルを示す図である。以下の例示された実施形態の説明においては、本開示を実施することが可能な様々な実施形態を実例として示す添付図面を参照する。本開示の範囲から逸脱することなく実施形態を利用することが可能であり、構造上の変更が行われ得る点は理解されるべきである。これらの図は、必ずしも一定の比率の縮尺ではない。図面で使用されている同様の番号は同様の構成要素を示す。しかし、特定の図中のある構成要素を示す数字の使用は、同じ数字を付した別の図中の構成要素を限定することを意図するものではないことが理解されよう。

【発明を実施するための形態】

【0008】

本開示は、視覚的に透明な多層赤外線(IR)反射フィルム又はミラーフィルムを提供する。フィルムの光学繰り返し単位が、強め合う干渉及び弱め合う干渉によって光を反射するように配置された複数のポリマー層を含む。複数のポリマー層は光学層A及びBを含む。光学層Aは高屈折率ポリマー層であり、光学層Bは、1つ以上のフルオロポリマーを含む低屈折率等方性ポリマー層である。フィルムは、約850nm～約1850nmの近赤外波長領域において約50%～約100%の平均反射率を有し、可視光領域において約70%～約90%の平均透過率を有する。場合により、フィルムは、 $-5.0 < a^* < 5.0$ 及び $-5.0 < b^* < 5.0$ の低いCIE(L*, a*, b*)カラー値を有する。

【0009】

本明細書で用いるとき、「反射性(reflective)」、「反射率(reflectivity)」、「反射(reflection)」、「反射する(reflecting)」又は「反射率(reflectance)」は、十分に鏡面性の全反射を示す。

【0010】

用語「光学繰り返し単位」は、多層フィルムの厚さ全体に繰り返される特定の配列で配置された光学層の積層体を指す。

【0011】

用語「面内軸」は、フィルムの平面に配置された互いに垂直な2つの軸を指す。本出願において、これらの軸は、典型的にx軸及びy軸として指定される。

【0012】

用語「横軸」は、フィルムの平面と垂直な軸を指す。本出願において、この軸は、典型的にz軸として指定される。

【0013】

用語「複屈折」は、横軸沿いの屈折率 n_z と、面内軸 n_x 又は n_y の一方又は両方沿いの屈折率とが異なる状況を指す。

【0014】

用語「等方性」は、 x 、 y 、 z 軸沿いの屈折率を実質的に同じである（すなわち、 $n_x = n_y = n_z$ ）状況を指す。

【0015】

特に指示のない限り、用語「透明な」及び「光学的に透明な」は、交換可能に使用され、可視光スペクトル（約400～約700ナノメートル（nm））の少なくとも一部分にわたって高い光透過率（例えば、少なくとも80パーセント、少なくとも85パーセント、少なくとも90パーセント、少なくとも95パーセント、少なくとも97パーセント、少なくとも98パーセント、又は少なくとも99パーセント等、少なくとも70パーセント）を有する物品、フィルム、ポリマーブレンド、又は接着剤を指す。多くの実施形態において、高透過率は、可視光スペクトル全体にわたる。

10

【0016】

本明細書で用いるとき、用語「ポリマー」は、ホモポリマー、コポリマー、ターポリマー等のポリマー材料を指す。本明細書で用いるとき、用語「ホモポリマー」は、1種類のモノマーの反応生成物であるポリマー材料を指す。本明細書で用いるとき、用語「コポリマー」は、2つの異なるモノマー又はポリマーブレンドの反応生成物であるポリマー材料を指し、用語「ターポリマー」は、3つの異なるモノマー又はポリマーブレンドの反応生成物であるポリマー材料を指す。本開示における用語「ポリマー」及び「コポリマー」は、ランダムコポリマー及びブロックコポリマーの両方を含み得ることを理解されたい。

【0017】

図1は、一実施形態による多層IR反射フィルムに用いる711層構造の概略図である。図1において、多層IR反射フィルム内の光学繰り返し単位100が、凡そ7A1B1A7B1A1Bの層厚比で配置された交互するポリマー層A及びBを含む6つの光学層を有する。711層構造は、約700～約2000nm、好ましくは約850～約2000nmの赤外波長域の光を反射する一方、約400～約700nmの可視波長域における望ましくない高次反射（例えば、第2次、第3次、及び第4次の反射）を抑制することができる。

20

【0018】

一部の実施形態において、光学的なポリマー層Aは複屈折層でもよく、光学的なポリマー層Bは等方性層でもよい。一部の実施形態において、ポリマー層Aは等方性層でもよい。光学層Aのポリマー材料は、第1の面内屈折率 n_1 を有する。光学的なポリマー層Bは、第2の面内屈折率 n_2 を有する。本開示において、光学層Aの面内屈折率 n_1 は、光学層Bの面内屈折率 n_2 よりも高い。一部の実施形態において、第1の面内屈折率 n_1 は、例えば約1.62～約1.68の範囲でもよい。一部の実施形態において、光学層Bの第2の面内屈折率 n_2 は、例えば約1.34～約1.40の範囲でもよい。一部の実施形態において、 n_1 と n_2 との面内屈折率差は、例えば、少なくとも0.20、少なくとも0.22、少なくとも0.24、少なくとも0.26、少なくとも0.28、少なくとも0.30、又は少なくとも0.32とすることができる。一部の実施形態において、第1の面内屈折率 n_1 と第2の面内屈折率 n_2 との差は、例えば約0.26～約0.32の範囲でもよい。一般的に、隣接する層A及びBの屈折率の差が大きいとき、多層IR反射フィルムは、所望の光学的パワー、例えばIR光反射率を実現するためにより少ない層しか必要としないことがある。

30

40

【0019】

多層IR反射フィルムは、フィルムの厚さ方向に沿って積層された、図1の繰り返し単位100を複数含んでもよい。一部の実施形態において、積層された複数の光学繰り返し単位100は、例えば、ポリマー基材、ガラス基材等の実質的に透明な基材に積層することができる。一部の実施形態において、光学繰り返し単位100のために1つ以上の境界ポリマー層をその面102及び/又は104に設けることができる。例示的な境界層が、参照により本明細書に組み込まれる米国特許第6,927,900号（Liura）に記載されている。

【0020】

50

積層された光学繰り返し単位 100 は、同じ光学厚さでなくてもよいが、所望の反射帯域幅を実現するためにフィルムの厚さ全体に層厚勾配を有する。層厚勾配は、フィルムの用途に応じて広範に変化してもよい。一部の実施形態において、層厚勾配は線形であってもよく、光学繰り返し単位の光学厚さはフィルムの厚さ全体にわたり一定の割合で増加する。この構造において、各単位又は単位セルは、多層積層体内の前の単位の厚さよりも一定の大きさだけ厚い。一部の実施形態において、各単位は、前の単位の厚さよりも一定の割合だけ厚くてもよい。層厚は、フィルム的一方の主表面から他方の主表面へと減少した後増加し、そして再び減少してもよく、又は、一方若しくは両方の帯域エッジの鮮鋭度を高めるように設計された択一的な層厚分布を有してもよい。

【0021】

ポリマー層 A の好ましいポリマーは、例えばポリエチレンテレフタレート (PET) 等の好適なポリエステルを含んでもよい。ポリエチレンテレフタレート (PET) は、例えば、テレフタルジカルボン酸とエチレングリコールとの反応により作製することができる。波長 550 nm の偏光入射光に対するその屈折率は、偏光面が延伸方向と平行であるときに、約 1.57 ~ 約 1.69 まで高まる。分子配向を高めることにより、PET の複屈折が高まる。分子配向は、材料を延伸比が高くなるように延伸し、かつ他の延伸条件を固定して保持することにより、高めることができる。参照により開示内容が本明細書に組み込まれる、米国特許第 6,744,561 号 (Condora) 及び米国特許第 6,449,093 号 (Hebrink) に記載されるような PET のコポリマー (COPET) が、比較的低温 (典型的に 250 未満) での加工能力にとって特に有用であり、熱的安定性が低い第 2 のポリマーとの共押出互換性を高める。複屈折ポリマーとして好適な他の半結晶性ポリエステルとしては、例えば、参照により開示内容が本明細書に組み込まれる、米国特許第 6,449,093 B2 号 (Hebrink) 又は米国特許出願公開第 20060084780 号 (Hebrink) に記載されるような、ポリブチレンテレフタレート (PBT)、ポリエチレンテレフタレート (PET)、及び/又はそれらのコポリマーを挙げることができる。

【0022】

本開示に従って構成された一部の例示的な多層光学フィルムに用いるのに適したポリエステルが概して、カルボン酸サブユニット及びグリコールサブユニットを含んでもよい。カルボン酸モノマー分子とグリコールモノマー分子との反応により、好適なポリエステルを生成することができる。各カルボン酸モノマー分子は、2 つ以上のカルボン酸又はエステル官能基を有し、各グリコールモノマー分子は、2 つ以上のヒドロキシ官能基を有する。カルボン酸モノマー分子は、すべて同一であってもよいし、又は 2 つ以上の異なるタイプの分子であってもよい。グリコールモノマー分子についても同様である。用語「ポリエステル」には、グリコールモノマー分子と炭酸エステルとの反応に由来するポリカーボネートも含まれる。

【0023】

ポリエステル層のカルボン酸サブユニットを形成するのに用いる好適なカルボン酸モノマー分子としては、例えば、1,4-テレフタレートジカルボン酸及びその異性体、テレフタル酸、イソフタル酸、フタル酸、アゼライン酸、アジピン酸、セバシン酸、ノルボルネンジカルボン酸、ビスクロオクタンジカルボン酸、1,4-シクロヘキサンジカルボン酸及びその異性体、*t*-ブチルイソフタル酸、トリメリット酸、イソフタル酸スルホン化ナトリウム、4,4'-ビフェニルジカルボン酸及びその異性体、並びに、メチル又はエチルエステル等、それら酸の低級アルキルエステルが挙げられる。用語「低級アルキル」は、このコンテキストでは、C₁ ~ C₁₀ の直鎖又は分岐アルキル基を指す。

【0024】

ポリエステル層のグリコールサブユニットを形成するのに用いる好適なグリコールモノマー分子としては、エチレングリコール、プロピレングリコール、1,4-ブタンジオール及びその異性体、1,6-ヘキサジオール、ネオペンチルグリコール、ポリエチレングリコール、ジエチレングリコール、トリシクロデカンジオール、1,4-シクロヘキサン

10

20

30

40

50

ジメタノール及びその異性体、ノルボルネンジオール、ビシクロオクタンジオール、トリメチロールプロパン、ペンタエリスリトール、1,4-ベンゼンジメタノール及びその異性体、ビスフェノールA、1,8-ジヒドロキシビフェニル及びその異性体、並びに、1,3-ビス(2-ヒドロキシエトキシ)ベンゼンが挙げられる。

【0025】

一部の実施形態において、光学層Aは等方性ポリマーを含んでもよい。特に光学層Aに用いる例示的な等方性光学的なポリマーとしては、Ineos Acrylics, Inc. (Wilmington, DE)から商品名「CP71」及び「CP80」で入手可能なもの等の、ポリメチルメタクリレート(PMMA)と、PMMAよりもガラス転移温度が低いポリエチルメタクリレート(PEMA)とのホモポリマーを挙げることができる。更なる有用なポリマーとしては、75重量%のメタクリル酸メチル(MMA)モノマー及び25重量%のアクリル酸エチル(EA)モノマーから作られたCoPMMA(Ineos Acrylics, Inc.から商品名「PERSPEX CP63」で、又はArkema(Philadelphia, PA)から商品名「ATOGLAS 510」で入手可能)、MMAコモノマー単位とメタクリル酸n-ブチル(nBMA)コモノマー単位とによって形成されたCoPMMA、又はPMMA及びポリ(フッ化ビニリデン)(PVDF)のブレンド等、PMMAのコポリマー(CoPMMA)が挙げられる。層Aの更なる例示的な光学層としては、第1ブロックコポリマー、第2ブロックコポリマー、又は少なくとも1つの更なるブロックコポリマーのうちの少なくとも1つの各エンドブロックがポリ(メチルメタクリレート)からなり、更に、第1ブロックコポリマー又は第2ブロックコポリマーの少なくとも一方の各ミッドブロックがポリ(ブチルアクリレート)からなる、アクリル酸塩トリブロックコポリマーが挙げられる。一部の例示的な実施形態において、第1ブロックコポリマー、第2ブロックコポリマー、又は少なくとも1つの更なるブロックコポリマーのうちの少なくとも1つが、それぞれのブロックコポリマーの総重量に基づいて、30重量%~80重量%のエンドブロック及び20重量%~70重量%のミッドブロックからなる。特定の具体的な例示的な実施形態において、第1ブロックコポリマー、第2ブロックコポリマー、又は少なくとも1つの更なるブロックコポリマーのうちの少なくとも1つが、それぞれのブロックコポリマーの総重量に基づいて、50重量%~70重量%のエンドブロック及び30重量%~50重量%のミッドブロックからなる。上記の例示的な実施形態のいずれかにおいて、第1ブロックコポリマーは、第2ブロックコポリマーと同じであるように選択されてもよい。例えば、Kuraray America Inc. (Houston, TX)から商品名Kurarity LA4285で入手可能なもの等のトリブロックアクリレートコポリマーが入手可能である。

【0026】

特に光学層Aに用いる光学層の更なる好適なポリマーとしては、Dow Elastomers (Midland, MI)から商品名「ENGAGE 8200」で入手可能なポリ(エチレン-co-オクテン)(PE-PO)、Atofina Petrochemicals, Inc. (Houston, TX)から商品名「Z9470」で入手可能なポリ(プロピレン-co-エチレン)(PPPE)、及びアタクチックポリプロピレン(aPP)とアイソタクチックポリプロピレン(iPP)とのコポリマー等のポリオレフィンコポリマーを挙げることができる。多層光学フィルムは、例えば、第2層に、E. I. duPont de Nemours & Co., Inc. (Wilmington, DE)から商品名「BYNEL 4105」で入手可能なもの等の線形低密度ポリエチレン-graft-無水マレイン酸(LLDPE-g-MA)等の官能化ポリオレフィンを含むこともできる。

【0027】

本開示において、光学層Aの材料は、約350nm~約400nmの紫外線(UV)領域の光を有意な量で吸収しない。光学層Aは、例えば、入射UV光の5%未満、3%未満、1%未満、又は0.5%未満を吸収し得る。一部の実施形態において、高屈折率ポリマー層Aは、結晶性又は半結晶性ポリエチレンナフタレート(PEN)及びその異性体(例え

10

20

30

40

50

ば、2, 6-, 1, 4-, 1, 5-, 2, 7及び2, 3-PEN)を含まなくてもよい。例えば、光学層A中のPENの量は、5モル%未満、1モル%未満、0.5モル%未満、0.2モル%未満、0.1モル%未満、又は約0モル%であってもよい。PENは、PETに比べて強度、耐化学性及び耐加水分解性、気体バリア性、耐熱性及び耐熱酸化性、並びに紫外線(UV)光バリア抵抗性の向上を言われたが、本開示は、本明細書に記載のIR反射多層フィルムのポリマー層AとしてPEN層を含むことにより、フィルムの潜在的なUV劣化に関する安定性問題が生じ得ることを見出した。

【0028】

光学層Bの好ましいポリマーが、テトラフルオロエチレン(TFE)及びヘキサフルオロプロピレン(HFP)を含むモノマー組成物を有してもよい。一部の実施形態において、ポリマー層Bは、約30モル%～約80モル%のテトラフルオロエチレン(TFE)及び約20モル%～約70モル%のヘキサフルオロプロピレン(HFP)を含んでもよい。一部の実施形態において、層Bは、約30モル%～約75モル%のテトラフルオロエチレン(TFE)、約5モル%～約30モル%のヘキサフルオロプロピレン(HFP)、約0～約55モル%のフッ化ビニリデン(VDF)、及び約0～約15モル%のパーフルオロプロピルビニルエーテル(PPVE)を含んでもよい。一部の実施形態において、光学的なポリマー層Bは、約35モル%～約80モル%のテトラフルオロエチレン(TFE)、約5モル%～約50モル%のヘキサフルオロプロピレン(HFP)、及び約0～約15モル%のパーフルオロプロピルビニルエーテル(PPVE)を含んでもよい。

【0029】

本開示は、ポリエステル層Aと組み合わせて、所望の光学的及び機械的特性を実現するのに適した、ポリマー層Bのモノマー組成物を提示する。本明細書に記載の多層IR反射フィルムにおいて、ポリマー層A及びBは、剥離を防止するのに十分な界面接着性を有することができる。ポリマー層Bは、3M Company (Saint Paul, MN, USA)から商品名THVで商業的に入手可能な、テトラフルオロエチレン、ヘキサフルオロプロピレン、及びフッ化ビニリデンのターポリマーである、フルオロポリマーを含んでもよい。一部の実施形態において、ポリマー層Bは、ポリマー層Aとの界面接着性を向上するための、PPVEを含む4つ以上のモノマーを含んでもよい。ポリマー層Bは好ましくは、低屈折率及び優れた層間接着性の可能性のために有利であると考えられるFEP(フッ化エチレンプロピレン)コポリマー及びPPVEを含んでもよい。

【0030】

光学層Bのポリマーマトリックスとして有用なフルオロポリマーが、フッ化炭素樹脂を含んでもよい。フッ化エチレンプロピレンコポリマー(すなわちFEP)が、ASTM D 2116-07「Standard Specification for FEP-Fluorocarbon Molding and Extrusion Materials」に規定されている。パーフルオロアルコキシ樹脂(すなわちPFA)が、ASTM D 3307-08「Standard Specification for Perfluoroalkoxy Fluorocarbon Resin Molding and Extrusion Materials」に規定されている。上記に列挙したASTM指定外にある、ヘキサフルオロエチレン及び/又はビニルエーテルと共にテトラフルオロエチレンを含むポリマー材料も意図される。テトラフルオロエチレンの共重合されたモノマーを含む溶融加工可能な典型的なコポリマーとしては、例えば、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コポリマー(例えば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エチレンとのコポリマー(例えばHTE)、テトラフルオロエチレンとノルボルネンとのコポリマー、エチレンとテトラフルオロエチレンとのコポリマー(例えばETFE)、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エチレンとのコポリマー(例えばTFEP)又はそれらの組合せを挙げることができる。

【0031】

一部の実施形態において、層Bのポリマーマトリックスとして有用な例示的なフルオロポ

10

20

30

40

50

リマーとしては、商品名「DYNEON THV 221 Grade」、「DYNEON THV 2030 Grade」、「DYNEON THV 500 Grade」、「DYNEON THV 610 Grade」、「DYNEON THV 815 Grade」、及び「DYNEON HTEX 1705 Grade」、「DYNEON FEP Grade」でいずれもDyneon LLC (Oakdale, MN) から入手可能なTHVが挙げられる。

【0032】

下の表1は、様々なグレードA～FのTHVの層Bを利用可能である光学層A及びBとしてのPET/THVの組合せに関する層間接着値（すなわち平均層間剥離力）を列挙している。下の表2は、様々なグレードA～FのTHVの層Bを利用可能である光学層A及びBとしてのPMMA/THVの組合せに関する層間接着値（すなわち平均層間剥離力）を列挙している。表1において、より高いレベルのVDF（フッ化ビニリデン）及び又はPPV（パーフルオロプロピルビニルエーテル）を含有するフルオロポリマーが、PET（ポリエチレンテレフタレート）とのより良好な層間接着性を有し得ることを見ることができる。一部の実施形態において、フィルムの切断時及び適用時の剥離を防止するために50グラム/インチ超の層間剥離力を有することが望ましいことがある。一般に、PMMA/THVの組合せは、PET/THVの組合せよりも大きな層間接着力を示し得る一方、より大きな屈折率差を有するので、同じ数の光学層でより大きな光学的パワー（例えば反射率）を示し得る。一部のグレードのTHVは、他のものよりも高い、PET又はPMMAとの層間接着性を有し得る。

【表1】

表1

THVグレード	TFE (モル%)	HFP (モル%)	VDF (モル%)	PPVE (モル%)	層間剥離力 (グラム/インチ)
A	46.5	16.5	35.5	1.5	83
B	39	11	50	0	82
C	51.5	13	35.5	0	30
D	55.5	12	32.5	0	17
E	61	10.5	28.5	0	30
F	72.5	7	19	1.5	27

【表2】

表2

THVグレード	TFE (モル%)	HFP (モル%)	VDF (モル%)	PPVE (モル%)	層間剥離力 (グラム/インチ)
A	46.5	16.5	35.5	1.5	352
B	39	11	50	0	274
C	51.5	13	35.5	0	93
D	55.5	12	32.5	0	80
E	61	10.5	28.5	0	65
F	72.5	7	19	1.5	171

【0033】

図2は、別の実施形態による多層IR反射フィルムに用いる多層光学体10の概略図である。図2において、光学多層光学体10は、複数の光学繰り返し単位、すなわち、光学層

A 1 2 と光学層 B 1 4 との交互する対を含む。光学層 1 2 及び 1 4 は典型的に、層の積層体 1 6 を形成するようにインターリーブされ、任意に、1 つ以上の非光学層 1 8 が、積層体 1 6 の表面にスキニング層として配置される。一部の実施形態において、光学層 A 及び B の相対的な光学厚さを、積層体 1 6 が反射することが意図される光の波長の約 $1/4$ とすることができる。

【0034】

光学層 A は、第 1 の面内屈折率 n_1 (n_x^A 又は n_y^A) を有する。光学層 B は、第 2 の屈折率 n_2 (n_x^B 又は n_y^B) を有する。一部の実施形態において、第 1 の面内屈折率 n_1 は、約 1.62 ~ 約 1.68 の範囲でもよい。一部の実施形態において、第 2 の面内屈折率 n_2 は、約 1.34 ~ 約 1.40 の範囲でもよい。一部の実施形態において、第 1 の面内屈折率 n_1 は、例えば、第 2 の面内屈折率 n_2 よりも約 0.26 ~ 約 0.32 高くてもよい。図 2 の光学層 A 及び B の好ましい材料は、図 1 の光学繰り返し単位 100 のものと同じとすることができる。

10

【0035】

一部の実施形態において、特定の波長範囲にわたる入射 IR 光の少なくとも 50 % を反射する、本明細書に記載の多層光学フィルムの層厚プロファイル（層厚値）を、第 1 の（最も薄い）光学層が、例えば、200 nm の光に対して約 $1/4$ 波の光学厚さ（屈折率 × 物理的厚さ）を有し、450 nm の光に対して約 $1/4$ 波厚の光学厚さとなるように調節した最も厚い層に進むように調節され、ほぼ線形のプロファイルとなるように調節することができる。

20

【0036】

本明細書に記載の多層光学フィルムの一部の実施形態が、20 ナノメートル未満、又は一部の実施形態では 10 ナノメートル未満に及び、透過率が 10 ~ 90 パーセントの範囲の IR 透過性帯域エッジを有してもよい。

【0037】

図 1 及び図 2 は、多層 IR 反射フィルムの 2 つの例示的な構成を提示しているが、本明細書に記載の多層 IR 反射フィルムが、光学繰り返し単位が高屈折率ポリマー層 A 及び低屈折率ポリマー層 B を含む、他の好適な構成を有してもよいことを理解されたい。例えば、一部の多層 IR 反射フィルムが、A B C B の順に配置された光学的なポリマー層 A、B 及び C を有する光学繰り返し単位を含んでもよい。A B C B の層構造を有する例示的な光学フィルムが、参照により本明細書に組み込まれる米国特許第 6,667,095 号（Wheatley ら）に記載されている。

30

【0038】

本開示において、多層 IR 反射フィルム中の光学繰り返し単位の数、フィルムの所望の用途に応じて、例えば数十から数千まで変化してもよい。一部の実施形態において、本開示に従って作られる反射フィルム及び他の光学デバイス中の層の数は、フィルムの厚さ、可撓性及び経済性のために最小数の層を用いて、所望の光学特性を達成するように選択することができる。場合により、本明細書に記載の多層 IR 反射フィルム中の層の数は、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、最も好ましくは約 2,000 未満である。場合により、薄い多層 IR 反射フィルムが所望されるときには、層の数は、約 2,000 未満、1,000 未満、700 未満、500 未満、又は 400 未満でもよい。

40

【0039】

本明細書に記載の多層 IR 反射フィルムは、例えば、約 850 nm ~ 約 1850 nm の近赤外波長領域等、拡大された反射帯域を提供することができる。一部の実施形態において、フィルムは、約 850 nm ~ 約 1850 nm の近赤外波長領域において約 50 % ~ 約 100 % の平均反射率を有してもよい。加えて、フィルムは、視覚的に透明とすることができる。一部の実施形態において、フィルムは、可視光領域において約 70 % ~ 約 90 % の平均透過率を有してもよい。

【0040】

50

一部の実施形態において、本明細書に記載の多層 I R 反射フィルムは、例えば、 $-8.0 < a^* < 8.0$ 及び $-8.0 < b^* < 8.0$ 、 $-5.0 < a^* < 5.0$ 及び $-5.0 < b^* < 5.0$ 、 $3.0 < a^* < 3.0$ 及び $-3.0 < b^* < 3.0$ 、 $2.0 < a^* < 2.0$ 及び $-2.0 < b^* < 2.0$ 、又は $1.0 < a^* < 1.0$ 及び $-1.0 < b^* < 1.0$ の低い C I E (L^* , a^* , b^*) カラー値を示すことができる。一部の実施形態において、 a^* 及び b^* の少なくとも一方の絶対値が、8 未満、5 未満、3 未満、2 未満、又は 1 未満でもよい。C I E カラー $L^* a^* b^*$ は、 4×4 B e r r e m a n マトリックス法の光学モデリングで生成されたスペクトルデータについて C I E 法 (A S T M E 3 0 5) を用いて算出することができる。空気質量 1.5 を用いた日射重み付け関数を太陽計算に用いることができる。この色空間において、 L^* は明度を示し、 $a^* b^*$ は色度座標である。高い L^* は白色であり、低い L^* は黒色である。正の a^* は赤色であり、負の a^* は緑色である。正の b^* は黄色であり、負の b^* は青色である。中心は、 $a^* = 0$ 、 $b^* = 0$ で無色である。 a^* 及び b^* が 0 から更に移動するにつれて、彩度が高くなる。

【0041】

図 1 及び図 2 の層 A 及び B 等の光学層に加えて、本明細書に記載の多層反射フィルムは、1 つ以上の非光学層を含んでもよい。非光学層は、本明細書において光学的に厚い層を指すために用いられる。光学的に厚い層は、光学的厚さが対象スペクトル域における光の波長の少なくとも約 10 倍である層を指す。例えば、1 つ以上のスキン層が、フィルム構造の外部表面に適用されてもよく、又は保護境界層等の 1 つ以上の内部非光学層が、単位セルを形成する層の束の間に挿入されてもよい。非光学層は、多層フィルム構造を与えるか、又は加工中若しくは加工後の支障若しくは損傷から多層フィルム構造を保護する。典型的に、1 つ以上の非光学層が、単位セルを構成する個々の層によって透過、偏向又は反射される光の少なくとも一部分が非光学層も通って伝わるように配置される（例えば、これらの層は、第 1 及び第 2 の光学層を通して伝わる光の経路か、又は同光学層によって反射された光の経路に配置される）。非光学層は、任意の適切な材料からなってもよく、光学積層体に用いる材料の 1 つと同じとすることができる。光パケット又は有効な光パケットに限界又は境界を設定する目的では、光学的に厚い層も、空気若しくは真空の半無限層さえも、非光学層とみなすことができる。

【0042】

一部の用途では、可視光透過率を抑え、更に日射熱取得率 (S H G C) を抑えるために、可視光及び赤外線吸収顔料又は染料の使用が望ましいことがある。一部の実施形態において、可視光透過率は、可視光及び赤外線吸収顔料又は染料を用いることにより、約 90 % から約 70 % に抑えることができる。顔料及び / 又は染料は、多層 I R 反射フィルムの光学層及び / 又は非光学層（例えばスキン層）に添加することができる。一部の実施形態において、波長領域 850 nm ~ 1850 nm の赤外光及び波長領域 750 nm ~ 850 nm の近赤外光の少なくとも一方を吸収するのに適した 1 つ以上の吸収染料又は顔料を提供することができる。

【0043】

一部の実施形態において、赤外線反射光学層の下方のスキン層又は赤外線反射フィルムの下方の接着剤層内に赤外線吸収顔料 / 染料を添加することができる。可視光及び赤外線吸収顔料 / 染料が、赤外線反射フィルムの下方のガラス、ポリマーシート、又は基材に加えられてもよい。光学モデリングは、図 1 に示したような単一パケットの赤外線反射ミラーが、日射熱取得率 (S H G C) が 0.57 のクリアガラスに積層されたときに約 84 % の可視光透過率を有し得ることを示す。本開示において、S H G C は、太陽からの放射エネルギーを遮るフィルムの能力の高さである。それは、フィルム、例えば窓フィルムを通して入る太陽放射の割合である。それは、0 ~ 1 の数で表される。窓の日射熱取得率が低いほど、より少ない日射熱を窓が透過し、その遮蔽能力が高くなる。一部の実施形態において、本明細書に記載のフィルムは、例えば、約 0.2 ~ 約 0.7、約 0.3 ~ 約 0.6、又は約 0.3 ~ 約 0.5 の範囲の日射熱取得率 (S H G C) を有することができる。光学モデリングは、図 1 に示したフィルムが緑色ガラスに積層されたときに、可視光透過率が

10

20

30

40

50

76%になり、SHGCが0.49になることを示す。本明細書に記載のSHGCの値は、ASTM C1199-14「Standard Test Method for Measuring the Steady-State Thermal Transmittance of Fenestration Systems Using Hot Box Methods」に基づいて決定された。

【0044】

好適な可視光及び赤外線吸収顔料としては、例えば、アンチモンズ酸化物、インジウム酸化物、セシウム酸化物、酸化鉄、亜酸化銅等の金属酸化物を挙げることができる。更なる赤外線吸収顔料としては、ヒドロキシルスクアライン等のスクアライン、並びにバナジルフタロシアニン、クロロインジウムフタロシアニン、チタニルフタロシアニン、クロロアルミニウムフタロシアニン、銅フタロシアニン、及びマグネシウムフタロシアニン等の金属フタロシアニンを挙げることができる。特に有用な赤外線顔料が、タングステン酸化物の複合体を含んでもよい。ナノ粒子サイズまで小さくされ、底部ポリマースキン層又は適用コーティング中に良好に分散したカーボンブラックでさえも、可視光透過率を70%よりも高く維持しながら、記載のフィルムのSHGCを抑えるのに有用であることがある。

10

【0045】

多層IR反射フィルムは、高い可視光透過率を維持しながら、優れた日射熱遮断性能を有する。場合により、これは、より高次の高調波抑制光学設計と組み合わせて、フルオロポリマー低屈折率ポリマーを利用することにより達成される。一部の実施形態において、フィルムは、70~90%の可視光透過率及び最小限の色不均一性を伴って、50~100%多くの近赤外エネルギーを反射することができる。一部の実施形態において、フィルムは、緑色ガラス及び/又は染料/顔料と組み合わせて使用されると、70%よりも高い可視光透過率を維持しながら、0.5未満の日射熱取得率を達成することができる。本明細書に記載の多層IR反射フィルムは、電気絶縁性であることができ、無線周波電磁放射を透過することができる。フィルムは、無線通信を遮り得る金属層又はコーティングを含まなくてもよい。

20

【0046】

本明細書に記載の多層IR反射フィルムは、好適な加工、例えば多層押出加工により作ることができる。フィルムのポリマーは、共押出を促進するのに適合したレオロジーを有してもよいことを理解されたい。例えば、層の不安定性又は不均一性を防止するためにポリマーの熔融粘度を実質的に一致させることができる。本開示におけるポリマー材料の選択は、潜在的なフィルム剥離を防止するのに十分な界面接着性ももたらすことができる。

30

【0047】

一部の実施形態において、参照により開示内容が本明細書に組み込まれる米国特許第6,783,349号(Neavinら)に記載されているような一般的な加工技術を用いて、本明細書に記載の多層光学フィルムを作ることができる。

【0048】

スペクトルが制御された多層光学フィルムを提供するための望ましい技術としては、例えば、1)例えば、米国特許第6,783,349号(Neavinら)に記載されているような共押出されたポリマー層の層厚値を制御するための軸ロッドヒーターの使用、2)層厚測定ツール(例えば、原子間力顕微鏡(AFM)、透過電子顕微鏡、又は走査電子顕微鏡)からの製造中に時宜を得た層厚プロファイルのフィードバック、3)所望の層厚プロファイルを得るための光学モデリング、及び4)測定される層プロファイルと所望の層プロファイルとの間の差に基づく軸ロッド調節の繰り返しを挙げることができる。

40

【0049】

一部の実施形態において、層厚プロファイルを制御する基本プロセスは、典型的には、ターゲット層厚プロファイルと測定した層プロファイルの差に基づく軸ロッドゾーン電力設定の調節を含んでもよい。所定のフィードバックゾーンにおける層厚値を調整するために必要とされる軸ロッド力の増加を、そのヒーターゾーン内で生じた層の得られる厚さ変

50

化の1ナノメートル当たりの入熱ワットに対して較正してもよい。例えば、スペクトルの細かい制御は、275層に対して24個の軸ロッドゾーンを使用して可能である。較正後に、所定のターゲットプロファイルと測定プロファイルの必要な電力調整を一度に計算することができる。この手順は、2つのプロファイルが収束するまで繰り返される。

【0050】

本開示の多層IR反射フィルムは、IR反射率及び視覚的透明性を商用物品に付与するために広範な商用物品に採用することができる。例えば、フィルムは、例えば、車両のフロントガラス、建物の窓等の窓の主表面に設けることができる。フィルムは、例えば、車両、建物等の物体の外部表面に設けることもできる。本明細書に記載のIR反射フィルムは、可視光を採光のために透過したり、可視光を使用する光起電力セルに透過したりすることが望ましい、太陽エネルギー集中設計においても有用であることがある。一部の実施形態において、IR反射フィルムは、入射する太陽光を受けるために太陽エネルギーデバイスの構成要素の主表面に設けることができる。本明細書に記載の太陽エネルギーデバイスは、太陽からの電磁エネルギー（すなわち太陽光）を、他の場所で使用するための電気又は熱エネルギーに変換できるデバイスである。可視光透過反射体を用いる例示的な太陽エネルギーデバイスが、参照により本明細書に組み込まれる国際公開第2015/002776号（Herbrinkら）に記載されている。一部の実施形態において、本明細書に記載のIR反射フィルムは、可撓性であり、所望の機能を達成するために様々な形状に成形することができる。例えば、可撓性のIR反射フィルムは、可視光を採光のために建物内に透過したり、可視光を発電のために光起電力セルに透過したりする一方で、赤外線太陽エネルギーを日射熱吸収デバイスに反射及び/又は集中するように構成することもできる。

10

20

【0051】

例示的な実施形態の列挙

実施形態1は、多層赤外線（IR）反射フィルムであって、
強め合う干渉及び弱め合う干渉によって光を反射するように配置された複数のポリマー層を備える光学繰り返し単位であり、複数のポリマー層が光学層A及びBを含み、光学層Aが高屈折率ポリマー層であり、光学層Bが、1つ以上のフルオロポリマーを含む低屈折率等方性ポリマー層である、光学繰り返し単位を備え、
フィルムが、約850nm～約1850nmの近赤外波長領域において約50%～約100%の平均反射率を有し、
フィルムが、可視光領域において約70%～約90%の平均透過率を有し、
光学層Aが、約350nm～約400nmの紫外線（UV）波長領域において1%未満の光を吸収する、フィルムである。

30

【0052】

実施形態2は、光学層Bが、約30モル%～約80モル%のテトラフルオロエチレン（TFE）、及び約20モル%～約70モル%のヘキサフルオロプロピレン（HFP）を含む、実施形態1のフィルムである。

【0053】

実施形態3は、光学層Bが、約30モル%～約75モル%のテトラフルオロエチレン（TFE）、約5モル%～約30モル%のヘキサフルオロプロピレン（HFP）、約55モル%未満のフッ化ビニリデン（VDF）、及び約15モル%未満のパーフルオロプロピルビニルエーテル（PPVE）を含む、実施形態2のフィルムである。

40

【0054】

実施形態4は、光学層Bが、約35モル%～約80モル%のテトラフルオロエチレン（TFE）、約5モル%～約50モル%のヘキサフルオロプロピレン（HFP）、及び約15モル%未満のパーフルオロプロピルビニルエーテル（PPVE）を含む、実施形態2のフィルムである。

【0055】

実施形態5は、光学層Aがポリエステルを含む、実施形態1～4のいずれか1つのフィル

50

ムである。

【 0 0 5 6 】

実施形態 6 は、光学層 A がポリエチレンテレフタレート (P E T) を含む、実施形態 1 ~ 5 のいずれか 1 つのフィルムである。

【 0 0 5 7 】

実施形態 7 は、光学層 A がポリメチルメタクリレート (P M M A) を含む、実施形態 1 ~ 6 のいずれか 1 つのフィルムである。

【 0 0 5 8 】

実施形態 8 は、光学繰り返し単位の複数のポリマー層が、約 7 : 1 : 1 : 7 : 1 : 1 の厚さ比で A B A B A B の順に配置されている、実施形態 1 ~ 7 のいずれか 1 つのフィルムである。

10

【 0 0 5 9 】

実施形態 9 は、光学層 A の面内屈折率が、光学層 A の面内屈折率よりも約 0 . 2 6 ~ 約 0 . 3 2 高い、実施形態 1 ~ 8 のいずれか 1 つのフィルムである。

【 0 0 6 0 】

実施形態 1 0 は、ポリマー層 B が、約 1 . 3 4 ~ 約 1 . 4 0 の範囲の面内屈折率を有する、実施形態 1 ~ 9 のいずれか 1 つのフィルムである。

【 0 0 6 1 】

実施形態 1 1 は、ポリマー層 A が、約 1 . 6 2 ~ 約 1 . 6 8 の範囲の屈折率を有する、実施形態 1 ~ 1 0 のいずれか 1 つのフィルムである。

20

【 0 0 6 2 】

実施形態 1 2 は、フィルムが、 $-5.0 < a^* < 5.0$ 及び $-5.0 < b^* < 5.0$ の C I E (L * , a * , b *) 色座標を有する、実施形態 1 ~ 1 1 のいずれか 1 つのフィルムである。

【 0 0 6 3 】

実施形態 1 3 は、波長領域 8 5 0 n m ~ 1 8 5 0 n m の赤外光及び波長領域 7 5 0 n m ~ 8 5 0 n m の近赤外光の少なくとも一方を吸収できる 1 つ以上の吸収染料又は顔料を更に含む、実施形態 1 ~ 1 2 のいずれか 1 つのフィルムである。

【 0 0 6 4 】

実施形態 1 4 は、吸収染料又は顔料が、光学繰り返し単位又はスキン層に添加されている、実施形態 1 3 のフィルムである。

30

【 0 0 6 5 】

実施形態 1 5 は、フィルムが、約 0 . 3 ~ 約 0 . 5 の範囲の日射熱取得率を有する、実施形態 1 ~ 1 4 のいずれか 1 つのフィルムである。

【 0 0 6 6 】

実施形態 1 6 は、電気絶縁性であり、無線周波電磁放射を透過できる、実施形態 1 ~ 1 5 のいずれか 1 つのフィルムである。

【 0 0 6 7 】

実施形態 1 7 は、主表面を有する窓であって、先行する実施形態のいずれかのフィルムが、主表面に設けられている、窓である。

40

【 0 0 6 8 】

実施形態 1 8 は、車両のフロントガラスである、実施形態 1 7 の窓である。

【 0 0 6 9 】

実施形態 1 9 は、建物の窓である、実施形態 1 7 の窓である。

【 0 0 7 0 】

実施形態 2 0 物体の外部表面を被覆する物品であって、先行する実施形態のいずれかのフィルムを備える物品。

【 0 0 7 1 】

実施形態 2 1 は、物体が車両又は建物である、実施形態 2 0 の物品である。

【 0 0 7 2 】

50

実施形態 22 は、実施形態 1 ~ 16 のいずれか 1 つのフィルムを備える太陽エネルギーデバイスの構成要素であって、フィルムが、入射光を受けるように太陽エネルギーデバイスの構成要素の主表面に配置されている、太陽エネルギーデバイスの構成要素である。

【0073】

実施形態 23 は、実施形態 1 ~ 16 のいずれか 1 つのフィルムを備える太陽エネルギーデバイスの構成要素であって、フィルムが、入射する赤外線太陽エネルギーを日射熱エネルギーデバイスに反射及び集中するように構成されている、太陽エネルギーデバイスの構成要素である。

【実施例】

【0074】

これらの実施例は単に例示を目的としたものであり、添付の特許請求の範囲を限定することを意味するものではない。

【0075】

コンピュータシミュレーション法

Berremann アルゴリズムを用いた 4×4 マトリックス法を使用して、屈折率の異なる材料の層界面によって生じる強め合う干渉及び弱め合う干渉のスペクトルをモデル化した。Berremann 4×4 マトリックス法は、the Journal of the Optical Society of America (Volume 62, Number 4, April 1972) 及び the Journal of Applied Physics (Volume 85, Number 6, March 1999) に記載されている。この光学モデルの入力パラメータは、個々のポリマー屈折率、ポリマー層の厚さ、ポリマー層の数、並びに左帯域エッジ及び右帯域エッジを含む反射帯域幅であった。Berremann 法は、各層界面で反射した光の割合及び各層界面を透過した光の割合を算出し、反射スペクトル及び透過スペクトルを出力する。Berremann 法は、スペクトル出力からの色応答を算出するためにも使用することができる。色応答は、周知の CIE (L^* , a^* , b^*) 色座標に関して定量化される。CIE 系を用いて色を演算する標準的な作業方法が、ASTM E - 308 に記載されている。

【0076】

実施例 1 及び比較例 1

上述のコンピュータシミュレーション法によって、交互する AB 構造を有する多層 IR 反射フィルムをシミュレーションした。

【0077】

実施例 1 において、Berremann アルゴリズムを用いた 4×4 伝達マトリックス法として記載した光学モデルを使用して、ポリマー A としての PET (ポリエチレンテレフタレート) 及びポリマー B としての THV 221 (3M Dyneon (Oakdale, MN) から入手可能) からなる 50 の交互する光学層 (25 の光学繰り返し単位) を有する強め合う干渉の $1/4$ 波積層体をモデル化した。図 3 に見られるように、光学モデリングは、850 nm ~ 1150 nm の反射帯域にわたる平均反射率を 88% と予測する。図 4 に見られるように、光学モデリングは、400 nm ~ 750 nm の光透過帯域にわたる可視光平均透過率を 92% と予測する。

【0078】

比較例 1 において、Berremann アルゴリズムを用いた 4×4 伝達マトリックス法として記載した光学モデルを使用して、ポリマー A としての PET (ポリエチレンテレフタレート) 及びポリマー B としての CoPMMA (Arkema (Prussia, PA) から商品名 Altuglas 510 A で入手可能) からなる 200 の交互する光学層 (100 の光学繰り返し単位) を有する強め合う干渉の $1/4$ 波積層体をモデル化した。図 3 に見られるように、光学モデリングは、850 nm ~ 1150 nm の反射帯域にわたる平均反射率を 89% と予測する。図 4 に見られるように、光学モデリングは、400 nm ~ 750 nm の光透過帯域にわたる可視光平均透過率を 90% と予測する。

【0079】

10

20

30

40

50

実施例 1 及び比較例 1 は、同程度の光学的パワー（例えば、同様の反射率及び透過率）を示した。しかし、比較例 1 は、より多くの光学層（すなわち、実施例 1 の 25 単位に対して比較例 1 の 100 単位）を利用したので、より大きな厚さを有した。より薄くなる実施例 1 の利点は、実施例 1 の隣接する光学層 A 及び B（PET/THV）の屈折率の、比較例 1 の PET/CoPMMMA の場合よりも大きな差に依存し得る。

【0080】

実施例 2 並びに比較例 2 A 及び 2 B

上述のコンピュータシミュレーション法によって、図 1 の 711 構造を有する多層 IR 反射フィルムをシミュレーションした。

【0081】

実施例 2 において、Berreman アルゴリズムを用いた 4×4 伝達マトリックス法として記載した光学モデルを使用して、ポリマー A としての PET（ポリエチレンテレフタレート）及びポリマー B としての THV 221（3M Dyneon（Oakdale, MN）から入手可能）からなる 330 の交互する光学層（55 の光学繰り返し単位）を有する強め合う干渉の 711 積層体をモデル化した。図 5 に見られるように、光学モデリングは、850 nm ~ 1850 nm の反射帯域にわたる平均反射率を 82 % と予測する。図 6 に見られるように、光学モデリングは、400 nm ~ 750 nm の光透過帯域にわたる可視光平均透過率を 88 % と予測する。

【0082】

比較例 2 A において、Berreman アルゴリズムを用いた 4×4 伝達マトリックス法として記載した光学モデルを使用して、ポリマー A としての PET（ポリエチレンテレフタレート）及びポリマー B としての CoPMMMA（Arkema（Prussia, PA）から商品名 Altuglas 510 A で入手可能）からなる 330 の交互する光学層（55 の光学繰り返し単位）を有する強め合う干渉の 711 積層体をモデル化した。図 5 に見られるように、光学モデリングは、850 nm ~ 1850 nm の反射帯域にわたる平均反射率を約 45 % と予測する。図 6 に見られるように、光学モデリングは、400 nm ~ 750 nm の光透過帯域にわたる可視光平均透過率を 92 % と予測する。透過した CIE カラーの色度値を $a^* = -0.036$ 及び $b^* = 0.208$ と算出した。反射した CIE カラーの色度値を $a^* = 0.174$ 及び $b^* = -0.769$ と算出した。

【0083】

比較例 2 B において、Berreman アルゴリズムを用いた 4×4 伝達マトリックス法として記載した光学モデルを使用して、ポリマー A としての PET（ポリエチレンテレフタレート）及びポリマー B としての CoPMMMA（Arkema（Prussia, PA）から商品名 Altuglas 510 A で入手可能）からなる 1290 の交互する光学層（215 の光学繰り返し単位）を有する強め合う干渉の 711 積層体をモデル化した。図 5 に見られるように、光学モデリングは、850 nm ~ 1850 nm の反射帯域にわたる平均反射率を 79 % と予測する。図 6 に見られるように、光学モデリングは、400 nm ~ 750 nm の光透過帯域にわたる可視光平均透過率を 91 % と予測する。透過した CIE カラーの色度値を $a^* = -0.082$ 及び $b^* = 0.382$ と算出した。反射した CIE カラーの色度値を $a^* = 0.334$ 及び $b^* = -1.382$ と算出した。

【0084】

実施例 2 及び比較例 2 A は、同数の光学層を有する。実施例 2 は、優れた光学特性（例えば、850 nm ~ 1850 nm の反射帯域にわたるより高い反射率）を示した。実施例 2 及び比較例 2 B は、同程度の光学的パワー（例えば、同様の反射率）を示した。しかし、比較例 2 は、より多くの光学層（すなわち、実施例 2 B の 55 単位に対して比較例 2 B の 215 単位）を利用したので、より大きな厚さを有した。より薄くなる実施例 2 の利点は、実施例 2 の隣接する層 A 及び B（PET/THV）の屈折率の、比較例 2 B の PET/CoPMMMA の場合よりも大きな差に依存する。

【0085】

本明細書全体を通して、「一実施形態」、「いくつかの実施形態」、「1 つ以上の実施形

10

20

30

40

50

態」、又は「実施形態」に対する言及は、「実施形態」という用語の前に、「例示的な」という用語が含まれているか否かに関わらず、その実施形態に関連して説明される具体的な特色、構造、材料、又は特徴が、本開示のある特定の例示的な実施形態のうちの少なくとも1つの実施形態に含まれることを意味する。したがって、本明細書全体を通して、様々な箇所における「1つ以上の実施形態において」、「ある特定の実施形態において」、「一実施形態において」、又は「ある実施形態において」などの表現の出現は、必ずしも本開示のある特定の例示的な実施形態のうちの同一の実施形態に言及するものとは限らない。更に、特定の特徴、構造、材料、又は特性は、1つ以上の実施形態では任意の好適な方法で組み合わせられてもよい。

【0086】

10

本明細書では特定の例示的な実施形態について詳細に説明してきたが、当業者には上述の説明を理解した上で、これらの実施形態の修正形態、変形形態、及び均等物を容易に想起できることが、諒解されるであろう。したがって、本開示は、ここまで説明してきた例示的な実施形態に、過度に限定されるものではないことを理解されたい。特に、本明細書で使用する場合、端点による数値範囲の列挙は、その範囲内に包含されるすべての数を含む（例えば、1～5は、1、1.5、2、2.75、3、3.80、4、及び5を含む）ことが意図される。加えて、本明細書で使用するすべての数は、用語「約」によって修飾されるものと想定される。

【0087】

更に、種々の例示的な実施形態が説明されてきた。これらの実施形態及び他の実施形態は、以下の特許請求の範囲に含まれる。

20

30

40

50

【 図面 】

【 図 1 】

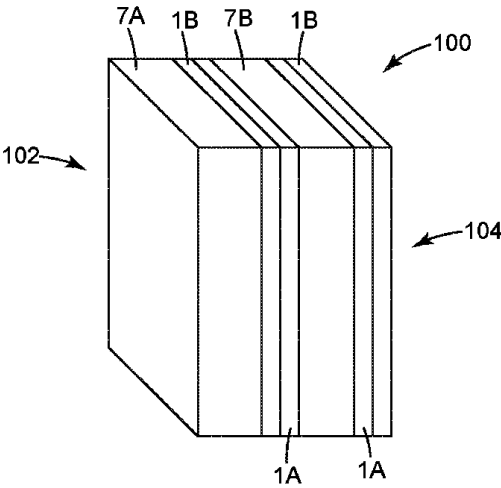


Fig. 1

【 図 2 】

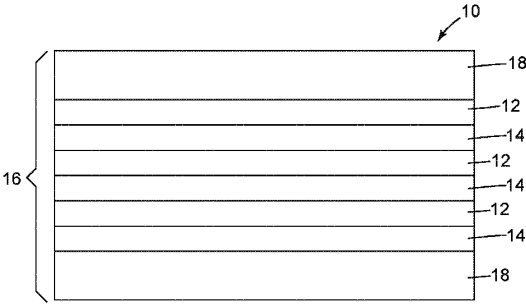


Fig. 2

【 図 3 】

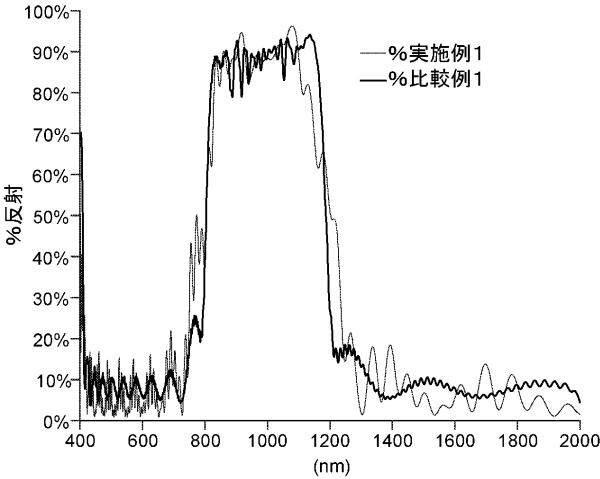


Fig. 3

【 図 4 】

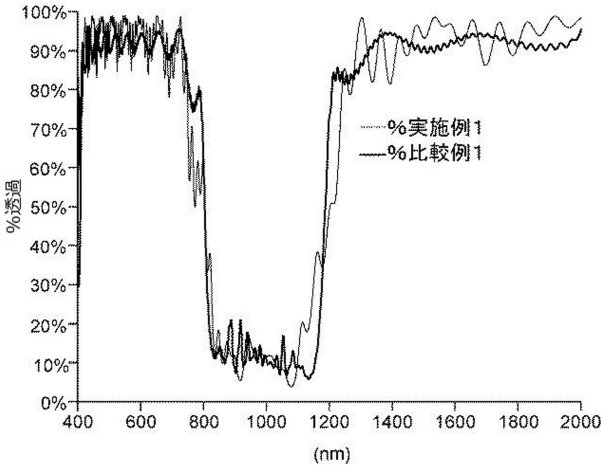


Fig. 4

10

20

30

40

50

【 図 5 】

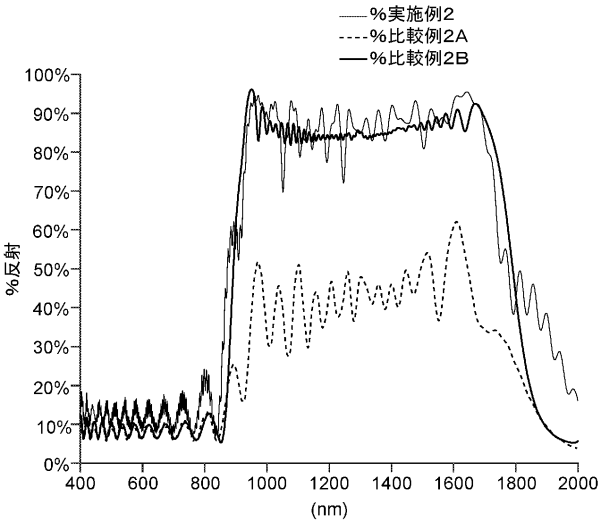


Fig. 5

【 図 6 】

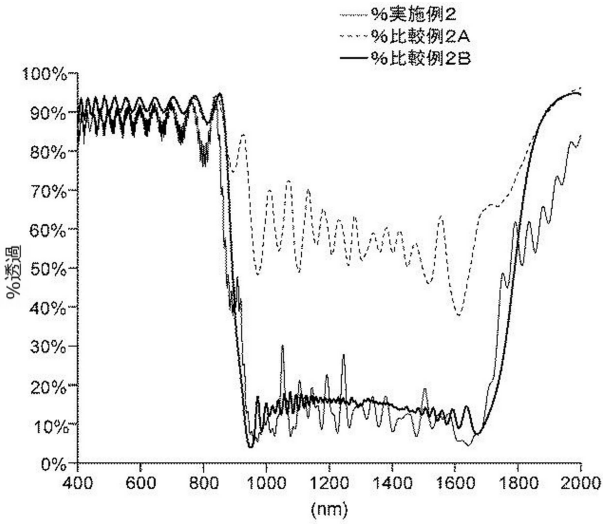


Fig. 6

10

20

30

40

50

フロントページの続き

(51)国際特許分類

F I

E 0 6 B 9/24 (2006.01)

E 0 6 B 9/24

Z

E 0 6 B 5/00 (2006.01)

E 0 6 B 5/00

C

(72)発明者 ティモシー ジェイ・ヘブリンク

アメリカ合衆国, ミネソタ 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 マーク ビー・オニール

アメリカ合衆国, ミネソタ 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 スティーブン ジェイ・クンシオ

アメリカ合衆国, ミネソタ 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 エドワード ジェイ・キベル

アメリカ合衆国, ミネソタ 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 ローレンス アール・ギルバート

アメリカ合衆国, ミネソタ 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 トレーシー ディー・ソレンセン

アメリカ合衆国, ミネソタ 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 ティモシー ジェイ・ネビット

アメリカ合衆国, ミネソタ 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 スティーブン エー・ジョンソン

アメリカ合衆国, ミネソタ 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

審査官 中山 佳美

(56)参考文献 特開 2 0 1 0 - 0 7 8 7 1 4 (J P , A)

特表 2 0 1 2 - 5 1 4 2 4 1 (J P , A)

特表 2 0 1 3 - 5 1 2 4 6 2 (J P , A)

特表 2 0 0 7 - 5 1 7 2 5 8 (J P , A)

特表 2 0 0 2 - 5 0 9 2 7 9 (J P , A)

(58)調査した分野 (Int.Cl., D B 名)

G 0 2 B 5 / 2 8

B 3 2 B 7 / 0 2 3

B 3 2 B 2 7 / 3 0

G 0 2 B 5 / 2 6

G 0 2 B 5 / 2 2

E 0 6 B 9 / 2 4

E 0 6 B 5 / 0 0