

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号
特表2016-519340
(P2016-519340A)

(43) 公表日 平成28年6月30日(2016.6.30)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
G02B 1/14 (2015.01)	G02B 1/14	2 K 0 0 9
B32B 7/02 (2006.01)	B32B 7/02 1 0 3	4 F 1 0 0
G02B 1/115 (2015.01)	G02B 1/115	

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 60 頁)

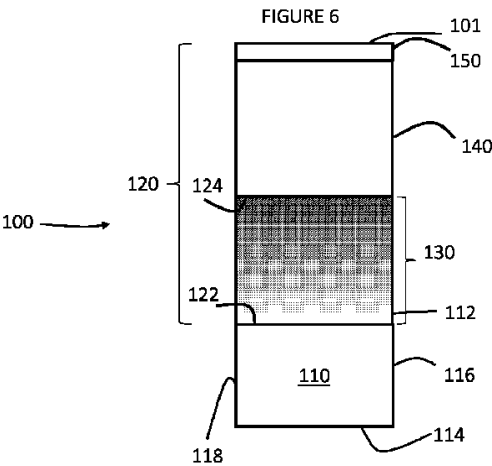
(21) 出願番号 特願2016-512949 (P2016-512949)	(71) 出願人 397068274 コーニング インコーポレイテッド アメリカ合衆国 ニューヨーク州 1 4 8 3 1 コーニング リヴァーフロント ブ ラザ 1
(86) (22) 出願日 平成26年4月30日 (2014. 4. 30)	
(85) 翻訳文提出日 平成28年1月6日 (2016. 1. 6)	
(86) 国際出願番号 PCT/US2014/036090	
(87) 国際公開番号 W02014/182520	
(87) 国際公開日 平成26年11月13日 (2014. 11. 13)	(74) 代理人 100073184 弁理士 柳田 征史
(31) 優先権主張番号 61/820, 407	(74) 代理人 100090468 弁理士 佐久間 剛
(32) 優先日 平成25年5月7日 (2013. 5. 7)	(72) 発明者 アディブ, カヴェー アメリカ合衆国 ニューヨーク州 1 4 8 3 0 コーニング アッパー デレヴァン アヴェニュー 2 3 5
(33) 優先権主張国 米国 (US)	
(31) 優先権主張番号 61/877, 568	
(32) 優先日 平成25年9月13日 (2013. 9. 13)	
(33) 優先権主張国 米国 (US)	
(31) 優先権主張番号 61/954, 767	
(32) 優先日 平成26年3月18日 (2014. 3. 18)	
(33) 優先権主張国 米国 (US)	

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 勾配層を有する耐擦傷性物品

(57) 【要約】

本開示の実施形態は、耐擦傷性および改善された光学特性を示す物品に関する。いくつかの実施例において、物品（100）は、発光物の下で直入射から約0度～約60度の範囲の入射照明角度において見た場合に、約2以下の色シフトを示す。1つ以上の実施形態において、物品（100）は、基板（110）と、基板上に配置される光学フィルム（120）とを含む。光学フィルムは、耐擦傷性層（140）および屈折率勾配を含む。1つ以上の実施形態において、屈折率は、基板と光学フィルムとの間の界面の第1の表面（120）から第2の表面（124）まで増加する屈折率を含む。屈折率勾配は、組成勾配および／または多孔性勾配から形成されてもよい。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

表面を有する基板と、

前記表面上に配置されて、コーティングされた表面を形成する光学フィルムであって、前記基板上に配置された第 1 の屈折率を有する第 1 の表面と、前記第 1 の屈折率より高い屈折率を有する第 2 の表面とを備えた光学フィルムと、

を含む物品において、

前記物品が、Berkovich インデンターで、前記コーティングされた表面にインデントをつけ、前記コーティングされた表面の前記表面から少なくとも約 100 nm のインデント深さを有するインデントを形成することによって測定した場合、約 12 GPa ~ 約 30 GPa の硬度を有し、

前記物品が、光学波長域において少なくとも 80 % の平均透過率を示し、かつ A シリーズ発光物、B シリーズ発光物、C シリーズ発光物、D シリーズ発光物および F シリーズ発光物からなる群から選択される国際照明委員会発光物の下、直入射から約 2 度 ~ 約 60 度の範囲の入射照明角度で見た場合、約 2 以下の色シフトを示し、

色シフトが、方程式 $((a^* 2 - a^* 1)^2 + (b^* 2 - b^* 1)^2)$ (式中、 $a^* 1$ および $b^* 1$ は、直入射で見た時の前記物品の座標を表し、かつ $a^* 2$ および $b^* 2$ は、前記入射照明角度で見た時の前記物品の座標を表す) を使用して算出されることを特徴とする物品。

【請求項 2】

前記物品が、光学波長域において約 10 パーセントポイント以下の平均振動振幅を有する平均透過率または平均反射率であって、前記光学波長域における約 100 nm の選択された波長における前記透過率が、約 5 パーセントポイントの最大振動振幅を有し、前記光学波長域における約 100 nm の選択された波長における前記透過率が、約 3 パーセントポイントの最大振動振幅を有する、平均透過率または平均反射率のいずれか 1 つを示すことを特徴とする、請求項 1 に記載の物品。

【請求項 3】

前記光学フィルムが、約 0.5 μm ~ 約 3 μm の範囲の厚さを有することを特徴とする、請求項 1 または 2 に記載の物品。

【請求項 4】

前記光学フィルムが、約 0.2 / μm ~ 約 0.5 / μm の範囲の平均レートで、前記厚さに沿って前記第 1 の表面から前記第 2 の表面まで増加する屈折率を含む屈折率勾配を有することを特徴とする、請求項 1 ~ 3 のいずれか一項に記載の物品。

【請求項 5】

前記光学フィルムが光学変性層を備え、前記光学変性層が、前記第 1 の表面と、前記第 1 の表面の反対の前記第 2 の表面とを含むことを特徴とする、請求項 1 ~ 4 のいずれか一項に記載の物品。

【請求項 6】

前記光学フィルムが耐擦傷性層をさらに備えることを特徴とする、請求項 1 ~ 5 のいずれか一項に記載の物品。

【請求項 7】

基板表面を有する基板と、

前記表面上に配置されて、コーティングされた表面を形成する光学フィルムとを含む物品において、

前記光学フィルムが、Si、Al、N および O の少なくとも 2 つを含んでなる組成勾配を含み、

前記物品が、Berkovich インデンターで、前記コーティングされた表面にインデントをつけ、前記コーティングされた表面の前記表面から少なくとも約 100 nm のインデント深さを有するインデントを形成することによって前記コーティングされた表面上で測定した場合、約 12 GPa ~ 約 30 GPa の範囲の硬度を示し、

10

20

30

40

50

前記物品が、光学波長域において少なくとも80%の平均透過率を示し、かつAシリーズ発光物、Bシリーズ発光物、Cシリーズ発光物、Dシリーズ発光物およびFシリーズ発光物からなる群から選択される国際照明委員会発光物の下、直入射から約2度～約60度の範囲の入射照明角度で見た場合、約2以下の色シフトを示し、

色シフトが、方程式 $((a^*2 - a^*1)^2 + (b^*2 - b^*1)^2)$ (式中、 a^*1 および b^*1 は、直入射で見た時の前記物品の座標を表し、かつ a^*2 および b^*2 は、前記入射照明角度で見た時の前記物品の座標を表す) を使用して算出されることを特徴とする物品。

【請求項8】

前記光学フィルムが、前記基板表面に隣接する第1の表面と、第2の表面と、前記第1の表面から前記第2の表面まで延在する屈折率勾配とを含み、前記第2の表面における前記屈折率が、前記第1の表面の前記屈折率より高いことを特徴とする、請求項7に記載の物品。

【請求項9】

前記屈折率勾配が、プラスの勾配を含み、かつ約1.5～約2.0の範囲にあることを特徴とする、請求項8に記載の物品。

【請求項10】

前記光学フィルムが、多孔性勾配、密度勾配および弾性率勾配の少なくとも1つから選択される勾配を含んでなることを特徴とする、請求項7～9のいずれか一項に記載の物品。

【発明の詳細な説明】

【関連出願の相互参照】

【0001】

本出願は、米国特許法第119条の下、2014年3月18日出願の米国仮特許出願第61/954,767号明細書、2013年9月13日出願の米国仮特許出願第61/877,568号明細書、および2013年5月7日出願の米国仮特許出願第61/820,407号明細書の優先権の利益を主張する。上記仮特許出願の内容は依拠され、かつ参照により、その全体が本明細書に組み込まれる。

【技術分野】

【0002】

本開示は、光学特性が維持された、耐擦傷性物品、特に、異なる入射照明角度で見た時に低い色シフト、および高い硬度を示す物品に関する。

【背景技術】

【0003】

カバー基板は、製品内の重要なデバイスを保護するため、インプットおよび/またはディスプレイ用のユーザインタフェースを提供するため、および/または多くの他の機能のために、消費者向け電子機器製品においてしばしば使用される。そのような消費者向け電子機器製品には、スマートフォン、mp3プレーヤーおよびコンピュータータブレットなどの移動式デバイスが含まれる。これらの用途および他の用途では、しばしば、強い光学性能特徴も有する、耐久性(例えば、耐擦傷性)カバー基板が要求される。しばしば、この目的のためのカバー基板として、ガラスが含まれる。

【0004】

最大光透過率および最小反射率に関する強い光学性能が、カバー基板用途で必要とされる。さらにまた、カバー基板用途では、反射および/または透過において示されるか、知覚される色が、視野角(または入射照明角度)が変化した場合に、相当に変化しないことが要求される。これは、反射または透過において、色が視野角によって相当の程度まで変化する場合、カバーガラスを組み込んでいる製品の使用者は、ディスプレイの色または輝度の変化を知覚し、それによって、ディスプレイの感性品質を減少させるおそれがあるためである。これらの変化の中で、色変化は、しばしば最も目立ち、使用者にとって最も好ましくないことがあり得る。

10

20

30

40

50

【0005】

既知のカバー基板は、しばしば、苛酷な作動条件で使用了後、擦傷を示すガラスおよびフィルムの組合せを含む。証拠は、単一の事象において生じる激しい接触によって引き起こされるダメージが、移動式デバイスにおいて使用されるそのようなガラス・フィルムカバー基板における可視の擦傷の主要な原因であることを示唆する。カバーガラス物品上に著しい擦傷が発生すると、擦傷は光散乱の増加を引き起こし、それによって、ディスプレイ上で、輝度、像の明瞭さおよびコントラストの有意な減少が引き起こされ得るため、製品の外観は劣化する。著しい擦傷は、タッチ感応性ディスプレイの正確さおよび信頼性に影響を及ぼすおそれもある。これらの擦傷、およびそれほど著しくない擦傷も、見苦しく、かつ製品性能に影響を及ぼすおそれがある。

10

【0006】

単一事象の擦傷ダメージを、摩耗ダメージと対比することができる。摩耗ダメージは、典型的に硬質の対面式物体（例えば、砂、砂利および紙やすり）からのすり接触を往復させることに起因するため、カバー基板は典型的に摩耗ダメージを経験しない。その代わりに、ディスプレイ用途で使されるカバー基板は、典型的に、指などの軟質物体のみからのすり接触を往復させることに耐える。加えて、摩耗ダメージは、フィルム材料における化学結合を劣化させる可能性があり、かつカバーガラスにフレーキングおよび他の種類のダメージを引き起こす可能性がある熱を発生させる可能性がある。加えて、摩耗ダメージは、擦傷を引き起こす単一事象より長期間、経験されることが多いため、摩耗ダメージを経験するフィルム材料が酸化するおそれもあり、これはさらに、フィルム、したがって、ガラス・フィルムラミネートの耐久性を劣化させる。擦傷を引き起こす単一事象には、一般に、摩耗ダメージを引き起こす事象と同一の条件が関与せず、したがって、摩耗ダメージを防ぐためにしばしば利用される解決策は、カバー基板における擦傷を防ぐために適用可能となり得ない。さらに、既知の擦傷および摩耗ダメージの解決策は、しばしば、光学特性を悪化させる。

20

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

したがって、耐擦傷性であり、かつ良好な光学性能を有する新規カバー基板、およびこれらの製造方法が必要とされている。

30

【課題を解決するための手段】

【0008】

本開示の一態様は、表面を有する基板と、表面上に配置されて、コーティングされた表面を形成する光学フィルムとを含む物品に関する。1つ以上の実施形態の物品は、発光物の下で直入射から約0度～約60度の範囲の入射照明角度において見た場合に、2以下の色シフトを示す。いくつかの実施形態において、この物品は、光学波長域において少なくとも80%の平均透過率を示す。1つ以上の実施形態の物品は、光学波長域において、約10パーセントポイント以下の平均振動振幅を有する平均透過率または平均反射率を示す。いくつかの場合、光学波長域において約100nmの選択された波長において物品によって示される平均透過率は、約5パーセントポイントの最大振動振幅を有する。他の例において、光学波長域において約100nmの選択された波長において物品によって示される透過率は、約3パーセントポイントの最大振動振幅を有する。

40

【0009】

光学フィルムは、 Al_2O_3 、 Nb_2O_5 、 TiO_2 、 Ta_2O_5 、 HfO_2 、 Y_2O_3 、 AlO_xN_y 、 SiO_xN_y 、 SiN_x および $SiAl_xO_yN_z$ の少なくとも1つを含んでもよい。

【0010】

1つ以上の実施形態の光学フィルムは、複数の層を含む。光学フィルムの厚さは、約0.5μm～約3μmの範囲であってもよい。いくつかの実施形態において、光学フィルムは、基板上に配置される第1の表面と、第2の表面とを有する。そのような実施形態にお

50

いて、第1の表面は第1の屈折率を有し、かつ第2の表面は、第1の屈折率より大きい屈折率を有する。1つ以上の実施形態の光学フィルムは、厚さに沿って第1の表面から第2の表面まで増加する屈折率による屈折率勾配を含む。いくつかの実施形態において、屈折率勾配は、プラスの勾配を含む。屈折率は、屈折率勾配に沿って約0.2/μm~約0.5/μmの範囲の平均レートで増加してもよい。1つ以上の実施形態の屈折率勾配は、約1.5~約2.0の範囲であってもよい。屈折率勾配は、約1.4~約1.65の範囲の光学フィルムの第1の表面における第1の屈折率、および約1.7~約2.2の範囲の光学フィルムの第2の表面における第2の屈折率を含んでもよい。

【0011】

光学フィルムは、組成勾配を含んでもよい。いくつかの場合、組成勾配は、Si、Al、NおよびOの少なくとも2つを含む。

10

【0012】

1つ以上の実施形態の光学フィルムは、光学変性層を含んでもよく、光学変性層は、第1の表面と、光学フィルムの第1の表面の反対の第2の表面とを含んでなる。そのような実施形態において、光学変性層は、屈折率勾配の少なくとも一部分または全てを含む。

【0013】

1つ以上の実施形態の光学フィルムは、Berkovichインデントでコーティングされた表面にインデントをつけ、コーティングされた表面の表面から少なくとも約100nmのインデント深さを有するインデントを形成することによって、(物品の)コーティングされた表面で測定した場合、約5GPa~約30GPa、または約8GPa~約50GPaの範囲の平均硬度を有する。光学フィルムは、光学波長域において、80%以上の平均透過率を示してもよい。1つ以上の実施形態によれば、光学フィルムは、耐擦傷性層を含む。1つ以上の他の実施形態において、光学フィルムは、多孔性勾配、密度勾配、弾性率勾配またはそれらの組合せを含む。1つの変形形態において、光学フィルムは、耐擦傷性層、および基板と耐擦傷性層との間の架橋である亀裂の成長を抑制する勾配を含む。別の変形形態において、亀裂成長の抑制は、多孔性勾配によって提供される。一例において、多孔性勾配は、複数のナノ細孔を含む。別の例において、光学フィルムは、約10%~約60%の範囲の平均多孔性を有する、約50nm以上の厚さを有する領域を有する。

20

【0014】

本開示の第2の態様は、本明細書に記載される物品を形成する方法に関する。1つ以上の実施形態において、この方法は、主要表面を有する基板を提供するステップと、主要表面上に厚さを有する光学フィルムを配置するステップと、光学フィルムの厚さの少なくとも一部分に沿って屈折率勾配を作成するステップとを含む。1つ以上の実施形態において、基板は、非晶質基板または結晶質基板を含む。この物品は、光学波長域において、約5%未満の平均振幅を有する平均光透過率または平均光反射率を示し得る。1つ以上の実施形態によると、屈折率勾配を作成するステップは、光学フィルムの厚さの少なくとも一部分に沿って光学フィルムの組成に変化をつけるステップを含んでなる。光学フィルムの組成に変化をつけるステップは、光学フィルムの厚さの少なくとも一部分に沿って酸素含有量、窒素含有量、ケイ素含有量およびアルミニウム含有量の1つ以上を増加させるステップを含むことができる。あるいは、または追加的に、屈折率勾配を作成するステップは、厚さに沿って光学フィルムの多孔性に変化をつけるステップを含む。一例において、多孔性は約20~約35%の範囲である。

30

40

【0015】

1つ以上の実施形態において、この方法は、光学フィルムの光吸収を低下させるステップを含む。光学フィルムの光吸収を低下させるステップは、光学フィルムが表面上に配置される場合に、光学フィルムを高温および/または光に暴露するステップを含むことができる。いくつかの実施形態において、光学フィルムを高温に暴露するステップは、約75~約300の範囲の温度を含んでもよい。

【0016】

50

追加的な特徴および効果は、以下の詳細な説明で明かにされる。追加的な特徴および効果は、その記載から当業者に容易に明白であるか、または本明細書および添付の図面中で記載される実施形態を実施することによって認識されるであろう。

【0017】

上記の概要および以下の詳細な説明は、両方とも単なる例示であり、かつ特許請求の範囲の性質および特徴を理解するための概要およびフレームワークを提供するように意図されることは理解されるべきである。添付の図面は、さらなる理解を提供するために含まれており、これは、本明細書に組み込まれ、かつ本明細書の一部を構成する。図面は、1つ以上の実施形態を例示し、説明と共に、様々な実施形態の原理および操作を説明するために有用となる。

10

【図面の簡単な説明】

【0018】

【図1】図1は、既知の基板および耐擦傷性材料実施形態の例示である。

【図2】図2は、単層干渉層を含む既知の物品の例示である。

【図3】図3は、図2に示される物品の反射率スペクトルである。

【図4】図4は、図3に示される反射率スペクトルに基づき算出された a^* および b^* 色シフトの範囲を示すグラフである。

【図5】図5は、1つ以上の実施形態による物品の例示である。

【図6】図6は、図5に示される物品の詳細な例示である。

【図7】図7は、1つ以上の他の実施形態による物品の例示である。

20

【図8】図8は、1つ以上の実施形態による、屈折率勾配の拡大図である。

【図9】図9は、実施例A1の屈折率勾配を作成するために使用されるプロセスパラメータのグラフィック描写である。

【図10】図10は、実施例A1および比較例A2の透過率スペクトルを示すプロットである。

【図11】図11は、10度、20度、30度および60度の入射視野角で見た時の、D65発光物下の実施例B1および比較例B2の反射 a^* および b^* 色値を示すプロットである。

【図12】図12は、実施例B1の光学フィルムの走査電子顕微鏡 (SEM) 二次電子 (SE) 像および組成プロファイルプロットを示す。

30

【図13】図13は、実施例B1の原子%に関するエネルギー分散分光法 (EDS) X線光電子分光法 (XPS) 深さプロファイルおよびSEM SE像 (図12にも示される) の比較を示す。

【図14】図14は、実施例C1~C3の吸光度対波長のプロットを示す。

【図15】図15は、実施例D1によるeビーム蒸着多孔性 Al_2O_3 の屈折率プロットを示す。

【図16】図16は、モデル化された実施例F1の概略図である。

【図17】図17は、モデル化された実施例F1の算出された反射率スペクトルである。

【図18】図18は、モデル化された実施例F2の概略図である。

【図19】図19は、モデル化された実施例F2の算出された反射率スペクトルである。

40

【図20】図20は、モデル化された実施例F3の概略図である。

【図21】図21は、モデル化された実施例F3の算出された反射率スペクトルである。

【図22】図22は、実施例G1およびG2の透過率スペクトルである。

【図23】図23は、F2発光物下の実施例G1~G2および実施例G1~G2で 사용되는基板の反射 a^* および b^* 色値を示すプロットである。

【発明を実施するための形態】

【0019】

ここで、添付の図面に例示される様々な実施形態、実施例を詳細に参照する。図面を通して、可能な場合は常に、同一参照番号が、同一または同類の部分を参照するために使用される。

50

【0020】

AlN、Si₃N₄、AlO_xN_y および SiO_xN_y などの既知の耐擦傷性材料は、例えば、約1.7～約2.1の範囲の高い屈折率を有する。耐擦傷性材料を含む一般的な基板は、ガラスおよびプラスチック基板である。ガラスおよびプラスチック材料は、典型的に、約1.45～約1.65の範囲の屈折率を有する。耐擦傷性材料および基板の屈折率のこの差異は、望ましくない光干渉効果を与えるおそれがある。これらの望ましくない光干渉効果は、耐擦傷性材料が、約0.05～約10マイクロメートルの範囲の物理的厚さを有する場合に強調され得る。(図1に示される)耐擦傷性材料/空気界面10および(図1に示される)耐擦傷性材料/基板界面20からの反射波の間の光干渉によって、特に反射において、耐擦傷性材料30(ならびに/または耐擦傷性材料30および基板40の組合せ)において明らかな色を生じるスペクトル反射率振動が導かれるおそれがある。色は、入射照明角度によるスペクトル反射率振動のシフトのために、視野角によって、反射においてシフトする。入射照明角度によって観察された色および色シフトは、蛍光灯およびいくつかのLED照明などの特に激しいスペクトル特徴を有する照明の下で、デバイス使用者にとって、しばしば気が散るものであるか、または好ましくない。

10

【0021】

観察される色および色シフトは、界面10、20の一方または両方における反射率を最小化することによって低下させることができ、したがって、全物品の反射率振動および反射された色シフトを低下させることができる。耐擦傷性材料に関して、反射率の低下は、同時に耐擦傷性材料/空気界面10の高い耐久性または擦傷耐性を維持しながら、擦傷材料/基板界面20において、しばしば最も実行可能である。反射率を低下させる様々な方法には、耐擦傷性材料/基板界面20における、単一光干渉層(図2に示す)の使用が含まれる。しかしながら、そのような選択は、しばしば、様々な発光物の下での透過率および/または反射率スペクトルにおける大きい振動を示す。単一層干渉層は、図2に示される物品に含まれる。この物品は、アルカリアルミノボロシリケートガラス基板10、約80ナノメートル(nm)の物理的厚さを有するAl₂O₃の単一層干渉層50、約2000nmの物理的厚さを有するSi_uAl_vO_xN_yの耐擦傷性層30、および約10nmの物理的厚さを有するSiO₂の層60を含む。図3は、図2に示す物品のモデル化された反射率スペクトルを示す。スペクトルは、約3.5パーセントポイント(例えば、約520nm～540nmの波長範囲において、約8.5%の低反射率および約12%のピーク反射率)～約8パーセントポイント(例えば、約400nm～410nmの波長において、約6.5%の低反射率および約14.5%のピーク反射率)の範囲の振幅を有する光学波長域において振動を示す。本明細書で使用される場合、用語「振幅」は、全光学波長域(本明細書に定義される)にける反射率または透過率の山から谷の間の変化を含む。本明細書で使用される場合、用語「透過率」は、材料(例えば、物品、基板または光学フィルムまたはそれらの一部分)を透過する所与の波長範囲内における入射光強度のパーセントとして定義される。用語「反射率」は、同様に、材料(例えば、物品、基板または光学フィルムまたはそれらの一部分)から反射される所与の波長範囲内における入射光強度のパーセントとして定義される。透過率および反射率は、特定の線幅を使用して測定される。1つ以上の実施形態において、透過率および反射率の特徴決定のスペクトル分解は、5nm未満または0.02eVである。

20

30

40

【0022】

「平均振幅」という句は、光学波長域内で可能な100nmの波長範囲ごとに平均化される反射率または透過率の山から谷の間の変化を含む。本明細書で使用される場合、「光学波長域」は、約420nm～約700nmの波長範囲を含む。この情報から、図4で示すように、種々の発光物下で直入射からの種々の入射照明角度で見た場合に、示される物品が比較的大きい色シフトを示すことを算出することができる。

【0023】

本開示の実施形態は、基板および耐擦傷性材料の間で配置される複数の層を含む光学変性層を利用する。光学変性層は、種々の発光物下で直入射からの様々な入射照明角度で見

50

ることによる、無色および／または小さな色シフトに関して、改善された光学性能を達成する。

【0024】

本開示の第1の態様は、発光物下において種々の入射照明角度で見える場合であっても無色を示す物品に関する。1つ以上の実施形態において、物品は約2以下の色シフトを示す。本明細書で使用される場合、「色シフト」という句は、国際照明委員会（「CIE」） L^* 、 a^* 、 b^* 比色分析系における a^* および b^* の両方における変化を指す。例えば、色シフトは、直入射（すなわち、 a^*_{1} および b^*_{1} ）および直入射から離れた入射照明角度（すなわち、 a^*_{2} および b^*_{2} ）で見られる場合の物品の a^* および b^* 座標を使用して、以下の方程式： $((a^*_{2} - a^*_{1})^2 + (b^*_{2} - b^*_{1})^2)$ を使用して決定されてもよく、ただし、入射照明角度は直入射とは異なり、そして場合によっては、直入射と少なくとも約2度または約5度異なる。種々の観察者の収集における様々な色の測定によって、色シフトが約2の場合、平均観察者は2つの色において最小可知差異を見る。

10

【0025】

いくつかの場合、発光物の下、直入射からの様々な入射照明角度で見える場合、約2以下の色シフトが物品によって示される。いくつかの例において、色シフトは、約1.9以下、1.8以下、1.7以下、1.6以下、1.5以下、1.4以下、1.3以下、1.2以下、1.1以下、1以下、0.9以下、0.8以下、0.7以下、0.6以下、0.5以下、0.4以下、0.3以下、0.2以下または0.1以下である。いくつかの実施形態において、色シフトは約0でもよい。発光物は、CIEによって決定される標準光源を含むことができ、A発光物（タングステンフィラメント照明を表す）、B発光物（日光をシミュレーションする発光物）、C発光物（日光をシミュレーションする発光物）、Dシリーズ発光物（天然日光を表す）、およびFシリーズ発光物（さまざまな蛍光灯を表す）を含む。特定の例において、物品は、CIE F2、F10、F11、F12またはD65発光物の下で、直入射からの入射照明角度で見える場合、約2以下の色シフトを示す。入射照明角度は、約0度～約80度、約0度～約75度、約0度～約70度、約0度～約65度、約0度～約60度、約0度～約55度、約0度～約50度、約0度～約45度、約0度～約40度、約0度～約35度、約0度～約30度、約0度～約25度、約0度～約20度、約0度～約15度、約5度～約80度、約5度～約75度、約5度～約70度、約5度～約65度、約5度～約60度、約5度～約55度、約5度～約50度、約5度～約45度、約5度～約40度、約5度～約35度、約5度～約30度、約5度～約25度、約5度～約20度、約5度～約15度の範囲、ならびにそれらの間の全範囲および部分範囲であってよい。物品は、約0～約80度、約0～約60度、約0～約45度、または約0～約30度の範囲の全ての入射照明角度およびそれに沿って、本明細書に記載される最大色シフトを示し得る。

20

30

【0026】

図5を参照すると、1つ以上の実施形態による物品100は、基板110と、基板上に配置される光学フィルム120とを含んでもよい。基板110は、対向する主要面112、114および対向したマイナー表面116、118を含む。光学フィルム120は、第1の対向する主要面112に配置されるように図5に示されるが、第1の対向する主要面112で配置されることに加えて、またはその代わりに、光学フィルム120は、第2の対向する主要面114および／または対向するマイナー表面の一方もしくは両方の上において配置されてもよい。物品100は、コーティングされた表面101を含む。

40

【0027】

光学フィルム120は、少なくとも1つの材料の少なくとも1つの層を含む。用語「層」は、単層を含んでもよく、あるいは1つ以上の副層を含んでもよい。そのような副層は、互いに直接接触していてもよい。副層は、同一材料または2種以上の異なる材料から形成されてもよい。1つ以上の他の実施形態において、そのような副層は、その間に配置される異なる材料の介在層を有してもよい。1つ以上の実施形態において、層は、1つ以上

50

の連続的かつ中断されない層および／あるいは１つ以上の非連続的かつ中断された層（すなわち、互いに隣接して形成される異なる材料を有する層）を含んでもよい。層または副層は、分離析出または連続析出プロセスを含む、当該技術分野におけるいずれかの既知の方法によって形成されてもよい。１つ以上の実施形態において、層は、連続析出プロセスのみ、または代わりに、分離析出プロセスのみを使用して形成されてもよい。

【００２８】

本明細書で使用される場合、「配置」という用語は、コーティング、析出および／または当該技術分野において既知のいずれかの方法を使用する表面上への材料の形成を含む。配置された材料によって、本明細書に定義される層が構成されてもよい。「上に配置される」という句は、材料が表面と直接接触するように、表面上へ材料を形成することの実例を含み、かつ１つ以上の介在材料が、配置された材料と表面との間にあるように、材料が表面上で形成される実例も含む。介在材料は、本明細書に定義される層を構成してもよい。

10

【００２９】

１つ以上の実施形態において、Berkovichインデントでコーティングされた表面にインデントをつけ、コーティングされた表面の表面から少なくとも約１００nmのインデント深さを有するインデントを形成することによってコーティングされた表面上で測定した場合、物品１００は、約８GPa以上、約１０GPa以上、約１４GPa以上、約１８GPa以上の平均硬度を示す。いくつかの実施形態において、物品の平均硬度は、約５GPa～約３０GPa、約６GPa～約３０GPa、約７GPa～約３０GPa、約８GPa～約３０GPa、約９GPa～約３０GPa、約１０GPa～約３０GPa、約１２GPa～約３０GPa、約５GPa～約２８GPa、約５GPa～約２６GPa、約５GPa～約２４GPa、約５GPa～約２２GPa、約５GPa～約２０GPa、約１２GPa～約２５GPa、約１５GPa～約２５GPa、約１６GPa～約２４GPa、約１８GPa～約２２GPaの範囲、ならびにそれらの間の全範囲および部分範囲であってよい。

20

【００３０】

１つ以上の実施形態において、本明細書に記載される光学フィルム構造を有する物品は、耐摩耗性も示す。いくつかの実施形態において、耐摩耗性は、Crockmeter、テーパー磨耗試験機および他の同様の標準器具を使用するものなどの当該技術分野において既知の試験によって測定される。例えば、Crockmeterは、そのような摩擦を受ける表面のCrock耐性を決定するために使用される。Crockmeterは、重量を調整したアームの端部に取り付けられた摩擦端または「フィンガー」との直接接触を表面に受けさせる。Crockmeterによって供給される標準フィンガーは、直径１５ミリメートル（mm）の固体アクリルロッドである。標準クロッキング布のクリーンな部分を、このアクリルフィンガーに据え付ける。次いで、フィンガーを、９００gの圧力下で試料上に載置し、そして耐久性／クロック耐性の変化を観察するために、試料上でアームを機械的に前後に繰り返し移動させる。本明細書に記載される試験で使用されるCrockmeterは、１分あたりの６０回転の均一ストローク速度を提供する動力付きモデルである。Crockmeter試験は、「Standard Test Method for Determination of Abrasion and Smudge Resistance of Images Produced from Business Copy Products」と題されたASTM試験手順F1319-94に記載され、これは、参照によって全体が本明細書に組み込まれる。本明細書に記載されるコーティングされた物品のクロック耐性または耐久性は、ASTM試験手順F1319-94によって定義される特定の数のワイプの後、光学的（例えば、反射率、曇り、または透過率）測定によって決定される。「ワイプ」は、摩擦端またはフィンガーの２ストロークまたは１サイクルとして定義される。

30

40

【００３１】

１つ以上の実施形態によると、物品１００は光学領域において約８０％以上の平均透過

50

率を示す。1つ以上の実施形態において、物品100は約20%以下の全反射率（正反射率および拡散反射率を含む）を有する。本明細書で使用される場合、「透過率」という用語は、材料（例えば、物品、無機酸化物基板または光学フィルム構造またはそれらの一部分）を通して透過する、所与の波長範囲内での入射光強度のパーセントとして定義される。「反射率」という用語は、同様に、材料（例えば、ラミネート、無機酸化物基板または光学フィルム構造またはそれらの一部分）から反射する、所与の波長範囲内での入射光強度のパーセントとして定義される。透過率および反射率は、特定の線幅を使用して測定される。1つ以上の実施形態において、透過率および反射率の特徴決定のスペクトル分解は、5nm未満または0.02eVである。

【0032】

特定の実施形態の物品100は、光学領域において、約80%以上、約82%以上、約85%以上、約90%以上、約90.5%以上、約91%以上、約91.5%以上、約92%以上、約92.5%以上、約93%以上、約93.5%以上、約94%以上、約94.5%以上または約95%以上の平均透過率を示し得る。

【0033】

いくつかの例において、物品は、約20%以下、約15%以下、約10%以下、約9%以下、約8%以下、約7%以下または約6%以下の全反射率を有してもよい。いくつかの特定の実施形態において、物品は、約6.9%以下、約6.8%以下、約6.7%以下、約6.6%以下、約6.5%以下、約6.4%以下、約6.3%以下、約6.2%以下、約6.1%以下、約6.0%以下、約5.9%以下、約5.8%以下、約5.7%以下、約5.6%以下または約5.5%以下の全反射率を有する。1つ以上の実施形態によれば、物品100は、基板110の全反射率以下の全反射率を有する。

【0034】

1つ以上の実施形態において、物品100は、光学波長域において、比較的平坦な透過率スペクトル、反射率スペクトルまたは透過率スペクトルおよび反射率スペクトルを示す。いくつかの実施形態において、比較的平坦な透過率および/または反射率スペクトルには、全光学波長域または光学波長域の波長範囲セグメントに沿って、約5パーセントポイント以下の平均振動振幅が含まれる。波長範囲セグメントは、約50nm、約100nm、約200nmまたは約300nmであってよい。いくつかの実施形態において、平均振動振幅は、約4.5パーセントポイント以下、約4パーセントポイント以下、約3.5パーセントポイント以下、約3パーセントポイント以下、約2.5パーセントポイント以下、約2パーセントポイント以下、約1.75パーセントポイント以下、約1.5パーセントポイント以下、約1.25パーセントポイント以下、約1.075パーセントポイント以下、約0.5パーセントポイント以下、約0.25パーセントポイント以下、または約0パーセントポイント、およびそれらの間の全範囲または部分範囲であってよい。1つ以上の特定の実施形態において、物品は、光学波長域において約100nmまたは200nmの選択された波長範囲セグメントにおいて透過率を示し、スペクトルからの振動は、約80%、約82%、約84%、約86%、約87%、約88%、約89%、約90%、約91%、約92%、約93%、約95%、あるいはそれらの間の約および全範囲または部分範囲の最大ピークを有する。

【0035】

いくつかの実施形態において、比較的平坦な平均透過率および/または平均反射率は、光学波長域の特定の波長範囲セグメントに沿って、平均透過率または平均反射率のパーセントとして表される最大振動振幅を含む。また平均透過率または平均反射率は、光学波長域の同一の特定の波長範囲セグメントに沿って測定される。波長範囲セグメントは、約50nm、約100nmまたは約200nmであってよい。1つ以上の実施形態において、物品100は、約10%以下、約5%以下、約4.5%以下、約4%以下、約3.5%以下、約3%以下、約2.5%以下、約2%以下、約1.75%以下、約1.5%以下、約1.25%以下、約1%以下、約0.75%以下、約0.5%以下、約0.25%以下、または約0.1%以下、ならびにそれらの間の全範囲および部分範囲の平均パーセントベ

10

20

30

40

50

ースの振動振幅の平均透過率および/または平均反射率を示す。そのようなパーセントベースの平均振動振幅は、光学波長域において、約50nm、約100nm、約200nmまたは約300nmの波長範囲セグメントに沿って、物品によって示されてもよい。例えば、物品は、光学波長域内において約100nmの波長範囲セグメントである約500nm~約600nmの波長範囲に沿って約85%の平均透過率を示してもよい。物品は、同一波長範囲(500nm~約600nm)に沿って、約3%のパーセントベースの振動振幅を示してもよく、このことは、500nm~600nmの波長範囲に沿って、振動振幅は2.55パーセントポイントであることを意味する。

【0036】

基板

基板110は、非晶質基板、結晶質基板またはそれらの組合せを含んでもよい。基板110は、人工材料および/または天然に存在する材料から形成されてもよい。いくつかの特定の実施形態において、基板110は、プラスチックおよび/または金属基板を特に排除してもよい。1つ以上の実施形態において、基板は、約1.45~約1.55の範囲の屈折率を示す。特定の実施形態において、基板110は、少なくとも5、少なくとも10、少なくとも15または少なくとも20の試料を使用して、ボールオンリング試験を使用して測定した場合、1つ以上の対向する主要面上の表面において、0.5%以上、0.6%以上、0.7%以上、0.8%以上、0.9%以上、1%以上、1.1%以上、1.2%以上、1.3%以上、1.4%以上1.5%以上または2%以上の破損に対する平均歪みを示してもよい。特定の実施形態において、基板110は、1つ以上の対向する主要面上のその表面において、約1.2%、約1.4%、約1.6%、約1.8%、約2.2%、約2.4%、約2.6%、約2.8%または約3%以上の破損に対する平均歪みを示してもよい。

【0037】

適切な基板110は、約30GPa~約120GPaの範囲の弾性率(またはヤング率)を示してもよい。いくつかの場合、基板の弾性率は、約30GPa~約110GPa、約30GPa~約100GPa、約30GPa~約90GPa、約30GPa~約80GPa、約30GPa~約70GPa、約40GPa~約120GPa、約50GPa~約120GPa、約60GPa~約120GPa、約70GPa~約120GPaの範囲、ならびにそれらの間の全範囲および部分範囲であってよい。

【0038】

1つ以上の実施形態において、非晶質基板は、強化されていてもよく、または強化されていなくてもよいガラスを含んでもよい。適切なガラスの例には、ソーダ石灰ガラス、アルカリアルミノシリケートガラス、アルカリ含有ホウケイ酸ガラスおよびアルカリアルミノボロシリケートガラスが含まれる。いくつかの変形形態において、ガラスは酸化リチウムを含まなくてもよい。1つ以上の他の実施形態において、基板110は、ガラスセラミック基板(強化されてもよく、または強化されていなくてもよい)などの結晶質基板を含んでもよく、あるいはサファイヤなどの単結晶質構造を含んでもよい。1つ以上の特定の実施形態において、基板110は、非晶質ベース(例えばガラス)および結晶質クラディング(例えば、サファイヤ層、多結晶質アルミナ層および/または尖晶石($MgAl_2O_4$)層)を含む。

【0039】

基板110は、実質的に平面であっても、シート様であってもよいが、他の実施形態は、曲線状であるか、その他の形状であるか、または調整された基板を利用してもよい。基板110は、実質的に光学的に透明であっても、または透明であってもよく、光散乱がなくてもよい。そのような実施形態において、基板は、光学波長域において、約85%以上、約86%以上、約87%以上、約88%以上、約89%以上、約90%以上、約91%以上または約92%以上の平均透過率を示してもよい。1つ以上の他の実施形態において、基板110は不透明であってもよく、あるいは光学波長域において、約10%未満、約9%未満、約8%未満、約7%未満、約6%未満、約5%未満、約4%未満、約3%未満

、約 2 % 未満、約 1 % 未満または約 0 % 未満の平均透過率を示してもよい。基板 1 1 0 は、白、黒、赤、青、緑、黄、オレンジなどの色を任意に示してもよい。

【 0 0 4 0 】

追加的に、または代わりに、基板 1 1 0 の物理的厚さは、美的理由および / または機能的理由のために、寸法の 1 つ以上に沿って変化してもよい。例えば、基板 1 1 0 の端縁は、基板 1 1 0 の中心領域と比較して、より厚くてもよい。基板 1 1 0 の長さ、幅および物理的厚さ寸法も、物品 1 0 0 の用途または使用によって変更されてもよい。

【 0 0 4 1 】

基板 1 1 0 は、様々な異なるプロセスを使用して提供されてもよい。例えば、基板 1 1 0 がガラスなどの非晶質基板を含む場合、様々な形成方法としては、フロートガラスプロセスおよびダウンドロープロセス、例えばフュージョンドローおよびスロットドローを含むことができる。

【 0 0 4 2 】

一旦形成されたら、基板 1 1 0 は、強化された基板を形成するために強化されてもよい。本明細書で使用される場合、「強化された基板」という用語は、例えば、基板の表面において、より小さなイオンに対して、より大きいイオンのイオン交換によって、化学的に強化された基板を示し得る。しかしながら、熱テンパリングなど、または圧縮応力および中心張力領域を作成するために基板部分間で熱膨張係数のミスマッチを利用する、当該技術分野において既知の他の強化方法が、強化されたガラス基板を形成するために利用されてもよい。

【 0 0 4 3 】

基板がイオン交換プロセスによって化学的に強化される場合、基板の表面境界層のイオンは、同一原子価または酸化状態を有するより大きいイオンによって置き換えられるか、あるいはそれと交換される。イオン交換プロセスは、典型的に、基板のより小さいイオンと交換される、より大きいイオンを含有する溶融塩浴に基板を浸漬することによって実行される。限定されないが、浴組成および温度、浸漬時間、塩浴（または浴）中の基板の浸漬回数、複数の塩浴の使用、アニール化、洗浄などの追加的なステップを含むイオン交換プロセスのパラメータは、一般に、基板の組成および所望の圧縮応力（CS）、強化作業から生じる基板の圧縮応力層深さ（または層深さ）によって決定されることは、当業者に明らかであろう。一例として、アルカリ金属含有ガラス基板のイオン交換は、限定されないが、より大きいアルカリ金属イオンの硝酸塩、硫酸塩および塩化物などの塩を含有する少なくとも 1 つの溶融浴中の浸漬によって達成されてもよい。溶融塩浴の温度は典型的に、約 3 8 0 ~ 約 4 5 0 の範囲にあるが、浸漬時間は約 1 5 分 ~ 約 4 0 時間の範囲である。しかしながら、上記と異なる温度および浸漬時間が使用されてもよい。

【 0 0 4 4 】

加えて、浸漬の間に洗浄および / またはアニール化ステップのある、ガラス基板が複数のイオン交換浴に浸漬されるイオン交換プロセスの非限定的な例は、ガラス基板が、異なる濃度の塩浴中での複数の連続したイオン交換処理における浸漬によって強化される、2 0 0 8 年 7 月 1 1 日出願の米国仮特許出願第 6 1 / 0 7 9 , 9 9 5 号の優先権を主張する、Douglas C. Allanらによる「Glass with Compressive Surface for Consumer Applications」という名称の 2 0 0 9 年 7 月 1 0 日出願の米国特許出願第 1 2 / 5 0 0 , 6 5 0 号明細書；ガラス基板が、流出物イオンで希釈される第 1 の浴におけるイオン交換によって強化され、続いて、第 1 の浴よりわずかな流出物イオンの濃度を有する第 2 の浴での浸漬が行われる、2 0 0 8 年 7 月 2 9 日出願の米国仮特許出願第 6 1 / 0 8 4 , 3 9 8 号の優先権を主張する、Christopher M. Leeらによる「Dual Stage Ion Exchange for Chemical Strengthening of Glass」という名称の 2 0 1 2 年 1 1 月 2 0 日公布の米国特許第 8 , 3 1 2 , 7 3 9 号明細書に記載される。米国特許出願第 1 2 / 5 0 0 , 6 5 0 号明細書および米国特許第 8 , 3 1 2 , 7 3 9 号明細書の内容は、それらの全体が参照によって本明細書に組み込まれ

る。

【0045】

イオン交換によって達成された化学的強化度は、中心張力（CT）、表面CSおよび層深さ（DOL）のパラメータをベースとして定量化されてもよい。表面CSは、表面付近または様々な深さの強化されたガラスの範囲内で測定されてもよい。最大CS値は、強化された基板の表面で測定されたCS（CS_s）を含んでもよい。ガラス基板内の圧縮応力層に隣接する内部領域に関して計算されるCTは、CS、物理的厚さtおよびDOLから算出することができる。CSおよびDOLは、当該技術分野において既知の手段を使用して測定される。そのような手段には、限定されないが、株式会社ルケオ（日本、東京）によって製造されるFSM-6000などの商業的に入手可能な器具を使用する表面応力（FSM）の測定などが含まれ、そしてCSおよびDOLの測定方法は、「Standard Specification for Chemically Strengthened Flat Glass」およびASTM 1279、1977「Standard Test Method for Non-Destructive Photoelastic Measurement of Edge and Surface Stresses in Annealed, Heat-Strengthened, and Fully-Tempered Flat Glass」と題されたASTM 1422C-99に記載され、これらの内容は参照によって全体が本明細書に組み込まれる。表面応力測定は、ガラス基板の複屈折に関連する、応力光学係数（SOC）の正確な測定に依拠する。SOCは、次に、ファイバーおよび4点ベンド法などの当該技術分野において既知である方法（これらは両方とも「Standard Test Method for Measurement of Glass Stress-Optical Coefficient」と題されたASTM standard C770-98（2008）に記載されており、この内容は、参照によって全体が本明細書に組み込まれる）ならびにバルクシリンダー法によって測定される。

CSおよびCTの関係は、式（1）：

$$CT = (CS \cdot DOL) / (t - 2DOL) \quad (1)$$

（式中、tはガラス物品の物理的厚さ（μm）である）によって与えられる。本開示の様々な項において、CTおよびCSはメガパスカル（MPa）で表され、物理的厚さtは、マイクロメートル（μm）またはミリメートル（mm）のいずれかで表され、そしてDOLはマイクロメートル（μm）で表される。

【0046】

一実施形態において、強化された基板110は、250MPa以上、300MPa以上、例えば、400MPa以上、450MPa以上、500MPa以上、550MPa以上、600MPa以上、650MPa以上、700MPa以上、750MPa以上または800MPa以上の表面CSを有することができる。強化された基板は、10μm以上、15μm以上、20μm以上（例えば、25μm、30μm、35μm、40μm、45μm、50μm以上）のDOLおよび/または10MPa以上、20MPa以上、30MPa以上、40MPa以上（例えば、42MPa、45MPa、または50MPa以上）であるが、100MPa未満（例えば、95、90、85、80、75、70、65、60、55MPa以下）のCTを有してもよい。1つ以上の特定の実施形態において、強化された基板は、1つ以上の以下：500MPaより大きい表面CS、15μmより大きいDOL、および18MPaより大きいCTを有する。

【0047】

基板で使用されてもよいガラスの例には、アルカリアルミノシリケートガラス組成物またはアルカリアルミノボロシリケートガラス組成物が含まれてよいが、他のガラス組成物が考察される。そのようなガラス組成物は、イオン交換プロセスによって化学的に強化されることが可能である。一例において、ガラス組成物は、SiO₂、B₂O₃およびNa₂Oを含んでなり、（SiO₂ + B₂O₃）66モル%およびNa₂O9モル%である。一実施形態において、ガラス組成物は、少なくとも6重量%の酸化アルミニウムを含

む。さらなる実施形態において、基板は、アルカリ土属酸化物の含有量が少なくとも5重量%であるように、1つ以上のアルカリ土属酸化物を有するガラス組成物を含む。適切なガラス組成物は、いくつかの実施形態において、少なくとも K_2O 、 MgO および CaO の1つをさらに含んでなる。特定の実施形態において、基板で使用されるガラス組成物は、61~75モル%の SiO_2 、7~15モル%の Al_2O_3 、0~12モル%の B_2O_3 、9~21モル%の Na_2O 、0~4モル%の K_2O 、0~7モル%の MgO および0~3モル%の CaO を含んでなることができる。

【0048】

さらなる例において、基板のために適切なガラス組成物は、60~70モル%の SiO_2 、6~14モル%の Al_2O_3 、0~15モル%の B_2O_3 、0~15モル%の Li_2O 、0~20モル%の Na_2O 、0~10モル%の K_2O 、0~8モル%の MgO 、0~10モル%の CaO 、0~5モル%の ZrO_2 、0~1モル%の SnO_2 、0~1モル%の CeO_2 、50ppm未満の As_2O_3 および50ppm未満の Sb_2O_3 を含んでなり、12モル% ($Li_2O + Na_2O + K_2O$) 20モル%および0モル% ($MgO + CaO$) 10モル%である。

【0049】

なおさらなる例において、基板のために適切なガラス組成物は、63.5~66.5モル%の SiO_2 、8~12モル%の Al_2O_3 、0~3モル%の B_2O_3 、0~5モル%の Li_2O 、8~18モル%の Na_2O 、0~5モル%の K_2O 、1~7モル%の MgO 、0~2.5モル%の CaO 、0~3モル%の ZrO_2 、0.05~0.25モル%の SnO_2 、0.05~0.5モル%の CeO_2 、50ppm未満の As_2O_3 および50ppm未満の Sb_2O_3 を含んでなり、14モル% ($Li_2O + Na_2O + K_2O$) 18モル%および2モル% ($MgO + CaO$) 7モル%である。

【0050】

特定の実施形態において、無機酸化物基板のために適切なアルカリアルミノシリケートガラス組成物は、アルミナ、少なくとも1つのアルカリ金属、ならびにいくつかの実施形態において、50モル%より多い SiO_2 、他の実施形態において、少なくとも58モル%の SiO_2 、およびさらに他の実施形態において、少なくとも60モル%の SiO_2 を含んでなり、その比率は、

$$\frac{Al_2O_3 + B_2O_3}{\sum \text{変性剤}} > 1$$

【0051】

である。この比率において、成分はモル%で表され、そして変性剤はアルカリ金属酸化物である。このガラス組成物は、特定の実施形態において、58~72モル%の SiO_2 、9~17モル%の Al_2O_3 、2~12モル%の B_2O_3 、8~16モル%の Na_2O および0~4モル%の K_2O を含んでなり、その比率は、

$$\frac{Al_2O_3 + B_2O_3}{\sum \text{変性剤}} > 1$$

【0052】

である。

【0053】

なおさらに別の実施形態において、基板は、64~68モル%の SiO_2 、12~16モル%の Na_2O 、8~12モル%の Al_2O_3 、0~3モル%の B_2O_3 、2~5モル%の K_2O 、4~6モル%の MgO および0~5モル%の CaO を含んでなり、66モル% $SiO_2 + B_2O_3 + CaO$ 69モル%、 $Na_2O + K_2O + B_2O_3 + MgO + CaO + SrO > 10$ モル%、5モル% $MgO + CaO + SrO$ 8モル%、($Na_2O + B_2O_3$) - Al_2O_3 2モル%、2モル% $Na_2O - Al_2O_3$ 6モル%、および4モル% ($Na_2O + K_2O$) - Al_2O_3 10モル%であるアルカリアルミ

10

20

30

40

50

ノシリケートガラス組成物を含んでもよい。

【0054】

他の実施形態において、基板は、2モル%以上の Al_2O_3 および/または ZrO_2 、あるいは4モル%以上の Al_2O_3 および/または ZrO_2 を含んでなるアルカリアルミノシリケートガラス組成物を含んでなってもよい。

【0055】

基板110が結晶質基板を含む場合、基板は、 Al_2O_3 を含んでもよい単結晶を含んでもよい。そのような単結晶質基板は、サファイヤと呼ばれる。結晶質基板のための他の適切な材料には、多結晶質アルミナ層および/または尖晶石($MgAl_2O_4$)が含まれる。

10

【0056】

任意に、結晶質基板110は、強化されていても、または強化されていなくてもよいガラスセラミック基板を含んでもよい。適切なガラスセラミックの例としては、 $Li_2O-Al_2O_3-SiO_2$ 系(すなわち、LAS系)ガラスセラミック、 $MgO-Al_2O_3-SiO_2$ 系(すなわち、MAS系)ガラスセラミック、および/または-石英固溶体、-リシア輝石ss、堇青石およびリチウムジシリケートを含む支配的結晶相を含むガラスセラミックが含まれてよい。ガラスセラミック基板は、本明細書に開示される化学的強化プロセスを使用して強化されてもよい。1つ以上の実施形態において、MAS系ガラスセラミック基板は、 Li_2SO_4 溶融塩で強化されてもよく、それによって、 Mg^{2+} に対して $2Li^+$ の交換を生じることができる。

20

【0057】

1つ以上の実施形態による基板110は、約 $100\mu m$ ~約 $5mm$ の範囲の物理的厚さを有することができる。基板110の物理的厚さの例は、約 $100\mu m$ ~約 $500\mu m$ の範囲(例えば、 100 、 200 、 300 、 400 または $500\mu m$)である。基板110の物理的厚さのさらなる例は、約 $500\mu m$ ~約 $1000\mu m$ の範囲(例えば、 500 、 600 、 700 、 800 、 900 または $1000\mu m$)である。基板110は、約 $1mm$ より大きい(例えば、約 2 、 3 、 4 または $5mm$)物理的厚さを有してもよい。1つ以上の特定の実施形態において、基板110は、 $2mm$ 以下または $1mm$ 未満の物理的厚さを有してもよい。基板110は、酸性研磨されるか、またはその他の場合で表面欠陥の影響を除去するか、もしくは低下させるために処理されてもよい。

30

【0058】

光学フィルム

図5~6に示すように、光学フィルム120は、複数の層130、140、150を含んでもよい。追加的な層が光学フィルム120に含まれてもよい。そのうえ、いくつかの実施形態において、1つ以上のフィルムまたは層が、基板110の、光学フィルム120とは反対の側面上に(すなわち、主要表面114に)配置されてもよい。

【0059】

光学フィルム120の物理的厚さは、約 $0.5\mu m$ ~約 $3\mu m$ の範囲であってよい。いくつかの場合、光学フィルム120の物理的厚さは、約 $0.5\mu m$ ~約 $2.9\mu m$ 、約 $0.5\mu m$ ~約 $2.8\mu m$ 、約 $0.5\mu m$ ~約 $2.7\mu m$ 、約 $0.5\mu m$ ~約 $2.6\mu m$ 、約 $0.5\mu m$ ~約 $2.5\mu m$ 、約 $0.5\mu m$ ~約 $2.4\mu m$ 、約 $0.5\mu m$ ~約 $2.3\mu m$ 、約 $0.5\mu m$ ~約 $2.2\mu m$ 、約 $0.5\mu m$ ~約 $2.1\mu m$ 、約 $0.5\mu m$ ~約 $2\mu m$ 、約 $0.75\mu m$ ~約 $3\mu m$ 、約 $1\mu m$ ~約 $3\mu m$ 、約 $1.1\mu m$ ~約 $3\mu m$ 、約 $1.2\mu m$ ~約 $3\mu m$ 、約 $1.3\mu m$ ~約 $3\mu m$ 、約 $1.4\mu m$ ~約 $3\mu m$ 、または約 $1.5\mu m$ ~約 $3\mu m$ の範囲、ならびにそれらの間の全範囲および部分範囲であってよい。

40

【0060】

Berkovichインデントでコーティングされた表面にインデントをつけ、(コーティングされた表面101から測定された)少なくとも約 $100nm$ のインデント深さを有するインデントを形成することによってコーティングされた表面上で測定した場合、光学フィルム120は、約 $5GPa$ 以上の平均硬度を示し得る。例えば、光学フィルム

50

120は、約6GPa～約30GPa、約7GPa～約30GPa、約8GPa～約30GPa、約9GPa～約30GPa、約10GPa～約30GPa、約12GPa～約30GPa、約5GPa～約28GPa、約5GPa～約26GPa、約5GPa～約24GPa、約5GPa～約22GPa、約5GPa～約20GPa、約12GPa～約25GPa、約15GPa～約25GPa、約16GPa～約24GPa、約18GPa～約22GPaの範囲、ならびにそれらの間の全範囲および部分範囲の平均硬度を示し得る。

【0061】

1つ以上の実施形態において、光学フィルムは、基板110の主要表面112に配置された光学変性層130、光学変性層130上に配置された耐擦傷性層140、および耐擦傷性層140上に配置される任意のキャッピング層150を含む。示される実施形態において、光学変性層130は、基板110と耐擦傷性層140との間で配置され、したがって、基板110と耐擦傷性層140との間の界面を変性する。

10

【0062】

本明細書に記載される通り、光学フィルム120は、光学変性層130の一部または全部を形成してもよい屈折率勾配を含む。屈折率勾配は、異なる発光物の下で、直入射から様々な入射視野角で物品が見られる時に、反射率および吸収を最小化し、透過率を最大化して、色シフトを低下させることによって、基板110と耐擦傷性層140との間の界面を変性する。本明細書に記載される屈折率の実施形態は、干渉ベースおよび非干渉ベース構造を使用するそのような変性を提供する。

【0063】

屈折率勾配は、光学フィルム120の一部分または全部に沿って延在してもよい。1つ以上の実施形態において、光学フィルム120は、基板110と光学フィルム120との間の界面の第1の表面122および第2の表面124を含む。第1の表面122またはそれに隣接した光学フィルム120の屈折率は、第2の表面またはそれに隣接した光学フィルム120の屈折率より少なくてもよい。図5～6に示される実施形態において、第1の表面122が、光学変性層130の一端を形成し、そして第2の表面124が、光学変性層の反対側を形成する。そのような実施形態において、光学変性層は、屈折率勾配の全てを含む。1つ以上の実施形態において、屈折率勾配は、第1の表面122から第2の表面124まで延在して、これは図7に示すように、耐擦傷性層140に沿った部分に位置してもよい。1つ以上の実施形態において、屈折率は、第1の表面122と第2の表面124との間の光学フィルム120の厚さに沿って、第1の表面122から第2の表面124まで増加する。

20

30

【0064】

屈折率勾配は、基板110の屈折率から耐擦傷性層140の屈折率までの範囲にあってもよい。1つ以上の特定の実施形態において、屈折率勾配の屈折率は、約1.3～約2.5の範囲にあってもよい。例えば、屈折率勾配の屈折率は、約1.3～約2.4、約1.3～約2.3、約1.3～約2.2、約1.3～約2.1、約1.3～約2.0、約1.3～約1.9、約1.3～約1.8、約1.3～約1.7、約1.4～約2.5、約1.5～約2.5、約1.6～約2.5、約1.7～約2.5、約1.8～約2.5、約1.9～約2.5の範囲、ならびにそれらの全範囲および部分範囲であってもよい。1つ以上の実施形態において、第1の表面122またはそれに隣接する屈折率は、約1.3～約1.7、約1.35～約1.7、約1.4～約1.7、約1.45～約1.7、約1.3～約1.65、約1.3～約1.6、約1.3～約1.55の範囲、ならびにそれらの全範囲および部分範囲であってもよい。第2の表面124またはそれに隣接する屈折率は、約1.5～約2.5、約1.6～約2.5、約1.7～約2.5、約1.8～約2.5、約1.9～約2.5、約1.5～約2.4、約1.5～約2.3、約1.5～約2.2、約1.5～約2.1、約1.5～約2.0の範囲、ならびにそれらの全範囲および部分範囲であってもよい。

40

【0065】

1つ以上の実施形態において、屈折率勾配の屈折率の増加は、単調または連続的増加で

50

ある。同一または他の実施形態において、屈折率勾配は、第1の表面122から第2の表面124までの距離とともに屈折率が上昇する、プラスの勾配を含んでなってもよい。他の実施形態において、屈折率勾配は、マイナスの勾配の領域に加えて、プラスの勾配（基板から距離が増加するとともに屈折率が上昇する）の領域を含んでなってもよい。

【0066】

いくつかの実施形態において、第1の表面122から第2の表面124への屈折率の増加は、約0.01/ μm ～約1/ μm 、約0.01/ μm ～約0.9/ μm 、約0.01/ μm ～約0.8/ μm 、約0.01/ μm ～約0.7/ μm 、約0.01/ μm ～約0.6/ μm 、約0.1/ μm ～約1/ μm 、約0.2/ μm ～約1/ μm 、約0.3/ μm ～約1/ μm 、約0.4/ μm ～約1/ μm 、約0.5/ μm ～約1/ μm の範囲、ならびにそれらの間の全範囲および部分範囲の平均レートを生じる。1つ以上の実施形態において、屈折率勾配は、減少または低下した時に、反射率および/または透過率スペクトルのなおより小さな振動を示す物品を生じる屈折率勾配を有してもよい。1つ以上の実施形態において、1/ μm 以下、約0.75/ μm 以下、0.5/ μm 以下または0.25/ μm 以下の厚さの関数としての屈折率勾配の勾配は、全光学波長域または光学波長域の選択された波長範囲セグメントにおいて約2パーセントポイントの平均振動振幅を有する物品を生じる。

10

【0067】

図8に示される実施形態において、屈折率勾配は、複数の分離した副層によって形成されてもよい。1つ以上の実施形態において、複数の副層は、2以上の副層、10以上の副層、20以上の副層、30以上の副層、40以上の副層、50以上の副層、60以上の副層、70以上の副層、80以上の副層、90以上の副層、100以上の副層、110以上の副層、120以上の副層、130以上の副層、140以上の副層、150以上の副層、ならびにそれらの間の全範囲および部分範囲を含んでもよい。光学フィルム120に関して本明細書に列挙される厚さ、機械的および光学的特性にかかわらず、副層の数は特に限定されない。副層は、互いに同じ厚さ、または異なる厚さを有してもよい。1つ以上の実施形態において、各副層は特定の屈折率を有し、そして他の副層と組み合わせられた時に、屈折率勾配の一部を形成する。

20

【0068】

1つ以上の実施形態において、屈折率勾配は、組成勾配によって形成されてもよい。そのような実施形態において、第1の表面122またはそれに隣接する組成は、本明細書に記載される屈折率を提供するように調整されてもよく、そして第2の表面124またはそれに隣接する材料より低い屈折率を示す材料を含んでもよい。第2の表面124またはそれに隣接する組成は、本明細書に記載される屈折率を提供するように調整されてもよく、そして第1の表面122またはそれに隣接する材料より高い屈折率を示す材料を含んでもよい。例えば、低い屈折率が望ましい場合、窒化物の代わりに酸化物が利用されてもよい。高い屈折率が望ましい場合、窒化物が利用されてもよい。図8に示される実施例において、各副層は特定の組成を有し、これは他の副層と組み合わせられた時に、組成勾配、したがって、屈折率勾配を形成する。

30

【0069】

1つ以上の特定の実施形態において、組成勾配は、Si、Al、N、O、Cおよび/またはそれらの組合せなどの材料から形成されてもよい。1つ以上の特定の実施形態において、組成勾配は、Si、Al、Nおよび/またはOから形成される。一例において、屈折率勾配は、ケイ素含有量が、第1の表面122から第2の表面124まで屈折率勾配の厚さに沿って減少する、ケイ素含有量勾配を含んでもよい。別の例において、屈折率勾配は、アルミニウム含有量が、第1の表面122から第2の表面124まで屈折率勾配の厚さに沿って増加する、アルミニウム含有量勾配を含んでもよい。別の例において、屈折率勾配は、酸素含有量が、第1の表面122から第2の表面124まで屈折率勾配の厚さに沿って減少するか、または一定のままである、酸素含有量勾配を含んでもよい。さらに別の例において、屈折率勾配は、窒素含有量が、第1の表面122から第2の表面124まで

40

50

屈折率勾配の厚さに沿って増加するか、または一定のままである、窒素含有量勾配を含んでもよい。いくつかの実施例において、屈折率勾配は、ケイ素含有量勾配、アルミニウム含有量勾配、酸素含有量勾配および窒素含有量勾配の少なくとも2つ、少なくとも3つまたは全4つを含む。

【0070】

1つ以上の実施形態において、屈折率勾配は、多孔性勾配によって形成されてもよい。そのような実施形態において、第1の表面122またはそれに隣接する多孔性は、本明細書に記載される屈折率を提供するように調整されてもよく、そして第2の表面124またはそれに隣接する多孔性より高い多孔性を含んでもよい。第2の表面124またはそれに隣接する多孔性は、本明細書に記載される屈折率を提供するように調整されてもよく、そして第1の表面122またはそれに隣接する多孔性より低い多孔性を含んでもよい。

10

【0071】

1つ以上の特定の実施形態において、多孔性勾配は、光学フィルム120の特定の位置において複数のナノ細孔を含むことによって形成されてもよい。複数のナノ細孔が形成されるか、または提供される材料は、特に限定されないが、Si、Al、N、O、Cおよびそれらの組合せなどの材料を含むことができる。多孔性勾配を作成するために適切な材料には、 TiO_2 、 Nb_2O_5 、 HfO_2 、 ZrO_2 、酸化インジウムスズ(ITO)、ZnO、MgOおよび他の既知の光学材料も含まれる。1つ以上の実施形態において、光学フィルム120（または特定の実施形態において、光学変性層130）は、約5%~約75%の範囲の平均多孔性を有する10nm以上、25nm以上、50nm以上または100nm以上の厚さを有する領域を含んでもよい。いくつかの実施形態において、この領域は、約5%~約70%、約5%~約65%、約5%~約60%、約5%~約55%、約5%~約50%、約5%~約45%、約5%~約40%、約10%~約75%、約15%~約75%、約20%~約75%、約25%~約75%、約30%~約75%、約35%~約75%、約40%~約75%、約20%~約40%、約20%~約35%の範囲、ならびにそれらの間の全範囲および部分範囲の多孔性を有してもよい。多孔性勾配は、約20%~約35%の平均多孔性を有してもよい。

20

【0072】

1つ以上の特定の実施形態において、物品は、基板、例えば、多孔性および非多孔性 Al_2O_3 を含む多孔性光学変性層、ならびに AlO_xN_y を含む耐擦傷性層を含んでもよい。多孔性 Al_2O_3 は、いくつかの実施形態において、 SiO_2 から形成される層または副層と考えられてもよい。多孔性層または副層の多孔性は、より高い多孔性を有する層または副層が、基板により近くに（すなわち、第1の表面122またはそれに隣接して）配置され、そして多孔性のない層または副層が、第2の表面124またはそれに隣接して配置されるようにグラデーションを有してもよい。他の実施形態において、屈折率勾配を提供するために、多孔性および組成勾配が組み合わせられてもよい。

30

【0073】

1つ以上の他の実施形態において、光学フィルム120は、その他の場合は本明細書に記載される屈折率勾配に加えて、またはその代わりに、密度勾配および/または弾性率勾配を含んでもよい。1つ以上の実施形態において、光学フィルム120は、（例えば、多孔性勾配、密度勾配および/または弾性率勾配によって）物品に強度保持特性を提供してもよい。そのような実施形態において、光学フィルムは、基板110または耐擦傷性層140の1つにおいて形成される亀裂の成長および基板110または耐擦傷性層140の他方への架橋を抑制してもよい。いくつかの実施形態において、光学フィルムは、別々の層または複数の別々の層と組み合わせられてもよく、その場合、別々の層は亀裂を軽減する層として作用する。これらの亀裂軽減層は、光学的性能を有しても、または有さなくてもよい。

40

【0074】

光学変性層130のために適切な典型的な材料には、 SiO_2 、 Al_2O_3 、 GeO_2 、 SiO 、 AlO_xN_y 、 AlN 、 Si_3N_4 、 SiO_xN_y 、 $\text{Si}_u\text{Al}_v\text{O}_x\text{N}_y$ 、

50

Ta₂O₅、Nb₂O₅、TiO₂、ZrO₂、TiN、MgO、MgF₂、BaF₂、CaF₂、SnO₂、HfO₂、Y₂O₃、MoO₃、DyF₃、YbF₃、YF₃、CeF₃、ポリマー、フルオロポリマー、プラズマ重合ポリマー、シロキサンポリマー、シルセスキオキサン、ポリイミド、フッ素化ポリイミド、ポリエーテルイミド、ポリエーテルスルホン、ポリフェニルスルホン、ポリカーボネート、ポリエチレンテレフタレート、ポリエチレンナフタレート、アクリルポリマー、ウレタンポリマー、ポリメチルメタクリレートおよび当該技術分野において既知の他の材料が含まれる。

【0075】

1つ以上の実施形態において、光学変性層130は、約800nm以下の物理的厚さを有する。光学変性層130は、約10nm～約800nm、約50nm～約800nm、約100nm～約800nm、約150nm～約800nm、約200nm～約800nm、約10nm～約750nm、約10nm～約700nm、約10nm～約650nm、約10nm～約600nm、約10nm～約550nm、約10nm～約500nm、約10nm～約450nm、約10nm～約400nm、約10nm～約350nm、約10nm～約300nmの範囲、ならびにそれらの間の全範囲および部分的範囲の物理的厚さを有してもよい。同様または別の実施形態において、光学変性層130の物理的厚さは、約0.5μm～約5μmの範囲であってもよい。いくつかの場合、光学変性層130の物理的厚さは、約0.5μm～約2.9μm、約0.5μm～約2.8μm、約0.5μm～約2.7μm、約0.5μm～約2.6μm、約0.5μm～約2.5μm、約0.5μm～約2.4μm、約0.5μm～約2.3μm、約0.5μm～約2.2μm、約0.5μm～約2.1μm、約0.5μm～約2μm、約0.75μm～約5μm、約1μm～約5μm、約1.1μm～約3μm、約1.2μm～約3μm、約1.3μm～約3μm、約1.4μm～約3μm、または約1.5μm～約3μmの範囲、ならびにそれらの間の全範囲および部分的範囲であってもよい。

【0076】

いくつかの実施形態において、光学変性層は、浸漬状態で測定される場合、光学波長域において、約2%以下、1.5%以下、0.75%以下、0.5%以下、0.25%以下、0.1%以下または0.05%以下の平均光反射率を示す。本明細書で使用される場合、「浸漬状態」という句は、光学変性層が関与するもの以外の界面において物品によって形成される反射を差し引くか、その他の場合で除去することによる、および/または空気との界面を除去することによる平均反射率の測定を含む。いくつかの場合、光学変性層は、約450nm～約650nm、約420nm～約680nm、約420nm～約740nm、約420nm～約850nm、または約420nm～約950nmなどの他の波長範囲において、そのような平均光反射率を示してもよい。いくつかの実施形態において、光学変性層は、光学波長域において、約90%以上、92%以上、94%以上、96%以上または98%以上の平均透過率を示す。

【0077】

いくつかの実施形態の光学フィルム120は、無機炭化物、窒化物、酸化物、ダイヤモンド様材料またはこれらの組合せを含み得る耐擦傷性層140を含む。耐擦傷性層140のための適切な材料の例には、金属酸化物、金属窒化物、金属酸窒化物、金属炭化物、金属酸炭化物および/またはそれらの組合せが含まれる。典型的な金属には、B、Al、Si、Ti、V、Cr、Y、Zr、Nb、Mo、Sn、Hf、TaおよびWが含まれる。耐擦傷性層140で利用されてもよい材料の特定の例としては、Al₂O₃、AlN、AlO_xN_y、Si₃N₄、SiO_xN_y、Si_uAl_vO_xN_y、ダイヤモンド、ダイヤモンド様炭素、Si_xC_y、Si_xO_yC_z、ZrO₂、TiO_xN_y およびそれらの組合せが含まれてもよい。

【0078】

特定の特性（例えば、硬度）を提供するために、耐擦傷性層140の組成は変性されてもよい。1つ以上の実施形態において、Berkovitchインデントでコーティングされた表面にインデントをつけ、（耐擦傷性層の主要表面から測定された）少なくとも

10

20

30

40

50

約 100 nm のインデント深さを有するインデントを形成することによって耐擦傷性層の主要表面上で測定した場合、耐擦傷性層 140 は、約 5 GPa ~ 約 30 GPa の平均硬度を示す。1 つ以上の実施形態において、耐擦傷性層 140 は、約 6 GPa ~ 約 30 GPa、約 7 GPa ~ 約 30 GPa、約 8 GPa ~ 約 30 GPa、約 9 GPa ~ 約 30 GPa、約 10 GPa ~ 約 30 GPa、約 12 GPa ~ 約 30 GPa、約 5 GPa ~ 約 28 GPa、約 5 GPa ~ 約 26 GPa、約 5 GPa ~ 約 24 GPa、約 5 GPa ~ 約 22 GPa、約 5 GPa ~ 約 20 GPa、約 12 GPa ~ 約 25 GPa、約 15 GPa ~ 約 25 GPa、約 16 GPa ~ 約 24 GPa、約 18 GPa ~ 約 22 GPa の範囲、ならびにそれらの間の全範囲および部分範囲の平均硬度を示す。

【0079】

耐擦傷性層 140 の物理的厚さは、約 0 μm ~ 約 3 μm 、または約 1.5 μm ~ 約 3 μm の範囲であってもよい。いくつかの実施形態において、耐擦傷性層 140 の物理的厚さは、約 1.5 μm ~ 約 3 μm 、約 1.5 μm ~ 約 2.8 μm 、約 1.5 μm ~ 約 2.6 μm 、約 1.5 μm ~ 約 2.4 μm 、約 1.5 μm ~ 約 2.2 μm 、約 1.5 μm ~ 約 2 μm 、約 1.6 μm ~ 約 3 μm 、約 1.7 μm ~ 約 3 μm 、約 1.8 μm ~ 約 3 μm 、約 1.9 μm ~ 約 3 μm 、約 2 μm ~ 約 3 μm 、約 2.1 μm ~ 約 3 μm 、約 2.2 μm ~ 約 3 μm 、約 2.3 μm ~ 約 3 μm の範囲、ならびにそれらの間の全範囲および部分範囲であってもよい。特定の実施形態において、耐擦傷性層 140 は、より薄くてもよく、約 1 μm 未満の厚さを有してもよい。いくつかの場合、光学変性層 130 は、単独で、または基板 110 と組み合わせて、耐擦傷性層の厚さが低下してもよいように、いくらかの硬度（したがって、耐擦傷性）を提供する。例えば、耐擦傷性層 140 の厚さは、約 1 nm ~ 約 900 nm、約 1 nm ~ 約 800 nm、約 1 nm ~ 約 700 nm、約 1 nm ~ 約 600 nm、約 1 nm ~ 約 500 nm、約 1 nm ~ 約 400 nm、約 1 nm ~ 約 300 nm、約 1 nm ~ 約 200 nm、約 1 nm ~ 約 100 nm、約 100 nm ~ 約 750 nm、約 100 nm ~ 約 500 nm、約 100 nm ~ 約 250 nm、約 250 nm ~ 約 750 nm の範囲、ならびにそれらの間の全範囲および部分範囲であってもよい。いくつかの場合、光学変性層 130 は、耐擦傷性層を含まなくてもよい。そのような実施形態において、光学変性層 130 は、単独で、または基板 110 と組み合わせて、物品が、本明細書に列挙される硬度範囲を示し、したがって、物品に擦傷耐性または耐摩耗性を与えるような硬度を提供する。

【0080】

1 つ以上の実施形態において、耐擦傷性層 140 は、約 1.7 以上の屈折率を有する。いくつかの場合、耐擦傷性層 140 の屈折率は、約 1.8 以上、1.9 以上、2 以上または 2.1 以上でもよい。耐擦傷性層は、基板 110 の屈折率より高い屈折率を有してもよい。特定の実施形態において、約 550 nm の波長で測定される場合、耐擦傷性層は、基板の屈折率より約 0.05 インデックスユニット高い値、 n または約 0.2 インデックスユニット高い屈折率を有する。

【0081】

1 つ以上の実施形態のキャッピング層 150 は、 SiO_2 、 Al_2O_3 、 GeO_2 、 SiO 、 AlO_xN_y 、 SiO_xN_y 、 $\text{Si}_u\text{Al}_v\text{O}_x\text{N}_y$ 、 MgO 、 MgF_2 、 BaF_2 、 CaF_2 、 DyF_3 、 YbF_3 、 YF_3 および CeF_3 などの低屈折率材料、ならびに他のそのような材料を含んでもよい。キャッピング層 150 の屈折率は、約 1.3 ~ 約 1.7、約 1.3 ~ 約 1.65、約 1.3 ~ 約 1.6、約 1.3 ~ 約 1.55、約 1.35 ~ 約 1.7、約 1.4 ~ 約 1.7、約 1.45 ~ 約 1.7、約 1.4 ~ 約 1.65 の範囲、ならびにそれらの間の全範囲および部分範囲であってもよい。

【0082】

キャッピング層の物理的厚さは、約 0 ~ 約 100 nm、約 0.1 nm ~ 約 50 nm、約 1 nm ~ 約 50 nm、約 5 nm ~ 約 50 nm、約 10 nm ~ 約 50 nm、約 0 nm ~ 約 40 nm、約 0 nm ~ 約 30 nm、約 0 nm ~ 約 20 nm、約 0 nm ~ 約 10 nm、約 0.1 nm ~ 約 15 nm、約 0.1 nm ~ 約 12 nm、約 0.1 nm ~ 約 10 nm、約 0.1 nm ~ 約

10

20

30

40

50

8 nm、約 8 nm ~ 約 12 nm、約 9 nm ~ 約 10 nm の範囲、ならびにそれらの間の全範囲および部分範囲であってよい。1 つ以上の実施形態において、物品は、キャッピング層を含んでもよいコーティングされた表面 101 において、約 1.7 以上の屈折率を有する。キャッピング層 150 は、フルオロシラン、アルキルシラン、シルセスキオキサンなどを含むシランをベースとする低摩擦材料を使用して、液体析出または蒸着方法によって形成されてもよい。1 つ以上の実施形態において、キャッピング層は、2 つ以上の材料または 2 つ以上の副層（例えば 4 つの副層または 6 つの副層）を含んでなってもよい。特に複数の副層が利用される場合、キャッピング層は反射防止機能を提供してもよい。副層は、異なる屈折率を含んでもよく、かつ高屈折率（H）および低屈折率（L）を有する層を含んでもよい。ここで、「高」および「低」は、互いに対して、および反射防止フィルムの既知の範囲内に関する。副層は、高屈折率の副層および低屈折率の副層が交互するように配置されてもよい。材料または副層は、例えば、 SiO_2 または SiO_xN_y を含むことができる。そのような実施形態において、1 つ以上の副層は、約 4 nm ~ 約 50 nm の範囲で、それぞれ、または組み合わせた厚さを有することができる。いくつかの実施形態において、キャッピング層 150 は、（例えば、 SiO_2 および / または SiO_xN_y 層の）キャッピング層の下に配置された、約 0.1 nm ~ 約 20 nm の範囲の厚さを有するシランをベースとする低摩擦副層を含んでもよい。

10

20

30

40

50

【0083】

光学フィルム 120 の層の物理的および / または光学的厚さは、所望の光学的および機械的特性（例えば、硬度）を達成するために調節することができる。例えば、耐擦傷性層 140 は、擦傷、摩耗またはダメージ事象（アスファルト、セメントまたは紙やすりなどの硬質表面上への物品の落下事象を含む）になおいくつかの耐性を提供しながらも、より薄く、例えば、約 100 nm ~ 約 500 nm の範囲で製造することができる。物理的キャッピング層および / または光学的厚さは、調節することもできる。より低い全反射率が所望の場合も、キャッピング層が含まれてもよい。キャッピング層は、さらに物品の色を調整するために含まれてもよい。例えば、本明細書に記載される光学フィルムは、 a^* または b^* 座標における入射照明角度の変化によって色シフトを最小化するが、わずかな勾配を反射率スペクトルに示してもよい。キャッピング層 150 は、光学フィルム 120 に含まれてもよく、そしてキャッピング層の物理的および / または光学的厚さは、光学波長域に渡って平坦な反射率スペクトル（またはより小さな振幅を有する振動を有する反射率スペクトル）を提供するために、わずかに調節されてもよい（例えば、約 10 nm から約 14 nm まで）。

【0084】

光学フィルム 120 は、真空蒸着技術、例えば、化学蒸着（例えば、プラズマ強化化学蒸着および気圧化学蒸着）、物理蒸着法（例えば、反応性もしくは非反応性スパッタリングまたはレーザー切除）、熱または e ビーム蒸発および / または原子層析出などの様々な析出法を使用して形成されてもよい。光学フィルム 120 の 1 つ以上の層は、特定の屈折率範囲または値を提供するために混合材料から形成されるナノ細孔および / または組成勾配を含んでもよい。

【0085】

光学フィルム 120 の層の物理的厚さは、最大の標的化された反復を達成するために、約 1 nm 未満または約 0.5 nm 未満変化してもよい（6 の標準偏差の範囲を表す）（例えば、反射された F2 照明に関して $+/-0.2$ より大きくない a^* および b^* 変動）。いくつかの実施形態において、いくつかの用途のために本発明の所望のターゲットをなお達成しながら、層の物理的厚さのより大きい変動に耐えることができる（例えば、反射された F2 照明に関して $+/-2.0$ より大きくない a^* および b^* 変動）。

【0086】

高角度光学性能は、いくつかの実施形態において、光学フィルム 120 および / または物品 100 に追加的な層を追加することによって改善されてもよい。場合によっては、これらの追加的な層は、反射率スペクトルが低い振幅振動を有する波長を延長することがで

きる（例えば、800nm、900nm、1000nmなどの近IR波長まで）。一般に物品の全反射率スペクトルはより高い光入射角度でより短い波長にシフトするため、これは、高い入射角度で、より低い振動およびより低い色に導く。場合によっては、この延長されたバンド性能は、干渉層デザインを調節することによって、例えば、わずかにより高い振動振幅が、低振動のより広い波長のバンドを達成することを可能にするによって、必ずしもより多くの層を追加することなく達成することができる。低振動のこの延長されたバンドまたは広波長バンド（干渉層に関する低反射率の延長されたバンドと関連する）は、指向性析出プロセスの間にシャドウイングを引き起こす析出不統一、基板湾曲、基板調整または基板形成、あるいは典型的に理想的なターゲット厚さと比較して、全層厚における実質的に均一な相対的なシフトを引き起こす他の形状因子に対して物品に耐性を与えるために有用であり得る。

10

【0087】

本開示の第2の態様は、本明細書に記載される物品を形成する方法に関する。1つ以上の実施形態において、この方法は、主要面を有する基板を提供するステップと、主要面において厚さを有する光学フィルムを配置するステップと、光学フィルムの厚さの少なくとも一部分に沿って屈折率勾配を作成するステップとを含む。1つ以上の実施形態において、この方法は、厚さに沿って光学フィルムの組成に変化をつけるステップによって屈折率勾配を作成するステップを含む。いくつかの実施形態において、光学フィルムの組成に変化をつけるステップは、光学フィルムの厚さに沿って酸素含有量、ケイ素含有量、窒素含有量および/またはアルミニウム含有量を増加または減少するステップを含むことができる。組成勾配は、光学フィルムが形成されるプロセス条件を変化させることによって形成されてもよい。1つ以上の実施形態において、組成勾配は、酸素の流れ、材料ターゲット（例えば、ケイ素および/またはアルミニウム）に供給される動力、ならびに析出時間の1つ以上を変化させることによって形成される。一例において、光学フィルムは、スパッタリングによって形成され、そして組成勾配は、チャンバーに流されるガスの量、および/またはチャンバー内に配置されるターゲットに供給される動力を変化させることによって作成される。

20

【0088】

1つ以上の他の実施形態において、屈折率勾配を作成するステップは、厚さに沿って光学フィルムの多孔性を変化させるステップを含む（例えば、約20%～約35%の範囲の平均多孔性）。1つ以上の実施形態において、この方法は、光学フィルム120（いくつかの場合、光学フィルムの全ての層）の主要金属成分としてアルミニウムを使用し、したがって、屈折率勾配を有する光学フィルムを提供するために必要とされるスパッタリングターゲット、蒸発ポートまたは化学的前駆体の数を低下させるステップを含む。そのような実施形態において、例えば、析出の間、圧力、ならびに酸素、窒素およびアルゴンの相対的なガス流を調節することによって、多孔性および非多孔性 Al_2O_3 光学変性層（または多孔性によって作成される屈折率勾配）および AlO_xN_y 耐擦傷性層を含む光学フィルムを提供するために、単一Al金属ターゲットを使用する反応性スパッタリングプロセスを使用することができる。

30

【0089】

1つ以上の実施形態において、この方法は、光学フィルムの光吸収を低下させるステップを含んでもよい。そのような実施形態において、光学フィルムの光吸収を低下させるステップは、光学フィルムが表面上に配置された時に、光学フィルムを高温および/または光に暴露するステップを含むことができる。適切な高温の例には、約75～約300の範囲の温度が含まれる。

40

【0090】

追加的に、1つ以上の実施形態の光学フィルム120および/または光学変性層130は、目視される着色を最小化するために熱処理されてもよい。一例において、この方法は、後処理がない場合でさえもわずかである黄変を低下させるために、析出の間、光学フィルム120および/または光学変性層130を加熱するステップを含む。そのような熱処

50

理の後、着色はほぼゼロまで低下する（すなわち、 a^* および b^* はゼロに近い）。いくつかの実施形態において、この方法は、着色を低下させるために、析出の後、空气中で光学フィルム 120 および / または光学変性層 130 を加熱するステップを含む。一例において、光学フィルム 120 および / または光学変性層 130 は、約 1 時間、約 200 の温度で加熱される。加えて、別の加熱温度を使用することができる（例えば、250、300、400 または 500）。特定の例において、基板が化学的に強化されたガラス基板である場合、そのような基板に存在する圧縮応力の緩和を回避するために、後処理加熱温度処理は約 350 未満に限定される。

【実施例】

【0091】

以下の実施例によって、様々な実施形態をさらに明らかにする。以下の実施例において、他に特記されない限り、光学フィルムは、AJA - Industries Sputter Deposition Tool を使用する反応性スパッタリングによって形成された。光学フィルムを形成するために使用されたターゲットには、ケイ素またはアルミニウムの直径 3 インチ (7.62 cm) のターゲットが含まれた。利用された反応性ガスには窒素およびアルゴンが含まれ、そしてアルゴンは、作用ガスまたは不活性ガスとして使用された。約 13.56 MHz で無線周波数 (RF) 電力がケイ素ターゲットに供給された。アルミニウムターゲットには DC 電力が供給された。屈折率勾配は、酸素ガス (sccm) の流れ、ケイ素ターゲットに供給される電力 (kW)、アルミニウムターゲットに供給される電力 (kW)、および析出時間 (秒) の 1 つ以上を変化させることによって、光学フィルムの組成を変化させることによって形成された。析出時間は特に、析出される層または副層の厚さを制御するために変更された。

【0092】

各実施例において、Filmetrics, Inc. によって供給される光学反射率および透過率測定ツールを使用して、透過率および反射率スペクトルなどの光学データを得た。実施例で製造される光学フィルムおよび物品の耐擦傷性を視覚的に評価するため、ガーネット紙やすり（例えば、100C グリットまたは 220C グリットを有するガーネット紙やすり）を使用して、手で物品または光学フィルムに傷をつけた。

【0093】

実施例 A

実施例 A 1 および比較例 A 2 は、約 900 MPa の圧縮応力および約 45 μm の DOL を有する化学的に強化されたアルミノボロシリケートガラス基板を提供することによって形成された。実施例 A 1 は、 $\text{Si}_x\text{Al}_y\text{O}_z\text{N}_w$ の組成勾配を含む屈折率勾配を有する光学変性層を含んだ。実施例 A 1 の光学フィルムの組成勾配は、120 の副層を使用して形成された。耐擦傷性層は、屈折率勾配副層上で形成された。光学フィルムは、表 1 で示されるプロセス製法を使用して形成された。表 1 で示される各「ステップ」は、層または副層に相当する。ステップ 0 - 120 の場合、120 の副層が形成された。ステップ 121 において、耐擦傷性層が形成された。比較例 A 2 は、偏光解析法で測定した場合、約 502 nm の厚さを有する、 $\text{Si}_x\text{Al}_y\text{O}_z\text{N}_w$ の実質的に均一な組成を有する単層を含んだ。比較例 A 2 は、チャンバーに酸素を流さず、そして約 3 mT (399.9 mPa) の圧力を有するチャンバーに、約 40 sccm ($67.6 \times 10^{-3} \text{ Pa} \cdot \text{m}^3 / \text{秒}$) の N_2 および 20 sccm ($33.8 \times 10^{-3} \text{ Pa} \cdot \text{m}^3 / \text{秒}$) の Ar を流すことによって、スパッタリングすることによって形成された。約 180 W の RF が Si ターゲットに供給され、そして約 480 W の DC が Al ターゲットに供給された。析出時間は約 720 秒であった。

【0094】

【表 1 - 1】

表 1: 実施例 A1 に関するプロセス製法

表 1: 実施例 A1				
一定 ガス流:	N ₂ 流(sccm)	Ar 流 (sccm)		
	40	20		
ステップ	O ₂ 流 (sccm)	電力 Si (W)	電力 Al (W)	期間 (秒)
0	2	400	0	240
1	2	400	50	240
2	2	400	70	240
3	2	400	90	240
4	2	400	110	240
5	2	400	130	240
6	2	400	150	240
7	2	400	170	240
8	2	400	190	240
9	2	400	210	240
10	2	400	230	240
11	2	400	250	240
12	2	400	270	240
13	2	400	290	240
14	2	400	310	240
15	2	380	320	240
16	2	360	330	240
17	2	340	340	240
18	2	320	350	240
19	2	300	360	240
20	2	280	370	240
21	2	260	380	240
22	2	240	390	240
23	2	220	400	240
24	2	200	410	240
25	2	180	420	240
26	2	160	430	240

【 0 0 9 5 】

【表 1 - 2】

表 1 (続き): 実施例 A1				
27	2	140	440	240
28	2	120	450	240
29	2	100	460	240
30	2	80	470	240
31	2	60	480	240
32	2	40	480	240
33	2	0	480	240
34	1.98	0	480	240
35	1.96	0	480	240
36	1.94	0	480	240
37	1.92	0	480	240
38	1.9	0	480	240
39	1.88	0	480	240
40	1.86	0	480	240
41	1.84	0	480	240
42	1.82	0	480	240
43	1.8	0	480	240
44	1.78	0	480	240
45	1.76	0	480	240
46	1.74	0	480	240
47	1.72	0	480	240
48	1.7	0	480	240
49	1.68	0	480	240
50	1.66	0	480	240
51	1.64	0	480	240
52	1.62	0	480	240
53	1.6	0	480	240
54	1.58	0	480	240
55	1.56	0	480	240
56	1.54	0	480	240
57	1.52	0	480	240
58	1.5	0	480	240
59	1.48	0	480	240
60	1.46	0	480	240
61	1.44	0	480	240
62	1.42	0	480	240
63	1.4	0	480	240
64	1.38	0	480	240
65	1.36	0	480	240
66	1.34	0	480	240
67	1.32	0	480	240
68	1.3	0	480	240
69	1.28	0	480	240

【表 1 - 3】

表 1 (続き): 実施例 A1				
70	1.26	0	480	240
71	1.24	0	480	240
72	1.22	0	480	240
73	1.2	0	480	240
74	1.18	0	480	240
75	1.16	0	480	240
76	1.14	0	480	240
77	1.12	0	480	240
78	1.1	0	480	240
79	1.08	0	480	240
80	1.06	0	480	240
81	1.04	0	480	240
82	1.02	0	480	240
83	1	0	480	240
84	0.98	0	480	240
85	0.96	0	480	240
86	0.94	0	480	240
87	0.92	0	480	240
88	0.9	0	480	240
89	0.88	0	480	240
90	0.86	0	480	240
91	0.84	0	480	240
92	0.82	0	480	240
93	0.8	0	480	240
94	0.78	0	480	240
95	0.76	0	480	240
96	0.74	0	480	240
97	0.72	0	480	240
98	0.7	0	480	240
99	0.68	0	480	240
100	0.66	0	480	240
101	0.64	0	480	240
102	0.62	0	480	240
103	0.6	0	480	240
104	0.58	0	480	240
105	0.56	0	480	240
106	0.54	0	480	240
107	0.52	0	480	240
108	0.5	0	480	240
109	0.48	0	480	240
110	0.46	0	480	240
111	0.44	0	480	240
112	0.42	0	480	240

10

20

30

40

【表 1 - 4】

表 1 (続き): 実施例 A1				
113	0.4	0	480	240
114	0.38	0	480	240
115	0.36	0	480	240
116	0.34	0	480	240
117	0.32	0	480	240
118	0.3	0	480	240
119	0.28	0	480	240
120	0.26	0	480	240
121	0.24	0	480	10800

10

【0098】

基板は、実施例 A 1 の光学フィルムまたは比較例 A 2 の単層の析出の間、加熱されなかった。図 9 は、実施例 A 1 を形成するために使用される製法のグラフ図を示す。表 1 中、酸素ガス流の流速を変化させながら、窒素ガスおよびアルゴンは、示される一定のガス流速で反応性スパッタリングチャンバーに流した。実施例 A 1 および比較例 A 2 の透過率スペクトルが得られ、これを図 10 に示す。図 10 で示すように、実施例 A 1 の透過率は、特によりなめらかで、示される波長範囲において、より低い振動振幅を有する。理論によ

20

【0099】

ガーネット紙やすりを使用して、実施例 A 1 および比較例 A 2 に傷をつけた。比較例 A 2 は、目に見える著しい擦傷を示したが、実施例 A 1 は、目に見える擦傷をほとんど示さなかった。

【0100】

実施例 A 1 と同一プロセス製法を使用して、実施例 A 3 を形成させたが、基板は、光学フィルムの析出の間、約 200 の温度まで加熱された。実施例 A 3 は、より高い無色を示した（例えば、実施例 C は、実施例 A 1 より黄色を示さなかった）。

30

【0101】

実施例 B

実施例 B 1 および比較例 B 2 は、強化アルミノシリケートガラス基板を使用して形成された。実施例 B 1 は、実施例 A 3 に使用されるものと同一プロセス製法を使用して形成され、約 3 μm の厚さを有する光学フィルムを含んだ。比較例 B 2 は、 Al_2O_3 の第 1 の層（約 115 nm の厚さを有する）、 AlO_xN_y の第 2 の層（約 2 μm の厚さを有する）、および SiO_2 の第 3 の層（約 32 nm の厚さを有する）を含む 3 層フィルムを含んだ。比較例 B 2 は、表 2 A および表 2 B で示されるプロセス製法によって形成された。

【0102】

【表 2 A】

表 2A: 比較例 B2 に関する流速およびターゲットに供給される電力

材料	Al ₂ O ₃	AlOxNy	SiO ₂
Ar (Mag1)	50	75	0
Ar (Mag2)	0	0	0
O ₂ (イオン)	40	4	10
Ar (イオン)	10	25	25
N ₂ (イオン)	0	50	0
DC 電流	280	200	
DC 電圧	80	50	

10

【 0 1 0 3】

【表 2 B】

表 2B: 比較例 B2 に関するスパッタリングプロセス条件

ステップ	堆積/ クリーン	速度 Å/秒	時間 (分)	圧力 Torr	イオンガン (電流, 電力)
1	60 分 ポンプ	0	60		
2	開始ガスの 初期化	0.00	0.75		
3	Mag 1 Al クリーン	0.00	2.5	5.2-4E	200 ワット, 50 ボルト
4	Mag 1 Al ₂ O ₃	2.00	6	4-4E	280 ワット, 70 ボルト
5	Mag 1 Al クリーン	0.00			
6	Mag 1AION	2.00		6.1-4E	200 ワット, 50 ボルト
7	SiO ₂ EBG ポケット 1	3.00			
8	クール ダウン		1.0		
9	シャット ダウン		20.0		
全プロセ ス時間:		90.3	分		

20

30

40

【 0 1 0 4】

実施例 B 1 および比較例 B 2 は、D 6 5 発光物の下で、直入射から 10 度、20 度、30 度および 60 度の入射視野角度で見た場合の、それらのそれぞれの反射色ポイント（または色シフト）に関して評価された。図 11 中、種々の入射視野角における実施例 B 1 および比較例 B 2 の反射 a* および b* 値をプロットし、下にある基板の a* および b* 色値と比較した。実施例 D の a* および b* 値は、下にある基板の a* および b* 値により近く、例えば、±0.5 の色シフトなどの低い色シフトを示す。

【 0 1 0 5】

実施例 B 1 の光学フィルムの組成は、深さの関数として、XPS を使用して測定され、そしてその断面走査電子顕微鏡（SEM）二次電子（SE）像に関して試験された。X P

50

S データは、アルゴンイオンで光学フィルムの表面をスパッタリングすることによって得られた。スパッタリング速度は、種々の $\text{Si} : \text{Al} : \text{N} : \text{O}$ 比の一定組成フィルムの深さを測定することによって得られる値を使用して調整された。XPS によって得られた組成は、既知の組成のフィルムをスパッタリングすることによって、種々の原子の好ましいスパッタリングに関して調整された。XPS 深さプロファイルは、第 1 の表面またはそれに隣接して最高となるケイ素含有量、ならびに第 2 の表面またはそれに隣接して最高となる Al および N 含有量を示した。

【0106】

図 12 は、実施例 B 1 の SEM SE 像、ならびに実施例 B 1 の光学フィルムにおけるアルミニウム、ケイ素、酸素および窒素の相対的な濃度を示す組成プロファイルプロットを詳細に示す。組成プロファイルは、深さの関数として相対的な強度を得るための破断表面から得られる X 線深さプロファイルの強度を集積化することによって得られた。破線「A」は、基板と光学フィルムとの間の界面を示す。図 12 で示すように、ケイ素の相対的な濃度は、「A」付近で（または第 1 の表面もしくはそれに隣接して）最も高く、かつアルミニウムの濃度は、「A」に対する光学フィルムの反対側で（または第 2 の表面もしくはそれに隣接して）最も高い。窒素の濃度は、「A」から、「A」に対する光学フィルムの反対側まで実質的に変化する。

10

【0107】

図 13 は、実施例 B 1 の原子%に関する XPS 深さプロファイルの比較および SEM SE 像を示す。図 12 および 13 は、第 1 の表面において SiO_xN_y の組成を有する光学フィルムを示すが、この組成は、第 1 の表面の薄い副層に存在すると考えられる。

20

【0108】

実施例 C

実施例 C 1、C 2 および C 3 は、光吸収（したがって、色）に及ぼす光学フィルムの熱処理の影響を評価するために製造された。各実施例 C 1、C 2 および C 3 は、実施例 A で使用されたものと同一の基板を使用して製造された。 $\text{Si}_u\text{Al}_v\text{O}_x\text{N}_y$ の単層を、各基板上に異なる温度で析出した。フィルムは約 1.6 の屈折率を有し、約 2 sccm ($3.38 \times 10^{-3} \text{ Pa} \cdot \text{m}^3 / \text{秒}$) のアルゴン流、 40 sccm ($67.6 \times 10^{-3} \text{ Pa} \cdot \text{m}^3 / \text{秒}$) の窒素流および 8 sccm ($13.52 \times 10^{-3} \text{ Pa} \cdot \text{m}^3 / \text{秒}$) の酸素流を使用して製造された。約 10 mTorr (1333.2 mPa) の圧力を有するチャンパー中で、約 40 W の DC 電力を Si ターゲットに供給し、そして約 480 W の DC 電力を Al ターゲットに供給した。各実施例の析出時間は、30 分であり、そして実施例 C 1、C 2 および C 3 のそれぞれで、フィルムを 25、100 および 200 で析出した。

30

【0109】

各実施例 C 1、C 2 および C 3 の吸光度を図 14 にプロットした。図 14 で示すように、実施例 C 1（より低い温度で析出された）は、特に光学波長域の青および緑部分で、実質的により高い吸光度を示す傾向が見られた。得られたフィルムは、目に見える黄褐色を有した。対照的に、実施例 C 2 および C 3（より高い温度で析出された）は、見たところ、それらの実質的に透明かつ可視の外観によって確認されるように、低く平坦な吸光度スペクトルを示した。

40

【0110】

実施例 D

屈折率勾配を有する光学フィルムで実施例 D 1 を調製し、かつそれを含み、上記副層は、ガラス基板の屈折率に近い屈折率を有する。実施例 D 1 は、実施例 B ~ C で使用されたものと同一の基板を含み、かつ多孔性 Al_2O_3 副層を含む光干渉層を有する光学フィルムを含んだ。多孔性 Al_2O_3 副層は、ガラス基板の屈折率と同様の屈折率を有するように、約 25 で $9.5\text{ e}^{-4}\text{ Torr}$ ($1266.54\text{ e}^{-4}\text{ Pa}$) のチャンパー圧力を用いて、 150 sccm ($253.5 \times 10^{-3} \text{ Pa} \cdot \text{m}^3 / \text{秒}$) の酸素流および 100 sccm ($169 \times 10^{-3} \text{ Pa} \cdot \text{m}^3 / \text{秒}$) のアルゴン流の下で e ビーム蒸発を使用し

50

て形成された。多孔性副層は透明であり、550nmで約1.47の測定された屈折率を示し、これは25～30%の多孔性度を示す。図15は、実施例D1の屈折率を示す。

【0111】

モデル化された実施例E

モデル化された実施例E1～E2は、表3で示すように、多孔性勾配および種々の材料の組合せによって形成された屈折率勾配を有する光学フィルムを含んだ。これらのフィルムの密度または多孔性を変化させることによる、これらの種々の材料のために達成可能な屈折率は、単層フィルム析出実験を通して、変化された、または制御されたチャンバー圧力および/または析出速度でeビーム蒸発を使用することによって実験的に確立された。モデル化された実施例E1は、多孔性勾配を有する Al_2O_3 の第1の副層を含み、約1.51～約1.6の屈折率勾配範囲を提供した。モデル化された実施例E1は、多孔性勾配を有する Ta_2O_5 の第2の副層も含み、約1.6～1.95の屈折率勾配範囲を提供した。モデル化された実施例E2は、 Y_2O_3 の第1の副層および Ta_2O_5 の第2の副層を含み、約1.45～約2.0の屈折率勾配を提供した。

10

【0112】

表3で記載されるように、非常に高密度のフィルムのための文献値（本明細書では使用されなかった、別の析出プロセスまたはイオン補助によって最適化されたeビーム蒸発プロセスを使用して達成された）は、特に第2の表面またはそれに隣接して、光学フィルムのために達成可能な屈折率範囲を拡大することができ、高屈折率または高密度材料が有用である。

20

【0113】

【表3】

表3. イオン補助を用いずにeビーム蒸発を使用して様々な圧力で堆積した材料の単層、および達成された典型的な屈折率。層は、達成可能な屈折率の範囲を例示するために堆積され、したがって、本明細書に記載される屈折率勾配を形成するために使用された。

材料	屈折率 (550nmにおける)	O ₂ 流(sccm)	圧力 (mTorr)	堆積速度 (Å/秒)	完全高密度フィルムに関する文献による屈折率 ¹
低-n Al ₂ O ₃	1.453	100	0.6	1.5	1.65
高-n Al ₂ O ₃	1.609	4	0.044	2.5	1.65
低-n Ta ₂ O ₅	1.586	180	1.2	1.0	2.25
高-n Ta ₂ O ₅	2.037	8	0.09	2.5	2.25
低-n Y ₂ O ₃	1.456	70	0.39	0.5	1.98
高-n Y ₂ O ₃	1.701	4	0.04	2.5	1.98

30

40

¹ Balasubramanian et. al., "Comparative study of titanium dioxide thin films produced by electron-beam evaporation and by reactive low-voltage ion-plating", Applied Optics v.32, no.28, p.5594, (1993).

【0114】

表3で提供される屈折率は、これらの実験で達成される屈折率範囲の低値および高値をほぼ定義する。高い屈折率は、別の、または最適化された析出プロセスをさらに使用して増加させることができる。上記のモデル化された実施例E1およびE2の場合のように、屈折率における勾配を形成するために、範囲の低値と高値との間の屈折率は、各析出プロセスの間にガス圧力、基板温度、析出速度または気体組成を調整することによって製造可

50

能である。

【0115】

上記表3で記載される材料の全ては、酸化物（例えば、 Al_2O_3 、 Ta_2O_5 および Y_2O_3 ）、および完全に酸化されたフィルムを製造するためにチャンバーに添加された酸素などの前駆体材料を使用して析出された。製造されたフィルムは、光学波長域にわたって低吸収（＜1％）および低分散（＜1％）を有し、光学的に透明であった。これらのプロセスに添加される唯一の作用ガスは酸素であり、これはまた、チャンバー圧力を制御するためにも使用された。アルゴン/酸素混合物の添加、または真空管の絞りなどの他の既知の圧力制御法もおそらく有効である。析出速度は、示される上記の実験でも変更された。

10

【0116】

モデル化された実施例 F

実施例 F 1～F 3 は、屈折率勾配を有する光学変性層、耐擦傷性層およびキャッピング層を有する光学フィルムを含む、物品の反射率スペクトルおよび色シフトを理解するためのモデリングを使用した。モデリングは、様々な材料および強化アルミノボロシリケート（「ABS」）ガラス基板から形成された層から収集された屈折率データをベースとした。

【0117】

光学変性層の層および副層は、シリコンウエハ上で析出された $Si_uAl_vO_xN_y$ 混合物の算出された加重平均を使用して形成された。 $Si_uAl_vO_xN_y$ の層/副層は、AJA - Industries によって供給されるスパッタリング析出ツールを使用して、イオン補助により、RF スーパーインポーズド DC スパッタリングと組み合わせた DC 反応性スパッタリングによって、シリコンウエハ上に析出された。析出の間、ウエハを 200℃ まで加熱し、そして直径 3 インチ（7.62 cm）を有するケイ素ターゲットおよび直径 3 インチ（7.62 cm）を有するアルミニウムターゲットが使用された。使用された反応性ガスには、窒素および酸素が含まれ、そしてアルゴンは不活性ガスとして使用された。RF 電力は 13.56 MHz でケイ素ターゲットに供給され、そして DC 電力はアルミニウムターゲットに供給された。

20

【0118】

耐擦傷性層は、光学変性層と同一の方法で形成された $Si_uAl_vO_xN_y$ の単層を含んだ。得られた耐擦傷性層は、約 1.95 の 550 nm における屈折率、および本明細書に記載される通り、試験される $Si_uAl_vO_xN_y$ 層の表面上で Berkovich インデントを使用して測定された、約 15 GPa を超える硬度を有した。

30

【0119】

SiO_2 のキャッピング層は、イオン補助を使用して、約 50℃ の温度でケイ素ターゲットからの DC 反応性スパッタリングによって、シリコンウエハ上に析出された。このように形成されるキャッピング層は、指標「RS」で示される。

【0120】

光学フィルムおよびガラス基板の形成された層の屈折率（波長の関数として）は、分光器偏光解析法を使用して測定された。表 4～7 は、測定された屈折率および分散曲線を含む。モデル化された実施例 F 1～F 3 の光学変性層で使用される Mat 1～Mat 13 に関して、表 7 で示される分散曲線が誘導された実験と一致して、減衰係数（k 値）は全てゼロに設定された。次いで、そのようにして測定された屈折率は、様々なモデル化された実施例のために反射率スペクトルおよび角度色シフトを算出するために実験的に使用された。

40

【0121】

【 表 4 】

表4: 波長に対するRS-SiO₂層に関する屈折率および分散曲線

材料	SiO ₂ -RS	
波長(nm)	屈折率(n)	減衰係数(k)
246.5	1.52857	0.0
275.2	1.51357	0.0
300.8	1.50335	0.0
324.7	1.49571	0.0
350.2	1.48911	0.0
375.8	1.48374	0.0
399.7	1.47956	0.0
425.2	1.47583	0.0
450.7	1.47269	0.0
476.3	1.47002	0.0
500.2	1.46788	0.0
525.7	1.46589	0.0
549.5	1.46427	0.0
575.0	1.46276	0.0
600.5	1.46143	0.0
625.9	1.46026	0.0
649.7	1.45928	0.0
675.1	1.45835	0.0
700.5	1.45751	0.0
725.9	1.45676	0.0
751.3	1.45609	0.0
775.0	1.45551	0.0
800.4	1.45496	0.0
850.9	1.45399	0.0
899.8	1.45320	0.0
950.2	1.45252	0.0
999.0	1.45195	0.0
1100.0	1.45100	0.0
1199.6	1.45028	0.0
1302.0	1.44971	0.0
1400.8	1.44928	0.0
1499.7	1.44892	0.0
1599.0	1.44863	0.0
1688.4	1.44841	0.0

10

20

30

40

【 0 1 2 2 】

【表 5】

表5: 波長に対するSiuAlvOxNy層に関する屈折率および分散曲線

材料	SIAION-195		601.9	1.94410	0.0
波長(nm)	屈折率(n)	減衰係数(k)	613.8	1.94295	0.0
206.6	2.37659	0.21495	619.9	1.94239	0.0
225.4	2.28524	0.11270	632.6	1.94128	0.0
251.0	2.18818	0.04322	639.1	1.94074	0.0
275.5	2.12017	0.01310	652.6	1.93968	0.0
300.9	2.06916	0.00128	666.6	1.93864	0.0
324.6	2.03698	0.0	681.2	1.93763	0.0
350.2	2.01423	0.0	696.5	1.93665	0.0
360.4	2.00718	0.0	712.6	1.93569	0.0
371.2	2.00059	0.0	729.3	1.93477	0.0
380.3	1.99562	0.0	746.9	1.93386	0.0
389.9	1.99090	0.0	765.3	1.93299	0.0
400.0	1.98640	0.0	784.7	1.93214	0.0
410.5	1.98213	0.0	805.1	1.93131	0.0
421.7	1.97806	0.0	826.6	1.93051	0.0
430.5	1.97513	0.0	849.2	1.92973	0.0
439.7	1.97230	0.0	873.1	1.92898	0.0
449.2	1.96958	0.0	898.4	1.92825	0.0
459.2	1.96695	0.0	925.3	1.92754	0.0
469.6	1.96441	0.0	953.7	1.92686	0.0
480.6	1.96197	0.0	999.9	1.92587	0.0
492.0	1.95961	0.0	1050.7	1.92494	0.0
499.9	1.95808	0.0	1107.0	1.92406	0.0
512.3	1.95586	0.0	1169.7	1.92323	0.0
520.9	1.95442	0.0	1239.8	1.92245	0.0
529.9	1.95301	0.0	1319.0	1.92172	0.0
539.1	1.95165	0.0	1408.9	1.92103	0.0
548.6	1.95031	0.0	1512.0	1.92040	0.0
558.5	1.94900	0.0	1631.4	1.91981	0.0
568.7	1.94773	0.0	1771.2	1.91926	0.0
579.4	1.94649	0.0	1999.8	1.91861	0.0
590.4	1.94528	0.0			

10

20

30

【 0 1 2 3 】

【表 6】

表6: 波長に対する強化されたアルミノボロシリケートガラス基板に関する
屈折率および分散曲線

材料	ABS glass	
波長(nm)	屈折率(n)	減衰係数(k)
350.6	1.53119	0.0
360.7	1.52834	0.0
370.8	1.52633	0.0
380.8	1.52438	0.0
390.9	1.52267	0.0
400.9	1.52135	0.0
411.0	1.52034	0.0
421.0	1.51910	0.0
431.1	1.51781	0.0
441.1	1.51686	0.0
451.2	1.51600	0.0
461.2	1.51515	0.0
471.2	1.51431	0.0
481.3	1.51380	0.0
491.3	1.51327	0.0
501.3	1.51259	0.0
511.4	1.51175	0.0
521.4	1.51124	0.0
531.4	1.51082	0.0
541.5	1.51040	0.0
551.5	1.50999	0.0
561.5	1.50959	0.0
571.5	1.50918	0.0
581.6	1.50876	0.0
591.6	1.50844	0.0
601.6	1.50828	0.0
611.6	1.50789	0.0
621.7	1.50747	0.0
631.7	1.50707	0.0
641.7	1.50667	0.0
651.7	1.50629	0.0
661.7	1.50591	0.0
671.8	1.50555	0.0
681.8	1.50519	0.0
691.8	1.50482	0.0
701.8	1.50445	0.0
709.8	1.50449	0.0
719.8	1.50456	0.0
729.9	1.50470	0.0
739.9	1.50484	0.0
749.9	1.50491	0.0

10

20

30

【 0 1 2 4 】

【表 7 - 1】

表7: 波長に対するMat 1～Mat 13に関する屈折率および分散曲線

材料	Mat1	Mat2	Mat3	Mat4
波長(nm)	屈折率(n)	屈折率(n)	屈折率(n)	屈折率(n)
324.6	1.60281	1.77200	1.95663	1.57203
350.2	1.59463	1.75783	1.93640	1.56499
375.7	1.58852	1.74760	1.92198	1.55966
400.0	1.58394	1.74013	1.91155	1.55564
424.6	1.58019	1.73410	1.90319	1.55231
449.2	1.57711	1.72922	1.89647	1.54958
476.9	1.57426	1.72476	1.89035	1.54703
499.9	1.57227	1.72167	1.88613	1.54525
525.4	1.57039	1.71878	1.88220	1.54356
548.6	1.56892	1.71652	1.87914	1.54223
574.0	1.56752	1.71439	1.87625	1.54097
601.9	1.56619	1.71238	1.87354	1.53977
626.2	1.56518	1.71086	1.87149	1.53886
652.6	1.56422	1.70942	1.86955	1.53799
673.8	1.56353	1.70838	1.86815	1.53736
696.5	1.56286	1.70738	1.86681	1.53676
720.8	1.56222	1.70642	1.86553	1.53617
746.9	1.56160	1.70550	1.86429	1.53561
774.9	1.56100	1.70462	1.86312	1.53507
805.1	1.56043	1.70377	1.86199	1.53455
849.2	1.55971	1.70270	1.86056	1.53389
898.4	1.55902	1.70169	1.85922	1.53327
999.9	1.55792	1.70008	1.85706	1.53227
1087.6	1.55722	1.69904	1.85569	1.53162
1192.2	1.55657	1.69810	1.85444	1.53103
1319.0	1.55598	1.69724	1.85330	1.53050
1441.7	1.55556	1.69663	1.85249	1.53011
1589.5	1.55517	1.69607	1.85174	1.52975
1771.2	1.55483	1.69556	1.85107	1.52944
1999.8	1.55452	1.69511	1.85048	1.52915

【 0 1 2 5 】

10

20

30

【表 7 - 2】

材料	Mat5	Mat6	Mat7	Mat8	Mat9
波長(nm)	屈折率(n)	屈折率(n)	屈折率(n)	屈折率(n)	屈折率(n)
324.6	1.68635	1.85893	1.99199	1.55213	1.61136
350.2	1.67516	1.84185	1.97064	1.54585	1.60287
375.7	1.66697	1.82962	1.95545	1.54103	1.59654
400.0	1.66094	1.82073	1.94447	1.53737	1.59181
424.6	1.65605	1.81358	1.93568	1.53432	1.58794
449.2	1.65206	1.80783	1.92862	1.53181	1.58477
476.9	1.64841	1.80257	1.92219	1.52947	1.58183
499.9	1.64586	1.79894	1.91777	1.52782	1.57978
525.4	1.64348	1.79556	1.91364	1.52626	1.57785
548.6	1.64161	1.79291	1.91043	1.52502	1.57634
574.0	1.63984	1.79042	1.90740	1.52385	1.57490
601.9	1.63818	1.78808	1.90456	1.52274	1.57354
626.2	1.63691	1.78630	1.90241	1.52189	1.57250
652.6	1.63571	1.78462	1.90038	1.52108	1.57152
673.8	1.63484	1.78341	1.89891	1.52049	1.57080
696.5	1.63401	1.78225	1.89751	1.51993	1.57012
720.8	1.63321	1.78114	1.89617	1.51938	1.56946
746.9	1.63244	1.78007	1.89487	1.51886	1.56882
774.9	1.63170	1.77904	1.89364	1.51835	1.56821
805.1	1.63099	1.77806	1.89246	1.51787	1.56763
849.2	1.63009	1.77682	1.89096	1.51725	1.56689
898.4	1.62925	1.77566	1.88956	1.51667	1.56619
999.9	1.62789	1.77378	1.88731	1.51573	1.56506
1087.6	1.62701	1.77258	1.88587	1.51512	1.56434
1192.2	1.62622	1.77149	1.88456	1.51457	1.56367
1319.0	1.62550	1.77051	1.88337	1.51407	1.56307
1441.7	1.62498	1.76979	1.88252	1.51370	1.56264
1589.5	1.62451	1.76915	1.88174	1.51337	1.56225
1771.2	1.62408	1.76856	1.88104	1.51307	1.56189
1999.8	1.62370	1.76805	1.88043	1.51280	1.56157

10

20

30

【 0 1 2 6 】

【表 7 - 3】

材料	Mat10	Mat11	Mat12	Mat13
波長(nm)	屈折率(n)	屈折率(n)	屈折率(n)	屈折率(n)
324.6	1.72843	1.86707	1.97469	2.02518
350.2	1.71576	1.84972	1.95389	2.00279
375.7	1.70656	1.83730	1.93907	1.98689
400.0	1.69981	1.82828	1.92836	1.97540
424.6	1.69435	1.82104	1.91978	1.96621
449.2	1.68993	1.81520	1.91289	1.95883
476.9	1.68587	1.80987	1.90661	1.95212
499.9	1.68306	1.80619	1.90229	1.94750
525.4	1.68043	1.80276	1.89826	1.94319
548.6	1.67836	1.80008	1.89512	1.93984
574.0	1.67642	1.79756	1.89216	1.93669
601.9	1.67458	1.79518	1.88938	1.93372
626.2	1.67319	1.79338	1.88728	1.93148
652.6	1.67187	1.79168	1.88529	1.92936
673.8	1.67091	1.79045	1.88386	1.92783
696.5	1.67000	1.78928	1.88249	1.92638
720.8	1.66912	1.78815	1.88118	1.92498
746.9	1.66827	1.78706	1.87991	1.92362
774.9	1.66747	1.78603	1.87870	1.92234
805.1	1.66669	1.78504	1.87755	1.92111
849.2	1.66571	1.78378	1.87608	1.91955
898.4	1.66478	1.78260	1.87471	1.91809
999.9	1.66329	1.78070	1.87251	1.91575
1087.6	1.66234	1.77949	1.87110	1.91425
1192.2	1.66147	1.77838	1.86982	1.91289
1319.0	1.66069	1.77738	1.86866	1.91165
1441.7	1.66012	1.77666	1.86782	1.91076
1589.5	1.65960	1.77601	1.86706	1.90996
1771.2	1.65913	1.77542	1.86638	1.90923
1999.8	1.65872	1.77489	1.86577	1.90858

10

20

30

40

【 0 1 2 7 】

モデル化された実施例 F 1 は、図 1 6 で示す通り、化学的に強化されたアルカリアルミノボロシリケートガラス基板 2 1 0、および基板上に配置される光学フィルム 2 2 0 を含む物品 2 0 0 を含んだ。光学フィルムは、3つの副層 2 3 1 A、2 3 1 B、2 3 1 C を有する光学変性層 2 3 0、光学変性層上に配置される耐擦傷性層 2 4 0、および耐擦傷性層上に配置されるキャッピング層 2 5 0 を含んだ。各層の光学フィルム材料および厚さは、光学フィルムで配置される順番で、表 8 で提供される。光学変性層の 3 つの副層は、それらの相対的な厚さおよび組成のため、屈折率勾配を形成する。

【 0 1 2 8 】

【表 8】

表 8: モデル化された実施例 F1 に関する光学フィルム属性

層		材料	モデル化された物理的厚さ
周囲媒体		空気	浸漬
キャッピング層		RS-SiO ₂	10 nm
耐擦傷性層		Si _u Al _v O _x N _y	2000 nm
光学変性層	副層	Mat. 3 - Si _u Al _v O _x N _y	71.11 nm
	副層	Mat. 2 - Si _u Al _v O _x N _y	78.35 nm
	副層	Mat. 1 - Si _u Al _v O _x N _y	85.74 nm
基板		ABS ガラス	浸漬

10

20

【0129】

モデル化された実施例 F 1 の算出された反射率スペクトルは、図 17 に示される。図 17 で示すように、反射率スペクトルの振動は小さく（すなわち、光学波長域において約 0.5 パーセントポイント未満）、F 2 発光物の下で、60 度から直入射への入射視野角の範囲において、10 度の観察者に対して比較的低い算出された可視の色シフトを導く。

【0130】

モデル化された実施例 F 2 は、図 18 で示す通り、化学的に強化されたアルカリアルミノボロシリケートガラス基板 310、および基板上に配置される光学フィルム 320 を含む物品 300 を含んだ。光学フィルムは、4 つの副層 331A、331B、331C、331D を有する光学変性層 330、光学変性層上に配置される耐擦傷性層 340、および耐擦傷性層上に配置されるキャッピング層 350 を含んだ。各層の光学フィルム材料および厚さは、光学フィルムで配置される順番で、表 9 で提供される。光学変性層の 4 つの副層は、それらの相対的な厚さおよび組成のため、屈折率勾配を形成する。

30

【0131】

【表 9】

表 9: モデル化された実施例 F2 に関する光学フィルム属性

層		材料	モデル化された物理的厚さ
周囲媒体		空気	浸漬
キャッピング層		RS-SiO ₂	10 nm
耐擦傷性層		Si _u Al _v O _x N _y	2000 nm
光学変性層	副層	Mat. 7 - Si _u Al _v O _x N _y	68.71 nm
	副層	Mat. 6- Si _u Al _v O _x N _y	74.69 nm
	副層	Mat. 5 - Si _u Al _v O _x N _y	83.92 nm
	副層	Mat. 4 - Si _u Al _v O _x N _y	91.22 nm
基板		ABS ガラス	浸漬

10

20

【0132】

モデル化された実施例 F 2 の算出された反射率スペクトルは、図 19 に示される。図 19 で示すように、反射率スペクトルの振動は小さく（すなわち、光学波長域において約 0.5 パーセントポイント未満）、F 2 発光物の下で、60 度から直入射への入射視野角の範囲において、10 度の観察者に対して比較的低い算出された可視の色シフトを導く。

30

【0133】

モデル化された実施例 F 3 は、図 20 で示す通り、化学的に強化されたアルカリアルミノポロシリケートガラス基板 410、および基板上に配置される光学フィルム 420 を含む物品 400 を含んだ。光学フィルムは、6 つの副層 431A、431B、431C、431D、431E、431F を有する光学変性層 430、光学変性層上に配置される耐擦傷性層 440、および耐擦傷性層上に配置されるキャッピング層 450 を含んだ。各層の光学フィルム材料および厚さは、光学フィルムで配置される順番で、表 10 で提供される。光学変性層の 6 つの副層は、それらの相対的な厚さおよび組成のため、屈折率勾配を形成する。

【0134】

40

【表 10】

表 10: モデル化された実施例 F3 に関する光学フィルム属性

層		材料	モデル化された物理的厚さ
周囲媒体		空気	浸漬
キャッピング層		RS-SiO ₂	10 nm
耐擦傷性層		Si _u Al _v O _x N _y	2000 nm
光学変性層	副層	Mat. 13 - Si _u Al _v O _x N _y	74.08 nm
	副層	Mat. 12 - Si _u Al _v O _x N _y	74.70 nm
	副層	Mat. 11 - Si _u Al _v O _x N _y	77.40 nm
	副層	Mat. 10 - Si _u Al _v O _x N _y	79.64 nm
	副層	Mat. 9 - Si _u Al _v O _x N _y	78.66 nm
	副層	Mat. 8 - Si _u Al _v O _x N _y	74.13 nm
基板		ABS ガラス	浸漬

10

20

30

【0135】

モデル化された実施例 F 3 の算出された反射率スペクトルは、図 2 1 に示される。図 2 1 で示すように、反射率スペクトルの振動は小さく（すなわち、光学波長域において約 0 . 5 パーセントポイント未満）、F 2 発光物の下で、60 度から直入射への入射視野角の範囲において、10 度の観察者に対して比較的低い算出された可視の色シフトを導く。

【0136】

本発明の趣旨または範囲から逸脱することなく、様々な修正形態および変更形態をなすことができることは、当業者に明白であろう。モデル化された実施例 F 1 ~ F 3 は、厚さに対する屈折率のより急速な変化、ならびに屈折率のより分離したステップ変化プロファイルを示し、本明細書に記載される上記の他の実施例より少ないステップおよびより薄い全光学変性層を有する。例えば、モデル化された実施例 F 1 ~ F 3 は、いくつかの事例において副層によって作成されるステップ様勾配を具体化してもよい。そのような実施形態で、ステップ様勾配は、屈折率が、10 未満のステップ（または副層）、7 未満のステップ（または副層）、または 5 未満のステップ（または副層）によって、約 5 nm 未満または約 1 nm 未満のステップ（または副層）の間で、1 つの値から別の値まで変化する、移行領域の厚さを有してもよく、屈折率は、ステップの間で少なくとも 0 . 0 1、そしていくつかの事例において、少なくとも 0 . 0 5 変化する。モデル化された実施例 F 1 ~ F 3 で示されるステップ様屈折率勾配における各ステップ（または副層）は、約 100 nm 未満の物理的厚さ、または 10 ~ 200 nm（または 40 ~ 200 nm）または 40 ~ 16

40

50

0 nmの光学厚さ $n \cdot d$ を有してもよい。ステップ様屈折率勾配の全副層を含んでなる光学モデル層の全体的な物理的厚さは、約800 nm未満、約400 nm未満または約300 nm未満でもよく、この物理的厚さにおいて変化する屈折率は、550 nmで測定される場合、少なくとも0.1、少なくとも0.2または少なくとも0.3である。

【0137】

実施例 G

実施例 G1 ~ G3 は、耐擦傷性層の種々の厚さの影響が物品の硬度および光学特性にあるかどうかを評価するために製造された。実施例 G1 ~ G5 は、それぞれ、実施例 B で使用されたものと同一の基板および上記実施例におけるものと同様の AJA スパッタリング析出プロセス、さらに以下に記載するプロセスパラメーターを使用して製造された。実施例 G1 は、ABS 基板上に配置される $\text{Si}_x\text{Al}_y\text{O}_z\text{N}_w$ を含む光学フィルムを含んだ。 $\text{Si}_x\text{Al}_y\text{O}_z\text{N}_w$ 光学フィルムは、アルミニウム含有量勾配および酸素含有量勾配を含み、これは、約1.51 ~ 約2.0の範囲の $\text{Si}_x\text{Al}_y\text{O}_z\text{N}_w$ フィルムの屈折率勾配をもたらした。プロフィロメトリーで測定した場合、 $\text{Si}_x\text{Al}_y\text{O}_z\text{N}_w$ フィルムの全厚さは約2.26 μm であった。実施例 G1 の光学フィルムは、(約100 nm以上の厚さにおいて均一な屈折率または組成を有するいずれの層も含む)他のいずれの層も含まず、表11で示すように、硬度およびヤング率に関して試験された。実施例 G1 の光学フィルムは、本明細書に記載されるスパッタリングプロセスを使用して形成された。実施例 G1 を形成するためのプロセス条件は表12で示され、これには、アルゴン、酸素および窒素ガスの流速、ならびに Al および / または Si ターゲットに供給される電力 (RF または DC) が含まれる。

【0138】

実施例 G2 は、ABS 基板上に配置された $\text{Si}_x\text{Al}_y\text{O}_z\text{N}_w$ 光学変性層を含む光学フィルムを含んだ。 $\text{Si}_x\text{Al}_y\text{O}_z\text{N}_w$ 光学変性層は、アルミニウム含有量勾配および酸素含有量勾配を含み、これは、約1.51 ~ 約2.0の範囲で $\text{Si}_x\text{Al}_y\text{O}_z\text{N}_w$ フィルムにおける屈折率勾配を提供した。 $\text{Si}_x\text{Al}_y\text{O}_z\text{N}_w$ フィルムの全厚さは、約2.1 μm であった。実施例 G2 の光学フィルムは、光学変性層上に配置された耐擦傷性層を含んだ。耐擦傷性層は、 $\text{Si}_x\text{Al}_y\text{O}_z\text{N}_w$ を含み、そして約900 nmの厚さおよび耐擦傷性層の少なくとも約100 nmの厚さに沿って約2の屈折率を有した。実施例 G2 の光学フィルムは、約10 nmの厚さおよび約1.51の屈折率を有する SiO_2N_y のキャッピング層も含んだ。(基板および光学フィルムを含む) G2 の物品は、表11に示す硬度およびヤング率を示した。実施例 G1 の光学フィルムは、表12に本明細書に記載されるスパッタリングプロセスを使用して形成された。実施例 G2 の光学フィルムを形成するためのプロセス条件は、表13で示される。

【0139】

【表11】

表 11: 実施例 G1 および G2 に関する硬度およびヤング率値

実施例	ヤング率	硬度
実施例 G1	201 GPa	18 GPa
実施例 G2	234 GPa	22 GPa

【0140】

【表 1 2 - 1】

表 12: 実施例 G1 の光学フィルムに関するスパッタリングプロセス条件

ステップ	時間 (秒)	Ar 流 (sccm)	N2 流 (sccm)	O2 流 (sccm)	Al (W _{RF})	Al (V _{DC})	Si (W _{RF})
1	180	30	30	3.3	70	262	500
2	180	30	30	3.3	73	262	500
3	180	30	30	3.3	76	262	500
4	180	30	30	3.3	79	262	500
5	180	30	30	3.3	82	262	500
6	180	30	30	3.3	85	262	500
7	180	30	30	3.3	88	262	500
8	180	30	30	3.3	91	262	500
9	180	30	30	3.3	94	262	500
10	180	30	30	3.3	97	262	500
11	180	30	30	3.3	100	262	500
12	180	30	30	3.3	103	262	500
13	180	30	30	3.3	106	262	500
14	180	30	30	3.3	109	262	500
15	180	30	30	3.3	112	262	500
16	180	30	30	3.3	115	262	500
17	180	30	30	3.3	118	262	500
18	180	30	30	3.3	121	262	500
19	180	30	30	3.3	124	262	500
20	180	30	30	3.3	127	262	500
21	180	30	30	3.3	130	262	500
22	180	30	30	3.3	133	262	500
23	180	30	30	3.3	136	262	500
24	180	30	30	3.3	139	262	500
25	180	30	30	3.3	142	262	500
26	180	30	30	3.3	145	262	500
27	180	30	30	3.3	148	262	500
28	180	30	30	3.3	151	262	500
29	180	30	30	3.3	154	262	500
30	180	30	30	3.3	157	262	500

10

20

30

【 0 1 4 1 】

【表 1 2 - 2】

表 12 (続き)							
ステップ	時間 (秒)	Ar 流 (sccm)	N ₂ 流 (sccm)	O ₂ 流 (sccm)	Al (W _{RF})	Al (V _{DC})	Si (W _{RF})
31	180	30	30	3.3	160	262	500
32	180	30	30	3.3	163	262	500
33	180	30	30	3.3	166	262	500
34	180	30	30	3.3	169	262	500
35	180	30	30	3.3	172	262	500
36	180	30	30	3.3	175	262	500
37	180	30	30	3.3	178	262	500
38	180	30	30	3.3	181	262	500
39	180	30	30	3.3	184	262	500
40	180	30	30	3.3	187	262	500
41	180	30	30	3.3	190	262	500
42	180	30	30	3.3	193	262	500
43	180	30	30	3.3	196	262	500
44	180	30	30	3.3	199	262	500
45	180	30	30	3.3	200	262	500
46	180	30	30	3.28	200	262	500
47	180	30	30	3.26	200	262	500
48	180	30	30	3.24	200	262	500
49	180	30	30	3.22	200	262	500
50	180	30	30	3.2	200	262	500
51	180	30	30	3.18	200	262	500
52	180	30	30	3.16	200	262	500
53	180	30	30	3.14	200	262	500
54	180	30	30	3.12	200	262	500
55	180	30	30	3.1	200	262	500
56	180	30	30	3.08	200	262	500
57	180	30	30	3.06	200	262	500
58	180	30	30	3.04	200	262	500
59	180	30	30	3.02	200	262	500
60	180	30	30	3	200	262	500
61	180	30	30	2.98	200	262	500
62	180	30	30	2.96	200	262	500
63	180	30	30	2.94	200	262	500
64	180	30	30	2.92	200	262	500
65	180	30	30	2.9	200	262	500
66	180	30	30	2.88	200	262	500
67	180	30	30	2.86	200	262	500
68	180	30	30	2.84	200	262	500
69	180	30	30	2.82	200	262	500
70	180	30	30	2.8	200	262	500
71	180	30	30	2.78	200	262	500
72	180	30	30	2.76	200	262	500

【表 1 2 - 3】

表 12 (続き)							
ステップ	時間 (秒)	Ar 流 (sccm)	N2 流 (sccm)	O2 流 (sccm)	Al (W _{RF})	Al (V _{DC})	Si (W _{RF})
73	180	30	30	2.74	200	262	500
74	180	30	30	2.72	200	262	500
75	180	30	30	2.7	200	262	500
76	180	30	30	2.68	200	262	500
77	180	30	30	2.66	200	262	500
78	180	30	30	2.64	200	262	500
79	180	30	30	2.62	200	262	500
80	180	30	30	2.6	200	262	500
81	180	30	30	2.58	200	262	500
82	180	30	30	2.56	200	262	500
83	180	30	30	2.54	200	262	500
84	180	30	30	2.52	200	262	500
85	180	30	30	2.5	200	262	500
86	180	30	30	2.48	200	262	500
87	180	30	30	2.46	200	262	500
88	180	30	30	2.44	200	262	500
89	180	30	30	2.42	200	262	500
90	180	30	30	2.4	200	262	500
91	180	30	30	2.38	200	262	500
92	180	30	30	2.36	200	262	500
93	180	30	30	2.34	200	262	500
94	180	30	30	2.32	200	262	500
95	180	30	30	2.3	200	262	500
96	180	30	30	2.28	200	262	500
97	180	30	30	2.26	200	262	500
98	180	30	30	2.24	200	262	500
99	180	30	30	2.22	200	262	500
100	180	30	30	2.2	200	262	500
101	180	30	30	2.18	200	262	500
102	180	30	30	2.16	200	262	500
103	180	30	30	2.14	200	262	500
104	180	30	30	2.12	200	262	500
105	180	30	30	2.1	200	262	500
106	180	30	30	2.08	200	262	500
107	180	30	30	2.06	200	262	500
108	180	30	30	2.04	200	262	500
109	180	30	30	2.02	200	262	500
110	180	30	30	2	200	262	500
111	180	30	30	1.98	200	262	500
112	180	30	30	1.96	200	262	500
113	180	30	30	1.94	200	262	500
114	180	30	30	1.92	200	262	500
115	180	30	30	1.9	200	262	500

【表 1 2 - 4】

表 12 (続き)							
ステップ	時間 (秒)	Ar 流 (sccm)	N2 流 (sccm)	O2 流 (sccm)	Al (W _{RF})	Al (V _{DC})	Si (W _{RF})
116	180	30	30	1.88	200	262	500
117	180	30	30	1.86	200	262	500
118	180	30	30	1.84	200	262	500
119	180	30	30	1.82	200	262	500
120	180	30	30	1.8	200	262	500
121	180	30	30	1.78	200	262	500
122	180	30	30	1.76	200	262	500
123	180	30	30	1.74	200	262	500
124	180	30	30	1.72	200	262	500
125	180	30	30	1.7	200	262	500
126	180	30	30	1.68	200	262	500
127	180	30	30	1.66	200	262	500
128	180	30	30	1.64	200	262	500
129	180	30	30	1.62	200	262	500
130	180	30	30	1.6	200	262	500
131	180	30	30	1.58	200	262	500
132	180	30	30	1.56	200	262	500
133	180	30	30	1.54	200	262	500
134	180	30	30	1.52	200	262	500
135	180	30	30	1.5	200	262	500
136	180	30	30	1.48	200	262	500
137	180	30	30	1.46	200	262	500
138	180	30	30	1.44	200	262	500
139	180	30	30	1.42	200	262	500
140	180	30	30	1.4	200	262	500
141	180	30	30	1.38	200	262	500
142	180	30	30	1.36	200	262	500
143	180	30	30	1.34	200	262	500
144	180	30	30	1.32	200	262	500
145	180	30	30	1.3	200	262	500
146	180	30	30	1.28	200	262	500
147	180	30	30	1.26	200	262	500
148	180	30	30	1.24	200	262	500
149	180	30	30	1.22	200	262	500
150	180	30	30	1.2	200	262	500
151	180	30	30	1.18	200	262	500
152	180	30	30	1.16	200	262	500
153	180	30	30	1.14	200	262	500
154	180	30	30	1.12	200	262	500
155	180	30	30	1.1	200	262	500
156	180	30	30	1.08	200	262	500
157	180	30	30	1.06	200	262	500
158	180	30	30	1.04	200	262	500

【表 1 2 - 5】

表 12 (続き)							
ステップ	時間 (秒)	Ar 流 (sccm)	N2 流 (sccm)	O2 流 (sccm)	Al (W _{RF})	Al (V _{DC})	Si (W _{RF})
159	180	30	30	1.02	200	262	500
160	180	30	30	1	200	262	500
161	180	30	30	0.98	200	262	500
162	180	30	30	0.96	200	262	500
163	180	30	30	0.94	200	262	500
164	180	30	30	0.92	200	262	500
165	180	30	30	0.9	200	262	500
166	180	30	30	0.88	200	262	500
167	180	30	30	0.86	200	262	500
168	180	30	30	0.84	200	262	500
169	180	30	30	0.82	200	262	500
170	180	30	30	0.8	200	262	500
171	180	30	30	0.78	200	262	500
172	180	30	30	0.76	200	262	500
173	180	30	30	0.74	200	262	500
174	180	30	30	0.72	200	262	500
175	180	30	30	0.7	200	262	500
176	180	30	30	0.68	200	262	500
177	180	30	30	0.66	200	262	500
178	180	30	30	0.64	200	262	500
179	180	30	30	0.62	200	262	500
180	180	30	30	0.6	200	262	500
181	180	30	30	0.58	200	262	500
182	180	30	30	0.56	200	262	500
183	180	30	30	0.54	200	262	500
184	180	30	30	0.52	200	262	500
185	180	30	30	0.5	200	262	500

10

20

30

【 0 1 4 5 】

【表 13 - 1】

表 13: 実施例 G2 に関するスパッタリングプロセス条件

ステップ	時間 (秒)	<u>Ar 流</u> (sccm)	<u>N2 流</u> (sccm)	<u>O2 流</u> (sccm)	<u>Al</u> (W_{RF})	<u>Al</u> (W_{DC})	<u>Si</u> (W_{RF})
1	450	30	30	3.2	70	100	500
2	405	30	30	3.2	73	104.5	500
3	360	30	30	3.2	76	109	500
4	315	30	30	3.2	79	113.5	500
5	270	30	30	3.2	82	118	500
6	225	30	30	3.2	85	122.5	500
7	180	30	30	3.2	88	127	500
8	180	30	30	3.2	91	131.5	500
9	180	30	30	3.2	94	136	500
10	180	30	30	3.2	97	140.5	500
11	180	30	30	3.2	100	145	500
12	180	30	30	3.2	103	149.5	500
13	180	30	30	3.2	106	154	500

10

20

【 0 1 4 6 】

【表 13 - 2】

表 13 (続き)							
ステップ	時間 (秒)	Ar 流 (sccm)	N2 流 (sccm)	O2 流 (sccm)	Al (W _{RF})	Al (W _{DC})	Si (W _{RF})
14	180	30	30	3.2	109	158.5	500
15	180	30	30	3.2	112	163	500
16	180	30	30	3.2	115	167.5	500
17	180	30	30	3.2	118	172	500
18	180	30	30	3.2	121	176.5	500
19	180	30	30	3.2	124	181	500
20	180	30	30	3.2	127	185.5	500
21	180	30	30	3.2	130	190	500
22	180	30	30	3.2	133	194.5	500
23	180	30	30	3.2	136	199	500
24	180	30	30	3.2	139	203.5	500
25	180	30	30	3.2	142	208	500
26	180	30	30	3.2	145	212.5	500
27	180	30	30	3.2	148	217	500
28	180	30	30	3.2	151	221.5	500
29	180	30	30	3.2	154	226	500
30	180	30	30	3.2	157	230.5	500
31	180	30	30	3.2	160	235	500
32	180	30	30	3.2	163	239.5	500
33	180	30	30	3.2	166	244	500
34	180	30	30	3.2	169	248.5	500
35	180	30	30	3.2	172	253	500
36	180	30	30	3.2	175	257.5	500
37	180	30	30	3.2	178	262	500
38	180	30	30	3.2	181	266.5	500
39	180	30	30	3.2	184	271	500
40	180	30	30	3.2	187	275.5	500
41	180	30	30	3.2	190	280	500
42	225	30	30	3.2	193	284.5	500
43	270	30	30	3.2	196	289	500
44	315	30	30	3.2	199	293.5	500
45	315	30	30	3.2	200	298	500
46	315	30	30	3.2	200	300	500
47	270	30	30	3.18	200	300	500
48	225	30	30	3.16	200	300	500
49	180	30	30	3.14	200	300	500
50	120	30	30	3.12	200	300	500
51	120	30	30	3.1	200	300	500
52	120	30	30	3.08	200	300	500
53	120	30	30	3.06	200	300	500
54	120	30	30	3.04	200	300	500
55	120	30	30	3.02	200	300	500
56	120	30	30	3	200	300	500

【表 1 3 - 3】

表 13 (続き)							
ステップ	時間 (秒)	Ar 流 (sccm)	N2 流 (sccm)	O2 流 (sccm)	Al (W _{RF})	Al (W _{DC})	Si (W _{RF})
57	120	30	30	2.98	200	300	500
58	120	30	30	2.96	200	300	500
59	120	30	30	2.94	200	300	500
60	120	30	30	2.92	200	300	500
61	120	30	30	2.9	200	300	500
62	120	30	30	2.88	200	300	500
63	120	30	30	2.86	200	300	500
64	120	30	30	2.84	200	300	500
65	120	30	30	2.82	200	300	500
66	120	30	30	2.8	200	300	500
67	120	30	30	2.78	200	300	500
68	120	30	30	2.76	200	300	500
69	120	30	30	2.74	200	300	500
70	120	30	30	2.72	200	300	500
71	120	30	30	2.7	200	300	500
72	120	30	30	2.68	200	300	500
73	120	30	30	2.66	200	300	500
74	120	30	30	2.64	200	300	500
75	120	30	30	2.62	200	300	500
76	120	30	30	2.6	200	300	500
77	120	30	30	2.58	200	300	500
78	120	30	30	2.56	200	300	500
79	120	30	30	2.54	200	300	500
80	120	30	30	2.52	200	300	500
81	120	30	30	2.5	200	300	500
82	120	30	30	2.48	200	300	500
83	120	30	30	2.46	200	300	500
84	120	30	30	2.44	200	300	500
85	120	30	30	2.42	200	300	500
86	120	30	30	2.4	200	300	500
87	120	30	30	2.38	200	300	500
88	120	30	30	2.36	200	300	500
89	120	30	30	2.34	200	300	500
90	120	30	30	2.32	200	300	500
91	120	30	30	2.3	200	300	500
92	120	30	30	2.28	200	300	500
93	120	30	30	2.26	200	300	500
94	120	30	30	2.24	200	300	500
95	120	30	30	2.22	200	300	500
96	120	30	30	2.2	200	300	500
97	120	30	30	2.18	200	300	500
98	120	30	30	2.16	200	300	500
99	120	30	30	2.14	200	300	500

【表 13 - 4】

表 13 (続き)							
ステップ	時間 (秒)	Ar 流 (sccm)	N2 流 (sccm)	O2 流 (sccm)	Al (W _{RF})	Al (W _{DC})	Si (W _{RF})
100	120	30	30	2.12	200	300	500
101	120	30	30	2.1	200	300	500
102	120	30	30	2.08	200	300	500
103	120	30	30	2.06	200	300	500
104	120	30	30	2.04	200	300	500
105	120	30	30	2.02	200	300	500
106	120	30	30	2	200	300	500
107	120	30	30	1.98	200	300	500
108	120	30	30	1.96	200	300	500
109	120	30	30	1.94	200	300	500
110	120	30	30	1.92	200	300	500
111	120	30	30	1.9	200	300	500
112	120	30	30	1.88	200	300	500
113	120	30	30	1.86	200	300	500
114	120	30	30	1.84	200	300	500
115	120	30	30	1.82	200	300	500
116	120	30	30	1.8	200	300	500
117	120	30	30	1.78	200	300	500
118	120	30	30	1.76	200	300	500
119	120	30	30	1.74	200	300	500
120	120	30	30	1.72	200	300	500
121	120	30	30	1.7	200	300	500
122	120	30	30	1.68	200	300	500
123	120	30	30	1.66	200	300	500
124	120	30	30	1.64	200	300	500
125	120	30	30	1.62	200	300	500
126	120	30	30	1.6	200	300	500
127	120	30	30	1.58	200	300	500
128	120	30	30	1.56	200	300	500
129	120	30	30	1.54	200	300	500
130	120	30	30	1.52	200	300	500
131	120	30	30	1.5	200	300	500
132	120	30	30	1.48	200	300	500
133	120	30	30	1.46	200	300	500
134	120	30	30	1.44	200	300	500
135	120	30	30	1.42	200	300	500
136	120	30	30	1.4	200	300	500
137	120	30	30	1.38	200	300	500
138	120	30	30	1.36	200	300	500
139	120	30	30	1.34	200	300	500
140	120	30	30	1.32	200	300	500
141	120	30	30	1.3	200	300	500
142	120	30	30	1.28	200	300	500

【表 13 - 5】

表 13 (続き)							
ステップ	時間 (秒)	Ar 流 (sccm)	N2 流 (sccm)	O2 流 (sccm)	Al (W _{RF})	Al (W _{DC})	Si (W _{RF})
143	120	30	30	1.26	200	300	500
144	120	30	30	1.24	200	300	500
145	120	30	30	1.22	200	300	500
146	120	30	30	1.2	200	300	500
147	120	30	30	1.18	200	300	500
148	120	30	30	1.16	200	300	500
149	120	30	30	1.14	200	300	500
150	120	30	30	1.12	200	300	500
151	120	30	30	1.1	200	300	500
152	120	30	30	1.08	200	300	500
153	120	30	30	1.06	200	300	500
154	120	30	30	1.04	200	300	500
155	120	30	30	1.02	200	300	500
156	120	30	30	1	200	300	500
157	120	30	30	0.98	200	300	500
158	120	30	30	0.96	200	300	500
159	120	30	30	0.94	200	300	500
160	120	30	30	0.92	200	300	500
161	120	30	30	0.9	200	300	500
162	120	30	30	0.88	200	300	500
163	120	30	30	0.86	200	300	500
164	120	30	30	0.84	200	300	500
165	120	30	30	0.82	200	300	500
166	120	30	30	0.8	200	300	500
167	120	30	30	0.78	200	300	500
168	120	30	30	0.76	200	300	500
169	120	30	30	0.74	200	300	500
170	120	30	30	0.72	200	300	500
171	120	30	30	0.7	200	300	500
172	120	30	30	0.68	200	300	500
173	120	30	30	0.66	200	300	500
174	120	30	30	0.64	200	300	500
175	180	30	30	0.62	200	300	500
176	225	30	30	0.6	200	300	500
177	270	30	30	0.58	200	300	500
178	315	30	30	0.56	200	300	500
179	360	30	30	0.54	200	300	500
180	405	30	30	0.52	200	300	500
181	9000	30	30	0.5	200	300	500
182	108	30	30	3.2	70	100	500

【 0 1 5 0 】

実施例 G 1 ~ G 2 の透過率は、F 2 発光物を使用して、5 度、20 度、40 度と 60 度の入射照明角度で測定され、そして図 2 2 にプロットされた。図 2 3 中、各入射視野角に

10

20

30

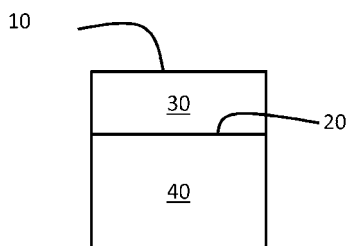
40

50

おける実施例 G 1 ~ G 2 の反射 a^* および b^* 値をプロットし、実施例 G 1 ~ G 2 を形成するために使用された基板の各入射視野角における反射 a^* および b^* 値と比較した。実施例 G 1 および G 2 の a^* および b^* 値は、基板の a^* および b^* 値に近く、例えば、 ± 0.5 の色シフトなどの低い色シフトを示す。

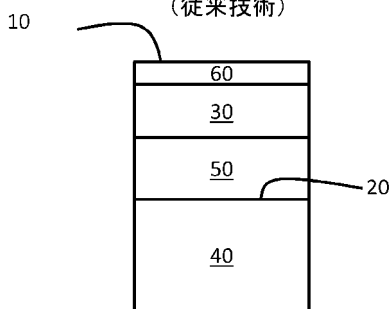
【 図 1 】

(従来技術)

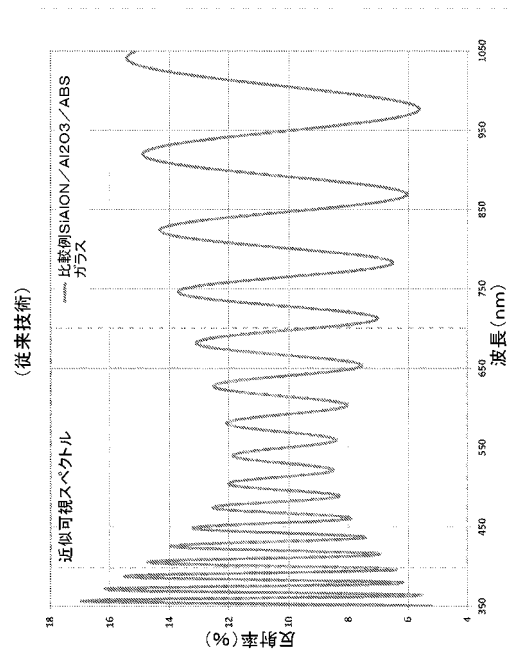


【 図 2 】

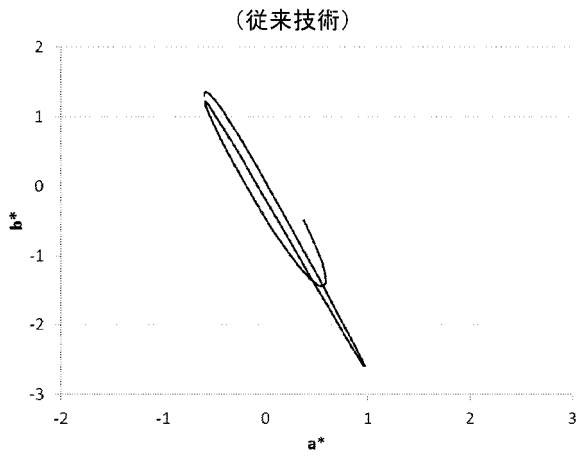
(従来技術)



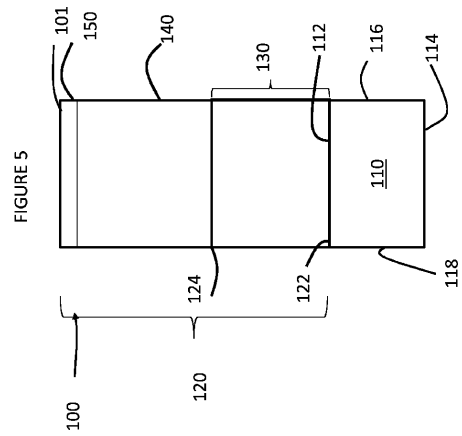
【 図 3 】



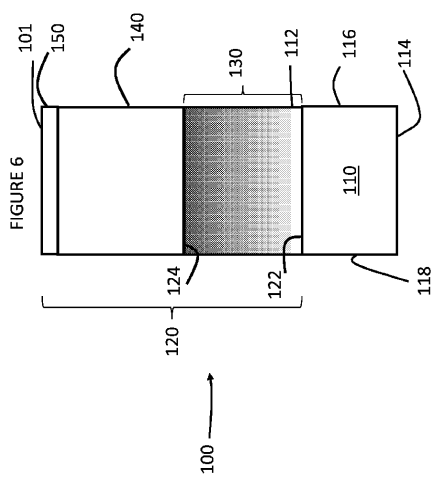
【 図 4 】



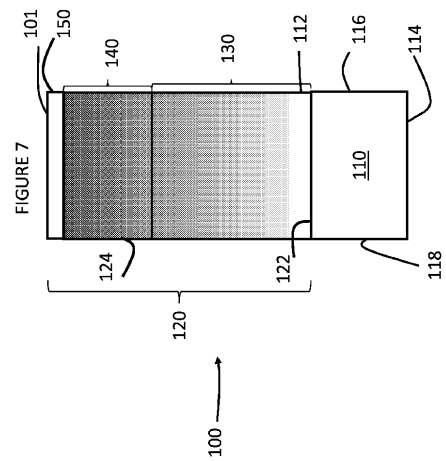
【 図 5 】



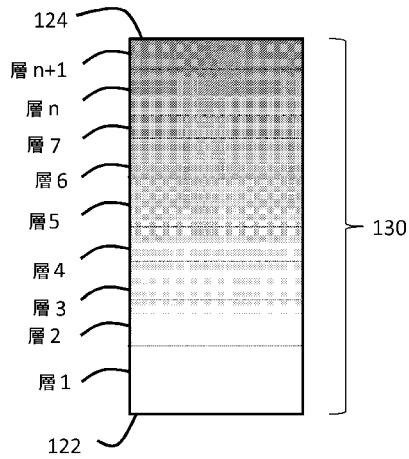
【 図 6 】



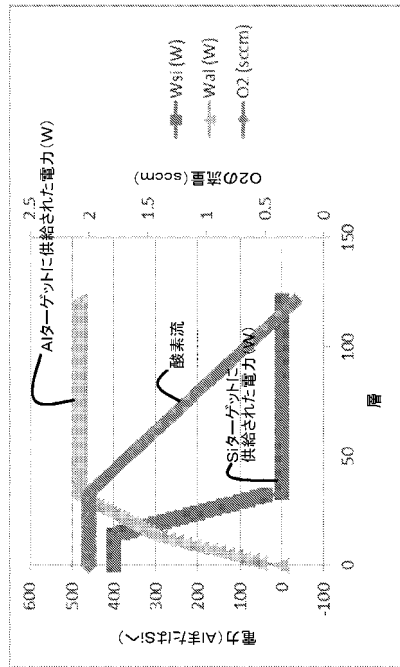
【 図 7 】



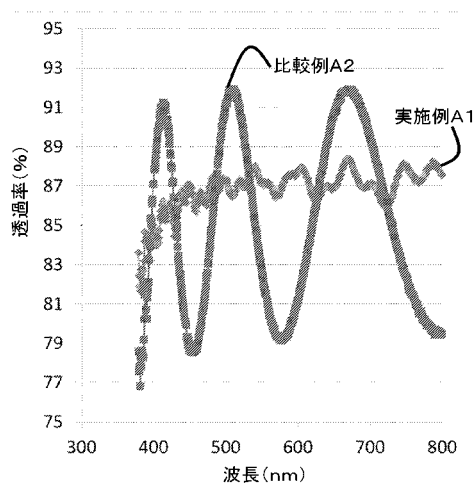
【図 8】



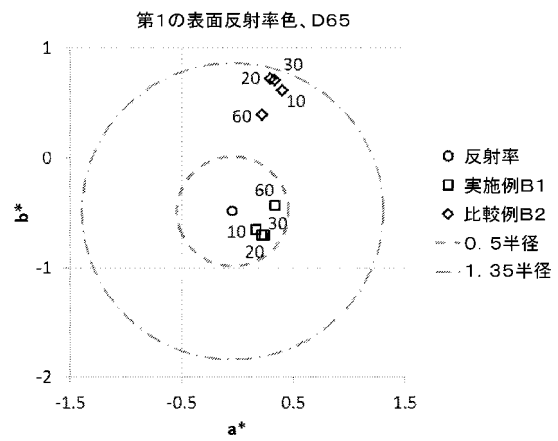
【図 9】



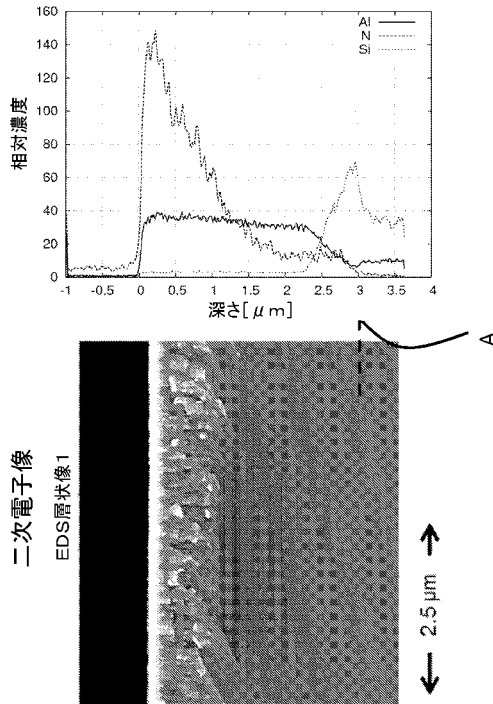
【図 10】



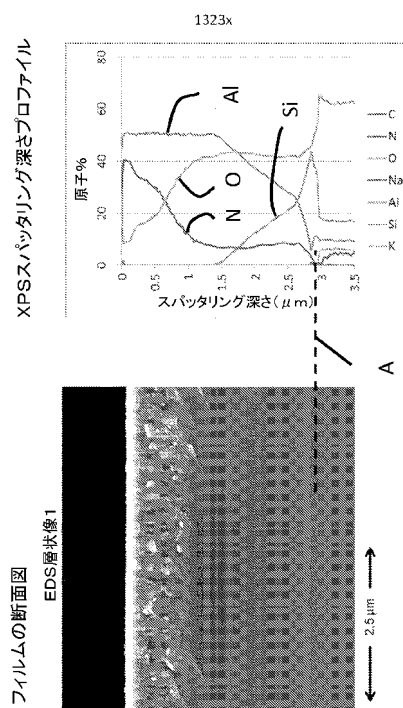
【図 11】



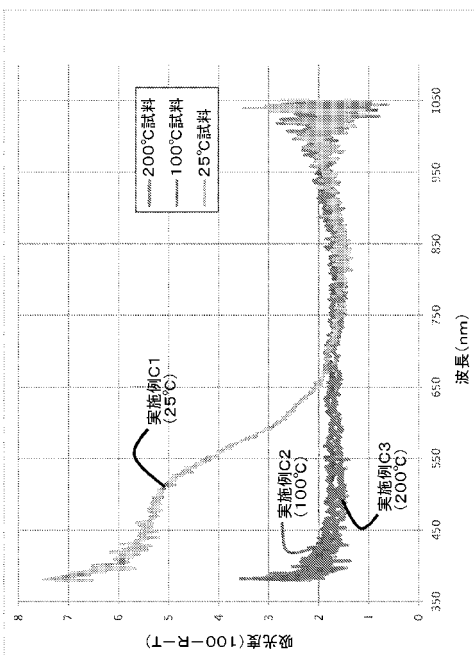
【図 1 2】



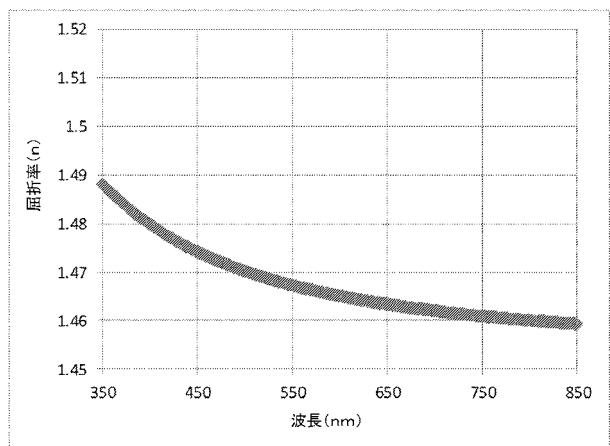
【図 1 3】



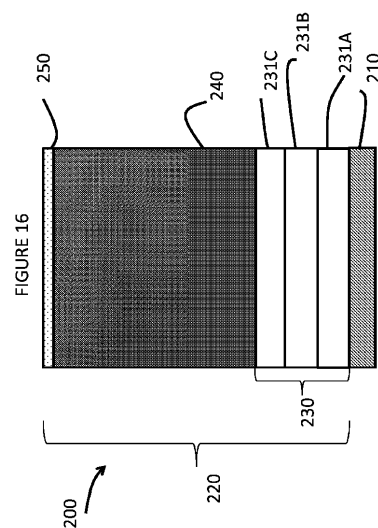
【図 1 4】



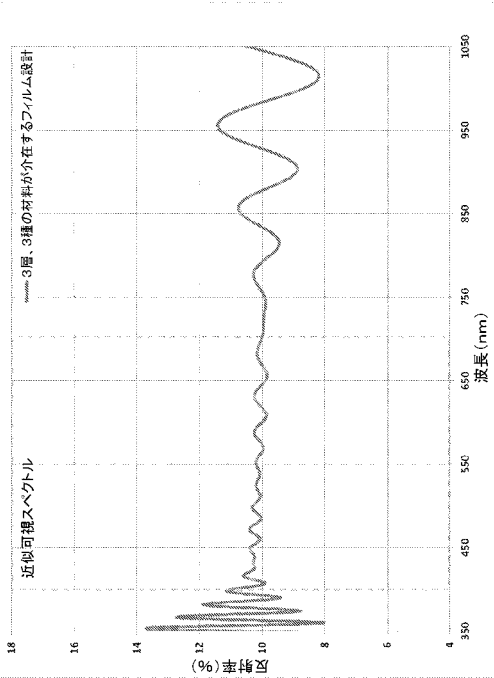
【図 1 5】



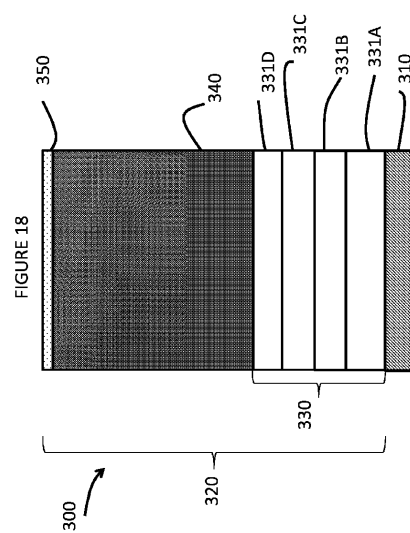
【図 16】



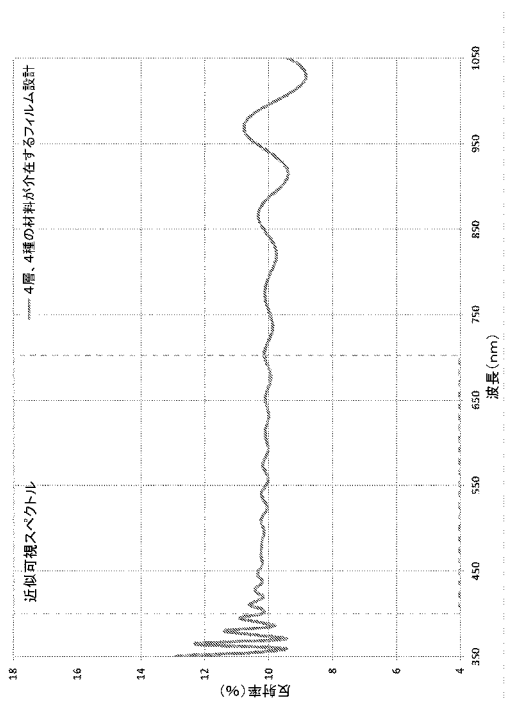
【図 17】



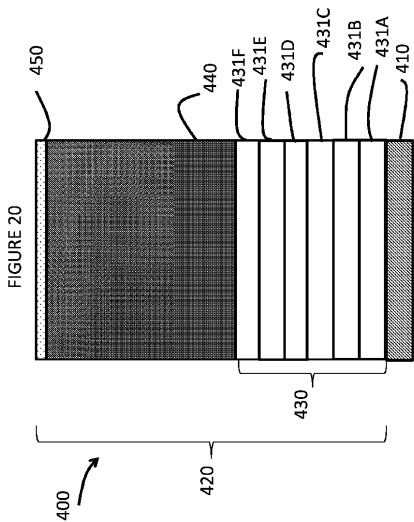
【図 18】



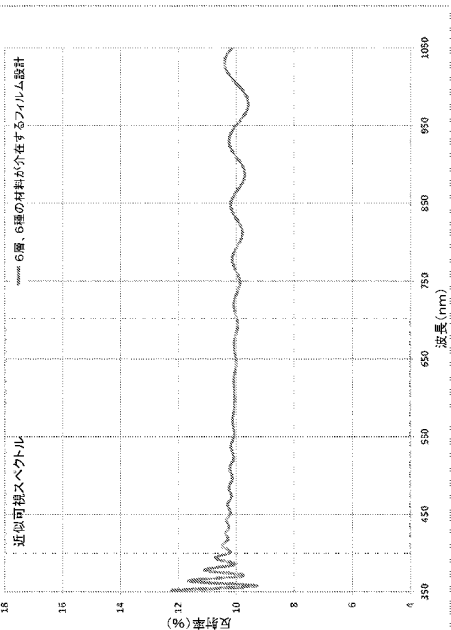
【図 19】



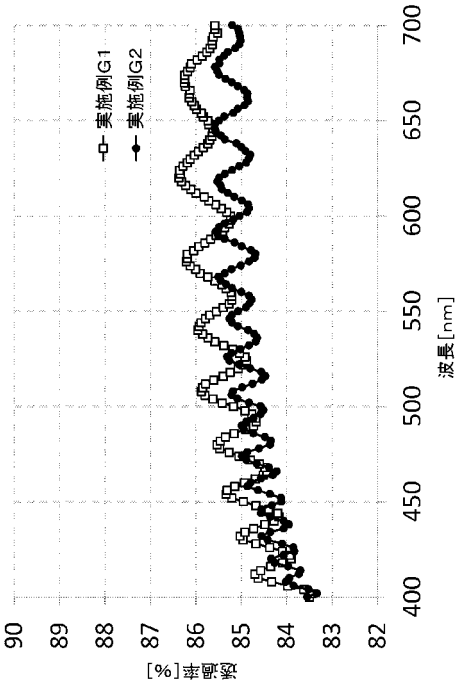
【図 2 0】



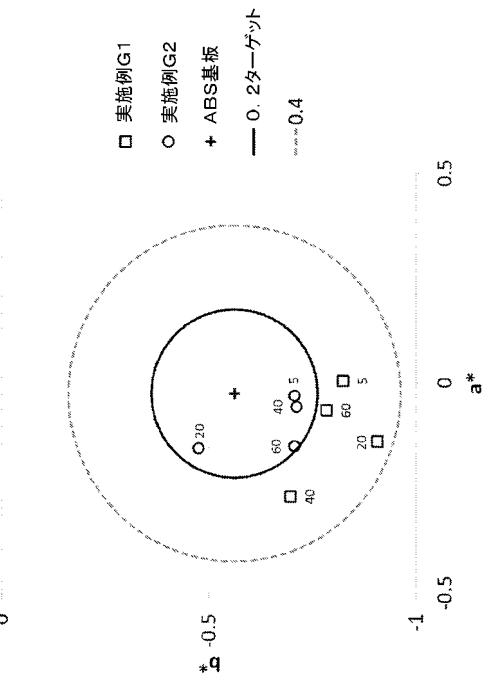
【図 2 1】



【図 2 2】



【図 2 3】



【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/US2014/036090

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. G02B1/10

ADD.

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)

G02B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	WO 02/42843 A2 (3M INNOVATIVE PROPERTIES CO [US]) 30 May 2002 (2002-05-30) the whole document -----	1,6,7, 12,14 15,27
X A	US 2003/193636 A1 (ALLEN RICHARD C [US] ET AL) 16 October 2003 (2003-10-16) the whole document -----	1 15,27
X A	US 2013/029118 A1 (KISHI ATSUSHI [JP] ET AL) 31 January 2013 (2013-01-31) the whole document -----	15,16, 18,20, 22,27, 28,30,32 1
A	US 2007/237918 A1 (JONZA JAMES M [US] ET AL) 11 October 2007 (2007-10-11) the whole document -----	1-34



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

12 August 2014

Date of mailing of the international search report

22/08/2014

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel: (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Andreassen, Jon

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/US2014/036090

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 0242843	A2	30-05-2002	AU 3656302 A 03-06-2002
		CA 2426940 A1 30-05-2002	
		CN 1474959 A 11-02-2004	
		EP 1337895 A2 27-08-2003	
		JP 2004514935 A 20-05-2004	
		KR 20030051851 A 25-06-2003	
		MX PA03004396 A 20-04-2004	
		US 6535333 B1 18-03-2003	
		WO 0242843 A2 30-05-2002	
US 2003193636	A1	16-10-2003	AU 2003220099 A1 03-11-2003
		CN 1646976 A 27-07-2005	
		EP 1497690 A1 19-01-2005	
		JP 2005523469 A 04-08-2005	
		KR 20050013536 A 04-02-2005	
		TW I289714 B 11-11-2007	
		US 2003193636 A1 16-10-2003	
		US 2005083464 A1 21-04-2005	
		US 2006221286 A1 05-10-2006	
		WO 03089981 A1 30-10-2003	
US 2013029118	A1	31-01-2013	CN 102844684 A 26-12-2012
		JP 2011237789 A 24-11-2011	
		KR 20130057413 A 31-05-2013	
		TW 201213841 A 01-04-2012	
		US 2013029118 A1 31-01-2013	
		WO 2011129354 A1 20-10-2011	
US 2007237918	A1	11-10-2007	US 2007237918 A1 11-10-2007
		WO 2007115277 A2 11-10-2007	

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), EP(AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, 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, NE, 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, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US

(72)発明者 ハート, シェンドン ディー
アメリカ合衆国 ニューヨーク州 1 4 8 3 0 コーニング バイン ヒル ロード 4 0 0 5

(72)発明者 コッホ, カール ウィリアム サード
アメリカ合衆国 ニューヨーク州 1 4 9 0 3 エルマイラ ランスロット ドライヴ 1 5 3

(72)発明者 ポールソン, チャールズ アンドリュー
アメリカ合衆国 ニューヨーク州 1 4 8 7 0 ペインテッド ポスト トール メドウ コート
5

(72)発明者 プライス, ジェイムズ ジョセフ
アメリカ合衆国 ニューヨーク州 1 4 8 3 0 コーニング ゴートン ロード 3 6 2 5

(72)発明者 サチェニク, ポール アーサー
アメリカ合衆国 ニューヨーク州 1 4 8 3 0 コーニング ハント レイン 1 4 2 7

Fターム(参考) 2K009 AA02 AA15 BB02 BB11 CC03 DD03 DD04

4F100 AA12B AA13B AA19B AA20B AG00A AR00B AR00C AT00A BA02 BA03

BA07 BA10A BA10C BA42B EH46 EH66 JK12 JK12C JN01 JN06

JN18B JN18C YY00B YY00C