

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号
特許第6656177号
(P6656177)

(45) 発行日 令和2年3月4日 (2020. 3. 4)

(24) 登録日 令和2年2月6日 (2020. 2. 6)

(51) Int. Cl.	F I
GO 2 B 5/18 (2006. 01)	GO 2 B 5/18
GO 2 B 5/00 (2006. 01)	GO 2 B 5/00 Z
GO 2 B 5/02 (2006. 01)	GO 2 B 5/02 B
B 3 2 B 7/023 (2019. 01)	B 3 2 B 7/023

請求項の数 9 (全 27 頁)

(21) 出願番号	特願2016-572265 (P2016-572265)	(73) 特許権者	505005049
(86) (22) 出願日	平成27年6月3日 (2015. 6. 3)		スリーエム イノベイティブ プロパティ
(65) 公表番号	特表2017-522589 (P2017-522589A)		ズ カンパニー
(43) 公表日	平成29年8月10日 (2017. 8. 10)		アメリカ合衆国, ミネソタ州 5 5 1 3 3
(86) 国際出願番号	PCT/US2015/033884		- 3 4 2 7, セント ポール, ポスト オ
(87) 国際公開番号	W02015/191339		フィス ボックス 3 3 4 2 7, スリーエ
(87) 国際公開日	平成27年12月17日 (2015. 12. 17)		ム センター
審査請求日	平成30年6月1日 (2018. 6. 1)	(74) 代理人	100110803
(31) 優先権主張番号	62/011, 972		弁理士 赤澤 太朗
(32) 優先日	平成26年6月13日 (2014. 6. 13)	(74) 代理人	100135909
(33) 優先権主張国・地域又は機関	米国 (US)		弁理士 野村 和歌子
		(74) 代理人	100133042
			弁理士 佃 誠玄
		(74) 代理人	100157185
			弁理士 吉野 亮平

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 スパークルを低減するための光学積層体

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

第 1 の層と、前記第 1 の層に隣接する第 2 の層とを備える光学積層体であって、前記第 1 の層と前記第 2 の層との間の境界面が第 1 の格子を備え、前記第 1 の層が屈折率 n_1 を有し、前記第 2 の層が屈折率 n_2 を有し、前記第 1 の格子がピークから谷までの高さ h を有し、 $|n_1 - n_2|$ に h を乗算したものが $150\text{ nm} \sim 350\text{ nm}$ であり、前記第 1 の格子が $2\text{ マイクロメートル} \sim 50\text{ マイクロメートル}$ の範囲の第 1 のピッチを有し、前記第 1 の層、又は前記第 2 の層、又は前記第 1 の層及び前記第 2 の層の両方は、前記光学積層体が 532 nm の波長を有するレーザ光で照明されたときに、

強度 I_0 を有する中央回折ピーク、
前記中央回折ピークから距離 d に位置する最近接回折ピーク、
及び
強度分布であって、
前記中央回折ピークと前記最近接回折ピークとの間の中間点における強度 I_{mid} 、
前記中央回折ピークから距離 $2d$ の点における強度 I_{2d} 、を含む、強度分布、を含む回折パターンが生成されるように、粒径、屈折率、及び数密度を有する複数の粒子を含み、

I_{mid} が I_0 の 0.01 倍超であり、 I_{2d} が I_0 の 0.001 倍未満である、光学積層体。

【請求項 2】

前記第 1 の格子が二方向格子である、請求項 1 に記載の光学積層体。

【請求項 3】

前記第 1 の層と反対側の前記第 2 の層に隣接する第 3 の層をさらに備える、請求項 1 に記載の光学積層体。

【請求項 4】

前記第 2 の層と前記第 3 の層との間の境界面が第 2 の格子を備える、請求項 3 に記載の光学積層体。

【請求項 5】

前記第 1 の格子が、第 1 の方向に沿って延びる第 1 の一方向格子であり、前記第 2 の格子が、前記第 1 の方向とは異なる第 2 の方向に沿って延びる第 2 の一方向格子である、請求項 4 に記載の光学積層体。

10

【請求項 6】

前記第 2 の層と反対側の第 1 の層に近接する防眩層をさらに備える、請求項 1 に記載の光学積層体。

【請求項 7】

前記第 1 の層が前記第 2 の層と反対側の外側主表面をさらに含み、前記外側主表面が防眩特徴部を含む、請求項 1 に記載の光学積層体。

【請求項 8】

請求項 1 ~ 7 のいずれか一項に記載の光学積層体を備えるディスプレイであって、前記ディスプレイが複数のピクセルを備え、前記光学積層体は、第 1 の色を有する前記複数のピクセルのうちの第 1 のピクセルが照明されて前記光学積層体を通して見られたときに、複数の二次画像が生成されるように、前記複数のピクセルに近接して位置付けられており、各二次画像が前記第 1 のピクセルから側方変位しており、前記第 1 のピクセルが、前記第 1 の色を有する複数の一次隣接ピクセル及び前記第 1 の色を有する複数の二次隣接ピクセルを有し、各二次画像の前記側方変位は、各二次画像が前記複数の一次隣接ピクセルと重なるか、又は前記第 1 のピクセルと前記複数の一次隣接ピクセルとの間のスペースと重なるようなものであり、前記複数の二次画像と前記二次隣接ピクセルとの重なりが存在しない、ディスプレイ。

20

【請求項 9】

請求項 1 ~ 7 のいずれか一項に記載の光学積層体を備えるディスプレイであって、前記ディスプレイが複数のピクセルを備え、前記光学積層体は、前記格子が前記複数のピクセルを含む平面から距離 Z にあるように、前記複数のピクセルに近接して位置付けられており、前記複数のピクセルがピッチ P を有し、前記複数の粒子が単分散しており、かつ直径 D を有し、ここで、 D が、マイクロメートル単位で Z を P で割ったものの $0.7 \sim 2.5$ 倍の範囲である、ディスプレイ。

30

【発明の詳細な説明】

【背景技術】

【0001】

防眩コーティング、他の不規則なコーティング、スクラッチ、又はマークされた表面を有する高解像度ディスプレイは、ビューワーにとって不愉快又は邪魔になり得るスパークルを生じさせる傾向がある。ディスプレイのスパークルは、ディスプレイに対するビューワーの位置のわずかな変化に伴ってあちこちに移動するか、又はちらついて見える粒状パターンとして説明することができる。高解像度ディスプレイのスパークルの低減が必要とされている。

40

【発明の概要】

【課題を解決するための手段】

【0002】

いくつかの態様では、本発明の記載は、屈折率 n_1 を有する第 1 の層と、屈折率 n_2 を有し、かつ第 1 の層に隣接し得位置付けられる第 2 の層とを含む光学積層体に関する。第 1 の層と第 2 の層との間の境界面は、ピークから谷までの高さ h を有する格子を含み、 n

50

$n_1 \sim n_2$ に h を乗算した絶対値は、約 150 nm ~ 約 350 nm である。格子は、約 2 マイクロメートル ~ 約 50 マイクロメートルの範囲の第 1 のピッチを有する。第 1 の層、又は第 2 の層、又は第 1 の層及び第 2 の層の両方は、光学積層体が約 532 nm の波長を有するレーザ光で照明されたときに回折パターンが生成されるように、粒径、屈折率、及び数密度を有する複数の粒子を含む。回折パターンは、強度 I_0 を有する中央回折ピークと、中央回折ピークから距離 d に位置する最近接回折ピークと、強度分布とを含む。強度分布は、中央回折ピークと最近接回折ピークとの間の中間点における強度 I_{mid} 、及び中央回折ピークから距離 $2d$ の点における強度 I_{2d} を含む。 I_{mid} は I_0 の約 0.01 倍超であり、 I_{2d} は I_0 の約 0.001 倍未満である。いくつかの例では、格子は一方向格子であり、いくつかの例では、格子は二方向格子である。いくつかの例では、 I_{mid} は I_0 の約 0.1 倍超である。

10

【0003】

別の態様では、本発明の記載は、光学積層体を含むディスプレイに関する。光学積層体は、本発明の記載において説明される光学積層体のうちのいずれかであってよい。ディスプレイはピクセルを含み、光学積層体は、第 1 の色を有する第 1 のピクセルが照明されて光学積層体を通して見られたときに、二次画像が生成されるように、それらのピクセルに近接して位置付けられており、各二次画像は、第 1 のピクセルから側方変位している。第 1 のピクセルは、第 1 の色を有する一次隣接ピクセル及び第 1 の色を有する二次隣接ピクセルを有する。各二次画像の側方変位は、各二次画像が一次隣接ピクセルと重なるか、又は第 1 のピクセルと一次隣接ピクセルとの間のスペースと重なるようなものであり、複数の二次画像と二次隣接ピクセルとの重なりは実質的に存在しない。いくつかの例では、ピクセルは、表示方向に沿って繰り返すパターンで配置され、光学積層体は、格子配向方向を含む配向を有し、表示方向と格子配向方向との間の角度は、約 5 度 ~ 約 85 度の範囲である。

20

【図面の簡単な説明】

【0004】

【図 1】光学積層体の断面図である。

【図 2】光学積層体の概略上面斜視図である。

【図 3 A】光学積層体の断面図である。

【図 3 B】図 3 A に示す断面と直交する断面に沿った、図 3 A の光学積層体の断面図である。

30

【図 3 C】図 3 A 及び図 3 B の光学積層体の斜視図である。

【図 4】光学積層体の断面図である。

【図 5 A】防眩層を有する光学積層体の断面図である。

【図 5 B】防眩特徴部を含む光学積層体の断面図である。

【図 5 C】防眩特徴部を含む光学積層体の断面図である。

【図 5 D】防眩層を含む光学積層体の断面図である。

【図 6 A】二方向構造を含む表面を有する第 1 の層の斜視図である。

【図 6 B】第 2 の層が第 1 の層の二方構造を埋めている、図 6 A の第 1 の層の断面図である。

40

【図 6 C】光学積層体の断面図である。

【図 7】粒子を含む光学積層体の断面図である。

【図 8】光学積層体を組み込んだディスプレイの概略断面図である。

【図 9】光学積層体を照明しているところを示す図である。

【図 10】光学積層体を照明することによって生じる回折パターンを示す。

【図 11】光学積層体を照明することによって生じる回折パターンを示す。

【図 12】複数のピクセルの平面図である。

【図 13】1 つのピクセルが照明され、光学積層体を通して見られている状態の、図 12 の複数のピクセルの平面図である。

【図 14】光学積層体を照明することによって生じる回折パターンを示す。

50

【図 15】光学積層体を照明することによって生じる強度分布を示す。

【発明を実施するための形態】

【0005】

ディスプレイのスパークルは、光の光路の不均一性と相互作用するピクセルからの光によって典型的にはディスプレイの表面上に引き起こされ得る。ピクセル光と不均一性との相互作用により、ピクセルからの光は、ビューワーが移動すると、あちこちに移動するか、又はちらついて見える場合がある。そのような不均一性としては、ディスプレイに加えられるフィルム又は他の層の構造又は表面テクスチャを挙げることができる。例えば、表面からの正反射を低減してグレアを低減するために、多くの場合、表面テクスチャが防眩フィルムに含まれる。また、スパークルを生じさせ得る不均一性には、ディスプレイ表面上の指紋、スクラッチ、又は他の残留物も含まれる。

10

【0006】

回折を生じさせる一方向周期構造を用いてスパークルを低減するアプローチが既知であるが、回折を生じさせることができる二方向周期構造の使用が、ディスプレイの知覚解像度を不必要に低下させるとこれまで考えられてきた。回折を最小化するように設計された二方向周期構造を含むスパークルを低減するアプローチも既知であるが、そのような構造が、ディスプレイの知覚解像度が損なわれないように、わずかな回折効果しか生成しないように設計されなくてはならないとこれまで考えられてきた。本発明の記載によると、面内二次元に回折を生じさせるディスプレイ内の構造は、知覚解像度を実質的に低下させることなく使用可能であり、一方向の場合と比較してスパークル低減が改善されることが見出された。具体的には、回折を制御するように選択された2つ若しくは3つ以上の一方向格子、又は少なくとも1つの二方向格子を有する光学積層体、及び、光の放射状の拡散（すなわち、一方向構造だけで得られる方向以外の方向に光が広がるように、光学積層体の平面内での光の拡散）を制御するように選択された追加要素を含む一方向構造を有する光学積層体は、ディスプレイに組み込まれて、ディスプレイの知覚解像度を実質的に維持したまま、スパークルを有意に低減することができる。いずれの場合も、これらの構造は、制御されたレベルの面内二次元回折をもたらすものとして説明することができる。

20

【0007】

ディスプレイは、多くの場合、アドレス可能な素子のグリッドに分割され、このグリッドは単色領域に細分され得る。本明細書で用いるとき、「ピクセル」は、ディスプレイの最小のアドレス可能な素子を指す。単色素子が別々にアドレス可能なディスプレイでは、そのような別々にアドレス可能な単色素子は「サブピクセル」としても知られ得るが、本明細書では単色素子を「ピクセル」とする。ディスプレイは、第1、第2、及び第3の色のピクセルの周期的配列を含み得る。いくつかの例では、第4の色を使用することもできる。例えば、赤色、緑色、及び青色のピクセルをディスプレイで使用してもよい。あるいは、黄色、マゼンダ、及びシアンのピクセルのアレイを使用してもよい。第1の色のピクセルは、典型的には、第1の色のピクセル間に間隔をあけて、周期パターンで配置され、これらの間隔には他の色を有するピクセルが配置される。スパークルは、ディスプレイに対する観察者の位置が変化したときに、ピクセルからの光の輝度又は色の見かけのずれから生じるとして説明することができる。本発明の記載によると、スパークルを低減するためのアプローチでは、照らされている第1の色のピクセルと、隣接する第1の色のピクセルとの間のスペースを、照らされているピクセルの重複画像で埋めることである。この場合、ピクセルからの光がより大きな領域にわたって広がるので、観察者は、ピクセルの輝度、色、又は見かけの位置のシフトにあまり気付かない。同様に、他の色のピクセルの重複画像を、同様のピクセル間のスペースに位置付けることができる。一般に、ディスプレイの解像度を保つことが望ましいが、照らされているピクセルの重複画像を広範囲わたって広げることで、知覚解像度を低下させることができる。したがって、ディスプレイの知覚解像度を適切なレベルに維持したままスパークルを低減するように、重複画像の位置を制御するのが望ましい。

30

40

【0008】

50

本発明の記載は、ディスプレイの中又は上に組み込むことができ、知覚解像度を有意に損なうことなくスパークルを低減することができる光学積層体を提供する。光学積層体は、二方向格子、複数の一方向格子、及び／又は制御された光の拡散をもたらすように含まれる粒子などの追加構造を有する一方向格子を含む。また、そのような追加構造を二方向格子に含ませてもよい。いくつかの実施形態では、光学積層体は、ポリマー材料を含み、いくつかの実施形態では、光学積層体は、ポリマー及び／又はポリマー複合体及び／又は光学的に透明な接着剤から作製される。いくつかの実施形態では、光学積層体は、可撓性フィルムである。他の実施形態では、光学積層体は、ガラス又は他の基板上に形成される。

【 0 0 0 9 】

図 1 は、第 1 の層 1 1 0、第 2 の層 1 2 0、第 3 の層 1 3 0、第 1 の格子 1 4 0、及び第 2 の格子 1 5 0 を含む光学積層体 1 0 0 の断面図を示す。第 1 の層 1 1 0 は、第 2 の層 1 2 0 と反対側の第 1 の外側主表面 1 8 0 を有し、第 3 の層 1 3 0 は、第 2 の層 1 2 0 と反対側の第 2 の外側主表面 1 9 0 を有する。第 1 の格子 1 4 0 は、ピークから谷までの高さ h_1 を有し、第 2 の格子 1 5 0 は、ピークから谷までの高さ h_2 を有する。図 1 に示す実施形態では、第 1 の外側主表面 1 8 0 及び第 2 の外側主表面 1 9 0 は、実質的に平らである。

【 0 0 1 0 】

回折格子によって生じる回折ピークの強度分布は、格子にわたる屈折率コントラスト（すなわち、格子の片側に隣接する光学媒体の屈折率と、格子の他方側に隣接する光学媒体の屈折率の差の絶対値）と、格子のピークから谷までの高さとの積の関数である。本明細書で用いるとき、屈折率及び屈折率コントラストは、別途記載のない限り、25 及び大気圧で 532 nm の波長を有する光を用いた屈折率測定値を指す。屈折率コントラストとピークから谷までの高さの積は、回折ピークが、高い相対強度で現れるスパークルを低減する一方で、回折ピークが、低強度で現れるか又は測定できるほどには現れない有効解像度を損なうことがないように調整され得る。屈折率コントラストとピークから谷までの高さの積の有用な値の範囲は、格子の形状に依存し得る。格子は、任意の周期的に繰り返す形状（例えば、正弦波状、方形波状）であってもよく、又は格子は、他の周期的に繰り返す規則的な形状又は不規則な形状であってもよい。

【 0 0 1 1 】

第 1 の層 1 1 0 の屈折率は n_1 であり、第 2 の層 1 2 0 の屈折率は n_2 であり、第 3 の層 1 3 0 の屈折率は n_3 である。いくつかの実施形態では、 n_1 が n_3 と等しいか又はほぼ等しくなるように、第 1 の層及び第 3 の層は同じ材料から作製される。他の実施形態では、 n_1 は、 n_3 とは異なってもよい。

【 0 0 1 2 】

本明細書で論じられる実施形態のうちのいずれかについて、任意の格子の屈折率コントラストにピークから谷までの高さを乗算したものは、約 100 nm 超、又は約 150 nm 超、又は約 200 nm 超であり、約 400 nm 未満、又は約 350 nm 未満、又は約 300 nm 未満であり得る。例えば、いくつかの実施形態では、 $|n_1 - n_2|$ に h_1 を乗算したものは、約 100 nm ～ 約 400 nm、又は約 150 nm ～ 約 350 nm、又は約 200 nm ～ 約 300 nm である。いくつかの実施形態では、 $|n_3 - n_2|$ に h_2 を乗算したものは、約 100 nm ～ 約 400 nm、又は約 150 nm ～ 約 350 nm、又は約 200 nm ～ 約 300 nm である。

【 0 0 1 3 】

図 1 の光学積層体 1 0 0 は様々な方法で作製され得る。いくつかの実施形態では、第 1 の層 1 1 0 及び第 3 の層 1 3 0 は、表面構造を機械加工して材料の層にすることによって作製される。例えば、表面構造を有する層は、ダイヤモンド工具を使用して、ガラスなどの様々な非ポリマー材料、又は熱可塑性樹材料若しくは架橋ポリマー材料のうちのいずれかの層に構造を切削することによって作製されてもよい。好適な材料としては、様々な光学素子で一般に使用される、ポリエチレンテレフタレート（PET）、ポリカーボネート

10

20

30

40

50

(PC)、ポリメチルメタクリレート(PMMA)などのアクリル類、アセチルセルロース、二軸延伸ポリプロピレンなどのポリオレフィン類が挙げられる。好適なダイヤモンド工具は当該技術分野で既知であり、米国特許第7,140,812号(Bryanら)に記載されているダイヤモンド工具が挙げられる。あるいは、ダイヤモンド工具を使用して、銅製微小複製ロールに反転パターンを切削することができ、この反転パターンが切削された微小複製ロールを使用して、重合性樹脂を用いて連続鋳造及び硬化プロセスによって基板上にパターンを形成することができる。連続鋳造及び硬化プロセスは当該技術分野で既知であり、米国特許第4,374,077号(Kerfeld)、同第4,576,850号(Martens)、同第5,175,030号(Luら)、同第5,271,968号(Coylerら)、同第5,558,740号(Bernardら)、及び同第5,995,690号(Kotzら)に記載されている。

10

【0014】

第1の層110を作製するための他の好適なプロセスとしては、レーザアブレーション及びエンボス加工が挙げられる。第3の層130は、第1の層110を作製するために用いた技術のうちのいずれかを用いて作製され得る。いくつかの実施形態では、第2の層120は、第1の層110及び第3の層130と一緒に接着するために使用される光学的に透明な接着剤である。いくつかの実施形態では、第1の層110及び第3の層130は、格子140が第1の方向を有し、格子150が第1の方向とは異なる第2の方向を有するように、第2の層120によって一緒に接着される、同一又は類似の部品である。

【0015】

20

いくつかの実施形態では、第2の層120は、第1の主表面上に第1の格子140を有し、第2の主表面上に第2の格子150を有するように材料を機械加工することによって調製される。そのような構造化層は、本明細書中の他の箇所で論じられる材料及び技術のうちのいずれかを用いて調製され得る。したがって、第1の層110は、第1の格子140に塗布される光学的に透明な接着剤又は他のコーティングであってもよく、第3の層130は、第2の格子150に塗布される光学的に透明な接着剤又は他のコーティングであってもよい。

【0016】

第2の層120上に塗布される場合に第1の層110及び/若しくは第3の層130として使用され得るか、又は第1の層110を第2の層130に接着することによって第2の層120を形成するために使用され得る好適な光学的に透明な接着剤としては、Optically Clear Adhesive 817x、Optically Clear Adhesive 817x、Optically Clear Adhesive 826x、Liquid Optically Clear Adhesive 2321、CEF22xx、CEF28xx(全て3M Company(St. Paul, MN)から入手可能)が挙げられる。他の好適な光学的に透明な接着剤としては、紫外線硬化性アクリレート、ホットメルト接着剤、及び溶液流延接着剤が挙げられる。

30

【0017】

いくつかの実施形態では、第1の層110は、第1のポリマーを含み、第2の層120は、第1のポリマーと同じでも異なってもよい第2のポリマーを含み、第3の層130は、第1又は第2のポリマーと同じでも異なってもよい第3のポリマーを含む。いくつかの実施形態では、第1の層110は、第1のポリマー又は第1のポリマー複合体を含み、第2の層120は、光学的に透明な接着剤を含み、第3の層130は、第1のポリマー又は第1のポリマー複合体と同じでも異なってもよい第2のポリマー又は第2のポリマー複合体を含む。いくつかの実施形態では、第1の層110は、第1の光学的に透明な接着剤を含み、第2の層120は、第1のポリマー又は第1のポリマー複合体を含み、第3の層130は、第1の光学的に透明な接着剤と同じでも異なってもよい第2の光学的に透明な接着剤を含む。好適なポリマー複合体としては、約5nm~約50nmの範囲の平均寸法を有する無機ナノ粒子(例えば、ジルコニウム又はチタニアナノ粒子など)を有するポリマー(例えば、ポリアクリレートなど)が挙げられる。いくつかの実施形態では

40

50

、光学積層体は、可撓性フィルムである。多くの実施形態において、光学積層体は、可視スペクトルの光に対して実質的に透過性である。

【0018】

図2は、第1の方向213に延びる要素212で表される第1の格子と、第2の方向215に延びる要素214で表される第2の格子とを有し、第1の方向213と第2の方向215との間が角度226である、光学積層体の概略上面図である。要素212で表される第1の格子は、第1のピッチ232を有し、要素214で表される第2の格子は、第2のピッチ234を有する。多くの実施形態において、第2の方向215は、第1の方向213とは異なる。いくつかの実施形態では、角度226は、0度超、又は約5度超、又は約10度超、又は約20度超であり、90度以下である。90度を超える角度は、90度未満の相補的な角度と同等であることが理解される。いくつかの実施形態では、第1の方向213及び第2の方向215は実質的に直交する。いくつかの実施形態では、第1のピッチ232及び第2のピッチ234はほぼ等しい。他の実施形態では、第1のピッチ232及び第2のピッチ234は異なる。

【0019】

格子によって生じる回折ピークの位置は、格子のピッチの関数である。本発明の種々の実施形態に現れる格子のピッチは、相対的に高い強度を有する回折ピークが、スパークルを低減するのに有効である領域に位置するが、該回折ピークが、ディスプレイの有効画像解像度を損なうことになる領域内に位置しないように調整され得る。回折ピークの位置は、ピクセル間の間隔、及びピクセルの平面と、ディスプレイ内に位置付けられたときの光学積層体との間の距離に依存する。本明細書で論じられる実施形態のうちのいずれかについて、任意の格子のピッチは、約1マイクロメートル超、又は約2マイクロメートル超、又は超約4マイクロメートル、又は約6マイクロメートル超であってもよく、また、約60マイクロメートル未満、又は約50マイクロメートル未満、又は約40マイクロメートル未満、又は約30マイクロメートル未満であってもよい。例えば、いくつかの実施形態では、第1のピッチ232は、約2マイクロメートル～約50マイクロメートル、又は約4マイクロメートル～約40マイクロメートルである。いくつかの実施形態では、第2のピッチ234は、約2マイクロメートル～約50マイクロメートル、又は約4マイクロメートル～約40マイクロメートルである。

【0020】

第1の方向213及び第2の方向215は、実質的に直交していてもよく、又は非直交であってもよい。第1の方向213及び第2の方向215が実質的に直交している光学積層体が、図3A、図3B、及び図3Cに示される。光学積層体300は、第1の層310、第2の層320、第3の層330、第1の格子340、及び第2の格子350を有する。第1の格子340は、第2の格子350の第2のピッチと実質的に同じ第1のピッチを有する。第1の格子340は、第1の方向に沿って（図3Bの平面の中へと）延び、第2の格子350は、第1の方向と実質的に直交する第2の方向に沿って（図3Aの中へと）延びる。図3Bは、図3Aに示す断面に沿っており、図3Aは、図3Bに示す断面に沿っている。図3Cは、光学積層体300の斜視図である。

【0021】

図4は、第1の層410、第2の層420、第3の層430、第1の格子440、及び第2の格子450を有する光学積層体400の断面図を示す。第1の層410は、第2の層420と反対側の第1の外側主表面480を有し、第3の層430は、第2の層420と反対側の第2の外側主表面490を有する。第1の外側主表面480は、格子440のピークと実質的に同じ高さである。第1の外側主表面480は、他の箇所で論じられる方法のうちのいずれかを用いて第2の層420を形成した後、コーティングが格子構造を埋めて実質的に平面である第1の外側主表面480を形成するように、光学的に透明な接着剤などのコーティングを第2の層420に塗布することによって作製され得る。同様に、第2の外側主表面490は格子450のピークと実質的に同じ高さであり、これは、コーティングが格子450を埋めて実質的に平面表面である第2の外側主表面490を形成す

るように、光学的に透明な接着剤などのコーティングを、第1の層と反対側の第2の層420に塗布することによって達成され得る。好適なコーティングとしては、他の箇所で論じられるものが挙げられる。

【0022】

光学積層体400は、第1の層110及び第3の層130が、それぞれ、第1の格子140のピークの高さを越えて及び第2の格子150の高さを越えて延びている図1に示す実施形態の代替案である。別の実施形態では、第1の層410は、第1の格子440のピークと実質的に同じ高さであってもよく、第3の層430は、第2の格子450のピークの高さを越えて延びてもよい。

【0023】

図5Aは、コーティングされていない光学積層体505、第1の主表面581、外側主表面582、結合剤583、埋め込み粒子585、防眩層587、及び防眩特徴部588を含む光学積層体500を示す。第1の主表面581は、防眩層587でコーティングされて、防眩特徴部588を含む外側主表面582を生成する。コーティングされていない光学積層体505は、本発明の記載の任意のコーティングされていない光学積層体を表す。例えば、コーティングされていない光学積層体505は、図1の光学積層体100に対応し、その場合、第1の主表面581は、第1の層110の第1の外側主表面180に対応する。防眩層587は、結合剤583及び埋め込み粒子585を含む。防眩層587は、外側主表面582の不規則な表面構造を生成することができるビーズ又は他の粒子を含む任意のコーティングであり得る。好適な埋め込み粒子585としては、約0.1マイクロメートル~約10マイクロメートルの範囲、又は約0.3マイクロメートル~約2マイクロメートルの範囲の平均直径を有するガラスビーズ、ポリマービーズ、シリカ粒子、又はシリカ粒子の凝集体が挙げられる。結合剤583は、任意の光学的に透明な接着剤又は透明ポリマーなどの他の透明な材料から選択される。結合剤583に好適な材料としては、他の箇所で論じられる光学的に透明な接着剤及び他のコーティングが挙げられる。防眩層587に好適な材料としては、例えば、米国特許第7,291,386号(Richter)に記載されている、硬化した無機ポリマーマトリックス中に凝集シリカ粒子を含むものが挙げられる。

【0024】

あるいは又はさらに、いくつかの実施形態は、光学積層体の最外層のうちの1つに埋め込み粒子を含む。埋め込み粒子は、本発明の記載の任意の光学積層体の任意の最外層に含まれてもよい。図5Bに示す特定の実施形態では、光学積層体501は、第1の層510、第2の層520、第3の層530、第1の格子540、及び第2の格子550を含む。埋め込み粒子585は、防眩特徴部588を含む外側主表面582を作製するために、第1の層510に含まれる。また、結合剤583及び埋め込み粒子585としての使用に好適な任意の材料を、第1の層510で使用することができる。

【0025】

図5Cは、外側主表面582をマイクロ複製するか、粗面化するか、又はテクスチャリングすることによって、防眩特徴部588が光学積層体502に提供されている、別の実施形態を示す。光学積層体502は、本発明の記載の任意の光学積層体を表すことができる。例えば、光学積層体502は、外側主表面582を作製するように第1の外側主表面180を構造化することによって、光学積層体100から得ることができる。表面を構造化して防眩特徴部を生成する方法は、当該技術分野で既知であり、例えば、米国特許第5,820,957号(Schroeder)に記載されている。いくつかの実施形態では、防眩特徴部588は、例えば、米国特許出願公開第2012/0064296号(Walker)に記載されている旋盤旋削プロセスを用いるマイクロ複製によって、本発明の記載の光学積層体のうちのいずれかの任意の外側主表面内に直接得ることができる。

【0026】

防眩機能性を提供する別のアプローチは、本開示の光学積層体のうちのいずれかに防眩層を加えることである。これについては図5Dに図示されており、図中、第2の光学積層

10

20

30

40

50

体 5 0 2 は、第 1 の光学積層体 5 0 6、第 1 の主表面 5 6 1、及び第 1 の光学積層体 5 0 6 に近接する防眩層 5 9 7 を含んでいる。第 1 の光学積層体 5 0 6 は、防眩層 5 9 7 をまだ含んでいない、本発明の記載の任意の光学積層体を表している。例えば、第 1 の光学積層体 5 0 6 は、図 1 の光学積層体 1 0 0 に対応していてもよく、その場合、第 1 の主表面 5 6 1 は、第 1 の層 1 1 0 の第 1 の外側主表面 1 8 0 と一致する。この場合、防眩層 5 9 7 は第 1 の層 1 1 0 に近接している。図 5 D において、防眩層 5 9 7 は、第 1 の光学積層体 5 0 6 の第 1 の外側主表面 5 6 1 に近接している。代替実施形態では、1 つ又は 2 つ以上の追加層が、第 1 の光学積層体 5 0 6 と防眩層 5 9 7 とを分離してもよい。防眩層 5 9 7 としての使用に好適な層としては、3 M Company (St. Paul, MN) から入手可能な Natural View Anti-Glare フィルムが挙げられ、米国特許第 5,820,957 号 (Schroeder ら) 及び米国特許出願公開第 2012/0064296 号 (Walker ら) に記載されている防眩フィルムが挙げられる。

10

【0027】

2 つの二方向格子を使用する代替案は、1 つの二方向格子を使用することである。別の代替案は、2 つの二方向格子を使用することか、又は 1 つの光学積層体において 1 つの二方向格子及び 1 つの一方格子を使用することである。そのような光学積層体は、一方格子を 2 つ有する光学積層体を構築することに関して記載したのと同じ技術及び材料を用いて構築され得る。

【0028】

二方向格子は、二方向に繰り返す任意の形状を有することができる。例えば、格子は、正弦波状、方形波状を有してもよく、又は、格子は、他の周期的に繰り返す規則的な形状又は不規則な形状を有してもよい。いくつかの実施形態では、二方向格子は、次の形態の形状を有する。

20

$$z(x, y) = f(x) + g(y) \quad (\text{等式 1})$$

式中、 $f(x)$ 及び $g(y)$ は、それぞれ、 x 及び y の関数であり、 x 及び y は、サンプルの平面における座標系であり、 $z(x, y)$ は、光学積層体の平面と平行な平面に対する格子の垂直変位である。いくつかの実施形態では、座標 x 及び座標 y は実質的に直交する。他の実施形態では、 x 及び y は斜交座標系であってもよい。等式 1 の形態の構造は、関数 $f(x)$ によって記述される形状を有する工具を使用して作製することができ、その場合、工具が y 方向に沿って移動するときに工具を加工表面に出し入れし、工具を加工表面に出し入れする動きは、関数 $g(y)$ によって記述される。いくつかの実施形態では、 $f(x)$ は、第 1 のピークから谷までの高さを有する第 1 の周期関数であり、 $g(y)$ は、第 2 のピークから谷までの高さを有する第 2 の周期関数である。いくつかの実施形態では、第 1 のピークから谷までの高さは、第 2 のピークから谷までの高さとは異なる。こうすることで、いくつかの例では有用であり得る非対称回折パターンを生成することができる。いくつかの実施形態では、第 1 のピークから谷までの高さ第 2 のピークから谷までの高さとの差の絶対値を乗算した格子の屈折率コントラストは、10 nm 超、又は 20 nm 超であり、100 nm 未満である。第 1 のピークから谷までの高さが第 2 のピークから谷までの高さとは異なる実施形態では、全般的な格子のピークから谷までの高さは、第 1 のピークから谷までの高さ及び第 2 のピークから谷までの高さのうちの大きい方を指す。

30

40

【0029】

いくつかの実施形態では、次の形態の形状を有する二方向格子が使用される。

$$z(r) = 1/2 h \sin(k_1 \cdot r) \sin(k_2 \cdot r) \quad (\text{等式 2})$$

式中、 r は、光学積層体の平面内の二次元位置ベクトルであり、 k_1 及び k_2 は、光学積層体の平面内の非共線二次元位置ベクトルであり、 \cdot は、スカラー積を表し、 h は、格子のピークから谷までの高さである。いくつかの実施形態では、 k_1 及び k_2 は実質的に直交する。いくつかの実施形態では、 k_1 と k_2 との間の角度は、0 度超、又は 5 度超、又は 10 度超であり、90 度以下である。2 つの正弦波の積は、2 つの他の正弦波の和として表すことができるので、等式 2 は等式 1 の特別な場合であり、したがって、工具を使

50

用して、等式 1 によって記述される構造を生成する方法を用いて、等式 2 によって記述される構造を製造することができる。

【0030】

図 6 A は、第 1 の層 6 2 5、第 1 の方向 6 2 7、第 2 の方向 6 2 8、第 1 のピッチ 6 3 7、及び第 2 のピッチ 6 3 8 を示す。第 1 の構造化表面 6 7 8 は二方向であり、第 1 の方向 6 2 7 に第 1 のピッチ 6 3 7 を有し、第 2 の方向 6 2 8 に第 2 のピッチ 6 3 8 を有している。第 1 の構造化表面 6 7 8 は、一方向格子の生成について論じられるプロセスのうちのいずれかを用いて、第 1 の層 6 2 5 上に形成することができる。例えば、第 1 の構造化表面 6 7 8 は、透明層 6 2 5 の外側表面を機械加工することによって形成されてもよい。

【0031】

図 6 B は、図 6 A の第 1 の層 6 2 5、及び第 1 の構造化表面 6 7 8 を埋める第 2 の層 6 4 5 を含む光学積層体 6 0 0 を示す。第 1 の層 6 2 5 と第 2 の層 6 4 5 との間の境界面は、第 1 の格子 6 8 0 を含む。第 2 の層 6 4 5 は第 1 の外側主表面 6 8 1 を含む。第 1 の層 6 2 5 又は第 2 の層 6 4 5 としての使用に好適な材料としては、光学積層体の層として使用するための、他の箇所で論じられる任意の材料が挙げられる。いくつかの実施形態では、第 2 の層 6 4 5 は、第 1 の層 6 2 5 に塗布されて第 1 の格子 6 8 0 のピークと実質的に同じ高さの平坦化層を形成する、光学的に透明な接着剤である。他の実施形態では、第 2 の層 6 4 5 は、図 6 B に示すように、第 1 の格子 6 8 0 のピークの高さを越えて延び、その場合、第 2 の層 6 4 5 は、第 1 の層 6 2 5 と反対側の第 1 の外側主表面 6 8 1 を含む。いくつかの実施形態では、第 1 の外側主表面 6 8 1 は実質的に平面である。また、光学積層体 6 0 0 は、第 1 の透明層 6 2 5 の第 2 の外側主表面 6 9 1 を含む。いくつかの実施形態では、第 2 の外側主表面 6 9 1 は実質的に平面である。

【0032】

第 1 の格子 6 8 0 は、構造化表面 6 7 8 の第 1 のピッチ 6 3 7 に等しい第 1 のピッチと、構造化表面 6 7 8 の第 2 のピッチ 6 3 8 に等しい第 2 のピッチとを有する。いくつかの実施形態では、第 1 のピッチは、約 2 マイクロメートル～約 50 マイクロメートルの範囲、又は約 4 マイクロメートル～約 40 マイクロメートルの範囲である。いくつかの実施形態では、第 2 のピッチは、約 2 マイクロメートル～約 50 の範囲、又は約 4 マイクロメートル～約 40 マイクロメートルの範囲である。

【0033】

第 1 の層 6 2 5 の屈折率は n_1 であり、第 2 の層 6 4 5 の屈折率は n_2 である。第 1 の格子 6 8 0 は、ピークから谷までの高さ h_1 を有する。第 1 の格子 6 8 0 の屈折率コントラストにピークから谷までの高さ h_1 を乗算したものは、図 1 の格子に関して記載した範囲であってもよい。例えば、いくつかの実施形態では、 $|n_1 - n_2|$ に h_1 を乗算したものは、約 100 nm～約 400 nm、又は約 150 nm～約 350 nm、又は約 200 nm～約 300 nm である。

【0034】

別の実施形態が図 6 C に示されており、図 6 C は、図 6 B に示す光学積層体に加えられた第 3 の層 6 2 7 を有する光学積層体 6 0 1 を示している。光学積層体 6 0 1 は、第 2 の格子 6 8 2 及び第 1 の外側主表面 6 8 6 を含む。第 3 の層 6 2 7 は、第 1 の層 6 2 5 と反対側の第 2 の層 6 4 5 に隣接して配設される。第 2 の層と第 3 の層との間の境界面は、第 2 の格子 6 8 2 を含む。第 2 の格子 6 8 2 は、第 1 の格子 6 8 0 と同じでも異なってもよい。第 2 の格子 6 8 2 は、二方向であってもよく、又は一方向であってもよい。第 3 の層 6 2 7 における使用に好適な材料としては、光学積層体の層として使用するための、他の箇所で論じられる任意の材料が挙げられる。第 3 の層 6 2 7 は、屈折率 n_3 を有し、第 2 の格子 6 8 2 は、ピークから谷までの高さ h_2 を有する。第 2 の格子 6 8 2 の屈折率コントラストにピークから谷までの高さ h_2 を乗算したものは、図 1 の格子に関して記載した範囲であってもよい。いくつかの実施形態では、第 2 の透明層 6 2 7 は、約 2 マイクロメートル～約 50 の範囲、又は約 4 マイクロメートル～約 40 マイクロメートルの範囲の少なくとも 1 つのピッチを含む。

【0035】

いくつかの実施形態では、第1の層625は、第1のポリマー又は第1のポリマー複合体を含み、第2の層645は、光学的に透明な接着剤を含む。いくつかの実施形態では、第3の層627が光学積層体に含まれ、いくつかの実施形態では、第3の層627は、第1のポリマー又は第1のポリマー複合体と同じでも異なってもよい第2のポリマー又は第2のポリマー複合体を含む。いくつかの実施形態では、第1の層625は第1のポリマーを含み、第2の層645は、第1のポリマーと同じでも異なってもよい第2のポリマーを含み、第3の層627は、第1又は第2のポリマーと同じでも異なってもよい第3のポリマーを含む。いくつかの実施形態では、第1の層625は第1の光学的に透明な接着剤を含み、第2の層645は、第1のポリマー又は第1のポリマー複合体を含み、第3の層627は、第1の光学的に透明な接着剤と同じでも異なってもよい第2の光学的に透明な接着剤を含む。いくつかの実施形態では、光学積層体600又は光学積層体601は、可撓性フィルムである。

10

【0036】

いくつかの実施形態では、光学積層体600又は光学積層体601は、防眩層を含んでもよい。防眩層は、光学積層体600の第2の層645に近接して、又は第1の層625に近接して配設されてもよく、あるいは、光学積層体601の第3の層627に近接して、又は第1の層625に近接して配設されてもよい。いくつかの実施形態では、光学積層体600の第1の外側主表面681又は第2の外側主表面691は、埋め込み粒子を含んでもよい防眩特徴部を含むことができる。図5A～図5Dに関連して詳細に論じられる防眩特徴部のうちのいずれかを、図6B及び図6Cに示す実施形態に適用することができる。例えば、図6Bを参照すると、第1の外側主表面681又は第2の外側主表面691は、粒子含有結合剤などの防眩層でコーティングされてもよく、若しくは、第1の外側主表面681又は第2の外側主表面691に防眩特徴部を生成するために、第2の層645又は第1の層625に粒子を含ませてもよく、又は、防眩特徴部を生成するために、第1の外側主表面681又は第2の外側主表面691をマイクロ複製、粗面化、又はテクスチャリングしてもよい。図6Cの光学積層体601と同様に、第1の外側主表面686又は第2の外側主表面691は、粒子含有結合剤などの防眩層でコーティングされてもよく、若しくは、第1の外側主表面686又は第2の外側主表面691に防眩特徴部を生成するために、第3の層627又は第1の層625に粒子を含ませてもよく、又は、防眩特徴部を生成するために、第1の外側主表面686又は第2の外側主表面691がマイクロ複製、粗面化、又はテクスチャリングされてもよい。

20

30

【0037】

一方向又は二方向格子は、他の箇所で論じられるプロセスのうちのいずれかによって得ることができる。一方向又は二方向格子を得るための代替技術は、2012年12月21日に出願された米国特許出願第13/723716号(Wolkら)に記載されている構造化転写テープを使用することである。この技術では、構造化テンプレート層がキャリアの上に配設される。次に、得られた構造に未硬化のバックフィル層をコーティングして、未硬化のバックフィル層が構造化テンプレート層と完全に接触するようにする。次に、バックフィルを乾燥、熱架橋、又は光架橋して、安定した中間フィルムを作製する。次に、構造を反転させ、いくつかの例では接着促進層でコーティングされているレセプター基板に積層する。次いで、構造化テンプレート層が除去されて、構造化バックフィル層をレセプター基板に取り付けられた状態で残すことができる。いくつかの実施形態では、光硬化前のバックフィルは室温で粘着性であり、その場合には、接着促進層を必要としない場合がある。例えば、接着促進層を有しないバックフィル層として、ポリビニルシルセスキオキサンを使用することができる。

40

【0038】

次に、構造化バックフィル層に光学的に透明な接着剤又は他のコーティングを充填して、本発明の記載の光学積層体を形成することができる。例えば、この技術を用いて図6Bの光学積層体600を作製することができ、その場合には、第1の層625はバックフィ

50

ル材から形成され、第2の層645は光学的に透明な接着剤又は他のコーティングによって提供される。あるいは、構造化積層転写フィルム法を用いて、レセプター基板の両側に構造を適用してもよく、次に、基板の両側の構造に、光学的に透明な接着剤又は他のコーティングを充填して、本発明の記載の光学積層体を形成してもよい。例えば、この技術を用いて図6Cの光学積層体601を作製することができ、その場合には、両側にバックフィル層を有するレセプター基板は第2の層645を形成し、光学的に透明な接着剤又は他のコーティングは第1の層625及び第3の層627を形成する。

【0039】

転写テープのアプローチでは、テンプレート層は、バックフィル層に構造を付与することができる。構造化テンプレート層は、例えばエンボス加工、複製プロセス、押出成形、
10 鋳造、若しくは表面構造化、又は他の箇所で論じられる他の構造化方法により形成され得る。

【0040】

典型的には、バックフィル層は、化学線、例えば、可視光線、紫外線、電子ビーム照射、熱、及びこれらの組み合わせを使用して硬化されるモノマーを含む重合性組成物から作製される。アニオン、カチオン、フリーラジカル、凝結、又は他のものなどの様々な重合技術のうちのいずれかを使用することができ、これらの反応は、光開始、光化学開始、又は熱開始を使用して触媒され得る。強化シリコンポリマーは、化学的安定性が高く、かつガラスに対して優れた接着性を有するので、バックフィル層に使用することができる。
20 この場合、ガラス基板に接着するために接着促進層を必要としない場合がある。バックフィルに使用され得る材料としては、ポリシロキサン樹脂、ポリシラザン、ポリイミド、ブリッジ型又はラダー型のシルセスキオキサン、シリコン、シリコンハイブリッド材料、ビニルシルセスキオキサン；ゾル-ゲル材料；ナノ粒子複合体、及び多くの他のものが挙げられる。

【0041】

ポリマー樹脂にナノ粒子又は金属酸化物前駆体を組み込むことにより、上記材料の異なる種類を、より高い屈折率のものと合成することができる。Silecs SC850 (Silecs International Pte. Ltd., Singapore) は、変性されたシルセスキオキサン ($n = 1.85$) であり、Brewer Science (Rolla, MO) の高屈折率のポリイミドのOptiNDEX D1材料 ($n = 1.8$) は、このカテゴリーの例である。その他の材料としては、メチルトリメトキシシラン (MTMS) とビストリエトキシシリルエタン (BTSE) のコポリマーが挙げられる (Rora, Adv. Mater., 2007, 19, 705~710)。この合成は、シルセスキオキサンの非常に小さい架橋された環状のケージを有する容易に溶解するポリマーを形成する。このフレキシブルな構造は、コーティングの充填密度及び機械的強度の増加につながる。これらのコポリマーの比率は、非常に低い熱膨張係数、低い有孔率、及び高い弾性率のために調整することができる。

【0042】

格子を得る別の技術は、国際公開公報番号第WO 2014/014595号 (Wol
kら) に記載されている構造化積層転写フィルムを使用する。この技術では、剥離可能な
40 表面を有するライナー (キャリア基板) を含み、該剥離表面上に犠牲層を有している積層転写フィルムを調製する。フィルムは、任意の熱可塑性樹脂の複製技術 (例えば、熱エンボス加工) を用いて構造化されて、構造化表面が犠牲層の上に生成される。次に、構造化された犠牲層は、バックフィル層でコーティングされ、多くの場合、バックフィル層で平坦化される。フィルムをレセプター基板に積層し、ライナーを除去する。任意の接着促進層をバックフィル層又はレセプター基板に適用することができる。次に、構造化された犠牲層は、構造化表面をバックフィル層上に実質的に無傷のまま残しながら、きれいに焼去される、ないしは別の方法で除去される。

【0043】

次に、他の箇所に記載されているように、構造化バックフィル層に光学的に透明な接着

10

20

30

40

50

剤又は他のコーティングを充填して、本発明の記載の光学積層体を形成することができる。あるいは、他の箇所に記載されているように、構造化積層転写フィルム法を用いて、レセプター基材の両側に構造を適用した後、層の両側の構造に、光学的に透明な接着剤又は他のコーティングを充填して、本発明の記載の光学積層体を形成してもよい。

【0044】

また、構造化転写テープのアプローチにおいてバックフィル層に関連して論じられる材料を、構造化積層転写フィルムのアプローチにおいてバックフィル材として使用してもよい。犠牲層に使用可能な材料としては、ポリビニルアルコール(PVA)、エチルセルロース、メチルセルロース、ポリノルボルネン、ポリ(メチルメタクリレート)(PMMA)、ポリ(ビニルブチラル)、ポリ(シクロヘキセンカーボネート)、ポリ(シクロヘキセンプロピレン)カーボネート、ポリ(エチレンカーボネート)、ポリ(プロピレンカーボネート)、及び他の脂肪族ポリカーボネート、並びにR. E. Mistler、E. R. Twinnam、Tape Casting 著「Theory and Practice」、米国セラミック学会、2000年の第2章、2.4節「Binders」に記載されている他の材料が挙げられる。これらの材料は多数の供給先から市販されている。これらの材料は、典型的には、熱分解又は燃焼による溶解又は熱分解によって容易に除去される。

【0045】

本発明の記載の光学積層体を製造するために用いることができる代替の構造化積層転写フィルム技術は、2013年2月27日出願の米国特許出願第13/778276号(Free)の、埋め込み構造を有する積層転写フィルム技術である。この技術では、剥離可能な表面を有するライナー(キャリア基板)を含み、剥離可能な表面上に犠牲テンプレート層を有している積層転写フィルムを調製する。犠牲テンプレート層は、犠牲材料及び無機ナノ材料を含む。積層転写フィルムは、任意の熱可塑性樹脂の複製技術(例えば、熱エンボス加工)を用いて構造化されて、構造化表面が犠牲テンプレート層の上に生成される。次に、構造化された犠牲テンプレート層は、バックフィル層でコーティングされ、多くの場合、バックフィル層で平坦化される。フィルムをレセプター基板に積層し、ライナーを除去する。任意の接着促進層をバックフィル層又はレセプター基板に適用することができる。次に、犠牲テンプレート層の犠牲材料は、バックフィル層の構造化表面上にナノ材料の緻密化層を残しながら、きれいに焼去され得る。

【0046】

「ナノ材料の緻密化層」は、ポリマー又は他の有機成分及び無機ナノ材料を含む層の熱分解又は燃焼によってもたらされる、ナノ材料の体積分率が高い層を指す。緻密化層は、ナノ材料、部分的に熔融されたナノ材料、化学焼結ナノ材料、焼結プロセスによりもたらされる熔融ガラス状物質、又はガラス原料を含み得る。さらに、焼結助剤又は結合剤として作用する非粒子状有機又は無機残留材料含んでもよい。

【0047】

他の箇所に記載される犠牲材料及びバックフィル材を、埋め込み構造を有する積層転写フィルム技術で使用するすることができる。好適な無機ナノ材料としては、金属酸化物のナノ粒子などの無機ナノ粒子を挙げることができる。ナノ粒子は、およそ5~75nmの粒径を有し得る。ジルコニア、シリカ、チタニア、酸化アンチモン、アルミナ、酸化スズ、及び/又は混合金属酸化物のナノ粒子が、10重量%~70重量%の量で存在してもよい。

【0048】

本発明の記載の光学積層体のいくつかの実施形態では、制御された光の拡散をもたらす複数の粒子又はピーズが、1つ又は2つ以上の層に加えられてもよい。そのようなピーズにより、光学積層体を通して見たときに、ピクセル画像がピクセルサイズよりも大きな領域全体に広がり、このことがスパークルの低減に役立ち得る。いくつかの例では、粒子は、図1~図5Cに示される実施形態の第1の層、第2の層、及び/又は第3の層に加えられる。いくつかの例では、粒子は、図6Bに示される実施形態の第1の層625及び/又は第2の層645に加えられる。いくつかの例では、粒子は、図6Cに示される実施形態

の第1の層625及び/又は第2の層645及び/又は第3の層627に加えられる。図7は、第1の層725、第2の層745、第1の層725に組み込まれた第1の粒子753、第2の層745に組み込まれた第2の粒子754、及び格子780を含む光学積層体700を示す。第1の粒子753は、第2の粒子754とは異なる粒度分布又は屈折率又は数密度を有してもよい。格子780は、一方向又は二方向であってもよい。

【0049】

複数の粒子又はビーズを組み込むことは、スパークルを低減することに加えて、生じ得るイリデッセンスを低減することができる。格子を有する光学積層体をディスプレイに含ませると、光学積層体からの周辺光の反射の周波数に依存するイリデッセンスが観察される場合があり得る。防眩層はそのようなイリデッセンスを有意に低減することができるが、イリデッセンスは、防眩層を組み込んでいないディスプレイにおいて差し障りがある場合がある。光学積層体に粒子を組み込むことによって、イリデッセンスを低減する又は実質的に無くすることが可能である。粒子は、本明細書に記載する光学積層体のうちのいずれかの層のうちのいずれかに組み込まれ得る。粒子は、格子に直接隣接した層に組み込まれてもよく、又は、粒子は、格子層に近接して配設された別個の追加層に組み込まれてもよい。別個の追加層は、実質的に構造化されていない表面を有するフィルムであってもよい。

10

【0050】

約0.5マイクロメートル～約30マイクロメートルの範囲の粒径（すなわち、平均直径）が、所望の程度のピクセル画像の広がり生成するのに有効であることが見出された。いくつかの実施形態では、粒子の平均直径は、約0.5マイクロメートル超、又は約1マイクロメートル超、又は約2マイクロメートル超であり、また、粒子の平均直径は、約30マイクロメートル未満、又は約20マイクロメートル未満、又は約10マイクロメートル未満である。

20

【0051】

いくつかの実施形態では、ディスプレイは、光学積層体の層のうちの1つ又は2つ以上の中に粒子を有する、他の箇所に記載されるような光学積層体を含み、該ディスプレイは複数のピクセルを含み、該光学積層体は、格子が複数のピクセルを含む平面から距離Zにあるように、複数のピクセルに近接して位置付けられている。複数のピクセルは、第1の方向にピッチPを有する。複数の粒子は、実質的に単分散していてもよく、平均直径Dは、マイクロメートル単位でZをPで割ったものの約0.7～約2.5倍の範囲であってもよい。この範囲の粒径を有する粒子が、所望の程度のピクセル画像の広がり生成するのに有効であることが見出された。

30

【0052】

粒子と、それらが位置する媒体との間の屈折率差の絶対値は、本明細書では、 $|n|$ とする。約0.001～約0.1の範囲の $|n|$ は、所望の程度のピクセル画像の広がり生成するのに有効であることが見出された。いくつかの実施形態では、 $|n|$ は、約0.001超、又は約0.003超であり、約0.1未満、又は約0.05未満、又は約0.01未満である。いくつかの実施形態では、 $|n|$ は、0.003～約0.007の範囲である。例えば、光学的に透明な接着剤CEF22（3M Company（St. Paul）から入手可能）中のPMMAビーズは、532nmにおいて約0.005（及び405nmにおいて約0.004、並びに632nmにおいて約0.003）の $|n|$ を与える。

40

【0053】

粒子は、所望の範囲の寸法及び屈折率を有する任意の粒子であり得る。粒子は、球形形状、楕円形状、不規則な形状、又はその他の形状を有してもよい。ガラスビーズ又はポリマービーズを使用することができる。

【0054】

いくつかの実施形態では、粒子は実質的に単分散している。実質的に単分散の粒子は、粒子の90パーセント以上又は95パーセント以上が平均粒子直径の5パーセント以内又

50

は10パーセント以内の直径を有するように、粒子直径分布を有し得る。実質的に単分散の粒子は、約10パーセント未満、約5パーセント未満、又は約4パーセント未満の変動係数（標準偏差を平均×100パーセントで割ったもの）を有する粒子直径分布を有してもよい。好適な実質的に単分散の粒子としては、約3.5パーセント未満の変動係数を有する、Microbeads AS (Skedsmokorset, Norway)製の単分散のPMMAミクロスフェア、又はEPRUI Nanoparticles & Microspheres Co. Ltd. (Nanjing China)製の単分散のPMMAミクロスフェアが挙げられる。

【0055】

約 10^4 mm^{-3} 及び約 10^8 mm^{-3} の数密度の粒子の使用は、所望の程度のピクセル画像の広がりや生成するのに有効であり得ることが見出された。典型的には、大きな粒径を使用する場合には、低い数密度が有用であり、より小さな粒径を使用する場合には、高い数密度が有用である。いくつかの実施形態では、数密度は、 10^4 mm^{-3} 超又は 10^5 mm^{-3} 超であり、 10^8 mm^{-3} 未満又は 10^7 mm^{-3} 未満である。

【0056】

本発明の記載の実施形態のうちのいずれかの光学積層体は、例えば、光学的に透明な接着剤を使用してディスプレイの外側表面に光学積層体を接着することによって、ディスプレイに組み込まれてもよい。これは図8に図示されており、この図は、光学積層体801、光学的に透明な接着剤層832、及び外側表面837を有するディスプレイユニット836を含むディスプレイ800を概略的に示している。本発明の記載の任意の光学積層体であってよい光学積層体801は、光学的に透明な接着剤層832によってディスプレイユニット836に取り付けられる。いくつかの実施形態では、光学積層体801の外層は光学的に透明な接着剤で形成され、光学的に透明な接着剤層832などの別個の光学的に透明な接着剤層は不要である。代替実施形態では、光学積層体は、ディスプレイパネルと、ディスプレイの外側ガラス層との間に位置付けられてもよい。ディスプレイ800は、ディスプレイの長さ又は幅に沿った表示方向 d_1 を有する。光学積層体801は、少なくとも1つの格子配向方向を含む配向を有する。例えば、図2を参照すると、第1の格子で表される要素212がこれに沿って延びる方向である第1の方向213が、格子配向方向を規定する。同様に、図6を参照すると、構造化表面678がこれに沿って第1のピッチ637で繰り返す方向である第1の方向627が、格子配向方向を規定する。表示方向と格子配向方向との間の角度は、任意の値であり得る。しかしながら、この角度が0度超、90度未満であるように光学積層体を位置付けることが、モアレを低減するために有用であり得る。いくつかの実施形態では、表示方向と格子配向方向との間の角度は、約5度～約85度、又は約10度～約80度、又は約20度～約70度の範囲である。

【0057】

本明細書に記載する光学積層体は、光学積層体を通して光源を見たときに回折を生じさせることができる。図9は、光学積層体901によって生じた回折の測定技術を示す。光源920は光ビーム925を生成し、この光ビーム925は、光学積層体901を通過するように導かれて、スクリーン940に投影する回折光935を生じる。光学積層体901の配向は、光学積層体901がディスプレイで使用される場合に光源に面することになる外側主表面が光源920に面するように選択され得る。いくつかの実施形態では、光学積層体は、図10に示す回折パターン1020を生じさせる。回折パターン1020は、中央回折ピーク1035と、回折光のエネルギーの大部分を含んでいる一連の9つの回折ピーク1036と、高次回折ピーク1037及び1038とを含む。

【0058】

光ビーム925は入射電力 P_I を有する。いくつかの例では、光ビーム925は、波長約532nmのレーザ光線である。この波長を有する光を生成するレーザとしては、緑色のレーザポインタでよく用いられている、周波数を倍加させたダイオードポンプ式固体(DPSSFD)レーザが挙げられる。他の事例では、光源925は、ディスプレイにおけるピクセルである。ピクセルは緑色ピクセルであってもよく、約520nm～570nm

10

20

30

40

50

の範囲の波長を有する光を生成してもよい。回折ピークのそれぞれは、光出力成分及び回折次数を有する。一連の9つの回折ピーク1036の各回折ピークの出力成分の合計は、本明細書では P_9 とする。いくつかの実施形態では、 P_9 は、少なくとも約 $0.6 P_I$ 、又は少なくとも約 $0.7 P_I$ 、又は少なくとも約 $0.8 P_I$ 、又は少なくとも約 $0.9 P_I$ 、又はさらには少なくとも約 $0.95 P_I$ である。いくつかの実施形態では、一連の9つの回折ピーク1020の各回折ピークの出力成分は、約 $0.06 P_9$ 超、又は約 $0.07 P_9$ 超、又は約 $0.08 P_9$ 超、又は超約 $0.09 P_9$ 、又は約 $0.1 P_9$ 超であり、約 $0.18 P_9$ 未満、又は約 $0.17 P_9$ 未満、又は約 $0.16 P_9$ 未満、又は約 $0.15 P_9$ 未満、又は約 $0.14 P_9$ 未満、又は約 $0.13 P_9$ 未満、又は約 $0.12 P_9$ 未満である。いくつかの実施形態では、一連の9つの回折ピークの回折ピークのそれぞれの出力成分は、実質的に P_9 の9分の1に等しい。

10

【0059】

いくつかの実施形態では、一連の9つの回折ピークの各ピークの回折次数は、一連の9つの回折ピーク以外の画回折ピークの回折次数より小さい。二方向格子又は2つの一方向格子を有する実施形態では、回折次数は、一对の整数(q_1, q_2)で表すことができる。 $q_1^2 + q_2^2$ が $p_1^2 + p_2^2$ 未満である場合、回折次数(q_1, q_2)は回折次数(p_1, p_2)より小さい。図10に示す実施形態では、中央回折ピーク1035は回折次数($0, 0$)を有し、一連の9つの回折ピーク1036のうちの残りの8つの回折ピークは、回折次数($\pm 1, 0$), ($0, \pm 1$)又は($\pm 1, \pm 1$)を有する。また、より大きい回折次数を有する回折ピーク1037及びさらにより大きい回折次数を有する回折ピーク1038が図10に示されている。回折ピーク1037及び回折ピーク1038は、一連の9つの回折ピーク1036の回折ピークよりも低い出力成分を有する。

20

【0060】

図10に示す実施形態では、回折パターンは、回折ピークの正方配列を形成する。正方配列は、光学積層体が、第1の方向のピッチと第1の方向に直交する第2の方向のピッチとがほぼ等しい二方向格子を有する場合に生じる。格子が第1の方向の第1のピッチと、第1の方向に直交しない第2の方向の第2のピッチとを有する実施形態では、回折パターンは、最も小さい9つの回折次数を有する一連の9つの回折ピーク1136を示している図11に示すように、軸線に沿って細長くなる場合がある。

【0061】

30

各回折ピークの強度分布は、格子の屈折率コントラストに格子のピークから谷までの高さを乗算したものを変更することによって調節することができる。適切な材料及び格子形状を選択することによって、所与の光波長における9つの最低次数の回折ピークに関してほぼ等しい強度を生成するように、格子を最適化することができる。多くの実施形態において、緑色は可視スペクトルの中央付近であり、緑色の光に対する目の明所視反応は大きいので、 532 nm のような緑色の波長がこの最適化のために選択される。

【0062】

いくつかの実施形態では、第1の一方向格子の屈折率コントラストに第1の格子のピークから谷までの高さを乗算したものは、第1の波長を有する光で照射されたときに第1の格子のみによって生成される3つの最小回折次数にほぼ等しい強度を与えるように選択され、第2の一方向格子の屈折率コントラストに第2の格子のピークから谷までの高さを乗算したものは、第2の波長を有する光で照らされたときに第2の格子のみによって生成される3つの最小回折次数にほぼ等しい強度を与えるように選択される。第2の波長が第1の波長とほぼ等しい実施形態では、第1及び第2の格子の両方を含む光学積層体は、最小回折次数を有する9つの回折ピークが、第1又は第2の波長を有する光で照らされたときにほぼ等しい強度を有する回折パターンを生成する。いくつかの実施形態では、第1の波長は、赤色光の波長域内にあり(例えば、 475 nm)、第2の波長は、青色光の波長域内にある(例えば、 650 nm)。緑色の波長域の波長(例えば、 532 nm)を有する光で照らされると、第1の一連の3つの回折ピークにより高い強度を有し、かつ第1の一連の3つの回折ピークの両側のそれぞれ一連の3つの回折ピークにより低い強度を有する

40

50

非対称強度分布を有する回折パターンが生成される。そのような非対称強度分布は、いくつかの例では有用であり得る。いくつかの実施形態では、屈折率コントラストに第1の格子のピークから谷までの高さを乗算したものと、屈折率コントラストに第2の格子のピークから谷までの高さを乗算したものととの差は、10 nm超、又は20 nm超であり、10 nm未満である。

【0063】

図12は複数のピクセルを示しており、第1のピクセル1240は、第1の色を有する一次隣接ピクセル1250で取り囲まれた第1の色を有し、第1のピクセル1240と一次隣接ピクセル1250との間にはスペース1255がある。第1の色以外の色を有するピクセルがスペース1255内に存在してもよい。正方形格子上の正方形のピクセルとして図示されているが、他の形状を用いてもよい。例えば、ディスプレイによっては、実質的に矩形のピクセルが使用される。ピクセル間の間隔も図12とは異なってもよく、ディスプレイで使用されるピクセルの配列に依存してもよい。本明細書で用いるとき、第1の色を有する第1のピクセル1240の「一次隣接ピクセル」は、凸領域1270内にある又は凸領域1270と交差する、第1のピクセル1240以外の第1の色を有するピクセルを指し、凸領域1270は、第1のピクセル1240の中心から点までの線が境界線を越えないように、該線が一連の点のうちの各点に到達することができる特性を有する一連の点として定義され得、境界線は、次のように定義される。境界線1274は、第1のピクセル1240の中心から、第1のピクセル1240と同じ色を有する隣接ピクセル1251の中心を通して延びる線1272に垂直な線であり、境界線1274は、隣接ピクセル1251の、線1272上において第1のピクセル1240から最も離れている点1276と交差する。(図12では、明確にするために、点1276は、隣接ピクセル1251からわずかにずれて示されている。)境界線は、第1のピクセル1240と同じ色を有する隣接ピクセル毎に規定されている。ピクセルの周期的配列では、最近接ピクセルの境界線だけが、凸領域1270を画定することに寄与する。一次隣接ピクセルは、最近接ピクセルと、最近接でない追加のピクセルとを含む。例えば、図12のピクセル1252は、第1のピクセル1240の一次隣接ピクセルであるが、ピクセル1251の方が近いので、最近接ピクセルではない。本明細書で用いるとき、「二次隣接ピクセル」は、凸領域1270の外側に位置する、第1のピクセルと同じ色を有するピクセルを指す。二次隣接ピクセル1260は図12に示されている。

【0064】

図13は、第1のピクセルが照明されており、本発明の記載による光学積層体を通して見られている状態の複数のピクセルを示す。第1のピクセルの一次隣接ピクセル1350及び第1のピクセルの二次隣接ピクセル1360が図13に示されている。照明されている第1のピクセルは、一次画像1342及び複数の二次画像1352を生成し、各二次画像は、一次画像1342に対して側方(すなわち、図13の面内)変位1393を有する。一次画像は、最小回折次数によって特徴付けられ、照明された第1のピクセルからの変位が最小である画像である。二次画像は、一次画像の出力成分の少なくとも0.2倍の出力成分を有する一次画像以外の画像であると定義される。一次画像の出力成分の0.2倍未満の出力成分を有する画像であると定義される三次画像1362も生成され得る。

【0065】

スパークルを低減するために、二次画像はピクセル間のスペース内に位置付けられるのが好ましい。ディスプレイの解像度を低下させるのを防ぐために、二次画像1352の側方変位1393は、二次画像が凸領域1370内に位置付けられるようなものであるのが好ましい。いくつかの実施形態では、二次画像1352の側方変位1393は、各二次画像が複数の一次隣接ピクセル1350と重なるか、又は第1のピクセルと複数の一次隣接ピクセル1350との間のスペースと重なるようなものであり、複数の二次画像1352と二次隣接ピクセル1360との重なりは実質的に存在しない。三次画像1362の出力成分は十分に小さく、ディスプレイの知覚解像度を有意に低下させないので、不鮮明な三次画像1362が二次隣接ピクセル1360と重なることは許容可能である。

【0066】

ビーズが光学積層体の1つ又は2つ以上の層が含まれる実施形態では、制御された光の拡散をもたらすビーズの効果は、図9に示す回折パターンを生成することによって試験することができる。ビーズを用いた一方向格子の場合に得られる回折パターンの一部の略図を図14に示す。図14には、中央回折ピーク1410及び最近接ピーク1420を含む3つの最大強度の回折ピークが示されている。また、中央回折ピーク1410を中心とし、かつ半径が $2d$ である円1430も示されており、この場合、 d は、中央回折ピーク1410とその最近接1420との間の間隔である。円1430は、中央回折ピークから $2d$ の距離にある点1440を含む。各回折ピークの周囲には、光学積層体内のビーズの存在により、ぼんやりした照明された領域1450が形成される。この効果は、回折パターン上の強度分布によって特徴付けることができる。強度分布は、中央回折ピーク1410における I_0 、中央回折ピーク1410と最近接回折ピーク1420との間の中間点の I_{mid} 、及び中央回折ピークから $2d$ の距離の少なくとも1つの点1400における I_{2d} を含む。

10

【0067】

光学積層体がディスプレイで使用される場合に、有効ピクセルサイズが大きくなってスパークルが低減するように、 I_{mid} は十分高いことが望ましく、一方で、第1のピクセルから二次隣接ピクセルに対応する領域に至る有意な散乱光がなく、ディスプレイの知覚解像度が著しく損なわれないように、 I_{2d} は十分に低いことが望ましい。強度の低い I_{mid} でも、スパークルの有用な低減をもたらすことができることが見出された。いくつかの実施形態では、粒子の粒径、屈折率、及び数密度（すなわち、単位体積当たりの粒子の数）は、 I_{mid} が I_0 の約0.001倍超、又は I_0 の約0.01倍超、又は I_0 の約0.1倍超となるように、かつ I_{2d} が I_0 の約0.001倍未満、又は I_0 の約0.0001倍未満となるように選択される。いくつかの実施形態では、 I_{2d} は、 I_{mid} の約0.1倍未満、又は I_{mid} の約0.01倍未満である。

20

【実施例】

【0068】

(実施例1)

フィルムAを以下の手順に従って調製した。例えば、国際公開公報番号第WO 00/48037号(Campbellら)、並びに米国特許第7,350,442号(Ehnesら)及び同第7,328,638号(Gardinerら)に記載されている高速工具サーボ(FTS)を使用するダイヤモンド旋削を用いて、工具を作製した。工具を、例えば、米国特許第5,175,030号(Luら)及び同第5,183,597号(Lu)に記載されている鑄造硬化プロセスにおいて使用して、厚さ5ミル(0.13mm)のPETフィルムの下塗り側に正弦波構造を形成した。屈折率1.56のアクリル樹脂を使用して正弦波構造を形成した。正弦波構造のピークから谷までの高さは2.6マイクロメートルであり、ピッチ(ピーク間距離又は谷間距離)は16マイクロメートルであった。

30

【0069】

正弦波構造のピッチが8マイクロメートルであることを除いて、光学フィルムAに記載の通りに光学フィルムBを作製した。

40

【0070】

SMS 1000 Sparkle Measurement System(Display-Messtechnik & Systeme(Karlsruhe, Germany)製)を使用してスパークルを測定した。フィルムを各デバイス、すなわち、Google Nexus 7 2013モデル(323 PPI)、Amazon 7インチ(18センチメートル)Kindle Fire HD(216 PPI)、及びMicrosoft Surface RT(148 PPI)のそれぞれに適切なスクリーンサイズに切断した。スパークルの測定は、最初にスクリーン上の定位置に追加のフィルムがない状態で、次にNatural View Screen Protector(3M Company(St. Paul MN)から入手可能な防眩フィルム)のみの

50

状態で行われた。これらの対照の結果を表1に示し、それぞれ、「フィルムなし」及び「NV」と表す。

【0071】

次に、光学フィルムAのサンプルに屈折率1.47の光学的に透明な接着剤をオーバーコートした後、これを、ディスプレイの水平方向に対して30度の角度の格子配向方向で、3つのデバイスのそれぞれのスクリーンに適用した。正弦波構造を形成するために使用した正弦波構造のピークから谷までの高さ、光学的に透明な接着剤とアクリレートとの屈折率差の絶対値との積は、約234nmであった。接着剤がスクリーンと正弦波構造との間となるように、フィルムをデバイスに適用した。Natural View Screen Protectorフィルムを、PETの上に最外面として適用した。スパークルを再度測定し、表1にNV-Wとして記録する。

10

【0072】

学フィルムBのサンプルを、光学フィルムAに関して説明した通りに3つのデバイスに適用し、Natural View Screen Protectorフィルムを光学フィルムBの上に適用した。スパークルを、光学フィルムAに関して説明した通りに測定し、表1にNV-Nとして記録する。

【0073】

光学フィルムBの別のサンプルを、先に述べたように、7インチ(18センチメートル) Kindle Fire HDスクリーンに適用した。しかしながら、この場合は、光学的に透明な接着剤は、CA10 Spheromers(直径10マイクロメートル、屈折率約1.50の単一粒径の球状粒子、Microbeads AS(Skedsmo korset, Norway)から入手可能)を35重量%含有していた。Natural View Screen Protectorフィルムを光学フィルムBの上に再度適用した。上述の通りにスパークルを測定し、表1にNV-N-Bとして記録する。

20

【0074】

次に、2片の光学フィルムAからなる光学積層体を、上記のビーズを有しない光学的に透明な接着剤を使用して組み立てた。2つのフィルムの正弦波パターンが互いに垂直となるようにフィルムを配向し、一方の層の光学的に透明な接着剤を隣接層のPETに取り付けた。上述したものと同じビーズを有しない接着剤を使用して、スクリーンに最も近いフィルムの正弦波構造が、ディスプレイの水平軸線に対して30度の角度となるように、フィルムを7インチ(18センチメートル) Kindle Fire HDに取り付けた。Natural View Screen Protectorフィルムを、PET上面に再度適用した。スパークルを測定し、表1に2D-Wとして記録する。

30

【0075】

ビーズを有しない接着剤を備えた2片の光学フィルムBからなる同様の積層体を、Google Nexus and Microsoft RTのスクリーンに適用した。Natural View Screen Protectorフィルムを、PET上面に再度適用した。スパークルを測定し、表1に2D-Nとして記録する。

【0076】

【表 1】

表 1

サンプル	Kindle Fire HD	Google Nexus	Microsoft RT
フィルムなし	3. 5	1. 9	2. 9
NV	7. 9	9. 4	7. 1
NV-W	4. 1	4. 7	4. 4
NV-N	2. 7	2. 8	3. 3
NV-N-B	2. 6		
2D-W	2. 4		
2D-N		2. 0	2. 8

10

【0077】

(実施例 2)

光学フィルム B のサンプルに、実施例 1 に記載したビーズを有しない光学的に透明な接着剤をコーティングして試験片を得、散乱測定のためのサンプル「N」とした。光学フィルム B のサンプルに、実施例 1 に記載したビーズを有しない光学的に透明な接着剤をコーティングして試験片を得、散乱測定のためのサンプル「N-B」とした。532nm の波長で動作し、ビーム直径が 1cm である偏光レーザを使用して、散乱計で散乱プロファイルを測定した。強度は、インラインビームを使用し、サンプルを定置せずに正規化された。低利得及び中利得の両方でインラインビーム（計器シグネチャを特徴付ける）を測定した。サンプル N 及び N-B は共に中利得で測定した。正弦波パターンが水平となるようにサンプルを配向した。図 15 は、拡散角（度）の関数としての散乱強度を示し、0 度は直接前方散乱である。曲線 1545 はサンプル N（ビーズなし）の強度分布を示し、曲線 1535 は、ビーズを含んでいるサンプル N-B の強度分布を示す。図示されていないが、これらの曲線は、負の拡散角では対称的に延びると予想される。

20

【0078】

(実施例 3)

Microsoft RT デバイスを使用し、スクリーン上の 1 つの緑色ピクセルを Microsoft Paint ソフトウェアを使用して照明した。2 片の光学フィルム B からなる光学積層体を実施例 1 と同様に調製した。光学積層体は、実施例 1 に記載の通りにデバイスのスクリーンに取り付けたが、Natural View Screen Protector フィルムは適用しなかった。Olympus U-TV 0.5XC-3 カメラ及び Stream Start ソフトウェアを備えた Olympus MX50 顕微鏡（全て Olympus America Inc. (Melville NY) から入手可能）を使用して画像を取り込み、光学積層体を適所に有するスクリーンイメージと有しないスクリーンイメージを比較した。光学積層体を有しないスクリーンでは、単一の照明されているピクセル画像だけが観察された。照明されているピクセルを覆って光学積層体をスクリーンに適用した後は、9 つのピクセル画像が観察された。ピクセル画像は、下にあるピクセル配列に対して約 45 度回転した、ほぼ正方形の格子の上に配置された。ピクセル画像と二次隣接ピクセルとの間に重なりは存在しなかった。

30

40

【0079】

(実施例 4)

実施例 3 のピクセル画像の強度を以下の通りに測定した。カメラ画像を Matlab の画像処理ツールボックス (MathWorks (Natick MA) から入手可能) にインポートした。ツールボックスを使用して、9 つのピクセル画像のそれぞれの中心を通る水平線を規定し、これらの線に沿った緑色強度値を決定した。画像を横切る線に沿った

50

強度を積算し、画像幅で割ることによって、ピクセル画像値毎の平均強度を算出した。ピクセル画像が全て同様のサイズを有するため、この数はピクセル画像の出力成分に比例すると見なされた。次に、9つのピクセル画像全てに関するピクセル画像の平均強度の合計 I_9 を算出した。合計 I_9 は、各ピクセル画像の出力成分の合計である P_9 に比例すると予想される。画像毎の各ピクセル画像の平均強度と I_9 との比も算出した。ピクセル画像毎の平均強度及び9つのピクセル画像の比の両方を表2に報告する。(ピクセル画像番号5は中心であり、ピクセル画像番号1及び9は、それぞれ、中央画像の上及び下であり、画像番号3及び7は、それぞれ、中央画像の右及び左であり、ピクセル画像番号4は中央画像の左上であり、ピクセル画像番号6は中央画像の右下であり、ピクセル画像番号2は中央の右上であり、ピクセル画像番号8は中央の左下である。)

10

【0080】

表2のデータは、ディスプレイの単一の緑色ピクセルを照明することによって収集されたが、光学積層体を照明するために緑色レーザを使用したとしても、同様の結果が予測されたであろう。具体的には、表に報告されている比は、回折パターンを生成するために緑色レーザを使用した場合の回折ピークの出力成分と各回折ピークの出力成分の合計との比 P_9 と一致する。

【0081】

【表2】

20

表2

ピクセル画像番号	ピクセル画像毎の強度	比
1	83.51	0.098
2	93.84	0.111
3	87.48	0.103
4	93.26	0.110
5	111.71	0.132
6	98.96	0.117
7	89.11	0.105
8	98.98	0.117
9	91.35	0.108

30

【0082】

以下は、本発明の記載の代表的な実施形態の一覧である。

【0083】

実施形態1は、第1の層と、前記第1の層に隣接する第2の層とを備える光学積層体であって、前記第1の層と前記第2の層との間の境界面が第1の格子を備え、前記第1の層が屈折率 n_1 を有し、前記第2の層が屈折率 n_2 を有し、前記第1の格子がピークから谷までの高さ h を有し、 $|n_1 - n_2|$ に h を乗算したものが約150nm～約350nmであり、前記第1の格子が約2マイクロメートル～約50マイクロメートルの範囲の第1のピッチを有し、前記第1の層、又は前記第2の層、又は前記第1の層及び前記第2の層の両方は、前記光学積層体が約532nmの波長を有するレーザ光で照明されたときに、強度 I_0 を有する中央回折ピーク、

40

前記中央回折ピークから距離 d に位置する最近接回折ピーク、及び

強度分布であって、

前記中央回折ピークと前記最近接回折ピークとの間の中間点における強度 I_{mid} 、

前記中央回折ピークから距離 $2d$ の点における強度 I_{2d} 、を含む、強度分布、を含む回折パターンが生成されるように、粒径、屈折率、及び数密度を有する複数の粒子を含み、

50

$I_{m i d}$ が I_0 の約 0.01 倍超であり、 $I_{2 d}$ が I_0 の約 0.001 倍未満である、光学積層体である。

【0084】

実施形態 2 は、前記第 1 の格子が一方向格子である、実施形態 1 の光沢積層体である。

【0085】

実施形態 3 は、前記第 1 の格子が二方向格子である、実施形態 1 の光沢積層体である。

【0086】

実施形態 4 は、 $I_{m i d}$ が I_0 の約 0.1 倍超である、実施形態 1 の光沢積層体である。

【0087】

実施形態 5 は、前記第 1 の層が光学的に透明な接着剤を含む、実施形態 1 の光沢積層体である。

【0088】

実施形態 6 は、前記第 1 の層がポリマー又はポリマー複合体を含む、実施形態 1 の光沢積層体である。

【0089】

実施形態 7 は、前記第 2 の層が光学的に透明な接着剤を含む、実施形態 1 の光沢積層体である。

【0090】

実施形態 8 は、前記第 2 の層が光学的に透明な接着剤を含む、実施形態 1 の光沢積層体である。

【0091】

実施形態 9 は、前記第 1 の層と反対側の前記第 2 の層に隣接する第 3 の層をさらに備える、実施形態 1 の光沢積層体である。

【0092】

実施形態 10 は、前記第 3 の層が、ポリマー、若しくはポリマー複合体、又は光学的に透明な接着剤を含む、実施形態 9 の光学積層体である。

【0093】

実施形態 11 は、前記第 2 の層と前記第 3 の層との間の境界面が第 2 の格子を備える、実施形態 9 の光学積層体である。

【0094】

実施形態 12 は、前記第 1 の格子が、第 1 の方向に実質的に沿って延びる第 1 の一方向格子であり、前記第 2 の格子が、前記第 1 の方向とは異なる第 2 の方向に実質的に沿って延びる第 2 の一方向格子である、実施形態 11 の光学積層体である。

【0095】

実施形態 13 は、前記第 1 の方向及び前記第 2 の方向が実質的に直交している、実施形態 12 の光学積層体である。

【0096】

実施形態 14 は、前記複数の粒子が、約 0.5 マイクロメートル～約 30 マイクロメートルの範囲の平均直径を有する、実施形態 1 の光学積層体である。

【0097】

実施形態 15 は、前記複数の粒子中の粒子と、それらが位置する媒体との間の屈折率差の絶対値が、約 0.001～約 0.1 の範囲である、実施形態 1 の光沢積層体である。

【0098】

実施形態 16 は、前記第 2 の層と反対側の前記第 1 の層に近接する防眩層をさらに備える、実施形態 1 の光沢積層体である。

【0099】

実施形態 17 は、前記第 1 の層が前記第 2 の層と反対側の外側主表面を有し、前記外側主表面が防眩特徴部を含む、実施形態 1 の光沢積層体である。

【0100】

10

20

30

40

50

実施形態 18 は、前記光学積層体が可撓性フィルムである、実施形態 1 の光沢積層体である。

【0101】

実施形態 19 は、前記複数の粒子が実質的に単分散している、実施形態 1 の光沢積層体である。

【0102】

実施形態 20 は、実施形態 1 ~ 19 のいずれか 1 つに記載の光学積層体を備えるディスプレイであって、前記ディスプレイが複数のピクセルを備え、前記光学スタックは、第 1 の色を有する前記複数のピクセルのうちの第 1 のピクセルが照明されて前記光学積層体を通して見られたときに、複数の二次画像が生成されるように、前記複数のピクセルに近接して位置付けられており、各二次画像が前記第 1 のピクセルから側方変位しており、前記第 1 のピクセルが、前記第 1 の色を有する複数の一次隣接ピクセル及び前記第 1 の色を有する複数の二次隣接ピクセルを有し、各二次画像の前記側方変位は、各二次画像が前記複数の一次隣接ピクセルと重なるか、又は前記第 1 のピクセルと前記複数の一次隣接ピクセルとの間のスペースと重なるようなものであり、前記複数の二次画像と前記二次隣接ピクセルとの重なりが実質的に存在しない、ディスプレイである。

10

【0103】

実施形態 21 は、前記複数のピクセルが、表示方向に沿って繰り返すパターンで配置され、前記光学積層体が、格子配向方向を含む配向を有し、前記表示方向と前記格子配向方向との間の角度が、約 5 度 ~ 約 85 度の範囲である、実施形態 20 のディスプレイである。

20

【0104】

実施形態 22 は、実施形態 1 ~ 18 のいずれか 1 つに記載の光学積層体を備えるディスプレイであって、前記ディスプレイが複数のピクセルを含み、前記光学スタックは、前記格子が前記複数のピクセルを含む平面から距離 Z にあるように、前記複数のピクセルに近接して位置付けられており、前記複数のピクセルが第 1 のピッチ P を有し、前記複数の粒子が実質的に単分散しており、 D を有し、ここで、 D が、マイクロメートル単位で Z を P で割ったものの約 0.7 ~ 約 2.5 倍の範囲である、ディスプレイである。

【0105】

図の要素に対する記載は、別段の指定がない限り、他の図の対応する要素に等しく適用されると理解すべきである。本発明は、前述した特定の実施形態に限定され则认为てはならず、なぜならば、このような実施形態は、本発明の種々の態様の説明を容易にするために詳細に説明しているからである。むしろ、本発明は、添付の特許請求の範囲及びそれらの等価物によって規定される本発明の範囲に入る様々な修正、等価プロセス、及び代替のデバイスを含む本発明の全ての態様を包含すると理解するべきである。

30

【図 1】

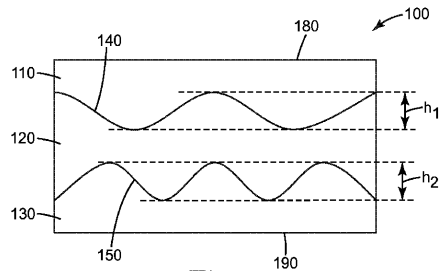


Fig. 1

【図 2】

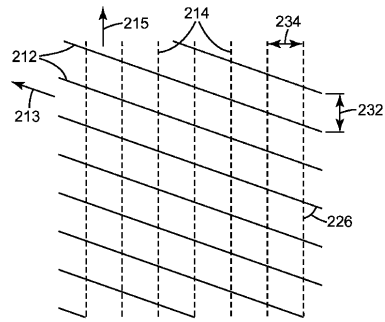


Fig. 2

【図 3 C】

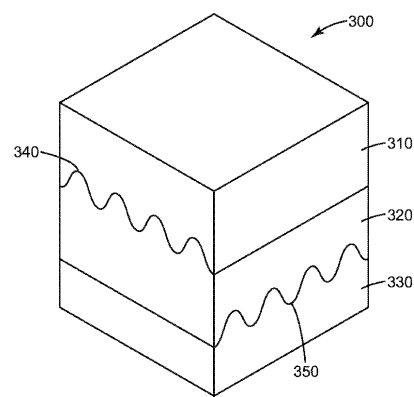


Fig. 3C

【図 4】

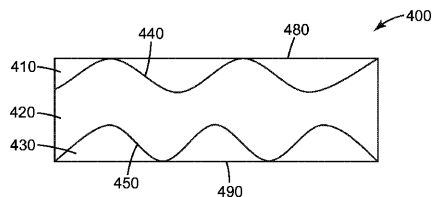


Fig. 4

【図 3 A】

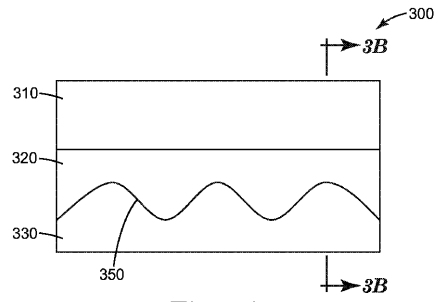


Fig. 3A

【図 3 B】

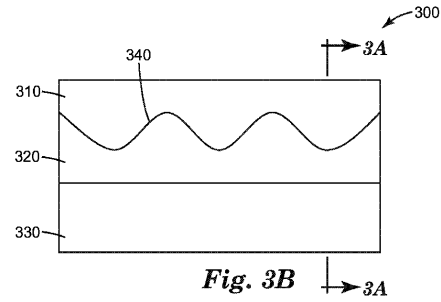


Fig. 3B

【図 5 A】

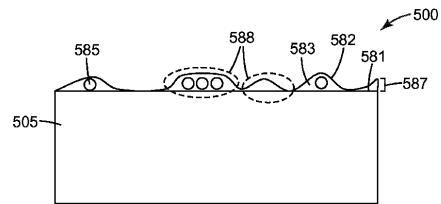


Fig. 5A

【図 5 B】

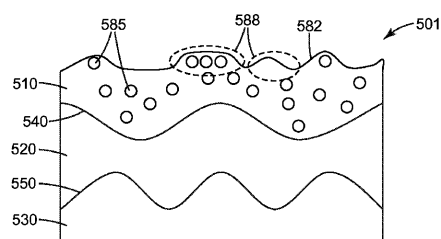


Fig. 5B

【図 5 C】

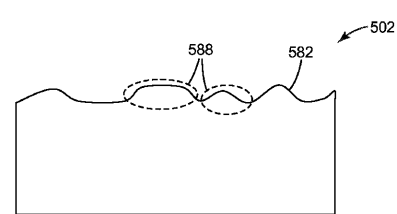
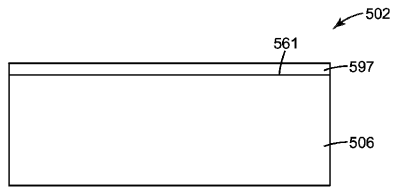
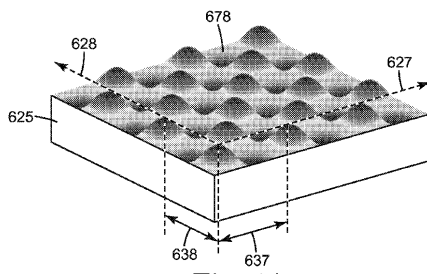


Fig. 5C

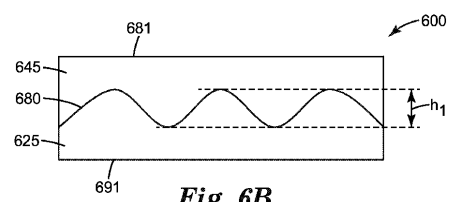
【図 5 D】

**Fig. 5D**

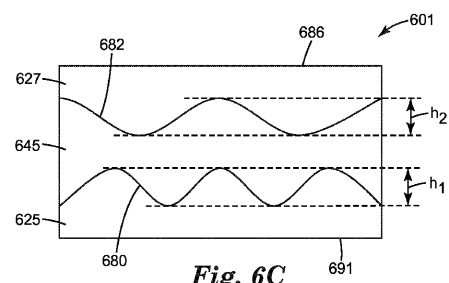
【図 6 A】

**Fig. 6A**

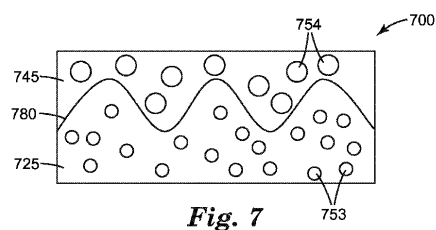
【図 6 B】

**Fig. 6B**

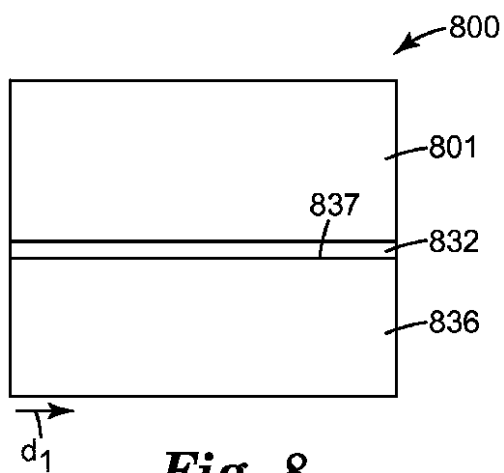
【図 6 C】

**Fig. 6C**

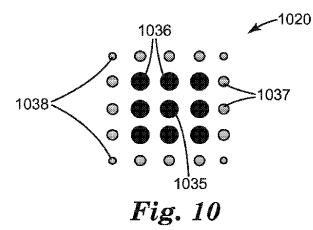
【図 7】

**Fig. 7**

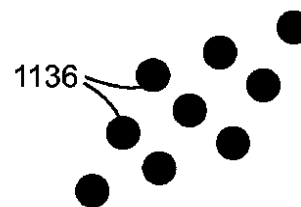
【図 8】

**Fig. 8**

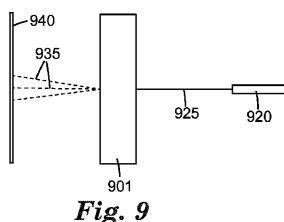
【図 10】

**Fig. 10**

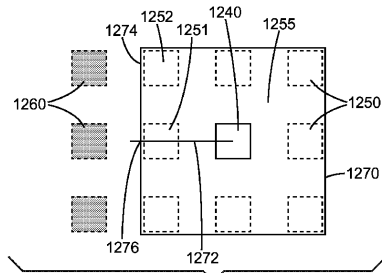
【図 11】

**Fig. 11**

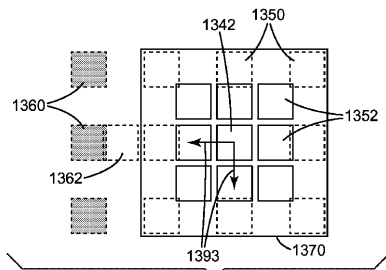
【図 9】

**Fig. 9**

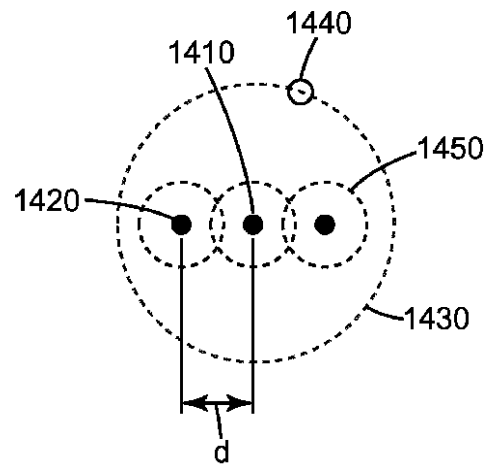
【図 12】

**Fig. 12**

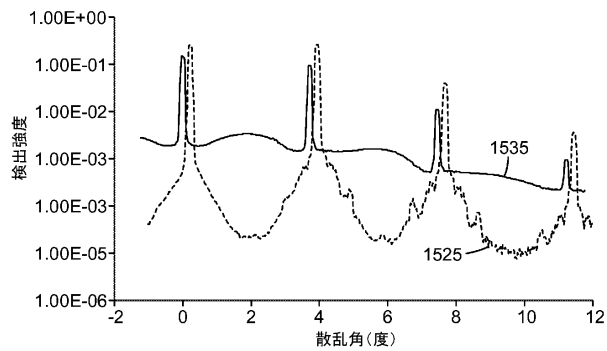
【図 13】

**Fig. 13**

【図 14】

**Fig. 14**

【図 15】

**Fig. 15**

フロントページの続き

- (72)発明者 ブレット ジェイ・シッター
アメリカ合衆国, ミネソタ 55133-3427, セント ポール, ポスト オフィス ボックス 33427, スリーエム センター
- (72)発明者 マーク ディー・ラドクリフ
アメリカ合衆国, ミネソタ 55133-3427, セント ポール, ポスト オフィス ボックス 33427, スリーエム センター
- (72)発明者 トーマス アール・ホッフエンド, ジュニア
アメリカ合衆国, ミネソタ 55133-3427, セント ポール, ポスト オフィス ボックス 33427, スリーエム センター
- (72)発明者 アンドリュー ジェイ・アウダーカーク
アメリカ合衆国, ミネソタ 55133-3427, セント ポール, ポスト オフィス ボックス 33427, スリーエム センター
- (72)発明者 ダニエル ダブリュ・ヘンネン
アメリカ合衆国, ミネソタ 55133-3427, セント ポール, ポスト オフィス ボックス 33427, スリーエム センター
- (72)発明者 ラン エイチ・リウ
アメリカ合衆国, ミネソタ 55133-3427, セント ポール, ポスト オフィス ボックス 33427, スリーエム センター

審査官 後藤 慎平

- (56)参考文献 米国特許出願公開第2014/0049822(US, A1)
米国特許出願公開第2013/0127689(US, A1)
特開平08-122710(JP, A)
特開平08-114770(JP, A)
特開平10-062779(JP, A)
特開2001-154143(JP, A)
特開2000-155286(JP, A)
特開2009-163176(JP, A)
特開2012-230246(JP, A)
国際公開第2006/095612(WO, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G02B 5/00 - 5/18
G02B 5/32
G02F 1/1335 - 1/13363
B32B 1/00 - 43/00