

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6329172号
(P6329172)

(45) 発行日 平成30年5月23日 (2018. 5. 23)

(24) 登録日 平成30年4月27日 (2018. 4. 27)

(51) Int. Cl.

F I

G O 2 B 5/02 (2006. 01)

G O 2 B 5/02 C

G O 2 F 1/13357 (2006. 01)

G O 2 F 1/13357

F 2 1 S 2/00 (2016. 01)

F 2 1 S 2/00 4 8 1

請求項の数 4 (全 47 頁)

(21) 出願番号 特願2015-547418 (P2015-547418)
 (86) (22) 出願日 平成25年12月5日 (2013. 12. 5)
 (65) 公表番号 特表2016-506539 (P2016-506539A)
 (43) 公表日 平成28年3月3日 (2016. 3. 3)
 (86) 国際出願番号 PCT/US2013/073276
 (87) 国際公開番号 W02014/093119
 (87) 国際公開日 平成26年6月19日 (2014. 6. 19)
 審査請求日 平成28年11月22日 (2016. 11. 22)
 (31) 優先権主張番号 61/737, 220
 (32) 優先日 平成24年12月14日 (2012. 12. 14)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(73) 特許権者 505005049
 スリーエム イノベイティブ プロパティ
 ズ カンパニー
 アメリカ合衆国, ミネソタ州 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
 (74) 代理人 100099759
 弁理士 青木 篤
 (74) 代理人 100077517
 弁理士 石田 敬
 (74) 代理人 100087413
 弁理士 古賀 哲次
 (74) 代理人 100146466
 弁理士 高橋 正俊

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 埋め込み拡散体を有する輝度向上フィルム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

光学フィルムであって、
 複屈折性基材と、

前記基材によって支持されるプリズム層であって、同じプリズム方向に沿って延在する
 複数の隣り合った線形プリズムを備える主表面を有する、プリズム層と、

前記基材と前記プリズム層との間に配設され、隣接する窪み構造体の間に隆起部が形成
 されるように配置された最密充填窪み構造体を備える、埋め込み構造化表面であって、前
 記窪み構造体の大きさが2つの直交面内方向に沿って制限される、埋め込み構造化表面と
 、を備え、

前記埋め込み構造化表面が、それぞれ第1及び第2の直交面内方向と関連付けられた第
 1及び第2のフーリエパワースペクトルによって特徴付け可能なトポグラフィを有し、

前記第1のフーリエパワースペクトルが、ゼロ周波数に対応せず、かつ第1のベースラ
 インを画定する2つの隣接する谷部分により境界を定められる1つ又はそれよりも多くの
 第1の周波数ピークを含む範囲で、いずれのそのような第1の周波数ピークも0.8未満
 の第1のピーク比を有し、前記第1のピーク比が、前記第1の周波数ピーク下面積で除し
 た前記第1の周波数ピークと前記第1のベースラインとの間の面積に等しく、

前記第2のフーリエパワースペクトルが、ゼロ周波数に対応せず、かつ第2のベースラ
 インを画定する2つの隣接する谷部分により境界を定められる1つ又はそれよりも多くの
 第2の周波数ピークを含む範囲で、いずれのそのような第2の周波数ピークも0.8未満

10

20

の第2のピーク比を有し、前記第2のピーク比が、前記第2の周波数ピーク下面積で除した前記第2の周波数ピークと前記第2のベースラインとの間の面積に等しく、

前記埋め込み構造化表面が、平面図における 200 mm/mm^2 未満の隆起部全長/単位面積を特徴とする、光学フィルム。

【請求項2】

光学フィルムであって、

複屈折性基材と、

前記基材によって支持されるプリズム層であって、同じプリズム方向に沿って延在する複数の隣り合った線形プリズムを備える主表面を有する、プリズム層と、

前記基材と前記プリズム層との間に配設され、最密充填窪み構造体を備える、埋め込み構造化表面であって、前記埋め込み構造化表面が、基準面及び該基準面に垂直な厚さ方向を画定する、埋め込み構造化表面と、を備え、

前記埋め込み構造化表面が、それぞれ第1及び第2の直交面内方向と関連付けられた第1及び第2のフーリエパワースペクトルによって特徴付け可能なトポグラフィーを有し、

前記第1のフーリエパワースペクトルが、ゼロ周波数に対応せず、かつ第1のベースラインを画定する2つの隣接する谷部分により境界を定められる1つ又はそれよりも多くの第1の周波数ピークを含む範囲で、いずれのそのような第1の周波数ピークも0.8未満の第1のピーク比を有し、前記第1のピーク比が、前記第1の周波数ピーク下面積で除した前記第1の周波数ピークと前記第1のベースラインとの間の面積に等しく、

前記第2のフーリエパワースペクトルが、ゼロ周波数に対応せず、かつ第2のベースラインを画定する2つの隣接する谷部分により境界を定められる1つ又はそれよりも多くの第2の周波数ピークを含む範囲で、いずれのそのような第2の周波数ピークも0.8未満の第2のピーク比を有し、前記第2のピーク比が、前記第2の周波数ピーク下面積で除した前記第2の周波数ピークと前記第2のベースラインとの間の面積に等しく、

前記最密充填窪み構造体が、前記基準面内の等価円直径(ECD)及び前記厚さ方向に沿った平均高さを特徴とし、各窪み構造体のアスペクト比が、前記窪み構造体の前記ECDで除した前記窪み構造体の前記平均高さに等しく、

前記窪み構造体の平均アスペクト比が0.15未満である、光学フィルム。

【請求項3】

光学フィルムであって、

複屈折性基材と、

前記基材によって支持されるプリズム層であって、同じプリズム方向に沿って延在する複数の隣り合った線形プリズムを備える主表面を有する、プリズム層と、

前記基材と前記プリズム層との間に配設され、湾曲したベース面を有する最密充填窪み構造体を備える、埋め込み構造化表面と、を備え、

前記埋め込み構造化表面が、それぞれ第1及び第2の直交面内方向と関連付けられた第1及び第2のフーリエパワースペクトルによって特徴付け可能なトポグラフィーを有し、

前記第1のフーリエパワースペクトルが、ゼロ周波数に対応せず、かつ第1のベースラインを画定する2つの隣接する谷部分により境界を定められる1つ又はそれよりも多くの第1の周波数ピークを含む範囲で、いずれのそのような第1の周波数ピークも0.8未満の第1のピーク比を有し、前記第1のピーク比が、前記第1の周波数ピーク下面積で除した前記第1の周波数ピークと前記第1のベースラインとの間の面積に等しく、

前記第2のフーリエパワースペクトルが、ゼロ周波数に対応せず、かつ第2のベースラインを画定する2つの隣接する谷部分により境界を定められる1つ又はそれよりも多くの第2の周波数ピークを含む範囲で、いずれのそのような第2の周波数ピークも0.8未満の第2のピーク比を有し、前記第2のピーク比が、前記第2の周波数ピーク下面積で除した前記第2の周波数ピークと前記第2のベースラインとの間の面積に等しく、

前記埋め込み構造化表面が95%未満の光学的ヘイズを提供する、光学フィルム。

【請求項4】

光学フィルムであって、

複屈折性基材と、

前記基材によって支持されるプリズム層であって、同じプリズム方向に沿って延在する複数の隣り合った線形プリズムを備える主表面を有する、プリズム層と、

前記基材と前記プリズム層との間に配設され、最密充填窪み構造体を備える、埋め込み構造化表面と、を備え、

前記埋め込み構造化表面が、それぞれ第1及び第2の直交面内方向と関連付けられた第1及び第2のフーリエパワースペクトルによって特徴付け可能なトポグラフィーを有し、

前記第1のフーリエパワースペクトルが、ゼロ周波数に対応せず、かつ第1のベースラインを画定する2つの隣接する谷部分により境界を定められる1つ又はそれよりも多くの第1の周波数ピークを含む範囲で、いずれのそのような第1の周波数ピークも0.8未満の第1のピーク比を有し、前記第1のピーク比が、前記第1の周波数ピーク下面積で除した前記第1の周波数ピークと前記第1のベースラインとの間の面積に等しく、

10

前記第2のフーリエパワースペクトルが、ゼロ周波数に対応せず、かつ第2のベースラインを画定する2つの隣接する谷部分により境界を定められる1つ又はそれよりも多くの第2の周波数ピークを含む範囲で、いずれのそのような第2の周波数ピークも0.8未満の第2のピーク比を有し、前記第2のピーク比が、前記第2の周波数ピーク下面積で除した前記第2の周波数ピークと前記第2のベースラインとの間の面積に等しく、

前記埋め込み構造化表面が、10～60%の範囲内の光学的ヘイズ及び10～40%の範囲内の光学的透明度を提供する、光学フィルム。

【発明の詳細な説明】

20

【背景技術】

【0001】

液晶ディスプレイ(LCD)などのディスプレイシステムは、例えばコンピュータのモニター、携帯情報端末(PDA)、携帯電話、携帯音楽プレーヤー、及び薄型液晶テレビなどの様々な用途及び市販の装置において使用されている。大部分のLCDは、液晶パネルと、液晶パネルを照射するための拡張範囲型光源(バックライトと称されることが多い)と、を含む。バックライトは、通常、1つ又はそれよりも多くのランプと、例えば光ガイド、ミラーフィルム、光路変更フィルム(輝度向上フィルムを含む)、リターダーフィルム、光偏光フィルム、及び拡散フィルムなどの多くの光調整フィルムとを含む。拡散フィルムは、典型的に、光学的欠陥を隠蔽し、バックライトによって放射された光の輝度均一性を改善するために含まれる。

30

【0002】

いくつかの拡散フィルムは、ビーズ状構成体を使用して光拡散を提供する。例えば、光学フィルムは、フィルムの1つの表面に被着された微小ビーズの層を有し得、ビーズ表面における光の屈折が、フィルムの光拡散特性を提供するように動作し得る。ビーズ状拡散フィルムの例としては、3M Companyにより製品表記TB EF 2 - GMの下で販売されており、本明細書において「まばらに分布するビーズ状拡散体」又は「SDB拡散体」と称される、まばらに分布するビーズのつや消し面を有する線形プリズム輝度向上フィルム、3M Companyにより製品表記DB EF - D3 - 340の下で販売されており、本明細書において「密充填ビーズ状拡散体」又は「DPB拡散体」と称される、ビーズ状拡散体層を有する反射偏光フィルム、及び本明細書において「商用カバーシート拡散体」又は「CCS拡散体」と称される、商用ディスプレイ装置に含まれる拡散カバーシートが挙げられる。図1は、CCS拡散体のビーズ状表面の代表的部分の走査電子顕微鏡(SEM)画像を示し、図1Aは、断面図におけるそのような表面のSEM画像を示す。図2及び3は、それぞれDPB拡散体及びSDB拡散体の代表的部分のSEM画像を示す。

40

【0003】

他の拡散フィルムは、ビーズ層以外の構造化表面を使用して光拡散を提供し、この構造化表面は構造化ツールからの微細複製によって作製される。そのような拡散フィルムの例としては、米国特許第2012/0113622号(Aronsonら)、米国特許第2

50

012/0147593号(Yapelら)、国際公開第2011/056475号(Barbie)、及び国際公開第2012/0141261号(Aronsonら)に記載の、カッターでツールから材料を取り除くことにより作製された、対応する構造体を有するツールから微細複製された、曲線的又は湾曲した構造体を有するフィルム(本明細書において「I型微細複製」拡散フィルムと称される)、並びに米国特許第2010/0302479号(Aronsonら)に記載の、電気メッキプロセスにより作製された、対応する構造体を有するツールから微細複製された、平坦小平面構造体を有するフィルム(本明細書において「II型微細複製」拡散フィルムと称される)が挙げられる。I型微細複製拡散フィルムの構造化表面の代表的部分のSEM画像を図4に示し、II型微細複製拡散フィルムの同様の画像を図5に示す。更に他の微細複製拡散フィルムとしては、ツール表面が砂吹付け手順によって構造化されるように作製され、その構造化表面が次いでツールからの微細複製によってフィルムに付与される、フィルムが挙げられる。例えば、米国特許第7,480,097号(Nagahamara)を参照されたい。

【発明の概要】

【課題を解決するための手段】

【0004】

一態様では、本説明は光学フィルムに関する。本光学フィルムは、複屈折性基材と、該基材によって支持されるプリズム層と、を含み、該プリズム層は、同じプリズム方向に沿って延在する複数の隣り合った線形プリズムを備える主表面を有する。本光学フィルムはまた、隣接する構造体の間に隆起部が形成されるように配置された最密充填構造体を含む、該基材と該プリズム層との間に配設された埋め込み構造化表面を含み、該構造体の大きさは、2つの直交面内方向に沿って制限される。該埋め込み構造化表面は、それぞれ第1及び第2の直交面内方向と関連付けられた第1及び第2のフーリエパワースペクトルによって特徴付け可能なトポグラフィーを有し、該第1のフーリエパワースペクトルが、ゼロ周波数に対応せず、かつ第1のベースラインを画定する2つの隣接する谷部分により境界を定められる1つ又はそれよりも多くの第1の周波数ピークを含む範囲で、いずれのそのような第1の周波数ピークも0.9未満の第1のピーク比を有し、該第1のピーク比は、該第1の周波数ピーク下面積で除した該第1の周波数ピークと該第1のベースラインとの間の面積に等しい。更に、該第2のフーリエパワースペクトルが、ゼロ周波数に対応せず、かつ第2のベースラインを画定する2つの隣接する谷部分により境界を定められる1つ又はそれよりも多くの第2の周波数ピークを含む範囲で、いずれのそのような第2の周波数ピークも0.8未満の第2のピーク比を有し、該第2のピーク比は、該第2の周波数ピーク下面積で除した該第2の周波数ピークと該第2のベースラインとの間の面積に等しい。該埋め込み構造化表面は、平面図における200mm/mm²未満の隆起部全長/単位面積を特徴とする。

【0005】

別の態様では、本説明は、複屈折性基材と、該基材によって支持されるプリズム層と、を含む光学フィルムに関し、該プリズム層は、同じプリズム方向に沿って延在する複数の隣り合った線形プリズムを備える主表面を有する。本光学フィルムはまた、最密充填構造体を含む、該基材と該プリズム層との間に配設された埋め込み構造化表面を含み、該埋め込み構造化表面は、基準面及び該基準面に垂直な厚さ方向を画定する。該埋め込み構造化表面は、それぞれ第1及び第2の直交面内方向と関連付けられた第1及び第2のフーリエパワースペクトルによって特徴付け可能なトポグラフィーを有し、該第1のフーリエパワースペクトルが、ゼロ周波数に対応せず、かつ第1のベースラインを画定する2つの隣接する谷部分により境界を定められる1つ又はそれよりも多くの第1の周波数ピークを含む範囲で、いずれのそのような第1の周波数ピークも0.9未満の第1のピーク比を有し、該第1のピーク比は、該第1の周波数ピーク下面積で除した該第1の周波数ピークと該第1のベースラインとの間の面積に等しい。更に、該第2のフーリエパワースペクトルが、ゼロ周波数に対応せず、かつ第2のベースラインを画定する2つの隣接する谷部分により境界を定められる1つ又はそれよりも多くの第2の周波数ピークを含む範囲で、いずれの

そのような第2の周波数ピークも0.8未満の第2のピーク比を有し、該第2のピーク比は、該第2の周波数ピーク下面積で除した該第2の周波数ピークと該第2のベースラインとの間の面積に等しい。該最密充填構造体は、該基準面内の等価円直径(ECD)及び該厚さ方向に沿った平均高さの特徴とし、各構造体の平均アスペクト比は、該構造体の該ECDで除した該構造体の該平均高さに等しい。該構造体の平均アスペクト比は0.15未満である。

【0006】

更に別の態様では、本開示は、複屈折性基材と、該基材によって支持されるプリズム層と、を含む光学フィルムに関し、該プリズム層は、同じプリズム方向に沿って延在する複数の隣り合った線形プリズムを含む主表面を有する。本光学フィルムはまた、湾曲したベース面を有する最密充填構造体を含む、該基材と該プリズム層との間に配設された埋め込み構造化表面を含む。該埋め込み構造化表面は、それぞれ第1及び第2の直交面内方向と関連付けられた第1及び第2のフーリエパワースペクトルによって特徴付け可能なトポグラフィを有し、該第1のフーリエパワースペクトルが、ゼロ周波数に対応せず、かつ第1のベースラインを画定する2つの隣接する谷部分により境界を定められる1つ又はそれよりも多くの第1の周波数ピークを含む範囲で、いずれのそのような第1の周波数ピークも0.9未満の第1のピーク比を有し、該第1のピーク比は、該第1の周波数ピーク下面積で除した該第1の周波数ピークと該第1のベースラインとの間の面積に等しい。更に、該第2のフーリエパワースペクトルが、ゼロ周波数に対応せず、かつ第2のベースラインを画定する2つの隣接する谷部分により境界を定められる1つ又はそれよりも多くの第2の周波数ピークを含む範囲で、いずれのそのような第2の周波数ピークも0.8未満の第2のピーク比を有し、該第2のピーク比は、該第2の周波数ピーク下面積で除した該第2の周波数ピークと該第2のベースラインとの間の面積に等しい。該埋め込み構造化表面は、95%未満を有する光学を提供する。

【0007】

別の態様では、本開示は、複屈折性基材と、該基材によって支持されるプリズム層と、を含む光学フィルムに関し、該プリズム層は、同じプリズム方向に沿って延在する複数の隣り合った線形プリズムを含む主表面を有する。本光学フィルムはまた、最密充填構造体を含む、該基材と該プリズム層との間に配設された埋め込み構造化表面を含む。該埋め込み構造化表面は、それぞれ第1及び第2の直交面内方向と関連付けられた第1及び第2のフーリエパワースペクトルによって特徴付け可能なトポグラフィを有し、該第1のフーリエパワースペクトルが、ゼロ周波数に対応せず、かつ第1のベースラインを画定する2つの隣接する谷部分により境界を定められる1つ又はそれよりも多くの第1の周波数ピークを含む範囲で、いずれのそのような第1の周波数ピークも0.9未満の第1のピーク比を有し、該第1のピーク比は、該第1の周波数ピーク下面積で除した該第1の周波数ピークと該第1のベースラインとの間の面積に等しい。更に、該第2のフーリエパワースペクトルが、ゼロ周波数に対応せず、かつ第2のベースラインを画定する2つの隣接する谷部分により境界を定められる1つ又はそれよりも多くの第2の周波数ピークを含む範囲で、いずれのそのような第2の周波数ピークも0.8未満の第2のピーク比を有し、該第2のピーク比は、該第2の周波数ピーク下面積で除した該第2の周波数ピークと該第2のベースラインとの間の面積に等しい。該埋め込み構造化表面は、10~60%の範囲内の光学的ヘイズ及び10~40%の範囲内の光学的透明度を提供する。

【0008】

別の態様では、本開示は、複屈折性基材と、該基材によって支持されるプリズム層と、を含む光学フィルムに関し、該プリズム層は、同じプリズム方向に沿って延在する複数の隣り合った線形プリズムを含む主表面を有する。本光学フィルムはまた、より大きな第1の構造体及びより小さな第2の構造体を含む、該基材と該プリズム層との間に配設された埋め込み構造化表面を含み、該第1及び第2の構造体の大きさは両方とも、2つの直交面内方向に沿って制限される。該第1の構造体は、該埋め込み構造化表面上に不均一に配置され、該第2の構造体は、該第1の構造体の間に最密充填されて不均一に分散される。該

第 1 の構造体の平均の大きさは 15 マイクロメートル超であり、該第 2 の構造体の平均の大きさは 15 マイクロメートル未満である。

【0009】

更に別の態様では、本開示は、複屈折性基材と、該基材によって支持されるプリズム層と、を含む光学フィルムに関するものであったが、該プリズム層は、同じプリズム方向に沿って延在する複数の隣り合った線形プリズムを含む主表面を有する。該埋め込み構造化表面は、ツール構造化表面からの微細複製によって作製され、該ツール構造化表面は、第 1 の電気メッキプロセスを使用して金属を電着することにより金属の第 1 の層を形成し、第 1 の平均粗度を有する該第 1 の層の主表面をもたらしことと、第 2 の電気メッキプロセスを使用して該第 1 の層上に該金属を電着することにより該第 1 の層の該主表面上に該金属の第 2 の層を形成し、該第 1 の平均粗度よりも小さい第 2 の平均粗度を有する該第 2 の層の主表面をもたらしことと、によって作製され、該第 2 の層の該主表面は該ツール構造化表面に対応する。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図 1】CCS 拡散体（光学的ヘイズ = 72%、光学的透明度 = 9.9%）のビーズ状表面の一部の SEM 画像である。

【図 1A】断面図におけるそのような表面の SEM 画像である。

【図 2】DPB 拡散体（光学的ヘイズ = 97.5%、光学的透明度 = 5%）のビーズ状表面の一部の SEM 画像である。

【図 3】SDB 拡散体（光学的ヘイズ = 67%、光学的透明度 = 30%）のビーズ状表面の一部の SEM 画像である。

【図 4】I 型微細複製拡散フィルム（光学的ヘイズ = 91.3%、光学的透明度 = 1.9%）の構造化表面の一部の SEM 画像である。

【図 5】II 型微細複製拡散フィルム（光学的ヘイズ = 100%、光学的透明度 = 1.3%）の構造化表面の一部の SEM 画像である。

【図 6】複屈折性基材を有する微細複製光学フィルムを含む光学システムの概略側面図又は断面図である。

【図 7】線形プリズムのアレイを有する微細複製光学フィルムの概略斜視図であり、この図は、使用され得る様々なプリズム構成を例証している。

【図 8】構造化表面を有する光学拡散フィルムの概略側面図又は断面図である。

【図 9】構造化表面ツール及び構造化表面光学フィルムを含む、構造化表面物品を作製するために使用される工程を示す概略流れ図である。

【図 10】円筒又はドラム形態の構造化表面ツールの概略斜視図である。

【図 11A】図 10 のツールの一部の概略側面図又は断面図である。

【図 11B】図 11A のツール部分を使用して光学拡散フィルムの構造化表面を作製する微細複製手順の最中の、図 11A のツール部分の概略側面図又は断面図である。

【図 11C】図 11B に示す微細複製手順からもたらされる、作製された光学拡散フィルムの一部の概略側面図又は断面図である。

【図 12】光学的透明度対光学的ヘイズのグラフであり、グラフ上の各ポイントは、図 9 に従うプロセスを使用して作製された異なる光学拡散フィルムサンプルを示している。

【図 13】「502-1」と称される光学拡散フィルムサンプルの構造化表面の代表的部分の SEM 画像である。

【図 13A】断面図における 502-1 サンプルの SEM 画像である。

【図 14】「594-1」と称される光学拡散フィルムサンプルの構造化表面の代表的部分の SEM 画像である。

【図 15】「599-1」と称される光学拡散フィルムサンプルの構造化表面の代表的部分の SEM 画像である。

【図 16】「502-2」と称される光学拡散フィルムサンプルの構造化表面の代表的部分の SEM 画像である。

【図 17】「RA22a」と称される光学拡散フィルムサンプルの構造化表面の代表的部分のSEM画像である。

【図 18】「RA13a」と称される光学拡散フィルムサンプルの構造化表面の代表的部分のSEM画像である。

【図 19】「N3」と称される光学拡散フィルムサンプルの構造化表面の代表的部分のSEM画像である。

【図 20】「593-2」と称される光学拡散フィルムサンプルの構造化表面の代表的部分のSEM画像である。

【図 21】「597-2」と称される光学拡散フィルムサンプルの構造化表面の代表的部分のSEM画像である。

10

【図 22】パワースペクトル密度対空間周波数のグラフであり、このグラフは、所定の面内方向に沿った構造化表面の不規則性又は無作為性の程度が、そのような面内方向と関連付けられたフーリエパワースペクトルによっていかに特徴付けられ得るかを例証するために使用される、仮定的な曲線を含む。

【図 23A】ダウンウェブ方向におけるI型微細複製拡散フィルムのサンプル（光学的ヘイズ＝91.3%、光学的透明度＝1.9%）のパワースペクトル密度対空間周波数のグラフである。

【図 23B】同じサンプルだが垂直（クロスウェブ）の面内方向における同様のグラフである。

【図 24A】ダウンウェブ方向における光学拡散フィルムサンプル502-1のパワースペクトル密度対空間周波数のグラフである。

20

【図 24B】同じサンプルだがクロスウェブ方向における同様のグラフである。

【図 25】識別可能な構造を有する仮定的な構造化表面の一部の概略平面図であり、等価円直径（ECD）の概念を例証している。

【図 26】共焦点顕微鏡によるCCS拡散体の写真の合成画像であり、構造化表面の個別構造体の外側境界又は縁を表す暗色の形状が重ね合わされている。

【図 27】共焦点顕微鏡によるI型微細複製拡散フィルムサンプル（光学的ヘイズ＝91.3%、光学的透明度＝1.9%）の写真の合成画像であり、構造化表面の個別構造体の外側境界又は縁を表す暗色の形状が重ね合わされている。

【図 28】図 26 及び 27 と同様の合成画像であるが、光学拡散フィルムサンプル594-1についてのものである。

30

【図 29】図 26 ～ 28 と同様の合成画像であるが、光学拡散フィルムサンプル502-1についてのものである。

【図 30】光学拡散フィルムサンプル502-1の代表的サンプル面積の正規化された計数対ECDのグラフである。

【図 31】識別可能な構造体を有する仮定的な構造化表面の一部の概略側面図又は断面図であり、最大高さ又は深さの概念を例証している。

【図 32】構造化表面上の仮定的な個別構造体の概略平面図であり、構造化表面上の隆起部の存在を判定するために使用される評価基準を例証している。

【図 33A】共焦点顕微鏡による光学拡散フィルムサンプル594-1の写真の合成画像であり、構造化表面上で検出された隆起部を表す暗色の線分が重ね合わされている。

40

【図 33B】図 34a の暗色の線分のみ、即ち、検出された隆起部のみを、反転印刷（暗色／明色が反転されている）で示す画像である。

【図 34A】それぞれ図 33A 及び 33B に類似するが、DPB拡散体についてのものである。

【図 34B】それぞれ図 33A 及び 33B に類似するが、DPB拡散体についてのものである。

【発明を実施するための形態】

【0011】

図 6 において、光学システム 610 は、例えば白色光を放射する拡張出力表面を有する

50

平面光ガイドなどの、拡張光源 602 と偏光子 604 との間に配設された微細複製光学フィルム 619 を含む。光学システム 610 は、光学ディスプレイ、バックライト、又は同様のシステムであってよく、例えば液晶パネル及び追加の偏光子、拡散体、リターダー、並びに / 又は他の光学フィルム若しくは構成要素などの、図に示されていない他の構成要素を含み得る。本明細書の主旨に沿って、説明を容易にするために、そのような他の構成要素は無視する。前側の主表面 619a 及び後側又は背面の主表面 619b を有する光学フィルム 619 は、プリズム層 650 を支持する基材 620 から構成されるものとして示されているが、他の層構成を使用してもよい。基材 620 は、1 つ又はそれよりも多くの介在層が基材をプリズム層に物理的に接続する場合であっても、プリズム層 650 を支持するものであると考えることができる。プリズム層 650 は、微細模様を有するツールを使用して、ポリマーフィルム基材 620 上にポリマー組成物を流延し、硬化することによって作製することができる。このツールは、フィルム 619 の前側の主表面 619a と一致するプリズム層 650 の第 1 の主表面 650a が、線形プリズムのアレイを形成する別個の面又は小平面を有する、このツールの微細構造化複製物となるように構成される。流延及び硬化に加えて、例えばエンボス加工、エッチング、及び / 又は他の周知の技法などの、他の周知の製造技術を使用して、微細構造化表面 650a を形成することもできる。プリズム層 650 の第 2 の主表面 650b は、基材 620 の第 1 の主表面 620a と一致する。基材 620 の第 2 の主表面 620b は、フィルム 619 の後側の主表面 619b と一致する。

10

【0012】

20

参照のために、カーテシアン $x - y - z$ 座標系を図に含めた。フィルム 619 は $x - y$ 面に概ね平行に延在し、システム 610 の光軸は z 軸に対応する。構造化表面の各プリズムは、少なくとも平面図において概ね直線方向に、 y 軸に平行に延在する。線形プリズムのアレイは、フィルム 619 を有しない同じシステムと比較して、システムの軸上輝度又はルミナンスが上昇するように光を屈折させる。

【0013】

プリズム層 650 を支持する基材 620 は複屈折性である。複屈折性は意図的な設計機構であってもよく、またはそれは非意図的であってもよい。光学フィルム用途での使用に望ましい機械的及び光学的な特性を有するように、例えばポリエチレンテレフタレート (PET) で作られたフィルムを経済的に作製することができるが、PET 製のフィルムは無視できない量の複屈折性を呈する場合がある。複屈折性は空間的にほぼ均一であってよく、即ち、基材内の一つの位置の複屈折性は基材内のその他の位置の複屈折性とほぼ同じであってよい。複屈折性は通常、少なくとも面内の複屈折性を特徴とする。即ち、 x 軸、 y 軸、 z 軸に沿って偏光した光の屈折率がそれぞれ n_x 、 n_y 、 n_z である基材の場合、面内屈折率 n_x と n_y の間に有意差が存在する。 x 方向及び y 方向は、例えば、ポリマーフィルムのウェブ横方向及びウェブ下方向に相当し得る。 $n_x - n_y$ の大きさは、通常、少なくとも 0.01、又は 0.02、又は 0.03 であり得る。特定の屈折率の差が有意かどうかは、基材の厚さに依存し得る。屈折率の小差は、薄い基材では無視できる程度であり得るが、より厚い基材では有意であり得る。

30

【0014】

40

図中、任意の光線 603 は、光源 602 から観察者 601 に向かって進むものとして示されている。この光線を辿ると、光線が主表面 620b (619b) で屈折し、基材 620 を通じて伝播し、再び主表面 620a (650b) で屈折し、プリズム層 650 を通じて伝播し、再び主表面 650a (619a) で屈折し、偏光子 604 に進んでおり、その光線の一つの偏光成分が偏光子を通過して観察者 601 に進んでいるのがわかる。光線 603 は、それが光源 602 を出てからフィルム 619 に当たるまで偏光されないと仮定される。直交する s 及び p 偏光状態は、入射角及び基材の屈折率に依存して一般には異なるように伝達 (及び反射) されるため、主表面 620b で空気 / 基材の界面に当たると、それは部分的に偏光する。説明を容易にするために、図 6 には反射光の成分を示していない。表面 620b 付近の光線 603 に両矢印を重ね合わせ、光線 603 が基材 620 を通る

50

その経路を開始するときの部分的偏光を示す。光線 6 0 3 が表面 6 2 0 a に向かって基材 6 2 0 を通じて伝播するとき、その部分的偏光状態は、一般に、基材 6 2 0 の複屈折性に起因して変化する。偏光状態のこの変化は、基材の複屈折の量（及び厚さ）だけでなく光線の伝播の角度及び光線の波長にもまた依存する。この変化した偏光状態を、表面 6 2 0 a 付近の光線 6 0 3 の上に重ね合わされている小さな楕円として図中に示す。次いで、光線はその修正された偏光状態でプリズム層 6 5 0 によって屈折され、偏光子 6 0 4 の通過軸と整合する偏光成分が、偏光子 6 0 4 を通過して観察者 6 0 1 に進む。

【 0 0 1 5 】

上述の通り、基材 6 2 0 内で生じる偏光状態の変化は光の波長に依存する。これは、基材の材料が分散を全く示さない場合と同じである。結果として、例えば光線 6 0 3 が辿る経路などの、システム 6 1 0 を通る同じか又はほぼ同じ経路を辿る、異なる波長の光線は、一般に異なる相対的な量で観察者 6 0 1 まで透過する。この相対的な量は光線の伝播方向に依存することになり、有意な角度範囲にわたって、例えばランバート分布又は別の好適な角度分布において、光を放射する光源 6 0 2 の結果として、伝播方向の範囲又は円錐が存在すると仮定する。

【 0 0 1 6 】

図 6 及び以下の他の図中のプリズムは、高さ、幅、頂角を含む名目上同じ幾何学的形状を有するものとして示されている。これは、主に説明を単純にするためである。一般には、特に記載のない限り、図 2 に示唆されているように、プリズム層のプリズムは様々な構成のいずれをも有し得る。

【 0 0 1 7 】

ディスプレイ、バックライト、又は他のシステムにおける輝度向上フィルムとして機能することができる微細複製光学フィルム 7 1 9 を図 7 に示す。光学フィルム 7 1 9 は、輝度を改善するための線形プリズム又は微細構造体 7 5 1 のアレイを含む。光学フィルム 7 1 9 は、y 方向に沿って延在する複数の微細構造体又は線形プリズム 7 5 1 を含む第 1 の主表面又は構造化表面 7 1 9 a を含む。フィルム 7 1 9 は、第 1 の主表面又は構造化表面 7 1 9 a と反対側の第 2 の主表面 7 1 9 b を含む。

【 0 0 1 8 】

フィルム 7 1 9 は、第 1 の主表面 7 2 0 a、及び主表面 7 1 9 b と一致する反対側の第 2 の主表面 7 2 0 b を含む、基材層 7 2 0 を含む。光学フィルム 7 1 9 は、基材層 7 2 0 によって支持されるプリズム層 7 5 0 を含む。プリズム層 7 5 0 は、基材層の主表面 7 2 0 a 上に配設され、この表面 7 2 0 a は、層 7 5 0 の主表面 7 5 0 b と一致し、層 7 5 0 はまた、フィルム 7 1 9 の主表面 7 1 9 a と一致する別の主表面 7 5 0 a を含む。

【 0 0 1 9 】

光学フィルム 7 1 9 は、この説明の目的のために複屈折性であると仮定される基材層 7 2 0 と、プリズム層 7 5 0 との 2 つの層を含む。一般に、光学フィルム 7 1 9 は 1 つ又はそれよりも多くの層を有し得る。例えば、場合によっては、光学フィルム 7 1 9 は、それぞれ第 1 の主表面 7 1 9 a 及び第 2 の主表面 7 1 9 b を含む単一の層のみを有してよい。別の例として、場合によっては、光学フィルム 7 1 9 は多くの層を有してよい。例えば、場合によっては、基材 7 2 0 は複数の別個の層で構成されてよい。光学フィルムが多層を含む場合、フィルム構成層は通常は互いに同一の広がりをも有し、隣接する構成層の対のそれぞれの層は有形の光学材料を含み、互いに完全に一致する主表面、若しくはそれらのそれぞれの表面積の少なくとも 8 0 % を超える又は少なくとも 9 0 % を超える部分が互いに物理的に接触する主表面を有する。

【 0 0 2 0 】

プリズム 7 5 1 は、光学フィルム 7 1 9 の主表面 7 1 9 b に入射する光の光路を、例えば正の z 方向などの所望の方向に沿って変更するように設計され得る。例示の光学フィルム 7 1 9 において、プリズム 7 5 1 は線形プリズム構造体である。一般に、プリズム 7 5 1 は、例えば、入射光の一部を屈折させて入射光の異なる一部を再利用することによって光路を変更することができる、いかなる種類のプリズム又はプリズム様微細構造体であっ

10

20

30

40

50

てよい。例えば、プリズム 7 5 1 の断面プロファイルは、湾曲及び / 又は区分的線形の部分であるか、又はこれを含み得る。

【 0 0 2 1 】

プリズム 7 5 1 のそれぞれは、例えば主表面 7 5 0 b などの共通基準面から測定される頂角 7 5 2 及び高さを含む。個別のプリズム 7 5 1 a、7 5 1 b、7 5 1 c などは、高さ 7 5 3 a、7 5 3 b、7 5 3 c、...、7 5 3 e などをも有するものとして示されている。場合によっては、例えば、光結合若しくはウェットアウトを低減させること、及び / 又は光路変更光学フィルムの耐久性を改善することが望ましいときなど、所定のプリズム 7 5 1 の高さは、y 方向に沿って変化してよい。例えば、線形プリズム 7 5 1 a のプリズムの高さは y 方向に沿って変化する。そのような場合、プリズム 7 5 1 a は y 方向に沿って変化する局所高さ 7 5 3 a を有し、その変化する高さは最大高さ及び平均高さを画定する。場合によっては、線形プリズム 7 5 1 c などのプリズムは、y 方向に沿った一定高さを有する。そのような場合、プリズムは、プリズムの最大高さ及び平均高さに等しい一定局所高さ 7 5 3 c を有する。

10

【 0 0 2 2 】

光結合又はウェットアウトを低減させることが望ましい場合などの場合によっては、一部の線形プリズムは低く、一部の線形プリズムは高い。例えば、線形プリズム 7 5 1 c の高さ 7 5 3 c は、線形プリズム 7 5 1 b の高さ 7 5 3 b より小さい。

【 0 0 2 3 】

各プリズムの頂角又は上反角 7 5 2 は、応用に望ましい場合がある任意の値を有してよい。例えば、場合によっては、頂角 7 5 2 は、約 7 0 度 ~ 約 1 1 0 度、又は約 8 0 度 ~ 約 1 0 0 度、又は約 8 5 度 ~ 約 9 5 度の範囲内であってよい。場合によっては、プリズム 7 5 1 は等しい頂角を有し得、これは例えば、約 8 8 度又は 8 9 度 ~ 約 9 2 度又は 9 1 度の範囲内、例えば 9 0 度などであり得る。

20

【 0 0 2 4 】

プリズム層 7 5 0 は任意の好適な光透過性材料で構成され得、任意の好適な屈折率を有し得る。例えば、場合によっては、プリズム層の屈折率は、約 1 . 4 ~ 約 1 . 8、又は約 1 . 5 ~ 約 1 . 8、又は約 1 . 5 ~ 約 1 . 7 の範囲内であってよい。場合によっては、プリズム層は、約 1 . 5 以上、又は約 1 . 5 5 以上、又は約 1 . 6 以上、又は約 1 . 6 5 以上、又は約 1 . 7 以上の屈折率を有することができる。プリズム層の全て又は部分が複屈折性であってよく、その全て又は部分が（実質的に）等方性であってよい。

30

【 0 0 2 5 】

ほとんどの場合、例えば液晶ディスプレイシステムに光学フィルム 7 1 9 が使用される場合など、光学フィルム 7 1 9 は、光学フィルム 7 1 9 なしの同じディスプレイと比較して、ディスプレイの軸上輝度、即ち、z 軸に沿って測定される輝度を上昇させる。軸方向のルミナンスの改善を定量するために、光学フィルム 7 1 9 は、1 を超える「有効透過率」又は相対「ゲイン」をも有するものと考えられる。本明細書で使用するとき、「有効透過率」（「E T」）は、光源が拡散反射率 > 8 0 % を有するランバート又はほぼランバートの光源であるときの、所定のフィルムを用いた軸上ルミナンスと、所定のフィルムがないディスプレイシステムの軸上ルミナンスとの比を指す。

40

【 0 0 2 6 】

光学フィルムの E T は、中空のランバートライトボックスと、線状光吸収偏光子と、ライトボックスの光軸に中心を置く光ディテクターとを含む光学システムを用いて測定することができる。中空のライトボックスは光ファイバーを介してライトボックスの内部に接続した安定化された広帯域光源により照らすことができ、ライトボックスの発光面、即ち光の出る面から発する光はランバートルミナンス分布をも有することができる。E T の測定の対象である光学フィルム又は他の試験試料は、ライトボックスと吸収性の線状偏光子との間の場所に配置される。システムに光学フィルムが存在する光ディテクターの出力を、システムに光学フィルムが存在しない光ディテクターの出力で除することにより、光学フィルムの E T が得られる。

50

【0027】

ETの測定での使用に好適な光ディテクターは、SpectraScan(商標)PR-650 SpectraColorimeter(カリフォルニア州ChatsworthのPhoto Research, Incより入手可能)である。そのような測定に好適なライトボックスは、約85%の合計反射率を有するテフロン立方体である。

【0028】

光学フィルム719のETは、主表面719a(及び線形プリズム751)が光ディテクターに面し、主表面719bがライトボックスに面するように、特定の位置に光学フィルム719を配置することによって測定することができる。次に、スペクトル的に重み付けされた軸方向ルミナンスI1(光軸に沿ったルミナンス)が、線状吸収偏光子を通じて光ディテクターによって測定される。次いで、光学フィルム719を取り外し、光学フィルム719なしで、スペクトル的に重み付けしたルミナンスI2を測定する。ETは、比 $I1/I2$ である。ETは、線状吸収偏光子に対する光学フィルムの配向を特定することによって更に詳細に特定することができる。例えば、「ET0」は、プリズム751のそれぞれが線状吸収偏光子の通過軸に平行な方向に沿って延在するように光学フィルムが配向されているときの有効透過率を指し、「ET90」は、プリズム751のそれぞれが線状吸収偏光子の通過軸に垂直の方向に沿って延在するように光学フィルムが配向されているときの有効透過率を指す。更にこれに関し、「平均有効透過率」(「ETA」)は、ET0とET90との平均値である。追加的な用語に関して、先に、つまりこれまでに言及した用語「有効透過率」、即ち「ET」は、光学フィルムの平均有効透過率を指す。

【0029】

例示の場合では、光学フィルム719を含む開示された微細複製光学フィルムは、システムの輝度を上昇させるように構成されており、線形プリズムは少なくとも約1.6の屈折率を有し、光学フィルムの平均有効透過率(ETA)は少なくとも約1.3、又は少なくとも1.5、又は少なくとも1.7、又は少なくとも1.9、又は少なくとも2.1である。

【0030】

光の拡散又は散乱は、「光学的ヘイズ」又は単に「ヘイズ」と称されるパラメータによって表現することができる。正規の入射光線により照射されるフィルム、表面、又は他の物体の場合、物体の光学的ヘイズは、垂直方向から4度を超えて逸れている透過光と合計透過光との比を指す。ヘイズはシミュレーションで算出することができ、実際のサンプルに関しては、ASTM D1003に記載の手順に従って、又は他の好適な手順を用いて、Haze-Gard Plusヘイズ計(メリーランド州のColumbiaのBYK-Gardnerより入手可能)を使用して測定することができる。光学的ヘイズに関係するのは光学的透明度であり、これは、比 $(T_1 - T_2)/(T_1 + T_2)$ を指し、ここで、 T_1 は、垂直方向から1.6~2度逸れている透過光であり、 T_2 は、垂直方向から0~0.7度にある透過光である。透明度値は、BYK-GardinerのHaze-Gard Plusヘイズ計を使用して測定してもよい。

【0031】

いくつかの実施形態では、プリズム層と複屈折性基材との間に提供されるエアギャップはなく、光散乱又はヘイズは、露出する構造化表面ではなく埋め込み構造化表面によって提供される。構造化表面は、固形ないしは有形の光透過性材料、例えば、好適な光透過性ポリマー材料によって両側で境界を定められるため、ひいては埋められている又は埋め込まれていると考えることができる。

【0032】

いくつかの実施形態では、構造化表面は、この表面の実質的過半量、例えば、平面図における構造化表面の少なくとも80%又は少なくとも90%が集束特性を示さないように構成される。これを達成することができる1つの手段は、この表面の実質的過半量が、同じ配向で、例えば、プリズム層のプリズムに向かうか、又はそれから離れるように湾曲する部分で構成されるように、構造化表面を構成することである。構造化表面のそのような

湾曲した各部分は、レンズレットと称され得る。例えば、いくつかの実施形態では、構造化表面の部分は全て、プリズム層から概ね離れるように湾曲し得、レンズレットと見なすことができる。いくつかの構成では、レンズレットは焦点をぼかすようにし、即ち、それらはそれぞれ、層の間の屈折率の差に起因して、入射視準光の焦点をぼかす。いくつかの実施形態では、構造化表面の少なくとも80%はレンズレットで覆われるか、又は占有される。好ましくは表面の20%未満又は10%未満を覆うか若しくは占有する構造化表面の実質的過半量は、集束特性を有するように湾曲し得る。

【0033】

本開示の光学フィルムに多様な設計形態を採用することができ、具体的には、埋め込み構造化表面が組み込まれた光学フィルムが含まれる。図示し、図との関連において説明した特定の層の配列に加えて、所望の光学的及び/又は機械的機能性をもたらすためにフィルムは追加の層及び/又はコーティングを含んでもよい。記載したいずれの層も、2つ以上の個別の下位層を用いて構成することができる。同様に、2つ以上の隣接した層のいずれも、単一の層として組み合わせることができる、あるいは単一の層で置き換えることができる。多様なプリズム設計、フィルム又は層の厚さ、及び屈折率を使用することができる。プリズム層は、例えば、約1.4~1.8、若しくは約1.5~約1.8、若しくは約1.5~1.7の範囲、又は約1.5以上、若しくは約1.55以上、若しくは約1.6以上、若しくは約1.65以上、若しくは約1.7以上の任意の好適な屈折率を有し得る。複屈折性基材は典型的な複屈折を有することができ、上述のように、面内の複屈折が含まれる。場合によっては、所望の機能性のために、染料、顔料、及び/又は粒子(散乱粒子又は他の好適な拡散剤を含む)を光学フィルムの層又は構成要素のうちの1つ又はそれよりも多くに含めてもよい。本開示の光学フィルムでの使用には、機能性及び経済性のためにポリマー材料が好ましい場合があるが、他の好適な材料を使用してもよい。

【0034】

例えば1.4未満、又は1.3未満、又は1.2未満、又は範囲で1.15~1.35の屈折率など超低屈折率(ULI)を有するものが含まれるナノ空隙材料を本開示の光学フィルムに使用してもよい。そのようなULI材料の多くは、多孔質の材料又は層であると説明することができる。ナノ空隙化されていない、実質的により高い(例えば1.5又は1.6より大きい)屈折率を有する、より一般的な光学ポリマー材料と組み合わせると、埋め込み構造化表面にわたって比較的大きい屈折率の差 n を提供することができる。好適なULI材料は、参照により本明細書に組み込まれる国際公開第2010/120864号(Haoら)及び国際公開第2011/088161号(Wolkら)に記載されている。

【0035】

我々は、例えば、図6の構成と共に使用される埋め込み構造化表面を含む、高性能光学拡散フィルムの作製に適切な構造化表面を形成するために使用することができるプロセスを開発した。本プロセスは、切削ツールを用いて基材内の特徴を切削することによって等しい面積及び同等の特徴の大きさの構造化表面を製造するのにかかる時間と比較して短い期間で、相当な表面積、例えば、少なくとも典型的なデスクトップコンピュータディスプレイスクリーンのもと同じ大きさの表面積の構造化表面を、微細複製ツール内で製造することができる。これは、本プロセスが、切削技術ではなく電気メッキ技術を採用して構造化表面を製造することができるためである。(しかしながら、更に以下に記載のいくつかの場合では、切削に加えて電気メッキを使用してもよい。)本プロセスは、非常に高いヘイズ(及び低い透明度)を提供する構造化表面、非常に低いヘイズ(及び高い透明度)を提供する構造化表面、並びにこれらの極端例の間の構造化表面を含む、多様な構造化表面を製造するように調整され得る。本プロセスは、予備的構造化表面が製造される第1の電気メッキ手順を利用することができ、この予備的構造化表面は、上述のII型微細複製拡散フィルムのものに実質的に対応する。図6に関連して、II型微細複製拡散フィルムは比較的高い光学的透明度を有する一般的な設計空間を覆うことを想起されたい。我々は、第2の電気メッキ手順を使用して予備的構造化表面を第2の電着層で覆うことにより、第

2の構造化表面が得られ、この第2の構造化表面はプロセス条件に依存して高度、低度、又は中度のヘイズの拡散フィルムを製造することができるが、第2の構造化表面から作製される拡散フィルムは予備的構造化表面から作製されるものと異なることを発見した。具体的には、興味深いことに、第2の構造化表面から作製される拡散フィルムは、II型微細複製拡散フィルムの設計空間よりも実質的に低い透明度（ヘイズの中間値に関して）を有する一般的な設計空間に含まれる。これは、開発されたプロセスに従って作製される光学拡散フィルムに関連して示される。光学拡散フィルムの少なくともいくつかもまた、空間周期性がほとんど又は全くないことを特徴とするトポグラフィー、及び15マイクロメートル未満、又は10マイクロメートル未満の平均特徴大きさを含む、他の望ましい特性を保有することが示される。

10

【0036】

図8は、開示されるプロセスで作製することができる代表的拡散光学フィルム820の一部を、概略側面図又は断面図において示す。フィルム820は、第1の主表面820a及び第2の主表面820bを有するものとして示される。入射光830は、第2の表面820bでフィルム820上に衝突するように示される。光830はフィルムを通過し、主表面820aの粗面化又は構造化トポグラフィーにおいて屈折の（そしてある程度は回折の）結果として散乱又は拡散され、散乱又は拡散光832を生成する。したがって我々は、主表面820aを、代替的に構造化表面820aと称し得る。入射光830に対するフィルム820の配向は、当然のことながら、光830が初めに構造化表面820aに衝突するように変更してよく、その場合、構造化表面における屈折は、繰り返しになるが、散乱又は拡散光を生成する。

20

【0037】

構造化表面820aは、概ね直交面内方向に沿って延在し、これを使用して局所カーテシアンx-y-z座標系を画定することができる。次いで、構造化表面820aのトポグラフィーは、構造化表面820aに平行に位置する基準面（x-y面）に対して、厚さ方向（z軸）に沿った偏差によって表現することができる。多くの場合、構造化表面820aのトポグラフィーは、別個の個別構造体が特定され得るようなものである。そのような構造体は、構造化表面ツール内の対応する窪みから作製される突出部、又は構造化表面ツール内の対応する突出部から作製される窪みの形態であり得る。この構造体は典型的に、2つの直交面内方向に沿って大きさが制限される、即ち、構造化表面820aが平面図で示されるとき、個別構造体は典型的に、いずれの面内方向にも沿って線状に無限に延在しない。突出部が窪みかを問わず、この構造体はまた、場合によっては最密充填され得る、即ち、多くの又はほとんどの隣接する構造体の境界の少なくとも複数部分が実質的に合うか又は一致するように配置され得る。この構造体はまた、構造化表面820a上に典型的に不規則又は不均一に分散される。場合によっては、この構造体のいくつか、ほとんど、又は実質的に全て（例えば、>90%、又は>95%、又は>99%）が湾曲しているか、又は曲線的ないしは湾曲したベース面を備えていてよい。場合によっては、この構造体の少なくともいくつかは、角錐形状であるか、ないしは実質的に平坦な小平面によって画定され得る。所定の構造体の大きさは、平面図における等価円直径（ECD）によって表現することができ、構造化表面の構造は、例えば15マイクロメートル未満、又は10マイクロメートル未満、又は4~10マイクロメートルの範囲内の平均ECDを有し得る。構造化表面及び構造体はまた、本明細書の他の箇所に記載の他のパラメータ、例えば、奥行き若しくは高さの、例えばECDなどの特徴的な横方向寸法に対するアスペクト比、又は平面図における表面上の隆起部全長/単位面積を特徴とし得る。光学拡散フィルムの光学的ヘイズ、光学的透明度、及び他の特性は、構造化表面において若しくはその上で、又は光学フィルム内の他の場所で、いかなるピーズも使用することなく提供され得る。

30

40

【0038】

所定の光学拡散フィルムの光学的挙動を特徴付けするために使用することができる様々なパラメータの中でも、2つの主要なパラメータは光学的ヘイズ及び光学的透明度である。光の拡散又は散乱は、「光学的ヘイズ」、又は単に「ヘイズ」によって表現することが

50

できる。正規の入射光線により照射されるフィルム、表面、又は他の物体の場合、物体の光学的ヘイズは、垂直方向から4度を超えて逸れている透過光と、例えば、ASTM D 1003に記載の手順に従って、又は実質的に同様の機器及び手順を用いて、Haze - Gard Plusヘイズ計（メリーランド州ColumbiaのBYK - Gardnerより入手可能）を使用して測定された合計透過光との比を本質的に指す。光学的ヘイズに関係するのは光学的透明度であり、これはまた、BYK - GardnerによるHaze - Gard Plusヘイズ計によって測定されるが、環状輪センサ内の中心に置かれた円形の中央センサを有する二重センサがこの機器に取付けられている場合、光学的透明度は、 $(T_1 - T_2) / (T_1 + T_2)$ を指し、ここで、 T_1 は、中央センサによって感知される透過光であり、 T_2 は、輪センサによって感知される透過光であり、中央センサは、サンプルに垂直な軸に対してゼロ〜0.7度の角度に対し、かつサンプルの試験された部分上の中央に置かれ、輪センサは、そのような軸に対して1.6〜2度の角度に対し、サンプルが存在しない入射光線は、中央センサを過充填するが輪センサを照射しない（0.2度の半角によって輪センサをアンダーフィル充填する）。

【0039】

図9は、本プロセスの例示のバージョン901を示す。本プロセスの工程902では、基礎部分として機能し得、その上で金属層が電気メッキされ得る、ベース又は基材が提供される。基材は、多様な形態のうちの1つ、例えば、シート、プレート、又は円筒の形態をとることができる。円形の円筒は、それを使用して連続的なロール品を生成することができるという点で有利である。基材は典型的に金属製であり、例示の金属としては、ニッケル、銅、及び真鍮が挙げられる。しかしながら、他の金属を使用してもよい。基材は、後続の工程でその上に電着層が形成される露出面（「ベース面」）を有する。ベース面は、平滑かつ平坦、又は実質的に平坦であり得る。平滑で研磨された円筒の湾曲した外表面は、特に円筒の表面上の任意の所定の点付近の小さな局所領域を考慮すると、実質的に平坦であると見なすことができる。ベース面は、ベース平均粗度を特徴とし得る。これに関し、本明細書に記載のベース面の表面「粗度」、又は他の表面の「粗度」は、例えば、平均粗度 R_a 又は二乗平均平方根粗度 R_{rms} などの、任意の一般的に許容される粗度測定を使用して定量され得、この粗度は、問題の表面の関連面積全体を適正に代表するように十分に大きな面積にわたって測定されるものと仮定される。

【0040】

プロセス901の工程903では、第1の電気メッキプロセスを使用して、基材のベース面上に金属の第1の層が形成される。この工程を開始する前に、基材のベース面に、下塗りないしは接着を促進するための処置をしてよい。この金属は、ベース面を構成する金属と実質的に同じであり得る。例えば、ベース面が銅を含む場合、工程903で形成される第1の電気メッキ層も銅製であってよい。金属の第1の層を形成するため、第1の電気メッキプロセスは、第1の電気メッキ溶液を使用する。第1の電気メッキ溶液の組成、例えば、溶液中に使用される金属塩の種類、並びに、例えば電流密度、メッキ時間、及び基材速度などの他の加工パラメータは、第1の電気メッキ層が、平滑かつ平坦に形成されず、その代わりに、不規則な平坦小平面特徴により構成され、それを特徴とする第1の主表面を有するように選択される。不規則な特徴の大きさ及び密度は、電流密度、メッキ時間、及び基材速度によって決定され、一方で第1の電気メッキ溶液中に使用される金属塩の種類は、特徴の幾何学的形状を決定する。これに関する更なる教示は、特許出願公開第US 2010/0302479号（Aransonら）に見出すことができる。第1のメッキプロセスは、第1の電気メッキ層の第1の主表面が、基材のベース平均粗度を越える第1の平均粗度を有するように行われる。代表的な第1の主表面の構造化形質及び粗度は、図5のSEM画像に見ることができ、これは、I I型微細複製拡散フィルムの構造化表面を示し、このフィルムは、工程903に従って作製された第1の電気メッキ層の第1の主表面から微細複製されている。

【0041】

金属の第1の電気メッキ層が、工程903において、第1の平均粗度を有するその構造

化主表面と共に作製された後、金属の第2の電気メッキ層が、工程904において、第2の電気メッキプロセスを使用して形成される。金属の第2の層は第1の電気メッキ層を覆い、それらの組成は実質的に同じであり得るため、2つの電気メッキ層はもはや識別可能ではなくなり得、第1の層の第1の主表面は実質的に抹消されてもはや検出可能ではなくなり得る。それでもなお、第2の電気メッキ層の露出している第2の主表面は構造化されて非平坦であるが、第1の主表面の第1の平均粗度未満の第2の平均粗度を有するように、第2の電気メッキプロセスは第1の電気メッキプロセスと異なる。第2の電気メッキプロセスは、第1の主表面に対して低減された粗度を第2の主表面に提供するために、多くの点で第1の電気メッキプロセスと異なり得る。

【0042】

場合によっては、工程904の第2の電気メッキプロセスは、ボックス904aに示されるように、少なくとも有機レベリング剤の添加の点で、工程903における第1の電気メッキ溶液と異なる、第2の電気メッキ溶液を使用してよい。有機レベリング剤は、小さな表面の不規則性の奥行き又は高さが極度に減少した、小さな凹みにおいて比較的厚く、小さな突出部において比較的薄い堆積物を生成する能力を、メッキ浴に導入する材料である。レベリング剤を用いると、メッキ部分は基礎金属よりも高い表面の平滑性を有するようになる。例示の有機レベリング剤としては、スルホン化硫化ヒドロカルビル化合物、アリルスルホン酸、様々な種類のポリエチレングリコール、並びにピチオカルバメート又はチオ尿素及びそれらの誘導体を含むチオカルバメートが挙げられるが、これらに限定されない。第1の電気メッキ溶液は、最大でも微量の有機レベリング剤を含有し得る。第1の電気メッキ溶液は、100、又は75、又は50ppm未満の有機炭素の全濃度を有し得る。第2の電気メッキ溶液中の有機レベリング剤の濃度対第1の電気メッキ溶液中の任意の有機レベリング剤の濃度の比は、例えば、少なくとも50、又は100、又は200、又は500であり得る。第2の主表面の平均粗度は、第2の電気メッキ溶液中の有機レベリング剤の量を調節することによって調整され得る。

【0043】

工程904の第2の電気メッキプロセスは、同様に又は別法として、第1の主表面に対して第2の主表面の粗度を低減する効果を持つ少なくとも1つの電気メッキ技術又は特徴を、第2の工程904に含む点で、工程903の第1の電気メッキプロセスと異なり得る。シーピング(Thieving)(ボックス904b)及び遮蔽(ボックス904c)は、そのような電気メッキ技術又は特徴の例である。更に、有機レベリング剤に加えて、又はその代わりに、1つ又はそれよりも多くの有機粒子精製剤(ボックス904d)を第2の電気メッキ溶液に添加し、第2の主表面の平均粗度を低減することができる。

【0044】

工程904が完了した後、第1及び第2の電気メッキ層を有する基材を、これを用いて光学拡散フィルムを形成するための原本のツールとして使用することができる。場合によっては、ツールの構造化表面、即ち、工程904で生成された第2の電気メッキ層の構造化された第2の主表面は、第2の金属又は他の好適な材料で不動態化ないしは保護され得る。例えば、第1及び第2の電気メッキ層が銅で構成される場合、構造化された第2の主表面は、クロムの鍍金で電気メッキされ得る。クロムの鍍金又は他の好適な材料は、好ましくは、構造化された第2の主表面のトポグラフィー及び平均粗度を実質的に保つように十分に薄い。

【0045】

原本のツール自体を光学拡散フィルムの製作に使用するよりもむしろ、原本のツールの構造化された第2の主表面を微細複製することによって、1つ又はそれよりも多くの複製ツールを作製することができ、次いでこの複製ツール(複数可)を使用して光学フィルムを作製することができる。原本のツールから作製された第1の複製物は、構造化された第2の主表面に対応するがその反転形態である、第1の複製物の構造化表面を有する。例えば、構造化された第2の主表面内の突出部は、第1の複製物の構造化表面内の窪みに対応する。第2の複製物は、第1の複製物から作製され得る。第2の複製物はまた、原本の構

10

20

30

40

50

造化された第2の主表面に対応し、かつその非反転形態である、第2の複製物の構造化表面を有するようになる。

【0046】

工程904の後、構造化表面ツールが作製された後、同じ構造化表面（原本のツールに対して反転しているか非反転であるかを問わず）を有する光学拡散フィルムを、工程906において、原本又は複製ツールからの微細複製によって作製することができる。光学拡散フィルムは、例えば、予め形成されたフィルムをエンボス加工すること、又はキャリアフィルム上の硬化性層を流延及び硬化することを含む、任意の好適なプロセスを使用するツールから形成することができる。

【0047】

ここで図10を参照すると、円筒又はドラム形態の構造化表面ツール1010の概略図が描写されている。ツール1010は、適切に構造化された表面を有するように図9の方法に従って加工されたと仮定される連続的主表面1010aを有する。このツールは幅w及び半径Rを有する。このツールを連続的フィルム製造ラインで使用して、微細複製による光学拡散フィルムを作製することができる。ツール1010又は同一のツールの小部分Pを、図11Aに概略的に示す。

【0048】

図11Aに、ツール1010と同一であると仮定される構造化表面ツール1110を、概略断面図に示す。図9のプロセスによって作製されたツール1110は、基材1112と、構造化された第1の主表面1114aを有する金属の第1の電気メッキ層1114と、金属の第2の電気メッキ層1116、ツール1110の構造化主表面1110aと一致する構造化された第2の主表面1116aを有する第2の層1116と、を含むものとして図中に示されている。図9の教示に従って、第2の主表面1116aは、構造化されているか又は非平滑であり、第1の主表面1114aのものの未満の平均粗度を有する。第1の主表面1114a、及び別個の層1114、1116を、参照のために図11aに示すが、上述の通り、第1の電気メッキ層1114の上の第2の電気メッキ層1116の形成は、第1の主表面1114a、及び層1114と1116との間の区別を検出可能にし得る。

【0049】

図11Bに、図11Aのツール1110を使用して光学拡散フィルム1120の構造化表面を作製する微細複製手順の最中の、図11Aのツール1110の概略図を示す。図11Aの同様の参照番号は同様の要素を指定し、更なる説明を必要としない。微細複製の間、フィルムに対する高忠実度をもってツールの構造化表面が（反転形態で）転写されるように、フィルム1120がツール1110に押し付けられる。この場合、フィルムは、ベースフィルム又はキャリアフィルム1122、及び模様付き層1124を有するように示されているが、他のフィルム構成を使用してもよい。模様付き層は、例えば、硬化性材料、又はエンボス加工に好適な熱可塑性材料であり得る。微細複製プロセスは、模様付き層1124の主表面1124aと一致する光学フィルム1120の主表面1120aを、ツールの構造化された主表面1110aに対応するように構造化又は粗面化させる。

【0050】

図11Cに、図11Bの微細複製手順において作製された光学フィルム1120を、ツール1110から切り離して示す。図7の光学拡散フィルム720と同じ又は同様であり得るフィルム1120を、光学拡散フィルムとしてここで使用することができる。

【実施例】

【0051】

図9に示す方法に従って多くの光学拡散フィルムサンプルを作製した。したがって、それぞれの場合において、一組のプロセス条件下で構造化表面ツールを作製し、次いでツールの構造化表面を微細複製し、（反転形態で）対応する構造化表面を光学フィルムの主表面として形成した。（各光学フィルムの対向する主表面は平坦かつ平滑であった。）構造化表面は、各光学フィルムに所定量の光学的ヘイズ及び光学的透明度を提供した。BYK

10

20

30

40

50

- GardinerによるHaze - Gard Plusヘイズ計を使用して、各光学拡散フィルムサンプルのヘイズ及び透明度を測定した。以下の表は、更に以下に説明する様々なサンプルの製作の間に使用した化学溶液のうちのいくつかを明記する：

【 0 0 5 2 】

【 表 1 】

表 1－使用したいくつかの溶液

要素	成分	供給元	量
アルカリ性 洗浄剤	25%の 水酸化ナトリウム (NaOH)	Hawkins Chemical (Minneapolis, MN)	30% v/v
	16%の 炭酸ナトリウム	Hawkins Chemical	3.5% v/v
	Triton X-114	Dow Chemical Company (Midland, MI)	0.9% v/v
	Mayoquest L-50	Vulcan Performance Chemicals (Birmingham, AL)	0.9% v/v
	Dowfax C6L	DOW Chemical Company	1.4% v/v
	脱イオン(DI)水 (15~18メガオーム)		残部
クエン酸溶液	クエン酸15%の 溶液	Hawkins Chemical	33% v/v
	DI水		残部
硫酸溶液	硫酸96%の 試薬グレード	Mallinckrodt Baker (Phillipsburg, NJ)	1% v/v
	DI水		残部
第1の銅浴	液体硫酸銅 (68.7g/Lの銅)	Univertical (Angola, IN)	銅として 53.5g/L
	硫酸96%の 試薬グレード	Mallinckrodt Baker	H ₂ SO ₄ として 60g/L
	塩酸37%の試薬	Mallinckrodt Baker	Cl ⁻ として 60mg/L
	DI水		残部
第2の銅浴	液体硫酸銅 (68.7g/Lの銅)	Univertical	銅として 53.5g/L
	硫酸96%の 試薬グレード	Mallinckrodt Baker	H ₂ SO ₄ として 60g/L
	塩酸37%の試薬	Mallinckrodt Baker	Cl ⁻ として 60mg/L
	粒子精製剤 Cuflex 321	Atotech USA (Rock Hill, SC)	1.4% v/v
	DI水		残部
クロム浴	液体クロム酸 (440g/LのCrO ₃)	Atotech USA	CrO ₃ として 250g/L
	硫酸96%の 試薬グレード	Mallinckrodt Baker	2.5g/L
	三価クロム		0~20g/Lの 副産物
	DI水		残部

【 0 0 5 3 】

予備的ツール

16インチ(41センチメートル)の直径及び40インチ(102センチメートル)の長さを有する、銅でコーティングした円筒を、ツールの構成体のベースとして使用した。図9の電気メッキ工程のうちの1つのみを使用して作製されたためここでは予備的ツールと称されるこのツールを、適度のアルカリ性洗浄溶液で初めに脱脂し、硫酸溶液で脱酸し、次いで脱イオン水で濯いだ。アルカリ性洗浄剤の組成、並びに他の関連溶液の組成を、表1に示す。次いで濡れている間に予備的ツールを銅メッキ槽(Daetwyler Cu Master Junior 18)に移した。メッキサイクルの開始時に約1リットルの硫酸溶液でこれを濯ぎ、表面酸化物を除去した。次いで予備的ツールを50%のレベルで第1の銅浴内に浸した。浴温は25であった。銅浴を炭素充填キャニスタで処置して有機汚染物を除去した。5アンペアで5分間メッキされ輝度の欠如を評価されている1000mLの真鍮Hull Cellパネルの使用と、過硫酸塩TOC分析器を使用するTOC(総有機炭素)分析との両方によって、処置の有効性を実証した。TOCレベルは45百万分率(ppm)未満であると判定した。60アンペア/平方フィート(646アンペア/平方メートル)の電流密度で(5秒の開始時の増加時間と共に)45分間、20rpmで回転させながら予備的ツールをDCメッキした。メッキの最中の陽極からツール上の最も近い点までの距離は約45mmであった。メッキが完了したとき、メッキした銅(第1の銅層と称される)の厚さは約30マイクロメートルであった。第1の銅層は、多数の平坦な小平面で粗面化された、露出した構造化表面を有した。

【0054】

参照のために、より少ない平均粗度(図9に従って)の電気メッキした第2の銅層で第1の銅層を覆うよりもむしろ、この予備的ツール、具体的には第1の銅層の構造化表面を使用して、II型微細複製拡散フィルムを作製した。これは、予備的ツールを洗浄すること、及び第1の銅層の構造化表面上にクロムコーティングを電気メッキすることを伴った。クロムコーティングは、第1の銅層の構造化表面のトポグラフィーを実質的に保つように十分に薄かった。

【0055】

したがって、予備的ツールを、第1の銅層の構造化表面が依然として露出している状態で、脱イオン水及び弱酸溶液で洗浄し、銅表面の酸化を防止した。次に、予備的ツールを階級100のクリーンルームに移動し、洗浄槽内に配置し、20rpmで回転させた。クエン酸溶液を使用して予備的ツールを脱酸素し、次いでアルカリ性洗浄剤で洗浄した。その後、脱イオン水でこれを濯ぎ、クエン酸溶液で再度脱酸素し、脱イオン水で濯いだ。

【0056】

濡れている間に予備的ツールをクロムメッキ槽に移し、この槽に50%浸した。浴温は124°F(51)であった。90メートル/分の表面速度で予備的ツールを動かしながら、25アンペア/平方デシメートルの電流密度を使用して、このツールにクロムをDCメッキした。このメッキを400秒間続けた。メッキの完了後、予備的ツールを脱イオン水で濯ぎ、残りのクロム浴溶液を除去した。クロムコーティングは、銅を保護して酸化を防止する機能を果たし、記述した通り、第1の銅層の構造化表面のトポグラフィーを実質的に保つように十分に薄かった。

【0057】

予備的ツールを洗浄槽に移し、ここで10rpmで回転させ、周囲温度の1リットルの脱イオン水で洗浄し、次いで、ツール表面全体を覆うように緩徐に適用した1.5リットルの変性アルコール(SDA-3A、周囲温度において試薬グレード)で洗浄した。次いでツール回転速度を20rpmに上昇させた。次いでこれを空気乾燥させた。

【0058】

II型微細複製光学拡散フィルム

予備的ツールが乾燥したら、下塗りしたPETフィルム上にコーティングしたUV硬化性アクリレート樹脂を使用して、このツールから手動延展フィルムを作製した。この手順で、第1の銅層の構造化表面を微細複製し、対応する構造化表面(しかし予備的ツールのものに対して反転している)を、フィルムの硬化樹脂層上に生成した。その構成方法に起

10

20

30

40

50

因して、このフィルムはⅡⅡ型微細複製光学拡散フィルムであった。このフィルムの構造化表面の走査電子顕微鏡（SEM）画像を図5に示す。BYK Gardner（Columbia MD）によるHaze-Gard Plusシステムを用いて、フィルムの光学的ヘイズ及び透明度を測定し、それぞれ100%及び1.3%であることが見出された。

【0059】

第1のツール

別の構造化表面ツール（ここでは第1のツールと称される）を次いで作製した。予備的ツールとは異なり、より少ない平均粗度の電気メッキした第2の銅層で第1の銅層が覆われるように、図9に示される電気メッキ工程の両方を使用して、第1のツールを作製した。

10

【0060】

クロムメッキ工程までは予備的ツールと同じ方法で、第1のツールを調製した。次いで、その第1の銅層の構造化表面が相対的に高い平均粗度（実質的に図5の反転したバージョン）である、この第1のツールを、乾燥前に、追加のメッキのために設置した銅メッキ槽に移した。第2のメッキサイクルの開始前に、第1のツールを約1リットルの硫酸溶液で濯ぎ、ツールをこの槽に投入している間に生じた酸化物を除去した。次いで、Daetwyler Cu Master Junior 18槽内の第2の銅浴内に、第1のツールを50%浸した。浴温は25であった。予備的ツールについて上述の通り、第2の銅浴を炭素処置して有機汚染物を除去した。炭素処置後、第2の銅浴が上記の表1に示す組成を有するように、有機粒子精製剤（14ミリリットル/リットルの濃度のCutfl ex 321）で第2の銅浴を再充填した。第2の銅浴の組成は、有機粒子精製剤の添加により第1の銅浴のものと異なった。第1のツールから約45mmの距離に陽極を位置付けた。次いで、60アンペア/平方フィート（646アンペア/平方メートル）の電流密度で、第2の銅浴内で12分間、20rpmで回転させながら第1のツールをDCメッキした。電流増加時間は約5秒であった。これは、第1の銅層を覆う第2の電気メッキ銅層を生成し、この第2の銅層は、第1の銅層のものよりも少ない平均粗度の構造化表面を有した。第2の銅層の厚さは8マイクロメートルであった。

20

【0061】

次いで第1のツールを洗浄槽に移した。噴霧ノズルを有するホースを使用して、周囲温度の約1リットルの脱イオン水で洗浄しながら、10～12回転/分でこれを回転させた。周囲温度の1～2リットルのクエン酸溶液を使用して、第2の洗浄を行った。次いで、約3リットルの脱イオン水で第1のツールを洗浄し、噴霧ノズルを有するホースを使用して、過剰なクエン酸を除去した。次に、乾燥を補助するためにツール表面全体を覆うように周囲温度で緩徐に適用した約2リットルの変性エタノール（試薬グレードのSDA 3A）で、第1のツールを濯いだ。次いで第1のツールを空気乾燥させた。次に、予備的ツールに行ったのと同じように、第1のツールを階級100のクリーンルームに移し、洗浄し、クロムメッキした。クロムメッキは、第2の銅層の構造化表面のトポグラフィーを実質的に保持した。

30

【0062】

サンプル502-1

空気乾燥後、第1のツールを使用して、手動延展を介してフィルムを作製した。これも、予備的ツールに行ったのと同じように行い、第2の銅層の構造化表面に対応する（しかしそれに対して反転している）フィルムの硬化樹脂層上に微細複製された構造化表面を有する、光学拡散フィルム（本明細書においてサンプル表記番号502-1と称される）を生成した。このフィルムの構造化表面のSEM画像を図14に示す。この表面は構造化されているが、表面の平均粗度は図5の構造化表面のものの未満であることがわかる。502-1サンプルの断面のSEM画像を図14aに示す。BYK Gardner（Columbia MD）によるHaze-Gard Plusシステムを用いて、この光学拡散フィルムサンプル502-1の光学的ヘイズ及び透明度を測定し、それぞれ92.8%及

40

50

び6.9%であることが見出された。これらの値を以下の表2に列記する。

【0063】

第2のツール

別の構造化表面ツール（ここでは第2のツールと称される）を作製した。第2の銅浴の組成が異なったことを除いて、第1のツールと実質的に同じように第2のツールを作製した：1つだけではなく2つの有機粒子精製剤を使用した（14ミリリットル/リットルの濃度のCutflex 321、及び70ミリリットル/リットルの濃度のCutflex 320H）。しかしながら、繰り返しになるが、第2の銅メッキ工程は12分で完了し、これは厚さが8マイクロメートルである第2の電気メッキ銅層を生成した。第2の銅層の構造化表面をクロムメッキした後、光学フィルムに微細複製するために第2のツールを使用する準備を整えた。

10

【0064】

サンプル594-1

次いで、第2のツールを使用して、手動延展を介してフィルムを作製した。これを、第1のツールに行ったのと同じように行い、第2の銅層の構造化表面に対応する（しかしそれに対して反転している）フィルムの硬化樹脂層上に微細複製された構造化表面を有する、光学拡散フィルム（本明細書においてサンプル表記番号594-1と称される）を生成した。このフィルムの構造化表面のSEM画像を図15に示す。この表面は構造化されているが、表面の平均粗度は図5の構造化表面のものの未満であることがわかる。BYK Gardner (Columbia MD) によるHaze-Gard Plusシステムを用いて、この光学拡散フィルムサンプル594-1の光学的ヘイズ及び透明度を測定し、それぞれ87.9%及び6.9%であることが見出された。これらの値を以下の表2に列記する。

20

【0065】

第3のツール

別の構造化表面ツール（ここでは第3のツールと称される）を作製した。第2の銅メッキが12分ではなく18分で完了したことを除いて、第2のツールと実質的に同じように第3のツールを作製し、これは厚さが約12マイクロメートルである第2の電気メッキ銅層を生成した。第2の銅層の構造化表面をクロムメッキした後、光学フィルムに微細複製するために第3のツールを使用する準備を整えた。

30

【0066】

サンプル593-2

次いで、第3のツールを使用して、手動延展を介してフィルムを作製した。これを、第1及び第2のツールに行ったのと同じように行い、第2の銅層の構造化表面に対応する（しかしそれに対して反転している）フィルムの硬化樹脂層上に微細複製された構造化表面を有する、光学拡散フィルム（本明細書においてサンプル表記番号593-2と称される）を生成した。このフィルムの構造化表面のSEM画像を図21に示す。この表面は構造化されているが、表面の平均粗度は図5の構造化表面のものの未満であることがわかる。BYK Gardner (Columbia MD) によるHaze-Gard Plusシステムを用いて、この光学拡散フィルムサンプル593-2の光学的ヘイズ及び透明度を測定し、それぞれ17.1%及び54.4%であることが見出された。これらの値を以下の表2に列記する。

40

【0067】

第4のツール

別の構造化表面ツール（ここでは第4のツールと称される）を作製した。この第4のツールを作製するために、2つのメッキ溶液を調製した。第1のメッキ溶液は、60g/Lの硫酸（J.T. Baker Chemical Company、Phillipsburg, NJ）及び217.5g/Lの硫酸銅（Univertical Chemical Company、Angola, IN）から成った。第2のメッキ溶液は、第1のメッキ溶液に加え、全てAtotech USAより入手可能である添加剤CUPRACI

50

D H Tレベリング剤（0.05体積％）、C U P R A C I D H T微粒化剤（0.1体積％）、及びC U P R A C I D H T湿潤剤（0.3体積％）の内容物から成った。両方の溶液を脱イオン水と共に作製した。第1のメッキ溶液を保持する槽の中に、8インチ×8インチ（20センチメートル×20センチメートル）の銅シートを配置した。槽の大きさは、36インチ（91センチメートル）（長さ）×24インチ（61センチメートル）（幅）×36インチ（91センチメートル）（奥行き）であった。10アンペア/平方フィート（108アンペア/平方メートル）の電流密度を、回転ポンプを使用して発生させた8ガロン/分（30リットル/分）の流速と共に使用して、21で24時間、このシートをメッキした。この第1のメッキ工程で、相対的に粗い構造化表面を有する第1の電着銅層を生成し、この電着層の厚さは約330マイクロメートルであった。第1のメッキ溶液からプレートを取り除き、濯ぎ、乾燥させた。次いで、第1の電気メッキ層を有する銅シートを、1.5インチ×8インチ（3.8センチメートル×20センチメートル）の切片に切断した。この切片の裏側を接着テープで遮蔽し、第2のメッキ溶液を収容する4リットルのピーカー内に配置し、35アンペア/平方フィート（377アンペア/平方メートル）の電流密度で、25で35分間メッキした。この第2のメッキ工程で、第1の銅層を覆う第2の電着銅層を生成し、この第2の銅層は、平均粗度が第1の銅層のものと未満であった構造化表面を有した。第2の銅層の厚さは約28マイクロメートルであった。第2のメッキ工程後、この切片（第4のツールと称される）を濯いで乾燥させた。第1、第2、及び第3のツールとは異なり、第4のツールの第2の銅層はクロムでメッキしなかった。その代わりに、第2の銅層の露出した構造化表面を、光学フィルムの微細複製のために直接使用した。

【0068】

本明細書に開示される他の光学拡散フィルムサンプルを作製するために使用したツールとは対照的に、第4のツールを作製するための開始材料として使用した銅シートは、平坦性から大幅に偏移した、具体的には、実質的に線形の周期的起伏を含んだことを発見した。第2の銅層の構造化表面が、電気メッキ工程に起因する粗度だけではなく、ベース銅シートに由来する起伏も含み、その上に電着銅層が形成されるように、これらの起伏が第1及び第2の銅層の構造化表面内に持ち越された。

【0069】

サンプルR A 1 3 a

次いで、第4のツールを使用して、手動延展を介してフィルムを作製した。これは、第4のツールにu v硬化性アクリレート樹脂を有するポリエステルフィルム基材を塗布することによって行った。50フィート/分（15メートル/分）のライン速度を有するR P C I n d u s t r i e s (P l a i n f i e l d , I L) によるu v処理装置を使用して、この樹脂を硬化した。次いでこのフィルムを第4のツールの構造化表面から取り除いた。このフィルムは、第2の銅層の構造化表面に対応する（しかしそれに対して反転している）フィルムの硬化樹脂層上に微細複製された構造化表面を有する、光学拡散フィルム（本明細書においてサンプル表記番号R A 1 3 aと称される）であった。このフィルムの構造化表面のS E M画像を図19に示す。図中に見られる淡い周期的な垂直線は、銅シート開始材料内の周期的起伏の結果であり、2つの銅電気メッキ工程によって導入されたものではない。他のサンプルと同様に、この光学拡散フィルムサンプルR A 1 3 aの光学的ヘイズ及び透明度を測定し、それぞれ25.9%及び19.4%であることが見出された。これらの値を以下の表2に列記する。

【0070】

サンプル507-1、600-1、554-1、597-1、551-1、及び599-1

使用した有機レベリング剤の量、電流密度、及びメッキ時間のうちの1つ以上を第2の電気メッキ工程に対して変更したことを除いて、上記のサンプル502-1及び594-1のツールと同じ様式で、これらの光学拡散フィルムサンプルを作製するために使用したツールを作製した。次いで、サンプル502-1及び594-1と同じ様式で、手動延展

を介して、それぞれのツールからサンプル自体を作製し、他のサンプルと同様にヘイズ及び透明度を測定した。測定値を以下の表 2 に列記する。フィルムサンプル 5 9 9 - 1 の構造化表面の S E M 画像を図 1 6 に示す。

【 0 0 7 1 】

サンプル 5 0 2 - 2、5 5 4 - 2、5 5 1 - 2、5 9 7 - 2、及び 6 0 0 - 2

使用した有機レベリング剤の量、電流密度、及びメッキ時間のうちの 1 つ以上を第 2 の電気メッキ工程に対して変更したことを除いて、上記のサンプル 5 9 3 - 2 のツールと同じ様式で、これらの光学拡散フィルムサンプルを作製するために使用したツールを作製した。次いで、サンプル 5 9 3 - 2 と同じ様式で、手動延展を介して、それぞれのツールからサンプル自体を作製し、他のサンプルと同じ様式でヘイズ及び透明度を測定した。測定値を以下の表 2 に列記する。フィルムサンプル 5 0 2 - 2 の構造化表面の S E M 画像を図 1 7 に示す。フィルムサンプル 5 9 7 - 2 の構造化表面の S E M 画像を図 2 2 に示す。

10

【 0 0 7 2 】

サンプル R A 1 3 c、R A 1 3 b、R A 2 2 a、L 2 7 B、R A 1 4 b、R A 2 4 a、R A 2 4 b、N 3、及び N 2

(i) 開始材料として使用した銅シートは平坦かつ平滑であり、かつ周期的起伏を含まなかったことと、(i i) 電流密度及びメッキ時間のうちの 1 つ以上を、第 1 及び第 2 の電気メッキ工程に対して変更したことを除いて、上記のサンプル R A 1 3 a のツール(即ち、第 4 のツール)と同じ様式で、これらの光学拡散フィルムサンプルを作製するために使用したツールを作製した。次いで、サンプル R A 1 3 a と同じ様式で、手動延展を介して、それぞれのツールからサンプル自体を作製し、他のサンプルと同様にヘイズ及び透明度を測定した。測定値を以下の表 2 に列記する。フィルムサンプル R A 2 2 a の構造化表面の S E M 画像を図 1 8 に示す。フィルムサンプル N 3 の構造化表面の S E M 画像を図 2 0 に示す。

20

【 0 0 7 3 】

【表 2】

表 2ー測定した光学的ヘイズ及び透明度

サンプル	ヘイズ(%)	透明度(%)
600-2	1. 57	88. 3
597-2	2. 5	83. 1
551-2	5. 3	72. 5
RA24b	7. 41	56. 8
N2	8. 2	76. 6
554-2	11. 7	41. 1
RA24a	12. 1	40. 4
RA14b	13. 9	57. 8
L27B	14	51. 1
593-2	17. 1	54. 4
N3	24. 9	32. 1
RA13a	25. 9	19. 4
RA22a	54. 6	15. 5
502-2	67. 3	9
599-1	72. 4	8. 4
RA13b	72. 5	9. 1
551-1	79. 4	10
RA13c	80	9. 5
597-1	85. 6	8. 6
554-1	87. 4	7. 3
594-1	87. 9	6. 9
502-1	92. 8	6. 9
600-1	95	6. 8
507-1	96. 4	6. 1

【0074】

表 2 に列記した各光学拡散フィルムサンプルは、図 9 に従うプロセスを使用して作製された。この表中の測定ヘイズ値及び測定透明度値は、図 13 の光学的透明度対光学的ヘイズのグラフに表示されている。グラフ上の点は、表 2 のサンプル表記番号に従ってラベル付けされている。表 2 に列記したサンプル中、サンプル 502 - 1 (図 14、14A)、サンプル 594 - 1 (図 15)、サンプル 599 - 1 (図 16)、サンプル 502 - 2 (図 17)、サンプル RA22a (図 18)、サンプル RA13a (図 19)、サンプル N3 (図 20)、サンプル 593 - 2 (図 21)、及びサンプル 597 - 2 (図 22) についての構造化表面の SEM 画像が提供されている。これらの画像の検査により、以下のうちの 1 つ以上が明らかになる：

- ・構造化表面内に見ることができる認識可能な個別構造体（例えば、別個の窪み及び／又は突出部の形態で）、
- ・2つの直交面内方向に沿って大きさが制限される個別構造体、
- ・最密充填されている個別構造体、
- ・曲線的又は湾曲的（湾曲したベース面を有するクレター様又はドーム様）である個別構造体、
- ・角錐状又は平坦小平面のある個別構造体、並びに
- ・不均一に配置されたより大きな構造体と、より大きな構造体の間に不均一に分散された、密充填されているより小さな構造体との組み合わせ。

【0075】

更なる考察 - 構造化表面の特性評価

更なる分析作業を行って、図 9 の方法により作製された構造化表面のうちの少なくともいくつかを特徴付けるため、並びに / 又は、少なくともいくつかのそのような構造化表面を、例えば S D B 拡散体、D P B 拡散体、C C S 拡散体、I 型微細複製拡散フィルム、及び I I 型微細複製拡散フィルムなどの他の光学拡散フィルムのものから識別するために、単独又は他の特性との組み合わせを問わず使用することができる、構造化表面の特性を特定した。これに関し、以下を含むいくつかの特性評価パラメータを研究した：

- ・空間的不規則性又は無作為性の指標としての、直交面内方向に沿ったトポグラフィーのパワースペクトル密度 (P S D)、
- ・構造化表面を構成する個別構造体 (平面図における) の特定、及びそのような構造体の面内の大きさ又は横方向寸法 (例えば E C D など) の測定、
- ・構造体の奥行き又は高さ対面内の大きさの比、並びに
- ・構造化表面上の隆起部の特定、及び (平面図における) 隆起部長 / 単位面積の測定。

【 0 0 7 6 】

ここで、この更なる分析作業を説明する。

【 0 0 7 7 】

パワースペクトル密度 (P S D) 分析

分析作業の一部は構造化表面のトポグラフィーに焦点を合わせ、構造体の空間的不規則性又は無作為性の程度を決定することを追及した。トポグラフィーは、それに沿って構造化表面が延在する基準面に対して画定され得る。例えば、フィルム 8 2 0 の構造化表面 8 2 0 a (図 8 を参照のこと) は、x - y 面の概ね中にあるか、又はそれに概ね沿って延在する。x - y 面を基準面として使用して、次いで構造化表面 8 2 0 a のトポグラフィーを、基準面における位置関数、即ち、(x , y) 位置の関数としての表面の z 座標としての、基準面に対する表面 8 2 0 a の高さとして説明することができる。この様式で構造化表面のトポグラフィーを測定すると、次いで地理的関数の空間周波数含量を分析し、表面の空間的不規則性若しくは無作為性の程度を決定する (又は構造化表面内に存在する空間周期性を特定する) ことができる。

【 0 0 7 8 】

我々の一般的なアプローチは、高速フーリエ変換 (F F T) 関数を使用して空間周波数含量を分析することであった。トポグラフィーは、2 つの直交面内方向 (x 及び y) に沿った高さ情報を提供するため、表面の空間周波数含量は、面内方向のそれぞれに沿った空間周波数含量を分析することによって完全に特徴付けられる。我々は、十分に広くかつ代表的な構造化表面の部分にわたるトポグラフィーを測定することと、各面内方向に対するフーリエパワースペクトルを算出することとによって、空間周波数含量を決定した。結果として生じる 2 つのパワースペクトルを、次いでパワースペクトル密度 (P S D) 対空間周波数のグラフ上にプロットすることが可能であった。結果として生じる曲線が任意の局所周波数ピーク (ゼロ周波数に対応しない) を含む範囲で、そのようなピークの振幅は、図 2 2 に関連して以下に更に記載する「ピーク比」によって表現することができる。

【 0 0 7 9 】

我々の一般的なアプローチを説明した上で、ここで P S D 分析に対する我々のアプローチをより詳細に説明する。所定の光学拡散フィルムサンプルについては、サンプルの中心部分から、サンプルの約 1 x 1 c m の断片を切断した。サンプルの断片を顕微鏡スライド上に取付け、その構造化表面を A u - P d スパッタでコーティングした。共焦点走査レーザー顕微鏡法 (C S L M) を使用して、構造化表面の 2 つの高さプロファイルを得た。可能なときはいつでも、トポグラフィー及び存在した任意の周期性の良好なサンプリングが得られるように視野を選択した。各 2 D の高さプロファイルについて、2 次元 (2 D) のパワースペクトル密度 (P S D) を算出した。2 D の P S D は、2 D の高さプロファイルの 2 D 空間的フーリエ変換の振幅の 2 乗である。M A T L A B を使用して、M A T A L B の高速フーリエ変換 (F F T) 関数を使用して、P S D を算出した。F F T を使用する前に、2 D ハミングウィンドウを 2 D の高さプロファイルに適用し、2 D の高さプロファイ

10

20

30

40

50

ルの有限の空間的寸法によってもたらされるFFTにおけるリングングの低減を助けた。2DのPSDをx方向において合計し、y方向（ダウウェブ方向）における1次元（1D）のPSDを得た。同様に、2DのPSDをy方向において合計し、x方向（クロスウェブ方向）における1DのPSDを得た。

【0080】

空間周波数ピークに関する1DのPSDの分析を、ここで図23に関連して説明する。この図では、仮定的なフーリエパワースペクトル曲線が例示のために示されている。上述の1DのPSD関数のいずれか（x又はy）を表し得るこの曲線は、パワースペクトル密度（PSD）対空間周波数のグラフ上に現れる。垂直軸（PSD）は、ゼロで始まる均等目盛上に表示されると仮定される。この曲線は、（a）ゼロ周波数に対応せず、かつ（b）ベースラインを画定する2つの隣接する谷部分により境界を定められる周波数ピークを有するものとして示されている。2つの隣接する谷部分は、空間周波数 f_1 における点 p_1 、及び空間周波数 f_2 における点 p_2 によって特定される。周波数 f_1 はピークが開始する周波数と見なすことができ、 f_2 はピークが終了する周波数と見なすことができる。ベースラインは、 p_1 及び p_2 を接続する直線分（破線）である。垂直軸（PSD）はゼロで始まる均等目盛上にあることに留意して、ピークの振幅は、グラフ上の面積A及びBによって表現することができる。面積Aは、周波数ピークとベースラインとの間の面積である。面積Bは、ベースラインの下方又は下の面積である。即ち、 $B = (PSD(f_1) + PSD(f_2)) * (f_2 - f_1) / 2$ である。A+Bの合計は、周波数ピークの下方又は下の面積である。これらの定義を所与として、ピークの振幅は、相対ピーク振幅又は「ピーク比」によって以下の通り定義することができる：

$$\text{ピーク比} = A / (A + B)$$

【0081】

実際に我々は、評価した各サンプルについて、2つの1DのPSD（2つのフーリエパワースペクトル（x方向に対して1つ、y方向に対して1つ））を評価し、フーリエパワースペクトルが任意の周波数ピークを含む範囲で、各曲線に対する最も顕著なピークを特定した。各曲線に対する最も顕著なピークについて、上述のピーク比を次いで算出した。最も顕著なピークを測定したため、算出されるピーク比は、所定のフーリエパワースペクトル内に存在し得る全てのピークの上限である。

【0082】

図9の方法に従って作製した光学拡散フィルムだけではなく、2つのI型微細複製拡散フィルムサンプルにも、これらのPSD測定を行った。上述の参考文献、第‘622号のAransonら、第‘593号のYapelら、第‘475号のBarbie、及び第‘261号のAransonらの教示に概ね従って、2つのI型微細複製拡散フィルムサンプルを作製し、これら2つのサンプルを本明細書において「I型微細 - 1」及び「I型微細 - 4」と称する。これらのサンプルは異なる条件下で作製され、異なるヘイズ値を有した。具体的には、I型微細 - 1サンプルは、91.3%のヘイズ及び1.9%の透明度を有し、I型微細 - 4サンプルは、79.1%のヘイズ及び4.5%の透明度を有した。図4のSEM画像は、I型微細 - 1サンプルの写真である。

【0083】

図24A及び24Bは、I型微細 - 1サンプルに対するパワースペクトル密度対空間周波数の、それぞれダウウェブ及びクロスウェブ面内方向についてのグラフである。各グラフにおいて、「 f_1 」及び「 f_2 」は、そこで最も顕著なピークがそれぞれ開始及び終了することが決定される周波数である。これらのグラフはパワースペクトル密度（PSD）について対数目盛を使用するが、ピーク比の算出に使用されたA及びB値は、上記の説明と一致する均等PSD目盛に基づいて算出された。

【0084】

図24A及び24Bは、光学拡散フィルムサンプル502 - 1に対するパワースペクトル密度対空間周波数の、それぞれダウウェブ及びクロスウェブ方向についてのグラフである。ラベル「 f_1 」及び「 f_2 」は、これらの図中で、図22、23A、及び23B中

と同じ意味を有する。図 2 4 A、2 4 B 中では対数目盛が使用されているが、ピーク比を算出するために使用された A 及び B 値は、均等 P S D 目盛に基づいた。

【 0 0 8 5 】

図 9 の方法に従って作製された光学拡散フィルムの中の 7 つ、及び 2 つの I 型微細複製拡散フィルムサンプルについて算出された P S D ピーク比を、表 3 に列記する。

【 0 0 8 6 】

【表 3】

表 3－測定 P S D ピーク比

サンプル	測定ピーク比(ダウンウェブ)	測定ピーク比(クロスウェブ)
5 0 2－1	0. 2 4	0. 1 5
5 9 4－1	0. 1 2	0. 2 3
5 0 2－2	0. 1 0	0. 1 7
5 9 3－2	0. 1 9	0. 1 2
R A 2 2 a	0. 2 1	0. 1 1
R A 1 3 a	0. 1 4	0. 7 6
N 3	0. 0 8	0. 2 1
I 型微細－1	0. 9 4	0. 1 9
I 型微細－4	0. 9 9	0. 8 4

【 0 0 8 7 】

表 3 の結果を概観すると、図 9 に従って作製された光学拡散フィルムのそれぞれについて、両方の面内方向（ダウンウェブ及びクロスウェブ）のピーク比は 0 . 8 を下回り、ほとんどの場合、0 . 8 を大きく下回ることがわかる。比較すると、I 型微細 - 1 サンプルはクロスウェブ方向において 0 . 1 9 のピーク比を有したが、全ての他の場合では、試験された I 型微細複製拡散フィルムは 0 . 8 を超えるピーク比を有した。したがって、試験されたいずれの I 型微細複製拡散フィルムも、両方の面内方向のピーク比が 0 . 8 未満であるという条件を満たさない。

【 0 0 8 8 】

表 3 の結果を概観すると、図 9 に従って作製され試験されたフィルムサンプルのうちの 1 つを除く全て、両方の面内方向のピーク比が 0 . 5 未満、又は 0 . 4、又は 0 . 3 であるというより厳しい条件を満たすこともわかる。両方の面内方向におけるピーク比に対する相対的に小さな値は、構造化表面内の超低空間周期性を示唆する。しかしながら、サンプル R A 1 3 a は、より厳しい条件を満たさない。図 9 に従って作製され試験された全てのフィルムサンプルのうち、R A 1 3 a サンプルは、群を抜いて最高の測定ピーク比、クロスウェブ方向における 0 . 7 6 の比を有する。直交面内方向において、R A 1 3 a サンプルは、はるかに小さな 0 . 1 4 のピーク比を有する。上記の説明から、R A 1 3 a サンプルは周期的起伏を含んだ銅シート開始材料で作製され、これらの周期的起伏は微細複製の間に R A 1 3 a サンプルの構造化主表面に転写されたことを想起されたい。これを考慮すると、R A 1 3 a の基材が起伏を含まず実質的に平坦であった場合、クロスウェブ方向におけるピーク比は、0 . 1 4 のダウンウェブピーク比にはるかに近くなると結論付けるのは正当である。別の言い方をすれば、図 9 に従って作製されたツールが、下層構造を有しない平坦な基材を使用して作製されている範囲で、そのようなツール（及びそのツールから作製される任意の光学フィルム）は、両方の面内方向において 0 . 8 未満、又は 0 . 5、又は 0 . 4、又は 0 . 3 の P S D ピーク比を有しやすい。

【 0 0 8 9 】

同様に、図 9 に従って作製されたツールが、有意な下層構造（周期的起伏か、例えばブリズム B E F 構造化表面などのより明確な構造体かを問わない）を有する基材を使用して作製されている範囲で、そのようなツール（及びそのツールから作製される任意の光学フ

ィルム)は、少なくとも1つの面内方向に対するパワースペクトル密度曲線において有意若しくは大きなピークを示しやすく、そのような面内方向において有意若しくは大きなP S Dピーク比を有しやすい。そのような場合、特に原本基材内の下層構造についての情報が入手可能な場合、P S D測定のより綿密な分析を行うことにより、ツールを形成するために使用される基材の下層構造に起因するパワースペクトル密度曲線内のピークと、電気メッキ工程(図9の工程903及び904を参照のこと)の結果として形成された構造に起因するピークとを識別することができる。下層構造の空間周期性(複数可)は電気メッキ構造体の空間周期性(複数可)と大幅に異なっている必要がなく、実際には、これらの異なる種類の構造体の空間周期性は、少なくともいくつかの場合、実質的に重複し得るため、そのような区別をするのは複雑な場合がある。それでもなお、そのような区別をすることに成功する場合、両方の面内方向におけるP S Dピーク比が0.8未満(又は0.5、又は0.4、又は0.3)であるという構造化表面の条件は、有意な下層構造を有する基材を使用して図9に従って作製された構造化表面によって依然として満たされる場合があるが、ただし、下層構造に起因するパワースペクトル密度曲線におけるいずれのピークも無視される。

【0090】

表3に提示される結果は、パワースペクトル密度曲線における最も顕著なピーク(存在する場合)を特定することによって得た。そして、パワースペクトル密度曲線のデータは、図23A~24Bに見ることができるよう、およそ 1 mm^{-1} ~ 2000 mm^{-1} 近くの空間周波数範囲にわたって延在し、それ故、その範囲全体に存在し得るいずれのピークも、どのピークが最も顕著であるかの決定における候補であり、それらはまた、両方の面内方向におけるP S Dピーク比が0.8未満(又は0.5、又は0.4、又は0.3)であるという評価基準に関する候補である。実際には、パワースペクトル密度曲線内のピークがこれらの分析に考慮される空間周波数範囲を制限することが有利である場合がある。例えば、両方の面内方向におけるP S Dピーク比が0.8未満(又は0.5、又は0.4、又は0.3)であると特定される空間周波数範囲を、その上限が1000、又は500、又は 100 mm^{-1} であり、かつその下限が1、又は2、又は 5 mm^{-1} である周波数範囲に制限することが有利である場合がある。

【0091】

横方向寸法又は大きさ(E C D)分析

別個の個別構造体が特定され得る構造化表面について、構造化表面は、構造体の、例えば横方向又は面内寸法などの特徴的な大きさによって説明することができる。各構造体は、例えば、最大横方向寸法、最小横方向寸法、及び平均横方向寸法を持つものとして特徴付けることができる。個別構造体の大きさが2つの直交面内方向に沿って制限される場合、例えば、いずれの面内方向にも沿って線状に無限に延在しない場合、等価円直径「E C D」を有するものとして各構造体の特徴付けることができる。所定の構造体のE C Dは、その平面図における面積が構造体の平面図における面積と同じである円の直径として定義することができる。例えば、図25を参照すると、仮定的な構造化表面2520aの平面図が示されている。この構造化表面は、突出部又は窪みであり得る識別可能な構造体2521a、2521b、2521c、2521dを備える。円2523aが構造体2521aに重ね合わされており、この円は、この平面図において構造体2521aのものに等しい面積を有するものとされる。円2523aの直径(E C D)は、構造体2521aの等価円直径(E C D)である。構造化表面の代表的部分内の全ての構造体のE C D値を平均することによって、構造化表面又はその構造体は、平均等価円直径E C D_{平均}を有するものと考えることができる。

【0092】

我々は、多くの光学拡散フィルムに対する構造体の大きさの体系的分析に取り組んだ。所定の光学拡散フィルムサンプルについては、サンプルの中心部分から、サンプルの約 $1\times 1\text{ cm}$ の断片を切断した。サンプルの断片を顕微鏡スライド上に取付け、その構造化表面をAu-Pdスパッタでコーティングした。共焦点走査レーザー顕微鏡法(C S L M)

を使用して、構造化表面の２つの高さプロファイルを得た。可能なときはいつでも、トポグラフィーの良好なサンプリングが得られるように視野を選択した。どの種類の構造体がサンプル内で優勢であったかによって、ピーク又は谷部分のいずれかを大きさ分けした。構造化表面上で特定された個別構造体を大きさ分けするため、一貫して繰り返し可能な方法を確立した。図２６～２９の合成画像は、これがいかに行われたかの指標を提供する。これらの合成画像では、共焦点顕微鏡による構造化表面の写真に暗色の輪郭形状が重ね合わされている。暗色の輪郭形状は、構造化表面の個別構造体の、コンピュータ算出した外側境界又は縁である。図２６は、ＣＣＳ拡散体についてのそのような合成画像である。図２７は、上述のⅠ型微細－１サンプルについてのものである。図２８は、光学拡散フィルムサンプル５９４－１についてのものである。図３９は、光学拡散フィルムサンプル５０２－１についてのものである。そのような画像及び技術を使用して、所定の構造化表面に対して典型的には数百、場合によっては数千の構造体のＥＣＤを算出した。ＥＣＤ測定値及び測定値統計を以下の通り要約する：

【００９３】

【表４】

表４－測定ＥＣＤ統計

サンプル	ＥＣＤ平均(μm)	ＥＣＤ中央(μm)	ＥＣＤシグマ(μm)
５０２－１	１０．３	９．７	３．６
５９４－１	６．１	６．１	２．６
５９３－２	５．８	５．５	２．５
ＲＡ１３ａ	５８．３	５８．５	１７．５
Ｎ３	６．３	６．０	３．３
Ⅰ型微細－１	１５．０	１５．８	４．７
Ⅰ型微細－２	１５．３	１７．３	５．６
Ⅰ型微細－３	１６．５	１７．８	４．６
Ⅰ型微細－４	１６．８	１７．５	３．５
Ⅰ型微細－５	１７．６	１８．１	３．５
Ⅰ型微細－６	１７．５	１８．３	４．２
ⅠⅠ型微細	９．２	８．８	２．８
ＣＣＳ拡散体	３．６	３．０	２．０

【００９４】

Ⅰ型微細－２、Ⅰ型微細－３、Ⅰ型微細－５、及びⅠ型微細－６のサンプルは、上述の参考文献、第‘６２２号のＡｒｏｎｓｏｎら、第‘５９３号のＹａｐｅｌら、第‘４７５号のＢａｒｂｉｅ、及び第‘２６１号のＡｒｏｎｓｏｎらの教示に概ねしたがって作製した、追加のⅠ型微細複製拡散フィルムサンプルである。Ⅰ型微細－２サンプルは、９０．７％のヘイズ及び２．９％の透明度を有し、Ⅰ型微細－３サンプルは、８４．８％のヘイズ及び４．７％の透明度を有し、Ⅰ型微細－５サンプルは、７３．９％のヘイズ及び５．５％の透明度を有し、Ⅰ型微細－６サンプルは、６８．２％のヘイズ及び４．９％の透明度を有した。表４のⅠⅠ型微細サンプルは、図５に示されるⅠⅠ型微細複製拡散フィルムと同様の光学拡散フィルムであるが、表４のⅠⅠ型微細サンプルは、９１．１％のヘイズ及び９．８％の透明度を有した。

【００９５】

表４の結果を概観すると、ＲＡ１３ａサンプルを除いて、図９に従って作製された光学拡散フィルムのそれぞれが１５マイクロメートル未満の平均（平均）ＥＣＤを有し、ほとんどが１０マイクロメートル未満、又は４～１０マイクロメートルの範囲内の平均ＥＣＤを有したことがわかる。これは、概ね少なくとも１５マイクロメートル以上であったⅠⅠ型微細複製拡散フィルムサンプルの平均ＥＣＤと対照的であった。ＲＡ１３ａサンプルは

、図9に従って作製された他のフィルムのいずれよりも実質的に高い平均ECDを有した。上述のRA13aサンプルの周期的起伏が、この大きな差の理由と考えられる。即ち、RA13aの基材が起伏を含まず実質的に平坦であった場合、平均ECDは、他の同様に製作されたフィルムのものにはるかに近く、例えば、15未満及び10マイクロメートル未満になると結論付けるのは正当である。

【0096】

図9の方法によって作製されたサンプルのいくつかの構造化表面は、最密充填されたより小さな構造体とその間に不規則に分散される、不規則に配置されたより大きな角錐構造体の組み合わせを含むことが観察された。そのようなサンプルの1つは502-1であった。構造化表面の分析が行われ、図30のグラフ中の曲線3010として示されるその結果は、この表面が構造体の大きさの二峰性分布を有することを実証する。図31のグラフは、マイクロメートル単位のECDの関数としての正規化された計数（パーセント/ビン単位）をプロットする。曲線3010は、より大きなピーク3010a及びより小さなピーク3010bを有することがわかる。より大きなピーク3010aは約ECD=8マイクロメートルに位置し、構造化表面上のより小さな構造体に対応する。より小さなピーク3010bは約ECD=24マイクロメートルに位置し、より大きな角錐構造体に対応する。したがって、より小さな構造体の平均の大きさは、15マイクロメートル未満、及び10マイクロメートル未満であり、より大きな構造体の平均の大きさは、15マイクロメートル超、及び20マイクロメートル超である。より大きな構造体のより小さな集団に起因して、構造化表面上の全ての構造体（大及び小）の平均ECDは、表4に報告される通り、10.3マイクロメートルである。

【0097】

高さ対横方向寸法（ECD）のアスペクト比分析

図9の方法によって作製されたフィルムのいくつかは、個別構造体が最密充填された構造化表面を有し、場合によっては、この構造体はまた湾曲していたか、又は湾曲したベース面を有した。我々は、構造体の面内又は横方向寸法（例えばECD）と構造体の平均高さとの間の関係を調査することを決めた。一般には、用語「高さ」は、突出部の高さ並びに窪みの奥行きを意味するのに十分に広範である。比較のために、我々は密充填ピーズ状表面を有するDPB拡散体を我々の調査に含めた。

【0098】

例示の構造体の高さを、図31の仮定的な構造化表面の図面中に例示する。図中、光学拡散フィルム3120は、構造化主表面3120aを有する模様付き層3122を含む。構造化表面3120aは、認識可能な個別構造体3121a、3121bを含む。この構造化表面は、x-y面に沿って延在するか、又はそれを画定する。x-y面に平行な3つの基準面：RP1、RP2、及びRP3が示されている。基準面RP1、RP3は、構造体3121aの最高及び最低部分（それぞれ）によって画定することができる。基準面RP2は、ゼロ又はゼロに近い曲率に対応する位置に位置し得、即ち、その位置における表面は、ピークの頂点におけるように内方へ湾曲しても、窪みの底部におけるように外方に湾曲してもいい。これらの基準面を所与として、RP1とRP2との間の高さh1、及びRP2とRP3との間の高さh2を画定することができる。

【0099】

我々は、所定の構造化表面上の構造体のアスペクト比を決定する体系的分析に取り組み、このアスペクト比は、構造体のECDで除した高さである。構造体の高さについては、図31に示すh1に実質的に対応する値を使用することを選んだ。所定の光学拡散フィルムサンプルについては、サンプルの中心部分から、サンプルの約1×1cmの断片を切断した。サンプルの断片を顕微鏡スライド上に取付け、その構造化表面をAu-Pdスパッタでコーティングした。共焦点走査レーザー顕微鏡法（CSLM）を使用して、構造化表面の2つの高さプロファイルを得た。可能なときはいつでも、トポグラフィーの良好なサンプリングが得られるように視野を選択した。構造化表面内の谷部分（窪み）を大きさ分けしたが、DPB拡散体の構造化表面を評価する際、算出を容易にするために、大きさ分

けの前に構造化表面の高さプロファイルを反転し、ピークを谷部分に変換した。上述の E C D 測定で行ったのと同様に、構造化表面上で特定された個別構造体を大きさ分けするため、一貫して繰り返し可能な方法を確認した。次いでこの方法を変更して、高さの測定値を直径アスペクト比 (H 平均 / E C D) に加えた。各構造体 (谷部領域) に対してこの比を算出した。高さ H 平均は、構造体 (谷部領域) 内の最小高さを減じた構造体 (谷部領域) 周辺の平均高さであった。高さを測定する前の周辺データ点を使用して、谷部領域内の高さマップを傾動補正した。試験したサンプルの平均アスペクト比を算出し、表 5 に示す。

【 0 1 0 0 】

【表 5】

10

表 5 - アスペクト比

サンプル	平均アスペクト比
502-1	0.078
594-1	0.069
597-2	0.006
D P B 拡散体	0.210

【 0 1 0 1 】

20

表 5 の結果を概観すると、図 9 の方法によって作製されたサンプルは、アスペクト比に基づいて D P B 拡散体から容易に識別されることがわかる。例えば、前者のサンプルの平均アスペクト比は 0.15 未満、又は 0.1 未満である。

【 0 1 0 2 】

隆起部分分析

上述の通り、図 9 の方法によって作製されたフィルムのいくつかは、個別構造体が最密充填されている構造化表面を有した。隆起部様特徴は最密充填構造体の非存在下でも生じ得るが、最密充填構造体は隆起部様特徴を生成する傾向がある。我々は、構造化表面上の隆起部の態様を調査することを決めた。具体的には、構造化表面上に隆起部が存在した範囲を調査した。我々は、平面図における構造化表面の隆起部全長 / 単位面積を算出することによって、これを定量した。図 9 の方法に従って作製されたサンプルの多くにこれを行い、比較のために、いくつかのビーズ状拡散体：S D B 拡散体、C C S 拡散体、及び D P B 拡散体も含めた。

30

【 0 1 0 3 】

隆起部を、図 3 2 の仮定的な構造化表面の図面に例示する。図中、光学拡散フィルムは、構造化主表面 3 2 2 0 a を含む。構造化表面 3 2 2 0 a は、認識可能な個別構造体 3 2 2 1 a、3 2 2 1 b、3 2 2 1 c を含む。この構造化表面は、x - y 面に沿って延在するか、又はそれを画定する。長く、鋭く、尖った領域として説明することができる隆起部は、構造体 3 2 2 1 a、3 2 2 1 b の境界が一緒になる、少なくとも短い部分に沿って形成される。この隆起部又は部分は、点 p 1、p 2、p 3 を含む。これらの点のそれぞれにおける局所勾配及び曲率は、既知のトポグラフィーに基づいて、勾配に平行かつ隆起部に垂直な方向 (軸 a 1、a 2、a 3 を参照のこと)、並びに、勾配に垂直かつ隆起部に平行な方向 (軸 b 1、b 2、b 3) に沿って算出することができる。そのような曲率及び勾配を使用して、長く、鋭く、尖った領域の上に点があることを確認することができる。例えば、隆起部上の点は、2 つの垂直方向 (例えば a 1、b 1) に沿った十分に異なる曲率と、隆起部に垂直な (例えば a 1) 鋭い曲率と、平均勾配未満である勾配方向における勾配 (例えば隆起部に沿った、b 1 を参照のこと) と、十分に長い部分長と、によって特定することができる。

40

【 0 1 0 4 】

我々は、前述の原理を使用して、所定の構造化表面上の隆起部長 / 単位面積を決定する

50

体系的分析に取り組んだ。所定の光学拡散フィルムサンプルについては、サンプルの中心部分から、サンプルの約 $1 \times 1 \text{ cm}$ の断片を切断した。サンプルの断片を顕微鏡スライド上に取付け、その構造化表面を Au - Pd スパッタでコーティングした。共焦点走査レーザー顕微鏡法 (CSLM) を使用して、構造化表面の 2 つの高さプロファイルを得た。可能なときはいつでも、トポグラフィーの良好なサンプリングが得られるように視野を選択した。隆起部分析を使用して、上記の原理に従って高さプロファイル进行分析した。

【 0 1 0 5 】

隆起部分析で、2D の高さマップ上の隆起部のピークを特定し、隆起部全長 / 単位サンプル面積を算出した。各ピクセルについて、勾配方向に沿い、かつ勾配方向に対して横方向の曲率を算出した。曲率及び勾配の閾値化を行い、隆起部を特定した。

10

【 0 1 0 6 】

以下は、隆起部分析において使用した隆起部の定義である。

1 . 曲率の定義 : (a) g 曲率は、勾配方向に沿った曲率であり、(b) t 曲率は、勾配方向に対して横方向 (垂直) の方向に沿った曲率であり、(c) g 曲率は、勾配に沿った 3 つの点を使用して、その 3 つの点を取り囲む円を算出することによって算出され、g 曲率 = $1 / R$ であり、式中、R はこの円の半径であり、(d) t 曲率は、勾配に対して横方向の方向に沿った 3 つの点を使用して、その 3 つの点を取り囲む円を算出することによって算出され、g 曲率 = $1 / R$ であり、式中、R はこの円の半径であり、(e) 曲率は、これら 3 つの点の中心点に割り当てられ、(f) 3 つの点の間隔は、目的ではない微細特徴による寄与を低減するために十分に大きい、目的の特徴による寄与が保たれるように十分に小さいように選択される。

20

2 . 隆起部上の点の曲率は、2 つの垂直方向の間で十分に異なる。(a) g 曲率及び t 曲率は、少なくとも 2 の因数により異なる (いずれがより大きくてもよい) 。

3 . 隆起部は、谷部分のほとんどよりも鋭い。(a) 曲率は、g 曲率分布の 1 百分位数点の絶対値を超える (g 曲率の 1 % は、1 百分位数点よりも低い) 。

4 . 勾配は、平均勾配よりも低い。(a) 隆起部上の g 勾配 (勾配に沿った勾配) は、表面上の平均 g 勾配未満である。(b) 高度に勾配のある表面上にある場合を除き、隆起部の頂部上の勾配は典型的にゼロに近い。

5 . 隆起部は十分に長い。(a) その全長 (分岐を含む) が潜在的隆起部の頂部に沿った曲率の平均半径よりも短い場合、潜在的隆起部は隆起部と見なされず、(b) その全長が潜在的隆起部の平均幅の 3 倍よりも短い場合、潜在的隆起部は隆起部と見なされず、(c) なお、これらの寸法はおよそで測定される。

30

6 . 分岐は十分に長い。(a) 隆起部の平均幅の 1 . 5 倍よりも長い場合、隆起部の中央部からの分岐は隆起部の連続と見なされる。さもなければ、それは取り除かれ、(b) なお、これらの寸法はおよそで測定される。

【 0 1 0 7 】

図 3 3 A 及び 3 4 A の合成画像は、体系的な隆起部の特定がいかに行われたかの指標を提供する。これらの合成画像では、共焦点顕微鏡による構造化表面の写真に暗色の線分が重ね合わされている。暗色の線分は、隆起部として特定された構造化表面の領域である。図 3 3 A は、5 9 4 - 1 サンプルについてのそのような合成画像である。図 3 4 A は、D P B 拡散体についてのものである。図 3 3 B は、図 3 3 A に対応するが、暗色の線分 (即ち、検出された隆起部) のみを、隆起部をより容易に見ることができるよう反転印刷で示す。図 3 4 B は同様に、図 3 4 A に対応するが、暗色の線分のみを反転印刷で示す。

40

【 0 1 0 8 】

隆起部を特定した後、高さマップ内の全ての隆起部の全長を算出し、高さマップの面積で除した。分析を行う前に高さマップを反転することによって、谷部隆起部を特定するために、この分析をまた繰り返した。なお、D P B サンプルを初めに反転した。そのような画像及び技術を使用して、試験した構造化表面についての隆起部長 / 面積を算出した。これらの測定の結果を以下の通り要約する :

【 0 1 0 9 】

50

【表 6】

表 6－測定隆起部長／面積

サンプル	隆起部長／面積 (mm/mm ²)
502-1	47.3
507-1	48.3
551-1	29.7
554-1	111.8
594-1	109.5
597-1	44.2
599-1	89.3
600-1	116.8
502-2	32.3
551-2	18.8
554-2	35.2
593-2	36.4
597-2	1.1
600-2	0.1
N3	50.5
L27B	0.3
RA24a	0.2
RA13a	0.0
SDB拡散体	2.2
CCS拡散体	4.4
DPB拡散体	244.8

【0110】

表 6 の結果を概観すると、図 9 の方法によって作製された非ビーズ状サンプルの全て又はほとんどが、平面図における 200 mm/mm² 未満、150 mm/mm² 未満、及び 10～150 mm/mm² の範囲内の隆起部全長／単位面積を特徴とする構造化表面を有することがわかる。

【0111】

特に断らないかぎり、本明細書及び特許請求の範囲において使用される量、特性の測定値などを表すすべての数は、「約」なる語によって修飾されているものとして理解されるべきである。したがって、そうではないことが示されていないかぎり、本明細書及び特許請求の範囲に記載される数値的パラメータは、本出願の教示を利用する当業者が得ようとする所望の特性に応じて異なり得る近似的な値である。特許請求の範囲に対する均等論の適用を制限しようとするものではないが、各数値的パラメータは、少なくとも記載される有効桁数を考慮し、更に一般的な四捨五入法を適用することによって解釈されるべきである。本発明の広義の範囲を示す数値的範囲及びパラメータは近似的な値ではあるが、任意の数値が本明細書に論じられる具体例に記載されるかぎりにおいて、これらは妥当な程度に可能な範囲で精確に記載されるものである。しかしながら、いかなる数値も試験又は測定限界に伴う誤差を含み得るものである。

【0112】

本発明の様々な変更及び変更は、本発明の趣旨及び範囲から逸脱することなく、当業者にとって明らかとなり、本発明は本発明において説明される例示的な実施形態に限定されないものと理解されるべきである。例えば、開示される透明な導電性物品はまた、防反射コーティング、及び／又は保護ハードコートを含んでもよい。読者は、開示される一実施

形態の特徴はまた、他に指示がない限り、他の全ての開示される実施形態に応用され得る。本明細書において参照される、米国特許、特許出願公開、並びに他の特許文献及び非特許文献は、これらが先行する開示と矛盾しない限りにおいて、参照として組み込まれる。

【0113】

以下は、本開示に従う例示の実施形態である：

項目1．光学フィルムであって、

複屈折性基材と、

該基材によって支持されるプリズム層であって、同じプリズム方向に沿って延在する複数の隣り合った線形プリズムを備える主表面を有する、プリズム層と、

隣接する構造体の間に隆起部が形成されるように配置された最密充填構造体を備える、該基材と該プリズム層との間に配設された埋め込み構造化表面であって、該構造体の大きさが2つの直交面内方向に沿って制限される、埋め込み構造化表面と、を備え、

該埋め込み構造化表面が、それぞれ第1及び第2の直交面内方向と関連付けられた第1及び第2のフーリエパワースペクトルによって特徴付け可能なトポグラフィを有し、

該第1のフーリエパワースペクトルが、ゼロ周波数に対応せず、かつ第1のベースラインを画定する2つの隣接する谷部分により境界を定められる1つ又はそれよりも多くの第1の周波数ピークを含む範囲で、いずれのそのような第1の周波数ピークも0.8未満の第1のピーク比を有し、該第1のピーク比が、該第1の周波数ピーク下面積で除した該第1の周波数ピークと該第1のベースラインとの間の面積に等しく、

該第2のフーリエパワースペクトルが、ゼロ周波数に対応せず、かつ第2のベースラインを画定する2つの隣接する谷部分により境界を定められる1つ又はそれよりも多くの第2の周波数ピークを含む範囲で、いずれのそのような第2の周波数ピークも0.8未満の第2のピーク比を有し、該第2のピーク比が、該第2の周波数ピーク下面積で除した該第2の周波数ピークと該第2のベースラインとの間の面積に等しく、

該埋め込み構造化表面が、平面図における200mm/mm²未満の隆起部全長/単位面積を特徴とする、光学フィルム。

【0114】

項目2．該埋め込み構造化表面が、少なくとも0.05の屈折率で異なる2つの光学媒体を分離する、項目1に記載のフィルム。

【0115】

項目3．該隆起部全長/単位面積が150mm/mm²未満である、項目1に記載のフィルム。

【0116】

項目4．該第1のピーク比が0.5未満であり、該第2のピーク比が0.5未満である、項目1に記載のフィルム。

【0117】

項目5．該最密充填構造体が、平面図における等価円直径(ECD)を特徴とし、該構造体が、15マイクロメートル未満の平均ECDを有する、項目1に記載のフィルム。

【0118】

項目6．該構造体が、10マイクロメートル未満の平均ECDを有する、項目5に記載のフィルム。

【0119】

項目7．該プリズム方向と、第1及び第2の直交面内方向のうちの1つとが同じである、項目1に記載のフィルム。

【0120】

項目8．該最密充填構造体のうちの少なくともいくつかは、湾曲したベース面を備える、項目1に記載のフィルム。

【0121】

項目9．該最密充填構造体のうちのほとんどが、湾曲したベース面を備える、項目8に記載のフィルム。

10

20

30

40

50

【 0 1 2 2 】

項目 1 0 . 該最密充填構造体のうちの全てが、湾曲したベース面を備える、項目 9 に記載のフィルム。

【 0 1 2 3 】

項目 1 1 . 光学フィルムであって、
複屈折性基材と、

該基材によって支持されるプリズム層であって、同じプリズム方向に沿って延在する複数の隣り合った線形プリズムを備える主表面を有する、プリズム層と、

最密充填構造体を備える、該基材と該プリズム層との間に配設された埋め込み構造化表面であって、該埋め込み構造化表面が、基準面及び該基準面に垂直な厚さ方向を画定する、埋め込み構造化表面と、を備え、

10

該埋め込み構造化表面が、それぞれ第 1 及び第 2 の直交面内方向と関連付けられた第 1 及び第 2 のフーリエパワースペクトルによって特徴付け可能なトポグラフィを有し、

該第 1 のフーリエパワースペクトルが、ゼロ周波数に対応せず、かつ第 1 のベースラインを画定する 2 つの隣接する谷部分により境界を定められる 1 つ又はそれよりも多くの第 1 の周波数ピークを含む範囲で、いずれのそのような第 1 の周波数ピークも 0 . 8 未満の第 1 のピーク比を有し、該第 1 のピーク比が、該第 1 の周波数ピーク下面積で除した該第 1 の周波数ピークと該第 1 のベースラインとの間の面積に等しく、

該第 2 のフーリエパワースペクトルが、ゼロ周波数に対応せず、かつ第 2 のベースラインを画定する 2 つの隣接する谷部分により境界を定められる 1 つ又はそれよりも多くの第 2 の周波数ピークを含む範囲で、いずれのそのような第 2 の周波数ピークも 0 . 8 未満の第 2 のピーク比を有し、該第 2 のピーク比が、該第 2 の周波数ピーク下面積で除した該第 2 の周波数ピークと該第 2 のベースラインとの間の面積に等しく、

20

該最密充填構造体が、該基準面内の等価円直径 (E C D) 及び該厚さ方向に沿った平均高さの特徴とし、各構造体のアスペクト比が、該構造体の該 E C D で除した該構造体の該平均高さに等しく、

前記構造体の平均アスペクト比が 0 . 1 5 未満である、光学フィルム。

【 0 1 2 4 】

項目 1 2 . 該埋め込み構造化表面が、平面図における 2 0 0 m m / m m ² 未満の隆起部全長 / 単位面積を特徴とする、項目 1 1 に記載のフィルム。

30

【 0 1 2 5 】

項目 1 3 . 該隆起部全長 / 単位面積が 1 5 0 m m / m m ² 未満である、項目 1 2 に記載のフィルム。

【 0 1 2 6 】

項目 1 4 . 該最密充填構造体が、平面図における等価円直径 (E C D) を特徴とし、該構造体が、1 5 マイクロメートル未満の平均 E C D を有する、項目 1 1 に記載のフィルム。

【 0 1 2 7 】

項目 1 5 . 該構造体が、1 0 マイクロメートル未満の平均 E C D を有する、項目 1 4 に記載のフィルム。

40

【 0 1 2 8 】

項目 1 6 . 該最密充填構造体のうちの少なくともいくつか、湾曲したベース面を備える、項目 1 1 に記載のフィルム。

【 0 1 2 9 】

項目 1 7 . 該最密充填構造体のうちのほとんどが、湾曲したベース面を備える、項目 1 6 に記載のフィルム。

【 0 1 3 0 】

項目 1 8 . 該最密充填構造体のうちの全てが、湾曲したベース面を備える、項目 1 7 に記載のフィルム。

【 0 1 3 1 】

50

項目 19 . 光学フィルムであって、
複屈折性基材と、

該基材によって支持されるプリズム層であって、同じプリズム方向に沿って延在する複数の隣り合った線形プリズムを備える主表面を有する、プリズム層と、

湾曲したベース面を有する最密充填構造体を備える、該基材と該プリズム層との間に配設された埋め込み構造化表面と、を備え、

該埋め込み構造化表面が、それぞれ第 1 及び第 2 の直交面内方向と関連付けられた第 1 及び第 2 のフーリエパワースペクトルによって特徴付け可能なトポグラフィーを有し、

該第 1 のフーリエパワースペクトルが、ゼロ周波数に対応せず、かつ第 1 のベースラインを画定する 2 つの隣接する谷部分により境界を定められる 1 つ又はそれよりも多くの第 1 の周波数ピークを含む範囲で、いずれのそのような第 1 の周波数ピークも 0 . 8 未満の第 1 のピーク比を有し、該第 1 のピーク比が、該第 1 の周波数ピーク下面積で除した該第 1 の周波数ピークと該第 1 のベースラインとの間の面積に等しく、

該第 2 のフーリエパワースペクトルが、ゼロ周波数に対応せず、かつ第 2 のベースラインを画定する 2 つの隣接する谷部分により境界を定められる 1 つ又はそれよりも多くの第 2 の周波数ピークを含む範囲で、いずれのそのような第 2 の周波数ピークも 0 . 8 未満の第 2 のピーク比を有し、該第 2 のピーク比が、該第 2 の周波数ピーク下面積で除した該第 2 の周波数ピークと該第 2 のベースラインとの間の面積に等しく、

該埋め込み構造化表面が 95 % 未満の光学的ヘイズを提供する、光学フィルム。

【 0 1 3 2 】

項目 20 . 該埋め込み構造化表面が、90 % 未満の光学的ヘイズを提供する、項目 19 に記載のフィルム。

【 0 1 3 3 】

項目 21 . 該埋め込み構造化表面が、80 % 未満の光学的ヘイズを提供する、項目 20 に記載のフィルム。

【 0 1 3 4 】

項目 22 . 該埋め込み構造化表面が、平面図における $200 \text{ mm} / \text{mm}^2$ 未満の隆起部全長 / 単位面積を特徴とする、項目 19 に記載のフィルム。

【 0 1 3 5 】

項目 23 . 該第 1 のピーク比が 0 . 5 未満であり、該第 2 のピーク比が 0 . 5 未満である、項目 19 に記載のフィルム。

【 0 1 3 6 】

項目 24 . 該最密充填構造体が、平面図における等価円直径 (ECD) を特徴とし、該構造体が、15 マイクロメートル未満の平均 ECD を有する、項目 19 に記載のフィルム。

【 0 1 3 7 】

項目 25 . 該構造体が、10 マイクロメートル未満の平均 ECD を有する、項目 24 に記載のフィルム。

【 0 1 3 8 】

項目 26 . 光学フィルムであって、
複屈折性基材と、

該基材によって支持されるプリズム層であって、同じプリズム方向に沿って延在する複数の隣り合った線形プリズムを備える主表面を有する、プリズム層と、

最密充填構造体を備える、該基材と該プリズム層との間に配設された埋め込み構造化表面と、を備え、

該埋め込み構造化表面が、それぞれ第 1 及び第 2 の直交面内方向と関連付けられた第 1 及び第 2 のフーリエパワースペクトルによって特徴付け可能なトポグラフィーを有し、

該第 1 のフーリエパワースペクトルが、ゼロ周波数に対応せず、かつ第 1 のベースラインを画定する 2 つの隣接する谷部分により境界を定められる 1 つ又はそれよりも多くの第 1 の周波数ピークを含む範囲で、いずれのそのような第 1 の周波数ピークも 0 . 8 未満の

10

20

30

40

50

第 1 のピーク比を有し、該第 1 のピーク比が、該第 1 の周波数ピーク下面積で除した該第 1 の周波数ピークと該第 1 のベースラインとの間の面積に等しく、

該第 2 のフーリエパワースペクトルが、ゼロ周波数に対応せず、かつ第 2 のベースラインを画定する 2 つの隣接する谷部分により境界を定められる 1 つ又はそれよりも多くの第 2 の周波数ピークを含む範囲で、いずれのそのような第 2 の周波数ピークも 0.8 未満の第 2 のピーク比を有し、該第 2 のピーク比が、該第 2 の周波数ピーク下面積で除した該第 2 の周波数ピークと該第 2 のベースラインとの間の面積に等しく、

該埋め込み構造化表面が、10～60%の範囲内の光学的ヘイズ及び10～40%の範囲内の光学的透明度を提供する、光学フィルム。

【0139】

10

項目 27. 該埋め込み構造化表面が、平面図における 200 mm / mm² 未満の隆起部全長 / 単位面積を特徴とする、項目 26 に記載のフィルム。

【0140】

項目 28. 該第 1 のピーク比が 0.5 未満であり、該第 2 のピーク割当が 0.5 未満である、項目 26 に記載のフィルム。

【0141】

項目 29. 該最密充填構造体が、平面図における等価円直径 (ECD) を特徴とし、該構造体が、15 マイクロメートル未満の平均 ECD を有する、項目 26 に記載のフィルム。

【0142】

20

項目 30. 該構造体が、10 マイクロメートル未満の平均 ECD を有する、項目 29 に記載のフィルム。

【0143】

項目 31. 光学フィルムであって、

複屈折性基材と、

該基材によって支持されるプリズム層であって、同じプリズム方向に沿って延在する複数の隣り合った線形プリズムを備える主表面を有する、プリズム層と、

より大きな第 1 の構造体及びより小さな第 2 の構造体を備える、該基材と該プリズム層との間に配設された埋め込み構造化表面であって、該第 1 及び第 2 の構造体の大きさが両方とも、2 つの直交面内方向に沿って制限される、埋め込み構造化表面と、を備え、

30

該第 1 の構造体が、該埋め込み構造化表面上に不均一に配置され、

該第 2 の構造体が、該第 1 の構造体の間に最密充填されて不均一に分散され、

該第 1 の構造体の平均の大きさが 15 マイクロメートル超であり、該第 2 の構造体の平均の大きさが 15 マイクロメートル未満である、光学フィルム。

【0144】

項目 32. 該第 1 の構造体の該平均の大きさが、20～30 マイクロメートルの範囲内である、項目 31 に記載のフィルム。

【0145】

項目 33. 該第 2 の構造体の該平均の大きさが、4～10 マイクロメートルの範囲内である、項目 31 に記載のフィルム。

40

【0146】

項目 34. 該埋め込み構造化表面が、該埋め込み構造化表面の構造体の等価円直径 (ECD) の二峰性分布を特徴とし、該二峰性分布が、第 1 及び第 2 のピークを有し、該より大きな構造体が、該第 1 のピークに対応し、該より小さな第 2 の構造体が、該第 2 のピークに対応する、項目 31 に記載のフィルム。

【0147】

項目 35. 光学フィルムであって、

複屈折性基材と、

該基材によって支持されるプリズム層であって、同じプリズム方向に沿って延在する複数の隣り合った線形プリズムを備える主表面を有する、プリズム層と、

50

該基材と該プリズム層との間に配設された埋め込み構造化表面と、を備え、該埋め込み構造化表面はツール構造化表面からの微細複製によって作製され、該ツール構造化表面が、第1の電気メッキプロセスを使用して金属を電着することにより金属の第1の層を形成し、第1の平均粗度を有する該第1の層の主表面をもたらすことと、第2の電気メッキプロセスを使用して該第1の層上に該金属を電着することにより該第1の層の該主表面上に該金属の第2の層を形成し、該第1の平均粗度よりも小さい第2の平均粗度を有する該第2の層の主表面をもたらすことと、によって作製され、該第2の層の該主表面が該ツール構造化表面に対応する、光学フィルム。

本発明の実施態様の一部を以下の態様[1] - [6]に記載する。

[態様 1]

光学フィルムであって、

複屈折性基材と、

前記基材によって支持されるプリズム層であって、同じプリズム方向に沿って延在する複数の隣り合った線形プリズムを備える主表面を有する、プリズム層と、

前記基材と前記プリズム層との間に配設され、隣接する構造体の間に隆起部が形成されるように配置された最密充填構造体を備える、埋め込み構造化表面であって、前記構造体の大きさが2つの直交面内方向に沿って制限される、埋め込み構造化表面と、を備え、

前記埋め込み構造化表面が、それぞれ第1及び第2の直交面内方向と関連付けられた第1及び第2のフーリエパワースペクトルによって特徴付け可能なトポグラフィーを有し、

前記第1のフーリエパワースペクトルが、ゼロ周波数に対応せず、かつ第1のベースラインを画定する2つの隣接する谷部分により境界を定められる1つ又はそれよりも多くの第1の周波数ピークを含む範囲で、いずれのそのような第1の周波数ピークも0.8未満の第1のピーク比を有し、前記第1のピーク比が、前記第1の周波数ピーク下面積で除した前記第1の周波数ピークと前記第1のベースラインとの間の面積に等しく、

前記第2のフーリエパワースペクトルが、ゼロ周波数に対応せず、かつ第2のベースラインを画定する2つの隣接する谷部分により境界を定められる1つ又はそれよりも多くの第2の周波数ピークを含む範囲で、いずれのそのような第2の周波数ピークも0.8未満の第2のピーク比を有し、前記第2のピーク比が、前記第2の周波数ピーク下面積で除した前記第2の周波数ピークと前記第2のベースラインとの間の面積に等しく、

前記埋め込み構造化表面が、平面図における200mm/mm²未満の隆起部全長/単位面積を特徴とする、光学フィルム。

[態様 2]

光学フィルムであって、

複屈折性基材と、

前記基材によって支持されるプリズム層であって、同じプリズム方向に沿って延在する複数の隣り合った線形プリズムを備える主表面を有する、プリズム層と、

前記基材と前記プリズム層との間に配設され、最密充填構造体を備える、埋め込み構造化表面であって、前記埋め込み構造化表面が、基準面及び該基準面に垂直な厚さ方向を画定する、埋め込み構造化表面と、を備え、

前記埋め込み構造化表面が、それぞれ第1及び第2の直交面内方向と関連付けられた第1及び第2のフーリエパワースペクトルによって特徴付け可能なトポグラフィーを有し、

前記第1のフーリエパワースペクトルが、ゼロ周波数に対応せず、かつ第1のベースラインを画定する2つの隣接する谷部分により境界を定められる1つ又はそれよりも多くの第1の周波数ピークを含む範囲で、いずれのそのような第1の周波数ピークも0.8未満の第1のピーク比を有し、前記第1のピーク比が、前記第1の周波数ピーク下面積で除した前記第1の周波数ピークと前記第1のベースラインとの間の面積に等しく、

前記第2のフーリエパワースペクトルが、ゼロ周波数に対応せず、かつ第2のベースラインを画定する2つの隣接する谷部分により境界を定められる1つ又はそれよりも多くの第2の周波数ピークを含む範囲で、いずれのそのような第2の周波数ピークも0.8未満の第2のピーク比を有し、前記第2のピーク比が、前記第2の周波数ピーク下面積で除し

10

20

30

40

50

た前記第 2 の周波数ピークと前記第 2 のベースラインとの間の面積に等しく、

前記最密充填構造体が、前記基準面内の等価円直径（ECD）及び前記厚さ方向に沿った平均高さを特徴とし、各構造体のアスペクト比が、前記構造体の前記 ECD で除した前記構造体の前記平均高さに等しく、

前記構造体の平均アスペクト比が 0.15 未満である、光学フィルム。

[態様 3]

光学フィルムであって、

複屈折性基材と、

前記基材によって支持されるプリズム層であって、同じプリズム方向に沿って延在する複数の隣り合った線形プリズムを備える主表面を有する、プリズム層と、

前記基材と前記プリズム層との間に配設され、湾曲したベース面を有する最密充填構造体を備える、埋め込み構造化表面と、を備え、

前記埋め込み構造化表面が、それぞれ第 1 及び第 2 の直交面内方向と関連付けられた第 1 及び第 2 のフーリエパワースペクトルによって特徴付け可能なトポグラフィーを有し、

前記第 1 のフーリエパワースペクトルが、ゼロ周波数に対応せず、かつ第 1 のベースラインを画定する 2 つの隣接する谷部分により境界を定められる 1 つ又はそれよりも多くの第 1 の周波数ピークを含む範囲で、いずれのそのような第 1 の周波数ピークも 0.8 未満の第 1 のピーク比を有し、前記第 1 のピーク比が、前記第 1 の周波数ピーク下面積で除した前記第 1 の周波数ピークと前記第 1 のベースラインとの間の面積に等しく、

前記第 2 のフーリエパワースペクトルが、ゼロ周波数に対応せず、かつ第 2 のベースラインを画定する 2 つの隣接する谷部分により境界を定められる 1 つ又はそれよりも多くの第 2 の周波数ピークを含む範囲で、いずれのそのような第 2 の周波数ピークも 0.8 未満の第 2 のピーク比を有し、前記第 2 のピーク比が、前記第 2 の周波数ピーク下面積で除した前記第 2 の周波数ピークと前記第 2 のベースラインとの間の面積に等しく、

前記埋め込み構造化表面が 95% 未満の光学的ヘイズを提供する、光学フィルム。

[態様 4]

光学フィルムであって、

複屈折性基材と、

前記基材によって支持されるプリズム層であって、同じプリズム方向に沿って延在する複数の隣り合った線形プリズムを備える主表面を有する、プリズム層と、

前記基材と前記プリズム層との間に配設され、最密充填構造体を備える、埋め込み構造化表面と、を備え、

前記埋め込み構造化表面が、それぞれ第 1 及び第 2 の直交面内方向と関連付けられた第 1 及び第 2 のフーリエパワースペクトルによって特徴付け可能なトポグラフィーを有し、

前記第 1 のフーリエパワースペクトルが、ゼロ周波数に対応せず、かつ第 1 のベースラインを画定する 2 つの隣接する谷部分により境界を定められる 1 つ又はそれよりも多くの第 1 の周波数ピークを含む範囲で、いずれのそのような第 1 の周波数ピークも 0.8 未満の第 1 のピーク比を有し、前記第 1 のピーク比が、前記第 1 の周波数ピーク下面積で除した前記第 1 の周波数ピークと前記第 1 のベースラインとの間の面積に等しく、

前記第 2 のフーリエパワースペクトルが、ゼロ周波数に対応せず、かつ第 2 のベースラインを画定する 2 つの隣接する谷部分により境界を定められる 1 つ又はそれよりも多くの第 2 の周波数ピークを含む範囲で、いずれのそのような第 2 の周波数ピークも 0.8 未満の第 2 のピーク比を有し、前記第 2 のピーク比が、前記第 2 の周波数ピーク下面積で除した前記第 2 の周波数ピークと前記第 2 のベースラインとの間の面積に等しく、

前記埋め込み構造化表面が、10～60%の範囲内の光学的ヘイズ及び10～40%の範囲内の光学的透明度を提供する、光学フィルム。

[態様 5]

光学フィルムであって、

複屈折性基材と、

前記基材によって支持されるプリズム層であって、同じプリズム方向に沿って延在する

複数の隣り合った線形プリズムを備える主表面を有する、プリズム層と、

前記基材と前記プリズム層との間に配設され、より大きな第 1 の構造体及びより小さな第 2 の構造体を備える、埋め込み構造化表面であって、前記第 1 及び第 2 の構造体の両方の大きさが 2 つの直交面内方向に沿って制限される、埋め込み構造化表面と、を備え、

前記第 1 の構造体が、前記埋め込み構造化表面上に不均一に配置され、

前記第 2 の構造体が、前記第 1 の構造体の間に最密充填されて不均一に分散され、

前記第 1 の構造体の平均の大きさが 1.5 マイクロメートル超であり、前記第 2 の構造体の平均の大きさが 1.5 マイクロメートル未満である、光学フィルム。

[態様 6]

光学フィルムであって、

複屈折性基材と、

前記基材によって支持されるプリズム層であって、同じプリズム方向に沿って延在する複数の隣り合った線形プリズムを備える主表面を有する、プリズム層と、

前記基材と前記プリズム層との間に配設された埋め込み構造化表面と、を備え、前記埋め込み構造化表面がツール構造化表面からの微細複製によって作製され、前記ツール構造化表面が、第 1 の電気メッキプロセスを使用して金属を電着することにより前記金属の第 1 の層を形成し、第 1 の平均粗度を有する前記第 1 の層の主表面をもたらすことと、第 2 の電気メッキプロセスを使用して前記第 1 の層上に前記金属を電着することにより前記第 1 の層の前記主表面上に前記金属の第 2 の層を形成し、前記第 1 の平均粗度よりも小さい第 2 の平均粗度を有する前記第 2 の層の主表面をもたらすことと、によって作製され、前記第 2 の層の前記主表面が前記ツール構造化表面に対応する、光学フィルム。

10

20

【図 1】

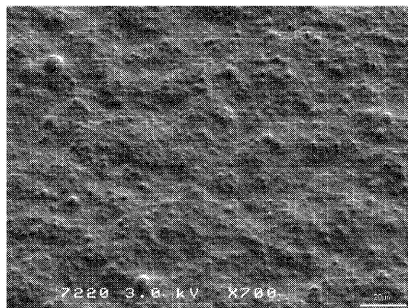


FIG. 1

【図 2】

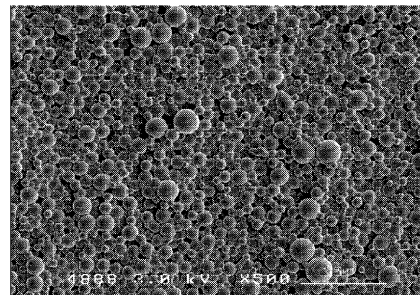


FIG. 2

【図 1 A】

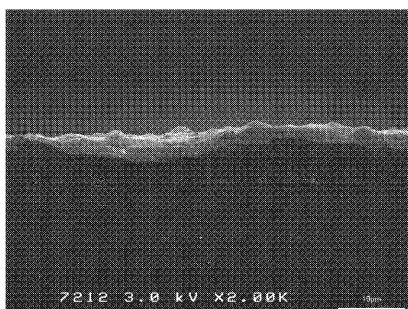


FIG. 1A

【図 3】

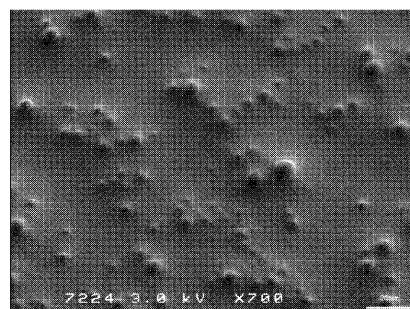


FIG. 3

【図 4】

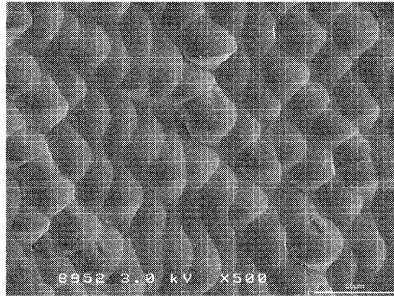


FIG. 4

【図 5】

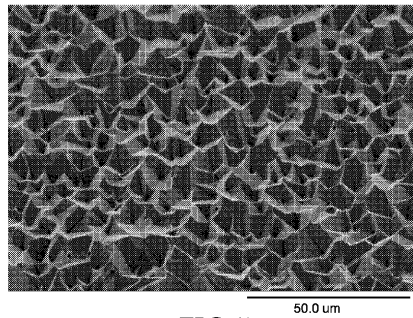


FIG. 5

【図 6】

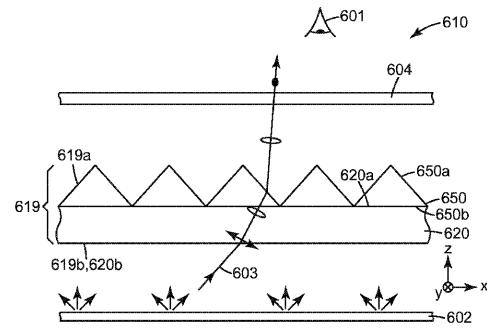


FIG. 6

【図 7】

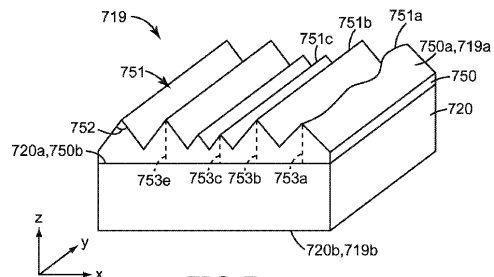


FIG. 7

【図 8】

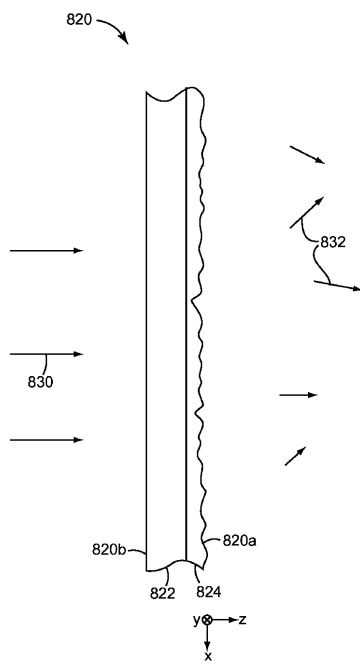


FIG. 8

【図 9】

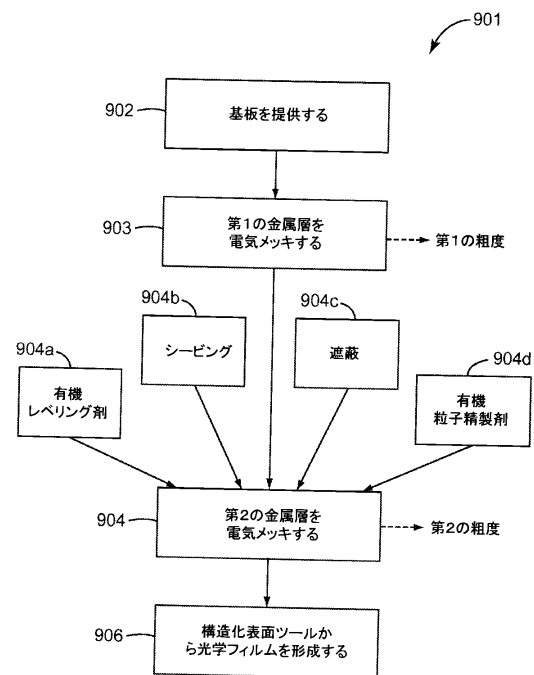


FIG. 9

【図 10】

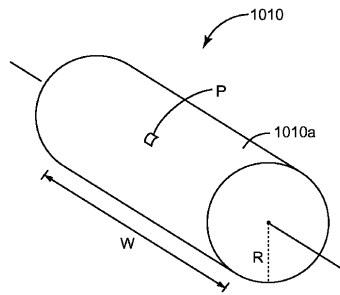


FIG. 10

【図 11 A】

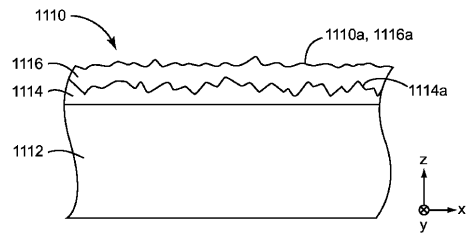


FIG. 11A

【図 11 B】

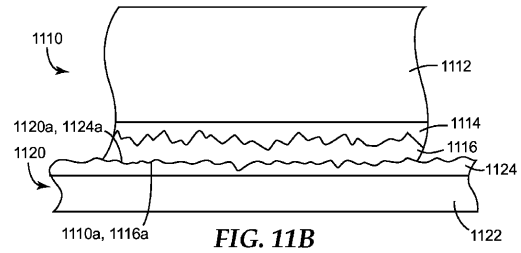


FIG. 11B

【図 11 C】

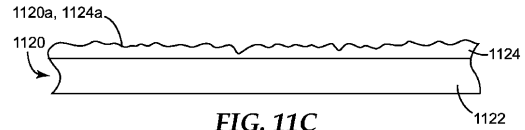


FIG. 11C

【図 12】

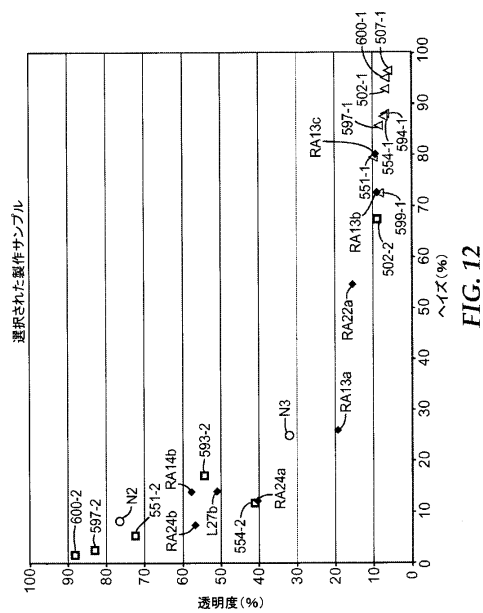


FIG. 12

【図 13】

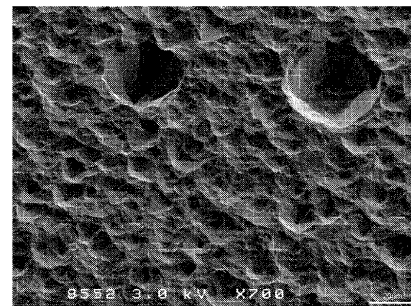


FIG. 13

【図 13 A】

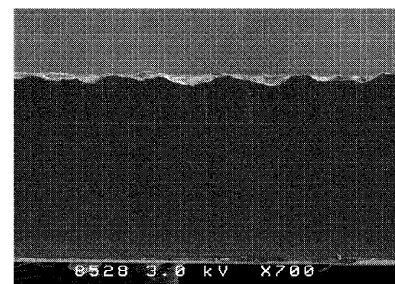


FIG. 13A

【図 14】

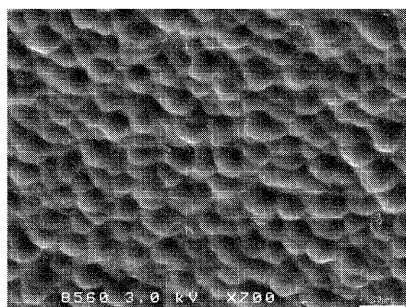


FIG. 14

【図 15】

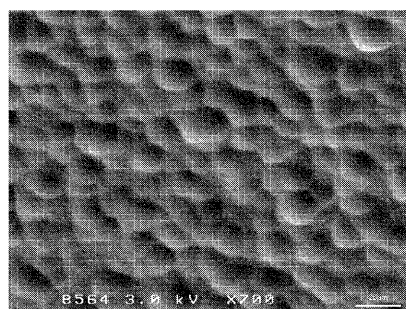


FIG. 15

【図 18】

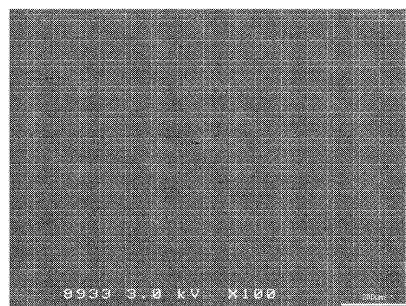


FIG. 18

【図 19】

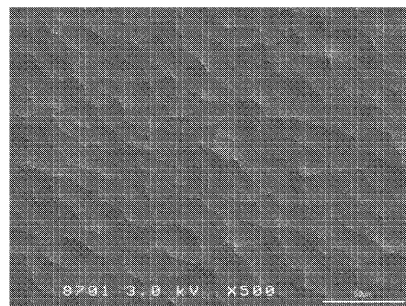


FIG. 19

【図 16】

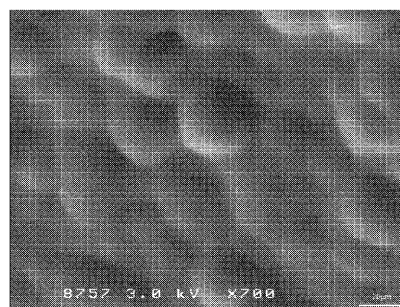


FIG. 16

【図 17】

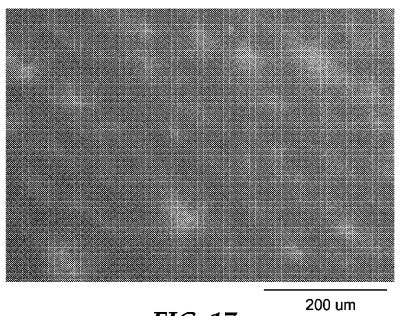


FIG. 17

【図 20】

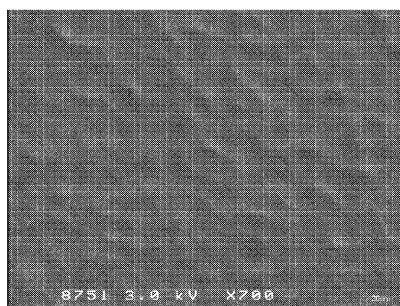


FIG. 20

【図 21】

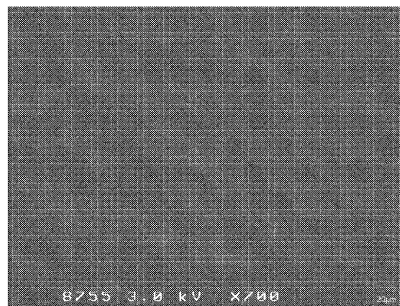


FIG. 21

【図 2 2】

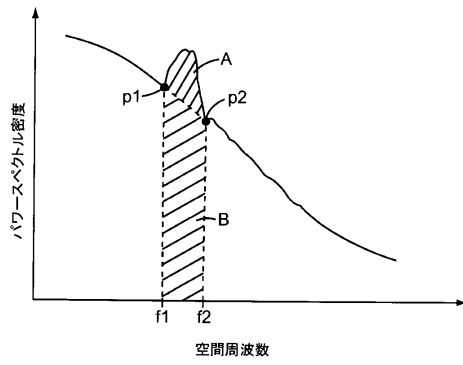


FIG. 22

【図 2 3 A】

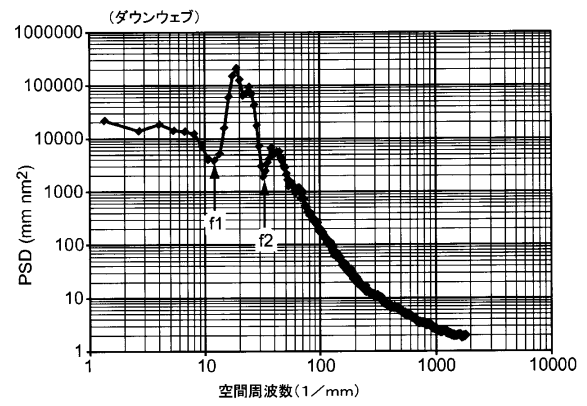


FIG. 23A

【図 2 3 B】

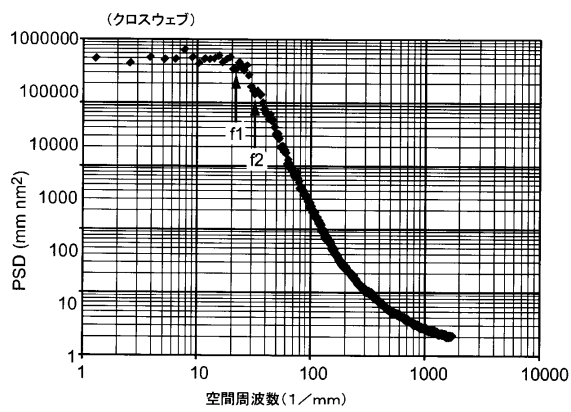


FIG. 23B

【図 2 4 A】

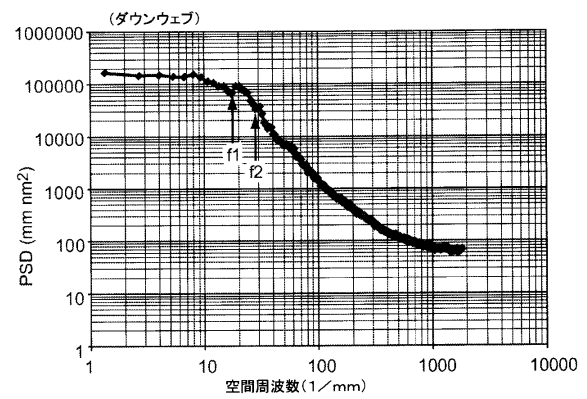
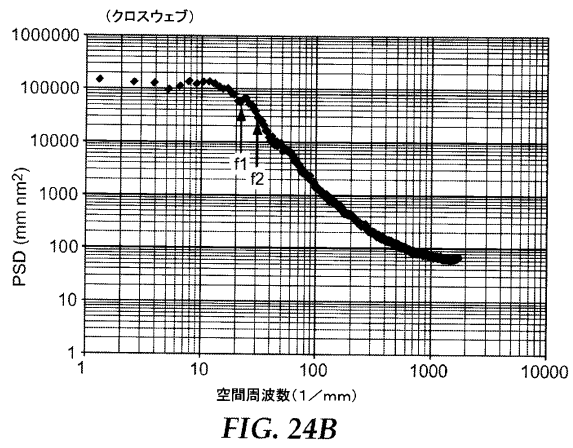
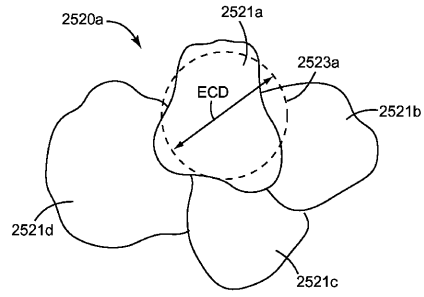


FIG. 24A

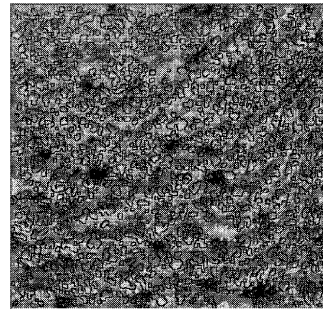
【図 24 B】



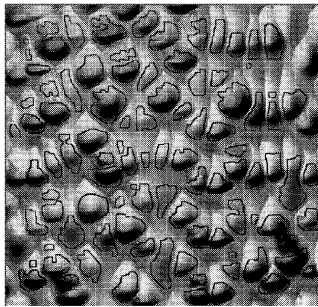
【図 25】



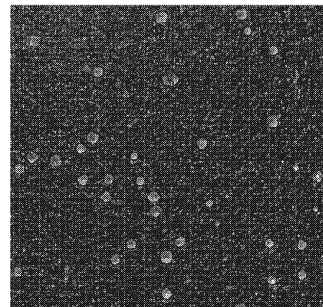
【図 26】



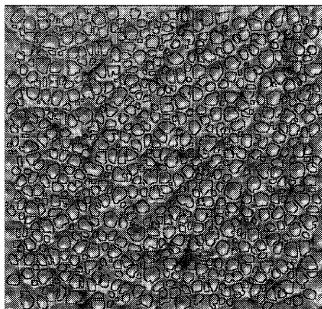
【図 27】



【図 29】



【図 28】



【図 30】

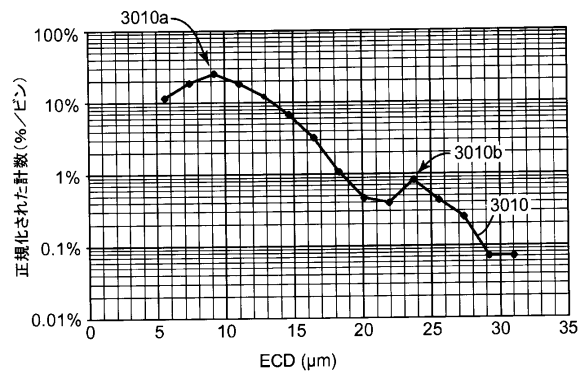


FIG. 30

【図 31】

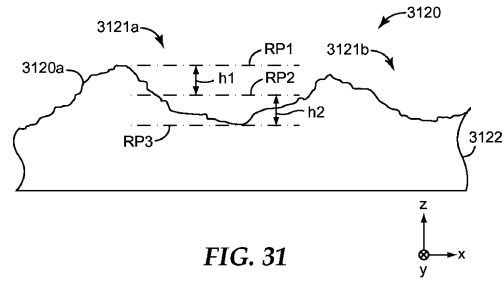


FIG. 31

【図 32】

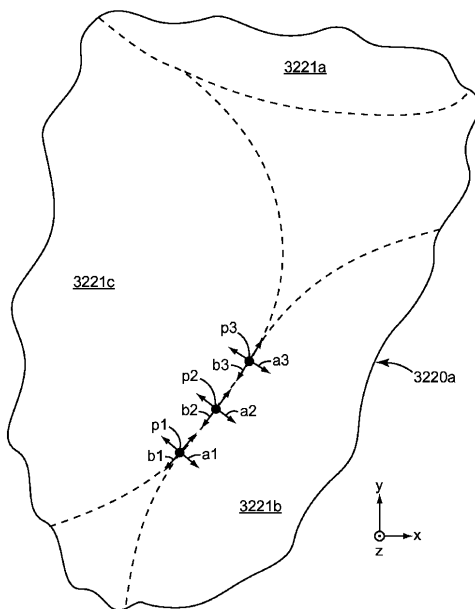


FIG. 32

【図 33A】

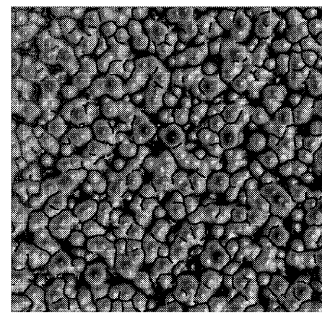


FIG. 33A

【図 33B】

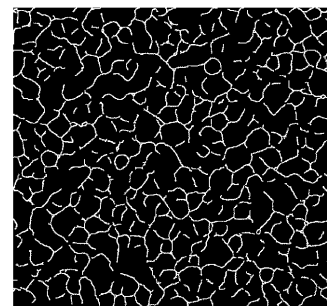


FIG. 33B

【図 3 4 A】

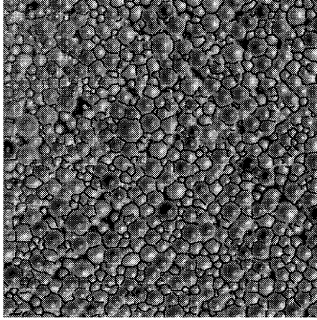


FIG. 34A

【図 3 4 B】

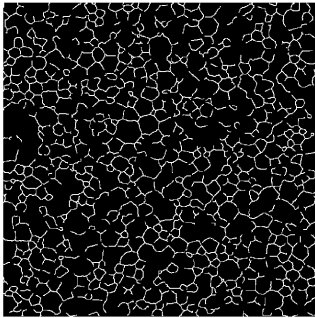


FIG. 34B

フロントページの続き

(74)代理人 100173107

弁理士 胡田 尚則

(74)代理人 100128495

弁理士 出野 知

(72)発明者 ゲイリー ティー . ボイド

アメリカ合衆国, ミネソタ 5 5 1 3 3 - 3 4 2 7, セント ポール, ポスト オフィス ボックス 3 3 4 2 7, スリーエム センター

(72)発明者 スティーブン ヒン - チュン コン

アメリカ合衆国, ミネソタ 5 5 1 3 3 - 3 4 2 7, セント ポール, ポスト オフィス ボックス 3 3 4 2 7, スリーエム センター

(72)発明者 トリ ディン ファム

アメリカ合衆国, ミネソタ 5 5 1 3 3 - 3 4 2 7, セント ポール, ポスト オフィス ボックス 3 3 4 2 7, スリーエム センター

(72)発明者 チーンピーン ワーン

アメリカ合衆国, ミネソタ 5 5 1 3 3 - 3 4 2 7, セント ポール, ポスト オフィス ボックス 3 3 4 2 7, スリーエム センター

審査官 廣田 健介

(56)参考文献 特開 2 0 1 0 - 2 5 6 8 4 4 (J P , A)

国際公開第 2 0 1 1 / 1 4 9 7 1 5 (W O , A 1)

特開 2 0 1 0 - 2 2 4 4 2 7 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

G 0 2 B 5 / 0 0 - 5 / 1 3 6