

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6339368号
(P6339368)

(45) 発行日 平成30年6月6日(2018.6.6)

(24) 登録日 平成30年5月18日(2018.5.18)

(51) Int.Cl.

F 1

G02B 5/02	(2006.01)	GO2B 5/02	A
H05B 33/02	(2006.01)	GO2B 5/02	B
H05B 33/10	(2006.01)	H05B 33/02	
H01L 51/50	(2006.01)	H05B 33/10	
		H05B 33/14	A

請求項の数 2 (全 39 頁)

(21) 出願番号 特願2013-534935 (P2013-534935)
 (86) (22) 出願日 平成23年10月4日 (2011.10.4)
 (65) 公表番号 特表2013-546014 (P2013-546014A)
 (43) 公表日 平成25年12月26日 (2013.12.26)
 (86) 國際出願番号 PCT/US2011/054704
 (87) 國際公開番号 WO2012/054229
 (87) 國際公開日 平成24年4月26日 (2012.4.26)
 審査請求日 平成26年9月3日 (2014.9.3)
 審判番号 不服2017-586 (P2017-586/J1)
 審判請求日 平成29年1月16日 (2017.1.16)
 (31) 優先権主張番号 12/908,804
 (32) 優先日 平成22年10月20日 (2010.10.20)
 (33) 優先権主張國 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 敏
 (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】滲みを低減した、画素化されたOLED出力を増加させるための光抽出フィルム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

外側表面を有する自発光型の画素化された光源からの光抽出を強化するための光抽出フィルムであって、前記抽出フィルムは、前記光源の前記外側表面に取り付けられるよう適合される主要結合表面を有し、前記抽出フィルムは、

可撓性キャリアフィルムと、

前記キャリアフィルムによって担持される第1層及び第2層と、を含み、前記第1層及び前記第2層はそれらの間に、光抽出要素の構造化表面を形成する埋め込まれたインターフェースを画定し、前記光抽出要素は、レンズ状プリズム、又はレンズの形状を有し、

前記第1層は、ナノ中空層であり、かつ有機系ポリマー結合剤を含み、前記第1層はまた、前記第2層と前記キャリアフィルムとの間に配置され、

前記第2層は、前記第1層よりも大きい屈折率を有し、前記第1層は1.35未満の屈折率を有し、

前記主要結合表面が、前記構造化表面の反対側の前記第2層の表面であり、前記第2層は、前記構造化表面と前記主要結合表面との間のランド部分を含み、

前記構造化表面は、少なくとも15マイクロメートルの構造高さ及び0.3超のアスペクト比を有し、前記ランド部分は、50マイクロメートル未満の厚さを有し、

前記有機系ポリマー結合剤が光硬化性材料を含み、

前記第1層の厚さは500nm以上である、光抽出フィルム。

【請求項2】

10

20

自発光型の画素化された光源の光出力を、前記光源の画素を実質的に滲ませることなく、強化する方法であって、

外側表面を有する自発光型の画素化された光源を提供する工程と、

主要結合表面を有する光抽出フィルムを提供する工程であって、前記抽出フィルムは、可撓性キャリアフィルムと、

前記キャリアフィルムによって担持される第1層及び第2層と、を含み、前記第1層及び前記第2層はそれらの間に、光抽出要素の構造化表面を形成する埋め込まれたインターフェースを画定し、前記光抽出要素は、レンズ状プリズム、又はレンズの形状を有し、

前記第1層はナノ中空層であり、かつ有機系ポリマー結合剤を含み、前記第1層はまた1.35未満かつ、前記第2層よりも小さい屈折率を有し、

前記主要結合表面が、前記構造化表面の反対側の前記第2層の表面であり、前記第2層は、前記構造化表面と前記主要結合表面との間のランド部分を含み、

前記構造化表面は、少なくとも15マイクロメートルの構造高さ及び0.3超のアスペクト比を有し、前記ランド部分は、50マイクロメートル未満の厚さを有する、工程と、

前記抽出フィルムの前記主要結合表面を、前記自発光型の画素化された光源の前記外側表面に取り付ける工程と、を含み、

前記有機系ポリマー結合剤が光硬化性材料を含み、

前記第1層の厚さは500nm以上である、方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

20

【0001】

本発明は概して、有機発光デバイス(OLED)(有機発光ダイオードとも呼ばれることがある)として既知の自発光型デバイスへの特定の用途を有する、半導体自発光デバイスから出た光を結合して、その輝度を増加させるように調整された構造化表面を有する光学フィルムに関する。本発明はまた、関連物品、システム、及び方法に関する。

【背景技術】

【0002】

多種多様のOLEDが既知である。「底面発光」OLEDと称される、いくつかのOLEDは、上部にOLEDが製造される透明基材を通じて光を放射する。反対方向、すなわち上部にOLEDが作製される基材から離れるように、光を放射する「上面発光」OLEDと呼ばれるものもある。一部のOLEDは、ピクセル(画像素子)又はサブピクセル(ピクセルとして一緒に分類されるが、個々にアドレス可能な、異なる色のエミッターのうちの1つ)と個別に呼ばれる、個々にアドレス可能なOLEDエミッターのアレイを形成するようパターン形成されると呼ばれる、個々にアドレス可能なOLEDエミッターを形成するようパターン形成される。このような画素化されたOLEDは、例えば携帯電話及び同様な最終用途などデジタルディスプレイデバイスにおける使用に人気が高まっている。画素化されたOLEDとは対称的に、他のOLEDは1つの放射領域のみを有するように設計されており、これは対象用途によって小さく、狭い、又は大きく、広いことがある。

【0003】

30

一部のOLED製造業者及び設計者にとっての懸案事項の1つは、それらの設計の特異性による、OLEDが示す、最適未満の効率性である。OLED、又はいずれか他の自発光型光源の外部効率は、デバイスによって放射された全光学的放射の出力を、デバイスによって消費される合計電力で割ることによって計算することができる。OLEDの外部効率は、高解像度ディスプレイに使用される画素化されたOLEDから、照明システムに使用される非画素化OLEDまでの範囲で、多くの異なるOLED用途に関して有意な設計パラメータである。なぜならば外部効率は、消費電力、輝度、及び寿命などデバイスの特性に影響を与えるからである。OLEDの外部効率は、OLED積層体自体の活性放射層内の光学損失(高屈折率の有機層及び酸化インジウムスズ内の導波モードによる)によって、中間屈折率基材内の光学損失によって、及び最後に、カソード(アノード)の金属の

40

50

表面プラズモンポラリトンでの励起子消失によって、有意に制限されているということを多くのグループが実証してきた。最大可能内部効率（すなわち内部効率100%）を呈するOLEDデバイスでは、上記の損失のために、生成された光放射の約75~80%が内部で消散され、結果これに伴って外部効率が減少する。OLEDデバイスの要素として、カラーフィルタ又は円偏光板などの追加の光学構成要素が含まれる場合は、かかる構成要素は追加の光学損失、及び更には、より低い外部効率を生じる場合がある。

【0004】

一部の光学フィルムは既に、OLEDデバイスからの光の抽出を強化するために提案されている。この関連においては、米国特許出願公開第2009/0015142号（Pottsら）、同第2009/0015757号（Pottsら）、及び同第2010/0110551号（Lamanskyら）に参照されている。10

【発明の概要】

【課題を解決するための手段】

【0005】

OLED及び他の自発光型光源との組み合わせで使用して、放射された光を増加させ、損失を減少させるように、かかるデバイスからの光を抽出することができる光学フィルムの新しい系統を本発明者らは開発した。開示された光抽出フィルムは画素化されたOLEDとの組み合わせにおいて特に有効である。

【0006】

開示される光学フィルムは、有意な画素滲みを取り入れることなく、自発光型の画素化されたOLEDからの光抽出を強化するために有用である。抽出フィルムは典型的に、可撓性キャリアフィルムと、このキャリアフィルムによって担持される第1層及び第2層を含む。第1層はナノ中空モルホロジーを有してもよく、かつポリマー結合剤を含んでもよく、並びに1.35又は1.3未満の屈折率を有してもよい。光抽出要素の埋め込まれた構造化表面が第1層と第2層との間に形成される。抽出フィルムは、光源の外側表面に取り付けるための主要結合表面を含む。このフィルムは好ましくは、構造化表面と主要結合表面との間のランド部分が指定された量よりも薄い、例えばキャリアフィルムの厚さの50、25、又は10マイクロメートル未満であるように構成される。20

【0007】

本願はまた、とりわけ外側表面を有する自発光型の画素化された光源からの光抽出を強化するための光抽出フィルムを開示し、この抽出フィルムは、光源の外側表面に取り付けるように適合される主要結合表面を有する。かかる抽出フィルムは、可撓性キャリアフィルムと、このキャリアフィルムによって担持される第1層及び第2層を含む。第1層及び第2層はそれらの間に、光抽出要素の構造化表面を形成する埋め込まれたインターフェースを画定し、第1層はナノ中空モルホロジーを有してもよく、かつポリマー結合剤を含んでもよい。第1層はまた、第2層とのキャリアフィルムとの間に配置されてもよい。第2層は、第1層よりも大きい屈折率を有し、第1層は1.35未満の屈折率を有してもよい。30

【0008】

ある場合では、主要結合表面は、構造化表面の反対側の第2層の表面であってもよく、第2層は構造化表面と主要結合表面との間のランド部分を含んでもよい。ある場合は、ランド部分は50マイクロメートル未満、25マイクロメートル未満若しくは10マイクロメートル未満、又は0.1~25マイクロメートルの範囲の厚さを有してもよい。ある場合では、ランド部分はキャリアフィルムよりも薄くてもよい。いくつかの場合においては、第1層は1.3未満の屈折率を有してもよい。いくつかの場合においては、第2層は1.4超の屈折率を有してもよい。ある場合では、第1層と第2層との間の屈折率は少なくとも0.3、又は少なくとも0.4、又は少なくとも0.5であってもよい。ある場合では、第2層は光透過性ポリマーを含み得る。ある場合では、ポリマーは光透過性粘弹性物質を含み得る。ある場合では、フィルムは主要結合表面を覆う剥離ライナー又はプレマスクカバーを更に含んでもよい。ある場合では、光抽出要素は1マイクロメートル超のピッ40

チを有してもよい。

【0009】

ある場合では、抽出フィルムは、自発光型の画素化された光源と組み合わされてもよく、光抽出フィルムは、自発光型の画素化された光源と連結し、光源からの光の抽出を強化させる。ある場合では、抽出フィルムは、光源の外側表面に、それらの間にエアギャップを有さずに取り付けることができる。ある場合では、構造化表面は、50マイクロメートル未満、若しくは25マイクロメートル未満、若しくは10マイクロメートル未満、又は0.1～25マイクロメートルの範囲の厚さを有するランド部分によって主要結合表面から分離され得る。ある場合では、自発光型の画素化された光源は、画素化された光源を平坦化させる光結合層を含んでもよく、光源の外側表面は、光結合層の外側表面である。ある場合では、光結合層は少なくとも1.4、又は1.5、又は1.6、又は1.7の屈折層を有してもよい。ある場合では、画素化された光源は、25マイクロメートル未満の、少なくとも1つの横方向寸法を有する画素を含んでもよい。ある場合では、光抽出要素は1マイクロメートル超のピッチを有してもよい。10

【0010】

本発明者らはまた、自発光型の画素化された光源の光出力を、光源の画素を実質的に滲ませることなく、強化する方法を開示する。本方法は、外側表面を有する自発光型の画素化された光源を提供する工程と、主要結合表面を有する光抽出フィルムを提供する工程と、抽出フィルムの主要結合表面を、自発光型の画素化された光源の外側表面に取り付ける工程と、を含んでもよい。このような方法の光抽出フィルムは、可撓性キャリアフィルムと、このキャリアフィルムによって担持される第1層及び第2層と、を含んでもよく、第1層及び第2層はそれらの間に、光抽出要素の構造化表面を形成する埋め込まれたインターフェースを画定する。第1層はナノ中空モルホロジーを有してもよく、かつポリマー結合剤を含んでもよく、並びに1.35未満又は第2層よりも小さい屈折率を有してもよい。20

【0011】

ある場合では、自発光型の画素化された光源は、画素化された光源を平坦化させる光結合層を含んでもよく、光源の外側表面は、光結合層の外側表面であってもよい。ある場合では、取り付ける工程は、ランド部分が、光抽出フィルムの構造化表面と光源の外側表面との間に画定されるように実施される。ある場合では、ランド部分は、50マイクロメートル未満の厚さを有する。ある場合では、ランド部分は25マイクロメートル未満の厚さを有してもよい。ある場合では、ランド部分は10マイクロメートル未満の厚さを有してもよい。ある場合では、ランド部分はキャリアフィルムよりも薄くてもよい。30

【0012】

関連する方法、システム、及び物品も説明される。

【0013】

本願のこれらの態様及び他の態様は、以下の詳細な説明から明らかとなろう。しかし、決して、上記概要は、請求された主題に関する限定として解釈されるべきでなく、主題は、手続処理の間補正することができる添付の特許請求の範囲によってのみ規定される。40

【図面の簡単な説明】

【0014】

【図1】一般化されたOLED光源の概略側面図又は断面図。

【図2】バックフィルされたナノ中空微細構造化物品を形成する例示的プロセスの概略図。50

【図3】ナノ中空微細構造化層の一部の概略的立面図。

【図3a】第2層の第1層との相互貫入を示している、第1ナノ中空層と第2層との間の境界面の一部の概略断面図。

【図4】表面発光OLEDと共に使用することができる他の光抽出フィルムの概略側面図又は断面図。

【図5】どのように特定の光抽出フィルムが、表面発光OLEDに適用され得るかという

ことを示す概略側面又は断面図。

【図6】代表的な画素化されたOLEDデバイスの概略平面図。

【図7a】画素化された表面発光OLEDに適用される、普通の光抽出フィルムから得られるデバイスの概略側面又は断面図。

【図7b】画素化された表面発光OLEDに適用される、本明細書に開示の光抽出フィルムから得られるデバイスの概略側面図又は断面図。

【図8a】どのように円の弧が画定され得るかということを示す図。

【図8b】その画定された弧が、抽出要素として使用可能な三次元の砲弾様の形状を画定するためにどのように使用され得るか示す図。

【図8c】かかる抽出要素のアレイを含む構造化表面を有する、製造された材料の平面図を示す顕微鏡写真。 10

【図9a】特定の表面発光OLEDの、実際の測定された色の変形例と、光抽出フィルムが同じOLEDに適用される、モデル化されたデバイスの計算された色の変形例を比較するグラフ。

【図9b】図9aのものと同じグラフ。が、異なる光抽出フィルムがOLEDに適用されるモデル化されたデバイスのもの。

【図9c】図9aのものと同じグラフ。が、異なる光抽出フィルムがOLEDに適用されるモデル化されたデバイスのもの。

【図10】代表的なOLEDの画素の上面図又は正面図。

【図11a】厚さ50マイクロメートル、5マイクロメートル、及び1マイクロメートルをそれぞれ有する抽出フィルムのための点像分布関数のプロット。 20

【図11b】厚さ50マイクロメートル、5マイクロメートル、及び1マイクロメートルをそれぞれ有する抽出フィルムのための点像分布関数のプロット。

【図11c】厚さ50マイクロメートル、5マイクロメートル、及び1マイクロメートルをそれぞれ有する抽出フィルムのための点像分布関数のプロット。

【図12a】OLEDの画素が、厚さ50マイクロメートル、5マイクロメートル、及び1マイクロメートルをそれぞれ有する光学抽出フィルムの抽出機構によって滲んだ後の、OLEDの外観のプロット。

【図12b】OLEDの画素が、厚さ50マイクロメートル、5マイクロメートル、及び1マイクロメートルをそれぞれ有する光学抽出フィルムの抽出機構によって滲んだ後の、OLEDの外観のプロット。 30

【図12c】OLEDの画素が、厚さ50マイクロメートル、5マイクロメートル、及び1マイクロメートルをそれぞれ有する光学抽出フィルムの抽出機構によって滲んだ後の、OLEDの外観のプロット。

【0015】

図中、同様の参照番号は同様の構成要素を示す。

【発明を実施するための形態】

【0016】

図1は、OLED 100の一実施形態を高度に簡略化した概略の方式で示す。OLED 100は、底面発光又は表面発光OLEDのいずれかであってもよく、2つの光学的に厚い層112、114に挟まれた薄い放射領域110を含む。層112、114は、水蒸気及び酸素を放射領域110から外に保持するためのバリア層として機能し、層112、114は、その上でOLED 100を成長させ、堆積され、又は積層される基材として機能し得る。別の実施形態では、厚い層112、114のうちの1つは、不活性ガス又は真空に置き換えられてもよい。放射領域110は、印加された電流又は電界に反応して、所望の波長の光を放射するように調整された1つ以上の従来の有機層を含んでもよい。印加された電流は、その主表面が、放射領域の外側表面110a、110と一致することができる電極によって供給され得る。少なくとも1つの電極は、例えば表面110aにおいて堆積されたものは透明である。電極及び有機放射層は典型的に、その屈折率が約1.5よりも実質的に大きい材料から作製される。例えば、酸化インジウムスズ(ITO)か 40

ら作製された透明電極は、約1.8の屈折率を有し、典型的な光放射有機材料は、1.6～1.8の範囲の屈折率を有してもよい。比較的高屈折率を有する上に、放射領域はまた典型的に非常に薄く、例えば、およそ可視光の波長又はそれ以下である。例えば、ITO電極は、およそ約150nmの厚さを有してもよく、放射性有機層は、およそ約100nmの厚さを有してもよいが、勿論、他の厚さが使用されてもよい。

【0017】

放射領域とは対称的に、層112、114は光学的に厚い、すなわち可視光の波長よりも実質的に大きい厚さを有するだけでなく、それらはまた放射領域110のものよりも小さい屈折率を有する。例えば、層112、114は、その屈折率が約1.5であるガラス又はプラスチックを含んでもよい。結果として、薄い放射領域110は、導波電磁場116として図1に概して示されている、1つ以上の導波モードにおいて、有機材料によって放射される光の一部を捕捉することができる。放射領域110における有機材料に電圧を加えるために電流が印加されるとき、光は全方向で放射される。この光の一部は、光線115によって示され、光が層112又は114内に屈折し、かつ放射領域110から出るのを可能にする方向において伝播する。放射された光の他の部分は、高屈折率領域110において捕捉され、場116によって示される1つ以上の導波モードのような領域に沿って伝播する。場116は典型的に、境界又は表面110a、110bからの距離の関数として指數関数的に減衰する電界強度を有し、減衰の詳細は、領域110と隣接する光学的に厚い層112若しくは114と間の屈折率、並びに2つ以上のモードが指示されている場合は、特定の導波モードによる。領域110の外の場116の指數関数的に減衰している部分は、エバネセント波と呼ばれる。最も実用的な場合では、エバネセント波は、例えば、領域110の対応する外側表面に隣接する層112若しくは114の境界領域において、放射領域110の非常に短い距離内にのみ存在すると考えることができ、その厚さは、およそ可視光の波長、例えばおよそ1マイクロメートル以下である場合があり、あるいは、光学的に厚い層が、高屈折率領域のものに近い屈折率を有する場合は、幾分大きい場合がある。

【0018】

放射領域110を出る光115の中でも、光の一部は、光が層112から外に屈折するよう十分小さい角度によって、OLED110の厚い軸又は光学軸から離れる方向に沿って光が移動する。そのような光はしたがって、OLED100から周囲の空気媒質内に逃げることができ（図1の「空気」媒質は、標準的な大気、又は真空、又は好適な不活性気体のうちのいずれか1つを指す場合がある）、最終的には観察者120又は他の光学構成要素に達することができる。光線115a及び115bはこの逃げる光の代表的なものである。光線115aは、角度₁で外側表面112aにおける空気境界面に衝突し、角度は、光がOLEDデバイスから外へ、かつ包囲する空気媒質内に反射されるように十分小さい。光線115bは、角度₂における空気境界面に衝突し、これは₁よりも大きく、層112の臨界角に近いが、臨界角よりもわずかに小さく、これによって反射光は視射角付近で、包囲する空気媒質内に出る。光線115cへのこの進行を辿った場合、放射領域110から逃げる光線115の一部は、層112から外に屈折されるには大きすぎる角度によって、OLED100の厚さ若しくは光学軸から離れる方向に沿って移動する。したがって、光線115cは、層112の臨界角よりも大きい角度₃における空気境界に衝突し、したがって、光線115cが表面112において合計内部反射させ、OLED100内で捕捉させる。

【0019】

したがって、2つの方法（放射領域110と関連付けられる導波モードにおいて、及びデバイスの空気境界面112aにおける全内部反射（TIR）において）のうちの1つで光はOLEDデバイス100内に捕捉され得るということが分かる。両方の場合では、捕捉された光は典型的には、最終的に吸収され、OLED100のより低い輝度、より低い効率、及びより高い損失を生じる。放射領域に捕捉された光に関連する損失を導波損失と呼び、OLEDの外側表面におけるTIRによる光の捕捉に関連する損失を基材損失と

呼ぶ。OLEDにおける損失メカニズムの更なる説明は、Luらの「Optimization of external coupling and light emission in organic light-emitting devices: modeling and experiment」(91 J. Appl. Phys. (Jan. 15, 2002), pp. 595~604)に見出すことができる。

【0020】

ナノ中空層

本明細書に開示される例示の光抽出フィルムは、少なくとも1つのナノ中空層を組み込む。ナノ中空層は、複数の相互に連結された空隙又は結合剤中に分散した空隙の網状組織を含む。複数又はネットワーク中の少なくとも一部の空隙は、中空トンネル又は中空トンネル様通路を介して互いにつながっている。空隙は、好ましくは層の体積の十分に大きい部分を占めるが、個々の寸法は、ナノ中空層が非常に屈折率の低い、例えば1.35未満、又は1.3未満の材料のように光学的に機能するように十分小さい。このような層は、以下で更に十分に論証するように、光抽出フィルムで用いるのに特に有利である。いくつかの場合においては、ナノ中空層は、例えば1.15~1.35、又は1.15~1.3の範囲の屈折率を示し得る。ナノ中空層は、好ましくは、微細構造化される、すなわち、1ミリメートル未満の少なくとも1つの寸法、及びいくつかの場合においては50ナノメートル~500マイクロメートル、又は50ナノメートル~100マイクロメートル、又は50ナノメートル~1マイクロメートルの範囲であり得る、少なくとも1つの寸法を有するレリーフ機構を伴う非円滑又は非平面表面を有するように意図的に合わせられる、少なくとも1つの主面を有する。

【0021】

図2及び3に関連して、ナノ中空層を製作する代表的な方法、並びにこのような層が呈し得る機構及び特性について記載する。好適なナノ中空層に関する更なる詳細及びそれらの製造は、本願と同日付けに出願され、その全体を本明細書に援用するものである、本願と同一譲受人に譲渡された米国特許出願XXX号(代理人整理番号66015US005)、発明の名称「Optical Films With Microstructured Low Refractive Index Nanovoided Layers and Methods Therefor」に見出すことができる。

【0022】

まず図2に戻ると、ここには、バックフィルされたナノ中空微細構造化物品250を形成する代表的なプロセス220、及びこののような物品を製造するための対応するシステムが示される。プロセス220は、基材216上にコーティング溶液215を配置する工程を含む。基材216は、好ましくは、ポリマー及び/又は他の好適な材料で作られる可撓性フィルムであり、このフィルムは、図2に示されるようなロールツーロール加工システムにおいて、自立支持フィルム又はキャリアフィルムとして用いるのに好適なものにする厚さ、組成物、及びその他の物理的特性を有している。典型的には、このような基材、つまりキャリアフィルムは、従来の光透過性ポリマー材料で作られる場合、意図しない過度の延伸、巻き上がり、又はゆがみがない状態で、巻き戻され、ロールツーロール加工システムで処理され、及び再度巻き取られるのに、又は1つ以上の加工操作(例えばスリット付け、又は個々のシート若しくは片への分離)にかけられるのに十分な強度を有するために、少なくとも約0.002インチ(約50マイクロメートル)の物理的厚さを有する。

【0023】

いくつかの場合においては、例えばスロットコーターダイなどのダイ214を用いて、コーティング溶液215を塗布できる。コーティング溶液215は、重合性材料及び溶媒を含む。次に、プロセス220は、コーティング溶液215が微細複製ツール212に接触している間に重合性材料を重合し、微細構造化層230を形成する工程を含む。続いて、例えばオープン235により、微細構造化層230から溶媒が除去され、ナノ中空微細構造化物品240を形成する。次に、プロセス220は、ナノ中空微細構造化物品240上にポリマー材料245を配置し、バックフィルされたナノ中空微細構造化物品250を

10

20

30

40

50

形成する工程を含む。例えばスロットコーダーダイなどのダイ 244 を用いて、又は別の好適な手段により、ポリマー材料 245 を塗布できる。別の方針として、ポリマー材料 245 をナノ中空微細構造化物品 240 上に積層し、ナノ中空微細構造化物品 250 を形成してよい。

【0024】

微細複製ツール 212 は、任意の有用な微細複製ツールであってよい。微細複製ツール 212 は、微細複製表面がロールの外面にあるロールとして図示される。微細複製装置は円滑なロールを含んでよく、微細複製ツールが、コーティング溶液 215 に接触する基材 216 の構造化表面であることも想到される。図示される微細複製ツール 212 は、ニップロール 221 及び引き取りロール 222 を備える。紫外線バンクなどの硬化源 225 は、コーティング溶液 215 が微細複製ツール 212 と接触して微細構造化層 230 を形成する間、基材 216 及びコーティング溶液 215 に向いているように図示されている。いくつかの実施形態では、基材 216 は、コーティング溶液 215 まで硬化光を透過し、コーティング溶液 215 を硬化して微細構造化層 230 を形成することができる。別の実施形態では、硬化源 225 は熱源であり、コーティング溶液 215 は熱硬化材料を含む。硬化源 225 は、図示されるように、又は微細複製ツール 212 内部に配置されてよい。硬化源 225 が微細複製ツール 212 内部に配置されるとき、微細複製ツール 212 は光をコーティング溶液 215 まで透過し、コーティング溶液 215 を硬化して微細構造化層 230 を形成することができる。

【0025】

ナノ中空微細構造化物品を形成するプロセスは、例えば硬化後の工程又は更なる重合工程などの、追加の加工工程を含んでよい。いくつかの場合においては、溶媒除去工程に続いて、硬化後の工程がナノ中空微細構造化物品に適用される。いくつかの実施形態では、これらの方法は、ウェブベースの材料の製造にとって一般的な追加の処理装置、例えば、アイドラー ロール、引張りローラー、操縦機構、コロナ又は火炎処理装置などの表面処理装置、積層ローラーなどを含むことができる。いくつかの場合においては、これらの方法は、異なるウェブ経路、コーティング技術、重合装置、重合装置の位置、乾燥オープン、調整セクション等を利用することができ、記載されたセクションのいくつかは任意であってよい。いくつかの場合においては、プロセスの 1 つ、一部、又は全部の工程を「ロールツーロール」プロセスとして実施してよく、少なくとも 1 つの基材ロールが実質的に連続プロセスを通過し、別のロールで終わる、又はシート化、積層、スリット付けなどを介して変形される。

【0026】

ここで図 3 に戻ると、ここではナノ中空微細構造化層 300 の一部の概略的立面図が示される。このナノ中空微細構造化層 300 は 2 つの平面的な外側表面 330、332 を有するように図示されているが、外側表面 330、332 のうち少なくとも 1 つが微細構造化され、本明細書で更に記載するような解放又は抽出機構を形成すると理解される。

【0027】

代表的なナノ中空微細構造化層 300 は、結合剤 310 中に分散した、複数の相互に連結された空隙又は空隙 320 の網状組織を含む。複数又はネットワーク中の少なくとも一部の空隙は、中空トンネル又は中空トンネル様通路を介して互いにつながっている。相互に連結された空隙は、元々コーティングされたフィルムの一部を形成し、重合性材料の硬化後、オープン又は他の手段によってフィルムから追い出された溶媒の相互に連結された塊の名残であり得る。空隙 320 の網状組織は、図 3 に示すように、相互に連結された空隙又は孔 320A ~ 320C を含むと考えられる。空隙は、必ずしも物質及び / 又は微粒子を全く含んでいない必要はない。例えば、いくつかの場合においては、空隙は、例えば結合剤及び / 又はナノ粒子を含む、1 つ以上の小さな纖維様物体又はひも様物体を含み得る。一部の開示されるナノ中空微細構造化層は、多数の組の相互に連結された空隙又は多数の空隙の網状組織を含み、各組又は網状組織中の空隙は相互に連結されている。いくつかの場合においては、多数又は多数の組の互いに連結された空隙に加えて、ナノ中空微細

10

20

30

40

50

構造化層はまた、複数の閉鎖された、又は連結されていない空隙、つまり空隙がトンネルを介して他の空隙に連結されていない空隙も含んでよい。空隙 320 の網状組織が、ナノ中空層 300 の第 1 主面 330 から対向する第 2 主面 332 まで延びる 1 つ以上の通路を形成する場合、層 300 は多孔質層であると説明されてよい。

【0028】

一部の空隙は、ナノ中空微細構造化層の表面に存在し、又はこの表面を遮ることができ、表面空隙であると考えることができる。例えば、代表的なナノ中空微細構造化層 300 では、空隙 320D 及び 320E はナノ中空微細構造化層の第 2 主面 332 に存在し、表面空隙 320D 及び 320E と見なすことができ、空隙 320F 及び 320G はナノ中空微細構造化層の第 1 主面 330 に存在し、表面空隙 320F 及び 320G と見なすことができる。10 空隙 320B 及び 320C などのいくつかの空隙は、光学フィルムの内部に配置され、光学フィルム外面からは離れており、したがって内部空隙が 1 つ以上の他の空隙を介して主面に連結され得るとしても、内部空隙 320B 及び 320C として見なされ得る。

【0029】

空隙 320 は寸法 d_1 を有し、好適な組成物及び製造（コーティング、乾燥及び硬化条件など）を選択することによって寸法 d_1 を一般に制御することができる。一般に、 d_1 は、任意の望ましい数値範囲内にある任意の望ましい値であり得る。例えば、場合によっては、空隙の少なくとも 60%、70%、80%、90%、又は 95% といった少なくとも大多数の空隙は、所望の範囲である寸法を有する。例えば、いくつかの場合においては、少なくとも大多数の空隙、例えば空隙の少なくとも 60% 又は 70% 又は 80% 又は 90% 又は 95% が、約 1.0 マイクロメートル以下、又は約 7、又は 5、又は 4、又は 3、又は 2、又は 1、又は 0.7、又は 0.5 マイクロメートル以下の寸法を有する。20

【0030】

いくつかの場合においては、複数の相互に連結され空隙 320 は、約 5 マイクロメートル以下、又は約 4 マイクロメートル以下、又は約 3 マイクロメートル以下、又は約 2 マイクロメートル以下、又は約 1 マイクロメートル以下、又は約 0.7 マイクロメートル以下、又は約 0.5 マイクロメートル以下の平均空隙、つまり孔径を有する。

【0031】

いくつかの場合においては、一部の空隙は、その主要な光学的効果が有効屈折率を低下させることであるように十分に小さくてよく、一部の他の空隙は有効屈折率を低減し、光を散乱させることができ、なおかつ一部の他の空隙は、その主要な光学的効果が光を散乱させるように十分に大きくてよい。いくつかの場合においては、空隙は、有意に散乱光を有さずに実効屈折率を地下させるのに十分小さい。30

【0032】

ナノ中空微細構造化層 300 は、任意の有用な厚さ t_1 （第 1 主面 330 と第 2 主面 332 との間の直線距離）を有してよい。多くの実施形態では、ナノ中空微細構造化層は、約 100 nm 以上、若しくは約 500 nm 以上、若しくは約 1,000 nm 以上、又は 0.1 ~ 1.0 マイクロメートルの範囲、若しくは 1 ~ 100 マイクロメートルの範囲である厚さ t_1 を有してよい。40

【0033】

いくつかの場合においては、ナノ中空微細構造化層が、空隙及び結合剤の屈折率の観点で表され得る有効屈折率、並びに空隙又は孔の体積分率、つまり多孔性を合理的に有することができるよう、ナノ中空微細構造化層は十分に厚くてよい。そのような場合には、ナノ中空微細構造化層の厚さは、例えば約 500 nm 以上、若しくは約 1,000 nm 以上、又は 1 ~ 10 マイクロメートルの範囲、若しくは 500 nm ~ 100 マイクロメートルの範囲である。

【0034】

開示されるナノ中空微細構造化層中の空隙が十分に小さく、かつナノ中空微細構造化層が十分に厚いとき、ナノ中空微細構造化層は、以下の式で表すことができる有効誘電率50

ϵ_{eff} を有する。

【0035】

【数1】

$$\epsilon_{eff} = (f)\epsilon_v + (1-f)\epsilon_b \quad (1)$$

【0036】

式中、 ϵ_v 及び ϵ_b は、それぞれ空隙及び結合剤の誘電率であり、 f はナノ中空微細構造化層中の空隙の体積分率である。そのような場合には、ナノ中空微細構造化層の有効屈折率 n_{eff} は、以下の式で表すことができる。
10

【0037】

【数2】

$$n_{eff}^2 = (f)n_v^2 + (1-f)n_b^2 \quad (2)$$

【0038】

式中、 n_v 及び n_b は、それぞれ空隙及び結合剤の屈折率である。空隙の屈折率と結合剤の屈折率との差が十分に小さいなど、いくつかの場合においては、ナノ中空微細構造化層の有効屈折率は次の式で近似され得る。
20

【0039】

【数3】

$$n_{eff} \approx (f)n_v + (1-f)n_b \quad (3)$$

【0040】

そのような場合には、ナノ中空微細構造化層の有効屈折率は、空隙と結合剤の屈折率の容積重み付き平均となる。例えば、50%の空隙体積分率を有し、屈折率が1.5の結合剤を有するナノ中空微細構造化層は、式(3)で計算するとき約1.25の有効屈折率を有し、より正確な式(2)で計算するとき約1.27の屈折率を有する。いくつかの代表的な実施形態では、ナノ中空微細構造化層は、1.15~1.35、又は1.15~1.3の範囲の有効屈折率を有し得るが、これらの範囲外の値も想到される。
30

【0041】

図3のナノ中空層300は、結合剤310中に分散した、複数の相互に連結された空隙、又は空隙320の網状組織に加え、結合剤310内部に実質的に均一に分散した任意の複数のナノ粒子340を含むことを示している。
40

【0042】

ナノ粒子340は、任意の所望の値範囲内にある任意の所望の値であり得るサイズ d_2 を有する。例えば、場合によっては、粒子の少なくとも60%、70%、80%、90%、又は95%といった少なくとも大多数の粒子は、所望の範囲である寸法を有する。例えば、いくつかの場合においては、粒子の少なくとも60%又は70%又は80%又は90%又は95%など、粒子の少なくとも大部分が、約1マイクロメートル以下、又は約700、又は500、又は200、又は100、又は50ナノメートル以下の寸法を有する。いくつかの場合においては、複数のナノ粒子340は、約1マイクロメートル以下、又は約700、又は500、又は200、又は100、又は50ナノメートル以下の平均粒子サイズを有してよい。
50

【 0 0 4 3 】

いくつかの場合においては、一部のナノ粒子は十分に小さいため、主に有効屈折率に影響をもたらすことができ、一方、別の一部のナノ粒子は、有効屈折率及び散乱光に影響をもたらすことができ、一方、更に別の一部の粒子は十分に大きいため、その主な光学的効果は光を散乱させることである。

【 0 0 4 4 】

ナノ粒子 340 は、官能化されてもよく、官能化されなくてもよい。いくつかの場合においては、一部、大部分、又は実質的に全てのナノ粒子 340、例えばナノ粒子 340B は官能化されていない。いくつかの場合においては、凝集がない、又は非常に少ない状態で所望の溶媒又は結合剤 310 中に分散できるように、一部、大部分、又は実質的に全てのナノ粒子 340 が官能化又は表面処理される。いくつかの実施形態では、ナノ粒子 340 は更に官能化されて結合剤 310 に化学結合することができる。例えば、ナノ粒子 340A などのナノ粒子を表面修飾又は表面処理し、結合剤 310 に化学結合するための反応性官能基、又は基 360 を有してよい。所望に応じて、ナノ粒子を複数の化学的性質で官能化できる。そのような場合には、ナノ粒子 340A の少なくともかなりの割合は、結合剤に化学結合する。いくつかの場合においては、ナノ粒子 340 は、結合剤 310 に化学結合するための反応性のある官能基を有さない。そのような場合には、ナノ粒子 340 は結合剤 310 に物理的に結合させることができる。

10

【 0 0 4 5 】

いくつかの場合においては、ナノ粒子の一部は反応性基を有し、他のナノ粒子は反応性基を有さない。ナノ粒子の集合は、大きさが混在したもの、反応性及び非反応性の粒子、異なるタイプの粒子（例えばシリカと酸化ジルコニア）を含み得る。いくつかの場合においては、ナノ粒子は表面処理化シリカナノ粒子を含んでよい。

20

【 0 0 4 6 】

ナノ粒子は、無機ナノ粒子、有機（例えば、ポリマー）ナノ粒子、又は有機ナノ粒子と無機ナノ粒子の組み合わせであってもよい。更に、ナノ粒子は、多孔質粒子、中空粒子、固体粒子、又はこれらの組み合わせであってもよい。好適な無機ナノ粒子の例としては、ジルコニア、チタニア、セリア、アルミナ、酸化鉄、ヴァナディア（vanadia）、酸化アンチモン、酸化スズ、アルミナ／シリカ、及びこれらの組み合わせを含む、シリカ及び金属酸化物ナノ粒子が挙げられる。ナノ粒子は、約 1000 nm 未満、又は約 100 又は 50 nm 未満の平均粒子直径を有してよく、あるいは平均が約 3 ~ 50 nm、又は約 3 ~ 35 nm、又は約 5 ~ 25 nm の範囲であってよい。ナノ粒子が凝集している場合、凝集した粒子の断面寸法は、こうした範囲のいずれか以内であってよく、また、約 100 nm を超えることも可能である。いくつかの実施形態では、Cabot Co. (Boston, MA) から入手できる CAB-O-SPERSE (登録商標) PG 002 ヒュームドシリカ、CAB-O-SPERSE (登録商標) 2017A ヒュームドシリカ、及び CAB-O-SPERSE (登録商標) PG 003 ヒュームドアルミナなどの、主たる寸法が約 50 nm 未満のシリカ及びアルミナなどの「ヒュームド」ナノ粒子も含まれる。

30

【 0 0 4 7 】

ナノ粒子は、疎水基、親水基、及びこれらの組み合わせからなる群から選択される表面基を含んでよい。あるいは、ナノ粒子は、シラン、有機酸、有機塩基、及びこれらの組み合わせからなる群から選択される剤由来の表面基を含んでよい。他の実施形態では、ナノ粒子は、アルキルシラン、アリールシラン、アルコキシシラン、及びこれらの組み合わせからなる群から選択される薬剤から誘導されたオルガノシリル表面基を含む。

40

【 0 0 4 8 】

用語「表面修飾ナノ粒子」は、粒子の表面に付着した表面基を含む粒子を指す。表面基は、粒子の特徴を改変する。用語「粒子直径」及び「粒径」は、粒子の最大断面寸法を指す。粒子が凝集体の形態で存在する場合、用語「粒子直径」及び「粒径」は、凝集体の最大断面寸法を指す。いくつかの場合においては、粒子は、ヒュームドシリカ粒子などのナノ粒子の高アスペクト比の凝集体であってよい。

50

【0049】

表面修飾ナノ粒子は、ナノ粒子の溶解度特性を修飾する表面基を有する。表面基は、一般に、粒子をコーティング溶液と相溶にするように選択される。一実施形態では、表面基は、コーティング溶液の少なくとも1つの成分と結合する又は反応するように選択され、重合したネットワークの化学的結合部分となる。

【0050】

ナノ粒子の表面を修飾するには、例えば、ナノ粒子に表面修飾剤（例えば、粉末又はコロイド分散の形態で）を加えて、表面修飾剤をナノ粒子と反応させるなどの多くの方法がある。他の有用な表面修飾方法は、例えば、米国特許第2,801,185号（Iller）及び同第4,522,958号（Dasら）に記載されている。

10

【0051】

ナノ粒子は、コロイド分散物の形態で提供されてもよい。有用な市販の未修飾シリカ出発物質の例としては、製品名NALCO 1040、1050、1060、2326、2327、及び2329コロイド状シリカでNalco Chemical Co. (Naperville, IL)から入手可能なナノサイズのコロイド状シリカ；製品名IPA-ST-MS、IPA-ST-L、IPA-ST、IPA-ST-UP、MA-ST-M、及びMA-STゾルでNissan Chemical America Co. (Houston, TX)から、及びSnowTex（登録商標）ST-40、ST-50、ST-20L、ST-C、ST-N、ST-O、ST-OL、ST-ZL、ST-UP、及びST-OUPで同じくNissan Chemical America Co. (Houston, TX)から入手可能なオルガノシリカが挙げられる。重合性材料対ナノ粒子の重量比は約30:70、40:60、50:50、55:45、60:40、70:30、80:20、又は90:10以上の範囲であってよい。ナノ粒子の重量%の好ましい範囲は、約10重量%～約60重量%であり、使用するナノ粒子の密度及び寸法によって決定することができる。

20

【0052】

いくつかの場合においては、ナノ中空微細構造化層300は、低い光学ヘイズ値を有してよい。そのような場合には、ナノ中空微細構造化層の光学ヘイズは、約5%以下、又は約4、3.5、3、2.5、2、1.5、若しくは1%以下であってよい。ナノ中空微細構造化層300に垂直に入射する光について、「光学ヘイズ」は、（指示がない限り）垂直方向から4度を超えて偏向している透過光と全透過光との比と呼んでよい。開示されるフィルム及び層の屈折率値は、任意の好適な手段により、例えば、Metricalon Corp. (Pennington, NJ)から入手可能なMetricalon Model 2010 Prism Couplerを用いて測定できる。開示されるフィルム及び層の光学的透過性、透明度、及びヘイズ値はまた、任意の好適な手段により、例えば、BYK Gardiner (Silver Springs, MD)から入手可能なHaze-Gard Plusヘイズメーターを用いて測定することもできる。

30

【0053】

いくつかの場合においては、ナノ中空微細構造化層300は、高い光学ヘイズを有してよい。そのような場合には、ナノ中空微細構造化層300のヘイズは、少なくとも約40%、又は少なくとも約50、60、70、80、90、若しくは95%である。

40

【0054】

一般に、ナノ中空微細構造化層300は、ある用途に所望され得る任意の多孔性又は空隙体積分率を有することができる。いくつかの場合においては、ナノ中空微細構造化層300中の複数の空隙320の体積分率は、少なくとも約10%、又は少なくとも約20、30、40、50、60、70、80、若しくは90%である。

【0055】

結合剤310は、用途に望ましい可能性がある任意の材料であり得、又はそのような材料を含み得る。例えば、結合剤310は、架橋ポリマーなどのポリマーを形成する光硬化性材料であってよい。一般に、結合剤310は任意の重合可能な材料、例えば放射線硬化

50

性の重合性材料であり得る。いくつかの実施形態では、結合剤 310 は、熱硬化性の重合性材料など、任意の重合性材料であってよい。

【0056】

重合性材料 310 は、化学的、熱的、又は化学放射によって開始することができる、アニオン性、カチオン性、フリーラジカル、又は他の重合技法によって重合することができる、任意の重合可能な材料であり得る。化学放射を使用するプロセスは、他の集団の中でも、例えば可視及び紫外光、電子ビーム照射、及びこれらの組み合わせを含む。重合を実施できる媒体としては、例えば、溶媒重合、乳化重合、懸濁重合、バルク重合、その他同種のものなどが挙げられる。

【0057】

化学線硬化性材料としては、モノマー、及び反応性オリゴマー、及びアクリレートのポリマー、メタクリレート、ウレタン、エポキシ等が挙げられる。本開示の実施に際して好適なエネルギー硬化性基の代表的な例として、エポキシ基、(メタ)アクリレート基などのエチレン性不飽和基、オレフィン炭素-炭素二重結合、アリルオキシ基、-メチルスチレン基、(メタ)アクリルアミド基、シアノエステル基、ビニルエーテル基、これらの組み合わせ、及びその他同種のものが挙げられる。フリーラジカル的に重合可能な基が好みしい。いくつかの実施形態では、代表的な材料としてアクリレート及びメタクリレート官能モノマー、オリゴマー、及びポリマーが挙げられ、具体的には、当該技術分野において既知の、重合により架橋ネットワークを形成できる多官能性モノマーを使用できる。重合性材料は、モノマー、オリゴマー、及びポリマーの任意の混合物を含むことができるが、これらの材料は、少なくとも 1 つの溶媒に少なくとも部分的に可溶性でなければならない。いくつかの実施形態では、物質は溶媒 / モノマー混合物に可溶性である必要がある。

10

【0058】

溶媒は、所望の重合性物質と共に溶液を形成する任意の溶媒であってよい。溶媒は、極性又は非極性溶媒、高沸点溶媒又は低沸点溶媒であってよく、いくつかの実施形態では、これらの溶媒はいくつかの溶媒の混合液を含む。溶媒又は溶媒混合液を、形成される微細構造化層 230 が、溶媒(又は溶媒混合液中の少なくとも 1 つの溶媒)に少なくとも部分的に不溶性であるように選択することができる。いくつかの実施形態では、溶媒混合物は、重合性物質のための溶媒と非溶媒の混合物であってよい。ある特定の実施形態では、不溶性ポリマーマトリックスは、三次元構造をもたらすポリマー鎖連結を有する三次元ポリマーマトリックスであってよい。ポリマー鎖連結は、溶媒の除去後に微細構造化層 230 の変形を防ぐことができる。

20

【0059】

いくつかの場合においては、例えば、不溶性ポリマーマトリックス、又は基材 216 の熱分解温度を超えない温度で乾燥させることによって、溶媒を含む微細構造化層 130、230 から溶媒を容易に除去できる。ある特定の実施形態では、乾燥中の温度は、基材が変形を起こしやすい温度未満、例えば、基材のゆがみ温度又はガラス転移温度未満に維持される。例示的な溶媒としては、線状、分枝状、及び環状炭化水素、アルコール、ケトン、及びエーテル、例えば、DOWANOL(商標) PM プロピレングリコールメチルエーテルなどのプロピレングリコールエーテルなど、イソプロピルアルコール、エタノール、トルエン、酢酸エチル、2-ブタノン、酢酸ブチル、メチルイソブチルケトン、水、メチルエチルケトン、シクロヘキサン、アセトン、芳香族炭化水素、イソホロン、ブチロラクトン、N-メチルピロリドン、テトラヒドロフラン、エステル(例えば、ラクテート、アセテート、プロピレングリコールモノメチルエーテルアセテート(PMアセテート)、ジエチレングリコールエチルエーテルアセテート(DEアセテート)、エチレングリコールブチルエーテルアセテート(EBアセテート)、ジプロピレングリコールモノメチルエーテルアセテート(DPMアセテート)、イソ-アルキルエステル、イソヘキシリニアセテート、イソヘプチルアセテート、イソオクチルアセテート、イソノニルアセテート、イソデシリニアセテート、イソドデシリニアセテート、イソトリデシリニアセテート、又はその他のイソ-アルキルエステルなど)、これらの組み合わせなどが挙げられる。

30

40

50

【0060】

コーティング溶液215は、その他の成分、例えば、反応開始剤、硬化剤、硬化促進剤、触媒、架橋剤、粘着付与剤、可塑剤、染料、界面活性剤、難燃剤、結合剤、顔料、熱可塑性又は熱硬化性樹脂ポリマーなどの衝撃改質剤、流れ調整剤、発泡剤、充填剤、ガラス及び高分子微小球及び微小粒子、導電性粒子、熱伝導性粒子などのその他の粒子、繊維、帯電防止剤、酸化防止剤、リン光体などの光学的ダウンコンバーター、紫外線吸収剤なども含むこともできる。

【0061】

光開始剤などの反応開始剤は、コーティング溶液中に存在するモノマーの重合を促進するのに有効な量で使用することができる。光開始剤の量は、例えば、反応開始剤の種類、反応開始剤の分子量、得られる微細構造化層の対象とする用途、重合方法（例えば、用いられる処理温度、化学線の波長など）に応じて様々であってよい。有用な光開始剤としては、例えば、Ciba Specialty Chemicalsから商品名「IRGACURE（商標）」及び「DAROCURE（商標）」（IRGACURE（商標）184及びIRGACURE（商標）819など）で入手可能なものが挙げられる。

10

【0062】

微細構造化層230を架橋し、より強固なポリマーネットワークを提供してよい。架橋は、ガンマ線又は電子線照射のような高エネルギー放射線の使用によって、架橋剤を用いて又は用いずに達成され得る。いくつかの実施形態では、架橋剤又は架橋剤の組み合わせを、重合性モノマー、オリゴマー、又はポリマーの混合物に添加することができる。架橋は、他の箇所に記載される化学線源のいずれかを使用したポリマーネットワークの重合中に起こり得る。

20

【0063】

有用な放射線硬化架橋剤としては、米国特許第4,379,201号（Heilmannら）に開示されるものなどの多官能性アクリレート及びメタクリレートが挙げられ、1,6-ヘキサンジオールジ（メタ）アクリレート、トリメチロールプロパントリ（メタ）アクリレート、1,2-エチレングリコールジ（メタ）アクリレート、ペンタエリスリトールトリ/テトラ（メタ）アクリレート、トリエチレングリコールジ（メタ）アクリレート、エトキシ化トリメチロールプロパントリ（メタ）アクリレート、グリセロールトリ（メタ）アクリレート、ネオペンチルグリコールジ（メタ）アクリレート、テトラエチレングリコールジ（メタ）アクリレート、1,12-ドデカノールジ（メタ）アクリレート、米国特許第4,737,559号（Kelleenら）に開示されるものなどの共重合可能な芳香族ケトンモノマー、及び同種のもの、並びにこれらの組み合わせを含む。

30

【0064】

コーティング溶液215はまた、連鎖移動剤を含んでもよい。連鎖移動剤は、重合前のモノマー混合物に可溶性であるのが好ましい。好適な連鎖移動剤の例としては、トリエチルシラン及びメルカプタンが挙げられる。いくつかの実施形態では、連鎖移動は溶媒にも生じる可能性があるが、これは好ましいメカニズムではない。

【0065】

重合工程は、好ましくは、低酸素濃度を有する雰囲気中で放射線源を使用することを含む。酸素は、フリーラジカル重合を抑え、その結果硬化の程度が低下することで知られる。重合及び/又は架橋させるために使用される放射線源は、化学線（例えば、スペクトルの紫外線又は可視光領域に波長を有する放射線）、加速粒子（例えば、電子線照射）、熱（例えば、加熱又は赤外線）などであってよい。いくつかの実施形態では、好ましいエネルギーは、重合及び/又は架橋の開始及び速度の制御を行う上で優れている化学線又は加速粒子である。加えて、化学線及び加速粒子は、比較的低い温度の硬化にも使用できる。このことは、熱硬化技術を用いる場合にエネルギー硬化性基の重合及び/又は架橋を開始するのに必要とされる比較的高温に対して感受性がある成分を、分解又は蒸発させるのを防ぐ。好適な硬化エネルギー源としては、UV LED、可視LED、レーザ、電子線、水銀ランプ、キセノンランプ、カーボンアーケランプ、タンクステンランプ、閃光ランプ

40

50

、太陽光、低強度の紫外線（ブラックライト）等が挙げられる。

【0066】

いくつかの実施形態では、結合剤310は、多官能性アクリレート及びポリウレタンを含む。この結合剤310は、光開始剤、多官能性アクリレート、及びポリウレタンオリゴマーの重合生成物であってよい。多官能性アクリレート及びポリウレタンオリゴマーの組み合わせは、より耐久性のあるナノ中空微細構造化層300を生成することができる。ポリウレタンオリゴマーはエチレン性不飽和である。いくつかの実施形態では、ポリウレタン又はポリウレタンオリゴマーは、アクリレートと反応できる、又は、本明細書に記載する重合反応において他のアクリレートと反応できるアクリレートで「末端保護」される。

【0067】

上記図2で説明される1つの例示的プロセスでは、溶媒に溶解した複数のナノ粒子（任意）及び重合性材料を含む溶液を調製し、ここで、重合性材料は例えば、1つ以上のタイプのモノマーを含んでよい。重合性材料を基材上にコーティングし、例えば、熱又は光の適用により重合性材料が重合されている間、ツールをそのコーティングに適用し、溶媒中に不溶性ポリマーマトリックスを形成する。場合によっては、重合工程の後、溶媒は重合可能な材料のいくらかを依然として含んでいてもよいが、濃度は低い。次に、溶液を乾燥又は蒸発させることによって溶媒を除去し、ポリマー結合剤310中に分散した網状組織又は複数の空隙320を含むナノ中空微細構造化層300がもたらされる。ナノ中空微細構造化層300は、ポリマー結合剤中に分散した任意の複数のナノ粒子340を含む。このナノ粒子は結合剤に結合されており、この結合は物理的又は化学的であり得る。

【0068】

本明細書に記載のプロセスを用いる本明細書に記載のナノ中空微細構造化層300及び微細構造化物品の製造を、有機物、樹脂、フィルム、及び支持体の使用に適合可能な温度範囲で実施してよい。多くの実施形態では、ピークプロセス温度（ナノ中空微細構造化層300及び微細構造化物品表面を対象として光学温度計で決定するとき）は200以下、又は150以下、又は100以下である。

【0069】

概して、ナノ中空微細構造化層300は、結合剤310と複数のナノ粒子340の任意の重量比において望ましい多孔性を有することができる。したがって、広くは、重量比はある用途で望ましい場合のある任意の値であってよい。いくつかの場合においては、結合剤310と複数のナノ粒子340の重量比は、少なくとも約1:2.5、又は少なくとも約1:2.3、又は1:2、又は1:1、又は1.5:1、又は2:1、又は2.5:1、又は3:1、又は3.5:1、又は4:1、又は5:1である。場合によっては、重量比は、約1:2.3~約4:1の範囲である。

【0070】

ここで図3aに関連して、(a)最初に微細構造化表面を有するナノ中空層を形成し、次に従来の（非ナノ中空）材料、例えば従来のポリマー材料で微細構造化表面を埋め戻すことにより製造される物品と、(b)最初に従来の材料層に微細構造化表面を形成し、次にナノ中空材料層を有する微細構造化表面を埋め戻すことにより製造される物品との間に、いくらかの構造的差異があるかどうかをあらためて検討する。両方の場合において、得られる物品は、埋め込み境界面、すなわち微細構造化表面を有し、その片側はナノ中空材料層であり、反対側は従来の材料層である。

【0071】

2つの物品間には、少なくとも1つの構造的差異が起こり得、その構造的差異は相互貫入のメカニズムに関連することが見出された。(b)の場合の物品では、微細構造化表面をナノ中空材料で埋め戻す前に従来の材料層が微細構造化されるとき、ナノ中空材料は典型的には従来の材料層内には移動しない。これは、この層が、ナノ中空材料が超えて貫入できない微細構造化表面の各小面及び各部分において、典型的には実質的に固体の非多孔質バリアを呈すためである。反対に(a)の場合の物品は、従来の材料（又はかかる材料の前駆体、例えば未硬化の液体ポリマー樹脂）をナノ中空層の微細構造化表面に適用する

10

20

30

40

50

時点で、微細構造化表面の小面又は部分が、例えばくぼみ、ポケット、又はトンネル形状の表面空隙を含むことができ、その空隙の内部に、表面空隙の特性、従来の材料の特性、及びプロセス条件、例えば未硬化状態の従来の材料の滞留時間に応じて、従来の材料が移動できるような方法で作製される。図3aに模式的に示されるように、好適な材料特性及びプロセス条件により、従来の材料層はナノ中空層に相互貫入できる。

【0072】

図3aは、第1ナノ中空層372と従来の材料である第2層370との間の境界面の一部の概略的断面図を示す。境界面部分は、例えば2つの層間に画定される構造化表面の微細部分であってよい。ナノ中空層372は、浅い表面空隙、又は凹部374A、並びに深い方の表面空隙374Bを有するように示される。表面空隙374Bは、第1横断寸法S1が第2横断寸法S2よりも境界面に近く、深い位置の寸法S2が浅い位置の寸法S1よりも大きいことを特徴とする。層370が層372の全般形状（例えば凹部374A）にぴったり一致する場合だけではなく、層370の材料が少なくとも一部の深い表面空隙、例えば、境界面により近い空隙の横断寸法が境界面からより遠い横断寸法よりも小さい空隙374aなどの中に移動、又はその中を実質的に充填する場合も、層370が層372に相互貫入していると特徴付けられる。このような相互貫入は、本明細書に記載されるナノ中空材料で達成できる。

【0073】

ナノ中空層を伴う従来の層の相互貫入深さを特徴付ける第1の方法では、従来の層の材料が境界平均表面を（平均表面に直行する方向又は測定軸に沿って）超えて進んだ量を決定でき、平均寸法の空隙の直径に対してこの量を特徴化できる。

【0074】

相互貫入深さを特徴付ける第2の方法では、従来の層の材料が平均表面を超えて進んだ量を再度測定でき、続いて単純にこの量を距離の標準単位、例えばマイクロメートル又はナノメートルによって報告する。

【0075】

相互貫入深さを特徴付ける第3の方法では、従来の層の材料が平均表面を超えて進んだ量を再度測定できるが、続いてこの量を当該構造化表面の機構高さに対して特徴付ける。

【0076】

代表的な実施形態では、相互貫入深さは、例えば、第1の方法について、平均空隙直径1~10の範囲内であり、第2の方法について、1、10、100、又は500マイクロメートル以下であり、第3の方法について、機構高さの少なくとも5%、又は機構高さの少なくとも10%、若しくは少なくとも50%、若しくは少なくとも95%、若しくは少なくとも100%、若しくは5%以下、若しくは10%以下、若しくは25%以下、若しくは5~25%の範囲内であってよい。しかしこれらの代表的な範囲は、限定的に解釈されてはならない。相互貫入深さを特徴付けるこの方法は、特に小さな機構寸法、例えば機構と機構とのピッチが1マイクロメートル未満であるミクロ構造化表面に対処するときに好適である。

【0077】

相互貫入に関する更なる議論は、本願と同日付けに出願された、本願と同一出願人による米国特許出願XXX号（代理人整理番号66015US005）、表題「Optical Films With Microstructured Low Refractive Index Nanovoided Layers and Methods Therefor」に見出すことができる。

【0078】

この米国特許出願はまた、ナノ中空ポリマー材料を微細複製するときに見られてきた収縮問題、並びに、構造化表面の機構の高さ（例えば構造化表面上の最高点と最低点との間の軸方向の距離）、構造化表面の機構のアスペクト比（例えば機構のピッチによって分割される機構の高さ、ここで機構のピッチは構造化表面における最も近い隣接する機構間の中心と中心との間の空隙であり得る）、ナノ中空材料の空隙体積分率（空隙によって占有

10

20

30

40

50

されたナノ中空材料の分別体積)、ナノ中空材料の屈折率、並びにナノ中空層に対するコーティング溶液前駆体の配合(例えば重量%固体)に関する縮小に関する問題も説明する。例えば、30~45%固体物の範囲の、低濃度配合物のコーティング溶液を使用して、より大きな微細構造体を複製するために、ツール上のミクロ構造形状の補償は、材料の縮小の要因となるために使用されてもよく、これによって所望の機構の形をうまく作製することができる。本願は、微細構造化表面の低減された縮小量、又は他の歪みに関する特定の望ましい関係を説明する。1つのそのような関係では、微細構造化表面は、少なくとも15マイクロメートルの構造高さ(例えば図4の寸法419bと419aとの差)、及び0.3超のアスペクト比(構造ピッチによって割った構造高さ、例えば図4及び図5のピッチP1を参照)によって特徴付けられ、並びに、ナノ中空層は30%~55%の範囲の空隙容積を有し、及び/又はナノ中空層は、1.21~1.35、若しくは1.21~1.32の範囲の屈折率を有し、及び/又はナノ中空層に対するコーティング溶液前駆体は、45%~70%、又は50%~70%の範囲で固体重量%を有する。これらのよう 10
な関係は有利なことに、本開示に同様に適用することができる。

【0079】

光抽出フィルム/光源の組み合わせ

開示されるナノ中空層は有利なことに、光抽出を強化し、かつかかる光源における損失を低下させるようにOLED又は他の自発光型光源と、特に画素化されているそのような光源と、いくつかの方法で組み合わせができる光学フィルムに組み込むことができる。フィルムは光源の外面の光放射面に適用するように設計することができ、これは光学 20
フィルムと別個に製造される。

【0080】

図4は、表面発光OLED、例えば画素化された表面発光OLEDと共に使用することができる、光学抽出フィルムの概略側面図又は断面図である。光抽出フィルム410は、可撓性キャリアフィルム412、及びフィルム412によって担持される(例えばそれに取り付けられる)様々な層を含む。これらの層の中では、ナノ中空層414及び他の層416であり、それらの間には構造化表面414aを形成する埋め込みインターフェースが形成される。ナノ中空層は好ましくは、可視光において従来の高分子材料を遙かに下回る屈折率、例えば1.35又は1.3未満下、又は1.15~1.3の範囲、あるいは1.15~1.35を有する。他の層416は好ましくは、ナノ中空化されておらず、かつナノ中空層のものよりも大きい屈折率を有する高分子材料又は他の好適な材料から構成されるのが好ましい。層414と層416との間の屈折率における差は比較的大きいのが望ましく、例えば少なくとも0.2、又は0.3、又は0.4、又は0.5以上である。屈折率における差は、構造化表面414aが、本明細書の他の箇所において記載されているように、OLED又は他の自発光型光源からの光を抽出することができる光学インターフェースとして機能することを可能にする。 30

【0081】

構造化表面414aは、光源からの光抽出、すなわち光源から出た「無駄となる」光を、それが対象用途で使用することができるよう結合するのに効果的である、任意の輪郭若しくは形状を有するように調整することができる。これに関連して、無駄となる光とは、光源に捕捉される、ないしは別の方法で失われる光、例えばディスプレイ又は他の意図する照明用途において有用な照明に寄与しない方向において、光源の縁部から放射される光を指す。代表的な実施形態では、構造化表面は個々の光抽出要素415を画定するよう 40
に成形されてもよい。要素415は、湾曲した表面を有しているのが示されており、これは湾曲した線形プリズム、又は2つの直交する方向に配置されたレンズ状要素のアレイを示すが(例えば、それに沿って構造化表面が全体的に延びる面を画定する方向)、抽出要素は概して任意の好適な形状、例えばレンズ状プリズムの、一次元(線状に延びている)若しくは二次元であってもよく、これに限定されず、所与の構造化表面の抽出要素は全て、同じ寸法及び/又は形状を有する必要はないが、これらは必要に応じて同じ寸法及び/又は形状を有してもよい。代表的な実施形態では、抽出要素415は、中心間距離、すな 50

わち最も近い近隣のものとの間のピッチ P 1 によって特徴付けられる。抽出要素が均一に分配されていない、又は互いから離間されていない場合では、ピッチ P 1 は、抽出要素の中心間距離の平均を示すことができる。

【 0 0 8 2 】

構造化表面 4 1 4 a 及び / 又は抽出要素 4 1 5 は、自発光型光源に連結するように適合される抽出フィルムの表面からの距離又は厚さによって特徴付けられてもよい。抽出フィルム 4 1 0 の場合では、この連結面は層 4 1 6 の外側主表面 4 1 6 a である。剥離ライナー 4 1 8 は、層 4 1 6 を覆っているのが示されており、抽出フィルムが光源に適用される準備できるまで、連結表面 4 1 6 a を損傷から保護するように製品に組み込まれるのが好ましい。2つの特徴的な距離はラベル表示されている。距離 4 1 9 a は、連結表面 4 1 6 a と構造化表面 4 1 4 aとの間の層 4 1 6 の連続ランド部分の厚さである。ランド部はしたがって、連結表面によって1つ面上に接合され、並びに、連結表面と平行であり、かつ連結表面に最も近い構造化表面の点において構造化表面と交差する面によって反対側の面上に接合される。他の特徴的な距離 4 1 9 b は、連結表面 4 1 6 a と、連結表面に平行であり、かつ連結表面から最も離れている構造化表面の点において、構造化表面と交差する面との間の距離である。換言すると、ランド部厚さ、すなわち距離 4 1 9 a は、連結表面 4 1 6 a と、構造化表面 4 1 4 a との間の最小の軸方向の距離であると考えることができ、距離 4 1 9 b は、連結表面 4 1 6 a と構造化表面 4 1 4 a との間の最大の軸方向の距離であると考えることができる。10

【 0 0 8 3 】

抽出フィルム 4 1 0 が、自発光型光源の最外表面又は境界において内部全反射される光の量を低減することにより、光抽出を強化させるように意図されている場合では、本発明者らは、かかるランド部厚さ 4 1 9 a が比較的小さいように、抽出フィルム 4 1 0 を設計することが有利であるということを見出した。例えば、ランド部厚さ 4 1 9 a は、50 マイクロメートル未満、又は 25 マイクロメートル未満、又は 10 マイクロメートル未満であってもよいが、これらの値は限定するものとして解釈されるべきではない。いくつかの場合においては、ランドがなくてもよい。更に他の場合では、構造化ナノ中空機構は、非連続的であってもよい。ランド部厚さ 4 1 9 a はまた、可撓性基材 4 1 2 の厚さ未満であってもよい。ランド部厚さ 4 1 9 a は薄すぎて、図 2 で示されているように、層 4 1 6 がロールツーロールプロセスのシステムで自立している支持フィルムとして適していない場合がある。換言すると、層 4 1 6 は、抽出フィルム 4 1 0 の他の部分全てから分離することができ、これは、例えば過度な破断、反り、又は硬化を呈さずに、ロールツーロールプロセスのシステムで通常直面する力に耐えるための、十分な物理強度又は一体性を有さない場合がある。ランド部厚さ 4 1 9 a はまた必要に応じて、光抽出要素 4 1 5 の実質的な部分が、自発光型光源のエバネセント領域内で配置されないように、十分大きいように選択されてもよい。20

【 0 0 8 4 】

本発明者らはまた、フィルム 4 1 0 が、T I R を低減することによって光抽出を強化させるように意図されている場合では、それらのピッチ P 1 が比較的大きいよう、例えば 1 マイクロメートル超であるように、抽出機構 4 1 5 を調整することは有利であるということを見出した。機構の高さ、すなわち距離 4 1 9 b と距離 4 1 9 a との差は、必要に応じて 1 マイクロメートル超であってもよい。機構の高さ及び横断寸法は、抽出機構の機能性が例えば光回折ではなく光屈折の原理によって主に制御されるように十分に大きく、例えば 1、5、10、又は 20 マイクロメートルよりも大きくてよい。40

【 0 0 8 5 】

光抽出フィルム 4 1 0 は、連続的な技法及びバッチ技法を含むがこれらに限定されない、多種多様の製造技法を使用して製造することができる。特に有利な製造技法は、図 2 において概略的に示されているような連続成形及び硬化 (3 C) ロールツーロールプロセスである。その技法は、フィルムが潜在的に大量で連続的に作製され、次いで、最終使用の意図される用途のためにその寸法が調整された多数の片の部又はシートに変換される（例50

えば切断又は切り離される)のを可能にする。そのような場合では、可撓性キャリアフィルム412は、組成物及び厚さなど、図2の基材216と類似の自立フィルムとして好適にする物理特性を有してもよい。多くの場合では、従来の光透過性ポリマー、例えばポリエチレンテレフタレート(PET)又はポリエチレンナフタレート(PEN)、又はこれらのコポリマーから構成されるフィルムは、それがかかる目的のために使用することができるようするために必要なフィルム強度を有するために、約2ミル(約50マイクロメートル)超のフィルム厚さを有する必要がある。

【0086】

いくつかの場合においては、構造化表面414aは、铸造及び硬化技法ではなく、所望の層において所望の抽出機構を作ることができる任意の他の好適な技法を用いて作ることができる。例えば、圧痕形成、エンボス加工、及び射出成形も、いくつかの場合においては構造化表面414aの形成に用いられてよい。しかしながら、図2のものと類似のプロセスを使用して抽出フィルム410が作られる場合、層416は、ナノ中空層414及び構造化表面414aの形成後に作られたバックフィル層を構成し得る。その結果、図3aに関連して説明したように、材料選択及びプロセス条件に応じて、層416はナノ中空層414に相互貫入できる。

【0087】

キャリアフィルム412、ナノ中空層414、及び他の層416は全て、光源からの光に高度に透過性であるのが好ましいが、これらの層のうちの1つ、一部、又は全てにおいて少量~適度の量のヘイズが特定の用途において許容できるか、及び/又は望ましい場合がある。層は、少量の損失を伴って光源によって放射された光を伝達するのが好ましく、抽出フィルムが光源に取り付けられた後に、連結表面416aを横断する光源からの光の大部分は、反対の外側表面412bにおいて抽出フィルムから出て、システム照明に寄与する。キャリアフィルム412は、PET、PEN、そのコポリマー、ガラス(可撓性ガラスを含む)又は他の好適な透明若しくは半透明材料を含んでもよい。キャリアフィルム412は、PET、PEN、及びこれらのコポリマーの交互層の多層も含んでもよい。キャリアフィルムは追加で、重合及び波長選択/変換などの高度な光学機能を可能にするために複屈折、蛍光、及び吸収層を含んでもよい。キャリアフィルム412は、抽出フィルムが光源に取り付けられた後に、水蒸気及び酸素が光源に到達するのを防ぐためにバリア層として機能してもよい。例示の超バリアフィルムは、例えば、ガラス又は他の好適な基材上で多数の層で連続的に2つの無機絶縁体材料を真空堆積することによって作られた多層フィルム、又は米国特許第5,440,446号(Shawら)、同第5,877,895号(Shawら)、及び同第6,010,751号(Shawら)に記載されるような無機材料及び有機ポリマーの交互層を含む。ナノ中空層414は、本明細書に記載の光透過性ナノ中空材料のいずれかを含んでもよい。他の層416は、任意の好適な光透過性材料を含んでもよい。代表的な実施形態では、層416は光透過性感圧接着剤又は他の粘弾性材料であってもよく、又は光透過性感圧接着剤又は他の粘弾性材料を含んでもよい。代表的な粘弾性材料は、本明細書の他で参照されている、本願と同一譲受人に譲渡された米国特許出願(代理人整理番号66015US005)に開示されている。層416に透明な接着剤を使用仕様することにより、介在する材料層を有さずに、抽出フィルムを自発光型光源の外側表面に直接取り付けることができるようになる。層416に粘弾性材料を使用することにより、抽出フィルム(及び特に抽出フィルムの結合表面416a)が、OLEDの非平坦な放射表面に適合するように、ある程度流れることを可能にする。

【0088】

光抽出フィルム410は勿論、図4に示されているものに加えて他の層を、並びに、これらの既に説明されたものに加えて他の機構若しくは特性を含んでもよい。例えば、分散を介して光抽出を強化するため又は光をフィルタリングする、カラーシフトさせる又は偏光させるための材料をフィルム内に組み込んでもよい。表面コーティング又は構造体、例えば機能層は、光抽出フィルムの機能性及びおそらく価値を更に増加させるために、光抽出フィルムの空気表面に適用することができる。かかる表面コーティングは、例えば光学

10

20

30

40

50

的、機械的、化学的又は電気的機能を有することができる。かかるコーティング又は構造体の実施例は以下の機能又は特性：防曇、帯電防止、惑光防止、反射防止、耐摩耗（耐引搔）、防汚、疎水性、親水性、接着促進、屈折要素、カラーフィルタ、紫外線（UV）フィルタ、スペクトルフィルタ、色ずれ、色修正、偏光修正（線形若しくは円形）、光再指向、拡散又は光学回転、を有するものが挙げられる。空気表面に適用される、他の可能な層には、バリア層又は透明な導電性材料が挙げられる。剥離ライナー418は省略されてもよく、及び／又は別の剥離ライナーが、外側表面412bを保護するために抽出フィルムの他方の面上に設けられてもよい。

【0089】

図5は、光抽出フィルム、例えば図4の光抽出フィルムが、表面発光OLED又は他の好適な自発光型光源に適用され得る1つ方法を示し、この自己放射光源は抽出フィルムとは別に製造され、これによって強化された光放射光学デバイスを作製する。表面発光OLED510は、説明の容易さのために概略的に示されている。OLEDは、少なくとも基材512及び薄型の高屈折率の光放射コア若しくは領域514を含む。基材は、1つの側面から水蒸気及び酸素が領域514に到達するのを防ぐためのバリア層として機能してもよく、基材はまた機械的及び熱的機能性（例えば領域514から出る熱を引くためのヒートシンクなど）も有してもよい。基材512は、また背面を含んでもよい。領域514を構成する個々の層は、基材510の上部に好適なシーケンスで堆積されてもよく、形成されてもよく、又は適用されてもよい。高屈折率領域514は典型的に、適用された電流又は場に対応して、所望の波長の光を放射するように調整された少なくとも1つの有機層、及び少なくとも1つの透明電極を含む。他の高屈折率層は、薄型の高屈折率領域514に含まれてもよい。領域514の外側表面514aは、OLED510の光放射表面であると考えられ得る。10

【0090】

OLEDの強化された光学性能を提供するため、光抽出フィルム410が、OLEDの光放射表面514aに適用される。適用前に、適切な剥離ライナー又はプレマスク418が、フィルムから取り除かれて元の光結合表面416aを露出する。いくつかの場合においては、光抽出フィルムの光結合表面は、OLEDの光放射表面514aに対して直接配置されてもよい。抽出フィルムの最外層が感圧接着剤、又は他の好適な光透過性接着剤である場合、光抽出フィルムの光結合表面と、OLEDの光放射表面との間の直接接触は、有意なエアギャップをそれらの間に有することなく2つの構成要素との間のフィルム結合を作るのに十分であってもよい。20

【0091】

他の場合には、薄型の光結合層は、光抽出フィルムの光結合表面とOLEDの光放射表面514aとの間に設けられてもよい。光結合層はいくつかの機能を果たすことができる。1つの機能はOLEDの放射表面を平坦化することである。多くの画素化された表面発光OLEDでは、例えば、基材は、画素及びサブピクセルのウェルと関連付けられた表面機構を有してもよい。光結合層は、エアギャップ又はポケットができないように、光抽出フィルムの結合表面を取り付けることができる平坦な表面を提供するように、ウェル及び他の表面機構充填するために使用されてもよい。光結合層の他の機能は、例えば抽出フィルムの最外層が感圧接着剤又は他の好適な接着剤出ない場合に、光抽出フィルムをOLEDに取り付けることであり得る。いくつかの場合においては、光結合層は、構造体内に含まれる場合には、OLEDの高屈折率領域514に可能な限り近い屈折率を有してもよく、これによって高屈折率領域又はそれらの関連付けられたエバネセント領域内の導波モードは、抽出フィルムの結合表面により近く延ばすことができる。光結合層は、例えば高屈折率領域514のものと、その最外層が、光抽出フィルムの結合表面に一致する層との間の屈折率を有してもよい。好適な光結合層は、高屈折率接着剤及びナノ粒子充填ポリマーなどの光透過性材料を含む。好適な光結合層はまた典型的に可能な限り薄く、その一方で、抽出フィルムの結合表面と、OLEDの光放射表面との間の距離を最小限にするために、それらの必要な機能を実施する。典型的な光結合層は例えば、0.5～20マイクロメ304050

ートルの範囲の厚さを有してもよいが、他の厚さも使用されてもよい。

【0092】

光結合層が使用されようと、なかろうと、OLEDへの光抽出フィルムの取り付けは、得られるOLEDデバイスの強化された動作となる。導波モードを減少させることによって、光の内部全反射を低減することによって、又は他のメカニズムのいずれかによってであろうとなかろうと、光抽出フィルムは、所与の光学システムで使用されるとき、OLEDの増加した有用な照明を提供することができる（増加したゲインと呼ばれることがある）。増加した照明又はゲインは、OLEDデバイスの出力表面からの可能な出力方向の半球にわたって統合された合計輝度に関して特徴付けられるか若しくは測定され得、又は例えば関心の具体的な方向に沿った増加した照明、例えば軸上の増加した照明、又はOLED出力表面に垂直な方向に沿ったゲインなど他の方法で測定され得る。10

【0093】

OLEDデバイスの有用な照明又はゲインの増加に加えて、代表的な光抽出フィルムはまた、それらが、OLED／フィルムの組み合わせの外側表面として機能する、平坦な、すなわち平面的な外側表面として機能することができるという利点を有する。抽出フィルム410は、平坦な表面412bを有しているのが示されており、フィルムが適用された後にOLEDの出力表面になることができるのはこの表面である。有利なことに、OLEDの増加した出力に関する、纖細な構造化表面、例えば構造化表面414aは、フィルム内及びデバイス内に埋め込まれており、可撓性キャリア層412によってラベルが付けられているによって摩耗、汚れ、埃、油、及び他の有害物質から安全に保護される。平坦な出力表面は、多くの用途において有益であると見なすことができるが、一部の場合では、OLED／フィルムの組み合わせ（例えば表面412b）の出力表面をエンボス加工する、ないしは別の方法でパターン形成し、露出した構造化表面を提供するということが望ましい場合があり、これはデバイスによって放射される光の分散を更に変更する。20

【0094】

2つ以上の埋め込まれた構造化表面を有する抽出フィルムと、その上でOLEDを製造することができる基材として機能することができる抽出フィルムと、その抽出機構が、抽出機構の機能性が光屈折ではなく光回折の原理によって主に制御されるような寸法（例えば1マイクロメートル未満のピッチ）を有する抽出フィルムと、光源の放射表面に対して結合表面が配置されたとき、光抽出要素の実質的な部分が光源のエバネセント領域内に配置される抽出フィルムと、結合表面が光源の放射表面に対して配置されたとき、光抽出要素の実質的な部分が、光源のエバネセント領域の外に、又はこれを超えて配置される抽出フィルムとを含むがこれらに限定されない画素化されたOLEDとの使用に好適な光抽出フィルムの設計面に関する更なる情報は、本願と同日に出願され、その全体において本明細書に援用するものである、本願と同一出願人に譲渡された米国特許出願XXX号、「Light Extraction Films for Organic Light Emitting Devices (OLEDs)」（代理人整理番号66957US002）において見出すことができる。30

【0095】

画素化されたOLEDデバイス

本開示の光抽出フィルム、及びフィルム／OLEDの組み合わせは、一般的に照明用途で使用され得る非画素化OLEDを含め、多種多様の広範な既知のOLEDを用いて実施することができる。それらはしかしながら、一般的に電子ディスプレイで画像を生成するのに一般的に使用され得る画素化されたOLEDと共に使用されるとき、特に実用的である。図6は、典型的な画素化されたOLED 610の概略平面図である。OLED 610は、パターン形成されて個別の光放射領域612a、612b、612c、及び放射領域間の非放射領域を形成する。放射領域のそれぞれは、好ましくは電子的にアドレス可能であるのが好ましい。光放射領域は、繰り返しパターンで配置され、大きなアレイ、例えばいずれかの所与の光放射領域、又はアレイ内の領域のセットが、いずれかの所与の回数点灯されて静止画像又はビデオ画像を提供することができる。4050

【0096】

単色ディスプレイでは、領域 612a～612c は同じスペクトル成分又は色の光を放射してもよい。この場合には、それぞれの個々の領域 612a、612b、612c は単一画素を表す。カラーディスプレイでは、領域 612a～612c は異なる色の光を放射してもよく、例えば領域 612a は赤い光を放射してもよく、領域 612b は緑色の光を放射してもよく、領域 612c は青色の光を放射してもよい。他の色及び色の組み合わせもまた可能であり、OLED は、画素化されたディスプレイの技術分野で既知であるように、3つよりも多い、又は3つよりも少ない異なる色の領域を含んでもよい。カラーディスプレイでは、異なる色の領域は一般的に一緒にグループ化されて画素を形成し、この場合には、所与の画素内の個々の放射領域は、サブピクセルとして呼ばれることがある。OLED 610 がカラーディスプレイ用に適用される場合には、領域 612a が赤い光を放射する場所、領域 612b が緑色の光を放射する場所、及び領域 612c が青い光を放射するところでは、領域 614 は一実施形態において、単一画素であると見なされる場合がある。その画素の寸法は、様々な横断寸法、即ち図の面において測定された寸法によって特徴付けられてもよい。画素が公称で矩形の形状を有する場合には、2つの関連性のある寸法は矩形の長さ（より長い面の距離）及び幅（短い面の距離）であり得る。寸法 620 は画素 614 の幅を示す。他の関連性のある寸法は、矩形画素の長さなど、最大の横断寸法であってもよい。それぞれ個々の領域 612a 等が画素であるように、OLED 610 が単色の光を放射した場合、より小さな画素は、画素 614 と同じ長さであるが、画素 614 の 1/3 の幅を有する。あるいは、OLED 610 が（3つではなく）4つの隣接する放射領域が画素を構成することを必要とする場合、その画素は画素 614 と同じ長さを有するが、画素 614 の幅の 4/3 倍の幅を有するであろう。10

【0097】

図 7a 及び図 7b は、画素化された表面発光 OLED からの光抽出と、普通の構造化フィルム（その構造化表面は大気に露出されている（埋め込まれていない））との差異、並びに、同じ画素化された表面発光 OLED からの光抽出と、開示のナノ中空層及び埋め込まれた構造化表面を組み込む抽出フィルムとの差異を実証する。簡単に言うと、ナノ中空層及び埋め込まれた構造化表面の使用は、他のフィルムよりも、構造化表面を OLED にはるかに近くに配置できるようになる。これは、ナノ中空層が、図 7b の抽出フィルムが図 7a のものに対してその上に反転できるようにし、これによってキャリアフィルムは OLED と構造化表面との間に介在させる必要がない。代わりに、（埋め込まれた）構造化表面は、キャリアフィルムと OLED との間に配置することができ、（埋め込まれた）構造化表面と OLED との間の抽出フィルムのランド部分は、一般的なキャリアフィルムのものよりも有意に少ない厚さ（例えば 50、25、又は 10 マイクロメートル未満）を有するように作ることができる。画素化された OLED に近づけて構造化表面を位置付けることは、特に小さな画素寸法を有する OLED に関し、画素のぼやけを低減する有意な利点を有することができる。抽出フィルムの構造化表面が異なる方向に光を散乱させる屈折構造体を含むときに、画素のぼやけが生じる場合がある。30

【0098】

かかる散乱と、ワックス付きの紙の一般的なシートによって作られる散乱との類似性を引用することができる。ワックス付きの紙のシートが、印刷されたテキストのページの上に直接配置された場合、観察者は依然として、ワックス付きの紙を通してテキストを識別することができる場合がある。しかしながら、テキストと、散乱するワックス付きの紙との間の距離が増加するように、ワックス付きの紙がゆっくりと持ち上げられた場合、テキストの文字の境界は、ワックス付きの紙の散乱作用によってぼやけすぎるため、テキストはすぐに判読できなくなる。これに類似して、図 7b の埋め込まれた構造化表面は、後者の構造化表面のものと比べて、OLED に対して先の構造化表面のはるかに近い近接性により、図 7a の構造化表面と比較して、画素化された OLED の滲みはほとんど、又は全く生じさせない。40

【0099】

したがって、図 7 a は、画素化された表面発光 O L E D 7 2 0 に適用される、通常の光抽出フィルム 7 3 0 から得られるデバイス 7 1 0 の部分を示し、図 7 b は、光抽出フィルム 7 6 0 から得られるデバイス 7 5 0 の部分を示し、これは、同じ画素化された表面発光 O L E D 7 2 0 に適用されている、ナノ中空層及び埋め込まれた構造化表面を組み込む。図においては、O L E D 7 2 0 のラベルの付いた構成要素は、ドライバ／コントローラ 7 2 2、光放出領域（例えば画素）7 2 4、有機光生成層 7 2 6、透明導電体 7 2 8、及び平坦な光放射表面 7 2 9 a を設けるために O L E D を平坦化する光結合層 7 2 9 を含む。図 7 a では、露出された構造化表面 7 3 4 a を有する抽出フィルム 7 3 0 が O L E D に適用される。抽出フィルム 7 3 0 は、キャリアフィルム 7 3 2、キャリアフィルムを O L E D に取り付けるための接着層 7 3 1、及びエンボス加工された、ないしは別の方で形成されて構造化表面 7 3 4 a を設けるためのコーティング層 7 3 4 を含み、これらは屈折の原理に基づいて機能するのに十分大きいレンズ状プリズム又はレンズなど、光抽出要素を画定するような形状にされてもよい。抽出フィルム 7 3 0 の個々の層のいずれもナノ中空層ではない。対称的に、抽出フィルム 7 6 0 は、例えば図 4 に関して記載されているものと同様の構造体を有してもよい。フィルム 7 6 0 はしたがって、キャリアフィルム 7 1 2、ナノ中空層 7 1 4（これは 1 . 1 5 ~ 1 . 3 5、又は 1 . 1 5 ~ 1 . 3 の範囲の屈折率を有し得る）、ナノ中空層 7 1 4 よりも高い屈折率の層 7 1 6 であって、層 7 1 6 は好ましくは、バックフィルを有し、抽出要素 7 1 5 を備え構造化表面 7 1 4 a を画定するナノ中空層との境界面を有する、層 7 1 6 を含み、ここで要素 7 1 5 は屈折の原理に基づいて機能するのに十分大きなレンズ状プリズム又はレンズであってもよい。構造化表面 7 1 4 a と表面 7 1 6 a との間の層 7 1 6 のランド部分は、例えば 5 0 マイクロメートル未満、又は 2 5 マイクロメートル未満、又は 1 0 マイクロメートル未満であってもよい。画素化された O L E D は、それぞれの場合では、抽出フィルムの最上面（図 7 a 及び図 7 b の視点から）の表面から、図 7 a の構造化表面 7 3 4 a、及び図 7 b の平坦な表面 7 1 2 b から放射される。
10

【 0 1 0 0 】

上記のように、抽出フィルム 7 6 0 が構造化表面を、抽出フィルム 7 3 0 よりも画素化された O L E D により近く位置付ける能力は、抽出フィルム 7 6 0 の滲みを減少させる利点となり得る。更に、フィルム 7 6 0 の構造化表面の埋め込まれた特質は、堅牢性の利点、フィルム 7 3 0 の構造化表面の露出された特性に対して摩耗又は他の有害な物質からの損害に対する耐性をもたらす。
20

【 実施例 】

【 0 1 0 1 】

以下の実施例内において、全ての部分、割合、比率などは、特に記載がない限り、重量によるものとする。用いた溶媒及びその他の試薬は、異なる指定がない限り、S i g m a - A l d r i c h C h e m i c a l C o m p a n y (M i l w a u k e e , W i s c o n s i n) から入手した。
30

【 0 1 0 2 】

実施例 1 : 5 0 / 6 0 の砲弾型の抽出器、接着剤バックフィル、超低屈折率（ U L I ）においてヘイズなし。
40

光線追跡法を及びモデルパッケージ L I G H T T O O L S (O p t i c a l R e s e a r c h A s s o c i a t e s (P a s a d e n a , C A) から市販されている) を使用して、埋め込まれた抽出層を備える O L E D に関するコンピュータシミュレーションが実施された。シミュレーションした構成は全体的に、図 5 の O L E D デバイス 5 2 0 のように示されている。超低屈折率（ U L I ）の、微細複製されたナノ中空材料（例えば図 5 の層 4 1 4 を参照）は、屈折率 1 . 2 及びヘイズはゼロを有するとしてモデル化された。キャリアフィルム又は基材（例えば図 5 の層 4 1 2 を参照）の屈折率は、ポリエチレンテレフタレート（ P E T ）基材をモデル化するために、1 . 6 5 になるように選択された。バックフィル層（例えば図 5 の層 4 1 6 ）の屈折率は、S o k e n 2 0 3 2 感圧接着剤（ S o k e n C h e m i c a l & E n g i n e e r i n g C o . , L t d , (50

日本)から市販されている)をモデル化するために、1.48になるように選択された。基材は厚さ100μmを有するように想定された。

【0103】

抽出構造体(例えば、図5bの構造化表面を参照)は、50μmピッチを備える砲弾型の抽出要素のアレイであり、アレイは上面又は平面図において抽出要素の六角形の配置を有する。それぞれの抽出要素の形状は、軸を中心として円の区分を回転することによって生じる旋回の表面によってもたらされ、図8a及び8bを参照することにより、より十分に説明される。実施例1の砲弾型を画定するために使用される湾曲区分812は、円の中心を通過する円の面において、軸805から測定されたときに、角度1と角度2との間にある円810の区分であった。実施例1の砲弾型において、1は50度であり、2は60度であった。区分812は次いで軸815を中心に回転し、軸815は軸805に平行であるが、湾曲区分の端点を交差し、これによって回転820の砲弾型の表面を生じさせる。
10

【0104】

OLEDの基材面に接合されたこの光抽出フィルムの光学性能は、シミュレーションされ、色の均一性は、CIE 1976 L* u* v* 色空間(CIE規格S 014-5/E:2009)における最大角度色偏差として測定された。(u', v') 色度座標に関して、色の偏差は、以下の式によって与えられ、
20

【0105】

【数4】

$$\Delta u'v' = \sqrt{(u' - u'_{\text{0}})^2 + (v' - v'_{\text{0}})^2}$$

【0106】

式中、(u'₀, v'₀)は、角度による色の均一性を評価するための、基準ソース(この場合ではOLEDの軸方向の輝度)の色度座標である。積分ゲインは、抽出フィルムを備えるOLEDと、抽出フィルムを有さないOLEDとの積分された出力比として計算された。シミュレーションで使用されたOLEDのパラメータは、Philips Lumiblade OLED(Philips Lighting U.S.(Somerset, NJ)から市販されている)の実験的な測定値に基づいた。本発明者らは、モデル及び最適化における、実験的に測定されたOLEDを使用した。OLEDは、1cm × 1cmまでの表面積の第1の有孔であり、次いで屈折率整合オイルを使用して基材面において、直径2.5インチ(6.4cm)のBK7半球レンズに光学的に連結させ、その球面は反射防止コーティングされていた。OLED基材の屈折数は、BK7半球レンズと緊密に一致し、外側基材表面における反射及び屈折は排除され、基材内へのOLEDの放射、及びOLED/基材の境界面におけるOLEDの反射の正確な測定を可能にする。具体的に、OLEDの角度の付いたスペクトル輝度及び反射率は、シミュレーションにおいて特徴付けられ、かつ使用される。コンピュータで設計された抽出層プロファイルと組み合わせて、OLEDデバイスは、正しくモデル化することができる。角度の変数として計算された色の偏差は、以下の表1に示されており、ここで角度はモデル化されたデバイスの光学軸又は面法線に対する、空中における観察角である。埋め込まれた抽出フィルムを備える場合、及び埋め込まれた抽出フィルムを備えない場合の、最大の角度による色の非均一性は、それぞれ0.0115及び0.0242だった。モデル化された抽出フィルムを備えて、積分ゲインは1.48だった。
30
40

【0107】

【表1】

表1

角度(度)	$\Delta u'v'$ 抽出フィルムを 備えるOLED	$\Delta u'v'$ オリジナルの OLED	
88.5	0.0060	0.0242	10
85.5	0.0053	0.0219	
82.5	0.0058	0.0202	
79.5	0.0057	0.0193	
76.5	0.0072	0.0189	
73.5	0.0055	0.0182	
70.5	0.0065	0.0178	
67.5	0.0075	0.0174	
64.5	0.0072	0.0171	
61.5	0.0080	0.0166	20
58.5	0.0090	0.0158	
55.5	0.0091	0.0150	
52.5	0.0105	0.0143	
49.5	0.0115	0.0134	
46.5	0.0108	0.0124	
43.5	0.0115	0.0115	
40.5	0.0108	0.0102	
37.5	0.0108	0.0088	
34.5	0.0098	0.0073	
31.5	0.0105	0.0061	
28.5	0.0089	0.0048	
25.5	0.0072	0.0036	
22.5	0.0055	0.0027	
19.5	0.0059	0.0015	
16.5	0.0049	0.0010	30
13.5	0.0051	0.0005	
10.5	0.0042	0.0005	
7.5	0.0018	0.0003	
4.5	0.0032	0.0006	
1.5	0.0000	0.0000	

【0108】

結果は図9aに表示され、曲線910はモデル化されたOLED/抽出フィルムの組み合わせの色偏差であり、曲線912は、抽出フィルムを有さないOLEDの色偏差である。

40

【0109】

実施例2:50/60の砲弾型の抽出器、接着剤バックフィル、超低屈折率(ULI)におけるヘイズ

いくらかのヘイズが、ナノ中空超低屈折率(ULI)層に含まれたことを除いて、光抽出フィルムを備えるOLEDが実施例1と同じ方法でシミュレーションされた。これは、シミュレーションされたナノ中空層に散乱中心を加えることによってシミュレーションされ、ここで、散乱中心は、光を主に前方45°の円錐角に散乱させ、散乱確立は、20%に設定された(すなわち、層を通って移動するときに少なくとも1回分散される光線の確率は20%に設定された)。シミュレーションされた抽出フィルムのナノ中空層に、この

50

ようにヘイズが組み込まれると、角度による色の非均一性は 0.010 まで減少され、積分ゲインは 1.51 に向上した。

【0110】

実施例 3 : 50 / 60 の砲弾型の抽出器、HRI バックフィル、超低屈折率 (ULI) においてヘイズなし

ナノ中空超低屈折率 (ULI) 材料の屈折率が 1.26 (1.2 としてよりも) に設定され、バックフィル材料 (例えば図 5 の層 416 を参照) が 1.65 (1.48 としてよりも) であるように選択されたことを除いて、光抽出フィルムを備える OLEO は実施例 1 と同じ方法でシミュレーションされた。バックフィル材料は、例えば米国特許第 7,547,476 号 (Jones ら) に説明されているもののような、ナノジルコニア充填 U 10 V 硬化性アクリル樹脂などの、高屈折率の硬化性樹脂の代表である。

【0111】

色の非均一性及び積分ゲインは実施例 1 でのように測定された。計算された色偏差は表 2 に示される。最大角度の色の非均一性は埋め込まれた光抽出フィルムを備えて、及び埋め込まれた光抽出フィルムを備えないで、それぞれ 0.0083 及び 0.0242 だった。抽出フィルムを備えて、積分ゲインは 1.55 だった。

【0112】

【表2】

表2

角度(度)	$\Delta u'v'$	$\Delta u'v'$	10
	抽出フィルムを備えるOLED	オリジナルのOLED	
88.5	0.0022	0.0242	
85.5	0.0030	0.0219	
82.5	0.0053	0.0202	
79.5	0.0083	0.0193	
76.5	0.0072	0.0189	
73.5	0.0072	0.0182	
70.5	0.0072	0.0178	
67.5	0.0060	0.0174	
64.5	0.0059	0.0171	
61.5	0.0054	0.0166	
58.5	0.0060	0.0158	
55.5	0.0058	0.0150	
52.5	0.0048	0.0143	
49.5	0.0065	0.0134	20
46.5	0.0058	0.0124	
43.5	0.0075	0.0115	
40.5	0.0062	0.0102	
37.5	0.0067	0.0088	
34.5	0.0068	0.0073	
31.5	0.0070	0.0061	
28.5	0.0055	0.0048	
25.5	0.0040	0.0036	
22.5	0.0037	0.0027	
19.5	0.0020	0.0015	
16.5	0.0014	0.0010	30
13.5	0.0013	0.0005	
10.5	0.0008	0.0005	
7.5	0.0002	0.0003	
4.5	0.0010	0.0006	
1.5	0.0000	0.0000	

【0113】

結果は図9bに表示され、曲線920はモデル化されたOLED/抽出フィルムの組み合わせの色偏差であり、曲線922は、抽出フィルムを有さないOLEDの色偏差である。

40

【0114】

実施例4：50/60の砲弾型の抽出器、HRIバックフィル、超低屈折率(ULI)におけるヘイズ

いくらかのヘイズが、ナノ中空超低屈折率(ULI)層に含まれたことを除いて、光抽出フィルムを備えるOLEDが実施例3と同じ方法でシミュレーションされ、実施例2で説明されたものと同じヘイズだった。色の非均一性及び積分ゲインは実施例1のように測定された。角度による色の非均一性は0.007まで減少され、積分ゲインは1.57に向上した。

【0115】

50

実施例 5：砲弾型の抽出器 + 一次元のプリズムアレイ

抽出フィルムを備えるOLEDが、一次元のプリズムフィルムが、OLED層の反対の面上基材（例えば図5の表面412bを参照）に追加されたことを除いて、実施例1と同じ方法でシミュレーションされ、プリズムの頂部はOLED層から外に向いている。プリズムアレイのピッチは $50\mu m$ であった。プリズム材料の屈折率は、基材と同じであるように選択され（ $n = 1.65$ ）、他のデバイスパラメータは実施例1にあるものと同じであった。

【0116】

計算された色偏差は表3に示される。最大の色の非均一性は0.0126であり、積分ゲインは1.34であった。積分ゲインは実施例1及び2よりも低いが、放射された光はこの実施例では実質的にコリメートされた。

【0117】

【表3】

表3

角度(度)	$\Delta u'v'$	$\Delta u'v'$	20
	抽出フィルムを備えるOLED	オリジナルのOLED	
88.5	0.008	0.0242	
85.5	0.0105	0.0219	
82.5	0.0074	0.0202	
79.5	0.0066	0.0193	
76.5	0.005	0.0189	
73.5	0.0079	0.0182	
70.5	0.0067	0.0178	
67.5	0.0084	0.0174	
64.5	0.01	0.0171	
61.5	0.0126	0.0166	
58.5	0.0118	0.0158	
55.5	0.0122	0.0150	30
52.5	0.0119	0.0143	
49.5	0.0098	0.0134	
46.5	0.0111	0.0124	
43.5	0.011	0.0115	
40.5	0.01	0.0102	
37.5	0.009	0.0088	
34.5	0.0085	0.0073	
31.5	0.0062	0.0061	
28.5	0.0048	0.0048	
25.5	0.0035	0.0036	
22.5	0.0036	0.0027	40
19.5	0.0029	0.0015	
16.5	0.0024	0.0010	
13.5	0.0029	0.0005	
10.5	0.0023	0.0005	
7.5	0.0018	0.0003	
4.5	0.0002	0.0006	
1.5	0.0000	0.0000	

【0118】

結果は図9cに表示され、曲線930はモデル化されたOLED / 抽出フィルムの組み

50

合わせの色偏差であり、曲線 932 は、抽出フィルムを有さない OLE D の色偏差である。

【0119】

実施例 6：埋め込まれた光抽出フィルムに関する画素滲みの解析

埋め込まれた光抽出フィルムの画素滲みの影響は、LIGHTTOOLS (Optical Research Associates (Pasadena, CA) から市販されている) を使用してモデル化された。積層構成体は、実施例 1 と同じであったが、以下の寸法を有した：抽出層のピッチ寸法は 5 μm であり、抽出層の合計厚さは 10 μm であり、ランド厚さ（抽出テクスチャー（構造化表面）の底面と OLE D エミッターの上面との間の距離）は 1 μm 又は 5 μm のいずれかであった。このシミュレーションは、上記の埋め込まれた抽出表面（抽出基材の下）のすぐ上に配置された表面検出器を含み、横方向の光の拡がりを解析した。比較実施例もまたシミュレーションされ、これは外側の、すなわち露出された構造化表面（例えば、図 7 a の抽出フィルムの配向を参照）を使用し、反対側を向いているが同じ砲弾型を有し、この実施形態のランド厚さ（構造化表面の底面と OLE D エミッターの上面との間の距離）は、50 マイクロメートルに設定された。10

【0120】

点像強度分布関数は、光学システム通過後の無限に小さい点の横方向の拡がりを表し、これは全ての 3 つの実施形態に関して計算された。50 マイクロメートルのランドの比較実施形態の点像強度分布関数が図 11 a に示され、5 マイクロメートルのランド（埋め込まれた構造化表面）の実施形態の点像強度分布関数が図 11 b に示され、1 マイクロメートルのランド（埋め込まれた構造化表面）の実施形態に関する点像強度分布関数が図 11 c に示されている。OLE D の画素の外観が滲む量は、点像強度分布関数とオリジナルの OLE D の画素形状の数学畳み込み演算により計算することができる。これは、図 10 の上面又は正面図に示されているように、矩形の OLE D の画素に関して計算され、ここでは幅は 20 マイクロメートルに設定され、高さ（the width）は 60 マイクロメートルに設定された。50 マイクロメートルのランドに関しては得られる外観は図 12 a で、5 マイクロメートルのランドに関しては（埋め込まれた構造化表面）図 12 b に見ることができ、1 マイクロメートルのランド（埋め込まれた構造化表面）の実施形態に関しては図 12 c に見ることができる。画素滲みは、ランド厚さ 5 μm（図 12 b）と比較して、ランド厚さ 1 μm（図 12 c）で有意に低減されたが、ランド厚さ 5 μm でさえも、画素の滲みは隣接する画素の領域を超えて延びておらず、これは大半のディスプレイ用途には許容可能である。図 12 b 及び図 12 c における滲みの量は両方とも、図 12 a に見られる滲みと比較して実質的に低減されている。20

【0121】

いずれかの次元において認識される画素の横方向の範囲「L」は、それを超えて光エネルギーの 90 % が限定される範囲であると見なすことができる。この横方向の範囲は、典型的に物理的な画素の範囲「D」よりも大きい。画素滲み「B」は、これらの 2 つの値の百分率の差として、すなわち $[(L - D) / D] \%$ として定義され得る。いずれかの次元において認識される画素の横方向の範囲「L」は、2P、1.5P、1.0P 未満である必要があり、ここで「P」はその次元における画素のピッチである。画素滲みは認識された画素の横方法の範囲「L」の関数として定義されるため、容認できる画素滲みは、以下の様に表すことができる： $B < (2P - D) / D$ 、又は $B < (1.5P - D) / D$ 、又は $B < (1P - D) / D$ 。点像強度分布関数は画素滲みのもう 1 つの基準である。より広い点像強度分布関数は典型的に、より有意な画素滲みに関連する。30

【0122】

実施例 7：低ヘイズ ULI、含浸した PSA バックフィル

光抽出フィルムは、以下に説明されるように微細複製されたナノ中空材料用いて作製された（超低屈折率、すなわち ULI 材料とも呼ばれる）。微細複製された ULI 及び微細複製された ULI を作製するプロセスに関する詳細な情報は、本明細書の他の箇所で参照される同一出願人による米国特許出願（代理人整理番号 66015US005）に見出す40

ことができる。

【0123】

砲弾型の微細複製されたツール

砲弾型の微細複製ツールは、米国特許第6,285,001号(Flemingら)に説明されるように、エキシマレーザーによる機械加工プロセスを使用して、この実施例7に対して作製された。得られるパターンは、反転した砲弾型を有する銅ロールに変換され、ここでは砲弾機構は、 $50\text{ }\mu\text{m}$ ピッチを有して、密集した六角形のパターンに配置され、砲弾の形状は、旋回の表面を画定する湾曲した弧が、角度 $1 = 25$ 度及び $2 = 65$ 度によって接合されていることを除いて、砲弾の形状は、実質的に実施例1で説明されているものであった。銅ロールは次いで、Accentrim樹脂(Cognisから入手可能な75重量%のPHOTOMER 6210、Aldrich Chemical Co.から入手可能な25%の1,6-ヘキサンジオールジアクリレート、及びCiba Specialty Chemicalsからの1重量%の光開始剤Darocur 1173の組成物を有する、UV硬化性アクリル樹脂を含むウレタン)を使用して、連続铸造及び硬化プロセスのために複製マスターとして使用された。AccentrimはPET支持フィルム(DuPont 618 PETフィルム、厚さ5ミル(127マイクロメートル))に成形され、次いで、紫外線光を使用して精密な円筒形のツールに対して硬化させた。

【0124】

A-174処理されたシリカナノ粒子

凝縮器と温度計を備えた2リットル三口フラスコ内で、960グラムのIPA-ST-UP有機シリカ細長粒子(Nissan Chemical Inc.(Houston, TX)から入手可能)、19.2グラムの脱イオン水、及び350グラムの1-メトキシ-2-プロパノールを、高速攪拌で混合した。細長粒子は、約9nm～約15nmの範囲の直径、及び約40nm～約100nmの範囲の長さを有するものであった。これらの粒子を、15.2重量%のIPA中に分散させた。次に、22.8gのSilquest A-174シラン(GE Advanced Materials(Wilton, CT)から入手可能)をフラスコに加えた。得られた混合物を30分間攪拌した。

【0125】

この混合物を81で16時間保持した。次に、この溶液を室温に冷却した。次に、40の水浴下でロータリーエバポレータを使用して、溶液中の約950グラムの溶媒を除去し、その結果、1-メトキシ-2-プロパノール中に41.7重量%のA-174改質細長シリカの透明な分散液を得た。

【0126】

低ヘイズ、低屈折率配合(ULI樹脂)

1-メトキシ-2-プロパノール中のA-174で処理された、41.78重量%のシリカナノ粒子IPA-ST-UP溶液の194.1gが琥珀色のガラス瓶に添加された。そのジャーには、Sartomer SR 444が64.87g、Sartomer CN 9893が40.5g(両方ともSartomer Company(Exton, PA)から入手可能)がエチルアセテート中の40%溶液として添加され、Irgacure 184が1.458g、Irgacure 819が0.48g(両方ともCiba Specialty Chemicals Company(High Point, NC)から入手可能)、及びTEGO(登録商標)Rad 2250(Evonik Tego Chemie GmbH(Essen, Germany)から入手可能)が1.5g添加された。配合物の内容物は十分に混合され、50.5重量%固形物のUV硬化性ULI及び樹脂を得た。

【0127】

超低屈折率(ULI)構造体

上記の連続铸造及び硬化プロセスからの砲弾型のフィルムが取られ、剥離のために処理された。剥離のための処理は、まずフィルムを200Wで20秒間、500ccm O₂

10

20

30

40

50

の酸素プラズマ処理し、その後、150Wで90秒間、200ccm TMSでテトラメチルシラン(TMS)プラズマ処理を行った。フィルムは次いで、超低屈折率(ULI)構造体を微細複製するために、連続鋳造及び硬化プロセスのための複製マスターとして使用された。ULI樹脂は、50.5%固形物であり、3ミル(76.2マイクロメートル)厚さのプライムコートされたPETフィルムだった。樹脂は、35.3V及び5.85アンペアで動作しているLED硬化システムを使用して硬化させた。微細複製されたULIフィルムは、Fusion Lamp(Hバルブ)を使用して後硬化させた。微細複製したULIフィルム層の屈折率はMetrical Model 2010プリズムカプラー(Metrical Corporation(Pennington, NJ)から入手可能)を使って計測され、約1.25であることが判った。図8cは作製されたULIフィルム複製の構造化表面830の光学顕微鏡写真を示し、ここで個々の砲弾型の抽出要素832ははっきりと見える。

【0128】

抽出フィルム

ULIフィルムは、230°Fのローラーを備える加熱ローラーラミネータを使用して、圧力下で積層することによって、Soenken 2032感圧接着剤(Soken Chemical & Engineering Co., Ltd, (日本))でバックフィルされた。ULI砲弾型のテンプレートへのPSAの完全な充填は光学顕微鏡によって確認された。フィルムはまた、レーザーポインターを使用して調査され、並びに同様な屈折パターンは、オリジナルの銅製ツールから複製された砲弾型のフィルムのツールに関して観察された。

【0129】

この光抽出フィルムの光学性能は、抽出フィルムのバックフィルされた接着層をPhilips Lumiblade OLED試験ビヒクル(Philips Lighting U.S. (Somerset, NJ)からの入手可能)の基材面に接合することによって評価された。積分ゲインは、抽出フィルムを備えるOLEDと、抽出フィルムを有さないOLEDとの積分された出力比として測定された。埋め込まれた抽出フィルムを備える最大の角度による色非均一性は、埋め込まれた抽出フィルム有さないOLEDに対して改善を示した。埋め込まれた抽出フィルムを備えて、積分ゲインは1.28だった。

【0130】

特記しない限り、本明細書及び「特許請求の範囲」で使用されている量、性質の測定などを表現する全ての数は、用語「約」により改変されていると理解されるべきである。したがって、反することが示されない限り、本明細書及び添付特許請求の範囲に記載の数値的パラメータは、本発明の教示を利用して当業者により得ることが求められる所望の性質に応じて変化する近似値である。均等論を特許請求の範囲の範疇に適用することを制限しようとする試みとしてではなく、各数値パラメータは少なくとも、記録された有効数字の桁数を考慮して、又通常の四捨五入を適用することによって解釈されるべきである。本発明の広範な範囲を示す数値範囲及びパラメータは近似であるにもかかわらず、いかなる数値も本明細書で述べられる具体的な例で示される程度に、これらは妥当に可能な限り精確に報告される。しかしながら、いかなる数値も試験及び測定の限界に関連する誤差を含み得る。

【0131】

本発明の様々な修正及び変更は、本発明の範囲及び趣旨から逸脱せずに当該技術分野の当業者に明らかとあり、本発明は、ここに記載された例示的な実施形態に限定されないことが理解されるべきである。例えば、1つの開示実施形態の特徴は、別に記載のない限り、他の開示実施形態全てにも適用され得ることを、読者は推定すべきである。また、本明細書において参照された全ての米国特許、公開特許出願、並びに他の特許及び非特許文書は、それらが上述の開示に矛盾しない範囲において、参照によって全てが組み込まれることが理解されるべきである。

本願発明に関連する発明の実施形態について以下に列挙する。

10

20

30

40

50

[実施形態 1]

外側表面を有する自発光型の画素化された光源からの光抽出を強化するための光抽出フィルムであって、前記抽出フィルムは、前記光源の前記外側表面に取り付けられるように適合される主要結合表面を有し、前記抽出フィルムは、

可撓性キャリアフィルムと、

前記キャリアフィルムによって担持される第1層及び第2層と、を含み、前記第1層及び前記第2層はそれらの間に、光抽出要素の構造化表面を形成する埋め込まれたインターフェースを画定し、

前記第1層はナノ中空モルホルジーを有し、かつポリマー結合剤を含み、前記第1層はまた、前記第2層と前記キャリアフィルムとの間に配置され、

前記第2層は、前記第1層よりも大きい屈折率を有し、前記第1層は1.35未満の屈折率を有する、光抽出フィルム。

10

[実施形態 2]

前記主要結合表面が、前記構造化表面の反対側の前記第2層の表面であり、前記第2層は前記構造化表面と前記主要結合表面との間のランド部分を含む、実施形態1に記載の抽出フィルム。

[実施形態 3]

前記ランド部分が、50マイクロメートル未満の厚さを有する、実施形態2に記載の抽出フィルム。

20

[実施形態 4]

前記ランド部分が、25マイクロメートル未満の厚さを有する、実施形態3に記載の抽出フィルム。

[実施形態 5]

前記ランド部分が、10マイクロメートル未満の厚さを有する、実施形態4に記載の抽出フィルム。

[実施形態 6]

前記ランド部分が、0.1~25マイクロメートルの範囲の厚さを有する、実施形態2に記載の抽出フィルム。

[実施形態 7]

前記ランド部分が前記キャリアフィルムよりも薄い、実施形態2に記載の抽出フィルム。

30

[実施形態 8]

前記第1層が1.3未満の屈折率を有する、実施形態1に記載の抽出フィルム。

[実施形態 9]

前記第2層が1.4超の屈折率を有する、実施形態1に記載の抽出フィルム。

[実施形態 10]

前記第1層と前記第2層との屈折率の差が少なくとも0.3、又は少なくとも0.4、又は少なくとも0.5である、実施形態1に記載の抽出フィルム。

[実施形態 11]

前記第2層が光透過性ポリマーを含む、実施形態1に記載の抽出フィルム。

40

[実施形態 12]

前記ポリマーが光透過性粘弹性物質を含む、実施形態11に記載の抽出フィルム。

[実施形態 13]

前記主要結合表面を覆う剥離ライナー又はプレマスクを更に含む、実施形態1に記載の抽出フィルム。

[実施形態 14]

前記光抽出要素が1マイクロメートル超のピッチを有する、実施形態1に記載の抽出フィルム。

[実施形態 15]

前記光抽出フィルムが前記自発光型の画素化された光源と連結し、該光源からの光の抽

50

出を強化させる、前記自発光型の画素化された光源と組み合わせた実施形態 1 に記載の抽出フィルム。

[実施形態 1 6]

前記抽出フィルムが、前記光源の前記外側表面に、それらの間にエアギャップを含まないようにして取り付けられる、実施形態 1 5 に記載の組み合わせ。

[実施形態 1 7]

前記構造化表面は、50マイクロメートル未満の厚さを有するランド部分によって、前記主要結合表面から分離される、実施形態 1 5 に記載の組み合わせ。

[実施形態 1 8]

前記ランド部分が、25マイクロメートル未満の厚さを有する、実施形態 1 7 に記載の組み合わせ。

10

[実施形態 1 9]

前記ランド部分が、10マイクロメートル未満の厚さを有する、実施形態 1 8 に記載の組み合わせ。

[実施形態 2 0]

前記自発光型の画素化された光源が、前記画素化された光源を平坦化させる光結合層を含み、前記光源の前記外側表面は、前記光結合層の外側表面である、実施形態 1 5 に記載の組み合わせ。

[実施形態 2 1]

前記光結合層が少なくとも1.4の屈折率を有する、実施形態 2 0 に記載の組み合わせ。

20

[実施形態 2 2]

前記画素化された光源が、25マイクロメートル未満の、少なくとも1つの横方向寸法を有する画素を含む、実施形態 1 5 に記載の組み合わせ。

[実施形態 2 3]

前記光抽出要素が、1マイクロメートル超のピッチを有する、実施形態 1 5 に記載の組み合わせ。

[実施形態 2 4]

自発光型の画素化された光源の光出力を、前記光源の画素を実質的に滲ませることなく、強化する方法であって、

30

外側表面を有する自発光型の画素化された光源を提供する工程と、

主要結合表面を有する光抽出フィルムを提供する工程であって、前記抽出フィルムは、可撓性キャリアフィルムと、

前記キャリアフィルムによって担持される第1層及び第2層と、を含み、前記第1層及び前記第2層はそれらの間に、光抽出要素の構造化表面を形成する埋め込まれたインターフェースを画定し、

前記第1層はナノ中空モルホルジーを有し、かつポリマー結合剤を含み、前記第1層はまた1.35未満かつ、前記第2層よりも小さい屈折率を有する、工程と、

前記抽出フィルムの前記主要結合表面を、前記自発光型の画素化された光源の前記外側表面に取り付ける工程と、を含む、方法。

40

[実施形態 2 5]

前記自発光型の画素化された光源が、前記画素化された光源を平坦化させる光結合層を含み、前記光源の前記外側表面は、前記光結合層の外側表面である、実施形態 2 4 に記載の方法。

[実施形態 2 6]

前記取り付ける工程は、ランド部分が、前記光抽出フィルムの前記構造化表面と前記光源の前記外側表面との間に画定されるように実施される、実施形態 2 4 に記載の方法。

[実施形態 2 7]

前記ランド部分が、50マイクロメートル未満の厚さを有する、実施形態 2 6 に記載の方法。

50

[実施形態 2 8]

前記ランド部分が、25マイクロメートル未満の厚さを有する、実施形態27に記載の方法。

[実施形態 2 9]

前記ランド部分が、10マイクロメートル未満の厚さを有する、実施形態26に記載の方法。

[実施形態 3 0]

前記ランド部分が前記キャリアフィルムよりも薄い、実施形態26に記載の方法。

【図1】

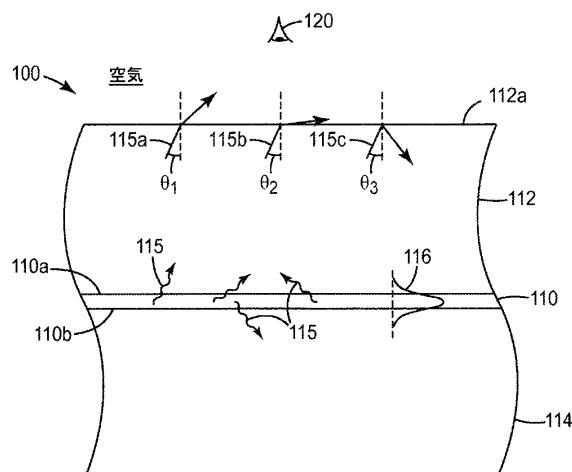


FIG. 1

【図2】

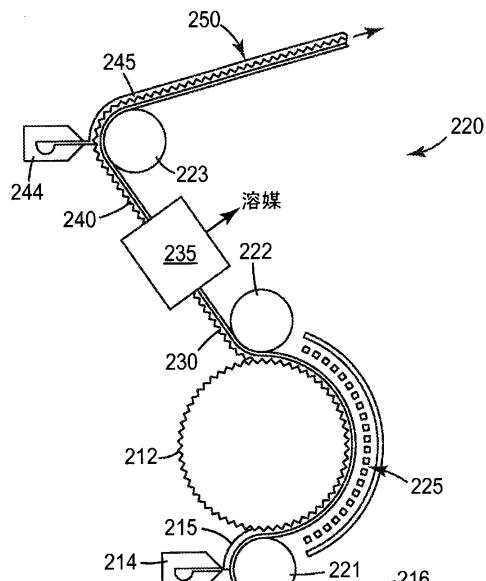


FIG. 2

【図3】

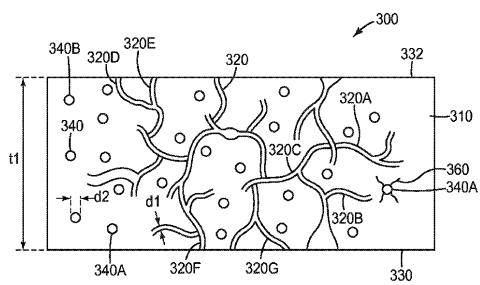


FIG. 3

【図3a】

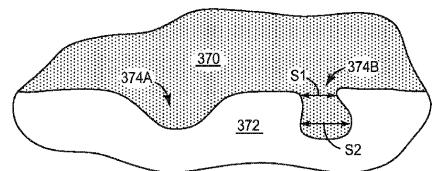


FIG. 3a

【図4】

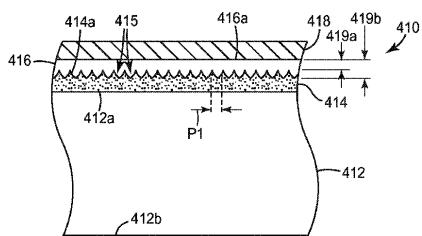


FIG. 4

【図5】

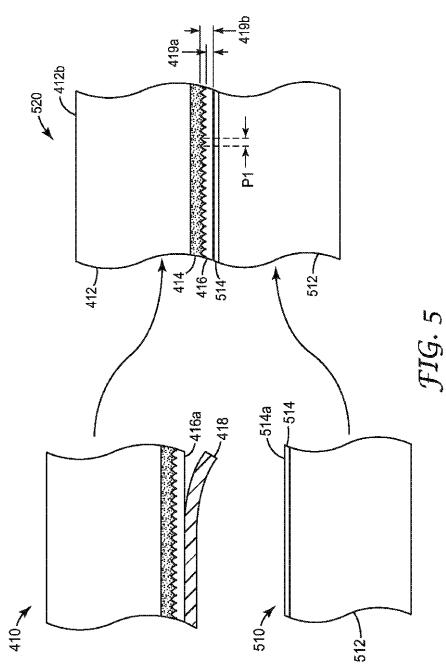


FIG. 5

【図6】

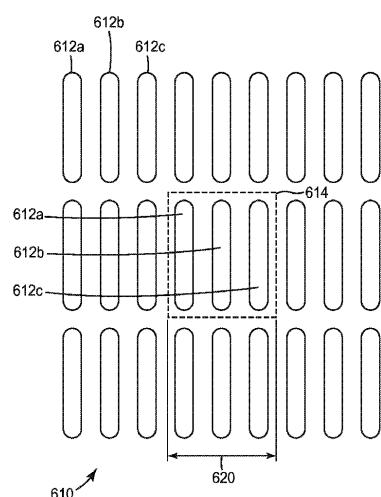
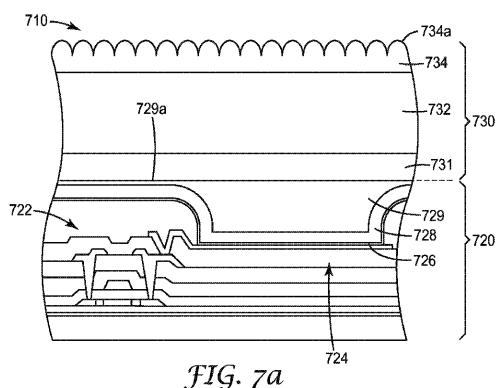
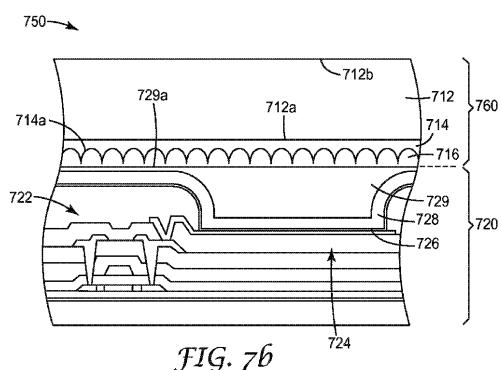


FIG. 6

【図 7 a】



【図 7 b】



【図 8 a】

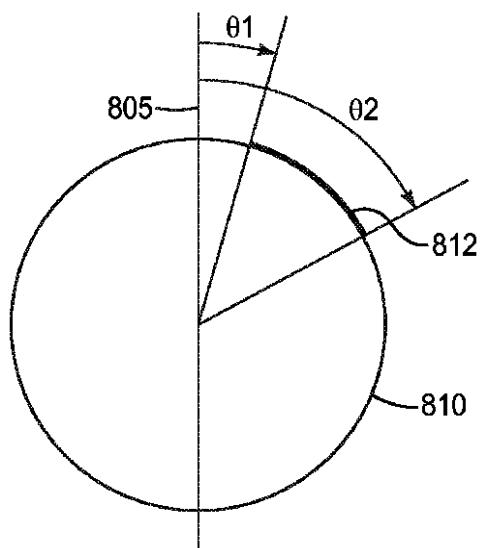


FIG. 8a

【図 8 b】

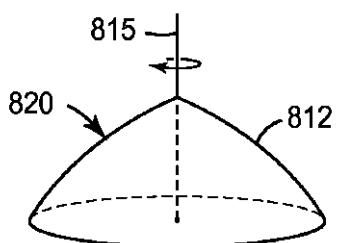


FIG. 8b

【図 8 c】

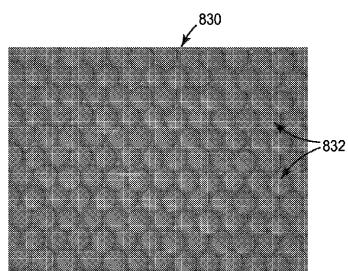


FIG. 8c

【図 9 a】

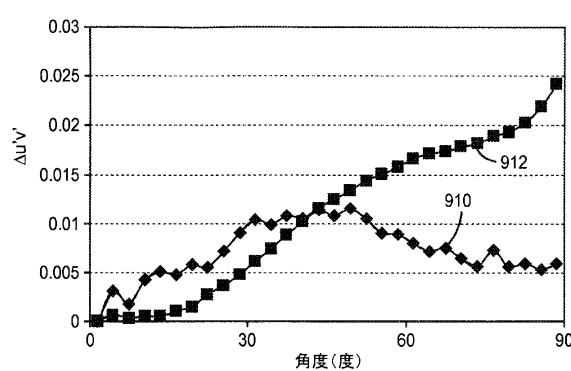


FIG. 9a

【図 9 b】

【図 9 c】

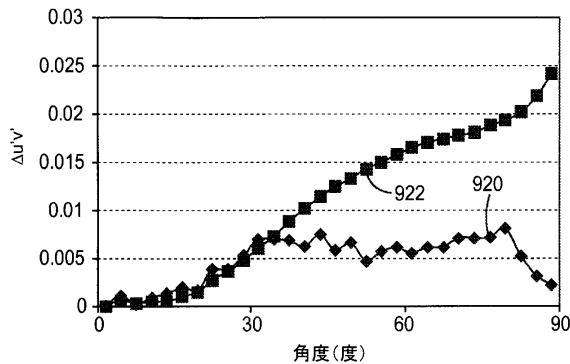


FIG. 9b

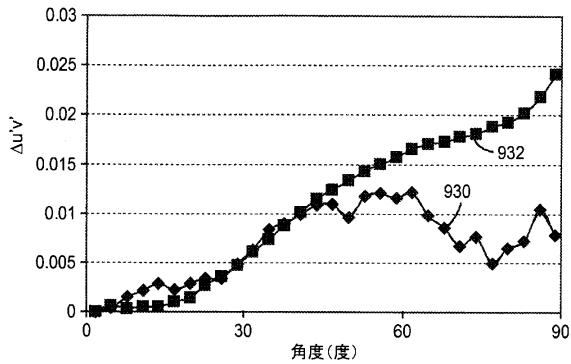


FIG. 9c

【図 10】

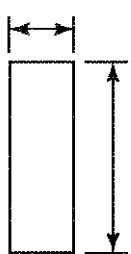


FIG. 10

【図 11 b】

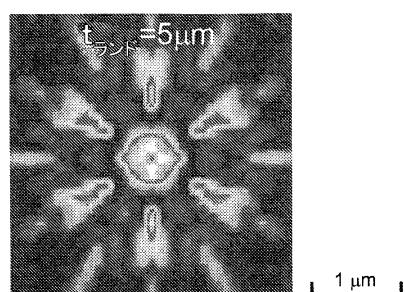


FIG. 11b

【図 11 c】

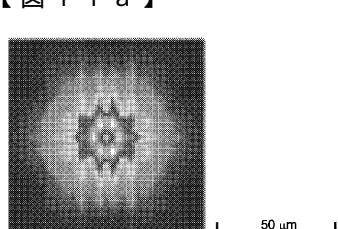


FIG. 11a

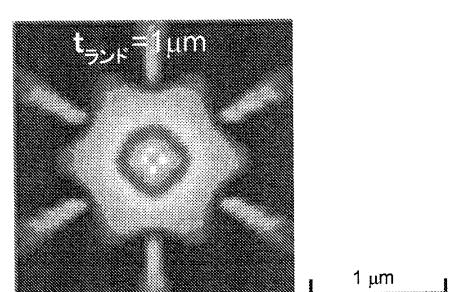


FIG. 11c

【図 1 2 a】

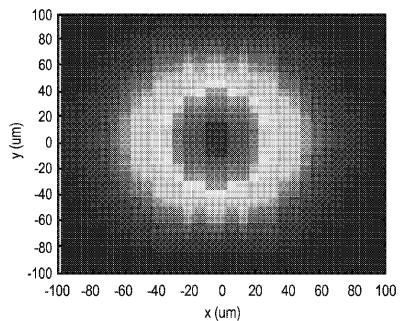


FIG. 12a

【図 1 2 b】

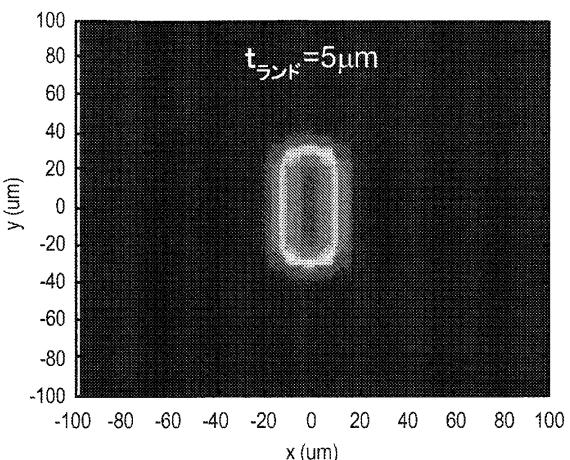


FIG. 12b

【図 1 2 c】

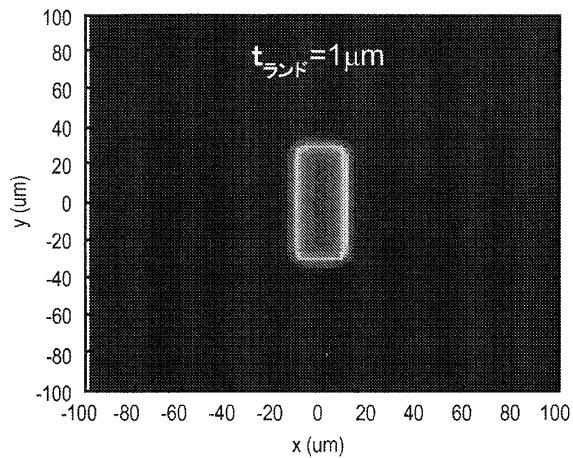


FIG. 12c

フロントページの続き

(74)代理人 100202418
弁理士 河原 肇

(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 デイビッド エス . トンプソン
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 マーティン ビー . ウォルク
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 セルゲイ ラマンスキイ
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 チャオフィ ヤン
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 ジュン - イン チャン
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 エンカイ ハオ
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 ウイリアム ブレイク コルブ
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 オードリー エー . シャーマン
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 ケビン アール . シャファー
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

合議体

審判長 鉄 豊郎

審判官 關根 洋之

審判官 宮澤 浩

(56)参考文献 國際公開第2010 / 077521 (WO , A2)
特開2008 - 212832 (JP , A)
特開2005 - 166635 (JP , A)
特表2010 - 529598 (JP , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , DB名)

G02B 5/02