

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2021-524135

(P2021-524135A)

(43) 公表日 令和3年9月9日(2021.9.9)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
H05B 33/02 (2006.01)	H05B 33/02	3K107
H01L 51/50 (2006.01)	H05B 33/14	5C094
H01L 27/32 (2006.01)	H01L 27/32	5G435
H05B 33/04 (2006.01)	H05B 33/04	
H05B 33/10 (2006.01)	H05B 33/10	
審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 28 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号	特願2020-564234 (P2020-564234)	(71) 出願人	397068274 コーニング インコーポレイテッド アメリカ合衆国 ニューヨーク州 148 31 コーニング リヴァーフロント プ ラザ 1
(86) (22) 出願日	令和1年5月15日 (2019.5.15)	(74) 代理人	100073184 弁理士 柳田 征史
(85) 翻訳文提出日	令和3年1月8日 (2021.1.8)	(74) 代理人	100123652 弁理士 坂野 博行
(86) 国際出願番号	PCT/US2019/032491	(74) 代理人	100175042 弁理士 高橋 秀明
(87) 国際公開番号	W02019/222405	(72) 発明者	ボウデン, ブラッドリー フレデリック アメリカ合衆国 ニューヨーク州 148 30 コーニング ジェームス ストリー ト 4
(87) 国際公開日	令和1年11月21日 (2019.11.21)		最終頁に続く
(31) 優先権主張番号	62/673, 281		
(32) 優先日	平成30年5月18日 (2018.5.18)		
(33) 優先権主張国・地域又は機関	米国 (US)		

(54) 【発明の名称】 光取り出し装置およびフレキシブルOLEDディスプレイ

(57) 【要約】

光取り出し装置は、フレキシブル基板と、フレキシブル基板により支持されたOLEDと、フレキシブルバリアフィルムと、テーパ状リフレクタと、インデックスマッチング層とを含む。テーパ状リフレクタは、少なくとも1つの側面と、フレキシブルバリアフィルムに結合された上面と、下面とを含む。上面は、下面よりも表面積が大きい。インデックスマッチング層は、OLEDの上面とテーパ状リフレクタの下面との間に結合されている。OLEDの上面から出射された光は、インデックスマッチング層を通過してテーパ状リフレクタに入射する。テーパ状リフレクタの少なくとも一方の側面には、反射によって光をエスケープコーンに変向させてテーパ状リフレクタの上面から出て行くようにするための傾斜面が含まれている。

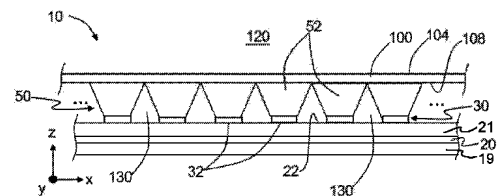


FIG. 1C

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

フレキシブル有機発光ダイオード（O L E D）ディスプレイ用の光取り出し装置であって、

フレキシブル基板と、

前記フレキシブル基板により支持された O L E D と、

フレキシブルバリアフィルムと、

少なくとも 1 つの側面と、前記フレキシブルバリアフィルムに結合された上面と、下面とを含むテーパ状リフレクタであって、前記上面は前記下面よりも表面積が大きい、テーパ状リフレクタと、

前記 O L E D の上面と前記テーパ状リフレクタの前記下面との間に結合されたインデックスマッチング層と

を含み、

前記 O L E D の前記上面から出射された光が、前記インデックスマッチング層を通過して前記テーパ状リフレクタに入射し、かつ

前記テーパ状リフレクタの前記少なくとも 1 つの側面が、反射によって前記光をエスケープコーンに変向させて前記テーパ状リフレクタの前記上面から出て行くようにするための傾斜面を含む、光取り出し装置。

【請求項 2】

前記テーパ状リフレクタが、台形断面を含む角錐台を含む、請求項 1 記載の光取り出し装置。

【請求項 3】

前記フレキシブル基板が、ポリイミド、ポリエチレンテレフタレート（P E T）またはポリカーボネートを含む、請求項 1 または 2 記載の光取り出し装置。

【請求項 4】

前記フレキシブル O L E D ディスプレイが、40%を超える外部光取り出し効率を含む、請求項 1 から 3 までのいずれか 1 項記載の光取り出し装置。

【請求項 5】

前記テーパ状リフレクタの前記下面で前記テーパ状リフレクタに埋め込まれた少なくとも 1 つのマイクロレンズをさらに含む、請求項 1 から 4 までのいずれか 1 項記載の光取り出し装置。

【請求項 6】

前記インデックスマッチング層の屈折率が、前記テーパ状リフレクタの屈折率以上である、請求項 1 から 5 までのいずれか 1 項記載の光取り出し装置。

【請求項 7】

フレキシブル有機発光ダイオード（O L E D）ディスプレイであって、

O L E D のアレイを支持するフレキシブル基板であって、前記 O L E D のアレイの各 O L E D は、光が出射される上面を有する、フレキシブル基板と、

テーパ状リフレクタのアレイであって、前記テーパ状リフレクタのアレイの各テーパ状リフレクタは、前記 O L E D のアレイの O L E D と整列しており、前記テーパ状リフレクタのアレイの各テーパ状リフレクタは、少なくとも 1 つの側面と、上面と、前記 O L E D のアレイの各 O L E D の前記上面に結合された下面とを含み、各テーパ状リフレクタの前記上面は、各テーパ状リフレクタの前記下面よりも表面積が大きい、テーパ状リフレクタのアレイと、

前記テーパ状リフレクタのアレイの各テーパ状リフレクタの前記上面に結合されたフレキシブルバリアフィルムと

を含む、フレキシブル有機発光ダイオード（O L E D）ディスプレイ。

【請求項 8】

インデックスマッチング層のアレイ

をさらに含む、

10

20

30

40

50

前記インデックスマッチング層のアレイのインデックスマッチング層が、前記OLEDのアレイの各OLEDの前記上面と前記テーパー状リフレクタのアレイの各テーパー状リフレクタの前記下面との間に結合されている、請求項7記載のフレキシブルOLEDディスプレイ。

【請求項9】

前記OLEDのアレイの各OLEDの前記上面から出射された光が、前記インデックスマッチング層のアレイの対応するインデックスマッチング層を通過して前記テーパー状リフレクタのアレイの対応するテーパー状リフレクタに入射し、かつ

前記テーパー状リフレクタのアレイの各テーパー状リフレクタの前記少なくとも1つの側面が、反射によって光をエスケープコーンに変向させて、前記対応するテーパー状リフレクタの前記上面から出て行くようにするための傾斜面を含む、請求項8記載のフレキシブルOLEDディスプレイ。

10

【請求項10】

前記テーパー状リフレクタのアレイの各テーパー状リフレクタの前記上面が外縁部を含み、かつ、

前記テーパー状リフレクタのアレイの隣接するテーパー状リフレクタの前記外縁部が、互いに直接隣接して配置されている、請求項7から9までのいずれか1項記載のフレキシブルOLEDディスプレイ。

【請求項11】

前記テーパー状リフレクタのアレイの各テーパー状リフレクタが、台形断面を含む角錐台を含む、請求項7から10までのいずれか1項記載のフレキシブルOLEDディスプレイ。

20

【請求項12】

フレキシブル有機発光ダイオード(OLED)ディスプレイを作製するための方法であって、

第1のガラス基板に第1の離型層を適用するステップと、

前記第1の離型層にフレキシブル基板を適用するステップと、

前記フレキシブル基板にOLEDのアレイを形成するステップ、

第2のガラス基板に第2の離型層を形成するステップと、

前記第2の離型層にフレキシブルバリアフィルムを適用するステップと、

前記フレキシブルバリアフィルムにテーパー状リフレクタのアレイを形成するステップであって、前記テーパー状リフレクタのアレイの各テーパー状リフレクタは、少なくとも1つの側面と、前記フレキシブルバリアフィルムに結合された上面と、下面とを含み、前記上面は前記下面よりも大きい、形成するステップと、

30

前記テーパー状リフレクタのアレイの各テーパー状リフレクタの前記下面が前記OLEDのアレイのOLEDに結合されるように、前記第2の基板と、前記第2の離型層と、前記フレキシブルバリアフィルムと、前記テーパー状リフレクタのアレイとを前記OLEDのアレイに適用するステップと

を含む、方法。

【請求項13】

前記第1のガラス基板を前記フレキシブル基板から分離するために前記第1の離型層を離型するステップと、

40

前記第2のガラス基板を前記フレキシブルバリアフィルムから分離するために前記第2の離型層を離型するステップと

をさらに含む、請求項12記載の方法。

【請求項14】

前記第1の離型層を離型するステップが、前記第1の離型層にレーザを照射するステップを含み、かつ

前記第2の離型層を離型するステップが、前記第2の離型層にレーザを照射するステップを含む、請求項13記載の方法。

【請求項15】

50

前記 O L E D のアレイの各 O L E D と前記テーパ状リフレクタのアレイの各テーパ状リフレクタの前記下面との間にインデックスマッチング層を適用するステップをさらに含む、請求項 1 2 から 1 4 までのいずれか 1 項記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【関連出願】

【 0 0 0 1 】

本願は、米国特許法第 1 1 9 条のもと、2 0 1 8 年 5 月 1 8 日に出願された米国仮出願第 6 2 / 6 7 3 , 2 8 1 号明細書の優先権の利益を主張し、その内容が依拠され、その内容全体を参照により本明細書に援用するものとする。

【技術分野】

10

【 0 0 0 2 】

本開示は、概して、有機発光ダイオード (O L E D) ディスプレイに関する。より詳細には、本開示は、フレキシブル O L E D ディスプレイならびにフレキシブル O L E D ディスプレイから光を取り出すための装置および方法に関する。

【背景技術】

【 0 0 0 3 】

O L E D は、典型的には、基板と、第 1 の電極と、1 つ以上の O L E D 発光層と、第 2 の電極とを含む。O L E D は、上面発光型または下面発光型とすることができる。上面発光型の有機 O L E D は、基板と、第 1 の電極と、1 つ以上の O L E D 発光層を有する O L E D 構造体と、第 2 の透明電極とを含み得る。O L E D 構造体の 1 つ以上の O L E D 層は、発光層を含んでいてもよく、また、電子・正孔注入層および電子・正孔輸送層を含んでいてもよい。

20

【 0 0 0 4 】

O L E D 構造体によって出射された光は、より高い屈折率を有する層からより低い屈折率を有する層へと通過するすべての箇所で、例えば、典型的には 1 . 7 ~ 1 . 8 の範囲の屈折率を有する O L E D 構造体から、典型的には約 1 . 5 の屈折率を有するガラス基板へ、またはガラス基板から約 1 . 0 の屈折率を有する空気へと通過する内部全反射 (T I R) によって捕捉される。

【 0 0 0 5 】

ディスプレイを形成するために、O L E D をディスプレイ基板に配置し、封止層で覆ってもよい。しかしながら、封止層と O L E D との間の空間を固体材料で埋めても、O L E D の上面から出射された光は、再び封止層の上面から T I R を受けることになる。これにより、O L E D ディスプレイで使用可能な O L E D から発生した光の量がさらに減少する。

30

【発明の概要】

【 0 0 0 6 】

本開示のいくつかの実施形態は、フレキシブル有機発光ダイオード (O L E D) ディスプレイのための光取り出し装置に関する。光取り出し装置は、フレキシブル基板と、フレキシブル基板により支持された O L E D と、フレキシブルバリアフィルムと、テーパ状リフレクタと、インデックスマッチング層とを含む。テーパ状リフレクタは、少なくとも 1 つの側面と、フレキシブルバリアフィルムに結合された上面と、下面とを含む。上面は下面よりも表面積が大きい。インデックスマッチング層は、O L E D の上面とテーパ状リフレクタの下面との間に結合されている。O L E D の上面から出射された光は、インデックスマッチング層を通過してテーパ状リフレクタに入射する。テーパ状リフレクタの少なくとも一方の側面には、反射によって光をエスケープコーンに変向させてテーパ状リフレクタの上面から出て行くようにするための傾斜面が含まれている。

40

【 0 0 0 7 】

さらに、本開示の他の実施形態は、フレキシブル O L E D ディスプレイに関する。O L E D ディスプレイは、O L E D のアレイを支持するフレキシブル基板と、テーパ状リフレクタのアレイと、フレキシブルバリアフィルムとを含む。O L E D のアレイの各 O L E D

50

は、光が出射される上面を有する。テーパ状リフレクタのアレイの各テーパ状リフレクタは、OLEDのアレイのOLEDと整列している。テーパ状リフレクタのアレイの各テーパ状リフレクタは、少なくとも1つの側面と、上面と、OLEDのアレイの各OLEDの上面に結合された下面とを含む。各テーパ状リフレクタの上面は、各テーパ状リフレクタの下面よりも表面積が大きい。フレキシブルバリアフィルムは、テーパ状リフレクタのアレイの各テーパ状リフレクタの上面に結合されている。

【0008】

さらに、本開示の他の実施形態は、フレキシブルOLEDディスプレイを作製するための方法に関する。方法は、第1のガラス基板上に第1の離型層を適用するステップと、第1の離型層上にフレキシブル基板を適用するステップと、フレキシブル基板上にOLED 10のアレイを形成するステップとを含む。方法は、第2のガラス基板上に第2の離型層を適用するステップと、第2の離型層上にフレキシブルバリアフィルムを適用するステップと、フレキシブルバリアフィルム上にテーパ状リフレクタのアレイを形成するステップとを含む。テーパ状リフレクタのアレイの各テーパ状リフレクタは、少なくとも1つの側面と、フレキシブルバリアフィルムに結合された上面と、下面とを含む。上面は、下面よりも大きい。方法は、テーパ状リフレクタのアレイの各テーパ状リフレクタの下面がOLED 20のアレイのOLEDに結合されるように、第2の基板と、第2の離型層と、フレキシブルバリアフィルムと、テーパ状リフレクタのアレイとをOLEDのアレイに適用するステップを含む。

【0009】

本明細書に開示された光取り出し装置を含むOLEDディスプレイは、ディスプレイからの光のアウトカップリングを大幅に改善し、ディスプレイの効率およびピーク輝度を増加させる。フレキシブルOLEDディスプレイの外部効率は、光取り出し装置を含まないディスプレイと比較して100%増加し得る。外部効率が増加することで、ディスプレイのピクセルは、同じ輝度のためにより少ない電流で駆動され得、これにより、ディスプレイの有用な寿命が増加し、「焼き付き」作用が減少する。代替として、または追加として、ディスプレイのピクセルは、より高いピーク輝度を生成し得、これにより、ハイダイナミックレンジ(HDR)が可能になる。これらの能力は、ディスプレイの全体的な厚さを、数十ミクロン増加させながら達成されており、これにより、ディスプレイの柔軟性は保たれている。さらに、光取り出し装置は、シャープネスおよびコントラストを低下させ得る光散乱(すなわちヘイズ)を発生させない。さらに、光取り出し装置は、光の偏光状態をスクランブルさせないので、周囲の光の反射を低減するための円偏光子の使用と両立できる。 30

【0010】

追加の特徴および利点は、以下の詳細な説明に記載され、部分的には、その説明から当業者に容易に明らかであるか、または以下の詳細な説明、特許請求の範囲、および添付の図面を含む、本明細書に記載されているような実施形態を実施することによって認識されるであろう。

【0011】

前述の概要および以下の詳細な説明は、いずれも例示的なものに過ぎず、特許請求の範囲の性質および特徴を理解するための全体像または枠組みを提供することを意図していることが理解されよう。添付の図面は、更なる理解を提供するために含まれ、本明細書に組み込まれ、本明細書の一部を構成する。図面は、1つ以上の実施形態を図示しており、説明とともに、様々な実施形態の原理および動作を説明するのに役立つ。 40

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図1A】本明細書に開示された光取り出し装置および方法を用いた例示的なOLEDディスプレイの上面図である。

【図1B】4つのOLEDのアレイの上面詳細図であり、OLEDの例示的な寸法およびOLEDによって形成されたOLEDアレイを示す図である。 50

【図 1 C】図 1 A の O L E D ディスプレイの断面の詳細な $x - z$ 横断面図である。

【図 1 D】図 1 C に示された O L E D ディスプレイの断面のさらに詳細な図であり、基本的な層状 O L E D 構造体を示す詳細な差込図を含む。

【図 2】O L E D、インデックスマッチング材料およびテーパ状リフレクタによって形成された例示的な発光装置の立面分解図であって、テーパ状リフレクタとインデックスマッチング材料とが光取り出し装置を構成している。

【図 3】4 つの O L E D と、各 O L E D 上に 1 個ずつ配置された 4 つのテーパ状リフレクタの上面図である。

【図 4 A】テーパ状リフレクタの例示的な形状の側面図である。

【図 4 B】テーパ状リフレクタの例示的な形状の側面図である。

【図 4 C】テーパ状リフレクタの側面の例示的な複雑な表面形状のプロットであって、この形状は、O L E D によってテーパ状リフレクタのボディ内に出射され、上面に直接当たらない光のすべてが、テーパ状リフレクタの側面で内部全反射を受けることを保証するものである。

【図 4 D】テーパ状リフレクタの有利な形状の概略図であって、この形状は、テーパ状リフレクタ材料のエスケープコーン外にある O L E D によって出射された光線が、テーパ状リフレクタの側壁によって最初に反射されることなく、テーパ状リフレクタの上面に直接当たることができないことを保証するものである。

【図 5 A】携帯電話用の O L E D ディスプレイの例示的な赤・緑・青 (R G B) ピクセル形状を示す顕微鏡写真に基づく概略図であり、O L E D ピクセルの上に配置されたテーパ状リフレクタの配列を示す。

【図 5 B】図 5 A の O L E D ディスプレイの一部の詳細な横断面図であって、異なるサイズを有する青色および緑色の O L E D ピクセルを示したものである。

【図 6 A】光取り出し効率 LE (%) と、テーパ状リフレクタのアレイにおける中央のテーパ状リフレクタの屈折率 n_p とを比較したプロットである。

【図 6 B】テーパ状リフレクタのアレイにおける中央のテーパ状リフレクタに対する第 1 の斜方向のテーパ状リフレクタからの光出力 LL とテーパ状リフレクタのアレイにおける中央のテーパ状リフレクタの屈折率 n_p とを比較したプロットである。

【図 6 C】テーパ状リフレクタのアレイにおける中央のテーパ状リフレクタに対する隣接するテーパ状リフレクタからの光出力とテーパ状リフレクタのアレイにおける中央のテーパ状リフレクタの屈折率 n_p とを比較したプロットである。

【図 6 D】大型検出器 (ダイヤモンド) と小型検出器 (四角) とを使用して測定した、結合効率 CE (%) とテーパ状リフレクタの下面に対する O L E D のオフセット d_X (mm) とを比較したプロットである。

【図 7 A】60 の温度変化に対するグルー層における弾性率 E_g (M P a) の関数として、グルー層の計算されたせん断応力 τ_{max} をプロットしたものである。

【図 7 B】図 7 A と同じ 60 の温度変化に対するテーパ状リフレクタ材料の弾性率 E_p (M P a) の関数として、グルー層の計算されたせん断応力 τ_{max} をプロットしたものである。

【図 8】光取り出し効率 LE (%) とテーパ状リフレクタのアレイにおけるテーパ状リフレクタ間の空間を埋める材料の屈折率 n_s とを比較したプロットである。

【図 9 A】本明細書に開示された光取り出し装置の異なる構成を示す O L E D ディスプレイの断面の側面図である。

【図 9 B】本明細書に開示された光取り出し装置の異なる構成を示す O L E D ディスプレイの断面の側面図である。

【図 10 A】本明細書に開示された O L E D ディスプレイを含む汎用電子デバイスの概略図である。

【図 10 B】図 10 A の汎用電子デバイスの例を示す図である。

【図 10 C】図 10 A の汎用電子デバイスの例を示す図である。

【図 11 A】フレキシブル O L E D ディスプレイを作製するための例示的な方法を示す図

10

20

30

40

50

である。

【図 1 1 B】フレキシブル O L E D ディスプレイを作製するための例示的な方法を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 3 】

これから、本開示の実施形態を、添付の図面に示される例を参照して詳細に説明する。可能な場合にはいつでも、同一または類似の部分参照するために、図面全体を通して同一の参照数字が使用される。しかしながら、本開示は、多くの異なる形態で具現化されてもよく、本明細書に記載されている実施形態に限定されるものと解釈されるべきではない。

10

【 0 0 1 4 】

範囲は、本明細書では、「約」を付したある特定の値から、かつ／または「約」を付した別の特定の値までと表現することができる。そのような範囲が表現される場合、別の実施形態では、ある特定の値から、かつ／または別の特定の値までの範囲が含まれる。同様に、値が近似値として表現される場合、先行詞である「約」の使用により、特定の値が別の実施形態を形成することが理解されるであろう。範囲のそれぞれの端点は、他の端点に関連しても、他の端点から独立しても有意であることがさらに理解されるであろう。

【 0 0 1 5 】

本明細書で使用される方向性の用語（例えば、上、下、右、左、前、後ろ、頂、底、縦、横）は、描写された図を参照しているだけであり、絶対的な向きを意味するものではない。

20

【 0 0 1 6 】

別段の記載がない限り、本明細書に記載されているすべての方法はいずれも、そのステップが特定の順序で実行されることを要求するものとして解釈されることを意図するものでも、また、任意の装置を用いて、特定の向きが要求されることを意図するものでも決していない。したがって、方法の請求項が、そのステップに従うべき順序を実際に列挙していない場合、または装置の請求項のいずれも、個々の構成要素に対する順序または向きを実際に列挙していない場合、またはステップが特定の順序に限定されるべきことが請求項または明細書に特に明記されていない場合、または装置の構成要素に対する特定の順序または方向が列挙されていない場合、いかなる点においても、順序または向きが推論されることを意図するものでは決していない。これは、ステップの配置、操作の流れ、構成要素の順序、または構成要素の向きに関する論理的な問題、文法的な構成または句読点に由来する明白な意味、および本明細書に記載されている実施形態の数または種類を含む、解釈のためのあらゆる可能性のある非明示的な基準にも当てはまる。

30

【 0 0 1 7 】

本明細書で使用される単数形「a」、「an」および「the」は、文脈上明白に他の意味に解釈すべき場合を除いて、複数の指示対象を含む。したがって、例えば、「a」を付した構成要素への参照は、文脈上特に明記されていない限り、2つ以上のそのような構成要素を有する態様を含む。

【 0 0 1 8 】

直交座標は、参照のためおよび議論を容易にするために図中で使用されており、向きまたは方向に関して限定することを意図していない。

40

【 0 0 1 9 】

O L E Dに関連する「光取り出し」という用語は、実際のO L E D層状構造体内に存在しない特徴部を使用して、O L E Dから出射される光の量を増加させるための装置および方法を指す。

【 0 0 2 0 】

本明細書で使用される単位の略語M P aは、「メガパスカル」を表している。

【 0 0 2 1 】

O L E Dの屈折率 n_o は、O L E D構造体を構成する様々な層からの寄与を含む有効屈

50

折率であり、一例では、約 1.6 ~ 約 1.85 の範囲であり、別の例では、約 1.7 ~ 約 1.8 の範囲であり、別の例では、約 1.76 ~ 約 1.78 の範囲である。

【0022】

ここで、図 1A を参照すると、例示的な上面発光型 OLED ディスプレイ (「OLED ディスプレイ」) 10 の上面図が描写されている。図 1B は、OLED ディスプレイ 10 の断面の詳細な上面図であり、図 1C は、OLED ディスプレイの断面の詳細な x - z 横断面図である。図 1D は、図 1C に示された OLED ディスプレイ 10 の断面のさらに詳細な図である。

【0023】

図 1A ~ 図 1D を参照すると、OLED ディスプレイ 10 は、フレキシブル基板 19 と、バッファ層 20 と、上面 22 を有する薄膜トランジスタ (TFT) 層 21 とを含む。特定の例示的な実施形態では、フレキシブル基板 19 は、ポリイミド、ポリエチレンテレフタレート (PET)、ポリカーボネート、または別の適切な材料で作られていてもよい。OLED ディスプレイ 10 はまた、TFT 層 21 の上面 22 に存在する上面発光型 OLED 32 のアレイ 30 を含む。各 OLED 32 は、TFT 層 21 のトランジスタに電氣的に結合されている。各 OLED 32 は、上 (頂) 面 34 と側面 36 とを有する。図 1D の詳細な差込図に示すように、OLED 32 は、電極層 33EL の間に発光層 33EX を含む。一例では、上部電極層 33EL は実質的に透明なアノードであり、下部電極層は金属カソードである。他の層、例えば電子・正孔注入・輸送層および基板層は、図示を容易にするために示していない。

【0024】

OLED 32 は、x 方向の長さ L_x と y 方向の長さ L_y とを有する。一実施形態では、 L_x は L_y に等しい。OLED アレイ 30 における OLED 32 は、図 1B の詳細な差込図に最もよく見られるように、x 方向および y 方向において、隣同士の間隔 S_x および S_y によって互いに間隔を空けている。一実施形態では、 S_x は S_y に等しい。OLED 32 は、上面 34 から光線 37 を出射する。2つの光線 37a および 37b が示されており、後述する。一実施形態では、OLED 32 は、すべて同じサイズであり、等間隔に配置されている。他の実施形態では、OLED は、すべてが同じ寸法 L_x , L_y を有してはならず、間隔 S_x , S_y はすべて同じではない。

【0025】

OLED ディスプレイ 30 は、OLED 32 にそれぞれ操作可能に配置されたテーパ状リフレクタ 52 のアレイ 50 をさらに含み、すなわち、1つのテーパ状リフレクタが1つの OLED と整列して操作可能に配置 (すなわち、光学的に結合、または光学的に接続) されている。各テーパ状リフレクタ 52 は、ボディ 51 と、上面 54 と、少なくとも1つの側面 56 と、下面 58 とを含む。上面 54 は、少なくとも1つの外縁部外縁部 54E を含み、下面 58 は、少なくとも1つの外縁部 58E を含む。テーパ状リフレクタボディ 51 は、屈折率 n_p を有する材料で作られている。

【0026】

図 2 は、テーパ状リフレクタ 52、インデックスマッチング材料 70 および OLED 32 によって形成された例示的な発光装置 60 の立面分解図である。テーパ状リフレクタ 52 の上面 54 は、下面 58 よりも大きい (すなわち、より大きな表面積を有する)。すなわち、上面は、テーパ状リフレクタの「基面」である。一実施形態では、上面 54 および下面 58 は、合計 4 つの側面 56 が存在するように、長方形 (例えば、正方形) である。テーパ状リフレクタ 52 が回転対称である例では、1つの側面 56 を有するといえる。側面 56 は、それぞれ単一の平面であってもよいし、複数の分割された平面で構成されていてもよいし、連続した曲面であってもよい。

【0027】

したがって、一実施例では、テーパ状リフレクタ 52 は、不完全または先端が切り取られた長方形ベースの錐体とも呼ばれる台形断面を含む角錐台の形状を有する。テーパ状リフレクタ 52 の他の形状もまた、後述するように、効果的に用いることができる。テーパ

状リフレクタ 52 は、 z 方向に延びる中心軸 AC を有する。上面 54 および下面 58 が正方形の形状を有する例では、上面は幅寸法 WT を有し、下面は幅寸法 WB を有する。より一般的には、上面 54 は、 (x, y) 幅寸法 WT_x, WT_y を有し、下面 58 は、 (x, y) 幅寸法 WB_x, WB_y を有する (図 2)。テーパ状リフレクタ 52 はまた、上面 54 と下面 58 との間の軸方向距離として定義される高さ HP を有する (図 1D)。

【0028】

図 1D に最もよく見られるように、テーパ状リフレクタ 52 の下面 58 は、下面 58 が OLED の上面 34 に隣接して存在する状態で OLED 32 に配置されている。インデックスマッチング材料 70 は、屈折率 n_{IM} を有し、テーパ状リフレクタ 52 を OLED 32 に接続するために使用される。好ましくは、テーパ状リフレクタの屈折率 n_p は、例えば、OLED の屈折率 n_o に可能な限り近い。一実施形態では、 n_p と n_o との間の差は、約 0.3 を超えず、より好ましくは約 0.2 を超えず、より好ましくは約 0.1 を超えず、最も好ましくは約 0.01 を超えない。別の実施形態では、インデックスマッチング材料の屈折率 n_{IM} は、テーパ状リフレクタの屈折率 n_p よりも低くなく、好ましくは、 n_p と n_o との間の値を有する。一実施例では、テーパ状リフレクタの屈折率 n_p は、約 1.6 ~ 約 1.8 の値を有する。

10

【0029】

一実施形態では、インデックスマッチング材料 70 は、接着性を有し、テーパ状リフレクタ 52 を OLED 32 に取り付けるのに役立つ。インデックスマッチング材料 70 は、例えばグルー、接着剤、結合剤などを含む。上述したように、OLED 32、テーパ状リフレクタ 52 およびインデックスマッチング材料 70 の組み合わせは、発光装置 60 を定義する。テーパ状リフレクタ 52 およびインデックスマッチング材料 70 は、光取り出し装置 64 を定義する。特定の例示的な実施形態では、インデックスマッチング材料 70 は、テーパ状リフレクタ 52 の下面 58 を、OLED 32 の上面 34 と密接に接触するように、例えば、光学的に接触するように配置することで省くことができる。

20

【0030】

OLED ディスプレイ 10 はまた、上面 104 および下面 108 (図 1C) を有するフレキシブルバリアフィルム 100 を含む。特定の例示的な実施形態では、フレキシブルバリアフィルム 100 は、VitrEX フィルムなどの多層フィルムである。多層フィルムは、有機材料と無機材料との交互の層で成っていてもよい。多層フィルムの動作原理は、非常に薄い無機層の微細なピンホールが有機スペーサー層によってデカップリングされることである。同時に、複数の層は、例えば、可能な限り最小の総厚さで最良の気密性を提供することができる。フレキシブルバリアフィルム 100 を作るのに必要な具体的な材料は様々なものであってよい。例えば、無機層は、 SiO_2 および Al_2O_3 などの酸化物、 SiN_x などの窒化物、 SiO_xN_y などの酸窒化物、または $SiCN_x$ などの炭素窒化物であってもよい。有機層は、例えば、アクリレート、エポキシ、ポリカーボネート、ポリスチレン、環状オレフィン、ポリエチレンテレフタレート (PET)、ポリエチレンナフタレート (PEN)、または他の適切な材料であってもよい。特定の例示的な実施形態では、すべての層に、プロセスのチューニングに応じて無機または有機のいずれかの特性を有するヘキサメチルジシロキサン (HMDSO) などの同じ材料を使用してもよい。次いで、バリアフィルム全体を、同じプラズマ援用型化学気相成長 (PECVD) プロセスを用いて作ることができる。他のタイプのバリアフィルムも、例えば、ハイブリッド有機・無機複合材料の単層をベースにして使用することができる。

30

40

【0031】

テーパ状リフレクタ 52 の上面 54 は、フレキシブルバリアフィルム 100 の下面 108 に直接隣接および接触して存在する。図 1C に最もよく示された例では、テーパ状リフレクタ 52 の上面 54 は、上縁部 54E の間に実質的な空間を一切設けずに、フレキシブルバリアフィルム 100 の下面 108 を並べて配置する。

【0032】

特定の例示的な実施形態では、テーパ状リフレクタ 52 は、単一の材料で作られた一体

50

的なモノリシック構造体として形成される。これは、成形プロセス、インプリントプロセス（例えば、紫外線インプリントもしくは熱インプリント）、または同様のプロセス、例えば、樹脂ベースの材料を使用した微細複製プロセスを使用して達成され得る。

【0033】

外部環境 120 は、フレキシブルバリアフィルム 100 の上面 104 に直接隣接して存在する。外部環境 120 は、典型的には空気であるが、真空、不活性ガスなど、ディスプレイを使用する可能性のある別の環境であってもよい。図 3 は、図 1 B に類似しており、4 つの O L E D 32 およびそれらに対応する 4 つのテーパ状リフレクタ 52 の上面 54 を示す上面図である。隣接するテーパ状リフレクタ 52 の上面 54 の外縁部 54 E は、互いに直接隣接して存在することに留意されたい。特定の例示的な実施形態では、外縁部 54 E は、互いに接触している。下面 58 は、それぞれ S B x および S B y の隣接する下面縁部 58 E の間に (x , y) 縁部間隔を有するように示されている。特定の例示的な実施形態では、下面 58 は、O L E D 32 の上面 34 のサイズの 90 % 以下である。

【0034】

再び図 1 C を参照して、テーパ状リフレクタ 52 のアレイは、隣接するテーパ状リフレクタと、T F T 層 21 の上面 22 と、フレキシブルバリアフィルム 100 の下面 108 との間に閉込め空間 130 を画定する。特定の例示的な実施形態では、空間 130 は、空気などの媒体で満たされており、他の実施形態では、空間は、誘電体材料の形態の媒体で満たされている。屈折率 n_s の所定の媒体で空間 130 を満たすことは、以下でより詳細に論じられる。

【0035】

テーパ状リフレクタ 52 は、典型的には、比較的高い屈折率を有する材料、すなわち、好ましくは、O L E D 発光層 33 E L の屈折率と同じくらい高い屈折率を有する材料で作られている。テーパ状リフレクタ 52 は、前述のインデックスマッチング材料 70 を用いて、反転構成で対応する O L E D 32 上に操作可能に配置されている。各 O L E D 32 は、O L E D アレイ 30 のピクセルとみなすことができ、O L E D 32、インデックスマッチング材料 70 および角錐台 52 の各組み合わせは、発光装置 60 であり、発光装置の組み合わせが、O L E D ディスプレイ 10 のための発光装置のアレイを定義している。

【0036】

テーパ状リフレクタ 52 の比較的高い屈折率 n_p およびインデックスマッチング材料 70 の屈折率 n_{IM} のため、O L E D 32 の O L E D 発光層 33 E L で発生した光線 37 は、T I R に捕捉されることなく、直接または下部電極 33 E L で反射された時点で、O L E D 上面 34 から脱出することができる（図 1 D）。テーパ状リフレクタ 52 を通って上面 54（光線 37 A）に直接伝搬した後、または少なくとも 1 つの側面 56（光線 37 B）によって反射されて変向させられた後、光はフレキシブルバリアフィルム 100 内に脱出し、そこを通過して外部環境 120 に至る。

【0037】

特定の例示的な実施形態では、側面 56 は、図示されているように、垂直方向、例えば、中心軸 A C と平行に延びる垂直基準線 R L と相対的な傾斜度 θ によって定義される傾斜を有する。側面 56 の傾斜が急角度でなければ（すなわち、傾斜度 θ が十分に大きければ）、O L E D 上面 34 から発せられる光線 37 の任意の起点で T I R 条件が満たされ、側面 56 を通過してテーパ状リフレクタ 52 の側面に直接隣接する空間 130 内に入ることによって光線が失われることはない。

【0038】

さらに、テーパ状リフレクタ 52 の高さ H P が十分に大きければ、上面 54 に入射した光線 37 のすべては、テーパ状リフレクタ 52 の屈折率 n_p とフレキシブルバリアフィルム 100 の屈折率 n_e とで定義される T I R エスケープコーン 59（図 4 D）内に入り、ひいてはフレキシブルバリアフィルム 100 内に脱出することになる。さらに、光線 37 はまた、フレキシブルバリアフィルム 100 の材料の屈折率 n_e と、フレキシブルバリアフィルム 100 の上面 104 に直接隣接して存在する外部環境の屈折率 n_e とによって定

義される T I R エスケープコーン内にも入ることになる。

【 0 0 3 9 】

したがって、O L E D 3 2 の O L E D 構造体における他の透明な上部電極 3 3 E L の光吸収を無視して、O L E D で発生した光 3 7 の 1 0 0 % が、原理的に、フレキシブルバリアフィルム 1 0 0 の上に存在する外部環境 1 2 0 に伝達されることができる。要するに、テーパ状リフレクタ 5 2 のボディ 5 1 を構成する屈折率整合材料は、テーパ状リフレクタ 5 2 が完全な（またはほぼ完全な）内部光取り出し器として機能することを可能にする一方で、側面 5 6 の反射特性は、テーパ状リフレクタが完全な（またはほぼ完全な）外部光取り出し器として機能することを可能にする。

【 0 0 4 0 】

T I R 条件の説明

空気およびガラスなど、それぞれ屈折率 n_1 および n_2 を有する任意の 2 つの異種透明材料の境界では、高屈折率材料の方向から境界に入射した光線は、境界で 1 0 0 % 反射し、臨界角 θ_c よりも高い表面法線に対する角度で境界に入射した場合、低屈折率材料に出て行くことができない。臨界角は $\sin(\theta_c) = n_1 / n_2$ で定義される。

【 0 0 4 1 】

高屈折率材料から脱出して、そこでは T I R を受けないすべての光線は、円錐角 $2\theta_c$ を有する円錐内に置かれることになる。この円錐は、エスケープコーンと呼ばれ、図 4 D に関連して後述する。

【 0 0 4 2 】

任意の屈折率を有する任意の層シーケンスについて、臨界角 θ_c およびエスケープコーン 5 9 は、光線が発生する層の屈折率と光線が脱出する層または媒体の屈折率とによって定義されることを示すことができる。したがって、反射防止コーティングは、T I R 条件を変更することができず、T I R 条件を克服して光の取り出しを補助するために使用することができない。

【 0 0 4 3 】

半球内への等方性発光を有し、任意の角度で同じ強度を有する点光源については、光源材料を脱出することができる光の量は、 $2\pi(1 - \cos(\theta_c))$ で与えられるエスケープコーン 5 9 の立体角の比に等しく、半球の完全な立体角 (2π) は $1 - \cos(\theta_c)$ に等しい。屈折率 $n_2 = 1.76$ の O L E D 材料および屈折率 $n_1 = 1.0$ の空気を例にとると、臨界角は $\theta_c = \arcsin(1 / 1.76) = 34.62^\circ$ となる。

【 0 0 4 4 】

O L E D 材料の上にある異なる材料層の任意のシーケンスについて空気中に出て行く光の量（すなわち、光入力と比較した光出力）は、 $1 - \cos(34.62^\circ) = 17.7\%$ に等しい。これを外光取り出し効率 L E と呼ぶ。この結果は、O L E D が等方性エミッタであることを前提としているが、この前提に基づく光取り出し効率の推定値は、より厳密な解析を行って得られた実際の結果と、実際に観察されたものに非常に近い。

【 0 0 4 5 】

テーパ状リフレクタ形状の考察

図 4 A は、少なくとも 1 つの湾曲した側面 5 6 を含む、例示的なテーパ状リフレクタ 5 2 の側面図である。図 4 B は、少なくとも 1 つのセグメント化された平面の側面 5 6 を含む、別の実施形態のテーパ状リフレクタ 5 2 の側面図である。特定の例示的な実施形態では、1 つ以上の側面 5 6 は、テーパ状リフレクタ 5 2 が下面 5 8 よりも上面 5 4 で幅が広い限り、単一の曲面、例えば、円筒状、放物線状、双曲面状、または平面以外の任意の他の形状によって定義され得る。一実施形態では、テーパ状リフレクタ 5 2 は、回転対称であり、したがって、単一の側面 5 6 を含む。

【 0 0 4 6 】

厳密には要求されていないが、テーパ状リフレクタ 5 2 の側面 5 6 の任意の点で、O L E D 3 2 の O L E D 発光層 3 3 E L 内の光 3 7 の任意の可能な起点について、T I R 条件が観察される場合、発光装置 6 0 の性能は最適化されている。図 4 C は、単純な数値モデ

10

20

30

40

50

ルを用いて計算された、側面 5 6 に対する例示的な複雑な表面形状についての z 座標と x 座標と（相対単位）を比較したプロットである。 z 軸および x 軸は、それぞれの方向における正規化された長さを表している。O L E D 3 2 は、 $[-1, 0]$ から $[1, 0]$ まで x 方向に延びると仮定され、 $[-1, 0]$ の位置から始まる別の側面 5 6 が存在するが、図 4 C のプロットには示されていない。側面 5 6 の形状は、 $[-1, 0]$ を起点とする光線が常に表面法線に対して正確に 45° で表面に入射するように計算された。 $z = 0$ であり、 $-1 \sim 1$ の x に由来する他の光線は、 $[-1, 0]$ を起点とする光線よりも、側面 5 6 でより高い入射角を有することになる。

【0047】

発光装置 6 0 の性能をさらに向上させることができるのは、図 4 D の模式図に示されているように、フレキシブルバリアフィルム 1 0 0 内に直接出て行く O L E D 3 2 によって出射された光線 3 7 のすべてがエスケープコーン 5 9 内にあるような高さ $H P$ をテーバ状リフレクタ 5 2 が有している場合である。図 4 D は、テーバ状リフレクタ 5 2 の上面 5 4 によって画定される平面 $T P$ を含む。この条件は、テーバ状リフレクタ 5 2 の上面 5 4 が、エスケープコーン 5 9 の限界を画定するライン 5 9 L 内に完全に収まる（すなわち、ライン 5 9 L と交差していない）ときに満たされる。エスケープコーンのライン 5 9 L は、下面 5 8 の縁部 5 8 E を起点とし、上面 5 4 に対する臨界角 θ_c で平面 $T P$ と交差し、ここで、 θ_c の値は、テーバ状リフレクタ材料 n_p および空気 n_a の屈折率によって $\sin(\theta_c) = n_a / n_p$ として定義される。

【0048】

一般的な場合には、O L E D 3 2 の形状（サイズおよび間隔）とテーバ状リフレクタ 5 2 の屈折率 n_p とに依存するテーバ状リフレクタ 5 2 の最適な高さ $H P$ が存在する。高さ $H P$ が小さすぎると、O L E D 3 2 から出射された光線 3 7 はすべてテーバ状リフレクタ 5 2 の側面 5 6 で T I R を受けるが、一部の光線は上面 5 4 に直接向かい、臨界角よりも大きい角度でそこに入射し、ひいてはディスプレイ内の空気との第 1 の境界に捕捉されることになる。高さ $H P$ が大きすぎると、上面 5 4 に直接向かう光線 3 7 はすべてエスケープコーン 5 9 内に入るが、側面 5 6 に落下する光線の一部は側面のエスケープコーン内に入り、ひいては側面から出て行く。特定の例示的な実施形態では、テーバ状リフレクタの最適な高さ $H P$ は、典型的には $(0.5) W B \sim 2 W T$ 、より典型的には $W B \sim W T$ である。また、一実施形態では、側壁 5 6 の局所的な傾斜は、約 $2^\circ \sim$ 約 50° 、さらには約 $10^\circ \sim$ 約 45° とすることができる。

【0049】

テーバ状リフレクタアレイ

上述したように、複数のテーバ状リフレクタ 5 2 は、テーバ状リフレクタアレイ 5 0 を画定する。テーバ状リフレクタ 5 2 の下面 5 8 は、それぞれ O L E D 3 2 の上面 3 4 と整列し、光学的に結合されている。テーバ状リフレクタ 5 2 の上面 5 4 は下面 5 8 よりも大きいので、一実施例（図 1 C 参照）では、上面は、フレキシブルバリアフィルム 1 0 0 の下面 1 0 8 の実質的に全体を覆うか、または用いられた特定の製造技術が許す限り近いサイズに調整されている。

【0050】

図 5 A は、携帯電話用の O L E D ディスプレイ 1 0 の例示的な赤・緑・青（R G B）ピクセル形状を示す顕微鏡写真に基づく概略図である。図 5 B は、緑色の O L E D 3 2 G および青色の O L E D 3 2 B を示す O L E D ディスプレイ 1 0 の一部の横断面図である。ピクセルは、ダイヤモンドパターンに配置された O L E D 3 2 によって定義されることから、O L E D は、O L E D ピクセルとも呼ばれる。 x 軸および y 軸は、図 5 A に示すように、時計回りに 45° 回転したものとみなすことができる。

【0051】

O L E D 3 2 は、着色された光を出射し、それぞれ赤色、緑色および青色の光を発するものとして 3 2 R、3 2 G および 3 2 B と表記されている。実線は、図示された 8 つの着色された O L E D 3 2 に関連する 8 つのテーバ状リフレクタ 5 2 の輪郭を描写している。

テーパ状リフレクタ 52 の上面 54 は、下面 58 がそれぞれの O L E D 32 R、32 G および 32 B を完全に覆っているのと同時に互いに接触している。緑色の O L E D 32 G は青色の O L E D 32 B よりも小さく、それでも完全に周期的なアレイが好ましいので、それぞれのテーパ状リフレクタ 52 の下面 58 は、青色の O L E D に対してサイズ調整されており、緑色の O L E D に対してはわずかに大きめに調整されている。

【0052】

別の実施形態では、テーパ状リフレクタ 52 のアレイ 50 の構成は、O L E D のアレイ 30 の構成と一致するように構成されている。したがって、テーパ状リフレクタ 52 は、すべてが同じ寸法 $W B x$ 、 $W B y$ を有していなくてもよく、また、すべてが同じ下面縁部間隔 $S B x$ 、 $S B y$ を有していなくてもよい。

10

【0053】

例示的な O L E D ディスプレイ 10 は、テーパ状リフレクタ 52 の高さ $H P$ に等しい厚さと、固体材料層に切り込まれた交差する V 溝空間 130 の長方形格子とを備えた、O L E D 32 の真上に存在する固体材料層を有するものと考えることができる。そのような構造体は、適切な樹脂または光硬化性もしくは熱硬化性材料の層で微細複製することができ、マスター複製ツールが三角形の横断面隆起部の長方形格子を画定するように構成されている。そのようなツールは、例えば、まず、テーパ状リフレクタアレイと全く同じように見えるパターンをダイヤモンド加工し、次いで、逆パターンを複製してマスターを作製することによって製造することができる。マスターは、耐久性のために金属化することができる。

20

【0054】

図 5 A および図 5 B に示すように、一実施例では、着色された O L E D 32 R、32 G および 32 B の間の間隔 $S x$ および $S y$ は、最大の O L E D (すなわち、青色の O L E D 32 B) のサイズ $L x$ 、 $L y$ にほぼ等しい。テーパ状リフレクタの上面 54 が下面 58 の 2 倍のサイズであり、テーパ状リフレクタの高さ $H P$ が下面の幅の 1.5 倍であり、側壁が平坦である場合には、側壁 56 の傾斜角 θ は、 $\arctan(1/3) = 18.4^\circ$ となる。この傾斜角を有するテーパ状リフレクタ 52 またはテーパ状リフレクタ 52 のアレイ 50 を製造することは、ダイヤモンド加工技術の能力の範囲内である。

【0055】

V 溝の下面がより丸みを帯びている場合には、同じ傾斜角 θ であれば、テーパ状リフレクタ 52 の高さ $H P$ は、下面 58 のサイズ (寸法) の 1.5 倍よりも小さくすることができる。O L E D ディスプレイ 10 の異なる構成、または複製マスターを作製するための異なる技術については、テーパ状リフレクタの形状に関する異なる制限が適用され得る。

30

【0056】

上で説明したように、テーパ状リフレクタ 52 の周期的なアレイ 50 を形成するために、複製ツールまたはモールドは、構造体のネガティブレプリカであり、これは、先端が切り取られた窪みまたは「ボウル」のアレイと考えられるかもしれない。テーパ状リフレクタアレイ 50 を形成するためにそのようなツールを使用する場合、ツールが液体または成形可能な複製材料の層に押し付けられたときに、ボウル内の空気を捕捉しないようにすることが好ましくあり得る。そのような空気の捕捉を回避するための 1 つの技術は、完全に先端が切り取られていないピラミッド型ボウルのアレイとして複製ツールまたはモールドを製造することである。この場合、テーパ状リフレクタの高さは、複製材料層の厚さによって制御することができる。ツールは、フレキシブルバリアフィルム 100 と接触するまで、複製材料の中に押し込まれる。複製されたテーパ状リフレクタのそれぞれの上には、エアポケットが意図的に残される。表面張力によってテーパ状リフレクタの上面が丸くならないように注意を払うことができる。

40

【0057】

光の取り出し効率

O L E D ディスプレイ 10 におけるテーパ状リフレクタ 52 の光取り出し効率を推定するために、モデリングされた O L E D ディスプレイの標準的な光学設計ソフトウェアを用

50

いてレイトレーシングを行った。テーパ状リフレクタ52の 5×5 のアレイ50が考察された。各テーパ状リフレクタ52は、下面サイズが 2×2 単位、上面サイズが 4×4 単位、高さHPが3単位であった。これらの無次元単位は「レンズ単位」と呼ばれることがあり、モデリング結果が直線的にスケールする場合に使用される。テーパ状リフレクタ52は、それぞれ屈折率1.51のガラス片2枚の間に挟まれている。各テーパ状リフレクタ52の下面58の真下には、1.76の屈折率を有する材料の非常に薄い層が配置されていた。この薄い層がOLEDの役割を果たしているため、OLED層と呼ばれる。最上段のガラス片は、OLEDディスプレイ10のフレキシブルバリアフィルム100として機能した。

【0058】

OLED層の下面は、反射型の下面電極33ELを表すために、完全に反射するように設定した。光源を、OLED層内で 5×5 アレイの中央のテーパ状リフレクタ52の下に配置した。光源は、等方性（すなわち、均一な強度対角度）であり、テーパ状リフレクタ52の下面58と同じ横方向寸法を有していた。次いで、上面（フレキシブルバリアフィルム）からの光出力を計算した。モデリングされたOLEDディスプレイからの発光のモデリングは、発光効率LEを決定するために、テーパ状リフレクタ52の有無にかかわらず実施した。光出力は、仮想検出器の選択配置によって決定した。テーパ状リフレクタ52のアレイ50がなければ、光出力は光源出力の約16.8%であり、これはエスケープコーンの大きさの簡略化された計算に基づいて上記で計算された17.7%の値に非常に近い。

【0059】

テーパ状リフレクタ52を用いた光取り出し効率LE(%)は、図6A～図6Cのプロットに示されている。横軸は、テーパ状リフレクタの屈折率 n_p である。図6Aでは、縦軸は、光取り出し効率LE(%)である。隣接するテーパ状リフレクタ52への光の波及が一部あることに留意されたい。テーパ状リフレクタアレイ50における各テーパ状リフレクタ52の出力は、所与のテーパ状リフレクタの上面54に小さな長方形の（仮想）検出器を配置することによって、モデルにおいて容易に推定される。簡単のため、ここでは、光取り出し効率LE(%)は、中央のテーパ状リフレクタの出力を光源から出射された総出力で割ったものとして定義される。

【0060】

図6Aから分かるように、光取り出し効率LEは、テーパ状リフレクタの屈折率 n_p がOLED層の屈折率、すなわち1.76%と一致する場合、57.2%、つまり17.7%の3.2倍（220%）に達する。しかしながら、 $n_p = 1.62$ の場合でも、光取り出し効率LEは、2.57倍（すなわち、157%）、つまり17.7%から45.8%に向上している。これは、テーパ状リフレクタ52のテーパ形状による「集光」効果を考慮していないため、OLED構造体の詳細ならびにテーパ状リフレクタの正確な形状および高さに応じて、法線方向の明るさのゲインがさらに高くなる可能性がある。様々な実施形態では、光取り出し効率LEは、発光装置60の構成要素の様々なパラメータおよび構成に応じて、約15%よりも大きいか、または約20%よりも大きいか、または約25%よりも大きいか、または約30%よりも大きいか、または約40%よりも大きいか、または約50%よりも大きい。

【0061】

再び図5Aおよび図5Bを参照して、OLEDディスプレイ10のダイヤモンド配置の場合、緑色のOLED32Gについては、同色の最も近接したものが次の斜方向のテーパ状リフレクタの下にあり、青色および赤色のOLED32Bおよび32Rについては、同色の最も近接したものが第2のテーパ状リフレクタの下で4辺のいずれかにある。側面のテーパ状リフレクタの光出力を中央の光出力で割ったものとして定義される光漏れ率LLは、図6Bおよび図6Cに、テーパ状リフレクタの屈折率 n_p の関数としてもプロットされている。図6Bは、最も近い斜方向のテーパ状リフレクタ52についてのものであり、図6Cは、中央のテーパ状リフレクタの右側にある第2の隣接するテーパ状リフレクタに

10

20

30

40

50

ついでのものである。図 6 B から明らかなように、同色の O L E D に関連付けられた次のテーパ状リフレクタへの光漏れ率は、 $n_p = 1.62$ の同じテーパ状リフレクタ材料に対して、緑色の O L E D 3 2 G については約 0.6%、青色および赤色の O L E D 3 2 B および 3 2 R については約 0.2% である。

【0062】

上述したようなモデリングは、幾何光学の原理を用いて行われたため、波動光学によってより適切に説明される他の効果を考慮に入れていない。幾何光学モデルはまたは、O L E D 3 2 の内部にある効果を考慮に入れていない。これらの他の要因を考慮に入れることは、計算された発光効率をわずかに増加させ、内部光取り出し、すなわち、より多くの光が O L E D の上面 3 4 を出て行くように O L E D 構造体内から光を取り出すことに影響を与えると予想される。本明細書に開示された装置および方法は、光の取り出し、すなわち、O L E D 3 2 の外部にある構造体を用いて光を取り出しすることに向けられている。

10

【0063】

本明細書に開示された改良された発光装置および方法は、光散乱ではなく光反射に完全に依拠している。したがって、反射電極 3 3 E L によって反射された周囲光の偏光は、反射時に不変であり、このアプローチは、円偏光子の使用と完全に両立できることを意味する。また、散乱技術を用いた光取り出しを改善するための他のほぼ全てのアプローチに特徴的な問題点である、反射によるヘイズの発生がないため、表示コントラスト比の低下もない。

20

【0064】

アライメントの考慮

上記で引用した光取り出し効率値はすべて、O L E D 3 2 の光源とテーパ状リフレクタ 5 2 の下面 5 8 との間の完全なアライメントを仮定している。O L E D 3 2 とテーパ状リフレクタ 5 2 との間のミスアライメントに対する感度を推定するために、上で使用したのと同じタイプのモデリングも使用した。図 6 D は、テーパ状リフレクタの屈折率 n_p が O L E D 3 2 の屈折率と同じである場合の結合効率 C E と x - オフセット d X (mm) とを比較したプロットである。

【0065】

その結果、出力電力（ひいては結合効率 C E）はオフセット d X で直線的にスケールし、10% のオフセットでは約 8% の光出力の低下を引き起こすことが示された。モデルの仮想検出器は、フレキシブルバリアフィルムの外表面（空気との境界）に配置されていた。図 6 D では、曲線 S は、「小型検出器」についてのものであり、テーパ状リフレクタの上面と同じ大きさの仮想検出器を指す。同様に、曲線 L は、「大型検出器」についてのものであり、発光 O L E D の上にあるテーパ状リフレクタから出て行くすべての光線を捕捉するように設計された、わずかに大きい仮想検出器を指す。

30

【0066】

また、隣接するテーパ状リフレクタ 5 2 への光漏れによって引き起こされる O L E D ディスプレイ 1 0 のシャープネスまたはコントラスト比の低下の可能性を推定するために、テーパ状リフレクタ 5 2 の 10×10 アレイ 5 0 についてモデリングを行った。モデリングにより、そのような光漏れはコントラスト比に実質的な影響を及ぼさないことが示された。

40

【0067】

C T E ミスマッチの考察

従来の O L E D ディスプレイでは、フレキシブルバリアフィルムの熱膨張係数 (C T E) は、O L E D 基板の熱膨張係数と同じか、または非常に類似している。しかしながら、テーパ状リフレクタ 5 2 の C T E は、特に、ポリマーまたはハイブリッド（有機・無機フィラー）樹脂を用いて形成されている場合には、実質的に異なり得る。

【0068】

環境温度の変化に伴って発光装置 6 0 に誘起される機械的応力の大きさの単純な推定を、参照により本明細書に組み込まれる “Thermal stress in bonded joints,” (IBM Journ

50

al of Research and Development, Vol. 23, No. 2, pp. 179- 188 (1979))と題するW.T. ChenおよびC.W. Nelson著の刊行物（これ以降「IBM刊行物」とする）に記載されたアプローチを用いて行った。

【0069】

図1Dの発光装置60は、樹脂製のテーパ状リフレクタ52、グルー層の形態のインデックスマッチング材料70、およびガラス製のOLED32の3層システムとしてモデリングした。グルー層70における最大せん断応力 τ_{max} は、IBM刊行物からの以下の式を用いて計算した：

【0070】

【数1】

$$\tau_{max} = \frac{(\alpha_1 - \alpha_2)\Delta T G \tanh(\beta l)}{\beta t}$$

$$\beta = \left[\frac{G}{t} \left(\frac{1}{E_1 h_1} + \frac{1}{E_2 h_2} \right) \right]^{\frac{1}{2}}$$

【0071】

式中、Gはグルー層のせん断弾性率、lは中心部から縁部までの最大接着寸法（四角いサブピクセルとテーパ状リフレクタ下面の場合は半対角）、tはグルー層の厚さ、 α_1 と α_2 は被着材の熱膨張係数（すなわち、テーパ状リフレクタの樹脂とガラスの場合はppm/単位）、 ΔT は温度変化（）、 E_1 と E_2 はヤング率、 h_1 と h_2 は、被着材、すなわち、それぞれ樹脂とガラスの厚さである。なお、 h_1 は、テーパ状リフレクタの高さHPと同じである。

【0072】

計算では、テーパ状リフレクタ52の下面58の寸法は $16 \times 16 \mu m$ であると仮定し、また、 $l = 11.3 \mu m$ および $t = 2 \mu m$ 、テーパ状リフレクタの高さ $HP = h_1 = 24 \mu m$ と仮定し、 $\alpha_1 - \alpha_2 = 70 \text{ ppm/}$ 、 $\Delta T = 60$ およびグルーのポアソン比0.33（エポキシの場合に典型的）とした。

【0073】

図7Aは、60の温度変化に対するグルー層70の弾性率 E_g （MPa）の関数として、グルー層70の計算されたせん断応力 τ_{max} をプロットしたものであり、図7Bは、同じ60の温度変化に対するテーパ状リフレクタの樹脂材料の弾性率 E_p （MPa）の関数として、グルー層70の計算されたせん断応力 τ_{max} をプロットしたものである。せん断弾性率Gの値は、弾性率 E_p とポアソン比 ν から、 $G = E_p / (2(1 + \nu))$ を用いて計算した。計算されたグルー層70のせん断応力 τ_{max} の値は1～11MPaの範囲であった。市販されているグルーの中には、11MPaよりも高いせん断強度を有するものが多く存在する。さらに、60の温度スイングは非常に極端であり、ゼロ応力点が室温20の場合、デバイスを-40または80のいずれかの温度にすることを意味する。

【0074】

一般的には、温度サイクルはデバイスの劣化故障を引き起こす可能性があるので、考えられる温度誘起応力を最小化することが有益であると考えられる。図7Aおよび図7Bに示された結果は、これが、角錐台を形成するために使用される材料の弾性率を下げることで、および/またはより柔らかいグルー（すなわち、より低い弾性率を有するもの）を使用することによって達成され得ることを示唆している。

【0075】

樹脂製テーパ状リフレクタ

上述したように、一実施形態では、樹脂は成形プロセスおよび大量複製技術のようなものに適用可能であるので、樹脂を使用してテーパ状リフレクタ52のアレイ50を形成することができる。樹脂を用いてアレイ50を形成する場合、フレキシブルバリアフィルム

10

20

30

40

50

100の縁部は、縁部封止用のフリットで被覆できるように樹脂を含まないことが好ましい。さらに、樹脂は、タッチセンサの作製に典型的な150の加工温度に耐えられるものであることが好ましい。また、樹脂は、少なくともOLED材料にとって最も有害な種類、すなわち酸素と水が使用温度範囲内で気体放出されないか、または極めてわずかなことが好ましい。

【0076】

テーパ状リフレクタの間の空間用材料

上述したように、テーパ状リフレクタ52のアレイ50、OLED32、およびフレキシブルバリアフィルム100は、屈折率 n_s を有する媒体で満たされた閉込め空間130を画定する。特定の例示的な実施形態では、閉込め空間130は、 $n_s = n_a = 1$ の屈折率を有する空気で満たされている。他の実施形態では、空間130は、固体材料で満たされ得る。一般的には、空間130内の媒体は、エスケープコーン59が可能な限り大きく留まるように、可能な限り低い屈折率を有することが好ましい。

10

【0077】

図8は、テーパ状リフレクタ52の屈折率を $n_p = 1.7$ と仮定して、光取り出し効率LE(%)と空間130を埋める材料の屈折率 n_s とを比較したプロットである。プロットは、空間130の充填材の指数 n_s がシリコン接着剤の典型的な値である1.42と同じ高さの場合でも、光取り出し効率が2倍以上(100%)改善されていることを示している(テーパ状リフレクタ52を使用しなかった場合と比較して)。

20

【0078】

可能な限り最良の光取り出しの利点を達成するために、充填材の屈折率 n_s は1.2以下であることが好ましい。そのような低い屈折率を有する材料の例として、空気または別の適切な乾燥した無酸素ガスが充填された多孔質の有機または無機マトリックスであるエアロゲルが挙げられる。シリカベースのエアロゲルはまた、残留水の汚れをすべて吸収してOLED材料の寿命を延ばすという付加的な役割を果たすことができる。テーパ状リフレクタ52のボディ51を構成する材料が1.7の屈折率 n_p を有し、エアロゲルの屈折率が1.2であるとする、臨界角 θ_c は約45°となり、これは許容可能な臨界角である。

【0079】

テーパ状リフレクタの変更

30

テーパ状リフレクタ52は、全体的な光取り出し効率を高めるために、多くの方法で変更することができる。例えば、図9Aを参照して、一実施形態では、側面56は、反射コーティング56Rを含むことができる。この構成により、テーパ状リフレクタ52はもはやTIRを使用して動作しないので、実質的に任意の透明材料が空間130を埋めることが可能となる。

【0080】

別の変更は、図9Bの側面図に示されており、これは、テーパ状リフレクタ52の下面58に形成され、テーパ状リフレクタのボディ51内へと延びるマイクロレンズ140を示している。マイクロレンズ140は、テーパ状リフレクタ52のボディの屈折率 n_p よりも高い屈折率 n_m を有する。図9Bに示される構造体は、下面58に凹部(例えば、半球状、非球面状など)を有するテーパ状リフレクタ52を形成し、次いで凹部に高屈折率材料を充填することによって作り出すことができる。

40

【0081】

フレキシブルOLEDディスプレイを利用した電子デバイス

本明細書に開示されたフレキシブルOLEDディスプレイは、例えば、ディスプレイを利用する消費者用または商業用電子デバイスにおけるものを含む様々な用途に使用することができる。例示的な電子デバイスとして、コンピュータ・モニター、現金自動預払い機(ATM)、ならびに携帯用電子デバイスであって、例えば、携帯電話、パーソナル・メディア・プレーヤ、およびタブレット/ラップトップコンピュータを含む携帯用電子デバイスが挙げられる。他の電子デバイスとして、自動車用ディスプレイ、家電用ディスプレ

50

イ、機械用ディスプレイなどが挙げられる。様々な実施形態では、電子デバイスとして、スマートフォン、タブレット/ラップトップコンピュータ、パーソナルコンピュータ、コンピュータディスプレイ、ウルトラブック、テレビおよびカメラなどの消費者用電子デバイスを挙げることができる。

【0082】

図10Aは、本明細書に開示されたOLEDディスプレイ10を含む汎用電子デバイス200の概略図である。汎用電子デバイス200としてはまた、OLEDディスプレイ10に電氣的に接続された制御エレクトロニクス210が挙げられる。制御エレクトロニクス210としてはまた、メモリ212、プロセッサ214、およびチップセット216を挙げることができる。制御エレクトロニクス210は、図示を容易にするために示されていない他の既知の構成要素を含むこともできる。

10

【0083】

図10Bは、ラップトップコンピュータの形態の例示的な電子デバイス200の立面図である。図10Cは、スマートフォンの形態の例示的な電子デバイス200の正面図である。

【0084】

図11Aおよび図11Bは、フレキシブルOLEDディスプレイを作製するための例示的な方法を示す。図11Aの下部に示されるように、第1のガラス基板302に第1の離型層304（例えば、無機材料またはポリマー）が適用されている。フレキシブル基板19は、第1の離型層304に適用されている。バッファ層20が、フレキシブル基板19に適用されてもよい。例えば、低温ポリシリコン（LTPS-TFT）プロセスを介して薄膜トランジスタのアクティブマトリックスを作製するために、アモルファスシリコンがバッファ層20に適用されてTFT層21が形成される。各OLEDがTFT層21のトランジスタに電氣的に結合されるように、TFT層21にOLEDのアレイ30が形成されている。

20

【0085】

図11Aの上部に示されるように、第2のガラス基板308に第2の離型層306（例えば、無機材料またはポリマー）が適用されている。第2の離型層306には、フレキシブルバリアフィルム100が適用されている。フレキシブルバリアフィルム100には、テーパ状リフレクタのアレイ50が形成されている。テーパ状リフレクタのアレイ50が硬質ガラス基板308に形成されており、OLEDのアレイ30が硬質ガラス基板302に形成されているので、OLEDのピクセルとアレイの個々の角錐台との間のピクセル毎のマッチングに必要な作製精度が可能となる。テーパ状リフレクタのアレイ30の各テーパ状リフレクタの下面がOLEDのアレイのOLEDに結合されるように、第2のガラス基板308と、第2の離型層306と、フレキシブルバリアフィルム100と、テーパ状リフレクタのアレイ50とはOLEDのアレイ30に適用されている。光学的に透明な接着剤などのインデックスマッチング層70が、OLEDアレイの各OLEDと、OLEDアレイの各テーパ状リフレクタの下面との間に適用されてもよい。

30

【0086】

図11Bは、フレキシブル基板19から第1のガラス基板302を分離するために第1の離型層304を離型し、フレキシブルバリアフィルム100から第2のガラス基板308を分離するために第2の離型層306を離型した後のフレキシブルOLEDディスプレイ10を示している。特定の例示的な実施形態では、第1の離型層304および第2の離型層306は、第1の離型層304および第2の離型層306にレーザを照射することによって離型される。この場合、第1の離型層304および第2の離型層306は、第1のガラス基板302および第2のガラス基板308をリフトオフさせるような特定のレーザ波長を照射すると、かなりの量の水素ガスが放出される。他の実施形態では、第1のガラス基板302および第2のガラス基板308を除去するために、レーザリフトオフの代わりに機械的デボンディング（すなわち、剥離）を使用してもよい。レーザリフトオフまたは機械的デボンディングのいずれかをを用いて第2のガラス基板308を除去した後、残さ

40

50

れたフレキシブルバリアフィルム 100 は、酸素および水分から O L E D 材料を保護する。特定の例示的な実施形態では、フレキシブル基板 19 は、プラスチック（例えば、P E N）、金属、セラミック、有機 - 無機ハイブリッド、またはガラス基板（図示せず）などの支持基板に積層されてもよい。

【0087】

本開示の精神および範囲から逸脱することなく、本開示の実施形態に様々な修正および変更を加えられることは、当業者には明らかであろう。したがって、本開示は、それらが添付の特許請求の範囲およびそれらの等価物の範囲内に含まれることを条件に、そのような修正および変更をカバーすることが意図されている。

【0088】

10

以下、本発明の好ましい実施形態を項分け記載する。

【0089】

実施形態 1

フレキシブル有機発光ダイオード（O L E D）ディスプレイ用の光取り出し装置であって、

フレキシブル基板と、

前記フレキシブル基板により支持された O L E D と、

フレキシブルバリアフィルムと、

少なくとも 1 つの側面と、前記フレキシブルバリアフィルムに結合された上面と、下面とを含むテーパ状リフレクタであって、前記上面は前記下面よりも表面積が大きい、テーパ状リフレクタと、

20

前記 O L E D の上面と前記テーパ状リフレクタの前記下面との間に結合されたインデックスマッチング層と

を含み、

前記 O L E D の前記上面から出射された光が、前記インデックスマッチング層を通過して前記テーパ状リフレクタに入射し、かつ

前記テーパ状リフレクタの前記少なくとも 1 つの側面が、反射によって前記光をエスケープコーンに変向させて前記テーパ状リフレクタの前記上面から出て行くようにするための傾斜面を含む、光取り出し装置。

【0090】

30

実施形態 2

前記テーパ状リフレクタが、台形断面を含む角錐台を含む、実施形態 1 記載の光取り出し装置。

【0091】

実施形態 3

前記フレキシブル基板が、ポリイミド、ポリエチレンテレフタレート（P E T）またはポリカーボネートを含む、実施形態 1 記載の光取り出し装置。

【0092】

実施形態 4

前記フレキシブルバリアフィルムが多層フィルムを含む、実施形態 1 記載の光取り出し装置。

40

【0093】

実施形態 5

前記フレキシブル O L E D ディスプレイが、40%を超える外部光取り出し効率を含む、実施形態 1 記載の光取り出し装置。

【0094】

実施形態 6

前記テーパ状リフレクタが、インプリントにより形成可能な材料を含む、実施形態 1 記載の光取り出し装置。

【0095】

50

実施形態 7

前記 O L E D からの前記光が、赤色光、緑色光または青色光を含む、実施形態 1 記載の光取り出し装置。

【 0 0 9 6 】

実施形態 8

前記テーパ状リフレクタの前記下面で前記テーパ状リフレクタに埋め込まれた少なくとも 1 つのマイクロレンズをさらに含む、実施形態 1 記載の光取り出し装置。

【 0 0 9 7 】

実施形態 9

前記インデックスマッチング層の屈折率が、前記テーパ状リフレクタの屈折率以上である、実施形態 1 記載の光取り出し装置。

【 0 0 9 8 】

実施形態 1 0

前記テーパ状リフレクタの前記下面が、前記 O L E D の前記上面の表面積の 9 0 % 以下の表面積を含む、実施形態 1 記載の光取り出し装置。

【 0 0 9 9 】

実施形態 1 1

フレキシブル有機発光ダイオード (O L E D) ディスプレイであって、

O L E D のアレイを支持するフレキシブル基板であって、前記 O L E D のアレイの各 O L E D は、光が出射される上面を有する、フレキシブル基板と、

テーパ状リフレクタのアレイであって、前記テーパ状リフレクタのアレイの各テーパ状リフレクタは、前記 O L E D のアレイの O L E D と整列しており、前記テーパ状リフレクタのアレイの各テーパ状リフレクタは、少なくとも 1 つの側面と、上面と、前記 O L E D のアレイの各 O L E D の前記上面に結合された下面とを含み、各テーパ状リフレクタの前記上面は、各テーパ状リフレクタの前記下面よりも表面積が大きい、テーパ状リフレクタのアレイと、

前記テーパ状リフレクタのアレイの各テーパ状リフレクタの前記上面に結合されたフレキシブルバリアフィルムと

を含む、フレキシブル有機発光ダイオード (O L E D) ディスプレイ。

【 0 1 0 0 】

実施形態 1 2

インデックスマッチング層のアレイ

をさらに含み、

前記インデックスマッチング層のアレイのインデックスマッチング層が、前記 O L E D のアレイの各 O L E D の前記上面と前記テーパ状リフレクタのアレイの各テーパ状リフレクタの前記下面との間に結合されている、実施形態 1 1 記載のフレキシブル O L E D ディスプレイ。

【 0 1 0 1 】

実施形態 1 3

前記 O L E D のアレイの各 O L E D の前記上面から出射された光が、前記インデックスマッチング層のアレイの対応するインデックスマッチング層を通過して前記テーパ状リフレクタのアレイの対応するテーパ状リフレクタに入射し、かつ

前記テーパ状リフレクタのアレイの各テーパ状リフレクタの前記少なくとも 1 つの側面が、反射によって光をエスケープコーンに変向させて、前記対応するテーパ状リフレクタの前記上面から出て行くようにするための傾斜面を含む、実施形態 1 2 記載のフレキシブル O L E D ディスプレイ。

【 0 1 0 2 】

実施形態 1 4

前記テーパ状リフレクタのアレイの各テーパ状リフレクタの前記上面が外縁部を含み、かつ、

10

20

30

40

50

前記テーパ状リフレクタのアレイの隣接するテーパ状リフレクタの前記外縁部が、互いに直接隣接して配置されている、実施形態 11 記載のフレキシブル OLED ディスプレイ。

【0103】

実施形態 15

前記テーパ状リフレクタのアレイの各テーパ状リフレクタが、台形断面を含む角錐台を含む、実施形態 11 記載のフレキシブル OLED ディスプレイ。

【0104】

実施形態 16

フレキシブル有機発光ダイオード (OLED) ディスプレイを作製するための方法であって、

第 1 のガラス基板に第 1 の離型層を適用するステップと、
前記第 1 の離型層にフレキシブル基板を適用するステップと、
前記フレキシブル基板に OLED のアレイを形成するステップ、
第 2 のガラス基板に第 2 の離型層を形成するステップと、
前記第 2 の離型層にフレキシブルバリアフィルムを適用するステップと、
前記フレキシブルバリアフィルムにテーパ状リフレクタのアレイを形成するステップであって、前記テーパ状リフレクタのアレイの各テーパ状リフレクタは、少なくとも 1 つの側面と、前記フレキシブルバリアフィルムに結合された上面と、下面とを含み、前記上面は前記下面よりも大きい、形成するステップと、

前記テーパ状リフレクタのアレイの各テーパ状リフレクタの前記下面が前記 OLED のアレイの OLED に結合されるように、前記第 2 の基板と、前記第 2 の離型層と、前記フレキシブルバリアフィルムと、前記テーパ状リフレクタのアレイとを前記 OLED のアレイに適用するステップと

を含む、方法。

【0105】

実施形態 17

前記第 1 のガラス基板を前記フレキシブル基板から分離するために前記第 1 の離型層を離型するステップと、

前記第 2 のガラス基板を前記フレキシブルバリアフィルムから分離するために前記第 2 の離型層を離型するステップと

をさらに含む、実施形態 16 記載の方法。

【0106】

実施形態 18

前記第 1 の離型層を離型するステップが、前記第 1 の離型層にレーザを照射するステップを含み、かつ

前記第 2 の離型層を離型するステップが、前記第 2 の離型層にレーザを照射するステップを含む、実施形態 17 記載の方法。

【0107】

実施形態 19

前記フレキシブル基板を支持基板に積層するステップをさらに含む、実施形態 17 記載の方法。

【0108】

実施形態 20

前記 OLED のアレイの各 OLED と前記テーパ状リフレクタのアレイの各テーパ状リフレクタの前記下面との間にインデックスマッチング層を適用するステップをさらに含む、実施形態 16 記載の方法。

10

20

30

40

【 図 1 A 】

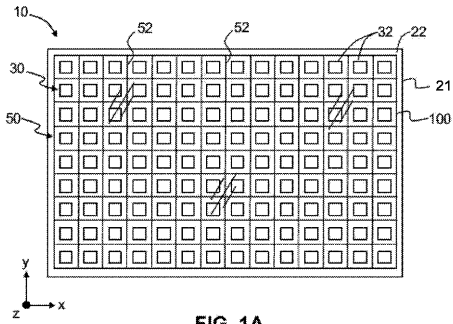


FIG. 1A

【 図 1 B 】

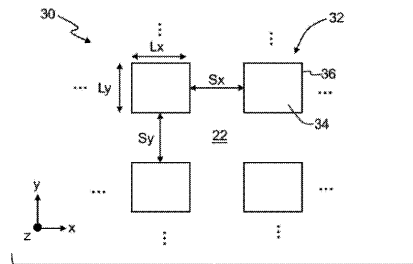


FIG. 1B

【 図 1 C 】

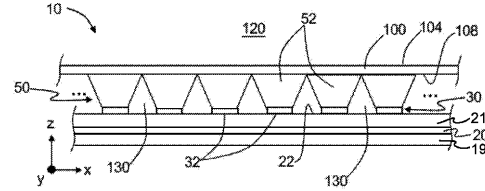


FIG. 1C

【 図 1 D 】

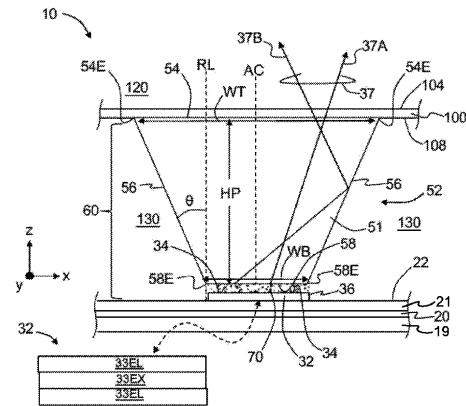


FIG. 1D

【 図 2 】

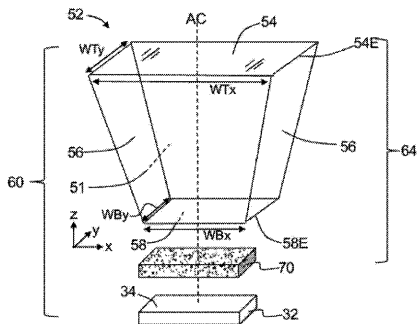


FIG. 2

【 図 3 】

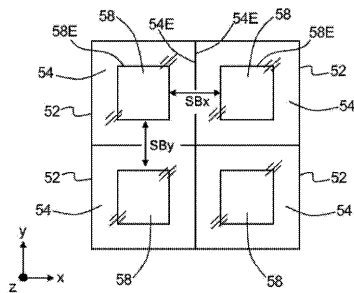


FIG. 3

【 図 4 A 】

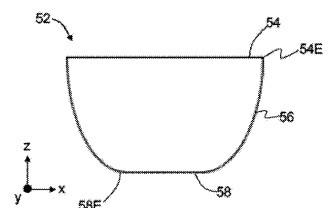


FIG. 4A

【 図 4 B 】

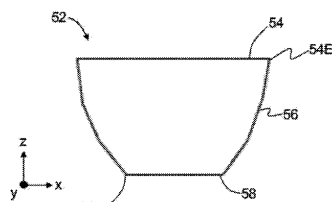


FIG. 4B

【 図 4 C 】

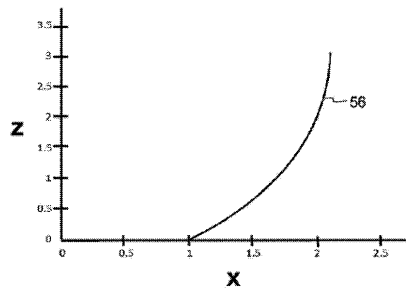


FIG. 4C

【 図 4 D 】

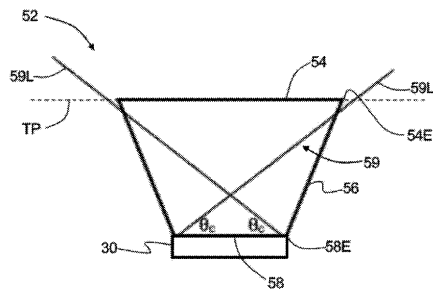


FIG. 4D

【 図 5 A 】

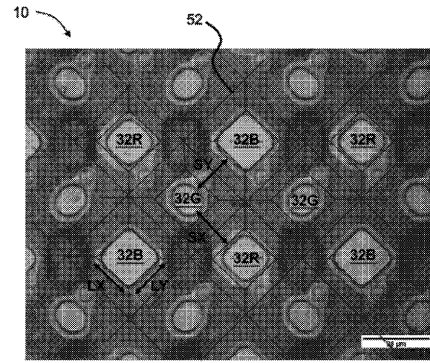


FIG. 5A

【 図 5 B 】

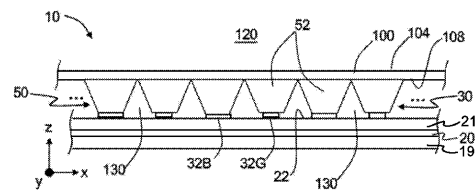


FIG. 5B

【 図 6 A 】

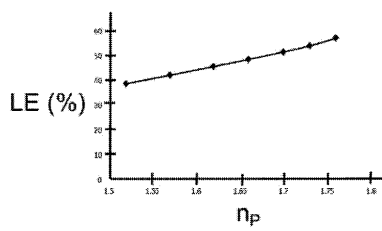


FIG. 6A

【 図 6 B 】

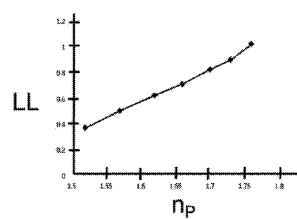


FIG. 6B

【 ㊦ 6 C 】

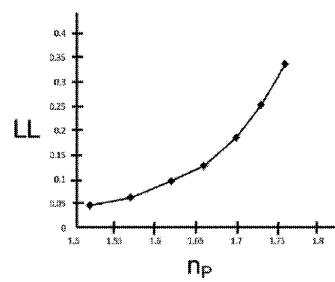


FIG. 6C

【 ㊦ 6 D 】

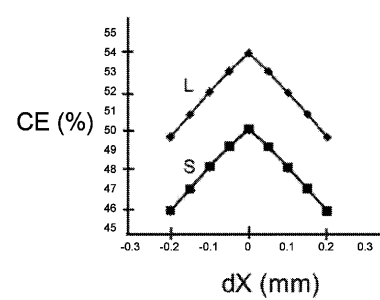


FIG. 6D

【 図 7 A 】

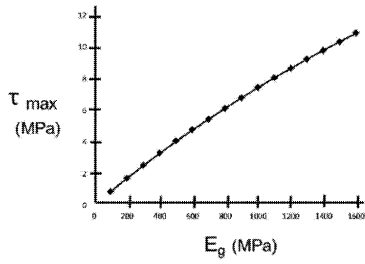


FIG. 7A

【 図 7 B 】

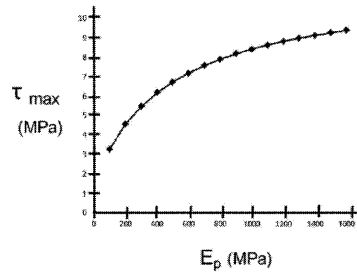


FIG. 7B

【 図 8 】

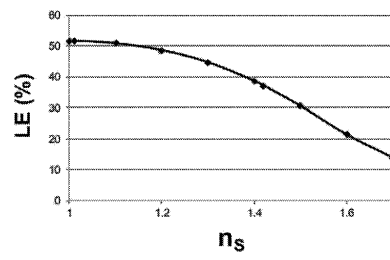


FIG. 8

【 図 9 A 】

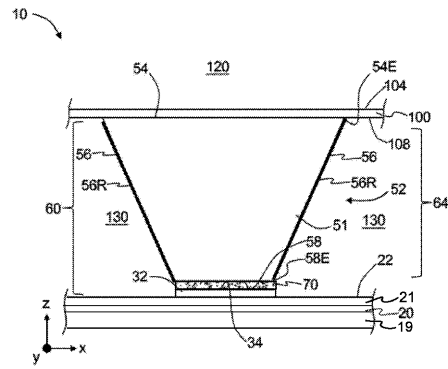


FIG. 9A

【 図 9 B 】

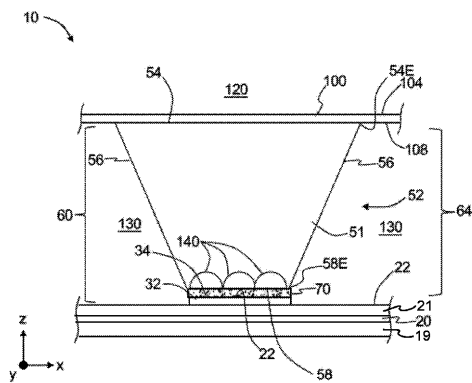


FIG. 9B

【 図 1 0 B 】

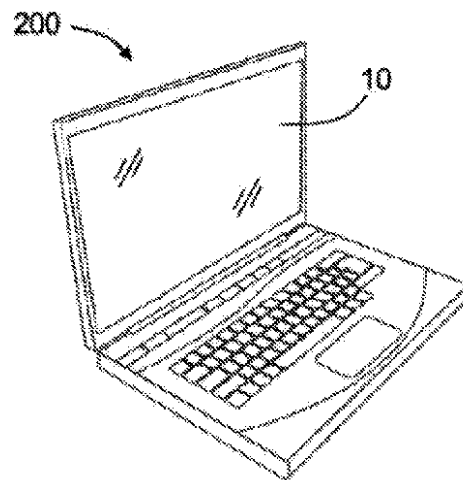


FIG. 10B

【 図 1 0 A 】

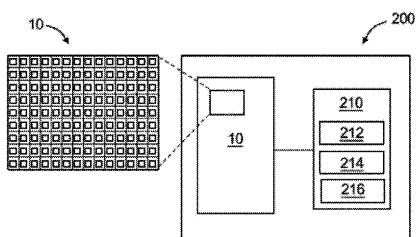


FIG. 10A

【図 10 C】

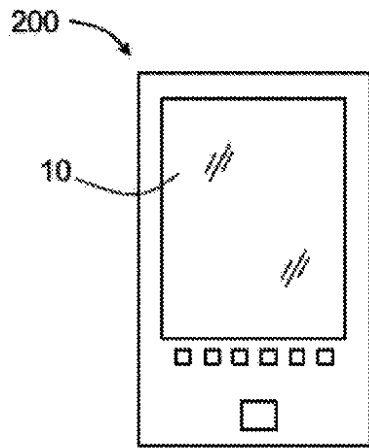


FIG. 10C

【図 11 A】

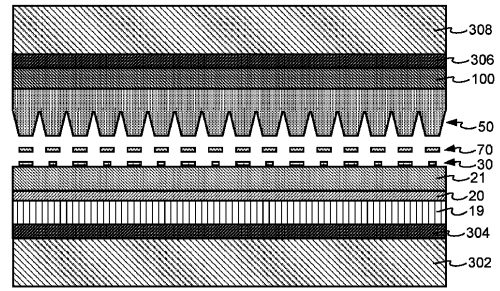


FIG. 11A

【図 11 B】

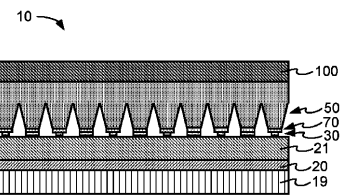


FIG. 11B

【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/US2019/032491
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER H01L 51/52(2006.01)i, H01L 51/00(2006.01)i According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) H01L 51/52; G02F 1/1333; G09F 9/30; H05B 33/02; H05B 33/22; H01L 51/00 Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Korean utility models and applications for utility models Japanese utility models and applications for utility models Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) cKOMPASS(KIPO internal) & keywords: OLED, light extraction, flexible, barrier film, tapered reflector, index-matching layer		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	WO 2017-210531 A1 (CORNING INCORPORATED) 07 December 2017 See claims 1-2, 5-7, 9, 13, 20, 23-25 and figures 1D-2.	1-20
Y	US 2009-0266471 A1 (MYUNG-HWAN KIM et al.) 29 October 2009 See claims 14-15, 20 and figures 3-4F.	1-20
A	JP 2004-164912 A (SEIKO EPSON CORP.) 10 June 2004 See paragraphs [0019]-[0028] and figures 3-5.	1-20
A	KR 10-2006-0096983 A (THOMSON LICENSING S.A.) 13 September 2006 See claim 1 and figure 5.	1-20
A	US 2018-0114949 A1 (CORNING INCORPORATED) 26 April 2018 See paragraphs [0030]-[0040] and figures 2-3.	1-20
☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☒ See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 26 August 2019 (26.08.2019)		Date of mailing of the international search report 27 August 2019 (27.08.2019)
Name and mailing address of the ISA/KR  International Application Division Korean Intellectual Property Office 189 Cheongsu-ro, Seo-gu, Daejeon, 35208, Republic of Korea Facsimile No. +82-42-481-8578		Authorized officer LEE, Hun Gil  Telephone No. +82-42-481-8525

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No.

PCT/US2019/032491

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 2017-210531 A1	07/12/2017	CN 109478604 A KR 10-2019-0011267 A TW 201807854 A	15/03/2019 01/02/2019 01/03/2018
US 2009-0266471 A1	29/10/2009	KR 10-1458901 B1 KR 10-2009-0114195 A US 2010-0210055 A1 US 8034206 B2 US 8182633 B2	10/11/2014 03/11/2009 19/08/2010 11/10/2011 22/05/2012
JP 2004-164912 A	10/06/2004	CN 1499905 A CN 1499905 C JP 3951893 B2 US 2004-0108980 A1	26/05/2004 30/01/2008 01/08/2007 10/06/2004
KR 10-2006-0096983 A	13/09/2006	CN 100533804 C CN 1836343 A EP 1654773 A2 FR 2858859 A1 JP 2007-502515 A JP 4773349 B2 MX PA06001736 A TW 200510850 A TW I368064 B US 2007-0182297 A1 WO 2005-022659 A2 WO 2005-022659 A3	26/08/2009 20/09/2006 10/05/2006 18/02/2005 08/02/2007 14/09/2011 12/05/2006 16/03/2005 11/07/2012 09/08/2007 10/03/2005 16/06/2005
US 2018-0114949 A1	26/04/2018	US 10135033 B2	20/11/2018

フロントページの続き

(51) Int.Cl.	F I			テーマコード (参考)		
G 0 9 F 9/00 (2006.01)	G 0 9 F	9/00	3 1 3			
G 0 9 F 9/30 (2006.01)	G 0 9 F	9/30	3 6 5			
	G 0 9 F	9/30	3 0 8 Z			
	G 0 9 F	9/00	3 3 8			

(81)指定国・地域 AP(BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), EP(AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT

(72)発明者 ククセンコフ, ドミトリ ウラディ斯拉ヴォヴィッチ

アメリカ合衆国 ニューヨーク州 1 4 9 0 3 エルマイラ ハリス ヒル ロード 7 6 0

Fターム(参考) 3K107 AA01 BB01 CC05 CC41 DD03 DD16 DD17 EE21 EE29 EE45
 FF00 FF06 FF15 GG51
 5C094 AA06 AA31 BA27 DA06
 5G435 AA02 AA14 BB05 FF08 GG02 GG08