(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2015-507351
(P2015-507351A)
(43)公表日　平成27年3月5日(2015.3.5)

(51)Int.Cl.		F I			テーマコード（参考）
H01L 51/44	***(2006.01)***	H01L	31/04	130	3K107
H01L 51/46	***(2006.01)***	H01L	31/04	168	5F151
H01L 51/50	***(2006.01)***	H05B	33/14	A	
H05B 33/26	***(2006.01)***	H05B	33/26	Z	
H05B 33/10	***(2006.01)***	H05B	33/26	A	

審査請求 未請求　予備審査請求 未請求　（全 35 頁）　最終頁に続く

(21)出願番号　特願2014-546256 (P2014-546256)
(86)(22)出願日　平成24年12月14日 (2012.12.14)
(85)翻訳文提出日　平成26年8月4日 (2014.8.4)
(86)国際出願番号　PCT/CA2012/050903
(87)国際公開番号　WO2013/086640
(87)国際公開日　平成25年6月20日 (2013.6.20)
(31)優先権主張番号　13/329,075
(32)優先日　平成23年12月16日 (2011.12.16)
(33)優先権主張国　米国 (US)

(71)出願人　514149277
サイモン　フレイザー　ユニバーシティー
カナダ国　ブリティッシュ　コロンビア　ヴイ５エー　１エス６，バーナビー，８８８８　ユニバーシティー　ドライブ，イノベーション　オフィス
(74)代理人　100091683
弁理士　▲吉▼川　俊雄
(74)代理人　100179316
弁理士　市川　寛奈
(72)発明者　オムラネ，パドル
カナダ国　ケベック　エイチ７ピー　０エー２，ラベル，３９２１　ルー　ジョアキム－デュ－ベレー

最終頁に続く

(54)【発明の名称】表面プラズモン構造体を備えた有機光電子装置および製作の方法

(57)【要約】
有機光電子装置が開示される。有機光電子装置が、担体基板、少なくとも部分的に担体基板上に配置されるアノード電極層、１つ以上の有機層を含み、かつ少なくとも部分的にアノード電極層上に配置される有機電子活性領域および少なくとも部分的に有機光活性層上に配置されるカソード電極層を含む。アノード電極層は、サブ波長ナノ構造体の周期的配列を有する。有機光電子装置を製造する方法が、さらに開示される。
【選択図】　図１

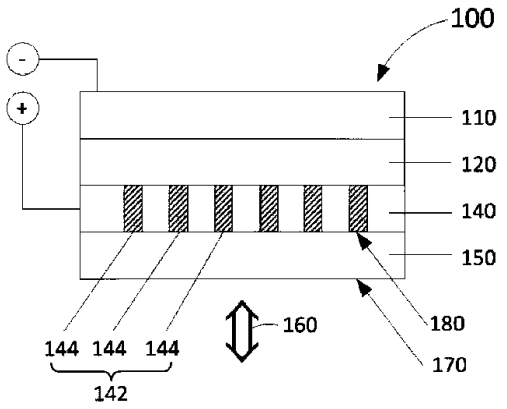


FIG.1

【特許請求の範囲】
【請求項１】
有機光電子装置であって：
担体基板；
少なくとも部分的に前記担体基板上に配置されるアノード電極層であって、サブ波長ナノ構造体の周期的配列を有する前記アノード電極層；
少なくとも部分的に前記アノード電極層上に配置される有機電子活性領域であって、１つ以上の有機層を備える前記有機電子活性領域；および
少なくとも部分的に前記有機電子活性領域上に配置されるカソード電極層を備える有機光電子装置。
【請求項２】
前記ナノ構造体が、およそ２５０ナノメートル（ｎｍ）とおよそ１４００ナノメートル（ｎｍ）との間の周期数を有することを特徴とする請求項１に記載の有機光電子装置。
【請求項３】
前記ナノ構造体が、ナノホールを備えることを特徴とする請求項１に記載の有機光電子装置。
【請求項４】
前記ナノホールが各々、およそ１００ナノメートル（ｎｍ）の直径を有することを特徴とする請求項３に記載の有機光電子装置。
【請求項５】
前記ナノ構造体が各々、前記アノード電極層の厚さに対応する深さを有することを特徴とする請求項１に記載の有機光電子装置。
【請求項６】
前記アノード層が、金属材料、半導体材料および導電性ポリマー材料のうち少なくとも１つを備え、前記アノード層の仕事関数が、前記有機活性層と互換であることを特徴とする請求項１に記載の有機光電子装置。
【請求項７】
請求項１に記載の有機光電子装置であって、前記有機光電子装置が：
前記有機電子活性領域が少なくとも部分的に前記アノード電極層上に配置される有機光活性層を備える有機光起電力装置；および
前記有機電子活性領域が少なくとも部分的に前記アノード電極層上に配置される有機放射性電子発光層を備える有機ＬＥＤ装置、のうち１台を備えることを特徴とする有機光電子装置。
【請求項８】
請求項７に記載の有機光電子装置であって、前記サブ波長ナノ構造体の周期的配列が：
前記有機光起電力装置の前記有機光活性層の光吸収スペクトル；および
前記有機ＬＥＤ装置の前記有機放射性電子発光層の光発光スペクトルのうち１つに対応する光透過スペクトルを有することを特徴とする有機光電子装置。
【請求項９】
前記有機ＬＥＤ装置の前記有機放射性電子発光層が、光を放出するように構成され、前記サブ波長ナノ構造体の周期的配列が、前記有機放射性電子発光層によって放出される前記光がそれを通して通ることを可能にするように幾何学的に、光学的にかつ空間的に構成されることを特徴とする請求項７に記載の有機光電子装置。
【請求項１０】
前記サブ波長ナノ構造体の周期的配列が、前記ナノ構造体の幾何学的寸法および前記アノード電極層の厚さのうち少なくとも１つの選択によって構成されることができる光透過帯域幅を有することを特徴とする請求項１に記載の有機光電子装置。
【請求項１１】

前記有機光起電力装置の前記有機光活性層の前記光吸収スペクトルが、前記サブ波長ナノ構造体の周期的配列の周期数および前記アノード電極層を構成する材料のうち少なくとも１つの選択によって構成されることができることを特徴とする請求項８に記載の有機光電子装置。

【請求項１２】

請求項７に記載の有機光電子装置であって、前記有機光活性層が：

ポリ（３－ヘキシルチオフェン）：［６，６］－フェニルＣ$_{61}$－酪酸メチルエステル（Ｐ３ＨＴ：ＰＣＢＭ）；および

ポリ［［９－（１－オクチルノニル）－９Ｈ－カルバゾール－２，７－ジイル］－２，５－チオフェンジイル－２，１，３－ベンゾチアジアゾール－４，７－ジイル－２，５－チオフェンジイル］）：［６，６］－フェニル－Ｃ$_{61}$－酪酸メチルエステル）（ＰＣＤＴＢＴ：ＰＣ７０ＢＭ）のうち少なくとも１つを備えることを特徴とする有機光電子装置。

【請求項１３】

前記担体基板が、ポリエチレンテレフタレート（ＰＥＴ）および／またはガラスのような可撓性および／または硬い材料を備えることを特徴とする請求項１に記載の有機光電子装置。

【請求項１４】

前記有機光起電力装置が、少なくとも部分的に前記アノード電極層と前記有機光活性層との間に配置される有機正孔輸送層を更に備えることを特徴とする請求項７に記載の有機光電子装置。

【請求項１５】

請求項１４に記載の有機光電子装置であって、前記有機正孔輸送層が：

ポリ（３，４－エチレンジオキシチオフエン）：ポリ（ポリスチレンスルホン酸）（ＰＥＤＯＴ：ＰＳＳ）を備えることを特徴とする有機光電子装置。

【請求項１６】

請求項１に記載の有機光電子装置であって、前記ナノ構造体が：少なくとも１つのナノホール配列、中心ナノホールのまわりに同心円状に配置される複数の環状開口部、中心ナノホールのまわりに同心円状に配置される複数のリングで配置される複数のナノホールおよび環状開口部のうち１つ以上を備えることを特徴とする有機光電子装置。

【請求項１７】

前記複数の環状開口部が、前記中心ナノホールのまわりに同心円状に配置される２つの環状開口部を備えることを特徴とする請求項１６に記載の有機光電子装置。

【請求項１８】

前記ナノ構造体が、六角形、正方形、菱形、矩形または平行四辺形格子のうち少なくとも１つで配置されることを特徴とする請求項１６に記載の有機光電子装置。

【請求項１９】

有機光電子装置を製造する方法であって、

少なくとも部分的に担体基板上にアノード電極層を形成するステップ；

穿孔された金属アノード電極層として画定される前記アノード電極層内にサブ波長ナノ構造体の周期的配列を形成するステップ；

少なくとも部分的に前記穿孔されたアノード電極層上に有機電子活性領域であって、１つ以上の有機層を備える前記有機電子活性領域を形成するステップ；および

少なくとも部分的に前記有機電子活性領域上にカソード電極層を形成するステップを含む方法。

【請求項２０】

有機光起電力装置を製造する方法であって：

少なくとも部分的にアノード電極層上に形成されるべき有機光活性層のピーク光吸収波長を測定するステップ；

前記有機光活性層の前記測定されたピーク光吸収波長に基づいて前記アノード電極層内

に形成されるように適応されるサブ波長ナノ構造体の周期的配列の所望のピーク光透過波長を画定するステップ；
前記サブ波長ナノ構造体の周期的配列の前記所望のピーク光透過波長、前記担体基板の誘電率および前記アノード電極層の誘電率に少なくとも部分的に基づいて前記サブ波長ナノ構造体の周期的配列の所望の周期数を測定するステップ；
前記有機光活性層の光吸収帯域幅に基づいて前記サブ波長ナノ構造体の周期的配列の所望の光透過帯域幅を画定するステップ；
前記サブ波長ナノ構造体の周期的配列の前記所望の光透過帯域幅に基づいて前記ナノ構造体の各々の所望の幾何学的寸法および前記アノード電極層の所望の厚さを画定するステップ；
少なくとも部分的に担体基板上に前記所望の厚さで前記アノード電極層を形成するステップ；
前記ナノ構造体の各々に対して前記所望の幾何学的寸法でかつ前記所望の周期数で前記アノード電極層内に前記サブ波長ナノ構造体の周期的配列を形成するステップ；
少なくとも部分的に前記アノード電極層上に有機光活性層を形成するステップ；および
少なくとも部分的に前記有機光活性層上にカソード電極層を形成するステップを含む方法。

【請求項２１】
有機ＬＥＤ装置を製造する方法であって：
少なくとも部分的にアノード電極層上に形成されるべき有機放射性電子発光層のピーク光発光波長を測定するステップ；
前記有機放射性電子発光層の前記測定されたピーク光発光波長に基づいて前記アノード電極層内に形成されるように適応されるサブ波長ナノ構造体の周期的配列の所望のピーク光透過波長を画定するステップ；
前記サブ波長ナノ構造体の周期的配列の前記所望のピーク光透過波長、前記有機放射性電子発光層の誘電率および前記アノード電極層の誘電率に少なくとも部分的に基づいて前記サブ波長ナノ構造体の周期的配列の所望の周期数を測定するステップ；
前記有機放射性電子発光層の光透過帯域幅に基づいて前記サブ波長ナノ構造体の周期的配列の所望の光透過帯域幅を画定するステップ；
前記サブ波長ナノ構造体の周期的配列の前記所望の光透過帯域幅に基づいて前記ナノ構造体の各々の所望の幾何学的寸法および前記アノード電極層の所望の厚さを画定するステップ；
少なくとも部分的に担体基板上に前記所望の厚さで前記アノード電極層を形成するステップ；
前記ナノ構造体の各々に対して前記所望の幾何学的寸法でかつ前記所望の周期数で前記アノード電極層内に前記サブ波長ナノ構造体の周期的配列を形成するステップ；
少なくとも部分的に前記アノード電極層上に放射性電子発光層を形成するステップ；および
少なくとも部分的に前記有機放射性電子発光層上にカソード電極層を形成するステップを含む方法。

【請求項２２】
有機光電子装置であって：
担体基板；
少なくとも部分的に前記担体基板上に配置されるカソード電極層であって、サブ波長ナノ構造体の周期的配列を有する前記カソード電極層；
少なくとも部分的に前記カソード電極層上に配置される有機電子活性領域であって、１つ以上の有機層を備える前記有機電子活性領域；および
少なくとも部分的に前記有機電子活性層上に配置されるアノード電極層を備える有機光電子装置。

【請求項２３】

請求項２２に記載の有機光電子装置であって、前記有機光電子装置が：
前記有機電子活性領域が少なくとも部分的に前記カソード電極層上に配置される有機光活性層を備える有機光起電力装置；および
前記有機電子活性領域が少なくとも部分的に前記カソード電極層上に配置される有機放射性電子発光層を備える有機ＬＥＤ装置のうち１台を備えることを特徴とする有機光電子装置。
【請求項２４】
前記有機光起電力装置が、少なくとも部分的に前記アノード電極層と前記有機光活性層との間に配置される有機正孔輸送層を更に備えることを特徴とする請求項２３に記載の有機光電子装置。
【請求項２５】
請求項２４に記載の有機光電子装置であって、前記有機正孔輸送層が：
ポリ（３，４－エチレンジオキシチオフエン）：ポリ（ポリスチレンスルホン酸）（ＰＥＤＯＴ：ＰＳＳ）を備えることを特徴とする有機光電子装置。
【請求項２６】
請求項２２に記載の有機光電子装置であって、前記ナノ構造体が：少なくとも１つのナノホール配列、中心ナノホールのまわりに同心円状に配置される複数の環状開口部、中心ナノホールのまわりに同心円状に配置される複数のリングで配置される複数のナノホールおよび環状開口部のうち１つ以上を備えることを特徴とする有機光電子装置。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、一般に有機光電子装置に関し、および、より詳しくは、それらの性能および／またはそれらの製作の方法を高める表面プラズマモニク構造体を備えた有機光電子装置に関する。
【背景技術】
【０００２】
バルク性ヘテロ接合（「ＢＨＪ」）構造体の研究は、９％に近い効率を備えた有機光起電装置（「ＯＰＶ」）の開発に至った。それにもかかわらず、インジウム酸化スズ（「ＩＴＯ」）に対する依存は、ＯＰＶおよび他の有機光電子装置（ＯＯＤ）の設計および性能における鍵となる制限要因のままである。
【０００３】
透明導電体としてのＩＴＯが、いくつかの欠点ならびに設計および性能制約を有することは公知である。第一に、ＯＯＤにて用いられているＩＴＯは装置劣化の主要な原因である。ＩＴＯは、可撓性基板上に堆積されて曲げを受ける時、クラックが入るかまたは壊れる傾向を有する。ＩＴＯ内のクラックの形成および伝播は次にその電気抵抗を増加し、導電率の損失に帰着する。ＩＴＯは、時間とともに劣化する傾向があり、酸素および湿気がＯＯＤの有機層内に拡散することを可能にし、かつＯＯＤの稼動寿命に不都合に影響を及ぼす。ＩＴＯの更なる欠点は、コストである。ＩＴＯはインジウムを必要とし、それが稀少性に起因してＯＰＶ産業のようなコストを意識した産業においてＩＴＯの広い展開を妨げる高材料コストを有する。ＩＴＯは、さらに導電率と透明性との間の妥協に苦しむ。ＩＴＯフィルム堆積中に、電荷担体の高い濃度がＩＴＯの導電率を増加するが、しかしその透明性を低下させ、このことは、ＯＯＤが一般的に最適の装置性能を達成するために高いアノード導電率および透明性の両方を必要とするので望ましくない。
【０００４】
炭素ナノチューブまたは高導電性ポリマーの透明フィルムがＩＴＯに対する置換として提唱されているとはいえ、ＯＰＶおよび他のＯＯＤの性能は結果として現在までのところ実質的に高められていない。
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】

【０００５】
したがって、ＩＴＯ材料と関連する欠点のないＯＯＤにおける応用に適している代替の光透過型導体に対する要求が存在する。
【課題を解決するための手段】
【０００６】
第１の態様に従って、有機光電子装置が開示される。この有機光電子装置が、担体基板、少なくとも部分的に担体基板上に配置される金属アノード電極層、１つ以上の有機層を含み、かつ少なくとも部分的に金属アノード電極層上に配置される有機電子活性領域および少なくとも部分的に有機光活性層上に配置されるカソード電極層を含む。金属アノード電極層が、サブ波長ナノ構造体の周期的配列を含む。
【０００７】
追加的な態様に従って、有機光電子装置を製造する方法が、さらに開示される。有機光電子装置を製造する方法が、少なくとも部分的に担体基板上に金属アノード電極層を形成するステップ；穿孔された金属アノード電極層として画定される金属アノード電極層内にサブ波長ナノ構造体の周期的配列を形成するステップ；少なくとも部分的に、穿孔された金属アノード電極層上に、有機電子活性領域であって、１つ以上の有機層を備える有機電子活性領域を形成するステップ；および少なくとも部分的に有機電子活性領域上にカソード電極層を形成するステップを含む。
【０００８】
更なる一態様に従って、有機光起電力装置を製造する方法が、開示される。有機光起電力装置を製造する方法が、次のステップ、すなわち：少なくとも部分的に金属アノード電極層上に形成されるべき有機光活性層のピーク光吸収波長を測定するステップ；前記有機光活性層の前記測定されたピーク光吸収波長に基づいて金属アノード電極層内に形成されるように適応されるサブ波長ナノ構造体の周期的配列の所望のピーク光透過波長を画定するステップ；前記サブ波長ナノ構造体の周期的配列の前記所望のピーク光透過波長、前記担体基板の誘電率および前記金属アノード電極層の誘電率に少なくとも部分的に基づいて前記サブ波長ナノ構造体の周期的配列の所望の周期数を測定するステップ；前記有機光活性層の光吸収帯域幅に基づいて前記サブ波長ナノ構造体の周期的配列の所望の光透過帯域幅を画定するステップ；および前記サブ波長ナノ構造体の周期的配列の前記所望の光透過帯域幅に基づいて前記ナノ構造体の各々の所望の幾何学形状および前記金属アノード電極層の所望の厚さを画定するステップを含む。
【０００９】
先行するステップに続いて、有機光起電力装置を製造する方法が、少なくとも部分的に担体基板上に前記所望の厚さで前記金属アノード電極層を形成するステップ；前記ナノ構造体の各々に対して前記所望の幾何学形状でかつ前記所望の周期数で前記金属アノード電極層内に前記サブ波長ナノ構造体の周期的配列を形成するステップ；少なくとも部分的に前記金属アノード電極層上に光活性である少なくとも１つを備えた有機層を形成するステップ；および少なくとも部分的に前記有機光活性層上にカソード電極層を形成するステップに進む。
【００１０】
さらに他の一態様に従って、有機ＬＥＤ装置を製造する方法が、開示される。有機ＬＥＤ装置を製造する方法が、次のステップ、すなわち：少なくとも部分的に金属アノード電極層上に形成されるべき有機放射性電子発光層のピーク光発光波長を測定するステップ；前記有機放射性電子発光層の前記測定されたピーク光発光波長に基づいて金属アノード電極層内に形成されるように適応されるサブ波長ナノ構造体の周期的配列の所望のピーク光透過波長を画定するステップ；前記サブ波長ナノ構造体の周期的配列の前記所望のピーク光透過波長、前記有機光活性層の誘電率および前記金属アノード電極層の誘電率に少なくとも部分的に基づいて前記サブ波長ナノ構造体の周期的配列の所望の周期数を測定するステップ；前記有機放射性電子発光層の光透過帯域幅に基づいて前記サブ波長ナノ構造体の周期的配列の所望の光透過帯域幅を画定するステップ；および前記サブ波長ナノ構造

体の周期的配列の前記所望の光透過帯域幅に基づいて前記ナノ構造体の各々の所望の幾何学形状および前記金属アノード電極層の所望の厚さを画定するステップを含む。

【００１１】

先行するステップに続いて、ＬＥＤ装置を製造する方法が、少なくとも部分的に担体基板上に前記所望の厚さで前記金属アノード電極層を形成するステップ；前記ナノ構造体の各々に対して前記所望の幾何学形状でかつ前記所望の周期数で前記金属アノード電極層内に前記サブ波長ナノ構造体の周期的配列を形成するステップ；少なくとも部分的に前記金属アノード電極層上に放射性電子発光層である少なくとも１つを備えた有機層を形成するステップ；および少なくとも部分的に前記有機放射性電子発光層上にカソード電極層を形成するステップに進む。

【００１２】

本発明の別の実施態様に従って、有機光電子装置であって：担体基板；少なくとも部分的に担体基板上に配置されるカソード電極層であって、サブ波長ナノ構造体の周期的配列を有するカソード電極層；少なくとも部分的にカソード電極層上に配置される有機電子活性領域であって、１つ以上の有機層を備える有機電子活性領域；および少なくとも部分的に有機光活性層上に配置されるアノード電極層を備える有機光電子装置が提供される。

【００１３】

詳細な説明と連動して図面を検討する時、本発明の更なる利点が明白になる。

【図面の簡単な説明】

【００１４】

本発明の有機光電子装置およびＯＯＤを製造する方法が、次に添付の図面を参照して記述され、そこにおいて：

【００１５】

【図１】本発明の例示的な一実施態様に従うＯＯＤの断面図を例示する。

【図２】本発明の一実施態様に従うＯＰＶの構成を有するＯＯＤの断面図を例示する。

【図３】本発明の一実施態様に従うＯＬＥＤの構成を有するＯＯＤの断面図を例示する。

【図４】それぞれの図１－３内に示されるＯＯＤ、ＯＰＶおよびＯＬＥＤの金属アノード電極層の斜視図を例示する。

【図５】本発明の例示的な一実施態様に従うＯＯＤを製造する方法の流れ図を例示する。

【図６】本発明の例示的な一実施態様に従うＯＰＶの製造に適応される周期的配列およびナノホールの幾何学的パラメータを画定するための方法の流れ図を例示する。

【図７】本発明の別の例示的な実施態様に従うＯＬＥＤの製造に適応される周期的配列およびナノホールの幾何学的パラメータを画定するための方法の流れ図を例示する。

【図８】本発明の一実施態様に従う周期数で４００ｎｍ－６００ｎｍの周期的ナノホール配列で穿孔される複数の銀金属アノード層に対するいくつかの透過率曲線（すなわち強度対波長）のプロットを例示する。

【図９】本発明の一実施態様に従う４５０ｎｍの周期数でナノホール穿孔された銀金属アノード層の透過率曲線、およびガラス製基板上のＩＴＯ層の透過率曲線のプロットを例示する。

【図１０】本発明の一実施態様に従う六方格子サブ波長ナノ構造体を形成するように配置されるナノホールの周期的配列の平面図略図を例示する。

【図１１】本発明の一実施態様に従う、図１０に示す六方格子サブ波長ナノ構造体の走査型電子顕微鏡（ＳＥＭ）画像を例示する。

【図１２Ａ】本発明の一実施態様に従う同心円形サブ波長ナノ構造体を形成するように配置されるナノホールの周期的パターンの平面図略図を例示する。

【図１２Ｂ】本発明の一実施態様に従う、実質的に環状の開口部を備える図１２Ａに示す同心円形サブ波長ナノ構造体のＳＥＭ画像を例示する。

【図１３】本発明の別の実施態様に従う、中心ナノホールのまわりに複数のリングで配置されるナノホールを備える図１２Ａに示す、同心円形サブ波長ナノ構造体のＳＥＭ画像を

例示する。
【図１４Ａ】本発明の一実施態様に従う環状リングサブ波長ナノ構造体を形成するように配置されるナノホールの周期的パターンの平面図略図を例示する。
【図１４Ｂ】本発明の更なる一実施態様に従う、図１４Ａに示す環状リングサブ波長ナノ構造体の周期的パターンのＳＥＭ画像を例示する。
【図１５Ａ】本発明の一実施態様に従う、六方格子サブ波長ナノ構造体を形成するように配置されるナノホールの複数同心リングの周期的パターンの平面図略図を例示する。
【図１５Ｂ】本発明の別の実施態様に従う、図１５Ａに示す六方格子サブ波長ナノ構造体内に配置されるナノホールの複数同心リングの周期的パターンのＳＥＭ画像を例示する。
【図１６Ａ】本発明の一実施態様に従う、サブ波長ナノ構造体を形成するように中心ナノホールのまわりの同心ナノホールリングの周期的パターンの平面図略図を例示する。
【図１６Ｂ】本発明のさらなる一実施態様に従う、図１６Ａに示すサブ波長ナノ構造体内に配置される中心ナノホールのまわりの同心ナノホールリングの周期的パターンのＳＥＭ画像を例示する。
【図１７】本発明の一実施態様に従う、図１０－１６内に示されるもののような例示的な周期的パターンを備えたいくつかのサブ波長ナノ構造体に対する透過光帯域幅および強度のスペクトログラムプロットを例示する。
【００１６】
詳細な説明と連動して図面を検討する時、本発明の更なる利点が明白になる。
【００１７】
類似した参照番号は、いくつかの図面の図の全体にわたって対応する部分を指す。
【発明を実施するための形態】
【００１８】
本発明の一実施態様において、サブ波長ナノ構造体の順序づけられたまたは周期的配列が、例えば、有機光起電力装置（「ＯＰＶ」）または有機ＬＥＤ装置（「ＯＬＥＤ」）におけるような有機光電子装置（「ＯＯＤ」）におけるアノード用として、例示的な金属フォイルまたはフィルムのような金属層内に最適に形成される。１つ以上のナノ構造体を備える金属アノード層が、一般的にインジウム酸化スズ（「ＩＴＯ」）でできている、従来の高仕事関数光透過型前面電極に対する置換または代替としてＯＯＤに用いられるよう望ましくは適応されることができる。従来のＩＴＯ－ＯＯＤと比較すると、本発明のＩＴＯのないＯＯＤ構成は、アノード材料（例えば銀（Ａｇ）、金（Ａｕ）および銅（Ｃｕ））のような金属の相対的により高い導電率、およびＯＯＤ装置効率を望ましくは向上させるために穿孔された金属アノード電極層内に観測される表面プラズマモニク（「ＳＰ」）および特別光透過（「ＥＯＴ」）特性を活用する。
【００１９】
ＥＯＴは、金属フィルムがサブ波長－幾何学形状を有する孔の配列で穿孔される時観測される光透過の強い増大である。ＥＯＴの現象は、光子との表面プラズモン（「ＳＰ」）の相互作用の結果として識別されている。ＳＰは、金属と誘電体の界面における自由電子の振動であると一般的に理解されている。金属と誘電層との間の界面に入射する光子が、ＳＰと共振相互作用してそれの励起を引き起こし、それによってＳＰが光子と連結して表面プラズモンポーラリトン（「ＳＰＰ」）を形成する。ＳＰＰが、入射光をサブ波長孔の配列で穿孔される金属フィルムを通して透過させ、および、光透過の強い増大が、金属フィルム材料内のサブ波長孔を通して透過される光の指定された波長範囲に対して観測されることが示されている。
【００２０】
本発明の一実施態様が、後で詳細に検討されるように、最大量の有効光子がＯＯＤの動作を遂行するために利用されるように、完全にまたは部分的に穿孔された金属アノード電極層の光透過特性を構成するためにＯＯＤにおいてＳＰおよびＥＯＴの原理を適用する。従来のＩＴＯベースのＯＯＤと比較すると、本発明のこの種の実施態様の最終結果は実際上、ＯＯＤ装置劣化に対して有利に抵抗してかつより高いアノード導電率、より低い

製造コストおよびより少ない製造ステップをもたらすナノ構造体を備えた金属アノード層から成るＯＯＤである。ＯＰＶ応用に適応される本発明のＯＯＤの特定の実施態様がさらに、従来のＩＴＯ－ＯＰＶと比較して有意により高いパワー変換効率を呈する。

有機光電子装置１００

【００２１】

本発明が、次に図を参照して更に記述される。図１は、本発明の例示的な一実施態様に従うＯＯＤ１００の断面図である。ＯＯＤ１００は、担体基板１５０および少なくとも部分的に担体基板１５０上に配置される金属アノード電極層１４０を含む。金属アノード電極層１４０は、それを通して穿孔されるサブ波長ナノ構造体（例えばナノホール１４４）の順序づけられたまたは周期的配列１４２を有する。ＯＯＤ１００は、少なくとも部分的に金属アノード電極層１４０上に配置される有機電子活性領域１２０および少なくとも部分的に有機電子活性領域１２０上に配置されるカソード電極層１１０を更に含む。

【００２２】

ここで使用しているように、所定の材料の「層」は、それの厚さがその長さまたは幅のどちらかより小さいその材料の領域を含む。層の例は例えば、シート、フォイル、フィルム、積層、コーティング、有機ポリマーの混和物、金属メッキおよび接着層（複数層）を含むことができる。更に、ここで使用される「層」は、平らである必要はなく、代わりとして折りたたまれるか、曲げられるか、またはさもなければ例えば少なくとも１つの方向に外形をつけられることができる。

【００２３】

依然として図１を参照して、表面プラズモン（ＳＰ）（図示せず）がその間の界面１８０に存在するように、ＯＯＤ１００（例えばＯＰＶ１０１およびＯＬＥＤ１０２）の担体基板１５０および例示的なアノード電極層１４０を構成するための材料が有利には選ばれる。好ましくは、担体基板１５０に対する材料が、更に実質的に光学的に透明で、かつ有機電子活性領域１２０の有機層（複数層）ならびにその上に配置される電極層１１０および１４０を支持することが可能である。例示的なこの種の材料は例えば、プラスチックおよびガラスを含むが、他の適切な周知の誘電材料もまた使用されることができる。アノード電極層１４０に対する適切な例示的な材料が、例えば銀（Ａｇ）、金（Ａｕ）および銅（Ｃｕ）のような実質的に光学的に不透明であるアノード金属のような周知の高仕事関数材料、同じく適切な周知の仕事関数を有する適切な半導体および導電性ポリマーを含むことができる。

【００２４】

ＯＯＤ１００の有機電子活性領域１２０は、１つ以上の有機層を含む。有機電子活性領域１２０の有機層を形成するのに選ばれる特定の材料は、例えば、もっと詳細に下記で検討されるようにそれぞれの図２および３で示すＯＰＶ１０１またはＯＬＥＤ１０２であることができる、ＯＯＤ１００の特定の構成に依存する。

【００２５】

ＯＯＤ１００のカソード電極層１１０は、例えばインジウム（Ｉｎ）、カルシウム／アルミニウム（Ｃａ／Ａｌ）、アルミニウム（Ａｌ）、フッ化リチウム（ＬｉＦ）および酸化アルミニウム／アルミニウム（AI_2O_3／Ａｌ）のような任意の適切な低仕事関数カソード電極材から成ることができる。

【００２６】

図１および４を参照して、後者（図４）は本発明の一実施態様に従うＯＯＤ１００（例えばＯＰＶ１０１またはＯＬＥＤ１０２）の例示的な金属アノード電極層１４０の斜視図であり、金属アノード電極層１４０が、それを通して穿孔されるサブ波長ナノ構造体の順序づけられたまたは周期的配列１４２（例えばナノホール１４４）を有する。すなわち、サブ波長ナノホール１４４が、金属アノード電極層１４０内に画定されるか、形成されるかまたは製作されてかつそれの厚さｔを通して部分的にまたは完全に延在され、それによって、それ自体それ以外は、好ましくは、銀（Ａｇ）、金（Ａｕ）および銅（Ｃｕ）のような、実質的に光学的に不透明な金属材料から成る、金属アノード電極層１４０内に

形成されるナノホール１４４を通しての光エネルギ１６０の選択的透過を望ましくは制御可能に許容する。そのようなものとして、穿孔された金属アノード電極層１４６を集合的に形成する、サブ波長ナノホール１４４の周期的配列１４２で形成される結果として生じる金属アノード電極層１４０は、ＯＯＤで使用される典型的ＩＴＯおよび他の透明導電体に対する高導電性光透過型アノード代替としてもたらし、かつ、後述するように、ＩＴＯと関連する妥協ならびに設計および性能制約を望ましくは回避する。

【００２７】

ここで使用しているように、「サブ波長」ナノ構造体（例えばナノホール１４４）はナノホールおよび／またはナノ－スリットもしくはスロットのような他のナノ構造体を指し、ナノ構造体の少なくとも１つの幾何学的寸法が、金属アノード電極層１４０と担体基板１５０との間の界面１８０で周期的配列１４２上に入射する光子（例えば太陽光および／または人工光）の波長未満である。

【００２８】

依然として図１および４を参照して、好ましい一実施態様において、ナノホール１４４は、それぞれ２および３次元の実質的に円形および円柱形の形状のような実質的に一様な寸法を有することができ、円柱の高さｈが、金属アノード電極層１４０の厚さｔと平行に走る。例えば、矩形、三角形、多面体、楕円、卵形、線形または不規則なもしくは波打った孔または開口部のようなサブ波長ナノ構造体の他の幾何学的寸法が他の実施態様で代わりとして選ばれることができる。

【００２９】

サブ波長ナノホール１４４の周期的配列１４２は例えば、公知のミリング技法（例えば集束イオンビーム（「ＦＩＢ）ミリング）、リソグラフィ技法（例えばナノインプリントリソグラフィ、深紫外線リソグラフィおよび電子ビームリソグラフィ）、ホットスタンピングおよびエンボシングまたはそれの組合せのような、周期的パターンでサブ波長ナノホールを生成することが可能な任意の適切な公知の技法によって、金属アノード電極層１４０内に形成されることができる。一実施態様において、ナノホール１４４はＳｔｒａｔａ　２３５　Ｄｕａｌｂｅａｍ走査型電子顕微鏡（「ＳＥＭ」）／ＦＩＢを用いてのようなＦＩＢプロセスを使用して金属アノード電極層１４０内に画定されることができる。例えば、ガリウムイオン（Ga^{+}）がそのような実施態様でＦＩＢ注入源として使用されることができる。

【００３０】

本発明に従ってＯＯＤ１００の構成要素を概ね記述して、これらの構成要素の特定の特徴が次にＯＯＤ１００の特定の構成に関して記述される。

有機光電（「ＯＰＶ」）装置１０１

【００３１】

図２を参照して、本発明の一実施態様に従うＯＰＶ装置１０１（以下に「ＯＰＶ１０１」）の構成を有するＯＯＤの断面図が提供される。図２に示すように、ＯＯＤがＯＰＶ１０１である実施態様において、有機電子活性領域１２０が１つ以上の有機層を含む。とりわけ、一実施態様において、有機活性電子領域１２０が第一電極層１２０上に直接配置される有機光活性層１２２を含む。有機光活性層１２２は、吸収電磁放射（例えば光１６１）に応答して光エネルギを電気エネルギに変換する有機光活性材料から成る。

【００３２】

任意選択の一実施態様において、周知のように、有機活性電子領域１２０がアノード電極層１４０と光活性層１２２との間に配置される正孔輸送層（図示せず）を更に含むことができる。正孔輸送層は、有機光活性層１２２からアノード電極層１４０まで電子正孔の輸送を容易にする有機正孔輸送材料から成る。

【００３３】

ＯＰＶ　１０１のカソード電極層１１０、アノード電極層１４０および担体基板１５０に対する適切な材料が、ＯＯＤ１００と関連して上記のようにそれぞれの対応する層に対する例示的な材料の同じリストから同じように選ばれることができる。

【００３４】
好ましい一実施態様において、ＯＰＶ１０１は、バルク性ヘテロ接合ＯＰＶであり、および、有機光活性層１２２の例示的な有機光活性材料は例えば、ポリ（３－ヘキシルチオフェン）：［６，６］－フェニル－Ｃ$_{61}$－酪酸メチルエステル（Ｐ３ＨＴ：ＰＣＢＭ）のような光活性電子ドナー－アクセプタ混和物を含むことができる。正孔輸送層に対する例示的な正孔輸送材料は、例えば、ポリ（３，４－エチレンジオキシチオフエン）：ポリ（ポリスチレンスルホン酸）（「ＰＥＤＯＴ：ＰＳＳ）のような、導電性ポリマーを含むことができる。しかしながら、他の適切な化合物が、特定の例示的な実施態様において、ＰＤＣＴＢＴ（ポリ［［９－（１－オクチルノニル）－９Ｈ－カルバゾール－２，７－ジイル］－２，５－チオフェンジイル－２，１，３－ベンゾチアジアゾール－４，７－ジイル－２，５－チオフェンジイル］）：ＰＣ７０ＢＭ（［６，６］－フェニル－Ｃ$_{61}$－酪酸メチルエステル）のような、１つ以上の例示的な有機光活性材料、または例えば公知技術の他の適切な光活性材料、として使用されることができることが理解される。

【００３５】
使用中に、ＯＰＶ１０１は図２に示すようにＯＰＶ１０１の下側もしくは底部側面にもしくはそこで、または、より正確に、担体基板１５０とアノード電極層１４０との間の界面１８０の反対側に位置する担体基板１５０の底部主要面１７０において入射する電磁エネルギ（例えば光１６１）を受け取るように構成される。担体基板１５０は、光１６１が、担体基板１５０の厚さを通して伝播するかまたは透過してかつ担体基板１５０と金属アノード電極層１４０との間の界面１８０に到達することを可能にするために、好ましくは実質的に光学的に透明である。界面１８０での光子の形の光１６１との表面プラズモン（「ＳＰ」）の相互作用によって、光１６１の選択された部分が、ナノホール１４４を通して透過してかつ特別光透過（「ＥＯＴ」）特性を呈するようになる。ナノホール１４４を通しての光１６１の高められた透過またはＥＯＴが有機光活性層１２２内の光子の高められた吸収に転換し、次に、ＯＰＶ１０１のパワーおよび／または効率の全体的な向上に関するように、ピーク光透過の波長、ピークでの透過された光の強度および光透過スペクトルまたは帯域幅を含む、周期ナノホール配列１４２の光学特性が望ましくは構成されることができる。

【００３６】
一実施態様において、周期的配列１４２のピーク光透過強度および／または波長および光透過帯域幅が、光活性層１２２のピーク吸収強度および／または波長および光吸収帯域幅に対応するかまたはマッチするように構成されることができ、それによって、光起電力変換に対して有効な最大量の光子が、ナノホール１４４を通して透過されてかつ光活性層１２２で吸収されることができることを確実にする。その意味では、周期的配列１４２が光活性層１２２での光吸収を高めるために動作してかつ、有機光活性層１２２を劣化させてかつＯＰＶ１０１の稼動寿命を低下させることが示されている、紫外線（ＵＶ）波長のような有害な放射線をフィルタするかまたは阻止するスペクトルフィルタとして機能する。

【００３７】
図２および４を参照して、ナノホール１４４および周期的配列１４２の幾何学的パラメータと周期的配列１４２の光子または光学特性との間の関係を次に記述する。とりわけ、周期的配列１４２の所望の周期数ｐまたは２つの隣接したナノホール１４４の中心から中心までの距離が、以下の第１次近似に基づいて、周期的配列１４２の所望のピーク光透過波長、担体基板１５０の誘電率および金属アノード電極層１４０の誘電率に少なくとも部分的に依存することができる：

$$\lambda_{SPP}(i,j)=psqrt(e_m e_d)/[sqrt(i^2+j^2)\,sqrt(e_d+e_m)] \quad (1)$$

【００３８】
上記の等式において、$\lambda_{SPP}(i,j)$は、入射光１６１が周期的配列１４２の面に垂直の時、正方形格子に対する周期的配列１４２の（第１次）ピーク光透過波長また

はナノホール１４４上のＳＰ共振モードのピーク波長である；ｐは、配列１４２の周期数である；e_dおよびe_mは、それぞれ金属－誘電体界面１８０および金属アノード層１４０の誘電率である；ならびに、指数ｉおよびｊは、ピーク次数を代表する整数である。

【００３９】

更に、金属アノード層１４０内の前記ナノホール１４４の各々の所望の幾何学形状ｄおよび所望の深さまたは高さｈ（後者ｈは金属アノード電極層１４０の厚さｔに対応する）は、周期的配列１４２の所望の光透過帯域幅に基づくかまたは依存し、ＯＰＶ１０１の場合、好ましくは上記のように有機光活性層１２２の最適光吸収帯域幅に対応するように選ばれることができる。

【００４０】

特定の一実施態様において、ＯＰＶ１０１にて用いられる周期的配列１４２がナノホール１４４を備えることができ、その各々が、およそ１００ナノメートル（ｎｍ）の特性幾何学的寸法ｄ、およそ１０５ｎｍの金属アノード層１４０内の高さｈおよびおよそ４５０ｎｍの周期数を有する。他の実施態様では、ＯＰＶ１０１の周期的配列１４２がおよそ４００ｎｍとおよそ６００ｎｍとの間の周期数を概ね有することができる。

有機ＬＥＤ（ＯＬＥＤ１０２）

【００４１】

図３は、本発明の一実施態様に従う、ＯＬＥＤ１０２の構成を有するＯＯＤの断面図である。

【００４２】

図３に示すように、ＯＯＤがＯＬＥＤ１０２である一実施態様において、有機活性電子領域１２０が１つ以上の有機層を備えることができる。一実施態様において、有機活性電子領域１２０が電流の通過に応答して電磁放射（例えば光１６２）を放出するように構成される有機放射性電子発光層１２６を含むことができる。有機放射性電子発光層１２６は、サブ波長ナノホール１４４の周期的配列１４２で穿孔される少なくとも部分的に例示的な金属アノード電極層１４０上に配置される。

【００４３】

有機放射性電子発光層１２６に対する適切な材料が、例えば、適切なホスト材料、光増感材料および／または光放出ポリマー材料内に分散されるいくつかの公知の発光染料またはドーパントの任意の１つを備えることができる。

【００４４】

もう一つの実施態様では、周知のように、有機活性電子領域１２０が、少なくとも部分的に例示的な金属アノード電極層１４０と放射性電子発光層１２６との間に配置される正孔輸送層（図示せず）を更に含むことができる。正孔輸送層は、例えば、金属アノード電極層１４０から放射性電子発光層１２６まで陽電荷または「正孔」の転送において補助するために有利には設けられることができる。他の実施態様では、有機活性電子領域１２０が、例えば周知のように、カソード電極層１１０から放射性電子発光層１２６までの電子の転送において補助するために有利には設けられる追加的な有機層（図示せず）を含むことができる。

【００４５】

ＯＬＥＤ１０２のカソード電極層１１０、アノード電極層１４０および担体基板１５０に対する適切な材料が、ＯＯＤ１００と関連して上記のようにそれぞれの対応する層に対して材料の同じ例示的なリストから同じように選ばれることができる。

【００４６】

使用中に、ＯＬＥＤ１０２が、電極層１１０および１５０上の外部電場の印加の際に、有機放射性電子発光層１２６が、光１６２のような電磁放射を放出する。一実施態様において、有機放射性電子発光層１２６によって放出される光１６２が金属アノード電極層１４０内のナノホール１４４を通して透過してかつそれによって照射を遂行するために担体基板１５０を通してＯＬＥＤ１０２を出るように、ＯＬＥＤ１０２が底部放射性であるように構成されることができる。ピーク光透過の波長、ピークでの透過された光の強度

および光透過帯域幅を含む、周期的ナノホール配列１４２の光透過特性が、周期的ナノホール配列１４２の光透過特性（例えば光透過スペクトル）が有機放射性電子発光層１２６の光発光特性（例えば光発光スペクトル）に対応するかまたはそれとマッチするように望ましくは構成されることができ、光１６２が有機放射性電子発光層１２６によって放出される特定の波長（色）がそれ以外は光学的に不透明な金属アノード電極層１４０を通して透過することができるようにし、それによって、従来のＩＴＯ－ＯＬＥＤと比較すると、コストにおいて望ましくはより低く、かつ有機層に関する湿気および酸素拡散の影響からよりよく保護され、かつ望ましくはさらに装置性能の全体的な向上を享受するナノホール１４４の周期的配列１４２で穿孔される金属アノード電極層１４０に基づいてＩＴＯのないＯＬＥＤ１０２に帰着する。

【００４７】

一実施態様において、有機放射性電子発光層１２６によって放出されてかつナノホール１４４を通して透過される光１６２の強度が高められるように、ＯＬＥＤ１０２の周期的ナノホール配列１４２の光透過特性が構成され、それによってＯＥＬＤ１０２照射の増加された明白な「輝度」に帰着することができる。この種の高められた光発光は、ＯＬＥＤの周期的ナノホール配列１４２の光透過特性を、有機放射性電子発光層１２６の類似した光発光特性（例えばピーク光発光の波長、ピークでの放出光の強度および光発光帯域幅）とマッチするかまたはそれに対応するように構成することによって達成されることができる。

【００４８】

ＯＬＥＤ１０２の周期的配列１４２の所望の周期数ｐは、ＯＰＶ１０１と関連して上で議論したように等式（１）によって同様に支配されることができる。

【００４９】

ＯＥＬＤ１０２の金属アノード層１４０の所望の幾何学的寸法ｄおよび前記ナノホール１４４の各々の所望の深さまたは高さｈは、周期的配列１４２の所望の光透過帯域幅に同じように基づくかまたは依存し、ＯＬＥＤ１０２の場合、上で議論したように有機放射性電子発光層１２６の光発光帯域幅と対応するように望ましくは選ばれることができる。

【００５０】

一代替実施態様において、本発明の一実施態様に従うＯＯＤが逆構成を備えることができ、そこにおいて、カソード層が少なくとも部分的に適切な担体基板上に配置され、適切な有機電子活性領域（それは、活性層および正孔輸送層のうち少なくとも１つを備えることができる）が、少なくとも部分的にカソード層上に配置され、および、アノード層が少なくとも部分的に有機光活性層上に配置される。

ナノ構造体の例示的な幾何学形状およびパターン

【００５１】

金属アノード電極層１４０内に形成されるサブ波長ナノ構造体の幾何学形状および配置パターンは、有機光電子装置１００の意図された使用およびサブ波長ナノ構造体の所望の光透過特性に少なくとも部分的に依存することができる。一実施態様において、例えばサブ波長ナノ構造体が、図１に関して上記の通りのナノホール１４４のような実質的円形孔、またはその代わりとして、例えば、サブ波長ナノ構造体が所望の光透過特性を発揮するように１つ以上の周期的パターンで配置されることができる、例えば、矩形、三角形、多面体、楕円、卵形または不規則もしくは波打った孔または開口部のような少なくとも１つのサブ波長幾何学的寸法を有する他の幾何学的形状の孔または開口部を備えることができる。もう一つの実施態様では、サブ波長ナノ構造体が、例えば、ライン、スリット、アークをなしたまたはカーブした開口部のような実質的に細長い開口部を備えることができ、かつ、例えば、ナノフィーチャ回折格子のような回折格子を形成するために任意選択で互いに実質的に平行に向けられることができる。さらに別の態様では、サブ波長ナノ構造体は、例えば、カンチレバー、溝、バンプ、突起、へこみまたはウェーブのような、金属アノード電極層１４０内に、少なくともサブ波長寸法を有するフィーチャを備えること

ができ、そのために、任意選択で金属アノード電極層１４０を通して延在する何の開口部もないことができる。

【００５２】

追加的な例示的な周期的パターンおよび幾何学形状によって構成されるサブ波長ナノ構造体の実施態様が、次に図１０－１７を参照して記述される。これらの例示的なサブ波長ナノ構造体は、任意の適切な公知の方法またはプロセスによって本発明のＯＬＥＤ、ＯＰＶまたは他のＯＯＤの金属アノード電極層内に形成されるように適応されることができる。図１０および１１は、本発明の一実施態様に従う第１の例示的な周期的パターン１２００で配置されるサブ波長ナノ構造体の略図および走査型電子顕微鏡（ＳＥＭ）画像を例示する。図１０で示す実施態様では、例示的なサブ波長ナノ構造体が周期的配列またはパターン１２００で編成されてかつ金属アノード電極層１２０８内に形成される複数のナノホール１２０１を備える。金属アノード電極層１２０８内にサブ波長ナノ構造体（ナノホール１２０１）を形成する方法、および金属アノード電極層１２０８の特性が、図１を参照して上で検討された金属アノード電極層１４０の特性に類似していることができる。正方形格子構成を有する周期的配列１４２で配置される図４内に示されるナノホール１４４と比較すると、ナノホール１２０１は六方格子構成の周期的配列またはパターン１２００で配置される。例示的なナノホール１２０１は各々、ナノホール１２０１上に入射するか、ナノホールによって反射されるか、またはナノホールを通して透過される、光の波長未満の（それらの直径のような）幾何学的寸法を有する。例えば、ナノホール１２０１は各々およそ１５０ｎｍの直径ｄを有することができてかつ、例えば、好ましくは６５０ｎｍの間隔、ピッチまたは、周期数ｐでお互いに離れて等間隔に設置されることができる。

【００５３】

図１２Ａおよび１２Ｂは、本発明の別の実施態様に従って、それぞれ第２の例示的な周期的パターン１３００で配置されるサブ波長ナノ構造体の略図およびＳＥＭ図を例示する。本実施態様において、周期的パターン１３００は、中心孔１３０１に入射する光の波長に対してサブ波長のサイズである少なくとも１つの幾何学的寸法を有する中心孔または開口部１３０１を含む円形周期的パターン１３００である。中心孔１３０１の例示的な幾何学的形状は例えば、円形、矩形、三角形、多面体、楕円、卵形または不規則もしくは波打った孔または開口部を含むことができる。図１２Ａおよび１２Ｂで示す実施態様では、中心孔１３０１は実質的に円形ナノホールである。円形ナノホール１３０１は例えば、１５０ｎｍの直径ｄのような円形ナノホール１３０１に入射する光の波長に対してサブ波長のサイズである直径ｄを有することができる。第２の周期的パターン１３００が、中心孔１３０１のまわりに同心円状に配置される複数の環状リング１３０３を更に含む。好ましくは、第２の周期的パターン１３００が上に形成される金属アノード電極層１３０８の実質的に表面全体に第２の周期的パターン１３００がまたがるように、環状リング１３０３の適切な数が選ばれることができる。環状リング１３０３は互いに対してかつ例えば、およそ６５０ｎｍの間隔または周期数ｐで中心孔１３０１に対して配置されることができる。環状リング１３０３の幅は環状リング１３０３に入射する光の波長に対してサブ波長のサイズであるように構成されることができ、かつ例えばおよそ１５０ｎｍのような中心孔１３０１の直径ｄと同じ寸法を有するように更に構成されることができる。一実施態様において、環状リング１３０３は、図１３Ｂ内に最もよく示されるように、環状孔または開口部１３０５によって形成される。代替実施態様では、しかしながら、環状リング１３０３は、図１３に示すように、中心孔１３０１のまわりに同心円状に配置される複数のリングで配置されるナノホールによって形成されることができる。

【００５４】

図１３は、本発明の一実施態様に従う、第３の例示的な周期的パターン１３０２で配置されるサブ波長ナノ構造体のＳＥＭ図を例示する。図１２Ｂ内に示される実施態様に類似して、図１３で示す実施態様に従う第３の周期的パターン１３０２が、中心孔または開口部１３０１を含む。しかしながら図１２Ｂ内に示される実施態様と異なって、図１３内に示される代替実施態様では環状リング１３０３は中心孔１３０１のまわりに同心円状

に配置される複数のリング内に配置される複数のナノホール１３０７によって形成される。ナノホール１３０７および中心孔１３０１は各々、例えば、１５０ｎｍの直径ｄのようなナノホール１３０７に入射する光の波長に対してサブ波長のサイズである直径ｄを有する。ナノホール１３０７の環状リング１３０３は互いに対してかつ例えば、およそ６５０ｎｍの間隔または周期数ｐで中心孔１３０１に配置されることができる。

【００５５】

図１４Ａおよび１４Ｂは、本発明の一実施態様に従う、それぞれ第４の例示的な周期的パターン１４００で配置される例示的なサブ波長ナノ構造体の略図およびＳＥＭ図を例示する。本実施態様において、周期的パターン１４００は六方格子構成で配置される複数の環状孔または開口部１４０５を含む。例えば、六角形、正方形、菱形、矩形および平行四辺形格子のような、環状開口部１４０５を配置するための他の周期的パターンが、しかしながら選ばれることができる。環状開口部１４０５の幅ｄは、例えば、およそ１５０ｎｍのような環状開口部１４０５に入射する光の波長に対してサブ波長のサイズであるように構成されることができる。環状開口部１４０５は例えば、６５０ｎｍの間隔、ピッチまたは周期数ｐでお互いに離れて好ましくは等間隔に設置されることができる。

【００５６】

図１５Ａおよび１５Ｂは、本発明の一実施態様に従う、それぞれ第５の例示的な周期的パターン１５００内に配置されるサブ波長ナノ構造体の略図およびＳＥＭ図を例示する。本実施態様において、第５の周期的パターン１５００が各々、中心孔１５０１に入射する光の波長に対してサブ波長のサイズである少なくとも１つの幾何学的寸法を有する複数の中心孔または開口部１５０１を含む。中心孔１５０１の例示的な幾何学的形状は例えば、円形、矩形、三角形、多面体、楕円、卵形または不規則もしくは波打った孔または開口部を含む。図１５Ａおよび１５Ｂで示す実施態様において、中心孔１５０１は実質的に円形ナノホールである。円形ナノホール１５０１は各々、例えば、１５０ｎｍの直径ｄのような、円形ナノホール１５０１に入射する光の波長に対してサブ波長のサイズである直径ｄを有することができる。第５の周期的パターン１５００は、環状リング１５０３の複数の対を更に含む。環状リング１５０３の各対は、一意の中心孔１５０１に対応してかつこの対応する中心孔１５０１のまわりに同心円状に配置される。環状リング１５０３の各対は互いに対してかつ例えば、およそ６５０ｎｍの間隔または周期数ｐでそれらの対応する中心孔１５０１に配置されることができる。環状リング１５０３の幅は、環状リング１５０３に入射する光の波長に対してサブ波長のサイズであるように構成されることができてかつ更に、例えば、およそ１５０ｎｍのような中心孔１５０１の直径ｄと同じ寸法を有するように構成されることができる。図１５Ｂで示す実施態様において、環状リング１５０３がその対応する中心孔１５０１のまわりに同心円状に配置される一対のリングで配置されるナノホール１５０７によって形成される。代替実施態様（図示せず）では、しかしながら、環状リング１５０３の各対は、環状リング１３０３が同心のリングで環状開口部１３０５によって形成される図１２Ｂで示す実施態様に類似した、環状孔または開口部１５０７によって形成されることができる。ここで使用しているように、その対応する中心孔１５０１を備えた環状リング１５０３の各対は一体的セル１５０９として画定され、そうすると、第５の周期的パターン１５００が複数の周期的に配置された一体的セル１５０９から成ると言われることができる。示すような実施態様において、一体的セル１５０９が六方格子構成で配置される。例えば、六角形、正方形、菱形、矩形および平行四辺形格子のような一体的セル１５０９を配置するための他の周期的パターンが、しかしながら選ばれることができる。

【００５７】

図１６Ａおよび１６Ｂは、本発明の一実施態様に従う、それぞれ第６の例示的な周期的パターン１６００で配置されるサブ波長ナノ構造体の略図およびＳＥＭ図を例示する。本実施態様において、第６の周期的パターン１６００が、中心孔１６０１に入射する光の波長に対してサブ波長のサイズである少なくとも１つの幾何学的寸法を有する複数の中心孔または開口部１６０１を含む。中心孔１６０１の例示的な幾何学的形状は例えば、円

形、矩形、三角形、多面体、楕円、卵形、または不規則もしくは波打った孔または開口部を含む。図１６Ａおよび１６Ｂで示す実施態様では、中心孔１６０１の各々は、実質的に円形ナノホールである。円形ナノホール１６０１は各々、例えば、１５０ｎｍの直径ｄのような、円形ナノホール１６０１に入射する光の波長に対してサブ波長である直径ｄを有することができる。第６の周期的パターン１６００が、各々一意の円形ナノホール１６０１に対応する複数の環状リング１６０３を更に含む。環状リング１６０３の各々が、その対応する中心孔１６０１のまわりに同心円状に配置される。環状リング１６０３はそれらの対応する中心孔１６０１に対して、かつ例えば、およそ６５０ｎｍの間隔または周期数ｐで隣接した環状リング１６０３に対して配置されることができる。環状リング１６０３の幅は、環状リング１５０３に入射する光の波長に対してサブ波長のサイズであるように構成されることができ、かつ例えば、およそ１５０ｎｍのような中心孔１５０１の直径ｄと同じ寸法を有するように更に構成されることができる。示すような実施態様において、環状リング１６０３および円形ナノホール１６０１対が、六方格子構成で配置される。例えば、六角形、正方形格子、菱形、矩形および平行四辺形格子のような環状リング１６０３および円形ナノホール１６０１対を配置するための他の周期的パターンが、しかしながら選ばれることができる。

【００５８】

好ましくは、環状リング１３０３が図１３内に示される同心のリングでナノホール１３０７を配置することによって形成される方法に類似して、環状リング１６０３の各々が、その対応する中心孔１６０１のまわりに同心円状に配置される単一リングで配置される複数のナノホール１６０７によって形成される。一代替実施態様ではしかしながら、環状リング１６０３の各々が、環状リング１３０３が同心円状に配置された環状開口部１３０５によって形成される図１２Ｂで示す実施態様に類似して、その対応する中心孔１６０１（図示せず）のまわりに同心円状に配置される単一環状孔または開口部（図示せず）によって形成されることができる。

【００５９】

ここで記述されるように、その対応する中心孔１６０１を備えた各環状リング１６０３が一体的セル１６０９として画定されることができ、そうすると、周期的パターン１６００が複数の周期的に配置された一体的セル１６０９から成ると言われることができる。示すような実施態様では、一体的セル１６０９は六方格子構成で配置される。例えば、六角形、正方形、菱形、矩形および平行四辺形格子のような一体的セル１６０９を配置するための他の周期的パターンが、しかしながら選ばれることができる。

【００６０】

図１７は、それぞれ、スペクトログラム曲線２３００、２４００、２３０２、２５００、２６００および２２００に対応する周期的パターン１３００、１４００、１３０２、１５００、１６００および１２００によるサブ波長ナノ構造体のスペクトログラムプロット１７００を例示する。全体として図１７内に観測されるように、異なる周期的パターン１３００、１４００、１３０２、１５００、１６００および１２００でサブ波長ナノ構造体を配置することによって、サブ波長ナノ構造体を通して透過される光が異なる帯域幅および強度を有するようになる。したがって、サブ波長ナノ構造体を通して透過される光が求められる帯域幅および／または強度に依存して、サブ波長ナノ構造体を配置するための適切な周期的パターンが、選ばれることができる。したがって、本発明の実施態様はサブ波長ナノ構造体の光透過特性における可同調性をもたらし、本発明のＯＯＤの金属アノード電極層内に形成されるように適応される時、望ましくはそれの性能を高めることができる。

【００６１】

例えば、サブ波長ナノ構造体が本発明のＯＬＥＤ（例えば図３のＯＬＥＤ１０２）の金属アノード電極層内に形成されるように適応される一実施態様において、ＯＬＥＤ１０２によって放出される光が、ＯＬＥＤ１０２を観測する人の視点から「より鮮明な」色を有することを求められることができる。この種の実施態様において、サブ波長ナノ構造

体が、（曲線２２００に対応する）周期的パターン１２００および１３０２（曲線２３０２）のような適切な周期的パターンによって構成されることができ、そうすると、ＯＬＥＤ１０２の有機放射性電子発光層１２６によって放出される光が、ＯＬＥＤ１０２の金属アノード電極層内のサブ波長ナノ構造体を通しての透過の際に、ＯＬＥＤ１０２を観測する人の視点から「より鮮明な」色に対応する相対的に狭い帯域幅を有するように変更されるかまたは調整される。

【００６２】

同様に、ＯＬＥＤ１０２によって放出される光が特定の、所定の波長（複数波長）を有することを求められる場合、サブ波長ナノ構造体は、周期的パターン１２００（曲線２２００）および１３０２（曲線２３０２）のような適切な周期的パターンで構成されることができ、そうすると、有機放射性電子発光層１２６によって放出される光が、サブ波長ナノ構造体を通しての透過の際に、所望の、所定の波長（複数波長）に対応する相対的に狭い帯域幅を有するように変更されるかまたは調整される。

【００６３】

ＯＬＥＤ１０２によって放出される光が特定の、所定の波長（複数波長）を有することを必要とされない別の実施態様において、サブ波長ナノ構造体は、周期的パターン１３００（曲線２３００）のような適切な周期的パターンで配置されることができ、そうすると、有機放射性電子発光層１２６によって放出される光が、サブ波長ナノ構造体を通しての透過の際に、ＯＬＥＤ１０２の効率の効果的な全体的な向上に望ましくは対応することができる相対的に高い照射強度を有するように変更されるかまたは調整される。

【００６４】

サブ波長ナノ構造体が本発明のＯＰＶ（例えば図２のＯＰＶ１０１）の金属アノード電極層内に形成されるように適応される一実施態様において、サブ波長ナノ構造体が、周期的パターン１３００（曲線２３００）のような適切な周期的パターンで配置されることができ、そうすると、ＯＰＶ１０１に入射する光１６１が、金属アノード電極層１４０内のサブ波長ナノ構造体を通しての透過の際に、光起電力変換に利用可能なＯＰＶ１０１の有機光活性層１２２内の光子の高められた吸収に転換する高められた光透過に対応する相対的に高い照射強度を有するように調整されるかまたは変更され、それによって、ＯＰＶ１０１の全体的なパワーおよび／または効率を実際上向上させる。

【００６５】

ＯＰＶ１０１が低いバンドギャップを有してかつしたがって、光子吸収の相対的により広いスペクトルを有する一実施態様において、サブ波長ナノ構造体はＯＰＶ１０１の有機光活性層１２２の吸収スペクトルにマッチするように相対的に広い光透過スペクトルを有するように同じように構成されることができ、そうすると、有効な光子の最大量がＯＰＶ１０１の全体的なパワーおよび／または効率を向上させるために利用される。この種の実施態様において、サブ波長ナノ構造体が、（それぞれ、スペクトログラム曲線２３００、２４００、２５００、２６００に対応する）周期的パターン１３００、１４００、１５００、１６００のような適切な周期的パターンで配置されることができ、そうすると、ＯＰＶ１０１に入射する光１６１が、金属アノード電極層１４０内のサブ波長ナノ構造体を通しての透過の際に、所望の相対的に広い透過スペクトルを有するように調整されるかまたは変更される。

ＯＯＤを製造する方法

【００６６】

次に図５を参照して、本発明の例示的な一実施態様に従うＯＯＤを製造する方法５００の流れ図が示される。この例示的な実施態様に従う方法５００は、図１内に示されるもののようなＯＯＤ１００を製造するように適応されることができ、かつＯＰＶ（例えば図２内に示されるＯＰＶ１０１）またはＯＬＥＤ（例えば図３内に示されるＯＬＥＤ１０２）のような例えば、ＯＯＤの任意の１つの所望のタイプを製造するようにとりわけ適応されることができる。この例示的な実施態様における方法５００は、動作５１０に示すように、担体基板１５０上に金属アノード電極層１４０を形成することで開始する。そのよ

うな実施態様において、基板担体１５０がシートまたは連続的フィルムの形であることができる。大量製造環境で用いられるのにとりわけ望ましいものであるように、例えば本発明に従うロールツロール方式連続製造プロセスをもたらすために、連続フィルムが使用されることができる。ＯＰＶ１０１製作に適応される方法５００の例示的な一実施態様において、担体基板１５１（例えばガラススライドまたは可撓性ポリエチレンテレフタレート（「ＰＥＴ」））が、その上に金属アノード電極層１４０の堆積または形成の前に最初に前もって処理されることができる。例えば、ガラススライドまたはＰＥＴ基板１５０が、各々十（１０）分間、アセトン、２－プロピルアルコール（「ＩＰＡ」）および脱イオン水（「ＤＩ」）内の徹底的な超音波処理によって前もって処理され、そして次に、窒素（N_2）で乾燥される。

【００６７】

金属アノード電極層１４０が、担体基板１５０の上面の少なくとも一部に金属アノード電極層１４０を堆積するか、取り付けるか、接着するかまたはさもなければ適切に接続するために任意の適切な手段または方法によって担体基板１５０上に形成されることができる。一実施態様において、金属アノード電極層１４０が、例えば、物理蒸着、化学蒸着、エピタキシー、エッチング、スパッタリングおよび／または公知技術の他の技法およびそれの組合せを含む任意の適切な堆積技法によって担体基板１５０上に形成されることができる。金属アノード電極層１４０に対する典型的アノード材料が、図１を参照して「ＯＯＤ１００」に対するセクション内に上でリストされている。

【００６８】

ＯＰＶ１０１製作に対して適応される方法５００の例示的な一実施態様において、金属アノード電極層１４０に対するアノード材料がそれぞれ、５ｎｍおよび１００ｎｍの厚さでクロミウム（Ｃｒ）／銀（Ａｇ）の薄フィルムから選ばれ、かつスパッタリングによって担体基板１５０上に堆積される。

【００６９】

次に、方法５００は、動作５２０に示すように、金属アノード電極層１４０内にサブ波長ナノ構造体（例えばナノホール１４４）の周期的配列１４２を形成することを続ける。上で議論したように、サブ波長ナノホール１４４の周期的配列１４２は、例えば、公知のミリング技法（例えば集束イオンビーム（「ＦＩＢ」）ミリング）、リソグラフィ技法（例えばナノインプリントリソグラフィ、深紫外線リソグラフィおよび電子ビームリソグラフィ）、ホットスタンピングおよびエンボシング、またはそれの組合せのような、周期的パターンでサブ波長ナノホールを生成することが可能な任意の適切な公知の技法によって、金属アノード電極層１４０内に形成されることができる。ＯＰＶ１０１製作のために適応される方法５００の例示的な一実施態様において、ナノホール１４４製作が、Ｓｔｒａｔａ（登録商標） ２３５ Ｄｕａｌｂｅａｍ走査型電子顕微鏡（「ＳＥＭ」）／集束イオンビーム（「ＦＩＢ」）のようなＦＩＢミリングを使用して実行される。幾何学形状でおよそ１００ｎｍのかつ４５０ｎｍの周期数を備えた複数周期的配列１４２が次いで、ＦＩＢのガリウムイオン（Ga^+）源を使用して１０５ｎｍの金属アノード層１４０（例えばフィルム）にミリングされる。およそ$1mm^2$のナノホール領域が、ｘ５０００の拡大倍率で複数の$625\mu m^2$周期的配列１４２を直列にミリングすることによってその後作り出される。

【００７０】

周期的配列１４２の特定の幾何学的パラメータ（例えば周期数ｐ）およびナノホール１４４の特定の幾何学的パラメータ（例えばホール幾何学形状ｄおよびホール高さｈ）が、方法５００の開始の前に事前定義されることができ、かつ、図６にて図示したように、ＯＰＶ１０１の製作のための予備ステップに従って、かつ図７内に例示するＯＬＥＤ１０２の製作のための予備ステップに従って事前定義されることができ、かつ、以下に詳細に後で検討される。

【００７１】

実施態様によっては、方法５００は加えて、例えば、有機活性領域１２２の光変換

を最適化するような制御雰囲気で、任意選択で実施されることができるベイキングまたはアニーリングステップを含むことができる。

【００７２】

次に、動作５３０に示すように、方法５００は穿孔された金属アノード電極層１４６上に有機電子活性領域１２０を形成するステップまで進む。有機電子活性領域１２０は、１つ以上の有機層を含む。

【００７３】

方法５００がＯＰＶ（例えばＯＰＶ１０１）を最適に製造するようにとりわけ適応される一実施態様において、有機電子活性領域１２０が光活性層１２２を含む。金属アノード電極層１４０上に有機電子活性領域１２０を形成する動作５３０は、穿孔された金属アノード電極層１４６上に有機光活性層１２２を形成するステップを含む。有機光活性層１２２は、例えば、有機光活性層１２２を形成するために、穿孔された金属アノード電極層１４６上で光活性材料のスピンコート、噴霧、印刷、ブラシペインティング、モールディングおよび／または蒸着を含むがこれに限らず、任意の適切な有機フィルム堆積技法によって動作５３０で、穿孔された金属アノード電極層１４６上に形成されることができる。例示的な適切な有機光活性材料が、図２を参照して「ＯＰＶ１０１」に対するセクション内に上でリストされている。ＯＰＶ１０１製作に適応される方法５００の例示的な一実施態様において、有機光活性層１２２はポリ（３－ヘキシルチオフェン）：［６，６］－フェニルC_{61}－酪酸メチルエステル（Ｐ３ＨＴ：ＰＣＢＭ）混和物であり、かつ、（無水の）クロロベンゼン内に１０ｍｇ／ｍｌのＰ３ＨＴおよび８ｍｇ／ｍｌのＰＣＢＭを別々に溶解し、かつ空気中で、室温でおよそ１２時間の間かきまぜることによって準備されることが出来る。Ｐ３ＨＴ：ＰＣＢＭ（１：０．８）混和物が次いで、２つのクロロベンゼン溶液を混合することによって作られ、空気中でおよそ１２時間の間４５°Ｃでの磁気撹拌器によるかきまぜがそれに続く。得られたＰ３ＨＴ：ＰＣＢＭ活性ポリマー溶液は、あらゆる解けてないクラスタを除去するために０．４５μｍポリプロピレン（「ＰＰ」）シリンジフィルタによってその後フィルタされる。

【００７４】

方法５００がＯＬＥＤ（例えばＯＬＥＤ１０２）を製造するようにとりわけ適応される一実施態様において、有機電子活性領域１２０が有機放射性電子発光層１２６を含む。金属アノード電極層１４０上に有機電子活性領域１２０を形成する動作５３０が代わりとして、穿孔された金属アノード電極層１４６上に有機放射性電子発光層１２６を形成するステップを含む。有機放射性電子発光層１２６は、例えば、有機放射性電子発光層１２６を形成するために、穿孔された金属アノード電極層１４６上の光活性材料のスピンコート、噴霧、印刷、ブラシペインティング、モールディングおよび／または蒸着を含むがこれに限らず、任意の適切な有機フィルム堆積技法によって動作５３０で、穿孔された金属アノード電極層１４６上に同様に形成されることができる。有機放射性電子発光層１２６に対する例示的な適切な材料は、例えば、公知技術である、適切なホスト材料、光増感材料およびまたは発光ポリマー材料内に分散されるいくつかの公知の発光染料またはドーパントのいずれか１つを備えることができる。

【００７５】

動作５３０で穿孔された金属アノード電極層１４０上の有機電子活性領域１２０の形成に続いて、方法５００はカソード電極層１１０が少なくとも部分的に有機電子活性領域１２０上に形成される動作５４０まで進み、それによってＯＯＤ１００の製作を完了する。金属アノード電極層１４０に類似して、カソード電極層１１０が有機電子活性領域１２０の有機層（複数層）の上面の少なくとも一部にカソード電極層１１０を堆積するか、取り付けるか、接着するかまたはさもなければ適切に接続するために任意の適切な手段または方法によって有機電子活性領域１２０上に形成されることができる。一実施態様において、カソード電極層１１０が、例えば、物理蒸着、化学蒸着、エピタキシー、エッチング、スパッタリングおよび／または公知技術の他の技法およびそれの組合せを含む任意の適切な堆積技法によって有機電子活性領域１２０上に形成されることができる。

【００７６】
ＯＰＶ１０１製作のために適応される方法５００の例示的な一実施態様において、カソード電極層１１０が好ましくはおよそ１００ｎｍの厚さを備えたアルミニウムでできていてかつ熱蒸着によってＰ３ＨＴ：ＰＣＢＭ有機光活性層１２２上に堆積される。
【００７７】
ＯＯＤを製造する方法５００の他の方法実施態様が、意図された。例えば、方法５００がＯＰＶ（例えば図２内に示されるＯＰＶ１０１）を製造するためにとりわけ適応される一実施態様において、周知のように、有機電子活性領域１２０が有機光活性層１２２に加えて正孔輸送層（図示せず）を任意選択で含むことができる。この種の一実施態様において、穿孔された金属アノード電極層１４６上に有機電子活性領域１２０を形成する方法５００の動作５３０が、穿孔された金属アノード電極層１４６上に正孔輸送層を最初に形成するサブステップを代わりとして含み、それに続いて正孔輸送層上に有機光活性層１２２を形成し、そしてその後、方法５００は、上で議論したように有機電子活性領域（有機光活性層１２２）上にカソード電極層１１０を形成するためにステップ５４０まで進む。ＯＰＶ１０１製作に適応される方法５００の例示的な一実施態様において、正孔輸送層がＰＥＤＯＴ：ＰＳＳのような１つ以上の導電性ポリマーを含み、および有機光活性層１２２が（Ｐ３ＨＴ：ＰＣＢＭ）のような光活性電子ドナー－アクセプタ混和物である。ＰＥＤＯＴ：ＰＳＳは空気中で最適におよそ２０００回転数／分で、穿孔されたアノード電極層１４６上にスピンコートされることができる。ＰＥＤＯＴ：ＰＳＳは、その堆積の前に０．４５μｍシリンジフィルタを使用してフィルタされることができる。Ｐ３ＨＴ：ＰＣＢＭが続いて、ＰＥＤＯＴ：ＰＳＳ層の上に空気中で最適におよそ７００回転数／分でスピンコートされる。好ましくは、ＰＥＤＯＴ：ＰＳＳ層上のＰ３ＨＴ：ＰＣＢＭ堆積の前に、サンプルがホットプレート上へ移されてかつ２０分の間空気中で１１０°Ｃで乾燥される。ＰＥＤＯＴ：ＰＳＳ層上のＰ３ＨＴ：ＰＣＢＭ堆積の後、得られたサンプルが次いで好ましくはペトリ皿で覆われ、かつステップ５４０でカソード堆積の前に空気中で最適に２０分間乾燥することを可能にされる。
【００７８】
実施態様によっては動作５１０で、図５で示す方法５００の開始の前に、ＯＯＤを製造する方法５００が、図６に示すように、周期的配列１４２およびサブ波長ナノホール１４４の幾何学的パラメータを事前定義するための予備設定ステップを更に含むことができる。
【００７９】
図６を参照して、周期的配列１４２およびサブ波長ナノホール１４４の幾何学的パラメータを事前定義するためのかつＯＰＶ１０１の最適の製作のためにとりわけ適応される予備設定ステップが示される。上記したように、周期的配列１４２の光学特性はそれによって入射光１６１（図２）が有機光活性層１２２での最適の吸収のためにナノホール１４４を通して高められた透過を受けることを可能にするために、ＯＰＶ１０１内の有機光活性層１２２の光学特性にマッチするかまたは対応するように好ましくは画定される。図６で示すステップは、この種の高められた光子吸収に影響を及ぼすために実行されることができる。
【００８０】
図６に示すように、周期的配列１４２およびサブ波長ナノホール１４４の幾何学的パラメータを事前定義するための予備ステップが、動作６１０から始まり、少なくとも部分的に金属アノード電極層１４０上に形成されるべき有機光活性層１２２のピーク光吸収波長が、測定される。ＯＰＶ１０１製作の例示的な一実施態様において、有機光活性層１２２が、可視スペクトルの緑の領域に対応するおよそ５００ｎｍのピーク光吸収波長を有することが動作６１０で測定されるＰ３ＨＴ：ＰＣＢＭ混和物であるように選ばれることができる。
【００８１】
次に、動作６２０で、金属アノード電極層１４０内に形成されるように適応される

周期的配列１４２の所望のピーク光透過波長が、動作６１０で測定される有機光活性層１２２のピーク光吸収波長に基づいて画定される。ＯＰＶ１０１製作の例示的な一実施態様において、金属アノード電極層１４０が銀アノード層であるように選ばれる。したがって、動作６２０で、この銀金属アノード電極層１４０内に形成されるように適応される周期的配列１４２の所望のピーク光透過波長が、動作６２０で測定される有機光活性層１２２のピーク光吸収波長または５００ｎｍに好ましくはマッチするように画定される。

【００８２】

動作６２０に続いて、周期的配列１４２の所望の周期数ｐが、６２０で測定される周期的配列１４２の所望のピーク光透過波長、担体基板１５０の誘電率および金属アノード電極層１４０の誘電率に少なくとも部分的に基づいて動作６３０で測定される。周期的配列１４２の周期数が、公知である等式（１）内の全ての他のパラメータによって、上記の等式（１）内に記載される周期的配列１４２のピーク光透過波長の第１次近似$\lambda_{SPP}(i,j)$に基づいて決定されることができる。ＯＰＶ１０１製作の例示的な一実施態様において、銀アノード層１４０内に形成される周期的配列１４２のピーク透過波長がＰ３ＨＴ：ＰＣＢＭ有機光活性層１２２のピーク吸収波長に最も近い所望の周期数ｐが、等式（１）から４５０ｎｍであると計算される。

【００８３】

次に、動作６４０で、周期的配列１４２の所望の光透過帯域幅が有機光活性層１２２の光吸収帯域幅に基づいて画定される。ＯＰＶ１０１製作の例示的な一実施態様において、Ｐ３ＨＴ：ＰＣＢＭ有機光活性層１２２の光吸収帯域幅が、４００ｎｍから６５０ｎｍの間で可視スペクトルの緑の領域に対応することは公知である。したがって、周期的配列１４２の所望の光透過帯域幅は、電磁スペクトルの可視および近赤外領域の範囲内に、または、Ｐ３ＨＴ：ＰＣＢＭ有機光活性層１２２の光吸収帯域幅に対応する可視スペクトルの緑の領域を含む、３８０ｎｍから６５０ｎｍの間に納まるように選ばれる。

【００８４】

動作６４０に続いて、ナノホール１４４の各々の所望の直径ｄおよび金属アノード電極層１４０の所望の厚さｔが、動作６５０に示すように、周期的配列１４２の所望の光透過帯域幅に基づいて画定される。ナノホール周期数ｐおよび金属アノードタイプが、ピーク光透過波長、またはナノホール配列を通して共鳴して透過する光の特定の波長に依存することが公知である。周期配列１４２の光透過帯域幅がナノホール直径ｄおよび金属厚さｔに依存することが更に公知である。したがって、例示的なＯＰＶ１０１製作において、３８０ｎｍから８５０ｎｍまでの間であると動作６４０から測定される周期的配列１４２の所望の光透過帯域幅に基づいて、ナノホール１４４の各々の直径ｄおよび銀アノード電極層１４０の所望の厚さｔが、それぞれ、１００ｎｍおよびおよそ１０５ｎｍであると画定される。

【００８５】

動作６５０に続いて、周期的配列１４２およびサブ波長ナノホール１４４の幾何学的パラメータを事前定義するための予備ステップが完了される。金属アノード電極層１４０が動作６５０から測定される所望の層厚さｈで、動作５１０で担体基板１５０上にその後形成されることができるように、ＯＰＶ１０１を製作するように適応される図５内に例示される方法５００が動作６５０に続くことができる。例示的なＯＰＶ１０１製作において、銀アノード電極層１４０がしたがって、動作６５０から測定される厚さに基づいて担体基板１５０上におよそ１０５ｎｍの所望の厚さで形成される。

【００８６】

動作５１０に続いて、周期的配列１４２が、ナノホール１４４の各々に対して（動作６５０で測定した）所望の直径ｄで、かつ（動作６３０で測定した）所望の周期数ｐで、金属アノード電極層１４０内の動作５２０中に形成されることができ、例示的なＯＰＶ１０１製作において、それぞれ、直径ｄおよび周期数ｐに対して１００ｎｍおよび４５０ｎｍであると測定される。

【００８７】

動作５２０に続いて、方法５００は、図５内に示されて上で検討されたようにＯＰＶ　１０１製作を完了するためにステップ５３０および５４０へ進む。

【００８８】

図７を参照して、方法５００の開始の前に金属アノード電極層１４０内に形成されるべき、かつＯＬＥＤ１０２を最適に製作するようにとりわけ適応される周期的配列１４２およびサブ波長ナノホール１４４の幾何学的パラメータを事前定義するための予備ステップが示される。図７で示す予備設定ステップは、ＯＰＶ１０１の製作に適応される図６内に示される対応する予備ステップに類似している。

【００８９】

上記したように、ＯＬＥＤ１０２製作に対して、周期的配列１４２の光学特性が、光１６２が有機放射性電子発光層１２６によって放出される特定の波長（色）が、それ以外は光学的に不透明な金属アノード電極層１４０を通して透過することをそれによって可能にするために、ＯＬＥＤ１０２内の有機放射性電子発光層１２６の光学特性にマッチするかまたは対応するように好ましくは画定される。図７で示すステップは、この種の光子透過に影響を及ぼすように実行されることができる。

【００９０】

依然として図７を参照して、図６内に示されるそれに類似して、ＯＬＥＤ１０１製作に適応される周期的配列１４２およびサブ波長ナノホール１４４の幾何学的パラメータを事前定義するための予備ステップが動作７１０から始まり、少なくとも部分的に金属アノード電極層１４０上に形成されるべき有機放射性電子発光層１２６のピーク光発光波長が測定される。

【００９１】

次に、動作７２０で、ＯＰＶ１０１製作に適応される動作６２０に類似して、ＯＬＥＤ１０２製作のための金属アノード電極層１４０内に形成されるように適応される周期的配列１４２の所望のピーク光透過波長が、動作７１０で測定される有機放射性電子発光層１２６のピーク光発光波長に基づく。

【００９２】

動作７２０に続いて、周期的配列１４２の所望の周期数ｐが、７２０で測定される周期的配列１４２の所望のピーク光透過波長、担体基板１５０の誘電率および金属アノード電極層１４０の誘電率に少なくとも部分的に基づいて動作７３０で測定される。周期的配列１４２の周期数が、動作６３０にて説明したものに類似して、上記の等式（１）内に記載される周期的配列１４２のピーク光透過波長の第１次近似λ_{SPP}（ｉ，ｊ）に基づいて決定されることができる。

【００９３】

次に、動作７５０で、ＯＬＥＤ１０２の周期的配列１４２の所望の光透過帯域幅が有機放射性電子発光層１２６の光発光帯域幅に基づいて画定され、そしてその後、動作７６０に示すように、ナノホール１４４の各々の所望の直径ｄおよび金属アノード電極層１４０の所望の厚さｈが周期的配列１４２の所望の光透過帯域幅に基づいて画定されることができる。

【００９４】

動作７６０に続いて、ＯＬＥＤ１０２製作のための周期的配列１４２およびサブ波長ナノホール１４４の幾何学的パラメータを事前定義するための予備ステップが完了され、および、金属アノード電極層１４０が少なくとも部分的に担体基板１５０上に（動作７５０で測定した）所望の厚さｈで形成されることができるように、ＯＬＥＤ１０２を製作するように適応される図５内に例示される方法５００がその後に動作５１０から始まることができる。動作５１０に続いて、周期的配列１４２が、ナノホール１４４の各々に対して（動作７５０で測定した）所望の幾何学的寸法ｄで、かつ（動作７３０で測定した）所望の周期数ｐで、金属アノード電極層１４０内の動作５２０中に形成されることができる。動作５２０に続いて、図５内に示されるように、かつ上記のＯＰＶ１０１製作と関連して同様に記述されるように、方法５００はＯＬＥＤ１０２製作を完了するためにステップ

５３０および５４０まで進むことができる。
【００９５】
したがって、記述されるように、ＯＯＤ１００ならびに特定の例示的なＯＰＶ１０１およびＯＬＥＤ１０２構成（「装置」）、ならびにＯＰＶ１０１およびＯＬＥＤ１０２を製造するためにとりわけ適応されることができるＯＯＤ１００を製造する方法（「方法」）が、従来のＩＴＯベースのＯＯＤを改良するために有利には使用されることができる。本発明の実施態様に従う装置および方法が、以下の利点の少なくとも１つ以上を望ましくは提供することができる：
Ａ．より低い製造コスト
【００９６】
穿孔された金属アノード電極層１４６ベースの装置および方法の特定の実施態様が、ＩＴＯと比較してより低い金属アノード材料（例えばＡｕ、ＡｇおよびＣｕ）コストに起因して、従来技術ＩＴＯベースのＯＯＤと比べて製造するのに望ましくはより少なくコストがかかることができる。更に、透明ＩＴＯ導体を通して貫通するかつ有機層に不都合に影響を与えるかもしれない有害なＵＶ波長の影響から守るために追加的な保護層を必要とするかもしれない従来技術ＩＴＯベースのＯＯＤと比較すると、穿孔された金属アノード電極層１４６は、追加的な保護層の追加なしで有害なＵＶを防ぐかまたは反射的にフィルタするスペクトルフィルタとして機能するように構成され、それによって製造コストを低下させてかつ製造プロセスを簡単にすることができる。
Ｂ．より高度な装置安定性：
【００９７】
その両方が有機層への酸素および湿気の浸透に帰着するかもしれない、曲げの際にクラッキングに影響されやすいかもしれない従来技術ＯＯＤ用途で使用されるＩＴＯの硬い性質および長期にわたる使用の後で劣化するかまたは分解するＩＴＯの傾向と比較すると、方法および装置の特定の実施態様で使用される金属アノード材料は、酸素および湿気耐性を望ましくはもたらすことができてかつそれによってＯＯＤ装置稼動寿命を長くすることができる。
Ｃ．より高いアノード導電率
【００９８】
ＩＴＯを使用する従来技術装置は、導電率（担体移動度）と光透過率との間で妥協する。本発明の装置および方法実施態様に従う穿孔された金属アノード層１４６を形成するのに選ばれるアノード材料は、Ａｇ、ＡｕおよびＣｕのような導電性金属から選ばれることができ、かつ高められた光透過率のために更に構成され、それによって、従来のＩＴＯ－ＯＯＤで存在する妥協を実際上避けることができる。
Ｄ．より高い効率
【００９９】
ＯＰＶ１０１装置製作に適用されるように、本発明の実施態様の特定の装置および方法はＩＴＯベースのＯＰＶと比較して、より高いパワー出力および／またはパワー変換効率の向上を示した。ＯＬＥＤ１０２に適用される特定の実施態様において、有機放射性電子発光層１２６によって放出されてかつナノホール１４４を通して透過される光１６２の強度が高められるように、ＯＬＥＤ１０２の周期ナノホール配列１４２の光透過特性が構成され、それによって従来のＩＴＯ－ＯＬＥＤと比較してＯＬＥＤ１０２照射および効率の向上された明白な「輝度」に帰着することができる。
試験結果
【０１００】
本発明の一実施態様において、ＯＰＶ１０１製作のための図６の予備設定ステップで示される動作６２０で理論的に決定される４５０ｎｍのナノホール周期数がＰ３ＨＴ：ＰＣＢＭ有機光活性層１２２で高められた光子吸収に実際、転換するかどうかを判定するために、複数の穿孔された銀アノード層（以下に「Ag_{SPP}」）が、４００ｎｍから６００ｎｍまで変化する周期数で製作され、および、それぞれのAg_{SPP}の透過強度が実

験に基づく比較のために測定された。そのような例示的な試験構成において、ナノホール配列の光子特性がＺｅｉｓｓ（登録商標）Ａｘｉｏ Ｉｍａｇｅｒ（登録商標）Ｍｌｍ光学顕微鏡上で直線偏光によって暗視野照明で特徴づけられた。ナノホール１４４からの散乱光が、１００ｘ対物レンズを使用して収集されてかつＰＩＸＩＳ（登録商標）４００ＢＲ ＣＣＤカメラシステムを備えたＰＩ／Ａｃｔｏｎ（登録商標） ＭｉｃｒｏＳｐｅｃ（登録商標）－２３６０分光計を使用して分析された。

【０１０１】

図８および表１を参照して後述するように、本発明の１つの実験に基づく実施態様に従う結果は実際、４００ｎｍの理論的に決定された周期数と対照的に、４５０ｎｍの周期数を備えた周期的配列が本発明の一実施態様に従う透過強度ピークおよび帯域幅の好ましい組合せを得ることができることを示す。

【０１０２】

図８を参照して、一実施態様に従って、周期数で４００ｎｍ、４５０ｎｍ、５００ｎｍ、５５０ｎｍおよび６００ｎｍのそれぞれの周期的ナノホール配列によって穿孔される銀金属アノード層１４０の透過率曲線８１０、８２０、８３０、８４０、８５０および８６０（すなわち強度対波長）を示すプロット８００が示される。４００ｎｍから６００ｎｍまで変化する周期数で穿孔された銀金属アノード層１４６が、例示的なＯＰＶ１０１製作に対して適応される図５内に例示される例示的な方法５００に従ってガラス担体基板１５０上に製作された。すなわち、変化する周期数の穿孔された銀金属アノード層１４６が各々およそ１００ｎｍのナノホール幾何学的寸法ｄ（この場合直径）およびおよそ１０５ｎｍのナノホール高さｈを有する。

【０１０３】

図８内に示されるガラス担体基板１５０上に製作されるＡｇ$_{ＳＰＰ}$との比較のために、４００ｎｍから６００ｎｍまでの同じ変化する周期数を備えたＡｇ$_{ＳＰＰ}$がさらにＰＥＴ担体基板１５０上に製作される。ガラスおよびＰＥＴ担体基板１５０上に製作されたＯＰＶ１０１の穿孔された銀金属アノード層１４６の測定された（第１次）ピーク光透過波長λ$_{ＳＰＰ}$が、表１内の列４および５内にそれぞれ異なるナノホール周期数に対して下記で示される。一実施態様に従って、等式（１）に従って計算され推定された（第１次）ピーク光透過波長λ$_{ＳＰＰ}$が、さらに列２および３内に示される。

【０１０４】

【表１】

周期数（ｎｍ）	推定（0，1）λ_{SPP}（ｎｍ）		測定された（0，1）λ_{SPP}（ｎｍ）	
	ガラス	ＰＥＴ	ガラス	ＰＥＴ
４００	４８０	５３９	４８６	５４５
４５０	５４０	６０６	５６７	６３３
５００	６００	６７４	６０６	６７９
５５０	６６０	７４１	６３３	７１４
６００	７２０	８０９	６４３	７３１

【０１０５】

表１：Ａｇフィルム上のナノホール配列に対する第１次ピーク透過波長λ$_{ＳＰＰ}$

【０１０６】

図８に示すように、４００ｎｍの周期数（曲線８１０）の例示的な周期的配列１４２を備えたＡｇ$_{ＳＰＰ}$が、およそ５００ｎｍの例示的なＰ３ＨＴ：ＰＣＢＭ有機光活性層１２２のピーク光吸収波長（図示せず）のそれに精密にマッチする（参照番号８１１の矢印によって指される曲線８１０上の位置で）４８６ｎｍの（第１次）ピーク光透過波長λ$_{ＳＰＰ}$に帰着するとはいえ、４８６ｎｍのピーク光透過波長λ$_{ＳＰＰ}$の透過強度８１１は、一実施態様に従って、実際、およそ０．４任意単位（「ａ．ｕ．」）で、相対的に低い。図８および表１を観測することから、それは、実際、ガラスおよびＰＥＴに対してそれ

ぞれ表１で示す５６７ｎｍおよび６３３ｎｍのピーク光透過波長λ$_{SPP}$によって、およそ０．９ａ．ｕ．の測定された第１次透過強度ピーク８２１および３８０ｎｍから８５０ｎｍの間で測定された帯域幅の最高の組合せを得る４５０ｎｍの周期数（曲線８２０）ナノホール配列である。注意されるように、例示的なＰ３ＨＴ：ＰＣＢＭ有機光活性層１２２は４９５ｎｍから５７０ｎｍの間の帯域幅に対応する可視スペクトルの緑の領域内の光子を吸収してかつおよそ４８０ｎｍのピーク光吸収波長を有する。４５０ｎｍの周期数の例示的な周期的配列１４２を備えたＡｇ$_{SPP}$を製作することは従って、ナノホール１４４が可視スペクトルの緑の領域内の光子がそれを通して透過することを可能にするのに十分広い（３８０ｎｍから８５０ｎｍの間の）透過帯域幅を有し、かつ、選択された波長（ガラスに対して５６７ｎｍのλ$_{SPP}$またはＰＥＴに対して６３３ｎｍのλ$_{SPP}$）で高められた光透過を受け、次いで、光起電力変換に対して例示的なＰ３ＨＴ：ＰＣＢＭ有機光活性層１２２によって実際上吸収されることができることを確実にする。従来のＩＴＯに対して４５０ｎｍの例示的な周期数を備えたＡｇ$_{SPP}$の透過率の改善が、図９内に更に観測されることができる。

【０１０７】

次に図９を参照して、本発明の一実施態様に従って、４５０ｎｍの周期数を備えたＡｇ$_{SPP}$層の透過曲線９１０およびガラス上の従来のＩＴＯの透過曲線９２０のプロット９００が示される。図９に示すように、５００ｎｍおよび６００ｎｍの例示的な波長の間で、従来のＩＴＯ－ＯＰＶに対する曲線９１０のおよそ０．５ａ．ｕ．からＡｇ$_{SPP}$に対する曲線９２０のおよそ１ａ．ｕ．まで透過強度の向上に対応している透過の改善が観測される。一実施態様において、図１０および１１を参照して後述するように、透過のこの改善は従来のＩＴＯ－ＯＰＶと比較して、Ａｇ$_{SPP}$－ＯＰＶに対するパワー変換効率（「ＰＣＥ」）の三倍の向上につながる。

【０１０８】

別の例示的な実施態様において、ガラス上のＩＴＯ－ＯＰＶおよび穿孔された銀アノード層ベースのＯＰＶ装置（以下に「Ａｇ$_{SPP}$－ＯＰＶ」）に対する電流密度－電圧（Ｊ－Ｖ）特性が、それぞれ測定された。このような一実施態様では、ＩＴＯ（厚さ１００ｎｍのＩＴＯ、２０Ω／ｃｍ^2）が図６および７を参照して検討された例示的なＯＰＶ１０１を作るのと実質的に同じプロセスで作られることができる。そのような一実施態様において、例示的なガラス製基板上に２個の例示的な参照ＩＴＯ－ＯＰＶセルが、例示的なガラス製基板上に製作される３個の例示的なＡｇ$_{SPP}$－ＯＰＶセルとの比較のために製作された。関連する電流密度－電圧特性を測定するために、ＩＴＯ－ＯＰＶおよびＡｇ$_{SPP}$－ＯＰＶセルが空気中で、室温で適切なソーラーシミュレータによって照明されて、かつそれらのそれぞれの２－端子電流密度－電圧（Ｊ－Ｖ）測定値が収集された。例示的なＩＴＯ－ＯＰＶセルの得られた電流密度－電圧特性の比較が例示的なＡｇ$_{SPP}$－ＯＰＶセルに対して帰着し、Ａｇ$_{SPP}$－ＯＰＶセルが、例示的なＩＴＯ－ＯＰＶセルのそれに対して３．１倍の例示的な相対的効率向上を示す。したがって、これらの試験結果は、本発明の一実施態様に従う例示的なＡｇ$_{SPP}$－ＯＰＶが、従来のＩＴＯ－ＯＰＶによって満たされないかもしれない高い消費電力および向上した効率を一般的に要求する電子装置を駆動する際にとりわけ適用可能であることができることを示す。

【０１０９】

本発明の特定の例示的な実施態様において、任意の適切な所望の周期数または間隔を具体化する周期的ナノフィーチャ配列が、本発明に従うＯＰＶセル上に形成されてかつ任意の適切なまたは所望の構成またはパターンで配置されることができる。そのような実施態様において、周期的ナノホール配列が以下：例えば三角形、正方形、六角形もしくはその他の所望の多角形格子パターン、円形もしくは同心円形パターンまたは円形スロットもしくは同心円形スロットパターン、の１つ以上を備えることができる。

【０１１０】

ここで記述される例示的な実施態様は、網羅的であることまたは本発明の範囲を開示される厳密な形式に限定することを意図されない。それらは、他の当業者がその教示を

理解することを可能にするために本発明の原理ならびにその応用および実用を説明するために選択されてかつ記述されている。

【０１１１】

上記の開示を考慮して当業者に公知であるように、多くの変更および修正がそれの趣旨または範囲から逸脱することなく、本発明の実践において可能である。したがって、本発明の範囲は以下の請求項によって規定される内容に従って解釈されるべきである。

【符号の説明】

【０１１２】

１００　ＯＯＤ
１０１　ＯＰＶ
１０２　ＯＬＥＤ
１１０　カソード電極層
１２０　有機電子活性領域
１２２　有機光活性層
１２６　有機放射性電子発光層
１４０　金属アノード電極層
１４２　周期的配列
１４４　ナノホール
１４６　穿孔された金属アノード電極層
１５０　担体基板
１５１　担体基板
１６０　光エネルギ
１６１　光
１６２　光
１７０　底部主要面
１８０　界面
８１０、８２０、８３０、８４０、８５０、８６０　透過曲線
１２００　周期的パターン
１２０１　ナノホール
１２０８　金属アノード電極層
１３００　周期的パターン
１３０１　中心孔
１３０２　周期的パターン
１３０３　環状リング
１３０５　環状孔または開口部
１３０７　ナノホール
１３０８　金属アノード電極層
１４００　周期的パターン
１４０５　環状孔または開口部
１５００　周期的パターン
１５０１　中心孔
１５０３　環状リング
１５０７　ナノホール
１５０９　一体的セル
１６００　周期的パターン
１６０１　中心孔
１６０３　環状リング
１６０７　ナノホール
１６０９　一体的セル
２２００、２３００、２３０２、２４００、２５００、２６００　スペクトログラム曲線

【図１】

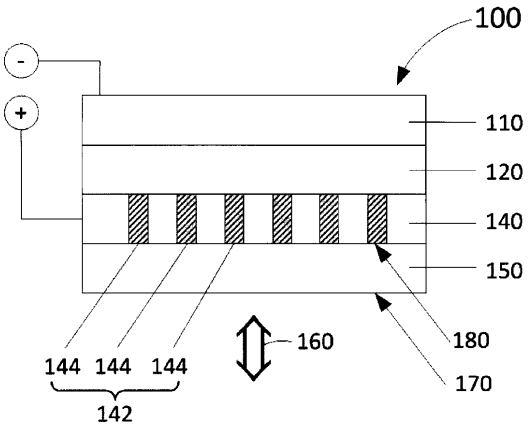


FIG.1

【図２】

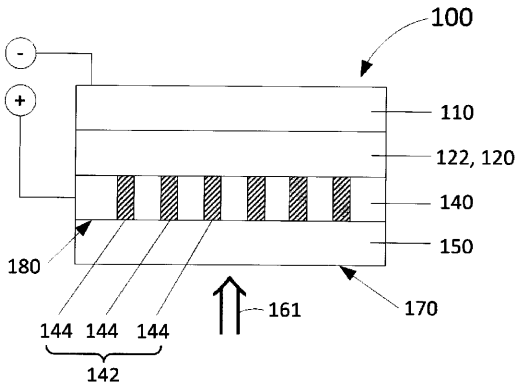


FIG.2

【図３】

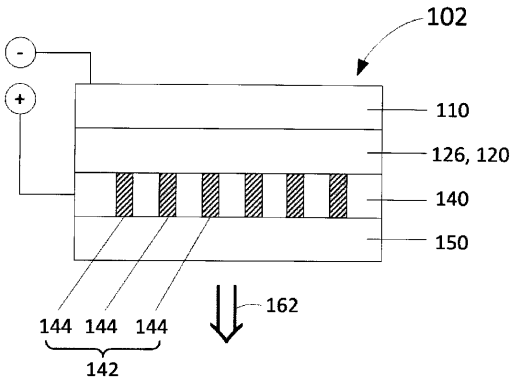


FIG.3

【図４】

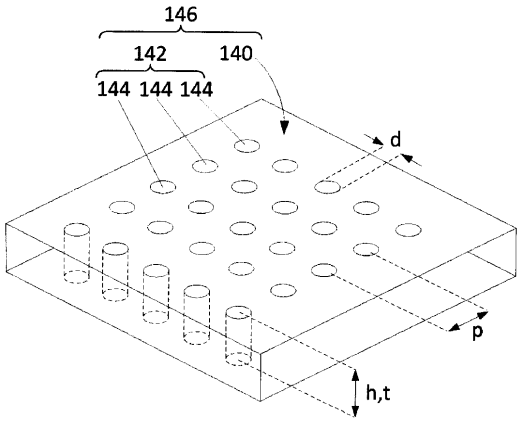


FIG.4

【図５】

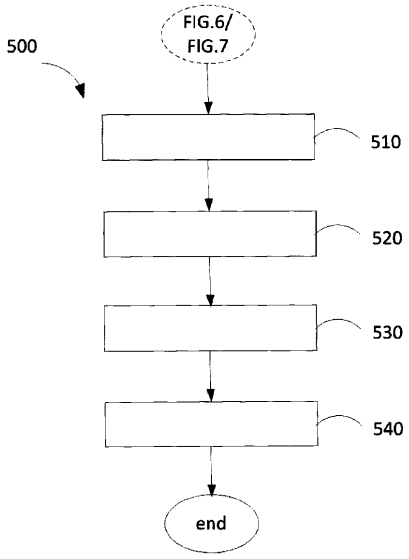


FIG.5

【図６】

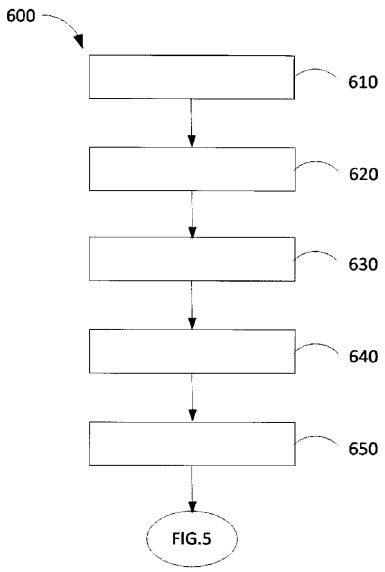


FIG.6

【図７】

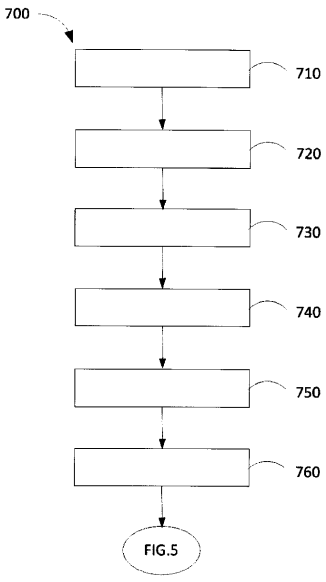
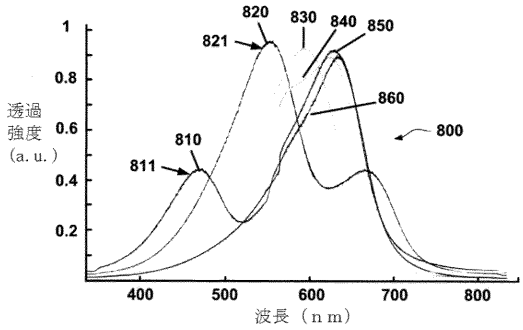
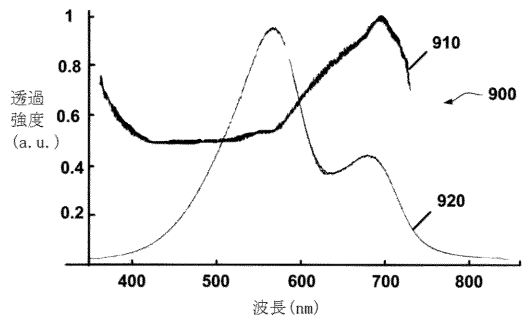


FIG.7

【図８】



【図９】



【図１０】

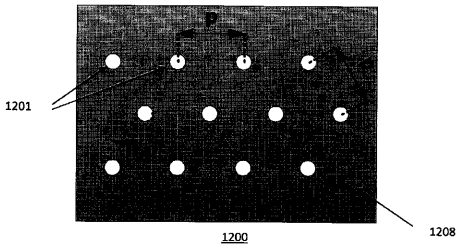


FIG. 10

【図１１】

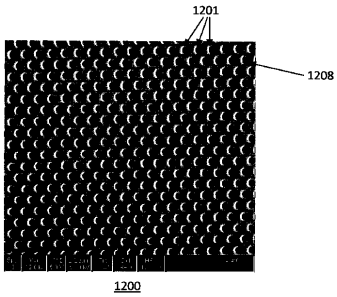


FIG. 11

【図１２Ａ】

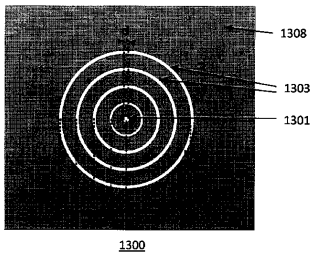


FIG. 12A

【図１２Ｂ】

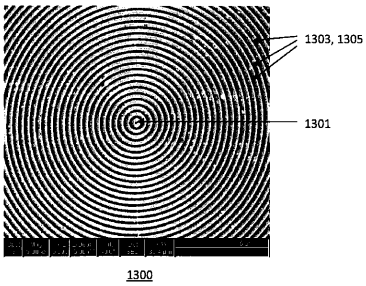


FIG. 12B

【図１３】

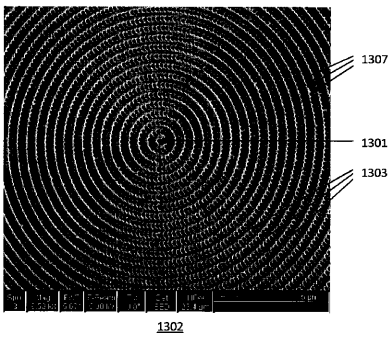


FIG. 13

【図１４Ａ】

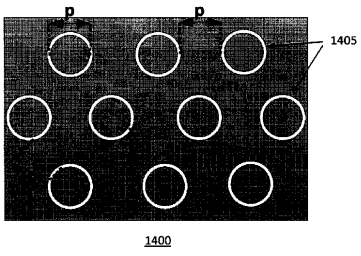


FIG. 14A

【図１４Ｂ】

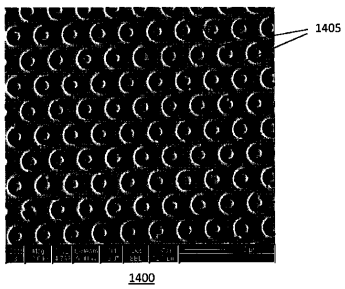


FIG. 14B

【図１５Ａ】

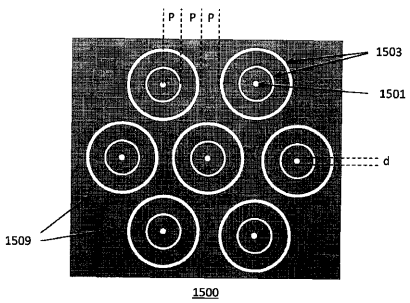


FIG. 15A

【図１５Ｂ】

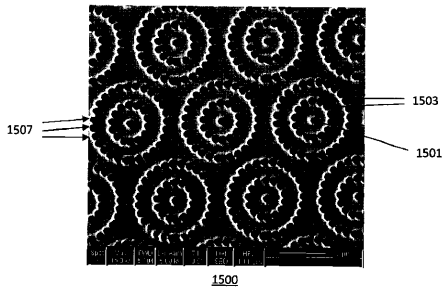


FIG. 15B

【図１６Ａ】

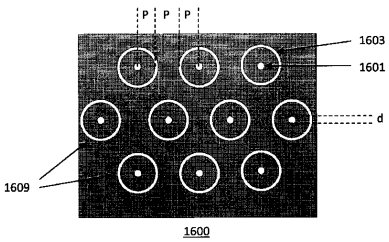


FIG. 16A

【図１６Ｂ】

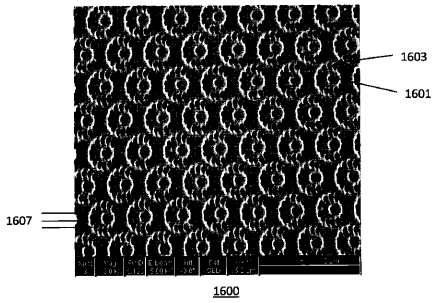
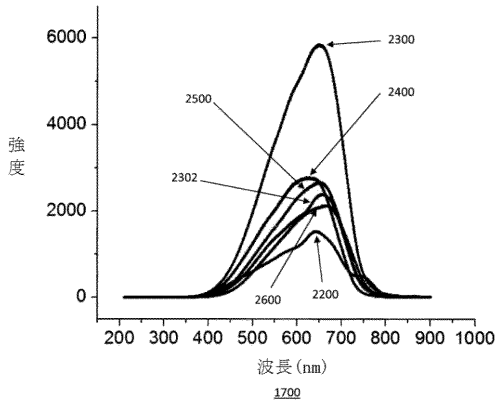


FIG. 16B

【図１７】



【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CA2012/050903

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC: ***H01L 51/00*** (2006.01), ***B82Y 20/00*** (2011.01), ***B82Y 30/00*** (2011.01), ***H01L 51/44*** (2006.01), ***H01L 51/46*** (2006.01), ***H01L 51/48*** (2006.01) (more IPCs on the last page)
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)
IPC: H01L 51/00 (2006.01), B82Y 20/00 (2011.01), B82Y 30/00 (2011.01), H01L 51/44 (2006.01), H01L 51/46 (2006.01), H01L 51/48 (2006.01)

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

Electronic database(s) consulted during the international search (name of database(s) and, where practicable, search terms used)
Databases: EPOQUE (EPODOC), Google Scholar & Patents
Keywords: photovoltaic; organic; led; nanohole; perforat+; anode; cathode; substrate; pedot; p3ht; omrane; kaminska

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	Omrane, et al., "Optimized organic photovoltaics with surface plasmons", Proceedings SPIE 7750, Photonics North 2010, 22 September 2010 (22-09-2010) * whole document	1-8, 10-20, 22-26 9, 21
Y	US20110127508 A1 (Omrane et al.) 02 June 2011 (02-06-2011) * paragraphs [0029, 0037, 0040-0042], Fig. 1C	9, 21
A	Grayli, et al., "Data encoding using periodic nanostructures", Proceedings SPIE 8412, Photonics North 2012, 24 October 2012 (24-10-2012), Pages 841214-1 to 841214-11 * sections 1, 2; Figs. 1, 6	1, 19-22
A	Grayli, et al., "Angle dependent far-field spectroscopy on nanohole arrays", Proceedings SPIE 8007, Photonics North 2011, 08 September 2011 (08-09-2011), Pages 800713-1 to 800713-6 * sections 1, 2	1, 19-22

[X] Further documents are listed in the continuation of Box C. [X] 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	Date of mailing of the international search report
05 March 2013 (05-03-2013)	12 March 2013 (12-03-2013)
Name and mailing address of the ISA/CA Canadian Intellectual Property Office Place du Portage I, C114 - 1st Floor, Box PCT 50 Victoria Street Gatineau, Quebec K1A 0C9 Facsimile No.: 001-819-953-2476	Authorized officer Leslie Yeow (819) 934-0345

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 2009)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CA2012/050903

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	Grayli, et al., "Light filtering using subwavelength periodic structures on polymer material", Proceedings SPIE 8007, Photonics North 2011, 08 September 2011 (08-09-2011), Pages 800712-1 to 800712-7 * sections 1-3	1, 19-22

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CA2012/050903

Patent Document Cited in Search Report	Publication Date	Patent Family Member(s)	Publication Date
US20110127508 A1	02 June 2011 (02-06-2011)	AU2010239111A1	15 December 2011 (15-12-2011)
		CA2759680A1	28 October 2010 (28-10-2010)
		CA2759703A1	28 October 2010 (28-10-2010)
		CN102460618A	16 May 2012 (16-05-2012)
		CN102598027A	18 July 2012 (18-07-2012)
		EP2422299A1	29 February 2012 (29-02-2012)
		EP2422349A1	29 February 2012 (29-02-2012)
		US2010270924A1	28 October 2010 (28-10-2010)
		US8212473B2	03 July 2012 (03-07-2012)
		US2010271174A1	28 October 2010 (28-10-2010)
		US8253536B2	28 August 2012 (28-08-2012)
		US2010271755A1	28 October 2010 (28-10-2010)
		US2012038463A1	16 February 2012 (16-02-2012)
		WO2010121362A1	28 October 2010 (28-10-2010)
		WO2010121363A1	28 October 2010 (28-10-2010)
		WO2012068690A1	31 May 2012 (31-05-2012)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CA2012/050903

H01L 51/52 (2006.01), ***H01L 51/54*** (2006.01), ***H01L 51/56*** (2006.01)

フロントページの続き

(51)Int.Cl.	F I		テーマコード（参考）
	Ｈ０５Ｂ 33/22	Ｄ	
	Ｈ０５Ｂ 33/10		

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

(72)発明者 カミンスカ，ボゼナ
カナダ国 ブリティッシュ コロンビア ヴイ５ワイ １アール８，バンクーバー，１３２ ウエスト １０ス アベニュー
(72)発明者 ランドロック，クリントン ケー.
カナダ国 ブリティッシュ コロンビア ヴイ７ピー １ダブリュー８，ノース バンクーバー，１４１２ ホープ ロード

Ｆターム(参考) 3K107 AA01 CC05 CC11 DD22 DD27 DD44X DD44Y DD71 DD79 FF13 FF15
5F151 AA11 CB27 FA06 FA07 FA13 FA15 FA30 GA03