

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公表特許公報(A)

(11)公表番号
特表2025-509802
(P2025-509802A)

(43)公表日 令和7年4月11日(2025.4.11)

(51)国際特許分類	F I	テーマコード (参考)
H 1 0 H 20/819 (2025.01)	H 1 0 H 20/819	5 F 1 4 2
H 1 0 H 20/856 (2025.01)	H 1 0 H 20/856	5 F 2 4 1
H 1 0 H 20/825 (2025.01)	H 1 0 H 20/825	

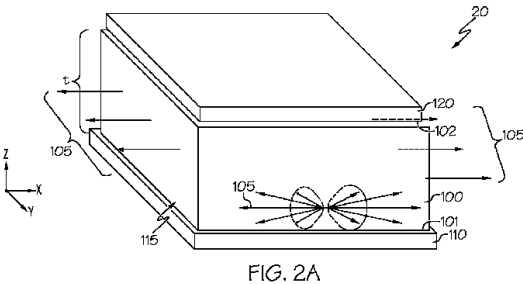
審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全27頁)

(21)出願番号	特願2024-555285(P2024-555285)	(71)出願人	524310254
(86)(22)出願日	令和5年3月15日(2023.3.15)		ユヴィクイティー, インコーポレイテッ ド
(85)翻訳文提出日	令和6年10月3日(2024.10.3)		U V I Q U I T Y , I N C .
(86)国際出願番号	PCT/US2023/015268		アメリカ合衆国, ノースカロライナ州, ローリー, ベイベリー・ヒルズ・ドライ ブ 1 1 2 3 7
(87)国際公開番号	WO2023/177719	(74)代理人	110000855
(87)国際公開日	令和5年9月21日(2023.9.21)		弁理士法人浅村特許事務所
(31)優先権主張番号	63/320,379	(72)発明者	フィッシャー、ブレント
(32)優先日	令和4年3月16日(2022.3.16)		アメリカ合衆国 2 0 8 1 7 メリーラン ド、ベセスダ、ライランド ドライブ 5 9 0 4
(33)優先権主張国・地域又は機関	米国(US)	(72)発明者	バロウズ、スコット
(81)指定国・地域	AP(BW,CV,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 最終頁に続く		アメリカ合衆国 2 7 6 1 7 ノースカロ 最終頁に続く

(54)【発明の名称】 遠UV Cスペクトルの波長での動作のために構成されたマイクロLED

(57)【要約】

発光ダイオードLEDが、遠UV C光を生成するように構成される、少なくとも1つのエピタキシャル層を備える半導体構造と、半導体構造の第1及び第2の表面上のそれぞれの電気接点とを含む。横方向の少なくとも1つのエピタキシャル層の1つ又は複数の寸法が、垂直方向の少なくとも1つのエピタキシャル層の厚さと1桁違い以内である。1次光抽出表面が、第1の表面と第2の表面との間に延び、遠UV C光を放射するように構成される半導体構造の少なくとも1つの側壁を含み得る。関連するデバイス、そのアレイ、及び製造方法も論じられる。



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

遠紫外光を生成するように構成される、少なくとも 1 つのエピタキシャル層を備える半導体構造

を備える発光ダイオード（LED）であって、

横方向の前記少なくとも 1 つのエピタキシャル層の 1 つ又は複数の寸法が、垂直方向の前記少なくとも 1 つのエピタキシャル層の厚さと 1 桁違い以内である、発光ダイオード（LED）。

【請求項 2】

前記半導体構造が、

それぞれの電気接点をその上に有する第 1 の表面及び第 2 の表面と、

前記第 1 の表面と前記第 2 の表面との間に延び、前記遠紫外光を放射するように構成される少なくとも 1 つの側壁と

を備える、請求項 1 に記載の発光ダイオード（LED）。

【請求項 3】

前記少なくとも 1 つの側壁が、前記第 1 の表面と前記第 2 の表面との間に延びる前記少なくとも 1 つのエピタキシャル層の対向する側壁を含み、前記 1 つ又は複数の寸法が、前記対向する側壁の間の距離を含む、請求項 2 に記載の発光ダイオード（LED）。

【請求項 4】

前記少なくとも 1 つの側壁が、前記遠紫外光をビーム又は分散パターンに向けるように構成される、請求項 2 に記載の発光ダイオード（LED）。

【請求項 5】

前記少なくとも 1 つの側壁が、前記第 1 の表面と前記第 2 の表面との間で傾斜する、請求項 2 に記載の発光ダイオード（LED）。

【請求項 6】

前記それぞれの電気接点のうちの少なくとも 1 つが、前記遠紫外光に対して少なくとも部分的に不透明である、請求項 2 に記載の発光ダイオード（LED）。

【請求項 7】

その前面に前記半導体構造を含む基板であって、前記半導体構造がその上に形成されるネイティブ基板とは異なる基板

をさらに備える、請求項 1 から 6 までのいずれかに記載の発光ダイオード（LED）。

【請求項 8】

前記基板が、前記半導体構造の前記少なくとも 1 つの側壁に向き、前記半導体構造から放射された前記遠紫外光の伝播方向を 1 つ又は複数の方向に変更するように構成された 1 つ又は複数の光学リダイレクション構造を備える、請求項 7 に記載の発光ダイオード（LED）。

【請求項 9】

前記 1 つ又は複数の光学リダイレクション構造が、前記半導体構造に隣接する前記基板の前記前面に取り付けられる、請求項 8 に記載の発光ダイオード（LED）。

【請求項 10】

前記 1 つ又は複数の光学リダイレクション構造が前記基板と一体であり、前記半導体構造をその上に含む前記基板の表面が、前記 1 つ又は複数の光学リダイレクション構造に比べて凹んでいる、請求項 8 に記載の発光ダイオード（LED）。

【請求項 11】

前記基板が、

前記前面と反対側の、裏側接点をその上に有する背面と、

前記基板を貫いて延び、前記半導体構造のそれぞれの電気接点のうちの少なくとも 1 つを前記裏側接点に電氣的に接続する少なくとも 1 つの導電性スルー・バイアと

を備える、請求項 8 に記載の発光ダイオード（LED）。

【請求項 12】

前記半導体構造のネイティブ基板がない、請求項 1 から 11 までのいずれかに記載の発光ダイオード（LED）。

【請求項 13】

前記半導体構造が、UV C 光を生成するようにさらに構成される、請求項 1 から 12 までのいずれかに記載の発光ダイオード（LED）。

【請求項 14】

遠UV C 光を生成するように構成される半導体構造であって、第 1 の表面及び第 2 の表面を備える半導体構造と、

前記第 1 の表面及び前記第 2 の表面の少なくとも一方の上のそれぞれの電気接点と、

前記第 1 の表面と前記第 2 の表面との間に延び、前記遠UV C 光を放射するように構成される前記半導体構造の少なくとも 1 つの側壁を含む 1 次光抽出表面とを備える発光ダイオード（LED）。

【請求項 15】

前記少なくとも 1 つの側壁が、前記第 1 の表面と前記第 2 の表面との間に延びる前記半導体構造の 1 つ又は複数のエピタキシャル層の対向する側壁を含み、前記対向する側壁の間の距離が約 100 ミクロン未満である、請求項 14 に記載の発光ダイオード（LED）。

【請求項 16】

前記対向する側壁の間の前記距離が約 50 μm 未満である、請求項 15 に記載の発光ダイオード（LED）。

【請求項 17】

前記半導体構造の前記 1 つ又は複数のエピタキシャル層の厚さが約 10 μm 以下である、請求項 15 に記載の発光ダイオード（LED）。

【請求項 18】

前記対向する側壁の間の前記距離が、前記半導体構造の前記 1 つ又は複数のエピタキシャル層の前記厚さと 1 桁違い以内である、請求項 15 に記載の発光ダイオード（LED）。

【請求項 19】

前記少なくとも 1 つの側壁が、前記第 1 の表面と前記第 2 の表面との間で傾斜する、請求項 14 に記載の発光ダイオード（LED）。

【請求項 20】

前記それぞれの電気接点のうちの少なくとも 1 つが、前記遠UV C 光に対して少なくとも部分的に不透明である、請求項 14 に記載の発光ダイオード（LED）。

【請求項 21】

その表面上に半導体構造を含む基板であって、1 次光抽出表面に向き、前記半導体構造から放射された前記遠UV C 光の伝播方向を 1 つ又は複数の方向に変更するように構成された、1 つ又は複数の光学リダイレクション構造を備える基板をさらに備える、請求項 14 から 20 までのいずれかに記載の発光ダイオード（LED）。

【請求項 22】

前記 1 つ又は複数の光学リダイレクション構造が、前記半導体構造に隣接する前記基板の前記表面に取り付けられる、請求項 21 に記載の発光ダイオード（LED）。

【請求項 23】

前記 1 つ又は複数の光学リダイレクション構造が前記基板と一体であり、前記半導体構造をその上を含む前記基板の前記表面が、前記 1 つ又は複数の光学リダイレクション構造に比べて凹んでいる、請求項 21 に記載の発光ダイオード（LED）。

【請求項 24】

前記基板が、前記基板の前記表面内に延び、前記それぞれの電気接点のうちの少なくとも 1 つに電氣的に接触する少なくとも 1 つの導電性スルー・バイアを備える、請求項 21 に記載の発光ダイオード（LED）。

【請求項 25】

前記第1の表面及び／又は前記第2の表面の少なくとも一部が、前記遠UV C光を放射するように構成される光抽出表面を備える、請求項14から24までのいずれかに記載の発光ダイオード（LED）。

【請求項 26】

前記半導体構造のネイティブ基板がない、請求項14から25までのいずれかに記載の発光ダイオード（LED）。

【請求項 27】

前記半導体構造が、UV C光を生成するようにさらに構成される、請求項14から26までのいずれかに記載の発光ダイオード（LED）。

10

【請求項 28】

遠UV C波長範囲の波長を含む光を生成するように構成される半導体構造であって、それぞれの電気接点をその上に有する第1の表面及び第2の表面と、前記第1の表面と前記第2の表面との間に延びる1つ又は複数の横方向表面とを含む半導体構造とを含む半導体構造

を備える発光ダイオード（LED）であって、

前記1つ又は複数の横方向表面の集合的表面積が、頂面又は底面のそれぞれの表面積の10倍以内である、発光ダイオード（LED）。

【請求項 29】

前記1つ又は複数の横方向表面が、前記第1の表面と前記第2の表面との間に延びる前記半導体構造の少なくとも1つのエピタキシャル層の対向する側壁を含み、前記対向する側壁の間の距離が約100ミクロン未満である、請求項28に記載の発光ダイオード（LED）。

20

【請求項 30】

前記対向する側壁の間の前記距離が約50 μm 未満であり、前記少なくとも1つのエピタキシャル層の厚さが約10 μm 以下である、請求項29に記載の発光ダイオード（LED）。

【請求項 31】

横方向の前記半導体構造の少なくとも1つのエピタキシャル層の1つ又は複数の寸法が、垂直方向の少なくとも1つのエピタキシャル層の厚さと1桁違い以内である、請求項28に記載の発光ダイオード（LED）。

30

【請求項 32】

前記1つ又は複数の横方向表面が、前記第1の表面と前記第2の表面との間で傾斜する、請求項28から31までのいずれかに記載の発光ダイオード（LED）。

【請求項 33】

前記それぞれの電気接点のうちの少なくとも1つが、前記遠UV C光に対して少なくとも部分的に不透明である、請求項28から32までのいずれかに記載の発光ダイオード（LED）。

【請求項 34】

その表面上に半導体構造を含む基板であって、1つ又は複数の横方向表面に向き、前記半導体構造から放射された前記遠UV C光の伝播方向を1つ又は複数の方向に変更するように構成された、1つ又は複数の光学リダイレクション構造を備える基板をさらに備える、請求項28から33までのいずれかに記載の発光ダイオード（LED）。

40

【請求項 35】

前記半導体構造が、UV C光を生成するようにさらに構成される、請求項28から34までのいずれかに記載の発光ダイオード（LED）。

【請求項 36】

共通支持基板と、

前記共通支持基板の表面上に配置された、請求項1から35までのいずれかに記載の複

50

数の発光ダイオード（LED）と

を備える発光ダイオード（LED）アレイであって、

任意選択で、光学リダイレクション構造が、前記共通支持基板の表面上の、前記複数の発光ダイオード（LED）のうちの隣接するLEDの間に設けられる、LEDアレイ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

優先権の主張

本願は、2022年3月16日に米国特許商標局に出願された米国仮特許出願第63／320,379号の優先権を主張し、その開示全体が、参照により本明細書に組み込まれる。

【0002】

本願はUV光源に関し、詳細には、遠UV C光源、並びに関連するデバイス及び方法に関する。

【背景技術】

【0003】

約200nmから約400nmの波長範囲の、小型で効率的な紫外線（UV）光源が、多くの適用分野にとって望ましいことがある。たとえば、殺菌UV（GUV）製品についての新興市場がある。UV C波長範囲（たとえば、約200nmから約280nmの波長。UV-Cとも呼ばれる）の光子を含むUV C光が、人間への露光に対して安全なままで、空中及び表面の病気を引き起こす病原体（airborne and surface disease-causing pathogen）を殺菌するために使用され得る。人間の安全に関して、遠UV C光（約200nmから約240nmの波長）は、皮膚表面の死細胞層、又は人間の目の涙層（tear layer）を透過することができない。具体的には、遠UV C光は、DNA及び／又はタンパク質に対する永続的な物理的損傷を効率的に引き起こし得、そのことにより、細菌、ウイルス、及び菌類の複製が防止される。したがって、人間にとって安全な遠UV C光（human-safe far-UV C light）は、人間に対する危険をほとんど、又は全く伴わずに、病気を引き起こす病原体を効果的に殺し、又は不活性化し得る。こうした波長は、角質層（表皮の死皮膚細胞（dead skin cell）の最上層）又は目の涙層によって大部分が吸収されるからである。すなわち、遠UV C波長範囲の光は、微視的病原体（細菌など）を迅速に殺し、ウイルスを不活性化することができ得るが、人間にとって害となる脅威を投げかけるほど十分に人間の皮膚を深く透過することができない。これにより、人間の存在下でUV光を使用して空気及び表面を殺菌することが可能となり得る。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、遠UV C波長範囲での動作によって課題がもたらされ得る。たとえば、遠UVでの動作のために構成され得る、入手可能な光源はほとんどない。いくつかの従来型の遠UV C光源は、過渡プラズマ内で形成されたエキシマから光を生成するガス放電ランプによって実装されている。たとえば、KrClエキシマ・ランプは222nmの光を生成し得る。他の利点の中でもとりわけ、コストを削減し、且つ／又は信頼性を向上させるために、固体遠UV C光源（solid state source of far-UV C light）（たとえば、ある場合にはリン・ベースの波長変換を使用する、発光ダイオード（LED：light emitting diode））が望ましいことがある。LEDは、広く配置され、開発された固体光源であり得るが、そのような光源は通常、動作寿命が短く、約265nm未満の放射波長での性能が不十分である。したがって、遠UV C波長範囲で放射するLEDを商業的に入手することができない。

【課題を解決するための手段】

【0005】

10

20

30

40

50

いくつかの実施例によれば、発光ダイオード（LED）が、遠UV C光を生成するように構成される、少なくとも1つのエピタキシャル層を備える半導体構造を含む。横方向の少なくとも1つのエピタキシャル層の1つ又は複数の寸法が、垂直方向の少なくとも1つのエピタキシャル層の厚さの桁以内である。

【0006】

いくつかの実施例では、半導体構造は、それぞれの電気接点をその上に有する第1及び第2の表面と、第1の表面と第2の表面との間に延び、遠UV C光を放射するように構成される少なくとも1つの側壁とを含む。

【0007】

いくつかの実施例では、少なくとも1つの側壁は、第1の表面と第2の表面との間に延びる少なくとも1つのエピタキシャル層の対向する側壁を含み、1つ又は複数の寸法は、対向する側壁の間の距離を含む。

【0008】

いくつかの実施例では、少なくとも1つの側壁が、遠UV C光をビーム又は分散パターンに向けるように構成される。

【0009】

いくつかの実施例では、少なくとも1つの側壁が、第1の表面と第2の表面との間で傾斜する。

【0010】

いくつかの実施例では、それぞれの電気接点のうちの少なくとも1つが、遠UV C光に対して少なくとも部分的に不透明である。

【0011】

いくつかの実施例では、基板は、その前面に半導体構造を含む。基板は、半導体構造がその上に形成されるネイティブ基板（native substrate）とは異なる。

【0012】

いくつかの実施例では、基板は、半導体構造の少なくとも1つの側壁に向き、半導体構造から放射された遠UV C光の伝播方向を1つ又は複数の方向に変更するように構成された1つ又は複数の光学リダイレクション構造を備える。

【0013】

いくつかの実施例では、1つ又は複数の光学リダイレクション構造が、半導体構造に隣接する基板の前面に取り付けられる。

【0014】

いくつかの実施例では、1つ又は複数の光学リダイレクション構造は基板と一体であり、半導体構造をその上に含む基板の表面が、1つ又は複数の光学リダイレクション構造に比べて凹んでいる。

【0015】

いくつかの実施例では、基板は、前面と反対側の、裏側接点をその上に有する背面と、基板を貫いて延び、半導体構造のそれぞれの電気接点のうちの少なくとも1つを裏側接点に電氣的に接続する少なくとも1つの導電性スルー・バイアとを備える。

【0016】

いくつかの実施例では、LEDには、半導体構造のネイティブ基板がない。

【0017】

いくつかの実施例によれば、発光ダイオード（LED）が、遠UV C光を生成するように構成される半導体構造であって、第1及び第2の表面を備える半導体構造と、第1及び第2の表面の少なくとも一方の上のそれぞれの電気接点と、第1の表面と第2の表面との間に延び、遠UV C光を放射するように構成される半導体構造の少なくとも1つの側壁を含む1次光抽出表面とを含む。

【0018】

いくつかの実施例では、少なくとも1つの側壁は、第1の表面と第2の表面との間に延びる半導体構造の1つ又は複数のエピタキシャル層の対向する側壁を含み、対向する側壁

10

20

30

40

50

の間の距離が約100ミクロン未満である。

【0019】

いくつかの実施例では、対向する側壁の間の距離は約50 μ m未満である。

【0020】

いくつかの実施例では、半導体構造の1つ又は複数のエピタキシャル層の厚さが約10 μ m以下である。

【0021】

いくつかの実施例では、対向する側壁の間の距離が、半導体構造の1つ又は複数のエピタキシャル層の厚さの桁以内である。

【0022】

いくつかの実施例では、少なくとも1つの側壁が、第1の表面と第2の表面との間で傾斜する。

【0023】

いくつかの実施例では、それぞれの電気接点のうちの少なくとも1つが、遠UVC光に対して少なくとも部分的に不透明である。

【0024】

いくつかの実施例では、第1及び／又は第2の表面の少なくとも一部が、遠UVC光を放射するように構成される光抽出表面を備える。

【0025】

いくつかの実施例によれば、発光ダイオード(LED)が、遠UVC波長範囲の波長を含む光を生成するように構成される半導体構造を含む。半導体構造は、それぞれの電気接点をその上に有する第1及び第2の表面と、第1の表面と第2の表面との間に延びる1つ又は複数の横方向表面とを含む。1つ又は複数の横方向表面の集合的表面積が、頂面又は底面のそれぞれの表面積の10倍以内である。

【0026】

いくつかの実施例によれば、発光ダイオード(LED)アレイが、共通支持基板と、共通支持基板の表面上に配置された、本明細書で説明される複数のLEDとを含む。光学リダイレクション構造が、共通支持基板の表面上の、複数のLEDのうちの隣接するLEDの間に設けられ得る。

【0027】

いくつかの実施例では、本明細書で説明されるLEDのいずれかの半導体構造が、UVC光を生成するようにさらに構成される。

【0028】

いくつかの実施例による他のデバイス、装置、及び／又は方法が、以下の図面及び詳細な説明を検討する時に当業者には明らかとなるであろう。上記の実施例のいずれか及びすべての組合せに加えて、すべてのそのような追加の実施例が、この説明の中に含まれ、本発明の範囲内に含まれる添付の特許請求の範囲によって保護されるものとする。

【図面の簡単な説明】

【0029】

【図1A】遠UVCスペクトルでの発光を与える従来型macroLED光源の構成を示す概略的な斜視図である。

【図1B】遠UVCスペクトルでの発光を与える従来型macroLED光源の構成を示す概略的な平面図である。

【図2A】本開示のいくつかの実施例による、遠UVC発光を与えるmicroLED光源の構成を示す概略的な斜視図である。

【図2B】本開示のいくつかの実施例による、遠UVC発光を与えるmicroLED光源の構成を示す概略的な平面図である。

【図3A】本開示のいくつかの実施例による、遠UVC光を1つ又は複数の所望の方向に向けるように構成される側壁を含むmicroLED光源の構成を示す概略的な断面図である。

10

20

30

40

50

【図 3 B】本開示のいくつかの実施例による、遠 U V C 光を 1 つ又は複数の所望の方向に向けるように構成される側壁を含む m i c r o L E D 光源の構成を示す概略的な断面図である。

【図 4 A】本開示のいくつかの実施例による、遠 U V C 光を 1 つ又は複数の所望の方向に向けるように構成される光学リダイレクション構造を含む基板上的 m i c r o L E D 光源の構成を示す概略的な断面図である。

【図 4 B】本開示のいくつかの実施例による、遠 U V C 光を 1 つ又は複数の所望の方向に向けるように構成される光学リダイレクション構造を含む基板上的 m i c r o L E D 光源の構成を示す概略的な断面図である。

【図 5 A】本開示のいくつかの実施例による、凹んだ表面と、遠 U V C 光を 1 つ又は複数の所望の方向に向けるように構成される側壁とを含む基板上的 m i c r o L E D 光源の構成を示す概略的な断面図である。

10

【図 5 B】本開示のいくつかの実施例による、凹んだ表面と、遠 U V C 光を 1 つ又は複数の所望の方向に向けるように構成される側壁とを含む基板上的 m i c r o L E D 光源の構成を示す概略的な断面図である。

【図 6 A】本開示のいくつかの実施例による、凹んだ表面と、遠 U V C 光を 1 つ又は複数の所望の方向に向けるように構成される側壁と、側壁を貫いて延びるスルー・バイア電気的接続とを含む基板上的 m i c r o L E D 光源の構成を示す概略的な断面図である。

【図 6 B】本開示のいくつかの実施例による、凹んだ表面と、遠 U V C 光を 1 つ又は複数の所望の方向に向けるように構成される側壁と、側壁を貫いて延びるスルー・バイア電気的接続とを含む基板上的 m i c r o L E D 光源の構成を示す概略的な断面図である。

20

【図 7 A】本開示のいくつかの実施例による、非ネイティブ基板上に m i c r o L E D 光源を製造する方法を示す概略的な側面図である。

【図 7 B】本開示のいくつかの実施例による、非ネイティブ基板上に m i c r o L E D 光源を製造する方法を示す概略的な側面図である。

【発明を実施するための形態】

【0030】

本開示の実施例は、（限定はしないが）空中及び表面の病気を引き起こす病原体を殺菌するための殺菌適用分野、及び様々な野外環境（f i e l d e n v i r o n m e n t）（空気、水など）での微量化学種又は生物学的種（t r a c e c h e m i c a l o r b i o l o g i c a l s p e c i e s）の検出を含む、多数の適用分野にとって望ましいことがあると同時に、人間への露光に対して安全なままであり、人間の安全規制及び要件に準拠する、遠 U V C 波長範囲（約 200 nm から 240 nm、たとえば約 207 nm から 222 nm）の電磁放射を生成するデバイスを提供する。本明細書では、「遠 U V C」又は「F a r U V C」波長帯又は波長範囲は、（放射が大気中で非電離となるような）約 200 nm 超、且つ約 240 nm 未満、たとえば約 200 nm から 230 nm の波長を指す。

30

【0031】

具体的には、本開示の実施例は、電磁スペクトルの遠 U V C 部分、具体的には約 240 nm 未満の波長の光を放射する無機 L E D の性能（すなわち、光出力）を高めるための構成を提供する。いくつかのカスタム・デザイン L E D 及び研究所が、260 から 230 nm 付近までの波長を有する L E D を実証しているが、そのようなデバイスの効率は急速に低下し、したがって商業的に実行可能ではないことがある。

40

【0032】

いくつかの課題により、約 250 nm 未満の波長の光を放射するように構成される L E D の開発が妨げられ得、その多くが、デバイスから光を抽出することに関連し得る。実際に、U V C L E D の外部量子効率（E Q E）は、光を抽出することの困難のために 10 % 未満のままであり得る。

【0033】

そのような 1 つの課題は、頂部及び底部電気接点に関連し得る。具体的には、電氣的ド

50

ーピング・レベルが増大するにつれて、より短い波長範囲（たとえば、約200nmから230nm又は240nm）の光についての光透過性と共に、LED p-n接合のp側に対する接点（p接点とも呼ばれる）を形成することが難しいことがある。すなわち、抵抗を低減する（効率を向上させる）ためにより高いドーピングが必要となり得るが、より高いドーピング・レベルは光透過性を低下させ得、それにより、電気接点による吸収のために、光子がLEDから出ることがより難しくなり得る。それにより、接点の非透過性のために効率が影響を受け得る。本明細書で説明される実施例は、高いドーピング・レベルの必要、又は表面を通じて光子を抽出する必要を軽減し得る、設計変更を含む兼ね合いが、LEDの効率に恩恵を与え得ることを認識する。

【0034】

波長を低減することに伴う別の課題は、LEDの内部で生成される光の指向性に関連し得る。たとえば、AlGaIn材料のアルミニウム含有量が増大するにつれて、バンド・ギャップが増大し得る（且つ、生成された光の放射波長が低減し得る）。こうした変化に付随することは、材料内部の光学遷移双極子（optical transition dipole）がますます（半導体材料の結晶面に対して）垂直となり得る状況に向かう、光子の等方的生成の逸脱であり得る。遷移双極子が理想的な垂直双極子に近づくほど、光子の生成がより異方性となる。TE（transverse electric）偏光がInGaIn/GaNベースの青色LEDでは支配的となり得るのに対して、TM（transverse magnetic）偏光がAlGaIn/GaN UV LEDでは支配的となり得る。より明確には、放射波長が低下するにつれて、LED内部で生成される光が、半導体材料の活性領域（すなわち、量子井戸）の平面に対して横方向の角度で支配的に（すなわち、より高い輝度で）伝播し得る。横方向の角度で（すなわち、全内反射（TIR）についての臨界角以内で）伝播する光は、縁部に導波される可能性がより高く、デバイスの頂面又は底面から外に放射される可能がより低い。本明細書では、伝播は、半導体材料内又は外の光（又は光子）の移動方向を指すことがあり、放射は、半導体材料からの光（又は光子）の出力を指すことがある。さらなる混乱させる性能、光子が巨視的LEDの縁部に到達するための長さスケールは、光子が頂面又は底面に到達するための距離よりも数千倍も大きいことがある。

【0035】

本開示の実施例は、（i）設計を単純化し、内部量子効率（IQE）を向上させ、したがって全効率を向上させ得る、頂部又は底部（たとえば、p）電気接点についての光透過性又は光吸収に関する制限を除去することと、（ii）約240nm未満の波長についてAl組成がAlGaIn多重量子井戸で増大するにつれて、短波長の光が横方向の角度で半導体材料を通じて支配的に伝播し、それによってEQEが著しく増大し得ることを利用して、光抽出表面までの光路を短縮することによって短波長の光（具体的には、遠UV C光などの約240nm未満の波長）について生じ得る偏光問題に対処することにより、上記及び他の問題に対処し得る。この課題は光抽出効率（LEE：Light Extraction Efficiency）と呼ばれることがあり、 $EQE = IQE \times LEE$ である。それによって、本開示の実施例はIQE及びLEEを向上させ、EQEの全体的な改善が得られ得る。

【0036】

本明細書で説明される本開示の実施例は、現況技術のマクロスケールLED設計（本明細書では巨視的LED又はmacroLEDと呼ばれることがある）に勝る性能向上を実現するための、それぞれの個々のLED（本明細書ではmicroLED又はμLEDと呼ばれることがある）についてのマイクロスケール寸法の使用に関する。幾何形状から利点が導き出され得る：微視的横方向寸法（すなわち、その微視的厚さ寸法の1桁又は2桁違い以内）を有するLEDを製造することにより、LEDの縁部の相対的寄与がずっと高くなり得る。さらに、より短い長さスケールのために、平均接触抵抗が低減され得る。本明細書で説明される実施例は、AlGaIn半導体材料、例として、限定はしないがAlGaIn材料に基づくUV C又は遠UV C LEDに特に適しており、他の材料でも実装され

10

20

30

40

50

得る。そのような材料は、（限定はしないが）窒化ホウ素（BN）、窒化ガリウム（GaN）、炭化ケイ素（SiC）、窒化アルミニウム（AlN）、又は遠UV Cスペクトルでの発光を与えるように構成された他のIII族窒化物又は固体半導体材料を含み得る。

【0037】

図1A及び1Bは、それぞれ、遠UV Cスペクトルでの発光105を与える従来型LED光源の構成を示す斜視図及び平面図である。具体的には、図1A及び1Bは、半導体材料100'の頂面及び底面にそれぞれの電気接点1、2（たとえば、n接点及びp接点）を有する半導体材料100'（たとえば、AlGaN層）を含む従来型巨視的LED10を示す。巨視的LED10は、巨視的LED10の厚さTよりも大きい（たとえば、数十倍又は数千倍）、（たとえば、x軸又はy軸に沿った）長さ寸法を有する。たとえば、厚さTは約50µm以下であり得、（たとえば、x方向に沿った）長さ寸法は約1ミリメートル（mm）以上であり得る。したがって、巨視的LED10は通常、光抽出表面としての頂部（又は底部）表面から出る光を結合するように構成される。しかしながら、たとえば、LED半導体材料100'内で生成される遠UV C光105の指向性（たとえば、水平方向又は横方向に沿ってより高い輝度を有する）、及び遠UV C光105に対する電気接点1、2の透過性の程度又は量に関する困難のために、そのようなアウトカップリングは遠UV Cスペクトルの光にとって挑戦となり得る。具体的には、前述のように、所望の電気的特性（たとえば、低抵抗）と所望の光学的特性（たとえば、遠UV Cスペクトルの光に対する透過性）のどちらも有するp接点1を形成することは難しいことがある。

【0038】

本開示の実施例は、上記及び／又は他の課題に対処し、且つ／又は課題を取り除き得る、LEDの横方向長さスケール（たとえば、x方向及び／又はy方向）が削減される「マイクロ」LEDを提供する。図2A及び2Bは、それぞれ、本開示のいくつかの実施例による、遠UV C光105を与えるmicroLED光源20の構成を示す斜視図及び平面図である。主に遠UV C光の生成を参照しながら説明されるが、microLED光源の光出力105は、遠UV C波長範囲に限定されず、いくつかの実施例は、より広いUV C波長範囲の波長を含む光（本明細書ではUV C光とも呼ばれる）を含み得、又はその光を生成するように構成され得る。

【0039】

図2A及び2Bは、図1A及び1Bに示されるmacroLED10と比べた違いを含む、本開示のいくつかの実施例によるmicroLED20を示す。どちらのケースでも、LED10、20の厚さは、半導体構造100'、100の厚さT、tによって決定され得る。本開示のいくつかの実施例によるmicroLED20では、厚さtは、約0.1マイクロメートル（µm）から約20µm、たとえば約0.1µmから約10µm、又は約0.5µmから約5µmの範囲であり得る。本明細書では、半導体構造100は、遠UV C光105とも呼ばれる、遠UV C波長範囲の光を生成するように構成された1つ又は複数の半導体材料層を含み得る。半導体材料は、ソース基板又はウェハ（本明細書ではネイティブ基板と呼ばれる）上に形成（たとえば、エピタキシャル成長）され得、いくつかの実施例では、ソース基板又はウェハは、本明細書で説明されるLED光源から除去されることがあり、又は除去されないことがある。

【0040】

図1A及び1Bに示される巨視的LED10では、エピタキシャル層の（たとえば、x方向及び／又はy方向に沿った）横方向寸法が、約1000:1を超える比率で厚さTを超え得る。LED材料は通常、放射される光子を再吸収し得るので、このことにより、面内で放射される光子について課題が引き起こされ得る。光子が半導体構造100'の縁部又は側壁15に到達する確率は、（a）縁部までの距離、及び（b）この向きの遷移双極子の相対的強度と共に指数関数的に低下し得る。この問題のために、巨視的LED10は、こうした表面を通じてLEDから出る光の結合を高めるために、頂面及び／又は底面1、2にフィーチャを含み得る。そうすることにより、LEDからの光の抽出効率が向上し得る（ただしフォトリック抽出効率 = EQE / IQE）。

【0041】

図1A及び1Bに示される巨視的LED10とは対照的に、本開示のいくつかの実施例によるmicroLED20は、（たとえば、横方向に対して垂直な図の垂直（z）方向の）デバイス半導体発光層の厚さとほぼ同じスケールの（たとえば、水平（x及び／又はy）方向の、或いは図の接点110、120の表面に沿った）1つ又は複数の横方向寸法を有する半導体発光層（たとえば、エピタキシャル層）を有し得る。横方向寸法は、半導体発光層によって画定される形状に応じて、長さ、幅、直径、長軸などを指すことがある。すなわち、本明細書で説明されるmicroLEDは、垂直方向のその厚さ寸法t程度（たとえば、未満、超、又はほぼ等しいを含む、同じ桁数を有する、又は少なくとも1桁違い以内、又は少なくとも2桁違い）の、横方向の1つ又は複数の寸法x、yを有するエ

10

【0042】

そのような横方向寸法の利点は、アウトカップリングのためにデバイスの縁部又は側壁に到達するまでに所与の光子が移動しなければならない物理的距離が、いくつかの巨視的設計よりも短い桁数であり得るという認識から生じ得る。図2A及び2Bに示されるように、半導体構造100は、（図では水平方向又は横方向に沿って示される）半導体材料の活性領域に対してほぼ横方向の角度で支配的に伝播する、遠UV C波長範囲の光子を生成するように構成される。図2A及び2Bの破線で示されるように、生成される遠UV C光105の輝度は、横方向からの逸脱と共に著しく低下する。microLED20の半導体活性層の横方向寸法は、半導体構造100の1つ又は複数の側壁115の光抽出表面115での光子（すなわち、遠UV C光105）の出力のための光路長を短縮するように構成される。本開示のいくつかの実施例による、横方向寸法x、yを有するエ

20

30

【0043】

より具体的には、図2A及び2Bは、第1の表面101と、第2の表面102と、第1及び第2の表面101、102上のそれぞれの電気接点110、120（たとえば、n接点及びp接点）とを含む半導体構造100を示す。少なくとも1つの側壁115が、第1の表面101と第2の表面102との間に延び、遠UV C光105を放射するように構成される1次光抽出表面115を与える。いくつかの実施例では、半導体構造100のエピタキシャル層の複数の（たとえば、対向する）側壁115が1次光抽出表面115を与え得、横方向に沿った対向する側壁115の間の距離が、垂直方向に沿った半導体構造100のエピタキシャル層の厚さt程度（たとえば、1桁又は2桁違い以内）であり得る。たとえば、横方向に沿った対向する側壁115の間の距離は、約100ミクロン未満（たとえば、約50μm未満、又は約1から10μm）であり得る。したがって、1次光抽出のための側壁又は横方向表面115を含むMicroLED20は、縁部発光デバイス（edge-emitting device）と見なされ得る。

40

【0044】

1次光抽出表面115として半導体構造100の側壁又は横方向表面115を参照しながら本明細書で説明されるが、本開示の実施例は側壁又は横方向表面115のみからの光抽出に限定されないことを理解されよう。たとえば、いくつかの実施例では、それぞれの

50

電気接点 110、120 をその上に有する第 1 及び／又は第 2 の表面 101、102 の少なくとも一部も、遠 UV C 光 105 を放射するように構成される光抽出表面を与え得、したがって 2 次光抽出表面を与え得る。

【0045】

そのような横方向寸法の利点は、microLED の横方向縁部（たとえば、頂面及び／又は底面の表面積と比べた microLED の両端）が寄与する表面積の相対量が、マクロ LED の場合（頂面／底面が横方向縁部よりかなり大きい表面積を有する場合）よりもずっと高くなり得るという認識からも生じ得る。たとえば、約 $1\mu\text{m} \times 1\mu\text{m}$ から約 $50\mu\text{m} \times 50\mu\text{m}$ の横方向寸法を有する microLED は、約 1 から約 $2500\mu\text{m}^2$ の頂面積又は底面積、及び約 0.1 から約 $2000\mu\text{m}^2$ の集積的面積を有する横方向表面 115 を有し得る。したがって、いくつかの実施例では、半導体構造 100 の 1 つ又は複数の横方向表面 115 の集積的表面積は、半導体構造 100 の頂面又は底面のそれぞれの表面積の 10 倍以内（たとえば、約 5 倍以内、又は約 5 倍から 10 倍以内）であり得る。すなわち、本明細書で説明される microLED は、その厚さ寸法 t 程度（たとえば、1 桁違い以内、又は 5 倍以内）の 1 つ又は複数の横方向寸法 x 、 y 、及び／又はその頂面積／底面積程度の横方向縁部表面積を有するエピタキシャル層を含み得る。

10

【0046】

さらに、発光に対するデバイスの横方向縁部表面の寄与を増大させることにより、本開示のいくつかの実施例による microLED は、電流が導入される表面（通常は、電気接点 110、120 をその上に有する頂面及び底面 101、102）から光子抽出表面を分離し得る。したがって、（効率のための）光透過性と、ドーピング・レベル（すなわち、接触抵抗）との間の兼ね合いの問題が完全に回避され得、それによって遠 UV C スペクトルでの効率の改善が実現される。いくつかの実施例では、電気接点 110、120 の 1 つ又は複数の、半導体構造 100 に対する電気抵抗及び／又はオーム接触の低減を実現するために、光透過性要件のない材料及び／又はドーピング・レベルから形成され得る。具体的には、電気接点 110、120 のうちの 1 つ又は複数の、遠 UV C 光 105 に対して部分的に（たとえば、10% 超、25% 超、又は 30% 超）、又は実質上（たとえば、50% 超、75% 超、又は 90% 超）、又は完全に（100%）不透明であり得る。すなわち、本明細書で説明される横方向光抽出表面 115 を含む microLED は、より高い光抽出効率と、電気抵抗の低減を共に達成するように、（半）不透明電気接点 110 及び／又は 120 の使用を可能にし得る。

20

30

【0047】

たとえば、半導体接点では、電気抵抗は接触抵抗（オーム cm^2 ）／面積（ cm^2 ）を含み得る。本明細書で説明される LED の横方向寸法 x 、 y を削減することにより、面積（ cm^2 ）が数桁削減され得、それにより接触抵抗が増大し得る。これにより課題が引き起こされ得るが、本明細書で説明される microLED は、デバイスの 1 つ又は複数の側壁 115 に 1 次光抽出表面を与え得、それにより、光透過性要件によって制限されない電気接点が可能となり得（たとえば、電気接点は遠 UV C 光に対して部分的に、又は完全に不透明であり得る）、それにより、抵抗を低減することが可能となり、さらに任意のドーピング・レベルでも効率が改善され得る。いくつかの実施例は、（頂面及び／又は底面からの発光についての macroLED の電気接点についての光透過性要件のために）いくつかの macroLED で達成可能であり得るものより少ない（たとえば、2 分の 1 未満、10 分の 1 未満）の接触抵抗を有する遠 UV C 発光 LED を提供し得る。たとえば、本明細書で説明される、遠 UV C 光に関して実質上、又は完全に不透明である電気接点 110、120 を含む遠 UV C 発光 LED は、いくつかの実施例では、約 3×10^{-3} オーム／ cm^2 未満の接触抵抗を有し得る。

40

【0048】

図 2A 及び 2B は、本開示の一般的な実施例、具体的には、より短い長さ／横方向寸法（たとえば、microLED のエピタキシャル層が $500\mu\text{m}$ 未満（たとえば、約 $100\mu\text{m}$ 未満、約 $50\mu\text{m}$ 未満、又は約 1 から $10\mu\text{m}$ ）、又はその厚さ程度の 1 つ又は複

50

数の横方向寸法 x 、 y を有する場合) の本発明の概念を示す。追加の例示的实施例は、(限定はしないが) (頂面ではなく) microLED の底面に p 接点を設け、(底面ではなく) 頂面に n 接点を設けること、半導体構造 100 の頂面及び底面のブランケット・カバレッジによって p 接点及び n 接点を形成するのではなく、 microLED の頂面及び底面に (たとえば、半導体構造 100 のエピタキシャル層の頂面及び底面の表面積の全体未満に) p 接点及び n 接点をパターンニングすること、遠 UV C スペクトルの発光を与えるように構成された、六角晶窒化ホウ素、窒化ガリウム (GaN)、炭化ケイ素 (SiC)、純窒化アルミニウム (AlN)、他の III 族窒化物、固体半導体材料などの材料から、半導体構造 100 のエピタキシャル層を形成すること、最大約 $100\mu\text{m}$ の少なくとも 1 つの横方向寸法を与えること、及び/又は半導体構造 100 のネイティブ成長基板の除去 (すなわち、本明細書では非ネイティブ基板とも呼ばれる、半導体構造 100 が形成されたネイティブ成長基板とは異なる基板上に半導体構造 100 を設けること) のうちの 1 つ又は複数を含み得る。本明細書で説明される、 microLED 構成 (たとえば、20、30、30、40、40b、50、60a、60b、70) のいずれかに基づく本開示の実施例による光源が、大型のアレイ (たとえば、数百、又は数千、又は数万個の microLED) 内に含まれ得、アレイ内の microLED の数が、光源から出力される全体の所望の光の量を実現するために選択され得ることも理解されよう。

10

【0049】

本明細書で説明される別の実施例は、性能を改善又は変更するための、図 2A 及び 2B に示される microLED デバイスのいくつかの要素の例示的な修正を示す。たとえば、図 3A 及び 3B は、本開示のいくつかの実施例による、遠 UV C 光 105 を 1 つ又は複数の所望の方向に向けるように構成される側壁 115' を含む microLED 光源 30a、30b の構成を示す概略的な断面図である。

20

【0050】

具体的には、図 3A 及び 3B では、 microLED 30a、30b の半導体構造 100 は、傾斜し、又は角度の付いた (すなわち、電気接点 110、120 をその上に有する表面 101、102 に対して非垂直の) 側壁又は横方向表面 115' を含む。側壁又は横方向表面 115' は、アレイの平面から上方に (たとえば、ネイティブ基板 300a 又は非ネイティブ基板 300b から離れる方向に) 遠 UV C 光 105 を向けるように最適化され、或いは構成され得る。いくつかの実施例では、それぞれの側壁 115 は、いくつかの実施例では複数の傾斜角を含み得る (たとえば、半導体構造 100 の頂面と底面の間に延びるときに多面的であり得る)。別の実施例では、側壁は、光の出力割合を向上させ、又は出力される光の遠距離場パターン角度分布を修正するために、より複雑な構造を有し得る。1 つ又は複数の所望の方向への遠 UV C 光 105 の放射のための側壁 115 の修正の別の実例が、(たとえば、半導体材料の 1 つ又は複数の結晶軸に対してオフカットされる側壁 115' を設けることによって) 半導体材料の結晶の向き、及び/又は側壁の表面粗さを変動させ、又は変更することによって達成され得る。 microLED の側壁 115' に対する光学的修正が、たとえば側壁 115' 上に被覆又はパターン 315 を設けることによって、(図 3B に示されるように) 光を特定の分布パターン 105p に拡散し、又は (図 3A に示されるように) 光をビーム 105b として向け、若しくは光をビーム 105b 内に向けるように最適化され、或いは構成され得る。より一般には、半導体構造 100 の側壁 115' のうちの 1 つ又は複数が、遠 UV C 光 105 をビーム 105b 又は分散光パターン 105p に向ける光抽出表面を与えるように構成され得る。

30

40

【0051】

いくつかの実施例では、図 3A に示されるように、 microLED 30a が、半導体構造 100 の半導体材料のエピタキシャル成長のために使用されたネイティブ基板 300a (たとえば、 AlN 、サファイア、 GaN 、又は他の基板) 上に設けられ、ネイティブ基板 300a によって支持され得る。別の実施例では、 microLED 30b が、 LED 半導体材料又は構造 100 がその上で成長又は形成された材料又は基板 (たとえば、ソース・ウェハ) とは異なる非ネイティブ基板 300b (たとえば、シリコン基板又は他の

50

基板)上に設けられ、非ネイティブ基板300bによって支持され得る。そのネイティブ基板300a(たとえば、ソース・ウェハ)から非ネイティブ支持基板300bにmicroLEDを移送することが、いくつかの実施例ではマイクロトランスファー・プリンティングによって実施され得るが、本明細書で説明される実施例は様々な製造方法を含み得、何らかの特定の製造方法に限定されないことがあることを理解されよう。

【0052】

図4A及び4Bに示されるような本開示のさらに別の実施例は、支持基板300a、300b上に設けられ、又は支持基板300aによって設けられる反射型又は他の光学リダイレクション構造415がmicroLED20、30a、30bに付随する構成を含み得る。具体的には、図4A及び4Bは、本開示のいくつかの実施例による、光学リダイレクション構造415a、415b(集合的に415)を含む基板300a、300b上のmicroLED光源20の構成40a、40bを示す概略的な断面図である。図2A及び2BのmicroLED20を使用して様々な構成を参照しながら以下で説明されるが、図示されるmicroLED20が、本開示の実施例による、他のmicroLED構成(たとえば、ネイティブ又は非ネイティブ基板300a、300b上の傾斜した側壁115'を有するmicroLED30a、30b)で置き換えられ得ることを理解されよう。

【0053】

光学リダイレクション構造415は、半導体構造100の側壁によって設けられる光抽出表面115に面する(たとえば、半導体構造100に隣接する非ネイティブ基板の前面300fに取り付けられた)基板300a、300b上に配置され、光抽出表面115から出力される遠UV C光105の伝播方向を変更するように構成される。たとえば、光学リダイレクション構造415は、遠UV C波長範囲の光に対して反射性であり得、microLEDの横方向縁部から出力された遠UV C光105を1つ又は複数の所望の方向に、又は所望の角度遠距離場パターンで向けるように形成され、或いは構成され得る。

【0054】

図4Aは、光学リダイレクション構造415aが、横方向に放射された光をmicroLEDから(支持基板300a、300bから上方且つ離れるように示される)1つ又は複数の異なる方向に向け直し、制御された照射パターン(たとえば、ビーム105b又は所望の分散光パターン105p)を与えるように構成される、比較的平面の、又は平滑な角度の付いた縁部表面と共に製造される、パターンニングされた反射構造(たとえば、アルミニウム構造)である、例示的構成40aを示す。図4Bは、光反射構造415bが、横方向に放射された光を、microLEDから、支持基板300a、300bから離れる1つ又は複数の方向の不規則な、或いは非一様な照射パターンに向け直すように、非一様又は非対称な表面を含む、パターンニングされた反射構造(たとえば、アルミニウム構造)である、例示的構成40bを示す。支持基板300a、300bは、ネイティブ基板(たとえば、AlGaN半導体構造用のサファイア基板)又は非ネイティブ基板(たとえば、シリコン基板)であり得る。図4A及び4Bの実例40a、40bでは、光学リダイレクション構造415が、支持基板300a、300bとは異なる材料から形成され、(たとえば、マイクロトランスファー・プリンティング又は他の技法を使用して)支持基板300a、300bの表面上に配置されるように示されているが、本開示の実施例はそうに限定されない。

【0055】

たとえば、本開示の別の実施例は、支持基板の頂面に追加のフィーチャを追加することが不要となり得るように、光学リダイレクション構造又は光リダイレクション構造を支持基板自体に組み込む。図5A及び5Bは、本開示のいくつかの実施例による、凹んだ表面500rと、遠UV C光105を1つ又は複数の所望の方向に向けるように構成される、隣接する側面500sを含む基板500上のmicroLED光源20の構成50を示す概略的な断面図である。したがって、基板500の側面500sは、基板500と同一の、基板500と一体の材料で形成される光学リダイレクション構造415'を与え得、

基板 500 の表面は、1 つ又は複数の光学リダイレクション構造 415 ' に比べて凹んだ半導体構造 100 をその上に含む。

【0056】

たとえば、(基板 500 の凹んだ表面 500 r 又は「ピット」を画定する、反転した台形又は「ピラミッド」構造を参照しながら、例として以下の図 5 A 及び 5 B に示される) 光リダイレクション構造が、ピット内部の凹んだ表面 500 r 上に microLED デバイス 20 を配置又は構成する前に、非ネイティブ基板 500 (たとえば、シリコン又は他の支持ウェハ) の頂面に形成され、或いは頂面上に設けられ得る。具体的には、非ネイティブ基板 500 は、(たとえば、1 つ又は複数の選択又は等方性エッチング・プロセスによって) パターニングされ、凹んだ表面 500 r 及び周囲の側面 500 s が形成され得、

10

【0057】

図 5 A 及び 5 B に示されるように、反転したピラミッド構造の側面 500 s が、(凹んだ表面に対して) それぞれの角度で形成され、microLED 20 の縁部から放射される光を平面の外に向け、或いは遠 UV C 光 105 の伝播方向を横方向から離れるように変更するように構成される光学リダイレクション構造 415 ' が形成される。たとえば、側面 500 s は、発光の横方向に対して約 45 度以下の角度が付けられ得る。支持基板 500 及び／又はその上の 1 つ又は複数の層の材料は、遠 UV C 波長範囲の光に対して反射性となるように構成され得る。いくつかの実施例は、(たとえば、効率及び／又は方向に

20

【0058】

具体的には、図 5 A は、基板 500 (たとえば、シリコン基板) の頂面に対して深さ d で 1 つ又は複数の凹んだ表面 500 r を選択的に形成するために、マスク 501 (たとえば、酸化物又は窒化物マスク) 及びエッチング・プロセス(たとえば、TMAH 又は対応する等方性エッチング・プロセス) が使用され得ることを示す。凹んだ表面 500 r は、基板 500 の頂面に形成された開口の幅 W_{top} よりも狭い幅 W_{bottom} を有し得、シリコン基板 500 の {100} 結晶面又は $\langle 100 \rangle$ 結晶方向に沿って延び得る。エッチング・プロセスが、凹んだ表面に隣接し、又は凹んだ表面を取り囲み、凹んだ表面 500 r に対して傾斜して、基板 500 m の {111} 結晶面又は $\langle 111 \rangle$ 結晶方向に沿って延びる、シリコン基板 500 内の側面 500 s を形成し得る。側面 500 s の形状は、図 5 A に示される事例に限定されず、より一般には、microLED 20 の 1 次光抽出表面 115 に面する光学リダイレクション構造 415 ' を画定するために支持基板 500 内にエッチングされ、或いはパターニングされ、microLED 20 から放射された遠 UV C 光 105 の伝播方向を 1 つ又は複数の方向に変更するように構成され得る任意のフィーチャを含み得る。

30

【0059】

図 5 B は、基板 500 の凹んだ表面 500 r 上の microLED 20 の構成又は配置を示す。microLED 20 は、凹んだ表面 500 r の中心に(すなわち、それぞれの側面 500 s に対してほぼ等しい距離で) 構成され、又は図示されるように側面 500 s のうちの 1 つに向かって偏位し得る。基板 500 のパターニングされた表面上に microLED を構成又は配置するためのプロセスは、たとえばマイクロトランスファー・プリンティングであり得るが、本明細書で説明される実施例は何らかの特定の製造方法に限定されないことを理解されよう。さらに、いくつかの実施例は、各ピット内部の凹んだ表面 500 r 上に単一の microLED を設け得るが、別の実施例は、それぞれのピット内部の凹んだ表面 500 r 上に複数の microLED を設け得(たとえば、それによってそれぞれの凹んだ表面 500 r は、1 つ又は複数の microLED をその上に含む)、光抽出表面 115 が、基板 500 の側面 500 s によって形成された光学リダイレクシ

40

50

ン構造 415' に向く。

【0060】

さらに別の実施例は、支持基板 500 を貫いて延びる導電性スルー・バイア 611 によって、導電性 microLED 20 の電気接点 110、120 に対する 1 つ又は複数の電氣的接続を設け得る。図 6 A 及び 6 B は、本開示のいくつかの実施例による、凹んだ表面 500 r と、遠 UV C 光 105 を 1 つ又は複数の所望の方向に向けるように構成される側面 500 s と、側面 500 s を貫いて延びるスルー・バイア 611 電氣的接続とを含む基板 500 上の microLED 光源 20 の構成 60 a、60 b を示す概略的な断面図である。

【0061】

図 6 A 及び 6 B に示されるように、基板 500 は、microLED 20 をその上に有する前面 500 f と反対側の背面 500 b を含む。背面 500 b は、1 つ又は複数の裏側接点 610、620 をその上に含み、裏側接点 610、620 は、基板 500 及び／又は他の導電性相互接続 612 を貫いて延びる 1 つ又は複数のスルー・ウェハ・バイア 611 (本明細書では導電性スルー・バイア 611 とも呼ばれる) によって、microLED 20 のそれぞれの電気接点 110、120 (たとえば、n 接点及び p 接点) に電氣的に接続される。図 6 A は、接点当たり単一のスルー・バイア 611 を含む構成 60 a を示し、この実例では、スルー・バイア 611 は、microLED の n 型接点又は N 端子と接触する。図 6 A に示されるように、いくつかの実施例は、スルー・バイアの頂部に直に microLED 20 を設け得る。別の実施例では、図 6 B に示されるように、複数のスルー・ウェハ・バイア 611 が基板 500 を貫いて延び、microLED 20 の N 端子と P 端子の両方に対する電気接点を設ける。図 6 A 及び 6 B に示されるように、層間誘電体 (ILD) 615 (又は遠 UV C 光 105 に対してほぼ透明な他の非導電性被覆) が、電氣的短絡を防止する目的で、microLED 20 の側壁 115 を電氣的に絶縁するために設けられ得る。別の実施例は、他の実装、たとえばワイヤ・ボンディングを使用して、頂部電気接点 (たとえば、p 接点) に対するアクセス及び電氣的接続を設け得る。

【0062】

より一般には、スルー・バイア 611 は、microLED 20 をその上に有する支持基板 500 の前側と後側の間に電氣的接続を設け得る。図 6 A 及び 6 B に示される実例 60 a、60 b では、スルー・バイア 611 は、図 5 A 及び 5 B の反転したピラミッド又はピット構造を含む基板 500 と組み合わせて実装されるが、スルー・バイア 611 が本明細書で説明される基板 (たとえば、300 a、300 b) のいずれとも組み合わせて使用され得ることを理解されよう。

【0063】

図 7 A 及び 7 B は、本開示のいくつかの実施例による、非ネイティブ基板 500 上に microLED 光源 20 を製造する方法を示す概略的な側面図である。図 7 A 及び 7 B に示されるように、いくつかの実施例では、マイクロトランスファー・プリンティング技法が、共通支持基板 500 上に (たとえば、数百個又は数千個を含む) microLED のアレイを製造するためのアセンブリ方法として使用され得る。マイクロトランスファー・プリンティングでは、(microLED) デバイスが、そのネイティブ基板から除去され (すなわち、半導体構造 100 がその上に形成されるネイティブ基板から解放され)、エラストマー・スタンプ又は他のスタンプを使用して、異なる基板又は非ネイティブ基板 500 上に配置又は「印刷」され得る。

【0064】

具体的には、図 7 A は、アセンブリの前に、非ネイティブ支持基板 (たとえば、300 b、500) が設けられることを示す。非ネイティブ基板 300 b、500 は、1 つ又は複数の microLED を支持するように構成される前面 300 f、500 f と、前面 300 f、500 f と反対側の背面とを含み得る。前面 300 f は、ほぼ平面の表面であり得、いくつかの実施例では、光学リダイレクション構造 415' は、microLED 20 から出力された遠 UV C 光 105 の伝播方向を、基板から離れる 1 つ又は複数の方向に

10

20

30

40

50

向け直すように、基板 300b の前面 300f の、隣接する microLED20 の間に構成又は配置され得る。別の実施例では、図 7A に示されるように、非ネイティブ基板 500 の前面 500f は、1 つ又は複数の microLED20 から出力された遠 UV C 光 105 の伝播方向を、基板 500 から離れる 1 つ又は複数の方向に向け直すように構成される、突き出た側面 500s によって囲まれる複数の凹んだ表面 500r 又はピットを含む複合表面であり得る。

【0065】

図 7A をさらに参照すると、スタンプは、1 つ又は複数の microLED20 をその上に除去可能に接着するような寸法のそれぞれのポストを含み得る。いくつかの実施例では、前述のような複合基板又はパターニングされた基板 500 上への microLED20 のマイクロトランスファー・プリンティングを実施するために、エラストマー・トランスファー・スタンプが構成及び／又は最適化され得る。具体的には、エラストマー・トランスファー・スタンプ 700 は、側面平滑で平坦な基板上へのマイクロトランスファー・プリンティングのために通常は使用され得るエラストマー・スタンプ又はポストの形状とは異なり得る、凹んだ表面 500r 又はその中のピットを囲む基板 500 の突き出た側面 500s の間に延びるのに十分なクリアランスを与える高さ及び／又は先細りのプロファイルを有するポストを含み得る。

【0066】

たとえば、本開示のいくつかの実施例によるスタンプ・ポストは、反転したピラミッド又は他のパターニングされた、又は非平面の基板幾何形状のものを（ほぼ）引き写し、或いはそれに対応するように成形され得る。図 7A 及び 7B に示されるスタンプ構成は、たとえば、パターニングされた、又は他の非平面の基板 500 のトポロジに適合するように、スタンピング表面に向かって先細りになる、（頂部の）より広い「ベース」を有する、十分な強度を維持する全体的により高いポストを可能にし得る。図 7B に示されるように、スタンプの先細りのポストは、microLED20 をスタンプのポストから、基板 500 の凹んだ表面 500r に、いくつかの例では、前面 500f 上の、又は前面 500f に露出した導電性スルー・バイア 611 又は他の導電性相互接続上に直に転写するように、パターニングされた基板 500 の寸法に適合し得る。したがって、いくつかの実施例では、microLED は、（複合）支持基板 500 のトポロジに合致し、又はほぼ対応するようにそのポストが設計され、或いは構成されるエラストマー・スタンプを使用して、非ネイティブ支持基板 500 に転写され得る。

【0067】

（マイクロトランスファー・プリンティング又は他の手段によって）本明細書で説明されるように microLED20 を非ネイティブ支持基板 500 に転写することは、少なくとも、そのネイティブ基板上に複数の microLED20 のアレイを設けることが管理しにくいことがあるために、有利であり得る。たとえば、ネイティブ基板は通常、約 400 μm の厚さであり得るが、各 microLED20 は、約 10 μm のそれぞれの横方向寸法を有し得、その結果、アスペクト比が望ましくないものとなり、且つ／又は基板面積の密度又は使用率が不十分なものとなり得る。さらに、ワイヤ・ボンドのための各 microLED20 の頂部の面積が不十分となり得る（ワイヤ・ボンドは通常、50 μm ～ 75 μm の幅の金属ボンド・パッドを必要とする）。対照的に、本明細書で説明される共通非ネイティブ支持基板 300b、500 上に設けられる microLED は、非ネイティブ基板 300b、500 の表面内及び／又は表面上のスルー・バイア 611 及び／又は他の導電性相互接続 612（薄膜相互接続を含む）によって接続され得る。非ネイティブ基板 300b、500 は、いくつかの実施例では遠 UV C 光に対して光学的に透明であり得る。

【0068】

本開示のいくつかの実施例によれば、約 100 ミクロン未満の 1 つ又は複数の横方向寸法 x、y を有する microLED（ μLED とも呼ばれる）が、低い（たとえば、遠 UV C）波長でより高い光効率を実現し得、その結果、（限定はしないが）以下のうちの 1

つ又は複数に基づく、又は1つ又は複数を含むより高い出力が得られ得る：より高い光抽出効率；その厚さ t 程度の、半導体材料の縁部までの、又は対向する縁部の間のより短い距離（すなわち、より高い全周－面積比（*perimeter to area ratio*））；頂面／底面の電気接点110、120についての透過性要件の低減（又は解消）を可能にする、頂面又は底面を貫くのではなく、LEDの横方向表面115（側壁又は縁部）を貫く、かなりの、又は大部分の光抽出；及び電気接点110、120がその上に設けられる半導体構造100のエピタキシャル層の表面101、102の横方向寸法 x 、 y の短縮による、電気接点110、120の電気抵抗の低減。

【0069】

いくつかの実施例では、microLEDは、わずか $1\mu\text{m}$ から $20\mu\text{m}$ もの長さまでの横方向寸法（たとえば、 $1\mu\text{m}\times 1\mu\text{m}$ 、 $2\mu\text{m}\times 2\mu\text{m}$ 、 $3\mu\text{m}\times 3\mu\text{m}$ 、 $10\mu\text{m}\times 10\mu\text{m}$ 、又は $20\mu\text{m}\times 20\mu\text{m}$ ）、したがって約4もの高さ、又はわずか約0.2の全周－面積比を有し得る。

【0070】

いくつかの実施例では、基板（たとえば、ネイティブ基板）が、（たとえば、フリップ・チップ技法を介して）半導体構造100の底面又は頂面を貫く光抽出のために除去され得る。いくつかの実施例では、半導体構造100の頂面及び／又は底面は、光抽出フィーチャがほぼないものであり得る。

【0071】

いくつかの実施例では、本明細書で説明される複数のmicroLEDが、アレイ構成で非ネイティブ基板の表面上に配置され、電氣的に接続され得る。アレイは、microLEDのそれぞれの間の、非ネイティブ基板の表面上の、或いは表面から突き出る複数の光学リダイレクション構造を含み得る。

【0072】

したがって、本開示の実施例は、より短い波長の光子が横方向の角度で（たとえば、図に示されるように横方向に）支配的に伝播し得ることを認識すること、及び光子の出力のための光路長を短縮して、出力効率を向上させ、又は最大化するようにLEDの光抽出表面115の発光を構成することにより、（たとえば、 p 接点及び／又は半導体構造100自体による吸収のために）LEDによって生成される遠UV C光105の光抽出効率に伴う問題に対処し得る。

【0073】

本開示の実施例のいくつかの利点は、限定はしないが、遠UV C波長範囲（約 $200\sim 240\text{nm}$ ）の波長での発光と共に動作するLEDの性能の改善を含み得る。具体的には、窒化アルミニウム・ガリウム（AlGaN）材料系を使用して製造されるLEDが恩恵を受け得るが、本明細書で説明される利点は、他の材料系にも適用され得、GaNベース又はIII族窒化物ベースの材料に限定されない。

【0074】

遠UV C波長範囲のLEDの性能（すなわち、単位電気入力当たりの光出力）を改善することにより、本開示の実施例は、現在のところAlGaN LEDの技術が根本的に課題となり得る、殺菌UV適用分野での使用のための新しい固体光源を提供し得る。本開示の実施例による、遠UV C照射についての商用の適用分野は、人間が集合する任意の室内空間（たとえば、空港、学校、病院、入院患者ケア・センタ、職場など）、並びに輸送車両（たとえば、地下鉄車両、列車、タクシー、飛行機）及び農業環境（たとえば、畜産施設、精肉施設、室内温室など）の空気及び／又は表面からの病原体の除去を含み得る。

【0075】

例示の実施例が示される添付の図面を参照しながら、様々な実施例が本明細書で説明された。しかしながら、こうした実施例は、様々な形態で実施され得、本明細書で述べられる実施例に限定されると解釈すべきではない。むしろ、こうした実施例は、本開示が徹底的に、完璧に、且つ完全に本発明の概念を当業者に伝えるように提供される。本明細書で説明される例示の実施例、一般的原理、及び特徴に対する様々な修正が、直ちに明らかと

10

20

30

40

50

なるであろう。図面では、層及び領域のサイズ及び相対的サイズは、原寸に比例して示されておらず、いくつかの例では、明快のために誇張されることがある。

【0076】

特定の実装で提供される特定の方法及びデバイスの点から、例示的实施例が主に説明される。しかしながら、方法及びデバイスは、他の実装で効果的に動作し得る。「例示的实施例」、「一実施例」、「別の実施例」などの語句は、同一の実施例又は異なる実施例、並びに複数の実施例を指すことがある。実施例は、いくつかの構成要素を有するシステム及び／又はデバイスに関して説明される。しかしながら、システム及び／又はデバイスは、図示されるものより少ない構成要素、又は追加の構成要素を含み得、本発明の概念の範囲から逸脱することなく、構成要素の構成及びタイプの変形が行われ得る。

10

【0077】

例示的实施例はまた、いくつかのステップ又は動作を有する特定の方法の文脈で説明される。しかしながら、方法及びデバイスは、異なる、且つ／又は追加のステップ／動作と、例示的实施例と矛盾しない異なる順序のステップ／動作とを有する他の方法について効果的に動作し得る。したがって、本発明の概念は、示される実施例に限定されることは意図されず、本明細書で説明される原理及び特徴に適合する最も広い範囲が与えられるべきである。

【0078】

要素が別の要素「上にあり (on)」、別の要素に「接続され」、又は「結合される」と呼ばれ、又は示されるとき、要素は、直に別の要素上にあり、又は別の要素に接続され、又は結合され得、或いは介在要素が存在し得ることを理解されよう。一方、要素が「直に別の要素上にあり (directly on)」、別の要素に「直に接続され」、又は「直に結合される」とき、介在要素は存在しない。

20

【0079】

様々な要素を説明するために第1、第2などの用語が本明細書で使用され得るが、こうした要素はこうした用語によって限定されるべきではないことも理解されよう。こうした用語は、ある要素を別の要素と区別するために使用されるに過ぎない。たとえば、本開示の範囲から逸脱することなく、第1の要素は第2の要素と呼ばれ得、同様に第2の要素は第1の要素と呼ばれ得る。

【0080】

さらに、図に示される、ある要素の別の要素に対する関係を説明するために、「下側」又は「底部」、及び「上側」又は「頂部」などの相対的用語が本明細書で使用され得る。相対的用語は、図に示される向きに加えて、デバイスの様々な向きを包含することが意図されることを理解されよう。たとえば、図のうちの1つのデバイスが反転される場合、別の要素の「下側」にあると説明される要素が、別の要素の「上側」に向くことになる。したがって、「下側」という例示的用語は、図の特定の向きに応じて、「下側」と「上側」の向きをどちらも包含する。同様に、図のうちの1つのデバイスが反転される場合、別の要素の「下」又は「真下」にあると説明される要素が、別の要素の「上」に向くことになる。したがって、「下」又は「真下」という例示的用語は、「上」と「下」の向きをどちらも包含し得る。

30

40

【0081】

本明細書での説明で使用する用語は特定の実施例を説明するためのものに過ぎず、本発明の限定は意図されない。説明及び添付の特許請求の範囲では、単数形「a」、「an」、「及び the」は、文脈が明確に示すのでない限り複数形も含むことが意図される。

【0082】

本明細書での「及び／又は」という用語は、関連する列挙される項目のうちの1つ又は複数のありとあらゆる可能な組合せを指し、それを包含することも理解されよう。「含む」及び／又は「備える」(「include」、「including」、「comprises」及び／又は「comprising」)という用語は、本明細書で 사용되는とき、規定の特徴、完全体、ステップ、動作、要素、及び／又は構成要素の存在を指定す

50

るが、1つ又は複数の別の特徴、完全体、ステップ、動作、要素、構成要素、及び／又はそれらのグループの存在又は追加を除外しないことをさらに理解されよう。

【0083】

本開示の実施例は、本発明の理想化された実施例（及び中間構造）の概略図である図解を参照しながら本明細書で説明される。したがって、たとえば製造技法及び／又は公差の結果としての、図解の形状からの変形を予期すべきである。したがって、図に示される領域は、概略的な性質のものであり、その形状は、デバイスの領域の実際の形状を示すことは意図されず、本発明の範囲を限定することは意図されない。

【0084】

別段に定義されていない限り、技術用語及び科学用語を含む、実施例を開示する際に使用されるすべての用語は、本発明が属する技術分野の技術者によって一般に理解されるのと同じ意味を有し、必ずしも本発明が説明される時に知られている特定の定義に限定されない。したがって、こうした用語は、そのような時の後に生み出される等価な用語を含み得る。一般に使用される辞書で定義されるような用語を、本明細書及び関連する技術分野の文脈でのその意味に適合する意味を有すると解釈すべきであり、本明細書で明白に定義されていない限り、理想化された、又は過度に正式な意味に解釈されないことをさらに理解されよう。本明細書で述べられるすべての出版物、特許出願、特許、及び他の参考文献は、参照によりその全体が組み込まれる。

10

【0085】

上記の説明及び図面に関連して、多くの異なる実施例が本明細書で開示された。こうした実施例のあらゆる組合せ及びサブコンビネーションを文字通りに説明及び図示することは、過度に繰り返しが多く、不明瞭となることを理解されよう。したがって、図面を含む本明細書は、本明細書で説明される本発明の実施例のすべての組合せ及びサブコンビネーション、並びにそれらを作成し、使用する方式及びプロセスの完全な記述を構成すると解釈されるものとし、任意のそのような組合せ又はサブコンビネーションに対する主張を支持するものとする。

20

【0086】

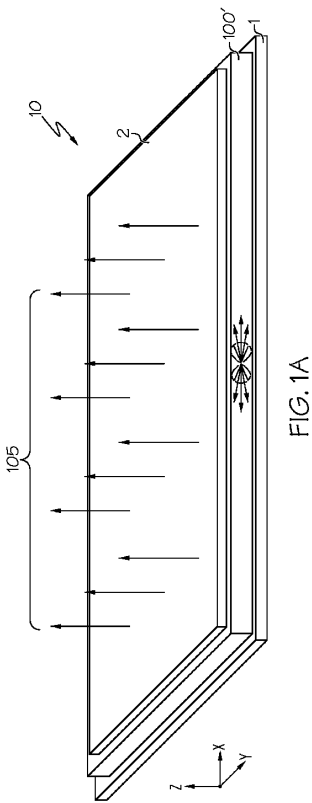
本発明が様々な実施例を参照しながら本明細書で説明されたが、本発明の原理の範囲及び趣旨の中で別の変形及び修正が行われ得ることを理解されよう。特定の用語が利用されるが、その特定の用語は、限定のためではなく、一般的で記述的な意味で使用されるに過ぎず、本発明の範囲は以下の特許請求の範囲で述べられる。

30

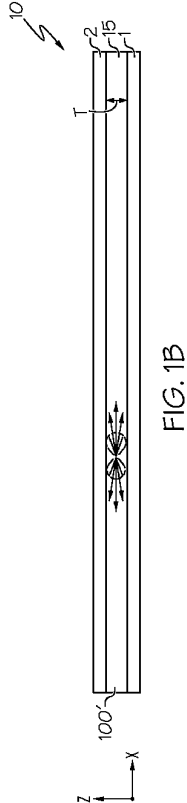
40

50

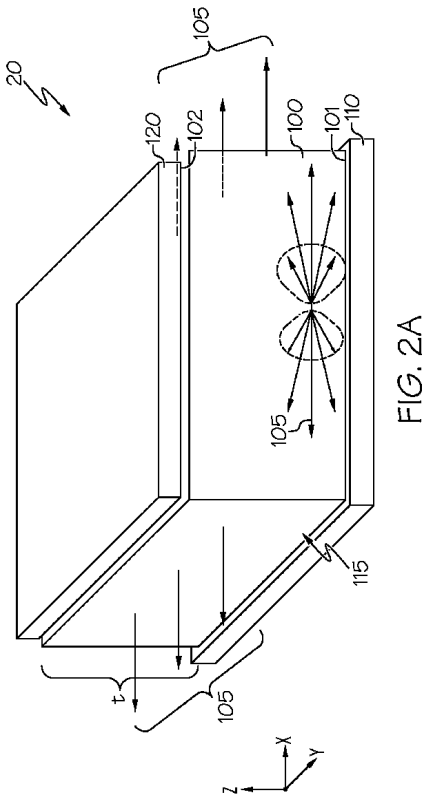
【図面】
【図 1 A】



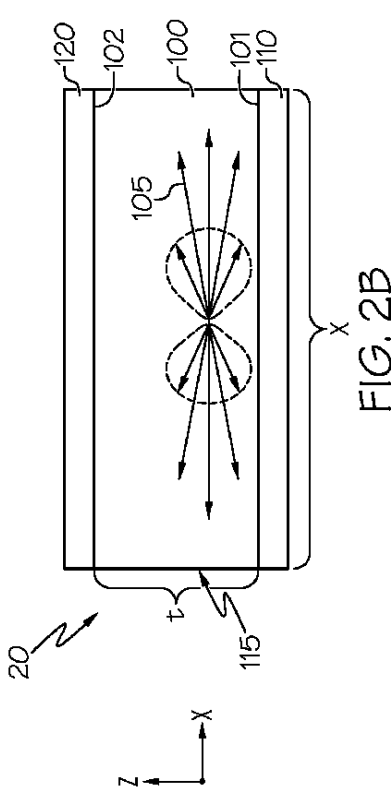
【図 1 B】



【図 2 A】



【図 2 B】



10

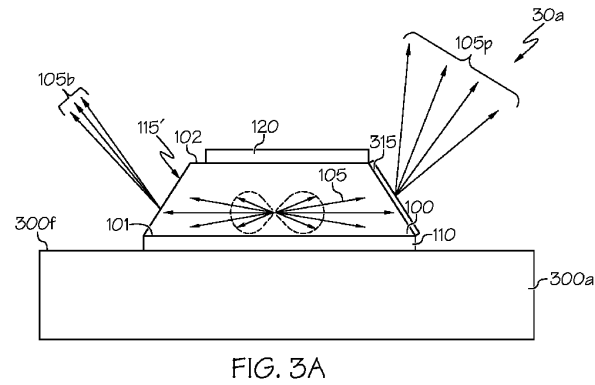
20

30

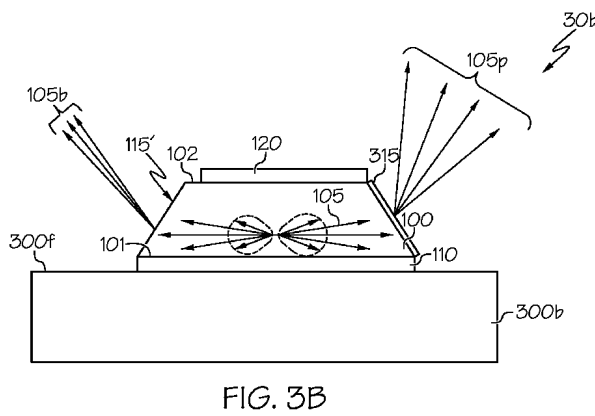
40

50

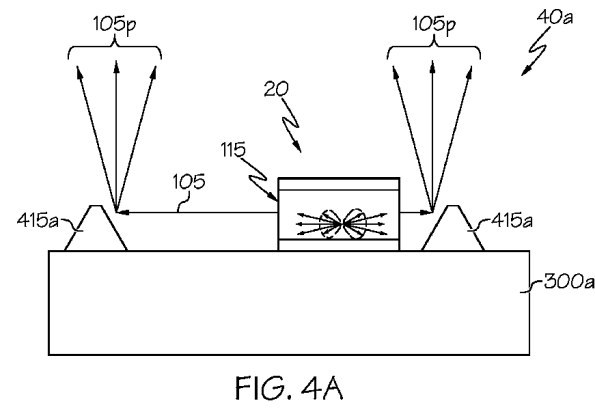
【図 3 A】



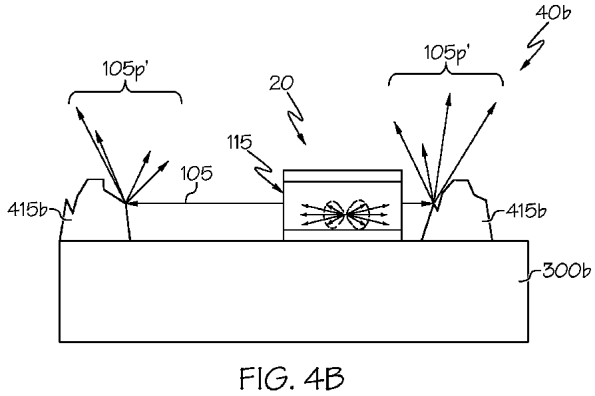
【図 3 B】



【図 4 A】



【図 4 B】



10

20

30

40

50

【図 5 A】

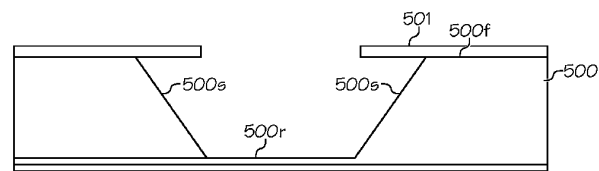


FIG. 5A

【図 5 B】

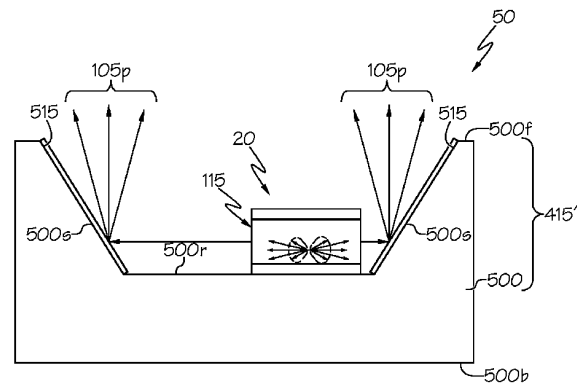


FIG. 5B

【図 6 A】

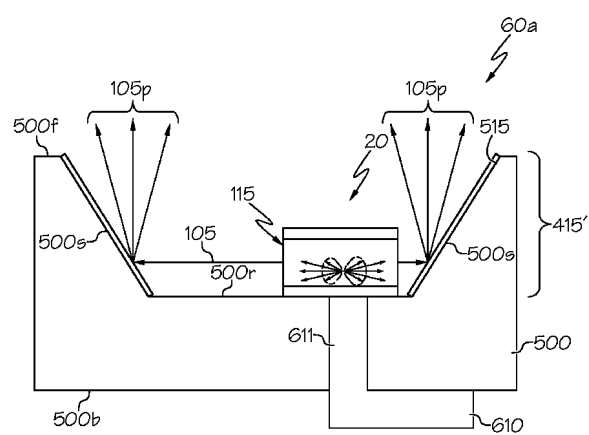


FIG. 6A

【図 6 B】

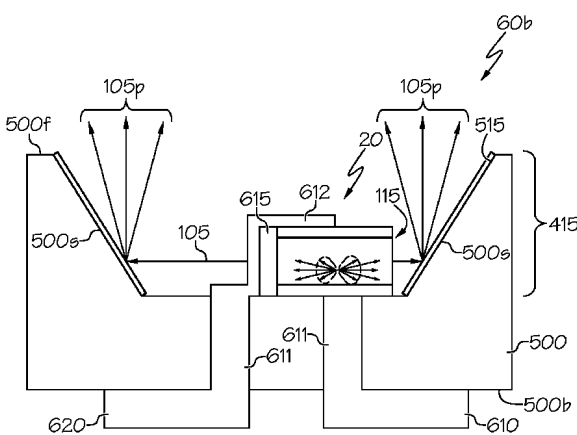


FIG. 6B

10

20

30

40

50

【図 7 A】

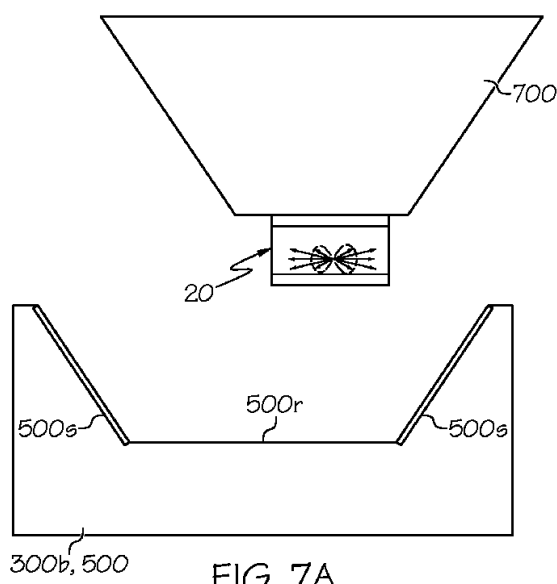


FIG. 7A

【図 7 B】

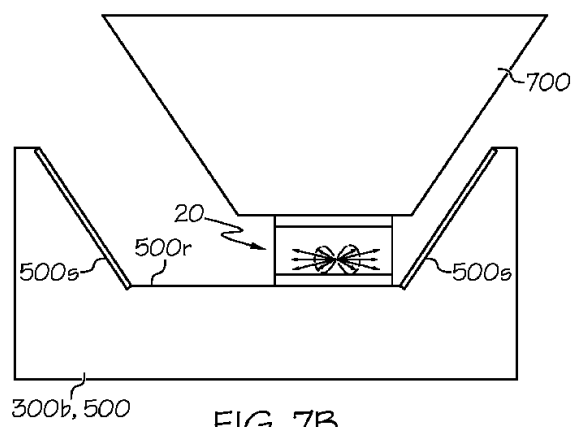


FIG. 7B

10

20

30

40

50

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/US 23/15268

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER INV. A61L 2/10, A61L 9/20 (2023.01) IPC - ADD. H01L 33/02, H01L 33/20, H01L 33/24, H01L 33/38, H01S 5/20 (2023.01) INV. A61L 2/10, A61L 9/20 CPC - ADD. H01L 33/02, H01L 33/20, H01L 33/24, H01L 33/38, H01S 5/20, H01S 5/2004 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) See Search History document		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched See Search History document		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) See Search History document		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X — Y	US 2017/0222075 A1 (RAYVIO CORPORATION) 03 August 2017 (03.08.2017) Fig 1, 2, 8, abstract, para [0033], [0035], [0036], [0049], [0050], [0051]	14-18, 19, 20, (21-22)/(14-16, 19, 20) 1-11, 17, 18, (21-22)/(17, 18), (23-24)/(14-20), 28-32
Y	US 2019/0051792 A1 (PLAYNITRIDE INC.) 14 February 2019 (14.02.2019) Fig 1-10, abstract, para [0037]	1-11, 17, 18, (21-24)/(17, 18), 28-32
Y	US 2014/0110728 A1 (LEE et al.) 24 April 2014 (24.04.2014) Fig 2, 6, abstract, para [0018], [0030]	10, 11, (23-24)/(14-20)
☐ 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 "D" document cited by the applicant in the international application "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "I" 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 28 April 2023		Date of mailing of the international search report JUN 08 2023
Name and mailing address of the ISA/US Mail Stop PCT, Attn: ISA/US, Commissioner for Patents P.O. Box 1450, Alexandria, Virginia 22313-1450 Facsimile No. 571-273-8300		Authorized officer Karl Rodriguez Telephone No. PCT Helpdesk: 571-272-4300

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 2022)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP 23/15268

Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:
2. ☐ Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:
3. ☒ Claims Nos.: 12, 13, 25-27, 33-36
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

10

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:
4. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

20

30

Remark on Protest

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.
- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- ☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

40

フロントページの続き

,MC,ME,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,C
O,CR,CU,CV,CZ,DE,DJ,DK,DM,DO,DZ,EC,EE,EG,ES,FI,GB,GD,GE,GH,GM,GT,HN,HR,HU,ID,IL,IN,IQ,I
R,IS,IT,JM,JO,JP,KE,KG,KH,KN,KP,KR,KW,KZ,LA,LC,LK,LR,LS,LU,LY,MA,MD,MG,MK,MN,MU,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
,ST,SV,SY,TH,TJ,TM,TN,TR,TT,TZ,UA,UG,US,UZ,VC,VN,WS,ZA,ZM,ZW
ライナ、ローリー、ペイベリー ヒルズ ドライブ 1 1 2 3 7

F ターム (参考) 5F142 BA32 CD15 CE02 CE06 GA40
 5F241 AA11 AA44 CA05 CA14 CA40 CB05 FF16