

(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2009-540616

(P2009-540616A)

(43) 公表日 平成21年11月19日(2009.11.19)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
H O 1 L 33/00 (2006.01)	H O 1 L 33/00 4 3 O	5 F O 4 1
	H O 1 L 33/00 1 2 O	

審査請求 未請求 予備審査請求 有 (全 29 頁)

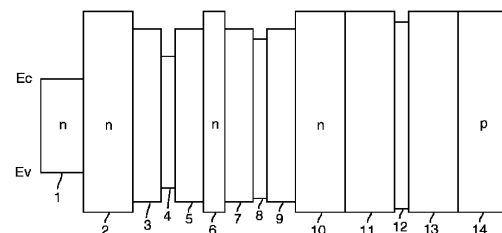
(21) 出願番号	特願2009-515584 (P2009-515584)	(71) 出願人	505005049
(86) (22) 出願日	平成19年6月11日 (2007. 6. 11)		スリーエム イノベイティブ プロパティ
(85) 翻訳文提出日	平成20年12月11日 (2008. 12. 11)		ズ カンパニー
(86) 国際出願番号	PCT/US2007/070851		アメリカ合衆国, ミネソタ州 5 5 1 3 3
(87) 国際公開番号	W02007/146861		- 3 4 2 7, セント ポール, ポスト オ
(87) 国際公開日	平成19年12月21日 (2007. 12. 21)		フィス ボックス 3 3 4 2 7, スリーエ
(31) 優先権主張番号	60/804, 544		ム センター
(32) 優先日	平成18年6月12日 (2006. 6. 12)	(74) 代理人	100101454
(33) 優先権主張国	米国 (US)		弁理士 山田 卓二
		(74) 代理人	100081422
			弁理士 田中 光雄
		(74) 代理人	100100479
			弁理士 竹内 三喜夫

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 再発光半導体構造物を有する L E D 装置及び集束光学要素

(57) 【要約】

発光面を有する L E D コンポーネントを備え、i) 第 1 の波長での光を発光することができる L E D と、i i) 発光面を有する、p n 接合内に位置しない第 2 のポテンシャル井戸を備える再発光半導体構造物とを備えてよく；又は代替的に p n 接合内に位置する第 1 のポテンシャル井戸と、p n 接合内に位置しない第 2 のポテンシャル井戸とを備えてよく；かつ集束光学要素を更に備える、L E D コンポーネントを備える、光源が提供される。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

a) p n 接合内に位置する第 1 のポテンシャル井戸と、p n 接合内に位置しない第 2 のポテンシャル井戸とを備え、発光面を有する L E D コンポーネントと、

b) 基部と、頂部と、前記基部及び前記頂部を接合する側面とを含む光学要素であって、前記基部は、前記発光面に光学的に結合し、前記発光面から機械的に分離している光学要素と、を備える光源。

【請求項 2】

a) p n 接合内に位置する第 1 のポテンシャル井戸と、p n 接合内に位置しない第 2 のポテンシャル井戸とを備え、発光面を有する L E D コンポーネントと、

b) 基部と、2 つの集束側面と、2 つの発散側面とを有する光学要素であって、前記基部は、前記発光面に光学的に結合している光学要素と、を備える光源。

【請求項 3】

a) p n 接合内に位置する第 1 のポテンシャル井戸と、p n 接合内に位置しない第 2 のポテンシャル井戸とを備え、発光面を有する L E D コンポーネントと、

b) 前記 L E D コンポーネントに光学的に結合した高屈折率光学要素であって、前記 L E D コンポーネントにより発光される光を方向付けて、2 つの極大部分を有する側面発光パターンを生成するように成形された高屈折率光学要素と、を備える光源。

【請求項 4】

a) p n 接合内に位置する第 1 のポテンシャル井戸と、p n 接合内に位置しない第 2 のポテンシャル井戸とを備え、発光面を有する L E D コンポーネントと、

b) 基部と、前記基部より小さい頂部と、前記基部と前記頂部との間に延在する集束側面とを含む光学要素であって、前記基部は、前記発光面に光学的に結合し、前記発光面以下の寸法であり、前記 L E D コンポーネントにより発光される光を方向付けて側面発光パターンを生成する光学要素と、を備える光源。

【請求項 5】

a) p n 接合内に位置する第 1 のポテンシャル井戸と、p n 接合内に位置しない第 2 のポテンシャル井戸とを備え、発光面を有する L E D コンポーネントと、

b) 基部と、頂部と、前記基部及び前記頂部を接合する集束側面とを含む光学要素であって、前記基部は、前記発光面に光学的に結合しており、

前記基部を含み、第 1 の材料からなる第 1 のセクション及び前記頂部を含み、第 2 の材料からなる第 2 のセクションを含む光学要素と、を備える光源。

【請求項 6】

a) p n 接合内に位置する第 1 のポテンシャル井戸と、p n 接合内に位置しない第 2 のポテンシャル井戸とを備え、発光面を有する L E D コンポーネントと、

b) 基部と、頂部と、前記基部及び前記頂部を接合する集束側面とを含み、第 1 の屈折率を有する第 1 の光学要素であって、前記基部は、前記発光面に光学的に結合し、前記発光面以下の寸法である第 1 の光学要素と、

c) 前記 L E D コンポーネント及び前記第 1 の光学要素を封入する第 2 の光学要素であって、前記第 1 の屈折率を下回る第 2 の屈折率を有する第 2 の光学要素と、を備える光源。

【請求項 7】

a) p n 接合内に位置する第 1 のポテンシャル井戸と、p n 接合内に位置しない第 2 のポテンシャル井戸とを備え、発光面を有する L E D コンポーネントと、

b) 基部と、前記発光面の上にある頂部と、前記基部及び前記頂部を接合する集束側面とを含み、第 1 の屈折率を有する第 1 の光学要素であって、前記基部は、前記発光面に光学的に結合している第 1 の光学要素と、

c) 前記 L E D コンポーネント及び前記第 1 の光学要素を封入する第 2 の光学要素であって、前記第 1 の屈折率を下回る第 2 の屈折率を有する第 2 の光学要素と、を備える光源。

。

10

20

30

40

50

【請求項 8】

a) p n 接合内に位置する第 1 のポテンシャル井戸と、p n 接合内に位置しない第 2 のポテンシャル井戸とを備え、発光面を有する L E D コンポーネントと、

b) 基部と、頂部と、前記基部及び前記頂部を接合する集束側面とを含む第 1 の光学要素であって、前記基部は、前記発光面に光学的に結合している第 1 の光学要素と、

c) 前記 L E D コンポーネント及び前記第 1 の光学要素を封入する第 2 の光学要素であって、第 1 の光学要素単独で取り出される出力と比較して、前記 L E D コンポーネントから取り出される出力を増加させる第 2 の光学要素と、を備える光源。

【請求項 9】

a) p n 接合内に位置する第 1 のポテンシャル井戸と、p n 接合内に位置しない第 2 のポテンシャル井戸とを備え、発光面を有する L E D コンポーネントと、

b) 基部と、頂部と、前記基部及び前記頂部を接合する側面とを含む光学要素であって、前記基部は、前記発光面に光学的に結合し、前記発光面から機械的に分離している光学要素と、を備える光源。

【請求項 10】

請求項 1 に記載の光源を備えるグラフィック表示装置。

【請求項 11】

請求項 1 に記載の光源を備える照明装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

(関連出願の相互参照)

本願は、2006年6月12日に提出された米国特許仮出願番号第60/804544号の利益を主張するものであり、本開示内容全体は、参照として本明細書に組み込まれる。

【0002】

(発明の分野)

本発明は、光源に関する。より詳細には、本発明は、発光ダイオード (L E D) と、再発光半導体構造物と、本明細書に記載されるような集束光学要素とを含む光源に関する。

【背景技術】

【0003】

発光ダイオード (L E D) は、アノードとカソードとの間を電流が通過する際に光を発光する、固体の半導体装置である。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

従来の L E D は、単一 p n 接合を包含する。p n 接合は、中間非ドープ領域を含む場合があり、この種類の p n 接合は、p i n 接合と呼ばれる場合もある。非発光半導体ダイオードのように、従来の L E D は、一方向、すなわち電子が n 領域から p 領域に移動する方向に極めて容易に電流を通す。電流が L E D を通って「前方」方向に通過する際、n 領域からの電子は、p 領域からの正孔と再結合し、光の光子を生成する。従来の L E D によって発光される光は、見掛けは単色である、つまり、波長の単一狭帯域で生成される。発光される光の波長は、電子 - 正孔対の再結合に関連するエネルギーに対応する。最も単純な場合では、該エネルギーは、およそ再結合が発生する半導体のバンドギャップエネルギーである。

【0005】

従来の L E D は、p n 接合で、高濃度の電子及び正孔の両方を捕獲する 1 つ以上の量子井戸を更に含む場合があり、それにより光生成再結合を向上する。何人かの研究者は、白色光、又は人間の目で白から 3 色に見える光を発光する L E D 装置を製造することを試みてきた。

10

20

30

40

50

【0006】

何人かの研究者は、多重量子井戸が異なる波長の光を発光することを意図される、pn接合内に多重量子井戸を有するという主旨のLEDの設計又は製造物を報告する。以下の参照、米国特許番号第5,851,905号；同第6,303,404号；同第6,504,171号；同第6,734,467号；ダミラノ(Damilano)らの「InGa_N/Ga_N多重量子井戸に基づくモノリシック白色発光ダイオード(Monolithic White Light Emitting Diodes Based on InGa_N/Ga_N Multiple-Quantum Wells)」、「ジャーナル・オブ・アプライド・フィジクス(Jpn.J. Appl. Phys.)」、第40巻(2001年)、L918~L920頁；ヤマダ(Yamada)らの「InGa_N多重量子井戸からなる再発光半導体構造物の遊離高発光効率白色発光ダイオード(Re-emitting semiconductor construction Free High-Luminous-Efficiency White Light-Emitting Diodes Composed of InGa_N Multi-Quantum Well)」、「ジャーナル・オブ・アプライド・フィジクス」第41巻(2002年)、L246~L248頁；ダルマッソ(Dalmasso)らの「再発光半導体構造物の遊離Ga_N系白色発光ダイオードの電界発光スペクトルの注入依存性(Injection Dependence of the Electroluminescence Spectra of Re-emitting semiconductor construction Free Ga_N-Based White Light Emitting Diodes)」、「フィジカ・ステータス・ソリディ(phys. stat. sol.)」(a)192、1号、139~143頁(2003年)は、かかる技術に関連する場合がある。

10

【0007】

何人かの研究者は、単一装置内で、異なる波長の光を独立して発光することを意図される、2つの従来のLEDを組み合わせるといふ主旨のLED装置の設計又は製造物を報告する。以下の参照、米国特許番号第5,851,905号；同第6,734,467号；米国特許公開公報番号第2002/0041148A1号；同第2002/0134989A1号；及びルオ(Luo)らの「統合全色及び白色光エミッタのための模様付き3色ZnCdSe/ZnCdMgSe量子-井戸構造(Patterned three-color ZnCdSe/ZnCdMgSe quantum-well structures for integrated full-color and white light emitters)」、「アプライド・フィジックス・レターズ(App. Phys. Letters)」、第77巻、26号、4259~4261頁(2000年)は、かかる技術に関連する場合がある。

20

【0008】

何人かの研究者は、LED要素によって発光される光の一部を吸収し、より長い波長の光を再発光することを意図される、イットリウムアルミニウムガーネット(YAG)等の化学的再発光半導体構造物を有する従来のLED要素を組み合わせるといふ主旨のLED装置の設計又は製造物を報告する。米国特許番号第5,998,925号及び同第6,734,467号は、かかる技術に関連することがある。

30

【0009】

何人かの研究者は、LED要素によって発光される光の一部を吸収し、より長い波長の光を再発光することを意図される、基材内に蛍光中心を形成するために、I、Al、Cl、Br、Ga、又はInでnドープしたZnSe基材上で成長させる主旨のLEDの設計又は製造物を報告する。米国特許出願番号第6,337,536号及び日本特許出願公開公報番号第2004-072047号は、かかる技術に関連する場合がある。

40

【0010】

米国特許公開公報番号第2005/0023545号は、参照として本明細書に組み込まれる。

【課題を解決するための手段】

【0011】

簡潔に、本開示は、発光面を有するLEDコンポーネントを備え、i)第1の波長での光を発光することができるLEDと、ii)発光面を有する、pn接合内に位置しない第2のポテンシャル井戸を備える再発光半導体構造物とを備えてよく；又は代替的にpn接合内に位置する第1のポテンシャル井戸と、pn接合内に位置しない第2のポテンシャル井戸とを備えてよい、光源を提供する。一実施形態では、光源は、基部と、2つの集束側

50

面と、２つの発散側面とを有する光学要素であって、該基部は、該発光面に光学的に結合している光学要素を更に備える。別の実施形態では、光源は、ＬＥＤコンポーネントに光学的に結合した高屈折率光学要素であって、ＬＥＤコンポーネントにより発光される光を方向付けて、２つの極大部分を有する側面発光パターンを生成するように形成された高屈折率光学要素を更に備える。別の実施形態では、光源は、基部と、該基部より小さい頂部と、該基部と該頂部との間に延在する集束側面とを含む光学要素であって、該基部は、発光面に光学的に結合し、発光面以下の寸法であり、ＬＥＤコンポーネントにより発光される光を方向付けて、側面発光パターンを生成する該光学要素と、を更に備える。別の実施形態では、光源は、基部と、頂部と、該基部及び該頂部を接合する集束側面とを含む光学要素であって、該基部は、発光面に光学的に結合しており、該基部を含み、第１の材料からなる第１のセクション及び該頂部を含み、第２の材料からなる第２のセクションを含む光学要素と、を更に備える。別の実施形態では、光源は、基部と、頂部と、該基部及び該頂部を接合する集束側面とを含み、第１の屈折率を有する第１の光学要素であって、該基部は、発光面に光学的に結合し、発光面以下の寸法である第１の光学要素と、ＬＥＤコンポーネント及び該第１の光学要素を封入する第２の光学要素であって、該第１の屈折率を下回る第２の屈折率を有する第２の光学要素と、を更に備える。別の実施形態では、光源は、基部と、発光面の上にある頂部と、該基部及び該頂部を接合する集束側面とを含み、第１の屈折率を有する第１の光学要素であって、該基部は、該発光面に光学的に結合している第１の光学要素と、ＬＥＤコンポーネント及び該第１の光学要素を封入する第２の光学要素であって、該第１の屈折率を下回る第２の屈折率を有する第２の光学要素と、を更に備える。別の実施形態では、光源は、基部と、頂部と、該基部及び該頂部を接合する集束側面とを含む第１の光学要素であって、該基部は、発光面に光学的に結合している第１の光学要素と、ＬＥＤコンポーネント及び該第１の光学要素を封入する第２の光学要素であって、第１の光学要素単独で取り出される出力と比較して、ＬＥＤコンポーネントから取り出される出力を増加させる第２の光学要素と、を更に備える。別の実施形態では、光源は、基部と、頂部と、該基部及び該頂部を接合する側面とを含む光学要素であって、該基部は、発光面に光学的に結合し、発光面から機械的に分離している光学要素を更に備える。

【００１２】

別の態様では、本発明は、本発明によるＬＥＤ装置を備えるグラフィック表示装置を提供する。

【００１３】

別の態様では、本発明は、本発明によるＬＥＤ装置を備える、照明装置を提供する。

【００１４】

この用途では、

半導体装置内の層のスタックに関して、「直接隣接した」とは、介在層がなく、順序における次であることを意味し、「密接に隣接した」とは、１つ又は幾つかの介在層を含んで、順序における次であることを意味し、「包囲する」とは、順序における前後の両方を意味し、

「ポテンシャル井戸」とは、包囲層より低い伝導バンドエネルギー、又は包囲層より高い価電子バンドエネルギー、或いはその両方を有する、半導体装置内の半導体の層を意味し、

「量子井戸」とは、量子化効果が井戸内の電子 - 正孔対遷移エネルギーを上昇するのに十分薄く、典型的には、１００ｎｍ以下の厚さを有する、ポテンシャル井戸を意味し、

「遷移エネルギー」とは、電子 - 正孔再結合エネルギーを意味し、

「格子整合した」とは、基材上のエピタキシャル膜等の２つの結晶性材料を参照し、分離したそれぞれの材料は、格子定数を有し、これらの格子定数は、ほぼ同等であり、典型的には、互いと０．２％以下異なり、より典型的には、互いと０．１％以下異なり、最も典型的には、互いと０．０１％異なることを意味し、

「擬似格子整合」とは、任意の厚さの第１の結晶性層、並びにエピタキシャル膜及び基

材等の第2の結晶性層を参照し、分離されたそれぞれの層は、格子定数を有し、これらの格子定数は、任意の厚さの第1の層が、実質的に不整問題なく、層の平面内の第2の層の格子面間隔を導入することができるように、十分に類似していることを意味する。

【0015】

nドーピング及びpドーピング半導体領域を備える、本明細書に記載される本発明のいずれの実施形態においても、本明細書に開示されるように、nドーピングがpドーピングと交換され、逆も又同様である、更なる実施形態が考慮されるべきであることが理解されるべきである。

【0016】

「ポテンシャル井戸」、「第1のポテンシャル井戸」、「第2のポテンシャル井戸」、及び「第3のポテンシャル井戸」のそれぞれが本明細書で提唱される場合、単一ポテンシャル井戸が提供されてもよく、又は典型的に類似特性を共有する多重ポテンシャル井戸が提供されてもよいことが理解されるべきである。同様に、「量子井戸」、「第1の量子井戸」、「第2の量子井戸」、及び「第3の量子井戸」のそれぞれが本明細書で提唱される場合、単一量子井戸が提供されてもよく、又は典型的に類似特性を共有する多重量子井戸が提供されてもよいことが理解されるべきである。

10

【発明を実施するための最良の形態】

【0017】

本発明は、LED、再発光半導体構造物及び抽出器を備える装置を提供する。典型的に、該LEDは、第1の波長での光を発光することができ、該再発光半導体構造物は、第1の波長での光を吸収し、第2の波長での光を再発光することができる。再発光半導体構造物は、pn接合内に位置しない、ポテンシャル井戸を備える。再発光半導体構造物のポテンシャル井戸は、必ずしもではないが、典型的に量子井戸である。

20

【0018】

典型的な動作では、LEDは、電流に応じて光子を発光し、再発光半導体構造物は、LEDから発光される光子の一部を吸収することに応じて光子を発光する。一実施形態では、再発光半導体構造物は、ポテンシャル井戸に密接に、又は直接隣接する吸収層を更に備える。吸収層は、典型的に、LEDによって発光される光子のエネルギー未満又はそれと同等であり、再発光半導体構造物のポテンシャル井戸の遷移エネルギーを上回る、バンドギャップエネルギーを有する。典型的な動作では、吸収層は、LEDから発光される光子の吸収を助長する。一実施形態では、再発光半導体構造物は、第1のポテンシャル井戸の遷移エネルギーと同等でない第2の遷移エネルギーを有し、pn接合内に位置しない、少なくとも1つの第2のポテンシャル井戸を更に備える。一実施形態では、LEDは、紫外線LEDである。かかる一実施形態では、再発光半導体構造物は、青色の波長光に対応する第1の遷移エネルギーを有し、pn接合内に位置しない、第1のポテンシャル井戸を少なくとも1つと、緑色の波長光に対応する第2の遷移エネルギーを有し、pn接合内に位置しない、第2のポテンシャル井戸を少なくとも1つと、赤色の波長光に対応する第3の遷移エネルギーを有し、pn接合内に位置しない、第3のポテンシャル井戸を少なくとも1つと、を備える。一実施形態では、LEDは、可視光LED、典型的には緑色、青色又は紫色LED、より典型的には緑色又は青色LED、最も典型的には青色LEDである。かかる一実施形態では、再発光半導体構造物は、黄色又は緑色の波長光、より典型的には緑色の波長光に対応する第1の遷移エネルギーを有し、pn接合内に位置しない、第1のポテンシャル井戸を少なくとも1つと、橙色又は赤色の波長光、より典型的には赤色の波長光に対応する第2の遷移エネルギーを有し、pn接合内に位置しない、第2のポテンシャル井戸を少なくとも1つと、を備える。再発光半導体構造物は、追加のポテンシャル井戸及び追加の吸収層を備えてよい。

30

40

【0019】

あらゆる好適なLEDが本発明の実施に使用されてよい。LED及び再発光半導体構造物を含む本発明による装置の要素は、Si又はGe等のIV族要素（発光層以外）；InAs、AlAs、GaAs、InP、AlP、GaP、InSb、AlSb、GaSb、

50

及びこれらの合金類等のⅢⅢ～Ⅴ化合物； $ZnSe$ 、 $CdSe$ 、 $BeSe$ 、 $MgSe$ 、 $ZnTe$ 、 $CdTe$ 、 $BeTe$ 、 $MgTe$ 、 ZnS 、 CdS 、 BeS 、 MgS 、及びこれらの合金類等のⅢⅢ～ⅤⅢ化合物；又は上記のいずれかの合金類を含む、いずれかの好適な半導体からなつてよい。必要に応じて、いずれの適した方法によって、又はいずれかの好適なドーパントを含有することによって、半導体を n ドーブ又は p ドーブしてよい。典型的な一実施形態では、LEDは、ⅢⅢ～Ⅴ半導体装置であり、再発光半導体構造物は、ⅢⅢ～ⅤⅢ半導体装置である。

【0020】

本発明の一実施形態では、かかるLED又は再発光半導体構造物の装置のコンポーネントの様々な層の組成物は、以下を考慮して選択される。典型的にそれぞれの層は、層の任意の厚さで基材と擬似格子整合するか、又は基材と格子整合する。或いは、それぞれの層は、直接隣接した層に擬似格子整合又は格子整合してよい。典型的に、ポテンシャル井戸層の材料及び厚さは、量子井戸から発光される光の波長に対応する、所望の遷移エネルギーを提供するように選択される。例えば、図2で460nm、540nm、及び630nmのラベルで表示される点は、InP基材（5.8687eV又は0.58687eV）の格子定数と近い格子定数、並びに460nm（青色）、540nm（緑色）、及び630nm（赤色）の波長に対応するバンドギャップエネルギーを有するCd（Mg）ZnSe合金類を示す。ポテンシャル井戸層が、井戸内の遷移エネルギーがバルクバンドギャップエネルギーを超えるまで上昇するのに十分に薄い場合、ポテンシャル井戸は、量子井戸と見なしてよい。それぞれの量子井戸層の厚さは、バルクバンドギャップエネルギーに加えられ、量子井戸内の遷移エネルギーを決定する、量子井戸内の量子化エネルギーの容量を決定する。したがって、量子井戸のそれぞれに関連する波長を、量子井戸層の厚さを調節することによって、調整することができる。典型的に、量子井戸層の厚さは、1nm～100nmであり、より典型的には2nm～35nmである。典型的に、量子化エネルギーは、バンドギャップエネルギー単独を基準として予測される量と比較して、20～50nmの波長を減少させる。発光層の歪みはまた、擬似格子整合する層間の格子定数の不完全な整合から生じる歪みを含む、ポテンシャル井戸及び量子井戸の遷移エネルギーを変化させる場合もある。

【0021】

歪んだ又は歪んでいないポテンシャル井戸若しくは量子井戸の遷移エネルギーを計算するための技術は、当該技術分野において既知であり、例えば、ハーバート・クレーマー（Herbert Kroemer）の「工学、材料化学、及び応用物理学のための量子力学（Quantum Mechanics for Engineering, Materials Science and Applied Physics）」、（ニュージャージー州（New Jersey）エングルウッドクリフ（Englewood Cliffs）のプレントイスホール（Prentice Hall）社、1994年）、54～63頁；及びゾリー（Zory）編の「量子井戸レーザー（Quantum Well Lasers）」、（カリフォルニア州（California）サンディエゴ（San Diego）のアカデミックプレス（Academic Press）、1993年）、72～79頁に記載されており、該両文献は、参照として本明細書に組み込まれる。

【0022】

赤外線、可視光線、及び紫外線バンド内のものを含む、あらゆる好適な発光波長が選択されてよい。本発明の一実施形態では、発光波長は、装置によって発光される光の組み合わせた出力が、白色又は白に近い色、パステルカラー、マゼンタ、シアン等を含む、2色、3色、又はそれ以上の単色光源を組み合わせることによって生成することができるいずれかの色を生成することができるように、選択される。別の実施形態では、本発明による装置は、装置が動作中であることを示す可視赤外線又は紫外線波長、及び可視波長での光を発光する。典型的に、LEDは、LEDから発光される光子が、再発光半導体構造物内のポテンシャル井戸を励起するのに十分なエネルギーを有するように、最も短い波長の光子を発光する。典型的な一実施形態では、LEDは、青色発光GaN系LED等のⅢⅢ～Ⅴ半導体装置であり、再発光半導体構造物は、ⅢⅢ～ⅤⅢ半導体装置である。

【0023】

図 1 は、本発明の一実施形態による、再発光半導体構造物内の半導体の伝導及び価電子バンドを示す、バンドダイアグラムである。層の厚さは、縮尺どおり示されていない。表 I は、本実施形態の層 1 ~ 9 の組成物、及び組成物のバンドギャップエネルギー (E_g) を示す。本構造体を、I n P 基材上で成長させてよい。

【 0 0 2 4 】

【 表 1 】

表 I

層	組成物	バンドギャップエネルギー(E_g)
1	$\text{Cd}_{0.24}\text{Mg}_{0.43}\text{Zn}_{0.33}\text{Se}$	2.9eV
2	$\text{Cd}_{0.35}\text{Mg}_{0.27}\text{Zn}_{0.38}\text{Se}$	2.6eV
3	$\text{Cd}_{0.70}\text{Zn}_{0.30}\text{Se}$	1.9eV
4	$\text{Cd}_{0.35}\text{Mg}_{0.27}\text{Zn}_{0.38}\text{Se}$	2.6eV
5	$\text{Cd}_{0.24}\text{Mg}_{0.43}\text{Zn}_{0.33}\text{Se}$	2.9eV
6	$\text{Cd}_{0.35}\text{Mg}_{0.27}\text{Zn}_{0.38}\text{Se}$	2.6eV
7	$\text{Cd}_{0.33}\text{Zn}_{0.67}\text{Se}$	2.3eV
8	$\text{Cd}_{0.35}\text{Mg}_{0.27}\text{Zn}_{0.38}\text{Se}$	2.6eV
9	$\text{Cd}_{0.24}\text{Mg}_{0.43}\text{Zn}_{0.33}\text{Se}$	2.9eV

10

【 0 0 2 5 】

20

層 3 は、約 10 nm の厚さを有する赤色発光量子井戸である、単一ポテンシャル井戸を示す。層 7 は、約 10 nm の厚さを有する緑色発光量子井戸である、単一ポテンシャル井戸を示す。層 2、4、6、及び 8 は、それぞれ約 1000 nm の厚さを有する、吸収層を示す。層 1、5、及び 9 は、支持層を示す。典型的に支持層は、量子井戸 3 及び 7、並びに短波長 LED 20 から発光される光に対してほぼ透明となるように選択される。或いは、装置は、吸収層及び / 又は支持層によって分離された、複数の赤色又は緑色発光ポテンシャル井戸若しくは量子井戸を備えてよい。

理論に束縛されるものではないが、図 1 で示される本発明の実施形態は、以下、LED によって発光され、再発光半導体構造物上に衝突する青色の波長の光子は、吸収され、緑色発光量子井戸 7 から緑色の波長の光子として、又は赤色発光量子井戸 3 から赤の波長の光子として発光される場合がある、という原理にしたがって動作すると考えられる。次いで、短波長の光子の吸収は、量子井戸内で再結合し、光子の発光を伴う場合がある、電子 - 正孔対を生成する。装置から発光される青色、緑色、及び赤色の波長光の多色組み合わせは、白色又は白色に近い色で現れる場合がある。装置から発光される青色、緑色、及び赤色の波長光の強度は、それぞれの種類の量子井戸数の操作、フィルタ又は反射層の使用、並びに吸収層の厚さ及び組成物の操作を含む、いずれかの適した方法でバランスをとってよい。図 3 は、本発明による装置の一実施形態から発する光のスペクトルを示す。

30

【 0 0 2 6 】

再び図 1 に示される実施形態を参照し、吸収層 2、4、5、及び 8 は、LED から発光される光子のエネルギーと量子井戸 3 及び 7 の遷移エネルギーの間である吸収層のバンドギャップエネルギーを選択することによって、LED から発光される光子を吸収するように適合されてよい。吸収層 2、4、6、及び 8 における光子の吸収によって生成される電子 - 正孔対は、典型的に、光子の同時発光を伴う再結合の前に、量子井戸 3 及び 7 によって捕獲される。所望により、吸収層は、電子及び / 又は正孔をポテンシャル井戸に流し込むため又は向けるために、それらの厚さの全体又は一部分にわたり組成物に勾配を有してもよい。本発明の一部の実施形態では、LED 及び再発光半導体構造物は、単一半導体ユニット内に提供される。典型的に本半導体ユニットは、pn 接合内に位置する第 1 のポテンシャル井戸と、pn 接合内に位置しない第 2 のポテンシャル井戸とを包含する。典型的にポテンシャル井戸は、量子井戸である。ユニットは、1 つ目が第 1 のポテンシャル井戸の遷移エネルギーに対応し、2 つ目が第 2 のポテンシャル井戸の遷移エネルギーに対応

40

50

する、２つの波長での光を発光することができる。典型的な動作では、第１のポテンシャル井戸は、 $p-n$ 接合を通過する電流に応じて光子を発光し、第２のポテンシャル井戸は、第１のポテンシャル井戸から発光される光子の一部を吸収することに応じて光子を発光する。半導体ユニットは、第２のポテンシャル井戸を包囲する、若しくは第２のポテンシャル井戸と密接に又は直接隣接する、１つ以上の吸収層を更に備えてよい。典型的に吸収層は、第１のポテンシャル井戸の遷移エネルギー未満又はそれと同等であり、第２のポテンシャル井戸の遷移エネルギーを上回る、バンドギャップエネルギーを有する。典型的な動作では、吸収層は、第１のポテンシャル井戸から発光される光子の吸収を助長する。半導体ユニットは、 $p-n$ 接合内に位置する又は $p-n$ 接合内に位置しない追加のポテンシャル井戸、及び追加の吸収層を備えてよい。

10

【００２７】

図４は、本発明の一実施形態による、かかる半導体ユニット内の半導体の伝導帯及び価電子バンドを示す、バンドダイアグラムである。層の厚さは、縮尺どおり示されていない。表Ⅰは、本実施形態における層１～１４の組成物、及び組成物のバンドギャップエネルギー（ E_g ）を示す。

【００２８】

【表２】

表Ⅰ

層	組成物	バンドギャップエネルギー(E_g)
１	InP基材	1.35eV
２	nドーブ $Cd_{0.24}Mg_{0.43}Zn_{0.33}Se$	2.9eV
３	$Cd_{0.35}Mg_{0.27}Zn_{0.38}Se$	2.6eV
４	$Cd_{0.70}Zn_{0.30}Se$	1.9eV
５	$Cd_{0.35}Mg_{0.27}Zn_{0.38}Se$	2.6eV
６	nドーブ $Cd_{0.24}Mg_{0.43}Zn_{0.33}Se$	2.9eV
７	$Cd_{0.35}Mg_{0.27}Zn_{0.38}Se$	2.6eV
８	$Cd_{0.33}Zn_{0.67}Se$	2.3eV
９	$Cd_{0.35}Mg_{0.27}Zn_{0.38}Se$	2.6eV
１０	nドーブ $Cd_{0.24}Mg_{0.43}Zn_{0.33}Se$	2.9eV
１１	非ドーブ $Cd_{0.24}Mg_{0.43}Zn_{0.33}Se$	2.9eV
１２	$Cd_{0.31}Mg_{0.32}Zn_{0.37}Se$	2.7eV
１３	非ドーブ $Cd_{0.24}Mg_{0.43}Zn_{0.33}Se$	2.9eV
１４	pドーブ $Cd_{0.24}Mg_{0.43}Zn_{0.33}Se$	2.9eV

20

30

【００２９】

層１０、１１、１２、１３、及び１４は、 $p-n$ 接合、ないしはより具体的には、 n ドーブ層１０と p ドーブ層１４との間に中間非ドーブ（「真性」ドーピング）層１１、１２、及び１３が挿入されることから、 $p-i-n$ 接合を示す。層１２は、約１０nmの厚さを有する量子井戸である、 $p-n$ 接合内の単一ポテンシャル井戸を示す。或いは、装置は、 $p-n$ 接合内に多重電位又は量子井戸を備えてよい。層４及び８は、 $p-n$ 接合外の第２及び第３のポテンシャル井戸を示し、それぞれの量子井戸は、約１０nmの厚さを有する。或いは、装置は、 $p-n$ 接合外に追加の電位又は量子井戸を備えてよい。更なる代替では、装置は、 $p-n$ 接合外に単一電位又は量子井戸を備えてよい。層３、５、７、及び９は、吸収層を示し、それぞれ約１０００nmの厚さを有する。電気接点（図示せず）は、 $p-n$ 接合に電流を供給するための経路を提供する。電気接点は、電気を伝導し、典型的に導電性金属からなる。正の電気接点は、直接的又は間接的のいずれかで中間構造物を介して、層１４に電氣的に接続される。負の電気接点は、直接的又は間接的のいずれかで中間構造物を介して、層１、２、３、４、５、６、７、８、９、又は１０の１つ以上に電氣的に接続される。

40

50

【 0 0 3 0 】

理論に束縛されるものではないが、本発明の本実施形態は、以下、電流が層 1 4 から層 1 0 に流れる際、青色の波長の光子が p n 接合内の量子井戸 (1 2) から発光される、という理論にしたがって動作すると考えられる。層 1 4 の方向に移動する光子は、装置を離れる場合がある。反対の方向に移動する光子は、吸収され、第 2 の量子井戸 (8) から緑の波長の光子として、又は第 3 の量子井戸 (4) から赤色の波長の光子として再発光される場合がある。青色の波長の光子の吸収は、次いで第 2 又は第 3 の量子井戸内で再結合し、光子の発光を伴う場合がある、電子 - 正孔対を生成する。層 1 4 の方向に移動する緑色又は赤色の波長の光子は、装置を離れる場合がある。装置から発光される青色、緑色、及び赤色の波長光の多色の組み合わせは、白色又は白色に近い色に現れる場合がある。装置から発光される青色、緑色、及び赤色の波長光の強度は、それぞれの種類の電位井戸数の操作、及びフィルタ又は反射層の使用を含む、いずれかの適した方法でバランスをとってよい。図 3 は、本発明による装置の一実施形態から発光される光のスペクトルを示す。

10

【 0 0 3 1 】

再び図 4 に示される実施形態を参照し、吸収層 3、5、7、及び 9 は、それらが第 1 の量子井戸 (1 2) の遷移エネルギーと第 2 及び第 3 の量子井戸 (8 及び 4) の遷移エネルギーの間である、バンドギャップエネルギーを有することから、第 1 の量子井戸 (1 2) から発光される光子を吸収するために特に好適である場合がある。吸収層 3、5、7、及び 9 における光子の吸収によって生成される電子 - 正孔対は、典型的に、光子の同時発光を伴う再結合の前に、第 2 又は第 3 の量子井戸 8 及び 4 によって捕獲される。所望により、吸収層は、典型的に包囲層のようにドーピングされてよく、本実施形態では、n ドーピングである。所望により、吸収層は、電子及び / 又は正孔をポテンシャル井戸に流し込むため又は向けるために、それらの厚さの全体又は一部にわたり組成物に勾配を有してよい。

20

【 0 0 3 2 】

L E D が可視波長 L E D である場合、再発光半導体構造物の層は、L E D から発光される光に対して部分的に透明であってよい。或いは、L E D が紫外線波長 L E D であるような場合、再発光半導体構造物の層の 1 つ以上は、装置から発光される光の大部分、又はほぼ若しくは完全にすべてが、再発光半導体構造物から再発光される光となるように、L E D から発光される光の大部分、又はほぼ若しくは完全にすべてを遮断してよい。L E D が紫外線波長 L E D である場合、再発光半導体構造物 1 0 は、赤色、緑色、及び青色発光量子井戸を含んでよい。

30

【 0 0 3 3 】

本発明による装置は、伝導、半伝導、又は非伝導材料の追加の層を備えてよい。L E D に電流を供給するための経路を提供するために、電気接点層が加えられてよい。適合される L E D によって発光される光の波長のバランスを変える又は修正するために、光フィルタ層が加えられてよい。

【 0 0 3 4 】

一実施形態では、本発明による装置は、青色、緑色、黄色、及び赤色バンドの 4 つの主要な波長で光を発光することによって、白色又は白色に近い光を生成する。一実施形態では、本発明による装置は、青色及び黄色バンドの 2 つの主要な波長で光を発光することによって、白色又は白色に近い光を生成する。

40

【 0 0 3 5 】

本発明による装置は、レジスタ、ダイオード、ツェナーダイオード (zener diode)、コンデンサ、トランジスタ、バイポーラトランジスタ (bipolar transistor)、F E T トランジスタ、M O S F E T トランジスタ、絶縁ゲートバイポーラトランジスタ (insulated gate bipolar transistor)、フォトリソトランジスタ (phototransistor)、光検出器、S C R、サイリスタ、トライアック、電圧調整器、及びその他の回路要素等の能動又は受動コンポーネントを備える、追加の半導体要素を備えてよい。本発明による装置は、集積回路を備えてもよい。本発明による装置は、表示パネル又は照明パネルを備えてもよい。

【 0 0 3 6 】

50

本発明による装置を構成するＬＥＤ及び再発光半導体構造物は、分子線エピタキシー（ＭＢＥ）、化学蒸着、液相エピタキシー、及び蒸気相エピタキシーを含んでよい、いずれかの適した方法で製造されてよい。本発明による装置の要素は、基材を含んでよい。いずれかの好適な基材が、本発明の実施に使用されてよい。典型的な基材の材料としては、Ｓｉ、Ｇｅ、ＧａＡｓ、ＩｎＰ、サファイア、ＳｉＣ、及びＺｎＳｅが挙げられる。基材は、ｎドープ、ｐドープ、又は半絶縁であってよく、いずれかの適した方法によって、又はいずれかの好適なドーパントを含有することによって達成されてよい。或いは、本発明による装置の要素は、基材を含んでいなくてよい。一実施形態では、本発明による装置の要素は、基材上に形成され、次いで基材から分離されてよい。本発明による装置の要素は、接着剤又は溶接材、圧力、熱、或いはこれらの組み合わせの使用を含む、いずれかの適した方法によって、互いに接合されてよい。典型的に、形成される結合は、透明である。結合方法としては、界面又は端結合を挙げてよい。所望により、屈折率整合層又は格子空間が含まれてよい。

10

20

30

40

50

【００３７】

典型的にＬＥＤは、ＬＥＤダイ又は金属ヘッダーに実装されたチップを含む、パッケージ形態で販売される。ＬＥＤダイは、最も基本的な形態、すなわち、半導体ウェハ処理手順によって作製される、別個のコンポーネント又はチップの形態のＬＥＤである。コンポーネント又はチップは、装置を作動させるための電力の印加に適した電気接点を含むことができる。コンポーネント又はチップの個々の層及びその他の機能的要素は、典型的に、ウェハスケールで形成され、仕上がったウェハは最終的に個々の小片部に切られて、多数のＬＥＤダイとなる。金属ヘッダーは、ＬＥＤダイが実装される反射カップ、及びＬＥＤダイに接続される導線を有する。パッケージは、ＬＥＤダイを封入する、成形された透明樹脂を更に含む。典型的に封入樹脂は、ＬＥＤダイから発光される光を部分的に平行にする、公称上半球形の前側表面を有する。ＬＥＤコンポーネントは、ＬＥＤダイ、或いは再発光半導体構造物又はその他の要素と組み合わせられたＬＥＤダイであることができ、又はそれを備えることができる。

【００３８】

本開示の実施に有用な集束光学要素は、ＬＥＤコンポーネントから効率的に光を取り出し、発光される光の分散角度を変更するのに有用である。かかるパッケージのＬＥＤコンポーネントは、上記又は参照として本明細書に組み込まれる現在係属中の米国特許出願ＵＳＳＮ第１１／００９２１７号若しくは同ＵＳＳＮ第１１／００９２４１号に記載されるように、別個の要素又は半導体ユニットのいずれかとしての、ＬＥＤ／再発光半導体構造物の組み合わせであってよい。

【００３９】

本願は、ＬＥＤコンポーネントから光を効率的に取り出し、発光される光の分散角度を変更するための光学要素を有する光源を開示する。それぞれの光学要素は、光を効率的に取り出し、発光される光の発光パターンを変更するために、ＬＥＤコンポーネント（又はＬＥＤコンポーネントアレイ）の発光面に光学的に結合している。光学要素を含むＬＥＤ光源は、例えば、液晶ディスプレイのバックライト、又はバックライト付きのサインを含む、様々な用途において有用であることができる。

【００４０】

本明細書に記載される集束光学要素を備える光源は、エッジ点灯及びダイレクト点灯の両構造のバックライトに使用するのに好適であることができる。Ｖ字型の光学要素は、光源がバックライトの外側部分に沿って配置される、エッジ点灯バックライトに特に適している。ピラミッド形又は円錐形の集束光学要素は、ダイレクト点灯バックライトに使用するのに特に適している。かかる光源は、特定のバックライト設計により、単一光源要素として使用されることができ、或いはアレイに配列されることができ。

【００４１】

ダイレクト点灯バックライトでは、一般に光源は、拡散又は鏡面反射体と、プリズムフィルム、ディフューザー、及び反射偏光子を含むことができる上方フィルムスタックとの

間に配置される。これらを、均一な輝度で、最も有効な視角範囲で光源から発光される光を見る人に向けてするために使用することができる。例示的なプリズムフィルムとしては、ミネソタ州セントポール（St. Paul）にある３Ｍ社（3M Company）から入手可能なＢＥＦ（商標）等の輝度増強フィルムが挙げられる。例示的な反射偏光子としては、ミネソタ州セントポールにある３Ｍ社から同様に入手可能なＤＢＥＦ（商標）が挙げられる。エッジ点灯バックライトでは、光源を、光が中空又は固体のライトガイドに投入されるように置くことができる。一般にライトガイドは、上記のように、その下に反射体を有し、上部フィルムスタックを有する。

【００４２】

図５は、一実施形態による光源を図示する、概略の側面図である。光源は、光学要素２０及びＬＥＤコンポーネント１０を備える。光学要素２０は、基部１２０を有する三角形の断面、及び基部１２０の反対に接合され頂部１３０を形成する集束側面１４０を２つ有する。頂部は、図５の１３０に示されるように点であり、又は尖っていない、例えば切頭三角形（点線１３５で示される）である可能性がある。尖っていない頂部は、平坦であっても、丸みを帯びている可能性があり、又はこれらの組み合わせである可能性がある。頂部は、基部より小さく、好ましくは基部の上にある。一部の実施形態では、頂部は、基部の寸法の２０％以下である。好ましくは、頂部は、基部の寸法の１０％以下である。図５では、頂部１３０は、基部１２０上に中心をとる。しかしながら、頂部が中心ではない、又は基部の中心から離れて偏っている実施形態も考慮される。

【００４３】

光学要素２０は、ＬＥＤコンポーネント１０によって発光される光を取り出すために、ＬＥＤコンポーネント１０に光学的に結合している。ＬＥＤコンポーネント１０の主要発光面１００は、ほぼ平行であり、光学要素２０の基部１２０に近接している。ＬＥＤコンポーネント１０及び光学要素２０は、以下により詳細に記載される、結合及び非結合構造を含む数々の方法で光学的に結合されることができる。

【００４４】

光学要素２０の集束側面１４０ａ～ｂは、ＬＥＤコンポーネント１０によって発光される光の発光パターンを、図５の矢印１６０ａ～ｂで示されるように変更する役割を果たす。典型的な裸のＬＥＤコンポーネントは、第１の発光パターンで光を発光する。典型的に、第１の発光パターンは、概して前方発光であるか、又はほぼ前方発光コンポーネントを有する。図５に描写される光学要素２０のような集束光学要素は、第１の発光パターンを第２の異なる発光パターンに変更する。例えば、Ｖ字型の光学要素は、ＬＥＤコンポーネントによって発光される光を方向付けて、２つの極大部分を有する側面発光パターンを生成するようにする。図５は、ＬＥＤコンポーネントによって発光され、基部の光学要素２０に入射する、例示的な光線１６０ａ～ｂを示す。集束側面１４０ａと比較的低い入射角を形成する方向で発光される光線は、光学要素２０の高屈折率材料を出て周囲媒質（例えば空気）に入る際、屈折する。例示的な光線１６０ａは、垂直に対して小さな角度で入射するかかる一光線を示す。高入射角又は臨界角以上の角度で発光される異なる光線は、それがぶつかる第１の集束側面（１４０ａ）で完全に内部反射する。しかしながら、図５に図示されるような集束光学要素では、反射光線は、続いて低入射角で第２の集束側面（１４０ｂ）にぶつかり、屈折して、光学要素を出ることが可能になる。例示的な光線１６０ｂは、かかる一光線を図示する。

【００４５】

少なくとも１つの集束側面を有する光学要素は、第１の光の発光パターンを、第２の異なる光の発光パターンに変更することができる。例えば、概して前方発光光のパターンは、かかる集束光学要素を用いて、第２の、概して側面発光光のパターンに変更することができる。換言すれば、高屈折率光学要素を、ＬＥＤコンポーネントにより発光される光を方向付けて、側面発光パターンを生成するように成形することができる。光学要素が回転対称である場合（例えば円錐のような形状）、結果として生じる光の発光パターンは、トロイダル分布（torroidal distribution）を有し、発光される光の強度は、円形パターン

で光学要素の周囲に集中される。例えば、光学要素がV字型のような形状（例えば、図7を参照）である場合、側面発光パターンは、2つの極大部分を有し、光の強度は、2つの領域に集中される。対称V字型の場合、2つの極大部分は、光学要素の対向する側面（2つの対向する領域）上に位置される。複数の集束側面を有する光学要素では、側面発光パターンは、対応する複数の極大部分を有する。例えば、4つの側面を有するピラミッドとして成形された光学要素では、結果として生じる側面発光パターンは、4つの極大部分を有する。側面発光パターンは、対称又は非対称の可能性があり得る。光学要素の頂部が基部又は発光面に対して非対称に置かれる場合、非対称なパターンが生成される。当業者は、所望の様々な異なる発光パターンを生成するためのかかる配置及び形状の様々な置き換えを理解するであろう。

10

【0046】

一部の実施形態では、側面発光パターンは、強度折れ線グラフで測定される際、少なくとも30°の極角で最大となる強度分布を有する。その他の実施形態では、側面発光パターンは、少なくとも30°の極角を中心とする強度分布を有する。また、本開示の光学要素を用いて、例えば45°及び60°の極角で最大となる及び/又はそれを中心とするものを含む、その他の強度分布も可能である。

【0047】

集束光学要素は、様々な形状をとることができる。それぞれの光学要素は、基部、頂部、及び少なくとも1つの集束側面を有する。基部は、あらゆる形状（例えば、正方形、円形、対称又は非対称な形状、規則的又は不規則的な形状）を有することができる。頂部は、点、線、又は表面（尖っていない頂部の場合）であることができる。特定の集束形状に関わらず、側面が基部から頂部に向かって集束するように、頂部は、基部より表面積が小さい。集束光学要素を、ピラミッド形、円錐形、V字型、又はこれらの組み合わせとして成形することができる。また、これらの形状のそれぞれを、頂部の近くで切頭し、尖っていない頂部を形成することもできる。集束光学要素は、多角形の基部及び少なくとも2つの集束側面を有する、多面体形状を有することができる。例えば、ピラミッド形又はV字型の光学要素は、矩形又は正方形の基部と、少なくとも2つの側面が集束側面である4つの側面とを有することができる。その他側面は、平行な側面であることができ、又は代替的に、分岐又は集束することができる。基部の形状は、対称である必要はなく、例えば、台形、平行四辺形、四辺形、又はその他の多角形等の形状であることができる。その他の実施形態では、集束光学要素は、円形、楕円形、又は不規則な形状であり得るが、連続基部を有する。これらの実施形態では、光学要素は、単一集束側面を有すると言える。例えば、円形の基部を有する光学要素は、円錐のような形状であることができる。一般に、集束光学要素は、基部と、（少なくとも部分的に）基部の上にある頂部と、頂部及び基部に接合して固体を完成する1つ以上の集束側面と、を備える。

20

30

【0048】

図6aは、4つの側面を有するピラミッド形として成形され、基部220、頂部230、及び4つの側面240を有する、集束光学要素200の一実施形態を示す。この特定の実施形態では、基部220は、矩形又は正方形であることができ、頂部230は、基部上に中心をとる（基部の平面に対して垂直な線210上の頂部の突起は、基部220上に中心をとる）。また、図6aは、光学要素200の基部220に隣接し、それに対して平行である発光面100を有するLEDコンポーネント10も示す。LEDコンポーネント10及び光学要素200は、発光面-基部境界面で、光学的に結合される。光学的結合を、以下により詳細に記載される幾つかの方法によって達成することができる。例えば、LEDコンポーネント及び光学要素を、互いに結合することができる。図6aでは、LEDコンポーネントの基部及び発光面は、ほぼ一致する寸法で示される。その他の実施形態では、基部は、LEDコンポーネントの発光面より大きい、又は小さい可能性がある。

40

【0049】

図6bは、集束光学要素202の別の実施形態を示す。ここでは、光学要素202は、六角形の基部222、尖っていない頂部232、及び6つの側面242を有する。側面は

50

、基部と頂部との間に延在し、それぞれの側面は、頂部 2 3 2 に向かって集束する。頂部 2 3 2 は、尖っておらず、六角形の表面も形成するが、六角形の基部より小さい。

【0050】

図 6 c は、2 つの集束側面 2 4 4、基部 2 2 4、及び頂部 2 3 4 を有する、光学要素 2 0 4 の別の実施形態を示す。図 6 c では、光学要素は、V 字型に成形され、頂部 2 3 4 は、線を形成する。他の 2 つの側面は、平行な側面として示される。図 8 d に、上から見た光学要素 2 0 4 を描写する。

【0051】

また、V 字型の光学要素の代替の実施形態は、図 7 に示される光学要素 2 2 のように、集束及び発散側面の組み合わせを有する形状も含む。図 7 に示される実施形態では、V 字型の光学要素 2 2 は、斧頭と似ている。2 つの発散側面 1 4 2 は、LED コンポーネントによって発光される光を平行にする役割を果たす。2 つの集束側面 1 4 4 は、側面から見る際、基部上にある線として成形される頂部 1 3 2 を形成する上部（図 5 を参照）で集束するが、図 7（又は図 8 e）に示されるように見る場合、基部を超えて延在する部分を有する。集束側面 1 4 4 は、図 5 に示されるように、LED コンポーネント 1 0 によって発光される光を側面の方向に向け直すことができる。その他の実施形態は、例えば、図 8 f に示されるように、すべての側面が集束する、V 字型形状を含む。

【0052】

また、光学要素を、円形又は楕円形の基部と、（少なくとも部分的に）基部上にある頂部と、基部及び頂部に接合する単一集束側面と、を有する円錐として成形することもできる。上記のピラミッド形及び V 字型の形状の場合、頂部は、点、線（直線又は曲線）、であってよく、尖っていない表面を形成することができる。

【0053】

図 8 a ~ 図 8 i は、光学要素の幾つかの代替の実施形態の平面図を示す。図 8 a ~ 8 f は、頂部が基部上に中心をとる実施形態を示す。図 8 g ~ 8 i は、頂部が偏っている、又は傾いており、基部上に中心をとらない、非対称の光学要素の実施形態を示す。

【0054】

図 8 a は、正方形の基部と、4 つの側面と、基部上に中心をとり尖っていない頂部 2 3 0 a とを有する、ピラミッド形状の光学要素を示す。図 8 h は、正方形の基部と、4 つの側面と、中心からずれて尖っていない頂部 2 3 0 h とを有する、ピラミッド形状の光学要素を示す。図 8 b は、正方形の基部と、尖っていない円形状の頂部 2 3 0 b とを有する光学要素の実施形態を示す。この場合、集束側面は、正方形の基部が円形の頂部に接合されるように、湾曲されている。図 8 c は、正方形の基部と、一点で集束して基部上に中心をとる頂部 2 3 0 c を形成する 4 つの三角形の側面と、を有するピラミッド形状の光学要素を示す。図 8 i は、正方形の基部と、一点で集束して基部上の偏る（中心にない）頂部 2 3 0 i を形成する 4 つの三角形の側面とを有する、ピラミッド形状の光学要素を示す。

【0055】

図 8 d ~ 8 g は、V 字型の光学要素を示す。図 8 d では、頂部 2 3 0 d は、基部上にあり、中心をとる線を形成する。図 8 e では、頂部 2 3 0 e は、基部上に中心をとり、かつ部分的に基部上にある線を形成する。また、頂部 2 3 0 e は、基部を超えて延在する部分も有する。図 8 e に描写される平面図は、透視図が図 7 に示され、上記の光学要素の平面図であることができる。図 8 f 及び図 8 g は、線を形成する頂部及び 4 つの集束側面を有する、V 字型の光学要素の 2 つの代替の実施形態を示す。図 8 f では、頂部 2 3 0 f が基部上に中心をとる一方、図 8 g では、頂部 2 3 0 g が偏っている。

【0056】

図 9 a ~ 9 c は、代替の実施形態による光学要素の側面図を示す。図 9 a は、基部 5 0 と、基部 5 0 から始まり基部 5 0 上にある頂部 3 0 に向かって集束する側面 4 0 及び 4 1 と、を有する光学要素の一実施形態を示す。所望により、尖っていない頂部 3 1 に向かって側面を集束させることができる。図 9 b は、基部 5 2、集束側面 4 4、及び基部に対して垂直な側面 4 2 を有する光学要素の別の実施形態を示す。2 つの側面 4 2 及び 4 4 は、

基部の端部上にある頂部 3 2 を形成する。所望により、頂部は、尖っていない頂部 3 3 であることができる。図 9 c は、ほぼ三角形の断面を有する代替の光学要素の側面図を示す。ここで、基部 1 2 5 並びに側面 1 4 5 及び 1 4 7 は、一般に三角形を形成するが、側面 1 4 5 及び 1 4 7 は、平坦な表面ではない。図 9 c では、光学要素は、湾曲した左側面 1 4 5 と、切子面（すなわち、3 つの小さな平面部分 1 4 7 a ~ c の組み合わせである）のある右側面を有する。側面は、湾曲状、分割状、切子面状、凸状、凹状、又はこれらの組み合わせであることができる。側面のかかる形状は、上記の平坦又は平面の側面と同様に、取り出された光の発光角度を変更するように依然として機能するが、最終的な光の発光パターンの追加のある程度のカスタマイズを提供する。

【 0 0 5 7 】

図 1 0 a ~ 1 0 e は、それぞれの基部 6 2 2 a ~ e と頂部 6 3 0 a ~ e との間に延在する、平坦ではない側面 6 4 0 a ~ e を有する光学要素 6 2 0 a ~ e の代替の実施形態を描写する。図 1 0 a では、光学要素 6 2 0 a は、2 つの切子面のある部分 6 4 1 a 及び 6 4 2 a を備える、側面 6 4 0 a を有する。基部 6 2 2 a と近接する部分 6 4 2 a は、基部 6 2 2 a に対して垂直である一方、部分 6 4 1 a は、頂部 6 3 0 a に向かって集束する。同様に、図 1 0 b ~ c では、光学要素 6 2 0 b ~ c は、6 4 1 b ~ c 及び 6 4 2 b ~ c の 2 つの部分をそれぞれ接合することによって形成される、側面 6 4 0 b ~ c を有する。図 1 0 b では、集束する部分 6 4 1 b は、凹状である。図 1 0 c では、集束する部分 6 4 1 c は、凸状である。図 1 0 d は、部分 6 4 1 d 及び 6 4 2 d を接合することによって形成される、2 つの側面 6 4 0 d を有する光学要素 6 2 0 d を示す。ここで、基部 6 2 2 d と近接する部分 6 4 2 d は、尖っていない頂部 6 3 0 d に向かって集束し、頂点部分 6 4 1 d は、尖っていない頂部 6 3 0 d の表面に対して垂直である。図 1 0 e は、湾曲した側面 6 4 0 e を有する光学要素 6 2 0 e の代替の実施形態を示す。ここで、側面 6 4 0 e は、s 形状であるが、概して尖っていない頂部 6 3 0 e に向かって集束する。図 1 0 a ~ e のように、側面が 2 つ以上の部分から形成される場合、集束しない部分を有する場合があるが、好ましくは、側面が依然として概して集束するように、該部分が配置される。

【 0 0 5 8 】

好ましくは、基部の寸法は、発光面の LED コンポーネントの寸法と一致する。図 1 1 a ~ 1 1 d は、かかる配置の例示的な実施形態を示す。図 1 1 a では、円形の基部 5 0 a を有する光学要素は、正方形の発光面 7 0 a を有する LED コンポーネントに光学的に結合している。ここで、基部及び発光面は、正方形の発光面 7 0 a の対角線の寸法（同様に「d」）と同等の円形の基部 5 0 a の直径「d」を有することによって一致する。図 1 1 b では、六角形の基部 5 0 b を有する光学要素は、正方形の発光面 7 0 b を有する LED コンポーネントに光学的に結合している。ここで、六角形の基部 5 0 b の高さ「h」は、正方形の発光面 7 0 b の高さ「h」と一致する。図 1 1 c では、矩形の基部 5 0 c を有する光学要素は、正方形の発光面 7 0 c を有する LED コンポーネントに光学的に結合している。ここで、基部及び発光面の両方の幅「w」は、一致する。図 1 1 d では、正方形の基部 5 0 d を有する光学要素は、六角形の発光面 7 0 d を有する LED コンポーネントに光学的に結合している。ここで、基部及び発光面の両方の高さ「h」は、一致する。もちろん、基部及び発光面の両方が同様に成形され、同一表面積を有する単純配列も、本条件を満たす。ここで、基部の表面積は、LED コンポーネントの発光面の表面積と一致する。

【 0 0 5 9 】

同様に、光学要素が LED コンポーネントのアレイに結合される場合、好ましくは、発光面の側面でのアレイの寸法は、光学要素の基部の寸法と一致することができる。この場合もやはり、少なくとも 1 つの寸法（例えば、直径、幅、高さ、又は表面積）が一致する限り、アレイの形状が基部の形状と一致する必要はない。

【 0 0 6 0 】

或いは、発光面の LED コンポーネントの寸法又は LED コンポーネントのアレイの総寸法は、基部の寸法より小さいか、又は大きいことがあり得る。図 1 0 a 及び 1 0 c は、

10

20

30

40

50

LEDコンポーネント(610a及び610cのそれぞれ)の発光面(612a及び612cのそれぞれ)が基部(622a及び622cのそれぞれ)の寸法と一致する実施形態を示す。図10bは、基部622bより大きな発光面612bを有するLEDコンポーネント610bを示す。図10dは、LEDコンポーネントのアレイ612d(発光面612dの総寸法が基部622dの寸法より大きい)を示す。図10eは、基部622eより小さな発光面612eを有するLEDコンポーネント610eを示す。

【0061】

例えば、LEDコンポーネントの発光面が1mmの側面を有する正方形の場合、光学要素の基部を、1mmの側面を有する、一致する正方形を有するように作製することができる。或いは、正方形の発光面を、その側面の1つの寸法が発光面の側面の寸法と一致する、矩形の基部に光学的に結合することができ得る。矩形の一致しない側面は、正方形の側面より小さいか、又は大きいことがあり得る。所望により、光学要素を、発光面の対角線の寸法と同等の直径を有する円形の基部を有するように作製することができる。例えば、1mm×1mmの正方形の発光面では、直径が1.41mmの円形の基部は、本願の目的の寸法と一致すると見なされる。また、基部の寸法は、発光面の寸法よりわずかに小さく作製することもできる。これは、目的の1つが光源の見掛けの寸法を最小化することである場合、同一所有者の米国特許出願、名称「高輝度LEDパッケージ(High Brightness LED Package)」(代理人整理番号60217US002)に記載されるように、有利であり得る。

10

【0062】

図12は、アレイ12内に配置される複数個のLEDコンポーネント14a~cに光学的に結合している集束光学要素24を備える光源の別の実施形態を示す。この配置は、赤色、緑色、青色LEDがアレイ内に併用され、混合されるとき白色光を生成する場合に、特に有用であることができる。図12では、光学要素24は、光を側面の方向に向け直するための集束側面146を有する。光学要素24は、正方形として成形され、LEDコンポーネントのアレイ12に光学的に結合している基部124を有する。また、LEDコンポーネント12のアレイは、正方形の形状(側面16を有する)も形成する。

20

【0063】

本明細書に開示される光学要素を、従来の手段によって、又は共通に譲渡された米国特許出願番号第10/977239号、名称「光学及び半導体要素を製造するためのプロセス(PROCESS FOR MANUFACTURING OPTICAL AND SEMICONDUCTOR ELEMENTS)」(代理人整理番号60203US002)、米国特許出願番号第10/977240号、名称「発光アレイを製造するためのプロセス(PROCESS FOR MANUFACTURING A LIGHT EMITTING ARRAY)」(代理人整理番号60204US002)、及び米国特許出願番号第11/288071号、名称「光学要素のアレイ及びその製造方法(ARRAYS OF OPTICAL ELEMENTS AND METHOD OF MANUFACTURING SAME)」(代理人整理番号60914US002)に開示される精密研磨技術を用いることによって、作製することができる。

30

【0064】

光学要素は、透明であり、好ましくは比較的高い屈折率を有する。光学要素に好適な材料としては、限定されないが、高屈折率ガラス(例えば、ニューヨーク州エルムスフォード(Elmsford)にあるスコット北米社(Schott North America, Inc.)から商標名LASF35で入手可能なスコット(Schott)ガラスのタイプLASF35)、並びにセラミックス(例えば、サファイア、酸化亜鉛、ジルコニア、ダイヤモンド、及び炭化ケイ素)のような無機材料が挙げられる。サファイア、酸化亜鉛、ダイヤモンド、及び炭化ケイ素は、これらの材料が比較的高い熱伝導性(0.2~5.0W/cmK)も有することから、特に有用である。高屈折率ポリマー又はナノ粒子充填ポリマーも考慮される。好適なポリマーは、熱可塑性及び熱硬化性ポリマーの両方であることができる。熱可塑性ポリマーとしては、ポリカーボネート及び環状オレフィンコポリマーを挙げることができる。熱硬化性ポリマーは、例えばアクリル類、エポキシ、シリコン類、及び当該技術分野において既知の他のものであることができる。好適なセラミックナノ粒子としては、ジルコニア、チ

40

50

タニア、酸化亜鉛、及び硫化亜鉛が挙げられる。

【0065】

好ましくは、光学要素の屈折率 (n_o) は、LEDコンポーネントの発光面の屈折率 (n_e) と同等である。好ましくは、その2つの間の差は、 $0.2 (|n_o - n_e| \leq 0.2)$ 以下である。所望により、使用される材料によって、差が0.2を超過することができる。例えば、発光面は、屈折率1.75を有することができる。好適な光学要素は、例えば $n_o = 1.9$ 、 $n_o = 2.1$ 、及び $n_o = 2.3$ を含む、1.75以上の屈折率 ($n_o \geq 1.75$) を有することができる。所望により、 n_o は、 n_e より低いことがあり得る (例えば、 $n_o = 1.7$)。好ましくは、光学要素の屈折率は、主要発光面の屈折率と一致する。一部の実施形態では、光学要素及び発光面の両方の屈折率は、同一の値であり得る ($n_o = n_e$)。例えば、 $n_e = 1.76$ を有するサファイア発光面は、サファイア光学要素、又はガラス光学要素のSF4 (ニューヨーク州エルムスフォードにあるスコット北米社 (Schott North America, Inc.,) から商標名SF4で入手可能) $n_o = 1.76$ と一致し得る。その他の実施形態では、光学要素の屈折率は、発光面の屈折率より高い、又は低いことがあり得る。高屈折率材料から作製される場合、光学要素は、それらの高屈折率によってLEDコンポーネントからの光取り出しを向上し、それらの形状によって光の発光分布を変更し、結果として調整された光の発光パターンを提供する。

【0066】

本開示を通じて、LEDコンポーネント10は、簡易化のために一般的に描写されるが、上記の再発光構造に加え、当該技術分野において既知であるような従来の設計上の特徴を含むことができる。例えば、LEDコンポーネントは、異なるp及びnドープ半導体層、緩衝層、基材層、及び上層を含むことができる。単純な矩形のLEDコンポーネント配置が示されるが、他の既知の構成、例えば、切頭反転ピラミッド形のLEDコンポーネント形状を形成する傾斜側面も考慮される。また、簡易化のために、LEDコンポーネントとの電気接点も図示されないが、既知であるように、ダイのいずれかの表面上に提供され得る。例示的な実施形態では、LEDコンポーネントは、2つの接点を有し、両方とも「フリップチップ」設計内の底面に配置される。本開示は、光学要素の形状又はLEDコンポーネントの形状を制限することを意図されず、例示的な実施例を提供するに過ぎない。

【0067】

光学要素とLEDコンポーネントの発光面との間の最小間隙がエバネッセント波 (evanescent wave) 以下である場合、光学要素は、LEDコンポーネントに光学的に結合していると思われる。光学的結合は、LEDコンポーネント及び光学要素を物理的に互いに接近して配置することによって達成することができる。図5は、LEDコンポーネント10の発光面100と光学要素20の基部120との間の間隙150を示す。典型的に間隙150は、空隙であり、全内部反射の漏れを助長するために、典型的に非常に小さい。例えば、図5では、間隙150がおおよそ空気中の光の波長である場合、光学要素20の基部120は、LEDコンポーネント10の発光面100と光学的に近接している。好ましくは、間隙150の厚さは、空気中の光の波長未満である。多波長の光が使用されるLEDでは、好ましくは間隙150は、最大でも最長波長の値である。好適な間隙の寸法としては、25 nm、50 nm、及び100 nmが挙げられる。好ましくは、例えばLEDコンポーネント及び入射開口又は光学要素の基部が光学的平面度まで研磨され、互いにウェハ結合される場合、間隙は最小化される。

【0068】

更に、発光面100と基部120との間の接点領域にわたり間隙150がほぼ均一であること、並びに発光面100及び基部120の粗度が20 nm未満、好ましくは5 nm未満であることが好ましい。かかる構成では、脱出円錐 (escape cone) の外側で、又はLEDコンポーネント - 空気境界面で通常完全に内部反射される角度でLEDコンポーネント10から発光される光線は、代わりに光学要素20に伝送される。光学的結合を促進するために、基部120の表面を、発光面100と一致するように成形することができる。例えば、LEDコンポーネント10の発光面100が平面の場合、図5に示されるように

、光学要素 20 の基部 120 も平面であることができる。或いは、LED コンポーネントの発光面が湾曲している場合（例えば、わずかに凹状である）、光学要素の基部を発光面と一致する（例えば、わずかに凸状）ように成形することができる。基部 120 の寸法は、LED コンポーネントの発光面 100 より小さいか、それと同等か、又はそれより大きいかのいずれかであってよい。基部 120 は、LED コンポーネント 10 の断面形状と同一であるか、又は異なることができる。例えば、LED コンポーネントが正方形の発光面を有する一方、光学要素は円形の基部を有することができる。その他の変型は、当業者にとって明らかとなるであろう。

【0069】

好適な間隙の寸法としては、100 nm、50 nm、及び 25 nm が挙げられる。好ましくは、例えば LED コンポーネント及び入射開口又は光学要素の基部が光学的平面度まで研磨され、互いにウェハ結合される場合、間隙は最小化される。光学要素及び LED コンポーネントを、光学的に結合された配置を提供するために、高温及び高圧を印加することによって、互いに結合することができる。いずれかの既知のウェハ結合技術を使用することができる。例示的なウェハ結合技術は、米国特許出願番号第 10 / 977239 号、名称「光学及び半導体要素の製造するためのプロセス (Process for Manufacturing Optical and Semiconductor Elements)」(代理人整理番号 60203US002) に記載される。

【0070】

間隙が有限の場合、光学的結合を、LED コンポーネントの発光面と光学要素の基部との間に薄い光学的伝導層を追加することによって、達成するか、又は向上することができる。図 13 は、図 5 に示されるもののように、間隙 150 内に薄い光学的伝導層 60 が配置されているが、光学要素及び LED コンポーネントの部分的概略の側面図を示す。間隙 150 と同様に、光学的伝導層 60 は、厚さが 100 nm、50 nm、25 nm、又はそれ未満であることができる。好ましくは、光学的結合層の屈折率は、発光面又は光学要素の屈折率と厳密に一致する。光学的伝導層を、結合及び非結合（機械的に分離する）構造の両方で使用することができる。結合された実施形態では、光学的伝導層は、例えば、透明な接着剤層、無機薄フィルム、溶融可能なガラスフリット、又は他の同様の結合剤を含む、光のいずれかの好適な結合剤であり得る。結合構造の更なる実施例は、例えば 2002 年 3 月 14 日に出願された、米国特許公開公報番号第 U.S. 2002 / 0030194 号、名称「光取り出し効率が改善された発光ダイオード (Light Emitting Diodes with Improved Light Extraction Efficiency)」(カムラス (Camras) ら) に記載される。

【0071】

非結合の実施形態では、LED コンポーネントを、LED コンポーネントと光学要素との間にいかなる接着剤又はその他の結合剤も使用せずに、光学要素に光学的に結合することができる。非結合の実施形態は、LED コンポーネント及び光学要素の両方を機械的に分離することができ、互いから独立して移動できるようにする。例えば、光学要素は、LED コンポーネントに対して横方向に移動することができる。別の実施例では、光学要素及び LED コンポーネントの両方は、それぞれのコンポーネントが動作中に加熱される際、自由に膨張する。かかる機械的に分離したシステムでは、膨張によって生成されるせん断又は垂直応力のいずれかの大部分は、一方のコンポーネントからもう一方のコンポーネントへ伝送されない。換言すれば、一方のコンポーネントの移動は、他方のコンポーネントに機械的影響を与えない。この構成は、発光物質が壊れ易く、LED コンポーネントと光学要素との膨張係数が一致せず、LED が繰り返し付いたり消えたりする場合に、特に望ましいことがあり得る。

【0072】

機械的に分離した構成は、LED コンポーネントに光学的に近接して（2つの間には、ほんのわずかな空隙のみが存在する）光学要素を配置することによって作製することができる。空隙は、上記のように、全内部反射の漏れを助長するのに、十分小さくあるべきである。

10

20

30

40

50

【 0 0 7 3 】

或いは、図 1 3 に示されるように、光学要素 2 0 と L E D コンポーネント 1 0 との間の間隙 1 5 0 に薄い光学的伝導層 6 0 (例えば、屈折率が一致する流動体)を追加し、光学的伝導層が光学要素及び L E D コンポーネントを独立して移動できるようにすることができる。光学的伝導層 6 0 に好適な材料の例としては、屈折率整合オイル、及び同様の光学特性を有するその他の液体又はジェルが挙げられる。所望により、光学的伝導層 6 0 は熱伝導性であることもできる。

【 0 0 7 4 】

光学要素及び L E D コンポーネントは、いずれかの既知のカプセル材料を使用してともに封入し、最終的な L E D パッケージ又は光源を作製することができる。光学要素及び L E D コンポーネントの封入は、非結合の実施形態において、それらとともに保持する方法を提供する。

【 0 0 7 5 】

更なる非結合構造は、同一所有者の米国特許出願番号第 1 0 / 9 7 7 2 4 9 号、名称「非結合光学要素の L E D パッケージ」(LED Package with Non-bonded Optical Element)、代理人整理番号 6 0 2 1 6 U S 0 0 2 に記載される。

【 0 0 7 6 】

光学要素を、例えば材料の単一ブロックからの切断等、単一構造から作製することができる、又は 2 つ以上のセクションを化合物構造体内でともに接合することによって作製することができる。

【 0 0 7 7 】

望ましくは第 1 のセクションは、L E D コンポーネントとの光学接点を形成し、高屈折率(好ましくは、L E D コンポーネントの発光面での屈折率とほぼ同等)、所望により高い熱伝導性、及び/又は高い熱安定性を有する第 1 の光学材料から作製する。これに関して、高い熱安定性とは、約 6 0 0 以上の分解温度を有する材料を指す。好ましくは第 1 のセクションの厚さは、光学的に厚い(例えば、効果的に少なくとも 5 ミクロン又は光の波長の 1 0 倍)。

【 0 0 7 8 】

また、炭化ケイ素は、電気接点又は回路機能を提供する場合があるように、導電性である。光学要素内での散乱は、散乱が入力末端部付近又は光学要素の基部に限定される場合、許容可能である場合がある。しかしながら、L E D コンポーネントからの光を効率的に結合するのに十分な長さを有する光学要素を作製することは、高価であり時間がかかるであろう。一体化光学要素の作製における更なる課題は、材料の歩留まりが比較的低い場合があること、及び形状因子が L E D コンポーネントを個別に光学要素とともに組み立てることを余儀なくさせる場合があることである。これらの理由のため、光学要素を 2 つ(又はそれ以上)のセクションに分割し、異なる光学材料からセクションを作製し、製造費用を削減することが有利であり得る。

【 0 0 7 9 】

第 2 のセクションは、第 1 のセクションに接合され、第 1 の光学材料より材料費が安価であり、容易に加工でき得る第 2 の光学材料から作製される。第 2 の光学材料は、第 1 の光学材料に対してより低い屈折率、より低い熱伝導性、又はその両方を有してよい。例えば、第 2 の光学材料は、ガラス類、ポリマー類、セラミックス、セラミックナノ粒子充填ポリマー類、及びその他の光学的に透明な材料類を含むことができる。好適なガラス類としては、鉛の酸化物類を含むもの、ジルコニウム、チタン、及びバリウムが挙げられる。ガラス類は、チタン酸塩類、ジルコン酸塩類、及びスズ酸塩類を含む化合物から生成することができる。好適なセラミックナノ粒子としては、ジルコニア、チタニア、酸化亜鉛、及び硫化亜鉛が挙げられる。

【 0 0 8 0 】

所望により、L E D 光と外部環境との結合を更に助長するために、第 3 の光学材料からなる第 3 のセクションを第 2 のセクションに接合することができる。一実施形態では、光

10

20

30

40

50

学要素に関連する全体のフレネル表面反射 (Fresnel surface reflections) を最小化するために、3つのセクションの屈折率を、 $n_1 > n_2 > n_3$ となるように調整する。

【0081】

本発明による光源は、大きい又は小さい画面のビデオモニタ、コンピュータのモニタ又はディスプレイ、テレビ、電話装置又は電話装置のディスプレイ、携帯端末又は携帯端末のディスプレイ、ポケベル又はポケベルのディスプレイ、計算機又は計算機のディスプレイ、ゲーム又はゲームのディスプレイ、玩具又は玩具のディスプレイ、大きい又は小さい電化製品若しくは大きい又は小さい電化製品のディスプレイ、自動車の計器盤又は自動車の計器盤のディスプレイ、自動車の内装又は自動車の内装のディスプレイ、船舶の計器盤又は船舶の計器盤のディスプレイ、船舶の内装又は船舶の内装のディスプレイ、航空の計器盤又は航空の計器盤のディスプレイ、航空の内装又は航空の内装のディスプレイ、交通規制装置又は交通規制装置のディスプレイ、広告ディスプレイ、広告サイン等のようなグラフィック表示装置のコンポーネント又は決定的に重要なコンポーネントであってよい。

10

【0082】

本発明による光源は、液晶ディスプレイ (LCD) 又は同様のディスプレイの、かかるディスプレイに対するバックライトとして、コンポーネント又は決定的に重要なコンポーネントであってよい。一実施形態では、本発明による半導体装置は、本発明による半導体装置によって発光される色をLCDディスプレイのカラーフィルタと一致させることによって、該液晶ディスプレイのバックライトに使用するために特に適合される。

【0083】

本発明による光源は、自立型又は内蔵型の点灯備品又はランプ、景観又は建築照明備品、手持ち型又は車両搭載型ランプ、自動車のヘッドライト又はテールライト、自動車内装照明備品、自動車又は非自動車信号装置、道路照明装置、交通規制信号装置、船舶ランプ又は信号装置若しくは内装照明備品、航空ランプ又は信号装置若しくは内装照明備品、大きい又は小さい装置若しくは大きい又は小さい装置のランプ等のような照明装置のコンポーネント又は決定的に重要なコンポーネント、或いは、赤外線、可視線、又は紫外線の光源として使用されるいずれかの装置又はコンポーネントであってよい。

20

【0084】

本発明の様々な修正及び変更は、本発明の範囲及び原理から逸脱することなく当業者には明白であり、また本発明が、上記で説明した例示的な実施形態に過度に限定されないことは理解されるべきである。

30

【図面の簡単な説明】

【0085】

【図1】本発明の一実施形態による構造物における半導体の伝導バンド及び価電子バンドの平坦バンドダイアグラムである。層の厚さは、縮尺どおり示されていない。

【図2】様々なII-VI二元化合物及びこれらの合金類の格子定数及びバンドギャップエネルギーを示すグラフ。

【図3】本発明の一実施形態による装置から発光する光のスペクトルを示すグラフ。

【図4】本発明の一実施形態による構造物内の半導体の伝導バンド及び価電子バンドの平坦バンドダイアグラムである。層の厚さは、縮尺どおり示されていない。

40

【図5】一実施形態における光学要素及びLEDコンポーネントの構成を図示する概略の側面図。

【図6a】追加の実施形態による、光学要素の斜視図。

【図6b】追加の実施形態による、光学要素の斜視図。

【図6c】追加の実施形態による、光学要素の斜視図。

【図7】別の実施形態による、光学要素の斜視図。

【図8a】幾つかの代替の実施形態による、光学要素の平面図。

【図8b】幾つかの代替の実施形態による、光学要素の平面図。

【図8c】幾つかの代替の実施形態による、光学要素の平面図。

【図8d】幾つかの代替の実施形態による、光学要素の平面図。

50

- 【図 8 e】幾つかの代替の実施形態による、光学要素の平面図。
 【図 8 f】幾つかの代替の実施形態による、光学要素の平面図。
 【図 8 g】幾つかの代替の実施形態による、光学要素の平面図。
 【図 8 h】幾つかの代替の実施形態による、光学要素の平面図。
 【図 8 i】幾つかの代替の実施形態による、光学要素の平面図。
 【図 9 a】代替の実施形態の光学要素を図示する概略の正面図。
 【図 9 b】代替の実施形態の光学要素を図示する概略の正面図。
 【図 9 c】代替の実施形態の光学要素を図示する概略の正面図。
 【図 10 a】幾つかの代替の実施形態による、光学要素及び LED コンポーネントの概略の側面図。
 【図 10 b】幾つかの代替の実施形態による、光学要素及び LED コンポーネントの概略の側面図。
 【図 10 c】幾つかの代替の実施形態による、光学要素及び LED コンポーネントの概略の側面図。
 【図 10 d】幾つかの代替の実施形態による、光学要素及び LED コンポーネントの概略の側面図。
 【図 10 e】幾つかの代替の実施形態による、光学要素及び LED コンポーネントの概略の側面図。
 【図 11 a】幾つかの実施形態による、光学要素及び LED コンポーネントの底面図。
 【図 11 b】幾つかの実施形態による、光学要素及び LED コンポーネントの底面図。
 【図 11 c】幾つかの実施形態による、光学要素及び LED コンポーネントの底面図。
 【図 11 d】幾つかの実施形態による、光学要素及び LED コンポーネントの底面図。
 【図 12】別の実施形態による、光学要素及び LED コンポーネントのアレイの斜視図。
 【図 13】別の実施形態による、光学要素及び LED コンポーネントの部分図。

10

20

【図 1】

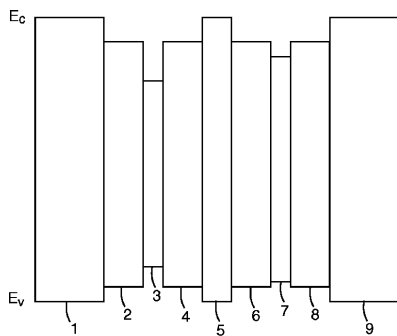


Fig. 1

【図 3】

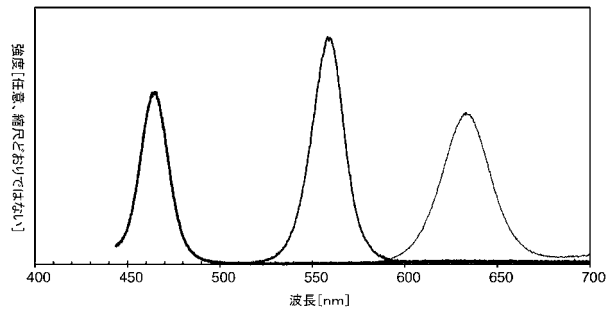


Fig. 3

【図 2】

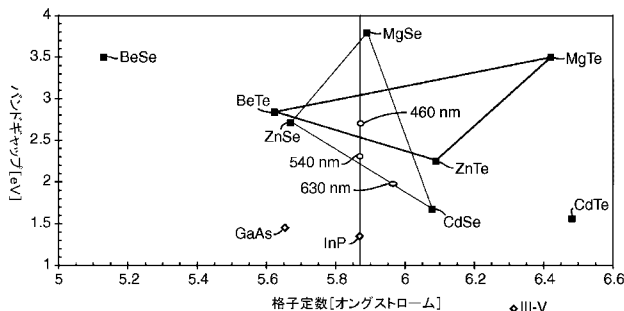
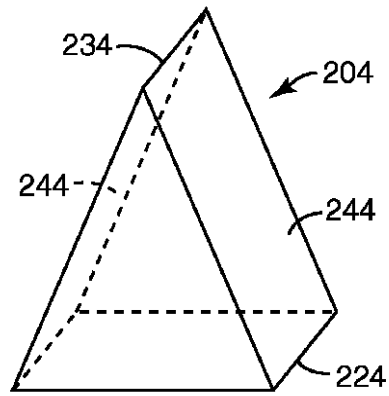
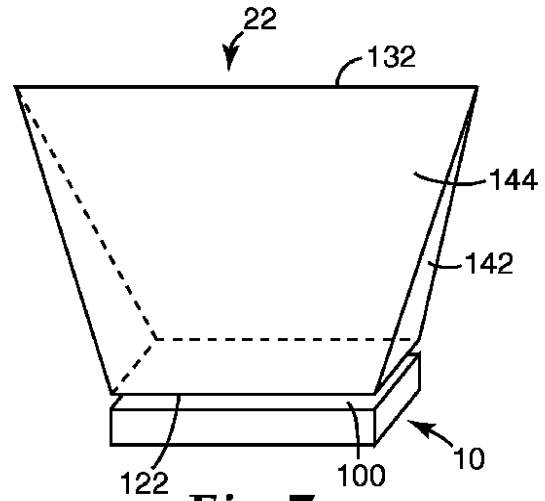


Fig. 2

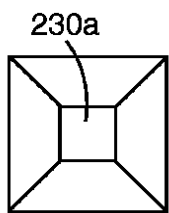
【 図 6 c 】

*Fig. 6c*

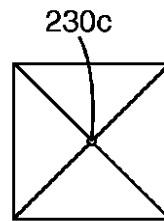
【 図 7 】

*Fig. 7*

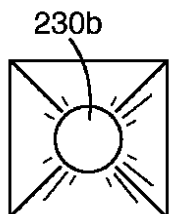
【 図 8 a 】

*Fig. 8a*

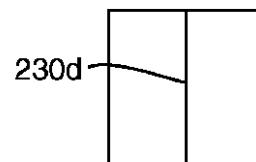
【 図 8 c 】

*Fig. 8c*

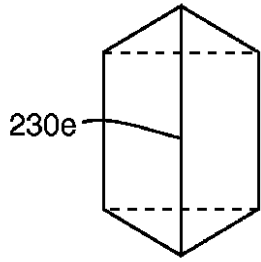
【 図 8 b 】

*Fig. 8b*

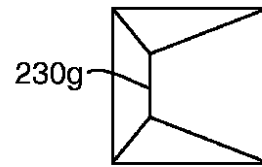
【 図 8 d 】

*Fig. 8d*

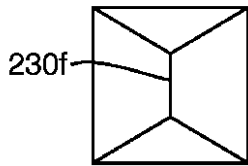
【 図 8 e 】

*Fig. 8e*

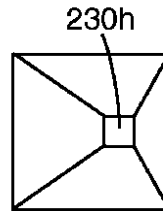
【 図 8 g 】

*Fig. 8g*

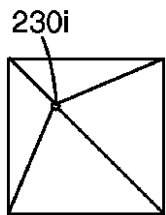
【 図 8 f 】

*Fig. 8f*

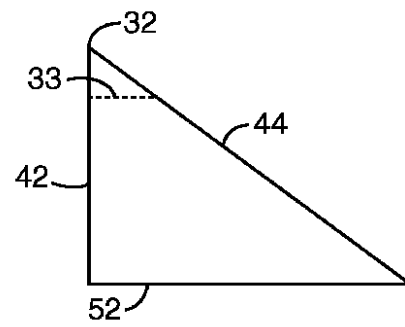
【 図 8 h 】

*Fig. 8h*

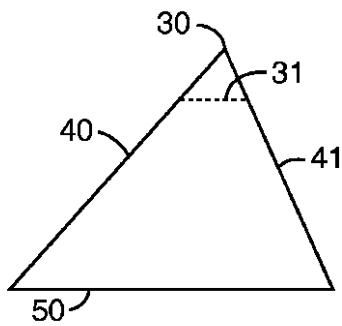
【 図 8 i 】

*Fig. 8i*

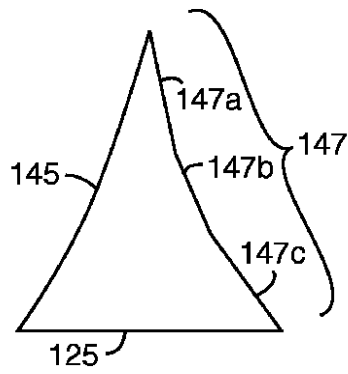
【 図 9 b 】

*Fig. 9b*

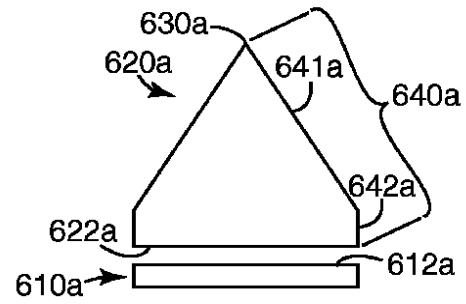
【 図 9 a 】

*Fig. 9a*

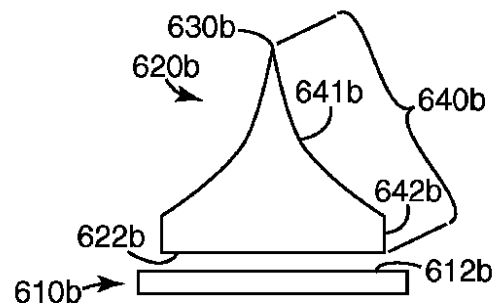
【図 9 c】

*Fig. 9c*

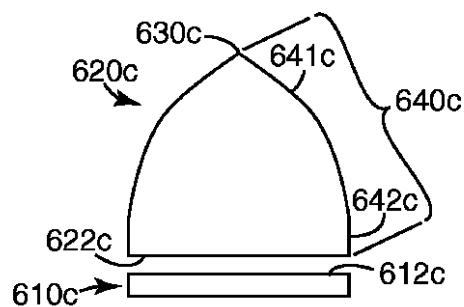
【図 10 a】

*Fig. 10a*

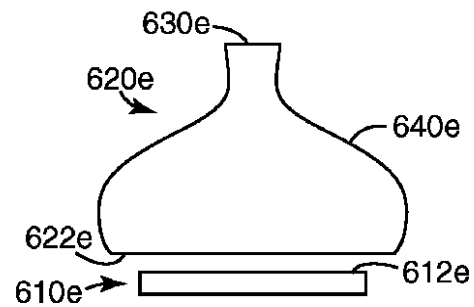
【図 10 b】

*Fig. 10b*

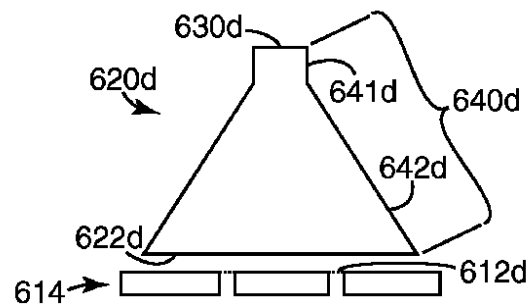
【図 10 c】

*Fig. 10c*

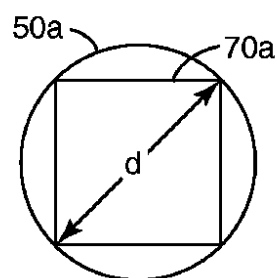
【図 10 e】

*Fig. 10e*

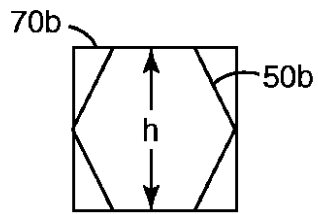
【図 10 d】

*Fig. 10d*

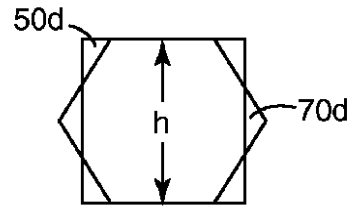
【図 11 a】

*Fig. 11a*

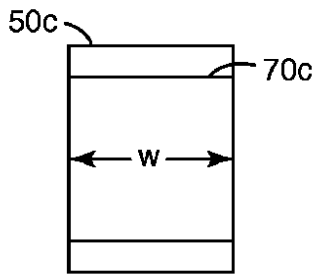
【図 1 1 b】

**Fig. 11b**

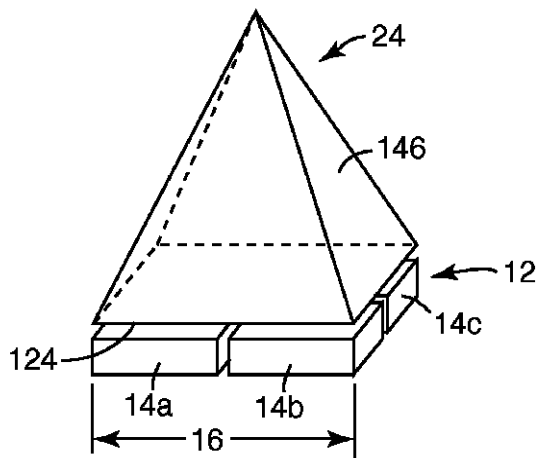
【図 1 1 d】

**Fig. 11d**

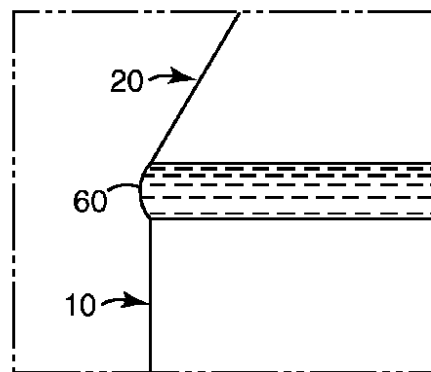
【図 1 1 c】

**Fig. 11c**



【図 1 2】

**Fig. 12**

【図 1 3】

**Fig. 13**

【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/US2007/070851
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
<i>H01L 33/00(2006.01)i</i>		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) IPC8 H01L		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Korean Utility models and applications for Utility models since 1975 Japanese Utility models and application for Utility models since 1975		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) eKIPASS(KIPO internal) "LED", "re-emitting semiconductor construction", "converging optical element"		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y1	US 7045375 B1 (WU et al.) 16 May 2006 See Abstract; Claim 7; Figures 4A-4C, 7A-7C	1-11
Y1	US 2004/0075102 A1 (CHEN et al.) 22 Apr. 2004 See Abstract; Paragraph [0025]-Paragraph [0041]; Figures 4-6	1-11
Y2	JP 17-055481 A (TOYOTA INDUSTRIES CO.) 03 Mar. 2005 See Abstract; Paragraph [0039]-Paragraph [0189]	1-11
Y2	KR 10-2004-0089084 A (SAINT-GOBAIN GLASS FRANCE) 20 Oct. 2004 See Abstract; Figures 1, 2	1-11
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
<p>* Special categories of cited documents:</p> <p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of citation or other special reason (as specified)</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> <p>"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</p> <p>"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</p> <p>"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</p> <p>"&" document member of the same patent family</p>		
Date of the actual completion of the international search 28 SEPTEMBER 2007 (28.09.2007)		Date of mailing of the international search report 28 SEPTEMBER 2007 (28.09.2007)
Name and mailing address of the ISA/KR  Korean Intellectual Property Office 920 Dunsan-dong, Seo-gu, Daejeon 302-701, Republic of Korea Facsimile No. 82-42-472-7140		Authorized officer LEE, Jin Hong Telephone No. 82-42-481-8509 

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No.

PCT/US2007/070851

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US7045375B1	16.05.2006	CN1697208A	16.11.2005
		JP2006196889A2	27.07.2006
		TW246787B	01.01.2006
		TW255569B	21.05.2006
		US2006157728AA	20.07.2006
		US2006158128AA	20.07.2006
		US2006158409AA	20.07.2006
		US2006158637AA	20.07.2006
		US2006160255AA	20.07.2006
		US2006160257AA	20.07.2006
		US2006160259AA	20.07.2006
		US2006160284AA	20.07.2006
		US2006216845AA	28.09.2006
		US7045375B1	16.05.2006
		US7205169BB	17.04.2007
		US7208336BB	24.04.2007
		US7226801BB	05.06.2007
US20040075102A1	22.04.2004	US06853012	08.02.2005
		US2004075102AA	22.04.2004
		US6853012BB	08.02.2005
JP17055481A	03.03.2005	CN1573365A	02.02.2005
		EP01486802A1	15.12.2004
		EP1486802A1	15.12.2004
		JP2005055481A2	03.03.2005
		KR1020040105604	16.12.2004
		KR2004105604A	16.12.2004
		TW244559B	01.12.2005
		US20050007793A1	13.01.2005
		US2005007793AA	13.01.2005
KR1020040089084A	20.10.2004	AU2002364789A1	10.06.2003
		AU2002364789AA	10.06.2003
		BR200214547A	03.11.2004
		CN1596374A	16.03.2005
		EP01449017A1	25.08.2004
		EP1449017A1	25.08.2004
		EP1449017B1	29.08.2007
		FR2832811A1	30.05.2003
		FR2832811B1	30.01.2004
		JP17510751	21.04.2005
		JP2005510751T2	21.04.2005
		MXPA04005089A	19.08.2004
		US20050039788A1	24.02.2005
		US2005039788A1	24.02.2005
		US2005039788AA	24.02.2005
		WO2003046617A1	05.06.2003
		WO2003046617C1	10.06.2004

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), EP(AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, 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, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW

(72)発明者 マイケル・エイ・ハース

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

Fターム(参考) 5F041 AA11 AA12 CA04 CA05 CA41 CB31 CB36 DA81 DB09 EE23
EE25 FF01 FF11