

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号

特許第7283428号

(P7283428)

(45)発行日 令和5年5月30日(2023.5.30)

(24)登録日 令和5年5月22日(2023.5.22)

(51)国際特許分類

F I

H 0 1 L 33/14 (2010.01)

H 0 1 L 33/14

H 0 1 L 33/08 (2010.01)

H 0 1 L 33/08

請求項の数 4 (全19頁)

(21)出願番号 特願2020-55744(P2020-55744)
(22)出願日 令和2年3月26日(2020.3.26)
(65)公開番号 特開2021-158179(P2021-158179
A)
(43)公開日 令和3年10月7日(2021.10.7)
審査請求日 令和4年2月24日(2022.2.24)

(73)特許権者 000241463
豊田合成株式会社
愛知県清須市春日長畑 1 番地
(74)代理人 110002583
弁理士法人平田国際特許事務所
(72)発明者 五所野尾 浩一
愛知県清須市春日長畑 1 番地 豊田合成
株式会社内
審査官 佐竹 政彦

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 発光装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項 1】

1 枚の基板上に並んで配置された、異なる色の光で独立して発光する第 1 の発光素子と第 2 の発光素子を備えた発光装置であって、

前記第 1 の発光素子と前記第 2 の発光素子に共通に用いられる、前記基板上の単一の連続した n 型半導体層と、

前記第 1 の発光素子と前記第 2 の発光素子に共通に用いられる、前記 n 型半導体層上の単一の連続した第 1 の半導体層と、

前記第 1 の発光素子と前記第 2 の発光素子に共通に用いられ、前記第 1 の発光素子に第 1 のキャップ膜として用いられる、前記第 1 の半導体層上の単一の連続した第 1 の中間層と、

前記第 2 の発光素子に用いられる、前記第 1 の中間層上の第 2 の半導体層と、

前記第 2 の発光素子に用いられる、前記第 2 の半導体層上の第 2 のキャップ膜と、

前記第 1 の発光素子と前記第 2 の発光素子に共通に用いられる、前記第 1 のキャップ膜と前記第 2 のキャップ膜上の単一の連続した p 型半導体膜と、

前記第 1 の発光素子と前記第 2 の発光素子に共通に用いられる、前記 p 型半導体膜上の単一の連続したコンタクト電極膜と、

前記第 1 の発光素子に用いられる、前記コンタクト電極膜上の第 1 の p 側接合電極と、

前記第 2 の発光素子に用いられる、前記コンタクト電極膜上の第 2 の p 側接合電極と、

を備え、

10

20

前記第 1 の中間層のバンドギャップが、前記第 1 の半導体層及び前記第 2 の半導体層のバンドギャップよりも大きく、

前記第 2 の半導体層のバンドギャップが、前記第 1 の半導体層のバンドギャップよりも小さく、

前記第 1 の発光素子において、前記 p 型半導体膜側が陽極、前記 n 型半導体層側が陰極となるように電圧を印加することにより、前記第 1 の半導体層が発光層として機能し、

前記第 2 の発光素子において、前記 p 型半導体膜側が陽極、前記 n 型半導体層側が陰極となるように電圧を印加することにより、前記第 2 の半導体層が発光層として機能する、発光装置。

【請求項 2】

10

前記基板上に前記第 1 の発光素子及び前記第 2 の発光素子と並んで配置され、前記第 1 の発光素子及び前記第 2 の発光素子と異なる色の光で独立して発光する第 3 の発光素子をさらに備え、

前記 n 型半導体層、前記第 1 の半導体層、前記第 1 の中間層、及び前記第 2 の半導体層が、単一の連続した膜として前記第 3 の発光素子にも共通で用いられ、

前記第 2 の半導体層上に、前記第 2 の発光素子と前記第 3 の発光素子に共通に用いられ、前記第 2 の発光素子に前記第 2 のキャップ膜として用いられる、単一の連続した第 2 の中間層が設けられ、

前記第 2 の中間層上に、前記第 3 の発光素子に用いられる、第 3 の半導体層が設けられ、

前記第 3 の半導体層上に、前記第 3 の発光素子に用いられる、第 3 のキャップ膜が設けられ、

20

前記 p 型半導体膜が、前記第 1 の発光素子、前記第 2 の発光素子、及び前記第 3 の発光素子に共通に用いられる、前記第 1 のキャップ膜、前記第 2 のキャップ膜、及び前記第 3 のキャップ膜上の単一の連続した膜であり、

前記コンタクト電極膜が、前記第 1 の発光素子、前記第 2 の発光素子、及び前記第 3 の発光素子に共通に用いられる、前記 p 型半導体膜上の単一の連続した膜であり、

前記コンタクト電極膜上に、前記第 3 の発光素子に用いられる、第 3 の p 側接合電極が設けられ、

前記第 1 の中間層のバンドギャップが、前記第 1 の半導体層、前記第 2 の半導体層、及び前記第 3 の半導体層のバンドギャップよりも大きく、

30

前記第 2 の中間層のバンドギャップが前記第 2 の半導体層及び前記第 3 の半導体層のバンドギャップよりも大きく、

前記第 3 の半導体層のバンドギャップが、前記第 2 の半導体層のバンドギャップよりも小さく、

前記第 3 の発光素子において、前記 p 型半導体膜側が陽極、前記 n 型半導体層側が陰極となるように電圧を印加することにより、前記第 3 の半導体層が発光層として機能する、請求項 1 に記載の発光装置。

【請求項 3】

1 枚の基板上に並んで配置された、異なる色の光で独立して発光する第 1 の発光素子と第 2 の発光素子を備えた発光装置であって、

40

前記第 1 の発光素子と前記第 2 の発光素子に共通に用いられる、前記基板上の単一の連続した n 型半導体層と、

前記第 1 の発光素子と前記第 2 の発光素子に共通に用いられる、前記 n 型半導体層上の単一の連続した第 1 の半導体層と、

前記第 1 の発光素子と前記第 2 の発光素子に共通に用いられ、前記第 1 の発光素子に第 1 のキャップ膜として用いられる、前記第 1 の半導体層上の単一の連続した第 1 の中間層と、

前記第 2 の発光素子に用いられる、前記第 1 の中間層上の第 2 の半導体層と、

前記第 2 の発光素子に用いられる、前記第 2 の半導体層上の第 2 のキャップ膜と、

前記第 1 の発光素子と前記第 2 の発光素子に共通に用いられる、前記第 1 のキャップ膜

50

と前記第 2 のキャップ膜上の単一の連続した p 型半導体膜と、

前記第 1 の発光素子に用いられる、前記 p 型半導体膜上の第 1 のコンタクト電極膜と、
前記第 2 の発光素子に用いられる、前記 p 型半導体膜上の第 2 のコンタクト電極膜と、
前記第 1 の発光素子に用いられる、前記第 1 のコンタクト電極膜上の第 1 の p 側接合電極と、

前記第 2 の発光素子に用いられる、前記第 2 のコンタクト電極膜上の第 2 の p 側接合電極と、

を備え、

前記第 1 の中間層のバンドギャップが、前記第 1 の半導体層及び前記第 2 の半導体層のバンドギャップよりも大きく、

前記第 2 の半導体層のバンドギャップが、前記第 1 の半導体層のバンドギャップよりも小さく、

前記第 1 の発光素子において、前記 p 型半導体膜側が陽極、前記 n 型半導体層側が陰極となるように電圧を印加することにより、前記第 1 の半導体層が発光層として機能し、

前記第 2 の発光素子において、前記 p 型半導体膜側が陽極、前記 n 型半導体層側が陰極となるように電圧を印加することにより、前記第 2 の半導体層が発光層として機能する、
発光装置。

【請求項 4】

前記基板上に前記第 1 の発光素子及び前記第 2 の発光素子と並んで配置され、前記第 1 の発光素子及び前記第 2 の発光素子と異なる色の光で独立して発光する第 3 の発光素子をさらに備え、

前記 n 型半導体層、前記第 1 の半導体層、前記第 1 の中間層、及び前記第 2 の半導体層が、単一の連続した膜として前記第 3 の発光素子にも共通で用いられ、

前記第 2 の半導体層上に、前記第 2 の発光素子と前記第 3 の発光素子に共通に用いられ、前記第 2 の発光素子に前記第 2 のキャップ膜として用いられる、単一の連続した第 2 の中間層が設けられ、

前記第 2 の中間層上に、前記第 3 の発光素子に用いられる、第 3 の半導体層が設けられ、

前記第 3 の半導体層上に、前記第 3 の発光素子に用いられる、第 3 のキャップ膜が設けられ、

前記 p 型半導体膜が、前記第 1 の発光素子、前記第 2 の発光素子、及び前記第 3 の発光素子に共通に用いられる、前記第 1 のキャップ膜、前記第 2 のキャップ膜、及び前記第 3 のキャップ膜上の単一の膜であり、

前記 p 型半導体膜上に、前記第 3 の発光素子に用いられる、第 3 のコンタクト電極膜が設けられ、

前記第 3 のコンタクト電極膜上に、前記第 3 の発光素子に用いられる、第 3 の p 側接合電極が設けられ、

前記第 1 の中間層のバンドギャップが、前記第 1 の半導体層、前記第 2 の半導体層、及び前記第 3 の半導体層のバンドギャップよりも大きく、

前記第 2 の中間層のバンドギャップが前記第 2 の半導体層及び前記第 3 の半導体層のバンドギャップよりも大きく、

前記第 3 の半導体層のバンドギャップが、前記第 2 の半導体層のバンドギャップよりも小さく、

前記第 3 の発光素子において、前記 p 型半導体膜側が陽極、前記 n 型半導体層側が陰極となるように電圧を印加することにより、前記第 3 の半導体層が発光層として機能する、

請求項 3 に記載の発光装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、発光装置に関する。

【背景技術】

10

20

30

40

50

【 0 0 0 2 】

従来、独立して発光する複数のセグメントを有する発光装置であって、それぞれ単一の連続した膜からなり、複数のセグメントにおいて共通に用いられる n 型層、p 型層、及びそれらの間に介在する活性層と、p 型層の上に設けられ、複数のセグメントの各々に用いられる複数の電極とを備えた発光装置が知られている（特許文献 1 参照）。

【 0 0 0 3 】

特許文献 1 によれば、その発光装置はほとんど空間を占めることがないとされており、直接的な記載はないものの、n 型層、p 型層、及び活性層が複数のセグメントにおいて共通に用いられていることが、発光装置が占有する空間を小さくすることに寄与していると考えられる。

10

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 0 4 】

【 文献 】特表 2 0 0 9 - 5 0 9 3 2 6 号公報

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 5 】

特許文献 1 には p 型層上の電極の形成プロセスは開示されていないが、ドライエッチングを用いたパターンニングを行うとオーバーエッチングにより p 型層が削られてしまうため、ウェットエッチングやリフトオフプロセスなどのドライエッチングを伴わないプロセスが用いられていると考えられる。

20

【 0 0 0 6 】

しかしながら、ウェットエッチングやリフトオフプロセスなどではドライエッチングほど微細なパターンは形成できないため、電極間の距離を小さくすることが難しく、それによってセグメントのピッチを狭めることが難しくなっていると考えられる。特に、発光装置が高解像度のディスプレイの光源などに用いられる小型の発光装置である場合は、電極間の距離がセグメントのピッチに及ぼす影響は大きい。

【 0 0 0 7 】

本発明の目的は、高解像度のディスプレイの光源に適用可能な、微小なピッチで並べられた複数の発光領域を有する発光装置を提供することにある。

30

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 0 8 】

本発明の一態様は、上記目的を達成するために、下記 [1] ~ [6] の発光装置を提供する。

【 0 0 0 9 】

[1] 1 枚の基板上に並んで配置された、各々が独立して発光する複数の発光素子を備えた発光装置であって、前記複数の発光素子に共通に用いられる、前記基板上の単一の連続した n 型半導体層と、前記複数の発光素子に共通に用いられる、前記 n 型半導体層上の単一の連続した発光層と、前記複数の発光素子に共通に用いられる、前記発光層上の単一の連続した p 型半導体層と、前記複数の発光素子に共通に用いられる、前記 p 型半導体層上の単一の連続したコンタクト電極膜と、前記複数の発光素子のそれぞれに用いられる、前記コンタクト電極膜上の複数の p 側接合電極と、を備え、前記コンタクト電極膜及び前記 p 型半導体層が、その面内方向への電流拡散が抑制されるように構成された、発光装置。

40

[2] 前記コンタクト電極膜において、前記複数の p 側接合電極の直下の第 1 の領域のシート抵抗よりも、前記第 1 の領域以外の第 2 の領域のシート抵抗の方が大きい、上記 [1] に記載の発光装置。

[3] 前記コンタクト電極膜が ITO 又は IZO からなり、前記第 2 の領域の酸素濃度が、前記第 1 の領域の酸素濃度よりも高い、上記 [2] に記載の発光装置。

[4] 前記複数の p 側接合電極の間隔が $0.1 \mu\text{m}$ 以上、 $3 \mu\text{m}$ 以下である、上記 [1] ~ [3] のいずれか 1 項に記載の発光装置。

50

[5] 1枚の基板上に並んで配置された、異なる色の光で独立して発光する第1の発光素子と第2の発光素子を備えた発光装置であって、前記第1の発光素子と前記第2の発光素子に共通に用いられる、前記基板上の単一の連続したn型半導体層と、前記第1の発光素子と前記第2の発光素子に共通に用いられる、前記n型半導体層上の単一の連続した第1の半導体層と、前記第1の発光素子と前記第2の発光素子に共通に用いられ、前記第1の発光素子に第1のキャップ膜として用いられる、前記第1の半導体層上の単一の連続した第1の中間層と、前記第2の発光素子に用いられる、前記第1の中間層上の第2の半導体層と、前記第2の発光素子に用いられる、前記第2の半導体層上の第2のキャップ層と、前記第1の発光素子と前記第2の発光素子に共通に用いられる、前記第1のキャップ膜と前記第2のキャップ膜上の単一の連続したp型半導体膜と、前記第1の発光素子と前記第2の発光素子に共通に用いられる、前記p型半導体膜上の単一の連続したコンタクト電極膜と、前記第1の発光素子に用いられる、前記コンタクト電極膜上の第1のp側接合電極と、前記第2の発光素子に用いられる、前記コンタクト電極膜上の第2のp側接合電極と、を備え、前記第1の中間層のバンドギャップが、前記第1の半導体層及び前記第2の半導体層のバンドギャップよりも大きく、前記第2の半導体層のバンドギャップが、前記第1の半導体層のバンドギャップよりも小さく、前記p型半導体膜及び前記コンタクト電極膜が、その面内方向への電流拡散が抑制されるように構成され、前記第1の発光素子において、前記p型半導体層側が陽極、前記n型半導体層側が陰極となるように電圧を印加することにより、前記第1の半導体層が発光層として機能し、前記第2の発光素子において、前記p型半導体層側が陽極、前記n型半導体層側が陰極となるように電圧を印加することにより、前記第2の半導体層が発光層として機能する、発光装置。

10

20

[6] 前記基板上に前記第1の発光素子及び前記第2の発光素子と並んで配置され、前記第1の発光素子及び前記第2の発光素子と異なる色の光で独立して発光する第3の発光素子をさらに備え、前記n型半導体層、前記第1の半導体層、前記第1の中間層、及び前記第2の半導体層が、単一の連続した膜として前記第3の発光素子にも共通で用いられ、前記第2の半導体層上に、前記第2の発光素子と前記第3の発光素子に共通に用いられ、前記第2の発光素子に前記第2のキャップ膜として用いられる、単一の連続した第2の中間層が設けられ、前記第2の中間層上に、前記第3の発光素子に用いられる、第3の半導体層が設けられ、前記第3の半導体層上に、前記第3の発光素子に用いられる、第3のキャップ膜が設けられ、前記p型半導体膜が、前記第1の発光素子、前記第2の発光素子、及び前記第3の発光素子に共通に用いられる、前記第1のキャップ膜、前記第2のキャップ膜、及び第3のキャップ膜上の単一の連続した膜であり、前記コンタクト電極膜が、前記第1の発光素子、前記第2の発光素子、及び前記第3の発光素子に共通に用いられる、前記p型半導体膜上の単一の連続した膜であり、前記コンタクト電極膜上に、前記第3の発光素子に用いられる、第3のp側接合電極が設けられ、前記第1の中間層のバンドギャップが、前記第1の半導体層、前記第2の半導体層、及び前記第3の半導体層のバンドギャップよりも大きく、前記第2の中間層のバンドギャップが前記第2の半導体層及び前記第3の半導体層のバンドギャップよりも大きく、前記第3の半導体層のバンドギャップが、前記第2の半導体層のバンドギャップよりも小さく、前記第3の発光素子において、前記p型半導体層側が陽極、前記n型半導体層側が陰極となるように電圧を印加することにより、前記第3の半導体層が発光層として機能する、上記[5]に記載の発光装置。

30

40

【発明の効果】

【 0 0 1 0 】

本発明によれば、高解像度のディスプレイの光源に適用可能な、微小なピッチで並べられた複数の発光領域を有する発光装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 1 】

【図1】図1は、本発明の第1の実施の形態に係る発光装置の垂直断面図である。

【図2】図2は、本発明の第1の実施の形態に係る発光装置の変形例の垂直断面図である。

【図3】図3は、本発明の第2の実施の形態に係る発光装置の垂直断面図である。

50

【図４】図４は、本発明の第２の実施の形態に係る発光素子のバンド構造の模式図である。
【図５】図５は、本発明の第２の実施の形態に係る発光装置の変形例の垂直断面図である。
【図６】図６は、本発明の第２の実施の形態に係る発光装置の他の変形例の垂直断面図である。

【発明を実施するための形態】

【００１２】

〔第１の実施の形態〕

図１は、本発明の第１の実施の形態に係る発光装置１の垂直断面図である。発光装置１は、サファイア基板などの基板１１と、基板１１上に並んで配置された、各々が独立して発光する複数の発光素子１０（１０ａ～１０ｆ）を備える。

10

【００１３】

また、発光装置１は、発光素子１０ａ～１０ｆに共通に用いられる、基板１１上の単一の連続したｎ型半導体層１２と、発光素子１０ａ～１０ｆに共通に用いられる、ｎ型半導体層１２上の単一の連続した発光層１３と、発光素子１０ａ～１０ｆに共通に用いられる、発光層１３上の単一の連続したｐ型半導体層１４と、発光素子１０ａ～１０ｆに共通に用いられる、ｐ型半導体層１４上の単一の連続したコンタクト電極膜１５と、発光素子１０ａ～１０ｆの各々に用いられる、コンタクト電極膜１５上の複数のｐ側接合電極１６ａ～１６ｆとを備える。

【００１４】

発光素子１０ａ～１０ｆは、それぞれ、ｎ型半導体層１２、発光層１３、ｐ型半導体層１４、コンタクト電極膜１５、ｐ側接合電極１６（１６ａ～１６ｆ）が積層された構造を有する。

20

【００１５】

また、発光装置１においては、発光素子１０ａ～１０ｆに共通に用いられるｎ型半導体層１２に１つのｎ側接合電極１７が接続されている。このため、発光素子１０ａ～１０ｆの各々にｎ側接合電極を接続する場合と比較して、発光装置１の占有面積を小さくすることができる。

【００１６】

コンタクト電極膜１５は、その面内方向への電流拡散が抑制されるように構成されている。そのため、コンタクト電極膜１５のｐ側接合電極１６ａ～１６ｆの直下の部分では、大部分の電流がコンタクト電極膜１５の厚さ方向に流れる。

30

【００１７】

また、同様に、ｐ型半導体層１４も、その面内方向への電流拡散が抑制されるように構成されている。そのため、ｐ型半導体層１４のｐ側接合電極１６ａ～１６ｆの直下の部分では、大部分の電流がｐ型半導体層１４の厚さ方向に流れる。

【００１８】

それによって、ｐ側接合電極１６ａ～１６ｆとｎ側接合電極１７との間に電圧を印加したときに、発光層１３のｐ側接合電極１６ａ～１６ｆの直下の部分であって、発光素子１０ａ～１０ｆの発光部である発光部１３ａ～１３ｆがそれぞれ独立して発光する。すなわち、発光層１３の発光部１３ａ～１３ｆ以外の部分は、ほとんど発光しない、又は発光部１３ａ～１３ｆの発光強度と比較して十分に小さい程度の強度でしか発光しない。

40

【００１９】

コンタクト電極膜１５及びｐ型半導体層１４は、その厚さを調整することにより面内方向の電流拡散が抑制される程度の面内方向の電気抵抗を有する。面内方向の電気抵抗は、コンタクト電極膜１５、ｐ型半導体層１４の材料の抵抗率や、コンタクト電極膜１５、ｐ型半導体層１４の厚さにより決定される。

【００２０】

発光装置１においては、ｎ型半導体層１２、発光層１３、ｐ型半導体層１４、及びコンタクト電極膜１５が発光素子１０ａ～１０ｆに共通に用いられるため、個々の発光素子に対してｎ型半導体層、発光層、ｐ型半導体層、及びコンタクト電極が個別に設けられる場

50

合と比較して、発光領域のピッチを狭くすることができる。

【0021】

p側接合電極16a～16fは、1枚の連続した金属膜上にフォトリソグラフィによりエッチングマスクを形成し、ドライエッチングによりエッチングマスクに覆われていない部分を除去することにより形成される。このドライエッチングを用いる方法によれば、リフトオフなどの他の方法と比較して微細なパターンを形成することができるため、p側接合電極16a～16fの間隔D₁を小さく（例えば0.1μm以上、3μm以下）することができる。

【0022】

さらに、p側接合電極16a～16fの間隔を小さくことにより、発光装置1の複数の独立した発光領域である発光部13a～13fのピッチPをより小さく（例えば1μm以上、6μm以下）することができる。

10

【0023】

上記のドライエッチングを行う際には、連続膜であるコンタクト電極膜15がエッチングストッパーとして機能し、オーバーエッチングによりコンタクト電極膜15の下にp型半導体層14が削られることを防ぐ。例えば、p側接合電極16a～16fがTi/Auからなり、コンタクト電極膜15がITO（Indium Tin Oxide）又はIZO（Indium Zinc Oxide）からなる場合は、p側接合電極16a～16fのパターニングのためのドライエッチングのガスとしてCF₄+O₂混合ガスが用いられ、ITOやIZOがCF₄+O₂混合ガスに対して十分な耐性を有するため、コンタクト電極膜15がエッチングストッパーとして機能する。

20

【0024】

n型半導体層12、発光層13、p型半導体層14は、典型的には、窒化物半導体（V族元素として窒素を用いたIII-V族半導体）からなる。例えば、n型半導体層12、p型半導体層14はAl_xIn_yGa_zN（x+y+z=1、z>0）からなり、発光層13はIn_vGa_wN（v+w=1）層、GaN層をそれぞれウェル、バリアとする多重量子井戸構造を有する。

【0025】

p型半導体層14のシート抵抗は、面内方向の電流拡散を抑えるために、1000 /（ohms per square）以上であることが好ましい。なお、p型半導体層14がコンタクト電極膜15とオーミックコンタクトする厚さや導電率を有するのであれば、p型半導体層14のシート抵抗は、面内方向の電流拡散を抑えられる範囲内で自由に設定することができ、例えば、発光領域のピッチなどに応じて10000 / 以上、100000 / 以上の値もとれる。

30

【0026】

コンタクト電極膜15は、例えば、ITO又はIZOからなる。コンタクト電極膜15のシート抵抗は、面内方向の電流拡散を抑えるために、1000 / 以上であることが好ましい。なお、コンタクト電極膜15がp側接合電極16a～16f及びp型半導体層14とオーミックコンタクトする厚さや導電率を有するのであれば、コンタクト電極膜15のシート抵抗は、面内方向の電流拡散を抑えられる範囲内で自由に設定することができ、例えば、発光領域のピッチなどに応じて10000 / 以上、100000 / 以上の値もとれる。p側接合電極16a～16fは、例えば、Ti/Au、Ta/Au、Cr/Au、Ni/Auなどからなる。n側接合電極17は、例えば、Ti/Auからなる。

40

【0027】

n型半導体層12の厚さは、例えば、1～10μmである。発光層13の厚さは、例えば、10～100nmである。p型半導体層14の厚さは、例えば、10～100nmである。コンタクト電極膜15の厚さは、例えば、5～100nmである。

【0028】

なお、図1には複数の発光素子10として発光素子10a～10fが図示されているが

50

、発光装置 1 に含まれる複数の発光素子 10 の個数は特に限定されない。

【0029】

(変形例)

図 2 は、本発明の第 1 の実施の形態に係る発光装置 1 の変形例である発光装置 2 の垂直断面図である。発光装置 2 は、コンタクト電極膜の構成において発光装置 1 と異なる。

【0030】

発光装置 2 は、発光装置 1 のコンタクト電極膜 15 の代わりに、コンタクト電極膜 25 を備える。コンタクト電極膜 25 においては、p 側接合電極 16a ~ 16f の直下の領域 251 のシート抵抗よりも、領域 251 以外の領域 252 のシート抵抗の方が大きい。

【0031】

領域 251 のシート抵抗は、例えば、1000 / Ω 以下であり、領域 252 のシート抵抗は、例えば、10000 / Ω 以上である。なお、領域 252 によって領域 251 からの面内方向の電流拡散が抑えられるため、領域 251 のシート抵抗は小さくても問題はないが、例えば、コンタクト電極膜 25 が ITO 又は IZO からなる場合はおよそ 100 / Ω 以上に設定される。また、領域 252 のシート抵抗は、例えば、後述する酸素プラズマ処理による方法で領域 252 を形成する場合は、100000 / Ω 以上も可能となる。

【0032】

このため、p 側接合電極 16a ~ 16f の直下の領域 251 からその他の領域 252 への面内方向への電流拡散がより効果的に抑制され、発光層 13 の発光部 13a ~ 13f 以外の部分の発光強度に対する発光部 13a ~ 13f の発光強度の比をより高めることができる。

【0033】

コンタクト電極膜 25 は、例えば、発光装置 1 において、p 側接合電極 16a ~ 16f をマスクとして用いて ITO 又は IZO からなるコンタクト電極膜 15 に酸素プラズマ処理や酸素雰囲気でのアニール処理を施すことにより形成することができる。この場合、領域 252 は酸素プラズマ処理や酸素雰囲気でのアニール処理により過剰な酸素を含んでおり、自由電子が過剰酸素にトラップされてキャリア濃度が低減し、酸素プラズマ処理を施されていない領域 251 よりも電気抵抗が大きくなっている。すなわち、ITO 又は IZO からなるコンタクト電極膜 15 において、領域 252 の酸素濃度が、領域 251 の酸素濃度よりも高いために、領域 252 の電気抵抗が領域 251 の電気抵抗よりも大きくなっている。

【0034】

(第 1 の実施の形態の効果)

上記の本発明の第 1 の実施の形態に係る発光装置 1、2 によれば、n 型半導体層 12、発光層 13、p 型半導体層 14、及びコンタクト電極膜 15 が発光素子 10a ~ 10f に共通に用いられるため、発光領域のピッチ P を狭くすることができる。このため、発光装置 1、2 を高解像度のディスプレイの光源などに適用することができる。

【0035】

(第 2 の実施の形態)

図 3 は、本発明の第 2 の実施の形態に係る発光装置 3 の垂直断面図である。発光素子 3 は、サファイア基板などの基板 31 と、基板 31 上に並んで配置された、それぞれ異なる色の光で独立して発光する複数の発光素子 30 (30a ~ 30c) を備える。

【0036】

また、発光装置 3 は、発光素子 30a ~ 30c に共通に用いられる、基板 10 上の単一の連続した n 型半導体層 32 と、発光素子 30a ~ 30c に共通に用いられる、n 型半導体層 32 上の単一の連続した第 1 の半導体層 33 と、発光素子 30a ~ 30c に共通に用いられ、発光素子 30a に第 1 のキャップ膜として用いられる、第 1 の半導体層 33 上の単一の連続した第 1 の中間層 34 と、発光素子 30b、30c に共通に用いられる、第 1 の中間層 34 上の単一の連続した第 2 の半導体層 35 と、発光素子 30b、30c に共通

10

20

30

40

50

に用いられ、発光素子 30 b に第 2 のキャップ膜として用いられる、第 2 の半導体層 35 上の単一の連続した第 2 の中間層 36 と、発光素子 30 c に用いられる、第 2 の中間層 36 上の第 3 の半導体層 37 と、発光素子 30 c に用いられる、第 3 の半導体層 37 上の第 3 のキャップ膜 38 と、発光素子 30 a ~ 30 c に共通に用いられる、第 1 のキャップ膜、第 2 のキャップ膜、及び第 3 のキャップ膜 38 上の単一の連続した p 型半導体膜 39 と、発光素子 30 a に用いられる、p 型半導体膜 39 上のコンタクト電極膜 40 a と、発光素子 30 b に用いられる、p 型半導体膜 39 上のコンタクト電極膜 40 b と、発光素子 30 c に用いられる、p 型半導体膜 39 上のコンタクト電極膜 40 c と、発光素子 30 a に用いられる、コンタクト電極膜 40 a 上の p 側接合電極 41 a と、発光素子 30 b に用いられる、コンタクト電極膜 40 b 上の p 側接合電極 41 b と、発光素子 30 c に用いられる、コンタクト電極膜 40 c 上の p 側接合電極 41 c とを備える。

10

【0037】

発光素子 30 a は、n 型半導体層 32、第 1 の半導体層 33、第 1 の中間層 34、p 型半導体膜 39、コンタクト電極膜 40 a、p 側接合電極 41 a が積層された構造を有する。

【0038】

発光素子 30 b は、n 型半導体層 32、第 1 の半導体層 33、第 1 の中間層 34、第 2 の半導体層 35、第 2 の中間層 36、p 型半導体膜 39、コンタクト電極膜 40 b、p 側接合電極 41 b が積層された構造を有する。

【0039】

発光素子 30 c は、n 型半導体層 32、第 1 の半導体層 33、第 1 の中間層 34、第 2 の半導体層 35、第 2 の中間層 36、第 3 の半導体層 37、キャップ膜 38、p 型半導体膜 39、コンタクト電極膜 40 c、p 側接合電極 41 c が積層された構造を有する。

20

【0040】

発光素子 30 a ~ 30 c で共通して用いられる単一の連続した n 型半導体層 32 上には、n 側接合電極 42 接続される。

【0041】

第 1 の中間層 34 のバンドギャップは、第 1 の半導体層 33、第 2 の半導体層 35、及び第 3 の半導体層 37 のバンドギャップよりも大きい。第 2 の中間層 36 のバンドギャップは、第 2 の半導体層 35 及び第 3 の半導体層 37 のバンドギャップよりも大きい。また、キャップ膜 38 のバンドギャップは、第 3 の半導体層 37 のバンドギャップよりも大きい。

30

【0042】

第 1 の半導体層 33、第 2 の半導体層 35、及び第 3 の半導体層 37 が多重量子井戸 (MQW: Multi Quantum Well) 構造を有してもよい。その場合は、多重量子井戸を構成するウェル (井戸) のバンドギャップを第 1 の半導体層 33、第 2 の半導体層 35、及び第 3 の半導体層 37 のバンドギャップとする。

【0043】

一般的には、多重量子井戸構造の方が単一の量子井戸構造よりも効率が高いため、第 1 の半導体層 33、第 2 の半導体層 35、及び第 3 の半導体層 37 は多重量子井戸構造を有することが好ましい。一方で、単一の量子井戸構造の方が、応答速度 (電圧印加してから発光するまでの時間) が大きいため、用途に応じて多重量子井戸構造と単一の量子井戸構造のいずれかを採用することができる。

40

【0044】

第 2 の半導体層 35 のバンドギャップは、第 1 の半導体層 33 のバンドギャップよりも小さく、第 3 の半導体層 37 のバンドギャップは、第 2 の半導体層 35 のバンドギャップよりも小さい。

【0045】

p 型半導体膜 39 は、発光装置 1 の p 型半導体層 14 と同様に、その面内方向への電流拡散が抑制されるように構成されている。そのため、p 型半導体膜 39 のコンタクト電極膜 40 a ~ 40 c の直下の部分では、大部分の電流が p 型半導体膜 39 の厚さ方向に流れ

50

る。

【 0 0 4 6 】

発光素子 3 0 a において、p 型半導体膜 3 9 側が陽極、n 型半導体層 3 2 側が陰極となるように、n 側接合電極 4 2 と p 側接合電極 4 1 a の間に電圧を印加することにより、第 1 の半導体層 3 3 のコンタクト電極膜 4 0 a の直下の部分 3 3 a が発光層として機能し、発光する。

【 0 0 4 7 】

発光素子 3 0 b において、p 型半導体膜 3 9 側が陽極、n 型半導体層 3 2 側が陰極となるように、n 側接合電極 4 2 と p 側接合電極 4 1 b の間に電圧を印加することにより、第 2 の半導体層 3 5 のコンタクト電極膜 4 0 b の直下の部分 3 5 b が発光層として機能し、

10

【 0 0 4 8 】

発光素子 3 0 c において、p 型半導体膜 3 9 側が陽極、n 型半導体層 3 2 側が陰極となるように、n 側接合電極 4 2 と p 側接合電極 4 1 c の間に電圧を印加することにより、第 3 の半導体層 3 7 のコンタクト電極膜 4 0 c の直下の部分 3 7 c が発光層として機能し、発光する。

【 0 0 4 9 】

発光装置 3 においては、上述のように、それぞれ単一の連続した膜である n 型半導体層 3 2、第 1 の半導体層 3 3、第 1 の中間層 3 4、及び p 型半導体膜 3 9 は、発光素子 3 0 a ~ 3 0 c に共通に用いられる。また、それぞれ単一の連続した膜である第 2 の半導体層 3 5 及び第 2 の中間層 3 6 は、発光素子 3 0 b、3 0 c に共通に用いられる。このため、個々の発光素子が分離して設けられる場合と比較して、発光領域のピッチを狭くすることができる。

20

【 0 0 5 0 】

コンタクト電極膜 4 0 a とコンタクト電極膜 4 0 b との水平方向の間隔及びコンタクト電極膜 4 0 b とコンタクト電極膜 4 0 c との水平方向の間隔、すなわち発光素子 3 0 a の発光層である第 1 の半導体層 3 3 の部分 3 3 a と発光素子 3 0 b の発光層である第 2 の半導体層 3 5 の部分 3 5 b との水平方向の間隔及び発光素子 3 0 b の発光層である第 2 の半導体層 3 5 の部分 3 5 b と発光素子 3 0 c の発光層である第 3 の半導体層 3 7 の部分 3 7 c との水平方向の間隔である間隔 D_2 は、例えば、1 μm 以上、3 μm 以下である。

30

【 0 0 5 1 】

また、発光装置 3 の製造工程においては、発光素子 3 0 a と発光素子 3 0 b が設けられる領域のキャップ膜 3 8 と第 3 の半導体層 3 7 がエッチングにより除去され、発光素子 3 0 a が設けられる領域の第 2 の中間層 3 6 と第 2 の半導体層 3 5 がエッチングにより除去される。そのため、図 3 に示されるように、発光素子 3 0 a、発光素子 3 0 b、発光素子 3 0 c は階段状に高さが異なる。

【 0 0 5 2 】

この発光素子間の段差の大きさ S (発光素子 3 0 a と発光素子 3 0 b、又は発光素子 3 0 b と発光素子 3 0 c における p 型半導体膜 3 9 の表面の高さの差) は、例えば、0 . 0 1 ~ 1 μm である。なお、この発光素子間の段差の大きさ S は、当然ながら、各々の発光素子が分離して設けられる場合の発光素子間の溝の深さよりも小さい。

40

【 0 0 5 3 】

第 1 の中間層 3 4 は、発光素子 3 0 a が設けられる領域の第 2 の半導体層 3 5 を反応性イオンエッチング (R I E) などのエッチングにより除去する際のエッチングストッパーとして機能する。また、第 2 の中間層 3 6 は、発光素子 3 0 b が設けられる領域の第 3 の半導体層 3 7 を R I E などのエッチングにより除去する際のエッチングストッパーとして機能する。第 1 の中間層 3 4 と第 2 の中間層 3 6 のエッチングストッパーとしての機能をより確実に発揮するためには、第 1 の中間層 3 4 の厚さが、第 2 の半導体層 3 5 の厚さの $1/3$ 以上であり、第 2 の中間層 3 6 の厚さが、第 3 の半導体層 3 7 の厚さの $1/3$ 以上であることが好ましい。

50

【 0 0 5 4 】

n型半導体層 3 2 は、ドナーを含む n 型の半導体からなる。p 型半導体膜 3 9 は、アクセプターを含む p 型の半導体からなる。

【 0 0 5 5 】

第 1 の半導体層 3 3、第 1 の中間層 3 4、第 2 の半導体層 3 5、第 2 の中間層 3 6、第 3 の半導体層 3 7、キャップ膜 3 8 は、アンドープ（意図的に添加されたドーパントを含まない）又は n 型の半導体からなるが、ドーパントの拡散による発光特性への影響を抑えるため、アンドープの半導体からなることが好ましい。

【 0 0 5 6 】

典型的には、n 型半導体層 3 2、第 1 の半導体層 3 3、第 1 の中間層 3 4、第 2 の半導体層 3 5、第 2 の中間層 3 6、第 3 の半導体層 3 7、キャップ膜 3 8、p 型半導体膜 3 9 は窒化物半導体（V 族元素として窒素を用いた III - V 族半導体）からなる。

【 0 0 5 7 】

例えば、n 型半導体層 3 2、第 1 の中間層 3 4、第 2 の中間層 3 6、キャップ膜 3 8、及び p 型半導体膜 3 9 は $Al_x In_y Ga_z N$ ($x + y + z = 1$ 、 $z > 0$) からなり、第 1 の半導体層 3 3、第 2 の半導体層 3 5、及び第 3 の半導体層 3 7 は、 $In_v Ga_w N$ ($v + w = 1$) 層、Ga N 層をそれぞれウェル、バリアとする多重量子井戸構造を有する。第 2 の半導体層 3 5 の In 組成 v は、第 1 の半導体層 3 3 の In 組成 v よりも大きく、第 3 の半導体層 3 7 の In 組成 v は、第 2 の半導体層 3 5 の In 組成 v よりも大きい。

【 0 0 5 8 】

典型的には、発光素子 3 0 a、発光素子 3 0 b、発光素子 3 0 c の発光色は、それぞれ青、緑、赤である。本実施の形態においては、波長が 4 3 0 ~ 4 8 0 nm である光の色を青、波長が 5 0 0 ~ 5 5 0 nm である光の色を緑、波長が 6 0 0 ~ 6 8 0 nm である光の色を赤とする。

【 0 0 5 9 】

発光素子 3 0 a において青の光を発するための第 1 の半導体層 3 3 は、例えば、 $In_v Ga_w N$ ($v + w = 1$ 、 $0.14 \leq v \leq 0.22$) 層、Ga N 層をそれぞれウェル、バリアとする多重量子井戸構造を有する。発光素子 3 0 b において緑の光を発するための第 2 の半導体層 3 5 は、例えば、 $In_v Ga_w N$ ($v + w = 1$ 、 $0.26 \leq v \leq 0.33$) 層、Ga N 層をそれぞれウェル、バリアとする多重量子井戸構造を有する。発光素子 3 0 c において赤の光を発するための第 3 の半導体層 3 7 は、例えば、 $In_v Ga_w N$ ($v + w = 1$ 、 $0.39 \leq v \leq 0.48$) 層、Ga N 層をそれぞれウェル、バリアとする多重量子井戸構造を有する。

【 0 0 6 0 】

各々の発光部における n 型半導体層 3 2 の厚さは、例えば、1 ~ 5 μm である。第 1 の半導体層 3 3、第 2 の半導体層 3 5、第 3 の半導体層 3 7 の厚さは、例えば、6 ~ 1 0 0 nm である。第 1 の中間層 3 4、第 2 の中間層 3 6 の厚さは、例えば、2 ~ 1 0 0 nm である。キャップ膜 3 8 の厚さは、例えば、5 ~ 1 0 nm である。p 型半導体膜 3 9 の厚さは、例えば、1 0 ~ 2 0 0 nm である。

【 0 0 6 1 】

p 型半導体膜 3 9 のシート抵抗は、面内方向の電流拡散を抑えるために、1 0 0 0 Ω / \square 以上であることが好ましい。なお、p 型半導体膜 3 9 がコンタクト電極膜 4 0 a ~ 4 0 c とオーミックコンタクトする厚さや導電率を有するのであれば、p 型半導体膜 3 9 のシート抵抗は、面内方向の電流拡散を抑えられる範囲内で自由に設定することができ、例えば、発光領域のピッチなどに応じて 1 0 0 0 0 Ω / \square 以上、1 0 0 0 0 0 Ω / \square 以上の値もととり得る。

【 0 0 6 2 】

コンタクト電極膜 4 0 a ~ 4 0 c は、例えば、ITO 又は IZO からなる。p 側接合電極 4 1 a ~ 4 1 c は、例えば、Ti / Au からなる。n 側接合電極 4 2 は、例えば、Ti / Al の積層体からなる。

10

20

30

40

50

【 0 0 6 3 】

図 4 は、発光素子 3 0 c のバンド構造の模式図である。この模式図を用いて、推測される発光素子 3 0 c の発光の仕組みについて説明する。第 1 の半導体層 3 3、第 2 の半導体層 3 5、及び第 3 の半導体層 3 7 は、典型的には多重量子井戸構造を有するが、図 4 においては、それぞれ均一のバンドギャップを持つものとして図示する。

【 0 0 6 4 】

発光素子 3 0 c において、p 型半導体膜 3 9 側が陽極、n 型半導体層 3 2 側が陰極となるように、n 側接合電極 4 2 と p 側接合電極 4 1 c の間に電圧を印加することにより、n 側接合電極 4 2 からは電子が、p 側接合電極 4 1 c からは正孔が積層構造体に注入される。

【 0 0 6 5 】

p 側接合電極 4 1 c から注入され、第 3 の半導体層 3 7 中に進入した正孔は、そのほとんどが第 3 の半導体層 3 7 中に留まる。これは、第 3 の半導体層 3 7 から見た第 2 の中間層 3 6 の障壁の高さが高く、この障壁を越えることが困難であるからである。

【 0 0 6 6 】

一方、n 側接合電極 4 2 から注入され、第 1 の半導体層 3 3 中に進入した電子は、比較的容易に第 3 の半導体層 3 7 まで移動することができる。これは、第 1 の半導体層 3 3 から見た第 1 の中間層 3 4 の障壁の高さや第 2 の半導体層 3 5 から見た第 2 の中間層 3 6 の障壁の高さが、第 3 の半導体層 3 7 から見た第 2 の中間層 3 6 の障壁の高さよりも低いことや、電子の移動度が正孔の移動度よりも高いことによる。

【 0 0 6 7 】

以上の理由により、第 1 の半導体層 3 3、第 2 の半導体層 3 5、第 3 の半導体層 3 7 のうち、p 側接合電極 4 1 c に最も近い第 3 の半導体層 3 7 において電子と正孔が再結合し、発光が生じる。

【 0 0 6 8 】

また、発光素子 3 0 b においては、発光素子 3 0 c と同様の理由により、第 1 の半導体層 3 3、第 2 の半導体層 3 5 のうち、p 側接合電極 4 1 b に最も近い第 2 の半導体層 3 5 において電子と正孔が再結合し、発光が生じる。

【 0 0 6 9 】

第 2 の中間層 3 6 のバンドギャップは、第 1 の中間層 3 4 のバンドギャップよりも小さいことが好ましい。これにより、電子を第 3 の半導体層 3 7 に注入する効率が上がる。一方で、第 2 の中間層 3 6 のバンドギャップが第 1 の中間層 3 4 のバンドギャップより小さくても、第 1 の半導体層 3 3 よりも大きい程度であれば、第 3 の半導体層 3 7 中の正孔が第 2 の中間層 3 6 の障壁を越えて第 2 の半導体層 3 5 へ移動することはほとんどないと考えられる。

【 0 0 7 0 】

(変形例 1)

図 5 は、本発明の第 2 の実施の形態に係る発光装置 3 の変形例である発光装置 4 の垂直断面図である。発光装置 4 は、各発光素子のコンタクト電極膜が一枚の連続した膜である点において発光装置 3 と異なる。

【 0 0 7 1 】

発光装置 4 の発光素子 3 0 a のコンタクト電極膜 4 0 a、発光素子 3 0 b のコンタクト電極膜 4 0 b、発光素子 3 0 c のコンタクト電極膜 4 0 c は、単一の連続した電極膜 4 0 である。

【 0 0 7 2 】

電極膜 4 0 は、発光装置 1 のコンタクト電極膜 1 5 と同様に、その面内方向への電流拡散が抑制されるように構成されている。そのため、電極膜 4 0 のコンタクト電極膜 4 0 a ~ 4 0 c の直下の部分では、大部分の電流が電極膜 4 0 の厚さ方向に流れる。

【 0 0 7 3 】

電極膜 4 0 は、ドライエッチングを用いて p 側接合電極 4 1 a ~ 4 1 c をパターニングする際のエッチングストッパーとして機能し、オーバーエッチングにより電極膜 4 0 の下

10

20

30

40

50

のp型半導体膜39が削られることを防ぐ。例えば、p側接合電極41a~41cがTi/Auからなり、電極膜40(コンタクト電極膜40a~40c)がITO又はIZOからなる場合は、p側接合電極41a~41cのパターニングのためのドライエッチングのガスとしてCF₄+O₂混合ガスが用いられ、ITOやIZOがCF₄+O₂混合ガスに対して十分な耐性を有するため、電極膜40がエッチングストッパーとして機能する。

【0074】

このため、電極膜40を有する発光装置4においては、p側接合電極41a~41cをRIEなどのドライエッチングによってパターニングすることができ、p側接合電極41a~41cの間隔を小さくすることができる。

【0075】

電極膜40のシート抵抗は、面内方向の電流拡散を抑えるために、1000 / 以上であることが好ましい。なお、電極膜40がp側接合電極41a~41c及びp型半導体膜39とオーミックコンタクトする厚さや導電率を有するのであれば、電極膜40のシート抵抗は、面内方向の電流拡散を抑えられる範囲内で自由に設定することができ、例えば、発光領域のピッチなどに応じて10000 / 以上、100000 / 以上の値もとる得る。

【0076】

(変形例2)

図6は、本発明の第2の実施の形態に係る発光装置3の他の変形例である発光装置5の垂直断面図である。発光装置5は、2つの発光素子30a、30bを備える点において発光装置3と異なる。

【0077】

発光装置5は、基板31と、基板31上に並んで配置された、それぞれ異なる色の光で独立して発光する発光素子30a及び発光素子30bを備える。例えば、発光素子30aの発光色は、青もしくは青から緑までの波長を有する色であり、発光素子30bの発光色は、赤もしくは赤から緑(例えば黄色)の波長を有する色である。

【0078】

また、発光装置3は、発光素子30a、30bに共通に用いられる、基板10上の単一の連続したn型半導体層32と、発光素子30a、30bに共通に用いられる、n型半導体層32上の単一の連続した第1の半導体層33と、発光素子30a、30bに共通に用いられ、発光素子30aに第1のキャップ膜として用いられる、第1の半導体層33上の単一の連続した第1の中間層34と、発光素子30bに用いられる、第1の中間層34上の第2の半導体層35と、発光素子30bに第2のキャップ膜として用いられる、第2の半導体層35上の第2の中間層36と、発光素子30a、30bに共通に用いられる、第1のキャップ膜と第2のキャップ膜上の単一の連続したp型半導体膜39と、発光素子30aに用いられる、p型半導体膜39上のコンタクト電極膜40aと、発光素子30bに用いられる、p型半導体膜39上のコンタクト電極膜40bと、発光素子30aに用いられる、コンタクト電極膜40a上のp側接合電極41aと、発光素子30bに用いられる、コンタクト電極膜40b上のp側接合電極41bとを備える。

【0079】

発光素子30aは、n型半導体層32、第1の半導体層33、第1の中間層34、p型半導体膜39、コンタクト電極膜40a、p側接合電極41aが積層された構造を有する。

【0080】

発光素子30bは、n型半導体層32、第1の半導体層33、第1の中間層34、第2の半導体層35、第2の中間層36、p型半導体膜39、コンタクト電極膜40b、p側接合電極41bが積層された構造を有する。

【0081】

第1の中間層34のバンドギャップは、第1の半導体層33及び第2の半導体層35のバンドギャップよりも大きい。また、キャップ膜38のバンドギャップは、第2の半導体層35のバンドギャップよりも大きい。なお、第1の半導体層33及び第2の半導体層3

10

20

30

40

50

5 が多重量子井戸構造を有する場合は、ウェルのバンドギャップを第 1 の半導体層 3 3 及び第 2 の半導体層 3 5 のバンドギャップとする。

【 0 0 8 2 】

第 2 の半導体層 3 5 のバンドギャップは、第 1 の半導体層 3 3 のバンドギャップよりも小さい。

【 0 0 8 3 】

発光素子 3 0 a において、p 型半導体膜 3 9 側が陽極、n 型半導体層 3 2 側が陰極となるように、n 側接合電極 4 2 と p 電極 1 9 の間に電圧を印加することにより、第 1 の半導体層 3 3 のコンタクト電極膜 4 0 a の直下の部分 3 3 a が発光層として機能し、発光する。

【 0 0 8 4 】

発光素子 3 0 b において p 型半導体膜 3 9 側が陽極、n 型半導体層 3 2 側が陰極となるように、n 側接合電極 4 2 と p 電極 1 9 の間に電圧を印加することにより、第 2 の半導体層 3 5 のコンタクト電極膜 4 0 b の直下の部分 3 5 b が発光層として機能し、発光する。

【 0 0 8 5 】

発光装置 5 においては、上述のように、それぞれ単一の連続した膜である n 型半導体層 3 2、第 1 の半導体層 3 3、第 1 の中間層 3 4、及び p 型半導体膜 3 9 は、発光素子 3 0 a、3 0 b に共通に用いられる。このため、個々の発光素子が分離して設けられる場合と比較して、発光領域のピッチを狭くすることができる。

【 0 0 8 6 】

また、発光装置 4 の電極膜 4 0 と同様に、発光装置 5 の発光素子 3 0 a のコンタクト電極膜 4 0 a、発光素子 3 0 b のコンタクト電極膜 4 0 b は、単一の連続した電極膜であってもよい。この場合の効果も、発光装置 4 の電極膜 4 0 と同様である。

【 0 0 8 7 】

(第 2 の実施の形態の効果)

上記の本発明の第 2 の実施の形態に係る発光装置 3 ~ 5 によれば、n 型半導体層 3 2、第 1 の半導体層 3 3、第 1 の中間層 3 4、及び p 型半導体膜 3 9 が発光素子 3 0 a ~ 3 0 c 又は発光素子 3 0 a、3 0 b に共通に用いられるため、発光領域のピッチを狭くすることができる。このため、発光装置 3 ~ 5 を高解像度のディスプレイの光源などに適用することができる。

【 0 0 8 8 】

また、上記第 2 の実施の形態によれば、下記 [1] ~ [4] の発光装置を提供することができる。

【 0 0 8 9 】

[1] 1 枚の基板上に並んで配置された、異なる色の光で独立して発光する第 1 の発光素子と第 2 の発光素子を備えた発光装置であって、

前記第 1 の発光素子と前記第 2 の発光素子に共通に用いられる、前記基板上の単一の連続した n 型半導体層と、

前記第 1 の発光素子と前記第 2 の発光素子に共通に用いられる、前記 n 型半導体層上の単一の連続した第 1 の半導体層と、

前記第 1 の発光素子と前記第 2 の発光素子に共通に用いられ、前記第 1 の発光素子に第 1 のキャップ膜として用いられる、前記第 1 の半導体層上の単一の連続した第 1 の中間層と、

前記第 2 の発光素子に用いられる、前記第 1 の中間層上の第 2 の半導体層と、

前記第 2 の発光素子に用いられる、前記第 2 の半導体層上の第 2 のキャップ層と、

前記第 1 の発光素子と前記第 2 の発光素子に共通に用いられる、前記第 1 のキャップ膜と前記第 2 のキャップ膜上の単一の連続した p 型半導体膜と、

前記第 1 の発光素子に用いられる、前記 p 型半導体膜上の第 1 のコンタクト電極膜と、

前記第 2 の発光素子に用いられる、前記 p 型半導体膜上の第 2 のコンタクト電極膜と、

前記第 1 の発光素子に用いられる、前記第 1 のコンタクト電極膜上の第 1 の p 側接合電極と、

10

20

30

40

50

前記第 2 の発光素子に用いられる、前記第 2 のコンタクト電極膜上の第 2 の p 側接合電極と、

を備え、

前記第 1 の中間層のバンドギャップが、前記第 1 の半導体層及び前記第 2 の半導体層のバンドギャップよりも大きく、

前記第 2 の半導体層のバンドギャップが、前記第 1 の半導体層のバンドギャップよりも小さく、

前記 p 型半導体膜が、その面内方向への電流拡散が抑制されるように構成され、

前記第 1 の発光素子において、前記 p 型半導体層側が陽極、前記 n 型半導体層側が陰極となるように電圧を印加することにより、前記第 1 の半導体層が発光層として機能し、

前記第 2 の発光素子において、前記 p 型半導体層側が陽極、前記 n 型半導体層側が陰極となるように電圧を印加することにより、前記第 2 の半導体層が発光層として機能する、発光装置。

[2] 前記第 1 のコンタクト電極膜と前記第 2 のコンタクト電極膜が単一の連続した膜であり、その面内方向への電流拡散が抑制されるように構成された、

上記 [1] に記載の発光装置。

[3] 前記基板上に前記第 1 の発光素子及び前記第 2 の発光素子と並んで配置され、前記第 1 の発光素子及び前記第 2 の発光素子と異なる色の光で独立して発光する第 3 の発光素子をさらに備え、

前記 n 型半導体層、前記第 1 の半導体層、前記第 1 の中間層、及び前記第 2 の半導体層が、単一の連続した膜として前記第 3 の発光素子にも共通で用いられ、

前記第 2 の半導体層上に、前記第 2 の発光素子と前記第 3 の発光素子に共通に用いられ、前記第 2 の発光素子に前記第 2 のキャップ膜として用いられる、単一の連続した第 2 の中間層が設けられ、

前記第 2 の中間層上に、前記第 3 の発光素子に用いられる、第 3 の半導体層が設けられ、

前記第 3 の半導体層上に、前記第 3 の発光素子に用いられる、第 3 のキャップ膜が設けられ、

前記 p 型半導体膜が、前記第 1 の発光素子、前記第 2 の発光素子、及び前記第 3 の発光素子に共通に用いられる、前記第 1 のキャップ膜、前記第 2 のキャップ膜、及び第 3 のキャップ膜上の単一の連続した膜であり、

前記 p 型半導体膜上に、前記第 3 の発光素子に用いられる、第 3 のコンタクト電極膜が設けられ、

前記第 3 のコンタクト電極膜上に、前記第 3 の発光素子に用いられる、第 3 の p 側接合電極が設けられ、

前記第 1 の中間層のバンドギャップが、前記第 1 の半導体層、前記第 2 の半導体層、及び前記第 3 の半導体層のバンドギャップよりも大きく、

前記第 2 の中間層のバンドギャップが前記第 2 の半導体層及び前記第 3 の半導体層のバンドギャップよりも大きく、

前記第 3 の半導体層のバンドギャップが、前記第 2 の半導体層のバンドギャップよりも小さく、

前記第 3 の発光素子において、前記 p 型半導体層側が陽極、前記 n 型半導体層側が陰極となるように電圧を印加することにより、前記第 3 の半導体層が発光層として機能する、

上記 [1] に記載の発光装置。

[4] 前記第 1 のコンタクト電極膜、前記第 2 のコンタクト電極膜、及び前記第 3 のコンタクト電極膜が単一の連続した膜であり、その面内方向への電流拡散が抑制されるように構成された、

上記 [3] に記載の発光装置。

【 0 0 9 0 】

以上、本発明の実施の形態を説明したが、本発明は、上記実施の形態に限定されず、発明の主旨を逸脱しない範囲内において種々変形実施が可能である。また、発明の主旨を逸

10

20

30

40

50

脱しない範囲内において上記実施の形態の構成要素を任意に組み合わせることができる。

【 0 0 9 1 】

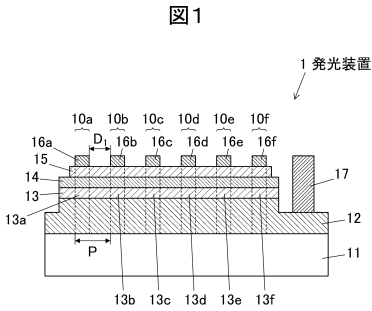
また、上記に記載した実施の形態は特許請求の範囲に係る発明を限定するものではない。また、実施の形態の中で説明した特徴の組合せの全てが発明の課題を解決するための手段に必須であるとは限らない点に留意すべきである。

【 符号の説明 】

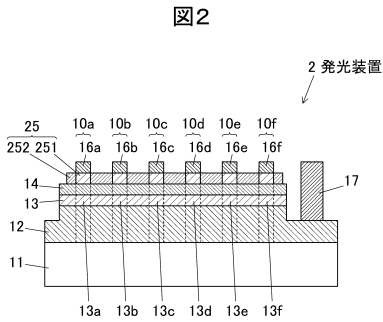
【 0 0 9 2 】

| | | |
|---------------|-----------|----|
| 1、2 | 発光装置 | |
| 1 0 a ~ 1 0 f | 発光素子 | |
| 1 1 | 基板 | 10 |
| 1 2 | n 型半導体層 | |
| 1 3 | 発光層 | |
| 1 4 | p 型半導体層 | |
| 1 5、2 5 | コンタクト電極膜 | |
| 1 6 a ~ 1 6 f | p 側接合電極 | |
| 2 5 1、2 5 2 | 領域 | |
| 3、4、5 | 発光装置 | |
| 3 0 a ~ 3 0 c | 発光素子 | |
| 3 1 | 基板 | |
| 3 2 | n 型半導体層 | 20 |
| 3 3 | 第 1 の半導体層 | |
| 3 4 | 第 1 の中間層 | |
| 3 5 | 第 2 の半導体層 | |
| 3 6 | 第 2 の中間層 | |
| 3 7 | 第 3 の半導体層 | |
| 3 8 | キャップ膜 | |
| 3 9 | p 型半導体膜 | |
| 4 0 | 電極膜 | |
| 4 0 a ~ 4 0 c | コンタクト電極膜 | |
| 4 1 a ~ 4 1 c | p 側接合電極 | 30 |

【図面】
【図 1】

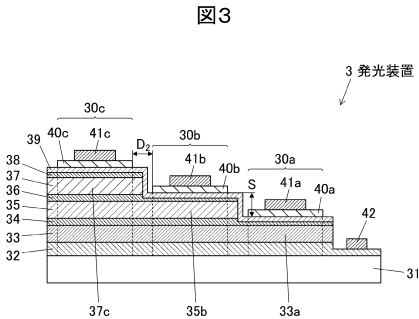


【図 2】

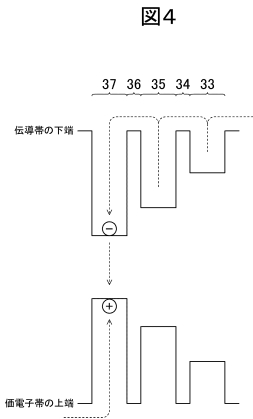


10

【図 3】



【図 4】



20

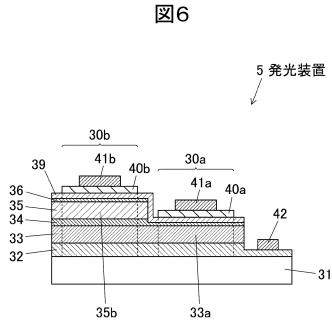
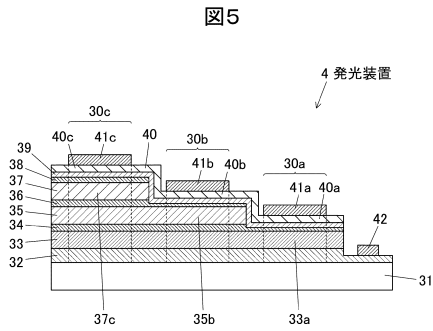
30

40

50

【 図 5 】

【 図 6 】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平 0 8 - 0 9 7 5 0 5 (J P , A)
 特開 2 0 1 0 - 1 7 7 4 6 0 (J P , A)
 特開 2 0 1 4 - 1 7 5 3 3 8 (J P , A)
 特開昭 5 7 - 0 7 2 2 3 5 (J P , A)
 特開平 0 9 - 2 0 5 2 5 0 (J P , A)
 特開平 1 0 - 3 2 1 9 5 7 (J P , A)
 特表 2 0 0 0 - 5 1 6 2 7 3 (J P , A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)
- H 0 1 L 3 3 / 0 0 - 3 3 / 6 4
 H 0 1 S 5 / 0 0 - 5 / 5 0