

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5788991号
(P5788991)

(45) 発行日 平成27年10月7日(2015.10.7)

(24) 登録日 平成27年8月7日(2015.8.7)

(51) Int.Cl.

F 1

H01L 33/10 (2010.01)
H01L 33/52 (2010.01)H01L 33/00 130
H01L 33/00 420

請求項の数 20 (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2013-545995 (P2013-545995)
 (86) (22) 出願日 平成23年6月13日 (2011.6.13)
 (65) 公表番号 特表2014-500629 (P2014-500629A)
 (43) 公表日 平成26年1月9日 (2014.1.9)
 (86) 国際出願番号 PCT/KR2011/004314
 (87) 国際公開番号 WO2012/086888
 (87) 国際公開日 平成24年6月28日 (2012.6.28)
 審査請求日 平成26年2月18日 (2014.2.18)
 (31) 優先権主張番号 10-2010-0134584
 (32) 優先日 平成22年12月24日 (2010.12.24)
 (33) 優先権主張国 韓国 (KR)

(73) 特許権者 506029004
 ソウル バイオシス カンパニー リミテッド
 SEOUL VIOSYS CO., LTD.
 大韓民国 ギヨンギード アンサンシ
 ダンウォンギー サンダン-ロ 163ペ
 オンギル 65-16
 65-16, Sandan-ro 163
 Beon-gil, Danwon-gu
 , Ansan-si, Gyeonggi-do, Republic of Korea
 (74) 代理人 110000408
 特許業務法人高橋・林アンドパートナーズ
 最終頁に続く

(54) 【発明の名称】発光ダイオードチップ及びそれを製造する方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

基板と、

該基板の上部に位置し、第1の導電型半導体層、第2の導電型半導体層、及び前記第1の導電型半導体層と第2の導電型半導体層との間に介在した活性層を含む発光構造体と、前記基板の下部に位置する交互積層下部構造体とを含み、

前記下部構造体は、それぞれ高屈折率の第1の材料層及び低屈折率の第2の材料層を含む複数の誘電体ペアを含み、

前記複数の誘電体ペアは、

550 nm の可視光領域の中心波長 λ に対して、いずれも $\lambda/4$ より小さい光学厚さを有する第1の材料層及び第2の材料層からなる複数の第1の誘電体ペアと、

第1の材料層及び第2の材料層のうち一つは $\lambda/4$ より小さい光学厚さを有し、残りの一つは $\lambda/4$ より大きい光学厚さを有する第1の材料層及び第2の材料層からなる少なくとも一つの第2の誘電体ペアと、

いずれも $\lambda/4$ より大きい光学厚さを有する第1の材料層及び第2の材料層からなる複数の第3の誘電体ペアとを含む

発光ダイオードチップ。

【請求項 2】

前記複数の第1の誘電体ペアは、前記複数の第3の誘電体ペアに比べて相対的に前記基板により近くに位置したり、前記基板からより遠くに位置する、請求項1に記載の発光ダ

10

20

イオードチップ。

【請求項 3】

前記少なくとも一つの第 2 の誘電体ペアは前記下部構造体の中央付近に配置される、請求項 2 に記載の発光ダイオードチップ。

【請求項 4】

前記複数の第 1 の誘電体ペアのうち少なくとも過半数は、前記基板に最も近い第 2 の誘電体ペアに比べて前記基板により近くに位置し、

前記複数の第 3 の誘電体ペアのうち少なくとも過半数は、前記基板から最も遠い第 2 の誘電体ペアに比べて前記基板からより遠くに位置する、請求項 1 に記載の発光ダイオードチップ。

10

【請求項 5】

前記複数の第 1 の誘電体ペアのうち 80 % 以上のペアは、前記基板に最も近い第 2 の誘電体ペアに比べて前記基板により近くに位置し、

前記複数の第 3 の誘電体ペアのうち 80 % 以上のペアは、前記基板から最も遠い第 2 の誘電体ペアに比べて前記基板からより遠くに位置する、請求項 4 に記載の発光ダイオードチップ。

【請求項 6】

前記複数の第 1 の誘電体ペアは、前記複数の第 3 の誘電体ペアに比べて前記基板により近くに位置する、請求項 4 に記載の発光ダイオードチップ。

【請求項 7】

前記複数の第 3 の誘電体ペアのうち少なくとも過半数は、前記基板に最も近い第 2 の誘電体ペアに比べて前記基板により近くに位置し、

前記複数の第 1 の誘電体ペアのうち少なくとも過半数は、前記基板から最も遠い第 2 の誘電体ペアに比べて前記基板からより遠くに位置する、請求項 1 に記載の発光ダイオードチップ。

20

【請求項 8】

前記複数の第 1 の誘電体ペアは、前記複数の第 3 の誘電体ペアに比べて前記基板からより遠くに位置する、請求項 7 に記載の発光ダイオードチップ。

【請求項 9】

前記発光構造体の上部に位置し、前記活性層で生成された光を透過させると同時に、前記活性層で生成された光の波長より長波長である可視光線領域のうち少なくとも一部領域内の光を反射させる交互積層上部構造体をさらに含む、請求項 1 に記載の発光ダイオードチップ。

30

【請求項 10】

前記活性層で生成された光に対する前記上部構造体の透過率は 90 % 以上である、請求項 9 に記載の発光ダイオードチップ。

【請求項 11】

前記第 2 の導電型半導体層に電気的に接続する電極パッドと、

前記第 2 の導電型半導体層と前記電極パッドとの間に介在した交互積層アンダー構造体とをさらに含み、

40

前記交互積層アンダー構造体は、前記活性層で生成された光を反射させる、請求項 9 に記載の発光ダイオードチップ。

【請求項 12】

前記下部構造体の下側に位置する金属反射器をさらに含む、請求項 11 に記載の発光ダイオードチップ。

【請求項 13】

前記下部構造体又は前記下部構造体と前記金属反射器との組み合わせは、前記活性層で生成されて 0 ~ 60 度の入射角で入射する光に対して 90 % 以上の反射率を示す、請求項 12 に記載の発光ダイオードチップ。

【請求項 14】

50

基板の上部に少なくとも一つの発光構造体を含む基板を準備し、前記基板の下部面に交互積層下部構造体を形成する発光ダイオードチップの製造方法であって、

前記下部構造体は、それぞれ高屈折率の第1の材料層及び低屈折率の第2の材料層を含む複数の誘電体ペアを含み、

前記複数の誘電体ペアは、550 nmの可視光領域の中心波長__に対して、いずれも $\lambda/4$ より小さい光学厚さを有する第1の材料層及び第2の材料層からなる複数の第1の誘電体ペアと、第1の材料層及び第2の材料層のうち一つは $\lambda/4$ より小さい光学厚さを有し、残りの一つは $\lambda/4$ より大きい光学厚さを有する第1の材料層及び第2の材料層からなる少なくとも一つの第2の誘電体ペアと、いずれも $\lambda/4$ より大きい光学厚さを有する第1の材料層及び第2の材料層からなる複数の第3の誘電体ペアとを含む発光ダイオードチップの製造方法。 10

【請求項15】

前記下部構造体を形成することは、

前記複数の誘電体ペア内の各層の光学厚さ及び前記複数の誘電体ペアの積層順序を設定し、

前記順序にしたがって前記基板上に各層を順次形成することを含む、請求項14に記載の発光ダイオードチップの製造方法。 20

【請求項16】

前記複数の第1の誘電体ペアは、前記複数の第3の誘電体ペアに比べて相対的に前記基板により近くに配置されたり、前記基板からより遠くに配置されるように前記積層順序が設定される、請求項15に記載の発光ダイオードチップの製造方法。 20

【請求項17】

前記少なくとも一つの第2の誘電体ペアは、前記下部構造体の中央付近に配置されるように前記積層順序が設定される、請求項16に記載の発光ダイオードチップの製造方法。 20

【請求項18】

前記複数の第1の誘電体ペアのうち少なくとも過半数は、前記基板に最も近い第2の誘電体ペアに比べて前記基板により近くに位置し、前記複数の第3の誘電体ペアのうち少なくとも過半数は、前記基板から最も遠い第2の誘電体ペアに比べて前記基板からより遠くに位置するように前記積層順序が設定される、請求項15に記載の発光ダイオードチップの製造方法。 30

【請求項19】

前記複数の第3の誘電体ペアのうち少なくとも過半数は、前記基板に最も近い第2の誘電体ペアに比べて前記基板により近くに位置し、前記複数の第1の誘電体ペアのうち少なくとも過半数は、前記基板から最も遠い第2の誘電体ペアに比べて前記基板からより遠くに位置するように前記積層順序が設定される、請求項15に記載の発光ダイオードチップの製造方法。 30

【請求項20】

前記発光構造体の上部に交互積層上部構造体を形成することをさらに含み、

前記上部構造体は、前記活性層で生成された光を透過させると同時に、前記活性層で生成された光の波長より長波長である可視光線領域のうち少なくとも一部領域内の光を反射させる、請求項14に記載の発光ダイオードチップの製造方法。 40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、発光ダイオードチップ及びそれを製造する方法に関し、より詳細には、発光効率を改善した発光ダイオードチップ及びそれを製造する方法に関する。

【背景技術】

【0002】

青色又は紫外線(UV)を放出する窒化ガリウム系列の発光ダイオード(LED)は多 50

様な応用に適用されており、特に、バックライトユニット又は一般照明などに要求される混色光、例えば、白色光を放出する多様な種類の市販の発光ダイオードパッケージに適用されている。

【0003】

発光ダイオードパッケージの光出力は、主に発光ダイオードチップの光効率に依存するので、発光ダイオードチップの光効率を改善しようとする努力が継続してなされている。例えば、光放出面に粗い表面を形成したり、エピ層の形状又は透明基板の形状を調節することによって、光抽出効率を改善しようとする努力がなされてきた。

【0004】

一方、光放出面の反対側のチップ実装面上にAlなどの金属反射器を設置し、チップ実装面側に進行する光を反射させることによって光効率を改善する方法がある。金属反射器を用いて光を反射させることによって光の損失を減少させ、発光効率を改善することができる。しかし、反射性金属は、一般に酸化され易いために反射率が低下し易く、また、金属反射器の反射率は相対的に高くない。

【0005】

そのため、最近は、屈折率が互いに異なる材料を交互に積層した構造体を用いて反射層の高い反射率を達成すると同時に、相対的に安定した反射特性を達成する技術が研究されている。

【0006】

しかし、このような交互積層構造体は、一般に、狭い波長範囲では反射率が高いが、それ以外の波長範囲では反射率が低い。したがって、蛍光体などによって波長変換された光を用いて白色光を発する発光ダイオードパッケージにこのような交互積層構造体を用いた場合、波長変換された光に対しては効果的な反射特性を示すことができなく、その結果、LEDパッケージの光効率改善に限界があった。また、交互積層構造体は、垂直に入射する光に対しては高い反射率を示すが、入射角が相対的に大きい光に対しては相対的に低い反射率を示す傾向がある。

【0007】

一方、交互積層構造体の全体の層数を増加し、各層の厚さを調節することによって、反射率の高い波長範囲を拡張することは可能である。しかし、交互積層構造体の全体の層数が多いので、各層の厚さを調節する作業が容易でなく、また、全体の層数を変更する度に各層の厚さが変更されるので、各層の厚さを最適な条件に設定することが難しい。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

本発明の各態様は、発光効率を改善した発光ダイオードチップを提供することを課題とする。

【0009】

また、本発明の各態様は、LEDパッケージの光効率を改善できる発光ダイオードチップを提供することを課題とする。

【0010】

また、本発明の各態様は、交互積層構造体の各層の厚さ及び積層順序を設定するのに容易な発光ダイオードチップ及びその製造方法を提供することを課題とする。

【0011】

本発明の追加の各特徴は、以下の説明で言及しており、部分的には説明から明らかになるか、又は、本発明の実施を通じて分かる。

【課題を解決するための手段】

【0012】

本発明の一態様は、発光ダイオードチップを提供し、この発光ダイオードチップは、基板と、該基板の上部に整列され、第1の導電型半導体層、第2の導電型半導体層、及び前記第1の導電型半導体層と前記第2の導電型半導体層との間に配置された活性層を含む発

10

20

30

40

50

光構造体と、交互積層下部構造体とを含み、前記基板は前記交互積層下部構造体上に整列され、前記交互積層下部構造体は、それぞれ第1の屈折率を有する第1の材料層と、第2の屈折率を有する第2の材料層とを含む複数の誘電体ペアとを含み、前記第1の屈折率は前記第2の屈折率より高い。さらに、前記複数の誘電体ペアは、それぞれ $/4$ より小さい光学厚さを有する第1の材料層及び第2の材料層からなる複数の第1の誘電体ペアと、第1の材料層及び第2の材料層のうち一つは $/4$ より小さい光学厚さを有し、残りの一つは $/4$ より大きい光学厚さを有する第1の材料層及び第2の材料層からなる少なくとも一つの第2の誘電体ペアと、いずれも $/4$ より大きい光学厚さを有する第1の材料層及び第2の材料層からなる複数の第3の誘電体ペアとを含む。ここで、 \square は可視光領域の中心波長である。

10

【0013】

本発明の他の態様は、発光ダイオードチップの製造方法を提供する。この方法は、基板の第1の表面上に少なくとも一つの発光構造体を形成し、前記基板の第2の表面上に交互積層下部構造体を形成することを含み、前記第2の表面は、前記第1の表面の前記基板の反対側上にある。前記交互積層下部構造体は、それぞれ第1の屈折率を有する第1の材料層と、第2の屈折率を有する第2の材料層とを含む複数の誘電体ペアとを含む。また、前記複数の誘電体ペアは、それぞれ $/4$ より小さい光学厚さを有する第1の材料層及び第2の材料層からなる複数の第1の誘電体ペアと、第1の材料層及び第2の材料層のうち一つは $/4$ より小さい光学厚さを有し、残りの一つは $/4$ より大きい光学厚さを有する第1の材料層及び第2の材料層からなる少なくとも一つの第2の誘電体ペアと、それ $/4$ より大きい光学厚さを有する第1の材料層及び第2の材料層を含む複数の第3の誘電体ペアとを含む。ここで、 \square は可視光領域の中心波長である。

20

【0014】

上述した一般的な説明及び以下の詳細な説明は、いずれも例示的かつ説明的なものであって、請求したような本発明の追加説明を提供するように意図したものと理解しなければならない。

【発明の効果】

【0015】

本発明の典型的な各態様によると、LEDチップが交互積層下部構造体、金属反射器、交互積層上部構造体及び/又は交互積層アンダー構造体を含むことによって、発光効率を改善することができる。また、前記LEDチップの交互積層上部構造体は、活性層で生成された光を透過させながら、波長変換された光を反射させることができ、パッケージでの光効率を改善することができる。

30

【0016】

さらに、本発明の典型的な各態様によると、二つの層がいずれも $/4$ より小さい光学厚さを有する第1の材料層及び第2の材料層で構成された複数の誘電体ペア、及び二つの層がいずれも $/4$ より大きい光学厚さを有する第1の材料層及び第2の材料層で構成された複数の誘電体ペアを、一つは $/4$ より小さい光学厚さを有し、他の一つは $/4$ より大きい光学厚さを有する第1の材料層及び第2の材料層で構成された誘電層ペアを基準にして配置することによって、交互積層下部構造体における光学厚さ及び各層の積層順序を容易に決定することができる。

40

【図面の簡単な説明】

【0017】

【図1】本発明の一実施例に係る発光ダイオードチップを説明するための断面図である。

【図2】本発明の一実施例に係る交互積層下部構造体の光学厚さ及び順序を説明するためのグラフである。

【図3】図2の交互積層下部構造体の反射率を説明するためのグラフである。

【図4】本発明の一実施例に係る交互積層上部構造体の透過率を説明するためのグラフである。

【図5】本発明の一実施例に係る発光ダイオードチップを搭載したパッケージを説明する

50

ための断面図である。

【図6】本発明の他の実施例に係る発光ダイオードチップを説明するための断面図である。

【図7】本発明の更に他の実施例に係る発光ダイオードチップを説明するための断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0018】

以下では、添付の各図面を参照して本発明の各実施形態をより完全に説明し、各図面には本発明の典型的な各実施形態を示している。しかし、本発明は、多様な形態に具体化することができ、ここで言及した典型的な各実施形態に制限されるものと解釈してはならない。むしろ、これら典型的な各実施形態は、本開示を徹底的に提供し、本発明の思想を当業者に完全に伝達するだろう。各図面において、各層及び各領域のサイズ及び相対的なサイズは、明確性のために誇張する場合がある。明細書全体にわたる同一の参照番号は、同一の構成要素を示す。

10

【0019】

層、フィルム、領域又は基板などの構成要素が他の構成要素「上に」あると言及するとき、それは、前記構成要素が前記他の構成要素上に直接存在することも含むし、それらの間に第3の構成要素が介在することも含む。対照的に、構成要素が他の構成要素「上に直接」あると言及するとき、前記構成要素と前記他の構成要素との間に第3の構成要素が介在する場合を含まない。

20

【0020】

図1は、本発明の一実施例に係る発光ダイオードチップ100を説明するための断面図である。

【0021】

図1を参照すると、発光ダイオードチップ100は、基板21、発光構造体30、交互積層下部構造体43、交互積層上部構造体37及び交互積層アンダー構造体39を含む。また、前記発光ダイオードチップ100は、バッファー層23、透明電極層31、第1の電極パッド33、第2の電極パッド35、界面層41及び金属反射器45を含むことができる。

30

【0022】

前記基板21は、透明基板であれば特別に限定されなく、例えば、サファイア又はSiC基板であり得る。また、前記基板21は、上部面にパターニングされたサファイア基板(PSS)のように、所定のパターンを有することができる。前記基板21は、窒化ガリウム系列の各化合物半導体層を成長させるのに適した成長基板であり得る。

【0023】

前記基板21の上に発光構造体30が位置する。前記発光構造体30は、第1の導電型半導体層25、第2の導電型半導体層29、及び前記第1及び第2の導電型半導体層25、29の間に介在した活性層27を含む。ここで、第1の導電型と第2の導電型は互いに反対の導電型であり、第1の導電型がn型で、第2の導電型がp型であったり、又はその反対にもなり得る。

40

【0024】

前記第1の導電型半導体層25、活性層27及び第2の導電型半導体層29は、窒化ガリウム系列の化合物半導体物質、すなわち、(Al, In, Ga)Nで形成することができる。前記活性層27は、要求される波長の光、例えば、紫外線又は青色光を放出するよう組成元素及び組成比が決定される。前記第1の導電型半導体層25及び/又は第2の導電型半導体層29は、図示したように、単一層に形成できるが、多層構造に形成することもできる。また、活性層27は、单一量子井戸又は多重量子井戸構造に形成することができる。また、前記基板21と第1の導電型半導体層25との間にバッファー層23が介在し得る。前記各半導体層25、27、29は、MOCVD又はMBE技術を用いて形成されても良いし、写真及びエッチング工程を用いて前記第1の導電型半導体層25の一部

50

領域が露出するようにパターニングされても良い。

【0025】

一方、透明電極層31は、第2の導電型半導体層29上に、例えば、ITO又はNi/Auで形成することができる。透明電極層31は、第2の導電型半導体層29に比べて比抵抗が低いので、電流を分散させる。第1の導電型半導体層25上に第1の電極パッド33、例えば、n電極パッド33が形成され、前記透明電極層31上に第2の電極パッド35、例えば、p電極パッド35が形成される。前記p電極パッド35は、図示したように、透明電極層31を介して第2の導電型半導体層29に電気的に接続することができる。

【0026】

交互積層下部構造体43は、前記基板21の下部に位置する。前記交互積層下部構造体43は、第1の屈折率を有する第1の材料層、例えば、TiO₂(n:約2.4)と、第2の屈折率を有する第2の材料層、例えば、SiO₂(n:約1.5)とを交互に積層することによって形成される。前記交互積層下部構造体43は、活性層で生成されて入射される光の入射角0度~60度の範囲で90%以上の反射率を示すために複数の誘電体ペアを有する。さらに、前記複数の誘電体ペアは、例えば、400nm~700nmの波長範囲で高い反射率を有するように形成される。

【0027】

例えば、図2に示したように、前記複数の誘電体ペアは、それぞれ1/4(0.25)より小さい光学厚さを有する第1の材料層及び第2の材料層からなる複数の第1の誘電体ペア、第1の材料層及び第2の材料層のうち一つは1/4より小さい光学厚さを有し、残りの一つは1/4より大きい光学厚さを有する第1の材料層及び第2の材料層からなる少なくとも一つの第2の誘電体ペア、及びそれぞれ1/4より大きい光学厚さを有する第1の材料層及び第2の材料層からなる複数の第3の誘電体ペアを含み、ここで、nは可視光領域の中心波長(例えば、550nm)である。

【0028】

図2のグラフから分かるように、前記複数の第1の誘電体ペアは、前記複数の第3の誘電体ペアに比べて相対的に前記基板21からより遠くに位置し得る。図2に示したように、各誘電体ペアの順番が1から20に増加するにつれて、基板からの距離が増加する。代案的に、前記複数の第1の誘電体ペアは、前記複数の第3の誘電体ペアに比べて相対的に前記基板21により近くに位置しても良い。

【0029】

また、前記少なくとも一つの第2の誘電体ペア(点線で表示された円の内部)は、前記交互積層下部構造体43の中央付近に配置される。前記少なくとも一つの第2の誘電体ペアは(n/2)番目の層である。ここで、nは、交互積層下部構造体内の全体の層数である。しかし、前記少なくとも一つの第2の誘電体ペアは、前記交互積層下部構造体43の中央の1又は2層内であり得る。前記少なくとも一つの第2の誘電体ペアを基準にして、過半数以上の第1の誘電体ペアが過半数以上の第3の誘電体ペアに対向して位置し得る。前記少なくとも一つの第2の誘電体ペアを基準にして、第1の誘電体ペアの80%以上が第3の誘電体ペアの80%以上に対向して位置し得る。図2において、全体の誘電体ペアは20個で、第1の誘電体ペア及び第3の誘電体ペアはそれぞれ9個で、第2の誘電体ペアは2個である。しかし、誘電体ペアの任意の組み合わせが可能である。

【0030】

代案的に、前記少なくとも一つの第2の誘電体ペアを第1の誘電体ペアで取り囲んでも良く、前記少なくとも一つの第2の誘電体ペアを第3の誘電体ペアで取り囲んでも良い。

【0031】

第2の誘電体ペアとほとんどの第1の誘電体ペアとの間に、少数の第3の誘電体ペアを介在させても良く、第2の誘電体ペアとほとんどの第3の誘電体ペアとの間に少数の第2の誘電体ペアを介在させても良い。

【0032】

10

20

30

40

50

図3は、図2の複数の誘電体ペアをガラス($n: \sim 1.5$)上に配置し、反射率をシミュレーションした結果を例示する。図3において、複数の誘電体ペアは、図2に例示した順序で配置され、1番目の層(すなわち、基板に最も近い層)は TiO_2 で、最後の層は SiO_2 である。

【0033】

図3に示したように、前記複数の誘電体ペアは400nm~700nmの広い可視光波長範囲にわたって98%以上の高い反射率を示す。このような高反射率は、活性層27で生成された青色光(例えば、460nm)に対して青色光の入射角が60度に接近する場合にも維持できると予想される。

【0034】

さらに、図1に示したように、前記交互積層下部構造体43の下部に、例えば、A1などの金属反射器45を配置することによって、入射角が60度に近い光に対しても、金属反射器45と交互積層下部構造体43との組み合わせによって入射角0度~60度の光に対して90%以上の高い反射率を維持することができる。また、前記金属反射器45は、発光ダイオードチップ100の駆動時、発光ダイオードで生成された熱を外部に放出することを助ける。

【0035】

前記交互積層下部構造体43は、発光構造体30が形成された基板21の下部面上に形成される。前記下部構造体43は、例えば、イオンアシスト蒸着(i on assist deposition)装備を用いて形成することができ、前記蒸着装備を用いて形成する前に、交互積層下部構造体43の各層の光学厚さ及び順序を設定することができる。

【0036】

前記交互積層下部構造体43の各層の光学厚さ及び順序は、シミュレーションツールを用いて設定することができる。しかし、シミュレーションツールのみでは、98%以上の反射率を有する適切な数の誘電体ペアを設定することが難しく、作業者によって全体の誘電体ペアの数、反射率を増加させるための誘電体ペアの追加などの作業が行われなければならない。このとき、追加される一つのペアの位置及び光学厚さにしたがって全体の誘電体ペアの光学厚さが変更されるので、その位置及び光学厚さを設定することが難しく、作業者によって目標厚さが変わる。

【0037】

本発明の好適な各実施形態によると、複数の誘電体ペアが第1の誘電体ペア、第2の誘電体ペア及び第3の誘電体ペアに区分され、前記第2の誘電体ペアが交互積層構造体43の中央付近に配置され、前記第1の誘電体ペアと第2の誘電体ペアが互いに離れて配置されることによって、各層の光学厚さ及びその順序を設定する作業を容易にする。例えば、第1の誘電体ペアが第2の誘電体ペアに比べて基板21からより遠くに位置するように配置される場合、新たに追加する誘電体ペアが第1の誘電体ペアに属すると、その位置を第1の誘電体ペア内で設定することができる。その結果、複数の誘電体ペアの光学厚さ及びその順序を設定する作業を容易にすることができる。

【0038】

一方、前記複数の誘電体ペアがイオンアシスト蒸着装備を用いて形成されることによって相対的に高密度の層が形成され、その結果、基板21と交互積層下部構造体43との間にストレスが発生し得る。したがって、前記交互積層下部構造体43を形成する前に、基板21に対する交互積層下部構造体43の密着性を向上させるために界面層41を形成することができる。前記界面層41は、交互積層下部構造体43の SiO_2 と同一の物質で形成することができる。

【0039】

再び図1を参照すると、交互積層上部構造体37が発光構造体30の上部に位置する。前記交互積層上部構造体37は、図示したように、透明電極層31を覆うことができ、第1の導電型半導体層25の露出面を覆うことができる。

【0040】

10

20

30

40

50

前記交互積層上部構造体37は、活性層27で生成された光を透過させ、外部から発光ダイオードチップ100の内部に入射される光、例えば、蛍光体から放出される光を反射させる。したがって、前記交互積層上部構造体37は、活性層27で生成される青色又は短波長紫外線領域の光を透過させ、緑色及び赤色領域内の光、特に黄色領域の光を反射させる。

【0041】

図4は、 TiO_2 と SiO_2 とを交互に積層した交互積層上部構造体37の透過率を示すシミュレーショングラフである。ここで、ガラス基板上に TiO_2 と SiO_2 とが14層配置された場合をシミュレーションした。図4に示したように、 TiO_2 と SiO_2 の光学厚さを制御することによって500nm未満の近紫外線又は青色光に対して98%以上の高い透過率を示し、約500nm以上の光を遮断する交互積層上部構造体37を提供することができる。したがって、前記交互積層上部構造体37は、活性層27から放出される光を透過させ、蛍光体から放出される光、すなわち、緑色及び黄色領域の光を反射させることができる。

10

【0042】

また、前記交互積層上部構造体37は、メサ側壁を覆うことができ、各電極パッド33、35の上部面を除いた発光ダイオードチップ100の上部面を覆い、発光ダイオードチップ100を保護する機能を行うことができる。

【0043】

交互積層アンダー構造体39は、電極パッド35と第2の導電型半導体層29との間に位置する。前記交互積層アンダー構造体39は、透明電極層31の下側に位置し得るが、これに限定されることはなく、透明電極層31上に位置することも可能である。交互積層アンダー構造体39が透明電極層31と電極パッド35との間に位置する場合、電極パッド35は、電極パッド35の延長部(図示せず)を介して透明電極層31に電気的に接続することができる。

20

【0044】

前記交互積層アンダー構造体39は、活性層27で生成されて電極パッド35側に進行する光を反射させる。前記交互積層アンダー構造体39は、活性層27で生成された光に対して高い反射率を有するように形成し、例えば、 TiO_2 と SiO_2 を交互に積層して形成することができる。この構成により、前記交互積層アンダー構造体39は、前記電極パッド35によって光が吸収されて損失されることを防止することによって発光効率を改善することができる。

30

【0045】

図5は、本発明の一実施形態に係る発光ダイオードチップ100を実装した発光ダイオードパッケージを示す断面図である。

【0046】

図5を参照すると、前記発光ダイオードパッケージは、パッケージ本体60、各リード61a、61b、発光ダイオードチップ100及びモールディング部63を含む。前記パッケージ本体60はプラスチック樹脂で形成することができる。

40

【0047】

前記パッケージ本体60は、発光ダイオードチップ100を実装するための実装面Mを有し、また、発光ダイオードチップ100から放出された光が反射される反射面Rを有することができる。一方、前記発光ダイオードチップ100は、実装面M上に実装され、各ボンディングワイヤを介して各リード61a、61bに電気的に連結される。前記発光ダイオードチップ100は、接着剤62によって実装面Mに付着することができ、前記接着剤は、例えば、Agエポキシペーストを硬化させることによって形成することができる。

【0048】

図1に示した実施例を参照して説明したように、前記LEDチップ100は、交互積層下部構造体43、交互積層上部構造体37、交互積層アンダー構造体39及び/又は金属反射器45を含むことができる。

50

【0049】

一方、前記LEDパッケージは、混色光、例えば、白色光を放出する。したがって、前記LEDパッケージは、発光ダイオードチップ100から放出された光を波長変換させるための蛍光体を含むことができる。前記蛍光体は、モールディング部63内に含有され得るが、これに限定されることはない。

【0050】

前記LEDチップ100の交互積層下部構造体43及び交互積層アンダー構造体39は、活性層27で生成された光を放出するにおいて高効率を提供する。また、前記LEDチップ100の交互積層上部構造体37は、前記蛍光体で波長変換された後、発光ダイオードチップ100内に入射される光を再び反射させることができる。その結果、本典型的な実施例は、従来のLEDパッケージに比べてより高い光効率を有する。

10

【0051】

本好適な実施例において、白色光を具現するために発光ダイオードチップ100と共に蛍光体を含むパッケージについて説明するが、本発明は、これに限定されるものではない。白色光を放出するための多様なパッケージが公知となっており、本典型的な実施例に係る前記LEDチップ100は、いずれのパッケージにも適用可能である。

【0052】

図6は、本発明の他の好適な実施形態に係る発光ダイオードチップ200を説明するための断面図である。

20

【0053】

図6を参照すると、前記発光ダイオードチップ200は、基板21上に複数個の発光セルを含み、また、交互積層下部構造体43、金属反射器45及び交互積層上部構造体37を含むことができる。

【0054】

本好適な実施形態において、前記基板21及び交互積層下部構造体43は、図1を参照して説明した通りであるので、それについての詳細な説明は省略する。本好適な実施形態において、前記基板21は、複数の発光セルを電気的に分離するために絶縁体であることが望ましく、例えば、パターニングされたサファイア基板であり得る。

【0055】

一方、前記各発光構造体30は、互いに離隔して位置する。前記複数の発光構造体30のそれぞれは、図3に示した好適な実施形態を参照して説明した発光構造体30と同一であるので、それについての詳細な説明は省略する。また、各発光構造体30と基板21との間にバッファー層23を介在することができ、前記バッファー層23も互いに離隔させることが望ましい。

30

【0056】

第1の絶縁層36は、各発光構造体30の全面を覆っている。第1の絶縁層36は、第1の導電型半導体層25上に各開口部を有し、また、第2の導電型半導体層29上に各開口部を有する。前記各発光構造体30の各側壁は、第1の絶縁層36によって覆われる。また、第1の絶縁層36は、各発光構造体30の間の各領域内の基板21を覆っている。第1の絶縁層36は、シリコン酸化膜(SiO₂)又はシリコン窒化膜で形成することができ、プラズマ化学気相蒸着法を用いて200～300の温度範囲で形成することができる。

40

【0057】

一方、各配線51は、第1の絶縁層36上に形成されている。各配線51は、前記各開口部を介して第1の導電型半導体層25及び第2の導電型半導体層29に電気的に連結されている。前記第2の導電型半導体層29上には、透明電極層31を位置させることができ、前記各配線51は、前記透明電極層31に接続することができる。また、各配線51は、隣接した各発光構造体30の第1の導電型半導体層25と第2の導電型半導体層29とをそれぞれ電気的に連結することによって、各発光構造体30の直列アレイを形成することができる。LEDチップ200は、各発光セルの複数の直列アレイを有することができる。

50

きる。これら直列アレイは、互いに逆並列に連結し、交流電源に連結して駆動することができる。また、各発光セルの直列アレイに連結されたブリッジ整流器（図示せず）を形成することができ、前記ブリッジ整流器によって前記各発光セルを交流電源下で駆動することもできる。前記ブリッジ整流器は、前記発光構造体30と同一の構造の各発光セルを各配線51を用いて結線することによって形成することができる。

【0058】

代案的に、前記各配線51は、隣接した各発光セルの第1の電型半導体層25を互いに連結したり、第2の導電型半導体層29を互いに連結することもできる。その結果、直列及び並列に連結された複数の発光構造体30を提供することができる。

【0059】

前記各配線51は、導電物質、例えば、多結晶シリコンなどのドーピングされた半導体物質又は金属で形成することができる。特に、前記各配線51は、多層構造に形成することができ、例えば、Cr又はTiの下部層と、Cr又はTiの上部層とを含むことができる。また、Au、Au/Ni又はAu/Alの金属層を前記下部層と上部層との間に介在させることができる。

【0060】

交互積層上部構造体37は、前記各配線51及び前記第1の絶縁層36を覆うことができる。交互積層上部構造体37は、図1に示した実施例を参照して説明したように、活性層27で生成された光を透過させ、相対的に長波長の可視光を反射させる。

【0061】

一方、蛍光体層53が発光ダイオードチップ200上に位置し得る。前記蛍光体層53は、樹脂に蛍光体が分散された層であるか、又は電気泳動法によって蒸着された層であり得る。蛍光体層53は、交互積層上部構造体37を覆い、発光構造体30から放出された光を波長変換させる。前記蛍光体層53は、図5を参照して説明したように、LEDパッケージを提供する工程で提供することもでき、その結果、LEDチップ200から省略することができる。

【0062】

一方、前記各配線51と前記各発光構造体30との間には、図1を参照して説明したような交互積層アンダー構造体を形成することもできる。

【0063】

図7は、本発明の更に他の典型的な実施例に係る複数の発光セルを有する発光ダイオードチップ200aを説明するための断面図である。

【0064】

図7を参照すると、本実施例に係る発光ダイオードチップ200aは、上述した発光ダイオードチップ200とほぼ類似するが、各発光構造体30の形状が異なり、その結果、配線51が接続する第1の導電型半導体層25の部分が異なる。

【0065】

すなわち、LEDチップ200の各発光構造体30は、第1の導電型半導体層25の上部面が露出し、配線51は、第1の導電型半導体層25の上部面に接続する。これと異なり、本典型的な実施例に係る発光ダイオードチップ200aの各発光構造体30は、傾斜した側面を有するように形成され、第1の導電型半導体層25の傾斜した側面が露出し、配線51は、第1の導電型半導体層25の傾斜した側面に接続する。

【0066】

したがって、本典型的な実施例において、発光セルを分離する工程の他に、第1の導電型半導体層25の上部面を露出させるための工程を別途に行う必要がなく、工程を単純化することができる。さらに、第1の導電型半導体層25の上部面を露出させる必要がないので、活性層27の面積減少を防止することができる。また、配線51が第1の導電型半導体層25の傾斜面に沿って接続するので、発光構造体30の電流分散性能を改善することができ、その結果、順方向電圧及び信頼性が改善される。

【0067】

10

20

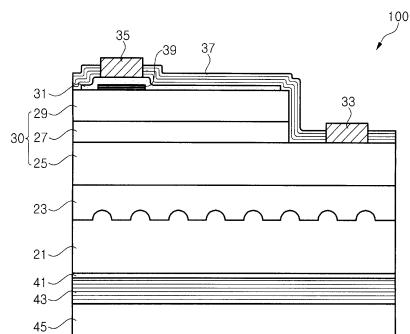
30

40

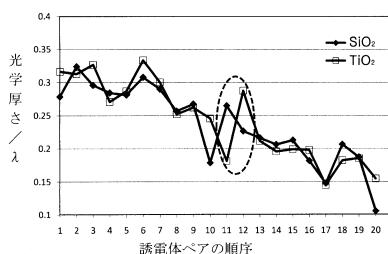
50

以上、本発明を、各図面と共にいくつかの好適な実施形態を参照して例示したが、本発明の思想及び範囲を逸脱しない範囲で本発明を多様に変形及び変化可能であることは当業者にとって明らかであろう。したがって、前記各実施形態は、例示の方式のみで提供されるもので、当業者に本発明の完全な開示を提供し、本発明の完全な理解を提供するためのものと理解しなければならない。したがって、変形及び変化が添付の特許請求の範囲及びその均等物の範囲内にある本発明は、前記変形及び変化を包括するように意図できる。

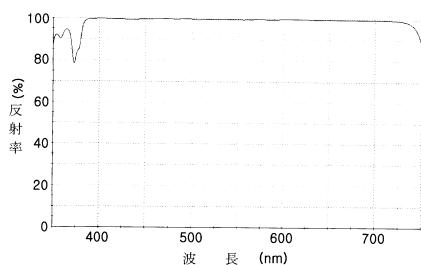
【図1】



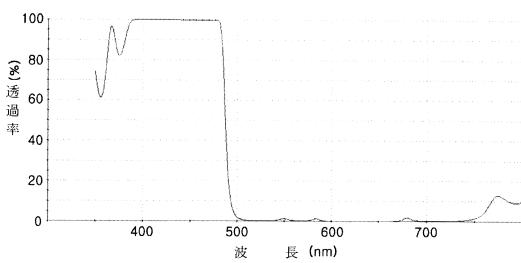
【図2】



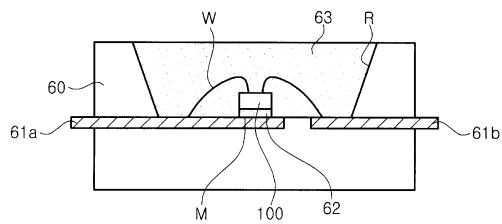
【図3】



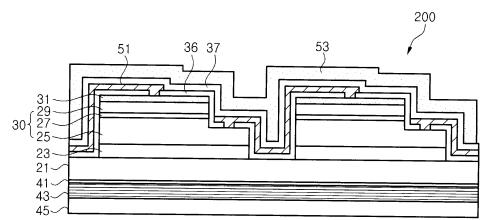
【図4】



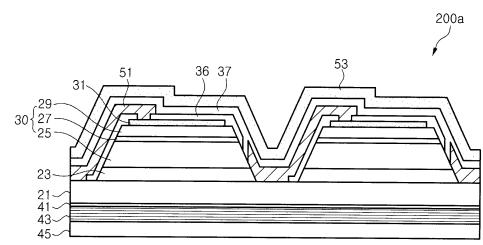
【図5】



【図6】



【図7】



フロントページの続き

(72)発明者 ヘオ, ミン チャン

大韓民国 425-851 キヨンギ-ド, アンサン-シ, タンウォン-グ, ウォンシ-ドン, 7
27-5, 1B-36

(72)発明者 ジン, サン キ

大韓民国 425-851 キヨンギ-ド, アンサン-シ, タンウォン-グ, ウォンシ-ドン, 7
27-5, 1B-36

(72)発明者 キム, ジヨン キュ

大韓民国 425-851 キヨンギ-ド, アンサン-シ, タンウォン-グ, ウォンシ-ドン, 7
27-5, 1B-36

(72)発明者 シン, ジン チェオル

大韓民国 425-851 キヨンギ-ド, アンサン-シ, タンウォン-グ, ウォンシ-ドン, 7
27-5, 1B-36

(72)発明者 リ, ソ ラ

大韓民国 425-851 キヨンギ-ド, アンサン-シ, タンウォン-グ, ウォンシ-ドン, 7
27-5, 1B-36

(72)発明者 リ, サム ジェウン

大韓民国 425-851 キヨンギ-ド, アンサン-シ, タンウォン-グ, ウォンシ-ドン, 7
27-5, 1B-36

審査官 金高 敏康

(56)参考文献 特開平10-270754 (JP, A)

特開平04-328877 (JP, A)

特開2008-235827 (JP, A)

特開2009-033157 (JP, A)

国際公開第2007/105626 (WO, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 33/00 - 33/64