

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2005-166941

(P2005-166941A)

(43) 公開日 平成17年6月23日(2005.6.23)

(51) Int. Cl.⁷
 H01L 33/00
 F21S 8/04
 F21V 5/04
 // F21Y 101:02

F I

H01L 33/00
 F21V 5/04
 F21S 1/02
 F21Y 101:02

テーマコード (参考)

5F041

審査請求 未請求 請求項の数 14 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2003-403539 (P2003-403539)
 (22) 出願日 平成15年12月2日(2003.12.2)

(71) 出願人 000005821
 松下電器産業株式会社
 大阪府門真市大字門真1006番地
 (74) 代理人 110000040
 特許業務法人池内・佐藤アンドパートナーズ
 (72) 発明者 永井 秀男
 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内
 Fターム(参考) 5F041 AA03 CA74 DA36 DA43 DA47
 DA55 DA91 EE25 FF11

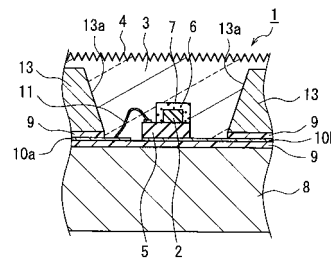
(54) 【発明の名称】 発光装置およびその製造方法、並びにその発光装置を用いた照明モジュールと照明装置

(57) 【要約】

【課題】 光の取り出し効率が高い発光装置とその製造方法を提供することにより、その発光装置を用いた高い光出力を有する照明モジュールと照明装置を提供する。

【解決手段】 発光素子2、発光素子2を覆う透光性材料3とを備え、透光性材料3が外界と接する表面4から光を出力する発光装置1であって、透光性材料3が外界と接する表面4が、略角錐状および略円錐状から選ばれた少なくとも一つの形状を含む凹凸を備えている発光装置1とする。また、単結晶基板の表面に凹凸を形成する工程と、前記凹凸を形成した単結晶基板の表面を金型として用いて、透光性材料を成形することにより、前記透光性材料の表面に凹凸を形成する工程とを含む発光装置の製造方法とする。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

発光素子と、前記発光素子を覆う透光性材料とを備え、前記透光性材料が外界と接する表面から光を出力する発光装置であって、

前記透光性材料が外界と接する表面が、略角錐状および略円錐状から選ばれる少なくとも一つの形状を含む凹凸を備えていることを特徴とする発光装置。

【請求項 2】

前記凹凸の間隔が、 $1\ \mu\text{m}$ 以上 $100\ \mu\text{m}$ 以下である請求項 1 に記載の発光装置。

【請求項 3】

前記透光性材料が、透光性樹脂およびガラスから選ばれるいずれか一つの方法である請求項 1 または 2 に記載の発光装置。 10

【請求項 4】

前記発光素子が、半導体発光素子である請求項 1 ~ 3 のいずれかに記載の発光装置。

【請求項 5】

発光素子と、前記発光素子を覆う透光性材料とを備え、前記透光性材料が外界と接する表面が凹凸を備えた発光装置の製造方法であって、

単結晶基板の表面に凹凸を形成する工程と、

前記凹凸を形成した単結晶基板の表面を金型として用いて、透光性材料を成形することにより、前記透光性材料の表面に凹凸を形成する工程と、
を含むことを特徴とする発光装置の製造方法。 20

【請求項 6】

発光素子と、前記発光素子を覆う透光性材料とを備え、前記透光性材料が外界と接する表面が凹凸を備えた発光装置の製造方法であって、

単結晶基板の表面に凹凸を形成する工程と、

前記単結晶基板の表面の凹凸を金属基板に転写する工程と、

前記凹凸を転写した金属基板の表面を金型として用いて、透光性材料を成形することにより、前記透光性材料の表面に凹凸を形成する工程と、
を含むことを特徴とする発光装置の製造方法。

【請求項 7】

前記単結晶基板の表面に凹凸を形成する工程が、異方性エッチング法およびプラズマ CVD 法から選ばれるいずれか一つの方法により行われる請求項 5 または 6 に記載の発光装置の製造方法。 30

【請求項 8】

前記単結晶基板がシリコン単結晶からなり、前記単結晶基板の表面が前記シリコン単結晶の(100)面で形成され、前記単結晶基板の凹凸の形成が異方性エッチング法により行われ、前記単結晶基板の凹凸が前記シリコン単結晶の(111)面から形成される請求項 5 または 6 に記載の発光装置の製造方法。

【請求項 9】

前記異方性エッチング法が、格子状マスクを用いて行われる請求項 7 または 8 に記載の発光装置の製造方法。 40

【請求項 10】

前記透光性材料の表面の凹凸が、略角錐状および略円錐状から選ばれる少なくとも一つの形状を含む請求項 5 または 6 に記載の発光装置の製造方法。

【請求項 11】

前記透光性材料の表面の凹凸の間隔が、 $1\ \mu\text{m}$ 以上 $100\ \mu\text{m}$ 以下である請求項 5 ~ 10 のいずれかに記載の発光装置の製造方法。

【請求項 12】

前記透光性材料が、透光性樹脂およびガラスから選ばれるいずれか一つの方法である請求項 5 ~ 11 のいずれかに記載の発光装置の製造方法。

【請求項 13】

請求項 1 ~ 4 のいずれかに記載の発光装置を複数用いたことを特徴とする照明モジュール。

【請求項 1 4】

請求項 1 3 に記載の照明モジュールを用いたことを特徴とする照明装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、発光装置およびその製造方法、並びにその発光装置を用いた照明モジュールと照明装置に関する。

【背景技術】

10

【0002】

従来から、発光ダイオード等の発光素子は、各種電子機器においてディスプレイ等に使用されている。また、最近では、発光ダイオードと蛍光体とを組み合わせることで白色光を得るいわゆる白色発光ダイオード（白色LED）が注目されている。このような白色LEDは、発光装置として用いることが可能であり、その発光装置を複数用いることにより照明モジュールや照明装置をも提供することができる。

【0003】

発光素子を用いた従来の発光装置は、外部接続電極が形成されたセラミック等からなる基板の上に発光素子が設けられ、この発光素子の発光面側に透光性樹脂が配置され、この透光性樹脂が外界と接する表面から光を出力する構造となっていた。この従来の発光装置では、透光性樹脂の表面は平面でかつ平滑面に形成されていた。

20

【0004】

しかし、従来の発光装置では、図5に示すように、発光素子51から放射された光が透光性樹脂52の表面53に臨界角以上の角で入射すると、表面53で全反射されるため、光の取り出し効率が悪かった。例えば、屈折率1.5の透光性樹脂を用い、外界を屈折率1の空気とした場合には、臨界角は48°となり、立体角から計算すると放射された光のうち最大で17%しか外界に出力されないことになる。この問題を解決するために、上記透光性樹脂の表面を粗面化することが提案されている（例えば、特許文献1参照。）。透光性樹脂の表面を粗面化することにより、光の入射角にかかわらず光が取り出せることになる。

30

【特許文献1】特開平11-204840号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

特許文献1に記載のように透光性樹脂の表面を粗面化することにより、光の入射角にかかわらずある程度光が取り出せることになる。しかし、透光性樹脂の表面を単に粗面化するだけでは光が散乱され、必ずしも十分な光の取り出し効率を得ることができない。この取り出し効率の低下は、複数の発光装置をモジュール化して照明装置を製造する場合には、さらに大きな問題となる。即ち、従来の発光ダイオード等を発光素子として用いて照明装置を製造すると、光の取り出し効率が低いために照明装置として必要な光出力を得ることは困難であった。

40

【0006】

本発明は、このような問題を解決するためになされたものであり、光の取り出し効率が高い発光装置とその製造方法を提供することにより、その発光装置を用いた高い光出力を有する照明モジュールと照明装置を提供するものである。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明は、発光素子と、前記発光素子を覆う透光性材料とを備え、前記透光性材料が外界と接する表面から光を出力する発光装置であって、前記透光性材料が外界と接する表面が、略角錐状および略円錐状から選ばれる少なくとも一つの形状を含む凹凸を備えている

50

ことを特徴とする発光装置を提供する。

【0008】

また、本発明は、発光素子と、前記発光素子を覆う透光性材料とを備え、前記透光性材料が外界と接する表面が凹凸を備えた発光装置の製造方法であって、単結晶基板の表面に凹凸を形成する工程と、前記単結晶基板の表面を金型として用いて、透光性材料を成形することにより、前記透光性材料の表面に凹凸を形成する工程とを含むことを特徴とする発光装置の製造方法を提供する。

【0009】

また、本発明は、発光素子と、前記発光素子を覆う透光性材料とを備え、前記透光性材料が外界と接する表面が凹凸を備えた発光装置の製造方法であって、単結晶基板の表面に凹凸を形成する工程と、前記単結晶基板の表面の凹凸を金属基板に転写する工程と、前記凹凸を転写した金属基板の表面を金型として用いて、透光性材料を成形することにより、前記透光性材料の表面に凹凸を形成する工程とを含むことを特徴とする発光装置の製造方法を提供する。

10

【0010】

また、本発明は、上記発光装置を複数用いたことを特徴とする照明モジュールを提供する。

【0011】

また、本発明は、上記照明モジュールを用いたことを特徴とする照明装置を提供する。

【発明の効果】

20

【0012】

本発明の発光装置は、光取出し面への光の入射角にかかわらず光が取り出せるとともに、光の散乱を防止して、光の取り出し効率を向上できる。また、本発明の発光装置の製造方法は、発光装置の光取出し面に光の散乱を生じさせない凹凸を容易に形成できる。さらに、本発明の照明モジュールと照明装置は、光の取り出し効率の高い発光装置を用いているので、高い光出力を有する。

【発明を実施するための最良の形態】

【0013】

以下、本発明の実施の形態について説明する。

【0014】

まず、本発明の発光装置の実施の形態について説明する。本発明の発光装置の一例は、発光素子と、上記発光素子を覆う透光性材料とを備え、上記透光性材料が外界と接する表面から光を出力する発光装置であって、上記透光性材料が外界と接する表面が、略角錐状および略円錐状から選ばれる少なくとも一つの形状を含む凹凸を備えていることを特徴とする。

30

【0015】

透光性材料が外界と接する表面に、略角錐状および略円錐状から選ばれる少なくとも一つの形状を含む凹凸を形成することにより、図4に示すように、発光素子から放射された光が透光性材料41の表面42aに臨界角以上の角で入射して全反射されても、次の表面42bには臨界角以下の角で入射することになり、結局ほぼ全ての光が透光性材料41の表面から外部に出力されることになり、光の取り出し効率が著しく向上する。

40

【0016】

上記凹凸の間隔は、1 μ m以上100 μ m以下であることが好ましく、1 μ m以上10 μ m以下であることがより好ましい。本明細書における凹凸の間隔とは、凹凸の凸部の頂点と、その凸部に隣接する他の凸部の頂点との間隔(図4のL)を意味する。この間隔が1 μ mを下回ると、光の干渉が生じる可能性があり、またこの間隔が1 μ mを下回る略角錐状または略円錐状の凹凸を製造することは困難だからである。また、この間隔が100 μ mを超えると凹凸の深さが大きくなりすぎて、製造が困難だからである。

【0017】

上記発光素子は、電気エネルギーを光に換える光電変換素子であり、例えば、発光ダイ

50

オード、レーザーダイオード、面発光レーザーダイオード、無機エレクトロルミネッセンス素子、有機エレクトロルミネッセンス素子などが該当する。特に、光源の高出力化の観点からは、発光ダイオード、レーザーダイオード、面発光レーザーダイオードなどの半導体発光素子が好ましい。また、半導体発光素子と蛍光体とを組み合わせることにより、白色LEDを構成することもできる。

【0018】

次に、本発明の発光装置の製造方法の実施の形態について説明する。本発明の発光装置の製造方法の一例は、発光素子と、上記発光素子を覆う透光性材料とを備え、上記透光性材料が外界と接する表面が凹凸を備えた発光装置の製造方法であって、単結晶基板の表面に凹凸を形成する工程と、上記凹凸を形成した単結晶基板の表面を金型として用いて、透光性材料を成形することにより、上記透光性材料の表面に凹凸を形成する工程とを含むことを特徴とする。

10

【0019】

従来 of 切削加工により表面に数 μm 間隔の凹凸を有する金型を作製することは困難であったが、単結晶基板の表面に凹凸を形成することにより、表面に $1\mu\text{m} \sim 100\mu\text{m}$ の間隔の凹凸を有する金型を作製することが容易となる。また、この凹凸を有する金型を用いて容易に透光性材料の表面に凹凸を形成することができる。

【0020】

また、本発明の発光装置の製造方法の他の一例は、発光素子と、上記発光素子を覆う透光性材料とを備え、上記透光性材料が外界と接する表面が凹凸を備えた発光装置の製造方法であって、単結晶基板の表面に凹凸を形成する工程と、上記単結晶基板の表面の凹凸を金属基板に転写する工程と、上記凹凸を転写した金属基板の表面を金型として用いて、透光性材料を成形することにより、上記透光性材料の表面に凹凸を形成する工程とを含むことを特徴とする。

20

【0021】

単結晶基板の表面の凹凸を金属基板に転写して金型とすることにより、金型の耐久性を向上できる。

【0022】

単結晶基板の表面に凹凸を形成する方法としては、異方性エッチング法またはプラズマCVD法が好ましい。異方性エッチング法では略角錐状の凹凸を形成でき、またプラズマCVD法では略円錐状の凹凸を形成できるからである。

30

【0023】

上記単結晶基板としては、Si基板、GaN系基板、GaAs系基板などのn型半導体基板を用いることができる。

【0024】

次に、本発明の照明モジュールの実施の形態について説明する。本発明の照明モジュールの一例は、上記で説明した発光装置を複数用いたことを特徴とする。光の取り出し効率の高い発光装置を複数組み合わせることにより、高い光出力を有する照明モジュールを提供できる。

【0025】

次に、本発明の照明装置の実施の形態について説明する。本発明の照明装置の一例は、上記で説明した照明モジュールを用いたことを特徴とする。光の取り出し効率の高い発光装置を複数組み合わせた照明モジュールを用いることにより、高い光出力を有する照明装置を提供できる。

40

【0026】

次に、本発明の実施の形態を図面に基づき説明する。

【0027】

(実施形態1)

図1は、本発明の発光装置の一例を示す断面図である。本実施形態の発光装置1は、発光素子2と、発光素子2を覆う透光性材料3とを備え、透光性材料3が外界と接する表面

50

4 から光を出力する構造となっている。発光素子 2 は例えば半導体発光素子であり、シリコン等からなるサブマウント 5 の上に導通搭載されているとともに、蛍光体 6 を内在した母材 7 (例えば、透光性樹脂または低融点ガラス) で封止されている。アルミニウム等からなる基板 8 の上には、アルミナ等の無機材料と樹脂等の有機材料からなる複合材料層 9 を介して接続電極 10 a、10 b が設けられ、接続電極 10 a とサブマウント 5 とはワイヤ 11 により接続され、接続電極 10 b とサブマウント 5 とは直接接続されている。

【0028】

また、図 2 は透光性材料 3 が外界と接する表面 4 の拡大斜視図であり、図 3 は透光性材料 3 が外界と接する表面 4 の拡大平面図である。図 2、図 3 に示すように、表面 4 には 1 ~ 100 μm の間隔、より好ましくは 1 ~ 10 μm の間隔で略角錐状の凹凸 12 が形成されている。

10

【0029】

発光素子 2 は、例えば発光ダイオードであり、蛍光体 6 と組み合わせて白色光を得ることができる。発光素子 2 が放つ光の波長については特に限定されるものではなく、蛍光体 6 を励起し得る波長範囲内であれば良い。蛍光体 6 は、駆動によって上記発光素子 2 が放つ光の一部または全部を吸収して、発光素子 2 が放つ光のピーク波長よりも波長の長い可視光 (青、緑、黄、橙、または赤の光) に変換する光変換材料であるので、発光素子 2 により蛍光体 6 が励起され、発光素子 2 の全体として蛍光体 6 が放つ発光成分を含む光を放つようになる。したがって、例えば、以下のような組み合わせ構造の発光装置にすると、発光素子 2 が放つ光と蛍光体 6 が放つ光との混色などによって、白色系光が得られ、需要の多い白色系光を放つ光源とすることができる。

20

【0030】

(1) 近紫外光を放つ発光素子と、青色蛍光体と、緑色蛍光体と、赤色蛍光体とを組み合わせる構造。

【0031】

(2) 近紫外光を放つ発光素子と、青色蛍光体と、緑色蛍光体と、黄色蛍光体と、赤色蛍光体とを組み合わせる構造。

【0032】

(3) 近紫外光を放つ発光素子と、青色蛍光体と、黄色蛍光体と、赤色蛍光体とを組み合わせる構造。

30

【0033】

(4) 青色光を放つ発光素子と、緑色蛍光体と、黄色蛍光体と、赤色蛍光体とを組み合わせる構造。

【0034】

(5) 青色光を放つ発光素子と、黄色蛍光体と、赤色蛍光体とを組み合わせる構造。

【0035】

(6) 青色光を放つ発光素子と、緑色蛍光体と、赤色蛍光体とを組み合わせる構造。

【0036】

(7) 青緑色光を放つ発光素子と、赤色蛍光体とを組み合わせる構造。

40

【0037】

また、発光素子 2 の周囲には鏡面処理された反射面 13 a を備えた反射板 13 が設けられている。さらに、接続電極 10 a、10 b と反射板 13 との間には、複合材料層 9 が配置されている。

【0038】

上記透光性材料 3 としては、エポキシ樹脂やシリコン樹脂などの透光性樹脂、または低融点ガラスなどを用いることができる。

【0039】

(実施形態 2)

50

図6は、本発明の発光装置の製造方法の一部である単結晶基板の表面に凹凸を形成する一例を示す工程断面図である。本実施形態では、面方位が(100)であるシリコン基板に異方性エッチングを行うことにより、シリコン基板の表面に略角錐状の凹凸を形成し、その凹凸を形成したシリコン基板の表面を金型として用いることにより、発光装置の光取出し面の表面に略角錐状の凹凸を形成するものである。

【0040】

まず、図6(a)に示すように、表面61が(100)面からなるシリコン基板62を準備し、図6(b)に示すように、シリコン基板62の上に格子状のマスク63を形成する。マスク63の材料としては、酸化シリコン、窒化シリコン、酸化アルミニウム等を用いることができる。

10

【0041】

なお、マスク63の形成は、半導体製造プロセスで通常用いられている方法を採用することができる。例えば、酸化シリコンのマスク63を形成するには、シリコン基板62の表面を熱酸化した後、フォトレジストを塗布してフォトリソグラフィによりフォトレジストをマスク63の形状にパタニングする。次に、酸化シリコンをエッチングして、最後にフォトレジストを除去すればよい。このエッチングは、弗化水素系のエッチング液を用いることにより容易に実現可能である。

【0042】

次に、図6(c)に示すように、シリコン基板62に異方性エッチングを行う。異方性エッチング液としては、水酸化カリウム、水酸化ナトリウム、ピロカテコール、エチレンジアミンなどを用いることができる。

20

【0043】

異方性エッチングにより、図6(d)に示すように、シリコン基板62の表面61には、(111)面からなる略角錐状の凹凸64が形成される。凹凸64の間隔の制御は、異方性エッチング液のエッチングレートに応じたエッチング時間の制御により行うことができる。また、異方性エッチング液のエッチングレートの調整は、異方性エッチング液の温度と濃度を調整することにより容易に行うことができる。さらに、エッチング面に光を照射したり、エッチング面とエッチング液との間に電流を流すことで、エッチング速度を調整することもできる。凹凸64の間隔は、1 μ m以上100 μ m以下であることが好ましい。なお、マスク63を用いて異方性エッチングを行うことにより、凹凸64の深さを一

30

【0044】

最後に、図6(e)に示すように、マスク63を除去することにより、シリコン基板62の表面61に略角錐状の凹凸64が形成される。なお、マスク63の除去には、マスク材料に応じたエッチング液(例えば、マスク材料が酸化シリコンの場合は、弗化水素系エッチング液)を用いたエッチングにより行うことができる。

【0045】

続いて、通常行われる方法により発光装置の光取出し面を製造するに際し、上記で形成したシリコン基板62の凹凸64を金型として用いて、透光性材料を成形することにより、発光素子の光取出し面の表面に略角錐状の凹凸を形成することができる。その他は、通常行われる方法により、発光装置を製造することができる。

40

【0046】

上記透光性材料としては、シリコン基板の融点より低い融点を有する透光性材料であれば特に限定なしに使用でき、例えばエポキシ樹脂やシリコーン樹脂などの透光性樹脂、または低融点ガラスなどを用いることができる。

【0047】

なお、本実施形態では、マスクを用いた異方性エッチング法を説明したが、マスクを用いなくても略角錐状の凹凸の形成は可能であり、その場合は、凹凸の深さや間隔に若干のバラツキが生じる。しかし、発光装置の光取出し面の凹凸の深さが一定でなくても、光の取り出し効率の観点からは大きな問題はない。また、凹凸の深さや間隔にバラツキがある

50

と光の干渉が生じないので、凹凸の間隔を可視光波長程度まで狭くすることもできる。

【0048】

(実施形態3)

図7は、本発明の発光装置の製造方法の一部である金属基板の表面に凹凸を形成する一例を示す工程断面図である。本実施形態では、実施形態2で作製したシリコン基板の表面を用いて金属基板の表面に略角錐状の凹凸を形成し、その凹凸を形成した金属基板の表面を金型として用いることにより、発光装置の光取出し面の表面に略角錐状の凹凸を形成するものである。

【0049】

先ず、図7(a)に示すように、実施形態2で作製した略角錐状の凹凸71が形成されたシリコン基板72の表面に、硬質金属層73を蒸着する。さらに、硬質金属層73の上に軟質金属層74aを蒸着する。硬質金属としては例えば白金(Pt)を用いることができ、軟質金属としては例えば金(Au)を用いることができる。

10

【0050】

次に、図7(b)に示すように、ステンレス鋼等からなる基材金属75の表面にAu等からなる軟質金属層74bを蒸着した支持体76を準備し、軟質金属層74aと74bとを対面させて圧着し、図7(c)に示すように、金属基板前駆体77を形成する。

【0051】

最後に、図7(d)に示すように、シリコン基板72を除去することにより、表面に略角錐状の凹凸78を転写した金属基板79を得る。

20

【0052】

続いて、通常行われる方法により発光装置の光取出し面を製造するに際し、上記で形成した金属基板の凹凸を金型として用いて、透光性材料を成形することにより、発光素子の光取出し面の表面に略角錐状の凹凸を形成することができる。その他は、通常行われる方法により、発光装置を製造することができる。

【0053】

(実施形態4)

実施形態2では、異方性エッチング法を用いてシリコン基板の表面に略角錐状の凹凸を形成した一例を説明したが、プラズマCVD法を用いることにより、シリコン基板の表面に略円錐状の凹凸を形成することができる。

30

【0054】

即ち、シリコン基板にアルゴン(Ar)雰囲気中で直流放電により鉄微粒子を付着させて陰極を形成し、続いてCH₄(80%) / H₂(20%)ガスを用いて、シリコン基板を陰極として直流・マイクロ波重畳放電を行うことにより、シリコン基板の表面にナノサイズの略円錐状の凹凸を形成することができる。

【0055】

その後は、実施形態2と同様にして、発光装置を製造することができる。

【0056】

(実施形態5)

実施形態4で作製したシリコン基板の表面を用いて金属基板の表面に略円錐状の凹凸を転写し、その凹凸を形成した金属基板の表面を金型として用いることにより、発光装置の光取出し面の表面に略円錐状の凹凸を形成することができる。その他は、通常行われる方法により、発光装置を製造することができる。

40

【0057】

(実施形態6)

図8は、本発明の照明モジュールの一例を示す斜視図である。図9は、図8に示した照明モジュールの平面図(a)、平面図(a)のA-A断面図(b)、およびA-A断面図(b)の要部拡大図(c)である。本実施形態の照明モジュール81は、多層基板82の上に、取出し電極83と、実施形態1で説明した発光装置1と同様の発光装置84とを備えている。なお、82aは多層基板82の切欠部である。各発光装置84は、例えば、そ

50

の 31 個を直列接続してユニットを形成し、そのユニットを 7 個並列接続することにより、217 個の発光装置 84 を相互に電氣的に接続することができる。照明モジュール 81 の駆動電圧は例えば 100 V であり、駆動電流は例えば 350 mA である。本実施形態の照明モジュールは、実施形態 1 の発光装置と同様の発光装置を複数備えているので、光の取り出し効率がよく、高い光出力を有する。なお、本実施形態の発光装置 84 は、実施形態 1 で説明した図 1 の発光装置 1 と同様の構造であるため、図 9 (c) では図 1 と同様の符号を付し、その説明を省略する。

【0058】

また、図 10 は、図 9 の多層基板 82 から発光装置 84 を取り除いた状態の平面図 (a)、および平面図 (a) の B 部拡大図である。多層基板 82 の上には、接続電極 85 a、85 b が設けられ、接続電極 85 a、85 b には、リード 86 が接続されている。この接続電極 85 a、85 b の上に発光装置 84 を実装することにより、各発光装置 84 を相互に接続することができる。

10

【0059】

(実施形態 7)

図 11 は、本発明の照明装置の一例を示す斜視図 (a)、およびその底面図 (b) である。本実施形態の照明装置 111 は、器具 112 と、実施形態 6 で説明した照明モジュール 113 とを備えている。照明装置 111 は、実施形態 6 の照明モジュール 113 を備えているので、光の取り出し効率がよく、高い光出力を有する。

【0060】

また、図 12 は、図 11 の照明装置の照明モジュールのソケット部の斜視図である。照明モジュール 113 は、切欠部 114 と取出し電極 115 とを備え、ソケット部 116 は、モジュール装着面 117、フレキシブル端子 118、ガイド凸部 119 を備えている。照明モジュール 113 は、ガイド凸部 119 に嵌合することによりモジュール装着面 117 に装着される。これにより、取出し電極 115 とフレキシブル端子 118 とは電氣的に接続される。その後、照明モジュール 113 は、リング 121 を介してリングネジ 122 により固定される。この構造により、照明モジュール 113 の脱着が容易となる。

20

【実施例】

【0061】

次に、本発明を実施例に基づき説明する。但し、本発明は、以下の実施例に限定されるものではない。

30

【0062】

(実施例 1)

発光素子 1 として青色発光の GaN 発光ダイオード、蛍光体 6 として $(\text{Sr}, \text{Ba})_2\text{SiO}_4 : \text{Eu}^{2+}$ 、透光性材料 3 としてエポキシ樹脂を用いて、図 1 と同様の構造の発光装置を実施形態 2 と同様の方法で作製した。この発光装置 1 を直列に 50 個接続し、この 50 個を 7 個並列に接続して図 8 と同様の構造の照明モジュールを作製した。透光性材料 3 が外界と接する表面 4 には、5 μm の間隔の略角錐状の凹凸を形成した。本実施例では、シリコン基板の異方性エッチング液として水酸化カリウムを用い、エッチング時間は 5 分とした。

40

【0063】

本実施例の照明モジュールに電圧 100 V で 350 mA の電流を流して光出力させたところ、977 ルーメン (lm) の光出力を得た。

【0064】

図 13 に本実施例の照明モジュールの発光スペクトルを示す。本実施例の発光スペクトルは、GaN 発光ダイオードによる 460 nm に発光ピークを有する励起スペクトルと、 $(\text{Sr}, \text{Ba})_2\text{SiO}_4 : \text{Eu}^{2+}$ 蛍光体による 565 nm に発光ピークを有する蛍光スペクトルからなる。また、色温度は 5400 K、平均演色評価数は 70 であった。

【0065】

なお、本実施例における透光性材料が外界と接する表面の二乗平均平方根粗さ R_q (R

50

MS)を、Tencor社製の表面粗さ計“ALPHA STEP 500”で測定したところ、 $2.0\mu\text{m}$ であった。

【0066】

(比較例1)

透光性材料が外界と接する表面に凹凸を形成しなかった以外は、実施例1と同様にして照明モジュールを作製し、実施例1と同様にして光出力させたところ、651ルーメン(1m)の光出力を得た。

【0067】

(比較例2)

透光性材料が外界と接する表面に略角錐状の凹凸を形成する代わりに、透光性材料が外界と接する表面をサンドブラストにより粗面化し、表面の二乗平均平方根粗さ R_q (RMS)が $2.0\mu\text{m}$ となるようにした以外は、実施例1と同様にして照明モジュールを作製し、実施例1と同様にして光出力させたところ、600ルーメン(1m)の光出力を得た。

10

【0068】

実施例1では、光取出し面に $5\mu\text{m}$ の間隔の略角錐状の凹凸を形成したので、光の取り出し効率が向上し、高い光出力を得ることができた。一方、比較例1では、光取出し面に凹凸を形成していないので、光の取り出し効率が低下し、低い光出力しか得られなかった。また、比較例2では、光取出し面を単に粗面化したのみであるため、光が散乱されて光の取り出し効率が低下し、さらに低い光出力しか得られなかった。

20

【産業上の利用可能性】

【0069】

以上のように、本発明は、光取出し面への入射光の角度にかかわらず光が取り出せるとともに、光の散乱を防止して、光の取り出し効率を向上した発光装置を提供できる。また、本発明は、発光装置の光取出し面に略角錐状または略円錐状の凹凸を容易に形成できる発光装置の製造方法を提供できる。さらに、本発明は、光の取り出し効率の高い発光装置を用いた高い光出力を有する照明モジュールおよび照明装置を提供できる。

【図面の簡単な説明】

【0070】

【図1】本発明の発光装置の一例を示す断面図である。

30

【図2】図1の透光性材料3が外界と接する表面4の拡大斜視図である。

【図3】図1の透光性材料3が外界と接する表面4の拡大平面図である。

【図4】本発明の光の取り出し状態の一例を示す断面図である。

【図5】光の入射角と光の反射との関係を示す図である。

【図6】本発明の発光装置の製造方法の一部である単結晶基板の表面に凹凸を形成する一例を示す工程断面図である。

【図7】本発明の発光装置の製造方法の一部である金属基板の表面に凹凸を形成する一例を示す工程断面図である。

【図8】本発明の照明モジュールの一例を示す斜視図である。

【図9】図8に示した照明モジュールの平面図(a)、平面図(a)のA-A断面図(b)、およびA-A断面図(b)の要部拡大図(c)である。

40

【図10】図9の多層基板82から発電装置84を取り除いた状態の平面図(a)、および平面図(a)のB部拡大図である。

【図11】本発明の照明装置の一例を示す斜視図(a)、およびその底面図(b)である。

【図12】図11の照明装置の照明モジュールのソケット部の斜視図である。

【図13】実施例1の照明モジュールの発光スペクトルを示す図である。

【符号の説明】

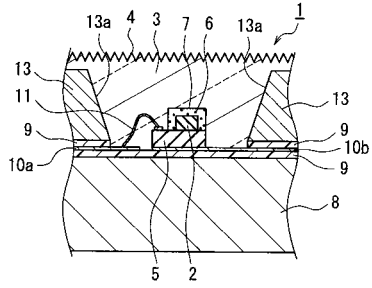
【0071】

1 発光装置

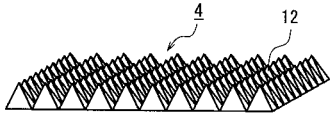
50

2	発光素子	
3	透光性材料	
4	表面	
5	サブマウント	
6	蛍光体	
7	母材	
8	基板	
9	複合材料層	
10 a、10 b	接続電極	
11	ワイヤ	10
12	凹凸	
13	反射板	
13 a	反射面	
41	透光性材料	
42 a、42 b	表面	
51	発光素子	
52	透光性樹脂	
53	表面	
61	表面	
62	シリコン基板	20
63	マスク	
64	凹凸	
71	凹凸	
72	シリコン基板	
73	硬質金属層	
74 a、74 b	軟質金属層	
75	基材金属	
76	支持体	
77	金属基板前駆体	
78	凹凸	30
79	金属基板	
81	照明モジュール	
82	多層基板	
82 a	切欠部	
83	取出し電極	
84	発光装置	
85 a、85 b	接続電極	
86	リード	
111	照明装置	
112	器具	40
113	照明モジュール	
114	切欠部	
115	取出し電極	
116	ソケット部	
117	モジュール装着面	
118	フレキシブル端子	
119	ガイド凸部	
121	リング	
122	リングネジ	

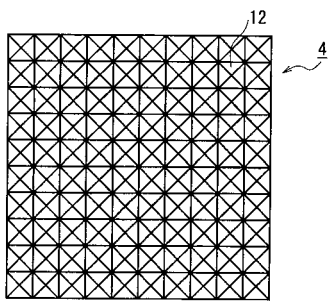
【 図 1 】



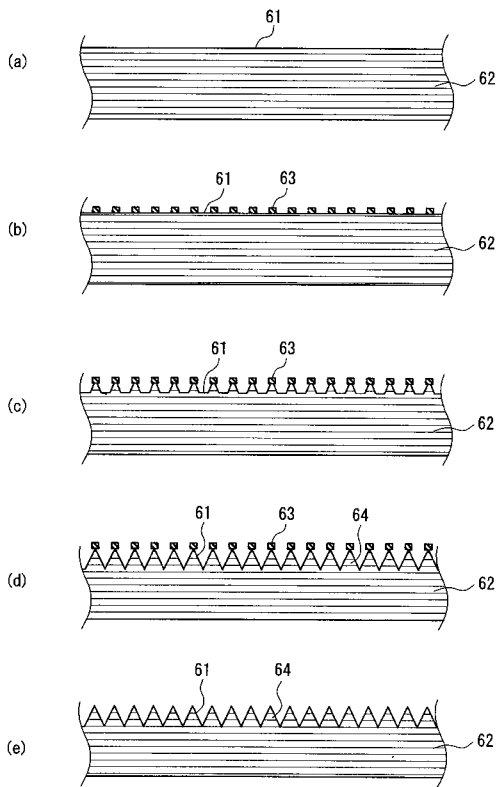
【 図 2 】



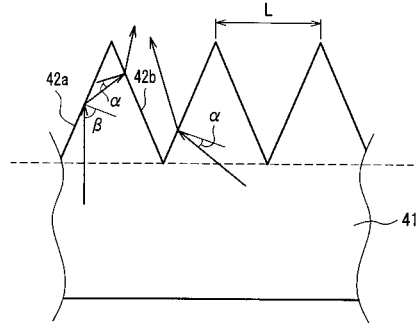
【 図 3 】



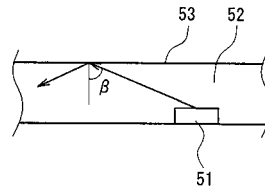
【 図 6 】



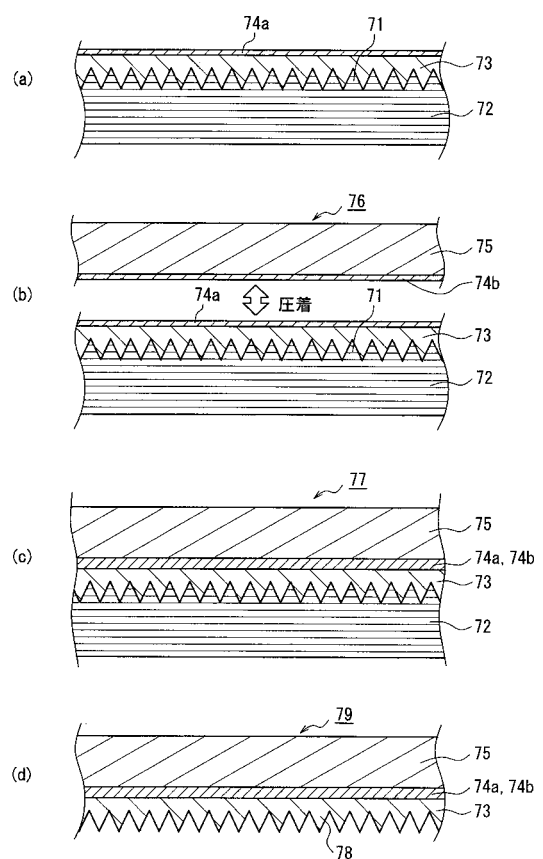
【 図 4 】



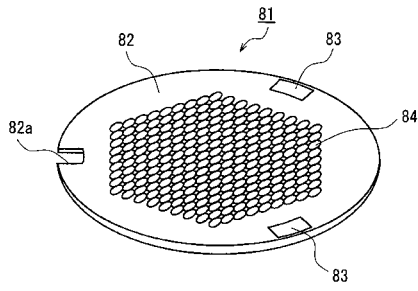
【 図 5 】



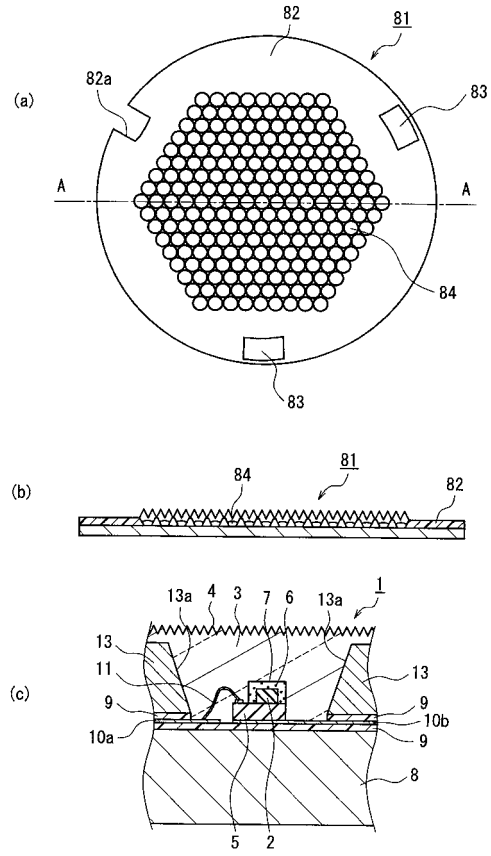
【 図 7 】



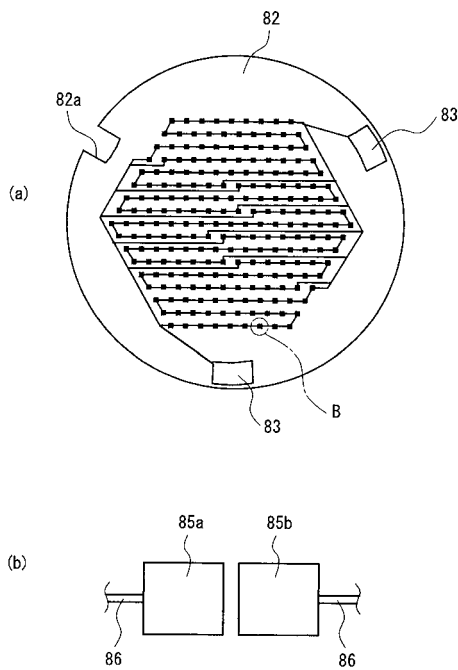
【 図 8 】



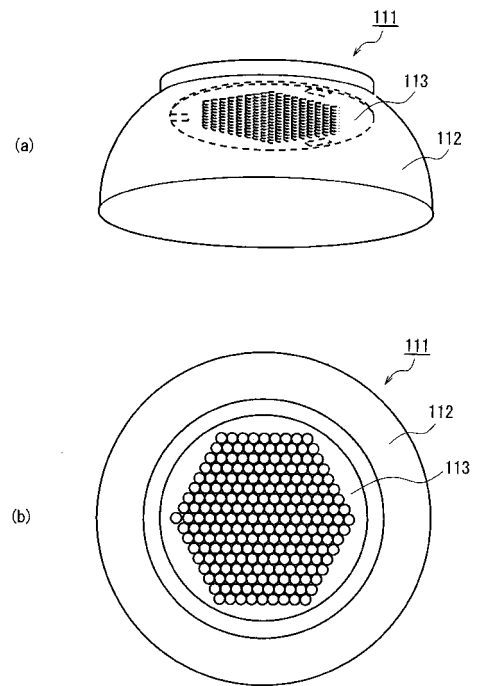
【 図 9 】



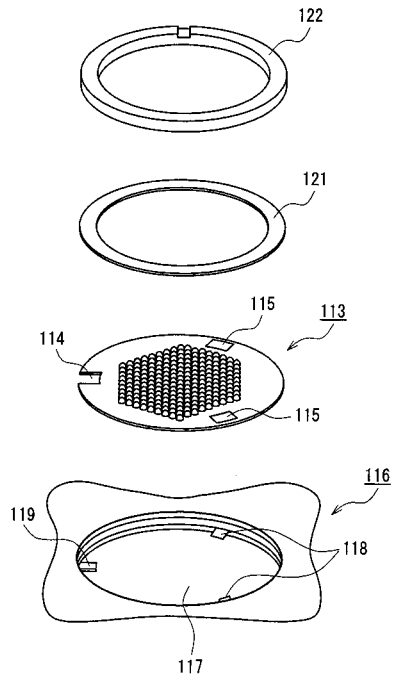
【 図 10 】



【 図 11 】



【 図 1 2 】



【 図 1 3 】

