

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局



(43) 国際公開日  
2011年3月17日(17.03.2011)

PCT

(10) 国際公開番号  
WO 2011/030789 A1

- (51) 国際特許分類:  
H01L 33/58 (2010.01) H01L 33/22 (2010.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2010/065410
- (22) 国際出願日: 2010年9月8日(08.09.2010)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:  
特願 2009-208430 2009年9月9日(09.09.2009) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): パナソニック電気株式会社 (PANASONIC ELECTRIC WORKS CO., LTD.) [JP/JP]; 〒5718686 大阪府門真市大字門真1048番地 Osaka (JP).
- (72) 発明者: および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 村井 章彦 (MURAI, Akihiko) [JP/JP]; 〒5718686 大阪府門真市大字門真1048番地 パナソニック電気株式会社内 Osaka (JP). 山江 和幸 (YAMAE, Kazuyuki) [JP/JP]; 〒5718686 大阪府門真市大字門真1048番地 パナソニック電気株式会社内 Osaka (JP). 福島 博司 (FUKUSHIMA, Hiroshi)

[JP/JP]; 〒5718686 大阪府門真市大字門真1048番地 パナソニック電気株式会社内 Osaka (JP).

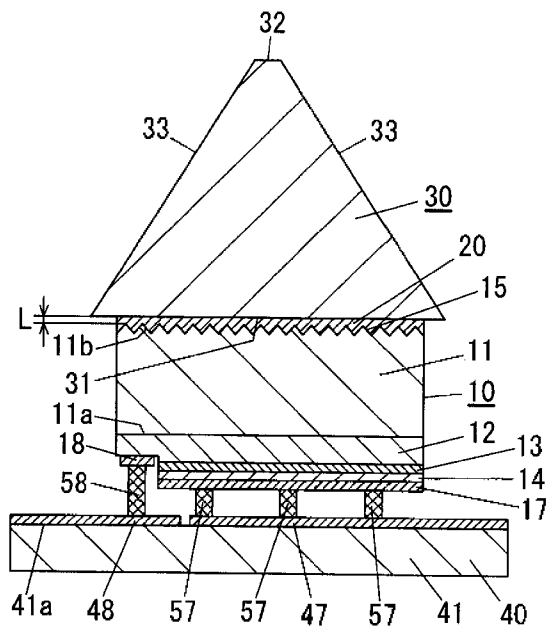
- (74) 代理人: 西川 恵清, 外 (NISHIKAWA, Yoshikiyo et al.); 〒5300001 大阪府大阪市北区梅田1丁目12番17号 梅田スクエアビル9階 北斗特許事務所 Osaka (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR,

[続葉有]

(54) Title: LIGHT-EMITTING DEVICE

(54) 発明の名称: 発光装置

[図1]



(57) Abstract: Disclosed is a light-emitting device which has improved luminous efficiency by reducing light loss that is caused by multiple reflection, while having improved production yield. Specifically disclosed is a light-emitting device which comprises: an LED chip (10) that has a multilayer structure composed of an n-type nitride semiconductor layer (n-type semiconductor layer) (12), a nitride light-emitting layer (light-emitting layer) (13) and a p-type nitride semiconductor layer (p-type semiconductor layer) (14); a pyramidal (hexagonal prismoid-shaped) transparent member (30) that is formed from a first transparent material (such as ZnO) and arranged on the LED chip (10) such that the bottom surface (31) thereof faces the light extraction surface of the LED chip (10); and an adhesive layer (20) that is formed from a second transparent material (such as a silicone resin) and joins the transparent member (30) and the LED chip (10) together by intervening between the transparent member (30) and the LED chip (10). The refractive index of the first transparent material is higher than the refractive index of the second transparent material, and the shortest distance (L) between the light extraction surface of the LED chip (10) and the transparent member (30) is set so that the light from the LED chip (10) seeps to the transparent member (30) as an evanescent wave.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2011/030789 A1



GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:  
— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

多重反射に起因した光損失の低減による発光効率の向上を図れるとともに製造歩留まりの向上を図れる発光装置を提供する。n形窒化物半導体層 (n形半導体層) 12と窒化物発光層 (発光層) 13とp形窒化物半導体層 (p形半導体層) 14との積層構造を有するLEDチップ10と、LEDチップ10の光取り出し面側が底面31側となる形でLEDチップ10に重ねて配置された第1の透明材料 (例えば、ZnO) からなる錘状 (六角錘台状) の透明部材30と、透明部材30とLEDチップ10との間に介在し両者を接着する第2の透明材料 (例えば、シリコン樹脂) からなる接着層20とを備える。第1の透明材料の屈折率が第2の透明材料の屈折率よりも大きく、且つ、LEDチップ10の光取り出し面と透明部材30との最短距離Lを、LEDチップ10からの光がエバネッセント波として透明部材30へ滲み出すように設定してある。

## 明 細 書

**発明の名称**：発光装置

**技術分野**

[0001] 本発明は、LEDチップ（発光ダイオードチップ）を備えた発光装置に関するものである。

**背景技術**

[0002] 従来から、発光層が窒化物半導体材料（GaN、InGaN、AlGaNなど）により形成されたLEDチップからなる半導体発光素子の高効率化および高出力化の研究開発が各所で行われている。また、この種の半導体発光素子と、半導体発光素子から放射された光によって励起されて半導体発光素子よりも長波長の光を放射する波長変換材料である蛍光体とを組み合わせる半導体発光素子の発光色とは異なる色合いの混色光を出す発光装置の研究開発が各所で行われている。なお、この種の発光装置としては、例えば、青色光あるいは紫外光を放射する半導体発光素子と蛍光体とを組み合わせる白色の光（白色光の発光スペクトル）を得る白色発光装置（一般的に白色LEDと呼ばれている）の商品化がなされている。

[0003] ところで、上述の半導体発光素子の光出力の高出力化を目的として発光層で発光した光を効率良く外部へ取り出すために、半導体発光素子の光取り出し面側に多数の錘状突起を設けることで微細凹凸構造を形成したものが提案されている（例えば、特許文献1、2参照）。

[0004] また、この種の微細凹凸構造を形成した半導体発光素子を備えた発光装置として、図7に示すように、半導体発光素子であるLEDチップ10と、LEDチップ10が実装された実装基板40と、透光性封止材料（例えば、シリコン樹脂など）により形成されLEDチップ10および実装基板40を封止したレンズ状の封止部60とを備えたものが提案されている。なお、図7に示した例では、実装基板40をサブマウントとして当該実装基板40を配線基板70に搭載してある。

[0005] ここにおいて、LEDチップ10は、GaN基板からなる透光性基板11の第1の表面11a側にn形窒化物半導体層（例えば、n形GaN層）12と窒化物発光層13とp形窒化物半導体層（例えば、p形GaN層）14との積層構造を有し、p形窒化物半導体層14における窒化物発光層13側とは反対側にアノード電極17が形成されるとともに、n形窒化物半導体層12における窒化物発光層13の積層側にカソード電極18が形成されている。また、LEDチップ10は、透光性基板11の第2の表面11b側に微細凹凸構造15が形成されている。なお、アノード電極17は、窒化物発光層13から放射される光に対する反射率の高い材料により形成されている。

[0006] また、近年、光取り出し効率の向上を目的として、n形GaN層およびp形GaN層を有するLED薄膜部と透明で導電性を有するn形ZnO基板とを接合してから、n形ZnO基板をエッチング速度の結晶方位依存性を利用した結晶異方性エッチングにより六角錘状に加工してなるLEDチップ（半導体発光素子）が提案されている（例えば、非特許文献1参照）。図8に示すように、この種のLEDチップ110は、n形窒化物半導体層（例えば、n形GaN層）112と窒化物発光層113とp形窒化物半導体層（p形GaN層）114との積層構造を有するLED薄膜部と、LED薄膜部に接合された六角錘状のn形ZnO基板119とを備え、六角錘状のn形ZnO基板119の底面にアノード電極117が形成されるとともに、LED薄膜部のn形窒化物半導体層112におけるn形ZnO基板119側とは反対側にカソード電極118が形成されている。

[0007] ここで、図8に示した構成のLEDチップ110の製造にあたっては、主表面が(0001)面のサファイアウェハの上記主表面側にn形窒化物半導体層112と窒化物発光層113とp形窒化物半導体層114との積層構造を有するLED薄膜部をMOVPE法などにより成長する結晶成長工程を行い、その後、フォトリソグラフィ技術およびエッチング技術を利用してLED薄膜部を所望の形状にパターニングするパターニング工程を行い、次に、サファイアウェハの上記主表面側のLED薄膜部とn形ZnO基板119の

基礎となるn形ZnOウェハとを直接接合するウェハ接合工程を行ってから、LED薄膜部とサファイアウェハとの界面付近にレーザ光を照射してLED薄膜部からサファイアウェハを除去するウェハリフトオフ工程（レーザリフトオフ工程）を行い、続いて、各電極117、118を形成する電極形成工程を行ってから、n形ZnOウェハにおけるLED薄膜部側とは反対側に所定形状にパターンニングされたマスク層を形成するマスク層形成工程を行い、その後、塩酸系のエッチング液（例えば、塩酸水溶液など）を用いてエッチング速度の結晶方位依存性を利用した結晶異方性エッチングを行うことによりn形ZnOウェハの一部からなる六角錘状のn形ZnO基板119を形成する加工工程を行い、その後、上記マスク層を除去するマスク層除去工程を行うようにしている。

特許文献1：特開2005-150261号公報

特許文献2：特開2005-181740号公報

非特許文献1：「松下電工とUCSBの新型LED，外部量子効率80%を目指す」，日経エレクトロニクス，日経BP社，2008年2月11日，p. 16-17

## 発明の概要

### 発明が解決しようとする課題

[0008] しかしながら、図7に示した構成の発光装置では、微細凹凸構造15の錘状突起から出射した光が隣接する錘状突起に再入射してしまう成分があり、この成分に起因して光取り出し効率の向上が低下する。また、図7に示した構成の発光装置では、微細凹凸構造15の有無に関わらず、LEDチップ10内部での多重反射に起因して、アノード電極17およびカソード電極18での光吸収、窒化物発光層13での光吸収、透光性基板11での光吸収などによる光損失が多くなるので、発光効率が低いという問題があった。

[0009] また、図8に示した構成のLEDチップ110では、n形ZnO基板119の屈折率がp形窒化物半導体層114の屈折率よりも小さく、LED薄膜部で発生した光のうちn形ZnO基板119とp形窒化物半導体層114と

の接合面に対して低入射角の光がn形ZnO基板119に導入されず、多重反射に起因した光損失が発生してしまうので、発光効率のより一層の向上が望まれていた。また、図8に示した構成のLEDチップ110は、製造時に上述のウェハ接合工程およびウェハリフトオフ工程が必要であり、製造歩留まりが低かった。

[0010] 本発明は上記事由に鑑みて為されたものであり、その目的は、多重反射に起因した光損失の低減による発光効率の向上を図れるとともに製造歩留まりの向上を図れる発光装置を提供することにある。

### 課題を解決するための手段

[0011] 請求項1の発明は、n形半導体層と発光層とp形半導体層との積層構造を有するLEDチップと、LEDチップの光取り出し面側が底面側となる形でLEDチップに重ねて配置された第1の透明材料からなる錘状の透明部材と、透明部材とLEDチップとの間に介在し両者を接着する第2の透明材料からなる接着層とを備え、第1の透明材料の屈折率が第2の透明材料の屈折率よりも大きく、且つ、LEDチップの光取り出し面と透明部材との最短距離を、LEDチップからの光がエバネッセント波として透明部材へしみ出すように設定してあることを特徴とする。

[0012] この発明によれば、LEDチップの光取り出し面側が底面側となる形でLEDチップに重ねて配置された第1の透明材料からなる錘状の透明部材と、透明部材とLEDチップとの間に介在し両者を接着する第2の透明材料からなる接着層とを備え、第1の透明材料の屈折率が第2の透明材料の屈折率よりも大きく、且つ、LEDチップの光取り出し面と透明部材との最短距離を、LEDチップからの光がエバネッセント波として透明部材へしみ出すように設定してあるので、LEDチップからの光が接着層を介して錘状の透明部材にエバネッセント効果によりしみ出すから、LEDチップからの光を効率良く透明部材へ導入することができ、多重反射に起因した光損失の低減による発光効率の向上を図れ、また、錘状の透明部材をLEDチップに対して接着層により接着しているので、製造時にウェハ接合工程およびウェハリフト

オフ工程が不要であり、製造歩留まりの向上を図れる。

- [0013] 請求項 2 の発明は、請求項 1 の発明において、前記 LED チップの光取り出し面側に光の進行方向を変える微細凹凸構造を有することを特徴とする。
- [0014] この発明によれば、前記 LED チップの光取り出し面側に光の進行方向を変える微細凹凸構造が形成されているので、前記 LED チップで発生した光をより効率良く前記透明部材に導入できるようになって、光取り出し効率が向上し、結果的に発光効率が向上する。
- [0015] 請求項 3 の発明は、請求項 1 または請求項 2 の発明において、前記接着層に、前記 LED チップから放射される光によって励起されて前記 LED チップの発光ピーク波長よりも長波長の光を放射する色変換材を含有させてなることを特徴とする。
- [0016] この発明によれば、前記接着層に、前記 LED チップから放射される光によって励起されて前記 LED チップの発光ピーク波長よりも長波長の光を放射する色変換材を含有させてあるので、前記 LED チップから放射される光と色変換材から放射される光との混色光を得ることができ、しかも、色変換材から放射される光を前記透明部材に効率良く導入することができる。
- [0017] 請求項 4 の発明は、請求項 3 の発明において、前記接着層に、光拡散材を含有させてなることを特徴とする。
- [0018] この発明によれば、前記接着層に、光拡散材を含有させてあるので、色むらを低減できる。
- [0019] 請求項 5 の発明は、請求項 1 ないし請求項 4 の発明において、前記 LED チップが実装された実装基板を備え、前記 LED チップは、前記 p 形半導体層における前記発光層側とは反対側にアノード電極が形成されるとともに、前記 n 形半導体層における前記発光層の積層側にカソード電極が形成されてなり、アノード電極およびカソード電極それぞれが bumps を介して、実装基板において前記 LED チップのアノード電極およびカソード電極それぞれに対応付けられた導体パターンと接合されてなることを特徴とする。
- [0020] この発明によれば、前記 LED チップのアノード電極およびカソード電極

それぞれが、実装基板において前記LEDチップのアノード電極およびカソード電極それぞれに対応付けられた導体パターンと接合されているので、前記LEDチップの光取り出し面側にアノード電極やカソード電極が形成されている場合に比べて前記LEDチップと前記透明部材との接着が容易になるとともに前記接着層の厚さの制御性が向上する。

- [0021] 請求項6の発明は、請求項1の発明において、前記最短距離は、前記LEDチップから放射される光の発光ピーク波長以下であることを特徴とする。
- [0022] この発明によれば、前記LEDチップの光取り出し面と前記透明部材との最短距離が、前記LEDチップから放射される光の発光ピーク波長以下であるので、前記LEDチップからの光は、前記接着層を介して、錘状の前記透明部材にエバネッセント効果により滲み出す。従って、請求項1の発明と同様の効果を得ることができる。
- [0023] 請求項7の発明は、請求項2の発明において、前記微細凹凸構造は、多数の錘状突起（マイクロコーン）から構成されることを特徴とする。
- [0024] この発明によれば、前記微細凹凸構造は多数の錘状突起から構成されるので、例えば異方性エッチングなどの方法を用いて、容易にこの微細凹凸構造を形成することができる。そして、この微細凹凸構造によって、前記LEDチップで発生した光をより効率良く前記透明部材に導入できるようになって、光取り出し効率が向上し、結果的に発光効率が向上する。
- [0025] 請求項8の発明は、請求項2の発明において、前記微細凹凸構造は、多数の角柱状突起から構成されることを特徴とする。
- [0026] この発明によれば、前記微細凹凸構造は多数の角柱状突起から構成されるので、この微細凹凸構造によって、前記LEDチップで発生した光をより効率良く前記透明部材に導入できるようになって、光取り出し効率が向上し、結果的に発光効率が向上する。
- [0027] 請求項9の発明は、請求項1の発明において、前記第1の透明材料はZnOであることを特徴とする。
- [0028] この発明によれば、前記透明部材はZnOから形成されるので、結晶異方



性エッチングなどによって、前記透明部材を錘状に形成することができる。従って、前記透明部材の側面の平滑性が良くなり、前記透明部材の側面での光の散乱を防止することができる。

### 発明の効果

[0029] 請求項 1 の発明では、多重反射に起因した光損失の低減による発光効率の向上を図れるとともに製造歩留まりの向上を図れるという効果がある。

### 図面の簡単な説明

- [0030] [図1]実施形態 1 の発光装置の概略断面図である。  
[図2]同上の発光装置の特性説明図である。  
[図3]同上の発光装置の特性説明図である。  
[図4]実施形態 2 の発光装置の概略断面図である。  
[図5]実施形態 3 の発光装置の概略断面図である。  
[図6]実施形態 4 の発光装置の概略断面図である。  
[図7]従来例の発光装置の概略断面図である。  
[図8]他の従来例の LED チップの概略断面図である。

### 発明を実施するための形態

[0031] (実施形態 1)

本実施形態の発光装置は、図 1 に示すように、 $n$  形窒化物半導体層 12 と窒化物発光層 13 と  $p$  形窒化物半導体層 14 との積層構造を有する LED チップ 10 と、LED チップ 10 の光取り出し面側が底面 31 側となる形で LED チップ 10 に重ねて配置された第 1 の透明材料（例えば、 $ZnO$  など）からなる錘状（ここでは、六角錘台状）の透明部材 30 と、透明部材 30 と LED チップ 10 との間に介在し両者を接着する第 2 の透明材料（例えば、シリコーン樹脂など）からなる接着層 20 とを備えている。なお、本実施形態では、 $n$  形窒化物半導体層が  $n$  形半導体層を構成し、窒化物発光層 13 が発光層を構成し、 $p$  形窒化物半導体層が  $p$  形半導体層を構成している。

[0032] また、本実施形態の発光装置は、LED チップ 10 が実装された実装基板 40 を備えている。

- [0033] ここにおいて、LEDチップ10は、p形窒化物半導体層14における窒化物発光層13側とは反対側にアノード電極17が形成されるとともに、n形窒化物半導体層12における窒化物発光層13の積層側にカソード電極18が形成されており、アノード電極17およびカソード電極18それぞれがバンプ57、58を介して、実装基板40においてLEDチップ10のアノード電極17およびカソード電極18それぞれに対応付けられた導体パターン47、48と各別に接合されている。
- [0034] 実装基板40は、電気絶縁性を有し且つ熱伝導率の高い窒化アルミニウム基板からなる平板状の絶縁性基板41の一表面41a側に、LEDチップ10のアノード電極17およびカソード電極18それぞれとバンプ57、58を介して接合される上述の導体パターン47、48が形成されている。なお、実装基板40の平面視形状は、矩形状（本実施形態では、正形状）となっているが、正形状に限らず、例えば、長形状、円形状、六角形状でもよい。
- [0035] 実装基板40の絶縁性基板41は、LEDチップ10で発生した熱を伝熱させる伝熱板を兼ねたものであり、ガラスエポキシ樹脂基板などの有機系基板に比べて熱伝導率の高いものであればよく、窒化アルミニウム基板に限らず、例えば、アルミナ基板や、ホーロー基板、表面にシリコン酸化膜が形成されたシリコン基板などを採用してもよい。また、導体パターン47、48は、Cu膜とNi膜とAu膜との積層膜により構成され、最上層がAu膜となっている。
- [0036] 上述の各バンプ57、58は、材料としてAuを採用しており、実装基板40の各導体パターン47、48の表面上にスタッドバンプ法（ボールバンプ法とも呼ばれている）により形成されたスタッドバンプにより構成されている。ここにおいて、カソード電極18に比べて大面積のアノード電極17に接合するバンプ57の個数は特に限定するものではないが、LEDチップ10で発生した熱を効率良く放熱させる観点からは数が多いほうが好ましい。なお、バンプ57、58は、スタッドバンプに限らず、例えば、めっき法

により形成されたバンプ（所謂めっきバンプ）でもよい。

[0037] 上述のLEDチップ10は、図1に示すように、GaN基板からなる透光性基板11の第1の表面11a側（図1における下面側）にn形GaN層からなるn形窒化物半導体層12が形成され、n形窒化物半導体層12上に量子井戸構造を有する窒化物発光層13が形成され、窒化物発光層13上にp形GaN層からなるp形窒化物半導体層14が形成されている。要するに、LEDチップ10は、透光性基板11の第1の表面11a側にn形窒化物半導体層12と窒化物発光層13とp形窒化物半導体層14との積層構造を有している。なお、n形窒化物半導体層12、窒化物発光層13、およびp形窒化物半導体層14は、透光性基板11の第1の表面11a側にMOVPE法のようなエピタキシャル成長技術を利用して成膜するので、透光性基板11とn形窒化物半導体層12との間にバッファ層を適宜設けてもよい。また、n形窒化物半導体層12、窒化物発光層13、およびp形窒化物半導体層14の結晶成長方法は、MOVPE法に限定するものではなく、例えば、ハイドライド気相成長法（HVPE法）や、分子線エピタキシー法（MBE法）などを採用してもよい。また、透光性基板11は、窒化物発光層13から放射される光に対して透明であればよく、例えば、サファイア基板、SiC基板、ZnO基板などを採用してもよい。

[0038] また、LEDチップ10は、上述のように、p形窒化物半導体層14における窒化物発光層13側とは反対側にアノード電極17が形成されるとともに、n形窒化物半導体層12における窒化物発光層13の積層側にカソード電極18が形成されている。ここで、カソード電極18は、透光性基板11の第1の表面11a側へn形窒化物半導体層12、窒化物発光層13、p形窒化物半導体層14を順次成長させた後で、n形窒化物半導体層12と窒化物発光層13とp形窒化物半導体層14との積層膜の所定領域をp形窒化物半導体層14の表面側からn形窒化物半導体層12の途中までエッチングすることにより露出させたn形窒化物半導体層12の表面に形成されている。

[0039] ここにおいて、LEDチップ10では、アノード電極17とカソード電極

18との間に順方向バイアス電圧を印加することにより、アノード電極17からp形窒化物半導体層14へホールが注入されるとともに、カソード電極18からn形窒化物半導体層12へ電子が注入され、窒化物発光層13に注入された電子とホールとが再結合することで発光する。

[0040] 上述のn形窒化物半導体層12は、透光性基板11上に形成されたn形GaN層で構成してあるが、単層構造に限らず、多層構造でもよく、例えば、透光性基板11がサファイア基板の場合には、透光性基板11の第1の表面11a側にAlN層やAlGaN層などからなるバッファ層を介して形成されたn形AlGaN層と、当該n形AlGaN層上のn形GaN層とで構成してもよい。

[0041] また、窒化物発光層13は、GaN層からなる障壁層によりInGaN層からなる井戸層が挟まれた量子井戸構造を有しており、当該窒化物発光層13の発光ピーク波長が450nmとなるようにInGaN層の組成を設定してあるが、発光波長（発光ピーク波長）は特に限定するものではない。なお、窒化物発光層13の量子井戸構造は単一量子井戸構造に限らず、多重量子井戸構造でもよい。また、窒化物発光層13は、必ずしも量子井戸構造を有している必要はなく、単層構造でもよい。また、窒化物発光層13の材料も窒化物半導体材料であればよく、所望の発光波長に応じて、例えば、AlInGaN、AlInN、AlGaNなどを適宜採用してもよい。

[0042] また、p形窒化物半導体層14は、窒化物発光層13上に形成されたp形GaN層で構成してあるが、単層構造に限らず、多層構造でもよく、例えば、p形AlGaN層からなる第1のp形半導体層と、第1のp形半導体層上に形成されたp形GaN層からなる第2のp形半導体層とで構成してもよい。

[0043] また、アノード電極17は、p形窒化物半導体層14上のPt層と当該Pt層上のAg層との積層構造を有しており、窒化物発光層13から放射される光に対する反射率の高いAgなどにより形成されているので、窒化物発光層13からp形窒化物半導体層14側へ放射された光を窒化物発光層13側

へ効率良く反射することができる。なお、アノード電極 17 は、上述の積層構造に限らず、例えば、p 形窒化物半導体層 14 上の Au 層と当該 Au 層上の Ti 層と当該 Ti 層上の Au 層との積層構造を有するものでもよいし、単層構造でもよい。

[0044] また、カソード電極 18 は、n 形窒化物半導体層 12 上の Ti 層と当該 Ti 層上の Au 層との積層構造を有している。ここで、n 形窒化物半導体層 12 上の Ti 層は、n 形窒化物半導体層 12 に対するオーミックコンタクト層として設けてあるが、オーミックコンタクト層の材料は、例えば、Ti、V、Al やこれらのいずれか一種類の金属を含む合金などを採用すればよい。

[0045] 上述のアノード電極 17 の形成にあたっては、例えば、アノード電極 17 の形成予定領域が開口されたレジスト層をフォトリソグラフィ技術を利用して形成してから、電子ビーム蒸着法などによりアノード電極 17 を形成し、続いて、上記レジスト層および上記レジスト層上の不要膜を、有機溶剤（例えば、アセトンなど）を用いて除去すればよい（リフトオフすればよい）。また、カソード電極 18 の形成方法は、アノード電極 17 と同様の形成方法を採用することができる。

[0046] また、本実施形態の発光装置は、LED チップ 10 の光取り出し面側に光の進行方向を変える微細凹凸構造 15 を形成してある。本実施形態の発光装置では、上述のように透光性基板 11 として GaN 基板を用いており、微細凹凸構造 15 を透光性基板 11 の第 2 の表面 11 b 側に形成してある。ここにおいて、透光性基板 11 は、GaN 基板の Ga 極性面である (0001) 面を第 1 の表面 11 a とし、N 極性面である (000-1) 面を第 2 の表面 11 b としてあり、微細凹凸構造 15 は、適宜のエッチング液を用いたケミカルエッチングにより形成されている。具体的には、エッチング液として KOH 溶液を用いており、GaN 基板からなる透光性基板 11 を結晶異方性エッチングすることにより、多数の錘状突起（マイクロコーン）を有する微細凹凸構造 15 を形成している。ここでは、この多数の錘状突起は 2 次元アレイ状に配列されている。ここにおいて、錘状突起の高さはエッチング時間を

適宜設定することにより  $1\ \mu\text{m}$  以下の範囲で適宜設定することができ、錘状突起の高さが  $1\ \mu\text{m}$  のときの錘状突起のピッチは略  $1\ \mu\text{m}$  となる。

[0047] なお、上述の微細凹凸構造 15 の形成方法はケミカルエッチング法に限らず、例えば、GaN 基板からなる透光性基板 11 の第 2 の表面 11b 側に転写層を形成してから、微細凹凸構造 15 に応じてパターン設計した凹凸パターンを形成したモールドを上記転写層に押し付けて上記凹凸パターンを上記転写層に転写した後で、上記転写層および透光性基板 11 をドライエッチングすることで透光性基板 11 の第 2 の表面 11b 側に微細凹凸構造 15 を形成するようにしてもよい。なお、この場合の錘状突起の高さおよびピッチは、例えば、それぞれ  $1\ \mu\text{m}$  以下で適宜設定すればよい。

[0048] また、上述の六角錘台状の透明部材 30 は、n 形 ZnO ウェハを用いて形成しており、当該六角錘台状の透明部材 30 の高さ（厚さ）は、n 形 ZnO ウェハの厚さで規定することができ、本実施形態では、n 形 ZnO ウェハとして厚さが  $500\ \mu\text{m}$  のものを用いているので、透明部材 30 の高さは  $500\ \mu\text{m}$  となっているが、n 形 ZnO ウェハの厚さは特に限定するものではない。また、六角錘台状の透明部材 30 の底面 31 に対する各側面 33 それぞれの傾斜角は、n 形 ZnO ウェハの結晶軸方向で規定される。本実施形態では、LED 薄膜部側が Zn 極性面である (0001) 面、LED 薄膜部側とは反対側が O 極性面である (000-1) 面の ZnO ウェハに対して結晶異方性エッチングを行うことにより透明部材 30 を形成しているため、透明部材 30 の各側面 33 は、 $\{10-1-1\}$  面により構成されており、再現性良く傾斜角が  $60^\circ$  の側面 33 を形成することができる。なお、上述の説明から分かるように、透明部材 30 は、底面 31 が ZnO (0001) 面、上面 32 が ZnO (000-1) 面となっている。

[0049] したがって、本実施形態の発光装置によれば、結晶異方性エッチングを行うことにより透明部材 30 の各側面 33 を形成しているため、各側面 33 の平滑性が良く、各側面 33 での光の散乱を防止することができる。

[0050] ところで、本実施形態の発光装置は、上述のように LED チップ 10 の光

取り出し面側が底面 31 側となる形で LEDチップ 10 に重ねて配置された第 1 の透明材料（例えば、ZnO など）からなる錘状（ここでは、六角錘台状）の透明部材 30 と、透明部材 30 と LEDチップ 10 との間に介在し両者を接着する第 2 の透明材料（例えば、シリコン樹脂など）からなる接着層 20 とを備えている。ここにおいて、本実施形態では、透明部材 30 の第 1 の透明材料の屈折率が接着層 20 の第 2 の透明材料の屈折率よりも大きく、且つ、LEDチップ 10 の光取り出し面（ここでは、微細凹凸構造 15 の表面）と透明部材 30 との最短距離（図 1 中の L）を、LEDチップ 10 からの光がエバネッセント波として透明部材 30 へしみ出すように LEDチップ 10 の発光波長程度に設定してある。なお、この最短距離 L は LEDチップ 10 の発光波長程度であって、LEDチップ 10 から放射される光の発光ピーク波長以下とすることが好ましい。要するに、本実施形態の発光装置は、第 1 の透明材料の屈折率を  $n_1$ 、第 2 の透明材料の屈折率を  $n_2$ 、LEDチップ 10 の発光ピーク波長を  $\lambda$  とするとき、 $n_1 > n_2$  の条件および最短距離 L に関する上述の条件を満たしている。一例を挙げれば、LEDチップ 10 の発光ピーク波長  $\lambda$  が 450 nm のときには、第 1 の透明材料として屈折率  $n_1$  が 2.1 の ZnO を採用するとともに第 2 の透明材料として屈折率  $n_2$  が 1.4 のシリコン樹脂を採用し、錘状突起の高さおよびピッチをそれぞれ  $1 \mu\text{m}$  とした場合、最短距離 L を  $0.25 \mu\text{m}$  以下に設定することによりエバネッセント効果を得ることができる。

[0051] ここで、LEDチップ 10 の発光ピーク波長  $\lambda$  を 450 nm、LEDチップ 10 の光取り出し面側に接着層 20 を介して第 1 の透明材料（ $n_1 = 2.1$  の ZnO）からなる透明部材 30 を配置した構造について、LEDチップ 10 の窒化物発光層 13 から透明部材 30 側へ放射され透明部材 30 へ入射する光に関して全ての入射角度成分の光が入射したときに 1 回で透明部材 30 に光が透過する割合（導入される割合）を透過率として、透過率と接着層 20 の厚さとの関係をシミュレーションした結果を図 2 に示す。ここにおいて、図 2 の「A」は、微細凹凸構造 15 有りで錘状突起の高さを  $1 \mu\text{m}$ 、錘状

突起のピッチを $1\mu\text{m}$ とし、接着層20の第2の透明材料の屈折率を1.4とした場合、同図の「B」は、微細凹凸構造15有りで錘状突起の高さを $1\mu\text{m}$ 、錘状突起のピッチを $1\mu\text{m}$ とし、接着層20の第2の透明材料の屈折率を1.8とした場合、同図の「C」は、微細凹凸構造15無しで接着層20の第2の透明材料の屈折率を1.4とした場合である。また、図2には、図7に示した従来の発光装置について、LEDチップ10の窒化物発光層13から微細凹凸構造15側へ放射される光のうち1度も反射されることなく屈折率が1.4のシリコン樹脂よりなる封止部60から出射される光の割合を光出射率としてシミュレーションした結果を「D」に示し、微細凹凸構造15無しの場合の光出射率のシミュレーション結果を「E」に示してある。図2の「A」、「B」、「C」それぞれについて、LEDチップの発光波長程度の領域で接着層20の厚さが0に近づくにつれて透過率が増加しているが、これはエバネッセント効果によるものである。

[0052] ところで、図2の「A」、「B」、「C」は透過率、「D」、「E」は光出射率であるが、「A」、「B」、「C」については透明部材30と空気との界面でのフレネル反射成分を無視すれば、透過率と光出射率とを同じとみなすことができる（実際には、透明部材30と空気との屈折率差に起因したフレネル反射成分があるので、透過率 $\times 0.98$ 程度の値が光出射率になると見積もっている）。ここにおいて、微細凹凸構造15有りで接着層20の第2の透明材料の屈折率が1.4の場合について、「A」と「D」とを比較すると、接着層20の厚さを $0.1\mu\text{m}$ とすることにより「A」の光出射率が「D」の光出射率よりも高くなることが分かる。また、微細凹凸構造15有りで「A」と「B」とを比較すると、接着層20の第2の透明材料の屈折率が大きな「B」の方が、透過率が高く光出射率が高くなることが分かる。さらに、微細凹凸構造15無しで接着層20の第2の透明材料の屈折率が1.4の場合について、「C」と「E」とを比較すると、接着層20の厚さを $0.2\mu\text{m}$ とすることにより「C」の光出射率が「E」の光出射率よりも高くなることが分かる。



[0053] また、LEDチップ10の発光ピーク波長 $\lambda$ を450nm、微細凹凸構造15の錘状突起の高さを1 $\mu$ m、錘状突起のピッチを1 $\mu$ mとして、LEDチップ10の光取り出し面側の微細凹凸構造15の錘状突起間に接着層20の第2の透明材料を充填し、そのLEDチップ10の光取り出し面側に第1の透明材料( $n_1=2.1$ のZnO)からなる透明部材30を配置した一例について(この例では、 $L=0$ )、第2の透明材料の屈折率 $n_2$ を1~2.1の範囲で種々変化させた場合について、LEDチップ10の窒化物発光層13から透明部材30側へ放射され透明部材30へ入射する光に関して全ての入射角度成分の光が入射したときに1回で透明部材30に光が透過する割合(導入される割合)を透過率としてシミュレーション結果を図3の「A」に示す。また、比較例として図7に示した従来の発光装置について、LEDチップ10の窒化物発光層13から微細凹凸構造15側へ放射される光のうち1度も反射されることなく屈折率が1.4のシリコン樹脂よりなる封止部60から出射される光の割合を光出射率としてシミュレーションした結果を図3の「B」に示してある。要するに、図3の「B」は、接着層20および透明部材30の代わりに、接着層20の材料と同じ屈折率の封止部60を設けた発光装置の光出射率を示している。

[0054] ところで、図3の「A」は透過率、「B」は光出射率であるが、「A」については透明部材30と空気との界面でのフレネル反射成分を無視すれば、上述のように透過率と光出射率とを同じとみなすことができる。ここにおいて、接着層20の第2の透明材料の屈折率が1.4の場合について、実施例である「A」と、比較例である「B」とを比較すると、実施例の光出射率が44%、比較例の出射率が28%であり、実施例の方が比較例に比べて光出射率を大幅に向上できることが分かる。ここで、LEDチップ10内部での反射回数が増加すると、透光性基板11での吸収損失、アノード電極17およびカソード電極18での損失、窒化物発光層13での吸収損失などが増加するので、窒化物発光層13から放射され1度も反射されることなく外部へ出射される光の割合である光出射率が高いほど、光取り出し効率が高くなる

。しかして、本実施形態の発光装置によれば、図7に示した構成の発光装置に比べて光出射率が高く、光取り出し効率が高くなる。

[0055] 以上説明した本実施形態の発光装置によれば、LEDチップ10の光取り出し面側が底面31側となる形でLEDチップ10に重ねて配置された第1の透明材料からなる錘状の透明部材30と、透明部材30とLEDチップ10との間に介在し両者を接着する第2の透明材料からなる接着層20とを備え、第1の透明材料の屈折率が第2の透明材料の屈折率よりも大きく、且つ、LEDチップ10の光取り出し面と透明部材30との最短距離Lを、LEDチップ10からの光がエバネッセント波として透明部材30へしみ出すように設定してあるので、LEDチップ10からの光が接着層20を介して錘状の透明部材30にエバネッセント効果によりしみ出すから、LEDチップ10からの光を効率良く透明部材30へ導入することができ、LEDチップ10内部での光の多重反射に起因した光損失の低減による発光効率の向上を図れる。また、本実施形態の発光装置では、錘状の透明部材30をLEDチップ10に対して接着層20により接着しているため、製造時に上述のウェハ接合工程およびウェハリフトオフ工程が不要であり、製造歩留まりの向上を図れる。

[0056] また、本実施形態の発光装置では、LEDチップ10の光取り出し面側に光の進行方向を変える微細凹凸構造15が形成されているので、LEDチップ10で発生した光をより効率良く透明部材30に導入できるようになって、光取り出し効率が向上し、結果的に発光効率が向上する。なお、透明部材30の形状は錘状であればよく、六角錘台状に限らず、例えば、六角錘状、四角台錘状、四角錘状、円錐台状、円錐状などでもよい。

[0057] また、本実施形態の発光装置は、上述のように、LEDチップ10のアノード電極17およびカソード電極18それぞれが、実装基板40においてLEDチップ10のアノード電極17およびカソード電極18それぞれに対応付けられた導体パターン47、48と接合され電氣的に接続されているので、LEDチップ10の光取り出し面側にアノード電極17やカソード電極1

8が形成されている場合に比べてLEDチップ10と透明部材30との接着が容易になるとともに接着層20の厚さの制御性が向上する。なお、接着層20の第2の透明材料は、屈折率が1.4のシリコン樹脂に限定するものではなく、上述の $n_1 > n_2$ の条件を満たす屈折率のシリコン樹脂であればよく、また、シリコン樹脂に限らず、例えば、エポキシ樹脂やアクリル樹脂など、さらには、Si系材料のSOG (spin on glass)、Tiナノ粒子などを混入させた無機・有機ハイブリッド材料などでもよい。

[0058] ところで、上述の接着層20に、LEDチップ10から放射される光によって励起されてLEDチップ10の発光ピーク波長よりも長波長の光を放射する色変換材（例えば、蛍光体粒子など）を含有させてもよく、この場合には、LEDチップ10から放射される光と色変換材から放射される光との混色光を得ることができ、しかも、色変換材から放射される光を透明部材30に効率良く導入することができる。ここで、LEDチップ10として青色光を放射する青色LEDチップを用い、蛍光体粒子として、黄色蛍光体粒子を用いれば白色光を得ることができ、蛍光体粒子として、赤色蛍光体粒子と緑色蛍光体粒子とを用いれば、より演色性の高い白色光を得ることが可能となる。また、LEDチップ10として紫外光を放射する紫外LEDチップを用い、色変換材として、赤色蛍光体粒子と緑色蛍光体粒子と青色蛍光体粒子とを用いることによっても、演色性の高い白色光を得ることが可能となる。また、接着層20に色変換材を含有させる場合に、更に、光拡散材（例えば、ガラス粒子など）を含有させるようにすれば、色むらを低減できる。

[0059] （実施形態2）

本実施形態の発光装置の基本構成は実施形態1と略同じであって、図4に示すように、微細凹凸構造15の形状が相違するだけである。なお、実施形態1と同様の構成要素には同一の符号を付して説明を省略する。

[0060] 実施形態1では微細凹凸構造15が多数の錘状突起を有していたのに対して、本実施形態の発光装置における微細凹凸構造15は、多数の角柱状突起

(ここでは、四角柱状突起、例えば正形状の底面を持つ四角柱状突起)が2次元アレイ状に配列されている点が相違する。

[0061] 本実施形態の発光装置における微細凹凸構造15は、Ga<sub>2</sub>N基板からなる透光性基板11の第2の表面11b側に、フォトリソグラフィ技術およびドライエッチング技術を利用して形成している。ここで、角柱状突起の高さは、LEDチップ10の窒化物発光層13の発光ピーク波長にもよるが、発光ピーク波長を例えば450nmに設定した場合には、例えば、2μm以下で適宜設定すればよい。なお、微細凹凸構造15を形成する際のドライエッチング装置としては、例えば、反応性イオンエッチング装置などを用いればよい。

[0062] 以上説明した本実施形態の発光装置においても、実施形態1と同様、LEDチップ10からの光を効率良く透明部材30へ導入することができ、LEDチップ10内部での光の多重反射による光損失を低減できるから、発光効率の向上を図れる。

[0063] (実施形態3)

本実施形態の発光装置の基本構成は実施形態1と略同じであって、図5に示すように、LEDチップ10においてアノード電極17とp形窒化物半導体層14との間に透明導電膜16を介在させてある点などが相違する。なお、実施形態1と同様の構成要素には同一の符号を付して説明を省略する。

[0064] 本実施形態では、透明導電膜16の材料としてGZO(GaをドーピングしたZnO)を採用しているが、透明導電膜16の材料は、例えば、GZO、AZO(AIをドーピングしたZnO)、IZO(InをドーピングしたZnO)、ITOの群から選択される材料であればよく、当該群から選択される材料を採用することにより、当該透明導電膜16とp形窒化物半導体層14との接触をオーミック接触とすることができる。ここにおいて、透明導電膜16をGZO膜、AZO膜、IZO膜、ITO膜などにより構成する場合、当該透明導電膜16の形成にあたっては、O<sub>2</sub>ガスアシストの電子ビーム蒸着法により成膜した後、N<sub>2</sub>ガスとO<sub>2</sub>ガスとの混合ガス中でアニールするように

すればよく、このような形成方法を採用することにより、透明導電膜 16 の  
消衰係数を 0.001 程度とすることができる。

[0065] また、本実施形態の発光装置では、アノード電極 17 の平面視形状を円形  
状として、透明導電膜 16 上に複数のアノード電極 17 を 2 次元アレイ状に  
設けてあり、実装基板 40 における絶縁性基板 41 の上記一表面 41 a 側に  
LED チップ 10 の透明導電膜 16 を通して LED チップ 10 の外部へ放射  
された光を反射する光反射膜 49 を形成してある。なお、アノード電極 17  
の平面視形状は円形状に限らず、例えば、六角形状や矩形状などでもよい。

[0066] 本実施形態の発光装置においても、実施形態 1 と同様、LED チップ 10  
からの光を効率良く透明部材 30 へ導入することができ、LED チップ 10  
内部での光の多重反射による光損失を低減できるから、発光効率の向上を図  
れる。なお、他の実施形態の発光装置における LED チップ 10 に関して、  
本実施形態と同様、アノード電極 17 と p 形窒化物半導体層 14 との間に透  
明導電膜 16 を介在させてもよい。

[0067] (実施形態 4)

本実施形態の発光装置の基本構成は実施形態 1 と略同じであって、図 6 に  
示すように、透光性基板 11 としてサファイア基板を用い、透光性基板 11  
の第 1 の表面 11 a 側 (n 形窒化物半導体層 12 側) に微細凹凸構造 15 を  
形成し、透光性基板 11 の第 2 の表面 11 b 側を平坦な光取り出し面として  
ある点、透光性封止材料 (例えば、シリコン樹脂など) により形成され透  
明部材 30、LED チップ 10 および実装基板 40 を封止したレンズ状の封  
止部 60 を設けてある点などが相違する。また、本実施形態の発光装置は、  
実装基板 40 をサブマウントとして当該実装基板 40 を配線基板 70 に搭載  
してある。なお、実施形態 1 と同様の構成要素には同一の符号を付して説明  
を省略する。

[0068] 本実施形態の発光装置においても、実施形態 1 と同様、LED チップ 10  
からの光を効率良く透明部材 30 へ導入することができ、LED チップ 10  
内部での光の多重反射による光損失を低減できるから、発光効率の向上を図

れる。なお、他の実施形態において、本実施形態と同様の封止部60および配線基板70を設けてもよい。

[0069] ところで、上述の各実施形態では、LEDチップ10として青色LEDチップもしくは紫外LEDチップを用いているが、これらにかぎらず、例えば、紫色LEDチップ、緑色LEDチップ、赤色LEDチップなどを用いてもよい。ただし、LEDチップ10の発光色を考慮して上述の接着層20の第2の透明材料を決定することが好ましい。また、上述の各実施形態では、LEDチップ10として窒化物系LEDチップを採用しているが、これに限らず、InGaAsP系LEDチップ、GaP系LEDチップなどを採用してもよく、n形半導体層、発光層、p形半導体層それぞれの材料は窒化物半導体に限るものではない。

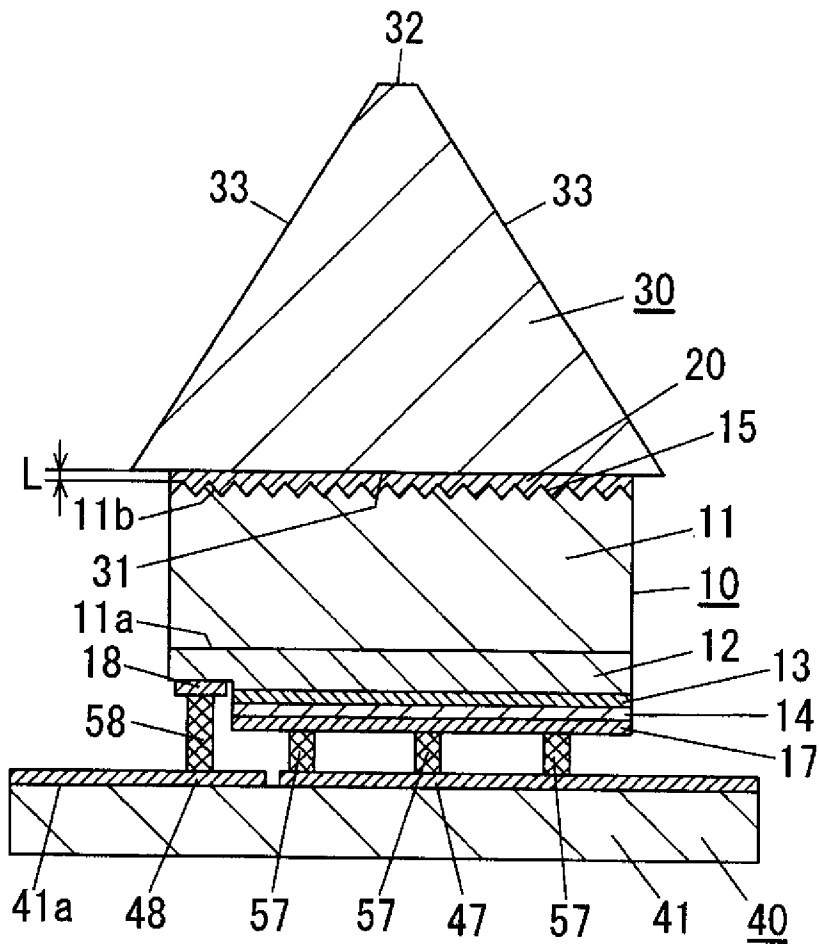
## 請求の範囲

- [請求項1] n形半導体層と発光層とp形半導体層との積層構造を有するLEDチップと、LEDチップの光取り出し面側が底面側となる形でLEDチップに重ねて配置された第1の透明材料からなる錘状の透明部材と、透明部材とLEDチップとの間に介在し両者を接着する第2の透明材料からなる接着層とを備え、第1の透明材料の屈折率が第2の透明材料の屈折率よりも大きく、且つ、LEDチップの光取り出し面と透明部材との最短距離を、LEDチップからの光がエバネッセント波として透明部材へ滲み出すように設定してあることを特徴とする発光装置。
- [請求項2] 前記LEDチップの光取り出し面側に光の進行方向を変える微細凹凸構造を有することを特徴とする請求項1記載の発光装置。
- [請求項3] 前記接着層に、前記LEDチップから放射される光によって励起されて前記LEDチップの発光ピーク波長よりも長波長の光を放射する色変換材を含有させてなることを特徴とする請求項1または請求項2記載の発光装置。
- [請求項4] 前記接着層に、光拡散材を含有させてなることを特徴とする請求項3記載の発光装置。
- [請求項5] 前記LEDチップが実装された実装基板を備え、前記LEDチップは、前記p形半導体層における前記発光層側とは反対側にアノード電極が形成されるとともに、前記n形半導体層における前記発光層の積層側にカソード電極が形成されてなり、アノード電極およびカソード電極それぞれがバンプを介して、実装基板において前記LEDチップのアノード電極およびカソード電極それぞれに対応付けられた導体パターンと接合されてなることを特徴とする請求項1ないし請求項4のいずれか1項に記載の発光装置。
- [請求項6] 前記最短距離は、前記LEDチップから放射される光の発光ピーク波長以下であることを特徴とする請求項1記載の発光装置。

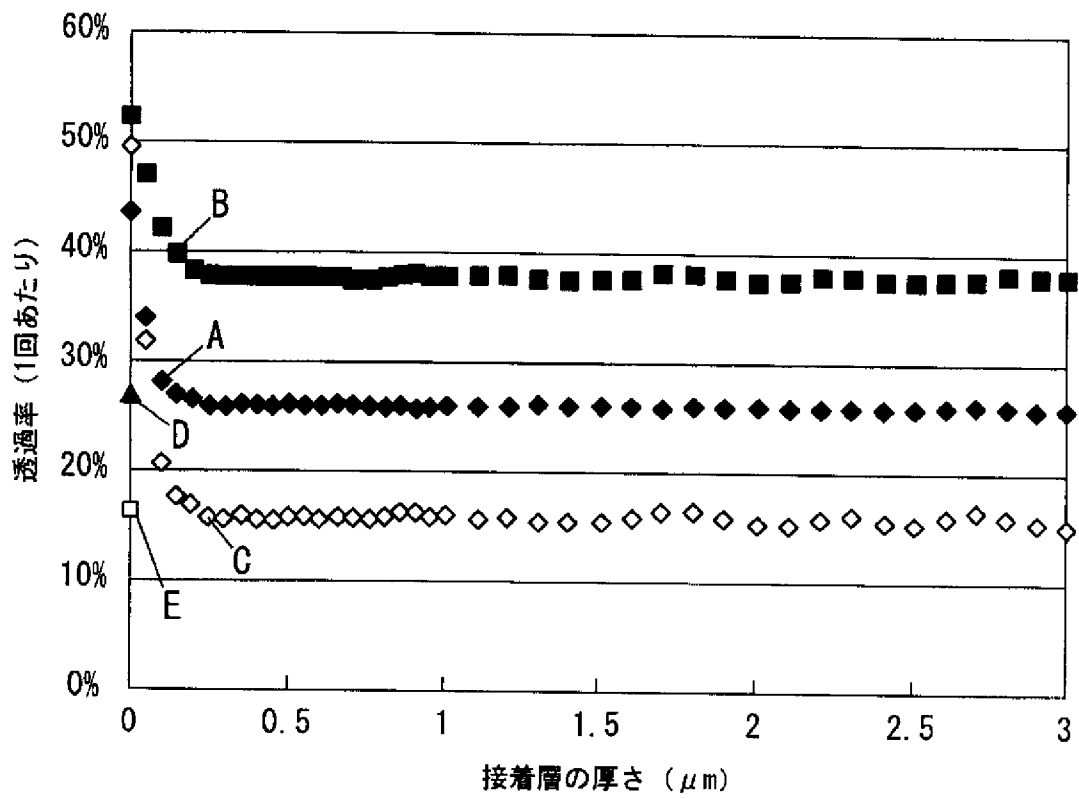
- [請求項7] 前記微細凹凸構造は、多数の錘状突起（マイクロコーン）から構成されることを特徴とする請求項2記載の発光装置。
- [請求項8] 前記微細凹凸構造は、多数の角柱状突起から構成されることを特徴とする請求項2記載の発光装置。
- [請求項9] 前記第1の透明材料はZnOであることを特徴とする請求項1記載の発光装置。



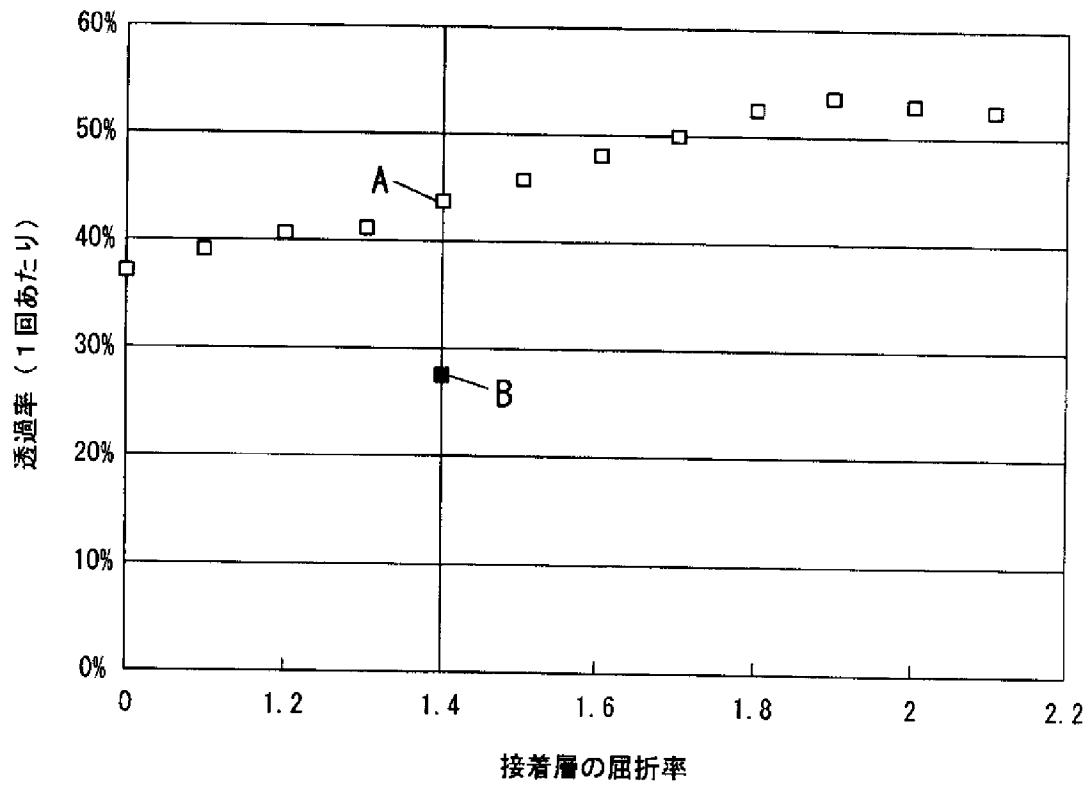
[図1]



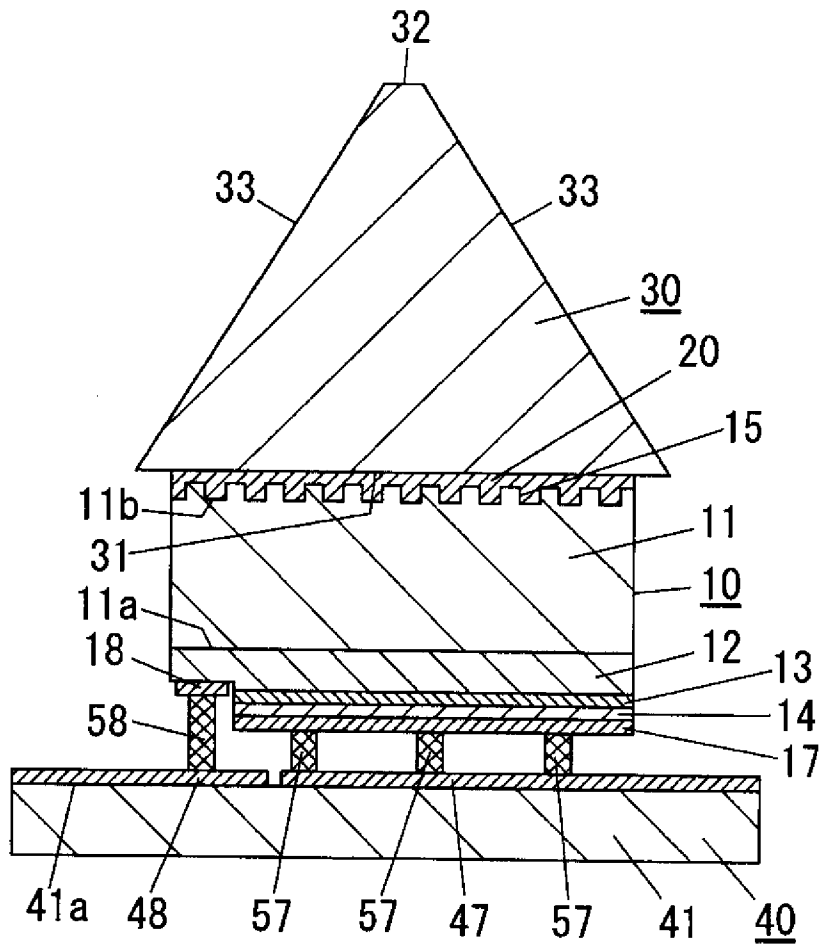
[図2]



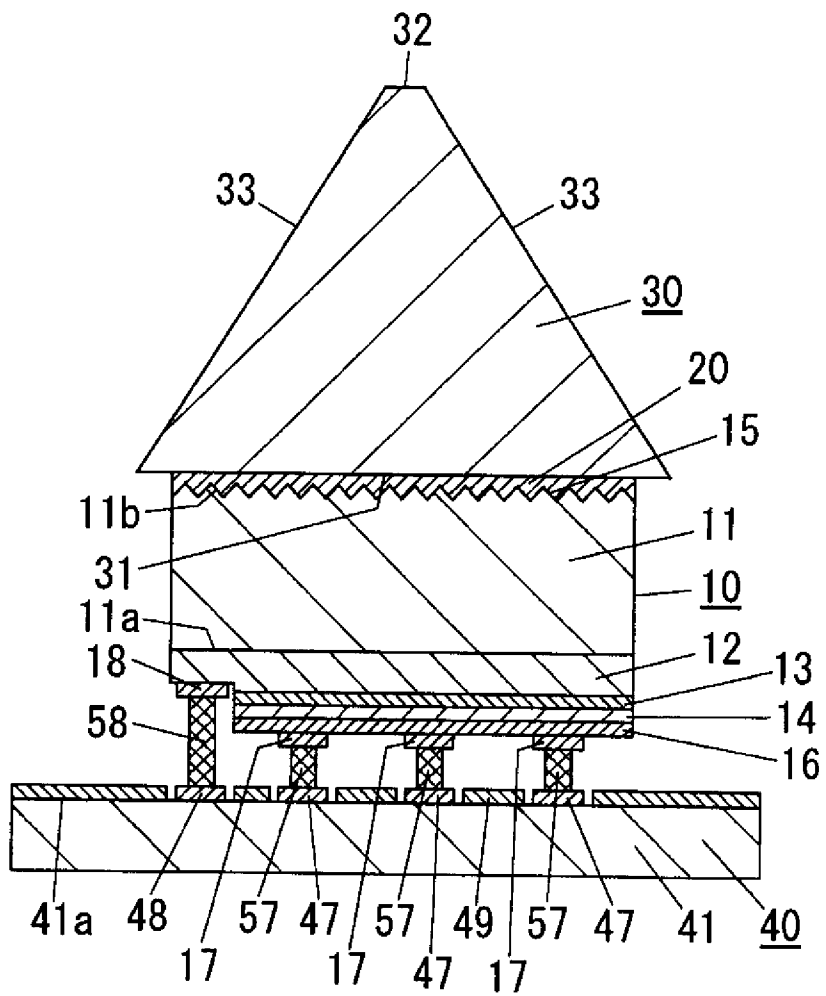
[図3]



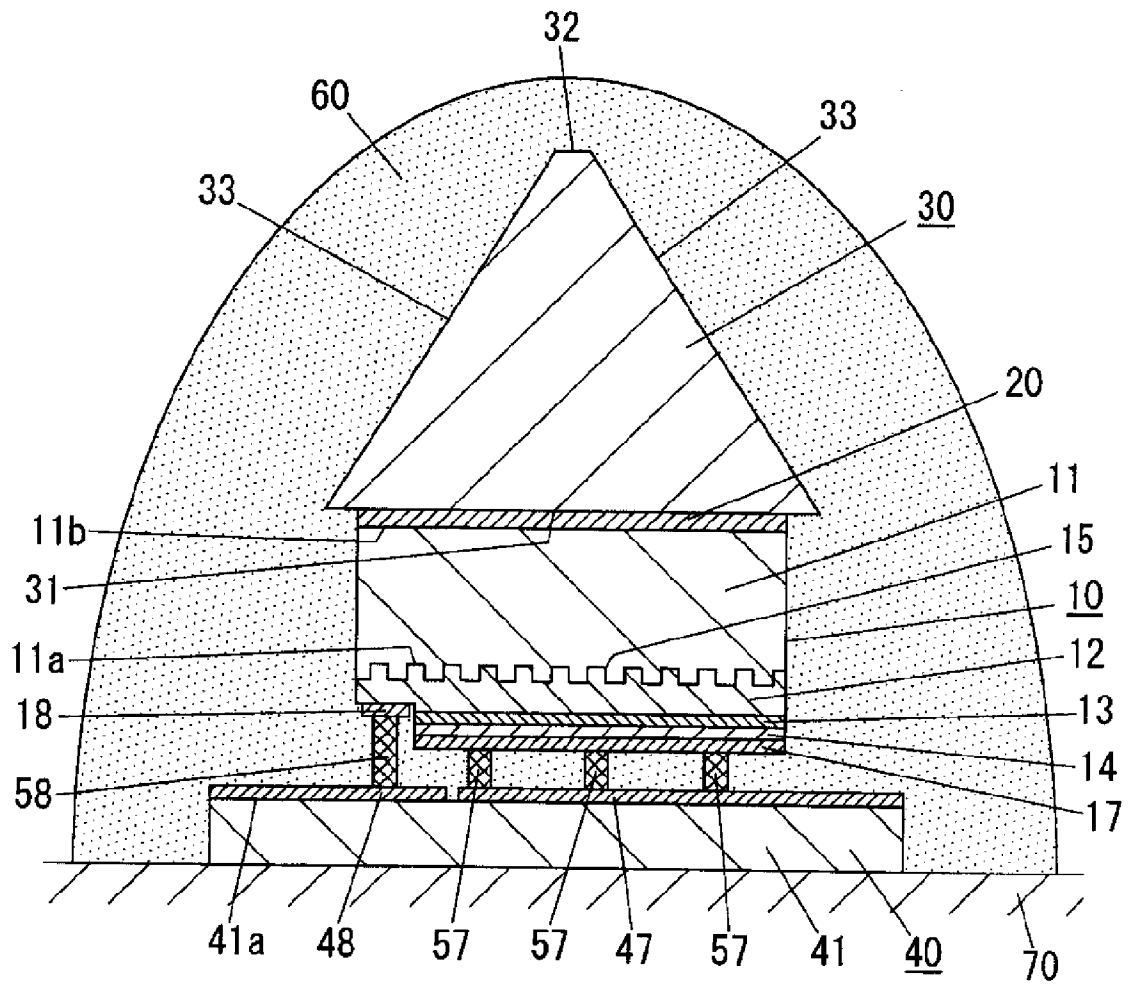
[図4]



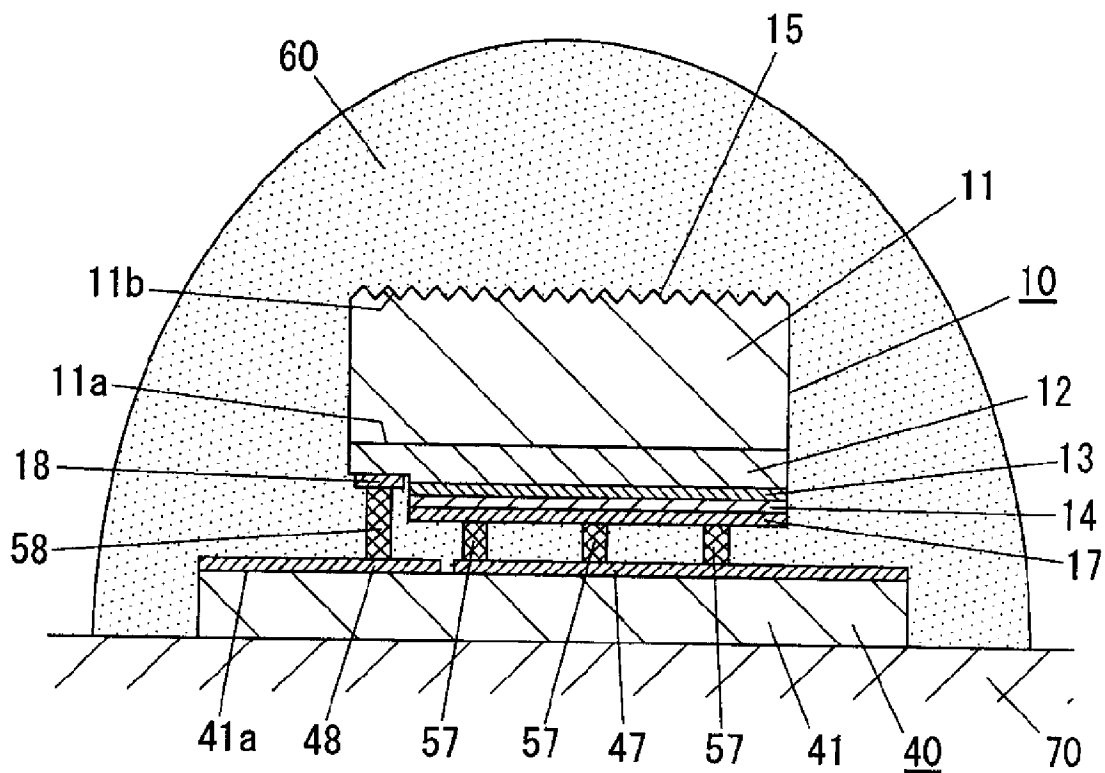
[図5]



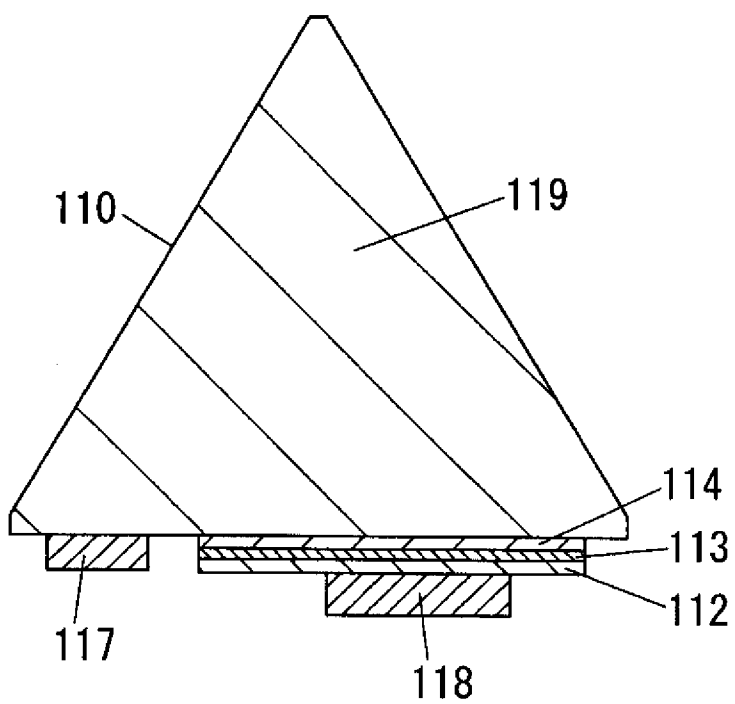
[図6]



[図7]



[図8]



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/065410

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> <i>H01L33/58(2010.01) i, H01L33/22(2010.01) i</i>														
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC														
<b>B. FIELDS SEARCHED</b> Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) <i>H01L33/58, H01L33/22</i>														
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched <table border="0"> <tr> <td><i>Jitsuyo Shinan Koho</i></td> <td><i>1922-1996</i></td> <td><i>Jitsuyo Shinan Toroku Koho</i></td> <td><i>1996-2010</i></td> </tr> <tr> <td><i>Kokai Jitsuyo Shinan Koho</i></td> <td><i>1971-2010</i></td> <td><i>Toroku Jitsuyo Shinan Koho</i></td> <td><i>1994-2010</i></td> </tr> </table>			<i>Jitsuyo Shinan Koho</i>	<i>1922-1996</i>	<i>Jitsuyo Shinan Toroku Koho</i>	<i>1996-2010</i>	<i>Kokai Jitsuyo Shinan Koho</i>	<i>1971-2010</i>	<i>Toroku Jitsuyo Shinan Koho</i>	<i>1994-2010</i>				
<i>Jitsuyo Shinan Koho</i>	<i>1922-1996</i>	<i>Jitsuyo Shinan Toroku Koho</i>	<i>1996-2010</i>											
<i>Kokai Jitsuyo Shinan Koho</i>	<i>1971-2010</i>	<i>Toroku Jitsuyo Shinan Koho</i>	<i>1994-2010</i>											
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)														
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>														
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.												
A	JP 2002-176200 A (Lumileds Lighting U.S., L.L.C.), 21 June 2002 (21.06.2002), paragraphs [0011] to [0048]; fig. 6 & US 2002/0030194 A1 & EP 1191608 A2 & KR 10-2002-0021014 A & TW 569469 B	1-9												
A	JP 2007-273975 A (Matsushita Electric Works, Ltd.), 18 October 2007 (18.10.2007), paragraphs [0042], [0051]; fig. 3, 11 & US 2009/0267092 A & EP 1995794 A1 & WO 2007/105626 A1 & KR 10-2008-0099868 A & CN 101395728 A	1-9												
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex.														
<table border="0"> <tr> <td>* Special categories of cited documents:</td> <td>"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</td> </tr> <tr> <td>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</td> <td>"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</td> </tr> <tr> <td>"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date</td> <td>"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</td> </tr> <tr> <td>"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</td> <td>"&amp;" document member of the same patent family</td> </tr> <tr> <td>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</td> <td></td> </tr> <tr> <td>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</td> <td></td> </tr> </table>			* Special categories of cited documents:	"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	"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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	"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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	"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family	"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means		"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	
* Special categories of cited documents:	"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													
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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													
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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													
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family													
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means														
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed														
Date of the actual completion of the international search 01 October, 2010 (01.10.10)		Date of mailing of the international search report 19 October, 2010 (19.10.10)												
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office		Authorized officer												
Facsimile No.		Telephone No.												



**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2010/065410

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2005-166733 A (Matsushita Electric Works, Ltd.), 23 June 2005 (23.06.2005), paragraphs [0023] to [0026]; fig. 1 (Family: none)	1-9

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. H01L33/58(2010.01)i, H01L33/22(2010.01)i		
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. H01L33/58, H01L33/22		
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2010年 日本国実用新案登録公報 1996-2010年 日本国登録実用新案公報 1994-2010年		
国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)		
C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2002-176200 A (ルミレッズ ライティング ユーエス リミテッドライアビリティ カンパニー) 2002.06.21, 段落 0011-0048, 図 6 & US 2002/0030194 A1 & EP 1191608 A2 & KR 10-2002-0021014 A & TW 569469 B	1-9
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。		
* 引用文献のカテゴリー 「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す) 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願日の後に公表された文献 「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」 同一パテントファミリー文献		
国際調査を完了した日 01.10.2010	国際調査報告の発送日 19.10.2010	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/J P) 郵便番号 100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官 (権限のある職員) 角地 雅信 電話番号 03-3581-1101 内線 3255	2K 3912

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2007-273975 A (松下電工株式会社) 2007. 10. 18, 段落 0042, 0051, 図 3, 図 11 & US 2009/0267092 A & EP 1995794 A1 & WO 2007/105626 A1 & KR 10-2008-0099868 A & CN 101395728 A	1-9
A	JP 2005-166733 A (松下電工株式会社) 2005. 06. 23, 段落 0023-0026, 図 1 ファミリーなし	1-9