(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 9 月 9 日(09.09.2011)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2011/108309 A1

(51) 国際特許分類:
H01L 33/02 (2010.01) *H01L 33/48* (2010.01)
H01L 33/00 (2010.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2011/051318

(22) 国際出願日: 2011 年 1 月 25 日(25.01.2011)

(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 2010-049455 2010 年 3 月 5 日(05.03.2010) JP
特願 2010-292712 2010 年 12 月 28 日(28.12.2010) JP

(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): シャープ株式会社(SHARP KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒5458522 大阪府大阪市阿倍野区長池町２２番２２号 Osaka (JP).

(72) 発明者; および

(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 柴田 晃秀 (SHIBATA, Akihide) [JP/—]. 根岸 哲 (NEGISHI, Tetsu) [JP/—]. 小宮 健治(KOMIYA, Kenji) [JP/—]. 岩田 浩 (IWATA, Hiroshi) [JP/—]. 高橋 明 (TAKAHASHI, Akira) [JP/—].

(74) 代理人: 田中 光雄, 外(TANAKA, Mitsuo et al.); 〒5400001 大阪府大阪市中央区城見１丁目３番７号ＩＭＰビル青山特許事務所 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.

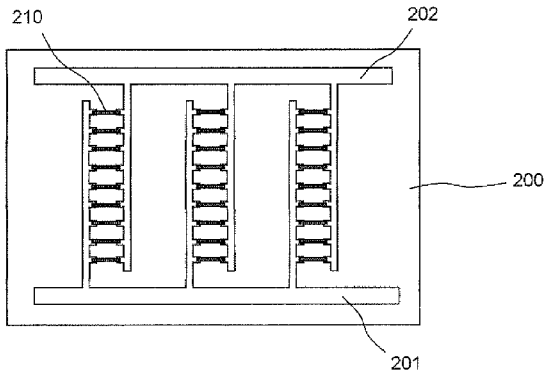
(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT,

[続葉有]

(54) **Title**: LIGHT EMITTING DEVICE, METHOD FOR MANUFACTURING LIGHT EMITTING DEVICE, ILLUMINATING DEVICE, AND BACKLIGHT

(54) 発明の名称 : 発光装置、発光装置の製造方法、照明装置およびバックライト

[図22]



(57) **Abstract**: Disclosed is a light emitting device wherein 100 or more light emitting elements (210), each of which has a bar-like structure and a light emitting area of 2,500 $\pi\mu m^2$ or less, are disposed on the mounting surface of the same insulating substrate (200). Thus, the light emitting device, which has less luminance variance, long service-life and a high efficiency, is provided by dispersing light emission, while suppressing a temperature increase when emitting light.

(57) 要約: １個当たりの発光面積が２,５００ $\pi\mu m^2$ 以下の複数の棒状構造発光素子２１０を同一の絶縁性基板２００の実装面上に１００個以上配置する。これにより、発光時の温度上昇を抑制しつつ発光を分散させることにより、明るさのばらつきが少なくかつ長寿命で高効率な発光装置を提供する。

WO 2011/108309 A1

NL, NO, PL, PT, RO, RS, 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)）

明　細　書

発明の名称 ：

発光装置、発光装置の製造方法、照明装置およびバックライト

技術分野

[0001] この発明は、発光装置、発光装置の製造方法、照明装置およびバックライトに関する。

背景技術

[0002] 従来、発光装置としては、図３６に示すように、リードフレーム７０１が実装されたパッケージ基板７００に１個(または数個)のＬＥＤチップ７１０を実装して、ＬＥＤチップ７１０のｎ型電極７０５とｐ型電極７０６をボンディングワイヤ７１１,７１２によりリードフレーム７０１に夫々接続した後、反射板７２１で囲まれたＬＥＤチップ７１０上に蛍光体を含む樹脂７２２を充填し、さらにその蛍光体を含む樹脂７２２上に透明樹脂７２３を充填したものがある(例えば、非特許文献１参照)。上記ＬＥＤチップ７１０は、サファイア基板７０２上にＧａＮからなる半導体層７０３が積層され、その半導体層７０３に活性層７０４を有する。

[0003] ここで、従来の発光装置であるＬＥＤの放熱方法について、より模式化した図３７を用いて説明する。通常、ＬＥＤチップの大きさは、例えば１辺が５００μｍの正方形状で厚さが１０μｍである(発光面積２５０,０００μｍ^2(＝５００μｍ×５００μｍ))。ＬＥＤチップの大きさは、ＬＥＤチップからの熱を効率的に逃がす働きをする熱伝導性基板８０１の厚さ(例えば１００μｍ)より十分大きい。この場合、発光により生じた熱は、図３７の断面模式図に示すように、ＬＥＤチップ８０２の周辺部を除いて樹脂基板８００側に向かってほぼ垂直方向に流出する。なお、熱伝導性基板８０１は、金属膜や、絶縁膜をコーティングした金属膜が用いられる。

[0004] このＬＥＤチップ８０２の周辺部では、熱伝導性基板８０１において横方向の熱の流出が許されるために熱流出量が大きくなる。このとき、ＬＥＤチ

ップ８０２の活性層領域(発光層領域)では、周辺部に比べて中央の領域が高温となるため、活性層の温度が上昇して発光効率が低下し、または近接する透明樹脂や蛍光体が劣化して寿命が短くなるという問題がある。

[0005] また、上記１個(または数個)のＬＥＤチップが搭載された発光装置では、ＬＥＤチップ毎の明るさのばらつきがそのまま発光装置の明るさのばらつきになるため、発光装置の歩留まりが悪いという問題がある。

[0006] さらに、上記発光装置では、図３９の断面模式図に示すように、基板９００上に実装されたＬＥＤチップ９０１の領域に光束が集中するため、ＬＥＤチップ９０１を覆う樹脂９０２が劣化して発光効率が低下すると共に寿命が短くなるという問題がある(図３９では熱伝導性基板を省略)。

先行技術文献

非特許文献

[0007] 非特許文献1：村上元著、「第１３回 ＬＥＤ・ＬＤ用 半導体パッケージ技術の変遷」、Semiconductor FPD World、プレスジャーナル社、２００９年５月号、ｐ．１１４～１１７ (図５)

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0008] そこで、この発明の課題は、発光時の温度上昇を抑制しつつ発光を分散させることにより、明るさのばらつきが少なくかつ長寿命化と高効率化が実現できる発光装置およびその発光装置の製造方法を提供することにある。

[0009] また、この発明のもう１つ課題は、上記発光装置を用いることにより明るさのばらつきが少なくかつ長寿命化と高効率化が実現できる照明装置を提供することにある。

[0010] また、この発明のもう１つ課題は、上記発光装置を用いることにより明るさのばらつきが少なくかつ長寿命化と高効率化が実現できるバックライトを提供することにある。

課題を解決するための手段

[0011] 上記課題を解決するため、この発明の発光装置は、

１個当たりの発光面の面積が２，５００πμｍ²以下の複数の発光素子が同一基板の実装面上に１００個以上配置されていることを特徴とする。

[0012] ここで、上記複数の発光素子は、円形状、楕円状、正方形状、矩形状、多角形状などの平坦な発光面を有する発光素子に限らず、筒状、畝状、半球状などの曲面で形成された発光面を有する発光素子であってもよい。また、上記複数の発光素子は、基板に直接接しているか、または、基板に熱伝導体を介して接しており、その両方の接し方をした発光素子が組み合わされていてもよい。

[0013] 上記構成によれば、１個当たりの発光面の面積が２，５００πμｍ²以下の複数の発光素子を同一基板の実装面上に配置することによって、発光素子が基板に直接接した状態（または熱伝導体を介して間接的に接した状態）では、発光面の中心部においても基板側への横方向の熱流出が行われて、発光面の中心部を含めて発光素子の温度が低下するので、発光時の温度上昇が抑制される。そして、そのような微細な発光素子を同一基板の実装面上に１００個以上配置することにより、明るさばらつきを有する複数の発光素子を集合したときの全体の明るさのばらつきを、１つの発光素子の明るさばらつきの１／１０以下に低減できる。上記発光素子の温度上昇による発光効率の低下量は素子毎にばらつくが、発光素子の１個当たりの発光面の面積を２，５００πμｍ²以下にすることより温度上昇が抑制されて、発光効率の低下量のばらつきが抑制されるので、微細な発光素子を１００個以上用いることによる明るさばらつきの低減効果がさらに高まる。さらに、発光素子を微小化して、同一基板上に分散させて配置することによって、例えば１個の発光素子と同等の光量を複数の微細な発光素子で得つつ、樹脂に照射される光が分散されて光強度を弱めることができ、樹脂の劣化を抑制して長寿命化が図れる。これにより、発光時の温度上昇を抑制しつつ発光を分散させることにより、明るさのばらつきが少なくかつ長寿命化と高効率化が実現できる。

[0014] また、一実施形態の発光装置では、上記発光素子１個当たりの発光面の面

積は６２５πμｍ²以下である。

[0015] 上記実施形態によれば、１個当たりの発光面の面積が６２５πμｍ²以下の複数の発光素子を同一基板の実装面上に配置することによって、発光面の中心部における基板側への横方向の熱流出が極めて効率的に行なわれる。したがって、発光時の温度上昇が顕著に抑制され、更なる発光装置の長寿命化と高効率化が実現する。

[0016] また、一実施形態の発光装置では、

上記基板の実装面の面積は、上記複数の発光素子の発光面積の総和に対して４倍以上であって、

上記複数の発光素子は、上記基板の実装面上に略均等に分散して配置されている。

[0017] 上記実施形態によれば、複数の発光素子の発光面積の総和に対して４倍以上の面積の基板の実装面上に複数の発光素子を略均等に分散して配置することによって、発光により発光素子に生じた熱の基板側への横方向の流出が効率よく行われると共に温度分布が均一になるため、発光時の温度上昇がさらに抑制され、より長寿命化、高効率化が図れる。

[0018] また、例えば、図４０,図４１に示すように、１個当たりの発光面の面積が２,５００πμｍ²以下の平坦な正方形(一辺の長さａ)の発光面を有する発光素子９１０を、正方形状の基板９００上に略均等に分散して配置する。このとき、１個あたりの発光素子９１０の発光面積(ａ²)に対して、１個の発光素子９１０が占有する基板９００の面積を４倍(４ａ²)にすると、従来の図３９に示す１つの発光素子(ＬＥＤチップ９０１)に比べて、図４０,図４１に示すように、互いに隣接する発光素子９１０間の距離を十分に確保しつつ、発光素子９１０の発光を分散させて光強度を弱めて、樹脂９１２の劣化を抑制することができる。

[0019] また、一実施形態の発光装置では、

上記複数の発光素子は、棒状であって、

上記複数の発光素子の長手方向が上記基板の実装面に対して平行になるよ

うに、上記複数の発光素子が上記基板の実装面上に配置されている。

[0020] 上記実施形態によれば、棒状の複数の発光素子の長手方向が基板の実装面に対して平行になるように、複数の発光素子を基板の実装面上に配置することによって、径方向に対して軸方向(長手方向)の長さの比を大きくできるので、発光素子の発光面の面積が同じ条件では発光面が平坦な正方形のときよりも基板側への横方向の熱流出が効率よく行われ、発光時の温度上昇がさらに抑制され、より長寿命化、高効率化が図れる。

[0021] また、一実施形態の発光装置では、

上記棒状の発光素子は、棒状のコアを同心状に囲む筒状の発光面を有する。

[0022] 上記実施形態によれば、棒状の発光素子が、棒状のコアを同心状に囲む筒状の発光面を有することによって、１個当たりの発光面の面積が２，５００πμm^2以下の複数の発光素子が同一基板の実装面上に１００個以上配置されているという条件の範囲内で、発光素子１個あたりの発光面の面積が増大し、所定の明るさを得るための発光素子数を削減することができ、コストを削減できる。

[0023] また、一実施形態の発光装置では、

上記複数の発光素子は、発光ダイオードであって、

上記基板上に所定の間隔をあけて形成された第１の電極と第２の電極との間に上記複数の発光ダイオードが接続され、

上記複数の発光ダイオードは、上記第１の電極にアノードが接続されると共に上記第２の電極にカソードが接続された発光ダイオードと、上記第１の電極にカソードが接続されると共に上記第２の電極にアノードが接続された発光ダイオードとが混在して上記基板上に配置され、

交流電源によって上記第１の電極と上記第２の電極との間に交流電圧を印加して上記複数の発光ダイオードが駆動される。

[0024] 上記実施形態によれば、多数の発光ダイオードに対してアノードとカソードの向きを揃えて配置する必要がなく、工程を簡略化できる。また、上記第

１，第２の電極間に接続する複数の発光ダイオードの極性を揃えて配列する必要がないので、製造時に複数の発光ダイオードの極性（向き）を揃える工程が不要となり工程を簡略化できる。また、発光ダイオードの極性（向き）を識別するために、発光ダイオードにマークを設ける必要がなく、極性識別のために発光ダイオードを特別な形状にする必要がなくなる。よって、発光ダイオードの製造工程を簡略化でき、製造コストも抑えることができる。なお、発光ダイオードのサイズが小さな場合や発光ダイオードの個数が多い場合、極性を揃えて発光ダイオードを配列するものに比べて、上記製造工程を格段に簡略化できる。

[0025] また、一実施形態の発光装置では、

上記基板が放熱板上に取り付けられている。

[0026] 上記実施形態によれば、基板を放熱板上に取り付けることによって、さらに放熱効果が向上する。

[0027] また、この発明の発光装置の製造方法では、

１個当たりの発光面積が２，５００πμm^2以下の複数の発光素子が同一基板の実装面上に１００個以上配置されている発光装置を製造する発光装置の製造方法であって、

少なくとも第１の電極および第２の電極を上記実装面に有する上記基板を作成する基板作成工程と、

上記基板上に上記複数の発光素子を含んだ溶液を塗布する塗布工程と、

少なくとも上記第１の電極と上記第２の電極に電圧を印加して、上記複数の発光素子を少なくとも上記第１の電極および上記第２の電極により規定される位置に配列させる配列工程と

を有することを特徴とする。

[0028] 上記構成によれば、少なくとも第１の電極および第２の電極を実装面に有する基板を作成し、その基板上に微細な複数の発光素子を含んだ液体を塗布する。その後、少なくとも第１の電極と第２の電極に電圧を印加して、微細な複数の発光素子を少なくとも第１の電極および第２の電極により規定され

る位置に配列させる。これにより、上記複数の発光素子を基板上の所定の位置に容易に配列させることができる。したがって、従来のように発光ダイオードを１つ１つ基板上の所定の位置に配置する必要がなく、多数の微細な発光ダイオードを精度よく所定の位置に配置させることができる。

[0029] この発光装置の製造方法によって、発光時の温度上昇を抑制しつつ発光を分散させることにより、明るさのばらつきが少なくかつ長寿命化と高効率化が可能な発光装置を実現することができる。また、上記発光装置の製造方法では、微細な複数の発光素子のみに半導体を用いることによって、使用する半導体の量を少なくできる。

[0030] また、一実施形態の発光装置の製造方法では、

上記配列工程の後、上記基板を複数の分割基板に分割する基板分割工程を有し、

上記複数の分割基板上の夫々には、１００個以上の上記発光素子が配置されている。

[0031] 上記実施形態によれば、大面積の基板上に複数の発光素子を配列しておき、その基板を１００個以上の発光素子が夫々配置された複数の分割基板に分割するので、各工程を流動する基板数を少なくして大幅にコストを削減できる。

[0032] また、一実施形態の発光装置の製造方法では、

少なくとも上記第１の電極および上記第２の電極は、上記複数の発光素子を駆動するための電極として用いられる。

[0033] 上記実施形態によれば、少なくとも第１の電極および第２の電極を、複数の発光素子を駆動するための電極として用いることによって、配線工程を簡略化してコストを削減できる。

[0034] また、一実施形態の発光装置の製造方法では、

上記配列工程の後、上記基板上の上記複数の発光素子が配置された領域に蛍光体を選択的に塗布する蛍光体塗布工程を有する。

[0035] 上記実施形態によれば、基板上に複数の発光素子を配列した後、基板上の

複数の発光素子が配置された領域に蛍光体を選択的に塗布することによって、材料費で大きな比率を占める蛍光体の使用量を減らしてコストを削減できる。

[0036] また、一実施形態の発光装置の製造方法では、

上記複数の発光素子は、棒状であって、

上記複数の発光素子の長手方向が上記基板の実装面に対して平行になるように、上記複数の発光素子が上記基板の実装面上に配置されている。

[0037] 上記実施形態によれば、この発光装置の製造方法は、電極間に電圧を印加することによる物体の分極を利用しているため、棒状の発光素子の両端を分極させるのに都合がよく、棒状の発光素子に対して相性がよい。

[0038] また、一実施形態の発光装置の製造方法では、

上記棒状の発光素子は、棒状のコアを同心状に囲む筒状の発光面を有する。

[0039] 上記実施形態によれば、棒状の発光素子が棒状のコアを同心状に囲む筒状の発光面を有することによって、１個当たりの発光面の面積が２，５００πμｍ^{2}以下の複数の発光素子が同一基板の実装面上に１００個以上配置されているという条件の範囲内で、発光素子１個あたりの発光面の面積が増大し、所定の明るさを得るための発光素子数を削減できる。

[0040] また、一実施形態の発光装置の製造方法では、

上記棒状の発光素子は、第１導電型の棒状の半導体コアと、その半導体コアの外周を覆うように形成された第２導電型の筒状の半導体層とを有し、

上記棒状の発光素子の上記半導体コアの一端側が露出している。

[0041] 上記実施形態によれば、棒状の発光素子が、第１導電型の棒状の半導体コアと、その半導体コアの外周を覆うように形成された第２導電型の筒状の半導体層とを有し、半導体コアの一端側が露出していることによって、半導体コアの一端側の露出部分に一方の電極を接続し、半導体コアの他端側の半導体層に電極を接続することが可能となり、両端に電極を離して接続でき、半導体層に接続する電極と半導体コアの露出部分が短絡するのを防ぐので、配

線が容易にできる。

[0042] また、この発明の照明装置では、

上記のいずれか１つの発光装置を備えたことを特徴とする。

[0043] 上記構成によれば、上記発光装置を用いることにより、明るさのばらつきが少なくかつ長寿命化と高効率化が実現できる。

[0044] また、この発明のバックライトでは、

上記のいずれか１つの発光装置を備えたことを特徴とする。

[0045] 上記構成によれば、上記発光装置を用いることにより、明るさのばらつきが少なくかつ長寿命化と高効率化が実現できる。

発明の効果

[0046] 以上より明らかなように、この発明の発光装置および発光装置の製造方法によれば、発光時の温度上昇を抑制しつつ発光を分散させることにより、明るさのばらつきが少なくかつ長寿命で高効率な発光装置を実現することができる。

[0047] また、この発明の照明装置によれば、上記発光装置を用いることにより明るさのばらつきを低減できると共に、長寿命化と高効率化が実現できる。

[0048] また、この発明のバックライトによれば、上記発光装置を用いることにより明るさのばらつきを低減できると共に、長寿命化と高効率化が実現できる。

図面の簡単な説明

[0049] [図1]図１はこの発明の第１実施形態の発光装置に用いられる発光素子の製造方法の工程図である。

[図2]図２は図１に続く工程図である。

[図3]図３は図２に続く工程図である。

[図4]図４はこの発明の第２実施形態の発光装置に用いられる発光素子の製造方法の工程図である。

[図5]図５は図４に続く工程図である。

[図6]図６は図５に続工程図である。

[図7]図７は図６に続く工程図である。

[図8]図８は図７に続く工程図である。

[図9]図９は図８に続く工程図である。

[図10]図１０は図９に続く工程図である。

[図11]図１１は図１０に続く工程図である。

[図12]図１２は図１１に続く工程図である。

[図13]図１３は図１２に続く工程図である。

[図14]図１４は図１３に続く工程図である。

[図15]図１５は図１４に続く工程図である。

[図16]図１６は図１５に続く工程図である。

[図17]図１７は図１６に続く工程図である。

[図18]図１８はこの発明の第３実施形態の発光装置に用いる絶縁性基板の平面図である。

[図19]図１９は図１８のXIX－XIX線から見た断面模式図である。

[図20]図２０は上記棒状構造発光素子を配列する原理を説明する図である。

[図21A]図２１Ａは上記棒状構造発光素子を配列するときに電極に与える電位を説明する図である。

[図21B]図２１Ｂは上記棒状構造発光素子を配列するときに電極に与える電位を説明する図である。

[図22]図２２は上記棒状構造発光素子を配列した絶縁性基板の平面図である。

[図23]図２３はこの発明の第４実施形態の発光装置の製造方法の工程図である。

[図24]図２４は図２３に続く工程図である。

[図25]図２５は図２４に続く工程図である。

[図26]図２６はこの発明の第５実施形態の発光装置の製造方法の工程図である。

[図27]図２７は図２６に続く工程図である。

[図28]図２８は図２７に続く工程図である。

[図29]図２９は図２８に続く工程図である。

[図30]図３０は図２９に続く工程図である。

[図31]図３１は図３０に続く工程図である。

[図32]図３２はこの発明の第６実施形態の照明装置に用いられる発光装置の平面図である。

[図33]図３３は上記発光装置の側面図である。

[図34]図３４は上記発光装置を用いた照明装置の一例としてのＬＥＤ電球の側面図である。

[図35]図３５はこの発明の第７実施形態の発光装置を用いたバックライトの平面図である。

[図36]図３６は従来の発光装置の断面図である。

[図37]図３７は従来の発光装置の熱流出を説明するための断面模式図である。

[図38]図３８はこの発明の発光装置の熱流出を説明するための断面模式図である。

[図39]図３９は従来の発光装置の断面模式図である。

[図40]図４０はこの発明の発光装置の断面模式図である。

[図41]図４１はこの発明の発光装置の平面模式図である。

[図42]図４２は熱シミュレーションに用いたモデルを示す図である。

[図43]図４３はＬＥＤチップの直径に対する各部の温度を示す図である。

[図44]図４４はＬＥＤチップの直径に対する発光面の中心温度を示す図である。

[図45]図４５はＬＥＤチップの直径に対する発光面の中心温度と発光面の端部温度の差を示す図である。

[図46A]図４６Ａは発光素子の発光面が平坦な円形状である場合を説明する図である。

[図46B]図４６Ｂは発光素子の発光面が平坦な正方形状である場合を説明する

図である。

[図46C]図４６Ｃは円に対して面積を一定にしたままで微小な変形を加えた場合を説明する図である。

発明を実施するための形態

[0050] まず、この発明の発光装置、発光装置の製造方法、照明装置およびバックライトの実施の形態を説明する前に、この発明の発光装置の特徴について説明する。

[0051] この発明の発光装置は、１個当たりの発光面の面積が２，５００π μｍ^{2}以下(より好ましくは６２５π μｍ^{2}以下)の複数の発光素子が同一基板の実装面上に１００個以上配置されていることを特徴としており、上記複数の発光素子は、円形状、楕円状、正方形状、矩形状、多角形状などの平坦な発光面を有する発光素子に限らず、筒状、畝状、半球状などの曲面で形成された発光面を有する発光素子であってもよい。

[0052] 例えば、同一基板の実装面上に１００個以上配置された複数の発光素子の発光面が平坦な円形状である場合、発光面の直径が１００μｍ(面積２，５００π μｍ^2＝π×５０×５０μｍ^2)を下回ると、発光素子の発光面の任意の点から外縁までの距離が５０μｍ未満となって、発光面の中心部においても基板側への横方向の熱流出が行われる。それゆえ、発光面の中心部を含めて発光素子の温度が低下するので、発光時の温度上昇が抑制される。図３８に発光素子８０３の発光面の直径が１００μｍ未満のときの熱流出を示しており、図３８に示すように、発光素子８０３の発光面の中心部においても基板側への横方向の熱流出が行われる。

[0053] 次に、熱シミュレーションにより、平坦な円形状の発光面を持つ発光素子の動作時の温度を示す。図４２は、シミュレーションに用いたモデルを示している。熱伝導性基板８５０は、ＬＥＤを実装する一般的な基板を想定しており、厚さ５０μｍのアルミニウム基板８５１に、厚さ５０μｍの絶縁のための樹脂コーティング８５２が被覆されている。熱導電性基板８５０は直径１０ｃｍとした。樹脂コーティング８５２上には、厚さ１０μｍのサファイ

ア基板上にGaNからなる発光層が形成された、直径φのＬＥＤチップ８５３が配置されている。ここで、樹脂コーティング８５２上に配置されるＬＥＤチップ８５３の発光面の総面積（４００００πμｍ^2）は、常に一定になるように制約を課した。すなわち、ＬＥＤチップ８５３の直径φが１／２となったときは、ＬＥＤチップ８５３の数を４倍に増やし、樹脂コーティング８５２上に略均等に配置した。これは、ＬＥＤチップ８５３の直径φを変えても、発生する熱量を等しくするためである。熱導電性基板８５０は熱抵抗Ｒｔｈで室温（２７℃）の外界と接続されている。この熱抵抗Ｒｔｈは、熱伝導性基板８５０の下に敷かれる樹脂基板、放熱経路に設置される金属、放熱フィン、および放熱フィンから大気への各熱抵抗を反映するものである。

[0054] 熱シミュレーションに用いた熱伝導率は、アルミニウム基板８５１が２３７Ｗ／ｍＫ、樹脂コーティング８５２が０．５Ｗ／ｍＫ、サファイア基板が３５Ｗ／ｍＫである。熱抵抗Ｒｔｈは７５℃／Ｗとした。発光面の発熱密度は１０^{6}Ｗ／ｍ^{2}とした。

[0055] 図４３は、熱シミュレーションにより求めた各部の温度を示すグラフである。図４３において、「◆」は定常状態での発光面の中心温度（図４２のＡでの温度）、「×」は発光面の端部温度（図４２のＢでの温度）、「■」は基板温度（ＬＥＤチップ８５３の直下におけるアルミニウム基板８５１の温度（図４２のＣでの温度）であり、ＬＥＤチップ８５３の直径φ依存を示す。ここで、基板温度は直径φが変わってもそれほど変化していないが、これは総発熱量を一定としたためである。

[0056] 図４４は、発光面の中心温度のみを表示したグラフである。ここで、ＬＥＤチップ８５３の直径が１００μｍ（面積２，５００πμｍ^2＝π×５０×５０μｍ^2）以下になると、発光面の中心温度が急速に低下することがわかる（図４４の点線で示す発光面の中心温度の低下傾向よりも温度低下が顕著になる）。これは、発光面の中心部においても基板側への横方向の熱流出が行われること、すなわち図３８に表した状態が実現していることを示唆している。発光面の中心温度とは、すなわち発光素子のなかで最も高温の部分であるから、

この温度を下げることは、発光素子の効率を向上させ、周囲の樹脂や蛍光体の劣化を抑制して長寿命化させたりできることを意味する。

[0057] 図４５は、発光面の中心温度と発光面の端部温度の差を表示したグラフである。光面の中心温度と発光面の端部温度の差は、発光面の中心付近でどの程度熱がこもっているかを示す指標となる。ここで、ＬＥＤチップ８５３の直径が５０μｍ(面積６２５πμｍ^2＝π×２５×２５μｍ^2)以下となると、発光面の中心温度と発光面の端部温度の差がほぼ０となることがわかる(図４４の点線で示す発光面の中心温度の低下傾向よりも温度低下がさらに顕著になる)。すなわち、ＬＥＤチップ８５３の直径が５０μｍ以下のとき、発光面の中心付近で全く熱がこもらず、基板側への横方向の熱流出が極めて効率的に行なわれることを示している。したがって、発光時の温度上昇が顕著に抑制され、更なる発光装置の長寿命化と高効率化が実現する。

[0058] ここまで、発光素子の発光面が平坦な円形状である場合を説明した(図４６Ａ参照)。次に、発光素子が平坦であって任意の形状をしている場合を考える。例えば、発光素子の発光面が平坦な正方形状である場合、図４６Ｂに示すように、発光面の一辺が５０√πμｍ(面積２，５００πμｍ^2＝５０√π×５０√πμｍ)とするとき、発光素子の発光面の任意の点から外縁までの最短距離が４４．３１μｍ未満となって、発光面の中心部においても基板側への横方向の熱流出が行われる。また、図４６Ｃに示すように、円に対して面積を一定にしたまま、いかなる微小な変形を加えても、円の中心から外縁までの最短距離は短くなる。すなわち、発光素子の発光面が同一面積であれば平坦な円形状であるときが最も熱が逃げにくく、発光面の面積が２，５００πμｍ^{2}以下であれば、楕円状、正方形状、矩形状、多角形状などの他の平坦な発光面では、発光素子の発光面の任意の点から外縁までの最短距離が必ず５０μｍ未満となって、発光面の中心部においても基板側への横方向の熱流出が行われるので、発光時の温度上昇が抑制される。

[0059] さらに、例えば、上記複数の発光素子が棒状であってかつ発光面が円筒状である場合、発光素子の長手方向が基板の実装面に対して平行になるように

、発光素子を基板の実装面上に配置することによって、発光素子の発光面の任意の点から外縁までの距離は、平坦な発光面よりもはるかに短くなって発光面のどの点においても基板側への横方向(軸の両側)の熱流出が行われるので、発光時の温度上昇が効果的に抑制される。

[0060] そして、そのような微細な発光素子を同一基板の実装面上に１００個以上配置することにより、所望の光量を得て、かつ、発光時の温度上昇を抑制することができる。

[0061] また、通常、発光素子毎の明るさばらつきは、順方向電圧(Ｖｆ)のばらつきにより５０%に達することもある。従来は、点灯試験によりスペックを外れた発光素子を排除したり、同様な明るさの発光素子にグループ分けして使用したりしていた。しかしながら、Ｘ%の明るさばらつきを有する発光素子をｎ個集合したとき、全体の明るさのばらつきは、Ｙ＝Ｘ／√ｎ[%]となる。すなわち、ｎ＝１００のとき、夫々の発光素子が５０%のばらつきをもっていても全体の明るさのばらつきは１／１０の５%となってスペックを満たすことができる。これにより、夫々の発光素子の点灯試験が不要となり、コストを削減できる。

[0062] また、従来は発光素子が発する光により発光素子を覆う樹脂が劣化し、寿命が短いという問題があったが、この発明では、発光素子を微小化し、同一基板の実装面上に分散させて配置することによって、例えば１個の発光素子と同等の光量を複数の微細な発光素子で得つつ、樹脂に照射される光が分散されて光強度を弱めることができ、樹脂の劣化を抑制して長寿命化が図れる。

[0063] このようにして、この発明の発光装置では、発光時の温度上昇を抑制しつつ発光を分散させることにより、明るさのばらつきが少なくかつ長寿命化と高効率化が実現できる。

[0064] 以下、この発明の発光装置、発光装置の製造方法、照明装置およびバックライトを図示の実施の形態により詳細に説明する。この実施形態では、Ｓｉをドープしたｎ型ＧａＮとＭｇをドープしたｐ型ＧａＮとを用いるが、ＧａＮにド

ーピングする不純物はこれに限らない。

[0065] 〔第１実施形態〕

図１～図３はこの発明の第１実施形態の発光装置に用いられる発光素子の製造方法の工程図を示している。図１に示すｎ型ＧａＮ基板１上に、図２に示すように、エピタキシャル成長によりｐ型ＩｎＧａＮからなる量子井戸層２を成膜した後、上記量子井戸層２上にエピタキシャル成長によりｐ型ＧａＮ層３を成膜する。

[0066] 次に、図３に示すように、量子井戸層２とｐ型ＧａＮ層３が形成されたｎ型ＧａＮ基板１を、ダイシングにより発光素子の一例としての複数の半導体チップ１０に分割する。この分割された半導体チップ１０は、１辺が５０$\sqrt{\pi}\mu$ｍ以下の正方形状で厚さが１０μｍとし、発光面が平坦な正方形状をしている。ここで、１個当たりの半導体チップ１０の発光面積は２，５００$\pi\mu m^2$（＝５０$\sqrt{\pi}$×５０$\sqrt{\pi}\mu$ｍ）以下（より好ましくは６２５$\pi\mu m^2$以下）となる。また、量子井戸層２は、ＩｎＧａＮ層とｐ型ＧａＮ層の間に電子ブロック層としてｐ型ＡｌＧａＮ層を入れてもよい。また、ＧａＮの障壁層とＩｎＧａＮの量子井戸層を交互に積層した多重量子井戸構造であってもよい。

[0067] そして、この第１実施形態の発光装置では、図３に示す半導体チップ１０を同一基板の実装面上に略均等に分散して１００個以上配置する。

[0068] 上記発光装置によれば、１個当たりの発光面の面積が２，５００$\pi\mu m^2$以下（より好ましくは６２５$\pi\mu m^2$以下）の複数の半導体チップ１０を同一基板の実装面上に配置することによって、発光面の中心部においても基板側への横方向の熱流出が行われて、発光面の中心部を含めて発光素子の温度が低下するので、発光時の温度上昇が抑制される。そして、そのような微細な半導体チップ１０を同一基板の実装面上に１００個以上配置することにより、明るさばらつきを有する複数の半導体チップ１０を集合したときの全体の明るさのばらつきを、１つの半導体チップ１０の明るさばらつきの１／１０以下に低減できる。上記半導体チップ１０の温度上昇による発光効率の低下量は素子毎にばらつくが、半導体チップ１０の１個当たりの発光面の面積を２，５

００πμｍ²以下(より好ましくは６２５πμｍ²以下)にすることより温度上昇が抑制されて、発光効率の低下量のばらつきが抑制されるので、微細な半導体チップ１０を１００個以上用いることによる明るさばらつきの低減効果がさらに高まる。

[0069] さらに、半導体チップ１０を微小化して、同一基板の実装面上に分散させて配置することによって、例えば１個の発光素子と同等の光量を複数の微細な半導体チップ１０で得つつ、樹脂に照射される光が分散されて光強度を弱めることができ、樹脂の劣化を抑制して長寿命化が図れる。

[0070] このようにして、上記発光装置によれば、発光時の温度上昇を抑制しつつ発光を分散させることにより、明るさのばらつきが少なくかつ長寿命化と高効率化が実現することができる。

[0071] ここで、複数の半導体チップ１０の発光面積の総和に対して４倍以上の面積の基板上に複数の発光素子を略均等に分散して配置することによって、発光により発光素子に生じた熱の横方向への流出が効率よく行われるため、発光時の温度上昇がさらに抑制され、より長寿命化、高効率化が図れる。

[0072] 上記第１実施形態では、発光面が平坦な正方形状の発光素子を用いたが、この発明の発光素子はこれに限らず、円形状、楕円状、矩形状、多角形状などの平坦な発光面を有する発光素子でもよい。

[0073] 〔第２実施形態〕

図４～図１７はこの発明の第２実施形態の発光素子の製造方法を順に示す工程図である。

[0074] この第２実施形態では、まず、図４に示すように、用意したサファイア基板１０１を洗浄する。

[0075] 次に、図５に示すように、サファイア基板１０１上にｎ型ＧａＮ膜１０２を成膜する。

[0076] 次に、図６に示すように、ｎ型ＧａＮ膜１０２上にマスク層１０３をデポジションによって形成する。このマスク層１０３は、例えば、ＳｉＮまたはＳｉＯ₂で作製される。

[0077] 次に、上記マスク層１０３上にレジスト層１０５を塗布し、露光および現像(デベロップ)を行い、さらに、ドライエッチングを行って、図７に示すように、レジスト層１０５およびマスク層１０３に穴１０５Ａ，１０３Ａを形成する。この穴１０５Ａ，１０３Ａによって、ｎ型ＧａＮ膜１０２の一部１０２Ａが露出している。上記マスク層１０３が成長マスクとなり、マスク層１０３に形成された穴１０３Ａが成長穴となる。

[0078] 次に、触媒金属形成工程において、図８に示すように、レジスト層１０５上および穴１０３Ａに露出したｎ型ＧａＮ膜１０２の一部１０２Ａ上に触媒金属１０６を蒸着(デポジション)させる。この触媒金属１０６としては、例えば、Ｎｉ、Ｆｅなどを採用できる。

[0079] 次に、リフトオフにより、レジスト層１０５およびレジスト層１０５上の触媒金属１０６を除去し、図９に示すように、ｎ型ＧａＮ膜１０２の一部１０２Ａ上の触媒金属１０６を残し、次に、洗浄を行う。

[0080] 次に、半導体コア形成工程において、図１０に示すように、ＭＯＣＶＤ(Metal Organic Chemical Vapor Deposition：有機金属気相成長)装置を用いて、ｎ型ＧａＮを結晶成長させて触媒金属１０６の存在下で断面ほぼ六角形の棒状の半導体コア１０７を形成する。この棒状の半導体コア１０７は、例えば、長さ２５μｍに成長させる。成長温度を８００℃程度に設定し、成長ガスとしてトリメチルガリウム(ＴＭＧ)およびアンモニア(NH_3)を使用し、ｎ型不純物供給用にシラン(SiH_4)を、さらにキャリアガスとして水素(H_2)を供給することによって、Ｓｉを不純物としたｎ型ＧａＮの半導体コア１０７を成長させることができる。ここで、ｎ型ＧａＮは、六方晶系の結晶成長となり、サファイア基板１０１表面に対して垂直方向をｃ軸方向にして成長させることにより、六角柱形状の半導体コアが得られる。成長方向や成長温度などの成長条件に依存するが、成長させる半導体コアの直径が数１０ｎｍから数１００ｎｍ程度の小さい場合に断面がほぼ円形に近い形状になりやすい傾向があり、直径が０．５μｍ程度から数μｍに大きくなると断面がほぼ六角形で成長させることが容易になる傾向がある。

[0081] 上記レジスト層１０５の穴１０５Ａ，マスク層１０３の穴１０３Ａを複数個形成し、この複数個の穴１０５Ａ，１０３Ａに露出した複数箇所のｎ型ＧａＮ膜１０２の一部１０２Ａに触媒金属１０６を形成して、複数本の棒状の半導体コア１０７を形成する。

[0082] 次に、図１１に示すように、ＭＯＣＶＤにより、ｎ型ＧａＮからなる半導体コア１０７およびマスク層１０３を覆うように、ｐ型ＩｎＧａＮからなる量子井戸層１０８を成膜する。この量子井戸層１０８は、発光波長に応じて設定温度を７５０℃にし、キャリアガスに窒素（N_2）、成長ガスにＴＭＧおよびNH_3、トリメチルインジウム（ＴＭＩ）を供給することで、ｎ型ＧａＮの半導体コア１０７上およびマスク層１０３上にｐ型ＩｎＧａＮからなる量子井戸層１０８を形成することができる。なお、この量子井戸層は、ＩｎＧａＮ層とｐ型ＧａＮ層の間に電子ブロック層としてｐ型ＡｌＧａＮ層を入れてもよい。また、ＧａＮの障壁層とＩｎＧａＮの量子井戸層を交互に積層した多重量子井戸構造であってもよい。

[0083] 次に、半導体層形成工程において、図１１に示すように、ＭＯＣＶＤにより、量子井戸層１０８の全面にｐ型ＧａＮからなる半導体層１１０を形成する。この半導体層１１０は、設定温度を９００℃にし、成長ガスとしてＴＭＧおよびNH_3を使用し、ｐ型不純物供給用にCp_2Mgを用いることによってｐ型ＧａＮからなる半導体層１１０を形成できる。

[0084] 上記ＭＯＣＶＤによる量子井戸層１０８および半導体層１１０の成長において、触媒金属１０６を付けた状態で成膜するので、半導体コア１０７の側面１０７Ｂを覆う部分の成長速度に比べて、触媒金属１０６と半導体コア１０７の先端面１０７Ａとの間の部分の成長速度が速く、例えば１０～１００倍になる。具体的一例として、触媒金属１０６が付着した箇所のＧａＮの成長速度が５０～１００μｍ/時であるのに対して、触媒金属が付着していない箇所のＧａＮの成長速度は１～２μｍ/時になる。よって、量子井戸層１０８，半導体層１１０は、その先端部１０８Ａ，１１０Ａの膜厚が、側面部１０８Ｂ，１１０Ｂの膜厚に比べて厚くなる。

[0085] 次に、図１２に示すように、触媒金属除去工程において、半導体コア１０７上の触媒金属１０６をエッチングにより除去した後に洗浄を行い、アニールにより半導体層１１０を活性にする。ここで、上記半導体コア１０７の先端面１０７Ａを覆う量子井戸層１０８，半導体層１１０の先端部１０８Ａ，１１０Ａの肉厚が半導体コア１０７の側面１０７Ｂを覆う量子井戸層１０８，半導体層１１０の側面部１０８Ｂ，１１０Ｂの肉厚よりも厚いので、金属除去面のダメージや欠陥がＰＮ接合に悪影響を及ぼし難くなる。また、エッチングの際に半導体コア１０７が半導体層１１０から露出することを防止できる。

[0086] 次に、図１３に示すように、ｐ型ＧａＮからなる半導体層１１０の全面に導電膜１１１を形成する。この導電膜１１１の材質は、ポリシリコン，ＩＴＯ（錫添加酸化インジウム）等を採用できる。この導電膜１１１の膜厚は例えば２００ｎｍとする。そして、上記導電膜１１１を成膜後、５００℃から６００℃で熱処理を行うことで、ｐ型ＧａＮからなる半導体層１１０と導電膜１１１とのコンタクト抵抗を下げることができる。なお、導電膜１１１は、これに限らず、例えば厚さ５ｎｍのＡｇ／ＮｉまたはＡｕ／Ｎｉの半透明の積層金属膜などを用いてもよい。この積層金属膜の成膜には蒸着法あるいはスパッタ法を用いることができる。さらに、より導電層の抵抗を下げるために、ＩＴＯによる導電膜上にＡｇ／ＮｉまたはＡｕ／Ｎｉの積層金属膜を積層してもよい。

[0087] 次に、図１４に示すように、ドライエッチングのＲＩＥ（反応性イオンエッチング）により、半導体コア１０７上およびマスク層１０３上で横方向に延在する部分の導電膜１１１を除去する。また、上記ＲＩＥにより、半導体コア１０７の先端面１０７Ａ上を覆う半導体層１１０の先端部１１０Ａを或る厚さ分だけ除去する。また、上記ＲＩＥにより、マスク層１０３上で導電膜１１１を越えて横方向に延在する領域の半導体層１１０を除去する。また、上記ＲＩＥにより、マスク層１０３上で導電膜１１１を越えて横方向に延在する領域の量子井戸層１０８を除去する。

[0088] 前述の如く、上記ＲＩＥの前には、量子井戸層１０８の先端部１０８Ａの膜厚は、側面部１０８Ｂの膜厚に比べて十分に厚く、半導体層１１０の先端

部１１０Ａの膜厚が側面部１１０Ｂの膜厚に比べて十分に厚いので、上記ＲＩＥの後に、先端部で半導体コア１０７が露出することはない。したがって、上記ＲＩＥにより、半導体コア１０７の先端面を覆う量子井戸層１０８,半導体層１１０と、半導体コア１０７の側面を覆う量子井戸層１０８,半導体層１１０,導電膜１１１とが残る。

[0089] 次に、図１５に示すように、エッチングにより、マスク層１０３(図１４に示す)を除去する。このマスク層１０３が酸化シリコン(SiO_2)あるいは窒化シリコン(Si_3N_4)で構成されている場合、フッ酸(ＨＦ)を含んだ溶液を用いることにより、容易に半導体コア１０７および半導体コア１０７を覆う半導体層１１０,導電膜１１１の部分に影響を与えずにマスク層１０３をエッチングできる。また、CF_4やXeF_2を用いたドライエッチングにより、容易に半導体コア１０７および半導体コア１０７を覆う半導体層１１０,導電膜１１１の部分に影響を与えずにマスク層１０３をエッチングすることができる。これにより、半導体コア１０７は、サファイア基板１０１側の露出部分１０７Ｃの外周面が露出する。

[0090] 次に、図１６に示すように、ＲＩＥ(反応性イオンエッチング)により、下地ｎ型GaN膜１０２をエッチングして、サファイア基板１０１表面を露出させる。これにより、半導体コア１０７に連なるｎ型GaNからなる段部１０２Ｂが形成される。ここで、先端面１０７Ａ上の半導体層１１０と量子井戸層１０８の厚さが下地ｎ型GaN膜１０２の厚さに比べて十分に厚くなるようにしているので、上記ＲＩＥにより、半導体コア１０７の先端面１０７Ａが露出しないようにできる。

[0091] これにより、上記ｎ型GaNからなる半導体コア１０７とｐ型ＩnGaNからなる量子井戸層１０８とｐ型GaNからなる半導体層１１０および導電膜１１１,ｎ型GaNからなる段部１０２Ｂで構成される棒状構造の発光素子がサファイア基板１０１上に形成される。

[0092] 次に、切り離し工程において、イソプロピルアルコール(ＩＰＡ)水溶液中に基板を浸し、超音波(例えば数１０ＫHz)を用いて下地基板(サファイア基

板１０１）を基板平面に沿って振動させることにより、下地基板上に立設する半導体コア１０７を折り曲げるように、量子井戸層１０８と半導体層１１０，導電膜１１１に覆われた半導体コア１０７に対して応力が働いて、図１７に示すように、量子井戸層１０８と半導体層１１０，導電膜１１１に覆われた半導体コア１０７が下地基板から切り離される。

[0093] こうして、下地基板から切り離なされた微細な棒状構造発光素子を製造することができる。

[0094] また、上記半導体コア１０７を超音波を用いて基板から切り離したが、これに限らず、切断工具を用いて半導体コアを基板から機械的に折り曲げることによって切り離してもよい。この場合、簡単な方法で基板上に設けられた微細な複数の棒状構造発光素子を短時間で切り離すことができる。

[0095] さらに、上記棒状構造発光素子は、半導体層１１０が半導体コア１０７の外周面から半径方向外向に結晶成長し、径方向の成長距離が短くかつ欠陥が外向に逃げるため、結晶欠陥の少ない半導体層１１０により半導体コア１０７を覆うことができる。したがって、特性の良好な棒状構造発光素子を実現することができる。

[0096] この発光素子の製造方法によれば、下地基板から切り離された微細な棒状構造発光素子１００を製造することができる。また、上記サファイア基板１０１を再利用できる。また、上記棒状構造発光素子１００は、使用する半導体の量を少なくでき、発光素子を用いた装置の薄型化と軽量化が可能となると共に、半導体層１１０で覆われた半導体コア１０７の全周から光が放出されることにより発光領域が広くなるので、発光効率が高く省電力な発光装置，バックライト，照明装置および表示装置などを実現することができる。また、図１６に示すように、ＲＩＥ（反応性イオンエッチング）により、下地ｎ型ＧａＮ膜１０２をエッチングして段部１０２Ｂを形成したが、この下地ｎ型ＧａＮ膜１０２のエッチングを省略して段部１０２Ｂのない下地ｎ型ＧａＮ膜１０２から半導体コア１０７を切り離して、段部１０２Ｂを有していない棒状構造発光素子を作製してもよい。

[0097] ここで、棒状構造発光素子１００の直径を１μｍ、長さを２５μｍとしているので、１個当たりの棒状構造発光素子１００の発光面積すなわち量子井戸層１０８の面積は、略（２５×π×（０．５）^{2}μｍ^2－（露出部分１０７Ｃの外周面積））となる（２，５００πμｍ^{2}以下）。

[0098] そして、この第２実施形態の発光装置は、図１７に示す棒状構造発光素子１００の長手方向が基板（図示せず）の実装面に対して平行になるように、棒状構造発光素子１００を同一基板の実装面上に略均等に分散して１００個以上配置する。

[0099] 上記発光装置によれば、１個当たりの発光面の面積が２，５００πμｍ^{2}以下（より好ましくは６２５πμｍ^{2}以下）の複数の棒状構造発光素子１００を同一基板の実装面上に配置することによって、発光面の中心部においても基板側への横方向の熱流出が行われて、発光面の中心部を含めて発光素子の温度が低下するので、発光時の温度上昇が抑制される。そして、そのような微細な棒状構造発光素子１００を同一基板の実装面上に１００個以上配置することにより、明るさばらつきを有する複数の棒状構造発光素子１００を集合したときの全体の明るさのばらつきを、１つの棒状構造発光素子１００の明るさばらつきの１／１０以下に低減できる。上記棒状構造発光素子１００の温度上昇による発光効率の低下量は素子毎にばらつくが、棒状構造発光素子１００の１個当たりの発光面の面積を２，５００πμｍ^{2}以下（より好ましくは６２５πμｍ^{2}以下）にすることより温度上昇が抑制されて、発光効率の低下量のばらつきが抑制されるので、微細な棒状構造発光素子１００を１００個以上用いることによる明るさばらつきの低減効果がさらに高まる。

[0100] さらに、棒状構造発光素子１００を微小化して、同一基板の実装面上に分散させて配置することによって、例えば１個の発光素子と同等の光量を複数の微細な棒状構造発光素子１００で得つつ、樹脂に照射される光が分散されて光強度を弱めることができ、樹脂の劣化を抑制して長寿命化が図れる。

[0101] このようにして、上記発光装置によれば、発光時の温度上昇を抑制しつつ発光を分散させることにより、明るさのばらつきが少なくかつ長寿命化と高

効率化が実現することができる。

[0102] ここで、複数の棒状構造発光素子１００の発光面積の総和に対して４倍以上の面積の基板(図示せず)上に複数の棒状構造発光素子１００を略均等に分散して配置することによって、発光により棒状構造発光素子１００に生じた熱の基板側への横方向の流出が効率よく行われるため、発光時の温度上昇がさらに抑制され、より長寿命化、高効率化が図れる。

[0103] また、複数の棒状構造発光素子１００の長手方向が基板(図示せず)の実装面に対して平行になるように、複数の棒状構造発光素子１００を基板の実装面上に配置することによって、径方向に対して軸方向(長手方向)の長さの比を大きくできるので、発光面の面積が同じ条件では発光面が正方形のときよりも基板側への横方向の熱流出が効率よく行われ、発光時の温度上昇がさらに抑制され、より長寿命化、高効率化が図れる。

[0104] また、棒状の棒状構造発光素子１００が、棒状の半導体コア１０７を同心状に囲む筒状の発光面(量子井戸層１０８)を有することによって、１個当たりの発光面の面積が２，５００πμｍ^{2}以下(より好ましくは６２５πμｍ^{2}以下)の複数の棒状構造発光素子１００が同一基板の実装面上に１００個以上配置されているという条件の範囲内で、棒状構造発光素子１００の１個あたりの発光面の面積が増大し、所定の明るさを得るための発光素子数を削減することができ、コストを削減できる。

[0105] また、棒状の棒状構造発光素子１００が、ｐ型の棒状の半導体コア１０７と、その半導体コア１０７の外周を覆うように形成されたｎ型の筒状の半導体層１１０とを有し、半導体コア１０７の一端側が露出していることによって、半導体コア１０７の一端側の露出部分１０７Ｃに一方の電極を接続し、半導体コア１０７の他端側の半導体層１１０に電極を接続することが可能となり、両端に電極を離して接続でき、半導体層１１０に接続する電極と半導体コア１０７の露出部分１０７Ｃが短絡するのを防ぐので、配線が容易にできる。

[0106] なお、上記半導体コア１０７の露出部分１０７Ｃと半導体層１１０に覆わ

れた被覆部分のそれぞれの断面は六角形状に限るものではなく、他の多角形や円形の断面形状でもよく、また、半導体コアの露出部分と被覆部分とが異なる断面形状であってもよい。

[0107] また、この実施形態の発光素子の製造方法によれば、上記ｎ型の半導体コア１０７の先端面１０７Ａだけでなく側面１０７Ｂにもｐ型の半導体層１１０を形成するので、ｐｎ接合の面積を大きくでき、発光面積を大きくすることができ、発光効率を向上できる。また、上記触媒金属１０６を用いてｎ型の半導体コア１０７を形成するので、ｎ型の半導体コア１０７の成長速度を速くできる。このため、半導体コア１０７を従来に比べ短時間で長くでき、ｎ型の半導体コア１０７の長さと比例関係になる発光面積を一層大きくすることができる。また、上記ｎ型の半導体コア１０７の先端面１０７Ａおよび側面がｐ型の半導体層１１０で覆われるので、ｐ型の半導体層１１０のための電極とｎ型の半導体コア１０７とが短絡することを防止できる。

[0108] また、この実施形態の発光素子の製造方法によれば、触媒金属１０６を残した状態でｐ型の量子井戸層１０８，ｐ型の半導体層１１０を形成するので、ｎ型の半導体コア１０７の形成とｐ型の量子井戸層１０８，ｐ型の半導体層１１０の形成とを同一製造装置内で連続して行うことができる。よって、工程削減、製造時間の短縮ができる。また、上記ｎ型の半導体コア１０７を形成後、この半導体コア１０７を製造装置外に出す必要が無いので、ｎ型の半導体コア１０７の表面にコンタミが付着しないようにでき、素子特性を改善できる。また、上記ｎ型の半導体コア１０７の形成とｐ型の量子井戸層１０８，ｐ型の半導体層１１０の形成とを連続して行うことができるので、大きな温度変化や成長の停止などを回避して結晶性を改善でき、素子特性を改善できる。また、上記ｎ型の半導体コア１０７を形成した直後に触媒金属１０６を除去するエッチングを行わないことで、ｎ型の半導体コア１０７の表面（すなわち、ｐ型の半導体層１１０との界面）へのダメージを無くすることができ、素子特性を改善できる。

[0109] また、この実施形態では、サファイア基板１０１上に触媒金属１０６を付

けたままでｎ型の半導体コア１０７とｐ型の半導体層１１０を順に形成するので、触媒金属１０６に接する部分の成長速度が触媒金属１０６に接しない部分の成長速度に比べて格段に(例えば１０～１００倍)速くなる。したがって、寸法の縦横比が高い発光素子を作製できる。この第２実施形態では、一例として、棒状構造発光素子１００の直径を１μｍ、長さを２５μｍとしている。また、上記触媒金属１０６下でｎ型の半導体コア１０７とｐ型の半導体層１１０とを連続して積層できるので、ＰＮ接合部の欠陥を少なくすることができる。

[0110] また、この実施形態の製造方法によれば、マスク層１０３を除去して、半導体コア１０７のサファイア基板１０１側の露出部分１０７Ｃを露出させるので、半導体層１１０のエッチング量を少なくできる。また、上記棒状構造発光素子１００は、半導体コア１０７に連なるｎ型ＧａＮからなる段部１０２Ｂによって、半導体コア１０７に対して容易にコンタクトを取ることができる。また、上記棒状構造発光素子１００は、量子井戸層１０８により発光効率を向上できる。

[0111] また、上記実施形態では、サファイア基板１０１上にｎ型ＧａＮ膜１０２を成膜したが、サファイア基板１０１上にｎ型ＧａＮ膜１０２を成膜する工程をなくして、サファイア基板１０１上に直接にマスク層１０３を形成してもよい。また、上記実施形態では、触媒金属除去工程において、半導体コア１０７上の触媒金属１０６をエッチングにより除去したが、この触媒金属除去工程をなくして、触媒金属１０６を残したままで導電膜１１１を形成してもよい。また、上記実施形態では、図１４に示すように、ＲＩＥによって、導電膜１１１，ｐ型ＧａＮからなる半導体層１１０，量子井戸層１０８をエッチングしたが、このＲＩＥによるエッチング工程をなくし、次のマスク層１０３を除去する工程において、各層一斉リフトオフによりマスク層１０３を除去してもよい。

[0112] また、上記第２実施形態では、ＭＯＣＶＤ装置を用いて半導体コア１０７を結晶成長させたが、ＭＢＥ(分子線エピタキシャル)装置などの他の結晶成

長装置を用いて半導体コアを形成してもよい。また、成長穴を有する成長マスクを用いて半導体コアを基板上に結晶成長させたが、基板上に金属種を配置して、金属種から半導体コアを結晶成長させてもよい。

[0113] また、上記第２実施形態では、半導体層１１０に覆われた半導体コア１０７を、超音波を用いてサファイア基板１０１から切り離したが、これに限らず、切断工具を用いて半導体コアを基板から機械的に折り曲げて切り離してもよい。この場合、簡単な方法で基板上に設けられた微細な複数の棒状構造発光素子を短時間で切り離すことができる。

[0114] 〔第３実施形態〕

[0115] 図１８はこの発明の第３実施形態の発光装置の製造方法に用いる絶縁性基板の平面図を示している。なお、この第３実施形態の発光装置に用いられる棒状構造発光素子は、第１，第２実施形態の発光素子を用いてもよいし、他の棒状の発光素子を用いてもよい。

[0116] この第３実施形態の発光装置では、図１８に示すように、まず、基板作成工程において、実装面に、第１，第２の電極の一例としての金属電極２０１，２０２を形成した絶縁性基板２００を作成する。絶縁性基板２００はガラス、セラミック、酸化アルミニウム、樹脂のような絶縁体、またはシリコンのような半導体表面にシリコン酸化膜を形成し、表面が絶縁性を有するような基板である。ガラス基板を用いる場合は、表面にシリコン酸化膜、シリコン窒化膜のような下地絶縁膜を形成するのが望ましい。

[0117] 上記金属電極２０１，２０２は、印刷技術を利用して所望の電極形状に形成している。なお、金属膜および感光体膜を一様に積層し、所望の電極パターンを露光し、エッチングして形成してもよい。

[0118] 図１８では省略されているが、金属電極２０１，２０２には外部から電位を与えられるように、パッドを形成している。

[0119] 次に、配列工程において、金属電極２０１，２０２が対向する部分(配列領域)に棒状構造発光素子を配列する。図１８では、図を見やすくするため、棒状構造発光素子を配列する配列領域を９×３個としているが、実際は１００

個以上の任意の個数の配列領域とする。

[0120] 図１９は図１８のXIX－XIX線から見た断面模式図である。

[0121] まず、塗布工程において、図１９に示すように、絶縁性基板２００上に、棒状構造発光素子２１０を含んだイソプロピルアルコール（ＩＰＡ）２１１を薄く塗布する。ＩＰＡ２１１の他に、エチレングリコール、プロピレングリコール、メタノール、エタノール、アセトン、またはそれらの混合物でもよい。あるいは、ＩＰＡ２１１は、他の有機物からなる液体、水などを用いることができる。

[0122] ただし、液体を通じて金属電極２０１，２０２間に大きな電流が流れてしまうと、金属電極２０１，２０２間に所望の電圧差を印加できなくなってしまう。そのような場合には、金属電極２０１，２０２を覆うように、絶縁性基板２００表面全体に、１０ｎｍ～３０ｎｍ程度の絶縁膜をコーティングすればよい。

[0123] 棒状構造発光素子２１０を含むＩＰＡ２１１を塗布する厚さは、次に棒状構造発光素子２１０を配列する工程で、棒状構造発光素子２１０が配列できるよう、液体中で棒状構造発光素子２１０が移動できる厚さである。したがって、ＩＰＡ２１１を塗布する厚さは、棒状構造発光素子２１０の太さ以上であり、例えば、数μｍ～数ｍｍである。塗布する厚さは薄すぎると、棒状構造発光素子２１０が移動し難くなり、厚すぎると、液体を乾燥する時間が長くなる。また、ＩＰＡの量に対して、棒状構造発光素子２１０の量は、１×１０^{4}本／ｃｍ^{3}～１×１０^{7}本／ｃｍ^{3}が好ましい。

[0124] 棒状構造発光素子２１０を含むＩＰＡ２１１を塗布するために、棒状構造発光素子２１０を配列させる金属電極の外周囲に枠を形成し、その枠内に棒状構造発光素子２１０を含むＩＰＡ２１１を所望の厚さになるように充填してもよい。しかしながら、棒状構造発光素子２１０を含むＩＰＡ２１１が粘性を有する場合は、枠を必要とせずに、所望の厚さに塗布することが可能である。

[0125] ＩＰＡやエチレングリコール、プロピレングリコール、…、またはそれら

の混合物、あるいは、他の有機物からなる液体、または水などの液体は、棒状構造発光素子２１０の配列工程のためには粘性が低いほど望ましく、また加熱により蒸発しやすい方が望ましい。

[0126] 次に、金属電極２０１，２０２間に電位差を与える。この第３実施形態では、１Ｖの電位差とするのが適当であった。金属電極２０１，２０２の電位差は、０．１～１０Ｖを印加することができるが、０．１Ｖ以下では棒状構造発光素子２１０の配列が悪くなり、１０Ｖ以上では金属電極間の絶縁が問題になり始める。したがって、１～５Ｖが好ましく、更には１Ｖ程度とするのが好ましい。

[0127] 図２０は上記棒状構造発光素子２１０が金属電極２０１，２０２上に配列する原理を示している。図２０に示すように、金属電極２０１に電位ＶＬを印加し、金属電極２０２に電位ＶＲ(ＶＬ＜ＶＲ)を印加すると、金属電極２０１には負電荷が誘起され、金属電極２０２には正電荷が誘起される。そこに棒状構造発光素子２１０が接近すると、棒状構造発光素子２１０において、金属電極２０１に近い側に正電荷が誘起され、金属電極２０２に近い側に負電荷が誘起される。この棒状構造発光素子２１０に電荷が誘起されるのは静電誘導による。すなわち、電界中に置かれた棒状構造発光素子２１０は、内部の電界が０となるまで表面に電荷が誘起されることによる。その結果、各電極と棒状構造発光素子２１０との間に静電力により引力が働き、棒状構造発光素子２１０は、金属電極２０１，２０２間に生じる電気力線に沿うと共に、各棒状構造発光素子２１０に誘起された電荷がほぼ等しいので、電荷による反発力により、ほぼ等間隔に一定方向に規則正しく配列する。しかしながら、例えば、第２実施形態に示す棒状構造発光素子では、半導体層１１０に覆われた半導体コア１０７の露出部分側の向きは一定にならず、ランダムになる。

[0128] 以上のように、棒状構造発光素子２１０が金属電極２０１，２０２間に発生した外部電場により、棒状構造発光素子２１０に電荷を発生させ、電荷の引力により金属電極２０１，２０２に棒状構造発光素子２１０を吸着させるので、棒状構造発光素子２１０の大きさは、液体中で移動可能な大きさであるこ

とが必要である。したがって、棒状構造発光素子２１０の大きさは、液体の塗布量(厚さ)により変化する。液体の塗布量が少ない場合は、棒状構造発光素子２１０はナノオーダーサイズでなければならないが、液体の塗布量が多い場合は、マイクロオーダーサイズであってもかまわない。

[0129] 棒状構造発光素子２１０が電気的に中性ではなく、正または負に帯電している場合は、金属電極２０１，２０２間に静的な電位差(ＤＣ)を与えるだけでは、棒状構造発光素子２１０を安定して配列することができない。例えば、棒状構造発光素子２１０が正味として正に帯電した場合は、正電荷が誘起されている金属電極２０２との引力が相対的に弱くなる。そのため、棒状構造発光素子２１０の配列が非対象になる。

[0130] そのような場合は、図２１Ａ,図２１Ｂに示すように、金属電極２０１，２０２間にＡＣ電圧を印加することが好ましい。図２１Ａ,図２１Ｂにおいては、金属電極２０２に基準電位を、金属電極２０１には振幅ＶPPL／２のＡＣ電圧を印加している。こうすることにより、棒状構造発光素子２１０が帯電している場合でも、配列を対象に保つことができる。なお、この場合の金属電極２０２に与える交流電圧の周波数は、１０Ｈｚ～１ＭＨｚとするのが好ましく、５０Ｈｚ～１ｋＨｚとするのが最も配列が安定し、より好ましい。さらに、金属電極２０１，２０２間に印加するＡＣ電圧は、正弦波に限らず、矩形波、三角波、ノコギリ波など、周期的に変動するものであればよい。なお、ＶPPLは１Ｖ程度とするのが好ましかった。

[0131] 次に、金属電極２０１，２０２上に、棒状構造発光素子２１０を配列させた後、絶縁性基板２００を加熱することにより、液体を蒸発させて乾燥させ、棒状構造発光素子２１０を金属電極２０１，２０２間の電気力線に沿って等間隔に配列させて固着させる。

[0132] 図２２は上記棒状構造発光素子２１０を配列した絶縁性基板２００の平面図を示している。なお、図２２では、図を見やすくするために棒状構造発光素子２１０の数を少なくしているが、実際は１００個以上の棒状構造発光素子２１０が同一の絶縁性基板２００上に配置されている。

[0133] 図２２に示す棒状構造発光素子２１０を配列した絶縁性基板２００を、液晶表示装置などのバックライトに用いることにより、薄型化と軽量化が可能でかつ発光効率が高く省電力なバックライトを実現することができる。また、この棒状構造発光素子２１０を配列した絶縁性基板２００を照明装置として用いることにより、薄型化と軽量化が可能でかつ発光効率が高く省電力な照明装置を実現することができる。

[0134] 上記棒状構造発光素子２１０のｐｎの極性は、一方に揃っておらず、ランダムに配列されている。このため、駆動時は交流電圧により駆動されて、異なる極性の棒状構造発光素子２１０が交互に発光することになる。

[0135] また、上記発光装置の製造方法によれば、独立した電位が夫々与えられる２つの金属電極２０１，２０２を単位とする配列領域が形成された絶縁性基板２００を作成し、その絶縁性基板２００上に、１個当たりの発光面積が２，５００$\pi\mu m^2$以下(より好ましくは６２５$\pi\mu m^2$以下)の複数の棒状構造発光素子２１０を含んだ液体を塗布する。その後、２つの金属電極２０１，２０２に独立した電圧を夫々印加して、微細な棒状構造発光素子２１０を２つの金属電極２０１，２０２により規定される位置に配列させる。これにより、上記棒状構造発光素子２１０を所定の絶縁性基板２００上に容易に配列させることができる。

[0136] したがって、従来のように発光ダイオードを１つ１つ基板上の所定の位置に配置する必要がなく、多数の微細な発光ダイオードを精度よく所定の位置に配置させることができる。

[0137] この発光装置の製造方法によって、発光時の温度上昇を抑制しつつ発光を分散させることにより、明るさのばらつきが少なくかつ長寿命化と高効率化が可能な発光装置を製造することができる。

[0138] また、上記発光装置の製造方法では、使用する半導体の量を少なくできる。さらに、上記棒状構造発光素子２１０は、半導体層で覆われた半導体コアの側面全体から光が放出されることにより発光領域が広くなるので、発光効率が高く省電力な発光装置を実現することができる。

[0139] また、上記発光装置では、複数の棒状構造発光素子２１０の発光面積の総和に対して４倍以上の面積の絶縁性基板２００の実装面上に複数の発光素子を略均等に分散して配置することによって、発光により発光素子に生じた熱の横方向への流出が効率よく行われるため、発光時の温度上昇がさらに抑制され、より長寿命化、高効率化が図れる。

[0140] また、複数の棒状構造発光素子２１０の長手方向が絶縁性基板２００の実装面に対して平行になるように、棒状構造発光素子２１０を絶縁性基板２００の実装面上に配置することによって、径方向に対して軸方向(長手方向)の長さの比を大きくできるので、発光面の面積が同じ条件では発光面が正方形のときよりも絶縁性基板２００への横方向の熱流出が効率よく行われ、発光時の温度上昇がさらに抑制され、より長寿命化、高効率化が図れる。また、この発光装置の製造方法は、電極間に電圧を印加することによる物体の分極を利用しているため、棒状構造発光素子の両端を分極させるのに都合がよく、棒状構造発光素子に対して相性がよい。

[0141] また、上記棒状構造発光素子２１０は、発光ダイオードであって、金属電極２０１(第１の電極)にアノードがされると共に金属電極２０２(第２の電極)にカソードが接続された発光ダイオードと、金属電極２０１(第１の電極)にカソードが接続されると共に金属電極２０２(第２の電極)にアノードが接続された発光ダイオードとが混在して絶縁性基板２００上に配置されることになる。そして、この発光装置では、交流電源によって金属電極２０１(第１の電極)と金属電極２０２(第２の電極)との間に交流電圧を印加して複数の発光ダイオードを駆動することによって、多数の発光ダイオードに対してアノードとカソードの向きを揃えて配置する必要がなく、工程を簡略化できる。

[0142] また、少なくとも金属電極２０１(第１の電極)および金属電極２０２(第２の電極)を、複数の棒状構造発光素子２１０を駆動するための電極として用いることによって、配線工程を簡略化してコストを削減できる。

[0143] 上記第３実施形態の発光装置の製造方法では、棒状構造発光素子を用いたが、発光素子はこれに限らず、円形状、楕円状、正方形状、矩形状、多角形

状などの平坦な発光面を有し、その発光面が基板に対して平行になるように実装面上に配置される形態の発光素子でもよい。しかしながら、この第３実施形態の発光装置の製造方法は、電極間に電圧を印加することによる物体の分極を利用するので、分極させるのに好都合な棒状の発光素子が望ましい。

[0144] 〔第４実施形態〕

図２３～図２５はこの発明の第４実施形態の発光装置の製造方法の工程図を示している。

[0145] この第４実施形態の発光装置の製造方法は、第２実施形態のような棒状構造発光素子を同一基板の実装面上に１００個以上配置するものである。この発光装置の製造方法に用いる棒状構造発光素子は、第１導電型の棒状の半導体コアと、その半導体コアの外周を覆うように形成された第２導電型の筒状の半導体層とを有し、棒状の発光素子の半導体コアの一端側が露出しているものであればよい。

[0146] 上記第４実施形態の発光装置の製造方法では、図２３に示すように、まず、基板作成工程において、実装面に第１，第２の電極の一例としての金属電極３０１，３０２を形成した絶縁性基板３００を作成する。

[0147] 次に、配列工程において、絶縁性基板３００上に、長手方向が絶縁性基板３００の実装面に対して平行になるように１００個以上の棒状構造発光素子３１０を配置する。この配列工程では、第３実施形態の発光装置の製造方法と同様の方法を用いて、金属電極３０１，３０２上に、液体中の棒状構造発光素子３１０を配列させた後、絶縁性基板３００を加熱することにより、液体を蒸発させて乾燥させ、棒状構造発光素子３１０を金属電極３０１，３０２間の電気力線に沿って等間隔に配列させて固着させる。

[0148] 上記棒状構造発光素子３１０は、棒状のｎ型ＧａＮからなる半導体コア３１１と、上記半導体コア３１１の一端側の部分を覆わないで露出部分３１１aとするように、半導体コア３１１の露出部分３１１a以外の被覆部分３１１bを覆うｐ型ＧａＮからなる半導体層３１２とを備えている。上記棒状構造発光素子３１０の一端側の露出部分３１１aを金属電極３０１に接続すると共に、棒

状構造発光素子３１０の他端側の半導体層３１２を金属電極３０２に接続する。

[0149] 次に、図２４に示すように、絶縁性基板３００上に層間絶縁膜３０３を形成し、その層間絶縁膜３０３をパターンニングして金属電極３０１上と金属電極３０２上にコンタクトホール３０３aを夫々形成する。

[0150] 次に、図２５に示すように、２つのコンタクトホール３０３aを埋めるように金属配線３０４，３０５を形成する。

[0151] このようにして、絶縁性基板３００の実装面上に配置された１００個以上の棒状構造発光素子３１０を一括して配置すると共に、複数の棒状構造発光素子３１０に金属配線を一括して接続することができる。ここで、棒状構造発光素子３１０の１個当たりの発光面積を２，５００$\pi\mu m^2$以下(より好ましくは６２５$\pi\mu m^2$以下)とする。また、図２３～図２５では、棒状構造発光素子３１０の中央部が絶縁性基板３００から浮いた状態で示されているが、実際は、棒状構造発光素子３１０は、第３実施形態の棒状構造発光素子の配列方法におけるＩＰＡ水溶液の乾燥時に、絶縁性基板３００表面と棒状構造発光素子３１０の隙間の液滴が蒸発により縮小するときに発生するスティクションにより中央部分が撓んで絶縁性基板３００上に接している。なお、棒状発光素子３１０が直接絶縁性基板３００上に接しない場合であっても、層間絶縁膜３０３を介して絶縁性基板３００と接することとなる。

[0152] なお、棒状構造発光素子３１０の中央部分と絶縁性基板３００との間に、棒状構造発光素子３１０を支持するように金属部を設けて、棒状構造発光素子３１０の中央部分が金属部を介して絶縁性基板３００に接するようにしてもよい。

[0153] 上記発光装置の製造方法によれば、従来のように発光ダイオードを１つ１つ基板上の所定の位置に配置する必要がなく、多数の微細な発光ダイオードを精度よく所定の位置に配置させることができ、発光時の温度上昇を抑制しつつ発光を分散させることにより、明るさのばらつきが少なくかつ長寿命化と高効率化が可能な発光装置を製造することができる。

[0154] 上記発光装置では、複数の棒状構造発光素子３１０の発光面積の総和に対して４倍以上の面積の絶縁性基板３００の実装面上に複数の棒状構造発光素子３１０を略均等に分散して配置することによって、発光により発光素子に生じた熱の基板側への横方向の流出が効率よく行われるため、発光時の温度上昇がさらに抑制され、より長寿命化、高効率化が図れる。

[0155] また、複数の棒状構造発光素子３１０の長手方向が絶縁性基板３００の実装面に対して平行になるように、棒状構造発光素子３１０を絶縁性基板３００の実装面上に配置することによって、径方向に対して軸方向(長手方向)の長さの比を大きくできるので、発光面の面積が同じ条件では発光面が正方形のときよりも絶縁性基板３００側への横方向の熱流出が効率よく行われ、発光時の温度上昇がさらに抑制され、より長寿命化、高効率化が図れる。また、この発光装置の製造方法は、電極間に電圧を印加することによる物体の分極を利用しているため、棒状構造発光素子の両端を分極させるのに都合がよく、棒状構造発光素子に対して相性がよい。

[0156] また、上記複数の棒状構造発光素子３１０は、露出部分３１１aがアノード、被覆部分３１１bがカソードの発光ダイオードであって、金属電極３０１(第１の電極)にアノードがされると共に金属電極３０２(第２の電極)にカソードが接続された発光ダイオードと、金属電極３０１(第１の電極)にカソードが接続されると共に金属電極３０２(第２の電極)にアノードが接続された発光ダイオードとが混在して絶縁性基板３００上に配置されことになる。そして、この発光装置では、交流電源によって金属電極３０１(第１の電極)と金属電極３０２(第２の電極)との間に交流電圧を印加して複数の発光ダイオードを駆動することによって、多数の発光ダイオードに対してアノードとカソードの向きを揃えて配置する必要がなく、工程を簡略化できる。

[0157] また、棒状構造発光素子３１０が、棒状の半導体コア３１１を同心状に囲む筒状の発光面を有することによって、１個当たりの発光面の面積が２，５００$\pi\mu m^2$以下(より好ましくは６２５$\pi\mu m^2$以下)の複数の棒状構造発光素子３１０が同一絶縁性基板３００の実装面上に１００個以上配置されている

という条件の範囲内で、棒状構造発光素子３１０の１個あたりの発光面の面積が増大し、所定の明るさを得るための発光素子数を削減することができ、コストを削減できる。

[0158] また、棒状構造発光素子３１０が、ｐ型の棒状の半導体コア３１１と、その半導体コア３１１の外周を覆うように形成されたｎ型の筒状の半導体層３１２とを有し、半導体コア３１１の一端側が露出していることによって、半導体コア３１１の一端側の露出部分３１１aに一方の電極を接続し、半導体コア１０７の他端側の半導体層３１２に電極を接続することが可能となり、両端に電極を離して接続でき、半導体層３１２に接続する電極と半導体コア３１１の露出部分３１１aが短絡するのを防ぐので、配線が容易にできる。

[0159] 〔第５実施形態〕

図２６～図３１はこの発明の第５実施形態の発光装置の製造方法の工程図を示している。なお、図２６～図３０では、発光装置の一部のみを示し、図３１で発光装置の全体像を示している。

[0160] この第５実施形態の発光装置の製造方法は、第２実施形態のような棒状構造発光素子を同一基板の実装面上に１００個以上配置するものである。この発光装置の製造方法に用いる棒状構造発光素子は、第１導電型の棒状の半導体コアと、その半導体コアの外周を覆うように形成された第２導電型の筒状の半導体層とを有し、棒状の発光素子の半導体コアの一端側が露出しているものであればよい。

[0161] この第５実施形態の発光装置の製造方法では、図２６の断面図および図２７の平面図に示すように、まず、基板作成工程において、実装面に第１，第２の電極の一例としての金属電極４０１，４０２が形成された絶縁性基板４００を作成する。

[0162] 次に、配列工程において、絶縁性基板４００上に、長手方向が絶縁性基板４００の実装面に対して平行になるように複数の棒状構造発光素子４１０を配置する。この配列工程では、第３実施形態の発光装置の製造方法と同様の方法を用いて、金属電極４０１，４０２上に、液体中の棒状構造発光素子４１

０を配列させた後、絶縁性基板４００を加熱することにより、液体を蒸発させて乾燥させ、棒状構造発光素子４１０を金属電極４０１，４０２間の電気力線に沿って等間隔に配列させる。

[0163] 上記棒状構造発光素子４１０は、棒状のｎ型ＧａＮからなる半導体コア４１１と、上記半導体コア４１１の一端側の部分を覆わないで露出部分４１１aとするように、半導体コア４１１の露出部分４１１a以外の被覆部分４１１bを覆うｐ型ＧａＮからなる半導体層４１２とを備えている。上記棒状構造発光素子４１０の一端側の露出部分４１１aを金属電極４０１に導電性接着剤などの金属インクからなる接着部４０３により接続すると共に、棒状構造発光素子４１０の他端側の半導体層４１２を金属電極４０２に導電性接着剤などの金属インクからなる接着部４０４により接続する。ここで、金属インクは、インクジェット法などにより絶縁性基板４００上の所定の箇所に塗布する。

[0164] 次に、図２８の平面図および図２９の断面図に示すように、絶縁性基板４００上の複数の棒状構造発光素子４１０が配置された領域に蛍光体４２０を選択的に塗布する(蛍光体塗布工程)。ここで、蛍光体は、インクジェット法などにより絶縁性基板４００上の所定の領域に塗布する。なお、絶縁性基板４００上の複数の棒状構造発光素子４１０が配置された領域に、蛍光体を含む透明樹脂を選択的に塗布してもよい。

[0165] 次に、図３０に示すように、蛍光体４２０の塗布後に、絶縁性基板４００上に透明樹脂からなる保護膜４２１を形成する。

[0166] このようにして、絶縁性基板４００の実装面上に複数の棒状構造発光素子４１０を一括して配置すると共に、複数の棒状構造発光素子４１０に金属配線を一括して接続することができる。

[0167] そして、基板分割工程において、図３１の平面図に示すように、絶縁性基板４００を複数の分割基板４３０に分割する。ここで、複数の分割基板４３０の夫々は、この発明の発光装置であって、棒状構造発光素子４１０が１００個以上有するように、絶縁性基板４００から分割される。

[0168] なお、上記基板分割工程において、絶縁性基板４００を少なくとも２種類

以上の形状が異なる分割基板に分割してもよい。

[0169] この発光装置の製造方法では、棒状構造発光素子４１０の１個当たりの発光面積を２，５００πμｍ^{2}以下（より好ましくは６２５πμｍ^{2}以下）とする。また、図２６，図２９，図３０では、棒状構造発光素子４１０の中央部が絶縁性基板４００から浮いた状態で示されているが、実際は、棒状構造発光素子４１０は、第３実施形態の棒状構造発光素子の配列方法におけるＩＰＡ水溶液の乾燥時に、絶縁性基板４００表面と棒状構造発光素子４１０の隙間の液滴が蒸発により縮小するときに発生するスティクションにより中央部分が撓んで絶縁性基板４００上に接している。

[0170] なお、棒状構造発光素子４１０の中央部分と絶縁性基板４００との間に、棒状構造発光素子４１０を支持するように金属部を設けて、棒状構造発光素子４１０の中央部分が金属部を介して絶縁性基板４００に接するようにしてもよい。

[0171] 上記発光装置の製造方法によれば、従来のように発光素子を１つ１つ基板上の所定の位置に配置する必要がなく、多数の微細な発光素子を精度よく所定の位置に配置させることができ、発光時の温度上昇を抑制しつつ発光を分散させることにより、明るさのばらつきが少なくかつ長寿命化と高効率化が可能な発光装置を製造することができる。

[0172] 上記発光装置では、複数の棒状構造発光素子４１０の発光面積の総和に対して４倍以上の面積の絶縁性基板４００の実装面上に複数の棒状構造発光素子４１０を略均等に分散して配置することによって、発光により棒状構造発光素子４１０に生じた熱の基板側への横方向の流出が効率よく行われるため、発光時の温度上昇がさらに抑制され、より長寿命化、高効率化が図れる。

[0173] また、複数の棒状構造発光素子４１０の長手方向が絶縁性基板３００の実装面に対して平行になるように、棒状構造発光素子４１０を絶縁性基板４００の実装面上に配置することによって、径方向に対して軸方向（長手方向）の長さの比を大きくできるので、発光面の面積が同じ条件では発光面が平坦な正方形のときよりも基板側への横方向の熱流出が効率よく行われ、発光時の

温度上昇がさらに抑制され、より長寿命化、高効率化が図れる。また、この発光装置の製造方法は、電極間に電圧を印加することによる物体の分極を利用しているため、棒状構造発光素子の両端を分極させるのに都合がよく、棒状構造発光素子に対して相性がよい。

[0174] また、上記棒状構造発光素子４１０は、露出部分４１１aがアノード、被覆部分４１１bがカソードの発光ダイオードであって、金属電極４０１(第１の電極)にアノードがされると共に金属電極４０２(第２の電極)にカソードが接続された発光ダイオードと、金属電極４０１(第１の電極)にカソードが接続されると共に金属電極４０２(第２の電極)にアノードが接続された発光ダイオードとが混在して絶縁性基板４００上に配置されことになる。そして、この発光装置では、交流電源によって金属電極４０１(第１の電極)と金属電極４０２(第２の電極)との間に交流電圧を印加して複数の発光ダイオードを駆動することによって、多数の発光ダイオードに対してアノードとカソードの向きを揃えて配置する必要がなく、工程を簡略化できる。

[0175] また、上記発光装置の製造方法において、複数の棒状構造発光素子４１０を絶縁性基板４００上に配列させる配列工程の後、基板分割工程において絶縁性基板４００を、１００個以上の棒状構造発光素子４１０が夫々配置された複数の分割基板４３０に分割することにより、各工程を流動する基板数を少なくして大幅にコストを削減できる。

[0176] また、絶縁性基板４００上に複数の棒状構造発光素子４１０を配列した後、絶縁性基板４００上の複数の棒状構造発光素子４１０が配置された領域に蛍光体４２０を選択的に塗布することによって、材料費で大きな比率を占める蛍光体の使用量を減らしてコストを削減できる。

[0177] また、棒状の棒状構造発光素子４１０が、棒状の半導体コア４１１を同心状に囲む筒状の発光面を有することによって、１個当たりの発光面の面積が２，５００$\pi\mu m^2$以下(より好ましくは６２５$\pi\mu m^2$以下)の複数の棒状構造発光素子４１０が同一絶縁性基板４００の実装面上に１００個以上配置されているという条件の範囲内で、棒状構造発光素子４１０の１個あたりの発光

面の面積が増大し、所定の明るさを得るための発光素子数を削減することができ、コストを削減できる。

[0178] 〔第６実施形態〕

図３２はこの発明の第６実施形態の照明装置に用いられる発光装置の平面図を示し、図３３は上記発光装置の側面図を示している。

[0179] この第６実施形態の照明装置に用いられる発光装置５００は、図３２,図３３に示すように、正方形状の放熱板５０１上に、１００個以上の棒状構造発光素子(図示せず)が配置された円形状の絶縁性基板５０２が実装されている。ここで、円形状の絶縁性基板５０２は、第５実施形態の発光装置の製造方法を用いて製造された１００個以上の棒状構造発光素子が配置された分割基板である。

[0180] 図３４は図３２,図３３に示す発光装置５００を用いた照明装置の一例としてのＬＥＤ電球５１０の側面図を示している。このＬＥＤ電球５１０は、図３４に示すように、外部のソケットに嵌めて商用電源に接続するための電源接続部としての口金５１１と、その口金５１１に一端が接続され、他端が徐々に拡径する円錐形状の放熱部５１２と、放熱部５１２の他端側を覆う透光部５１３とを備えている。上記放熱部５１２内に、絶縁性基板５０２を透光部５１３側に向けて発光装置５００を配置している。

[0181] 上記構成の照明装置によれば、図３２,図３３に示す発光装置５００を用いることにより、明るさのばらつきが少なくかつ長寿命化と高効率化が図れる照明装置を実現することができる。

[0182] また、上記複数の棒状構造発光素子が配置された絶縁性基板５０２を放熱板５０１上に取り付けることによって、さらに放熱効果が向上する。

[0183] 〔第７実施形態〕

図３５はこの発明の第７実施形態の発光装置を用いたバックライトの平面図を示している。

[0184] この第７実施形態のバックライト６００は、図３５に示すように、放熱板の一例としての長方形状の支持基板６０１上に、複数の発光装置６０２が互

いに所定の間隔をあけて格子状に実装されている。ここで、発光装置６０２は、第５実施形態の発光装置の製造方法を用いて製造された１００個以上の棒状構造発光素子が配置された分割基板である。

[0185] 上記構成のバックライトによれば、発光装置６０２を用いることにより、明るさのばらつきが少なくかつ長寿命化と高効率化が図れるバックライトを実現することができる。

[0186] また、上記発光装置６０２を支持基板６０１上に取り付けることによって、さらに放熱効果が向上する。

[0187] 上記第１～第７実施形態では、発光ダイオードを発光素子として用いた発光装置、発光装置の製造方法、照明装置およびバックライトについて説明したが、この発明の発光素子は発光ダイオードに限らず、半導体レーザー、有機ＥＬ(Electro Luminescence：エレクトロ・ルミネッセンス)、無機ＥＬ(真性ＥＬ)などの発光素子を用いた発光装置、発光装置の製造方法、照明装置およびバックライトにこの発明を適用してもよい。

[0188] また、上記第２実施形態では、半導体コアおよび半導体層に、ＧａＮを母材とする半導体を用いたが、ＧａＡｓ，ＡｌＧａＡｓ，ＧａＡｓＰ，ＩｎＧａＮ，ＡｌＧａＮ，ＧａＰ，ＺｎＳｅ，ＡｌＧａＩｎＰなどを母材とする半導体を用いた発光素子にこの発明を適用してもよい。また、半導体コアをｎ型とし、半導体層をｐ型としたが、導電型が逆の棒状構造発光素子にこの発明を適用してもよい。また、断面が六角形の棒状の半導体コアを有する棒状構造発光素子について説明したが、これに限らず、断面が円形や楕円の棒状であってもよいし、断面が他の多角形状の棒状の半導体コアを有する棒状構造発光素子にこの発明を適用してもよい。

[0189] また、上記第２実施形態では、棒状構造発光素子の直径を１μｍとし長さを１０μｍ～３０μｍのマイクロオーダーサイズとしたが、直径または長さのうちの少なくとも直径が１μｍ未満のナノオーダーサイズの素子でもよく、発光面積が２，５００πμｍ以下(より好ましくは６２５πμｍ^{2}以下)であればよい。上記棒状構造発光素子の半導体コアの直径は５００ｎｍ以上かつ

１００μｍ以下が好ましく、数１０ｎｍ～数１００ｎｍの棒状構造発光素子に比べて半導体コアの直径のばらつきを抑えることができ、発光面積すなわち発光特性のばらつきを低減でき、歩留まりを向上できる。

[0190] なお、棒状構造発光素子の発光面積の下限を規定するとすれば、３．１４×１０$^{-3}$μｍ^{2}である(直径１ｎｍ、長さ１μｍの棒状の半導体コアの外周に筒状に発光面を形成したときの面積)。または、発光素子が正方形の板状であれば、一辺が５６ｎｍである。いずれの形状の発光素子もこれ以下のサイズは形成が困難である。また、同一基板の実装面上に配置する発光素子の個数の上限を規定するとすれば、１億個であり、これ以上は歩留まりを保って配列させるのが困難である。

[0191] また、上記第２実施形態では、ＭＯＣＶＤ装置を用いて半導体コアやキャップ層を結晶成長させているが、ＭＢＥ(分子線エピタキシャル)装置などの他の結晶成長装置を用いて半導体コアやキャップ層を形成してもよい。

[0192] この発明の具体的な実施の形態について説明したが、この発明は上記の実施形態に限定されるものではなく、この発明の範囲内で種々変更して実施することができる。

[0193] また、この発明の発光装置は、

１個当たりの発光面の面積が９００πμｍ^{2}以下の複数の発光素子が同一基板の実装面上に１００個以上配置されていることを特徴とする。

[0194] ここで、上記複数の発光素子は、円形状、楕円状、正方形状、矩形状、多角形状などの平坦な発光面を有する発光素子に限らず、筒状、畝状、半球状などの曲面で形成された発光面を有する発光素子であってもよい。また、上記複数の発光素子は、基板に直接接しているか、または、基板に熱伝導体を介して接しており、その両方の接し方をした発光素子が組み合わされていてもよい。

[0195] 上記構成によれば、１個当たりの発光面の面積が９００πμｍ^{2}以下の複数の発光素子を同一基板の実装面上に配置することによって、発光素子が基板に直接接した状態(または熱伝導体を介して間接的に接した状態)では、発光

面の中心部においても基板側への横方向の熱流出が行われて、発光面の中心部を含めて発光素子の温度が低下するので、発光時の温度上昇が抑制される。そして、そのような微細な発光素子を同一基板の実装面上に１００個以上配置することにより、明るさばらつきを有する複数の発光素子を集合したときの全体の明るさのばらつきを、１つの発光素子の明るさばらつきの１／１０以下に低減できる。上記発光素子の温度上昇による発光効率の低下量は素子毎にばらつくが、発光素子の１個当たりの発光面の面積を９００πμｍ^{2}以下にすることより温度上昇が抑制されて、発光効率の低下量のばらつきが抑制されるので、微細な発光素子を１００個以上用いることによる明るさばらつきの低減効果がさらに高まる。さらに、発光素子を微小化して、同一基板上に分散させて配置することによって、例えば１個の発光素子と同等の光量を複数の微細な発光素子で得つつ、樹脂に照射される光が分散されて光強度を弱めることができ、樹脂の劣化を抑制して長寿命化が図れる。これにより、発光時の温度上昇を抑制しつつ発光を分散させることにより、明るさのばらつきが少なくかつ長寿命化と高効率化が実現できる。

[0196] また、一実施形態の発光装置では、

上記基板の実装面の面積は、上記複数の発光素子の発光面積の総和に対して４倍以上であって、

上記複数の発光素子は、上記基板の実装面上に略均等に分散して配置されている。

[0197] 上記実施形態によれば、複数の発光素子の発光面積の総和に対して４倍以上の面積の基板の実装面上に複数の発光素子を略均等に分散して配置することによって、発光により発光素子に生じた熱の基板側への横方向の流出が効率よく行われると共に温度分布が均一になるため、発光時の温度上昇がさらに抑制され、より長寿命化、高効率化が図れる。

[0198] また、例えば、図４０,図４１に示すように、１個当たりの発光面の面積が９００πμｍ^{2}以下の平坦な正方形(一辺の長さａ)の発光面を有する発光素子９１０を、正方形状の基板９００上に略均等に分散して配置する。このとき

、１個あたりの発光素子９１０の発光面積（ａ^2）に対して、１個の発光素子９１０が占有する基板９００の面積を４倍（４ａ^2）にすると、従来の図３９に示す１つの発光素子（ＬＥＤチップ９０１）に比べて、図４０，図４１に示すように、互いに隣接する発光素子９１０間の距離を十分に確保しつつ、発光素子９１０の発光を分散させて光強度を弱めて、樹脂９１２の劣化を抑制することができる。

[0199] また、一実施形態の発光装置では、

上記複数の発光素子は、棒状であって、

上記複数の発光素子の長手方向が上記基板の実装面に対して平行になるように、上記複数の発光素子が上記基板の実装面上に配置されている。

[0200] 上記実施形態によれば、棒状の複数の発光素子の長手方向が基板の実装面に対して平行になるように、複数の発光素子を基板の実装面上に配置することによって、径方向に対して軸方向（長手方向）の長さの比を大きくできるので、発光素子の発光面の面積が同じ条件では発光面が平坦な正方形のときよりも基板側への横方向の熱流出が効率よく行われ、発光時の温度上昇がさらに抑制され、より長寿命化、高効率化が図れる。

[0201] また、一実施形態の発光装置では、

上記棒状の発光素子は、棒状のコアを同心状に囲む筒状の発光面を有する。

[0202] 上記実施形態によれば、棒状の発光素子が、棒状のコアを同心状に囲む筒状の発光面を有することによって、１個当たりの発光面の面積が９００$\pi$$\mu$ｍ^{2}以下の複数の発光素子が同一基板の実装面上に１００個以上配置されているという条件の範囲内で、発光素子１個あたりの発光面の面積が増大し、所定の明るさを得るための発光素子数を削減することができ、コストを削減できる。

[0203] また、一実施形態の発光装置では、

上記複数の発光素子は、発光ダイオードであって、

上記基板上に所定の間隔をあけて形成された第１の電極と第２の電極との

間に上記複数の発光ダイオードが接続され、

上記複数の発光ダイオードは、上記第１の電極にアノードが接続されると共に上記第２の電極にカソードが接続された発光ダイオードと、上記第１の電極にカソードが接続されると共に上記第２の電極にアノードが接続された発光ダイオードとが混在して上記基板上に配置され、

交流電源によって上記第１の電極と上記第２の電極との間に交流電圧を印加して上記複数の発光ダイオードが駆動される。

[0204] 上記実施形態によれば、多数の発光ダイオードに対してアノードとカソードの向きを揃えて配置する必要がなく、工程を簡略化できる。また、上記第１,第２の電極間に接続する複数の発光ダイオードの極性を揃えて配列する必要がないので、製造時に複数の発光ダイオードの極性(向き)を揃える工程が不要となり工程を簡略化できる。また、発光ダイオードの極性(向き)を識別するために、発光ダイオードにマークを設ける必要がなく、極性識別のために発光ダイオードを特別な形状にする必要がなくなる。よって、発光ダイオードの製造工程を簡略化でき、製造コストも抑えることができる。なお、発光ダイオードのサイズが小さな場合や発光ダイオードの個数が多い場合、極性を揃えて発光ダイオードを配列するものに比べて、上記製造工程を格段に簡略化できる。

[0205] また、一実施形態の発光装置では、

上記基板が放熱板上に取り付けられている。

[0206] 上記実施形態によれば、基板を放熱板上に取り付けることによって、さらに放熱効果が向上する。

[0207] また、この発明の発光装置の製造方法では、

１個当たりの発光面積が９００πμm^2以下の複数の発光素子が同一基板の実装面上に１００個以上配置されている発光装置を製造する発光装置の製造方法であって、

少なくとも第１の電極および第２の電極を上記実装面に有する上記基板を作成する基板作成工程と、

上記基板上に上記複数の発光素子を含んだ溶液を塗布する塗布工程と、

少なくとも上記第１の電極と上記第２の電極に電圧を印加して、上記複数の発光素子を少なくとも上記第１の電極および上記第２の電極により規定される位置に配列させる配列工程と

を有することを特徴とする。

[0208] 上記構成によれば、少なくとも第１の電極および第２の電極を実装面に有する基板を作成し、その基板上に微細な複数の発光素子を含んだ液体を塗布する。その後、少なくとも第１の電極と第２の電極に電圧を印加して、微細な複数の発光素子を少なくとも第１の電極および第２の電極により規定される位置に配列させる。これにより、上記複数の発光素子を基板上の所定の位置に容易に配列させることができる。したがって、従来のように発光ダイオードを１つ１つ基板上の所定の位置に配置する必要がなく、多数の微細な発光ダイオードを精度よく所定の位置に配置させることができる。

[0209] この発光装置の製造方法によって、発光時の温度上昇を抑制しつつ発光を分散させることにより、明るさのばらつきが少なくかつ長寿命化と高効率化が可能な発光装置を実現することができる。また、上記発光装置の製造方法では、微細な複数の発光素子のみに半導体を用いることによって、使用する半導体の量を少なくできる。

[0210] また、一実施形態の発光装置の製造方法では、

上記配列工程の後、上記基板を複数の分割基板に分割する基板分割工程を有し、

上記複数の分割基板上の夫々には、１００個以上の上記発光素子が配置されている。

[0211] 上記実施形態によれば、大面積の基板上に複数の発光素子を配列しておき、その基板を１００個以上の発光素子が夫々配置された複数の分割基板に分割するので、各工程を流動する基板数を少なくして大幅にコストを削減できる。

[0212] また、一実施形態の発光装置の製造方法では、

少なくとも上記第１の電極および上記第２の電極は、上記複数の発光素子を駆動するための電極として用いられる。

[0213] 上記実施形態によれば、少なくとも第１の電極および第２の電極を、複数の発光素子を駆動するための電極として用いることによって、配線工程を簡略化してコストを削減できる。

[0214] また、一実施形態の発光装置の製造方法では、

上記配列工程の後、上記基板上の上記複数の発光素子が配置された領域に蛍光体を選択的に塗布する蛍光体塗布工程を有する。

[0215] 上記実施形態によれば、基板上に複数の発光素子を配列した後、基板上の複数の発光素子が配置された領域に蛍光体を選択的に塗布することによって、材料費で大きな比率を占める蛍光体の使用量を減らしてコストを削減できる。

[0216] また、一実施形態の発光装置の製造方法では、

上記複数の発光素子は、棒状であって、

上記複数の発光素子の長手方向が上記基板の実装面に対して平行になるように、上記複数の発光素子が上記基板の実装面上に配置されている。

[0217] 上記実施形態によれば、この発光装置の製造方法は、電極間に電圧を印加することによる物体の分極を利用しているため、棒状の発光素子の両端を分極させるのに都合がよく、棒状の発光素子に対して相性がよい。

[0218] また、一実施形態の発光装置の製造方法では、

上記棒状の発光素子は、棒状のコアを同心状に囲む筒状の発光面を有する。

[0219] 上記実施形態によれば、棒状の発光素子が棒状のコアを同心状に囲む筒状の発光面を有することによって、１個当たりの発光面の面積が９００πμm^2以下の複数の発光素子が同一基板の実装面上に１００個以上配置されているという条件の範囲内で、発光素子１個あたりの発光面の面積が増大し、所定の明るさを得るための発光素子数を削減できる。

[0220] また、一実施形態の発光装置の製造方法では、

上記棒状の発光素子は、第１導電型の棒状の半導体コアと、その半導体コアの外周を覆うように形成された第２導電型の筒状の半導体層とを有し、

上記棒状の発光素子の上記半導体コアの一端側が露出している。

[0221] 上記実施形態によれば、棒状の発光素子が、第１導電型の棒状の半導体コアと、その半導体コアの外周を覆うように形成された第２導電型の筒状の半導体層とを有し、半導体コアの一端側が露出していることによって、半導体コアの一端側の露出部分に一方の電極を接続し、半導体コアの他端側の半導体層に電極を接続することが可能となり、両端に電極を離して接続でき、半導体層に接続する電極と半導体コアの露出部分が短絡するのを防ぐので、配線が容易にできる。

[0222] また、この発明の照明装置では、

上記のいずれか１つの発光装置を備えたことを特徴とする。

[0223] 上記構成によれば、上記発光装置を用いることにより、明るさのばらつきが少なくかつ長寿命化と高効率化が実現できる。

[0224] また、この発明のバックライトでは、

上記のいずれか１つの発光装置を備えたことを特徴とする。

[0225] 上記構成によれば、上記発光装置を用いることにより、明るさのばらつきが少なくかつ長寿命化と高効率化が実現できる。

符号の説明

[0226] １…ｎ型ＧａＮ基板

２…量子井戸層

３…ｐ型ＧａＮ層

１０…半導体チップ

１００…棒状構造発光素子

１０１…サファイア基板

１０２…ｎ型ＧａＮ膜

１０３…マスク層

１０５…レジスト層

１０６…触媒金属

１０７…半導体コア

１０８…量子井戸層

１１０…半導体層

１１１…導電膜

２００…絶縁性基板

２０１，２０２…金属電極

２１０…棒状構造発光素子

２１１…ＩＰＡ

３００…絶縁性基板

３１０…棒状構造発光素子

３０１，３０２…金属電極

３０３…層間絶縁膜

３０４，３０５…金属配線

３１１…半導体コア

３１１a…露出部分

３１１b…被覆部分

３１２…半導体層

４００…絶縁性基板

４１０…棒状構造発光素子

４０１，４０２…金属電極

４０３，４０４…接着部

４１１…半導体コア

４１１a…露出部分

４１１b…被覆部分

４１２…半導体層

４２０…蛍光体

４２１…保護膜

４３０…発光装置

５００…発光装置

５１０…ＬＥＤ電球

５１１…口金

５１２…放熱部

５１３…透光部

６００…バックライト

６０１…支持基板

６０２…発光装置

請求の範囲

[請求項1] １個当たりの発光面積が２，５００πμｍ²以下の複数の発光素子が同一基板の実装面上に１００個以上配置されていることを特徴とする発光装置。

[請求項2] 請求項１に記載の発光装置において、

上記発光素子１個当たりの発光面の面積は６２５πμｍ²以下であることを特徴とする発光装置。

[請求項3] 請求項１または２に記載の発光装置において、

上記基板の実装面の面積は、上記複数の発光素子の発光面積の総和に対して４倍以上であって、

上記複数の発光素子は、上記基板の実装面上に略均等に分散して配置されていることを特徴とする発光装置。

[請求項4] 請求項１から３までのいずれか１つに記載の発光装置において、

上記複数の発光素子は、棒状であって、

上記複数の発光素子の長手方向が上記基板の実装面に対して平行になるように、上記複数の発光素子が上記基板の実装面上に配置されていることを特徴とする発光装置。

[請求項5] 請求項４に記載の発光装置において、

上記棒状の発光素子は、棒状のコアを同心状に囲む筒状の発光面を有することを特徴とする発光装置。

[請求項6] 請求項１から５までのいずれか１つに記載の発光装置において、

上記複数の発光素子は、発光ダイオードであって、

上記基板上に所定の間隔をあけて形成された第１の電極と第２の電極との間に上記複数の発光ダイオードが接続され、

上記複数の発光ダイオードは、上記第１の電極にアノードが接続されると共に上記第２の電極にカソードが接続された発光ダイオードと、上記第１の電極にカソードが接続されると共に上記第２の電極にアノードが接続された発光ダイオードとが混在して上記基板上に配置さ

れ、

交流電源によって上記第１の電極と上記第２の電極との間に交流電圧を印加して上記複数の発光ダイオードが駆動されることを特徴とする発光装置。

[請求項7] 請求項１から６までのいずれか１つに記載の発光装置において、

上記基板が放熱板上に取り付けられていることを特徴とする発光装置。

[請求項8] １個当たりの発光面積が２，５００πμm^2以下の複数の発光素子が同一基板の実装面上に１００個以上配置されている発光装置を製造する発光装置の製造方法であって、

少なくとも第１の電極および第２の電極を上記実装面に有する上記基板を作成する基板作成工程と、

上記基板上に上記複数の発光素子を含んだ溶液を塗布する塗布工程と、

少なくとも上記第１の電極と上記第２の電極に電圧を印加して、上記複数の発光素子を少なくとも上記第１の電極および上記第２の電極により規定される位置に配列させる配列工程と

を有することを特徴とする発光装置の製造方法。

[請求項9] 請求項８に記載の発光装置の製造方法において、

上記配列工程の後、上記基板を複数の分割基板に分割する基板分割工程を有し、

上記複数の分割基板上の夫々には、１００個以上の上記発光素子が配置されていることを特徴とする発光装置の製造方法。

[請求項10] 請求項８または９に記載の発光装置の製造方法において、

少なくとも上記第１の電極および上記第２の電極は、上記複数の発光素子を駆動するための電極として用いられることを特徴とする発光装置の製造方法。

[請求項11] 請求項８から１０のいずれか１つに記載の発光装置の製造方法にお

いて、

上記配列工程の後、上記基板上の上記複数の発光素子が配置された領域に蛍光体を選択的に塗布する蛍光体塗布工程を有することを特徴とする発光装置の製造方法。

[請求項12] 請求項８から１１のいずれか１つに記載の発光装置の製造方法において、

上記複数の発光素子は、棒状であって、

上記複数の発光素子の長手方向が上記基板の実装面に対して平行になるように、上記複数の発光素子が上記基板の実装面上に配置されていることを特徴とする発光装置の製造方法。

[請求項13] 請求項１２に記載の発光装置の製造方法において、

上記棒状の発光素子は、棒状のコアを同心状に囲む筒状の発光面を有することを特徴とする発光装置の製造方法。

[請求項14] 請求項１２または１３に記載の発光装置の製造方法において、

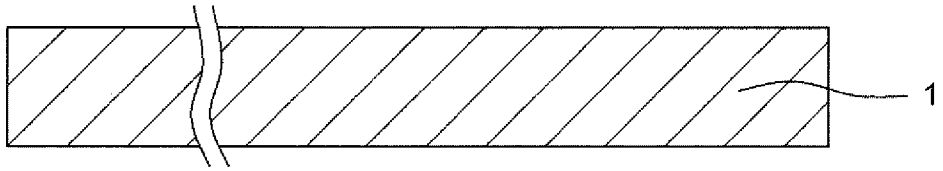
上記棒状の発光素子は、第１導電型の棒状の半導体コアと、その半導体コアの外周を覆うように形成された第２導電型の筒状の半導体層とを有し、

上記棒状の発光素子の上記半導体コアの一端側が露出していることを特徴とする発光装置の製造方法。

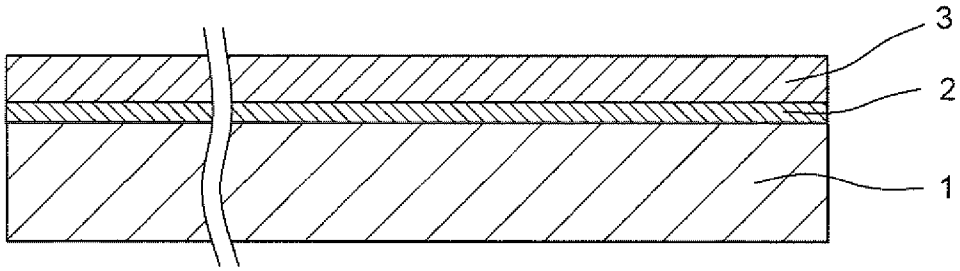
[請求項15] 請求項１から７までのいずれか１つに記載の発光装置を備えたことを特徴とする照明装置。

[請求項16] 請求項１から７までのいずれか１つに記載の発光装置を備えたことを特徴とするバックライト。

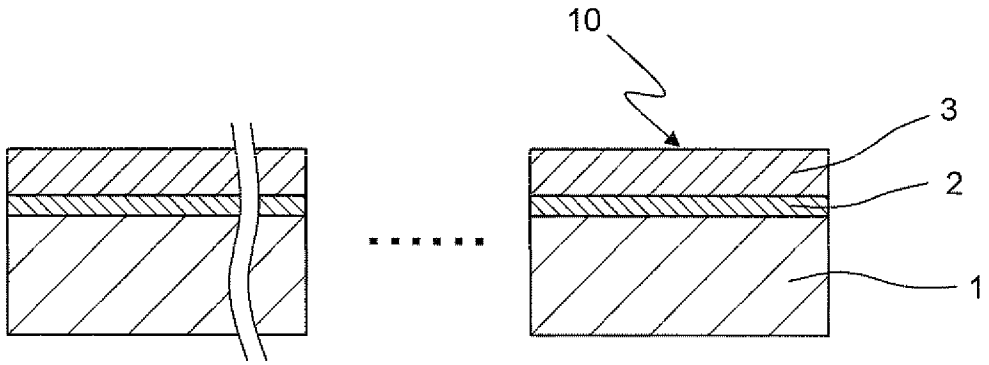
[図1]



[図2]



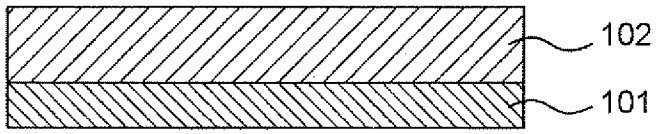
[図3]



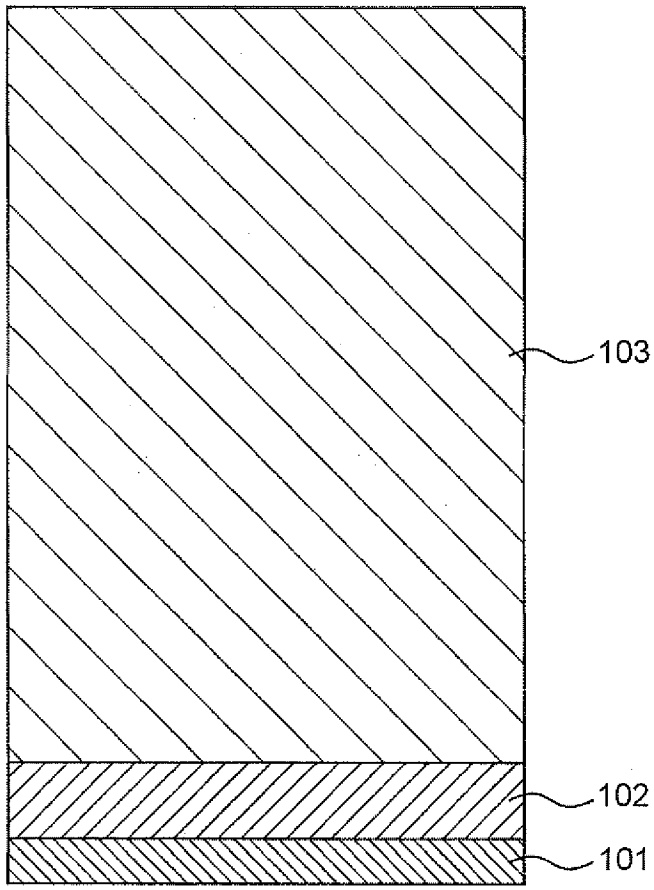
[図4]



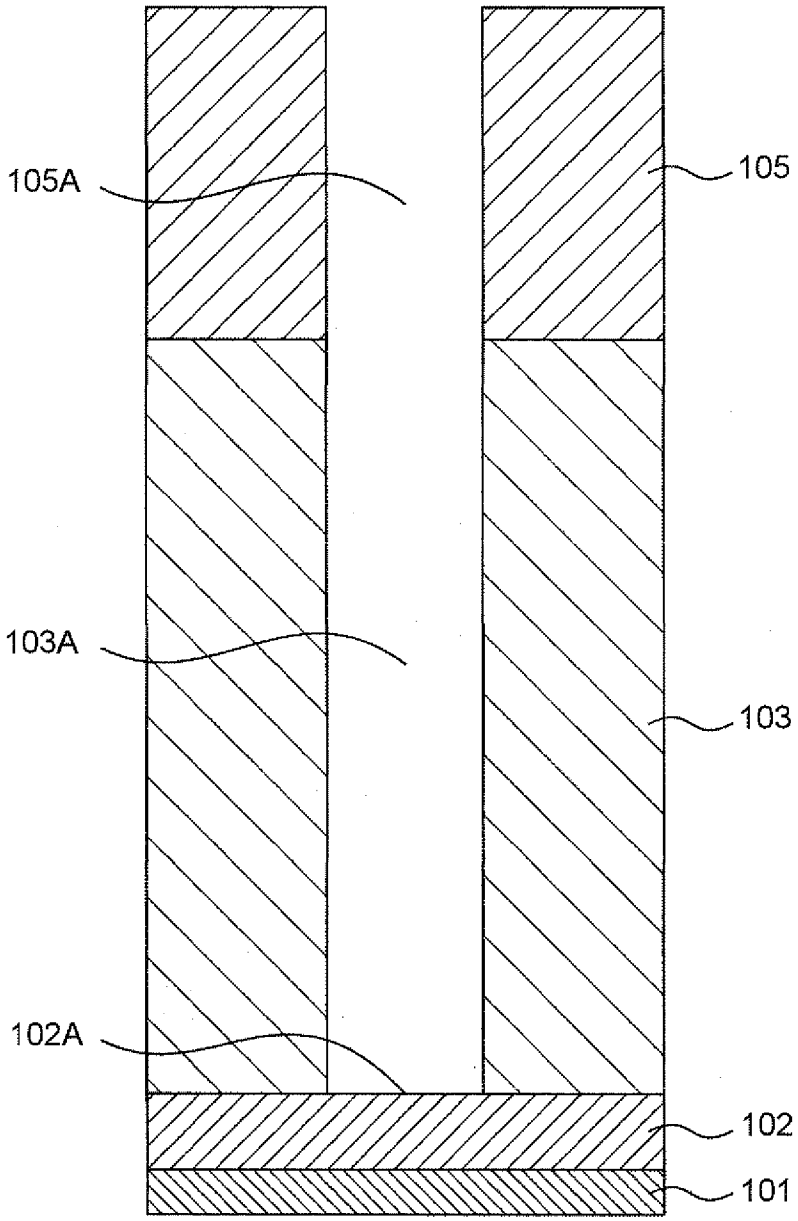
[図5]



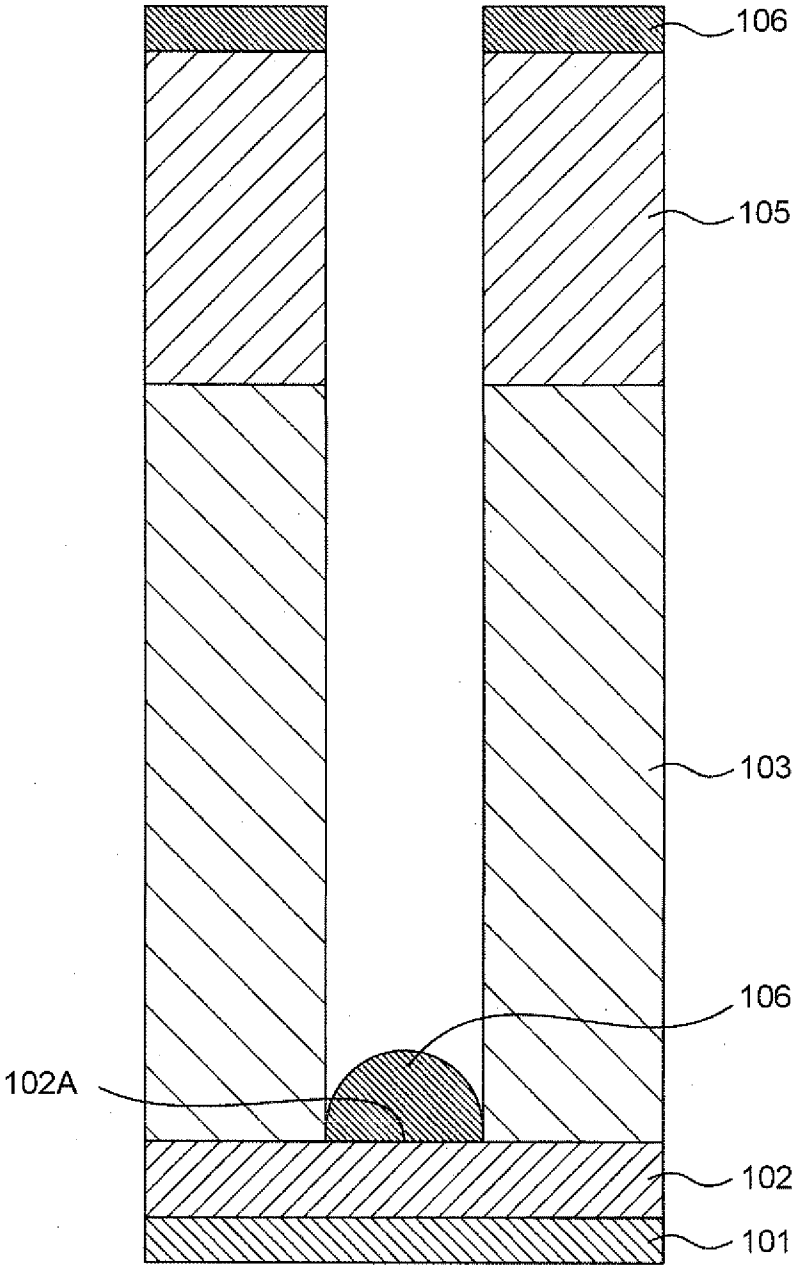
[図6]



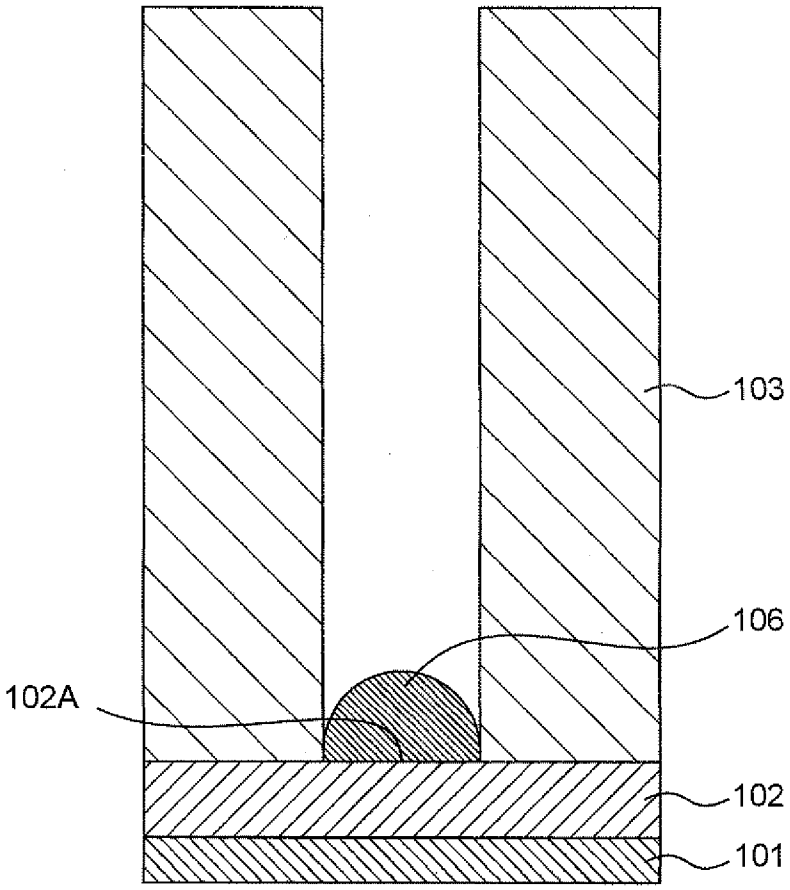
[図7]



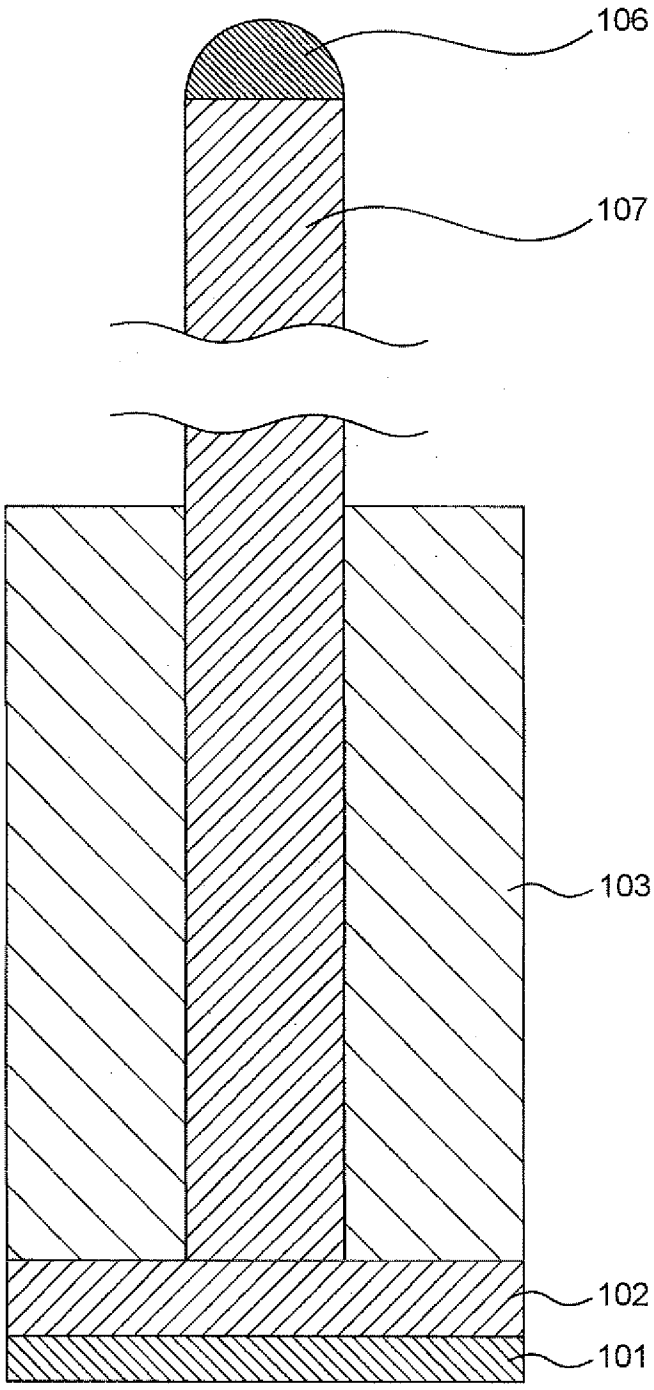
[図8]



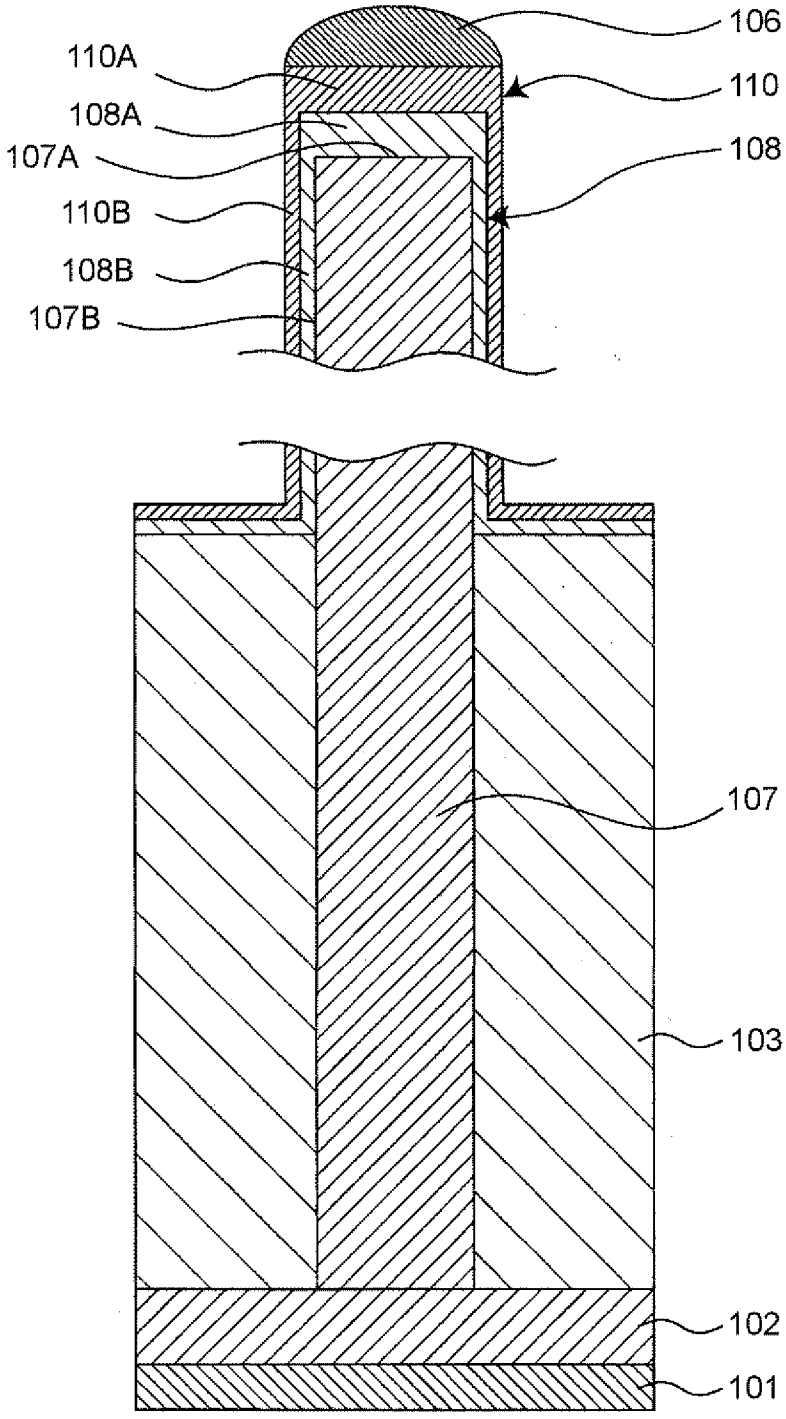
[図9]



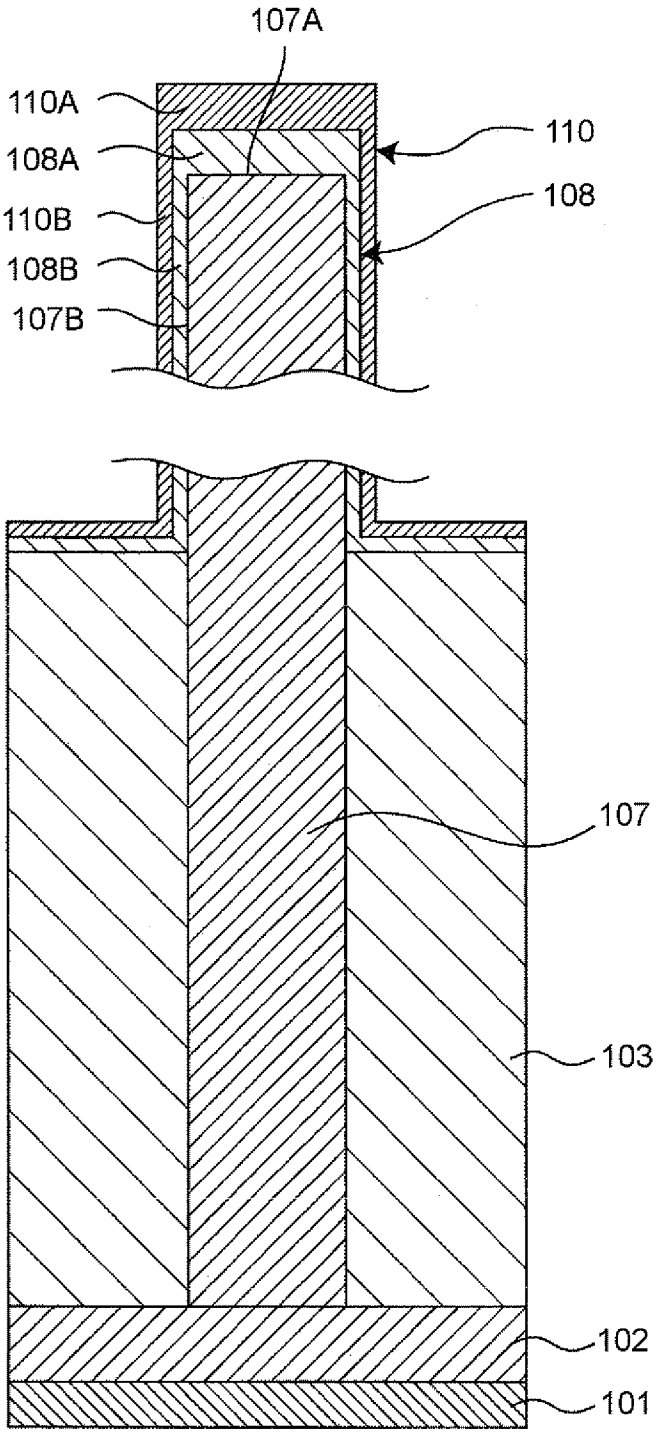
[図10]



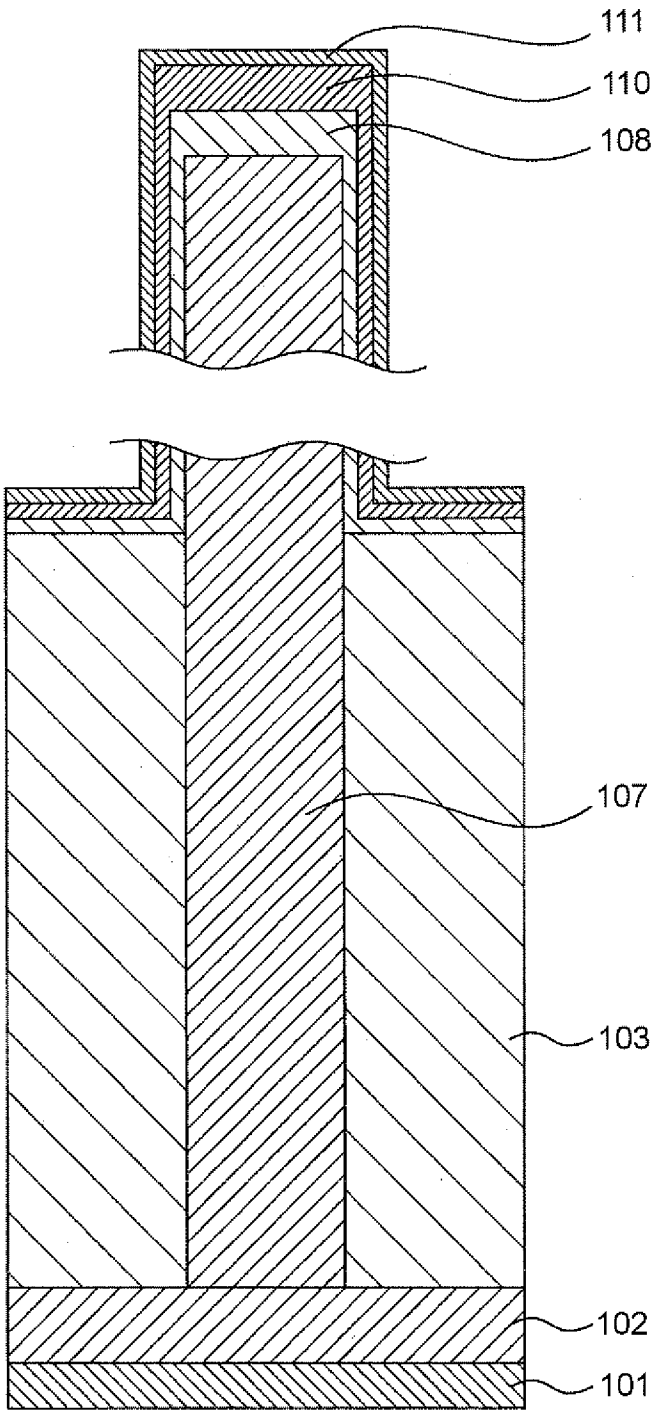
[図11]



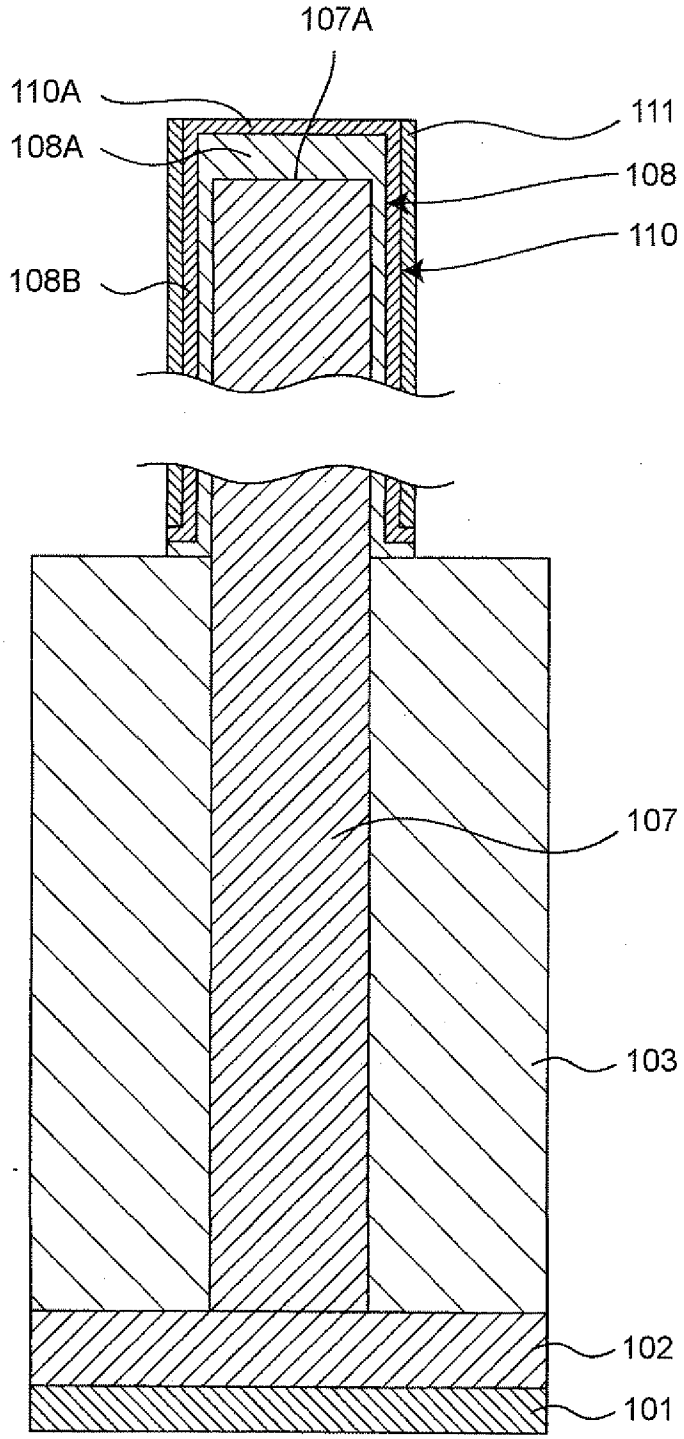
[図12]



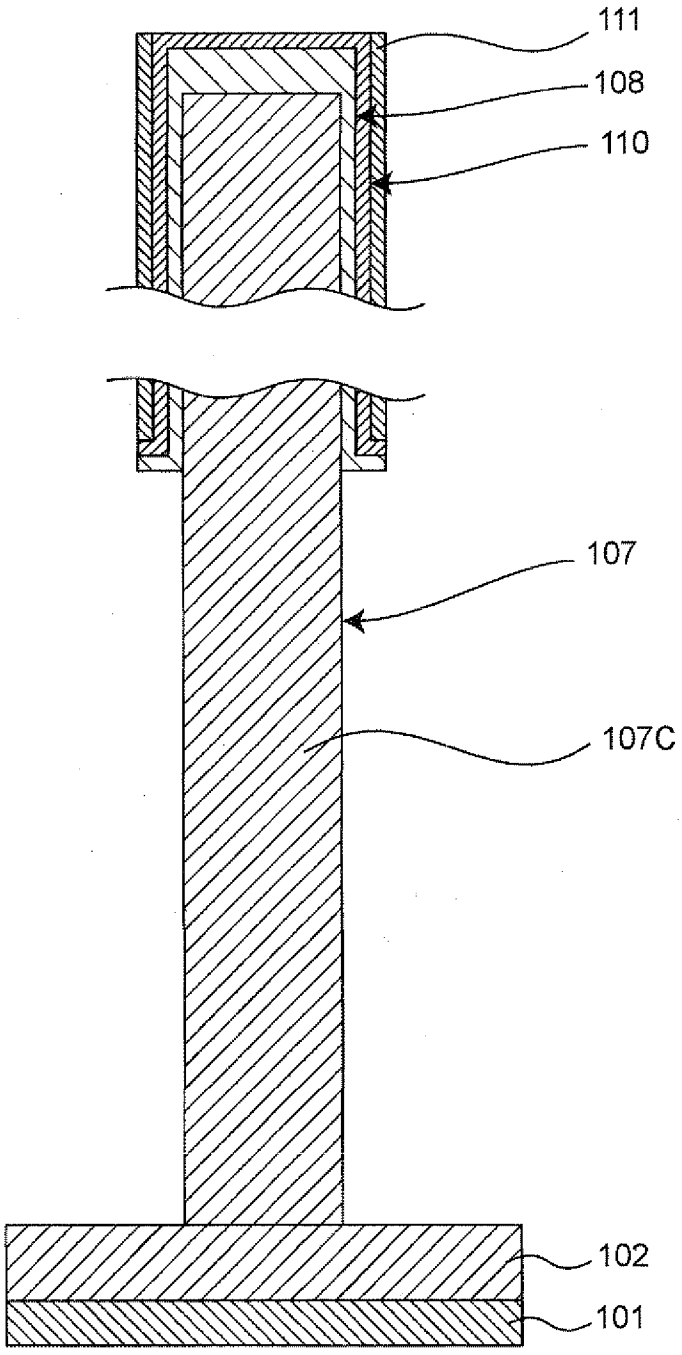
[図13]



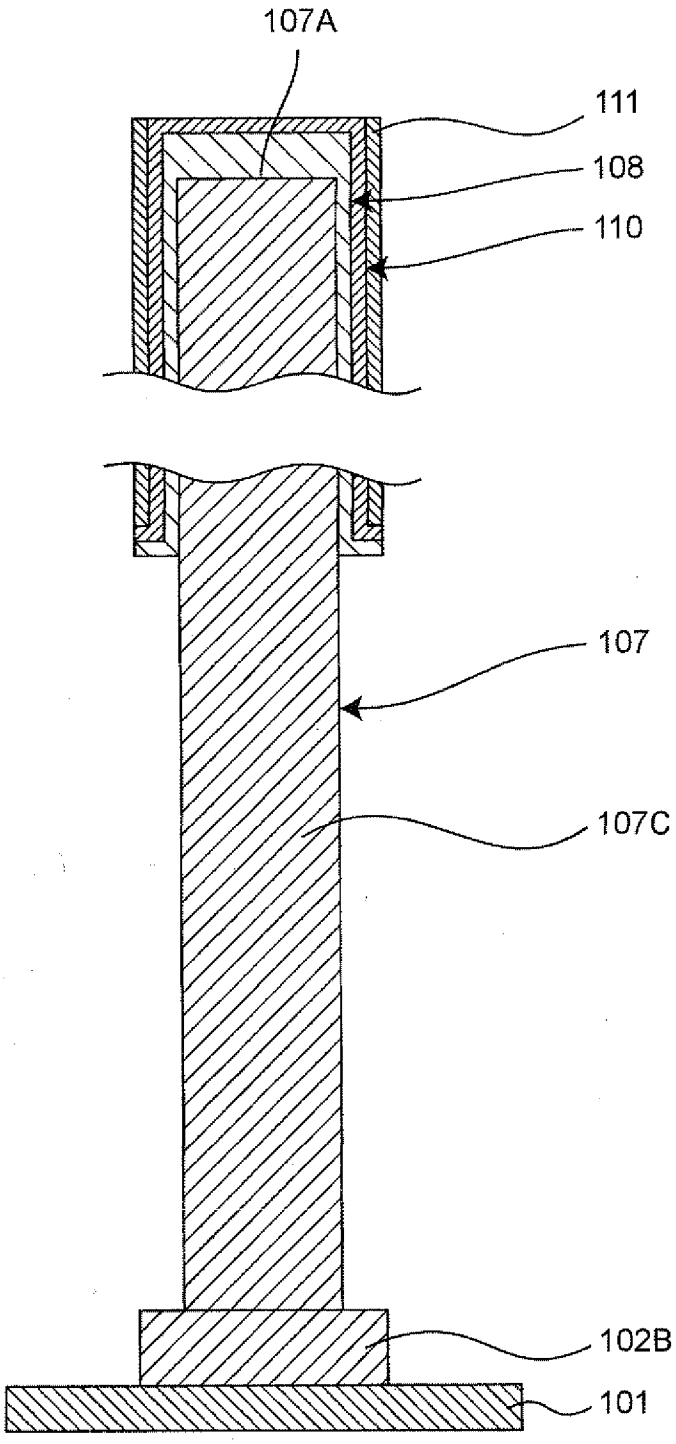
[図14]



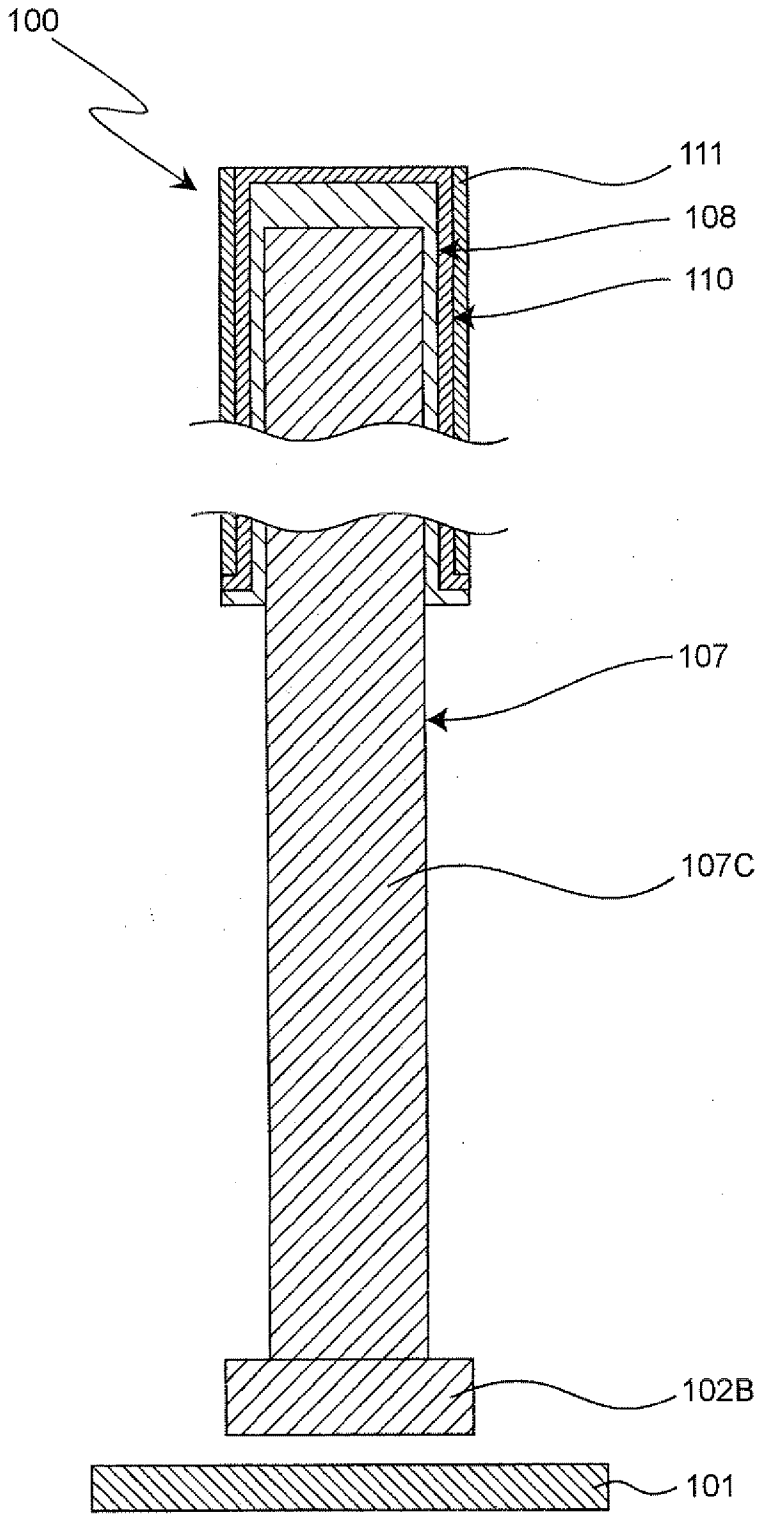
[図15]



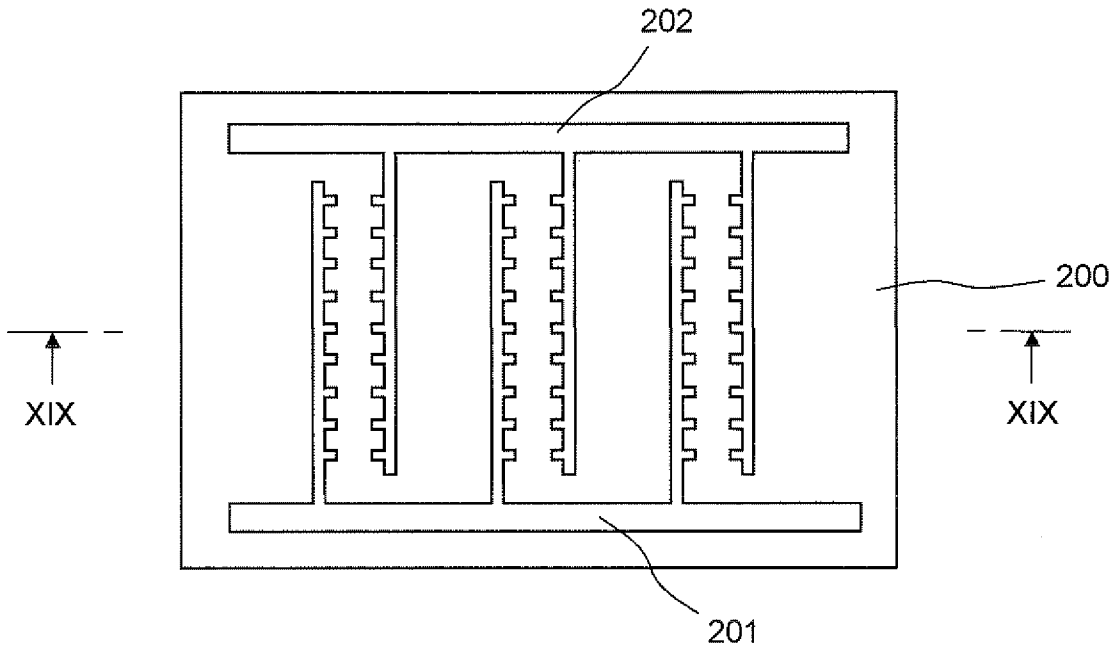
[図16]



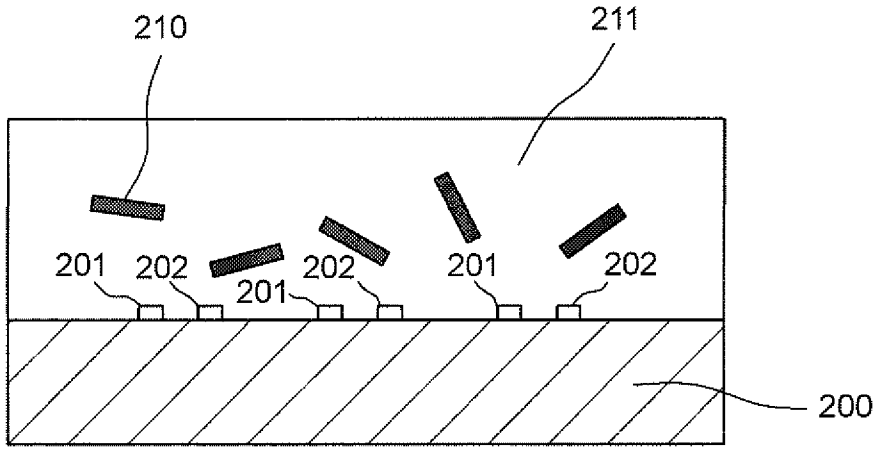
[図17]



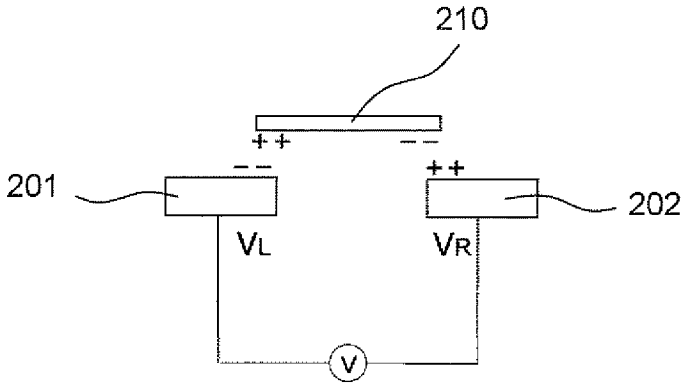
[図18]



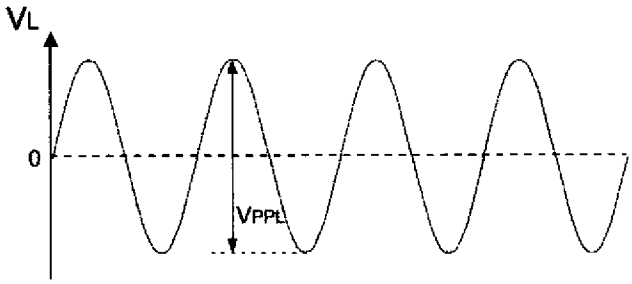
[図19]



[図20]



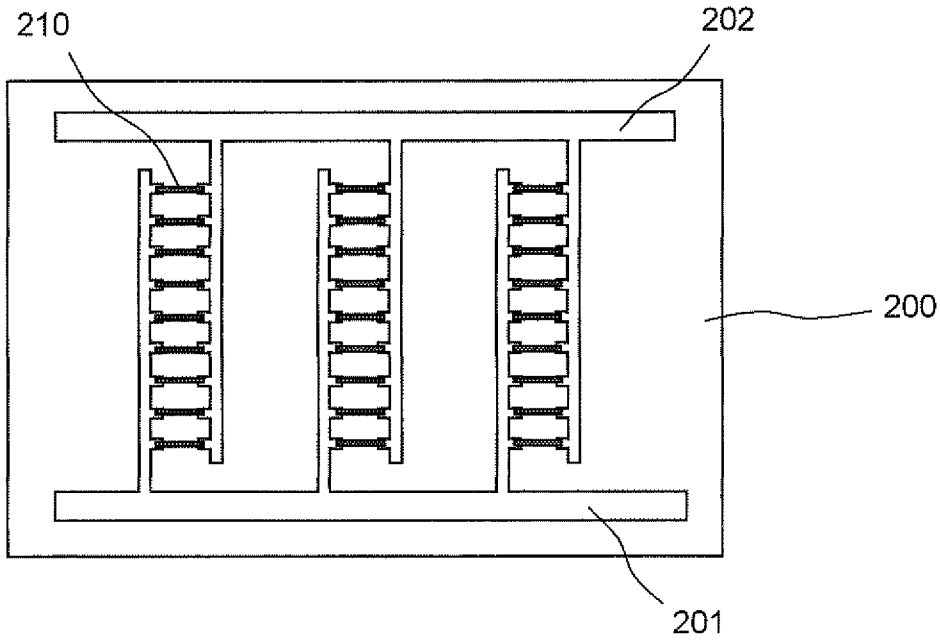
[図21A]



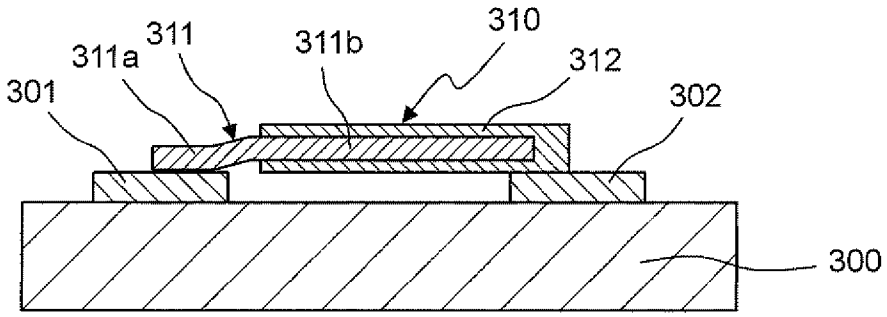
[図21B]



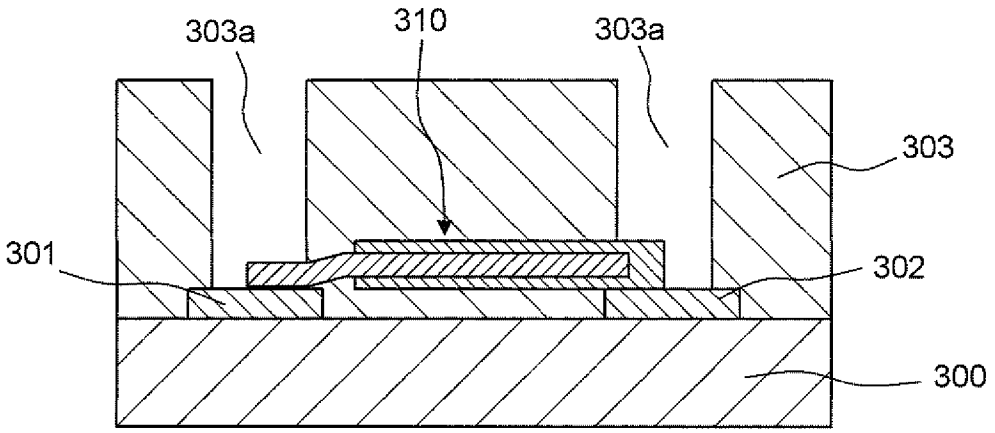
[図22]



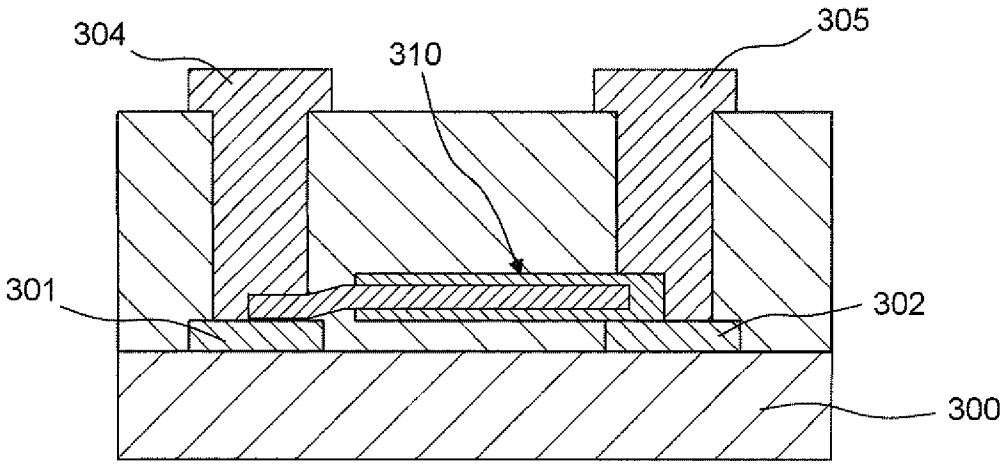
[図23]


311
311a
311b
310
312
301
302
300

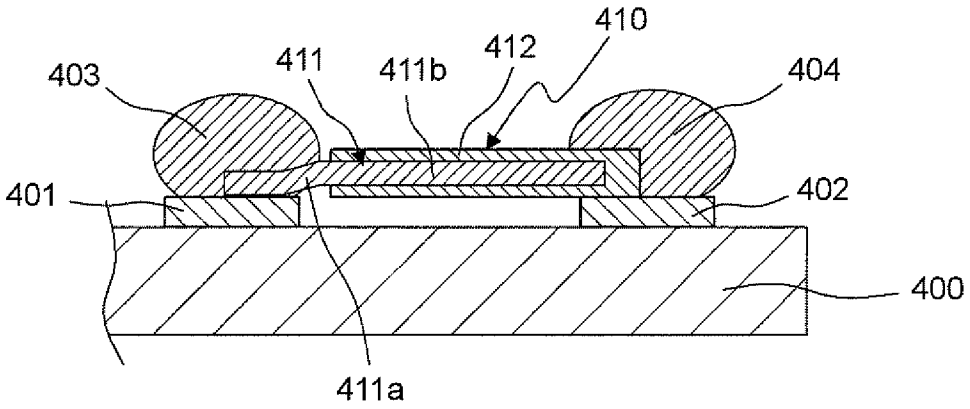
[図24]


303a
310
303a
303
301
302
300

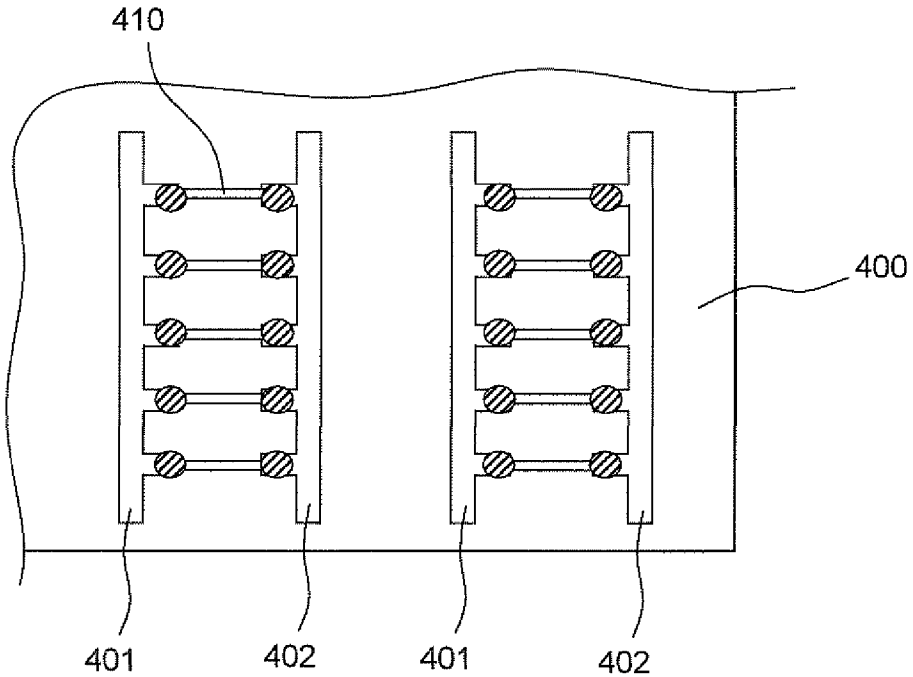
[図25]


304
310
305
301
302
300

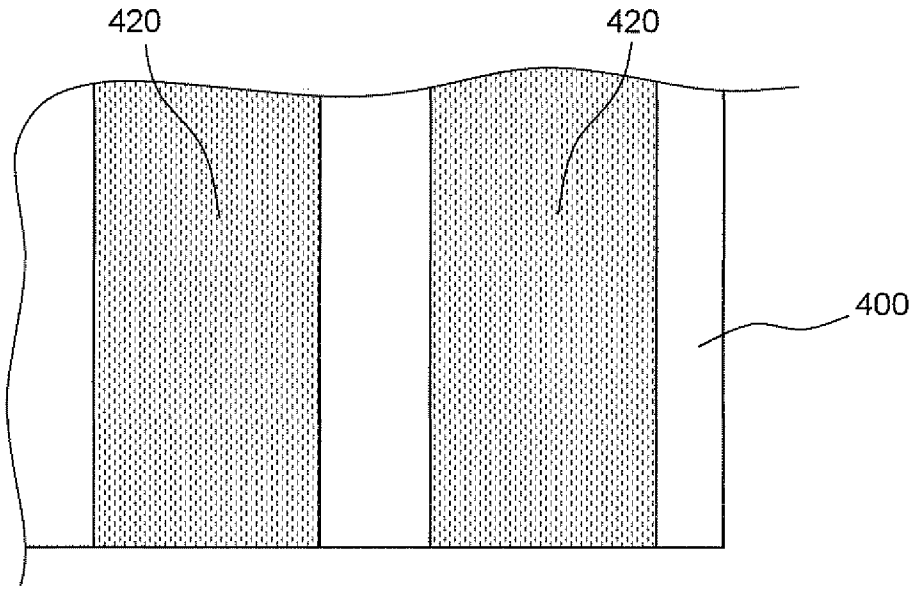
[図26]


410
411
411b
412
403
404
401
402
400
411a

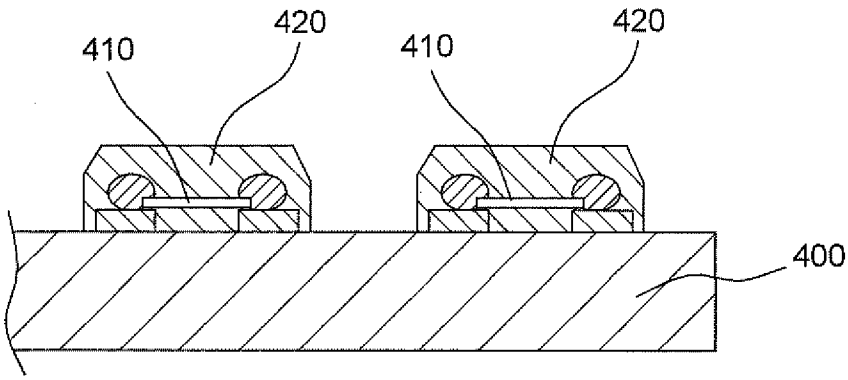
[図27]


410
400
401
402
401
402

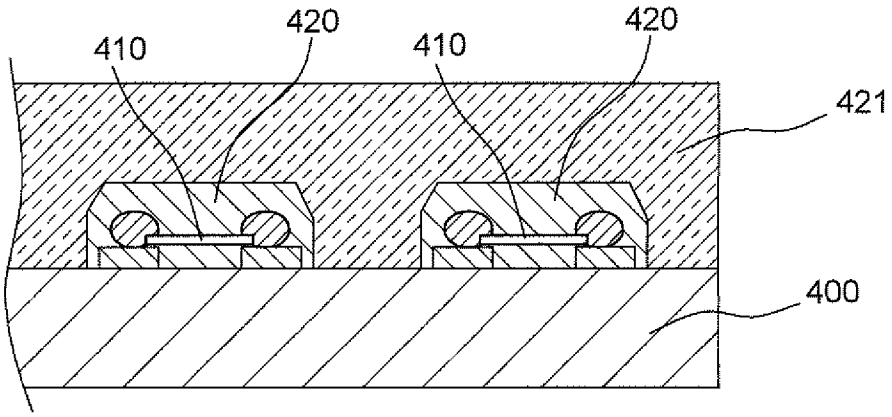
[図28]



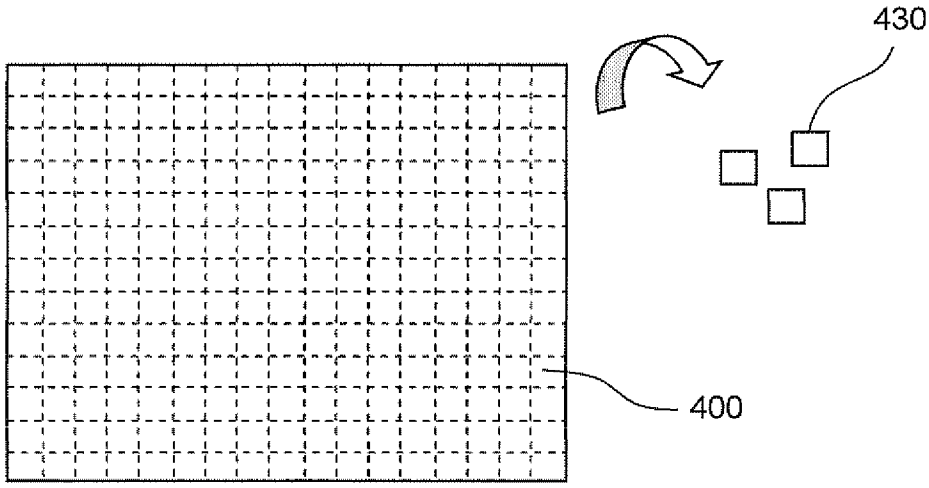
[図29]



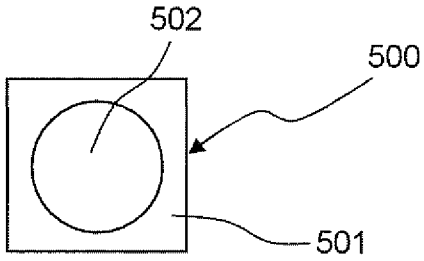
[図30]



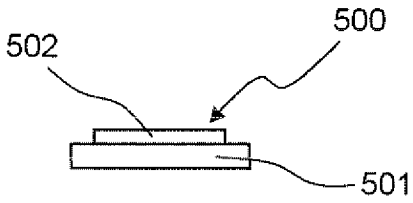
[図31]



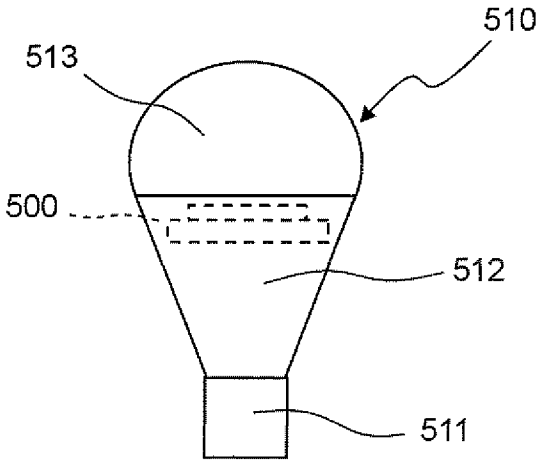
[図32]



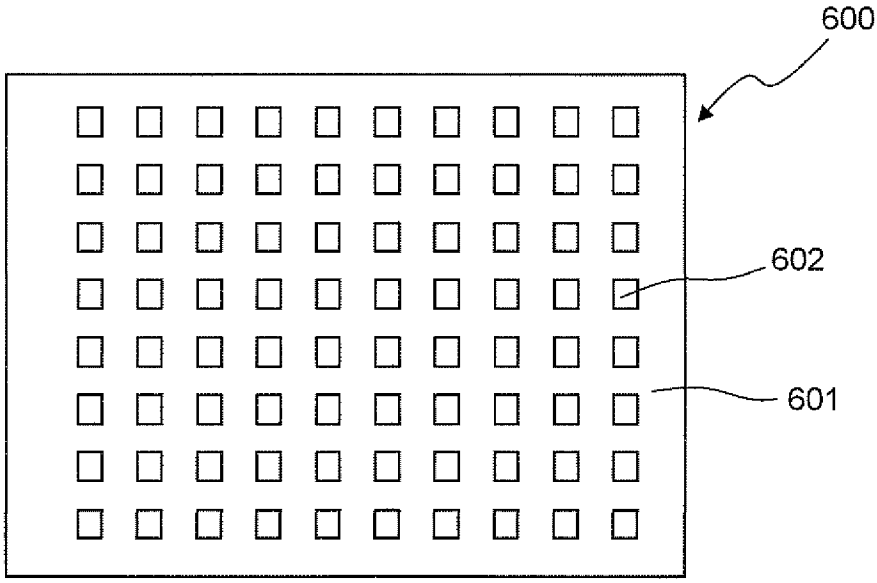
[図33]



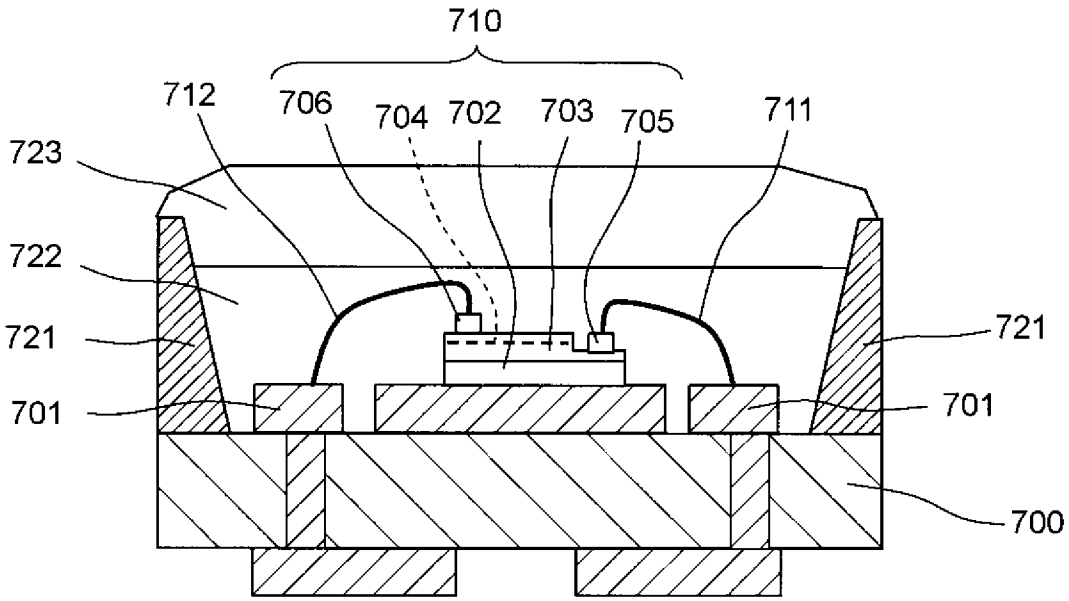
[図34]



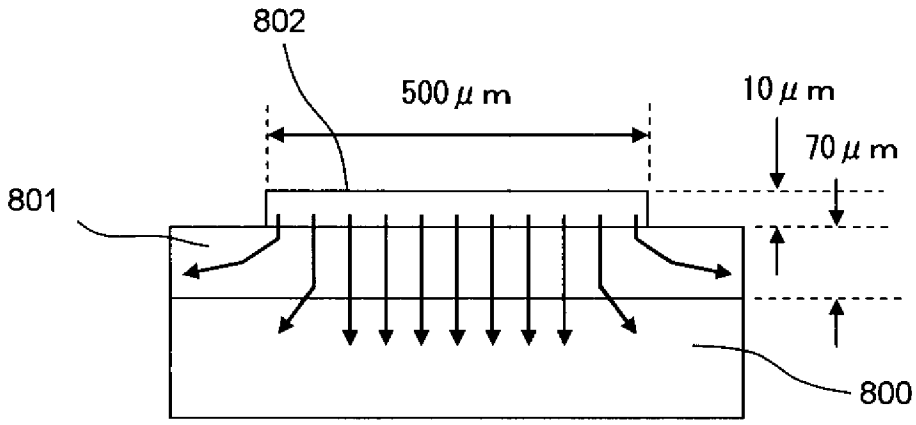
[図35]



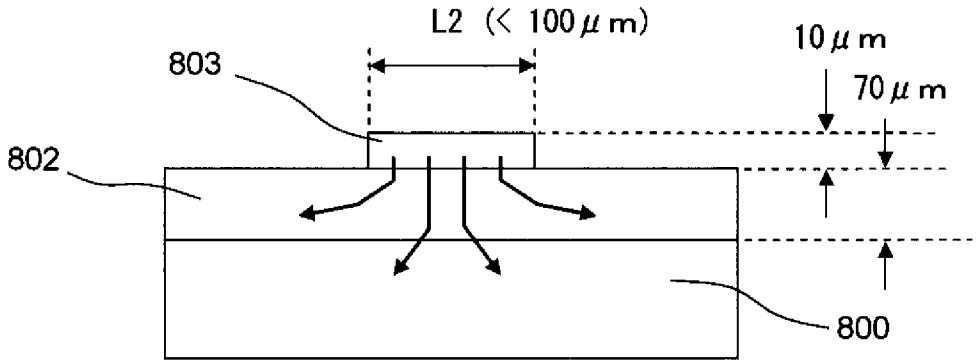
[図36]



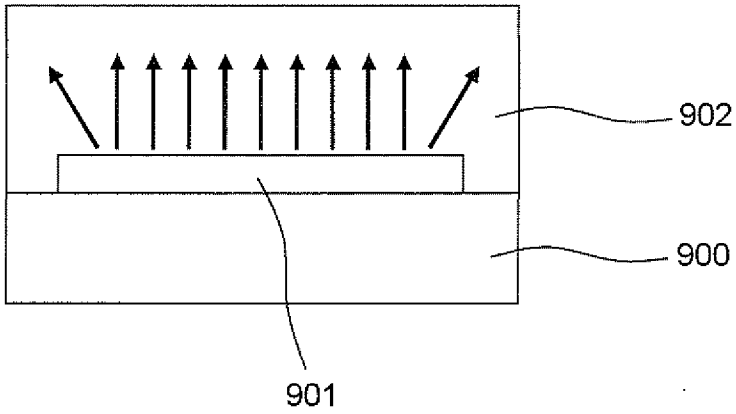
[図37]



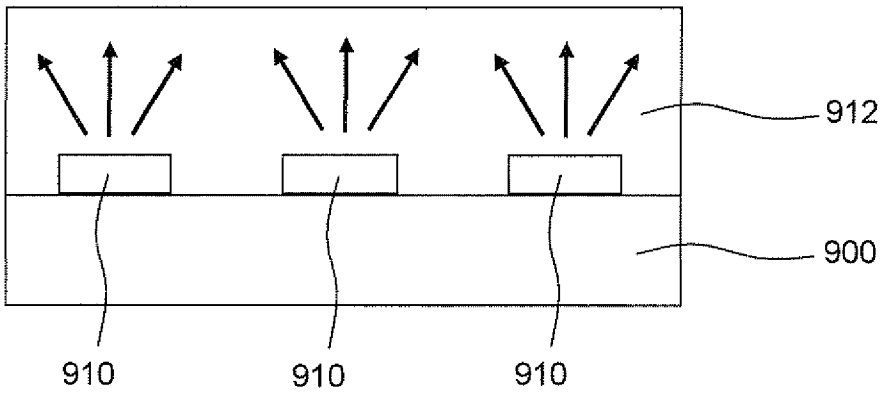
[図38]



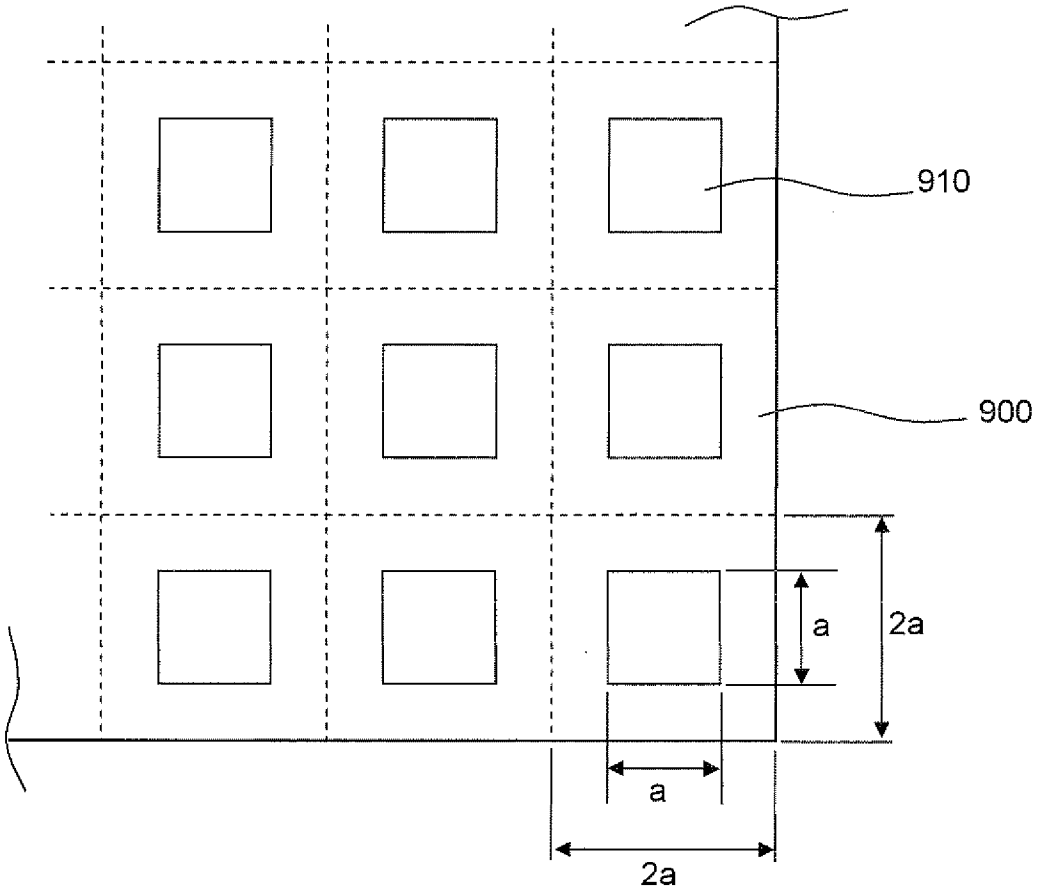
[図39]



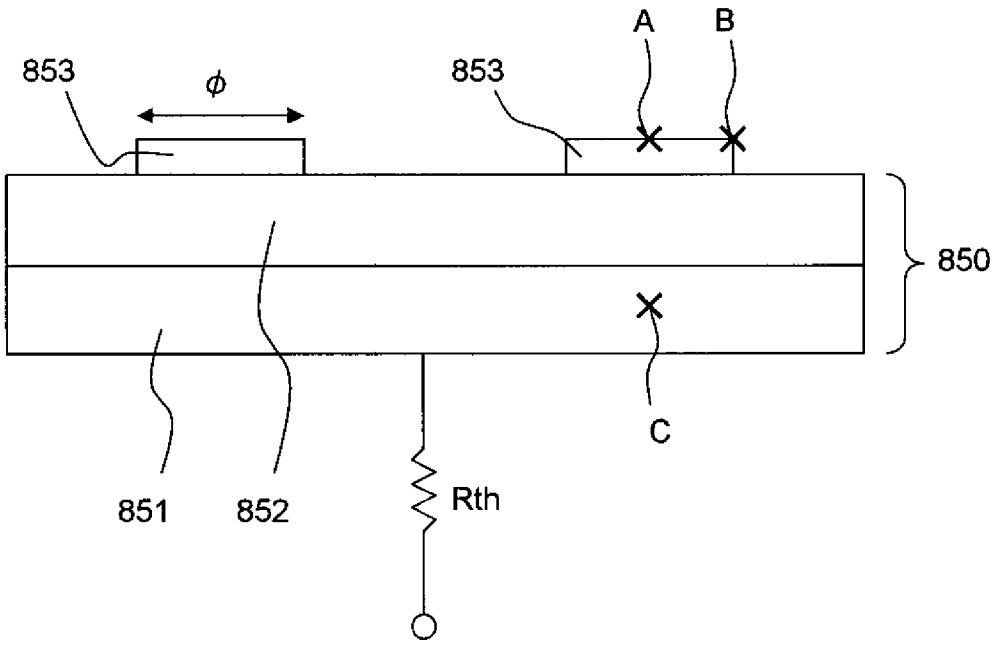
[図40]



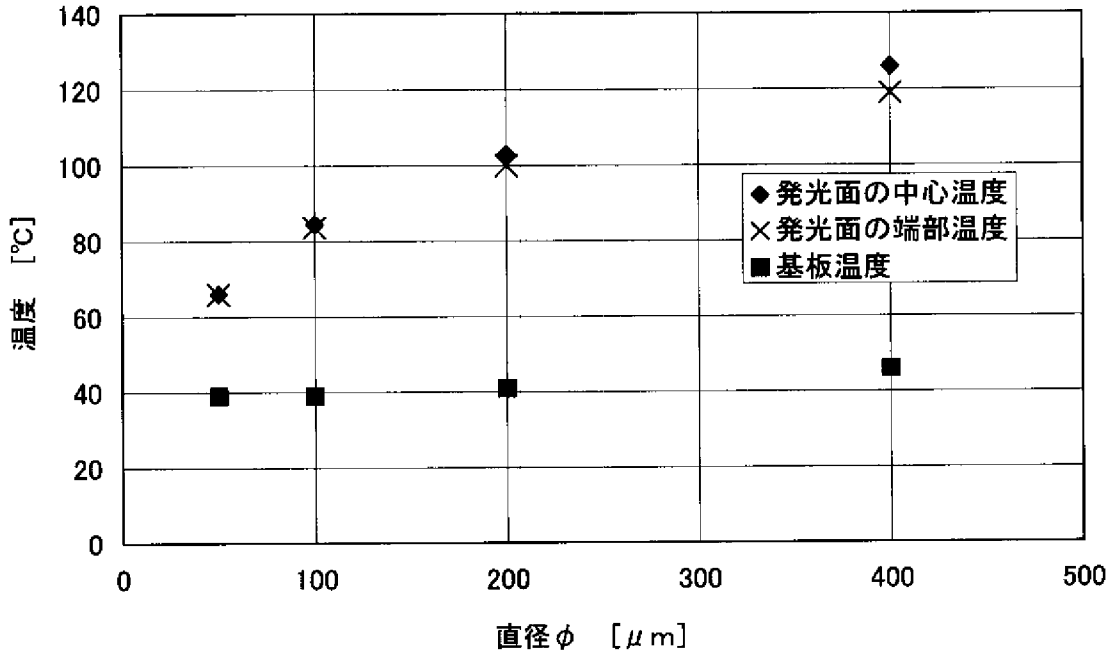
[図41]



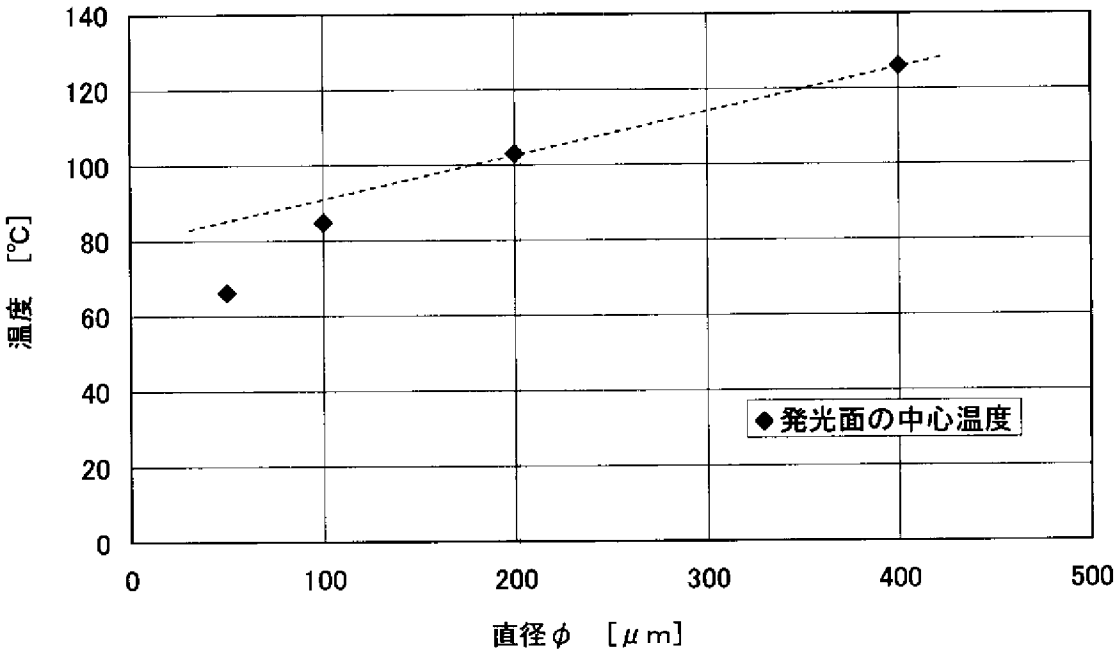
[図42]



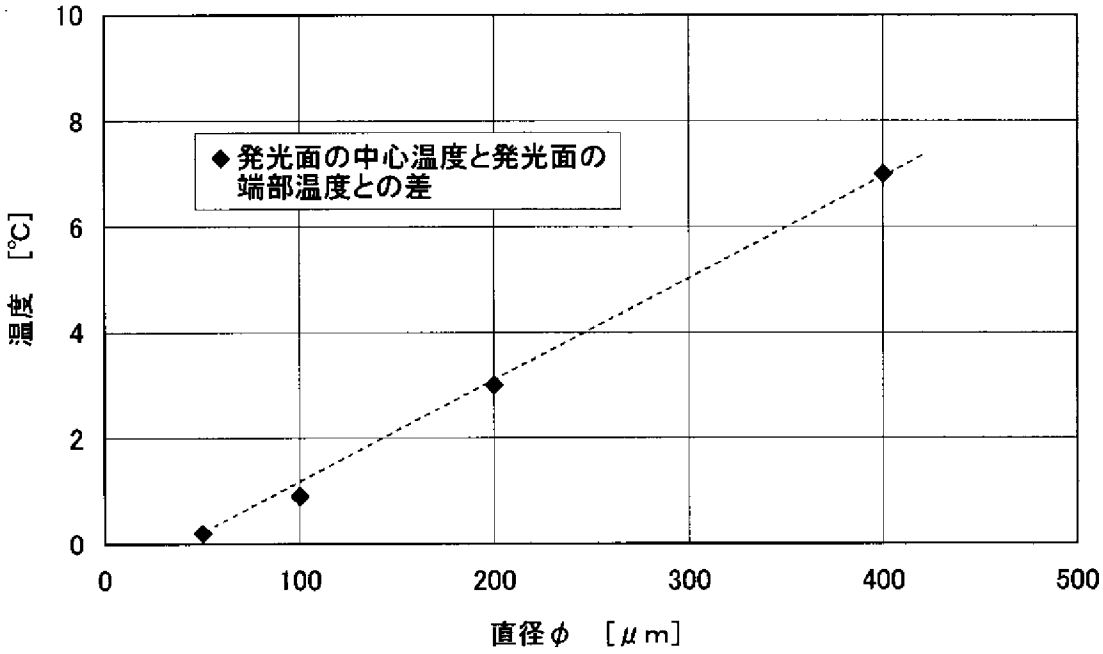
[図43]


140
120
100
80
60
40
20
0
温度 [℃]
0
100
200
300
400
500
直径φ [μm]
◆発光面の中心温度
×発光面の端部温度
■基板温度

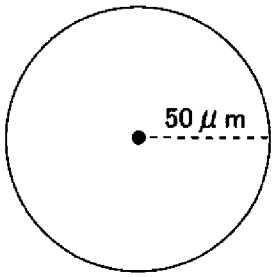
[図44]


140
120
100
80
60
40
20
0
温度 [℃]
0
100
200
300
400
500
直径φ [μm]
◆発光面の中心温度

[図45]

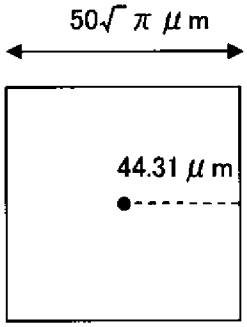

10
8
6
4
2
0
温度 [℃]
◆発光面の中心温度と発光面の端部温度との差
0
100
200
300
400
500
直径φ [μm]

[図46A]



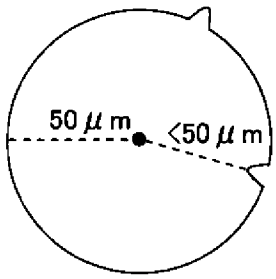
$S=2,500\pi\ \mu m^2$

[図46B]



$S=2,500\pi\ \mu m^2$

[図46C]



$S=2,500\pi\ \mu m^2$

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2011/051318

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
H01L33/02(2010.01)i, *H01L33/00*(2010.01)i, *H01L33/48*(2010.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
H01L33/00-33/64

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2011
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2011	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2011

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	US 2006/0273328 A1 (Chunming Niu et al.), 07 December 2006 (07.12.2006), paragraphs [0040], [0114] to [0118]; fig. 11 & EP 1941554 A & WO 2006/130359 A2 & CA 2609042 A & AU 2006252815 A	1-7,15,16 8-14
Y	JP 2005-524989 A (Phoseon Technology, Inc.), 18 August 2005 (18.08.2005), paragraph [0030]; fig. 11 & US 2005/0152146 A1 & US 2007/0278504 A1 & US 2009/0085046 A1 & EP 1508157 A & EP 2009676 A2 & WO 2003/096387 A2 & TW 229946 B & KR 10-2005-0044865 A & CN 1653297 A & AU 2003235489 A & AU 2003235489 A1	1-7,15,16

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"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)
"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
"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
"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
"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
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
22 February, 2011 (22.02.11)	08 March, 2011 (08.03.11)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office Facsimile No.	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2011/051318

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 2009-147140 A (Panasonic Corp.), 02 July 2009 (02.07.2009), paragraphs [0069] to [0101]; fig. 1, 4, 7 (Family: none)	1-7,15,16 8-14
Y	JP 2007-157969 A (Rohm Co., Ltd.), 21 June 2007 (21.06.2007), paragraphs [0017] to [0023]; fig. 1, 3, 6 (Family: none)	6,7,15,16

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１１／０５１３１８

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　H01L33/02(2010.01)i, H01L33/00(2010.01)i, H01L33/48(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.　H01L33/00-33/64

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	１９７１－２０１１年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１１年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１１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
Y A	US 2006/0273328 A1 (Chunming Niu et al.) 2006.12.07, [0040],[0114]-[0118],FIG.11 & EP 1941554 A & WO 2006/130359 A2 & CA 2609042 A & AU 2006252815 A	1-7,15,16 8-14
Y	JP 2005-524989 A（フォーセン　テクノロジー　インク）2005.08.18, 【００３０】、【図１１】 & US 2005/0152146 A1 & US 2007/0278504 A1 & US 2009/0085046 A1 & EP 1508157 A & EP 2009676 A2 & WO 2003/096387 A2 & TW 229946 B & KR 10-2005-0044865 A & CN 1653297 A & AU 2003235489 A & AU 2003235489 A1	1-7,15,16

☑　Ｃ欄の続きにも文献が列挙されている。　　☐　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の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 ２２．０２．２０１１	国際調査報告の発送日 ０８．０３．２０１１
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ） 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）　２Ｋ　４６３９ 杉田　翠 電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３２５５

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
Y	JP 2009-147140 A（パナソニック株式会社）2009.07.02, 【００６９】－【０１０１】、【図１】、【図４】、【図７】（ファミリーなし）	1-7,15,16
A		8-14
Y	JP 2007-157969 A（ローム株式会社）2007.06.21, 【００１７】－【００２３】、【図１】、【図３】、【図６】（ファミリーなし）	6,7,15,16