

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局(43) 国際公開日
2006年3月9日 (09.03.2006)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2006/025497 A1

- (51) 国際特許分類:
H01L 33/00 (2006.01) F21V 25/04 (2006.01)
F21V 25/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2005/016026
- (22) 国際出願日: 2005年9月1日 (01.09.2005)
- (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2004-255802 2004年9月2日 (02.09.2004) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): ローム株式会社 (ROHM CO., LTD) [JP/JP]; 〒6158585 京都府京都市右京区西院溝崎町2-1番地 Kyoto (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 尺田 幸男 (SHAKUDA, Yukio) [JP/JP]; 〒6158585 京都府京都市

右京区西院溝崎町2-1番地 ローム株式会社内 Kyoto (JP). 西田 敏夫 (NISHIDA, Toshio) [JP/JP]; 〒6158585 京都府京都市右京区西院溝崎町2-1番地 ローム株式会社内 Kyoto (JP). 園部 雅之 (SONOBE, Masayuki) [JP/JP]; 〒6158585 京都府京都市右京区西院溝崎町2-1番地 ローム株式会社内 Kyoto (JP).

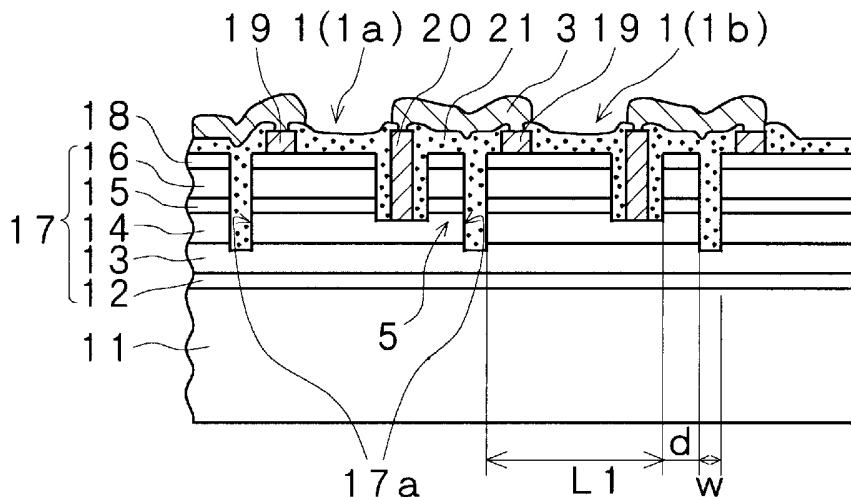
- (74) 代理人: 河村 洸 (KAWAMURA, Kiyoshi); 〒5320011 大阪府大阪市淀川区西中島4丁目5番1号 新栄ビル6E 河村特許事務所 Osaka (JP).

- (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, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KM, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU,

/ 続葉有 /

(54) Title: SEMICONDUCTOR LIGHT-EMITTING DEVICE

(54) 発明の名称: 半導体発光装置



(57) Abstract: Disclosed is a highly reliable semiconductor light-emitting device wherein disconnection does not occur between wires. Such a semiconductor light-emitting device, which can be used in place of an electric lamp or fluorescent lamp, is monolithically formed by forming a plurality of light-emitting units on one substrate. A plurality of light-emitting units (1) are formed by electrically separating a semiconductor multilayer portion (17) which are so formed on a substrate (11) as to constitute a light-emitting layer, and the light-emitting units (1) are respectively connected in series and/or in parallel by a wiring film (3). The structure for electrically separating the light-emitting units (1) from one another is composed of a separation groove (17a) formed in the semiconductor multilayer portion (17) and an insulating film (21) buried in the separation groove (17a). The separation groove (17a) is formed in such a position that the surfaces of the semiconductor multilayer portion (17) on both sides of the separation groove (17a) are substantially on the same plane, and the wiring film (3) is formed on the separation groove (17a) via the insulating film (21).

(57) 要約: 電灯や蛍光管などの代りに用いることができる半導体発光装置を1つの基板上に複数個の発光部を形成してモノリシックにより形成する場合において、配線の断線などが生じないで信頼性の高い半導体発光装置を提供する。基板1上に発光層を形成するように積層された半導体積層

/ 続葉有 /



SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT,
TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML,
MR, NE, SN, TD, TG).

(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, 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 (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR),

添付公開書類:
— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

部17が複数個に電氣的に分離されることにより、複数個の発光部1が形成され、この複数個の発光部1が、配線膜3によりそれぞれ直並列に接続されている。この複数個の発光部1をそれぞれ電氣的に分離する構造が、半導体積層部17に形成される分離溝17aおよびその分離溝17a内に埋め込まれる絶縁膜21により形成され、その分離溝17aは、分離溝17aを挟んだ半導体積層部17の表面が実質的に同一面になる場所に形成され、その分離溝17a上に絶縁膜21を介して配線膜3が形成されている。

要 約 書

電灯や蛍光管などの代りに用いることができる半導体発光装置を1つの基板上に複数個の発光部を形成してモノリシックにより形成する場合において、配線の断線などが生じないで信頼性の高い半導体発光装置を提供する。

基板1上に発光層を形成するように積層された半導体積層部17が複数個に電氣的に分離されることにより、複数個の発光部1が形成され、この複数個の発光部1が、配線膜3によりそれぞれ直並列に接続されている。この複数個の発光部1をそれぞれ電氣的に分離する構造が、半導体積層部17に形成される分離溝17aおよびその分離溝17a内に埋め込まれる絶縁膜21により形成され、その分離溝17aは、分離溝17aを挟んだ半導体積層部17の表面が実質的に同一面になる場所に形成され、その分離溝17a上に絶縁膜21を介して配線膜3が形成されている。

明 細 書

半導体発光装置

技術分野

- [0001] 本発明は基板上に複数個の発光部が形成され、直並列に接続されることにより、たとえば電圧が100Vの商用交流電源で照明用の電灯や蛍光管の代りに使用し得るような半導体発光装置に関する。さらに詳しくは、半導体積層部の表面側に設けられる配線膜により複数個の発光部を接続しながら、各発光部を電氣的に分離する分離溝による配線膜の断線が生じにくい構造にした半導体発光装置に関する。

背景技術

- [0002] 近年、青色系発光ダイオード(LED)の出現により、ディスプレイの光源や信号装置の光源などにLEDが用いられ、さらに電灯や蛍光管の代りにLEDが用いられるようになってきている。この電灯や蛍光管に代ってLEDを用いる場合、100Vの交流駆動でそのまま動作することが好ましく、たとえば図11に示されるように、LEDを直並列に接続し、交流電源71に接続する構成のものが知られている。なお、Sはスイッチを示す(たとえば特許文献1参照)。
- [0003] 一方、このようなLED部を直並列に接続した発光装置をモノリシックに集積化することも考えられている(たとえば特許文献2参照)。この構造は、たとえば図12に示されるように、サファイア基板60上にi-GaN層61、n-GaNコンタクト層62、n-AlGaInクラッド層63、InGaIn多重量子井戸からなる活性層64、p-AlGaInクラッド層65、p-GaNコンタクト層66が順次積層され、n-GaNコンタクト層62が露出するように半導体積層部の一部をエッチングすると共に、さらに隣接するLEDの境界部をi-GaN層61に達するまでエッチングして溝70を形成し、その溝70内にSiO₂膜67を形成し、p-GaNコンタクト層66上に透明電極68を形成し、n-GaNコンタクト層62と透明電極68とを連結するように金属電極69を設けることにより、形成されている。そして、この各電極を1個おきに第1の電源配線と第2の電源配線に接続することにより交流電源71に接続し、1個ごと逆向きにして並列接続することが開示されている。

特許文献1:特開平10-083701号公報(図3)

特許文献2:特開2000-101136号公報(図6)

発明の開示

発明が解決しようとする課題

- [0004] 前述のように、複数のLEDを直並列に接続した発光装置をモノリシックにより形成するには、1つの基板上に半導体層を積層した後に、各発光部を電氣的に分離するため分離溝を形成し、その分離溝内に絶縁膜を埋め込んで各発光部を電氣的に分離し、その上に金属電極を形成することにより、隣接する発光部が接続されている。この場合、基板としてサファイア基板が用いられていること、上部で配線膜により各発光部が接続されることなどの点から、半導体積層部の下層の導電性半導体層に接続する電極は、半導体積層部の一部をエッチング除去して露出する下層の半導体層に接続して形成されている。そのため、前述の分離溝も下層を露出させるエッチングに引き続き、境界部のみをさらにエッチングすることにより分離溝70が形成されている。その結果、図12に示されるように、分離溝を越えて接続される金属電極69は、下層のn-GaNコンタクト層62から、半導体積層部表面に設けられる透明電極68まで、垂直な立上り部分を有している。
- [0005] この半導体積層部の下層半導体層と上層半導体層との段差は、 $0.4\sim 1\mu\text{m}$ 程度であるが、配線膜の立上りが非常に急峻であること、配線膜の厚さは $0.2\mu\text{m}$ 程度と非常に薄いこと、分離溝70は $3\sim 6\mu\text{m}$ の深さがあり、絶縁膜が溝内に落ち込むため凹みやすいこと、などの理由により、ステップカバレッジが悪く、断線が生じる場合があるという問題がある。この問題は、発光部の数が、多くなるほど深刻な問題であり、とくに発光部を直列に何個も接続する場合には、そのうちの1箇所に断線が生じると、その直列部分に接続された全ての発光部が使用不可となるため、非常に深刻な問題となる。
- [0006] 本発明はこのような問題を解決するためになされたもので、電灯や蛍光管などの代りに用いることができる半導体発光装置を1つの基板上に複数の発光部を形成してモノリシックにより形成する場合において、配線の断線などが生じないで信頼性の高い半導体発光装置を提供することを目的とする。
- [0007] 本発明の他の目的は、配線の信頼性を向上させながら、配線スペースや付属部品

配置のスペースを確保することができる構造の半導体発光装置を提供することにある。

[0008] 本発明のさらに他の目的は、交流駆動で、発光しない時間があっても、チラツキを防止し、さらには所望の発光色にしたり、スイッチをオフにしても残光を利用することができる構造の半導体発光装置を提供することにある。

[0009] 本発明のさらに他の目的は、複数個の発光部の一部に短絡などの不良が発生しても、残部で照明装置として動作し得る構造の半導体発光装置を提供することにある。

[0010] 本発明のさらに他の目的は、複数個の発光部が直並列に接続されながら、サージなどが入力しても破壊しにくい構造の半導体発光装置を提供することにある。

[0011] 本発明のさらに他の目的は、発光した光の発射面側に直並列接続をする配線膜が形成される場合でも、電極や配線による遮光をできるだけ排除し、光取り出し効率（外部量子効率）の優れた半導体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

[0012] 本発明による半導体発光装置は、基板と、該基板上に発光層を形成するように半導体層を積層して半導体積層部が形成され、該半導体積層部が複数個に電氣的に分離されると共に、それぞれに一对の導電形層への電氣的接続部が設けられる複数個の発光部と、前記複数個の発光部を、それぞれ直列および／または並列に接続するために前記電氣的接続部に接続される配線膜とを有し、前記複数個の発光部を形成するための電氣的分離が、前記半導体積層部に形成される分離溝および該分離溝内に埋め込まれる絶縁膜により形成され、該分離溝は、該分離溝を挟んだ半導体積層部の表面が実質的に同一面になる場所に形成され、該分離溝上に前記絶縁膜を介して前記配線膜が形成されている。

[0013] ここに実質的に同一面とは、完全な同一面であることを意味するものではなく、配線膜を形成する際に段差によるステップカバレッジの問題が生じない程度の段差以下であることを意味し、具体的には、両面の差が $0.3\mu\text{m}$ 程度以下であることを意味する。また、電氣的接続部とは、半導体層とオーミックコンタクトが得られるように設けられた金属電極や透光性導電層などを意味し、配線膜と電氣的に接続し得るように発光部に形成された接続部を意味する。

- [0014] 具体的には、前記各発光部の前記一对の導電形層への電氣的接続部が、前記半導体積層部の上層側の第1導電形半導体層に電氣的に接続して設けられる上部電極と、前記半導体積層部の一部をエッチング除去して露出する下層の第2導電形半導体層に電氣的に接続して設けられる下部電極とからなり、前記分離溝を挟んだ前記半導体積層部の表面が、共に前記上層側の半導体層になるように形成されている。前記下部電極の厚さが、前記上部電極の厚さより厚くなるように形成されることがより好ましい。
- [0015] また、前記各発光部の前記一对の導電形層への電氣的接続部が、前記半導体積層部の上層側の第1導電形半導体層に電氣的に接続して設けられる上部電極と、前記半導体積層部の一部をエッチング除去して露出する下層の第2導電形半導体層に電氣的に接続して設けられる下部電極とからなり、前記分離溝を挟んだ前記半導体積層部の表面が、共に前記下部電極が設けられる下層半導体層になるように形成され、前記下部電極が設けられる第1の発光部と、前記分離溝を介して該下部電極と前記配線膜により接続される上部電極が設けられる第2の発光部との間にダミー領域が設けられ、該ダミー領域に前記下層半導体層から前記上層半導体層に至る傾斜面が形成され、該傾斜面上を経て前記下部電極と上部電極とを接続する前記配線膜が形成される構造にすることもできる。
- [0016] 前記ダミー領域の前記分離溝と反対側で、前記半導体積層部の表面が実質的に同一面となる部分に第2の分離溝が形成され、該第2の分離溝内に絶縁膜が充填されることにより、第1の発光部と第2の発光部とが分離溝形成の精度により完全に電氣的に分離できていない場合でも、第2の分離溝により電氣的に分離することができるため、信頼性が向上して好ましい。
- [0017] 前記半導体積層部が窒化物半導体からなり、該半導体積層部の少なくとも発光面側に、前記発光層で発光する光の波長を変換する発光色変換部材が設けられることにより、白色光を発光するように形成される。
- [0018] 前記複数個の発光部が、前記一对の導電形層への電氣的接続部が相互に反対になるように並列接続された1組が直列に接続されることにより、商用の交流電源で駆動し得るように接続されることにより、交流100V電源などの商用電源に接続して使

用することができる。

- [0019] 前記複数の発光部の光発射面側に残光時間が10ミリ秒から1秒以内の蛍光材料が設けられることにより、交流駆動で半波ごとに発光部がオンオフすることによる点滅が繰り返されても、オフにした後発光時間が十ミリ秒程度以上続くため、オンオフによるチラツキが意識されることがなく、安定した照明装置にすることができる。さらに、発光部で発光する発光波長を所望の発光波長の光に変更する蛍光材料を用いることにより、青色発光または紫外光などの1色のLEDにより、白色光など所望の発光色にすることができる。
- [0020] 前記複数の発光部の光発射面側に残光時間が1秒以上の蓄光材料が設けられることにより、発光部への印加電源がオフにされた後でも、発光を続けることができ、停電時の非常用照明として機能する。
- [0021] 前記半導体積層部が透光性の基板上に形成され、該基板の裏面が前記発光層で発光する光の取出し面とされ、該基板の裏面に前記発光色変換部材、窒化物半導体からなり、該半導体積層部の少なくとも発光面側に、前記発光層で発光する光の波長を変換する発光色変換部材、残光時間が10ミリ秒から1秒以内の蛍光材料および残光時間が1秒以上の蓄光材料の少なくとも一つが設けられる構造にすることができる。
- [0022] 前記直列に接続される発光部の群れごとに、ヒューズ素子が直列に接続されていることにより、該直列に接続される複数の発光部の群れが並列に複数接続されている場合、他の発光部の群れを異常なく動作させることができるため好ましい。
- [0023] 前記直列および／または並列に接続された複数の発光部の外部電源と接続される電極パッド間にサージを吸収するキャパシタが並列に接続されて形成されていることにより、サージが印加しても発光部を保護することができるため好ましい。
- [0024] 前記直列および／または並列に接続された複数の発光部の外部電源と接続される電極パッド間にサージを吸収するインダクタが直列に接続されていることによっても、サージが印加した場合に発光部を保護することができる。なお、このインダクタは、各発光部間に形成することもできるし、各発光部が渦巻きになるように形成することもできる。

- [0025] 前記配線膜のうち、少なくとも前記上部電極と接続される導電形の半導体層の表面上に形成される部分は、透光性導電膜により形成されることが、配線の直列抵抗をそれ程増大させることなく、光を有効に取り出すことができるため好ましい。

発明の効果

- [0026] 本発明によれば、半導体積層部を複数の発光部に分割して、配線膜により各発光部間を直列や並列に接続することにより、たとえば100VのAC駆動をし得るようなモリシック構造の半導体発光装置を形成する場合に、各発光部間を分離する分離溝が、分離溝を挟んだ両側の半導体層が実質的に同一面になるような場所に形成されているため、その分離溝に起因する段差による配線膜の断線の問題や、断線しなくても膜厚が薄くなるという信頼性の問題を解消することができる。
- [0027] すなわち、このような発光部間を直列または並列に接続する配線膜は、下層の半導体層に接続される電氣的接続部（半導体層と直接または他の導電層を介してオーミックコンタクトし、配線膜と電氣的に接続される部分を意味し、以下、単に電極ともいう）は低い位置にあり、上層の半導体層に接続される電極は高い位置にあり、その両電極を接続するには、段差が生じる。しかも、隣接する発光部間を電氣的に分離するため、分離溝が形成されるが、分離溝は、下層の半導体層を露出させた表面から境界部に形成するのが効率的であるため、通常は分離溝の部分に大きな段差が形成されると共に、半導体積層部の表面から見ると分離溝と下層の露出部とが連続して広い幅でエッチングされ、絶縁膜を形成しても半導体積層部の表面との段差はなくなる。そのため、配線膜もその分離溝を跨ぎながら段差に沿って形成され、段差の角部で配線膜が薄くなって断線しやすいという問題を有している。しかしながら、本発明では、その分離溝が、半導体層表面が実質的に同一な面になる部分に形成されているため、その分離溝の幅をたとえば1 μ m程度と電氣的絶縁が得られる程度の非常に狭い溝にすることにより、絶縁膜を形成する際に分離溝の少なくとも表面側は多少の凹みが生じても殆ど埋まる。その結果、その上に形成される配線膜は、分離溝を跨いで形成される部分でも、段差は殆どなく、ステップカバレッジの問題で配線膜の断線や肉厚が薄くなるという問題が発生することはない。
- [0028] この場合、一対の電極の間には高さの差があるが、たとえば下部電極の厚さを厚く

形成したり、半導体積層部の一部にダミー領域を形成し、そのダミー領域で傾斜面を形成することにより、段差部分に配線を形成する必要がなくなり、ステップカバレッジの問題による断線は生じない。

図面の簡単な説明

- [0029] [図1]本発明による半導体発光装置の一実施形態の断面説明図である。
[図2]本発明による半導体発光装置の他の実施形態を示す断面説明図である。
[図3]本発明による半導体発光装置の発光部の配置例を示す図である。
[図4]図3の等価回路図を示す図である。
[図5]本発明による半導体発光装置の応用例を示す図である。
[図6]本発明による半導体発光装置の他の応用例を示す図である。
[図7]本発明による半導体発光装置のさらに他の応用例を示す図である。
[図8]本発明による半導体発光装置のさらに他の応用例を示す図である。
[図9]本発明による半導体発光装置のさらに他の応用例を示す図である。
[図10]本発明による半導体発光装置のさらに他の応用例を示す図である。
[図11]LEDを用いて照明装置を形成する従来回路例を示す図である。
[図12]LEDを用いて照明装置を形成する従来構造例を示す図である。

符号の説明

- [0030]
- | | |
|----|---------|
| 1 | 発光部 |
| 3 | 配線膜 |
| 4 | 電極パッド |
| 5 | ダミー領域 |
| 6 | 蛍光体膜 |
| 7 | 蓄光ガラス膜 |
| 8 | ヒューズ素子 |
| 9 | キャパシタ |
| 10 | インダクタ |
| 11 | 基板 |
| 13 | 高温バッファ層 |

- 14 n形層
- 15 活性層
- 16 p形層
- 17 半導体積層部
- 17a 分離溝
- 18 透光性導電層
- 19 p側電極(上部電極)
- 20 n側電極(下部電極)
- 21 絶縁膜

発明を実施するための最良の形態

[0031] つぎに、図面を参照しながら本発明の半導体発光装置について説明をする。本発明による半導体発光装置は、図1にその一実施形態の断面説明図が示されるように、基板1上に発光層を形成するように半導体層を積層して半導体積層部17が形成され、その半導体積層部17が複数個に電氣的に分離されると共に、それぞれに一对の導電形層への電氣的接続部(電極19、20)が設けられることにより複数個の発光部1が形成され、この複数個の発光部1が、配線膜3によりそれぞれ直列および／または並列に接続されている。本発明では、この複数個の発光部1をそれぞれ電氣的に分離する構造が、半導体積層部17に形成される分離溝17aおよびその分離溝17a内に埋め込まれる絶縁膜21により形成され、その分離溝17aは、分離溝17aを挟んだ半導体積層部17の表面が実質的に同一面になる場所に形成され、その分離溝17a上に絶縁膜21を介して配線膜3が形成されていることに特徴がある。

[0032] 図1に示される例では、青色発光の発光部1(以下、単にLEDともいう)が窒化物半導体の積層により形成され、その表面に図示しない、たとえばYAG(イットリウム・アルミニウム・ガーネット)蛍光体やSr-Zn-La蛍光体などからなる発光色変換部材が設けられることにより、白色光を発光する発光装置として形成されている。そのため、半導体層積層部は、窒化物半導体層の積層により形成されている。しかし、赤、緑、青の3原色の発光部を形成して白色光になるようにすることもできるし、必ずしも白色光にする必要はなく、所望の発光色の発光部に形成することができる。

- [0033] ここに窒化物半導体とは、III 族元素のGaとV族元素のNとの化合物またはIII 族元素のGaの一部または全部がAl、Inなどの他のIII 族元素と置換したものおよび／またはV族元素のNの一部がP、Asなどの他のV族元素と置換した化合物(窒化物)からなる半導体をいう。
- [0034] 基板11としては、窒化物半導体を積層するには、サファイア(Al_2O_3 単結晶)またはSiCのような半導体を用いられるが、図1に示される例では、サファイア(Al_2O_3 単結晶)が用いられている。しかし、基板は積層される半導体層に応じて格子定数や熱膨張係数などの観点から選ばれる。
- [0035] サファイア基板11上に積層される半導体積層部17は、たとえばGaNからなる低温バッファ層12が $0.005\sim 0.1\ \mu\text{m}$ 程度、ついでアンドープのGaNからなる高温バッファ層13が $1\sim 3\ \mu\text{m}$ 程度、その上にSiをドープしたn形GaNからなるコンタクト層およびn形AlGaN系化合物半導体層からなる障壁層(バンドギャップエネルギーの大きい層)などにより形成されるn形層14が $1\sim 5\ \mu\text{m}$ 程度、バンドギャップエネルギーが障壁層のそれよりも小さくなる材料、たとえば $1\sim 3\text{nm}$ の $\text{In}_{0.13}\text{Ga}_{0.87}\text{N}$ からなるウェル層と $10\sim 20\text{nm}$ のGaNからなるバリア層とが3～8ペア積層される多重量子井戸(MQW)構造の活性層15が $0.05\sim 0.3\ \mu\text{m}$ 程度、p形のAlGaN系化合物半導体層からなるp形障壁層(バンドギャップエネルギーの大きい層)とp形GaNからなるコンタクト層とによるp形層16が合せて $0.2\sim 1\ \mu\text{m}$ 程度、それぞれ順次積層されることにより形成されている。
- [0036] 図1に示される例では、アンドープで、半絶縁性のGaNからなる高温バッファ層13が形成されている。基板がサファイアのような絶縁性基板からなる場合には、必ずしも半絶縁になっていなくても基板まで後述する分離溝を形成すれば支障はないが、アンドープにした方が積層する半導体層の結晶性が良くなるため、さらには、半絶縁性半導体層が設けられていることにより、各発光部に電氣的分離する際に、基板表面までを完全にエッチングしなくても、電氣的に分離することができるため好ましい。基板11がSiCのような半導体基板からなる場合には、隣接する発光部間を電氣的に分離させるため、アンドープで半絶縁性の高温バッファ層13が形成されることが各発光部を独立させるために必要となる。

- [0037] また、n形層14およびp形層16は、障壁層とコンタクト層の2種類で構成する例であったが、キャリアの閉じ込め効果の点から活性層6側にAlを含む層が設けられることが好ましいものの、GaN層だけでもよい。また、これらを他の窒化物半導体層で形成することもできるし、他の半導体層がさらに介在されてもよい。さらに、この例では、n形層14とp形層16とで活性層15が挟持されたダブルヘテロ接合構造であるが、n形層とp形層とが直接接合するpn接合構造のものでもよい。また、活性層15上に直接p形AlGaN系化合物層を成長したが、数nm程度のアンドープAlGaN系化合物層を成長することにより、活性層15の下側にピット発生層を形成して活性層15にできたピットを埋め込みながら、p形層とn形層との接触によるリークを防止することもできる。
- [0038] 半導体積層部17上には、たとえばZnOなどからなり、p形半導体層16とオーミックコンタクトをとることができる透光性導電層18が0.01～0.5 μm 程度設けられている。この透光性導電層18は、ZnOに限定されるものではなく、ITOやNiとAuとの2～100nm程度の薄い合金層でも、光を透過させながら、電流をチップ全体に拡散することができる。この半導体積層部17の一部がエッチングにより除去されてn形層14が露出され、さらにそのn形層14の露出部の近傍で間隔dだけ離間してエッチングにより分離溝17aが形成されている。この離間する部分は発光領域(長さL1の部分)としては寄与せずダミー領域5となり、後述するように熱放散部、配線などの形成スペースなどとすることができ、目的に応じて間隔dは1～50 μm 程度の範囲内で設定される。この分離溝17aは、ドライエッチングなどにより形成されるが、電氣的に分離できる範囲で、できるだけ狭い幅wで形成され、0.6～5 μm 程度、たとえば1 μm 程度(深さは5 μm 程度)に形成される。
- [0039] そして、透光性導電層18上の一部に、TiとAuとの積層構造により、p側電極(上部電極)19が形成され、半導体積層部17の一部がエッチングにより除去されて露出するn形層14にオーミックコンタクト用のn側電極(下部電極)20が、Ti-Al合金などにより形成されている。図1に示される例では、この下部電極20が、0.4～0.6 μm 程度の厚さに形成され、上部電極19とほぼ同程度の高さになるように形成されている。しかし、上部電極19とほぼ同じ高さにならなくても、配線膜3は真空蒸着などにより下部電極20上に堆積されるため、それ程段差は形成されず、通常の高さのままでもよい。

しかし、下部電極20の厚さが上部電極19の厚さより厚く形成されれば配線膜の信頼性が向上し、上部電極19と同程度の高さになればより好ましい。なお、この例では、透光性導電層18とp側電極19の両方がp形層16への電氣的接続部になっているが、後述するように、配線膜3の材料によっては、透光性導電層18のみで電氣的接続部とすることができる。n形層14への電氣的接続部はn側電極20になる。

[0040] そして、この上部電極19および下部電極20の表面が露出するように半導体積層部17の露出する表面および分離溝17a内に、たとえば SiO_2 などからなる絶縁膜21が設けられている。その結果、分離溝17aで区切られた発光部1が基板11上に複数個形成されている。その絶縁膜21の表面で、1個の発光部1aのn側電極20とその発光部1aと隣接する発光部1bのp側電極19とが配線膜3により接続されている。この配線膜3は、AuまたはAlなどの金属膜を真空蒸着またはスパッタリングなどにより0.3～1 μm 程度の厚さに形成されている。この配線膜3は、各発光部1が直列または並列の所望の接続になるように形成される。

[0041] たとえば、図1に示されるように、分離溝17aで分離された1つの発光部1aのn側電極20と隣接する発光部1bのp側電極19とを順次接続していけば、直列に接続することができ、1個当たり3.5～5Vの動作電圧の合計が100V近く(厳密には抵抗やキャパシタを直列に接続することにより調整できる)になるまで接続して、その組を並列に、しかもpnの接続方向が逆方向になるように並列に接続することにより、商用の交流電源である、たとえば100VのAC駆動をする明るい光源にすることができる。また、図3に発光部1の配置例の一部が示されるように、pn関係が逆方向に並列接続された2個1組の発光部を直列に接続して、合計の動作電圧が100Vに近くなるまで直列接続してもよい。このような配置の等価回路図は図4に示されるようになる。なお、この接続で明るさが充分ではない場合には、さらにこれらの組を並列に形成して接続することもできる。図3に示されるように、2個の発光部を逆並列に接続して1組としたものをさらに直列に接続する場合、縦方向ではなく、横方向に隣接する発光部1間でn側電極20とp側電極19とを配線膜3により接続する必要があり、配線膜3の形成場所が発光部1間に必要となる。このスペースとして、前述のダミー領域5を必要な幅で形成することができる。

- [0042] つぎに、図1に示される構造の半導体発光装置の製法について説明をする。有機金属化学気相成長法(MOCVD法)により、キャリアガスの H_2 と共にトリメチルガリウム(TMg)、アンモニア(NH_3)、トリメチルアルミニウム(TMA)、トリメチルインジウム(TMIIn)などの反応ガスおよびn形にする場合のドーパントガスとしての SiH_4 、p形にする場合のドーパントガスとしてのシクロペンタジエニルマグネシウム(Cp_2Mg)またはジメチル亜鉛(DMZn)などの必要なガスを供給して順次成長する。
- [0043] まず、たとえばサファイアからなる基板11上に、たとえば400～600℃程度の低温で、GaN層からなる低温バッファ層12を0.005～0.1 μm 程度成膜した後、温度を600～1200℃程度の高温に上げて、アンドープのGaNからなる半絶縁性の高温バッファ層13を1～3 μm 程度、Siをドーパしたn形GaNおよびAlGaN系化合物半導体からなるn形層14を1～5 μm 程度成膜する。
- [0044] つぎに、成長温度を400～600℃の低温に下げて、たとえば1～3nmの $In_{0.13}Ga_{0.87}N$ からなるウェル層と10～20nmのGaNからなるバリア層とが3～8ペア積層される多重量子井戸(MQW)構造の活性層6を0.05～0.3 μm 程度成膜する。
- [0045] ついで、成長装置内の温度を600～1200℃程度に上げ、p形のAlGaN系化合物半導体層およびGaNからなるp形層16を合せて0.2～1 μm 程度積層する。
- [0046] その後、表面に Si_3N_4 などの保護膜を設けてp形ドーパントの活性化のため、400～800℃程度で10～60分程度のアニールを行い、たとえばZnO層をMBE、スパッタ、真空蒸着、PLD、イオンプレーティングなどの方法により0.1～0.5 μm 程度成膜することにより透光性導電層18を形成する。ついで、n側電極20を形成するため、n形層14が露出するように、積層された半導体積層部17の一部を塩素ガスなどによる反応性イオンエッチングによりエッチングする。さらに引き続き、n形層14を露出させた近傍で、発光部1間を電氣的に分離するため、n形層14の露出部と離間して半導体積層部17を1 μm 程度の幅wで、同様にドライエッチングにより半導体積層部17の高温バッファ層13に至るまでエッチングする。n形層14の露出部と分離溝17aとの間隔dは、たとえば1 μm 程度になるように形成される。
- [0047] つぎに、露出したn形層14の表面にTiとAlを、それぞれ0.1 μm 程度と、0.3 μm 程度、スパッタリングまたは真空蒸着により連続して付着し、RTA加熱により600℃

程度で5秒間の熱処理をすることにより合金化して、n側電極20を形成する。なお、n側電極はリフトオフ法により形成すれば、マスクを除去することにより所定の形状のn側電極を形成することができる。その後、p側電極19のために透光性導電層18上にTiとAuをそれぞれ0.1 μm と0.3 μm 程度ずつ真空蒸着することにより、p側電極19を形成する。その後、全面に SiO_2 などの絶縁膜21を形成し、p側電極19およびn側電極20の表面が露出するように絶縁膜21の一部をエッチング除去する。そして、露出するp側電極19およびn側電極20を接続する部分のみ開口したレジスト膜を設けてAu膜またはAl膜などを真空蒸着などにより設けてからレジスト膜を除去するリフトオフ法などにより所望の配線膜3を形成し、複数の発光部1からなる発光部群ごとにウェハからチップ化することにより、図3に示される半導体発光装置のチップが得られる。なお、配線膜3を形成する際に、図3に示されるように、配線膜3と同じ材料で同時に外部と接続用の電極パッド4を形成する。

[0048] 図1に示される例によれば、n側電極20を形成するためのn形層14の露出部と、発光部1間を分離するための分離溝17aとが、近傍であっても(目的に応じてダミー領域5の幅を広くすることができる)別の部分に形成されており、さらにn側電極20が高く形成されているため、隣接する発光部1間のn側電極20とp側電極19とを接続する配線膜3は、分離溝17aを介して形成されていても、大きな段差を経て接続する必要がない。すなわち、分離溝17aの深さは、3~6 μm 程度あるが、その幅は0.6~5 μm 程度、たとえば1 μm 程度と電气的分離が得られる程度の非常に狭い間隔であり、絶縁膜21が完全に埋め込まれていなくても、表面は殆ど塞がり、その表面に形成される配線膜3には、多少の凹みは生じても大きな段差は生じない。そのため、ステップカバレッジの問題は一切なく、非常に信頼性のある配線膜3を有する半導体発光装置が得られる。

[0049] なお、前述の例では、n側電極20を透光性導電層18の上に露出するように高く形成したが、前述のように、必ずしも透光性導電層18の上に露出してp側電極19とほぼ同一面になっていなくても、n側電極20の位置は分離溝17aを経て隣接する発光部のp側電極19に至る段差よりは小さく、さらにn側電極20の上に配線膜3が積層されてp側電極19と接続されるため、段差の問題は余り生じない。そのため、n側電極2

0は特別に高く形成されなくても、断線などは生じにくく、非常に安定した配線膜3が得られる。若干でも高く形成されていれば、より一層信頼性が向上する点で好ましい。すなわち、分離溝17aの部分で段差が生じないように実質的に同一面の場所に分離溝17aが形成されていればよい。

[0050] 前述の例は、n形層14の露出部と、分離溝17aを異なる場所に形成することにより、分離溝17aを挟んだ半導体層の表面を実質的に同一面になるようにしたが、n形層14を露出させた露出部に分離溝17aが形成されていても、傾斜面を有するダミー領域(中間領域)を設けることにより、断線の問題を防止することができる。その例が、図2に同様の断面説明図で示されている。

[0051] 図2において、半導体積層部17は図1に示される例と同じであるので、同じ部分には同じ符号を付してその説明を省略する。この例では、分離溝17aが半導体積層部17の表面から形成されるのではなく、n形層14の露出面からさらに高温バッファ層13に至るように分離溝17aが形成されている。ただし、分離溝17aを挟んでn側電極20を形成する側と反対側にもn形層14の露出部が形成され、そのn形層14から半導体積層部17上の透光性導電層18の表面に達する傾斜面を有するダミー領域5が形成されていることに特徴がある。

[0052] このダミー領域5は、1つの発光部1aとその隣の発光部1bとの間に形成されており、その幅L2は、10～50 μm 程度に形成される。なお、このときの発光部1の幅L1は、60 μm 程度である。また、このダミー領域5は、図2に示されるように、n形層14の露出部から半導体積層部17の表面に至る傾斜面17cが形成されている。図2には模式的に構造図が示されているだけで、寸法的には正確な図になっていないが、透光性導電層18の表面とn形層14との段差は、前述のように、0.5～1 μm 程度で、n形層14の露出面から、分離溝17aの底までの寸法は3～6 μm 程度ある。しかし、この分離溝17aの幅wは、前述のように、1 μm 程度であり、少なくとも分離溝17aの表面は、少々窪みはできても殆ど絶縁膜21により埋められている。したがって、このダミー領域5のn形層14の露出面を経て配線膜3を形成すれば、殆どステップカバレッジの問題をなくすることができるが、図2に示される例では、このダミー領域5に傾斜面17cが形成されている。これにより、絶縁膜21および配線膜3は緩やかな勾配になり、よ

り一層配線膜3の信頼性を向上させることができる。

[0053] このような傾斜面17cを形成するには、たとえば傾斜面を形成する場所以外のところをレジスト膜などによりマスクし、基板11を斜めに傾けてドライエッチングなどによりエッチングすることにより、図2に示されるような系斜面17cを形成することができる。その後は、前述の図1に示される例と同様に、p側およびn側の電極19、20を形成し、その電極表面が露出するように絶縁膜21を形成し、配線膜3を形成することにより、図2に示される構造の半導体発光装置を得ることができる。

[0054] このダミー領域5が形成されることにより、前述のような傾斜面17cを形成することができる他に、ダミー領域5自身は発光には寄与しないが、隣接する発光部1で発光した光が半導体層を伝ってこのダミー領域5の表面や側面から光を放射させることができ、発光部1が連続して形成される場合よりも、その発光効率(入力に対する出力)が向上する。また、発光部1が連続して形成されていると、通電により発熱した熱が逃げにくくて、結局は発光効率が低下したり、信頼性の低下を来す恐れがあるが、このような発光させないダミー領域5が形成されることにより、発熱しないで熱放散をしやすいため、信頼性の面からも好ましい。さらに、前述の図3に示されるように、横側に並ぶ2つの発光部1を配線膜3で連結する場合、配線膜3の形成場所が必要となるが、このダミー領域5に配線膜3を形成することができるし、後述するインダクタやキャパシタや抵抗(直列抵抗が100Vに適合させるのに用いる場合がある)などの付属部品を形成するスペースとして利用することができる。また、自由に配線膜を形成するスペースがあるため、発光部1自身の構造を四角形状ではなく円形形状(上面図の形状)など、光の取出し構造を考慮した所望の形状にしやすいというメリットもある。すなわち、配線膜の断線防止のみならず、種々のメリットが付随する。このダミー領域5の利用は、図1の例でも同じである。

[0055] 図2に示される例では、このダミー領域5と半導体積層部17の高い側で隣接する発光部1とのあいだにも、その表面から高温バフファ層13に至る第2の分離溝17bが形成されている。この第2の分離溝17bも、半導体積層部表面がほぼ同じ面の場所に形成されており、しかも前述と同様の電氣的に分離し得る範囲で、できるだけ狭い間隔、すなわち1 μ m程度の幅で形成されている。そのため、この第2の分離溝17b上

に絶縁膜21を介して配線膜3が形成されても、断線などの問題は生じない。この第2の分離溝17bは無くても構わないが、第2の分離溝17bが設けられることにより、エッチングのバラツキにより分離溝17aが完全に高温バッファ層13に達していない場合が生じて、隣接する発光部1間の電气的分離を確実にすることができ、その信頼性を向上させることができる。

[0056] 図5は、本発明の半導体発光装置の応用例で、発光特性を向上させる例である。すなわち、前述のように、本発明の半導体発光装置は、LEDを相互に逆方向に接続しておいて、交流で直接駆動する構造になっている。そのため、一方向に接続されるLED群は、交流の半波でのみ発光し、他方向に接続されるLED群は交流の残りの半波でのみ発光する。したがって、図5(b)に時間 t に対する出力 P_o が示されるように、発光出力は半波の出力が繰り返されることになり、100(50×2)または120(60×2)Hzの繰返し周期のパルスとなる。この程度の繰返しでは、人間の目の感覚には、通常余り意識されないが、それでも敏感な目にはチラツキの現象が現れる。このような問題を解決するもので、蛍光体膜6が発光面に設けられている。

[0057] 図5(a)には、図1に示される発光装置の表面に形成された電極パッド4を、回路基板31の配線32上に直接ハンダ付けなどにより接続するフリップチップタイプの例が示されている。すなわち、サファイア基板11の裏面を光の放射面として上向きにし、各発光部1が図示しない配線膜により接続された部分を回路基板31側にしてマウントされた例が示されている。そして、サファイア基板11の露出面に蛍光体膜6が設けられている。蛍光体材料としては、余り残光時間が長いと消灯した場合にいつまでも明るく違和感を生じるので、残光時間(強度が1/10程度になる時間)が10msec(ミリ秒)から1sec程度のものが好ましく、たとえばZnS:Cu(CuがドーピングされたZnSを意味する)、 Y_2O_3 、ZnS:Al(AlがドーピングされたZnSを意味する)などを用いることができ、このような蛍光体材料を、樹脂材料と混合してサファイア基板11の表面に塗布することによりチラツキなどのない発光装置とすることができる。しかし、蛍光体膜6の形成は、このような基板裏面に限定されるものではなく、表面側に形成することもできる。

[0058] 蛍光材料として、たとえば青色光を吸収して黄色に変換し、その黄色の光がLEDチップから発せられる青色光と混色して白色光に変換するYAG(イットリウム・アルミ

ニウム・ガーネット)のような発光色変換部材(1/10残光時間は150~200nsec)を用いることにより、または紫外光を赤色、緑色および青色に変換する発光色変換部材を混合して塗布し、もしくは別々に分離して塗布することにより、青色光または紫外光のLEDと発光色変換蛍光材料とにより電灯などに適した白色光の発光装置とすることができ、前述の残光時間が10msec以上の蛍光体材料と混ぜることにより、残光による目のチラツキを解消しながら、所望の発光色の半導体発光装置とすることができ、このような蛍光体膜の被膜は、前述のサファイア基板11の裏面に設ける場合に限らず、LEDの発光面側に設けられれば、その構造には限定されない。

[0059] 図6は、図5の例をさらに変形したもので、蛍光体膜6の表面にさらに蓄光ガラス膜7が形成された例である。蓄光ガラスとは、テルビウムなどの蓄光材がガラス体内に混入されたもので、このようなガラスを粉末状にして透明樹脂に取り込むことにより、塗布により所望の場所に設けることができる。このような蓄光ガラス膜7が設けられることにより、前述の交流駆動によるチラツキをさらに確実に解消することができると共に、電源をオフにしてからもさらに30~120分程度は光っているため、誘導灯として使用することができ、停電時の非常用照明として機能する。なお、この蓄光ガラスを直接LEDチップに設けてもよいが、図6に示されるように、蛍光体膜6上に設けることにより、蛍光体材料にもよるが、蓄光が主な発光になったときに、光の吸収が少なくなるというメリットがある。

[0060] 図7は、本発明の半導体発光装置のさらなる応用例を示す説明図である。すなわち、通常の電灯であれば、フィラメントが断線すれば点灯しなくなるだけで、電灯を交換すれば何ら不都合はないが、LEDの場合には、ショート不良が起こる場合がある。直列接続されたLEDが全てショート不良になることは稀であるかもしれないが、1個がショートすると他の発光部への印加電圧が高くなり、可能性としてはあり得ることであり、完全な安全性は保たれていない。しかも後述するように、並列接続されている場合、一部がショート不良になると、他の発光部も発光しなくなる。そこで、図7に示されるように、直列接続された発光部1(LED)群と直列にヒューズ素子8が接続されている。このような構成にすることにより、LED群でショート不良が発生しても、ヒューズ素子8が安全装置となる。なお、同じ100Vでも明るい発光装置にするには、図7(b)に示さ

れるように、直列に接続された発光部群が、さらに並列に複数組接続されるが、このような場合には、それぞれの直列接続された発光部群ごとにヒューズ素子8が直列に接続されることにより、一列の発光部群がオフになっても、残りの発光部群で発光することができ、暗くはなるが照明装置としては機能するので好ましい。

[0061] 図8は、本発明の半導体発光装置にサージが入力しても保護することができるサージプロテクトとして、キャパシタ9が組み込まれた例である。すなわち、直並列接続された発光部1群のAC電源に接続される電極パッド4a、4b間にキャパシタ9が接続されたものである。このキャパシタ9は、たとえば10～20pF程度あれば通常の静電破壊を防止することができるので、図8(b)および8(c)に平面説明図および断面説明図が示されるように、配線膜33上に、たとえば Si_3N_4 からなる絶縁膜35を、5nm程度の厚さで、面積が $60\mu\text{m} \times 60\mu\text{m}$ 程度の大きさに形成すれば、上記容量を形成することができ、サージを一旦キャパシタ9で吸収し、時間をかけて放電することができるため、サージに対して発光部1を保護することができる。

[0062] 図9は、同様にサージプロテクタの例で、この例は、インダクタ10を挿入した例である。すなわち、図9(a)に示される例は、たとえば前述の図2に示されるダミー領域5表面のスペースを利用して、配線膜3により渦巻きを形成した例である。このような渦巻きが形成されることにより、インダクタンスが1～10nH程度に形成され、サージが入力しても減衰させる作用をする。この発光部1間に形成するインダクタ10は、電極パッドに近い部分に形成することが好ましく、数個程度のインダクタを形成すれば通常のサージを減衰させることができるため、全ての発光部間に設ける必要はない。なお、渦巻きの中心の端部は、図示しない絶縁膜を介して設けられる配線膜により一方の発光部と接続される。

[0063] 図9(b)は、インダクタ形成例の他の例で、この例は、直列接続される発光部1自体が渦巻き状になるように配線膜により接続されたものである。この両端の発光部1が、電極パッド4に接続されることにより、電極パッド4間にサージが入力しても、サージの立上り時の小電流が渦巻き状に接続された発光部1を流れることにより磁界が形成され、そのときのインダクタンスによりサージを減衰させることができる。

[0064] 図10は、本発明の変形例を示す図で、この例は、各発光部1で発光する光をでき

るだけ外部に取り出しやすくする例である。すなわち、この例は、発光部1上(透光性導電層18上)の配線膜をZnO層などの透光性導電層36により形成したものである。配線膜3が短くて直列抵抗が問題にならない程度であれば、全ての配線膜を透光性導電層36で形成することもできるが、前述のインダクタを配線膜により形成する場合のように、配線膜が長くなる場合には、少なくとも発光領域(活性層5に電流が流れる部分)上の配線膜を透光性導電層36により形成されればよい。ZnOといえども、AuやAlなどと比べると抵抗値が大きいからである。このように発光分部の上側に光を遮断する金属膜が設けられないようにすることにより、有効に発光した光を取り出すことができる。

- [0065] 前述の各例では、絶縁膜を形成するのに、 SiO_2 などをCVD法などにより形成したが、たとえばクラリアント・ジャパン株式会社の商品名 spinfil 130のように、スピコートして200℃10分、400℃10分の硬化処理することにより400℃程度の高温に耐え、透明な絶縁性を有する絶縁膜を形成すれば、分離溝などの凹部を埋めて、ある程度平坦な絶縁膜を形成することができる。しかも熱処理をするため、鋭い凸凹も丸くなり、その上に形成する配線膜の断線は生じにくくなると共に、配線の薄い部分もなくなるため、全体として動作電圧が低くなり好ましい。しかし、この方法では、余り厚く形成すると、配線のための穴形成時の段差が大きくなり、その部分の配線膜の断線が生じる、という問題も生じる。

産業上の利用可能性

- [0066] 商用交流電源を利用した蛍光灯に代る一般的な照明装置、信号機など、各種の照明装置に利用することができる。

請求の範囲

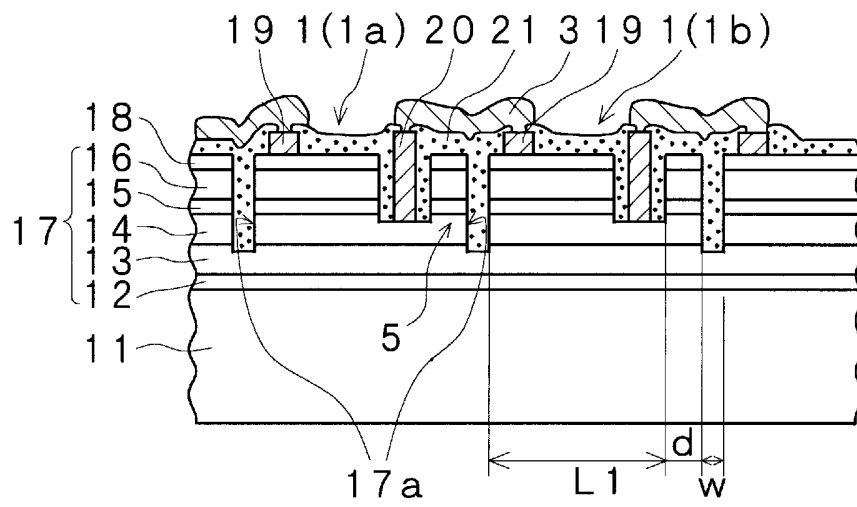
- [1] 基板と、該基板上に発光層を形成するように半導体層を積層して半導体積層部が形成され、該半導体積層部が複数個に電氣的に分離されると共に、それぞれに一对の導電形層への電氣的接続部が設けられる複数個の発光部と、前記複数個の発光部を、それぞれ直列および／または並列に接続するために前記電氣的接続部に接続される配線膜とを有し、前記複数個の発光部を形成するための電氣的分離が、前記半導体積層部に形成される分離溝および該分離溝内に埋め込まれる絶縁膜により形成され、該分離溝は、該分離溝を挟んだ半導体積層部の表面が実質的に同一面になる場所に形成され、該分離溝上に前記絶縁膜を介して前記配線膜が形成されてなる半導体発光装置。
- [2] 前記分離溝と該分離溝の一方の発光部との間に発光部に寄与しない半導体積層部からなるダミー領域が形成されてなる請求項1記載の半導体発光装置。
- [3] 前記各発光部の前記一对の導電形層への電氣的接続部が、前記半導体積層部の上層側の第1導電形半導体層に電氣的に接続して設けられる上部電極と、前記半導体積層部の一部をエッチング除去して露出する下層の第2導電形半導体層に電氣的に接続して設けられる下部電極とからなり、前記分離溝を挟んだ前記半導体積層部の表面が、共に前記上層側の半導体層になるように形成されてなる請求項1記載の半導体発光装置。
- [4] 前記各発光部の前記一对の導電形層への電氣的接続部が、前記半導体積層部の上層側の第1導電形半導体層に電氣的に接続して設けられる上部電極と、前記半導体積層部の一部をエッチング除去して露出する下層の第2導電形半導体層に電氣的に接続して設けられる下部電極とからなり、前記分離溝を挟んだ前記半導体積層部の表面が、共に前記下部電極が設けられる下層半導体層になるように形成され、前記下部電極が設けられる第1の発光部と、前記分離溝を介して該下部電極と前記配線膜により接続される上部電極が設けられる第2の発光部との間にダミー領域が設けられ、該ダミー領域に前記下層半導体層から前記上層半導体層に至る傾斜面が形成され、該傾斜面上を経て前記下部電極と上部電極とを接続する前記配線膜が形成されてなる請求項1記載の半導体発光装置。

- [5] 前記ダミー領域の前記分離溝と反対側で、前記半導体積層部の表面が実質的に同一面となる部分に第2の分離溝が形成され、該第2の分離溝内に絶縁膜が充填されてなる請求項2記載の半導体発光装置。
- [6] 前記半導体積層部が窒化物半導体からなり、該半導体積層部の少なくとも発光面側に、前記発光層で発光する光の波長を変換する発光色変換部材が設けられることにより、白色光を発光するように形成されてなる請求項1記載の半導体発光装置。
- [7] 前記複数の発光部が、前記一対の導電形層への電氣的接続部が相互に反対になるように並列接続された1組が直列に接続されることにより、商用の交流電源で駆動し得るように接続されてなる請求項1記載の半導体発光装置。
- [8] 前記複数の発光部の光発射面側に残光時間が10ミリ秒から1秒以内の蛍光材料が設けられてなる請求項1記載の半導体発光装置。
- [9] 前記蛍光材料が、 $\text{ZnS}:\text{Cu}$ 、 Y_2O_3 、 $\text{ZnS}:\text{Al}$ である請求項8記載の半導体発光装置。
- [10] 前記複数の発光部の光発射面側に残光時間が1秒以上の蓄光材料が設けられてなる請求項1記載の半導体発光装置。
- [11] 前記蓄光材が、テルビウムである請求項10記載の半導体発光装置。
- [12] 前記発光色変換部材内に、残光時間が10ミリ秒から1秒以内の蛍光材料および残光時間が1秒以上の蓄光材料の少なくとも一方が混入されてなる請求項6記載の半導体発光装置。
- [13] 前記半導体積層部が透光性の基板上に形成され、該基板の裏面が前記発光層で発光する光の取出し面とされ、該基板の裏面に前記発光色変換部材と、残光時間が10ミリ秒から1秒以内の蛍光材料および残光時間が1秒以上の蓄光材料の少なくとも1つとが設けられてなる請求項6記載の半導体発光装置。
- [14] 前記直列に接続される発光部の群れごとに、ヒューズ素子が直列に接続されてなる請求項1記載の半導体発光装置。
- [15] 前記直列および／または並列に接続された複数の発光部の外部電源と接続される一対の電極パッド間にサージを吸収するキャパシタが並列に接続されてなる請求項1記載の半導体発光装置。

- [16] 前記直列および／または並列に接続された複数の発光部の外部電源と接続される一対の電極パッド間にサージを吸収するインダクタが直列に接続されてなる請求項1記載の半導体発光装置。
- [17] 前記配線膜のうち、少なくとも前記上部電極と接続される導電形の半導体層の表面上に形成される部分は、透光性導電膜により形成されてなる請求項1ないし10のいずれか1項記載の半導体発光装置。

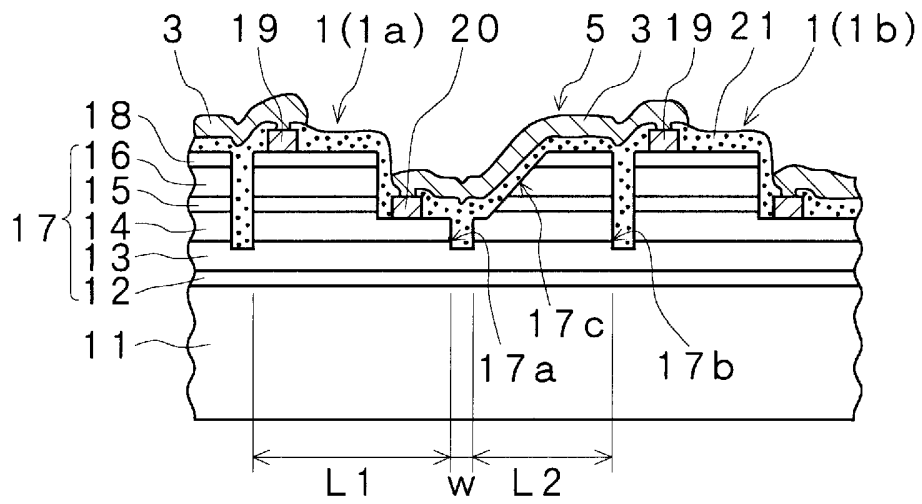
[図1]

FIG. 1



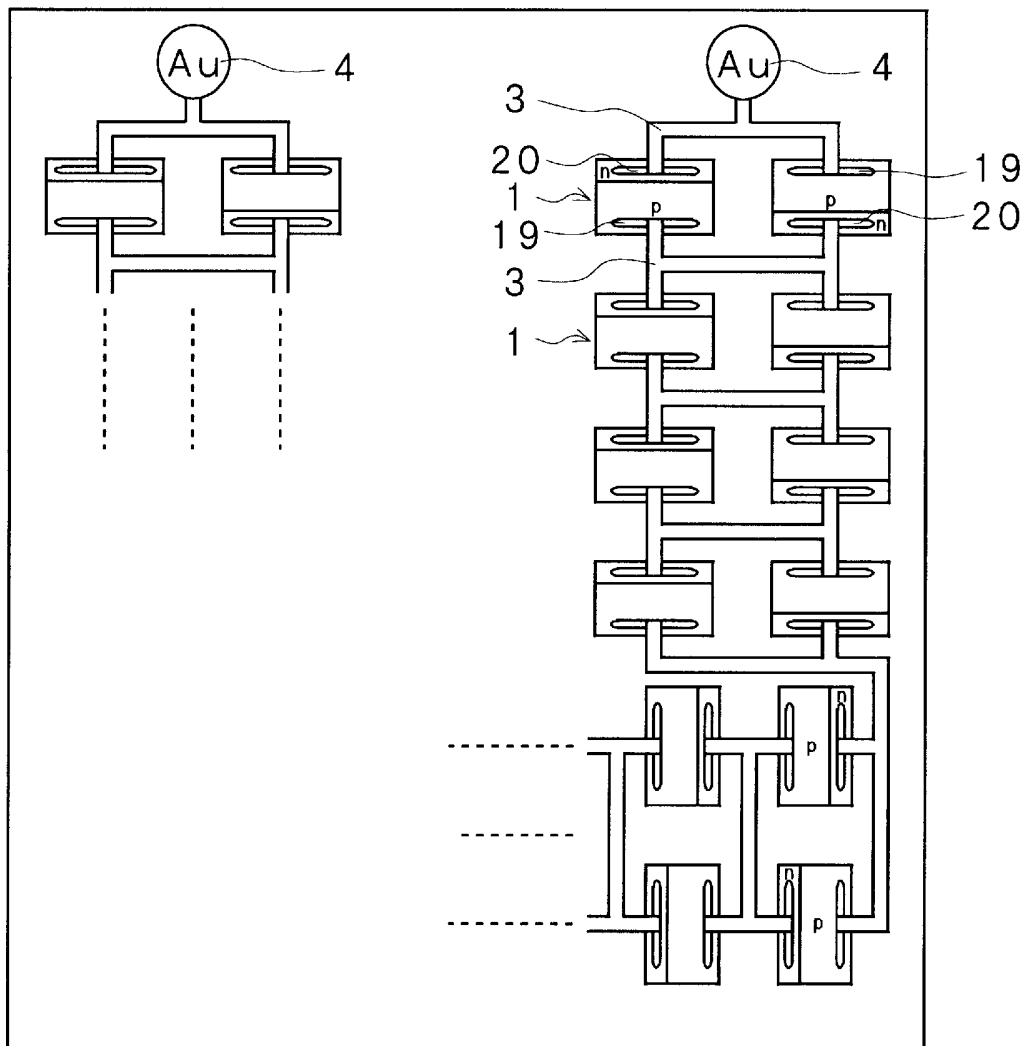
[図2]

FIG. 2



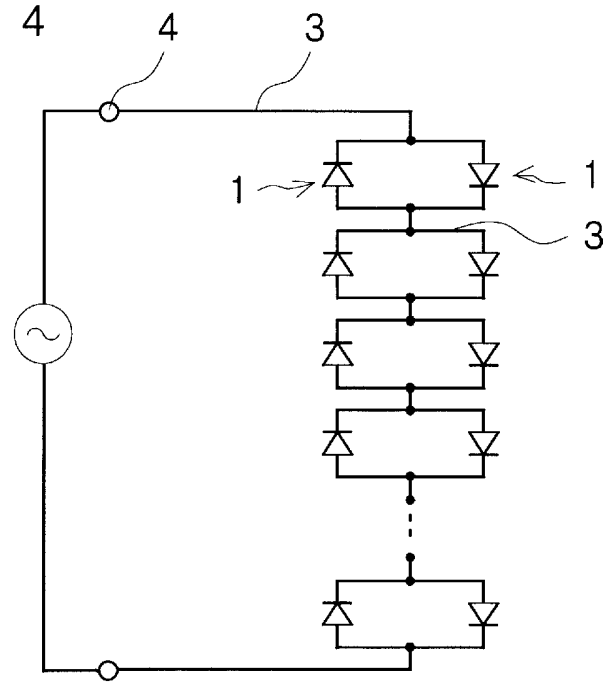
[図3]

FIG. 3



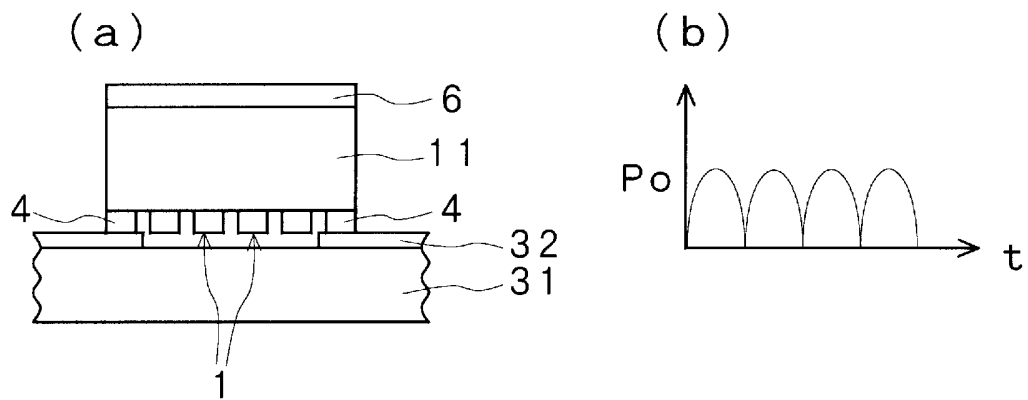
[図4]

FIG. 4



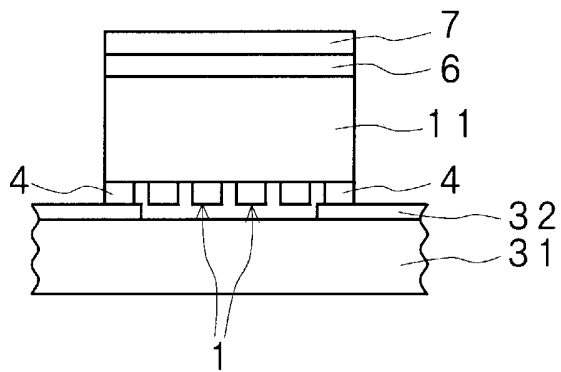
[図5]

FIG. 5



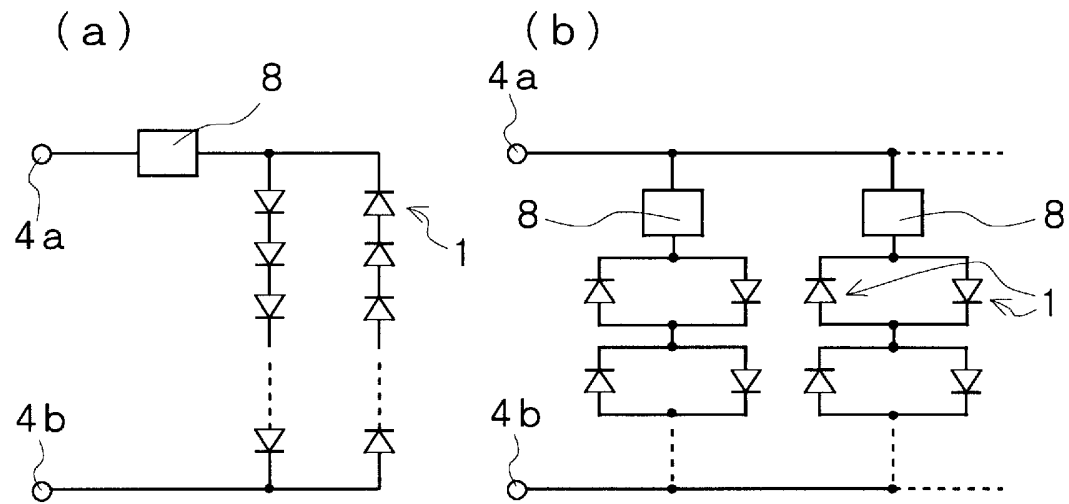
[図6]

FIG. 6



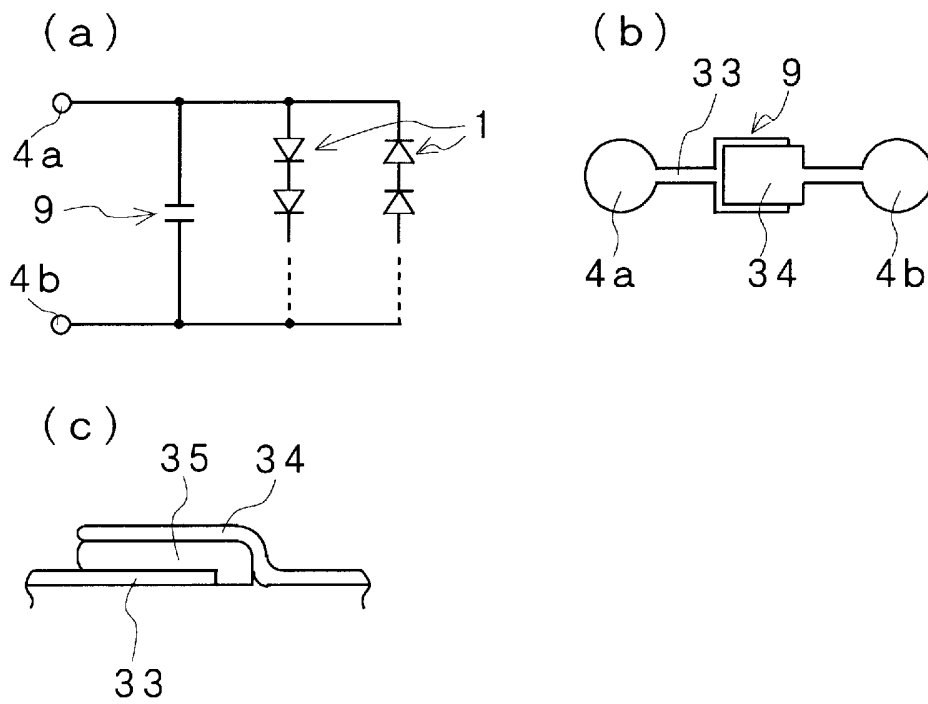
[図7]

FIG. 7



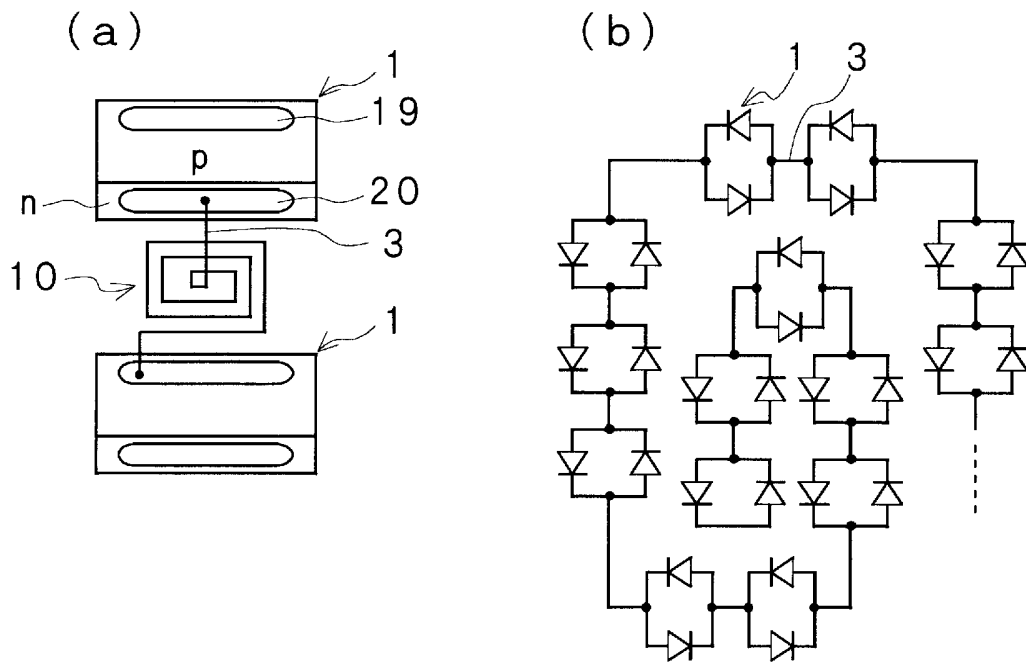
[図8]

FIG. 8



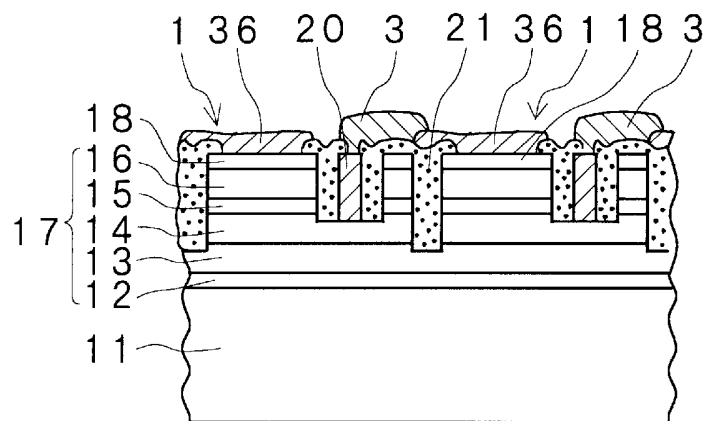
[図9]

FIG. 9



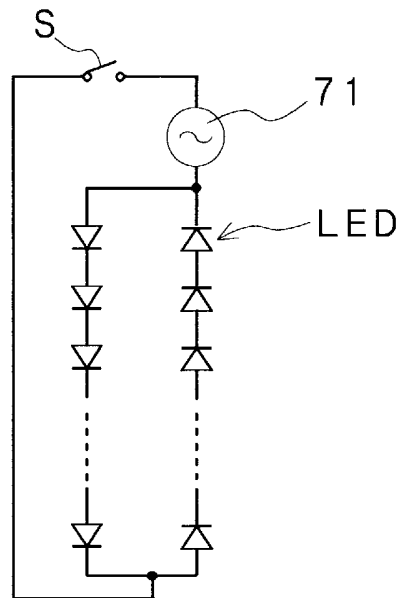
[図10]

FIG. 10



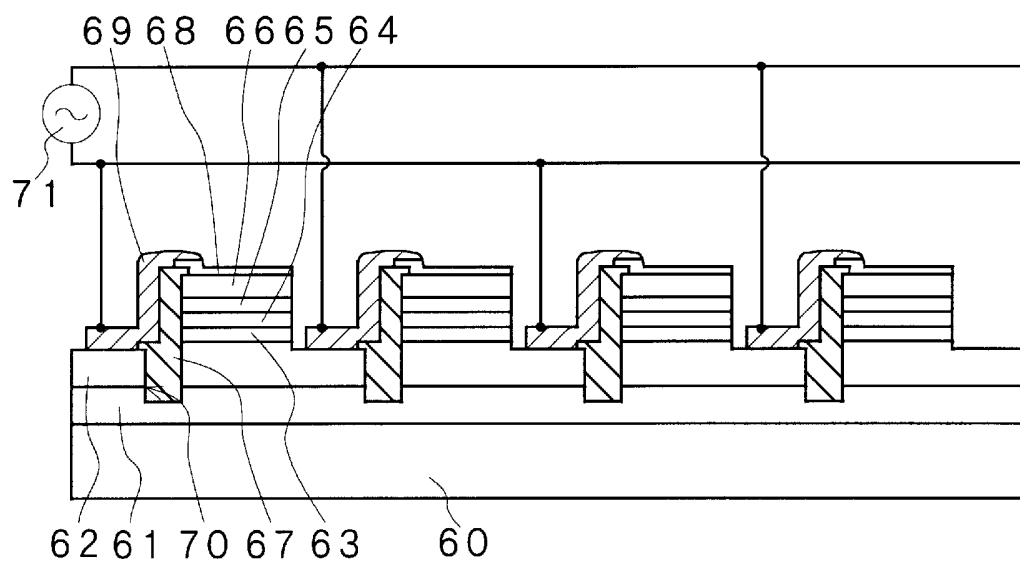
[図11]

FIG. 11



[図12]

FIG. 12



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2005/016026

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L33/00 (2006.01), **F21V25/00** (2006.01), **F21V25/04** (2006.01)

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 (2006.01)

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	1996-2005
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2005	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2005

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.
X Y	JP 08-046279 A (Mitsubishi Electric Corp.), 16 February, 1996 (16.02.96), Par. Nos. [0048] to [0051]; Fig. 8 (Family: none)	1, 2, 4 3
Y	JP 2003-243701 A (Toyoda Gosei Co., Ltd.), 29 August, 2003 (29.08.03), Fig. 4 (Family: none)	3
Y	JP 2002-359402 A (LumiLeds Lighting U.S., LLC), 13 December, 2002 (13.12.02), Par. Nos. [0007], [0008]; Fig. 7A & US 2002-139987 A1 & US 6547249 B2 & DE 10213464 A1 & TW 540169 A	3

☐ 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
28 November, 2005 (28.11.05)Date of mailing of the international search report
06 December, 2005 (06.12.05)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2005/016026

Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:
2. ☐ Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:
3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

The technical feature common to the inventions of claims 1-17 is the constitution defined in claim 1.

The international search, however, has revealed that the constitution is not novel since it is disclosed in document JP 08-046279 A (), 16 February, 1996 (16.02.96), paragraphs [0048]-[0051] and Fig. 8.

Consequently, the common feature is not a special technical feature within the meaning of PCT Rule 13.2, second sentence, since the constitution makes no contribution over the prior art.

Therefore, there is no technical feature common to all the inventions of claims 1-17. (Continued to extra sheet)

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fee, this Authority did not invite payment of any additional fee.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:
4. ☒ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.: 1-5

Remark on Protest

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee..
- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- ☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2005/016026

Continuation of Box No.III of continuation of first sheet (2)

Consequently, it is obvious that the inventions of claims 2-17 do not satisfy the requirement of unity of invention in respect of the invention of claim 1.

Consequently, claims 1-17 are divided into the following groups of inventions.

Claim [1]; Claims [2, 5]; Claim [3]; Claim [4]; Claims [6, 12, 13]; Claim [7]; Claims [8, 9]; Claims [10, 11]; Claim [14]; Claim [15]; Claim [16]; and Claim [17]

However, in calculation of additional search fees, claims 1-5 are regarded as one group of inventions out of consideration of the burden of the additional search.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. **H01L33/00** (2006.01), **F21V25/00** (2006.01), **F21V25/04** (2006.01)

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** (2006.01)

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	1971-2005年
日本国実用新案登録公報	1996-2005年
日本国登録実用新案公報	1994-2005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 請求の範囲の番号
X Y	JP 08-046279 A (三菱電機株式会社) 1996.02.16, 【0048】段から【0051】段、【図8】 (ファミリーなし)	1, 2, 4 3
Y	JP 2003-243701 A (豊田合成株式会社) 2003.08. 29, 【図4】 (ファミリーなし)	3
Y	JP 2002-359402 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) 2002.12.13, 【0007】段、【0008】段、【図7A】 & US 2002-139987 A1 &	3

☒ 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

28.11.2005

国際調査報告の発送日

06.12.2005

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)

樫本 英吾

電話番号 03-3581-1101 内線 3255

2K

9609

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 請求の範囲の番号
	US 6547249 B2 & DE 10213464 A1 & TW 540169 A	

第Ⅱ欄 請求の範囲の一部の調査ができないときの意見（第1ページの2の続き）

法第8条第3項（PCT17条(2)(a)）の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

1. ☐ 請求の範囲 _____ は、この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。
つまり、
2. ☐ 請求の範囲 _____ は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、
3. ☐ 請求の範囲 _____ は、従属請求の範囲であってPCT規則6.4(a)の第2文及び第3文の規定に従って記載されていない。

第Ⅲ欄 発明の単一性が欠如しているときの意見（第1ページの3の続き）

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるところの国際調査機関は認めた。

請求の範囲1-17に係る発明の共通の事項は、請求の範囲1に記載の構成である。

しかしながら、調査の結果、この構成は、文献JP 08-046279 A（三菱電機株式会社）、1996.02.16、【0048】-【0051】、【図8】に開示されているから、新規でないことが明らかになった。

結果として、請求の範囲1に記載の構成は先行技術の域を出ないから、PCT規則13.2の第2文の意味において、この共通の事項は特別な技術的特徴ではない。

それ故、請求の範囲1-17に係る発明全てに共通の事項はない。

よって、請求の範囲1に係る発明に対して請求項2-17に係る発明は発明の単一性の要件を満たしていないことが明らかである。

請求の範囲1-17は、以下のように分けられる。

請求の範囲[1], [2, 5], [3], [4], [6, 12, 13], [7], [8, 9], [10, 11], [14], [15], [16], [17]

しかしながら、追加のサーチの負担を考慮して、追加の手数料の計算においては、請求の範囲1-5を一つの発明として扱う。

1. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求の範囲について作成した。
2. ☐ 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求の範囲について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求の範囲のみについて作成した。
4. ☒ 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求の範囲について作成した。

請求の範囲1-5

追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

- ☐ 追加調査手数料及び、該当する場合には、異議申立手数料の納付と共に、出願人から異議申立てがあった。
- ☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあったが、異議申立手数料が納付命令書に示した期間内に支払われなかった。
- ☐ 追加調査手数料の納付を伴う異議申立てがなかった。