

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4645071号
(P4645071)

(45) 発行日 平成23年3月9日(2011.3.9)

(24) 登録日 平成22年12月17日(2010.12.17)

(51) Int.Cl. F I
H O 1 L 33/62 (2010.01) H O 1 L 33/00 4 4 0

請求項の数 10 (全 35 頁)

| | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>(21) 出願番号 特願2004-179045 (P2004-179045)</p> <p>(22) 出願日 平成16年6月17日(2004.6.17)</p> <p>(65) 公開番号 特開2005-33194 (P2005-33194A)</p> <p>(43) 公開日 平成17年2月3日(2005.2.3)</p> <p>審査請求日 平成19年5月11日(2007.5.11)</p> <p>(31) 優先権主張番号 特願2003-176556 (P2003-176556)</p> <p>(32) 優先日 平成15年6月20日(2003.6.20)</p> <p>(33) 優先権主張国 日本国(JP)</p> <p>前置審査</p> | <p>(73) 特許権者 000226057 日亜化学工業株式会社 徳島県阿南市上中町岡491番地100</p> <p>(72) 発明者 中島 信太郎 徳島県阿南市上中町岡491番地100 日亜化学工業株式会社内</p> <p>審査官 土屋 知久</p> |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 パッケージ成型体およびそれを用いた半導体装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

発光素子と、
 前記発光素子を載置するための、底面と前記底面を囲む側面とによって形成される凹部を有する成形部材と、
 前記成形部材の凹部内に一部が配置され、かつ前記成形部材から外側に延びる第一の金属基体と、
 前記成形部材の凹部内に一部が配置され、かつ前記成形部材から外側に延びる第二の金属基体と、
 前記成形部材の凹部内に一部が配置され、かつ前記成形部材から外側に延びる第三の金属基体と、
 前記発光素子と前記第二の金属基体、前記発光素子と前記第三の金属基体のそれぞれを電氣的に接続する導電性ワイヤと、
 前記成形部材の凹部内に設けられ、前記発光素子と前記導電性ワイヤとを被覆する封止部材と、
 を有する発光装置であって、
 前記第二の金属基体及び前記第三の金属基体は、その主面の一部が前記凹部の底面において前記成形部材から露出されており、
 前記第二の金属基体及び前記第三の金属基体の主面の少なくとも一部に、前記凹部の側面から前記凹部の内側に突き出ている壁部が設けられ、前記主面が前記壁部により分割され

10

20

、前記分割された主面に前記導電性ワイヤが接続されている発光装置。

【請求項 2】

発光素子と、

前記発光素子を載置するための、底面と前記底面を囲む側面とによって形成される凹部を有する成形部材と、

前記成型部材の凹部内に一部が配置され、かつ前記成型部材から外側に延びる第一の金属基体と、

前記成型部材の凹部内に一部が配置され、かつ前記成型部材から外側に延びる第二の金属基体と、

前記成型部材の凹部内に一部が配置され、かつ前記成型部材から外側に延びる第三の金属基体と、

前記発光素子と前記第二の金属基体、前記発光素子と前記第三の金属基体のそれぞれを電氣的に接続する導電性ワイヤと、

前記成型部材の凹部内に設けられ、前記発光素子と前記導電性ワイヤとを被覆する封止部材と、

を有する発光装置であって、

前記第二の金属基体及び前記第三の金属基体は、その主面の一部が前記凹部内において前記成型部材から露出されており、

前記第二の金属基体の主面は、前記凹部の側面から前記凹部の内側に突き出ている壁部によって、前記第三の金属基体の主面と隔てられており、前記隔てられた主面に前記導電性ワイヤが接続されている発光装置。

【請求項 3】

前記壁部は、前記成型部材と一体成型されている請求項 1 または請求項 2 に記載の発光装置。

【請求項 4】

前記凹部は第一の凹部であり、前記底面は第一の底面であり、前記側面は第一の側面であり、前記発光装置は、さらに、前記第一の凹部の第一の底面内に形成される、第二の底面と前記第二の底面を囲む第二の側面とによって形成される第二の凹部とを有し、前記発光素子は前記第二の底面に実装される請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 項に記載の発光装置。

【請求項 5】

前記封止部材は、前記第二の凹部内に配置され前記発光素子を被覆する第一の封止部材と、前記第一の封止部材を被覆する第二の封止部材と、を有する請求項 4 に記載の発光装置。

【請求項 6】

前記壁部は、前記第一の凹部の前記第一の側面から前記第二の凹部の方向へ延びており、前記壁部の壁面の一部が前記第二の側面とほぼ同一平面となる位置まで延びている請求項 4 または請求項 5 に記載の発光装置。

【請求項 7】

前記第三の金属基体の主面に、前記発光素子を過電圧から保護する保護素子が載置され、前記保護素子は前記第二の金属基体と導電性ワイヤを介して電氣的に接続されている請求項 1 に記載の発光装置。

【請求項 8】

前記導電性ワイヤは前記壁部の上面より低く配置されている請求項 1 ~ 7 のいずれか 1 項に記載の発光装置。

【請求項 9】

前記第二の封止部材は、前記第一の封止部材よりも硬質である請求項 5 に記載の発光装置。

【請求項 10】

前記第一の封止部材は、ゲル状シリコーン樹脂であり、前記第二の封止部材は、シリコーン樹脂である請求項 9 に記載の発光装置。

10

20

30

40

50

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、半導体素子に電力を供給するリード電極のような金属基体が、成型部材にインサート成型されてなるパッケージ成型体に関し、さらに該パッケージ成型体を支持体として用いた半導体装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、半導体発光素子や該半導体発光素子を過電圧による破壊から守る保護素子等、複数の半導体素子をパッケージ成型体の凹部に収納した半導体装置がある。このような半導体装置において、半導体素子や該半導体素子に電力を供給するための導電性ワイヤは、パッケージ成型体の凹部内に露出させたリード電極等の金属基体の表面にダイボンドあるいはワイヤボンドされる。さらに、外部環境から保護するため、半導体素子および導電性ワイヤを被覆するように上記凹部内は樹脂で封止される（例えば、特許文献1参照。）。 10

【0003】

【特許文献1】特開2000-188425号公報。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、パッケージ成型体の凹部内にて露出させた金属基体と、該凹部内を封止する樹脂とは熱膨張係数が異なるため、両者の界面で剥離等の問題が生じる。このような剥離により、パッケージ成型体から樹脂が脱落する可能性がある。また、剥離によって生じた隙間は発光装置の光学特性に悪影響を及ぼす。さらに、導電性ワイヤのワイヤボンディング位置に樹脂からの熱応力が集中すると、導電性ワイヤのボンディング部分がリード電極の表面から剥がれ、半導体素子と外部電極との接続が断たれる。このような問題は、パッケージ成型体に収納される半導体素子の数が多くなるほど、広いダイボンディング領域がリード電極に対して必要とされ、また、導電性ワイヤのワイヤボンディング箇所も増加するため、顕著となる。 20

【0005】

そこで、本発明は、上記問題点を解決し、信頼性の高い半導体装置とすることを目的とする。 30

【課題を解決するための手段】

【0006】

上記の問題点を解決すべく、本発明者は鋭意検討を重ねた結果、本発明を完成するに至った。

本発明は、発光素子と、前記発光素子を載置するための、底面と前記底面を囲む側面とによって形成される凹部を有する成形部材と、前記成型部材の凹部に一部が配置され、かつ前記成型部材から外側に延びる第一の金属基体と、前記成型部材の凹部に一部が配置され、かつ前記成型部材から外側に延びる第二の金属基体と、前記成型部材の凹部に一部が配置され、かつ前記成型部材から外側に延びる第三の金属基体と、前記発光素子と前記第二の金属基体、前記発光素子と前記第三の金属基体のそれぞれを電氣的に接続する導電性ワイヤと、前記成型部材の凹部に設けられ、前記発光素子と前記導電性ワイヤとを被覆する封止部材と、を有する発光装置であって、前記第二の金属基体及び前記第三の金属基体は、その主面の一部が前記凹部の底面において前記成型部材から露出されており、前記第二の金属基体及び前記第三の金属基体の主面の少なくとも一部に、前記凹部の側面から前記凹部の内側に延びる壁部が設けられ、前記主面が前記壁部により分割され、前記分割された主面に前記導電性ワイヤが接続されている発光装置に関する。 40

また、本発明は、発光素子と、前記発光素子を載置するための、底面と前記底面を囲む側面とによって形成される凹部を有する成形部材と、前記成型部材の凹部に一部が配置され、かつ前記成型部材から外側に延びる第一の金属基体と、前記成型部材の凹部に一 50

部が配置され、かつ前記成型部材から外側に延びる第二の金属基体と、前記成型部材の凹部に一部が配置され、かつ前記成型部材から外側に延びる第三の金属基体と、前記発光素子と前記第二の金属基体、前記発光素子と前記第三の金属基体のそれぞれを電氣的に接続する導電性ワイヤと、前記成型部材の凹部に設けられ、前記発光素子と前記導電性ワイヤとを被覆する封止部材と、を有する発光装置であって、前記第二の金属基体及び前記第三の金属基体は、その主面の一部が前記凹部内において前記成型部材から露出されており、前記第二の金属基体の主面は、前記凹部の側面から前記凹部の内側に延びる壁部によって、前記第三の金属基体の主面と隔てられており、前記隔てられた主面に前記導電性ワイヤが接続されている発光装置に関する。

【0007】

10

本発明は、底面と前記底面を囲む側面とによって形成される凹部を有する成型部材と、前記成型部材の凹部に一部が配置され、かつ前記成型部材から外側に延びる第一の部材と、前記成型部材の凹部に一部が配置され、かつ前記成型部材から外側に延びる第二の部材と、前記成型部材の凹部に一部が配置され、かつ前記成型部材から外側に延びる第三の部材と、を有するパッケージ成型体であって、前記第二の部材及び前記第三の部材の一部は、前記成型部材の凹部の側面から内側に延びる壁部により互いに分離されているパッケージ成型体に関する。

【0008】

前記第二の部材と前記第三の部材の少なくとも一部は、前記壁部によって分離されているパッケージ成型体に関する。

20

【0009】

前記第二の部材は、前記壁部によって前記第三の部材と分離されているパッケージ成型体に関する。

【0010】

前記壁部は、前記成型部材と一体成型されていることが好ましい。

【0011】

前記第一の部材は、底面の少なくとも一部が露出されていることが好ましい。

【0012】

前記凹部は第一の凹部であり、前記底面は第一の底面であり、前記側面は第一の側面であり、前記成型部材は、さらに、前記第一の凹部の第一の底面内に形成される、第二の底面と前記第二の底面を囲む第二の側面とによって形成される第二の凹部とを有するパッケージ成型体とすることもできる。

30

【0013】

本発明は、発光素子と、前記発光素子を載置するための、底面と前記底面を囲む側面とによって形成される凹部を有する成型部材と、前記成型部材の凹部に一部が配置され、かつ前記成型部材から外側に延びる第一の部材と、前記成型部材の凹部に一部が配置され、かつ前記成型部材から外側に延びる第二の部材と、前記成型部材の凹部に一部が配置され、かつ前記成型部材から外側に延びる第三の部材と、前記発光素子と前記第二の部材、前記発光素子と前記第三の部材のそれぞれを電氣的に接続する手段と、を有する発光装置であって、前記第二の部材及び前記第三の部材の一部は、前記成型部材の凹部の側面から内側に突き出ている壁部により互いに分離されている発光装置に関する。

40

【0014】

前記第二の部材と前記第三の部材の少なくとも一部は、前記壁部によって分離されている発光装置に関する。

【0015】

前記第二の部材は、前記壁部によって前記第三の部材と分離されている発光装置に関する。

【0016】

前記壁部は、前記成型部材と一体成型されていることが好ましい。

【0017】

50

前記凹部は第一の凹部であり、前記底面は第一の底面であり、前記側面は第一の側面であり、前記発光装置は、さらに、前記第一の凹部の第一の底面内に形成される、第二の底面と前記第二の底面を囲む第二の側面とによって形成される第二の凹部とを有し、前記発光素子は前記第二の底面に実装される発光装置とすることもできる。

【0018】

前記発光装置は、さらに、前記発光素子を被覆するため前記第二の凹部内に配置される第一の封止部材と、前記第一の封止部材を被覆するため前記凹部内に配置される第二の封止部材と、を有する発光装置とすることもできる。

【0019】

前記電氣的に接続する手段は、導電性ワイヤを介するものであって、前記導電性ワイヤは前記壁部の上面より低く配置されている。

10

【0020】

前記発光装置は、さらに、前記発光素子を過電圧から保護するため前記第三の部材に保護素子が載置され、前記第二の部材は、前記保護素子と電氣的に接続されている発光装置とすることもできる。

【0021】

前記発光装置は、さらに、前記発光素子を過電圧から保護するため前記第三の部材に保護素子が載置され、前記電氣的に接続する手段は、前記発光素子と前記第三の部材とがワイヤを介して接続されており、前記保護素子と前記ワイヤとは前記壁部により互いに分離されている発光装置とすることもできる。

20

【0022】

前記発光装置は、さらに、前記発光素子を過電圧から保護するため前記第三の部材に保護素子が載置され、前記電氣的に接続する手段は、前記発光素子と前記第二の部材の第一部位とがワイヤを介して接続されており、前記第二の部材の第二部位は、前記保護素子と電氣的に接続されており、前記第二の部材の第一部位及び第二部位は前記壁部により二以上に分離されている発光装置とすることもできる。

【0023】

前記凹部は第一の凹部であり、前記底面は第一の底面であり、前記側面は第一の側面であり、前記発光装置は、さらに、前記成型部材内に形成される、第二の底面と前記第二の底面を囲む第二の側面とによって形成される第二の凹部と、前記発光素子を被覆するため前記成型部材内に配置される封止部材と、を有する発光装置とすることもできる。

30

【0024】

前記封止部材は、前記凹部内に順に第一の封止部材と、第二の封止部材と、を有しており、前記第二の封止部材は、前記第一の封止部材よりも硬質であることが好ましい。

【0025】

前記第一の封止部材は、ゲル状シリコーン樹脂であり、前記第二の封止部材は、シリコーン樹脂であることが好ましい。

【0026】

前記封止部材は、前記発光素子から光を吸収し、波長変換を行い、前記発光素子の光と異なる光を放出する蛍光物質を含有する発光装置が好ましい。

40

【0027】

前記発光装置は、さらに、前記発光素子を過電圧から保護するため前記第三の部材に保護素子が載置され、第一のワイヤと第二のワイヤとを電氣的に接続する手段と、前記第三の部材は、前記第一のワイヤにより前記発光素子と電氣的に接続されており、前記第二の部材は、前記第二のワイヤにより前記発光素子と電氣的に接続されている発光装置とすることもできる。

【発明の効果】

【0028】

本発明は、以上説明したように構成されているので、以下に記載されるような効果を奏する。

50

【0029】

本発明は、底面と前記底面を囲む側面とによって形成される凹部を有する成形部材と、前記成型部材の凹部内に一部が配置され、かつ前記成型部材から外側に延びる第一の部材と、前記成型部材の凹部内に一部が配置され、かつ前記成型部材から外側に延びる第二の部材と、前記成型部材の凹部内に一部が配置され、かつ前記成型部材から外側に延びる第三の部材と、を有するパッケージ成型体であって、前記第二の部材及び前記第三の部材の一部は、前記成型部材の凹部の側面から内側に延びる壁部により互いに分離されているパッケージ成型体に関する。このように構成すると、封止部材の剥離や導電性ワイヤの剥離を防止することができる。

【0030】

前記第二の部材と前記第三の部材の少なくとも一部は、前記壁部によって分離されているパッケージ成型体に関する。このように構成すると、封止部材の剥離や導電性ワイヤの剥離を防止することができる。また、ボンディング領域を隔てるように設けられる壁部は、半導体素子をダイボンドするための接着剤が導電性ワイヤのボンディング領域に流れ込むことを防ぎ、半導体装置の形成工程における作業性を向上させることができる。ここで、ボンディング領域は、成形部材の凹部内側の底面及び側面に配置される第二の部材及び第三の部材の露出部分をいう。

【0031】

前記第二の部材は、前記壁部によって前記第三の部材と分離されているパッケージ成型体に関する。これにより、第二の部材及び第三の部材の露出面を広く設けることができ、半導体装置の形成工程における作業性を向上させることができる。また、壁部の強度を高めることができる。

【0032】

前記壁部は、前記成型部材と一体成型されていることが好ましい。これにより壁部の強度を高めることができる。

【0033】

前記第一の部材は、底面の少なくとも一部が露出されていることが好ましい。これにより、半導体素子を載置したときのパッケージ成型体の放熱性を高めることができる。

【0034】

前記凹部は第一の凹部であり、前記底面は第一の底面であり、前記側面は第一の側面であり、前記成型部材は、さらに、前記第一の凹部の第一の底面内に形成される、第二の底面と前記第二の底面を囲む第二の側面とによって形成される第二の凹部とを有するパッケージ成型体とすることもできる。これにより、凹部開口方向への発光効率を高めることができる。

【0035】

本発明は、発光素子と、前記発光素子を載置するための、底面と前記底面を囲む側面とによって形成される凹部を有する成形部材と、前記成型部材の凹部内に一部が配置され、かつ前記成型部材から外側に延びる第一の部材と、前記成型部材の凹部内に一部が配置され、かつ前記成型部材から外側に延びる第二の部材と、前記成型部材の凹部内に一部が配置され、かつ前記成型部材から外側に延びる第三の部材と、前記発光素子と前記第二の部材、前記発光素子と前記第三の部材のそれぞれを電氣的に接続する手段と、を有する発光装置であって、前記第二の部材及び前記第三の部材の一部は、前記成型部材の凹部の側面から内側に突き出ている壁部により互いに分離されている発光装置に関する。このように構成すると、封止部材の剥離や導電性ワイヤの剥離が生じない信頼性の高い半導体装置とすることができる。

【0036】

前記第二の部材と前記第三の部材の少なくとも一部は、前記壁部によって分離されている発光装置に関する。このように構成すると、封止部材の剥離や導電性ワイヤの剥離が生じない信頼性の高い半導体装置とすることができる。

【0037】

10

20

30

40

50

前記第二の部材は、前記壁部によって前記第三の部材と分離されている発光装置に関する。これにより、第二の部材及び第三の部材の露出面を広く設けることができ、半導体装置の形成工程における作業性を向上させることができる。

【0038】

前記壁部は、前記成型部材と一体成型されていることが好ましい。これにより壁部の強度を高めることができる。

【0039】

前記凹部は第一の凹部であり、前記底面は第一の底面であり、前記側面は第一の側面であり、前記発光装置は、さらに、前記第一の凹部の第一の底面内に形成される、第二の底面と前記第二の底面を囲む第二の側面とによって形成される第二の凹部とを有し、前記発光素子は前記第二の底面に実装される発光装置とすることもできる。これにより、凹部開口方向への発光効率を高めることができるからである。

10

【0040】

前記発光装置は、さらに、前記発光素子を被覆するため前記第二の凹部内に配置される第一の封止部材と、前記第一の封止部材を被覆するため前記凹部内に配置される第二の封止部材と、を有する発光装置とすることもできる。このように構成すると、半導体素子や導電性ワイヤを外部の衝撃から保護する効果を高めることができる。

【0041】

前記電氣的に接続する手段は、導電性ワイヤを介するものであって、前記導電性ワイヤは前記壁部の上面より低く配置されている。別言すれば、前記壁部の高さは、前記導電性ワイヤよりも高いことが好ましい。これにより、封止部材による応力は、導電性ワイヤの金属片よりも壁部の方向にさらに集中するため、導電性ワイヤのリード電極からの剥離を防ぎ、信頼性の高い半導体装置とすることができる。

20

【0042】

前記発光装置は、さらに、前記発光素子を過電圧から保護するため前記第三の部材に保護素子が載置され、前記第二の部材は、前記保護素子と電氣的に接続されている発光装置とすることもできる。このように構成すると、封止部材による応力は、壁部の方向に集中するため、導電性ワイヤのリード電極からの剥離を防ぎ、信頼性の高い半導体装置とできる。

【0043】

前記保護素子は、裏面電極を有し、該裏面電極は、前記ボンディング領域に載置される。このように構成すると、導電性ワイヤの数を減らし、導電性ワイヤの剥離の危険性を小さくすることができるため、信頼性の高い半導体装置とすることができる。

30

【0044】

前記発光装置は、さらに、前記発光素子を過電圧から保護するため前記第三の部材に保護素子が載置され、前記電氣的に接続する手段は、前記発光素子と前記第三の部材とがワイヤを介して接続されており、前記保護素子と前記ワイヤとは前記壁部により互いに分離されている発光装置とすることもできる。このように構成すると、封止部材による応力は、壁部の方向に集中するため、導電性ワイヤのリード電極からの剥離を防ぎ、信頼性の高い半導体装置とできる。

40

【0045】

前記発光装置は、さらに、前記発光素子を過電圧から保護するため前記第三の部材に保護素子が載置され、前記電氣的に接続する手段は、前記発光素子と前記第二の部材の第一部位とがワイヤを介して接続されており、前記第二の部材の第二部位は、前記保護素子と電氣的に接続されており、前記第二の部材の第一部位及び第二部位は前記壁部により二以上に分離されている発光装置とすることもできる。このように構成すると、封止部材による応力は、壁部の方向に集中するため、導電性ワイヤのリード電極からの剥離を防ぎ、信頼性の高い半導体装置とできる。

【0046】

前記凹部は第一の凹部であり、前記底面は第一の底面であり、前記側面は第一の側面で

50

あり、前記発光装置は、さらに、前記成型部材内に形成される、第二の底面と前記第二の底面を囲む第二の側面とによって形成される第二の凹部と、前記発光素子を被覆するため前記成型部材内に配置される封止部材と、を有する発光装置とすることもできる。このように構成すると、発光素子から放出された光の取り出しを向上させることができる。

【0047】

前記封止部材は、前記凹部内に順に第一の封止部材と、第二の封止部材と、を有しており、前記第二の封止部材は、前記第一の封止部材よりも硬質であることが好ましい。このように構成すると、半導体素子や導電性ワイヤを外部の衝撃から保護する効果を高めることができる。

【0048】

前記第一の封止部材は、ゲル状シリコーン樹脂であり、前記第二の封止部材は、シリコーン樹脂であることが好ましい。このように構成すると、半導体素子や導電性ワイヤを外部の衝撃から保護する効果を高めることができ、ゲル状シリコーン樹脂への塵の付着を防止することができる。

【0049】

前記封止部材は、前記発光素子から光を吸収し、波長変換を行い、前記発光素子の光と異なる光を放出する蛍光物質を含有する発光装置が好ましい。発光素子と蛍光物質とを有する半導体装置としたとき、凹部に蛍光物質を配置することにより、蛍光物質を発光素子近傍に容易に配置することができる。

【0050】

前記発光装置は、さらに、前記発光素子を過電圧から保護するため前記第三の部材に保護素子が載置され、第一のワイヤと第二のワイヤとを電氣的に接続する手段と、前記第三の部材は、前記第一のワイヤにより前記発光素子と電氣的に接続されており、前記第二の部材は、前記第二のワイヤにより前記発光素子と電氣的に接続されている発光装置にすることもできる。このように構成すると、封止部材による応力は、壁部の方向に集中するため、導電性ワイヤのリード電極からの剥離を防ぎ、信頼性の高い半導体装置とできる。

【0051】

前記蛍光物質は、AlとY、Lu、Sc、La、Gd、Tb、Eu、Ga、In及びSmから選択された少なくとも一つの元素とを含み、かつ希土類元素から選択された少なくとも一つの元素で付活されている。このように構成すると、発光素子からの光と該光の一部が蛍光物質に吸収され異なる波長を有する光との混色光を発光できる半導体装置とすることができる。

【0052】

また、前記蛍光物質は、Nを含み、かつBe、Mg、Ca、Sr、Ba、及びZnから選択された少なくとも一つの元素と、C、Si、Ge、Sn、Ti、Zr、及びHfから選択された少なくとも一つの元素とを含み、希土類元素から選択された少なくとも一つの元素で付活されている。このように構成すると、発光素子からの光と該光の一部が蛍光物質に吸収され異なる波長を有する光との混色光を発光できる半導体装置とし、混色光の演色性を向上させることもできる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0053】

本発明の実施の形態を、以下に図面を参照しながら説明する。ただし、以下に示す実施の形態は、本発明の技術思想を具体化するためのパッケージ成型体および半導体装置を例示するものであって、本発明はパッケージ成型体および半導体装置を以下に限定するものではない。また、各図面に示す部材の大きさや位置関係などは説明を明確にするために誇張しているところがある。

【0054】

<実施の形態1>

図1は、本実施の形態におけるパッケージ成型体を示す模式的な斜視図であり、図2は、本実施の形態におけるパッケージ成型体に半導体素子を載置した状態を示す模式的な上

10

20

30

40

50

面図である。図3は、図2の破線III-IIIにおける模式的な断面図であり、図4は、図1および図2に示されるパッケージ成型体の模式的な背面図である。

【0055】

即ち、本発明にかかるパッケージ成型体100は、互いに対向し成型部材105により絶縁分離された第一の金属基体101、第二の金属基体102および第三の金属基体103を有する。ここで、第一の金属基体101、第二の金属基体102および第三の金属基体103は、端部が成型部材105に挿入されており、他端部が成型部材105の外壁面から突出するように成型部材の一体成型により形成されてなる。第一の金属基体101は、第二の金属基体102および第三の金属基体103が突出している外壁面に対向する外壁面から突出している。また、パッケージ成型体100は、内壁面106aにより形成され半導体素子を収納するための凹部(第一の凹部120)をその主面側に有し、上記金属基体の主面の一部が凹部の底面にてそれぞれ露出している。さらに、第一の凹部120内には、内壁面106bにより第二の凹部130が設けられており、該第二の凹部130の底面にて第一の金属基体の主面が露出している。ここで、本明細書中において「主面」とは、パッケージ成型体、金属基体、リード電極のような半導体装置の各構成部材の表面について、半導体素子が載置される側の面、例えば、発光素子の光が取り出される発光面側の面のことをいう。

10

【0056】

図1に示されるように、第一の凹部120は、開口部近傍に段差106cを有することが好ましい。このような段差106cを有することにより、柔軟性シリコン樹脂のような粘着性の高い封止樹脂がパッケージ成型体上面へ這い上がることを防ぐことができる。従って、柔軟性シリコン樹脂のような粘着性の高い封止樹脂を使用することができる。

20

【0057】

第一の金属基体101は、主面側に凹部を有することもでき、該凹部の底面に半導体素子、例えば発光素子を載置することができる。第一の金属基体101の主面に対向する背面は、図3および図4に示されるように成型部材105から露出しており、パッケージ成型体100の背面(半導体装置の実装面)とほぼ同一平面となるように成型されている。このように構成することにより、半導体装置の実装性が高まり、実装面との接触面積が増えるため、半導体装置の放熱性が向上する。

【0058】

第二の金属基体102および第三の金属基体103は、パッケージ成型体100の主面に設けられた凹部内に収納される発光素子108及び保護素子107に電力を供給するためのリード電極となる。パッケージ成型体100の外壁面より突出する第二の金属基体102および第三の金属基体103の主面に対向する背面の一部は、パッケージ成型体100の背面(第一の金属基体101の背面)とほぼ同一平面となるように折り曲げられており、外部の実装基板に設けられた導電性パターンと接続する接続端子部とされている。第二の金属基体102および第三の金属基体103における主面は、その一部がパッケージ成型体100の第一の凹部120底面にて露出されており、さらに、露出された主面は、第一の凹部120の内壁を形成する成型部材105の一部が壁部104として第二の凹部130の方向へ、壁部104の壁面の一部が内壁面106bとほぼ同一平面となるところまで延在することにより分割されている。該分割された主面は、複数のボンディング領域102a、102b、103a、103bを有する。即ち、半導体素子と接続する導電性ワイヤがワイヤボンディングされる領域、あるいは半導体素子、例えば発光素子を過電圧による破壊から守るための保護素子がダイボンドされる領域を有する。特に、図2に示される本実施の形態における半導体装置は、第二の凹部130の底面に載置される発光素子108と、裏面電極を有する保護素子107とを有し、該保護素子107は、該裏面電極が導電性部材を介して上記ボンディング領域の一つに対向するように載置されている。発光素子108及び保護素子107に接続する導電性ワイヤ109あるいは保護素子107は、壁部104によって隔てられ異なるボンディング領域102a、102b、103a、103bにそれぞれワイヤボンディングされる。例えば、第三の金属基体103のボン

30

40

50

ディング領域 103a に保護素子 107 がダイボンディングされ、第二の金属基体 102 のボンディング領域 102a に保護素子 107 に接続する導電性ワイヤ 109 がワイヤボンディングされる。この場合、発光素子 108 に接続する導電性ワイヤ 109 のうち保護素子 107 がダイボンディングされたボンディング領域 103a と同一極性に接続する導電性ワイヤ 109 は、保護素子 107 がダイボンディングされたボンディング領域 103a に隣接し壁部 104 によって隔てられて設けられるボンディング領域 103b にワイヤボンディングされる。一方、発光素子 108 に接続する導電性ワイヤ 109 のうち、保護素子 107 に接続する導電性ワイヤ 109 がワイヤボンディングされたボンディング領域 102a と同一極性に接続する導電性ワイヤ 109 は、該ワイヤボンディング領域に隣接し壁部 104 によって隔てられて設けられるボンディング領域 102b にワイヤボンディングされる。ここで、導電性ワイヤ 109 の本数は、同じボンディング領域にワイヤボンディングされるのであれば、複数本でも構わない。このように構成することにより、ワイヤの断線が生じても他のワイヤが断線していなければ、電氣的導通が取れていることとなるため、信頼性の高い半導体装置とすることができる。また、本実施の形態における壁部 104 は、導電性ワイヤ 109 や保護素子 107 のボンディングに必要な面積だけ残して第二の金属基体 102 および第三の金属基体 103 の主面を被覆している。従って、凹部底面にて露出している第一の部材 101 及び第二の部材 102、第三の部材 103 の領域を従来技術と比較して小さくすることができるため、第一の封止部材 111 及び第二の封止樹脂 112 はパッケージ成型体から剥離し難い。また、壁部 104 は、互いに比較的密着性の高い封止部材と成型部材との接触面積を増やすことができるため、封止部材はパッケージ成型体から剥離し難い。また、封止部材の応力は、壁部 104 の方向に集中する。従って、導電性ワイヤ 109 が封止部材の応力の影響を受けることが少ないため、導電性ワイヤ 109 がボンディング領域から剥離し難い。このように、本実施の形態におけるパッケージ成型体は、信頼性の高い半導体装置とすることができる。

【0059】

<実施の形態 2>

図 5 は、本実施の形態における半導体装置の模式的な上面図であり、図 6 は、図 5 の破線 V I - V I における模式的な断面図である。図 7 は、別の実施の形態における半導体装置の模式的な上面図であり、図 8 は、図 7 の破線 V I I I - V I I I における模式的な断面図である。また、図 9 は、図 7 に示される半導体装置の背面図である。図 10 は、さらに別の実施の形態における半導体装置の模式的な上面図であり、図 11 は、図 10 の破線 X I - X I における模式的な断面図である。

【0060】

本実施の形態にかかるパッケージ成型体 300 は、上述した実施の形態と同様に、互いに対向し成型部材 105 により絶縁分離された第一の金属基体 101、第二の金属基体 102 および第三の金属基体 103 を有する。ここで、第一の金属基体 101、第二の金属基体 102 および第三の金属基体 103 は、成型部材の一体成型により形成されてなる。第一の金属基体 101 は、第二の金属基体 102 および第三の金属基体 103 が突出している外壁面に対向する外壁面から突出している。また、パッケージ成型体 100 は、内壁面 106a により形成される第一の凹部 120 をその主面側に有し、上記金属基体の主面の一部が凹部の底面にてそれぞれ露出している。さらに、第一の凹部 120 内には、内壁面 106b により第二の凹部 130 が設けられており、該第二の凹部 130 の底面にて第一の金属基体の主面が露出している。該露出された第一の金属基体の主面に半導体装置が載置される。特に、本実施の形態におけるパッケージ成型体は、第二の金属基体 102 および第三の金属基体 103 の主面の一部が露出する第三の凹部を有し、該第三の凹部の底面は、第一の凹部 120 底面から第二の凹部 130 の底面の間に位置する。さらに、本実施の形態にかかるパッケージ成型体は、第二の金属基体 102 および第三の金属基体 103 が第三の凹部の底面にて露出することにより、ボンディング領域 102c および 103c を有する。ここで、ボンディング領域 102c および 103c は、第一の凹部 120 内にて、成型部材の一部からなる壁部 104 により隔てられている。本実施の形態における

壁部104は、導電性ワイヤのボンディングに必要な面積だけ残して、ボンディング領域102cおよび103cの周囲に形成され、第二の金属基体102および第三の金属基体103の主面を被覆している。従って、凹部底面にて露出している金属基体の領域を従来技術と比較して小さくすることができるため、封止部材はパッケージ成型体から剥離し難い。また、封止部材の応力は、壁部104の方向に集中する。従って、導電性ワイヤが封止部材の応力の影響を受けることが少ないため、導電性ワイヤがボンディング領域から剥離し難い。このように、本実施の形態におけるパッケージ成型体は、信頼性の高い半導体装置とすることができる。

【0061】

以下、図面を参照しながら本発明の各構成について詳述する。

10

【0062】

(パッケージ成型体100)

パッケージ成型体100は、例えば図1および2に示すように、正のリード電極、負のリード電極となる第二の金属基体102、第三の金属基体103および発光素子108が載置されヒートシンクとなる第一の金属基体101とが、成型部材105により互いに絶縁分離されるように該成型部材に挿入されてなる。パッケージ成型体100は、金属基体の材料であるリードフレームの先端部分をそれぞれ対向させインサートされて閉じられた型内に、型に設けられたゲートから溶融した成型樹脂を流し込み熱硬化させて形成される。また、パッケージ成型体100は、第一の凹部120内にパッケージ成型体100と同じ成型部材からなる壁部104を有する。壁部104は、第一の凹部120内壁面106aの一部から第二の凹部130方向に延在するように第二の金属基体102および第三の金属基体103の主面に設けられている。該壁部104の形状は特に限定されず、上記金属基体の主面を二以上のボンディング領域に分割して露出させるものであれば如何なる形状でも構わない。このような形状は、パッケージ成型体100を成型するための型の形状を、所望の形状の壁部が形成可能な形状とすることにより、パッケージ成型体の成型と同時に形成することができる。また、第二の金属基体102あるいは第三の金属基体103の主面(ボンディング領域)からの壁部104の高さは、導電性ワイヤ109のワイヤボンディングによって形成される金属片の厚みより、高いことが好ましい。このように構成することにより、壁部104の方に半導体素子を被覆する封止部材111、112の応力が集中し、導電性ワイヤの金属片方向への応力集中が避けられるため、導電性ワイヤの剥がれを防止することができる。

20

30

【0063】

さらに、詳細に説明すると、パッケージ成型体100は、主面側に内壁面106aにより形成される第一の凹部120を有し、パッケージ成型体100の外壁面を構成する一側面より挿入された少なくとも三つの金属基体101、102、103の主面が第一の凹部120底面より露出している。ここで、第一の金属基体101の主面には、発光素子108が収納可能な第三の凹部を設けることが好ましい。一方、第二の凹部130の開口部外側には成型部材による段差が設けられ、第二の凹部130側面の上面において外側へ広がる第一の主面、及び第一の主面の上方において外側へ広がる第二の主面を設けることもできる。パッケージ成型体100の一側面と対向した他方の側面より挿入された第二の金属基体102および第三の金属基体103が正負一対のリード電極として、その主面を第一の凹部120底面より露出させている。リード電極の主面は、成型部材からなる壁部により分割され少なくとも二以上の領域として露出されたボンディング領域となっている。さらに、各ボンディング領域は、発光素子108又は保護素子107が載置され、あるいは発光素子108又は保護素子107の各電極とそれぞれ導電性ワイヤにて接続されている。また、上記第一の主面および第二の主面により形成される段差および第一の金属基体に設けられる第三の凹部は、蛍光物質を含有させた樹脂を発光素子周辺に配置することを容易にする。

40

【0064】

このような構成を有するパッケージを用い、凹部に発光素子108が載置され、これら

50

を第一の封止部材 1 1 1 である柔軟性部材および第二の封止部材 1 1 2 である硬質性部材にて密封して本発明の半導体装置が得られる。

【 0 0 6 5 】

ここで、第一の凹部 1 2 0 にて露出するリード電極主面は、発光素子 1 0 8 又は保護素子 1 0 7 の各電極と架橋される導電ワイヤを固着するに必要な面積が露出していれば良く、その他のリード電極主面はパッケージ樹脂と同一材料にて覆われていることが好ましい。これにより、リード電極と第一の封止部材との界面に生じる気化膨脹を抑制することができる。また、発光素子 1 0 8 又は保護素子 1 0 7 と導電ワイヤを固着するに必要な面積だけ露出させ、かつ上記壁部を有することにより、比較的密着性の強いパッケージ成型樹脂と封止部材との接触面積を大きくすることができ、半導体装置の一体性が高まるため、封止部材の剥離が防止され光学特性及び信頼性の高い発光装置が得られる。

10

【 0 0 6 6 】

ここで、本実施の形態におけるパッケージ成型体は、第一の凹部 1 2 0 の開口部近傍に段差 1 0 6 c を有することができる。このように段差 1 0 6 c を設けることにより、柔軟性部材の開口部外側への這い上がりを防止することができるため、第一の封止部材を粘着性の高い柔軟性部材とし、信頼性の高い半導体装置とすることができる。

【 0 0 6 7 】

ここで、第一の凹部にて露出するリード電極主面は、発光素子 1 0 8 の各電極と架橋される導電ワイヤを固着するに必要な面積が露出していれば良く、その他のリード電極主面はパッケージ樹脂と同一材料にて覆われていることが好ましい。これにより、リード電極と第一の封止部材との界面に生じる気化膨脹を抑制することができる。また、発光素子 1 0 8 又は保護素子 1 0 7 と導電ワイヤを固着するに必要な面積だけ露出させ、かつ上記壁部を有することにより、比較的密着性の強いパッケージ成型樹脂と封止部材との接触面積を大きくすることができ、半導体装置の一体性が高まるため、封止部材の剥離が防止され光学特性及び信頼性の高い発光装置が得られる。

20

【 0 0 6 8 】

ここで、本実施の形態におけるパッケージ成型体は、第一の凹部の開口部近傍に段差を有することができる。このように段差を設けることにより、柔軟性部材の開口部外側への這い上がりを防止することができるため、第一の封止部材を粘着性の高い柔軟性部材とし、信頼性の高い半導体装置とすることができる。

30

【 0 0 6 9 】

(リード電極)

本実施の形態において、リード電極とは、金属基体の一つとして、半導体素子が載置される金属基体と同様にパッケージ成型体の構成部材として設けられ、半導体素子に電力を供給する導電体である。本実施の形態におけるリード電極は、金属平板に打ち抜き加工を施してなるリードフレームの一部として形成され、パッケージ成型体を形成する際に成型用型内に挿入されることにより、一体成型される。

【 0 0 7 0 】

リード電極は、銅や鉄入り銅等の高熱伝導体を用いて構成することができる。また、半導体素子として発光素子を用いた場合、発光素子からの光の反射率の向上及びリード基材の酸化防止等のために、リード電極の表面に銀、アルミ、銅や金等の金属メッキを施すこともでき、またリード電極の表面の反射率を向上させるため平滑にすることが好ましい。また、リード電極の面積はパッケージ成型体の大きさに合わせて大きくすることが好ましく、このようにすると放熱性を高めることができ、配置される半導体素子の温度上昇を効果的に抑制することができる。これによって、発光素子に比較的多くの電力を投入することが可能となり光出力を向上させることができる。

40

【 0 0 7 1 】

リード電極は、例えば、0.15 mm 厚の銅合金からなる長尺金属板がプレスにより打ち抜き加工されてリードフレームの一部として形成される。本実施の形態では、正のリード電極と負のリード電極とが対となって一方向に連なり、第一の金属基体が該正負リー

50

ド電極に対向しながら一方向に連なるようにプレス加工を施している。

【0072】

本発明の発光装置において、リード電極の背面と側面との交わる角は曲面を帯びていることが好ましい。このように、樹脂を注入する方向に合わせてリード電極の端部に丸みを設けると、成型樹脂の流れがスムーズとなり、リード電極と成型樹脂部との密着性が強化される。また、第一の凹部120の底面に露出された一対のリード電極間の空間に隙間なく樹脂を充填させることができる。また、成型樹脂部のリード電極との接合ラインは、リード電極に対応した形状となる。よって、成型樹脂部の側面上の背面との接合ラインは、底角が曲面を帯びた凹部形状とすることができる。これにより前記接合ラインにおける応力集中が回避されパッケージ・クラックの発生を抑制することができる。

10

【0073】

また更に、リード電極を主面側から裏面側に垂直に切断した断面形状において、リード電極の主面と側面との交わる角は鋭角に盛り上がっていることが好ましい。これにより、リード電極と第一の封止部材との密着性が向上され、これらの界面での剥離を抑制することができる。

【0074】

また、パッケージ成型体の外壁から突き出した正のリード電極と負のリード電極のアウト・リード部は、背面が成型樹脂部の背面、および金属基体の背面と同一平面を成すようにガルウイング型に加工され、正負の接続端子部となっている。尚、本発明の接続端子部の構造は、ガルウイング型に限られるものではなく、J-バンド(Bend)等、他の構造であってもよい。

20

【0075】

(金属基体)

本実施の形態における金属基体とは、上述したようにリード電極としての金属基体の他、第一の金属基体101として中央部に発光素子108を収納することができる第三の凹部を有することもでき、発光素子108からの発熱を良好に放熱することが可能な金属部材である。このような金属基体は、リード電極と同様にリードフレームの一部に形成され、成型部材に挿入されるように一体成型されパッケージを構成する部材となる。金属基体は、主面側に発光素子108を載置するための領域を有し、背面は半導体装置の実装面、つまりリード電極の接続端子部背面、および成型部材の背面とほぼ同一平面上に位置しており、外部に設けられる他の実装基板と接するように構成されている。このように構成することにより、発光素子108からの発熱を直接実装基板へと放熱することができ、発光素子108への電流投下量を増大させ出力向上を図ることができる。発光素子108又は保護素子107を載置するための領域に設けられる凹部底面の膜厚は、良好な放熱性を有するように薄膜に形成されている。該凹部は、半導体装置の中央部に位置することが好ましく、これにより、半導体装置を発光装置とした場合、良好な指向特性が得られる。また凹部は、発光素子全体を収納することが可能な容積を有することが好ましい。これにより、発光素子の四方側面から発光される光を前記凹部内壁にて良好に正面方向へ取り出すことができる。また、波長変換部材を用い発光素子の光の一部を吸収させ、異なる波長を有する光に変換させる場合、凹部に配置された発光素子全体を波長変換部材で容易に被覆することが可能となる。上記波長変換部材は、透光性部材と発光素子から発光される光の一部を吸収し他の波長を有する光を発光することが可能な蛍光物質とからなる。本発明に用いられるパッケージは、特に発光素子が配置される凹部の放熱性が優れているため、上記波長変換部材の各部材は無機物に限らず有機物を用いることも可能であり、大電流投下による上記有機物の劣化はほとんどおこらず、良好な光学特性が得られる。また、上記凹部の内壁は、容積が開口側へいくほど大きくなるようにテーパ形状であることが好ましく、これにより更に高輝度に発光することが可能な発光装置が得られる。

30

40

【0076】

上記第三の凹部は、例えば金属平板に絞り加工を施すことにより構成される。本実施の形態では、金属平板の主面方向から絞り加工を施して金属を背面方向に流し凹部を形成す

50

る。これにより、背面の外郭は凹凸を有する形状となり、成型樹脂部との接触面積が増大され、構造的な一体性を強化することができる。

【0077】

リード電極及び金属基体の熱伝導率はそれぞれ、 $10\text{ W/m}\cdot\text{K}$ 以上 $100\text{ W/m}\cdot\text{K}$ 以下の範囲であることが好ましく、より好ましくは $15\text{ W/m}\cdot\text{K}$ 以上 $80\text{ W/m}\cdot\text{K}$ 以下、更に好ましくは $15\text{ W/m}\cdot\text{K}$ 以上 $50\text{ W/m}\cdot\text{K}$ 以下である。信頼性を維持しながら大電流を長時間投下することが可能な発光装置が得られる。

【0078】

(半導体素子)

本願発明における半導体素子は、発光素子、受光素子およびそれらの半導体素子とともにパッケージに収納され該半導体素子を過電圧による破壊から保護するための保護素子を少なくとも一種以上組み合わせるものとすることができる。保護素子は半導体構造を持つものの他に、半導体構造を持たないものも存在している。半導体構造を持つ保護素子は電流方向が重要となってくるため、説明の便宜上、半導体素子として説明するが、半導体構造を持たないものも使用することができる。特に、本実施の形態においては、保護素子と組み合わせてパッケージ成型体に収納され、半導体装置とされる発光素子について説明する。

10

【0079】

(発光素子)

本発明で用いられる発光素子チップは、特に限定されないが、上記の如く一对のリード電極と金属基体とが成型樹脂にてインサート成型されている場合、同一面側に正負一对の電極を有する発光素子チップが用いられる。また、蛍光物質を用いた場合、該蛍光物質を励起可能な発光波長を発光できる発光層を有する半導体発光素子が好ましい。このような半導体発光素子として ZnSe や GaN など種々の半導体を挙げることができるが、蛍光物質を効率良く励起できる短波長が発光可能な窒化物半導体($\text{In}_x\text{Al}_y\text{Ga}_{1-x-y}\text{N}$, $0 < x, 0 < y, x + y < 1$)が好適に挙げられる。また所望に応じて、前記窒化物半導体にボロンやリンを含有させることも可能である。半導体の構造としては、MIS接合、PIN接合やpn接合などを有するホモ構造、ヘテロ構造あるいはダブルヘテロ構成のものが挙げられる。半導体層の材料やその混晶度によって発光波長を種々選択することができる。また、半導体活性層を量子効果が生ずる薄膜に形成させた単一量子井戸構造や多重量子井戸構造とすることもできる。窒化物半導体を使用した場合、半導体用基板にはサファイヤ、スピネル、 SiC 、 Si 、 ZnO 、および GaN 等の材料が好適に用いられる。結晶性の良い窒化物半導体を量産性よく形成させるためにはサファイヤ基板を用いることが好ましい。このサファイヤ基板上にMOCVD法などを用いて窒化物半導体を形成させることができる。サファイヤ基板上に GaN 、 AlN 、 GaAlN 等のバッファ層を形成しその上にpn接合を有する窒化物半導体を形成させる。窒化物半導体を使用したpn接合を有する発光素子例として、バッファ層上に、n型窒化ガリウムで形成した第1のコンタクト層、n型窒化アルミニウム・ガリウムで形成させた第1のクラッド層、窒化インジウム・ガリウムで形成した活性層、p型窒化アルミニウム・ガリウムで形成した第2のクラッド層、p型窒化ガリウムで形成した第2のコンタクト層を順に積層させたダブルヘテロ構成などが挙げられる。窒化物半導体は、不純物をドーブしない状態でn型導電性を示す。発光効率を向上させるなど所望のn型窒化物半導体を形成させる場合は、n型ドーパントとして Si 、 Ge 、 Se 、 Te 、 C 等を適宜導入することが好ましい。一方、p型窒化物半導体を形成させる場合は、p型ドーパントである Zn 、 Mg 、 Be 、 Ca 、 Sr 、 Ba 等をドーブさせる。窒化物半導体は、p型ドーパントをドーブしただけではp型化しにくいいためp型ドーパント導入後に、炉による加熱やプラズマ照射等により低抵抗化させることが好ましい。また、前記p型層上に金属層を積層した後、半導体用基板を除去してもよい。このように構成された発光素子を前記金属層が実装面側となるように実装すると、放熱性の高い発光装置が得られる。それぞれ露出されたp型層及びn型層上に各電極を形成後、半導体ウエハーからチップ状にカットさせることで窒化物半導体からなる

20

30

40

50

発光素子を形成させることができる。

【0080】

本発明の発光ダイオードにおいて、白色系を発光させるには、蛍光物質からの発光波長との補色関係や透光性樹脂の劣化等を考慮して、発光素子の発光波長は365nm以上530nm以下が好ましく、420nm以上490nm以下がより好ましい。発光素子と蛍光物質との励起、発光効率をそれぞれより向上させるためには、450nm以上475nm以下がさらに好ましい。

【0081】

なお本発明では、発光素子チップが耐光性に優れ且つ柔軟性を有する第一の封止部材にて信頼性高く封止されているため、近紫外線や紫外線による構成部材の局所的劣化を抑制することができる。よって、本発明の発光装置に400nmより短い紫外線領域を主発光波長とする発光素子を用い、前記発光素子からの光の一部を吸収して他の波長を発光することが可能な蛍光物質とを組み合わせることで、色ムラの少ない色変換型発光装置が得られる。ここで、前記蛍光物質を発光素子チップにバインダーする際には、比較的紫外線に強い樹脂や無機物であるガラス等を用いることが好ましい。

10

【0082】

ここで、発光素子は、例えば、青色の発光が可能な窒化ガリウム系化合物半導体素子であり、該素子は、例えばサファイヤ基板上にn型層、活性層及びp型層を含む窒化物半導体層が形成され、活性層及びp型層の一部を除去して露出させたn型層の上にn電極が形成され、p型層の上にp電極が形成されてなる。

20

【0083】

(保護素子)

本実施の形態における保護素子とは、発光素子等の半導体素子と共にパッケージ成型体の第一の凹部120内に収納される素子であり、他の半導体素子を過電圧による破壊から保護するためのものである。保護素子は、半導体構造を有するものの他、半導体構造を有しないものも含む。

【0084】

本実施の形態で用いることができる保護素子には、規定電圧以上の電圧が印加されると通電状態になるツェナーダイオード(zener diode)、パルス性の電圧を吸収するコンデンサ等を用いることができる。

30

【0085】

ツェナーダイオードとして機能する保護素子は、正電極を有するp型半導体領域と、負電極を有するn型半導体領域とを有し、保護素子の負電極および正電極が発光素子のp側電極とn側電極に対して逆並列となるように接続される。このように、保護素子をツェナーダイオードとすることにより、正負リード電極間に過大な電圧が印加された場合、その電圧がツェナーダイオードのツェナー電圧を超えると、発光素子の正負両電極間はツェナー電圧に保持され、このツェナー電圧以上になることはない。従って、発光素子間に過大な電圧が印加されるのを防止でき、過大な電圧から発光素子を保護し、素子破壊や性能劣化の発生を防止することができる。

【0086】

40

保護素子としてのコンデンサは、表面実装用のチップ部品を用いることができる。このような構造のコンデンサは、両側に帯状の電極が設けられており、この電極が発光素子の正電極および負電極に並列接続される。正負一對のリード電極間に過電圧が印加された場合、この過電圧によって充電電流がコンデンサに流れ、コンデンサの端子電圧を瞬時に下げ、発光素子に対する印加電圧が上がらないようにするため、発光素子を過電圧から保護することができる。また、高周波成分を含むノイズが印加された場合も、コンデンサがバイパスコンデンサとして機能するので、外来ノイズを排除することができる。

【0087】

図5から図11に示されるように、パッケージに載置される半導体素子として、発光素子108の正負一對の両電極を、サブマウント301に設けた正負一對の両電極と対向さ

50

セバンプにて接合した複合素子とすることもできる。サブマウント301の表面は、導電性部材により正電極と負電極とが同一面側に互いに絶縁されて設けられている。導電性部材は、銀白色の金属、特に反射率の高いアルミニウム、銀や金あるいはそれらの合金を使用することが好ましい。サブマウント301自体の材料は、発光素子108を過電圧による破壊から防止する保護素子を形成することができるシリコンが好ましい。あるいは、サブマウント301の材料は、窒化物半導体発光素子と熱膨張係数がほぼ等しいもの、例えば窒化アルミニウムが好ましい。このような材料を使用することにより、サブマウント301と発光素子108との間に発生する熱応力が緩和され、サブマウント301と発光素子108との間で剥離を生じさせることなくパンプを介した電氣的接続が維持されるため、発光装置の信頼性を向上させることができる。

10

【0088】

ここで仮に、発光素子108とチップタイプの保護素子のそれぞれをパッケージ等にダイボンドした後、導電性ワイヤ109にてリード電極と接続する構成とすると、導電性ワイヤ109のボンディング数が増えるために生産性が低下する。また、導電性ワイヤ同士の接触、断線等の発生する危険性が増えるため、半導体装置の信頼性の低下を招く恐れがある。一方、発光素子108と保護素子を一体化した複合素子においては、導電性ワイヤ109をサブマウント301に設けた正負両電極に接続するだけでよく、発光素子108に導電性ワイヤ109を直接ボンディングする必要がないため、上述したような問題が生じず信頼性の高い発光装置とすることができる。

【0089】

20

発光装置の信頼性を向上させるため、対向する発光素子108とサブマウント301との間に生じた隙間にはアンダフィルが充填されてもよい。アンダフィルの材料は、例えばエポキシ樹脂等の熱硬化性樹脂である。また、アンダフィルの熱応力を緩和させるため、さらに窒化アルミニウム、酸化アルミニウム及びそれらの複合混合物等がエポキシ樹脂に混入されてもよい。アンダフィルの量は、発光素子の正負両電極とサブマウントとの間に生じた隙間を埋めることができる量である。

【0090】

発光素子108のp側電極およびn側電極は、サブマウント301の正負両電極にそれぞれ対向させて固定される。まず、サブマウント301の正負両電極に対し、Auからなるパンプを形成する。次に、発光素子108の電極とサブマウント301の電極とをパンプを介して対向させ、荷重、熱および超音波をかけることによりパンプを溶着し、発光素子108の電極とサブマウント301との電極とを接合する。なお、パンプの材料として、Auの他、共晶ハンダ(Au-Sn)、Pb-Sn、鉛フリーハンダ等を用いることもできる。

30

【0091】

さらに、サブマウント301を第二の凹部底面から露出している第一の基体上にAgペーストを接着剤として固定し、導電性ワイヤ109にて凹部内に露出させたリード電極とサブマウントの正負両電極とを接続して半導体装置とする。

【0092】

(封止部材111、112)

40

本実施の形態における封止部材とは、パッケージ成型体に収納される半導体素子を被覆する部材である。例えば、軟質シリコン樹脂またはエポキシ樹脂等の透光性樹脂を単独で封止部材とすることができる。また、封止部材は、発光素子108を被覆する第一の封止部材111と、該第一の封止部材を被覆する第二の封止部材112を設けることができる。さらに、第一の封止部材を柔軟性部材とし、第二の封止部材を硬質性部材とすることにより、信頼性の高い半導体装置とすることができる。これらの封止部材には、蛍光物質、拡散剤、フィラーを含有させることもできる。

【0093】

さらに、サブマウント301を第二の凹部130底面から露出している第一の基体上にAgペーストを接着剤として固定し、導電性ワイヤ109にて凹部内に露出させたリード

50

電極とサブマウントの正負両電極とを接続して半導体装置とする。

【0094】

(柔軟性部材)

パッケージ成型体に載置された上述の半導体素子を覆うように、パッケージ成型体の第一の凹部120内から上方の硬質性部材下端部にかけて柔軟性部材が設けることができる。上記柔軟性部材は水分等から半導体素子を保護することができる他、透光性を有しており発光素子からの光を効率よく外部に取り出すことができる。また、熱に対して高い安定性を有しているため、発光装置の作動時に生じる熱応力を緩和させることができる。また、近紫外領域または紫外領域の発光素子を用いた場合、これらの光に対して耐光性に優れた柔軟性部材を用いることが好ましい。これら柔軟性を有する部材として、ゴム状弾性樹脂、10
ゲル状シリコン樹脂のようなゲル状樹脂等が挙げられる。これらの樹脂は、架橋密度が低い又は架橋構造を有さないことから、良好な柔軟性を有することができる。また、発光素子チップからの光に対して特定のフィルター効果等を持たず為着色染料や着色顔料を添加することもできる。

【0095】

(硬質性部材)

本発明の発光装置において、発光素子周囲に設けられた柔軟性部材は硬質性部材にて封止されている。本発明に用いられる硬質性部材は、機械的強度を有し且つ透光性であれば特に限定されない。

【0096】

本実施の形態において、光取り出し窓部である硬質性部材は、パッケージ成型体の第一の凹部120に配置された発光素子108の上方に位置しており、第一の凹部120の内壁面の延長と硬質性部材の上面との交線の内側が半導体装置の発光に關与する発光面となる。発光素子の端部から発光される光は、柔軟性部材中にて反射散乱されて、硬質性部材を透過し正面方向に取り出される。これらの反射散乱光の存在範囲は、ほぼ第一の凹部120の内壁面の延長線内であると考えられる。そこで、上記交線の内側の形状をあらゆる形状に調整することにより、所望とする輝度を発光することが可能な発光装置が得られる。また、硬質性部材の材料は、パッケージ本体を形成する成型樹脂、および下部に設けられる柔軟性部材と熱膨張係数が近似していることが好ましい。例えば、柔軟性部材をゲル状シリコン樹脂とした場合、硬質性部材の材料は、硬質シリコン樹脂とすることが好ましい。このように構成することにより、粘着性の高いゲル状シリコン樹脂に塵が付着し半導体装置の光学特性に悪影響を及ぼすことを防止することができる。

【0097】

硬質性部材の形状は、連続した一背面を有することが好ましい。これにより、柔軟性部材との界面に気泡が混入されることなく信頼性高く設置することが可能となる。一方、主面側は、凹部側面の延長線内部において中央部が突出した曲面を有することもできる。これにより背面側にて拡散された光を正面方向に効率良く収束することができ、正面方向の光度を高めることができる。本発明において硬質性部材は、第二の主面の外郭内に内接され、柔軟性部材と構造的に一体化されている。このような硬質性部材は、内部、主面側表面、背面側表面において、発光素子チップからの光に対して特定のフィルター効果等を持たず為着色染料や着色顔料を添加することもできる。

【0098】

(蛍光物質)

本発明において、柔軟性部材および硬質性部材等に蛍光物質のような他の物質を含有させ波長変換部材とさせてもよい。ここで、本実施の形態で用いられている蛍光物質について詳述する。

【0099】

本願発明に用いられる蛍光物質とは、発光素子から放出された可視光や紫外光の一部を吸収し、その吸収した光の波長と異なる波長を有する光を発光する物質である。また、本実施の形態に用いられる蛍光物質としては、少なくとも発光素子の半導体発光層から発光

10

20

30

40

50

された光によって励起され、波長変換した光を発光する蛍光物質をいい、該蛍光物質を固着させる結着剤とともに波長変換部材中に含有される。本実施の形態において、蛍光物質として紫外光により励起されて所定の色の光を発生する蛍光物質も用いることができ、具体例として、例えば、

(1) $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6\text{FCl}:\text{Sb}, \text{Mn}$

(2) $\text{M}_5(\text{PO}_4)_3\text{Cl}:\text{Eu}$ (但し、MはSr、Ca、Ba、Mgから選択される少なくとも一種)

(3) $\text{BaMg}_2\text{Al}_{16}\text{O}_{27}:\text{Eu}$

(4) $\text{BaMg}_2\text{Al}_{16}\text{O}_{27}:\text{Eu}, \text{Mn}$

(5) $3.5\text{MgO} \cdot 0.5\text{MgF}_2 \cdot \text{GeO}_2:\text{Mn}$

(6) $\text{Y}_2\text{O}_3:\text{Eu}$

(7) $\text{Mg}_6\text{As}_2\text{O}_{11}:\text{Mn}$

(8) $\text{Sr}_4\text{Al}_{14}\text{O}_{25}:\text{Eu}$

(9) $(\text{Zn}, \text{Cd})\text{S}:\text{Cu}$

(10) $\text{SrAl}_2\text{O}_4:\text{Eu}$

(11) $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6\text{ClBr}:\text{Mn}, \text{Eu}$

(12) $\text{Zn}_2\text{GeO}_4:\text{Mn}$

(13) $\text{Gd}_2\text{O}_3:\text{Eu}$ 、及び

(14) $\text{La}_2\text{O}_3:\text{Eu}$ 等が挙げられる。

【0100】

また、これらの蛍光物質は、一層からなる波長変換部材中に単独で用いても良いし、混合して用いてもよい。さらに、二層以上が積層されてなる波長変換部材中にそれぞれ単独で用いても良いし、混合して用いてもよい。

【0101】

発光素子が発光した光と、蛍光物質が発光した光が補色関係などにある場合、それぞれの光を混色させることで白色系の混色光を発光することができる。具体的には、発光素子からの光と、それによって励起され発光する蛍光物質の光がそれぞれ光の3原色(赤色系、緑色系、青色系)に相当する場合や発光素子が発光した青色系の光と、それによって励起され発光する蛍光物質の黄色系の光が挙げられる。

【0102】

発光装置の発光色は、蛍光物質と蛍光物質の結着剤として働く各種樹脂やガラスなどの無機部材などとの比率、蛍光物質の沈降時間、蛍光物質の形状などを種々調整すること及びLEDチップの発光波長を選択することにより電球色など任意の白色系の色調を提供させることができる。発光装置の外部には、LEDチップからの光と蛍光物質からの光がモールド部材を効率よく透過することが好ましい。

【0103】

具体的な蛍光物質としては、銅で付活された硫化カドミ亜鉛やセリウムで付活されたイットリウム・アルミニウム・ガーネット系蛍光物質(以下、「YAG系蛍光物質」と呼ぶ。)が挙げられる。特に、高輝度且つ長時間の使用時においては $(\text{Re}_{1-x}\text{Sm}_x)_3(\text{Al}_{1-y}\text{Ga}_y)_5\text{O}_{12}:\text{Ce}$ ($0 < x < 1$, $0 < y < 1$ 、但し、Reは、Y, Gd, Laからなる群より選択される少なくとも一種の元素である。)などが好ましい。

【0104】

$(\text{Re}_{1-x}\text{Sm}_x)_3(\text{Al}_{1-y}\text{Ga}_y)_5\text{O}_{12}:\text{Ce}$ 蛍光物質は、ガーネット構造のため、熱、光及び水分に強く、励起スペクトルのピークが470nm付近などにさせることができる。また、発光ピークも530nm付近にあり720nmまで裾を引くブロードな発光スペクトルを持たせることができる。

【0105】

本発明の発光装置において、蛍光物質は、2種類以上の蛍光物質を混合させてもよい。即ち、Al、Ga、Y、La及びGdやSmの含有量が異なる2種類以上の $(\text{Re}_{1-x}\text{Sm}_x)_3(\text{Al}_{1-y}\text{Ga}_y)_5\text{O}_{12}:\text{Ce}$ 蛍光物質を混合させてRGBの波長成分を増やすこ

10

20

30

40

50

とができる。また、現在のところ半導体発光素子の発光波長には、バラツキが生ずるものがあるため2種類以上の蛍光物質を混合調整させて所望の白色系の混色光などを得ることができる。具体的には、発光素子の発光波長に合わせて色度点の異なる蛍光物質の量を調整し含有させることでその蛍光物質間と発光素子で結ばれる色度図上の任意の点を発光させることができる。

【0106】

このような蛍光物質は、気相や液相中に分散させ均一に放出させることができる。気相や液相中での蛍光物質は、自重によって沈降する。特に液相中においては懸濁液を静置させることで、より均一性の高い蛍光物質を持つ層を形成させることができる。所望に応じて複数回繰り返すことにより所望の蛍光物質量を形成することができる。

10

【0107】

以上のようにして形成される蛍光物質は、発光素子の表面上において一層からなる波長変換部材中に二種類以上存在してもよいし、二層からなる波長変換部材中にそれぞれ一種類あるいは二種類以上存在してもよい。このようにすると、異なる種類の蛍光物質からの光の混色による白色光が得られる。この場合、各蛍光物質から発光される光をより良く混色しかつ色ムラを減少させるために、各蛍光物質の平均粒径及び形状は類似していることが好ましい。ここで本発明において、蛍光物質の粒径とは、体積基準粒度分布曲線により得られる値であり、前記体積基準粒度分布曲線は、レーザ回折・散乱法により蛍光物質の粒度分布を測定し得られるものである。具体的には、気温25℃、湿度70%の環境下において、濃度が0.05%であるヘキサメタリン酸ナトリウム水溶液に蛍光物質を分散させ、レーザ回折式粒度分布測定装置(SALD-2000A)により、粒径範囲0.03μm~700μmにて測定し得られたものである。

20

【0108】

本実施の形態において使用される蛍光物質は、YAG系蛍光物質に代表されるアルミニウム・ガーネット系蛍光物質と、赤色系の光を発光可能な蛍光物質、特に窒化物系蛍光物質とを組み合わせたものを使用することもできる。これらのYAG系蛍光物質および窒化物系蛍光物質は、混合して波長変換部材中に含有させてもよいし、複数の層から構成される波長変換部材中に別々に含有させてもよい。以下、それぞれの蛍光物質について詳細に説明していく。

【0109】

(アルミニウム・ガーネット系蛍光物質)

本実施の形態に用いられるアルミニウム・ガーネット系蛍光物質とは、Alを含み、かつY、Lu、Sc、La、Gd、Tb、Eu及びSmから選択された少なくとも一つの元素と、Ga及びInから選択された一つの元素とを含み、希土類元素から選択された少なくとも一つの元素で付活された蛍光物質であり、発光素子から発光された可視光や紫外線で励起されて発光する蛍光物質である。例えば、上述したYAG系蛍光物質の他、 $Tb_{2.95}Ce_{0.05}Al_5O_{12}$ 、 $Y_{2.90}Ce_{0.05}Tb_{0.05}Al_5O_{12}$ 、 $Y_{2.94}Ce_{0.05}Pr_{0.01}Al_5O_{12}$ 、 $Y_{2.90}Ce_{0.05}Pr_{0.05}Al_5O_{12}$ 等が挙げられる。これらのうち、本実施の形態において、特にYを含み、かつCeあるいはPrで付活され組成の異なる2種類以上のイットリウム・アルミニウム窒化物系蛍光物質が利用される。

30

40

【0110】

発光層に窒化物系化合物半導体を用いた発光素子から発光した青色系の光と、青色光を吸収させるためボディーカラーが黄色である蛍光物質から発光する緑色系及び赤色系の光と、或いは、黄色系の光であってより緑色系及びより赤色系の光を混色表示させると所望の白色系発光色表示を行うことができる。発光装置はこの混色を起こさせるために蛍光物質の粉体やバルクをエポキシ樹脂、アクリル樹脂或いはシリコン樹脂などの各種樹脂や酸化珪素、酸化アルミニウムなどの透光性無機物中に含有させることもできる。このように蛍光物質が含有されたものは、LEDチップからの光が透過する程度に薄く形成させたドット状のものや層状ものなど用途に応じて種々用いることができる。蛍光物質と透光性

50

無機物との比率や塗布、充填量を種々調整すること及び発光素子の発光波長を選択することにより白色を含め電球色など任意の色調を提供させることができる。

【0111】

また、2種類以上の蛍光物質をそれぞれ発光素子からの入射光に対して順に配置させることによって効率よく発光可能な発光装置とすることができる。即ち、反射部材を有する発光素子上には、長波長側に吸収波長があり長波長に発光可能な蛍光物質が含有された波長変換部材と、それよりも長波長側に吸収波長がありより長波長に発光可能な波長変換部材とを積層などさせることで反射光を有効利用することができる。

【0112】

YAG系蛍光物質を使用すると、放射照度として $(E_e) = 0.1 \text{ W} \cdot \text{cm}^{-2}$ 以上1000 $\text{W} \cdot \text{cm}^{-2}$ 以下のLEDチップと接する或いは近接して配置された場合においても高効率に十分な耐光性を有する発光装置とすることができる。

【0113】

本実施の形態に用いられるセリウムで付活されたイットリウム・アルミニウム酸化物系蛍光物質である緑色系が発光可能なYAG系蛍光物質では、ガーネット構造のため、熱、光及び水分に強く、励起吸収スペクトルのピーク波長が420 nmから470 nm付近にさせることができる。また、発光ピーク波長 λ_p も510 nm付近にあり700 nm付近まで裾を引くブロードな発光スペクトルを持つ。一方、セリウムで付活されたイットリウム・アルミニウム酸化物系蛍光物質である赤色系が発光可能なYAG系蛍光物質でも、ガーネット構造であり熱、光及び水分に強く、励起吸収スペクトルのピーク波長が420 nmから470 nm付近にさせることができる。また、発光ピーク波長 λ_p が600 nm付近にあり750 nm付近まで裾を引くブロードな発光スペクトルを持つ。

【0114】

ガーネット構造を持ったYAG系蛍光物質の組成の内、Alの一部をGaで置換することで発光スペクトルが短波長側にシフトし、また組成のYの一部をGd及び/又はLaで置換することで、発光スペクトルが長波長側へシフトする。このように組成を変化することで発光色を連続的に調節することが可能である。したがって、長波長側の強度がGdの組成比で連続的に変えられるなど窒化物半導体の青色系発光を利用して白色系発光に変換するための理想条件を備えている。Yの置換が2割未満では、緑色成分が大きく赤色成分が少なくなり、8割以上では、赤み成分が増えるものの輝度が急激に低下する。また、励起吸収スペクトルについても同様に、ガーネット構造を持ったYAG系蛍光物質の組成の内、Alの一部をGaで置換することで励起吸収スペクトルが短波長側にシフトし、また組成のYの一部をGd及び/又はLaで置換することで、励起吸収スペクトルが長波長側へシフトする。YAG系蛍光物質の励起吸収スペクトルのピーク波長は、発光素子の発光スペクトルのピーク波長より短波長側にあることが好ましい。このように構成すると、発光素子に投入する電流を増加させた場合、励起吸収スペクトルのピーク波長は、発光素子の発光スペクトルのピーク波長にほぼ一致するため、蛍光物質の励起効率を低下させることなく、色度ズレの発生を抑えた発光装置を形成することができる。

【0115】

このような蛍光物質は、Y、Gd、Ce、La、Al、Sm、Pr、Tb及びGaの原料として酸化物、又は高温で容易に酸化物になる化合物を使用し、それらを化学量論比で十分に混合して原料を得る。又は、Y、Gd、Ce、La、Sm、Pr、Tbの希土類元素を化学量論比で酸に溶解した溶解液を蔞酸で共沈したものを焼成して得られる共沈酸化物と、酸化アルミニウム、酸化ガリウムとを混合して混合原料を得る。これにフラックスとしてフッ化アンモニウム等のフッ化物を適量混合して坩堝に詰め、空气中1350~1450°Cの温度範囲で2~5時間焼成して焼成品を得、次に焼成品を水中でボールミルして、洗浄、分離、乾燥、最後に篩を通すことで得ることができる。また、別の実施の形態の蛍光物質の製造方法では、蛍光物質の原料を混合した混合原料とフラックスからなる混合物を、大気中又は弱還元雰囲気中にて行う第一焼成工程と、還元雰囲気中にて行う第二焼成工程とからなる、二段階で焼成することが好ましい。ここで、弱還元雰囲気とは、

混合原料から所望の蛍光物質を形成する反応過程において必要な酸素量は少なくとも含むように設定された弱い還元雰囲気のことをいい、この弱還元雰囲気中において所望とする蛍光物質の構造形成が完了するまで第一焼成工程を行うことにより、蛍光物質の黒変を防止し、かつ光の吸収効率の低下を防止できる。また、第二焼成工程における還元雰囲気とは、弱還元雰囲気より強い還元雰囲気をいう。このように二段階で焼成すると、励起波長の吸収効率の高い蛍光物質が得られる。従って、このように形成された蛍光物質にて発光装置を形成した場合に、所望とする色調を得るために必要な蛍光物質量を減らすことができ、光取り出し効率の高い発光装置を形成することができる。

【0116】

組成の異なる2種類以上のセリウムで付活されたイットリウム・アルミニウム酸化物系蛍光物質は、混合させて用いても良いし、それぞれ独立して配置させても良い。蛍光物質をそれぞれ独立して配置させる場合、発光素子から光をより短波長側で吸収発光しやすい蛍光物質、それよりも長波長側で吸収発光しやすい蛍光物質の順に配置させることが好ましい。これによって効率よく吸収及び発光させることができる。

【0117】

(窒化物系蛍光物質)

本発明で使用される蛍光物質は、Nを含み、かつBe、Mg、Ca、Sr、Ba、及びZnから選択された少なくとも一つの元素と、C、Si、Ge、Sn、Ti、Zr、及びHfから選択された少なくとも一つの元素とを含み、希土類元素から選択された少なくとも一つの元素で付活された窒化物系蛍光物質も使用することができる。また、本実施の形態に用いられる窒化物系蛍光物質としては、発光素子から発光された可視光、紫外線、及びYAG系蛍光物質からの発光を吸収することによって励起され発光する蛍光物質をいう。例えば、Ca-Ge-N:Eu, Z系、Sr-Ge-N:Eu, Z系、Sr-Ca-Ge-N:Eu, Z系、Ca-Ge-O-N:Eu, Z系、Sr-Ge-O-N:Eu, Z系、Sr-Ca-Ge-O-N:Eu, Z系、Ba-Si-N:Eu, Z系、Sr-Ba-Si-N:Eu, Z系、Ba-Si-O-N:Eu, Z系、Sr-Ba-Si-O-N:Eu, Z系、Ca-Si-C-N:Eu, Z系、Sr-Si-C-N:Eu, Z系、Sr-Ca-Si-C-N:Eu, Z系、Ca-Si-C-O-N:Eu, Z系、Sr-Si-C-O-N:Eu, Z系、Sr-Ca-Si-C-O-N:Eu, Z系、Mg-Si-N:Eu, Z系、Mg-Ca-Sr-Si-N:Eu, Z系、Sr-Mg-Si-N:Eu, Z系、Mg-Si-O-N:Eu, Z系、Mg-Ca-Sr-Si-O-N:Eu, Z系、Sr-Mg-Si-O-N:Eu, Z系、Ca-Zn-Si-C-N:Eu, Z系、Sr-Zn-Si-C-N:Eu, Z系、Ca-Zn-Si-C-O-N:Eu, Z系、Sr-Zn-Si-C-O-N:Eu, Z系、Sr-Ca-Zn-Si-C-O-N:Eu, Z系、Mg-Zn-Si-N:Eu, Z系、Mg-Ca-Zn-Sr-Si-N:Eu, Z系、Sr-Zn-Mg-Si-N:Eu, Z系、Mg-Zn-Si-O-N:Eu, Z系、Mg-Ca-Zn-Sr-Si-O-N:Eu, Z系、Sr-Mg-Zn-Si-O-N:Eu, Z系、Ca-Zn-Si-Sn-C-N:Eu, Z系、Sr-Zn-Si-Sn-C-N:Eu, Z系、Sr-Ca-Zn-Si-Sn-C-N:Eu, Z系、Ca-Zn-Si-Sn-C-O-N:Eu, Z系、Sr-Zn-Si-Sn-C-O-N:Eu, Z系、Sr-Ca-Zn-Si-Sn-C-O-N:Eu, Z系、Mg-Zn-Si-Sn-N:Eu, Z系、Mg-Ca-Zn-Sr-Si-Sn-N:Eu, Z系、Sr-Zn-Mg-Si-Sn-N:Eu, Z系、Mg-Zn-Si-Sn-O-N:Eu, Z系、Mg-Ca-Zn-Sr-Si-Sn-O-N:Eu, Z系、Sr-Mg-Zn-Si-Sn-O-N:Eu, Z系など種々の組合せの蛍光物質を製造することができる。希土類元素であるZは、Y、La、Ce、Pr、Nd、Gd、Tb、Dy、Ho、Er、Luのうち少なくとも1種以上が含有されていることが好ましいが、Sc、Sm、Tm、Ybが含有されていてもよい。これらの希土類元素は、単体の他、酸化物、イミド、アミド等の状態で原料中に混合する。希土類元素は、主に安定な3価の電子配置を有するが、Yb、Sm等は2価、Ce、

10

20

30

40

50

Pr、Tb等は4価の電子配置を有する。酸化物の希土類元素を用いた場合、酸素の関与が蛍光物質の発光特性に影響を及ぼす。つまり酸素を含有することにより発光輝度の低下を生じる場合もある。その反面、残光を短くするなどの利点もある。但し、Mnを用いた場合は、MnとOとのフลักス効果により粒径を大きくし、発光輝度の向上を図ることができる。

【0118】

例えば、共付活剤としてLaを使用する。酸化ランタン(La₂O₃)は、白色の結晶で、空气中に放置すると速やかに炭酸塩に代わるため、不活性ガス雰囲気中で保存する。例えば、共付活剤としてPrを使用する。酸化プラセオジム(Pr₆O₁₁)は、通常の希土類酸化物Z₂O₃と異なり、非化学量論的酸化物で、プラセオジムのシュウ酸塩、水酸化物、炭酸塩などを空气中で焼く800に加熱するとPr₆O₁₁の組成をもつ黒色の粉体として得られる。Pr₆O₁₁はプラセオジム化合物合成の出発物質となり、高純度のものも市販されている。

10

【0119】

特に本発明に係る蛍光物質は、Mnが添加されたSr-Ca-Si-N:Eu、Ca-Si-N:Eu、Sr-Si-N:Eu、Sr-Ca-Si-O-N:Eu、Ca-Si-O-N:Eu、Sr-Si-O-N:Eu系シリコンナイトライドである。この蛍光物質の基本構成元素は、一般式L_xSi_yN_(2/3x+4/3y):Eu若しくはL_xSi_yO_zN_(2/3x+4/3y-2/3z):Eu(Lは、Sr、Ca、SrとCaのいずれか。)で表される。一般式中、X及びYは、X=2、Y=5又は、X=1、Y=7であることが好ましいが、任意のものも使用できる。具体的には、基本構成元素は、Mnが添加された(Sr_xCa_{1-x})₂Si₅N₈:Eu、Sr₂Si₅N₈:Eu、Ca₂Si₅N₈:Eu、Sr_xCa_{1-x}Si₇N₁₀:Eu、SrSi₇N₁₀:Eu、CaSi₇N₁₀:Euで表される蛍光物質を使用することが好ましいが、この蛍光物質の組成中には、Mg、Sr、Ca、Ba、Zn、B、Al、Cu、Mn、Cr及びNiからなる群より選ばれる少なくとも1種以上が含有されていてもよい。但し、本発明は、この実施の形態及び実施例に限定されない。

20

Lは、Sr、Ca、SrとCaのいずれかである。SrとCaは、所望により配合比を変えることができる。

蛍光物質の組成にSiを用いることにより安価で結晶性の良好な蛍光物質を提供することができる。

30

【0120】

発光中心に希土類元素であるユウロピウムEuを用いる。ユウロピウムは、主に2価と3価のエネルギー準位を持つ。本発明の蛍光物質は、母体のアルカリ土類金属系窒化ケイ素に対して、Eu²⁺を付活剤として用いる。Eu²⁺は、酸化されやすく、3価のEu₂O₃の組成で市販されている。しかし、市販のEu₂O₃では、Oの関与が大きく、良好な蛍光物質が得られにくい。そのため、Eu₂O₃からOを、系外へ除去したものを使用することが好ましい。たとえば、ユウロピウム単体、窒化ユウロピウムを用いることが好ましい。但し、Mnを添加した場合は、その限りではない。

【0121】

Sr₂Si₅N₈:Eu, Pr, Ba₂Si₅N₈:Eu, Pr, Mg₂Si₅N₈:Eu, Pr, Zn₂Si₅N₈:Eu, Pr, SrSi₇N₁₀:Eu, Pr, BaSi₇N₁₀:Eu, Ce, MgSi₇N₁₀:Eu, Ce, ZnSi₇N₁₀:Eu, Ce, Sr₂Ge₅N₈:Eu, Ce, Ba₂Ge₅N₈:Eu, Pr, Mg₂Ge₅N₈:Eu, Pr, Zn₂Ge₅N₈:Eu, Pr, SrGe₇N₁₀:Eu, Ce, BaGe₇N₁₀:Eu, Pr, MgGe₇N₁₀:Eu, Pr, ZnGe₇N₁₀:Eu, Ce, Sr_{1.8}Ca_{0.2}Si₅N₈:Eu, Pr, Ba_{1.8}Ca_{0.2}Si₅N₈:Eu, Ce, Mg_{1.8}Ca_{0.2}Si₅N₈:Eu, Pr, Zn_{1.8}Ca_{0.2}Si₅N₈:Eu, Ce, Sr_{0.8}Ca_{0.2}Si₇N₁₀:Eu, La, Ba_{0.8}Ca_{0.2}Si₇N₁₀:Eu, La, Mg_{0.8}Ca_{0.2}Si₇N₁₀:Eu, Nd, Zn

40

50

$0.8Ca_{0.2}Si_7N_{10}:Eu, Nd, Sr_{0.8}Ca_{0.2}Ge_7N_{10}:Eu, Tb, Ba_{0.8}Ca_{0.2}Ge_7N_{10}:Eu, Pr, Zn_{0.8}Ca_{0.2}Ge_7N_{10}:Eu, Pr, Sr_{0.8}Ca_{0.2}Si_6GeN_{10}:Eu, Pr, Ba_{0.8}Ca_{0.2}Si_6GeN_{10}:Eu, Pr, Mg_{0.8}Ca_{0.2}Si_6GeN_{10}:Eu, Y, Zn_{0.8}Ca_{0.2}Si_6GeN_{10}:Eu, Y, Sr_2Si_5N_8:Pr, Ba_2Si_5N_8:Pr, Sr_2Si_5N_8:Tb, BaGe_7N_{10}:Ce$ などが製造できるがこれに限定されない。

【0122】

添加物であるMnは、 Eu^{2+} の拡散を促進し、発光輝度、エネルギー効率、量子効率等の発光効率の向上を図る。Mnは、原料中に含有させるか、又は、製造工程中にMn単体若しくはMn化合物を含有させ、原料と共に焼成する。但し、Mnは、焼成後の基本構成元素中に含有されていないか、含有されていても当初含有量と比べて少量しか残存していない。これは、焼成工程において、Mnが飛散したためであると思われる。

10

【0123】

蛍光物質には、基本構成元素中に、若しくは、基本構成元素とともに、Mg、Ga, In, Li, Na, K, Re, Mo, Fe, Sr, Ca, Ba, Zn, B, Al, Cu, Mn, Cr, O及びNiからなる群より選ばれる少なくとも1種以上を含有する。これらの元素は、粒径を大きくしたり、発光輝度を高めたりする等の作用を有している。また、B、Al、Mg、Cr及びNiは、残光を抑えることができるという作用を有している。

【0124】

20

このような窒化物系蛍光物質は、発光素子によって発光された青色光の一部を吸収して黄から赤色領域の光を発光する。窒化物系蛍光物質をYAG系蛍光物質と共に上記の構成を有する発光装置に使用して、発光素子により発光された青色光と、窒化物系蛍光物質による黄色から赤色光とが混色により暖色系の白色系の混色光を発光する発光装置を提供する。窒化物系蛍光物質の他に加える蛍光物質には、セリウムで付活されたイットリウム・アルミニウム酸化物蛍光物質が含有されていることが好ましい。前記イットリウム・アルミニウム酸化物蛍光物質を含有することにより、所望の色度に調節することができるからである。セリウムで付活されたイットリウム・アルミニウム酸化物蛍光物質は、発光素子により発光された青色光の一部を吸収して黄色領域の光を発光する。ここで、発光素子により発光された青色光と、イットリウム・アルミニウム酸化物蛍光物質の黄色光とが混色により青白い白色に発光する。従って、このイットリウム・アルミニウム酸化物蛍光物質と赤色発光する蛍光物質とを、透光性を有するコーティング部材101中に一緒に混合し、発光素子により発光された青色光とを組み合わせることにより白色系の混色光を発光する発光装置を提供することができる。特に好ましいのは、色度が色度図における黒体放射の軌跡上に位置する白色の発光装置である。但し、所望の色温度の発光装置を提供するため、イットリウム・アルミニウム酸化物蛍光物質の蛍光物質と、赤色発光の蛍光物質を適宜変更することもできる。この白色系の混色光を発光する発光装置は、特殊演色評価数R9の改善を図っている。従来の青色発光素子とセリウムで付活されたイットリウム・アルミニウム酸化物蛍光物質との組合せのみの白色系発光装置は、色温度 $T_{cp} = 4600$ K付近において特殊演色評価数R9がほぼ0に近く、赤み成分が不足していた。そのため特殊演色評価数R9を高めることが解決課題となっていたが、本発明において赤色発光の蛍光物質をイットリウム・アルミニウム酸化物蛍光物質と共に用いることにより、色温度 $T_{cp} = 4600$ K付近において特殊演色評価数R9を40付近まで高めることができる。

30

40

【0125】

次に、本発明に係る蛍光物質($(Sr_xCa_{1-x})_2Si_5N_8:Eu$)の製造方法を説明するが、本製造方法に限定されない。上記蛍光物質には、Mn、Oが含有されている。

【0126】

原料のSr、Caを粉砕する。原料のSr、Caは、単体を使用することが好ましいが

50

、イミド化合物、アミド化合物などの化合物を使用することもできる。また原料 Sr、Ca には、B、Al、Cu、Mg、Mn、MnO、Mn₂O₃、Al₂O₃ などを含有するものでもよい。原料の Sr、Ca は、アルゴン雰囲気中、グローブボックス内で粉碎を行う。粉碎により得られた Sr、Ca は、平均粒径が約 0.1 μm から 15 μm であることが好ましいが、この範囲に限定されない。Sr、Ca の純度は、2N 以上であることが好ましいが、これに限定されない。より混合状態を良くするため、金属 Ca、金属 Sr、金属 Eu のうち少なくとも 1 以上を合金状態としたのち、窒化し、粉碎後、原料として用いることもできる。

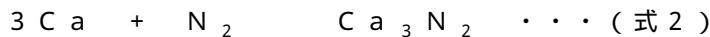
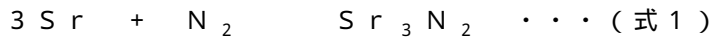
【0127】

原料の Si を粉碎する。原料の Si は、単体を使用することが好ましいが、窒化物化合物、イミド化合物、アミド化合物などを使用することもできる。例えば、Si₃N₄、Si(NH₂)₂、Mg₂Si などである。原料の Si の純度は、3N 以上のものが好ましいが、Al₂O₃、Mg、金属ホウ化物(Co₃B、Ni₃B、CrB)、酸化マンガン、H₃BO₃、B₂O₃、Cu₂O、CuO などの化合物が含有されていてもよい。Si も、原料の Sr、Ca と同様に、アルゴン雰囲気中、若しくは、窒素雰囲気中、グローブボックス内で粉碎を行う。Si 化合物の平均粒径は、約 0.1 μm から 15 μm であることが好ましい。

【0128】

次に、原料の Sr、Ca を、窒素雰囲気中で窒化する。この反応式を、以下の式 1 および式 2 にそれぞれ示す。

【0129】

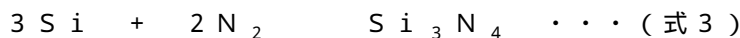


Sr、Ca を、窒素雰囲気中、600~900、約 5 時間、窒化する。Sr、Ca は、混合して窒化しても良いし、それぞれ個々に窒化しても良い。これにより、Sr、Ca の窒化物を得ることができる。Sr、Ca の窒化物は、高純度のものが好ましいが、市販のものも使用することができる。

【0130】

原料の Si を、窒素雰囲気中で窒化する。この反応式を、以下の式 3 に示す。

【0131】



ケイ素 Si も、窒素雰囲気中、800~1200、約 5 時間、窒化する。これにより、窒化ケイ素を得る。本発明で使用する窒化ケイ素は、高純度のものが好ましいが、市販のものも使用することができる。

【0132】

Sr、Ca 若しくは Sr-Ca の窒化物を粉碎する。Sr、Ca、Sr-Ca の窒化物を、アルゴン雰囲気中、若しくは、窒素雰囲気中、グローブボックス内で粉碎を行う。

【0133】

同様に、Si の窒化物を粉碎する。また、同様に、Eu の化合物 Eu₂O₃ を粉碎する。Eu の化合物として、酸化ユウロピウムを使用するが、金属ユウロピウム、窒化ユウロピウムなども使用可能である。このほか、原料の Z は、イミド化合物、アミド化合物を用いることもできる。酸化ユウロピウムは、高純度のものが好ましいが、市販のものも使用することができる。粉碎後のアルカリ土類金属の窒化物、窒化ケイ素及び酸化ユウロピウムの平均粒径は、約 0.1 μm から 15 μm であることが好ましい。

【0134】

上記原料中には、Mg、Sr、Ca、Ba、Zn、B、Al、Cu、Mn、Cr、O 及び Ni からなる群より選ばれる少なくとも 1 種以上が含有されていてもよい。また、Mg、Zn、B 等の上記元素を以下の混合工程において、配合量を調節して混合することもできる。これらの化合物は、単独で原料中に添加することもできるが、通常、化合物の形態で添加される。この種の化合物には、H₃BO₃、Cu₂O₃、MgCl₂、MgO・C

10

20

30

40

50

aO、 Al_2O_3 、金属ホウ化物 (CrB 、 Mg_3B_2 、 AlB_2 、 MnB)、 B_2O_3 、 Cu_2O 、 CuO などがある。

【0135】

上記粉碎を行った後、Sr、Ca、Sr-Caの窒化物、Siの窒化物、Euの化合物 Eu_2O_3 を混合し、Mnを添加する。これらの混合物は、酸化されやすいため、Ar雰囲気中、又は、窒素雰囲気中、グローブボックス内で、混合を行う。

【0136】

最後に、Sr、Ca、Sr-Caの窒化物、Siの窒化物、Euの化合物 Eu_2O_3 の混合物をアンモニア雰囲気中で、焼成する。焼成により、Mnが添加された(Sr_xCa_{1-x}) $_2Si_5N_8$: Euで表される蛍光物質を得ることができる。ただし、各原料の配合比率を変更することにより、目的とする蛍光物質の組成を変更することができる。

10

【0137】

焼成は、管状炉、小型炉、高周波炉、メタル炉などを使用することができる。焼成温度は、1200から1700の範囲で焼成を行うことができるが、1400から1700の焼成温度が好ましい。焼成は、徐々に昇温を行い1200から1500で数時間焼成を行う一段階焼成を使用することが好ましいが、800から1000で一段階目の焼成を行い、徐々に加熱して1200から1500で二段階目の焼成を行う二段階焼成(多段階焼成)を使用することもできる。蛍光物質の原料は、窒化ホウ素(BN)材質のるつぼ、ポートを用いて焼成を行うことが好ましい。窒化ホウ素材質のるつぼの他に、アルミナ(Al_2O_3)材質のるつぼを使用することもできる。

20

【0138】

以上の製造方法を使用することにより、目的とする蛍光物質を得ることが可能である。

【0139】

本発明の実施例において、赤味を帯びた光を発光する蛍光物質として、特に窒化物系蛍光物質を使用するが、本発明においては、上述したYAG系蛍光物質と赤色系の光を発光可能な蛍光物質とを備える発光装置とすることも可能である。このような赤色系の光を発光可能な蛍光物質は、波長が400~600nmの光によって励起されて発光する蛍光物質であり、例えば、 Y_2O_2S : Eu、 La_2O_2S : Eu、 CaS : Eu、 SrS : Eu、 ZnS : Mn、 $ZnCdS$: Ag, Al、 $ZnCdS$: Cu, Al等が挙げられる。このようにYAG系蛍光物質とともに赤色系の光を発光可能な蛍光物質を使用することにより発光装置の演色性を向上させることが可能である。

30

【0140】

以上のようにして形成されるアルミニウム・ガーネット系蛍光物質、および窒化物系蛍光物質に代表される赤色系の光を発光可能な蛍光物質は、発光素子の周辺において一層からなる波長変換部材中に二種類以上存在してもよいし、二層からなる波長変換部材中にそれぞれ一種類あるいは二種類以上存在してもよい。このような構成にすると、異なる種類の蛍光物質からの光の混色による混色光が得られる。この場合、各蛍光物質から発光される光をより良く混色しかつ色ムラを減少させるために、各蛍光物質の平均粒径及び形状は類似していることが好ましい。また、窒化物系蛍光物質は、YAG系蛍光物質により波長変換された光の一部を吸収してしまうことを考慮して、窒化系蛍光物質がYAG系蛍光物質より発光素子に近い位置に配置されるように波長変換部材を形成することが好ましい。このように構成することによって、YAG系蛍光物質により波長変換された光の一部が窒化物系蛍光物質に吸収されてしまうことがなくなり、YAG系蛍光物質と窒化物系蛍光物質とを混合して含有させた場合と比較して、混色光の演色性を向上させることができる。

40

【0141】

(アルカリ土類金属塩)

本実施の形態における発光装置は、発光素子が発光した光の一部を吸収し、その吸収した光の波長と異なる波長を有する光を発光する蛍光物質として、ユウロピウムで付活されたアルカリ土類金属珪酸塩を有することもできる。該アルカリ土類金属珪酸塩は、以下のような一般式で表されるアルカリ土類金属オルト珪酸塩が好ましい。

50

【0142】

$(2-x-y)SrO \cdot x(Ba, Ca)O \cdot (1-a-b-c-d)SiO_2 \cdot aP_2O_5 \cdot bAl_2O_3 \cdot cB_2O_3 \cdot dGeO_2 : yEu^{2+}$ (式中、 $0 < x < 1.6$ 、 $0.005 < y < 0.5$ 、 $0 < a, b, c, d < 0.5$ である。)

$(2-x-y)BaO \cdot x(Sr, Ca)O \cdot (1-a-b-c-d)SiO_2 \cdot aP_2O_5 \cdot bAl_2O_3 \cdot cB_2O_3 \cdot dGeO_2 : yEu^{2+}$ (式中、 $0.01 < x < 1.6$ 、 $0.005 < y < 0.5$ 、 $0 < a, b, c, d < 0.5$ である。)

ここで、好ましくは、 a, b, c および d の値のうち、少なくとも一つが 0.01 より大きい。

【0143】

本実施の形態における発光装置は、アルカリ土類金属塩からなる蛍光物質として、上述したアルカリ土類金属珪酸塩の他、ユウロピウムおよび/またはマンガンで付活されたアルカリ土類金属アルミン酸塩や $Y(V, P, Si)O_4 : Eu$ 、または次式で示されるアルカリ土類金属 - マグネシウム - 二珪酸塩を有することもできる。

【0144】

$Me(3-x-y)MgSi_2O_3 : xEu, yMn$ (式中、 $0.005 < x < 0.5$ 、 $0.005 < y < 0.5$ 、 Me は、 Ba および/または Sr および/または Ca を示す。)

次に、本実施の形態におけるアルカリ土類金属珪酸塩からなる蛍光物質の製造工程を説明する。

【0145】

アルカリ土類金属珪酸塩の製造のために、選択した組成に応じて出発物質アルカリ土類金属炭酸塩、二酸化珪素ならびに酸化ユウロピウムの化学量論的量を密に混合し、かつ、蛍光物質の製造に常用の固体反応で、還元性雰囲気のもと、温度 1100 および 1400 で所望の蛍光物質に変換する。この際、 0.2 モル未満の塩化アンモニウムまたは他のハロゲン化物を添加することが好ましい。また、必要に応じて珪素の一部をゲルマニウム、ホウ素、アルミニウム、リンで置換することもできるし、ユウロピウムの一部をマンガンで置換することもできる。

【0146】

上述したような蛍光物質、即ち、ユウロピウムおよび/またはマンガンで付活されたアルカリ土類金属アルミン酸塩や $Y(V, P, Si)O_4 : Eu$ 、 $Y_2O_2S : Eu^{3+}$ の一つまたはこれらの蛍光物質を組み合わせることによって、所望の色温度を有する発光色および高い色再現性を得ることができる。

【0147】

上述したような各蛍光物質の配置場所は特に限定されず、硬質性部材の窓部の背面に配置しても良いし、硬質性部材や柔軟性部材の各材料に直接含有させても良い。硬質性部材の背面や発光素子の表面にバインダーにて蛍光物質を付着させる場合、前記バインダーの材質は特に限定されず、有機物及び無機物のいずれをも用いることができる。バインダーとして有機物を使用する場合、具体的材料として、エポキシ樹脂、アクリル樹脂、シリコーンなどの耐候性に優れた透明樹脂が好適に用いられる。特にシリコーンを用いると信頼性に優れ且つ蛍光物質の分散性を向上させることができ好ましい。

【0148】

また、レンズ表面に蛍光物質を載置する場合、バインダーとしての熱膨張率と近似である無機物を使用すると、蛍光物質を良好に密着させることができ好ましい。具体的方法として、沈降法やゾル - ゲル法等を用いることができる。例えば、蛍光物質、シラノール($Si(OEt)_3OH$)、及びエタノールを混合してスラリーを形成し、該スラリーをノズルから硬質性部材の窓部に吐出させた後、 300 にて3時間加熱してシラノールを SiO_2 とし、蛍光物質を固着させることができる。

【0149】

また、無機物である結着剤をバインダーとして用いることもできる。結着剤とは、いわ

10

20

30

40

50

ゆる低融点ガラスであり、微細な粒子であり且つ紫外から可視領域のふく射線に対して吸収が少なくバインダー中にて極めて安定であることが好ましく、沈殿法により得られた細かい粒子であるアルカリ土類のほう酸塩が適している。

【0150】

また、大きい粒径を有する蛍光物質を付着させる場合、融点が高くても粒子が超微粉体である結着剤、例えば、デグサ製のシリカ、アルミナ、あるいは沈殿法で得られる細かい粒度のアルカリ土類金属のピロりん酸塩、正りん酸塩などを使用することが好ましい。これらの結着剤は、単独、若しくは互いに混合して用いることができる。

【0151】

ここで、上記結着剤の塗布方法について述べる。結着剤は、結着効果を十分に高めるため、ビヒクル中に湿式粉碎しスラリー状にして結着剤スラリーとして用いることが好ましい。前記ビヒクルとは、有機溶媒あるいは脱イオン水に少量の粘結剤を溶解して得られる高粘度溶液である。例えば、有機溶媒である酢酸ブチルに対して粘結剤であるニトロセルロースを1wt%含有させることにより、有機系ビヒクルが得られる。

【0152】

このようにして得られた結着剤スラリーに蛍光物質を含有させて塗布液を作製する。塗布液中のスラリーの添加量は、前記塗布液中の蛍光物質に対して前記スラリー中の結着剤の総量が1~3%wt程度であることが好ましい。結着剤の添加量が多すぎると、光束維持率が低下する傾向にあるので、最小限の使用にとどめることが好ましい。

【0153】

硬質性部材の背面又は主面に上記結着剤にて蛍光物質を固着させたい場合、前記塗布液を前記窓部の背面に塗布し、その後、温風あるいは熱風を吹き込み乾燥させる。最後に400~700の温度でベーキングを行い、前記ビヒクルを飛散させる。これにより前記窓部の表面に蛍光物質層が前記結着剤にて付着される。

【0154】

(拡散剤)

更に、本発明において、上記の波長変換部材中に蛍光物質に加えて拡散剤を含有させても良い。具体的な拡散剤としては、チタン酸バリウム、酸化チタン、酸化アルミニウム、酸化珪素、およびそれらを少なくとも二種以上含有する混合物等が好適に用いられる。これによって良好な指向特性を有する発光装置が得られる。

【0155】

ここで本明細書において拡散剤とは、中心粒径が1nm以上5 μ m未満のものをいう。1 μ m以上5 μ m未満の拡散剤は、発光素子及び蛍光物質からの光を良好に乱反射させ、大きな粒径の蛍光物質を用いることにより生じやすい色ムラを抑制することができ好ましい。また、発光スペクトルの半値幅を狭めることができ、色純度の高い発光装置が得られる。一方、1nm以上1 μ m未満の拡散剤は、発光素子からの光波長に対する干渉効果が低い反面、透明度が高く、光度を低下させることなく樹脂粘度を高めることができる。これにより、ポッティング等により波長変換部材を配置させる場合、シリンジ内において樹脂中の蛍光物質をほぼ均一に分散させその状態を維持することが可能となり、比較的取り扱いが困難である粒径の大きい蛍光物質を用いた場合でも歩留まり良く生産することが可能となる。このように本発明における拡散剤は粒径範囲により作用が異なり、使用方法に合わせて選択若しくは組み合わせて用いることができる。

【0156】

(フィラー)

更に、本発明において、波長変換部材中に蛍光物質に加えてフィラーを含有させても良い。具体的な材料は拡散剤と同様であるが、拡散剤と中心粒径が異なり、本明細書においてフィラーとは中心粒径が5 μ m以上100 μ m以下のものをいう。このような粒径のフィラーを透光性樹脂中に含有させると、光散乱作用により発光装置の色度バラツキが改善される他、透光性樹脂の耐熱衝撃性を高めることができる。これにより高温下での使用においても、発光素子と外部電極とを電氣的に接続しているワイヤの断線や前記発光素子底

10

20

30

40

50

面とパッケージの凹部底面と剥離等を防止することができる信頼性の高い発光装置が得られる。更には樹脂の流動性を長時間一定に調整することが可能となり所望とする場所内に封止部材を形成することができ歩留まり良く量産することが可能となる。

【0157】

また、フィラーは蛍光物質と類似の粒径及び/又は形状を有することが好ましい。ここで本明細書では、類似の粒径とは、各粒子のそれぞれの中心粒径の差が20%未満の場合をいい、類似の形状とは、各粒径の真円との近似程度を表す円形度(円形度=粒子の投影面積に等しい真円の周囲長さ/粒子の投影の周囲長さ)の値の差が20%未満の場合をいう。このようなフィラーを用いることにより、蛍光物質とフィラーが互いに作用し合い、樹脂中にて蛍光物質を良好に分散させることができ色ムラが抑制される。更に、蛍光物質及びフィラーは、共に中心粒径が $15\mu\text{m} \sim 50\mu\text{m}$ 、より好ましくは $20\mu\text{m} \sim 50\mu\text{m}$ であると好ましく、このように粒径を調整することにより、各粒子間に好ましい間隔を設けて配置させることができる。これにより光の取り出し経路が確保され、フィラー混入による光度低下を抑制しつつ指向特性を改善させることができる。

10

【0158】

(導電性ワイヤ109)

本実施の形態における導電性ワイヤとは、発光素子108又は保護素子107の電極とリード電極とを接続する導電体である。発光素子108をリードフレーム上にダイボンド固定した後、発光素子の各電極とリード電極とをそれぞれ導電性ワイヤにて接続してもよい。ここで、ダイボンドに用いられる接合部材は特に限定されず、エポキシ樹脂等の絶縁性接着剤、Au-Sn合金、導電性材料が含有された樹脂やガラス等を用いることができる。含有される導電性材料はAgが好ましく、Agの含有量が80%~90%であるAgペーストを用いると放熱性に優れて且つ接合後の応力が小さい発光装置が得られる。

20

【0159】

導電性ワイヤとしては、発光素子の電極とのオーミック性、機械的接続性、電気伝導性及び熱伝導性がよいものが求められる。熱伝導度としては $0.01\text{cal}/(\text{s})(\text{cm}^2)(\text{cm})$ 以上が好ましく、より好ましくは $0.5\text{cal}/(\text{s})(\text{cm}^2)(\text{cm})$ 以上である。また、作業性などを考慮して導電性ワイヤの直径は、好ましくは、 $10\mu\text{m}$ 以上、 $45\mu\text{m}$ 以下である。特に、蛍光物質が含有されたコーティング部と蛍光物質が含有されていないモールド部材との界面で導電性ワイヤが断線しやすい。それぞれ同一材料を用いたとしても蛍光物質が入ることにより実質的な熱膨張量が異なるため断線しやすいと考えられる。そのため、導電性ワイヤの直径は、 $25\mu\text{m}$ 以上がより好ましく、発光面積や扱い易さの観点から $35\mu\text{m}$ 以下がより好ましい。このような導電性ワイヤとして具体的には、金、銅、白金、アルミニウム等の金属及びそれらの合金を用いた導電性ワイヤが挙げられる。

30

【0160】

導電性ワイヤは、ボンディング領域で少なくとも二回以上ワイヤボンディングされることが好ましい。即ち、ボンディング領域上での一回目のステッチボンディング後、キャピラリから再度ワイヤを繰り出しワイヤボールを形成後、一回目のステッチボンディング位置に隣接する同じボンディング領域上で二回目のステッチボンディングを行うことが好ましい。このようにすると、導電性ワイヤの耐熱衝撃性が高り、信頼性の高い半導体装置とすることができる。

40

【実施例】

【0161】

以下、本発明に係る実施例について詳述する。なお、本発明は以下に示す実施例のみに限定されないことは言うまでもない。

【0162】

(実施例1)

図2に示すような表面実装(SMD)型の発光装置を形成する。LEDチップ108は、活性層として単色性発光ピークが可視光である 475nm の $\text{In}_{0.2}\text{Ga}_{0.8}\text{N}$ 半

50

導体を有する窒化物半導体発光素子を用いる。より詳細に説明すると、LEDチップ108は、洗浄させたサファイヤ基板上にTMG（トリメチルガリウム）ガス、TMI（トリメチルインジウム）ガス、窒素ガス及びドーパントガスをキャリアガスと共に流し、MOCVD法で窒化物半導体を成膜させることにより形成させることができる。ドーパントガスとしてSiH₄とCp₂Mgを切り替えることによってn型窒化物半導体やp型窒化物半導体となる層を形成させる。

【0163】

本実施例のLEDチップ108の素子構造としては、サファイヤ基板上に、アンドープの窒化物半導体であるGaN層、Siドープのn型電極が形成されたn型コンタクト層となるn型GaN層、アンドープの窒化物半導体であるGaN層、次に、バリア層となるGaN層、井戸層となるInGaN層を1セットとして5セット積層して最後にバリア層となるGaN層を積層して活性層を構成し多重量子井戸構造としてある。活性層上にはMgがドープされたp型クラッド層としてAlGaN層、Mgがドープされたp型コンタクト層であるp型GaN層を順次積層させた構成としてある。（なお、サファイヤ基板上には低温でGaN層を形成させバッファ層とさせてある。また、p型半導体は、成膜後400以上でアニールさせてある。）

エッチングによりサファイヤ基板上の窒化物半導体に同一面側で、p型コンタクト層およびn型コンタクト層の各表面を露出させる。次に、p型コンタクト層上にRh、Zrを材料とするスパッタリングを行い、拡散電極を設ける。

【0164】

さらに、W、Pt、Auを材料とするスパッタリングを行い、拡散電極およびn型コンタクト層の一部に対し、それぞれW/Pt/Auの順に積層させp側台座電極とn側台座電極を同時に形成させる。ここで、p側台座電極とn側台座電極を同時に形成させることで、電極を形成するための工程数を減らすことができる。

【0165】

なお、拡散電極の代わりとして、p型窒化物半導体上の全面にITO（インジウム（In）とスズ（Sn）の複合酸化物）や、Ni/Au等の金属薄膜を透光性電極として形成させた後、該透光性電極上の一部にp側台座電極を形成しても構わない。

【0166】

出来上がった半導体ウエハーにスクライブラインを引いた後、外力により分割させ半導体発光素子であるLEDチップ（光屈折率2.5）を形成させる。

【0167】

0.5mm厚の鉄入り銅からなる長尺金属板に対し打ち抜き加工を施し、少なくとも三つの金属基体の先端部を複数対有するリードフレームを形成する。また、光反射率を向上させるため、リードフレーム表面にAgメッキを施す。

【0168】

次に、三つの金属基体（LEDチップ108が載置される第一の金属基体101、リード電極となる第二の金属基体102および第三の金属基体103）の端部が挿入されて閉じられた金型内に、ゲートから熔融されたポリフタルアミド樹脂を流し込み硬化させ、図1に示すパッケージ成型体100を一体成型する。第二の金属基体102および第三の金属基体103は、成型時に背面側から金型の一部で支持されることにより位置決めがなされる。そのため、図4に示されるように、第二の金属基体102および第三の金属基体103の背面がパッケージ成型体の背面から露出するような孔114、115が形成される。また、パッケージ成型体の背面には成型樹脂の注入痕113が形成される。このようにパッケージ成型体の背面に注入痕113が形成されることにより半導体装置の美観を損ねることがない。また、パッケージ成型体の主面には、発光面に隣接して段差を有するカソードマークが設けられる。パッケージ成型体は、金型から取り外されるとき、発光面に隣接するパッケージ成型体主面の4カ所をピンで突くことにより金型から取り外される。このとき、カソードマークの形成位置もピンで突くこととなるが、ピンの先端が接触するだけの面積だけ確保し、Rを有する段差によりカソードマークを設ける。このような形状と

することにより、Rなしの場合と比較して発光面の機械的強度を十分に確保することができる。

【0169】

パッケージ成型体100は、LEDチップ108および保護素子107を収納可能な円筒状の第一の凹部120を有し、凹部内壁面106の主面側の開口部付近に階段状に段差を有する。該凹部底面において、第二の主面1bから正及び負のリード電極の主面が露出されるように一体成型されている。さらに、露出された正及び負のリード電極の主面は、成型材料と同じ材料からなり第一の凹部120の側面から第二の凹部130の方向へ延在する壁部によりそれぞれ二つのボンディング領域に分割されている。また、発光面に隣接するパッケージ側面から突出されたリード電極102、103のそれぞれは、パッケージ成型体の裏面とほぼ同一面となるように折り曲げられて、外部電極との接続端子部を形成している。図4に示されるように、第一の金属基体101は、該第一の金属基体101が突出するパッケージ成型体の外壁面にほぼ平行な方向に、突起部分101aを有する。このような形状とすることにより、第一の金属基体101がその挿入方向に抜けることがなくなる。

10

【0170】

本実施例においては、保護素子をツェナーダイオード107とする。裏面電極を有するツェナーダイオード107を、導電性接着剤にて負のリード電極の主面に設けられたボンディング領域103aにダイボンドする。ツェナーダイオード107に接続する導電性ワイヤ109は、正のリード電極の主面に設けられたボンディング領域102aにワイヤボンディングされる。ここで、ツェナーダイオード107の正及び負の電極の極性は、LEDチップ108の正及び負の電極の極性に対し逆並列とされる。

20

【0171】

露出された第一の金属基体101の主面に対して、エポキシ樹脂をダイボンド材としてLEDチップ108を接着し固定する。次に、固定されたLEDチップ108の正および負の電極と、正のリード電極の主面に設けられたボンディング領域102bおよび負のリード電極の主面に設けられたボンディング領域103bとをそれぞれAuを主な材料とする導電性ワイヤにて接続する。ここで、負のリード電極の主面に設けられるボンディング領域103aおよび103bと、正のリード電極の主面に設けられるボンディング領域102aおよび102bは、壁部104によりそれぞれ隔てられている。各ボンディング領域間におけるワイヤボンディング位置の間隔は、0.70mmから1.50mmであり、壁部104の幅はその間隔より小さく、0.25mmから0.40mmである。ワイヤボンディングの際にキャピラリの先端が接触しないような大きさである。また、リード電極主面からの壁部104の厚みは、0.20mmから0.50mmである。このように厚みを調節することにより、ツェナーダイオード107をダイボンド材にて固定する際に、該ダイボンド材が壁部104により隔てられた隣のボンディング領域に流れ込むことを防止できる。そのため、後工程において該隣のボンディング領域へのワイヤボンディングが容易に行え、作業性を向上させることができる。

30

【0172】

次に、ゲル状シリコン樹脂をポッティングにより注入し、第一の金属基体101の主面から、第一の凹部120の開口部に設けた段差付近まで充填する。さらに、ゲル状シリコン樹脂を加熱することにより硬化させ第一の封止部材111とする。次に、硬質シリコン樹脂をゲル状シリコン樹脂が被覆されるように注入する。さらに、硬質シリコン樹脂を加熱することにより硬化させ第二の封止部材112とし、各封止部材を構造的に一体化させる。ここで、封止部材111と構造的に一体化された封止部材112の上面は、パッケージ成型体100の主面とほぼ平行な形状とし、該主面より低い状態とする。このように構成することにより、粘着性の高いゲル状シリコン樹脂の這い上がりを防止することができるため、信頼性の高い半導体装置とすることができる。

40

【0173】

本実施例における半導体装置は、上述したような構成により封止樹脂の剥がれや導電性

50

ワイヤの断線が防止でき、信頼性の高い半導体装置である。

【0174】

(実施例2)

図5は、本実施例にかかる半導体装置300の模式的な上面図、図6は、図5中の破線VI-VIにおける断面図を示す。本実施例におけるパッケージ成型体は、凹部の底面にて露出された正のリード電極及び負のリード電極の間に壁部104を有し、露出された正のリード電極及び負のリード電極の主面をそれぞれボンディング領域103cおよび102cとする。さらに、パッケージに載置される半導体素子として、発光素子と保護素子を組み合わせた複合素子とする。ここで、発光素子108は、透光性基板の主面を半導体装置の発光観測面側に向け、発光素子の同一面側に設けられた正電極および負電極がサブマウント301に設けた負電極および正電極とそれぞれ対向されバンプにて接合されている。

10

【0175】

サブマウント301は、発光素子108を過電圧による破壊から防止するツェナーダイオードとされたシリコンであり、正電極を有するp型半導体領域と負電極を有するn型半導体領域を有する。サブマウント301の正負電極は、アルミニウムを材料とし、互いに絶縁されて同一面側に設けられる。発光素子108のn側電極およびp側電極は、逆並列接続となるようにサブマウント301の正電極および負電極にそれぞれAuからなるバンプを介して対向され、超音波接合される。さらに、サブマウントを第二の凹部130底面から露出している第一の金属基体上にAgペーストを接着剤として固定する。導電性ワイヤ109にて、凹部内に露出させたリード電極のボンディング領域102cおよび103cとサブマウントの正負両電極とをそれぞれ接続する。最後に、シリコン樹脂にて凹部内を封止して発光装置とする。以上のようにする他は、実施例1と同様に発光装置を形成する。

20

【0176】

本実施例のように、保護素子とされたサブマウントと、該サブマウントに電極面を対向させて載置された発光素子との複合素子とすることにより、発光素子の電極等の光を遮るものが存在しない透光性基板側から光がとりだせるため、発光装置の光取り出し効率が向上する。さらに、封止部材や導電性ワイヤの剥がれが生じない信頼性の高い発光装置とすることができる。

30

【0177】

(実施例3)

図7は、本実施例にかかる半導体装置400の模式的な上面図、図9はその背面図、図8は、図7中の破線VII-VIIにおける断面図を示す。

【0178】

本実施例におけるパッケージ成型体は、図9に示されるように成型部材に挿入された部分で二手に分岐し、パッケージ成型体の外壁面からそれぞれ突出する形状の第一の金属基体101を有する。二手に分岐された第一の金属基体101の間には成型部材105が入り込んでいる。このような第一の金属基体とする他は上記実施例と同様に半導体装置を形成する。

40

【0179】

本実施例にかかる半導体装置は、金属基体の挿入方向における機械的強度に優れ、他の実装基板に対して安定に実装することができる。

【0180】

(実施例4)

図10は、本実施例にかかる半導体装置500の模式的な上面図、図11は、図10中の破線XI-XIにおける断面図を示す。

【0181】

本実施例におけるパッケージ成型体は、パッケージ成型体の外壁面から突出する第二の金属基体および第三の金属基体を、その突出した部分でパッケージの背面方向に折り曲げ

50

ることなく、突出した部分の背面全体をパッケージ成型体および第一の金属基体 101 の背面とほぼ同一平面とする他は実施例 3 と同様に半導体装置を形成する。

【0182】

本実施例にかかる半導体装置は、金属基体の挿入方向における機械的強度に優れ、他の実装基板に対して安定に実装することができる。さらに半導体装置の放熱性を向上させることができる。

【0183】

(実施例 5)

封止部材中に蛍光物質を含有させた波長変換部材を発光素子周辺に形成する以外は、上記実施例と同様にして発光装置を形成する。

10

【0184】

蛍光物質は、Y、Gd、Ce の希土類元素を化学量論比で酸に溶解した溶解液を蔭酸で共沈させ、これを焼成して得られる共沈酸化物と、酸化アルミニウムとを混合して混合原料を得る。さらにフラックスとしてフッ化バリウムを混合した後坩堝に詰め、空气中 1400 の温度で 3 時間焼成することにより焼成品が得られる。焼成品を水中でボールミルして、洗浄、分離、乾燥、最後に篩を通して中心粒径が 8 μm である (Y_{0.995}Gd_{0.005})_{2.750}Al₅O₁₂:Ce_{0.250} 蛍光物質を形成する。

【0185】

上記シリコン樹脂組成物に、上記蛍光物質 5.5 wt% 含有させ、自転公転ミキサーにて 5 分間攪拌を行う。こうして得られた硬化性組成物をパッケージ凹部内に、第二の凹部 130 の両端部上面と同一平面ラインまで充填させる。次に、70 × 2 時間、及び 150 × 1 時間熱処理を施し、発光素子の周辺に波長変換部材を形成する。最後に、波長変換部材およびリード電極を被覆するようにエポキシ樹脂で封止する。

20

【0186】

これにより、発光素子からの発光と、該発光を吸収し異なる波長を有する光を出光する蛍光物質による発光との混色光が発光可能な発光装置とすることができる。

【図面の簡単な説明】

【0187】

【図 1】図 1 は、本発明の一実施例にかかるパッケージ成型体の模式的な斜視図である。

【図 2】図 2 は、本発明の一実施例にかかる半導体装置の模式的な上面図である。

30

【図 3】図 3 は、本発明の一実施例にかかるパッケージ成型体の模式的な断面図である。

【図 4】図 4 は、本発明の一実施例にかかるパッケージ成型体の模式的な背面図である。

【図 5】図 5 は、本発明の一実施例にかかる半導体装置の模式的な上面図である。

【図 6】図 6 は、本発明の一実施例にかかる半導体装置の模式的な断面図である。

【図 7】図 7 は、本発明の一実施例にかかる半導体装置の模式的な上面図である。

【図 8】図 8 は、本発明の一実施例にかかる半導体装置の模式的な断面図である。

【図 9】図 9 は、本発明の一実施例にかかる半導体装置の模式的な背面図である。

【図 10】図 10 は、本発明の一実施例にかかる半導体装置の模式的な上面図である。

【図 11】図 11 は、本発明の一実施例にかかる半導体装置の模式的な断面図である。

40

【符号の説明】

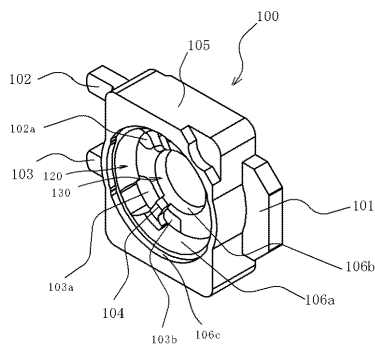
【0188】

- 100・・・パッケージ成型体
- 101・・・第一の金属基体
- 102・・・第二の金属基体
- 103・・・第三の金属基体
- 104・・・壁部
- 105・・・成型部材
- 106 a、106 b・・・凹部を形成する内壁面
- 107・・・保護素子
- 108・・・発光素子

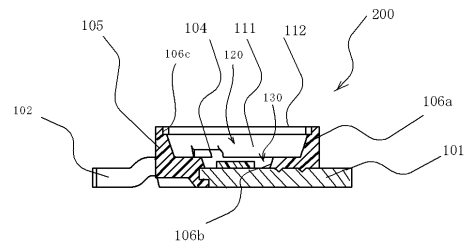
50

- 109・・・導電性ワイヤ
- 102 a、102 b、103 a、103 b、103 c、102 c・・・ボンディング領域
- 111・・・第一の封止部材
- 112・・・第二の封止部材
- 113・・・成型樹脂の注入痕
- 120・・・第一の凹部
- 130・・・第二の凹部
- 114、115・・・孔
- 200、300、400、500・・・半導体装置
- 301・・・サブマウント

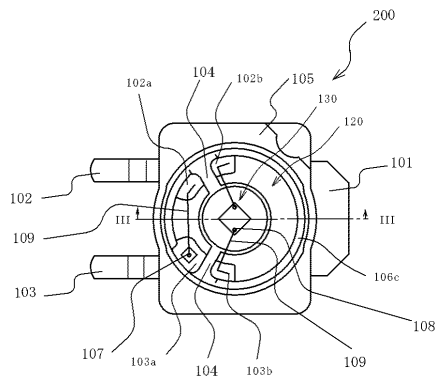
【図1】



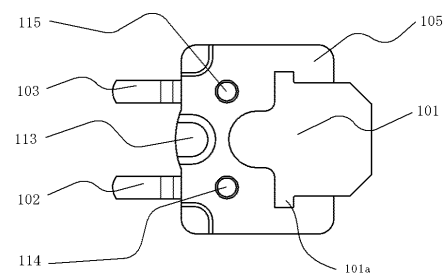
【図3】



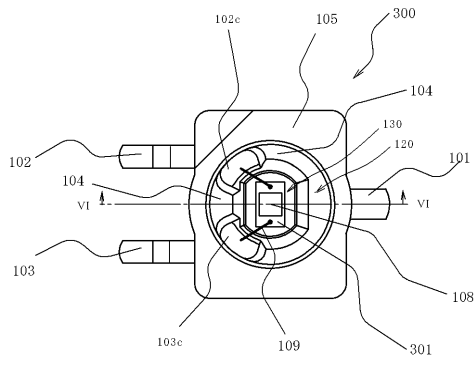
【図2】



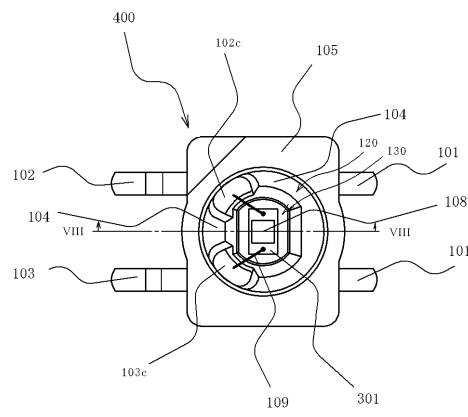
【図4】



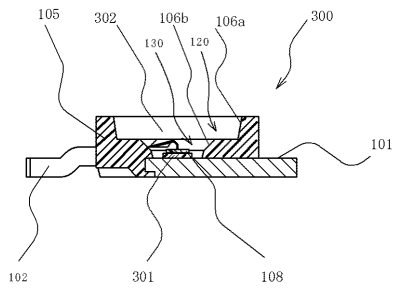
【図5】



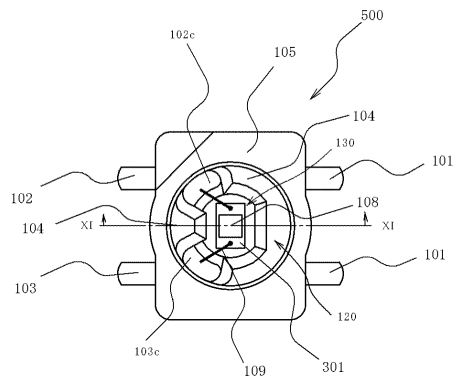
【図7】



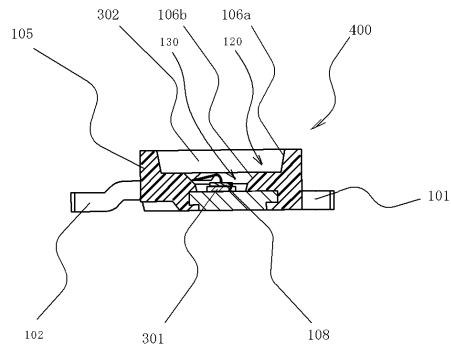
【図6】



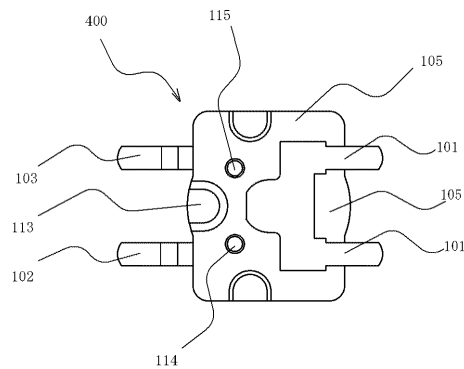
【図10】



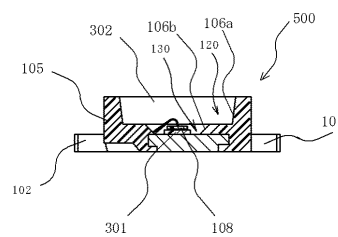
【図8】



【図9】



【図11】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平07 - 283441 (JP, A)
特開2001 - 185763 (JP, A)
特開平08 - 102583 (JP, A)
実開平03 - 001540 (JP, U)
特開平07 - 111343 (JP, A)
特開2002 - 314142 (JP, A)
特開2002 - 314139 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 33/00 - 33/64