

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5192847号
(P5192847)

(45) 発行日 平成25年5月8日(2013.5.8)

(24) 登録日 平成25年2月8日(2013.2.8)

(51) Int.Cl.

H01L 33/64 (2010.01)

F I

H01L 33/00 450

請求項の数 3 (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2008-45286 (P2008-45286)
 (22) 出願日 平成20年2月26日(2008.2.26)
 (65) 公開番号 特開2009-206216 (P2009-206216A)
 (43) 公開日 平成21年9月10日(2009.9.10)
 審査請求日 平成22年9月24日(2010.9.24)

(73) 特許権者 000005821
 パナソニック株式会社
 大阪府門真市大字門真1006番地
 (74) 代理人 100087767
 弁理士 西川 恵清
 (72) 発明者 中筋 威
 大阪府門真市大字門真1048番地 松下
 電工株式会社内
 (72) 発明者 酒井 孝昌
 大阪府門真市大字門真1048番地 松下
 電工株式会社内
 審査官 松崎 義邦

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 発光装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

発光素子と、発光素子を収納する収納凹所が一表面に形成された実装基板とを備えた発光装置であって、実装基板は、第1の半導体基板を用いて形成されてなり発光素子が一表面側に実装されたベース基板と、第2の半導体基板を用いて形成されてなりベース基板の前記一表面側において発光素子を囲む形でベース基板に接合された枠基板とを備え、ベース基板は、第1の半導体基板の前記一表面側に発光素子よりも大きな平面サイズであり中央部に発光素子がろう材により接合されるマウント用金属層および枠基板との接合用金属層が形成されるとともに、マウント用金属層の投影領域における発光素子と重なる領域と重ならない領域との両方に第1の半導体基板の厚み方向に貫通するサーマルビアが形成されてなり、第1の半導体基板の前記一表面側にマウント用金属層と接合用金属層とを電気的に接続し且つ熱結合する連絡金属層と、前記ろう材が接合用金属層に濡れ広がるのを防止する濡れ広がり抑制部とが形成されてなることを特徴とする発光装置。

【請求項2】

前記ベース基板は、平面視において前記ぬれ広がり抑制部が前記発光素子を取り囲む破線の枠状に形成されてなり、当該破線の隣り合う短線間に前記連絡金属層の一部が形成されてなることを特徴とする請求項1記載の発光装置。

【請求項3】

前記ベース基板は、前記濡れ広がり抑制部の表面が、前記第1の半導体基板の前記一表面上に形成され前記マウント用金属層、前記接合用金属層および前記連絡金属層の下地と

なるシリコン酸化膜の露出部位からなることを特徴とする請求項 1 または請求項 2 記載の発光装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、発光ダイオードチップ（LEDチップ）などの発光素子を用いた発光装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来から、図 5 に示すように、LEDチップからなる発光素子 1 と、3 枚のシリコン基板（半導体基板）20a, 30a, 40a を用いて形成され発光素子 1 が収納される収納凹所 2a が一表面に形成された実装基板 2 とを備え、発光素子 1 から放射される光を検出するフォトダイオードからなる光検出素子 4 が実装基板 2 における収納凹所 2a の周部から内方へ突出する突出部 2c に形成された発光装置が提案されている（特許文献 1 参照）。

10

【0003】

ここにおいて、上述の実装基板 2 は、シリコン基板 20a を用いて形成され発光素子 1 が一表面側に実装されるベース基板 20 と、シリコン基板 40a を用いて形成されベース基板 20 の前記一表面側に対向配置され光取出窓 41 が形成されるとともに光検出素子 4 が形成された光検出素子形成基板 40 と、シリコン基板 30a を用いて形成されてベース基板 20 と光検出素子形成基板 40 との間に介在し光取出窓 41 に連通する開口窓 31 が形成された中間層基板（枠基板）30 とで構成されており、ベース基板 20 および中間層基板 30 それぞれに光検出素子 4 と電気的に接続される貫通孔配線 24, 34 が形成されるとともに、ベース基板 20 に発光素子 1 と電気的に接続される貫通孔配線（図示せず）が形成されている。

20

【0004】

また、上述の発光装置では、光出力の高出力化を図りながらも発光素子 1 の発熱により発光素子 1 のジャンクション温度が最大ジャンクション温度を超えないようにするために、発光素子 1 をマウントするマウント用金属層 25a₁ に熱結合される複数のサーマルビア 26 をベース基板 20 に貫設してある。

30

【0005】

また、上述の発光装置は、ベース基板 20 と中間層基板 30 とが接合され、中間層基板 30 と光検出素子形成基板 40 とが接合されているが、これらの接合方法として、接合前に互いの接合表面へアルゴンのプラズマ若しくはイオンビーム若しくは原子ビームを真空中で照射して各接合表面の清浄化・活性化を行ってから、接合表面同士を接触させ、常温下で直接接合する常温接合法を採用しているため、これらの接合を行う際に発光素子 1 のジャンクション温度が最大ジャンクション温度を超えるのを防止することができる。

【0006】

ところで、図 5 に示した構成の発光装置では、発光素子 1 で発生した熱がサーマルビア 26 を伝熱経路としてベース基板 20 の裏面側へ伝熱されるが、サーマルビア 26 は貫通孔配線 24 と同時に形成されるものであり、伝熱経路の断面積が小さいので、発光素子 1 で発生した熱をより効率良く放熱させることができてより一層の高出力化が可能な発光装置が期待されていた。

40

【0007】

そこで、ベース基板 20 に関して、図 6 に示すように、シリコン基板 20a の一表面側において発光素子 1 を搭載するマウント用金属層 25a₁ と、中間層基板 30 との接合用金属層 29 とを電気的に接続し且つ熱結合する連絡金属層 25c をマウント用金属層 25a₁ および接合用金属層 29 に連続した形で形成することが考えられる（文献公知発明にかかるものではない）。なお、図 6 に示したベース基板 20 では、シリコン基板 20a の一表面側に発光素子 1（図 5 参照）の光取り出し面側の電極（図示せず）がボンディングワ

50

イヤ 1 4 (図 5 参照) を介して電氣的に接続される結線用金属層 2 5 a₂ や、光検出素子 4 (図 5 参照) 用の貫通孔配線 2 4 , 2 4 (図 6 における左上と右下の貫通孔配線 2 4) に電氣的に接続される接続用金属層 2 5 b , 2 5 b も形成されている。なお、マウント用金属層 2 5 a₁ および結線用金属層 2 5 a₂ は、発光素子 1 用の貫通孔配線 2 4 , 2 4 (図 6 における右上と左下の貫通孔配線 2 4 , 2 4) と電氣的に接続されている。

【特許文献 1】特開 2 0 0 7 - 2 9 4 8 3 4 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 8 】

しかしながら、図 5 に示した構成の発光装置に図 6 に示した構成のベース基板 2 0 を適用して中間層基板 (枠基板) における接合部位の形状などを変更しても、サーマルビア 2 6 がマウント用金属層 2 5 a₁ における発光素子 1 の投影領域内にしか形成されていないので、放熱性が十分でなく、また、ベース基板 2 0 と中間層基板 (枠基板) 3 0 とを接合する以前に発光素子 1 をマウント用金属層 2 5 a₁ にろう材 (例えば、AuSn 半田など) により接合する際に、ろう材が接合用金属層 2 9 上まで濡れ広がって、ベース基板 2 0 と中間層基板 3 0 との接合不良の原因となることがあった。

【 0 0 0 9 】

本発明は上記事由に鑑みて為されたものであり、その目的は、発光素子の光出力の高出力化を図れ且つベース基板と枠基板との接合不良の発生を防止できる発光装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 0 】

請求項 1 の発明は、発光素子と、発光素子を収納する収納凹所が一表面に形成された実装基板とを備えた発光装置であって、実装基板は、第 1 の半導体基板を用いて形成されてなり発光素子が一表面側に実装されたベース基板と、第 2 の半導体基板を用いて形成されてなりベース基板の前記一表面側において発光素子を囲む形でベース基板に接合された枠基板とを備え、ベース基板は、第 1 の半導体基板の前記一表面側に発光素子よりも大きな平面サイズであり中央部に発光素子がろう材により接合されるマウント用金属層および枠基板との接合用金属層が形成されるとともに、マウント用金属層の投影領域における発光素子と重なる領域と重ならない領域との両方に第 1 の半導体基板の厚み方向に貫通するサーマルビアが形成されてなり、第 1 の半導体基板の前記一表面側にマウント用金属層と接合用金属層とを電氣的に接続し且つ熱結合する連絡金属層と、前記ろう材が接合用金属層に濡れ広がるのを防止する濡れ広がり抑制部とが形成されてなることを特徴とする。

【 0 0 1 1 】

この発明によれば、ベース基板は、マウント用金属層の投影領域における発光素子と重なる領域と重ならない領域との両方に第 1 の半導体基板の厚み方向に貫通するサーマルビアが形成され、第 1 の半導体基板の一表面側にマウント用金属層と接合用金属層とを電氣的に接続し且つ熱結合する連絡金属層が形成されているので、発光素子で発生した熱をより広い範囲へ伝熱させることができ発光素子の温度上昇を抑制できるから、発光素子の光出力の高出力化を図れ、しかも、第 1 の半導体基板の一表面側に、発光素子をマウント用金属層に接合するためのろう材が接合用金属層に濡れ広がるのを防止する濡れ広がり抑制部が形成されているので、ベース基板と枠基板との接合不良の発生を防止できるという効果がある。

【 0 0 1 2 】

請求項 2 の発明は、請求項 1 の発明において、前記ベース基板は、平面視において前記ぬれ広がり抑制部が前記発光素子を取り囲む破線の枠状に形成されてなり、当該破線の隣り合う短線間に前記連絡金属層の一部が形成されてなることを特徴とする。

【 0 0 1 3 】

この発明によれば、平面視において前記発光素子で発生した熱をより広い範囲に放射状に伝熱させることができ、放熱性が向上する。

10

20

30

40

50

【 0 0 1 4 】

請求項 3 の発明は、請求項 1 または請求項 2 の発明において、前記ベース基板は、前記濡れ広がり抑制部の表面が、前記第 1 の半導体基板の前記一表面上に形成され前記マウント用金属層、前記接合用金属層および前記連絡金属層の下地となるシリコン酸化膜の露出部位からなることを特徴とする。

【 0 0 1 5 】

この発明によれば、前記第 1 の半導体基板の前記一表面側の全面に前記マウント用金属層、前記接合用金属層および前記連絡金属層の基礎となる金属層を成膜してからパターンニングすることにより、前記マウント用金属層、前記接合用金属層および前記連絡金属層の形成と同時に前記濡れ広がり抑制部を形成することができる。

10

【発明の効果】

【 0 0 1 6 】

請求項 1 の発明では、発光素子の光出力の高出力化を図れ且つベース基板と枠基板との接合不良の発生を防止できるという効果がある。

【発明を実施するための最良の形態】

【 0 0 1 7 】

(実施形態 1)

以下、本実施形態の発光装置について図 1 および図 2 に基づいて説明する。

【 0 0 1 8 】

本実施形態の発光装置は、図 1 に示すように、LEDチップからなる発光素子 1 と、発光素子 1 を収納する収納凹所 2 a が一表面に形成された実装基板 2 と、実装基板 2 の上記一表面側において収納凹所 2 a を閉塞する形で実装基板 2 に固着された透光性部材 3 と、実装基板 2 に設けられ発光素子 1 から放射された光を検出する光検出素子（受光素子）4 と、実装基板 2 の収納凹所 2 a に充填された透光性材料（例えば、シリコン樹脂、アクリル樹脂、エポキシ樹脂、ポリカーボネート樹脂、ガラスなど）からなり発光素子 1 および当該発光素子 1 に電気的に接続されたボンディングワイヤ 1 4 を封止した封止部 5 と備えている。ここで、実装基板 2 は、上記一表面側において収納凹所 2 a の周部から内方へ突出した庇状の突出部 2 c を有しており、当該突出部 2 c に光検出素子 4 が設けられている。

20

【 0 0 1 9 】

実装基板 2 は、発光素子 1 が一表面側に実装される矩形板状のベース基板 2 0 と、ベース基板 2 0 の上記一表面側に対向配置され円形状の光取出窓 4 1 が形成されるとともに光検出素子 4 が形成された光検出素子形成基板 4 0 と、ベース基板 2 0 と光検出素子形成基板 4 0 との間介在し光取出窓 4 1 に連通する矩形の開口窓 3 1 が形成された中間層基板 3 0 とで構成されており、ベース基板 2 0 と中間層基板 3 0 と光検出素子形成基板 4 0 とで囲まれた空間が上記収納凹所 2 a を構成している。ここにおいて、ベース基板 2 0 および中間層基板 3 0 および光検出素子形成基板 4 0 の外周形状は矩形であり、中間層基板 3 0 および光検出素子形成基板 4 0 はベース基板 2 0 と同じ外形寸法に形成されている。また、光検出素子形成基板 4 0 の厚み寸法はベース基板 2 0 および中間層基板 3 0 の厚み寸法に比べて小さく設定されている。本実施形態では、光検出素子形成基板 4 0 において中間層基板 3 0 の開口窓 3 1 上に張り出した部位が、上述の突出部 2 c を構成している。なお、本実施形態では、実装基板 2 と透光性部材 3 とでパッケージを構成しているが、透光性部材 3 は、必ずしも設けなくてもよく、必要に応じて適宜設ければよい。また、実装基板 2 における光検出素子形成基板 4 0 も必ずしも設ける必要はない。

30

40

【 0 0 2 0 】

上述のベース基板 2 0、中間層基板 3 0、光検出素子形成基板 4 0 は、それぞれ、導電形が n 形で主表面が (1 0 0) 面のシリコン基板（半導体基板）2 0 a、3 0 a、4 0 a を用いて形成してある。ここにおいて、中間層基板 3 0 は、開口窓 3 1 の内側面が、アルカリ系溶液（例えば、TMAH 溶液、KOH 溶液など）を用いた異方性エッチングにより形成された (1 1 1) 面により構成されており（つまり、中間層基板 3 0 は、開口窓 3 1

50

の開口面積がベース基板 20 から離れるにつれて徐々に大きくなっており)、発光素子 1 から放射された光を前方へ反射するミラーを構成している。なお、本実施形態では、シリコン基板 20 a が第 1 の半導体基板を構成するとともに、シリコン基板 30 a が第 2 の半導体基板を構成しており、中間層基板 30 が、ベース基板 20 の一表面側において発光素子 1 を囲む形でベース基板 20 に接合された枠基板を構成している。

【0021】

ベース基板 20 は、シリコン基板 20 a の一表面側 (図 1 (a) における) に発光素子 1 よりも大きな平面サイズであり中央部に発光素子 1 がろう材 (例えば、AuSn 半田など) により接合される矩形のマウント用金属層 25 a₁ および中間層基板 30 との接合用金属層 29 が形成されるとともに、マウント用金属層 25 a₁ の投影領域の全域にシリコン基板 20 a の厚み方向に貫通する複数のサーマルビア 26 が形成されており、シリコン基板 20 a の上記一表面側にマウント用金属層 25 a₁ と接合用金属層 29 とを電氣的に接続し且つ熱結合する連絡金属層 25 c と、発光素子 1 の光取り出し面側の電極 (図示せず) がボンディングワイヤ 14 を介して電氣的に接続される L 字状の結線用金属層 25 a₂、光検出素子 4 用の貫通孔配線 24、24 (図 1 (b) における左上と右下の貫通孔配線 24) に電氣的に接続される接続用金属層 25 b、25 b も形成されている。ここで、接続用金属層 25 b、25 b は、中間層基板 30 に形成された後述の貫通孔配線 34、34 を介して光検出素子 4 と電氣的に接続される。また、ベース基板 20 は、マウント用金属層 25 a₁ および結線用金属層 25 a₂ それぞれが貫通孔配線 24 (図 1 (b) における右上と左下の貫通孔配線 24) を介してシリコン基板 20 a の他表面側に形成されている外部接続用電極 27 a と電氣的に接続され、各接続用金属層 25 b、25 b それぞれが貫通孔配線 24 を介してシリコン基板 20 a の上記他表面側に形成されている外部接続用電極 27 b と電氣的に接続されている。要するに、ベース基板 20 の上記他表面側には、各外部接続用電極 27 a、27 b が 2 つずつ形成されている。さらに、ベース基板 20 は、シリコン基板 20 a の上記一表面側に上記ろう材が接合用金属層 29 に濡れ広がるのを防止する濡れ広がり抑制部 21 が形成されている。濡れ広がり抑制部 21 については後述する。

【0022】

本実施形態における発光素子 1 は、結晶成長用基板として導電性基板を用い厚み方向の両面に電極 (図示せず) が形成された可視光 LED チップである。そこで、ベース基板 20 は、発光素子 1 が電氣的に接続される 2 つの導体パターン的一方の導体パターンを上述のマウント用金属層 25 a₁ により構成し、他方の導体パターンを上述の結線用金属層 25 b₂ により構成してある。要するに、発光素子 1 は、マウント用金属層 25 a₁ の中央部にダイボンディングされており、マウント用金属層 25 a₁ 側の電極がマウント用金属層 25 a₁ に接合されて電氣的に接続され、光取り出し面側の電極がボンディングワイヤ 14 を介して結線用金属層 25 b₂ と電氣的に接続されている。なお、発光素子 1 として、光取り出し面側に両電極が形成されたものを用いてもよく、この場合には、一方の電極をボンディングワイヤ 14 を介して結線用金属層 25 b₂ に接続し、他方の電極をボンディングワイヤを介してマウント用金属層 25 a₁ における発光素子 1 の接合部位の周辺部位に接続すればよい。

【0023】

また、ベース基板 20 は、シリコン基板 20 a の上記他表面側に、シリコン基板 20 a よりも熱伝導率の高い金属材料からなる矩形の放熱用パッド部 28 が形成されており、マウント用金属層 25 a₁ と放熱用パッド部 28 とがシリコン基板 20 a よりも熱伝導率の高い金属材料 (例えば、Cu など) からなる複数 (本実施形態では、41 個) の円柱状のサーマルビア 26 を介して熱的に結合されており、発光素子 1 で発生した熱が各サーマルビア 26 および放熱用パッド部 28 を介する伝熱経路、マウント用金属層 25 a および連絡金属層 25 c を介する伝熱経路で放熱されるようになっている。

【0024】

ところで、ベース基板 20 は、シリコン基板 20 a に、上述の各貫通孔配線 24 それぞ

10

20

30

40

50

れが内側に形成される複数の貫通孔 22 a と、上述の複数のサーマルビア 26 それぞれが内側に形成される複数の貫通孔 22 b とが厚み方向に貫設され、シリコン基板 20 a の上記一表面および上記他表面と各貫通孔 22 a , 22 b の内面とに跨って熱酸化膜（シリコン酸化膜）からなる絶縁膜 23 が形成されており、マウント用金属層 25 a₁、結線用金属層 25 a₂、接合用金属層 29、連絡金属層 25 c、各接続用金属層 25 b₁, 25 b₂、各外部接続用電極 27 a₁, 27 a₂, 27 b₁, 27 b₂、放熱用パッド部 28、各貫通孔配線 24 および各サーマルビア 26 がシリコン基板 20 a と電氣的に絶縁されている。

【0025】

ここにおいて、マウント用金属層 25 a₁、結線用金属層 25 a₂、接合用金属層 29、連絡金属層 25 c、各接続用金属層 25 b₁, 25 b₂、各外部接続用電極 27 a₁, 27 a₂, 27 b₁, 27 b₂、放熱用パッド部 28 は、絶縁膜 23 上に形成された Ti 膜と当該 Ti 膜上に形成された Au 膜との積層膜により構成されており、シリコン基板 20 a の上記一表面側のマウント用金属層 25 a₁、結線用金属層 25 a₂、接合用金属層 29、連絡金属層 25 c、各接続用金属層 25 b₁, 25 b₂ が同時に形成され、シリコン基板 20 a の上記他表面側の各外部接続用電極 27 a₁, 27 a₂, 27 b₁, 27 b₂、放熱用パッド部 28 が同時に形成されている。なお、本実施形態では、絶縁膜 23 上の Ti 膜の膜厚を 15 ~ 50 nm、Ti 膜上の Au 膜の膜厚を 500 nm に設定してあるが、これらの数値は一例であって特に限定するものではない。また、各 Au 膜の材料は、純金に限らず不純物を添加したものでよい。また、各 Au 膜と絶縁膜 23 との間に密着性改善用の密着層として Ti 膜を介在させてあるが、密着層の材料は Ti に限らず、例えば、Cr、Nb、Zr、TiN、Ta₂N などでもよい。また、貫通孔配線 24 およびサーマルビア 26 の材料としては、Cu を採用しているが、Cu に限らず、例えば、Ni、Al などを採用してもよい。

【0026】

中間層基板 30 は、シリコン基板 30 a の一表面側（図 1 (a) における下面側）に、ベース基板 20 の 2 つの接続用金属層（以下、第 1 の接続用金属層と称す）25 b₁, 25 b₂ と接合されて電氣的に接続される 2 つの第 2 の接続用金属層（図示せず）が形成されるとともに、ベース基板 20 の接合用金属層 29 と接合される接合用金属層 36 が形成されている。また、中間層基板 30 は、シリコン基板 30 a の他表面側（図 1 (a) における上面側）に、貫通孔配線 34₁, 34₂ を介して各第 2 の接続用金属層と電氣的に接続される 2 つの第 3 の接続用金属層 37₁, 37₂ が形成されるとともに、光検出素子形成基板 40 と接合するための接合用金属層 38 が形成されている。

【0027】

また、中間層基板 30 は、上述の 2 つの貫通孔配線 34 それぞれが内側に形成される 2 つの貫通孔 32 がシリコン基板 30 a の厚み方向に貫設され、シリコン基板 30 a の上記一表面および上記他表面と各貫通孔 32 の内面とに跨って熱酸化膜（シリコン酸化膜）からなる絶縁膜 33 が形成されており、第 2 の接続用金属層、第 3 の接続用金属層 37₁, 37₂ および各接合用金属層 36₁, 36₂, 38 がシリコン基板 30 a と電氣的に絶縁されている。ここにおいて、第 2 の接続用金属層、第 3 の接続用金属層 37₁, 37₂ および各接合用金属層 36₁, 36₂, 38 は、絶縁膜 33 上に形成された Ti 膜と当該 Ti 膜上に形成された Au 膜との積層膜により構成されており、シリコン基板 30 a の上記一表面側の第 2 の接続用金属層と接合用金属層 36 とが同時に形成され、シリコン基板 30 a の上記他表面側の第 3 の接続用金属層 37₁, 37₂ と接合用金属層 38 とが同時に形成されている。なお、本実施形態では、絶縁膜 33 上の Ti 膜の膜厚を 15 ~ 50 nm、Ti 膜上の Au 膜の膜厚を 500 nm に設定してあるが、これらの数値は一例であって特に限定するものではない。ここにおいて、各 Au 膜の材料は、純金に限らず不純物を添加したものでよい。また、各 Au 膜と絶縁膜 33 との間に密着性改善用の密着層として Ti 膜を介在させてあるが、密着層の材料は Ti に限らず、例えば、Cr、Nb、Zr、TiN、Ta₂N などでもよい。また、貫通孔配線 34 の材料としては、Cu を採用しているが、Cu に限らず、例えば、Ni、Al などを採用してもよい。

【0028】

光検出素子形成基板 40 は、シリコン基板 40 a の一表面側（図 1（a）における下面側）に、中間層基板 30 の 2 つの接続用金属層 37, 37 と接合されて電氣的に接続される 2 つの第 4 の接続用金属層（図示せず）が形成されるとともに、中間層基板 30 の接合用金属層 38 と接合される接合用金属層 48 が形成されている。ここにおいて、光検出素子 4 は、フォトダイオードにより構成されており、光検出素子形成基板 40 に形成された 2 つの第 4 の接続用金属層の一方の第 4 の接続用金属層が、光検出素子 4 を構成するフォトダイオードの p 形領域 4 a に電氣的に接続され、他方の第 4 の接続用金属層が、上記フォトダイオードの n 形領域 4 b を構成するシリコン基板 40 a に電氣的に接続されている。

【0029】

また、光検出素子形成基板 40 は、シリコン基板 40 a の上記一表面側にシリコン酸化膜からなる絶縁膜 43 が形成されており、当該絶縁膜 43 がフォトダイオードの反射防止膜を兼ねている。また、光検出素子形成基板 40 は、上記一方の第 4 の接続用金属層が、絶縁膜 43 に形成したコンタクトホール（図示せず）を通して p 形領域 4 a と電氣的に接続され、上記他方の第 4 の接続用金属層が絶縁膜 43 に形成したコンタクトホール（図示せず）を通して n 形領域 4 b と電氣的に接続されている。ここにおいて、2 つの第 4 の接続用金属層および接合用金属層 48 は、絶縁膜 43 上に形成された Ti 膜と当該 Ti 膜上に形成された Au 膜との積層膜により構成されており、同時に形成してある。なお、本実施形態では、絶縁膜 43 上の Ti 膜の膜厚を 15 ~ 50 nm、Ti 膜上の Au 膜の膜厚を 500 nm に設定してあるが、これらの数値は一例であって特に限定するものではない。ここにおいて、各 Au 膜の材料は、純金に限らず不純物を添加したものでもよい。また、各 Au 膜と絶縁膜 43 との間に密着性改善用の密着層として Ti 膜を介在させてあるが、密着層の材料は Ti に限らず、例えば、Cr、Nb、Zr、TiN、TaN などでもよい。

【0030】

上述の実装基板 2 の形成にあたっては、例えば、光検出素子 4、絶縁膜 43、各第 4 の接続用金属層、および接合用金属層 48 が形成されたシリコン基板 40 a と中間層基板 30 とを接合する第 1 の接合工程を行った後、シリコン基板 40 a を所望の厚みまで研磨する研磨工程を行い、その後、ICP 型のドライエッチング装置などを用いてシリコン基板 40 a に光取出窓 41 を形成する光取出窓形成工程を行うことで光検出素子形成基板 40 を完成させてから、発光素子 1 が実装されたベース基板 20（発光素子 1 が搭載されボンディングワイヤ 14 の結線が行われたベース基板 20）と中間層基板 30 とを接合する第 2 の接合工程を行うようにすればよい。ここにおいて、第 1 の接合工程、第 2 の接合工程では、接合前に互いの接合表面へアルゴンのプラズマ若しくはイオンビーム若しくは原子ビームを真空中で照射して各接合表面の清浄化・活性化を行ってから、接合表面同士を接触させ、常温下で直接接合する常温接合法を採用しているが、常温接合法に限らず、上述の各接合表面の正常化・活性化を行ってから、接合表面を接触させ常温よりも高い規定温度（例えば、80）で直接接合するようにしてもよい。

【0031】

上述の第 1 の接合工程では、シリコン基板 40 a の上記一表面側の接合用金属層 48 と中間層基板 30 の接合用金属層 38 とが接合されるとともに、シリコン基板 40 a の上記一表面側の上記第 4 の接続用金属層と中間層基板 30 の第 3 の接続用金属層 37, 37 とが接合され電氣的に接続される。ここで、上記第 4 の接続用金属層と第 3 の接続用金属層 37, 37 との接合部位が、貫通孔配線 34 に重なる領域からずれるようにパターン設計しておけば、上記第 4 の接続用金属層と第 3 の接続用金属層 37, 37 との互いの接合面の平坦度を高めることができ、特に常温接合法により接合する際の接合歩留まりを高めることができるとともに接合信頼性を高めることができる。また、第 2 の接合工程では、ベース基板 20 の接合用金属層 29 と中間層基板 30 の接合用金属層 36 とが接合されるとともに、ベース基板 20 の第 1 の接続用金属層 25 b, 25 b と中間層基板 30 の上記第 2 の接続用金属層とが接合され電氣的に接続される。ここで、第 1 の接続用金属層 25 b

10

20

30

40

50

、25bと上記第2の接続用金属層との接合部位が、貫通孔配線24に重なる領域および貫通孔配線34に重なる領域からずれるようにパターン設計しておけば、第1の接続用金属層25b、25bと上記第2の接続用金属層35、35との互いの接合面の平坦度を高めることができ、特に常温接合法により接合する際の接合歩留まりを高めることができるとともに接合信頼性を高めることができる。

【0032】

また、上述の透光性部材3は、透光性材料（例えば、シリコン樹脂、アクリル樹脂、エポキシ樹脂、ポリカーボネート樹脂、ガラスなど）からなる透光性基板を用いて形成してある。ここで、透光性部材3は、実装基板2と同じ外周形状の矩形板状に形成されており、実装基板2側とは反対の光取り出し面に、発光素子1から放射された光の全反射を抑制する微細凹凸構造が形成されている。ここにおいて、透光性部材3の光取り出し面に形成する微細凹凸構造は、多数の微細な凹部が2次元周期構造を有するように形成されている。なお、上述の微細凹凸構造は、例えば、レーザ加工技術やエッチング技術やインプリントリソグラフィ技術などを利用して形成すればよい。また、微細凹凸構造の周期は、発光素子1の発光ピーク波長の1/4～100倍程度の範囲で適宜設定すればよい。

【0033】

本実施形態の発光装置の製造にあたっては、上述の各シリコン基板20a、30a、40aとして、それぞれベース基板20、中間層基板30、光検出素子形成基板40を多数形成可能なシリコンウェハを用いるとともに、上述の透光性基板として透光性部材3を多数形成可能なウェハ状のもの（透光性ウェハ）を用い、上述の第1の接合工程、研磨工程、光取出窓形成工程、第2の接合工程、実装基板2の収納凹所2aに透光性材料を充填して封止部5を形成する封止部形成工程、封止部形成工程の後で実装基板2と透光性部材3とを接合する第3の接合工程などの各工程をウェハレベルで行うことでウェハレベルパッケージ構造体を形成してから、ダイシング工程により実装基板2のサイズに分割されている。したがって、ベース基板20と中間層基板30と光検出素子形成基板40と透光性部材3とが同じ外形サイズとなり、小型のパッケージを実現できるとともに、製造が容易になる。また、中間層基板30におけるミラーと光検出素子形成基板40における光検出素子4との相対的な位置精度を高めることができ、発光素子1から側方へ放射された光がミラーにより反射されて光検出素子4へ導かれる。

【0034】

ところで、ベース基板20は、上述のように、シリコン基板20aの上記一表面側に発光素子1よりも大きな平面サイズであり中央部に発光素子1が上記ろう材（例えば、AuSn半田など）により接合されるマウント用金属層25a₁、結線用金属層25a₂、各接続用金属層25b、25b、中間層基板30との接合用金属層29が形成されるとともに、マウント用金属層25a₁の投影領域の全域にシリコン基板20aの厚み方向に貫通する複数のサーマルビア26が形成されており（要するに、ベース基板20は、マウント用金属層25a₁の投影領域における発光素子1と重なる領域と重ならない領域との両方にシリコン基板20aの厚み方向に貫通するサーマルビア26が形成されており）、シリコン基板20aの上記一表面側にマウント用金属層25a₁と接合用金属層29とを電氣的に接続し且つ熱結合する連絡金属層25cと、上記ろう材が接合用金属層29に濡れ広がるのを防止する濡れ広がり抑制部21とが形成されており、当該濡れ広がり抑制部21が、シリコン基板20aの上記一表面上に形成されマウント用金属層25a₁、結線用金属層25a₂、各接続用金属層25b、25b、接合用金属層29および連絡金属層25cの下地となるシリコン酸化膜からなる絶縁膜23の露出部位により構成されている。ここで、発光素子1は、上記ろう材からなる接合材料層13を介してマウント用金属層25a₁に接合されて電氣的に接続されるとともに熱結合されている。なお、上記ろう材としては、AuSn半田に限らず、例えば、SnAgCu半田などを用いてもよい。

【0035】

以下、ベース基板20の形成方法について図3に基づいて簡単に説明する。

【0036】

ベース基板 20 の形成にあたっては、まず、シリコン基板 20 a の上記一表面側（図 3（a）における上面側）および上記他表面側（図 3（a）における下面側）に熱酸化法によってシリコン酸化膜 121 a , 121 b を形成する酸化膜形成工程を行うことによって、図 3（a）に示す構造を得る。

【0037】

その後、シリコン基板 20 a に貫通孔配線 24 形成用の貫通孔 22 a およびサーマルビア 26 形成用の貫通孔 22 b を形成する際のマスクを形成するために、フォトリソグラフィ技術およびエッチング技術を利用してシリコン基板 20 a の上記一表面側のシリコン酸化膜 121 a をパターニングし、当該パターニングされたシリコン酸化膜 121 a をマスクとして、シリコン基板 20 a を上記一表面側から上記他表面側のシリコン酸化膜 121 b に達するまでドライエッチングすることで貫通孔 22 a , 22 b を形成する貫通孔形成工程を行い、続いて、シリコン酸化膜 121 a , 121 b をエッチング除去する酸化膜除去工程を行ってから、シリコン基板 20 a の上記一表面側および上記他表面側および各貫通孔 22 a , 22 b の内面に熱酸化法によってシリコン酸化膜からなる絶縁膜 23 を形成する絶縁膜形成工程を行うことによって、図 3（b）に示す構造を得る。

【0038】

シリコン基板 120 a の上記他表面側において貫通孔 22 a , 22 b を閉塞する導体部を形成してから、シリコン基板 20 a の上記一表面側に対向配置した陽極（図示せず）とシリコン基板 20 a の上記他表面側において貫通孔 22 a , 22 b を閉塞している陰極（導電体部）との間に通電して貫通孔配線 24、サーマルビア 26 となる金属部を導体部における貫通孔 22 a , 22 b 側の露出表面からシリコン基板 20 a の厚み方向に沿って析出させる電気めっき工程を行い、その後、金属部のうちシリコン基板 20 a の上記一表面側に形成された不要部分およびシリコン基板 20 a の上記他表面側の導体部を CMP などによって除去する研磨工程を行ってから、シリコン基板 20 a の上記他表面側に貫通孔配線 24 に電氣的に接続される外部接続用電極 27 a , 27 b（図 1（a）参照）および放熱用パッド部 28 を形成する電極形成工程を行うことによって、図 3（c）に示す構造を得る。

【0039】

続いて、シリコン基板 20 a の上記一表面側に、マウント用金属層 25 a₁、結線用金属層 25 a₂、各接続用金属層 25 b₁, 25 b₂、接合用金属層 29 および連絡金属層 25 c の基礎となる金属層 25 を形成する金属層形成工程を行うことによって、図 3（d）に示す構造を得る。ここで、金属層 25 は、Ti 膜と Au 膜との積層膜であり、例えば、蒸着法やスパッタ法などにより成膜すればよい。

【0040】

上述の金属層形成工程の後、フォトリソグラフィ技術およびエッチング技術を利用して金属層 25 をパターニングすることによりそれぞれ金属層 25 の一部からなるマウント用金属層 25 a₁、結線用金属層 25 a₂、各接続用金属層 25 b₁, 25 b₂、接合用金属層 29 および連絡金属層 25 c を形成するとともに、絶縁膜 23 の露出部位から濡れ広がり抑制部 21 を形成することによって、図 3（e）に示す構造のベース基板 20 を得る。

【0041】

以上説明した本実施形態の発光装置によれば、ベース基板 20 は、発光素子 1 よりも大きな平面サイズのマウント用金属層 25 a₁ の投影領域における発光素子 1 と重なる領域と重ならない領域との両方にシリコン基板 20 a の厚み方向に貫通するサーマルビア 26 が形成され、シリコン基板 20 a の上記一表面側にマウント用金属層 25 a₁ と接合用金属層 29 とを電氣的に接続し且つ熱結合する連絡金属層 25 c が形成されているので、発光素子 1 で発生した熱をより広い範囲へ伝熱させることができ発光素子 1 の温度上昇を抑制できるから、入力電力を大きくでき、発光素子 1 の光出力の高出力化を図れ、しかも、シリコン基板 20 a の上記一表面側に、発光素子 1 をマウント用金属層 25 a₁ に接合するための上記ろう材が接合用金属層 29 に濡れ広がるのを防止する濡れ広がり抑制部 21 が形成されているので、ベース基板 20 と中間層基板 30 との接合不良の発生を防止で

10

20

30

40

50

きる。また、上記ろう材が濡れ広がる領域が狭くすることができ、発光素子1とマウント用金属層25a₁との間の上記ろう材からなる接合材料層13の厚みの低下を抑制でき、実装の信頼性が向上する。

【0042】

また、本実施形態の発光装置によれば、ベース基板20は、濡れ広がり抑制部21の表面が、シリコン基板20aの上記一表面上に形成されマウント用金属層25a₁、結線用金属層25a₂、各接続用金属層25b、25b、接合用金属層29および連絡金属層25cの下地となるシリコン酸化膜からなる絶縁膜23の露出部位からなるので、上述のように、シリコン基板20aの上記一表面側の全面にマウント用金属層25a₁、結線用金属層25a₂、各接続用金属層25b、25b、接合用金属層29および連絡金属層25cの基礎となる金属層25を成膜してからパターンングすることにより、マウント用金属層25a₁、結線用金属層25a₂、各接続用金属層25b、25b、接合用金属層29および連絡金属層25cの形成と同時に濡れ広がり抑制部21を形成することができる。

10

【0043】

(実施形態2)

本実施形態の発光装置の基本構成は実施形態1と略同じであり、図4に示すようにベース基板20における濡れ広がり抑制部21の形状が相違するだけで他の構成は実施形態1と同じなので、図示および説明を省略する。なお、実施形態1と同様の構成要素には同一の符号を付して説明を省略する。

【0044】

本実施形態におけるベース基板20は、平面視において濡れ広がり抑制部21が発光素子1を取り囲む破線の枠状に形成されており、当該破線の隣り合う短線21a間に連絡金属層25cの一部が形成されている。

20

【0045】

しかして、本実施形態の発光装置では、平面視において発光素子1で発生した熱をより広い範囲に放射状に伝熱させることができ、放熱性が向上する。

【0046】

ところで、上述の各実施形態では、発光素子1として可視光LEDチップを用いているが、発光素子1は、可視光LEDチップに限らず、紫外光LEDチップや、LEDチップと当該LEDチップに積層され少なくとも当該LEDチップから放射された光によって励起されて当該LEDチップよりも長波長の光を放射する蛍光体により形成された蛍光体層とで構成されたものや、有機EL素子でもよい。また、発光素子1としては、例えば、結晶成長用基板の主表面側に発光部などをエピタキシャル成長した後に発光部を支持する導電性基板(例えば、Si基板など)を発光部に固着してから、結晶成長用基板などを除去したものをを用いてもよい。

30

【0047】

また、光検出素子4は、フォトダイオードに限らず、例えば、フォトダイオードとカラーフィルタとを組み合わせたカラーセンサや、フォトダイオードと波長選択フィルタとを組み合わせたものなどでもよい。

【図面の簡単な説明】

40

【0048】

【図1】実施形態1の発光装置を示し、(a)は概略断面図、(b)は発光素子を搭載したベース基板の概略平面図である。

【図2】同上の発光装置の概略分解斜視図である。

【図3】同上におけるベース基板の形成方法を説明するための主要工程断面図である。

【図4】実施形態2の発光装置を示し、(a)は概略断面図、(b)は発光素子を搭載したベース基板の概略平面図である。

【図5】従来例を示す発光装置の概略断面図である。

【図6】同上におけるベース基板の他の構成例を示し、(a)は発光素子を搭載したベース基板の概略平面図、(b)は(a)のベース基板のA-A'断面図である。

50

【符号の説明】

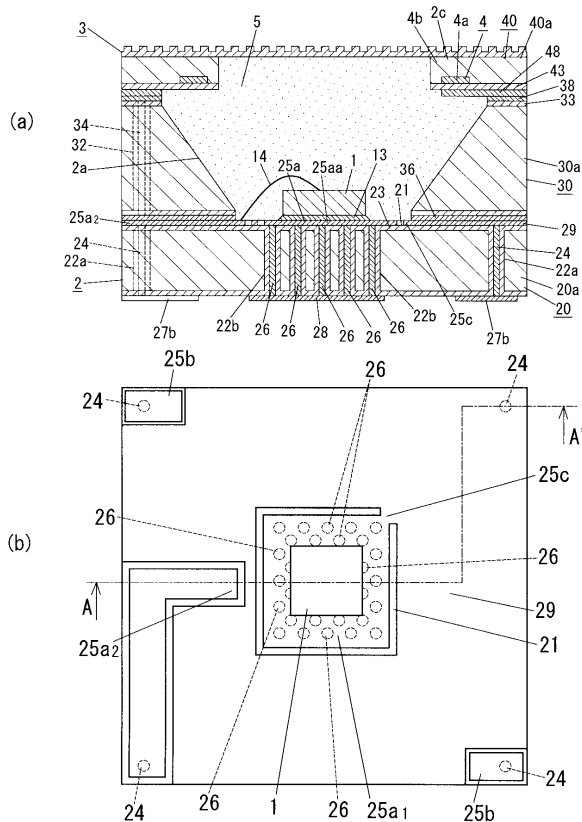
【0049】

- 1 発光素子 (LEDチップ)
- 2 実装基板
- 2 a 収納凹所
- 4 光検出素子
- 13 接合材料層
- 20 ベース基板
- 20 a シリコン基板 (第1の半導体基板)
- 21 濡れ広がり抑制部
- 21 a 短線
- 23 絶縁膜 (シリコン酸化膜)
- 24 貫通孔配線
- 25 a₁ マウント用金属層
- 25 a₂ 結線用金属層
- 25 b 接続用金属層
- 29 接合用金属層
- 30 中間層基板 (枠基板)
- 30 a シリコン基板 (第2の半導体基板)
- 31 開口窓
- 36 接合用金属層
- 40 光検出素子形成基板

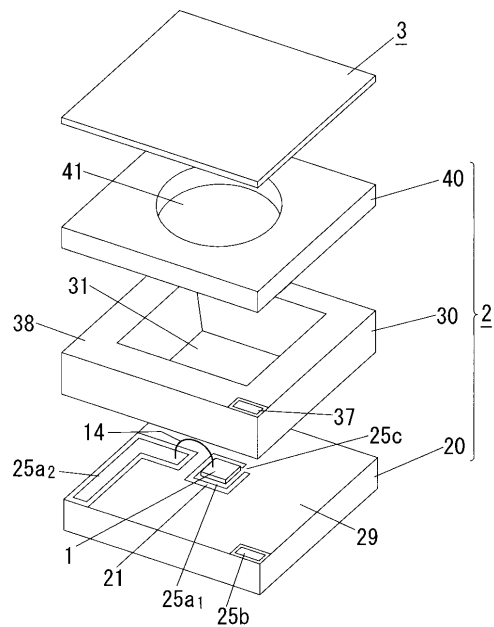
10

20

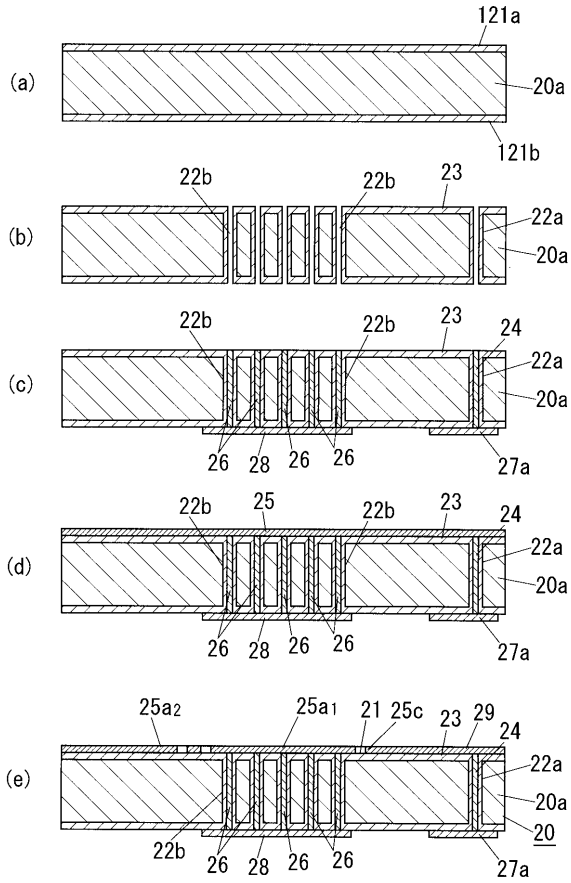
【図1】



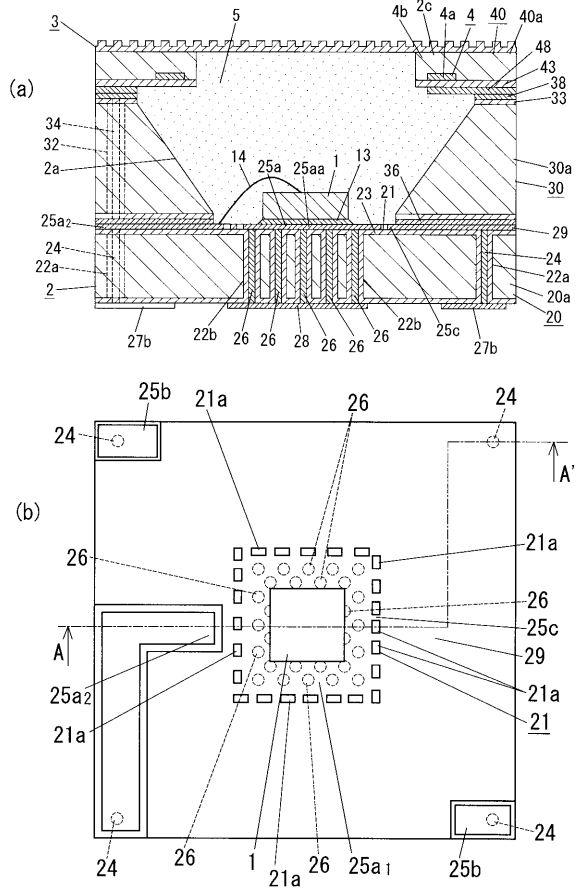
【図2】



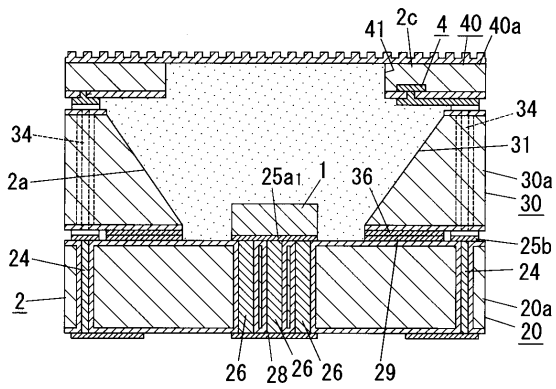
【 図 3 】



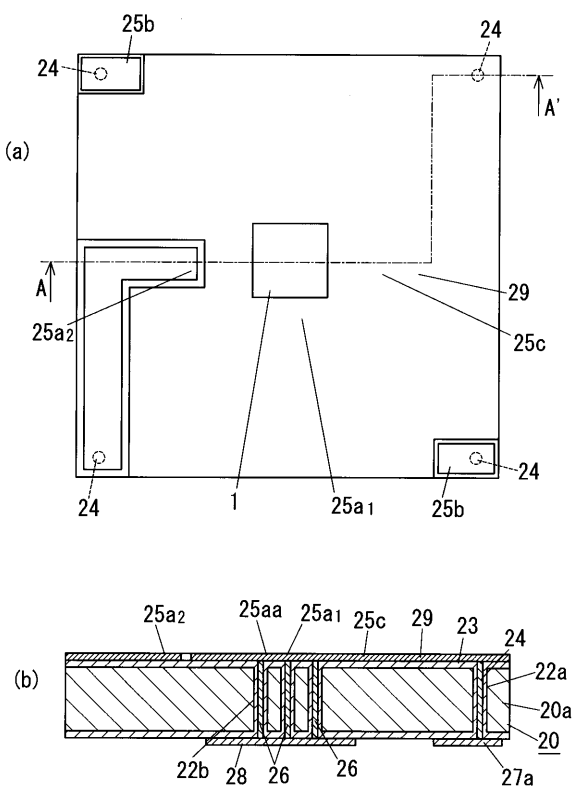
【 図 4 】



【 図 5 】



【 図 6 】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2006-128512(JP,A)
実開昭61-164076(JP,U)
特開2008-034748(JP,A)
特開平06-174943(JP,A)
特開2001-284478(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L33/00-33/64