

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2005-175039

(P2005-175039A)

(43) 公開日 平成17年6月30日(2005.6.30)

(51) Int.Cl.⁷
H01L 33/00F I
H01L 33/00テーマコード (参考)
5F041

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 254 頁)

(21) 出願番号 特願2003-409959 (P2003-409959)
(22) 出願日 平成15年12月9日 (2003.12.9)(71) 出願人 501276692
宮原 健一郎
神奈川県藤沢市天神町2丁目17-14
(72) 発明者 宮原 健一郎
神奈川県藤沢市天神町2丁目17-14
Fターム(参考) 5F041 AA04 AA33 AA43 AA47 CA40
DA07 DA09 DA19 DA32 DA72
DA75 DA76 DA78

(54) 【発明の名称】 発光素子搭載用基板及び発光素子

(57) 【要約】

【課題】 発光素子を搭載するための基板であって、該発光素子からの発光を基板外部へ効率よく放出し、かつ基板外部へ放出される発光の方向を制御できる基板を提供する。また、本来の発光強度を発現し強度制御可能で、さらに発光方向の制御が可能な発光素子を提供する。

【解決手段】 発光素子搭載用基板として光透過性を有するセラミック材料を主成分とする焼結体、あるいは反射防止部材を形成したセラミック材料を主成分とする焼結体、あるいは反射部材を形成したセラミック材料を主成分とする焼結体を用いる。上記のセラミック材料を主成分とする焼結体からなる基板を用いることで本来の発光強度などの特性が十分に発現され発光強度の制御が容易で、さらに発光方向の制御を容易に行うことのできる発光素子を実現できる。

【選択図】 なし

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

発光素子を搭載するための基板であって、該基板は光透過性を有するセラミック材料を主成分とする焼結体からなることを特徴とする発光素子搭載用基板。

【請求項 2】

発光素子を搭載するための基板であって、該基板は反射防止部材が形成されたセラミック材料を主成分とする焼結体からなることを特徴とする発光素子搭載用基板。

【請求項 3】

発光素子を搭載するための基板であって、該基板は反射部材が形成されたセラミック材料主成分とする焼結体からなることを特徴とする発光素子搭載用基板。

10

【請求項 4】

光透過性を有するセラミック材料を主成分とする焼結体からなる基板に搭載されていることを特徴とする発光素子。

【請求項 5】

反射防止部材が形成されたセラミック材料を主成分とする焼結体からなる基板に搭載されていることを特徴とする発光素子。

【請求項 6】

反射部材が形成されたセラミック材料主成分とする焼結体からなる基板に搭載されていることを特徴とする発光素子。

【発明の詳細な説明】

20

【技術分野】

【0001】

本発明は、発光素子を搭載するための基板及び該基板に搭載された発光素子に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、紫外光領域～可視光～近赤外光領域において発光機能を有する半導体発光素子が研究されそして実用化されてきている。例えば ZnO 系などの波長 350 nm～500 nm 付近の近紫外～可視光領域で発光するものあるいは ZnCdSe 系などの波長 450 nm～650 nm 付近の可視光領域で発光するものあるいは AlGaInP 系などの波長 610 nm～660 nm 付近の可視光領域で発光するものあるいは AlGaAs 系などの材料を主成分とする波長 760 nm～800 nm 付近の近赤外光領域で発光するものものなど各種材料のものが用いられる。その中でも窒化ガリウム、窒化インジウム、窒化アルミニウムのうちから選ばれた少なくとも 1 種以上を主成分とする III-V 族窒化物を用い、これら主成分に Mg、Zn などの成分をドーピングして P 型半導体化した半導体薄膜層及び Si などの成分をドーピングして N 型半導体化した薄膜層及び適宜 Mg、Zn、Si などのドーピング成分を用いてあるいはドーピング成分を用いずに形成した量子井戸構造などからなる発光層の少なくとも 3 層以上からなる III-V 族窒化物単結晶薄膜をサファイアあるいは炭化珪素単結晶などの基板にエピタキシャル成長させ緑色、緑青色、青色、青紫色など 380 nm～550 nm の範囲の比較的波長の短い領域の可視光（レーザー光も含まれる）、あるいは波長 200 nm～380 nm の範囲の紫外光（レーザー光も含まれる）を発光する素子が開発されて来ている。上記の窒化ガリウム、窒化インジウム、窒化アルミニウムのうちから選ばれた少なくとも 1 種以上を主成分とし少なくとも N 型半導体層、発光層、及び P 型半導体層の 3 層以上からなる III-V 族窒化物半導体発光素子は信号機、液晶用バックライト、白熱電球や蛍光灯に代わる一般照明用などの光源や、光ディスク装置のレーザー光源などに使用されている。用途によって発光素子からの光をそのまま使用するか、蛍光体を用いて青色と黄色などの補色作用により白色光に変換して用いられる。該発光素子は通常上記各窒化物あるいは各窒化物混晶の P 型半導体及び N 型半導体と発光層とから形成された二端子素子（ダイオード）構造で直流電力を印加することで駆動する。

30

40

従来、上記発光素子は該発光素子からの光をできるだけ吸収することなく効率よく外部へ

50

放出させるために反射機能を有する金属リード、金属基板、白色セラミック基板などに搭載しエポキシ樹脂やシリコン樹脂などの透明樹脂で周囲を封止した状態で用いられる。また、最近発光素子をこのような封止材料中に埋設せず気密封止状態で収納されたものも提案されている。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

近年、紫外光領域～可視光～近赤外光領域において発光機能を有する発光素子を高出力レーザーの光源として用いたり、電球や蛍光灯などに代わる一般照明の光源として用いるなど発光素子の高出力化が始まっている。発光素子をこのような用途特に一般照明用光源に用いようとするとき発光素子搭載用基板としてはあらゆる方向へ放出される発光素子からの発光をできるだけ損失することなく効率よく基板外部へ放出し易く、発光素子からの発熱を基板外部に逃がし易く、高出力化に伴う大型素子の搭載が可能で、さらに発光素子の駆動に伴い急熱急冷されても発光素子と基板との接合性が維持され、基板内部に多層配線を設けるなどコンパクトな回路設計が可能なもの、などであることが望ましい。従来発光素子を搭載するための基板としては発光素子からの発光をできるだけ損なわず効率よく外部に放出するために工夫された基板が用いられている。例えば特許第3065258号においては収納部が形成されている銅などの金属製リードや樹脂製基板に発光素子を搭載して発光させあらかじめ形成されている反射部によって収納部から放出される発光を効率よく外部に放出している。また、例えば特許第3256951号においては、発光素子からの発光を反射する白色セラミック、あるいはアルマイトなどの薄膜状絶縁性皮膜を被覆したアルミニウム基板が発光素子搭載用基板として提案され、用いられている。このような従来からの基板材料は発光素子からの発光を特定の方向に集光性を高めることで効率よく発光素子からの発光を外部に放出できる。従来からの発光素子搭載用基板は液晶のバックライト用など特定の方向に発光素子からの発光を放出する場合などは効果が高い。しかしながら、一般照明などのように電球や蛍光灯などに代わる光源として発光素子を用いる場合など、該発光素子からの発光をあらゆる方向の空間に効率よく放出することが求められる。すなわち、発光素子からの発光を特定の方向に放出できるだけでなく発光素子が搭載された基板の上部空間側及び基板側の任意の方向へ放出することが求められる。このような場合は従来からの発光素子搭載用基板は適当といえない。またアルマイト被覆したアルミニウムを用いた基板などを用いた場合、放出される光は直線的で人間の目に優しいものと言にくい。また、例えば上記アルマイトで被覆したアルミニウム基板などを用いた場合該アルミニウムは熱膨張率が発光素子の主成分である窒化ガリウム、窒化インジウム、窒化アルミニウムと異なり高出力化に伴う発光素子の急熱急冷時の応力に耐えがたく、大型発光素子の搭載が難しい。さらに、上記アルマイトで被覆したアルミニウム基板の上に形成される電気配線は基板との接着力が小さく剥離し易いので接着剤などによる発光素子の取り付けを配線上行うことができにくいという欠点があり、さらに基板内部には電気配線が形成できないため表面のアルマイト被覆部分にしか電気配線を這わせなければならず基板設計に制約が生じたり基板の小型化ができにくい、などの欠点があった。上記のように高出力発光素子を搭載するための基板として発光素子からの発光を基板外部へ放出する際に光の強度制御を行ない易く、放出される光を任意の方向に制御し易く、放出される光が人の目に優しく、さらに放熱性、小型化回路設計性、大型発光素子の搭載性、発光素子と基板との接合信頼性などを同時に満足できるものがいまだに得られておらず、特に今後大きく発展するであろう一般照明用光源や高出力レーザー用光源を実現していくためには従来からの基板にない優れた特性の基板の開発が求められていた。

上記のように基板に搭載した発光素子の場合、該発光素子が本来有する発光特性例えば発光強度などを十分に発現しあるいは発光強度を制御し、あるいは発光素子からの発光方向が任意に制御可能である、などの特性をもった発光素子を得られていないという問題があった。

【課題を解決するための手段】

【0004】

本発明は上記に示したような課題を解決するためになされたものである。本発明者は紫外光領域～可視光～近赤外光領域において発光機能を有する発光素子、その中でも特に窒化ガリウム、窒化インジウム、窒化アルミニウムのうちから選ばれた少なくとも1種以上を主成分とし少なくともN型半導体層、発光層、及びP型半導体層の3層以上の積層体からなる発光素子を搭載するための基板として放熱性や電気絶縁性に優れ、発光素子を駆動させるための電気回路をコンパクトに設計し易く、大型の発光素子を搭載でき、さらに発光素子と基板との接合信頼性を高めるべく各種セラミックを主成分とする焼結体を用いた発光素子搭載用基板を検討してきた。その結果、窒化アルミニウムを主成分とする焼結体が高い熱伝導率を有し、熱膨張率が発光素子と近く、さらに良好な光透過性のものが得られ、発光素子搭載用基板として窒化アルミニウムを主成分とする焼結体の該光透過性を利用することにより発光素子が搭載されている基板面側だけでなくその反対の基板面側にも該発光素子からの発光が基板を透過することで基板外部に効率よく放出されることを見出した。また、発光素子が搭載あるいは収納されている基板の面と反対側の面を含めて発光素子からの発光を基板周囲空間の任意の方向に対して放出することが可能であり、その放出強度の制御が容易で発光素子からの発光の方向も制御可能な窒化アルミニウムを主成分とする焼結体からなる発光素子搭載用基板が得られることも見出した。さらに、反射防止部材あるいは反射部材を形成した窒化アルミニウムを主成分とする焼結体を発光素子搭載用基板として用いた場合搭載された発光素子からの発光を基板外部の特定の方向へ放出し得ることを見出した。また、窒化アルミニウムを主成分とする焼結体を発光素子搭載用基板として用いた場合、発光素子からの放出光は人の目に優しいものとなり易い。また、窒化アルミニウムを主成分とする焼結体を発光素子搭載用基板として用いた場合光発光素子からの発熱を基板外部に逃がし易く、発光素子駆動用の電気回路を多層メタライズや薄膜メタライズなどを用いてコンパクトに設計し易い、などの特徴を有している。

また、発光素子搭載用基板として窒化アルミニウムを主成分とする焼結体だけでなく、窒化アルミニウム以外のセラミック材料を主成分とする焼結体を発光素子搭載用基板として用いたものであっても窒化アルミニウムを主成分とする焼結体を用いた場合と同様な効果が得られることが判明した。

さらに、上記セラミック材料を主成分とする焼結体を基板として用いることで本来の発光強度が発現でき発光強度の制御が容易でさらに発光方向の制御を容易に行うことのできる発光素子、その中でも特に窒化ガリウム、窒化インジウム、窒化アルミニウムのうちから選ばれた少なくとも1種以上を主成分とし少なくともN型半導体層、発光層、及びP型半導体層の3層以上の積層体からなる発光素子が得られることが判明した。

本発明は上記のような知見に基づいてなされたものである。

すなわち本発明は、発光素子を搭載するための基板であって、該基板は光透過性を有するセラミック材料を主成分とする焼結体からなることを特徴とする発光素子搭載用基板、である。

また本発明は、発光素子を搭載するための基板であって、該基板は反射防止部材が形成されたセラミック材料を主成分とする焼結体からなる発光素子搭載用基板、である。

また本発明は、発光素子を搭載するための基板であって、該基板は反射部材が形成されたセラミック材料を主成分とする焼結体からなることを特徴とする発光素子搭載用基板、である。

また本発明は、光透過性を有するセラミック材料を主成分とする焼結体からなる基板に搭載されていることを特徴とする発光素子、である。

また本発明は、反射防止部材が形成されたセラミック材料を主成分とする焼結体からなる基板に搭載されていることを特徴とする発光素子、である。

また本発明は、反射部材が形成されたセラミック材料主成分とする焼結体からなる基板に搭載されていることを特徴とする発光素子、である。

上記本発明による発光素子搭載用基板に関しその詳細を項1～項280に記載した。また、本発明によるセラミック材料を主成分とする焼結体を用いた発光素子に関してその詳細

を項 1 0 0 1 ～ 項 1 2 8 0 に記載した。

【発明の効果】

【0 0 0 5】

発光素子搭載用基板として光透過性を有するセラミック材料を主成分とする焼結体、あるいは反射防止部材、反射部材を形成したセラミック材料を主成分とする焼結体を用いることで基板に搭載した発光素子からの発光を基板外部へ効率よく放出しその放出強度の制御が容易で、かつ基板外部へ放出される発光の方向を任意の方向に制御できる。さらに、この基板は光透過性の多結晶体からなるため基板を透過して基板外部へ放出される発光素子からの発光は散乱光となり易いので透明なガラスや樹脂あるいは大気などを直線的に透過した目を突き刺すような輝きを持った光と異なり穏やかで人間の目に優しい光となり易いという特徴を有する。特にこの基板は焼結体であるため簡便かつ安価であり広範囲な用途

10

に応用でき産業に与える影響は大きい。
また、上記セラミック材料を主成分とする焼結体からなる基板を用いそして搭載することで本来の発光強度などの特性が十分に発現され発光強度の制御が容易で、さらに発光方向の制御を容易に行うことのできる発光素子可以实现できる。その中でも特に上記特性を有する窒化ガリウム、窒化インジウム、窒化アルミニウムのうちから選ばれた少なくとも 1 種以上を主成分とし少なくとも N 型半導体層、発光層、及び P 型半導体層の 3 層以上の積層体からなる発光素子可以实现できるようになった。

【発明を実施するための最良の形態】

【0 0 0 6】

本発明による発光素子搭載用基板は光透過性を有するセラミック材料を主成分とする焼結体からなる。本発明は発光素子からの発光を従来からの反射機能だけによらずセラミック材料を主成分とする焼結体の光透過性を利用して効率的に基板外部へ放出できるようにした点に特徴がある。光透過性を有するセラミック材料を主成分とする焼結体を発光素子搭載用基板として用いることで、発光素子からの発光を発光素子を中心とする空間のあらゆる方向に効率的に放出することが可能となった。すなわち、発光素子からの発光を該発光素子が搭載された基板面側だけでなく該発光素子が搭載された面とは反対の基板面側にも該発光素子からの発光を基板外部に効率的に放出できる。また、反射防止部材を形成したセラミック材料を主成分とする焼結体を発光素子搭載用基板として用いることにより発光素子搭載用基板に光反射防止機能を付与すれば発光素子からの発光を該発光素子が搭載された面とは反対の基板面側からより強く外部に放出可能となる。また、反射部材を形成したセラミック材料を主成分とする焼結体を発光素子搭載用基板として用いることにより発光素子搭載用基板に光反射機能を付与すれば発光素子からの発光を特定の方向に強く放出させることも可能となる。言い換えれば、本発明の効果は大きな損失を伴うことなく発光素子周囲のあらゆる空間方向に対して該発光素子からの発光の強さを比較的容易に制御できる点にもある。すなわち、光透過性を有するセラミック材料を主成分とする焼結体を発光素子搭載用基板として用い、さらに該発光素子搭載用基板に光反射防止機能あるいは光反射機能を付加することで大きな損失を伴うことなく発光素子周囲のあらゆる空間方向に対して放出される該発光素子からの発光の強さを比較的容易に制御できる。

20

30

【0 0 0 7】

本発明において、セラミック材料を主成分とする焼結体とは窒化物、酸化物、炭化物、硼化物、珪化物、などの無機化合物を主成分とする焼結体のことであり、金属や合金あるいは樹脂などを主成分とする焼結体ではない。本発明によるセラミック材料を主成分とする焼結体は通常上記無機化合物を主成分とする微粒子を主体とする構造を有する。また本発明によるセラミック材料を主成分とする焼結体には通常上記無機化合物を主成分とする微粒子以外に粒界相などを含む構造のものも用いられる。本発明に用いるセラミック材料を主成分とする焼結体は通常の方法により容易に作製できる。すなわち窒化物、酸化物、炭化物、硼化物、珪化物、などの無機化合物を主成分とする微粉末を粉末成形体となしその後焼成して焼き固めて製造される。

40

本発明によるセラミック材料を主成分とする焼結体の例として、例えば窒化アルミニウム

50

(AlN)、窒化硼素(BN)、窒化珪素(Si₃N₄)、窒化チタン(TiN)、窒化ガリウム(GaN)などの窒化物、酸化アルミニウム(Al₂O₃)、酸化亜鉛(ZnO)、酸化ベリリウム(BeO)、酸化ジルコニウム(ZrO₂)、酸化マグネシウム(MgO)、アルミン酸マグネシウム(MgAl₂O₄)、酸化チタン(TiO₂)、チタン酸バリウム(BaTiO₃)、チタン酸ジルコン酸鉛(PZT：チタンとジルコニウムをモル数1：1の割合で含む複合酸化物)、酸化イットリウム(Y₂O₃)などの希土類酸化物、酸化トリウム(ThO₂)、各種フェライト(Fe₃O₄あるいはMnFe₂O₄など一般式AFe₂O₄であらわされる複合酸化物：ただし、Aは2価の金属元素)、ムライト(3Al₂O₃・2SiO₂)、フォーステライト(2MgO・SiO₂)、ステアタイト(MgO・SiO₂)などの酸化物、炭化珪素(SiC)、炭化チタン(TiC) 10、炭化硼素(B₄C)、炭化タングステン(WC)などの炭化物、硼化チタン(TiB₂)、硼化ジルコニウム(ZrB₂)、硼化ランタン(LaB₆)などの硼化物、珪化モリブデン(MoSi₂)、珪化タングステン(WSi₂)などの珪化物、などの無機化合物を主成分とする焼結体があり、その他にも結晶化ガラスを主成分とする焼結体が含まれる。

なお結晶化ガラスとは例えば硼珪酸ガラス(通常SiO₂及びB₂O₃を主成分とし、その他にAl₂O₃、CaO、BaO、PbOなどの成分を含む)などのガラス母体(ガラスマトリックス)中にコージエライト、アノールサイト(灰長石)、コランダム(Al₂O₃)、ムライト(3Al₂O₃・2SiO₂)、ウォラストナイト(CaO・SiO₂) 20、珪酸マグネシウム(MgO・SiO₂)などの結晶成分が存在している構造を有しているものである。結晶化ガラスは通常ガラス粉末に適宜アルミナ粉末、シリカ粉末、マグネシア粉末、炭酸カルシウム粉末、炭酸バリウム粉末、酸化硼素粉末、酸化鉛粉末などを加え、さらに要すればTiO₂、ZrO₂、SnO₂、ZnO、Li₂Oなどの成分を加えて混合し、一軸プレス法やシート成形法などで粉末成形体となし、その後焼成して上記粉末成形体を焼き固める方法により作製される。製造の際上記TiO₂、ZrO₂、SnO₂、ZnO、Li₂Oなどの成分を適宜加えたものを焼成すれば結晶化が促進される場合が多い。その他に結晶化ガラスは溶融して成形したガラス成形体を熱処理し、該ガラス成形体中に結晶を析出させる方法などによっても作製し得る。

【0008】

このように本発明において発光素子搭載用基板としては単にセラミック材料を主成分とする焼結体を用いるだけでは十分な効果が得られない。前記のようにセラミック材料を主成分とする焼結体としては光透過性のものを用いることが重要である。本発明において上記のような光透過性のセラミック材料を主成分とする焼結体を用いることで発光素子からの発光を該発光素子が搭載された基板面側だけでなく該発光素子が搭載された面とは反対の基板面側にも該発光素子からの発光を基板外部に効率的に放出できる。このような効果は通常光透過率1%以上の光透過性を有するセラミック材料を主成分とする焼結体で得られる。また上記光透過性のセラミック材料を主成分とする焼結体において光透過率が5%以上でより大きな効果が得られるようになる。また上記光透過性のセラミック材料を主成分とする焼結体において光透過率が10%以上で効果が明確に認められるようになる。本発明において光透過性のセラミック材料を主成分とする焼結体とは上記のように通常1% 40以上の光透過率を有するものである。

【0009】

本発明における光透過性とは少なくとも波長200nm～800nmの範囲の光に対しての透過性を意味する。本発明において特に断らない限り「可視光」とは波長380nm～800nmの範囲の光である。また、「紫外光」とは波長380nm以下の光のことである。本発明において特に断らない限り「可視光透過率」とは波長380nm～800nmの範囲の光に対する透過率である。また、「紫外光透過率」とは波長380nm以下の光に対する透過率のことである。

本発明において特に断らない限り上記波長200nm～800nmの範囲の光に対しての光透過率は、波長200nm～800nmの範囲の光を代表して波長605nmの単色光 50

を用いて測定されたものである。その形状は直径25.4mm厚み0.5mmのセラミック材料を主成分とする焼結体を試料として測定されたものである。通常分光光度計などを用いて所定の波長の光を上記発光素子搭載用基板試料に当て、入射した光の強度と透過した光の強度を測定しその比を百分率で表わしたものである。また本発明における光透過率は上記測定用試料を積分球の窓を覆うようにセットして全透過光を集めこの全透過光と入射光との強度比を百分率で表したものである。

本発明において発光素子搭載用基板として用いられるセラミック材料を主成分とする焼結体としての光透過率の測定は通常上記のように直径25.4mm厚み0.5mmの形状の試料により波長605nmの単色光を用いて測定されたものである。しかしながら光透過率を測定する試料の形状、大きさは特に上記に示したものでなくてもよく任意のものを用いることができる。例えば直径1mm厚み0.5mm程度の小さな形状のものであっても容易に測定することができる。又光透過率の測定装置も分光光度計を用いる方法だけに限らず適宜任意の方法を用いることができる。

ガラスなどの透明体の光透過率は通常直線透過率として求められるが、一般に窒化アルミニウムを主成分とする焼結体などのセラミック材料の光透過率は入射光が焼結体内部で散乱され直線的に透過されず、散乱された状態であらゆる方向へ透過される。したがって透過光の強度はこのような方向性のない散乱光をすべて集めたものとなる。本発明において窒化アルミニウムを主成分とする焼結体をはじめその他のセラミック材料を主成分とする焼結体の光透過率はこのような全透過率として測定されたものであり、ガラスなどの透明体の直線透過率とは異なる。

光透過率は試料の厚みによって変化し本発明による上記セラミック材料を主成分とする焼結体を発光素子搭載用の基板などとして実際に用いる場合該基板の厚みを薄くして光透過率を高めることは例えば発光素子の発光効率を高める上で有効である。通常発光素子搭載用の基板などとしては厚み0.01mm以上のものを用いることが取り扱い上の強度の点からは好ましい。又厚みが厚くなると光透過率が低下し易いので通常発光素子搭載用の基板などとしては厚み8.0mm以下のものを用いることが好ましい。本発明において上記セラミック材料を主成分とする焼結体はその厚みが少なくとも0.01mm～8.0mmの範囲において実際に使用される状態の発光素子搭載用基板などが光透過性を有していれば有効である。すなわち、上記セラミック材料を主成分とする焼結体はその厚みが少なくとも0.01mm～8.0mmの範囲あるいはそれ以外であっても実際に使用される状態での光透過率が少なくとも1%以上であればよいのであって、例えば発光素子作製の基板として実際に厚み0.1mmあるいは2.0mmなど厚みが必ずしも0.5mmではないものであっても光透過性を有し光透過率が少なくとも1%以上であれば作製される発光素子の発光効率は向上し易い。

したがって本発明による上記セラミック材料を主成分とする焼結体の光透過率は該焼結体の厚みには無関係であり、実際該焼結体が用いられている状態での光透過性が重要であり実際該焼結体が用いられている状態での光透過率を意味する。

基板厚みが実使用状態で0.5mmより薄い場合あるいは0.5mmより厚い場合は基板厚み0.5mmのとき測定した光透過率と異なり、光透過率は0.5mmより薄い場合は0.5mmのとき測定したより高くなり易く0.5mmより厚い場合は0.5mmのとき測定した光透過率より低くなり易い。本発明においては発光素子からの発光を該発光素子が搭載された基板面側だけでなく該発光素子が搭載された基板面と反対側の方向にも放出し易くするために上記実際に使用される状態で光透過率が1%以上のセラミック材料を主成分とする焼結体を発光素子搭載用基板として用いることが好ましい。

本発明による発光素子搭載用基板に搭載される発光素子は前記のように200nm～550nmの範囲といった紫外光領域から可視光の比較的波長の短い領域の光を発光し得る。このような発光素子を照明用光源に使用する場合、例えば該発光素子の発光波長より長い波長領域の励起スペクトルを有するYAG（イットリウム・アルミニウム・ガーネット）などを主成分とする蛍光体を併用することで該蛍光体と該発光素子との補色関係により人間の目には連続スペクトルの白色光として感じるようになる。本願発明者が波長605nm

10

20

30

40

50

mの光を透過率測定用の光として選定した理由の1つは該白色光の波長がおおよそ400nm～800nmの範囲にあり波長605nmの光はその中心付近にあるためである。また本発明において、光透過性を有するセラミック材料を主成分とする焼結体は通常波長200nm以上の光に対して透過性を示す場合が多い。すなわち、波長200nm～250nmの範囲の光に対して透過性を示し始め、波長250nm～350nmの範囲の光に対して急激に透過性が上昇し紫外光から可視光領域にかけての境界領域にある波長350nm～400nm以上の光に対してはほぼ一定の光透過率を有する傾向がある。本願発明者が波長605nmの光を光透過率測定用の波長として選定した理由の1つは光透過率が可視光領域の波長400nm～800nmの範囲でほぼ一定となり波長605nmの光はその中心付近にあるためでもある。

10

このように光透過率として波長605nm以外の光あるいは連続スペクトルにおける測定値を用いなくても波長605nmの光に対する光透過率を用いれば本発明による光透過性を有するセラミック材料を主成分とする焼結体の発光素子搭載用基板としての良否を代表して判別し得る。

【0010】

本発明による発光素子搭載用基板においてセラミック材料を主成分とする焼結体は少なくとも発光素子を搭載するための支持体あるいは収納容器としての機能も有し、該発光素子搭載用基板の形状として単なる板状だけでなく必要に応じて発光素子を搭載するためのへこみ空間（キャビティ）や台座などの構造を有し、また発光素子搭載部分には必要に応じて同時焼成によるメタライズ、厚膜焼付けによるメタライズあるいは薄膜メタライズなどのメタライズを施し、ろう材（Pb-Sn系はんだ合金、Au-Si系合金、Au-Sn系合金、Au-Ge系合金、Sn含有合金、In含有合金、金属Sn、金属In、Pbフリーはんだなどの低融点ろう材、あるいは銀ろうなどの高融点ろう材、などを含む）、低融点ガラス、その他エポキシ樹脂、シリコン樹脂などの有機樹脂を主成分とする導電性接着剤あるいは電気絶縁性接着剤あるいは高熱伝導性接着剤などの接続材料を用いてセラミック材料を主成分とする焼結体からなる基板に発光素子が固定され搭載される。上記セラミック材料を主成分とする焼結体の発光素子搭載部分に形成されるメタライズは必要に応じて発光素子と電氣的に接続して該発光素子に電気信号や電力を供給するための電気回路としての役目も果たす。

20

本発明によるセラミック材料を主成分とする焼結体からなる発光素子搭載用基板と窒化ガリウム、窒化インジウム、窒化アルミニウムのうちから選ばれた少なくとも1種以上を主成分とする発光素子とは熱膨張率が近いので、該発光素子を基板に固定し搭載する際の加熱冷却時や発光素子自体が駆動している際に生じる加熱冷却などにおいても固定部分における応力発生が少ないので上記例示した接続材料以外のどのような接続材料であっても使用し得る。なお、上記接続材料のうち導電性接着剤あるいは電気絶縁性接着剤などの接着剤を用いて発光素子をセラミック材料を主成分とする焼結体に固定する場合は該セラミック材料を主成分とする焼結体は発光素子搭載部分に必ずしもメタライズが施されたものでなくてもよい。

30

また上記セラミック材料を主成分とする焼結体は必要に応じて発光素子を駆動させるための同時焼成などによる多層化メタライズや厚膜メタライズあるいは薄膜メタライズなどの電気回路、さらに導通ビアを具備する。

40

【0011】

上記窪み空間を有する発光素子搭載用基板において、窪み空間を形成する方法として一体化したセラミック材料を主成分とする焼結体を用いて窪み空間を形成する方法、平板状の基体に枠体を接合することで窪み空間を形成する方法がある。本発明において上記窪み空間を有する発光素子搭載用基板としては、一体化したセラミック材料を主成分とする焼結体を用いて窪み空間を形成したもの、あるいは平板状の基体に他の材料例えば透明樹脂あるいはガラスからなる枠体を接合して窪み空間を形成したもの、という構成のものが好ましい。前記構成により本発明による発光素子搭載用基板はより発光素子からの発光を外部に放出し易くなるばかりでなく放熱性が高まり、電気回路がよりコンパクトに設計でき、

50

大型の発光素子が搭載できる。上記平板状の基体に枠体を接合することで窪み空間が形成された発光素子搭載用基板において発光素子は通常上記平板状の基体に搭載される。本発明において上記窪み空間を有する発光素子搭載用基板において、平板状の基体と枠体との接合により窪み空間が形成されたものでは平板状の基体及び枠体のうちいずれか一方がセラミック材料を主成分とする焼結体からなるか、あるいは平板状の基体及び枠体いずれもセラミック材料を主成分とする焼結体からなる。上記平板状の基体あるいは枠体には必要に応じて発光素子を駆動させるための多層化メタライズや厚膜メタライズあるいは薄膜メタライズなどの電気回路、さらに導通ビアが具備される。

上記平板状の基体あるいは枠体の材料としてセラミック材料を主成分とする焼結体以外では、例えば各種金属、各種樹脂、各種ガラス、各種セラミックなど必要に応じて使用できる。

10

また、本発明による上記窪み空間を有する発光素子搭載用基板には必要に応じて窪み空間に搭載された発光素子を封止するための蓋が形成される。該蓋を用いた封止は封止材に金属、合金、ガラスを用いた気密封止あるいは封止材に樹脂などを用いた非気密封止のいずれも行うことができる。該蓋の材料として例えば各種金属、各種樹脂、各種ガラス、各種セラミックなどが使用できる。蓋に本発明による光透過性のあるセラミック材料を主成分とする焼結体や、他の透明樹脂やガラスあるいはセラミックなどを用いることで発光素子からの発光を効率よく基板外部に放出できる。本発明による発光素子搭載用基板には上記のように蓋として光透過性のあるセラミック材料を主成分とする焼結体を用いたものも含まれる。

20

【0012】

本発明による発光素子搭載用基板に搭載あるいは収納される発光素子としては通常紫外光領域～可視光～近赤外光領域において発光機能を有するものであればどのようなものでも搭載し得る。具体的には例えば波長およそ200nm～800nmの範囲の光を発光し得るものであればどのような発光素子であっても搭載し得る。例えばZnO系などの材料を主成分とする波長およそ380nm～550nm付近の可視光領域の光を発光するものあるいはZnCdSe系などの材料を主成分とする波長およそ450nm～650nm付近の可視光領域の光を発光するものあるいはAlGaInP系などの材料を主成分とする波長およそ600nm～660nm付近の可視光領域の光を発光するものあるいはAlGaAs系などの材料を主成分とする波長およそ760nm～820nm付近の可視光～近赤外光領域の光を発光するものなど各種材料からなる発光素子が搭載し得る。本発明による発光素子搭載用基板を用いることにより本来の発光特性が十分発現された発光素子が実現し得る。すなわち、光透過性を有するセラミック材料を主成分とする焼結体からなる基板に搭載された発光素子、及び反射防止部材が形成されたセラミック材料を主成分とする焼結体からなる基板に搭載された発光素子、及び反射部材が形成されたセラミック材料を主成分とする焼結体からなる基板に搭載された発光素子、である。

30

【0013】

本発明による発光素子搭載用基板としては上記発光素子の中で窒化ガリウム、窒化インジウム、窒化アルミニウムのうちから選ばれた少なくとも1種以上を主成分とし少なくともN型半導体層、発光層、及びP型半導体層の3層以上の積層体からなる発光素子を搭載するのにより適している。該窒化ガリウム、窒化インジウム、窒化アルミニウムのうちから選ばれた少なくとも1種以上を主成分とする発光素子は波長200nm～700nm程度の範囲の光を発光し得る。なお、以下本発明において特に断らない限り上記「窒化ガリウム、窒化インジウム、窒化アルミニウムのうちから選ばれた少なくとも1種以上を主成分とし少なくともN型半導体層、発光層、及びP型半導体層の3層以上の積層体からなる発光素子」を単に「窒化ガリウム、窒化インジウム、窒化アルミニウムのうちから選ばれた少なくとも1種以上を主成分とする発光素子」という。該窒化ガリウム、窒化インジウム、窒化アルミニウムのうちから選ばれた少なくとも1種以上を主成分とする発光素子は上記で例示した他の発光素子に比べて光出力も高く紫外光及び波長の短い可視光を発光することができ本発明による発光素子搭載用基板に搭載することで本来の発光特性が他の発光

40

50

素子よりもさらに効果的に発現し得る。

【0014】

上記窒化ガリウム、窒化インジウム、窒化アルミニウムのうちから選ばれた少なくとも1種以上を主成分とする発光素子は通常例えば図1あるいは図2に示されるような構造を有する。図1は、サファイアあるいは窒化アルミニウムを主成分とする単結晶や焼結体などの電気絶縁性の発光素子作製用基板1にMOCVDなどの方法によりエピタキシャル成長した窒化ガリウム、窒化インジウム、窒化アルミニウムのうちから選ばれた少なくとも1種以上を主成分としさらにSiなどのドーピング剤によりN型半導体化された薄膜層2が形成され、さらにエピタキシャル成長した窒化ガリウム、窒化インジウム、窒化アルミニウムのうちから選ばれた少なくとも1種以上を主成分とする例えば単一量子井戸構造、多重量子井戸構造あるいはダブルヘテロ構造などからなる発光層3が形成され、さらにエピタキシャル成長した窒化ガリウム、窒化インジウム、窒化アルミニウムのうちから選ばれた少なくとも1種以上を主成分としさらにMg、Znなどのドーピング剤によりP型半導体化された薄膜層4が形成され、N型半導体薄膜層及びP型半導体薄膜層にはそれぞれ外部電極5及び6が形成されている発光素子の断面構造を示す。図1に示す発光素子において薄膜層2はP型半導体層としても形成することができ、その場合薄膜層4はN型半導体層として形成される。図1に示されるように発光素子を作製するための基板として電気絶縁性のものを用いた場合通常は外部電極5及び6は素子の形成されている面側に配置される。図2は炭化珪素を主成分とする単結晶あるいは窒化ガリウムを主成分とする単結晶や焼結体あるいは酸化亜鉛を主成分とする単結晶や焼結体など導電性を有する発光素子作製用基板10にMOCVDなどの方法によりエピタキシャル成長した窒化ガリウム、窒化インジウム、窒化アルミニウムのうちから選ばれた少なくとも1種以上からなる主成分にSiなどのドーピング剤などによりN型半導体薄膜層2が形成され、さらに上記窒化ガリウム、窒化インジウム、窒化アルミニウムのうちから選ばれた少なくとも1種以上を主成分とする量子井戸構造を有する発光層3が形成され、さらに窒化ガリウム、窒化インジウム、窒化アルミニウムのうちから選ばれた少なくとも1種以上からなる主成分にMgなどのドーピング剤によりP型半導体薄膜層4が形成され、N型半導体薄膜層及びP型半導体薄膜層にはそれぞれ外部電極5及び6が形成されている発光素子の断面構造を示す。図2に示す発光素子において薄膜層2はP型半導体層としても形成することができ、その場合薄膜層4はN型半導体層として形成される。図2に示されるように発光素子を作製するための基板として導電性のものを用いた場合通常電極5は発光素子形成するための基板10の素子が形成されている面と反対側の面に形成でき一方の電極6は素子の形成されている面側に配置できる。図2の基板10には上記のように炭化珪素を主成分とする単結晶あるいは窒化ガリウムを主成分とする単結晶や焼結体あるいは酸化亜鉛を主成分とする単結晶や焼結体など元来導電性を有する材料だけでなく、窒化アルミニウムなど電気絶縁性の材料であっても発光素子形成するための基板内部に導通ビアが形成され該基板の発光素子が形成される面とその反対側の面とが電氣的に接続可能なものも含まれる。なお、図1及び図2において基板1あるいは基板10とエピタキシャル成長したN型半導体（あるいはP型）の薄膜層2との間には通常窒化ガリウム、窒化インジウム、窒化アルミニウムのうちから選ばれた少なくとも1種以上を主成分とする薄膜バッファ層が形成される。バッファ層は通常低温で形成され無定形、多結晶、あるいは配向性多結晶などの結晶状態を有する場合が多い。なお、図2で示される発光素子作製に用いられる導電性の基板10としては通常室温における抵抗率 $1 \times 10^4 \Omega \cdot \text{cm}$ 以下であれば上下に電極を配した形状の発光素子が作製でき十分機能し得る。導電性を有する発光素子作製用基板の室温における抵抗率としては室温において通常 $1 \times 10^2 \Omega \cdot \text{cm}$ 以下のものであれば少ない損失で十分な電力を発光層に供給し得る。導電性を有する発光素子作製用基板の室温における抵抗率としては室温において $1 \times 10^1 \Omega \cdot \text{cm}$ 以下のものが好ましく、 $1 \times 10^0 \Omega \cdot \text{cm}$ 以下のものがより好ましく、 $1 \times 10^{-1} \Omega \cdot \text{cm}$ 以下のものがさらに好ましく、 $1 \times 10^{-2} \Omega \cdot \text{cm}$ 以下のものが最も好ましい。

【0015】

本発明で言う「窒化ガリウム、窒化インジウム、窒化アルミニウムのうちから選ばれた少なくとも1種以上を主成分とする発光素子」とは上記のようにサファイアなどの基板上に窒化ガリウム、窒化インジウム、窒化アルミニウムのうちから選ばれた少なくとも1種以上を主成分とするエピタキシャル成長した薄膜をN型半導体層、発光層、P型半導体層となしこれらを積層して構成されたものであり、電極に直流電位を印加することで発光層から光が発せられる。発光の波長は該発光層の組成を調整することなどで例えば紫外線領域から可視光領域の広い波長範囲にわたって光を発することができる。具体的にいえば例えば200nm～700nmの波長範囲の光を発することができ、通常250nm～650nmの波長範囲の光を発するように作製されることが多い。上記発光素子は発光ダイオード(LED)あるいはレーザーダイオード(LD)として広く使用され始めている。

10

上記のような窒化ガリウム、窒化インジウム、窒化アルミニウムのうちから選ばれた少なくとも1種以上を主成分とするエピタキシャル成長した薄膜により構成される発光素子を作製するために用いられる基板は従来から用いられてきたサファイアなどのような単結晶よりも、窒化アルミニウムを主成分とする焼結体あるいは炭化珪素、窒化珪素、窒化ガリウム、酸化亜鉛、酸化ベリリウム、酸化アルミニウム、酸化ジルコニウム、酸化マグネシウム、アルミン酸マグネシウム、酸化イットリウムなどの希土類元素酸化物、酸化トリウム、ムライト、結晶化ガラス、などのうちから選ばれた少なくともいずれかを主成分とする焼結体など各種セラミック材料を主成分とする焼結体の方が、発光効率が少なくとも同等か最大4～5倍以上の発光素子が作製され得ることを本願発明者は特願2003-186175、特願2003-396236などで提案してきた。上記各種セラミック材料を主成分とする焼結体を基板として用いて作製される発光素子はサファイアなど従来からの基板を用いて作製される発光素子の発光効率が2%～8%程度であるのに対して発光効率が少なくとも同等の8%かそれ以上、最大4～5倍以上のものが作製でき50%以上の発光効率を有する発光素子も作製できる。発明による発光素子搭載用基板には本願発明者が提案したこのような高い発光効率を有する発光素子も問題なく搭載できる。

20

少なくとも図1及び図2に例示された構造の発光素子は発光層から波長800nm以下、通常波長650nm以下さらに波長550nm以下の緑色光～波長200nmまでの紫外光といった波長範囲の光を発光し、該発光素子の発光層からは通常あらゆる方向に上記波長範囲の光が発せられる。本発明による発光素子搭載用基板はこのような発光素子を搭載あるいは収納するためのものである。

30

【0016】

本発明による発光素子搭載用基板の材料としては単にセラミック材料を主成分とする焼結体というだけでは十分ではない。セラミック材料を主成分とする焼結体は例えば窒化アルミニウムを主成分とする焼結体などのように元来熱伝導率が高く、電気絶縁性があり、さらに熱膨張率が発光素子の主成分である窒化ガリウム、窒化インジウム、窒化アルミニウムとほとんど一致しており、該発光素子からの発熱を効率よく基板外部へ逃がすのに好適であり、多層化メタライズや薄膜メタライズなどを用いてコンパクトな回路基板設計が可能であり、また発光素子の駆動に伴う急熱急冷にも耐え、さらに大型発光素子を搭載し収納することが可能なものが多い。セラミック材料を主成分とする焼結体としては窒化アルミニウムを主成分とする焼結体以外にもその他前記したように例えば炭化珪素、窒化珪素、窒化ガリウム、酸化亜鉛、酸化ベリリウム、酸化アルミニウム、酸化ジルコニウム、酸化マグネシウム、アルミン酸マグネシウム、酸化チタン、チタン酸バリウム、チタン酸ジルコン酸鉛、酸化イットリウムなどの希土類酸化物、酸化トリウム、各種フェライト、ムライト、フォルステライト、ステアタイト、結晶化ガラス、のうちから選ばれた少なくとも1種以上を主成分とする焼結体など各種セラミック材料を主成分とする焼結体も発光素子搭載用基板として好適に用いることができる。窒化アルミニウムを主成分とする焼結体は上記例示した各種セラミック材料を主成分とする焼結体の中で特に優れている。このようにセラミック材料を主成分とする焼結体は上記のように基板材料として良好な特性を有するが発光素子搭載用基板としては十分でない。すなわち、発光素子が搭載される基板と

40

50

しては該発光素子からの発光が基板の外部に効率よく放出されることが重要であり、基板材料として窒化アルミニウムを主成分とする焼結体をはじめとするセラミック材料を主成分とする焼結体その他の面でいかに優れていても基板外部への発光素子からの発光を効率よく放出できなければ発光素子が搭載される基板としては十分でない。発光素子からの発光は通常あらゆる方向に放出される。従来、発光素子を搭載し収納するための基板は前記のアルマイト被覆し表面を絶縁化したアルミニウムなどの金属材料を主に用いていた。そのため発光素子を搭載あるいは収納するための基板において、発光素子が搭載あるいは収納されている面側からは発光素子搭載部分の反射率を高めたりあるいは該搭載部分の形状を工夫することで発光素子の発光が基板の外部に比較的効率よく放出される。一方、発光素子からの発光が基板を貫通して透過しにくいいため発光素子が搭載あるいは収納されている基板の面と反対側の面からは発光素子からの発光が効率よく基板外部に放出されない。したがって従来からの基板では全体的にみると発光素子からの発光は必ずしも基板外部に効率よく放出されているとはいいがたい。セラミック材料を主成分とする焼結体においても同様に発光素子からの発光が基板外部に効率よく放出されなければ発光素子を搭載あるいは収納するための基板としては十分なものであるとは云えない。

【0017】

本発明において、光透過性を有するセラミック材料を主成分とする焼結体を発光素子搭載用基板に用いることで発光素子からの発光は基板を透過して外部に放出され易くなるので効率よく基板外部に放出することが可能となる。

さらに、本発明は発光素子が搭載あるいは収納されている基板の面と反対側の面を含めて発光素子からの発光を基板周囲の空間の任意の方向に対して放出することが可能なセラミック材料を主成分とする焼結体からなる発光素子搭載用基板をも提供するものである。上記発光素子からの発光を基板周囲の空間の任意の方向に放出可能ということは、例えば発光素子からの発光が基板周囲のすべての空間に均等に近い強さで放出できる、あるいは基板周囲のすべての空間に放出されるが特定の方向の空間により強く放出できる、あるいは基板周囲のすべての空間には放出されないが特定の方向の空間により強く放出できる、あるいは基板周囲の特定の方向の空間に対してだけ放出できる、ことなどを意味する。本発明はこのように発光素子からの発光の方向を制御可能である光素子搭載用基板をも提供するものである。そのために本発明は基板を構成する材料としてセラミック材料を主成分とする焼結体として光透過性を有するものを用いることが有効である。該光透過性を有するセラミック材料を主成分とする焼結体を用いることで発光素子からの発光は基板を貫通するように透過し、発光素子が搭載あるいは収納されている面側からは勿論、発光素子が搭載あるいは収納されている基板の面と反対側の面からも発光素子からの発光が効率よく基板外部に放出されるように改善できる。また、本発明において発光素子からの発光の方向を制御可能である光素子搭載用基板として反射防止部材あるいは反射部材などとセラミック材料を主成分とする焼結体とを組み合わせるものも有効である。反射防止部材あるいは反射部材などとセラミック材料を主成分とする焼結体とを組み合わせることで発光素子からの発光の方向制御比較的容易に行うことができるようになる。また上記反射防止部材あるいは反射部材と組み合わせるセラミック材料を主成分とする焼結体は光透過性を有するものを用いることで発光素子からの発光の方向制御をさらに容易かつ確実に進めることができる。なお、上記反射防止部材あるいは反射部材は光透過率が1%より小さいかあるいは実質的に光透過性を有しないセラミック材料を主成分とする焼結体に形成してもその反射防止機能及び反射機能を発現し得る。

本発明による発光素子からの発光を基板周囲の空間の任意の方向に対して放出することが可能な発光素子搭載用基板として用いられるセラミック材料を主成分とする焼結体は、上記のように反射防止部材や反射部材などと組み合わせる用いられれば必ずしも光透過性を有しないものであってもその機能を発現し得るが、発光素子からの発光方向を制御を容易にし該発光の基板外部への放出効率を高めるためにできれば光透過性を有し要すれば高い光透過率を有するものを用いることが好ましい。

【0018】

本発明による発光素子搭載用基板に用いるセラミック材料を主成分とする焼結体は光透過性を有するものである。しかしながら本発明によるセラミック材料を主成分とする焼結体の光透過性とガラスや樹脂などの材料の光透過性とは性状が異なる。すなわち、例えば光透過率が80%と同じものであってもガラスや樹脂などの材料は照射された光が直線的に透過していくのに対して本発明によるセラミック材料を主成分とする焼結体の場合は照射された光は該焼結体の中を直線的に透過されることは少なく大部分は散乱されながら透過し結果として透過した光の総量はガラスや樹脂材料と同じになる。同じ光透過率の材料であっても光透過の経路が異なるものであれば透過された光の人間の目による視覚的な感じ方に違いが生じるものと思われる。すなわち発光素子からの光は透明樹脂や透明ガラスなどに対しては直線的に透過して目を突き刺す輝くような光として人間の目は感じ易く、一方セラミック材料を主成分とする焼結体の場合は散乱しながら透過するのでガラスや樹脂材料と比べて穏やかな光として人間の目には感じ易いと思われる。この様子を図28及び図29の模式図で示した。図28には光透過性を有するガラスあるいは樹脂など光が直線的に透過する材料を用いた時の光透過の様子を示す模式図である。図28において光透過性を有するガラスあるいは樹脂などの材料110に発光素子からの光111が照射されそのまま直線的に透過光112となって透過する。図29には光透過性を有するセラミック材料を主成分とする焼結体を光が透過する時の様子を示す模式図である。図29において光透過性を有するセラミック材料を主成分とする焼結体120に発光素子からの光121が照射され散乱光122となって透過する。

10

20

30

40

50

【0019】

また上記セラミック材料を主成分とする焼結体として例えば黒色、灰黒色、灰色、褐色、黄色、緑色、青色、あずき色、赤色などに着色したものも用いることができる。このような着色したセラミック材料を主成分とする焼結体を透過した発光素子からの発光を穏やかな光として人間の目には感じ易くなる。例えば黒色、灰黒色、灰色、褐色、黄色、緑色、青色、あずき色、赤色などに着色したセラミック材料を主成分とする焼結体を透過した発光素子からの発光は黒色、灰黒色、灰色、褐色、黄色、緑色、青色、あずき色、赤色などに着色していない例えば白色などのセラミック材料を主成分とする焼結体を透過した光と比べて異なる光調の穏やかな光として人間の目には感じ易い。したがって用途によっては白色など着色していないセラミック材料を主成分とする焼結体よりも上記着色したセラミック材料を主成分とする焼結体を発光素子搭載用基板として用いることが好ましい場合がある。ここで異なる光調という意味は目で感じる光の感じ方が異なるということであり、セラミック材料を主成分とする焼結体の色調が異なれば焼結体を透過する光の輝き方、穏やかさの程度、色調などの要因が少しずつ異なる結果発光素子からの発光は実際の目での感じ方が微妙に違ってくるものと思われる。上記黒色、灰黒色、灰色、褐色、黄色、緑色、青色、あずき色、赤色などに着色したセラミック材料を主成分とする焼結体として例えばMo、W、V、Nb、Ta、Tiなどの遷移金属、あるいはカーボンなどの成分を含むものが用いられる。また、黒色、灰黒色、灰色、褐色、黄色、緑色、青色、あずき色、赤色などに着色したセラミック材料を主成分とする焼結体としてその他の遷移金属例えば鉄、ニッケル、クロム、マンガン、ジルコニウム、ハフニウム、コバルト、銅、亜鉛などの成分を含むものも用いられる。上記黒色、灰黒色、灰色、褐色、黄色、緑色、青色、あずき色、赤色など着色したセラミック材料を主成分とする焼結体を得るために用いられるMo、W、V、Nb、Ta、Ti、カーボン、鉄、ニッケル、クロム、マンガン、ジルコニウム、ハフニウム、コバルト、銅、亜鉛などの成分は、該セラミック材料を主成分とする焼結体を製造するときに意図的に加えられたものであっても良いし焼結体作製用原料中など不可避不純物として混入してくるものであっても良い。また、上記黒色、灰黒色、灰色、褐色、黄色、緑色、青色、あずき色、赤色など着色したセラミック材料を主成分とする焼結体にはMo、W、V、Nb、Ta、Ti、鉄、ニッケル、クロム、マンガン、ジルコニウム、ハフニウム、コバルト、銅、亜鉛などの遷移金属、あるいはカーボンなどの各成分をそれぞれ1種ずつ単独で含まれていてもよいしあるいは2種以上が同時に含まれていてもよい。上記黒色、灰黒色、灰色、褐色、黄色、緑色、青色、あずき色、赤色など着色

したセラミック材料を主成分とする焼結体に含まれるMo、W、V、Nb、Ta、Ti、鉄、ニッケル、クロム、マンガン、ジルコニウム、ハフニウム、コバルト、銅、亜鉛などの遷移金属、あるいはカーボンなどの各成分の含有量は適宜選択することができ、含有量として通常0.1ppm~1ppm以上であればセラミック材料を主成分とする焼結体を十分所望の着色されたものとするのが可能な場合が多い。このように通常上記各成分の種類とその含有量によりセラミック材料を主成分とする焼結体に対して所望の着色とその呈色の程度を制御し得る。例えば酸化アルミニウムを主成分とする焼結体にクロム成分を0.1ppm~1.0ppm程度あるいはそれ以上含むものはピンク色あるいは赤色あるいはあずき色あるいは黒色などに呈色したものが得られ易い。

【0020】

本発明による光透過性を有するセラミック材料を主成分とする焼結体からなる発光素子搭載用基板において、発光素子からの発光は該セラミック材料を主成分とする焼結体中をいったん透過した後基板外部に放出される場合が多い。上記セラミック材料を主成分とする焼結体は各種セラミック材料を主成分とする微結晶からなる多結晶体である。したがって発光素子からの発光は該セラミック材料を主成分とする焼結体中を透過する際焼結体中で散乱光となり易いので、基板外部へ放出される該発光素子からの発光は発光素子から発せられる直接の光でなくあらゆる方向を持っているので透明樹脂や透明ガラスなどを直線的に透過してきた目を突き刺す輝くような光とは異なり穏やかな光となり易い。したがって一般照明の光源として本発明による発光素子搭載用基板に搭載した発光素子を使用すれば人間の眼にやさしくかつ穏やかな光源が得られ易い。

【0021】

本発明による発光素子搭載用基板表面にタングステンあるいはモリブデンあるいは銅などを主成分として同時焼成などにより形成されるメタライズ、いったん焼成して得られるセラミック材料を主成分とする焼結体に後から焼き付けて形成する厚膜メタライズ、スパッタあるいは蒸着あるいはイオンプレーティングなどによる薄膜メタライズ、などにより焼結体内部あるいは焼結体表面に電気回路が設けられていても、本発明による発光素子搭載用基板がセラミック材料を主成分とする焼結体であるため発光素子からの発光は上記のように散乱光となり易く該発光素子から発せられた光は形成されている電気回路からの損失を受けることが少なく該発光素子搭載用基板を透過した光として効率よく基板外部に放出され得る。すなわち基板内を透過して外部へ放出される発光素子からの発光は焼結体表面

に形成されている電気回路の影などによる明るさの減少が生じにくい。
また本発明による発光素子搭載用基板は電気回路が基板の表面だけでなくセラミック材料を主成分とする基板の内部にタングステンあるいはモリブデンあるいは銅などを主成分に用いて同時焼成などにより単層あるいは多層メタライズによる電気回路、あるいは導通ビアが形成されているものも用いることができる。このように基板の内部に電気回路が形成されているものであっても、本発明による発光素子搭載用基板として光透過性を有するセラミック材料を主成分とする焼結体を用いられるため発光素子からの発光は散乱光となり易く該発光素子から発せられた光は形成されている電気回路、あるいは導通ビアからの損失を受けることが少なく基板を透過して効率よく基板外部に放出され得る。すなわち基板内を透過して外部へ放出される発光素子からの発光は焼結体内部に形成されている電気回路や導通ビアの影などによる明るさの減少が生じにくい。

上記のように、本発明による発光素子搭載用基板は電気回路が基板の表面だけでなくセラミック材料を主成分とする基板の内部にタングステンあるいはモリブデンあるいは銅などを主成分とした導電性材料を用いて同時焼成などにより単層あるいは多層メタライズによる電気回路、あるいは導通ビアが形成されているものも用いることができる。さらに本発明による発光素子搭載用基板は基板の表面に電気回路が形成され基板の内部にも同時に電気回路が形成されているものも用いることができる。このように基板の表面に電気回路が形成され基板の内部にも同時に電気回路が形成されているものであっても、本発明による発光素子搭載用基板として光透過性を有するセラミック材料を主成分とする焼結体を用いれば発光素子からの発光は散乱光となり易いので該発光素子から発せられた光は形成

10

20

30

40

50

されている電気回路、あるいは導通ビアからの損失を受けることが少なく基板を透過した光として効率よく基板外部に放出され得る。すなわち基板内を透過して外部へ放出される発光素子からの発光は焼結体内部あるいは焼結体表面に形成されている電気回路や導通ビアの影響などによる明るさの減少が生じにくい。

【0022】

図3、図4、図5、図6、図7、図8、図9、図10、図11、図12、図13、図14、図15、図16、図32及び図33、図36、図37、図38は本発明によるセラミック材料を主成分とする焼結体からなる発光素子搭載用基板を例示した断面図である。本発明において発光素子搭載用基板として用いられるセラミック材料を主成分とする焼結体は光透過性を有するものが好ましい。上記各図において少なくとも図3、図4、図5、図6、図7、図8、図9、図10は発光素子搭載用基板として用いられるセラミック材料を主成分とする焼結体が光透過性を有するものとして描かれている。また、図32、図33、図37及び図38は内部に電気回路が形成されたセラミック材料を主成分とする焼結体を用いて作製される発光素子搭載用基板を例示した断面図である。図36、図37及び図38にはさらに発光素子搭載部に素子からの発熱を基板外部へ放出するためのサーマルビアが形成されたものを示している。発光素子は必要に応じて透明樹脂などの封止材を用いて該封止材中に封止される。特に窪み空間を有しない平板状の発光素子搭載用基板を用いる場合、搭載される発光素子は上記封止材中に封止された状態で使用されることが好ましい。

10

また、図3、図4、図5、図6、図7、図8、図9、図10、図11、図12、図13、図14、図32、図33、図36及び図38は発光素子搭載用基板に搭載された状態の発光素子を例示している。

20

【0023】

図3において本発明によるセラミック材料を主成分とする焼結体からなる発光素子搭載用基板20に発光素子21が搭載され、基板20の発光素子搭載面に形成されている同時焼成によるメタライズあるいは厚膜メタライズあるいは薄膜メタライズなどによる表面電気回路26とワイヤ25で電氣的に接続されている。基板20の発光素子が搭載されている面において発光素子21からの発光22は殆どさえぎられることなく基板外部に放出される。また、発光素子が搭載されている面と反対側においても発光素子21から発せられた光が基板20を透過した光23として基板外部に放出される。このように発光素子搭載用基板に同時焼成によるメタライズあるいは厚膜メタライズあるいは薄膜メタライズなどにより電気回路が設けられていても、本発明による発光素子搭載用基板がセラミック材料を主成分とする焼結体であるため発光素子からの発光は散乱光となり易いので該発光素子から発せられた光は形成されている電気回路からの損失を受けることが少なく基板20を透過した光23として効率よく基板外部に放出され得る。

30

また本発明による発光素子搭載用基板は電気回路が基板の表面だけでなくセラミック材料を主成分とする基板の内部にタングステンあるいはモリブデンあるいは銅などを主成分に用いて同時焼成などにより単層あるいは多層メタライズによる電気回路、あるいは導通ビアが形成されているものも用いることができる。このように基板の内部に電気回路が形成されているものであっても、本発明による発光素子搭載用基板がセラミック材料を主成分とする焼結体であるため発光素子からの発光は散乱光となり易いので該発光素子から発せられた光は形成されている電気回路、あるいは導通ビアからの損失を受けることが少なく基板20を透過した光23として効率よく基板外部に放出され得る。

40

なお、図3において発光素子21は図1で示した構造のものを例示した。

【0024】

図4において発光素子21は図1に示した構造のものが例示されている。発光素子21は図1に示した状態から上下反転した状態でセラミック材料を主成分とする焼結体からなる発光素子搭載用基板20に搭載されている。図4において発光素子21に形成されている外部電極のうちN型半導体層に接続されているものは基板20の発光素子搭載面側に形成されている同時焼成によるメタライズあるいは厚膜メタライズあるいは薄膜メタライズな

50

どによる表面電気回路 26 と低融点ろう材や導電性接着剤などからなる非ワイヤ状の接続材料 29 により固定され電氣的にも接続されている。さらに該発光素子 21 の P 型半導体層に接続されている外部電極は基板 20 の発光素子搭載面側に形成されている同時焼成によるメタライズあるいは厚膜メタライズあるいは薄膜メタライズなどによる表面電気回路 26 と低融点ろう材や導電性接着剤などからなる非ワイヤ状の接続材料（図に示されていない）により固定され電氣的にも接続されている。基板 20 の発光素子が搭載されている面側において該発光素子からの発光 22 は殆どさえぎられることなく基板外部に放出される。また、発光素子が搭載されている面と反対側においても発光素子から発せられた光が基板 20 を透過した光 23 として基板外部に放出される。このように発光素子搭載用基板に同時焼成によるメタライズあるいは厚膜メタライズあるいは薄膜メタライズなどにより電気回路が設けられていても、本発明による発光素子搭載用基板がセラミック材料を主成分とする焼結体であるため発光素子からの発光は散乱光となり易いので該発光素子から発せられた光は形成されている電気回路からの損失を受けることが少なく基板 20 を透過した光 23 として効率よく基板外部に放出され得る。

10

また本発明による発光素子搭載用基板は電気回路が基板の表面だけでなくセラミック材料を主成分とする基板の内部にタングステンあるいはモリブデンあるいは銅などを主成分に用いて同時焼成などにより単層あるいは多層メタライズによる電気回路、あるいは導通ビアが形成されているものも用いることができる。このように基板の内部に電気回路が形成されているものであっても、本発明による発光素子搭載用基板がセラミック材料を主成分とする焼結体であるため発光素子からの発光は散乱光となり易いので該発光素子から発せられた光は形成されている電気回路、あるいは導通ビアからの損失を受けることが少なく基板 20 を透過した光 23 として効率よく基板外部に放出され得る。

20

なお、図 4 において発光素子 21 は図 1 で示した構造のものを例示した。

上記非ワイヤ状の接続材料は通常低融点ろう材や導電性接着剤などからなるが、該接続材料の使用形態としては液状、ペースト状、球状、円柱状、角柱状などの状態のものが用いられる。

【0025】

図 5 において発光素子 21 は図 2 に示した構造のものが例示されている。図 5 において本発明によるセラミック材料を主成分とする焼結体からなる発光素子搭載用基板 20 に発光素子 21 が搭載され発光素子 21 の N 型半導体層に接続されている外部電極は基板 20 の発光素子搭載面側に形成されている同時焼成によるメタライズあるいは厚膜メタライズあるいは薄膜メタライズなどによる表面電気回路 26 と低融点ろう材や導電性接着剤などからなる非ワイヤ状の接続材料（図に示されていない）により固定され電氣的にも接続され、もう一方の P 型の半導体層に接続されている外部電極は基板 20 の発光素子搭載面側に形成されている同時焼成によるメタライズあるいは厚膜メタライズあるいは薄膜メタライズなどによる表面電気回路 26 とワイヤ 25 で電氣的に接続されている。基板 20 の発光素子が搭載されている面側において該発光素子からの発光 22 は殆どさえぎられることなく基板外部に放出される。また、発光素子が搭載されている面と反対側においても発光素子から発せられた光が基板 20 を透過した光 23 として基板外部に放出される。このように発光素子搭載用基板に同時焼成によるメタライズあるいは厚膜メタライズあるいは薄膜メタライズなどにより電気回路が設けられていても、本発明による発光素子搭載用基板がセラミック材料を主成分とする焼結体であるため発光素子からの発光は散乱光となり易いので該発光素子から発せられた光は形成されている電気回路からの損失を受けることが少なく基板 20 を透過した光 23 として効率よく基板外部に放出され得る。

30

40

また本発明による発光素子搭載用基板は電気回路が基板の表面だけでなくセラミック材料を主成分とする基板の内部にタングステンあるいはモリブデンあるいは銅などを主成分に用いて同時焼成などにより単層あるいは多層メタライズによる電気回路、あるいは導通ビアが形成されているものも用いることができる。このように基板の内部に電気回路が形成されているものであっても、本発明による発光素子搭載用基板がセラミック材料を主成分とする焼結体であるため発光素子からの発光は散乱光となり易いので該発光素子から発せ

50

られた光は形成されている電気回路、あるいは導通ビアからの損失を受けることが少なく基板20を透過した光23として効率よく基板外部に放出され得る。

【0026】

図6において発光素子21は図1に示した構造のものが例示されている。また発光素子搭載用基板は窪み空間を有するものである。発光素子21は図1に示した状態から上下反転した状態で発光素子搭載用基板30に搭載されている。図6における発光素子の搭載状態は図4に示した搭載状態と同様なものである。図6において本発明によるセラミック材料を主成分とする焼結体からなる発光素子搭載用基板30は発光素子を収納するための窪み空間（キャビティー）31を有している。窪み空間31には発光素子21が搭載され該発光素子21に形成されている外部電極のうちN型半導体層に接続されているものは基板20の発光素子搭載面側に形成されている同時焼成によるメタライズあるいは厚膜メタライズあるいは薄膜メタライズなどによる電気回路26と低融点ろう材や導電性接着剤などからなる非ワイヤ状の接続材料29により電気的に接続されている。さらに該発光素子21のP型半導体層に接続されている外部電極は基板20の発光素子搭載面側に形成されている同時焼成によるメタライズあるいは厚膜メタライズあるいは薄膜メタライズなどによる表面電気回路26と低融点ろう材や導電性接着剤などからなる非ワイヤ状の接続材料（図に示されていない）により電気的に接続されている。基板30の発光素子が搭載されている面側には必要に応じて窪み空間31に搭載されている発光素子を封止するために、蓋32がはんだ、ろう材、ガラス、樹脂などの封止材料により封止部37で発光素子搭載用基板30に取り付けられている。蓋32として光透過性のある窒化アルミニウムを主成分とする焼結体をはじめとする各種セラミック材料を主成分とする焼結体、あるいは透明なガラスや樹脂を用いることで該発光素子からの発光22は実質的に殆ど吸収されることなく基板外部に放出される。また、発光素子が搭載されている面と反対側においても発光素子から発せられた光が基板30を透過した光23として基板外部に放出される。さらに発光素子から発せられた光は窪み空間31の側壁33からも基板を透過した光24として基板外部に放出される。このように窪み空間を有する基板に同時焼成によるメタライズあるいは厚膜メタライズあるいは薄膜メタライズなどにより電気回路が設けられていても、本発明による発光素子搭載用基板がセラミック材料を主成分とする焼結体であるため発光素子からの発光は散乱光となり易いので該発光素子から発せられた光は形成されている電気回路からの損失を受けることが少なく基板30を透過した光23として効率よく基板外部に放出され得る。

また本発明による発光素子搭載用基板は電気回路が基板の表面だけでなくセラミック材料を主成分とする基板の内部にタングステンあるいはモリブデンあるいは銅などを主成分に用いて同時焼成などにより単層あるいは多層メタライズによる電気回路、あるいは導通ビアが形成されているものも用いることができる。このように基板の内部に電気回路が形成されているものであっても、本発明による発光素子搭載用基板がセラミック材料を主成分とする焼結体であるため発光素子からの発光は散乱光となり易いので該発光素子から発せられた光は形成されている電気回路、あるいは導通ビアからの損失を受けることが少なく基板30を透過した光23として効率よく基板外部に放出され得る。

本発明において発光素子搭載用基板が図6に示されるような窪み空間を有する場合においても発光素子としては図2に示した構造のものも搭載できる。また発光素子の搭載状態として、図3、あるいは図5に示したようなワイヤを用いる方法によっても本発明による発光素子搭載用基板に搭載できる。図6において窪み空間部分31を気密に封止するために設けられている蓋32は必ずしも必要でなく、かつ発光素子からの発光を損失なく基板外部に放出するために蓋32のない状態でも本発明の発光素子搭載用基板として使用できる。蓋32を設けない場合発光素子からの発光はまったく吸収されることなく基板外部に放出される。発光素子からの発光を損失なく基板外部に放出するためであれば蓋32を必ずしも透明な光透過性の材料を用いて設ける必要性はない。蓋を設けない場合図6における窪み空間部分31の部分に光透過性の樹脂（図6には表示していない）を充填することでも発光素子の封止が可能で、かつ発光素子からの発光を効率よく基板外部に放出できる。

このような光透過性の蓋及び光透過性の樹脂に蛍光体などを加えることで発光素子からの発光を任意の色彩に変換可能である。

【0027】

基板内部に導通ビア、あるいはタングステン、モリブデン、銅などを主成分として用いた同時焼成による単層又は多層化メタライズ、あるいは厚膜メタライズ、あるいは薄膜メタライズなどによる電気回路などが設けられた場合でも同じである。図7は板状の発光素子搭載用基板内部に導通ビアが設けられた場合を例示する。セラミック材料を主成分とする焼結体を用いて作製される発光素子搭載用基板20の内部には該基板の発光素子が搭載されている面とその反対側の面とを電氣的に接続する導通ビア40が形成されている。導通ビア40を介して発光素子21と基板の発光素子搭載面と反対側に設けられた同時焼成メ
10
タライズや厚膜メタライズあるいは薄膜メタライズなどによる表面電気回路41とが電氣的に接続されている。該電気回路41から発光素子21を駆動するための電力などが基板外部から供給される。図7で示した本発明による発光素子搭載用基板に同時焼成による単層又は多層化メタライズあるいは厚膜メタライズあるいは薄膜メタライズなどにより電気回路が設けられていても、該基板がセラミック材料を主成分とする焼結体であるため発光素子からの発光は散乱光となりやすいので実質的に電気回路からの損失を受けることなく該発光素子から発せられた光は基板20を透過した光23として基板外部に放出される。また、図7に示すように基板として導通ビアが形成されたものであっても、基板20の発光素子が搭載されている面側において該発光素子からの発光22は損失を受けることが少
20
なく基板外部に放出され、さらに該発光素子から発せられた光が基板20を透過した光23として効率的に基板外部に放出されるという効果は同じである。

図7に例示された導通ビアだけでなく基板内部にタングステンあるいはモリブデンあるいは銅などを主成分とする単層又は多層化メタライズ、あるいは金、銀、銅、パラジウム、白金などを主成分とする厚膜メタライズ、あるいは薄膜メタライズなどにより電気回路が設けられた場合でも、発光素子が搭載されている面と反対側において発光素子から発せられた光が損失を受けることが少なく基板20を透過した光23として効率的に基板外部に放出されるという効果は同じである。本発明による発光素子搭載用基板においては導通ビア40により基板内部の電気回路と表面の電気回路とを接続してより複雑な電気回路を有するものも製造できる。

【0028】

また、窪み空間を有する基板の内部に導通ビアあるいは同時焼成による単層又は多層化メタライズあるいは厚膜メタライズあるいは薄膜メタライズなどによる電気回路が設けられた場合でも同じである。図8は窪み空間を有する発光素子搭載用基板内部に導通ビアが設けられた場合の状態を例示したものである。図8においてセラミック材料を主成分とする焼結体を用いて作製される窪み空間31を有する発光素子搭載用基板30の内部には基板の発光素子が搭載されている面とその反対側の面とを電氣的に接続する導通ビア40が形成されている。導通ビア40を介して発光素子21と基板の発光素子搭載面と反対側に設けられた同時焼成メタライズ、あるいは厚膜メタライズ、あるいは薄膜メタライズなどによる表面電気回路41とが電氣的に接続されている。また、図8に示すように基板として導通ビアが形成されたものであっても、基板30の発光素子が搭載されている面側におい
40
て該発光素子からの発光22は損失を受けることが少なく基板外部に放出され、さらに該発光素子から発せられた光が基板30を透過した光23として効率的に基板外部に放出されるという効果は同じである。また、発光素子から発せられた光は窪み空間31の側壁33からも基板を透過した光24として基板外部に放出される。

図8に例示された導通ビアだけでなく基板内部にタングステンあるいはモリブデンあるいは銅などを主成分とする単層又は多層化メタライズ、あるいは金、銀、銅、パラジウム、白金などを主成分とする厚膜メタライズ、あるいは薄膜メタライズなどにより電気回路が設けられた場合でも、発光素子が搭載されている面と反対側において発光素子から発せられた光が損失を受けることが少なく基板30を透過した光23として効率的に基板外部に放出されるという効果は同じである。上記基板内部に導通ビア、タングステンあるいはモ
50

リブデンあるいは銅などを主成分として同時焼成などにより形成される単層あるいは多層化メタライズ、いったん焼成することで得られるセラミック材料を主成分とする焼結体に後から焼き付けて形成する厚膜メタライズ、スパッタあるいは蒸着あるいはイオンプレーティングなどによる薄膜メタライズ、などによる電気回路が設けられる部分には図 8 に例示したような基板底部だけでなく窪み空間の側壁部分も含まれる。本発明による発光素子搭載用基板においては導通ビア 40 により基板内部の電気回路と表面の電気回路とを接続してより複雑な電気回路を有するものも製造できる。

【0029】

本発明による基板を実際発光素子搭載用として使用する場合の形態としては、上記図 3 ～図 8 で例示し説明してきたように 1 個の基板に発光素子を直接搭載する形態で用いることができる。 10

本発明による基板と発光素子との電氣的接続は図 3 ～図 8 で示したワイヤによる方法、及び低融点ろう材や導電性接着剤など非ワイヤ状の接続材料を用いる方法をそれぞれ単独であるいはこれらの方法を組み合わせて行うことができる。また、発光素子を駆動するためのタングステンあるいはモリブデンあるいは銅などを主成分として同時焼成などにより形成される単層あるいは多層化メタライズ、いったん焼成することで得られるセラミック材料を主成分とする焼結体に後から焼き付けて形成する厚膜メタライズ、スパッタあるいは蒸着あるいはイオンプレーティングなどによる薄膜メタライズ、などによる電気回路は、図 3 ～図 8 で示したように基板の外部表面あるいは導通ビアなどと同様基板内部に設けることができる。これら基板表面及び基板内部の電気回路は導通ビアなどを適宜用いて単 20 独で、あるいは同時に組み合わせて設けることができる。

【0030】

発光素子の大きさが 1 mm 前後と比較的小さい場合や基板へ直接搭載することが困難な場合など、該発光素子の基板への実装性を高めるために該発光素子を一旦サブマウントに搭載した後本発明による基板に搭載することもできる。図 9 及び図 10 はサブマウントを用いて発光素子を搭載する場合の本発明による基板の使用形態の断面を示している。

【0031】

図 9 は発光素子 21 がサブマウント 50 にいったん搭載され該サブマウント 50 が本発明による基板 20 に搭載されている例が示されている。図 9 において発光素子 21 との発光素子搭載用基板 20 とはサブマウント 50 の表面に設けられている同時焼成メタライズ、 30 あるいは厚膜メタライズ、あるいは薄膜メタライズなどによる電気回路 51 と基板 20 の発光素子搭載面側に設けられているタングステンあるいはモリブデンあるいは銅などを主成分とする同時焼成メタライズ、いったん焼成することで得られるセラミック材料を主成分とする焼結体に後から焼き付けて形成する厚膜メタライズ、スパッタあるいは蒸着あるいはイオンプレーティングなどによる薄膜メタライズ、などによる表面電気回路 26 とをワイヤ 25 により接続することで電氣的に接続されている。図 9 において基板 20 の発光素子が搭載されている面側において該発光素子からの発光 22 は殆どさえぎられることなく基板外部に放出される。また、発光素子が搭載されている面と反対側においても発光素子から発せられた光が基板 20 を透過した光 23 として基板外部に放出される。本発明においてサブマウント 50 として内部にタングステンあるいはモリブデンあるいは銅などを 40 主成分として同時焼成などにより形成される単層あるいは多層化メタライズによる電気回路を有するものも用いることができる。

【0032】

図 10 は発光素子 21 がサブマウント 50 にいったん搭載され該サブマウント 50 が本発明による窪み空間 31 を有する発光素子搭載用基板 30 に搭載されている例が示されている。図 10 において発光素子 21 と発光素子搭載用基板 30 とはサブマウント 50 の表面に設けられているタングステンあるいはモリブデンあるいは銅などを主成分とする同時焼成メタライズ、いったん焼成することで得られるセラミック材料を主成分とする焼結体に後から焼き付けて形成する厚膜メタライズ、スパッタあるいは蒸着あるいはイオンプレーティングなどによる薄膜メタライズ、などによる電気回路 51 と基板 30 の発光素子搭載 50

面側に設けられている厚膜あるいは薄膜メタライズなどによる表面電気回路 26 とをワイヤ 25 により接続することで電氣的に接続されている。図 10 において基板 30 の発光素子が搭載されている面側において該発光素子からの発光 22 は殆どさえぎられることなく基板外部に放出される。また、発光素子が搭載されている面と反対側においても発光素子から発せられた光が基板 30 を透過した光 23 として基板外部に放出される。また、発光素子から発せられた光は窪み空間 31 の側壁からも基板を透過した光 24 として基板外部に放出される。本発明においてサブマウント 50 として内部にタングステンあるいはモリブデンあるいは銅などを主成分として同時焼成などにより形成される単層あるいは多層化メタライズによる電気回路を有するものも用いることができる。

【0033】

サブマウントの形態は図 9、図 10 に例示されたものだけではなく各種形態のものを使用できる。また、該サブマウントと本発明による基板との接続も図 9、図 10 に例示されたものだけではなく各種方法が使用できる。図 11 及び図 12 にサブマウントの形態、及び該サブマウントと本発明による基板との接続状態の断面を例示した。

【0034】

図 11 はサブマウント 50 の側面に同時焼成メタライズや厚膜メタライズあるいは薄膜メタライズなどによる電気回路 52 が施されている例を示す。図 11 において発光素子 21 はサブマウント 50 にいったん搭載され該サブマウント 50 が本発明による発光素子搭載用基板 20 に搭載されている。図 11 において発光素子 21 と発光素子搭載用基板 20 とはサブマウント 50 の表面に設けられている電気回路 51 と基板 20 の発光素子搭載面側に設けられているタングステンあるいはモリブデンあるいは銅などを主成分とする同時焼成メタライズ、いったん焼成することで得られるセラミック材料を主成分とする焼結体から焼き付けて形成する厚膜メタライズ、スパッタあるいは蒸着あるいはイオンプレーティングなどによる薄膜メタライズ、などによる表面電気回路 26 とをサブマウント側面の電気回路 52 により接続することで電氣的に接続されている。本発明においてサブマウント 50 として内部にタングステンあるいはモリブデンあるいは銅などを主成分として同時焼成などにより形成される単層あるいは多層化メタライズによる電気回路を有するものも用いることができ導通ビア 53 により表面の電気回路と接続してより複雑な電気回路を形成できる。

【0035】

図 12 はサブマウント 50 の内部に導通ビア 63 が施されている例を示す。図 12 において発光素子 21 はサブマウント 50 にいったん搭載され該サブマウント 50 が本発明による発光素子搭載用基板 20 に搭載されている。図 12 において発光素子 21 と発光素子搭載用基板 20 とはサブマウント 50 の内部に設けられている導通ビア 53 と基板 20 の発光素子搭載面側に設けられているタングステンあるいはモリブデンあるいは銅などを主成分とする同時焼成メタライズ、いったん焼成することで得られるセラミック材料を主成分とする焼結体から焼き付けて形成する厚膜メタライズ、スパッタあるいは蒸着あるいはイオンプレーティングなどによる薄膜メタライズ、などによる電気回路 26 とをサブマウント内部の導通ビア 53 により接続することで電氣的に接続されている。本発明においてサブマウント 50 として内部にタングステンあるいはモリブデンあるいは銅などを主成分として同時焼成などにより形成される単層あるいは多層化メタライズによる電気回路を有するものも用いることができ導通ビア 53 により表面の電気回路と接続してより複雑な電気回路を形成できる。

【0036】

本発明による発光素子搭載用基板に上記サブマウントを搭載する場合、基板は任意の形態のものを用いることができる。図 9～図 12 以外にも基板として内部に導通ビア、あるいはタングステン、モリブデン、銅などを主成分として同時焼成などにより形成される多層化メタライズ、いったん焼成することで得られるセラミック材料を主成分とする焼結体から焼き付けて形成する厚膜メタライズ、スパッタあるいは蒸着あるいはイオンプレーティングなどによる薄膜メタライズ、などを有するものなどを用いることができる。例え

10

20

30

40

50

ば、１）図１３の符号２０で示すような平板状で基板内部に導通ビア４０を有するもの、
２）図１４の符号３０で示すような窪み空間３１を有しさらに基板内部に導通ビア４０を
有するもの、などの形態を有するものが使用できる。なお、図１３及び図１４は本発明に
よる発光素子搭載用基板にサブマウントを介して発光素子が搭載されている様子を示す断
面図である。

【００３７】

また、サブマウントとして本発明による光透過性を有する窒化アルミニウムを主成分とす
る焼結体をはじめとする各種セラミック材料を主成分とする焼結体からなる発光素子搭載
用基板を用いることができる。本発明による発光素子搭載用基板は光透過性を有するセラ
ミック材料を主成分とする焼結体からなるが、本発明による発光素子搭載用基板をサブマ
ウントとして用いることで発光素子からの発熱を効果的に逃がし、多層化メタライズや薄
膜メタライズなどを用いてコンパクトなサブマウント基板が設計でき、発光素子の駆動に
伴う急熱急冷にも耐え、さらに光透過性を有するなど、他の材料からなるサブマウントに
比べて優れている。

10

【００３８】

本発明による発光素子搭載用基板のうち発光素子が搭載されていない状態の窪み空間を
有するものの断面図を図１５及び図１６に例示する。

図１５において窪み空間を有する発光素子搭載用基板３０は平板状の基体３４、枠体３５
及びに蓋３２より構成されている。平板状の基体３４に枠体３５が接合部３６で接合され
ることで窪み空間３１が形成されている。本発明において上記発光素子搭載用基板３０に
おいて基体３４あるいは枠体３５のうちいずれか一方がセラミック材料を主成分とする焼
結体からなるか、あるいは基体３４あるいは枠体３５のどちらもセラミック材料を主成分
とする焼結体からなるか、いずれかである。また、基体３４あるいは枠体３５の材料とし
てセラミック材料を主成分とする焼結体以外に必要に応じて各種金属、合金、ガラス、セ
ラミック、樹脂などを主成分とするものが使用できる。基体３４あるいは枠体３５の材料
として透明なガラス、樹脂、セラミックなどを用いれば発光素子からの発光があまり損失
を伴うことなく基板外部に放出できるので好ましい。また、基体３４あるいは枠体３５の
材料として光を透過しにくい光不透過性の各種金属、合金、ガラス、セラミック、樹脂な
どを主成分とするものを用いればその部分では発光素子からの発光は基板を透過しにくく
なるので該発光を基板外部に放出させたくない方向を制御するために用いれば有効に機能
する。上記発光素子搭載用基板３０において窪み空間を封止するための蓋３２が取り付け
られている。蓋３２は通常発光素子を搭載した後に枠体に取り付け、その際蓋３２は封止
部３７においてはんだ、ろう材、ガラス、樹脂などを主成分とする封止材料で発光素子を
封止する。蓋３２の材料として各種金属、合金、ガラス、セラミック、樹脂などを主成分
とする材料が用いることができる。蓋３２の材料として光透過性を有する窒化アルミニウム
を主成分とする焼結体をはじめとする各種セラミック材料を主成分とする焼結体や透明
なガラス、樹脂などを用いれば発光素子からの発光があまり損失を伴うことなく蓋から基
板外部に放出できるので好ましい。また、蓋３２の材料として光を透過しにくい光不透過
性の各種金属、合金、ガラス、樹脂、などを主成分とするもの、あるいは各種セラミック
を主成分とする焼結体（光を透過しにくい光不透過性の窒化アルミニウムを主成分とする
焼結体などを含む）などを用いれば発光素子からの発光は蓋を透過しにくくなるので蓋が
取り付けられる方向に該発光を放出させたくない場合には有効である。また、封止に際し
て蓋の材料として金属、合金、ガラス、各種セラミックを主成分とする焼結体など、封止
材としてはんだ、ろう材、ガラスなどを用いれば気密封止が可能となる。また、なお蓋３
２は必要に応じて用いなくてもよい。その場合発光素子の封止は窪み空間３１に透明な樹
脂などを充填することで行うことができる。図１５において基体３４には導通ビア４０、
基板の外部表面に形成されている表面電気回路４１、発光素子搭載側の基板表面にも表面
電気回路２６が形成されている。また、必要に応じて上記導通ビア、外部電気回路、発光
素子搭載側の基板表面に形成される電気回路以外にも基板内部にタングステンあるいはモ
リブデンあるいは銅などを主成分として同時焼成などにより形成される単層あるいは多層

20

30

40

50

化された電気回路も設けることができる。また、必要に応じて上記導通ビア、外部電気回路、発光素子搭載側の基板表面に形成される電気回路は枠体 35 にも設けることができる。また、必要に応じて上記導通ビア、外部電気回路、発光素子搭載側の基板表面に形成される電気回路は適宜設けなくてもよい。なお上記導通ビア及び各種電気回路は同時焼成によるメタライズ、いったん焼成することで得られる光透過性のセラミック材料を主成分とする焼結体に後から焼き付けて形成する厚膜メタライズ、スパッタあるいは蒸着あるいはイオンプレーティングなどによる薄膜メタライズ、などにより形成することが好ましい。上記導通ビア、あるいは外部表面に形成される電気回路、あるいは発光素子搭載側の基板表面に形成される電気回路、あるいは基板内部の電気回路を設けないからといって本発明による発光素子搭載用基板としての性能には特に影響はない。

10

【0039】

図 15 はそれぞれ別々の部材である基体 34 と枠体 35 とを接合する方法で発光素子搭載用基板が構成されているように描いてある。一方図 16 に本発明による発光素子搭載用基板 30 として図 15 に示した接合部 36 のない状態で基体 34 と枠体 35 とが一体化したものを例示している。図 15 に示した接合部 36 のない状態で基体 34 と枠体 35 とが一体化したものは図 6、図 8、図 10、図 14 でも例示した。このような一体化した発光素子搭載用基板はセラミック材料を主成分とする焼結体では容易に作製し得る。すなわち、例えばあらかじめセラミック材料を主成分とする成形体を一体化した状態で作っておきその後該成形体を焼成する、あるいはいったん作製した焼結体を例えば同質のセラミック材料からなる粉末ペーストで接着しその後焼成することで一体化する、などの方法で容易に作製し得る。一体化することにより窪み空間 31 が形成されている発光素子搭載用基板であっても、蓋 32 を用いて封止部 37 においてはんだ、ろう材、ガラス、樹脂などを主成分とする封止材料で発光素子が封止できることには変わりがない。また、蓋 32 は通常発光素子を搭載した後に枠体に取り付け、その際蓋 32 は封止部 37 においてはんだ、ろう材、ガラス、樹脂などを主成分とする封止材料で発光素子を封止する。蓋 32 の材料として各種金属、合金、ガラス、セラミック、樹脂などを主成分とする材料が用いることができる。蓋 32 の材料として光透過性を有する焼結体をはじめ各種セラミック材料を主成分とする焼結体や透明なガラス、樹脂などを用いれば発光素子からの発光があまり損失を伴うことなく蓋から基板外部に放出できるので好ましい。また、蓋 32 の材料として光を透過しにくい光不透過性の各種金属、合金、ガラス、樹脂、などを主成分とするもの、あるいは各種セラミックを主成分とする焼結体（光を透過しにくい光不透過性の窒化アルミニウムを主成分とする焼結体などを含む）などを用いれば発光素子からの発光は蓋を透過しにくくなるので蓋が取り付けられる方向に該発光を放出させたくない場合には有効である。また、封止に際して蓋の材料として金属、合金、ガラス、各種セラミックを主成分とする焼結体など、封止材としてはんだ、ろう材、ガラスなどを用いれば気密封止が可能となる。また、なお蓋 32 は必要に応じて用いなくてもよい。その場合発光素子の封止は窪み空間 31 に透明な樹脂などを充填することで行うことができる。図 16 において発光素子搭載用基板 30 の発光素子が搭載される部分 38 には導通ビア 40、基板の外部表面に形成されている表面電気回路 41、発光素子搭載側の基板表面にも表面電気回路 26 が形成されている。また、必要に応じて上記導通ビア、外部電気回路、発光素子搭載側の基板表面に形成される電気回路以外にも基板内部にタングステンあるいはモリブデンあるいは銅などを主成分として同時焼成などにより形成される単層あるいは多層化された電気回路も設けることができる。また、必要に応じて上記導通ビア、外部電気回路、発光素子搭載側の基板表面に形成される電気回路、基板内部に形成される内部電気回路は窪み空間を形成している側壁部分 33 にも設けることができる。また、必要に応じて上記導通ビア、外部電気回路、発光素子搭載側の基板表面に形成される電気回路、基板内部に形成される内部電気回路は適宜設けなくてもよい。なお上記導通ビア及び各種電気回路は同時焼成によるメタライズ、いったん焼成することで得られるセラミック材料を主成分とする焼結体に後から焼き付けて形成する厚膜メタライズ、スパッタあるいは蒸着あるいはイオンプレーティングなどによる薄膜メタライズ、などにより形成することが好ましい。上記導通

20

30

40

50

ビア、あるいは外部電気回路、あるいは発光素子搭載側の基板表面に形成される電気回路、あるいは基板内部の電気回路を設けないからといって本発明による発光素子搭載用基板としての性能には特に影響はない。

【0040】

本発明において、窪み空間を有する発光素子搭載用基板として図15で例示したように基体と枠体との接合により窪み空間を形成したものをを用いることができる。この構成による窪み空間を有する発光素子搭載用基板の場合、基体あるいは枠体のどちらかが窒化ルミニウムを主成分とする焼結体であるか、あるいは基体あるいは枠体のどちらも窒化ルミニウムを主成分とする焼結体であるか、いずれかである。また、基体あるいは枠体の材料として窒化アルミニウムを主成分とする焼結体をはじめとする各種セラミック材料を主成分とする焼結体以外に必要に応じて各種金属、合金、樹脂などを主成分とするものが使用できる。基体あるいは枠体の材料として透明なガラス、樹脂などを用いれば発光素子からの発光があまり損失を伴うことなく基板外部に放出できるので好ましい。また、基体あるいは枠体の材料として光を透過しにくい光不透過性の各種金属、合金、ガラス、樹脂、などを主成分とするもの、あるいは各種セラミックを主成分とする焼結体（光を透過しにくい光不透過性の窒化アルミニウムを主成分とする焼結体などを含む）などを用いればその部分では発光素子からの発光は基板を透過しにくくなるので該発光を基板外部に放出させたくない方向を制御するために用いれば有効に機能する。上記本発明による基体と枠体との接合により得られる発光素子搭載用基板において、窪み空間を封止するためなどの目的で蓋を取り付けることができる。蓋は通常発光素子を搭載した後に枠体に取り付け、その際蓋は封止部においてはんだ、ろう材、ガラス、樹脂などを主成分とする封止材料で発光素子を封止する。蓋の材料として各種金属、合金、ガラス、セラミック、樹脂などを主成分とする材料が用いることができる。蓋の材料として光透過性を有する窒化アルミニウムを主成分とする焼結体をはじめ各種セラミック材料を主成分とする焼結体や透明なガラス、樹脂などを用いれば発光素子からの発光があまり損失を伴うことなく蓋から基板外部に放出できるので好ましい。また、蓋の材料として光を透過しにくい光不透過性の各種金属、合金、ガラス、樹脂、各種セラミックを主成分とする焼結体（光を透過しにくい光不透過性の窒化アルミニウムを主成分とする焼結体などを含む）などを用いれば発光素子からの発光は蓋を透過しにくくなるので蓋が取り付けられる方向に該発光を放出させたくない場合には有効である。また、封止に際して蓋の材料として金属、合金、ガラス、各種セラミック材料を主成分とする焼結体など、封止材としてはんだ、ろう材、ガラスなどを用いれば気密封止が可能となる。また、なお蓋は必要に応じて用いなくてもよい。その場合発光素子の封止は窪み空間に透明な樹脂などを充填することで行うことができる。

また、上記本発明による基体と枠体との接合により得られる発光素子搭載用基板において、必要に応じて導通ビア、基板外部表面に形成される電気回路、発光素子搭載側の基板表面に形成される電気回路以外にも基板内部に単層あるいは多層化された電気回路も設けることができる。また、必要に応じて上記導通ビア、外部電気回路、発光素子搭載側の基板表面に形成される電気回路は枠体にも設けることができる。また、必要に応じて上記導通ビア、外部電気回路、発光素子搭載側の基板表面に形成される電気回路、基板内部に形成される内部電気回路は適宜設けなくてもよい。なお上記導通ビア及び各種電気回路は同時焼成によるメタライズ、あるいはいったん焼成することで得られる光透過性のセラミック材料を主成分とする焼結体に後から焼き付けて形成する厚膜メタライズ、あるいはスパッタ、蒸着あるいはイオンプレーティングなどによる薄膜メタライズ、などにより形成することが好ましい。上記導通ビア、あるいは外部電気回路、あるいは発光素子搭載側の基板表面に形成される電気回路、あるいは基板内部の電気回路を設けないからといって本発明による発光素子搭載用基板としての性能には特に影響はない。

【0041】

図15に例示した窪み空間を有する発光素子搭載用基板において、上記基体34と枠体35との接合を行うに際しては各種方法を適宜用いることができる。例えばガラスや樹脂などの接着剤を用いる方法、基体あるいは枠体の少なくともどちらかにメタライズあるいは

はめっきを施しはんだやろう材などを用いて接合する方法、熱圧着により接合する方法、超音波を用いて接合する方法、摩擦により接合する方法などがある。接着剤を用いる場合光透過性の高い材料を用いることが好ましい。

基体と枠体とがすべてセラミック材料を主成分とする焼結体である場合、該セラミック材料を主成分とする粉末成形体同士を同質のセラミック材料を主成分とする粉末ペーストなどを用いて接着後同時焼成して接合する方法などもある。

基体及び枠体のうちどちらか一方だけが光透過性のセラミック材料を主成分とする焼結体である場合、通常基体と枠体との間の熱膨張率が異なる場合が多い。このように基体と枠体との間の熱膨張率が異なる場合柔らかいシリコン樹脂などの接着剤を用いて接合することが好ましい。該シリコン樹脂などの接着剤は光透過性も高いので好ましい。上記柔らかいシリコン樹脂などの接着剤は基体と枠体との間の熱膨張率が等しいか近い場合であっても使用できる。

10

【0042】

また本発明において、窪み空間を有する発光素子搭載用基板として図16で例示したようにセラミック材料を主成分とする焼結体により一体化した状態で窪み空間を形成したものも用いることができる。上記本発明によるセラミック材料を主成分とする焼結体により一体化した状態で形成される発光素子搭載用基板において、窪み空間を封止するためなどの目的で蓋を取り付けることができる。蓋は通常発光素子を搭載した後に枠体に取り付け、その際蓋は封止部においてはんだ、ろう材、ガラス、樹脂などを主成分とする封止材料で発光素子を封止する。蓋の材料として各種金属、合金、ガラス、セラミック、樹脂などを主成分とする材料が用いることができる。蓋の材料として光透過性を有する窒化アルミニウムを主成分とする焼結体をはじめとする各種セラミック材料を主成分とする焼結体や透明なガラス、樹脂などを用いれば発光素子からの発光があまり損失を伴うことなく蓋から基板外部に放出できるので好ましい。また、蓋の材料として光を透過しにくい光不透過性の各種金属、合金、ガラス、樹脂、各種セラミックを主成分とする焼結体（光を透過しにくい光不透過性の窒化アルミニウムを主成分とする焼結体などを含む）などを用いれば発光素子からの発光は蓋を透過しにくくなるので蓋が取り付けられる方向に該発光を放出させたくない場合には有効である。また、封止に際して蓋の材料として金属、合金、ガラス、各種セラミックを主成分とする焼結体など、封止材としてはんだ、ろう材、ガラスなどを用いれば気密封止が可能となる。また、なお蓋は必要に応じて用いなくてもよい。その場合発光素子の封止は窪み空間に透明な樹脂などを充填することで行うことができる。

20

30

また、上記本発明によるセラミック材料を主成分とする焼結体により一体化した状態で形成される発光素子搭載用基板において、必要に応じて導通ビア、基板表面に形成される電気回路以外にも基板内部に単層あるいは多層化された電気回路も設けることができる。また、必要に応じて上記導通ビアや電気回路は窪み空間を形成している側壁部にも設けることができる。また、必要に応じて上記導通ビア、基板表面に形成される電気回路、基板内部に形成される内部電気回路は適宜設けなくてもよい。なお上記導通ビア及び各種電気回路は同時焼成によるメタライズ、あるいはいったん焼成することで得られる光透過性のセラミック材料を主成分とする焼結体に後から焼き付けて形成する厚膜メタライズ、あるいはスパッタ、蒸着あるいはイオンプレーティングなどによる薄膜メタライズ、などにより形成することが好ましい。上記導通ビア、あるいは発光素子搭載側と反対側の基板表面に形成される電気回路、あるいは発光素子搭載側の基板表面に形成される電気回路、あるいは基板内部の電気回路を設けないからといって本発明による発光素子搭載用基板としての性能には特に影響はない。

40

【0043】

図32はセラミック材料を主成分とする焼結体からなる板状の発光素子搭載用基板の内部に電気回路が形成されている例を示す。図32においてセラミック材料を主成分とする焼結体からなる発光素子搭載用基板20には内部電気回路43が形成されている。発光素子搭載用基板20には表面電気回路27が形成され低融点ろう材や導電性接着剤などの接続材料（図に示されていない）により固定されている。電気回路27は通常同時焼成による

50

メタライズあるいは厚膜メタライズあるいは薄膜メタライズなどによりセラミック材料を主成分とする焼結体に形成される。発光素子搭載用基板 20 の電気回路 27 が形成された部分に発光素子 21 が搭載されワイヤ 25 によって発光素子搭載側の基板表面の電気回路 26 と電氣的に接続されている。表面電気回路 26 は導通ビア 40 によって内部電気回路 43 に接続され、さらに導通ビア 40 によって基板の外部表面に形成されている表面電気回路 41 と接続されている。本発明においてはセラミック材料を主成分とする焼結体からなる発光素子搭載用基板の内部あるいは該基板の表面に図 32 に示すような電気回路が形成されていても、基板を透過して外部へ放出される発光素子から発せられた光の強さが形成された電気回路によって減じられることが少ない。

【0044】

10

図 33 はセラミック材料を主成分とする焼結体からなる窪み空間を有する発光素子搭載用基板の内部に電気回路が形成されている別の例を示す。図 33 においてセラミック材料を主成分とする焼結体からなる窪み空間 31 を有する発光素子搭載用基板 30 には内部電気回路 43 が形成されている。発光素子搭載用基板 30 には発光素子 21 が搭載され非ワイヤ状の接続材料 29 (もう一方の発光素子電極に接続される接続材料は図示せず) によって発光素子搭載側の基板表面の電気回路 26 と電氣的に接続されている。表面電気回路 26 は導通ビア 40 によって内部電気回路 43 に接続され、さらに該内部電気回路 43 は導通ビア 40 によって基板の発光素子が搭載されている基板表面と反対側の基板外部表面に形成されている表面電気回路 41 及び基板の窪み空間内の側壁 33 の反対側にある基板外部表面 (基板の側面) に形成されている表面電気回路 42 と接続されている。本発明にお

20

【0045】

図 36 は発光素子搭載用基板に発光素子からの発熱を基板外部に放出し易くするためのサーマルビアが形成された例を示す。すなわち図 36 において発光素子搭載用基板 20 の発光素子搭載部にサーマルビア 130 が形成されている。図 36 において発光素子搭載用基板 20 にはその他に導通ビア 40 及び表面電気回路 41 が形成されている。図 36 において実際発光素子 21 が搭載されワイヤ 25 により発光素子と発光素子搭載用基板とが電

30

【0046】

図 37 はセラミック材料を主成分とする焼結体からなる発光素子搭載用基板の内部に電気回路が形成されさらに発光素子からの発熱を基板外部に放出し易くするためのサーマルビアが形成されている例を示す。すなわち図 37 において窪み空間 31 を有する発光素子搭載用基板 30 の発光素子搭載部 38 にサーマルビア 130 が形成されている。図 37 において発光素子搭載用基板 30 にはその他に導通ビア 40 及び表面電気回路 41 及び 42、さらに内部電気回路 43 が形成され、また窪み空間内部の発光素子搭載面には表面電気回路 26 が形成されている。

【0047】

40

図 38 はサーマルビアが形成された発光素子搭載用基板に搭載された発光素子の例を示す。すなわち、図 38 は図 37 に示したサーマルビア 130 が形成された窪み空間 31 を有する発光素子搭載用基板 30 に発光素子 21 が上下反転した状態で搭載されている様子を示す。図 38 において発光素子 21 に形成されている外部電極のうち N 型半導体層に接続されているものは発光素子搭載用基板 30 の面側に形成されている同時焼成によるメタライズあるいは厚膜メタライズあるいは薄膜メタライズなどによる表面電気回路 26 と低融点ろう材や導電性接着剤などからなる非ワイヤ状の接続材料 29 により固定され電氣的にも接続されている。さらに発光素子 21 の P 型半導体層に接続されている外部電極は基板 30 の発光素子搭載面側に形成されている同時焼成によるメタライズあるいは厚膜メタライズあるいは薄膜メタライズなどによる表面電気回路 26 と低融点ろう材や導電性接着剤

50

などからなる非ワイヤ状の接続材料（図に示されていない）により固定され電氣的にも接続されている。

【0048】

図17は従来からの基板の例を示す断面図である。図16において反射部101を有する基板100の収納部103に発光素子21が搭載されている。発光素子からの発光102が反射部101により反射され発光素子が搭載されている基板面側から基板外部に放出される。また基板100を構成する材料が例えばアルミニウムや白色セラミックあるいは樹脂を主成分とするものなどのように、発光素子からの発光に対して反射能力が高く該発光の大部分が基板搭載面側の方へ反射されてしまうか、あるいは該発光素子からの発光を散乱吸収し易いものであるか、あるいは基板材料そのものが該発光素子からの発光に対し

10

て不透過性を有するものか、などであり結局該発光素子からの発光を基板の発光素子が搭載されているのと反対側の面へ透過することが困難である。

上記のように従来からの発光素子搭載用基板では、本発明による発光素子搭載用基板で実現されている発光素子からの発光が該発光素子搭載側の面とは反対側の面から基板外部への放出（符号104の点線で記された矢印）は困難である。

【0049】

本発明による発光素子搭載用基板として用いられるセラミック材料を主成分とする焼結体は窒化アルミニウムを主成分とする焼結体をはじめ通常どのような材料を主成分とするものであっても問題なく用いることができる。このようなセラミック材料を主成分とする焼結体のなかで光透過性を有するものであれば好ましい。発光素子搭載用基板として用いられるセラミック材料を主成分とする焼結体が光透過性を有することの有効性は高く、発光素子搭載用基板として該基板の内部あるいは表面に導通ビアあるいは電気回路あるいはサーマルビアなどが形成されたものであっても通常基板を透過した発光素子からの光の明るさや強度が減じることは少ない。セラミック材料を主成分とする焼結体は組成や焼成状態の微小な変化による内部微構造の不均一性や焼結密度の低下あるいは内部欠陥の生成などの要因により光透過性が小さかったり、あるいは光透過性の無いものとなり易いが、本発明によれば従来からの方法を用いることで比較的容易に光透過性を有するセラミック材料を主成分とする焼結体を得ることができる。すなわち窒化アルミニウムを主成分とする焼結体の場合、窒化アルミニウムを主成分とする粉末成形体をヘリウム、ネオン、アルゴン、窒素などの少なくとも1種以上を主体とする中性雰囲気あるいは水素、一酸化炭素、炭素、炭化水素などの少なくとも1種以上を含む還元性雰囲気といった非酸化性雰囲気の常圧下で、あるいは減圧下で、あるいは加圧下で通常1500～2400℃程度の温度範囲で加熱し製造される。焼成時間は通常10分～3時間程度の範囲が用いられる。又真空中での焼成によっても製造され得る。さらにホットプレス法あるいはHIP（熱間静水圧加圧）焼成法によっても製造される。ホットプレス法による焼成条件としては上記非酸化性雰囲気中あるいは真空中通常1500～2400℃程度の焼成温度範囲及び10分～3時間程度の範囲の焼成時間及び10Kg/cm²～1000Kg/cm²程度の圧力範囲が用いられる。またHIP法による焼成条件としては上記非酸化性雰囲気を500Kg/cm²～10000Kg/cm²程度の範囲に加圧し通常1500～2400℃程度の焼成温度範囲及び10分～10時間程度の範囲の焼成時間が用いられる。上記の焼成に際して窒化アルミニウム成分が焼成雰囲気中に存在するような工夫を行うことでより光透過性に優れた窒化アルミニウムを主成分とする焼結体を得やすい。すなわち、窒化アルミニウムを主成分とする蒸気が焼成雰囲気中に存在することで光透過性に優れた窒化アルミニウムを主成分とする焼結体がより得易くなる。窒化アルミニウム成分を焼成雰囲気中に存在させる方法としては例えば被焼成物である窒化アルミニウムを主成分とする粉末成形体あるいは窒化アルミニウムを主成分とする焼結体の焼成中に該被焼成物自体からの蒸発によって雰囲気中に供給するか、あるいは該被焼成物以外から供給する方法がある。具体的には例えば、被焼成物自体から窒化アルミニウム成分を焼成雰囲気中に供給する方法として、該被焼成物を窒化ほう素あるいはタングステン、モリブデンなどできるだけカーボンを含まない材料で作製された「さや」や「こう鉢」などの焼成容器あるいは「セッター」などの

20

30

40

50

焼成治具に収納し焼成するか、あるいはカーボンを含んだ焼成容器あるいは焼成治具を用いたとしてもその表面を窒化ほう素などでコーティングしたものを用いるなど効果がある。焼成容器あるいは焼成治具などに収納後さらに密閉度を高めた状態で被焼成物を焼成することにより光透過性に優れた窒化アルミニウムを主成分とする焼結体を作製することもできる。被焼成物以外から窒化アルミニウム成分を焼成雰囲気中に供給する方法として、被焼成物を窒化アルミニウムを主成分とする材料で作製された「さや」や「こう鉢」などの焼成容器あるいは「セッター」などの焼成治具に収納し焼成することで光透過性に優れた窒化アルミニウムを主成分とする焼結体を作製することができる。また、被焼成物を窒化アルミニウムを主成分とする粉末中に埋設して焼成する方法は光透過性に優れた窒化アルミニウムを主成分とする焼結体が得やすい。上記焼成容器あるいは焼成治具内に被焼成物以外の窒化アルミニウムを主成分とする粉末あるいは窒化アルミニウムを主成分とする粉末成形体あるいは窒化アルミニウムを主成分とする焼結体のうちから選ばれた少なくともいずれか1以上のものを被焼成物とともに同時に存在させて焼成しても光透過率に優れた窒化アルミニウムを主成分とする焼結体を作製することができる。この方法では被焼成物をフリーな状態で焼成することができるので製品の大量処理や複雑な形状のものを焼成する場合に好適である。なお、上記焼成容器あるいは焼成治具のうち窒化アルミニウムを主成分とする材料で作製された焼成容器あるいは焼成治具を用い、被焼成物以外の窒化アルミニウムを主成分とする粉末あるいは窒化アルミニウムを主成分とする粉末成形体あるいは窒化アルミニウムを主成分とする焼結体のうちから選ばれた少なくともいずれか1以上のものを被焼成物とともに同時に存在させて焼成しても光透過率に優れた窒化アルミニウムを主成分とする焼結体を作製することができる。上記窒化アルミニウム成分を焼成雰囲気中に存在させ光透過性に優れた窒化アルミニウムを主成分とする焼結体を作製する方法のなかで、通常該窒化アルミニウム成分を被焼成物自体からの蒸発によって雰囲気中に供給するよりも被焼成物以外から供給する方がより光透過性に優れた窒化アルミニウムを主成分とする焼結体が作製し得る。なお、上記窒化アルミニウム成分を焼成雰囲気中に存在させ光透過性に優れた窒化アルミニウムを主成分とする焼結体を作製する方法は、通常焼結助剤などの添加物や原料中に含まれる酸素あるいは不可避不純物などの成分が焼成中に揮散しないので粉末成形体とほとんど同じ組成の窒化アルミニウムを主成分とする焼結体を作製することができる。

その他、ホットプレス法やHIP法による焼成に際しては窒化アルミニウムを主成分とする粉末成形体をそのまま加圧焼成するよりも該粉末成形体をいったん焼成して窒化アルミニウムを主成分とする焼結体となし、該焼結体をあらためて加圧焼成する方がより光透過性に優れた窒化アルミニウムを主成分とする焼結体が得やすい。また、ホットプレス法やHIP法による焼成においても、上記焼成容器や焼成治具を用いるなど各種方法により焼成雰囲気中に窒化アルミニウム成分を存在させて焼成することがより光透過性に優れた窒化アルミニウムを主成分とする焼結体を作製する上で好ましい。

窒化アルミニウムを主成分とする焼結体の光透過性を高めるために必要に応じて上記以外の条件も選択できる。例えば1750℃以上の温度で3時間以上の比較的長い時間をかけ要すれば還元性雰囲気中で焼成を行えば含まれる酸素や焼結助剤として用いられる希土類元素化合物やアルカリ土類金属化合物などの成分あるいは焼成温度低減化剤として用いられるアルカリ金属や珪素などの成分あるいは窒化アルミニウムを主成分とする焼結体を着色するために用いられるMo、W、V、Nb、Ta、Tiなどの金属成分やカーボンあるいはMo、W、V、Nb、Ta、Ti以外の不可避金属成分例えば鉄、ニッケル、クロム、マンガン、ジルコニウム、ハフニウム、コバルト、銅、亜鉛などの成分を飛散・除去し減少化できるのでALON（酸窒化アルミニウム：スピネル型結晶構造を有するAlNとAl₂O₃との間の化学反応で生じる化合物）や上記アルミニウム以外の金属成分や珪素あるいはカーボンを含む化合物の含有量が低減化されてAlN純度が高まりその結果光透過性が向上した窒化アルミニウムを主成分とする焼結体が製造でき易い。

【0050】

上記のように1750℃以上の温度で3時間以上の比較的長い時間をかけ要すれば還元性

雰囲気中で焼成を行うことで窒化アルミニウムを主成分とする焼結体の光透過性をより高めることができるが、該焼成により窒化アルミニウムを主成分とする焼結体中の窒化アルミニウム粒子が成長し易くその結果粒子境界が減少することも光透過性が高まり易くなることの要因の1つではないかと本願発明者は推測している。

上記のように窒化アルミニウムを主成分とする焼結体のA1N純度を高めあるいは窒化アルミニウム粒子が成長することで光透過性が向上した窒化アルミニウムを主成分とする焼結体を製造するときの焼成温度として、焼成時間を短縮する上で1900℃以上がより好ましく、2050℃以上がさらに好ましく、2100℃以上が最も好ましい。2050℃以上はもちろんさらに2100℃以上の高温であってもA1N成分自体は殆ど昇華することなく焼成できる。窒化アルミニウムを主成分とする焼結体のA1N純度を高めあるいは窒化アルミニウム粒子が成長することで光透過性が向上した窒化アルミニウムを主成分とする焼結体を製造するために焼成温度1750℃～1900℃の範囲では焼成時間は通常10時間以上とすることが好ましくさらに24時間以上でより大きな効果が得られる。焼成温度1900℃以上では焼成時間6時間以上で十分光透過性を高める効果が得られ、さらに10時間以上でさせる光透過率を高めるためのより大きな効果が得られる。焼成温度2050℃以上では焼成時間4時間以上で十分光透過性を高めるための効果が得られ、さらに6時間以上で光透過性を高めるためのより大きな効果が得られる。また焼成温度2100℃以上では焼成時間3時間以上で十分光透過性を高めるための効果が得られさらに4時間以上で光透過性を高めるためのより大きな効果が得られる。上記のように窒化アルミニウムを主成分とする焼結体のA1N純度を高め窒化アルミニウム粒子を成長させることにより該焼結体の光透過性を高める上で焼成温度を高めれば焼成時間を短くでき焼成温度を低くすれば焼成時間が長くなるという関係にあり、焼成温度と焼成時間は任意の条件のものを用いることができる。

上記のようにA1N純度を高めることにより高い光透過性を有する窒化アルミニウムを主成分とする焼結体を製造するときの焼成雰囲気は不純物をより揮散させ易くするために例えば水素、一酸化炭素、炭素、炭化水素などの少なくとも1種以上を含む還元性雰囲気を用いることが好ましい。還元性雰囲気としては水素、一酸化炭素、炭素、炭化水素などのうち少なくとも1種以上を主体とするものでも良いが窒素、ヘリウム、ネオン、アルゴンなどのうち少なくとも1種以上を主体とする雰囲気中に水素、一酸化炭素、炭素、炭化水素などのうち少なくとも1種以上を例えば0.1ppm程度の微量含む雰囲気であっても良い。還元性雰囲気が窒素、ヘリウム、ネオン、アルゴンなどのうち少なくとも1種以上を主体とする雰囲気中に水素、一酸化炭素、炭素、炭化水素などのうち少なくとも1種以上を微量含む雰囲気である場合水素、一酸化炭素、炭素、炭化水素などのうち少なくとも1種以上を10ppm以上含むものが窒化アルミニウムを主成分とする焼結体を高純度化する上でより好ましい。また前記還元性雰囲気において水素、一酸化炭素、炭素、炭化水素などのうち少なくとも1種以上を100ppm以上含むものが窒化アルミニウムを主成分とする焼結体を高純度化し光透過性を高める上でさらに好ましい。

窒化アルミニウム粒子を成長させることで光透過性を高めた窒化アルミニウムを主成分とする焼結体を製造する時の雰囲気は特に還元雰囲気を用いる必要性はなく非酸化性の雰囲気であれば十分である。

上記のような比較的長い時間焼成を行いA1Nの純度を高めあるいは窒化アルミニウム粒子を成長させることで光透過性を高めた窒化アルミニウムを主成分とする焼結体を製造するとき、窒化アルミニウム原料粉末を主成分とする粉末成形体を用いて焼成してもよいし、前記粉末成形体をいったん焼成し焼結体としたものを用いても良い。また、主成分である窒化アルミニウム以外に希土類元素化合物あるいはアルカリ土類金属化合物のうちから選ばれた少なくとも1種以上を含む窒化アルミニウムを主成分とする粉末成形体や焼結体を用いることも好ましい。

【0051】

A1N純度の高い窒化アルミニウムを主成分とする焼結体を製造するときには特に焼結助剤を使用せず原料粉末をそのまま使った粉末成形体や焼結体を用い好ましくは前記のよう

10

20

30

40

50

な還元性雰囲気中 1750℃以上の温度で3時間以上加熱して含まれる成分を揮散・除去してもよいが、上記のように希土類元素化合物あるいはアルカリ土類金属化合物のうちから選ばれた少なくとも1種以上を含む窒化アルミニウムを主成分とする粉末成形体や焼結体を用いることがAlN以外の成分を揮散・除去、低減化し高純度化が達成され易いのでより好ましい。また、希土類元素化合物から選ばれた化合物を少なくとも1種以上及びアルカリ土類金属化合物から選ばれた化合物を少なくとも1種以上同時に含んだ窒化アルミニウムを主成分とする粉末成形体あるいは粉末成形体をいったん焼成して焼結体としたものを用いることで、希土類元素化合物あるいはアルカリ土類金属化合物をそれぞれ単独で用いた場合に比べて焼成温度を50℃～300℃程度に低下することが可能となり効率的に窒化アルミニウム以外の成分を揮散・除去、低減化し高純度化が達成され易くなるのでより好ましい。このような方法によりX線回折などの方法を用いた分析で実質的にAlN単一相からなる窒化アルミニウム焼結体も製造できる。

10

【0052】

本願発明において基板として用いる窒化アルミニウムを主成分とする焼結体のAlN純度を高めることは該焼結体を用いた発光素子搭載用基板の光透過性を高めるために有効である。

【0053】

また一方で窒化アルミニウム粒子が成長した窒化アルミニウムを主成分とする焼結体を発光素子搭載用基板として用いることも有効である。すなわち例えば前記粉末成形体や焼結体を1750℃以上の温度で3時間以上の比較的長い時間をかけて焼成を行って得られる窒化アルミニウムを主成分とする焼結体は窒化アルミニウム粒子は大きく成長している一方で希土類元素化合物やアルカリ土類金属化合物などの焼結助剤、あるいは酸素、あるいは焼成温度低減化剤として用いられるアルカリ金属や珪素などの成分、あるいは窒化アルミニウムを主成分とする焼結体を着色するために用いられるMo、W、V、Nb、Ta、Tiなどの金属成分やカーボンあるいはMo、W、V、Nb、Ta、Ti以外の不可避金属成分例えば鉄、ニッケル、クロム、マンガン、ジルコニウム、ハフニウム、コバルト、銅、亜鉛などの成分、あるいはALONや上記アルミニウム以外の金属成分や珪素あるいはカーボンを含む化合物、などの成分が比較的多く残存している場合がある。このような窒化アルミニウム以外の成分を比較的多く含む一方で窒化アルミニウム粒子が成長している焼結体であっても光透過性は高まり易く、該焼結体を発光素子搭載用基板として用いることが有効となる。すなわち本発明において発光素子を搭載するための基板として用いられる窒化アルミニウムを主成分とする焼結体は必ずしもAlN純度の高いものでなくても焼結体中の窒化アルミニウム粒子を大きくすることが有効であることを示している。その理由として焼結体中の窒化アルミニウム結晶粒子の大きさが増大化すれば粒界が減少するので粒界の影響が少なくなりこの大きく増大したAlN粒子が単結晶に近い性質を発現し易くなり、その結果光透過性が高まり易くなるためであろうと推測される。窒化アルミニウム焼結体中の純度は該焼結体を発光素子搭載用基板として用いるにあたり厚膜メタライズあるいは薄膜メタライズによる電気回路を形成する際の該メタライズの基板に対する接合性、あるいはガラスや樹脂などの封止材と基板との接合性、あるいはその他接着剤やろう材などによる異種材料との接合性などに影響を与えるが場合が多い。すなわち窒化アルミニウム粒子が成長した窒化アルミニウムを主成分とする焼結体からなる発光素子搭載用基板において、AlN純度は特に高くなくても該メタライズの方法やその形成方法、封止材の材質やその形成方法、接着剤やろう材の材質やその形成方法、などに対応したAlN純度であればよい。

20

30

40

【0054】

上記のように高い温度で長時間焼成すれば焼結体中の窒化アルミニウム結晶粒子の大きさが増大化するが通常それと同時に窒化アルミニウムを主成分とする焼結体中の焼結助剤、添加物などの揮散が生じ易い。窒化アルミニウムを主成分とする焼結体中の窒化アルミニウム結晶粒子の大きさを増大化させるだけでAlN焼結体中の焼結助剤、添加物などの揮散を抑制するためには焼成雰囲気を水素、一酸化炭素、炭素、炭化水素などの還元性成分

50

の比較的少ない窒素やアルゴンなどの非酸化性雰囲気を用いることが好ましい。又焼成炉もカーボン発熱体を用いる方式のものあるいは電磁誘導でカーボンを発熱させる方式のものあるいはカーボン製の炉材を有するものなども用いることができるがそれ以外の例えばタングステン、モリブデンなどの高融点金属を発熱体とする方式のものあるいは電磁誘導でタングステン、モリブデンなどの高融点金属を発熱させる方式あるいはタングステン、モリブデンなどの高融点金属製の炉材を用いたものなどを用いることが有効な場合がある。また水素、一酸化炭素、炭素、炭化水素などを含む還元性雰囲気中で焼成してもあるいはカーボン発熱体を用いる方式のものや電磁誘導でカーボンを発熱させる方式の焼成炉を用いても、前記粉末成形体や焼結体を窒化アルミニウムや窒化ほう素あるいはタングステンなどできるだけカーボンを含まないセッターや治具あるいはさや内に収納するか、あるいは窒化アルミニウム粉末中に埋設するか、あるいはカーボンを含んだセッターや治具あるいはさやを用いたとしても窒化アルミニウム粉末中に埋設するか、あるいは上記セッターや治具あるいはさや内に収納しさらに窒化アルミニウム粉末中に埋設するなど、できるだけ還元性雰囲気と隔絶した状態で焼成することも有効である。

10

20

30

40

50

【0055】

上記のような焼結体の高純度化を抑制するような焼成法でなくカーボン発熱体を用いる方式のものあるいは電磁誘導でカーボンを発熱させる方式のものあるいはカーボン製の炉材を用いた焼成炉などを用いるか、カーボン製のセッターや治具あるいはさやを用いて前記粉末成形体あるいは焼結体を焼成すれば自発的に一酸化炭素や炭素を含む還元雰囲気が形成され易いのでA1N以外の成分が揮散・除去され易くなりA1N純度が高くかつ窒化アルミニウム粒子が成長した窒化アルミニウムを主成分とする焼結体を容易に得ることができるので好ましい。通常カーボン発熱体を用いる方式のものあるいは電磁誘導でカーボンを発熱させる方式のものあるいはカーボン製の炉材を用いた焼成炉などを用い、同時にカーボン製のセッターや治具あるいはさやを用いて前記粉末成形体あるいは焼結体を焼成することがA1N純度が高くかつ窒化アルミニウム粒子が成長した窒化アルミニウムを主成分とする焼結体を製造する上で好ましい。

【0056】

A1N純度が高くかつ窒化アルミニウム粒子が成長した窒化アルミニウムを主成分とする焼結体は発光素子搭載用基板として好ましいが、必ずしもA1Nの純度が高くなくても、すなわち希土類元素化合物やアルカリ土類金属化合物などの焼結助剤、あるいは酸素、あるいは焼成温度低減化剤として用いられるアルカリ金属や珪素などの成分、あるいは着色剤として用いられるMo、W、V、Nb、Ta、Tiなどの金属成分やカーボン、あるいはMo、W、V、Nb、Ta、Ti以外の不可避金属成分、あるいはALONや上記アルミニウム以外の金属成分や珪素あるいはカーボンを含む化合物、などの成分が比較的多く残存している窒化アルミニウムを主成分とする焼結体であっても窒化アルミニウム粒子が成長したものであれば窒化ガリウム、窒化インジウム、窒化アルミニウムのうちから選ばれた少なくとも1種以上を主成分とする発光素子を搭載するための基板となり得る。上記のような不純物が残存している一方で窒化アルミニウム粒子が成長している窒化アルミニウムを主成分とする焼結体であっても光透過性が不足していたりあるいは小さいものだけとは限らず、波長200nm～800nmの範囲の光透過率が60%～80%の高いものも得られる。このような窒化アルミニウムを主成分とする焼結体は窒化ガリウム、窒化インジウム、窒化アルミニウムのうちから選ばれた少なくとも1種以上を主成分とする発光素子を搭載するための優れた基板となり得る。

【0057】

このようなA1N純度の高い窒化アルミニウムを主成分とする焼結体あるいは窒化アルミニウム粒子が成長した窒化アルミニウムを主成分とする焼結体あるいはA1N純度が高くかつ窒化アルミニウム粒子が成長した窒化アルミニウムを主成分とする焼結体は可視光あるいは紫外光に対する光透過性が高まる。さらに、熱伝導率も例えば室温において200W/mK以上あるいは220W/mK以上に向うことができるという副次的な効果をもたらす。元来窒化アルミニウムを主成分とする焼結体は熱伝導率が室温において少なくとも50W

／mK以上、通常は100W／mK以上と高くそのため窒化アルミニウムを主成分とする焼結体を発光素子搭載用基板として用いれば発光素子に加えられる電力を大きくできるので発光素子の発光出力が高まるという利点を有するが、さらに例えば上記のような方法で熱伝導率を室温において200W／mK以上に高めることでさらに発光素子の発光出力を高めることができより好ましい。

【0058】

さらに上記AlN純度の高い窒化アルミニウムを主成分とする焼結体あるいは窒化アルミニウム粒子が成長した窒化アルミニウムを主成分とする焼結体は可視光及び／又は波長200nm～380nmの範囲の紫外光における光透過性が高まり光透過率として20～40%以上と比較的高いものが得られ易いので発光素子からの光が基板で吸収される割合が減り発光素子の発光効率が高まるという別の利点もある。

【0059】

上記の高純度化された窒化アルミニウムを主成分とする焼結体の光透過性を高めるためには焼成に供する粉末成形体や焼結体の形状はどのようなものでも用いることができるが同じ体積であれば立方体や長方体あるいは円柱状などのブロック状よりも例えば板状などより表面積の大きなものを用いることが好ましい。また上記焼成に供する粉末成形体や焼結体の形状でその1辺大きさが8.0mm以下のものを用いることが高純度化された窒化アルミニウムを主成分とする焼結体の光透過性を高める上で好ましい。さらに上記の1辺の大きさが5mm以下のものを用いることがより好ましく、上記の1辺の大きさが2.5mm以下のものを用いることがさらに好ましく、1辺の大きさが1mm以下のものを用いることが最も好ましい。上記焼成に供する粉末成形体や焼結体の形状が板状のときその厚みは8mm以下のものを用いることが高純度化された窒化アルミニウムを主成分とする焼結体の光透過性を高める上で好ましい。さらに上記板状の粉末成形体や焼結体の厚みは5mm以下のものを用いることがより好ましく、厚み2.5mm以下のものを用いることがさらに好ましく、厚み1mm以下のものを用いることが最も好ましい。上記に示したことを具体的に述べれば例えば、組成が実質的に同じで実質的にAlN単一相の焼結体であっても上記立方体や長方体あるいは円柱状などのブロック状のものあるいは1辺が5mmを越える粉末成形体や焼結体を用いて製造した高純度化された窒化アルミニウムを主成分とする焼結体では板状あるいは1辺が8mm以下の成形体や焼結体を用いて製造したものに比べて光透過性が低減化し、場合によっては着色して光透過率がゼロに近いものとなる場合がある。その理由は必ずしも明確ではないが、焼成の過程でAlN以外の成分が揮散・除去されるに際して該揮散成分の圧力が高まり焼結体から急激な抜け方をしたり、例えば焼結助剤の Y_2O_3 など揮散中にX線回折や化学分析では判別できにくい微量成分が窒化物や炭化物などの還元生成物に変質するためではないかと推測される。

なお、本発明において基板の厚みとは通常発光素子が搭載される部分の基板厚みである。また、窪み空間を有する発光素子搭載用基板の場合は窪み空間を形成する側壁部分の基板厚みも意味する。これを図(図30及び図31)により説明する。すなわち、図30は発光素子搭載用基板が板状である場合の例を示す断面図である。図30において基板20の発光素子21が搭載される部分の t_1 で示す寸法が上記発光素子が搭載される部分の基板厚みである。図31は発光素子搭載用基板が窪み空間を有する場合の例を示す断面図である。図31において窪み空間31が形成されている基板30の発光素子21が搭載されている部分の t_1 で示した寸法が上記発光素子が搭載される部分の基板厚みであり、窪み空間を形成している基板部分の t_2 で示した寸法が窪み空間を形成する側壁部分の基板厚みである。本発明における基板厚みとは、通常これら発光素子が搭載される部分の基板厚み及び窪み空間を形成する側壁部分の基板厚みを総称したものである。本発明においては t_1 及び t_2 それぞれが8.0mm以下であることが好ましい。

また、図30及び図31は発光素子搭載用基板に搭載された状態の発光素子を例示している。

【0060】

上記例示した方法などを適宜用いることで窒化アルミニウムを主成分とする焼結体の、1

）緻密度、２）気孔の量や大きさ、３）焼結助剤などの量や分布、４）酸素の含有量や存在状態、５）焼結助剤以外の不純物の量や分布、６）窒化アルミニウム粒子の大きさや粒度分布、７）窒化アルミニウム粒子の形状、などを制御し光透過性を高めることができる。

【００６１】

また、上記のように含まれるアルミニウム及び窒素以外の成分を飛散・除去し減少化させる焼成法により製造された焼結体は通常の焼成法（上記した減圧下、常圧下、雰囲気加圧下、ホットプレス、HIPなどの方法を含む）により製造されたものに比べて光透過性が高くなり、ALN純度も高くなり、窒化アルミニウム粒子の大きさも大きくなる、熱伝導率も高くなる、といった特徴がある。このような焼結体は多結晶体ではあるが粒界の影響が少なくなるので単結晶の性状に近づく。そのため該焼結体を窒化ガリウム、窒化インジウム、窒化アルミニウムのうちから選ばれた少なくとも１種以上を主成分とする発光素子搭載用基板として用いた場合、該発光素子として発光効率及び発光出力が向上したものを搭載し易い。本発明はこのような高純度化を目的とした焼成法により製造されるALN純度を高めた窒化アルミニウムを主成分とする焼結体あるいは窒化アルミニウム粒子の大きさを成長させた窒化アルミニウムを主成分とする焼結体あるいはALN純度を高め窒化アルミニウム粒子の大きさを成長させた窒化アルミニウムを主成分とする焼結体を用いた発光素子搭載用基板を提供する。

10

【００６２】

上記窒化アルミニウムを主成分とする焼結体の製造に用いる原料粉末は酸化アルミニウムをカーボンなどで還元し窒化する酸化物還元法、あるいは金属アルミニウムを直接窒化する金属アルミニウムの直接窒化法、あるいは塩化アルミニウム、トリメチルアルミニウム、アルミニウムアルコキシドなどのアルミニウム化合物を分解し気相中でアンモニアなどを用いて反応窒化するCVD法、といった方法で作製されたものが使用される。焼結体の光透過性を高めるためには原料として粒子径がサブミクロンでシャープな粒度分布を有すること、また成形体を作製したとき該成形体の密度が高いこと、さらに化学的な純度の高いものが望ましい。そのため上記方法による原料のうち酸化アルミニウムをカーボンなどで還元し窒化する酸化物還元法により作製されたもの、あるいは金属アルミニウムを直接窒化する金属アルミニウムの直接窒化法により作製されたものをそれぞれ単独で用いるかあるいはこれらの原料を混合して用いることが好ましい。

20

30

【００６３】

窒化アルミニウムを主成分とする焼結体の光透過率は上記製造法を適宜用いることで60～80%程度あるいは80～90%以上のものが得られる。本発明において窒化ガリウム、窒化インジウム、窒化アルミニウムのうちから選ばれた少なくとも１種以上を主成分とする発光素子を搭載するための基板として光透過性を有する窒化アルミニウムを主成分とする焼結体が用いられる。該窒化アルミニウムを主成分とする焼結体の光透過率は上記のように1%以上であることが好ましく、該窒化アルミニウムを主成分とする焼結体を発光素子搭載用基板として使用したとき発光素子からの発光を基板外部へ放出することが可能となる。また光透過率は5%以上であることがより好ましい。このような光透過率を有する窒化アルミニウムを主成分とする焼結体を発光素子搭載用基板として用いることで、発光素子からの発光が該発光素子搭載用基板内を透過しより効率的に基板外部へと放出されるようになり、肉眼でも基板を透過した該発光素子からの発光が明確に観察される。窒化アルミニウムを主成分とする焼結体の光透過率が10%以上であれば発光素子からの発光が該発光素子搭載用基板内を透過しより効率的に基板外部へと放出されるようになり、肉眼でも基板を透過した該発光素子からの発光がより明確に観察され、さらにその光透過性を利用して発光素子搭載用基板に搭載されている発光素子からの発光の基板外部へ放出される方向の制御を容易に行うことができるようになる。この発光素子からの発光の方向制御を行う場合、後述の反射防止部材や反射部材が形成してある発光素子搭載用基板を用いることが効果的である。

40

窒化アルミニウムを主成分とする焼結体による発光素子搭載用基板において該窒化アルミ

50

ニウムを主成分とする焼結体の光透過率は20%以上であることが好ましく、発光素子からの発光が該発光素子搭載用基板内を透過しより効率的に基板外部へと放出されるようになり、肉眼でも基板を透過した該発光素子からの発光が強い光として明確に観察され、基板外部へ放出される発光素子からの発光の方向制御をより容易に行うことができるようになる。

窒化アルミニウムを主成分とする焼結体による発光素子搭載用基板において該窒化アルミニウムを主成分とする焼結体の光透過率は40%以上であることが好ましく、発光素子からの発光が該発光素子搭載用基板内を透過しさらに効率的に基板外部へと放出されるようになり、肉眼でも基板を透過した該発光素子からの発光が強い光としてより明確に観察され、基板外部へ放出される発光素子からの発光の方向制御をさらに容易に行うことができるようになる。 10

窒化アルミニウムを主成分とする焼結体による発光素子搭載用基板において該窒化アルミニウムを主成分とする焼結体の光透過率は60%以上であることが好ましく、発光素子からの発光が該発光素子搭載用基板内を透過しさらに効率的に基板外部へと放出されるようになり、肉眼でも基板を透過した該発光素子からの発光が強い光としてより明確に観察され、基板外部へ放出される発光素子からの発光の方向制御をさらに容易に行うことができるようになる。

また、窒化アルミニウムを主成分とする焼結体による発光素子搭載用基板において該窒化アルミニウムを主成分とする焼結体の光透過率は80%以上であることが好ましく、発光素子からの発光が該発光素子搭載用基板内を透過しさらに効率的に基板外部へと放出されるようになり、肉眼でも基板を透過した該発光素子からの発光が強い光としてより明確に観察され、基板外部へ放出される発光素子からの発光の方向制御をさらに容易に行うことができるようになる。 20

窒化アルミニウムを主成分とする焼結体による発光素子搭載用基板において該窒化アルミニウムを主成分とする焼結体の光透過率は85%以上であることが好ましく、発光素子からの発光が該発光素子搭載用基板内を透過し最も効率的に基板外部へと放出されるようになり、肉眼でも基板を透過した該発光素子からの発光が強い光としてより明確に観察され、基板外部へ放出される発光素子からの発光の方向制御を最も容易に行うことができるようになる。

上記光透過率は通常波長605nmの単色光で測定されたものであるが該方法により測定された可視光に対する光透過性を有する窒化アルミニウムを主成分とする焼結体は波長380nm～800nmの範囲の全可視光領域でも同様な透過率を有する。またこのような可視光に対する光透過性を有する窒化アルミニウムを主成分とする焼結体は波長200nm～380nmの範囲の紫外領域の光に対しても同様の高い透過率を有する。 30

【0064】

本発明において発光素子搭載用基板は光透過性を有する窒化アルミニウムを主成分とする焼結体であり焼結体中の窒化アルミニウム粒子の結晶方位がランダムな方向を向いた多結晶体である。したがって該上記窒化アルミニウムを主成分とする焼結体中を透過した発光素子からの発光はほとんど直進光とならず焼結体中の窒化アルミニウム粒子により散乱された光となって基板外部へと放出される。本発明者は上記窒化アルミニウムを主成分とする焼結体を発光素子搭載用基板に用い、該基板に搭載された窒化ガリウム、窒化インジウム、窒化アルミニウムのうちから選ばれた少なくとも1種以上を主成分とする発光素子からの発光は該基板を透過して基板外部へ放出されるとき、該放出光は強い光であるにもかかわらず透明なガラスや樹脂などを透過した目に突き刺すような直進光と異なり穏やかで人間の目に優しい光となり易いことを確認した。 40

窒化アルミニウムを主成分とする焼結体の光透過率が高ければ、本発明による窒化アルミニウムを主成分とする焼結体を用いた発光素子搭載用基板を透過した光は穏やかでより明るいものとなり易い。

【0065】

本発明による発光素子搭載用基板において窒化アルミニウムを主成分とする焼結体として 50

は窒化アルミニウムを50体積%以上含むもので良好な光透過性のものが得られ易い。窒化アルミニウムを50体積%以上含む窒化アルミニウムを主成分とする焼結体を窒化ガリウム、窒化インジウム、窒化アルミニウムのうちから選ばれた少なくとも1種以上を主成分とする発光素子を搭載するための基板として用いることで該発光素子からの発光を基板外部に効率よく放出できるようになる。また該発光の方向を制御することが可能となる。なお窒化アルミニウムを主成分とする焼結体からなる基板中の窒化アルミニウムの含有量は焼結体に含まれる希土類元素、アルカリ土類金属物、酸素、アルカリ金属、珪素成分、Mo、W、V、Nb、Ta、Tiなどの金属成分、カーボン、あるいはMo、W、V、Nb、Ta、Ti以外の遷移金属の不可避不純物、ALON、などアルミニウム及び窒素以外の成分の含有量をそれぞれ元素換算して、あるいは酸化物換算することにより容易に算定できる。本発明においては窒化アルミニウムを主成分とする焼結体に含まれる上記希土類元素、アルカリ土類金属、アルカリ金属、珪素含有量は酸化物換算により求めた。上記酸素、あるいはMo、W、V、Nb、Ta、Tiなどの金属成分、カーボン、あるいはMo、W、V、Nb、Ta、Ti以外の遷移金属の不可避不純物については元素換算により求めた。

本発明において窒化アルミニウムを主成分とする焼結体の上記各アルミニウム及び窒素以外の成分の含有量を体積百分率（体積%）あるいは重量百分率（重量%）のいずれかで求めた。体積百分率の算定方法は含まれるアルミニウム及び窒素以外の成分を酸化物換算あるいは元素換算により重量百分率で求め、これら酸化物あるいは元素の密度から算定することで容易に求めることができる。なおALONの含有量は以下別途述べるようにX線回折によりALONの最強線とAlNの最強線とを比較する方法により求めた。

【0066】

窒化アルミニウムを主成分とする焼結体の光透過率は、1) 焼結体の密度、2) 焼結体内部の気孔の有無や大きさ、3) 焼結体の焼結助剤や着色剤の含有量、4) 焼結体の酸素含有量、5) 焼結体の焼結助剤及び酸素以外の不純物含有量、6) 焼結体中の窒化アルミニウム粒子の大きさ、7) 焼結体中の窒化アルミニウム粒子の形状、といった要因で変化するが、上記の焼結体の光透過率に影響を与える各要因を制御することで本発明による発光素子搭載用基板に使用できる光透過性を有する窒化アルミニウムを主成分とする焼結体が製造できる。

本発明において、発光素子搭載用基板として光透過性を有する窒化アルミニウムを主成分とする焼結体を用いることが好ましい。その光透過率は1%以上であることが好ましい。本願発明者は発光素子搭載用基板として用いる窒化アルミニウムを主成分とする焼結体の光透過性に与える上記各要因について以下さらに詳しく調べた。

【0067】

窒化アルミニウムを主成分とする焼結体の密度であるが、焼結体中で窒化アルミニウム粒子や焼結助剤などが密に詰まった状態でないと光透過性は高まらないであろうことは容易に推測できる。本発明による発光素子搭載用基板において光透過性の窒化アルミニウムを主成分とする焼結体を得るためには該窒化アルミニウムを主成分とする焼結体の相対密度は95%以上であることが好ましく、1%以上の光透過率を有する窒化アルミニウムを主成分とする焼結体を得られ易い。本発明による発光素子搭載用基板において窒化アルミニウムを主成分とする焼結体の相対密度が98%以上であれば5%以上の光透過率を有する窒化アルミニウムを主成分とする焼結体を得られ易い。また、本発明による発光素子搭載用基板において窒化アルミニウムを主成分とする焼結体の相対密度が99%以上のもので10%以上の光透過率を有する窒化アルミニウムを主成分とする焼結体を得られ易い。また、本発明による発光素子搭載用基板において窒化アルミニウムを主成分とする焼結体の相対密度が99.5%以上のもので20%以上の光透過率を有する窒化アルミニウムを主成分とする焼結体を得られ易い。

なお、本発明において相対密度は焼結助剤や着色剤などの添加物を加えないで作製した窒化アルミニウムを主成分とする焼結体の窒化アルミニウムの理論密度（ 3.261 g/cm^3 ）に対するものであるが、焼結助剤や着色剤などの添加物を加えて作製した窒化アル

ミニウムを主成分とする焼結体は窒化アルミニウムの理論密度に対するものではなく窒化アルミニウムと焼結助剤などの成分が単に混合しているとき計算上の密度に対する値で示した。したがって窒化アルミニウムを主成分とする焼結体の相対密度は焼結体組成に依存する。具体的に言えば例えば窒化アルミニウム (AlN) を 95 重量%、酸化イットリウム (Y_2O_3) を 5 重量% 含む窒化アルミニウムを主成分とする焼結体において、AlN の密度は 3.261 g/cm^3 であり、 Y_2O_3 の密度は 5.03 g/cm^3 であるからこの組成の焼結体が完全に緻密化したときの密度は 3.319 g/cm^3 であると算定されるので、実際得られた焼結体の密度と前記計算上の密度との百分率が本発明で言う相対密度となる。さらに具体例を示せば窒化アルミニウム (AlN) を 90 重量%、酸化エルビウム (Er_2O_3) を 10 重量% 含む窒化アルミニウムを主成分とする焼結体において、 Er_2O_3 の密度は 8.64 g/cm^3 であるからこの組成の焼結体が完全に緻密化したときの密度は 3.477 g/cm^3 であると算定されるので、実際得られた焼結体の密度と前記計算上の密度との百分率が本発明で言う相対密度となる。また窒化アルミニウム (AlN) を 99.5 重量%、酸化カルシウム (CaO) を 0.5 重量% 含む窒化アルミニウムを主成分とする焼結体において、CaO の密度は 3.25 g/cm^3 であるからこの組成の焼結体が完全に緻密化したときの密度は 3.261 g/cm^3 であると算定されるので、実際得られた焼結体の密度とこの計算上の密度との百分率が本発明で言う相対密度となる。

本発明による発光素子搭載用基板として用いる上記範囲の相対密度を有する窒化アルミニウムを主成分とする焼結体において光透過率は前記で示したものよりもさらに高いものが得られ、最大 80%~85% 以上の光透過率を有するものが得られる。

【0068】

また窒化アルミニウムを主成分とする焼結体内部の気孔の大きさも小さいほうが光透過率は高くなるであろうことも容易に推測できる。実際本発明による発光素子搭載用基板において窒化アルミニウムを主成分とする焼結体中の気孔の大きさが平均 $1 \mu\text{m}$ 以下のもので窒化アルミニウムを主成分とする焼結体の光透過率 5% 以上のものが得られ易い。また、気孔の大きさが平均 $0.7 \mu\text{m}$ 以下のもので窒化アルミニウムを主成分とする焼結体の光透過率 10% 以上のものが得られ易い。また、気孔の大きさが平均 $0.5 \mu\text{m}$ 以下のもので窒化アルミニウムを主成分とする焼結体の光透過率 20% 以上のものが得られ易い。

本発明による発光素子搭載用基板として用いる上記範囲の平均気孔の大きさを有する窒化アルミニウムを主成分とする焼結体において光透過率は前記で示したものよりもさらに高いものが得られ、最大 80%~85% 以上の光透過率を有するものが得られる。

【0069】

上記のように気孔の平均大きさが小さくかつ相対密度の高い窒化アルミニウムを主成分とする焼結体が高い光透過率を有するものとなり易い。焼結体の相対密度と焼結体中に含まれる気孔の量とは逆の関係にある。言い換えれば窒化アルミニウムを主成分とする焼結体の相対密度が高くなれば焼結体中に含まれる気孔の量が小さくなることを意味する。すなわち、本発明による発光素子搭載用基板において窒化アルミニウムを主成分とする焼結体の気孔率が 5% 以下であることが好ましく、透過率 1% 以上の窒化アルミニウムを主成分とする焼結体得られ易い。また、本発明による発光素子搭載用基板において窒化アルミニウムを主成分とする焼結体の気孔率が 2% 以下であれば光透過率 5% 以上の窒化アルミニウムを主成分とする焼結体得られ易い。また、本発明による発光素子搭載用基板において窒化アルミニウムを主成分とする焼結体の気孔率が 1% 以下であれば光透過率 10% 以上の窒化アルミニウムを主成分とする焼結体得られ易い。さらに、本発明による発光素子搭載用基板において窒化アルミニウムを主成分とする焼結体の気孔率が 0.5% 以下であれば光透過率 20% 以上の窒化アルミニウムを主成分とする焼結体得られ易い。

本発明による発光素子搭載用基板として用いる上記範囲の気孔率を有する窒化アルミニウムを主成分とする焼結体において光透過率は前記で示したものよりもさらに高いものが得られ、最大 80%~85% 以上の光透過率を有するものが得られる。

【0070】

上記焼結体密度の向上、及び焼結体内部気孔の減少あるいは内部気孔の大きさを小さくするためには例えば以下の方法が有効である。すなわち、(1) 焼結体製造用原料として一次粒子がサブミクロンで粒子サイズの分布が均一なものを使用する、(2) 焼成温度を低減化し粒子成長を抑制する、(3) 雰囲気加圧焼成やホットプレスあるいはHIPなど焼成を1気圧より高い状態で行う、(4) 焼成において保持温度を多段階に行う、(5) 減圧焼成あるいは常圧焼成と雰囲気加圧焼成やホットプレスあるいはHIPなどの1気圧より高い雰囲気下での焼成とを組み合わせで行う、などである。また、上記方法を2以上組み合わせで行うことも有効である。

【0071】

また本発明による発光素子搭載用基板において、窒化アルミニウムを主成分とする焼結体は主成分である窒化アルミニウム以外に焼結助剤として例えば Sc_2O_3 、 Y_2O_3 、 La_2O_3 、 CeO_2 、 Pr_6O_{11} 、 Nd_2O_3 、 Pm_2O_3 、 Sm_2O_3 、 Eu_2O_3 、 Gd_2O_3 、 Tb_4O_7 、 Dy_2O_3 、 Ho_2O_3 、 Er_2O_3 、 Tm_2O_3 、 Yb_2O_3 、 Lu_2O_3 、などの希土類元素酸化物あるいはその他Sc、Y、La、Ce、Pr、Nd、Pm、Sm、Eu、Gd、Tb、Dy、Ho、Er、Tm、Yb、Luなどの希土類元素、あるいはSc、Y、La、Ce、Pr、Nd、Pm、Sm、Eu、Gd、Tb、Dy、Ho、Er、Tm、Yb、Luなどを含む炭酸塩、硝酸塩、硫酸塩、塩化物などの無機希土類化合物、酢酸塩、蓚酸塩、クエン酸塩などの有機希土類化合物などの各種希土類元素化合物、BeO、MgO、CaO、SrO、BaOなどのアルカリ土類金属酸化物やその他Be、Mg、Ca、Sr、Baなどのアルカリ土類金属、あるいはBe、Mg、Ca、Sr、Baなどを含む炭酸塩、硝酸塩、硫酸塩、塩化物などの無機アルカリ土類金属化合物、酢酸塩、蓚酸塩、クエン酸塩などの有機アルカリ土類金属化合物などの各種アルカリ土類金属化合物、焼成温度低減化のために希土類元素化合物とアルカリ土類金属化合物を同時併用で用いることや Li_2O 、 Li_2CO_3 、 LiF 、 LiOH 、 Na_2O 、 Na_2CO_3 、 NaF 、 NaOH 、 K_2O 、 K_2CO_3 、 KF 、 KOH などのアルカリ金属を含む化合物やSi、 SiO_2 、 Si_3N_4 、 SiC などの珪素を含む化合物、着色をはかるためにMo（モリブデン）、W（タングステン）、V（バナジウム）、Nb（ニオブ）、Ta（タンタル）、Ti（チタン）などを含む金属、合金及び金属化合物やカーボンなどの成分を含んだものも用いることができる。これら焼結助剤や焼成温度低減化剤、着色剤も焼結体の光透過率に影響を与えることは容易に推測できる。実際本発明による発光素子搭載用基板において窒化アルミニウムを主成分とする焼結体は主成分である窒化アルミニウム以外の成分の含有量が希土類元素及びアルカリ土類金属の場合これらのうちから選ばれた少なくとも1種以上の含有量が酸化物換算で30体積%以下、アルカリ金属及び珪素の場合はこれら成分のうちから選ばれた少なくとも1種以上の化合物の含有量が酸化物換算で5体積%以下、上記着色をはかるための成分は上記着色をはかるための成分のうちから選ばれた少なくとも1種以上の成分を元素換算で5体積%以下、含むものを用いることで、少なくとも1%以上の光透過率を有する窒化アルミニウムを主成分とする焼結体を得ることができるようになる。このような窒化アルミニウム以外の成分を含む窒化アルミニウムを主成分とする焼結体を窒化ガリウム、窒化インジウム、窒化アルミニウムのうちから選ばれた少なくとも1種以上を主成分とする発光素子搭載用基板として用いることで該発光素子からの発光を基板外部に効率よく放出できるようになる。また該発光の方向を制御することが可能となる。

上記焼結助剤や焼成温度低減化剤、着色剤は窒化アルミニウムと異なる化合物や結晶相を焼結体内部に生じ易い。上記焼結助剤や焼成温度低減化剤、着色剤により生成した化合物や結晶相及び該化合物や結晶相の存在量が窒化アルミニウムを主成分とする焼結体の光透過性に影響を与えるものとも推測される。

【0072】

なお上記焼結助剤や焼成温度低減化剤、着色をはかるための成分などの窒化アルミニウムを主成分とする焼結体中の体積%（体積百分率）とは前記のように、発光素子搭載用基板である窒化アルミニウムを主成分とする焼結体中に含まれる窒化アルミニウム以外の各元

素成分を酸化物に換算しこの酸化物の密度と重量百分率とから算定したものである。例えば前記基板に含まれる窒化アルミニウム以外の各元素成分がお互いにあるいは酸素や遷移金属などの不可避混入成分と反応して実際生じる反応物の体積百分率を意味するものではないが、実際の焼結体の緻密さを測る尺度になり得る。

具体的に言えば例えば窒化アルミニウム (AlN) を 95 重量%、酸化イットリウム (Y_2O_3) を 5 重量% 含む窒化アルミニウムを主成分とする焼結体において、 AlN の密度は 3.261 g/cm^3 であり、 Y_2O_3 の密度は 5.03 g/cm^3 であるから希土類元素化合物の含有量は 3.30 体積% であると算定される。また窒化アルミニウム (AlN) を 90 重量%、酸化エルビウム (Er_2O_3) を 10 重量% 含む窒化アルミニウムを主成分とする焼結体において、 Er_2O_3 の密度は 8.64 g/cm^3 であるから希土類元素化合物の含有量は 4.02 体積% であると算定される。また窒化アルミニウム (AlN) を 99.5 重量%、炭酸カルシウム ($CaCO_3$) を酸化カルシウム (CaO) 換算で 0.5 重量% 含む窒化アルミニウムを主成分とする焼結体において、 CaO の密度は 3.25 g/cm^3 であるからアルカリ土類金属化合物の含有量は 0.50 体積% であると算定される。

また、例えば窒化アルミニウム (AlN) を 99 重量%、モリブデン (Mo) を 1 重量% 含む窒化アルミニウムを主成分とする焼結体において、 AlN の密度は 3.261 g/cm^3 であり、 Mo の密度は 10.2 g/cm^3 であるからモリブデンの含有量は 0.32 体積% であると算定される。また窒化アルミニウム (AlN) を 90 重量%、タングステン (W) を 10 重量% 含む窒化アルミニウムを主成分とする焼結体において、 W の密度は 19.1 g/cm^3 であるから希土類元素化合物の含有量は 1.86 体積% であると算定される。

【0073】

また、本発明による発光素子搭載用基板は主成分である窒化アルミニウム以外に上記焼結助剤としての成分、着色をはかるための成分、焼成温度の低減化を図るための成分だけでなく焼結体製造用原料に含まれさらに製造工程から混入し易い遷移金属の不可避不純物成分を含有する。このような不可避不純物は希土類元素及び Mo 、 W 、 V 、 Nb 、 Ta 、 Ti 以外の遷移金属例えば鉄、ニッケル、クロム、マンガン、ジルコニウム、ハフニウム、コバルト、銅、亜鉛などの成分を含むものである。本発明において上記「遷移金属の不可避不純物成分」とは通常特に断らない限り鉄、ニッケル、クロム、マンガン、ジルコニウム、ハフニウム、コバルト、銅、亜鉛、を意味する。また、「遷移金属の不可避不純物成分を含有する」とは上記鉄、ニッケル、クロム、マンガン、ジルコニウム、ハフニウム、コバルト、銅、亜鉛などの各成分のうち少なくとも1種以上を含むことを意味する。上記窒化ガリウム、窒化インジウム、窒化アルミニウムのうちから選ばれた少なくとも1種以上を主成分とする発光素子を搭載するための基板において窒化アルミニウムを主成分とする焼結体に含まれる上記遷移金属などの不可避不純物成分の含有量は元素換算で1重量%以下であることが好ましく、該不可避不純物量の基板を用いることで光透過率が1%以上の窒化アルミニウムを主成分とする焼結体を得ることができ易い。また、本発明による発光素子搭載用基板において窒化アルミニウムを主成分とする焼結体に含まれる上記遷移金属などの不可避不純物成分の含有量は元素換算で0.5重量%以下であることがより好ましく、該不可避不純物量の基板を用いることで光透過率が5%以上の窒化アルミニウムを主成分とする焼結体を得ることができ易い。また、本発明による発光素子搭載用基板において窒化アルミニウムを主成分とする焼結体に含まれる上記遷移金属などの不可避不純物成分の含有量は元素換算で0.2重量%以下であることが好ましく、該不可避不純物量の基板を用いることで光透過率が10%以上の窒化アルミニウムを主成分とする焼結体を得ることができ易い。さらに、本発明による発光素子搭載用基板において窒化アルミニウムを主成分とする焼結体に含まれる上記遷移金属などの不可避不純物成分の含有量は元素換算で0.05重量%以下であることが好ましく、該不可避不純物量の基板を用いることで光透過率が20%以上の窒化アルミニウムを主成分とする焼結体を得ることができ易い。窒化アルミニウムを主成分とする焼結体の製造に際して高純度原料を使用しグリーンシー

10

20

30

40

50

トや粉末プレス用顆粒製造あるいは焼成などの製造工程でセラミックが接触する部分に使用する部材の高純度化をはかるなどの工夫で不可避不純物の混入を減少することができる。

本発明による発光素子搭載用基板として用いる上記範囲のアルカリ土類金属化合物を含む窒化アルミニウムを主成分とする焼結体において光透過率は前記で示したものよりもさらに高いものが得られ、最大80%～85%以上の光透過率を有するものが得られる。

【0074】

また、本発明による光透過性を有する窒化アルミニウムを主成分とする焼結体からなる発光素子搭載用基板は主成分である窒化アルミニウム以外に上記焼結助剤としての成分、黒色などの着色をはかるための成分、焼成温度の低減化を図るための成分、不可避金属不純物成分だけでなく焼結体製造用原料に含まれさらに製造工程から混入する酸素を含有する。焼結体製造用原料には通常酸素が0.01～5.0重量%程度含まれ、焼成中に一部揮散するが殆どこのまま窒化アルミニウムを主成分とする焼結体中に取り込まれることが多く焼結助剤などを用いないで製造された焼結体中にはスピネル型結晶構造のALON（酸窒化アルミニウム： AlN と Al_2O_3 との化合物）が生成されることが多い。このALONは通常JCPDSファイル番号36-50に示される回折線を示す。酸素は又焼結体中にALONを生成するよう積極的に Al_2O_3 を添加することにより含有される。さらに、焼結助剤や着色剤が酸化物や複合酸化物など酸素を含む化合物である場合はこれらの分も含有される。焼結体中の酸素量が10重量%より多いと窒化アルミニウムを主成分とする焼結体内部でALONあるいは焼結助剤と酸素、着色剤と酸素、焼成温度低減化剤と酸素、などの化合物の生成が多くなり該窒化アルミニウムを主成分とする焼結体の光透過率の低下をもたらし易い。焼結体中でのALONの生成量は酸素量と希土類元素化合物やアルカリ土類金属化合物などの焼結助剤量で制御できるが、焼結助剤を用いない場合は焼結体中の酸素量だけに依存する。本発明による発光素子搭載用基板において窒化アルミニウムを主成分とする焼結体のALONの含有量が12%以下のもので光透過率は5%以上のものが得られ易いので好ましい。また、本発明による発光素子搭載用基板において窒化アルミニウムを主成分とする焼結体のALONの含有量が7%以下のもので光透過率10%以上のものが得られ易いのでより好ましい。なお窒化アルミニウムを主成分とする焼結体のALONの含有量は該窒化アルミニウムを主成分とする焼結体からなる基板表面のX線回折を行いALONのミラー指数（311）格子面からの回折線強度と AlN のミラー指数（100）格子面からの回折線強度との比を百分率で求めたものである。窒化アルミニウムを主成分とする焼結体中において12%以下のALONの量は焼結助剤などの添加剤を用いずに窒化アルミニウム原料粉末だけあるいは該原料粉末と Al_2O_3 との混合粉末とだけで焼成された焼結体において酸素量5.0重量%以下のもので形成され易い。7%以下のALONの量は焼結助剤などの添加剤を用いずに窒化アルミニウム原料粉末だけあるいは該原料粉末と Al_2O_3 との混合粉末とだけで焼成された焼結体において酸素量3.0重量%以下のもので形成され易い。また、本発明による発光素子搭載用基板において窒化アルミニウムを主成分とする焼結体中のALONの量が20%以下のものでは光透過率は1%以上のものが得られ易いので好ましい。窒化アルミニウムを主成分とする焼結体中において20%以下のALONの含有量は焼結助剤などの添加剤を用いずに窒化アルミニウム原料粉末だけあるいは該原料粉末と Al_2O_3 との混合粉末とだけで焼成された焼結体において酸素量10.0重量%以下のもので形成され易い。窒化アルミニウムを主成分とする焼結体中にALONが20%より多く生成している場合該窒化アルミニウムを主成分とする焼結体の光透過率は低下し、該光透過率の低下した窒化アルミニウムを主成分とする焼結体を発光素子搭載用基板として用いた場合発光素子からの発光は十分効率よく基板外部に放出されにくくなるので好ましくない。このように窒化アルミニウムを主成分とする焼結体中でALONの量が多くなれば該窒化アルミニウムを主成分とする焼結体の光透過率は低下し易くなる。その理由として本願発明者はALON結晶は AlN のウルツ鉱型結晶と結晶系が異なるスピネル型であるため発光素子からの発光が焼結体内部に照射されたとき該焼結体内部のALON粒子と窒化アルミニウム粒子という異なる結晶系を

有する粒子間で光散乱が多くなり結果として基板を光が透過しにくくなるものと推測している。

本発明による発光素子搭載用基板として用いる上記範囲のALONを含む窒化アルミニウムを主成分とする焼結体において光透過率は前記で示したものよりもさらに高いものが得られ、最大80%~85%以上の光透過率を有するものが得られる。

【0075】

本発明において光透過性を有する窒化アルミニウムを主成分とする焼結体からなる基板において該焼結体中の窒化アルミニウム粒子を例えば0.5 μ m程度と成長させずに、すなわち原料粉末の粒子の大きさと同じ状態で焼結したものでも光透過性のものが得られ発光素子搭載用基板として使用できる。一方、窒化アルミニウムを主成分とする焼結体において該焼結体内部に含まれる窒化アルミニウム粒子の大きさが増大化すれば該窒化アルミニウムを主成分とする焼結体の光透過性が向上し易くなるので該窒化アルミニウムを主成分とする焼結体は発光素子搭載用基板として好適に使用できる。本発明による発光素子搭載用基板において窒化アルミニウムを主成分とする焼結体内部に含まれる窒化アルミニウム粒子の大きさが平均1 μ m以上であれば窒化アルミニウムを主成分とする焼結体の光透過率1%以上のものが得られ易い。また、本発明による発光素子搭載用基板において窒化アルミニウム粒子の大きさが平均5 μ m以上の窒化アルミニウムを主成分とする焼結体では窒化アルミニウムを主成分とする焼結体の光透過率5%以上のものが得られ易い。また、本発明による発光素子搭載用基板において窒化アルミニウム粒子の大きさが平均8 μ m以上の窒化アルミニウムを主成分とする焼結体では窒化アルミニウムを主成分とする焼結体の光透過率10%以上のものが得られ易い。また、本発明による発光素子搭載用基板において窒化アルミニウム粒子の大きさが平均15 μ m以上の窒化アルミニウムを主成分とする焼結体では窒化アルミニウムを主成分とする焼結体の光透過率20%以上のものが得られ易い。また、本発明による発光素子搭載用基板において窒化アルミニウム粒子の大きさが平均25 μ m以上の窒化アルミニウムを主成分とする焼結体では窒化アルミニウムを主成分とする焼結体の光透過率30%以上のものが得られ易い。これは窒化アルミニウムを主成分とする焼結体内部の窒化アルミニウム粒子の大きさが大きくなれば窒化アルミニウム結晶粒子の粒界の面積が減少し粒界の影響が減じるので窒化アルミニウム結晶粒子自体の性質が反映され易くなり、その結果光透過率が向上し易くなるためであろうと推測される。上記のような窒化アルミニウム粒子を大きくすることの効果は通常どのような組成の窒化アルミニウムを主成分とする焼結体からなる発光素子搭載用基板であっても見られる。このような窒化アルミニウムを主成分とする焼結体の例としては前記した酸素、あるいは焼結助剤として用いられる希土類元素やアルカリ土類金属などの成分、あるいは焼成温度低減化剤として用いられるアルカリ金属や珪素などの成分、あるいは着色剤として用いられるMo、W、V、Nb、Ta、Tiなどの金属成分、あるいはカーボンあるいはMo、W、V、Nb、Ta、Ti以外の不可避金属成分など、さらに結晶相としてALONなどを含むものである。また、このような窒化アルミニウムを主成分とする焼結体の例としては原料粉末に焼結助剤を加えないで製造され実質的に希土類元素あるいはアルカリ土類金属などの焼結助剤を含まない焼結体も含まれる。上記で例示した窒化アルミニウムを主成分とする焼結体からなる基板において、窒化アルミニウム粒子の大きさを増大することで窒化アルミニウムを主成分とする焼結体の光透過性が向上し易くなる。窒化アルミニウムを主成分とする焼結体中の窒化アルミニウム粒子の大きさを増大化させることの効果はあとでも詳しく述べるが、ALN純度を高めた窒化アルミニウムを主成分とする焼結体を用いることでより光透過性の高いものが得られ該焼結体は発光素子搭載用基板としてさらに好適に用いることができる。

本発明による発光素子搭載用基板として用いる上記範囲の窒化アルミニウム粒子の平均大きさを有する窒化アルミニウムを主成分とする焼結体において光透過率は前記で示したものよりもさらに高いものが得られ、最大80%~85%以上の光透過率を有するものが得られる。

【0076】

上記のような窒化アルミニウム粒子を大きくすることの効果は通常どのような組成の窒化アルミニウムを主成分とする焼結体からなる基板であっても見られが、焼結体中のAlNの含有量が少なくなるにつれて効果の程度は少なくなる傾向はある。本発明による発光素子搭載用基板において窒化アルミニウムを主成分とする焼結体のAlNの含有量が50体積%以上であれば1%以上の光透過率を有する窒化アルミニウムを主成分とする焼結体を得られ易い。上記のような窒化アルミニウム粒子を大きくすることの効果を発現し易くするためには窒化アルミニウムを主成分とする焼結体からなる発光素子搭載用基板におけるAlNの含有量が70体積%以上であることが望ましい。本発明による発光素子搭載用基板においてAlNの含有量が70体積%以上の窒化アルミニウムを主成分とする焼結体であれば5%以上の光透過率を有する窒化アルミニウムを主成分とする焼結体を得られ易い。

10

本発明による発光素子搭載用基板として用いる上記範囲のAlN含有量の窒化アルミニウムを主成分とする焼結体において光透過率は前記で示したものよりもさらに高いものが得られ、最大80%~85%以上の光透過率を有するものが得られる。

【0077】

窒化アルミニウムを主成分とする焼結体中の窒化アルミニウム粒子の大きさを増大化させるために通常焼成温度を高めるか焼成時間を長くすることが効果的である。窒化アルミニウム粒子の大きさを制御するためには窒化アルミニウムの原料粉末の由来や粒度、あるいは成形体や焼結体の組成にも依存しやすいが本発明によれば1750℃以上の温度で3時間以上比較的長い時間焼成することで平均5μm以上の窒化アルミニウム粒子を有する窒化アルミニウムを主成分とする焼結体を得られ易い。平均8μm以上を有する窒化アルミニウム粒子の焼結体を得るために1750℃以上の温度で10時間以上、1900℃以上の温度では3時間以上の焼成を行うことが好ましい。平均15μm以上を有する窒化アルミニウム粒子の焼結体を得るためには1900℃以上の温度で6時間以上、2050℃以上の温度で3時間以上の焼成を行うことが好ましい。平均25μm以上を有する窒化アルミニウム粒子の焼結体を得るためには2050℃以上の温度で4時間以上、2100℃以上の温度で3時間以上の焼成を行うことが好ましい。このような焼成において窒化アルミニウム粒子の大きさが増大しているだけで酸素、あるいは焼結助剤として用いられる希土類元素やアルカリ土類金属などの成分、あるいは焼成温度低減化剤として用いられるアルカリ金属や珪素などの成分、あるいは着色剤として用いられるMo、W、V、Nb、Ta、Tiなどの金属成分、あるいはカーボンあるいはMo、W、V、Nb、Ta、Ti以外の不可避金属成分など、の成分の揮散・除去を抑制しさらに含まれる結晶相としてALONなどを含有した状態の窒化アルミニウムを主成分とする焼結体を得るためには前記したように還元性成分の比較的少ない窒素やアルゴンなどの非酸化性雰囲気を用いることが好ましい。一方窒化アルミニウム粒子の大きさが増大しかつAlN純度が向上した窒化アルミニウムを主成分とする焼結体を得るためには水素、一酸化炭素、炭素、炭化水素などの還元性成分を含む非酸化性雰囲気中で焼成することが好ましい。

20

30

【0078】

また、本発明による発光素子搭載用基板において窒化アルミニウムを主成分とする焼結体内部に含まれる窒化アルミニウム粒子の形状は粒子の角が取れた丸いものより多角形であり互いの面や稜線、多角形の頂点での重なり緊密なものであることが該焼結体の光透過率を1%以上とする上では好ましい。これは窒化アルミニウム粒子の形状が角が取れた丸いものであれば焼結体内部において焼結体粒子同士が隙間なく合体できず窒化アルミニウム以外の成分からなる粒界相が介在し易く、これら粒界相によって焼結体の透過率は低下し易いためであろうと推測される。焼結体粒子が丸みを帯びたものは通常前記焼結助剤や焼成温度低減化剤が過剰に含まれる場合に見られる。すなわち焼成中過剰な焼結助剤によって過剰な液相が生成されその液相の中で焼結体粒子が成長するので丸みを帯び易い。焼結体粒子が丸みを帯び易くなるのは前記の希土類元素化合物やアルカリ土類金属元素化合物などの焼結助剤、アルカリ金属元素化合物、珪素化合物などの焼成温度低減化剤などが前記に示した範囲より多く含まれる場合に生じ易いということを意味する。

40

50

【0079】

なお上記発光素子搭載用基板として用いられる窒化アルミニウムを主成分とする焼結体を製造するための原料粉末中には通常AlN成分以外に酸素を0.01重量%～5.0重量%程度含む。本発明による発光素子搭載用基板において上記窒化アルミニウムを主成分とする焼結体に含まれる希土類元素の含有量は前記のように酸化物換算で30体積%以下であることが好ましい。上記希土類元素の好ましい含有量は酸化物換算で12.0体積%以下である。より好ましい含有量は酸化物換算で7.0体積%以下である。なお、上記希土類元素において酸化物換算には Sc_2O_3 、 Y_2O_3 、 La_2O_3 、 CeO_2 、 Pr_6O_{11} 、 Nd_2O_3 、 Pm_2O_3 、 Sm_2O_3 、 Eu_2O_3 、 Gd_2O_3 、 Tb_2O_3 、 Dy_2O_3 、 Ho_2O_3 、 Er_2O_3 、 Tm_4O_7 、 Yb_2O_3 、 Lu_2O_3 の各酸化物を基準の化合物として用いて含有量が算定される。上記希土類元素は窒化アルミニウム粉末成形体の緻密化を促進しながら原料中に含まれる酸素をトラップし粒界相として析出させ焼結体中の窒化アルミニウム結晶粒子を高純度化させる作用をするので、全体として得られた基板の熱伝導率を向上させる。そのため発光素子搭載用基板として用いられる焼成後の窒化アルミニウムを主成分とする焼結体における希土類元素の存在形態は希土類元素酸化物あるいはアルミニウムとの複合酸化物である場合が多い。アルミニウムとの複合酸化物としての存在はX線回折により容易に同定出来る。該複合酸化物は希土類元素をLnで表した時、ガーネット型結晶構造の $3\text{Ln}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{Al}_2\text{O}_3$ 、ペロブスカイト型結晶構造の $\text{Ln}_2\text{O}_3 \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ 、単斜晶結晶構造 $2\text{Ln}_2\text{O}_3 \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ 、など3種類の結晶形のものである。これら複合酸化物のうちの一又は二以上を同時に含む。上記複合酸化物は焼結体内部において主に窒化アルミニウム粒子間の粒界相として存在している。本発明による窒化アルミニウムを主成分とする焼結体を用いた発光素子搭載用基板はこれら複合酸化物が形成されたものを含む。これら複合酸化物は窒化アルミニウム粒子のウルツ鉱型と異なる結晶構造を有している。本発明による発光素子搭載用基板において希土類元素化合物の含有量が酸化物換算で30体積%以下の窒化アルミニウムを主成分とする焼結体で光透過率1%以上のものが得られ易い。該窒化アルミニウムを主成分とする焼結体中の希土類元素化合物が前記に示したように酸化物換算で30体積%より多いと光透過性の窒化アルミニウムを主成分とする焼結体得られにくくなる。その理由として本願発明者は焼結体中の希土類元素とアルミニウムとの複合酸化物の結晶はAlNのウルツ鉱型結晶と結晶系が異なるため発光素子からの発光が焼結体内部に照射されたとき該焼結体内部の希土類元素及びアルミニウムとの複合酸化物の粒子と窒化アルミニウム粒子という異なる結晶系を有する粒子間で光散乱が多くなり結果として基板を光が透過しにくくなるものと推測している。

本発明において発光素子搭載用基板において希土類元素を含む窒化アルミニウムを主成分とする焼結体中の窒化アルミニウム粒子の形状は角が取れた丸いものではなく多角形で互いの粒子同士面や稜線、あるいは多角形の頂点での重なりが隙間なく緊密なものとなり易い。また、上記本発明による発光素子搭載用基板において希土類元素の含有量が酸化物換算で12.0体積%以下の窒化アルミニウムを主成分とする焼結体中では光透過率5%以上のものが得られ易い。また、上記本発明による発光素子搭載用基板において希土類元素の含有量が酸化物換算で7.0体積%以下の窒化アルミニウムを主成分とする焼結体中では光透過率10%以上のものが得られ易い。この窒化アルミニウムを主成分とする焼結体中の希土類元素含有量の減少に伴う光透過性の向上は、おそらく主として粒界相として存在する上記ガーネット型結晶構造の $3\text{Ln}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{Al}_2\text{O}_3$ （例えば $3\text{Y}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $3\text{Dy}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $3\text{Ho}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $3\text{Er}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $3\text{Yb}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{Al}_2\text{O}_3$ 、など）、ペロブスカイト型結晶構造の $\text{Ln}_2\text{O}_3 \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ （例えば YAlO_3 、 LaAlO_3 、 PrAlO_3 、 NdAlO_3 、 SmAlO_3 、 EuAlO_3 、 GdAlO_3 、 DyAlO_3 、 HoAlO_3 、 ErAlO_3 、 YbAlO_3 、など）、単斜晶結晶構造 $2\text{Ln}_2\text{O}_3 \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ （例えば $2\text{Y}_2\text{O}_3 \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $2\text{Sm}_2\text{O}_3 \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $2\text{Eu}_2\text{O}_3 \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $2\text{Gd}_2\text{O}_3 \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $2\text{Dy}_2\text{O}_3 \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $2\text{Ho}_2\text{O}_3 \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $2\text{Er}_2\text{O}_3 \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ 、

$3 \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $2\text{Yb}_2\text{O}_3 \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ 、など)の生成量の減少に伴うものであらうと推測される。

本発明による発光素子搭載用基板として用いる上記範囲の希土類元素を含む窒化アルミニウムを主成分とする焼結体において光透過率は前記で示したものよりもさらに高いものが得られ、最大80%~85%以上の光透過率を有するものが得られる。

【0080】

本発明の発光素子搭載用基板として用いられる窒化アルミニウムを主成分とする焼結体において上記アルカリ土類金属の含有量も前記の通り酸化物換算で30体積%以下であることが好ましい。好ましい含有量は酸化物換算で5.0体積%以下である。より好ましい含有量は酸化物換算で3.0体積%以下である。なお、上記アルカリ土類金属において酸化 10
物換算にはBeO、MgO、CaO、SrO、BaOの各酸化物を基準の化合物として用いて含有量が算定される。アルカリ土類金属は窒化アルミニウム粉末成形体の緻密化を促進しながら原料中に含まれる酸素をトラップし粒界相として析出させ窒化アルミニウム焼結体中のAlN結晶粒子を高純度化させる作用をするので、全体として得られた基板の熱伝導率を向上させる。そのため発光素子搭載用基板として用いられる焼成後の窒化アルミニウムを主成分とする焼結体におけるアルカリ土類金属の存在形態はアルミニウムとの複 20
合酸化物である場合が多い。複合酸化物としての存在はX線回折により容易に同定出来る。該複合酸化物はアルカリ土類金属元素をAeで表した時、 $3\text{AeO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Ae} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Ae} \cdot 2\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Ae} \cdot 6\text{Al}_2\text{O}_3$ 、などの結晶形のものである。これら複合酸化物のうちの一又は二以上を同時に含む。上記アルカリ土類金属を含む複合 20
酸化物は焼結体内部において主に窒化アルミニウム粒子間の粒界相として存在している。本発明の発光素子搭載用基板はこれら複合酸化物が形成されたものを含む。これら複合酸化物は窒化アルミニウム粒子のウルツ鉱型と異なる結晶構造を有している。本発明の発光素子搭載用基板においてアルカリ土類金属の含有量が酸化物換算で30体積%以下の窒化アルミニウムを主成分とする焼結体中で光透過率1%以上のものが得られやすい。本発明の発光素子搭載用基板においてアルカリ土類金属が前記に示したように酸化物換算で30体積%より多いと光透過性に優れた窒化アルミニウムを主成分とする焼結体 30
が得られにくくなる。その理由として本願発明者は焼結体中のアルカリ土類金属とアルミニウムとの複合酸化物の結晶はAlNのウルツ鉱型結晶と結晶系が異なるため発光素子からの発光が焼結体内部に照射されたとき該焼結体内部のアルカリ土類金属及びアルミニウムとの複合酸化物の粒子と窒化アルミニウム粒子という異なる結晶系を有する粒子間で光散乱が多くなり結果として基板を光が透過しにくくなるものと推測している。

本発明による発光素子搭載用基板において窒化アルミニウムを主成分とする焼結体中のアルカリ土類金属の含有量が酸化物換算で5.0体積%以下のものは焼結体中の窒化アルミニウム粒子の形状は多角形のもものが多く粒子同士お互いの面や稜線、あるいは多角形粒子の頂点での重なりが緊密なものとなり易い。本発明による発光素子搭載用基板において酸化物換算で5.0体積%以下の組成範囲のアルカリ土類金属を含む窒化アルミニウムを主成分とする焼結体では光透過率5%以上のものが得られやすい。また、本発明による発光素子搭載用基板においてアルカリ土類金属の含有量が酸化物換算で3.0体積%以下の窒化アルミニウムを主成分とする焼結体では光透過率10%以上のものが得られやすい。 40
この窒化アルミニウムを主成分とする焼結体中のアルカリ土類金属化合物量の減少に伴う光透過性の向上は、おそらく主として粒界相として存在する上記 $3\text{AeO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Ae} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Ae} \cdot 2\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Ae} \cdot 6\text{Al}_2\text{O}_3$ 、などウルツ鉱型と異なる結晶構造を有する複合酸化物の生成量の減少に伴うものであらうと推測される。

本発明による発光素子搭載用基板として用いる上記範囲のアルカリ土類金属化合物を含む窒化アルミニウムを主成分とする焼結体において光透過率は前記で示したものよりもさらに高いものが得られ、最大80%~85%以上の光透過率を有するものも得られる。

【0081】

本発明による発光素子搭載用基板において窒化アルミニウムを主成分とする焼結体として焼成温度の低減化を図るためにLi、Na、Kなどのアルカリ金属、あるいは Li_2O 、 50

Li_2CO_3 、 LiF 、 LiOH 、 Na_2O 、 Na_2CO_3 、 NaF 、 NaOH 、 K_2O 、 K_2CO_3 、 KF 、 KOH などのアルカリ金属化合物、あるいは Si 、あるいは SiO_2 、 Si_3N_4 、 SiC などの珪素を含む化合物を有するものも用いることができる。このような焼成温度の低減化を促進するアルカリ金属あるいは珪素を含む窒化アルミニウムを主成分とする焼結体であってもその含有量が酸化物換算で5体積%以下であれば光透過性を有する窒化アルミニウムを主成分とする焼結体を得られる。なお、上記アルカリ金属及びアルカリ金属化合物において酸化物換算には Li_2O 、 Na_2O 、 K_2O 、 Rb_2O 、 Cs_2O の各酸化物を基準の化合物として用いて含有量が算定される。また、珪素及び珪素を含む化合物において酸化物換算には SiO_2 （密度： 2.65 g/cm^3 ）を基準の化合物として含有量が算定される。すなわち、本発明による発光素子搭載用基板においてアルカリ金属あるいは珪素のうちから選ばれた少なくとも1種以上の含有量が酸化物換算で5体積%以下の窒化アルミニウムを主成分とする焼結体で光透過率1%以上のものが得られる。また、本発明による発光素子搭載用基板においてアルカリ金属あるいは珪素のうちから選ばれた少なくとも1種以上の含有量が酸化物換算で3体積%以下の窒化アルミニウムを主成分とする焼結体では光透過率5%以上のものが得られる。また、本発明による発光素子搭載用基板においてアルカリ金属あるいは珪素のうちから選ばれた少なくとも1種以上の含有量が酸化物換算で1体積%以下の窒化アルミニウムを主成分とする焼結体では光透過率10%以上のものが得られる。

本発明による発光素子搭載用基板として用いる上記範囲のアルカリ金属あるいは珪素のうちから選ばれた少なくとも1種以上を有する窒化アルミニウムを主成分とする焼結体において光透過率は前記で示したものよりもさらに高いものが得られ、最大80%～85%以上の光透過率を有するものが得られる。

10

20

30

40

50

【0082】

本発明による発光素子搭載用基板において窒化アルミニウムを主成分とする焼結体として黒色、灰黒色、灰色などの着色化をはかるために Mo 、 W 、 V 、 Nb 、 Ta 、 Ti などを含有する金属、合金及び金属化合物やカーボンなどの成分を含んだものも用いることができる。このような黒色などを呈する窒化アルミニウムを主成分とする焼結体を用いることで本発明による発光素子搭載用基板から基板外部へ放出される発光はより穏やかなものとなり易いので、窒化アルミニウムを主成分とする焼結体の黒色、灰黒色、灰色などの着色化は発光素子搭載用基板として使用する場合有効なものである。窒化アルミニウムを主成分とする焼結体に上記に例示された該窒化アルミニウムを主成分とする焼結体の着色化を促進しやすい成分を含んでいてもその含有量が元素換算で5体積%以下であれば光透過性を有するものが得られる。すなわち、本発明による発光素子搭載用基板において Mo 、 W 、 V 、 Nb 、 Ta 、 Ti 、カーボンのうちから選ばれた少なくとも1種以上の成分の含有量が元素換算で5体積%以下の窒化アルミニウムを主成分とする焼結体で光透過率1%以上のものが得られ易い。また、本発明による発光素子搭載用基板において Mo 、 W 、 V 、 Nb 、 Ta 、 Ti 、カーボンのうちから選ばれた少なくとも1種以上の成分の含有量が元素換算で3体積%以下の窒化アルミニウムを主成分とする焼結体で光透過率5%以上のものが得られ易い。また、本発明による発光素子搭載用基板において Mo 、 W 、 V 、 Nb 、 Ta 、 Ti 、カーボンのうちから選ばれた少なくとも1種以上の成分の含有量が元素換算で1体積%以下の窒化アルミニウムを主成分とする焼結体で光透過率10%以上のものが得られ易い。本発明による発光素子搭載用基板として用いる上記範囲の Mo 、 W 、 V 、 Nb 、 Ta 、 Ti 、カーボンのうちから選ばれた少なくとも1種以上の成分を含む窒化アルミニウムを主成分とする焼結体において光透過率は前記で示したものよりもさらに高いものが得られ、最大80%～85%以上の光透過率を有するものも得られる。

【0083】

本発明による発光素子搭載用基板において窒化アルミニウムを主成分とする焼結体中に含まれる酸素は主成分の AlN と反応して AlON として存在するかあるいは焼結助剤の希土類元素やアルカリ土類金属と反応して粒界相として存在するかあるいは焼結体中の AlN 結晶粒子の結晶格子に固溶するかいずれかで存在していると思われる。本発明による

発光素子搭載用基板において窒化アルミニウムを主成分とする焼結体中に含まれる全酸素量は10重量%以下が好ましい。本発明による発光素子搭載用基板において全酸素量が10重量%以下の窒化アルミニウムを主成分とする焼結体では光透過率1%以上のものが得られ易い。本発明による発光素子搭載用基板において全酸素量が5.0重量%以下の窒化アルミニウムを主成分とする焼結体では光透過率5%以上のものが得られ易い。また、本発明による発光素子搭載用基板において全酸素量が3.0重量%以下の窒化アルミニウムを主成分とする焼結体では光透過率10%以上のものが得られ易い。

なお、本発明において窒化アルミニウムを主成分とする焼結体が希土類元素やアルカリ土類金属を含む場合、あるいはアルカリ金属や珪素を含む場合、あるいはMo、W、V、Nb、Ta、Ti、カーボンなどを含む場合、あるいは鉄、ニッケル、クロム、マンガン、ジルコニウム、ハフニウム、コバルト、銅、亜鉛などの不可避金属成分を含む場合、などは上記範囲より少ない量の酸素しか含まないものであっても光透過率が低下する場合がある。また、逆に上記範囲より多い量の酸素を含むものであっても光透過率が低下せず比較的高い光透過率を有するものが得られる場合がある。すなわち、本発明において窒化アルミニウムを主成分とする焼結体が希土類元素化合物やアルカリ土類金属化合物を含む場合、あるいはアルカリ金属化合物や珪素含有化合物を含む場合、あるいはMo、W、V、Nb、Ta、Ti、カーボンなどを含む場合、あるいは鉄、ニッケル、クロム、マンガン、ジルコニウム、ハフニウム、コバルト、銅、亜鉛などの不可避金属成分を含む場合、含まれる酸素量が10重量%以下であっても光透過率1%以下のものが生じる場合があり、含まれる酸素量が5.0重量%以下であっても光透過率5%以下のものが生じる場合があり、さらに含まれる酸素量が3.0重量%以下であっても光透過率10%以下のものが生じる場合がある。これはおそらく上記窒化アルミニウム以外の成分が含まれていれば焼成中に複雑な化合物が生成し焼結体の粒界相として析出して光透過率が阻害され易くなるものと推測される。また、本発明において窒化アルミニウムを主成分とする焼結体が希土類元素やアルカリ土類金属を含む場合、あるいはアルカリ金属や珪素を含む場合、あるいはMo、W、V、Nb、Ta、Ti、カーボンなどを含む場合、あるいは鉄、ニッケル、クロム、マンガン、ジルコニウム、ハフニウム、コバルト、銅、亜鉛などの不可避金属成分を含む場合、含まれる酸素量が10重量%以上であっても光透過率1%以上のものが生じる場合があり、含まれる酸素量が5.0重量%以上であっても光透過率5%以上のものが生じる場合があり、さらに含まれる酸素量が3.0重量%以上であっても光透過率10%以上のものが生じる場合がある。これはおそらく上記窒化アルミニウム以外の成分が窒化アルミニウム粒子などから酸素を効果的に取り込み例えば粒界相として析出させ酸素による光透過率の低下を防止するものと推測される。

本発明による発光素子搭載用基板として用いる上記範囲の酸素を含む窒化アルミニウムを主成分とする焼結体において光透過率は前記で示したものよりもさらに高いものが得られ、最大80%~85%以上の光透過率を有するものが得られる。

【0084】

上記のように酸素、あるいは希土類元素及びアルカリ土類金属など焼結助剤として用いられる成分、あるいは焼成温度低減化剤として用いられるアルカリ金属や珪素などの成分、あるいは着色化剤として用いられるMo、W、V、Nb、Ta、Tiなどの金属成分やカーボン、あるいはMo、W、V、Nb、Ta、Ti以外の不可避金属成分、あるいはAlONなどを比較的多く含む窒化アルミニウムを主成分とする焼結体であっても光透過率が前記で示した光透過率よりもさらに高い80%~85%以上のものが得られる。実際実験的に光透過率が87%の高いものが得られた。このように本発明においてはAlN純度が必ずしも高くない窒化アルミニウムを主成分とする焼結体であっても光透過率の高いものが得られるのでAlN純度が高くない窒化アルミニウムを主成分とする焼結体であっても発光素子搭載用基板として用いることができる。

本発明において上記アルカリ金属や珪素などの成分、あるいはMo、W、V、Nb、Ta、Ti、カーボンなどの成分、あるいは鉄、ニッケル、クロム、マンガン、ジルコニウム、ハフニウム、コバルト、銅、亜鉛などの不可避金属成分、あるいは酸素のうちから選ば

れた少なくとも1種以上の成分と、焼結助剤として用いられる希土類元素及びアルカリ土類金属のうちから選ばれた少なくとも1種以上の成分とを同時に含んだ窒化アルミニウムを主成分とする焼結体を発光素子搭載用基板として用いることもできる。上記のようにアルカリ金属や珪素などの成分、あるいはMo、W、V、Nb、Ta、Ti、カーボンなどの成分、あるいは鉄、ニッケル、クロム、マンガン、ジルコニウム、ハフニウム、コバルト、銅、亜鉛などの不可避金属成分、あるいは酸素のうちから選ばれた少なくとも1種以上の成分と、希土類元素及びアルカリ土類金属の中から選ばれた少なくとも1種以上の成分とを同時に含む窒化アルミニウムを主成分とする焼結体は希土類元素及びアルカリ土類金属を含まない場合に比べて焼結体製造時の焼成温度を低下することができるため製造が容易になり、さらに製造された窒化アルミニウムを主成分とする焼結体の光透過率を高めることも可能となる場合もあるので好ましい。

10

【0085】

本願発明者は前記1750℃以上の温度で3時間以上、還元性雰囲気中で焼成を行い含まれる酸素、希土類元素及びアルカリ土類金属など焼結助剤として用いられる成分、あるいは焼成温度低減化剤として用いられるアルカリ金属や珪素などの成分あるいは着色剤として用いられるMo、W、V、Nb、Ta、Tiなどの金属成分やカーボンあるいはMo、W、V、Nb、Ta、Ti以外の不可避金属成分などを飛散・除去し、減少させ、結晶相としてのALONや上記アルミニウム以外の金属成分や珪素あるいはカーボンを含む化合物の含有量が低減化されたAlN純度の高い窒化アルミニウムを主成分とする焼結体の光透過性の向上についてさらに検討し、該焼結体を用いた窒化ガリウム、窒化インジウム、窒化アルミニウムのうちから選ばれた少なくとも1種以上を主成分とする発光素子を搭載するための基板としての特性向上を試みた。

20

【0086】

上記窒化アルミニウムを主成分とする焼結体においてAlN純度は焼成温度が高くなるほど又焼成時間を長くするほど高くなる傾向がある。焼成温度としては1900℃以上がより好ましく、2050℃以上がさらに好ましく、2100℃以上が最も好ましい。窒化アルミニウムを主成分とする焼結体のAlN純度を高める上では焼成温度を高めれば焼成時間を短くでき焼成温度を低くすれば焼成時間が長くなるという関係にあり、どちらでも効果は殆ど同じである。AlNの純度を高めるために焼成温度1750℃～1900℃の範囲では焼成時間は通常10時間以上とすることが好ましい。焼成温度1900℃以上では焼成時間6時間以上、焼成温度2050℃以上では焼成時間4時間以上、焼成温度2100℃以上では焼成時間3時間以上とすることが好ましい。このような方法により本発明によるAlN純度を高めた窒化アルミニウムを主成分とする焼結体として希土類元素及びアルカリ土類金属のうちから選ばれた少なくとも1種以上の含有量が元素換算で合計0.5重量%（5000ppm）以下かつ酸素含有量が0.9重量%以下の組成のものを得ることができる。そのためこのような組成のAlN純度を高めた窒化アルミニウムを主成分とする焼結体では光透過率が向上し易い。したがってこのような組成のAlN純度を高めた窒化アルミニウムを主成分とする焼結体は窒化ガリウム、窒化インジウム、窒化アルミニウムのうちから選ばれた少なくとも1種以上を主成分とする発光素子を搭載するための基板として優れたものとなり得る。本発明による発光素子搭載用基板においてAlN純度を高めた窒化アルミニウムを主成分とする焼結体として希土類元素及びアルカリ土類金属のうちから選ばれた少なくとも1種以上の含有量が元素換算で合計0.2重量%（2000ppm）以下かつ酸素含有量が0.5重量%以下の組成を有するものを得ることができ好ましい。また本発明による発光素子搭載用基板においてAlN純度を高めた窒化アルミニウムを主成分とする焼結体として希土類元素及びアルカリ土類金属のうちから選ばれた少なくとも1種以上の含有量が元素換算で合計0.05重量%（500ppm）以下かつ酸素含有量が0.2重量%以下の組成を有するものを得ることができより好ましい。また、本発明による発光素子搭載用基板においてAlN純度を高めた窒化アルミニウムを主成分とする焼結体として希土類元素及びアルカリ土類金属のうちから選ばれた少なくとも1種以上の含有量が元素換算で合計0.02重量%（200ppm）以下かつ酸素含有量が0

30

40

50

． 1 重量％以下の組成を有するものを得ることができさらに好ましい。また、本発明による発光素子搭載用基板において A l N 純度を高めた窒化アルミニウムを主成分とする焼結体として希土類元素及びアルカリ土類金属のうちから選ばれた少なくとも 1 種以上の含有量が元素換算で合計 0 . 0 0 5 重量％（5 0 p p m）以下かつ酸素量が 0 . 0 5 重量％以下の組成を有するものを得ることができ最も好ましい。本発明者は上記 A l N 純度を高めた窒化アルミニウムを主成分とする焼結体を発光素子搭載用基板に用いた場合であっても、該基板に搭載された窒化ガリウム、窒化インジウム、窒化アルミニウムのうちから選ばれた少なくとも 1 種以上を主成分とする発光素子からの発光が該基板を透過して基板外部へ放出されるとき、該放出光は強い光であるにもかかわらず透明なガラスや樹脂などを透過した目に突き刺すような直進光と異なり穏やかな散乱光となり易いことを確認した。

10

本発明による発光素子搭載用基板において A l N 純度を高めた窒化アルミニウムを主成分とする焼結体として希土類元素及びアルカリ土類金属のうちから選ばれた少なくとも 1 種以上の含有量が元素換算で合計 0 . 5 重量％以下かつ酸素含有量が 0 . 9 重量％以下の組成を有するものは光透過率 1 0 % 以上のものが得られ易い。また、本発明による発光素子搭載用基板において A l N 純度を高めた窒化アルミニウムを主成分とする焼結体として希土類元素及びアルカリ土類金属のうちから選ばれた少なくとも 1 種以上の含有量が元素換算で合計 0 . 2 重量％以下かつ酸素含有量が 0 . 5 重量％以下の組成を有するものは光透過率 2 0 % 以上のものが得られ易く好ましい。また、本発明による発光素子搭載用基板において A l N 純度を高めた窒化アルミニウムを主成分とする焼結体として希土類元素及びアルカリ土類金属のうちから選ばれた少なくとも 1 種以上の含有量が元素換算で合計 0 . 0 5 重量％以下かつ酸素含有量が 0 . 2 重量％以下の組成を有するものは光透過率 3 0 % 以上のものが得られ易くより好ましい。また、本発明による発光素子搭載用基板において A l N 純度を高めた窒化アルミニウムを主成分とする焼結体として希土類元素及びアルカリ土類金属のうちから選ばれた少なくとも 1 種以上の含有量が元素換算で合計 0 . 0 2 重量％以下かつ酸素含有量が 0 . 1 重量％以下の組成を有するものは光透過率 4 0 % 以上のものが得られ易くさらに好ましい。本発明による発光素子搭載用基板において A l N 純度を高めた窒化アルミニウムを主成分とする焼結体として希土類元素及びアルカリ土類金属のうちから選ばれた少なくとも 1 種以上の含有量が元素換算で合計 0 . 0 0 5 重量％以下かつ酸素含有量が 0 . 0 5 重量％以下の組成を有するものは光透過率 5 0 % 以上のものが得られ易く最も好ましい。

20

30

このような A l N 純度を高めた窒化アルミニウムを主成分とする焼結体において多結晶体であるにもかかわらず光透過率が前記よりもさらに高い 8 0 % ～ 8 5 % 以上のものも得られる。実際実験的に光透過率が 8 8 % の高いものが得られた。

【 0 0 8 7 】

上記 A l N 純度を高めた組成の窒化アルミニウムを主成分とする焼結体に含まれる結晶相は A l N が 9 5 ～ 9 8 % 以上であり、A l O N や希土類元素化合物あるいはアルカリ土類金属化合物などの結晶相は 2 ～ 5 % 以下であり、実質的に A l N 単一相のものも得られる。なお、窒化アルミニウムを主成分とする焼結体中の結晶相は X 線回折による得られた各結晶相の示す回折ピークの最強線を相対比較することで容易に計測できる。

【 0 0 8 8 】

40

また、上記の方法により酸素あるいは希土類元素やアルカリ土類金属以外にも焼成温度低減化剤として用いられるアルカリ金属や珪素などの成分、あるいは M o 、 W 、 V （バナジウム）、N b 、 T a 、 T i 、 F e 、 N i 、 C o 、 M n 、 C r 、 Z r 、 C u 、 Z n などの遷移金属不純物、あるいはカーボンなどの成分、あるいはその他に窒化アルミニウム粉末原料や焼結体製造工程から混入する不可避不純物が揮散・除去、低減化できるので A l N 純度の高い窒化アルミニウム焼結体を製造できる。A l N 純度を高めた窒化アルミニウムを主成分とする焼結体として含まれるアルカリ金属及び珪素成分が元素換算で合計 0 . 2 重量％以下かつ酸素量が 0 . 9 重量％以下の組成を有するものでは光透過率 3 0 % 以上のものが得られ易い。本発明による発光素子搭載用基板として用いる上記範囲のアルカリ金属及び珪素成分を有する窒化アルミニウムを主成分とする焼結体において光透過率は前記で

50

示したもののよりもさらに高いものが得られ、最大80%～85%以上の光透過率を有するものが得られる。

AlN純度を高めた窒化アルミニウムを主成分とする焼結体としてMo、W、V（バナジウム）、Nb、Ta、Ti、カーボンが元素換算で合計0.2重量%以下かつ酸素量が0.9重量%以下の組成を有するものでは光透過率30%以上のものが得られ易い。本発明による発光素子搭載用基板として用いる上記範囲のMo、W、V（バナジウム）、Nb、Ta、Ti、カーボンを有する窒化アルミニウムを主成分とする焼結体において光透過率は前記で示したもののよりもさらに高いものが得られ、最大80%～85%以上の光透過率を有するものが得られる。

また、AlN純度を高めた窒化アルミニウムを主成分とする焼結体としてFe、Ni、Co、Mn、Cr、Zr、Cu、Znが元素換算で合計0.2重量%以下かつ酸素量が0.9重量%以下の組成を有するものでは光透過率30%以上のものが得られ易い。本発明による発光素子搭載用基板として用いる上記範囲のFe、Ni、Co、Mn、Cr、Zr、Cu、Znを有する窒化アルミニウムを主成分とする焼結体において光透過率は前記で示したもののよりもさらに高いものが得られ、最大80%～85%以上の光透過率を有するものが得られる。

【0089】

なお上記窒化アルミニウムを主成分とする焼結体中に含まれる希土類元素化合物とはSc、Y、La、Ce、Pr、Nd、Pm、Sm、Eu、Gd、Tb、Dy、Ho、Er、Tm、Yb、Luなどの希土類元素、及び Sc_2O_3 、 Y_2O_3 、 La_2O_3 、 CeO_2 、 Pr_6O_{11} 、 Nd_2O_3 、 Pm_2O_3 、 Sm_2O_3 、 Eu_2O_3 、 Gd_2O_3 、 Tb_4O_7 、 Dy_2O_3 、 Ho_2O_3 、 Er_2O_3 、 Tm_2O_3 、 Yb_2O_3 、 Lu_2O_3 、などの希土類元素酸化物あるいはその他Sc、Y、La、Ce、Pr、Nd、Pm、Sm、Eu、Gd、Tb、Dy、Ho、Er、Tm、Yb、Lu、などを含む炭酸塩、硝酸塩、硫酸塩、塩化物などの無機希土類化合物、酢酸塩、蓚酸塩、クエン酸塩などの有機希土類化合物などの各種希土類元素化合物であり、さらにLnを希土類元素として表したときガーネット型結晶構造の $3Ln_2O_3 \cdot 5Al_2O_3$ （例えば $3Y_2O_3 \cdot 5Al_2O_3$ 、 $3Dy_2O_3 \cdot 5Al_2O_3$ 、 $3Ho_2O_3 \cdot 5Al_2O_3$ 、 $3Er_2O_3 \cdot 5Al_2O_3$ 、 $3Yb_2O_3 \cdot 5Al_2O_3$ 、など）、ペロブスカイト型結晶構造の $Ln_2O_3 \cdot Al_2O_3$ （例えば $YAlO_3$ 、 $LaAlO_3$ 、 $PrAlO_3$ 、 $NdAlO_3$ 、 $SmAlO_3$ 、 $EuAlO_3$ 、 $GdAlO_3$ 、 $DyAlO_3$ 、 $HoAlO_3$ 、 $ErAlO_3$ 、 $YbAlO_3$ 、など）、単斜晶結晶構造 $2Ln_2O_3 \cdot Al_2O_3$ （例えば $2Y_2O_3 \cdot Al_2O_3$ 、 $2Sm_2O_3 \cdot Al_2O_3$ 、 $2Eu_2O_3 \cdot Al_2O_3$ 、 $2Gd_2O_3 \cdot Al_2O_3$ 、 $2Dy_2O_3 \cdot Al_2O_3$ 、 $2Ho_2O_3 \cdot Al_2O_3$ 、 $2Er_2O_3 \cdot Al_2O_3$ 、 $2Yb_2O_3 \cdot Al_2O_3$ 、など）などの各種希土類元素を含む複合酸化物、などである。また上記窒化アルミニウム焼結体中に含まれるアルカリ土類金属化合物とはBe、Mg、Ca、Sr、Baなどのアルカリ土類金属、及びBeO、MgO、CaO、SrO、BaOなどのアルカリ土類金属酸化物やその他Be、Mg、Ca、Sr、Baなどを含む炭酸塩、硝酸塩、硫酸塩、塩化物などの無機アルカリ土類金属化合物、酢酸塩、蓚酸塩、クエン酸塩などの有機アルカリ土類金属化合物などの各種アルカリ土類金属化合物であり、さらにAeをアルカリ土類金属として表したとき $3AeO \cdot Al_2O_3$ 、 $Ae \cdot Al_2O_3$ 、 $Ae \cdot 2Al_2O_3$ 、 $Ae \cdot 6Al_2O_3$ などのアルカリ土類金属を含む複合酸化物、などである。

【0090】

上記還元性雰囲気中1750℃以上の温度で3時間以上といった比較的長い時間加熱する方法により得られる窒化アルミニウムを主成分とする焼結体の特徴は室温における熱伝導率が室温において200W/mK以上と高いものが得られ易い。又窒化アルミニウムを主成分とする焼結体において不純物含有量が少ないものやAlN単一相からなるもの場合にはさらに室温における熱伝導率が220W/mK以上のものが得られ易い。このような特徴に加えて上記AlN純度を高めた窒化アルミニウムを主成分とする焼結体は光透過性

10

20

30

40

50

の高いものが得られ易い。これは希土類元素やアルカリ土類金属以外にも焼成温度低減化剤として用いられるアルカリ金属や珪素などの成分あるいは着色剤として用いられるMo、W、V（バナジウム）、Nb、Ta、Ti、カーボンなどの成分あるいはMo、W、V、Nb、Ta、Ti以外の窒化アルミニウム粉末原料や焼結体製造工程から混入するFe、Ni、Co、Mnなどの遷移金属不純物が揮散・除去、低減化されるためであろうと推測される。また、上記遷移金属などの不純物や焼結助剤が残留している焼結体であっても室温における熱伝導率が200W/mK以上さらに220W/mK以上の高熱伝導率を有するもの、あるいはより光透過性に優れた窒化アルミニウムを主成分とする焼結体を得られる。これはおそらく長時間加熱することで焼結体中の窒化アルミニウム粒子が大きく成長し粒界の影響が少なくなるためにAlN本来の単結晶としての性質がより発現し易くなるためであろうと本願発明者は推測している。 10

【0091】

本発明によれば上記高純度化を行う焼成過程で窒化アルミニウムを主成分とする焼結体中の窒化アルミニウム粒子の大きさが通常増大化する。上記高純度化されAlN純度を高めた窒化アルミニウムを主成分とする焼結体中の窒化アルミニウム粒子の大きさが増大化することがさらに高い光透過率を与える大きな要因であると思われる。焼成温度を高めるか焼成時間を長くすることで窒化アルミニウムを主成分とする焼結体の焼結助剤などAlN以外の成分が揮散・除去減少し焼結体中の窒化アルミニウム粒子内部や窒化アルミニウム粒子の粒界にAlN以外の成分が少なくなるかあるいは実質的にゼロに近くなるということに加えて焼結体中の窒化アルミニウム結晶粒子の大きさが増大化する。これは窒化アルミニウムを主成分とする焼結体において窒化アルミニウム粒子内部や窒化アルミニウム粒子の粒界にAlN以外の成分が少なくなるかあるいは実質的にゼロに近くなるということに加えて焼結体中の窒化アルミニウム粒子の大きさが増大化すれば窒化アルミニウム粒子境界（粒界）が減少するので粒界の影響が少なくなりこの大きく増大した窒化アルミニウム粒子自体も高純度化されさらに結晶性も高まり純度の高い単結晶の窒化アルミニウムに近い性質を発現し易くなるためであろうと推測される。すなわち純度の高い単結晶に近い状態の大きな結晶粒子からなる焼結体であるため光透過性も窒化アルミニウム単結晶の吸収端の波長200nm付近から長波長側で単結晶に匹敵する高い光透過率を有するようになる。またこの焼結体を発光素子搭載用基板として使用すれば搭載されている窒化ガリウム、窒化インジウム、窒化アルミニウムのうちから選ばれた少なくとも1種以上を主成分 20 30

とする発光素子からの発光が基板を透過して効率よく基板外部へ放出でき、該放出光は強い光であるにもかかわらず透明なガラスや樹脂などを透過した目に突き刺すような直進光と異なり穏やかな散乱光となり易いことが本願発明者は確認できた。

本発明において焼成温度を高めあるいは焼成時間を長くすることでAlN純度を高めた窒化アルミニウムを主成分とする焼結体が製造されるがこの焼結体の窒化アルミニウム粒子の大きさは通常平均5μm以上である。通常焼成温度を高めていくかあるいは焼成時間を長くすれば焼結体中の窒化アルミニウム粒子の大きさも平均25μm以上に増大する。また実験上では窒化アルミニウム粒子の大きさ平均100μm程度のものが得られている。このように増大化した窒化アルミニウム粒子はAlN純度も高まることから単結晶に近い状態であろうと思われる。本発明による発光素子搭載用基板において上記方法により高純度化されAlN純度を高めた窒化アルミニウムを主成分とする焼結体中の窒化アルミニウム粒子の大きさが平均5μm以上では光透過率10%以上のものが得られ易い。本発明による発光素子搭載用基板において上記方法により高純度化されAlN純度を高めた窒化アルミニウムを主成分とする焼結体中の窒化アルミニウム粒子の大きさが平均8μm以上では光透過率20%以上のものが得られ易い。また、本発明による発光素子搭載用基板において上記方法により高純度化されAlN純度を高めた窒化アルミニウムを主成分とする焼結体中の窒化アルミニウム粒子の大きさが平均15μm以上では光透過率30%以上のものが得られ易い。また、本発明による発光素子搭載用基板において上記方法により高純度化されAlN純度を高めた窒化アルミニウムを主成分とする焼結体中の窒化アルミニウム粒子の大きさが平均25μm以上では光透過率40%以上のものが得られ易い。このよう 40 50

に焼結助剤などAlN以外の成分を揮散・除去、減少することで製造される高純度化された窒化アルミニウムを主成分とする焼結体の窒化アルミニウム粒子の大きさは発光素子搭載用基板として用いる場合重要である。本発明においては上記のように焼結体中の窒化アルミニウム粒子の大きさが平均5 μm 以上の窒化アルミニウムを主成分とする焼結体からなる発光素子搭載用基板を提供でき、該焼結体中の窒化アルミニウム粒子の大きさ平均100 μm 程度のものは比較的容易に製造できる。

【0092】

例えば平均粒径1 μm 、酸素を1重量%含む高純度窒化アルミニウム粉末を原料とし焼結助剤として Y_2O_3 を3.3体積% (Yとして3.9重量%、酸素として1.1重量%を含む) 混合した大きさ外形60×60mm、厚み0.8mmの板状正方形とした粉末成形体1800℃1時間焼成して得られる窒化アルミニウムを主成分とする焼結体は室温における熱伝導率150W/mK～180W/mKの範囲であり、焼結助剤として用いられた Y_2O_3 中のイットリウム成分は殆どそのままの量焼結体中に残り5～20%程度の量の $\text{Y}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 YAlO_3 、 $2\text{Y}_2\text{O}_3 \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ 、 Y_2O_3 などの希土類元素化合物を主体とする粒界相がX線回折により存在することが認められる。また原料の酸素及び焼結助剤として用いられた Y_2O_3 中の酸素も殆どそのままの量焼結体中に残り、該焼結体の波長200nm～800nmの範囲の光に対する透過率は10%程度あるいはそれ以下である。上記焼結体において窒化アルミニウム粒子の大きさは平均2～4 μm 程度である。この焼結体をさらに例えば一酸化炭素を1ppm～1000ppmの範囲で含む窒素雰囲気中で2050℃～2200℃3時間～24時間焼成すれば用いた原料及び焼結助剤に含まれていた酸素は0.5量%以下に減少し最も少ないもので0.014重量%のものが得られた。 Y_2O_3 は殆ど揮散・除去され含有量は0.2重量%以下となり最も少ないもので0.00005重量% (0.5ppm) 以下の窒化アルミニウムを主成分とする焼結体を得られた。波長200nm～800nmの範囲の光に対する透過率は最低でも10%以上多くのものが20%～60%以上であり最大88%のものが得られた。焼結体の相構成はAlN98%以上であり実質的にAlN単一相のものも容易に得られた。室温における熱伝導率は200W/mK～220W/mK以上となり最大239W/mKのものが得られた。この焼結体中の窒化アルミニウム粒子の大きさは最低平均5～8 μm 以上多くのものは平均15 μm ～25 μm 以上に大きく成長しており最大で平均74 μm のものが得られた。上記例示した焼成条件で焼結助剤を揮散・除去し減少化する方法により作製し高純度化されAlN純度が高められた窒化アルミニウムを主成分とする焼結体を用いて波長200nm～800nmの範囲の光において透過率を測定したところ波長605nmにおいて88%の高いものであった。その結果を図27に示す。なおこの透過率測定に用いた窒化アルミニウムを主成分とする焼結体のY (イットリウム) 含有量は0.0005重量%以下、酸素含有量0.034重量%、構成相は実質的にAlN単一相であり、窒化アルミニウム粒子の大きさは平均29 μm である。

この窒化アルミニウムを主成分とする焼結体の光透過率は図27から明らかなように波長210～220nmの光に対して1%以上の透過性を示し、波長220nm～230nmの光において5%以上の透過率であり、波長250nmの光において透過率は30%以上であり、波長300nmの光において透過率は60%以上であり、波長330nmの光で80%以上の透過率を示すようになり、波長330nm以上のすべての波長の光において80%以上の透過率を示す。又光透過率の最大値は波長480nm～650nmの範囲の光において85～88%と85%以上の高いものである。

【0093】

上記のAlN純度を高めた窒化アルミニウムを主成分とする焼結体を発光素子搭載用基板として用いた時の主な有効性をまとめると、1) 基板の波長200nm～800nmの範囲の光透過率が高いので基板からの光吸収が少なく発光素子からの発光は効率よく基板外部へ放出される、2) 発光素子からの発光が基板外部へ効率よく放出できるので反射防止部材あるいは反射部材などを使用して該発光の基板外部への放出方向を制御しやすい、3) 基板の熱伝導率が室温において200W/mK以上と高いものが得られ易くこのような

基板に搭載される発光素子には大きな電力の印加が可能となり発光出力を高めることができる、などの点である。すなわち高効率、高出力、かつ低コストの発光素子搭載用基板の製造が可能となり産業に与える影響は大である。

【0094】

本発明において、光透過性を有する窒化アルミニウムを主成分とする焼結体は通常波長200nm以上の光において透過性を示す。図27に例示したように波長200nm～250nmの範囲の光において透過性を示し始め、波長250nm～350nmの範囲の光において急激に透過性が上昇し波長350nm～400nm以上の光においてはほぼ一定の光透過率を有する傾向があることが確認された。本発明において窒化アルミニウムを主成分とする焼結体の光透過率とは特に断らない限り「波長200nm～800nmの範囲の光透過率」であり、それは特に断らない限り波長605nmの光において測定された透過率を意味しているが、波長605nmの光における透過率を用いても本発明による窒化アルミニウムを主成分とする焼結体の光透過性能を代表して判別できる。より具体的にいえば本発明において特に断らない限り1%以上の光透過率とは波長605nmの光における透過率である。このような1%以上の光透過率を有する窒化アルミニウムを主成分とする焼結体は波長200nm～800nmの範囲の光に対して波長605nm以外でも1%以上の透過率を有するとは限らないがこの窒化アルミニウムを主成分とする焼結体を発光素子搭載用基板として用いることで基板を透過した該発光素子からの発光を基板外部に放出できるようになる。本発明において、窒化ガリウム、窒化インジウム、窒化アルミニウムのうちから選ばれた少なくとも1種以上を主成分とする発光素子を搭載するための基板として用いる窒化アルミニウムを主成分とする焼結体は波長200nm～800nmの範囲の光に対して1%以上の透過率を有するものが望ましい。

以上のように本発明において窒化アルミニウムを主成分とする焼結体の光透過率とは特に断らない限り波長605nmの光において測定された透過率を意味している。

【0095】

本発明においてAlN純度が高くかつ窒化アルミニウム粒子が成長した窒化アルミニウムを主成分とする焼結体は発光素子搭載用基板として好ましいが、必ずしもAlNの純度が高くなくても、すなわち希土類元素化合物やアルカリ土類金属化合物などの焼結助剤、あるいは酸素、あるいは焼成温度低減化剤として用いられるアルカリ金属や珪素などの成分、あるいは着色剤として用いられるMo、W、V、Nb、Ta、Tiなどの金属成分やカーボン、あるいはMo、W、V、Nb、Ta、Ti以外の不可避金属成分、あるいはALONや上記アルミニウム以外の金属成分や珪素あるいはカーボンを含む化合物、などの成分が比較的多く残存している窒化アルミニウムを主成分とする焼結体であっても窒化アルミニウム粒子が成長したものであれば良好な発光素子搭載用基板となり得る。このような窒化アルミニウム以外の成分を比較的多く含む窒化アルミニウム粒子が成長した窒化アルミニウムを主成分とする焼結体は前述のようにできるだけ還元性成分を含まない非酸化性雰囲気中1750℃以上で3時間以上の比較的高温、長時間の条件で焼成することで作製できる。すなわち、本発明による発光素子搭載用基板において上記のような希土類元素化合物、アルカリ土類金属化合物、酸素、アルカリ金属、珪素、Mo、W、V、Nb、Ta、Tiなどの金属成分、カーボン、Mo、W、V、Nb、Ta、Ti以外の不可避金属成分、ALON、上記アルミニウム以外の金属成分、などの成分を比較的多く含む窒化アルミニウムを主成分とする焼結体内部に含まれる窒化アルミニウム粒子の大きさが平均1μm以上のものでは光透過率1%以上のものが得られ易い。本発明による発光素子搭載用基板において窒化アルミニウム以外の成分を比較的多く含む窒化アルミニウム粒子の大きさが平均5μm以上に成長した焼結体では光透過率5%以上のものが得られ易い。また、本発明による発光素子搭載用基板において窒化アルミニウム以外の成分を比較的多く含む窒化アルミニウム粒子の大きさが平均8μm以上に成長した焼結体では光透過率10%以上のものが得られ易い。また、本発明による発光素子搭載用基板において窒化アルミニウム以外の成分を比較的多く含む窒化アルミニウム粒子の大きさが平均15μm以上に成長した焼結体では光透過率20%以上のものが得られ易い。また、本発明による発光素子搭載

用基板において窒化アルミニウム以外の成分を比較的多く含み窒化アルミニウム粒子の大きさが平均 $25\text{ }\mu\text{m}$ 以上に成長した焼結体では光透過率 30% 以上のものが得られ易い。これは焼結体内部の窒化アルミニウム粒子の大きさが大きくなれば窒化アルミニウム結晶粒子の粒界の面積が減少し粒界の影響が減じるので粒界で散乱吸収される光が減少するので光透過率が向上するものと推測される。本発明において上記のようにできるだけ還元性成分を含まない非酸化性雰囲気中焼成温度を高めあるいは焼成時間を長くすることで希土類元素化合物、アルカリ土類金属化合物、酸素、アルカリ金属、珪素、Mo、W、V、Nb、Ta、Ti などの金属成分、カーボン、Mo、W、V、Nb、Ta、Ti 以外の不可避金属成分、ALON、上記アルミニウム以外の金属成分、などの成分を比較的多く含む窒化アルミニウムを主成分とする焼結体においても窒化アルミニウム粒子が成長したものが製造されるが、この焼結体の成長した窒化アルミニウム粒子の大きさは通常平均 $5\text{ }\mu\text{m}$ 以上である。通常焼成温度を高めていくかあるいは焼成時間を長くすれば焼結体中の窒化アルミニウム粒子の大きさも平均 $8\text{ }\mu\text{m}$ 以上、さらに平均 $15\text{ }\mu\text{m}$ 以上、さらに平均 $25\text{ }\mu\text{m}$ 以上に増大し、実験上では窒化アルミニウム粒子の大きさ平均 $100\text{ }\mu\text{m}$ 程度のものも得られる。

本発明において上記のようにできるだけ還元性成分を含まない非酸化性雰囲気中焼成温度を高めあるいは焼成時間を長くすることで窒化アルミニウム粒子が成長し、希土類元素化合物、アルカリ土類金属化合物、酸素、アルカリ金属、珪素、Mo、W、V、Nb、Ta、Ti などの金属成分、カーボン、Mo、W、V、Nb、Ta、Ti 以外の不可避金属成分、ALON、上記アルミニウム以外の金属成分、などの成分を比較的多く含む窒化アルミニウムを主成分とする焼結体としては窒化アルミニウムを主成分とする（例えばAlNとして 50% 体積以上含む）ものであればどのような組成のものでも使用できるが、その中で希土類元素化合物あるいはアルカリ土類金属化合物のうちから選ばれた少なくとも1種以上の化合物の含有量が酸化物換算で 20 体積%以下、酸素含有量 10 重量%以下、アルカリ金属化合物あるいは珪素含有化合物のうちから選ばれた少なくとも1種以上の化合物の含有量が酸化物換算で 5 体積%以下、Mo、W、V、Nb、Ta、Ti、カーボンのうちから選ばれた少なくとも1種以上を含む化合物の含有量が元素換算で 5 体積%以下、希土類元素及びMo、W、V、Nb、Ta、Ti 以外の遷移金属を含む成分の含有量が元素換算で合計 1 重量%以下、ALON含有量 20% 以下、の組成のものを用いることが好ましい。上記のような組成であれば必ずしもAlNの純度が高くない窒化アルミニウムを主成分とする焼結体であっても窒化アルミニウムの粒子が成長したものは優れた窒化ガリウム、窒化インジウム、窒化アルミニウムのうちから選ばれた少なくとも1種以上を主成分とする発光素子搭載用の基板として使用し得る。

上記のように焼成温度を高めあるいは焼成時間を長くすることで窒化アルミニウム粒子が成長し、希土類元素化合物、アルカリ土類金属化合物、酸素、アルカリ金属、珪素、Mo、W、V、Nb、Ta、Ti などの金属成分、カーボン、Mo、W、V、Nb、Ta、Ti 以外の不可避金属成分、ALON、上記アルミニウム以外の金属成分、などの成分を比較的多く含む窒化アルミニウムを主成分とする焼結体はできるだけ水素や一酸化炭素、炭素、炭化水素などの還元性成分を含まない焼成雰囲気で焼成することにより得られ易い。

【0096】

本発明において窒化ガリウム、窒化インジウム、窒化アルミニウムのうちから選ばれた少なくとも1種以上を主成分とする発光素子を搭載するための基板を製造するとき上記の高純度化された窒化アルミニウムを主成分とする焼結体の光透過率を高めるためには焼成に供する粉末成形体や焼結体の形状は例えば立方体や長方体あるいは円柱状などどのようなものでも用いることができるが基板状に加工し易いあらかじめ板状のものを用いることが好ましい。同じ体積であれば立方体や長方体あるいは円柱状などのブロック状よりも表面積の大きなものを用いることが好ましい。また上記焼成に供する粉末成形体や焼結体の形状でその1辺大きさが 8 mm 以下のものを用いることが高純度化された窒化アルミニウムを主成分とする焼結体の光透過率を高める上で好ましい。さらに上記の1辺の大きさが 5 mm 以下のものを用いることがより好ましく、1辺の大きさが 2.5 mm 以下のものを用

いることがさらに好ましく、1辺の大きさが1mm以下のものを用いることが最も好ましい。上記焼成に供する粉末成形体や焼結体の形状が板状のときその厚みは8mm以下のものを用いることが高純度化された窒化アルミニウムを主成分とする焼結体の光透過率を高める上で好ましい。さらに上記板状の粉末成形体や焼結体の厚みは5mm以下のものを用いることがより好ましく、厚み2.5mm以下のものを用いることがさらに好ましく、厚み1mm以下のものを用いることが最も好ましい。上記に示したことを具体的に述べれば例えば、組成が実質的に同じで実質的にAlN単一相の焼結体であっても上記立方体や長方体あるいは円柱状などのブロック状のものあるいは1辺が8mmを越える粉末成形体や焼結体を用いて製造した高純度化された窒化アルミニウムを主成分とする焼結体では板状あるいは1辺が8mm以下の成形体や焼結体を用いて製造したものに比べて光透過率が低減化し、場合によっては変色化が高まって光透過率がさらに低下する場合がある。 10

【0097】

窒化ガリウム、窒化インジウム、窒化アルミニウムのうちから選ばれた少なくとも1種以上を主成分とする発光素子を搭載するために本発明による窒化アルミニウムを主成分とする焼結体からなる基板（すなわち発光素子搭載用基板）表面の平滑度は任意のものを用いることができる。基板表面が例えば平均表面粗さRaが100nm以下の比較的平滑性の高い状態であっても該窒化アルミニウムを主成分とする焼結体からなる基板の発光素子からの発光に対する反射率は比較的強く最大15%前後である。上記基板の反射率を15%以下にするためには平均表面粗さRaが100nm以上とすることが好ましい。さらに上記基板の反射率を10%以下にするためには平均表面粗さRaが2000nm以上とすることが好ましい。 20

本発明において上記の平均表面粗さRaを有する発光素子搭載用基板は窒化アルミニウムを主成分とする焼結体の焼き放し（as-fire）表面やラップ研削、ブラシ研磨、鏡面研磨された表面などにおいて得ることができる。2000nm以上の平均表面粗さRaを有する発光素子搭載用基板は窒化アルミニウムを主成分とする焼結体の焼き放し（as-fire）表面やラップ研削、ブラシ研磨された表面などにおいて得ることができる。100nm以上の平均表面粗さRaを有する発光素子搭載用基板は窒化アルミニウムを主成分とする焼結体の焼き放し（as-fire）表面やラップ研削、ブラシ研磨された表面などにおいて得ることができる。100nm以上の平均表面粗さRaを有する発光素子搭載用基板は窒化アルミニウムを主成分とする焼結体の焼き放し（as-fire）表面 30

やブラシ研磨、あるいは鏡面研磨された表面などにおいて得ることができる。本発明において窒化アルミニウムを主成分とする焼結体からなる発光素子搭載用基板においては窒化ガリウム、窒化インジウム、窒化アルミニウムのうちから選ばれた少なくとも1種以上を主成分とする発光素子からの発光を基板外部へ放出するに際し、発光素子搭載用基板に反射防止部材や反射部材などを形成して該放出光の方向を制御し易くするために、窒化アルミニウムを主成分とする焼結体からなる発光素子搭載用基板の表面状態、表面平滑性を適宜高めることで該発光素子搭載用基板の光透過性あるいは反射率を向上し得る場合もある。

この表面状態、表面平滑性は例えば1750℃以上の温度で3時間以上の比較的長い時間焼成することなどで得られるAlN純度が高められ窒化アルミニウム粒子が大きく成長した窒化アルミニウムを主成分とする焼結体、あるいはAlN純度が高くなく窒化アルミニウム粒子が大きく成長した窒化アルミニウムを主成分とする焼結体など、光透過率が高められた窒化アルミニウムを主成分とする焼結体を発光素子搭載用基板とした場合も同様である。 40

【0098】

窒化アルミニウムを主成分とする焼結体からなる基板の透過率を高めるためには焼結体の化学組成や微構造などの焼結体そのものの特性を改善する以外に基板の厚みを薄くすることも有効である。基板の厚みが8.0mm以下であれば波長200nm～800nmの範囲の光に対して透過性を維持し得る。透過性を維持できるということは窒化アルミニウムを主成分とする焼結体からなる基板の厚みが8.0mmであっても透過率が1%以上であ 50

るということを意味する。窒化アルミニウムを主成分とする焼結体からなる基板の厚みが0.5mmのものを用いて測定した時の透過率が例えば波長200nm～800nmの範囲の光に対して60～80%の範囲の高い透過率を有するものでも基板の厚みが厚くなれば透過率は減少していく。基板の厚みが0.5mmのものを用いて測定した時の波長200nm～800nmの範囲の光に対する透過率が例えば80%の基板の場合その厚みが8.0mmであっても波長200nm～800nmの範囲の光において透過率は1%以上である。基板の厚みが5.0mm以下であれば透過率は5%以上のものが得られる。基板の厚みが2.5mm以下であれば透過率は10%以上のものが得られる。さらに基板の厚みが1.0mm以下であれば透過率は60%以上のものが得られる。基板の厚みが0.2mm以下と薄くなれば透過率は90%以上のものが得られる。基板の厚みが0.05mm以下の場合透過率は95%以上のものが得られる。また基板の厚みが0.5mmのものを用いて測定した時の波長200nm～800nmの範囲の光に対する透過率が例えば1.0%の基板の場合その厚みが0.2mmと薄くなれば透過率10%以上のものが得られる。基板の厚みが0.1mm以下の場合透過率は20%以上のものが得られる。また基板の厚みが0.05mm以下の場合透過率は40%以上のものが得られる。このように波長200nm～800nmの範囲の光に対して60%以上の高い透過率を有する窒化アルミニウムを主成分とする焼結体からなる基板において厚み1.0mm以下では30%以上の透過率を有し、0.2mm以下の厚みでは90%以上殆ど透明に近い透過率を有するものが得易い。実質的に100%に近い透過率を有するものも得られる。通常基板の厚みは薄いほど透過率は高まる傾向を有するが機械的強度が小さくなるので基板として窒化ガリウム、窒化インジウム、窒化アルミニウムのうちから選ばれた少なくとも1種以上を主成分とする発光素子を搭載する場合の作業時にクラックや欠けが生じ始めるという欠点があるので基板の厚みは0.01mm以上であることが好ましく、0.02mm以上であることがより好ましく、0.05mm以上であることがさらに好ましい。上記のように本発明による窒化アルミニウムを主成分とする焼結体からなる基板を窒化ガリウム、窒化インジウム、窒化アルミニウムのうちから選ばれた少なくとも1種以上を主成分とする薄膜を形成するための基板として用いる場合光透過性の観点からみて（すなわち本発明による窒化アルミニウムを主成分とする焼結体からなる基板に発光素子を形成した時の優位性）基板の厚みは8mm以下であることが好ましく、5.0mm以下であることがより好ましい。また基板の厚みは2.5mm以下であることがさらに好ましく、基板の厚みは1.0mm以下であることが最も好ましい。このような厚みの基板において機械的強度の観点からは0.01mm以上であることが好ましく、0.02mm以上であることがより好ましく、0.05mm以上であることがさらに好ましい。

【0099】

本発明による発光素子搭載用基板として用いられる光透過性を有するセラミック材料を主成分とする焼結体は前記のように窒化アルミニウムを主成分とする焼結体だけでなく光透過性を有するものであればどのようなものであっても問題なく用いることができる。例えば酸化亜鉛、酸化ベリリウム、酸化アルミニウム、炭化珪素、窒化珪素、窒化ガリウムのうちから選ばれた少なくとも1種以上を主成分とする焼結体、さらに酸化ジルコニウム、酸化マグネシウム、アルミン酸マグネシウム、酸化チタン、チタン酸バリウム、チタン酸ジルコン酸鉛、酸化イットリウムなどの希土類酸化物、酸化トリウム、各種フェライト、ムライト、フォルステライト、ステアタイト、結晶化ガラス、などのうちから選ばれた少なくとも1種以上を主成分とする焼結体であっても比較的容易に製造することができ、そして本発明による発光素子搭載用基板として問題なく用いることができる。

すなわち、炭化珪素、窒化珪素、窒化ガリウム、酸化亜鉛、酸化ベリリウム、酸化アルミニウム、酸化ジルコニウム、酸化マグネシウム、アルミン酸マグネシウム、酸化チタン、チタン酸バリウム、チタン酸ジルコン酸鉛、酸化イットリウムなどの希土類酸化物、酸化トリウム、各種フェライト、ムライト、フォルステライト、ステアタイト、結晶化ガラスなどを主成分とする微粉末に適宜焼結助剤、バインダー、分散剤などを混合した粉末成形体を高温で焼成し焼結体としたものである。

焼成条件はそれぞれ各種セラミック材料の原料粉末の粒度や組成に依存するが、焼成温度として例えば炭化珪素で $1500^{\circ}\text{C}\sim 2500^{\circ}\text{C}$ 、窒化珪素で $1600^{\circ}\text{C}\sim 2100^{\circ}\text{C}$ 、窒化ガリウムで $1100^{\circ}\text{C}\sim 1700^{\circ}\text{C}$ 、酸化亜鉛で $1100^{\circ}\text{C}\sim 1700^{\circ}\text{C}$ 、酸化ベリリウムで $1100^{\circ}\text{C}\sim 2000^{\circ}\text{C}$ 、酸化アルミニウムで $1100^{\circ}\text{C}\sim 2000^{\circ}\text{C}$ 、などの温度が用いられる。焼成時の雰囲気として炭化珪素、窒化珪素、窒化ガリウムなどの非酸化物はアルゴン、ヘリウム、窒素、水素、一酸化炭素、カーボンなどを主成分とする非酸化性雰囲気や 760 Torr 未満の減圧状態あるいは $1\times 10^{-3}\text{ Torr}$ 以下の高真空状態が用いられ、酸化亜鉛、酸化ベリリウム、酸化アルミニウムなどの酸化物は上記非酸化性雰囲気や減圧状態あるいは高真空状態以外にも大気、酸素、二酸化炭素などを主成分とする酸化性雰囲気などが用いられる。焼成時の圧力は上記減圧状態あるいは高真空状態以外にも常圧焼成で用いられる 1 Kg/cm^2 (760 Torr) 前後の圧力、及び加圧焼成、ホットプレス、HIPなどで用いられる 5000 Kg/cm^2 程度以下の圧力が問題なく使用できる。

【0100】

上記炭化珪素、窒化珪素、窒化ガリウム、酸化亜鉛、酸化ベリリウム、及び酸化アルミニウムをはじめとする各種セラミック材料を主成分とする焼結体の組成としては焼結助剤などの添加物を含まずそれぞれの材料の主成分だけ含むもの、あるいは主成分の他に適宜焼結助剤、着色剤、あるいは原料中の不純物、などの成分を単独あるいは複数含むものであっても問題なく使用できる。すなわち、例えば炭化珪素を主成分とする焼結体の組成としては実質的にSiCだけからなるもの、あるいはカーボン成分、あるいはB、 B_4C 、BNなどの硼素成分、あるいは Y_2O_3 、 Er_2O_3 、 Yb_2O_3 などの希土類元素成分、BeO、MgO、CaO、SrO、BaOなどのアルカリ土類金属成分、あるいは Al_2O_3 などのアルミニウム成分、あるいは SiO_2 などの珪素成分、これらの成分を単独あるいは複数含むものなどである。窒化珪素を主成分とする焼結体の組成としては実質的に Si_3N_4 だけからなるもの、あるいは Y_2O_3 、 Er_2O_3 、 Yb_2O_3 などの希土類元素成分、BeO、MgO、CaO、SrO、BaOなどのアルカリ土類金属成分、あるいは Al_2O_3 などのアルミニウム成分、あるいは SiO_2 などの珪素成分、あるいはモリブデン、タングステン、バナジウム、ニオブ、タンタル、チタン、鉄、ニッケル、クロム、マンガン、ジルコニウム、ハフニウム、コバルト、銅、亜鉛などの遷移金属成分、あるいはカーボンなど、これらの成分を単独あるいは複数含むものなどである。窒化ガリウムを主成分とする焼結体の組成としては実質的にGaNだけからなるもの、あるいは Y_2O_3 、 Er_2O_3 、 Yb_2O_3 などの希土類元素成分、BeO、MgO、CaO、SrO、BaOなどのアルカリ土類金属成分、あるいは Al_2O_3 などのアルミニウム成分、あるいは SiO_2 などの珪素成分、あるいはカーボン、モリブデン、タングステンなどの黒色化促進成分、あるいは TiO_2 、 Cr_2O_3 、MnO、CoO、NiO、 Fe_2O_3 などの遷移金属成分、これらの成分を単独あるいは複合で含むものなどである。酸化亜鉛を主成分とする焼結体の組成としては実質的にZnOだけからなるもの、あるいは Y_2O_3 、 Er_2O_3 、 Yb_2O_3 などの希土類元素成分、あるいはBeO、MgO、CaO、SrO、BaOなどのアルカリ土類金属成分、あるいは Al_2O_3 などのアルミニウム成分、あるいは SiO_2 などの珪素成分、あるいはモリブデン、タングステン、バナジウム、ニオブ、タンタル、チタン、鉄、ニッケル、クロム、マンガン、ジルコニウム、ハフニウム、コバルト、銅、亜鉛などの遷移金属成分など、これらの成分を単独あるいは複数含むものなどである。酸化ベリリウムを主成分とする焼結体の組成としては実質的にBeOだけからなるもの、あるいは Y_2O_3 、 Er_2O_3 、 Yb_2O_3 などの希土類元素成分、あるいはMgO、CaO、SrO、BaOなどのアルカリ土類金属成分、あるいは Al_2O_3 などのアルミニウム成分、あるいは SiO_2 などの珪素成分、あるいはモリブデン、タングステン、バナジウム、ニオブ、タンタル、チタン、鉄、ニッケル、クロム、マンガン、ジルコニウム、ハフニウム、コバルト、銅、亜鉛などの遷移金属成分、あるいはカーボンなど、これらの成分を単独あるいは複数含むものなどである。酸化アルミニウムを主成分とする焼結体の組成としては実質的に Al_2O_3 だけからなるもの、あるいは Y_2O

Er_2O_3 、 Yb_2O_3 などの希土類元素成分、あるいは BeO 、 MgO 、 CaO 、 SrO 、 BaO などのアルカリ土類金属成分、あるいは SiO_2 などの珪素成分、あるいはモリブデン、タングステン、バナジウム、ニオブ、タンタル、チタン、鉄、ニッケル、クロム、マンガン、ジルコニウム、ハフニウム、コバルト、銅、亜鉛などの遷移金属成分、あるいはカーボンなど、これらの成分を単独あるいは複数含むものなどである。

【0101】

このような焼結体について具体的な例を示す。

上記酸化亜鉛を主成分とする焼結体において、亜鉛以外に BeO 、 MgO 、 CaO 、 SrO 、 BaO などのアルカリ土類金属成分、あるいは Sc_2O_3 、 Y_2O_3 、 La_2O_3 、 CeO_2 、 Pr_6O_{11} 、 Nd_2O_3 、 Pm_2O_3 、 Sm_2O_3 、 Eu_2O_3 、 Gd_2O_3 、 Tb_4O_7 、 Dy_2O_3 、 Ho_2O_3 、 Er_2O_3 、 Tm_2O_3 、 Yb_2O_3 、 Lu_2O_3 などの希土類元素成分、あるいは SiO_2 などの珪素成分、あるいはモリブデン、タングステン、バナジウム、ニオブ、タンタル、チタン、鉄、ニッケル、クロム、マンガン、ジルコニウム、ハフニウム、コバルト、銅、亜鉛などの遷移金属成分、あるいはカーボン、あるいはアルミニウム成分を含有するもの、などが比較的容易に作製できそれらの中で光透過性を有するものが作製でき本発明による発光素子搭載用基板として用いることができる。

【0102】

上記酸化亜鉛を主成分とする焼結体は CO や H_2 などを含む還元性雰囲気、あるいは Ar 、 He 、 N_2 などを含む非酸化性雰囲気、あるいは減圧状態、あるいはホットプレスなどによる高圧状態などの雰囲気中で焼成することで比較的高い光透過性を有するものが作製できる。特にこのような雰囲気を用いず常圧の大気中で焼成を行ったものであっても比較的高い光透過性を有するものを作製可能である。すなわち、酸化亜鉛を主成分とする焼結体はどのような組成のものであっても少なくとも波長 380nm 以上の可視光及び可視光より波長の長い光に対して光透過性を有するものが作製し得る。例えば、酸化亜鉛を主成分とする焼結体はどのような組成のものであっても光透過率 1% 以上のものが作製し得る。通常酸化亜鉛成分を ZnO 換算で $55.0\text{mol}\%$ 以上含有する酸化亜鉛を主成分とする焼結体において光透過率 1% 以上のものが作製し得る。また、例えば添加物を用いず焼成し実質的に ZnO だけからなる酸化亜鉛を主成分とする焼結体では光透過率 10% 以上のものが作製し得る。なお、本発明において酸化亜鉛を主成分とする焼結体の光透過率は少なくとも波長 $200\text{nm} \sim 800\text{nm}$ の範囲の光に対してのものである。上記光透過率は波長 605nm の光に対して測定されたものである。本発明においては今後特に断らない限り酸化亜鉛を主成分とする焼結体の光透過率には上記測定値を用いた。

本発明においてアルミニウム成分あるいは希土類元素成分それぞれ単独であるいは両成分を同時に含む酸化亜鉛を主成分とする焼結体は光透過性を有するものが作製し得る。上記アルミニウム成分あるいは希土類元素成分それぞれ単独であるいは両成分を同時に含む酸化亜鉛を主成分とする焼結体の光透過率としては 1% 以上のものが作製できる。例えばアルミニウム成分を Al_2O_3 換算で $45.0\text{mol}\%$ 以下の範囲で含む酸化亜鉛を主成分とする焼結体は通常光透過率 1% 以上のものが作製し得る。また、アルミニウム成分を Al_2O_3 換算で $0.001\text{mol}\% \sim 45.0\text{mol}\%$ の範囲で含む酸化亜鉛を主成分とする焼結体は光透過率 10% 以上に向上したものが得られ易くなるので好ましい。また、希土類元素成分を酸化物換算で $10.0\text{mol}\%$ 以下の範囲で含む酸化亜鉛を主成分とする焼結体は通常光透過率 1% 以上のものが作製し得る。上記希土類元素成分を酸化物換算で $0.0002\text{mol}\% \sim 10.0\text{mol}\%$ の範囲で含む酸化亜鉛を主成分とする焼結体は光透過率が 10% 以上に向上し易くなるので好ましい。さらに上記アルミニウム成分と希土類元素成分とを同時に含む酸化亜鉛を主成分とする焼結体ではさらに光透過率 20% 以上、 30% 以上、 40% 以上、 50% 以上、 60% 以上さらに 80% 以上のものも作製し得るのでより好ましい。なお上記光透過率とはガラスなどの透明体の直線透過率ではなく窒化アルミニウムを主成分とする焼結体の光透過率と同様に全透過率を意味する。

なお、本発明においてアルミニウム成分を含む酸化亜鉛を主成分とする焼結体は光透過性

の他に導電性を有するものが作製し得る。

詳しく説明すれば、このような光透過性を有する酸化亜鉛を主成分とする焼結体は他に BeO 、 MgO 、 CaO などのアルカリ土類金属成分、あるいは MnO 、 CoO 、 NiO 、 Fe_2O_3 、 Cr_2O_3 、 TiO_2 などの遷移金属成分、あるいは SiO_2 などの珪素成分、あるいは Sc_2O_3 、 Y_2O_3 、 La_2O_3 、 CeO_2 、 Pr_6O_{11} 、 Nd_2O_3 、 Pm_2O_3 、 Sm_2O_3 、 Eu_2O_3 、 Gd_2O_3 、 Tb_4O_7 、 Dy_2O_3 、 Ho_2O_3 、 Er_2O_3 、 Tm_2O_3 、 Yb_2O_3 、 Lu_2O_3 などの希土類元素成分、などの金属成分がアルミニウム成分以外に含まれていたとしても光透過性あるいは導電性が減じることは少ない。その中で例えば Al_2O_3 などのアルミニウム成分と同時に Sc 、 Y 、 La 、 Ce 、 Pr 、 Nd 、 Pm 、 Sm 、 Eu 、 Gd 、 Tb 、 Dy 、 Ho 、 Er 、 Tm 、 Yb 、 Lu などの希土類元素成分のうちから選ばれた少なくとも1種以上の成分を酸化物換算で10.0モル%以下含む酸化亜鉛を主成分とする焼結体であっても光透過率20%以上のものを得ることができる。また、上記希土類元素成分を酸化物換算で0.0002モル%~10.0モル%の範囲で含む酸化亜鉛を主成分とする焼結体はさらに光透過率が向上し易くなり光透過率30%以上のものが得られ易くなり、本発明においては最大84%のものも得られた。すなわちアルミニウム成分を Al_2O_3 換算で45.0モル%以下含み同時に希土類元素成分のうちから選ばれた少なくとも1種以上の成分を酸化物換算で合計0.0002モル%~10.0モル%の範囲で含む酸化亜鉛を主成分とする焼結体は光透過率30%以上のものが得られ易い。また、アルミニウム成分を Al_2O_3 換算で45.0モル%以下含みさらに希土類元素成分のうちから選ばれた少なくとも1種以上の成分を酸化物換算で合計0.0006モル%~6.0モル%の範囲で含む酸化亜鉛を主成分とする焼結体は光透過率40%以上のものが得られ易い。また、アルミニウム成分を Al_2O_3 換算で45.0モル%以下含みさらに希土類元素成分のうちから選ばれた少なくとも1種以上の成分を酸化物換算で合計0.001モル%~6.0モル%の範囲で含む酸化亜鉛を主成分とする焼結体は光透過率50%以上のものが得られ易い。また、アルミニウム成分を Al_2O_3 換算で45.0モル%以下含みさらに希土類元素成分のうちから選ばれた少なくとも1種以上の成分を酸化物換算で合計0.002モル%~3.0モル%の範囲で含む酸化亜鉛を主成分とする焼結体は光透過率60%以上のものが得られ易い。

なお、上記酸化亜鉛を主成分とする焼結体に含まれる希土類元素成分の含有量の換算に用いる酸化物とは Sc_2O_3 、 Y_2O_3 、 La_2O_3 、 CeO_2 、 Pr_6O_{11} 、 Nd_2O_3 、 Pm_2O_3 、 Sm_2O_3 、 Eu_2O_3 、 Gd_2O_3 、 Tb_4O_7 、 Dy_2O_3 、 Ho_2O_3 、 Er_2O_3 、 Tm_2O_3 、 Yb_2O_3 、 Lu_2O_3 を意味する。また、上記アルミニウム成分と希土類元素成分とを同時に含む酸化亜鉛を主成分とする焼結体におけるアルミニウム成分の含有量は Al_2O_3 換算で0.001モル%~45.0モル%の範囲であることが光透過性を高める上では好ましい。このようにアルミニウム成分と希土類元素成分とを同時に含む酸化亜鉛を主成分とする焼結体はより光透過性の優れたものが得られ易いが、アルミニウム成分と希土類元素成分とを同時含むことによって導電性が損じられることは少ない。

【0103】

上記のように、アルミニウム成分を含む酸化亜鉛を主成分とする焼結体は比較的高い光透過率とともに導電性を有するものが比較的容易に作製し得る。

上記のような酸化亜鉛などの導電性を有するセラミック材料を主成分とする焼結体あるいは導電性と同時に光透過性を有するセラミック材料を主成分とする焼結体を発光素子搭載用基板として用いれば、基板自体が発光素子駆動用の電気回路の一部としての機能を有することが可能となり、基板に発光素子駆動用の微細な配線を施すことが省略し得るので基板に進入した光を配線が吸収したり散乱するおそれが無く好ましい。また、微細な配線が省略できるため基板の小型化が容易に行えるという特徴を有する。

本発明による発光素子搭載用基板として導電性を有するセラミック材料を主成分とする焼結体を用いる場合その抵抗率は室温において $1 \times 10^4 \Omega \cdot \text{cm}$ 以下、通常は $1 \times 10^2 \Omega \cdot \text{cm}$ 以下であれば基板自体が発光素子駆動用の電気回路の一部としての機能を十分発

現し得るので好ましい。

【0104】

酸化亜鉛を主成分とする焼結体においてアルミニウム成分を含まないものの導電性は通常小さいが、上記アルミニウム成分を Al_2O_3 換算で 45.0 モル% 以下の範囲で含む酸化亜鉛を主成分とする焼結体の導電性は向上する。具体的にいえば、アルミニウム成分を Al_2O_3 換算で 0.001 モル% ~ 45.0 モル% の範囲で含む酸化亜鉛を主成分とする焼結体の導電性は向上し例えば室温における抵抗率が少なくとも $1 \times 10^2 \Omega \cdot cm$ 以下のものが得られ易い。アルミニウム成分を Al_2O_3 換算で 0.005 モル% ~ 45.0 モル% の範囲含む酸化亜鉛を主成分とする焼結体では室温における抵抗率が少なくとも $1 \times 10^1 \Omega \cdot cm$ 以下のものが得られ易く該焼結体を導通ビアのない基板として用いることが可能となるので好ましい。また、アルミニウム成分を Al_2O_3 換算で 0.02 モル% ~ 45.0 モル% の範囲で含む酸化亜鉛を主成分とする焼結体では室温における抵抗率が少なくとも $1 \times 10^0 \Omega \cdot cm$ 以下のものが得られ易く該焼結体を導通ビアのない基板として用いることが可能となるのでより好ましい。アルミニウム成分を Al_2O_3 換算で 0.08 モル% ~ 35.0 モル% の範囲で含む酸化亜鉛を主成分とする焼結体では室温における抵抗率が少なくとも $1 \times 10^{-1} \Omega \cdot cm$ 以下のものが得られ易く該焼結体を導通ビアのない基板として用いることが可能となるのでさらに好ましい。アルミニウム成分を Al_2O_3 換算で 0.2 モル% ~ 25.0 モル% の範囲で含む酸化亜鉛を主成分とする焼結体では室温における抵抗率が少なくとも $1 \times 10^{-2} \Omega \cdot cm$ 以下のものが得られ易く、 $1 \sim 2 \times 10^{-3} \Omega \cdot cm$ 程度のより低い抵抗率を有するものも得られる。このような導電性を有する酸化亜鉛を主成分とする焼結体は特に基板の上下表面を電氣的に接続するための導通ビアを設ける必要がないので好ましい。また、上記酸化亜鉛を主成分とする焼結体は BeO 、 MgO 、 CaO などのアルカリ土類金属成分、あるいは MnO 、 CoO 、 NiO 、 Fe_2O_3 、 Cr_2O_3 、 TiO_2 などの遷移金属成分、あるいは SiO_2 などの珪素成分、あるいは Sc_2O_3 、 Y_2O_3 、 La_2O_3 、 CeO_2 、 Pr_6O_{11} 、 Nd_2O_3 、 Pm_2O_3 、 Sm_2O_3 、 Eu_2O_3 、 Gd_2O_3 、 Tb_4O_7 、 Dy_2O_3 、 Ho_2O_3 、 Er_2O_3 、 Tm_2O_3 、 Yb_2O_3 、 Lu_2O_3 などの希土類元素成分、などのうちから選ばれた少なくとも 1 種以上の成分がアルミニウム成分以外に含まれていたとしても導電性が損なわれる程度は少ない。上記酸化亜鉛を主成分とする焼結体中に含まれるアルミニウム以外の成分として導電性が損なわれる程度が小さければどのような含有量であってもよい。通常該アルミニウム以外の成分の含有量として酸化物換算で 10.0 モル% 以下であることが導電性が損なわれる程度が小さいので好ましい。

また、導電性を有する酸化亜鉛を主成分とする焼結体は亜鉛以外の成分としてアルミニウム成分だけでなく、 MnO 、 CoO 、 NiO 、 Fe_2O_3 、 Cr_2O_3 、 TiO_2 などの遷移金属成分のうちから選ばれた少なくとも 1 種以上の成分を酸化物換算で 10 モル% 以下含有するものでも得ることが可能である。通常上記遷移金属成分として Fe 及び Cr のうちから選ばれた少なくとも 1 種以上の成分を酸化物換算で 10 モル% 以下含有する酸化亜鉛を主成分とする焼結体が比較的抵抗率の小さいものが作製し得るので好ましい。あるいは、 Sc_2O_3 、 Y_2O_3 、 La_2O_3 、 CeO_2 、 Pr_6O_{11} 、 Nd_2O_3 、 Pm_2O_3 、 Sm_2O_3 、 Eu_2O_3 、 Gd_2O_3 、 Tb_4O_7 、 Dy_2O_3 、 Ho_2O_3 、 Er_2O_3 、 Tm_2O_3 、 Yb_2O_3 、 Lu_2O_3 などの希土類元素成分を上記遷移金属成分と同時に含む酸化亜鉛を主成分とする焼結体でも導電性を有する酸化亜鉛を主成分とする焼結体を作製し得る。

【0105】

また、上記酸化ベリリウムを主成分とする焼結体において、ベリリウム以外に MgO 、 CaO 、 SrO 、 BaO などのアルカリ土類金属成分、あるいは Sc_2O_3 、 Y_2O_3 、 La_2O_3 、 CeO_2 、 Pr_6O_{11} 、 Nd_2O_3 、 Pm_2O_3 、 Sm_2O_3 、 Eu_2O_3 、 Gd_2O_3 、 Tb_4O_7 、 Dy_2O_3 、 Ho_2O_3 、 Er_2O_3 、 Tm_2O_3 、 Yb_2O_3 、 Lu_2O_3 などの希土類元素成分、あるいは SiO_2 などの珪素成分、あるいはモリブデン、タングステン、バナジウム、ニオブ、タンタル、チタン、鉄、ニッケル、クロ

ム、マンガン、ジルコニウム、ハフニウム、コバルト、銅、亜鉛などの遷移金属成分、あるいはカーボン、あるいはアルミニウム成分を含有するもの、などが比較的容易に作製できそれらの中で光透過性を有するものが作製でき本発明による発光素子搭載用基板として用いることができる。

【0106】

上記酸化ベリリウムを主成分とする焼結体は通常COやH₂などを含む還元性雰囲気、あるいはAr、He、N₂などを含む非酸化性雰囲気、あるいは減圧状態、あるいはホットプレスなどによる高圧状態などの雰囲気中で焼成することで高い光透過性を有するものが作製できるが、このような雰囲気を用いず常圧の大気中で焼成を行ったものであっても比較的高い光透過性を有するものが得られる。すなわち、酸化ベリリウムを主成分とする焼結体はどのような組成のものであっても少なくとも波長200nm以上の紫外光、可視光及び可視光より波長の長い光に対して光透過性を有するものが作製し得る。例えば、酸化ベリリウムを主成分とする焼結体はどのような組成のものであっても光透過率1%以上のものが作製し得る。通常酸化ベリリウム成分をBeO換算で65.0モル%以上含有する酸化ベリリウムを主成分とする焼結体において光透過率1%以上のものが作製し得る。また、例えば添加物を用いず焼成し実質的にBeOだけからなる酸化ベリリウムを主成分とする焼結体では光透過率10%以上のものが作製し得る。なお、本発明において酸化ベリリウムを主成分とする焼結体の光透過率は少なくとも波長200nm～800nmの範囲の光に対してのものである。上記光透過率は波長605nmの光に対して測定されたものである。本発明においては今後特に断らない限り酸化ベリリウムを主成分とする焼結体の光透過率には上記測定値を用いた。

また、上記のようにマグネシウム成分、カルシウム成分、珪素成分のうちから選ばれた少なくとも1種以上の成分を酸化物換算で合計35.0モル%以下の範囲で含む酸化ベリリウムを主成分とする焼結体でも光透過率が10%以上のものが作製し得る。さらに、上記のようにマグネシウム成分、カルシウム成分、珪素成分のうちから選ばれた少なくとも1種以上の成分を酸化物換算で合計0.0002モル%～35.0モル%の範囲で含む酸化ベリリウムを主成分とする焼結体は光透過率が20%以上に向上したものが得られ易く、光透過率30%以上、40%以上、50%以上、60%以上、さらに80%以上のものも作製し得る。なお上記光透過率とはガラスなどの透明体の直線透過率ではなく窒化アルミニウムを主成分とする焼結体の光透過率と同様に全透過率を意味する。

詳しく説明すれば、上記に示すような酸化ベリリウムを主成分とする焼結体はMgO、CaO、SrO、BaO、MnO、CoO、NiO、Fe₂O₃、Cr₂O₃、TiO₂、Sc₂O₃、Y₂O₃、La₂O₃、CeO₂、Pr₆O₁₁、Nd₂O₃、Pm₂O₃、Sm₂O₃、Eu₂O₃、Gd₂O₃、Tb₄O₇、Dy₂O₃、Ho₂O₃、Er₂O₃、Tm₂O₃、Yb₂O₃、Lu₂O₃など、マグネシウム成分、カルシウム成分、珪素成分以外の他の金属成分が含まれていたとしても光透過性が減じることは少ない。その中で例えばMgOなどのマグネシウム成分、CaOなどのカルシウム成分、SiO₂などの珪素成分のうちから選ばれた少なくとも1種以上の成分と同時にSc、Y、La、Ce、Pr、Nd、Pm、Sm、Eu、Gd、Tb、Dy、Ho、Er、Tm、Yb、Luなどの希土類元素成分のうちから選ばれた少なくとも1種以上の成分を酸化物換算で合計5.0モル%以下含む酸化ベリリウムを主成分とする焼結体であっても光透過率20%以上のものを得ることができる。また、上記希土類元素成分を酸化物換算で0.00005モル%～5.0モル%の範囲で含む酸化ベリリウムを主成分とする焼結体はさらに光透過率が向上し易くなり光透過率30%以上のものが得られ易くなり、本発明においては最大81%のものも得られた。すなわちマグネシウム成分、カルシウム成分、珪素成分のうちから選ばれた少なくとも1種以上の成分を酸化物換算で合計35.0モル%以下の範囲で含み、さらに希土類元素成分のうちから選ばれた少なくとも1種以上の成分を酸化物換算で合計0.00005モル%～5.0モル%の範囲で含む酸化ベリリウムを主成分とする焼結体は光透過率30%以上のものが得られ易い。また、マグネシウム成分、カルシウム成分、珪素成分のうちから選ばれた少なくとも1種以上の成分を酸化物換算で合計35.

0 モル % 以下の範囲で含み、さらに希土類元素成分のうちから選ばれた少なくとも 1 種以上の成分を酸化物換算で合計 0.0005 モル % ~ 3.0 モル % の範囲で含む酸化ベリリウムを主成分とする焼結体は光透過率 40 % 以上のものが得られ易い。また、マグネシウム成分、カルシウム成分、珪素成分のうちから選ばれた少なくとも 1 種以上の成分を酸化物換算で合計 35.0 モル % 以下の範囲で含み、さらに希土類元素成分のうちから選ばれた少なくとも 1 種以上の成分を酸化物換算で合計 0.002 モル % ~ 3.0 モル % の範囲で含む酸化ベリリウムを主成分とする焼結体は光透過率 50 % 以上のものが得られ易い。また、マグネシウム成分、カルシウム成分、珪素成分のうちから選ばれた少なくとも 1 種以上の成分を酸化物換算で合計 35.0 モル % 以下の範囲で含み、さらに希土類元素成分のうちから選ばれた少なくとも 1 種以上の成分を酸化物換算で合計 0.005 モル % ~ 3.0 モル % の範囲で含む酸化ベリリウムを主成分とする焼結体は光透過率 60 % 以上のものが得られ易い。

なお、上記酸化ベリリウムを主成分とする焼結体に含まれる希土類元素成分の含有量の換算に用いる酸化物とは Sc_2O_3 、 Y_2O_3 、 La_2O_3 、 CeO_2 、 Pr_6O_{11} 、 Nd_2O_3 、 Pm_2O_3 、 Sm_2O_3 、 Eu_2O_3 、 Gd_2O_3 、 Tb_4O_7 、 Dy_2O_3 、 Ho_2O_3 、 Er_2O_3 、 Tm_2O_3 、 Yb_2O_3 、 Lu_2O_3 である。また、上記マグネシウム成分、カルシウム成分、珪素成分のうち少なくとも 1 種以上を含み、さらに希土類元素成分を含む酸化ベリリウムを主成分とする焼結体において、マグネシウム成分、カルシウム成分、珪素成分のうちから選ばれた少なくとも 1 種以上の成分の含有量としては酸化物換算で合計 0.0002 モル % ~ 35.0 モル % の範囲であることが、光透過性を高める上では好ましい。

【0107】

また、上記酸化アルミニウムを主成分とする焼結体において、アルミニウム以外に BeO 、 MgO 、 CaO 、 SrO 、 BaO などのアルカリ土類金属成分、あるいは Sc_2O_3 、 Y_2O_3 、 La_2O_3 、 CeO_2 、 Pr_6O_{11} 、 Nd_2O_3 、 Pm_2O_3 、 Sm_2O_3 、 Eu_2O_3 、 Gd_2O_3 、 Tb_4O_7 、 Dy_2O_3 、 Ho_2O_3 、 Er_2O_3 、 Tm_2O_3 、 Yb_2O_3 、 Lu_2O_3 などの希土類元素成分、あるいは SiO_2 などの珪素成分、あるいはモリブデン、タングステン、バナジウム、ニオブ、タンタル、チタン、鉄、ニッケル、クロム、マンガン、ジルコニウム、ハフニウム、コバルト、銅、亜鉛などの遷移金属成分、あるいはカーボンを含有するもの、などが比較的容易に作製できそれらの中で光透過性を有するものが作製でき本発明による発光素子搭載用基板として用いることができる。

【0108】

上記酸化アルミニウムを主成分とする焼結体は通常 CO や H_2 などを含む還元性雰囲気、あるいは Ar 、 He 、 N_2 などを含む非酸化性雰囲気、あるいは減圧状態、あるいはホットプレスなどによる高圧状態などの雰囲気中で焼成することで高い光透過性を有するものが作製できるが、このような雰囲気を用いず常圧の大気中で焼成を行ったものであっても比較的高い光透過性を有するものが得られる。すなわち、酸化アルミニウムを主成分とする焼結体はどのような組成のものであっても少なくとも波長 160 nm 以上の紫外光、可視光及び可視光より波長の長い光に対して光透過性を有するものが作製し得る。例えば、酸化アルミニウムを主成分とする焼結体はどのような組成のものであっても光透過率 1 % 以上のものが作製し得る。通常酸化アルミニウム成分を Al_2O_3 換算で 55.0 モル % 以上含有する酸化アルミニウムを主成分とする焼結体において光透過率 1 % 以上のものが作製し得る。また、例えば添加物を用いず焼成し実質的に Al_2O_3 だけからなる酸化アルミニウムを主成分とする焼結体では光透過率 10 % 以上のものが作製し得る。なお、本発明において酸化アルミニウムを主成分とする焼結体の光透過率は少なくとも波長 160 nm ~ 800 nm の範囲の光に対してのものである。上記の光透過率は波長 605 nm の光に対して測定されたものである。本発明においては今後特に断らない限り酸化アルミニウムを主成分とする焼結体の光透過率には上記測定値を用いた。

また、上記のようにマグネシウム成分、カルシウム成分、珪素成分を含む酸化アルミニウ

ムを主成分とする焼結体のうち、少なくともMgOなどのマグネシウム成分及びCaOなどのカルシウム成分及びSiO₂などの珪素成分のうちから選ばれた少なくとも1種以上の成分を酸化物換算で合計45.0モル%以下の範囲で含む酸化アルミニウムを主成分とする焼結体は通常光透過率が10%以上のものが作製し得る。さらに、マグネシウム成分、カルシウム成分、珪素成分を含む酸化アルミニウムを主成分とする焼結体のうち、少なくともMgOなどのマグネシウム成分及びCaOなどのカルシウム成分及びSiO₂などの珪素成分のうちから選ばれた少なくとも1種以上の成分を酸化物換算で合計0.001モル%~45.0モル%の範囲で含む酸化アルミニウムを主成分とする焼結体は通常光透過率が20%以上に向上したものが得られ易く、光透過率30%以上、40%以上、50%以上、60%以上、さらに80%以上のものも作製し得る。なお、上記光透過率とはガラスなどの透明体の直線透過率ではなく窒化アルミニウムを主成分とする焼結体の光透過率と同様に全透過率を意味する。 10

詳しく説明すれば、このような酸化アルミニウムを主成分とする焼結体はBeO、MnO、CoO、NiO、Fe₂O₃、Cr₂O₃、TiO₂、Sc₂O₃、Y₂O₃、La₂O₃、CeO₂、Pr₆O₁₁、Nd₂O₃、Pm₂O₃、Sm₂O₃、Eu₂O₃、Gd₂O₃、Tb₄O₇、Dy₂O₃、Ho₂O₃、Er₂O₃、Tm₂O₃、Yb₂O₃、Lu₂O₃など、マグネシウム成分、カルシウム成分、珪素成分以外の他の金属成分が含まれていたとしても光透過性が減じることは少ない。その中で例えばMgOなどのマグネシウム成分及びCaOなどのカルシウム成分及びSiO₂などの珪素成分のうちから選ばれた少なくとも1種以上の成分とを同時に含み、さらにSc、Y、La、Ce、Pr、Nd、Pm、Sm、Eu、Gd、Tb、Dy、Ho、Er、Tm、Yb、Luなどの希土類元素成分のうちから選ばれた少なくとも1種以上の成分を酸化物換算で10.0モル%以下含む酸化アルミニウムを主成分とする焼結体であっても光透過率20%以上のものを得ることができる。また、上記希土類元素成分を酸化物換算で0.0002モル%~10.0モル%の範囲で含む酸化アルミニウムを主成分とする焼結体はさらに光透過率が向上し易くなり光透過率30%以上のものが得られ易くなり、本発明においては最大82%のものも得られた。すなわち、マグネシウム成分及びカルシウム成分及び珪素成分のうちから選ばれた少なくとも1種以上の成分を同時に酸化物換算で合計45.0モル%以下含み、さらに希土類元素成分のうちから選ばれた少なくとも1種以上の成分を酸化物換算で合計0.0002モル%~10.0モル%の範囲で含む酸化アルミニウムを主成分とする焼結体は光透過率30%以上のものが得られ易い。また、マグネシウム成分及びカルシウム成分及び珪素成分のうちから選ばれた少なくとも1種以上の成分を同時に酸化物換算で合計45.0モル%以下含み、さらに希土類元素成分のうちから選ばれた少なくとも1種以上の成分を酸化物換算で合計0.001モル%~6.0モル%の範囲で含む酸化アルミニウムを主成分とする焼結体は光透過率40%以上のものが得られ易い。また、マグネシウム成分及びカルシウム成分及び珪素成分のうちから選ばれた少なくとも1種以上の成分を同時に酸化物換算で合計45.0モル%以下含み、さらに希土類元素成分のうちから選ばれた少なくとも1種以上の成分を酸化物換算で合計0.005モル%~6.0モル%の範囲で含む酸化アルミニウムを主成分とする焼結体は光透過率50%以上のものが得られ易い。また、マグネシウム成分及びカルシウム成分及び珪素成分のうちから選ばれた少なくとも1種以上の成分を同時に酸化物換算で合計45.0モル%以下含み、さらに希土類元素成分のうちから選ばれた少なくとも1種以上の成分を酸化物換算で合計0.01モル%~3.0モル%の範囲で含む酸化アルミニウムを主成分とする焼結体は光透過率60%以上のものが得られ易い。 40

また、上記マグネシウム成分及びカルシウム成分及び珪素成分のうちから選ばれた少なくとも1種以上の成分を同時に含みさらに希土類元素成分を含む酸化アルミニウムを主成分とする焼結体において、含まれるマグネシウム成分及びカルシウム成分及び珪素成分のうちから選ばれた少なくとも1種以上の成分は酸化物換算で合計0.001モル%~45.0モル%の範囲であることが、光透過性を高める上では好ましい。

なお、上記酸化アルミニウムを主成分とする焼結体に希土類元素成分と同時に含まれるマ 50

グネシウム成分及びカルシウム成分及び珪素成分としては通常これらのうちの少なくとも2種以上を用いることが光透過率をより向上させる上で好ましい。MgOなどのマグネシウム成分及びCaOなどのカルシウム成分及びSiO₂などの珪素成分のうちから選ばれた少なくとも2種以上の成分を含むということは具体的にはマグネシウム成分と珪素成分とを同時に含む、あるいはカルシウム成分と珪素成分とを同時に含む、あるいはマグネシウム成分とカルシウム成分とを同時に含む、あるいはマグネシウム成分とカルシウム成分及び珪素成分の3成分を同時に含むということを意味する。マグネシウム成分、カルシウム成分、珪素成分の含有量の換算に用いる酸化物とはそれぞれマグネシウム成分でMgO、カルシウム成分でCaO、珪素成分でSiO₂である。また、上記酸化アルミニウムを主成分とする焼結体に含まれる希土類元素成分の含有量の換算に用いる酸化物とはSc₂O₃、Y₂O₃、La₂O₃、CeO₂、Pr₆O₁₁、Nd₂O₃、Pm₂O₃、Sm₂O₃、Eu₂O₃、Gd₂O₃、Tb₄O₇、Dy₂O₃、Ho₂O₃、Er₂O₃、Tm₂O₃、Yb₂O₃、Lu₂O₃を意味する。 10

【0109】

上記窒化ガリウムを主成分とする焼結体はCOやH₂などを含む還元性雰囲気及びAr、He、N₂などを含む非酸化性雰囲気の常圧中、あるいは減圧中、あるいはホットプレスやHIPなどによる高圧下で焼成することにより比較的高い光透過性を有するものが作製し得る。すなわち、窒化ガリウムを主成分とする焼結体はどのような組成のものであっても通常少なくとも波長360nm以上の可視光及び可視光より波長の長い光に対して光透過性を有するものが作製し得る。例えば、窒化ガリウムを主成分とする焼結体はどのような組成のものであっても光透過率1%以上のものが作製し得る。通常ガリウム成分をGaN換算で55.0モル%以上含有する窒化ガリウムを主成分とする焼結体において光透過率1%以上のものが作製し得る。また、例えば添加物を用いず焼成し実質的にGaNだけからなる窒化ガリウムを主成分とする焼結体では光透過率10%以上のものが作製し得る。なお、本発明において窒化ガリウムを主成分とする焼結体の光透過率は少なくとも波長200nm～800nmの範囲の光に対してのものである。上記光透過率は波長605nmの光に対して測定されたものである。本発明においては今後特に断らない限り窒化ガリウムを主成分とする焼結体の光透過率には上記測定値を用いた。 20

その中で例えばBeO、MgO、CaO、SrO、BaOなどのアルカリ土類金属成分及びSc₂O₃、Y₂O₃、La₂O₃、CeO₂、Pr₆O₁₁、Nd₂O₃、Pm₂O₃、Sm₂O₃、Eu₂O₃、Gd₂O₃、Tb₄O₇、Dy₂O₃、Ho₂O₃、Er₂O₃、Tm₂O₃、Yb₂O₃、Lu₂O₃などの希土類元素成分は窒化ガリウムを主成分とする焼結体の光透過性に有効な作用を及ぼす。アルカリ土類金属成分及び希土類元素成分は窒化ガリウムを主成分とする焼結体中にそれぞれ単独で含まれていてもよいしあるいは同時に含まれていてもよい。該アルカリ土類金属成分及び希土類元素成分のうちから選ばれた少なくとも1種以上の成分を酸化物換算で30.0モル%以下含む窒化ガリウムを主成分とする焼結体は光透過率10%以上のものが作製し得る。また、上記アルカリ土類金属成分及び希土類元素成分のうちから選ばれた少なくとも1種以上の成分を酸化物換算で20.0モル%以下含む窒化ガリウムを主成分とする焼結体はさらに光透過性が向上し易くなり光透過率20%以上のものが得られ易い。また、アルカリ土類金属成分及び希土類元素成分のうちから選ばれた少なくとも1種以上の成分を酸化物換算で10.0モル%以下含む窒化ガリウムを主成分とする焼結体は光透過率30%以上のものが得られ易い。また、アルカリ土類金属成分及び希土類元素成分のうちから選ばれた少なくとも1種以上の成分を酸化物換算で6.0モル%以下含む窒化ガリウムを主成分とする焼結体は光透過率40%以上のものが得られ易い。また、アルカリ土類金属成分及び希土類元素成分のうちから選ばれた少なくとも1種以上の成分を酸化物換算で3.0モル%以下含む窒化ガリウムを主成分とする焼結体は光透過率50%以上のものが得られ易い。また、アルカリ土類金属成分及び希土類元素成分のうちから選ばれた少なくとも1種以上の成分を酸化物換算で0.0001モル%～3.0モル%以下含む窒化ガリウムを主成分とする焼結体は光透過率60%以上のものが得られ易い。さらに光透過率80%以上のものも作製し得 40 50

る。本発明においては光透過率が最大86%のものが得られた。

その他、 MnO 、 CoO 、 NiO 、 Fe_2O_3 、 Cr_2O_3 、 TiO_2 、 MoO_3 、 WO_3 、 Nb_2O_5 、 Ta_2O_5 、 V_2O_5 などの遷移金属元素成分のうちから選ばれた少なくとも1種以上の成分を元素換算で10.0モル%以下含む窒化ガリウムを主成分とする焼結体では光透過率10%以上のものが作製し得る。また、 Zn 、 Cd 、 C 、 Si 、 Ge 、 Se 、 Te のうちから選ばれた少なくとも1種以上の成分を元素換算で10.0モル%以下の範囲で含む窒化ガリウムを主成分とする焼結体では光透過率10%以上のものが作製し得る。さらに、アルミニウム及びインジウム及び酸素のうちから選ばれた少なくとも1種以上の成分を元素換算で40.0モル%以下含む窒化ガリウムを主成分とする焼結体では光透過率10%以上のものが作製し得る。また、アルミニウム及びインジウム及び酸素のうちから選ばれた少なくとも1種以上の成分を元素換算で30.0モル%以下含む窒化ガリウムを主成分とする焼結体では光透過率20%以上のものが作製し得るので好ましい。 10

また、上記アルカリ土類金属成分及び希土類元素成分のうちから選ばれた少なくとも1種以上の成分、あるいは MnO 、 CoO 、 NiO 、 Fe_2O_3 、 Cr_2O_3 、 TiO_2 、 MoO_3 、 WO_3 、 Nb_2O_5 、 Ta_2O_5 、 V_2O_5 などの遷移金属元素成分のうちから選ばれた少なくとも1種以上の成分、あるいは Zn 、 Cd 、 C 、 Si 、 Ge 、 Se 、 Te のうちから選ばれた少なくとも1種以上の成分、あるいはアルミニウム及びインジウム及び酸素のうちから選ばれた少なくとも1種以上の成分、といった成分を少なくとも2種以上同時に含む窒化ガリウムを主成分とする焼結体であっても光透過性のものが作製し得る。例えば、 BeO 、 MgO 、 CaO 、 SrO 、 BaO などのアルカリ土類金属成分及び Sc_2O_3 、 Y_2O_3 、 La_2O_3 、 CeO_2 、 Pr_6O_{11} 、 Nd_2O_3 、 Pm_2O_3 、 Sm_2O_3 、 Eu_2O_3 、 Gd_2O_3 、 Tb_4O_7 、 Dy_2O_3 、 Ho_2O_3 、 Er_2O_3 、 Tm_2O_3 、 Yb_2O_3 、 Lu_2O_3 などの希土類元素成分のうちから選ばれた少なくとも1種以上の成分を酸化物換算で30.0モル%以下含み同時に MnO 、 CoO 、 NiO 、 Fe_2O_3 、 Cr_2O_3 、 TiO_2 、 MoO_3 、 WO_3 、 Nb_2O_5 、 Ta_2O_5 、 V_2O_5 などの遷移金属元素成分のうちから選ばれた少なくとも1種以上の成分を元素換算で10.0モル%以下含む窒化ガリウムを主成分とする焼結体、あるいは上記範囲のアルカリ土類金属成分及び希土類元素成分のうちから選ばれた少なくとも1種以上の成分を含み同時に Zn 、 Cd 、 C 、 Si 、 Ge 、 Se 、 Te のうちから選ばれた少なくとも1種以上の成分を元素換算で10.0モル%以下の範囲で含む窒化ガリウムを主成分とする焼結体、あるいは上記範囲のアルカリ土類金属成分及び希土類元素成分のうちから選ばれた少なくとも1種以上の成分を含み同時にアルミニウム及びインジウム及び酸素のうちから選ばれた少なくとも1種以上の成分を元素換算で40.0モル%以下含む窒化ガリウムを主成分とする焼結体、であってもそれぞれ光透過率10%以上のものが作製し得る。 20 30

【0110】

なお、上記アルカリ土類金属成分及び希土類元素成分のうちから選ばれた少なくとも1種以上の成分、あるいは MnO 、 CoO 、 NiO 、 Fe_2O_3 、 Cr_2O_3 、 TiO_2 、 MoO_3 、 WO_3 、 Nb_2O_5 、 Ta_2O_5 、 V_2O_5 などの遷移金属元素成分のうちから選ばれた少なくとも1種以上の成分、あるいは Zn 、 Cd 、 C 、 Si 、 Ge 、 Se 、 Te のうちから選ばれた少なくとも1種以上の成分、あるいはアルミニウム及びインジウム及び酸素のうちから選ばれた少なくとも1種以上の成分、といった成分を少なくとも2種以上同時に含む窒化ガリウムを主成分とする焼結体であっても、光透過性は、上記アルカリ土類金属成分及び希土類元素成分のうちから選ばれた少なくとも1種以上の成分、あるいは MnO 、 CoO 、 NiO 、 Fe_2O_3 、 Cr_2O_3 、 TiO_2 、 MoO_3 、 WO_3 、 Nb_2O_5 、 Ta_2O_5 、 V_2O_5 などの遷移金属元素成分のうちから選ばれた少なくとも1種以上の成分、あるいは Zn 、 Cd 、 C 、 Si 、 Ge 、 Se 、 Te のうちから選ばれた少なくとも1種以上の成分、あるいはアルミニウム及びインジウム及び酸素のうちから選ばれた少なくとも1種以上の成分、といった成分をそれぞれ単独で含む窒化ガリウムを主成分とする焼結体を用いたものに比べて通常は同じ程度であり、該光透過性が大きく低下 40 50

するなどの変化は少ない。

【0111】

窒化ガリウムを主成分とする焼結体は窒化ガリウム粒子からなり従って粒界が存在しており、単結晶や薄膜などのように比較的均質に近い状態ではないにもかかわらず通常導電性を有するものが得られる場合が多い。該窒化ガリウムを主成分とする焼結体がBe、Mg、Zn、Cd、C、Si、Ge、Se、Te、酸素などの成分を実質的に含まないものであっても室温における抵抗率 $1 \times 10^8 \Omega \cdot \text{cm}$ 以下の導電性を有するものが得られる場合が多い。また、Be、Mg、Zn、Cd、C、Si、Ge、Se、Te、酸素のうちから選ばれた少なくとも1種以上を含む窒化ガリウムを主成分とする焼結体の導電性は向上し易いので好ましい。すなわち、Be、Mg、Zn、Cd、C、Si、Ge、Se、Te、酸素などの成分を実質的に含まない窒化ガリウムを主成分とする焼結体は室温における抵抗率が必ずしも $1 \times 10^4 \Omega \cdot \text{cm}$ 以下の導電性を有するとは限らないがBe、Mg、Zn、Cd、C、Si、Ge、Se、Te、酸素のうちから選ばれた少なくとも1種以上を含む窒化ガリウムを主成分とする焼結体の導電性は室温における抵抗率が $1 \times 10^4 \Omega \cdot \text{cm}$ 以下に向上し易いので好ましい。より具体的に言えば、Be、Mg、Zn、Cd、C、Si、Ge、Se、Te、酸素のうちから選ばれた少なくとも1種以上を元素換算で10.0モル%以下含む窒化ガリウムを主成分とする焼結体の導電性は向上し例えば室温における抵抗率が少なくとも $1 \times 10^4 \Omega \cdot \text{cm}$ 以下のものが得られ易い。また、Be、Mg、Zn、Cd、C、Si、Ge、Se、Te、酸素のうちから選ばれた少なくとも1種以上の成分を元素換算で0.00001モル%~10.0モル%の範囲含む窒化ガリウムを主成分とする焼結体の導電性は向上し例えば室温における抵抗率が少なくとも $1 \times 10^3 \Omega \cdot \text{cm}$ 以下のものが得られ易い。また、Be、Mg、Zn、Cd、C、Si、Ge、Se、Te、酸素のうちから選ばれた少なくとも1種以上の成分を元素換算で0.00001モル%~7.0モル%の範囲含む窒化ガリウムを主成分とする焼結体では室温における抵抗率が少なくとも $1 \times 10^1 \Omega \cdot \text{cm}$ 以下のものが得られ易く該焼結体を導通ビアのない基板として用いることが可能となるので好ましい。また、Be、Mg、Zn、Cd、C、Si、Ge、Se、Te、酸素のうちから選ばれた少なくとも1種以上の成分を元素換算で0.00001モル%~5.0モル%の範囲で含む窒化ガリウムを主成分とする焼結体では室温における抵抗率が少なくとも $1 \times 10^0 \Omega \cdot \text{cm}$ 以下のものが得られ易く該焼結体を導通ビアのない基板として用いることが可能となるのでより好ましい。また、Be、Mg、Zn、Cd、C、Si、Ge、Se、Te、酸素のうちから選ばれた少なくとも1種以上の成分を元素換算で0.00001モル%~3.0モル%の範囲で含む窒化ガリウムを主成分とする焼結体では室温における抵抗率が少なくとも $1 \times 10^{-1} \Omega \cdot \text{cm}$ 以下のものが得られ易く該焼結体を導通ビアのない基板として用いることが可能となるのでさらに好ましい。このような組成の窒化ガリウムを主成分とする焼結体において室温における抵抗率が $1 \times 10^{-2} \Omega \cdot \text{cm}$ 以下あるいはさらに $1 \sim 2 \times 10^{-3} \Omega \cdot \text{cm}$ 程度のより低い抵抗率を有するものも得られる。このような導電性を有する窒化ガリウムを主成分とする焼結体は特に基板の上下表面を電氣的に接続するための導通ビアを設ける必要がないので好ましい。

また、上記窒化ガリウムを主成分とする焼結体はCaO、SrO、BaOなどのアルカリ土類金属成分、及びSc₂O₃、Y₂O₃、La₂O₃、CeO₂、Pr₆O₁₁、Nd₂O₃、Pm₂O₃、Sm₂O₃、Eu₂O₃、Gd₂O₃、Tb₄O₇、Dy₂O₃、Ho₂O₃、Er₂O₃、Tm₂O₃、Yb₂O₃、Lu₂O₃などの希土類元素成分、及びMnO、CoO、NiO、Fe₂O₃、Cr₂O₃、TiO₂、MoO₃、WO₃、Nb₂O₅、Ta₂O₅、V₂O₅などの遷移金属元素成分、及びアルミニウム成分、インジウム成分などのうちから選ばれた少なくとも1種以上の成分がBe、Mg、Zn、Cd、C、Si、Ge、Se、Te、酸素のうちから選ばれた少なくとも1種以上の成分以外に含まれていたとしても導電性が損なわれる程度は少ない。上記窒化ガリウムを主成分とする焼結体中に含まれるBe、Mg、Zn、Cd、C、Si、Ge、Se、Te、酸素のうちから選ばれた少なくとも1種以上の成分以外の成分の含有量は導電性が損なわれる

程度が小さければどのようなものであってもよい。通常該 Be、Mg、Zn、Cd、C、Si、Ge、Se、Te、酸素のうちから選ばれた少なくとも1種以上の成分以外の成分の含有量としてアルカリ土類金属成分及び希土類元素成分は酸化物換算で10.0モル%以下、遷移金属元素成分は元素換算で10.0モル%以下、アルミニウム成分及びインジウム成分は元素換算で40.0モル%以下であることが導電性が損なわれる程度が小さいので好ましい。

また、導電性を有する窒化ガリウムを主成分とする焼結体はガリウム以外の成分として Be、Mg、Zn、Cd、C、Si、Ge、Se、Te、酸素のうちから選ばれた少なくとも1種以上の成分だけでなく、CaO、SrO、BaOなどのアルカリ土類金属成分及び Sc_2O_3 、 Y_2O_3 、 La_2O_3 、 CeO_2 、 Pr_6O_{11} 、 Nd_2O_3 、 Pm_2O_3 、 Sm_2O_3 、 Eu_2O_3 、 Gd_2O_3 、 Tb_4O_7 、 Dy_2O_3 、 Ho_2O_3 、 Er_2O_3 、 Tm_2O_3 、 Yb_2O_3 、 Lu_2O_3 などの希土類元素成分のうちから選ばれた少なくとも1種以上の成分を酸化物換算で10.0モル%以下、あるいはMnO、CoO、NiO、 Fe_2O_3 、 Cr_2O_3 、 TiO_2 、 MoO_3 、 WO_3 、 Nb_2O_5 、 Ta_2O_5 、 V_2O_5 などの遷移金属元素成分のうちから選ばれた少なくとも1種以上の成分を元素換算で10.0モル%以下、あるいは成分アルミニウム成分及びインジウムのうちから選ばれた少なくとも1種以上の成分を元素換算で40.0モル%以下含有するものでも得ることが可能である。

【0112】

また、Be、Mg、Zn、Cd、C、Si、Ge、Se、Te、酸素のうちから選ばれた少なくとも1種以上の成分を含む窒化ガリウムを主成分とする焼結体は導電性を有するだけでなく光透過性を有するものが作製し得る。上記Be、Mg、Zn、Cd、C、Si、Ge、Se、Te、酸素のうちから選ばれた少なくとも1種以上の成分を含む窒化ガリウムを主成分とする焼結体の光透過率としては1%以上のものが作製し得る。上記のようにBe、Mg、Zn、Cd、C、Si、Ge、Se、Te、酸素のうちから選ばれた少なくとも1種以上の成分を元素換算で10.0モル%以下含む窒化ガリウムを主成分とする焼結体は上記のように導電性を有するだけでなく光透過率10%以上に向上したものが作製し得る。また、Be、Mg、Zn、Cd、C、Si、Ge、Se、Te、酸素のうちから選ばれた少なくとも1種以上の成分を元素換算で0.00001モル%～10.0モル%の範囲で含む窒化ガリウムを主成分とする焼結体は導電性を有するだけでなく光透過率20%以上のものが作製し得、さらに光透過率が30%以上、40%以上、50%以上、60%以上さらに80%以上のものも作製し得る。

また、このような導電性を有しさらに光透過性を有する窒化ガリウムを主成分とする焼結体において、Be、Mg、Zn、Cd、C、Si、Ge、Se、Te、酸素のうちから選ばれた少なくとも1種以上の成分が含まれているものだけでなく同時にCaO、SrO、BaOなどのアルカリ土類金属成分及び Sc_2O_3 、 Y_2O_3 、 La_2O_3 、 CeO_2 、 Pr_6O_{11} 、 Nd_2O_3 、 Pm_2O_3 、 Sm_2O_3 、 Eu_2O_3 、 Gd_2O_3 、 Tb_4O_7 、 Dy_2O_3 、 Ho_2O_3 、 Er_2O_3 、 Tm_2O_3 、 Yb_2O_3 、 Lu_2O_3 などの希土類元素成分のうちから選ばれた少なくとも1種以上の成分を含むもの、あるいはBe、Mg、Zn、Cd、C、Si、Ge、Se、Te、酸素のうちから選ばれた少なくとも1種以上の成分と同時にMnO、CoO、NiO、 Fe_2O_3 、 Cr_2O_3 、 TiO_2 、 MoO_3 、 WO_3 、 Nb_2O_5 、 Ta_2O_5 、 V_2O_5 などの遷移金属元素成分のうちから選ばれた少なくとも1種以上の成分を含むもの、あるいはBe、Mg、Zn、Cd、C、Si、Ge、Se、Te、酸素のうちから選ばれた少なくとも1種以上の成分と同時にアルミニウム及びインジウムのうちから選ばれた少なくとも1種以上の成分を含むものであったとしても上記導電性あるいは光透過性が減じることは少ない。導電性を有しさらに光透過性を有する窒化ガリウムを主成分とする焼結体において、上記の例示した成分をそれぞれ1種ずつ計2種含むものだけでなく、どちらかの成分を少なくとも2種以上計3種以上の成分を含むものであっても上記導電性あるいは光透過性が減じることは少ない。本発明において、例えば上記アルカリ土類金属成分及び希土類元素成分のうちから選ばれ

た少なくとも1種以上の成分及びZn、Cd、C、Si、Ge、Se、Teのうちから選ばれた少なくとも1種以上の成分を同時に含む窒化ガリウムを主成分とする焼結体は室温における抵抗率 $1 \times 10^{-4} \Omega \cdot \text{cm}$ 以下の導電性を有しかつ光透過性を有するものが作製し得るが、このような組成の窒化ガリウムを主成分とする焼結体において室温における抵抗率 $1.7 \times 10^{-2} \Omega \cdot \text{cm}$ を有し光透過率82%と高い導電性と同時に高い光透過率を有するものが得られた。

なお上記光透過率とはガラスなどの透明体の直線透過率ではなく窒化アルミニウムを主成分とする焼結体の光透過率と同様に全透過率を意味する。

【0113】

窒化ガリウムを主成分とする焼結体が上記のような高い光透過性を有する理由については必ずしも明確ではないが、比較的均質で緻密な組織を有するものが容易に作製し得ることが大きな要因であろうと推測される。さらに上記組成の窒化ガリウムを主成分とする焼結体においてより均質で緻密な組織を有するものが作製し得るため光透過性の高いものが得られるものと思われる。

窒化ガリウムを主成分とする焼結体は通常窒化ガリウムを主成分とする粉末を主体とする成形体を非酸化性雰囲気中 $1000^{\circ}\text{C} \sim 1700^{\circ}\text{C}$ 程度の温度で焼成することにより比較的容易に作製できる。光透過性を高めるためには通常 1200°C 以上で焼成することが好ましい。上記の窒化ガリウムを主成分とする焼結体を作製するために使用する窒化ガリウムの原料粉末はどのようなものでも使用できるが、焼結性に優れたものを用いることが光透過性の窒化ガリウムを主成分とする焼結体を作製する上で好ましい。通常平均粒径 $10 \mu\text{m}$ 以下の微粉末であれば好適に用いることができ光透過性の窒化ガリウムを主成分とする焼結体を作製し得る。また、平均粒径 $5.0 \mu\text{m}$ 以下のものがより好ましく、平均粒径 $2.0 \mu\text{m}$ 以下のものがさらに好ましい。また、平均粒径 $1.0 \mu\text{m}$ 以下のものも用いることができる。なお、平均粒径 $10 \mu\text{m}$ より大きいものであってもボールミルやジェットミルなどで粉碎することにより $10 \mu\text{m}$ 以下の微粉末とすることにより好適に用いることができる。このような窒化ガリウムを主成分とする原料粉末としては、1) 金属ガリウムを窒素やアンモニアなどの窒素含有物質などを用いて直接窒化反応せしめて作製したもの、2) 酸化ガリウムをカーボンなどの還元剤と窒素やアンモニアなどの窒素含有物質とを用いて還元窒化して作製したもの、3) ガリウム化合物(例えばトリメチルガリウムなどの有機ガリウム化合物や塩化ガリウムなどの無機ガリウム化合物)を気体となして窒素やアンモニアなどの窒素含有物質と反応させて(要すれば水素などの還元ガスを共存させ)作製した化学輸送法によるもの、などが好適に用いられる。また、その他市販のものも用いることができる。金属ガリウムを直接窒化して窒化ガリウム粉末を作製する方法として、例えば金属ガリウムは融点が高いので通常アルゴン、ヘリウムなどの不活性雰囲気中、あるいは水素などの還元雰囲気中で $300^{\circ}\text{C} \sim 1700^{\circ}\text{C}$ 程度の温度で加熱し金属ガリウムを気化させた後、該気体となった金属ガリウムを窒素やアンモニアなどの窒素成分を含むガスと $300^{\circ}\text{C} \sim 1700^{\circ}\text{C}$ 程度の温度で反応させて窒化ガリウム粉末を作製するといった方法がある。酸化ガリウムを還元窒化して窒化ガリウム粉末を作製する方法として、例えば酸化ガリウム粉末をカーボン粉末とともに混合し窒素やアンモニアなどの窒素成分を含むガスと $400^{\circ}\text{C} \sim 1600^{\circ}\text{C}$ 程度の温度で加熱して酸化ガリウムの還元と窒化反応を行ない窒化ガリウム粉末を作製するといった方法がある。なお反応物中に残留カーボンがあれば大気などの酸化雰囲気中で加熱するなどして除去する。ガリウム化合物を気化させて窒化ガリウム粉末を作製する方法として、例えば塩化ガリウム、臭化ガリウムあるいはトリメチルガリウムなどのガリウム化合物をアルゴン、ヘリウム、窒素などの非酸化性雰囲気中、あるいは水素などの還元雰囲気中で $50^{\circ}\text{C} \sim 1800^{\circ}\text{C}$ 程度の温度で加熱し該塩化ガリウム、臭化ガリウムあるいはトリメチルガリウムなどのガリウム化合物を気化させた後、気体となった該塩化ガリウム、臭化ガリウムあるいはトリメチルガリウムなどのガリウム化合物を窒素やアンモニアなどの窒素成分を含むガスさらに要すれば水素などの還元ガスを加えた窒素やアンモニアなどの窒素成分を含むガスと $300^{\circ}\text{C} \sim 1800^{\circ}\text{C}$ 程度の温度で反応させて窒化ガリウム粉末を作製するといった方法がある。このような焼結

体作製の原料として用い得る窒化ガリウムを主成分とする粉末には不純物として酸素が含まれる場合があるがこのような不純物酸素を含む原料粉末を用いて作製される窒化ガリウムを主成分とする焼結体であっても緻密で光透過性を有するもの、導電性を有するものが作製し得る。通常窒化ガリウム粉末の酸素含有量が10重量%以下であれば該粉末を用いて作製される窒化ガリウムを主成分とする焼結体の光透過性あるいは導電性は発現し得る。窒化ガリウム粉末の酸素含有量が5.0重量%以下であれば少なくとも光透過率5%以上あるいは室温における抵抗率 $1 \times 10^4 \Omega \cdot \text{cm}$ 以下の窒化ガリウムを主成分とする焼結体が得られ易くなるので好ましい。

なお、上記本発明による窒化ガリウムを主成分とする粉末とは通常ガリウム成分をGa換算で55.0モル%以上含む粉末を意味する。

10

【0114】

上記窒化ガリウムを主成分とする焼結体に含まれるアルカリ土類金属成分の含有量の換算に用いる酸化物とはBeO、MgO、CaO、SrO、BaOを意味し、希土類元素成分の含有量の換算に用いる酸化物とは Sc_2O_3 、 Y_2O_3 、 La_2O_3 、 CeO_2 、 Pr_6O_{11} 、 Nd_2O_3 、 Pm_2O_3 、 Sm_2O_3 、 Eu_2O_3 、 Gd_2O_3 、 Tb_4O_7 、 Dy_2O_3 、 Ho_2O_3 、 Er_2O_3 、 Tm_2O_3 、 Yb_2O_3 、 Lu_2O_3 を意味する。

【0115】

なお、上記のような酸化亜鉛を主成分とする焼結体あるいは窒化ガリウムを主成分とする焼結体などの導電性を有するセラミック材料を主成分とする焼結体を図2に示す発光素子作製の基板10として用いて発光素子を作製すれば、図2に示すような上下に電極を配して電極と素子との電氣的接続をはかるとい形状の発光素子が作製し得る。導電性を有するセラミック材料を主成分とする焼結体を用いる場合該焼結体の室温における抵抗率としては $1 \times 10^4 \Omega \cdot \text{cm}$ 以下であれば上下に電極を配した形状の発光素子が作製し得る。導電性を有する焼結体の室温における抵抗率としては室温において通常 $1 \times 10^2 \Omega \cdot \text{cm}$ 以下のものであれば少ない損失で十分な電力を発光層に供給し得る。導電性を有する焼結体の室温における抵抗率としては室温において $1 \times 10^1 \Omega \cdot \text{cm}$ 以下のものが好ましく、 $1 \times 10^0 \Omega \cdot \text{cm}$ 以下のものがより好ましく、 $1 \times 10^{-1} \Omega \cdot \text{cm}$ 以下のものがさらに好ましく、 $1 \times 10^{-2} \Omega \cdot \text{cm}$ 以下のものが最も好ましい。

20

【0116】

上記のように酸化亜鉛、酸化ベリリウム、酸化アルミニウム、窒化ガリウムそれぞれを主成分とする焼結体は比較的高い光透過性のものが得られることが示された。

30

【0117】

また、本発明において酸化アルミニウム、酸化亜鉛、酸化ベリリウム、炭化珪素、窒化珪素、窒化ガリウムなどを主成分とする焼結体だけでなく、上記のように酸化ジルコニウム、酸化マグネシウム、アルミン酸マグネシウム、酸化チタン、チタン酸バリウム、チタン酸ジルコン酸鉛、酸化イットリウムなどの希土類元素酸化物、酸化トリウム、各種フェライト、ムライト、フォーステライト、ステアタイト、結晶化ガラス、など各種セラミック材料を主成分とする焼結体においても光透過性を有するものを得ることが可能である。具体的には光透過率として少なくとも1%以上通常10%以上を有するものが作製し得る。また上記酸化ジルコニウム、酸化マグネシウム、アルミン酸マグネシウム、酸化チタン、チタン酸バリウム、チタン酸ジルコン酸鉛（特に希土類元素成分を含むもの）、酸化イットリウムなどの希土類元素酸化物、酸化トリウム、各種フェライト、ムライト、フォーステライト、ステアタイト、結晶化ガラス、などを主成分とする焼結体は光透過率が50%以上のものが作製でき、最大80%以上のものも作製し得る。上記各種セラミック材料を主成分とする焼結体のうちで酸化ジルコニウム、酸化マグネシウム、アルミン酸マグネシウム、酸化イットリウムなどの希土類元素酸化物、酸化トリウム、ムライト、結晶化ガラスを主成分とする焼結体は特に光透過性に優れ、適宜焼結助剤を添加して常圧焼成（例えば大気中、あるいは H_2 などの還元性ガス中、あるいは N_2 などの非酸化性ガス中、あるいは CO_2 などの弱酸化性ガス中）、減圧焼成、ホットプレスなどの定法により比較的容

40

50

易に光透過性のものを作製することができる。大気中での常圧焼成であっても光透過率10%以上、通常光透過率20%以上あるいは光透過率30%以上のものを作製することができる。また水素中での焼成あるいはホットプレスあるいは減圧焼成などによって光透過率40%以上、通常は光透過率50%以上あるいは光透過率60%以上のものを作製することができる。光透過率80%以上のものも作製できる。

光透過性を向上させるために例えば酸化ジルコニウムの場合は Sc_2O_3 、 Y_2O_3 、 La_2O_3 、 CeO_2 、 Pr_6O_{11} 、 Nd_2O_3 、 Pm_2O_3 、 Sm_2O_3 、 Eu_2O_3 、 Gd_2O_3 、 Tb_4O_7 、 Dy_2O_3 、 Ho_2O_3 、 Er_2O_3 、 Tm_2O_3 、 Yb_2O_3 、 Lu_2O_3 など希土類元素成分を含む酸化物などの化合物あるいは BeO 、 MgO 、 CaO 、 SrO 、 BaO などアルカリ土類金属成分を含む酸化物などの化合物、などを10
含むものを好適に用いることができる。また、酸化マグネシウムの場合は Sc_2O_3 、 Y_2O_3 、 La_2O_3 、 CeO_2 、 Pr_6O_{11} 、 Nd_2O_3 、 Pm_2O_3 、 Sm_2O_3 、 Eu_2O_3 、 Gd_2O_3 、 Tb_4O_7 、 Dy_2O_3 、 Ho_2O_3 、 Er_2O_3 、 Tm_2O_3 、 Yb_2O_3 、 Lu_2O_3 など希土類元素成分を含む酸化物などの化合物あるいは BeO 、 CaO 、 SrO 、 BaO などアルカリ土類金属成分を含む酸化物などの化合物あるいは LiF 、 NaF などアルカリ金属成分を含む弗化物などの化合物あるいは SiO_2 などの珪素化合物、などを含むものを好適に用いることができる。また、アルミン酸マグネシウムの場合は Sc_2O_3 、 Y_2O_3 、 La_2O_3 、 CeO_2 、 Pr_6O_{11} 、 Nd_2O_3 、 Pm_2O_3 、 Sm_2O_3 、 Eu_2O_3 、 Gd_2O_3 、 Tb_4O_7 、 Dy_2O_3 、 Ho_2O_3 、 Er_2O_3 、 Tm_2O_3 、 Yb_2O_3 、 Lu_2O_3 など希土類元素成分を含む酸化物などの化合物あるいは BeO 、 MgO 、 CaO 、 SrO 、 BaO などアルカリ土類金属成分を含む酸化物などの化合物あるいは SiO_2 などの珪素化合物、などを含むものを好20
適に用いることができる。また、酸化イットリウムなどの希土類元素酸化物の場合は Al_2O_3 などアルミニウム成分を含む酸化物などの化合物あるいは Sc_2O_3 、 Y_2O_3 、 La_2O_3 、 CeO_2 、 Pr_6O_{11} 、 Nd_2O_3 、 Pm_2O_3 、 Sm_2O_3 、 Eu_2O_3 、 Gd_2O_3 、 Tb_4O_7 、 Dy_2O_3 、 Ho_2O_3 、 Er_2O_3 、 Tm_2O_3 、 Yb_2O_3 、 Lu_2O_3 などの中から選ばれた少なくとも1種以上の主成分と異なる希土類元素成分を含む酸化物などの化合物あるいは BeO 、 MgO 、 CaO 、 SrO 、 BaO などアルカリ土類金属成分を含む酸化物などの化合物、などを含むものを好適に用いることができる。また、酸化トリウムの場合は Sc_2O_3 、 Y_2O_3 、 La_2O_3 、 CeO_2 、 Pr_6O_{11} 、 Nd_2O_3 、 Pm_2O_3 、 Sm_2O_3 、 Eu_2O_3 、 Gd_2O_3 、 Tb_4O_7 、 Dy_2O_3 、 Ho_2O_3 、 Er_2O_3 、 Tm_2O_3 、 Yb_2O_3 、 Lu_2O_3 など希土類元素成分を含む酸化物などの化合物あるいは BeO 、 MgO 、 CaO 、 SrO 、 BaO などアルカリ土類金属成分を含む酸化物などの化合物、などを含むものを好適に用いる30
ことができる。また、ムライトの場合は Sc_2O_3 、 Y_2O_3 、 La_2O_3 、 CeO_2 、 Pr_6O_{11} 、 Nd_2O_3 、 Pm_2O_3 、 Sm_2O_3 、 Eu_2O_3 、 Gd_2O_3 、 Tb_4O_7 、 Dy_2O_3 、 Ho_2O_3 、 Er_2O_3 、 Tm_2O_3 、 Yb_2O_3 、 Lu_2O_3 など希土類元素成分を含む酸化物などの化合物あるいは BeO 、 MgO 、 CaO 、 SrO 、 BaO などアルカリ土類金属成分を含む酸化物などの化合物あるいは SiO_2 などの珪素化合物、などを含むものを好適に用いることができる。また、結晶化ガラスの場合は Sc_2O_3 、 Y_2O_3 、 La_2O_3 、 CeO_2 、 Pr_6O_{11} 、 Nd_2O_3 、 Pm_2O_3 、 Sm_2O_3 、 Eu_2O_3 、 Gd_2O_3 、 Tb_4O_7 、 Dy_2O_3 、 Ho_2O_3 、 Er_2O_3 、 Tm_2O_3 、 Yb_2O_3 、 Lu_2O_3 など希土類元素成分を含む酸化物などの化合物あるいは BeO 、 MgO 、 CaO 、 SrO 、 BaO などアルカリ土類金属成分を含む酸化物などの化合物あるいは SiO_2 などの珪素化合物、などを含むものを好適に用いることができる。40

また、これら酸化ジルコニウム、酸化マグネシウム、アルミン酸マグネシウム、酸化イットリウムなどの希土類元素酸化物、酸化トリウム、ムライト、結晶化ガラスを主成分とする焼結体にはそれぞれ上記例示した成分以外に例えばモリブデン、タングステン、バナジウム、ニオブ、タンタル、チタン、鉄、ニッケル、クロム、マンガン、ジルコニウム、ハ50

フニウム、コバルト、銅、亜鉛などの遷移金属成分、あるいはカーボンなどの成分を含むものも好適に用いることができ、これらの成分を含むものは黒色、灰黒色、灰色、褐色、黄色、緑色、青色、あずき色、赤色などに呈色したものが得られ易く、呈色したものであっても光透過性を有するものが得られる。

【0118】

なお、結晶化ガラスを主成分とする焼結体についてさらに詳しく説明する。上記のように結晶ガラスを主成分とする焼結体であっても光透過性のものが得られ光透過率1%以上のものが作製し得る。通常光透過率10%以上のものが比較的容易に作製できる。硼珪酸ガラスと酸化アルミニウムを混合して作製される結晶化ガラスを主成分とする焼結体の場合などは通常光透過率20%以上のものが作製し得る。また例えば La_2O_3 や Y_2O_3 などの希土類元素やアルカリ土類金属を含むものは光透過性がより向上し易いので好ましい。上記希土類元素あるいはアルカリ土類金属を含むものは光透過率30%以上のものが作製でき、希土類元素を含むものは光透過率50%以上のものも比較的容易に作製し得るので好ましい。また希土類元素の種類や含有量などを適宜選択することで光透過率70%以上のものも作製し得る。また結晶化ガラスを主成分とする焼結体はドクターブレード法などによるシート状成形体を積層する方法などによって銀や銅などを主成分とする低抵抗の導体を内部あるいは表面あるいは内部及び表面同時有するものが作製できるので電気特性に優れる。また、結晶化ガラスを主成分とする焼結体には銀や銅などの高熱伝導性材料を用いてサーマルビアも形成できるので発光素子などの高発熱性半導体素子搭載したときの放熱性に優れるという特徴があるので好ましい。さらに結晶化ガラスを主成分とする焼結体は通常ガラス母体中に結晶成分が存在している構造を有しているので焼成温度として700℃～1100℃程度の比較的低温で該焼結体を作製することが可能であるという特徴がある。また、例えばMo、W、V、Nb、Ta、Tiなどの遷移金属、あるいはカーボンなどの成分、あるいはその他の遷移金属例えば鉄、ニッケル、クロム、マンガン、ジルコニウム、ハフニウム、コバルト、銅、亜鉛などの成分を含有させることで黒色、灰黒色、灰色、褐色、黄色、緑色、青色、あずき色、赤色などに着色した結晶化ガラスを主成分とする焼結体を作製することも可能である。

【0119】

なお、本発明において上記各種セラミック材料を主成分とする焼結体の光透過率は少なくとも波長200nm～800nmの範囲の光に対してのものである。上記光透過率は波長605nmの光に対して測定されたものである。本発明においては今後特に断らない限り各種セラミック材料を主成分とする焼結体の光透過率には上記測定値を用いた。

なお、本発明において特に断らない限り上記の酸化ジルコニウム、酸化マグネシウム、アルミン酸マグネシウム、酸化チタン、チタン酸バリウム、チタン酸ジルコン酸鉛、酸化イットリウムなどの希土類元素酸化物、酸化トリウム、各種フェライト、ムライト、フォルステライト、ステアタイト、結晶化ガラス、など各種セラミック材料を主成分とする焼結体の光透過率は窒化アルミニウムを主成分とする焼結体と同様直径25.4mm厚み0.5mmの円盤状で表面を鏡面に研磨した状態の試料を用い所定の波長の光を上記焼結体試料に当て、入射した光の強度と透過した光の強度を分光光度計などで測定しその比を百分率で表わしたものである。波長としては通常特に断らない限り605nmのものを用いて測定されたものである。本発明における光透過率は上記測定用試料を積分球の内部にセットして全透過光を集めこの全透過光と入射光との強度比を百分率で表した全透過率として求めたものである。なお、光透過率として波長605nm以外の光に対するものを測定していなくても波長605nmの光に対しての光透過率を把握していれば本発明による酸化ジルコニウム、酸化マグネシウム、アルミン酸マグネシウム、酸化チタン、チタン酸バリウム、チタン酸ジルコン酸鉛、酸化イットリウムなどの希土類元素酸化物、酸化トリウム、各種フェライト、ムライト、フォルステライト、ステアタイト、結晶化ガラス、など各種セラミック材料を主成分とする焼結体の性能、すなわち例えば発光素子作製用の基板として用いたとき作製される発光素子の発光効率を判定し得る。

光透過率は試料の厚みによって変化し本発明による上記酸化ジルコニウム、酸化マグネシ

ウム、アルミン酸マグネシウム、酸化チタン、チタン酸バリウム、チタン酸ジルコン酸鉛、酸化イットリウムなどの希土類元素酸化物、酸化トリウム、各種フェライト、ムライト、フォルステライト、ステアタイト、結晶化ガラス、など各種セラミック材料を主成分とする焼結体を発光素子搭載用基板などとして実際に用いる場合該基板の厚みを薄くして光透過率を高めることは例えば発光素子の発光効率を高める上で有効である。通常発光素子搭載用基板などとしては厚み0.01mm以上のものを用いることが取り扱い上の強度の点からは好ましい。又厚みが厚くなると光透過率が低下し易いので通常発光素子搭載用基板としては厚み8.0mm以下のものを用いることが好ましい。本発明において上記酸化ジルコニウム、酸化マグネシウム、アルミン酸マグネシウム、酸化チタン、チタン酸バリウム、チタン酸ジルコン酸鉛、酸化イットリウムなどの希土類元素酸化物、酸化トリウム、各種フェライト、ムライト、フォルステライト、ステアタイト、結晶化ガラス、など各種セラミック材料を主成分とする焼結体はその厚みが少なくとも0.01mm～8.0mmの範囲において実際に使用される状態の発光素子搭載用基板が光透過性を有していれば有効である。すなわち、上記酸化ジルコニウム、酸化マグネシウム、アルミン酸マグネシウム、酸化チタン、チタン酸バリウム、チタン酸ジルコン酸鉛、酸化イットリウムなどの希土類元素酸化物、酸化トリウム、各種フェライト、ムライト、フォルステライト、ステアタイト、結晶化ガラス、など各種セラミック材料を主成分とする焼結体はその厚みが少なくとも0.01mm～8.0mmの範囲あるいはそれ以外であっても実際に使用される状態での光透過率が少なくとも1%以上であればよいのであって、例えば発光素子作製の基板として実際に厚み0.1mmあるいは2.0mmなど厚みが必ずしも0.5mmではないものであっても光透過性を有し例えば光透過率が少なくとも1%以上であれば作製される発光素子の発光効率は向上し易い。

したがって本発明による上記酸化ジルコニウム、酸化マグネシウム、アルミン酸マグネシウム、酸化チタン、チタン酸バリウム、チタン酸ジルコン酸鉛、酸化イットリウムなどの希土類元素酸化物、酸化トリウム、各種フェライト、ムライト、フォルステライト、ステアタイト、結晶化ガラス、など各種セラミック材料を主成分とする焼結体の光透過率は該焼結体の厚みには無関係であり、実際該焼結体が用いられている状態での光透過性が重要で実際該焼結体が用いられている状態での光透過率を意味する。

酸化ジルコニウム、酸化マグネシウム、アルミン酸マグネシウム、酸化チタン、チタン酸バリウム、チタン酸ジルコン酸鉛、酸化イットリウムなどの希土類元素酸化物、酸化トリウム、各種フェライト、ムライト、フォルステライト、ステアタイト、結晶化ガラス、など各種セラミック材料を主成分とする焼結体の厚みが実使用状態で0.5mmより薄い場合あるいは0.5mmより厚い場合は基板厚み0.5mmのとき測定した光透過率と異なり、光透過率は0.5mmより薄い場合は0.5mmのとき測定したより高くなり易く0.5mmより厚い場合は0.5mmのとき測定した光透過率より低くなり易い。本発明においては上記実際に使用される状態で光透過率が少なくとも1%以上の酸化ジルコニウム、酸化マグネシウム、アルミン酸マグネシウム、酸化チタン、チタン酸バリウム、チタン酸ジルコン酸鉛、酸化イットリウムなどの希土類元素酸化物、酸化トリウム、各種フェライト、ムライト、フォルステライト、ステアタイト、結晶化ガラス、など各種セラミック材料を主成分とする焼結体を用いることが好ましい。

【0120】

上記のような酸化亜鉛あるいは窒化ガリウムなどの導電性を有するセラミック材料を主成分とする焼結体を発光素子搭載用基板として用いれば、基板自体が発光素子駆動用の電気回路の一部としての機能を有することが可能となり、基板に発光素子駆動用の微細な配線を施すことが省略し得るので基板の小型化が容易に行えるという特徴を有する。

本発明による発光素子搭載用基板として導電性を有するセラミック材料を主成分とする焼結体を用いる場合その抵抗率は室温において $1 \times 10^4 \Omega \cdot \text{cm}$ 以下、通常は $1 \times 10^2 \Omega \cdot \text{cm}$ 以下であれば基板自体が発光素子駆動用の電気回路の一部としての機能を十分発現し得るので好ましい。より好ましくは室温において $1 \times 10^0 \Omega \cdot \text{cm}$ 以下の抵抗率を有するものである。さらに好ましくは室温において $1 \times 10^{-1} \Omega \cdot \text{cm}$ 以下の抵抗率を

有するものである。また、最も好ましくは室温において $1 \times 10^{-2} \Omega \cdot \text{cm}$ 以下の抵抗率を有するものである。

本発明において導電性を有するセラミック材料を主成分とする焼結体として上記例示した酸化亜鉛あるいは窒化ガリウム以外に例えば炭化珪素を主成分とする焼結体あるいは窒化珪素を主成分とする焼結体なども好適に用いることができる。炭化珪素を主成分とする焼結体は前記例示した焼結助剤などを含む組成のもので比較的容易に導電性のものが作製し得るが、窒化珪素を主成分とする焼結体は焼結助剤など以外に例えば窒化チタン、窒化ジルコニウムなどの導電性材料と複合化することで導電性のものが比較的容易に作製し得る。

【0121】

本発明において、発光素子搭載用基板として導電性と同時に光透過性を有するものを用いれば微細な配線が省略可能で、基板に進入した光を配線が吸収したり散乱するおそれがないので基板の光透過性がそのまま利用できるのが好ましい。また、基板のより一層の小型化が容易に行えるという特徴を有する。

【0122】

窒化ガリウム、窒化インジウム、窒化アルミニウムのうちから選ばれた少なくとも1種以上を主成分とする発光素子を搭載するために本発明によるセラミック材料を主成分とする焼結体からなる基板（すなわち発光素子搭載用基板）表面の平滑度は任意のものを用いることができる。基板表面が例えば平均表面粗さ R_a が 100 nm 以下の比較的平滑性の高い状態であっても該セラミック材料を主成分とする焼結体からなる基板の発光素子からの発光に対する反射率は比較的強く最大15%前後である。上記基板の反射率を15%以下にするためには平均表面粗さ R_a が 100 nm 以上とすることが好ましい。さらに上記基板の反射率を10%以下にするためには平均表面粗さ R_a が 2000 nm 以上とすることが好ましい。

本発明において上記の平均表面粗さ R_a を有する発光素子搭載用基板はセラミック材料を主成分とする焼結体の焼き放し（*as-fire*）表面やラップ研削、ブラシ研磨、鏡面研磨された表面などにおいて得ることができる。 2000 nm 以上の平均表面粗さ R_a を有する発光素子搭載用基板はセラミック材料を主成分とする焼結体の焼き放し（*as-fire*）表面やラップ研削、ブラシ研磨された表面などにおいて得ることができる。 100 nm 以上の平均表面粗さ R_a を有する発光素子搭載用基板はセラミック材料を主成分とする焼結体の焼き放し（*as-fire*）表面やラップ研削、ブラシ研磨された表面などにおいて得ることができる。 100 nm 以上の平均表面粗さ R_a を有する発光素子搭載用基板はセラミック材料を主成分とする焼結体の焼き放し（*as-fire*）表面やブラシ研磨、あるいは鏡面研磨された表面などにおいて得ることができる。

本発明においてセラミック材料を主成分とする焼結体からなる発光素子搭載用基板においては窒化ガリウム、窒化インジウム、窒化アルミニウムのうちから選ばれた少なくとも1種以上を主成分とする発光素子からの発光を基板外部へ放出するに際し、発光素子搭載用基板に反射防止部材や反射部材などを形成して該放出光の方向を制御し易くするために、セラミック材料を主成分とする焼結体からなる発光素子搭載用基板の表面状態、表面平滑性を適宜高めることで該発光素子搭載用基板の光透過性あるいは反射率を向上し得ることもある。

【0123】

セラミック材料を主成分とする焼結体からなる基板の透過率を高めるためには焼結体の化学組成や微構造などの焼結体そのものの特性を改善する以外に基板の厚みを薄くすることも有効である。基板の厚みが 8.0 mm 以下であれば波長 $200 \text{ nm} \sim 800 \text{ nm}$ の範囲の光に対して透過性を維持し得る。透過性を維持できるということはセラミック材料を主成分とする焼結体からなる基板の厚みが 8.0 mm であっても透過率が1%以上であるということを意味する。セラミック材料を主成分とする焼結体からなる基板の厚みが 0.5 mm のものを用いて測定した時の透過率が例えば波長 $200 \text{ nm} \sim 800 \text{ nm}$ の範囲の光に対して60~80%の範囲の高い透過率を有するものでも基板の厚みが厚くなれば透過

10

20

30

40

50

率は減少していく。基板の厚みが0.5mmのものを用いて測定した時の波長200nm～800nmの範囲の光に対する透過率が例えば80%の基板の場合その厚みが8.0mmであっても波長200nm～800nmの範囲の光において透過率は1%以上である。基板の厚みが5.0mm以下であれば透過率は5%以上のものが得られる。基板の厚みが2.5mm以下であれば透過率は10%以上のものが得られる。さらに基板の厚みが1.0mm以下であれば透過率は60%以上のものが得られる。基板の厚みが0.2mm以下と薄くなれば透過率は90%以上のものが得られる。基板の厚みが0.05mm以下の場合透過率は95%以上のものが得られる。また基板の厚みが0.5mmのものを用いて測定した時の波長200nm～800nmの範囲の光に対する透過率が例えば1.0%の基板の場合その厚みが0.2mmと薄くなれば透過率10%以上のものが得られる。基板の厚みが0.1mm以下の場合透過率は20%以上のものが得られる。また基板の厚みが0.05mm以下の場合透過率は40%以上のものが得られる。このように波長200nm～800nmの範囲の光に対して60%以上の高い透過率を有するセラミック材料を主成分とする焼結体からなる基板において厚み1.0mm以下では30%以上の透過率を有し、0.2mm以下の厚みでは90%以上殆ど透明に近い透過率を有するものが得易い。実質的に100%に近い透過率を有するものも得られる。通常基板の厚みは薄いほど透過率は高まる傾向を有するが機械的強度が小さくなるので基板として窒化ガリウム、窒化インジウム、窒化アルミニウムのうちから選ばれた少なくとも1種以上を主成分とする発光素子を搭載する場合の作業時にクラックや欠けが生じ始めるという欠点があるので基板の厚みは0.01mm以上であることが好ましく、0.02mm以上であることがより好ましく、0.05mm以上であることがさらに好ましい。上記のように本発明によるセラミック材料を主成分とする焼結体からなる基板を窒化ガリウム、窒化インジウム、窒化アルミニウムのうちから選ばれた少なくとも1種以上を主成分とする薄膜を形成するための基板として用いる場合光透過性の観点からみて（すなわち本発明によるセラミック材料を主成分とする焼結体からなる基板に発光素子を形成した時の優位性）基板の厚みは8mm以下であることが好ましく、5.0mm以下であることがより好ましい。また基板の厚みは2.5mm以下であることがさらに好ましく、基板の厚みは1.0mm以下であることが最も好ましい。このような厚みの基板において機械的強度の観点からは0.01mm以上であることが好ましく、0.02mm以上であることがより好ましく、0.05mm以上であることがさらに好ましい。

【0124】

本発明による窒化アルミニウムを主成分とする焼結体をはじめとするセラミック材料を主成分とする焼結体を用いて作製される発光素子搭載用基板には導通ビアを設けることができる。該導通ビアは通常セラミック材料を主成分とする焼結体からなる発光素子搭載用基板の内部に設けられる。該導通ビアは単に基板の上下の表面（すなわち発光素子が搭載されている側の表面と発光素子が搭載されている側と反対側の表面）を電氣的に接続するだけでなく、基板内部に電気回路が形成されている場合該基板内部の電気回路同士を電氣的に接続したりあるいは該基板内部の電気回路と基板の発光素子搭載側の表面、基板の発光素子搭載側と反対側の表面、基板の外部側面とを電氣的に接続する場合にも適宜設けることができる。導通ビアは例えば窒化アルミニウムなどのセラミック材料を主成分とするグリーンシートなどのセラミック粉末成形体にスルーホール（貫通孔）を形成してそこにあらかじめ金属などを主成分とする導電性粉末を入れ同時焼成する、スルーホールが形成されたセラミック材料を主成分とする焼結体からなる基板を溶融金属に含浸し該スルーホール部分に溶融金属導入する、基板のスルーホールに導電性ペーストを導入し加熱あるいは焼成する、などの方法で容易に形成できる。本発明による導通ビアとして図7、図8、図13、図14、図15、図16の各図において符号40で例示されたものなどがある。該導通ビアは本発明による発光素子搭載用として用いられるセラミック材料を主成分とする焼結体からなる基板（符号20または符号30で示される）内部に形成されている。

【0125】

本発明において上記導通ビアの大きさ及び形状は適宜選定でき、どのような大きさのもの

であってもあるいはどのような形状のものであってもセラミック材料を主成分とする焼結体の良好な光透過性をできるだけ阻害しないように工夫されたものであればよい。通常導通ビアの大きさはセラミック材料を主成分とする焼結体の良好な光透過性を阻害しないようにするために $500\mu\text{m}$ 以下であることが好ましい。導通ビアの大きさが $500\mu\text{m}$ 以下であれば基板内を透過して外部へ放出される発光素子からの発光に導通ビアの影などによる明るさの減少が生じにくくなる。このような現象が生じるのは該基板外部へ放出される発光素子からの発光は基板内部のセラミック多結晶粒子により散乱された散乱光であるためと思われる。通常導通ビアの大きさはセラミック材料を主成分とする焼結体形成するときのグリーンシートや焼結体に対する加工性を容易化することを考慮すると $250\mu\text{m}$ 以下であることが好ましい。導通ビアの大きさが $250\mu\text{m}$ 以下であれば基板内を透過して外部へ放出される発光素子からの発光には導通ビアの影などによる明るさの減少がより生じにくい。導通ビアの大きさとして $100\mu\text{m}$ 以下であることがより好ましい。導通ビアの大きさが $100\mu\text{m}$ 以下であれば基板内を透過して外部へ放出される発光素子からの発光には導通ビアの影などによる明るさの減少がより生じにくい。導通ビアの大きさとして $50\mu\text{m}$ 以下であることがさらに好ましい。導通ビアの大きさが $50\mu\text{m}$ 以下であれば基板内を透過して外部へ放出される発光素子からの発光には導通ビアの影などによる明るさの減少がさらに生じにくくなるので好ましい。導通ビアの大きさとしてセラミック材料を主成分とする焼結体形成するときのグリーンシートや焼結体に対する加工性を容易化することを考慮すると $25\mu\text{m}$ 以下であることが最も好ましい。導通ビアの大きさが $25\mu\text{m}$ 以下であれば基板内を透過して外部へ放出される発光素子からの発光には導通ビアの影などによる明るさの減少がほとんど生じにくくなる。

なお、本発明において導通ビアの大きさは断面の最大寸法で示す。すなわち断面が直径 $200\mu\text{m}$ の円形の場合導通ビアの大きさはそのまま $200\mu\text{m}$ であり、一辺 $150\mu\text{m}$ の正方形の場合導通ビアの大きさは $212\mu\text{m}$ である。

また導通ビアの断面形状は任意のものが使用できるが加工性の点から断面が円形のものをを用いることが好ましい。

【0126】

図7、図8、図13、図14、図15、図16の各図において導通ビアは2個形成されたものが例示されているが本発明による発光素子搭載用基板中には適宜1個あるいは3個以上複数個の導通ビアを設けることができる。多数の導通ビアが設けてあっても本発明による発光素子搭載用基板の光透過性は該基板の材料としてセラミック材料を主成分とする焼結体という基板の透過光が散乱光となり易いものを用いているので透過光の導通ビアなどの影による明るさの減少はほとんど生じにくい。この導通ビアを有する基板に発光素子を搭載したとき該発光素子を駆動するための電力あるいは電気信号を基板内部の該導通ビアを経由して基板の発光素子が搭載された反対側の面から供給することができるので発光素子搭載用基板としてコンパクトな設計ができる。

【0127】

導通ビアを形成するために上記のように窒化アルミニウムなどのセラミック材料を主成分とするグリーンシートなどのセラミック粉末成形体にスルーホールを形成する方法として通常行われているニードルを用いたパンチング法以外に例えば炭酸ガスレーザーやYAGレーザーあるいはエキシマレーザーなどによるレーザー加工法が微細な穴あけ加工法としては好ましい。上記レーザー加工法は焼成後の焼結体への穿孔にも適する。レーザー加工法を用いることで $50\mu\text{m}$ 以下、 $1\mu\text{m}$ 程度までの導通ビアが形成できる。焼成により得られるセラミック材料を主成分とする焼結体内部に形成された導通ビアの大きさが $50\mu\text{m}$ からさらに小さくなり $1\mu\text{m}$ に近づくにつれ該セラミック材料を主成分とする焼結体による発光素子搭載用基板内を透過して外部へ放出される発光素子からの発光には導通ビアの影などが生じて透過光の明るさが減少していくことがほとんど生じにくくなり特に好ましい。

【0128】

導通ビアに用いられる導電性材料としてはどのようなものでも用い得るが、特に発光素子

搭載用基板を形成しているセラミック材料を主成分とする焼結体と一体化し易く、さらに該導電性材料を形成中にセラミック材料を主成分とする焼結体と有害な反応を生じるなどにより該セラミック材料を主成分とする焼結体の良好な光透過性を阻害しにくく発光素子から発せられる光が該焼結体を透過した後も光強度が低下しにくいものであればどのような材料でも用いることができる。このような材料は例えば金、銀、銅、アルミニウム、鉄、コバルト、ニッケル、ルテニウム、ロジウム、パラジウム、オスミウム、イリジウム、白金、タングステン、モリブデン、窒化チタン及び窒化ジルコニウムなどのうちから選ばれた少なくとも1種以上を主成分とするものなどである。このような材料からなる導通ビアであれば、上記セラミック材料を主成分とする焼結体と一体化し易く、さらに該セラミック材料を主成分とする焼結体の良好な光透過性を阻害しにくい。また導通ビアの材料として上記の主成分に窒化アルミニウム、炭化珪素、窒化珪素、窒化ガリウム、酸化亜鉛、酸化ベリリウム、酸化アルミニウム、希土類元素化合物、アルカリ土類金属化合物などのうちから選ばれた少なくとも1種以上の成分を加えたものは基板のセラミック材料を主成分とする焼結体とより一体化し易いだけでなく、該セラミック材料を主成分とする焼結体の良好な光透過性をより阻害しにくくなる。上記の導通ビアの材料の中で金、銀、銅、パラジウム、白金、モリブデン、タングステン、窒化チタン、窒化ジルコニウムの中から選ばれた少なくとも1種以上を主成分とするものは基板の窒化アルミニウム焼結体を始めとする材料とより一体化し易いだけでなく、該セラミック材料を主成分とする焼結体の良好な光透過性をさらに阻害しにくくなる。また、金、銀、銅、パラジウム、白金、モリブデン、タングステン、窒化チタン、窒化ジルコニウムの中から選ばれた少なくとも1種以上の成分を主成分としさらに窒化アルミニウム、酸化アルミニウム、希土類元素化合物、アルカリ土類金属化合物のうちから選ばれた少なくとも1種以上の成分を含むものはセラミック材料を主成分とする焼結体とより一体化し易いだけでなく、該セラミック材料を主成分とする焼結体の良好な光透過性をさらに阻害しにくくなる。

【0129】

この導通ビアを形成する材料に含まれる窒化アルミニウム、炭化珪素、窒化珪素、窒化ガリウム、酸化亜鉛、酸化ベリリウム、酸化アルミニウム、希土類元素化合物、アルカリ土類金属化合物のうちから選ばれた少なくとも1種以上の成分の含有量は合計で30重量%以下であることが好ましく該導通ビアに用いられる材料の室温における抵抗率が $1 \times 10^{-3} \Omega \cdot \text{cm}$ 以下となり易いので好ましい。30重量%より多いと室温における抵抗率が $1 \times 10^{-3} \Omega \cdot \text{cm}$ より高いものとなり易いので好ましくない。より好ましい含有量は20重量%以下であり室温における抵抗率は $1 \times 10^{-4} \Omega \cdot \text{cm}$ 以下となり易いのでより好ましい。さらに好ましい含有量は10重量%以下であり室温における抵抗率は $5 \times 10^{-5} \Omega \cdot \text{cm}$ 以下となり易いのでより好ましい。もっとも好ましい含有量は5重量%以下であり、この材料の室温における抵抗率は $1 \times 10^{-5} \Omega \cdot \text{cm}$ 以下となり易いので好ましい。なお、上記導通ビアの主成分として用いられるモリブデン及びタングstenは金属だけでなく炭化物や窒化物としても用いることができる。このように導通ビアの材料の中で金、銀、銅、パラジウム、白金、モリブデン、タングステン、窒化チタン、窒化ジルコニウムの中から選ばれた少なくとも1種以上を主成分とするものや、金、銀、銅、パラジウム、白金、モリブデン、タングステン、窒化チタン、窒化ジルコニウムの中から選ばれた少なくとも1種以上の成分を主成分としさらに窒化アルミニウム、酸化アルミニウム、希土類元素化合物、アルカリ土類金属化合物のうちから選ばれた少なくとも1種以上の成分を含むもの、あるいは該導通ビアが形成されるセラミック材料を主成分とする焼結体に含まれる成分を含むものが、セラミック材料を主成分とする焼結体とより一体化し易いだけでなく、該セラミック材料を主成分とする焼結体の良好な光透過性をさらに阻害しにくく発光素子から発せられる光が該焼結体を透過した後も光強度が低下しにくくなる理由は必ずしも明確でないが、セラミック材料を主成分とする焼結体と反応しにくく、かつ反応しにくいにもかかわらず該セラミック材料を主成分とする焼結体のスルーホール内でアンカー効果がより発現し易い性状を有するためであろうと思われる。

【0130】

なお、上記導通ビアに用いられる希土類元素化合物とはSc、Y、La、Ce、Pr、Nd、Sm、Eu、Gd、Dy、Ho、Er、Yb、Luなどの希土類元素、及び Sc_2O_3 、 Y_2O_3 、 La_2O_3 、 CeO_2 、 Pr_6O_{11} 、 Nd_2O_3 、 Sm_2O_3 、 Eu_2O_3 、 Gd_2O_3 、 Dy_2O_3 、 Ho_2O_3 、 Er_2O_3 、 Yb_2O_3 、 Lu_2O_3 、などの希土類元素酸化物あるいはその他Sc、Y、La、Ce、Pr、Nd、Sm、Eu、Gd、Dy、Ho、Er、Yb、Lu、などを含む炭酸塩、硝酸塩、硫酸塩、塩化物などの無機希土類化合物、酢酸塩、蔞酸塩、クエン酸塩などの有機希土類化合物などの各種希土類元素化合物などであり、さらにLnを希土類元素として表したときガーネット型結晶構造の $3Ln_2O_3 \cdot 5Al_2O_3$ （例えば $3Y_2O_3 \cdot 5Al_2O_3$ 、 $3Dy_2O_3 \cdot 5Al_2O_3$ 、 $3Ho_2O_3 \cdot 5Al_2O_3$ 、 $3Er_2O_3 \cdot 5Al_2O_3$ 、 $3Yb_2O_3 \cdot 5Al_2O_3$ 、など）、ペロブスカイト型結晶構造の $Ln_2O_3 \cdot Al_2O_3$ （例えば $YAlO_3$ 、 $LaAlO_3$ 、 $PrAlO_3$ 、 $NdAlO_3$ 、 $SmAlO_3$ 、 $EuAlO_3$ 、 $GdAlO_3$ 、 $DyAlO_3$ 、 $HoAlO_3$ 、 $ErAlO_3$ 、 $YbAlO_3$ 、など）、単斜晶結晶構造 $2Ln_2O_3 \cdot Al_2O_3$ （例えば $2Y_2O_3 \cdot Al_2O_3$ 、 $2Sm_2O_3 \cdot Al_2O_3$ 、 $2Eu_2O_3 \cdot Al_2O_3$ 、 $2Gd_2O_3 \cdot Al_2O_3$ 、 $2Dy_2O_3 \cdot Al_2O_3$ 、 $2Ho_2O_3 \cdot Al_2O_3$ 、 $2Er_2O_3 \cdot Al_2O_3$ 、 $2Yb_2O_3 \cdot Al_2O_3$ 、など）などの希土類元素を含む複合酸化物、などである。また上記導通ビアに用いられるアルカリ土類金属化合物とはMg、Ca、Sr、Baなどのアルカリ土類金属、及びMgO、CaO、SrO、BaOなどのアルカリ土類金属酸化物やその他Mg、Ca、Sr、Baなどを含む炭酸塩、硝酸塩、硫酸塩、塩化物などの無機アルカリ土類金属化合物、酢酸塩、蔞酸塩、クエン酸塩などの有機アルカリ土類金属化合物などの各種アルカリ土類金属化合物であり、さらにAeをアルカリ土類金属として表したとき $3AeO \cdot Al_2O_3$ 、 $Ae \cdot Al_2O_3$ 、 $Ae \cdot 2Al_2O_3$ 、 $Ae \cdot 6Al_2O_3$ などのアルカリ土類金属を含む複合酸化物、である。

【0131】

本発明において、導通ビアに用いられる前記金、銀、銅、パラジウム、白金、モリブデン、タングステン、窒化チタン、窒化ジルコニウムの中から選ばれた少なくとも1種以上の成分を主成分としさらに窒化アルミニウム、酸化アルミニウム、希土類元素化合物、アルカリ土類金属化合物のうちから選ばれた少なくとも1種以上の成分を含むもの、あるいは導通ビアが形成されるセラミック材料を主成分とする焼結体に含まれる成分を加えたもの以外の各材料においてもその室温における抵抗率は $1 \times 10^{-3} \Omega \cdot cm$ 以下程度の導電性があれば好ましく、室温における抵抗率が $1 \times 10^{-4} \Omega \cdot cm$ 以下であることがより好ましく、さらに室温における抵抗率が $1 \times 10^{-5} \Omega \cdot cm$ 以下であることがさらに好ましい。

【0132】

本発明において上記導通ビアが形成される基板が窒化アルミニウムを主成分とする焼結体である場合焼結助剤、焼成温度低減化剤、着色剤、不可避不純物、ALONなどのうち少なくとも1種以上を含むものであっても良いし、高純度化され結晶相としてAlNを95%以上含むものあるいはAlNを98%以上含むものあるいは実質的にAlN単一相からなるものであってもよく、いずれの窒化アルミニウムを主成分とする焼結体も用いることができる。窒化アルミニウムを主成分とする焼結体に形成される導通ビアの材料が金、銀、銅、パラジウム、白金、モリブデン、タングステン、窒化チタン、窒化ジルコニウムの中から選ばれた少なくとも1種以上の成分を主成分とするもの、あるいは金、銀、銅、パラジウム、白金、モリブデン、タングステン、窒化チタン、窒化ジルコニウムの中から選ばれた少なくとも1種以上の成分を主成分としさらに窒化アルミニウム、酸化アルミニウム、希土類元素化合物、アルカリ土類金属化合物のうちから選ばれた少なくとも1種以上の成分を含むものを用いれば窒化アルミニウムを主成分とする焼結体を高純度化し光透過率を高めるために行われる高温で長時間の熱処理中にも揮散されることが殆どないので導通ビアを有する基板が容易に製造可能となり、高熱伝導率で光透過性を有し熱膨張率が窒化ガリウム、窒化インジウム、窒化アルミニウムのうちから選ばれた少なくとも1種以上

を主成分とする発光素子に近くさらに基板の上下表面あるいは基板の内部電気回路と基板表面とを電氣的に接続できる優れた基板が低コストで提供でき産業界に与える影響はさらに大きい。

【0133】

また、本発明において導通ビアの形態として導電性材料がセラミック材料を主成分とする焼結体のスルーホール内に密に充填されたものや該スルーホールの側壁に導電性材料を形成したものなど各種形態のものが使用できる。その中でスルーホール内に導電性材料が緻密な状態で形成されたいわゆる充填ビアの形態のものが好ましく、セラミック材料を主成分とする焼結体との一体化し易い、あるいは該セラミック材料を主成分とする焼結体の良好な光透過性を阻害しにくい、など利点が多い。

10

【0134】

導通ビアを設けることで元来通常のものとは電氣的には絶縁体であるセラミック材料を主成分とする焼結体からなる発光素子搭載用基板の上下表面あるいは基板の内部電気回路と基板表面とを電氣的に接続できる。発光素子搭載用基板に導通ビアを形成することで発光素子の実装を行う場合該発光素子搭載用基板の小型化及び設計自由度が高まり有利となる。

【0135】

本発明による窒化アルミニウムをはじめとするセラミック材料を主成分とする焼結体からなる発光素子搭載用基板には電気回路を設けることができる。該電気回路は通常セラミック材料を主成分とする焼結体からなる発光素子搭載用基板の表面あるいは内部あるいは表面及び内部同時に設けられる。該電気回路は通常発光素子を駆動させるための電気信号や電力を供給するために設けられる。該電気回路を基板の内部に設け導通ビアを用いて表面の電気回路と接続することで多層電気回路を有する発光素子搭載用基板を得ることができる。発光素子搭載用基板に多層電気回路を形成することで小型化された基板を得ることができる。

20

本発明においてセラミック材料を主成分とする焼結体からなる発光素子搭載用基板の発光素子搭載部分には発光素子をろう材や導電性接着剤などの接続材料を用いて固定し搭載するためのメタライズが必要に応じて形成される。本発明でいう電気回路には発光素子をろう材や導電性接着剤などの接続材料を用いて基板に固定し搭載するための前記メタライズも含まれる。該メタライズはセラミック材料を主成分とする焼結体からなる発光素子搭載用基板に対して発光素子を単に機械的に固定するだけでなく、発光素子と電氣的に接続して電気信号や電力を発光素子に供給する機能も併せて有することが可能である。

30

【0136】

セラミック材料を主成分とする焼結体からなる発光素子搭載用基板の内部に電気回路を形成するためには常法により窒化アルミニウムをはじめとするセラミック材料を主成分とするグリーンシートなどのセラミック粉末成形体に例えば導電性材料からなるペーストを用いて回路パターンを形成し上記グリーンシートなどのセラミック粉末成形体を内部に回路パターンが配されるように2以上積層し乾燥、脱バインダーを行った後焼成することで導電性材料とセラミック材料を主成分とする成形体が一体となって同時焼成され内部に電気回路が形成されたセラミック材料を主成分とする焼結体を得られる。前記同時焼成法を用いれば基板内部に電気回路を形成した発光素子搭載用基板が得られるだけでなく、基板の表面に電気回路が形成された発光素子搭載用基板が得られる。さらに、前記同時焼成法を用いれば基板内部及び基板表面に同時に電気回路を形成した多層電気回路を有する発光素子搭載用基板が得られる。

40

【0137】

本発明において電気回路に用いられる導電性材料としてはどのようなものでも用い得るが、特に発光素子搭載用基板を形成しているセラミック材料を主成分とする焼結体と一体化し易く、さらに該導電性材料を形成中にセラミック材料を主成分とする焼結体と有害な反応を生じるなどにより該セラミック材料を主成分とする焼結体の良好な光透過性を阻害しにくく発光素子から発せられる光が該焼結体を透過した後も光強度が低下しにくいものであればどのような材料でも用いることができる。このような材料としては例えば金、銀、

50

銅、アルミニウム、鉄、コバルト、ニッケル、ルテニウム、酸化ルテニウム、ロジウム、パラジウム、オスミウム、イリジウム、白金、タングステン、モリブデン、クロム、チタン、ジルコニウム、窒化チタン、窒化ジルコニウム、窒化タンタル、ニッケルクロム合金、などのうちから選ばれた少なくとも1種以上を主成分とする金属、合金あるいは金属窒化物などを主成分する導電性材料である。このような導電性材料で電気回路を形成すれば、上記セラミック材料を主成分とする焼結体と一体化し易く、該セラミック材料を主成分とする焼結体の良好な光透過性を阻害しにくく発光素子から発せられる光が該焼結体を透過した後も光強度が低下しにくい。また電気回路の材料として上記の主成分に窒化アルミニウム、炭化珪素、窒化珪素、窒化ガリウム、酸化亜鉛、酸化ベリリウム、酸化アルミニウム、希土類元素化合物、アルカリ土類金属化合物などのうちから選ばれた少なくとも1種以上の成分を加えたもの、あるいは電気回路が形成されるセラミック材料を主成分とする焼結体に含まれる成分を加えたものは基板のセラミック材料を主成分とする焼結体とより一体化し易いだけでなく、該セラミック材料を主成分とする焼結体の良好な光透過性をより阻害しにくくなる。上記の電気回路形成用材料の中で金、銀、銅、ニッケル、パラジウム、白金、モリブデン、タングステン、窒化チタン、窒化ジルコニウムの中から選ばれた少なくとも1種以上を主成分とするものは基板の窒化アルミニウム焼結体を始めとする材料とより一体化し易いだけでなく、該セラミック材料を主成分とする焼結体の良好な光透過性をさらに阻害しにくくなる。また、金、銀、銅、ニッケル、パラジウム、白金、モリブデン、タングステン、窒化チタン、窒化ジルコニウムの中から選ばれた少なくとも1種以上の成分を主成分としさらに窒化アルミニウム、酸化アルミニウム、希土類元素化合物、アルカリ土類金属化合物のうちから選ばれた少なくとも1種以上の成分を含むものはセラミック材料を主成分とする焼結体とより一体化し易いだけでなく、該セラミック材料を主成分とする焼結体の良好な光透過性をさらに阻害しにくくなる。

10

20

30

40

50

【0138】

本発明において電気回路は上記例示した導電性材料を用いて必要に応じたパターン形状に加工して形成される。その形状は任意に選択できるが例えば発光素子を搭載する部分に形成される場合は発光素子と同じかあるいは少し大きい形状のものが用いられる。すなわち発光素子の大きさが例えば3mm×3mmの場合は3mm×3mm～5mm×5mmの比較的大きなベタ状パターンが用いられる。電気回路を線状として形成する場合微細なパターンが必要な場合は光リソグラフィやレーザーあるいはイオンミリングなどの加工技術や加工機を用いてラインアンドスペース5μm～20μm程度の寸法のものが同時焼成法や厚膜焼付け法あるいは薄膜法などの方法を用いて形成できる。本発明においては電気回路が微細な線状パターンから比較的大きな寸法のベタ状パターンであってもセラミック材料を主成分とする焼結体の良好な光透過性を阻害しにくい。

【0139】

これらの導電性材料を用いて同時焼成により形成する、あるいはいったん焼成して得られるセラミック材料を主成分とする焼結体に後からこれらの導電性材料を厚膜として焼き付けて接合したりあるいは有機樹脂を含む導電性接着剤として接着することにより形成する、スパッタあるいは蒸着あるいはイオンプレーティングなどによる薄膜として形成する、などの方法によってセラミック材料を主成分とする焼結体内部あるいは焼結体表面に電気回路を形成することができる。

なお、本発明においていったん焼成して得られるセラミック材料を主成分とする焼結体とは、同時焼成により表面あるいは内部あるいは表面と内部のどちらにも電気回路が形成されたもの、あるいは導通ビアが形成されたもの、あるいは同時焼成により表面あるいは内部あるいは表面と内部のどちらにも電気回路が形成されさらに導通ビアが形成されたもの、も含まれる。

【0140】

上記電気回路を形成するために用いられる材料に含まれる窒化アルミニウム、炭化珪素、窒化珪素、窒化ガリウム、酸化亜鉛、酸化ベリリウム、酸化アルミニウム、希土類元素化合物、アルカリ土類金属化合物のうちから選ばれた少なくとも1種以上の成分、あるいは

電気回路が形成されるセラミック材料を主成分とする焼結体に含まれる成分を加えたものの含有量は合計で30重量%以下であることが好ましく該電気回路に用いられる材料の室温における抵抗率が $1 \times 10^{-3} \Omega \cdot \text{cm}$ 以下となり易いので好ましい。30重量%より多いと室温における抵抗率が $1 \times 10^{-3} \Omega \cdot \text{cm}$ より高いものとなり易いので好ましくない。より好ましい含有量は20重量%以下であり室温における抵抗率は $1 \times 10^{-4} \Omega \cdot \text{cm}$ 以下となり易いのでより好ましい。さらに好ましい含有量は10重量%以下であり室温における抵抗率は $5 \times 10^{-5} \Omega \cdot \text{cm}$ 以下となり易いのでさらに好ましい。もっとも好ましい含有量は5重量%以下であり室温における抵抗率は $1 \times 10^{-5} \Omega \cdot \text{cm}$ 以下となり易いので好ましい。

【0141】

焼結体内部に電気回路を形成する場合は上記導電性材料のうち例えばタングステン、モリブデン、銅などをメタライズ成分として適宜選択してセラミック材料を主成分とする焼結体と同時に焼成法により該焼結体内部に電気回路を形成することが好ましい。同時焼成法を用いればセラミック材料を主成分とする焼結体の表面にも電気回路が形成でき容易に多層電気回路が形成された基板を製造することができる。また、いったん焼成して得られるセラミック材料を主成分とする焼結体に後から導電性材料を接合する方法を用いれば金、銀、銅、白金、パラジウムなどを主成分とする低抵抗の材料を厚膜メタライズとして焼付けるあるいは導電性接着剤として接着するなど比較的簡便に電気回路が形成できるという利点がある。また、上記導電性材料のうち例えばアルミニウム、クロム、チタン、窒化タンタル、ニッケルクロム合金などのように同時焼成や焼付け法及び導電性接着剤を用いた接着法では電気回路の形成が困難な場合スパッタあるいは蒸着あるいはイオンプレーティングなどによる薄膜メタライズとしてセラミック材料を主成分とする焼結体に電気回路を形成することができる。上記薄膜による電気回路としてセラミック材料を主成分とする焼結体に対して例えばアルミニウム、窒化タンタル、ニッケルクロム合金、酸化ルテニウムなど単一の材料だけを用いた1層構造のメタライズとして形成されたものも用いることができる。またその他にクロム、チタン、ジルコニウムなどをセラミック材料を主成分とする焼結体との密着金属として用い、さらに鉄、コバルト、ニッケル、ロジウム、パラジウム、オスミウム、イリジウム、白金、モリブデン、タングステン、窒化チタン、窒化ジルコニウムなどをバリア金属として適宜用い、さらに金、銀、銅、アルミニウムなどの低抵抗材料を適宜形成した例えばクロム／銅、チタン／モリブデン／金、チタン／タングステン／ニッケル、チタン／タングステン／金、チタン／白金／金、チタン／ニッケル／金、ジルコニウム／タングステン／金、ジルコニウム／白金／金、など薄膜多層構造のものも電気回路として用いることができる。またさらに窒化タンタル、ニッケルクロム合金、酸化ルテニウムなどを上記多層薄膜上に形成したものも用いることができる。上記窒化タンタル、ニッケルクロム合金、酸化ルテニウム、などを主成分とする材料は電気回路の抵抗体として用いることが好ましい。導電性材料を薄膜で形成すればより微細な電気回路が形成できるのでより小型の発光素子搭載用基板が得られ易い。

【0142】

同時焼成法により電気回路を形成する場合導電性材料として例えば銅、モリブデン、タングステンのうちから選ばれた少なくとも1種以上を主成分とする材料からなるものを用いることが好ましい。上記で例示した銅、モリブデン、タングステンなどの導電性材料で電気回路を形成すれば、セラミック材料を主成分とする焼結体と一体化し易く、該セラミック材料を主成分とする焼結体の良好な光透過性を阻害しにくい。また、上記で例示した銅、モリブデン、タングステンなどの導電性材料にさらに窒化アルミニウム、酸化アルミニウム、希土類元素化合物、アルカリ土類金属化合物のうちから選ばれた少なくとも1種以上の成分を含むものはセラミック材料を主成分とする焼結体とより一体化し易いだけでなく、該セラミック材料を主成分とする焼結体の良好な光透過性をさらに阻害しにくくなるのでより好ましい。

【0143】

導電性材料をいったん焼成されたセラミック材料を主成分とする焼結体に厚膜として焼き

10

20

30

40

50

付けて接合したりあるいは有機樹脂を含む導電性ペーストとして接着して電気回路を形成する場合、導電性材料として例えば金、銀、銅、ニッケル、ルテニウム、酸化ルテニウム、ロジウム、パラジウム、オスミウム、イリジウム、白金、モリブデン、タングステンのうちから選ばれた少なくとも1種以上を主成分とする材料を用いることが好ましい。該導電性材料を用いて電気回路を形成すれば、セラミック材料を主成分とする焼結体と一体化し易く、該セラミック材料を主成分とする焼結体の良好な光透過性を阻害しにくい。また、上記で例示した導電性材料にさらに窒化アルミニウム、炭化珪素、窒化珪素、窒化ガリウム、酸化亜鉛、酸化ベリリウム、酸化アルミニウム、希土類元素化合物、アルカリ土類金属化合物のうちから選ばれた少なくとも1種以上の成分を含むものはセラミック材料を主成分とする焼結体とより一体化し易いだけでなく、該セラミック材料を主成分とする焼結体の良好な光透過性をさらに阻害しにくくなるのでより好ましい。

なお、本発明においていったん焼成して得られるセラミック材料を主成分とする焼結体とは、同時焼成により表面あるいは内部あるいは表面と内部のどちらにも電気回路が形成されたもの、あるいは導通ビアが形成されたもの、あるいは同時焼成により表面あるいは内部あるいは表面と内部のどちらにも電気回路が形成されさらに導通ビアが形成されたもの、も含まれる。

【0144】

導電性材料をいったん焼成されたセラミック材料を主成分とする焼結体に薄膜として電気回路を形成する場合、導電性材料として例えば金、銀、銅、アルミニウム、ニッケル、ルテニウム、酸化ルテニウム、ロジウム、パラジウム、オスミウム、イリジウム、白金、モリブデン、タングステン、クロム、チタン、窒化チタン、窒化ジルコニウム、窒化タンタル、ニッケルクロム合金、のうちから選ばれた少なくとも1種以上を主成分とする材料を用いることが好ましい。該導電性材料を用いて電気回路を形成すれば、セラミック材料を主成分とする焼結体と一体化し易く、該セラミック材料を主成分とする焼結体の良好な光透過性を阻害しにくい。さらに光リソグラフィやレーザーあるいはイオンミリングなどの加工技術、加工機を用いてラインアンドスペースが5 μm 程度の微細パターンが形成できる。上記で例示した導電性材料にさらに窒化アルミニウム、炭化珪素、窒化珪素、窒化ガリウム、酸化亜鉛、酸化ベリリウム、酸化アルミニウム、希土類元素化合物、アルカリ土類金属化合物のうちから選ばれた少なくとも1種以上の成分を含むものはセラミック材料を主成分とする焼結体とより一体化し易いだけでなく、該セラミック材料を主成分とする焼結体の良好な光透過性をさらに阻害しにくくなるのでより好ましい。

なお、本発明においていったん焼成して得られるセラミック材料を主成分とする焼結体とは、同時焼成により表面あるいは内部あるいは表面と内部のどちらにも電気回路が形成されたもの、あるいは導通ビアが形成されたもの、あるいは同時焼成により表面あるいは内部あるいは表面と内部のどちらにも電気回路が形成されさらに導通ビアが形成されたもの、も含まれる。

【0145】

本発明において電気回路を形成する方法として上記で例示したように同時焼成による方法、あるいはいったん焼成して得られるセラミック材料を主成分とする焼結体に後から導電性材料を焼付けあるいは接着する方法、あるいは導電性材料を薄膜として形成する方法、という少なくとも3つの方法があるがそのうちの2以上の方法を適宜組み合わせで行うこともできる。電気回路を上記2以上の方法を組み合わせで行えばそれぞれの方法における長所を生かしてより高性能の発光素子搭載用基板を得ることが可能となる。例えば同時焼成法で基板内部に電気回路が形成された発光素子搭載用基板を作製し基板表面に形成される電気回路の少なくとも1部を薄膜で形成すればより小型化された多層電気回路を有する発光素子搭載用基板を得ることが可能となる。また、例えば同時焼成法で基板内部に電気回路が形成された発光素子搭載用基板を作製し基板表面に形成される電気回路の少なくとも1部を厚膜メタライズで形成すれば小型化された多層電気回路を有する発光素子搭載用基板を簡便に得ることが可能となる。

上記発光素子搭載用基板の内部に形成される電気回路は通常基板内部の導通ビアと電氣的

に接続し組み合わせて多層化された電気回路として用いることが好ましい。

【0146】

これらの金属、合金あるいは金属窒化物材料などを主成分とする導電性材料は単一層だけでなく、上記薄膜による電気回路の形成で示したように多層化した状態でも用いることができる。上記導電性材料を多層化して作製した電気回路は上記導電性材料の中の異なる材料同士であっても良いし同一の材料を多層化して形成したものであっても良い。導電性材料の多層化方法もめっきやスピコート、浸漬コート、印刷などにより適宜熱処理を施すことで好適に行うことができる。例えば多層化された電気回路の例としてタングステンあるいはモリブデンあるいは銅などを主成分とした同時焼成により得られるメタライズにニッケルめっき及び金めっきを施すことによって形成されたものであっても良い。またメタライズの表面を金、銀、白金、ニッケル、アルミニウムを主成分とする材料で被覆すればワイヤやろう材などの接続材料との接続性が向上し耐環境性も向上するので好ましい。例えばタングステン、モリブデン、銅などを主成分として同時焼成法により形成されたメタライズには通常表面に金メッキを施し前記のような接続性、耐環境性の向上を図られる。本発明において少なくとも上記で例示した導電性材料を用いてセラミック材料を主成分とする焼結体の内部あるいは焼結体の表面に電気回路が形成された発光素子搭載用基板であれば、形成された該電気回路によって該基板を透過して外部へ放出される発光素子から発せられた光の強さが減じられることは少ない。

なお、上記電気回路が形成される焼結体表面とは以下で説明するセラミック材料を主成分とする焼結体からなる発光素子搭載用基板において、発光素子が搭載される面、発光素子が搭載される面と反対側の面、窪み空間を有する発光素子搭載用基板の窪み空間側の側面、窪み空間を有する発光素子搭載用基板の窪み空間と反対側の側面、などセラミック材料を主成分とする焼結体内部以外の発光素子搭載用基板が有する表面を意味する。

【0147】

本発明によるセラミック材料を主成分とする焼結体からなる発光素子搭載用基板には上記のように必要に応じて発光素子を基板に固定し搭載するためのメタライズが施される。これらのメタライズは上記のように同時焼成法によるもの、厚膜焼付け法によるもの、あるいはスパッタ、蒸着、イオンプレーティングなどによる薄膜によるものなどが好適に用いられる。これらのメタライズが施された部分にろう材（Pb-Sn系はんだ合金、Au-Si系合金、Au-Sn系合金、Au-Ge系合金、Sn含有合金、In含有合金、金属Sn、金属In、Pbフリーはんだなどの低融点ろう材、あるいは銀ろうなどの高融点ろう材、などを含む）、低融点ガラス、その他例えばエポキシ樹脂、シリコン樹脂などの有機樹脂を主成分とする導電性接着剤あるいは電気絶縁性接着剤あるいは高熱伝導性接着剤などの接続材料を用いてセラミック材料を主成分とする焼結体に発光素子が固定、搭載される。本発明によるセラミック材料を主成分とする焼結体からなる発光素子搭載用基板は例えば窒化アルミニウムを主成分とする焼結体などのように窒化ガリウム、窒化インジウム、窒化アルミニウムのうちから選ばれた少なくとも1種以上を主成分とする発光素子とは熱膨張率が近いものが多いので、該発光素子を基板に固定し搭載する際には該固定部分における応力発生が少なく上記接続材料以外のどのような接続材料であっても使用し得る。なお、上記接続材料のうち低融点ガラス、またはエポキシ樹脂、シリコン樹脂などの有機樹脂を主成分とする導電性接着剤あるいは電気絶縁性接着剤あるいは高熱伝導性接着剤などの接着剤を用いて発光素子をセラミック材料を主成分とする焼結体に取り付ける場合は該セラミック材料を主成分とする焼結体は発光素子搭載部分に必ずしもメタライズが施されたものでなくてもよい。

また、上記低融点ガラス、又はエポキシ樹脂、シリコン樹脂などの有機樹脂を主成分とする導電性接着剤あるいは電気絶縁性接着剤あるいは高熱伝導性接着剤などは光透過性を有するものが得られるので発光素子を搭載するための接続材料としては好ましい。

本発明において少なくとも上記で例示した導電性材料を用いてセラミック材料を主成分とする焼結体の発光素子を搭載する部分にメタライズが形成された発光素子搭載用基板であれば、形成されたメタライズによって基板を透過して外部へ放出される発光素子から発せ

10

20

30

40

50

られた光の強さが減じられることは少ない。

本発明が示すようにセラミック材料を主成分とする焼結体特に光透過性を有する焼結体を発光素子搭載用基板として用いることで、発光素子からの発光が該基板を透過して発光素子が搭載されている面とは反対の基板面側へ放出されることが可能となり、発光素子を中心とする空間のあらゆる方向に発光素子からの発光を効率的に外部に放出することが可能である。光透過性を有するセラミック材料を主成分とする焼結体からなる基板であってもその表面で発光素子からの光（すなわち、少なくとも波長200nm～800nmの範囲の光）を最大15%程度反射することがある（すなわち、セラミック材料を主成分とする焼結体の反射率は最大15%程度である）。特に基板の表面平滑性が高い場合など発光素子からの発光が上記の割合で反射され易い。上記セラミック材料を主成分とする焼結体からなる発光素子搭載用基板の発光素子からの光に対する反射率をセラミック材料を主成分とする焼結体が本来有するもの以下に抑制し発光素子からの発光を発光素子が搭載されているのとは反対側の基板面側により強く透過させ易くするために、該発光素子搭載用基板に反射防止機能を付与することが好ましい。なお、上記反射率は少なくとも波長200nm～800nmの範囲の光に対するものである。また上記波長200nm～800nmの範囲の光に対する反射率とは波長200nm～800nmの範囲のいずれか特定の波長の光で測定された反射率を意味する。

【0148】

本発明において反射防止部材の形成されているセラミック材料を主成分とする焼結体を発光素子搭載用基板として用いることで発光素子搭載用基板に反射防止機能を付与することが可能となる。すなわち例えば本発明による発光素子搭載用基板としてセラミック材料を主成分とする焼結体の反射率が該セラミック材料を主成分とする焼結体が本来有するものより低下し得る材料を反射防止部材として用いれば比較的容易に発光素子搭載用基板に反射防止機能を付与することが可能となる。本発明による発光素子搭載用基板に形成される反射防止部材としては通常セラミック材料を主成分とする焼結体の屈折率と同等かあるいはそれ以下の材料を用いることが好ましい。このような材料を用いることで発光素子からの発光に対して十分な反射防止機能を発現し得る。該反射防止機能の付与は例えば各種ガラス、各種樹脂、各種無機材料など比較的屈折率の小さい材料でさらに要すれば透明な材料を発光素子搭載用基板に形成することにより行うことができる。通常このような材料を皮膜状で形成することが好ましく反射防止部材として機能する。通常このような材料は屈折率2.3以下の材料から適宜選択して用いることが好ましい。通常このような材料を要すれば皮膜状で発光素子搭載用基板に形成することにより反射防止部材として機能し、発光素子からの光が発光素子搭載用基板を透過して基板外部へより強く放出され易くなるので好ましい。なお、屈折率が2.3以上の材料であっても該材料を形成するセラミック材料を主成分とする焼結体の屈折率と同等かあるいはそれ以下のものであれば十分反射防止部材として使用し得る。セラミック材料を主成分とする焼結体の屈折率より大きい材料を用いた場合は十分な反射防止機能が発現し得なくなり易いので好ましくない。すなわち、このような材料を形成した発光素子搭載用基板においては該発光素子搭載用基板を透過して基板外部へ放出される発光素子からの光の強さあるいは明るさは大きくなりにくいので好ましくない。上記反射防止部材は屈折率がセラミック材料を主成分とする焼結体の屈折率と同等かあるいはそれ以下であるとともに透明性が高いことが好ましい。反射防止部材の透明性が低ければ発光素子搭載用基板を透過して基板外部へ放出される発光素子からの光の強さあるいは明るさは大きくなりにくいので好ましくない。すなわち、光透過性を有するセラミック材料を主成分とする焼結体からなる基板であってもその表面で発光素子からの光を最大20%程度反射することがある。特に基板の表面平滑性が高い場合など発光素子からの発光が上記の割合で反射され易い。屈折率がセラミック材料を主成分とする焼結体の屈折率と同等かあるいはそれ以下でさらに要すれば透明な材料からなる部材を発光素子搭載用基板に形成することで（通常は基板の発光素子を搭載する面）発光素子からの光の反射を防止するように機能するため（すなわち発光素子からの光に対して反射率が20%より小さくなる）、発光素子搭載用基板を透過する発光素子からの光が増加し、基板

10

20

30

40

50

外部へより多くの発光が放出されるようになる。通常上記反射防止部材として用いる材料の屈折率は2.1以下であることがより好ましい。また、上記反射防止部材として用いる材料の屈折率は2.0以下であることがさらに好ましい。

【0149】

なお、本発明の発光素子搭載用基板に用いるセラミック材料を主成分とする焼結体の屈折率を例示すれば以下の通りである。すなわち、窒化アルミニウムを主成分とする焼結体で2.1、炭化珪素を主成分とする焼結体で2.6、酸化亜鉛を主成分とする焼結体で2.0、酸化ベリリウムを主成分とする焼結体で1.7、酸化アルミニウムを主成分とする焼結体で1.7、酸化ジルコニウムを主成分とする焼結体で2.2、酸化マグネシウムを主成分とする焼結体で1.7、アルミン酸マグネシウムを主成分とする焼結体で1.7、酸化チタンを主成分とする焼結体で2.7、チタン酸バリウムを主成分とする焼結体で2.4、チタン酸ジルコン酸鉛を主成分とする焼結体で2.5、酸化イットリウムを主成分とする焼結体で1.9、ムライトを主成分とする焼結体で1.6、結晶化ガラスを主成分とする焼結体で1.6、などである。

10

【0150】

なお、屈折率や反射率などの測定は通常のエリプソメーターなどを用いた偏光解析法、繰り返し干渉顕微鏡法、プリズムカップラー方式、あるいはその他分光光度計 (S p e c t r o p h o t o m e t e r) などの光学機器を用いて容易に行うことができる。

【0151】

また、発光素子搭載用基板として前記黒色、灰黒色、灰色、褐色、黄色、緑色、青色、あずき色、赤色などに着色したセラミック材料を主成分とする焼結体を用いる場合、反射防止部材を形成したものをを用いることが好ましい。上記黒色、灰黒色、灰色、褐色、黄色、緑色、青色、あずき色、赤色などに着色したセラミック材料を主成分とする焼結体としては例えばMo、W、V、Nb、Ta、Ti、鉄、ニッケル、クロム、マンガン、ジルコニウム、ハフニウム、コバルト、銅、亜鉛などの遷移金属、あるいはカーボンなどの成分を含むものが通常用いられる。すなわち、着色したセラミック材料を主成分とする焼結体は通常上記遷移金属やカーボンなどによって該焼結体の内部に進入した光を吸収し易い性質となり易いので、該焼結体を透過する光の強度を高めるために該焼結体に対して発光素子からの光をできるだけ効率よく進入させる必要がある。そのために該焼結体に反射防止部材を形成したものをを用いれば反射防止部材が形成されていないものに比べて該焼結体表面での反射が防止できるので該着色したセラミック材料を主成分とする焼結体に進入し、透過する光の強度が高まる。

20

30

【0152】

該反射防止部材は本発明による発光素子搭載用基板に対して図19に例示したような発光素子が搭載されている面以外にも、図20あるいは図21に例示したように窪み空間を有する発光素子搭載用基板の窪み空間を形成している側面、あるいは窪み空間を有する発光素子搭載用基板の蓋など適宜目的に応じて任意の位置に形成できる。また必要に応じて図34に例示したようにセラミック材料を主成分とする焼結体からなる基板の内部にも形成することができる。通常該反射防止部材は該発光素子搭載用基板の発光素子が搭載されている側の面に形成されることが好ましい。該反射防止部材の形成位置として発光素子搭載用基板が平板状の場合は該基板の発光素子が搭載されている側の表面に形成することが好ましい。すなわち、発光素子搭載用基板が窪み空間を有するものであれば発光素子が搭載されている側の表面、あるいは発光素子が搭載されている側の窪み空間の側壁、あるいは蓋の発光素子が搭載されている側の面に形成されることが好ましい。本発明による発光素子搭載用基板において上記反射防止部材が形成された部分からは発光素子からの発光がより強く基板外部へ放出される。

40

なお上記反射防止部材において「透明」という意味は光透過率が少なくとも30%以上であることを意味する。該透明な反射防止部材は通常ガラスや樹脂あるいは無機結晶などのように光を直線的に透過する材料、あるいは各種無機焼結体材料などのように焼結体内部の多結晶粒子によって光を散乱光として透過する材料、などからなる。このような反射防

50

止部材の透明性は発光素子搭載用基板に形成される厚みによって変化するが、どのような厚みであっても形成されている状態で光透過率が30%以上であることが反射防止部材として機能する上では好ましい。例えば発光素子搭載用基板に形成されている厚みが10nm程度の薄いものであってもその厚みの状態で光透過率が30%より小さければ本発明による反射防止部材としては好ましくない。逆に発光素子搭載用基板に形成されている厚みが100 μ m程度の比較的厚いものであってもその厚みの状態で光透過率が30%以上であれば本発明による反射防止部材として好ましい。上記反射防止部材の光透過率は50%以上であることがより好ましい。また、上記反射防止部材の光透過率は80%以上であることがさらに好ましい。反射防止部材の厚みはどのようなものであってもよいが通常1nm以上の範囲でその光透過性の優劣とともに適宜選択される。反射防止部材の厚みはどのようなものであってもよいが通常1nm~100 μ mの範囲のものをを用いること実用上好ましい。

10

また、本発明における反射防止部材の上記反射率、屈折率、光透過率は少なくとも波長200nm~800nmの範囲の光に対してのものである。

このように本発明においては反射防止部材として上記屈折率が2.3以下で、要すれば透明で、さらに要すれば反射率を15%以下となり得る材料を用いることが好ましい。

【0153】

図19、図20、図21、図34に本発明による反射防止部材の形成されているセラミック材料を主成分とする焼結体を用いた発光素子搭載用基板の断面図が例示してある。図18は反射防止部材の効果をより説明し易くするための発光素子搭載用基板の断面図であり、図18に示されている発光素子搭載用基板20は反射防止部材が形成される前の状態を示している。図19に示すセラミック材料を主成分とする焼結体からなる発光素子搭載用基板20及び図20、図21、図34に示すセラミック材料を主成分とする焼結体からなる発光素子搭載用基板30には反射防止部材70が形成されている。

20

また、図18は反射防止部材が形成される前の発光素子搭載用基板に搭載された発光素子を例示している。図19、図20、図21、及び図34は反射防止部材が形成された発光素子搭載用基板に搭載された発光素子を例示している。

【0154】

図18において発光素子21からの発光は該発光素子が搭載されている面側への放出光22と該発光素子が搭載されている面と反対側の面への放出光73として基板外部へ放出される。図18において、発光素子21が搭載されている基板面に照射されている光60はその一部が該基板面で反射され反射光61として発光素子が搭載されて基板面側の基板外部へ放出され易い。したがって発光素子21が搭載されている基板面に照射されている光60が基板を透過して発光素子が搭載されている基板面とは反対の基板面側から基板外部へ放出される光73は弱いものになり易い。なお、反射防止部材が形成されていない場合セラミック材料を主成分とする焼結体からなる発光素子搭載用基板面に照射される光60からの反射光61の強度は該光60に対して最大15%程度である。

30

なお、上記図18における放出光73は、以下図19、図20、図21、図34で示される反射防止部材が形成される前の基板部分を透過して基板外部へ放出される光71と反射防止部材が形成されない部分の基板を透過して基板外部へ放出される光72との合計である。

40

【0155】

図19において、セラミック材料を主成分とする焼結体からなる発光素子搭載用基板20には反射防止部材70が形成されている。該反射防止部材70は発光素子21が搭載されている基板面に形成されている。図19において発光素子が搭載されている基板面に照射されている光60は基板表面での反射が抑制されるためほとんど反射されずに基板を透過して発光素子が搭載されている基板面とは反対の基板面側から基板外部へ放出されるので、反射防止部材が形成されている基板部分からの放出光74の強度は図18のように反射防止部材が形成される前の状態の放出光71と比べて大きくなる。したがって発光素子21が搭載されている基板面とは反対の基板面側から基板外部へ放出される全部の放出光7

50

3の強度も大きなものとなる。なお、上記図19における放出光73は、図19で示される反射防止部材が形成される部分の基板を透過して基板外部へ放出される光74と反射防止部材が形成されない部分の基板を透過して基板外部へ放出される光72との合計である。

。このように図19において、反射防止部材70が形成されている場合発光素子から基板面に照射される光60は基板表面での反射が抑制されるので図18のように反射防止部材が形成されていない場合に比べて効率よく発光素子搭載用基板20を透過して発光素子が搭載されている反対側の面から基板外部により強い光74として放出される。

なお、反射防止部材が形成されている発光素子搭載用基板としては、図19に描かれているように発光素子21から少しはなれた基板面に反射防止部材が形成されているものだけでなく発光素子21の近辺の基板面あるいは発光素子搭載部分の基板面に形成されているものも本発明に含まれる。すなわち、反射防止部材は発光素子搭載用基板表面のどのような位置にも形成でき、形成された反射防止部材の効果は基板表面の形成位置に影響されず同様な効果を有する。また、反射防止部材70は形成される面積が基板面積に対してその割合が高ければ発光素子が搭載される基板面と反対の基板面側からの放出光71及び73をより増加させ易くなる。

【0156】

図20は窪み空間（キャビティー）が形成されている発光素子搭載用基板に反射防止部材が形成されている例を示す。図20において窪み空間31を有するセラミック材料を主成分とする焼結体からなる発光素子搭載用基板30の窪み空間を形成する側壁に反射防止部材70が形成されている。また図20においては蓋32の発光素子搭載側の面の一部にも該反射防止部材70が形成されている。発光素子21から窪み空間を形成する側壁部分及び蓋へ向けて照射される光90は側壁及び蓋に形成されている反射防止部材70でほとんど反射されることなく基板を透過して光91として基板外部へ放出される。図20に示すように反射防止部材が形成されている部分から基板外部へ放出される光91は、反射防止部材が形成される前に比べてより強度の大きいものとなり易い。

【0157】

図21は反射防止部材が窪み空間（キャビティー）を有する発光素子搭載用基板に形成されている例を示す。反射防止部材70は窪み空間31を有するセラミック材料を主成分とする焼結体からなる発光素子搭載用基板30の発光素子が搭載されている面及び窪み空間を形成している側壁全体に形成されている。また蓋32の発光素子搭載側の面全体にも反射防止部材70が形成されている。

【0158】

本発明において上記反射防止部材の形成される発光素子搭載用基板として図19に示される平板状ものだけでなく、例えば図7、図13に例示されているように平板状のものに導通ビアが形成されているもの、図20及び図21に例示されているように単に窪み空間（キャビティー）を有するものだけでなく、図8、図14、図15、図16に例示されているように窪み空間を有する形状のものに導通ビアが形成されているもの、などが挙げられる。これら発光素子用基板において、通常反射防止部材は該発光素子搭載用基板の発光素子が搭載されている側の面に形成されることが好ましい。窪み空間を有する発光素子搭載用基板の封止などに使用する蓋においては、封止の際の加熱で反射防止部材と封止材などが反応して変質する場合など該反射部材は発光素子が搭載される反対側の面に形成されてもよい。

【0159】

上記反射防止部材として用いられる透明で屈折率が比較的小さい材料として例えば石英ガラス、高珪酸ガラス、ソーダ石灰ガラス、鉛ソーダガラス、カリガラス、鉛カリガラス、アルミノ珪酸塩ガラス、硼珪酸ガラス、無アルカリガラス、カルコゲン化合物ガラス、テルライドガラス、磷酸塩ガラス、ランタンガラス、リチウム含有ガラス、バリウム含有ガラス、亜鉛含有ガラス、フッ素含有ガラス、鉛含有ガラス、窒素含有ガラス、ゲルマニウム含有ガラス、クラウンガラス、硼酸クラウンガラス、重クラウンガラス、希土類元素ある

10

20

30

40

50

いはニオブ、タンタルを含むクラウンガラス、フリントガラス、軽フリントガラス、重フリントガラス、希土類元素あるいはニオブ、タンタルを含むフリントガラス、はんだガラス、光学ガラス、各種結晶化ガラスなどのガラス材料を用いることが好ましい。これらのガラス材料は薄膜状あるいは厚膜状あるいは板状など各種形態のものを用いることができる。

また、上記反射防止部材として例えばエポキシ樹脂、シリコン樹脂、ポリイミド樹脂、フェノール樹脂、ビスマレイミドトリアジン樹脂（BTレジン）、不飽和ポリエステル、PTFEやPFAあるいはFEPあるいはPVdFなどのフッ素樹脂、アクリル樹脂、メタクリル樹脂、ポリメチルメタクリレート樹脂（PMMA）、スチレン・アクリロニトリル共重合樹脂（SAN）、アリルジグリコールカーボネート樹脂（ADC）、ウレタン樹脂、チオウレタン樹脂、ジアリルフタレート樹脂（DAP）、ポリスチレン、ポリエーテルエーテルケトン（PEEK）、ポリエチレンナフタレート（PEN）、熱可塑性ポリイミド樹脂、ポリアミドイミド（PAI）、飽和ポリエステル、ポリエチレンテレフタレート（PET）、ポリブチレンテレフタレート（PBT）、ポリカーボネート（PC）、ポリアミド、ポリフェニレンスルフィド（PPS）、ポリフェニレンエーテル（PPE）、ポリフェニレンオキサイド（PPO）、ポリエーテルイミド（PEI）、ポリエーテルスルホン（PES）、ポリメチルペンテン（PMP）、ポリエチレン（PE）、ポリプロピレン（PP）、エチレンビニルアルコール共重合体、ポリスルホン、ポリアリレート、ジアリルフタレート、ポリアセタールなどのうちから選ばれる少なくとも1種以上を主成分とする樹脂材料を用いることが好ましい。これらの樹脂材料は薄膜状あるいは厚膜状あるいは板状など各種形態のものを用いることができる。

また、上記反射防止部材として例えばベリリウム（Be）、マグネシウム（Mg）、カルシウム（Ca）、ストロンチウム（Sr）、バリウム（Ba）、スカンジウム（Sc）、イットリウム（Y）、ランタン（La）、セリウム（Ce）、プラセオジウム（Pr）、ネオジウム（Nd）、サマリウム（Sm）、ユーロピウム（Eu）、ガドリニウム（Gd）、ディスプロシウム（Dy）、ホルミウム（Ho）、エルビウム（Er）、イッテルビウム（Yb）、ルテチウム（Lu）、ジルコニウム（Zr）、ハフニウム（Hf）、ニオブ（Nb）、タンタル（Ta）、モリブデン（Mo）、タングステン（W）、亜鉛（Zn）、硼素（B）、アルミニウム（Al）、ガリウム（Ga）、インジウム（In）、珪素（Si）、ゲルマニウム（Ge）、錫（Sn）、アンチモン（Sb）、のうちから選ばれる少なくとも1種以上を主成分とする金属酸化物、金属窒化物、金属炭化物などの無機材料からなる薄膜、厚膜、単結晶あるいは多結晶、焼結体などとして用いることが好ましい。これらの金属酸化物、金属窒化物、金属炭化物などの無機材料は結晶質の状態のものだけでなく無定形状のものも用い得る。これらの金属酸化物、金属窒化物、金属炭化物などの無機材料は薄膜状あるいは厚膜状あるいは板状など各種形態のものを用いることができるが、通常皮膜状で用いることが好ましい。上記例示した反射防止部材として用い得る材料は屈折率2.3以下のものが好ましいが、本発明の反射防止部材として用い得るのは上記材料に限らず、形成する相手のセラミック材料を主成分とする焼結体の屈折率と同等かあるいはそれ以下でさらに要すれば透明な材料であればどのようなものであってもよい。

このような反射防止部材の発光素子搭載用基板への形成方法は上記各種ガラス材料、樹脂材料、無機材料を板状あるいは箔状としたものを例えば接着剤、はんだ、ろう材などを用いたり圧着するなどにより該発光素子搭載用基板に接合する方法、該各種ガラス材料、樹脂材料、無機材料をスパッタ、蒸着、イオンプレーティング、めっき、CVD、スピニングなどで薄膜状としたものを該発光素子搭載用基板に接合する方法、あるいは該各種ガラス材料、無機材料を主成分とする粉末ペーストやゾルゲルペーストなどをセラミック材料を主成分とする焼結体と同時に焼成により形成する、あるいはすでに作製されたセラミック材料を主成分とする焼結体に該各種ガラス材料、樹脂材料、無機材料を主成分とする粉末ペーストやゾルゲルペーストなどをあとから焼き付けたり接着することなどにより該発光素子搭載用基板に接合する方法、などがあり適宜選定できる。

通常上記反射防止部材としてアルミナ、シリカ、マグネシアなどの皮膜を用いることが好適である。また、上記反射防止部材の中で窒化アルミニウムを主成分とする焼結体、窒化珪素を主成分とする焼結体、あるいは炭化珪素を主成分とする焼結体、あるいは窒化ガリウムを主成分とする焼結体などの非酸化物を主成分とする焼結体の自己酸化皮膜も好適に用いることができる。該自己酸化皮膜は母材である上記非酸化物を主成分とする焼結体の反射率を15%以下に低下することができる。該自己酸化皮膜は通常上記非酸化物を主成分とする焼結体を例えば700℃～1500℃といった高温の大気中などの酸化雰囲気中で加熱することで容易に形成できる。該自己酸化皮膜は例えば酸化アルミニウムあるいは酸化珪素などからなり母材である窒化アルミニウムを主成分とする焼結体、窒化珪素を主成分とする焼結体、あるいは炭化珪素を主成分とする焼結体、あるいは窒化ガリウムを主成分とする焼結体などの非酸化物を主成分とする焼結体との密着性は高い。該自己酸化皮膜は酸化アルミニウムあるいは酸化珪素あるいは酸化ガリウムなどから成るので紫外線の波長領域までの光に対する透過性も高いので好ましい。厚みも10μm以下のものが容易に得られる。

10

20

30

40

【0160】

該反射防止部材は本発明による発光素子搭載用基板に対して図19、図20、図21に例示したように発光素子が搭載されている面、あるいは窪み空間を有する発光素子搭載用基板の窪み空間を形成している側面、あるいは窪み空間を有する発光素子搭載用基板の蓋など適宜目的に応じて任意の位置に形成できる。本発明においては発光素子搭載用基板として光透過性を有するセラミック材料を主成分とする焼結体を用いることができるので該反射防止部材はセラミック材料を主成分とする焼結体の内部にあってもその反射防止機能を発現できる。光透過性を有する基板を用いることで反射防止部材が形成された基板内部にまで発光素子からの光が到達し該反射防止部材による反射防止機能が発現できる。

反射防止部材を発光素子搭載用基板内部に形成する方法は上記各種ガラス材料、樹脂材料、無機材料を板状あるいは箔状としたものを例えば該発光素子搭載用基板で挟み接着剤、はんだ、ろう材などを用いたり圧着するなどにより接合する方法、該各種ガラス材料、樹脂材料、無機材料をスパッタ、蒸着、イオンプレーティング、めっき、CVD、スピンコートなどで薄膜状としたものを2以上の発光素子搭載用基板に形成後これら発光素子搭載用基板同士を接合する方法、あるいは該各種ガラス材料、無機材料を主成分とする粉末ペーストやゾルゲルペーストなどをセラミック材料を主成分とする焼結体と同時に焼成により形成する方法、あるいはすでに作製されたセラミック材料を主成分とする焼結体に該各種ガラス材料、樹脂材料、無機材料を主成分とする粉末ペーストやゾルゲルペーストなどをあとから焼き付けたり接着するなどにより2以上の発光素子搭載用基板に形成しこれら発光素子搭載用基板同士を接合する方法、などがあり適宜選定できる。

図34には反射防止部材がセラミック材料を主成分とする焼結体の内部に形成した例が示されている。図34において反射防止部材70は窪み空間31を有するセラミック材料を主成分とする焼結体からなる発光素子搭載用基板30の発光素子が搭載されている部分の内部及び窪み空間を形成している側壁33の内部に形成されている。

このように該反射防止部材はセラミック材料を主成分とする焼結体の内部又は表面いずれか一方に形成することができるし、さらにセラミック材料を主成分とする焼結体の内部及び表面の両方に同時に形成することもできる。

【0161】

上記のように、本発明において光透過性を有するセラミック材料を主成分とする焼結体が発光素子搭載用基板として用いさらに該発光素子搭載用基板に反射防止部材を形成することで、発光素子からの発光を該発光素子が搭載された基板面側だけでなく該発光素子が搭載された面とは反対の基板面側にも放出され発光素子周囲のあらゆる空間方向に効率的に放出することが可能となった。

【0162】

なお、本発明において発光素子搭載用基板として用いる上記反射防止部材を形成したセラミック材料を主成分とする焼結体は必ずしも光透過性を有するものでなくても発光素子か

50

らの光の放出方向を制御することが可能である。すなわち光透過性のないセラミック材料を主成分とする焼結体であっても反射防止部材を形成することにより発光素子搭載用基板として用いることができる。

【0163】

一方、本発明による反射部材の形成されているセラミック材料を主成分とする焼結体を発光素子搭載用基板として用い発光素子搭載用基板に光反射機能を付加することで、発光素子からの発光を特定の方向により強く放出させることも可能である。反射機能を発光素子搭載用基板に付与し発光素子からの発光の一部または全部を反射させることで、該発光素子からの発光が光透過性を有するセラミック材料を主成分とする焼結体からなる発光素子搭載用基板を透過して該発光素子が搭載された面とは反対の基板面側へ放出されることを促進あるいは抑制することが可能である。すなわち、本発明による発光素子搭載用基板に反射機能が付与されていない場合に比べて発光素子搭載用基板の発光素子搭載側の面からより強い発光を放出することもできるし、あるいは発光素子搭載用基板の発光素子搭載側の面からだけ発光を放出できる。逆に、本発明による発光素子搭載用基板に反射機能が付与されていない場合に比べて発光素子搭載用基板の発光素子が搭載されている反対側の面からより強い発光を放出することもできるし、あるいは発光素子搭載用基板の発光素子が搭載されている反対側の面からだけ発光を放出できる。光透過性を有するセラミック材料を主成分とする焼結体からなる基板においてその表面で発光素子からの光（すなわち、少なくとも波長200nm～800nmの範囲の光）を最大15%程度しか反射しない場合が多い。本発明による発光素子搭載用基板に形成する反射部材としては反射機能を高めるために発光素子からの発光に対して少なくとも15%以上の反射率を有するものを用いることが好ましい。また発光素子からの発光に対する反射率が50%以上の材料を用いることがより好ましい。また発光素子からの発光に対する反射率が70%以上の材料を用いることがさらに好ましい。また発光素子からの発光に対する反射率が80%以上の材料を用いることが最も好ましい。なお、上記発光素子からの発光に対する反射率とは少なくとも波長200nm～800nmの範囲の光に対する反射率である。また、波長200nm～800nmの範囲の光に対する反射率とは波長200nm～800nmの範囲のいずれか特定の波長の光で測定された反射率を意味する。本発明においては特に断らない限り通常波長605nmの光に対する反射率を用いた。本発明による発光素子搭載用基板に形成される反射部材の反射率が上記範囲にあれば発光素子からの発光に対して十分な反射機能を発現し得る。このように本発明においては発光素子搭載用基板に光反射機能を付加することで発光素子周囲のあらゆる空間方向に対して該発光素子からの発光の強さを比較的容易に制御することが可能となる。

【0164】

本発明において発光素子搭載用基板として用いる上記反射部材を形成したセラミック材料を主成分とする焼結体は光透過性を有するものであってもよいし光透過性を有しないものであってもよく、発光素子からの光の放出方向を制御することが可能である。すなわちセラミック材料を主成分とする焼結体の光透過性の有無にかかわらずに該焼結体に反射防止部材を形成することにより発光素子搭載用基板として用いることができる。

【0165】

発光素子搭載用基板として前記黒色、灰黒色、灰色、褐色、黄色、緑色、青色、あずき色、赤色などに着色したセラミック材料を主成分とする焼結体を用いる場合、反射部材を形成したものをを用いることが好ましい。上記黒色、灰黒色、灰色、褐色、黄色、緑色、青色、あずき色、赤色などに着色したセラミック材料を主成分とする焼結体としては例えばMo、W、V、Nb、Ta、Ti、鉄、ニッケル、クロム、マンガン、ジルコニウム、ハフニウム、コバルト、銅、亜鉛などの遷移金属、あるいはカーボンなどの成分を含むものが通常用いられる。すなわち、着色したセラミック材料を主成分とする焼結体は白色など着色していないセラミック材料を主成分とする焼結体と比べて通常焼結体表面における光の反射率が小さく、上記遷移金属やカーボンなどによって該焼結体の内部に進入した光を吸収し易い性質となり易いので、該焼結体表面で反射される光の強度を高めるために該焼結

10

20

30

40

50

体の発光素子からの光をできるだけ効率よく反射させる必要がある。そのために該焼結体に反射部材を形成したものをを用いれば反射部材が形成されていないものに比べて該焼結体表面での反射が向上できるので該着色したセラミック材料を主成分とする焼結体から反射された光の強度が高まる。

【0166】

本発明において上記反射部材の形成されているセラミック材料を主成分とする焼結体を発光素子搭載用基板として用いた例として図22、図23、図24、図35を示す。図22、図23、図24は本発明による反射部材が形成されている発光素子搭載用基板を示す断面図である。本発明による反射部材が形成されている発光素子搭載用基板としては図22で示される平板状もの、あるいは図23及び図24で示される窪み空間（キャビティ）を有するものだけでなく、例えば図7、図13に例示されているように平板状のものに導通ビア40が形成されているもの、図8、図14、図15、図16に例示されているように窪み空間を有する形状のものに導通ビア40が形成されているもの、などが挙げられる。該反射部材は本発明による発光素子搭載用基板に対して図22、図23、図24に例示したように発光素子が搭載されている基板面、あるいは窪み空間（キャビティ）を有する発光素子搭載用基板の窪み空間を形成している側面、あるいは窪み空間（キャビティ）を有する発光素子搭載用基板の蓋など適宜目的に応じて任意の位置に形成できる。また、反射部材は必要に応じてセラミック材料を主成分とする焼結体からなる発光素子搭載用基板の内部にも形成することができる。図35に反射部材がセラミック材料を主成分とする焼結体からなる発光素子搭載用基板の内部に形成された例を示す。通常該反射部材は該発光素子搭載用基板の発光素子が搭載されている基板面に形成されることが好ましい。該反射部材の形成位置として発光素子搭載用基板が平板状の場合は該基板の発光素子が搭載されている側の基板表面に、また発光素子搭載用基板が窪み空間を有するものであれば発光素子が搭載されている側の基板表面、あるいは発光素子が搭載されている側の窪み空間を形成している側壁、あるいは蓋の発光素子が搭載されている側の面に形成されることが好ましい。

また、図22、図23、図24及び図35は反射部材が形成された発光素子搭載用基板に搭載された発光素子を例示している。

【0167】

図22は反射部材が形成された発光素子搭載用基板の例を示す断面図である。反射部材が形成されていることの効果をより明確にするために、反射部材が形成される前の発光素子搭載用基板として前記の図18を再度用いて比較しながら説明する。図18に示されている発光素子搭載用基板20は反射部材が形成される前の状態を示している。すなわち、図18において発光素子21からの発光は該発光素子が搭載されている面側への放出光22と該発光素子が搭載されている面と反対側の面への放出光73として基板外部へ放出される。図18において、発光素子21が搭載されている基板面に照射されている光60はその一部が該基板面で反射され反射光61として発光素子が搭載されて基板面側の基板外部へ放出され易い。また基板面に照射されている光60の大部分は基板を透過して発光素子が搭載されている基板面とは反対の基板面側から基板外部へ光71として放出され易い。なお、反射部材が形成されていない場合セラミック材料を主成分とする焼結体からなる発光素子搭載用基板面に照射される光60からの反射光61の強度は該光60に対して最大15%程度である。

一方、図22に示すように発光素子搭載用基板20に反射部材80が形成されていれば発光素子21からの発光のうち発光素子が搭載されている面に照射される光60は反射光81となり発光素子が搭載されている面側の基板外部へ放出され易い。該反射光81の強度は反射部材が形成されていない場合の反射光61（図18に示されている）の強度に比べて高い。したがって発光素子搭載用基板に反射部材80が形成されていれば発光素子21からの発光は反射部材が形成されていない場合に比べてより多く発光素子21が搭載されている面側から放出される。図22に示すように反射部材80が形成されることにより、発光素子21からの発光のうち発光素子が搭載されている面に照射される光60は発光素

子 2 1 が搭載されている面側へ反射される。したがって反射部材 8 0 が形成されることにより、発光素子搭載用基板 2 0 を透過して発光素子が搭載されている反対の基板面側から放出される光 8 2 は、反射部材がない場合に比べて弱い光として基板外部に放出されるかあるいは実質的に基板外部へ放出されなくなる場合が生じる。

なお、反射部材が形成されている発光素子搭載用基板としては、図 2 2 に描かれているように発光素子 2 1 から少しはなれた基板面に反射部材 8 0 が形成されているものだけでなく発光素子 2 1 の近辺の基板面あるいは発光素子搭載部分の基板面に形成されているものも本発明に含まれる。すなわち、反射部材は発光素子搭載用基板表面のどのような位置にも形成でき、形成された反射部材の効果は基板表面の形成位置に影響されず同様な効果を有する。また、反射部材 8 0 は形成される面積が基板面積に対してその割合が高ければ反

10

【0168】

図 2 3 において、窪み空間（キャビティー）を有する発光素子搭載用基板 3 0 には反射部材 8 0 が形成されている。反射部材 8 0 は窪み空間を形成する側壁と蓋 3 2 の発光素子が搭載されている側の面とに形成されている。該反射部材 8 0 は発光素子が搭載されている基板面には形成されていない。図 2 3 において窪み空間を有する発光素子搭載用基板 3 0 の窪み空間を形成する側壁に反射部材 8 0 が形成されている。また図 2 3 においては蓋 3 2 の発光素子搭載側の面の一部にも該反射部材 8 0 が形成されている。発光素子 2 1 から該反射部材 8 0 が形成されている側壁部分と蓋へ向けて照射される発光 9 0 は反射部材で反射され反射部材が形成されている側壁と蓋の部分から基板外部へ放出される光の強度は小

20

【0169】

図 2 4 は、反射部材が窪み空間を有する発光素子搭載用基板に接合されている蓋の発光素子搭載側の面全体に形成されている様子を例示するものである。図 2 4 において反射部材 8 0 は蓋 3 2 の発光素子搭載側の面全体に形成されている。図 2 3 で例示した発光素子搭載用基板においては蓋に形成されている反射部材 8 0 は該蓋の一部にしか形成されていないが、図 2 4 に例示した発光素子搭載用基板においては反射部材 8 0 は蓋の全面に形成されている。したがって発光素子 2 1 から反射部材 8 0 が形成されている側壁部分と蓋へ向けて照射される発光 9 0 は反射部材で反射され該側壁及び蓋から基板外部へは放出されにくくなっている。図 2 4 において、反射部材が形成されている側壁と蓋の部分から基板外部へ放出される光の強度は小さくなり易い。したがって図 2 4 において発光素子 2 1 から反射部材 8 0 が形成されている側壁部分と蓋へ向けて照射される発光 9 0 は、図 2 3 で示された窪み空間内部の反射光 8 3 より強度の高い反射光 8 5 となって発光素子搭載用基板を透過しより強度の高い光 8 6 となって基板外部へ放出される。図 2 4 に示すように反射部材が蓋の全面に形成されている時に発光素子搭載面から基板外部へ放出される光 8 6 は、図 2 3 に示すように反射部材が蓋の一部にしか形成されていないものに比べてより強度の大きいものとなり易い。

30

40

また図 2 4 に示した発光素子搭載用基板において、発光素子 2 1 からの発光を反射部材でほとんど反射させて実質的に発光素子搭載用基板の側面及び蓋 3 2 からは基板外部に放出されず発光素子が搭載されている基板面だけから放出することも可能となる。

なお、反射部材を形成することで発光素子から発せられる光を該反射部材で反射させセラミック材料を主成分とする焼結体からなる基板を透過しない強い光として基板外部へ直接放出こともできる。本発明においては基板を形成するセラミック材料を主成分とする焼結体が高い光透過率を有したものであっても発光素子からの発光を実質的に基板を透過させずに基板外部へ放出できる。すなわち本発明において反射部材をセラミック材料を主成分とする焼結体に形成することで発光素子からの発光方向をより細かく制御することができる。

50

【0170】

上記反射機能は本発明による発光素子搭載用基板に容易に付与できる。例えば該反射機能は通常各種金属材料あるいは合金材料を反射部材として適宜光透過性のセラミック材料を主成分とする焼結体からなる発光素子搭載用基板に形成することで得られる。上記の各種金属材料あるいは合金材料から構成される反射部材は発光素子からの発光を低損失で反射することができる。このような金属材料あるいは合金材料として例えば適宜Be、Mg、Sc、Y、希土類金属、Ti、Zr、Hf、V、Nb、Ta、Cr、Mo、W、Mn、Re、Fe、Co、Ni、Ru、Rh、Pd、Os、Ir、Pt、Cu、Ag、Au、Zn、B、Al、Ga、In、Si、Ge、Sn、Pb、Sb、Biなどのうちから1種以上を主成分とするものを使用できる。これらの金属あるいは合金の波長605nmの光に対する反射率は通常15%以上であり十分反射部材として使用し得る。これらの金属材料あるいは合金材料は単一層だけでなく多層化した状態でも使用できる。金属材料あるいは合金材料を多層化して作製した反射材料は異なる材料同士であっても良いし同一の材料を多層化して形成したものであっても良い。上記材料の多層化方法もめっきやスパインコート、浸漬コート、印刷などの方法を用いることができ、要すれば多層化後適宜熱処理を施すことも行うことができる。例えば多層化された材料としてタングステンあるいはモリブデンあるいは銅などを主成分とした同時焼成によるメタライズにニッケルめっきや金めっきを施すことによって形成されたものであっても良い。またこれらの金属材料、合金材料は結晶質の状態のものだけでなく無定形状態のものも用い得る。これらの金属材料あるいは合金材料のうちCu、Ag、Au、Al、Mg、Zn、Mo、W、Mn、Fe、Co、Ni、Rh、Pd、Os、Ir、Ptのうちから選ばれた1種以上を主成分とする金属あるいは合金が波長605nmの光に対する反射率が50%以上と高いものが得やすく損失が小さいので好ましい。また、上記金属材料あるいは合金材料のうちCu、Ag、Au、Al、Mg、Zn、Fe、Co、Ni、Rh、Pd、Os、Ir、Ptのうちから選ばれた1種以上を主成分とする金属あるいは合金が波長605nmの光に対する反射率が70%以上とより高く損失がさらに小さいので好ましい。これら金属あるいは合金のなかで銅／タングステン、銅／モリブデン、銀／タングステン、銀／モリブデン、金／タングステン、金／モリブデンなどCu、Ag、AuとW、Moとの合金などもあらゆる組成範囲において波長605nmの光に対する反射率が50%以上のものが得易くさらに組成によっては反射率が70%以上とより高いものも得られるので反射部材として好適に用いることができる。上記例示した反射率70%以上の14種類の金属あるいは合金のうちRh、Pd、Os、Ir、Ptなどの白金族のうちから選ばれた少なくとも1種以上を主成分とする金属又は合金は作製条件により反射率80%以上のものが得られるので好ましい。また、これら反射率70%以上の金属あるいは合金材料のうちCu、Ag、Au、Alを主成分とする金属あるいは合金は波長605nmの光に対する反射率80%以上の高いものが得やすく損失が最も小さいので好ましい。

このように上記各種金属あるいは合金材料は本発明による発光素子搭載用基板に形成する反射部材として用いた場合発光素子からの発光に対する良好な反射機能を有する。

また、本発明において例えば反射部材として好適に用いられる上記各種金属材料あるいは合金材料が前記電気回路を形成する導電性材料と同質の材料である場合など、前記電気回路の一部を反射部材として用いることができる。

上記各種金属材料あるいは合金材料からなる反射部材を発光素子搭載用基板へ形成するための方法は該金属材料あるいは合金材料の板あるいは箔を該発光素子搭載用基板に例えば接着剤、はんだ、ろう材などを用いたり圧着するなどにより接合する方法、該金属材料あるいは合金材料をスパッタ、蒸着、イオンプレーティング、めっき、CVD、浸漬法、スパインコートなどで薄膜状にしたものを該発光素子搭載用基板に接合する方法、該金属材料あるいは合金材料を主成分とする粉末ペーストをセラミック材料を主成分とする焼結体と同時焼成により形成するあるいはすでに作製されたセラミック材料を主成分とする焼結体にあとから焼き付けることにより厚膜として該発光素子搭載用基板に接合する方法、などがあり適宜選定できる。上記のような反射部材の厚みはどのようなものであってもよいが

通常 1 nm 以上であれば十分効果を発揮し得る。また 1 nm 以上であればどのような厚みであってもよいが実用上は通常 100 μm 以下、また 10 μm 以下であることが好ましい。

【0171】

本発明による発光素子搭載用基板への上記反射機能の付与は該発光素子搭載用基板に用いるセラミック材料を主成分とする焼結体の主成分が有する屈折率と同等あるいはそれ以上の屈折率を有する材料を用いることでも比較的容易に行うことができる。例えばセラミック材料を主成分とする焼結体の主成分が窒化アルミニウムである場合、屈折率 2.1 以上の材料を窒化アルミニウムを主成分とする焼結体に形成することで反射率が飛躍的に向上し易い。また、例えばセラミック材料を主成分とする焼結体の主成分が酸化アルミニウムである場合、屈折率 1.7 以上の材料を酸化アルミニウムを主成分とする焼結体に形成することで反射率が飛躍的に向上し易い。実際本発明において発光素子からの発光（すなわち、少なくとも波長 200 nm～800 nm の範囲の光）は上記反射部材として用いられる屈折率 2.1 以上の材料を形成した窒化アルミニウムを主成分とする焼結体、及び屈折率 1.7 以上の材料を形成した酸化アルミニウムを主成分とする焼結体において反射率が飛躍的に向上することが見出された。窒化アルミニウムを主成分とする焼結体自身、あるいは酸化アルミニウムを主成分とする焼結体自身の反射率は波長 200 nm～800 nm の範囲の光に対して最大 15 % 程度であり通常は 10 %～15 % であるが、それぞれ屈折率 2.1 以上の材料及び屈折率 1.7 以上の材料を形成することで飛躍的に増大する。例えば波長 200 nm～800 nm の範囲の光に対して屈折率が 2.4～2.8 の TiO_2 を主成分とする皮膜をスパッタなどで窒化アルミニウムを主成分とする焼結体に形成したものでは反射率が 80 % 以上に向上する。また、例えば屈折率が 1.9～2.1 の ZnO を主成分とする皮膜をスパッタなどで酸化アルミニウムを主成分とする焼結体に形成したものでは反射率が 80 % 以上に向上する。皮膜である TiO_2 自身あるいは ZnO 自身の反射率は波長 200 nm～800 nm の範囲の光に対してそれぞれ最大 20 % 程度であり通常は 10 %～20 % であるが、窒化アルミニウムを主成分とする焼結体、及び酸化アルミニウムを主成分とする焼結体に形成することでそれぞれ単独では見られない反射率の飛躍的な向上が達成される。これはおそらく上記皮膜と窒化アルミニウムを主成分とする焼結体、あるいは酸化アルミニウムを主成分とする焼結体との界面で全反射が生じるため反射率の飛躍的な向上がもたらされるものと推測される。反射部材としてこのようなセラミック材料を主成分とする焼結体の主成分の有する屈折率と同等あるいはそれ以上の屈折率を有する材料を用いることで全反射が生じ易くなると思われるので発光素子からの発光を容易に方向制御し得る。このようなセラミック材料を主成分とする焼結体の主成分の有する屈折率と同等あるいはそれ以上の屈折率を有する材料を用いた反射機能は全反射により発現されると思われるので発光素子からの発光をほとんど損失することなく方向制御し基板外部に放出し得るようになり好ましい。セラミック材料を主成分とする焼結体の主成分が有する屈折率と同等あるいはそれ以上の屈折率を有する材料を用いることで発光素子搭載用基板として用いられるセラミック材料を主成分とする焼結体の反射率は 30 % 以上に向上し易くなるので好ましい。反射部材として用いる材料の屈折率がセラミック材料を主成分とする焼結体の主成分が有する屈折率よりも小さければ該材料が形成されたセラミック材料を主成分とする焼結体の反射率が低下し易いので好ましくない。これは上記反射部材とセラミック材料を主成分とする焼結体との界面での全反射が該反射部材の屈折率がセラミック材料を主成分とする焼結体の主成分が有する屈折率と同等あるいはそれ以上で生じるためであろうと推測される。また、上記反射部材の屈折率はセラミック材料を主成分とする焼結体の主成分が有する屈折率より少なくとも 0.2 以上大きいものであることがより好ましい。反射部材の屈折率としてセラミック材料を主成分とする焼結体の主成分が有する屈折率より少なくとも 0.2 以上大きい材料が形成されたセラミック材料を主成分とする焼結体の反射率は 50 % 以上に向上し易い。また、上記反射部材の屈折率はセラミック材料を主成分とする焼結体の主成分が有する屈折率より少なくとも 0.3 以上大きいものであることがさらに好ましい。反射部材の屈折率としてセラミック材料を主成分とす

10

20

30

40

50

る焼結体の主成分が有する屈折率より少なくとも 0.3 以上大きい材料が形成されたセラミック材料を主成分とする焼結体の反射率は 70 % 以上に向上し易い。

例えば屈折率 2.1 以上の材料が形成された窒化アルミニウム焼結体の反射率は 30 % 以上に向上し易くなるので好ましい。反射部材として用いる材料の屈折率が 2.1 より小さいと窒化アルミニウムを主成分とする焼結体に形成したとき反射率が低下し易いので好ましくない。これは上記反射部材の窒化アルミニウムを主成分とする焼結体との界面での全反射が該反射部材の屈折率 2.1 以上で生じるためであろうと推測される。また、上記反射部材の屈折率は 2.3 以上であることがより好ましい。屈折率 2.3 以上の材料が形成された窒化アルミニウムを主成分とする焼結体の反射率は 50 % 以上に向上し易い。また、上記反射部材の屈折率は 2.4 以上であることがさらに好ましい。屈折率 2.4 以上の材料が形成された窒化アルミニウムを主成分とする焼結体の反射率は 70 % 以上に向上し易い。また、例えば屈折率 1.7 以上の材料が形成された酸化アルミニウムを主成分とする焼結体、酸化ベリリウムを主成分とする焼結体、酸化マグネシウムを主成分とする焼結体、アルミン酸マグネシウムを主成分とする焼結体、及び結晶化ガラスを主成分とする焼結体の反射率は 30 % 以上に向上し易くなるので好ましい。反射部材として用いる材料の屈折率が 1.7 より小さいと酸化アルミニウムを主成分とする焼結体あるいは酸化ベリリウムを主成分とする焼結体あるいは酸化マグネシウムを主成分とする焼結体あるいはアルミン酸マグネシウムを主成分とする焼結体に形成したとき反射率が低下し易いので好ましくない。これは上記反射部材の酸化アルミニウムを主成分とする焼結体あるいは酸化ベリリウムを主成分とする焼結体あるいは酸化マグネシウムを主成分とする焼結体あるいはアルミン酸マグネシウムを主成分とする焼結体との界面での全反射が該反射部材の屈折率 1.7 以上で生じるためであろうと推測される。また、上記反射部材の屈折率は 1.9 以上であることがより好ましい。屈折率 1.9 以上の材料が形成された酸化アルミニウムを主成分とする焼結体、酸化ベリリウムを主成分とする焼結体、酸化マグネシウムを主成分とする焼結体、アルミン酸マグネシウムを主成分とする焼結体、及び結晶化ガラスを主成分とする焼結体の反射率は 50 % 以上に向上し易い。また、上記反射部材の屈折率は 2.0 以上であることがさらに好ましい。屈折率 2.0 以上の材料が形成された酸化アルミニウムを主成分とする焼結体、酸化ベリリウムを主成分とする焼結体、酸化マグネシウムを主成分とする焼結体、アルミン酸マグネシウムを主成分とする焼結体、及び結晶化ガラスを主成分とする焼結体の反射率は 70 % 以上に向上し易い。

さらに、例えば屈折率 1.9 以上の材料が形成された酸化イットリウムを主成分とする焼結体の反射率は 30 % 以上に向上し易くなるので好ましい。反射部材として用いる材料の屈折率が 1.9 より小さいと酸化イットリウムを主成分とする焼結体に形成したとき反射率が低下し易いので好ましくない。これは上記反射部材の酸化イットリウムを主成分とする焼結体との界面での全反射が該反射部材の屈折率 1.9 以上で生じるためであろうと推測される。また、上記反射部材の屈折率は 2.1 以上であることがより好ましい。屈折率 2.1 以上の材料が形成された酸化イットリウムを主成分とする焼結体の反射率は 50 % 以上に向上し易い。また、上記反射部材の屈折率は 2.2 以上であることがさらに好ましい。屈折率 2.2 以上の材料が形成された酸化イットリウムを主成分とする焼結体の反射率は 70 % 以上に向上し易い。

また、例えば屈折率 2.0 以上の材料が形成された酸化亜鉛を主成分とする焼結体の反射率は 30 % 以上に向上し易くなるので好ましい。反射部材として用いる材料の屈折率が 2.0 より小さいと酸化亜鉛を主成分とする焼結体に形成したとき反射率が低下し易いので好ましくない。これは上記反射部材の酸化亜鉛を主成分とする焼結体との界面での全反射が該反射部材の屈折率 2.0 以上で生じるためであろうと推測される。また、上記反射部材の屈折率は 2.2 以上であることがより好ましい。屈折率 2.2 以上の材料が形成された酸化亜鉛を主成分とする焼結体の反射率は 50 % 以上に向上し易い。また、上記反射部材の屈折率は 2.3 以上であることがさらに好ましい。屈折率 2.3 以上の材料が形成された酸化亜鉛を主成分とする焼結体の反射率は 70 % 以上に向上し易い。

また、例えば屈折率 2.2 以上の材料が形成された酸化ジルコニウムを主成分とする焼結体の反射率は 30% 以上に向上し易くなるので好ましい。反射部材として用いる材料の屈折率が 2.2 より小さいと酸化ジルコニウムを主成分とする焼結体に形成したとき反射率が低下し易いので好ましくない。これは上記反射部材の酸化ジルコニウムを主成分とする焼結体との界面での全反射が該反射部材の屈折率 2.2 以上で生じるためであろうと推測される。また、上記反射部材の屈折率は 2.4 以上であることがより好ましい。屈折率 2.4 以上の材料が形成された酸化ジルコニウムを主成分とする焼結体の反射率は 50% 以上に向上し易い。また、上記反射部材の屈折率は 2.5 以上であることがさらに好ましい。屈折率 2.3 以上の材料が形成された酸化ジルコニウムを主成分とする焼結体の反射率は 70% 以上に向上し易い。

10

【0172】

上記セラミック材料を主成分とする焼結体の主成分が有する屈折率と同等あるいはそれ以上の屈折率を有する材料からなる反射部材としてはさらに光透過率 30% の高い材料であることが好ましく、該光透過率は 50% 以上であることがより好ましく、該光透過率は 80% 以上であることがさらに好ましい。反射部材として用いるセラミック材料を主成分とする焼結体の主成分が有する屈折率と同等あるいはそれ以上の屈折率を有する材料の光透過率を高めることで該反射部材による発光素子からの発光の吸収や散乱などを防止して該反射部材の全反射機能がより発現しやすくなる。なお、上記屈折率及び光透過率は通常少なくとも波長 200 nm ~ 800 nm の範囲の光に対してのものである。上記セラミック材料を主成分とする焼結体の主成分が有する屈折率と同等あるいはそれ以上の屈折率を有する反射部材として例えば金属あるいは合金材料、元素単体、金属の酸化物、金属の窒化物、金属の炭化物、金属の珪素化物などを主成分とする材料を用いることができる。より具体的には、屈折率 1.7 以上の材料としては BeO 、 MgO 、 Al_2O_3 、 MgAl_2O_4 、 Y_2O_3 などの希土類元素酸化物、 ZnO 、 ZrSiO_4 、 $\text{Gd}_3\text{Ga}_5\text{O}_{12}$ 、鉛ガラス、など、また屈折率 2.1 以上の材料として例えば TiO_2 、 BaTiO_3 、 SrTiO_3 、 CaTiO_3 、 PbTiO_3 、 $\text{PZT}[\text{Pb}(\text{Zr}, \text{Ti})\text{O}_3]$ 、 $\text{PLZT}[(\text{Pb}, \text{La})(\text{Zr}, \text{Ti})\text{O}_3]$ 、 $\text{PLT}[(\text{Pb}, \text{La})\text{TiO}_3]$ 、 ZrO_2 、 ZnO 、 ZnSe 、 Nb_2O_5 、 Ta_2O_5 、 LiNbO_3 、 LiTaO_3 、 $\text{SBN}[(\text{Sr}_{1-x}\text{Ba}_x)\text{Nb}_2\text{O}_6]$ 、 $\text{BNN}(\text{Ba}_2\text{NaNb}_5\text{O}_{15})$ 、 $\text{Bi}_{12}\text{GeO}_{20}$ 、 $\text{Bi}_{12}\text{TiO}_{20}$ 、 Bi_2WO_6 、 PbMoO_4 、 PbMoO_5 、 TeO_2 、 SiC 、 Si_3N_4 、 AlN 、 GaN 、 InN 、ダイヤモンド、 Si 、 Ge 、カルコゲナイドガラスなどを主成分とする材料を好適に用いることができる。上記材料のうち TiO_2 、 SrTiO_3 、 PbTiO_3 、 $\text{PZT}[\text{Pb}(\text{Zr}, \text{Ti})\text{O}_3]$ 、 $\text{PLZT}[(\text{Pb}, \text{La})(\text{Zr}, \text{Ti})\text{O}_3]$ 、 $\text{PLT}[(\text{Pb}, \text{La})\text{TiO}_3]$ 、 ZnSe 、 Nb_2O_5 、 $\text{Bi}_{12}\text{GeO}_{20}$ 、 $\text{Bi}_{12}\text{TiO}_{20}$ 、 Bi_2WO_6 、 TeO_2 、 SiC 、ダイヤモンド、カルコゲナイドガラスなどを主成分とするものが屈折率 2.4 以上のものが得られ易いのでより好ましい。例えば上記材料の中で ZnO 、 TiO_2 、 ZrO_2 、 Nb_2O_5 、 Ta_2O_5 、 AlN 、 GaN 、 InN 、 Si_3N_4 、 SiC 、ダイヤモンドなどを主成分とするものを酸化アルミニウムを主成分とする焼結体あるいは酸化ベリリウムを主成分とする焼結体あるいは酸化マグネシウムを主成分とする焼結体あるいはアルミン酸マグネシウムを主成分とする焼結体に形成したとき該基板の反射率が 90% 以上となり易いのでさらに好ましい。また、例えば上記材料の中で TiO_2 、 ZrO_2 、 Nb_2O_5 、 Ta_2O_5 、 AlN 、 GaN 、 InN 、 Si_3N_4 、 SiC 、ダイヤモンドなどを主成分とするものを酸化イットリウムを主成分とする焼結体に形成したとき該基板の反射率が 90% 以上となり易いのでさらに好ましい。また、例えば上記材料の中で TiO_2 、 Nb_2O_5 、 Ta_2O_5 、 GaN 、 InN 、 SiC 、ダイヤモンドなどを主成分とするものを酸化亜鉛を主成分とする焼結体に形成したとき該基板の反射率が 90% 以上となり易いのでさらに好ましい。また、例えば上記材料の中で TiO_2 、 InN 、 SiC 、ダイヤモンドなどを主成分とするものを酸化ジルコニウムを主成分とする焼結体に形成したとき該基板の反射率が 90% 以上となり易いのでさらに好ましい。また、例えば上記材料の中で

20

30

40

50

TiO_2 、 SrTiO_3 、 PbTiO_3 、 $\text{Bi}_{12}\text{GeO}_{20}$ 、 $\text{Bi}_{12}\text{TiO}_{20}$ 、 Bi_2WO_6 、 GaN 、 InN 、 Si_3N_4 、 SiC などを主成分とするものを窒化アルミニウムを主成分とする焼結体に形成したとき該基板の反射率が90%以上となり易いのでさらに好ましい。また、例えば上記材料の中で TiO_2 、 GaN 、 InN 、 Si_3N_4 、 SiC を主成分とするものを窒化アルミニウムを主成分とする焼結体からなる基板あるいは酸化アルミニウムを主成分とする焼結体からなる基板に形成したとき該基板の反射率が95%前後の高いものが得られ易いので特に好ましい。これらの金属あるいは合金材料、元素単体、金属の酸化物、金属の窒化物、金属の炭化物、金属の珪素化物などを主成分とする材料は結晶質の状態のものだけでなく無定形状態のものも用い得る。

上記セラミック材料を主成分とする焼結体の主成分が有する屈折率と同等あるいはそれ以上の屈折率を有する材料からなる反射部材を発光素子搭載用基板に形成する方法として、板状あるいは箔状とした反射部材を例えば接着剤、はんだ、ろう材などを用いたり圧着するなどにより該発光素子搭載用基板に接合する方法、上記セラミック材料を主成分とする焼結体の主成分が有する屈折率と同等あるいはそれ以上の屈折率を有する材料をスパッタ、蒸着、イオンプレーティング、めっき、CVD、スピコート、ゾルゲルペーストへの浸漬法などで薄膜状として該発光素子搭載用基板に接合する方法、あるいは上記セラミック材料を主成分とする焼結体の主成分が有する屈折率と同等あるいはそれ以上の屈折率を有する材料を主成分とする粉末ペーストやゾルゲルペーストなどをセラミック材料を主成分とする焼結体と同時に焼成によりあるいはすでに作製されたセラミック材料を主成分とする焼結体にあとから焼き付けることにより厚膜として該発光素子搭載用基板に接合する方法、などがあり適宜選定できる。上記のような屈折率の高さを利用した反射部材の厚みはどのようなものであってもよいが通常1nm以上であれば十分効果を発揮し得る。また1nm以上であればどのような厚みであってよいが実用上は通常100μm以下、また10μm以下であることが好ましい。

【0173】

上記反射部材は本発明によるセラミック材料を主成分とする焼結体からなる発光素子搭載用基板に対して図22、図23、図24に例示したように発光素子が搭載されている面、あるいは窪み空間を有する発光素子搭載用基板の窪み空間を形成している側面、あるいは窪み空間を有する発光素子搭載用基板の蓋など適宜目的に応じて任意の位置に形成できる。本発明においては発光素子搭載用基板として光透過性を有するセラミック材料を主成分とする焼結体を用いることができるので該反射部材はセラミック材料を主成分とする焼結体の内部にあってもその反射機能を発現できる。光透過性を有する基板を用いることで反射部材が形成された基板内部にまで発光素子からの光が到達し該反射部材による反射機能が発現できる。すなわち該反射部材は必要に応じてセラミック材料を主成分とする焼結体の内部又は表面いずれか一方に形成することができるし、さらに必要に応じてセラミック材料を主成分とする焼結体の内部及び表面の両方に同時に形成することもできる。

反射部材を発光素子搭載用基板内部に形成する方法として上記各種金属材料あるいは合金材料あるいは屈折率2.1以上の材料を板状あるいは箔状としたものを例えば該発光素子搭載用基板で挟み接着剤、はんだ、ろう材などを用いたり圧着するなどにより接合する方法、該各種ガラス材料、樹脂材料、無機材料をスパッタ、蒸着、イオンプレーティング、めっき、CVD、スピコート、ゾルゲルペーストへの浸漬法などで薄膜状としたものを2以上の発光素子搭載用基板に形成後これら発光素子搭載用基板同士を接合する方法、あるいは該各種ガラス材料、無機材料を主成分とする粉末ペーストなどをセラミック材料を主成分とする焼結体と同時に焼成により形成する方法、あるいはすでに作製されたセラミック材料を主成分とする焼結体に該各種ガラス材料、樹脂材料、無機材料を主成分とする粉末ペーストやゾルゲルペーストなどをあとから焼き付けたり接着するなどにより2以上の発光素子搭載用基板に形成しこれら発光素子搭載用基板同士を接合する方法、などがあり適宜選定できる。

図35は反射部材がセラミック材料を主成分とする焼結体内部に形成されている様子を示す断面図である。図35において反射部材80は窪み空間31を有するセラミック材料を

主成分とする焼結体からなる発光素子搭載用基板 30 の発光素子が搭載されている部分の内部及び窪み空間を形成している側壁 33 の内部に形成されている。

このように該反射部材はセラミック材料を主成分とする焼結体の内部又は表面いずれか一方に形成することができるし、さらにセラミック材料を主成分とする焼結体の内部及び表面の両方に同時に形成することもできる。

【0174】

上記の図 19～図 24 で例示してきたように反射防止部材及び反射部材を発光素子搭載用基板に対してそれぞれ別個に形成したものだけでなく、反射防止部材と反射部材とを同じセラミック材料を主成分とする焼結体からなる発光素子搭載用基板に同時に形成したものも本発明に含まれる。図 25 及び図 26 にこのような発光素子搭載用基板を例示する。なお、図 25 及び図 26 は上記反射防止部材と反射部材とを同じ発光素子搭載用基板に同時に形成したものの断面図である。なお、反射防止部材と反射部材とを同時に形成したセラミック材料を主成分とする焼結体からなる発光素子搭載用基板において、該反射防止部材あるいは反射部材はセラミック材料を主成分とする焼結体の内部又は表面いずれか一方にだけ形成したものであってもよいし、セラミック材料を主成分とする焼結体の内部及び表面の両方どちらにも形成したものであってもよい。

また、図 25 及び図 26 は反射防止部材及び反射部材が同時に形成された発光素子搭載用基板に搭載された発光素子も例示している。

【0175】

図 25 に例示された発光素子搭載用基板は、図 23 で示された反射部材がすでに形成されている発光素子搭載用基板の発光素子が搭載された基板面に反射防止部材 70 がさらに形成されたものである。図 25 で示されたセラミック材料を主成分とする焼結体からなる発光素子搭載用基板 30 において反射光 83 は反射防止部材 70 にいったん照射されセラミック材料を主成分とする焼結体からなる基板を透過して発光素子が搭載された面から光 87 として基板外部に放出される。該放出光 87 は図 23 に示された放出光 84 より強度の高いものとなり易い。

【0176】

図 26 に例示された発光素子搭載用基板は、図 20 で示された反射防止部材がすでに形成されている発光素子搭載用基板の発光素子が搭載された基板面に反射部材 80 がさらに形成されたものである。図 26 で示されたセラミック材料を主成分とする焼結体からなる発光素子搭載用基板 30 において窪み空間を形成している側壁部及び蓋 32 から基板外部へと放出される発光素子からの発光 92 の強度は、反射部材による反射光 88 が加わるため反射部材 80 が形成されていない場合に比べて高いものとなり易い。また反射部材 80 が形成されている発光素子が搭載されている基板面から外部へ放出される光は弱いものとなり易い。

【0177】

図 19～図 26 で例示した反射防止部材及び反射部材が形成されている窪み空間を有する発光素子搭載用基板として前記図 15 で示したような基体 34 と枠体 35 を接合部 36 で接合することにより形成されたものも用いることができる。基体と枠体との接合により得られた窪み空間を有する発光素子搭載用基板において、基体あるいは枠体のいずれか一方が光透過性を有するセラミック材料を主成分とする焼結体からなるものであるか、あるいは基体及び枠体のどちらも光透過性を有するセラミック材料を主成分とする焼結体からなるものであるか、いずれかである。

また、図 19～図 26 で例示した反射防止部材及び反射部材が形成されている窪み空間を有する発光素子搭載用基板として前記図 16 で例示した発光素子搭載用基板 30 及び蓋 32 が使用できる。

また、図 19～図 26 で例示した反射防止部材及び反射部材が形成されている窪み空間を有する発光素子搭載用基板を使用する際に、蓋の材料として各種金属、合金、ガラス、セラミック、樹脂などを主成分とする材料が用いることができる。蓋 32 の材料として光透過性を有するセラミック材料を主成分とする焼結体や透明なガラス、樹脂、セラミックな

10

20

30

40

50

どを用いれば発光素子からの発光があまり損失を伴うことなく蓋 3 2 から基板外部に放出できるので好ましい。また、蓋 3 2 の材料として光を透過しにくい光不透過性の各種金属、合金、ガラス、樹脂、各種セラミックを主成分とする焼結体（光を透過しにくい光不透過性の窒化アルミニウムを主成分とする焼結体を含む）などを主成分とするものを用いれば発光素子からの発光は蓋 3 2 を透過しにくくなるので蓋 3 2 が取り付けられる方向に該発光を放出させたくない場合には有効である。また、封止に際して蓋 3 2 の材料として金属、合金、ガラス、セラミックなど、封止材としてはんだ、ろう材、ガラスなどを用いれば気密封止が可能となる。また、なお蓋 3 2 は必要に応じて用いなくてもよい。その場合発光素子の封止は窪み空間 3 1 に透明な樹脂などを充填することで行うことができる。本発明において発光素子搭載用基板として用いられるセラミック材料を主成分とする焼結体は光透過性を有するものが好ましい。上記反射防止部材及び反射部材が形成されている状態を例示した各図（図 1 9 ～ 図 2 6）において少なくとも図 1 9、図 2 0、図 2 2、図 2 3、図 2 4、図 2 5、図 2 6 は発光素子搭載用基板として用いられるセラミック材料を主成分とする焼結体が光透過性を有するものとして描かれている。

10

【0178】

上記のように本発明により、発光素子搭載用基板に反射防止部材又は反射部材を用いて、あるいは反射防止部材及び反射部材を同時に用いて発光素子からの発光の強度あるいは発光の方向を比較的容易に制御することが可能となる。

【0179】

本発明において反射防止部材あるいは反射部材などセラミック材料を主成分とする焼結体以外の部材を特に用いず、あるいはその他の反射防止機能や反射機能を発光素子搭載用基板に付加することなく発光素子からの発光の強度あるいは発光の方向を比較的容易に制御することも可能である。

20

すなわち、発光素子搭載用基板として光透過率 5 0 % 以下のセラミック材料を主成分とする焼結体を用いることで発光素子からの発光を発光素子が搭載されている基板の特定方向に効率的に放出することが可能である。この方法は、上記の反射防止部材や反射部材の付加、あるいはその他の反射防止機能や反射機能の付加に頼ることなく発光素子搭載用基板材料として用いるセラミック材料を主成分とする焼結体自体の光透過率を 5 0 % 以下とすることで発光素子からの発光を効率的に基板外部の特定方向へ放出できるようにした点に特徴がある。すなわち、発光素子搭載用基板材料として用いるセラミック材料を主成分とする焼結体自体の光透過率を 5 0 % 以下とすることで発光素子からの発光を該発光素子が搭載されている基板面側に強く放出し、発光素子が搭載されている基板面と反対側の基板からの光放出を減じたものである。本方法において、上記発光素子からの発光を該発光素子が搭載されている基板面側だけから強く放出し、発光素子が搭載されている基板面と反対側の基板からの光放出をゼロにすることも可能である。

30

【0180】

この方法では発光素子搭載用基板として光透過率 5 0 % 以下のセラミック材料を主成分とする焼結体を用いることが好ましい。光透過率 5 0 % 以下のセラミック材料を主成分とする焼結体を発光素子搭載用基板として用いることで、発光素子からの発光は基板を透過して該発光素子が搭載されている基板面側と反対の方向からの放出が抑制され易く該発光素子が搭載されている基板面側から効率的に強い光放出が行なわれ易くなる。上記発光素子搭載用基板において光透過率が 3 0 % 以下のセラミック材料を主成分とする焼結体を用いることでより効果が得られるようになる。また上記発光素子搭載用基板において光透過率が 1 0 % 以下のセラミック材料を主成分とする焼結体を用いることでより効果が明確に認められるようになる。また上記発光素子搭載用基板において光透過率が 5 % 以下のセラミック材料を主成分とする焼結体を用いることでより効果がさらに明確に認められるようになる。また上記発光素子搭載用基板において光透過率が 1 % 以下のセラミック材料を主成分とする焼結体を用いることで発光素子からの発光は発光素子搭載用基板を透過して該発光素子が搭載されている基板面側と反対の方向から放出されることが実質的に生じにくくなるので特に好ましい。上記発光素子搭載用基板において光透過率が 0 % のセラミック材

40

50

料を主成分とする焼結体を用いることで発光素子からの発光は発光素子搭載用基板を透過して該発光素子が搭載されている基板面側と反対の方向から放出されることが実質的に生じないのでもっとも好ましい。

本法において、光透過率が50%を越える光透過性を有するセラミック材料を主成分とする焼結体を発光素子搭載用基板として用いれば、発光素子からの発光が基板を透過して発光素子が搭載あるいは収納されている基板の面と反対側の面からも基板外部に多く放出されるようになり易いので好ましくない。したがって上記光透過率が50%を越える光透過性を有するセラミック材料を主成分とする焼結体を発光素子搭載用基板として用いることは、発光素子からの発光を特定の方向に効率よく放出するためには適当であると云えない。

10

本方法による発光素子搭載用基板として光透過率が30%~50%の範囲のセラミック材料を主成分とする焼結体を用いた場合、発光素子が搭載された基板面側からは該発光素子から直接発せられた強い光が放出され発光素子が搭載された基板面と反対側の面からはそれよりも弱く穏やかな散乱光が放出されているように肉眼では観察される。また発光素子搭載用基板として用いるセラミック材料を主成分とする焼結体の光透過率が10%~30%の範囲では光透過率が30%から10%に低下していくにしたがって上記の発光素子が搭載された基板面と反対側の面から放出される穏やかな散乱光は次第に弱まっていく様子が肉眼で観察される。このとき発光素子が搭載された基板面側からは光透過率が30%~50%の範囲のセラミック材料を主成分とする焼結体を用いた場合よりも強い光が発光素子から放出される。また、発光素子搭載用基板として用いるセラミック材料を主成分とする焼結体の光透過率が1%~10%の範囲では上記の発光素子が搭載された基板面と反対側の面から放出される穏やかな散乱光はさらに弱まっていく様子が肉眼で観察される。またこの範囲において光透過率が5%以下のセラミック材料を主成分とする焼結体を発光素子搭載用基板として用いたとき、発光素子が搭載された基板面と反対側の面から放出される穏やかな散乱光は一層弱まっていく様子が肉眼で観察される。このとき発光素子が搭載された基板面側からは光透過率が10%~30%の範囲のセラミック材料を主成分とする焼結体を用いた場合よりもさらに強い光が発光素子から放出される。セラミック材料を主成分とする焼結体の光透過率が1%より小さくなると上記の発光素子が搭載された基板面と反対側の面からの穏やかな散乱光は肉眼でほとんど観察されにくくなり、このとき発光素子が搭載された基板面側からは光透過率が1%~10%の範囲のセラミック材料を主成分とする焼結体を用いた場合よりも強い光が発光素子から放出される。セラミック材料を主成分とする焼結体の光透過率が0%では上記の発光素子が搭載された基板面と反対側の面からの穏やかな散乱光は肉眼では観察されなくなり、このとき発光素子が搭載された基板面側からは光透過率が1%より小さいセラミック材料を主成分とする焼結体を用いた場合とほとんど同様の強い光が発光素子から放出される。このように本発明において発光素子搭載用基板として用いるセラミック材料を主成分とする焼結体としては光透過率が30%以下のものを用いることがより好ましい。さらに本発明において発光素子搭載用基板として用いる遮光性を有するセラミック材料を主成分とする焼結体としては光透過率が10%以下のものを用いることがさらに好ましい。

20

30

なお、本方法でいうセラミック材料を主成分とする焼結体の光透過率は少なくとも波長200nm~800nmの範囲の光に対してのものである。

40

【0181】

本方法において、基板厚みが実使用状態で0.5mmより薄い場合は基板厚み0.5mmのとき測定した光透過率と異なり、光透過率が50%より高く上昇し易く、発光素子からの発光は基板を透過して該発光素子が搭載された基板面側と反対側の方向に放出され易くなる。本発明においては上記実際に使用されている状態の基板厚みにおける光透過率が50%以下のセラミック材料を主成分とする焼結体を用いることが好ましい。また、実使用状態で基板厚みが0.5mmより厚い場合は通常0.5mmで測定したときの光透過率よりも低下し易い。本法においては発光素子からの発光を該発光素子が搭載された基板面側の方向に効率的に放出するために実際に使用されている状態の基板厚みにおける光透過率

50

が50%以下のセラミック材料を主成分とする焼結体を発光素子搭載用基板として用いることが好ましい。

【0182】

上記のように光透過率50%以下のセラミック材料を主成分とする焼結体を発光素子搭載用基板として用いることで、発光素子からの発光を発光素子が搭載されている基板の特定方向に効率的に放出することが可能となった。すなわち、発光素子からの発光を該発光素子が搭載された基板面側の方向に効率的に放出できる。

【0183】

また、本法において必要に応じて発光素子搭載用基板に光反射防止機能あるいは光反射機能を付与すればより効果的に強く基板外部の特定方向に放出可能となる。言い換えれば、光透過率50%以下のセラミック材料を主成分とする焼結体に本発明による反射防止部材や反射部材を必要に応じて付加することで発光素子からの発光を発光素子が搭載されている基板の特定方向にさらに効率的に放出することが可能となる。すなわち、発光素子からの発光を該発光素子が搭載された基板面側の方向に効率的に放出できるという効果がさらに増大する。

【0184】

本法に用いる光透過率50%以下のセラミック材料を主成分とする焼結体として熱伝導率あるいは電気絶縁性などの特性を大きく損なわないものである限りどのようなものでも用いることができる。例えばセラミック材料を主成分とする焼結体として窒化アルミニウムを主成分とする焼結体を用いる場合該焼結体中の窒化アルミニウムの含有量は50体積%以上であることが好ましい。光透過率50%以下の窒化アルミニウムを主成分とする焼結体は通常はMo、W、V、Nb、Ta、Ti、カーボンなど窒化アルミニウムを主成分とする焼結体の着色を促進する成分を含むものや希土類元素及びMo、W、V、Nb、Ta、Ti以外の遷移金属の不可避不純物成分例えば鉄、ニッケル、クロム、マンガン、ジルコニウム、ハフニウム、コバルト、銅、亜鉛などを含むもの、などで得ることができる。これらの成分以外にも例えば酸素や、窒化アルミニウムと結晶系の異なるALONや、珪素含有化合物と窒化アルミニウムとが反応して生じるSIALON（珪素、アルミニウム、酸素、窒素との化合物）、あるいはアルカリ金属化合物などが窒化アルミニウムを主成分とする焼結体中に生成されるか含有したものは光透過率50%以下となり易いので好ましい。希土類元素化合物やアルカリ土類金属化合物などの焼結助剤を含む場合は通常光透過率50%以上のものが得易いが、例えば焼結助剤の含有量が多い場合などは窒化アルミニウムを主成分とする焼結体の光透過率が50%以下となり易いので好ましい。また、酸素含有量が多い場合などは窒化アルミニウムを主成分とする焼結体の光透過率が50%以下となり易いので好ましい。

【0185】

また、窒化アルミニウムを主成分とする焼結体の光透過率が1%以下となり易いのは上記窒化アルミニウム以外の成分のうち比較的多量の希土類元素あるいはアルカリ土類金属を含むものである。すなわち、希土類元素あるいはアルカリ土類金属のうちから選ばれた少なくとも1種以上の含有量が酸化物換算で30体積%以上の窒化アルミニウムを主成分とする焼結体では光透過率1%以下のものが得易い。また、希土類元素あるいはアルカリ土類金属のうちから選ばれた少なくとも1種以上の含有量が酸化物換算で40体積%以上の窒化アルミニウムを主成分とする焼結体の光透過率は0%となり易いので好ましい。上記希土類元素あるいはアルカリ土類金属のうちから選ばれた少なくとも1種以上の含有量が酸化物換算で50体積%以下であることが好ましい。上記希土類元素あるいはアルカリ土類金属のうちから選ばれた少なくとも1種以上の含有量が酸化物換算で50体積%より多い窒化アルミニウムを主成分とする焼結体では電気絶縁性の低下や室温における熱伝導率が50W/mKより低くなるなど特性低下が生じ易くなるので好ましくない。

言い換えるならば、酸化物換算で50体積%以下～40体積%の範囲の希土類元素あるいはアルカリ土類金属のうちから選ばれた少なくとも1種以上を含む窒化アルミニウムを主成分とする焼結体では光透過率0%のものが得易い。また、酸化物換算で40体積%以下

10

20

30

40

50

～30体積%の範囲の希土類元素あるいはアルカリ土類金属のうちから選ばれた少なくとも1種以上を含む窒化アルミニウムを主成分とする焼結体では光透過率1%以下のものが得易い。

【0186】

窒化アルミニウムを主成分とする焼結体の光透過率が1%以下となり易いのは上記窒化アルミニウム以外の成分のうち比較的多量のアルカリ金属あるいは珪素成分を含むものである。すなわち、アルカリ金属あるいは珪素成分のうちから選ばれた少なくとも1種以上の含有量が酸化物換算で5体積%以上の窒化アルミニウムを主成分とする焼結体では光透過率1%以下のものが得易い。また、アルカリ金属あるいは珪素成分のうちから選ばれた少なくとも1種以上の含有量が酸化物換算で10体積%以上の窒化アルミニウムを主成分とする焼結体の光透過率は0%となり易いので好ましい。上記アルカリ金属あるいは珪素成分のうちから選ばれた少なくとも1種以上の含有量が酸化物換算で20体積%以下であることが好ましい。上記アルカリ金属あるいは珪素成分のうちから選ばれた少なくとも1種以上の含有量が酸化物換算で20体積%より多い窒化アルミニウムを主成分とする焼結体では電気絶縁性の低下や室温における熱伝導率が50W/mKより低くなるなど特性低下が生じ易くなるので好ましくない。

言い換えるならば、酸化物換算で20体積%以下～10体積%の範囲のアルカリ金属あるいは珪素成分のうちから選ばれた少なくとも1種以上を含む窒化アルミニウムを主成分とする焼結体では光透過率0%のものが得易い。また、酸化物換算で10体積%以下～5体積%の範囲のアルカリ金属あるいは珪素成分のうちから選ばれた少なくとも1種以上を含む窒化アルミニウムを主成分とする焼結体では光透過率1%以下のものが得易い。

【0187】

また、窒化アルミニウムを主成分とする焼結体の光透過率が1%以下となり易いのは上記窒化アルミニウム以外の成分のうち比較的多量のMo、W、V、Nb、Ta、Ti、カーボンを含むものである。すなわち、Mo、W、V、Nb、Ta、Ti、カーボンのうちから選ばれた少なくとも1種以上の成分を元素換算で5体積%以上含む窒化アルミニウムを主成分とする焼結体では光透過率1%以下のものが得易い。また、Mo、W、V、Nb、Ta、Ti、カーボンのうちから選ばれた少なくとも1種以上の成分を元素換算で20体積%以上含む窒化アルミニウムを主成分とする焼結体の光透過率は0%となり易いので好ましい。上記Mo、W、V、Nb、Ta、Ti、カーボンのうちから選ばれた少なくとも1種以上の成分の含有量は元素換算で50体積%以下であることが好ましい。上記Mo、W、V、Nb、Ta、Ti、カーボンのうちから選ばれた少なくとも1種以上の成分含有量が元素換算で50体積%より多い窒化アルミニウムを主成分とする焼結体では電気絶縁性が低下し室温における抵抗率が $1 \times 10^8 \Omega \cdot \text{cm}$ より低くなったり室温における熱伝導率が50W/mKより低くなるなど特性低下が生じ易くなるので好ましくない。また、上記Mo、W、V、Nb、Ta、Ti、カーボンのうちから選ばれた少なくとも1種以上の成分含有量が元素換算で20体積%以下の窒化アルミニウムを主成分とする焼結体では電気絶縁性が向上し室温における抵抗率 $1 \times 10^9 \Omega \cdot \text{cm}$ 以上のものが得やすくなるので好ましい。また、上記Mo、W、V、Nb、Ta、Ti、カーボンのうちから選ばれた少なくとも1種以上の成分含有量が元素換算で5体積%以下の窒化アルミニウムを主成分とする焼結体では電気絶縁性がさらに向上し室温における抵抗率 $1 \times 10^{11} \Omega \cdot \text{cm}$ 以上のものが得やすくなるのでより好ましい。

言い換えるならば、元素換算で50体積%以下～20体積%の範囲のMo、W、V、Nb、Ta、Ti、カーボンのうちから選ばれた少なくとも1種以上の成分を含む窒化アルミニウムを主成分とする焼結体では光透過率0%のものが得易い。

また、元素換算で20体積%以下～5体積%の範囲のMo、W、V、Nb、Ta、Ti、カーボンのうちから選ばれた少なくとも1種以上の成分を含む窒化アルミニウムを主成分とする焼結体では光透過率1%以下のものが得易い。

上記Mo、W、V、Nb、Ta、Ti、カーボンのうちから選ばれた少なくとも1種以上の成分含有量が元素換算で10体積%以下の窒化アルミニウムを主成分とする焼結体では

室温における抵抗率 $1 \times 10^{10} \Omega \cdot \text{cm}$ 以上と電気絶縁性が向上したものが得やすい。

【0188】

また、窒化アルミニウムを主成分とする焼結体の光透過率が1%以下となり易いのは上記窒化アルミニウム以外の成分のうち希土類元素及びMo、W、V、Nb、Ta、Ti以外の遷移金属の不可避不純物成分を比較的多量含むものである。すなわち、鉄、ニッケル、クロム、マンガン、ジルコニウム、ハフニウム、コバルト、銅、亜鉛などのうちから選ばれた少なくとも1種以上の成分を元素換算で1重量%以上含む窒化アルミニウムを主成分とする焼結体では光透過率1%以下のものが得易い。また、鉄、ニッケル、クロム、マンガン、ジルコニウム、ハフニウム、コバルト、銅、亜鉛のうちから選ばれた少なくとも1種以上の成分を元素換算で20重量%以上含む窒化アルミニウムを主成分とする焼結体の光透過率は0%となり易いので好ましい。上記鉄、ニッケル、クロム、マンガン、ジルコニウム、ハフニウム、コバルト、銅、亜鉛のうちから選ばれた少なくとも1種以上の成分の含有量は元素換算で50重量%以下であることが好ましい。上記鉄、ニッケル、クロム、マンガン、ジルコニウム、ハフニウム、コバルト、銅、亜鉛のうちから選ばれた少なくとも1種以上の成分の含有量が元素換算で50重量%より多い窒化アルミニウムを主成分とする焼結体では電気絶縁性が低下し室温における抵抗率が $1 \times 10^8 \Omega \cdot \text{cm}$ より低くなったり室温における熱伝導率が 50 W/mK より低くなるなど特性低下が生じ易くなるので好ましくない。また、上記鉄、ニッケル、クロム、マンガン、ジルコニウム、ハフニウム、コバルト、銅、亜鉛のうちから選ばれた少なくとも1種以上の成分含有量が元素換算で20重量%以下の窒化アルミニウムを主成分とする焼結体では電気絶縁性が向上し室温における抵抗率 $1 \times 10^9 \Omega \cdot \text{cm}$ 以上のものが得やすくなるので好ましい。また、上記鉄、ニッケル、クロム、マンガン、ジルコニウム、ハフニウム、コバルト、銅、亜鉛のうちから選ばれた少なくとも1種以上の成分含有量が元素換算で1重量%以下の窒化アルミニウムを主成分とする焼結体では電気絶縁性がさらに向上し室温における抵抗率 $1 \times 10^{11} \Omega \cdot \text{cm}$ 以上のものが得やすくなるのでより好ましい。

言い換えるならば、元素換算で50重量%以下～20重量%の範囲の鉄、ニッケル、クロム、マンガン、ジルコニウム、ハフニウム、コバルト、銅、亜鉛のうちから選ばれた少なくとも1種以上の成分を含む窒化アルミニウムを主成分とする焼結体では光透過率0%のものが得易い。

また、元素換算で20重量%以下～1重量%の範囲の鉄、ニッケル、クロム、マンガン、ジルコニウム、ハフニウム、コバルト、銅、亜鉛のうちから選ばれた少なくとも1種以上の成分を含む窒化アルミニウムを主成分とする焼結体では光透過率1%以下のものが得易い。

上記元素換算で10重量%以下の鉄、ニッケル、クロム、マンガン、ジルコニウム、ハフニウム、コバルト、銅、亜鉛のうちから選ばれた少なくとも1種以上の成分を含む窒化アルミニウムを主成分とする焼結体では室温における抵抗率 $1 \times 10^{10} \Omega \cdot \text{cm}$ 以上のものが得やすくなる。

なお、本発明において「遷移金属の不可避不純物成分」とは、通常特に断らない限り鉄、ニッケル、クロム、マンガン、ジルコニウム、ハフニウム、コバルト、銅、亜鉛、を意味する。また、「遷移金属の不可避不純物成分を含有する」とは上記鉄、ニッケル、クロム、マンガン、ジルコニウム、ハフニウム、コバルト、銅、亜鉛などの各成分のうち少なくとも1種以上を含むことを意味する。

【0189】

また、窒化アルミニウムを主成分とする焼結体の光透過率が1%以下となり易いのは上記窒化アルミニウム以外の成分のうち比較的多量の酸素を含むものである。すなわち、酸素を10重量%以上含む窒化アルミニウムを主成分とする焼結体は光透過率1%以下のものが得易い。また、酸素を15重量%以上含む窒化アルミニウムを主成分とする焼結体の光透過率は0%となり易いので好ましい。上記酸素の含有量は25重量%以下であることが好ましい。上記酸素の含有量が25重量%より多い窒化アルミニウムを主成分とする焼結体では電気絶縁性の低下や室温における熱伝導率が 50 W/mK より低くなるなど特性低

下が生じ易くなるので好ましくない。

言い換えるならば、25重量%以下～15重量%の範囲の酸素を含む窒化アルミニウムを主成分とする焼結体では光透過率0%のものが得易い。また、15重量%以下～10重量%の範囲の酸素を含む窒化アルミニウムを主成分とする焼結体では光透過率1%以下のものが得易い。

なお、本発明において窒化アルミニウムを主成分とする焼結体が希土類元素化合物やアルカリ土類金属化合物を含む場合、あるいはアルカリ金属化合物や珪素含有化合物を含む場合、あるいはMo、W、V、Nb、Ta、Ti、カーボンなどを含む場合、あるいは鉄、ニッケル、クロム、マンガン、ジルコニウム、ハフニウム、コバルト、銅、亜鉛などの不可避金属成分を含む場合、などは上記範囲より少ない量の酸素しか含まないものであっても光透過率が低下する場合がある。また、逆に上記範囲より多い量の酸素を含むものであっても光透過率が低下せず比較的高い光透過率を有するものが得られる場合がある。すなわち、本発明において窒化アルミニウムを主成分とする焼結体が希土類元素化合物やアルカリ土類金属化合物を含む場合、あるいはアルカリ金属化合物や珪素含有化合物を含む場合、あるいはMo、W、V、Nb、Ta、Ti、カーボンなどを含む場合、あるいは鉄、ニッケル、クロム、マンガン、ジルコニウム、ハフニウム、コバルト、銅、亜鉛などの不可避金属成分を含む場合、含まれる酸素量が15重量%以下～10重量%までの範囲であっても光透過率0%のものが生じる場合がある。これはおそらく上記窒化アルミニウム以外の成分が含まれていれば焼成中に複雑な化合物が生成し焼結体の粒界相として析出して光透過率が阻害され易くなるものと推測される。また、本発明において窒化アルミニウムを主成分とする焼結体が希土類元素化合物やアルカリ土類金属化合物を含む場合、あるいはアルカリ金属化合物や珪素含有化合物を含む場合、あるいはMo、W、V、Nb、Ta、Ti、カーボンなどを含む場合、あるいは鉄、ニッケル、クロム、マンガン、ジルコニウム、ハフニウム、コバルト、銅、亜鉛などの不可避金属成分を含む場合、含まれる酸素量が25重量%以下～15重量%までの範囲であっても光透過率が0%より大きくさらに1%以上のものが生じる場合がある。これはおそらく上記窒化アルミニウム以外の成分が窒化アルミニウム粒子などから酸素を効果的に取り込み例えば粒界相として析出させ酸素による光透過率の低下を防止するものと推測される。

【0190】

また、窒化アルミニウムを主成分とする焼結体の光透過率が1%以下となり易いのは上記窒化アルミニウム以外の成分のうち比較的多量のALONを含むものである。すなわち、ALONを20%以上含む窒化アルミニウムを主成分とする焼結体は光透過率1%以下のものが得易い。また、ALONを40%以上含む窒化アルミニウムを主成分とする焼結体の光透過率は0%となり易いので好ましい。上記ALONの含有量は50%以下であることが好ましい。上記ALONの含有量が50%より多い窒化アルミニウムを主成分とする焼結体では電気絶縁性の低下や室温における熱伝導率が50W/mKより低くなるなど特性低下が生じ易くなるので好ましくない。

言い換えるならば、50%以下～40%の範囲のALONを含む窒化アルミニウムを主成分とする焼結体では光透過率0%のものが得易い。また、40%以下～20%の範囲のALONを含む窒化アルミニウムを主成分とする焼結体では光透過率1%以下のものが得易い。

なお、上記ALONの含有量は前記のようにX線回折法によりALONとAlNのそれぞれの最強回折線を比較しその比を百分率として求めたものである。

【0191】

上記のように窒化アルミニウムを主成分とする焼結体の光透過率を50%以下にするために用いられる比較的多量の希土類元素化合物及びアルカリ土類金属化合物などの焼結助剤、あるいはアルカリ金属や珪素などの成分、あるいはMo、W、V、Nb、Ta、Ti、カーボンなど焼結体の着色を促進するための成分、あるいは鉄、ニッケル、クロム、マンガン、ジルコニウム、ハフニウム、コバルト、銅、亜鉛などの不可避金属成分、あるいは酸素を複数同時に含んだ窒化アルミニウムを主成分とする焼結体を発光素子搭載用基板と

して用いることもできる。例えば希土類元素及びアルカリ土類金属のうちから選ばれた少なくとも1種以上の成分と、アルカリ金属や珪素などの成分、あるいはMo、W、V、Nb、Ta、Ti、カーボンなどの成分、あるいは鉄、ニッケル、クロム、マンガン、ジルコニウム、ハフニウム、コバルト、銅、亜鉛などの不可避金属成分、あるいは酸素のうちから選ばれた少なくとも1種以上の成分とを同時に含む窒化アルミニウムを主成分とする焼結体は希土類元素及びアルカリ土類金属を含まない場合に比べて焼結体製造時の焼成温度を低下することができるため製造が容易になるので好ましい。

【0192】

本発明において上記で例示した窒化アルミニウムを主成分とする焼結体以外の、例えば炭化珪素、窒化珪素、窒化ガリウム、酸化亜鉛、酸化ベリリウム、酸化アルミニウムのうちから選ばれた少なくともいずれかを主成分とする焼結体、さらに酸化ジルコニウム、酸化マグネシウム、アルミン酸マグネシウム、酸化チタン、チタン酸バリウム、チタン酸ジルコン酸鉛、酸化イットリウムなどの希土類酸化物、酸化トリウム、各種フェライト、ムライト、フォーステライト、ステアタイト、結晶化ガラス、のうちから選ばれた少なくともいずれかを主成分とする焼結体などの各種セラミック材料を主成分とする焼結体においても光透過率50%以下のものが作製し得る。上記光透過率50%以下のセラミック材料を主成分とする焼結体には通常Mo、W、V、Nb、Ta、Ti、鉄、ニッケル、クロム、マンガン、ジルコニウム、ハフニウム、コバルト、銅、亜鉛などの遷移金属、あるいはカーボンなどの各成分を少なくとも1種以上含まれる。その含有量は通常0.1ppm~1ppm以上であれば上記セラミック材料を主成分とする焼結体は着色し易く該焼結体の光透過率を50%以下のものとするのが可能な場合が多い。

【0193】

本発明による光透過率50%以下のセラミック材料を主成分とする焼結体を発光素子搭載用基板として用いることで発光素子が搭載された基板面側から強い光が放出可能となり、特定の方向への発光が必要な例えば壁パネル照明や天井照明など平面状の照明用に好適に応用できる。

【0194】

本発明によるセラミック材料を主成分とする焼結体を用いて作製される発光素子搭載用基板は発光素子を2個以上の複数個搭載したときに同じ基板内で反射防止部材あるいは反射部材の材料、形成位置、形状などをそれぞれの発光素子搭載部分ごとに变化させることで各発光素子からの発光の方向が個別に制御可能である。その結果基板全体から放出される光はより高度に方向の制御と明るさの制御を受けたものとなり、発光素子を1個だけ搭載した同じ複数個の基板からの光よりも、例えば局部的により明るく照射できる、などの利点がある。発光素子搭載用基板に2個以上の複数個発光素子を搭載し基板外部に放出される光が局部的に明るさが増大したものであってもセラミック材料を主成分とする焼結体からなる発光素子搭載用基板を透過した光は目に優しく穏やかなものである。

【0195】

発光素子を2個以上搭載する場合、搭載される該発光素子としては発光波長がすべて同じものであってもよいし例えば赤、黄、緑、青、紫、紫外光など異なる波長の光を発光するものがそれぞれ1以上であってもよい。異なる波長の光を発光する発光素子を搭載したときこれら発光素子からの光は混合し元の波長と異なる色調のものとなり得るが、本発明による光透過性を有するセラミック材料を主成分とする焼結体からなる発光素子搭載用基板を用いれば該基板を透過した光は焼結体内部で散乱され易いので異なる波長の光の混合性が高まり易いという効果がある。このような光の混合性が高まり易い理由の1つとしてセラミック材料を主成分とする焼結体は結晶方位の異なる微結晶粒子からなる構造を有するためであろうと推測される。より具体的に言えば、例えば赤色と青緑色をそれぞれ発光する発光素子、あるいはオレンジ色と青色をそれぞれ発光する発光素子、あるいは黄色と青紫色をそれぞれ発光する発光素子、などを同時に搭載すれば白色光が得ることが可能であるが、単にこれら波長の異なる光を発光する発光素子を並べこれらの発光素子から発光された直接の混合光よりも本発明による光透過性を有する発光素子搭載用基板を透過した混

合光のほうがより白色性が高く感じられる場合が多い。また、このような発光素子からの混合光として本発明による発光素子搭載用基板に形成された反射防止部材を透過したものあるいは反射部材によって反射されたものは発光素子から発光された直接の混合光よりより白色性が高く感じられる場合が多い。このような現象が生じるのは発光素子から発光された直接の混合光には該発光素子が発光した元の色調が残っているためであろうと思われる。

また、このような異なる波長のものが混合した光であっても本発明による光透過性を有する発光素子搭載用基板を透過することにより目に優しく穏やかなものとなり得る。

また、このような発光素子からの光が混合したものであっても本発明による発光素子搭載用基板に形成された反射防止部材あるいは反射部材によって光の方向制御は可能である。

10

【0196】

以下、本発明による発光素子搭載用基板について実施例により具体的に説明する。以下に記載する実施例には本発明によるセラミック材料を主成分とする焼結体からなる発光素子搭載用基板を用いることで該基板に搭載された発光素子の優位性も同時に示されている。

【実施例1】

【0197】

窒化アルミニウムを主成分とする焼結体の光透過性に関して焼結体の組成や焼結体の微構造などの特性による影響を調べた。また得られた各種焼結体を発光素子搭載用基板として用いた時の基板を透過する光の性状について調べた。

焼結体作製用原料粉末として高純度窒化アルミニウム粉末（徳山曹達株式会社（現：株式会社トクヤマ）製「F」グレード）を用意した。この原料粉末は酸化物還元法にて製造されたものである。この原料粉末は不純物として酸素を0.9重量%含む。この原料粉末に適宜焼結助剤や着色剤などを加えエタノールとともにボールミルで24時間粉碎混合後乾燥しエタノールを揮散した後パラフィンワックスを粉末混合体に対して5重量%加え成形用粉末を作製し、直径32mm×厚み1.5mmの円形成形体を一軸プレス成形により得た。その後減圧下300℃でパラフィンワックスを脱脂し、焼成用治具として窒化アルミニウム製あるいはタングステン製のセッター、さやを使用して還元性雰囲気にならないよう純窒素雰囲気中で常圧焼成、雰囲気加圧焼成（ガス圧焼成）、ホットプレス、HIP（ホットアイソスタチックプレス：静水圧加圧焼結）により各種窒化アルミニウムを主成分とする焼結体を得た。得られた焼結体を直径25.4mm×厚み0.5mmの寸法に研削、さらに表面を鏡面研磨加工した。なお、上記粉末成形体の焼成に際して添加物を用いないもの、添加物として炭酸カルシウムを酸化物換算で3.0体積%含むもの、Si及びSi₃N₄を酸化物換算でそれぞれ0.02体積%及び2.5体積%含むものは焼成治具としてタングステン製のものをそのままの状態を用い常圧焼成あるいは雰囲気加圧焼成を行った。それ以外の組成の粉末成形体は焼成に際してタングステン製のセッターに別に用意した窒化アルミニウム粉末だけを用いて作製した粉末成形体を同時において焼成するか、窒化アルミニウム製のセッターを用いて焼成した。又ホットプレス及びHIPに際しては添加物を用いないものを除いて粉末成形体をいったん1820℃で1時間窒素中で常圧焼成しいったん焼結体としたものを用いて加圧焼成を行った。

20

30

得られた各種窒化アルミニウムを主成分とする焼結体の組成、相対密度、気孔の平均大きさ、AlN粒子の大きさ、全酸素量、ALON量、605nmの単色光を用いた光透過率、及び該窒化アルミニウムを主成分とする焼結体を鏡面研磨した後の基板表面の平滑性、の測定を行った。なお、光透過率の測定は日立製作所製の分光光度計U-4000を用い積分球内に作製した窒化アルミニウムを主成分とする基板を入れ該焼結体に入射する光の強度と透過する光をすべて集めてその強度を測定し、全透過光と入射光との強度の百分率比を算出して光透過率とした。上記窒化アルミニウムを主成分とする焼結体の特性の測定結果を表1に示す。得られた各種窒化アルミニウムを主成分とする焼結体において、原料粉末に不純物として存在しているものや添加したアルミナなどから混入する酸素、あるいは添加した希土類元素化合物やアルカリ土類金属化合物などの焼結助剤、あるいは添加したアルカリ金属化合物や珪素現有化合物、あるいは添加したモリブデン、タングステン

40

50

、ニオブ、チタン、カーボンなどの着色を促進する成分、あるいは添加した鉄、ニッケルなどの成分は原料粉末に添加した添加物が殆ど揮散・除去されないで粉末成形体中と同量存在している。すなわち得られた窒化アルミニウムを主成分とする焼結体の組成は粉末製形態の組成と同様である。したがって得られた窒化アルミニウムを主成分とする焼結体の組成としては全酸素量以外特に表1には記載してない。上記窒化アルミニウムを主成分とする焼結体を作製するとき添加したアルミナ量は酸化物換算により算定したものであり、窒化アルミニウムを主成分とする焼結体中の酸素量は元素換算で測定したものである。なお、基板の表面平滑性は表1には示してないが平均表面粗さ(Ra) = 20 nm ~ 45 nmの範囲にあった。その後上記表面を鏡面研磨加工した直径25.4 mm × 厚み0.5 mmの各種基板を10 mm × 10 mmの大きさに切断し片面にTi / Pt / Au薄膜により幅50 μmの発光素子を駆動するための電気回路を形成し発光素子搭載用基板を作製した。作製した発光素子搭載用基板に市販の窒化ガリウム、窒化インジウム、窒化アルミニウムのうちから選ばれた少なくとも1種以上を主成分とするエピタキシャル膜を積層し発光層としてInNとGaNとの混晶を用いて作製された発光素子を搭載し3.5 V × 350 mAの電力を印加して発光させ該発光の基板からの透過状態を肉眼により確認した。なお、この発光素子の大きさは1 mm角であり発光素子搭載用基板とエポキシ樹脂を主成分とする樹脂で接着されている。また、上記発光素子の中心発光波長460 nmである。

【0198】

その結果、表1において実験No. 6で作製した基板を除きすべての窒化アルミニウムを主成分とする焼結体を用いた基板において発光素子が搭載された基板面の反対側で発光素子からの発光が観察された。これは明らかに窒化アルミニウムを主成分とする焼結体の光透過率が1%以上のものを基板として用いることで発光素子からの発光が基板を透過して基板外部に放出されることを示している。実験No. 6の窒化アルミニウムを主成分とする焼結体はALONの含有量が50%以上でありAlNの含有量が50%より少なく酸素も10重量%より多いため光透過性が発現しにくいと思われる。

【0199】

表1において窒化アルミニウムを主成分とする焼結体のY、Gd、Dy、Ho、Er、Ybの各元素を含む希土類元素化合物及びCaを含むアルカリ土類金属化合物の含有量が酸化物換算でそれぞれ30体積%以下のものでは光透過率が1%以上であり、実際上得られたものは少なくとも20%以上の光透過率を有するものであった。また窒化アルミニウムを主成分とする焼結体のLiを含むアルカリ金属化合物及び珪素化合物の含有量がそれぞれ5体積%以下のものでは光透過率が1%以上である。また、窒化アルミニウムを主成分とする焼結体のMo、W、V、Ti、Nbの各元素を含む着色をはかるための化合物の含有量が酸化物換算でそれぞれ5体積%以下のものでは光透過率は1%以上であり、実際上得られたものは少なくとも10%以上の光透過率を有するものであった。また、窒化アルミニウムを主成分とする焼結体のFe、Niの各元素を含む不可避不純物成分を酸化物換算でそれぞれ1重量%以下含むものでは光透過率は1%以上であり、実際上得られたものは少なくとも20%以上の光透過率を有するものであった。また、窒化アルミニウムを主成分とする焼結体の酸素含有量が10重量%以下のものでは光透過率は1%以上であり、実際上得られたものは少なくとも20%以上の光透過率を有するものであった。また、窒化アルミニウムを主成分とする焼結体のALON含有量が20%以下のものでは光透過率は1%以上であった。本実施例において作製した窒化アルミニウムを主成分とする焼結体は常圧焼成においても50%~60%以上の光透過率を有するものが得られた。又ホットプレス焼成で光透過率81%のものが得られた。

【0200】

表1において実験No. 6の窒化アルミニウムを主成分とする焼結体を除きその他のすべての窒化アルミニウムを主成分とする焼結体はAlNの含有量が50%以上であり、光透過率1%以上である。

【0201】

表1においてすべての窒化アルミニウムを主成分とする焼結体が相対密度95%以上であ

り、実験No. 6の窒化アルミニウムを主成分とする焼結体を除き光透過率が1%以上である。

【0202】

表1においてすべての窒化アルミニウムを主成分とする焼結体が平均気孔径 $1\mu\text{m}$ 以下であり、実験No. 6の窒化アルミニウムを主成分とする焼結体を除き光透過率が1%以上である。

【0203】

表1においてすべての窒化アルミニウムを主成分とする焼結体がAlN粒子の平均大きさが $1\mu\text{m}$ 以上であり、実験No. 6の窒化アルミニウムを主成分とする焼結体を除き光透過率が1%以上である。

10

【0204】

表1において実験No. 8～10の窒化アルミニウムを主成分とする焼結体にはAlN以外に $5\text{Y}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{Al}_2\text{O}_3$ が、No. 13にはAlN以外に $5\text{Y}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{Al}_2\text{O}_3$ 及び YAlO_3 が、No. 15にはAlN以外に YAlO_3 及び $2\text{Y}_2\text{O}_3 \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ が、No. 16～18にはAlN以外に $2\text{Y}_2\text{O}_3 \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ 及び Y_2O_3 がX線回折により検出される。また、実験No. 19AlN以外に窒化アルミニウムを主成分とする焼結体には $2\text{Gd}_2\text{O}_3 \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ 及び Gd_2O_3 がX線回折により検出される。また、実験No. 20の窒化アルミニウムを主成分とする焼結体にはAlN以外に DyAlO_3 及び $2\text{Dy}_2\text{O}_3 \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ がX線回折により検出される。また、実験No. 21の窒化アルミニウムを主成分とする焼結体にはAlN以外に HoAlO_3 及び $2\text{Ho}_2\text{O}_3 \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ がX線回折により検出される。また、実験No. 22の窒化アルミニウムを主成分とする焼結体にはAlN以外に $5\text{Er}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{Al}_2\text{O}_3$ がX線回折により検出される。また、実験No. 23の窒化アルミニウムを主成分とする焼結体にはAlN以外に ErAlO_3 及び $2\text{Er}_2\text{O}_3 \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ 及び Er_2O_3 がX線回折により検出される。また、実験No. 24の窒化アルミニウムを主成分とする焼結体にはAlN以外に $2\text{Er}_2\text{O}_3 \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ 及び Er_2O_3 がX線回折により検出される。また、実験No. 25の窒化アルミニウムを主成分とする焼結体にはAlN以外に $5\text{Yb}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{Al}_2\text{O}_3$ 及び YbAlO_3 がX線回折により検出される。

20

また、実験No. 14の窒化アルミニウムを主成分とする焼結体にはAlN以外に $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ 及び $\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ と思われる化合物がX線回折により検出される。

30

【0205】

本実施例において実験No. 6以外の各窒化アルミニウムを主成分とする焼結体を用いて前記のように $10\text{mm} \times 10\text{mm} \times 0.5\text{mm}$ の発光素子搭載用基板を作製して市販の発光素子を搭載し該発光素子に $3.5\text{V} \times 350\text{mA}$ の電力を印加して発光させ基板からの透過状態を肉眼により確認したが、作製したすべての発光素子搭載用基板で基板を透過した光が観察された。この際、上記該透過光において窒化アルミニウムを主成分とする焼結体からなる基板表面に形成された薄膜電気回路による明るさの減少はほとんど観察されなかった。

比較のために光透過率80%の市販のガラス板を $10\text{mm} \times 10\text{mm} \times 0.5\text{mm}$ の大きさの基板に加工し同じ発光素子を同じくエポキシ樹脂で接着して搭載し発光させて該ガラス基板からの透過光を観察した。その結果、明らかに発光素子からの直進光であるため目に付き刺すような輝きが肉眼で観察される。一方本発明による実験No. 9の光透過率81%の窒化アルミニウムを主成分とする焼結体を用いた基板を用いた場合ほとんど同じ透過率であるにもかかわらず基板を透過した光は目を突き刺すような輝きをあまり感じない穏やかなものであった。本実施例で得た光透過性の窒化アルミニウムを主成分とする焼結体を発光素子搭載用基板として用いたものは該基板を透過した光はすべて目を突き刺すような輝きをあまり感じない穏やかなものであった。

40

また、実験No. 29～36で作製した光透過性の窒化アルミニウムを主成分とする焼結体は黒色、灰黒色、灰色に呈色していた。黒色、灰黒色、灰色に呈色した該焼結体を発光素子搭載用基板として用いたものでは該基板を透過した光は目を突き刺すような輝きをあ

50

まり感じない穏やかなものであったが、その光調は実験No. 1～5及び実験No. 7～28で作製した光透過性の窒化アルミニウムを主成分とする焼結体を用いた基板からの透過光と微妙に異なるものでありより穏やかさを有するものであるように観察された。本実施例により、セラミック材料を主成分する焼結体の表面に電気回路が形成された発光素子搭載用基板であってもセラミック材料を主成分する焼結体が光透過性を有するものであれば基板を透過した光の明るさが大きく減少するようなことは生じにくいことが確認でき、セラミック材料を主成分する焼結体が光透過性を有することの有効性が確認できた。また呈色しかつ光透過性を有するセラミック材料を主成分する焼結体の有効性が確認できた。

【0206】

【表 1】

実験 No.	粉末成形体中の添加物		粉末 成形体 の 焼成 条件 * 3)	焼結体の特性					
	添加物名	添加量 (体積%) * 1)		相対密度 (%)	気孔平均 大きさ (μm)	AlN 粒子の 平均 大きさ (μm)	全酸素量 (重量%)	ALON 量 (%)	光透過率 (%)
1	なし	—	②	99.6	<0.5	16.7	0.7	1.5	46
2	なし	—	③	99.6	<0.5	4.5	1.0	2.1	52
3	なし	—	④	99.7	<0.5	8.9	0.9	1.8	49
4	Al ₂ O ₃	1.5	①	99.5	0.5	12.0	1.9	4.8	14
5	Al ₂ O ₃	16.0	①	98.9	0.6	12.1	9.6	19.7	3.2
6	Al ₂ O ₃	36.0	③	98.7	0.6	4.4	20.6	52	0.0
7	CaCO ₃	0.01	③	99.7	<0.5	3.7	0.9	0.0	65
8	Y ₂ O ₃	0.01	③	99.8	<0.5	3.2	0.9	0.0	62
9	Y ₂ O ₃	0.1	③	99.7	<0.5	2.9	0.7	0.0	81
10	Y ₂ O ₃	0.2	⑤	99.7	<0.5	2.5	0.9	0.0	52
11	CaCO ₃	0.4	⑤	99.4	0.5	4.5	0.8	0.0	47
12	CaCO ₃	0.4	③	99.7	<0.5	2.7	0.8	0.0	70
13	Y ₂ O ₃	0.8	⑤	99.6	<0.5	4.5	1.2	0.0	64
14	CaCO ₃	3.0	⑤	99.2	0.6	5.0	2.4	0.0	23
15	Y ₂ O ₃	2.5	⑤	99.7	<0.5	4.2	1.6	0.0	66
16	Y ₂ O ₃	6.0	⑤	99.6	<0.5	3.7	2.9	0.0	61
17	Y ₂ O ₃	18.0	⑤	99.5	<0.5	4.1	5.9	0.0	54
18	Y ₂ O ₃	30.0	⑤	99.2	<0.5	4.0	9.6	0.0	41
19	Gd ₂ O ₃	8.0	⑤	99.5	<0.5	4.6	3.5	0.0	50
20	Dy ₂ O ₃	3.0	⑤	99.7	<0.5	4.0	1.8	0.0	66
21	Ho ₂ O ₃	3.0	⑤	99.6	<0.5	3.9	1.9	0.0	63
22	Er ₂ O ₃	0.5	⑤	99.6	<0.5	3.7	1.1	0.0	57
23	Er ₂ O ₃	4.0	⑤	99.5	<0.5	3.9	2.5	0.0	64
24	Er ₂ O ₃	12.0	⑤	99.4	0.5	4.0	4.3	0.0	40
25	Yb ₂ O ₃	0.8	⑤	99.6	<0.5	3.6	1.1	0.0	60
26	Li ₂ CO ₃	0.5	③	99.4	<0.5	2.5	0.9	1.4	18
27	Si	0.02	③	99.5	<0.5	2.7	0.8	1.7	26
28	Si ₃ N ₄	2.5	③	99.6	<0.5	2.4	0.8	0.0	13
29	MoO ₃ * 2)	0.05	①	99.6	<0.5	10.0	0.8	0.0	54
30	WO ₃ * 2)	3.5	①	99.6	<0.5	10.2	0.8	0.0	12
31	V ₂ O ₅ * 2)	1.0	①	99.5	<0.5	11.2	0.9	0.0	22
32	TiO ₂ * 2)	0.05	①	99.4	<0.5	12.3	0.8	0.0	11
33	Nb ₂ O ₅ * 2)	0.08	①	99.7	<0.5	12.1	0.8	0.0	42
34	C * 2)	0.3	①	99.4	<0.5	9.4	0.6	0.0	25
35	Fe * 2)	0.5	①	99.7	<0.5	12.6	0.8	0.0	46
36	Ni * 2)	0.2	①	99.5	<0.5	12.0	0.9	0.0	24

* 1) 添加物の量は酸化物換算による。実験No. 35、36の添加量は重量%である。

* 2) 実験No. 29～36の添加物の添加量は金属元素換算によるものである。

* 3) 焼成条件： ①1950℃×4時間、N₂中常圧焼成
 ②1950℃×12時間、N₂中ガス圧焼成(9Kg/cm²)
 ③1800℃×2時間、N₂中ホットプレス(300Kg/cm²)
 ④1900℃×3時間、HIP焼成(2000Kg/cm²)
 ⑤1800℃×1時間、N₂中常圧焼成

【実施例 2】

【0207】

窒化アルミニウムを主成分とする焼結体作製用原料粉末として高純度窒化アルミニウム粉末(徳山曹達株式会社(現：株式会社トクヤマ)製「H」グレード)を用意した。この原

10

20

30

40

50

料粉末は酸化物還元法にて製造されたものである。この原料粉末は酸素を1.0重量%不純物として含む。この原料粉末に適宜 Y_2O_3 粉末を3.3体積%加えたもの、 Er_2O_3 粉末を4.02体積%加えたもの、及び $CaCO_3$ 粉末を CaO 換算で0.6体積%加えたものをトルエンおよびイソプロピルアルコールとともにボールミルで24時間粉碎混合後アクリルバインダーを粉末原料100重量部に対して12重量部加えさらに12時間混合することでペースト化しドクターブレード法で厚み0.75mmの3種類の組成を有するグリーンシートを作製した。又別に上記3種類の組成からなる厚み0.3mmのグリーンシートも作製した。上記グリーンシートのうち厚み0.75mmのグリーンシートから一辺35mmの正形状のシートを作製しこのシートにパンチング機及びYAGレーザーで表裏面を貫通する直径25 μm 、50 μm 、250 μm の円形スルーホールを形成した。次に溶媒として α テルピネオール、バインダーとしてアクリル樹脂を加え導電性成分として純タングステン粉末、50体積%タングステン+50体積%銅の混合粉末および純銅粉末の3種類の粉末を用いて導通ビア用ペーストを作製して上記のスルーホール内に充填した。銅を含む導通ビア用ペーストを充填したグリーンシートに対して厚み0.3mmのグリーンシートを両面に積層密着した。両側に積層密着した厚み0.3mmのグリーンシートはスルーホールなどを形成していないグリーンシート成形した状態のままのものである。本実施例においては両側にグリーンシートを密着したのは焼成中銅の揮散が生じないように考慮したものであるが場合によっては必ずしも必要としない。その後乾燥し、適宜窒素又は窒素/二酸化炭素混合ガスを主成分とする雰囲気中で脱バインダーを行った後 N_2 中1820℃で2時間常圧純窒素雰囲気中で同時焼成し導通ビアが内部に形成された窒化アルミニウムを主成分とする焼結体を得た。焼成に際しては実施例1で示した方法と同様、被焼成物であるスルーホールに導通ビアペーストが充填されたグリーンシートの脱脂物をタングステン製セッターに置き該被焼成物とは別に窒化アルミニウム粉末成形体を同時に置き周囲をタングステンの枠で囲んで行った。該窒化アルミニウムを主成分とする焼結体において最初グリーンシートのスルーホールに充填した金属成分は焼結あるいは熔融凝固により十分緻密化し導電性が発現しており窒化アルミニウムを主成分とする焼結体とも緊密に一体化し導通ビアとして機能している。タングステン、50体積%タングステン+50体積%銅、銅の各導通ビア材料と該窒化アルミニウムを主成分とする焼結体との間には反応が認められない。得られた導通ビアの大きさは焼成後収縮し窒化アルミニウムを主成分とする焼結体内部でそれぞれ直径208~216 μm 、40~44 μm 及び20~23 μm になっていた。次に得られた焼結体を直径25.4mm×厚み0.5mmの寸法に両面研削、及び鏡面研磨加工し内部の導通ビアを露出させ導通ビアを有する基板状の窒化アルミニウムを主成分とする焼結体を作製した。鏡面研磨後の表面平滑性は平均表面粗さ(Ra)=26nm程度であった。なお上記導通ビアは10mm×10mmの面積に1~30個形成されるように配されている。このようにして得られた導通ビアを有する窒化アルミニウムを主成分とする焼結体を用いて波長605nmの単色光に対する光透過率を測定しその後導通ビアの室温における抵抗を4端子法で測定し導通ビアの形状から室温における抵抗率を算出した。その結果導通ビアが形成されたいずれの窒化アルミニウムを主成分とする焼結体においても光透過率は1%以上であり、實際上得られたものは少なくとも50%以上の光透過率を有するものであった。導通ビアの室温における抵抗率は $2.0 \times 10^{-6} \Omega \cdot cm \sim 7.7 \times 10^{-6} \Omega \cdot cm$ の範囲であった。これらの結果を表2に示す。

【0208】

次に本実施例において得られた直径25.4mm×厚み0.5mmの寸法に研削、及び鏡面研磨加工した導通ビアを有する窒化アルミニウムを主成分とする焼結体をそれぞれ10mm×10mmの大きさに切断し、片面にTi/Pt/Au薄膜により幅50 μm の該発光素子駆動用の電気回路を形成し発光素子搭載用基板を作製した。作製した発光素子搭載用基板に市販の窒化ガリウム、窒化インジウム、窒化アルミニウムのうちから選ばれた少なくとも1種以上を主成分とするエピタキシャル膜を積層し発光層としてInNとGaNとの混晶を用いて作製された発光素子を搭載し3.5V×350mAの電力を印加して

発光させ該発光の基板からの透過状態を肉眼により確認した。なおこの発光素子の大きさは1mm角であり発光素子搭載用基板とはエポキシ樹脂を主成分とする樹脂で接着されている。その結果作製したすべての発光素子搭載用基板で基板を透過した光が観察された。該透過光は穏やかで明るいものであった。また、該透過光において窒化アルミニウムを主成分とする焼結体からなる基板に形成された導通ビアの影は1～30個いずれの数量の導通ビアを有する基板においても観察されなかった。また、上記該透過光において窒化アルミニウムを主成分とする焼結体からなる基板表面に形成された薄膜電気回路による明るさの減少はほとんど観察されなかった。

なお、本実施例において得られた実験No. 37～51で作製した窒化アルミニウムを主成分とする焼結体の室温における熱伝導率はすべて150W/mK～180W/mKの範囲のものであった。

本実施例により、セラミック材料を主成分する焼結体の表面に電気回路が形成された発光素子搭載用基板であってもセラミック材料を主成分する焼結体が光透過性を有するものであれば基板を透過した光の明るさが大きく減少するようなことは生じにくいことが確認でき、セラミック材料を主成分する焼結体が光透過性を有することの有効性が確認できた。

【0209】

【表2】

実験 No..	導通ビア材料	焼結助剤	スルー ホール の 大きさ (μm)	導通ビア を有する 焼結体の 光透過率 (%)	導通ビアの抵抗率 ($\times 10^{-6} \Omega \cdot \text{cm}$) (室温において)
37	100% タングステン	Y_2O_3	25	64	7.4
38			50	61	6.9
39		Er_2O_3	25	63	7.7
40			250	60	6.6
41	50体積% タングステン + 50体積%銅	Y_2O_3	25	66	4.9
42			50	65	4.4
43		Er_2O_3	25	61	5.0
44			50	63	4.8
45		CaO	25	56	5.6
46		Y_2O_3	25	67	3.4
47			250	68	2.9
48	100%銅	Er_2O_3	25	63	3.9
49			50	65	3.1
50		CaO	25	52	2.7
51			250	55	2.0

【実施例3】

【0210】

窒化アルミニウムを主成分とする焼結体作製用原料粉末として実施例1及び実施例2で用いた2種類の酸化アルミニウムの還元法による原料のほかに金属アルミニウムの直接窒化法により作製された2種類の窒化アルミニウム粉末（東洋アルミニウム株式会社製「TOYALNITE」及びドイツStarc社製「Grade B」）を用意した。これらの原料のうち金属アルミニウムの直接窒化法により作製された原料粉末は2種類それぞれ単独で、さらに酸化アルミニウムの還元法によるものと金属アルミニウムの直接窒化法に

より作製された原料とをそれぞれ50重量%ずつ混合したものを実施例1と同様の方法で成形、脱脂を行った後窒素中1950℃×2時間、300Kg/cm²でホットプレスを行い窒化アルミニウムを主成分とする6種類の焼結体を得た。得られた焼結体を直径25.4mm×厚み0.5mmの寸法に研削、及び鏡面研磨加工し表面平滑度Ra=27nmの窒化アルミニウムを主成分とする焼結体からなる基板を作製した。X線回折により原料に「TOYALNITE」だけを用いた焼結体は主相がAlNでその他1.6%のALONが検出される。また原料に「Grade B」だけを用いた焼結体は主相がAlNでその他2.2%のALONが検出される。又酸化アルミニウムの還元法によるものとアルミニウム金属の直接窒化法により作製された原料との混合原料から作製された焼結体も同様主相はAlNであり1.2~1.9%のALONを含む。これら6種類の焼結体の相対密度はすべて98%以上である。上記鏡面研磨加工された基板を用いて波長605nmの単色光に対する光透過率を測定した。その結果金属アルミニウムの直接窒化法による原料だけを用いて作製した2種類の焼結体の光透過率は「TOYALNITE」を用いたものが69%、「Grade B」を用いたものが53%と、いずれの原料を用いたものも50%以上の光透過率を示した。一方、酸化物の還元法で作製された原料だけを用いて作製した2種類の焼結体の光透過率は「H」グレードを用いたものが59%、「F」グレードを用いたものが70%と、いずれの原料を用いたものも50%以上の光透過率を示した。さらに、金属アルミニウムの直接窒化法による原料と酸化物の還元法で作製された原料とを50重量%ずつ混合した原料から作製された焼結体において、「TOYALNITE」+「H」グレードの混合原料粉末から得られた焼結体の光透過率は58%、「TOYALNITE」+「F」グレードを用いたものが67%と、いずれの原料を用いたものも50%以上の光透過率を示した。

上記6種類の窒化アルミニウムを主成分とする焼結体からそれぞれ10mm×10mm×0.5mmの鏡面研磨された基板を切り出し、片面にTi/Pt/Au薄膜により幅50μmの該発光素子駆動用の電気回路を形成し発光素子搭載用基板を作製した。作製した発光素子搭載用基板に市販の窒化ガリウム、窒化インジウム、窒化アルミニウムのうちから選ばれた少なくとも1種以上を主成分とするエピタキシャル膜を積層し発光層としてInNとGaNとの混晶を用いて作製された発光素子を搭載し3.5V×350mAの電力を印加して発光させ該発光の基板からの透過状態を肉眼により確認した。なおこの発光素子の大きさは1mm角であり発光素子搭載用基板とエポキシ樹脂を主成分とする樹脂で接着されている。その結果作製したすべての発光素子搭載用基板で基板を透過した光が観察された。該透過光は穏やかで明るいものであった。また、上記該透過光において窒化アルミニウムを主成分とする焼結体からなる基板表面に形成された薄膜電気回路による明るさの減少はほとんど観察されなかった。

なお、本実施例において得られた6種類の窒化アルミニウムを主成分とする焼結体の室温における熱伝導率は76W/mK~87W/mKの範囲のものであった。

本実施例により、セラミック材料を主成分とする焼結体の表面に電気回路が形成された発光素子搭載用基板であってもセラミック材料を主成分とする焼結体が光透過性を有するものであれば基板を透過した光の明るさが大きく減少するようなことは生じにくいことが確認でき、セラミック材料を主成分とする焼結体が光透過性を有することの有効性が確認できた。

【実施例4】

【0211】

実施例1と同様の方法で新たに11種類の窒化アルミニウムを主成分とする焼結体を作製し実施例1と同様の方法でこれら焼結体の特性を調べた。本実施例により得られた窒化アルミニウムを主成分とする焼結体の光透過率はすべて1%以上であり、実際得られたものはすべて30%以上の光透過率を有していた。焼結体の特性の測定結果を表3に示す。なお表3には記していないが鏡面研磨後の表面平滑性は平均表面粗さ(Ra)=26nm~32nmの範囲にあった。波長605nmの単色光で測定した光透過率はすべて30%以上の範囲にあった。また希土類元素化合物、カルシウム化合物、アルミナを添加して作製されたものはすべて光透過率が50%以上であった。

上記 1 1 種類の窒化アルミニウムを主成分とする焼結体からそれぞれ 10 mm × 10 mm × 0.5 mm の鏡面研磨された基板を切り出し、片面に Ti / Pt / Au 薄膜により幅 50 μm の該発光素子駆動用の電気回路を形成し発光素子搭載用基板を作製した。作製した発光素子搭載用基板に市販の窒化ガリウム、窒化インジウム、窒化アルミニウムのうちから選ばれた少なくとも 1 種以上を主成分とするエピタキシャル膜を積層し発光層として InN と GaN との混晶を用いて作製された発光素子を搭載し 3.5 V × 350 mA の電力を印加して発光させ該発光の基板からの透過状態を肉眼により確認した。なおこの発光素子の大きさは 1 mm 角であり発光素子搭載用基板とエポキシ樹脂を主成分とする樹脂で接着されている。その結果作製したすべての発光素子搭載用基板で基板を透過した光が観察された。該透過光は穏やかで明るいものであった。また、上記該透過光において窒化アルミニウムを主成分とする焼結体からなる基板表面に形成された薄膜電気回路による明るさの減少はほとんど観察されなかった。

本実施例により、セラミック材料を主成分する焼結体の表面に電気回路が形成された発光素子搭載用基板であってもセラミック材料を主成分する焼結体が光透過性を有するものであれば基板を透過した光の明るさが大きく減少するようなことは生じにくいことが確認でき、セラミック材料を主成分する焼結体が光透過性を有することの有効性が確認できた。

【0212】

【表 3】

実験 No.	焼結体の特性									
	添加物		焼成 条件 * 3)	相対密度 (%)	気孔 平均 大きさ (μm)	AlN 粒子の 平均 大きさ (μm)	全酸素量 (重量%)	ALON 量 (%)	基板 表面の 平滑度 Ra (nm)	光 透過率 (%)
	添加物名	添加量 (体積%) * 1)								
52	なし	—	②	99.6	<0.5	3.0	0.8	1.6	27	62
53	MgO	0.4	①	99.6	<0.5	2.4	0.9	1.5	29	33
54	CaCO ₃	0.4	②	99.6	<0.5	2.5	0.9	0.5	28	69
55	CaCO ₃	0.2	③	99.4	<0.5	2.4	0.8	0.4	27	54
56	Al ₂ O ₃	0.4	①	99.7	<0.5	2.9	1.0	2.2	29	62
57	Y ₂ O ₃	0.2	②	99.7	<0.5	1.9	0.8	0.6	26	74
58	Y ₂ O ₃	0.2	③	99.6	<0.5	2.3	0.8	0.5	28	56
59	Er ₂ O ₃	3.0	②	99.8	<0.5	2.0	1.9	0.0	26	67
60	Er ₂ O ₃	3.0	③	99.6	<0.5	2.3	1.9	0.0	27	58
61	MoO ₃ * 2)	0.5	①	99.6	<0.5	3.1	0.9	1.1	29	36
62	Cr ₂ O ₃ * 2)	0.1	①	99.7	<0.5	2.4	0.8	1.6	32	32

* 1) 添加物の量は酸化物換算による。

* 2) を記した実験 No. 61 ~ 62 のものは元素換算である。

* 3) 焼成条件：

① 1820℃ × 2 時間、 1 気圧 N₂ 中ホットプレス (300 Kg / cm³)

② 1900℃ × 2 時間、 1 気圧 N₂ 中ホットプレス (300 Kg / cm³)

③ 1820℃ × 2 時間、 N₂ 中常圧焼成

【実施例 5】

【0213】

実施例 1 及び実施例 4 において作製した窒化アルミニウムを主成分とする焼結体の波長 300 nm の光に対する透過率を測定した。測定は光が紫外線に代わった以外は実施例 1 と同様の方法で行った。その結果を表 4 に示す。この結果は波長 300 nm の光に対する透過率も 1 % 以上であることが示された。また明らかに可視光領域での光透過率の高い窒化アルミニウムを主成分とする焼結体は紫外光においても高い透過率を有する傾向があるこ

とが示された。300nmの紫外光に対しても光透過率は最大72%と高いものであった。

【0214】

【表4】

実験 No.	焼結体基板		
	使用した基板		紫外線透過率 (%) [300nm]
	実施例	実験 No.	
63	実施例1	1	24
64	実施例1	2	41
65	実施例1	3	37
66	実施例1	9	72
67	実施例1	12	63
68	実施例1	15	57
69	実施例1	19	43
70	実施例1	20	60
71	実施例1	21	55
72	実施例1	23	58
73	実施例1	25	54
74	実施例1	26	6.2
75	実施例1	27	1.5
76	実施例1	29	48
77	実施例1	35	41
78	実施例4	52	49
79	実施例4	53	29
80	実施例4	54	62
81	実施例4	55	46
82	実施例4	56	49
83	実施例4	57	67
84	実施例4	58	50
85	実施例4	59	54
86	実施例4	60	47

10

20

30

40

50

【実施例 6】

【0215】

本実施例において窒化アルミニウムを主成分とする粉末成形体あるいはあらかじめ焼成済の焼結体を長時間加熱することで得られる窒化アルミニウムを主成分とする焼結体の特性について調べた。

窒化アルミニウムを主成分とする焼結体作製用原料粉末として酸化物（酸化アルミニウム）の還元法により製造された高純度窒化アルミニウム粉末（徳山曹達株式会社（現：株式会社トクヤマ）製「H」グレード）及び金属アルミニウムの直接窒化法により作製された東洋アルミニウム株式会社製「TOYALNITE」を用意し、焼結助剤として各種希土類元素化合物、アルカリ土類金属化合物粉末を用意した。分析の結果「H」グレードには酸素が1.2重量%「TOYALNITE」には不純物として酸素が1.4重量%含まれる。粉末の平均粒子径はそれぞれ0.9 μm と1.1 μm である。又その他に添加物として酸化アルミニウム、カーボン、珪素などを用意した。これらの原料を用いて実施例1と同様の方法により各種組成の粉末成形体を作製した。またこのようにして得た粉末成形体の一部を用いてできるだけ焼結助剤などが揮散しないよう実施例1と同じ方法により1800℃で1時間常圧焼成しあらかじめ焼成済の焼結体も作製した。該あらかじめ焼成済の焼結体は本実施例の内容を示す表6の実験No. 118～121のサンプルがそれである。前記のようにして得た粉末成形体及びあらかじめ焼成済の焼結体をカーボン製のセッターに置いた後カーボン製のさやに入れカーボン炉を用い一酸化炭素1000ppm含む常圧の窒素雰囲気中で各種温度及び時間条件により高温長時間焼成し窒化アルミニウムを主成分とする焼結体を得た。得られた焼結体の組成分析、X線回折によるAlN結晶相の定量、窒化アルミニウム粒子の大きさ測定を行った。X線回折によるAlN結晶相の定量はAlN以外の結晶相の回折ピークを測定しそれとAlNの最強回折ピークとの比を百分率で求め、全体の結晶相の量から該AlN以外の結晶相の量を差し引くことにより求めた値である。次に得られた焼結体の表面を30nmに鏡面研磨して厚み0.5mmに加工し波長605nmの単色光で光透過率を測定した。これらの結果を表5及び表6に示す。表5には酸化物還元法による原料を用いて作製した窒化アルミニウムを主成分とする焼結体作製用粉末成形体の組成と焼成条件及び得られた焼結体の組成、特性が記してある。表6には金属アルミニウムの直接窒化法による原料を用いて作製した窒化アルミニウムを主成分とする焼結体作製用粉末成形体の組成と焼成条件及び得られた焼結体の組成、特性が記してある。また、表6には長時間焼成するサンプルとしてあらかじめ焼成済の焼結体を用いて作製された長時間焼成後の焼結体の例も示されている（実験No. 118～121）。 10 20 30

【0216】

本実施例において得られた窒化アルミニウムを主成分とする焼結体の光透過率はすべて1%以上であった。上記1750℃以上の温度で3時間以上の比較的長い時間焼成する方法によりAlN純度を高めた窒化アルミニウムを主成分とする焼結体を得られ、かつこれらの焼結体の光透過率は40%以上のものであった。焼結助剤として希土類元素化合物及びアルカリ土類金属化合物を含む粉末成形体あるいはあらかじめ焼成済みの焼結体において、より低い温度でかつ短い時間で焼結助剤などの成分が揮散・除去され該窒化アルミニウムを主成分とする焼結体のAlNの純度が高まりやすい傾向がある。また希土類元素化合物及びアルカリ土類金属化合物を同時に含む粉末成形体あるいはあらかじめ焼成済みの焼結体において、さらに低い温度でかつ短い時間で焼結助剤などの成分が揮散・除去され該窒化アルミニウムを主成分とする焼結体のAlNの純度が高まりやすい傾向がある。 40

【0217】

その結果、希土類元素化合物及びアルカリ土類金属化合物などの焼結助剤あるいはSi、Mo、C（カーボン）、Fe、Niなどの成分を含まない粉末成形体であっても高温で長時間焼成することにより、窒化アルミニウム粒子の大きさが増大化し希土類元素化合物及びアルカリ土類金属化合物が揮散・除去された窒化アルミニウムを主成分とする焼結体得られる。これらの窒化アルミニウムを主成分とする焼結体の窒化アルミニウム粒子の平均大きさは5 μm 以上である。これらの焼結体の光透過率はすべて40%以上であった。 50

【0218】

また本実施例において、焼結助剤として希土類元素化合物及びアルカリ土類金属化合物を含む粉末成形体あるいはあらかじめ焼成済みの焼結体を高温で長時間焼成することにより、窒化アルミニウム粒子の大きさが増大化し希土類元素化合物及びアルカリ土類金属化合物が揮散・除去された窒化アルミニウムを主成分とする焼結体を得られる。これらの窒化アルミニウムを主成分とする焼結体の窒化アルミニウム粒子の平均大きさは $5\mu\text{m}$ 以上であり、希土類元素化合物及びアルカリ土類金属化合物のうちから選ばれた少なくとも1種以上の化合物の含有量が元素換算で合計 0.5 重量%以下かつ酸素含有量が 0.9 重量%以下の組成からなるであった。これらの焼結体の光透過率はすべて 40% 以上であった。これらの焼結体において最高 88% の光透過率を有するものが得られた。また、光透過率に対して原料粉末による影響はほとんど見られずいずれの原料であっても良好な光透過率を有する窒化アルミニウムを主成分とする焼結体を得られる。また室温における熱伝導率も $200\text{W}/\text{mK}$ 以上と高くなり、実験No. 120のもので $237\text{W}/\text{mK}$ であった。

10

【0219】

(比較例)

比較のために実験No. 100と同じ粉末成形体をタングステン製のセッターに置きタングステン製のさやに入れ、タングステン炉材と発熱体からなるタングステン炉により純窒素雰囲気中で 2200°C の温度において8時間焼成したが焼結助剤である酸化イットリウムはほとんど揮散・除去されず粉末成形体のまま残り高純度化されていない。又熱伝導率も $200\text{W}/\text{mK}$ 以下と低く光透過性も小さかった。

20

【0220】

本実施例で得られた窒化アルミニウムを主成分とする焼結体からそれぞれ $10\text{mm}\times 10\text{mm}\times 0.5\text{mm}$ の鏡面研磨された基板を切り出し、片面に $\text{Ti}/\text{Pt}/\text{Au}$ 薄膜により幅 $50\mu\text{m}$ の該発光素子駆動用の電気回路を形成し発光素子搭載用基板を作製した。作製した発光素子搭載用基板に市販の窒化ガリウム、窒化インジウム、窒化アルミニウムのうちから選ばれた少なくとも1種以上を主成分とするエピタキシャル膜を積層し発光層として InN と GaN との混晶を用いて作製された発光素子を搭載し $3.5\text{V}\times 350\text{mA}$ の電力を印加して発光させ該発光の基板からの透過状態を肉眼により確認した。なおこの発光素子の大きさは 1mm 角であり発光素子搭載用基板とエポキシ樹脂を主成分とする樹脂で接着されている。その結果作製したすべての発光素子搭載用基板で基板を透過した光が観察された。該透過光は穏やかで明るいものであった。また、上記該透過光において窒化アルミニウムを主成分とする焼結体中からなる基板表面に形成された薄膜電気回路による影は観察されなかった。

30

本実施例により、セラミック材料を主成分する焼結体の表面に電気回路が形成された発光素子搭載用基板であってもセラミック材料を主成分する焼結体が光透過性を有するものであれば基板を透過した光の明るさが大きく減少するようなことは生じにくいことが確認でき、セラミック材料を主成分する焼結体が光透過性を有することの有効性が確認できた。

【0221】

【表 5】

AlN焼結体基板										
実験 No.	粉末成形体				長時間加熱により得られた焼結体					
	原料 粉末の 種類、	添加物	添加物 含有量 (重量%) * 1)	焼成 条件 * 2)	添加物 及びその含有量		酸素 含有量 (重量%)	AlN 結晶相量 (%)	AlN 粒子の 平均 大きさ (μm)	光 透過率 (%)
					添加物 元素	含有量 (ppm) * 3)				
87	酸化物 還元法	なし	—	①	—	—	1.2	96.2	3.6	56
88		なし	—	⑧	—	—	1.3	97.1	3.8	64
89		Al ₂ O ₃	2.0	①	—	—	1.5	96.7	3.7	18
90		Al ₂ O ₃	2.0	⑩	—	—	1.4	97.4	4.4	52
91		CaCO ₃	0.5	③	Ca	800	0.4	98.5	7.5	46
92		CaCO ₃	0.5	⑥	Ca	320	0.17	99.1	2.8	66
93		CaCO ₃	0.5	⑦	Ca	75	0.09	単一相	3.2	77
94		CaCO ₃	0.5	⑩	Ca	45	0.06	単一相	4.9	81
95		Y ₂ O ₃	1.0	③	Y	1900	0.4	96.9	8.8	53
96		Y ₂ O ₃	1.0	⑦	Y	20	0.07	単一相	3.1	74
97		Y ₂ O ₃	1.0	⑩	Y	<0.5	0.03	単一相	4.6	82
98		Y ₂ O ₃	5.0	③	Y	4600	0.7	96.4	7.7	37
99		Y ₂ O ₃	5.0	⑦	Y	85	0.04	99.2	3.5	76
100		Y ₂ O ₃	5.0	⑩	Y	10	0.02	単一相	4.7	86
101		Y ₂ O ₃	5.0	②	Y	4200	0.8	97.2	6.4	47
		CaCO ₃	0.5		Ca	200				
102		Y ₂ O ₃	5.0	⑤	Y	850	0.09	98.6	1.7	7.5
		CaCO ₃	0.5		Ca	65				
103		Y ₂ O ₃	5.0	⑥	Y	10	0.04	単一相	2.9	8.1
		CaCO ₃	0.5		Ca	6				
104		Y ₂ O ₃	5.0	⑨	Y	<0.5	0.02	単一相	3.7	8.6
		CaCO ₃	0.5		Ca	<0.5				
105		Yb ₂ O ₃	5.0	⑥	Yb	25	0.03	単一相	2.7	8.2
		CaCO ₃	0.5		Ca	5				
106		Er ₂ O ₃	10.0	⑦	Er	170	0.06	99.2	3.0	6.8
107		Si	0.5	④	Si	1500	0.7	95.5	1.1	4.2
108		MoO ₃	1.0	④	Mo	2100	0.8	95.4	1.2	3.4
109		カーボン	1.0	④	C	160	0.07	98.1	1.0	2.7
110		Fe	0.5	④	Fe	510	0.3	96.1	1.3	4.4
111		Ni	0.5	④	Ni	740	0.4	95.9	9.5	4.0

* 1) 焼結助剤の含有量は酸化物換算したものである。

* 2) 焼成条件：

- ①1800℃× 2時間 ⑤1950℃×12時間 ⑨2200℃× 4時間
 ②1800℃×12時間 ⑥2100℃× 4時間 ⑩2200℃× 8時間
 ③1800℃×24時間 ⑦2100℃×12時間 ⑪2200℃×12時間
 ④1950℃× 4時間 ⑧2100℃×24時間

* 3) 焼結体中の焼結助剤の含有量は100万分の1単位の重量割合で示した。

含有量は元素換算での値である。

【0222】

【表 6】

A l N焼結体基板										
実験 No.	粉末成形体、及び長時間加熱前の焼結体				長時間加熱により得られた焼結体					
	粉末成形体 に使用した 原料粉末 の種類	添加物	添加物 含有量 (重量%) * 1)	焼成 条件 * 2)	添加物 及びその含有量		酸素 含有量 (重量%)	A l N 結晶相量 (%)	A l N 粒子の 平均 大きさ (μm)	光 透過率 (%)
					添加物 元素	含有量 (p p m) * 3)				
1 1 2	金属 アルミ ニウム の 直接窒化法 (粉末 成形体)	Y ₂ O ₃	1. 0	③	Y	1 7 0 0	0. 6	9 6. 4	9. 4	5 3
1 1 3		Y ₂ O ₃	1. 0	⑦	Y	1 0	0. 0 4	単一相	3 6	8 1
1 1 4		Y ₂ O ₃	1. 0	⑩	Y	<0. 5	0. 0 3	単一相	4 8	8 5
1 1 5		Y ₂ O ₃	5. 0	②	Y	4 2 0 0	0. 7	9 6. 7	7. 2	5 1
		CaCO ₃	0. 5		Ca	5 0 0				
1 1 6		Y ₂ O ₃	5. 0	⑥	Y	6	0. 0 3	単一相	2 8	8 3
		CaCO ₃	0. 5		Ca	6				
1 1 7		Y ₂ O ₃	5. 0	⑨	Y	<0. 5	0. 0 2	単一相	4 0	8 7
	CaCO ₃	0. 5	Ca		<0. 5					
1 1 8	焼成済みの 焼結体 * 4)	Y ₂ O ₃	1. 0	⑤	Y	9 2 0	0. 0 8	9 9. 1	2 0	7 7
1 1 9		Y ₂ O ₃	1. 0	⑩	Y	<0. 5	0. 0 2	単一相	4 6	8 8
1 2 0		Y ₂ O ₃	5. 0	⑦	Y	2 4	0. 0 3	単一相	3 4	8 4
1 2 1		Y ₂ O ₃	5. 0	⑥	Y	3	0. 0 2	単一相	3 0	8 7
		CaCO ₃	0. 5		Ca	2				

* 1) 焼結助剤の含有量は酸化物換算したものである。

* 2) 焼成条件：

- ①1800℃× 2時間 ⑤1950℃×12時間 ⑨2200℃× 4時間
 ②1800℃×12時間 ⑥2100℃× 4時間 ⑩2200℃× 8時間
 ③1800℃×24時間 ⑦2100℃×12時間 ⑪2200℃×12時間
 ④1950℃× 4時間 ⑧2100℃×24時間

* 3) 焼結体中の焼結助剤の含有量は100万分の1単位の重量割合で示した。

又含有量は元素換算での値である。

* 4) 焼成済焼結体の組成は粉末成形体の時の配合組成で助剤の量は酸化物換算したものである。

【実施例 7】

【0223】

実施例 6 で作製した粉末成形体を用い焼成雰囲気を一酸化炭素 150 ppm を含む窒素、水素 60 ppm を含む窒素、炭化水素 240 ppm 含む窒素、一酸化炭素 1800 ppm を含むアルゴン、の 4 種類のものに代えた以外は実施例 11 で使用した実験 No. 104 の粉末成形体を用い、実施例 11 と同様のカーボンセッター、カーボンさや、カーボン炉を使用して 2200℃ の温度で 4 時間焼成し窒化アルミニウムを主成分とする焼結体を得た。その結果上記すべての雰囲気焼成したものが実施例 6 と同様イットリウム及びカルシウムの含有量はそれぞれ 0.5 ppm 以下となった。窒化アルミニウム粒子も 30 μ m ~ 45 μ m に成長し厚み 0.5 mm で測定した光透過率もすべて 80% を超えた。

本実施例で得られた窒化アルミニウムを主成分とする焼結体から 10 mm × 10 mm × 0.5 mm の鏡面研磨された基板を切り出し、片面に Ti / Pt / Au 薄膜により幅 50 μ m の該発光素子駆動用の電気回路を形成し発光素子搭載用基板を作製した。作製した発光素子搭載用基板に市販の窒化ガリウム、窒化インジウム、窒化アルミニウムのうちから選ばれた少なくとも 1 種以上を主成分とするエピタキシャル膜を積層し発光層として InN と GaN との混晶を用いて作製された発光素子を搭載し 3.5 V × 350 mA の電力を印加して発光させ該発光の基板からの透過状態を肉眼により確認した。なおこの発光素子の大きさは 1 mm 角であり発光素子搭載用基板とエポキシ樹脂を主成分とする樹脂で接着されている。その結果作製したすべての発光素子搭載用基板で基板を透過した光が観察された。該透過光は穏やかで十分明るいものであった。また、上記該透過光において窒化アルミニウムを主成分とする焼結体からなる基板表面に形成された薄膜電気回路による明るさ

10

20

30

40

50

の減少はほとんど観察されなかった。

本実施例により、セラミック材料を主成分する焼結体の表面に電気回路が形成された発光素子搭載用基板であってもセラミック材料を主成分する焼結体が光透過性を有するものであれば基板を透過した光の明るさが大きく減少するようなことは生じにくいことが確認でき、セラミック材料を主成分する焼結体が光透過性を有することの有効性が確認できた。

【実施例 8】

【0224】

窒化アルミニウムを主成分とする焼結体作製用原料粉末として高純度窒化アルミニウム粉末（徳山曹達株式会社（現：株式会社トクヤマ）製「H」グレード）を用意した。この原料粉末は酸化物還元法にて製造されたものである。この原料粉末に Y_2O_3 粉末を 5 重量 % 加えたものと、 Y_2O_3 粉末 5 重量 % 及び $CaCO_3$ 粉末を CaO 換算で 0.5 重量 % 加えたものをトルエンおよびイソプロピルアルコールとともにボールミルで 24 時間粉碎混合後アクリルバインダーを粉末原料 100 重量部に対して 12 重量部加えさらに 12 時間混合することでペースト化しドクターブレード法で厚み 0.8 mm の 2 種類の組成を有するグリーンシートを作製した。このグリーンシートから一辺 35 mm の正形状のシートを作製しこのシートに YAG レーザーで表裏面を貫通する直径 25 μm 及び 50 μm の円形スルーホールを形成した。次に溶媒として α テルピネオール、バインダーとしてアクリル樹脂を使用し導電性成分としてタングステン粉末を用いさらに該タングステン粉末に対して上記窒化アルミニウム粉末を 0 ~ 30 重量 % の範囲で加えて混合し導通ビア用ペーストを作製した。各混合比の粉末ペーストを上記スルーホールに充填し乾燥後、適宜窒素又は窒素／二酸化炭素混合ガスを主成分とする雰囲気中で脱バインダー後、次の 2 つの焼成条件で同時焼成により導通ビアを有する窒化アルミニウムを主成分とする焼結体を作製した。焼成条件は、1) 純 N_2 雰囲気中 1820 $^{\circ}C$ において 2 時間常圧焼成する、2) 一酸化炭素を 200 ppm 含む窒素雰囲気中 2200 $^{\circ}C$ において 4 時間常圧焼成する、という 2 条件である。このようにして導通ビアが内部に形成された窒化アルミニウムを主成分とする焼結体を得た。いずれの焼結体においても最初グリーンシートのスルーホール内に充填した導電性成分は十分緻密化し導電性が発現しており窒化アルミニウムを主成分とする焼結体とも一体化しており導通ビアとして機能している。上記 2200 $^{\circ}C$ で 4 時間焼成したものは焼結助剤が揮散しリットリウム及びカルシウムの含有量が合計で 50 ppm 以下になっている。また窒化アルミニウム粒子も 35 μm ~ 45 μm に成長している。得られた導通ビアが形成された板状の窒化アルミニウムを主成分とする焼結体を厚み 0.5 mm に研削及び鏡面研磨した。該導通ビアを有する厚み 0.5 mm の窒化アルミニウムを主成分とする焼結体の波長 605 の単色光で測定した光透過率も 80 % 以上であった。焼成を 1820 $^{\circ}C$ で 2 時間及び 2200 $^{\circ}C$ で 4 時間行って得られたいずれの焼結体においても、導通ビア用タングステンペースト中の窒化アルミニウム含有量が増加するにしたがって得られた窒化アルミニウムを主成分とする焼結体の光透過率は増加する傾向を示した。次に導通ビアの室温における抵抗を 4 端子法で測定し導通ビアの形状から室温における抵抗率を算出した。導通ビアの大きさは焼成後収縮しそれぞれ直径 40 ~ 44 μm 及び 20 ~ 23 μm になっていた。これらの結果を表 7 に示した。導通ビアの室温における抵抗率は窒化アルミニウムの含有量や焼成条件及び導通ビアの径などにより変化した。6.8 $\times 10^{-6} \Omega \cdot cm$ ~ 132 $\times 10^{-6} \Omega \cdot cm$ の範囲であった。なお、上記導通ビアは 10 mm $\times$ 10 mm の面積に 1 ~ 30 個形成されるように配されている。

【0225】

次に本実施例において得られた導通ビアを有する窒化アルミニウムを主成分とする焼結体をそれぞれ 10 mm $\times$ 10 mm $\times$ 0.5 mm の鏡面研磨された基板を切り出し、片面に Ti / Pt / Au 薄膜により幅 50 μm の該発光素子駆動用の電気回路を形成し発光素子搭載用基板を作製した。作製した発光素子搭載用基板に市販の窒化ガリウム、窒化インジウム、窒化アルミニウムのうちから選ばれた少なくとも 1 種以上を主成分とするエピタキシャル膜を積層し発光層として InN と GaN との混晶を用いて作製された発光素子を搭載し 3.5 V $\times$ 350 mA の電力を印加して発光させ該発光の基板からの透過状態を肉眼に

より確認した。なおこの発光素子の大きさは1mm角であり発光素子搭載用基板とエポキシ樹脂を主成分とする樹脂で接着されている。その結果作製したすべての発光素子搭載用基板で基板を透過した光が観察された。該透過光は穏やかで明るいものであった。また、該透過光において窒化アルミニウムを主成分とする焼結体からなる基板に形成された導通ビアによる明るさの減少は1～30個いずれの数量の導通ビアを有する基板においてほとんど観察されなかった。また、上記該透過光において窒化アルミニウムを主成分とする焼結体からなる基板表面に形成された薄膜電気回路による明るさの減少もほとんど観察されなかった。

本実施例により、セラミック材料を主成分する焼結体の内部及び表面に導通ビアあるいは電気回路が形成された発光素子搭載用基板であってもセラミック材料を主成分する焼結体が光透過性を有するものであれば基板を透過した光の明るさが大きく減少するようなことは生じにくいことが確認でき、セラミック材料を主成分する焼結体が光透過性を有することの有効性が確認できた。

【0226】

【表7】

実験 No.	導通ビア用 タングステン ペースト中の AlN含有量 (重量%)	グリーン シート 中の 焼結助剤	グリーン シート の 焼成条件	スルー ホール 径 (μm)	導通ビアが 形成された AlN焼結体 の 光透過率 (%)	導通ビアの抵抗率 ($\times 10^{-6} \Omega \cdot \text{cm}$) (室温において)
122	0.0	Y_2O_3 5重量%	1800℃ $\times 2$ 時間	25	60	7.0
123	1.0			25	62	7.5
124	5.0			25	64	9.1
125	10.0			25	66	37
126	20.0			25	68	69
127	30.0			25	67	132
128	0.0	Y_2O_3 5重量% + CaO 0.5 重量%	2200℃ $\times 4$ 時間	25	80	6.8
129	0.1			25	81	6.9
130	1.0			25	84	7.4
131	5.0			25	84	9.7
132	10.0			25	85	43
133	1.0	Y_2O_3 5重量%	1800℃ $\times 2$ 時間	50	57	8.0
134	5.0			50	65	9.0
135	0.1	Y_2O_3 5重量%	2200℃ $\times 4$ 時間	50	80	6.9
136	1.0			50	83	6.9
137	5.0			50	84	8.2
138	10.0			50	85	32

【実施例9】

【0227】

実施例2で作製した3種類の組成の窒化アルミニウムを主成分とする厚み0.75mmのグリーンシートを用いて一辺35mmの正形状のシートを作製した。なおこれらグリーンシートはそれぞれ焼結助剤として Y_2O_3 を3.3体積%、 Er_2O_3 を4.02体積

%、 CaCO_3 を CaO 換算で 0.6 体積% 有している。次に溶媒として α テルピネオール、バインダーとしてアクリル樹脂を加え導電性成分として純タングステン、50 体積% タングステン+50 体積% 銅の混合粉末および純銅粉末の 3 種類の粉末を用いて電気回路形成用ペーストを作製して上記の各シートに幅 $200\text{ }\mu\text{m}$ の配線をピッチ 1 mm 間隔でスクリーン印刷し、該配線が内部になるよう該シートを積層し、乾燥後、適宜窒素又は窒素/二酸化炭素混合ガスを主成分とする雰囲気中で脱バインダー後、1) 純 N_2 雰囲気中 1820°C において 2 時間常圧焼成する、2) 一酸化炭素を 200 ppm 含む窒素雰囲気中 2200°C において 4 時間常圧焼成する、という 2 つの条件で同時焼成し電気回路が内部に形成された窒化アルミニウムを主成分とする焼結体を得た。 1820°C で焼成して得られた窒化アルミニウムを主成分とする焼結体の組成はグリーンシートのとき多量に存在した Y_2O_3 、 CaO 、 Er_2O_3 の各成分はほとんどそのままの量残存し、原料中の酸素もほとんどそのままの量残存していた。一方 2200°C で焼成して得られた窒化アルミニウムを主成分とする焼結体はグリーンシートのとき多量に存在した Y_2O_3 、 CaO 、 Er_2O_3 の各成分はほとんど揮散し、3 種類すべての組成のグリーンシートから得られた焼結体において Y_2O_3 、 CaO 、 Er_2O_3 の含有量は Y 、 Ca 、 Er 元素換算で 100 ppm 以下であった。また原料に含まれていた酸素の含有量も減少しすべて 300 ppm 以下であった。窒化アルミニウム粒子も $30\text{ }\mu\text{m} \sim 45\text{ }\mu\text{m}$ に成長していた。これらの焼結体において電気回路を形成する導電性成分と窒化アルミニウムを主成分とする焼結体との反応は見られない。その後内部に電気回路が形成された窒化アルミニウムを主成分とする焼結体を厚み 0.5 mm に研削及び鏡面研磨した。このようにして得られた内部に電気回路が形成された厚み 0.5 mm の窒化アルミニウムを主成分とする焼結体の波長 605 nm の単色光に対する光透過率はすべて 50% 以上であった。そのうち 2200°C で 4 時間焼成したものは光透過率がすべて 80% 以上であった。また、窒化アルミニウムを主成分とする焼結体の内部に形成された電気回路の室温における抵抗率を 4 端子法を用いて測定したところ $2.2 \times 10^{-6}\text{ }\Omega \cdot \text{cm} \sim 8.6 \times 10^{-6}\text{ }\Omega \cdot \text{cm}$ の範囲であった。これらの測定結果を表 8 に示した。

【0228】

次に本実施例において得られた内部電気回路を有する窒化アルミニウムを主成分とする焼結体をそれぞれ $10\text{ mm} \times 10\text{ mm} \times 0.5\text{ mm}$ の鏡面研磨された基板を切り出し、片面に Ti/Pt/Au 薄膜により幅 $50\text{ }\mu\text{m}$ の発光素子駆動用の電気回路を形成し発光素子搭載用基板を作製した。作製した発光素子搭載用基板に市販の窒化ガリウム、窒化インジウム、窒化アルミニウムのうちから選ばれた少なくとも 1 種以上を主成分とするエピタキシャル膜を積層し発光層として InN と GaN との混晶を用いて作製された発光素子を搭載し $3.5\text{ V} \times 350\text{ mA}$ の電力を印加して発光させ該発光の基板からの透過状態を肉眼により確認した。なおこの発光素子の大きさは 1 mm 角であり発光素子搭載用基板とエポキシ樹脂を主成分とする樹脂で接着されている。その結果作製したすべての発光素子搭載用基板で基板を透過した光が観察された。該透過光は穏やかで十分明るいものであった。また、該透過光において窒化アルミニウムを主成分とする焼結体を用いた基板の内部に同時焼成により形成された電気回路による明るさの減少はいずれの基板においてもほとんど観察されなかった。また、上記該透過光において窒化アルミニウムを主成分とする焼結体からなる基板表面に形成された薄膜電気回路による明るさの減少もほとんど観察されなかった。

本実施例により、セラミック材料を主成分する焼結体の内部及び表面に電気回路が形成された発光素子搭載用基板であってもセラミック材料を主成分する焼結体が光透過性を有するものであれば基板を透過した光の明るさが大きく減少するようなことは生じにくいことが確認でき、セラミック材料を主成分する焼結体が光透過性を有することの有効性が確認できた。

【0229】

【表 8】

実 験 No.	電気回路用 導電材料	焼結助剤	焼成 条件 * 1)	内部電気回路 を有する 焼結体の 光透過率 (%)	内部電気回路 の抵抗率 ($\times 10^{-6} \Omega \cdot \text{cm}$) (室温において)
139	100% タングステン	Y_2O_3	①	62	7.4
140			②	83	8.4
141		Er_2O_3	①	64	7.7
142			②	81	8.6
143	50体積% タングステン + 50体積%銅	Y_2O_3	①	66	4.7
144			②	82	4.9
145		Er_2O_3	①	65	4.6
146			②	80	4.9
147		CaO	①	64	5.4
148	100%銅	Y_2O_3	①	66	2.5
149			②	86	3.3
150		Er_2O_3	①	63	3.5
151			②	84	3.8
152		CaO	①	60	2.2
153			②	86	3.1

* 1) 焼成条件:

① 1820℃×2時間、 N_2 中常圧焼成② 2200℃×4時間、 N_2 中常圧焼成 (CO: 200ppm含む)

【実施例 10】

【0230】

実施例 2 で作製した窒化アルミニウムを主成分とする厚み 0.75mm のグリーンシートと導通ビア用ペーストを用い実施例 2 と同様の方法で導通ビアペーストがスルーホール内に形成されたグリーンシートを作製した。この導通ビアペーストが形成されているグリーンシートを用いて実施例 9 で作製した電気回路形成用ペーストを用い、実施例 9 と同様の方法で配線パターンを形成して積層し内部に配線パターンが形成されたグリーンシートを作製した。その後該グリーンシートを乾燥し、適宜窒素又は窒素/二酸化炭素混合ガスを主成分とする雰囲気中で脱バインダー後、1) 純 N_2 雰囲気中 1820℃ において 2 時間常圧焼成する、2) 一酸化炭素を 200ppm 含む窒素雰囲気中 2200℃ において 4 時間常圧焼成する、という 2 つの条件で同時焼成し内部に導通ビアと電気回路が同時に形成された窒化アルミニウムを主成分とする焼結体を得た。1820℃ で焼成して得られた窒化アルミニウムを主成分とする焼結体の組成はグリーンシートのとき多量に存在した Y_2O_3 、 CaO 、 Er_2O_3 の各成分はほとんどそのままの量残存し、原料中の酸素もほとんどそのままの量残存していた。一方 2200℃ で焼成して得られた窒化アルミニウムを主成分とする焼結体はグリーンシートのとき多量に存在した Y_2O_3 、 CaO 、 Er_2O_3 の各成分はほとんど揮散し、3 種類すべての組成のグリーンシートから得られた焼結体において Y_2O_3 、 CaO 、 Er_2O_3 の含有量は Y、Ca、Er 元素換算で 100ppm 以下であった。また原料に含まれていた酸素の含有量も減少しすべて 300ppm 以下

であった。窒化アルミニウム粒子も $30\ \mu\text{m} \sim 45\ \mu\text{m}$ に成長していた。これらの焼結体において導通ビアを形成する導電性成分及び電気回路を形成する導電性成分と窒化アルミニウムを主成分とする焼結体との反応は見られない。このようにして得られた内部に導通ビアと電気回路が同時に形成された窒化アルミニウムを主成分とする焼結体の波長 $605\ \text{nm}$ の単色光による光透過率はすべて 50% 以上であった。そのうち 2200°C で4時間焼成したものは光透過率がすべて 80% 以上であった。

【0231】

次に本実施例において得られた内部に導通ビアと電気回路を同時に有する窒化アルミニウムを主成分とする焼結体をそれぞれ $10\ \text{mm} \times 10\ \text{mm} \times 0.5\ \text{mm}$ の鏡面研磨された基板を切り出し、片面に $\text{Ti}/\text{Pt}/\text{Au}$ 薄膜により幅 $50\ \mu\text{m}$ の発光素子駆動用の電気回路を形成し発光素子搭載用基板を作製した。作製した発光素子搭載用基板に市販の窒化ガリウム、窒化インジウム、窒化アルミニウムのうちから選ばれた少なくとも1種以上を主成分とするエピタキシャル膜を積層し発光層として InN と GaN との混晶を用いて作製された発光素子を搭載し $3.5\ \text{V} \times 350\ \text{mA}$ の電力を印加して発光させ該発光の基板からの透過状態を肉眼により確認した。なおこの発光素子の大きさは $1\ \text{mm}$ 角であり発光素子搭載用基板とエポキシ樹脂を主成分とする樹脂で接着されている。その結果作製したすべての発光素子搭載用基板で基板を透過した光が観察された。該透過光は穏やかで十分明るいものであった。また、該透過光において窒化アルミニウムを主成分とする焼結体を用いた基板の内部に同時焼成により形成された導通ビア及び電気回路による明るさの減少はいずれの基板においてもほとんど観察されなかった。また、上記該透過光において窒化アルミニウムを主成分とする焼結体を用いた基板表面に形成された薄膜電気回路による明るさの減少もほとんど観察されなかった。

本実施例により、セラミック材料を主成分する焼結体の内部及び表面に導通ビアあるいは電気回路が形成された発光素子搭載用基板であってもセラミック材料を主成分する焼結体が光透過性を有するものであれば基板を透過した光の明るさが大きく減少するようなことは生じにくいことが確認でき、セラミック材料を主成分する焼結体が光透過性を有することの有効性が確認できた。

【実施例11】

【0232】

実施例2で作製した窒化アルミニウムを主成分とするグリーンシートのうち厚み $0.3\ \text{mm}$ のものを用いて一辺 $35\ \text{mm}$ の正形状のシートを作製した。なおこれらグリーンシートはそれぞれ焼結助剤として Y_2O_3 を 3.3 体積%、 Er_2O_3 を 4.02 体積%、 CaCO_3 を CaO 換算で 0.6 体積% 含む3種類の組成を有している。次に溶媒として α テルピネオール、バインダーとしてアクリル樹脂を加え導電性成分として純タングステン、 50 体積% タングステン + 50 体積% 銅の混合粉末および純銅粉末の3種類の粉末を用いて電気回路形成用ペーストを作製して上記の各シートに幅 $50\ \mu\text{m}$ の配線をピッチ $0.5\ \text{mm}$ の間隔で形成し、該配線が内部及び表面に形成されるよう該シートを2枚積層し、乾燥後、適宜窒素又は窒素/二酸化炭素混合ガスを主成分とする雰囲気中で脱バインダー後、1) 純 N_2 雰囲気中 1820°C において2時間常圧焼成する、2) 一酸化炭素を $200\ \text{ppm}$ 含む窒素雰囲気中 2200°C において4時間常圧焼成する、という2つの条件で同時焼成し電気回路が内部及び表面に形成された厚み $0.5\ \text{mm}$ の窒化アルミニウムを主成分とする焼結体を得た。 1820°C で焼成して得られた窒化アルミニウムを主成分とする焼結体の組成はグリーンシートのとき多量に存在した Y_2O_3 、 CaO 、 Er_2O_3 の各成分はほとんどそのままの量残存し、原料中の酸素もほとんどそのままの量残存していた。一方 2200°C で焼成して得られた窒化アルミニウムを主成分とする焼結体はグリーンシートのとき多量に存在した Y_2O_3 、 CaO 、 Er_2O_3 の各成分はほとんど揮散し、3種類すべての組成のグリーンシートから得られた焼結体において Y_2O_3 、 CaO 、 Er_2O_3 の含有量は Y 、 Ca 、 Er 元素換算で $100\ \text{ppm}$ 以下であった。また原料に含まれていた酸素の含有量も減少しすべて $300\ \text{ppm}$ 以下であった。窒化アルミニウム粒子も $30\ \mu\text{m} \sim 45\ \mu\text{m}$ に成長していた。これらの焼結体において電気回路を形成する

導電性成分と窒化アルミニウムを主成分とする焼結体との反応は見られない。このようにして得られた内部に電気回路が形成された厚み0.5mmの窒化アルミニウムを主成分とする焼結体の波長605nmの単色光に対する光透過率はすべて50%以上であった。そのうち2200℃で4時間焼成したものは光透過率がすべて80%以上であった。

【0233】

次に本実施例において得られた内部電気回路を有する窒化アルミニウムを主成分とする焼結体から10mm×10mm×0.5mmの基板を切り出し、表面の配線パターンにはNi/Auめっきを施して発光素子駆動用の電気回路を形成し発光素子搭載用基板を作製した。作製した発光素子搭載用基板に市販の窒化ガリウム、窒化インジウム、窒化アルミニウムのうちから選ばれた少なくとも1種以上を主成分とするエピタキシャル膜を積層し発光層としてInNとGaNとの混晶を用いて作製された発光素子を搭載し3.5V×350mAの電力を印加して発光させ該発光の基板からの透過状態を肉眼により確認した。なおこの発光素子の大きさは1mm角であり発光素子搭載用基板とエポキシ樹脂を主成分とする樹脂で接着されている。その結果作製したすべての発光素子搭載用基板で基板を透過した光が観察された。該透過光は穏やかで十分明るいものであった。また、該透過光において窒化アルミニウムを主成分とする焼結体を用いた基板の内部及び表面に同時焼成により形成された電気回路による明るさの減少はいずれの基板においてもほとんど観察されなかった。

本実施例により、セラミック材料を主成分とする焼結体の内部及び表面に電気回路が形成された発光素子搭載用基板であってもセラミック材料を主成分とする焼結体が光透過性を有するものであれば基板を透過した光の明るさが大きく減少するようなことは生じにくいことが確認でき、セラミック材料を主成分とする焼結体が光透過性を有することの有効性が確認できた。

【実施例12】

【0234】

実施例2で作製した窒化アルミニウムを主成分とするグリーンシートのうち厚み0.3mmのものをを用いて一辺35mmの正形状のシートを作製した。なおこれらグリーンシートはそれぞれ焼結助剤として Y_2O_3 を3.3体積%、 Er_2O_3 を4.02体積%、 $CaCO_3$ をCaO換算で0.6体積%含む3種類の組成を有している。上記窒化アルミニウムを主成分とするグリーンシートと導通ビア用ペーストを用い実施例2と同様の方法で導通ビアペーストがスルーホール内に形成されたグリーンシートを作製した。この導通ビアペーストが形成されているグリーンシートを用いて実施例9で作製した電気回路形成用ペーストを用い、実施例9と同様の方法で配線パターンを形成した後該グリーンシートを2枚積層し内部及び表面に配線パターンが形成されたグリーンシートを作製した。その後該グリーンシートを乾燥し、適宜窒素又は窒素/二酸化炭素混合ガスを主成分とする雰囲気中で脱バインダー後、1) 純 N_2 雰囲気中1820℃において2時間常圧焼成する、2) 一酸化炭素を200ppm含む窒素雰囲気中2200℃において4時間常圧焼成する、という2つの条件で同時焼成し内部に導通ビアと電気回路が同時に形成された窒化アルミニウムを主成分とする厚み0.5mmの焼結体を得た。1820℃で焼成して得られた窒化アルミニウムを主成分とする焼結体の組成はグリーンシートのとき多量に存在した Y_2O_3 、 CaO 、 Er_2O_3 の各成分はほとんどそのままの量残存し、原料中の酸素もほとんどそのままの量残存していた。一方2200℃で焼成して得られた窒化アルミニウムを主成分とする焼結体はグリーンシートのとき多量に存在した Y_2O_3 、 CaO 、 Er_2O_3 の各成分はほとんど揮散し、3種類すべての組成のグリーンシートから得られた焼結体において Y_2O_3 、 CaO 、 Er_2O_3 の含有量はY、Ca、Er元素換算で100ppm以下であった。また原料に含まれていた酸素の含有量も減少しすべて300ppm以下であった。窒化アルミニウム粒子も30μm~45μmに成長していた。これらの焼結体において導通ビアを形成する導電性成分及び電気回路を形成する導電性成分と窒化アルミニウムを主成分とする焼結体との反応は見られない。このようにして得られた内部に導通ビアと電気回路が同時に形成された窒化アルミニウムを主成分とする焼結体の波長605

10

20

30

40

50

nmの単色光による光透過率はすべて50%以上であった。そのうち2200℃で4時間焼成したものは光透過率がすべて80%以上であった。

【0235】

次に本実施例において得られた内部に導通ビアと電気回路を同時に有する窒化アルミニウムを主成分とする焼結体から10mm×10mm×0.5mmの基板を切り出し、表面の配線パターンにはNi/Auめっきを施して発光素子駆動用の電気回路を形成し発光素子搭載用基板を作製した。作製した発光素子搭載用基板に市販の窒化ガリウム、窒化インジウム、窒化アルミニウムのうちから選ばれた少なくとも1種以上を主成分とするエピタキシャル膜を積層し発光層としてInNとGaNとの混晶を用いて作製された発光素子を搭載し3.5V×350mAの電力を印加して発光させ該発光の基板からの透過状態を肉眼により確認した。なおこの発光素子の大きさは1mm角であり発光素子搭載用基板とエポキシ樹脂を主成分とする樹脂で接着されている。その結果作製したすべての発光素子搭載用基板で基板を透過した光が観察された。該透過光は穏やかで十分明るいものであった。また、該透過光において窒化アルミニウムを主成分とする焼結体を用いた同時焼成により形成された基板の内部及び表面の電気回路、及び基板内部に形成されている導通ビアによる明るさの減少はいずれの基板においてもほとんど観察されなかった。

本実施例により、セラミック材料を主成分する焼結体の内部及び表面に導通ビアあるいは電気配線などの電気回路が形成された発光素子搭載用基板であってもセラミック材料を主成分する焼結体が光透過性を有するものであれば基板を透過した光の明るさが大きく減少するようなことは生じにくいことが確認でき、セラミック材料を主成分する焼結体が光透過性を有することの有効性が確認できた。

【実施例13】

【0236】

酸化物還元法にて製造された高純度窒化アルミニウム粉末（徳山曹達株式会社（現：株式会社トクヤマ）製「H」グレード）を用意した。この窒化アルミニウム原料粉末に焼結助剤として酸化イットリウムを5重量%含む混合粉末を用いて外形サイズを直径32mmの円盤状とした各種厚みの粉末成形体を作製した。この粉末成形体を脱バインダー後実施例1と同様還元性にならないよう純窒素雰囲気中1800℃で2時間焼成し各種厚みの窒化アルミニウムを主成分とする焼結体を得た。又一方で上記粉末成形体を実施例6と同様カーボン製のセッター、カーボン製のさやを用いカーボン炉にて1000ppmの一酸化炭素を含有する窒素雰囲気中2200℃で8時間焼成した。1800℃で焼成して得られた窒化アルミニウムを主成分とする焼結体は粉末成形体のとき多量に存在した Y_2O_3 成分はほとんどそのままの量残存し、原料中の酸素もほとんどそのままの量残存していた。一方2200℃で焼成して得られた窒化アルミニウムを主成分とする焼結体はすべての厚みにおいて粉末成形体のとき多量に存在した Y_2O_3 成分はほとんど揮散し Y_2O_3 の含有量はY元素換算で200ppm以下であった。また原料に含まれていた酸素の含有量も減少しすべて500ppm以下であった。窒化アルミニウム粒子も30μm～45μmに成長していた。その結果、純窒素雰囲気中1800℃で焼成して得られた窒化アルミニウムを主成分とする焼結体の厚み0.5mmにおける光透過率65%であった。なお光透過率の測定値は波長605nmの単色光に対するものである。この焼結体において厚み5mmのものの光透過率は1.6%であった。また、2.5mmの厚みのもので光透過率は6%、0.2mmの厚みで光透過率は82%、0.05mmの厚みで光透過率は91%であった。

一方1000ppmの一酸化炭素を含有する窒素雰囲気中2200℃で焼成して得られた窒化アルミニウムを主成分とする焼結体の厚み0.5mmにおける光透過率84%であった。該焼結体の厚み8mmのものでは光透過率は1.9%、5.0mmの厚みのもので光透過率は7%、2.5mmの厚みのもので光透過率は14%、1.0mmの厚みのもので光透過率は64%、0.5mmの厚みのもので光透過率は83%、0.2mmの厚みのもので光透過率は92%、0.05mmの厚みのもので光透過率は96%であった。

【0237】

次に本実施例において得られた窒化アルミニウムを主成分とする焼結体をそれぞれ10 mm×10 mmの鏡面研磨された基板を切り出し、片面にTi/Pt/Au薄膜により幅50 μmの該発光素子駆動用の電気回路を形成し発光素子搭載用基板を作製した。なお、純窒素雰囲気中1800℃で焼成して得られた窒化アルミニウムを主成分とする焼結体を用いた基板の厚みは0.05 mmとし、1000 ppmの一酸化炭素を含有する窒素雰囲気中2200℃で焼成して得られた窒化アルミニウムを主成分とする焼結体を用いた基板の厚みは0.2 mmのものをを用いた。いずれの基板も光透過率90%以上の窒化アルミニウムを主成分とする焼結体からなる。

作製した発光素子搭載用基板に市販の窒化ガリウム、窒化インジウム、窒化アルミニウムのうちから選ばれた少なくとも1種以上を主成分とするエピタキシャル膜を積層し発光層としてInNとGaNとの混晶を用いて作製された発光素子を搭載し3.5 V×350 mAの電力を印加して発光させ該発光の基板からの透過状態を肉眼により確認した。なおこの発光素子の大きさは1 mm角であり発光素子搭載用基板とエポキシ樹脂を主成分とする樹脂で接着されている。その結果作製したすべての発光素子搭載用基板で基板を透過した光が観察された。該透過光は穏やかで明るく光調が穏やかなものに変化しているものの発光素子が発する光がそのままの強度で基板を透過されているように観察された。また、上記該透過光において窒化アルミニウムを主成分とする焼結体からなる基板表面に形成された薄膜電気回路による明るさの減少もほとんど観察されなかった。

本実施例により、セラミック材料を主成分する焼結体に電気回路が形成された発光素子搭載用基板であってもセラミック材料を主成分する焼結体が光透過性を有するものであれば基板を透過した光の明るさが大きく減少するようなことは生じにくいことが確認でき、セラミック材料を主成分する焼結体が光透過性を有することの有効性が確認できた。

【実施例14】

【0238】

実施例2で作製したY₂O₃を3.3体積%、Er₂O₃を4.02体積%、CaCO₃をCaO換算で0.6体積%含む3種類の組成を有する厚み0.3 mmのグリーンシートを用いてそれぞれ2枚積層し35 mm角の正形状に切り出したシートを用意した。一方、厚み0.75 mmで上記3種類の組成を有するグリーンシートを用意しそのままの厚みで35 mm角の正形状に切り出したシートを用意した。これらのシートを大気中550℃で脱バインダー後、窒化アルミニウム製のセッターに粉末成形体を乗せ純窒素雰囲気中1800℃で2時間焼成して窒化アルミニウムを主成分とする焼結体を得た。厚み0.75 mmのグリーンシートから作製した焼結体を厚み0.5 mmにラップ研磨及び鏡面研磨してその表面の反射率と光透過率を測定した。なお、厚み0.3 mmを2枚積層したグリーンシートから作製した焼結体は厚み0.5 mmであり焼き放し(a s - f i r e)面の状態で反射率と光透過率を測定した。反射率及び光透過率は波長605 nmの単色光を用いて測定した。

次いで上記各表面状態の窒化アルミニウムを主成分とする焼結体を大気中1000℃で1時間加熱し表面に自己酸化皮膜を形成した。形成された自己酸化皮膜の厚みはおよそ0.3 μmであり酸化アルミニウムからなる。さらに珪酸エチルを用いてCVD法により厚み0.4 μmのシリカ皮膜を上記各表面状態の窒化アルミニウムを主成分とする焼結体に形成した。又厚み0.3 μmの酸化マグネシウムのスパッタ皮膜を上記各表面状態の窒化アルミニウムを主成分とする焼結体に形成した。自己酸化皮膜、シリカ皮膜、及びマグネシア皮膜を有する窒化アルミニウムを主成分とする焼結体の光透過率を測定した。

これらの結果を表9に示した。表9に示すように自己酸化皮膜、シリカ皮膜、及びマグネシア皮膜を形成する前の窒化アルミニウムを主成分とする焼結体の反射率は組成にあまり影響されず焼き放し(a s - f i r e)面で9~12%、鏡面研磨面で13~16%、ラップ研磨面で10~12%であった。又光透過率は56%~65%であった。それに対して自己酸化皮膜、シリカ皮膜、及びマグネシア皮膜形成後の窒化アルミニウムを主成分とする焼結体の光透過率は67%~76%へとおよそ10%~11%向上した。これは自己酸化皮膜、シリカ皮膜、及びマグネシア皮膜の屈折率がそれぞれ1.69、1.44、

10

20

30

40

50

1. 67と窒化アルミニウムを主成分とする焼結体の屈折率2.1より小さくまた光透過性も高いため反射防止部材として機能したためであろうと思われる。なお、シリカ皮膜、及びマグネシア皮膜の屈折率は厚さ1mmの熔融石英ガラスに形成し波長605nmの単色光で測定したものである。

なお、上記皮膜の屈折率は米国「SCI (Scientific Computing International) 社」製の分光光度計 (Spectrophotometer) 「製品名: FilmTek 4000」を用いて測定した。また、焼結体の反射率及び皮膜形成前後の光透過率は実施例1と同様日立製作所製の分光光度計U-4000を用いた。

【0239】

次に本実施例において得られた自己酸化皮膜、シリカ皮膜、及びマグネシア皮膜形成前および形成後の窒化アルミニウムを主成分とする焼結体をそれぞれ10mm×10mm×0.5mmの大きさに切り出し、片面にAg/Pdを主成分とする厚膜ペーストにより幅100μmの配線パターンを形成して発光素子駆動用の電気回路を作製し発光素子搭載用基板を得た。作製した発光素子搭載用基板に市販の窒化ガリウム、窒化インジウム、窒化アルミニウムのうちから選ばれた少なくとも1種以上を主成分とするエピタキシャル膜を積層し発光層としてInNとGaNとの混晶を用いて作製された発光素子を搭載し3.5V×350mAの電力を印加して発光させ該発光の基板からの透過状態を肉眼により確認した。なおこの発光素子の大きさは1mm角であり発光素子搭載用基板とエポキシ樹脂を主成分とする樹脂で接着されている。その結果作製したすべての発光素子搭載用基板で基板を透過した光が観察された。該透過光は穏やかで十分明るいものであった。その中で自己酸化皮膜、シリカ皮膜、及びマグネシア皮膜形成後の窒化アルミニウムを主成分とする焼結体を用いた基板からの透過光は穏やかでより明るいものであり透過光の強度が高まっている。また、上記透過光において窒化アルミニウムを主成分とする焼結体を用いた基板表面に形成された厚膜電気回路による明るさの減少もほとんど観察されなかった。

このように本実施例において窒化アルミニウムを主成分とする焼結体に形成した自己酸化皮膜、シリカ皮膜、及びマグネシア皮膜が反射防止部材として機能し基板を透過する発光素子からの発光の強度を制御することが可能であることが確認できた。すなわち、セラミック材料を主成分とする焼結体に形成した比較的屈折率の小さい材料を用いた皮膜が反射防止部材として機能し基板を透過する発光素子からの発光の強度を制御することが可能であると思える。

【0240】

10

20

30

【表 9】

実 験 No.	焼結助剤	反射防止部材形成前の焼結体				反射防止部材形成後の焼結体		
		表面処理 の方法	平均表面 粗さ Ra (nm)	焼結体 の 反射率 (%)	焼結体の 光透過率 (%)	光透過率 (%)		
						反射防止部材		
						自己 酸化皮膜	シリカ 皮膜	マグネ シア皮膜
154	Y ₂ O ₃	as-fire	160	9	61	74	73	74
155		鏡面研磨	28	13	64	73	71	76
156		ラップ研磨	870	10	58	70	69	73
157	Er ₂ O ₃	as-fire	190	11	59	72	70	70
158		鏡面研磨	27	16	65	76	74	75
159		ラップ研磨	750	12	61	72	74	70
160	CaO	as-fire	320	12	57	70	68	71
161		鏡面研磨	30	15	61	74	72	74
162		ラップ研磨	910	12	56	69	70	68

10

20

【実施例 15】

【0241】

実施例 14 で使用した Y₂O₃ を 3.3 体積%、Er₂O₃ を 4.02 体積%、CaCO₃ を CaO 換算で 0.6 体積% 含む 3 種類の組成を有する 35mm×厚み 0.75mm のグリーンシートを用い大気中 550℃ で脱バインダー後窒化ほう素を塗布したカーボンセッターを用いて純窒素雰囲気中 1800℃ で 2 時間カーボンヒーター炉で常圧焼成を行ない窒化アルミニウムを主成分とする焼結体を作製した。得られた窒化アルミニウムを主成分とする焼結体は灰色～灰黒色を呈していた。次に実施例 14 と同様に得られた各組成の窒化アルミニウムを主成分とする焼結体の表面状態として焼き放し (as-fire) のままのもの、及び厚み 0.5mm にラップ研磨及び鏡面研磨したものを作製した。これらの各焼結体について反射率を測定したところ 8%～14% の範囲であった。また上記各焼結体の光透過率を測定したところ Y₂O₃ を 3.3 体積% 含むもので 12.7%、Er₂O₃ を 4.02 体積% 含むもので 8.4%、CaO を 0.6 体積% 含むものは 0% であった。次に得られた窒化アルミニウムを主成分とする焼結体にアルミニウム、金、銀、銅、パラジウム、白金の蒸着皮膜を片側全面に形成した。該蒸着皮膜の厚みはいずれも 0.4 μm である。作製した蒸着皮膜が形成された窒化アルミニウムを主成分とする焼結体の反射率と光透過率を測定した。反射率及び光透過率は波長 605nm の単色光を用いて測定した。蒸着皮膜が形成された窒化アルミニウムを主成分とする焼結体の光透過率はいずれのものも 0% であった。

30

40

これらの結果を表 10 に示した。但し、表 10 には光透過率の測定結果は示されていない。表 10 に示すように蒸着皮膜が形成された窒化アルミニウムを主成分とする焼結体の反射率はいずれも 70% 以上と高いものであった。特に鏡面研磨された窒化アルミニウムを主成分とする焼結体にアルミニウム、金、銀、銅が形成されたものは反射率が 90% 以上であった。

【0242】

次に実施例 2 で作製したグリーンシートを用いて一体化した窒化アルミニウムを主成分とする焼結体により窪み空間 (キャビティー) を有する発光素子搭載用基板を作製した。該窪み空間 (キャビティー) を有する発光素子搭載用基板は図 6、8、10、14、15、

50

16、20、21、23、24、25、26における符号30で例示されるような形態を有したものである。また、該窪み空間（キャビティー）を有する発光素子搭載用基板の外形状は10mm×10mm×2mmであり発光素子搭載面及び窪み空間側壁の基板厚みはそれぞれ0.5mmである。また窪み空間内の発光素子搭載面にはタングステンを用いた同時焼成により線幅150μmの発光素子駆動用の電気回路が形成されNi/Auめっきが施されている。作製した発光素子搭載用基板に市販の窒化ガリウム、窒化インジウム、窒化アルミニウムのうちから選ばれた少なくとも1種以上を主成分とするエピタキシャル膜を積層し発光層としてInNとGaNとの混晶を用いて作製された発光素子を搭載し、実施例14における自己酸化皮膜、シリカ皮膜、マグネシア皮膜、あるいは本実施例における蒸着皮膜などを形成していないそのままの窒化アルミニウムを主成分とする焼結体と本実施例で作製した全面に蒸着皮膜を有する窒化アルミニウムを主成分とする焼結体とを蓋として用いてエポキシ樹脂で接着し発光素子を封止した。その後3.5V×350mAの電力を印加して発光させ該発光の基板からの透過状態を肉眼により確認した。なおこの発光素子の大きさは1mm角であり発光素子搭載用基板とエポキシ樹脂を主成分とする樹脂で接着されている。その結果、実施例14における自己酸化皮膜、シリカ皮膜、マグネシア皮膜、あるいは本実施例における蒸着皮膜などを形成していない窒化アルミニウムを主成分とする焼結体を蓋として用いたものでは基板全体から基板を透過した光が観察された。該透過光は穏やかで十分明るいものであった。一方、本実施例で作製した蒸着皮膜が全面に形成された窒化アルミニウムを主成分とする焼結体を蓋として用いたものでは明らかに蓋部分において該蓋を透過した光は観察されず、発光素子を搭載した基板側（窪み空間を有する発光素子搭載用基板側）で基板を透過した光が観察された。該透過光は穏やかであるが明るさは蒸着皮膜を形成していない蓋を用いた基板のものよりかなり大きいものであった。このことは蓋に形成された蒸着皮膜が反射部材として十分機能していることを示している。なお、上記各基板における透過光において窒化アルミニウムを主成分とする焼結体を用いた基板表面に形成された同時焼成メタライズにより形成された電気回路による明るさの減少はほとんど観察されなかった。

このように本実施例においてセラミック材料を主成分とする焼結体に形成した高い反射率を有する皮膜が反射部材として機能し発光素子の発光方向を制御でき、さらに発光強度の制御が可能であることが確認できた。またこの反射部材としての機能はセラミック材料を主成分とする焼結体の光透過性の有無によらないことも確認できた。

10

20

30

【0243】

【表 10】

実験 No.	反射部材形成前の焼結体				反射部材形成後の焼結体					
	焼結助剤	焼結体の表面状態		反射率 (%)	反射率 (%)					
		表面状態 及び 表面処理法	平均表面粗さ Ra (nm)		反射部材					
					アルミ ニウム	金	銀	銅	パラジ ウム	白金
163	Y ₂ O ₃	as -fire	160	9	89	88	91	88	76	77
164		鏡面研磨	28	13	92	91	96	92	82	81
165		ラップ研磨	870	8	83	82	85	84	72	74
166	Er ₂ O ₃	as -fire	190	10	87	89	90	90	79	78
167		鏡面研磨	27	14	93	92	97	91	83	80
168		ラップ研磨	750	10	80	84	87	81	74	71
169	CaO	as -fire	320	9	86	87	92	87	77	77
170		鏡面研磨	30	12	91	92	97	92	80	81
171		ラップ研磨	910	9	81	80	84	81	74	72

10

20

【実施例 16】

【0244】

実施例 14 で作製した外形寸法 10 mm×10 mm×0.5 mm の自己酸化皮膜、シリカ皮膜、マグネシア皮膜及び蒸着皮膜などを形成していないそのままの窒化アルミニウムを主成分とする焼結体を基体として用意した。該基体には Ag/Pd を主成分とする厚膜メタライズ線幅 150 μm の配線が発光素子駆動用の電気回路として形成した。又一方では外形寸法 10 mm×10 mm×1.5 mm、内寸法 7 mm×7 mm×1.5 mm の高純度アルミニウムからなる枠体を用意した。これら基体及び枠体はそれぞれ図 15 に例示されている符号 34 及び符号 35 の部品に相当する。この基体と枠体とを市販のエポキシ樹脂及びシリコン樹脂で接着し図 15 に示されているような窪み空間（キャビティー）を有する発光素子搭載用基板を得た。作製した該発光素子搭載用基板の基体部分に市販の窒化ガリウム、窒化インジウム、窒化アルミニウムのうちから選ばれた少なくとも 1 種以上を主成分とするエピタキシャル膜を積層し発光層として InN と GaN との混晶を用いて作製された発光素子を搭載した。次いで実施例 15 で作製した金属アルミニウムが蒸着された窒化アルミニウムを主成分とする焼結体を蓋として用意し発光素子搭載用基板に市販のエポキシ樹脂及びシリコン樹脂で接着し発光素子を封止した。封止後 3.5 V×350 mA の電力を印加して発光素子を発光させ該発光の基板からの透過状態を肉眼により確認した。なおこの発光素子の大きさは 1 mm 角であり発光素子搭載用基板とエポキシ樹脂を主成分とする樹脂で接着されている。その結果作製したすべての発光素子搭載用基板で基板を透過した光が観察された。該透過光は発光素子搭載用基板における発光素子が搭載された基体部分からだけしか観測されなかった。該透過光は穏やかであったが実施例 15 で観測した透過光より一段と明るく観測された。

30

40

このように本実施例において窒化アルミニウムを主成分とする焼結体に形成したアルミニウム皮膜が反射部材として機能し発光素子の発光方向を制御でき、さらに発光強度の制御が可能であることが確認できた。またこの反射部材としての機能は窒化アルミニウムを主成分とする焼結体の光透過性の有無によらないことも確認できた。

【0245】

上記窒化アルミニウムを主成分とする焼結体からなる基体と高純度アルミニウムからなる枠体とをエポキシ樹脂及びシリコン樹脂を用いて接合して作製した発光素子搭載用基板基体において、該接合部分の長期信頼性について調べたがシリコン樹脂を用いて接合

50

したものは急熱急冷などの熱衝撃に対して極めて強靱であることが確認された。すなわち $-40^{\circ}\text{C} \sim +125^{\circ}\text{C}$ 間の冷熱衝撃テストを3000サイクル以上繰り返しても接合部分にクラックなどの不具合が生じにくく接着強度も低下しにくい。これは上記窒化アルミニウムを主成分とする焼結体と高純度アルミニウムという熱膨張率差が大きい材料同士の接合であっても、シリコン樹脂の持つ柔らかさがこの熱膨張率差に起因する応力を吸収し易いため接合の信頼性高くなるものと思われる。したがって基体と枠体との接合にシリコン樹脂を用いた作製した発光素子搭載用基板は大きなパワーが繰り返し断続的に加えられる発光素子を搭載する用途に最適であるといえる。

【実施例17】

【0246】

窒化アルミニウムを主成分とする焼結体作製用原料粉末として高純度窒化アルミニウム粉末（徳山曹達株式会社（現：株式会社トクヤマ）製「H」グレード）を用意した。この原料粉末は酸化物還元法にて製造されたものである。この原料粉末に Y_2O_3 粉末を5重量%加えたものと、 Y_2O_3 粉末5重量%及び CaCO_3 粉末を CaO 換算で0.5重量%加えたもの、 Er_2O_3 粉末を9重量%加えたもの、 Er_2O_3 粉末3重量%及び CaCO_3 粉末を CaO 換算で0.5重量%加えたものをトルエンおよびイソプロピルアルコールとともにボールミルで24時間粉碎混合後アクリルバインダーを粉末原料100重量部に対して12重量部加えさらに12時間混合することでペースト化しドクターブレード法で厚み0.3mmの4種類の組成を有するグリーンシートを作製した。得られた4種類の組成の窒化アルミニウムを主成分とする厚み0.3mmのグリーンシートを用いて一辺35mmの正形状のシートを作製した。これらのシートにパンチング機で表裏面を貫通する直径150 μm の円形スルーホールを形成した。次に溶媒として α テルピネオール、バインダーとしてアクリル樹脂を加え導電性成分としてタングステン粉末を用いさらに該タングステン粉末に対して上記窒化アルミニウム粉末を0~30重量%の範囲で加えて混合し導通ビア用ペーストを作製して上記のスルーホール内に充填した。又別に導通ビア用ペーストと同様溶媒として α テルピネオール、バインダーとしてアクリル樹脂を使用し導電性成分としてタングステン粉末を用いさらに該タングステン粉末に対して上記窒化アルミニウム粉末を0~30重量%の範囲で加えて混合し電気回路用ペーストを作製した。次に上記の導通ビア用ペーストが充填された各シートに電気回路用ペーストで幅150 μm の配線をピッチ0.6mm間隔でスクリーン印刷し、該配線が内部及び表面に形成されるよう該シートを2枚積層した。このグリーンシート積層体の片側表面には1.5mm角のベタ状パターンが電気回路用ペーストにより形成されている。なお、上記グリーンシート積層体を作製するに当たって導通ビア用ペースト及び電気回路用ペーストに含まれる導電性成分であるタングステン及び窒化アルミニウムが同じ組成になるものを用いた。得られたグリーンシート積層体を乾燥後、適宜窒素又は窒素/二酸化炭素混合ガスを主成分とする雰囲気中で脱バインダー後、1) 純 N_2 雰囲気中1820 $^{\circ}\text{C}$ において2時間常圧焼成する、2) 一酸化炭素を200ppm含む窒素雰囲気中2200 $^{\circ}\text{C}$ において4時間常圧焼成する、という2つの条件で同時焼成し電気回路が内部及び表面に形成されさらに内部に導通ビアが形成された厚み0.5mmの窒化アルミニウムを主成分とする板状焼結体を得た。1820 $^{\circ}\text{C}$ で焼成して得られた窒化アルミニウムを主成分とする焼結体の組成はグリーンシートのとき多量に存在した Y_2O_3 、 CaO 、 Er_2O_3 の各成分はほとんどそのままの量残存し、原料中の酸素もほとんどそのままの量残存していた。一方2200 $^{\circ}\text{C}$ で焼成して得られた窒化アルミニウムを主成分とする焼結体はグリーンシートのとき多量に存在した Y_2O_3 、 CaO 、 Er_2O_3 の各成分はほとんど揮散し、4種類すべての組成のグリーンシートから得られた焼結体において Y_2O_3 、 CaO 、 Er_2O_3 の含有量はY、Ca、Er元素換算で100ppm以下であった。また原料に含まれていた酸素の含有量も減少しすべて300ppm以下であった。窒化アルミニウム粒子も30 $\mu\text{m} \sim 45\mu\text{m}$ に成長していた。焼成を1820 $^{\circ}\text{C}$ で2時間及び2200 $^{\circ}\text{C}$ で4時間行って得られたいずれの焼結体においても、電気回路用タングステンペースト中の窒化アルミニウム含有量が増加するにしたがって得られた窒化アルミニウムを主成分とする焼結体の光透過率は増加す

10

20

30

40

50

る傾向を示した。これらの焼結体において電気回路を形成する導電性成分及び導通ビアを形成する成分と窒化アルミニウムを主成分とする焼結体との反応は見られない。このようにして得られた電気回路が内部及び表面に形成されさらに内部に導通ビアが形成された厚み0.5mmの窒化アルミニウムを主成分とする焼結体の波長605nmの単色光に対する光透過率はすべて50%以上であった。そのうち2200℃で4時間焼成したものは光透過率がすべて80%以上であった。また、窒化アルミニウムを主成分とする焼結体の内部に形成された電気回路の室温における抵抗率を4端子法を用いて測定したところ $6.9 \times 10^{-6} \Omega \cdot \text{cm} \sim 166 \times 10^{-6} \Omega \cdot \text{cm}$ の範囲であった。上記光透過率及び抵抗率の測定結果を表11に示した。

【0247】

次に本実施例において得られた内部及び表面に電気回路を有しさらに内部に導通ビアを有する4種類の組成の窒化アルミニウムを主成分とする焼結体からそれぞれ10mm×10mm×0.5mmの基板を切り出し、表面の配線パターン及びベタ状パターンにはNi/Auめっきを施して発光素子駆動用の電気回路を形成し図32で例示したものと同様な発光素子搭載用基板を作製した。作製した各基板に市販の窒化ガリウム、窒化インジウム、窒化アルミニウムのうちから選ばれた少なくとも1種以上を主成分とするエピタキシャル膜を積層し発光層としてInNとGaNとの混晶を用いて作製された1mm角の発光素子をSnを主成分とする低融点ろう材を用いて固着することで搭載し3.5V×350mAの電力を印加して発光させ該発光の基板からの透過状態を肉眼により確認した。その結果作製したすべての発光素子搭載用基板で基板を透過した光が観察された。該透過光は穏やかで十分明るいものであった。また、該透過光において窒化アルミニウムを主成分とする焼結体を用いた基板の内部及び表面に同時焼成により形成された電気回路による明るさの減少はいずれの基板においてもほとんど観察されなかった。

本実施例により、セラミック材料を主成分する焼結体の内部に導通ビア及び電気配線などの電気回路が形成された発光素子搭載用基板であってもセラミック材料を主成分する焼結体が光透過性を有するものであれば基板を透過した光の明るさが大きく減少するようなことは生じにくいことが確認でき、セラミック材料を主成分する焼結体が光透過性を有することの有効性が確認できた。

【0248】

10

20

【表 11】

実験 No.	内部電気回路用 タングステン ペースト中の AlN含有量 (重量%)	グリーン シート 中の 焼結助剤	グリーン シート の 焼成条件	内部電気回路 が形成された AlN焼結体 の 光透過率 (%)	内部電気回路 の 室温抵抗率 ($\times 10^{-6} \Omega \cdot \text{cm}$)
172	0.1	Y ₂ O ₃ 5重量%	1800℃ ×2時間	61	6.8
173	1.0			61	7.1
174	5.0			65	8.9
175	10.0			67	29
176	20.0			68	54
177	30.0			68	166
178	0.0	Y ₂ O ₃ 5重量% + CaO 0.5 重量%	2200℃ ×4時間	81	6.5
179	1.0			82	6.9
180	5.0			83	9.4
181	10.0			85	36
182	20.0			86	80
183	0.1		1800℃ ×2時間	60	6.9
184	5.0			63	9.1
185	1.0	Y ₂ O ₃ 5重量%	2200℃ ×4時間	81	7.3
186	5.0			84	8.7
187	10.0			85	39
188	20.0			86	74
189	0.1	Er ₂ O ₃ 9重量%	1800℃ ×2時間	60	6.6
190	5.0			63	8.2
191	10.0			65	27
192	20.0			65	59
193	0.1	Er ₂ O ₃ 3重量% + CaO 0.5重量%	2200℃ ×4時間	80	7.5
194	5.0			83	9.4
195	10.0			85	40
196	20.0			86	67

【実施例 18】

【0249】

実施例 17 で作製した異なる 4 種類の組成を有するグリーンシートをそれぞれ 100 mm 角の大きさに切断したものを用意し、さらに実施例 17 で作製した導通ビア用ペースト及び電気回路用ペーストを用いて内部及び表面に電気回路を有し内部に導通ビアが形成され

10

20

30

40

50

た窪み空間を有する発光素子搭載用基板の形状になるよう上記グリーンシートを加工した。用いた導通ビア用ペースト及び電気回路用ペーストは窒化アルミニウムが5重量%含まれたものである。加工は窪み空間を有する発光素子搭載用基板の大きさが焼成後10mm×10mm×厚み2mmになるよう行った。また、窪み空間内の発光素子が搭載される部分の基板厚みは焼成後0.5mmになるよう加工した。したがって窪み空間の深さは焼成後1.5mmになるよう加工されている。又窪み空間側壁部の基板厚みは焼成後1.5mmになるよう加工されている。このようにして得られたグリーンシート加工体を乾燥後、適宜窒素又は窒素／二酸化炭素混合ガスを主成分とする雰囲気中で脱バインダー後、常圧の純N₂ 雰囲気中1820℃において2時間同時焼成し電気回路が内部及び表面に形成されさらに内部に導通ビアが形成された窪み空間を有する窒化アルミニウムを主成分とする焼結体を得た。得られた窒化アルミニウムを主成分とする焼結体の組成はグリーンシートのとき多量に存在したY₂O₃、CaO、Er₂O₃の各成分はほとんどそのままの量残存し、原料中の酸素もほとんどそのままの量残存していた。

得られた各組成の窒化アルミニウムを主成分とする焼結体のうちそれぞれ一部のものを選んで窪み空間を形成している側壁部分を研削により取り除き厚み0.5mmの平板状に加工した。研削のとき基板表面に形成されている電気回路が削り取れないようにした。このようにして得られた内部及び表面に電気回路が形成された焼結体の波長605nmの単色光に対する光透過率を各組成のものを用いて測定した。その結果はすべて50%以上であり、Y₂O₃を5重量%有するものが光透過率65%、Y₂O₃5重量%及びCaOを0.5重量%有するものが光透過率61%、Er₂O₃を9重量%有するものが光透過率64%、Er₂O₃3重量%及びCaOを0.5重量%有するものが光透過率62%であった。

【0250】

次に窪み空間を形成する側壁を研削しなかった残りの焼結体の窪み空間表面の電気回路及び外部表面の電気回路にNi/Auめっきを施しスナップ割りによって10mm×10mm×2mmの大きさ切断し図33で例示したものと同様な発光素子搭載用基板を作製した。この発光素子搭載用基板は上記4種類の組成を有する窒化アルミニウムを主成分とする焼結体それぞれについて作製した。作製した各基板に市販の窒化ガリウム、窒化インジウム、窒化アルミニウムのうちから選ばれた少なくとも1種以上を主成分とするエピタキシャル膜を積層し発光層としてInNとGaNとの混晶を用いて作製された1mm角の発光素子をInを主成分とする低融点ろう材を用いて図33に示されるように固着、反転実装することで搭載し金属アルミニウム製の蓋をもちいてシリコン樹脂で封止した。その後発光素子に3.5V×350mAの電力を印加して発光させ該発光の基板からの透過状態を肉眼により確認した。その結果作製したすべての発光素子搭載用基板で基板を透過した明るく強い光が観察されたがその透過光は穏やかなものであった。また、窒化アルミニウムを主成分とする焼結体を用いた発光素子搭載用基板において同時焼成により基板の内部及び表面に形成された電気回路によって透過光の明るさが減少するという現象はいずれの基板においてもほとんど観察されなかった。

本実施例により、セラミック材料を主成分する焼結体の内部に導通ビア及び電気配線などの電気回路が発光素子搭載用基板であってもセラミック材料を主成分する焼結体が光透過性を有するものであれば基板を透過した光の明るさが大きく減少するようなことは生じにくいことが確認でき、セラミック材料を主成分する焼結体が光透過性を有することの有効性が確認できた。

【実施例19】

【0251】

実施例17で作製した異なる4種類の組成を有するグリーンシートを用いそれぞれ3枚ずつ積層して35mm角×厚み0.9mmの正方形に切断したものを用意した。各グリーンシートを乾燥後、窒素雰囲気中で脱バインダー後、1) 純N₂ 雰囲気中1800℃において2時間常圧焼成する、2) 一酸化炭素を200ppm含む窒素雰囲気中2200℃において4時間常圧焼成する、という2つの条件で焼成し窒化アルミニウムを主成分とする板

10

20

30

40

50

状焼結体を得た。1800℃で焼成して得られた窒化アルミニウムを主成分とする焼結体の組成はグリーンシートのとき多量に存在した Y_2O_3 、 CaO 、 Er_2O_3 の各成分はほとんどそのままの量残存し、原料中の酸素もほとんどそのままの量残存していた。一方2200℃で焼成して得られた窒化アルミニウムを主成分とする焼結体はグリーンシートのとき多量に存在した Y_2O_3 、 CaO 、 Er_2O_3 の各成分はほとんど揮散し、4種類すべての組成のグリーンシートから得られた焼結体において Y_2O_3 、 CaO 、 Er_2O_3 の含有量はY、Ca、Er元素換算で100ppm以下であった。また原料に含まれていた酸素の含有量も減少しすべて300ppm以下であった。窒化アルミニウム粒子も30 μm ～45 μm に成長していた。得られた各焼結体を直径25.4mm×厚み0.5mmの寸法の円形に両面研削しその後片面を平均表面粗さ24nmに表面を鏡面研磨加工した。このようにして得られた焼結体の波長605nmの単色光に対する光透過率はすべて50%以上であった。そのうち2200℃で4時間焼成したものは光透過率がすべて80%以上であった。これらの窒化アルミニウムを主成分とする焼結体の鏡面研磨面に対して表12に示した金属酸化物、炭化珪素、窒化珪素、シリコンからなる各種皮膜をスパッタにより、あるいは蒸着により、あるいはCVDにより、あるいはゾルゲル液への浸漬後焼成し焼き付ける方法により形成した。なお皮膜のうちPZTと記したものの組成は50モル% $PbTiO_3$ +50モル% $PbTiO_3$ であり、PLZTと記したものの組成は50モル%〔(90モル% Pb +10モル% La) ZrO_3 〕+50モル%〔(90モル% Pb +10モル% La) TiO_3 〕である。その後得られた各種皮膜が形成された窒化アルミニウムを主成分とする焼結体の波長605nmの単色光に対する反射率を測定した。なお形成した各種皮膜の厚みは2.0 μm である。また、別途上記各種皮膜を厚さ1mmの溶融石英ガラスに2.0 μm の厚みで形成し波長605nmの単色光で反射部材自体の屈折率及び透過率を測定した。作製した各種皮膜の屈折率はすべて2.1以上であった(ただし、シリコンを除く)。又そのとき各種皮膜自体の光透過率も測定し、シリコンの光透過率がゼロであった以外すべての皮膜の光透過率は80%以上と透明性が高いことを確認した。これらの測定結果を表12に示した。

皮膜が形成されていない窒化アルミニウムを主成分とする焼結体では波長605nmの単色光に対する反射率10%～14%(1800℃×2時間焼成したもの： Y_2O_3 を5重量%有するものの反射率14%、 Y_2O_3 5重量%及び CaO を0.5重量%有するものの反射率12%、 Er_2O_3 を9重量%有するものの反射率13%、 Er_2O_3 3重量%及び CaO を0.5重量%有するものが反射率11%、2200℃×4時間焼成したもの： Y_2O_3 を5重量%有するものの反射率12%、 Y_2O_3 5重量%及び CaO を0.5重量%有するものの反射率11%、 Er_2O_3 を9重量%有するものの反射率12%、 Er_2O_3 3重量%及び CaO を0.5重量%有するものが反射率10%)であったのに対して、上記各種皮膜が形成された窒化アルミニウムを主成分とする焼結体では屈折率が2.1以上の皮膜が形成されたもので反射率が少なくとも30%以上に向上した。又屈折率が2.3以上の皮膜を形成した窒化アルミニウムを主成分とする焼結体の反射率は50%以上に向上した。さらに屈折率が2.4以上の皮膜を形成した窒化アルミニウムを主成分とする焼結体の反射率は70%以上に向上した。このように各種皮膜を形成した窒化アルミニウムを主成分とする焼結体の反射率は形成した皮膜の屈折率の向上に伴い増大化する傾向がある。なおシリコンは屈折率を測定できなかったものの反射率は50%以上であった。これらの皮膜の中で TiO_2 、 $SrTiO_3$ 、 $PbTiO_3$ 、 $Bi_{1/2}GeO_{2/3}$ 、 $Bi_{1/2}TiO_{2/3}$ 、 Bi_2WO_6 を形成した窒化アルミニウムを主成分とする焼結体の反射率が90%以上であり優れている。これはおそらく上記各皮膜の屈折率が窒化アルミニウムを主成分とする焼結体の屈折率2.1より大きいことと、そのほか光透過率も高く窒化アルミニウムを主成分とする焼結体と形成した上記各皮膜との界面で全反射された光が吸収されることがほとんど無いためであらうと思われる。これら6種類の皮膜の中で TiO_2 を形成した窒化アルミニウムを主成分とする焼結体の反射率が95%を有するものが得られ特に優れている。

なお、皮膜の屈折率は米国「SCI (Scientific Computing In 50

ternational) 社」製の分光光度計 (Spectrophotometer) 「製品名: FilmTek 4000」を用いて測定した。また。皮膜の光透過率及び皮膜形成前後の焼結体の反射率は実施例 1 と同様日立製作所製の分光光度計 U-4000 を用いた。

【0252】

次に本実施例において作製した上記各種皮膜を形成した基板状の窒化アルミニウムを主成分とする焼結体を用いそれぞれ 10 mm × 10 mm × 0.5 mm の大きさを切り出し、片面に Ti/Pt/Au 薄膜により幅 50 μm の発光素子駆動用の電気回路を形成し発光素子搭載用基板を作製した。まずその中から実験 No. 198、207、210、213、216、219 で作製した TiO₂ 皮膜が形成された窒化アルミニウムを主成分とする焼結体を用い作製した基板に市販の窒化ガリウム、窒化インジウム、窒化アルミニウムのうちから選ばれた少なくとも 1 種以上を主成分とするエピタキシャル膜を積層し発光層として InN と GaN との混晶を用いて作製された発光素子を搭載し 3.5 V × 350 mA の電力を印加して発光させ該発光の基板からの放出状態を肉眼により確認した。なおこの発光素子の大きさは 1 mm 角であり発光素子搭載用基板とエポキシ樹脂を主成分とする樹脂で接着されている。その結果作製したすべての発光素子搭載用基板で窒化アルミニウムを主成分とする焼結体からなる基板を透過した光は弱くほとんど観察されない。発光素子からの発光は該発光素子が搭載されている基板面側の方へ鋭く強い光となって基板外部へと放出されていた。なお、参考のため TiO₂ 皮膜を形成していない窒化アルミニウムを主成分とする焼結体を用いて作製した発光素子搭載用基板では基板を透過した発光素子からの明るい穏やかな光が観察される。このように TiO₂ 皮膜及び窒化アルミニウムを主成分とする焼結体はそれぞれ高い光透過率を有するにもかかわらず TiO₂ 皮膜が形成された窒化アルミニウムを主成分とする焼結体を用いて作製された発光素子搭載用基板では基板を透過する発光素子からの光の強度が劇的に減少することが観察される。このことは窒化アルミニウムを主成分とする焼結体に対して形成した TiO₂ 皮膜が発光素子搭載用基板においても反射部材として機能していることを示している。

また、本実施例において作製した実験 No. 201 の炭化珪素皮膜 (SiC: 屈折率 2.65) を形成した窒化アルミニウムを主成分とする焼結体を発光素子搭載用基板として作製し発光素子を搭載して該発光素子を発光させて観察してみたが、TiO₂ 皮膜を形成した窒化アルミニウムを主成分とする焼結体と同様窒化アルミニウムを主成分とする焼結体からなる基板を透過した光は弱くほとんど観察されず、発光素子からの光は該発光素子が搭載されている基板面側の方へ鋭く強い光となって基板外部へと放出される現象が観察された。このことは窒化アルミニウムを主成分とする焼結体に対して形成した SiC 皮膜が発光素子搭載用基板においても反射部材として機能していることを示している。

このような窒化アルミニウムを主成分とする焼結体からなる基板を透過する光の減少化あるいは実質的に基板を透過する光が観察されないという現象、及び発光素子からの光は該発光素子が搭載されている基板面側の方へ強い光となって基板外部へと放出される現象は本実施例で作製した TiO₂ 及び SiC 以外の皮膜を形成した発光素子搭載用基板すべてで観察された。

【0253】

次に実施例 17 で作製した 4 種類組成のグリーンシートを用いて、焼成を 1800 °C で 2 時間焼成行ったものと、2200 °C で 4 時間焼成を行ったものの 2 条件で窪み空間を有する窒化アルミニウムを主成分とする焼結体を作製した。これらの焼結体の大きさは 10 mm × 10 mm × 2 mm であり発光素子搭載部分の基板厚みは 0.5 mm である。したがって窪み空間の深さは 1.5 mm である。又側壁の厚みは 0.5 mm である。その後窪み空間内の発光素子搭載部分に Ti/Pt/Au 薄膜により幅 50 μm の発光素子駆動用の電気回路を形成し発光素子搭載用基板を作製した。上記電気回路には発光素子固着用電極も含まれる。又、別に蓋として用いる 10 mm × 10 mm × 0.5 mm の窒化アルミニウムを主成分とする焼結体からなる板状基板を用意した。次に薄膜による電気回路が形成された発光素子搭載用基板の窪み空間内の側壁と、上記蓋として用いる板状基板の片面に Ti

10 O_2 皮膜を $2.0 \mu\text{m}$ の厚みで形成した。窪み空間内の発光素子が搭載される面には TiO_2 皮膜が形成されていない。この発光素子搭載用基板は上記4種類の組成を有する窒化アルミニウムを主成分とする焼結体それぞれについて作製した。作製した各基板に市販の窒化ガリウム、窒化インジウム、窒化アルミニウムのうちから選ばれた少なくとも1種以上を主成分とするエピタキシャル膜を積層し発光層として InN と GaN との混晶を用いて作製された 1mm 角の発光素子を Au (10重量%) / Sn を主成分とする合金製低融点ろう材を用いて図24に示されるように固着、反転実装することで搭載し、あらかじめ作製しておいた片面に TiO_2 皮膜を形成した窒化アルミニウムを主成分とする焼結体からなる板状基板を蓋として用いはんだにより封止した。その後発光素子に $3.5\text{V} \times 350\text{mA}$ の電力を印加して発光させ該発光の基板からの透過状態を肉眼により確認した。その結果作製したすべての発光素子搭載用基板で蓋及び基板側壁からの透過光の強さは弱くあるいはほとんど観察されなかった。一方蓋及び基板側壁以外の部分(すなわち基板の発光素子が搭載されている面と反対側の表面)からは基板を透過した強く明るい光が観察されたがその透過光は穏やかなものであった。この基板を透過した光の強さは4種類の組成を有するグリーンシートから作製した基板すべてにおいて、 1800°C で焼成して作製したものからよりも 2200°C で焼成して作製したものの方がより大きいものに観察された。このことは窒化アルミニウムを主成分とする焼結体に対して形成した TiO_2 皮膜が発光素子搭載用基板においても反射部材として機能していることを示している。

20 また、上記 TiO_2 皮膜に代えて SiC 皮膜を形成した発光素子搭載用基板を作製し該基板による発光素子からの光の透過状態を観察した。すなわち、上記窪み空間を有する発光素子搭載用基板の該窪み空間内の側壁と、蓋として用いる板状基板の片面に SiC 皮膜を $2.0 \mu\text{m}$ の厚みで形成した。窪み空間内の発光素子が搭載される面には SiC 皮膜が形成されていない。この発光素子搭載用基板は上記4種類の組成を有する窒化アルミニウムを主成分とする焼結体それぞれについて作製した。作製した各基板に市販の窒化ガリウム、窒化インジウム、窒化アルミニウムのうちから選ばれた少なくとも1種以上を主成分とするエピタキシャル膜を積層し発光層として InN と GaN との混晶を用いて作製された 1mm 角の発光素子を Au (10重量%) / Sn を主成分とする合金製低融点ろう材を用いて図24に示されるように固着、反転実装することで搭載し、あらかじめ作製しておいた片面に SiC 皮膜を形成した窒化アルミニウムを主成分とする焼結体からなる板状基板を蓋として用いはんだにより封止した。その後発光素子に $3.5\text{V} \times 350\text{mA}$ の電力を

30 印加して発光させ該発光の基板からの透過状態を肉眼により確認した。その結果作製したすべての発光素子搭載用基板で蓋及び基板側壁からの透過光の強さは弱くあるいはほとんど観察されなかった。一方蓋及び基板側壁以外の部分(すなわち基板の発光素子が搭載されている面と反対側の表面)からは基板を透過した強く明るい光が観察されたがその透過光は穏やかなものであった。この基板を透過した光の強さは4種類の組成を有するグリーンシートから作製した基板すべてにおいて、 1800°C で焼成して作製したものからよりも 2200°C で焼成して作製したものの方がより大きいものに観察された。このことは窒化アルミニウムを主成分とする焼結体に対して形成した SiC 皮膜が発光素子搭載用基板においても反射部材として機能していることを示している。

40 このように本実施例においてセラミック材料を主成分とする焼結体に形成した比較的屈折率の高い材料を用いた皮膜が反射部材として機能し発光素子の発光方向を制御でき、さらに発光強度の制御が可能であることが確認できた。

【0254】

【表 12】

実験 No.	グリーン シート 中の 焼結助剤	グリーン シート の 焼成条件	皮膜				
			材料	形成法	平均 屈折率	光透過率 (%)	反 射 率 *) (%)
197	Y ₂ O ₃ 5重量%	1800℃ ×2時間	TiO ₂	スパッタ	2.67	98	92
198			Nb ₂ O ₅	CVD	2.41	95	87
199			Bi ₁₂ GeO ₂₀	スパッタ	2.64	97	93
200			Bi ₂ WO ₆	スパッタ	2.51	96	91
201			SiC	スパッタ	2.65	88	82
202			ダイヤモンド	CVD	2.41	92	84
203	Y ₂ O ₃ 5重量%	2200℃ ×4時間	PbMoO ₄	スパッタ	2.34	92	80
204			SrTiO ₃	スパッタ	2.44	95	91
205			Ta ₂ O ₅	スパッタ	2.32	94	79
206	+ CaO 0.5 重量%	1800℃ ×2時間	TiO ₂	スパッタ	2.67	97	93
207			PZT	スパッタ	2.43	96	87
208			Si	スパッタ	—	—	54
209	Y ₂ O ₃ 5重量%	2200℃ ×4時間	TiO ₂	ゾルゲル	2.56	96	91
210			PbTiO ₃	スパッタ	2.69	97	90
211			ZrO ₂	スパッタ	2.15	82	46
212	Er ₂ O ₃ 9重量%	1800℃ ×2時間	TiO ₂	スパッタ	2.67	97	93
213			BaTiO ₃	スパッタ	2.36	90	76
214			LiNbO ₃	スパッタ	2.33	92	68
215		2200℃ ×4時間	TiO ₂	CVD	2.72	99	95
216			Bi ₁₂ TiO ₂₀	スパッタ	2.70	95	90
217			Si ₃ N ₄	スパッタ	2.14	89	59
218	Er ₂ O ₃ 3重量% + CaO 0.5重量%	1800℃ ×2時間	TiO ₂	CVD	2.72	99	94
219			PLZT	スパッタ	2.54	90	87
220			LiTaO ₃	スパッタ	2.22	92	70
221		2200℃ ×4時間	PLT	スパッタ	2.44	93	85
222			ZnSe	スパッタ	2.60	86	81
223			GaN	スパッタ	2.34	91	87

*) 反射率は窒化アルミニウムを主成分とする焼結体に形成後のものである。

【実施例 20】

【0255】

本実施例においては実施例 15 で作製したアルミニウム、金、銀、銅、パラジウム、白金の蒸着皮膜を片側全面に形成した窒化アルミニウムを主成分とする焼結体の他に、厚み 0.4 μm のマグネシウム、亜鉛、ニッケル、タングステン、モリブデン、及びタングステン 70 重量%と銅 30 重量%との合金の皮膜を片側全面に形成した窒化アルミニウムを主

10

20

30

40

50

成分とする焼結体を作製した。これら皮膜のうちマグネシウム、亜鉛、ニッケルの皮膜は蒸着法により形成したものであり、タングステン、モリブデン、及びタングステン 70 重量%と銅 30 重量%との合金の皮膜はスパッタ法により形成したものである。これらの皮膜を形成した窒化アルミニウムを主成分とする焼結体の波長 605 nm の単色光に対する反射率を測定した。その結果を表 13 に示した。表 13 に示すようにマグネシウム及び亜鉛の蒸着皮膜が形成された窒化アルミニウムを主成分とする焼結体の反射率はいずれも 70 % 以上と高いものであった。特に鏡面研磨した窒化アルミニウムを主成分とする焼結体ではすべて 80 % 以上であった。また、タングステン (70 重量%) と銅 (30 重量%) との合金の皮膜が形成された窒化アルミニウムを主成分とする焼結体の反射率は 70 % 以上であった。ニッケル、タングステン及びモリブデンの皮膜が形成された窒化アルミニウムを主成分とする焼結体の反射率はいずれも 50 % 以上であった。

10

【0256】

【表 13】

実験 No.	焼結助剤	反射部材形成前の焼結体		反射部材形成後の焼結体					
		焼結体の表面状態		反射率 (%)					
		表面状態 及び 表面処理法	平均表面 粗さ Ra (nm)	反射部材					
				マグネ シウム	亜鉛	ニッ ケル	タング ステン	モリブ デン	タングステン： 70 重量% + 銅：30 重量%
224	Y ₂ O ₃	as -fire	160	82	80	62	54	53	74
225		鏡面研磨	28	90	88	67	59	57	77
226		ラップ研磨	870	81	79	60	52	51	72
227	Er ₂ O ₃	as -fire	190	83	80	63	53	54	75
228		鏡面研磨	27	88	84	66	56	56	76
229		ラップ研磨	750	84	77	64	51	52	73
230	CaO	as -fire	320	86	84	63	53	52	74
231		鏡面研磨	30	87	85	66	57	55	79
232		ラップ研磨	910	83	84	59	52	51	73

20

30

【実施例 21】

【0257】

焼結体作製用原料粉末として高純度窒化アルミニウム粉末 (徳山曹達株式会社 (現：株式会社トクヤマ) 製「H」グレード) を用意した。この原料粉末は酸化物還元法にて製造されたものである。この原料粉末は不純物として酸素を 0.8 重量% 含む。この原料粉末に適宜焼結助剤や着色剤などを加えエタノールとともにボールミルで 24 時間粉碎混合後乾燥しエタノールを揮散した後パラフィンワックスを粉末混合体に対して 5 重量% 加え成形用粉末を作製し、直径 36 mm × 厚み 2.0 mm の円形成形体を一軸プレス成形により得た。その後減圧下 300 °C でパラフィンワックスを脱脂し、窒化アルミニウム製、BN 製、タングステン製、あるいは部粉末を表面にコーティングしたカーボン製のセッター及びさやを使用して純窒素雰囲気中で常圧焼成し各種組成の窒化アルミニウムを主成分とする焼結体を得た。焼成は希土類元素化合物及びアルカリ土類金属化合物を焼結助剤として加えた粉末成形体は 1800 °C × 2 時間で行った。また、希土類元素化合物及びアルカリ土類金属化合物を加えない粉末成形体は 1950 °C × 2 時間で焼成した。得られた焼結体はすべて相対密度 95 % 以上に緻密化している。

40

50

次に得られた焼結体を直径25.4mm×厚み0.5mmの寸法に研削、さらに表面を鏡面研磨加工し各種窒化アルミニウムを主成分とする焼結体の全酸素量、ALON量、605nmの単色光を用いた光透過率の測定を行った。また、一部のサンプルでは熱伝導率、抵抗率の測定も行った。この測定結果を表14～表18に示す。得られた各種窒化アルミニウムを主成分とする焼結体において、原料粉末に不純物として存在しているものや添加したアルミナなどから混入する酸素、あるいは添加した希土類元素化合物やアルカリ土類金属化合物などの焼結助剤、あるいは添加したアルカリ金属化合物や珪素含有化合物、あるいは添加したモリブデン、タングステン、ニオブ、チタン、カーボンなどの着色を促進する成分、あるいは添加した鉄、ニッケルなどの成分は原料粉末に添加した添加物が殆ど揮散・除去されないで粉末成形体中と同量存在している。すなわち得られた窒化アルミニウムを主成分とする焼結体の組成は粉末製形態の組成と同様である。したがって得られた窒化アルミニウムを主成分とする焼結体の組成としては全酸素量以外特に各表には記載していない。上記窒化アルミニウムを主成分とする焼結体を作製するとき添加したアルミナ量は酸化物換算により算定したものであり、窒化アルミニウムを主成分とする焼結体中の酸素量は元素換算で測定したものである。表14には添加物として Al_2O_3 を用いた例が示してある。表15には添加物として希土類元素化合物、アルカリ土類金属化合物を用いた例が示してある。表15の実験例では室温における熱伝導率の測定結果も示されている。表16には添加物として珪素含有化合物、及びアルカリ金属化合物を用いた例が示してある。表17には添加物としてMo、W、V、Nb、Ta、Ti、カーボンを用いた例が示してある。表18には添加物として鉄、ニッケル、クロム、マンガン、ジルコニウム、ハフニウム、コバルト、銅、亜鉛を用いた例が示してある。表17及び表18に示す実験例では室温における抵抗率の測定結果も示されている。なお、鏡面研磨後の窒化アルミニウムを主成分とする焼結体の表面平滑性は平均表面粗さ(Ra)=21nm～36nmの範囲にあった。

表14～表18で示すように本実施例において光透過率50%以下の窒化アルミニウムを主成分とする焼結体を得られた。また比較的多量の酸素(Al_2O_3 として用いた)、あるいは希土類元素化合物及びアルカリ土類金属化合物、あるいは珪素含有化合物及びアルカリ金属化合物、あるいはMo、W、V、Nb、Ta、Ti、カーボン、あるいは鉄、ニッケル、クロム、マンガン、ジルコニウム、ハフニウム、コバルト、銅、亜鉛、を含むものは光透過率が10%以下に低下しやすく、光透過率が0%のものも容易に得られた。表15に示した実験例で作製した窒化アルミニウムを主成分とする焼結体は窒化アルミニウムの含有量が50体積%以上であるため室温における熱伝導率はすべて50W/mK以上であり、最大172W/mKであった。また、表17及び表18に示した実験例で作製した窒化アルミニウムを主成分とする焼結体は窒化アルミニウムの含有量が50体積%以上であるため室温における抵抗率はすべて $1 \times 10^8 \Omega \cdot cm$ 以上であり電氣的絶縁性を有していた。

【0258】

その後本実施例で作製した表面を鏡面研磨加工した直径25.4mm×厚み0.5mmの各種組成の窒化アルミニウムを主成分とする焼結体から10mm×10mmの大きさのものを切り出し片面にTi/Pt/Au薄膜により幅50μmの発光素子を駆動するための電気回路を形成し発光素子搭載用基板を作製した。作製した基板に市販の窒化ガリウム、窒化インジウム、窒化アルミニウムのうちから選ばれた少なくとも1種以上を主成分とするエピタキシャル膜を積層し発光層としてInNとGaNとの混晶を用いて作製された発光素子を搭載し3.5V×350mAの電力を印加して発光させ該発光の基板からの透過状態を肉眼により確認した。なおこの発光素子の大きさは1mm角であり発光素子搭載用基板とエポキシ樹脂を主成分とする樹脂で接着されている。また、上記発光素子の中心発光波長460nmである。

その結果、光透過率が30%～50%の範囲の窒化アルミニウムを主成分とする焼結体を用いた場合、発光素子が搭載された基板面側からは該発光素子から直接発せられた強い光が放出され発光素子が搭載された基板面と反対側の面からはそれよりも弱く穏やかな散乱

光が放出されているように肉眼では観察された。また発光素子搭載用基板として用いる窒化アルミニウムを主成分とする焼結体の光透過率が10%～30%の範囲では光透過率が30%から10%に低下していくにしたがって上記の発光素子が搭載された基板面と反対側の面から放出される穏やかな散乱光は次第に弱まっていく様子が観察された。このとき発光素子が搭載された基板面側からは光透過率が30%～50%の範囲の窒化アルミニウムを主成分とする焼結体を用いた場合よりも強い光が発光素子から放出されるように観察された。また、発光素子搭載用基板として用いる窒化アルミニウムを主成分とする焼結体の光透過率が1%～10%の範囲では上記の発光素子が搭載された基板面と反対側の面から放出される穏やかな散乱光はさらに弱まっていく様子が観察された。またこの範囲において光透過率が5%以下の窒化アルミニウムを主成分とする焼結体を発光素子搭載用基板として用いたとき、発光素子が搭載された基板面と反対側の面から放出される穏やかな散乱光は一層弱まっていく様子が観察された。このとき発光素子が搭載された基板面側からは光透過率が10%～30%の範囲の窒化アルミニウムを主成分とする焼結体を用いた場合よりもさらに強い光が発光素子から放出されるように観察された。窒化アルミニウムを主成分とする焼結体の光透過率が1%より小さくなると上記の発光素子が搭載された基板面と反対側の面からの穏やかな散乱光は肉眼でほとんど観察されにくくなり、このとき発光素子が搭載された基板面側からは光透過率が1%～10%の範囲の窒化アルミニウムを主成分とする焼結体を用いた場合よりも強い光が発光素子から放出されるように観察された。窒化アルミニウムを主成分とする焼結体の光透過率が0%では上記の発光素子が搭載された基板面と反対側の面からの穏やかな散乱光は肉眼では観察されなくなり、このとき発光素子が搭載された基板面側からは光透過率が1%より小さい窒化アルミニウムを主成分とする焼結体を用いた場合とほとんど同様の強い光が発光素子から放出されているように観察された。

なお、発光素子を駆動するための電気回路として上記Ti/Pt/Au薄膜に代わりTi/W/Au、Ti/Ni/Au、Cr/Cu、Alの材料構成からなる各薄膜を用いたものにも発光素子を搭載して肉眼観察したが発光素子から放出される光の様子はTi/Pt/Au薄膜を用いたものと同様であった。

本実施例により、セラミック材料を主成分とする焼結体が光透過性を有することの有効性が確認できた。

【0259】

【表 1 4】

実験 No.	添加物		全酸素量 (重量%)	ALON 量 (%)	光透過率 (%)
	添加物名	添加量 (体積%) * 1)			
2 3 3	なし	—	0. 9	1. 3	4 4
2 3 4	Al_2O_3	0. 5	1. 0	2. 1	2 7
2 3 5	Al_2O_3	2. 5	2. 1	5. 4	1 6
2 3 6	Al_2O_3	7. 0	4. 8	1 0	7. 4
2 3 7	Al_2O_3	1 2. 0	7. 7	1 7	3. 9
2 3 8	Al_2O_3	1 8. 0	1 0. 9	2 5	0. 7
2 3 9	Al_2O_3	2 4. 0	1 4. 1	3 4	0. 6
2 4 0	Al_2O_3	3 0. 0	1 7. 5	4 1	0. 0
2 4 1	Al_2O_3	3 6. 0	2 0. 7	4 7	0. 0

* 1) 添加物の量は酸化物換算による。

【0 2 6 0】

10

20

【表 15】

実験 No.	粉末成形体中の添加物		焼結体の特性			
	添加物名	添加量 (体積%) * 1)	全酸素量 (重量%)	ALON 量 (%)	光透過率 (%)	熱伝導率 (W/mK)
242	CaCO ₃	0.5	0.9	0.0	46	171
243	CaCO ₃	2.5	1.7	0.0	28	156
244	CaCO ₃	7.0	2.5	0.0	4.2	124
245	CaCO ₃	35	10.6	0.0	0.5	60
246	CaCO ₃	48	15.5	0.0	0.0	57
247	SrCO ₃	2.5	1.4	0.0	14	132
248	BaCO ₃	26	5.2	0.0	3.4	107
249	BeO	40	24.5	0.0	0.0	109
250	MgO	4.7	3.1	0.0	6.7	60
251	Y ₂ O ₃	0.2	0.9	0.0	46	127
252	Y ₂ O ₃	27	8.3	0.0	4.2	172
253	Y ₂ O ₃	37	11.1	0.0	0.8	154
254	Y ₂ O ₃	46	13.0	0.0	0.0	107
255	CaCO ₃	37	15.4	0.0	0.0	86
	Y ₂ O ₃	10				
256	Sm ₂ O ₃	37	9.3		0.6	84
257	Gd ₂ O ₃	27	7.5	0.0	3.5	93
258	Dy ₂ O ₃	37	9.3	0.0	0.5	88
259	Ho ₂ O ₃	37	9.0	0.0	0.3	101
260	Er ₂ O ₃	27	7.2	0.0	3.7	115
261	Er ₂ O ₃	37	8.9	0.0	0.7	91
262	CaCO ₃	46	15.6	0.0	0.0	62
	Er ₂ O ₃	1.0				
263	Yb ₂ O ₃	37	8.7	0.0	0.4	80

* 1) 添加物の量は酸化物換算による。

【0261】

10

20

30

【表 1 6】

実験 No.	粉末成形体中の添加物		焼結体の特性		
	添加物名	添加量 (体積%) * 1)	全酸素量 (重量%)	ALON 量 (%)	光透過率 (%)
2 6 4	Li_2CO_3	2. 0	1. 6	0. 0	6. 1
2 6 5	Li_2CO_3	1 5	6. 4	0. 0	0. 0
2 6 6	Na_2CO_3	7. 0	2. 1	0. 0	0. 4
2 6 7	K_2CO_3	4. 0	1. 5	0. 0	2. 2
2 6 8	Si	1 6	0. 9	0. 0	0. 0
2 6 9	Si_3N_4	4. 0	1. 0	0. 0	0. 0
2 7 0	SiC	8. 0	1. 0	0. 0	0. 0
2 7 1	SiO_2	1. 2	1. 4	0. 0	8. 6

* 1) 添加物の量は酸化物換算による。

【0 2 6 2】

10

20

【表 17】

実験 No.	粉末成形体中の添加物		焼結体の特性			
	添加物名	添加量 (体積%) * 1)	全酸素量 (重量%)	ALON 量 (%)	光透過率 (%)	室温における 抵抗率 ($\Omega \cdot \text{cm}$)
272	MoO_3	0.4	0.8	0.6	26	3.1×10^{13}
273	MoO_3	2.0	0.8	0.0	6.9	2.3×10^{12}
274	MoO_3	4.0	0.8	0.0	3.3	1.1×10^{12}
275	Mo	8.0	0.8	0.0	0.7	2.7×10^{10}
276	Mo	12	0.8	0.0	0.6	4.2×10^9
277	Mo	24	0.9	0.0	0.0	7.2×10^8
278	Mo	42	0.9	0.0	0.0	4.6×10^8
279	WO_3	0.2	0.8	0.7	24	1.6×10^{13}
280	W	15	0.8	0.0	0.8	7.9×10^9
281	W	30	0.8	0.0	0.0	5.0×10^8
282	V_2O_5	4.0	0.9	0.0	2.4	2.5×10^{11}
283	V	16	0.9	0.0	0.6	2.3×10^9
284	V	32	0.8	0.0	0.0	3.9×10^8
285	TiO_2	2.0	0.8	0.0	7.4	6.8×10^{11}
286	TiO_2	12	0.9	0.0	0.0	5.7×10^9
287	Nb_2O_5	7.5	0.8	0.0	0.8	3.8×10^{10}
288	Nb	15	0.8	0.0	0.4	5.4×10^9
289	Nb	40	0.8	0.0	0.0	3.3×10^8
290	Ta_2O_5	7.0	0.8	0.0	0.5	6.0×10^{10}
291	Ta	12	0.8	0.0	0.0	6.6×10^9
292	カーボン	1.5	0.3	0.0	7.7	3.8×10^{12}
293	カーボン	7.0	0.07	0.0	0.4	9.1×10^{10}
294	カーボン	15	0.02	0.0	0.0	7.4×10^9

* 1) 添加物の量は元素換算による。

【0263】

10

20

30

【表 18】

実験 No.	粉末成形体中の添加物		焼結体の特性			
	添加物名	添加量 (重量%) * 1)	全酸素量 (重量%)	ALON 量 (%)	光透過率 (%)	室温における 抵抗率 ($\Omega \cdot \text{cm}$)
295	Fe	0.8	0.8	1.0	3.6	4.7×10^{12}
296	Fe	8.0	0.8	0.0	0.7	5.3×10^{11}
297	Fe	16	0.7	0.0	0.4	2.6×10^9
298	Fe	32	0.9	0.0	0.0	1.3×10^9
299	NiO	3.5	0.9	0.0	0.7	2.7×10^{11}
300	Ni	42	0.8	0.0	0.0	3.2×10^8
301	Cr	0.8	0.8	0.0	2.9	8.4×10^{11}
302	Mn	5.0	0.8	0.0	0.6	6.8×10^{10}
303	Zr	15	0.8	0.0	0.0	4.5×10^9
304	Hf	7.5	0.8	0.0	0.7	7.9×10^{10}
305	CoO	0.8	0.9	0.0	4.4	1.2×10^{13}
306	CuO	12	1.0	0.0	0.0	1.6×10^{10}
307	Zn	3.0	0.8	0.0	0.4	2.9×10^{12}

* 1) 添加物の量は元素換算による。

【実施例 22】

【0264】

本実施例では窒化アルミニウムを主成分とする焼結体が焼結助剤である希土類元素化合物及びアルカリ土類金属化合物と同時に酸素 (Al_2O_3)、あるいは珪素含有化合物及びアルカリ金属化合物、あるいはMo、W、V、カーボン、あるいは鉄とを含む場合の効果について調べた。

実施例 21 と同様、焼結体作製用原料粉末として高純度窒化アルミニウム粉末（徳山曹達株式会社（現：株式会社トクヤマ）製「H」グレード）を用意した。この原料粉末に適宜焼結助剤及び各種成分を加えエタノールとともにボールミルで24時間粉碎混合後乾燥しエタノールを揮散した後パラフィンワックスを粉末混合体に対して5重量%加え成形用粉末を作製し、直径36mm×厚み2.0mmの円形成形体を一軸プレス成形により得た。その後減圧下300℃でパラフィンワックスを脱脂し、窒化アルミニウム製、BN製、タングステン製、あるいは部粉末を表面にコーティングしたカーボン製のセッター及びさやを使用して純窒素雰囲気中1800℃×2時間常圧焼成し各種組成の窒化アルミニウムを主成分とする焼結体を得た。

次に得られた焼結体を直径25.4mm×厚み0.5mmの寸法に研削、さらに表面を鏡面研磨加工し各種窒化アルミニウムを主成分とする焼結体の全酸素量、ALON量、605nmの単色光を用いた光透過率の測定を行った。また、一部のサンプルでは抵抗率の測定も行った。この測定結果を表19に示す。得られた各種窒化アルミニウムを主成分とする焼結体において、原料粉末に不純物として存在しているものや添加したアルミナなどから混入する酸素、あるいは添加した希土類元素化合物やアルカリ土類金属化合物などの焼結助剤、あるいは添加したアルカリ金属化合物や珪素含有化合物、あるいは添加したモリブデン、タングステン、ニオブ、チタン、カーボンなどの着色を促進する成分、あるいは添加した鉄、ニッケルなどの成分は原料粉末に添加した添加物が殆ど揮散・除去されないで粉末成形体中と同量存在している。すなわち得られた窒化アルミニウムを主成分とする焼結体の組成は粉末製形態の組成と同様である。したがって得られた窒化アルミニウムを主成分とする焼結体の組成としては全酸素量以外特に各表には記載してない。表19に示した粉末成形体中に混合する上記添加物のうちモリブデン、タングステン、バナジウム、カーボン、鉄の各成分を含む化合物の添加量は元素換算によるものである。それ以外のア

ルミナ、酸化イットリウム、酸化エルビウム、炭酸カルシウム、炭酸リチウム、珪素の添加量は酸化物換算によるものである。また、該添加量は上記各添加物のうち鉄が重量百分率（重量％）である以外はすべて体積百分率（体積％）である。なお、鏡面研磨後の窒化アルミニウムを主成分とする焼結体の表面平滑性は平均表面粗さ（ R_a ）＝24 nm～35 nmの範囲にあった。

その結果焼結助剤を用いることで得られた焼結体は焼成温度1800℃であるにもかかわらずすべて相対密度95％以上に緻密化している。光透過率は実施例21で作製した焼結助剤を含まず酸素（ Al_2O_3 として用いた）、あるいは珪素含有化合物及びアルカリ金属化合物、あるいはMo、W、V、カーボン、あるいは鉄だけ含んだ状態で焼成して得られる窒化アルミニウムを主成分とする焼結体に比べて向上し易い傾向を有する。しかしながら本実施例においても光透過率50％以下の窒化アルミニウムを主成分とする焼結体10
が得られた。比較的多量の酸素（ Al_2O_3 として用いた）、あるいは珪素含有化合物及びアルカリ金属化合物、あるいはMo、W、V、カーボン、あるいは鉄を含むものは光透過率が10％以下に低下しやすく、光透過率が0％のものも容易に得られた。また、室温における抵抗率は実施例21で作製した焼結助剤を含まず酸素（ Al_2O_3 として用いた）、あるいは珪素含有化合物及びアルカリ金属化合物、あるいはMo、W、V、カーボン、あるいは鉄だけ含んだ状態で焼成して得られる窒化アルミニウムを主成分とする焼結体に比べて1桁前後高くなり電気絶縁性が向上し易い傾向を有する。本実施例で作製した窒化アルミニウムを主成分とする焼結体は窒化アルミニウムの含有量が50体積％以上であるため室温における抵抗率はすべて $1 \times 10^8 \Omega \cdot cm$ 以上であり電氣的絶縁性を有していた。20

【0265】

次に実施例21と同様に本実施例で作製した表面を鏡面研磨加工した直径25.4 mm×厚み0.5 mmの各種組成の窒化アルミニウムを主成分とする焼結体から10 mm×10 mmの大きさのものを切り出し片面にTi/Pt/Au薄膜により幅50 μmの発光素子を駆動するための電気回路を形成し発光素子搭載用基板を作製した。作製した基板に市販の窒化ガリウム、窒化インジウム、窒化アルミニウムのうちから選ばれた少なくとも1種以上を主成分とするエピタキシャル膜を積層し発光層としてInNとGaNとの混晶を用いて作製された発光素子を搭載し3.5 V×350 mAの電力を印加して発光させ該発光の基板からの透過状態を肉眼により確認した。なおこの発光素子の大きさは1 mm角であり発光素子搭載用基板とエポキシ樹脂を主成分とする樹脂で接着されている。また、上記発光素子の中心発光波長460 nmである。30

その結果、光透過率が10％～20％の範囲の窒化アルミニウムを主成分とする焼結体を用いた場合、発光素子が搭載された基板面側からは該発光素子から直接発せられた強い光が放出され発光素子が搭載された基板面と反対側の面からはそれよりもかなり弱く穏やかな散乱光が放出されているように肉眼では観察された。また発光素子搭載用基板として用いる窒化アルミニウムを主成分とする焼結体の光透過率が1％～10％の範囲では光透過率が10％から1％に低下していくにしたがって上記の発光素子が搭載された基板面と反対側の面から放出される穏やかな散乱光は次第に弱まっていく様子が観察された。このとき発光素子が搭載された基板面側からは光透過率が10％～20％の範囲の窒化アルミニウムを主成分とする焼結体を用いた場合よりも強い光が発光素子から放出されるように観察された。またこの範囲において光透過率が5％以下の窒化アルミニウムを主成分とする焼結体が発光素子搭載用基板として用いたとき、発光素子が搭載された基板面と反対側の面から放出される穏やかな散乱光は一層弱まっていく様子が観察された。このとき発光素子が搭載された基板面側からは光透過率が5％～10％の範囲の窒化アルミニウムを主成分とする焼結体を用いた場合よりもさらに強い光が発光素子から放出されるように観察された。窒化アルミニウムを主成分とする焼結体の光透過率が1％より小さくなると上記の発光素子が搭載された基板面と反対側の面からの穏やかな散乱光は肉眼でほとんど観察されにくくなり、このとき発光素子が搭載された基板面側からは光透過率が1％～5％の範囲の窒化アルミニウムを主成分とする焼結体を用いた場合よりも強い光が発光素子から放40
50

出されるように観察された。窒化アルミニウムを主成分とする焼結体の光透過率が0%では上記の発光素子が搭載された基板面と反対側の面からの穏やかな散乱光は肉眼では観察されなくなり、このとき発光素子が搭載された基板面側からは光透過率が1%より小さい窒化アルミニウムを主成分とする焼結体を用いた場合とほとんど同様の強い光が発光素子から放出されているように観察された。

本実施例により、セラミック材料を主成分とする焼結体が光透過性を有することの有効性が確認できた。

【0266】

【表19】

実験 No.	粉末成形体中の添加物		焼結体の特性			
	添加物名	添加量	全酸素量 (重量%)	ALON 量 (%)	光透過率 (%)	室温における 抵抗率 ($\Omega \cdot \text{cm}$)
308	Al_2O_3	7.0	5.8	8.5	18	測定せず ^a
	Y_2O_3	3.3				
309	Al_2O_3	24	14.6	31	8.1	測定せず ^a
	Er_2O_3	8.0				
310	MoO_3	2.0	1.9	0.0	17	1.2×10^{13}
	Y_2O_3	3.3				
311	MoO_3	4.0	2.0	0.0	11	2.3×10^{12}
	Er_2O_3	3.6				
312	Mo	8.0	1.2	0.0	3.0	1.9×10^{11}
	CaCO_3	1.0				
313	Mo	24	1.2	0.0	0.0	6.4×10^9
	Y_2O_3	3.3				
	CaCO_3	0.5				
314	Mo	42	0.9	0.0	0.0	7.8×10^8
	Er_2O_3	3.6				
	CaCO_3	0.5				
315	WO_3	4.0	1.6	0.0	8.5	1.9×10^{11}
	Y_2O_3	3.3				
316	W	15	1.1	0.0	2.1	3.4×10^{10}
	Er_2O_3	3.6				
317	W	30	0.7	0.0	0.0	6.2×10^8
	Y_2O_3	3.3				
	CaCO_3	0.5				
318	V_2O_5	4.0	2.1	0.0	12	2.0×10^{12}
	Er_2O_3	3.6				
319	Fe	8.0	1.7	0.0	4.4	1.2×10^{12}
	Y_2O_3	3.3				
320	Fe	16	1.4	0.0	1.5	1.9×10^{10}
	Er_2O_3	3.6				
321	Fe	32	1.2	0.0	0.0	4.5×10^9
	Y_2O_3	3.3				
	CaCO_3	0.5				
322	Li_2CO_3	2.0	2.5	0.0	14	測定せず ^a
	Y_2O_3	3.3				
323	Li_2CO_3	15	7.0	0.0	0.0	測定せず ^a
	Er_2O_3	3.6				
324	Li_2CO_3	15	7.9	0.0	0.0	測定せず ^a
	Er_2O_3	8.0				
	CaCO_3	0.5				
325	Si	8.0	1.9	0.0	4.7	測定せず ^a
	Y_2O_3	3.3				
326	Si	16	1.8	0.0	0.0	測定せず ^a
	Er_2O_3	3.6				

【実施例23】

【0267】

本実施例は酸化亜鉛を主成分とする焼結体の光透過性などの特性について調べた例を示す。

まず、酸化亜鉛 (ZnO) 粉末として関東化学株式会社製の特級試薬粉末を用意し、アルミナ (Al_2O_3) 粉末としてアルコア社製の商品名「A-16SG」を原料として用意

10

20

30

40

50

し、実施例 1 と同様の方法によりこれらの粉末を所定の組成になるようボールミルで混合後パラフィンワックスを加えて成形用粉末を作製し、該成形用粉末を実施例 1 と同様の大きさの成形体に同じ条件で一軸プレス成形後脱脂し、その後 1460℃で 1 時間大気中で常圧焼成してアルミニウム成分を各種割合で含有する酸化亜鉛を主成分とする焼結体を作製した。これらの焼結体はいずれも相対密度 98% 以上に緻密化していた。このようにして作製した酸化亜鉛を主成分とする焼結体はアルミニウム成分を含まないものでは淡黄白色であったが、アルミニウム成分を含むものでは青色への呈色が見られるようになりアルミニウム成分の含有量が増加するにつれてより濃い青色へと呈色が進み、3.0 モル%の Al_2O_3 を含むもので最も濃い青色を呈し、その後アルミニウム成分の含有量が増加するにつれて青色化の程度は弱くなり青白色の色調へと次第に変化した。

10

その他別に株式会社高純度化学研究所製の純度 99.99% 以上の Fe_2O_3 粉末及び純度 99.9% 以上の Cr_2O_3 粉末を用意した。また、希土類元素化合物として信越化学工業株式会社製の純度 99.99% 以上の Y_2O_3 粉末、純度 99.99% 以上の Er_2O_3 粉末、純度 99.99% 以上の Yb_2O_3 粉末、純度 99.99% 以上の Dy_2O_3 粉末、純度 99.99% 以上の Ho_2O_3 粉末を用意した。次に本実施例で示した方法と同様の方法により、上記各粉末を酸化亜鉛粉末及びアルミナ粉末と共に所定量ボールミルで混合後一軸プレス成形し 1460℃で 1 時間大気中常圧焼成して鉄成分だけを含有する酸化亜鉛を主成分とする焼結体、クロム成分だけを含有する酸化亜鉛を主成分とする焼結体、イットリウム成分だけを含有する酸化亜鉛を主成分とする焼結体、エルビウム成分だけを含有する酸化亜鉛を主成分とする焼結体、イッテルビウム成分だけを含有する酸化亜鉛を主成分とする焼結体、アルミニウム成分と鉄成分とを同時に含有する酸化亜鉛を主成分とする焼結体、アルミニウム成分とクロム成分とを同時に含有する酸化亜鉛を主成分とする焼結体、及びアルミニウム成分と各種希土類元素成分とを同時に含む酸化亜鉛を主成分とする焼結体を作製した。

20

上記のようにして得られた各焼結体の室温における抵抗率を 4 端子法で測定した。その後得られた各焼結体を粒径 0.02 μm のコロイド状酸化珪素を主成分とする研磨剤で鏡面研磨し、さらに塩化メチレン及び IPA で超音波洗浄し直径 25.4 mm × 厚み 0.5 mm の基板を作製した。鏡面研磨後の基板の平均表面粗さ Ra は 6.9 nm ~ 7.7 nm の範囲であった。研磨後の基板を用いて波長 605 nm の光に対する光透過率を実施例 1 と同様の方法により測定した。

30

このようにして得られた酸化亜鉛を主成分とする焼結体の特性を表 20 及びに示す。作製した上記酸化亜鉛を主成分とする焼結体のうちアルミニウム成分だけを含まないもの、及びアルミニウム成分を含まずクロム成分、鉄成分、イットリウム成分、エルビウム成分、イッテルビウム成分だけを含まないものの特性は表 20 に記載した。さらに、アルミニウム成分とクロム成分、鉄成分、各種希土類元素成分とを同時に含む酸化亜鉛を主成分とする焼結体の特性も表 20 に記載した。

【0268】

表 20 において、実験 No. 328 ~ 339 がアルミニウム成分だけを添加して焼成した酸化亜鉛を主成分とする焼結体に関する実験結果であり「組成」の欄に該焼結体のアルミニウム成分の含有量が Al_2O_3 換算で示されている。表 20 において、実験 No. 340 が鉄成分だけを添加して焼成した酸化亜鉛を主成分とする焼結体に関する実験結果であり「組成」の欄に該焼結体の鉄成分の含有量が Fe_2O_3 換算で示されている。表 20 において、実験 No. 341 がクロム成分だけを添加して焼成した酸化亜鉛を主成分とする焼結体に関する実験結果であり「組成」の欄に該焼結体のクロム成分の含有量が Cr_2O_3 換算で示されている。表 20 において、実験 No. 342 がイットリウム成分だけを添加して焼成した酸化亜鉛を主成分とする焼結体に関する実験結果であり「組成」の欄に該焼結体のイットリウム成分の含有量が Y_2O_3 換算で示されている。表 20 において、実験 No. 343 がエルビウム成分だけを添加して焼成した酸化亜鉛を主成分とする焼結体に関する実験結果であり「組成」の欄に該焼結体のエルビウム成分の含有量が Er_2O_3 換算で示されている。表 20 において、実験 No. 344 がイッテルビウム成分だけを添

40

50

加して焼成した酸化亜鉛を主成分とする焼結体に関する実験結果であり「組成」の欄に該焼結体のイットルビウム成分の含有量が Yb_2O_3 換算で示されている。

【0269】

表20に示すように、本実施例で作製した酸化亜鉛を主成分とする焼結体はアルミニウム成分を含まないものは電気絶縁体であり、アルミニウム成分の含有量が増加するにつれて抵抗率が低下し、 Al_2O_3 換算で3.0モル%のアルミニウム成分を含むもので室温における抵抗率が $1.6 \times 10^{-3} \Omega \cdot \text{cm}$ と最も小さくなった。その後アルミニウム成分の含有量が増加するにつれて抵抗率が増大化し始め、 Al_2O_3 換算で50.0モル%のアルミニウム成分を含むもので電気絶縁体となった。

また、表20の実験No. 340及び341で示すようにアルミニウム成分を含まず鉄成分及びクロム成分をそれぞれ Fe_2O_3 換算で1.0モル%、 Cr_2O_3 換算で1.0モル%含有する酸化亜鉛を主成分とする焼結体は導電性を示し室温において $8.7 \times 10^{-1} \Omega \cdot \text{cm}$ 、 $3.4 \times 10^{-1} \Omega \cdot \text{cm}$ と比較的低い抵抗率であった。

表20に示すようにアルミニウム成分と同時に鉄成分、クロム成分、各種希土類元素成分とを複合で含む酸化亜鉛を主成分とする焼結体はすべて導電性を示し室温における抵抗率 $7.4 \times 10^{-1} \Omega \cdot \text{cm} \sim 1.7 \times 10^{-3} \Omega \cdot \text{cm}$ の範囲であった。またその抵抗率はアルミニウム成分だけを含む酸化亜鉛を主成分とする焼結体の抵抗率に対して余り変化しておらず殆ど同じレベルであった。

【0270】

表20に示すようにアルミニウム成分を添加せずに焼成され実質的に原料中あるいは焼結体製造時に混入する不純物以外は含まない酸化亜鉛を主成分とする焼結体の波長605nmの光に対する光透過率は16%であったがアルミニウム成分の含有量が増加するにつれ光透過率は上昇する傾向を示し、 Al_2O_3 換算で3.0モル%のアルミニウム成分を含むものは56%に達した。その後アルミニウム成分の含有量が増加するにつれ光透過率は次第に低下する傾向を示し、 Al_2O_3 換算で50.0モル%のアルミニウム成分を含む酸化亜鉛を主成分とする焼結体では光透過率が17%となり、アルミニウム成分を含まない実質的に酸化亜鉛だけからなる焼結体の光透過率と殆ど同じになった。

また、表20の実験No. 340及び341で示すようにアルミニウム成分を含まず鉄成分及びクロム成分をそれぞれ Fe_2O_3 換算で1.0モル%、 Cr_2O_3 換算で1.0モル%含有する酸化亜鉛を主成分とする焼結体の波長605nmの光に対する光透過率はそれぞれ6.9%、9.2%であった。

また、表20の実験No. 342、343、及び344で示すようにアルミニウム成分を含まずイットリウム成分だけを Y_2O_3 換算で0.04モル%、エルビウム成分だけを Er_2O_3 換算で0.04モル%及びイットルビウム成分だけを Yb_2O_3 換算で0.04モル%をそれぞれ含有する酸化亜鉛を主成分とする焼結体の波長605nmの光に対する光透過率は57%、53%、54%となり、アルミニウム成分を含まない実質的に酸化亜鉛だけからなる焼結体の光透過率より上昇した。

さらに、表20に示すようにアルミニウム成分を Al_2O_3 換算で3.0モル%含み同時に鉄成分あるいはクロム成分それぞれ Fe_2O_3 換算で0.2モル%、 Cr_2O_3 換算で0.2モル%含有する酸化亜鉛を主成分とする焼結体は波長605nmの光に対する光透過率は53%、55%であり、アルミニウム成分だけを Al_2O_3 換算で3.0モル%含む酸化亜鉛を主成分とする焼結体の光透過率と殆ど同じであった。

また、表20に示されているようにアルミニウム成分を Al_2O_3 換算で0.03モル%含み同時にイットリウム成分を Y_2O_3 換算で0.0001モル%～12.0モル%の範囲で含む酸化亜鉛を主成分とする焼結体は、イットリウム成分を Y_2O_3 換算で0.0001モル%含有するものの波長605nmの光に対する光透過率は28%とアルミニウム成分だけを Al_2O_3 換算で0.03モル%含む酸化亜鉛を主成分とする焼結体の光透過率と殆ど同じであった。さらにイットリウム成分の含有量が増加するにつれ光透過率も上昇し Y_2O_3 換算で0.0004モル%のイットリウム成分を含むもので37%、 Y_2O_3 換算で0.0008モル%のイットリウム成分を含むもので45%、 Y_2O_3 換算で0

． 0 0 1 5 モル % の イットリウム成分を含むもので 5 6 %、 Y_2O_3 換算で 0 . 0 0 5 モル % の イットリウム成分を含むもので 6 4 %、 Y_2O_3 換算で 0 . 0 4 モル % の イットリウム成分を含むもので 6 8 % に達した。その後 イットリウム成分の含有量が増加するにつれ光透過率は次第に低下し Y_2O_3 換算で 1 2 . 0 モル % の イットリウム成分を含む酸化亜鉛を主成分とする焼結体では波長 6 0 5 nm の光に対する光透過率は 2 4 % となり、アルミニウム成分だけを Al_2O_3 換算で 0 . 0 3 モル % 含む酸化亜鉛を主成分とする焼結体の光透過率と殆ど同じとなった。

また、表 2 0 に示されているように イットリウム成分を Y_2O_3 換算で 0 . 0 4 モル % 含む同時にアルミニウム成分を Al_2O_3 換算で 0 . 0 0 2 モル % ~ 5 0 . 0 モル % の範囲で含む酸化亜鉛を主成分とする焼結体は、アルミニウム成分を Al_2O_3 換算で 0 . 0 0 2 モル含有するものの波長 6 0 5 nm の光に対する光透過率は 6 2 % であり、さらにアルミニウム成分の含有量が増加するにつれ光透過率も上昇し Al_2O_3 換算で 1 . 0 モル % 及び 3 . 0 モル % のアルミニウム成分を含むもので 8 4 % に達した。その後アルミニウム成分の含有量が増加するにつれ光透過率は次第に低下し Al_2O_3 換算で 3 0 . 0 モル % のアルミニウム成分を含むもので光透過率は 6 6 % であったが、 Al_2O_3 換算で 5 0 . 0 モル % のアルミニウム成分を含む酸化亜鉛を主成分とする焼結体では波長 6 0 5 nm の光に対する光透過率は 2 7 % となった。

また、表 2 0 に示されているようにアルミニウム成分を Al_2O_3 換算で 0 . 1 0 モル % 含む同時にエルビウム成分を Er_2O_3 換算で 0 . 0 4 モル % 含む酸化亜鉛を主成分とする焼結体は波長 6 0 5 nm の光に対する光透過率は 6 8 % であった。

また、表 2 0 に示されているようにアルミニウム成分を Al_2O_3 換算で 3 . 0 モル % 含む同時に希土類元素成分としてジスプロシウム成分を Dy_2O_3 換算で 0 . 0 4 モル %、ホルミウム成分を Ho_2O_3 換算で 0 . 0 4 モル %、エルビウム成分を Er_2O_3 換算で 0 . 0 4 モル %、イッテルビウム成分を Yb_2O_3 換算で 0 . 0 4 モル %、含有するものの波長 6 0 5 nm の光に対する光透過率はそれぞれ 7 7 %、8 0 %、7 8 %、8 1 % 高いものであった。

また、表 2 0 に示されているようにアルミニウム成分を Al_2O_3 換算で 1 . 0 モル % 含むさらに イットリウム成分を Y_2O_3 換算で 0 . 0 2 モル % 含むさらにエルビウム成分を Er_2O_3 換算で 0 . 0 2 モル % 含む 3 成分を同時に含む酸化亜鉛を主成分とする焼結体の波長 6 0 5 nm の光に対する光透過率は 8 3 % と高いものであった。

【 0 2 7 1 】

次に本実施例において得られた各焼結体を 1 0 mm × 1 0 mm × 0 . 5 mm の大きさに切断し発光素子搭載用基板を作製した。作製した発光素子搭載用基板に実施例 1 と同様に市販の窒化ガリウム、窒化インジウム、窒化アルミニウムのうちから選ばれた少なくとも 1 種以上を主成分とするエピタキシャル膜を積層し発光層として InN と GaN との混晶を用いて作製された発光素子を搭載し 3 . 5 V × 3 5 0 mA の電力を印加して発光させ該発光の基板からの透過状態を肉眼により確認した。なお、実験 No . 3 2 7、3 3 9、及び 3 6 6 の酸化亜鉛を主成分とする焼結体を用いて作製した発光素子搭載用基板は片面に Ti / Pt / Au 薄膜により幅 5 0 μm の発光素子を駆動するための電気回路パターンを形成したものを用いた。それ以外の発光素子搭載用基板は 1 mm 角の電極を Ti / Pt / Au 薄膜により 2 ヶ所形成しただけで電気回路パターンの形成をしなかった。1 ヶ所の電極と発光素子の電極の一つとはワイヤで接続されている。発光素子搭載用基板の残り 1 ヶ所の電極へは電位が印加され酸化亜鉛を主成分とする焼結体自体の導電性を利用してワイヤを経由して駆動電位が発光素子へ印加される。また発光素子の電極のもう一つはワイヤが接続され駆動電位が発光素子へ印加される。

その結果、本実施例で発光素子駆動作製した Ti / Pt / Au 薄膜により電気回路パターンを形成したものを含むすべての酸化亜鉛を主成分とする焼結体を用いた基板において発光素子が搭載された基板面の反対側で発光素子からの発光が観察された。これは明らかに電気回路パターンを形成したものであっても酸化亜鉛を主成分とする焼結体の光透過率が 1 % 以上のものを基板として用いることで発光素子からの発光が基板を透過して基板外部

に放出されることを示している。また、基板を透過した光の強さは明らかに該基板を構成する酸化亜鉛を主成分とする焼結体の光透過率に比例しているように観察された。

このように本実施例により酸化亜鉛を主成分とする焼結体においても光透過性を有するものであれば基板を透過した光の明るさが大きく減少するようなことは生じにくいことが確認でき、セラミック材料を主成分とする焼結体が光透過性を有することの有効性が確認できた。

【0272】

【表20】

実験 No.	酸化亜鉛を主成分とする焼結体からなる基板の特性			
	焼結体組成 (成分含有量) (モル%; 酸化物換算)		抵抗率 ($\Omega \cdot \text{cm}$) (室温)	光透過率 (%)
	含有成分			
	アルミニウム	アルミニウム以外		
327	—	—	$>1 \times 10^8$	16
328	0.002	—	6.8×10^1	22
329	0.008	—	7.9×10^0	24
330	0.03	—	7.4×10^{-1}	27
331	0.10	—	8.4×10^{-2}	36
332	0.30	—	7.7×10^{-3}	44
333	1.0	—	2.9×10^{-3}	53
334	3.0	—	1.6×10^{-3}	56
335	10.0	—	6.3×10^{-3}	52
336	20.0	—	8.9×10^{-3}	42
337	30.0	—	8.2×10^{-2}	33
338	40.0	—	7.8×10^{-1}	31
339	50.0	—	$>1 \times 10^8$	17
340	—	1.0 (Fe_2O_3)	8.7×10^{-1}	6.9
341	—	1.0 (Cr_2O_3)	3.4×10^{-1}	9.2
342	—	0.04 (Y_2O_3)	$>1 \times 10^8$	57
343	—	0.04 (Er_2O_3)	$>1 \times 10^8$	53
344	—	0.04 (Yb_2O_3)	$>1 \times 10^8$	54
345	3.0	0.2 (Fe_2O_3)	2.3×10^{-3}	53
346	3.0	0.2 (Cr_2O_3)	1.9×10^{-3}	55
347	0.03	0.0001 (Y_2O_3)	7.3×10^{-1}	28
348	0.03	0.0004 (Y_2O_3)	7.4×10^{-1}	37
349	0.03	0.0008 (Y_2O_3)	7.4×10^{-1}	45
350	0.03	0.0015 (Y_2O_3)	7.6×10^{-1}	56
351	0.03	0.005 (Y_2O_3)	7.5×10^{-1}	64
352	0.03	0.04 (Y_2O_3)	7.8×10^{-1}	68
353	0.03	0.2 (Y_2O_3)	7.7×10^{-1}	65
354	0.03	1.0 (Y_2O_3)	7.9×10^{-1}	62
355	0.03	5.0 (Y_2O_3)	8.2×10^{-1}	54
356	0.03	8.0 (Y_2O_3)	8.7×10^{-1}	37
357	0.03	12.0 (Y_2O_3)	9.2×10^{-1}	24
358	0.002	0.04 (Y_2O_3)	7.4×10^1	62
359	0.008	0.04 (Y_2O_3)	8.2×10^0	66
360	0.10	0.04 (Y_2O_3)	8.8×10^{-2}	71
361	0.30	0.04 (Y_2O_3)	8.2×10^{-3}	75
362	1.0	0.04 (Y_2O_3)	3.3×10^{-3}	84
363	3.0	0.04 (Y_2O_3)	1.7×10^{-3}	84
364	10.0	0.04 (Y_2O_3)	6.9×10^{-3}	74
365	30.0	0.04 (Y_2O_3)	9.5×10^{-2}	66
366	50.0	0.04 (Y_2O_3)	$>1 \times 10^8$	27
367	0.10	0.04 (Er_2O_3)	8.9×10^{-2}	68
368	3.0	0.04 (Dy_2O_3)	2.2×10^{-3}	77
369	3.0	0.04 (Ho_2O_3)	1.8×10^{-3}	80
370	3.0	0.04 (Er_2O_3)	1.9×10^{-3}	78
371	3.0	0.04 (Yb_2O_3)	2.0×10^{-3}	81
372	3.0	0.04 (Y_2O_3) +0.04 (Er_2O_3)	3.5×10^{-3}	83

【実施例24】

【0273】

本実施例は酸化ベリリウムを主成分とする焼結体の光透過性について調べた例を示す。

まず、酸化ベリリウム (BeO) 粉末として株式会社高純度化学研究所製の純度99%のものを用意し、マグネシア (MgO) 粉末として株式会社高純度化学研究所製の純度99.99%のものを用意し、炭酸カルシウム (CaCO_3) 粉末として株式会社高純度化学研究所製の純度99.99%のものを用意し、シリカ (SiO_2) 粉末として株式会社ア

10

20

30

40

50

ドマテック製の純度99.9%の「S O - E 2」グレードを用意した。これらの粉末を所定の組成になるよう実施例1と同様の方法によりボールミルで粉碎混合後パラフィンワックスを加えて成形用粉末を作製し、該成形用粉末を実施例1と同様の大きさの成形体に同じ条件で一軸プレス成形後脱脂し、その後1500℃で3時間大気中で常圧焼成してマグネシウム成分、カルシウム成分、珪素成分を各種割合で含有する酸化ベリリウムを主成分とする焼結体を作製した。これらの焼結体はいずれも相対密度98%以上に緻密化していた。得られた焼結体を粒径0.05 μmのコロイド状のアルミナを主成分とする研磨剤を用いて鏡面研磨し塩化メチレン及びIPAで超音波洗浄し直径25.4 mm×厚み0.5 mmの基板を作製した。鏡面研磨した基板の平均表面粗さR_aは8.6 nm~9.5 nmの範囲にあった。研磨後の基板を用いて波長605 nmの光に対する光透過率を実施例1と同様の方法により測定した。

10

このようにして得られた酸化ベリリウムを主成分とする焼結体からなる基板の特性を表21に示す。

【0274】

表21に示すようにマグネシウム成分、カルシウム成分、珪素成分及びその他の成分を添加せずに焼成され原料中の不純物以外は含まない実質的に酸化ベリリウムだけからなる焼結体の波長605 nmの光に対する光透過率は14%であったがマグネシウム成分、カルシウム成分、珪素成分の含有量が増加するにつれ光透過率も上昇する傾向を示しカルシウム成分をCaO換算で0.45モル%含むものは57%に達した。その後マグネシウム成分、カルシウム成分、珪素成分の含有量が増加するにつれ光透過率は次第に低下しマグネシウム成分をMgO換算で30.0モル%含む酸化ベリリウムを主成分とする焼結体では波長605 nmの光に対する光透過率は24%となり、マグネシウム成分をMgO換算で40.0モル%含む酸化ベリリウムを主成分とする焼結体では光透過率が7.6%となった。

20

また、本実施例において実施例23で用いたものと同じ希土類酸化物粉末を用いて該希土類元素成分を含む酸化ベリリウムを主成分とする焼結体を作製した。マグネシウム成分、カルシウム成分、珪素成分のうち少なくとも1種以上を酸化物換算で合計35.0モル%以下の範囲で含み、さらに希土類元素成分のうちから選ばれた少なくとも1種以上の成分を酸化物換算で合計0.00005モル%~5.0モル%の範囲で含む酸化ベリリウムを主成分とする焼結体は波長605 nmの光に対する光透過率30%以上のものが得られ易いことが確認された。さらに、80%以上の光透過率を有する酸化ベリリウムを主成分とする焼結体が製造し得ることも確認された。

30

すなわち表21に示されるように、カルシウム成分をCaO換算で0.0004モル%含みさらにイットリウム成分をY₂O₃換算で0.0002モル%同時に含む酸化ベリリウムを主成分とする焼結体は波長605 nmの光に対する光透過率が35%であった。その後イットリウム成分が増加するにつれ光透過率は増大する傾向を示し、カルシウム成分をCaO換算で0.45モル%含みさらにイットリウム成分をY₂O₃換算で0.040モル%同時に含む酸化ベリリウムを主成分とする焼結体は波長605 nmの光に対する光透過率が81%であった。さらにその後はイットリウム成分が増加するにつれ光透過率は低下する傾向を示し、カルシウム成分をCaO換算で0.0004モル%含みさらにイットリウム成分をY₂O₃換算で4.0モル%同時に含む酸化ベリリウムを主成分とする焼結体は波長605 nmの光に対する光透過率は37%であり、カルシウム成分をCaO換算で0.0004モル%含みさらにイットリウム成分をY₂O₃換算で6.0モル%同時に含む酸化ベリリウムを主成分とする焼結体は波長605 nmの光に対する光透過率は28%であった。

40

また、上記のようにカルシウム成分をCaO換算で0.45モル%含みさらにイットリウム成分をY₂O₃換算で0.040モル%含む酸化ベリリウムを主成分とする焼結体の波長605 nmの光に対する光透過率は81%であったが、カルシウム成分をCaO換算で0.45モル%含みさらにイットリウム以外の希土類元素成分を酸化物換算で0.040モル%含む酸化ベリリウムを主成分とする焼結体の波長605 nmの光に対する光透過率

50

も75%～80%と高いものであった。すなわち、カルシウム成分をCaO換算で0.45モル%含みさらに希土類元素成分としてジスプロシウム成分をDy₂O₃換算で0.040モル%同時に含む酸化ベリリウムを主成分とする焼結体の波長605nmの光に対する光透過率は76%であり、ホルミウム成分をHo₂O₃換算で0.040モル%同時に含む酸化ベリリウムを主成分とする焼結体の光透過率は75%であり、エルビウム成分をEr₂O₃換算で0.040モル%同時に含む酸化ベリリウムを主成分とする焼結体の光透過率は80%であり、イッテルビウム成分をYb₂O₃換算で0.040モル%同時に含む酸化ベリリウムを主成分とする焼結体の光透過率は78%であった。さらに、カルシウム成分をCaO換算で0.45モル%含みかつ珪素成分をSiO₂換算で0.20モル%含みさらにイットリウム成分をY₂O₃換算で0.040モル%の3成分を同時に含む酸化ベリリウムを主成分とする焼結体は波長605nmの光に対する光透過率は80%であった。

10

【0275】

次に本実施例において得られた各焼結体を10mm×10mm×0.5mmの大きさに切断し片面にTi/Pt/Au薄膜により幅50μmの発光素子を駆動するための電気回路を形成し発光素子搭載用基板を作製した。作製した発光素子搭載用基板に実施例1と同様に市販の窒化ガリウム、窒化インジウム、窒化アルミニウムのうちから選ばれた少なくとも1種以上を主成分とするエピタキシャル膜を積層し発光層としてInNとGaNとの混晶を用いて作製された発光素子を搭載し3.5V×350mAの電力を印加して発光させ該発光の基板からの透過状態を肉眼により確認した。

20

その結果、本実施例で作製したTi/Pt/Au薄膜により電気回路パターンを形成したものを含むすべての酸化ベリリウムを主成分とする焼結体を用いた基板において発光素子が搭載された基板面の反対側で発光素子からの発光が観察された。これは明らかに電気回路パターンを形成したものであっても酸化ベリリウムを主成分とする焼結体の光透過率が1%以上のものを基板として用いることで発光素子からの発光が基板を透過して基板外部に放出されることを示している。また、基板を透過した光の強さは明らかに該基板を構成する酸化ベリリウムを主成分とする焼結体の光透過率に比例しているように観察された。このように本実施例により酸化ベリリウムを主成分とする焼結体においても光透過性を有するものであれば基板を透過した光の明るさが大きく減少するようなことは生じにくいことが確認でき、セラミック材料を主成分とする焼結体が光透過性を有することの有効性が確認できた。

30

【0276】

【表 2 1】

実験 No.	酸化ベリリウムを主成分とする焼結体からなる基板特性				
	焼結体組成 〔成分含有量〕 (モル%；酸化物換算)				光透過率 (%)
	含有成分				
	マグネシウム	カルシウム	珪素	その他の成分	
373	—	—	—	—	14
374	0.0001	—	—	—	19
375	—	0.0004	—	—	26
376	—	—	0.0020	—	25
377	0.0080	—	—	—	31
378	—	0.020	—	—	37
379	—	—	0.40	—	36
380	—	0.45	—	—	57
381	0.60	—	—	—	45
382	—	0.45	0.20	—	54
383	0.60	—	0.20	—	47
384	0.60	0.45	—	—	55
385	0.60	0.45	0.20	—	52
386	—	3.00	—	—	50
387	—	10.00	—	—	53
388	—	20.00	—	—	42
389	30.00	—	—	—	24
390	40.00	—	—	—	7.6
391	—	0.0004	—	0.0002 (Y ₂ O ₃)	35
392	—	0.020	—	0.0010 (Y ₂ O ₃)	47
393	—	0.020	—	0.0040 (Y ₂ O ₃)	54
394	—	0.020	—	0.010 (Y ₂ O ₃)	67
395	—	0.45	—	0.040 (Y ₂ O ₃)	81
396	—	0.0004	—	4.0 (Y ₂ O ₃)	37
397	—	0.0004	—	6.0 (Y ₂ O ₃)	28
398	—	0.45	—	0.040 (Dy ₂ O ₃)	76
399	—	0.45	—	0.040 (Ho ₂ O ₃)	75
400	—	0.45	—	0.040 (Er ₂ O ₃)	80
401	—	0.45	—	0.040 (Yb ₂ O ₃)	78
402	—	0.45	0.20	0.040 (Y ₂ O ₃)	80

【実施例 25】

【0277】

本実施例は酸化アルミニウムを主成分とする焼結体の光透過性について調べた例を示す。まず、酸化アルミニウム (Al₂O₃) 粉末として日本軽金属株式会社製の「A-31」グレードを用意し、マグネシア (MgO) 粉末として株式会社高純度化学研究所製の純度 99.99% のものを用意し、炭酸カルシウム (CaCO₃) 粉末として株式会社高純度化学研究所製の純度 99.99% のものを用意し、シリカ (SiO₂) 粉末として株式会

10

20

30

40

50

社アドマテック製の純度99.9%の「SO-E2」グレードを用意した。これらの粉末を所定の組成になるよう実施例1と同様の方法によりボールミルで粉碎混合後パラフィンワックスを加えて成形用粉末を作製し、該成形用粉末を実施例1と同様の大きさの成形体と同じ条件で一軸プレス成形後脱脂し、その後1550℃で3時間大気中で常圧焼成してマグネシウム成分、カルシウム成分、珪素成分を各種割合で含有する酸化アルミニウムを主成分とする焼結体を作製した。これらの焼結体はいずれも相対密度98%以上に緻密化していた。得られた焼結体を粒径0.05μmのコロイド状のアルミナを主成分とする研磨剤を用いて鏡面研磨し塩化メチレン及びIPAで超音波洗浄し直径25.4mm×厚み0.5mmの基板を作製した。鏡面研磨した基板の平均表面粗さRaは6.7nm~7.6nmの範囲にあった。研磨後の基板を用いて波長605nmの光に対する光透過率を実施例1と同様の方法により測定した。

10

このようにして得られた酸化アルミニウムを主成分とする焼結体からなる基板の特性を表22に示す。

【0278】

表22に示すようにマグネシウム成分、カルシウム成分、珪素成分及びその他の成分を添加せずに焼成され実質的に原料中あるいは焼結体製造時に混入する不純物以外は含まない酸化アルミニウムを主成分とする焼結体の波長605nmの光に対する光透過率は18%であったがマグネシウム成分、カルシウム成分、珪素成分の含有量が増加するにつれ光透過率も上昇する傾向を示しマグネシウム成分をMgO換算で1.20モル%含むものは57%に達した。その後マグネシウム成分、カルシウム成分、珪素成分の含有量が増加するにつれ光透過率は次第に低下しカルシウム成分をCaO換算で20.0モル%及び珪素成分をSiO₂換算で20.0モル%同時に含む酸化アルミニウムを主成分とする焼結体では波長605nmの光に対する光透過率は22%となり、マグネシウム成分をMgO換算で20.0モル%及び珪素成分をSiO₂換算で30.0モル%同時に含む酸化アルミニウムを主成分とする焼結体では光透過率が6.4%となった。

20

また、本実施例において実施例23で用いたものと同じ希土類酸化物粉末を用いて該希土類元素成分を含む酸化アルミニウムを主成分とする焼結体を作製した。マグネシウム成分、カルシウム成分、珪素成分のうち少なくとも1種以上を酸化物換算で合計45.0モル%以下の範囲で含みさらに希土類元素成分のうちから選ばれた少なくとも1種以上の成分を酸化物換算で合計0.0002モル%~10.0モル%の範囲で含む酸化アルミニウムを主成分とする焼結体の光透過率は、上記と同じ量のマグネシウム成分、カルシウム成分、珪素成分のうち少なくとも1種以上を含むが実質的に希土類元素成分を含まない酸化アルミニウムを主成分とする焼結体の光透過率と比較して減少するなどの変化がほとんど見られないことが確認された。すなわち、カルシウム成分をCaO換算で0.050モル%含む酸化アルミニウムを主成分とする焼結体の波長605nmの光に対する光透過率は36%であるが、カルシウム成分をCaO換算で0.050モル%及びイットリウム成分をY₂O₃換算で0.04モル%同時に含む酸化アルミニウムを主成分とする焼結体の光透過率は37%とほとんど変化せず、酸化アルミニウムを主成分とする焼結体にマグネシウム成分、カルシウム成分、珪素成分以外に希土類元素成分が含まれることによる影響はあまり見られないことが確認された。さらに、マグネシウム成分をMgO換算で1.20モル%含む酸化アルミニウムを主成分とする焼結体の波長605nmの光に対する光透過率は57%と比較的高い光透過率を有していたが、マグネシウム成分をMgO換算で1.20モル%及びイットリウム成分をY₂O₃換算で0.04モル%同時に含む酸化アルミニウムを主成分とする焼結体の光透過率も59%、マグネシウム成分をMgO換算で1.20モル%及びホルミウム成分をHo₂O₃換算で0.04モル%同時に含む酸化アルミニウムを主成分とする焼結体の光透過率も56%、マグネシウム成分をMgO換算で1.20モル%及びイッテルビウム成分をYb₂O₃換算で0.04モル%同時に含む酸化アルミニウムを主成分とする焼結体の光透過率も58%、と比較的高く、イットリウムをはじめとする希土類元素成分が含まれることによって光透過率が大きく低下し悪い影響を与えるという現象は見られなかった。

30

40

50

表 2 2 において、カルシウム成分を CaO 換算で 0.050 モル% 含みさらにイットリウム成分を Y_2O_3 換算で 8.0 モル% 同時に含む酸化アルミニウムを主成分とする焼結体は波長 605 nm の光に対する光透過率は 36 % であり、カルシウム成分を CaO 換算で 0.05 モル% 含みさらにイットリウム成分を Y_2O_3 換算で 12.0 モル% 同時に含む酸化アルミニウムを主成分とする焼結体は波長 605 nm の光に対する光透過率は 27 % であった。このように、本実施例においてマグネシウム成分、カルシウム成分、珪素成分のうち少なくとも 1 種以上を酸化物換算で合計 45.0 モル% 以下の範囲で含み、さらに希土類元素成分のうちから選ばれた少なくとも 1 種以上の成分を酸化物換算で合計 0.0002 モル% ~ 10.0 モル% の範囲で含む酸化アルミニウムを主成分とする焼結体は波長 605 nm の光に対する光透過率 30 % 以上のものが作製し得ることが確認された。10

さらに、本実施例においてマグネシウム成分、カルシウム成分、珪素成分のうち少なくともいずれか 2 種以上を含み、同時に希土類元素成分のうちから選ばれた少なくとも 1 種以上の成分を含む酸化アルミニウムを主成分とする焼結体はより高い光透過率を有するものが作製し得ることが確認された。また、最高 80 % 以上の光透過率を有する酸化アルミニウムを主成分とする焼結体が製造し得ることも確認された。すなわち、表 2 2 に示されるように、マグネシウム成分を MgO 換算で 0.60 モル%、カルシウム成分を CaO 換算で 0.80 モル% 及び珪素成分を SiO_2 換算で 0.80 モル% 同時に含み、さらにイットリウム成分を Y_2O_3 換算で 0.0080 モル%、ジスプロシウム成分を Dy_2O_3 換算で 0.040 モル% それぞれ含む酸化アルミニウムを主成分とする焼結体は波長 605 nm の光に対する光透過率がそれぞれ 57 %、78 % に増大した。また、マグネシウム成分を MgO 換算で 0.60 モル% 及び珪素成分を SiO_2 換算で 0.20 モル% 同時に含みさらにイットリウム成分を Y_2O_3 換算で 0.04 モル% 含む酸化アルミニウムを主成分とする焼結体は波長 605 nm の光に対する光透過率が 69 % であった。さらに、マグネシウム成分を MgO 換算で 1.0 モル% 及びカルシウム成分を CaO 換算で 0.20 モル% 同時に含み、さらにイットリウムなどの希土類元素成分を酸化物換算で 0.040 モル% 含む酸化アルミニウムを主成分とする焼結体の波長 605 nm の光に対する光透過率は 81 % ~ 82 % の高いものであった。すなわち、上記量のマグネシウム成分及びカルシウム成分と同時に希土類元素成分としてイットリウム成分を Y_2O_3 換算で 0.040 モル% 含む酸化アルミニウムを主成分とする焼結体は波長 605 nm の光に対する光透過率が 82 % であり、エルビウム成分を Er_2O_3 換算で 0.04 モル% 同時に含む酸化アルミニウムを主成分とする焼結体では光透過率が 81 % であった。20

その他、本実施例において上記酸化アルミニウム原料粉末に関東化学株式会社製特級試薬の TiO_2 、 Cr_2O_3 、 MnO_2 、 MoO_3 粉末を加えて上記と同様の条件で混合後成形し、水素を 12.5 体積% 含有する窒素雰囲気中 1550 °C で 3 時間焼成しチタン、クロム、マンガン、モリブデン各成分をそれぞれ TiO_2 、 Cr_2O_3 、 MnO_2 、 MoO_3 換算で 0.30 モル% 含む酸化アルミニウムを主成分とする焼結体を作製し、さらにマグネシウム成分を MgO 換算で 2.0 モル%、カルシウム成分を CaO 換算で 2.0 モル% 及び珪素成分を SiO_2 換算で 4.0 モル% 含み同時にチタン、クロム、マンガン、モリブデン各成分をそれぞれ TiO_2 、 Cr_2O_3 、 MnO_2 、 MoO_3 換算で 0.30 モル% 含む酸化アルミニウムを主成分とする焼結体も作製した。また、水素を 12.5 体積% 含有する窒素雰囲気中 1550 °C で 3 時間焼成しチタン及びクロム成分を TiO_2 及び Cr_2O_3 換算でそれぞれ 0.30 モル% ずつ同時に含む酸化アルミニウムを主成分とする焼結体を作製し、さらにマグネシウム成分を MgO 換算で 2.0 モル%、カルシウム成分を CaO 換算で 2.0 モル% 及び珪素成分を SiO_2 換算で 4.0 モル% 含み同時にチタンおよびクロム各成分をそれぞれ TiO_2 及び Cr_2O_3 換算で 0.30 モル% ずつ含む酸化アルミニウムを主成分とする焼結体も作製した。得られた核焼結体を研削及び鏡面研磨して直径 25.4 mm × 厚み 0.5 mm の基板としたものを用いてその光透過性を調べた。これらの結果も表 2 2 に示されている。これらの遷移金属成分を含む酸化アルミニウムを主成分とする焼結体はそれぞれ黒色（チタン成分を含むもの、モリブデン成分を含むもの、及びチタンとクロム成分を同時に含むもの）、あずき色（クロム成分を含むもの）30

40

50

）、黄色（マンガンを含むもの）に呈色している一方で、クロム成分（チタン成分を含まないもの）及びマンガン成分を含むものはそれぞれ光透過性を有していることが確認された。

【0279】

次に本実施例において得られた各焼結体を $10\text{ mm} \times 10\text{ mm} \times 0.5\text{ mm}$ の大きさに切断し片面にTi/Pt/Au薄膜により幅 $50\text{ }\mu\text{m}$ の発光素子を駆動するための電気回路を形成し発光素子搭載用基板を作製した。作製した発光素子搭載用基板に実施例1と同様に市販の窒化ガリウム、窒化インジウム、窒化アルミニウムのうちから選ばれた少なくとも1種以上を主成分とするエピタキシャル膜を積層し発光層としてInNとGaNとの混晶を用いて作製された発光素子を搭載し $3.5\text{ V} \times 350\text{ mA}$ の電力を印加して発光させ該発光の基板からの透過状態を肉眼により確認した。

10

その結果、本実施例で作製したTi/Pt/Au薄膜により電気回路パターンを形成したものを含むすべての酸化アルミニウムを主成分とする焼結体を用いた基板において発光素子が搭載された基板面の反対側で発光素子からの発光が観察された。これは明らかに電気回路パターンを形成したものであっても酸化アルミニウムを主成分とする焼結体の光透過率が1%以上のものを基板として用いることで発光素子からの発光が基板を透過して基板外部に放出されることを示している。また、基板を透過した光の強さは明らかに該基板を構成する酸化アルミニウムを主成分とする焼結体の光透過率に比例しているように観察された。

また、上記遷移金属成分を含有する着色した酸化アルミニウムを主成分とする焼結体を用いて作製した発光素子搭載用基板であっても、同様の光透過率を有する実験No. 403、404、420で作製した遷移金属成分を実質的に含有せず着色していない酸化アルミニウムを主成分とする焼結体を用いて作製した発光素子搭載用基板に比べて基板を透過した光の強さが低下しているようには観察されなかった。むしろ透過した光は穏やかであるがその強度は向上しているように観察された。

20

このように本実施例により酸化アルミニウムを主成分とする焼結体においても光透過性を有するものであれば基板を透過した光の明るさが大きく減少するようなことは生じにくいことが確認でき、セラミック材料を主成分とする焼結体が光透過性を有することの有効性が確認できた。

【0280】

30

【表 2 2】

実験 No.	酸化アルミニウムを主成分とする焼結体からなる基板特性				光透過率 (%)
	焼結体組成 〔成分含有量〕 (モル%; 酸化物換算)				
	含有成分				
	マグネシウム	カルシウム	珪素	その他の成分	
403	—	—	—	—	18
404	—	0.0005	—	—	17
405	—	—	0.0020	—	24
406	0.010	—	—	—	43
407	—	0.050	—	—	36
408	0.12	—	—	—	51
409	0.60	—	0.20	—	47
410	1.20	—	—	—	57
411	1.00	0.20	—	—	55
412	—	1.00	1.00	—	27
413	0.60	0.80	0.80	—	46
414	3.00	—	—	—	52
415	2.00	2.00	4.00	—	50
416	10.00	—	—	—	47
417	6.00	2.00	8.00	—	41
418	2.00	2.00	26.00	—	44
419	—	20.00	20.00	—	22
420	20.00	—	30.00	—	6.4
421	—	0.050	—	0.040 (Y ₂ O ₃)	37
422	1.20	—	—	0.040 (Y ₂ O ₃)	59
423	1.20	—	—	0.040 (Hf ₂ O ₃)	56
424	1.20	—	—	0.040 (Yb ₂ O ₃)	58
425	—	1.00	1.00	0.0005 (Y ₂ O ₃)	33
426	0.60	0.80	0.80	0.0080 (Y ₂ O ₃)	57
427	0.60	—	0.20	0.040 (Y ₂ O ₃)	69
428	—	—	1.00	8.0 (Y ₂ O ₃)	36
429	—	1.00	1.00	12.0 (Y ₂ O ₃)	27
430	1.00	0.20	—	0.040 (Y ₂ O ₃)	82
431	1.00	0.20	—	0.040 (Dy ₂ O ₃)	78
432	1.00	0.20	—	0.040 (Er ₂ O ₃)	81
433	—	—	—	0.30 (TiO ₂)	0.0
434	2.00	2.00	4.00	0.30 (TiO ₂)	0.0
435	—	—	—	0.30 (Cr ₂ O ₃)	9.4
436	2.00	2.00	4.00	0.30 (Cr ₂ O ₃)	14
437	—	—	—	0.30 (MnO ₂)	6.6
438	2.00	2.00	4.00	0.30 (MnO ₂)	13
439	—	—	—	0.30 (MoO ₃)	0.0
440	2.00	2.00	4.00	0.30 (MoO ₃)	0.0
441	—	—	—	0.30(TiO ₂) +0.30(Cr ₂ O ₃)	0.0
442	2.00	2.00	4.00	0.30(TiO ₂) +0.30(Cr ₂ O ₃)	0.0

【実施例 26】

【0281】

本実施例は酸化ジルコニウム、酸化マグネシウム、アルミン酸マグネシウム、酸化イットリウム、及び結晶化ガラスを主成分とする焼結体についてその光透過性を調べた例を示すものである。

本実施例においては以下に示す方法により酸化ジルコニウム、酸化マグネシウム、アルミン酸マグネシウム、酸化イットリウム、及び結晶化ガラスを主成分とする焼結体を作製した。すなわち、酸化ジルコニウムを主成分とする焼結体としては安定化剤としてY₂O₃を3モル%含む東ソー株式会社製部分安定化ジルコニア「TZ-3Y」グレードを原料として用意し、原料粉末に焼結助剤は加えず実施例1と同様にしてパラフィンワックスを加えて成形用粉末を作製し、該成形用粉末を実施例1と同様の大きさの成形体に同じ条件で一軸プレス成形後脱脂し、1500℃で3時間大気中で常圧焼成したものと、1400℃で2時間、圧力150Kg/cm²、大気中でホットプレスした2種類の酸化ジルコニウムを主成分とする焼結体を作製した。酸化マグネシウムを主成分とする焼結体としては関東化学株式会社製の特級試薬粉末を原料として用意し、焼結助剤を加えないもの及び焼結

10

20

30

40

50

助剤として CaO と Y_2O_3 をそれぞれ 1 重量% ずつ加えたものを実施例 1 と同様にボールミルで粉碎混合し、その後パラフィンワックスを加えて成形用粉末を作製し、該成形用粉末を実施例 1 と同様の大きさの成形体に同じ条件で一軸プレス成形後脱脂し、焼結助剤を加えないものは 1550°C で 3 時間大気中で常圧焼成し、焼結助剤を加えたものは 1600°C で 6 時間大気中で常圧焼成して 2 種類の酸化マグネシウムを主成分とする焼結体を作製した。アルミン酸マグネシウムを主成分とする焼結体としては株式会社高純度化学研究所製の純度 99.9% の微粉末を原料として用意し、焼結助剤を加えないもの及び焼結助剤として CaO と Y_2O_3 をそれぞれ 0.1 重量% ずつ加えたものを実施例 1 と同様にボールミルで粉碎混合し、その後パラフィンワックスを加えて成形用粉末を作製し、該成形用粉末を実施例 1 と同様の大きさの成形体に同じ条件で一軸プレス成形後脱脂し、焼結助剤を加えないものは 1600°C で 3 時間大気中で常圧焼成し、焼結助剤を加えたものは 1650°C で 8 時間水素気流中で常圧焼成して 2 種類のアルミン酸マグネシウムを主成分とする焼結体を作製した。また、酸化イットリウムを主成分とする焼結体としては実施例 23、24、及び 25 で用いたものと同じ Y_2O_3 粉末、 Dy_2O_3 粉末、 Ho_2O_3 粉末を用意し、主成分として上記 Y_2O_3 粉末だけを用いてボールミルで粉碎後パラフィンワックスを加えて成形用粉末を作製し、該成形用粉末を実施例 1 と同様の大きさの成形体に同じ条件で一軸プレス成形後脱脂し、 1600°C で 3 時間大気中で常圧焼成して酸化イットリウムを主成分とする焼結体を作製した。また別に上記 Y_2O_3 粉末 99.5 重量% に焼結助剤として上記 Dy_2O_3 及び Ho_2O_3 粉末それぞれ 0.25 重量% ずつ加えてボールミルで粉碎混合し、その後パラフィンワックスを加えて成形用粉末を作製し、該成形用粉末を実施例 1 と同様の大きさの成形体に同じ条件で一軸プレス成形後脱脂し、 2100°C で 3 時間水素気流中で常圧焼成して酸化イットリウムを主成分とする焼結体を作製した。結晶化ガラスを主成分とする焼結体としては市販の硼珪酸ガラス粉末と住友化学工業株式会社製の「ARL-M41」グレードを原料粉末として用いた。その他に添加剤として用いるために信越化学工業株式会社製の純度 99.9% の La_2O_3 粉末、及び Y_2O_3 粉末を用意した。これらの原料粉末を用いて次の 3 種類の組成を有する混合粉末を実施例 1 と同様にボールミルで粉碎混合し作製した。すなわち (1) 硼珪酸ガラス：55 重量% + 酸化アルミニウム：45 重量%、(2) 硼珪酸ガラス：54.725 重量% + 酸化アルミニウム：44.775 重量% + La_2O_3 ：0.50 重量%、(3) 硼珪酸ガラス：54.725 重量% + 酸化アルミニウム：44.775 重量% + Y_2O_3 ：0.50 重量%、の 3 種類である。これらの 3 種類これらの混合粉末にパラフィンワックスを加えて成形用粉末を作製し、該成形用粉末を実施例 1 と同様の大きさの成形体に同じ条件で一軸プレス成形後脱脂し、 900°C で 2 時間大気中で常圧焼成して 3 種類の組成を有する結晶化ガラスを主成分とする焼結体を作製した。なお上記の原料として用いた硼珪酸ガラス粉末の組成を蛍光 X 線分析すると SiO_2 ：48.5 重量%、 B_2O_3 ：10.6 重量%、 Al_2O_3 ：22.4 重量%、 CaO ：14.5 重量%、 MgO ：4.0 重量% であった。

次に本実施例で作製した各セラミック材料を主成分とする焼結体を研削加工後粒径 $0.05\text{ }\mu\text{m}$ のコロイド状酸化アルミニウムからなる研磨剤を用いて鏡面研磨しアセトン及びイソプロピルアルコールで洗浄して直径 25.4 mm 厚み 0.5 mm の円盤状基板を作製した。

このようにして作製した基板について波長 605 nm の光に対する光透過性を測定したがすべての基板は光透過性を有することが確認された。

これらの結果を表 23 に示した。

酸化ジルコニウム、酸化マグネシウム、アルミン酸マグネシウム、酸化イットリウム、及び結晶化ガラスを主成分とする焼結体からなる基板も平均表面粗さ R_a が 10 nm 以下のものが作製し得ることが確認された。また、本実施例で作製した酸化ジルコニウム、酸化マグネシウムを主成分とする焼結体からなる基板は平均表面粗さ R_a が 5 nm 以下のものが作製し得ることが確認された。また本実施例で作製したセラミック材料を主成分とする焼結体はすべて光透過率も 20% 以上であり、その中で酸化ジルコニウムを主成分とする

焼結体で最高 59%、酸化マグネシウム主成分とする焼結体で最高 83%、アルミン酸マグネシウムを主成分とする焼結体では最高 79%、酸化イットリウムを主成分とする焼結体で最高 82%、結晶化ガラスを主成分とする焼結体で最高 71%のものが作製し得ることが確認された。

【0282】

【表23】

実験 No.	各種セラミック材料を主成分とする焼結体基板の特性				
	主成分	焼結助剤、 及び添加剤 (含有量)	焼成法	平均表面粗さ Ra (nm)	光透過率 (%)
443	酸化 ジルコニウム	Y_2O_3 (3モル%)	大気中焼成	7.1	27
444	酸化 ジルコニウム	Y_2O_3 (3モル%)	ホット プレス	4.2	59
445	酸化 マグネシウム	助剤なし	大気中焼成	7.9	34
446	酸化 マグネシウム	CaO (1重量%) + Y_2O_3 (1重量%)	大気中焼成	4.4	83
447	アルミン酸 マグネシウム	助剤なし	大気中焼成	8.4	32
448	アルミン酸 マグネシウム	CaO (0.1重量%) + Y_2O_3 (0.1重量%)	水素中焼成	5.7	79
449	酸化 イットリウム	助剤なし	大気中焼成	6.9	42
450	酸化 イットリウム	Dy_2O_3 (0.25重量%) + Ho_2O_3 (0.25重量%)	水素中焼成	7.6	82
451	結晶化ガラス	添加剤なし	大気中	9.4	34
452	結晶化ガラス	La_2O_3 (0.50重量%)	大気中	7.9	52
453	結晶化ガラス	Y_2O_3 (0.50重量%)	大気中	7.4	71

【実施例27】

【0283】

本実施例は、セラミック材料を主成分とする焼結体へ比較的屈折率の低い皮膜を形成したときの光透過率の変化について調べたものである。

まず、実施例23、実施例24、実施例25、及び実施例26で作製した鏡面研磨された表面状態を有する基板状の酸化亜鉛を主成分とする焼結体、酸化ベリリウムを主成分とする焼結体、酸化アルミニウムを主成分とする焼結体、酸化ジルコニウムを主成分とする焼結体、酸化マグネシウムを主成分とする焼結体、アルミン酸マグネシウムを主成分とする

10

20

30

40

50

焼結体、酸化イットリウムを主成分とする焼結体、及び結晶化ガラスを主成分とする焼結体を用意した。

次いでスパッタリング法により厚み $0.2\mu\text{m}$ の酸化アルミニウム (Al_2O_3 : アルミナ) 皮膜、厚み $0.2\mu\text{m}$ の二酸化ケイ素 (SiO_2 : シリカ) 皮膜、及び厚み $0.3\mu\text{m}$ の酸化マグネシウム (MgO : マグネシア) の皮膜を上記各セラミック材料を主成分とする焼結体の鏡面研磨面に形成し、該アルミナ皮膜、シリカ皮膜、及びマグネシア皮膜を有する各セラミック材料を主成分とする焼結体の光透過率を測定した。

これらの結果を表24に示した。表24に示すようにアルミナ皮膜、シリカ皮膜、及びマグネシア皮膜を有する各セラミック材料を主成分とする焼結体の光透過率は該アルミナ皮膜、シリカ皮膜、及びマグネシア皮膜を形成する前の各セラミック材料を主成分とする焼結体と比較しておよそ10%~17%向上した。これはアルミナ皮膜、シリカ皮膜、及びマグネシア皮膜の屈折率がそれぞれ1.71、1.44、及び1.67であり該アルミナ皮膜、シリカ皮膜、及びマグネシア皮膜を形成した各セラミック材料を主成分とする焼結体自体の屈折率(酸化亜鉛を主成分とする焼結体で2.0、酸化ベリリウムを主成分とする焼結体で1.7、酸化アルミニウムを主成分とする焼結体で1.7、酸化ジルコニウムを主成分とする焼結体で2.2、酸化マグネシウムを主成分とする焼結体で1.7、アルミン酸マグネシウムを主成分とする焼結体で1.7、酸化イットリウムを主成分とする焼結体で1.9、及び結晶化ガラスを主成分とする焼結体で1.6)よりも小さく光透過性も高いため反射防止部材として機能した結果であろうと思われる。なお、表24に示すようにアルミナ皮膜、シリカ皮膜、及びマグネシア皮膜を形成する前の各セラミック材料を主成分とする焼結体の反射率はセラミック材料の違いにあまり影響されず8~14%であった。

なお、皮膜の屈折率は実施例14と同様米国「SCI (Scientific Computing International) 社」製の分光光度計 (Spectrophotometer) 「製品名: FilmTek 4000」を用いて測定した。また、焼結体の反射率及び皮膜形成前後の焼結体の光透過率は実施例14と同様日立製作所製の分光光度計U-4000を用いた。

【0284】

次に本実施例において得られたアルミナ皮膜、シリカ皮膜、及びマグネシア皮膜形成前および形成後の各セラミック材料を主成分とする焼結体をそれぞれ $10\text{mm} \times 10\text{mm} \times 0.5\text{mm}$ の大きさに切り出し、片面にAg/Pdを主成分とする厚膜ペーストにより幅 $100\mu\text{m}$ の配線パターンを発光素子駆動用の電気回路として形成し発光素子搭載用基板を作製した。なお、酸化亜鉛を主成分とする焼結体のうち実施例23の実験No. 334、及び360で作製したものには発光素子駆動用の電位を印加するための 1mm 角の電極をAg/Pdを主成分とする厚膜ペーストにより2ヶ所形成しただけで電気回路パターン形成しなかった。このうち1ヶ所の電極と発光素子の電極の一つとはワイヤで接続されている。発光素子搭載用基板の残り1ヶ所の電極へは電位が印加され酸化亜鉛を主成分とする焼結体の導電性を利用してワイヤを経由して駆動電位が発光素子へ印加される。また発光素子の電極のもう一つはワイヤが接続され駆動電位が発光素子へ印加される。すなわち実施例23と同様酸化亜鉛を主成分とする焼結体自体の電気伝導性を利用して発光素子に駆動電力を供給した。

このようにして作製した発光素子搭載用基板に市販の窒化ガリウム、窒化インジウム、窒化アルミニウムのうちから選ばれた少なくとも1種以上を主成分とするエピタキシャル膜を積層し発光層としてInNとGaNとの混晶を用いて作製された発光素子をAu/Snはんだで接合することにより搭載し $3.5\text{V} \times 350\text{mA}$ の電力を印加して発光させ該発光の基板からの透過状態を肉眼により確認した。なおこの発光素子の大きさは 1mm 角であり発光素子搭載用基板とエポキシ樹脂を主成分とする樹脂で接着されている。その結果作製したすべての発光素子搭載用基板で基板を透過した光が観察された。該透過光は穏やかで十分明るいものであった。その中でアルミナ皮膜、シリカ皮膜、及びマグネシア皮膜形成後の各セラミック材料を主成分とする焼結体を用いた基板からの透過光は皮膜を形成

していないものに比べて穏やかでより明るいものであり透過光の強度が高まっている。また、実験No. 464で作製したシリカ皮膜及びマグネシア皮膜が形成されたクロム成分を含有する酸化アルミニウムを主成分とする焼結体を用いた基板からの透過光は一層穏やかなものと感じられた。また、上記透過光において各セラミック材料を主成分とする焼結体を用いた基板表面に形成された厚膜電気回路による明るさの減少もほとんど観察されなかった。

なお、上記電極を2ヶ所形成しただけの酸化亜鉛を主成分とする焼結体を用いて作製した基板において、搭載した発光素子の電極（2つある）のうちの1つと該基板に形成した電極のうちの1ヶ所とを金線によるワイヤボンディングで電氣的に接続し電気配線によらず該基板自体の電気伝導性を利用して該基板に形成した残り1ヶ所の電極から駆動電力（マイ

10

ナス電位）を印加した。その際、発光素子のもう一方の電極には別に金線を接続して駆動電力（プラス電位）を印加した。

このように本実施例においてセラミック材料を主成分とする焼結体に形成した比較的屈折率の小さい材料を用いた皮膜が反射防止部材として機能し基板を透過する発光素子からの発光の強度を制御することが可能であることが確認できた。

【0285】

【表24】

実験 No.	反射防止部材形成前の焼結体				反射防止部材形成後の焼結体		
	主成分	使用した 焼結体の 作製実験 No.	焼結体 の 反射率 (%)	焼結体 の 光透過率 (%)	光透過率(%)		
					反射防止部材		
					アルミナ 皮膜	シリカ 皮膜	マグネシア 皮膜
454	酸化亜鉛	327	13	16	26	29	27
455		334	9	56	67	70	69
456		342	11	57	69	67	71
457		360	8	71	81	83	81
458	酸化 ベリリウム	373	14	14	—	25	—
459		380	14	57	—	70	—
460		394	13	67	—	79	—
461	酸化 アルミニウム	403	12	18	—	29	28
462		413	14	46	—	59	61
463		427	13	69	—	81	79
464		436	9	14	—	31	30
465	酸化 ジルコニウム	443	12	27	40	43	41
466		444	14	59	71	69	72
467	酸化 マグネシウム	445	11	34	—	51	—
468	アルミン酸 マグネシウム	447	13	32	—	49	—
469	酸化 イットリウム	449	12	42	55	54	58
470	結晶化ガラス	452	10	52	—	66	—

20

30

40

【実施例28】

50

【0286】

本実施例は、セラミック材料を主成分とする焼結体へ反射部材を形成したときの反射率の変化について調べたものである。

まず実施例23、実施例24、実施例25、及び実施例26で作製した鏡面研磨された表面状態を有する基板状の酸化亜鉛を主成分とする焼結体、酸化ベリリウムを主成分とする焼結体、酸化アルミニウムを主成分とする焼結体、酸化ジルコニウムを主成分とする焼結体、酸化マグネシウムを主成分とする焼結体、アルミン酸マグネシウムを主成分とする焼結体、酸化イットリウムを主成分とする焼結体、及び結晶化ガラスを主成分とする焼結体を用意した。

次に上記各セラミック材料を主成分とする焼結体にアルミニウム、金、銀、銅、パラジウム、白金の蒸着皮膜を鏡面研磨面に形成した。該蒸着皮膜の厚みはいずれも0.4 μmである。作製した蒸着皮膜が形成された各セラミック材料を主成分とする焼結体の反射率と光透過率を測定した。反射率及び光透過率は波長605 nmの単色光を用いて測定した。蒸着皮膜が形成された各セラミック材料を主成分とする焼結体の光透過率はいずれのものも0%であった。

これらの結果を表25に示した。但し、表25には光透過率の測定結果は示されていない。表25に示すように蒸着皮膜が形成された各セラミック材料を主成分とする焼結体の反射率はいずれも70%以上と高いものであった。特に各セラミック材料を主成分とする焼結体にアルミニウム、金、銀、銅が形成されたものは反射率が90%以上であった。

【0287】

次に実施例23、実施例24、実施例25、及び実施例26で作製した酸化亜鉛を主成分とする成形用粉末、酸化ベリリウムを主成分とする成形用粉末、酸化アルミニウムを主成分とする成形用粉末、酸化ジルコニウムを主成分とする成形用粉末、酸化マグネシウムを主成分とする成形用粉末、アルミン酸マグネシウムを主成分とする成形用粉末、酸化イットリウムを主成分とする成形用粉末、及び結晶化ガラスを主成分とする成形用粉末を用意した。これらの成形用粉末は本実施例でアルミニウム、金、銀、銅、パラジウム、白金の蒸着皮膜を形成するために用いた酸化亜鉛を主成分とする焼結体、酸化ベリリウムを主成分とする焼結体、酸化アルミニウムを主成分とする焼結体、酸化ジルコニウムを主成分とする焼結体、酸化マグネシウムを主成分とする焼結体、アルミン酸マグネシウムを主成分とする焼結体、酸化イットリウムを主成分とする焼結体、及び結晶化ガラスを主成分とする焼結体を作製するために用いた成形用粉末と同じ組成のものである。すなわち、酸化亜鉛を主成分とする成形用粉末は実施例23において表20の実験No. 327、334、342、及び363に示した酸化亜鉛を主成分とする焼結体を作製するために用いたものと同じものである。酸化ベリリウムを主成分とする成形用粉末は実施例24において表21の実験No. 373、380、及び395に示した酸化ベリリウムを主成分とする焼結体を作製するために用いたものと同じものである。酸化アルミニウムを主成分とする成形用粉末は実施例25において表22の実験No. 403、413、430、及び442に示した酸化アルミニウムを主成分とする焼結体を作製するために用いたものと同じものである。酸化ジルコニウムを主成分とする成形用粉末は実施例26において表23の実験No. 443、及び444に示した酸化ジルコニウムを主成分とする焼結体を作製するために用いたものと同じものである。酸化マグネシウムを主成分とする成形用粉末は実施例26において表23の実験No. 445、及び446に示した酸化マグネシウムを主成分とする焼結体を作製するために用いたものと同じものである。アルミン酸マグネシウムを主成分とする成形用粉末は実施例26において表23の実験No. 447、及び448に示したアルミン酸マグネシウムを主成分とする焼結体を作製するために用いたものと同じものである。酸化イットリウムを主成分とする成形用粉末は実施例26において表23の実験No. 449、及び450に示した酸化イットリウムを主成分とする焼結体を作製するために用いたものと同じものである。結晶化ガラスを主成分とする成形用粉末は実施例26において表23の実験No. 451、452、及び453に示した結晶化ガラスを主成分とする焼結体を作製するために用いたものと同じものである。

上記各成形用粉末を用いて窪み空間（キャビティー）を有する成形体を圧力 500 Kg/cm^2 で金型を用いた一軸プレス法により作製した。作製した粉末成形体を脱バインダー後にそれぞれの組成に従って実施例 23、24、25、及び実施例 26 で示したものと同一条件で焼成を行ない（酸化亜鉛を主成分とする各粉末成形体は実施例 23 で示したもの、酸化ベリリウムを主成分とする各粉末成形体は実施例 24 で示したもの、酸化アルミニウムを主成分とする各粉末成形体は実施例 25 で示したもの、酸化ジルコニウムを主成分とする焼結体及び酸化マグネシウムを主成分とする焼結体及びアルミン酸マグネシウムを主成分とする焼結体及び酸化イットリウムを主成分とする焼結体及び結晶化ガラスを主成分とする焼結体は実施例 26 で示したもの）、該窪み空間（キャビティー）を有する発光素子搭載用基板を作製した。該窪み空間（キャビティー）を有する発光素子搭載用基板は図 6、8、10、14、15、16、20、21、23、24、25、26 における符号 30 で例示されるような形態を有したものである。また、該窪み空間（キャビティー）を有する発光素子搭載用基板の外形寸法は $10 \text{ mm} \times 10 \text{ mm} \times 2 \text{ mm}$ であり発光素子搭載面及び窪み空間側壁の基板厚みはそれぞれ 0.5 mm である。また窪み空間内の発光素子搭載面には Ti/Pt/Au 薄膜により幅 $50 \mu\text{m}$ の発光素子駆動用の電気回路を形成した。さらに該窪み空間（キャビティー）の内面には全面（側壁面及び発光素子が搭載される面）本実施例で用いたアルミニウム、金、銀、銅、パラジウム、白金の蒸着皮膜を厚み $0.4 \mu\text{m}$ 形成した。なお該蒸着皮膜は発光素子駆動用電気回路と電気的に絶縁を図るために隙間（スペース）を設けて形成してある。このようにして作製した発光素子搭載用基板に市販の窒化ガリウム、窒化インジウム、窒化アルミニウムのうちから選ばれた少なくとも 1 種以上を主成分とするエピタキシャル膜を積層し発光層として InN と GaN との混晶を用いて作製された発光素子を搭載し $3.5 \text{ V} \times 350 \text{ mA}$ の電力を印加して発光させ該発光の基板からの透過状態を肉眼により確認した。なおこの発光素子の大きさは 1 mm 角であり発光素子搭載用基板とエポキシ樹脂を主成分とする樹脂で接着されている。その結果、発光素子からの発光は基板を透過したものは観察されず（すなわち、発光素子が搭載された窪み空間部と反対側の基板側の面から発光素子の光は観察されず）、基板の窪み空間から上部の方向に向かう光だけが観察された（すなわち、発光素子が搭載された窪み空間部のある基板側からだけ発光素子の光は実質的に放出される状況が観察された）。

【0288】

次に上記本実施例で作製した各セラミック材料を主成分とする焼結体を用いて作製された窪み空間（キャビティー）を有する発光素子搭載用基板を用意した。窪み空間内の発光素子搭載面には Ti/Pt/Au 薄膜により幅 $50 \mu\text{m}$ の発光素子駆動用の電気回路が形成されているが、上記のようなアルミニウム、金、銀、銅、パラジウム、白金などの蒸着皮膜は形成されていない。用意した発光素子搭載用基板に市販の窒化ガリウム、窒化インジウム、窒化アルミニウムのうちから選ばれた少なくとも 1 種以上を主成分とするエピタキシャル膜を積層し発光層として InN と GaN との混晶を用いて作製された発光素子を搭載し、実施例 27 におけるアルミナ皮膜、シリカ皮膜、マグネシア皮膜、あるいは本実施例における蒸着皮膜などを形成していないそのままの各セラミック材料を主成分とする焼結体と本実施例で作成した全面に蒸着皮膜を有する各セラミック材料を主成分とする焼結体とを蓋として用いてエポキシ樹脂で接着し発光素子を封止した。その後 $3.5 \text{ V} \times 350 \text{ mA}$ の電力を印加して発光させ該発光の基板からの透過状態を肉眼により確認した。なおこの発光素子の大きさは 1 mm 角であり発光素子搭載用基板とエポキシ樹脂を主成分とする樹脂で接着されている。その結果、実施例 27 におけるアルミナ皮膜、シリカ皮膜、マグネシア皮膜、あるいは本実施例における蒸着皮膜などを形成していないセラミック材料を主成分とする焼結体を蓋として用いたものでは基板全体から基板を透過した光が観察された。該透過光は穏やかで十分明るいものであった。一方、本実施例で作製した蒸着皮膜が全面に形成されたセラミック材料を主成分とする焼結体を蓋として用いたものでは明らかに蓋部分において該蓋を透過した光は観察されず、発光素子を搭載した基板側（窪み空間を有する発光素子搭載用基板側）で基板を透過した光が観察された。該透過光は穏やかであるが明るさは蒸着皮膜を形成していない蓋を用いた基板のものよりかなり大きいも

のであった。このことは蓋に形成された蒸着皮膜が反射部材として十分機能していることを示している。なお、上記各基板における透過光においてセラミック材料を主成分とする焼結体を用いた基板表面に形成された電気回路による明るさの減少はほとんど観察されなかった。

なお、本実施例において用いた酸化亜鉛を主成分とする焼結体のうち実施例 23 の実験 No. 334 及び 363 で作製したものを用いた発光素子搭載用基板では実施例 23 及び実施例 27 と同様発光素子駆動用の電気回路パターンは特に設けず、発光素子駆動用の電位を印加するための 1 mm 角の電極を Ti / Pt / Au 薄膜により 2 ヶ所形成しただけで電気回路パターン形成しなかった。すなわち実施例 23 及び実施例 27 と同様に酸化亜鉛を主成分とする焼結体自体の電気伝導性を利用して発光素子に駆動電力を供給した。

このように本実施例においてセラミック材料を主成分とする焼結体に形成した皮膜が反射部材として機能し発光素子の発光方向を制御でき、さらに発光強度の制御が可能であることが確認できた。またこの反射部材としての機能はセラミック材料を主成分とする焼結体の光透過性の有無によらないことも確認できた。

【0289】

【表 25】

実験 No.	反射部材形成前の焼結体			反射部材形成後の焼結体					
	主成分	使用した 焼結体の 作製実験 No.	焼結体 の 反射率 (%)	反射率 (%)					
				反射部材					
				アルミ ニウム	金	銀	銅	パラジ ウム	白金
471	酸化亜鉛	327	13	92	90	96	91	81	80
472		334	9	92	92	95	92	82	81
473		342	11	91	91	96	90	80	81
474		363	9	93	92	97	92	83	82
475	酸化 ベリリウム	373	14	93	91	97	91	81	80
476		380	14	92	90	96	90	83	82
477		395	12	93	92	97	92	83	81
478	酸化 アルミニウム	403	12	91	92	96	90	80	81
479		413	14	92	92	97	92	80	81
480		430	12	91	92	95	91	80	81
481		442	8	93	91	97	92	82	82
482	酸化 ジルコニウム	443	12	93	90	95	92	80	79
483		444	14	91	92	97	91	83	82
484	酸化 マグネシウム	445	11	90	90	96	90	81	81
485		446	14	92	91	97	92	82	80
486	アルミン酸 マグネシウム	447	13	93	91	96	92	81	79
487		448	15	92	92	96	90	83	80
488	酸化 イットリウム	449	12	91	91	97	91	80	80
489		450	15	91	93	97	93	82	82
490	結晶化ガラス	451	11	90	92	94	91	82	78
491		452	13	92	91	96	93	80	81
492		453	14	93	92	96	92	83	82

10

20

30

40

50

【実施例 29】

【0290】

本実施例は、セラミック材料を主成分とする焼結体へ比較的高い屈折率を有する皮膜を形成したときの上記各焼結体の反射率の変化について調べたものである。

まず実施例 23、実施例 24、実施例 25、及び実施例 26 で作製した鏡面研磨された表面状態を有する基板状の酸化亜鉛を主成分とする焼結体、酸化ベリリウムを主成分とする焼結体、酸化アルミニウムを主成分とする焼結体、酸化ジルコニウムを主成分とする焼結体、酸化マグネシウムを主成分とする焼結体、アルミン酸マグネシウムを主成分とする焼結体、酸化イットリウムを主成分とする焼結体、及び結晶化ガラスを主成分とする焼結体を用意した。

次にこれらの各セラミック材料を主成分とする焼結体の鏡面研磨面に対して ZnO 、 Si_3N_4 、 ZrO_2 、 AlN 、 Nb_2O_5 、 Ta_2O_5 、ダイヤモンド、 SiC 、 TiO_2 の各皮膜をスパッタ法及び CVD 法により形成した。形成した各皮膜の厚みはそれぞれ $2.0\mu m$ である。その後皮膜が形成された各セラミック材料を主成分とする焼結体の波長 $605nm$ の単色光に対する反射率を測定した。また、別途上記各種皮膜を厚さ $1mm$ の熔融石英ガラスに $2.0\mu m$ の厚みで形成し波長 $605nm$ の単色光で反射部材自体の屈折率を測定した。作製した各種皮膜の屈折率はすべて 2.1 以上であった。又そのとき各種皮膜自体の光透過率も測定し、すべての皮膜の光透過率は 80% 以上と透明性が高いことを確認した。これらの測定結果を表 26 に示した。

皮膜が形成されていない各セラミック材料を主成分とする焼結体では波長 $605nm$ の単色光に対する反射率が $8\% \sim 15\%$ であったのに対して、上記各種皮膜が形成された各セラミック材料を主成分とする焼結体ではすべて反射率が 70% 以上に向上し、ほとんどすべてのもので反射率が 90% 以上に向上した。これは恐らく形成した各皮膜の屈折率が各セラミック材料を主成分とする焼結体自体の屈折率（酸化亜鉛を主成分とする焼結体で 2.0 、酸化ベリリウムを主成分とする焼結体で 1.7 、酸化アルミニウムを主成分とする焼結体で 1.7 、酸化ジルコニウムを主成分とする焼結体で 2.2 、酸化マグネシウムを主成分とする焼結体で 1.7 、アルミン酸マグネシウムを主成分とする焼結体で 1.7 、酸化イットリウムを主成分とする焼結体で 1.9 、及び結晶化ガラスを主成分とする焼結体で 1.6 ）よりも大きいため全反射が生じた結果であろうと思われる。また形成した各皮膜のほとんどのものは屈折率がそれぞれのセラミック材料を主成分とする焼結体の屈折率よりも 0.3 以上高いため反射率が 90% 以上に向上したものと思われる。

なお、皮膜の屈折率は実施例 19 と同様に米国「SCI (Scientific Computing International) 社」製の分光光度計 (Spectrophotometer) 「製品名: FilmTek 4000」を用いて測定した。また、皮膜の光透過率及び皮膜形成前後の焼結体の反射率は実施例 19 と同様日立製作所製の分光光度計 U-4000 を用いた。

【0291】

次に本実施例において作製した上記各皮膜を形成した基板状のセラミック材料を主成分とする焼結体すべてを用いそれぞれ $10mm \times 10mm \times 0.5mm$ の大きさを切り出し、片面に $Ti/Pt/Au$ 薄膜により幅 $50\mu m$ の発光素子駆動用の電気回路を形成し発光素子搭載用基板を作製した。このように作製した発光素子搭載用基板に市販の窒化ガリウム、窒化インジウム、窒化アルミニウムのうちから選ばれた少なくとも 1 種以上を主成分とするエピタキシャル膜を積層し発光層として InN と GaN との混晶を用いて作製された発光素子を搭載し $3.5V \times 350mA$ の電力を印加して発光させ該発光の基板からの放出状態を肉眼により確認した。なおこの発光素子の大きさは $1mm$ 角であり発光素子搭載用基板とエポキシ樹脂を主成分とする樹脂で接着されている。その結果作製したすべての発光素子搭載用基板でセラミック材料を主成分とする焼結体からなる基板を透過した光は弱くほとんど観察されない。発光素子からの発光は該発光素子が搭載されている基板面側の方へ鋭く強い光となって基板外部へと放出されていた（すなわち、発光素子が搭載されている基板面より上部の方に向かう光だけが実質的に観察された）。なお、参考のため

10

20

30

40

50

上記各皮膜を形成していないセラミック材料を主成分とする焼結体を用いて作製した発光素子搭載用基板では基板を透過した発光素子からの明るい穏やかな光が観察される。このように上記各皮膜及び各セラミック材料を主成分とする焼結体はそれぞれ高い光透過率を有するにもかかわらず上記各皮膜が形成されたセラミック材料を主成分とする焼結体を用いて作製された発光素子搭載用基板では基板を透過する発光素子からの光の強度が劇的に減少することが観察される。このことは酸化亜鉛を主成分とする焼結体、酸化ベリリウムを主成分とする焼結体、酸化アルミニウムを主成分とする焼結体、酸化ジルコニウムを主成分とする焼結体、酸化マグネシウムを主成分とする焼結体、アルミン酸マグネシウムを主成分とする焼結体、酸化イットリウムを主成分とする焼結体、及び結晶化ガラスを主成分とする焼結体に対して形成した ZnO 、 Si_3N_4 、 ZrO_2 、 AlN 、 Nb_2O_5 、 Ta_2O_5 、ダイヤモンド、 SiC 、 TiO_2 の各皮膜が発光素子搭載用基板においても反射部材として機能していることを示している。

このようなセラミック材料を主成分とする焼結体からなる基板を透過する光の減少あるいは実質的に基板を透過する光が観察されないという現象、及び発光素子からの光は該発光素子が搭載されている基板面側の方へ強い光となって基板外部へと放出される現象は本実施例において各皮膜を形成したセラミック材料を主成分とする焼結体を用いて作製された発光素子搭載用基板だけでなく、セラミック材料を主成分とする焼結体を用いて作製されるすべての発光素子搭載用基板において、該セラミック材料を主成分とする焼結体として該セラミック材料を主成分とする焼結体の屈折率と同等かあるいはそれ以上の屈折率を有する材料が形成されたものを用いた発光素子搭載用基板で観察される。

【0292】

次に実施例28で作製した各セラミック材料を主成分とする焼結体（酸化亜鉛を主成分とする焼結体、酸化ベリリウムを主成分とする焼結体、酸化アルミニウムを主成分とする焼結体、酸化ジルコニウムを主成分とする焼結体、酸化マグネシウムを主成分とする焼結体、アルミン酸マグネシウムを主成分とする焼結体、酸化イットリウムを主成分とする焼結体、及び結晶化ガラスを主成分とする焼結体）を用いて作製された窪み空間（キャビティ）を有する発光素子搭載用基板を用意した。窪み空間内の発光素子搭載面には Ti/Pt/Au 薄膜により幅 $50\text{ }\mu\text{m}$ の発光素子駆動用の電気回路が形成されている。上記電気回路には発光素子固着用電極も含まれる。またその他の例えばアルミニウム、金、銀、銅、パラジウム、白金などの蒸着皮膜などは形成されていない。又、別に蓋として用いる $10\text{ mm} \times 10\text{ mm} \times 0.5\text{ mm}$ の各セラミック材料を主成分とする焼結体からなる板状基板を用意した。次に薄膜による電気回路が形成された発光素子搭載用基板の窪み空間内の側壁と、上記蓋として用いる板状基板の片面に ZnO 、 Si_3N_4 、 ZrO_2 、 AlN 、 Nb_2O_5 、 Ta_2O_5 、ダイヤモンド、 SiC 、 TiO_2 の各皮膜をそれぞれ厚み $2.0\text{ }\mu\text{m}$ 形成した。これら各皮膜は本実施例の表26で示したセラミック材料に対応したものと同一組み合わせで形成した。例えば酸化亜鉛を主成分とする焼結体の場合は皮膜としては TiO_2 、 Nb_2O_5 、 SiC 、及び AlN であり、酸化アルミニウムを主成分とする焼結体の場合は皮膜としては AlN 、 Ta_2O_5 、 TiO_2 、及び ZnO である。また、これら皮膜の形成は表26に記載されたものと同じ方法を用いた。一方、窪み空間内の発光素子が搭載される面にはこれら ZnO 、 Si_3N_4 、 ZrO_2 、 AlN 、 Nb_2O_5 、 Ta_2O_5 、ダイヤモンド、 SiC 、 TiO_2 の各皮膜は形成されていない。このようにして各セラミック材料を主成分とする焼結体に対応した皮膜を形成した発光素子搭載用基板を作製した。作製した各基板に市販の窒化ガリウム、窒化インジウム、窒化アルミニウムのうちから選ばれた少なくとも1種以上を主成分とするエピタキシャル膜を積層し発光層として InN と GaN との混晶を用いて作製された 1 mm 角の発光素子を Au （10重量%）/ Sn を主成分とする合金製低融点ろう材を用いて図24に示されるように固着、反転実装することで搭載し、あらかじめ作製しておいた ZnO 、 Si_3N_4 、 ZrO_2 、 AlN 、 Nb_2O_5 、 Ta_2O_5 、ダイヤモンド、 SiC 、 TiO_2 の各皮膜を形成したセラミック材料を主成分とする焼結体からなる板状基板を蓋として用いはんだにより封止した。その後発光素子に $3.5\text{ V} \times 350\text{ mA}$ の電力を印加して発光させ該発光の基板

からの透過状態を肉眼により確認した。その結果作製したすべての発光素子搭載用基板で蓋及び基板側壁からの透過光の強さは弱くあるいはほとんど観察されなかった。一方蓋及び基板側壁以外の部分（すなわち基板の発光素子が搭載されている面と反対側の表面）からは基板を透過した強く明るい光が観察されたがその透過光は穏やかなものであった。このことは各セラミック材料を主成分とする焼結体に対して形成した ZnO 、 Si_3N_4 、 ZrO_2 、 AlN 、 Nb_2O_5 、 Ta_2O_5 、ダイヤモンド、 SiC 、 TiO_2 などの各皮膜が発光素子搭載用基板においても反射部材として機能していることを示している。

なお、本実施例において用いた酸化亜鉛を主成分とする焼結体のうち実施例23の実験No. 334及び363で作製したものをを用いた発光素子搭載用基板では実施例23、実施例27及び実施例28と同様発光素子駆動用の電気回路パターンは特に設けず、発光素子駆動用の電位を印加するための1mm角の電極を $Ti/Pt/Au$ 薄膜により2ヶ所形成しただけで電気回路パターン形成しなかった。すなわち実施例23、実施例27及び実施例28と同様酸化亜鉛を主成分とする焼結体自体の電気伝導性を利用して発光素子に駆動電力を供給した。

このように本実施例においてセラミック材料を主成分とする焼結体に形成した比較的屈折率の高い材料を用いた皮膜が反射部材として機能し発光素子の発光方向を制御でき、さらに発光強度の制御が可能であることが確認できた。またこの反射部材としての機能はセラミック材料を主成分とする焼結体の光透過性の有無によらないことも確認できた。

【0293】

【表 2 6】

実験 No.	皮膜形成前の焼結体			皮膜			皮膜形成後 の焼結体
	主成分	使用した 焼結体の 作製実験 No.	焼結体 の 反射率 (%)	主材料	形成法	平均 屈折率	反射率 (%)
493	酸化亜鉛	327	13	TiO ₂	スパッタ	2.67	94
494		334	9	Nb ₂ O ₅	スパッタ	2.32	91
495		342	11	SiC	スパッタ	2.65	95
496		363	9	AlN	スパッタ	2.07	87
497	酸化 ベリリウム	373	14	ZnO	スパッタ	2.02	96
498		380	14	ダイヤモンド	CVD	2.41	93
499		395	12	AlN	スパッタ	2.07	92
500	酸化 アルミニウム	403	12	Si ₃ N ₄	スパッタ	2.14	91
501		413	14	Ta ₂ O ₅	スパッタ	2.32	92
502		430	12	TiO ₂	スパッタ	2.67	93
503		442	8	ZnO	スパッタ	2.02	94
504	酸化 ジルコニウム	443	12	TiO ₂	CVD	2.72	96
505		444	14	SiC	スパッタ	2.65	91
506	酸化 マグネシウム	445	11	AlN	スパッタ	2.07	92
507		446	14	ZnO	スパッタ	2.02	96
508	アルミン酸	447	13	ZrO ₂	スパッタ	2.15	93
509	マグネシウム	448	15	Nb ₂ O ₅	CVD	2.41	91
510	酸化 イットリウム	449	12	ZnO	スパッタ	2.02	90
511		450	15	TiO ₂	スパッタ	2.67	92
512	結晶化ガラス	451	11	ZnO	スパッタ	2.02	92
513		452	13	Si ₃ N ₄	スパッタ	2.14	91
514		453	14	AlN	スパッタ	2.07	93

10

20

30

40

50

【実施例 30】

【0294】

本実施例は実施例 28 で作製したアルミニウム、金、銀、銅、パラジウム、白金の蒸着皮膜を片側全面に形成したセラミック材料を主成分とする焼結体の他に、厚み 0.4 μm のマグネシウム、亜鉛、ニッケル、タングステン、モリブデン、及びタングステン（70 重量％）と銅（30 重量％）との合金の皮膜を片側全面に形成したセラミック材料を主成分とする焼結体（酸化亜鉛を主成分とする焼結体、酸化ベリリウムを主成分とする焼結体、酸化アルミニウムを主成分とする焼結体、酸化ジルコニウムを主成分とする焼結体、酸化マグネシウムを主成分とする焼結体、アルミン酸マグネシウムを主成分とする焼結体、酸化イットリウムを主成分とする焼結体、及び結晶化ガラスを主成分とする焼結体）の反射率を調べたものである。

セラミック材料を主成分とする焼結体として実施例 23、実施例 24、実施例 25、及び実施例 26 で作製した酸化亜鉛を主成分とする焼結体、酸化ベリリウムを主成分とする焼

結体、酸化アルミニウムを主成分とする焼結体、酸化ジルコニウムを主成分とする焼結体、酸化マグネシウムを主成分とする焼結体、アルミン酸マグネシウムを主成分とする焼結体、酸化イットリウムを主成分とする焼結体、及び結晶化ガラスを主成分とする焼結体を用意し、それぞれの焼結体の鏡面研磨した面に対して厚み $0.4\mu\text{m}$ のマグネシウム、亜鉛、ニッケル、タングステン、モリブデン、及びタングステン（70重量%）と銅（30重量%）との合金の各皮膜を形成した。これら皮膜のうちマグネシウム、亜鉛、ニッケルの皮膜は蒸着法により形成したものであり、タングステン、モリブデン、及びタングステン70重量%と銅30重量%との合金の皮膜はスパッタ法により形成したものである。これらの皮膜を形成した各セラミック材料を主成分とする焼結体の波長605nmの単色光に対する反射率を測定した。その結果を表27に示した。表27に示すようにマグネシウム、及び亜鉛の蒸着皮膜が形成されたセラミック材料を主成分とする焼結体の反射率はいずれも80%以上と高いものであった。また、タングステン（70重量%）と銅（30重量%）との合金の皮膜が形成されたセラミック材料を主成分とする焼結体の反射率は70%以上であった。またニッケル、タングステン及びモリブデンの皮膜が形成されたセラミック材料を主成分とする焼結体の反射率はいずれも50%以上であった。

【0295】

【表27】

実験 No.	反射部材形成前の焼結体			反射部材形成後の焼結体					
	主成分	使用した 焼結体の 作製実験 No.	焼結体 の 反射率 (%)	反射率 (%)					
				反射部材					
				マグネ シウム	亜鉛	ニッ ケル	タン グ ス テ ン	モリ ブ デ ン	タングステン： 70重量% + 銅：30重量%
515	酸化亜鉛	327	13	87	89	67	58	58	77
516		334	9	90	87	68	59	57	78
517		342	11	91	87	67	57	56	77
518		363	9	91	89	69	59	58	79
519	酸化 ベリリウム	373	14	87	84	65	57	55	76
520		380	14	90	83	68	55	58	78
521		395	12	89	85	69	58	57	79
522	酸化 アルミニウム	403	12	88	84	68	56	57	79
523		413	14	87	87	66	56	55	78
524		430	12	89	87	69	58	56	77
525		442	8	90	86	68	57	55	80
526	酸化 ジルコニウム	443	12	87	84	65	58	59	78
527		444	14	89	86	67	56	56	80
528	酸化 マグネシウム	445	11	88	85	67	57	55	76
529		446	14	89	87	68	56	59	79
530	アルミン酸 マグネシウム	447	13	87	84	63	57	56	77
531		448	15	90	86	66	59	56	80
532	酸化 イットリウム	449	12	89	83	67	56	57	79
533		450	15	89	87	65	58	56	78
534	結晶化ガラス	451	11	86	84	65	55	54	79
535		452	13	89	85	64	57	57	81
536		453	14	91	86	66	57	58	80

【実施例 3 1】

【0 2 9 6】

本実施例は焼結体内部に電気回路を有するセラミック材料を主成分とする焼結体の光透過性について調べた例を示す。調べたセラミック材料は酸化アルミニウム及び結晶化ガラスである。

【0 2 9 7】

まず、酸化アルミニウムを主成分とする焼結体について調べた例を述べる。

酸化アルミニウム (Al_2O_3) 原料粉末として住友化学工業株式会社製の「ARL-M 41」グレードを用意し、該酸化アルミニウム粉末に酸化マグネシウム粉末をMgO換算で2.0モル%、炭酸カルシウム ($CaCO_3$) 粉末をCaO換算で2.0モル%、シリカ粉末をSiO₂換算で4.0モル%加えたものをトルエンおよびイソプロピルアルコールとともにボールミルで24時間粉碎混合後アクリルバインダーを粉末原料100重量部に対して9重量部加えさらに12時間混合することでペースト化しドクターブレード法で厚み0.30mm及び0.60mmのグリーンシートを作製した。又別に上記酸化アルミニウム粉末に酸化マグネシウム粉末をMgO換算で1.0モル%、炭酸カルシウム ($CaCO_3$) 粉末をCaO換算で0.2モル%、酸化イットリウム粉末をY₂O₃換算で0.04モル%加えたものをトルエンおよびイソプロピルアルコールとともにボールミルで24時間粉碎混合後アクリルバインダーを粉末原料100重量部に対して9重量部加えさらに12時間混合することでペースト化しドクターブレード法で厚み0.30mm及び0.60mmのグリーンシートを作製した。さらに上記酸化アルミニウム粉末に酸化マグネシウム粉末をMgO換算で2.0モル%、炭酸カルシウム ($CaCO_3$) 粉末をCaO換算で2.0モル%、シリカ粉末をSiO₂換算で4.0モル%、酸化チタン粉末をTiO₂換算で0.3モル%、及び酸化クロム粉末をCr₂O₃換算で0.3モル%加えたものをトルエンおよびイソプロピルアルコールとともにボールミルで24時間粉碎混合後アクリルバインダーを粉末原料100重量部に対して9重量部加えさらに12時間混合することでペースト化しドクターブレード法で厚み0.30mm及び0.60mmのグリーンシートを作製した。作製した上記2種類の組成を有するグリーンシートから一辺35mmの正形状のシートを作製しこのシートにパンチング機及びYAGレーザーで表裏面を貫通する直径25μm、50μm、250μmの円形スルーホールを形成した。一部の厚み0.6mmのシートは窪み空間を形成するために8mm角の正方形の穴が打ち抜いてある。次に溶媒としてαテルピネオール、バインダーとしてアクリル樹脂を加え導電性成分として純タングステン粉末、50体積%タングステン+50体積%銅の混合粉末および純銅粉末を用いて3種類の導電性ペーストを作製した。このペーストの一部を用い上記のスルーホール内に充填した。またペーストの一部を用いて各シートに幅100μmの配線を印刷した。その後厚み0.3mmのシートを2枚積層し内部に導通ビアと電気配線を有し表面にも電気配線を有するシートを作製した。また厚み0.6mmのシート1枚と四角の穴が打ち抜いてあるシート2枚とを積層して内部に導通ビアと電気配線を有し表面にも電気配線を有しかつ窪み空間(キャビティー)を有するシートを作製した。これら積層されたシートを乾燥後水素12.5体積%を含む湿り窒素雰囲気中1550℃で2時間常圧焼成し内部に導通ビアと電気配線を有し表面にも電気配線を有する酸化アルミニウムを主成分とする焼結体を得た。得られた各焼結体の外形寸法は収縮し29mm×29mm角~30mm×30mm角の大きさであった。厚み0.6mmのシートを積層して作製した酸化アルミニウムを主成分とする焼結体にはおよそ6.7mm×6.7mm×深さ1.0mmの窪み空間が形成されている。焼結体全体の厚みはおよそ1.5mmであり、窪み空間部の基板厚みはおよそ0.5mmであった。また0.3mmのシートを積層して得られた平板状の焼結体の厚みはおよそ0.5mmであった。得られた酸化アルミニウムを主成分とする焼結体において、最初グリーンシートのスルーホールに充填した金属成分は焼結あるいは熔融凝固により十分緻密化し導電性が発現しており各組成の酸化アルミニウムを主成分とする焼結体とも緊密に一体化し導通ビアとして機能している。また内部の電気配線も各組成の酸化アルミニウムを主成分とする焼結体と緊密に一体化し電気回路として機能している

。タングステン、50体積%タングステン+50体積%銅、銅の各導電性材料と各組成の酸化アルミニウムを主成分とする焼結体との間には反応が認められない。得られた導通ビアの大きさは焼成後収縮し酸化アルミニウムを主成分とする焼結体内部でそれぞれ直径214~221 μm 、41~44 μm 及び21~23 μm になっていた。電気配線の幅は83 μm ~87 μm であった。作製された酸化アルミニウムを主成分とする焼結体の表面に形成されているタングステン配線、タングステン50体積%+銅50体積%配線、及び銅配線にはそれぞれNi/Auめっきを施した。なお上記導通ビアは10mm×10mmの面積に1~30個形成されるように配されている。また、チタン及びクロム成分を含む酸化アルミニウムを主成分とする焼結体は黒色に呈色している。このようにして得られた導通ビア及び電気配線を有する酸化アルミニウムを主成分とする焼結体を用いて波長605nmの単色光に対する光透過率を測定しその後導通ビアの室温における抵抗を4端子法で測定し導通ビアの形状から室温における抵抗率を算出した。光透過率は0.3mmのシートを積層して得られた厚みおよそ0.5mmの平板状の焼結体の表面をブラシで洗浄した焼き放し(a s - f i r e)状態のものを用いて測定した。その結果上記酸化アルミニウムを主成分とする焼結体のうちマグネシウム成分をMgO換算で2.0モル%、カルシウム成分をCaO換算で2.0モル%、及び珪素成分をSiO₂換算で4.0モル%含むものは内部に導通ビア及び電気配線などの電気回路が形成されているものであってもタングステンを導体としたもので光透過率57%、タングステン+銅の合金を導体としたもので光透過率53%、銅を導体としたもので光透過率52%と優れたものであった。マグネシウム成分をMgO換算で1.0モル%、カルシウム成分をCaO換算で0.2モル%、及びイットリウム成分をY₂O₃換算で0.04モル%含むものは内部にタングステンの導通ビア及び電気配線などの電気回路が形成されているもので光透過率83%、タングステン+銅の導通ビア及び電気配線が形成されているもので光透過率81%、銅の導通ビア及び電気配線が形成されているものであっても光透過率80%とさらに優れたものであった。一方マグネシウム成分をMgO換算で2.0モル%、カルシウム成分をCaO換算で2.0モル%、珪素成分をSiO₂換算で4.0モル%、チタン成分をTiO₂換算で0.3モル%、及びクロム成分をCr₂O₃換算で0.3モル%含む酸化アルミニウムを主成分とする焼結体の光透過率はすべて0%であった。これは内部に導通ビア及び電気配線などの電気回路が形成されているどうかにかかわらずもともと上記組成の酸化アルミニウムを主成分とする焼結体自体が光透過性を有しないものであることが原因であると思われる。なお、導通ビアの室温における抵抗率は $1.9 \times 10^{-6} \Omega \cdot \text{cm} \sim 8.2 \times 10^{-6} \Omega \cdot \text{cm}$ の範囲であった。これらの結果を表28に示した。

【0298】

以下、結晶化ガラスを主成分とする焼結体について調べた例を述べる。

原料粉末として市販の硼珪酸ガラス粉末と上記住友化学工業株式会社製の「ARL-M41」グレードを用意した。その他に添加剤として用いるために信越化学工業株式会社製の純度99.9%のLa₂O₃粉末、及びY₂O₃粉末を用意した。なお、上記市販の硼珪酸ガラス粉末の組成を蛍光X線分析するとSiO₂:48.5重量%、B₂O₃:10.6重量%、Al₂O₃:22.4重量%、CaO:14.5重量%、MgO:4.0重量%であった。

次に上記硼珪酸ガラス粉末55重量%と酸化アルミニウム粉末45重量%とをトルエンおよびイソプロピルアルコールとともにボールミルで24時間粉碎混合後アクリルバインダーを粉末原料100重量部に対して12重量部加えさらに12時間混合することでペースト化しドクターブレード法で厚み0.30mm及び0.60mmのグリーンシートを作製した。又別に上記硼珪酸ガラス粉末54.725重量%、酸化アルミニウム粉末44.775重量%、及びLa₂O₃粉末0.50重量%とをトルエンおよびイソプロピルアルコールとともにボールミルで24時間粉碎混合後アクリルバインダーを粉末原料100重量部に対して12重量部加えさらに12時間混合することでペースト化しドクターブレード法で厚み0.30mm及び0.60mmのグリーンシートを作製した。さらに上記硼珪酸ガラス粉末54.725重量%、酸化アルミニウム粉末44.775重量%、及びY₂O

3 粉末 0.50 重量%とをトルエンおよびイソプロピルアルコールとともにボールミルで 24 時間粉碎混合後アクリルバインダーを粉末原料 100 重量部に対して 12 重量部加えさらに 12 時間混合することでペースト化しドクターブレード法で厚み 0.30 mm 及び 0.60 mm のグリーンシートを作製した。作製した上記 3 種類の組成とそれぞれの組成において厚み 0.3 mm 及び 0.6 mm を有するグリーンシートから一辺 35 mm の正方形形状のシートを作製しこのシートにパンチング機及び YAG レーザーで表裏面を貫通する直径 25 μ m、50 μ m、250 μ m の円形スルーホールを形成した。厚み 0.6 mm のシートの一部は窪み空間を形成するために 8 mm 角の正方形の穴が打ち抜いてある。次に溶媒として α テルピネオール、バインダーとしてアクリル樹脂を加え導電性成分として純銀粉末および純銅粉末を用いて銀を主成分とするもの及び銅を主成分とするものの 2 種類の導電性ペーストを作製した。このペーストの一部を用い上記のスルーホール内に充填した。またペーストの一部を用いて各シートに幅 100 μ m の配線を印刷した。その後厚み 0.3 mm のシートを 2 枚積層し内部に導通ビアと電気配線を有し表面にも電気配線を有するシートを作製した。また厚み 0.6 mm のシート 1 枚と四角の穴が打ち抜いてあるシート 2 枚とを積層して内部に導通ビアと電気配線を有し表面にも電気配線を有しかつ窪み空間（キャビティー）を有するシートを作製した。なお、窪み空間内の発光素子搭載部には上記スルーホールに導電性ペーストを充填することによりサーマルビアが形成されている。これら積層されたシートのうち純銀粉末の導電性ペーストを用いたものは大気中 900 $^{\circ}$ C で 2 時間常圧焼成し内部に銀を主成分とする導通ビアと電気配線を有し表面にも銀を主成分とする電気配線を有する結晶化ガラスを主成分とする焼結体を得た。また、積層されたシートのうち純銅粉末の導電性ペーストを用いたものは窒素中 900 $^{\circ}$ C で 2 時間常圧焼成し内部に銅を主成分とする導通ビアと電気配線を有し表面にも銅を主成分とする電気配線を有する結晶化ガラスを主成分とする焼結体を得た。得られた各焼結体の外形寸法は収縮し 29 mm $\times$ 29 mm 角 $\sim$ 30 mm $\times$ 30 mm 角の大きさであった。厚み 0.6 mm のシートを積層して作製した結晶化ガラスを主成分とする焼結体にはおよそ 6.7 mm $\times$ 6.7 mm $\times$ 深さ 1.0 mm の窪み空間が形成されている。焼結体全体の厚みはおよそ 1.5 mm であり、窪み空間部の基板厚みはおよそ 0.5 mm であった。また 0.3 mm のシートを積層して得られた平板状の焼結体の厚みはおよそ 0.5 mm であった。得られた結晶化ガラスを主成分とする焼結体において、最初グリーンシートのスルーホールに充填した金属成分は十分緻密化し導電性が発現しており各組成の結晶化ガラスを主成分とする焼結体とも緊密に一体化し導通ビアとして機能している。また内部の電気配線も各組成の結晶化ガラスを主成分とする焼結体と緊密に一体化し電気回路として機能している。また銀及び銅の各導電性材料と各組成の結晶化ガラスを主成分とする焼結体との間には反応が認められない。得られた導通ビアの大きさは焼成後収縮し結晶化ガラスを主成分とする焼結体内部でそれぞれ直径 212 $\sim$ 220 μ m、41 $\sim$ 43 μ m 及び 20 $\sim$ 23 μ m になっていた。電気配線の幅は 82 μ m $\sim$ 86 μ m であった。作製された結晶化ガラスを主成分とする焼結体表面の銅配線には Ni/Au めっきを施した。なお上記導通ビアは 10 mm $\times$ 10 mm の面積に 1 $\sim$ 30 個形成されるように配されている。このようにして得られた導通ビア及び電気配線を有する結晶化ガラスを主成分とする焼結体を用いて波長 605 nm の単色光に対する光透過率を測定しその後導通ビアの室温における抵抗を 4 端子法で測定し導通ビアの形状から室温における抵抗率を算出した。光透過率は 0.3 mm のシートを積層して得られた厚みおよそ 0.5 mm の平板状の焼結体の表面をブラシで洗浄した焼き放し (as-fired) 状態のものを用いて測定した。その結果上記結晶化ガラスを主成分とする焼結体のうち硼珪酸ガラス粉末 55 重量%と酸化アルミニウム粉末 45 重量%との混合により作製されたものは内部に導通ビア及び電気配線などの電気回路が形成されているものであっても銀を導体とし大気中焼成されたもので光透過率 36% であり、銅を導体とし窒素中で焼成されたもので光透過率 33% であった。また、上記結晶化ガラスを主成分とする焼結体のうち硼珪酸ガラス粉末 54.725 重量%、酸化アルミニウム粉末 44.775 重量%、及び La_2O_3 粉末 0.50 重量%の 3 成分混合により作製されたものは内部に導通ビア及び電気配線などの電気回路が形成されているものであっても銀

を導体とし大気中焼成されたもので光透過率 55% であり、銅を導体とし窒素中で焼成されたもので光透過率 53% と優れたものであった。また、上記結晶化ガラスを主成分とする焼結体のうち硼珪酸ガラス粉末 54.725 重量%、酸化アルミニウム粉末 44.775 重量%、及び Y_2O_3 粉末 0.50 重量% の 3 成分混合により作製されたものは内部に導通ビア及び電気配線などの電気回路が形成されているものであっても銀を導体とし大気中焼成されたもので光透過率 74% であり、銅を導体とし窒素中で焼成されたもので光透過率 70% とさらに優れたものであった。なお、導通ビアの室温における抵抗率は $2.0 \times 10^{-6} \Omega \cdot cm \sim 2.7 \times 10^{-6} \Omega \cdot cm$ の範囲であった。これらの結果を表 28 に示した。

本実施例による結晶化ガラスを主成分とする焼結体を用いて作製される窪み空間を有する発光素子搭載用基板は図 37 に例示したような形状を有するものである。すなわち図 37 を用いて説明すれば発光素子搭載用基板 30 の内部及び表面には導通ビア 40 及び電気回路 41、42、及び 43 が形成され窪み空間 31 の発光素子搭載部 38 にはサーマルビア 130 が形成されている。

また、本実施例による酸化アルミニウムを主成分とする焼結体を用いて作製される窪み空間を有する発光素子搭載用基板は上記の図 37 に例示したようなサーマルビアのない形状のものである。すなわち、図 33 で例示したような形状のものである。

【0299】

【表 28】

実験 No.	焼結体組成		導通ビア 及び 配線材料	導通ビア及び 電気配線を 有する焼結体 の光透過率 (%)	導通ビアの 抵抗率 [$\times 10^{-6} \Omega \cdot cm$] (室温)
	主成分	添加剤含有量 [モル%] *) (酸化物換算)			
537	酸化 アルミニウム	2.0 (MgO)	タングステン	57	8.2
538		+ 2.0 (CaO)	タングステン+銅	53	5.3
539		+ 4.0 (SiO ₂)	銅	52	2.2
540		1.0 (MgO)	タングステン	83	7.8
541		+ 0.2 (CaO)	タングステン+銅	81	5.6
542		+ 0.04 (Y ₂ O ₃)	銅	80	2.2
543		2.0 (MgO)	タングステン	0.0	7.9
544		+ 2.0 (CaO)	タングステン+銅	0.0	5.2
545		+ 4.0 (SiO ₂) + 0.3 (TiO ₂) + 0.3 (Cr ₂ O ₃)	銅	0.0	1.9
546	結晶化ガラス (硼珪酸ガラス) +(酸化アルミ ニウム)	添加剤なし	銀	36	2.1
547			銅	33	2.7
548		0.5 重量% (La ₂ O ₃)	銀	55	2.1
549			銅	53	2.4
550		0.5 重量% (Y ₂ O ₃)	銀	74	2.0
551			銅	70	2.6

*) ただし、結晶化ガラスを主成分とする焼結体の添加剤含有量は酸化物換算による重量%である。

【実施例 32】

【0300】

本実施例はセラミック材料を主成分とする焼結体内部に電気回路を有するセラミック材料を

主成分とする焼結体を用いて作製した発光素子搭載用基板の特性について調べた例を示す。調べたセラミック材料は酸化アルミニウム及び結晶化ガラスである。酸化アルミニウムを主成分とする焼結体及び結晶化ガラスを主成分とする焼結体それぞれの光透過性、及びこれらの焼結体に形成した反射防止部材、反射部材の効果について調べた。

実施例 31 で作製した窪み空間を有する酸化アルミニウムを主成分とする焼結体及び結晶化ガラスを主成分とする焼結体から該窪み空間が中央に位置するよう $10\text{ mm} \times 10\text{ mm}$ の外形寸法に切り出すことにより発光素子搭載用基板を作製した。発光素子搭載用基板を作製するために用いた酸化アルミニウムを主成分とする焼結体及び結晶化ガラスを主成分とする焼結体は実施例 31 で作製したすべての組成のものを用いた。該窪み空間（キャビティ）を有する発光素子搭載用基板は図 6、8、10、14、15、16、20、21、23、24、25、26、37 における符号 30 で例示されるような形態を有したものである。なお、該窪み空間（キャビティ）内の発光素子搭載面には実施例 31 に記載されたように発光素子駆動用の電気回路が形成されている。また結晶化ガラスを主成分とする焼結体を用いて作製された発光素子搭載用基板の発光素子搭載部にサーマルビアが形成されている。

【0301】

次に作製した発光素子搭載用基板に市販の窒化ガリウム、窒化インジウム、窒化アルミニウムのうちから選ばれた少なくとも 1 種以上を主成分とするエピタキシャル膜を積層し発光層として InN と GaN との混晶を用いて作製された発光素子を搭載し、 $3.5\text{ V} \times 350\text{ mA}$ の電力を印加して発光させ該発光の基板からの透過状態を肉眼により確認した。なおこの発光素子の大きさは 1 mm 角であり発光素子搭載用基板とエポキシ樹脂を主成分とする樹脂で接着されている。その結果、チタン成分とクロム成分を含む酸化アルミニウムを主成分とする焼結体を用いて作製された発光素子搭載用基板を除き、実施例 31 で作製した焼結体を用いて作製した発光素子搭載用基板すべてにおいて基板を透過した発光素子からの光が観察された。該透過光は穏やかで十分明るいものであった。特に MgO 換算で 1.0 モル%、カルシウム成分を CaO 換算で 0.2 モル%、及びリットリウム成分を Y_2O_3 換算で 0.04 モル% 含む酸化アルミニウムを主成分とする焼結体、及び硼珪酸ガラス粉末 54.725 重量%、酸化アルミニウム粉末 44.775 重量%、及び Y_2O_3 粉末 0.50 重量% の 3 成分混合により作製された結晶化ガラスを主成分とする焼結体を用いた発光素子搭載用基板ではより明るい透過光が観察された。透過光の明るさは同じ組成のセラミック材料を主成分とする焼結体を用いて作製された発光素子搭載用基板であれば導通ビア及び電気配線に用いた導体材料の種類にかかわらずほとんど同等であるように観察された。このように内部に導通ビアや電気配線などの電気回路が形成されたセラミック材料を主成分とする焼結体を用いて作製された発光素子搭載用基板であっても十分発光素子からの光を透過し得ることが確認された。

【0302】

次に酸化アルミニウムを主成分とする焼結体及び結晶化ガラスを主成分とする焼結体を用いて作製した発光素子搭載用基板すべてに対してその窪み空間内のすべての面に実施例 27 と同様の方法でシリカ皮膜を形成した。その後市販の窒化ガリウム、窒化インジウム、窒化アルミニウムのうちから選ばれた少なくとも 1 種以上を主成分とするエピタキシャル膜を積層し発光層として InN と GaN との混晶を用いて作製された発光素子を搭載し、 $3.5\text{ V} \times 350\text{ mA}$ の電力を印加して発光させ該発光の基板からの透過状態を肉眼により確認した。なおこの発光素子の大きさは 1 mm 角であり発光素子搭載用基板とエポキシ樹脂を主成分とする樹脂で接着されている。その結果、チタン成分とクロム成分を含む酸化アルミニウムを主成分とする焼結体を用いて作製された発光素子搭載用基板を除き、実施例 31 で作製した焼結体を用いて作製した発光素子搭載用基板すべてにおいて基板を透過した発光素子からの光が観察された。該透過光は穏やかで十分明るいものであった。該透過光はシリカ皮膜を形成していないものに比べてより明るいものであるように観察された。このように比較的屈折率の小さい材料を用いて皮膜を形成すればセラミック材料を主成分とする焼結体からなる発光素子搭載用基板を透過する発光素子からの光はより明る

いものとなりうることを確認された。これは上記の皮膜が反射防止部材として機能したためであろうと推測される。

【0303】

次に酸化アルミニウムを主成分とする焼結体及び結晶化ガラスを主成分とする焼結体を用いて作製した発光素子搭載用基板すべてに対してその窪み空間内のすべての面に実施例28及び実施例30と同様の方法でアルミニウム、金、銀、銅、パラジウム、白金、マグネシウム、亜鉛、ニッケル、タングステン、モリブデン、及びタングステン70重量%+銅30重量%合金の各皮膜を形成した。その後市販の窒化ガリウム、窒化インジウム、窒化アルミニウムのうちから選ばれた少なくとも1種以上を主成分とするエピタキシャル膜を積層し発光層としてInNとGaNとの混晶を用いて作製された発光素子を搭載し、3.5V×350mAの電力を印加して発光させ該発光の基板からの透過状態を肉眼により確認した。なおこの発光素子の大きさは1mm角であり発光素子搭載用基板とエポキシ樹脂を主成分とする樹脂で接着されている。また上記皮膜は窪み空間内に形成されている発光素子駆動用の電気回路と電氣的に絶縁を図るために隙間（スペース）を設けて形成してある。その結果、作製したすべての発光素子搭載用基板において発光素子からの発光は基板を透過したものは観察されず（すなわち、発光素子が搭載された窪み空間部と反対側の基板側の面から発光素子の光は観察されず）、基板の窪み空間から上部に向かう光だけが観察された（すなわち、発光素子が搭載された窪み空間部のある基板側から発光素子の光は放出される状況が観察された）。また、アルミニウム、金、銀、銅、パラジウム、白金、マグネシウム、亜鉛、及びタングステン70重量%+銅30重量%合金の各皮膜が形成された発光素子搭載用基板において発光素子からの光は他の皮膜が形成されたものよりより明るいことが観察された。そのうちアルミニウム、金、銀、銅、マグネシウムの各皮膜が形成された発光素子搭載用基板において発光素子からの光は他の皮膜が形成されたものよりさらに明るいことが観察された。このような現象が生じるのはアルミニウム、金、銀、銅、パラジウム、白金、マグネシウム、亜鉛、ニッケル、タングステン、モリブデン、及びタングステン70重量%+銅30重量%合金の各皮膜が反射部材として機能したことによると思われる。このようにセラミックを主成分とする焼結体が高い光透過性を有するものであっても発光素子搭載用基板において反射部材として機能する皮膜が形成された部分では発光素子からの光は透過しにくい。

このように本実施例において発光素子からの発光方向を制御でき、さらに発光強度の制御が可能であることが示された。

【0304】

次に酸化アルミニウムを主成分とする焼結体及び結晶化ガラスを主成分とする焼結体を用いて作製した発光素子搭載用基板すべてに対してその窪み空間内のすべての面に実施例29と同様の方法で、酸化アルミニウムを主成分とする焼結体に対してはTiO₂、SiC、Ta₂O₅、AlN、ZnOの各皮膜を、結晶化ガラスを主成分とする焼結体に対してはSiC、AlN、Si₃N₄、ZnOの各皮膜を形成した。その後市販の窒化ガリウム、窒化インジウム、窒化アルミニウムのうちから選ばれた少なくとも1種以上を主成分とするエピタキシャル膜を積層し発光層としてInNとGaNとの混晶を用いて作製された発光素子を搭載し、3.5V×350mAの電力を印加して発光させ該発光の基板からの透過状態を肉眼により確認した。なおこの発光素子の大きさは1mm角であり発光素子搭載用基板とエポキシ樹脂を主成分とする樹脂で接着されている。その結果作製したすべての発光素子搭載用基板でセラミック材料を主成分とする焼結体からなる基板を透過した光は弱くほとんど観察されない。発光素子からの発光は該発光素子が搭載されている窪み空間より上部の方へ強い光となって基板外部へと放出されていた（すなわち、発光素子が搭載されている基板面より上部の方に向かう光だけが実質的に観察された）。このような現象が生じるのは形成したTiO₂、SiC、Ta₂O₅、AlN、Si₃N₄、ZnOの各皮膜の屈折率が酸化アルミニウムを主成分とする焼結体あるいは結晶化ガラスを主成分とする焼結体と同等かあるいは大きいので該被膜が反射部材として機能したことによると推測される。このようにセラミックを主成分とする焼結体が高い光透過性を有し、さらに

皮膜自体も高い光透過性を有するものであってもセラミックを主成分とする焼結体と屈折率が同等かあるいは屈折率の大きい材料を用いて皮膜を形成すれば該被膜は反射部材として機能し易くなり、発光素子からの光は該被膜が形成された発光素子搭載用基板の部分を透過しにくくなる。

このように本実施例において発光素子からの発光方向を制御でき、さらに発光強度の制御が可能であることが示された。

【0305】

次に、実施例25の実験No. 430で作製した平板状の酸化アルミニウムを主成分とする焼結体及び実施例26の実験No. 453で作製した平板状の結晶化ガラスを主成分とする焼結体を用意した。また、実施例28で作製したアルミニウム、金、銀、銅、パラジウム、白金の各皮膜が形成された平板状の酸化アルミニウムを主成分とする焼結体及び結晶化ガラスを主成分とする焼結体を用意した。また、実施例29で作製した TiO_2 、 Ta_2O_5 、 AlN 、 ZnO の各皮膜を形成した平板状の酸化アルミニウムを主成分とする焼結体及び AlN 、 Si_3N_4 、 ZnO の各皮膜を形成した結晶化ガラスを主成分とする焼結体を用意した。また、本実施例において実施例25で作製した鏡面研磨された平板状の酸化アルミニウムを主成分とする焼結体及び実施例26で作製した鏡面研磨された平板状の結晶化ガラスを主成分とする焼結体の該鏡面研磨面に実施例29と同様のスパッタリング法で SiC 皮膜をそれぞれ形成したものも用意した。さらに、実施例30で作製したマグネシウム、亜鉛、ニッケル、タングステン、モリブデン、及びタングステン70重量%+銅30重量%合金の各皮膜を形成した平板状の酸化アルミニウムを主成分とする焼結体及び結晶化ガラスを主成分とする焼結体を用意した。これら各種皮膜が形成された焼結体を10mm×10mm（厚みは0.5mmである）の大きさに切り出し窪み空間を有する発光素子搭載用基板の蓋として用いたときの状況について調べた。すなわち本実施例で作製したすべての窪み空間を有する発光素子搭載用基板のうち皮膜（アルミニウム、金、銀、銅、パラジウム、白金、マグネシウム、亜鉛、ニッケル、タングステン、モリブデン、及びタングステン70重量%+銅30重量%合金の各皮膜及び TiO_2 、 SiC 、 Ta_2O_5 、 AlN 、 Si_3N_4 、 ZnO の各皮膜）が形成されていないものに市販の窒化ガリウム、窒化インジウム、窒化アルミニウムのうちから選ばれた少なくとも1種以上を主成分とするエピタキシャル膜を積層し発光層として InN と GaN との混晶を用いて作製された発光素子を搭載した。なおこの発光素子の大きさは1mm角であり発光素子搭載用基板とエポキシ樹脂を主成分とする樹脂で接着されている。その後上記の蓋をエポキシ樹脂を主成分とする接着剤で接着し発光素子を封止した。次に発光素子に3.5V×350mAの電力を印加して発光させ該発光の基板からの透過状態を肉眼により確認した。その結果、各種皮膜を形成していない酸化アルミニウムを主成分とする焼結体及び結晶化ガラスを主成分とする焼結体を蓋として用いたものでは基板全体から基板を透過した光が観察された。該透過光は穏やかで十分明るいものであった。ただしチタン及びクロム成分を含む酸化アルミニウムを主成分とする焼結体を用いた発光素子搭載用基板では蓋の部分からだけ基板を透過した光が観察された。一方、各種皮膜が形成されたセラミック材料を主成分とする焼結体を蓋として用いたものでは明らかに蓋部分において該蓋を透過した光は観察されず、発光素子を搭載した基板側（窪み空間を有する発光素子搭載用基板側）で基板を透過した光が観察された。該透過光は穏やかであるが明るさは皮膜を形成していない蓋を用いた基板のものよりかなり大きいものであった。このことは蓋に形成された蒸着皮膜が反射部材として十分機能していることを示している。

【0306】

本実施例において、セラミック材料を主成分とする焼結体の内部に導通ビア及び電気配線などの電気回路さらにサーマルビアが形成された発光素子搭載用基板であってもセラミック材料を主成分とする焼結体が光透過性を有するものであれば基板を透過した光の明るさが大きく減少するようなことは生じにくいことが確認でき、セラミック材料を主成分とする焼結体が光透過性を有することの有効性が確認できた。

また本実施例においてセラミック材料を主成分とする焼結体に形成した比較的屈折率の小さ

10

20

30

40

50

い材料を用いた皮膜が反射防止部材として機能し基板を透過する発光素子からの発光の強度を制御することが可能であることが確認できた。

また本実施例においてセラミック材料を主成分する焼結体に形成した比較的屈折率の高い材料を用いた皮膜が反射部材として機能し発光素子の発光方向を制御でき、さらに発光強度の制御が可能であることが確認できた。さらに反射率の高い皮膜も反射部材として機能し発光素子の発光方向を制御でき、さらに発光強度の制御が可能であることが確認できた。この反射部材としての機能はセラミック材料を主成分する焼結体の光透過性の有無によらないことも確認できた。

【実施例 33】

【0307】

10

本実施例は窒化ガリウムを主成分とする焼結体についてその特性を調べた例を示す。

最初に窒化ガリウムの原料粉末を次の方法により用意した。

1) まず高純度化学研究所製の純度 4 N の金属ガリウムを用意した。加熱部と反応部を有する石英管製の反応容器の加熱部に該金属ガリウムをアルミナ容器に入れて置き、水素 5 体積% を含むアルゴンガス気流中 1200℃ で加熱して金属ガリウムを気化させてアルゴンガス気流で反応部に導き、反応部に窒素ガスを導入して気化した金属ガリウム 1100℃ で反応させた。その結果温度の低い反応容器の出口付近に灰白色粉末の析出が認められ、X 線回折の結果窒化ガリウムであることが確認された。粉末の平均粒径は 14 μm であった。なお、反応容器は 1 本の石英管であり加熱部と反応部とは直接つながっており、容器の入り口にはアルゴンガスなどのキャリアガス導入口を設け、容器の反応部には窒素ガス、アンモニアガスなどの反応ガスの導入口が設けてある。容器の加熱部と反応部は外部ヒーターで加熱される。容器のガス出入り口部分には特に加熱用のヒーターは設けず自然冷却されされている。得られた粉末をボールミルで粉砕し平均粒径 1.7 μm の窒化ガリウム粉末を作製した。また、この窒化ガリウム粉末には酸素が 1.1 重量% 含まれていた。かくして金属の直接窒化法による窒化ガリウム粉末を作製した。

20

2) つぎに高純度化学研究所製の純度 4 N の酸化ガリウム (Ga_2O_3) 粉末と市販のカーボンブラック粉末を用意し、酸化ガリウム粉末 300 グラムとカーボンブラック粉末 90 グラムとをボールミルで乾式混合した。この混合粉末をカーボン容器に入れカーボン製の加熱炉にて窒素ガス中 1350℃ で 5 時間加熱し反応させた。加熱後混合粉末を取り出しその後大気中 500℃ で 2 時間加熱して残留していたカーボンブラックを酸化除去した。残った粉末を X 線回折で分析したところ明らかに窒化ガリウムのピークだけであることが確認された。またこの粉末の平均粒径は 0.9 μm であった。またこの粉末の酸素含有量は 0.8 重量% であった。かくして酸化物還元法による窒化ガリウム粉末を作製した。

30

3) 次に高純度化学研究所製の純度 5 N の三塩化ガリウム ($GaCl_3$) を用意した。該三塩化ガリウムを石英容器中に入れて 90℃ で加熱して溶融し水素 20 体積% を含む窒素ガスでバブリングして三塩化ガリウム気体を石英管製の反応容器に導き、反応容器にアンモニアガスを導入して気化した三塩化ガリウムと 1050℃ で反応させた。その結果温度の低い反応容器の出口付近に灰白色粉末の析出が認められ、X 線回折の結果窒化ガリウムであることが確認された。粉末の平均粒径は 0.4 μm であった。またこの粉末の酸素含有量は 1.3 重量% であった。かくして化学輸送法による窒化ガリウム粉末を作製した。

40

【0308】

次に希土類元素成分として信越化学工業株式会社製の純度 99.99% 以上の Y_2O_3 粉末、 Er_2O_3 粉末、 Yb_2O_3 粉末、 Dy_2O_3 粉末、 Ho_2O_3 粉末を用意し、アルカリ土類金属成分として $CaCO_3$ 粉末、珪素成分として Si_3N_4 粉末、アルミニウム成分として AlN 粉末、遷移金属成分として MoO_3 粉末を用意し、これらの粉末を本実施例で作製した窒化ガリウム原料粉末に適宜表 29 に示した量を加えてエタノールを溶媒にしてボールミルで 24 時間湿式混合後、乾燥してエタノールを揮散させた。これら乾燥後の混合粉末にパラフィンワックスを 5 重量% 加え成形用粉末を作製し、該粉末を圧力 500 K g/cm^2 で一軸プレス成形し直径 32 mm × 厚み 1.5 mm の円盤状成形体を得た。なお、成形用粉末及び成形体として上記各添加成分を加えず本実施例で作製した 3 種

50

類の窒化ガリウム原料粉末だけをそのまま使用したものについても作製した。これら成形体を300℃で減圧脱脂後窒素雰囲気中1450℃で2時間焼成し窒化ガリウムを主成分とする焼結体を得た。焼成後の焼結体はいずれの原料を用いたものも99%以上の相対密度に緻密化していた。得られたこれらの焼結体表面をコロイド状シリカからなる研磨剤を用いて鏡面研磨した後アセトンで超音波洗浄し基板を作製した。鏡面研磨後の焼結体の平均表面粗さRaは17nm~24nmの範囲であった。得られた焼結体の室温における抵抗率、波長605nmの光に対する光透過性を測定した。これらの測定結果を表29に示した。

室温における抵抗率は表29に示すように作製したすべての窒化ガリウムを主成分とする焼結体で $1 \times 10^8 \Omega \cdot \text{cm}$ 以下であった。さらに珪素を含む窒化ガリウムを主成分とする焼結体が $1 \times 10^4 \Omega \cdot \text{cm}$ 以下の導電性を有することが確認された。また、珪素を元素換算で0.00001モル%~10.0モル%の範囲含む窒化ガリウムを主成分とする焼結体では室温における抵抗率が少なくとも $1 \times 10^3 \Omega \cdot \text{cm}$ 以下のものが得られ易い。また、珪素を元素換算で0.00001モル%~7.0モル%の範囲含む窒化ガリウムを主成分とする焼結体では室温における抵抗率が少なくとも $1 \times 10^1 \Omega \cdot \text{cm}$ 以下のものが得られた。また、珪素を元素換算で0.00001モル%~5.0モル%の範囲含む窒化ガリウムを主成分とする焼結体では室温における抵抗率が少なくとも $1 \times 10^0 \Omega \cdot \text{cm}$ 以下のものが得られた。また、珪素を元素換算で0.00001モル%~3.0モル%の範囲で含む窒化ガリウムを主成分とする焼結体では室温における抵抗率が少なくとも $1 \times 10^{-1} \Omega \cdot \text{cm}$ 以下のものが得られた。さらに作製した窒化ガリウムを主成分とする焼結体において最高で室温における抵抗率が $1.4 \times 10^{-3} \Omega \cdot \text{cm}$ の高い導電性を有するものが得られた。

また、表29に示すように作製した殆どの窒化ガリウムを主成分とする焼結体で光透過性を有するものが得られた。その中で添加物を含まず金属元素として実質的にガリウム成分だけからなる窒化ガリウムを主成分とする焼結体であっても光透過性を有するものが得られた。添加物としてアルカリ土類金属及び希土類元素成分は窒化ガリウムを主成分とする焼結体の光透過性に有効に働き、アルカリ土類金属及び希土類元素のうちから選ばれた少なくとも1種以上の成分を酸化物換算で30.0モル%以下含む窒化ガリウムを主成分とする焼結体では光透過率10%以上のものが作製し得る。また、上記アルカリ土類金属成分及び希土類元素成分のうちから選ばれた少なくとも1種以上の成分を酸化物換算で20.0モル%以下含む窒化ガリウムを主成分とする焼結体はさらに光透過性が向上し易くなり光透過率20%以上のものが得られた。また、アルカリ土類金属成分及び希土類元素成分のうちから選ばれた少なくとも1種以上の成分を酸化物換算で15.0モル%以下含む窒化ガリウムを主成分とする焼結体では光透過率30%以上のものが得られた。また、アルカリ土類金属成分及び希土類元素成分のうちから選ばれた少なくとも1種以上の成分を酸化物換算で10.0モル%以下含む窒化ガリウムを主成分とする焼結体では光透過率40%以上のものが得られた。また、アルカリ土類金属成分及び希土類元素成分のうちから選ばれた少なくとも1種以上の成分を酸化物換算で8.0モル%以下含む窒化ガリウムを主成分とする焼結体では光透過率50%以上のものが得られた。また、アルカリ土類金属成分及び希土類元素成分のうちから選ばれた少なくとも1種以上の成分を酸化物換算で6.0モル%以下含む窒化ガリウムを主成分とする焼結体では光透過率60%以上のものが得られることが確認された。本実施例において酸化イットリウムを Y_2O_3 換算で0.01モル%含む窒化ガリウムを主成分とする焼結体は光透過率86%と最大のものが得られた。アルカリ土類金属成分及び希土類元素成分が同時に含まれる窒化ガリウムを主成分とする焼結体であってもそれぞれ単独で含まれるものと同様良好な光透過性を有することが確認された。

また、モリブデン成分を有する窒化ガリウムを主成分とする焼結体では光透過率10%以上のものが得られた。また、窒化珪素を含有する窒化ガリウムを主成分とする焼結体でも光透過率10%以上のものが得られた。また、窒化アルミニウムを含有する窒化ガリウムを主成分とする焼結体でも光透過率10%以上のものが得られた。

10

20

30

40

50

本実施例において作製した窒化珪素を珪素換算で0.01モル%及び酸化イットリウムを Y_2O_3 換算で0.01モル%同時に含む窒化ガリウムを主成分とする焼結体は光透過率82%室温における抵抗率 $1.7 \times 10^{-2} \Omega \cdot cm$ と高い光透過率と同時に高い導電性を有するもののものではあった。また、窒化珪素を珪素換算で0.01モル%及び酸化カルシウムを CaO 換算で0.2モル及び%酸化イットリウムを Y_2O_3 換算で0.2モル%計3種類の成分を同時に含む窒化ガリウムを主成分とする焼結体も光透過率76%室温における抵抗率 $2.4 \times 10^{-2} \Omega \cdot cm$ と高い光透過率と同時に高い導電性を有するもののものではあった。

【0309】

次に本実施例において得られた各焼結体を $10mm \times 10mm \times 0.5mm$ の大きさに切断し発光素子搭載用基板を作製した。該発光素子搭載用基板には発光素子へ駆動電位を印加するために1mm角の電極をTi/Pt/Au薄膜により2ヶ所形成しただけで電気回路パターン形成しなかった。1ヶ所の電極と発光素子の電極の一つとはワイヤで接続されている。発光素子搭載用基板の残り1ヶ所の電極へは電位が印加され酸化亜鉛を主成分とする焼結体自体の導電性を利用してワイヤを経由して駆動電位が発光素子へ印加される。また発光素子の電極のもう一つはワイヤが接続され駆動電位が発光素子へ印加される。作製した発光素子搭載用基板に実施例1と同様に市販の窒化ガリウム、窒化インジウム、窒化アルミニウムのうちから選ばれた少なくとも1種以上を主成分とするエピタキシャル膜を積層し発光層としてInNとGaNとの混晶を用いて作製された発光素子を搭載し $3.5V \times 350mA$ の電力を印加して発光させ該発光の基板からの透過状態を肉眼により確認した。

その結果、本実施例で作製したすべての窒化ガリウムを主成分とする焼結体を用いた基板において発光素子が搭載された基板面の反対側で発光素子からの発光が観察された。これは明らかに窒化ガリウムを主成分とする焼結体の光透過率が1%以上のものを基板として用いることで発光素子からの発光が基板を透過して基板外部に放出されることを示している。また、基板を透過した光の強さは明らかに該基板を構成する窒化ガリウムを主成分とする焼結体の光透過率に比例しているように観察された。

このように本実施例により窒化ガリウムを主成分とする焼結体においても光透過性を有するものであれば基板を透過した光の明るさが大きく減少するようなことは生じにくいことが確認でき、セラミック材料を主成分とする焼結体が光透過性を有することの有効性が確認できた。

【0310】

【表 29】

実験 No.	原料 の 作製法	窒化ガリウムを主成分とする焼結体の特性				
		焼結体組成 〔成分含有量〕＊) (モル%)			光 透過率 (%)	抵抗率 (Ω・cm) (室温)
		含有成分				
		アルカリ土類金属 (成分)	希土類元素 (成分)	その他の成分 (成分)		
552	金属の 直接 窒化法	—	—	—	6.2	4.4×10 ²
553		5.0 (CaO)	—	—	47	測定せず
554		—	0.5 (Y ₂ O ₃)	—	66	9.4×10 ¹
555		0.2 (CaO)	0.2 (Y ₂ O ₃)	—	62	7.7×10 ¹
556	酸化物 還元法	—	—	0.05 (Si ₃ N ₄)	25	2.4×10 ⁻³
557		—	—	—	34	9.4×10 ¹
558		0.01 (CaO)	—	—	82	9.2×10 ¹
559		0.5 (CaO)	—	—	74	7.8×10 ¹
560		12.0 (CaO)	—	—	27	9.1×10 ¹
561		—	0.001 (Y ₂ O ₃)	—	71	5.9×10 ¹
562		—	0.01 (Y ₂ O ₃)	—	86	7.5×10 ¹
563		—	1.0 (Y ₂ O ₃)	—	73	7.2×10 ¹
564		—	12.0 (Y ₂ O ₃)	—	23	測定せず
565		—	24.0 (Y ₂ O ₃)	—	14	1.4×10 ²
566		—	7.0 (Dy ₂ O ₃)	—	56	9.3×10 ¹
567		—	1.0 (Ho ₂ O ₃)	—	67	8.4×10 ¹
568		—	1.0 (Er ₂ O ₃)	—	71	8.8×10 ¹
569		—	1.0 (Yb ₂ O ₃)	—	70	7.9×10 ¹
570		—	—	0.001 (Si ₃ N ₄)	31	2.5×10 ⁻²
571		—	0.01 (Y ₂ O ₃)	0.01 (Si ₃ N ₄)	82	1.7×10 ⁻²
572		—	—	0.05 (AlN)	34	8.1×10 ¹
573		—	—	24.0 (AlN)	26	1.7×10 ²
574		—	—	0.05 (MoO ₃)	31	8.9×10 ¹
575		化学 輸送法	—	—	—	31
576	0.2 (CaO)		0.2 (Y ₂ O ₃)	0.01 (Si ₃ N ₄)	76	2.4×10 ⁻²
577	—		2.0 (Y ₂ O ₃)	—	66	測定せず
578	—		—	1.0 (Si ₃ N ₄)	30	7.6×10 ⁻²

＊) アルカリ土類金属成分及び希土類元素成分の含有量は酸化物換算、その他の成分の含有量は金属元素換算による。

【実施例 34】

【0311】

本実施例は反射防止部材、及び反射部材を形成した窒化ガリウムを主成分とする焼結体を用いて作製した発光素子搭載用基板の特性について調べた例を示す。

【0312】

まず、本実施例の実験 No. 561 で作製した窒化ガリウムを主成分とする焼結体を用いて直径 25.4 mm × 厚み 0.5 mm の鏡面研磨した基板を作製した。この基板の反射率は 9 % であり光透過率は 71 % であった。この基板に実施例 27 と同様にスパッタリング法により厚み 0.2 μm の酸化アルミニウム皮膜、厚み 0.2 μm のシリカ皮膜、及び厚み 0.3 μm の酸化マグネシウム皮膜を形成し、該アルミナ皮膜、シリカ皮膜、及びマグネシア皮膜を有する各セラミック材料を主成分とする焼結体の光透過率を測定した。その結果アルミナ皮膜を形成したもので 82 %、シリカ皮膜を形成したもので 84 %、マグネシア皮膜を形成したもので 83 % とそれぞれこれらの皮膜を形成していないものに比べて光透過性の向上が確認された。

次に実施例 33 と同様にして上記各皮膜が形成された基板及び比較のために皮膜を形成していない基板に発光素子を搭載し該発光素子を駆動して基板の透過光の観察を肉眼で行った。その結果作製したすべての発光素子搭載用基板で基板を透過した光が観察された。該透過光は穏やかで十分明るいものであった。その中でアルミナ皮膜、シリカ皮膜、及びマグネシア皮膜形成後の窒化ガリウムを主成分とする焼結体を用いた基板からの透過光は皮膜を形成していないものに比べて穏やかでより明るいものであり透過光の強度が高まって

10

20

30

40

50

いる。このようにアルミナ皮膜、シリカ皮膜、及びマグネシア皮膜は窒化ガリウムを主成分とする焼結体に形成されることで反射防止部材として機能し得ることが確認された。

【0313】

次に実験No. 562で作製した窒化ガリウムを主成分とする焼結体を用いて直径25.4mm×厚み0.5mmの鏡面研磨した基板を作製した。この基板の反射率は9%であり光透過率は86%であった。この基板に実施例28と同様にアルミニウム、金、銀、銅、パラジウム、白金の蒸着皮膜を形成した。該蒸着皮膜の厚みはいずれも0.4μmである。蒸着皮膜が形成された窒化ガリウムを主成分とする焼結体の反射率と光透過率を測定した。反射率及び光透過率は波長605nmの単色光を用いて測定した。蒸着皮膜が形成された窒化ガリウムを主成分とする焼結体の光透過率はいずれも0%であった。反射率はアルミニウム皮膜を形成したもので93%、金皮膜を形成したもので93%、銀皮膜を形成したもので96%、銅皮膜を形成したもので92%、パラジウム皮膜を形成したもので83%、白金皮膜を形成したもので83%であった。

次に実施例33と同様にして上記各蒸着皮膜が形成された基板及び比較のために蒸着皮膜を形成していない基板に発光素子を搭載し該発光素子を駆動して基板の透過光の観察を肉眼で行った。その結果、蒸着皮膜が形成されていない基板においては基板を透過した光と発光素子が搭載されている基板側の方向に放出されている光とが観察されたのに対して、蒸着皮膜が形成された基板においては基板を透過した光は観察されずすべての光は発光素子が搭載されている基板側の方向に放出されていた。このようにアルミニウム、金、銀、銅、パラジウム、白金の各皮膜は窒化ガリウムを主成分とする焼結体に形成されることで反射部材として機能し得ることが確認された。

【0314】

次に上記実験No. 562で作製した窒化ガリウムを主成分とする焼結体を用いて作製した基板を別に用意した。この基板に実施例29と同様にSiC及びTiO₂の皮膜をスパッタリング法により形成した。形成した各皮膜の厚みはそれぞれ2.0μmである。その後皮膜が形成された窒化ガリウムを主成分とする焼結体の波長605nmの単色光に対する反射率を測定した。皮膜が形成されていない各セラミック材料を主成分とする焼結体では波長605nmの単色光に対する反射率が9%であったのに対して、上記SiC及びTiO₂の皮膜が形成された窒化ガリウムを主成分とする焼結体ではそれぞれ反射率が96%及び94%に大きく向上した。

次に実施例33と同様にして上記各スパッタ皮膜が形成された基板及び比較のためにスパッタ皮膜を形成していない基板に発光素子を搭載し該発光素子を駆動して基板の透過光の観察を肉眼で行った。その結果、スパッタ皮膜が形成されていない基板においては基板を透過した光と発光素子が搭載されている基板側の方向に放出されている光とが観察されたのに対して、スパッタ皮膜が形成された基板においては基板を透過した光の強度は弱くほとんどすべての光は発光素子が搭載されている基板側の方向に放出されていた。このようにSiC及びTiO₂の各皮膜は窒化ガリウムを主成分とする焼結体に形成されることで反射部材として機能し得ることが確認された。

【0315】

以上本発明による発光素子搭載用基板及び発光素子を実施例により説明した。次に本発明についてさらに詳しく説明を行う。

【0316】

(発明の態様)

本発明は上記のように発光素子搭載用基板に関するものでありその態様は、1) 光透過性を有するセラミック材料を主成分とする焼結体を用いた発光素子搭載用基板、2) 反射防止部材が形成されたセラミック材料を主成分とする焼結体を用いた発光素子搭載用基板、3) 反射部材が形成されたセラミック材料を主成分とする焼結体を用いた発光素子搭載用基板、である。本発明による上記発光素子搭載用基板に関してその詳細を項1～項280に記載した。

なお、項281～項322には本発明による発光素子搭載用基板に用いる窒化アルミニウ

ムを主成分とする焼結体の製造方法に関してについて記載した。

また本発明は上記発光素子搭載用基板に搭載された発光素子に関するものでありその態様は、4) 光透過性を有するセラミック材料を主成分とする焼結体からなる基板に搭載された発光素子、5) 反射防止部材が形成されたセラミック材料を主成分とする焼結体からなる基板に搭載された発光素子、6) 反射部材が形成されたセラミック材料を主成分とする焼結体からなる基板に搭載された発光素子、である。本発明による上記発光素子に関してその詳細を項1001～項1280に記載した。

以下本発明の態様について詳細を説明する。

【0317】

項1. 発光素子を搭載するための基板であって、該基板は光透過性を有するセラミック材料を主成分とする焼結体からなることを特徴とする発光素子搭載用基板。 10

項2. 光透過率1%以上のセラミック材料を主成分とする焼結体からなることを特徴とする項1に記載された発光素子搭載用基板。

項3. 光透過率5%以上のセラミック材料を主成分とする焼結体からなることを特徴とする項1又は2に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板。

項4. 光透過率10%以上のセラミック材料を主成分とする焼結体からなることを特徴とする項1、2又は3に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板。

項5. 光透過率20%以上のセラミック材料を主成分とする焼結体からなることを特徴とする項1、2、3又は4に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板。

項6. 光透過率30%以上のセラミック材料を主成分とする焼結体からなることを特徴とする項1、2、3、4又は5に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板。 20

項7. 光透過率40%以上のセラミック材料を主成分とする焼結体からなることを特徴とする項1、2、3、4、5又は6に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板。

項8. 光透過率50%以上のセラミック材料を主成分とする焼結体からなることを特徴とする項1、2、3、4、5、6又は7に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板。

項9. 光透過率60%以上のセラミック材料を主成分とする焼結体からなることを特徴とする項1、2、3、4、5、6、7又は8に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板。

項10. 光透過率80%以上のセラミック材料を主成分とする焼結体からなることを特徴とする項1、2、3、4、5、6、7、8又は9に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板。 30

項11. 光透過率85%以上のセラミック材料を主成分とする焼結体からなることを特徴とする項1、2、3、4、5、6、7、8、9又は10に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板。

項12. セラミック材料を主成分とする焼結体の光透過性あるいは光透過率が少なくとも波長200nm～800nmの範囲の光に対してのものであることを特徴とする項1、2、3、4、5、6、7、8、9、10又は11に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板。

【0318】

項13. 発光素子を搭載するための基板であって、該基板は反射防止部材が形成されたセラミック材料を主成分とする焼結体からなることを特徴とする発光素子搭載用基板。 40

項14. 発光素子を搭載するための基板であって、該基板は反射防止部材が形成された光透過性を有するセラミック材料を主成分とする焼結体からなることを特徴とする項1、2、3、4、5、6、7、8、9、10、11、12又は13に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板。

項15. 反射防止部材の屈折率がセラミック材料を主成分とする焼結体の屈折率と同等かあるいはそれ以下であることを特徴とする項13又は14に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板。

項16. 反射防止部材が屈折率2.3以下の材料からなることを特徴とする項13、14又は15に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板。

項17. 反射防止部材が屈折率2.1以下の材料からなることを特徴とする項16に記載 50

された発光素子搭載用基板。

項 18. 反射防止部材が屈折率 2.0 以下の材料からなることを特徴とする項 16 又は 17 に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板。

項 19. 反射防止部材が光透過率 30 % 以上の材料からなることを特徴とする項 13、14、15、16、17 又は 18 に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板。

項 20. 反射防止部材が光透過率 50 % 以上の材料からなることを特徴とする項 19 に記載された発光素子搭載用基板。

項 21. 反射防止部材が光透過率 70 % 以上の材料からなることを特徴とする項 19 又は 20 に記載された発光素子搭載用基板。

項 22. 反射防止部材が光透過率 80 % 以上の材料からなることを特徴とする項 19、20 又は 21 に記載された発光素子搭載用基板。 10

項 23. 反射防止部材の屈折率及び光透過率がそれぞれ少なくとも波長 200 nm ~ 800 nm の範囲の光に対してのものであることを特徴とする項 15、16、17、18、19、20、21 又は 22 に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板。

項 24. 反射防止部材がガラス、樹脂、金属酸化物、金属窒化物、金属炭化物のうちから選ばれた少なくとも 1 種以上を主成分とする材料からなることを特徴とする項 13、14、15、16、17、18、19、20、21、22 又は 23 に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板。

項 25. 反射防止部材として用いられるガラスが石英ガラス、高珪酸ガラス、ソーダ石灰ガラス、鉛ソーダガラス、カリガラス、鉛カリガラス、アルミノ珪酸塩ガラス、硼珪酸ガラス、無アルカリガラス、カルコゲン化物ガラス、テルライドガラス、燐酸塩ガラス、ランタンガラス、リチウム含有ガラス、バリウム含有ガラス、亜鉛含有ガラス、フッ素含有ガラス、鉛含有ガラス、窒素含有ガラス、ゲルマニウム含有ガラス、クラウンガラス、硼酸クラウンガラス、重クラウンガラス、希土類元素あるいはニオブ、タンタルを含むクラウンガラス、フリントガラス、軽フリントガラス、重フリントガラス、希土類元素あるいはニオブ、タンタルを含むフリントガラス、はんだガラス、光学ガラス、各種結晶化ガラスのうちから選ばれた 1 種以上の材料からなることを特徴とする項 24 に記載された発光素子搭載用基板。 20

項 26. 反射防止部材として用いられる樹脂がエポキシ樹脂、シリコーン樹脂、ポリイミド樹脂、フェノール樹脂、ビスマレイミドトリアジン樹脂 (BT レジン)、不飽和ポリエステル、PTFE や PFA あるいは FEP あるいは PVdF などのフッ素樹脂、アクリル樹脂、メタクリル樹脂、ポリメチルメタクリレート樹脂 (PMMA)、スチレン・アクリロニトリル共重合樹脂 (SAN)、アリルジグリコールカーボネート樹脂 (ADC)、ウレタン樹脂、チオウレタン樹脂、ジアリルフタレート樹脂 (DAP)、ポリスチレン、ポリエーテルエーテルケトン (PEEK)、ポリエチレンナフタレート (PEN)、熱可塑性ポリイミド樹脂、ポリアミドイミド (PAI)、飽和ポリエステル、ポリエチレンテレフタレート (PET)、ポリブチレンテレフタレート (PBT)、ポリカーボネート (PC)、ポリアミド、ポリフェニレンスルフィド (PPS)、ポリフェニレンエーテル (PPE)、ポリフェニレンオキサイド (PPO)、ポリエーテルイミド (PEI)、ポリエーテルスルホン (PES)、ポリメチルペンテン (PMP)、ポリエチレン (PE)、ポリプロピレン (PP)、エチレンビニルアルコール共重合体、ポリスルホン、ポリアリレート、ジアリルフタレート、ポリアセタールなどのうちから選ばれる少なくとも 1 種以上を主成分とする材料からなることを特徴とする項 24 に記載された発光素子搭載用基板。 30

項 27. 反射防止部材として用いられる金属酸化物、金属窒化物、金属炭化物がベリリウム (Be)、マグネシウム (Mg)、カルシウム (Ca)、ストロンチウム (Sr)、バリウム (Ba)、スカンジウム (Sc)、イットリウム (Y)、ランタン (La)、セリウム (Ce)、プラセオジウム (Pr)、ネオジウム (Nd)、サマリウム (Sm)、ユーロピウム (Eu)、ガドリニウム (Gd)、ディスプロシウム (Dy)、ホルミウム (Ho)、エルビウム (Er)、イッテルビウム (Yb)、ルテチウム (Lu)、ジルコニウム (Zr)、ハフニウム (Hf)、ニオブ (Nb)、タンタル (Ta)、モリブデン (40 50

Mo)、タングステン(W)、亜鉛(Zn)、硼素(B)、アルミニウム(Al)、ガリウム(Ga)、インジウム(In)、珪素(Si)、ゲルマニウム(Ge)、錫(Sn)、アンチモン(Sb)、のうちから選ばれる少なくとも1種以上の金属を主成分とする材料からなることを特徴とする項24に記載された発光素子搭載用基板。

項28. 反射防止部材が酸化アルミニウム、酸化ケイ素、酸化マグネシウムのうちから選ばれる少なくとも1種以上を主成分とする材料からなることを特徴とする項24又は27に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板。

項29. 反射防止部材がセラミック材料を主成分とする焼結体の自己酸化皮膜からなることを特徴とする項24、27又は28に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板。

【0319】

項30. 発光素子を搭載するための基板であって、該基板は反射部材が形成されたセラミック材料を主成分とする焼結体からなることを特徴とする発光素子搭載用基板。

項31. 発光素子を搭載するための基板であって、該基板は反射部材が形成された光透過性を有するセラミック材料を主成分とする焼結体からなることを特徴とする項1、2、3、4、5、6、7、8、9、10、11、12、13、14、15、16、17、18、19、20、21、22、23、24、25、26、27、28、29又は30に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板。

項32. 反射部材が反射率15%以上の材料からなることを特徴とする項30又は31に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板。

項33. 反射部材が反射率30%以上の材料からなることを特徴とする項32に記載された発光素子搭載用基板。

項34. 反射部材が反射率50%以上の材料からなることを特徴とする項32又は33に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板。

項35. 反射部材が反射率70%以上の材料からなることを特徴とする項32、33又は34に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板。

項36. 反射部材が反射率80%以上の材料からなることを特徴とする項32、33、34又は35に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板。

項37. 反射部材の屈折率がセラミック材料を主成分とする焼結体の屈折率と同等かあるいはそれ以上であることを特徴とする項30、31、32、33、34、35又は36に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板。

項38. 反射部材の屈折率がセラミック材料を主成分とする焼結体の屈折率より少なくとも0.2以上大きいことを特徴とする項37に記載された発光素子搭載用基板。

項39. 反射部材の屈折率がセラミック材料を主成分とする焼結体の屈折率より少なくとも0.3以上大きいことを特徴とする項37又は38に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板。

項40. 反射部材が光透過率30%以上の材料からなることを特徴とする項30、31、32、33、34、35、36、37、38又は39に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板。

項41. 反射部材が光透過率50%以上の材料からなることを特徴とする項40に記載された発光素子搭載用基板。

項42. 反射部材が光透過率80%以上の材料からなることを特徴とする項40又は41に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板。

項43. 反射部材の反射率、屈折率及び光透過率がそれぞれ少なくとも波長200nm～800nmの範囲の光に対してのものであることを特徴とする項32、33、34、35、36、37、38、39、40、41又は42に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板。

項44. 反射部材が金属、合金のうちから選ばれた少なくとも1種以上を主成分とする材料からなることを特徴とする項30、31、32、33、34、35、36又は43に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板。

項45. 反射部材がBe、Mg、Sc、Y、希土類金属、Ti、Zr、Hf、V、Nb、

10

20

30

40

50

Ta、Cr、Mo、W、Mn、Re、Fe、Co、Ni、Ru、Rh、Pd、Os、Ir、Pt、Cu、Ag、Au、Zn、B、Al、Ga、In、Si、Ge、Sn、Pb、Sb、Biのうちから選ばれた少なくとも1種以上を主成分とする材料からなることを特徴とする項30、31、32、33、34、35、36又は37に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板。

項46. 反射部材がCu、Ag、Au、Al、Mg、Zn、Mo、W、Mn、Fe、Co、Ni、Rh、Pd、Os、Ir、Pt、W/Cu合金、Mo/Cu合金、W/Ag合金、Mo/Ag合金、W/Au合金、Mo/Au合金のうちから選ばれた少なくとも1種以上を主成分とする材料からなることを特徴とする項45に記載された発光素子搭載用基板。

10

項47. 反射部材がCu、Ag、Au、Al、Mg、Zn、Fe、Co、Ni、Rh、Pd、Os、Ir、Pt、W/Cu合金、Mo/Cu合金、W/Ag合金、Mo/Ag合金、W/Au合金、Mo/Au合金のうちから選ばれた少なくとも1種以上を主成分とする材料からなることを特徴とする項45又は46に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板。

項48. 反射部材がCu、Ag、Au、Alを主成分とする材料からなることを特徴とする項45、46又は47に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板。

項49. 反射部材が元素単体、金属の酸化物、金属の窒化物、金属の炭化物、金属の珪素化合物のうちから選ばれた少なくとも1種以上を主成分とする材料からなることを特徴とする項30、31、32、33、34、35、36、37、38、39、40、41、42又は43に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板。

20

項50. 反射部材が TiO_2 、 $BaTiO_3$ 、 $SrTiO_3$ 、 $CaTiO_3$ 、 $PbTiO_3$ 、 $PZT[Pb(Zr, Ti)O_3]$ 、 $PLZT[(Pb, La)(Zr, Ti)O_3]$ 、 $PLT[(Pb, La)TiO_3]$ 、 ZrO_2 、 ZnO 、 $ZnSe$ 、 Nb_2O_5 、 Ta_2O_5 、 $LiNbO_3$ 、 $LiTaO_3$ 、 $SBN[(Sr_{1-x}Ba_x)Nb_2O_6]$ 、 $BNB(Ba_2NaNb_5O_{15})$ 、 $Bi_{12}GeO_{20}$ 、 $Bi_{12}TiO_{20}$ 、 Bi_2WO_6 、 $PbMoO_4$ 、 $PbMoO_5$ 、 TeO_2 、 SiC 、 Si_3N_4 、ダイヤモンド、 AlN 、 GaN 、 InN 、 Si 、 Ge 、カルコゲナイドガラスのうちから選ばれた少なくとも1種以上を主成分とする材料からなることを特徴とする項49に記載された発光素子搭載用基板。

30

項51. 反射部材が TiO_2 、 $SrTiO_3$ 、 $PbTiO_3$ 、 $PZT[Pb(Zr, Ti)O_3]$ 、 $PLZT[(Pb, La)(Zr, Ti)O_3]$ 、 $PLT[(Pb, La)TiO_3]$ 、 ZrO_2 、 ZnO 、 $ZnSe$ 、 Nb_2O_5 、 Ta_2O_5 、 $Bi_{12}GeO_{20}$ 、 $Bi_{12}TiO_{20}$ 、 Bi_2WO_6 、 TeO_2 、 SiC 、 Si_3N_4 、ダイヤモンド、 AlN 、 GaN 、 InN 、カルコゲナイドガラスのうちから選ばれた少なくとも1種以上を主成分とする材料からなることを特徴とする項49又は50に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板。

項52. 反射部材が TiO_2 、 $SrTiO_3$ 、 $PbTiO_3$ 、 ZrO_2 、 ZnO 、 Nb_2O_5 、 Ta_2O_5 、 $Bi_{12}GeO_{20}$ 、 $Bi_{12}TiO_{20}$ 、 Bi_2WO_6 、 SiC 、 Si_3N_4 、ダイヤモンド、 AlN 、 GaN 、 InN のうちから選ばれた少なくとも1種以上を主成分とする材料からなることを特徴とする項49、50又は51に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板。

40

項53. 反射部材が TiO_2 、 ZrO_2 、 ZnO 、 Nb_2O_5 、 Ta_2O_5 、 SiC 、 Si_3N_4 、ダイヤモンド、 AlN を主成分とする材料からなることを特徴とする項49、50、51又は52に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板。

項54. 反射部材が少なくとも波長200nm～800nmの範囲の光に対して全反射する材料からなることを特徴とする項30、31、32、33、34、35、36、37、38、39、40、41、42、43、44、45、46、47、48、49、50、51、52又は53に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板。

【0320】

50

項 55. 発光素子を搭載するための基板であって、該基板は反射防止部材及び反射部材のうちから選ばれた少なくともいずれかが形成されたセラミック材料を主成分とする焼結体からなることを特徴とする項 1、2、3、4、5、6、7、8、9、10、11、12、13、14、15、16、17、18、19、20、21、22、23、24、25、26、27、28、29、30、31、32、33、34、35、36、37、38、39、40、41、42、43、44、45、46、47、48、49、50、51、52、53 又は 54 に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板。

項 56. 発光素子を搭載するための基板であって、該基板は反射防止部材及び反射部材が同時に形成されたセラミック材料を主成分とする焼結体からなることを特徴とする項 55 に記載された発光素子搭載用基板。

10

項 57. 発光素子を搭載するための基板であって、該基板は反射防止部材及び反射部材のうちから選ばれた少なくともいずれかがセラミック材料を主成分とする焼結体の内部及び表面のうちから選ばれた少なくともいずれかに形成されたものからなることを特徴とする項 55 又は 56 に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板。

項 58. 発光素子を搭載するための基板であって、該基板は反射防止部材及び反射部材が同時にセラミック材料を主成分とする焼結体の内部及び表面のうちから選ばれた少なくともいずれかに形成されたものからなることを特徴とする項 55、56 又は 57 に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板。

項 59. セラミック材料を主成分とする焼結体が光透過性を有するものであることを特徴とする項 55、56、57 又は 58 に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板。

20

【0321】

項 60. 発光素子を搭載するための基板であって、該基板はセラミック材料を主成分とする焼結体からなり発光素子からの発光を任意の方向に放出可能であることを特徴とする発光素子搭載用基板。

項 61. 発光素子を搭載するための基板であって、該基板は光透過性を有するセラミック材料を主成分とする焼結体からなり発光素子からの発光を任意の方向に放出可能であることを特徴とする項 1、2、3、4、5、6、7、8、9、10、11、12、13、14、15、16、17、18、19、20、21、22、23、24、25、26、27、28、29、30、31、32、33、34、35、36、37、38、39、40、41、42、43、44、45、46、47、48、49、50、51、52、53、54

30

、55、56、57、58、59 又は 60 に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板。

項 62. 発光素子を搭載するための基板であって、該基板は反射防止部材が形成されたセラミック材料を主成分とする焼結体からなり発光素子からの発光を任意の方向に放出可能であることを特徴とする項 60 又は 61 に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板。

項 63. 発光素子を搭載するための基板であって、該基板は反射部材が形成されたセラミック材料を主成分とする焼結体からなり発光素子からの発光を任意の方向に放出可能であることを特徴とする項 60、61 又は 62 に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板。

項 64. 発光素子を搭載するための基板であって、該基板は反射防止部材及び反射部材が同時に形成されたセラミック材料を主成分とする焼結体からなり発光素子からの発光を任意の方向に放出可能であることを特徴とする項 60、61、62 又は 63 に記載されたい

40

ずれかの発光素子搭載用基板。

項 65. 発光素子からの発光をすべての空間方向に放出可能であることを特徴とする項 60、61、62、63 又は 64 に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板。

項 66. 発光素子からの発光を基板の発光素子搭載面と反対側の方向にも放出可能であることを特徴とする項 60、61、62、63、64 又は 65 に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板。

項 67. 発光素子からの発光が基板を透過して基板の発光素子搭載面と反対側の方向に放出可能であることを特徴とする項 66 に記載された発光素子搭載用基板。

項 68. 窪み空間を有する発光素子搭載用基板であって、発光素子からの発光は該基板の側面から放出されることを特徴とする項 60、61、62、63、64、65、66 又は

50

67に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板。

項69. 窪み空間を有する発光素子搭載用基板であって、発光素子からの発光は窪み空間内部の側壁を透過して基板の側面から放出されることを特徴とする項68に記載された発光素子搭載用基板。

項70. 発光素子を搭載するための基板であって、発光素子からの発光が主として該基板の発光素子搭載面側に放出されることを特徴とする項60、61、62、63、64、65、66、67、68又は69に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板。

【0322】

項71. 発光素子を搭載するための基板であって、該基板は光透過率50%以下のセラミック材料を主成分とする焼結体からなることを特徴とする項1、2、3、4、5、6、7、8、9、10、11、12、13、14、15、16、17、18、19、20、21、22、23、24、25、26、27、28、29、30、31、32、33、34、35、36、37、38、39、40、41、42、43、44、45、46、47、48、49、50、51、52、53、54、55、56、57、58、59、60、61、62、63、64、65、66、67、68、69又は70に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板。 10

項72. 発光素子を搭載するための基板であって、該基板は光透過率30%以下のセラミック材料を主成分とする焼結体からなることを特徴とする項71に記載された発光素子搭載用基板。

項73. 発光素子を搭載するための基板であって、該基板は光透過率10%以下のセラミック材料を主成分とする焼結体からなることを特徴とする項71又は72に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板。 20

項74. 発光素子を搭載するための基板であって、該基板は光透過率5%以下のセラミック材料を主成分とする焼結体からなることを特徴とする項71、72又は73に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板。

項75. 発光素子を搭載するための基板であって、該基板は光透過率1%以下のセラミック材料を主成分とする焼結体からなることを特徴とする項71、72、73又は74に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板。

項76. 発光素子を搭載するための基板であって、該基板は光透過率0%のセラミック材料を主成分とする焼結体からなることを特徴とする項71、72、73、74又は75に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板。 30

項77. 発光素子を搭載するための基板であって、該基板は光透過率50%以下のセラミック材料を主成分とする焼結体からなり、発光素子からの発光が主として基板の発光素子搭載面側に放出されることを特徴とする項71、72、73、74、75又は76に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板。

項78. 発光素子を搭載するための基板であって、該基板は反射防止部材及び反射部材のうちから選ばれた少なくともどちらか1以上が形成された光透過率50%以下のセラミック材料を主成分とする焼結体からなり、発光素子からの発光が主として基板の発光素子搭載面側に放出されることを特徴とする項71、72、73、74、75、76又は77に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板。 40

項79. 発光素子を搭載するための基板であって、該基板は反射防止部材及び反射部材が同時に形成された光透過率50%以下のセラミック材料を主成分とする焼結体からなり、発光素子からの発光が主として基板の発光素子搭載面側に放出されることを特徴とする項78に記載された発光素子搭載用基板。

【0323】

項80. セラミック材料が窒化物、酸化物、炭化物、硼化物、珪化物、及び結晶化ガラスのうちから選ばれた少なくとも1種以上であることを特徴とする項1、2、3、4、5、6、7、8、9、10、11、12、13、14、15、16、17、18、19、20、21、22、23、24、25、26、27、28、29、30、31、32、33、34、35、36、37、38、39、40、41、42、43、44、45、46、4 50

7、48、49、50、51、52、53、54、55、56、57、58、59、60、61、62、63、64、65、66、67、68、69、70、71、72、73、74、75、76、77、78又は79に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板。

項81．窒化物が窒化アルミニウム、窒化硼素、窒化珪素、窒化ガリウム、及び窒化チタンのうちから選ばれた少なくとも1種以上であることを特徴とする項80に記載された発光素子搭載用基板。

項82．酸化物が酸化アルミニウム、酸化亜鉛、酸化ベリリウム、酸化ジルコニウム、酸化マグネシウム、アルミン酸マグネシウム、酸化チタン、チタン酸バリウム、チタン酸ジルコン酸鉛、希土類元素酸化物、酸化トリウム、各種フェライト、ムライト、フォルステライト、及びステアタイトのうちから選ばれた少なくとも1種以上であることを特徴とする項80に記載された発光素子搭載用基板。 10

項83．炭化物が炭化珪素、炭化チタン、炭化硼素、及び炭化タングステンのうちから選ばれた少なくとも1種以上であることを特徴とする項80に記載された発光素子搭載用基板。

項84．硼化物が硼化チタン、硼化ジルコニウム、及び硼化ランタンのうちから選ばれた少なくとも1種以上であることを特徴とする項80に記載された発光素子搭載用基板。

項85．珪化物が珪化モリブデン、及び珪化タングステンのうちから選ばれた少なくとも1種以上であることを特徴とする項80に記載された発光素子搭載用基板。

項86．セラミック材料が窒化アルミニウム、酸化アルミニウム、酸化亜鉛、酸化ベリリウム、酸化ジルコニウム、酸化マグネシウム、アルミン酸マグネシウム、希土類元素酸化物、及び結晶化ガラスのうちから選ばれた少なくとも1種以上であることを特徴とする項80、81又は82に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板。 20

項87．希土類元素酸化物が酸化イットリウムであることを特徴とする項86に記載された発光素子搭載用基板。

項88．結晶化ガラスが硼珪酸ガラス及び酸化アルミニウムの混合物を主成分とするものであることを特徴とする項86に記載された発光素子搭載用基板。

項89．セラミック材料がアルカリ土類金属及び希土類元素のうちから選ばれた少なくとも1種以上を含むものであることを特徴とする項80、81、82、83、84、85、86、87又は88に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板。

項90．セラミック材料が遷移金属元素及びカーボンのうちから選ばれた少なくとも1種以上を含むものであることを特徴とする項80、81、82、83、84、85、86、87、88又は89に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板。 30

項91．遷移金属元素がモリブデン、タングステン、バナジウム、ニオブ、タンタル、チタン、鉄、ニッケル、クロム、マンガン、ジルコニウム、ハフニウム、コバルト、銅、亜鉛であることを特徴とする項90に記載された発光素子搭載用基板。

項92．セラミック材料が酸化亜鉛、酸化ベリリウム、酸化アルミニウム、窒化ガリウム、窒化アルミニウム、窒化珪素、及び炭化珪素のうちから選ばれた少なくとも1種以上であることを特徴とする項1、2、3、4、5、6、7、8、9、10、11、12、13、14、15、16、17、18、19、20、21、22、23、24、25、26、27、28、29、30、31、32、33、34、35、36、37、38、39、40、41、42、43、44、45、46、47、48、49、50、51、52、53、54、55、56、57、58、59、60、61、62、63、64、65、66、67、68、69、70、71、72、73、74、75、76、77、78、79、80、81、82、83、84、85、86、87、88、89、90又は91に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板。 40

【0324】

項93．セラミック材料を主成分とする焼結体が導電性を有することを特徴とする項1、2、3、4、5、6、7、8、9、10、11、12、13、14、15、16、17、18、19、20、21、22、23、24、25、26、27、28、29、30、31、32、33、34、35、36、37、38、39、40、41、42、43、44 50

、45、46、47、48、49、50、51、52、53、54、55、56、57、58、59、60、61、62、63、64、65、66、67、68、69、70、71、72、73、74、75、76、77、78、79、80、81、82、83、84、85、86、87、88、89、90、91又は92に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板。

項94．室温における抵抗率 $1 \times 10^4 \Omega \cdot \text{cm}$ 以下のセラミック材料を主成分とする焼結体からなることを特徴とする項1、2、3、4、5、6、7、8、9、10、11、12、13、14、15、16、17、18、19、20、21、22、23、24、25、26、27、28、29、30、31、32、33、34、35、36、37、38、39、40、41、42、43、44、45、46、47、48、49、50、51、52、53、54、55、56、57、58、59、60、61、62、63、64、65、66、67、68、69、70、71、72、73、74、75、76、77、78、79、80、81、82、83、84、85、86、87、88、89、90、91、92又は93に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板。 10

項95．室温における抵抗率 $1 \times 10^2 \Omega \cdot \text{cm}$ 以下のセラミック材料を主成分とする焼結体からなることを特徴とする項94に記載された発光素子搭載用基板。

項96．室温における抵抗率 $1 \times 10^0 \Omega \cdot \text{cm}$ 以下のセラミック材料を主成分とする焼結体からなることを特徴とする項94又は95に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板。

項97．室温における抵抗率 $1 \times 10^{-1} \Omega \cdot \text{cm}$ 以下のセラミック材料を主成分とする焼結体からなることを特徴とする項94、95又は96に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板。 20

項98．室温における抵抗率 $1 \times 10^{-2} \Omega \cdot \text{cm}$ 以下のセラミック材料を主成分とする焼結体からなることを特徴とする項94、95、96又は97に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板。

項99．セラミック材料を主成分とする焼結体が導電性を有しかつ光透過性をすることを特徴とする項1、2、3、4、5、6、7、8、9、10、11、12、13、14、15、16、17、18、19、20、21、22、23、24、25、26、27、28、29、30、31、32、33、34、35、36、37、38、39、40、41、42、43、44、45、46、47、48、49、50、51、52、53、54、55、56、57、58、59、60、61、62、63、64、65、66、67、68、69、70、71、72、73、74、75、76、77、78、79、80、81、82、83、84、85、86、87、88、89、90、91、92、93、94、95、96、97又は98に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板。 30

項100．セラミック材料を主成分とする焼結体が酸化亜鉛を主成分とする焼結体であることを特徴とする項93、94、95、96、97、98又は99に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板。

項101．酸化亜鉛を主成分とする焼結体が少なくともアルミニウム成分を含むことを特徴とする項100に記載された発光素子搭載用基板。

項102．セラミック材料を主成分とする焼結体が窒化ガリウムを主成分とする焼結体であることを特徴とする項93、94、95、96、97、98又は99に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板。 40

項103．窒化ガリウムを主成分とする焼結体がBe、Mg、Zn、Cd、C、Si、Ge、Se、Te、酸素のうちから選ばれた少なくとも1種以上の成分を含むことを特徴とする項102に記載された発光素子搭載用基板。

項104．窒化ガリウムを主成分とする焼結体がアルカリ土類金属及び希土類元素のうちから選ばれた少なくとも1種以上の成分を含むことを特徴とする項102又は103に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板。

項105．窒化ガリウムを主成分とする焼結体がインジウム及びアルミニウムのうちから選ばれた少なくとも1種以上の成分を含むことを特徴とする項102、103又は104 50

に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板。

項106. 窒化ガリウムを主成分とする焼結体がBe、Mg、Zn、Cd、C、Si、Ge、Se、Te、酸素のうちから選ばれた少なくとも1種以上の成分と同時にアルカリ土類金属及び希土類元素のうちから選ばれた少なくとも1種以上の成分を含むことを特徴とする項102、103、104又は105に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板。

項107. 窒化ガリウムを主成分とする焼結体がBe、Mg、Zn、Cd、C、Si、Ge、Se、Te、酸素のうちから選ばれた少なくとも1種以上の成分と同時にアルミニウム及びインジウムのうちから選ばれた少なくとも1種以上の成分を含むことを特徴とする項102、103、104、105又は106に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板。

10

項108. 窒化ガリウムを主成分とする焼結体がアルカリ土類金属及び希土類元素のうちから選ばれた少なくとも1種以上の成分と同時にアルミニウム及びインジウムのうちから選ばれた少なくとも1種以上の成分を含むことを特徴とする項102、103、104、105、106又は107に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板。

項109. セラミック材料を主成分とする焼結体が炭化珪素を主成分とする焼結体であることを特徴とする項93、94、95、96、97、98又は99に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板。

項110. セラミック材料を主成分とする焼結体が窒化珪素を主成分とする焼結体であることを特徴とする項93、94、95、96、97、98又は99に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板。

20

【0325】

項111. セラミック材料が窒化アルミニウムであることを特徴とする項80、81、86、89、90、91又は92に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板。

項112. セラミック材料が窒化アルミニウムであり、該窒化アルミニウムを主成分とする焼結体が窒化アルミニウムを50体積%以上含むものであることを特徴とする項111に記載された発光素子搭載用基板。

項113. 希土類元素及びアルカリ土類金属のうちから選ばれた少なくとも1種以上を酸化物換算で50体積%以下含む窒化アルミニウムを主成分とする焼結体からなることを特徴とする項111又は112に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板。

項114. 希土類元素及びアルカリ土類金属のうちから選ばれた少なくとも1種以上を酸化物換算で40体積%以下含む窒化アルミニウムを主成分とする焼結体からなることを特徴とする項113に記載された発光素子搭載用基板。

30

項115. 希土類元素及びアルカリ土類金属のうちから選ばれた少なくとも1種以上を酸化物換算で30体積%以下含む窒化アルミニウムを主成分とする焼結体からなることを特徴とする項113又は114に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板。

項116. 希土類元素及びアルカリ土類金属のうちから選ばれた少なくとも1種以上を酸化物換算で12体積%以下含む窒化アルミニウムを主成分とする焼結体からなることを特徴とする項113、114又は115に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板。

項117. 希土類元素及びアルカリ土類金属のうちから選ばれた少なくとも1種以上を酸化物換算で7体積%以下含む窒化アルミニウムを主成分とする焼結体からなることを特徴とする項113、114、115又は116に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板。

40

項118. 希土類元素及びアルカリ土類金属のうちから選ばれた少なくとも1種以上を酸化物換算で5体積%以下含む窒化アルミニウムを主成分とする焼結体からなることを特徴とする項113、114、115、116又は117に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板。

項119. 希土類元素及びアルカリ土類金属のうちから選ばれた少なくとも1種以上を酸化物換算で3体積%以下含む窒化アルミニウムを主成分とする焼結体からなることを特徴とする項113、114、115、116、117又は118に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板。

50

項 1 2 0. 窒化アルミニウムを主成分とする焼結体が希土類元素あるいはアルカリ土類金属のうちいずれか一方だけを含むものであることを特徴とする項 1 1 3、1 1 4、1 1 5、1 1 6、1 1 7、1 1 8 又は 1 1 9 に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板。

項 1 2 1. 窒化アルミニウムを主成分とする焼結体が希土類元素及びアルカリ土類金属を同時に含むものであることを特徴とする項 1 1 3、1 1 4、1 1 5、1 1 6、1 1 7、1 1 8、1 1 9 又は 1 2 0 に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板。

項 1 2 2. アルカリ金属及び珪素のうちから選ばれた少なくとも 1 種以上を酸化物換算で 2 0 体積% 以下含む窒化アルミニウムを主成分とする焼結体からなることを特徴とする項 1 1 3、1 1 4、1 1 5、1 1 6、1 1 7、1 1 8、1 1 9、1 2 0 又は 1 2 1 に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板。

項 1 2 3. アルカリ金属及び珪素のうちから選ばれた少なくとも 1 種以上を酸化物換算で 1 0 体積% 以下含む窒化アルミニウムを主成分とする焼結体からなることを特徴とする項 1 2 2 に記載された発光素子搭載用基板。

項 1 2 4. アルカリ金属及び珪素のうちから選ばれた少なくとも 1 種以上を酸化物換算で 5 体積% 以下含む窒化アルミニウムを主成分とする焼結体からなることを特徴とする項 1 2 2 又は 1 2 3 に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板。

項 1 2 5. アルカリ金属及び珪素のうちから選ばれた少なくとも 1 種以上を酸化物換算で 3 体積% 以下含む窒化アルミニウムを主成分とする焼結体からなることを特徴とする項 1 2 2、1 2 3 又は 1 2 4 に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板。

項 1 2 6. アルカリ金属及び珪素のうちから選ばれた少なくとも 1 種以上を酸化物換算で 1 体積% 以下含む窒化アルミニウムを主成分とする焼結体からなることを特徴とする項 1 2 2、1 2 3、1 2 4 又は 1 2 5 に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板。

項 1 2 7. アルカリ金属及び珪素のうちから選ばれた少なくとも 1 種以上を含みさらに希土類元素及びアルカリ土類金属のうちから選ばれた少なくとも 1 種以上を同時に含む窒化アルミニウムを主成分とする焼結体からなることを特徴とする項 1 1 1、1 1 2、1 1 3、1 1 4、1 1 5、1 1 6、1 1 7、1 1 8、1 1 9、1 2 0、1 2 1、1 2 2、1 2 3、1 2 4、1 2 5 又は 1 2 6 に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板。

項 1 2 8. Mo、W、V、Nb、Ta、Ti、及びカーボンのうちから選ばれた少なくとも 1 種以上を元素換算で 5 0 体積% 以下含む窒化アルミニウムを主成分とする焼結体からなることを特徴とする項 1 1 1、1 1 2、1 1 3、1 1 4、1 1 5、1 1 6、1 1 7、1 1 8、1 1 9、1 2 0、1 2 1、1 2 2、1 2 3、1 2 4、1 2 5、1 2 6 又は 1 2 7 に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板。

項 1 2 9. Mo、W、V、Nb、Ta、Ti、及びカーボンのうちから選ばれた少なくとも 1 種以上を元素換算で 2 0 体積% 以下含む窒化アルミニウムを主成分とする焼結体からなることを特徴とする項 1 2 8 に記載された発光素子搭載用基板。

項 1 3 0. Mo、W、V、Nb、Ta、Ti、及びカーボンのうちから選ばれた少なくとも 1 種以上を元素換算で 1 0 体積% 以下含む窒化アルミニウムを主成分とする焼結体からなることを特徴とする項 1 2 8 又は 1 2 9 に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板。

項 1 3 1. Mo、W、V、Nb、Ta、Ti、及びカーボンのうちから選ばれた少なくとも 1 種以上を元素換算で 5 体積% 以下含む窒化アルミニウムを主成分とする焼結体からなることを特徴とする項 1 2 8、1 2 9 又は 1 3 0 に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板。

項 1 3 2. Mo、W、V、Nb、Ta、Ti、及びカーボンのうちから選ばれた少なくとも 1 種以上を元素換算で 3 体積% 以下含む窒化アルミニウムを主成分とする焼結体からなることを特徴とする項 1 2 8、1 2 9、1 3 0 又は 1 3 1 に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板。

項 1 3 3. Mo、W、V、Nb、Ta、Ti、及びカーボンのうちから選ばれた少なくとも 1 種以上を元素換算で 1 体積% 以下含む窒化アルミニウムを主成分とする焼結体からなることを特徴とする項 1 2 8、1 2 9、1 3 0、1 3 1 又は 1 3 2 に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板。

10

20

30

40

50

- 項 1 3 4. Mo、W、V、Nb、Ta、Ti、及びカーボンのうちから選ばれた少なくとも 1 種以上を含みさらに希土類元素及びアルカリ土類金属のうちから選ばれた少なくとも 1 種以上を同時に含む窒化アルミニウムを主成分とする焼結体からなることを特徴とする項 1 1 1、1 1 2、1 1 3、1 1 4、1 1 5、1 1 6、1 1 7、1 1 8、1 1 9、1 2 0、1 2 1、1 2 2、1 2 3、1 2 4、1 2 5、1 2 6、1 2 7、1 2 8、1 2 9、1 3 0、1 3 1、1 3 2 又は 1 3 3 に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板。
- 項 1 3 5. 遷移金属の不可避不純物のうちから選ばれた少なくとも 1 種以上を元素換算で 5 0 重量%以下含む窒化アルミニウムを主成分とする焼結体からなることを特徴とする項 1 1 1、1 1 2、1 1 3、1 1 4、1 1 5、1 1 6、1 1 7、1 1 8、1 1 9、1 2 0、1 2 1、1 2 2、1 2 3、1 2 4、1 2 5、1 2 6、1 2 7、1 2 8、1 2 9、1 3 0、1 3 1、1 3 2、1 3 3 又は 1 3 4 に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板。 10
- 項 1 3 6. 遷移金属の不可避不純物のうちから選ばれた少なくとも 1 種以上を元素換算で 2 0 重量%以下含む窒化アルミニウムを主成分とする焼結体からなることを特徴とする項 1 3 5 に記載された発光素子搭載用基板。
- 項 1 3 7. 遷移金属の不可避不純物のうちから選ばれた少なくとも 1 種以上を元素換算で 1 0 重量%以下含む窒化アルミニウムを主成分とする焼結体からなることを特徴とする項 1 3 5 又は 1 3 6 に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板。
- 項 1 3 8. 遷移金属の不可避不純物のうちから選ばれた少なくとも 1 種以上を元素換算で 1 . 0 重量%以下含む窒化アルミニウムを主成分とする焼結体からなることを特徴とする項 1 3 5、1 3 6 又は 1 3 7 に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板。 20
- 項 1 3 9. 遷移金属の不可避不純物のうちから選ばれた少なくとも 1 種以上を元素換算で 0 . 5 重量%以下含む窒化アルミニウムを主成分とする焼結体からなることを特徴とする項 1 3 5、1 3 6、1 3 7 又は 1 3 8 に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板。
- 項 1 4 0. 遷移金属の不可避不純物のうちから選ばれた少なくとも 1 種以上を元素換算で 0 . 2 重量%以下含む窒化アルミニウムを主成分とする焼結体からなることを特徴とする項 1 3 5、1 3 6、1 3 7、1 3 8 又は 1 3 9 に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板。
- 項 1 4 1. 遷移金属の不可避不純物のうちから選ばれた少なくとも 1 種以上を含みさらに希土類元素及びアルカリ土類金属のうちから選ばれた少なくとも 1 種以上を同時に含む窒化アルミニウムを主成分とする焼結体からなることを特徴とする項 1 1 1、1 1 2、1 1 3、1 1 4、1 1 5、1 1 6、1 1 7、1 1 8、1 1 9、1 2 0、1 2 1、1 2 2、1 2 3、1 2 4、1 2 5、1 2 6、1 2 7、1 2 8、1 2 9、1 3 0、1 3 1、1 3 2、1 3 3、1 3 4、1 3 5、1 3 6、1 3 7、1 3 8、1 3 9 又は 1 4 0 に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板。 30
- 項 1 4 2. 遷移金属の不可避不純物が鉄、ニッケル、クロム、マンガン、ジルコニウム、ハフニウム、コバルト、銅、亜鉛であることを特徴とする項 1 3 5、1 3 6、1 3 7、1 3 8、1 3 9、1 4 0 又は 1 4 1 に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板。
- 項 1 4 3. 酸素を 2 5 重量%以下含む窒化アルミニウムを主成分とする焼結体からなることを特徴とする項 1 1 1、1 1 2、1 1 3、1 1 4、1 1 5、1 1 6、1 1 7、1 1 8、1 1 9、1 2 0、1 2 1、1 2 2、1 2 3、1 2 4、1 2 5、1 2 6、1 2 7、1 2 8、1 2 9、1 3 0、1 3 1、1 3 2、1 3 3、1 3 4、1 3 5、1 3 6、1 3 7、1 3 8、1 3 9、1 4 0、1 4 1 又は 1 4 2 に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板。 40
- 項 1 4 4. 酸素を 1 5 重量%以下含む窒化アルミニウムを主成分とする焼結体からなることを特徴とする項 1 4 3 に記載された発光素子搭載用基板。
- 項 1 4 5. 酸素を 1 0 重量%以下含む窒化アルミニウムを主成分とする焼結体からなることを特徴とする項 1 4 3 又は 1 4 4 に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板。
- 項 1 4 6. 酸素を 5 重量%以下含む窒化アルミニウムを主成分とする焼結体からなることを特徴とする項 1 4 3、1 4 4 又は 1 4 5 に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板。
- 項 1 4 7. 酸素を 3 重量%以下含む窒化アルミニウムを主成分とする焼結体からなることを特徴とする項 1 4 3、1 4 4、1 4 5 又は 1 4 6 に記載されたいずれかの発光素子搭載 50

用基板。

項 1 4 8. 酸素を含みさらに希土類元素及びアルカリ土類金属のうちから選ばれた少なくとも 1 種以上を同時に含む窒化アルミニウムを主成分とする焼結体からなることを特徴とする項 1 1 1、1 1 2、1 1 3、1 1 4、1 1 5、1 1 6、1 1 7、1 1 8、1 1 9、1 2 0、1 2 1、1 2 2、1 2 3、1 2 4、1 2 5、1 2 6、1 2 7、1 2 8、1 2 9、1 3 0、1 3 1、1 3 2、1 3 3、1 3 4、1 3 5、1 3 6、1 3 7、1 3 8、1 3 9、1 4 0、1 4 1、1 4 2、1 4 3、1 4 4、1 4 5、1 4 6 又は 1 4 7 に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板。

項 1 4 9. ALON を 5 0 % 以下含む窒化アルミニウムを主成分とする焼結体からなることを特徴とする項 1 1 1、1 1 2、1 1 3、1 1 4、1 1 5、1 1 6、1 1 7、1 1 8、1 1 9、1 2 0、1 2 1、1 2 2、1 2 3、1 2 4、1 2 5、1 2 6、1 2 7、1 2 8、1 2 9、1 3 0、1 3 1、1 3 2、1 3 3、1 3 4、1 3 5、1 3 6、1 3 7、1 3 8、1 3 9、1 4 0、1 4 1、1 4 2、1 4 3、1 4 4、1 4 5、1 4 6、1 4 7 又は 1 4 8 に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板。 10

項 1 5 0. ALON を 4 0 % 以下含む窒化アルミニウムを主成分とする焼結体からなることを特徴とする項 1 4 9 に記載された発光素子搭載用基板。

項 1 5 1. ALON を 2 0 % 以下含む窒化アルミニウムを主成分とする焼結体からなることを特徴とする項 1 4 9 又は 1 5 0 に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板。

項 1 5 2. ALON を 1 2 % 以下含む窒化アルミニウムを主成分とする焼結体からなることを特徴とする項 1 4 9、1 5 0 又は 1 5 1 に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板 20

。項 1 5 3. ALON を 7 % 以下含む窒化アルミニウムを主成分とする焼結体からなることを特徴とする項 1 4 9、1 5 0、1 5 1 又は 1 5 2 に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板。

項 1 5 4. ALON を含みさらに希土類元素及びアルカリ土類金属のうちから選ばれた少なくとも 1 種以上を同時に含む窒化アルミニウムを主成分とする焼結体からなることを特徴とする項 1 1 1、1 1 2、1 1 3、1 1 4、1 1 5、1 1 6、1 1 7、1 1 8、1 1 9、1 2 0、1 2 1、1 2 2、1 2 3、1 2 4、1 2 5、1 2 6、1 2 7、1 2 8、1 2 9、1 3 0、1 3 1、1 3 2、1 3 3、1 3 4、1 3 5、1 3 6、1 3 7、1 3 8、1 3 9、1 4 0、1 4 1、1 4 2、1 4 3、1 4 4、1 4 5、1 4 6、1 4 7、1 4 8、1 4 9、1 5 0、1 5 1、1 5 2 又は 1 5 3 に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板。 30

項 1 5 5. 窒化アルミニウム成分を 9 5 体積 % 以上含有する窒化アルミニウムを主成分とする焼結体からなることを特徴とする項 1 1 1、1 1 2、1 1 3、1 1 4、1 1 5、1 1 6、1 1 7、1 1 8、1 1 9、1 2 0、1 2 1、1 2 2、1 2 3、1 2 4、1 2 5、1 2 6、1 2 7、1 2 8、1 2 9、1 3 0、1 3 1、1 3 2、1 3 3、1 3 4、1 3 5、1 3 6、1 3 7、1 3 8、1 3 9、1 4 0、1 4 1、1 4 2、1 4 3、1 4 4、1 4 5、1 4 6、1 4 7、1 4 8、1 4 9、1 5 0、1 5 1、1 5 2、1 5 3 又は 1 5 4 に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板。

項 1 5 6. 希土類元素及びアルカリ土類金属のうちから選ばれた少なくとも 1 種以上を元素換算で合計 0. 5 重量 % 以下かつ酸素を 0. 9 重量 % 以下含有する窒化アルミニウムを主成分とする焼結体からなることを特徴とする項 1 1 1、1 1 2、1 1 3、1 1 4、1 1 5、1 1 6、1 1 7、1 1 8、1 1 9、1 2 0、1 2 1、1 2 2、1 2 3、1 2 4、1 2 5、1 2 6、1 2 7、1 2 8、1 2 9、1 3 0、1 3 1、1 3 2、1 3 3、1 3 4、1 3 5、1 3 6、1 3 7、1 3 8、1 3 9、1 4 0、1 4 1、1 4 2、1 4 3、1 4 4、1 4 5、1 4 6、1 4 7、1 4 8、1 4 9、1 5 0、1 5 1、1 5 2、1 5 3、1 5 4 又は 1 5 5 に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板。 40

項 1 5 7. 希土類元素及びアルカリ土類金属のうちから選ばれた少なくとも 1 種以上を元素換算で合計 0. 2 重量 % 以下かつ酸素を 0. 5 重量 % 以下含有する窒化アルミニウムを主成分とする焼結体からなることを特徴とする項 1 5 6 に記載された発光素子搭載用基板。

項 1 5 8. 希土類元素及びアルカリ土類金属のうちから選ばれた少なくとも 1 種以上を元素換算で合計 0. 0 5 重量%以下かつ酸素を 0. 2 重量%以下含有する窒化アルミニウムを主成分とする焼結体からなることを特徴とする項 1 5 6 又は 1 5 7 に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板。

項 1 5 9. 希土類元素及びアルカリ土類金属のうちから選ばれた少なくとも 1 種以上を元素換算で合計 0. 0 2 重量%以下かつ酸素を 0. 1 重量%以下含有する窒化アルミニウムを主成分とする焼結体からなることを特徴とする項 1 5 6、1 5 7 又は 1 5 8 に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板。

項 1 6 0. 希土類元素及びアルカリ土類金属のうちから選ばれた少なくとも 1 種以上を元素換算で合計 0. 0 0 5 重量%以下かつ酸素を 0. 0 5 重量%以下含有する窒化アルミニウムを主成分とする焼結体からなることを特徴とする項 1 5 6、1 5 7、1 5 8 又は 1 5 9 に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板。 10

項 1 6 1. アルカリ金属及び珪素のうちから選ばれた少なくとも 1 種以上を元素換算で合計 0. 2 重量%以下かつ酸素を 0. 9 重量%以下含有する窒化アルミニウムを主成分とする焼結体からなることを特徴とする項 1 1 1、1 1 2、1 1 3、1 1 4、1 1 5、1 1 6、1 1 7、1 1 8、1 1 9、1 2 0、1 2 1、1 2 2、1 2 3、1 2 4、1 2 5、1 2 6、1 2 7、1 2 8、1 2 9、1 3 0、1 3 1、1 3 2、1 3 3、1 3 4、1 3 5、1 3 6、1 3 7、1 3 8、1 3 9、1 4 0、1 4 1、1 4 2、1 4 3、1 4 4、1 4 5、1 4 6、1 4 7、1 4 8、1 4 9、1 5 0、1 5 1、1 5 2、1 5 3、1 5 4、1 5 5、1 5 6、1 5 7、1 5 8、1 5 9 又は 1 6 0 に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板。 20

項 1 6 2. Mo、W、V (バナジウム)、Nb、Ta、Ti、及びカーボンのうちから選ばれた少なくとも 1 種以上を元素換算で合計 0. 2 重量%以下かつ酸素を 0. 9 重量%以下含有する窒化アルミニウムを主成分とする焼結体からなることを特徴とする項 1 1 1、1 1 2、1 1 3、1 1 4、1 1 5、1 1 6、1 1 7、1 1 8、1 1 9、1 2 0、1 2 1、1 2 2、1 2 3、1 2 4、1 2 5、1 2 6、1 2 7、1 2 8、1 2 9、1 3 0、1 3 1、1 3 2、1 3 3、1 3 4、1 3 5、1 3 6、1 3 7、1 3 8、1 3 9、1 4 0、1 4 1、1 4 2、1 4 3、1 4 4、1 4 5、1 4 6、1 4 7、1 4 8、1 4 9、1 5 0、1 5 1、1 5 2、1 5 3、1 5 4、1 5 5、1 5 6、1 5 7、1 5 8、1 5 9、1 6 0 又は 1 6 1 に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板。

項 1 6 3. Fe、Ni、Co、Mn、Cr、Zr、Cu、及び Zn のうちから選ばれた少なくとも 1 種以上を元素換算で合計 0. 2 重量%以下かつ酸素を 0. 9 重量%以下含有する窒化アルミニウムを主成分とする焼結体からなることを特徴とする項 1 1 1、1 1 2、1 1 3、1 1 4、1 1 5、1 1 6、1 1 7、1 1 8、1 1 9、1 2 0、1 2 1、1 2 2、1 2 3、1 2 4、1 2 5、1 2 6、1 2 7、1 2 8、1 2 9、1 3 0、1 3 1、1 3 2、1 3 3、1 3 4、1 3 5、1 3 6、1 3 7、1 3 8、1 3 9、1 4 0、1 4 1、1 4 2、1 4 3、1 4 4、1 4 5、1 4 6、1 4 7、1 4 8、1 4 9、1 5 0、1 5 1、1 5 2、1 5 3、1 5 4、1 5 5、1 5 6、1 5 7、1 5 8、1 5 9、1 6 0、1 6 1 又は 1 6 2 に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板。 30

項 1 6 4. 結晶相として AlN を 9 5 % 以上含有する窒化アルミニウムを主成分とする焼結体からなることを特徴とする項 1 1 1、1 1 2、1 1 3、1 1 4、1 1 5、1 1 6、1 1 7、1 1 8、1 1 9、1 2 0、1 2 1、1 2 2、1 2 3、1 2 4、1 2 5、1 2 6、1 2 7、1 2 8、1 2 9、1 3 0、1 3 1、1 3 2、1 3 3、1 3 4、1 3 5、1 3 6、1 3 7、1 3 8、1 3 9、1 4 0、1 4 1、1 4 2、1 4 3、1 4 4、1 4 5、1 4 6、1 4 7、1 4 8、1 4 9、1 5 0、1 5 1、1 5 2、1 5 3、1 5 4、1 5 5、1 5 6、1 5 7、1 5 8、1 5 9、1 6 0、1 6 1、1 6 2 又は 1 6 3 に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板。 40

項 1 6 5. 結晶相として AlN を 9 8 % 以上含有する窒化アルミニウムを主成分とする焼結体からなることを特徴とする項 1 6 4 に記載された発光素子搭載用基板。

項 1 6 6. 結晶相として実質的に AlN 単一相の窒化アルミニウムを主成分とする焼結体からなることを特徴とする項 1 6 4 又は 1 6 5 に記載されたいずれかの発光素子搭載用基 50

板。

項 1 6 7. 相対密度 9 5 % 以上の窒化アルミニウムを主成分とする焼結体からなることを特徴とする項 1 1 1、1 1 2、1 1 3、1 1 4、1 1 5、1 1 6、1 1 7、1 1 8、1 1 9、1 2 0、1 2 1、1 2 2、1 2 3、1 2 4、1 2 5、1 2 6、1 2 7、1 2 8、1 2 9、1 3 0、1 3 1、1 3 2、1 3 3、1 3 4、1 3 5、1 3 6、1 3 7、1 3 8、1 3 9、1 4 0、1 4 1、1 4 2、1 4 3、1 4 4、1 4 5、1 4 6、1 4 7、1 4 8、1 4 9、1 5 0、1 5 1、1 5 2、1 5 3、1 5 4、1 5 5、1 5 6、1 5 7、1 5 8、1 5 9、1 6 0、1 6 1、1 6 2、1 6 3、1 6 4、1 6 5 又は 1 6 6 に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板。

項 1 6 8. 相対密度 9 8 % 以上の窒化アルミニウムを主成分とする焼結体からなることを特徴とする項 1 6 7 に記載された発光素子搭載用基板。 10

項 1 6 9. 空孔の大きさが平均 1 μm 以下である窒化アルミニウムを主成分とする焼結体からなることを特徴とする項 1 1 1、1 1 2、1 1 3、1 1 4、1 1 5、1 1 6、1 1 7、1 1 8、1 1 9、1 2 0、1 2 1、1 2 2、1 2 3、1 2 4、1 2 5、1 2 6、1 2 7、1 2 8、1 2 9、1 3 0、1 3 1、1 3 2、1 3 3、1 3 4、1 3 5、1 3 6、1 3 7、1 3 8、1 3 9、1 4 0、1 4 1、1 4 2、1 4 3、1 4 4、1 4 5、1 4 6、1 4 7、1 4 8、1 4 9、1 5 0、1 5 1、1 5 2、1 5 3、1 5 4、1 5 5、1 5 6、1 5 7、1 5 8、1 5 9、1 6 0、1 6 1、1 6 2、1 6 3、1 6 4、1 6 5、1 6 6、1 6 7 又は 1 6 8 に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板。

項 1 7 0. 窒化アルミニウム粒子の大きさが平均 1 μm 以上である窒化アルミニウムを主成分とする焼結体からなることを特徴とする項 1 1 1、1 1 2、1 1 3、1 1 4、1 1 5、1 1 6、1 1 7、1 1 8、1 1 9、1 2 0、1 2 1、1 2 2、1 2 3、1 2 4、1 2 5、1 2 6、1 2 7、1 2 8、1 2 9、1 3 0、1 3 1、1 3 2、1 3 3、1 3 4、1 3 5、1 3 6、1 3 7、1 3 8、1 3 9、1 4 0、1 4 1、1 4 2、1 4 3、1 4 4、1 4 5、1 4 6、1 4 7、1 4 8、1 4 9、1 5 0、1 5 1、1 5 2、1 5 3、1 5 4、1 5 5、1 5 6、1 5 7、1 5 8、1 5 9、1 6 0、1 6 1、1 6 2、1 6 3、1 6 4、1 6 5、1 6 6、1 6 7、1 6 8 又は 1 6 9 に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板。 20

項 1 7 1. 窒化アルミニウム粒子の大きさが平均 5 μm 以上であることを特徴とする項 1 7 0 に記載された発光素子搭載用基板。

項 1 7 2. 窒化アルミニウム粒子の大きさが平均 8 μm 以上であることを特徴とする項 1 7 0 又は 1 7 1 に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板。 30

項 1 7 3. 窒化アルミニウム粒子の大きさが平均 1 5 μm 以上であることを特徴とする項 1 7 0、1 7 1 又は 1 7 2 に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板。

項 1 7 4. 窒化アルミニウム粒子の大きさが平均 2 5 μm 以上であることを特徴とする項 1 7 0、1 7 1、1 7 2 又は 1 7 3 に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板。

項 1 7 5. 窒化アルミニウム粒子の大きさが平均 1 0 0 μm 以下である窒化アルミニウムを主成分とする焼結体からなることを特徴とする項 1 1 1、1 1 2、1 1 3、1 1 4、1 1 5、1 1 6、1 1 7、1 1 8、1 1 9、1 2 0、1 2 1、1 2 2、1 2 3、1 2 4、1 2 5、1 2 6、1 2 7、1 2 8、1 2 9、1 3 0、1 3 1、1 3 2、1 3 3、1 3 4、1 3 5、1 3 6、1 3 7、1 3 8、1 3 9、1 4 0、1 4 1、1 4 2、1 4 3、1 4 4、1 4 5、1 4 6、1 4 7、1 4 8、1 4 9、1 5 0、1 5 1、1 5 2、1 5 3、1 5 4、1 5 5、1 5 6、1 5 7、1 5 8、1 5 9、1 6 0、1 6 1、1 6 2、1 6 3、1 6 4、1 6 5、1 6 6、1 6 7、1 6 8、1 6 9、1 7 0、1 7 1、1 7 2、1 7 3 又は 1 7 4 に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板。 40

項 1 7 6. 室温における抵抗率が $1 \times 10^8 \Omega \cdot \text{cm}$ 以上の窒化アルミニウムを主成分とする焼結体からなることを特徴とする項 1 1 1、1 1 2、1 1 3、1 1 4、1 1 5、1 1 6、1 1 7、1 1 8、1 1 9、1 2 0、1 2 1、1 2 2、1 2 3、1 2 4、1 2 5、1 2 6、1 2 7、1 2 8、1 2 9、1 3 0、1 3 1、1 3 2、1 3 3、1 3 4、1 3 5、1 3 6、1 3 7、1 3 8、1 3 9、1 4 0、1 4 1、1 4 2、1 4 3、1 4 4、1 4 5、1 4 6、1 4 7、1 4 8、1 4 9、1 5 0、1 5 1、1 5 2、1 5 3、1 5 4、1 5 5、1 5 6、1 5 7、1 5 8、1 5 9、1 6 0、1 6 1、1 6 2、1 6 3、1 6 4、1 6 5、1 6 6、1 6 7、1 6 8、1 6 9、1 7 0、1 7 1、1 7 2、1 7 3 又は 1 7 4 に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板。 50

6、157、158、159、160、161、162、163、164、165、166、167、168、169、170、171、172、173、174又は175に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板。

項177. 室温における抵抗率が $1 \times 10^9 \Omega \cdot \text{cm}$ 以上の窒化アルミニウムを主成分とする焼結体からなることを特徴とする項176に記載された発光素子搭載用基板。

項178. 室温における抵抗率が $1 \times 10^{10} \Omega \cdot \text{cm}$ 以上の窒化アルミニウムを主成分とする焼結体からなることを特徴とする項176又は177に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板。

項179. 室温における抵抗率が $1 \times 10^{11} \Omega \cdot \text{cm}$ 以上の窒化アルミニウムを主成分とする焼結体からなることを特徴とする項176、177又は178に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板。 10

項180. 室温における熱伝導率 50 W/mK 以上の窒化アルミニウムを主成分とする焼結体からなることを特徴とする項111、112、113、114、115、116、117、118、119、120、121、122、123、124、125、126、127、128、129、130、131、132、133、134、135、136、137、138、139、140、141、142、143、144、145、146、147、148、149、150、151、152、153、154、155、156、157、158、159、160、161、162、163、164、165、166、167、168、169、170、171、172、173、174、175、176、177、178又は179に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板。 20

項181. 室温における熱伝導率が 100 W/mK 以上の窒化アルミニウムを主成分とする焼結体からなることを特徴とする項180に記載された発光素子搭載用基板。

項182. 室温における熱伝導率が 150 W/mK 以上の窒化アルミニウムを主成分とする焼結体からなることを特徴とする項180又は181に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板。

項183. 室温における熱伝導率が 170 W/mK 以上の窒化アルミニウムを主成分とする焼結体からなることを特徴とする項180、181又は182に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板。

項184. 室温における熱伝導率が 200 W/mK 以上の窒化アルミニウムを主成分とする焼結体からなることを特徴とする項180、181、182又は183に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板。 30

項185. 室温における熱伝導率が 220 W/mK 以上の窒化アルミニウムを主成分とする焼結体からなることを特徴とする項180、181、182、183又は184に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板。

【0326】

項186. 発光素子を搭載するための基板であって、該基板は平均表面粗さ $Ra 2000 \text{ nm}$ 以下のセラミック材料を主成分とする焼結体からなることを特徴とする項1、2、3、4、5、6、7、8、9、10、11、12、13、14、15、16、17、18、19、20、21、22、23、24、25、26、27、28、29、30、31、32、33、34、35、36、37、38、39、40、41、42、43、44、45、46、47、48、49、50、51、52、53、54、55、56、57、58、59、60、61、62、63、64、65、66、67、68、69、70、71、72、73、74、75、76、77、78、79、80、81、82、83、84、85、86、87、88、89、90、91、92、93、94、95、96、97、98、99、100、101、102、103、104、105、106、107、108、109、110、111、112、113、114、115、116、117、118、119、120、121、122、123、124、125、126、127、128、129、130、131、132、133、134、135、136、137、138、139、140、141、142、143、144、145、146、147、148、149、150、151、152、153、154、155、156、157、158、1 40 50

59、160、161、162、163、164、165、166、167、168、169、170、171、172、173、174、175、176、177、178、179、180、181、182、183、184又は185に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板。

項187．平均表面粗さRa1000nm以下のセラミック材料を主成分とする焼結体からなることを特徴とする項186に記載された発光素子搭載用基板。

項188．平均表面粗さRa100nm以下のセラミック材料を主成分とする焼結体からなることを特徴とする項186又は187に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板。

項189．平均表面粗さRa20nm以下のセラミック材料を主成分とする焼結体からなることを特徴とする項186、187又は188に記載されたいずれかの発光素子搭載用
10

項190．発光素子を搭載するための基板であって、該基板は平均表面粗さRa2000nm以上のセラミック材料を主成分とする焼結体からなることを特徴とする項1、2、3、4、5、6、7、8、9、10、11、12、13、14、15、16、17、18、19、20、21、22、23、24、25、26、27、28、29、30、31、32、33、34、35、36、37、38、39、40、41、42、43、44、45、46、47、48、49、50、51、52、53、54、55、56、57、58、59、60、61、62、63、64、65、66、67、68、69、70、71、72、73、74、75、76、77、78、79、80、81、82、83、84、85、86、87、88、89、90、91、92、93、94、95、96、97、98、99、100、101、102、103、104、105、106、107、108、109、110、111、112、113、114、115、116、117、118、119、120、121、122、123、124、125、126、127、128、129、130、131、132、133、134、135、136、137、138、139、140、141、142、143、144、145、146、147、148、149、150、151、152、153、154、155、156、157、158、159、160、161、162、163、164、165、166、167、168、169、170、171、172、173、174、175、176、177、178、179、180、181、182、183、184、185、186、187、188又は189に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板。
20

項191．基板表面が焼きっ放し（a s - f i r e）、ラップ研磨あるいは鏡面研磨のうちから選ばれた少なくともいずれかの状態を有することを特徴とする項186、187、188、189又は190に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板。
30

項192．基板表面が鏡面研磨された状態を有することを特徴とする項186、187、188、189、190又は191に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板。

項193．発光素子を搭載するための基板であって、該基板は厚みが8.0mm以下のセラミック材料を主成分とする焼結体からなることを特徴とする項1、2、3、4、5、6、7、8、9、10、11、12、13、14、15、16、17、18、19、20、21、22、23、24、25、26、27、28、29、30、31、32、33、34、35、36、37、38、39、40、41、42、43、44、45、46、47、48、49、50、51、52、53、54、55、56、57、58、59、60、61、62、63、64、65、66、67、68、69、70、71、72、73、74、75、76、77、78、79、80、81、82、83、84、85、86、87、88、89、90、91、92、93、94、95、96、97、98、99、100、101、102、103、104、105、106、107、108、109、110、111、112、113、114、115、116、117、118、119、120、121、122、123、124、125、126、127、128、129、130、131、132、133、134、135、136、137、138、139、140、141、142、143、144、145、146、147、148、149、150、151、152、153、154、155、156、157、158、159、160
40

10

20

30

40

50

、161、162、163、164、165、166、167、168、169、170、171、172、173、174、175、176、177、178、179、180、181、182、183、184、185、186、187、188、189、190、191又は192に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板。

項194．基板の厚みが5.0mm以下のセラミック材料を主成分とする焼結体からなることを特徴とする項193に記載された発光素子搭載用基板。

項195．基板の厚みが2.5mm以下のセラミック材料を主成分とする焼結体からなることを特徴とする項193又は194に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板。

項196．基板の厚みが1.0mm以下のセラミック材料を主成分とする焼結体からなることを特徴とする項193、194又は195に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板。 10

項197．発光素子を搭載するための基板であって、該基板は厚みが0.01mm以上のセラミック材料を主成分とする焼結体からなることを特徴とする項1、2、3、4、5、6、7、8、9、10、11、12、13、14、15、16、17、18、19、20、21、22、23、24、25、26、27、28、29、30、31、32、33、34、35、36、37、38、39、40、41、42、43、44、45、46、47、48、49、50、51、52、53、54、55、56、57、58、59、60、61、62、63、64、65、66、67、68、69、70、71、72、73、74、75、76、77、78、79、80、81、82、83、84、85、86、87、88、89、90、91、92、93、94、95、96、97、98、99、100、101、102、103、104、105、106、107、108、109、110、111、112、113、114、115、116、117、118、119、120、121、122、123、124、125、126、127、128、129、130、131、132、133、134、135、136、137、138、139、140、141、142、143、144、145、146、147、148、149、150、151、152、153、154、155、156、157、158、159、160、161、162、163、164、165、166、167、168、169、170、171、172、173、174、175、176、177、178、179、180、181、182、183、184、185、186、187、188、189、190、191、192、193、194、195又は196に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板。 20 30

項198．基板の厚みが0.02mm以上であることを特徴とする項197に記載された発光素子搭載用基板。

項199．基板の厚みが0.05mm以上であることを特徴とする項197又は198に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板。

項200．基板の厚みが8.0mm以下でありかつ光透過率が1%以上であることを特徴とする項193、194、195、196、197、198又は199に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板。

項201．基板の厚みが0.01mm以上でありかつ光透過率が1%以上であることを特徴とする項193、194、195、196、197、198、199又は200に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板。 40

【0327】

項202．発光素子を搭載するための基板であって、該基板は導通ビアを有するセラミック材料を主成分とする焼結体からなることを特徴とする項1、2、3、4、5、6、7、8、9、10、11、12、13、14、15、16、17、18、19、20、21、22、23、24、25、26、27、28、29、30、31、32、33、34、35、36、37、38、39、40、41、42、43、44、45、46、47、48、49、50、51、52、53、54、55、56、57、58、59、60、61、62、63、64、65、66、67、68、69、70、71、72、73、74、75、76、77、78、79、80、81、82、83、84、85、86、87、88 50

- 、 89、90、91、92、93、94、95、96、97、98、99、100、101、102、103、104、105、106、107、108、109、110、111、112、113、114、115、116、117、118、119、120、121、122、123、124、125、126、127、128、129、130、131、132、133、134、135、136、137、138、139、140、141、142、143、144、145、146、147、148、149、150、151、152、153、154、155、156、157、158、159、160、161、162、163、164、165、166、167、168、169、170、171、172、173、174、175、176、177、178、179、180、181、182、183、184、185、186、187、188、189、190、191、192、193、194、195、196、197、198、199、200又は201に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板。
- 項203．発光素子を搭載するための基板であって、該基板は導通ビアを有する光透過性のセラミック材料を主成分とする焼結体からなることを特徴とする項202に記載された発光素子搭載用基板。
- 項204．導通ビアが金、銀、銅、アルミニウム、鉄、コバルト、ニッケル、ルテニウム、ロジウム、パラジウム、オスミウム、イリジウム、白金、チタン、モリブデン、タングステン、クロム、窒化チタン、窒化ジルコニウムのうちから選ばれた少なくとも1種以上を主成分とする材料からなることを特徴とする項202又は203に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板。
- 項205．導通ビアが金、銀、銅、パラジウム、白金、モリブデン、タングステン、窒化チタン、窒化ジルコニウムのうちから選ばれた少なくとも1種以上を主成分とする材料からなることを特徴とする項204に記載された発光素子搭載用基板。
- 項206．導通ビアが金、銀、銅、アルミニウム、鉄、コバルト、ニッケル、ルテニウム、ロジウム、パラジウム、オスミウム、イリジウム、白金、チタン、モリブデン、タングステン、クロム、窒化チタン、窒化ジルコニウムのうちから選ばれた少なくとも1種以上を主成分とし、さらにセラミック材料を主成分とする焼結体に含まれる成分を含有することを特徴とする項202、203、204又は205に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板。
- 項207．導通ビアが金、銀、銅、パラジウム、白金、モリブデン、タングステン、窒化チタン、窒化ジルコニウムのうちから選ばれた少なくとも1種以上を主成分とし、さらにセラミック材料を主成分とする焼結体に含まれる成分を含有することを特徴とする項206に記載された発光素子搭載用基板。
- 項208．導通ビア中のセラミック材料を主成分とする焼結体に含まれる成分が窒化アルミニウム、炭化珪素、窒化珪素、窒化ガリウム、酸化亜鉛、酸化ベリリウム、酸化アルミニウム、酸化ジルコニウム、酸化マグネシウム、アルミン酸マグネシウム、希土類元素化合物、アルカリ土類金属化合物、硼珪酸ガラス、結晶化ガラスのうちから選ばれた少なくとも1種以上であることを特徴とする項206又は207に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板。
- 項209．導通ビア中のセラミック材料を主成分とする焼結体に含まれる成分が窒化アルミニウム、酸化アルミニウム、希土類元素化合物、アルカリ土類金属化合物、硼珪酸ガラス、結晶化ガラスのうちから選ばれた少なくとも1種以上であることを特徴とする項208に記載された発光素子搭載用基板。
- 項210．導通ビア中のセラミック材料を主成分とする焼結体に含まれる成分の含有量が30重量%以下であることを特徴とする項206、207、208又は209に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板。
- 項211．導通ビア中のセラミック材料を主成分とする焼結体に含まれる成分の含有量が20重量%以下であることを特徴とする項210に記載された発光素子搭載用基板。
- 項212．導通ビア中のセラミック材料を主成分とする焼結体に含まれる成分の含有量が10重量%以下であることを特徴とする項210又は211に記載されたいずれかの発光

素子搭載用基板。

項 2 1 3. 導通ビア中のセラミック材料を主成分とする焼結体に含まれる成分の含有量が 5 重量%以下であることを特徴とする項 2 1 0、2 1 1 又は 2 1 2 に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板。

項 2 1 4. 導通ビアの室温における抵抗率が $1 \times 10^{-3} \Omega \cdot \text{cm}$ 以下であることを特徴とする項 2 0 2、2 0 3、2 0 4、2 0 5、2 0 6、2 0 7、2 0 8、2 0 9、2 1 0、2 1 1、2 1 2 又は 2 1 3 に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板。

項 2 1 5. 導通ビアの室温における抵抗率が $1 \times 10^{-4} \Omega \cdot \text{cm}$ 以下であることを特徴とする項 2 1 4 に記載された発光素子搭載用基板。

項 2 1 6. 導通ビアの室温における抵抗率が $5 \times 10^{-5} \Omega \cdot \text{cm}$ 以下であることを特徴とする項 2 1 4 又は 2 1 5 に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板。 10

項 2 1 7. 導通ビアの室温における抵抗率が $1 \times 10^{-5} \Omega \cdot \text{cm}$ 以下であることを特徴とする項 2 1 4、2 1 5 又は 2 1 6 に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板。

項 2 1 8. 導通ビアの大きさが $500 \mu\text{m}$ 以下であることを特徴とする項 2 0 2、2 0 3、2 0 4、2 0 5、2 0 6、2 0 7、2 0 8、2 0 9、2 1 0、2 1 1、2 1 2、2 1 3、2 1 4、2 1 5、2 1 6 又は 2 1 7 に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板。

項 2 1 9. 導通ビアの大きさが $250 \mu\text{m}$ 以下であることを特徴とする項 2 1 8 に記載された発光素子搭載用基板。

項 2 2 0. 導通ビアの大きさが $100 \mu\text{m}$ 以下であることを特徴とする項 2 1 8 又は 2 1 9 に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板。 20

項 2 2 1. 導通ビアの大きさが $50 \mu\text{m}$ 以下であることを特徴とする項 2 1 8、2 1 9 又は 2 2 0 に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板。

項 2 2 2. 導通ビアの大きさが $25 \mu\text{m}$ 以下であることを特徴とする項 2 1 8、2 1 9、2 2 0 又は 2 2 1 に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板。

項 2 2 3. 導通ビアの大きさが $1 \mu\text{m}$ 以上であることを特徴とする項 2 0 2、2 0 3、2 0 4、2 0 5、2 0 6、2 0 7、2 0 8、2 0 9、2 1 0、2 1 1、2 1 2、2 1 3、2 1 4、2 1 5、2 1 6、2 1 7、2 1 8、2 1 9、2 2 0、2 2 1 又は 2 2 2 に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板。

【0328】

項 2 2 4. 発光素子を搭載するための基板であって、該基板は電気回路を有するセラミック材料を主成分とする焼結体からなることを特徴とする項 1、2、3、4、5、6、7、8、9、10、11、12、13、14、15、16、17、18、19、20、21、22、23、24、25、26、27、28、29、30、31、32、33、34、35、36、37、38、39、40、41、42、43、44、45、46、47、48、49、50、51、52、53、54、55、56、57、58、59、60、61、62、63、64、65、66、67、68、69、70、71、72、73、74、75、76、77、78、79、80、81、82、83、84、85、86、87、88、89、90、91、92、93、94、95、96、97、98、99、100、101、102、103、104、105、106、107、108、109、110、111、112、113、114、115、116、117、118、119、120、121、122、123、124、125、126、127、128、129、130、131、132、133、134、135、136、137、138、139、140、141、142、143、144、145、146、147、148、149、150、151、152、153、154、155、156、157、158、159、160、161、162、163、164、165、166、167、168、169、170、171、172、173、174、175、176、177、178、179、180、181、182、183、184、185、186、187、188、189、190、191、192、193、194、195、196、197、198、199、200、201、202、203、204、205、206、207、208、209、210、211、212、213、214、215、216、217、218、219、220、22 30
40
50

1、222又は223に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板。

項225．発光素子を搭載するための基板であって、該基板は電気回路を有する光透過性のセラミック材料を主成分とする焼結体からなることを特徴とする項224に記載された発光素子搭載用基板。

項226．発光素子を搭載するための基板であって、該基板は内部に電気回路を有するセラミック材料を主成分とする焼結体からなることを特徴とする項224又は225に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板。

項227．発光素子を搭載するための基板であって、該基板は内部に電気回路を有する光透過性のセラミック材料を主成分とする焼結体からなることを特徴とする項224、225又は226に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板。

項228．発光素子を搭載するための基板であって、該基板は内部に電気回路を有し、かつ導通ビアを有するセラミック材料を主成分とする焼結体からなることを特徴とする項202、203、204、205、206、207、208、209、210、211、212、213、214、215、216、217、218、219、220、221、222、223、224、225、226又は227に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板。

項229．発光素子を搭載するための基板であって、該基板は表面に電気回路を有するセラミック材料を主成分とする焼結体からなることを特徴とする項224、225、226、227又は228に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板。

項230．発光素子を搭載するための基板であって、該基板は表面に電気回路を有し、かつ導通ビアを有するセラミック材料を主成分とする焼結体からなることを特徴とする項202、203、204、205、206、207、208、209、210、211、212、213、214、215、216、217、218、219、220、221、222、223、224、225、226、227、228又は229に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板。

項231．発光素子を搭載するための基板であって、該基板は内部及び表面に同時に電気回路を有するセラミック材料を主成分とする焼結体からなることを特徴とする項224、225、226、227、228、229又は230に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板。

項232．発光素子を搭載するための基板であって、該基板は内部及び表面に同時に電気回路を有し、かつ導通ビアを有するセラミック材料を主成分とする焼結体からなることを特徴とする項202、203、204、205、206、207、208、209、210、211、212、213、214、215、216、217、218、219、220、221、222、223、224、225、226、227、228、229、230又は231に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板。

項233．電気回路が金、銀、銅、アルミニウム、鉄、コバルト、ニッケル、ルテニウム、酸化ルテニウム、ロジウム、パラジウム、オスミウム、イリジウム、白金、モリブデン、タングステン、クロム、チタン、ジルコニウム、窒化チタン、窒化ジルコニウム、窒化タンタル、ニッケルクロム合金、のうちから選ばれた少なくとも1種以上を主成分とする材料からなることを特徴とする項224、225、226、227、228、229、230、231又は232に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板。

項234．電気回路が金、銀、銅、パラジウム、白金、モリブデン、タングステン、窒化チタン、窒化ジルコニウムのうちから選ばれた少なくとも1種以上を主成分とする材料からなることを特徴とする項233に記載された発光素子搭載用基板。

項235．電気回路が金、銀、銅、アルミニウム、鉄、コバルト、ニッケル、ルテニウム、酸化ルテニウム、ロジウム、パラジウム、オスミウム、イリジウム、白金、モリブデン、タングステン、クロム、チタン、ジルコニウム、窒化チタン、窒化ジルコニウム、窒化タンタル、ニッケルクロム合金、のうちから選ばれた少なくとも1種以上を主成分とし、さらにセラミック材料を主成分とする焼結体に含まれる成分を含有することを特徴とする項224、225、226、227、228、229、230、231、232、23

10

20

30

40

50

3又は234に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板。

項236．電気回路が金、銀、銅、パラジウム、白金、モリブデン、タングステン、窒化チタン、窒化ジルコニウムのうちから選ばれた少なくとも1種以上を主成分とし、さらにセラミック材料を主成分とする焼結体に含まれる成分を含有することを特徴とする項235に記載された発光素子搭載用基板。

項237．電気回路中のセラミック材料を主成分とする焼結体に含まれる成分が窒化アルミニウム、炭化珪素、窒化珪素、窒化ガリウム、酸化亜鉛、酸化ベリリウム、酸化アルミニウム、酸化ジルコニウム、酸化マグネシウム、アルミン酸マグネシウム、希土類元素化合物、アルカリ土類金属化合物、硼珪酸ガラス、結晶化ガラスのうちから選ばれた少なくとも1種以上であることを特徴とする項235又は236に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板。 10

項238．電気回路中のセラミック材料を主成分とする焼結体に含まれる成分が窒化アルミニウム、窒化ガリウム、酸化アルミニウム、希土類元素化合物、アルカリ土類金属化合物、硼珪酸ガラス、結晶化ガラスのうちから選ばれた少なくとも1種以上であることを特徴とする項237に記載された発光素子搭載用基板。

項239．電気回路中のセラミック材料を主成分とする焼結体に含まれる成分の含有量が30重量%以下であることを特徴とする項235、236、237又は238に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板。

項240．電気回路中のセラミック材料を主成分とする焼結体に含まれる成分の含有量が20重量%以下であることを特徴とする項239に記載された発光素子搭載用基板。 20

項241．電気回路中のセラミック材料を主成分とする焼結体に含まれる成分の含有量が10重量%以下であることを特徴とする項239又は240に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板。

項242．電気回路中のセラミック材料を主成分とする焼結体に含まれる成分の含有量が5重量%以下であることを特徴とする項239、240又は241に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板。

項243．電気回路が少なくとも2以上の層からなることを特徴とする項224、225、226、227、228、229、230、231、232、233、234、235、236、237、238、239、240、241又は242に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板。 30

項244．電気回路が銀、銅、モリブデン、及びタングステンのうちから選ばれた少なくとも1種以上を主成分とする層と、さらにチタン、白金、金、アルミニウム、銀、パラジウム、及びニッケルのうちから選ばれた少なくとも1種以上を主成分とする材料からなる層が形成された少なくとも2以上の層からなることを特徴とする項243に記載された発光素子搭載用基板。

項245．電気回路が銀、銅、モリブデン、タングステンのうちから選ばれた少なくとも1種以上を主成分とする層と、さらにチタン、白金、金、アルミニウム、銀、パラジウム、及びニッケルのうちから選ばれた少なくとも1種以上を主成分とする材料からなる層、さらに金、銀、銅、及びアルミニウムのうちから選ばれた少なくとも1種以上を主成分とする材料からなる層の少なくとも3以上の層からなることを特徴とする項243又は244に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板。 40

項246．電気回路がクロム、チタン、ジルコニウムのうちから選ばれた少なくとも1種以上を主成分とする層と、さらに金、銀、銅、アルミニウム、鉄、コバルト、ニッケル、ロジウム、パラジウム、オスミウム、イリジウム、白金、モリブデン、タングステン、窒化チタン、窒化ジルコニウム、窒化タンタル、ニッケルクロム合金、のうちから選ばれた少なくとも1種以上を主成分とする少なくとも2以上の層からなることを特徴とする項243に記載された発光素子搭載用基板。

項247．電気回路がクロム、チタン、ジルコニウムのうちから選ばれた少なくとも1種以上を主成分とする層と、さらに鉄、コバルト、ニッケル、ロジウム、パラジウム、オスミウム、イリジウム、白金、モリブデン、タングステン、窒化チタン、窒化ジルコニウム 50

のうちから選ばれた少なくとも1種以上を主成分とする層と、さらに金、銀、銅、アルミニウム、窒化タンタル、ニッケルクロム合金のうちから選ばれた少なくとも1種以上を主成分とする層の少なくとも3以上の層からなることを特徴とする項243又は246に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板。

項248. 電気回路がクロム、チタン、ジルコニウムのうちから選ばれた少なくとも1種以上を主成分とする層と、さらに鉄、コバルト、ニッケル、ロジウム、パラジウム、オスミウム、イリジウム、白金、モリブデン、タングステン、窒化チタン、窒化ジルコニウムのうちから選ばれた少なくとも1種以上を主成分とする層と、さらに金、銀、銅、アルミニウム、のうちから選ばれた少なくとも1種以上を主成分とする層と、さらに窒化タンタル、ニッケルクロム合金のうちから選ばれた少なくとも1種以上を主成分とする層の少なくとも4以上の層からなることを特徴とする項243、246又は247に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板。

10

項249. 電気回路がセラミック材料を主成分とする焼結体との同時焼成により形成されたものであることを特徴とする項224、225、226、227、228、229、230、231、232、233、234、235、236、237、238、239、240、241、242、243、244、245、246、247又は248に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板。

項250. 電気回路がいったん焼成されたセラミック材料を主成分とする焼結体に焼付け又は接着により形成されたものであることを特徴とする項224、225、226、227、228、229、230、231、232、233、234、235、236、237、238、239、240、241、242、243、244、245、246、247又は248に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板。

20

項251. 電気回路が薄膜からなることを特徴とする項224、225、226、227、228、229、230、231、232、233、234、235、236、237、238、239、240、241、242、243、244、245、246、247又は248に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板。

項252. 電気回路がセラミック材料を主成分とする焼結体との同時焼成により形成されたもの、あるいはいったん焼成されたセラミック材料を主成分とする焼結体に焼付け又は接着により形成されたもの、あるいはセラミック材料を主成分とする焼結体に薄膜として形成されたもの、のうちから選ばれた少なくとも2以上の方法を組み合わせることにより形成されたものであることを特徴とする項224、225、226、227、228、229、230、231、232、233、234、235、236、237、238、239、240、241、242、243、244、245、246、247、248、249、250又は251に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板。

30

項253. 電気回路が銀、銅、モリブデン、タングステンのうちから選ばれた少なくとも1種以上を主成分とし、セラミック材料を主成分とする焼結体との同時焼成により形成されたものであることを特徴とする項224、225、226、227、228、229、230、231、232、233、234、235、236、237、238、239、240、241、242、243、244、245、246、247、248、249、250、251又は252に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板。

40

項254. 電気回路が銀、銅、モリブデン、タングステンのうちから選ばれた少なくとも1種以上を主成分とし、さらにセラミック材料を主成分とする焼結体に含まれる成分を含有することを特徴とする項253に記載された発光素子搭載用基板。

項255. 電気回路中のセラミック材料を主成分とする焼結体に含まれる成分が窒化アルミニウム、炭化珪素、窒化珪素、窒化ガリウム、酸化亜鉛、酸化ベリリウム、酸化アルミニウム、酸化ジルコニウム、酸化マグネシウム、アルミン酸マグネシウム、希土類元素化合物、アルカリ土類金属化合物、硼珪酸ガラス、結晶化ガラスのうちから選ばれた少なくとも1種以上であることを特徴とする項235、又は254に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板。

項256. 電気回路中のセラミック材料を主成分とする焼結体に含まれる成分が窒化アル

50

ミニウム、窒化ガリウム、酸化アルミニウム、希土類元素化合物、アルカリ土類金属化合物、硼珪酸ガラス、結晶化ガラスのうちから選ばれた少なくとも１種以上であることを特徴とする項２５４又は２５５に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板。

項２５７．電気回路中のセラミック材料を主成分とする焼結体に含まれる成分の含有量が３０重量％以下であることを特徴とする項２５５又は２５６に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板。

項２５８．電気回路がいったん焼成したセラミック材料を主成分とする焼結体に銀、銅、ニッケル、ルテニウム、酸化ルテニウム、ロジウム、パラジウム、オスミウム、イリジウム、白金、モリブデン、タングステンのうちから選ばれた少なくとも１種以上を主成分とする材料を焼付け又は接着することにより形成した層と、さらに金を主成分とする層が形成された少なくとも２以上の層からなることを特徴とする項２４３、２５０又は２５２に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板。 10

項２５９．電気回路がいったん焼成したセラミック材料を主成分とする焼結体に金、銀、銅、ニッケル、ロジウム、パラジウム、オスミウム、イリジウム、白金、モリブデン、タングステンのうちから選ばれた少なくとも１種以上を主成分とする材料を焼付けあるいは接着することにより形成した層と、さらにルテニウム、酸化ルテニウムのうちから選ばれた少なくとも１種以上を主成分とする材料からなる層が形成された少なくとも２以上の層からなることを特徴とする項２４３、２５０、２５２又は２５８に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板。

項２６０．電気回路の室温における抵抗率が $1 \times 10^{-3} \Omega \cdot \text{cm}$ 以下であることを特徴とする項２２４、２２５、２２６、２２７、２２８、２２９、２３０、２３１、２３２、２３３、２３４、２３５、２３６、２３７、２３８、２３９、２４０、２４１、２４２、２４３、２４４、２４５、２４６、２４７、２４８、２４９、２５０、２５１、２５２、２５３、２５４、２５５、２５６、２５７、２５８又は２５９に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板。 20

項２６１．電気回路の室温における抵抗率が $1 \times 10^{-4} \Omega \cdot \text{cm}$ 以下であることを特徴とする項２６０に記載された発光素子搭載用基板。

項２６２．電気回路の室温における抵抗率が $5 \times 10^{-5} \Omega \cdot \text{cm}$ 以下であることを特徴とする項２６０又は２６１に記載された発光素子搭載用基板。

項２６３．電気回路の室温における抵抗率が $1 \times 10^{-5} \Omega \cdot \text{cm}$ 以下であることを特徴とする項２６０、２６１又は２６２に記載された発光素子搭載用基板。 30

項２６４．電気回路が、発光素子を駆動するための電気信号及び電力供給用として機能するものであるか、あるいは発光素子を基板に固定するためのメタライズとして機能するものであるか、あるいは発光素子を駆動するための電気信号及び電力供給用として機能するものであるか、あるいは発光素子を基板に固着するためのメタライズとして機能するものであるか、少なくともいずれか１以上であることを特徴とする項２２４、２２５、２２６、２２７、２２８、２２９、２３０、２３１、２３２、２３３、２３４、２３５、２３６、２３７、２３８、２３９、２４０、２４１、２４２、２４３、２４４、２４５、２４６、２４７、２４８、２４９、２５０、２５１、２５２、２５３、２５４、２５５、２５６、２５７、２５８、２５９、２６０、２６１、２６２又は２６３に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板。 40

【０３２９】

項２６５．板状のセラミック材料を主成分とする焼結体からなることを特徴とする項１、２、３、４、５、６、７、８、９、１０、１１、１２、１３、１４、１５、１６、１７、１８、１９、２０、２１、２２、２３、２４、２５、２６、２７、２８、２９、３０、３１、３２、３３、３４、３５、３６、３７、３８、３９、４０、４１、４２、４３、４４、４５、４６、４７、４８、４９、５０、５１、５２、５３、５４、５５、５６、５７、５８、５９、６０、６１、６２、６３、６４、６５、６６、６７、６８、６９、７０、７１、７２、７３、７４、７５、７６、７７、７８、７９、８０、８１、８２、８３、８４、８５、８６、８７、８８、８９、９０、９１、９２、９３、９４、９５、９６、９７、 50

98、99、100、101、102、103、104、105、106、107、108、109、110、111、112、113、114、115、116、117、118、119、120、121、122、123、124、125、126、127、128、129、130、131、132、133、134、135、136、137、138、139、140、141、142、143、144、145、146、147、148、149、150、151、152、153、154、155、156、157、158、159、160、161、162、163、164、165、166、167、168、169、170、171、172、173、174、175、176、177、178、179、180、181、182、183、184、185、186、187、188、189、190、191、192、193、194、195、196、197、198、199、200、201、202、203、204、205、206、207、208、209、210、211、212、213、214、215、216、217、218、219、220、221、222、223、224、225、226、227、228、229、230、231、232、233、234、235、236、237、238、239、240、241、242、243、244、245、246、247、248、249、250、251、252、253、254、255、256、257、258、259、260、261、262、263又は264に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板。

10

項266. 窪み空間を有するセラミック材料を主成分とする焼結体からなることを特徴とする項1、2、3、4、5、6、7、8、9、10、11、12、13、14、15、16、17、18、19、20、21、22、23、24、25、26、27、28、29、30、31、32、33、34、35、36、37、38、39、40、41、42、43、44、45、46、47、48、49、50、51、52、53、54、55、56、57、58、59、60、61、62、63、64、65、66、67、68、69、70、71、72、73、74、75、76、77、78、79、80、81、82、83、84、85、86、87、88、89、90、91、92、93、94、95、96、97、98、99、100、101、102、103、104、105、106、107、108、109、110、111、112、113、114、115、116、117、118、119、120、121、122、123、124、125、126、127、128、129、130、131、132、133、134、135、136、137、138、139、140、141、142、143、144、145、146、147、148、149、150、151、152、153、154、155、156、157、158、159、160、161、162、163、164、165、166、167、168、169、170、171、172、173、174、175、176、177、178、179、180、181、182、183、184、185、186、187、188、189、190、191、192、193、194、195、196、197、198、199、200、201、202、203、204、205、206、207、208、209、210、211、212、213、214、215、216、217、218、219、220、221、222、223、224、225、226、227、228、229、230、231、232、233、234、235、236、237、238、239、240、241、242、243、244、245、246、247、248、249、250、251、252、253、254、255、256、257、258、259、260、261、262、263、264又は265に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板。

20

30

40

項267. 窪み空間を有し、該窪み空間を封止するために設けられる蓋がセラミック材料を主成分とする焼結体からなることを特徴とする項1、2、3、4、5、6、7、8、9、10、11、12、13、14、15、16、17、18、19、20、21、22、23、24、25、26、27、28、29、30、31、32、33、34、35、36、37、38、39、40、41、42、43、44、45、46、47、48、49、50、51、52、53、54、55、56、57、58、59、60、61、62、

50

63、64、65、66、67、68、69、70、71、72、73、74、75、76、77、78、79、80、81、82、83、84、85、86、87、88、89、90、91、92、93、94、95、96、97、98、99、100、101、102、103、104、105、106、107、108、109、110、111、112、113、114、115、116、117、118、119、120、121、122、123、124、125、126、127、128、129、130、131、132、133、134、135、136、137、138、139、140、141、142、143、144、145、146、147、148、149、150、151、152、153、154、155、156、157、158、159、160、161、162、163、164、165、166、167、168、169、170、171、172、173、174、175、176、177、178、179、180、181、182、183、184、185、186、187、188、189、190、191、192、193、194、195、196、197、198、199、200、201、202、203、204、205、206、207、208、209、210、211、212、213、214、215、216、217、218、219、220、221、222、223、224、225、226、227、228、229、230、231、232、233、234、235、236、237、238、239、240、241、242、243、244、245、246、247、248、249、250、251、252、253、254、255、256、257、258、259、260、261、262、263、264、265又は266に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板。 10

項268. 基体及び枠体との接合により形成され、該基体及び枠体のうちいずれか1以上がセラミック材料を主成分とする焼結体からなることを特徴とする項1、2、3、4、5、6、7、8、9、10、11、12、13、14、15、16、17、18、19、20、21、22、23、24、25、26、27、28、29、30、31、32、33、34、35、36、37、38、39、40、41、42、43、44、45、46、47、48、49、50、51、52、53、54、55、56、57、58、59、60、61、62、63、64、65、66、67、68、69、70、71、72、73、74、75、76、77、78、79、80、81、82、83、84、85、86、87、88、89、90、91、92、93、94、95、96、97、98、99、100、101、102、103、104、105、106、107、108、109、110、111、112、113、114、115、116、117、118、119、120、121、122、123、124、125、126、127、128、129、130、131、132、133、134、135、136、137、138、139、140、141、142、143、144、145、146、147、148、149、150、151、152、153、154、155、156、157、158、159、160、161、162、163、164、165、166、167、168、169、170、171、172、173、174、175、176、177、178、179、180、181、182、183、184、185、186、187、188、189、190、191、192、193、194、195、196、197、198、199、200、201、202、203、204、205、206、207、208、209、210、211、212、213、214、215、216、217、218、219、220、221、222、223、224、225、226、227、228、229、230、231、232、233、234、235、236、237、238、239、240、241、242、243、244、245、246、247、248、249、250、251、252、253、254、255、256、257、258、259、260、261、262、263、264、265、266又は267に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板。 20

項269. 基体が板状であることを特徴とする項268に記載された発光素子搭載用基板。 30

項270. 基体及び枠体とがシリコーン樹脂を主成分とする接着剤により接合されている 40

50

ことを特徴とする項 2 6 8 又は 2 6 9 に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板。

項 2 7 1. 発光素子搭載用基板が一体化したセラミック材料を主成分とする焼結体からなることを特徴とする項 1、2、3、4、5、6、7、8、9、10、11、12、13、14、15、16、17、18、19、20、21、22、23、24、25、26、27、28、29、30、31、32、33、34、35、36、37、38、39、40、41、42、43、44、45、46、47、48、49、50、51、52、53、54、55、56、57、58、59、60、61、62、63、64、65、66、67、68、69、70、71、72、73、74、75、76、77、78、79、80、81、82、83、84、85、86、87、88、89、90、91、92、93、94、95、96、97、98、99、100、101、102、103、104、105、106、107、108、109、110、111、112、113、114、115、116、117、118、119、120、121、122、123、124、125、126、127、128、129、130、131、132、133、134、135、136、137、138、139、140、141、142、143、144、145、146、147、148、149、150、151、152、153、154、155、156、157、158、159、160、161、162、163、164、165、166、167、168、169、170、171、172、173、174、175、176、177、178、179、180、181、182、183、184、185、186、187、188、189、190、191、192、193、194、195、196、197、198、199、200、201、202、203、204、205、206、207、208、209、210、211、212、213、214、215、216、217、218、219、220、221、222、223、224、225、226、227、228、229、230、231、232、233、234、235、236、237、238、239、240、241、242、243、244、245、246、247、248、249、250、251、252、253、254、255、256、257、258、259、260、261、262、263、264、265、266、267、268、269 又は 2 7 0 に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板。

項 2 7 2. セラミック材料を主成分とする焼結体が光透過性を有するものであることを特徴とする項 2 6 5、2 6 6、2 6 7、2 6 8、2 6 9、2 7 0 又は 2 7 1 に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板。

【0 3 3 0】

項 2 7 3. 発光素子を搭載するための基板であって、該基板はセラミック材料を主成分とする焼結体からなり、該基板は少なくとも 2 以上の発光素子が搭載されるものであることを特徴とする項 1、2、3、4、5、6、7、8、9、10、11、12、13、14、15、16、17、18、19、20、21、22、23、24、25、26、27、28、29、30、31、32、33、34、35、36、37、38、39、40、41、42、43、44、45、46、47、48、49、50、51、52、53、54、55、56、57、58、59、60、61、62、63、64、65、66、67、68、69、70、71、72、73、74、75、76、77、78、79、80、81、82、83、84、85、86、87、88、89、90、91、92、93、94、95、96、97、98、99、100、101、102、103、104、105、106、107、108、109、110、111、112、113、114、115、116、117、118、119、120、121、122、123、124、125、126、127、128、129、130、131、132、133、134、135、136、137、138、139、140、141、142、143、144、145、146、147、148、149、150、151、152、153、154、155、156、157、158、159、160、161、162、163、164、165、166、167、168、169、170、171、172、173、174、175、176、177、178、179、180、181、182、183、184、185、1

86、187、188、189、190、191、192、193、194、195、196、197、198、199、200、201、202、203、204、205、206、207、208、209、210、211、212、213、214、215、216、217、218、219、220、221、222、223、224、225、226、227、228、229、230、231、232、233、234、235、236、237、238、239、240、241、242、243、244、245、246、247、248、249、250、251、252、253、254、255、256、257、258、259、260、261、262、263、264、265、266、267、268、269、270、271又は272に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板。

10

項274．少なくとも2以上の発光素子が同じ波長の光を発光するものであることを特徴とする項273に記載された発光素子搭載用基板。

項275．すべての発光素子が同じ波長の光を発光するものであることを特徴とする項273又は274に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板。

項276．少なくとも2以上の発光素子が異なる波長の光を発光するものであることを特徴とする項273又は274に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板。

項277．すべての発光素子が異なる波長の光を発光するものであることを特徴とする項273又は276に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板。

【0331】

項278．発光素子が少なくとも波長200nm～800nmの範囲の光を発光するものであることを特徴とする項1、2、3、4、5、6、7、8、9、10、11、12、13、14、15、16、17、18、19、20、21、22、23、24、25、26、27、28、29、30、31、32、33、34、35、36、37、38、39、40、41、42、43、44、45、46、47、48、49、50、51、52、53、54、55、56、57、58、59、60、61、62、63、64、65、66、67、68、69、70、71、72、73、74、75、76、77、78、79、80、81、82、83、84、85、86、87、88、89、90、91、92、93、94、95、96、97、98、99、100、101、102、103、104、105、106、107、108、109、110、111、112、113、114、115、116、117、118、119、120、121、122、123、124、125、126、127、128、129、130、131、132、133、134、135、136、137、138、139、140、141、142、143、144、145、146、147、148、149、150、151、152、153、154、155、156、157、158、159、160、161、162、163、164、165、166、167、168、169、170、171、172、173、174、175、176、177、178、179、180、181、182、183、184、185、186、187、188、189、190、191、192、193、194、195、196、197、198、199、200、201、202、203、204、205、206、207、208、209、210、211、212、213、214、215、216、217、218、219、220、221、222、223、224、225、226、227、228、229、230、231、232、233、234、235、236、237、238、239、240、241、242、243、244、245、246、247、248、249、250、251、252、253、254、255、256、257、258、259、260、261、262、263、264、265、266、267、268、269、270、271、272、273、274、275、276又は277に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板。

20

30

40

項279．発光素子が窒化ガリウム、窒化インジウム、窒化アルミニウムのうちから選ばれた少なくとも1種以上を主成分とするものであることを特徴とする項1、2、3、4、5、6、7、8、9、10、11、12、13、14、15、16、17、18、19、20、21、22、23、24、25、26、27、28、29、30、31、32、3

50

3、34、35、36、37、38、39、40、41、42、43、44、45、46、47、48、49、50、51、52、53、54、55、56、57、58、59、60、61、62、63、64、65、66、67、68、69、70、71、72、73、74、75、76、77、78、79、80、81、82、83、84、85、86、87、88、89、90、91、92、93、94、95、96、97、98、99、100、101、102、103、104、105、106、107、108、109、110、111、112、113、114、115、116、117、118、119、120、121、122、123、124、125、126、127、128、129、130、131、132、133、134、135、136、137、138、139、140、141、142、143、144、145、146、147、148、149、150、151、152、153、154、155、156、157、158、159、160、161、162、163、164、165、166、167、168、169、170、171、172、173、174、175、176、177、178、179、180、181、182、183、184、185、186、187、188、189、190、191、192、193、194、195、196、197、198、199、200、201、202、203、204、205、206、207、208、209、210、211、212、213、214、215、216、217、218、219、220、221、222、223、224、225、226、227、228、229、230、231、232、233、234、235、236、237、238、239、240、241、242、243、244、245、246、247、248、249、250、251、252、253、254、255、256、257、258、259、260、261、262、263、264、265、266、267、268、269、270、271、272、273、274、275、276、277又は278に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板。

項280. 発光素子が窒化ガリウム、窒化インジウム、窒化アルミニウムのうちから選ばれた少なくとも1種以上を主成分とし少なくともN型半導体層、発光層、及びP型半導体層の3層以上の積層体からなることを特徴とする項1、2、3、4、5、6、7、8、9、10、11、12、13、14、15、16、17、18、19、20、21、22、23、24、25、26、27、28、29、30、31、32、33、34、35、36、37、38、39、40、41、42、43、44、45、46、47、48、49、50、51、52、53、54、55、56、57、58、59、60、61、62、63、64、65、66、67、68、69、70、71、72、73、74、75、76、77、78、79、80、81、82、83、84、85、86、87、88、89、90、91、92、93、94、95、96、97、98、99、100、101、102、103、104、105、106、107、108、109、110、111、112、113、114、115、116、117、118、119、120、121、122、123、124、125、126、127、128、129、130、131、132、133、134、135、136、137、138、139、140、141、142、143、144、145、146、147、148、149、150、151、152、153、154、155、156、157、158、159、160、161、162、163、164、165、166、167、168、169、170、171、172、173、174、175、176、177、178、179、180、181、182、183、184、185、186、187、188、189、190、191、192、193、194、195、196、197、198、199、200、201、202、203、204、205、206、207、208、209、210、211、212、213、214、215、216、217、218、219、220、221、222、223、224、225、226、227、228、229、230、231、232、233、234、235、236、237、238、239、240、241、242、243、244、245、246、247、248、249、250、251、252、253、254、255、256、257、258、259、260、261、2

6 2、2 6 3、2 6 4、2 6 5、2 6 6、2 6 7、2 6 8、2 6 9、2 7 0、2 7 1、2 7 2、2 7 3、2 7 4、2 7 5、2 7 6、2 7 7、2 7 8 又は 2 7 9 に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板。

【0 3 3 2】

項 2 8 1. 発光素子を搭載するための基板の製造方法であって、該基板が原料として酸化アルミニウムの還元法により作製されたもの及び金属アルミニウムの直接窒化法により作製されたもののうちから選ばれたいずれかをそれぞれ単独かあるいは酸化アルミニウムの還元法により作製されたもの及び金属アルミニウムの直接窒化法により作製されたものを混合したものか少なくともいずれかを用いて製造される窒化アルミニウムを主成分とする焼結体からなることを特徴とする発光素子搭載用基板の製造方法。

10

【0 3 3 3】

項 2 8 2. 発光素子を搭載するための基板の製造方法であって、該基板が窒化アルミニウムを主成分とする粉末成形体又は焼結体を非酸化性雰囲気中焼成温度 1 5 0 0 ℃ 以上で 1 0 分間以上焼成することにより得られる窒化アルミニウムを主成分とする焼結体からなることを特徴とする発光素子搭載用基板の製造方法。

【0 3 3 4】

項 2 8 3. 発光素子を搭載するための基板の製造方法であって、該基板が原料として酸化アルミニウムの還元法により作製されたもの及び金属アルミニウムの直接窒化法により作製されたもののうちから選ばれたいずれかをそれぞれ単独かあるいは酸化アルミニウムの還元法により作製されたもの及び金属アルミニウムの直接窒化法により作製されたものを混合したものか少なくともいずれかを用いて製造される窒化アルミニウムを主成分とする粉末成形体又は焼結体を非酸化性雰囲気中焼成温度 1 5 0 0 ℃ 以上で 1 0 分間以上焼成することにより得られる窒化アルミニウムを主成分とする焼結体からなることを特徴とする項 2 8 1 又は 2 8 2 に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板の製造方法。

20

項 2 8 4. 窒化アルミニウムを主成分とする焼結体が光透過性を有することを特徴とする項 2 8 1、2 8 2 又は 2 8 3 に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板の製造方法。

項 2 8 5. 窒化アルミニウムを主成分とする焼結体が光透過率 1 % 以上を有することを特徴とする項 2 8 1、2 8 2、2 8 3 又は 2 8 4 に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板の製造方法。

項 2 8 6. 窒化アルミニウムを主成分とする焼結体が光透過率 5 % 以上を有することを特徴とする項 2 8 5 に記載された発光素子搭載用基板の製造方法。

30

項 2 8 7. 窒化アルミニウムを主成分とする焼結体が光透過率 1 0 % 以上を有することを特徴とする項 2 8 5 又は 2 8 6 に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板の製造方法。

項 2 8 8. 窒化アルミニウムを主成分とする焼結体が光透過率 2 0 % 以上を有することを特徴とする項 2 8 5、2 8 6 又は 2 8 7 に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板の製造方法。

項 2 8 9. 窒化アルミニウムを主成分とする焼結体が光透過率 3 0 % 以上を有することを特徴とする項 2 8 5、2 8 6、2 8 7 又は 2 8 8 に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板の製造方法。

項 2 9 0. 窒化アルミニウムを主成分とする焼結体が光透過率 4 0 % 以上を有することを特徴とする項 2 8 5、2 8 6、2 8 7、2 8 8 又は 2 8 9 に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板の製造方法。

40

項 2 9 1. 窒化アルミニウムを主成分とする焼結体が光透過率 5 0 % 以上を有することを特徴とする項 2 8 5、2 8 6、2 8 7、2 8 8、2 8 9 又は 2 9 0 に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板の製造方法。

項 2 9 2. 窒化アルミニウムを主成分とする焼結体が光透過率 6 0 % 以上を有することを特徴とする項 2 8 5、2 8 6、2 8 7、2 8 8、2 8 9、2 9 0 又は 2 9 1 に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板の製造方法。

項 2 9 3. 窒化アルミニウムを主成分とする焼結体が光透過率 8 0 % 以上を有することを特徴とする項 2 8 5、2 8 6、2 8 7、2 8 8、2 8 9、2 9 0、2 9 1 又は 2 9 2 に記

50

載されたいずれかの発光素子搭載用基板の製造方法。

項 2 9 4. 窒化アルミニウムを主成分とする焼結体が光透過率 8 5 % 以上を有することを特徴とする項 2 8 5、2 8 6、2 8 7、2 8 8、2 8 9、2 9 0、2 9 1、2 9 2 又は 2 9 3 に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板の製造方法。

項 2 9 5. 窒化アルミニウムを主成分とする粉末成形体又は焼結体を窒化アルミニウム成分を含む非酸化性雰囲気中焼成温度 1 5 0 0 °C 以上で 1 0 分間以上焼成することで得られる窒化アルミニウムを主成分とする焼結体からなることを特徴とする項 2 8 1、2 8 2、2 8 3、2 8 4、2 8 5、2 8 6、2 8 7、2 8 8、2 8 9、2 9 0、2 9 1、2 9 2、2 9 3 又は 2 9 4 に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板の製造方法。

項 2 9 6. 窒化アルミニウム成分が被焼成物である窒化アルミニウムを主成分とする粉末成形体又は焼結体から焼成雰囲気である非酸化性雰囲気中に供給され、該非酸化性雰囲気中焼成温度 1 5 0 0 °C 以上で 1 0 分間以上被焼成物を焼成することで得られる窒化アルミニウムを主成分とする焼結体からなることを特徴とする項 2 9 5 に記載された発光素子搭載用基板の製造方法。 10

項 2 9 7. 窒化アルミニウム成分が被焼成物である窒化アルミニウムを主成分とする粉末成形体又は焼結体以外から焼成雰囲気である非酸化性雰囲気中に供給され、該非酸化性雰囲気中焼成温度 1 5 0 0 °C 以上で 1 0 分間以上被焼成物を焼成することで得られる窒化アルミニウムを主成分とする焼結体からなることを特徴とする項 2 9 5 に記載された発光素子搭載用基板の製造方法。

項 2 9 8. 窒化アルミニウムを主成分とする粉末成形体又は焼結体を窒化アルミニウムを主成分とする材料からなる焼成容器あるいは焼成治具を用いて焼成することを特徴とする項 2 9 5 又は 2 9 7 に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板の製造方法。 20

項 2 9 9. 被焼成物である窒化アルミニウムを主成分とする粉末成形体又は焼結体と該被焼成物以外の窒化アルミニウムを主成分とする粉末、あるいは窒化アルミニウムを主成分とする粉末成形体、あるいは窒化アルミニウムを主成分とする焼結体のうちから選ばれた少なくともいずれか 1 以上のものとを焼成容器あるいは焼成治具内に同時に存在させて焼成することを特徴とする項 2 9 7 又は 2 9 8 に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板の製造方法。

項 3 0 0. 窒化アルミニウムを主成分とする粉末成形体又は焼結体を窒化アルミニウム、タンゲステン、モリブデン、窒化ほう素、窒化ほう素を塗布したカーボンのうちから選ばれた少なくとも 1 種以上を主成分とする材料からなる焼成容器あるいは焼成治具を用いて焼成することを特徴とする項 2 9 5、2 9 6、2 9 7、2 9 8 又は 2 9 9 に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板の製造方法。 30

項 3 0 1. 窒化アルミニウムを主成分とする粉末成形体をいったん焼成して窒化アルミニウムを主成分とする焼結体となし、該焼結体をホットプレス法あるいは熱間静水圧加圧 (H I P) 法により加圧焼成することを特徴とする項 2 8 1、2 8 2、2 8 3、2 8 4、2 8 5、2 8 6、2 8 7、2 8 8、2 8 9、2 9 0、2 9 1、2 9 2、2 9 3、2 9 4、2 9 5、2 9 6、2 9 7、2 9 8、2 9 9 又は 3 0 0 に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板の製造方法。

項 3 0 2. 発光素子を搭載するための基板の製造方法であって、該基板が窒化アルミニウムを主成分とする粉末成形体又は焼結体を非酸化性雰囲気中焼成温度 1 7 5 0 °C 以上で 3 時間以上加熱することを特徴とする項 2 8 1、2 8 2、2 8 3、2 8 4、2 8 5、2 8 6、2 8 7、2 8 8、2 8 9、2 9 0、2 9 1、2 9 2、2 9 3、2 9 4、2 9 5、2 9 6、2 9 7、2 9 8、2 9 9、3 0 0 又は 3 0 1 に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板の製造方法。 40

項 3 0 3. 発光素子を搭載するための基板の製造方法であって、該基板が希土類元素化合物及びアルカリ土類金属化合物のうちから選ばれた少なくとも 1 種以上の化合物を含む窒化アルミニウムを主成分とする粉末成形体又は焼結体を非酸化性雰囲気中焼成温度 1 7 5 0 °C 以上で 3 時間以上焼成し含まれる成分のうち少なくとも希土類元素化合物及びアルカリ土類金属化合物及び酸素のうちから選ばれた少なくとも 1 種以上の成分を飛散・除去し 50

減少させることで得られる窒化アルミニウムを主成分とする焼結体からなることを特徴とする項281、282、283、284、285、286、287、288、289、290、291、292、293、294、295、296、297、298、299、300、301又は302に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板の製造方法。

項304．焼成温度が1900℃以上であることを特徴とする項302又は303に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板の製造方法。

項305．焼成温度が2050℃以上であることを特徴とする項302、303又は304に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板の製造方法。

項306．焼成温度が2100℃以上であることを特徴とする項302、303、304又は305に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板の製造方法。

項307．発光素子を搭載するための基板の製造方法であって、該基板が希土類元素化合物のうちから選ばれた少なくとも1種以上の化合物及びアルカリ土類金属化合物のうちから選ばれた少なくとも1種以上の化合物を同時に含む窒化アルミニウムを主成分とする粉末成形体又は焼結体を非酸化性雰囲気中焼成温度1750℃以上で3時間以上焼成し含まれる成分のうち少なくとも希土類元素化合物及びアルカリ土類金属化合物及び酸素のうちから選ばれた少なくとも1種以上の成分を飛散・除去し減少させることで得られる窒化アルミニウムを主成分とする焼結体からなることを特徴とする項281、282、283、284、285、286、287、288、289、290、291、292、293、294、295、296、297、298、299、300、301、302、303、304、305又は306に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板の製造方法。

項308．発光素子を搭載するための基板の製造方法であって、該基板が窒化アルミニウムを主成分とする粉末成形体を焼成して得られる窒化アルミニウムを主成分とする焼結体からなり、該粉末成形体は窒化アルミニウム原料粉末を主成分とするグリーンシートからなることを特徴とする項281、282、283、284、285、286、287、288、289、290、291、292、293、294、295、296、297、298、299、300、301、302、303、304、305、306又は307に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板の製造方法。

項309．発光素子を搭載するための基板の製造方法であって、該基板が窒化アルミニウムを主成分とする粉末成形体を焼成して得られる焼結体をさらに焼成して得られる窒化アルミニウムを主成分とする焼結体からなり、該粉末成形体は窒化アルミニウム原料粉末を主成分とするグリーンシートからなることを特徴とする項281、282、283、284、285、286、287、288、289、290、291、292、293、294、295、296、297、298、299、300、301、302、303、304、305、306、307又は308に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板の製造方法。

項310．焼成温度1750℃以上で10時間以上焼成を行うことを特徴とする項281、282、283、284、285、286、287、288、289、290、291、292、293、294、295、296、297、298、299、300、301、302、303、304、305、306、307、308又は309に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板の製造方法。

項311．焼成温度1900℃以上で6時間以上焼成を行うことを特徴とする項281、282、283、284、285、286、287、288、289、290、291、292、293、294、295、296、297、298、299、300、301、302、303、304、305、306、307、308、309又は310に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板の製造方法。

項312．焼成温度2050℃以上で4時間以上焼成を行うことを特徴とする項281、282、283、284、285、286、287、288、289、290、291、292、293、294、295、296、297、298、299、300、301、302、303、304、305、306、307、308、309、310又は311に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板の製造方法。

10

20

30

40

50

項 3 1 3. 焼成温度 2 1 0 0 ℃ 以上で 3 時間以上焼成を行うことを特徴とする項 2 8 1、2 8 2、2 8 3、2 8 4、2 8 5、2 8 6、2 8 7、2 8 8、2 8 9、2 9 0、2 9 1、2 9 2、2 9 3、2 9 4、2 9 5、2 9 6、2 9 7、2 9 8、2 9 9、3 0 0、3 0 1、3 0 2、3 0 3、3 0 4、3 0 5、3 0 6、3 0 7、3 0 8、3 0 9、3 1 0、3 1 1 又は 3 1 2 に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板の製造方法。

項 3 1 4. 焼成雰囲気が窒素、ヘリウム、ネオン、アルゴンのうちから選ばれた少なくとも 1 種以上を含むものであることを特徴とする項 2 8 1、2 8 2、2 8 3、2 8 4、2 8 5、2 8 6、2 8 7、2 8 8、2 8 9、2 9 0、2 9 1、2 9 2、2 9 3、2 9 4、2 9 5、2 9 6、2 9 7、2 9 8、2 9 9、3 0 0、3 0 1、3 0 2、3 0 3、3 0 4、3 0 5、3 0 6、3 0 7、3 0 8、3 0 9、3 1 0、3 1 1、3 1 2 又は 3 1 3 に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板の製造方法。 10

項 3 1 5. 焼成雰囲気が還元性雰囲気であることを特徴とする項 2 8 1、2 8 2、2 8 3、2 8 4、2 8 5、2 8 6、2 8 7、2 8 8、2 8 9、2 9 0、2 9 1、2 9 2、2 9 3、2 9 4、2 9 5、2 9 6、2 9 7、2 9 8、2 9 9、3 0 0、3 0 1、3 0 2、3 0 3、3 0 4、3 0 5、3 0 6、3 0 7、3 0 8、3 0 9、3 1 0、3 1 1、3 1 2、3 1 3 又は 3 1 4 に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板の製造方法。

項 3 1 6. 焼成雰囲気が水素、炭素、一酸化炭素、炭化水素のうちから選ばれた少なくとも 1 種以上を含むものであることを特徴とする項 2 8 1、2 8 2、2 8 3、2 8 4、2 8 5、2 8 6、2 8 7、2 8 8、2 8 9、2 9 0、2 9 1、2 9 2、2 9 3、2 9 4、2 9 5、2 9 6、2 9 7、2 9 8、2 9 9、3 0 0、3 0 1、3 0 2、3 0 3、3 0 4、3 0 5、3 0 6、3 0 7、3 0 8、3 0 9、3 1 0、3 1 1、3 1 2、3 1 3、3 1 4 又は 3 1 5 に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板の製造方法。 20

項 3 1 7. 焼成雰囲気が水素、炭素、一酸化炭素、炭化水素のうちから選ばれた少なくとも 1 種以上を 0. 1 p p m 以上含むものであることを特徴とする項 3 1 4、3 1 5 又は 3 1 6 に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板の製造方法。

項 3 1 8. 焼成される窒化アルミニウムを主成分とする粉末成形体又は焼結体の最小寸法が 8 m m 以下であることを特徴とする項 2 8 1、2 8 2、2 8 3、2 8 4、2 8 5、2 8 6、2 8 7、2 8 8、2 8 9、2 9 0、2 9 1、2 9 2、2 9 3、2 9 4、2 9 5、2 9 6、2 9 7、2 9 8、2 9 9、3 0 0、3 0 1、3 0 2、3 0 3、3 0 4、3 0 5、3 0 6、3 0 7、3 0 8、3 0 9、3 1 0、3 1 1、3 1 2、3 1 3、3 1 4、3 1 5、3 1 6 又は 3 1 7 に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板の製造方法。 30

項 3 1 9. 焼成される窒化アルミニウムを主成分とする粉末成形体又は焼結体が板状でありその厚みが 8 m m 以下であることを特徴とする項 2 8 1、2 8 2、2 8 3、2 8 4、2 8 5、2 8 6、2 8 7、2 8 8、2 8 9、2 9 0、2 9 1、2 9 2、2 9 3、2 9 4、2 9 5、2 9 6、2 9 7、2 9 8、2 9 9、3 0 0、3 0 1、3 0 2、3 0 3、3 0 4、3 0 5、3 0 6、3 0 7、3 0 8、3 0 9、3 1 0、3 1 1、3 1 2、3 1 3、3 1 4、3 1 5、3 1 6、3 1 7 又は 3 1 8 に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板の製造方法。

【0 3 3 5】

項 3 2 0. 発光素子が少なくとも波長 2 0 0 n m ~ 8 0 0 n m の範囲の光を発光するものであることを特徴とする項 2 8 1、2 8 2、2 8 3、2 8 4、2 8 5、2 8 6、2 8 7、2 8 8、2 8 9、2 9 0、2 9 1、2 9 2、2 9 3、2 9 4、2 9 5、2 9 6、2 9 7、2 9 8、2 9 9、3 0 0、3 0 1、3 0 2、3 0 3、3 0 4、3 0 5、3 0 6、3 0 7、3 0 8、3 0 9、3 1 0、3 1 1、3 1 2、3 1 3、3 1 4、3 1 5、3 1 6、3 1 7、3 1 8 又は 3 1 9 に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板の製造方法。 40

項 3 2 1. 発光素子が窒化ガリウム、窒化インジウム、窒化アルミニウムのうちから選ばれた少なくとも 1 種以上を主成分とするものであることを特徴とする項 2 8 1、2 8 2、2 8 3、2 8 4、2 8 5、2 8 6、2 8 7、2 8 8、2 8 9、2 9 0、2 9 1、2 9 2、2 9 3、2 9 4、2 9 5、2 9 6、2 9 7、2 9 8、2 9 9、3 0 0、3 0 1、3 0 2、3 0 3、3 0 4、3 0 5、3 0 6、3 0 7、3 0 8、3 0 9、3 1 0、3 1 1、3 1 2、 50

313、314、315、316、317、318、319又は320に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板の製造方法。

項322. 発光素子が窒化ガリウム、窒化インジウム、窒化アルミニウムのうちから選ばれた少なくとも1種以上を主成分とし少なくともN型半導体層、発光層、及びP型半導体層の3層以上の積層体からなることを特徴とする項281、282、283、284、285、286、287、288、289、290、291、292、293、294、295、296、297、298、299、300、301、302、303、304、305、306、307、308、309、310、311、312、313、314、315、316、317、318、319、320又は321に記載されたいずれかの発光素子搭載用基板の製造方法。

10

【0336】

項1001. 光透過性を有するセラミック材料を主成分とする焼結体からなる基板に搭載されていることを特徴とする発光素子。

項1002. 光透過率1%以上のセラミック材料を主成分とする焼結体からなる基板に搭載されていることを特徴とする項1001に記載された発光素子。

項1003. 光透過率5%以上のセラミック材料を主成分とする焼結体からなる基板に搭載されていることを特徴とする項1001又は1002に記載されたいずれかの発光素子。

項1004. 光透過率10%以上のセラミック材料を主成分とする焼結体からなる基板に搭載されていることを特徴とする項1001、1002又は1003に記載されたいずれかの発光素子。

20

項1005. 光透過率20%以上のセラミック材料を主成分とする焼結体からなる基板に搭載されていることを特徴とする項1001、1002、1003又は1004に記載されたいずれかの発光素子。

項1006. 光透過率30%以上のセラミック材料を主成分とする焼結体からなる基板に搭載されていることを特徴とする項1001、1002、1003、1004又は1005に記載されたいずれかの発光素子。

項1007. 光透過率40%以上のセラミック材料を主成分とする焼結体からなる基板に搭載されていることを特徴とする項1001、1002、1003、1004、1005又は1006に記載されたいずれかの発光素子。

30

項1008. 光透過率50%以上のセラミック材料を主成分とする焼結体からなる基板に搭載されていることを特徴とする項1001、1002、1003、1004、1005、1006又は1007に記載されたいずれかの発光素子。

項1009. 光透過率60%以上のセラミック材料を主成分とする焼結体からなる基板に搭載されていることを特徴とする項1001、1002、1003、1004、1005、1006、1007又は1008に記載されたいずれかの発光素子。

項1010. 光透過率80%以上のセラミック材料を主成分とする焼結体からなる基板に搭載されていることを特徴とする項1001、1002、1003、1004、1005、1006、1007、1008又は1009に記載されたいずれかの発光素子。

項1011. 光透過率85%以上のセラミック材料を主成分とする焼結体からなる基板に搭載されていることを特徴とする項1001、1002、1003、1004、1005、1006、1007、1008、1009又は1010に記載されたいずれかの発光素子。

40

項1012. セラミック材料を主成分とする焼結体の光透過性あるいは光透過率が少なくとも波長200nm～800nmの範囲の光に対してのものであることを特徴とする項1001、1002、1003、1004、1005、1006、1007、1008、1009、1010又は1011に記載されたいずれかの発光素子。

【0337】

項1013. 反射防止部材が形成されたセラミック材料を主成分とする焼結体からなる基板に搭載されていることを特徴とする発光素子。

50

- 項 1 0 1 4 . 反射防止部材が形成された光透過性を有するセラミック材料を主成分とする焼結体からなる基板に搭載されているを特徴とする項 1 0 0 1、1 0 0 2、1 0 0 3、1 0 0 4、1 0 0 5、1 0 0 6、1 0 0 7、1 0 0 8、1 0 0 9、1 0 1 0、1 0 1 1、1 0 1 2 又は 1 0 1 3 に記載されたいずれかの発光素子。
- 項 1 0 1 5 . 反射防止部材の屈折率がセラミック材料を主成分とする焼結体の屈折率と同等かあるいはそれ以下であることを特徴とする項 1 0 1 3 又は 1 0 1 4 に記載されたいずれかの発光素子。
- 項 1 0 1 6 . 反射防止部材が屈折率 2 . 3 以下の材料からなることを特徴とする項 1 0 1 3、1 0 1 4 又は 1 0 1 5 に記載されたいずれかの発光素子。
- 項 1 0 1 7 . 反射防止部材が屈折率 2 . 1 以下の材料からなることを特徴とする項 1 0 1 6 に記載された発光素子。 10
- 項 1 0 1 8 . 反射防止部材が屈折率 2 . 0 以下の材料からなることを特徴とする項 1 0 1 6 又は 1 0 1 7 に記載されたいずれかの発光素子。
- 項 1 0 1 9 . 反射防止部材が光透過率 3 0 % 以上の材料からなることを特徴とする項 1 0 1 3、1 0 1 4、1 0 1 5、1 0 1 6、1 0 1 7 又は 1 0 1 8 に記載されたいずれかの発光素子。
- 項 1 0 2 0 . 反射防止部材が光透過率 5 0 % 以上の材料からなることを特徴とする項 1 0 1 9 に記載された発光素子。
- 項 1 0 2 1 . 反射防止部材が光透過率 7 0 % 以上の材料からなることを特徴とする項 1 0 1 9 又は 1 0 2 0 に記載された発光素子。 20
- 項 1 0 2 2 . 反射防止部材が光透過率 8 0 % 以上の材料からなることを特徴とする項 1 0 1 9、1 0 2 0 又は 1 0 2 1 に記載された発光素子。
- 項 1 0 2 3 . 反射防止部材の屈折率及び光透過率がそれぞれ少なくとも波長 2 0 0 n m ~ 8 0 0 n m の範囲の光に対してのものであることを特徴とする項 1 0 1 5、1 0 1 6、1 0 1 7、1 0 1 8、1 0 1 9、1 0 2 0、1 0 2 1 又は 1 0 2 2 に記載されたいずれかの発光素子。
- 項 1 0 2 4 . 反射防止部材がガラス、樹脂、金属酸化物、金属窒化物、金属炭化物のうちから選ばれた少なくとも 1 種以上を主成分とする材料からなることを特徴とする項 1 0 1 3、1 0 1 4、1 0 1 5、1 0 1 6、1 0 1 7、1 0 1 8、1 0 1 9、1 0 2 0、1 0 2 1、1 0 2 2 又は 1 0 2 3 に記載されたいずれかの発光素子。 30
- 項 1 0 2 5 . 反射防止部材として用いられるガラスが石英ガラス、高珪酸ガラス、ソーダ石灰ガラス、鉛ソーダガラス、カリガラス、鉛カリガラス、アルミノ珪酸塩ガラス、硼珪酸ガラス、無アルカリガラス、カルコゲン化物ガラス、テルライドガラス、磷酸塩ガラス、ランタンガラス、リチウム含有ガラス、バリウム含有ガラス、亜鉛含有ガラス、フッ素含有ガラス、鉛含有ガラス、窒素含有ガラス、ゲルマニウム含有ガラス、クラウンガラス、硼酸クラウンガラス、重クラウンガラス、希土類元素あるいはニオブ、タンタルを含むクラウンガラス、フリントガラス、軽フリントガラス、重フリントガラス、希土類元素あるいはニオブ、タンタルを含むフリントガラス、はんだガラス、光学ガラス、各種結晶化ガラスのうちから選ばれた 1 種以上の材料からなることを特徴とする項 1 0 2 4 に記載された発光素子。 40
- 項 1 0 2 6 . 反射防止部材として用いられる樹脂がエポキシ樹脂、シリコーン樹脂、ポリイミド樹脂、フェノール樹脂、ビスマレイミドトリアジン樹脂 (B T レジン)、不飽和ポリエステル、P T F E や P F A あるいは F E P あるいは P V d F などのフッ素樹脂、アクリル樹脂、メタクリル樹脂、ポリメチルメタクリレート樹脂 (P M M A)、スチレン・アクリロニトリル共重合樹脂 (S A N)、アリルジグリコールカーボネート樹脂 (A D C)、ウレタン樹脂、チオウレタン樹脂、ジアリルフタレート樹脂 (D A P)、ポリスチレン、ポリエーテルエーテルケトン (P E E K)、ポリエチレンナフタレート (P E N)、熱可塑性ポリイミド樹脂、ポリアミドイミド (P A I)、飽和ポリエステル、ポリエチレンテレフタレート (P E T)、ポリブチレンテレフタレート (P B T)、ポリカーボネート (P C)、ポリアミド、ポリフェニレンスルフィド (P P S)、ポリフェニレンエーテル 50

(PPE)、ポリフェニレンオキサイド (PPO)、ポリエーテルイミド (PEI)、ポリエーテルスルホン (PES)、ポリメチルペンテン (PMP)、ポリエチレン (PE)、ポリプロピレン (PP)、エチレンビニルアルコール共重合体、ポリスルホン、ポリアリレート、ジアリルフタレート、ポリアセタールなどのうちから選ばれる少なくとも１種以上を主成分とする材料からなることを特徴とする項１０２４に記載された発光素子。

項１０２７．反射防止部材として用いられる金属酸化物、金属窒化物、金属炭化物がベリリウム (Be)、マグネシウム (Mg)、カルシウム (Ca)、ストロンチウム (Sr)、バリウム (Ba)、スカンジウム (Sc)、イットリウム (Y)、ランタン (La)、セリウム (Ce)、プラセオジウム (Pr)、ネオジウム (Nd)、サマリウム (Sm)、ユーロピウム (Eu)、ガドリニウム (Gd)、ディスプロシウム (Dy)、ホルミウム (Ho)、エルビウム (Er)、イッテルビウム (Yb)、ルテチウム (Lu)、ジルコニウム (Zr)、ハフニウム (Hf)、ニオブ (Nb)、タンタル (Ta)、モリブデン (Mo)、タングステン (W)、亜鉛 (Zn)、硼素 (B)、アルミニウム (Al)、ガリウム (Ga)、インジウム (In)、珪素 (Si)、ゲルマニウム (Ge)、錫 (Sn)、アンチモン (Sb)、のうちから選ばれる少なくとも１種以上の金属を主成分とする材料からなることを特徴とする項１０２４に記載された発光素子。

項１０２８．反射防止部材が酸化アルミニウム、酸化ケイ素、酸化マグネシウムのうちから選ばれる少なくとも１種以上を主成分とする材料からなることを特徴とする項１０２４又は１０２７に記載されたいずれかの発光素子。

項１０２９．反射防止部材がセラミック材料を主成分とする焼結体の自己酸化皮膜からなることを特徴とする項１０２４、１０２７又は１０２８に記載されたいずれかの発光素子。

【０３３８】

項１０３０．反射部材が形成されたセラミック材料を主成分とする焼結体からなる基板に搭載されていることを特徴とする発光素子。

項１０３１．反射部材が形成された光透過性を有するセラミック材料を主成分とする焼結体からなる基板に搭載されていることを特徴とする項１００１、１００２、１００３、１００４、１００５、１００６、１００７、１００８、１００９、１０１０、１０１１、１０１２、１０１３、１０１４、１０１５、１０１６、１０１７、１０１８、１０１９、１０２０、１０２１、１０２２、１０２３、１０２４、１０２５、１０２６、１０２７、１０２８、１０２９又は１０３０に記載されたいずれかの発光素子。

項１０３２．反射部材が反射率１５％以上の材料からなることを特徴とする項１０３０又は１０３１に記載されたいずれかの発光素子。

項１０３３．反射部材が反射率３０％以上の材料からなることを特徴とする項１０３２に記載された発光素子。

項１０３４．反射部材が反射率５０％以上の材料からなることを特徴とする項１０３２又は１０３３に記載されたいずれかの発光素子。

項１０３５．反射部材が反射率７０％以上の材料からなることを特徴とする項１０３２、１０３３又は１０３４に記載されたいずれかの発光素子。

項１０３６．反射部材が反射率８０％以上の材料からなることを特徴とする項１０３２、１０３３、１０３４又は１０３５に記載されたいずれかの発光素子。

項１０３７．反射部材の屈折率がセラミック材料を主成分とする焼結体の屈折率と同等かあるいはそれ以上であることを特徴とする項１０３０、１０３１、１０３２、１０３３、１０３４、１０３５又は１０３６に記載されたいずれかの発光素子。

項１０３８．反射部材の屈折率がセラミック材料を主成分とする焼結体の屈折率より少なくとも０．２以上大きいことを特徴とする項１０３７に記載された発光素子。

項１０３９．反射部材の屈折率がセラミック材料を主成分とする焼結体の屈折率より少なくとも０．３以上大きいことを特徴とする項１０３７又は１０３８に記載されたいずれかの発光素子。

項１０４０．反射部材が光透過率３０％以上の材料からなることを特徴とする項１０３０

、1031、1032、1033、1034、1035、1036、1037、1038
又は1039に記載されたいずれかの発光素子。

項1041．反射部材が光透過率50%以上の材料からなることを特徴とする項1040
に記載された発光素子。

項1042．反射部材が光透過率80%以上の材料からなることを特徴とする項1040
又は1041に記載されたいずれかの発光素子。

項1043．反射部材の反射率、屈折率及び光透過率がそれぞれ少なくとも波長200nm
～800nmの範囲の光に対してのものであることを特徴とする項1032、1033
、1034、1035、1036、1037、1038、1039、1040、1041
又は1042に記載されたいずれかの発光素子。

10

項1044．反射部材が金属、合金のうちから選ばれた少なくとも1種以上を主成分とす
る材料からなることを特徴とする項1030、1031、1032、1033、1034
、1035、1036又は1043に記載されたいずれかの発光素子。

項1045．反射部材がBe、Mg、Sc、Y、希土類金属、Ti、Zr、Hf、V、Nb、Ta、Cr、Mo、W、Mn、Re、Fe、Co、Ni、Ru、Rh、Pd、Os、
Ir、Pt、Cu、Ag、Au、Zn、B、Al、Ga、In、Si、Ge、Sn、Pb
、Sb、Biのうちから選ばれた少なくとも1種以上を主成分とする材料からなることを
特徴とする項1030、1031、1032、1033、1034、1035、1036
又は1037に記載されたいずれかの発光素子。

項1046．反射部材がCu、Ag、Au、Al、Mg、Zn、Mo、W、Mn、Fe、
Co、Ni、Rh、Pd、Os、Ir、Pt、W/Cu合金、Mo/Cu合金、W/Ag
合金、Mo/Ag合金、W/Au合金、Mo/Au合金のうちから選ばれた少なくとも1
種以上を主成分とする材料からなることを特徴とする項1045に記載された発光素子。

20

項1047．反射部材がCu、Ag、Au、Al、Mg、Zn、Fe、Co、Ni、Rh
、Pd、Os、Ir、Pt、W/Cu合金、Mo/Cu合金、W/Ag合金、Mo/Ag
合金、W/Au合金、Mo/Au合金のうちから選ばれた少なくとも1種以上を主成分と
する材料からなることを特徴とする項1045又は1046に記載されたいずれかの発光
素子。

項1048．反射部材がCu、Ag、Au、Alを主成分とする材料からなることを特徴
とする項1045、1046又は1047に記載されたいずれかの発光素子。

30

項1049．反射部材が元素単体、金属の酸化物、金属の窒化物、金属の炭化物、金属の
珪素化物のうちから選ばれた少なくとも1種以上を主成分とする材料からなることを特徴
とする項1030、1031、1032、1033、1034、1035、1036、1
037、1038、1039、1040、1041、1042又は1043に記載されたい
ずれかの発光素子。

項1050．反射部材が TiO_2 、 $BaTiO_3$ 、 $SrTiO_3$ 、 $CaTiO_3$ 、 $PbTiO_3$ 、 $PZT[Pb(Zr, Ti)O_3]$ 、 $PLZT[(Pb, La)(Zr, Ti)O_3]$ 、 $PLT[(Pb, La)TiO_3]$ 、 ZrO_2 、 ZnO 、 $ZnSe$ 、 Nb_2O_5 、 Ta_2O_5 、 $LiNbO_3$ 、 $LiTaO_3$ 、 $SBN[(Sr_{1-x}Ba_x)Nb_2O_6]$ 、 $BNN(Ba_2NaNb_5O_{15})$ 、 $Bi_{12}GeO_{20}$ 、 $Bi_{12}TiO_{20}$ 、 Bi_2WO_6 、 $PbMoO_4$ 、 $PbMoO_5$ 、 TeO_2 、 SiC 、 Si_3N_4 、ダイヤモンド、AlN、GaN、InN、Si、Ge、カルコゲナイドガラスのうちから選ばれた少
なくとも1種以上を主成分とする材料からなることを特徴とする項1049に記載された
発光素子。

40

項1051．反射部材が TiO_2 、 $SrTiO_3$ 、 $PbTiO_3$ 、 $PZT[Pb(Zr, Ti)O_3]$ 、 $PLZT[(Pb, La)(Zr, Ti)O_3]$ 、 $PLT[(Pb, La)TiO_3]$ 、 ZrO_2 、 ZnO 、 $ZnSe$ 、 Nb_2O_5 、 Ta_2O_5 、 $Bi_{12}GeO_{20}$ 、 $Bi_{12}TiO_{20}$ 、 Bi_2WO_6 、 TeO_2 、 SiC 、 Si_3N_4 、ダイヤモンド、AlN、GaN、InN、カルコゲナイドガラスのうちから選ばれた少
なくとも1種以上を主成分とする材料からなることを特徴とする項1049又は1050に記載された

50

いずれかの発光素子。

項1052. 反射部材が TiO_2 、 SrTiO_3 、 PbTiO_3 、 ZrO_2 、 ZnO 、 Nb_2O_5 、 Ta_2O_5 、 $\text{Bi}_{12}\text{GeO}_{20}$ 、 $\text{Bi}_{12}\text{TiO}_{20}$ 、 Bi_2WO_6 、 SiC 、 Si_3N_4 、ダイヤモンド、 AlN 、 GaN 、 InN のうちから選ばれた少なくとも1種以上を主成分とする材料からなることを特徴とする項1049、1050又は1051に記載されたいずれかの発光素子。

項1053. 反射部材が TiO_2 、 ZrO_2 、 ZnO 、 Nb_2O_5 、 Ta_2O_5 、 SiC 、 Si_3N_4 、ダイヤモンド、 AlN を主成分とする材料からなることを特徴とする項1049、1050、1051又は1052に記載されたいずれかの発光素子。

項1054. 反射部材が少なくとも波長200nm～800nmの範囲の光に対して全反射する材料からなることを特徴とする項1030、1031、1032、1033、1034、1035、1036、1037、1038、1039、1040、1041、1042、1043、1044、1045、1046、1047、1048、1049、1050、1051、1052又は1053に記載されたいずれかの発光素子。 10

【0339】

項1055. 反射防止部材及び反射部材のうちから選ばれた少なくともいずれかが形成されたセラミック材料を主成分とする焼結体からなる基板に搭載されていることを特徴とする項1001、1002、1003、1004、1005、1006、1007、1008、1009、1010、1011、1012、1013、1014、1015、1016、1017、1018、1019、1020、1021、1022、1023、1024、1025、1026、1027、1028、1029、1030、1031、1032、1033、1034、1035、1036、1037、1038、1039、1040、1041、1042、1043、1044、1045、1046、1047、1048、1049、1050、1051、1052又は1053に記載されたいずれかの発光素子。 20

項1056. 反射防止部材及び反射部材が同時に形成されたセラミック材料を主成分とする焼結体からなる基板に搭載されていることを特徴とする項1055に記載された発光素子。

項1057. 反射防止部材及び反射部材のうちから選ばれた少なくともいずれかがセラミック材料を主成分とする焼結体の内部及び表面のうちから選ばれた少なくともいずれかに形成されたものからなる基板に搭載されていることを特徴とする項1055又は1056に記載されたいずれかの発光素子。 30

項1058. 反射防止部材及び反射部材が同時にセラミック材料を主成分とする焼結体の内部及び表面のうちから選ばれた少なくともいずれかに形成されたものからなる基板に搭載されていることを特徴とする項1055、1056又は1057に記載されたいずれかの発光素子。

項1059. セラミック材料を主成分とする焼結体が光透過性を有するものであることを特徴とする項1055、1056、1057又は1058に記載されたいずれかの発光素子。

【0340】

項1060. セラミック材料を主成分とする焼結体からなる基板に搭載された発光素子であって、該発光素子からの発光を任意の方向に放出可能であることを特徴とする発光素子。 40

項1061. 光透過性を有するセラミック材料を主成分とする焼結体からなる基板に搭載された発光素子であって、該発光素子からの発光を任意の方向に放出可能であることを特徴とする項1001、1002、1003、1004、1005、1006、1007、1008、1009、1010、1011、1012、1013、1014、1015、1016、1017、1018、1019、1020、1021、1022、1023、1024、1025、1026、1027、1028、1029、1030、1031、1032、1033、1034、1035、1036、1037、1038、1039、 50

1040、1041、1042、1043、1044、1045、1046、1047、1048、1049、1050、1051、1052、1053、1054、1055、1056、1057、1058、1059又は1060に記載されたいずれかの発光素子。

項1062. 反射防止部材が形成されたセラミック材料を主成分とする焼結体からなる基板に搭載された発光素子であって、該発光素子からの発光を任意の方向に放出可能であることを特徴とする項1060又は1061に記載されたいずれかの発光素子。

項1063. 反射部材が形成されたセラミック材料を主成分とする焼結体からなる基板に搭載された発光素子であって、該発光素子からの発光を任意の方向に放出可能であることを特徴とする項1060、1061又は1062に記載されたいずれかの発光素子。

項1064. 反射防止部材及び反射部材が同時に形成されたセラミック材料を主成分とする焼結体からなる基板に搭載された発光素子であって、該発光素子からの発光を任意の方向に放出可能であることを特徴とする項1060、1061、1062又は1063に記載されたいずれかの発光素子。

項1065. 発光をすべての空間方向に放出可能であることを特徴とする項1060、1061、1062、1063又は1064に記載されたいずれかの発光素子。

項1066. セラミック材料を主成分とする焼結体からなる基板に搭載された発光素子であって、該発光素子からの発光が基板の発光素子搭載面と反対側の方向に放出可能であることを特徴とする項1060、1061、1062、1063、1064又は1065に記載されたいずれかの発光素子。

項1067. セラミック材料を主成分とする焼結体からなる基板に搭載された発光素子であって、該発光素子からの発光が基板を透過して基板の発光素子搭載面と反対側の方向にも放出可能であることを特徴とする項1066に記載された発光素子。

項1068. 窪み空間を有するセラミック材料を主成分とする焼結体からなる基板に搭載された発光素子であって、該発光素子からの発光が基板の側面から放出されることを特徴とする項1060、1061、1062、1063、1064、1065、1066又は1067に記載されたいずれかの発光素子。

項1069. 窪み空間を有するセラミック材料を主成分とする焼結体からなる基板に搭載された発光素子であって、該発光素子からの発光は窪み空間内部の側壁を透過して基板の側面から放出されることを特徴とする項1068に記載された発光素子。

項1070. セラミック材料を主成分とする焼結体からなる基板に搭載された発光素子であって、該発光素子からの発光が主として基板の発光素子搭載面側に放出されることを特徴とする項1060、1061、1062、1063、1064、1065、1066、1067、1068又は1069に記載されたいずれかの発光素子。

【0341】

項1071. 光透過率50%以下のセラミック材料を主成分とする焼結体からなる基板に搭載されていることを特徴とする項1001、1002、1003、1004、1005、1006、1007、1008、1009、1010、1011、1012、1013、1014、1015、1016、1017、1018、1019、1020、1021、1022、1023、1024、1025、1026、1027、1028、1029、1030、1031、1032、1033、1034、1035、1036、1037、1038、1039、1040、1041、1042、1043、1044、1045、1046、1047、1048、1049、1050、1051、1052、1053、1054、1055、1056、1057、1058、1059、1060、1061、1062、1063、1064、1065、1066、1067、1068、1069又は1070に記載されたいずれかの発光素子。

項1072. 光透過率30%以下のセラミック材料を主成分とする焼結体からなる基板に搭載されていることを特徴とする項1071に記載された発光素子。

項1073. 光透過率10%以下のセラミック材料を主成分とする焼結体からなる基板に搭載されていることを特徴とする項1071又は1072に記載されたいずれかの発光素

10

20

30

40

50

子。

項 1 0 7 4 . 光透過率 5 % 以下のセラミック材料を主成分とする焼結体からなる基板に搭載されていることを特徴とする項 1 0 7 1、1 0 7 2 又は 1 0 7 3 に記載されたいずれかの発光素子。

項 1 0 7 5 . 光透過率 1 % 以下のセラミック材料を主成分とする焼結体からなる基板に搭載されていることを特徴とする項 1 0 7 1、1 0 7 2、1 0 7 3 又は 1 0 7 4 に記載されたいずれかの発光素子。

項 1 0 7 6 . 光透過率 0 % のセラミック材料を主成分とする焼結体からなる基板に搭載されていることを特徴とする項 1 0 7 1、1 0 7 2、1 0 7 3、1 0 7 4 又は 1 0 7 5 に記載されたいずれかの発光素子。

10

項 1 0 7 7 . 光透過率 5 0 % 以下のセラミック材料を主成分とする焼結体からなる基板に搭載された発光素子であって、該発光素子からの発光が主として基板の発光素子搭載面側に放出されることを特徴とする項 1 0 7 1、1 0 7 2、1 0 7 3、1 0 7 4、1 0 7 5 又は 1 0 7 6 に記載されたいずれかの発光素子。

項 1 0 7 8 . 反射防止部材及び反射部材のうちから選ばれた少なくともどちらか 1 以上が形成された光透過率 5 0 % 以下のセラミック材料を主成分とする焼結体からなる基板に搭載された発光素子であって、該発光素子からの発光が主として基板の発光素子搭載面側に放出されることを特徴とする項 1 0 7 1、1 0 7 2、1 0 7 3、1 0 7 4、1 0 7 5、1 0 7 6 又は 1 0 7 7 に記載されたいずれかの発光素子。

項 1 0 7 9 . 反射防止部材及び反射部材が同時に形成された光透過率 5 0 % 以下のセラミック材料を主成分とする焼結体からなる基板に搭載された発光素子であって、該発光素子からの発光が主として基板の発光素子搭載面側に放出されることを特徴とする項 1 0 7 8 に記載された発光素子。

20

【 0 3 4 2 】

項 1 0 8 0 . セラミック材料を主成分とする焼結体からなる基板に搭載された発光素子であって、該セラミック材料が窒化物、酸化物、炭化物、硼化物、珪化物、及び結晶化ガラスのうちから選ばれた少なくとも 1 種以上であることを特徴とする項 1 0 0 1、1 0 0 2、1 0 0 3、1 0 0 4、1 0 0 5、1 0 0 6、1 0 0 7、1 0 0 8、1 0 0 9、1 0 1 0、1 0 1 1、1 0 1 2、1 0 1 3、1 0 1 4、1 0 1 5、1 0 1 6、1 0 1 7、1 0 1 8、1 0 1 9、1 0 2 0、1 0 2 1、1 0 2 2、1 0 2 3、1 0 2 4、1 0 2 5、1 0 2 6、1 0 2 7、1 0 2 8、1 0 2 9、1 0 3 0、1 0 3 1、1 0 3 2、1 0 3 3、1 0 3 4、1 0 3 5、1 0 3 6、1 0 3 7、1 0 3 8、1 0 3 9、1 0 4 0、1 0 4 1、1 0 4 2、1 0 4 3、1 0 4 4、1 0 4 5、1 0 4 6、1 0 4 7、1 0 4 8、1 0 4 9、1 0 5 0、1 0 5 1、1 0 5 2、1 0 5 3、1 0 5 4、1 0 5 5、1 0 5 6、1 0 5 7、1 0 5 8、1 0 5 9、1 0 6 0、1 0 6 1、1 0 6 2、1 0 6 3、1 0 6 4、1 0 6 5、1 0 6 6、1 0 6 7、1 0 6 8、1 0 6 9、1 0 7 0、1 0 7 1、1 0 7 2、1 0 7 3、1 0 7 4、1 0 7 5、1 0 7 6、1 0 7 7、1 0 7 8 又は 1 0 7 9 に記載されたいずれかの発光素子。

30

項 1 0 8 1 . 窒化物が窒化アルミニウム、窒化硼素、窒化珪素、窒化ガリウム、及び窒化チタンのうちから選ばれた少なくとも 1 種以上であることを特徴とする項 1 0 8 0 に記載された発光素子。

40

項 1 0 8 2 . 酸化物が酸化アルミニウム、酸化亜鉛、酸化ベリリウム、酸化ジルコニウム、酸化マグネシウム、アルミン酸マグネシウム、酸化チタン、チタン酸バリウム、チタン酸ジルコン酸鉛、希土類元素酸化物、酸化トリウム、各種フェライト、ムライト、フォルステライト、及びステアタイトのうちから選ばれた少なくとも 1 種以上であることを特徴とする項 1 0 8 0 に記載された発光素子。

項 1 0 8 3 . 炭化物が炭化珪素、炭化チタン、炭化硼素、及び炭化タングステンのうちから選ばれた少なくとも 1 種以上であることを特徴とする項 1 0 8 0 に記載された発光素子。

項 1 0 8 4 . 硼化物が硼化チタン、硼化ジルコニウム、及び硼化ランタンのうちから選ば

50

れた少なくとも１種以上であることを特徴とする項１０８０に記載された発光素子。

項１０８５．珪化物が珪化モリブデン、及び珪化タングステンのうちから選ばれた少なくとも１種以上であることを特徴とする項１０８０に記載された発光素子。

項１０８６．セラミック材料が窒化アルミニウム、酸化アルミニウム、酸化亜鉛、酸化ベリリウム、酸化ジルコニウム、酸化マグネシウム、アルミン酸マグネシウム、希土類元素酸化物、及び結晶化ガラスのうちから選ばれた少なくとも１種以上であることを特徴とする項１０８０、１０８１又は１０８２に記載されたいずれかの発光素子。

項１０８７．希土類元素酸化物が酸化イットリウムであることを特徴とする項１０８６に記載された発光素子。

項１０８８．結晶化ガラスが硼珪酸ガラス及び酸化アルミニウムの混合物を主成分とするものであることを特徴とする項１０８６に記載された発光素子。 10

項１０８９．セラミック材料がアルカリ土類金属及び希土類元素のうちから選ばれた少なくとも１種以上を含むものであることを特徴とする項１０８０、１０８１、１０８２、１０８３、１０８４、１０８５、１０８６、１０８７又は１０８８に記載されたいずれかの発光素子。

項１０９０．セラミック材料が遷移金属元素及びカーボンのうちから選ばれた少なくとも１種以上を含むものであることを特徴とする項１０８０、１０８１、１０８２、１０８３、１０８４、１０８５、１０８６、１０８７、１０８８又は１０８９に記載されたいずれかの発光素子。

項１０９１．遷移金属元素がモリブデン、タングステン、バナジウム、ニオブ、タンタル、チタン、鉄、ニッケル、クロム、マンガン、ジルコニウム、ハフニウム、コバルト、銅、亜鉛であることを特徴とする項１０９０に記載された発光素子。 20

項１０９２．セラミック材料が酸化亜鉛、酸化ベリリウム、酸化アルミニウム、窒化ガリウム、窒化アルミニウム、窒化珪素、及び炭化珪素のうちから選ばれた少なくとも１種以上であることを特徴とする項１００１、１００２、１００３、１００４、１００５、１００６、１００７、１００８、１００９、１０１０、１０１１、１０１２、１０１３、１０１４、１０１５、１０１６、１０１７、１０１８、１０１９、１０２０、１０２１、１０２２、１０２３、１０２４、１０２５、１０２６、１０２７、１０２８、１０２９、１０３０、１０３１、１０３２、１０３３、１０３４、１０３５、１０３６、１０３７、１０３８、１０３９、１０４０、１０４１、１０４２、１０４３、１０４４、１０４５、１０４６、１０４７、１０４８、１０４９、１０５０、１０５１、１０５２、１０５３、１０５４、１０５５、１０５６、１０５７、１０５８、１０５９、１０６０、１０６１、１０６２、１０６３、１０６４、１０６５、１０６６、１０６７、１０６８、１０６９、１０７０、１０７１、１０７２、１０７３、１０７４、１０７５、１０７６、１０７７、１０７８、１０７９、１０８０、１０８１、１０８２、１０８３、１０８４、１０８５、１０８６、１０８７、１０８８、１０８９、１０９０又は１０９１に記載されたいずれかの発光素子。 30

【０３４３】

項１０９３．セラミック材料を主成分とする焼結体からなる基板に搭載された発光素子であって、該セラミック材料を主成分とする焼結体が導電性を有することを特徴とする項１００１、１００２、１００３、１００４、１００５、１００６、１００７、１００８、１００９、１０１０、１０１１、１０１２、１０１３、１０１４、１０１５、１０１６、１０１７、１０１８、１０１９、１０２０、１０２１、１０２２、１０２３、１０２４、１０２５、１０２６、１０２７、１０２８、１０２９、１０３０、１０３１、１０３２、１０３３、１０３４、１０３５、１０３６、１０３７、１０３８、１０３９、１０４０、１０４１、１０４２、１０４３、１０４４、１０４５、１０４６、１０４７、１０４８、１０４９、１０５０、１０５１、１０５２、１０５３、１０５４、１０５５、１０５６、１０５７、１０５８、１０５９、１０６０、１０６１、１０６２、１０６３、１０６４、１０６５、１０６６、１０６７、１０６８、１０６９、１０７０、１０７１、１０７２、１０７３、１０７４、１０７５、１０７６、１０７７、１０７８、１０７９、１０８０、１ 40 50

081、1082、1083、1084、1085、1086、1087、1088、1089、1090、1091又は1092に記載されたいずれかの発光素子。

項1094．セラミック材料を主成分とする焼結体からなる基板に搭載された発光素子であって、該セラミック材料を主成分とする焼結体が室温における抵抗率 $1 \times 10^4 \Omega \cdot \text{cm}$ 以下であることを特徴とする項1001、1002、1003、1004、1005、1006、1007、1008、1009、1010、1011、1012、1013、1014、1015、1016、1017、1018、1019、1020、1021、1022、1023、1024、1025、1026、1027、1028、1029、1030、1031、1032、1033、1034、1035、1036、1037、1038、1039、1040、1041、1042、1043、1044、1045、1046、1047、1048、1049、1050、1051、1052、1053、1054、1055、1056、1057、1058、1059、1060、1061、1062、1063、1064、1065、1066、1067、1068、1069、1070、1071、1072、1073、1074、1075、1076、1077、1078、1079、1080、1081、1082、1083、1084、1085、1086、1087、1088、1089、1090、1091、1092又は1093に記載されたいずれかの発光素子。

項1095．セラミック材料を主成分とする焼結体が室温における抵抗率 $1 \times 10^2 \Omega \cdot \text{cm}$ 以下であることを特徴とする項1094に記載された発光素子。

項1096．セラミック材料を主成分とする焼結体が室温における抵抗率 $1 \times 10^0 \Omega \cdot \text{cm}$ 以下であることを特徴とする項1094又は1095に記載されたいずれかの発光素子。

項1097．セラミック材料を主成分とする焼結体が室温における抵抗率 $1 \times 10^{-1} \Omega \cdot \text{cm}$ 以下であることを特徴とする項1094、1095又は1096に記載されたいずれかの発光素子。

項1098．セラミック材料を主成分とする焼結体が室温における抵抗率 $1 \times 10^{-2} \Omega \cdot \text{cm}$ 以下であることを特徴とする項1094、1095、1096又は1097に記載されたいずれかの発光素子。

項1099．セラミック材料を主成分とする焼結体からなる基板に搭載された発光素子であって、該セラミック材料を主成分とする焼結体が導電性を有しかつ光透過性をすることを特徴とする項1001、1002、1003、1004、1005、1006、1007、1008、1009、1010、1011、1012、1013、1014、1015、1016、1017、1018、1019、1020、1021、1022、1023、1024、1025、1026、1027、1028、1029、1030、1031、1032、1033、1034、1035、1036、1037、1038、1039、1040、1041、1042、1043、1044、1045、1046、1047、1048、1049、1050、1051、1052、1053、1054、1055、1056、1057、1058、1059、1060、1061、1062、1063、1064、1065、1066、1067、1068、1069、1070、1071、1072、1073、1074、1075、1076、1077、1078、1079、1080、1081、1082、1083、1084、1085、1086、1087、1088、1089、1090、1091、1092、1093、1094、1095、1096、1097又は1098に記載されたいずれかの発光素子。

項1100．セラミック材料を主成分とする焼結体が酸化亜鉛を主成分とする焼結体であることを特徴とする項1093、1094、1095、1096、1097、1098又は1099に記載されたいずれかの発光素子。

項1101．酸化亜鉛を主成分とする焼結体が少なくともアルミニウム成分を含むことを特徴とする項1100に記載された発光素子。

項1102．セラミック材料を主成分とする焼結体が窒化ガリウムを主成分とする焼結体であることを特徴とする項1093、1094、1095、1096、1097、1098

10

20

30

40

50

8又は1099に記載されたいずれかの発光素子。

項1103. 窒化ガリウムを主成分とする焼結体がBe、Mg、Zn、Cd、C、Si、Ge、Se、Te、酸素のうちから選ばれた少なくとも1種以上の成分を含むことを特徴とする項1102に記載された発光素子。

項1104. 窒化ガリウムを主成分とする焼結体がアルカリ土類金属及び希土類元素のうちから選ばれた少なくとも1種以上の成分を含むことを特徴とする項1102又は1103に記載されたいずれかの発光素子。

項1105. 窒化ガリウムを主成分とする焼結体がインジウム及びアルミニウムのうちから選ばれた少なくとも1種以上の成分を含むことを特徴とする項1102、1103又は1104に記載されたいずれかの発光素子。

10

項1106. 窒化ガリウムを主成分とする焼結体がBe、Mg、Zn、Cd、C、Si、Ge、Se、Te、酸素のうちから選ばれた少なくとも1種以上の成分と同時にアルカリ土類金属及び希土類元素のうちから選ばれた少なくとも1種以上の成分を含むことを特徴とする項1102、1103、1104又は1105に記載されたいずれかの発光素子。

項1107. 窒化ガリウムを主成分とする焼結体がBe、Mg、Zn、Cd、C、Si、Ge、Se、Te、酸素のうちから選ばれた少なくとも1種以上の成分と同時にアルミニウム及びインジウムのうちから選ばれた少なくとも1種以上の成分を含むことを特徴とする項1102、1103、1104、1105又は1106に記載されたいずれかの発光素子。

項1108. 窒化ガリウムを主成分とする焼結体がアルカリ土類金属及び希土類元素のうちから選ばれた少なくとも1種以上の成分と同時にアルミニウム及びインジウムのうちから選ばれた少なくとも1種以上の成分を含むことを特徴とする項1102、1103、1104、1105、1106又は1107に記載されたいずれかの発光素子。

20

項1109. セラミック材料を主成分とする焼結体が炭化珪素を主成分とする焼結体であることを特徴とする項1093、1094、1095、1096、1097、1098又は1099に記載されたいずれかの発光素子。

項1110. セラミック材料を主成分とする焼結体が窒化珪素を主成分とする焼結体であることを特徴とする項1093、1094、1095、1096、1097、1098又は1099に記載されたいずれかの発光素子。

【0344】

30

項1111. セラミック材料が窒化アルミニウムであることを特徴とする項1080、1081、1086、1089、1090、1091又は1092に記載されたいずれかの発光素子。

項1112. セラミック材料が窒化アルミニウムであり、該窒化アルミニウムを主成分とする焼結体が窒化アルミニウムを50体積%以上含むものであることを特徴とする項1111に記載された発光素子。

項1113. 窒化アルミニウムを主成分とする焼結体が希土類元素及びアルカリ土類金属のうちから選ばれた少なくとも1種以上を酸化物換算で50体積%以下含むことを特徴とする項1111又は1112に記載されたいずれかの発光素子。

項1114. 窒化アルミニウムを主成分とする焼結体が希土類元素及びアルカリ土類金属のうちから選ばれた少なくとも1種以上を酸化物換算で40体積%以下含むことを特徴とする項1113に記載された発光素子。

40

項1115. 窒化アルミニウムを主成分とする焼結体が希土類元素及びアルカリ土類金属のうちから選ばれた少なくとも1種以上を酸化物換算で30体積%以下含むことを特徴とする項1113又は1114に記載されたいずれかの発光素子。

項1116. 窒化アルミニウムを主成分とする焼結体が希土類元素及びアルカリ土類金属のうちから選ばれた少なくとも1種以上を酸化物換算で12体積%以下含むことを特徴とする項1113、1114又は1115に記載されたいずれかの発光素子。

項1117. 窒化アルミニウムを主成分とする焼結体が希土類元素及びアルカリ土類金属のうちから選ばれた少なくとも1種以上を酸化物換算で7体積%以下含むことを特徴とす

50

る項 1 1 1 3、1 1 1 4、1 1 1 5 又は 1 1 1 6 に記載されたいずれかの発光素子。

項 1 1 1 8．窒化アルミニウムを主成分とする焼結体が希土類元素及びアルカリ土類金属のうちから選ばれた少なくとも 1 種以上を酸化物換算で 5 体積% 以下含むことを特徴とする項 1 1 1 3、1 1 1 4、1 1 1 5、1 1 1 6 又は 1 1 1 7 に記載されたいずれかの発光素子。

項 1 1 1 9．窒化アルミニウムを主成分とする焼結体が希土類元素及びアルカリ土類金属のうちから選ばれた少なくとも 1 種以上を酸化物換算で 3 体積% 以下含むことを特徴とする項 1 1 1 3、1 1 1 4、1 1 1 5、1 1 1 6、1 1 1 7 又は 1 1 1 8 に記載されたいずれかの発光素子。

項 1 1 2 0．窒化アルミニウムを主成分とする焼結体が希土類元素あるいはアルカリ土類金属のうちいずれか一方だけを含むものであることを特徴とする項 1 1 1 3、1 1 1 4、1 1 1 5、1 1 1 6、1 1 1 7、1 1 1 8 又は 1 1 1 9 に記載されたいずれかの発光素子。

項 1 1 2 1．窒化アルミニウムを主成分とする焼結体が希土類元素及びアルカリ土類金属を同時に含むものであることを特徴とする項 1 1 1 3、1 1 1 4、1 1 1 5、1 1 1 6、1 1 1 7、1 1 1 8、1 1 1 9 又は 1 1 2 0 に記載されたいずれかの発光素子。

項 1 1 2 2．窒化アルミニウムを主成分とする焼結体がアルカリ金属及び珪素のうちから選ばれた少なくとも 1 種以上を酸化物換算で 2 0 体積% 以下含むことを特徴とする項 1 1 1 3、1 1 1 4、1 1 1 5、1 1 1 6、1 1 1 7、1 1 1 8、1 1 1 9、1 1 2 0 又は 1 1 2 1 に記載されたいずれかの発光素子。

項 1 1 2 3．窒化アルミニウムを主成分とする焼結体がアルカリ金属及び珪素のうちから選ばれた少なくとも 1 種以上を酸化物換算で 1 0 体積% 以下含むことを特徴とする項 1 1 2 2 に記載された発光素子。

項 1 1 2 4．窒化アルミニウムを主成分とする焼結体がアルカリ金属及び珪素のうちから選ばれた少なくとも 1 種以上を酸化物換算で 5 体積% 以下含むことを特徴とする項 1 1 2 2 又は 1 1 2 3 に記載されたいずれかの発光素子。

項 1 1 2 5．窒化アルミニウムを主成分とする焼結体がアルカリ金属及び珪素のうちから選ばれた少なくとも 1 種以上を酸化物換算で 3 体積% 以下含むことを特徴とする項 1 1 2 2、1 1 2 3 又は 1 1 2 4 に記載されたいずれかの発光素子。

項 1 1 2 6．窒化アルミニウムを主成分とする焼結体がアルカリ金属及び珪素のうちから選ばれた少なくとも 1 種以上を酸化物換算で 1 体積% 以下含むことを特徴とする項 1 1 2 2、1 1 2 3、1 1 2 4 又は 1 1 2 5 に記載されたいずれかの発光素子。

項 1 1 2 7．窒化アルミニウムを主成分とする焼結体がアルカリ金属及び珪素のうちから選ばれた少なくとも 1 種以上を含みさらに希土類元素及びアルカリ土類金属のうちから選ばれた少なくとも 1 種以上を同時に含むことを特徴とする項 1 1 1 1、1 1 1 2、1 1 1 3、1 1 1 4、1 1 1 5、1 1 1 6、1 1 1 7、1 1 1 8、1 1 1 9、1 1 2 0、1 1 2 1、1 1 2 2、1 1 2 3、1 1 2 4、1 1 2 5 又は 1 1 2 6 に記載されたいずれかの発光素子。

項 1 1 2 8．窒化アルミニウムを主成分とする焼結体が Mo、W、V、Nb、Ta、Ti、及びカーボンのうちから選ばれた少なくとも 1 種以上を元素換算で 5 0 体積% 以下含むことを特徴とする項 1 1 1 1、1 1 1 2、1 1 1 3、1 1 1 4、1 1 1 5、1 1 1 6、1 1 1 7、1 1 1 8、1 1 1 9、1 1 2 0、1 1 2 1、1 1 2 2、1 1 2 3、1 1 2 4、1 1 2 5、1 1 2 6 又は 1 1 2 7 に記載されたいずれかの発光素子。

項 1 1 2 9．窒化アルミニウムを主成分とする焼結体が Mo、W、V、Nb、Ta、Ti、及びカーボンのうちから選ばれた少なくとも 1 種以上を元素換算で 2 0 体積% 以下含むことを特徴とする項 1 1 2 8 に記載された発光素子。

項 1 1 3 0．窒化アルミニウムを主成分とする焼結体が Mo、W、V、Nb、Ta、Ti、及びカーボンのうちから選ばれた少なくとも 1 種以上を元素換算で 1 0 体積% 以下含むことを特徴とする項 1 1 2 8 又は 1 1 2 9 に記載されたいずれかの発光素子。

項 1 1 3 1．窒化アルミニウムを主成分とする焼結体が Mo、W、V、Nb、Ta、Ti

、及びカーボンのうちから選ばれた少なくとも１種以上を元素換算で５体積％以下含むことを特徴とする項１１２８、１１２９又は１１３０に記載されたいずれかの発光素子。

項１１３２．窒化アルミニウムを主成分とする焼結体がMo、W、V、Nb、Ta、Ti、及びカーボンのうちから選ばれた少なくとも１種以上を元素換算で３体積％以下含むことを特徴とする項１１２８、１１２９、１１３０又は１１３１に記載されたいずれかの発光素子。

項１１３３．窒化アルミニウムを主成分とする焼結体がMo、W、V、Nb、Ta、Ti、及びカーボンのうちから選ばれた少なくとも１種以上を元素換算で１体積％以下含むことを特徴とする項１１２８、１１２９、１１３０、１１３１又は１１３２に記載されたいずれかの発光素子。

10

項１１３４．窒化アルミニウムを主成分とする焼結体がMo、W、V、Nb、Ta、Ti、及びカーボンのうちから選ばれた少なくとも１種以上を含みさらに希土類元素及びアルカリ土類金属のうちから選ばれた少なくとも１種以上を同時に含むことを特徴とする項１１１１、１１１２、１１１３、１１１４、１１１５、１１１６、１１１７、１１１８、１１１９、１１２０、１１２１、１１２２、１１２３、１１２４、１１２５、１１２６、１１２７、１１２８、１１２９、１１３０、１１３１、１１３２又は１１３３に記載されたいずれかの発光素子。

項１１３５．窒化アルミニウムを主成分とする焼結体が遷移金属の不可避不純物のうちから選ばれた少なくとも１種以上を元素換算で５０重量％以下含むことを特徴とする項１１１１、１１１２、１１１３、１１１４、１１１５、１１１６、１１１７、１１１８、１１１９、１１２０、１１２１、１１２２、１１２３、１１２４、１１２５、１１２６、１１２７、１１２８、１１２９、１１３０、１１３１、１１３２、１１３３又は１１３４に記載されたいずれかの発光素子。

20

項１１３６．窒化アルミニウムを主成分とする焼結体が遷移金属の不可避不純物のうちから選ばれた少なくとも１種以上を元素換算で２０重量％以下含むことを特徴とする項１１３５に記載された発光素子。

項１１３７．窒化アルミニウムを主成分とする焼結体が遷移金属の不可避不純物のうちから選ばれた少なくとも１種以上を元素換算で１０重量％以下含むことを特徴とする項１１３５又は１１３６に記載されたいずれかの発光素子。

項１１３８．窒化アルミニウムを主成分とする焼結体が遷移金属の不可避不純物のうちから選ばれた少なくとも１種以上を元素換算で１．０重量％以下含むことを特徴とする項１１３５、１１３６又は１１３７に記載されたいずれかの発光素子。

30

項１１３９．窒化アルミニウムを主成分とする焼結体が遷移金属の不可避不純物のうちから選ばれた少なくとも１種以上を元素換算で０．５重量％以下含むことを特徴とする項１１３５、１１３６、１１３７又は１１３８に記載されたいずれかの発光素子。

項１１４０．窒化アルミニウムを主成分とする焼結体が遷移金属の不可避不純物のうちから選ばれた少なくとも１種以上を元素換算で０．２重量％以下含むことを特徴とする項１１３５、１１３６、１１３７、１１３８又は１１３９に記載されたいずれかの発光素子。

項１１４１．窒化アルミニウムを主成分とする焼結体が遷移金属の不可避不純物のうちから選ばれた少なくとも１種以上を含みさらに希土類元素及びアルカリ土類金属のうちから選ばれた少なくとも１種以上を同時に含むことを特徴とする項１１１１、１１１２、１１１３、１１１４、１１１５、１１１６、１１１７、１１１８、１１１９、１１２０、１１２１、１１２２、１１２３、１１２４、１１２５、１１２６、１１２７、１１２８、１１２９、１１３０、１１３１、１１３２、１１３３、１１３４、１１３５、１１３６、１１３７、１１３８、１１３９又は１１４０に記載されたいずれかの発光素子。

40

項１１４２．窒化アルミニウムを主成分とする焼結体に含まれる遷移金属の不可避不純物が鉄、ニッケル、クロム、マンガン、ジルコニウム、ハフニウム、コバルト、銅、亜鉛であることを特徴とする項１１３５、１１３６、１１３７、１１３８、１１３９、１１４０又は１１４１に記載されたいずれかの発光素子。

項１１４３．窒化アルミニウムを主成分とする焼結体が酸素を２５重量％以下含むことを

50

項 1 1 5 5. 窒化アルミニウムを主成分とする焼結体が窒化アルミニウム成分を 9 5 体積
% 以上含有する窒化アルミニウムを主成分とする焼結体からなることを特徴とする項 1 1
1 1、1 1 1 2、1 1 1 3、1 1 1 4、1 1 1 5、1 1 1 6、1 1 1 7、1 1 1 8、1 1
1 9、1 1 2 0、1 1 2 1、1 1 2 2、1 1 2 3、1 1 2 4、1 1 2 5、1 1 2 6、1 1 50

27、1128、1129、1130、1131、1132、1133、1134、1135、1136、1137、1138、1139、1140、1141、1142、1143、1144、1145、1146、1147、1148、1149、1150、1151、1152、1153又は1154に記載されたいずれかの発光素子。

項1156．窒化アルミニウムを主成分とする焼結体が希土類元素及びアルカリ土類金属のうちから選ばれた少なくとも1種以上を元素換算で合計0.5重量%以下かつ酸素を0.9重量%以下含有することを特徴とする項1111、1112、1113、1114、1115、1116、1117、1118、1119、1120、1121、1122、1123、1124、1125、1126、1127、1128、1129、1130、1131、1132、1133、1134、1135、1136、1137、1138、1139、1140、1141、1142、1143、1144、1145、1146、1147、1148、1149、1150、1151、1152、1153、1154又は1155に記載されたいずれかの発光素子。

10

項1157．窒化アルミニウムを主成分とする焼結体が希土類元素及びアルカリ土類金属のうちから選ばれた少なくとも1種以上を元素換算で合計0.2重量%以下かつ酸素を0.5重量%以下含有することを特徴とする項1156に記載された発光素子。

項1158．窒化アルミニウムを主成分とする焼結体が希土類元素及びアルカリ土類金属のうちから選ばれた少なくとも1種以上を元素換算で合計0.05重量%以下かつ酸素を0.2重量%以下含有することを特徴とする項1156又は1157に記載されたいずれかの発光素子。

20

項1159．窒化アルミニウムを主成分とする焼結体が希土類元素及びアルカリ土類金属のうちから選ばれた少なくとも1種以上を元素換算で合計0.02重量%以下かつ酸素を0.1重量%以下含有することを特徴とする項1156、1157又は1158に記載されたいずれかの発光素子。

項1160．窒化アルミニウムを主成分とする焼結体が希土類元素及びアルカリ土類金属のうちから選ばれた少なくとも1種以上を元素換算で合計0.005重量%以下かつ酸素を0.05重量%以下含有することを特徴とする項1156、1157、1158又は1159に記載されたいずれかの発光素子。

項1161．窒化アルミニウムを主成分とする焼結体がアルカリ金属及び珪素のうちから選ばれた少なくとも1種以上を元素換算で合計0.2重量%以下かつ酸素を0.9重量%以下含有することを特徴とする項1111、1112、1113、1114、1115、1116、1117、1118、1119、1120、1121、1122、1123、1124、1125、1126、1127、1128、1129、1130、1131、1132、1133、1134、1135、1136、1137、1138、1139、1140、1141、1142、1143、1144、1145、1146、1147、1148、1149、1150、1151、1152、1153、1154、1155、1156、1157、1158、1159又は1160に記載されたいずれかの発光素子。

30

項1162．窒化アルミニウムを主成分とする焼結体がMo、W、V（バナジウム）、Nb、Ta、Ti、及びカーボンのうちから選ばれた少なくとも1種以上を元素換算で合計0.2重量%以下かつ酸素を0.9重量%以下含有することを特徴とする項1111、1112、1113、1114、1115、1116、1117、1118、1119、1120、1121、1122、1123、1124、1125、1126、1127、1128、1129、1130、1131、1132、1133、1134、1135、1136、1137、1138、1139、1140、1141、1142、1143、1144、1145、1146、1147、1148、1149、1150、1151、1152、1153、1154、1155、1156、1157、1158、1159、1160又は1161に記載されたいずれかの発光素子。

40

項1163．窒化アルミニウムを主成分とする焼結体がFe、Ni、Co、Mn、Cr、Zr、Cu、及びZnのうちから選ばれた少なくとも1種以上を元素換算で合計0.2重

50

量%以下かつ酸素を0.9重量%以下含有することを特徴とする項1111、1112、1113、1114、1115、1116、1117、1118、1119、1120、1121、1122、1123、1124、1125、1126、1127、1128、1129、1130、1131、1132、1133、1134、1135、1136、1137、1138、1139、1140、1141、1142、1143、1144、1145、1146、1147、1148、1149、1150、1151、1152、1153、1154、1155、1156、1157、1158、1159、1160、1161又は1162に記載されたいずれかの発光素子。

項1164.窒化アルミニウムを主成分とする焼結体が結晶相としてAlNを95%以上含有することを特徴とする項1111、1112、1113、1114、1115、1116、1117、1118、1119、1120、1121、1122、1123、1124、1125、1126、1127、1128、1129、1130、1131、1132、1133、1134、1135、1136、1137、1138、1139、1140、1141、1142、1143、1144、1145、1146、1147、1148、1149、1150、1151、1152、1153、1154、1155、1156、1157、1158、1159、1160、1161、1162又は1163に記載されたいずれかの発光素子。 10

項1165.窒化アルミニウムを主成分とする焼結体が結晶相としてAlNを98%以上含有することを特徴とする項1164に記載された発光素子。

項1166.窒化アルミニウムを主成分とする焼結体が結晶相として実質的にAlN単一相からなることを特徴とする項1164又は1165に記載されたいずれかの発光素子。 20

項1167.窒化アルミニウムを主成分とする焼結体が相対密度95%以上であることを特徴とする項1111、1112、1113、1114、1115、1116、1117、1118、1119、1120、1121、1122、1123、1124、1125、1126、1127、1128、1129、1130、1131、1132、1133、1134、1135、1136、1137、1138、1139、1140、1141、1142、1143、1144、1145、1146、1147、1148、1149、1150、1151、1152、1153、1154、1155、1156、1157、1158、1159、1160、1161、1162、1163、1164、1165又は1166に記載されたいずれかの発光素子。 30

項1168.窒化アルミニウムを主成分とする焼結体が相対密度98%以上であることを特徴とする項1167に記載された発光素子。

項1169.窒化アルミニウムを主成分とする焼結体中の空孔の大きさが平均1μm以下であることを特徴とする項1111、1112、1113、1114、1115、1116、1117、1118、1119、1120、1121、1122、1123、1124、1125、1126、1127、1128、1129、1130、1131、1132、1133、1134、1135、1136、1137、1138、1139、1140、1141、1142、1143、1144、1145、1146、1147、1148、1149、1150、1151、1152、1153、1154、1155、1156、1157、1158、1159、1160、1161、1162、1163、1164、1165、1166、1167又は1168に記載されたいずれかの発光素子。 40

項1170.窒化アルミニウムを主成分とする焼結体が平均1μm以上の窒化アルミニウム粒子からなることを特徴とする項1111、1112、1113、1114、1115、1116、1117、1118、1119、1120、1121、1122、1123、1124、1125、1126、1127、1128、1129、1130、1131、1132、1133、1134、1135、1136、1137、1138、1139、1140、1141、1142、1143、1144、1145、1146、1147、1148、1149、1150、1151、1152、1153、1154、1155、1156、1157、1158、1159、1160、1161、1162、1163、1164、1165、1166、1167、1168又は1169に記載されたいずれ 50

かの発光素子。

項 1 1 7 1. 窒化アルミニウム粒子の大きさが平均 $5 \mu\text{m}$ 以上であることを特徴とする項 1 1 7 0 に記載された発光素子。

項 1 1 7 2. 窒化アルミニウム粒子の大きさが平均 $8 \mu\text{m}$ 以上であることを特徴とする項 1 1 7 0 又は 1 1 7 1 に記載されたいずれかの発光素子。

項 1 1 7 3. 窒化アルミニウム粒子の大きさが平均 $15 \mu\text{m}$ 以上であることを特徴とする項 1 1 7 0、1 1 7 1 又は 1 1 7 2 に記載されたいずれかの発光素子。

項 1 1 7 4. 窒化アルミニウム粒子の大きさが平均 $25 \mu\text{m}$ 以上であることを特徴とする項 1 1 7 0、1 1 7 1、1 1 7 2 又は 1 1 7 3 に記載されたいずれかの発光素子。

項 1 1 7 5. 窒化アルミニウムを主成分とする焼結体が平均 $100 \mu\text{m}$ 以下の窒化アルミニウム粒子からなることを特徴とする項 1 1 1 1、1 1 1 2、1 1 1 3、1 1 1 4、1 1 1 5、1 1 1 6、1 1 1 7、1 1 1 8、1 1 1 9、1 1 2 0、1 1 2 1、1 1 2 2、1 1 2 3、1 1 2 4、1 1 2 5、1 1 2 6、1 1 2 7、1 1 2 8、1 1 2 9、1 1 3 0、1 1 3 1、1 1 3 2、1 1 3 3、1 1 3 4、1 1 3 5、1 1 3 6、1 1 3 7、1 1 3 8、1 1 3 9、1 1 4 0、1 1 4 1、1 1 4 2、1 1 4 3、1 1 4 4、1 1 4 5、1 1 4 6、1 1 4 7、1 1 4 8、1 1 4 9、1 1 5 0、1 1 5 1、1 1 5 2、1 1 5 3、1 1 5 4、1 1 5 5、1 1 5 6、1 1 5 7、1 1 5 8、1 1 5 9、1 1 6 0、1 1 6 1、1 1 6 2、1 1 6 3、1 1 6 4、1 1 6 5、1 1 6 6、1 1 6 7、1 1 6 8、1 1 6 9、1 1 7 0、1 1 7 1、1 1 7 2、1 1 7 3 又は 1 1 7 4 に記載されたいずれかの発光素子。 10

項 1 1 7 6. 窒化アルミニウムを主成分とする焼結体が室温において $1 \times 10^8 \Omega \cdot \text{cm}$ 以上の抵抗率であることを特徴とする項 1 1 1 1、1 1 1 2、1 1 1 3、1 1 1 4、1 1 1 5、1 1 1 6、1 1 1 7、1 1 1 8、1 1 1 9、1 1 2 0、1 1 2 1、1 1 2 2、1 1 2 3、1 1 2 4、1 1 2 5、1 1 2 6、1 1 2 7、1 1 2 8、1 1 2 9、1 1 3 0、1 1 3 1、1 1 3 2、1 1 3 3、1 1 3 4、1 1 3 5、1 1 3 6、1 1 3 7、1 1 3 8、1 1 3 9、1 1 4 0、1 1 4 1、1 1 4 2、1 1 4 3、1 1 4 4、1 1 4 5、1 1 4 6、1 1 4 7、1 1 4 8、1 1 4 9、1 1 5 0、1 1 5 1、1 1 5 2、1 1 5 3、1 1 5 4、1 1 5 5、1 1 5 6、1 1 5 7、1 1 5 8、1 1 5 9、1 1 6 0、1 1 6 1、1 1 6 2、1 1 6 3、1 1 6 4、1 1 6 5、1 1 6 6、1 1 6 7、1 1 6 8、1 1 6 9、1 1 7 0、1 1 7 1、1 1 7 2、1 1 7 3、1 1 7 4 又は 1 1 7 5 に記載されたいずれかの発光素子。 20

項 1 1 7 7. 窒化アルミニウムを主成分とする焼結体が室温において $1 \times 10^9 \Omega \cdot \text{cm}$ 以上の抵抗率であることを特徴とする項 1 1 7 6 に記載された発光素子。 30

項 1 1 7 8. 窒化アルミニウムを主成分とする焼結体が室温において $1 \times 10^{10} \Omega \cdot \text{cm}$ 以上の抵抗率であることを特徴とする項 1 1 7 6 又は 1 1 7 7 に記載されたいずれかの発光素子。

項 1 1 7 9. 窒化アルミニウムを主成分とする焼結体が室温において $1 \times 10^{11} \Omega \cdot \text{cm}$ 以上の抵抗率であることを特徴とする項 1 1 7 6、1 1 7 7 又は 1 1 7 8 に記載されたいずれかの発光素子。

項 1 1 8 0. 窒化アルミニウムを主成分とする焼結体が室温において 50 W/mK 以上の熱伝導率を有することを特徴とする項 1 1 1 1、1 1 1 2、1 1 1 3、1 1 1 4、1 1 1 5、1 1 1 6、1 1 1 7、1 1 1 8、1 1 1 9、1 1 2 0、1 1 2 1、1 1 2 2、1 1 2 3、1 1 2 4、1 1 2 5、1 1 2 6、1 1 2 7、1 1 2 8、1 1 2 9、1 1 3 0、1 1 3 1、1 1 3 2、1 1 3 3、1 1 3 4、1 1 3 5、1 1 3 6、1 1 3 7、1 1 3 8、1 1 3 9、1 1 4 0、1 1 4 1、1 1 4 2、1 1 4 3、1 1 4 4、1 1 4 5、1 1 4 6、1 1 4 7、1 1 4 8、1 1 4 9、1 1 5 0、1 1 5 1、1 1 5 2、1 1 5 3、1 1 5 4、1 1 5 5、1 1 5 6、1 1 5 7、1 1 5 8、1 1 5 9、1 1 6 0、1 1 6 1、1 1 6 2、1 1 6 3、1 1 6 4、1 1 6 5、1 1 6 6、1 1 6 7、1 1 6 8、1 1 6 9、1 1 7 0、1 1 7 1、1 1 7 2、1 1 7 3、1 1 7 4、1 1 7 5、1 1 7 6、1 1 7 7、1 1 7 8 又は 1 1 7 9 に記載されたいずれかの発光素子。 40

項 1 1 8 1. 窒化アルミニウムを主成分とする焼結体が室温において 100 W/mK 以上の熱伝導率を有することを特徴とする項 1 1 8 0 に記載された発光素子。 50

項 1 1 8 2. 窒化アルミニウムを主成分とする焼結体が室温において 150 W/m K 以上の熱伝導率を有することを特徴とする項 1 1 8 0 又は 1 1 8 1 に記載されたいずれかの発光素子。

項 1 1 8 3. 窒化アルミニウムを主成分とする焼結体が室温において 170 W/m K 以上の熱伝導率を有することを特徴とする項 1 1 8 0、1 1 8 1 又は 1 1 8 2 に記載されたいずれかの発光素子。

項 1 1 8 4. 窒化アルミニウムを主成分とする焼結体が室温において 200 W/m K 以上の熱伝導率を有することを特徴とする項 1 1 8 0、1 1 8 1、1 1 8 2 又は 1 1 8 3 に記載されたいずれかの発光素子。

項 1 1 8 5. 窒化アルミニウムを主成分とする焼結体が室温において 220 W/m K 以上の熱伝導率を有することを特徴とする項 1 1 8 0、1 1 8 1、1 1 8 2、1 1 8 3 又は 1 1 8 4 に記載されたいずれかの発光素子。 10

【0345】

項 1 1 8 6. 平均表面粗さ $Ra\ 2000\text{ nm}$ 以下のセラミック材料を主成分とする焼結体からなる基板に搭載されていることを特徴とする項 1 0 0 1、1 0 0 2、1 0 0 3、1 0 0 4、1 0 0 5、1 0 0 6、1 0 0 7、1 0 0 8、1 0 0 9、1 0 1 0、1 0 1 1、1 0 1 2、1 0 1 3、1 0 1 4、1 0 1 5、1 0 1 6、1 0 1 7、1 0 1 8、1 0 1 9、1 0 2 0、1 0 2 1、1 0 2 2、1 0 2 3、1 0 2 4、1 0 2 5、1 0 2 6、1 0 2 7、1 0 2 8、1 0 2 9、1 0 3 0、1 0 3 1、1 0 3 2、1 0 3 3、1 0 3 4、1 0 3 5、1 0 3 6、1 0 3 7、1 0 3 8、1 0 3 9、1 0 4 0、1 0 4 1、1 0 4 2、1 0 4 3、1 0 4 4、1 0 4 5、1 0 4 6、1 0 4 7、1 0 4 8、1 0 4 9、1 0 5 0、1 0 5 1、1 0 5 2、1 0 5 3、1 0 5 4、1 0 5 5、1 0 5 6、1 0 5 7、1 0 5 8、1 0 5 9、1 0 6 0、1 0 6 1、1 0 6 2、1 0 6 3、1 0 6 4、1 0 6 5、1 0 6 6、1 0 6 7、1 0 6 8、1 0 6 9、1 0 7 0、1 0 7 1、1 0 7 2、1 0 7 3、1 0 7 4、1 0 7 5、1 0 7 6、1 0 7 7、1 0 7 8、1 0 7 9、1 0 8 0、1 0 8 1、1 0 8 2、1 0 8 3、1 0 8 4、1 0 8 5、1 0 8 6、1 0 8 7、1 0 8 8、1 0 8 9、1 0 9 0、1 0 9 1、1 0 9 2、1 0 9 3、1 0 9 4、1 0 9 5、1 0 9 6、1 0 9 7、1 0 9 8、1 0 9 9、1 1 0 0、1 1 0 1、1 1 0 2、1 1 0 3、1 1 0 4、1 1 0 5、1 1 0 6、1 1 0 7、1 1 0 8、1 1 0 9、1 1 1 0、1 1 1 1、1 1 1 2、1 1 1 3、1 1 1 4、1 1 1 5、1 1 1 6、1 1 1 7、1 1 1 8、1 1 1 9、1 1 2 0、1 1 2 1、1 1 2 2、1 1 2 3、1 1 2 4、1 1 2 5、1 1 2 6、1 1 2 7、1 1 2 8、1 1 2 9、1 1 3 0、1 1 3 1、1 1 3 2、1 1 3 3、1 1 3 4、1 1 3 5、1 1 3 6、1 1 3 7、1 1 3 8、1 1 3 9、1 1 4 0、1 1 4 1、1 1 4 2、1 1 4 3、1 1 4 4、1 1 4 5、1 1 4 6、1 1 4 7、1 1 4 8、1 1 4 9、1 1 5 0、1 1 5 1、1 1 5 2、1 1 5 3、1 1 5 4、1 1 5 5、1 1 5 6、1 1 5 7、1 1 5 8、1 1 5 9、1 1 6 0、1 1 6 1、1 1 6 2、1 1 6 3、1 1 6 4、1 1 6 5、1 1 6 6、1 1 6 7、1 1 6 8、1 1 6 9、1 1 7 0、1 1 7 1、1 1 7 2、1 1 7 3、1 1 7 4、1 1 7 5、1 1 7 6、1 1 7 7、1 1 7 8、1 1 7 9、1 1 8 0、1 1 8 1、1 1 8 2、1 1 8 3、1 1 8 4 又は 1 1 8 5 に記載されたいずれかの発光素子。 20 30

項 1 1 8 7. セラミック材料を主成分とする焼結体が平均表面粗さ $Ra\ 1000\text{ nm}$ 以下であることを特徴とする項 1 1 8 6 に記載された発光素子。 40

項 1 1 8 8. セラミック材料を主成分とする焼結体が平均表面粗さ $Ra\ 100\text{ nm}$ 以下であることを特徴とする項 1 1 8 6 又は 1 1 8 7 に記載されたいずれかの発光素子。

項 1 1 8 9. 平均表面粗さ $Ra\ 20\text{ nm}$ 以下のセラミック材料を主成分とする焼結体からなることを特徴とする項 1 1 8 6、1 1 8 7 又は 1 1 8 8 に記載されたいずれかの発光素子。

項 1 1 9 0. 発光素子を搭載するための基板であって、該基板は平均表面粗さ $Ra\ 2000\text{ nm}$ 以上のセラミック材料を主成分とする焼結体からなることを特徴とする項 1 0 0 1、1 0 0 2、1 0 0 3、1 0 0 4、1 0 0 5、1 0 0 6、1 0 0 7、1 0 0 8、1 0 0 9、1 0 1 0、1 0 1 1、1 0 1 2、1 0 1 3、1 0 1 4、1 0 1 5、1 0 1 6、1 0 1 7 50

、1018、1019、1020、1021、1022、1023、1024、1025
 、1026、1027、1028、1029、1030、1031、1032、1033
 、1034、1035、1036、1037、1038、1039、1040、1041
 、1042、1043、1044、1045、1046、1047、1048、1049
 、1050、1051、1052、1053、1054、1055、1056、1057
 、1058、1059、1060、1061、1062、1063、1064、1065
 、1066、1067、1068、1069、1070、1071、1072、1073
 、1074、1075、1076、1077、1078、1079、1080、1081
 、1082、1083、1084、1085、1086、1087、1088、1089
 、1090、1091、1092、1093、1094、1095、1096、1097 10
 、1098、1099、1100、1101、1102、1103、1104、1105
 、1106、1107、1108、1109、1110、1111、1112、1113
 、1114、1115、1116、1117、1118、1119、1120、1121
 、1122、1123、1124、1125、1126、1127、1128、1129
 、1130、1131、1132、1133、1134、1135、1136、1137
 、1138、1139、1140、1141、1142、1143、1144、1145
 、1146、1147、1148、1149、1150、1151、1152、1153
 、1154、1155、1156、1157、1158、1159、1160、1161
 、1162、1163、1164、1165、1166、1167、1168、1169
 、1170、1171、1172、1173、1174、1175、1176、1177 20
 、1178、1179、1180、1181、1182、1183、1184、1185
 、1186、1187、1188又は1189に記載されたいずれかの発光素子。
 項1191. 焼きっ放し(a s - f i r e)、ラップ研磨あるいは鏡面研磨のうちから選
 ばれた少なくともいずれかの表面状態を有するセラミック材料を主成分とする焼結体から
 なる基板に搭載されていることを特徴とする項1186、1187、1188、1189
 又は1190に記載されたいずれかの発光素子。
 項1192. 鏡面研磨されたセラミック材料を主成分とする焼結体からなる基板に搭載さ
 れていることを特徴とする項1186、1187、1188、1189、1190又は1
 191に記載されたいずれかの発光素子。
 項1193. 厚みが8. 0mm以下のセラミック材料を主成分とする焼結体からなる基板 30
 に搭載されていることを特徴とする項1001、1002、1003、1004、100
 5、1006、1007、1008、1009、1010、1011、1012、101
 3、1014、1015、1016、1017、1018、1019、1020、102
 1、1022、1023、1024、1025、1026、1027、1028、102
 9、1030、1031、1032、1033、1034、1035、1036、103
 7、1038、1039、1040、1041、1042、1043、1044、104
 5、1046、1047、1048、1049、1050、1051、1052、105
 3、1054、1055、1056、1057、1058、1059、1060、106
 1、1062、1063、1064、1065、1066、1067、1068、106
 9、1070、1071、1072、1073、1074、1075、1076、107 40
 7、1078、1079、1080、1081、1082、1083、1084、108
 5、1086、1087、1088、1089、1090、1091、1092、109
 3、1094、1095、1096、1097、1098、1099、1100、110
 1、1102、1103、1104、1105、1106、1107、1108、110
 9、1110、1111、1112、1113、1114、1115、1116、111
 7、1118、1119、1120、1121、1122、1123、1124、112
 5、1126、1127、1128、1129、1130、1131、1132、113
 3、1134、1135、1136、1137、1138、1139、1140、114
 1、1142、1143、1144、1145、1146、1147、1148、114
 9、1150、1151、1152、1153、1154、1155、1156、115 50

7、1158、1159、1160、1161、1162、1163、1164、1165、1166、1167、1168、1169、1170、1171、1172、1173、1174、1175、1176、1177、1178、1179、1180、1181、1182、1183、1184、1185、1186、1187、1188、1189、1190、1191又は1192に記載されたいずれかの発光素子。

項1194．基板の厚みが5.0mm以下のセラミック材料を主成分とする焼結体からなる基板に搭載されていることを特徴とする項1193に記載された発光素子。

項1195．基板の厚みが2.5mm以下のセラミック材料を主成分とする焼結体からなる基板に搭載されていることを特徴とする項1193又は1194に記載されたいずれかの発光素子。

10

項1196．基板の厚みが1.0mm以下のセラミック材料を主成分とする焼結体からなる基板に搭載されていることを特徴とする項1193、1194又は1195に記載されたいずれかの発光素子。

項1197．厚みが0.01mm以上のセラミック材料を主成分とする焼結体からなる基板に搭載されていることを特徴とする項1001、1002、1003、1004、1005、1006、1007、1008、1009、1010、1011、1012、1013、1014、1015、1016、1017、1018、1019、1020、1021、1022、1023、1024、1025、1026、1027、1028、1029、1030、1031、1032、1033、1034、1035、1036、1037、1038、1039、1040、1041、1042、1043、1044、1045、1046、1047、1048、1049、1050、1051、1052、1053、1054、1055、1056、1057、1058、1059、1060、1061、1062、1063、1064、1065、1066、1067、1068、1069、1070、1071、1072、1073、1074、1075、1076、1077、1078、1079、1080、1081、1082、1083、1084、1085、1086、1087、1088、1089、1090、1091、1092、1093、1094、1095、1096、1097、1098、1099、1100、1101、1102、1103、1104、1105、1106、1107、1108、1109、1110、1111、1112、1113、1114、1115、1116、1117、1118、1119、1120、1121、1122、1123、1124、1125、1126、1127、1128、1129、1130、1131、1132、1133、1134、1135、1136、1137、1138、1139、1140、1141、1142、1143、1144、1145、1146、1147、1148、1149、1150、1151、1152、1153、1154、1155、1156、1157、1158、1159、1160、1161、1162、1163、1164、1165、1166、1167、1168、1169、1170、1171、1172、1173、1174、1175、1176、1177、1178、1179、1180、1181、1182、1183、1184、1185、1186、1187、1188、1189、1190、1191、1192、1193、1194、1195又は1196に記載されたいずれかの発光素子。

20

30

40

項1198．基板の厚みが0.02mm以上のセラミック材料を主成分とする焼結体からなる基板に搭載されていることを特徴とする項1197に記載された発光素子。

項1199．基板の厚みが0.05mm以上のセラミック材料を主成分とする焼結体からなる基板に搭載されていることを特徴とする項1197又は1198に記載されたいずれかの発光素子。

項1200．基板の厚みが8.0mm以下でありかつ光透過率が1%以上のセラミック材料を主成分とする焼結体からなる基板に搭載されていることを特徴とする項1193、1194、1195、1196、1197、1198又は1199に記載されたいずれかの発光素子。

項1201．基板の厚みが0.01mm以上でありかつ光透過率が1%以上のセラミック

50

材料を主成分とする焼結体からなる基板に搭載されていることを特徴とする項 1 1 9 3、1 1 9 4、1 1 9 5、1 1 9 6、1 1 9 7、1 1 9 8、1 1 9 9 又は 1 2 0 0 に記載されたいずれかの発光素子。

【0 3 4 6】

項 1 2 0 2. 導通ビアを有するセラミック材料を主成分とする焼結体からなる基板に搭載されていることを特徴とする項 1 0 0 1、1 0 0 2、1 0 0 3、1 0 0 4、1 0 0 5、1 0 0 6、1 0 0 7、1 0 0 8、1 0 0 9、1 0 1 0、1 0 1 1、1 0 1 2、1 0 1 3、1 0 1 4、1 0 1 5、1 0 1 6、1 0 1 7、1 0 1 8、1 0 1 9、1 0 2 0、1 0 2 1、1 0 2 2、1 0 2 3、1 0 2 4、1 0 2 5、1 0 2 6、1 0 2 7、1 0 2 8、1 0 2 9、1 0 3 0、1 0 3 1、1 0 3 2、1 0 3 3、1 0 3 4、1 0 3 5、1 0 3 6、1 0 3 7、1 0 3 8、1 0 3 9、1 0 4 0、1 0 4 1、1 0 4 2、1 0 4 3、1 0 4 4、1 0 4 5、1 0 4 6、1 0 4 7、1 0 4 8、1 0 4 9、1 0 5 0、1 0 5 1、1 0 5 2、1 0 5 3、1 0 5 4、1 0 5 5、1 0 5 6、1 0 5 7、1 0 5 8、1 0 5 9、1 0 6 0、1 0 6 1、1 0 6 2、1 0 6 3、1 0 6 4、1 0 6 5、1 0 6 6、1 0 6 7、1 0 6 8、1 0 6 9、1 0 7 0、1 0 7 1、1 0 7 2、1 0 7 3、1 0 7 4、1 0 7 5、1 0 7 6、1 0 7 7、1 0 7 8、1 0 7 9、1 0 8 0、1 0 8 1、1 0 8 2、1 0 8 3、1 0 8 4、1 0 8 5、1 0 8 6、1 0 8 7、1 0 8 8、1 0 8 9、1 0 9 0、1 0 9 1、1 0 9 2、1 0 9 3、1 0 9 4、1 0 9 5、1 0 9 6、1 0 9 7、1 0 9 8、1 0 9 9、1 1 0 0、1 1 0 1、1 1 0 2、1 1 0 3、1 1 0 4、1 1 0 5、1 1 0 6、1 1 0 7、1 1 0 8、1 1 0 9、1 1 1 0、1 1 1 1、1 1 1 2、1 1 1 3、1 1 1 4、1 1 1 5、1 1 1 6、1 1 1 7、1 1 1 8、1 1 1 9、1 1 2 0、1 1 2 1、1 1 2 2、1 1 2 3、1 1 2 4、1 1 2 5、1 1 2 6、1 1 2 7、1 1 2 8、1 1 2 9、1 1 3 0、1 1 3 1、1 1 3 2、1 1 3 3、1 1 3 4、1 1 3 5、1 1 3 6、1 1 3 7、1 1 3 8、1 1 3 9、1 1 4 0、1 1 4 1、1 1 4 2、1 1 4 3、1 1 4 4、1 1 4 5、1 1 4 6、1 1 4 7、1 1 4 8、1 1 4 9、1 1 5 0、1 1 5 1、1 1 5 2、1 1 5 3、1 1 5 4、1 1 5 5、1 1 5 6、1 1 5 7、1 1 5 8、1 1 5 9、1 1 6 0、1 1 6 1、1 1 6 2、1 1 6 3、1 1 6 4、1 1 6 5、1 1 6 6、1 1 6 7、1 1 6 8、1 1 6 9、1 1 7 0、1 1 7 1、1 1 7 2、1 1 7 3、1 1 7 4、1 1 7 5、1 1 7 6、1 1 7 7、1 1 7 8、1 1 7 9、1 1 8 0、1 1 8 1、1 1 8 2、1 1 8 3、1 1 8 4、1 1 8 5、1 1 8 6、1 1 8 7、1 1 8 8、1 1 8 9、1 1 9 0、1 1 9 1、1 1 9 2、1 1 9 3、1 1 9 4、1 1 9 5、1 1 9 6、1 1 9 7、1 1 9 8、1 1 9 9、1 2 0 0 又は 1 2 0 1 に記載されたいずれかの発光素子。

項 1 2 0 3. 導通ビアを有する光透過性のセラミック材料を主成分とする焼結体からなる基板に搭載されていることを特徴とする項 1 2 0 2 に記載された発光素子。

項 1 2 0 4. 導通ビアが金、銀、銅、アルミニウム、鉄、コバルト、ニッケル、ルテニウム、ロジウム、パラジウム、オスミウム、イリジウム、白金、チタン、モリブデン、タングステン、クロム、窒化チタン、窒化ジルコニウムのうちから選ばれた少なくとも 1 種以上を主成分とする材料からなることを特徴とする項 1 2 0 2 又は 1 2 0 3 に記載されたいずれかの発光素子。

項 1 2 0 5. 導通ビアが金、銀、銅、パラジウム、白金、モリブデン、タングステン、窒化チタン、窒化ジルコニウムのうちから選ばれた少なくとも 1 種以上を主成分とする材料からなることを特徴とする項 1 2 0 4 に記載された発光素子。

項 1 2 0 6. 導通ビアが金、銀、銅、アルミニウム、鉄、コバルト、ニッケル、ルテニウム、ロジウム、パラジウム、オスミウム、イリジウム、白金、チタン、モリブデン、タングステン、クロム、窒化チタン、窒化ジルコニウムのうちから選ばれた少なくとも 1 種以上を主成分とし、さらにセラミック材料を主成分とする焼結体に含まれる成分を含有することを特徴とする項 1 2 0 2、1 2 0 3、1 2 0 4 又は 1 2 0 5 に記載されたいずれかの発光素子。

項 1 2 0 7. 導通ビアが金、銀、銅、パラジウム、白金、モリブデン、タングステン、窒化チタン、窒化ジルコニウムのうちから選ばれた少なくとも 1 種以上を主成分とし、さらにセラミック材料を主成分とする焼結体に含まれる成分を含有することを特徴とする項 1

206に記載された発光素子。

項1208. 導通ビア中のセラミック材料を主成分とする焼結体に含まれる成分が窒化アルミニウム、炭化珪素、窒化珪素、窒化ガリウム、酸化亜鉛、酸化ベリリウム、酸化アルミニウム、酸化ジルコニウム、酸化マグネシウム、アルミン酸マグネシウム、希土類元素化合物、アルカリ土類金属化合物、硼珪酸ガラス、結晶化ガラスのうちから選ばれた少なくとも1種以上であることを特徴とする項1206又は1207に記載されたいずれかの発光素子。

項1209. 導通ビア中のセラミック材料を主成分とする焼結体に含まれる成分が窒化アルミニウム、酸化アルミニウム、希土類元素化合物、アルカリ土類金属化合物、硼珪酸ガラス、結晶化ガラスのうちから選ばれた少なくとも1種以上であることを特徴とする項1208に記載された発光素子。 10

項1210. 導通ビア中のセラミック材料を主成分とする焼結体に含まれる成分の含有量が30重量%以下であることを特徴とする項1206、1207、1208又は1209に記載されたいずれかの発光素子。

項1211. 導通ビア中のセラミック材料を主成分とする焼結体に含まれる成分の含有量が20重量%以下であることを特徴とする項1210に記載された発光素子。

項1212. 導通ビア中のセラミック材料を主成分とする焼結体に含まれる成分の含有量が10重量%以下であることを特徴とする項1210又は1211に記載されたいずれかの発光素子。

項1213. 導通ビア中のセラミック材料を主成分とする焼結体に含まれる成分の含有量が5重量%以下であることを特徴とする項1210、1211又は1212に記載されたいずれかの発光素子。 20

項1214. 導通ビアの室温における抵抗率が $1 \times 10^{-3} \Omega \cdot \text{cm}$ 以下であることを特徴とする項1202、1203、1204、1205、1206、1207、1208、1209、1210、1211、1212又は1213に記載されたいずれかの発光素子。

項1215. 導通ビアの室温における抵抗率が $1 \times 10^{-4} \Omega \cdot \text{cm}$ 以下であることを特徴とする項1214に記載された発光素子。

項1216. 導通ビアの室温における抵抗率が $5 \times 10^{-5} \Omega \cdot \text{cm}$ 以下であることを特徴とする項1214又は1215に記載されたいずれかの発光素子。 30

項1217. 導通ビアの室温における抵抗率が $1 \times 10^{-5} \Omega \cdot \text{cm}$ 以下であることを特徴とする項1214、1215又は1216に記載されたいずれかの発光素子。

項1218. 導通ビアの大きさが $500 \mu\text{m}$ 以下であることを特徴とする項1202、1203、1204、1205、1206、1207、1208、1209、1210、1211、1212、1213、1214、1215、1216又は1217に記載されたいずれかの発光素子。

項1219. 導通ビアの大きさが $250 \mu\text{m}$ 以下であることを特徴とする項1218に記載された発光素子。

項1220. 導通ビアの大きさが $100 \mu\text{m}$ 以下であることを特徴とする項1218又は1219に記載されたいずれかの発光素子。 40

項1221. 導通ビアの大きさが $50 \mu\text{m}$ 以下であることを特徴とする項1218、1219又は1220に記載されたいずれかの発光素子。

項1222. 導通ビアの大きさが $25 \mu\text{m}$ 以下であることを特徴とする項1218、1219、1220又は1221に記載されたいずれかの発光素子。

項1223. 導通ビアの大きさが $1 \mu\text{m}$ 以上であることを特徴とする項1202、1203、1204、1205、1206、1207、1208、1209、1210、1211、1212、1213、1214、1215、1216、1217、1218、1219、1220、1221又は1222に記載されたいずれかの発光素子。

【0347】

項1224. 電気回路を有するセラミック材料を主成分とする焼結体からなる基板に搭載 50

されていることを特徴とする項1001、1002、1003、1004、1005、1006、1007、1008、1009、1010、1011、1012、1013、1014、1015、1016、1017、1018、1019、1020、1021、1022、1023、1024、1025、1026、1027、1028、1029、1030、1031、1032、1033、1034、1035、1036、1037、1038、1039、1040、1041、1042、1043、1044、1045、1046、1047、1048、1049、1050、1051、1052、1053、1054、1055、1056、1057、1058、1059、1060、1061、1062、1063、1064、1065、1066、1067、1068、1069、1070、1071、1072、1073、1074、1075、1076、1077、1078、1079、1080、1081、1082、1083、1084、1085、1086、1087、1088、1089、1090、1091、1092、1093、1094、1095、1096、1097、1098、1099、1100、1101、1102、1103、1104、1105、1106、1107、1108、1109、1110、1111、1112、1113、1114、1115、1116、1117、1118、1119、1120、1121、1122、1123、1124、1125、1126、1127、1128、1129、1130、1131、1132、1133、1134、1135、1136、1137、1138、1139、1140、1141、1142、1143、1144、1145、1146、1147、1148、1149、1150、1151、1152、1153、1154、1155、1156、1157、1158、1159、1160、1161、1162、1163、1164、1165、1166、1167、1168、1169、1170、1171、1172、1173、1174、1175、1176、1177、1178、1179、1180、1181、1182、1183、1184、1185、1186、1187、1188、1189、1190、1191、1192、1193、1194、1195、1196、1197、1198、1199、1200、1201、1202、1203、1204、1205、1206、1207、1208、1209、1210、1211、1212、1213、1214、1215、1216、1217、1218、1219、1220、1221、1222又は1223に記載されたいずれかの発光素子。

項1225．電気回路を有する光透過性のセラミック材料を主成分とする焼結体からなる基板に搭載されていることを特徴とする項1224に記載された発光素子。

項1226．内部に電気回路を有するセラミック材料を主成分とする焼結体からなる基板に搭載されていることを特徴とする項1224又は1225に記載されたいずれかの発光素子。

項1227．内部に電気回路を有する光透過性のセラミック材料を主成分とする焼結体からなる基板に搭載されていることを特徴とする項1224、1225又は1226に記載されたいずれかの発光素子。

項1228．内部に電気回路を有し、かつ導通ビアを有するセラミック材料を主成分とする焼結体からなる基板に搭載されていることを特徴とする項1202、1203、1204、1205、1206、1207、1208、1209、1210、1211、1212、1213、1214、1215、1216、1217、1218、1219、1220、1221、1222、1223、1224、1225、1226又は1227に記載されたいずれかの発光素子。

項1229．表面に電気回路を有するセラミック材料を主成分とする焼結体からなる基板に搭載されていることを特徴とする項1224、1225、1226、1227又は1228に記載されたいずれかの発光素子。

項1230．表面に電気回路を有し、かつ導通ビアを有するセラミック材料を主成分とする焼結体からなる基板に搭載されていることを特徴とする項1202、1203、1204、1205、1206、1207、1208、1209、1210、1211、1212、1213、1214、1215、1216、1217、1218、1219、122

0、1221、1222、1223、1224、1225、1226、1227、1228又は1229に記載されたいずれかの発光素子。

項1231．内部及び表面に同時に電気回路を有するセラミック材料を主成分とする焼結体からなる基板に搭載されていることを特徴とする項1224、1225、1226、1227、1228、1229又は1230に記載されたいずれかの発光素子。

項1232．内部及び表面に同時に電気回路を有し、かつ導通ビアを有するセラミック材料を主成分とする焼結体からなる基板に搭載されていることを特徴とする項1202、1203、1204、1205、1206、1207、1208、1209、1210、1211、1212、1213、1214、1215、1216、1217、1218、1219、1220、1221、1222、1223、1224、1225、1226、1227、1228、1229、1230又は1231に記載されたいずれかの発光素子。 10

項1233．電気回路が金、銀、銅、アルミニウム、鉄、コバルト、ニッケル、ルテニウム、酸化ルテニウム、ロジウム、パラジウム、オスミウム、イリジウム、白金、モリブデン、タングステン、クロム、チタン、ジルコニウム、窒化チタン、窒化ジルコニウム、窒化タンタル、ニッケルクロム合金、のうちから選ばれた少なくとも1種以上を主成分とする材料からなることを特徴とする項1224、1225、1226、1227、1228、1229、1230、1231又は1232に記載されたいずれかの発光素子。

項1234．電気回路が金、銀、銅、パラジウム、白金、モリブデン、タングステン、窒化チタン、窒化ジルコニウムのうちから選ばれた少なくとも1種以上を主成分とする材料からなることを特徴とする項1233に記載された発光素子。 20

項1235．電気回路が金、銀、銅、アルミニウム、鉄、コバルト、ニッケル、ルテニウム、酸化ルテニウム、ロジウム、パラジウム、オスミウム、イリジウム、白金、モリブデン、タングステン、クロム、チタン、ジルコニウム、窒化チタン、窒化ジルコニウム、窒化タンタル、ニッケルクロム合金、のうちから選ばれた少なくとも1種以上を主成分とし、さらにセラミック材料を主成分とする焼結体に含まれる成分を含有することを特徴とする項1224、1225、1226、1227、1228、1229、1230、1231、1232、1233又は1234に記載されたいずれかの発光素子。

項1236．電気回路が金、銀、銅、パラジウム、白金、モリブデン、タングステン、窒化チタン、窒化ジルコニウムのうちから選ばれた少なくとも1種以上を主成分とし、さらにセラミック材料を主成分とする焼結体に含まれる成分を含有することを特徴とする項1235に記載された発光素子。 30

項1237．電気回路中のセラミック材料を主成分とする焼結体に含まれる成分が窒化アルミニウム、炭化珪素、窒化珪素、窒化ガリウム、酸化亜鉛、酸化ベリリウム、酸化アルミニウム、酸化ジルコニウム、酸化マグネシウム、アルミン酸マグネシウム、希土類元素化合物、アルカリ土類金属化合物、硼珪酸ガラス、結晶化ガラスのうちから選ばれた少なくとも1種以上であることを特徴とする項1235又は1236に記載されたいずれかの発光素子。

項1238．電気回路中のセラミック材料を主成分とする焼結体に含まれる成分が窒化アルミニウム、窒化ガリウム、酸化アルミニウム、希土類元素化合物、アルカリ土類金属化合物、硼珪酸ガラス、結晶化ガラスのうちから選ばれた少なくとも1種以上であることを特徴とする項1237に記載された発光素子。 40

項1239．電気回路中のセラミック材料を主成分とする焼結体に含まれる成分の含有量が30重量%以下であることを特徴とする項1235、1236、1237又は1238に記載されたいずれかの発光素子。

項1240．電気回路中のセラミック材料を主成分とする焼結体に含まれる成分の含有量が20重量%以下であることを特徴とする項1239に記載された発光素子。

項1241．電気回路中のセラミック材料を主成分とする焼結体に含まれる成分の含有量が10重量%以下であることを特徴とする項1239又は1240に記載されたいずれかの発光素子。

項1242．電気回路中のセラミック材料を主成分とする焼結体に含まれる成分の含有量 50

が5重量%以下であることを特徴とする項1239、1240又は1241に記載されたいずれかの発光素子。

項1243．電気回路が少なくとも2以上の層からなることを特徴とする項1224、1225、1226、1227、1228、1229、1230、1231、1232、1233、1234、1235、1236、1237、1238、1239、1240、1241又は1242に記載されたいずれかの発光素子。

項1244．電気回路が銀、銅、モリブデン、及びタングステンのうちから選ばれた少なくとも1種以上を主成分とする層と、さらにチタン、白金、金、アルミニウム、銀、パラジウム、及びニッケルのうちから選ばれた少なくとも1種以上を主成分とする材料からなる層が形成された少なくとも2以上の層からなることを特徴とする項1243に記載された発光素子。 10

項1245．電気回路が銀、銅、モリブデン、タングステンのうちから選ばれた少なくとも1種以上を主成分とする層と、さらにチタン、白金、金、アルミニウム、銀、パラジウム、及びニッケルのうちから選ばれた少なくとも1種以上を主成分とする材料からなる層、さらに金、銀、銅、及びアルミニウムのうちから選ばれた少なくとも1種以上を主成分とする材料からなる層の少なくとも3以上の層からなることを特徴とする項1243又は1244に記載されたいずれかの発光素子。

項1246．電気回路がクロム、チタン、ジルコニウムのうちから選ばれた少なくとも1種以上を主成分とする層と、さらに金、銀、銅、アルミニウム、鉄、コバルト、ニッケル、ロジウム、パラジウム、オスミウム、イリジウム、白金、モリブデン、タングステン、窒化チタン、窒化ジルコニウム、窒化タンタル、ニッケルクロム合金、のうちから選ばれた少なくとも1種以上を主成分とする少なくとも2以上の層からなることを特徴とする項1243に記載された発光素子。 20

項1247．電気回路がクロム、チタン、ジルコニウムのうちから選ばれた少なくとも1種以上を主成分とする層と、さらに鉄、コバルト、ニッケル、ロジウム、パラジウム、オスミウム、イリジウム、白金、モリブデン、タングステン、窒化チタン、窒化ジルコニウムのうちから選ばれた少なくとも1種以上を主成分とする層と、さらに金、銀、銅、アルミニウム、窒化タンタル、ニッケルクロム合金のうちから選ばれた少なくとも1種以上を主成分とする層の少なくとも3以上の層からなることを特徴とする項1243又は1246に記載されたいずれかの発光素子。 30

項1248．電気回路がクロム、チタン、ジルコニウムのうちから選ばれた少なくとも1種以上を主成分とする層と、さらに鉄、コバルト、ニッケル、ロジウム、パラジウム、オスミウム、イリジウム、白金、モリブデン、タングステン、窒化チタン、窒化ジルコニウムのうちから選ばれた少なくとも1種以上を主成分とする層と、さらに金、銀、銅、アルミニウム、のうちから選ばれた少なくとも1種以上を主成分とする層と、さらに窒化タンタル、ニッケルクロム合金のうちから選ばれた少なくとも1種以上を主成分とする層の少なくとも4以上の層からなることを特徴とする項1243、1246又は1247に記載されたいずれかの発光素子。

項1249．電気回路がセラミック材料を主成分とする焼結体との同時焼成により形成されたものであることを特徴とする項1224、1225、1226、1227、1228、1229、1230、1231、1232、1233、1234、1235、1236、1237、1238、1239、1240、1241、1242、1243、1244、1245、1246、1247又は1248に記載されたいずれかの発光素子。 40

項1250．電気回路がいったん焼成されたセラミック材料を主成分とする焼結体に焼付け又は接着により形成されたものであることを特徴とする項1224、1225、1226、1227、1228、1229、1230、1231、1232、1233、1234、1235、1236、1237、1238、1239、1240、1241、1242、1243、1244、1245、1246、1247又は1248に記載されたいずれかの発光素子。

項1251．電気回路が薄膜からなることを特徴とする項1224、1225、1226 50

、1227、1228、1229、1230、1231、1232、1233、1234、1235、1236、1237、1238、1239、1240、1241、1242、1243、1244、1245、1246、1247又は1248に記載されたいずれかの発光素子。

項1252．電気回路がセラミック材料を主成分とする焼結体との同時焼成により形成されたもの、あるいはいったん焼成されたセラミック材料を主成分とする焼結体に焼付け又は接着により形成されたもの、あるいはセラミック材料を主成分とする焼結体に薄膜として形成されたもの、のうちから選ばれた少なくとも2以上の方法を組み合わせることにより形成されたものであることを特徴とする項1224、1225、1226、1227、1228、1229、1230、1231、1232、1233、1234、1235、1236、1237、1238、1239、1240、1241、1242、1243、1244、1245、1246、1247、1248、1249、1250又は1251に記載されたいずれかの発光素子。

項1253．電気回路が銀、銅、モリブデン、タングステンのうちから選ばれた少なくとも1種以上を主成分とし、セラミック材料を主成分とする焼結体との同時焼成により形成されたものであることを特徴とする項1224、1225、1226、1227、1228、1229、1230、1231、1232、1233、1234、1235、1236、1237、1238、1239、1240、1241、1242、1243、1244、1245、1246、1247、1248、1249、1250、1251又は1252に記載されたいずれかの発光素子。

項1254．電気回路が銀、銅、モリブデン、タングステンのうちから選ばれた少なくとも1種以上を主成分とし、さらにセラミック材料を主成分とする焼結体に含まれる成分を含有することを特徴とする項1253に記載された発光素子。

項1255．電気回路中のセラミック材料を主成分とする焼結体に含まれる成分が窒化アルミニウム、炭化珪素、窒化珪素、窒化ガリウム、酸化亜鉛、酸化ベリリウム、酸化アルミニウム、酸化ジルコニウム、酸化マグネシウム、アルミン酸マグネシウム、希土類元素化合物、アルカリ土類金属化合物、硼珪酸ガラス、結晶化ガラスのうちから選ばれた少なくとも1種以上であることを特徴とする項1235、又は1254に記載されたいずれかの発光素子。

項1256．電気回路中のセラミック材料を主成分とする焼結体に含まれる成分が窒化アルミニウム、窒化ガリウム、酸化アルミニウム、希土類元素化合物、アルカリ土類金属化合物、硼珪酸ガラス、結晶化ガラスのうちから選ばれた少なくとも1種以上であることを特徴とする項1254又は1255に記載されたいずれかの発光素子。

項1257．電気回路中のセラミック材料を主成分とする焼結体に含まれる成分の含有量が30重量%以下であることを特徴とする項1254、1255又は1256に記載されたいずれかの発光素子。

項1258．電気回路がいったん焼成したセラミック材料を主成分とする焼結体に銀、銅、ニッケル、ルテニウム、酸化ルテニウム、ロジウム、パラジウム、オスミウム、イリジウム、白金、モリブデン、タングステンのうちから選ばれた少なくとも1種以上を主成分とする材料を焼付け又は接着することにより形成した層と、さらに金を主成分とする層が形成された少なくとも2以上の層からなることを特徴とする項1243、1250又は1252に記載されたいずれかの発光素子。

項1259．電気回路がいったん焼成したセラミック材料を主成分とする焼結体に金、銀、銅、ニッケル、ロジウム、パラジウム、オスミウム、イリジウム、白金、モリブデン、タングステンのうちから選ばれた少なくとも1種以上を主成分とする材料を焼付けあるいは接着することにより形成した層と、さらにルテニウム、酸化ルテニウムのうちから選ばれた少なくとも1種以上を主成分とする材料からなる層が形成された少なくとも2以上の層からなることを特徴とする項1243、1250、1252又は1258に記載されたいずれかの発光素子。

項1260．電気回路の室温における抵抗率が $1 \times 10^{-3} \Omega \cdot \text{cm}$ 以下であることを特

徴とする項 1 2 2 4、1 2 2 5、1 2 2 6、1 2 2 7、1 2 2 8、1 2 2 9、1 2 3 0、1 2 3 1、1 2 3 2、1 2 3 3、1 2 3 4、1 2 3 5、1 2 3 6、1 2 3 7、1 2 3 8、1 2 3 9、1 2 4 0、1 2 4 1、1 2 4 2、1 2 4 3、1 2 4 4、1 2 4 5、1 2 4 6、1 2 4 7、1 2 4 8、1 2 4 9、1 2 5 0、1 2 5 1、1 2 5 2、1 2 5 3、1 2 5 4、1 2 5 5、1 2 5 6、1 2 5 7、1 2 5 8 又は 1 2 5 9 に記載されたいずれかの発光素子。

項 1 2 6 1. 電気回路の室温における抵抗率が $1 \times 10^{-4} \Omega \cdot \text{cm}$ 以下であることを特徴とする項 1 2 6 0 に記載された発光素子。

項 1 2 6 2. 電気回路の室温における抵抗率が $5 \times 10^{-5} \Omega \cdot \text{cm}$ 以下であることを特徴とする項 1 2 6 0 又は 1 2 6 1 に記載された発光素子。

項 1 2 6 3. 電気回路の室温における抵抗率が $1 \times 10^{-5} \Omega \cdot \text{cm}$ 以下であることを特徴とする項 1 2 6 0、1 2 6 1 又は 1 2 6 2 に記載された発光素子。

項 1 2 6 4. 電気回路が、発光素子を駆動するための電気信号及び電力供給用として機能するものであるか、あるいは発光素子を基板に固定するためのメタライズとして機能するものであるか、あるいは発光素子を駆動するための電気信号及び電力供給用として機能するものであるか、あるいは発光素子を基板に固着するためのメタライズとして機能するものであるか、少なくともいずれか 1 以上であることを特徴とする項 1 2 2 4、1 2 2 5、1 2 2 6、1 2 2 7、1 2 2 8、1 2 2 9、1 2 3 0、1 2 3 1、1 2 3 2、1 2 3 3、1 2 3 4、1 2 3 5、1 2 3 6、1 2 3 7、1 2 3 8、1 2 3 9、1 2 4 0、1 2 4 1、1 2 4 2、1 2 4 3、1 2 4 4、1 2 4 5、1 2 4 6、1 2 4 7、1 2 4 8、1 2 4 9、1 2 5 0、1 2 5 1、1 2 5 2、1 2 5 3、1 2 5 4、1 2 5 5、1 2 5 6、1 2 5 7、1 2 5 8、1 2 5 9、1 2 6 0、1 2 6 1、1 2 6 2 又は 1 2 6 3 に記載されたいずれかの発光素子。

【0 3 4 8】

項 1 2 6 5. 板状のセラミック材料を主成分とする焼結体からなる基板に搭載されていることを特徴とする項 1 0 0 1、1 0 0 2、1 0 0 3、1 0 0 4、1 0 0 5、1 0 0 6、1 0 0 7、1 0 0 8、1 0 0 9、1 0 1 0、1 0 1 1、1 0 1 2、1 0 1 3、1 0 1 4、1 0 1 5、1 0 1 6、1 0 1 7、1 0 1 8、1 0 1 9、1 0 2 0、1 0 2 1、1 0 2 2、1 0 2 3、1 0 2 4、1 0 2 5、1 0 2 6、1 0 2 7、1 0 2 8、1 0 2 9、1 0 3 0、1 0 3 1、1 0 3 2、1 0 3 3、1 0 3 4、1 0 3 5、1 0 3 6、1 0 3 7、1 0 3 8、1 0 3 9、1 0 4 0、1 0 4 1、1 0 4 2、1 0 4 3、1 0 4 4、1 0 4 5、1 0 4 6、1 0 4 7、1 0 4 8、1 0 4 9、1 0 5 0、1 0 5 1、1 0 5 2、1 0 5 3、1 0 5 4、1 0 5 5、1 0 5 6、1 0 5 7、1 0 5 8、1 0 5 9、1 0 6 0、1 0 6 1、1 0 6 2、1 0 6 3、1 0 6 4、1 0 6 5、1 0 6 6、1 0 6 7、1 0 6 8、1 0 6 9、1 0 7 0、1 0 7 1、1 0 7 2、1 0 7 3、1 0 7 4、1 0 7 5、1 0 7 6、1 0 7 7、1 0 7 8、1 0 7 9、1 0 8 0、1 0 8 1、1 0 8 2、1 0 8 3、1 0 8 4、1 0 8 5、1 0 8 6、1 0 8 7、1 0 8 8、1 0 8 9、1 0 9 0、1 0 9 1、1 0 9 2、1 0 9 3、1 0 9 4、1 0 9 5、1 0 9 6、1 0 9 7、1 0 9 8、1 0 9 9、1 1 0 0、1 1 0 1、1 1 0 2、1 1 0 3、1 1 0 4、1 1 0 5、1 1 0 6、1 1 0 7、1 1 0 8、1 1 0 9、1 1 1 0、1 1 1 1、1 1 1 2、1 1 1 3、1 1 1 4、1 1 1 5、1 1 1 6、1 1 1 7、1 1 1 8、1 1 1 9、1 1 2 0、1 1 2 1、1 1 2 2、1 1 2 3、1 1 2 4、1 1 2 5、1 1 2 6、1 1 2 7、1 1 2 8、1 1 2 9、1 1 3 0、1 1 3 1、1 1 3 2、1 1 3 3、1 1 3 4、1 1 3 5、1 1 3 6、1 1 3 7、1 1 3 8、1 1 3 9、1 1 4 0、1 1 4 1、1 1 4 2、1 1 4 3、1 1 4 4、1 1 4 5、1 1 4 6、1 1 4 7、1 1 4 8、1 1 4 9、1 1 5 0、1 1 5 1、1 1 5 2、1 1 5 3、1 1 5 4、1 1 5 5、1 1 5 6、1 1 5 7、1 1 5 8、1 1 5 9、1 1 6 0、1 1 6 1、1 1 6 2、1 1 6 3、1 1 6 4、1 1 6 5、1 1 6 6、1 1 6 7、1 1 6 8、1 1 6 9、1 1 7 0、1 1 7 1、1 1 7 2、1 1 7 3、1 1 7 4、1 1 7 5、1 1 7 6、1 1 7 7、1 1 7 8、1 1 7 9、1 1 8 0、1 1 8 1、1 1 8 2、1 1 8 3、1 1 8 4、1 1 8 5、1 1 8 6、1 1 8 7、1 1 8 8、1 1 8 9、1 1 9 0、1 1 9 1、1 1 9 2、1 1 9 3、1 1 9 4、1 1 9 5、1 1 9 6、1 1 9 7、1 1 9 8、1

10

20

30

40

50

1 9 9、1 2 0 0、1 2 0 1、1 2 0 2、1 2 0 3、1 2 0 4、1 2 0 5、1 2 0 6、1
 2 0 7、1 2 0 8、1 2 0 9、1 2 1 0、1 2 1 1、1 2 1 2、1 2 1 3、1 2 1 4、1
 2 1 5、1 2 1 6、1 2 1 7、1 2 1 8、1 2 1 9、1 2 2 0、1 2 2 1、1 2 2 2、1
 2 2 3、1 2 2 4、1 2 2 5、1 2 2 6、1 2 2 7、1 2 2 8、1 2 2 9、1 2 3 0、1
 2 3 1、1 2 3 2、1 2 3 3、1 2 3 4、1 2 3 5、1 2 3 6、1 2 3 7、1 2 3 8、1
 2 3 9、1 2 4 0、1 2 4 1、1 2 4 2、1 2 4 3、1 2 4 4、1 2 4 5、1 2 4 6、1
 2 4 7、1 2 4 8、1 2 4 9、1 2 5 0、1 2 5 1、1 2 5 2、1 2 5 3、1 2 5 4、1
 2 5 5、1 2 5 6、1 2 5 7、1 2 5 8、1 2 5 9、1 2 6 0、1 2 6 1、1 2 6 2、1
 2 6 3 又は 1 2 6 4 に記載されたいずれかの発光素子。

項 1 2 6 6. 窪み空間を有するセラミック材料を主成分とする焼結体からなる基板に搭載 10
 されていることを特徴とする項 1 0 0 1、1 0 0 2、1 0 0 3、1 0 0 4、1 0 0 5、1
 0 0 6、1 0 0 7、1 0 0 8、1 0 0 9、1 0 1 0、1 0 1 1、1 0 1 2、1 0 1 3、1
 0 1 4、1 0 1 5、1 0 1 6、1 0 1 7、1 0 1 8、1 0 1 9、1 0 2 0、1 0 2 1、1
 0 2 2、1 0 2 3、1 0 2 4、1 0 2 5、1 0 2 6、1 0 2 7、1 0 2 8、1 0 2 9、1
 0 3 0、1 0 3 1、1 0 3 2、1 0 3 3、1 0 3 4、1 0 3 5、1 0 3 6、1 0 3 7、1
 0 3 8、1 0 3 9、1 0 4 0、1 0 4 1、1 0 4 2、1 0 4 3、1 0 4 4、1 0 4 5、1
 0 4 6、1 0 4 7、1 0 4 8、1 0 4 9、1 0 5 0、1 0 5 1、1 0 5 2、1 0 5 3、1
 0 5 4、1 0 5 5、1 0 5 6、1 0 5 7、1 0 5 8、1 0 5 9、1 0 6 0、1 0 6 1、1
 0 6 2、1 0 6 3、1 0 6 4、1 0 6 5、1 0 6 6、1 0 6 7、1 0 6 8、1 0 6 9、1
 0 7 0、1 0 7 1、1 0 7 2、1 0 7 3、1 0 7 4、1 0 7 5、1 0 7 6、1 0 7 7、1 20
 0 7 8、1 0 7 9、1 0 8 0、1 0 8 1、1 0 8 2、1 0 8 3、1 0 8 4、1 0 8 5、1
 0 8 6、1 0 8 7、1 0 8 8、1 0 8 9、1 0 9 0、1 0 9 1、1 0 9 2、1 0 9 3、1
 0 9 4、1 0 9 5、1 0 9 6、1 0 9 7、1 0 9 8、1 0 9 9、1 1 0 0、1 1 0 1、1
 1 0 2、1 1 0 3、1 1 0 4、1 1 0 5、1 1 0 6、1 1 0 7、1 1 0 8、1 1 0 9、1
 1 1 0、1 1 1 1、1 1 1 2、1 1 1 3、1 1 1 4、1 1 1 5、1 1 1 6、1 1 1 7、1
 1 1 8、1 1 1 9、1 1 2 0、1 1 2 1、1 1 2 2、1 1 2 3、1 1 2 4、1 1 2 5、1
 1 2 6、1 1 2 7、1 1 2 8、1 1 2 9、1 1 3 0、1 1 3 1、1 1 3 2、1 1 3 3、1
 1 3 4、1 1 3 5、1 1 3 6、1 1 3 7、1 1 3 8、1 1 3 9、1 1 4 0、1 1 4 1、1
 1 4 2、1 1 4 3、1 1 4 4、1 1 4 5、1 1 4 6、1 1 4 7、1 1 4 8、1 1 4 9、1
 1 5 0、1 1 5 1、1 1 5 2、1 1 5 3、1 1 5 4、1 1 5 5、1 1 5 6、1 1 5 7、1 30
 1 5 8、1 1 5 9、1 1 6 0、1 1 6 1、1 1 6 2、1 1 6 3、1 1 6 4、1 1 6 5、1
 1 6 6、1 1 6 7、1 1 6 8、1 1 6 9、1 1 7 0、1 1 7 1、1 1 7 2、1 1 7 3、1
 1 7 4、1 1 7 5、1 1 7 6、1 1 7 7、1 1 7 8、1 1 7 9、1 1 8 0、1 1 8 1、1
 1 8 2、1 1 8 3、1 1 8 4、1 1 8 5、1 1 8 6、1 1 8 7、1 1 8 8、1 1 8 9、1
 1 9 0、1 1 9 1、1 1 9 2、1 1 9 3、1 1 9 4、1 1 9 5、1 1 9 6、1 1 9 7、1
 1 9 8、1 1 9 9、1 2 0 0、1 2 0 1、1 2 0 2、1 2 0 3、1 2 0 4、1 2 0 5、1
 2 0 6、1 2 0 7、1 2 0 8、1 2 0 9、1 2 1 0、1 2 1 1、1 2 1 2、1 2 1 3、1
 2 1 4、1 2 1 5、1 2 1 6、1 2 1 7、1 2 1 8、1 2 1 9、1 2 2 0、1 2 2 1、1
 2 2 2、1 2 2 3、1 2 2 4、1 2 2 5、1 2 2 6、1 2 2 7、1 2 2 8、1 2 2 9、1
 2 3 0、1 2 3 1、1 2 3 2、1 2 3 3、1 2 3 4、1 2 3 5、1 2 3 6、1 2 3 7、1 40
 2 3 8、1 2 3 9、1 2 4 0、1 2 4 1、1 2 4 2、1 2 4 3、1 2 4 4、1 2 4 5、1
 2 4 6、1 2 4 7、1 2 4 8、1 2 4 9、1 2 5 0、1 2 5 1、1 2 5 2、1 2 5 3、1
 2 5 4、1 2 5 5、1 2 5 6、1 2 5 7、1 2 5 8、1 2 5 9、1 2 6 0、1 2 6 1、1
 2 6 2、1 2 6 3、1 2 6 4 又は 1 2 6 5 に記載されたいずれかの発光素子。

項 1 2 6 7. 窪み空間を有し、該窪み空間を封止するために設けられる蓋がセラミック材
 料を主成分とする焼結体からなる基板に搭載されていることを特徴とする項 1 0 0 1、1
 0 0 2、1 0 0 3、1 0 0 4、1 0 0 5、1 0 0 6、1 0 0 7、1 0 0 8、1 0 0 9、1
 0 1 0、1 0 1 1、1 0 1 2、1 0 1 3、1 0 1 4、1 0 1 5、1 0 1 6、1 0 1 7、1
 0 1 8、1 0 1 9、1 0 2 0、1 0 2 1、1 0 2 2、1 0 2 3、1 0 2 4、1 0 2 5、1
 0 2 6、1 0 2 7、1 0 2 8、1 0 2 9、1 0 3 0、1 0 3 1、1 0 3 2、1 0 3 3、1 50

0 3 4、1 0 3 5、1 0 3 6、1 0 3 7、1 0 3 8、1 0 3 9、1 0 4 0、1 0 4 1、1
0 4 2、1 0 4 3、1 0 4 4、1 0 4 5、1 0 4 6、1 0 4 7、1 0 4 8、1 0 4 9、1
0 5 0、1 0 5 1、1 0 5 2、1 0 5 3、1 0 5 4、1 0 5 5、1 0 5 6、1 0 5 7、1
0 5 8、1 0 5 9、1 0 6 0、1 0 6 1、1 0 6 2、1 0 6 3、1 0 6 4、1 0 6 5、1
0 6 6、1 0 6 7、1 0 6 8、1 0 6 9、1 0 7 0、1 0 7 1、1 0 7 2、1 0 7 3、1
0 7 4、1 0 7 5、1 0 7 6、1 0 7 7、1 0 7 8、1 0 7 9、1 0 8 0、1 0 8 1、1
0 8 2、1 0 8 3、1 0 8 4、1 0 8 5、1 0 8 6、1 0 8 7、1 0 8 8、1 0 8 9、1
0 9 0、1 0 9 1、1 0 9 2、1 0 9 3、1 0 9 4、1 0 9 5、1 0 9 6、1 0 9 7、1
0 9 8、1 0 9 9、1 1 0 0、1 1 0 1、1 1 0 2、1 1 0 3、1 1 0 4、1 1 0 5、1
1 0 6、1 1 0 7、1 1 0 8、1 1 0 9、1 1 1 0、1 1 1 1、1 1 1 2、1 1 1 3、1 10
1 1 4、1 1 1 5、1 1 1 6、1 1 1 7、1 1 1 8、1 1 1 9、1 1 2 0、1 1 2 1、1
1 2 2、1 1 2 3、1 1 2 4、1 1 2 5、1 1 2 6、1 1 2 7、1 1 2 8、1 1 2 9、1
1 3 0、1 1 3 1、1 1 3 2、1 1 3 3、1 1 3 4、1 1 3 5、1 1 3 6、1 1 3 7、1
1 3 8、1 1 3 9、1 1 4 0、1 1 4 1、1 1 4 2、1 1 4 3、1 1 4 4、1 1 4 5、1
1 4 6、1 1 4 7、1 1 4 8、1 1 4 9、1 1 5 0、1 1 5 1、1 1 5 2、1 1 5 3、1
1 5 4、1 1 5 5、1 1 5 6、1 1 5 7、1 1 5 8、1 1 5 9、1 1 6 0、1 1 6 1、1
1 6 2、1 1 6 3、1 1 6 4、1 1 6 5、1 1 6 6、1 1 6 7、1 1 6 8、1 1 6 9、1
1 7 0、1 1 7 1、1 1 7 2、1 1 7 3、1 1 7 4、1 1 7 5、1 1 7 6、1 1 7 7、1
1 7 8、1 1 7 9、1 1 8 0、1 1 8 1、1 1 8 2、1 1 8 3、1 1 8 4、1 1 8 5、1
1 8 6、1 1 8 7、1 1 8 8、1 1 8 9、1 1 9 0、1 1 9 1、1 1 9 2、1 1 9 3、1 20
1 9 4、1 1 9 5、1 1 9 6、1 1 9 7、1 1 9 8、1 1 9 9、1 2 0 0、1 2 0 1、1
2 0 2、1 2 0 3、1 2 0 4、1 2 0 5、1 2 0 6、1 2 0 7、1 2 0 8、1 2 0 9、1
2 1 0、1 2 1 1、1 2 1 2、1 2 1 3、1 2 1 4、1 2 1 5、1 2 1 6、1 2 1 7、1
2 1 8、1 2 1 9、1 2 2 0、1 2 2 1、1 2 2 2、1 2 2 3、1 2 2 4、1 2 2 5、1
2 2 6、1 2 2 7、1 2 2 8、1 2 2 9、1 2 3 0、1 2 3 1、1 2 3 2、1 2 3 3、1
2 3 4、1 2 3 5、1 2 3 6、1 2 3 7、1 2 3 8、1 2 3 9、1 2 4 0、1 2 4 1、1
2 4 2、1 2 4 3、1 2 4 4、1 2 4 5、1 2 4 6、1 2 4 7、1 2 4 8、1 2 4 9、1
2 5 0、1 2 5 1、1 2 5 2、1 2 5 3、1 2 5 4、1 2 5 5、1 2 5 6、1 2 5 7、1
2 5 8、1 2 5 9、1 2 6 0、1 2 6 1、1 2 6 2、1 2 6 3、1 2 6 4、1 2 6 5 又は
1 2 6 6 に記載されたいずれかの発光素子。 30
項 1 2 6 8. 基体及び枠体との接合により形成され、該基体及び枠体のうちいずれか 1 以
上がセラミック材料を主成分とする焼結体からなる基板に搭載されていることを特徴とす
る項 1 0 0 1、1 0 0 2、1 0 0 3、1 0 0 4、1 0 0 5、1 0 0 6、1 0 0 7、1 0 0
8、1 0 0 9、1 0 1 0、1 0 1 1、1 0 1 2、1 0 1 3、1 0 1 4、1 0 1 5、1 0 1
6、1 0 1 7、1 0 1 8、1 0 1 9、1 0 2 0、1 0 2 1、1 0 2 2、1 0 2 3、1 0 2
4、1 0 2 5、1 0 2 6、1 0 2 7、1 0 2 8、1 0 2 9、1 0 3 0、1 0 3 1、1 0 3
2、1 0 3 3、1 0 3 4、1 0 3 5、1 0 3 6、1 0 3 7、1 0 3 8、1 0 3 9、1 0 4
0、1 0 4 1、1 0 4 2、1 0 4 3、1 0 4 4、1 0 4 5、1 0 4 6、1 0 4 7、1 0 4
8、1 0 4 9、1 0 5 0、1 0 5 1、1 0 5 2、1 0 5 3、1 0 5 4、1 0 5 5、1 0 5
6、1 0 5 7、1 0 5 8、1 0 5 9、1 0 6 0、1 0 6 1、1 0 6 2、1 0 6 3、1 0 6 40
4、1 0 6 5、1 0 6 6、1 0 6 7、1 0 6 8、1 0 6 9、1 0 7 0、1 0 7 1、1 0 7
2、1 0 7 3、1 0 7 4、1 0 7 5、1 0 7 6、1 0 7 7、1 0 7 8、1 0 7 9、1 0 8
0、1 0 8 1、1 0 8 2、1 0 8 3、1 0 8 4、1 0 8 5、1 0 8 6、1 0 8 7、1 0 8
8、1 0 8 9、1 0 9 0、1 0 9 1、1 0 9 2、1 0 9 3、1 0 9 4、1 0 9 5、1 0 9
6、1 0 9 7、1 0 9 8、1 0 9 9、1 1 0 0、1 1 0 1、1 1 0 2、1 1 0 3、1 1 0
4、1 1 0 5、1 1 0 6、1 1 0 7、1 1 0 8、1 1 0 9、1 1 1 0、1 1 1 1、1 1 1
2、1 1 1 3、1 1 1 4、1 1 1 5、1 1 1 6、1 1 1 7、1 1 1 8、1 1 1 9、1 1 2
0、1 1 2 1、1 1 2 2、1 1 2 3、1 1 2 4、1 1 2 5、1 1 2 6、1 1 2 7、1 1 2
8、1 1 2 9、1 1 3 0、1 1 3 1、1 1 3 2、1 1 3 3、1 1 3 4、1 1 3 5、1 1 3
6、1 1 3 7、1 1 3 8、1 1 3 9、1 1 4 0、1 1 4 1、1 1 4 2、1 1 4 3、1 1 4 50

4、1145、1146、1147、1148、1149、1150、1151、1152、1153、1154、1155、1156、1157、1158、1159、1160、1161、1162、1163、1164、1165、1166、1167、1168、1169、1170、1171、1172、1173、1174、1175、1176、1177、1178、1179、1180、1181、1182、1183、1184、1185、1186、1187、1188、1189、1190、1191、1192、1193、1194、1195、1196、1197、1198、1199、1200、1201、1202、1203、1204、1205、1206、1207、1208、1209、1210、1211、1212、1213、1214、1215、1216、1217、1218、1219、1220、1221、1222、1223、1224、1225、1226、1227、1228、1229、1230、1231、1232、1233、1234、1235、1236、1237、1238、1239、1240、1241、1242、1243、1244、1245、1246、1247、1248、1249、1250、1251、1252、1253、1254、1255、1256、1257、1258、1259、1260、1261、1262、1263、1264、1265、1266又は1267に記載されたいずれかの発光素子。

項1269．基体が板状であることを特徴とする項1268に記載された発光素子。

項1270．基体及び枠体とがシリコン樹脂を主成分とする接着剤により接合されていることを特徴とする項1268又は1269に記載されたいずれかの発光素子。

項1271．一体化したセラミック材料を主成分とする焼結体からなる基板に搭載されていることを特徴とする項1001、1002、1003、1004、1005、1006、1007、1008、1009、1010、1011、1012、1013、1014、1015、1016、1017、1018、1019、1020、1021、1022、1023、1024、1025、1026、1027、1028、1029、1030、1031、1032、1033、1034、1035、1036、1037、1038、1039、1040、1041、1042、1043、1044、1045、1046、1047、1048、1049、1050、1051、1052、1053、1054、1055、1056、1057、1058、1059、1060、1061、1062、1063、1064、1065、1066、1067、1068、1069、1070、1071、1072、1073、1074、1075、1076、1077、1078、1079、1080、1081、1082、1083、1084、1085、1086、1087、1088、1089、1090、1091、1092、1093、1094、1095、1096、1097、1098、1099、1100、1101、1102、1103、1104、1105、1106、1107、1108、1109、1110、1111、1112、1113、1114、1115、1116、1117、1118、1119、1120、1121、1122、1123、1124、1125、1126、1127、1128、1129、1130、1131、1132、1133、1134、1135、1136、1137、1138、1139、1140、1141、1142、1143、1144、1145、1146、1147、1148、1149、1150、1151、1152、1153、1154、1155、1156、1157、1158、1159、1160、1161、1162、1163、1164、1165、1166、1167、1168、1169、1170、1171、1172、1173、1174、1175、1176、1177、1178、1179、1180、1181、1182、1183、1184、1185、1186、1187、1188、1189、1190、1191、1192、1193、1194、1195、1196、1197、1198、1199、1200、1201、1202、1203、1204、1205、1206、1207、1208、1209、1210、1211、1212、1213、1214、1215、1216、1217、1218、1219、1220、1221、1222、1223、1224、1225、1226、1227、1228、1229、1230、1231、1232、1233、1234、1235、1236、1237、1238

、1239、1240、1241、1242、1243、1244、1245、1246、1247、1248、1249、1250、1251、1252、1253、1254、1255、1256、1257、1258、1259、1260、1261、1262、1263、1264、1265、1266、1267、1268、1269又は1270に記載されたいずれかの発光素子。

項1272. セラミック材料を主成分とする焼結体が光透過性を有するものであることを特徴とする項1265、1266、1267、1268、1269、1270又は1271に記載されたいずれかの発光素子。

【0349】

項1273. セラミック材料を主成分とする焼結体からなる基板に少なくとも2以上搭載されていることを特徴とする項1001、1002、1003、1004、1005、1006、1007、1008、1009、1010、1011、1012、1013、1014、1015、1016、1017、1018、1019、1020、1021、1022、1023、1024、1025、1026、1027、1028、1029、1030、1031、1032、1033、1034、1035、1036、1037、1038、1039、1040、1041、1042、1043、1044、1045、1046、1047、1048、1049、1050、1051、1052、1053、1054、1055、1056、1057、1058、1059、1060、1061、1062、1063、1064、1065、1066、1067、1068、1069、1070、1071、1072、1073、1074、1075、1076、1077、1078、1079、1080、1081、1082、1083、1084、1085、1086、1087、1088、1089、1090、1091、1092、1093、1094、1095、1096、1097、1098、1099、1100、1101、1102、1103、1104、1105、1106、1107、1108、1109、1110、1111、1112、1113、1114、1115、1116、1117、1118、1119、1120、1121、1122、1123、1124、1125、1126、1127、1128、1129、1130、1131、1132、1133、1134、1135、1136、1137、1138、1139、1140、1141、1142、1143、1144、1145、1146、1147、1148、1149、1150、1151、1152、1153、1154、1155、1156、1157、1158、1159、1160、1161、1162、1163、1164、1165、1166、1167、1168、1169、1170、1171、1172、1173、1174、1175、1176、1177、1178、1179、1180、1181、1182、1183、1184、1185、1186、1187、1188、1189、1190、1191、1192、1193、1194、1195、1196、1197、1198、1199、1200、1201、1202、1203、1204、1205、1206、1207、1208、1209、1210、1211、1212、1213、1214、1215、1216、1217、1218、1219、1220、1221、1222、1223、1224、1225、1226、1227、1228、1229、1230、1231、1232、1233、1234、1235、1236、1237、1238、1239、1240、1241、1242、1243、1244、1245、1246、1247、1248、1249、1250、1251、1252、1253、1254、1255、1256、1257、1258、1259、1260、1261、1262、1263、1264、1265、1266、1267、1268、1269、1270、1271又は1272に記載されたいずれかの発光素子。

項1274. 少なくとも2以上が同じ波長の光を発光するものであることを特徴とする項1273に記載された発光素子。

項1275. すべて同じ波長の光を発光するものであることを特徴とする項1273又は1274に記載されたいずれかの発光素子。

項1276. 少なくとも2以上が異なる波長の光を発光するものであることを特徴とする

項 1 2 7 3 又は 1 2 7 4 に記載されたいずれかの発光素子。

項 1 2 7 7. すべて異なる波長の光を発光するものであることを特徴とする項 1 2 7 3 又は 1 2 7 6 に記載されたいずれかの発光素子。

【0350】

項 1 2 7 8. 少なくとも波長 2 0 0 n m ~ 8 0 0 n m の範囲の光を発光することを特徴とする項 1 0 0 1、1 0 0 2、1 0 0 3、1 0 0 4、1 0 0 5、1 0 0 6、1 0 0 7、1 0 0 8、1 0 0 9、1 0 1 0、1 0 1 1、1 0 1 2、1 0 1 3、1 0 1 4、1 0 1 5、1 0 1 6、1 0 1 7、1 0 1 8、1 0 1 9、1 0 2 0、1 0 2 1、1 0 2 2、1 0 2 3、1 0 2 4、1 0 2 5、1 0 2 6、1 0 2 7、1 0 2 8、1 0 2 9、1 0 3 0、1 0 3 1、1 0 3 2、1 0 3 3、1 0 3 4、1 0 3 5、1 0 3 6、1 0 3 7、1 0 3 8、1 0 3 9、1 0 4 0、1 0 4 1、1 0 4 2、1 0 4 3、1 0 4 4、1 0 4 5、1 0 4 6、1 0 4 7、1 0 4 8、1 0 4 9、1 0 5 0、1 0 5 1、1 0 5 2、1 0 5 3、1 0 5 4、1 0 5 5、1 0 5 6、1 0 5 7、1 0 5 8、1 0 5 9、1 0 6 0、1 0 6 1、1 0 6 2、1 0 6 3、1 0 6 4、1 0 6 5、1 0 6 6、1 0 6 7、1 0 6 8、1 0 6 9、1 0 7 0、1 0 7 1、1 0 7 2、1 0 7 3、1 0 7 4、1 0 7 5、1 0 7 6、1 0 7 7、1 0 7 8、1 0 7 9、1 0 8 0、1 0 8 1、1 0 8 2、1 0 8 3、1 0 8 4、1 0 8 5、1 0 8 6、1 0 8 7、1 0 8 8、1 0 8 9、1 0 9 0、1 0 9 1、1 0 9 2、1 0 9 3、1 0 9 4、1 0 9 5、1 0 9 6、1 0 9 7、1 0 9 8、1 0 9 9、1 1 0 0、1 1 0 1、1 1 0 2、1 1 0 3、1 1 0 4、1 1 0 5、1 1 0 6、1 1 0 7、1 1 0 8、1 1 0 9、1 1 1 0、1 1 1 1、1 1 1 2、1 1 1 3、1 1 1 4、1 1 1 5、1 1 1 6、1 1 1 7、1 1 1 8、1 1 1 9、1 1 2 0、1 1 2 1、1 1 2 2、1 1 2 3、1 1 2 4、1 1 2 5、1 1 2 6、1 1 2 7、1 1 2 8、1 1 2 9、1 1 3 0、1 1 3 1、1 1 3 2、1 1 3 3、1 1 3 4、1 1 3 5、1 1 3 6、1 1 3 7、1 1 3 8、1 1 3 9、1 1 4 0、1 1 4 1、1 1 4 2、1 1 4 3、1 1 4 4、1 1 4 5、1 1 4 6、1 1 4 7、1 1 4 8、1 1 4 9、1 1 5 0、1 1 5 1、1 1 5 2、1 1 5 3、1 1 5 4、1 1 5 5、1 1 5 6、1 1 5 7、1 1 5 8、1 1 5 9、1 1 6 0、1 1 6 1、1 1 6 2、1 1 6 3、1 1 6 4、1 1 6 5、1 1 6 6、1 1 6 7、1 1 6 8、1 1 6 9、1 1 7 0、1 1 7 1、1 1 7 2、1 1 7 3、1 1 7 4、1 1 7 5、1 1 7 6、1 1 7 7、1 1 7 8、1 1 7 9、1 1 8 0、1 1 8 1、1 1 8 2、1 1 8 3、1 1 8 4、1 1 8 5、1 1 8 6、1 1 8 7、1 1 8 8、1 1 8 9、1 1 9 0、1 1 9 1、1 1 9 2、1 1 9 3、1 1 9 4、1 1 9 5、1 1 9 6、1 1 9 7、1 1 9 8、1 1 9 9、1 2 0 0、1 2 0 1、1 2 0 2、1 2 0 3、1 2 0 4、1 2 0 5、1 2 0 6、1 2 0 7、1 2 0 8、1 2 0 9、1 2 1 0、1 2 1 1、1 2 1 2、1 2 1 3、1 2 1 4、1 2 1 5、1 2 1 6、1 2 1 7、1 2 1 8、1 2 1 9、1 2 2 0、1 2 2 1、1 2 2 2、1 2 2 3、1 2 2 4、1 2 2 5、1 2 2 6、1 2 2 7、1 2 2 8、1 2 2 9、1 2 3 0、1 2 3 1、1 2 3 2、1 2 3 3、1 2 3 4、1 2 3 5、1 2 3 6、1 2 3 7、1 2 3 8、1 2 3 9、1 2 4 0、1 2 4 1、1 2 4 2、1 2 4 3、1 2 4 4、1 2 4 5、1 2 4 6、1 2 4 7、1 2 4 8、1 2 4 9、1 2 5 0、1 2 5 1、1 2 5 2、1 2 5 3、1 2 5 4、1 2 5 5、1 2 5 6、1 2 5 7、1 2 5 8、1 2 5 9、1 2 6 0、1 2 6 1、1 2 6 2、1 2 6 3、1 2 6 4、1 2 6 5、1 2 6 6、1 2 6 7、1 2 6 8、1 2 6 9、1 2 7 0、1 2 7 1、1 2 7 2、1 2 7 3、1 2 7 4、1 2 7 5、1 2 7 6 又は 1 2 7 7 に記載されたいずれかの発光素子。

項 1 2 7 9. 窒化ガリウム、窒化インジウム、窒化アルミニウムのうちから選ばれた少なくとも 1 種以上を主成分とするものであることを特徴とする項 1 0 0 1、1 0 0 2、1 0 0 3、1 0 0 4、1 0 0 5、1 0 0 6、1 0 0 7、1 0 0 8、1 0 0 9、1 0 1 0、1 0 1 1、1 0 1 2、1 0 1 3、1 0 1 4、1 0 1 5、1 0 1 6、1 0 1 7、1 0 1 8、1 0 1 9、1 0 2 0、1 0 2 1、1 0 2 2、1 0 2 3、1 0 2 4、1 0 2 5、1 0 2 6、1 0 2 7、1 0 2 8、1 0 2 9、1 0 3 0、1 0 3 1、1 0 3 2、1 0 3 3、1 0 3 4、1 0 3 5、1 0 3 6、1 0 3 7、1 0 3 8、1 0 3 9、1 0 4 0、1 0 4 1、1 0 4 2、1 0 4 3、1 0 4 4、1 0 4 5、1 0 4 6、1 0 4 7、1 0 4 8、1 0 4 9、1 0 5 0、1 0 5 1、1 0 5 2、1 0 5 3、1 0 5 4、1 0 5 5、1 0 5 6、1 0 5 7、1 0 5 8、1 0

59、1060、1061、1062、1063、1064、1065、1066、10
 67、1068、1069、1070、1071、1072、1073、1074、10
 75、1076、1077、1078、1079、1080、1081、1082、10
 83、1084、1085、1086、1087、1088、1089、1090、10
 91、1092、1093、1094、1095、1096、1097、1098、10
 99、1100、1101、1102、1103、1104、1105、1106、11
 07、1108、1109、1110、1111、1112、1113、1114、11
 15、1116、1117、1118、1119、1120、1121、1122、11
 23、1124、1125、1126、1127、1128、1129、1130、11
 31、1132、1133、1134、1135、1136、1137、1138、11 10
 39、1140、1141、1142、1143、1144、1145、1146、11
 47、1148、1149、1150、1151、1152、1153、1154、11
 55、1156、1157、1158、1159、1160、1161、1162、11
 63、1164、1165、1166、1167、1168、1169、1170、11
 71、1172、1173、1174、1175、1176、1177、1178、11
 79、1180、1181、1182、1183、1184、1185、1186、11
 87、1188、1189、1190、1191、1192、1193、1194、11
 95、1196、1197、1198、1199、1200、1201、1202、12
 03、1204、1205、1206、1207、1208、1209、1210、12
 11、1212、1213、1214、1215、1216、1217、1218、12 20
 19、1220、1221、1222、1223、1224、1225、1226、12
 27、1228、1229、1230、1231、1232、1233、1234、12
 35、1236、1237、1238、1239、1240、1241、1242、12
 43、1244、1245、1246、1247、1248、1249、1250、12
 51、1252、1253、1254、1255、1256、1257、1258、12
 59、1260、1261、1262、1263、1264、1265、1266、12
 67、1268、1269、1270、1271、1272、1273、1274、12
 75、1276、1277又は1278に記載されたいずれかの発光素子。
 項1280. 窒化ガリウム、窒化インジウム、窒化アルミニウムのうちから選ばれた少な
 くとも1種以上を主成分とし少なくともN型半導体層、発光層、及びP型半導体層の3層 30
 以上の積層体からなることを特徴とする項1001、1002、1003、1004、1
 005、1006、1007、1008、1009、1010、1011、1012、1
 013、1014、1015、1016、1017、1018、1019、1020、1
 021、1022、1023、1024、1025、1026、1027、1028、1
 029、1030、1031、1032、1033、1034、1035、1036、1
 037、1038、1039、1040、1041、1042、1043、1044、1
 045、1046、1047、1048、1049、1050、1051、1052、1
 053、1054、1055、1056、1057、1058、1059、1060、1
 061、1062、1063、1064、1065、1066、1067、1068、1
 069、1070、1071、1072、1073、1074、1075、1076、1 40
 077、1078、1079、1080、1081、1082、1083、1084、1
 085、1086、1087、1088、1089、1090、1091、1092、1
 093、1094、1095、1096、1097、1098、1099、1100、1
 101、1102、1103、1104、1105、1106、1107、1108、1
 109、1110、1111、1112、1113、1114、1115、1116、1
 117、1118、1119、1120、1121、1122、1123、1124、1
 125、1126、1127、1128、1129、1130、1131、1132、1
 133、1134、1135、1136、1137、1138、1139、1140、1
 141、1142、1143、1144、1145、1146、1147、1148、1
 149、1150、1151、1152、1153、1154、1155、1156、1 50

1 5 7、1 1 5 8、1 1 5 9、1 1 6 0、1 1 6 1、1 1 6 2、1 1 6 3、1 1 6 4、1
1 6 5、1 1 6 6、1 1 6 7、1 1 6 8、1 1 6 9、1 1 7 0、1 1 7 1、1 1 7 2、1
1 7 3、1 1 7 4、1 1 7 5、1 1 7 6、1 1 7 7、1 1 7 8、1 1 7 9、1 1 8 0、1
1 8 1、1 1 8 2、1 1 8 3、1 1 8 4、1 1 8 5、1 1 8 6、1 1 8 7、1 1 8 8、1
1 8 9、1 1 9 0、1 1 9 1、1 1 9 2、1 1 9 3、1 1 9 4、1 1 9 5、1 1 9 6、1
1 9 7、1 1 9 8、1 1 9 9、1 2 0 0、1 2 0 1、1 2 0 2、1 2 0 3、1 2 0 4、1
2 0 5、1 2 0 6、1 2 0 7、1 2 0 8、1 2 0 9、1 2 1 0、1 2 1 1、1 2 1 2、1
2 1 3、1 2 1 4、1 2 1 5、1 2 1 6、1 2 1 7、1 2 1 8、1 2 1 9、1 2 2 0、1
2 2 1、1 2 2 2、1 2 2 3、1 2 2 4、1 2 2 5、1 2 2 6、1 2 2 7、1 2 2 8、1
2 2 9、1 2 3 0、1 2 3 1、1 2 3 2、1 2 3 3、1 2 3 4、1 2 3 5、1 2 3 6、1 10
2 3 7、1 2 3 8、1 2 3 9、1 2 4 0、1 2 4 1、1 2 4 2、1 2 4 3、1 2 4 4、1
2 4 5、1 2 4 6、1 2 4 7、1 2 4 8、1 2 4 9、1 2 5 0、1 2 5 1、1 2 5 2、1
2 5 3、1 2 5 4、1 2 5 5、1 2 5 6、1 2 5 7、1 2 5 8、1 2 5 9、1 2 6 0、1
2 6 1、1 2 6 2、1 2 6 3、1 2 6 4、1 2 6 5、1 2 6 6、1 2 6 7、1 2 6 8、1
2 6 9、1 2 7 0、1 2 7 1、1 2 7 2、1 2 7 3、1 2 7 4、1 2 7 5、1 2 7 6、1
2 7 7、1 2 7 8又は1 2 7 9に記載されたいずれかの発光素子。

【図面の簡単な説明】

【0 3 5 1】

【図 1】本発明による発光素子搭載用基板に搭載される発光素子の 1 例を示す断面図である。 20

【図 2】本発明による発光素子搭載用基板に搭載される発光素子の 1 例を示す断面図である。

【図 3】本発明による発光素子搭載用基板及び発光素子の 1 例を示す断面図である。

【図 4】本発明による発光素子搭載用基板及び発光素子の 1 例を示す断面図である。

【図 5】本発明による発光素子搭載用基板及び発光素子の 1 例を示す断面図である。

【図 6】本発明による発光素子搭載用基板及び発光素子の 1 例を示す断面図である。

【図 7】本発明による導通ビア有する発光素子搭載用基板及び発光素子の 1 例を示す断面図である。

【図 8】本発明による導通ビア有する発光素子搭載用基板及び発光素子の 1 例を示す断面図である。 30

【図 9】サブマウントを有する時の本発明による発光素子搭載用基板及び発光素子の 1 例を示す断面図である。

【図 10】サブマウントを有する時の本発明による発光素子搭載用基板及び発光素子の 1 例を示す断面図である。

【図 11】サブマウントを有する時の本発明による発光素子搭載用基板及び発光素子の 1 例を示す断面図である。

【図 12】サブマウントを有する時の本発明による発光素子搭載用基板及び発光素子の 1 例を示す断面図である。

【図 13】サブマウントを有する時の本発明による発光素子搭載用基板及び発光素子の 1 例を示す断面図である。 40

【図 14】サブマウントを有する時の本発明による発光素子搭載用基板及び発光素子の 1 例を示す断面図である。

【図 15】基体と枠体との接合により得られる本発明による発光素子搭載用基板の 1 例を示す断面図である。

【図 16】一体化した窒化アルミニウムを主成分とする焼結体からなる本発明による発光素子搭載用基板の 1 例を示す断面図である。

【図 17】従来からの発光素子搭載用基板を示す断面図である。

【図 18】反射防止部材及び反射部材が形成されていない本発明による発光素子搭載用基板及び発光素子の 1 例を示す断面図である。

【図 19】反射防止部材が形成されている本発明による発光素子搭載用基板及び発光素子 50

の 1 例を示す断面図である。

【図 2 0】反射防止部材が形成されている本発明による発光素子搭載用基板及び発光素子の 1 例を示す断面図である。

【図 2 1】反射防止部材が形成されている本発明による発光素子搭載用基板及び発光素子の 1 例を示す断面図である。

【図 2 2】反射部材が形成されている本発明による発光素子搭載用基板及び発光素子の 1 例を示す断面図である。

【図 2 3】反射部材が形成されている本発明による発光素子搭載用基板及び発光素子の 1 例を示す断面図である。

【図 2 4】反射部材が形成されている本発明による発光素子搭載用基板及び発光素子の 1 例を示す断面図である。 10

【図 2 5】反射防止部材及び反射部材が同時に形成されている本発明による発光素子搭載用基板及び発光素子の 1 例を示す断面図である。

【図 2 6】反射防止部材及び反射部材が同時に形成されている本発明による発光素子搭載用基板及び発光素子の 1 例を示す断面図である。

【図 2 7】本発明による窒化アルミニウム焼結体の光透過率を示す図である。

【図 2 8】直線的に光を透過する材料による光透過の様子を示す図である。

【図 2 9】散乱光となって光を透過する材料による光透過の様子を示す図である。

【図 3 0】本発明による発光素子搭載用基板の基板厚みの 1 例を示す断面図である。

【図 3 1】本発明による発光素子搭載用基板の基板厚みの 1 例を示す断面図である。 20

【図 3 2】内部に電気回路が形成された本発明による発光素子搭載用基板及び発光素子の 1 例を示す断面図である。

【図 3 3】内部に電気回路が形成された本発明による発光素子搭載用基板及び発光素子の 1 例を示す断面図である。

【図 3 4】内部に反射防止部材が形成された本発明による発光素子搭載用基板及び発光素子の 1 例を示す断面図である。

【図 3 5】内部に反射部材が形成された本発明による発光素子搭載用基板及び発光素子の 1 例を示す断面図である。

【図 3 6】サーマルビアが形成された本発明による発光素子搭載用基板及び発光素子の 1 例を示す断面図である。 30

【図 3 7】サーマルビアが形成された本発明による発光素子搭載用基板の 1 例を示す断面図である。

【図 3 8】サーマルビアが形成された本発明による発光素子搭載用基板及び発光素子の 1 例を示す断面図である。

【符号の説明】

【0 3 5 2】

1：発光素子作製用基板（電気絶縁性）

2：窒化ガリウム、窒化インジウム、窒化アルミニウムのうちから選ばれた少なくとも 1 種以上を主成分とする N 型半導体薄膜層

3：窒化ガリウム、窒化インジウム、窒化アルミニウムのうちから選ばれた少なくとも 1 種以上を主成分とする発光層 40

4：窒化ガリウム、窒化インジウム、窒化アルミニウムのうちから選ばれた少なくとも 1 種以上を主成分とする P 型半導体薄膜層

5：外部電極

6：外部電極

10：発光素子作製用基板（電気伝導性）

20：発光素子搭載用基板

21：発光素子

22：発光素子が搭載されている基板面側への放出光

23：基板を透過して基板外部へ放出される発光素子からの光 50

24 : 窪み空間を形成する側壁部分から基板を透過して基板外部へ放出される発光素子からの光	
25 : ワイヤ	
26 : 表面電気回路	
27 : 表面電気回路	
29 : 非ワイヤ状の接続材料	
30 : 窪み空間 (キャビティ) を有する発光素子搭載用基板	
31 : 窪み空間 (キャビティ)	
32 : 蓋	
33 : 窪み空間内部の側壁	10
34 : 基体	
35 : 枠体	
36 : 接合部	
37 : 封止部	
38 : 発光素子搭載部	
40 : 導通ビア	
41 : 表面電気回路	
42 : 表面電気回路	
43 : 内部電気回路	
50 : サブマウント	20
51 : サブマウントに形成された電気回路	
52 : サブマウント側面に形成された電気回路	
53 : サブマウントに形成された導通ビア	
60 : 発光素子が搭載されている基板面に照射される発光素子からの光	
61 : 反射防止部材及び反射部材が形成されていない基板面の反射光	
70 : 反射防止部材	
71 : 基板を透過して基板外部へ放出される発光素子からの光	
72 : 基板を透過して基板外部へ放出される発光素子からの光	
73 : 基板を透過して基板外部へ放出される発光素子からの光	
74 : 反射防止部材が形成された基板を透過して基板外部へ放出される発光素子からの光	30
80 : 反射部材	
81 : 反射部材による反射光	
82 : 反射部材が形成された基板を透過して基板外部へ放出される発光素子からの光	
83 : 窪み空間を有する発光素子搭載用基板内部で反射部材により反射された反射光	
84 : 反射部材の形成されていない基板部分を透過した放出光	
85 : 窪み空間を有する発光素子搭載用基板内部で反射部材により反射された反射光	
86 : 反射部材の形成されていない部分の基板を透過した基板外部への放出光	
87 : 反射防止部材の形成されている部分の基板を透過した基板外部への放出光	
88 : 窪み空間を有する発光素子搭載用基板内部で反射部材により反射された反射光	
90 : 発光素子から窪み空間を形成している側壁部分及び蓋へ向けて照射される光	40
91 : 反射防止部材が形成されている部分の基板を透過した基板外部への放出光	
92 : 反射防止部材が形成されている部分の基板を透過した基板外部への放出光	
100 : 基板	
101 : 反射部	
102 : 発光素子からの発光	
103 : 収納部	
104 : 基板を透過した発光素子からの基板外部への放出光	
110 : 光を直線的に透過する材料	
111 : 入射光	
112 : 透過光	50

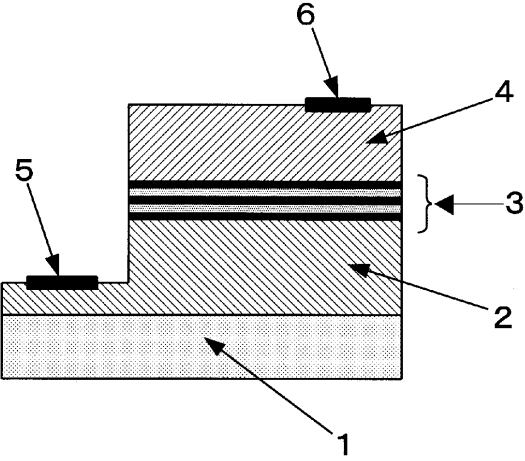
- 1 2 0 : 透過光が散乱光となる材料
- 1 2 1 : 入射光
- 1 2 2 : 透過光
- 1 3 0 : サーマルビア

10

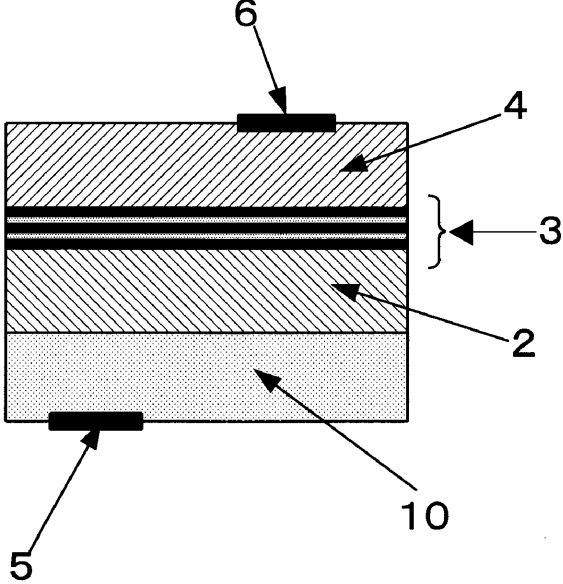
20

30

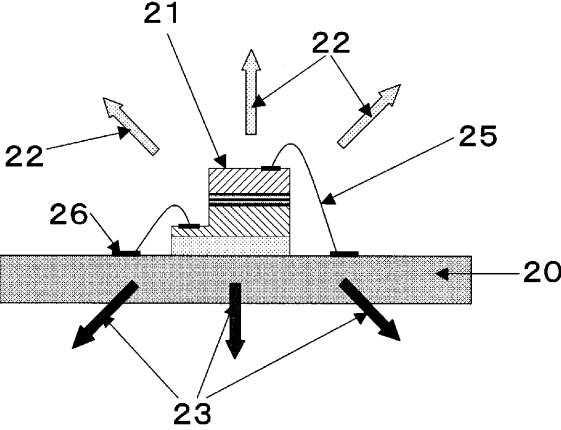
【図 1】



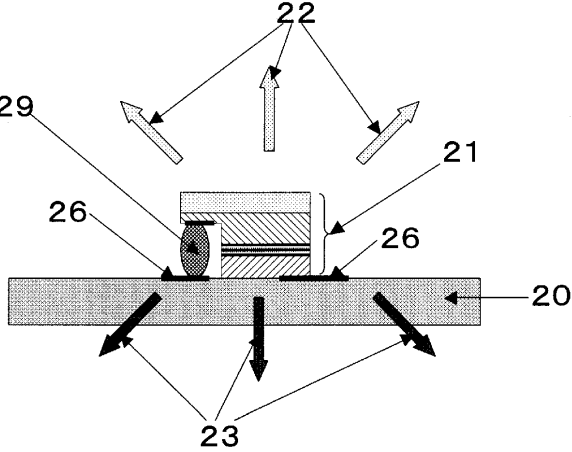
【図 2】



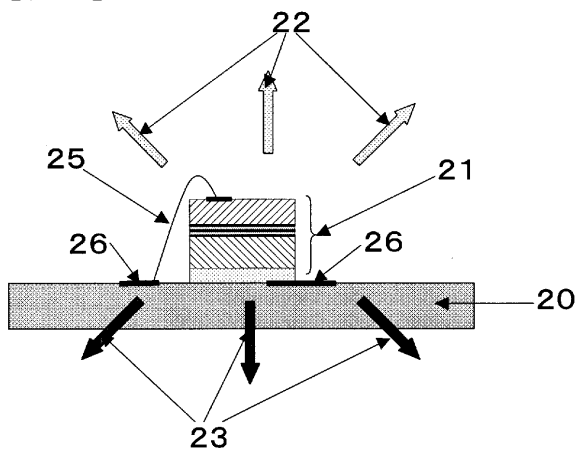
【図 3】



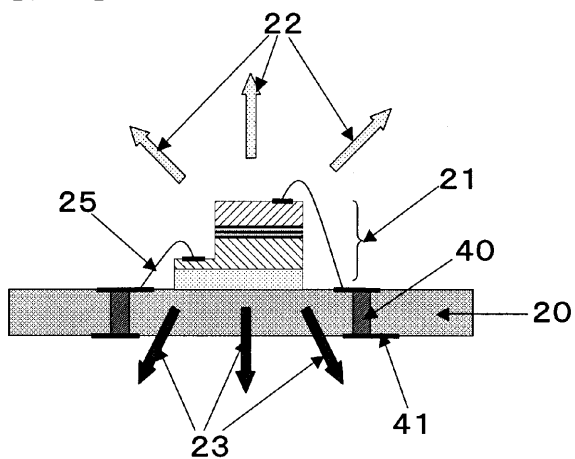
【図 4】



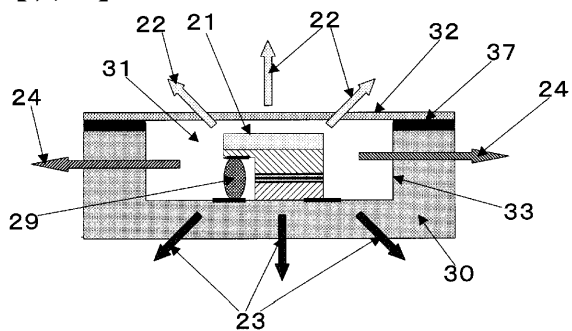
【図 5】



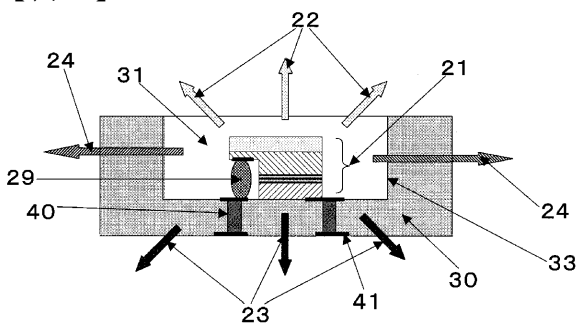
【図 7】



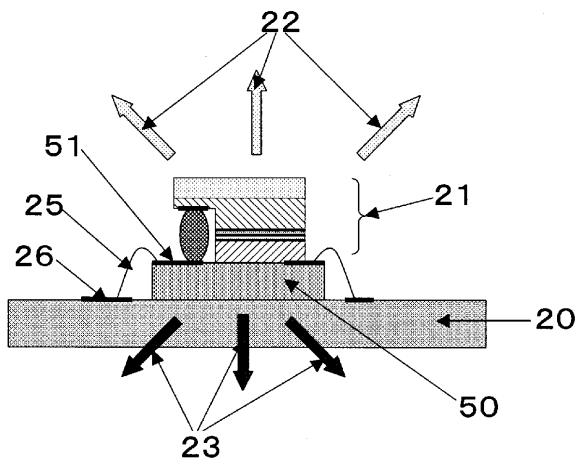
【図 6】



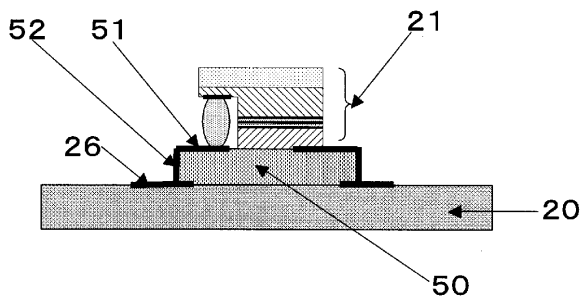
【図 8】



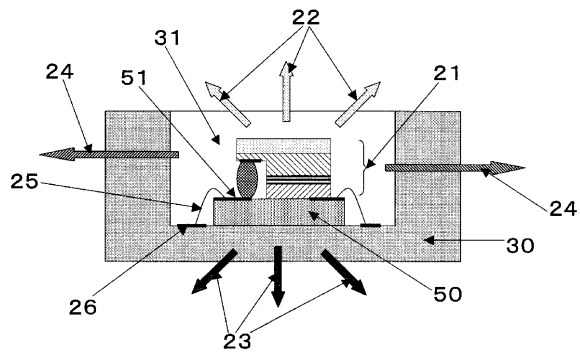
【図 9】



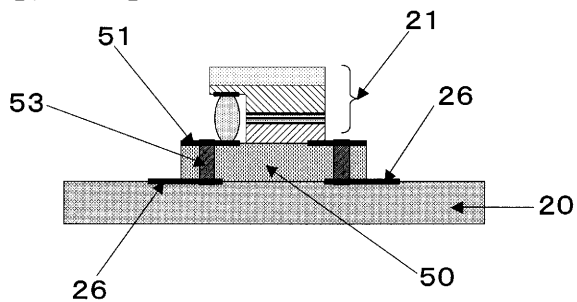
【図 11】



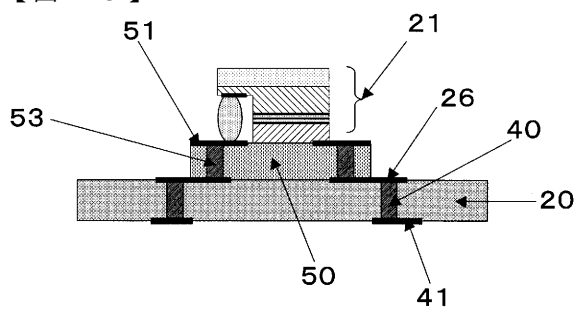
【図 10】



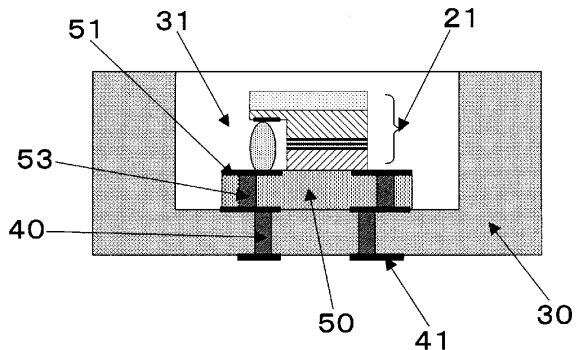
【図 12】



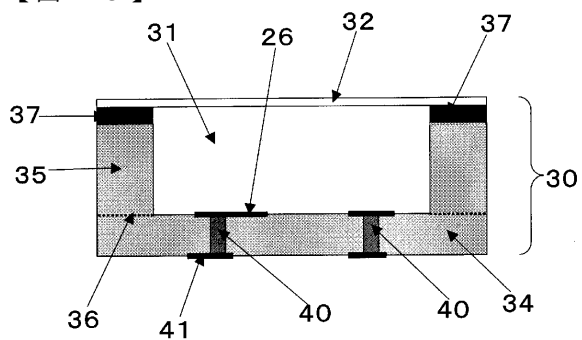
【図 13】



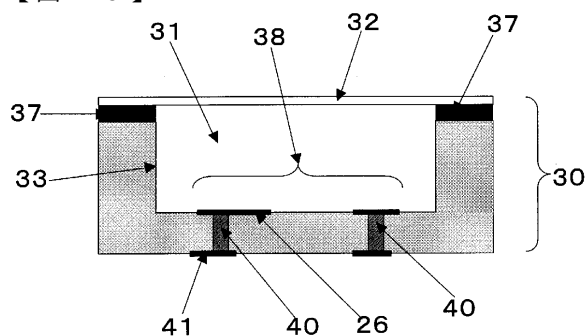
【図 14】



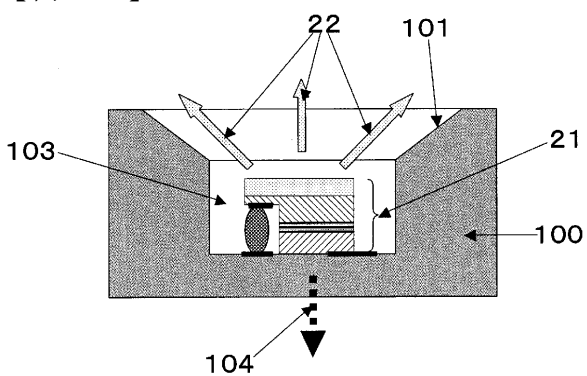
【図 15】



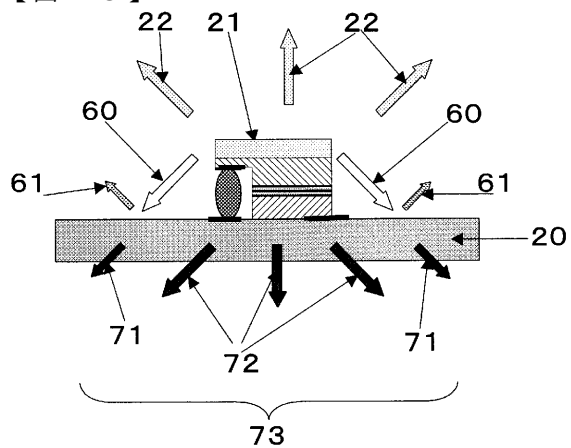
【図 16】



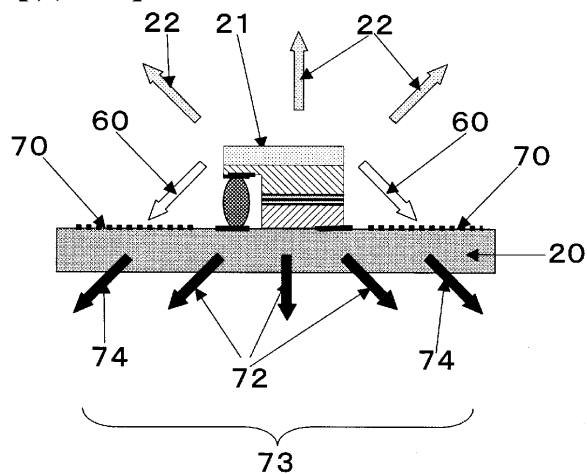
【図 17】



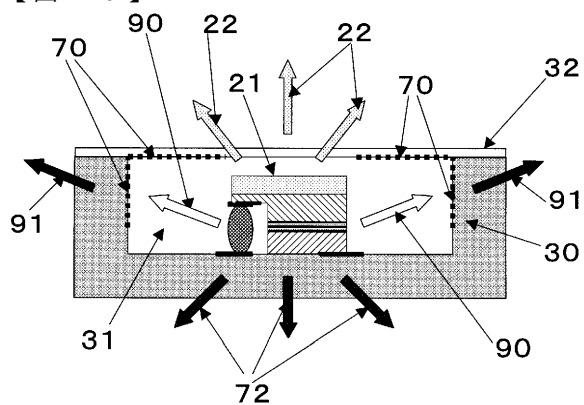
【図 18】



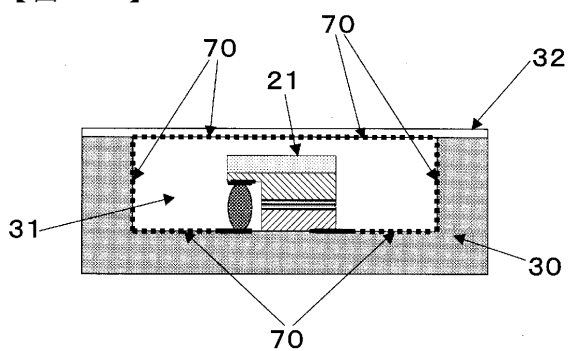
【図 19】



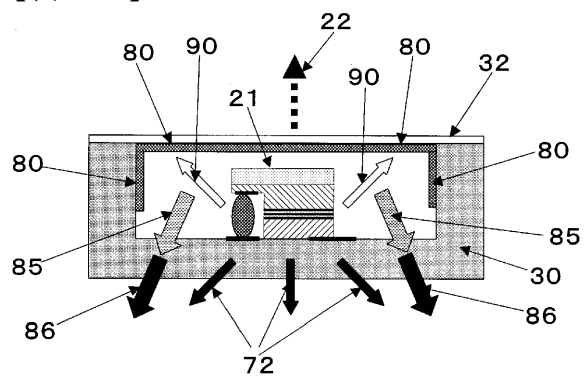
【図 2 0】



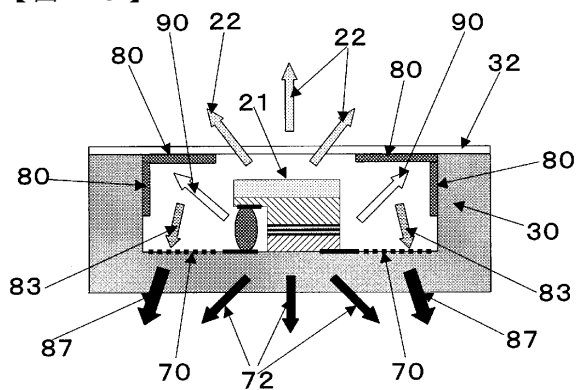
【図 2 1】



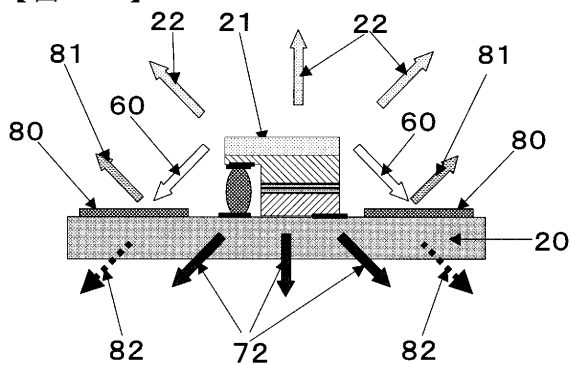
【図 2 4】



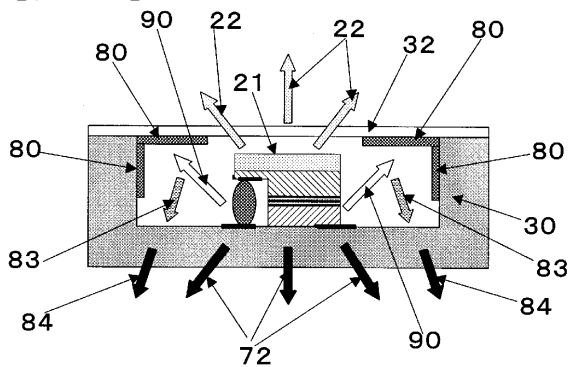
【図 2 5】



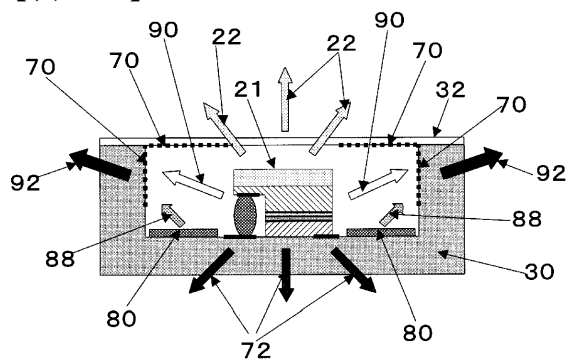
【図 2 2】



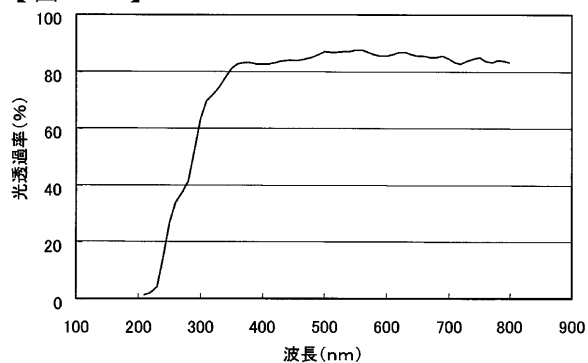
【図 2 3】



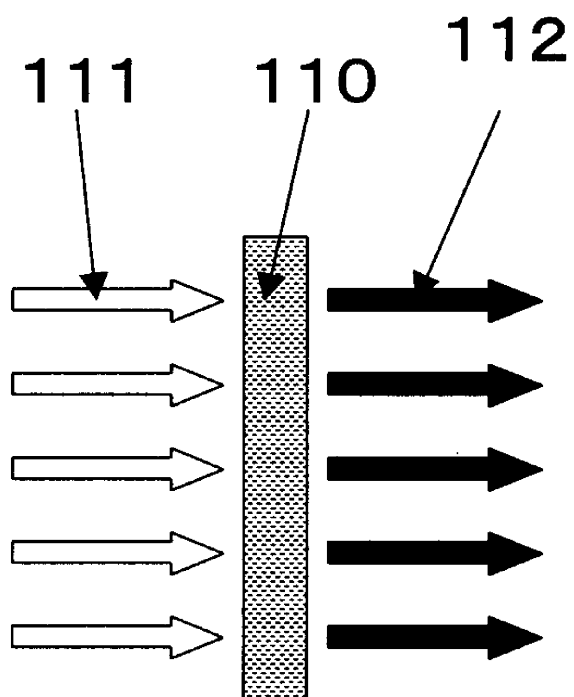
【図 2 6】



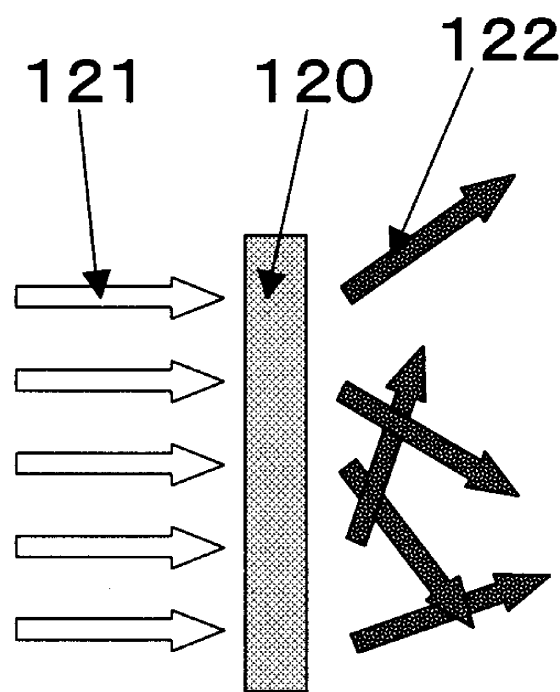
【図 2 7】



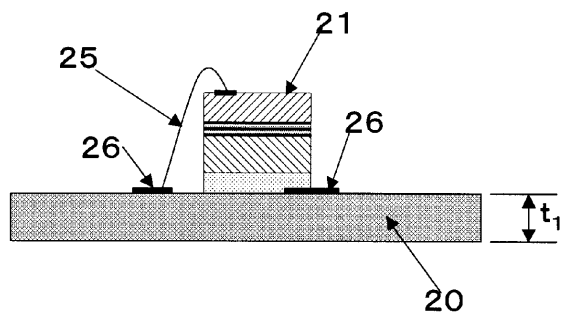
【図 28】



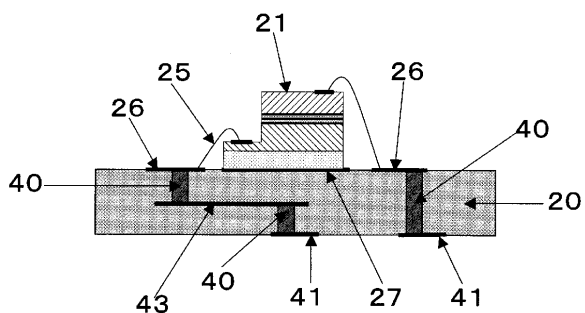
【図 29】



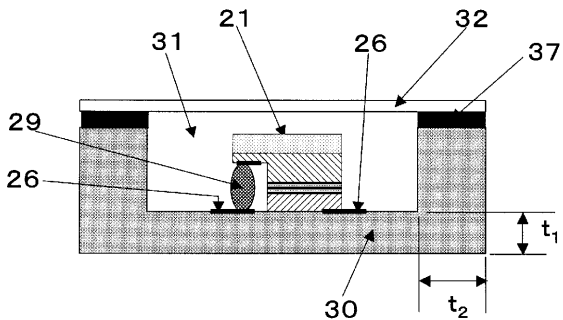
【図 30】



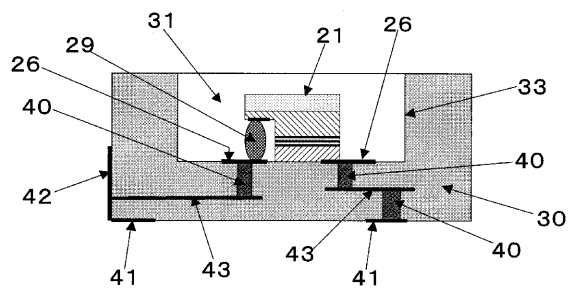
【図 32】



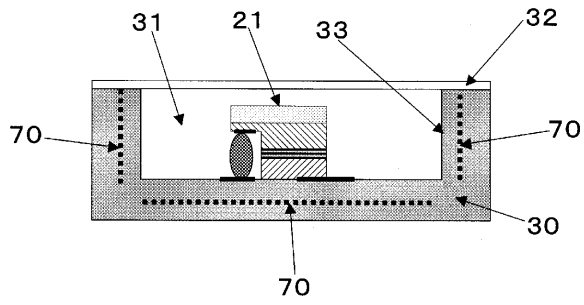
【図 31】



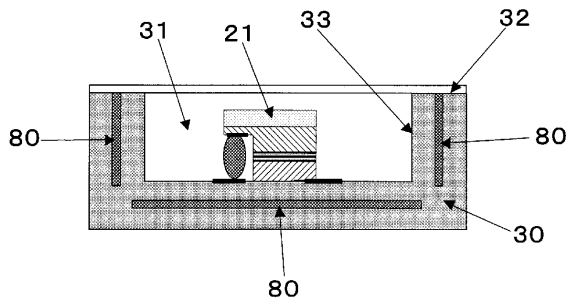
【図 33】



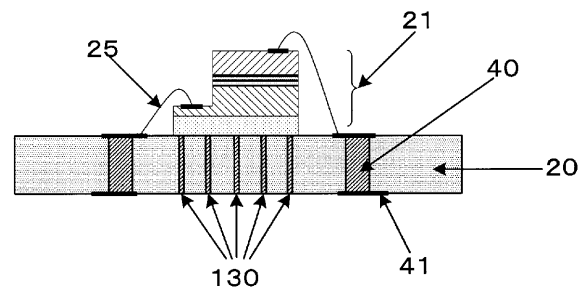
【図 3 4】



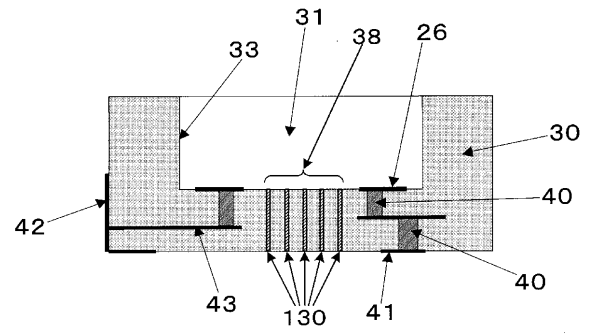
【図 3 5】



【図 3 6】



【図 3 7】



【図 3 8】

