

MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ,
NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT,
QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL,
SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,
UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

- 一 国際調査報告(条約第21条(3))

vol% of the glass is amorphous, and at least 99 mass% of the heat dissipation body is configured from copper.

(57) 要約: 発光素子用基板であって、相互に対向する第1の主面および第2の主面と、前記第1の主面に開口を有する第1の孔および前記第2の主面に開口を有する第2の孔とを有し、前記第1の主面の側は、発光素子が設置される側である、基体と、該基体の前記第1および第2の孔に設置された放熱体であって、前記第1の孔から前記第2の孔まで電氣的に接続された、放熱体と、を有し、前記基体は、ガラスとセラミックスの混合材料を含み、前記ガラスの90体積%以上は非晶質で構成され、前記放熱体は、99質量%以上が銅で構成される、発光素子用基板。

明 細 書

発明の名称：発光素子用基板およびその製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、発光素子用基板およびその製造方法に関する。

背景技術

[0002] 発光ダイオード（ＬＥＤ）および半導体レーザダイオード（ＬＤ）のような発光素子は、自動車用灯具、ディスプレイ、および街路灯などに幅広く使用されている。発光素子は、各種配線を備える発光素子用基板の上に設置され、発光装置として使用される。

[0003] 近年、発光装置に対して、より高い輝度が要求されるようになり、これに伴い、発光素子の発熱量も増大する傾向にある。そこで、発熱量の増大による発光素子の温度上昇を抑制するため、発光素子用基板には放熱体が設置されている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献１：特開２０１５－８６０９０号公報

特許文献２：特開２０１４－１５４５４７号公報

特許文献３：特開２００４－１９９９４１号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 通常、発光素子用基板に設けられる放熱体としては、銀が使用されている。しかしながら、銀は硫化され易く、一旦硫化してしまうと、放熱体の特性が低下すると言う問題がある。特に、排気ガス中に硫黄成分が含まれ得る自動車用の発光装置の場合、このような硫化の問題は、無視できない問題となり得る。

[0006] そこで、銀に代わる材料として、銅を使用することが考えられる。

[0007] しかしながら、銅は、発光素子用基板を構成する基体との密着性が良好で

あるとは言い難い。このため、放熱体として銅を使用する場合、基体との密着性を改善するため、さらにガラスフリットを添加する必要がある。

[0008] しかしながら、放熱体にガラスフリットを添加した場合、放熱体の比抵抗が上昇し、放熱体の熱伝導性が低下してしまうという問題がある。

[0009] 本発明は、このような背景に鑑みなされたものであり、本発明では、硫化による劣化が生じ難く、基体との密着性が良好である上、比抵抗が有意に抑制された放熱体を備える発光素子用基板を提供することを目的とする。また、本発明では、そのような発光素子用基板の製造方法を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0010] 本発明では、発光素子用基板であって、

相互に対向する第１の主面および第２の主面と、前記第１の主面に開口を有する第１の孔および前記第２の主面に開口を有する第２の孔とを有し、前記第１の主面の側は、発光素子が設置される側である、基体と、

該基体の前記第１および第２の孔に設置された放熱体であって、前記第１の孔から前記第２の孔まで電氣的に接続された、放熱体と、

を有し、

前記基体は、ガラスとセラミックスの混合材料を含み、前記ガラスの９０体積％以上は非晶質で構成され、

前記放熱体は、９９質量％以上が銅で構成される、発光素子用基板が提供される。

[0011] また、本発明では、発光素子用基板の製造方法であって、

(Ⅰ) 貫通孔を有する第１のグリーンシートを作製する工程であって、

前記第１のグリーンシートは、ガラスとセラミックスの混合材料を含む、工程と、

(Ⅱ) 前記第１のグリーンシートの前記貫通孔に放熱体用ペーストを充填する工程であって、

前記放熱体用ペーストは、銅粒子を含み、ガラスフリットを実質的に含ま

ない、工程と、

(I I I) 前記放熱体用ペーストが充填された前記第 1 のグリーンシートを、前記混合材料を含む他のグリーンシートと組み合わせて、組立体を構成する工程と、

(I V) 前記組立体を焼成して、発光素子用基板を形成する工程であって、前記第 1 のグリーンシートおよび他のグリーンシートから、ガラスとセラミックスを含む基体が形成され、前記基体に含まれる前記ガラスは、90体積%以上が非晶質であり、

前記放熱体用ペーストから、銅を99質量%以上含む放熱体が形成される、工程と、

を有する、製造方法が提供される。

発明の効果

[0012] 本発明では、硫化による劣化が生じ難く、基体との密着性が良好である上、比抵抗が有意に抑制された放熱体を備える発光素子用基板を提供できる。また、本発明では、そのような発光素子用基板の製造方法を提供できる。

図面の簡単な説明

[0013] [図1]本発明の一実施形態による発光素子用基板の模式的な上面図である。

[図2]図1に示した本発明の一実施形態による発光素子用基板のA-A線に沿った断面を模式的に示した図である。

[図3]本発明の別の実施形態による発光素子用基板の模式的な断面図である。

[図4]本発明の一実施形態による発光素子用基板の製造方法のフローの一例を模式的に示した図である。

[図5]本発明の一実施形態による発光素子用基板の製造方法により、発光素子用基板を製造する際の一工程を模式的に示した図である。

[図6]本発明の一実施形態による発光素子用基板の製造方法により、発光素子用基板を製造する際の一工程を模式的に示した図である。

[図7]本発明の一実施形態による発光素子用基板の製造方法により、発光素子用基板を製造する際の一工程を模式的に示した図である。

[図8]本発明の一実施形態による発光素子用基板の製造方法により、発光素子用基板を製造する際の一工程を模式的に示した図である。

[図9]本発明の一実施形態による発光素子用基板の製造方法により、発光素子用基板を製造する際の一工程を模式的に示した図である。

[図10]本発明の一実施形態による発光素子用基板の製造方法により、発光素子用基板を製造する際の一工程を模式的に示した図である。

発明を実施するための形態

[0014] 以下、図面を参照して、本発明の一実施形態について説明する。

[0015] 前述のように、発光素子用基板において、硫化の問題がある銀に代わる放熱体用の材料として銅を使用した場合、基体と放熱体との間の密着力が低下するおそれがある。従って、基体と放熱体との間の密着性を改善するためには、放熱体に、さらにガラスフリットを添加する必要があるが生じる。

[0016] しかしながら、放熱体にガラスフリットを添加した場合、放熱体の比抵抗が上昇し、放熱体の熱伝導性が低下してしまうという問題が生じる。

[0017] これに対して、本発明の一実施形態では、

発光素子用基板であって、

相互に対向する第1の主面および第2の主面と、前記第1の主面に開口を有する第1の孔および前記第2の主面に開口を有する第2の孔とを有し、前記第1の主面の側は、発光素子が設置される側である、基体と、

該基体の前記第1および第2の孔に設置された放熱体であって、前記第1の孔から前記第2の孔まで電氣的に接続された、放熱体と、

を有し、

前記基体は、ガラスとセラミックスの混合材料を含み、前記ガラスの90体積%以上は非晶質で構成され、

前記放熱体は、99質量%以上が銅で構成される、発光素子用基板が提供される。

[0018] 本発明の一実施形態による発光素子用基板では、放熱体は、99質量%以上が銅で構成される。このため、本発明の一実施形態は、銀で構成された従

来の放熱体に比べて、放熱体に、硫化による劣化が生じ難いという特徴がある。

[0019] また、本発明の一実施形態による発光素子用基板では、放熱体は、ガラスフリットを実質的に含まない。ここで、「実質的に含まない」という用語は、対象となる成分を最大でも1質量%未満しか含まないこと、好ましくは、0.5質量%以下しか含まないことを意味する。

[0020] 従って、本発明の一実施形態による発光素子用基板では、ガラスフリットの添加による放熱体の比抵抗の上昇を、有意に抑制できる。

[0021] また、本発明の一実施形態による発光素子用基板では、基体は、ガラスとセラミックスの混合材料を含み、前記ガラスの90体積%以上は非晶質で構成される。

[0022] 基体を構成するガラスの大部分、すなわち90体積%以上を非晶質とした場合、銅の放熱体と基体との間の密着性を有意に高めることができる。

[0023] 従って、そのような基体を使用した場合、放熱体が銅で構成されガラスフリットを実質的に含まない場合であっても、基体と放熱体とを適正に密着させることが可能となる。

[0024] 以上の効果により、本発明の一実施形態では、硫化による劣化が生じ難く、基体との密着性が良好である上、比抵抗が有意に抑制された放熱体を備える発光素子用基板を提供できる。

[0025] (本発明の一実施形態による発光素子用基板)

以下、図面を参照して、本発明の一実施形態による発光素子用基板について具体的に説明する。

[0026] 図1には、本発明の一実施形態による発光素子用基板の模式的な上面図を示す。また、図2には、図1に示した発光素子用基板のA-A線に沿った断面を模式的に示す。

[0027] 図1および図2に示すように、本発明の一実施形態による発光素子用基板(以下、「第1の発光素子用基板」と称する)100は、基体110と、放熱体140とを有する。

- [0028] 基体 110 は、上面が除去された略「箱」型の形状を有し、「箱」の内部に発光素子（図示されていない）を収容して、該発光素子を支持することができる。
- [0029] 図 1 に示すように、基体 110 は、上面視、略矩形状であり、4 つの辺、すなわち第 1 の辺 112 a ～第 4 の辺 112 d を有する。
- [0030] また、図 2 に示すように、基体 110 は、側部 115 と、該側部 115 の下側に設置された底部 120 とを有する。
- [0031] 側部 115 は、中央部分が取り除かれた「枠」状の形状を有し、上記第 1 の辺 112 a ～第 4 の辺 112 d のそれぞれに対応する 4 つの部分、すなわち、第 1 の部分 115 a ～第 4 の部分 115 d を有する。
- [0032] 底部 120 は、相互に対向する第 1 の主面 122 および第 2 の主面 124 を有し、側部 115 は、底部 120 の第 1 の主面 122 上に配置される。発光素子（図示されていない）は、底部 120 の第 1 の主面 122 上の、側部 115 に取り囲まれた空間部分に設置される。
- [0033] また、底部 120 は、第 1 の主面 122 に開口を有する第 1 の孔 125 a 、および第 2 の主面 124 に開口を有する第 2 の孔 125 b を有する。
- [0034] なお、図 2 に示した例では、第 1 の孔 125 a および第 2 の孔 125 b は、相互に連通しており、その結果、底部 120 の第 1 の主面 122 から第 2 の主面 124 まで連通する貫通部 126 が構成される。
- [0035] 図 1 および図 2 に示した例では、貫通部 126 は、延伸方向に垂直な断面が、略矩形状である。しかしながら、これは単なる一例であって、貫通部 126 の延伸方向に垂直な断面の形状は、特に限られない。
- [0036] なお、本願において、「略矩形状」とは、例えば、図 1 の貫通部 126 および放熱体 140 に示すように、矩形の 4 つのコーナー部がラウンドされている形態を含むことを意味する。
- [0037] 放熱体 140 は、基体 110 の貫通部 126 に充填される。放熱体 140 は、熱伝導性を有し、発光素子で生じた熱を、第 1 の発光素子用基板 100 の外部に放熱することができる。例えば、図 1 および図 2 に示した例では、

第1の発光素子用基板100の下面、すなわち基体110の底部120の第2の主面124の側が放熱面となる。

[0038] なお、図2に示した例では、基体110の貫通部126は、延伸方向に垂直な断面が一定の寸法形状を有する。すなわち、第1の孔125aと第2の孔125bは、相互に等しい断面形状を有する。

[0039] しかしながら、これは単なる一例であって、貫通部126の形状は、特に限られない。

[0040] 例えば、基体110の貫通部126は、延伸方向に垂直な断面が2つの異なる寸法を有し、第1の孔125aよりも、第2の孔125bの方が断面が大きくなっていても良い。

[0041] あるいは、貫通部126は、延伸方向に垂直な断面が3つ以上の異なる寸法を有し、各断面は、第1の主面122の側から第2の主面124の側に向かって面積が増加しても良い。

[0042] 特に、貫通部126は、第1の主面122から第2の主面124まで、延伸方向に垂直な断面が徐々に増加するような、逆テーパ状の形状を有しても良い。以下、このように、断面積が第1の主面122の側から第2の主面124の側に向かって、ステップ状または連続的に増加する貫通部126の形態を、まとめて「末広がり」状と称する。

[0043] 貫通部126が「末広がり」状の形態を有する場合、該貫通部126に放熱体140を充填することにより、放熱体140による放熱特性をより高めることができる。

[0044] ここで、第1の発光素子用基板100において、基体110は、主として、ガラスとセラミックスの混合材料で構成される。

[0045] 一方、放熱体140は、実質的にガラスフリットを含まず、99質量%以上が銅で構成される。従って、放熱体140は、硫化による劣化が生じ難い上、比抵抗が低く、良好な熱伝導性を有する。

[0046] また、基体110に含まれるガラスは、90体積%以上が非晶質で構成される。従って、第1の発光素子用基板100では、放熱体140がガラスフ

リットを含まなくても、放熱体 140 は、基体 110 と適正に密着される。

[0047] 以上の効果により、第 1 の発光素子用基板 100 では、硫化による劣化が生じ難く、基体 110 との密着性が良好である上、比抵抗が有意に抑制された放熱体 140 を得ることができる。

[0048] (本発明の別の実施形態による発光素子用基板)

次に、図 3 を参照して、本発明の別の実施形態による発光素子用基板について説明する。

[0049] 図 3 には、本発明の別の実施形態による発光素子用基板の模式的な断面図を示す。

[0050] 図 3 に示すように、本発明の別の実施形態による発光素子用基板（以下、「第 2 の発光素子用基板」と称する）200 は、基体 210 と、放熱体 240 とを有する。

[0051] 基体 210 は、上面視、略矩形状であり、4 つの辺、すなわち第 1 の辺 212 a ～第 4 の辺 212 d を有する。図 3 には、このうち第 1 の辺 212 a および第 3 の辺 212 c が示されている。

[0052] また、図 3 に示すように、基体 210 は、側部 215 と、該側部 215 の下側に設置された底部 220 とを有する。

[0053] 側部 215 は、枠状の形状を有し、上記第 1 の辺 212 a ～第 4 の辺 212 d のそれぞれに対応する 4 つの部分、すなわち、第 1 の部分 215 a ～第 4 の部分 215 d を有する。図 3 には、このうち第 1 の部分 215 a および第 3 の部分 215 c が示されている。

[0054] 底部 220 は、相互に対向する第 1 の主面 222 および第 2 の主面 224 を有し、側部 215 は、底部 220 の第 1 の主面 222 上に配置される。発光素子（図示されていない）は、底部 220 の第 1 の主面 222 上の、側部 215 に取り囲まれた空間部分に設置される。

[0055] また、底部 220 は、第 1 の主面 222 に開口を有する第 1 の孔 225 a 、および第 2 の主面 224 に開口を有する第 2 の孔 225 b を有する。

[0056] 放熱体 240 は、第 1 の孔 225 a および第 2 の孔 225 b に充填される

。

[0057] なお、図3に示した例では、第1の孔225aと第2の孔225bは、延伸方向に垂直な断面がそれぞれ異なる寸法を有する。すなわち、第1の主面222の側の第1の孔225aよりも、第2の主面224の側の第2の孔225bの方が断面が大きくなっている。

[0058] しかしながら、これは単なる一例であって、第1の孔225aおよび第2の孔225bの形状および両者の関係は、特に限られない。

[0059] 例えば、第1の孔225aと第2の孔225bは、延伸方向に垂直な断面が、実質的に等しい寸法形状を有しても良い。

[0060] ただし、前述のように、第1の孔225aと第2の孔225bの大小関係を、図3に示したような「末広がり」状の形態とすることにより、各孔225a、225bに充填される放熱体140による放熱特性をより高めることができる。

[0061] また、図3に示すように、第2の発光素子用基板200は、設置された高さ位置が異なる、第1の電極260、第2の電極265、および第3の電極270を有する。

[0062] 第1の電極260は、基体210の底部220の第1の主面222の側の放熱体240の上に、少なくとも該放熱体240を覆うように配置される。また、第2の電極265は、基体210の底部220の第2の主面224の側の放熱体240の上に、少なくとも該放熱体240を覆うように配置される。さらに、第3の電極270は、第1の電極260と第2の電極265の間の高さ位置に設置される。

[0063] 第3の電極270により、放熱体240は、第1の主面222により近い第1の伝熱部分242と、第2の主面224により近い第2の伝熱部分244とに分離される。この場合、第1の伝熱部分242と第2の伝熱部分244は、第3の電極270を介して、相互に電氣的に接続される。

[0064] ただし、第3の電極270は、省略されても良い。

[0065] 第1の電極260～第3の電極270は、後に設置される発光素子（図示

されていない)等との間で、所望の配線パターンが構成されるように設置される。従って、第1の電極260～第3の電極270の態様は、特に限られず、図3に示した形態は、単なる一例である。

[0066] なお、第1の電極260および第2の電極265は、第2の発光素子用基板200の流通過程では、省略されても良い。すなわち、第1の電極260および第2の電極265は、第2の発光素子用基板200に発光素子を設置して、発光装置として完成されるまでのいずれかのタイミングで、設置されれば良い。

[0067] これに対して、第3の電極は、最終的に得られる発光装置において、省略されても良い。

[0068] ここで、第2の発光素子用基板200において、基体210は、主として、ガラスとセラミックスの混合材料で構成される。

[0069] 一方、放熱体240は、実質的にガラスフリットを含まず、99質量%以上が銅で構成される。従って、放熱体240は、硫化による劣化が生じ難い上、比抵抗が低く、良好な熱伝導性を有する。

[0070] また、基体210に含まれるガラスは、90体積%以上が非晶質で構成される。従って、第2の発光素子用基板200では、放熱体240がガラスフリットを含まなくても、放熱体240は、基体210と適正に密着される。

[0071] 以上の効果により、第2の発光素子用基板200では、硫化による劣化が生じ難く、基体210との密着性が良好である上、比抵抗が有意に抑制された放熱体240を得ることができる。

[0072] (本発明の一実施形態による発光素子用基板の構成部材)

次に、本発明の一実施形態による発光素子用基板に含まれる各部材について、より詳しく説明する。なお、ここでは、一例として、第2の発光素子用基板200を例に、その構成部材について説明する。

[0073] (基体210)

基体210は、前述のように、セラミックスとガラスの混合材料で構成される。

[0074] セラミックスとしては、例えば、これに限られるものではないが、アルミナ、ジルコニア、または両者の混合物などが使用される。

[0075] ガラスは、90体積%以上が非晶質で構成される。非晶質の量は、ガラス全体に対して、95体積%以上であることが好ましく、98体積%以上であることがより好ましい。ガラスは、実質的に全てが非晶質であることが最も好ましい。

[0076] 非晶質の量が多いほど、基体210と放熱体240との間に良好な密着性を得ることができる。

[0077] ガラスは、ガラス転移温度 T_g が550℃～700℃の範囲であることが好ましい。ガラス転移温度 T_g を550℃以上とすることにより、第2の発光素子用基板200の製造過程で、脱脂処理を適正に実施できる。また、ガラス転移温度 T_g を700℃以下とすることにより、基体210の収縮開始温度が低くなり、第2の発光素子用基板200の寸法精度を高めることができる。

[0078] ガラスの組成は、特に限られないが、例えば、 SiO_2 、 B_2O_3 、 CaO 、および Al_2O_3 を含む組成が好ましい。ガラスは、さらに、 K_2O および N_2O の少なくとも一方を含んでも良い。

[0079] このような組成とすることにより、基体210と放熱体240との密着性が向上する。

[0080] このうち、 SiO_2 は、ガラスのネットワークフォーマとなる物質である。 SiO_2 は、ガラス中に、57mol%～65mol%の範囲で含まれることが好ましい。

[0081] SiO_2 の含有量が57mol%未満の場合、安定なガラスを得ることが難しくなるとともに、化学的耐久性が低下するおそれがある。一方、 SiO_2 の含有量が65mol%を超えると、ガラス溶融温度およびガラス転移温度 T_g が過度に高くなるおそれがある。 SiO_2 の含有量は、好ましくは58mol%以上、より好ましくは59mol%以上、特に好ましくは60mol%以上である。また、 SiO_2 の含有量は、好ましくは64mol%以下、より好

ましくは63mol%以下である。

[0082] B_2O_3 は、ガラスのネットワークフォーマとなる物質である。 B_2O_3 は、ガラス中に、13mol%~18mol%の範囲で含まれることが好ましい。

[0083] B_2O_3 の含有量が13mol%未満の場合、ガラス溶融温度およびガラス転移温度 T_g が過度に高くなるおそれがある。一方、 B_2O_3 の含有量が18mol%を超えると、安定なガラスを得ることが難しくなるとともに、化学的耐久性が低下するおそれがある。 B_2O_3 の含有量は、好ましくは14mol%以上、より好ましくは15mol%以上である。また、 B_2O_3 の含有量は、好ましくは17mol%以下、より好ましくは16mol%以下である。

[0084] CaO は、ガラスの安定性や結晶の析出性を高めるとともに、ガラス溶融温度およびガラス転移温度 T_g を低下させるために添加される。 CaO は、ガラス中に、9mol%~23mol%の範囲で含まれることが好ましい。

[0085] CaO の含有量が9mol%未満の場合、ガラス溶融温度が過度に高くなるおそれがある。一方、 CaO の含有量が23mol%を超えると、ガラスが不安定となるおそれがある。 CaO の含有量は、好ましくは12mol%以上、より好ましくは13mol%以上、特に好ましくは14mol%以上である。また、 CaO の含有量は、好ましくは22mol%以下、より好ましくは21mol%以下、特に好ましくは20mol%以下である。

[0086] Al_2O_3 は、ガラスの安定性、化学的耐久性、および強度を高めるために添加される。 Al_2O_3 は、ガラス中に、3mol%~8mol%の範囲で含まれることが好ましい。

[0087] Al_2O_3 の含有量が3mol%未満の場合、ガラスが不安定となるおそれがある。一方、 Al_2O_3 の含有量が8mol%を超える場合、ガラス溶融温度およびガラス転移温度 T_g が過度に高くなるおそれがある。 Al_2O_3 の含有量は、好ましくは4mol%以上、より好ましくは5mol%以上である。また、 Al_2O_3 の含有量は、好ましくは7mol%以下、より好ましくは

6 m o l %以下である。

[0088] K_2O 、 Na_2O は、ガラス転移温度 T_g を低下させる。 K_2O および Na_2O は、ガラス中に、合計で0.5 m o l %～6 m o l %の範囲で含まれることが好ましい。

[0089] K_2O および Na_2O の合計含有量が0.5 m o l %未満の場合、ガラス熔融温度およびガラス転移温度 T_g が過度に高くなるおそれがある。一方、 K_2O および Na_2O の合計含有量が6 m o l %を超える場合、化学的耐久性、特に耐酸性が低下するおそれがあり、電氣的絶縁性も低下するおそれがある。 K_2O および Na_2O の合計含有量は、0.8 m o l %以上5 m o l %以下が好ましい。

[0090] なお、ガラスの組成は、必ずしも上記成分のみからなるものに限定されず、ガラス転移温度 T_g 等の諸特性を満たす範囲で他の成分を含有できる。他の成分を含有する場合、その合計した含有量は10 m o l %以下が好ましい。

[0091] 基体210に含まれるガラスの量は、例えば、基体210全体に対して35質量%～75質量%の範囲である。ガラスの量は、基体210全体に対して40質量%～70質量%の範囲であることが好ましい。

[0092] (放熱体240)

前述のように、放熱体240は、実質的にガラスフリットを含まず、99質量%以上が銅粒子の焼結体で構成される。

[0093] 銅粒子の粒径は、特に限られないが、銅粒子は、粗粒と細粒の組み合わせを有することが好ましい。なお、本願において、「粗粒」とは、粒径が1 μm を超える粒子を意味し、「細粒」とは、粒径が1 μm 以下の粒子を意味する。

[0094] このような粗粒と細粒とを組み合わせることにより、緻密で低抵抗率の放熱体240を形成することができる。

[0095] 例えば、銅粒子は、平均粒径が2 μm ～7 μm の範囲の粗粒と、平均粒径が0.02 μm ～1 μm の範囲の細粒とを含んでも良い。特に、銅粒子は、

平均粒径が $3\ \mu\text{m}$ ～ $6\ \mu\text{m}$ の範囲の粗粒と、平均粒径が $0.05\ \mu\text{m}$ ～ $0.2\ \mu\text{m}$ の細粒とを含んでも良い。

[0096] また、銅粒子の粗粒と細粒の体積比（粗粒：細粒）は、 $50:50\sim95:5$ の範囲であっても良く、 $60:40\sim92:8$ の範囲であることが好ましく、 $65:35\sim90:10$ の範囲であることがより好ましい。

[0097] なお、放熱体240中の銅粒子の平均粒径は、放熱体240の走査型電子顕微鏡（SEM）像の画像解析により、以下のように測定することができる。

[0098] すなわち、まず、画像内の銅粒子を、粒径が $1\ \mu\text{m}$ を超える粗粒と、粒径が $1\ \mu\text{m}$ 以下の細粒とに分類する。次に、分類された各粗粒の粒径から、粗粒の平均粒径を算定する。同様に、分類された各細粒の粒径から、細粒の平均粒径を算定する。これにより、放熱体240中の銅粒子の粗粒および細粒のそれぞれの平均粒径が求められる。

[0099] 放熱体240の比抵抗は、 $2.8\ \mu\Omega\cdot\text{cm}$ 未満であることが好ましく、 $2.0\ \mu\Omega\cdot\text{cm}$ 以下であることがより好ましい。

[0100] なお、第2の発光素子用基板200において、放熱体240の比抵抗は、第1の電極260と第2の電極265の間の抵抗を、4端子法により測定することにより求めることができる。

[0101] あるいは、放熱体240の比抵抗は、後述のように、配線パターンを有する試料を別途作製し、この試料を用いて測定しても良い。

[0102] （第1の電極260、第2の電極265、および第3の電極270等）
第1の電極260は、銅のような導電性材料で構成される。例えば、第1の電極260は、放熱体240と同じ材料であっても良い。

[0103] また、第1の電極260は、導電性材料からなる基部の上に、さらに金属めっき膜を有しても良い。金属めっき膜としては、金およびニッケルなどが使用できる。

[0104] なお、第2の電極265および第3の電極270についても、同様のことが言える。

[0105] (第2の発光素子用基板200)

第2の発光素子用基板200に設置される発光素子は、特に限られない。
発光素子は、例えば、LEDおよびLD等であっても良い。

[0106] 第2の発光素子用基板200の寸法は、設置される発光素子に応じて、適宜選定される。第2の発光素子用基板200は、例えば、図1に示した全長Lが2mm～6mmの範囲であっても良い。また、図1に示した幅Wが2mm～6mmの範囲であっても良い。さらに、図3に示した高さHが0.5mm～3mmの範囲であっても良い。

[0107] (本発明の一実施形態による発光素子用基板の製造方法)

次に、図4～図10を参照して、本発明の一実施形態による発光素子用基板の製造方法について説明する。

[0108] 図4には、本発明の一実施形態による発光素子用基板の製造方法（以下、「第1の製造方法」と称する）のフローの一例を模式的に示す。また、図5～図10には、第1の製造方法により、発光素子用基板を製造する際の工程を模式的に示す。

[0109] 図4に示すように、第1の製造方法は、

- (I) 貫通孔を有するグリーンシートを作製する工程（工程S110）と、
 - (II) 前記グリーンシートの前記貫通孔に放熱体用ペーストを充填する工程（工程S120）と、
 - (III) 前記グリーンシートに導体ペーストを設置する工程（工程S130）と、
 - (IV) 前記グリーンシートを他のグリーンシートと組み合わせて、組立体を構成する工程（工程S140）と、
 - (V) 前記組立体を焼成して、発光素子用基板を形成する工程（工程S150）と、
- を有する。

[0110] ただし、工程S130は、必要な場合に実施される工程であって、省略さ

れても良い。

[0111] 以下、各工程について説明する。なお、ここでは、一例として、図3に示した第2の発光素子用基板200を例に、その製造方法について説明する。従って、各部材を参照する際には、図3に示した参照符号を使用する。

[0112] (工程S110)

まず、以下に示す方法で、グリーンシートが作製される。グリーンシートは、ガラス粉末、セラミックス粉末、および有機バインダーを含む。

[0113] (ガラス粉末の作製)

ガラス粉末は、所定の組成を有するガラスを粉砕することにより調製できる。

[0114] ガラスは、例えば、前述の組成を有しても良い。すなわち、ガラスは、 SiO_2 、 B_2O_3 、 CaO 、および Al_2O_3 を含んでも良い。また、ガラスは、さらに、 K_2O および Na_2O の少なくとも一方を含んでも良い。

[0115] ガラスとしては、例えば SiO_2 を57mol%以上65mol%以下、 B_2O_3 を13mol%以上18mol%以下、 CaO を9mol%以上23mol%以下、 Al_2O_3 を3mol%以上8mol%以下、 K_2O および Na_2O から選ばれる少なくとも一方を合計で0.5mol%以上6mol%以下含有するものが好ましい。このようなガラスをガラス粉末として使用した場合、製造される基体210と、放熱体240との間の密着強度を向上することができる。

[0116] なお、ガラスは、必ずしも上記成分からなるものに限定されず、ガラス転移温度 T_g 等の諸特性を満たす範囲で他の成分を含有できる。他の成分を含有する場合、その合計した含有量は10mol%以下が好ましい。

[0117] 上記の組成のガラス粉末を使用することにより、以降の工程S150後に、非晶質部分が90%以上のガラスを得ることができる。

[0118] ガラスの粉砕には、乾式粉砕法または湿式粉砕法のいずれを使用しても良い。

[0119] 湿式粉砕法では、溶媒中でガラスが粉砕される。溶媒には、水を用いるこ

とが好ましい。粉碎は、例えばロールミル、ボールミル、またはジェットミル等の粉碎機が使用できる。

[0120] 粉碎処理後に得られるガラス粉末の50%平均粒径(D_{50})は、 $0.5\mu\text{m}$ 以上 $2\mu\text{m}$ 以下が好ましい。

[0121] なお、本願において、50%平均粒径(D_{50})は、レーザ回折散乱法による粒子径測定装置により得られる値をいう。

[0122] ガラス粉末の D_{50} が $0.5\mu\text{m}$ 以上の場合、ガラス粉末が凝集しにくく、取り扱いが容易であるとともに、均一に分散させることができる。一方、ガラス粉末の D_{50} が $2\mu\text{m}$ 以下の場合、ガラス軟化温度の上昇や焼結不足が抑制される。粒径の調整は、分級等により行われる。

[0123] (セラミックス粉末の作製)

セラミックス粉末としては、一般的なガラスセラミックスの製造に用いられるものが使用できる。セラミックス粉末としては、例えば、アルミナ粉末、ジルコニア粉末、またはアルミナ粉末とジルコニア粉末との混合物が好適に使用できる。

[0124] セラミックス粉末の D_{50} は、例えば、 $0.5\mu\text{m}$ 以上 $4\mu\text{m}$ 以下が好ましい。

[0125] (グリーンシートの作製)

次に、前述のガラス粉末と、セラミックス粉末と、有機バインダーとが所定の割合で混合され、グリーンシート用スラリーが調製される。

[0126] 有機バインダーとしては、ポリビニルブチラル、および／またはアクリル樹脂等が使用できる。

[0127] グリーンシート用スラリーには、さらに、可塑剤、分散剤、および／または溶剤等が添加されても良い。可塑剤としては、フタル酸ジブチル、フタル酸ジオクチル、および／またはフタル酸ブチルベンジル等が使用できる。また、溶剤としては、トルエン、キシレン、2-プロパノール、および／または2-ブタノール等の有機溶剤が使用できる。

[0128] 調製されるグリーンシート用スラリーにおいて、ガラス粉末とセラミック

ス粉末との質量比（ガラス：セラミックス）は、35：65～75：25の範囲であることが好ましい。

[0129] 得られたグリーンシート用スラリーは、ドクターブレード法等によりシート状に成形される。

[0130] その後、グリーンシート用スラリーが乾燥され、グリーンシートが形成される。

[0131] 図5には、作製されたグリーンシート（以下、「第1のグリーンシート350a」と称する）の一例を模式的に示す。第1のグリーンシート350aは、第1の主表面352aおよび第2の主表面354aを有する。

[0132] なお、第1のグリーンシート350aは、複数のグリーンシートを積層して構成されても良い。

[0133] その後、第1のグリーンシート350aに貫通孔が形成される。

[0134] 図6には、第1のグリーンシート350aの略中央部分に、第1の主表面352aから第2の主表面354aまで貫通する貫通孔356aが形成された状態を、模式的に示されている。

[0135] 以上の工程を繰り返すことにより、貫通孔を有する複数のグリーンシートが作製される。なお、各グリーンシートにおいて、貫通孔の寸法は、必ずしも一致させる必要はなく、貫通孔の寸法は、各グリーンシートにおいて、異なっても良い。また、作製されるグリーンシートには、工程S150後に前述の側部215を構成するような、枠状の形態のグリーンシート（以下、「第3のグリーンシート」と称する）が含まれ得る。

[0136] （工程S120）

次に、第1のグリーンシート350aの貫通孔356aに、放熱体用ペーストが充填される。

[0137] 放熱体用ペーストは、銅粒子およびビヒクルを混合することにより調製される。

[0138] 銅粒子は、粗粒と細粒の組み合わせを有することが好ましい。例えば、銅粒子は、 D_{50} が $2\mu\text{m}$ ～ $7\mu\text{m}$ の範囲の粗粒と、 D_{50} が $0.02\mu\text{m}$ ～ 1μ

mの範囲の細粒とで構成されても良い。特に、銅粒子は、 D_{50} が $3\mu\text{m}\sim 6\mu\text{m}$ の範囲の粗粒と、 D_{50} が $0.05\mu\text{m}\sim 0.2\mu\text{m}$ の細粒とを含んでも良い。

[0139] また、銅粒子の粗粒と細粒の体積比（粗粒：細粒）は、 $50:50\sim 95:5$ の範囲であっても良く、 $60:40\sim 92:8$ の範囲であることが好ましく、 $65:35\sim 90:10$ の範囲であることがより好ましい。

[0140] ビヒクルは、アクリルおよび／またはエチルセルロース等の樹脂と、有機溶剤とを含む。有機溶剤は、例えば α テレピネオールであっても良い。

[0141] なお、放熱体用ペーストは、ガラスフリットを実質的に含まず、従って、工程S150後に放熱体用ペーストから形成される放熱体も、ガラスフリットを実質的に含まない。

[0142] 次に、調製された放熱体用ペーストが、第1のグリーンシート350aの貫通孔356aに充填される。放熱体用ペーストは、例えば、スクリーン印刷法により、貫通孔356aに充填されても良い。

[0143] 図7には、一例として、貫通孔356aに放熱体用ペースト358aが充填された第1のグリーンシート350aを模式的に示す。

[0144] 同様に、他のグリーンシートにおいても、貫通孔に放熱体用ペースト358aが充填される。

[0145] （工程S130）

次に、必要な場合、第1のグリーンシート350aの第1の主表面352aおよび／または第2の主表面354aに、導体ペーストが設置される。

[0146] 導体ペーストは、工程S150後に電極および／または配線となるため、第1の主表面352aおよび／または第2の主表面354aの、電極および／または配線が必要となる領域に設置される。

[0147] 例えば、第2の発光素子用基板200における第1の電極260を形成する場合、導体ペーストは、放熱体用ペースト358aを覆うようにして、第1の主表面352a上に設置される。また、第2の発光素子用基板200における第3の電極270を形成する場合、導体ペーストは、放熱体用ペースト

ト 3 5 8 a を覆うようにして、第 2 の主表面 3 5 4 a 上に設置される。

[0148] 導体ペーストは、金属粒子のような導電性を有する粒子と、ベヒクルとを含む。金属粒子は、銅粒子を含んでも良い。特に、導体ペーストは、前述の放熱体用ペーストと同じものであっても良い。

[0149] 導体ペーストを第 1 のグリーンシート 3 5 0 a に設置する方法は、特に限られない。導体ペーストは、例えば、スクリーン印刷法により、第 1 のグリーンシート 3 5 0 a の第 1 の主表面 3 5 2 a および／または第 2 の主表面 3 5 4 a に、設置されても良い。

[0150] 図 8 には、一例として、第 1 のグリーンシート 3 5 0 a の所定の箇所に、導体ペースト 3 5 9 a および 3 6 1 a が設置された様子を示す。

[0151] 導体ペースト 3 5 9 a は、第 1 のグリーンシート 3 5 0 a の第 1 の主表面 3 5 2 a に、放熱体用ペースト 3 5 8 a を覆うように設置されている。また、導体ペースト 3 6 1 a は、第 1 のグリーンシート 3 5 0 a の第 2 の主表面 3 5 4 a に、放熱体用ペースト 3 5 8 a を覆うように設置されている。

[0152] 導体ペースト 3 5 9 a は、工程 S 1 5 0 後に第 1 の電極 2 6 0 となり、導体ペースト 3 6 1 a は、工程 S 1 5 0 後に第 3 の電極 2 7 0 となる。

[0153] なお、前述のように、この工程 S 1 3 0 は、必須の工程ではなく、省略されても良い。あるいは、工程 S 1 3 0 は、発光素子用基板が製造された後の所定のタイミングで、実施されても良い。

[0154] ただし、一部の電極および／または配線用の導体ペーストは、この段階で実施される必要がある。例えば、第 3 の電極 2 7 0 が必要な場合、後にこの第 3 の電極 2 7 0 となる導体ペースト 3 6 1 a は、この工程で設置しておく必要がある。発光素子用基板が完成した後では、導体ペースト 3 6 1 a を所望の位置に設置することができなくなるからである。

[0155] (工程 S 1 4 0)

次に、放熱体用ペースト 3 5 8 a 等が設置された第 1 のグリーンシート 3 5 0 a が、1 または 2 以上の他のグリーンシートと組み合わせられる。これにより、組立体が構成される。

[0156] 図9には、一例として、2つのグリーンシートが積層された様子を模式的に示す。

[0157] 図9に示すように、この例では、第1のグリーンシート350aの下側に、第2のグリーンシート350bが積層される。

[0158] 第2のグリーンシート350bは、第1のグリーンシート350aと同様、前述の工程S110～S130を経て調製される。

[0159] 従って、第2のグリーンシート350bは、相互に対向する第1の主表面352bおよび第2の主表面354bと、貫通孔356bとを有し、該貫通孔356bには、放熱体用ペースト358bが充填されている。

[0160] また、第2のグリーンシート350bの第1の主表面352bには、放熱体用ペースト358bを覆うように第3の導体ペースト359bが設置されている。また、第2の主表面354bには、放熱体用ペースト358bを覆うように第4の導体ペースト361bが設置されている。

[0161] なお、第3の導体ペースト359bは、省略されても良い。

[0162] 第1のグリーンシート350aは、第2の主表面354aが第2のグリーンシート350bの第1の主表面352bと相互に対面または接触するようにして、第2のグリーンシート350b上に積層される。

[0163] 次に、第1のグリーンシート350aの上に、第3のグリーンシート350cが設置される。

[0164] 図10には、3つのグリーンシート350a～350cが積層され、組立体が形成された様子を模式的に示す。

[0165] 図10に示すように、第3のグリーンシート350cは、相互に対向する第1の主表面352cおよび第2の主表面354cを有し、略枠状の形状を有する。

[0166] 第3のグリーンシート350cは、第1のグリーンシート350aと同様、前述の工程S110を経て調製される。ただし、第3のグリーンシート350cには、放熱体用ペーストおよび導体ペーストは設置されていない。

[0167] 第3のグリーンシート350cは、第2の主表面354cが第1のグリー

ンシート350aの第1の主表面352aと相互に対面または接触するようにして、また導体ペースト359aを取り囲むようにして、第1のグリーンシート350a上に積層される。

[0168] これにより、組立体369が構成される。

[0169] その後、組立体369に対して、圧着処理が実施される。これにより、第1のグリーンシート350a～第3のグリーンシート350cが一体化され、成形体が得られる。

[0170] 圧着処理の方法は、特に限られない。例えば、組立体369に対して、冷間または熱間の等方圧加圧法により、成形体を形成しても良い。

[0171] その後、工程S150において、得られた成形体が焼成処理される。ただし、その前に、成形体の脱脂工程を実施しても良い。

[0172] 脱脂工程は、例えば、不活性ガス雰囲気または酸素を最大1vol%以下含む雰囲気において、500℃以下の温度で、1時間～10時間実施されても良い。

[0173] ただし、脱脂工程は、次の工程S150において、成形体を焼成温度まで加熱する途中で、自動的に実施されても良い。

[0174] (工程S150)

次に、成形体が焼成処理される。焼成処理により、第1のグリーンシート350a～第3のグリーンシート350cの全体にわたって、ガラス粉末とセラミックス粉末とが相互に結合され、基体210が形成される。

[0175] また、第1のグリーンシート350aの貫通孔356aにおいて、放熱体用ペースト358a中の銅粒子同士が結合され、第1の伝熱部分242が形成される。また、第2のグリーンシート350bの貫通孔356bにおいて、放熱体用ペースト358b中の銅粒子同士が結合され、第2の伝熱部分244が形成される。

[0176] さらに、各導体ペーストから、電極および／または配線等が形成される。例えば、導体ペースト359aから第1の電極260が形成され、導体ペースト361aおよび第3の導体ペースト359bから第3の電極270が形

成され、第4の導体ペースト361bから第2の電極265が形成される。

[0177] 焼成の雰囲気は、銅粒子の酸化を防ぐため、酸素濃度が10ppm以下であることが好ましい。例えば、焼成の雰囲気は、窒素雰囲気のような不活性ガス雰囲気、または還元性雰囲気であることが好ましい。

[0178] なお、前述の脱脂工程を酸素含有雰囲気で実施した場合、焼成処理は、水素含有雰囲気で実施することが好ましい。これにより、脱脂工程で酸化された銅を還元させることができる。

[0179] 処理温度は、緻密化および生産性を考慮して、850℃以上950℃以下が好ましく、900℃以上930℃以下がより好ましい。処理時間は、20分以上60分以下が好ましい。処理温度が900℃以上の場合、緻密な基体210および放熱体240が得られる。処理温度が950℃以下の場合、発光素子用基板の変形が抑制されるとともに、生産性が良好となる。

[0180] 焼成処理後に、第1の伝熱部分242および第2の伝熱部分244は、それぞれ、基体210と相互に結合される。

[0181] 前述の焼成処理の条件で形成される基体210に含まれるガラスは、その90体積%以上が非晶質となる。従って、第1の伝熱部分242および第2の伝熱部分244は、ガラスを含まなくても、基体210に対して良好な密着性を有する。

[0182] 以上の工程を経て、第2の発光素子用基板200を製造することができる。

[0183] このような方法では、低抵抗率の放熱体240を得ることができる。また、放熱体240と基体210との間に、良好な密着性を得ることができる。

実施例

[0184] 以下、本発明の実施例について説明する。なお、以下の記載において、例1～例10は、実施例であり、例21～例23は、比較例である。

[0185] (例1)

前述の第1の製造方法により、図3に示したような構成の発光素子用基板を製造した。

[0186] (グリーンシートの作製)

まず、以下の方法により、グリーンシート用のガラス粉末を製造した。

[0187] 60.4 mol%の SiO_2 、15.6 mol%の B_2O_3 、6 mol%の Al_2O_3 、15 mol%の CaO 、1 mol%の K_2O 、および2 mol%の Na_2O を混合し、ガラス原料を得た。

[0188] 次に、このガラス原料を白金ルツボに入れて、1600℃で60分間加熱し、ガラス原料を溶融させた。その後、溶融ガラスを冷却してガラスを作製した。得られたガラスをアルミナ製ボールミルを用いて40時間粉碎して、ガラス粉末を調製した。なお、粉碎時の溶媒には、エチルアルコールを用いた。

[0189] 次に、このガラス粉末（平均粒径1.8 μm ）とアルミナ粉末（平均粒径2.5 μm ）を、質量比で60:40（ガラス:アルミナ）となるように混合して、ガラスとアルミナの混合粉末を製造した。

[0190] 次に、この混合粉末50gに、有機溶剤（トルエン、キシレン、2-プロパノール、2-ブタノールを質量比4:2:2:1で混合したもの）15g、可塑剤（フタル酸ジ-2-エチルヘキシル）2.5g、ポリビニルブチラール5g、および分散剤を添加後、混合して、グリーンシート用スラリーを調製した。

[0191] 次に、ドクターブレード法により、このグリーンシート用スラリーをPETフィルム上に設置した。その後、グリーンシート用スラリーを乾燥させてグリーンシートを製造した。グリーンシートは、縦約3.5mm×横約3.5mmの形状とした。

[0192] 次に、グリーンシートに、縦約0.9mm×横約0.9mmの貫通孔を形成した後、この貫通孔に、銅粒子を含む放熱体用ペーストを充填した。

[0193] 放熱体用ペーストは、以下のように調製した。

[0194] 銅粒子として、 D_{50} が3.8 μm の粗粒と、 D_{50} が0.05 μm の細粒の混合粒子の混合粒子を準備した。粗粒と細粒の体積比は、85:15である。

- [0195] この銅粒子を、質量比で85：15となるようにエチルセルロースと混合した後、得られた混合物を、固形分が85質量%となるように、 α テレピネオール中に分散させた。その後、分散液を1時間混練して、放熱体用ペーストを調製した。
- [0196] 放熱体用ペーストは、スクリーン印刷法により、貫通孔に充填した。
- [0197] 次に、スクリーン印刷法により、グリーンシートの所定の場所に、導体ペーストを設置した。これにより、第1のグリーンシートが得られた。導体ペーストには、放熱体用ペーストと同じものを使用した。
- [0198] 同様の方法により、第2のグリーンシートおよび第3のグリーンシートを作成した。また、3枚のグリーンシートを相互に積層して、図10に示したような組立体を構成した。
- [0199] 次に、組立体を圧着処理し、それぞれのグリーンシートを一体化させ、成形体を形成した。圧着処理には、冷間等方圧加圧法を使用した。
- [0200] 次に、得られた成形体に対して、脱脂処理を実施した。脱脂条件は、1vol%の酸素を含む窒素雰囲気下、500℃、5時間とした。その後、雰囲気を窒素97vol%+水素3vol%の混合雰囲気に変え、成形体を700℃まで1時間かけて加熱した。
- [0201] その後、焼成処理のため、酸素10ppm以下の窒素雰囲気において、成形体を900℃に加熱し、30分間保持した。
- [0202] これにより、基体と、該基体の貫通孔に形成された放熱体と、第1～第3の電極とを有する発光素子用基板が製造された。
- [0203] 以上の方法により、発光素子用基板が得られた。なお、発光素子用基板の高さは、約1mmである。
- [0204] (例2～例4)
- 例1と同様の方法により、発光素子用基板を製造した。
- [0205] ただし、例2～例4では、グリーンシート用スラリーに含まれるガラス粉末とアルミナ粉末の質量比を、例1の場合とは変化させた。その他の条件は、例1と同様である。

[0206] (例5～例10)

例1と同様の方法により、発光素子用基板を製造した。

[0207] ただし、例5～例10では、放熱体用ペーストに含まれる銅粒子において、粗粒の粒径、細粒の粒径、および両者の混合比等を、例1の場合とは変化させた。その他の条件は、例1と同様である。

[0208] (例21)

例1と同様の方法により、発光素子用基板を製造した。

[0209] ただし、この例21では、グリーンシート用スラリーに含まれるガラス粉末とアルミナ粉末の質量比を、40：60とした。また、放熱体用ペーストには、さらに、3質量%のガラスフリットを添加した。その他の条件は、例1と同様である。

[0210] (例22)

例21と同様の方法により、発光素子用基板を製造した。

[0211] ただし、この例22では、放熱体用ペーストに添加されるガラスフリットの量を、4質量%とした。また、放熱体用ペーストに含まれる銅粒子の粗粒と細粒の混合比を、体積比で、65：35とした。その他の条件は、例21と同様である。

[0212] (例23)

例1と同様の方法により、発光素子用基板を製造した。

[0213] ただし、この例23では、放熱体用ペーストに含まれる銅粒子の代わりに、 D_{50} が $3.5\ \mu\text{m}$ の銀粒子を使用した。その他の条件は、例1と同様である。

[0214] 以下の表1には、各例におけるグリーンシート用スラリーに含まれるガラスとセラミックの組成比、および放熱体用ペーストに含まれる銅粒子の仕様等をまとめて示した。

[0215]

[表1]

例	基体		放熱体			
	ガラス量 (wt%)	アルミナ量 (wt%)	粗粒の粒径 D_{50} (μm)	細粒の粒径 D_{50} (μm)	粗粒と細粒の 体積比	ガラス フリット (wt%)
1	60	40	3.8	0.05	85:15	—
2	40	60	3.8	0.05	85:15	—
3	50	50	3.8	0.05	85:15	—
4	70	30	3.8	0.05	85:15	—
5	60	40	4.3	0.05	85:15	—
6	60	40	5.5	0.05	85:15	—
7	60	40	3.8	0.2	85:15	—
8	60	40	3.8	0.05	75:25	—
9	60	40	3.8	0.05	65:35	—
10	60	40	3.8	0.05	90:10	—
21	40	60	3.8	0.05	85:15	3
22	40	60	3.8	0.05	65:35	4
23	60	40	3.5 (Ag粒子)	—	100:0	—

(評価)

各例において製造された発光素子用基板などを用いて、以下の評価を実施した。

[0216] (密着性評価)

以下のようにして、放熱体の密着性を評価した。

[0217] 発光素子用基板の第2の電極を除去して、第2の主面（底面）に放熱体を露出させた。

[0218] 次に、この放熱体の中央部分に、直径0.6 mmの銅ワイヤをはんだ付けた。放熱体上のはんだの領域は、約1 mm ϕ 程度である。

[0219] この状態で、銅ワイヤを発光素子用基板の第2の主面に対して垂直な方向に引っ張り、引張強度を測定した。

[0220] 後述するように、各発光素子用基板において、引張強度に異なる値が得られた。このことから、採用した測定法においては、はんだの接着強度やワイヤの強度ではなく、基体と放熱体との間の密着力が適正に評価されているものと考えられる。

[0221] (比抵抗評価)

比抵抗は、測定用サンプルを用いて測定した。測定用サンプルは、以下のように作製した。

[0222] 前述の例1～例10、および例21～例23のそれぞれにおけるグリーンシート用スラリーを使用して、グリーンシートを作製した。また、このグリーンシート上に、放熱体ペーストを印刷した。

[0223] 放熱体ペーストの印刷条件は、グリーンシート上の放熱体ペーストが、焼成後に全長200 mm、幅1 mm、および厚さ10 μ mの配線となるように調整した。

[0224] 印刷後にグリーンシートを、1 vol %の酸素を含む窒素雰囲気下において、500℃で5時間焼成した。その後、雰囲気を窒素97 vol % + 水素3 vol %の混合雰囲気に変え、被熱処理体を700℃まで1時間かけて加熱した。その後、酸素10 ppm以下の窒素雰囲気において、被熱処理体を

900℃に加熱し、30分間保持し焼成した。

[0225] これにより、配線付きの測定用サンプルを作製した。

[0226] デジタルマルチメーターを用いて、測定用サンプルにおける配線の長手方向の両端に端子を当て、抵抗値を測定した。得られた抵抗値から、配線の比抵抗を算出した。

[0227] (硫化試験)

前述の比抵抗評価に使用した配線付きの絶縁基板を用いて硫化試験を実施した。

[0228] 硫化試験は、15ppmの硫化水素ガスを含む大気環境下に、絶縁基板を336時間暴露することにより実施した。試験温度は40℃とし、相対湿度は0%とした。

[0229] 硫化試験後に、配線の比抵抗を測定した。得られた結果から、硫化試験の前後における配線の比抵抗の変化（変化率）を評価した。

[0230] 以下の表2には、各発光素子用基板、または発光素子用基板を模擬した各試験体において得られた評価結果をまとめて示した。

[0231]

[表2]

例	密着強度 (kgf/mm ²)	比抵抗 (mΩ・cm)	硫化試験前後の 比抵抗の変化率 (%)
1	2.5	1.9	<1
2	2.0	1.8	<1
3	2.2	1.8	<1
4	2.6	1.9	<1
5	2.5	2.0	<1
6	2.5	2.4	<1
7	2.4	2.3	<1
8	2.5	2.0	<1
9	2.5	2.6	<1
10	2.5	1.9	<1
21	2.4	3.2	<1
22	2.5	3.7	<1
23	2.3	1.8	30

放熱体の密着性評価の結果から、例 2 1 および例 2 2 における発光素子用基板では、基体と放熱体との間で高い密着強度が得られることがわかった。これは、例 2 1 および例 2 2 において使用した放熱体には、ガラスフリットが含まれているためであると考えられる。

[0232] 一方、例 1 ～例 1 0 に使用した発光素子用基板においても、例 2 1 および例 2 2 における密着強度と同等の密着強度が得られた。

[0233] このことから、例 1 ～例 1 0 に使用した発光素子用基板では、放熱体と基体との間に、良好な密着力が得られることがわかった。

[0234] また、比抵抗の測定から、例 2 1 および例 2 2 に使用したガラスフリットを含む放熱体は、 $3.0 \text{ m}\Omega \cdot \text{cm}$ を超える、比較的高い比抵抗を示すことがわかった。これに対して、例 1 ～例 1 0 に使用した放熱体では、比抵抗はいずれも $3.0 \text{ m}\Omega \cdot \text{cm}$ 未満となっており、小さな比抵抗を示すことがわかった。

[0235] さらに、硫化試験前後の比抵抗の変化率から、例 2 3 で使用した放熱体では、放熱体が硫化し易い傾向にあることがわかった。これに対して、例 1 ～例 1 0 で使用した放熱体は、変化率が 1 % 未満であり、良好な耐硫化性を有することがわかった。

[0236] 本願は、2019 年 2 月 14 日に出願した日本国特許出願第 2019-024502 号に基づく優先権を主張するものであり、同日本国出願の全内容を本願に参照により援用する。

符号の説明

- [0237] 1 0 0 第 1 の発光素子用基板
 1 1 0 基体
 1 1 2 a ～ 1 1 2 d 第 1 の辺～第 4 の辺
 1 1 5 側部
 1 1 5 a ～ 1 1 5 d 側部の第 1 の部分～第 4 の部分
 1 2 0 底部
 1 2 2 第 1 の主面

1 2 4	第2の主面
1 2 5 a	第1の孔
1 2 5 b	第2の孔
1 2 6	貫通部
1 4 0	放熱体
2 0 0	第2の発光素子用基板
2 1 0	基体
2 1 2 a ~ 2 1 2 d	第1の辺~第4の辺
2 1 5	側部
2 1 5 a ~ 2 1 5 d	側部の第1の部分~第4の部分
2 2 0	底部
2 2 2	第1の主面
2 2 4	第2の主面
2 2 5 a	第1の孔
2 2 5 b	第2の孔
2 4 0	放熱体
2 4 2	第1の伝熱部分
2 4 4	第2の伝熱部分
2 6 0	第1の電極
2 6 5	第2の電極
2 7 0	第3の電極
3 5 0 a	第1のグリーンシート
3 5 0 b	第2のグリーンシート
3 5 0 c	第3のグリーンシート
3 5 2 a、3 5 2 b、3 5 2 c	第1の主表面
3 5 4 a、3 5 4 b、3 5 4 c	第2の主表面
3 5 6 a、3 5 6 b	貫通孔
3 5 8 a	放熱体用ペースト

- 3 5 8 b 放熱体用ペースト
- 3 5 9 a、3 6 1 a 導体ペースト
- 3 5 9 b 第3の導体ペースト
- 3 6 1 b 第4の導体ペースト
- 3 6 9 組立体

請求の範囲

- [請求項1] 発光素子用基板であって、
- 相互に対向する第1の主面および第2の主面と、前記第1の主面に開口を有する第1の孔および前記第2の主面に開口を有する第2の孔とを有し、前記第1の主面の側は、発光素子が設置される側である、基体と、
- 該基体の前記第1および第2の孔に設置された放熱体であって、前記第1の孔から前記第2の孔まで電氣的に接続された、放熱体と、
- を有し、
- 前記基体は、ガラスとセラミックスの混合材料を含み、前記ガラスの90体積%以上は非晶質で構成され、
- 前記放熱体は、99質量%以上が銅で構成される、発光素子用基板。
- [請求項2] 前記放熱体は、最大1質量%未満のガラスを含む、請求項1に記載の発光素子用基板。
- [請求項3] 前記放熱体は、銅の粗粒および細粒を含み、
- 前記細粒は、平均粒径が $0.02\mu\text{m} \sim 1\mu\text{m}$ の範囲であり、
- 前記粗粒は、平均粒径が $2\mu\text{m} \sim 7\mu\text{m}$ の範囲である、請求項1または2に記載の発光素子用基板。
- [請求項4] さらに、
- 前記基体の前記第1の主面の側に、前記放熱体を覆うように設置された第1の電極と、
- 前記基体の前記第2の主面の側に、前記放熱体を覆うように設置された第2の電極と、
- を有する、請求項1乃至3のいずれか一つに記載の発光素子用基板。
- [請求項5] 前記第1の電極は、前記放熱体と同じ材料で構成され、および／または

前記第2の電極は、前記放熱体と同じ材料で構成される、請求項4に記載の発光素子用基板。

[請求項6] 前記第1の電極と前記第2の電極の間で測定される前記放熱体の比抵抗が $2.8 \mu\Omega \cdot \text{cm}$ 未満である、請求項4または5に記載の発光素子用基板。

[請求項7] 前記第1の孔と前記第2の孔は、相互に連通され貫通部を形成しており、

前記放熱体は、前記貫通部に充填されている、請求項1乃至6のいずれか一つに記載の発光素子用基板。

[請求項8] さらに、前記第1の孔に設置された前記放熱体と前記第2の孔に設置された前記放熱体との間に設置された第3の電極を有する、請求項1乃至6のいずれか一つに記載の発光素子用基板。

[請求項9] 前記基体には、前記ガラスが35質量%～75質量%の範囲で含まれている、請求項1乃至8のいずれか一つに記載の発光素子用基板。

[請求項10] 前記基体は、
前記第1の主面および前記第2の主面を有する底部と、
該底部の前記第1の主面上に設置された棒状の側部と、
を有する、請求項1乃至9のいずれか一つに記載の発光素子用基板。
。

[請求項11] 発光素子用基板の製造方法であって、
(I) 貫通孔を有する第1のグリーンシートを作製する工程であって、
、

前記第1のグリーンシートは、ガラスとセラミックスの混合材料を含む、工程と、

(II) 前記第1のグリーンシートの前記貫通孔に放熱体用ペーストを充填する工程であって、

前記放熱体用ペーストは、銅粒子を含み、ガラスフリットを実質的に含まない、工程と、

(ⅠⅠⅠ) 前記放熱体用ペーストが充填された前記第1のグリーンシートを、前記混合材料を含む他のグリーンシートと組み合わせて、組立体を構成する工程と、

(ⅠⅤ) 前記組立体を焼成して、発光素子用基板を形成する工程であって、

前記第1のグリーンシートおよび他のグリーンシートから、ガラスとセラミックスを含む基体が形成され、前記基体に含まれる前記ガラスは、90体積%以上が非晶質であり、

前記放熱体用ペーストから、銅を99質量%以上含む放熱体が形成される、工程と、

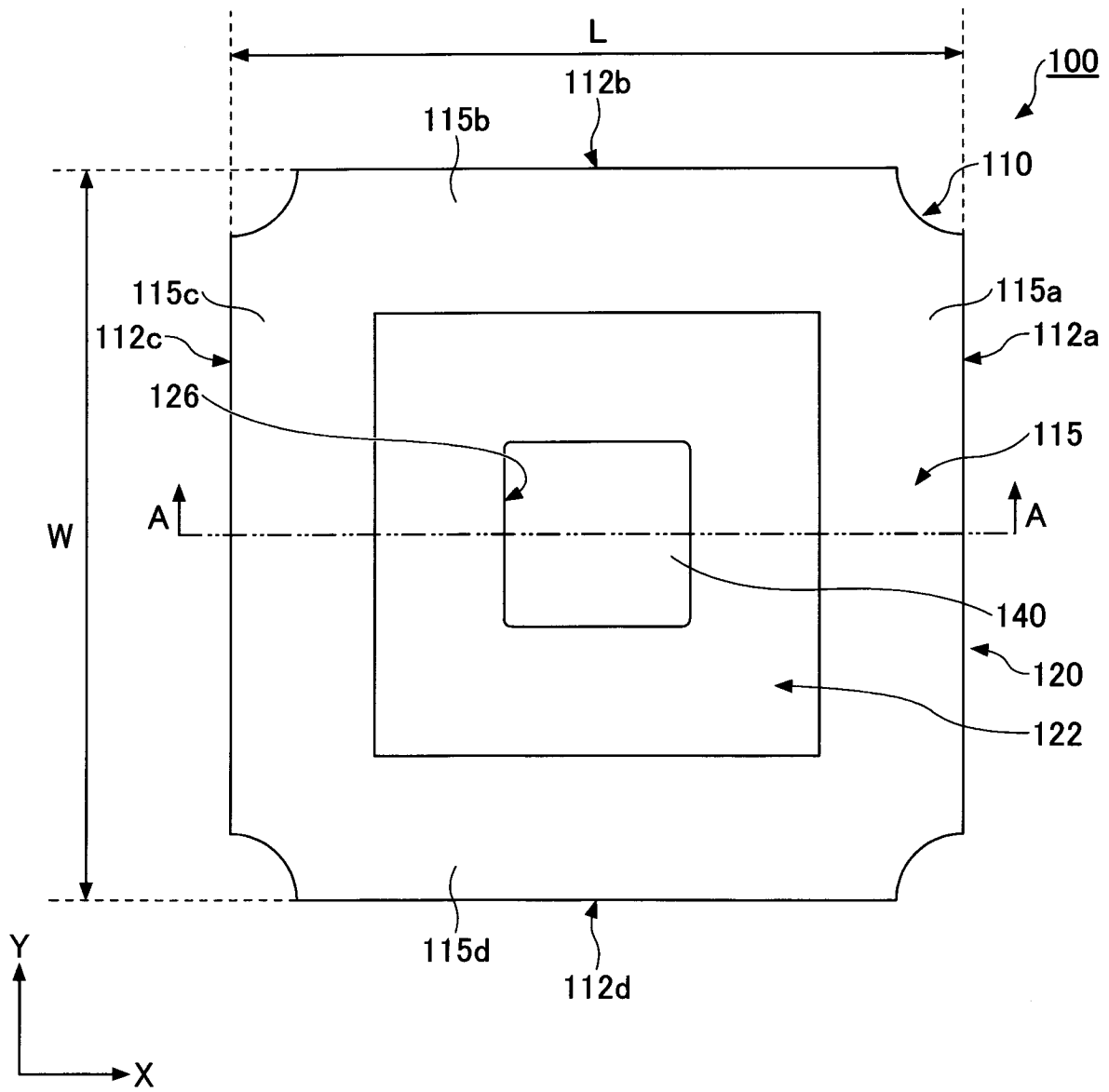
を有する、製造方法。

[請求項12] さらに、前記(ⅠⅠ)の工程と前記(ⅠⅠⅠ)の工程の間に、
前記第1のグリーンシートに、電極および／または配線用の導体ペーストを設置する工程
を有する、請求項11に記載の製造方法。

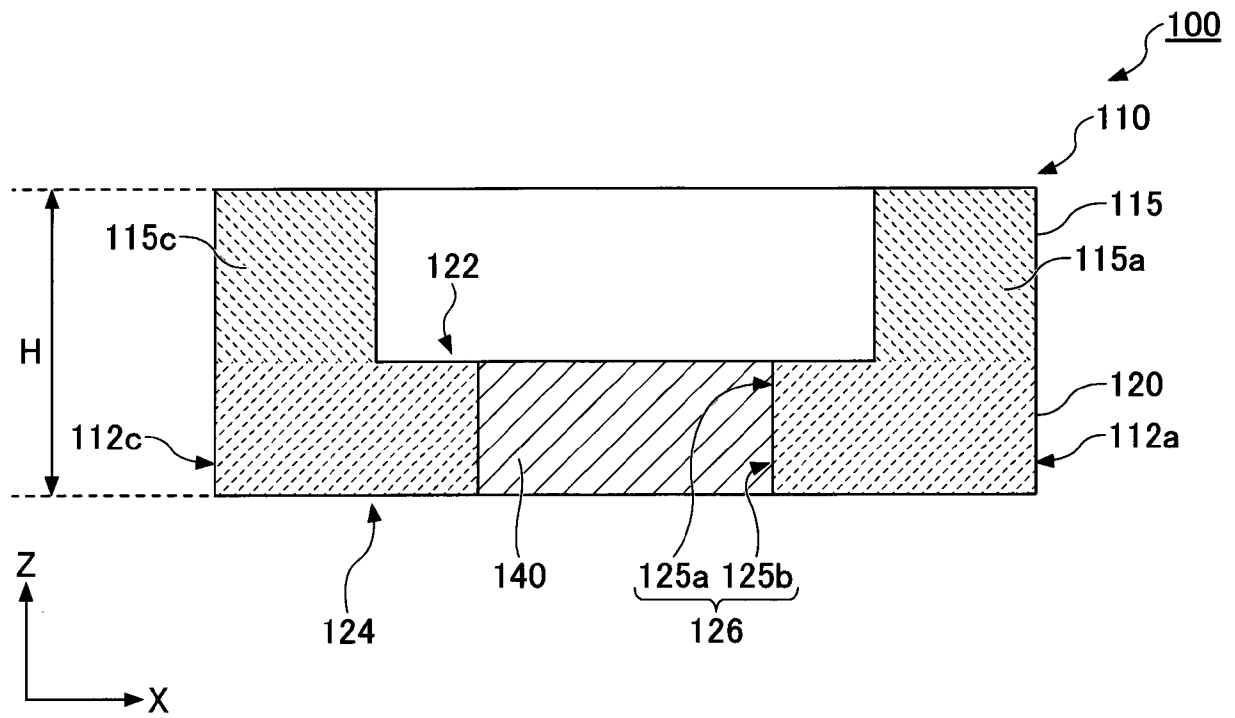
[請求項13] 前記放熱体用ペーストに含まれる銅粒子は、粗粒および細粒を含み、
前記細粒は、 D_{50} が $0.01\mu\text{m} \sim 1\mu\text{m}$ の範囲であり、
前記粗粒は、 D_{50} が $2\mu\text{m} \sim 7\mu\text{m}$ の範囲である、請求項11または12に記載の製造方法。

[請求項14] 前記第1のグリーンシートにおいて、ガラスとセラミックスの総和に対するガラスの質量比は、35質量%～75質量%の範囲である、
請求項11乃至13のいずれか一つに記載の製造方法。

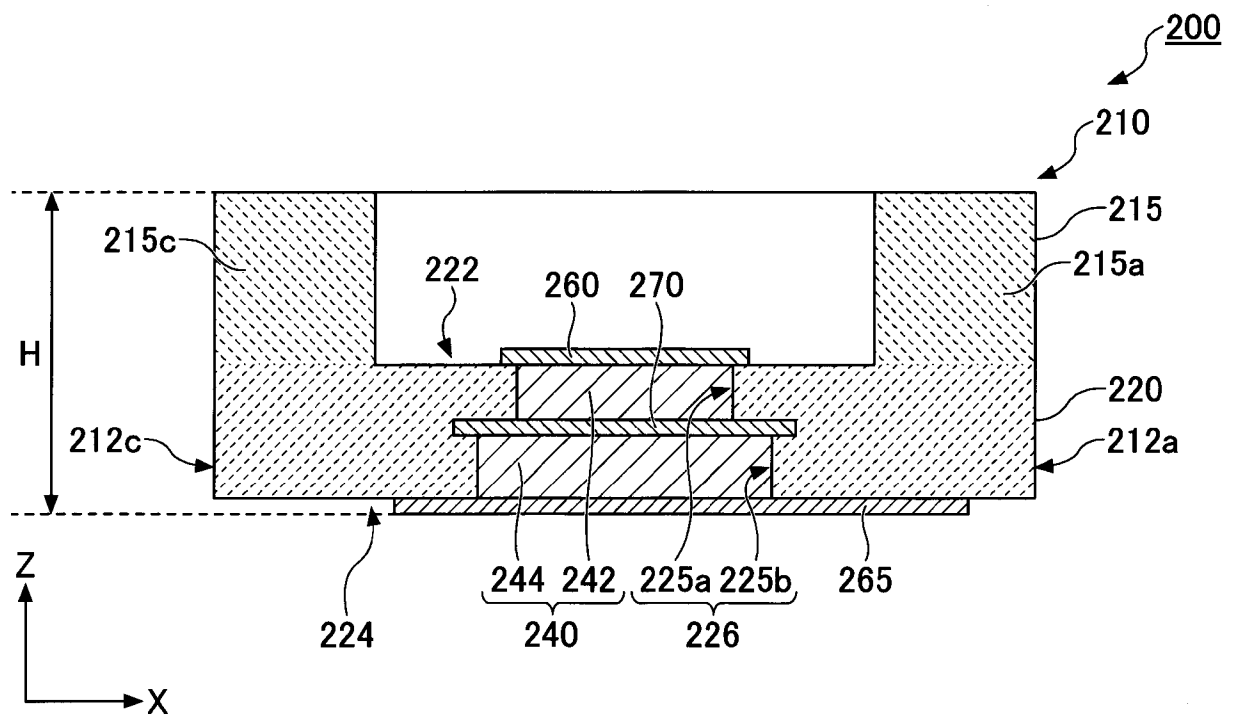
[図1]



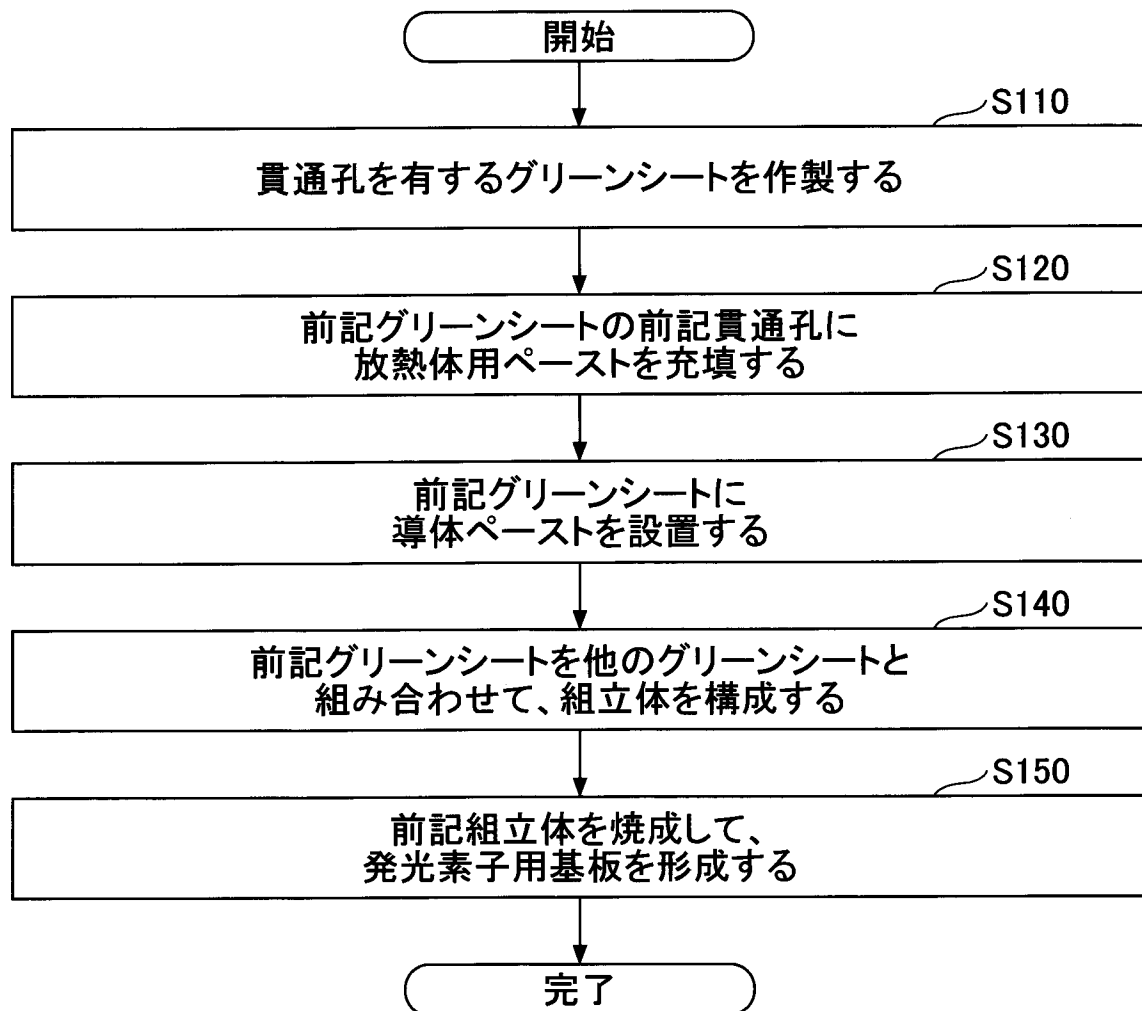
[図2]



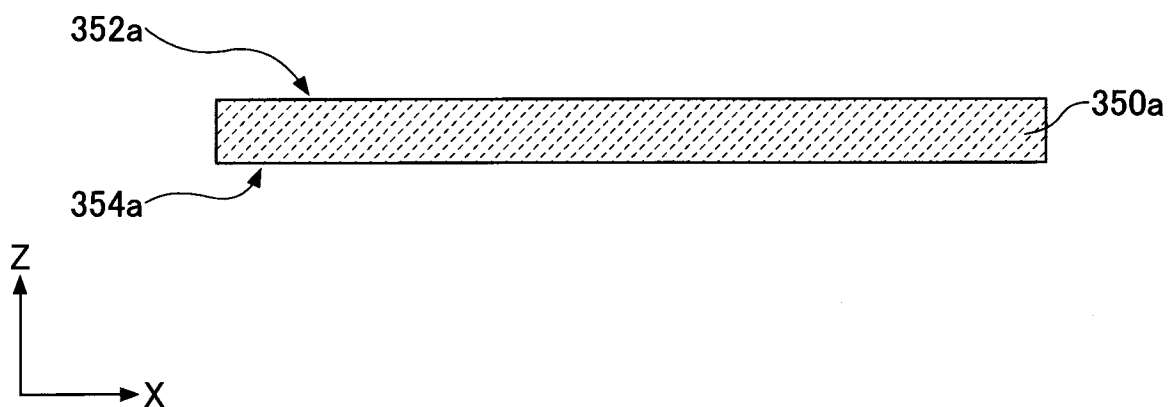
[図3]



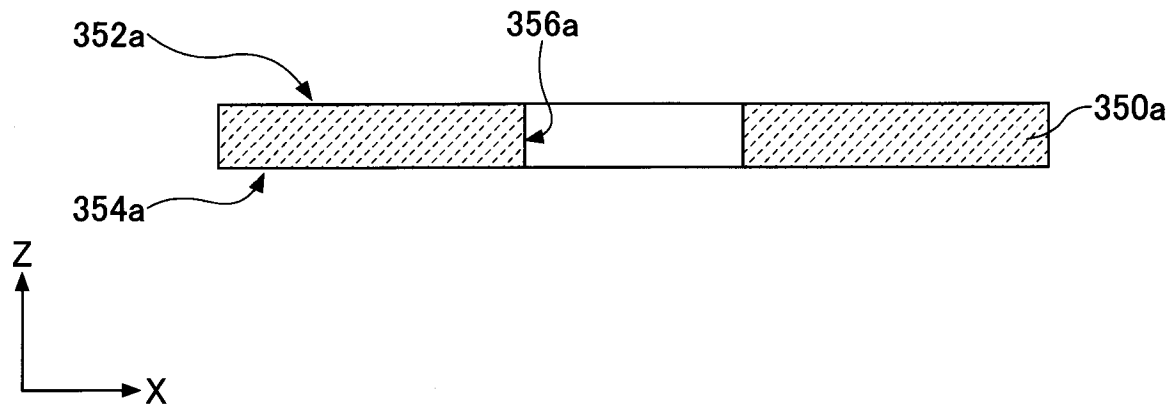
[図4]



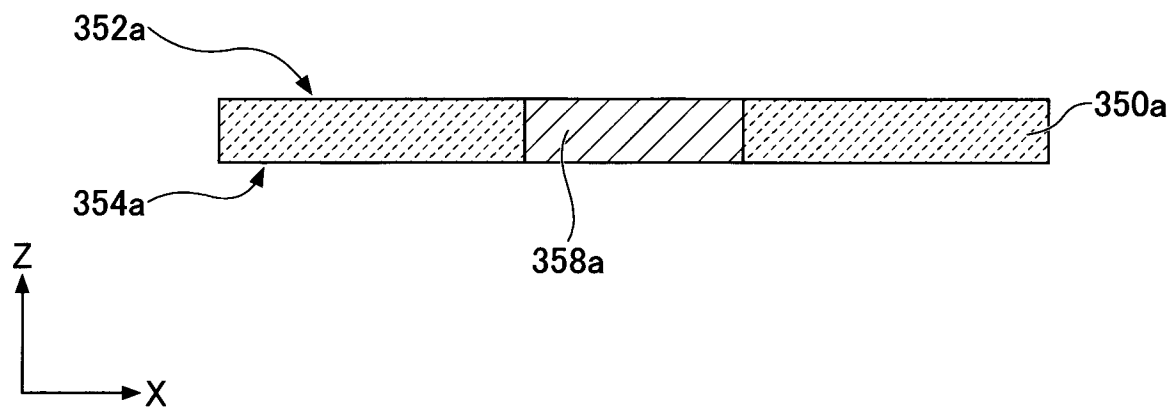
[図5]



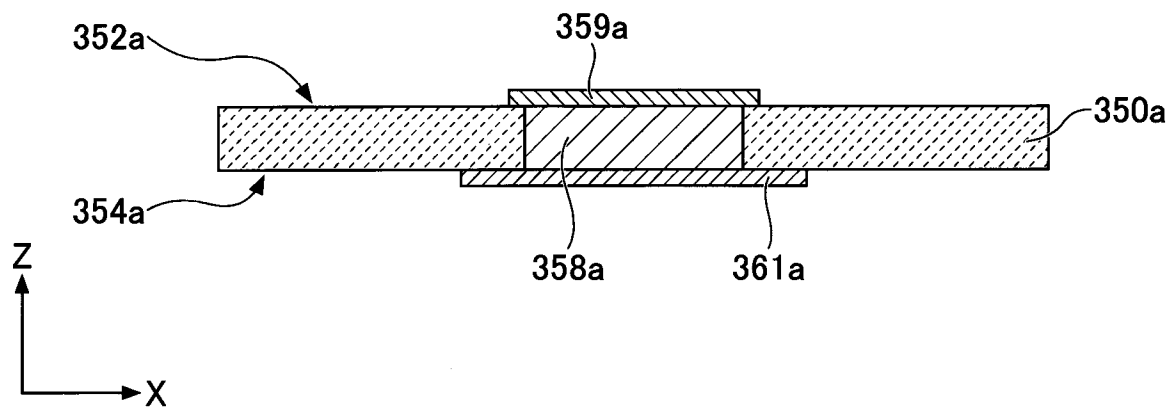
[図6]



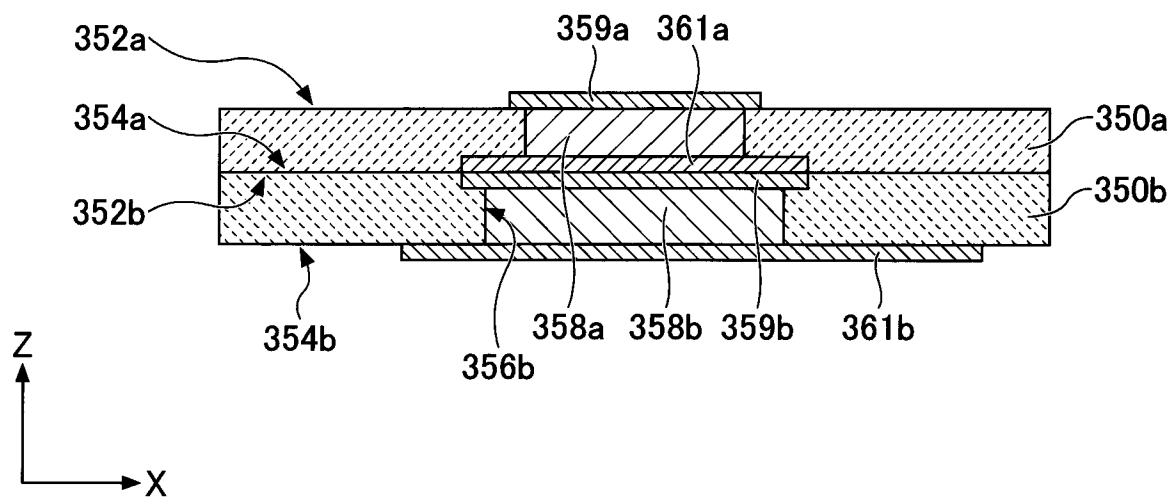
[図7]



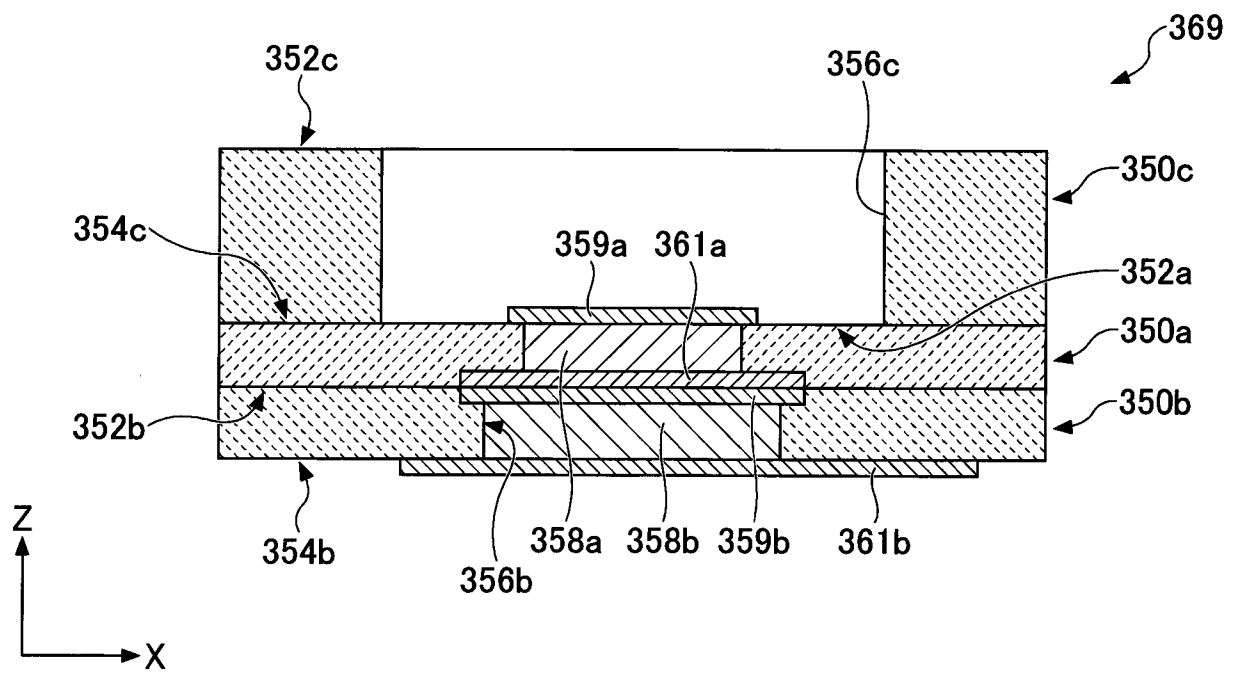
[図8]



[図9]



[図10]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/048436

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L 33/64 (2010.01) i; C03C 3/091 (2006.01) i; H01S 5/024 (2006.01) i; H05K 3/46 (2006.01) i

FI: H01L33/64; C03C3/091; H01S5/024; H05K3/46 H; H05K3/46 Q

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

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H01L33/00-33/64; C03C1/00-14/00; H01S5/00-5/50; H05K3/46

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

Published examined utility model applications of Japan	1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2020
Registered utility model specifications of Japan	1996-2020
Published registered utility model applications of Japan	1994-2020

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 11-92256 A (MATSUSHITA ELECTRIC INDUSTRIAL CO., LTD.) 06.04.1999 (1999-04-06) paragraphs [0050]-[0057]	1-14
Y	WO 2012/015015 A1 (ASAHI GLASS CO., LTD.) 02.02.2012 (2012-02-02) paragraphs [0018]-[0078], fig. 1	1-14
Y	WO 2009/128354 A1 (ASAHI GLASS CO., LTD.) 22.10.2009 (2009-10-22) paragraphs [0027]-[0049]	1-14
Y	WO 2016/031619 A1 (MITSUI MINING & SMELTING CO., LTD.) 03.03.2016 (2016-03-03) paragraphs [0035]-[0058]	3-10, 13-14
Y	WO 2012/081255 A1 (FURUKAWA ELECTRIC CO., LTD.) 21.06.2012 (2012-06-21) paragraphs [0012]-[0019]	3-10, 13-14

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
25 February 2020 (25.02.2020)

Date of mailing of the international search report
10 March 2020 (10.03.2020)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/048436

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2014-75452 A (ASAHI GLASS CO., LTD.) 24.04.2014 (2014-04-24)	1-14
A	CN 102194807 A (ZHANJING SCIENCE & TECHNOLOGY (SHENZHEN) CO., LTD.) 21.09.2011 (2011-09-21)	1-14
A	JP 2004-228410 A (KYOCERA CORP.) 12.08.2004 (2004-08-12)	1-14
A	JP 2-148789 A (INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES CORP.) 07.06.1990 (1990-06-07)	1-14

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2019/048436

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
JP 11-92256 A	06 Apr. 1999	(Family: none)	
WO 2012/015015 A1	02 Feb. 2012	US 2013/0134859 A1 paragraphs [0020]- [0088], fig. 1	
WO 2009/128354 A1	22 Oct. 2009	JP 5915527 B2 US 2011/0001162 A1 paragraphs [0039]- [0069]	
WO 2016/031619 A1	03 Mar. 2016	EP 2267799 A1 CN 102007609 A KR 10-2010-0135223 A JP 5061236 B2 US 2017/0140847 A1 paragraphs [0046]- [0074]	
WO 2012/081255 A1	21 Jun. 2012	EP 3188314 A1 CN 106663880 A KR 10-2017-0048253 A JP 6121001 B2 US 2013/0266796 A1 paragraphs [0038]- [0064]	
JP 2014-75452 A	24 Apr. 2014	CN 103260797 A	
CN 102194807 A	21 Sep. 2011	KR 10-2014-0002699 A	
JP 2004-228410 A	12 Aug. 2004	JP 5323996 B2	
JP 2-148789 A	07 Jun. 1990	(Family: none)	
		(Family: none)	
		(Family: none)	
		US 5135595 A	
		EP 332561 A2	
		CA 1308817 C	
		DE 68923717 T2	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） H01L 33/64(2010.01)i; C03C 3/091(2006.01)i; H01S 5/024(2006.01)i; H05K 3/46(2006.01)i FI: H01L33/64; C03C3/091; H01S5/024; H05K3/46 H; H05K3/46 Q		
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC）） H01L33/00-33/64; C03C1/00-14/00; H01S5/00-5/50; H05K3/46 最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2020年 日本国実用新案登録公報 1996-2020年 日本国登録実用新案公報 1994-2020年 国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）		
C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 11-92256 A（松下電器産業株式会社）06.04.1999（1999-04-06） 段落[0050]-[0057]	1-14
Y	WO 2012/015015 A1（旭硝子株式会社）02.02.2012（2012-02-02） 段落[0018]-[0078], 図1	1-14
Y	WO 2009/128354 A1（旭硝子株式会社）22.10.2009（2009-10-22） 段落[0027]-[0049]	1-14
Y	WO 2016/031619 A1（三井金属鉱業株式会社）03.03.2016（2016-03-03） 段落[0035]-[0058]	3-10, 13-14
Y	WO 2012/081255 A1（古河電気工業株式会社）21.06.2012（2012-06-21） 段落[0012]-[0019]	3-10, 13-14
A	JP 2014-75452 A（旭硝子株式会社）24.04.2014（2014-04-24）	1-14
A	CN 102194807 A（ZHANJING SCIENCE & TECHNOLOGY（SHENZHEN）CO., LTD.） 21.09.2011（2011-09-21）	1-14
A	JP 2004-228410 A（京セラ株式会社）12.08.2004（2004-08-12）	1-14
☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。 ☒ パテントファミリーに関する別紙を参照。		
* 引用文献のカテゴリー “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの “E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの “L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す） “O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 “P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献 “T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの “X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの “Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの “&” 同一パテントファミリー文献		
国際調査を完了した日 25.02.2020		国際調査報告の発送日 10.03.2020
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		権限のある職員（特許庁審査官） 大和田 有軌 2K 3004 電話番号 03-3581-1101 内線 3255

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2-148789 A (インターナショナル・ビジネス・マシーンス・コーポレーション) 07.06.1990 (1990 - 06 - 07)	1-14

国際調査報告
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2019/048436

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	11-92256	A	06.04.1999	(ファミリーなし)	
WO	2012/015015	A1	02.02.2012	US 2013/0134859	A1
				段落[0020]-[0088], 図1	
				JP 5915527	B2
WO	2009/128354	A1	22.10.2009	US 2011/0001162	A1
				段落[0039]-[0069]	
				EP 2267799	A1
				CN 102007609	A
				KR 10-2010-0135223	A
				JP 5061236	B2
WO	2016/031619	A1	03.03.2016	US 2017/0140847	A1
				段落[0046]-[0074]	
				EP 3188314	A1
				CN 106663880	A
				KR 10-2017-0048253	A
				JP 6121001	B2
WO	2012/081255	A1	21.06.2012	US 2013/0266796	A1
				段落[0038]-[0064]	
				CN 103260797	A
				KR 10-2014-0002699	A
				JP 5323996	B2
JP	2014-75452	A	24.04.2014	(ファミリーなし)	
CN	102194807	A	21.09.2011	(ファミリーなし)	
JP	2004-228410	A	12.08.2004	(ファミリーなし)	
JP	2-148789	A	07.06.1990	US 5135595	A
				EP 332561	A2
				CA 1308817	C
				DE 68923717	T2