

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2016年8月11日(11.08.2016)



(10) 国際公開番号

WO 2016/125611 A1

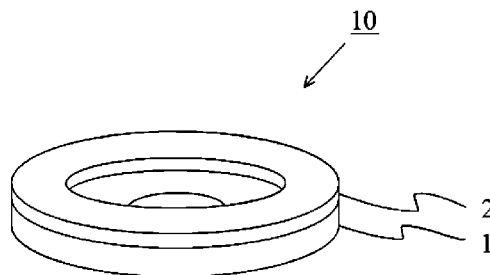
- (51) 国際特許分類:
G02B 5/20 (2006.01) H01L 33/50 (2010.01)
C04B 41/85 (2006.01) H01L 33/60 (2010.01)
F21S 2/00 (2016.01) H01L 33/64 (2010.01)
F21V 7/22 (2006.01) H01S 5/022 (2006.01)
F21V 9/10 (2006.01) F21Y 115/10 (2016.01)
F21V 9/16 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/051903
- (22) 国際出願日: 2016年1月22日(22.01.2016)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2015-018967 2015年2月3日(03.02.2015) JP
特願 2015-060499 2015年3月24日(24.03.2015) JP
- (71) 出願人: 日本電気硝子株式会社(NIPPON ELECTRIC GLASS CO., LTD.) [JP/JP]; 〒5208639 滋賀県大津市晴嵐二丁目7番1号 Shiga (JP).
- (72) 発明者: 古山 忠仁(FURUYAMA Tadahito); 〒5208639 滋賀県大津市晴嵐二丁目7番1号 日本電気硝子株式会社内 Shiga (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, 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),

[続葉有]

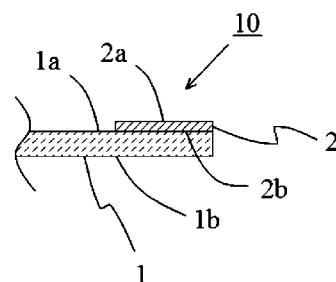
(54) Title: WAVELENGTH CONVERSION MEMBER AND LIGHT EMITTING DEVICE USING SAME

(54) 発明の名称: 波長変換部材及びそれを用いた発光デバイス

(a)



(b)



(57) Abstract: Provided are: a wavelength conversion member which comprises, as a reflective layer, a ceramic layer and has excellent luminous intensity; and a light emitting device which uses this wavelength conversion member. A wavelength conversion member 10 which is characterized by comprising: a first porous ceramic layer 1 that has a porosity of 20% by volume or more; and a phosphor layer 2 that is formed on a main surface 1a of the first porous ceramic layer 1.

(57) 要約: セラミック層を反射層として有し、発光強度に優れた波長変換部材及びそれを用いた発光デバイスを提供する。気孔率が20体積%以上の第1の多孔質セラミック層1と、第1の多孔質セラミック層1の主面1aに形成される蛍光体層2とを備えることを特徴とする波長変換部材10。

WO 2016/125611 A1



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

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称：波長変換部材及びそれを用いた発光デバイス

技術分野

[0001] 本発明は、プロジェクター用蛍光ホイール等として好適な波長変換部材及びそれを用いた発光デバイスに関するものである。

背景技術

[0002] 近年、プロジェクターを小型化するため、LED (Light Emitting Diode) 等の光源と蛍光体とを用いた発光デバイスが提案されている。例えば、光源の光を蛍光体層で波長変換し、得られた蛍光を、波長変換部材に隣接して設けられた反射層により光源の入射側に反射させて外部に取り出す、いわゆる反射型の蛍光ホイールが提案されている（例えば、特許文献1参照）。反射型の蛍光ホイールは外部への蛍光取出し効率が高く、プロジェクターを高輝度化しやすいという利点がある。

[0003] 特許文献1では、反射層として金、銀、銅、アルミニウム等の金属層が開示されている。金属層は熱伝導率も高いため、蛍光体層に発生した熱を効率良く外部に放出できることから、蛍光体の温度消光（蛍光体の温度上昇により発光強度が低下する現象）を効果的に抑制できるという利点がある。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2015-1709号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 金属層は熱膨張係数が比較的大きいため、光源から光を照射した場合、あるいは光照射を停止した場合の膨張及び収縮の割合が大きい。そのため、蛍光体層との熱膨張係数差に起因して、蛍光体層にクラックが入ったり、剥離するおそれがある。そこで、熱膨張係数が比較的小さく、熱伝導率が比較的高いセラミック層を反射層として使用することが考えられるが、セラミック

層は反射率に劣り、十分な発光強度が得られないという問題がある。

[0006] 以上に鑑み、本発明は、セラミック層を反射層として有し、発光強度に優れた波長変換部材及びそれを用いた発光デバイスを提供することを技術課題とする。

課題を解決するための手段

[0007] 本発明の波長変換部材は、気孔率が20体積%以上の第1の多孔質セラミック層と、第1の多孔質セラミック層の主面に形成される蛍光体層とを備えることを特徴とする。

[0008] 本発明の波長変換部材において、第1の多孔質セラミック層は反射層としての機能を果たす。具体的には、励起光を、蛍光体層の主面（第1の多孔質セラミック層側とは反対側の主面）に照射することにより発生した蛍光は、第1の多孔質セラミック層で反射されて、蛍光体層における励起光入射面と同じ主面から外部に照射される。ここで、第1の多孔質セラミック層は20体積%以上の気孔率を有することにより、高い光反射率を示す。具体的には、第1の多孔質セラミック層の内部に存在する気孔とセラミックスとの界面では、両者の屈折率差に起因して光が反射されやすい。本発明では、第1の多孔質セラミック層における気孔の割合が20体積%以上と大きく、光反射に寄与する上記界面が多く存在するため、第1の多孔質セラミック層全体として光反射率が大きくなる。結果として、蛍光体層で発生した蛍光を第1の多孔質セラミック層で効率良く反射することができ、波長変換部材の発光強度を向上させることが可能となる。また、蛍光体層で発生した熱は第1の多孔質セラミック層を通して放熱される。

[0009] 本発明の波長変換部材において、蛍光体層が、第1の多孔質セラミック層に融着または無機接合層を介して接合していることが好ましい。

[0010] 上記構成によれば、耐熱性の低い樹脂接着剤等を使用することなく、蛍光体層と第1の多孔質セラミック層を接合することができるため、耐熱性に優れた波長変換部材を得ることができる。具体的には、樹脂接着剤は励起光の照射熱により劣化して黒化するため、発光強度が経時的に低下しやすいが、

上記構成によればそのような問題が生じにくい。また、樹脂接着剤は熱伝導性が低いため、蛍光体層と第1の多孔質セラミック層を樹脂接着剤で接着した場合は、蛍光体層で発生した熱が第1の多孔質セラミック層側に放熱されにくい。一方、蛍光体層が、第1の多孔質セラミック層に融着または無機接合層を介して接合していれば、蛍光体層で発生した熱が第1の多孔質セラミック層側に効率良く放熱されやすい。

[0011] 本発明の波長変換部材において、第1の多孔質セラミック層は、酸化アルミニウム、酸化マグネシウム及び酸化ジルコニウムから選択される少なくとも1種からなることが好ましい。

[0012] 本発明の波長変換部材において、第1の多孔質セラミック層の、蛍光体層が形成された主面とは反対側の主面に、放熱層が形成されていることが好ましい。

[0013] 蛍光体層で発生した熱は、第1の多孔質セラミック層に伝達されるが、第1の多孔質セラミック層には多数の気孔が存在するため熱伝導性が不十分な場合がある。このような場合に、上記構成を採用すれば、蛍光体層で発生し、第1のセラミック層に伝導した熱が放熱層を通じて外部に放出されやすくなる。よって、蛍光体層における発熱をより一層抑制することが可能となる。

[0014] 本発明の波長変換部材において、放熱層が、気孔率が20体積%未満の緻密質セラミック層であることが好ましい。

[0015] 緻密質セラミック層は、断熱性を有する気孔の割合が20体積%未満と低いため、比較的熱伝導性に優れる。また、第1の多孔質セラミック層で反射されずに透過した光を緻密質セラミック層で反射することができるため、波長変換部材全体として光反射率を向上させることが可能となる。

[0016] 本発明の波長変換部材において、緻密質セラミック層が、酸化アルミニウム、酸化マグネシウム及び酸化ジルコニウムから選択される少なくとも1種からなることが好ましい。

[0017] 本発明の波長変換部材において、放熱層の、第1の多孔質セラミック層が

形成された主面とは反対側の主面に、気孔率20体積%以上の第2の多孔質セラミック層が形成されていることが好ましい。

[0018] 後述するように、第1の多孔質セラミック層は、例えば原料となるグリーンシートの焼成により作製される。ここで、グリーンシートは焼成により収縮しやすいため、第1の多孔質セラミック層及び放熱層を含む積層体に反りが発生する場合がある。特に、各層の厚みが小さい場合は、反りが発生しやすい。そこで、放熱層の、第1の多孔質セラミック層が形成された主面とは反対側の主面に、気孔率20体積%以上の第2の多孔質セラミック層を形成することにより、放熱層と第1のセラミック層の間に発生する応力と、放熱層と第2のセラミック層の間に発生する応力のバランスがとれ、焼成時における反りが発生しにくくなる。

[0019] 本発明の波長変換部材において、第1の多孔質セラミック層と第2の多孔質セラミック層の気孔率、厚み及び／または材質が同一であることが好ましい。このようにすれば、本発明の波長変換部材の製造時のグリーンシートの焼成工程における反りの問題を効果的に抑制することができる。

[0020] 本発明の波長変換部材において、第1の多孔質セラミック層及び／または第2の多孔質セラミック層が易焼結性セラミック粉末を含有することが好ましい。このようにすれば、第1の多孔質セラミック層及び／または第2の多孔質セラミック層の抗折強度が向上し、結果として波長変換部材全体の抗折強度も向上させることができる。

[0021] 本発明の波長変換部材において、第1の多孔質セラミック層及び／または第2の多孔質セラミック層における易焼結性セラミック粉末の含有量が、体積%で0.1～50%であることが好ましい。

[0022] 本発明の波長変換部材において、蛍光体層が、無機バインダー中に蛍光体が分散してなることが好ましい。このようにすれば、蛍光体層の耐熱性が向上しやすくなり、励起光照射による蛍光体層の破損等の不具合が生じにくくなる。

[0023] 本発明の波長変換部材は、ホイール形状であってもよい。この場合、プロ

ジェクター光源の構成部材として好適となる。

[0024] 本発明の発光デバイスは、上記の波長変換部材と、波長変換部材における蛍光体層に励起光を照射する光源とを備えることを特徴とする。

[0025] 本発明の発光デバイスは、プロジェクター光源として使用することができる。

発明の効果

[0026] 本発明によれば、セラミック層を反射層として有し、発光強度に優れた波長変換部材及びそれを用いた発光デバイスを提供することができる。

図面の簡単な説明

[0027] [図1] (a) は、本発明の第1の実施形態に係る波長変換部材を示す模式的斜視図であり、(b) は (a) の波長変換部材の側断面の一部を示す図である。

[図2] 本発明の第2の実施形態に係る波長変換部材の側断面の一部を示す図である。

[図3] 本発明の第3の実施形態に係る波長変換部材の側断面の一部を示す図である。

[図4] 本発明の第4の実施形態に係る波長変換部材の側断面の一部を示す図である。

[図5] 本発明の第5の実施形態に係る波長変換部材の側断面の一部を示す図である。

[図6] 本発明の第6の実施形態に係る波長変換部材の側断面の一部を示す図である。

[図7] 本発明の第7の実施形態に係る波長変換部材の側断面の一部を示す図である。

[図8] (a) は、本発明の第8の実施形態に係る波長変換部材の平面図であり、(b) は (a) のA-A' 断面図である。

[図9] (a) は、本発明の第9の実施形態に係る波長変換部材の平面図であり、(b) は (a) のA-A' 断面図である。

[図10] (a) は、本発明の第10の実施形態に係る波長変換部材の平面図、(b) は (a) の A-A' 断面図、(c) は (a) における放熱層の平面図である。

[図11] 実施例において、特性評価を行うための波長変換部材のサンプルを示す模式的平面図である。

発明を実施するための形態

[0028] 以下、本発明の波長変換部材の実施形態を図面を用いて説明する。但し、以下の実施形態は単なる例示であり、本発明は以下の実施形態に限定されるものではない。また、各図面において、実質的に同一の機能を有する部材は同一の符号で参照する場合がある。

[0029] (1) 第1の実施形態に係る波長変換部材

図1の(a)は、本発明の第1の実施形態に係る波長変換部材を示す模式的斜視図であり、(b)は(a)の波長変換部材の側断面の一部を示す図である。

[0030] 波長変換部材10は、リング状の第1の多孔質セラミック層1と、その主面に第1の多孔質セラミック層1と外径が略同一であり、かつ同心となるように形成されたリング状の蛍光体層2を備えたホイール形状を有している。具体的には、第1の多孔質セラミック層1は主面1aと主面1bを有しており、主面1a上に蛍光体層2が形成されている。励起光は蛍光体層2の主面2a側から入射し、蛍光体層2に含まれる蛍光体により波長変換されて蛍光を発する。蛍光は第1の多孔質セラミック層1で反射され、蛍光体層2の主面2aから外部に照射される。ここで、第1の多孔質セラミック層1は蛍光体層2よりも熱伝導率が高いことが好ましく、これにより蛍光体層2で発生した熱を外部に効率良く放出しやすくなる。

[0031] 第1の多孔質セラミック層1の気孔率は20体積%以上であり、30体積%以上、特に40体積%以上であることが好ましい。第1の多孔質セラミック層1は20体積%以上の気孔率を有することにより、既述の理由から高い光反射率を示す。第1の多孔質セラミック層1の気孔率の上限は80体積%

以下、75体積%以下、特に70体積%以下であることが好ましい。第1の多孔質セラミック層1の気孔率が高すぎると、機械的強度が低下したり、あるいは熱伝導率が低下して蛍光体層2で発生した熱を外部に放出しにくくなる。

[0032] 第1の多孔質セラミック層1は、酸化アルミニウム、酸化マグネシウム、酸化ジルコニウム、酸化チタン、酸化ニオブウム、酸化亜鉛、酸化ケイ素、酸化イットリウム、窒化アルミニウム、窒化ホウ素、窒化ケイ素、炭化ケイ素等からなるものが挙げられる。これらは単独であっても良く、2種以上を複合して用いても良い。なかでも酸化アルミニウム、酸化マグネシウム、酸化ジルコニウムは、熱伝導率が高く、また安価であるため好ましい。特に、酸化アルミニウムであることが好ましい。第1の多孔質セラミック層1を構成する材料は、蛍光体層2よりも熱伝導率が高いことが好ましい。

[0033] 第1の多孔質セラミック層1は易焼結性セラミック粉末を含有することが好ましい。このようにすれば、第1の多孔質セラミック層の抗折強度が向上し、結果として波長変換部材全体の抗折強度も向上させることができる。

[0034] 易焼結性セラミック粉末は低温焼結性のセラミック粉末である。易焼結性セラミック粉末は、純度を高くしたり、粒径を小さくしたりすることにより、焼結温度を低くしている。具体的には、易焼結性セラミック粉末は、例えば1100～1550℃、さらには1200～1400℃の比較的低温で焼成しても焼結することができる。

[0035] 易焼結性セラミック粉末の平均粒子径 (D_{50}) は0.01～10 μm 、特に0.05～5 μm 、特に0.08～1 μm であることが好ましい。平均粒子径を上記範囲とすることにより、易焼結性セラミック粉末を比較的低温で焼結することが可能となる。

[0036] 易焼結性セラミック粉末の純度は99%以上、99.9%以上、特に99.99%以上であることが好ましい。易焼結性セラミック粉末の純度を上記範囲とすることにより、易焼結性セラミック粉末を比較的低温で焼結することが可能となる。

- [0037] 易焼結性セラミック粉末としては、易焼結性アルミナ粉末、易焼結性ジルコニア粉末等が挙げられる。なかでも、易焼結性アルミナ粉末は低温焼結性に優れるため好ましい。易焼結性アルミナ粉末としては、例えば、昭和電工社製のAL-160SGシリーズや、大明化学工業株式会社製のタイミクロンTM-Dシリーズ等を用いることができる。
- [0038] 第1の多孔質セラミック層における易焼結性セラミック粉末の含有量は、体積%で0.1～50%、1～40%、特に5～30%であることが好ましい。易焼結性セラミック粉末の含有量が少なすぎると、上記の効果が得られにくくなる。一方、易焼結性セラミック粉末の含有量が多すぎると、気孔率が低下して光反射率が低下しやすくなる。
- [0039] 第1の多孔質セラミック層1の厚みは0.05～2mm、0.1～1.5mm、特に0.2～1mmであることが好ましい。第1の多孔質セラミック層1の厚みが小さすぎると、機械的強度が低下して、使用時に破損しやすくなる。また、十分な光反射率が得られにくくなる。一方、第1の多孔質セラミック層1の厚みが大きすぎると、波長変換部材10、さらにはそれを用いた発光デバイスの質量が大きくなる傾向がある。また、ホイール状の波長変換部材10をプロジェクター用光源に使用した場合、波長変換部材10を回転させるモーターへの負荷が大きくなる、あるいは回転による振動が大きくなり破損のおそれがある。
- [0040] 蛍光体層2としては、例えば無機バインダー中に蛍光体が分散してなるものが挙げられる。無機バインダーとしてはガラス等が挙げられる。また、第1の多孔質セラミック層1との熱膨張係数も整合させやすくなり、励起光照射により高温になった場合であっても、熱膨張係数差に起因する破損が生じにくくなる。
- [0041] 無機バインダーとして使用するガラスとしては、ホウ珪酸塩系ガラス、リン酸塩系ガラスなどを用いることができる。ガラスの軟化点は250～1000℃、特に300～850℃であることが好ましい。ガラスの軟化点が低すぎると、蛍光体層2の機械的強度が低下したり、励起光の照射により融解

しやすくなる。一方、ガラスの軟化点が高すぎると、製造時における焼成工程で蛍光体が劣化して、蛍光体層2の発光強度が低下しやすくなる。

[0042] 蛍光体は、励起光の入射により蛍光を出射するものであれば、特に限定されるものではない。蛍光体の具体例としては、例えば、酸化物蛍光体、窒化物蛍光体、酸窒化物蛍光体、塩化物蛍光体、酸塩化物蛍光体、硫化物蛍光体、酸硫化物蛍光体、ハロゲン化物蛍光体、カルコゲン化物蛍光体、アルミン酸塩蛍光体、ハロリン酸塩化物蛍光体、ガーネット系化合物蛍光体から選ばれた1種以上等が挙げられる。励起光として青色光を用いる場合、例えば、緑色光、黄色光または赤色光を蛍光として出射する蛍光体を混合して用いられよい。

[0043] 蛍光体の平均粒子径 (D_{50}) は $1 \sim 50 \mu\text{m}$ 、特に $5 \sim 25 \mu\text{m}$ であることが好ましい。蛍光体の平均粒子径が小さすぎると、発光強度が低下しやすくなる。一方、蛍光体の平均粒子径が大きすぎると、発光色が不均一になる傾向がある。

[0044] 蛍光体層2中における蛍光体の含有量は $5 \sim 80$ 体積%、 $10 \sim 75$ 体積%、特に $20 \sim 70$ 体積%であることが好ましい。蛍光体の含有量が少なすぎると、発光強度が不十分になる傾向がある。一方、蛍光体の含有量が多すぎると、蛍光体層2の機械的強度が不十分になる傾向がある。

[0045] 蛍光体層2の厚みは、励起光が確実に蛍光体に吸収されるような厚みである範囲において、薄い方が好ましい。蛍光体層2が厚すぎると、蛍光体層2における光の散乱や吸収が大きくなりすぎ、蛍光の出射効率が低くなってしまふ場合があるためである。具体的には、蛍光体層2の厚みは 1 mm 以下、 0.5 mm 以下、特に 0.3 mm 以下であることが好ましい。蛍光体層2の厚みの下限値は、通常、 0.03 mm 程度である。

[0046] 蛍光体層2は、融着または無機接合層を介して第1の多孔質セラミック層1に接合していることが好ましい。このようにすれば、波長変換部材10の耐熱性を高めることができる。また、蛍光体層2で発生した熱を第1の多孔質セラミック層1側に効率良く放熱することができる。

- [0047] 蛍光体層 2 を第 1 の多孔質セラミック層 1 に融着する方法としては、例えば蛍光体層 2 を第 1 の多孔質セラミック層 1 の主面 1 a 上に積層して加熱圧着し、焼成する方法が挙げられる。例えば、ガラスマトリクス中に蛍光体が分散してなる蛍光体層 2 の場合は、第 1 の多孔質セラミック層 1 と、蛍光体層 2 におけるガラスマトリクスが融着する。
- [0048] 蛍光体層 2 を第 1 の多孔質セラミック層 1 に無機接合層により接合する方法としては、多孔質セラミック層 1 の主面 1 a 上にゾルゲル法による透明無機材料を塗布し、その上に蛍光体層 2 を積層して加熱する方法が挙げられる。ゾルゲル法による透明無機材料としてはポリシラザン等があげられる。ポリシラザンは空気中の水分と反応し、アンモニアを発生して縮合することにより、 SiO_2 の被膜を形成する。このように、透明無機材料として、比較的低温（室温～ 200°C ）で無機質のガラス膜を形成する接合剤を使用することができる。その他にも、アルコール可溶型有機ケイ素化合物や、その他金属化合物（有機または無機）を含み、触媒の存在下、比較的低温でガラスと同様の SiO_2 ネットワークを形成する接合剤を使用することができる。当該接合剤は、有機金属化合物として金属アルコキシド、触媒としてアルコールを用いた場合、加水分解及び脱水反応が促進される結果、 SiO_2 ネットワークが形成される。
- [0049] 波長変換部材 10 は以下のようにして作製することができる。
- [0050] 第 1 の多孔質セラミック層 1 の原料であるセラミック粉末と、バインダー樹脂、溶剤、可塑剤等の有機成分とを含むスラリーを、ポリエチレンテレフタレート等の樹脂フィルム上にドクターブレード法等により塗布し、加熱乾燥することにより、第 1 の多孔質セラミック層 1 用グリーンシートを作製する。ここで、第 1 の多孔質セラミック層 1 の原料であるセラミック粉末の平均粒子径（ D_{50} ）は $0.1 \sim 10 \mu\text{m}$ であることが好ましい。セラミック粉末の平均粒子径が小さすぎると、第 1 の多孔質セラミック層 1 の気孔率が低下しやすくなる。一方、セラミック粉末の平均粒子径が大きすぎると、焼結が不十分となり、第 1 の多孔質セラミック層 1 の機械的強度が低下しやすくなる。

なる。次に、第1の多孔質セラミック層1用グリーンシートを約1200～1500℃で焼成する。このようにして、第1の多孔質セラミック層1を得る。ここで、焼成温度が低すぎると、焼結が不十分になる傾向がある。一方、焼成温度が高すぎると、気孔率が低下しやすくなる。

[0051] また蛍光体層2のガラスマトリクスとなるガラス粉末と、蛍光体と、バインダー樹脂、溶剤、可塑剤等の有機成分とを含むスラリーを、ポリエチレンテレフタレート等の樹脂フィルム上にドクターブレード法等により塗布し、加熱乾燥することにより、蛍光体層2用グリーンシートを作製する。

[0052] 得られた多孔質セラミック層1と蛍光体層2用グリーンシートを積層し、焼成することにより、多孔質セラミック層1と蛍光体層2が融着接合される波長変換部材10が得られる。ここで、焼成温度は蛍光体層2におけるガラス粉末の軟化温度±100℃の範囲内、特にガラス粉末の軟化点±50℃の範囲内であることが好ましい。焼成温度が低すぎると、蛍光体層2が多孔質セラミック層1に融着しにくくなる。また、ガラス粉末の焼結が不十分となって、蛍光体層2の機械的強度が低下しやすくなる。一方、焼成温度が高すぎると、蛍光体が劣化して発光強度が低下するおそれがある。

[0053] 上記方法以外にも、多孔質セラミック層1の表面に蛍光体層2用スラリーを塗布し、焼成することにより、多孔質セラミック層1と蛍光体層2が融着接合されてなる波長変換部材10を得ることができる。ここで使用する蛍光体層2用スラリーは、蛍光体層2用グリーンシートの作製に使用したものを利用できる。

[0054] あるいは、多孔質セラミック層1用グリーンシートと蛍光体層2用グリーンシートをそれぞれ別々に焼成して多孔質セラミック層1と蛍光体層2を得た後、それらが無機接合剤を用いて接合することにより、多孔質セラミック層1と蛍光体層2が無機接合層により接合されてなる波長変換部材10を得ることもできる。

[0055] なお、上記の各製造方法において、グリーンシートまたはスラリーの焼成前に、有機物を除去するための脱脂工程を行ってもよい。また、グリーンシ

ートを含む各層の積層時において、互いの密着性を高めるため、適宜加熱圧着してもよい。

[0056] (2) 第2の実施形態に係る波長変換部材

図2は、本発明の第2の実施形態に係る波長変換部材の側断面の一部を示す図である。本実施形態に係る波長変換部材20では、多孔質セラミック層1の蛍光体層2が形成された主面1aとは反対側の主面1b上に放熱層3が設けられている点で、第1の実施形態に係る波長変換部材10と異なる。放熱層3は、第1の多孔質セラミック層1と外径が略同一かつ同心であるリング状である。その他の構成は第1の実施形態に係る波長変換部材10と同じである。多孔質セラミック層1の主面1b上に放熱層3を設けることにより、既述の理由から、蛍光体層2で発生し、第1のセラミック層1に伝導した熱が放熱層3を通じて外部に放出されやすくなる。放熱層3の熱伝導率は5 W/m・K以上、10 W/m・K以上、特に20 W/m・K以上であることが好ましい。

[0057] 放熱層3としては、例えば、緻密質セラミック層が挙げられる。緻密質セラミック層の気孔率は20体積%未満であり、15体積%以下、特に10体積%以下であることが好ましい。緻密質セラミック層の気孔率が高すぎると、熱伝導率が低下して、放熱性が低下しやすくなる。一方、緻密質セラミック層の気孔率の下限は特に限定されないが、現実的には0.2体積%以上である。

[0058] 緻密質セラミック層は、酸化アルミニウム、酸化マグネシウム、酸化ジルコニウム、酸化チタン、酸化ニオブウム、酸化亜鉛、酸化イットリウム、窒化アルミニウム、窒化ホウ素、炭化ケイ素等からなるものが挙げられる。これらは単独であっても良く、2種以上を複合して用いても良い。なかでも酸化アルミニウム、酸化マグネシウム、酸化ジルコニウムは、熱伝導率が高く、また安価であるため好ましい。

[0059] 放熱層3としては、上記以外にもサファイアや、アルミニウム、銀、銅等の金属からなるものであってもよい。

- [0060] 放熱層 3 の厚みは 0. 2 ～ 2 mm、0. 3 ～ 1. 5 mm、特に 0. 5 ～ 1 mm であることが好ましい。放熱層 3 の厚みが小さすぎると、十分な放熱効果が得られにくくなる。一方、放熱層 3 の厚みが大きすぎると、波長変換部材 20、さらにはそれを用いた発光デバイスの質量が大きくなる傾向がある。また、ホイール状の波長変換部材 20 をプロジェクター用光源に使用した場合、波長変換部材 20 を回転させるモーターへの負荷が大きくなる、あるいは回転による振動が大きくなり破損のおそれがある。
- [0061] 波長変換部材 20 は以下のようにして作製することができる。
- [0062] 波長変換部材 10 における方法と同様にして、第 1 の多孔質セラミック層 1 用グリーンシートを作製する。
- [0063] 次に、放熱層 3 を準備する。放熱層 3 として緻密質セラミック層を用いる場合は、波長変換部材 10 における多孔質セラミック層 1 用グリーンシートの作製方法と同様にして、緻密質セラミック層用グリーンシートを得る。緻密質セラミック層用グリーンシートを比較的高温で焼結することにより、気孔率の低い緻密質セラミック層を得る。具体的には、緻密質セラミック層用グリーンシートを約 1 5 0 0 ℃ 以上、好ましくは 1 6 0 0 ℃ 以上で焼成することが好ましい。また、原料であるセラミック粉末の平均粒子径 (D_{50}) が小さいほど、緻密質セラミック層の気孔率を低減しやすい。
- [0064] 続いて、第 1 の多孔質セラミック層 1 用グリーンシートと、放熱層 3 を積層し、焼成することにより第 1 の多孔質セラミック層 1 と放熱層 3 が接合してなる積層体を得る。
- [0065] 波長変換部材 10 における方法と同様にして、得られた積層体における第 1 の多孔質セラミック層 1 の主面 1 a 上に蛍光体層 2 を接合することにより、波長変換部材 20 を得る。
- [0066] なお、先に蛍光体層 2 を第 1 の多孔質セラミック層 1 に接合した後に放熱層 3 を接合してもよい。
- [0067] (3) 第 3 の実施形態に係る波長変換部材
- 図 3 は、本発明の第 3 の実施形態に係る波長変換部材の側断面の一部を示

す図である。本実施形態に係る波長変換部材 30 では、放熱層 3 の主面 3 a に、放熱層 3 と同心であるリング状の穴部 H が設けられており、穴部 H 内に多孔質セラミック層 1 が形成されている点で、第 2 の実施形態に係る波長変換部材 20 と異なる。蛍光体層 2 は多孔質セラミック層 1 の主面 1 a 上に設けられている。具体的には、蛍光体層 2 は多孔質セラミック層 1 の主面 1 a を覆うように形成されており、かつ蛍光体層 2 の一部は放熱層 3 の主面 3 a 上に形成されている。本実施形態に係る波長変換部材 30 では、蛍光体層 2 の一部が放熱層 3 上に形成されているため、蛍光体層 2 で発生した熱をより一層外部に放出しやすくなる。

[0068] 波長変換部材 30 は以下のようにして作製することができる。

[0069] まず、波長変換部材 10 における方法と同様にして、放熱層 3 を準備し、放熱層 3 の主面 3 a に穴部 H を切削等により形成する。あるいは、放熱層 3 として緻密質セラミック層を用いる場合は、緻密質セラミック層用グリーンシートを、穴部 H が得られるように適宜積層した状態で焼成することにより、主面 3 a に穴部 H が形成された放熱層 3 を得る。

[0070] 次に、波長変換部材 10 における方法と同様にして得られた第 1 の多孔質セラミック層 1 用グリーンシートを、放熱層 3 における穴部 H の形状に合わせて切断し、穴部 H 内に積層する。ここで、第 1 の多孔質セラミック層 1 用グリーンシートの大きさは、焼成時における収縮を考慮して適宜調整する（例えば、穴部 H の大きさよりも一回り大きくする等）ことが好ましい。その後、焼成することにより、放熱層 3 の穴部 H の内部に第 1 の多孔質セラミック層 1 を形成する。

[0071] さらに、波長変換部材 10 における方法と同様にして、第 1 の多孔質セラミック層 1 の主面 1 a 上に蛍光体層 2 を接合することにより、波長変換部材 30 を得る。

（４）第 4 の実施形態に係る波長変換部材

図 4 は、本発明の第 4 の実施形態に係る波長変換部材の側断面の一部を示す図である。本実施形態に係る波長変換部材 40 では、蛍光体層 2 が穴部 H

の内部に形成されている点で、第3の実施形態に係る波長変換部材30とは異なる。具体的には、波長変換部材40の主面3aに形成された穴部Hの内部に、第1の多孔質セラミック層1及び蛍光体層2が順に形成されている。

[0072] 本実施形態に係る波長変換部材40においては、蛍光体層2の端部が放熱層3に接触しているため、蛍光体層2で発生した熱をより一層外部に放出しやすくなる。

[0073] なお、波長変換部材40は、波長変換部材30の作製方法に準じて作製することができる。

[0074] (5) 第5の実施形態に係る波長変換部材

図5は、本発明の第5の実施形態に係る波長変換部材の側断面の一部を示す図である。本実施形態に係る波長変換部材50では、放熱層3の主面3a上に、放熱層3と同心であるリング状の切り欠き部Cが形成されており、切り欠き部C内に多孔質セラミック層1が形成されている点で、第3の実施形態に係る波長変換部材30と異なる。蛍光体層2は多孔質セラミック層1の主面1a上に設けられている。具体的には、蛍光体層2は多孔質セラミック層1の主面1aを覆うように形成されており、かつ蛍光体層2の一部は放熱層3の主面3a上に形成されている。第3の実施形態に係る波長変換部材30と同様に、本実施形態に係る波長変換部材50では、蛍光体層2の一部が放熱層3上に形成されているため、蛍光体層2で発生した熱をより一層外部に放出しやすくなる。

[0075] なお、波長変換部材50は、波長変換部材30の作製方法に準じて作製することができる。

[0076] (6) 第6の実施形態に係る波長変換部材

図6は、本発明の第6の実施形態に係る波長変換部材の側断面の一部を示す図である。本実施形態に係る波長変換部材60では、蛍光体層2が、放熱層3の主面3a上に設けられた切り欠き部Cの内部に形成されている点で、第5の実施形態に係る波長変換部材50とは異なる。具体的には、波長変換部材60の主面3aに形成された切り欠き部Cの内部に、第1の多孔質セラ

ミック層 1 及び蛍光体層 2 が順に形成されている。

[0077] 本実施形態に係る波長変換部材 60 においては、蛍光体層 2 の端部が放熱層 3 に接触しているため、蛍光体層 2 で発生した熱をより一層外部に放出しやすくなる。

[0078] なお、波長変換部材 60 は、波長変換部材 30 の作製方法に準じて作製することができる。

[0079] (7) 第 7 の実施形態に係る波長変換部材

図 7 は、本発明の第 7 の実施形態に係る波長変換部材の側断面の一部を示す図である。本実施形態に係る波長変換部材 70 では、放熱層 3 の主面 3b 上に、第 1 の多孔質セラミック層 1 と略同一形状の第 2 の多孔質セラミック層 1' が設けられている。その他の構成は第 2 の実施形態に係る波長変換部材 20 と同じである。

[0080] 放熱層 3 の主面 3b 上に第 2 の多孔質セラミック層 1' を設けることにより、既述の通り、製造工程におけるグリーンシート焼成時に波長変換部材 70 に反りが発生しにくくなる。

[0081] 第 2 の多孔質セラミック層 1' の気孔率及び厚みの範囲、及び材質の具体例については、第 1 の多孔質セラミック層 1 と同様のものを選択することができる。製造時の焼成工程における波長変換部材 70 の反りの問題を効果的に抑制する観点からは、第 1 の多孔質セラミック層 1 と第 2 の多孔質セラミック層 1' の気孔率、厚み及び材質の少なくとも 1 つが同一であることが好ましく、それら全てが同一であることがより好ましい。

[0082] 第 2 の多孔質セラミック層 1' は易焼結性セラミック粉末を含有することが好ましい。このようにすれば、第 2 の多孔質セラミック層 1' の抗折強度が向上し、結果として波長変換部材全体の抗折強度も向上させることができる。なお、製造時の焼成工程における波長変換部材 70 の反りの問題を効果的に抑制する観点からは、第 2 の多孔質セラミック層 1' における易焼結性セラミック粉末の含有量は、第 1 の多孔質セラミック層における易焼結性セラミック粉末の含有量と同一であることが好ましい。

[0083] 波長変換部材 70 は以下のようにして作製することができる。

[0084] 波長変換部材 10 における方法と同様にして、第 1 の多孔質セラミック層 1 用グリーンシート及び第 2 の多孔質セラミック層 1' 用グリーンシートを得る。また、波長変換部材 20 における方法と同様にして、放熱層 3 を準備する。放熱層 3 の主面 3 a に第 1 の多孔質セラミック層 1 用グリーンシート、主面 3 b に第 2 の多孔質セラミック層 1' 用グリーンシートを積層し、焼成することにより、放熱層 3 の各主面に第 1 の多孔質セラミック層 1 及び第 2 の多孔質セラミック層 1' がそれぞれ接合してなる積層体を得る。

[0085] 次に、波長変換部材 10 における方法と同様にして、得られた積層体における第 1 の多孔質セラミック層 1 の主面 1 a 上に蛍光体層 2 を接合することにより、波長変換部材 70 を得る。

[0086] (8) 第 8 の実施形態に係る波長変換部材

図 8 の (a) は、本発明の第 8 の実施形態に係る波長変換部材 80 の平面図であり、(b) は (a) の A-A' 断面図である。本実施形態に係る波長変換部材 80 では、蛍光体層 2 が形成されている領域の一部において切り欠き部 C が設けられている点で波長変換部材 70 と異なっている。各層の構成は波長変換部材 70 と同じである。切り欠き部 C においては、蛍光体層 2、第 1 の多孔質セラミック層 1、第 2 の多孔質セラミック層 1' 及び放熱層 3 のいずれも形成されておらず、ホイール外周の一部が完全に欠損した形態となっており、励起光が透過できるようになっている。よって、波長変換部材 80 を用いることにより、励起光を蛍光体層 2 で波長変換させて蛍光を取り出す場合と、励起光をそのまま取り出す場合の両者を適宜使い分けることができる発光デバイスを得ることができる。

[0087] (9) 第 9 の実施形態に係る波長変換部材

図 9 の (a) は、本発明の第 9 の実施形態に係る波長変換部材 90 の平面図であり、(b) は (a) の A-A' 断面図である。波長変換部材 90 では、蛍光体層 2 が形成されている領域の一部において切り欠き部 C が設けられている。切り欠き部 C においては、蛍光体層 2、第 1 の多孔質セラミック層

1 及び第2の多孔質セラミック層1' が形成されておらず、放熱層3の主面3 a 及び3 b が露出した状態となっている点で波長変換部材80と異なる。ここで、サファイア等の励起光を透過可能な材料で放熱層3を構成することにより、波長変換部材80と同様に、切り欠き部Cにおいて励起光を透過させることが可能となる。なお、波長変換部材90では、切り欠き部Cにおいて放熱層3が形成されているため、波長変換部材80と比較して、部材全体の質量バランスに優れている。よって、波長変換部材90を高速で回転させた場合の振動や風切り音の発生を抑制することができる。さらに、放熱層3の主面3 a 及び3 b が一部露出しているため、蛍光体層2で発生した熱を外部に放熱させやすい。

[0088] (10) 第10の実施形態に係る波長変換部材

図10の(a)は、本発明の第10の実施形態に係る波長変換部材100の平面図、(b)は(a)のA-A' 断面図、(c)は放熱層3の平面図である。波長変換部材100では、波長変換部材90と同様に、蛍光体層2が形成されている領域の一部において切り欠き部Cが設けられており、かつ、切り欠き部Cにおいては、蛍光体層2、第1の多孔質セラミック層1 及び第2の多孔質セラミック層1' が形成されておらず、放熱層3の主面3 a、3 b が露出した状態となっている。

[0089] 波長変換部材100で使用される放熱層3は、放熱層片31、32から構成される。具体的には、放熱層片31は切り欠き部C' を有しており、切り欠き部C' に対応する形状を有する放熱層片32が切り欠き部C' に嵌め込まれている。放熱層片31、32は、境界部Bで接着剤により接合してもよい。

[0090] 切り欠き部C' は切り欠き部Cよりも一回り大きくなっているため、放熱層3における放熱層片31、32の境界部Bは、第1の多孔質セラミック層1 及び第2の多孔質セラミック層1' により覆われるとともに、切り欠き部Cには放熱層片32のみが露出した状態となっている。また、放熱層片31、32は、境界部Bにおいて第1の多孔質セラミック層1 及び第2の多孔質

セラミック層 1' により挟持されることにより、固定されている。

[0091] ここで、サファイア等の励起光を透過可能な材料で放熱層片 32 を構成することにより、波長変換部材 90 と同様に、切り欠き部 C において励起光を透過させることが可能となる。また、波長変換部材 100 においても、切り欠き部 C において放熱層 3 が形成されているため、波長変換部材 100 を高速で回転させた場合の振動や風切り音の発生を抑制することができる。

[0092] 波長変換部材 100 においては、放熱層 3 のうちの一部、すなわち放熱層片 32 のみを励起光を透過可能な材料で構成すればよく、残りの放熱層片 31 については、励起光に対する透過特性は問われない。例えば、放熱層片 32 としてサファイアを用いる場合は、放熱層片 31 としては、サファイアと熱膨張係数が近似している酸化アルミニウムを使用することが好ましい。このようにすれば、放熱層片 31、32 の熱膨張差に起因する応力の発生を抑制することができる。また、放熱層 3 の大部分を安価な酸化アルミニウムで構成することにより、部材の低コスト化を図ることが可能となる。

[0093] (発光デバイス)

本発明の発光デバイスは、上記の波長変換部材（波長変換部材 10～70 のいずれか）と、波長変換部材に励起光を照射する光源とを備えてなる。光源としては LED や LD 等を使用することができる。光源から照射された励起光は波長変換部材における蛍光体層で波長変換されて蛍光を発し、当該蛍光は第 1 の多孔質セラミック層で反射されて、励起光照射側と同じ側から蛍光が出射される。

実施例

[0094] 以下、本発明の波長変換部材を実施例により詳細に説明する。但し、本発明は以下の実施例に何ら限定されるものではない。

[0095] 表 1 は本発明の実施例及び比較例を示す。

[0096]

[表1]

		実施例1	実施例2	実施例3	実施例4	比較例
蛍光体層の厚み(mm)		0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
セラミック層積層体	多孔質セラミック層					
	気孔率(%)	52	52	47.5	40.2	—
	厚み(mm)	0.3	1	0.3	0.3	—
	易焼結性アルミナ含有量(質量%)	0	0	10	20	0
	抗折強度(MPa)	54	—	85	122	—
	緻密質セラミック層					
	気孔率(%)	5	—	5	5	5
	厚み(mm)	0.8	—	0.8	0.8	0.635
反射率(%)		99.2	98.6	98.8	98.3	83.8
特性評価	蛍光ピーク強度(a.u.)	1290	1263	1269	1251	1098
	蛍光体層温度(°C)	121	145	119	121	141

[0097] (実施例1)

(多孔質セラミック層用グリーンシートの作製)

Al₂O₃粉末(平均粒子径(D₅₀): 1 μm)に対して、結合剤としてポリブチルメタクリレート、可塑剤としてメチルエチルケトン、溶剤としてブチルベンジルフタレートに適宜添加し、24時間混練することによりスラリーを得た。得られたスラリーをドクターブレード法を用いてポリエチレンテレフタレート(PET)フィルム上に塗布し、乾燥させることにより、多孔質セラミック層用グリーンシート(厚み0.32mm)を得た。

[0098] なお、多孔質セラミック層の抗折強度は以下のようにして測定した。多孔質セラミック層用グリーンシートを大気中にて600°Cで8時間脱脂処理を行い、さらに1400°Cで5時間焼成することにより多孔質セラミック層を得た。得られた多孔質セラミック層について、試験機(島津製作所製AG-10kNIS)を用いて抗折強度を測定した。

[0099] (蛍光体層用グリーンシートの作製)

モル%で、SiO₂: 58%、Al₂O₃: 6%、B₂O₃: 17%、Li₂O: 8%、Na₂O: 8%、K₂O: 3%のガラス組成となるよう原料を調合し、溶融急冷法によってフィルム状ガラスを得た。得られたフィルム状ガラス

をボールミルを用いて粉碎し、平均粒子径 (D_{50}) が $1\ \mu\text{m}$ のガラス粉末を得た。

[0100] 得られたガラス粉末と、YAG ($\text{Y}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}$) 蛍光体粉末 (平均粒子径 (D_{50}) : $15\ \mu\text{m}$) とを、ガラス粉末 30体積%、YAG ($\text{Y}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}$) 蛍光体粉末 70体積%となるように調合し、振動混合機を用いて混合した。得られた混合粉末50gに結合剤、可塑剤、溶剤等を適宜添加し、24時間混練することによりスラリーを得た。得られたスラリーをドクターブレード法を用いてPETフィルム上に塗布し、乾燥させることにより、蛍光体層用グリーンシート (厚み0.12mm) を得た。

[0101] (波長変換部材の作製)

多孔質セラミック層用グリーンシートと、放熱層として緻密質セラミック層 (株式会社MARUWA製 Al_2O_3 シート 製品名HA-96-2; 厚み0.8mm、熱伝導率 $23\text{W}/\text{m}\cdot\text{K}$) を重ね合わせ、熱圧着機を用いて、 100°C で5分、 10MPa の圧力を印加して両者を密着させた後、大気中にて 600°C で8時間脱脂処理を行い、さらに 1400°C で5時間焼成することにより、多孔質セラミック層と緻密質セラミック層の2層からなるセラミック層積層体を作製した。

[0102] セラミック層積層体において、多孔質セラミック層用と緻密質セラミック層の気孔率は、断面の反射電子画像を二値化した後に、気孔部分の面積割合を算出することにより求めた。また、セラミック層積層体の光反射率は、島津製作所製UV-2500PCを用いて波長400~800nmの各波長の反射光強度の平均値より求めた。

[0103] 次に、セラミック層積層体の多孔質セラミック層上に蛍光体層用グリーンシートを重ね合わせ、熱圧着機を用いて、 100°C で5分、 10MPa の圧力を印加することにより両者を密着させた後、大気中にて 500°C で7時間脱脂処理を行い、さらに 700°C で1時間焼成することにより波長変換部材を作製した。

[0104] (実施例2)

実施例 1 と同様にして多孔質セラミック層用グリーンシート（厚み 0.26 mm）を作製した。多孔質セラミック層用グリーンシートを 4 層重ねて熱圧着機を用いて 100℃で 5 分、10 MPa の圧力を印可することにより密着させた後、大気中にて 600℃で 8 時間脱脂処理を行い、1400℃で 5 時間焼成することにより多孔質セラミック層を得た。多孔質セラミック層の光反射率を実施例 1 と同様にして測定した。結果を表 1 に示す。

[0105] 多孔質セラミック層と実施例 1 で得られた蛍光体層用グリーンシートを重ね合わせ、熱圧着機を用いて 100℃で 5 分、10 MPa の圧力を印加することにより密着させた後、大気中にて 500℃で 7 時間脱脂処理を行い、さらに 700℃で 1 時間焼成することにより波長変換部材を作製した。

[0106] （実施例 3）

Al₂O₃粉末（平均粒子径（D₅₀）：1 μm）90 体積%と易焼結性アルミナ粉末（大明化学工業株式会社製タイミクロン TM-D）10 体積%の混合粉末に対して、結合剤としてポリブチルメタクリレート、可塑剤としてメチルエチルケトン、溶剤としてブチルベンジルフタレートに適宜添加し、24 時間混練することによりスラリーを得た。得られたスラリーをドクターブレード法を用いてポリエチレンテレフタレート（PET）フィルム上に塗布し、乾燥させることにより、多孔質セラミック層用グリーンシート（厚み 0.32 mm）を得た。

[0107] 得られた多孔質セラミック層用グリーンシートを用いたこと以外は、実施例 1 と同様の方法で波長変換部材を作製した。

[0108] （実施例 4）

多孔質セラミック層用グリーンシートを作製する際に、Al₂O₃粉末 80 体積%と易焼結性アルミナ粉末 20 体積%の混合粉末を用いたこと以外は、実施例 3 と同様にして波長変換部材を作製した。

[0109] （比較例）

実施例 1 で得られた蛍光体層用グリーンシートを、緻密質セラミック層（株式会社 MARUWA 製 Al₂O₃シート 製品名 HA-96-2；厚み 0.

635 mm) に熱圧着機を用いて、100℃で5分、10 MPaの圧力を印加することにより密着させた後、大気中にて500℃で7時間脱脂処理を行い、さらに700℃で1時間焼成することにより波長変換部材を得た。なお、緻密質セラミック層の光反射率を実施例1と同様にして測定した。結果を表1に示す。

[0110] (特性評価)

上記のようにして作製した各波長変換部材につき、蛍光ピーク強度と、蛍光体層の表面温度を下記のようにして測定した。結果を表1に示す。なお、測定には図11に示すサイズのもの（各層の厚みは表1に示す通り）を用いた。

[0111] 8000 rpmで回転させた波長変換部材の蛍光体層表面に、波長440 nmの青色レーザー光源から出力30 Wでレーザー光を照射した。得られた蛍光を光ファイバーを通して小型分光器（USB-4000 オーシャン光学社製）で受光し、発光スペクトルを得た。発光スペクトルから蛍光ピーク強度を読み取った。また蛍光体層の表面温度をFLIR製サーモグラフィ i5 を用いて測定した。

[0112] 表1から明らかなように、実施例1～4の波長変換部材は蛍光ピーク強度が1251 (a. u.) 以上であったのに対し、比較例の波長変換部材は蛍光ピーク強度が1098 (a. u.) と劣っていた。なお、実施例1と実施例2を比較すると、光反射層として多孔質セラミック層と緻密質セラミック層の積層体を用いた場合、光反射率が向上することわかる。また多孔質セラミック層に緻密質セラミック層を積層した場合、蛍光体層の温度も低下しており、これにより蛍光体の温度消光が軽減されるものと考えられる。これら2つの要因により、実施例1の波長変換部材は、実施例2の波長変換部材と比較して蛍光ピーク強度が高くなっていると考察される。さらに、実施例1、3、4を比較すると、多孔質セラミック層に易焼結性アルミナを含有させることにより、抗折強度が向上することがわかる。

符号の説明

[0113] 1 第1の多孔質セラミック層

1' 第2の多孔質セラミック層

2 蛍光体層

3 放熱層

10、20、30、40、50、60、70、80、90、100 波長変換部材

31、32 放熱層片

H 穴部

C、C' 切り欠き部

B 境界部

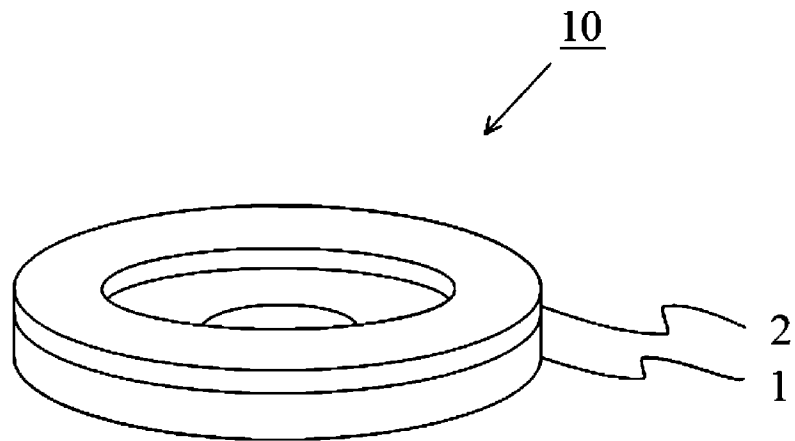
請求の範囲

- [請求項1] 気孔率が20体積%以上の第1の多孔質セラミック層と、第1の多孔質セラミック層の主面に形成される蛍光体層とを備えることを特徴とする波長変換部材。
- [請求項2] 蛍光体層が、第1の多孔質セラミック層に融着または無機接合層を介して接合していることを特徴とする請求項1に記載の波長変換部材。
- [請求項3] 第1の多孔質セラミック層が、酸化アルミニウム、酸化マグネシウム及び酸化ジルコニウムから選択される少なくとも1種からなることを特徴とする請求項1または2に記載の波長変換部材。
- [請求項4] 第1の多孔質セラミック層の、蛍光体層が形成された主面とは反対側の主面に、放熱層が形成されていることを特徴とする請求項1～3のいずれか一項に記載の波長変換部材。
- [請求項5] 放熱層が、気孔率が20体積%未満の緻密質セラミック層であることを特徴とする請求項1～4のいずれか一項に記載の波長変換部材。
- [請求項6] 緻密質セラミック層が、酸化アルミニウム、酸化マグネシウム及び酸化ジルコニウムから選択される少なくとも1種からなることを特徴とする請求項5に記載の波長変換部材。
- [請求項7] 放熱層の、第1の多孔質セラミック層が形成された主面とは反対側の主面に、気孔率20体積%以上の第2の多孔質セラミック層が形成されていることを特徴とする請求項4～6のいずれか一項に記載の波長変換部材。
- [請求項8] 第1の多孔質セラミック層と第2の多孔質セラミック層の気孔率、厚み及び／または材質が同一であることを特徴とする請求項7に記載の波長変換部材。
- [請求項9] 第1の多孔質セラミック層及び／または第2の多孔質セラミック層が易焼結性セラミック粉末を含有することを特徴とする請求項1～8のいずれか一項に記載の波長変換部材。

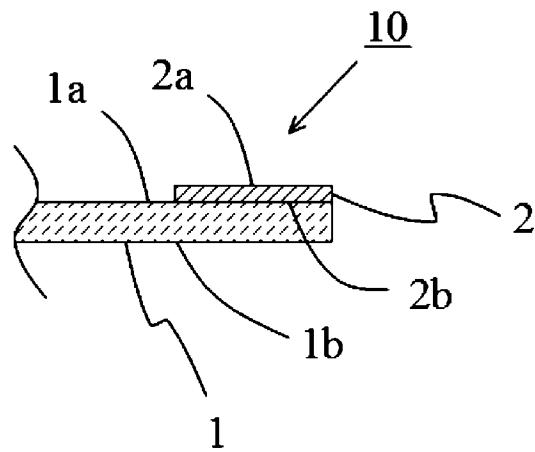
- [請求項10] 第1の多孔質セラミック層及び／または第2の多孔質セラミック層における易焼結性セラミック粉末の含有量が、体積％で0.1～50％であることを特徴とする請求項9に記載の波長変換部材。
- [請求項11] 蛍光体層が、無機バインダー中に蛍光体が分散してなることを特徴とする請求項1～10のいずれか一項に記載の波長変換部材。
- [請求項12] ホイール形状であることを特徴とする請求項1～11のいずれか一項に記載の波長変換部材。
- [請求項13] 請求項1～12のいずれか一項に記載の波長変換部材と、
波長変換部材における蛍光体層に励起光を照射する光源とを備えることを特徴とする発光デバイス。
- [請求項14] プロジェクター光源として使用されることを特徴とする請求項13に記載の発光デバイス。

[図1]

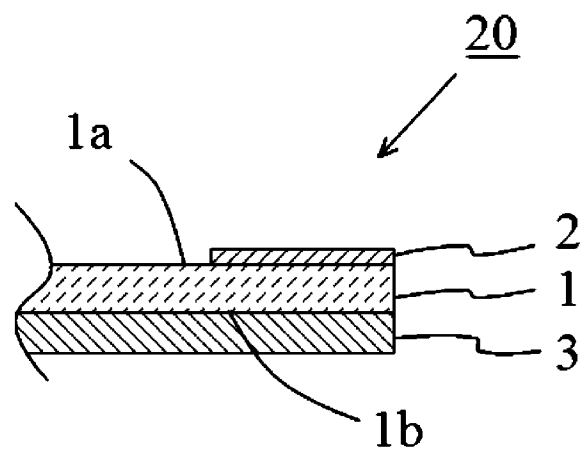
(a)



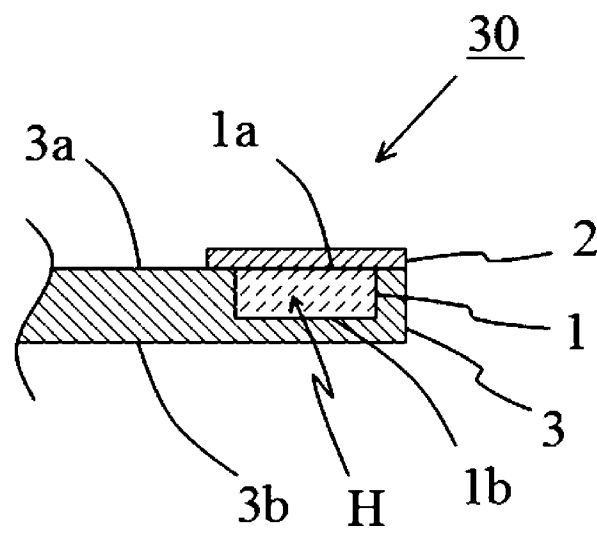
(b)



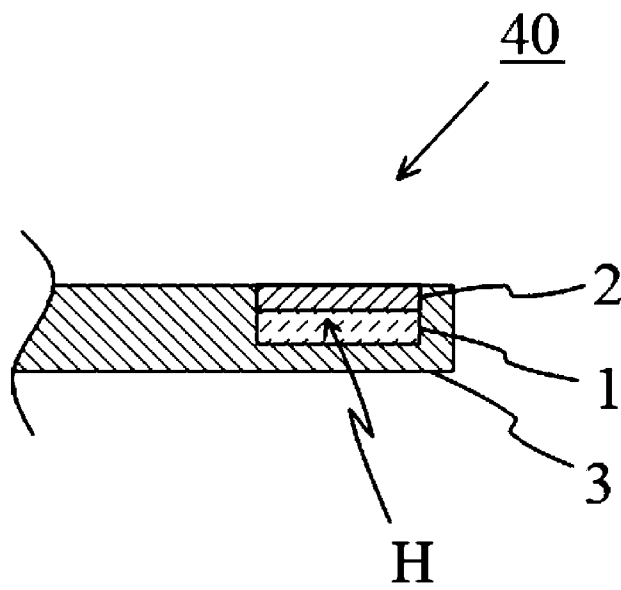
[図2]



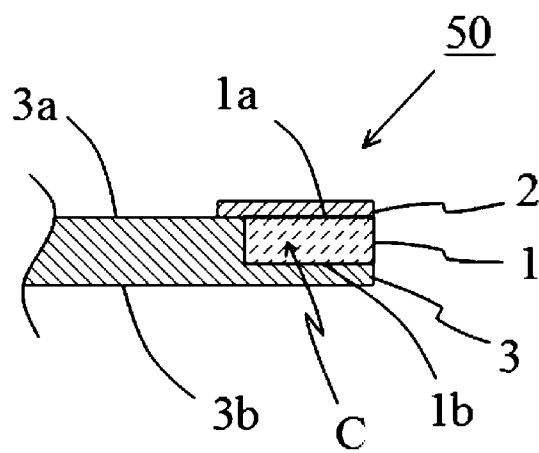
[図3]



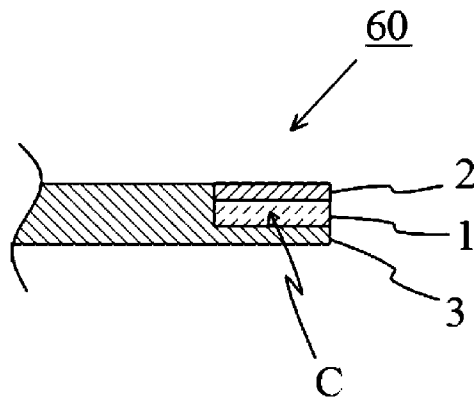
[図4]



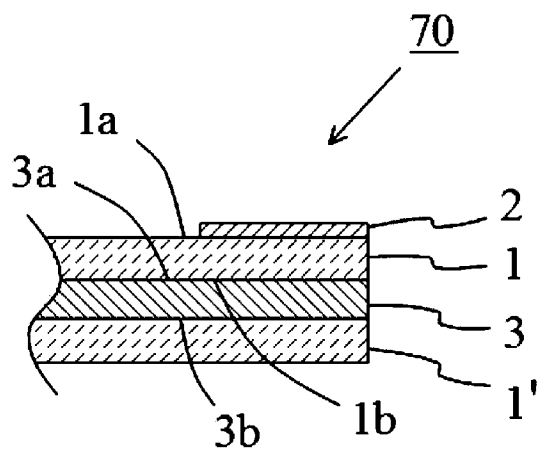
[図5]



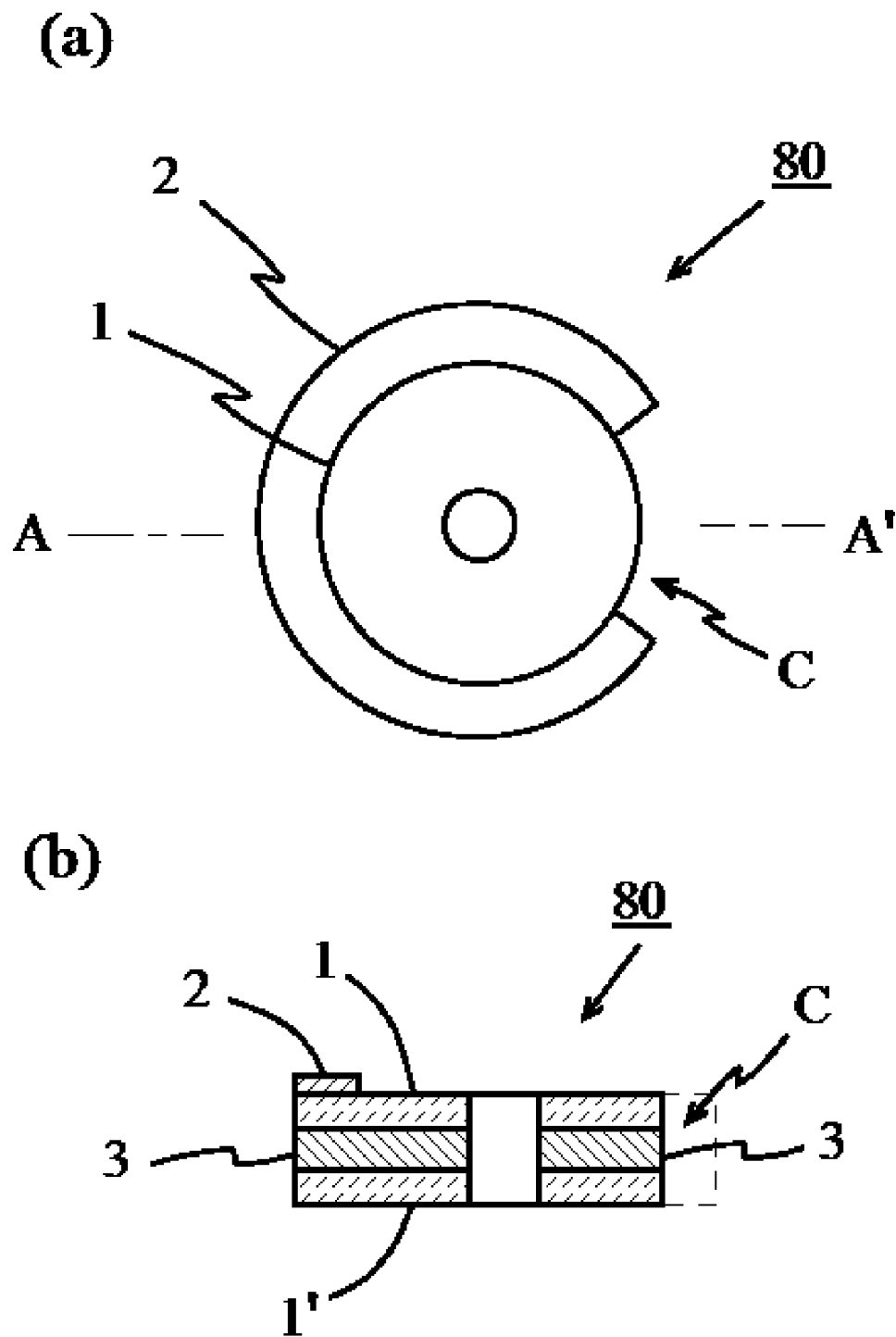
[図6]



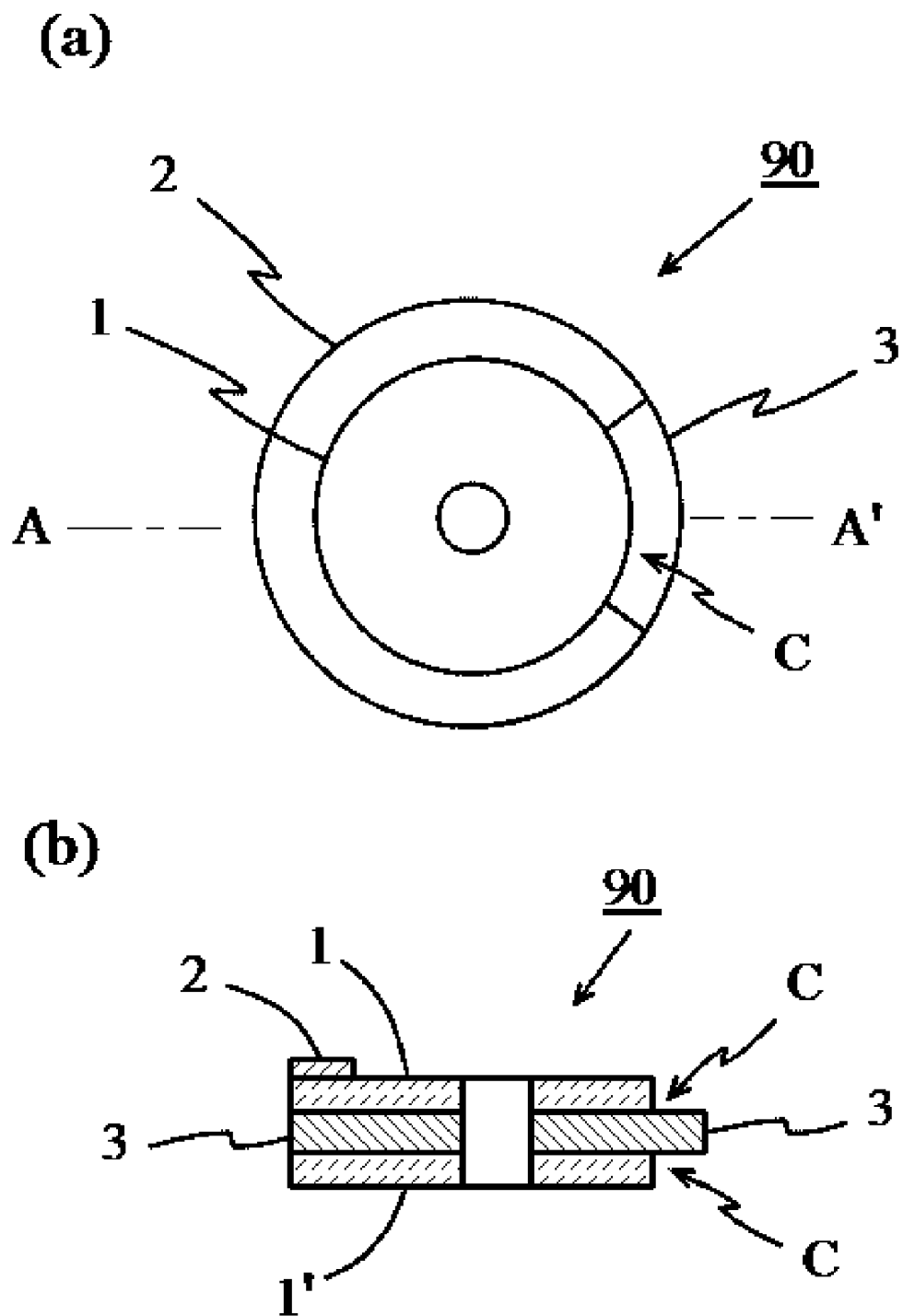
[図7]



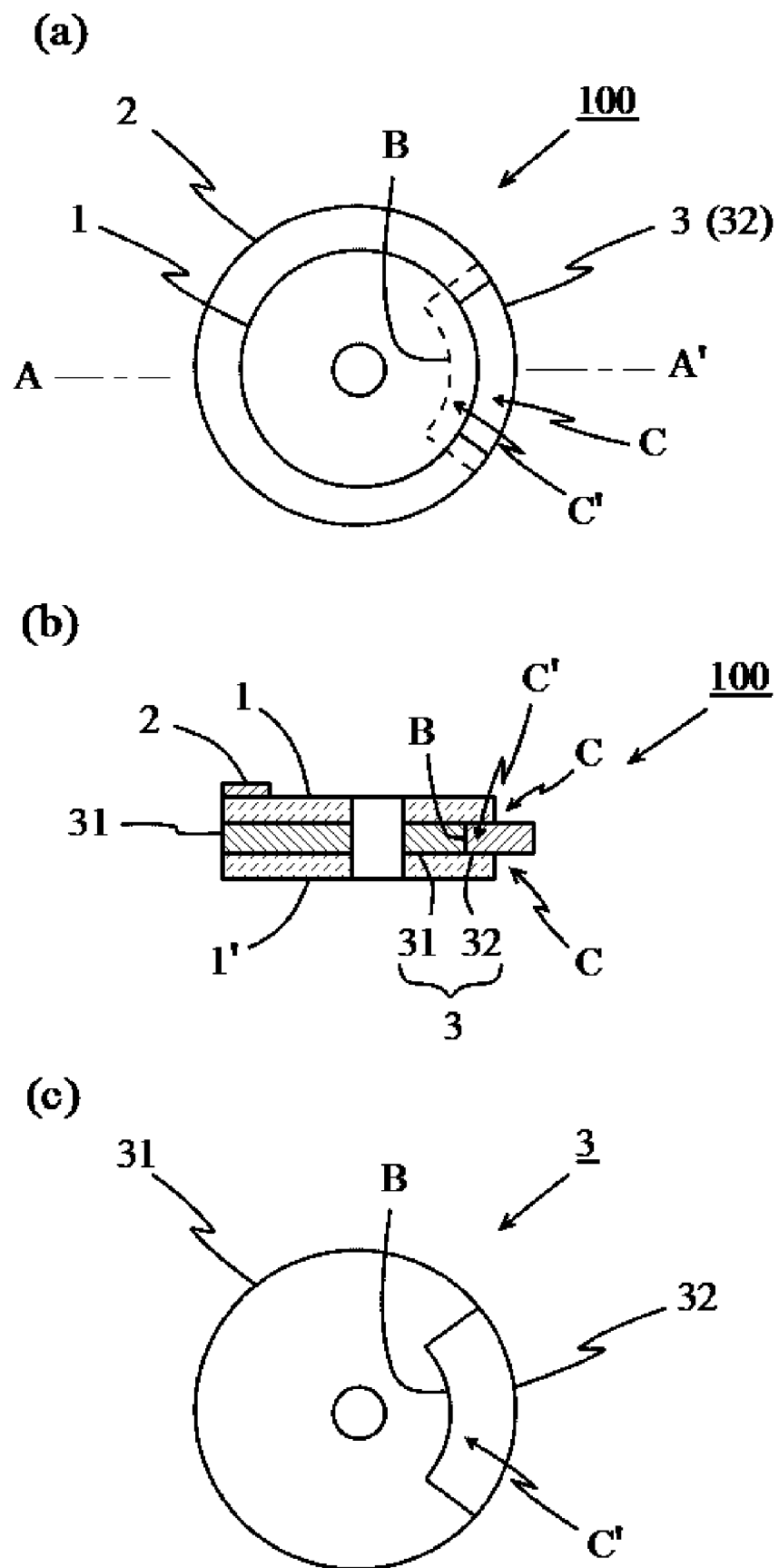
[図8]



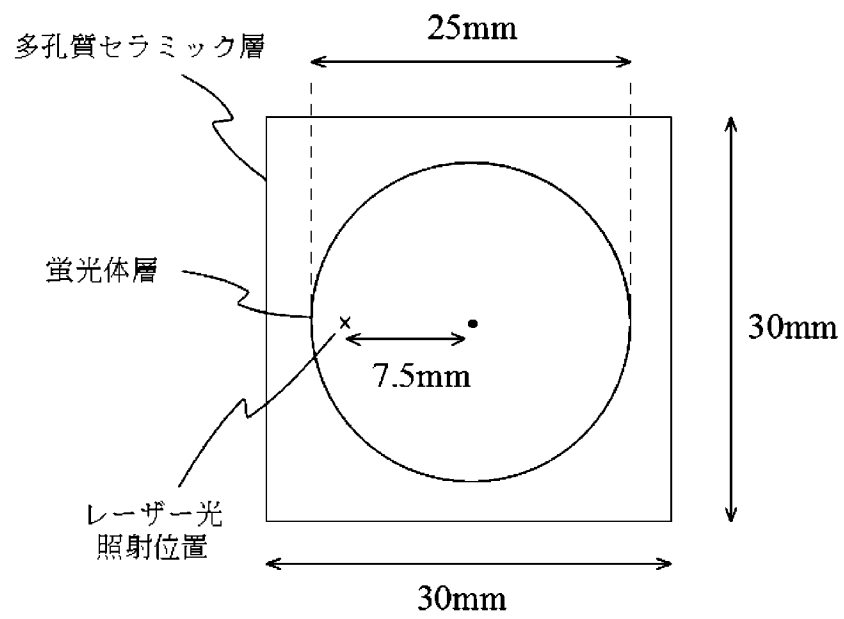
[図9]



[図10]



[図11]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/051903

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G02B5/20(2006.01)i, C04B41/85(2006.01)i, F21S2/00(2016.01)i, F21V7/22(2006.01)i, F21V9/10(2006.01)i, F21V9/16(2006.01)i, H01L33/50(2010.01)i, H01L33/60(2010.01)i, H01L33/64(2010.01)i, H01S5/022(2006.01)i,
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)

G02B5/20, C04B41/85, F21S2/00, F21V7/22, F21V9/10, F21V9/16, H01L33/50, H01L33/60, H01L33/64, H01S5/022, F21Y115/10

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016

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 2014-229503 A (Panasonic Corp.), 08 December 2014 (08.12.2014), paragraphs [0018], [0024], [0026], [0033]; fig. 1 to 3 (Family: none)	1-14
Y	JP 2013-207049 A (NEC Corp.), 07 October 2013 (07.10.2013), paragraph [0022]; fig. 4 (Family: none)	1-14
Y	JP 2006-287132 A (Kyoritsu Elex Co., Ltd.), 19 October 2006 (19.10.2006), paragraph [0037] (Family: none)	1-14

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"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	

Date of the actual completion of the international search
23 March 2016 (23.03.16)

Date of mailing of the international search report
05 April 2016 (05.04.16)

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/JP2016/051903

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2012-227224 A (Kyocera Corp.), 15 November 2012 (15.11.2012), paragraphs [0018] to [0019] (Family: none)	1-14
Y	JP 2012-227363 A (Kyocera Corp.), 15 November 2012 (15.11.2012), paragraphs [0018] to [0019] (Family: none)	1-14
Y	JP 2014-119492 A (Nippon Electric Glass Co., Ltd.), 30 June 2014 (30.06.2014), paragraphs [0010], [0014] to [0015] (Family: none)	2
Y	JP 2013-247067 A (Nichia Chemical Industries, Ltd.), 09 December 2013 (09.12.2013), paragraphs [0027], [0053] & US 2013/0257264 A1 paragraphs [0111], [0264] to [0265] & US 2015/0159836 A1 & EP 2645433 A2 & KR 10-2013-0110101 A & CN 103367611 A	5-6
Y	JP 2003-297551 A (Pioneer Corp.), 17 October 2003 (17.10.2003), paragraph [0016] & US 2005/0156519 A1 paragraph [0078] & WO 2003/084290 A1 & EP 1492387 A1 & TW 200305122 A & CN 1643989 A & KR 10-2004-0102054 A & AU 2003221089 A	7-8
Y	JP 2011-191785 A (Kyocera Corp.), 29 September 2011 (29.09.2011), paragraphs [0026], [0034], [0072] & US 2009/0213591 A1 paragraphs [0028], [0058], [0096] & WO 2006/104061 A1 & EP 1873563 A1 & KR 10-2007-0112411 A & CN 101180557 A & TW 304871 B	9-10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/051903

Continuation of A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
(International Patent Classification (IPC))

F21Y115/10(2016.01)n

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

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. G02B5/20(2006.01)i, C04B41/85(2006.01)i, F21S2/00(2016.01)i, F21V7/22(2006.01)i, F21V9/10(2006.01)i, F21V9/16(2006.01)i, H01L33/50(2010.01)i, H01L33/60(2010.01)i, H01L33/64(2010.01)i, H01S5/022(2006.01)i, F21Y115/10(2016.01)n

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. G02B5/20, C04B41/85, F21S2/00, F21V7/22, F21V9/10, F21V9/16, H01L33/50, H01L33/60, H01L33/64, H01S5/022, F21Y115/10

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	1971-2016年
日本国実用新案登録公報	1996-2016年
日本国登録実用新案公報	1994-2016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	J P 2014-229503 A (パナソニック株式会社) 2014.12.08、段落 [0018]、[0024]、[0026]、[0033]、図1-3 (ファミリーなし)	1-14
Y	J P 2013-207049 A (日本電気株式会社) 2013.10.07、段落 [0022]、図4 (ファミリーなし)	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、一般的技術水準を示すもの
「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

23.03.2016

国際調査報告の発送日

05.04.2016

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

中山 佳美

20

3911

電話番号 03-3581-1101 内線 3271

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	J P 2006-287132 A (共立エレクトロニクス株式会社) 2006. 10. 19、段落 [0037] (ファミリーなし)	1-14
Y	J P 2012-227224 A (京セラ株式会社) 2012. 11. 15、段落 [0018] - [0019] (ファミリーなし)	1-14
Y	J P 2012-227363 A (京セラ株式会社) 2012. 11. 15、段落 [0018] - [0019] (ファミリーなし)	1-14
Y	J P 2014-119492 A (日本電気硝子株式会社) 2014. 06. 30、段落 [0010]、[0014] - [0015] (ファミリーなし)	2
Y	J P 2013-247067 A (日亜化学工業株式会社) 2013. 12. 09、段落 [0027]、[0053] & US 2013/0257264 A1 段落 [0111]、[0264] - [0265] & US 2015/0159836 A1 & EP 2645433 A2 & KR 10-2013-0110101 A & CN 103367611 A	5-6
Y	J P 2003-297551 A (パイオニア株式会社) 2003. 10. 17、段落 [0016] & US 2005/0156519 A1 段落 [0078] & WO 2003/084290 A1 & EP 1492387 A1 & TW 200305122 A & CN 1643989 A & KR 10-2004-0102054 A & AU 2003221089 A	7-8
Y	J P 2011-191785 A (京セラ株式会社) 2011. 09. 29、段落 [0026]、[0034]、[0072] & US 2009/0213591 A1 段落 [0028]、[0058]、[0096] & WO 2006/104061 A1 & EP 1873563 A1 & KR 10-2007-0112411 A & CN 101180557 A & TW 304871 B	9-10