(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
2020年9月24日(24.09.2020)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2020/189405 A1

(51) 国際特許分類:
G03B 21/00 (2006.01) *G02B 5/20* (2006.01)
G03B 21/14 (2006.01) *H01S 5/022* (2006.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2020/010256

(22) 国際出願日： 2020年3月10日(10.03.2020)

(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 2019-051276 2019年3月19日(19.03.2019) JP

(71) 出願人:シャープ株式会社(**SHARP KABUSHIKI KAISHA**) [JP/JP]; 〒5908522 大阪府堺市堺区匠町１番地 Osaka (JP).

(72) 発明者: 植木 智子 (**UEKI Tomoko**). 青森 繁 (**AOMORI Shigeru**). 松清 秀次 (**MATSUKIYO Hidetsugu**).

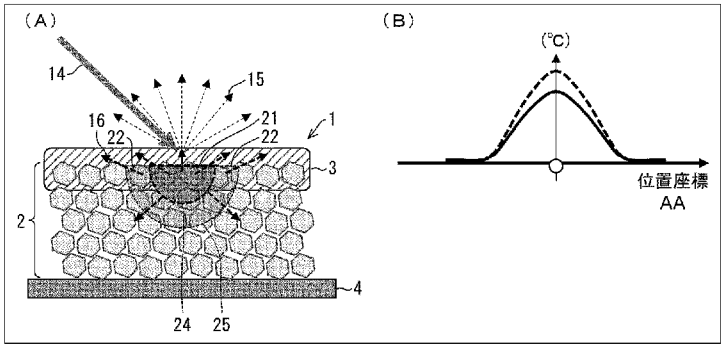
(74) 代理人:井上 知哉(**INOUE Tomoya**); 〒5450014 大阪府大阪市阿倍野区西田辺町１丁目１９番２０号 Osaka (JP).

(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, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, 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,

(54) **Title:** OPTICAL ELEMENT, VEHICLE HEADLIGHT, LIGHT SOURCE DEVICE, AND PROJECTION DEVICE

(54) 発明の名称： 光学素子、車両用前照灯具、光源装置、および投影装置

図３



AA Position coordinate

(57) **Abstract:** The present invention provides an optical element in which an increase in temperature due to excitation light irradiation is suppressed and a reduction in light emission efficiency is suppressed. This optical element is provided with: a phosphor layer that is excited by excitation light emitted from a light source and emits fluorescence; a translucent thermally conductive layer formed on a surface to be irradiated with the excitation light of the phosphor layer; and a non-translucent thermally conductive layer formed on a surface on the reverse side of the surface to be irradiated with the excitation light of the phosphor layer. The thermal conductivity of the translucent thermally conductive layer is higher than or equal to the thermal conductivity of the phosphor layer.

(57) 要約：励起光照射による温度上昇を抑制し、発光効率の低下を抑制した光学素子を提供する。光学素子は、光源から出射した励起光によって励起されて蛍光を出射する蛍光体層と、蛍光体層の、励起光が照射される面に形成される透光性熱伝導層と、蛍光体層の、励起光が照射される面と反対側の面に形成される不透光性熱伝導層と、を備え、透光性熱伝導層の熱伝導率は、蛍光体層の熱伝導率以上である。

WO 2020/189405 A1

[続葉有]

ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, 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)）

明　細　書

発明の名称 ：

光学素子、車両用前照灯具、光源装置、および投影装置

技術分野

[0001] 本発明は、光学素子、車両用前照灯具、光源装置、および投影装置に関する。

本願は、２０１９年３月１９日に日本で出願された特願２０１９－０５１２７６号に基づき優先権を主張し、その内容をここに援用する。

背景技術

[0002] 発光装置において、蛍光体を含む蛍光体層にレーザ光等の励起光を照射し、蛍光体を励起することによって、蛍光発光させる技術がよく用いられている。該技術を利用した発光装置において、レーザ光照射により蛍光体層の温度が上昇し、発光効率が低下することが問題となっている。

[0003] 例えば、特許文献１には、蛍光体の層を移動させて励起光の照射位置を変化させることで、蛍光体の温度上昇を抑制する発光装置が開示されている。

[0004] また、特許文献２には、励起光の中心部が照射される位置、すなわち、最も温度が上昇し易い位置において、蛍光体層の厚さを小さくすることが開示されている。そして、この構成により、蛍光体層の熱抵抗が小さくなり、蛍光体層の熱が放熱され易くなり、蛍光体層の温度上昇を抑制する光源装置が開示されている。

[0005] また、特許文献３には、蛍光体層の両面に透光性放熱層を形成させることによって、蛍光体層において発生した熱が、蛍光体層の両面に形成された透光性放熱層から効率良く外部に放出されることが開示されている。そして、この構成により、蛍光体層の温度上昇を抑制して、経時的な発光強度の低下を抑制する波長変換部材が開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：特開２０１０－８６８１５号公報（２０１０年４月１５日公開）
特許文献2：特開２０１６－１８１１０号公報（２０１６年２月１日公開）
特許文献3：特開２０１６－２７６１３号公報（２０１６年２月１８日公開）

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] しかしながら、特許文献１に開示される発光装置においては、蛍光体の層を移動させる駆動系を備える必要があり、発光装置の小型化が困難である。また、駆動系を備えることにより、消費電力や振動音の増大が懸念される。

[0008] また、特許文献２に開示される光源装置においては、励起光に照射される蛍光体が減少するため、発光強度が低下するという問題がある。

[0009] また、特許文献３に開示される波長変換部材においては、蛍光体層の温度上昇の抑制が不十分であるという問題がある。

[0010] よって、本発明の一態様は、励起光照射による温度上昇を抑制し、発光効率の低下を抑制した光学素子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

[0011] 上記の課題を解決するために、本発明の一態様に係る光学素子は、

光源から出射した励起光によって励起されて蛍光を出射する蛍光体層と、

前記蛍光体層の、励起光が照射される面に形成される透光性熱伝導層と、

前記蛍光体層の、前記励起光が照射される面と反対側の面に形成される不透光性熱伝導層と、を備え、

前記透光性熱伝導層の熱伝導率は、前記蛍光体層の熱伝導率以上であることを特徴とする。

発明の効果

[0012] 本発明の一態様によれば、励起光照射による温度上昇を抑制し、発光効率の低下を抑制した光学素子を提供するという効果を奏する。

図面の簡単な説明

[0013] [図1]（Ａ）励起光の照射態様について模式的に示す概略図である。（Ｂ）励

起光の照射エネルギー密度と発光輝度との関係を概略的に示すグラフである。（Ｃ）輝度飽和が起こっていない状態の蛍光体層（左）と輝度飽和の状態の蛍光体層（右）の、発光輝度分布（上）と温度分布（下）の一例を示す図である。

[図2]比較例の光学素子を模式的に示す概略断面図である。

[図3]（Ａ）本発明の実施形態１の光学素子を示す概略断面図である。（Ｂ）励起光が照射される蛍光体層の表面における位置と、該位置の温度との関係を示すグラフである。

[図4]本発明の実施形態１の光学素子における、各構成層の配置の一例を示す模式図である。

[図5]（Ａ）本発明の実施形態２の光学素子を示す概略断面図である。（Ｂ）本発明の実施形態２の光学素子を示す概略上面図である。（Ｃ）本発明の実施形態２の光学素子の変形例を示す概略上面図である。

[図6]本発明の実施形態３の光学素子を示す概略断面図である。

[図7]本発明の実施形態４の光学素子を示す概略断面図である。

[図8]本発明の実施形態５の光学素子を示す概略断面図である。

[図9]本発明の実施形態６の光学素子を示す概略断面図である。

[図10]本発明の実施形態６の変形例に係る光学素子を示す概略断面図である。

[図11]本発明の実施形態７の車両用前照灯具を示す概略図である。

[図12]本発明の実施形態８の車両用前照灯具を示す概略図である。

[図13]本発明の実施形態９の光源装置を示す概略図である。

[図14]本発明の実施形態９の光源装置の蛍光ホイールを示す概略図である。

[図15]本発明の実施形態１０の投影装置を示す概略図である。

[図16]実施例のシミュレーションで使用した積層モデルを示す模式図である。

[図17]実施例のシミュレーションで使用した積層モデルを示す模式図である。

[図18]（Ａ）実施例のシミュレーションによる、蛍光体層の温度分布を示す図である。（Ｂ）実施例のシミュレーションによる、蛍光体層の温度分布を示す図である。

[図19]（Ａ）透光性熱伝導層の膜厚と温度との関係を示すグラフである。（Ｂ）実施例のシミュレーションによって算出された測定温度を示す図である。

[図20]（Ａ）透光性熱伝導層の熱伝導率と温度との関係を示すグラフである。（Ｂ）実施例のシミュレーションによって算出された測定温度を示す図である。

[図21]透光性熱伝導層３が存在しない場合のシミュレーションによる、蛍光体層の温度分布を示す図である。

[図22]透光性熱伝導層３の熱伝導率が蛍光体層２の伝導率よりも高いときのシミュレーションによる、蛍光体層の温度分布を示す図である。

[図23]透光性熱伝導層３の熱伝導率が蛍光体層２の伝導率よりも低いときのシミュレーションによる、蛍光体層の温度分布を示す図である。

発明を実施するための形態

[0014] 本発明の実施形態に係る光学素子は、光源から出射した励起光によって励起されて蛍光を出射する蛍光体層と、前記蛍光体層の、励起光が照射される面に形成される透光性熱伝導層と、前記蛍光体層の、前記励起光が照射される面と反対側の面に形成される不透光性熱伝導層と、を備え、前記透光性熱伝導層の熱伝導率は、前記蛍光体層の熱伝導率以上である。

[0015] 図１の（Ａ）は、励起光の照射態様について模式的に示す概略図である。励起光１４を蛍光体層２に照射することによって蛍光発光１５が生じる。図１の（Ａ）の下図は、励起光１４が照射される蛍光体層２の表面における位置と照射エネルギー密度との関係を示すグラフである。縦軸は照射エネルギー密度（Ｗ／ｍ^2）を示し、横軸は蛍光体層２の表面における位置座標を示す。ａ－１は照射中心領域２１、ａ－２は照射周辺領域２２に相当する。

[0016] 本明細書において、「照射中心領域」とは、励起光１４の照射エネルギー

のプロファイルが、ガウス分布の場合には、照射エネルギーのプロファイルの半値幅（ＦＷＨＭ）以内の蛍光体層２の表面領域を示す。また、「照射周辺領域」とは、励起光１４の照射エネルギーの６σ以内の蛍光体層２の表面領域であり、照射中心領域を除いた領域を示す。励起光１４を出射する光源がレンズを備える場合など、照射エネルギーのプロファイルが、ガウス分布とならない場合は、ガウス分布とした場合に相当する照射エネルギーの値で各領域を判断することができる。上述した各領域の特定基準は一例であり、他の基準を用いて各領域を特定してもよい。

[0017] 図１の（Ａ）に示すように、照射中心領域２１は照射周辺領域２２と比べて、励起光１４の照射エネルギーが高く、蛍光発光１５が強い。そして、高い照射エネルギーによって、蛍光体層２の温度が上昇し易くなり、蛍光体層２の照射中心領域２１に高温領域２４が生じる。一方、照射周辺領域２２は、照射中心領域２１より励起光１４の照射エネルギーが低いため、照射周辺領域２２は高温領域２４よりも低い低温領域２５である。そして、励起光１４の照射エネルギーの分布は、図１の（Ａ）のグラフに示すような分布になる。

[0018] 図１の（Ｂ）は、励起光の照射エネルギー密度と発光輝度との関係を概略的に示すグラフである。縦軸は、図１の（Ａ）の輝度計１７によって測定される発光輝度（ｃｄ／ｍ^2）である。また、サーモカメラを用いて蛍光体層２の温度を測定することができる。横軸は照射エネルギー密度（Ｗ／ｍ^2）である。照射エネルギー密度（Ｗ／ｍ^2）は、単位面積当たりの光の仕事率（パワー）である。図１の（Ｂ）中、実線は照射中心領域２１の輝度、破線は照射周辺領域２２の輝度を示す。

[0019] 図１の（Ｂ）に示すように、照射エネルギーの密度が高くなると、発光輝度も高くなる。一方、照射エネルギーの上昇に応じて蛍光体層の温度が上昇し、該温度が一定温度以上高くなると、輝度飽和（温度消光）が起こり、発光輝度が低下する。図１の（Ｂ）中、ｂ－１は輝度飽和が起こっていない状態、ｂ－２とｂ－３は輝度飽和している状態である。

[0020] 図１の（Ｃ）は、輝度飽和が起こっていない状態の蛍光体層（左）と輝度飽和の状態の蛍光体層（右）の、輝度計１７によって測定した発光輝度分布（上）とサーモカメラによって測定した温度分布（下）の一例を示す図である。発光輝度分布を示す図（上）において、白色部分は蛍光発光が起こっていることを示す。輝度飽和が起こっていない状態の蛍光体層（左）では、照射中心領域２１（ａ－１）の温度は２００℃未満である。そして、輝度飽和が起こっていない状態の照射中心領域２１（ａ－１）では、照射周辺領域２２（ａ－２）に比べて、発光輝度が高いことを示す。一方、輝度飽和の状態の蛍光体層（右）では、照射中心領域２１（ａ－１）の温度は２００℃以上である。そして、照射中心領域２１（ａ－１）では、照射周辺領域２２（ａ－２）に比べて、発光輝度が低下していることを示す。

[0021] 〔実施形態１〕

図３に基づいて、本発明の実施形態１の光学素子について説明する。図３の（Ａ）は、実施形態１の光学素子１を示す概略断面図である。図３の（Ｂ）は、励起光１４が照射される蛍光体層の表面における位置と、該位置の温度との関係を示すグラフである。実線は実施形態１の光学素子１、破線は比較例の光学素子１１について示す。

[0022] 図３の（Ａ）に示すように、光学素子１は、蛍光体層２と、透光性熱伝導層３と、不透光性熱伝導層４と、を備えることを特徴とする。

[0023] 蛍光体層２は、光源１３から出射した励起光１４によって励起されて蛍光を出射（蛍光発光１５）する。光源１３の例として、蛍光体層を励起する波長の励起光１４を出射する青色レーザ光源等が挙げられる。

[0024] ＜蛍光体層＞

蛍光体層２は、蛍光体を含む。蛍光体の例として、青色レーザ光源によって励起され、可視光の長波長域（黄色波長）を蛍光発光する、ＹＡＧ（Yttrium Aluminium Garnet, $Y_3Al_5O_{12}$）：Ｃｅ蛍光体（ＣｅがドープされたＹＡＧ蛍光体）等が挙げられる。蛍光体層２の膜厚は、十分な蛍光発光を得る等の点で、１０～１５０μｍが好ましく、１５～８０μｍがより好ましく、

２０～３０μｍが特に好ましい。

[0025] 蛍光体層２を形成する方法として、蛍光体粒子を、沈降、印刷技術、転写技術等の様々な方法を用いて、不透光性熱伝導層４の表面に直接的に形成する方法を用いることができる。

[0026] ＜透光性熱伝導層＞

透光性熱伝導層３は、蛍光体層２の、励起光１４が照射される面に形成される。

[0027] 透光性熱伝導層３を構成する材料は、散乱性を有していてもよい。該材料の例として、樹脂、ガラス系材料、無機材料等が挙げられる。熱伝導率が高く、耐久性にも優れている点で、透光性熱伝導層３として透光性セラミック材料を用いることが好ましい。透光性セラミック材料の例として、酸化アルミニウム（アルミナ）、酸化ジルコニア、酸化マグネシウム、酸化チタン、酸化ニオビウム、酸化亜鉛、および酸化イットリウム等の酸化物；窒化ホウ素および窒化アルミニウム等の窒化物；炭化ケイ素等の炭化物；等が挙げられる。

[0028] 透光性熱伝導層３の熱伝導率は、蛍光体層２の熱伝導率以上である。このことにより、励起光１４が照射された蛍光体層２の温度上昇を抑制することができる。具体的には、透光性熱伝導層３の２００℃での熱伝導率は、１７Ｗ／ｍ・Ｋ以上であることが好ましく、２０Ｗ／ｍ・Ｋ以上であることがより好ましく、２５Ｗ／ｍ・Ｋ以上であることがさらに好ましい。

[0029] 透光性熱伝導層３の膜厚は、励起光１４および蛍光発光１５の少なくとも一方の透過率の減少の抑制や、蛍光体層２の温度上昇を抑制、熱伝導効果を高める点で、５～１００μｍが好ましく、１０～５０μｍがより好ましく、１５～２５μｍが特に好ましい。

[0030] ＜不透光性熱伝導層＞

不透光性熱伝導層４は、蛍光体層２の、励起光１４が照射される面と反対側の面に形成される。不透光性熱伝導層４は、透光性熱伝導層３よりも透光性が低く、熱伝導率が高い。具体的には、不透光性熱伝導層４の２００℃で

の熱伝導率は、５０Ｗ／ｍ・Ｋ以上であることが好ましく、１００Ｗ／ｍ・Ｋ以上であることがより好ましく、２００Ｗ／ｍ・Ｋ以上であることがさらに好ましい。

[0031] 不透光性熱伝導層４を構成する材料として、例えば、銅およびアルミニウム等の金属；合金；セラミックス材料；等が挙げられる。

[0032] 不透光性熱伝導層４を備えることによって、励起光１４が照射されることによって蛍光体層２に生じる熱を不透光性熱伝導層４から逃がすことができる。その結果、高温領域２４の温度上昇を抑制することができ、蛍光発光効率の低下を抑制することができる。

[0033] ＜比較例の光学素子との比較＞

図２は、比較例の光学素子１１を示す概略断面図である。また、図３の（Ｂ）は、励起光１４が照射される蛍光体層２または１２の表面における位置と、該位置の温度との関係を示すグラフである。縦軸は温度を示し、横軸は位置座標を示す。横軸の原点は照射中心領域２１である。

[0034] 図２に示すように、光学素子１１は、蛍光体層１２のみで構成され、熱伝導層を備えない。空気の熱伝導率（Ｗ／ｍ・Ｋ）よりも、蛍光体層に含まれる蛍光体の熱伝導率の方が高い。したがって、励起光１４が照射されることによって蛍光体層１２の表面に生じる熱は、空気層ではなく、蛍光体層１２に伝導する。また、図３の（Ｂ）に示すように、低温領域２５は常温よりも温度が高くなっているため、高温領域２４の熱は周囲へ逃げにくく、輝度飽和が起こり、蛍光発光効率が低下する。

[0035] 一方、実施形態１の光学素子１は、励起光１４が照射されることによって蛍光体層２の表面に生じる熱は、蛍光体層２に形成される熱伝導層に伝導することができる。したがって、熱伝導層を備えない比較例の光学素子１１に比べて、高温領域２４の温度上昇が抑制され、温度消光（輝度飽和）は生じ難い。その結果、蛍光発光効率の低下は抑制され、蛍光発光１５の光束を増加させることができる。

[0036] ＜蛍光体層の形態＞

図４は、本発明の実施形態１の光学素子における、各構成層の配置の一例を示す模式図である。

[0037] 蛍光体層２は、図４の（Ａ）、（Ｃ）、（Ｄ）に示すように、多結晶の蛍光体を含む多結晶層であってもよい。また、図４の（Ｂ）に示すように、蛍光体層２は単結晶の蛍光体を含む単結晶層であってもよい。

[0038] 図４の（Ａ）に示すように、複数の蛍光体を圧粉成形することにより、蛍光体層２を形成することができる。また、図４の（Ｃ）に示すように、各蛍光体をバインダ６で包含し、該包含された蛍光体を蛍光体層２としてもよい。また、図４の（Ｄ）に示すように、バインダ６でバインダ層を形成し、該バインダ層に蛍光体を分散させたものを、蛍光体層２としてもよい。バインダの例として、透光性樹脂、アルミナなどのセラミック等が挙げられる。バインダは、透光性熱伝導層３を構成する材料と同じであっても異なっていてもよい。好ましい実施形態では、透光性熱伝導層３が、バインダ６を構成する材料を主成分とすることを特徴とする。例えば、透光性熱伝導層３およびバインダ６を、アルミナを主成分とする共通の材料により構成することが好ましい。

[0039] 蛍光体層２を励起光で照射すると、照射エネルギーに応じて蛍光体層２内で発熱が起こり、その熱により蛍光体層２と透光性熱伝導層３はそれぞれに熱膨張収縮が生じる。熱膨張収縮を繰り返すと、熱膨張率の差により、蛍光体層２と透光性熱伝導層３との界面に剥離や亀裂が生じる。バインダ６を構成する材料を透光性熱伝導層３の主成分とすると、透光性熱伝導層３と蛍光体層２との界面において、透光性熱伝導層３と蛍光体層２の熱膨張率の差が小さくなる。これによって、蛍光体層２からの透光性熱伝導層３の剥離や亀裂は生じ難くなる。したがって、バインダ６を構成する材料を透光性熱伝導層３の主成分とすることにより、熱応力による透光性熱伝導層３または蛍光体層２の損傷を抑制することができる。

[0040] また、バインダ６を構成する材料を透光性熱伝導層３の主成分とすると、透光性熱伝導層３の屈折率と蛍光体層２の屈折率との差が小さくなる。屈折

率の差が小さくなると、透光性熱伝導層３と蛍光体層２との界面における励起光１４の反射ロス、蛍光発光の反射ロスが起こり難くなる。

[0041] 蛍光体層２は、蛍光体粒子よりも熱伝導度が高いバインダ６を包含することが好ましい。このような熱伝導度を備えた蛍光体とバインダ６とを包含する蛍光体層２は、蛍光体単体から形成される蛍光体層よりも熱伝導度が高くなる。例えば、ＹＡＧ：Ｃｅを主成分とする蛍光体粒子とアルミナを主成分とするバインダ６とを、６：４の混合比で混合した蛍光体層２は、ＹＡＧ：Ｃｅを主成分とする蛍光体のみから形成される蛍光体層よりも熱伝導度が高くなる。他の好ましい実施形態では、励起光１４が照射された蛍光体層２の温度上昇を抑制する点で、透光性熱伝導層３の熱伝導率は、バインダ６の熱伝導率以上であることが好ましい。

[0042] 〔実施形態２〕

次に、図５の（Ａ）および（Ｂ）に基づいて、本発明の実施形態２の光学素子について説明する。なお、以下の各実施形態についての説明では、既に説明した内容は説明せず、相違点を中心に説明する。

[0043] 図５の（Ａ）および（Ｂ）は、実施形態２の光学素子１ａを示す図であり、（Ａ）は概略断面図、（Ｂ）は概略上面図を示す。

[0044] 実施形態２の光学素子１ａにおいて、透光性熱伝導層３ａは、励起光が照射される領域３０の一部を覆う点が、実施形態１の光学素子１と異なる。本明細書において、「励起光が照射される領域」とは、照射中心領域２１および照射周辺領域２２である。また、「励起光が照射されない領域」とは、蛍光体層２の励起光が照射される面において、照射中心領域２１と照射周辺領域２２とを除いた領域である。すなわち、蛍光体層２の励起光が照射される面には、図５の（Ａ）に示すように、励起光が照射される領域３０と励起光が照射されない領域３１が存在する。

[0045] 図５の（Ｂ）の破線で囲まれた部分は、透光性熱伝導層３ａで覆われていない領域を示す。透光性熱伝導層３ａを透過することによる、励起光１４および蛍光発光１５の少なくとも一方の透過量の減少を防ぐために、透光性熱

伝導層３ａは、照射中心領域２１を覆わないように蛍光体層２に形成されていることが好ましい。

[0046] （変形例）

図５の（Ｃ）は実施形態２の光学素子１ａの変形例を示す概略上面図である。図５の（Ｃ）に示す光学素子１ａは、透光性熱伝導層３ａで覆われていない領域（破線で囲まれた部分）に、励起光が照射されない領域３１が含まれる点が、図５の（Ａ）および（Ｂ）と異なる。

[0047] 当該実施形態は、上述した任意の実施形態と組み合わせることができる。

[0048] 〔実施形態３〕

次に、図６に基づいて、本発明の実施形態３の光学素子について説明する。図６は、実施形態３の光学素子１ｂを示す概略断面図である。

[0049] 実施形態３の光学素子１ｂにおいて、励起光が照射されない領域３１を覆う透光性熱伝導層３ｂの平均厚みが、励起光が照射される領域３０を覆う透光性熱伝導層３ｂの平均厚みよりも厚い点が、実施形態１の光学素子１と異なる。この構成により、透光性熱伝導層３ｂを透過することによる、励起光１４および蛍光発光１５の少なくとも一方の透過量の減少を防ぐことができる。例えば、図６の（Ａ）に示すように、照射中心領域２１を覆う透光性熱伝導層３ｂの厚みを薄くしてもよい。また、図６の（Ｂ）に示すように、照射方向を考慮して、励起光が照射される領域３０を覆う透光性熱伝導層３ｂの厚みを薄くしてもよい。透光性熱伝導層３ｂを透過することによる、励起光１４および蛍光発光１５の少なくとも一方の透過量の減少を防ぐ点で、照射中心領域２１を覆う透光性熱伝導層３ｂの厚みを薄くすることが好ましい。

[0050] 当該実施形態は、上述した任意の実施形態と組み合わせることができる。

[0051] 〔実施形態４〕

次に、図７に基づいて、本発明の実施形態４の光学素子について説明する。図７は、実施形態４の光学素子１ｃを示す概略断面図である。

[0052] 実施形態４の光学素子１ｃにおいて、透光性熱伝導層３ｃが、蛍光体層２

の側面にも形成される点が、実施形態１の光学素子１と異なる。この構成により、透光性熱伝導層３ｃの熱容量が大きくなり高温領域２４の温度上昇をより抑制することができ、蛍光発光効率の低下を抑制することができる。そして、図７の（Ａ）に示すように、透光性熱伝導層３ｃは、蛍光体層２の側面の全体を覆ってもよい。また、図７の（Ｂ）に示すように、側面の一部を覆ってもよい。図７に示すように、熱伝導効果を高めるために、不透光性熱伝導層４と接するように、透光性熱伝導層３ｃが蛍光体層２の側面に形成されることが好ましい。蛍光体層２の側面に形成される透光性熱伝導層３ｃの膜厚は、蛍光体層２の励起光１４が照射される面に形成される透光性熱伝導層３ｃの膜厚と同じであってもよいし、異なっていてもよい。

[0053] 当該実施形態は、上述した任意の実施形態と組み合わせることができる。

[0054] 〔実施形態５〕

次に、図８に基づいて、本発明の実施形態５の光学素子について説明する。図８は、実施形態５の光学素子１ｄを示す概略図である。

[0055] 実施形態５の光学素子１ｄにおいて、透光性熱伝導層３（３ｄ）の側面および励起光が照射されない領域３１の少なくとも一部に、さらに熱伝導層７が形成される点が、実施形態１の光学素子１と異なる。この構成により、より高い熱伝導効果を発揮し、高温領域２４の温度上昇を抑制することができ、蛍光発光効率の低下を抑制することができる。

[0056] 例えば、図８の（Ａ）および（Ｃ）に示すように、励起光が照射されない領域３１の上に形成されている透光性熱伝導層３（３ｄ）の上に、熱伝導層７が形成されていてもよい。透光性熱伝導層３は図８の（Ａ）のように、励起光が照射される領域３０および励起光が照射されない領域３１を覆っていてもよい。また、図８の（Ｃ）のように、透光性熱伝導層３ｄは励起光が照射されない領域３１のみを覆っていてもよい。

[0057] また、図８の（Ｂ）に示すように、熱伝導層７全体が透光性熱伝導層３の上に形成されている必要はなく、熱伝導層７の一部が、励起光が照射されない領域３１の上に形成されている透光性熱伝導層３の上に形成されていても

よい。

[0058] また、図８の（Ｄ）に示すように、透光性熱伝導層３の側面に接して熱伝導層７が形成されていてもよい。熱伝導層７全体が蛍光体層２の上に形成されている必要はなく、熱伝導層７の一部が蛍光体層２の上に形成され、透光性熱伝導層３の側面に接していてもよい。

[0059] 熱伝導層７の熱伝導率は、熱伝導効果を高めるために、透光性熱伝導層３の熱伝導率以上であることが好ましい。

[0060] 熱伝導層７は、透光性であっても、不透光性であってもよい。熱伝導層７を構成する材料として、例えば金属等が挙げられる。

[0061] 当該実施形態は、上述した任意の実施形態と組み合わせることができる。

[0062] 〔実施形態６〕

次に、図９に基づいて、本発明の実施形態６の光学素子について説明する。図９は、実施形態６の光学素子１ｅを示す概略図である。

[0063] 実施形態６の光学素子１ｅにおいて、不透光性熱伝導層４ｅに、蛍光取り出し孔８を有する点が、実施形態１の光学素子１と異なる。この構成により、光学素子１ｅを、透過型光学素子として用いることができる。蛍光取り出し孔８の大きさは、光学素子の用途に応じて適宜選択することができる。

[0064] （変形例）

図１０に示す光学素子１ｅは、蛍光取り出し孔８に蛍光取り出し部材９を有する点が、図９の光学素子１ｅと相違する。蛍光取り出し部材９を有することにより、より効率良く蛍光発光１５を得ることができる。蛍光取り出し部材９の例として、透光性の熱伝導層等が挙げられる。

[0065] 当該実施形態は、上述した任意の実施形態と組み合わせることができる。

[0066] 〔実施形態７〕

図１１に本発明の実施形態７に係る車両用前照灯具の概略図を示す。車両用前照灯具８０は、実施形態１～５のいずれかの光学素子１、１ａ～１ｄと、光源１３と、リフレクタ１１１と、を備える。実施形態７に係る車両用前照灯具８０は、反射型車両用前照灯具である。

[0067] 光源１３は光学素子１、１ａ～１ｄに励起光を射出する。光源１３は、光学素子１、１ａ～１ｄの蛍光体層を励起する波長の励起光１４を出射する青色レーザ光源であるのが好ましい。

[0068] リフレクタ１１１の反射面は、光学素子１、１ａ～１ｄから出射した蛍光を一定方向に平行に出射するように反射させる。リフレクタ１１１は、半放物面ミラーから構成されるのが好ましい。放物面をｘｙ平面に平行に上下に２分割して半放物面とし、その内面はミラーになっているのが好ましい。また、リフレクタ１１１には、光学素子１、１ａ～１ｄを照射する励起光１４が通過する透孔がある。

[0069] 光学素子１、１ａ～１ｄは、青色の励起光１４によって励起され、可視光の長波長域（黄色波長）の光を蛍光発光１１７する。また、励起光１４は、光学素子１、１ａ～１ｄに当たって拡散反射光１１８ともなる。光学素子１、１ａ～１ｄは、放物面の焦点の位置に配置される。光学素子１、１ａ～１ｄが、放物面ミラーの焦点の位置にあるので、光学素子１、１ａ～１ｄから出射された蛍光発光１１７、拡散反射光１１８はリフレクタ１１１へ当たって反射すると、一様に出射面１１２に直進する。蛍光発光１１７と拡散反射光１１８とが混ざり合った白色光が平行光として出射面１１２から出射する。

[0070] 〔実施形態８〕

図１２に、本発明の実施形態８に係る車両用前照灯具の概略図を示す。車両用前照灯具９１は、実施形態６の光学素子１ｅと、光源１３と、リフレクタ１１１と、を備える。実施形態８に係る車両用前照灯具９１は、透過型車両用前照灯具である。

[0071] 光学素子１ｅは、青色の励起光１４によって励起され、可視光の長波長域（黄色波長）の光を蛍光発光１１７する。光学素子１ｅは、放物面の焦点の位置に配置される。光学素子１ｅの透光性熱伝導層３側から光源１３の入射光を照射する。そして、光学素子１ｅの不透光性熱伝導層４側から出射した蛍光を、リフレクタ１１１の反射面が、一定方向に平行に出射するように反

射させる。

[0072] 〔実施形態９〕

図１３に、本発明の実施形態９に係る光源装置の概略図を示す。図１３の（Ａ）は、実施形態９の光源装置の構成を示す概略図である。図１３の（Ｂ）は、実施形態９の光源装置の光源モジュールの構成を示す側面図（ｘｚ平面）である。

[0073] 光源装置１４０は、光源１３と、蛍光ホイール１０２ａと、駆動装置１４２と、を備える。

[0074] 光源装置１４０は、好ましくはプロジェクタ等に用いられる。光源装置１４０では、光源１３は、光学素子１、１ａ～１ｄの蛍光体層を励起する波長の励起光１４を出射する青色レーザ光源であるのが好ましい。好ましい実施形態では、ＹＡＧ、ＬｕＡＧ（Lutetium Aluminium Garnet, $Lu_3Al_5O_{12}$：Ｃｅ）等の蛍光体を励起する青色レーザダイオードが用いられる。光学素子１、１ａ～１ｄの蛍光体層を照射する励起光１４は、光路上にてレンズ１４４ａ、１４４ｂ、１４４ｃを通過することができる。励起光１４の光路上にミラー１４５が配置されてもよい。ミラー１４５はダイクロイックミラーであるのが好ましい。

[0075] 蛍光ホイール１０２ａはホイール固定具１４６によって、駆動装置１４２の回転軸１４７に固定される。駆動装置１４２は好ましくはモータであり、モータの回転シャフトである回転軸１４７にホイール固定具１４６によって固定された蛍光ホイール１０２ａがモータの回転に伴い回転する。蛍光ホイール１０２ａには、光源１３から出射された励起光１４が通過する周方向の少なくとも一部に、実施形態１～５のいずれかの光学素子１、１ａ～１ｄが敷設されている。

[0076] 蛍光ホイール１０２ａの表面上の周辺部に配置された光学素子１、１ａ～１ｄが、励起光１４を受けて蛍光発光１１７を出射し、ミラー１４５を透過して蛍光を出射する。光学素子１、１ａ～１ｄは、蛍光ホイール１０２ａの回転に伴い回転するため随時回転しながら、蛍光発光１１７を出射する。

[0077] 図１４に実施形態９の光源装置の蛍光ホイールを示す。図１４（Ａ）は、複数のセグメントの一部を反射部１５１とする蛍光ホイール１０２ｂを示す。蛍光ホイール１０２ｂには、ホイールの表面の周方向の一部に光学素子１、１ａ～１ｄが敷設されている。光学素子１、１ａ～１ｄは、同心円状にホイールに敷設されることが好ましい。

[0078] 図１４（Ｂ）は、複数のセグメントの一部を透過部１５２とする蛍光ホイール１０２ｃを示す。蛍光ホイール１０２ｃには、ホイールの表面の周方向の一部に、光学素子１ｅが敷設されている。光学素子１ｅは、同心円状にホイールに敷設されることが好ましい。好ましい実施形態では、透過部１５２はガラスからなることが好ましい。かかるセグメント構成とすることにより、１つの蛍光ホイールによって複数の波長帯域が異なる光を導光させることが可能となる。

[0079] 蛍光体の外部量子収率が低い状態で励起すると、励起光に対して蛍光発光が弱くなり色味のバランスが悪くなるという課題がある。これを避けるために励起光をフィルターで減衰させたり、時分割で出力を低下させるといった調整があるが、明るさの低減となり好ましくない。かかる問題を解消すべく、蛍光ホイール１０２ｂ～１０２ｃを周方向に複数のセグメントに分割し、光学素子１、１ａ～１ｄをセグメント毎に塗り分けることにより、外部量子収率を高い水準に維持することが可能となる。これにより、明るさを維持しつつ様々な色を作り出すことができる。

[0080] 〔実施形態１０〕

図１５に、本発明の実施形態１０の投影装置の概略図を示す。

[0081] 投影装置（プロジェクタ）１００は、光源装置（光源モジュール）１０１と、表示素子１０７と、光源側光学系１０６と、投影側光学系１０８と、を備える。光源側光学系１０６は、光源装置１０１からの光を表示素子１０７まで導光する。投影側光学系１０８は、表示素子１０７からの投影光をスクリーン等の被投影体に投影する。

[0082] 光源装置１０１の蛍光ホイールのセグメントの一部に透過部１５２を設け

た場合（図１４の（Ｂ）参照）、青色発光の励起光１４は透過部１５２を介して蛍光ホイール１０２ｃを透過する。蛍光ホイール１０２ｃを透過した青色光は、光路上にてミラー１０９ａ～１０９ｃを通り、光源側光学系１０６にて反射され、表示素子１０７に導光される。蛍光ホイールのセグメントの一部に設けられた光学素子１、１ａ～１ｄの蛍光体層を照射した励起光１４によって発光する蛍光は、光路上にて光源側光学系１０６を通ることができる。光源側光学系１０６はダイクロイックミラーであるのが好ましい。好ましいダイクロイックミラーは、４５度で入射した青色の光は反射させ、黄色、赤色および緑色など青色以外の光は透過させることができる。

[0083] より詳細に検討すると、上記光学特性を備えたダイクロイックミラーを光源側光学系１０６に採用することにより、ダイクロイックミラーに入射する励起光１４による青色の光は反射されて蛍光ホイール１０２ｃに向けられる。蛍光ホイール１０２ｃの回転のタイミングにより、青色の光は透過部１５２を介して蛍光ホイール１０２ｃを透過する。蛍光ホイール１０２ａの回転のタイミングにより、透過部１５２以外のセグメントに照射された励起光１４は、光学素子１、１ａ～１ｄを照射することにより蛍光発光する。光学素子１、１ａ～１ｄを複数のセグメント毎に塗り分けることにより、各セグメントによって発光させる蛍光の色を変えることができる。例えば、セグメント毎に異なる蛍光材料を有する光学素子１、１ａ～１ｄを振り分けることにより、蛍光ホイール１０２ａから黄色、赤色、または、緑色波長帯域の蛍光を発光させることできる。蛍光発光された黄色、赤色および緑色の光は、ダイクロイックミラーを透過して表示素子１０７に入射する。透過部１５２を透過した青色の光は、ミラー１０９ａ～１０９ｃを介して再度ダイクロイックミラーに入射し、ダイクロイックミラーで再度反射されて表示素子１０７に入射する。

[0084] 好ましい実施形態では、表示素子１０７はＤＭＤ（デジタルミラーデバイス）であるのが好ましい。投影側光学系１０８は投影部レンズの組み合わせからなるのが好ましい。

[0085] 〔まとめ〕

本発明の態様１に係る光学素子は、光源から出射した励起光によって励起されて蛍光を出射する蛍光体層と、前記蛍光体層の、励起光が照射される面に形成される透光性熱伝導層と、前記蛍光体層の、前記励起光が照射される面と反対側の面に形成される不透光性熱伝導層と、を備え、前記透光性熱伝導層の熱伝導率は、前記蛍光体層の熱伝導率以上であることを特徴とする。

[0086] 上記の構成によれば、不透光性熱伝導層から熱を逃がすことによって、蛍光体層の温度上昇を抑制することができる。また、透光性熱伝導層の伝導率が、蛍光体層の熱伝導率以上であることにより、励起光が照射された蛍光体層の温度上昇を抑制することができる。

[0087] 本発明の態様２に係る光学素子は、上記態様１において、前記蛍光体層が、少なくともバインダと、蛍光体粒子とを有し、前記透光性熱伝導層が、前記バインダを構成する材料を主成分とする構成としてもよい。

[0088] 上記の構成によれば、蛍光体層の熱伝導率が、蛍光体単体から構成される蛍光体層の熱伝導率よりも高くなり、蛍光体層の温度上昇を抑制することができる。

[0089] 本発明の態様３に係る光学素子は、上記態様１または２において、前記透光性熱伝導層が、励起光が照射される領域の一部を覆う構成としてもよい。

[0090] 上記の構成によれば、透光性熱伝導層を透過することによる、励起光および蛍光発光の少なくとも一方の透過量の減少を抑制することができる。

[0091] 本発明の態様４に係る光学素子は、上記態様１～３のいずれかにおいて、前記透光性熱伝導層において、励起光が照射されない領域の平均厚みが、励起光が照射される領域の平均厚みよりも厚い構成としてもよい。

[0092] 上記の構成によれば、透光性熱伝導層を透過することによる、透光性熱伝導層を透過することによる、励起光および蛍光発光の少なくとも一方の透過量の減少を抑制することができる。

[0093] 本発明の態様５に係る光学素子は、上記態様１～４のいずれかにおいて、前記透光性熱伝導層がさらに、前記蛍光体層の側面に形成される構成として

もよい。

[0094] 上記の構成によれば、蛍光体層を覆う熱伝導層の量が増えることによって、熱伝導効果がさらに高まり、蛍光体層の温度上昇を抑制することができる。

[0095] 本発明の態様６に係る光学素子は、上記態様１～５のいずれかにおいて、前記透光性熱伝導層の側面および前記励起光が照射されない領域の少なくとも一部に、さらに熱伝導層が形成される構成としてもよい。

[0096] 上記の構成によれば、熱伝導効果がさらに高まり、蛍光体層の温度上昇を抑制することができる。

[0097] 本発明の態様７に係る光学素子は、上記態様１～６のいずれかにおいて、前記不透光性熱伝導層が、蛍光を取り出す蛍光取り出し孔を有する構成としてもよい。

[0098] 上記の構成によれば、本発明の態様に係る光学素子を透過型光学素子として用いることができる。

[0099] 本発明の態様８に係る光学素子は、上記態様７において、前記蛍光取り出し孔に蛍光取り出し部材を備える構成としてもよい。

[0100] 上記の構成によれば、本発明の態様に係る光学素子を透過型光学素子として用いることができる。

[0101] 本発明の態様９に係る車両用前照灯具は、上記態様１～６のいずれかの光学素子と、前記光学素子に励起光を射出する光源と、前記光学素子から出射した蛍光を反射させる反射面を有するリフレクタと、を備え、前記リフレクタの反射面が、前記光学素子から出射した蛍光を一定方向に平行に出射するように反射させることを特徴とする。

[0102] 上記の構成によれば、本発明の態様に係る光学素子を用いることによって、発光効率の低下が抑制された反射型車両用前照灯具を提供することができる。

[0103] 本発明の態様１０に係る車両用前照灯具は、上記態様７または８の光学素子と、前記光学素子に励起光を射出する光源と、前記光学素子から出射した

蛍光を反射させる反射面を有するリフレクタと、を備え、前記光源が、前記透光性熱伝導層側から入射光を照射し、前記リフレクタの反射面が、前記不透光性熱伝導層側から出射した蛍光を一定方向に平行に出射するように反射させることを特徴とする。

[0104] 上記の構成によれば、本発明の態様に係る光学素子を用いることによって、発光効率の低下が抑制された透過型車両用前照灯具を提供することができる。

[0105] 本発明の態様１１に係る光源装置は、励起光を射出する光源と、前記光源から出射された励起光が通過する周方向の少なくとも一部に、上記態様１～８のいずれかの光学素子が敷設された蛍光ホイールと、前記蛍光ホイールを回転させる駆動装置と、を備えることを特徴とする。

[0106] 上記の構成によれば、本発明の態様に係る光学素子を用いることによって、発光効率の低下が抑制された光源装置を提供することができる。また、光源装置の蛍光ホイールの回転を低速にすることができる。その結果、蛍光ホイールの回転に必要な駆動装置の消費電力や騒音を抑制することができ、該駆動装置からの発熱を抑制することができる。

[0107] 本発明の態様１２に係る投影装置は、上記態様１１の光源装置と、表示素子と、前記光源装置からの光を前記表示素子まで導光する光源側光学系と、前記表示素子からの投影光を被投影体に投影する投影側光学系と、を備えることを特徴とする。

[0108] 上記の構成によれば、本発明の態様に係る光学素子を用いることによって、発光効率の低下が抑制された投影装置を提供することができる。

[0109] 本発明は上述した各実施形態に限定されるものではなく、請求項に示した範囲で種々の変更が可能であり、異なる実施形態にそれぞれ開示された技術的手段を適宜組み合わせて得られる実施形態についても本発明の技術的範囲に含まれる。さらに、各実施形態にそれぞれ開示された技術的手段を組み合わせることにより、新しい技術的特徴を形成することができる。

実施例

[0110] 〔評価例１〕透光性熱伝導層３の膜厚と照射中心領域２１の温度との関係

本発明の態様に係る光学素子１における、透光性熱伝導層３の膜厚と照射中心領域２１の温度の関係について、コンピュータによるシミュレーション解析を行った。

[0111] 図１６と図１７は、実施例のシミュレーションで使用した積層モデルを示す模式図である。図１６は、発熱部２０３の最も大きな平面に沿った平面をｘｙ平面と定め、発熱部２０３のｘｙ平面における中心がｘ＝０，ｙ＝０となるように直交座標系を定義したものである。ｘ軸方向、ｙ軸方向にそれぞれ直交する方位をｚ軸方向と定めた。図１７は、図１６に示した実施例のシミュレーションで使用した積層モデルを、ｘ＝０，ｙ＝０でカットした１／４（ｘｙ平面における第一象限に相当）のモデルである。図１６～１７に示すように、２５℃に一定に保つ定温板２０２（１０ｍｍ×１０ｍｍ）、熱伝導シート２０１（１０ｍｍ×１０ｍｍ×０．５ｍｍ）、不透光性熱伝導層４（１０ｍｍ×１０ｍｍ×０．５ｍｍ）、蛍光体層２（５ｍｍ×５ｍｍ×０．０２５ｍｍ）、透光性熱伝導層３（５ｍｍ×５ｍｍ）、の順でｚ軸方向に積層したモデルを使用した。積層モデルは２５℃雰囲気に置かれた状態とした。不透光性熱伝導層４の材質はアルミニウムとした。

[0112] 蛍光体層２内に発熱部２０３（０．５ｍｍ×０．５ｍｍ×０．０２ｍｍ）を設置した。発熱部２０３の発熱量は中心（ｘ＝０，ｙ＝０）が高くなるように４段階で設定した。そして、透光性熱伝導層３の熱伝導率は、後述する図２０の（Ａ）に示す温度依存性を備えた熱伝導率とした。透光性熱伝導層３の膜厚を、０μｍ、１５μｍ、２５μｍ、５０μｍ、１００μｍとしたときの、蛍光体層２の最高温度に達する領域（図１８の矢印部分、照射中心領域２１に相当）の温度を比較した。図１８の（Ａ）は、蛍光体層２の温度分布を示す図であり、図１８の（Ｂ）はその拡大図である。

[0113] シミュレーションによって算出された測定温度を図１９に示す。図１９中、「膜厚」は透光性熱伝導層３の膜厚を示し、「温度」は蛍光体層２の最高温度に達する領域（図１８の矢印部分、照射中心領域２１に相当）の温度を

示す。

[0114] 図１９に示すように、透光性熱伝導層３の膜厚が厚くなると、蛍光体層２の最高温度に達する領域（照射中心領域２１に相当）の温度が低くなることが分かった。このことによって、光学素子１の発光効率の低下を抑制できることが分かった。

[0115] 〔評価例２〕透光性熱伝導層３と蛍光体層２の熱伝導率および照射中心領域２１の温度との関係

本発明の態様に係る光学素子１における、透光性熱伝導層３と蛍光体層２の熱伝導率および照射中心領域２１の温度との関係について、評価例１と同様に、コンピュータによるシミュレーションを行った。透光性熱伝導層３の熱伝導率が蛍光体層２の伝導率よりも高い場合と、透光性熱伝導層３の熱伝導率が蛍光体層２の伝導率よりも低い場合における、蛍光体層２の最高温度に達する領域（図１８の矢印部分、照射中心領域２１に相当）の温度を比較した。透光性熱伝導層３の膜厚は１５μｍとした。また、参考として、透光性熱伝導層３が存在しない場合の蛍光体層２の最高温度に達する領域についてもシミュレーションを行った。

[0116] シミュレーションによって算出された測定温度を図２０に示す。図２０中、「蛍光膜」は、透光性熱伝導層３が存在しない場合のシミュレーション結果を示す。「表面コート＿高熱伝導」は、透光性熱伝導層３の熱伝導率が蛍光体層２の伝導率よりも高いときのシミュレーション結果を示す。「表面コート＿低熱伝導」は、透光性熱伝導層３の熱伝導率が蛍光体層２の伝導率よりも低いときのシミュレーション結果を示す。

[0117] 図２０に示すように、透光性熱伝導層３の熱伝導率が蛍光体層２の伝導率よりも高い場合に蛍光体層２の最高温度に達する領域（照射中心領域２１に相当）の温度が低くなることが分かった。

[0118] 図２１は、評価例２における、透光性熱伝導層３が存在しない場合のシミュレーション（蛍光膜）による、蛍光体層の温度分布を示す。図２２は、評価例２における、透光性熱伝導層３の熱伝導率が蛍光体層２の伝導率よりも

高いときのシミュレーション（表面コート＿高熱伝導）による、蛍光体層の温度分布を示す。図２３は、評価例２における、透光性熱伝導層３の熱伝導率が蛍光体層２の伝導率よりも低いときのシミュレーション（表面コート＿低熱伝導）による、蛍光体層の温度分布を示す。

[0119] 図２１～２３に示すように、透光性熱伝導層３が存在しないと、照射中心領域２１の温度が上昇してしまうことが分かった（図２１）。また、図２２と図２３とを比較すると、透光性熱伝導層３の熱伝導率が蛍光体層２の伝導率よりも高いときに、照射中心領域２１の温度上昇を抑制することができることが分かった。

請求の範囲

[請求項1] 光源から出射した励起光によって励起されて蛍光を出射する蛍光体層と、

前記蛍光体層の、励起光が照射される面に形成される透光性熱伝導層と、

前記蛍光体層の、前記励起光が照射される面と反対側の面に形成される不透光性熱伝導層と、を備え、

前記透光性熱伝導層の熱伝導率は、前記蛍光体層の熱伝導率以上であることを特徴とする光学素子。

[請求項2] 前記蛍光体層は、少なくともバインダと、蛍光体粒子とを有し、

前記透光性熱伝導層が、前記バインダを構成する材料を主成分とすることを特徴とする請求項１に記載の光学素子。

[請求項3] 前記透光性熱伝導層が、励起光が照射される領域の一部を覆う、請求項１または２に記載の光学素子。

[請求項4] 前記透光性熱伝導層において、励起光が照射されない領域の平均厚みが、励起光が照射される領域の平均厚みよりも厚い、請求項１～３のいずれか１項に記載の光学素子。

[請求項5] 前記透光性熱伝導層がさらに、前記蛍光体層の側面に形成される、請求項１～４のいずれか１項に記載の光学素子。

[請求項6] 前記透光性熱伝導層の側面および前記励起光が照射されない領域の少なくとも一部に、さらに熱伝導層が形成される、請求項１～５のいずれか１項に記載の光学素子。

[請求項7] 前記不透光性熱伝導層が、蛍光を取り出す蛍光取り出し孔を有する、請求項１～６のいずれか１項に記載の光学素子。

[請求項8] 前記蛍光取り出し孔に蛍光取り出し部材を備える、請求項７に記載の光学素子。

[請求項9] 請求項１～６のいずれか１項に記載の光学素子と、

前記光学素子に励起光を射出する光源と、

前記光学素子から出射した蛍光を反射させる反射面を有するリフレクタと、

を備え、

前記リフレクタの反射面が、前記光学素子から出射した蛍光を一定方向に平行に出射するように反射させることを特徴とする車両用前照灯具。

[請求項10] 請求項７または８に記載の光学素子と、

前記光学素子に励起光を射出する光源と、

前記光学素子から出射した蛍光を反射させる反射面を有するリフレクタと、

を備え、

前記光源が、前記透光性熱伝導層側から入射光を照射し、

前記リフレクタの反射面が、前記不透光性熱伝導層側から出射した蛍光を、一定方向に平行に出射するように反射させることを特徴とする車両用前照灯具。

[請求項11] 励起光を射出する光源と、

前記光源から出射された励起光が通過する周方向の少なくとも一部に、請求項１～８のいずれか１項に記載の光学素子が敷設された蛍光ホイールと、

前記蛍光ホイールを回転させる駆動装置と、

を備えることを特徴とする光源装置。

[請求項12] 請求項１１に記載の光源装置と、

表示素子と、

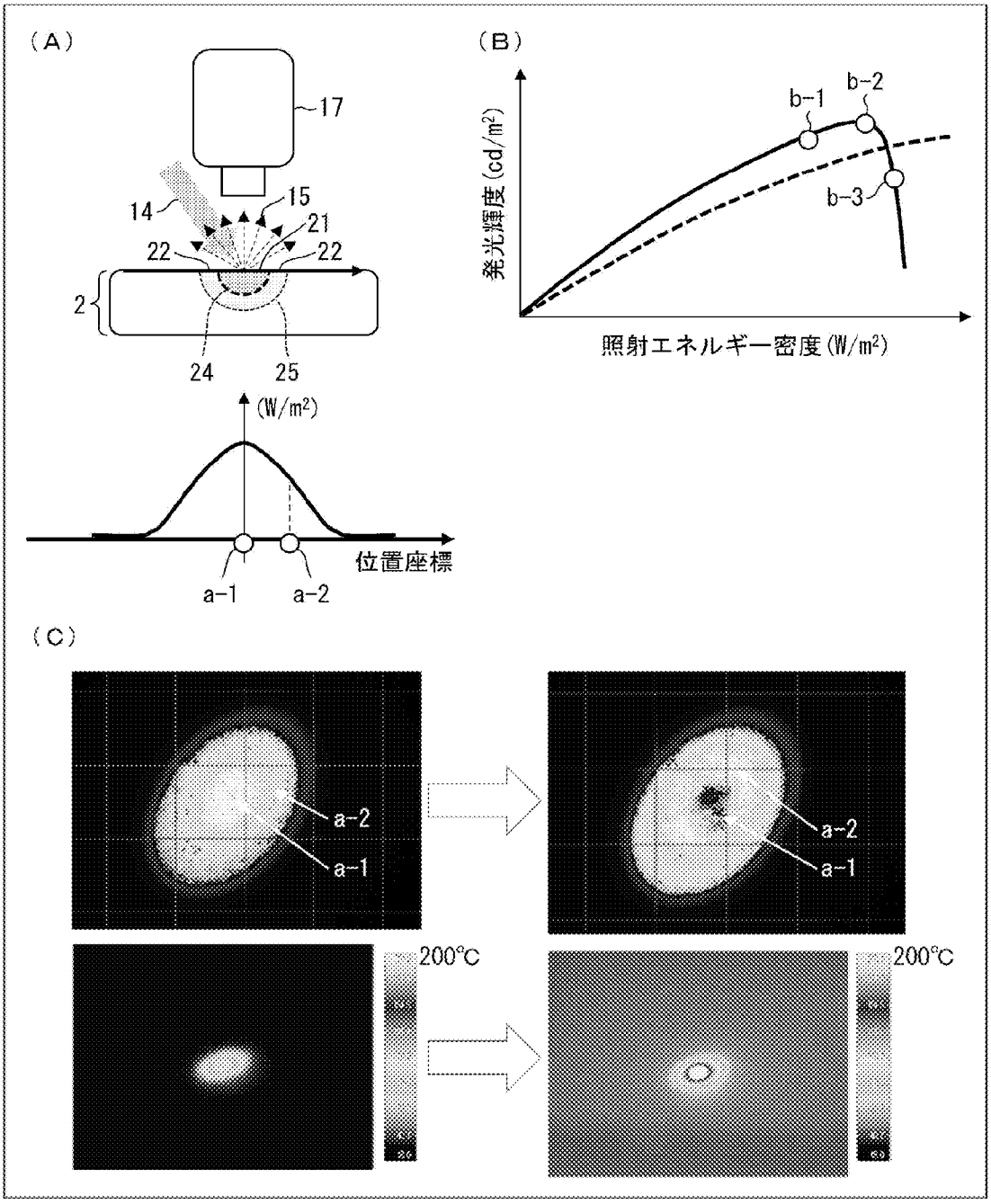
前記光源装置からの光を前記表示素子まで導光する光源側光学系と、

前記表示素子からの投影光を被投影体に投影する投影側光学系と、

を備えることを特徴とする投影装置。

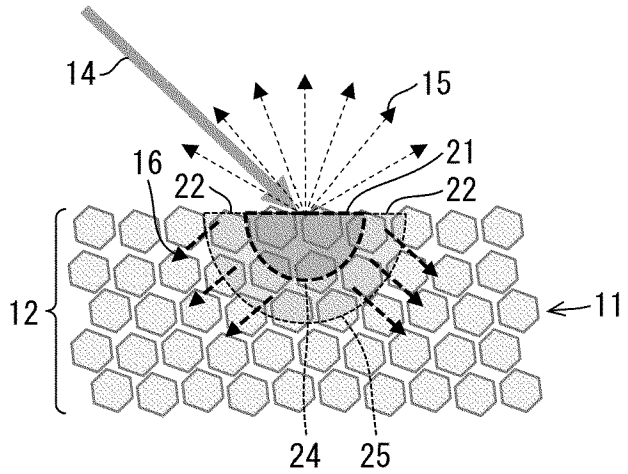
[図1]

図 1


(A)
17
15
14
21
22
22
2
24
25
(W/m²)
位置座標
a-1
a-2
(B)
b-1
b-2
b-3
発光輝度(cd/m²)
照射エネルギー密度(W/m²)
(C)
a-2
a-1
a-2
a-1
200℃
200℃

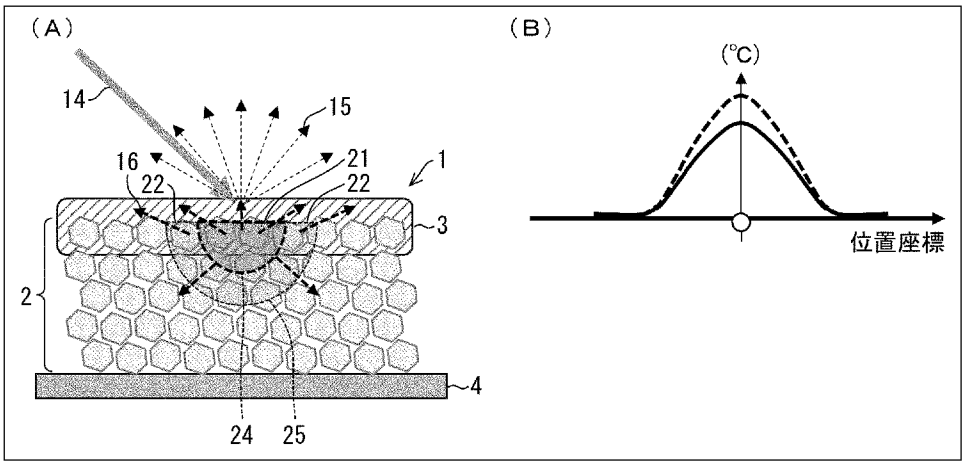
[図2]

図 2



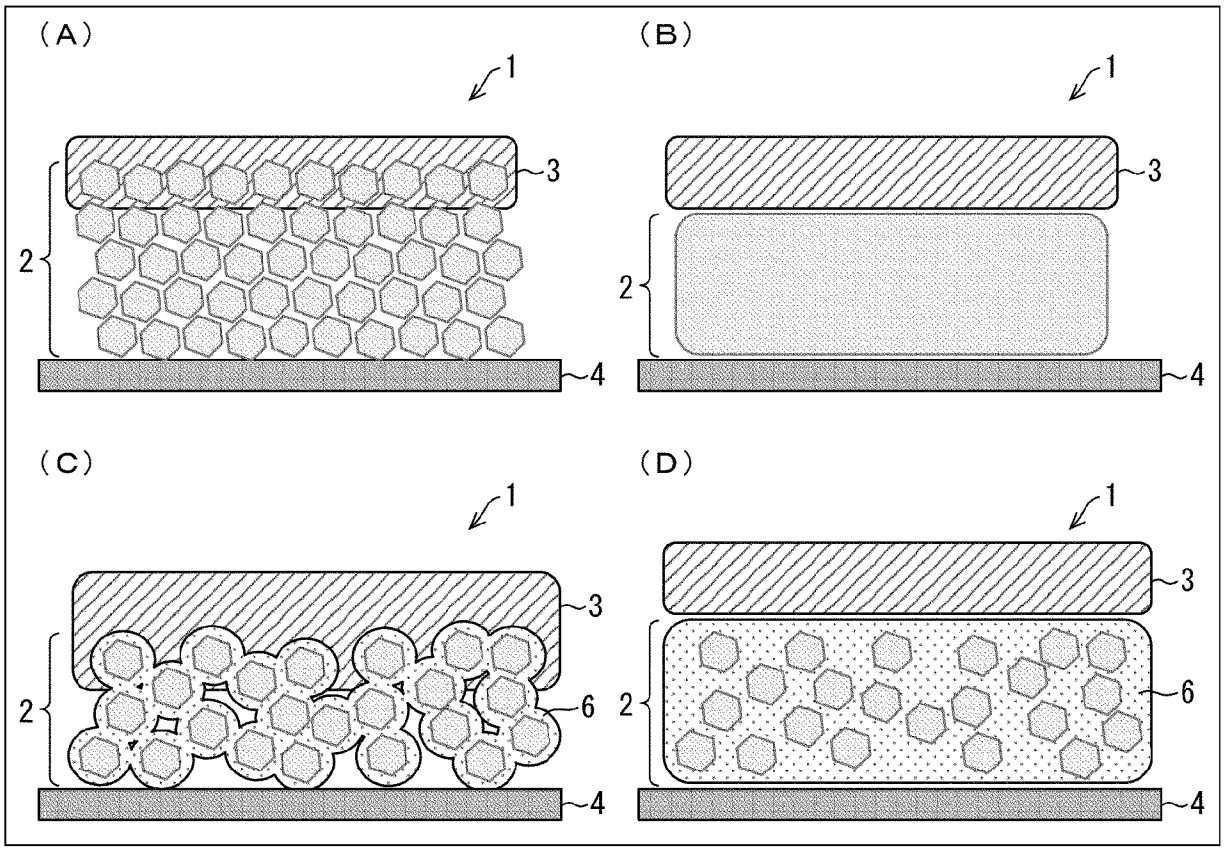
[図3]

図 3



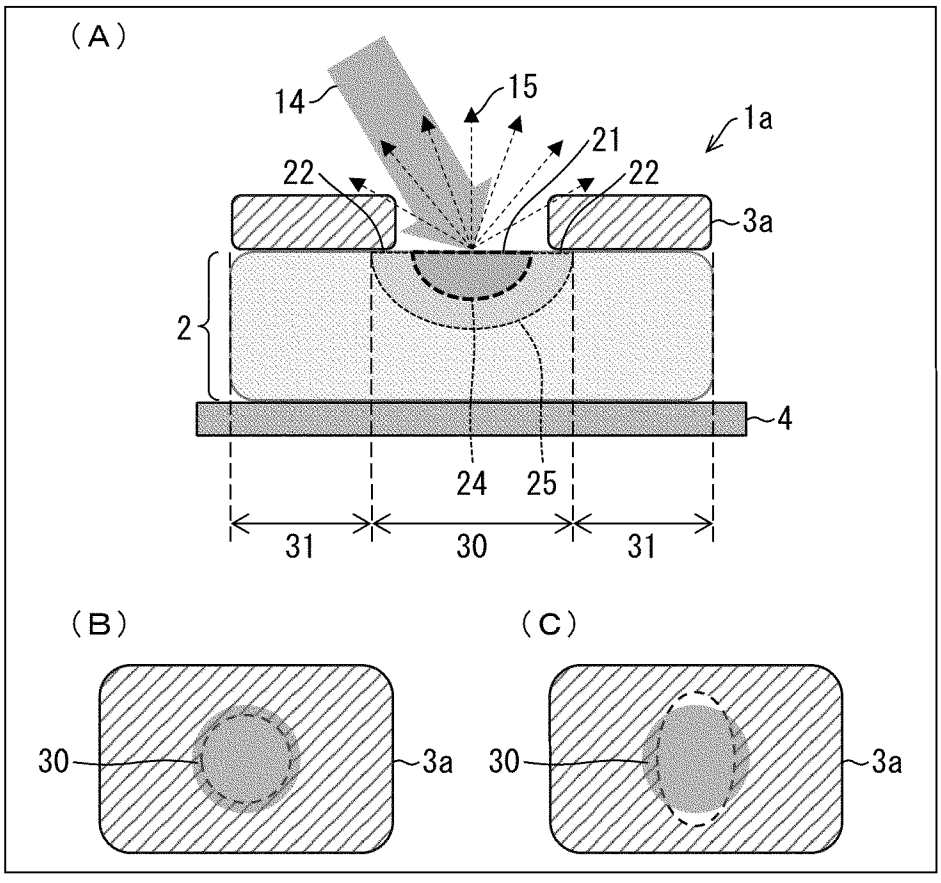
[図4]

図 4


(A)
1
3
2
4
(B)
1
3
2
4
(C)
1
3
2
6
4
(D)
1
3
2
6
4

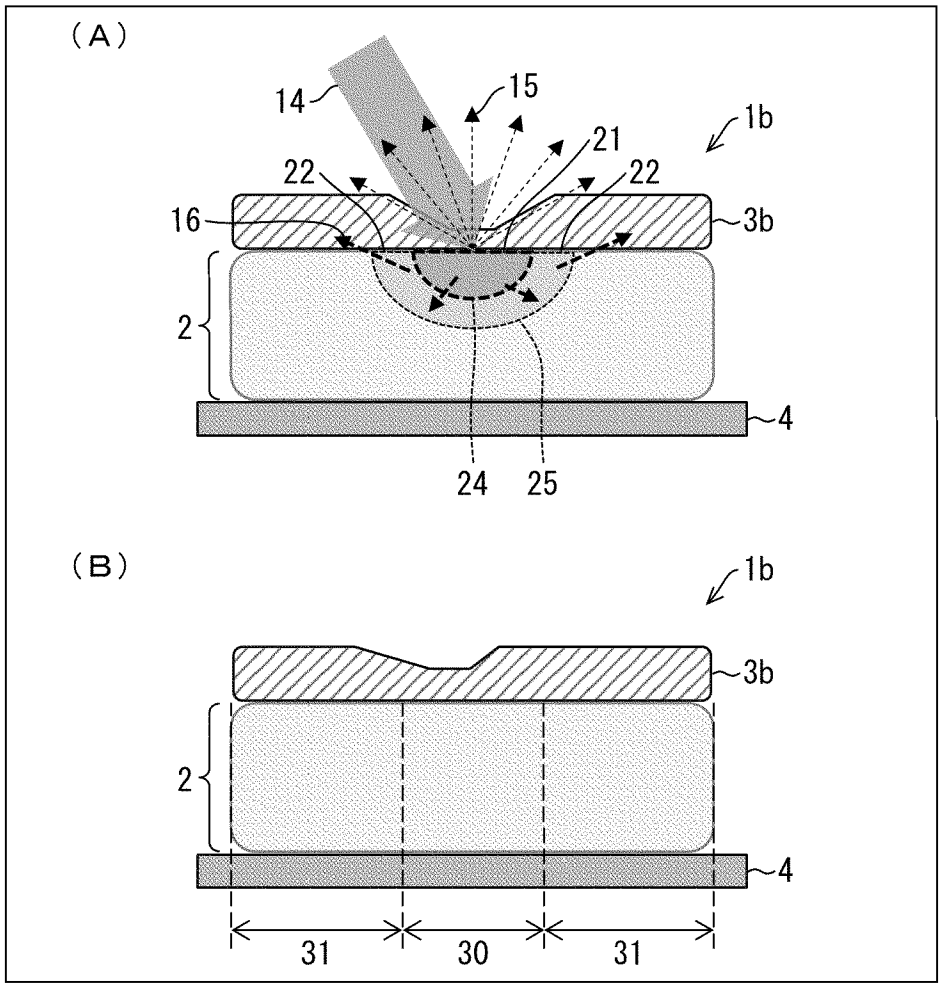
[図5]

図 5


(A)
14
15
1a
21
22
22
3a
2
4
24
25
31
30
31
(B)
30
3a
(C)
30
3a

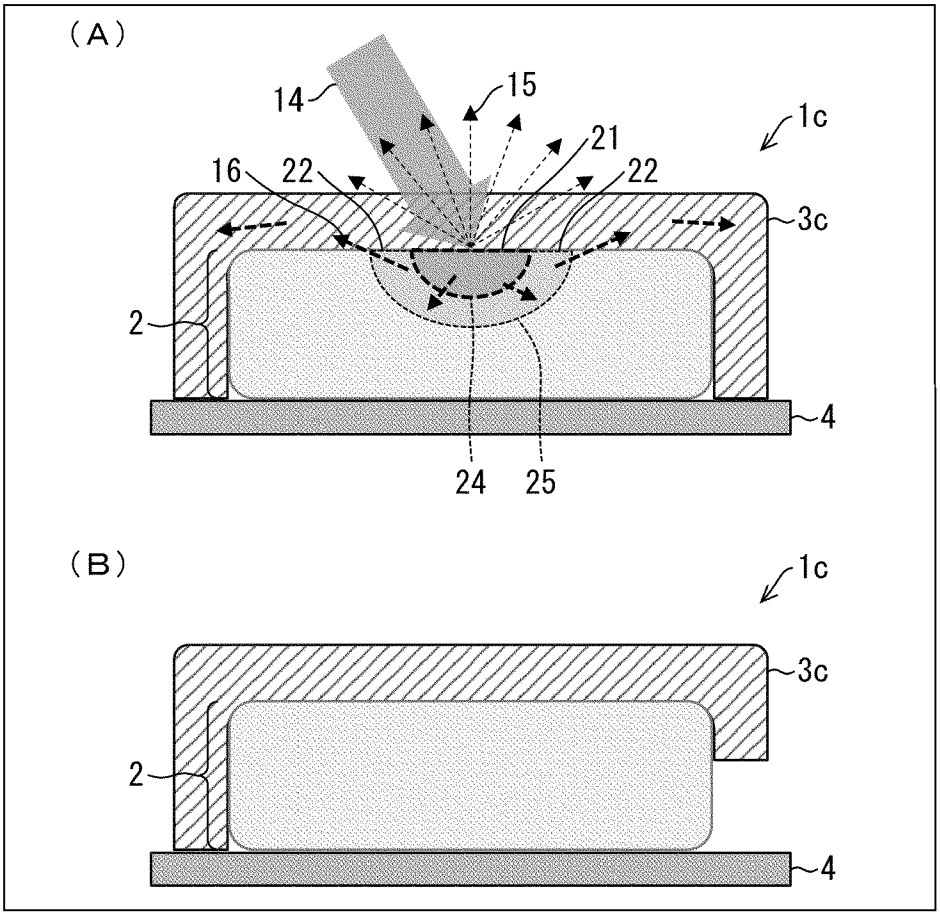
[図6]

図 6



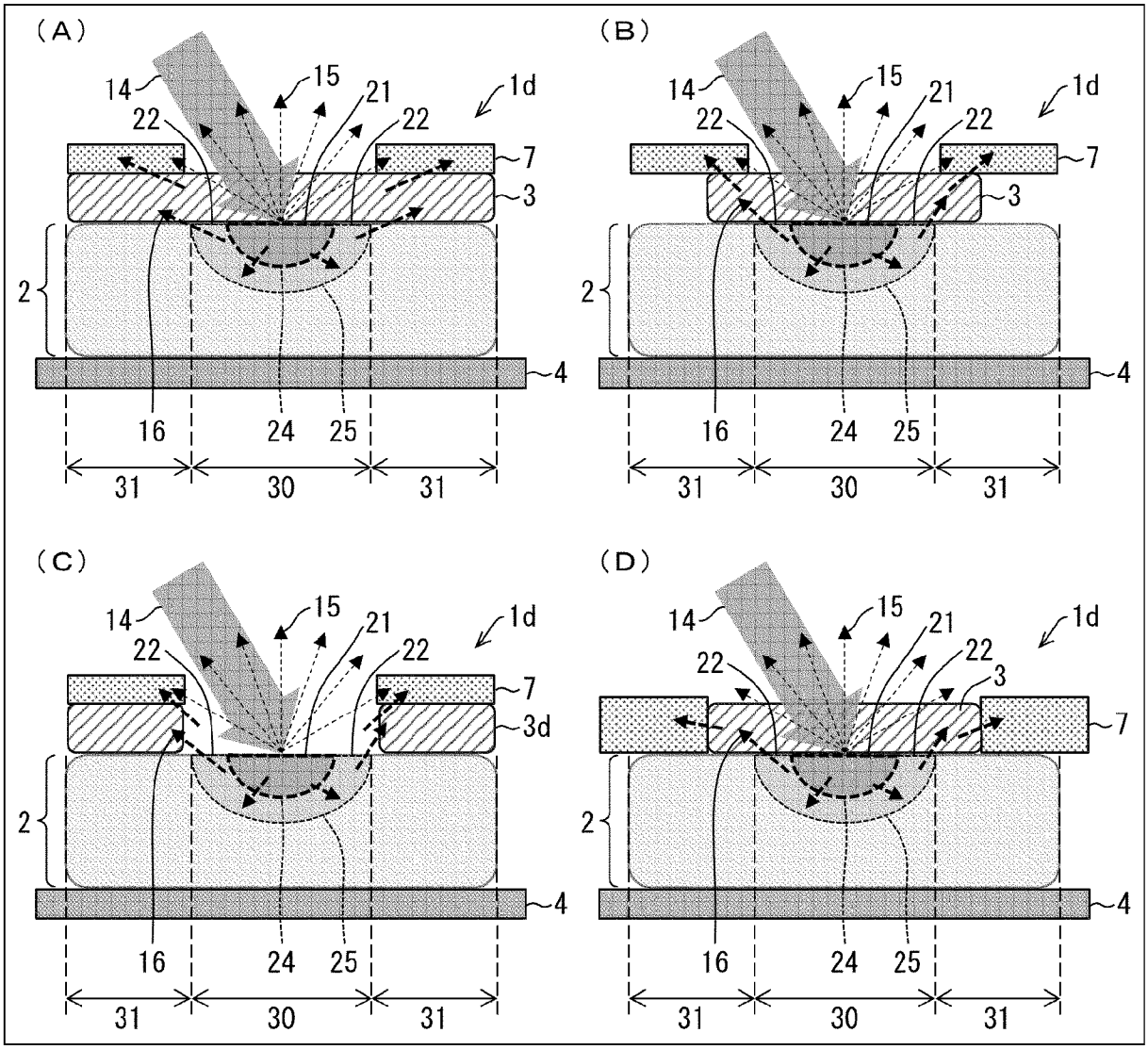
[図7]

図 7



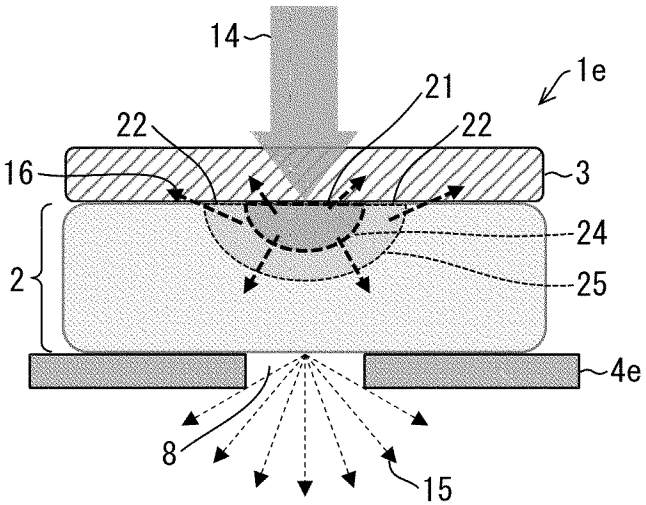
[図8]

図 8


(A)
(B)
(C)
(D)
14
15
21
22
1d
7
3
3d
2
4
16
24
25
31
30

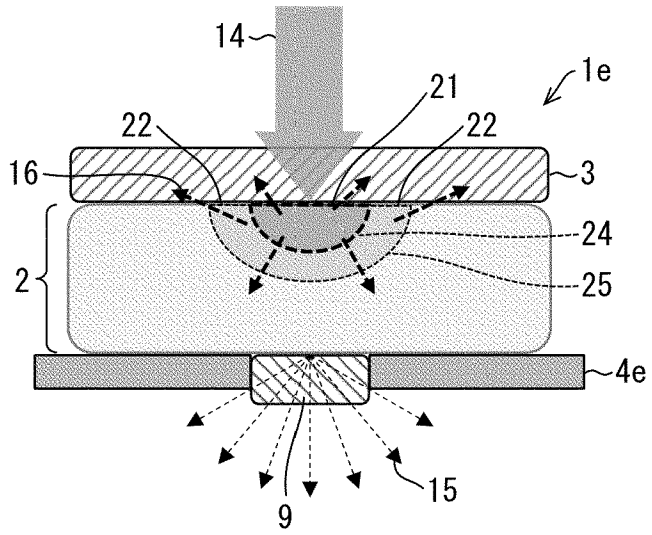
[図9]

図 9


14
21
22
1e
16
3
24
25
2
4e
8
15

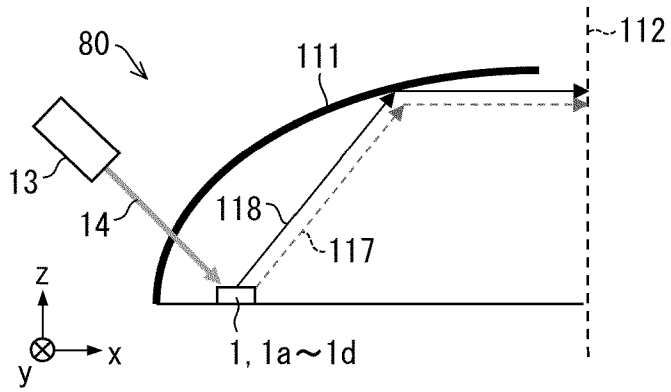
[図10]

図 10



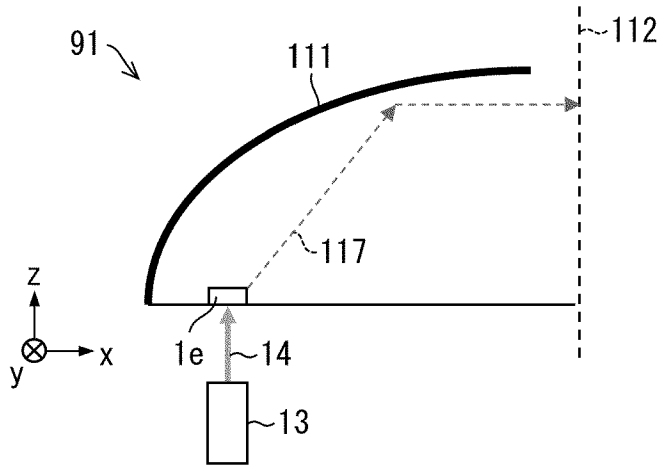
[図11]

図 11



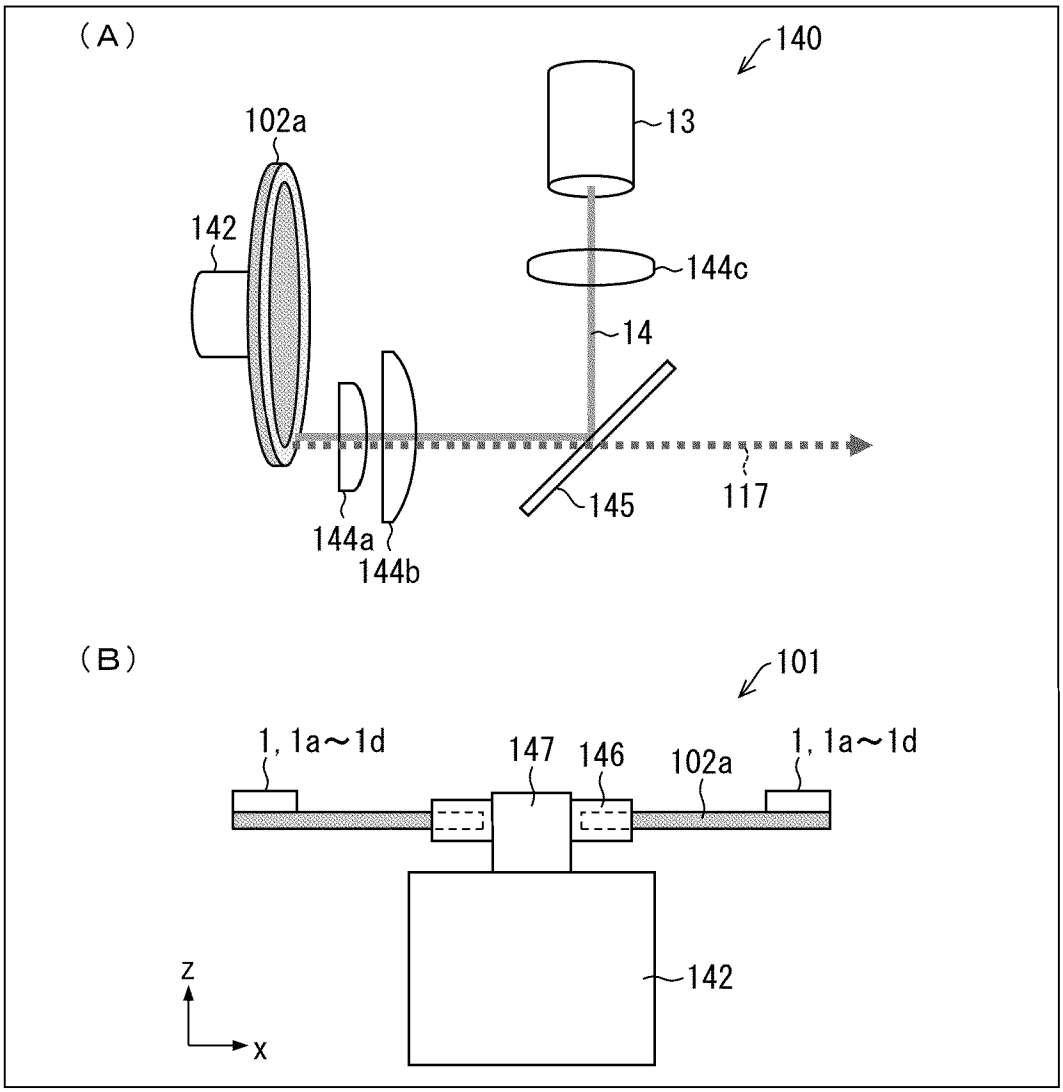
[図12]

図 12



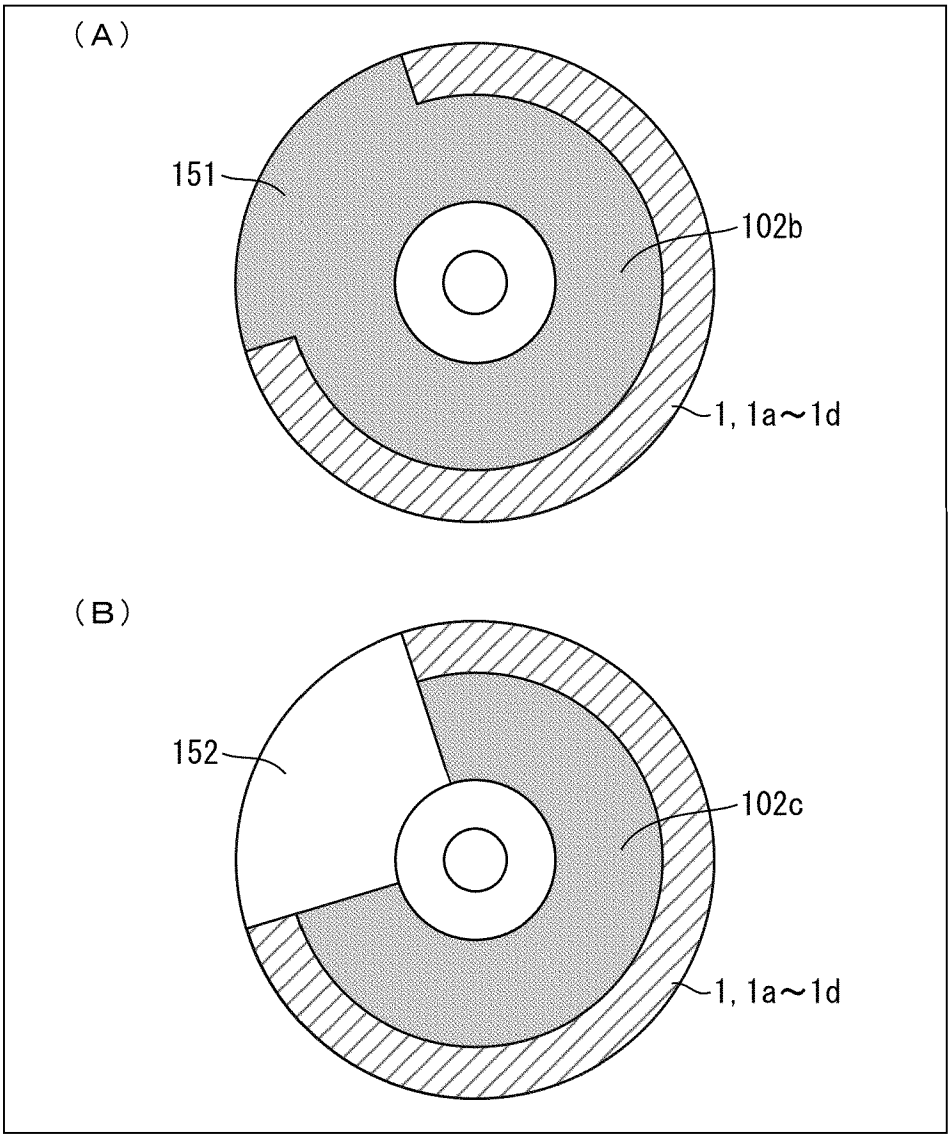
[図13]

図 13


(A)
140
13
102a
142
144c
14
145
117
144a
144b
(B)
101
1, 1a～1d
147
146
102a
1, 1a～1d
142
Z
x

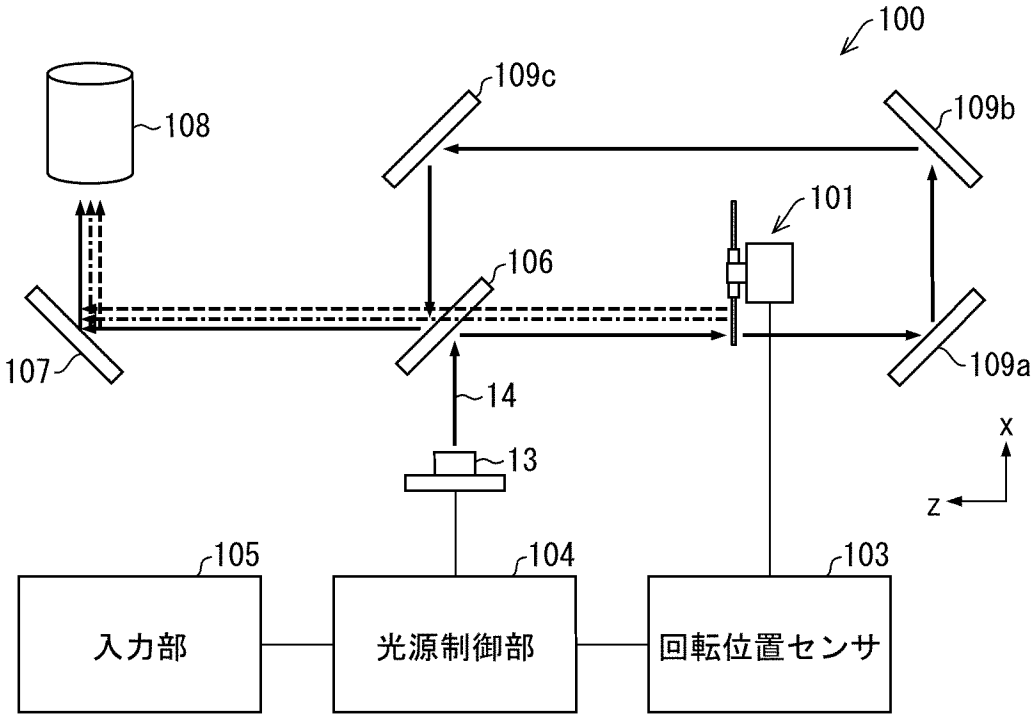
[図14]

図 14



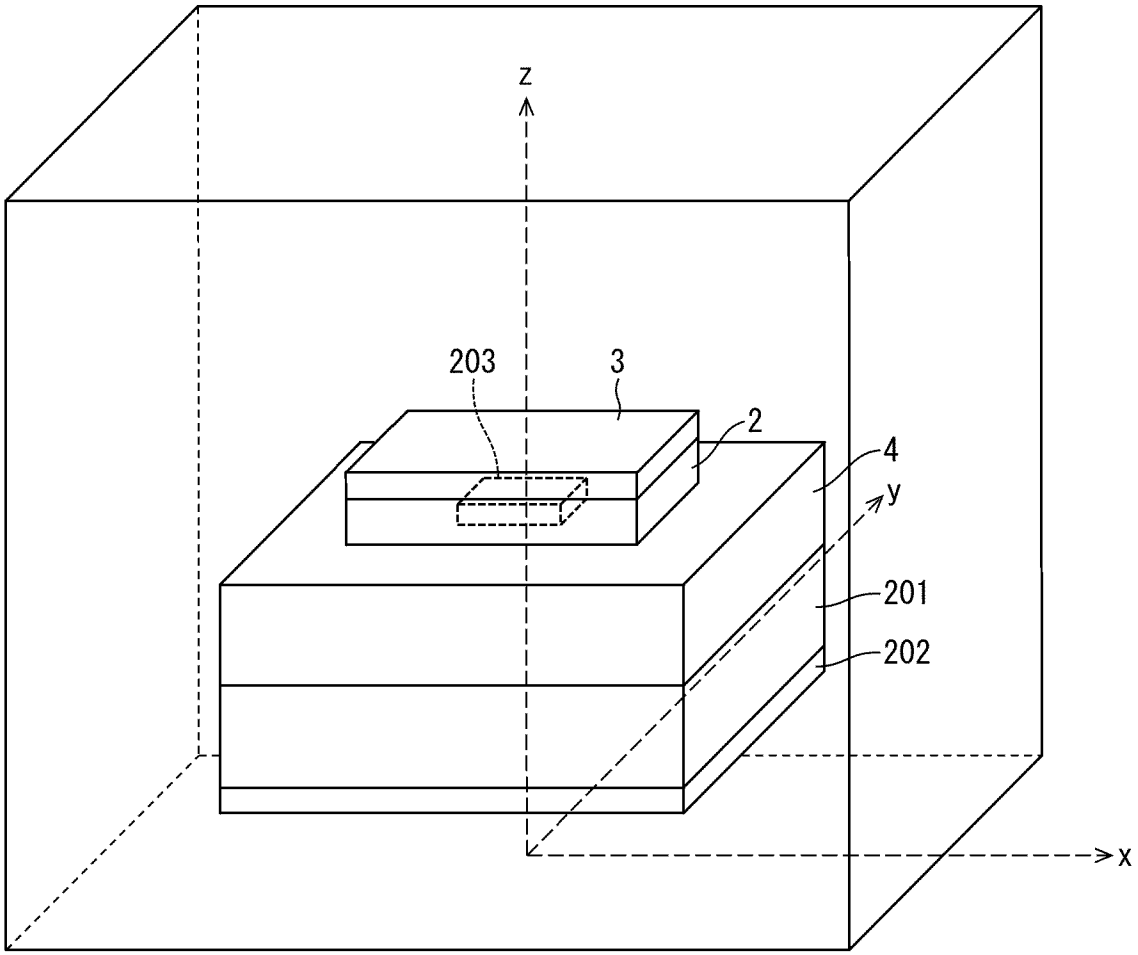
[図15]

図 15



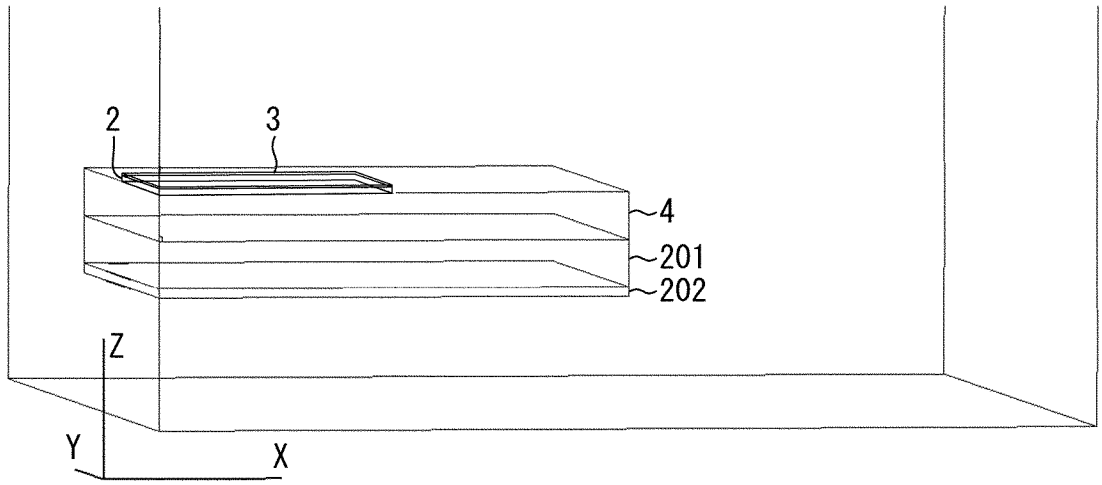
[図16]

図 16



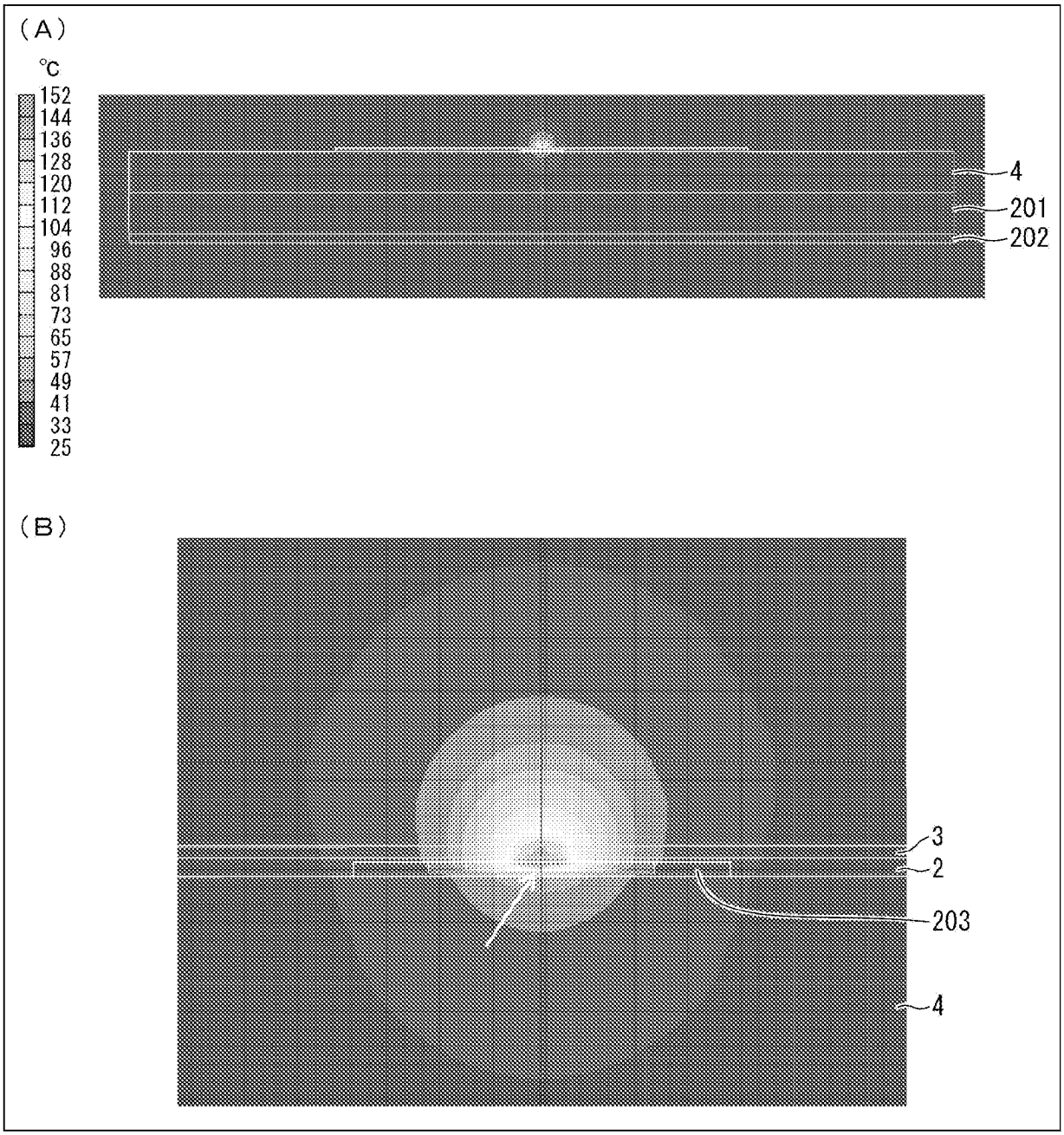
[図17]

図 17



[図18]

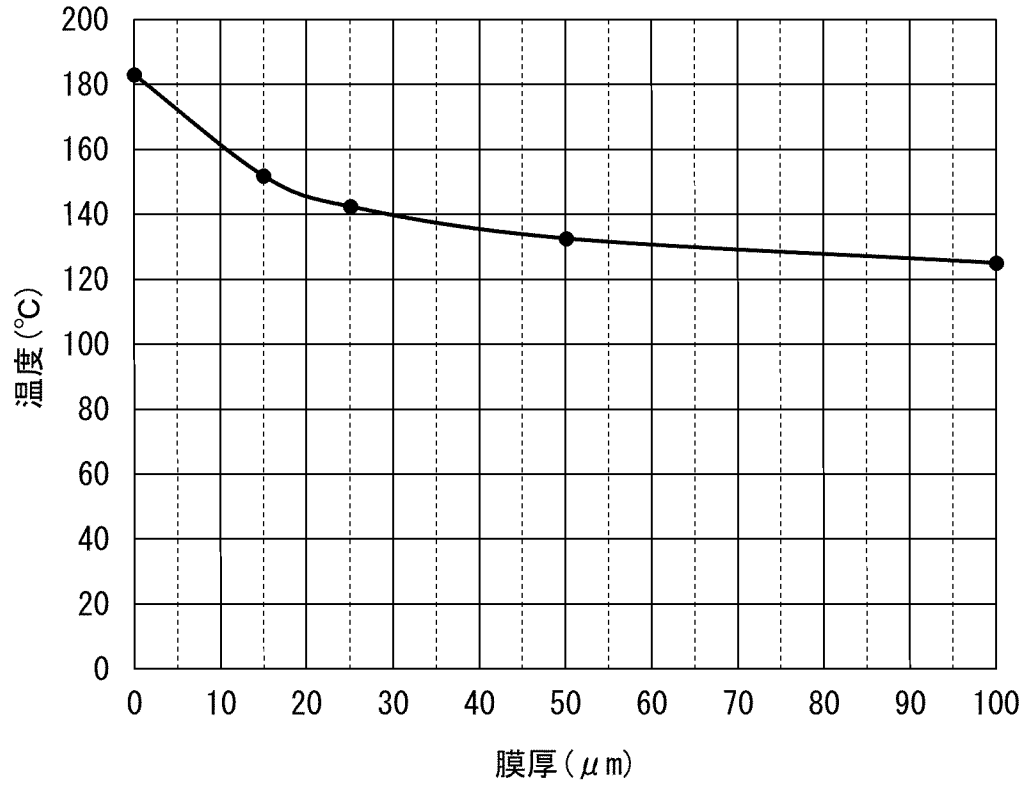
図 18


(A)
℃
152
144
136
128
120
112
104
96
88
81
73
65
57
49
41
33
25
4
201
202
(B)
3
2
203
4

[図19]

図 19

（A）



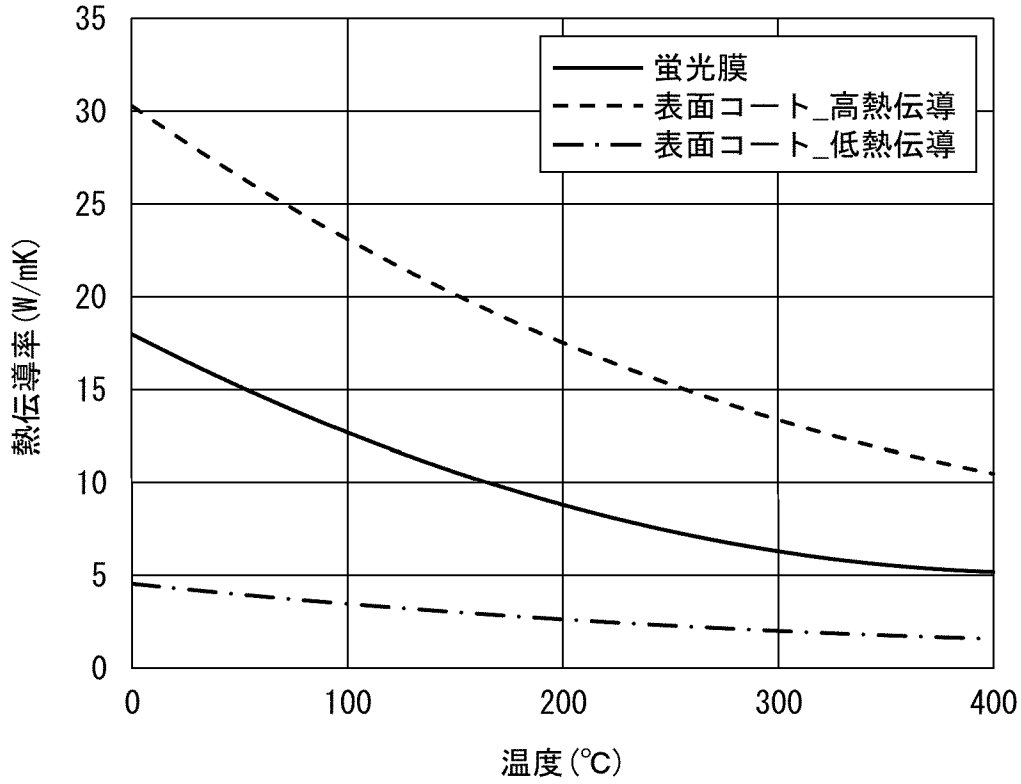
（B）

膜厚(μm)	温度(℃)
0	183
15	152
25	142
50	133
100	125

[図20]

図 20

（A）



（B）

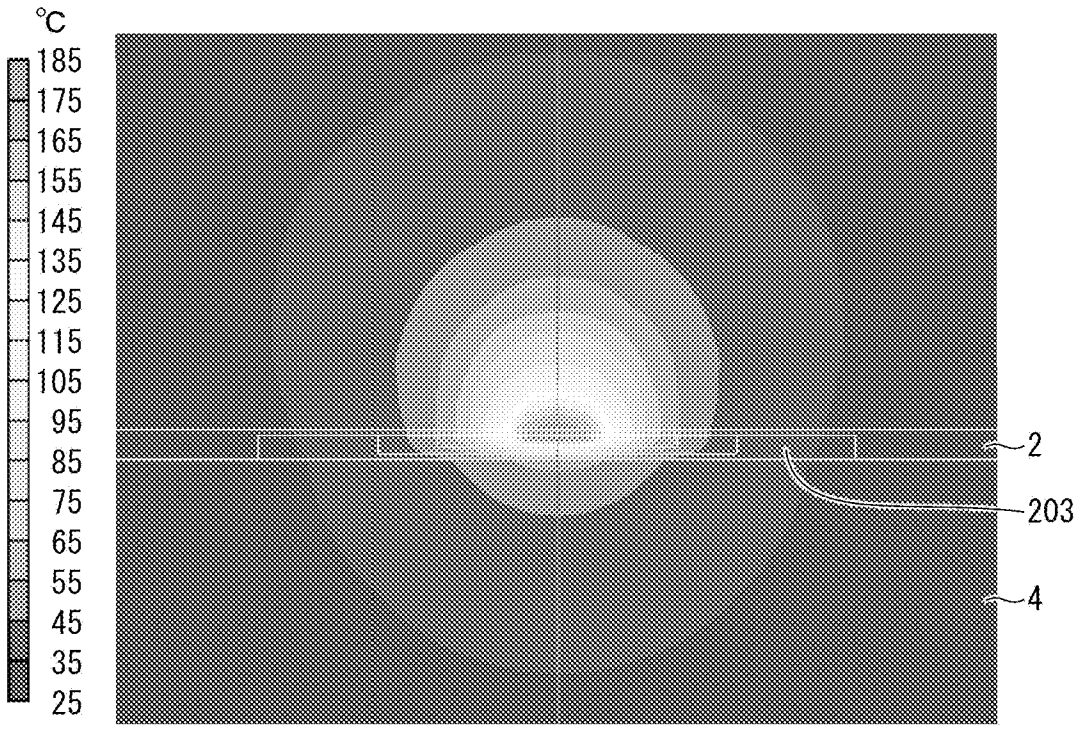
	20℃における熱伝導率(W/m･K)
蛍光膜	16.8
表面コート_高熱伝導	28.7
表面コート_低熱伝導	4.3

（C）

	中心部の温度(℃)
蛍光膜	183
表面コート_高熱伝導	152
表面コート_低熱伝導	176

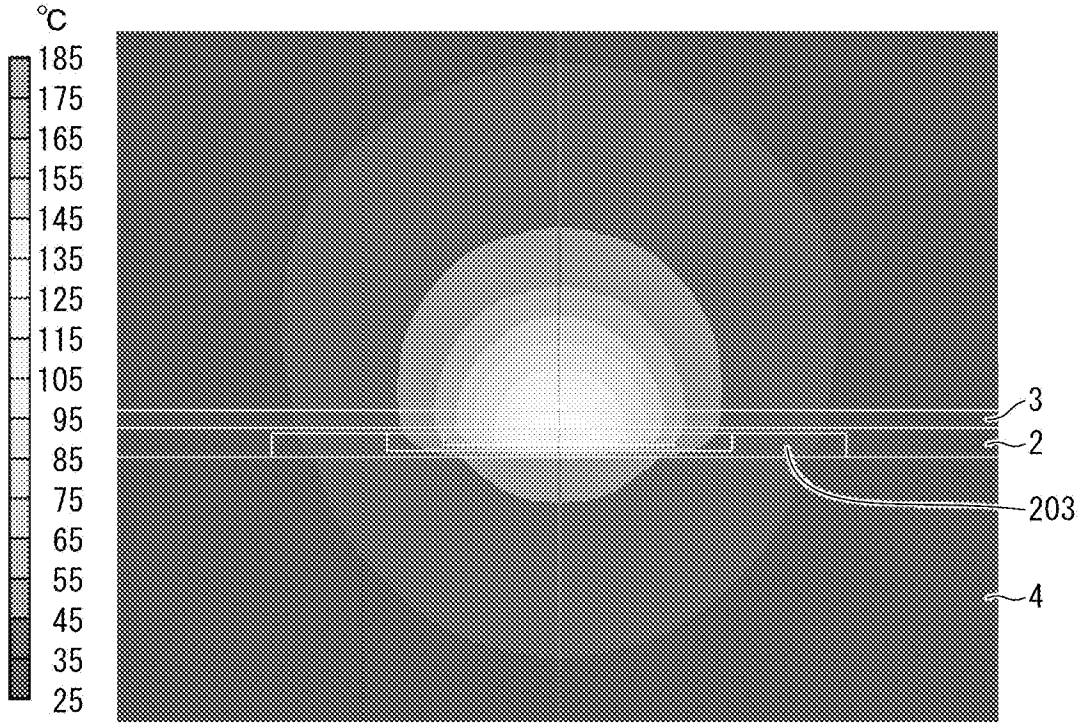
[図21]

図 21



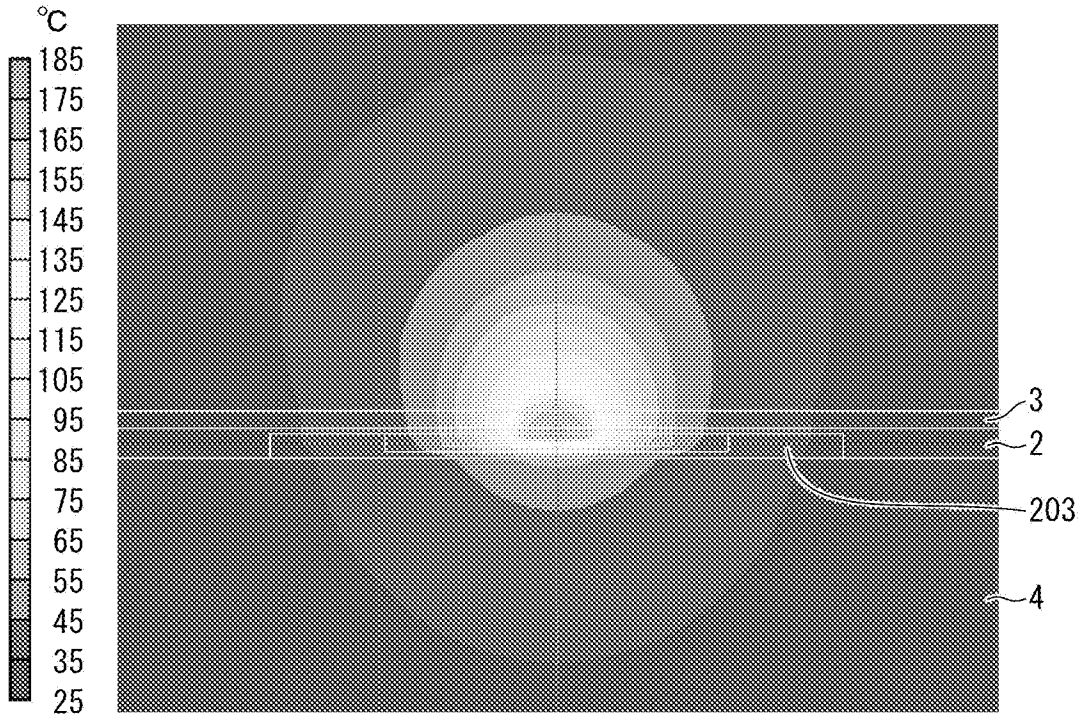
[図22]

図 22



[図23]

図 23


°C
185
175
165
155
145
135
125
115
105
95
85
75
65
55
45
35
25
3
2
203
4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2020/010256

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
G03B 21/00(2006.01)i; G03B 21/14(2006.01)i; G02B 5/20(2006.01)i; H01S 5/022(2006.01)i
FI: G02B5/20; G03B21/00 F; G03B21/14 A; H01S5/022
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)
G03B21/00; G03B21/14; G02B5/20; H01S5/022

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.
X Y	JP 2018-107064 A (USHIO INC.) 05.07.2018 (2018-07-05) paragraphs [0018]-[0040], fig. 1-2	1-3 4-12
Y	JP 2016-92271 A (SHARP CORP.) 23.05.2016 (2016-05-23) claim 5, paragraph [0075]	4-12
Y	JP 2016-115879 A (NEC CORP.) 23.06.2016 (2016-06-23) paragraphs [0060]-[0062], fig. 6	5-12
Y	JP 2016-27613 A (NIPPON ELECTRIC GLASS CO., LTD.) 18.02.2016 (2016-02-18) paragraphs [0057], [0069], fig. 6	6-12
Y	JP 2011-14587 A (NICHIA CHEMICAL INDUSTRIES, LTD.) 20.01.2011 (2011-01-20) paragraphs [0055]-[0058], fig. 6	7-8, 10-12

☒ 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 28 May 2020 (28.05.2020)	Date of mailing of the international search report 09 June 2020 (09.06.2020)
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/JP2020/010256

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	WO 2017/130607 A1 (SHARP CORP.) 03.08.2017 (2017-08-03) paragraphs [0126]-[0128], fig. 12	8, 10-12
Y	JP 2016-11039 A (SHARP CORP.) 21.01.2016 (2016-01-21) fig. 9, 11	9-10
Y	JP 2017-147049 A (SHARP CORP.) 24.08.2017 (2017-08-24) paragraphs [0026]-[0038], [0051]-[0052], fig. 1-2	11-12

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2020/010256

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
JP 2018-107064 A	05 Jul. 2018	(Family: none)	
JP 2016-92271 A	23 May 2016	(Family: none)	
JP 2016-115879 A	23 Jun. 2016	(Family: none)	
JP 2016-27613 A	18 Feb. 2016	US 2017/0137706 A1 paragraphs [0067], [0082], fig. 6 WO 2015/178223 A1 EP 3147955 A TW 201608005 A CN 106030835 A	
JP 2011-14587 A	20 Jan. 2011	(Family: none)	
WO 2017/130607 A1	03 Aug. 2017	US 2019/0032866 A1 paragraphs [0178]-[0183], fig. 12	
JP 2016-11039 A	21 Jan. 2016	US 2015/0375672 A1 fig. 9, 11	
JP 2017-147049 A	24 Aug. 2017	(Family: none)	

国際調査報告

国際出願番号
PCT/JP2020/010256

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

G03B 21/00(2006.01)i; G03B 21/14(2006.01)i; G02B 5/20(2006.01)i; H01S 5/022(2006.01)i
FI: G02B5/20; G03B21/00 F; G03B21/14 A; H01S5/022

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））

G03B21/00; G03B21/14; G02B5/20; H01S5/022

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
X	JP 2018-107064 A (ウシオ電機株式会社) 05.07.2018 (2018-07-05) 段落［００１８］－［００４０］、図１－２	1-3
Y		4-12
Y	JP 2016-92271 A (シャープ株式会社) 23.05.2016 (2016-05-23) 請求項５、段落［００７５］	4-12
Y	JP 2016-115879 A (日本電気株式会社) 23.06.2016 (2016-06-23) 段落［００６０］－［００６２］、図６	5-12
Y	JP 2016-27613 A (日本電気硝子株式会社) 18.02.2016 (2016-02-18) 段落［００５７］、［００６９］、図６	6-12
Y	JP 2011-14587 A (日亜化学工業株式会社) 20.01.2011 (2011-01-20) 段落［００５５］－［００５８］、図６	7-8, 10-12
Y	WO 2017/130607 A1 (シャープ株式会社) 03.08.2017 (2017-08-03) 段落［０１２６］－［０１２８］、図１２	8, 10-12
Y	JP 2016-11039 A (シャープ株式会社) 21.01.2016 (2016-01-21) 図9, 11	9-10

☑ 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	国際調査報告の発送日
28.05.2020	09.06.2020

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）
井亀　諭 20 3613

電話番号 03-3581-1101 内線 3271

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 2017-147049 A (シャープ株式会社) 24.08.2017 (2017-08-24) 段落［００２６］－［００３８］、［００５１］－［００５２］、図１－２	11-12

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/JP2020/010256

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 2018-107064 A	05.07.2018	（ファミリーなし）	
JP 2016-92271 A	23.05.2016	（ファミリーなし）	
JP 2016-115879 A	23.06.2016	（ファミリーなし）	
JP 2016-27613 A	18.02.2016	US 2017/0137706 A1 paragraphs [0067], [0082], figure 6 WO 2015/178223 A1 EP 3147955 A TW 201608005 A CN 106030835 A	
JP 2011-14587 A	20.01.2011	（ファミリーなし）	
WO 2017/130607 A1	03.08.2017	US 2019/0032866 A1 paragraphs [0178]-[0183], figure 12	
JP 2016-11039 A	21.01.2016	US 2015/0375672 A1 figures 9, 11	
JP 2017-147049 A	24.08.2017	（ファミリーなし）	