

(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



(10) 国際公開番号

WO 2012/017595 A1

(43) 国際公開日

2012年2月9日(09.02.2012)

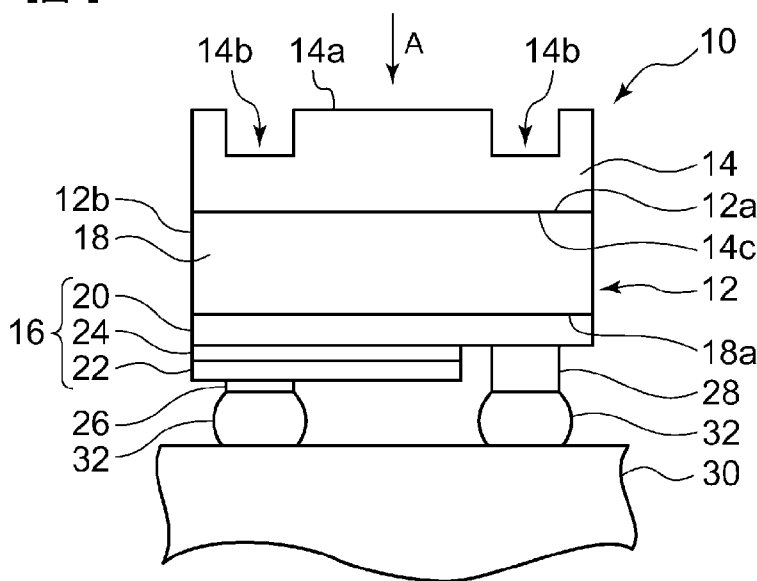
PCT

- (51) 国際特許分類:  
H01L 33/50 (2010.01)
  - (21) 国際出願番号: PCT/JP2011/003575
  - (22) 国際出願日: 2011年6月22日(22.06.2011)
  - (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 2010-177144 2010年8月6日(06.08.2010) JP
  - (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 株式会社小糸製作所 (KOITO MANUFACTURING CO., LTD.) [JP/JP]; 〒1088711 東京都港区高輪四丁目8番3号 Tokyo (JP).
  - (72) 発明者: および
  - (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 堤 康章 (TSUTSUMI, Yasuaki) [JP/JP]; 〒4248764 静岡県静岡市清水区北脇500番地株式会社小糸製作所静岡工場内 Shizuoka (JP). 水野 正宣 (MIZUNO, Masanobu) [JP/JP]; 〒4248764 静岡県静岡市清水区北脇500番地株式会社小糸製作所静岡工場内 Shizuoka (JP). 大西 孝 (ONISHI, Takashi) [JP/JP]; 〒4248764 静岡県静岡市清水区北脇500番地株式会社小糸製作所静岡工場内 Shizuoka (JP).
  - (74) 代理人: 森下 賢樹 (MORISHITA, Sakaki); 〒1500021 東京都渋谷区恵比寿西2-11-12 Tokyo (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, 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, IS, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, 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, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, 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, ML, MR, NE, SN, TD, TG).
- 添付公開書類:  
— 国際調査報告 (条約第21条(3))

(54) Title: FLUORESCENT MEMBER AND LIGHT-EMITTING MODULE

(54) 発明の名称: 蛍光部材および発光モジュール

[図1]



(57) Abstract: A plate-like fluorescent member which can convert the wavelength of light of a semiconductor light-emitting element, and which comprises an inorganic material having a refractive index of 1.5 or more and a light transmissivity of less than 20% at an emission peak wavelength of the semiconductor light-emitting element. On a surface of the fluorescent member through which light of the semiconductor light-emitting element is mainly emitted, a depressed portion is formed. The fluorescent member may have a light transmissivity of less than 20% for light having a wavelength of 380-500 nm. The depressed portion may be a groove. The depressed part may be scattered multiple holes.

(57) 要約: 半導体発光素子の光の波長を変換する板状の蛍光部材において、蛍光部材は、屈折率が1.5以上、半導体発光素子の発光ピーク波長における光透過率が20%未満の無機材料で構成されている。蛍光部材の面のうち半導

体発光素子の光が主として出射する側の面に凹部が形成されている。蛍光部材は、波長が380nm~500nmの光に対する光透過率が20%未満であってもよい。凹部は、溝であってもよい。凹部は、点在する複数の穴であってもよい。

WO 2012/017595 A1

## 明 細 書

**発明の名称**：蛍光部材および発光モジュール

### 技術分野

[0001] 本発明は、発光ダイオードなどの発光素子を備えた発光モジュールに用いる蛍光部材に関する。

### 背景技術

[0002] 従来、発光ダイオード（LED：Light Emitting Diode）から照射される光をセラミックス蛍光体により波長変換して外部に放出する発光装置が開発されている。このような発光装置に用いられる蛍光体として、例えば、波長420nm～500nmにおける光透過率の最低値が20%以上80%以下であるセラミックス蛍光体が知られている（特許文献1参照）。

### 先行技術文献

#### 特許文献

[0003] 特許文献1：国際公開第06/093011号パンフレット

### 発明の概要

#### 発明が解決しようとする課題

[0004] しかしながら、上述のセラミックス蛍光体は、波長420nm～500nmにおける光透過率の最低値が20%以上であるため、半導体発光素子から出射した光の蛍光体における吸収という観点では更なる改善が必要である。

[0005] 本発明はこうした状況に鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、光取り出し効率を向上する蛍光部材を提供することにある。

#### 課題を解決するための手段

[0006] 上記課題を解決するために、本発明のある態様の蛍光部材は、半導体発光素子の光の波長を変換する板状の蛍光部材であって、蛍光部材は、屈折率が1.6以上、半導体発光素子の発光ピーク波長における光透過率が20%未満の無機材料で構成されており、蛍光部材の面のうち半導体発光素子の光が主として出射する側の面に凹部が形成されている。

- [0007] この態様によると、無機材料で構成される蛍光部材で半導体発光素子の光の波長が変換される変換効率が高くなる。また、屈折率が1.6以上の蛍光部材は、空気との界面での臨界角が比較的小さい。そのため、界面に入射する光のうち入射角が臨界角より大きい光は、全反射により蛍光部材の外部へ出射できないことになる。そこで、蛍光部材の面のうち半導体発光素子の光が主として出射する側の面に凹部を形成することで、界面に入射する光の入射角を部分的に異ならせることが可能となり、出射する側の面が凹部のない平坦な面の場合と比較して、光の取り出し効率を向上することができる。
- [0008] 蛍光部材は、波長が420nm～500nmの光に対する光透過率の最小値が20%未満であってもよい。これにより、例えば、蛍光部材が青色光を黄色光に変換する材料の場合、発光効率の高い白色光が得られる。
- [0009] 凹部は、溝であってもよい。これにより、簡易に凹部を形成することができる。
- [0010] 凹部は、点在する複数の穴であってもよい。これにより、所望の位置に分散して凹部を形成することが容易となる。一般的に、半導体発光素子は表面のいずれかに電極が形成されている。電極が形成された領域の一部では、半導体発光素子が発光しないため、そのような電極の上方（出射側）に存在する蛍光部材では、波長変換された光の割合が多いことになる。そのため、電極の上方部分とその他の部分との間で色むらが生じる一因となる。そこで、例えば、蛍光部材のうち電極と対向する領域に対応させて複数の穴を形成することで、その部分の蛍光部材が減少し、色むらが軽減される。
- [0011] 凹部は、深さが5 $\mu$ m以上であってもよい。これにより、凹部を形成する界面に入射する光が増加し、光の取り出し効率をより向上することができる。
- [0012] 凹部の底部における蛍光部材の厚みが70 $\mu$ m以下であってもよい。
- [0013] 本発明の別の態様は、発光モジュールである。この発光モジュールは、半導体発光素子と、半導体発光素子の発光面に対向するように設けられた蛍光部材と、を備える。

[0014] この態様によると、無機材料で構成される蛍光部材で半導体発光素子の光の波長が変換される変換効率が高くなる。また、屈折率が1.6以上の蛍光部材は、空気との界面での臨界角が比較的小さい。そのため、界面に入射する光のうち入射角が臨界角より大きい光は、全反射により蛍光部材の外部へ出射できないことになる。そこで、蛍光部材の面のうち半導体発光素子の光が主として出射する側の面に凹部を形成することで、界面に入射する光の入射角を部分的に異ならせることが可能となり、出射する側の面が凹部のない平坦な面の場合と比較して、光の取り出し効率を向上することができる。したがって、発光モジュール全体の発光効率を向上することができる。

[0015] 蛍光部材は、半導体発光素子の電極の少なくとも一部と対向する位置に凹部が形成されていてもよい。例えば、電極が形成された領域の一部では、半導体発光素子が発光しないため、そのような電極の上方に存在する蛍光部材では、波長変換された光の割合が多いことになる。そのため、電極の上方部分とその他の部分との間で色むらが生じる一因となる。そこで、例えば、蛍光部材のうち電極と対向する領域に凹部を形成することで、その部分の蛍光部材が減少し、蛍光部材全体の色むらが軽減される。

[0016] 蛍光部材は、対向する半導体発光素子の外周よりも外側の領域に凹部が形成されていてもよい。半導体発光素子の外周よりも外側の領域にある蛍光部材は、半導体発光素子の透過光よりも半導体発光素子の光の波長を変換した変換光の割合が多く、半導体発光素子の外周よりも内側の領域にある蛍光部材と比較して、より変換光に近い色になりがちである。そのため、対向する半導体発光素子の外周よりも外側の領域に凹部を形成することで、光取り出し効率の向上を図るとともに、その部分の蛍光部材が減少し、蛍光部材全体の色むらが軽減される。

[0017] なお、以上の構成要素の任意の組合せ、本発明の表現を方法、装置、システム、などの間で変換したものもまた、本発明の態様として有効である。

### 発明の効果

[0018] 本発明によれば、光取り出し効率を向上する蛍光部材を提供することがで

きる。

### 図面の簡単な説明

- [0019] [図1]本実施の形態に係る発光モジュールを模式的に示した断面図である。
- [図2]図1に示す発光モジュールをA方向から見た上面図である。
- [図3]図3(a)～図3(c)は、屈折率の異なる物質の界面での光の屈折を説明するための模式図である。
- [図4]図4(a)は、溝形状の凹部の変形例を示す蛍光部材の上面図、図4(b)は、図4(a)に示す蛍光部材のB-B断面図である。
- [図5]図5(a)は、凹部として複数の穴が形成された蛍光部材の上面図、図5(b)は、図5(a)に示す蛍光部材のC-C断面図である。
- [図6]実施例1に係る蛍光部材を光出射面側から見た斜視図である。
- [図7]実施例2に係る蛍光部材を光出射面側から見た斜視図である。
- [図8]実施例3に係る蛍光部材を光出射面側から見た斜視図である。
- [図9]発光モジュールを蛍光部材の光出射面側から見た場合の電極の位置を模式的に示した図である。
- [図10]図9に示すラインL1(電極付近)およびL2(中心付近)における色度の変化を示すグラフである。
- [図11]図7に示す蛍光部材における色度の変化を示す図である。
- [図12]図8に示す蛍光部材における色度の変化を示す図である。
- [図13]本実施の形態に係る発光モジュールの変形例を示す模式図である。
- [図14]複数の半導体発光素子を備えた発光モジュールを模式的に示した図である。

### 発明を実施するための形態

- [0020] 以下、図面を参照しながら、本発明を実施するための形態について詳細に説明する。なお、図面の説明において同一の要素には同一の符号を付し、重複する説明を適宜省略する。
- [0021] 図1は、本実施の形態に係る発光モジュールを模式的に示した断面図である。図2は、図1に示す発光モジュールをA方向から見た上面図である。

[0022] 図1に示すように、本実施の形態に係る発光モジュール10は、半導体発光素子12と、半導体発光素子12の発光面（光出射面）12aに対向するように設けられた蛍光部材14と、を備える。

[0023] [半導体発光素子]

半導体発光素子12は、白色光を発する発光モジュール10に用いられる場合、例えば、紫外線、短波長可視光、青色光などを発するLEDやLDなどが適している。本実施の形態においては、半導体発光素子12は、例えば、窒化ガリウム系半導体からなる半導体層16をサファイア基板18上に成長させた構成であり、例えば420nm以上500nm以下といった波長域にピーク波長を有する青色光を半導体層16において生成する。また、半導体発光素子12は、半導体層16の厚さ方向と交差する光出射面12a（サファイア基板18の裏面に相当）、及び光出射面12aの縁に沿った側面12bを有する。

[0024] 半導体層16において生成された青色光は、光出射面12a及び側面12bから半導体発光素子12の外部へ出射される。なお、本実施の形態の光出射面12aは、図1に示すように矩形状（正方形状、長方形など）に形成されている。光出射面12aの一辺の長さ（長方形の場合は短辺の長さ）dは、例えば300 $\mu$ m～1500 $\mu$ mといった値である。

[0025] 半導体層16は、サファイア基板18の主面18a上にエピタキシャル成長により形成される。本実施の形態に係る半導体層16は、第1のクラッド層として機能するn型GaN層20、第2のクラッド層として機能するp型GaN層22、及びn型GaN層20とp型GaN層22との間に挟まれた発光層24が、サファイア基板18の主面18a上に積層されている。なお、半導体層16は、n型GaN層20、発光層24、及びp型GaN層22の他、更に別の層（例えば、サファイア基板18とn型GaN層20との間のバッファ層など）を有してもよい。

[0026] 半導体発光素子12は、半導体層16へ電力を供給するためのアノード電極26及びカソード電極28を更に有する。アノード電極26は、p型GaN

N層22とのオーミック接合によりp型GaN層22と電氣的に接続されている。また、カソード電極28は、n型GaN層20の露出表面とのオーミック接合によりn型GaN層20と電氣的に接続されている。半導体発光素子12は、アノード電極26及びカソード電極28が配線基板30上の配線パターンにはんだ32等を用いて接合されることにより、配線基板30上にフリップチップ実装される。

[0027] アノード電極26とカソード電極28との間に電圧が印加されると、アノード電極26とカソード電極28との間に電界が発生する。そして、n型GaN層20及びp型GaN層22において発生したキャリアが発光層24に集中する。これにより、発光層24において青色光が発生する。発光層24において発生した青色光は、透明なサファイア基板18を透過して光出射面12a及び側面12bから半導体発光素子12の外部へ出射される。

[0028] [蛍光部材]

蛍光部材14は、屈折率が1.6以上であり、より好ましくはサファイア基板18の屈折率との差が小さいとよい。この場合、サファイア基板18から蛍光部材14へ向かう光がサファイア基板18と蛍光部材14との界面で全反射されることが抑制され、光の取り出し効率を向上することができる。なお、蛍光部材14は、蛍光部材14の面のうち半導体発光素子の光が主として出射する側の光出射面14aに凹部14bが形成されている。本実施の形態に係る凹部14bは、図1や図2に示すように、蛍光部材14の上面に形成された複数の溝により構成される。

[0029] また、蛍光部材14は、半導体発光素子12の発光ピーク波長における光透過率が20%未満の無機材料で構成されている。例えば、波長が420nm~500nmの光に対する光透過率の最小値が20%未満である蛍光部材が用いられる。蛍光部材14における半導体発光素子12の発光ピーク波長における光透過率の最小値が20%未満であれば、半導体発光素子12が発する光の大部分が蛍光部材14で変換されていることになり、すなわち、変換効率が高くなる。なお、蛍光部材の光透過率の下限は特に限定されないが

、発光モジュールとしての使用が実用上問題ない程度であればよい。また、半導体発光素子12の発光ピーク波長以外の波長域では、蛍光部材は透明である。ここで、蛍光部材が透明とは、例えば、ある波長の光の透過率が40%以上である場合、というように捉えることができる。

[0030] 無機材料としては、蛍光作用を奏するガラスやセラミックスが挙げられる。蛍光部材が青色光を黄色光に変換する材料の場合、発光効率の高い白色光が得られる。以下では、セラミックス材料からなる蛍光部材を例に説明する。

[0031] 本実施の形態に係る蛍光部材14の光線透過率はセラミックスの両面を鏡面研磨したものを測定した。セラミックスは分光光度計（島津製作所製Solid Spec-3700）の受光部分（積分球の入射穴）から5cm離れたところにセットして光を垂直に入射して測定した。セラミックスは半導体発光素子12が発する光の波長で波長変換して発光するため、分光器の受光器が反応して、実質の透過率よりも高い値を示す。そこで波長変換した光を受光器に入れないように、受光部分からセラミックスを5cm離して測定した。これにより、セラミックスの透過率の真値を計ることができる。ここでいう透過率とは、蛍光部材14の後述する光入射面から光出射面14aまでの厚さt方向に対する直線的な透過率（入射光強度に対する出射光強度率）のことを差す。

[0032] 本実施の形態に係る蛍光部材14は、半導体発光素子12の光の波長を変換する板状の部材であり、蛍光物質を含有しており、半導体発光素子12の光出射面12a上に設けられている。蛍光部材14は、半導体発光素子12からの青色光により励起され、青色の補色である黄色の蛍光を発する。したがって、蛍光部材14の表面から出射される光は、蛍光部材14を透過した青色光、及び蛍光部材14から発光された黄色の蛍光に基づく白色光となる。蛍光部材14から発光される蛍光は、例えば510nm以上600nm以下といった波長域にピーク波長を有することが好ましい。

[0033] 前述のように、本実施の形態に係る蛍光部材14は、単一の無機材料のみ

で構成されたセラミックス焼結体からなる。ここで「単一の無機材料のみで構成された」とは、蛍光体内に樹脂等の有機物質を実質的に含まず、一種類の均質な無機材料で構成されていることをいう。また、「光出射面」とは、蛍光部材 14 から光が出力される面のことを差す。

[0034] なお、本実施の形態では、便宜上、図 1 に示す蛍光部材 14 に対して裏面 14 c 側に半導体発光素子 12 を配置するという想定で、裏面 14 c を半導体発光素子 12 からの光が入射する面（以下、光入射面という）とし、混色した光が出射される面を光出射面 14 a とする。

[0035] 本実施の形態に係る蛍光部材 14 は、単一の無機材料のみで構成されている。このように、樹脂等を含まない一種類の均質な無機材料のみで構成されているため、樹脂の劣化による発光強度の低下や短寿命化を防止することができる。

[0036] また、一種類の均質な無機材料のみで構成されているため、蛍光部材 14 内における光散乱が極めて少なく、半導体発光素子 12 側への光の戻り量（反射量）を少なくすることが可能となる。したがって、発光ダイオードの高輝度化を実現することができる。

[0037] 本実施の形態に係る無機材料は、Ce を含有する YAG 単一相で構成されている。また、本実施の形態に係る蛍光体はセラミックス焼結体で構成されている。そのため、高い耐熱性、耐光性を備えることができ、発光モジュール 10 の長寿命化を図ることができる。

[0038] なお、ここでいう蛍光のピーク波長は、蛍光部材 14 が Ce : YAG の場合は 550 ~ 600 nm の波長領域で得られるピーク波長を差す。

[0039] 本実施の形態に係る蛍光部材 14 は、蛍光部材 14 の面のうち半導体発光素子の光が主として出射する側の面 14 a に凹部 14 b が形成されている。このような凹部 14 b を設けた理由について以下に詳述する。

[0040] 図 3 (a) ~ 図 3 (c) は、屈折率の異なる物質の界面での光の屈折を説明するための模式図である。図 3 (a) ~ 図 3 (c) は、屈折率の高い物質（蛍光部材 14）から屈折率の低い物質（空気）へ向かう光の経路を示して

いる。図3 (a) に示すように、入射角  $i_1$  が臨界角  $\theta_c$  より小さい場合、光は屈折しながら蛍光部材 14 から出射する。一方、図3 (b) に示すように、入射角  $i_2$  が臨界角  $\theta_c$  以上の場合、光は全反射し外部へ出射しない。特に、屈折率が 1.6 以上の蛍光部材 14 は、空気との界面での臨界角が比較的小さい。そのため、界面に入射する光のうち入射角  $i$  が臨界角  $\theta_c$  より大きい光の割合は、屈折率が低い物質と比較して、相対的に多くなり、光取り出し効率の低下を招く。

[0041] そこで、本実施の形態に係る蛍光部材 14 は、表面に凹部 14 b を設けた。凹部 14 b は、蛍光部材 14 の表面の開口部から底部まで幅が一定である。図3 (c) に示すように、凹部 14 b が形成されている蛍光部材 14 の内部においては、図3 (b) と同様の方向に進む光であっても、その一部が凹部 14 b の側面 14 b 1 に入射する場合、入射角  $i_3$  が臨界角  $\theta_c$  よりも小さくなる場合がある。そのため、蛍光部材 14 の光出射面 14 a が完全に平坦であれば出射できない光も、その一部が外部へ出射できることになる。つまり、凹部 14 b により界面に入射する光の入射角を部分的に異ならせることが可能となり、出射する側の面が凹部のない平坦な面の場合と比較して、光の取り出し効率を向上することができる。したがって、発光モジュール 10 全体の発光効率を向上することができる。

[0042] 以下に、凹部の形状や大きさなどの変形例について更に詳述する。図4 (a) は、溝形状の凹部の変形例を示す蛍光部材の上面図、図4 (b) は、図4 (a) に示す蛍光部材の B-B 断面図である。図4 (a)、図4 (b) に示すように、蛍光部材 34 の凹部 34 a は、直線状の溝であり、蛍光部材 34 の表面の開口部から底部に向かって幅が狭くなっている。つまり、凹部 34 a の側面が斜めになっている。

[0043] 凹部を溝状に形成するには、例えば、ダイシングによる加工の際にハーフカットすることで可能となる。その際、ダイシングブレードの先端を V 字形状や斜めにするすることで、凹部の側面を斜め加工（テーパ加工）できる。このように凹部として溝を設ける場合には、比較的簡易に形成することができる。

。

[0044] 次に、凹部の形状の他の変形例について詳述する。図5 (a) は、凹部として複数の穴が形成された蛍光部材の上面図、図5 (b) は、図5 (a) に示す蛍光部材のC-C断面図である。図5 (a)、図5 (b) に示すように、蛍光部材36には、円形の穴36aが縦3個×横3個の計9個形成されている。凹部として穴を形成するには、ドリルやレーザによる加工が適している。

### 実施例

[0045] 以下、本発明を実施例に基づき更に具体的に説明するが、本発明は下記実施例により制限されるものではない。

[0046] はじめに、以下の各実施例における蛍光部材の製造方法について詳述する。純度99.9%の酸化アルミニウム粉末（平均粒径：0.5 $\mu$ m）、純度99.9%の酸化イットリウム粉末（平均粒径：0.6 $\mu$ m）、酸化セリウム粉末（平均粒径：0.8 $\mu$ m）を、組成1at%Ce:YAG組成となるように秤量する。そして、エタノールを分散液として、前述の秤量した粉末に対して1wt%のアクリル樹脂バインダと、焼結助剤として0.5wt%のコロイダルシリカを添加し、共にボールミルによって混合し、スラリーを作製した。得られたスラリーをスプレードライヤによって造粒し、二次粒子径約50 $\mu$ mの造粒粉を作製した。この造粒粉を金型成形及び冷間静水圧成形によって成形し、その成形体を大気中1000 $^{\circ}$ Cにて脱脂仮焼した。

[0047] 次に、前述の仮焼した成形体を、1750~1800 $^{\circ}$ C程度の温度にて焼成し、Ce:YAG焼結体を作製した。

[0048] 次に、焼成したすべて焼結体を加工し、所定の厚さ（150 $\mu$ mまたは250 $\mu$ m）の板状体とし、光入射面及び光出射面の表面に鏡面研磨を施し、表面粗さ（Ra）1.0nmの鏡面とした。なお、蛍光部材の厚みは、例えば、10~500 $\mu$ m程度の範囲で適宜設定すればよい。

[0049] 次に、光出射面となる一方の面に対して、研削加工を行い種々の凹部が形成された蛍光部材を試料として作製した。また、以下の各実施例および各表

に示すように、凹部の形状や大きさについて異なる条件の試料をそれぞれ作製した。

[0050] 得られた各々のCe:YAG焼結体からなる蛍光部材に対して、光入射面が半導体発光素子12側になるように、半導体発光素子12に搭載した。その後、半導体発光素子12を点灯させて蛍光部材の光出射面側の輝度を測定した。

[0051] (実施例1)

図6は、実施例1に係る蛍光部材を光出射面側から見た斜視図である。図6に示す蛍光部材38は、縦横に複数の溝が5本ずつ形成されている。また、溝の幅は深さによらず均一である。表1には、凹部が全く形成されていない比較試料および溝の深さを変えた試料1-1~試料1-4と、それぞれの試料を用いたときの発光モジュールとしての輝度とが記載されている。なお、各試料における輝度の値は、比較試料を用いた場合の輝度を1.00としたときの相対値である。図6に示す蛍光部材38は、溝の深さ $D = 50 \mu\text{m}$ 、溝の底部に当たる蛍光部材の最薄部の厚み $E = 100 \mu\text{m}$ 、溝の幅 $W = 50 \mu\text{m}$ 、溝と溝との間の未加工の部分の幅 $S = 50 \mu\text{m}$ であり、試料1-3に該当する。

[0052] [表1]

試料No.	比較試料	試料1-1	試料1-2	試料1-3	試料1-4
溝の深さ:D[ $\mu\text{m}$ ]	0	3	25	50	100
最薄部:E[ $\mu\text{m}$ ]	150	147	125	100	50
溝の幅:W[ $\mu\text{m}$ ]	0	50	50	50	50
溝の本数(縦、横)	0	5	5	5	5
輝度	1.00	1.10	1.50	1.77	1.78

[0053] 表1に示すように、蛍光部材38の光出射面側に凹部として溝を設けることで輝度が向上していることがわかる。また、輝度は、溝の深さが深くなるにつれて増加していることがわかる。つまり、溝を深く掘ることで、溝の側面の割合が多くなり、溝を構成する側面(界面)に入射する光が増加する。その結果、表面が平坦な場合には全反射により外部へ出射できなかった光についても外部へ取り出すことが可能となり、光の取り出し効率がより向上することになる。なお、溝の深さは $3 \mu\text{m}$ 以上が好ましい。深さが $3 \mu\text{m}$ 未満

であると、溝の側面の割合は僅かであり、輝度の向上が余り期待できない。より好ましくは溝の深さは5  $\mu\text{m}$ 以上である。更により好ましくは溝の深さは25  $\mu\text{m}$ 以上である。深さが25  $\mu\text{m}$ 以上であれば、表1に示すように、50%以上の輝度の向上が期待できる。

[0054] (実施例2)

図7は、実施例2に係る蛍光部材を光出射面側から見た斜視図である。図7に示す蛍光部材40は、縦横に複数の溝が7本ずつ形成されている。また、溝の幅は底部に向かうにつれて狭くなるようにテーパ加工されており、溝の断面は略V字状になっている。表2には、比較試料および溝の形状が異なる試料2-1～試料2-9と、それぞれの試料を用いたときの発光モジュールとしての輝度とが記載されている。なお、各試料における輝度の値は、比較試料を用いた場合の輝度を1.00としたときの相対値である。図7に示す蛍光部材40は、テーパ角度25°（蛍光部材の表面に垂直な線と溝の側面とのなす角度）、溝の深さD=100  $\mu\text{m}$ 、溝の底部に当たる蛍光部材の最薄部の厚みE=50  $\mu\text{m}$ 、溝の本数は縦横7本、溝と溝との間の未加工の部分の幅S=50  $\mu\text{m}$ である。

[0055] [表2]

試料No.	比較試料	試料2-1	試料2-2	試料2-3	試料2-4	試料2-5	試料2-6	試料2-7	試料2-8	試料2-9
テーパ角度[°]	0	25	25	35	45	25	25	25	25	25
溝の深さ:D[ $\mu\text{m}$ ]	0	70	100	100	100	25	50	125	145	150
最薄部:E[ $\mu\text{m}$ ]	150	80	50	50	50	125	100	25	5	0
溝の本数(縦、横)	0	5	5	5	5	16	12	7	7	7
輝度	1	1.52	1.93	1.95	2.02	1.63	1.77	2.42	2.56	2.89

[0056] 表2に示すように、蛍光部材40の光出射面側に凹部として斜面を有する溝を設けることで輝度が向上していることがわかる。また、輝度は、例えば、比較試料、試料2-1、試料2-2との比較、あるいは、試料2-7～試料2-9の比較から明らかなように、溝の深さが深くなるにつれて増加していることがわかる。つまり、溝を深く掘ることで、溝の側面の割合が多くなり、溝を構成する側面（界面）に入射する光が増加する。その結果、表面が平坦な場合には全反射により外部へ出射できなかった光についても外部へ取り出すことが可能となり、光の取り出し効率がより向上することになる。

[0057] また、試料 2-2～試料 2-4 を比較すると、溝の深さが同じでもテーパ角度が大きくなるにつれて輝度が向上していることがわかる。溝の数、溝の深さが同じでもテーパ角度が大きくなることで、溝の側面の面積が大きくなるため、溝の側面から外部へ取り出される光の割合が多くなると考えることができる。表 2 に示すように、より好ましくはテーパ角度は 25° 以上であるとよい。溝の深さは深いほどよく、例えば、試料 2-9 に示すように、溝の深さが蛍光部材 40 の厚みと同じ 150 μm の場合、輝度は比較試料の 2.89 倍となり、光の取り出し効率が顕著に向上していることがわかる。

[0058] 次に、蛍光部材の厚みの相違による輝度の変化について検討する。表 3 は、蛍光部材全体の厚みを 250 μm とした場合の溝の形状による輝度の違いを比較したものである。

[0059] [表 3]

試料No.	比較試料	試料2-10	試料2-11	試料2-12
テーパ角度[°]	0	0	25	25
溝の深さ:D[μm]	0	0	100	200
最薄部:E[μm]	150	250	150	50
溝の本数(縦、横)	0	0	5	5
輝度	1.00	0.83	1.35	1.91

[0060] 表 3 に示す比較試料および試料 2-10 の輝度を比較すると明らかなように、蛍光部材自体の厚みが厚くなると、輝度は低下する。一方、試料 2-10～試料 2-12 を比較すると明らかなように、溝の深さが大きくなると輝度は向上している。つまり、蛍光部材自体の厚みが変わっても輝度の変化の傾向は同じである。

[0061] (実施例 3)

図 8 は、実施例 3 に係る蛍光部材を光出射面側から見た斜視図である。図 8 に示す蛍光部材 42 は、縦横にマトリックス状に配列した複数の穴が 93 個形成されている。また、穴の幅は底部まで同じ若しくは底部に向かって狭くなるように形成されている。表 4、表 5 には、比較試料および溝の形状が異なる試料 3-1～試料 3-12 と、それぞれの試料を用いたときの発光モジュールとしての輝度とが記載されている。なお、各試料における輝度の値は、比較試料を用いた場合の輝度を 1.00 としたときの相対値である。図

8に示す蛍光部材40は、テーパ角度 $0^\circ$ （穴が垂直に形成されている。）  
、穴の直径 $L = 100 \mu\text{m}$ 、穴の深さ $D = 100 \mu\text{m}$ 、穴の底部に当たる蛍  
光部材の最薄部の厚み $E = 50 \mu\text{m}$ 、穴の個数は93個、穴と穴とのピッチ  
 $P = 120 \mu\text{m}$ であり、試料3-8に相当する。

[0062] [表4]

試料No.	比較試料	試料3-1	試料3-2	試料3-3	試料3-4	試料3-5	試料3-6	試料3-7
テーパ角度 $[\circ]$	-	0(垂直)	0(垂直)	0(垂直)	0(垂直)	0(垂直)	0(垂直)	0(垂直)
穴の直径: $L[\mu]$	0	40	40	20	40	80	80	80
溝の深さ: $D[\mu\text{m}]$	0	25	25	25	25	25	50	100
最薄部: $E[\mu\text{m}]$	150	125	125	125	125	125	100	50
穴の個数	0	441	196	121	121	121	121	121
輝度	1	1.67	1.35	1.05	1.31	1.59	1.74	1.94

[0063] [表5]

試料No.	比較試料	試料3-8	試料3-9	試料3-10	試料3-11	試料3-12
テーパ角度 $[\circ]$	-	0(垂直)	0(垂直)	0(垂直)	45	0(垂直)
穴の直径: $L[\mu]$	0	100	120	120	120	120
溝の深さ: $D[\mu\text{m}]$	0	100	100	60	60	150
最薄部: $E[\mu\text{m}]$	150	50	50	90	90	0
穴の個数	0	93	67	67	67	67
輝度	1	2.19	2.32	2	2.19	2.72

[0064] 表4に示すように、蛍光部材42の光出射面側に凹部として穴を設けるこ  
とで輝度が向上していることがわかる。また、表4に示す試料3-5～試料  
3-7を比較すると明らかなように、輝度は、穴の深さが深くなるにつれて  
増加していることがわかる。つまり、穴を深く掘ることで、穴の側面の割合  
が多くなり、穴を構成する側面（界面）に入射する光が増加する。その結果  
、表面が平坦な場合には全反射により外部へ出射できなかった光についても  
外部へ取り出すことが可能となり、光の取り出し効率がより向上することにな  
る。穴の直径は、 $20 \mu\text{m}$ 以上が好ましく、より好ましくは $40 \mu\text{m}$ 以上  
であるとよい。

[0065] また、試料3-1、試料3-2、試料3-4を比較すると明らかなように  
、穴の大きさ、形状が同じであれば、穴の個数が多いほど輝度が向上する。  
また、試料3-3～試料3-5を比較すると明らかなように、穴の  
直径が大きければ大きいほど輝度が向上する。これらの点についても、穴の  
側面の割合が多くなることで説明できる。

[0066] また、試料3-10、試料3-11を比較すると明らかなように、穴の大

きさ、深さが同じであれば、ある程度のテーパ角度がある方が輝度が向上する（例えば、 $0^{\circ} \sim 60^{\circ}$ 、好ましくは $45^{\circ}$ 前後）。

[0067] なお、上述の各実施例において、溝や穴の底部における蛍光部材の厚みは $90 \mu\text{m}$ 以下が好ましく、より好ましくは $70 \mu\text{m}$ 以下がよく、更に好ましくは $50 \mu\text{m}$ 以下がよい。

[0068] 次に、半導体発光素子の電極との関係で、凹部を設けるのに最適な位置について検討する。図1に示すように、半導体発光素子12は、サファイア基板18の全面が均一に発光しているわけではなく、電極や発光層の形状によって明るさにむらが発生する。そのため、例えば、半導体発光素子の光と、蛍光部材において半導体発光素子の光で励起された励起光とを混色させて白色光を得ようとする、色むらが発生することになる。特に、半導体発光素子の光が発生しない領域の上方では、励起光の割合が多くなる。したがって、青色半導体発光素子と黄色蛍光体とを組み合わせた発光モジュールの場合、光出射面の一部の領域で色味が黄色にシフトすることがある。

[0069] 図9は、発光モジュールを蛍光部材44の光出射面側から見た場合の電極の位置を模式的に示した図である。図10は、図9に示すラインL1（電極付近）およびL2（中心付近）における色度の変化を示すグラフである。図10に示すように、凹部が設けられていない蛍光部材44の場合、電極の位置に対応して周期的な色むらが生じていることがわかる。

[0070] そこで、本発明者らは、色むらの原因が電極上方の蛍光部材からの励起光の割合が多くなることに鑑み、無機材料から構成され内部散乱の少ない蛍光部材において、凹部を設けることで光の散乱を促すことに想到した。図11は、図7に示す蛍光部材40における色度の変化を示す図である。また、図12は、図8に示す蛍光部材42における色度の変化を示す図である。これらの結果より、特に、凹部としてテーパ加工された溝が形成された蛍光部材42を備えた発光モジュールは、色むらが非常に低減されることがわかる。

[0071] また、色むらは、電極の上方の蛍光部材を減らすことでも低減できる。つまり、電極の少なくとも一部と対向する位置の蛍光部材からの励起光を減ら

すことで、色度が励起光側にシフトすることが低減される。この場合、凹部として複数の穴を設ける場合、所望の位置、特に電極に対応した位置に分散して凹部を形成することがより容易となる。

[0072] したがって、図1に示す蛍光部材14のように、半導体発光素子12の電極26、28の少なくとも一部と対向する位置に凹部14bが形成されているとよい。

[0073] 図13は、本実施の形態に係る発光モジュール110の変形例を示す模式図である。図13に示すように、蛍光部材46が半導体発光素子48よりも面積が大きい場合、半導体発光素子48の外側の領域46aにある蛍光部材の光出射面では、励起光の割合が多くなるため、前述と同様に色むらが発生し易くなる。つまり、発光モジュール110の投影パターンの外周部において色度がシフトすることになる。

[0074] そこで、蛍光部材46は、対向する半導体発光素子48の外周よりも外側の領域46aに凹部を形成する。これにより、その部分の蛍光部材が減少し、蛍光部材全体の色むらが軽減される。

[0075] 図14は、複数の半導体発光素子48を備えた発光モジュール210を模式的に示した図である。蛍光部材50は、複数の半導体発光素子48の上部に搭載される板状の部材である。このような発光モジュール210においては、隣接する半導体発光素子48同士の間隙が生じるため、その隙間の上方にある蛍光部材50の領域50aにおいては、出射する光に含まれる励起光の割合が多くなる。そこで、半導体発光素子48同士の間隙と対向する蛍光部材の領域50aに凹部を設けることで色むらが低減される。

[0076] 以上、本発明を上述の実施の形態や各実施例を参照して説明したが、本発明は上述の実施の形態や実施例に限定されるものではなく、実施の形態や実施例の構成を適宜組み合わせたり置換したものについても本発明に含まれるものである。また、当業者の知識に基づいて実施の形態や各実施例における組合せや処理の順番を適宜組み替えることや各種の設計変更等の変形を実施の形態や各実施例に対して加えることも可能であり、そのような変形が

加えられた実施の形態も本発明の範囲に含まれる。

[0077] 上述の実施の形態に係る発光モジュールは、半導体発光素子が配線基板にフリップチップ実装されたものであるが、本願発明は、半導体発光素子と配線基板とをワイヤーボンディングにより接続した発光モジュールであっても適用できる。

### 産業上の利用可能性

[0078] 本発明の発光モジュールは、種々の灯具、例えば照明用灯具、ディスプレイ、車両用灯具、信号機等に利用することができる。

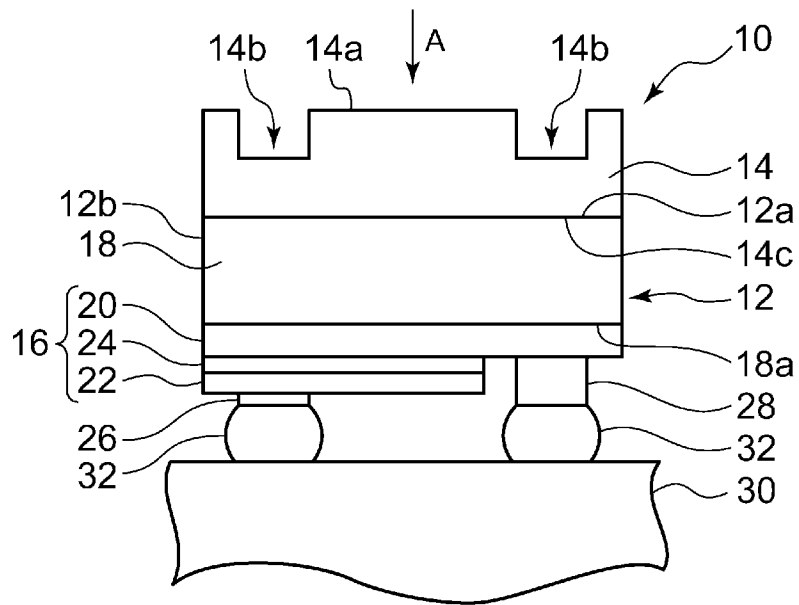
### 符号の説明

[0079] 10 発光モジュール、 12 半導体発光素子、 12a 光出射面、  
14 蛍光部材、 14a 光出射面、 14b 凹部、 16 半導体  
層、 18 サファイア基板、 24 発光層、 26 アノード電極、  
28 カソード電極、 30 配線基板。

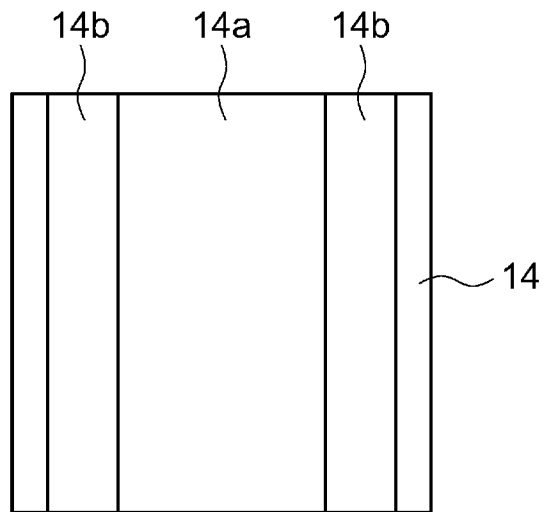
## 請求の範囲

- [請求項1] 半導体発光素子の光の波長を変換する板状の蛍光部材であって、前記蛍光部材は、屈折率が1.5以上、半導体発光素子の発光ピーク波長における光透過率が20%未満の無機材料で構成されており、前記蛍光部材の面のうち半導体発光素子の光が主として出射する側の面に凹部が形成されていることを特徴とする蛍光部材。
- [請求項2] 前記蛍光部材は、波長が380nm～500nmの光に対する光透過率の最小値が20%未満であることを特徴とする請求項1に記載の蛍光部材。
- [請求項3] 前記凹部は、溝であることを特徴とする請求項1または2に記載の蛍光部材。
- [請求項4] 前記凹部は、点在する複数の穴であることを特徴とする請求項1または2に記載の蛍光部材。
- [請求項5] 前記凹部は、深さが5 $\mu$ m以上であることを特徴とする請求項1乃至4のいずれか1項に記載の蛍光部材。
- [請求項6] 前記凹部の底部における蛍光部材の厚みが70 $\mu$ m以下であることを特徴とする請求項1乃至5のいずれか1項に記載の蛍光部材。
- [請求項7] 半導体発光素子と、前記半導体発光素子の発光面に対向するように設けられた請求項1乃至6のいずれか1項に記載の蛍光部材と、を備えることを特徴とする発光モジュール。
- [請求項8] 前記蛍光部材は、前記半導体発光素子の電極の少なくとも一部と対向する位置に凹部が形成されていることを特徴とする請求項7に記載の発光モジュール。
- [請求項9] 前記蛍光部材は、対向する前記半導体発光素子の外周よりも外側の領域に凹部が形成されていることを特徴とする請求項7に記載の発光モジュール。

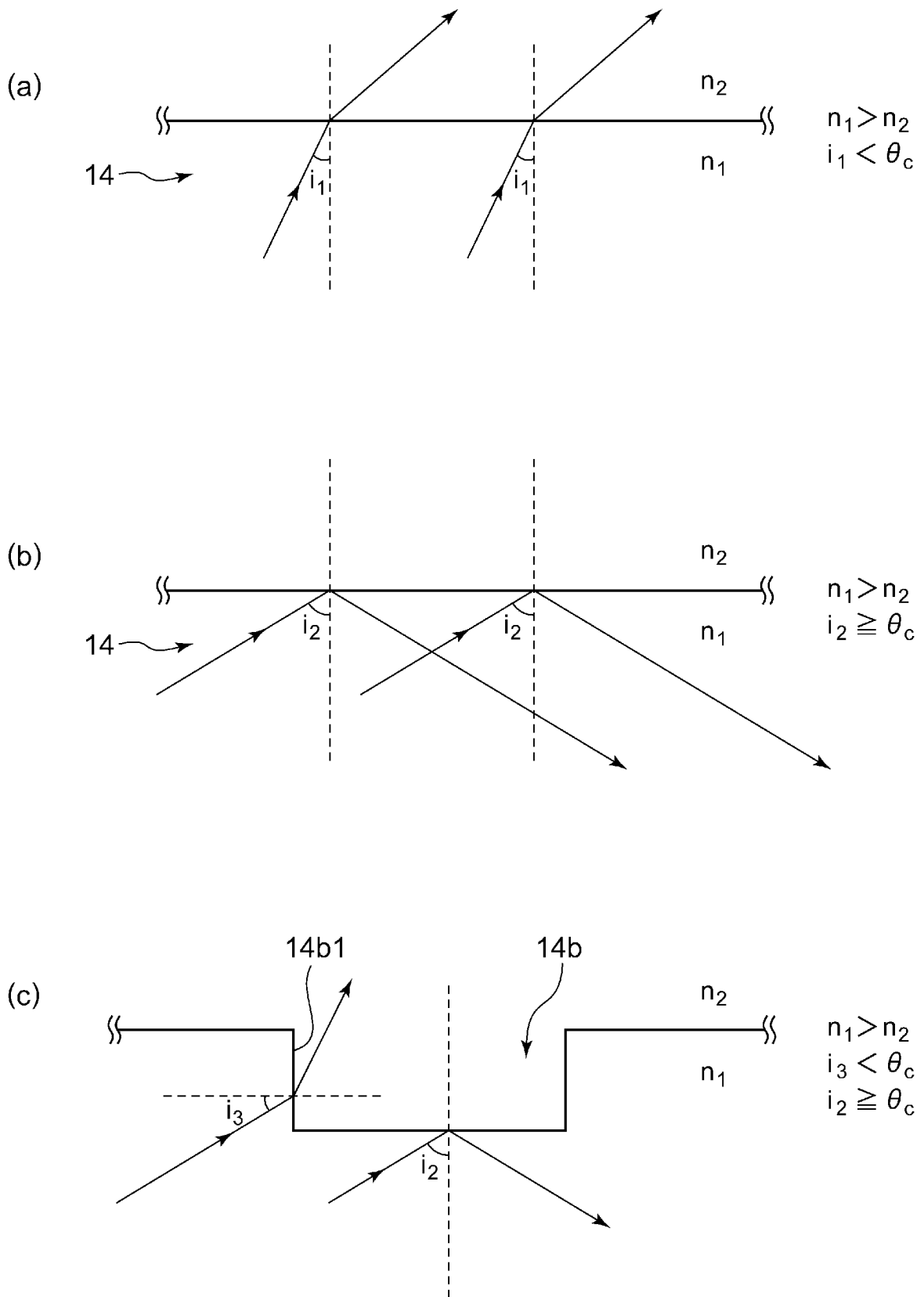
[図1]



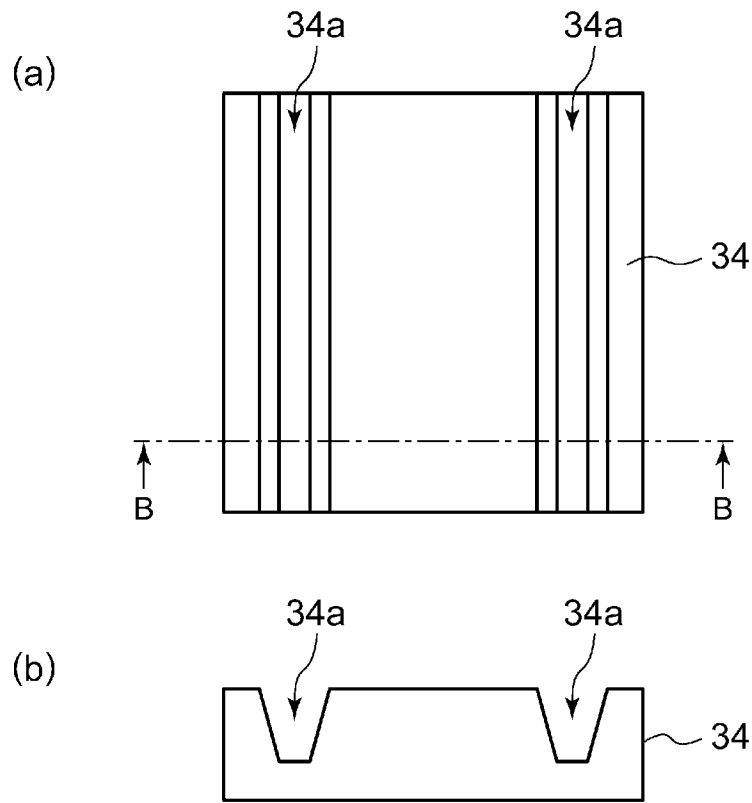
[図2]



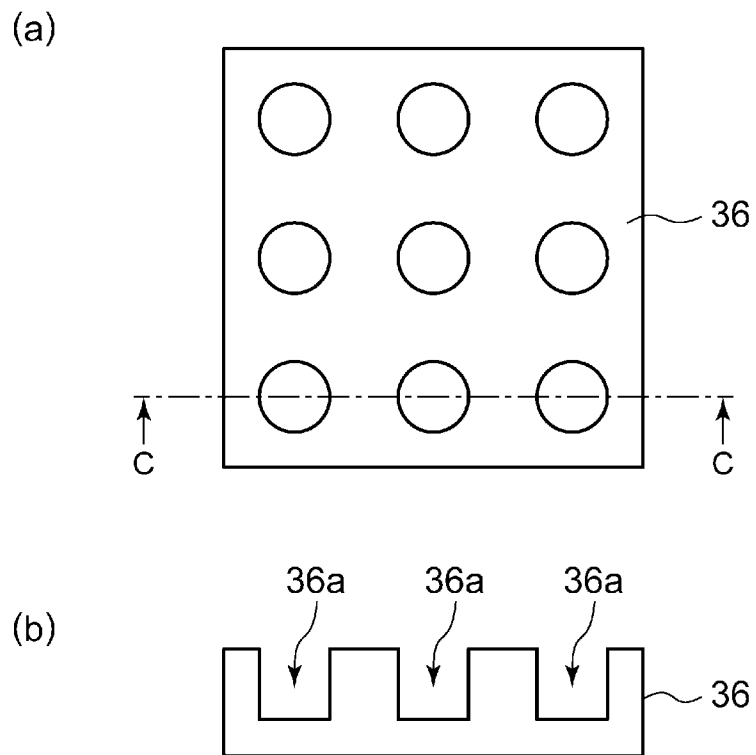
[図3]



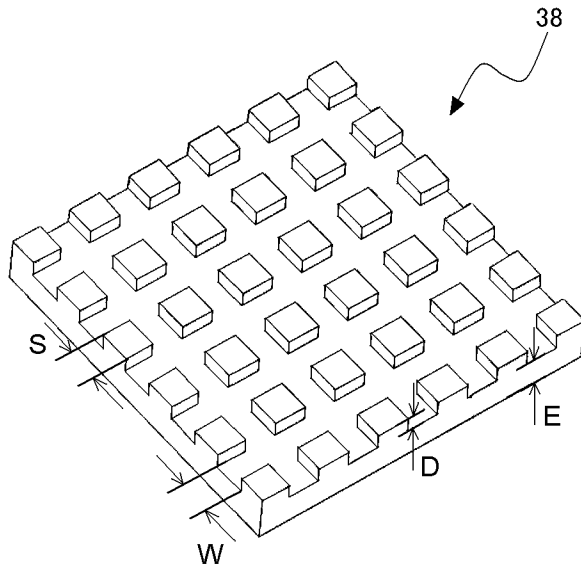
[図4]



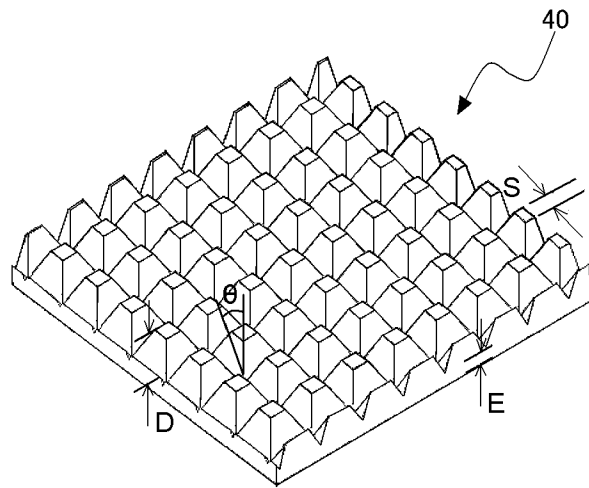
[図5]



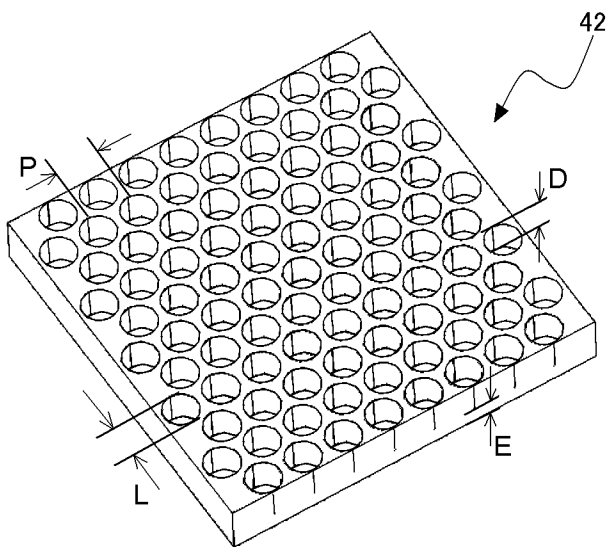
[図6]



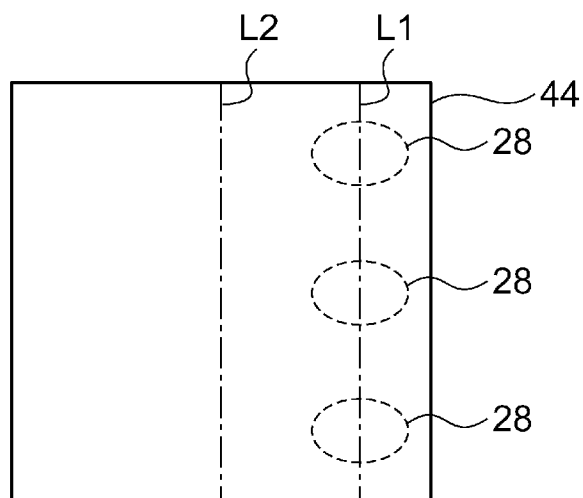
[図7]



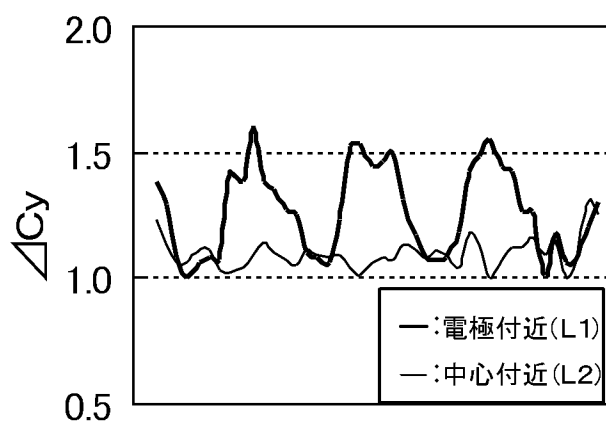
[図8]



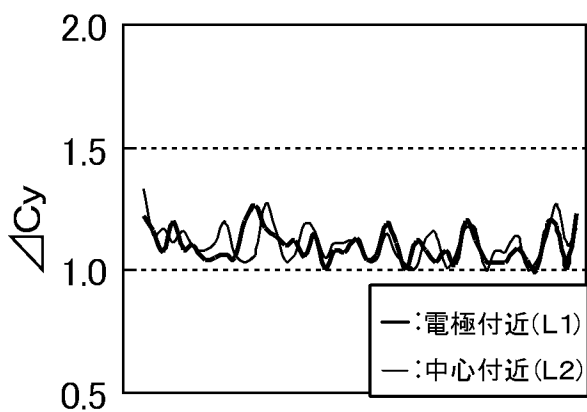
[図9]



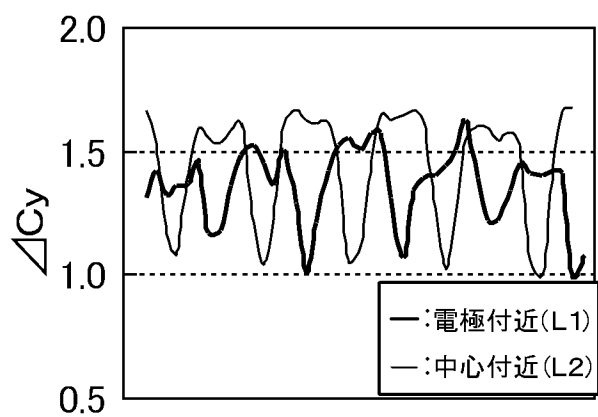
[図10]



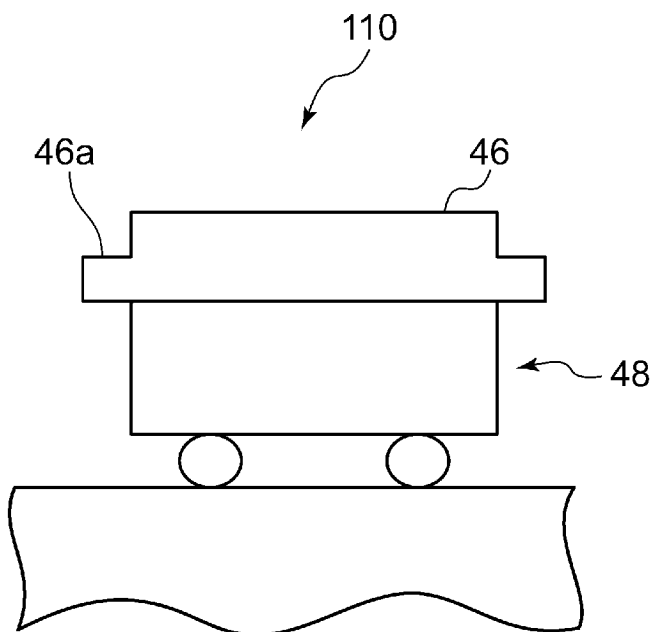
[図11]



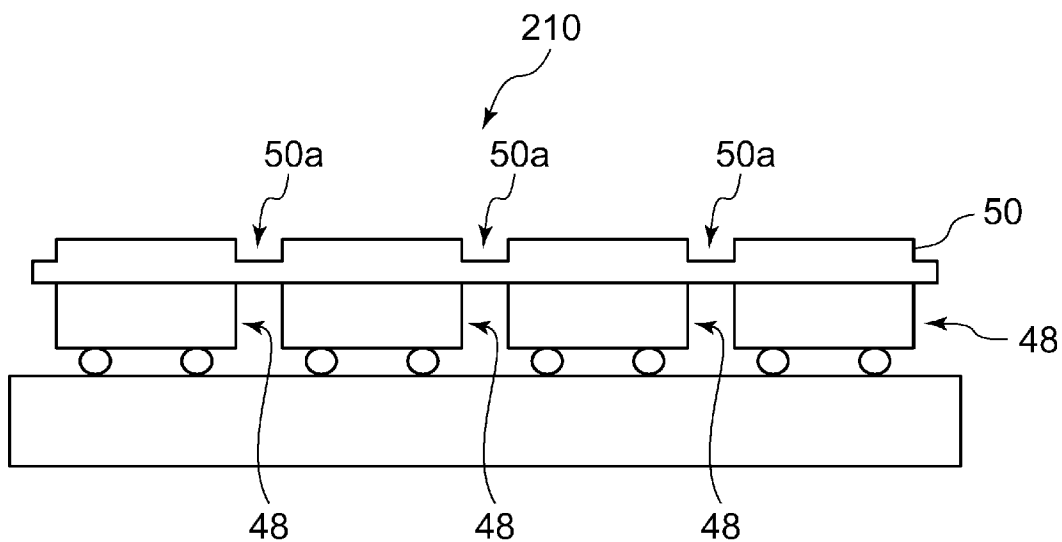
[図12]



[図13]



[図14]



**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2011/003575

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**

H01L33/50 (2010.01) 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)

H01L33/00-33/64

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	1996-2011
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2011	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2011

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 2006-5367 A (Lumileds Lighting U.S., L.L.C.), 05 January 2006 (05.01.2006), paragraphs [0008] to [0025]; fig. 2 & US 2005/0269582 A1      & US 2007/0267646 A1 & US 2008/0138919 A1      & EP 1756877 A & EP 2176892 A              & WO 2005/119797 A1 & WO 2009/016529 A1      & KR 10-2007-0042956 A & CN 1977393 A              & KR 10-2010-0052504 A & CN 101821862 A	1-9

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  
21 September, 2011 (21.09.11)

Date of mailing of the international search report  
04 October, 2011 (04.10.11)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/003575

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 2008-502131 A (Koninklijke Philips Electronics N.V.), 24 January 2008 (24.01.2008), paragraphs [0008] to [0032]; fig. 2 & US 2005/0269582 A1 & US 2007/0267646 A1 & US 2008/0138919 A1 & EP 1756877 A & EP 2176892 A & WO 2005/119797 A1 & WO 2009/016529 A1 & KR 10-2007-0042956 A & CN 1977393 A & KR 10-2010-0052504 A & CN 101821862 A	1-9
Y	JP 2008-21868 A (Nippon Electric Glass Co., Ltd.), 31 January 2008 (31.01.2008), paragraphs [0012] to [0013] (Family: none)	1-9
Y	JP 2009-200522 A (Mitsubishi Chemical Corp.), 03 September 2009 (03.09.2009), paragraphs [0017] to [0040]; fig. 1 to 2 (Family: none)	3
Y	JP 2010-80553 A (Panasonic Corp.), 08 April 2010 (08.04.2010), paragraphs [0007] to [0059]; fig. 1 to 21 (Family: none)	8
Y	JP 2007-123943 A (Sharp Corp.), 17 May 2007 (17.05.2007), paragraphs [0048] to [0053]; fig. 4 (Family: none)	9

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. H01L33/50(2010.01)i

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. H01L33/00-33/64

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	1971-2011年
日本国実用新案登録公報	1996-2011年
日本国登録実用新案公報	1994-2011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 2006-5367 A (ルミレッズ ライティング ユーエス リミテッド ライアビリティ カンパニー) 2006.01.05, 【0008】-【0025】欄、図2 & US 2005/0269582 A1 & US 2007/0267646 A1 & US 2008/0138919 A1 & EP 1756877 A & EP 2176892 A & WO 2005/119797 A1 & WO 2009/016529 A1 & KR 10-2007-0042956 A & CN 1977393 A & KR 10-2010-0052504 A & CN 101821862 A	1-9

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

21.09.2011

国際調査報告の発送日

04.10.2011

国際調査機関の名称及びあて先  
 日本国特許庁 (ISA/JP)  
 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)	2K	8826
土屋 知久		
電話番号 03-3581-1101	内線	3255

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	JP 2008-502131 A (コーニングレッカ フィリップス エレクトロニクス エヌ ヴィ) 2008.01.24, 【0008】 - 【0032】 欄、図2 & US 2005/0269582 A1 & US 2007/0267646 A1 & US 2008/0138919 A1 & EP 1756877 A & EP 2176892 A & WO 2005/119797 A1 & WO 2009/016529 A1 & KR 10-2007-0042956 A & CN 1977393 A & KR 10-2010-0052504 A & CN 101821862 A	1 - 9
Y	JP 2008-21868 A (日本電気硝子株式会社) 2008.01.31, 【0012】 - 【0013】 欄 (ファミリーなし)	1 - 9
Y	JP 2009-200522 A (三菱化学株式会社) 2009.09.03, 【0017】 - 【0040】 欄、図1 - 2 (ファミリーなし)	3
Y	JP 2010-80553 A (パナソニック株式会社) 2010.04.08, 【0007】 - 【0059】 欄、図1 - 21 (ファミリーなし)	8
Y	JP 2007-123943 A (シャープ株式会社) 2007.05.17, 【0048】 - 【0053】 欄、図4 (ファミリーなし)	9