

(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
2017年12月28日(28.12.2017)



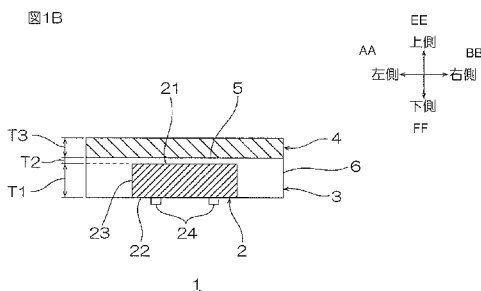
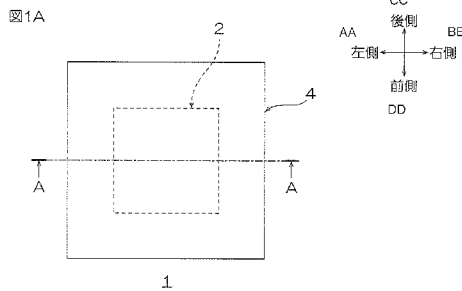
(10) 国際公開番号
WO 2017/221607 A1

- (51) 国際特許分類:
H01L 33/48 (2010.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2017/019060
- (22) 国際出願日: 2017年5月22日(22.05.2017)
- (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 2016-123851 2016年6月22日(22.06.2016) JP
- (71) 出願人: 日東電工株式会社 (NITTO DENKO CORPORATION) [JP/JP]; 〒5678680 大阪府茨木市下穂積1丁目1番2号 Osaka (JP).
- (72) 発明者: 常誠(CHANG, Cheng); 〒5678680 大阪府茨木市下穂積1丁目1番2号 日東電工株式会社内 Osaka (JP). 松田 広和(MATSUDA, Hirokazu); 〒5678680 大阪府茨木市下穂積1丁目1番2号 日東電工株式会社内 Osaka (JP).

- (74) 代理人: 岡本 寛之, 外(OKAMOTO, Hiroyuki et al.); 〒5320003 大阪府大阪市淀川区宮原4丁目5番36号 セントラル新大阪ビル3F いくみ特許事務所内 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, 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, 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,

(54) Title: OPTICAL SEMICONDUCTOR DEVICE WITH PHOSPHOR LAYER

(54) 発明の名称: 蛍光体層付光半導体素子



AA Left side	DD Front side
BB Right side	EE Upper side
CC Back side	FF Lower side

(57) Abstract: This optical semiconductor device with a phosphor layer is provided with: an optical semiconductor element having a light emitting surface and an opposite surface arranged opposite of the light-emitting surface and separated therefrom by a gap in the vertical direction; a white film arranged on the upper side of the light-emitting surface; and a phosphor layer arranged on the upper side of the white film. The thickness of the white film is 2-15 μm .

(57) 要約: 蛍光体層付光半導体素子は、発光面および発光面に対して上下方向に間隔を隔てて対向配置される対向面を有する光半導体素子と、発光面の上側に配置される白色膜と、白色膜の上側に配置される蛍光体層とを備える。白色膜の厚みは、2 μm 以上15 μm 以下である。



WO 2017/221607 A1

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： 蛍光体層付光半導体素子

技術分野

[0001] 本発明は、蛍光体層付光半導体素子に関する。

背景技術

[0002] 従来、発光ダイオード素子および蛍光体層を備え、白色光を発光する白色発光装置などの発光装置が知られている（例えば、特許文献1参照）。

[0003] 特許文献1の発光装置は、ダイオード基板と、そのダイオード基板にフリップチップ実装された発光ダイオード素子と、その発光ダイオード素子の上面に直接接触している蛍光体層と、その発光ダイオード素子の側面に直接接触している反射樹脂層とを備えている。

[0004] 特許文献1の発光装置では、発光ダイオード素子から発光される光の取り出し効率を向上させている。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開2015-073140号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] しかしながら、特許文献1の発光装置では、蛍光体層が、発光ダイオード素子に直接接触して配置しているため、蛍光体層と発光ダイオード素子との間の接着性が低く、接合信頼性に劣る不具合が生じる。

[0007] その一方、発光ダイオード素子と蛍光体層との間に接着剤（糊）を配置すると、蛍光体層に生じる熱が放熱しにくくなるため、放熱性が低下する不具合が生じる。一方、放熱性を向上させるために、接着剤に放熱性粒子を含有させると、接着剤が発光ダイオード素子からの光を接着剤が吸収または反射してしまい、発光装置から放出される白色光の明るさが低減する場合も生じる。

[0008] 本発明の目的は、良好な明るさを維持しつつ、優れた接合信頼性および放熱性を有する蛍光体層付光半導体素子を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0009] 本発明 [1] は、発光面および前記発光面に対して上下方向に間隔を隔てて対向配置される対向面を有する光半導体素子と、前記発光面の上側に配置される白色膜と、前記白色膜の上側に配置される蛍光体層とを備え、前記白色膜の厚みが、 $2\ \mu\text{m}$ 以上 $15\ \mu\text{m}$ 以下である蛍光体層付光半導体素子を含んでいる。

[0010] 本発明 [2] は、前記白色膜の厚みが、 $2\ \mu\text{m}$ 以上 $7\ \mu\text{m}$ 以下である [1] に記載の蛍光体層付光半導体素子を含んでいる。

[0011] 本発明 [3] は、前記光半導体素子の周囲に配置される白色部をさらに備える [1] または [2] に記載の蛍光体層付光半導体素子を含んでいる。

[0012] 本発明 [4] は、前記白色膜は、白色粒子を含有する [1] ~ [3] のいずれか一項に記載の蛍光体層付光半導体素子を含んでいる。

[0013] 本発明 [5] は、前記白色粒子の平均粒子径が、 $0.1\ \mu\text{m}$ 以上 $2.0\ \mu\text{m}$ 以下である [4] に記載の蛍光体層付光半導体素子を含んでいる。

発明の効果

[0014] 本発明の蛍光体層付光半導体素子によれば、良好な明るさを維持しつつ、優れた接合信頼性および放熱性を有する。

図面の簡単な説明

[0015] [図1]図1A-図1Bは、本発明の蛍光体層付光半導体素子の第1実施形態であり、図1Aは、平面図、図1Bは、図1AのA-Aにおける断面図を示す。

[図2]図2A-図2Gは、図1に示す蛍光体層付光半導体素子の製造方法の工程図であり、図2Aは、蛍光体積層シート用意工程、図2Bは、仮固定シート用意工程、図2Cは、仮固定工程、図2Dは、対向配置工程、図2Eは、積層工程、図2Fは、切断工程、図2Gは、実装工程を示す。

[図3]図3は、第1実施形態の変形例であり、蛍光体層の上面に光拡散層を備

える形態の断面図を示す。

[図4]図4 A－図4 Fは、図1に示す蛍光体層付光半導体素子の製造方法の変形例であり、図4 Aは、仮固定シート用意工程、図4 Bは、仮固定工程、図4 Cは、白色樹脂組成物配置工程、図4 Dは、白色層積層工程、図4 Eは、白色層積層体を得る工程、図4 Fは、厚み調整工程を示す。

[図5]図5 G－図5 Hは、図4に引き続き図1に示す蛍光体層付光半導体素子の製造方法の変形例であり、図5 Gは、蛍光体層積層工程、図5 Hは、切断工程を示す。

[図6]図6は、本発明の蛍光体層付光半導体素子の第2実施形態の断面図を示す。

発明を実施するための形態

[0016] <第1実施形態>

図1 Bにおいて、紙面上下方向は、上下方向（第1方向、厚み方向）であり、紙面上側が上側（第1方向一方側、厚み方向一方側）、紙面下側が下側（第1方向他方側、厚み方向他方側）である。紙面左右方向は、左右方向（第1方向に直交する第2方向、上下方向に対する直交方向の一例）であり、紙面左側が左側（第2方向一方側）、紙面右側が右側（第2方向他方側）である。紙厚方向は、前後方向（第1方向および第2方向に直交する第3方向、上下方向に対する直交方向の一例）であり、紙面手前側が前側（第3方向一方側）、紙面奥側が後側（第3方向他方側）である。具体的には、各図の方向矢印に準拠する。

[0017] 図1 A－図1 Bを参照して、本発明の第1実施形態の蛍光体層付光半導体素子1（以下、層付素子ともいう。）について説明する。

[0018] なお、層付素子1は、光半導体装置16（発光装置；符号は、図2 G参照。）ではなく、つまり、光半導体装置16に備えられるダイオード基板15（電極基板；符号は、図2 G参照。）を含んでいない。具体的には、層付素子1は、光半導体素子2と、白色層3と、蛍光体層4とを備える。層付素子1は、好ましくは、光半導体素子2、白色層3および蛍光体層4からなる。

つまり、層付素子 1 は、光半導体装置 16 のダイオード基板 15 に備えられる電極とまだ電氣的に接続されないように、構成されている。また、層付素子 1 は、光半導体装置 16 の一部品、すなわち、光半導体装置 16 を作製するための部品であり、部品単独で流通し、産業上利用可能なデバイスである。

[0019] 図 1 A - 図 1 B に示すように、層付素子 1 は、光半導体素子 2 と、白色層 3 と、蛍光体層 4 とを備えている。

[0020] 光半導体素子 2 は、例えば、電気エネルギーを光エネルギーに変換する LED（発光ダイオード素子）または LD（半導体レーザー素子）である。好ましくは、光半導体素子 2 は、青色光を発光する青色 LED である。なお、光半導体素子 2 は、光半導体素子とは技術分野が異なるトランジスタなどの整流器（半導体素子）を含まない。

[0021] 光半導体素子 2 は、左右方向および前後方向に沿う略平板形状を有している。また、光半導体素子 2 は、平面視略矩形状（好ましくは、平面視略正方形形状）を有している。光半導体素子 2 は、発光面 21 と、対向面 22 と、側面 23 とを備えている。

[0022] 発光面 21 は、光半導体素子 2 における上面である。発光面 21 は、平坦な形状を有している。発光面 21 の上には、白色膜 5（後述）が設けられている。

[0023] 対向面 22 は、光半導体素子 2 における下面であって、電極 24 が設けられている面である。対向面 22 は、発光面 21 に対して下側に間隔を隔てて対向配置されている。電極 24 は、複数（2 個）設けられており、対向面 22 から下側に向かってわずかに突出する形状を有している。

[0024] 側面 23 は、発光面 21 の周端縁と、対向面 22 の周端縁とを連結している。

[0025] 光半導体素子 2 の寸法は、適宜設定されており、具体的には、厚み T1（上下方向長さ）は、例えば、 $0.1 \mu\text{m}$ 以上、好ましくは、 $1 \mu\text{m}$ 以上、より好ましくは、 $10 \mu\text{m}$ 以上であり、また、例えば、 $500 \mu\text{m}$ 以下、好ま

しくは、 $200\ \mu\text{m}$ 以下である。光半導体素子2の左右方向および／または前後方向における長さは、それぞれ、例えば、 $200\ \mu\text{m}$ 以上、好ましくは、 $500\ \mu\text{m}$ 以上であり、また、例えば、 $3000\ \mu\text{m}$ 以下、好ましくは、 $2000\ \mu\text{m}$ 以下である。

[0026] 白色層3は、光半導体素子2の上側および側方に配置され、光半導体素子2から主として側方に放射される光を反射することができる白色の反射層である。具体的には、白色層3は、光半導体素子の発光面21および側面23と接触し、それらを被覆している。また、白色層3は、蛍光体層4の下側に配置されている。具体的には、白色層3は、蛍光体層4の下面と接触し、それを被覆している。

[0027] 白色層3は、白色膜5、および、白色部としての白色側部6を一體的に備えている。

[0028] 白色膜5は、光半導体素子2の発光面21の上側に配置されている。具体的には、白色膜5は、その下面全面が、発光面21全面の上面全面と接触し、その上面全面が、蛍光体層4の下面の一部（中央部）と接触するように、光半導体素子2と蛍光体層4との間に配置されている。

[0029] 白色膜5は、左右方向および前後方向に沿う略平板形状を有し、平面視略矩形状（好ましくは、平面視略正形状）を有している。白色膜5は、厚み方向に投影したときに、発光面21と一致するように形成されている。

[0030] 白色膜5の厚み T_2 は、 $2\ \mu\text{m}$ 以上 $15\ \mu\text{m}$ 以下である。明るさ、放熱性などの観点から、好ましくは、 $4\ \mu\text{m}$ 以上であり、また、好ましくは、 $7\ \mu\text{m}$ 以下である。

[0031] 光半導体素子2の厚み T_1 に対する、白色膜5の厚み T_2 の比（ T_2/T_1 ）は、例えば、 0.001 以上、好ましくは、 0.005 以上であり、また、例えば、 0.300 以下、好ましくは、 0.200 以下である。

[0032] 白色側部6は、白色膜5および光半導体素子2の側方（周囲、すなわち、左右方向外側および前後方向外側）に、配置されている。具体的には、白色側部6は、白色膜5の周端面全面、および、光半導体素子2の側面23全面

と接触するように、配置されている。

[0033] 白色側部6は、平面視略矩形枠状を有している。白色側部6は、厚み方向に投影したときに、その内形が光半導体素子2の形状と一致し、その外形が蛍光体層4の形状と一致するように形成されている。

[0034] 白色側部6の厚みは、光半導体素子2の厚みT1および白色膜5の厚みT2の合計と同一である。

[0035] 白色層3は、100 μ m厚みとして450nm波長の光で照射したときの反射率が、例えば、70%以上、好ましくは、80%以上、より好ましくは、90%以上であり、また、例えば、100%以下である。反射率を上記範囲内とすることにより、光の取り出し効率を良好にすることができる。反射率の測定方法は、紫外可視近赤外分光光度計を用いて、積分球における光路確認方法にて、450nm波長での反射率を測定することにより求めることができる。

[0036] 白色層3は、例えば、白色粒子および樹脂を含有する白色樹脂組成物から形成（調製）されている。好ましくは、白色層3は、白色粒子と樹脂とからなる白色樹脂組成物から形成されている。

[0037] 白色粒子としては、例えば、白色無機粒子、白色有機粒子が挙げられる。好ましくは、放熱性、耐久性の観点から、白色無機粒子が挙げられる。

[0038] 白色無機粒子を構成する材料としては、例えば、酸化チタン、酸化亜鉛、酸化ジルコニウム、酸化アルミニウムなどの酸化物、例えば、鉛白（塩基性炭酸鉛）、炭酸カルシウムなどの炭酸塩、例えば、カオリンなどの粘土鉱物などが挙げられる。明るさ、放熱性の観点から、好ましくは、酸化物が挙げられ、より好ましくは、酸化チタンが挙げられる。

[0039] 白色粒子の平均粒子径は、例えば、0.1 μ m以上、好ましくは、0.2 μ m以上であり、また、例えば、2.0 μ m以下、好ましくは、0.5 μ m以下である。白色粒子の平均粒子径を上記範囲内とすることにより、反射性をより一層向上させることができる。

[0040] 本発明において、粒子の平均粒子径は、D50値として算出され、具体的

には、レーザー回折式粒度分布計により測定される。

[0041] 白色粒子の含有割合は、白色樹脂組成物に対して、例えば、3質量%以上、好ましくは、5質量%以上、より好ましくは、10質量%以上であり、また、例えば、70質量%以下、好ましくは、50質量%以下、より好ましくは、40質量%以下である。

[0042] 樹脂は、白色樹脂組成物において白色粒子を均一に分散させるマトリクスであり、好ましくは、透明樹脂である。樹脂としては、例えば、硬化性樹脂、熱可塑性樹脂が挙げられる。好ましくは、硬化性樹脂が挙げられる。

[0043] 硬化性樹脂としては、例えば、シリコン樹脂、エポキシ樹脂、ウレタン樹脂、ポリイミド樹脂、フェノール樹脂、尿素樹脂、メラミン樹脂、不飽和ポリエステル樹脂などが挙げられる。

[0044] 硬化性樹脂としては、2段反応硬化性樹脂、1段反応硬化性樹脂などの熱硬化性樹脂が挙げられる。

[0045] 2段反応硬化性樹脂は、2つの反応機構を有しており、第1段の反応で、Aステージ状態からBステージ化（半硬化）し、次いで、第2段の反応で、Bステージ状態からCステージ化（完全硬化）することができる。つまり、2段反応硬化性樹脂は、適度の加熱条件によりBステージ状態となることができ、熱硬化性樹脂である。Bステージ状態（半硬化状態）は、熱硬化性樹脂が、液状であるAステージ状態（未硬化状態）と、完全硬化したCステージ状態（完全硬化状態）との間の状態であって、硬化およびゲル化がわずかに進行し、圧縮弾性率がCステージ状態の圧縮弾性率よりも小さい半固体状態または固体状態である。

[0046] 1段反応硬化性樹脂は、1つの反応機構を有しており、第1段の反応で、Aステージ状態からCステージ化することができる。このような1段反応硬化性樹脂は、第1段の反応の途中で、その反応が停止して、Aステージ状態からBステージ状態となることができ、その後のさらなる加熱によって、第1段の反応が再開されて、Bステージ状態からCステージ化することができる熱硬化性樹脂を含む。つまり、1段反応硬化性樹脂は、Bステージ状態と

なることができる熱硬化性樹脂を含む。また、1段反応硬化性樹脂は、1段の反応の途中で停止するように制御できず、つまり、Bステージ状態となることができず、一度に、AステージからCステージ化する熱硬化性樹脂も含む。

[0047] 好ましくは、熱硬化性樹脂としては、Bステージ状態となることができる熱硬化性樹脂（2段反応硬化性樹脂および1段反応硬化性樹脂）が挙げられる。

[0048] Bステージ状態となることができる熱硬化性樹脂としては、好ましくは、シリコン樹脂、エポキシ樹脂が挙げられ、より好ましくは、シリコン樹脂が挙げられる。

[0049] また、Bステージ状態となることができるシリコン樹脂としては、例えば、熱可塑性および熱硬化性を併有するシリコン樹脂（熱可塑性・熱硬化性シリコン樹脂）、熱可塑性を有さず・熱硬化性を有するシリコン樹脂（非熱可塑性・熱硬化性シリコン樹脂）が挙げられる。

[0050] 熱可塑性・熱硬化性シリコン樹脂は、Bステージにおいて、加熱により、一旦可塑化（あるいは液状化）し、その後、さらなる加熱によって硬化（Cステージ化）する。具体的には、1段反応硬化型樹脂として、例えば、特開2016-37562号公報などに記載されるフェニル系シリコン樹脂組成物が挙げられ、2段反応硬化型樹脂として、例えば、特開2014-72351号公報、特開2013-187227号公報に記載される第1～第6の熱可塑性・熱硬化性シリコン樹脂組成物（例えば、両末端アミノ型シリコン樹脂を含有する組成物、かご型オクタシルセスキオキサンを含有する組成物）などが挙げられる。

[0051] フェニル系シリコン樹脂組成物は、シロキサン結合である主骨格にフェニル基を有している。フェニル系シリコン樹脂組成物としては、好ましくは、付加反応硬化型シリコン樹脂組成物が挙げられる。具体的には、アルケニル基含有ポリシロキサンと、ヒドロシル基含有ポリシロキサンと、ヒドロシル化触媒とを含有し、アルケニル基含有ポリシロキサンおよびヒド

ロシリル基含有ポリシロキサンの少なくとも一方がフェニル基を有する付加反応硬化型シリコン樹脂組成物などが挙げられる。

[0052] フェニル系シリコン樹脂組成物としては、上記公報に記載のフェニル系シリコン樹脂組成物以外にも、ダウ・コーニング社の「OE-6630」などが挙げられる。

[0053] 非熱可塑性・熱硬化性シリコン樹脂としては、2段反応硬化型樹脂として、例えば、特開2010-265436号公報、特開2013-187227号公報などに記載される第1～第8の縮合・付加反応硬化型シリコン樹脂組成物が挙げられる。

[0054] 所望厚みの白色膜5を均一に形成できる観点から、好ましくは、熱可塑性・熱硬化性シリコン樹脂が挙げられ、より好ましくは、フェニル系シリコン樹脂組成物が挙げられる。

[0055] また、Bステージ状態をとらない熱硬化性シリコン樹脂としては、例えば、ELASTOSILシリーズ（旭化成ワッカーシリコン社製、具体的には、ELASTOSIL LR7665）、KERシリーズ（信越シリコン社製）などのメチル系シリコン樹脂組成物などが挙げられる。

[0056] 樹脂は、単独で使用または2種以上を併用することができる。

[0057] 樹脂の含有割合は、白色粒子（および後述する添加剤）の含有割合の残部であり、例えば、白色樹脂組成物に対して、例えば、30質量%以上、好ましくは、50質量%以上、より好ましくは、60質量%以上であり、また、例えば、97質量%以下、好ましくは、95質量%以下、より好ましくは、90質量%以下である。

[0058] 白色樹脂組成物には、白色粒子以外の粒子を含有することができる。

[0059] このような粒子としては、例えば、光拡散性無機粒子が挙げられる。光拡散性無機粒子としては、例えば、シリカ粒子、複合無機酸化物粒子（ガラス粒子など）が挙げられる。

[0060] 複合無機酸化物粒子は、例えば、シリカ、あるいは、シリカおよび酸化ホウ素を主成分として含有し、また、酸化アルミニウム、酸化カルシウム、酸

化亜鉛、酸化ストロンチウム、酸化マグネシウム、酸化ジルコニウム、酸化バリウム、酸化アンチモンなどを副成分として含有する。複合無機酸化物粒子における主成分の含有割合は、複合無機酸化物粒子に対して、例えば、40質量%以上、好ましくは、50質量%以上であり、また、例えば、90質量%以下、好ましくは、80質量%以下である。副成分の含有割合は、上記した主成分の含有割合の残部である。

[0061] 光拡散性無機粒子としては、放熱性、明るさの観点から、好ましくは、シリカ粒子が挙げられる。

[0062] 光拡散性無機粒子の平均粒子径は、好ましくは、白色粒子の平均粒子径よりも大きく、具体的には、例えば、1.0 μm 以上、好ましくは、2.0 μm 以上であり、また、例えば、10 μm 以下、好ましくは、5.0 μm 以下、より好ましくは、3.0 μm 以下である。

[0063] 光拡散性無機粒子の含有割合は、例えば、白色樹脂組成物に対して、例えば、1質量%以上、好ましくは、5質量%以上、より好ましくは、10質量%以上であり、また、例えば、70質量%以下、好ましくは、50質量%以下、より好ましくは、30質量%以下である。

[0064] 白色樹脂組成物が光拡散性無機粒子を含有することにより、樹脂の含有量を低減しつつ、放熱性を向上させることができる。なお、白色樹脂組成物に含有される粒子の総量が同一である場合においては、放熱性などの観点から、粒子は、白色粒子のみからなることが好ましい、すなわち、白色粒子以外の粒子を含有しないことが好ましい。

[0065] 白色樹脂組成物には、公知の添加剤を適宜の割合で含有することもできる。

[0066] 蛍光体層4は、蛍光体を含有する層であり、白色膜5の上側に配置されている。具体的には、蛍光体層4は、蛍光体層4の下面全面が白色層3（白色膜5および白色側部6）の上面全面と接触するように、白色層3の上面に配置されている。

[0067] 蛍光体層4は、左右方向および前後方向に沿う略平板形状を有し、平面視

略矩形状（好ましくは、平面視略正形状）を有している。蛍光体層4は、上下方向に投影したときに、白色層3と一致するように形成されている。すなわち、蛍光体層4の周側面は、白色側部6の周側面と面一となっている。

[0068] 蛍光体層4の厚みT3は、例えば、30 μ m以上、好ましくは、50 μ m以上であり、また、例えば、500 μ m以下、好ましくは、200 μ m以下である。

[0069] 蛍光体層4の厚みT3に対する、白色膜5の厚みT2の比（T2/T3）は、例えば、0.004以上、好ましくは、0.01以上であり、また、例えば、0.5以下、好ましくは、0.3以下である。

[0070] 蛍光体層4は、例えば、シート状の蛍光体含有硬化樹脂からなるか、または、蛍光体セラミックプレートからなる。

[0071] 蛍光体含有硬化樹脂は、例えば、蛍光体および硬化性樹脂を含有する蛍光体樹脂組成物の完全硬化物（Cステージ状態）である。

[0072] 蛍光体は、光半導体素子2から発光される光を波長変換する。蛍光体としては、例えば、青色光を黄色光に変換することのできる黄色蛍光体、青色光を赤色光に変換することのできる赤色蛍光体などが挙げられる。

[0073] 黄色蛍光体としては、例えば、 $(Ba, Sr, Ca)_2SiO_4; Eu$ 、 $(Sr, Ba)_2SiO_4: Eu$ （バリウムオルソシリケート（BOS））などのシリケート蛍光体、例えば、 $Y_3Al_5O_{12}: Ce$ （YAG（イットリウム・アルミニウム・ガーネット）： Ce ）、 $Tb_3Al_3O_{12}: Ce$ （TAG（テルビウム・アルミニウム・ガーネット）： Ce ）などのガーネット型結晶構造を有するガーネット型蛍光体、例えば、 $Ca-\alpha-SiAlON$ などの酸窒化物蛍光体などが挙げられる。

[0074] 赤色蛍光体としては、例えば、 $CaAlSiN_3: Eu$ 、 $CaSiN_2: Eu$ などの窒化物蛍光体などが挙げられる。

[0075] 蛍光体含有硬化樹脂に含有される蛍光体は、粒子であって、その形状としては、例えば、球状、板状、針状などが挙げられる。

[0076] 蛍光体の最大長さの平均値（球状である場合には、平均粒子径）は、例え

ば、 $0.1\ \mu\text{m}$ 以上、好ましくは、 $1\ \mu\text{m}$ 以上であり、また、例えば、 $200\ \mu\text{m}$ 以下、好ましくは、 $100\ \mu\text{m}$ 以下である。

[0077] 蛍光体は、単独で使用または2種以上を併用することができる。

[0078] 蛍光体の含有割合は、蛍光体樹脂組成物に対して、例えば、10質量%以上、好ましくは、20質量%以上であり、また、例えば、80質量%以下、好ましくは、70質量%以下である。

[0079] 硬化性樹脂は、蛍光体樹脂組成物において蛍光体を均一に分散させるマトリクスである。このような硬化性樹脂は、白色樹脂組成物で例示した硬化性樹脂と同様の硬化性樹脂が挙げられ、好ましくは、シリコーン樹脂が挙げられ、より好ましくは、熱可塑性・熱硬化性シリコーン樹脂が挙げられ、さらに好ましくは、フェニル系シリコーン樹脂組成物が挙げられる。

[0080] 硬化性樹脂の含有割合は、蛍光体（および添加剤）の含有割合の残部であり、蛍光体樹脂組成物に対して、例えば、20質量%以上、好ましくは、30質量%以上であり、また、例えば、90質量%以下、好ましくは、80質量%以下である。

[0081] 蛍光体樹脂組成物には、無機粒子などの公知の添加剤を、適宜の割合で含有することもできる。

[0082] 無機粒子としては、例えば、白色樹脂組成物にて上述した光拡散性無機粒子が挙げられ、好ましくは、シリカ粒子、ガラス粒子が挙げられ、より好ましくは、ガラス粒子が挙げられる。

[0083] 無機粒子を含有する場合、その含有割合は、例えば、蛍光体樹脂組成物に対して、例えば、1質量%以上、好ましくは、5質量%以上、より好ましくは、10質量%以上であり、また、例えば、70質量%以下、好ましくは、50質量%以下、より好ましくは、30質量%以下である。

[0084] 蛍光体セラミックプレートは、上記した蛍光体をセラミック材料とし、上記したセラミック材料を焼結することにより、得られる。または、上記した蛍光体の原材料を焼結し、焼結による化学反応によっても、得られる。

[0085] <第1実施形態の製造方法>

図2A～図2Gを参照して、第1実施形態の層付素子1の製造方法を説明する。第1実施形態の層付素子1の製造方法は、例えば、蛍光体積層シート用意工程、仮固定シート用意工程、仮固定工程、対向配置工程、積層工程、Cステージ化工程、および、切断工程を備える。

[0086] まず、図2Aに示すように、蛍光体積層シート用意工程では、蛍光体積層シート10を用意する。

[0087] 蛍光体積層シート10は、蛍光体層4と、蛍光体層4の上面に配置される白色層3とを備えている。蛍光体積層シート10における白色層3は、Bステージ状態である。

[0088] 蛍光体積層シート10の作製は、例えば、まず、蛍光体層4を形成し、次いで、蛍光体層4の上面に白色層3を積層する。

[0089] 蛍光体層4の形成は、例えば、蛍光体層4が蛍光体含有硬化樹脂からなる場合は、蛍光体および硬化性樹脂を含有する蛍光体樹脂組成物のワニスを調製し、続いて、蛍光体樹脂組成物のワニスを、剥離シートの上面に塗布する。次いで、蛍光体樹脂組成物をCステージ化（完全硬化）する。具体的には、硬化性樹脂が熱硬化性樹脂である場合には、蛍光体樹脂組成物を加熱する。

[0090] 加熱温度は、例えば、100℃以上、好ましくは、120℃以上であり、また、例えば、200℃以下、好ましくは、160℃以下である。また、加熱時間は、例えば、5分以上、好ましくは、10分以上であり、また、例えば、60分以下、好ましくは、30分以下である。

[0091] 蛍光体層4が蛍光体セラミックプレートである場合は、例えば、蛍光体材料、バインダー樹脂および溶媒を含むスラリーを剥離シートの上面に塗布および乾燥させることにより、グリーンシートを形成し、続いて、グリーンシートを焼成する。スラリーの材料や焼成条件は、例えば、特開2015-216355号公報などを参照することができる。

[0092] 得られる蛍光体層4の25℃における引張弾性率Eは、例えば、1MPa以上、好ましくは、3MPa以上、より好ましくは、10MPa以上であり

、また、例えば、150MPa以下、好ましくは、100MPa以下、より好ましくは、50MPa以下である。引張弾性率Eを上記下限以上とすることにより、層付素子1の蛍光体層4の形状安定性を良好にすることができ、その結果、明るさを良好にすることができる。一方、引張弾性率Eを上記上限以下とすることにより、蛍光体層4に適度な可撓性を付与し、層付素子1を製造する際に、蛍光体層4にクラックの発生を抑制することができる。

[0093] 上記引張弾性率Eは、蛍光体層4に対して、引張速度300mm/minの条件で測定することにより求められる。

[0094] 白色層3の積層は、まず、Bステージ状態となることのできる白色樹脂組成物を調製する。具体的には、白色粒子、および、Bステージ状態となることのできる熱硬化性樹脂を含有する白色樹脂組成物のワニス調製する。好ましくは、白色粒子、および、熱可塑性・熱硬化性シリコン樹脂組成物を含有する白色樹脂組成物のワニス調製する。

[0095] 続いて、その白色樹脂組成物のワニスを蛍光体層4の上面に塗布する。その後、白色樹脂組成物をBステージ化する。具体的には、白色樹脂組成物を加熱する。

[0096] 塗布方法としては限定されず、例えば、アプリケーション方法、ポットイング、キャストコート、スピンコート、ロールコートなどが挙げられる。

[0097] 加熱温度は、白色樹脂組成物がBステージ化されるが、Cステージ化されない範囲で、白色樹脂組成物の組成、および、白色樹脂組成物の熔融粘度に応じて適宜設定され、例えば、50℃以上、好ましくは、60℃以上であり、また、例えば、120℃以下、好ましくは、100℃以下である。

[0098] 加熱時間は、例えば、3分以上、好ましくは、5分以上であり、また、例えば、120分以下、好ましくは、60分以下である。

[0099] これによって、Bステージ状態の白色層3が得られる。好ましくは、この白色層3は、熱可塑性および熱硬化性を併有する。

[0100] Bステージ状態の白色層3の60℃における熔融粘度は、例えば、5Pa

・s以上、好ましくは、 $10\text{ Pa}\cdot\text{s}$ 以上、より好ましくは、 $15\text{ Pa}\cdot\text{s}$ 以上であり、また、例えば、 $800\text{ Pa}\cdot\text{s}$ 以下、好ましくは、 $600\text{ Pa}\cdot\text{s}$ 以下、より好ましくは、 $550\text{ Pa}\cdot\text{s}$ 以下である。白色層3の熔融粘度を上記下限以上とすることにより、白色層3のハンドリング性を向上させることができる。また、白色層3の熔融粘度を上記上限以下とすることにより、白色層3の成形性が良好となる。また、層付素子1の白色膜5の厚さ調整を容易にし、所望の膜厚（ $2\sim 15\ \mu\text{m}$ ）を得ることができる。

[0101] 熔融粘度は、Bステージの白色層3を 60°C に温度調節し、E型コーンを用いて測定することにより、求められる。回転数は、例えば、トルクが $30\sim 90\%$ の範囲となるように選択する。また、白色層3が 60°C に均一に加熱されて、測定される粘度が一定となった後の粘度、具体的には、測定開始3分経過後の値を採用する。

[0102] 蛍光体積層シート10における白色層3の厚みは、光半導体素子2の厚みと同一かそれよりもわずかに厚く、具体的には、 $0.1\ \mu\text{m}$ 以上、好ましくは、 $1\ \mu\text{m}$ 以上、より好ましくは、 $5\ \mu\text{m}$ 以上であり、また、例えば、 $800\ \mu\text{m}$ 以下、好ましくは、 $500\ \mu\text{m}$ 以下、より好ましくは、 $200\ \mu\text{m}$ 以下である。

[0103] 蛍光体積層シート10において、蛍光体層4の厚みに対する、白色層3の厚みの比（白色層／蛍光体層）は、例えば、1以上、好ましくは、2以上であり、また、例えば、10以下、好ましくは、8以下である。

[0104] 一方、図2Bに示すように、仮固定シート用意工程では、仮固定シート11をキャリア12の上面に配置する。

[0105] 仮固定シート11は、例えば、両面に感圧接着性を備えるシートであり、例えば、配列テープや両面テープとして、公知または市販のものを用意できる。仮固定シート11は、例えば、単一の感圧接着剤層から形成されている単層構造を有していてもよく、また、支持基材の両面に感圧接着剤層が積層されている複層構造を有していてもよい。感圧接着剤層は、例えば、処理（例えば、紫外線の照射や加熱など）によって感圧接着力が低減するような感

圧接着剤から形成されている。

- [0106] キャリア 12 は、仮固定シート 11 を下方から支持するための支持板であり、例えば、硬質材料からなる。硬質材料としては、例えば、ガラス、セラミック、ステンレスなどが挙げられる。
- [0107] 次に、図 2C に示すように、仮固定工程では、複数の光半導体素子 2 を、仮固定シート 11 の上に仮固定する。
- [0108] 具体的には、複数の光半導体素子 2 の電極 24 を、仮固定シート 42 の上面に感圧接着させる。このとき、複数の光半導体素子 2 を、仮固定シートの上に、左右方向および前後方向に互いに間隔を隔てて、整列配置させる。
- [0109] これによって、キャリア 12 と、キャリア 12 の上側に配置される仮固定シート 11 と、仮固定シート 11 の上に整列配置される複数の光半導体素子 2 とを備える素子配置キャリア 13 が得られる。
- [0110] 次に、図 2D に示すように、対向配置工程では、素子配置キャリア 13 および蛍光体積層シート 10 を、上下方向に間隔を隔てて対向配置する。
- [0111] 具体的には、素子配置キャリア 13 および蛍光体積層シート 10 をプレス機 30 にセットする。
- [0112] プレス機 30 は、熱源を備える熱プレス機であって、下板 31 と、下板 31 の上側に配置され、下板 31 に対して下側に移動可能に構成される上板 32 と、下板 31 の上面に載置され、熱プレス時における上板 32 および下板 31 の間隔を調整するためのスペーサ 33 とを備える。
- [0113] そして、白色層 3 が上側となるように、下板 31 の上面に蛍光体積層シート 10 を配置する。一方、光半導体素子 2 が下側となるように、上板 32 の下面に素子配置キャリア 13 を固定する。
- [0114] また、スペーサ 33 は、熱プレス時に、光半導体素子 2 の発光面 21 が、蛍光体層 4 の白色層側表面に達するように、すなわち、発光面 21 が蛍光体層 4 と白色層 3 との界面付近に達するように、調整する。
- [0115] 次に、図 2E に示すように、積層工程では、蛍光体積層シート 10 を、素子配置キャリア 13 に積層する。

- [0116] 具体的には、プレス機30の熱源を作動させながら上板32を下方に移動することにより、熱プレスを実施する。
- [0117] このとき、スペーサ33を適宜調整することにより、光半導体素子2を、白色層3に埋没させ、光半導体素子2の発光面21を、蛍光体層4の白色層側表面（上面）付近に到達させる。これにより、白色層3が、熱可塑性・熱硬化性シリコン樹脂組成物を含有する場合、白色層3は、熱により容易に溶融するため、発光面21と蛍光体層4の白色層側表面との僅かな隙間（界面）に均一にかつ薄く濡れ広がるように形成される。その後、熱硬化反応によって、所望厚み（2～15 μ m）の白色膜5が形成される。
- [0118] 熱プレスの圧力は、例えば、0.01MPa以上、好ましくは、0.1MPa以上であり、また、例えば、10MPa以下、好ましくは、5MPa以下である。
- [0119] 熱プレスの温度は、白色層3を溶融させる温度であればよく、例えば、40 $^{\circ}$ C以上、好ましくは、45 $^{\circ}$ C以上、より好ましくは、50 $^{\circ}$ C以上であり、また、例えば、180 $^{\circ}$ C以下、好ましくは、150 $^{\circ}$ C以下、より好ましくは、100 $^{\circ}$ C未満である。
- [0120] 加熱プレスの時間は、例えば、1秒以上、好ましくは、3秒以上であり、また、例えば、30分以下、好ましくは、10分以下である。
- [0121] これによって、複数の光半導体素子2と、白色層3と、蛍光体層4とを備える層付素子集合体14が、仮固定シート11に仮固定された状態で、得られる。
- [0122] 次いで、Cステージ化工程では、Bステージ状態の白色層3をCステージ化する。
- [0123] 具体的には、加熱工程を実施する。すなわち、層付素子集合体14をプレス機30から取り出し、オープンなどによって、加熱する。
- [0124] 加熱温度は、例えば、100 $^{\circ}$ C以上、好ましくは、120 $^{\circ}$ C以上、より好ましくは、130 $^{\circ}$ C以上であり、また、例えば、200 $^{\circ}$ C以下、好ましくは、160 $^{\circ}$ C以下、より好ましくは、150 $^{\circ}$ C以下である。また、加熱時間は

、例えば、10分以上、好ましくは、30分以上、より好ましくは、60分以上であり、また、例えば、480分以下、好ましくは、300分以下、より好ましくは、180分以下である。なお、加熱を、異なる温度で複数回実施することもできる。

[0125] 次いで、図2Fに示すように、切断工程では、層付素子集合体14を切断する。

[0126] 具体的には、図2Fの破線が示すように、隣接する光半導体素子2の間における白色層3および蛍光体層4を、ダイシングなどによって切断する。これによって、層付素子集合体14を個片化する。

[0127] これによって、1つの光半導体素子2と、白色層3と、蛍光体層4とを備える層付素子1が、仮固定シート11に仮固定された状態で、得られる。

[0128] 続いて、図2Fの仮想線が示すように、層付素子1を仮固定シート11から引き剥がす。

[0129] 続いて、必要に応じて、対向面22を被覆する白色層3を、対向面22（電極）が露出するように、グラインド加工する。

[0130] これによって、1つの光半導体素子2と、白色層3と、蛍光体層4とを備える層付素子1が、得られる。

[0131] なお、図2Gに示すように、層付素子1を、ダイオード基板15などの電極基板にフリップチップ実装することにより、発光ダイオード装置などの光半導体装置16が得られる（実装工程）。

[0132] ダイオード基板15は、略平板形状を有し、具体的には、絶縁基板の上面に、導体層が回路パターンとして積層された積層板から形成されている。絶縁基板は、例えば、シリコン基板、セラミックス基板、プラスチック基板（例えば、ポリイミド樹脂基板）などからなる。導体層は、例えば、金、銅、銀、ニッケルなどの導体から形成されている。導体層は、単数の光半導体素子2と電氣的に接続するための電極（図示せず）を備えている。ダイオード基板15の厚みは、例えば、25 μm 以上、好ましくは、50 μm 以上であり、また、例えば、2000 μm 以下、好ましくは、1000 μm 以下であ

る。

[0133] <作用効果>

第1実施形態の層付素子1では、半導体素子2と、発光面21に配置される白色膜5と、白色膜5の上面に配置される蛍光体層4とを備え、白色膜5の厚みが、 $2\mu\text{m}$ 以上 $15\mu\text{m}$ 以下である。このため、光半導体素子2と蛍光体層4との密着性が良好であり、接合信頼性に優れる。また、蛍光体層4で生じる熱を、白色膜5を介して放熱できるため、放熱性に優れる。また、蛍光体層4の放熱性が優れることにより、長時間発光させた際に、蛍光体層4の温度負荷によるクラックの発生を抑制することができ、耐久信頼性にも優れる。さらに、白色膜5の厚みが薄いため、発光面21から蛍光体層4に入る光の吸収および反射を低減でき、明るさの低下を抑制することができる。

[0134] また、光半導体素子2の周囲に配置される白色側部6をさらに備えている。このため、光半導体素子2の側方から放射される光を反射することができ、明るさが良好である。また、放熱性にも優れる。

[0135] <第1実施形態の変形例>

第1実施形態の変形例において、第1実施形態と同じ部材および工程については、同一の参照符号を付し、その詳細な説明を省略する。

[0136] 図1A-図2Bに示す第1実施形態では、蛍光体層4の上面は露出しているが、例えば、図3に示すように、蛍光体層4の上面に光拡散層40などの機能層を配置することもできる。

[0137] 光拡散層40は、蛍光体層4から上側に向かって放出される光を左右方向および前後方向に拡散させる層である。光拡散層40は、左右方向および前後方向に沿う略平板形状を有しており、平面視において、蛍光体層4と同一形状となるように形成されている。光拡散層40は、例えば、白色樹脂組成物において上記した光拡散性無機粒子および樹脂を含有する光拡散性樹脂組成物から形成することができる。

[0138] <第1実施形態の製造方法の変形例>

図2A-図2Gに示す第1実施形態の製造方法では、蛍光体積層シート10を用いて層付素子1を製造しているが、例えば、図4A-図5Hに示すように、蛍光体積層シート10を形成せずに層付素子1を製造することができる。

[0139] 図4A-図5Hに示す実施形態では、仮固定シート用意工程、仮固定工程、白色樹脂組成物配置工程、白色層積層工程、厚み調整工程、蛍光体層積層工程、Cステージ化工程、および、切断工程を備える。

[0140] まず、図4A-図4Bに示すように、仮固定シート用意工程および仮固定工程を実施する。仮固定シート用意工程および仮固定工程は、第1実施形態の製造方法と同様である。

[0141] 次に、図4Cに示すように、白色樹脂組成物配置工程では、素子配置キャリア13および白色樹脂組成物34を、上下方向に間隔を隔てて対向配置する。

[0142] 具体的には、素子配置キャリア13および白色樹脂組成物34をプレス機30にセットする。

[0143] まず、プレス機30の下板31の上面に、白色樹脂組成物34を配置する。具体的には、平面視枠状のスペーサ33を下板31の上面に配置し、続いて、下板31の上面およびスペーサ33の内側表面に、上側が開放する箱形状を有する剥離シート35を配置し、続いて、剥離シート35内部にAステージの白色樹脂組成物34を充填する。

[0144] 一方、光半導体素子2が下側となるように、上板32の下面に、素子配置キャリア13を固定する。

[0145] 次に、図4Dに示すように、白色層積層工程では、素子配置キャリア13に白色層3を積層する。

[0146] 具体的には、熱プレスを実施する。熱プレスの条件としては、第1実施形態と同様である。

[0147] これにより、光半導体素子2が白色樹脂組成物34に埋没され、また、白色樹脂組成物34がBステージ化されて、Bステージ状態の白色層3が形成

される。すなわち、光半導体素子 2 が白色層 3 によって被覆される。

[0148] これによって、図 4 E に示すように、複数の光半導体素子 2 と、白色層 (B ステージ) 3 とを備える白色層付素子の集合体 1 7 が、仮固定シート 1 1 に仮固定された状態で、得られる。

[0149] 次に、図 4 F に示すように、厚み調整工程では、白色層 3 の厚みを調整する。

[0150] 具体的には、白色層 3 の上側部分、すなわち、白色膜 5 の上部を厚み方向に除去する。

[0151] 除去方法としては、例えば、(1) 感圧接着シートを白色膜 5 の上面に貼着した後、引き剥がす方法、(2) 溶媒を含浸した布を用いて、白色膜 5 の上面を拭き取る方法、(3) バス、ブラシ、ブラストなどの研磨部材を用いて、白色膜 5 の上面を研磨する方法などが挙げられる。

[0152] これによって、白色膜 5 の厚みが $2 \mu\text{m}$ 以上 $15 \mu\text{m}$ 以下となるように調整される。

[0153] 次に、図 5 G に示すように、蛍光体層積層工程では、白色層付素子の集合体 1 7 の白色層 3 に、蛍光体層 4 を積層する。

[0154] 具体的には、熱プレスを実施する。熱プレスの条件としては、上記白色層積層工程と同様である。

[0155] これによって、複数の光半導体素子 2 と、白色層 3 (B ステージ) と、蛍光体層 4 とを備える層付素子集合体 1 4 が、仮固定シート 1 1 に仮固定された状態で、得られる。

[0156] 次に、C ステージ化工程、および、図 5 H の破線が示す切断工程を実施する。C ステージ化工程および切断工程は、第 1 実施形態と同様である。

[0157] これによって、1 つの光半導体素子 2 と、白色層 3 と、蛍光体層 4 とを備える層付素子 1 が、得られる。

[0158] 本発明では、好ましくは、図 2 A - 図 2 G に示す製造方法が挙げられる。図 2 A - 図 2 G の製造方法では、熱プレスなどの積層工程や厚み調整工程などの工程数を低減でき、また、白色膜 5 の厚みを容易に調整することができ

る。

[0159] <第2実施形態>

図6を参照して、本発明の層付素子1の第2実施形態について説明する。

[0160] 第2実施形態において、第1実施形態と同じ部材および工程については、同一の参照符号を付し、その詳細な説明を省略する。

[0161] 図6に示すように、層付素子1は、光半導体素子2と、白色層3と、蛍光体層4とを備えている。

[0162] 白色層3は、白色膜5および白色側部6を一体的に備えている。

[0163] 白色膜5は、光半導体素子2の上側および側方に配置され、光半導体素子の上部を被覆している。白色膜5は、下側を開放する箱形状を有し、第1白色膜5aおよび第2白色膜5bを一体的に備えている。

[0164] 第1白色膜5aは、光半導体素子2の上側に、配置されている。第1白色膜5aは、その下面全面が発光面21全面と接触し、その上面全面が蛍光体層4の下面の一部（中央部）と接触するように、光半導体素子2と、蛍光体層4との間に配置されている。第1白色膜5aは、左右方向および前後方向に沿う略平板形状を有し、平面視略矩形形状（好ましくは、平面視略正方形形状）を有している。また、第1白色膜5aは、厚み方向に投影したときに、発光面21と一致するように形成されている。

[0165] 第2白色膜5bは、光半導体素子2の側方に配置されている。具体的には、第2白色膜5bは、光半導体素子2の側面の上部と接触するように、光半導体素子2と、蛍光体層4との間に配置されている。第2白色膜5bは、平面視略矩形棒状を有しており、その上端が第1白色膜5aの周端縁と連続している。

[0166] 白色膜5の厚み（すなわち、第1白色膜5aの上下方向長さ、および、第2白色膜5bの前後方向長さまたは左右方向長さ）は、 $2\mu\text{m}$ 以上 $15\mu\text{m}$ 以下である。好ましくは、 $4\mu\text{m}$ 以上であり、また、好ましくは、 $7\mu\text{m}$ 以下である。

[0167] 第2白色膜5bの厚み（前後方向長さまたは左右方向長さ）は、光半導体

素子2の上下方向長さよりも短く、例えば、光半導体素子2の上下方向長さ100%に対して、例えば、10%以上、好ましくは、20%以上であり、また、例えば、95%以下、好ましくは、90%以下である。具体的には、例えば、5 μ m以上、好ましくは、10 μ m以上であり、また、例えば、200 μ m以下、好ましくは、150 μ m以下である。

[0168] 白色側部6は、光半導体素子2の下部の側方に、配置されている。具体的には、白色側部6は、光半導体素子2の側面23の下部と接触し、それを被覆している。また、白色側部6の上端は、第2白色膜5bの下端と連続している。

[0169] 白色側部6は、平面視略矩形枠状を有している。白色側部6は、厚み方向に投影したときに、その内形が光半導体素子2の形状と一致し、その外形が蛍光体層4の形状と一致するように形成されている。

[0170] 蛍光体層4は、白色層3の上側に配置されている。具体的には、蛍光体層4は、蛍光体層4の下面全面が、白色膜5および白色側部6の上面全面と接触するように、白色膜5および白色側部6の上面に配置されている。

[0171] また、蛍光体層4は、断面視において、下側を開放するコ字形状を有し、蛍光体上部7および蛍光体下部8を一体的に備えている。

[0172] 蛍光体上部7は、白色層3の上側に配置されている。具体的には、蛍光体上部7は、その下面が、第1白色膜5aの上面と接触し、蛍光体下部8の上面と連続するように、配置されている。蛍光体上部7は、左右方向および前後方向に沿う略平板形状を有し、平面視略矩形形状（好ましくは、平面視略正方形形状）を有している。蛍光体上部7は、厚み方向に投影したときに、発光面21を含むように形成され、かつ、白色側部6の外形と一致するように形成されている。

[0173] 蛍光体下部8は、光半導体素子2の側方に配置されている。具体的には、蛍光体下部8は、第2白色膜5bの周側面と接触し、それを被覆している。蛍光体下部8は、平面視略矩形形状を有している。蛍光体下部8は、厚み方向に投影したときに、その内形が第2白色膜5bの外形と一致し、その外形

が白色側部 6 の外形と一致するように形成されている。

[0174] 第 2 実施形態の層付素子 1 は、例えば、図 2 A - 図 2 G の製造工程を参照して製造することができる。

[0175] 特に、図 2 A において、白色層 3 の厚みが光半導体素子 2 の厚みよりも薄く、蛍光体層 4 が B ステージ状態である蛍光体積層シート 10 を作製する。

[0176] 次いで、このような蛍光体積層シート 10 を用いて、図 2 D - 図 2 E に示すように、蛍光体積層シート 10 を、素子配置キャリア 13 に積層する。具体的には、プレス機 30 の熱源を作動させながら上板 32 を下方に移動することにより、熱プレスを実施する。これにより、白色層 3 の白色樹脂組成物 34 が、光半導体素子 2 の上部（発光面 21 および上部側面）に濡れ広がって、これらの面に白色膜 5 が形成（被覆）される。また、光半導体素子 2 の上部は、白色膜 5 を被覆したまま、蛍光体層 4 に埋没される。

[0177] 次いで、C ステージ化工程および切断工程により、白色層 3 および蛍光体層 4 を C ステージ化し、個片化して、図 6 に示す層付素子 1 が得られる。

実施例

[0178] 以下に実施例および比較例を示し、本発明をさらに具体的に説明するが、本発明は、何ら実施例および比較例に限定されない。以下の記載において用いられる配合割合（含有割合）、物性値、パラメータなどの具体的数値は、上記の「発明を実施するための形態」において記載されている、それらに対応する配合割合（含有割合）、物性値、パラメータなど該当記載の上限値（「以下」、「未満」として定義されている数値）または下限値（「以上」、「超過」として定義されている数値）に代替することができる。

[0179] （蛍光体樹脂組成物 A の調製）

特開 2016-37562 号公報の実施例に記載の調製例 1 に準拠して、フェニル系シリコン樹脂組成物（B ステージ状態となることのできる 1 段反応硬化性樹脂、熱可塑性・熱硬化性シリコン樹脂、付加反応硬化型）を調製した。

[0180] このフェニル系シリコン樹脂組成物 100 質量部に、黄色系蛍光体（「

Y-468」、根本特殊化学社製) 40質量部を混合して、蛍光体樹脂組成物Aを調製した。

[0181] (蛍光体樹脂組成物Bの調製)

特開2016-37562号公報の実施例に記載の調製例1に準拠して、フェニル系シリコン樹脂組成物を調製した。このフェニル系シリコン樹脂組成物100質量部に、黄色系蛍光体(上記と同様)40質量部およびガラス粒子50質量部を混合して、蛍光体樹脂組成物Bを調製した。

[0182] ガラス粒子としては、 $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3/\text{CaO}/\text{MgO}=60/20/15/5$ (質量%)、平均粒子径 $20\mu\text{m}$ 、屈折率1.55の無機粒子を使用した。

[0183] (蛍光体樹脂組成物Cの調製)

メチル系シリコン樹脂組成物(「KER-2500」、信越化学社製、付加反応硬化型)100質量部に、黄色系蛍光体(上記と同様)40質量部を混合して、蛍光体樹脂組成物Cを調製した。

[0184] (白色樹脂組成物Aの調製)

特開2016-37562号公報の実施例に記載の調製例1に準拠して、フェニル系シリコン樹脂組成物(Bステージ状態となることができる1段反応硬化性樹脂、熱可塑性・熱硬化性シリコン樹脂、付加反応硬化型)を調製した。

[0185] フェニル系シリコン樹脂組成物100質量部に、酸化チタン(白色粒子、「R706S」、デュポン社製、平均粒子径 $0.36\mu\text{m}$)30質量部を混合して、白色樹脂組成物Aを調製した。

[0186] (白色樹脂組成物Bの調製)

特開2016-37562号公報の実施例に記載の調製例1に準拠して、フェニル系シリコン樹脂組成物(上記と同様)を調製した。

[0187] フェニル系シリコン樹脂組成物100質量部に、酸化チタン(上記と同様)30質量部およびシリカ(光拡散性無機粒子、「DL-7400S」、日本電気硝子社製、平均粒子径 $2.0\mu\text{m}$)10質量部を混合して、白色樹

脂組成物Bを調製した。

[0188] (白色樹脂組成物Cの調製)

特開2016-37562号公報の実施例に記載の調製例1に準拠して、フェニル系シリコン樹脂組成物(上記と同様)を調製した。

[0189] フェニル系シリコン樹脂組成物100質量部に、酸化チタン(上記と同様)30質量部およびシリカ(光拡散性無機粒子、「FB-3SDC」、DENKA社製、平均粒子径 $3.4\mu\text{m}$)10質量部を混合して、白色樹脂組成物Cを調製した。

[0190] (実施例1)

まず、蛍光体樹脂組成物Aを剥離シートの上に塗布し、 120°C 、10分加熱することにより、Cステージ状態の蛍光体層(厚み $100\mu\text{m}$)を形成した。蛍光体層の引張弾性率Eは、 37MPa であった。次いで、蛍光体層の上面に、白色樹脂組成物Aを塗布し、 80°C 、10分加熱することにより、Bステージ状態の白色層(厚み $400\mu\text{m}$)を形成した。白色層の熔融粘度(60°C)は、 $13\text{Pa}\cdot\text{s}$ であった(表1参照)。これにより、蛍光体積層シートを得た(図2A参照)。

[0191] 次いで、ステンレスキャリアの上に、仮固定シート(日東電工社製、「リバアルファ」、両面タイプ)を配置した(図2B参照)。

[0192] 次いで、電極が対向面に設けられた光半導体素子(1.0mm 角、厚み $150\mu\text{m}$ 、商品名「ED1-FA4545A」、エピスター社製)を複数用意し、光半導体素子を仮固定シートの上に、 1.64mm ピッチで、前後方向に20個、左右方向に20個、整列配置した(図2C参照)。これにより、素子配置キャリアを得た。

[0193] 次いで、プレス機に、蛍光体積層シートおよび素子配置キャリアをセットした(図2D参照)。具体的には、プレス機の下板の上面に、蛍光体積層シートを、白色層が上側となるように、配置し、プレス機の上板の下面に、素子配置キャリアを、光半導体素子が下側となるように固定した。また、プレス時に、発光面が、蛍光体層と白色層との界面の高さを位置付近となるよう

に、スペーサを調整した。

[0194] 次いで、90℃、0.1MPa、10分の条件で、熱プレスを実施した。
これにより、層付素子集合体を得た（図2E参照）。

[0195] 次いで、層付素子集合体を、150℃のオーブンに120分放置すること
により、白色層をCステージ化させた。

[0196] 次いで、隣接する光半導体素子の間における白色層および蛍光体層を、ダ
イシングによって切断して、層付素子集合体を個片化した。続いて、個片化
された層付素子を仮固定シートから引き剥がし、その後、対向面を被覆する
白色層を、対向面が露出するように、グラインド加工した（図2F参照）。

[0197] これにより、層付素子を製造した。

[0198] （実施例2～6）

白色樹脂組成物Aの硬化条件を調整し、白色層の溶融粘度を表1に記載の
溶融粘度にした以外は、実施例1と同様にして、層付素子を製造した。

[0199] （実施例7）

白色樹脂組成物Aの代わりに白色樹脂組成物Bを用いた以外は、実施例1
と同様にして、層付素子を製造した。

[0200] （実施例8）

白色樹脂組成物Aの代わりに白色樹脂組成物Cを用いた以外は、実施例1
と同様にして、層付素子を製造した。

[0201] （実施例9）

蛍光体樹脂組成物Aの代わりに蛍光体樹脂組成物Bを用い、かつ、白色層
の溶融粘度を表1に記載の溶融粘度にした以外は、実施例1と同様にして、
蛍光体層シートおよび層付素子を製造した。

[0202] （実施例10）

蛍光体樹脂組成物Aの代わりに蛍光体樹脂組成物Cを用いた以外は、実施
例1と同様にして、蛍光体層シートおよび層付素子を製造した。

[0203] （比較例1）

白色樹脂組成物Aおよび蛍光体樹脂組成物Aを用いて、図4A～図5Hに

示す工程で実施し、層付素子を製造した。なお、図4 Fの厚み調整工程において、発光面の上面に形成された白色膜を完全に除去して、白色膜の厚みを0 μm とした。

[0204] (比較例2～3)

白色樹脂組成物Aの硬化条件を調整し、白色層の溶融粘度を表1に記載の溶融粘度にした以外は、実施例1と同様にして、蛍光体層シートを製造した。

[0205] (比較例4)

白色樹脂組成物として白色樹脂組成物Aを用い、蛍光体樹脂組成物として蛍光体樹脂組成物Aを用いて、図4 A～図5 Hに示す工程で実施し、層付素子を製造した。

[0206] ただし、図4 Bの仮固定工程後において、発光面に保護テープを貼着し、発光面表面に白色膜が形成されないようにしたため、図4 Eに示す厚み調整工程は省略した。また、図5 Gの蛍光体層積層工程の前に、白色層付素子の集合体の上面に、厚み5 μm の接着剤層（信越化学社製、透明シリコーン樹脂、「KER-2500」）を配置し、その接着剤層の上に蛍光体層を配置した。

[0207] すなわち、比較例4の層付素子は、白色膜の代わりに、接着剤層を介して、光半導体素子および白色層と、蛍光体層とを接着させた。

[0208] (厚みの測定)

白色膜および蛍光体層の厚みは、測定計（リニアゲージ）により測定した。

[0209] (蛍光体層の引張弾性率Eの測定)

Cステージの蛍光体層からサンプルを採取して、このサンプルの弾性率を下記の条件で測定し、サンプルの25 $^{\circ}\text{C}$ の引張弾性率Eを求めた。

[0210] 装置：引張試験機、「テンシロン」、島津製作所社製

チャック間距離：10 mm

引張速度：300 mm/分

(白色層の溶融粘度の測定)

Bステージの白色層を、60℃に温度調節したE型粘度計に設置し、E型コーンを用いて測定した。回転数は、トルクが30～90%となるように適宜調整した。なお、溶融粘度は、測定開始後3分後の粘度を記録した。

[0211] (明るさの測定)

各実施例および各比較例の層付素子を、ダイオード基板にフリップチップ実装して、光半導体装置を得た。この光半導体装置に、300mAの電流を通电して、積分球により、明るさ(全光束)を測定した。

[0212] 実施例1の光半導体装置の明るさ(ミリラumen)を100%として、各光半導体装置の明るさを求めた。結果を表1に示す。

[0213] (放熱性の測定)

各実施例および各比較例の層付素子を、ダイオード基板にフリップチップ実装して、光半導体装置を得た。この光半導体装置に、1000mAの電流を通电したときの蛍光体層表面の温度を、K熱電対を用いて測定した。結果を表1に示す。

[0214] (接合信頼性の測定)

各実施例および各比較例の層付素子の下部(白色層および光半導体素子)を台に固定し、蛍光体層の側面を面方向に押した。このときの蛍光体層と光半導体素子との接着性を下記のように評価した。結果を表1に示す。

[0215] 蛍光体層が、光半導体素子に対して、面方向に容易にずれた場合を×と評価した。蛍光体層が、光半導体素子に対して、面方向にずれなかった場合を○と評価した。

[0216] (耐久信頼性の測定)

各実施例および各比較例の層付素子を、ダイオード基板にフリップチップ実装して、光半導体装置を得た。この光半導体装置に、1000mAの電流を500時間通电して、下記のように評価した。結果を表1に示す。

[0217] 蛍光体層にクラックの発生が観測された場合を×と評価した。蛍光体層にクラックの発生が観測されなかった場合を○と評価した。

[0218] [表1]

表1

	実施例1	実施例2	実施例3	実施例4	実施例5	実施例6	実施例7	実施例8	実施例9	実施例10	比較例1	比較例2	比較例3	比較例4
蛍光体樹脂組成物	A (フェニル系)	A (フェニル系)	A (フェニル系)	A (フェニル系)	A (フェニル系)	A (フェニル系)	A (フェニル系)	A (フェニル系)	B (フェニル系)	C (フェニル系)	A (フェニル系)	A (フェニル系)	A (フェニル系)	A (フェニル系)
	37	37	37	37	37	37	37	37	85	3	37	37	37	37
弾性率 E(MPa)														
白色樹脂組成物	A (フェニル系)	A (フェニル系)	A (フェニル系)	A (フェニル系)	A (フェニル系)	A (フェニル系)	B (フェニル系)	C (フェニル系)	A (フェニル系)	A (フェニル系)	A (フェニル系)	A (フェニル系)	A (フェニル系)	A (フェニル系)
	4	5	7	11	13	15	4	15	2	5	0	19	35	5(*)
白色膜の厚み(μm)														
白色粒子の粒径(μm)	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36
光拡散性粒子の粒径(μm)	-	-	-	-	-	-	2.0	3.4	-	-	-	-	-	-
溶解粘度 (Pa·s)	13	28	252	508	584	650	57	54	115	13	-	1008	1800	-
明るさ(%)	100	99	97	95	92	85	100	85	101	97	95	71	52	103
温度(°C)	248	248	246	245	242	240	245	238	249	248	250	235	230	265
接合信頼性	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	×	○	○	○
耐久信頼性	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	×	○	○	×

(*)白色膜の代わりに、接着剤層を使用

[0219] なお、上記発明は、本発明の例示の実施形態として提供したが、これは単な

る例示に過ぎず、限定的に解釈してはならない。当該技術分野の当業者によって明らかな本発明の変形例は、後記請求の範囲に含まれる。

産業上の利用可能性

[0220] 本発明の蛍光体層付光半導体素子は、各種の工業製品に適用することができる。例えば、白色発光装置などの発光装置などに好適に用いることができる。

符号の説明

- [0221] 1 層付素子
2 光半導体素子
3 白色層
4 蛍光体層
5 白色膜
6 白色側部
2 1 発光面
2 2 対向面
2 3 側面

請求の範囲

- [請求項1] 発光面および前記発光面に対して上下方向に間隔を隔てて対向配置される対向面を有する光半導体素子と、
前記発光面の上側に配置される白色膜と、
前記白色膜の上側に配置される蛍光体層と
を備え、
前記白色膜の厚みが、 $2\ \mu\text{m}$ 以上 $15\ \mu\text{m}$ 以下であることを特徴とする、蛍光体層付光半導体素子。
- [請求項2] 前記白色膜の厚みが、 $2\ \mu\text{m}$ 以上 $7\ \mu\text{m}$ 以下であることを特徴とする、請求項1に記載の蛍光体層付光半導体素子。
- [請求項3] 前記光半導体素子の周囲に配置される白色部をさらに備えることを特徴とする、請求項1に記載の蛍光体層付光半導体素子。
- [請求項4] 前記白色膜は、白色粒子を含有することを特徴とする、請求項1に記載の蛍光体層付光半導体素子。
- [請求項5] 前記白色粒子の平均粒子径が、 $0.1\ \mu\text{m}$ 以上 $2.0\ \mu\text{m}$ 以下であることを特徴とする、請求項4に記載の蛍光体層付光半導体素子。

[図1]

図1A

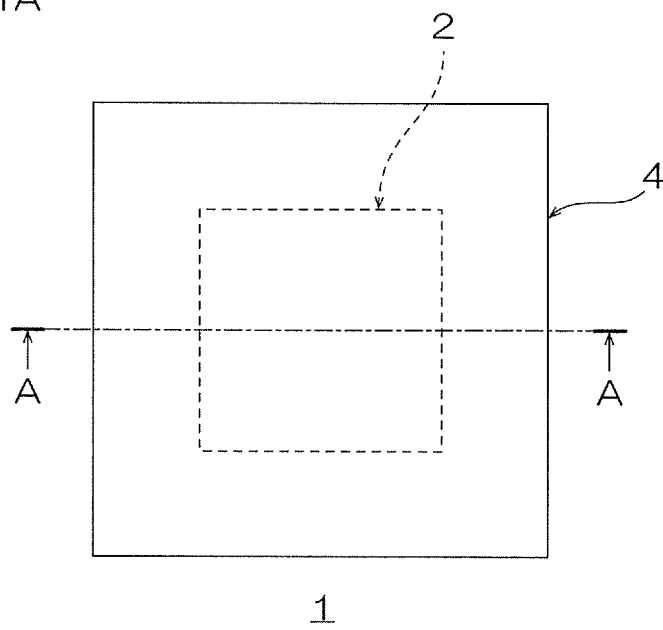
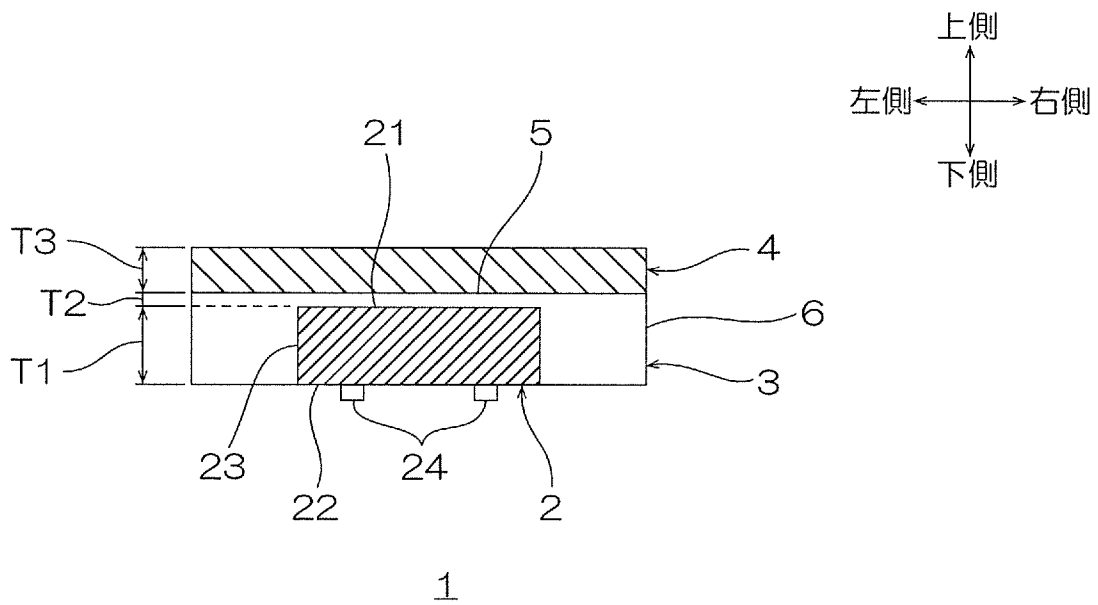
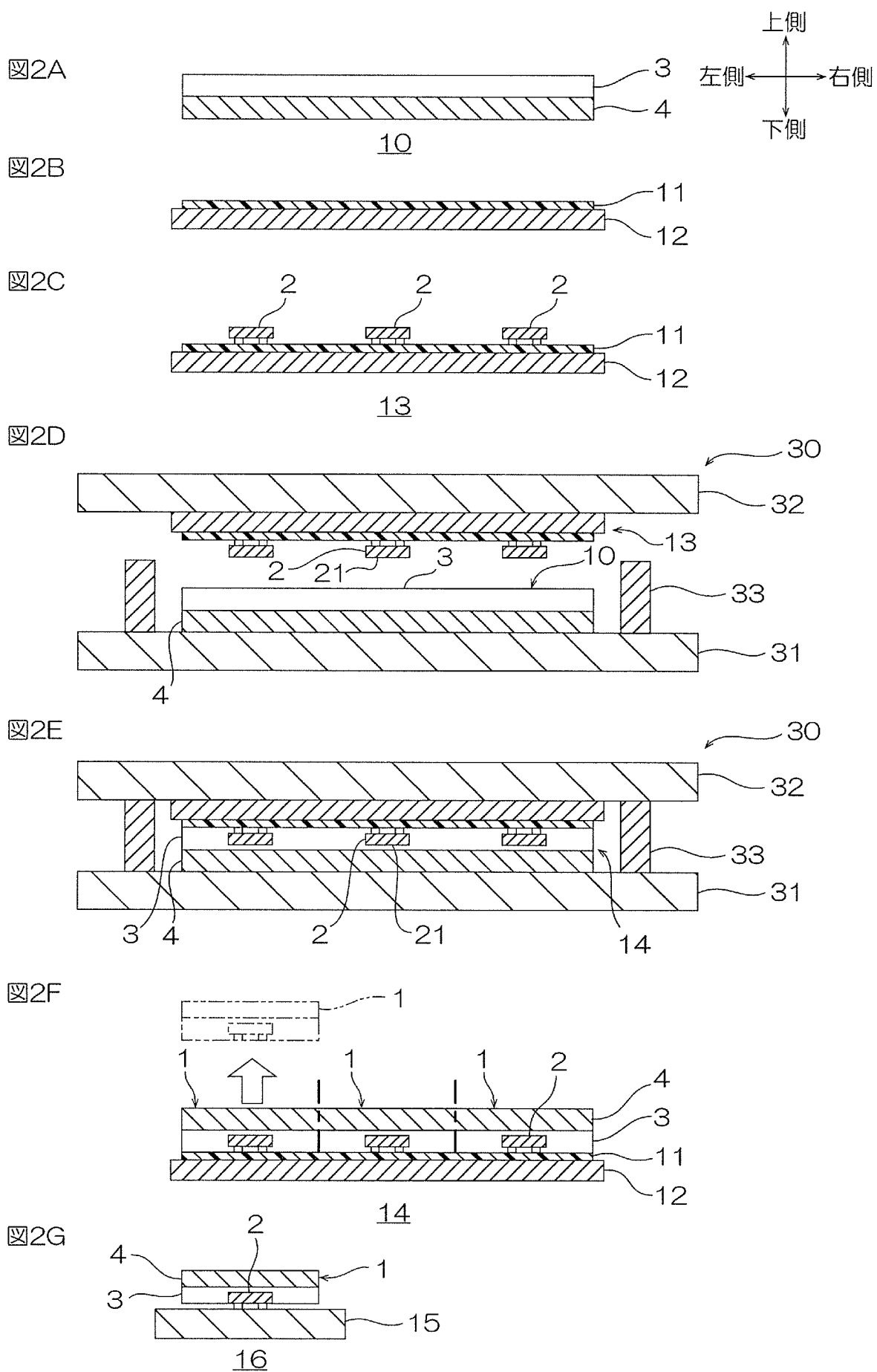


図1B

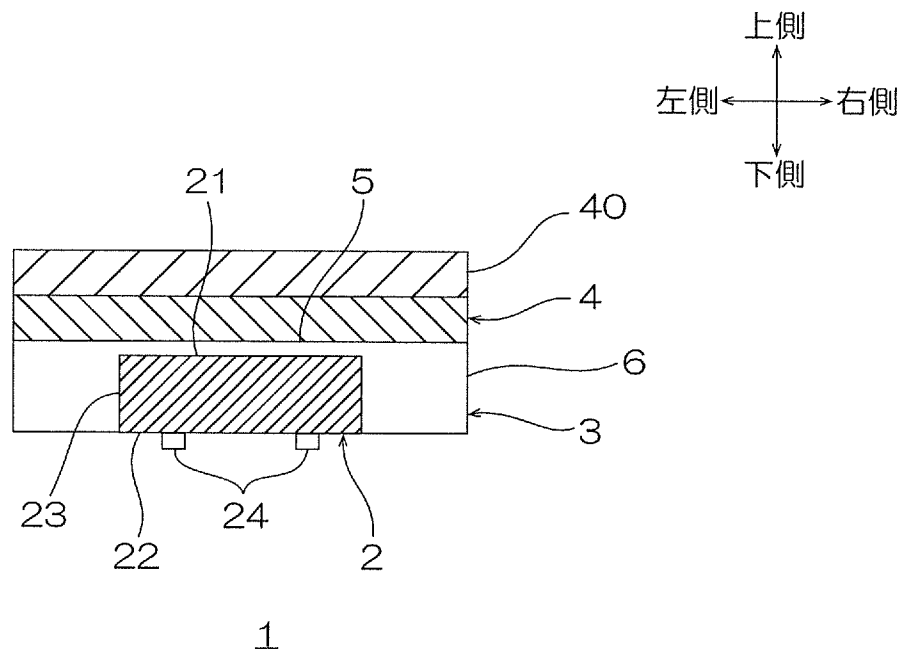


[図2]

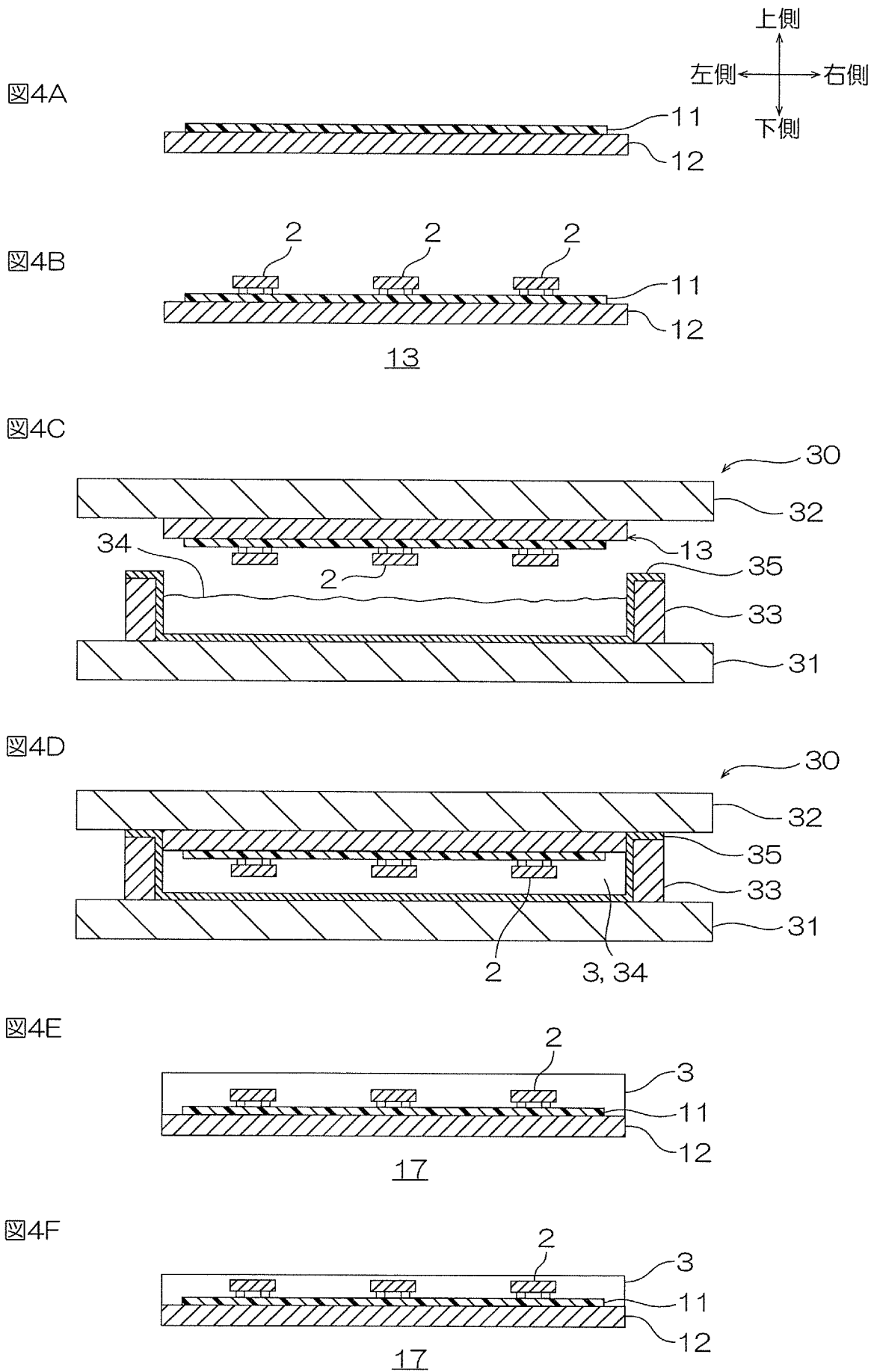


[図3]

図3



[図4]



[図5]

図5G

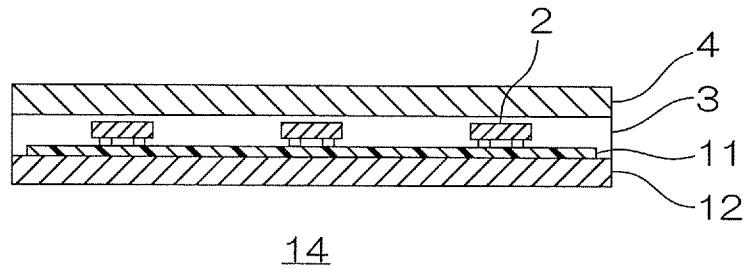
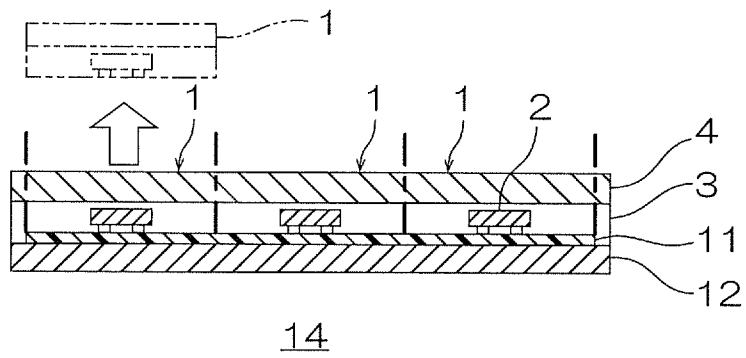
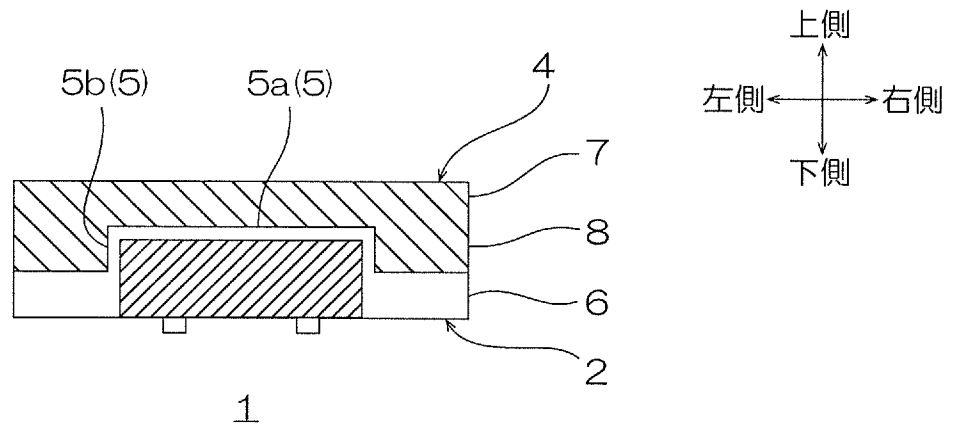


図5H



[図6]

図6



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2017/019060

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
H01L33/48(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	1996-2017
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2017	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2017

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.
A	JP 2012-227470 A (Citizen Holdings Co., Ltd.), 15 November 2012 (15.11.2012), entire text; all drawings (Family: none)	1-5
A	JP 2013-77679 A (Citizen Electronics Co., Ltd.), 25 April 2013 (25.04.2013), entire text; all drawings (Family: none)	1-5
A	JP 2010-192629 A (Nichia Chemical Industries, Ltd.), 02 September 2010 (02.09.2010), entire text; all drawings (Family: none)	1-5

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 19 July 2017 (19.07.17)	Date of mailing of the international search report 01 August 2017 (01.08.17)
--	---

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/JP2017/019060

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2011/0049545 A1 (Basin et al.), 03 March 2011 (03.03.2011), entire text; all drawings & WO 2011/027240 A1 & TW 201130167 A1	1-5

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. H01L33/48(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	1971-2017年
日本国実用新案登録公報	1996-2017年
日本国登録実用新案公報	1994-2017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
A	JP 2012-227470 A（シチズンホールディングス株式会社） 2012.11.15, 全文, 全図（ファミリーなし）	1-5
A	JP 2013-77679 A（シチズン電子株式会社）2013.04.25, 全文, 全図 （ファミリーなし）	1-5
A	JP 2010-192629 A（日亜化学工業株式会社）2010.09.02, 全文, 全 図（ファミリーなし）	1-5

☑ 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

19.07.2017

国際調査報告の発送日

01.08.2017

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）

吉野 三寛

電話番号 03-3581-1101 内線 3255

2K

9010

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
A	US 2011/0049545 A1 (Basin et al.) 2011.03.03, 全文, 全図 & W0 2011/027240 A1 & TW 201130167 A1	1-5