

(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
2011年6月3日(03.06.2011)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2011/065321 A1

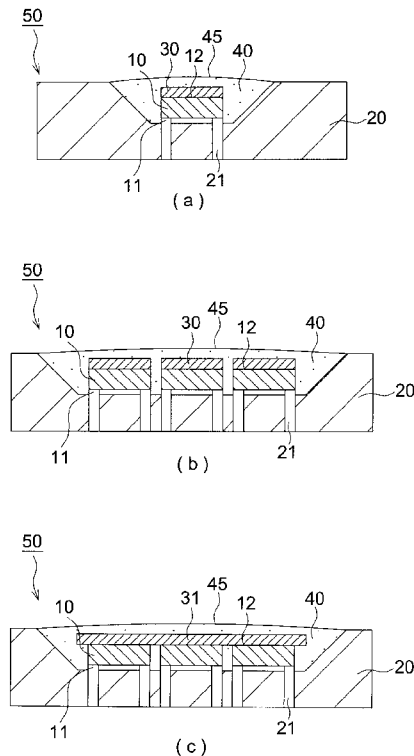
- (51) 国際特許分類:
H01L 33/56 (2010.01) H01L 33/50 (2010.01)
H01L 23/02 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2010/070785
- (22) 国際出願日: 2010年11月22日(22.11.2010)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2009-271223 2009年11月30日(30.11.2009) JP
特願 2009-290338 2009年12月22日(22.12.2009) JP
特願 2010-033309 2010年2月18日(18.02.2010) JP
特願 2010-067518 2010年3月24日(24.03.2010) JP
特願 2010-109074 2010年5月11日(11.05.2010) JP
- (71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): コニカミノルタオプト株式会社 (Konica Minolta Opto, Inc.) [JP/JP]; 〒1928505 東京都八王子市石川町2970番地 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: および
- (75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 波多野 卓史(HATANO Takuji) [JP/JP]; 〒1928505 東京都八王子市石川町2970番地コニカミノルタオプト株式会社内 Tokyo (JP). 池永 修志(IKENAGA Shuji) [JP/JP]; 〒1928505 東京都八王子市石川町2970番地コニカミノルタオプト株式会社内 Tokyo (JP). 田口 禄人(TAGUCHI Yoshihito) [JP/JP]; 〒1928505 東京都八王子市石川町2970番地コニカミノルタオプト株式会社内 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, JP, 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,

[続葉有]

(54) Title: METHOD FOR MANUFACTURING LIGHT EMITTING DIODE UNIT

(54) 発明の名称: 発光ダイオードユニットの製造方法

[図5]



(57) Abstract: Disclosed is a method for manufacturing a light emitting diode unit, which has: a step wherein an LED chip that emits light having a predetermined wavelength from the light emitting surface thereof is placed on a package substrate; a step wherein a phosphor layer that converts the wavelength of the light emitted from the LED chip is supplied to the surface of the LED chip; and a step wherein the phosphor layer and the LED chip are encapsulated using a glass member by dropping a molten glass droplet at a temperature higher than that of the package substrate and solidifying the droplet on the package substrate, which has placed thereon the LED chip having the phosphor layer supplied thereon. Thus, the light emitting diode unit can be manufactured in a short time, while suppressing deterioration and breakage of the LED chip, the phosphor material and the package substrate.

(57) 要約: パッケージ基板の上に発光面から所定の波長の光を射出するLEDチップを載置する工程と、LEDチップの表面に、LEDチップから射出した光の波長を変換するための蛍光体層を供給する工程と、蛍光体層が供給されたLEDチップが載置されたパッケージ基板の上に、パッケージ基板よりも高温の溶融ガラス滴を滴下して固化させることにより、蛍光体層及びLEDチップをガラス部材で封止する工程と、を有することにより、LEDチップ、蛍光体及びパッケージ基板の劣化や破損を抑制しながら、短時間で製造することができる発光ダイオードユニットの製造方法を提供することができる。



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))

明 細 書

発明の名称：発光ダイオードユニットの製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、発光ダイオードユニットの製造方法に関し、詳しくは、所定の波長の光を射出するＬＥＤチップと、該ＬＥＤチップから射出した光の波長を変換するための蛍光体層とを備えた発光ダイオードユニットの製造方法に関する。

背景技術

[0002] ＬＥＤチップを備え、白色光を発光する発光ダイオードユニットは、低消費電力、小型軽量、発熱が少ない、水銀フリー、光量の調節が容易などといった優れた特徴を備えていることから、白熱電球、蛍光ランプ、高圧放電ランプなどを代替可能な次世代省エネルギー型照明光源として期待されている。

[0003] ＬＥＤチップを用いて白色光を発光させる方法として、（１）３色以上のＬＥＤチップを組み合わせて白色光を得る方法（特許文献１参照）や、（２）青色光、青紫色光又は近紫外光等を発光するＬＥＤチップと、蛍光体とを組み合わせて白色光を得る方法（特許文献２～４参照）が知られている。このうち、（１）の方法は各色ＬＥＤチップの発光強度のバランスを取るのが困難であることから、（２）のようにＬＥＤチップと、蛍光体とを組み合わせて白色光を得る方法が注目されている。

[0004] しかし、青色光等を発光するＬＥＤチップの材料として主に用いられる窒化ガリウム系の基板は屈折率が高いため、ＬＥＤチップの表面が空気層等と接していると、全反射によって光の取り出し効率が極端に低下してしまうという問題がある。

[0005] これに対して、特許文献２～４に記載された発光ダイオードユニットは、ＬＥＤチップがエポキシ樹脂やシリコン樹脂等の樹脂材料で封止されているため、ＬＥＤチップの表面における全反射が抑制され、光の取り出し効率

の低下を抑制できると考えられる。しかしながら、このような樹脂材料は、ＬＥＤチップからの光や、ＬＥＤチップ及び蛍光体からの熱の影響などによって着色等の劣化が進行し易く、長期使用に耐えうるだけの耐久性を得ることができないという問題がある。特に、自動車のヘッドライト用ＬＥＤのように単位面積当たりの明るさを要求される場合や、演色性の高い白色光を得るために近紫外光を発光するＬＥＤチップを用いる場合には、ＬＥＤチップを封止する樹脂材料の劣化が顕著であり問題となる。

[0006] このような課題に対して、蛍光体を混入した絶縁層で覆ったＬＥＤチップの上方及び下方にガラスシートを配置し、所定の温度のもとで加圧プレスすることにより半球状に成形する方法（特許文献５参照）が提案されている。

[0007] また、ＬＥＤチップが固着された回路基板を金型のキャビティ内に設置し、該金型を傾斜状態にして、蛍光体粒子を含む液状樹脂を流し込む半導体装置の製造方法（特許文献６参照）が提案されている。

先行技術文献

特許文献

- [0008] 特許文献１：特開２００３－４５２０６号公報
特許文献２：特開２００２－１８５０４６号公報
特許文献３：特開２００２－３１４１４２号公報
特許文献４：特開２００５－９３６８１号公報
特許文献５：特開２００６－５４２１０号公報
特許文献６：特開２００９－２００１７２号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0009] しかしながら、特許文献４に記載されている方法では、ガラスシートを半球状に成形するために、ＬＥＤチップ、蛍光体、電極部材を含んだパッケージ基板などが長時間にわたって高温かつ高圧下に置かれることになり、これらの部材の劣化や破損が避けられないという問題がある。また、これらの部

材全体の加熱と冷却が必要となるため工程に長時間を要し、高コスト化を招くという問題もある。

[0010] また、特許文献5に記載されている方法でも、LEDチップが固着された回路基板を金型のキャビティ内に設置するため、金型内で回路基板全体が長時間にわたって高温下に置かれることになり、劣化や破損の問題が避けられず、また、回路基板全体の加熱と冷却が必要となるため工程に長時間を要し、高コスト化を招くという同様の問題がある。

[0011] 本発明は上記のような技術的課題に鑑みてなされたものであり、本発明の目的は、LEDチップ、蛍光体層及びパッケージ基板の劣化や破損を抑制しながら、短時間で製造することができる発光ダイオードユニットの製造方法を提供することである。

課題を解決するための手段

[0012] 上記の課題を解決するために、本発明は以下の特徴を有するものである。

- [0013] 1. 発光面から所定の波長の光を射出するLEDチップと、
前記LEDチップを載置するパッケージ基板と、
前記LEDチップから射出した光の波長を変換するための蛍光体を含む蛍光体層と、を備えた発光ダイオードユニットの製造方法であって、
前記LEDチップ上に前記蛍光体層を供給する工程と、
前記蛍光体層が供給された前記LEDチップが載置された前記パッケージ基板の上に、前記パッケージ基板よりも高温の溶融ガラス滴を滴下して固化させることにより前記蛍光体層及び前記LEDチップをガラス部材で封止する工程と、を有することを特徴とする発光ダイオードユニットの製造方法。
- [0014] 2. 前記蛍光体層が供給された前記LEDチップが載置された前記パッケージ基板を傾斜させた状態で、前記溶融ガラス滴を滴下することを特徴とする前記1に記載の発光ダイオードユニットの製造方法。
- [0015] 3. 前記パッケージ基板の上に滴下された前記溶融ガラス滴が固化する前に、前記溶融ガラス滴を成型型で加圧し、ガラス部材を所定の形状に成形することを特徴とする前記1に記載の発光ダイオードユニットの製造方法。

- [0016] 4. 前記蛍光体層が供給された前記ＬＥＤチップが載置された前記パッケージ基板を傾斜させた状態で、前記溶融ガラス滴を滴下し、
前記パッケージ基板を水平にした後、前記溶融ガラス滴を成型型で加圧し、ガラス部材を所定の形状に成形することを特徴とする前記３に記載の発光ダイオードユニットの製造方法。
- [0017] 5. 前記溶融ガラス滴を滴下するときの前記パッケージ基板の傾斜角は、水平に対し $0.1^{\circ} \sim 10^{\circ}$ であることを特徴とする前記２又は４に記載の発光ダイオードユニットの製造方法。
- [0018] 6. 発光面から所定の波長の光を射出するＬＥＤチップと、
前記ＬＥＤチップを載置するパッケージ基板と、
前記ＬＥＤチップから射出した光の波長を変換するための蛍光体を含む蛍光体層と、を備えた発光ダイオードユニットの製造方法であって、
前記ＬＥＤチップ上に前記蛍光体層を供給する工程と、
所定の形状の成形面を有する成型型の前記成形面に、前記成型型よりも高温の溶融ガラス滴を滴下する工程と、
前記蛍光体層が供給された前記ＬＥＤチップが載置された前記パッケージ基板を上下反転させ、前記成型型に滴下された前記溶融ガラス滴が固化する前に、前記ＬＥＤチップが載置された側の面で前記溶融ガラス滴を加圧し、前記蛍光体層及び前記ＬＥＤチップをガラス部材で封止する工程と、を有することを特徴とする発光ダイオードユニットの製造方法。
- [0019] 7. 前記蛍光体層の供給は、前記ＬＥＤチップの表面に前記蛍光体層を塗布することにより行うことを特徴とする前記１から６の何れか一項に記載の発光ダイオードユニットの製造方法。
- [0020] 8. 前記蛍光体層の供給は、前記蛍光体を分散させた組成物を塗布して加熱することにより、前記ＬＥＤチップの表面に前記蛍光体を含むガラス体を形成することにより行うことを特徴とする前記１から６の何れか一項に記載の発光ダイオードユニットの製造方法。
- [0021] 9. 前記組成物は、有機金属化合物、層状ケイ酸塩鉱物、無機微粒子、有

機溶媒、及び水を含有することを特徴とする前記 8 に記載の発光ダイオードユニットの製造方法。

[0022] 10. 前記有機金属化合物はポリシロキサンであり、前記層状ケイ酸塩鉱物はスメクタイトであることを特徴とする前記 9 に記載の発光ダイオードユニットの製造方法。

[0023] 11. 前記組成物は無機ポリマーと有機溶剤とを含むことを特徴とする前記 8 に記載の発光ダイオードユニットの製造方法。

[0024] 12. 前記無機ポリマーはポリシラザンであることを特徴とする前記 11 に記載の発光ダイオードユニットの製造方法。

[0025] 13. 前記蛍光体層の供給は、前記 LED チップの表面に、前記蛍光体層を有するガラス板を載置することにより行うことを特徴とする前記 1 から 6 の何れか一項に記載の発光ダイオードユニットの製造方法。

[0026] 14. 前記ガラス板は、内部に前記蛍光体を分散させた混練ガラスであることを特徴とする前記 13 に記載の発光ダイオードユニットの製造方法。

[0027] 15. 前記パッケージ基板の上に複数の前記 LED チップが配列して載置されており、1 滴の前記溶融ガラス滴を滴下して該複数の LED チップを封止することを特徴とする前記 1 から 6 の何れか一項に記載の発光ダイオードユニットの製造方法。

[0028] 16. 前記蛍光体層を有する 1 枚のガラス板が、前記パッケージ基板の上に配列した前記複数の LED チップの表面に跨るように載置されていることを特徴とする前記 15 に記載の発光ダイオードユニットの製造方法。

[0029] 17. 前記溶融ガラス滴の滴下は、前記パッケージ基板を、前記溶融ガラス滴の温度よりも低い所定温度に加熱した状態で行うことを特徴とする前記 1 に記載の発光ダイオードユニットの製造方法。

[0030] 18. 前記溶融ガラス滴の加圧は、前記パッケージ基板及び前記成型型を、それぞれ前記溶融ガラス滴の温度よりも低い所定温度に加熱した状態で行うことを特徴とする前記 6 に記載の発光ダイオードユニットの製造方法。

[0031] 19. 前記パッケージ基板は、前記溶融ガラス滴を受ける部分が凹形状で

あることを特徴とする前記 1 に記載の発光ダイオードユニットの製造方法。

[0032] 20. 発光面から所定の波長の光を射出するLEDチップの該発光面を溶融ガラス滴に埋め込み、前記溶融ガラス滴を固化させて形成されたガラス部材で前記発光面を封止する封止工程と、

前記ガラス部材の表面に、前記LEDチップから射出した光の波長を変換するための蛍光体を透光性部材に分散させた蛍光体層を形成する蛍光体層形成工程と、を有することを特徴とする発光ダイオードユニットの製造方法。

[0033] 21. 前記封止工程では、下型に載置された前記LEDチップの上に、前記下型よりも高温の前記溶融ガラス滴を滴下することにより、前記LEDチップの前記発光面を前記溶融ガラス滴に埋め込むことを特徴とする前記 20 に記載の発光ダイオードユニットの製造方法。

[0034] 22. 前記LEDチップは前記発光面に対向する裏面側に電極部を有し、前記封止工程では、前記LEDチップに給電するためのリード部を有し、前記電極部と前記リード部とが電氣的に接続された状態で前記LEDチップを載置するパッケージ基板の上に、前記パッケージ基板よりも高温の前記溶融ガラス滴を滴下することにより、前記LEDチップの前記発光面を前記溶融ガラス滴に埋め込むことを特徴とする前記 20 に記載の発光ダイオードユニットの製造方法。

[0035] 23. 前記封止工程では、滴下された前記溶融ガラス滴が固化する前に、前記溶融ガラス滴を成形型で加圧し、前記ガラス部材を所定の形状に成形することを特徴とする前記 21 又は 22 に記載の発光ダイオードユニットの製造方法。

[0036] 24. 前記封止工程では、下型の上に該下型よりも高温の前記溶融ガラス滴を滴下し、前記下型の上に滴下された前記溶融ガラス滴に、上方から前記LEDチップの前記発光面を埋め込むことを特徴とする前記 20 に記載の発光ダイオードユニットの製造方法。

[0037] 25. 前記封止工程では、前記LEDチップを前記下型に対向する上型に仮止めし、前記下型の上に滴下された前記溶融ガラス滴に、上方から前記L

ＥＤチップの前記発光面を埋め込むと共に、前記下型と前記上型とで前記溶融ガラス滴を加圧して前記ガラス部材を所定の形状に成形することを特徴とする前記２４に記載の発光ダイオードユニットの製造方法。

[0038] ２６．前記ＬＥＤチップは前記発光面に対向する裏面側に電極部を有し、前記封止工程では、前記ＬＥＤチップに給電するためのリード部を有し、前記電極部と前記リード部とが電氣的に接続された状態で前記ＬＥＤチップを載置するパッケージ基板を上下反転させ、前記下型の上に滴下された前記溶融ガラス滴に、上方から前記ＬＥＤチップの前記発光面を埋め込むことを特徴とする前記２４に記載の発光ダイオードユニットの製造方法。

[0039] ２７．前記ＬＥＤチップは前記発光面に対向する裏面側に電極部を有し、前記溶融ガラス滴が固化した後、前記ＬＥＤチップに給電するためのリード部を有するパッケージ基板の上に前記ＬＥＤチップを載置し、前記電極部と前記リード部とを電氣的に接続する工程を有することを特徴とする前記２１又は２５に記載の発光ダイオードユニットの製造方法。

[0040] ２８．前記蛍光体層形成工程は、前記ガラス部材の表面に前記蛍光体を分散させた組成物を塗布し、塗布した前記組成物を加熱することにより前記蛍光体層を形成する工程であり、

前記透光性部材はガラスであることを特徴とする前記２０から２７のいずれか１項に記載の発光ダイオードユニットの製造方法。

[0041] ２９．前記組成物は無機ポリマーと有機溶剤とを含むことを特徴とする前記２８に記載の発光ダイオードユニットの製造方法。

[0042] ３０．前記無機ポリマーはポリシラザンであることを特徴とする前記２９に記載の発光ダイオードユニットの製造方法。

[0043] ３１．前記組成物は有機シロキサン化合物を含むことを特徴とする前記２８に記載の発光ダイオードユニットの製造方法。

[0044] ３２．前記透光性部材はシリコーン樹脂、エポキシ樹脂又はシリカエポキシのハイブリッド樹脂であることを特徴とする前記２０から２７のいずれか１項に記載の発光ダイオードユニットの製造方法。

[0045] 33. 発光面から所定の波長の光を射出するＬＥＤチップと、前記ＬＥＤチップを載置するパッケージ基板と、前記ＬＥＤチップから射出した光の波長を変換するための蛍光体と、を備えた発光ダイオードユニットの製造方法であって、

溶融ガラス滴を固化させて第１のガラス体を形成することにより、前記パッケージ基板に載置された前記ＬＥＤチップの前記発光面を前記第１のガラス体で封止する封止工程と、

前記第１のガラス体の上に、前記蛍光体を有する第２のガラス体を積層する積層工程と、を有することを特徴とする発光ダイオードユニットの製造方法。

[0046] 34. 前記封止工程では、前記ＬＥＤチップが載置された前記パッケージ基板の上に、前記パッケージ基板よりも高温の前記溶融ガラス滴を滴下して固化させることにより、前記第１のガラス体を形成することを特徴とする前記33に記載の発光ダイオードユニットの製造方法。

[0047] 35. 前記封止工程では、滴下された前記溶融ガラス滴が固化する前に前記パッケージ基板と上型とで前記溶融ガラス滴を加圧し、前記第１のガラス体を所定の形状に成形することを特徴とする前記34に記載の発光ダイオードユニットの製造方法。

[0048] 36. 前記封止工程では、下型の上に該下型よりも高温の前記溶融ガラス滴を滴下し、前記ＬＥＤチップが載置された前記パッケージ基板を上下反転させて、滴下された前記溶融ガラス滴が固化する前に前記パッケージ基板と前記下型とで前記溶融ガラス滴を加圧し、前記第１のガラス体を所定の形状に成形することを特徴とする前記33に記載の発光ダイオードユニットの製造方法。

[0049] 37. 成形後の前記第１のガラス体の表面と、前記第１のガラス体の上に積層する前記第２のガラス体の前記第１のガラス体と接する側の表面とは、共に平面であることを特徴とする前記35又は36に記載の発光ダイオードユニットの製造方法。

- [0050] 38. 前記第2のガラス体は対向する2つの表面がいずれも平面であることを特徴とする前記37に記載の発光ダイオードユニットの製造方法。
- [0051] 39. 前記第2のガラス体は、内部に前記蛍光体を分散させた混練ガラスであることを特徴とする前記33から38のいずれか1項に記載の発光ダイオードユニットの製造方法。
- [0052] 40. 前記第2のガラス体は、少なくとも一方の表面に前記蛍光体を含む蛍光体層を有することを特徴とする前記33から38のいずれか1項に記載の発光ダイオードユニットの製造方法。

発明の効果

- [0053] 本発明によれば、熔融ガラス滴を滴下して固化させることにより蛍光体及びLEDチップを封止するため、LEDチップ、蛍光体及びパッケージ基板を長時間高温に維持しておく必要が無く、温度による劣化を抑制することができる。また、ガラス部材を所定の形状に成形する場合であっても、従来よりも小さい圧力でガラスを変形させることができるため、これらの部材の破損を抑制することができる。更に、これらの部材全体の加熱と冷却を行う必要が無いため、非常に短時間で蛍光体及びLEDチップを封止することができる。従って、LEDチップ、蛍光体及びパッケージ基板の劣化や破損を抑制しながら、短時間で発光ダイオードユニットを製造することができる。
- [0054] また、本発明によれば、LEDチップの発光面を熔融ガラス滴に埋め込み、熔融ガラス滴を固化させて発光面をガラス部材で封止した後、熔融ガラス滴が固化して形成されたガラス部材の表面に、蛍光体を透光性部材に分散させた蛍光体層を形成する。そのため、LEDチップや蛍光体が長時間にわたって高温・高圧下に置かれることはなく、製造時におけるLEDチップや蛍光体の劣化や破損を抑制することができる。また、本発明の製造方法で製造した発光ダイオードユニットは、LEDチップと蛍光体層とが密着せずにガラス部材によって隔たれた状態となるため、使用時におけるLEDチップの発熱による蛍光体の劣化を抑制することができる。
- [0055] さらに、本発明によれば、熔融ガラス滴を固化させることにより第1のガ

ラス体を形成し、第1のガラス体の上に蛍光体を有する第2のガラス体を積層するため、非常に短時間でLEDチップの発光面を封止することができる。そのため、LEDチップ、蛍光体、パッケージ基板等の部材が長時間にわたって高温・高圧下に置かれることはなく、製造時におけるこれらの部材の劣化や破損を抑制することができる。従って、LEDチップ、蛍光体、パッケージ基板等の部材の劣化や破損を抑制しながら、短時間で発光ダイオードユニットを製造することができる。

図面の簡単な説明

- [0056] [図1] LEDチップを載置するパッケージ基板の断面図である。
- [図2] LEDチップの表面に蛍光体が供給された状態を示す断面図である。
- [図3] 第1の実施形態における封止工程を説明するための模式図である。
- [図4] 第1の実施形態における封止工程の変形例を説明するための模式図である。
- [図5] 第1の実施形態で製造された発光ダイオードユニットを示す断面図である。
- [図6] 第2の実施形態における封止工程を説明するための模式図である。
- [図7] 第2の実施形態における封止工程の変形例を説明するための模式図である。
- [図8] 第2の実施形態で製造された発光ダイオードユニットを示す断面図である。
- [図9] 第3の実施形態における封止工程を説明するための模式図である。
- [図10] パッケージ基板の上に溶融ガラス滴を滴下する工程を示す模式図である。
- [図11] 第4の実施形態で製造された発光ダイオードユニットの断面図である。
- 。
- [図12] 第5の実施形態における封止工程を順に示す模式図である。
- [図13] 第5の実施形態で製造された発光ダイオードユニットの断面図である。
- 。

[図14] 下型の上にLEDチップが載置されている状態を示す図である。

[図15] 第6の実施形態における封止工程を順に示す模式図である。

[図16] 第6の実施形態で製造された発光ダイオードユニットの断面図である。

[図17] 第7の実施形態における封止工程を順に示す模式図である。

[図18] 第8の実施形態における封止工程を順に示す模式図である。

[図19] 第9の実施形態における封止工程を示す模式図である。

[図20] 第9の実施形態で製造された発光ダイオードユニットの断面図である。

[図21] 第10の実施形態における封止工程を示す模式図である。

[図22] 第10の実施形態で製造された発光ダイオードユニットの断面図である。

[図23] 第11の実施形態における封止工程を示す模式図である。

発明を実施するための形態

[0057] 以下、本発明の実施の形態について、図1～図23を参照しつつ詳細に説明するが、本発明は該実施の形態に限られるものではない。

[0058] 〈第1の実施形態〉

先ず、第1の実施形態の発光ダイオードユニットの製造方法について図1～図5を参照して説明する。本実施形態の発光ダイオードユニットの製造方法は、パッケージ基板の上にLEDチップを載置し、LEDチップの電極部とパッケージ基板のリード部とを電氣的に接続して固定する工程（電極接続工程）と、LEDチップの表面に蛍光体層を供給する工程（蛍光体層供給工程）と、蛍光体層が供給されたLEDチップが載置されたパッケージ基板の上に、パッケージ基板よりも高温の溶融ガラス滴を滴下して固化させることにより蛍光体層及びLEDチップをガラス部材で封止する工程（封止工程）と、を有している。

[0059] 図1は電極接続工程において電極部とリード部とが接続された状態のパッケージ基板とLEDチップを模式的に示す断面図、図2は蛍光体層供給工程

で蛍光体層が供給された状態を模式的に示す断面図、図3は封止工程を説明するための模式図である。図4は封止工程の変形例を説明するための模式図である。また、図5は本実施形態の製造方法で製造された発光ダイオードユニットを模式的に示す断面図である。

[0060] (電極接続工程)

図1(a)は、パッケージ基板20の上にLEDチップ10が載置されている状態の一例を示す図である。LEDチップ10は底面に電極部11を有するフリップチップ型と呼ばれるものであり、表面12から所定の波長の光を射出する。LEDチップ10を構成する半導体の種類に特に制限はなく、例えば、窒化ガリウム系の半導体(GaN、InGaN、AlInGaNなど)を用いたものなど、公知のLEDチップを適宜選択して用いればよい。射出する光は青色光でもよいし、青緑色光、近紫外光、紫外光などでもよい。チップサイズについても制限はなく、0.35mm角(スモールチップ)でも1mm角(ラージチップ)でもよい。チップサイズが大きいと発熱量も大きくなるが、本実施形態の製造方法では耐熱性に優れたガラス部材でLEDチップ10等を封止するため、サイズの大きい1mm角のチップを用いても、耐久性に優れた発光ダイオードユニットを製造することができる。

[0061] パッケージ基板20は、電極部11を介してLEDチップ10に給電するためのリード部21を有している。パッケージ基板20の材質は、例えば、窒化アルミニウム、酸化アルミニウムなど、絶縁性の高いセラミック材料を用いることが好ましい。これらのセラミック材料は、後の封止工程で設けるガラス部材との密着性が高いという観点からも、好ましく用いることができる。また、耐熱性樹脂や金属材料を用いてもよい。導電性の材料の場合は、表面に絶縁膜を設けることが好ましい。

[0062] LEDチップ10の電極部11とパッケージ基板20のリード部21との接続には、通常のフリップチップボンディングの手法を用いればよい。例えば、リード部21の上に導電材料からなるバンプ(突起)を設けておき、高温のヒータ上にパッケージ基板20を固定し、画像処理によってLEDチッ

プ１０とパッケージ基板２０の位置調整を行いながら荷重を加えて接続する方法などが挙げられる。接続の際、ヒータの熱と荷重の他、超音波を加えることも好ましい。

[0063] また、１つのパッケージ基板２０に複数個のＬＥＤチップ１０を配列することも好ましい。図１（ｂ）は３つのＬＥＤチップ１０を配列した場合の模式図である。このように１つのパッケージ基板２０に複数個のＬＥＤチップ１０を配列した構成は、特に高い光束が必要とされる用途に適している。

[0064] また、後述する蛍光体を分散させた組成物の塗布にスピンコート、ディップコート及びスプレー法などの手法を用いる際には、ワイヤボンディングを用いてＬＥＤチップ１０とパッケージ基板２０とを接続してもよい。

[0065] （蛍光体層供給工程）

図２（ａ）は図１（ａ）のＬＥＤチップ１０の表面１２に蛍光体層３０が供給された状態、図２（ｂ）は図１（ｂ）の３つのＬＥＤチップ１０の表面１２に蛍光体層３０が供給された状態を、それぞれ模式的に示す断面図である。

[0066] 供給する蛍光体層３０に用いられる蛍光体は、製造する発光ダイオードユニットの用途や種類に応じて適宜選択して用いればよい。ＬＥＤチップ１０として青色光を発光するチップを用いる場合は、例えば、青色光を黄色光に波長変換する（青色光で励起され黄色光を発光する）黄色蛍光体を用いて、青色ＬＥＤチップ＋黄色蛍光体という構成にすることで白色光を得ることができる。２種類以上の蛍光体を用いて、例えば、青色ＬＥＤチップ＋黄色蛍光体＋赤色蛍光体という構成や、青色ＬＥＤチップ＋緑色蛍光体＋赤色蛍光体という構成にすることもできる。また、ＬＥＤチップ１０として近紫外光を発光するチップを用いる場合は、近紫外ＬＥＤチップ＋青色蛍光体＋黄色蛍光体という構成や、近紫外ＬＥＤチップ＋青色蛍光体＋緑色蛍光体＋赤色蛍光体という構成にすることで白色光を得ることができる。

[0067] 好適な蛍光体として、ＹＡＧ系蛍光体、シリケート系蛍光体、ナイトライド系蛍光体、オキシナイトライド系蛍光体、サルファイド系蛍光体、チオガ

レート系蛍光体、アルミネート系蛍光体などが挙げられる。

[0068] 複数種の蛍光体を用いる場合、全ての蛍光体を混合して供給してもよいし、蛍光体の種類毎に層状に分けて供給してもよい。一般に、複数種の蛍光体を同時に使用する場合、第1の蛍光体からの発光が別の第2の蛍光体を励起する、いわゆる多段励起による損失が問題となりやすい。このような多段励起による損失を効果的に減少させる観点からは、蛍光体の種類毎に層状に分けて供給することが好ましい。更に、光源となるLEDチップ10からの光が先に到達する側に発光波長が長い方の蛍光体を配置し、後から到達する側に発光波長が短い方の蛍光体を配置することで、多段励起による損失をより効果的に減少させることができる。

[0069] 蛍光体層30は、粉体を塗布することでLEDチップ10の表面12に供給してもよいし、液体やゲル状のバインダに分散させた状態で塗布した後、気化や熱分解させることによってバインダを除去してもよい。バインダを用いる場合は、蛍光体層30等の劣化を抑制する観点から、低温で除去できるバインダを用いることが好ましい。例えば、エタノール、アセトンなどの有機溶媒や、合成樹脂等が好適である。

[0070] また、蛍光体を分散させた組成物を塗布して加熱することにより、LEDチップ10の表面12に蛍光体を含む蛍光体層30であるガラス体を形成することも好ましい。組成物の塗布は、スピコート、ディップコート及びスプレー法など公知の手法を用いればよい。また、LEDチップ10の形状に応じ、バーコーターを用いて塗布することも好ましい。塗布した組成物の加熱には、ドライオーブン等を用いればよい。加熱後に形成されるガラス体の膜厚は、 $5\mu\text{m}$ ～ $500\mu\text{m}$ が好ましい。塗布する組成物は、加熱によりゲル化した後、ゲルをさらに加熱することによりガラス体が形成されるもの（ゾルゲル溶液）であってもよいし、溶媒成分を揮発させることにより、ゲル化することなく直接ガラス体が形成されるものであってもよい。

[0071] 前者（ゾルゲル溶液）としては、ガラス体の成分となる有機金属化合物を有機溶媒に混合したゾル状の溶液（前駆体溶液）中に、蛍光体、層状ケイ酸

塩鉱物、無機微粒子を含有するものを用いることができる。

[0072] (有機金属化合物)

有機金属化合物は、蛍光体、層状ケイ酸塩鉱物、無機微粒子を封止するバインダとしての役割を果たすものである。本発明に用いられる有機金属化合物としては、金属アルコキシド、金属アセチルアセトネート、金属カルボキシレート等が挙げられるが、加水分解と重合反応によりゲル化し易い金属アルコキシドが好ましい。

[0073] 金属アルコキシドは、テトラエトキシシランのような単分子のものでもよいし、有機シロキサン化合物が鎖状または環状に連なったポリシロキサンでもよいが、混合液の粘性が増加するポリシロキサンが好ましい。なお、透光性のガラス体を形成可能であれば金属の種類に制限はないが、形成されるガラス体の安定性や製造の容易性の観点から、ケイ素を含有していることが好ましい。また、複数種の金属を含有していてもよい。

[0074] ガラス体中の有機金属化合物の含有量が2質量%未満では、バインダとしての有機金属化合物が少なすぎて加熱、焼成後のガラス体の強度が低下する。一方、有機金属化合物の含有量が50質量%を超えると、層状ケイ酸塩鉱物の含有量が相対的に低下するため、加熱前の混合液の粘度が低下して蛍光体が沈降し易くなる。また、無機微粒子の含有量も相対的に低下するため、ガラス体の強度も低下する。そのため、ガラス体中の有機金属化合物の含有量は2質量%以上50以下が好ましく、2.5質量%以上30質量%以下がより好ましい。

[0075] (蛍光体)

蛍光体は、LEDチップ10からの出射光の波長（励起波長）により励起されて、励起波長と異なる波長の蛍光を出射するものである。本実施形態では、青色LED素子から出射される青色光（波長420nm～485nm）を黄色光（波長550nm～650nm）に変換するYAG（イットリウム・アルミニウム・ガーネット）蛍光体を使用している。

[0076] このような蛍光体は、Y、Gd、Ce、Sm、Al、La、Gaの酸化物

、または高温で容易に酸化物となる化合物を使用し、それらを化学量論比で十分に混合して混合原料を得る。或いは、Y、Gd、Ce、Smの希土類元素を化学量論比で酸に溶解した溶液をシュウ酸で共沈したものを焼成して得られる共沈酸化物と、酸化アルミニウム、酸化ガリウムとを混合して混合原料を得る。そして、得られた混合原料にフラックスとしてフッ化アンモニウム等のフッ化物を適量混合して加圧し、成形体を得る。得られた成形体を坩堝に詰め、空气中1350～1450℃の温度範囲で2～5時間焼成し、蛍光体の発光特性を持つ焼結体を得る。

[0077] なお、本実施形態ではYAG蛍光体を使用しているが、蛍光体の種類はこれに限定されるものではなく、例えばCeを含まない非ガーネット系蛍光体等の他の蛍光体を使用することもできる。また、蛍光体の粒径が大きいほど発光効率（波長変換効率）は高くなる反面、有機金属化合物との界面に生じる隙間が大きくなって形成されたガラス体の膜強度が低下する。従って、発光効率と有機金属化合物との界面に生じる隙間の大きさを考慮し、平均粒径が1 μm 以上50 μm 以下のものを用いることが好ましい。蛍光体の平均粒径は、例えばコールターカウンター法によって測定することができる。

[0078] （層状ケイ酸塩鉱物）

層状ケイ酸塩鉱物は、雲母構造、カオリナイト構造、スメクタイト構造等の構造を有する膨潤性粘土鉱物が好ましく、膨潤性に富むスメクタイト構造が特に好ましい。これは、後述するように混合液中に水を添加することで、スメクタイト構造の層間に水が進入して膨潤したカードハウス構造をとるため、混合液の粘性を大幅に増加させる効果があるためである。

[0079] ガラス体中における層状ケイ酸塩鉱物の含有量が0.5質量%未満になると混合液の粘性を増加させる効果が十分に得られない。一方、層状ケイ酸塩鉱物の含有量が20質量%を超えると加熱後のガラス体の強度が低下する。従って、層状ケイ酸塩鉱物の含有量は0.5質量%以上20質量%以下とすることが好ましく、0.5質量%以上10質量%以下がより好ましい。なお、有機溶媒との相溶性を考慮して、層状ケイ酸塩鉱物の表面をアンモニウム

塩等で修飾（表面処理）したものを適宜用いることもできる。

[0080] （無機微粒子）

無機微粒子は、有機金属化合物と、蛍光体及び層状ケイ酸塩鉱物との界面に生じる隙間を埋める充填効果、加熱前の混合液の粘性を増加させる増粘効果、及び加熱後のガラス体の膜強度を向上させる膜強化効果を有する。本発明に用いられる無機微粒子としては、酸化ケイ素、酸化チタン、酸化亜鉛等の酸化物微粒子、フッ化マグネシウム等のフッ化物微粒子等が挙げられる。特に、有機金属化合物としてポリシロキサン等の含ケイ素有機化合物を用いる場合、形成されるガラス体に対する安定性の観点から酸化ケイ素の微粒子を用いることが好ましい。

[0081] ガラス体中における無機微粒子の含有量が0.5質量%未満になると上述したそれぞれの効果が十分に得られない。一方、無機微粒子の含有量が50質量%を超えると加熱後のガラス体の強度が低下する。従って、ガラス体中における無機微粒子の含有量は0.5質量%以上50質量%以下とすることが好ましく、1質量%以上40質量%以下がより好ましい。また、無機微粒子の平均粒径は、上述したそれぞれの効果を考慮して0.001 μ m以上50 μ m以下のものを用いることが好ましい。無機微粒子の平均粒径は、例えばコールターカウンター法によって測定することができる。なお、有機金属化合物や有機溶媒との相溶性を考慮して、無機微粒子の表面をシランカップリング剤やチタンカップリング剤で処理したものを適宜用いることもできる。

[0082] （前駆体溶液）

前駆体溶液は、有機金属化合物を有機溶媒に混合したものであり、前駆体溶液を加熱することにより透光性のガラス体を得ることができる。この前駆体溶液に蛍光体、層状ケイ酸塩鉱物、及び無機微粒子を混合した混合液を加熱することで、ガラス体が形成される。さらに、混合液に水を添加することにより、層状ケイ酸塩鉱物の層間に水が入り込んで混合液の粘性が増加するため、蛍光体の沈降を抑制することができる。なお、水に不純物が含まれて

いと重合反応を阻害するおそれがあるため、添加する水は不純物を含まない純水を用いる必要がある。

[0083] 有機溶媒としては、添加される水との相溶性に優れたメタノール、エタノール、プロパノール、ブタノール等のアルコール類が好ましい。また、有機溶媒に対する有機金属化合物の混合量が5質量%未満になると混合液の粘性を増加させることが困難となり、有機金属化合物の混合量が50質量%を超えると重合反応が必要以上に速く進んでしまう。そのため、有機溶媒に対する有機金属化合物の混合量は5質量%以上50質量%以下が好ましく、8質量%以上40質量%以下がより好ましい。

[0084] 混合液の調製手順としては、例えば、表面処理された親油性の層状ケイ酸塩鉱物を用いる場合は、先ず有機金属化合物を有機溶媒に混合した溶液（前駆体溶液）に層状ケイ酸塩鉱物を予備混合し、その後に蛍光体、無機微粒子、及び水を混合する。また、表面処理されていない親水性の層状ケイ酸塩鉱物を用いる場合は、先ず層状ケイ酸塩鉱物と水とを予備混合し、その後に蛍光体、無機微粒子、及び前駆体溶液を混合する。これにより、層状ケイ酸塩鉱物を均一に混合して増粘効果をより高めることができる。混合液の好ましい粘度は0.025～0.8 Pa・sであり、最も好ましい粘度は0.03～0.5 Pa・sである。

[0085] また、有機溶媒に水を加えた総溶媒量に対する水の割合が5質量%未満になると上記の増粘効果を十分に得ることができず、水の割合が60質量%を超えると増粘効果よりも水の混合過多による粘度低下効果の方が大きくなる。そのため、水の割合は総溶媒量に対し5質量%以上60質量%以下が好ましく、7質量%以上55質量%以下がより好ましい。混合液の最も好ましい組成は、有機金属化合物としてポリシロキサンを用いたものであり、混合液中に含まれる上記各成分の最も好ましい組成範囲は、ポリシロキサン分散液が4～30質量%、層状ケイ酸塩鉱物が1～10質量%、無機微粒子が1～40質量%、水が10～50質量%である。

[0086] 以上のようにして得られた混合液をLEDチップ10の表面12上に所定

量塗布し、加熱、焼成して所定の膜厚のガラス体を形成する。混合液の塗布方法は特に限定されるものではなく、スピンコート法、ディップコート法、スプレーコート法及びバーコート法等、従来公知の種々の方法を用いることができる。加熱温度が50℃未満である場合は有機金属化合物の重合反応が進行せず、加熱温度が1000℃を超える場合は層状ケイ酸塩鉱物が熱分解して層状構造が破壊されてしまう。従って、混合液の加熱温度は50℃以上1000℃以下とする必要があり、100℃～600℃が好ましい。ただし、LEDチップ10が劣化しない温度に設定する必要がある。

[0087] また、形成されたガラス体の厚みが5μm未満である場合は波長変換効率が低下して十分な蛍光が得られず、ガラス体の厚みが500μmを超える場合は膜強度が低下してクラック等が発生し易くなる。従って、ガラス体の厚みは5μm以上500μm以下であることが好ましい。

[0088] このとき、ガラス体に含まれる蛍光体と無機微粒子の粒径が形成されるガラス体の膜厚よりも大きいと、蛍光体または無機微粒子の一部がガラス体の表面から突出してしまい表面の平滑性が失われる。そのため、蛍光体及び無機微粒子は最大粒径がガラス体の膜厚よりも小さいものを用いる。

[0089] こうして製造することで、蛍光体層30が透光性のガラス体で形成されるため、蛍光体層30を樹脂材料で形成した場合に比べて耐熱性や耐光性を向上させることができる。また、ガラス体の形成時に蛍光体が沈降しにくく、ガラス体中に蛍光体が均一に分散しているため、色むらの発生を効果的に低減することができる。さらに、無機微粒子を添加することによりガラス体の膜強度も向上する。

[0090] 一方、後者（溶媒成分を揮発させることにより、ゲル化することなく直接ガラス体が形成されるもの）としては、例えば、無機ポリマーと有機溶剤とを含む組成物が挙げられる。

[0091] 無機ポリマーとしてポリシラザンを使用することもできる。

[0092] 本発明で用いられるポリシラザンとは下記一般式（1）で表される。

[0093]
$$(R_1R_2SiNR_3)_n \cdots (1)$$

式（１）中、 R_1 、 R_2 および R_3 はそれぞれ独立して水素原子またはアルキル基、アリール基、ビニル基、シクロアルキル基を表し、 R_1 、 R_2 、 R_3 のうち少なくとも１つは水素原子であり、好ましくはすべてが水素原子であり、 n は１～６０の整数を表す。

[0094] ポリシラザンの分子形状はいかなる形状であってもよく、例えば、直鎖状または環状であってもよい。

[0095] 上記式（１）に示すポリシラザンと必要に応じた反応促進剤を、適切な溶媒に溶かして塗布し、加熱やエキシマ光処理、UV光処理を行うことで硬化し、耐熱性、耐光性の優れたセラミック膜を作成することができる。特に、１７０～２３０nmの範囲の波長成分を含むUV放射線（例えばエキシマ光）を照射して硬化させた後に、加熱硬化を行うとさらに水分の浸透防止効果を向上させることができる。

[0096] 反応促進剤としては酸、塩基などを用いることが好ましいが用いなくてもよい。反応促進剤としては例えばトリエチルアミン、ジエチルアミン、 N ， N －ジエチルエタノールアミン、 N ， N －ジメチルエタノールアミン、トリエタノールアミン、トリエチルアミン、塩酸、シュウ酸、フマル酸、スルホン酸、酢酸やニッケル、鉄、パラジウム、イリジウム、白金、チタン、アルミニウムを含む金属カルボン酸塩などが挙げられるがこれに限られない。

[0097] 反応促進剤を用いる場合に特に好ましいのは金属カルボン酸塩であり、添加量はポリシラザンを基準にして０．０１～５mol％が好ましい添加量である。

[0098] 溶媒としては脂肪族炭化水素、芳香族炭化水素、ハロゲン炭化水素、エーテル類、エステル類を使用することができる。好ましくはメチルエチルケトン、テトラヒドロフラン、ベンゼン、トルエン、キシレン、ジメチルフルオリド、クロロホルム、四塩化炭素、エチルエーテル、イソプロピルエーテル、ジブチルエーテル、エチルブチルエーテルである。

[0099] また、ポリシラザン濃度は高い方が好ましいが、濃度の上昇はポリシラザンの保存期間の短縮につながるため、ポリシラザンは、溶媒中に５～５０質

量%以下で溶解していることが好ましい。

[0100] また、有機金属化合物や無機ポリマーを前駆体として使用した際に、焼成する際の加熱温度は、基板として用いられる材料等や配線の金属の劣化を抑制する観点からは100℃～350℃が好ましく、150℃～300℃とすることがより好ましい。

[0101] また、ポリシラザンを用いる場合には、組成物に無機微粒子を含有することが好ましい。無機微粒子を含有することによって組成物の粘性が高くなるため、蛍光体を組成物に分散させる際の蛍光体の沈殿速度が低下し、組成物中に蛍光体を均一に分散させることが容易になる。例えば、シリカなどの各種酸化物の無機微粒子や、フッ化マグネシウムの無機微粒子などが好適である。ポリシラザンより形成されるガラス体との安定性の観点からは、シリカの無機微粒子を含有することが好ましい。無機微粒子は50%粒子径（メジアン径）が1nm～500nmであることが好ましい。無機微粒子の形状は、特に限定されるものではないが、好適には球状の微粒子が用いられる。また、粒径の分布に関しても特に制限されるものではないが、蛍光体を均一に分散させる観点からは、広範な分布を有するものよりも、比較的狭い分布を持つものが好適に用いられる。なお、無機微粒子の形状及び粒径分布は、SEM、TEMを用いて確認することができる。無機微粒子の含有量は蛍光体を含む組成物全体に対して0.1質量%～25質量%であることが好ましい。また、無機微粒子の蛍光体を更に均一に分散させるため、蛍光体を混合した組成物に超音波を印加して分散させることも好ましい。

[0102] また、蛍光体層30を有するガラス板31をLEDチップ10の表面12に載置することで、蛍光体層30を供給してもよい。図2（c）は、図1（b）の3つのLEDチップ10の表面12にガラス板31を載置した状態を示す図である。このように、蛍光体層30を有するガラス板31を用いて蛍光体層30を供給することで、所定量の蛍光体層30を確実に供給することができる。また、図2（c）のように、1枚のガラス板31を、配列した複数のLEDチップ10の表面に跨るように載置することにより、蛍

光体層 30 の供給をより容易に行うことができる。蛍光体層 30 を有するガラス板 31 としては、(A) 内部に蛍光体を分散させた混練ガラスや、(B) 少なくとも一方の表面に蛍光体層 30 が塗布されたガラス板などを好適に用いることができる。

[0103] (B) の方法の場合、上述の LED チップ 10 の表面 12 に蛍光体層 30 を塗布によって形成する場合と同様の方法によって、ガラス板の表面に蛍光体層 30 を塗布、形成すればよい。

[0104] (A) の方法の場合、内部に蛍光体を分散させた混練ガラスは、ガラス粉末と蛍光体粉末とを混合した混合材料を加圧成形することにより作製することが好ましい。それにより、ガラスの溶融プロセス中に蛍光体を混合する方法に比べて、熱による蛍光体の劣化、失活を抑制することができる。加圧成形の後、更に所定温度で焼成することにより緻密化させることも好ましい。

[0105] 混合材料中には樹脂バイндаを添加してもよいが、その場合、加圧成形後に樹脂バイндаを除去する工程が必要となる。そのため、樹脂バイндаを用いずに、ガラス粉末と蛍光体粉末とを混合して加圧成形することが好ましい。

[0106] 混合するガラス粉末の大きさは、最大粒子径が $160\ \mu\text{m}$ 以上、且つ、メジアン径 d_{50} が $5\ \mu\text{m}$ 以上であることが好ましい。それにより、樹脂バイндаを用いなくても、蛍光体が均一に分散された混練ガラスを得ることができる。加圧成形時に、最大粒子径が $160\ \mu\text{m}$ 以上である方が、気泡が抜けやすい。最大粒子径が $160\ \mu\text{m}$ 未満では気泡が抜けにくくなる。また、メジアン径 d_{50} が $5\ \mu\text{m}$ 未満であると、型に粉体を投入する際、粉塵の舞い上がりが多くなり、取り扱いが困難となる。更に、作業環境を害する恐れも生じる。また、最大粒子径の上限は、良好な散乱光が得られる範囲であればよく、LED チップや蛍光体の組み合わせに応じて適宜決めることができる。

[0107] ここで、メジアン径 d_{50} とは、粒子体の一つの集団の全体積を 100% として累積曲線を求めた時、累積曲線が 50% となる点の粒子径（累積平均

径)であり、最大粒子径は累積曲線が100%となる点の粒子径である。これらのパラメータは、粒度分布を評価するパラメータの一つとして、一般的に利用されている。なお、メジアン径 d_{50} 、最大粒子径は、一般的なレーザ一回折・散乱式粒径測定装置を用いて測定可能であり、具体的には、HELLOS (JEOL社製)、Microtrac HRA (日機装社製)、SALDシリーズ (島津製作所社製)などが挙げられる。特に好ましくは、SALDシリーズ (島津製作所社製)である。

[0108] 上記したように、ガラス粉末の粒子径を所定の大きさとすることで、蛍光体が均一に分散された混練ガラスを得ることが可能となる。それにより、LEDチップが発光する一次光を良好に散乱し、ガラスを白乳化させる気泡の発生を抑制することができ、この一次光と蛍光体が発する二次光とを良好に混色して一様な混色光 (第三光) で発光可能な混練ガラスを製造することができる。

[0109] また、ガラス粉末は、加圧成形の際の加熱環境下において結晶の析出がないか、もしくは、わずかに析出しても大量に析出しないものが好ましい。そのために、結晶析出温度が加熱温度よりも高いガラスが好ましい。例えば、加熱温度をガラス屈伏点より $150^{\circ}\text{C} \sim 200^{\circ}\text{C}$ 高い温度とする場合は、結晶の析出温度がガラス屈伏点よりも 200°C 以上のものが好ましい。具体的には、 P_2O_5 -BaO系ガラス、 P_2O_5 -ZnO系ガラス、 P_2O_5 - Nb_2O_5 系、 P_2O_5 - B_2O_3 系ガラス、 SiO_2 系ガラス、 B_2O_3 -ZnO- La_2O_3 系ガラス、 SiO_2 - B_2O_3 -ZnO系ガラスなどを好適に用いることができる。

[0110] また、混練ガラス中の蛍光体の含有量は体積比で、0.02~12%が好ましく、0.05~5%が更に好ましい。蛍光体の含有量が0.02%未満では、蛍光される光が少なくなりすぎ、12%を超えると蛍光体自身が光を遮蔽してしまう。このように、蛍光体の含有量が、0.02~12%であれば、変換される光の量が低すぎず、また、透光を阻害しない程度の量とすることができ、所望の混色光を発光可能な混練ガラスを製造することができる。

。また、蛍光体の含有量が0.05～5%であれば、変換される光と透光とのバランスが更に良好になり、更に良好な混色光を発光可能な混練ガラスを製造することができる。

[0111] 蛍光体層30をLEDチップ10の表面12に供給するのと併せて、LEDチップ10やパッケージ基板20の他の箇所に供給することも好ましい。例えば、パッケージ基板20の表面のうち、LEDチップ10の周辺に位置する、図2(a)に示した斜面部22に蛍光体層30を供給することにより、発光ダイオードユニットからの発光色の均質性をより高めることができる。

[0112] なお、ここでは、電極接続工程の後に蛍光体層供給工程を行う場合を例に挙げて説明したが、電極接続工程と蛍光体層供給工程の順序はこれに限られるものではなく、蛍光体層供給工程の後に電極接続工程を行ってもよい。例えば、多数のLEDチップ10を配列させて蛍光体層30の供給を行った後、個々のLEDチップ10をパッケージ基板20の上にそれぞれ載置し、電極部11とリード部21とを電氣的に接続して固定する方法も好ましい。

[0113] (封止工程)

電極接続工程と蛍光体層供給工程の後、蛍光体層30が供給されたLEDチップ10が載置されたパッケージ基板20の上に、パッケージ基板20よりも高温の熔融ガラス滴44を滴下して固化させることにより蛍光体層30及びLEDチップ10をガラス部材40で封止する。図3(a)～(c)は、封止工程における状態を順に示す模式図である。

[0114] 熔融ガラス滴44の滴下は、熔融状態のガラスを収容する熔融槽(不図示)に接続されたパイプ状の滴下ノズル41を、ヒータ42によって所定温度に加熱することにより行う。滴下ノズル41を所定温度に加熱すると、熔融ガラス43は自重によって滴下ノズル41の先端部に供給され、表面張力によって液滴状に溜まる(図3(a))。滴下ノズル41の先端部に溜まった熔融ガラス43が一定の質量になると、重力によって滴下ノズル41から分離し、熔融ガラス滴44となって下方に落下する(図3(b))。

- [0115] 滴下ノズル41から滴下する溶融ガラス滴44の質量は、滴下ノズル41の先端部の外径などによって調整可能であり、ガラスの種類等によるが、0.1g～2g程度の溶融ガラス滴44を滴下させることができる。重力のみによって滴下ノズル41から分離させる方法の他、溶融ガラス43を加圧して押し出す方法や、気流や振動等の外力を加えて分離させる方法でもよい。パッケージ基板20の上に直接ガラスを流し込む方法に比べて、ガラス質量を小さくでき、質量の調整もしやすく、封止するガラスの温度が落下時に下がるので、ガラスの熱によるLEDチップへのダメージを緩和することができる。
- [0116] また、滴下ノズル41から滴下した溶融ガラス滴44を、一旦、貫通細孔を設けた部材に衝突させ、衝突した溶融ガラス滴44の一部を、貫通細孔を通過させることによって微小化し、微小化された溶融ガラス滴44を滴下してもよい。このような方法を用いることによって、0.01g～0.1gといった微小な溶融ガラス滴44を得ることができるため、滴下ノズル41から滴下する溶融ガラス滴44をそのまま用いる場合よりも、微小な発光ダイオードユニットの製造が可能となる。貫通細孔部材を通過させることで、封止する滴下ガラス温度をさらに下げることができ、ガラス熱によるLEDチップへのダメージを緩和することができる。また、貫通細孔径、細孔形状、細孔長さを変更することで、さらに微少な滴下ガラスの質量の制御が可能となる。
- [0117] パッケージ基板20の上に滴下された溶融ガラス滴44は、パッケージ基板20等への熱伝導によって急速に冷却されて固化し、蛍光体層30及びLEDチップ10がガラス部材40で封止され、発光ダイオードユニット50となる（図3（c））。溶融ガラス滴44のサイズ等によるが、通常は、溶融ガラス滴44が滴下されてから数秒～数十秒で固化が完了する。
- [0118] また、溶融ガラス滴44を滴下する前に、パッケージ基板20を溶融ガラス滴44の温度よりも低い所定の温度に加熱しておくことも好ましい。それにより、パッケージ基板20に対する溶融ガラスのなじみがよくなり、短時

間で必要な範囲全体に熔融ガラス滴44が行き渡りやすくなる。また、熔融ガラス滴44が固化した後の、ガラス部材40とパッケージ基板20との密着性が向上するというメリットもある。一方、パッケージ基板20の温度が高すぎると、LEDチップ10や蛍光体層30の劣化が起こりやすくなる。このような観点から、熔融ガラス滴44を滴下する際のパッケージ基板20の温度は、50℃～200℃の範囲が好ましく、80℃～150の範囲がより好ましい。

[0119] このように、本実施形態の方法によれば、LEDチップ10やパッケージ基板20などをヒータによって直接加熱する必要が無いため、これらの部材は熔融ガラス滴44からの熱伝導によって短時間昇温されるだけですみ、熱による劣化を十分に抑制することができる。また、非常に短時間でLEDチップ20等の封止を完了することができる。更に、熔融ガラス滴44を滴下するだけで、高い圧力を加えることなくLEDチップ10の周囲をガラスで封止できるため、圧力による部材の破損を抑制することができる。

[0120] 使用できるガラスの種類に特に制限は無く、公知のガラスを用途に応じて選択して用いることができる。例えば、ホウケイ酸塩ガラス、ケイ酸塩ガラス、リン酸塩ガラス、ランタン系ガラス等の光学ガラスが挙げられる。光の反射を抑制し、光の取り出し効率をより向上させる観点からは、蛍光体層30と屈折率の差が小さいガラスを用いることが好ましい。

[0121] (封止工程の変形例)

図4(a)～(c)は、第1の実施形態に係る発光ダイオードユニットの製造方法の、封止工程の変形例を示す模式図である。図4に示す封止工程の、図3に示した封止工程と異なるところは、パッケージ基板20を角度 θ だけ傾斜させておき、この傾斜したパッケージ基板20よりも高温の熔融ガラス滴44を、パッケージ基板20の上に滴下するものである。その他は、図3で説明したものと同様である。

[0122] 図4(a)、(b)に示す、熔融ガラス滴44を滴下するときのパッケージ基板20の傾斜角 θ は、水平に対し0.1°～10°であることが好まし

い。このように、パッケージ基板 20 を傾斜させた状態で、溶融ガラス滴 44 を滴下するように構成することで、滴下時のパッケージ基板 20 内の空気溜まりの発生を抑制できる。傾斜角 θ が 10° より大きくなると、滴下した溶融ガラスの傾きやはみ出しが発生し、固化した後のガラス部材 40 の表面精度に悪影響を及ぼす場合がある。

[0123] なお、溶融ガラス滴 44 を滴下するときのパッケージ基板 20 の傾斜角 θ は、 $3^\circ \sim 7^\circ$ であればより好ましい。この角度範囲とすれば、滴下した溶融ガラスの傾きが発生せず、滴下時のパッケージ基板 20 内の空気溜まりの発生が無くなり、より好ましい。

[0124] 図 5 は、本実施形態の方法で製造された発光ダイオードユニット 50 の断面図である。図 5 (a) ~ (c) は、それぞれ図 2 (a) ~ (c) に示したパッケージ基板 20 等の上に溶融ガラス滴 44 を滴下して製造した発光ダイオードユニット 50 を示している。

[0125] LEDチップ 10 の電極部 11 とパッケージ基板 20 のリード部 21 とは電氣的に接続され、LEDチップ 10 は、表面 12 に供給された蛍光体層 30 と共にガラス部材 40 に封止されている。このように、本実施形態の方法で製造された発光ダイオードユニット 50 は、蛍光体層 30 と LEDチップ 10 とがガラス部材 40 で封止されているため、LEDチップ 10 の発熱等による封止材料の劣化が抑制されると共に、高い取り出し効率を確保することができる。また、外部環境の影響による蛍光体層 30 の劣化も抑制され、耐久性に優れている。

[0126] ガラス部材 40 の表面 45 は、ゆるやかな凸形状となるが、滴下する溶融ガラス滴 44 の温度やサイズを変化させることで、表面 45 の凸の程度を調整することができる。例えば、滴下する溶融ガラス滴 44 の温度を高くすると粘度が下がり、ガラス部材 40 の表面 45 はより平坦な形状となる（曲率が小さくなる）。逆に、溶融ガラス滴 44 の温度を低くすると粘度が上がり、ガラス部材 40 の表面 45 はより凸が大きい形状となる（曲率が大きくなる）。このように溶融ガラス滴 44 を滴下する条件を変化させることで、ガ

ラス部材４０の表面４５を、要求される集光特性に応じた適切な形状とすることができる。

[0127] パッケージ基板２０の溶融ガラス滴４４を受ける部分の形状は凹形状に限らず、平面等であってもよい。溶融ガラス滴４４の粘度が比較的小さい場合に、滴下した溶融ガラスが周囲に広がりすぎることを防止する観点からは、パッケージ基板２０の溶融ガラス滴４４を受ける部分の形状は凹形状であることが好ましい。

[0128] 〈第２の実施形態〉

次に、第２の実施形態の発光ダイオードユニットの製造方法について図６～図８を参照して説明する。本実施形態の発光ダイオードユニットの製造方法は、第１の実施形態で説明した電極接続工程と蛍光体層供給工程の後、蛍光体が供給されたＬＥＤチップが載置されたパッケージ基板の上に、パッケージ基板よりも高温の溶融ガラス滴を滴下し、滴下された溶融ガラス滴が固化する前に、溶融ガラス滴を成型型で加圧してガラス部材を所定の形状に成形する工程（封止工程）を有している。電極接続工程と蛍光体層供給工程については上述の第１の実施形態の場合と同様であるため、ここではその後の封止工程について説明する。

[0129] 図６（ａ）～（ｄ）は、第２の実施形態における封止工程を順に示す模式図である。まず、第１の実施形態の場合と同様に、蛍光体層３０が供給されたＬＥＤチップ１０が載置されたパッケージ基板２０の上に、パッケージ基板２０よりも高温の溶融ガラス滴４４を滴下する（図６（ａ）、（ｂ））。溶融ガラス滴４４の滴下は、ヒータ４２によって滴下ノズル４１を所定温度に加熱することにより行う。溶融ガラス滴４４の滴下方法の詳細については第１の実施形態の場合と同様である。

[0130] 溶融ガラス滴４４を滴下した後、パッケージ基板２０を成型型６１と対向する位置に移動し、溶融ガラス滴４４が冷却されて固化する前に成型型６１の成形面６３で加圧し、ガラス部材４０を所定の形状に成形する（図６（ｃ））。成形面６３は、予め、製造する発光ダイオードユニット５０のガラス

部材 40 の形状に応じた所定の形状に加工しておく。溶融ガラス滴 44 は、パッケージ基板 20 及び成型型 61 への熱伝導によって急速に冷却され、短時間で固化してガラス部材 40 となる。加圧を解除した後、成型型 61 を上方に移動し、得られた発光ダイオードユニット 50 を回収する（図 6（d））。

[0131] このように、本実施形態においては、滴下した溶融ガラス滴 44 を加圧して変形させるため、ガラスシートをパッケージ基板 20 等の部材ごと加熱して加圧する場合に比べ、加圧の荷重を非常に小さく抑えることができ、また、非常に短い加圧時間で十分に変形させることができる。そのため、各部材の温度による劣化や圧力による破損を十分に抑制しながら、短時間で発光ダイオードユニット 50 を製造することができる。

[0132] 溶融ガラス滴 44 を変形させるために加える荷重や加圧時間は、溶融ガラス滴 44 のサイズ等に応じて適宜設定すればよいが、通常は、数十～数百 N の範囲の荷重を数秒～数十秒の時間だけ加圧すれば十分な場合が多い。また、加える荷重は時間的に変化させてもよい。なお、荷重を印加するための手段に特に制限は無く、エアシリンダ、油圧シリンダ、サーボモータ等の公知の駆動手段を適宜選択して用いればよい。

[0133] 成型型 61 は、予め所定の温度に加熱しておくことが好ましい。所定の温度とは、滴下する溶融ガラス滴 44 の温度よりも低く、加圧成形によって溶融ガラス滴 44 が冷却されて固化する温度であって、使用するガラスの種類等に応じて適宜選択すればよい。一般的に、成型型の温度が低すぎるとガラス成形体の表面にしわが生じ易くなる。逆に、必要以上に温度を高くしすぎると、ガラスとの融着や表面の酸化等によって成型型の寿命が短くなり易い。

[0134] これらの観点から、成型型 61 の温度は、使用するガラスのガラス転移温度を T_g としたとき、 $T_g - 100^\circ\text{C}$ から $T_g + 100^\circ\text{C}$ の範囲に設定することが好ましく、 $T_g - 100^\circ\text{C}$ から $T_g + 50^\circ\text{C}$ の範囲に設定することがより好ましい。例えば、液相温度が 760°C 、 T_g が 420°C 程度のガラス

材料の場合、滴下ノズル41を800℃～950℃に加熱して、溶融ガラス滴44を800℃±40℃程度の温度で滴下させる。この場合、成形型61を320℃～520℃、好ましくは320℃～470℃程度とすることが好ましいということである。なお、これは一例であり、使用するガラスに応じて適宜設定されるものである。

[0135] 成形型61を加熱するための加熱手段は、公知の加熱手段を適宜選択して用いることができる。例えば、赤外線加熱装置、高周波誘導加熱装置、成形型61の内部に埋め込んで使用するカートリッジヒータ、成形型61の外側に接触させて使用するシート状のヒータ、などが好適である。

[0136] 成形型61の材質は、加圧成形によってガラス成形体を製造するための成形型として公知の材質の中から適宜選択して用いることができる。例えば、各種耐熱合金（ステンレス等）、炭化タングステンを主成分とする超硬材料、各種セラミックス（炭化珪素、窒化珪素、窒化アルミニウム等）、カーボンを含んだ複合材料等が挙げられる。また、成形型61の耐久性向上やガラスとの融着防止などのため、成形面63に被覆層を設けておくことも好ましい。被覆層の材質に特に制限はなく、例えば、種々の金属（クロム、アルミニウム、チタン等）、窒化物（窒化クロム、窒化アルミニウム、窒化チタン、窒化硼素等）、酸化物（酸化クロム、酸化アルミニウム、酸化チタン等）等を用いることができる。

[0137] （封止工程の変形例）

図7（a）～（d）は、第2の実施形態に係る発光ダイオードユニットの製造方法の封止工程の変形例を示す模式図である。図7に示す封止工程の、図6に示した封止工程と異なるところは、図7（a）、（b）において、図4に示した第1の実施形態に係る封止工程の変形例と同様に、パッケージ基板20を角度 θ だけ傾斜させておき、この傾斜したパッケージ基板20よりも高温の溶融ガラス滴44を、パッケージ基板20の上に滴下するものであり、その他は、図6で説明したものと同様である。

[0138] すなわち図7（a）、（b）に示すように、角度 θ だけ傾斜させたパッケ

ージ基板 20 上にパッケージ基板 20 よりも高温の溶融ガラス滴 44 を滴下する。次いで、溶融ガラス滴 44 が滴下されたパッケージ基板 20 を水平に戻し、パッケージ基板 20 を成形型 61 と対向する位置に移動し、溶融ガラス滴 44 が冷却されて固化する前に成形型 61 で加圧し、ガラス部材 40 を所定の形状に成形する（図 7（c））。この後は、図 6 と同様に、加圧を解除した後、成形型 61 を上方に移動し、得られた発光ダイオードユニット 50 を回収する（図 7（d））。

[0139] 図 7（a）、（b）に示すように、溶融ガラス滴 44 を滴下するときのパッケージ基板 20 の傾斜角 θ は、水平に対し $0.1^\circ \sim 10^\circ$ であることが好ましい。このように、パッケージ基板 20 を傾斜させた状態で、溶融ガラス滴 44 を滴下し、パッケージ基板 20 を水平に戻して、溶融ガラス滴 44 が冷却されて固化する前に成形型 61 で加圧するように構成することで、滴下時のパッケージ基板内の空気溜まりの発生を抑制できる。傾斜角 θ が 10° より大きくなると、滴下した溶融ガラスの傾きやはみ出しが発生し、成形面 63 により転写されるガラス部材の表面形状精度に悪影響を及ぼす場合がある。

[0140] なお、溶融ガラス滴を滴下するときのパッケージ基板の傾斜角 θ は、 $3^\circ \sim 7^\circ$ であればより好ましい。この角度範囲とすれば、滴下した溶融ガラスの傾きが発生せず、滴下時のパッケージ基板内の空気溜まりの発生が無くなり、成形面 63 により転写されるガラス部材の表面形状精度を、より好ましい状態とすることができる。

[0141] 図 8 は、本実施形態の方法で製造された発光ダイオードユニット 50 の断面図である。図 8（a）は、1つの LED チップ 10 を有する発光ダイオードユニット 50 を示している。また、図 8（b）と（c）は、1つのパッケージ基板 20 の上に 3つの LED チップ 10 が配列している発光ダイオードユニット 50 を示している。

[0142] 本実施形態の方法によれば、溶融ガラス滴 44 を成形型 61 で成形することによってガラス部材 40 の表面 45 の形状を形成するため、用途に応じた

所望の形状を容易に形成することができる。例えば、図 8（a）の発光ダイオードユニット 50 のように、ガラス部材 40 の表面 45 を、非常に曲率が大きい凸形状とすることもできるし、図 8（c）の発光ダイオードユニット 50 のように、複数の LED チップ 10 に対応した複数の凸部が配列した形状とすることもできる。このように、従来知られているガラスシートをパッケージ基板 20 等の部材ごと加熱して加圧する方法では長時間にわたって高温、高圧を加えなければ形成できないような形状であっても、非常に短時間、小さい圧力を加えるだけで形成することができる。

[0143] 〈第 3 の実施形態〉

次に、第 3 の実施形態の発光ダイオードユニットの製造方法について図 9 を参照して説明する。本実施形態の発光ダイオードユニットの製造方法は、第 1 の実施形態で説明した電極接続工程と蛍光体層供給工程の後、成形型の成形面に、成形型よりも高温の溶融ガラス滴を滴下し、蛍光体層が供給された LED チップが載置されたパッケージ基板を上下反転させ、滴下された溶融ガラス滴が固化する前に、LED チップが載置された側の面で溶融ガラス滴を加圧して蛍光体層及び LED チップをガラス部材で封止する工程（封止工程）を有している。電極接続工程と蛍光体層供給工程については上述の第 1 の実施形態の場合と同様であるため、ここではその後の封止工程について説明する。

[0144] 図 9（a）～（d）は、第 3 の実施形態における封止工程を順に示す模式図である。まず、所定の形状の成形面 64 を有する成形型 62 の成形面 64 に、成形型 62 よりも高温の溶融ガラス滴 44 を滴下する（図 9（a）、（b））。溶融ガラス滴 44 の滴下は、ヒータ 42 によって滴下ノズル 41 を所定温度に加熱することにより行う。溶融ガラス滴 44 の滴下方法の詳細については第 1 の実施形態の場合と同様である。

[0145] 次に、蛍光体層 30 が供給された LED チップ 10 が載置されたパッケージ基板 20 を上下反転させ、滴下された溶融ガラス滴 44 が冷却されて固化する前の所定のタイミングで、LED チップ 10 が載置された側の面で溶融

ガラス滴 44 を加圧する（図 9（c））。溶融ガラス滴 44 は、パッケージ基板 20 及び成形型 62 への熱伝導によって急速に冷却され、短時間で固化してガラス部材 40 となる。加圧を解除した後、パッケージ基板 20 を上方に移動し、得られた発光ダイオードユニット 50 を回収する（図 9（d））。

[0146] LEDチップ 10 が載置された側の面で溶融ガラス滴 44 を加圧するタイミングは、熱による劣化を抑制するという観点からは遅い方が好ましいが、遅すぎると LEDチップ 10 等を封止するために必要な圧力が高くなってしまふ。このような観点から、溶融ガラス滴 44 を成形型 62 に滴下してから数秒～十数秒後に加圧することが好ましい。加える荷重や加圧時間は、第 2 の実施形態と同様、適宜設定すればよい。また、成形型 62 は予め所定の温度に加熱しておくことが好ましい。成形型 62 の温度や材質の詳細については、上述の第 2 の実施形態で用いる成形型 61 と同様である。

[0147] また、パッケージ基板 20 を溶融ガラス滴 44 の温度よりも低い所定の温度に加熱しておくことも好ましい。それにより、パッケージ基板 20 に対する溶融ガラスのなじみがよくなり、短時間で必要な範囲全体に溶融ガラスが行き渡りやすくなる。また、溶融ガラスが固化した後の、ガラス部材 40 とパッケージ基板 20 との密着性が向上するというメリットもある。一方、パッケージ基板 20 の温度が高すぎると、LEDチップ 10 や蛍光体層 30 の劣化に起こりやすくなる。このような観点から、パッケージ基板 20 の温度は、50℃～200℃の範囲が好ましく、80℃～150℃の範囲がより好ましい。

[0148] このように、本実施形態においては、所定の形状の成形面 64 に溶融ガラス滴 44 を滴下するため、高い圧力を加えること無く、ガラス部材 40 を所望の形状に形成することができる。また、LEDチップ 10 や蛍光体層 30 は、滴下された溶融ガラス滴 44 がある程度冷却された後の所定のタイミングで、溶融ガラス滴 44 の内部に封入されることになるため、溶融ガラス滴 44 からの熱の影響を最小限に抑えることができる。従って、各部材の温度

による劣化や圧力による破損を十分に抑制しながら、短時間で発光ダイオードユニット50を製造することができる。

[0149] 〈第4の実施形態〉

第4の実施形態の発光ダイオードユニットの製造方法について、図1、図10及び図11を参照して説明する。本実施形態の発光ダイオードユニットの製造方法は、LEDチップの発光面を溶融ガラス滴に埋め込み、溶融ガラス滴を固化させて発光面をガラス部材で封止する封止工程と、溶融ガラス滴が固化して形成されたガラス部材の表面に、蛍光体を透光性部材に分散させた蛍光体層を形成する蛍光体層形成工程と、を有している。本実施形態の封止工程では、LEDチップを載置するパッケージ基板の上に、パッケージ基板よりも高温の溶融ガラス滴を滴下することにより、LEDチップの発光面を溶融ガラス滴に埋め込む。

[0150] 図1はパッケージ基板の上に載置されたLEDチップの断面図、図10はパッケージ基板の上に溶融ガラス滴を滴下する工程を示す模式図である。また、図11は本実施形態の製造方法で製造された発光ダイオードユニットの断面図である。

[0151] (封止工程)

図1(a)は、パッケージ基板20の上にLEDチップ10が載置されている状態の一例を示す図であり、第1の実施形態と同じであるので、説明は省略する。

[0152] 本実施形態では、LEDチップ10を載置するパッケージ基板20の上に、パッケージ基板20よりも高温の溶融ガラス滴44を滴下することにより、LEDチップ10の発光面12を溶融ガラス滴44に埋め込む。図10(a)～(c)は、パッケージ基板20の上に溶融ガラス滴44を滴下してLEDチップ10の発光面12を溶融ガラス滴44に埋め込む工程を順に示す模式図で、図3に示した第1の実施の形態の封止工程で、LEDチップ10の表面12上に蛍光体層30が供給されていない状態で、パッケージ基板20の上に溶融ガラス滴を滴下するのと同じである。封止の方法は、図3に示

した方法と同じであるので、説明は省略する。なお、図4に示したパッケージ基板20を傾けておいて溶融ガラス滴44を滴下する方法も適用可能である。

[0153] (蛍光体層形成工程)

次に、滴下した溶融ガラス滴44が固化して形成されたガラス部材40の表面45に、蛍光体を透光性部材に分散させた蛍光体層30を形成する。この工程によって発光ダイオードユニット50が完成する。図11は、蛍光体層30が形成された発光ダイオードユニット50の断面図である。図11(a)は、図1(a)に示したLEDチップ10を1つ備える場合の完成された発光ダイオードユニット50の構成を、図3(b)は、図1(b)に示したLEDチップ10を3つ備える場合の完成された発光ダイオードユニット50の構成を、それぞれ示している。

[0154] 蛍光体層30に含まれる蛍光体は、LEDチップ10の発光面12から射出した光の波長を変換するものであり、製造する発光ダイオードユニット50の用途や種類に応じて適宜選択して用いればよい。詳細は、第1の実施形態に示したと同じであるので、説明は省略する。

[0155] 蛍光体層30を構成する透光性部材は、特に限定されるものではなく、合成樹脂でもよいし、ガラスでもよい。本実施形態で製造した発光ダイオードユニットは、LEDチップ10と蛍光体層30とが密着せずにガラス部材40によって隔たれた状態となるため、透光性部材として合成樹脂を用いた場合でも、LEDチップ10の発熱等による蛍光体層30の劣化は抑制される。LEDチップ10の発熱等による劣化を十分に抑制する観点からは、透光性部材として用いる合成樹脂は、シリコン樹脂、エポキシ樹脂又はシリカエポキシのハイブリッド樹脂であることが好ましい。

[0156] LEDチップ10の発熱等による劣化をより効果的に抑制する観点からは、透光性部材としてガラスを用いることが好ましい。蛍光体をガラスに分散させた蛍光体層30は、溶融ガラス滴44が固化して形成されたガラス部材40の表面に蛍光体を分散させた組成物を塗布し、塗布した組成物を加熱す

ることにより形成することができる。組成物の塗布は、スピンコートやディップコートなどの手法を用いればよい。また、塗布した組成物の加熱には、ドライオープン等を用いればよい。加熱後に形成される蛍光体層 30 の膜厚は、 $10\text{ }\mu\text{m}\sim 80\text{ }\mu\text{m}$ が好ましい。好ましい組成物としては、上述した、無機ポリマーと有機溶剤とを含む組成物や、有機シロキサン化合物を含む組成物などが挙げられる。詳細は第 1 の実施形態と同じでよいので、説明は省略する。

[0157] このように、本実施形態の方法によれば、LED チップ 10 やパッケージ基板 20 などをヒータによって直接加熱する必要が無いため、これらの部材は溶融ガラス滴 44 からの熱伝導によって短時間昇温されるだけですみ、熱による劣化を十分に抑制することができる。また、非常に短時間で LED チップ 20 等の封止を完了することができる。更に、溶融ガラス滴 44 を滴下するだけで、高い圧力を加えることなく LED チップ 10 の周囲をガラスで封止できるため、圧力による部材の破損を抑制することができる。

[0158] 〈第 5 の実施形態〉

第 5 の実施形態の発光ダイオードユニットの製造方法について図 12、図 13 を参照して説明する。本実施形態の発光ダイオードユニットの製造方法は、第 4 の実施形態と同様に、LED チップの発光面を溶融ガラス滴に埋め込み、溶融ガラス滴を固化させて発光面をガラス部材で封止する封止工程と、溶融ガラス滴が固化して形成されたガラス部材の表面に、蛍光体を透光性部材に分散させた蛍光体層を形成する蛍光体層形成工程と、を有している。本実施形態の封止工程では、パッケージ基板の上に溶融ガラス滴を滴下した後、溶融ガラス滴が固化する前に、溶融ガラス滴を成型型で加圧してガラス部材を所定の形状に成形する。パッケージ基板の上に溶融ガラス滴を滴下する工程、及び、固化したガラス部材に蛍光体層を形成する蛍光体形成工程については上述の第 4 の実施形態の場合と同様である。以下、第 4 の実施形態と異なる部分について説明する。

[0159] 図 12 (a) ~ (d) は、第 5 の実施形態における封止工程を順に示す模

式図であり、図6に示した第2の実施の形態の封止工程で、LEDチップ10の表面12上に蛍光体層30が供給されていない状態で、パッケージ基板20の上に溶融ガラス滴を滴下するのと同じである。封止の方法は、図6に示した方法と同じであるので、説明は省略する。なお、図7に示したパッケージ基板20を傾けておいて溶融ガラス滴44を滴下する方法も適用可能である。

[0160] 次に、蛍光体層形成工程で、所定の形状に成形されたガラス部材40の表面に、蛍光体を透光性部材に分散させた蛍光体層30を形成する。この工程によって発光ダイオードユニット50が完成する。蛍光体層形成工程の詳細については、第4の実施形態の場合と同様である。図13は、本実施形態の方法で製造された発光ダイオードユニット50の断面図である。図13(a)と(b)はLEDチップ10を1つ備える場合の構成を、図13(c)はLEDチップ10を3つ備える場合の構成を、それぞれ示している。

[0161] 本実施形態の方法によれば、溶融ガラス滴44を成型型で成形することによってガラス部材40の形状を形成するため、用途に応じた所望の形状を容易に形成することができる。例えば、成形面63が凹面からなる成型型61で加圧することによって、図13(a)の発光ダイオードユニット50のように、ガラス部材40の表面を曲率の大きい凸形状とすることもできるし、成形面63が平面からなる成型型61で加圧することによって、図13(b)の発光ダイオードユニット50のように、ガラス部材40の表面を平面とすることもできる。また、LEDチップ10を複数個備える構成の場合には、図13(c)の発光ダイオードユニット50のように、それぞれのLEDチップ10に対応した複数の凸部が配列した形状とすることもできる。このように、従来知られているガラスシートをパッケージ基板20等の部材ごと加熱して加圧する方法では長時間にわたって高温、高圧を加えなければ形成できないような形状であっても、非常に短時間、小さい圧力を加えるだけで形成することができる。

[0162] 〈第6の実施形態〉

第6の実施形態の発光ダイオードユニットの製造方法について図14～16を参照して説明する。本実施形態の発光ダイオードユニットの製造方法は、第4の実施形態と同様に、LEDチップの発光面を溶融ガラス滴に埋め込み、溶融ガラス滴を固化させて発光面をガラス部材で封止する封止工程と、溶融ガラス滴が固化して形成されたガラス部材の表面に、蛍光体を透光性部材に分散させた蛍光体層を形成する蛍光体層形成工程と、を有している。本実施形態の封止工程では、成形型の下型（以下、下型と言う）に載置されたLEDチップの上に、下型よりも高温の溶融ガラス滴を滴下することにより、LEDチップの発光面を溶融ガラス滴に埋め込む。溶融ガラス滴を滴下した後に成形型の上型（以下、上型と言う）で加圧する工程や、固化したガラス部材に蛍光体層を形成する蛍光体形成工程については上述の第4、第5の実施形態の場合と同様である。以下、第4、第5の実施形態と異なる部分について説明する。

[0163] まず、下型62の上にLEDチップ10を載置する。図14は、下型62の上にLEDチップ10が載置されている状態を示す図である。図14（a）のように、1つの下型62に1つのLEDチップ10を載置してもよいし、図14（b）のように、1つの下型62に複数のLEDチップ10を配列し、複数のLEDチップ10をガラス部材で一体化した構成の発光ダイオードユニット50を製造することも好ましい。このように複数のLEDチップ10をガラス部材で一体化した構成の発光ダイオードユニット50は、特に高い光束が必要とされる用途に適している。

[0164] 下型62の、LEDチップ10を載置する面の形状に特に制限は無く、平面の他、凹面や凸面であってもよい。LEDチップ10を載置する面に、所定の角度の斜面65を設けておき、斜面65の転写によってガラス部材40に形成された面を、発光ダイオードユニット50をパッケージ基板20に固定する際の位置決め面として用いることも好ましい。また、下型62に、LEDチップ10を所定の位置に位置決めできるような凹凸を設けておくことも好ましい。なお、LEDチップ10を正確に位置決めして載置する必要が

ある場合には、半田等を用いてＬＥＤチップ１０を下型６２に仮止めしてもよい。

[0165] 下型６２の材質は、耐熱性が高く、熔融ガラスと反応しにくい材質が好ましく、上述の上型６１と同様の材質を用いることが好ましい。

[0166] 次に、ＬＥＤチップ１０の発光面１２を熔融ガラス滴４４に埋め込み、熔融ガラス滴４４を固化させて発光面１２をガラス部材４０で封止する封止工程を行う。本実施形態では、下型６２に載置されたＬＥＤチップ１０の上に、下型６２よりも高温の熔融ガラス滴４４を滴下することにより、ＬＥＤチップ１０の発光面１２を熔融ガラス滴４４に埋め込む。

[0167] 図１５（ａ）～（ｄ）は、本実施形態における封止工程を順に示す模式図である。まず、ＬＥＤチップ１０が載置された下型６２の上に、下型６２よりも高温の熔融ガラス滴４４を滴下する（図１５（ａ）、（ｂ））。熔融ガラス滴４４の滴下は、ヒータ４２によって滴下ノズル４１を所定温度に加熱することにより行う。熔融ガラス滴４４の滴下方法の詳細については第４の実施形態の場合と同様である。ＬＥＤチップ１０を載置する下型６２は、予め所定の温度に加熱しておくことが好ましい。それにより、下型６２の転写によって形成されるガラス部材４０の面の形状が安定する。所定の温度とは、滴下する熔融ガラス滴４４の温度よりも低く、滴下した熔融ガラス滴４４が冷却されて固化する温度であって、使用するガラスの種類等に応じて適宜選択すればよい。

[0168] 次に、下型６２を上型６１と対向する位置に移動し、熔融ガラス滴４４が冷却されて固化する前に上型６１で加圧し、ガラス部材４０を所定の形状に成形する（図１５（ｃ））。熔融ガラス滴４４は、下型６２及び上型６１への熱伝導によって急速に冷却され、短時間で固化してガラス部材４０となる。加圧を解除した後、上型６１を上方に移動し、得られた成形体を回収する（図１５（ｄ））。このような方法によれば、ガラス部材４０の形状を、用途に応じた所望の形状とすることができる。上型６１による加圧の詳細については第５の実施形態の場合と同様である。なお、図７に示したパッケージ

基板 20 を傾けておいて溶融ガラス滴 44 を滴下する方法も適用可能である。

[0169] また、本実施形態では、下型 62 の上に溶融ガラス滴 44 を滴下した後、上型 61 で加圧することなくそのまま溶融ガラス滴 44 を固化させて発光面 12 を封止してもよい。このような方法によれば、圧力を加えることなく発光面 12 をガラス部材 40 で封止できるため、圧力による LED チップ 10 等の破損を抑制することができる。

[0170] 次に、蛍光体層形成工程で、ガラス部材 40 の表面に、蛍光体を透光性部材に分散させた蛍光体層 30 を形成する。この工程によって発光ダイオードユニット 50 が完成する。蛍光体層形成工程の詳細については、第 4 の実施形態の場合と同様である。図 16 は、本実施形態の方法で製造された発光ダイオードユニット 50 の断面図である。図 16 (a) は下型 62 の上に溶融ガラス滴 44 を滴下した後、上型 61 で加圧することなくそのまま溶融ガラス滴 44 を固化させる方法で作製した発光ダイオードユニット 50 の例を示している。また、図 16 (b) と (c) は溶融ガラス滴 44 が冷却されて固化する前に上型 61 で加圧し、ガラス部材 40 を所定の形状に成形する方法で作製した発光ダイオードユニット 50 の例であり、図 16 (b) は LED チップ 10 を 1 つ備える場合の構成を、図 16 (c) は LED チップ 10 を 3 つ備える場合の構成を、それぞれ示している。

[0171] 更に、溶融ガラス滴 44 が固化した後、LED チップ 10 に給電するためのリード部 21 を有するパッケージ基板 20 の上に LED チップ 10 を載置し、LED チップ 10 の電極部と、パッケージ基板 20 のリード部 21 とを電氣的に接続する工程を設け、LED チップ 10 とパッケージ基板 20 とが一体化した発光ダイオードユニット 50 を製造することも好ましい。LED チップ 10 とパッケージ基板 20 とが一体化した発光ダイオードユニット 50 の構成は、図 11、図 13 に示したものと同様である。

[0172] LED チップ 10 の電極部 11 とパッケージ基板 20 のリード部 21 との接続には、通常のフリップチップボンディングの手法を用いればよい。例え

ば、リード部 21 の上に導電材料からなるバンプ（突起）を設けておき、高温のヒータ上にパッケージ基板 20 を固定し、画像処理によって LED チップ 10 とパッケージ基板 20 の位置調整を行いながら荷重を加えて接続する方法などが挙げられる。接続の際、ヒータの熱と荷重の他、超音波を加えることも好ましい。また、上述のように、下型 62 に斜面 65 が設けられている場合には、ガラス部材 40 に形成された斜面 46 を位置決め面として用いることで、位置調整のための画像処理等を不要とすることもできる。

[0173] 〈第 7 の実施形態〉

第 7 の実施形態の発光ダイオードユニットの製造方法について図 17 を参照して説明する。本実施形態の発光ダイオードユニットの製造方法は、第 4 の実施形態と同様に、LED チップの発光面を溶融ガラス滴に埋め込み、溶融ガラス滴を固化させて発光面をガラス部材で封止する封止工程と、溶融ガラス滴が固化して形成されたガラス部材の表面に、蛍光体を透光性部材に分散させた蛍光体層を形成する蛍光体層形成工程と、を有している。本実施形態の封止工程では、下型の上に該下型よりも高温の溶融ガラス滴を滴下し、電極部とリード部とが電氣的に接続された状態で LED チップを載置するパッケージ基板を上下反転させ、下型の上に滴下された溶融ガラス滴に、上方から LED チップの発光面を埋め込む。溶融ガラス滴を滴下する方法や、固化したガラス部材に蛍光体層を形成する蛍光体形成工程については上述の第 4 ～第 6 の実施形態の場合と同様である。以下、第 4 ～第 6 の実施形態と異なる部分について説明する。

[0174] 図 17 (a) ～ (d) は、第 7 の実施形態における封止工程を順に示す模式図であり、図 9 に示した第 3 の実施の形態の封止工程で、成形型の成形面に、成形型よりも高温の溶融ガラス滴を滴下し、LED チップ 10 の表面 12 上に蛍光体層 30 が供給されていない状態で、LED チップが載置されたパッケージ基板を上下反転させ、滴下された溶融ガラス滴が固化する前に、LED チップが載置された側の面で溶融ガラス滴を加圧して LED チップをガラス部材で封止するのと同じである。封止の方法は、図 9 に示した方法と

同じであるので、説明は省略する。

[0175] 次に、蛍光体層形成工程で、ガラス部材 40 の表面に、蛍光体を透光性部材に分散させた蛍光体層 30 を形成する。この工程によって発光ダイオードユニット 50 が完成する。蛍光体層形成工程の詳細については、第 4 の実施形態の場合と同様である。また、本実施形態の方法で製造された発光ダイオードユニット 50 の構成は、図 13 に示した第 5 の実施形態の場合と同様である。

[0176] このように、本実施形態においては、下型 62 の、所定の形状に形成された成形面 64 に溶融ガラス滴 44 を滴下するため、高い圧力を加えることなく、ガラス部材 40 を所望の形状に形成することができる。また、LED チップ 10 は、滴下された溶融ガラス滴 44 がある程度冷却された後の所定のタイミングで、溶融ガラス滴 44 の内部に封入されることになるため、溶融ガラス滴 44 からの熱の影響を最小限に抑えることができる。従って、各部材の温度による劣化や圧力による破損を十分に抑制しながら、短時間で発光ダイオードユニット 50 を製造することができる。

[0177] 〈第 8 の実施形態〉

第 8 の実施形態の発光ダイオードユニットの製造方法について図 18 を参照して説明する。本実施形態の発光ダイオードユニットの製造方法は、第 4 の実施形態と同様に、LED チップの発光面を溶融ガラス滴に埋め込み、溶融ガラス滴を固化させて発光面をガラス部材で封止する封止工程と、溶融ガラス滴が固化して形成されたガラス部材の表面に、蛍光体を透光性部材に分散させた蛍光体層を形成する蛍光体層形成工程と、を有している。本実施形態の封止工程では、LED チップを下型に対向する上型に仮止めし、下型の上に滴下された溶融ガラス滴に、上方から LED チップの発光面を埋め込むと共に、下型と上型とで溶融ガラス滴を加圧してガラス部材を所定の形状に成形する。溶融ガラス滴を滴下する方法や、固化したガラス部材に蛍光体層を形成する蛍光体形成工程については上述の第 4 ～第 7 の実施形態の場合と同様である。以下、第 4 ～第 7 の実施形態と異なる部分について説明する。

[0178] 図18(a)～(d)は、第8の実施形態における封止工程を順に示す模式図である。まず、LEDチップ10は、発光面12を下方に向けて上型61に仮止めする。仮止めには半田等を用いればよい。そして、下型62の成形面64に、下型62よりも高温の溶融ガラス滴44を滴下する(図18(a)、(b))。成形面64は、予め、製造する発光ダイオードユニット50のガラス部材40の形状に応じた所定の形状に加工しておく。溶融ガラス滴44の滴下は、ヒータ42によって滴下ノズル41を所定温度に加熱することにより行う。溶融ガラス滴44の滴下方法の詳細については第4の実施形態の場合と同様である。

[0179] 次に、滴下された溶融ガラス滴44が冷却されて固化する前の所定のタイミングで、溶融ガラス滴44に、上方からLEDチップ10の発光面12を埋め込むと共に、下型62と上型61とで溶融ガラス滴44を加圧してガラス部材40を所定の形状に成形する(図18(c))。溶融ガラス滴44は、上型61及び下型62への熱伝導によって急速に冷却され、短時間で固化してガラス部材40となる。加圧を解除した後、上型61を上方に移動し、仮止めを外して発光ダイオードユニット50を回収する(図18(d))。

[0180] LEDチップ10が仮止めされた上型61で溶融ガラス滴44を加圧するタイミングは、第7の実施形態の場合と同様、熱によるLEDチップ10等の劣化を抑制するという観点からは遅い方が好ましいが、遅すぎるとガラス部材40を所定の形状に成型するために必要な圧力が高くなってしまう。このような観点から、溶融ガラス滴44を下型62に滴下してから数秒～十数秒後に加圧することが好ましい。加える荷重や加圧時間は適宜設定すればよい。また、上型61及び下型62は予め所定の温度に加熱しておくことが好ましい。上型61及び下型62の温度や材質の詳細については、上述の第5～第7の実施形態の場合と同様である。

[0181] 次に、蛍光体層形成工程で、ガラス部材40の表面に、蛍光体を透光性部材に分散させた蛍光体層30を形成する。この工程によって発光ダイオードユニット50が完成する。蛍光体層形成工程の詳細については、第4の実施

形態の場合と同様である。また、本実施形態の方法で製造された発光ダイオードユニット５０の構成は、図１６に示した第６の実施形態の場合と同様である。

[0182] 更に、熔融ガラス滴４４が固化した後、ＬＥＤチップ１０に給電するためのリード部２１を有するパッケージ基板２０の上にＬＥＤチップ１０を載置し、ＬＥＤチップ１０の電極部と、パッケージ基板２０のリード部２１とを電氣的に接続する工程を設け、ＬＥＤチップ１０とパッケージ基板２０とが一体化した発光ダイオードユニット５０を製造することも好ましい。ＬＥＤチップ１０とパッケージ基板２０とが一体化した発光ダイオードユニット５０の構成は、図１３に示したものと同様である。

[0183] このように、本実施形態においては、所定の形状の成形面６４に熔融ガラス滴４４を滴下するため、高い圧力を加えることなく、ガラス部材４０を所望の形状に形成することができる。また、ＬＥＤチップ１０は、滴下された熔融ガラス滴４４がある程度冷却された後の所定のタイミングで、熔融ガラス滴４４に埋め込まれることになるため、熔融ガラス滴４４からの熱の影響を最小限に抑えることができる。従って、各部材の温度による劣化や圧力による破損を十分に抑制しながら、短時間で発光ダイオードユニット５０を製造することができる。

[0184] 〈第９の実施形態〉

第９の実施形態の発光ダイオードユニットの製造方法について図１、図１９及び図２０を参照して説明する。本実施形態の発光ダイオードユニットの製造方法は、熔融ガラス滴を固化させて第１のガラス体を形成することにより、パッケージ基板に載置されたＬＥＤチップの発光面を第１のガラス体で封止する工程（封止工程）と、第１のガラス体の上に、蛍光体を有する第２のガラス体を積層する工程（積層工程）と、を有している。封止工程では、ＬＥＤチップが載置されたパッケージ基板の上に、パッケージ基板よりも高温の熔融ガラス滴を滴下して固化させることにより第１のガラス体を形成する。

[0185] (封止工程)

図 1 (a) は、LEDチップ 10 を載置するパッケージ基板 20 の一例を示す断面図であり、第 1 の実施形態と同じであるので、説明は省略する。

[0186] 本工程では、LEDチップ 10 が載置されたパッケージ基板 20 の上に、パッケージ基板 20 よりも高温の溶融ガラス滴 44 を滴下して固化させることにより第 1 のガラス体 70 を形成し、パッケージ基板 20 に載置された LEDチップ 10 の発光面 12 を第 1 のガラス体 70 で封止する。図 19 (a) ~ (c) は、本実施形態における封止工程を順に示す模式図で、ガラス部材 40 の名称が第 1 のガラス体 70 と変わっている以外は上述した第 4 の実施形態と同じであるので、説明は省略する。

[0187] このように、本実施形態の方法によれば、LEDチップ 10 やパッケージ基板 20 をヒータによって長時間加熱する必要が無く、溶融ガラス滴 44 からの熱伝導による極短時間の昇温だけですむため、これらの部材の熱による劣化を十分に抑制しながら短時間で発光面 12 の封止を完了することができる。また、溶融ガラス滴 44 を滴下するだけで、高い圧力を加えることなく LEDチップ 10 の周囲をガラスで封止できるため、圧力による部材の破損を抑制することができる。更に、LEDチップ 10 と蛍光体とが直接接触せずに第 1 のガラス体 70 によって隔たれた構成となるため、LEDチップ 10 からの熱の影響による蛍光体の劣化を抑制することができる。

[0188] また、本工程では、第 1 のガラス体 70 を形成することで、発光面 12 のみならず電極部 11 も封止することが好ましい。通常、LEDチップ 10 の電極部 11 は破損しやすいため、電極部 11 を第 1 のガラス体 70 で確実に封止しておくことにより、LEDチップ 10 の破損をより効果的に抑制することができる。

[0189] パッケージ基板 20 の LEDチップ 10 を載置する部分の周囲には、滴下した溶融ガラス滴 44 の広がり規制するための図 1 に示した斜面部 22 を形成しておくことが好ましい。それにより、溶融ガラス滴 44 の粘度に拘わらず、必要な領域を確実に封止することができる。斜面部 22 は、LEDチ

チップ10の発光面12を確実に封止できるように発光面12よりも高く形成しておくことが好ましい。また、LEDチップ10から射出した光の一部が斜面部22に到達した場合に、これらの光が斜面部22で反射して効率よく前方に射出されるように、斜面部22を所定の傾斜面とすることが好ましい。それにより、発光ダイオードユニットの発光効率を向上させることができる。

[0190] (積層工程)

次に、第1のガラス体の上に、LEDチップから射出した光の波長を変換するための蛍光体を有する第2のガラス体を積層する。この工程によって発光ダイオードユニット50が完成する。図20は、第2のガラス体80が積層された発光ダイオードユニット50の断面図である。図20(a)と(b)はLEDチップ10を1つ備える場合の構成を、図20(c)はLEDチップ10を3つ備える場合の構成を、それぞれ示している。

[0191] 第2のガラス体80が有する蛍光体は、LEDチップ10の発光面12から射出した光の波長を変換するものであり、製造する発光ダイオードユニット50の用途や種類に応じて適宜選択して用いればよい。蛍光体は、第1の実施形態に示したものと同一であるので、説明は省略する。

[0192] 第2のガラス体80は、一方の表面82を第1のガラス体70の表面にあわせた形状(図20ではゆるやかな凹面)としておき、隙間が生じないように接着剤を用いて第1のガラス体70の上に積層する。接着剤は、ハンダガラスなど、有機成分を含まないものが好ましい。第2のガラス体80の他方の表面81の形状に特に制限はなく、図20(a)、(b)のようにゆるやかな凸面でもよいし、図20(c)のように平面でもよい。また、第2のガラス体80として用いるガラスの種類にも特に制限はなく、公知のガラスの中から適宜選択して用いればよい。第1のガラス体70と第2のガラス体80の境界面における光の反射を抑制して発光ダイオードユニットの発光効率を向上させる観点からは、第1のガラス体70と屈折率の近いガラスを第2のガラス体80として用いることが好ましい。

- [0193] 蛍光体を有する第2のガラス体80としては、(A)内部に蛍光体を分散させた混練ガラスや、(B)少なくとも一方の表面に蛍光体を含む蛍光体層を有するガラス体などを好適に用いることができる。
- [0194] 先ず、蛍光体を有する第2のガラス体80として、(A)内部に蛍光体を分散させた混練ガラスを用いる場合(図20(a)、(c))について説明する。
- [0195] 内部に蛍光体を分散させた混練ガラスは、ガラス粉末と蛍光体粉末とを混合した混合材料を加圧成形することにより作製することが好ましい。混練ガラスは、第1の実施形態で述べたものと同じでよいので、説明は省略する。
- [0196] また、混練ガラス中の蛍光体の含有量も、第1の実施形態と同じでよいので、説明は省略する。
- [0197] 次に、蛍光体を有する第2のガラス体80として、(B)少なくとも一方の表面に蛍光体を含む蛍光体層83を有するガラス体を用いる場合(図20(b))について説明する。
- [0198] 蛍光体を含む蛍光体層83は、第2のガラス体80の対向する2つの表面81、82のうち、第1のガラス体70と接する側の表面82に設けてもよいし、光を射出する側の表面81に設けてもよい。また、表面81、82の両方に蛍光体層83を設けてもよい。
- [0199] 複数種の蛍光体を用いる場合は、単一の蛍光体層83に全ての蛍光体を含有させてもよいし、含有する蛍光体の種類の異なる複数の層を積層した構成としてもよい。一般に、複数種の蛍光体を同時に使用する場合、第1の蛍光体からの発光が別の第2の蛍光体を励起する、いわゆる多段励起による損失が問題となりやすい。このような多段励起による損失を効果的に減少させる観点からは、含有する蛍光体の種類の異なる複数の層を積層した構成とすることが好ましい。更に、光源となるLEDチップ10からの光が先に到達する側に発光波長が長い方の蛍光体を配置し、後から到達する側に発光波長が短い方の蛍光体を配置することで、多段励起による損失をより効果的に減少させることができる。

[0200] 蛍光体層 83 は、予め所望の形状に加工されたガラス体の表面に蛍光体を分散させた組成物を塗布し、塗布した組成物を加熱することにより形成することができる。組成物の塗布は、スピンコート、ディップコート、スプレーコートなど公知の手法を用いればよい。また、塗布面の形状に応じ、バーコーターを用いて塗布することも好ましい。塗布した組成物の加熱には、ドライオーブン等を用いればよい。加熱後に形成される蛍光体層 83 の膜厚は、 $10\mu\text{m} \sim 80\mu\text{m}$ が好ましい。塗布する組成物は、加水分解等の反応によりゲル化した後、ゲルを加熱することによりガラス体が形成されるもの（ゾルゲル溶液）であってもよいし、溶媒成分を揮発させることにより、ゲル化することなく直接ガラス体が形成されるものであってもよい。

[0201] 前者（ゾルゲル溶液）としては、第 2 のガラス体 80 の成分となる金属の有機化合物を含む溶液を用いることができる。ゾルゲル溶液は、第 1 の実施形態に述べたものと同じでよいので、説明は省略する。

[0202] 一方、後者（溶媒成分を揮発させることにより、ゲル化することなく直接ガラス体が形成されるもの）としては、例えば、無機ポリマーと有機溶剤とを含む組成物が挙げられる。この組成物は、第 1 の実施形態で述べたものと同じでよいので、説明は省略する。

[0203] 〈第 10 の実施形態〉

第 10 の実施形態の発光ダイオードユニットの製造方法について図 21、図 22 を参照して説明する。本実施形態の発光ダイオードユニットの製造方法は、溶融ガラス滴を固化させて第 1 のガラス体を形成することにより、パッケージ基板に載置された LED チップの発光面を第 1 のガラス体で封止する工程（封止工程）と、第 1 のガラス体の上に、蛍光体を有する第 2 のガラス体を積層する工程（積層工程）と、を有している。本実施形態の封止工程では、LED チップが載置されたパッケージ基板の上に、パッケージ基板よりも高温の溶融ガラス滴を滴下した後、溶融ガラス滴が固化する前に、パッケージ基板と成形型の上型（以下、上型と言う）とで溶融ガラス滴を加圧して第 1 のガラス体を所定の形状に成形する。積層工程については上述の第 1

の実施形態の場合と同様である。以下、第１の実施形態と異なる部分を中心に説明する。

[0204] 図２１（ａ）～（ｄ）は、第１０の実施形態における封止工程を順に示す模式図である。まず、第９の実施形態の場合と同様に、ＬＥＤチップ１０が載置されたパッケージ基板２０の上に、パッケージ基板２０よりも高温の溶融ガラス滴４４を滴下する（図２１（ａ）、（ｂ））。溶融ガラス滴４４の滴下は、ヒータ４２によって滴下ノズル４１を所定温度に加熱することにより行う。溶融ガラス滴４４の滴下方法の詳細については第９の実施形態の場合と同様である。

[0205] 溶融ガラス滴４４を滴下した後、パッケージ基板２０を上型６１と対向する位置に移動し、溶融ガラス滴４４が冷却されて固化する前に、パッケージ基板２０と上型６１とで溶融ガラス滴４４を加圧する（図２１（ｃ））。溶融ガラス滴４４は、パッケージ基板２０及び上型６１への熱伝導によって急速に冷却され、短時間で固化して第１のガラス体７０となる。加圧を解除した後、上型６１を上方に移動し、第１のガラス体７０と一体化したパッケージ基板２０を回収する（図２０（ｄ））。このように、本実施形態においては、滴下した溶融ガラス滴４４を加圧して変形させるため、ガラスシートをパッケージ基板２０等の部材ごと加熱して加圧する場合に比べ、加圧の荷重を非常に小さく抑えることができ、また、非常に短い加圧時間で十分に変形させることができる。そのため、各部材の温度による劣化や圧力による破損を十分に抑制しながら、短時間で発光ダイオードユニット５０を製造することができる。成形の方法の詳細は第２の実施形態と同じでよいので、説明は省略する。

[0206] 上型６１の成形面６３の形状は、平面、凸面、凹面など、特に制限はなく適宜選択すればよい。第１のガラス体７０の上に積層する第２のガラス体８０を容易に作製できるという観点からは、成形面６３を平面とし、第１のガラス体７０の表面７１を平面に形成することが好ましい。

[0207] 次に、所定の形状に成形された第１のガラス体の上に、ＬＥＤチップから

射出した光の波長を変換するための蛍光体を有する第2のガラス体を積層する（積層工程）。この工程によって発光ダイオードユニットが完成する。積層工程の詳細については、第9の実施形態の場合と同様である。図22は、本実施形態の方法で製造された発光ダイオードユニット50の断面図である。図22（a）と（b）はLEDチップ10を1つ備える場合の構成を、図22（c）はLEDチップ10を3つ備える場合の構成を、それぞれ示している。

[0208] 第2のガラス体80の形状に特に制限はなく、製造する発光ダイオードユニット50の仕様に応じて適切な形状を選択することができる。第1のガラス体70に対向する側の表面82は、第1のガラス体70の表面71の形状に近似した形状とすることで、接着剤による積層が容易になるという利点がある。例えば、図22（a）～（c）のように第1のガラス体70の表面71が平面の場合は、第1のガラス体70に対向する側の表面82は平面であることが好ましい。更に、図22（a）、（c）のように第2のガラス体80の対向する2つの表面81、82をいずれも平面とすることで、第2のガラス体80を容易に製造できるという利点がある。また、所望の光学特性を得るため、図22（b）のように、第2のガラス体80の光が出射する側の表面81の形状を凸面や凹面等で構成することも好ましい。第2のガラス体80は、（A）内部に蛍光体を分散させた混練ガラス（図22（a）、（c））でもよいし、（B）少なくとも一方の表面に蛍光体を含む蛍光体層83を有するガラス体（図22（b））でもよい。

[0209] このように、従来知られているガラスシートをパッケージ基板20等の部材ごと加熱して加圧する方法では長時間にわたって高温、高圧を加えなければ形成できないような形状であっても、非常に短時間、小さい圧力を加えるだけで形成することができる。

[0210] 〈第11の実施形態〉

第11の実施形態の発光ダイオードユニットの製造方法について図23を参照して説明する。本実施形態の発光ダイオードユニットの製造方法は、溶

融ガラス滴を固化させて第１のガラス体を形成することにより、パッケージ基板に載置されたＬＥＤチップの発光面を第１のガラス体で封止する工程（封止工程）と、第１のガラス体の上に、蛍光体を有する第２のガラス体を積層する工程（積層工程）と、を有している。本実施形態の封止工程では、成形型の下型（以下、下型と言う）の上に該下型よりも高温の溶融ガラス滴を滴下し、ＬＥＤチップが載置されたパッケージ基板を上下反転させて、溶融ガラス滴が固化する前にパッケージ基板と下型とで溶融ガラス滴を加圧して第１のガラス体を所定の形状に成形する。積層工程については上述の第９及び第１０の実施形態の場合と同様である。以下、第９及び第１０の実施形態と異なる部分を中心に説明する。

[0211] 図２３（ａ）～（ｄ）は、第１１の実施形態における封止工程を順に示す模式図である。まず、下型６２の成形面６４に、下型６２よりも高温の溶融ガラス滴４４を滴下する（図２３（ａ）、（ｂ））。成形面６４は、予め、製造する発光ダイオードユニット５０の第１のガラス体７０の形状に応じた所定の形状に加工しておく。溶融ガラス滴４４の滴下は、ヒータ４２によって滴下ノズル４１を所定温度に加熱することにより行う。溶融ガラス滴４４の滴下方法の詳細については第９の実施形態の場合と同様である。

[0212] 次に、ＬＥＤチップ１０が載置されたパッケージ基板２０を上下反転させ、滴下された溶融ガラス滴４４が冷却されて固化する前の所定のタイミングで、パッケージ基板２０と下型６２とで溶融ガラス滴４４を加圧する（図２３（ｃ））。溶融ガラス滴４４は、パッケージ基板２０及び下型６２への熱伝導によって急速に冷却され、短時間で固化して第１のガラス体７０となる。第１のガラス体７０が所定の温度に冷却された後、パッケージ基板２０を上方に移動して加圧を解除し、第１のガラス体７０と一体化したパッケージ基板２０を回収する（図２３（ｄ））。

[0213] パッケージ基板２０と下型６２とで溶融ガラス滴４４を加圧するタイミングは、熱によるＬＥＤチップ１０等の劣化を抑制するという観点からは遅い方が好ましいが、遅すぎると第１のガラス体７０を所定の形状に成形するた

めに必要な圧力が高くなってしまふ。このような観点から、溶融ガラス滴 44 を下型 62 に滴下してから数秒～十数秒後に溶融ガラス滴 44 を加圧することが好ましい。加える荷重や加圧時間は適宜設定すればよい。また、下型 62 は予め所定の温度に加熱しておくことが好ましい。それにより、下型 62 の転写によって形成される第 1 のガラス体 70 の面の形状が安定する。所定の温度とは、滴下する溶融ガラス滴 44 の温度よりも低い温度であって、使用するガラスの種類等に応じて適宜選択すればよい。下型 62 の材質は、耐熱性が高く、溶融ガラスと反応しにくい材質が好ましく、上述の第 10 の実施形態の上型 61 と同様の材質を用いることが好ましい。

[0214] また、LEDチップ 10 が載置されたパッケージ基板 20 を溶融ガラス滴 44 の温度よりも低い所定の温度に加熱しておくことも好ましい。それにより、LEDチップ 10 やパッケージ基板 20 に対する溶融ガラスのなじみがよくなり、短時間で必要な範囲全体に溶融ガラスが行き渡りやすくなる。また、溶融ガラス滴 44 が固化した後の、第 1 のガラス体 70 と、パッケージ基板 20 との密着性が向上するというメリットもある。一方、パッケージ基板 20 の温度が高すぎると、LEDチップ 10 等の劣化が起こりやすくなる。このような観点から、パッケージ基板 20 の温度は、50℃～200℃の範囲が好ましく、80℃～150℃の範囲がより好ましい。

[0215] 次に、所定の形状に成形された第 1 のガラス体の上に、LEDチップから射出した光の波長を変換するための蛍光体を有する第 2 のガラス体を積層する（積層工程）。この工程によって発光ダイオードユニット 50 が完成する。積層工程の詳細については、第 9 の実施形態の場合と同様である。また、本実施形態の方法で製造された発光ダイオードユニット 50 の構成は、図 22 に示した第 10 の実施形態の場合と同様である。

[0216] このように、本実施形態においては、下型 62 の、所定の形状に形成された成形面 64 に溶融ガラス滴 44 を滴下するため、高い圧力を加えることなく、第 1 のガラス体 70 を所望の形状に形成することができる。また、滴下された溶融ガラス滴 44 がある程度冷却された後の所定のタイミングで、溶

融ガラス滴 44 とパッケージ基板 20 とが接触するため、溶融ガラス滴 44 からの熱の影響による LED チップ 10 等の劣化を最小限に抑えることができる。従って、各部材の温度による劣化や圧力による破損を十分に抑制しながら、短時間で発光ダイオードユニット 50 を製造することができる。

符号の説明

- [0217]
- 10 LED チップ
 - 11 電極部
 - 12 表面
 - 20 パッケージ基板
 - 21 リード部
 - 22 斜面部
 - 30 蛍光体層
 - 31 ガラス板
 - 40 ガラス部材
 - 41 滴下ノズル
 - 42 ヒータ
 - 43 溶融ガラス
 - 44 溶融ガラス滴
 - 45 表面
 - 50 発光ダイオードユニット
 - 61 成形型（上型）
 - 62 成形型（下型）
 - 63、64 成形面
 - 70 第 1 のガラス体
 - 71 （第 1 のガラス体の）表面
 - 80 第 2 のガラス体
 - 81、82 （第 2 のガラス体の）表面
 - 83 蛍光体層

請求の範囲

- [請求項1] 発光面から所定の波長の光を射出するＬＥＤチップと、
前記ＬＥＤチップを載置するパッケージ基板と、
前記ＬＥＤチップから射出した光の波長を変換するための蛍光体を含む蛍光体層と、を備えた発光ダイオードユニットの製造方法であって、
前記ＬＥＤチップ上に前記蛍光体層を供給する工程と、
前記蛍光体層が供給された前記ＬＥＤチップが載置された前記パッケージ基板の上に、前記パッケージ基板よりも高温の熔融ガラス滴を滴下して固化させることにより前記蛍光体層及び前記ＬＥＤチップをガラス部材で封止する工程と、を有することを特徴とする発光ダイオードユニットの製造方法。
- [請求項2] 前記蛍光体層が供給された前記ＬＥＤチップが載置された前記パッケージ基板を傾斜させた状態で、前記熔融ガラス滴を滴下することを特徴とする請求項１に記載の発光ダイオードユニットの製造方法。
- [請求項3] 前記パッケージ基板の上に滴下された前記熔融ガラス滴が固化する前に、前記熔融ガラス滴を成形型で加圧し、ガラス部材を所定の形状に成形することを特徴とする請求項１に記載の発光ダイオードユニットの製造方法。
- [請求項4] 前記蛍光体層が供給された前記ＬＥＤチップが載置された前記パッケージ基板を傾斜させた状態で、前記熔融ガラス滴を滴下し、
前記パッケージ基板を水平にした後、前記熔融ガラス滴を成形型で加圧し、ガラス部材を所定の形状に成形することを特徴とする請求項３に記載の発光ダイオードユニットの製造方法。
- [請求項5] 前記熔融ガラス滴を滴下するときの前記パッケージ基板の傾斜角は、水平に対し $0.1^{\circ} \sim 10^{\circ}$ であることを特徴とする請求項２又は４に記載の発光ダイオードユニットの製造方法。
- [請求項6] 発光面から所定の波長の光を射出するＬＥＤチップと、

前記ＬＥＤチップを載置するパッケージ基板と、

前記ＬＥＤチップから射出した光の波長を変換するための蛍光体を含む蛍光体層と、を備えた発光ダイオードユニットの製造方法であって、

前記ＬＥＤチップ上に前記蛍光体層を供給する工程と、

所定の形状の成形面を有する成形型の前記成形面に、前記成形型よりも高温の熔融ガラス滴を滴下する工程と、

前記蛍光体層が供給された前記ＬＥＤチップが載置された前記パッケージ基板を上下反転させ、前記成形型に滴下された前記熔融ガラス滴が固化する前に、前記ＬＥＤチップが載置された側の面で前記熔融ガラス滴を加圧し、前記蛍光体層及び前記ＬＥＤチップをガラス部材で封止する工程と、を有することを特徴とする発光ダイオードユニットの製造方法。

[請求項7] 前記蛍光体層の供給は、前記ＬＥＤチップの表面に前記蛍光体層を塗布することにより行うことを特徴とする請求項１から６の何れか一項に記載の発光ダイオードユニットの製造方法。

[請求項8] 前記蛍光体層の供給は、前記蛍光体を分散させた組成物を塗布して加熱することにより、前記ＬＥＤチップの表面に前記蛍光体を含むガラス体を形成することにより行うことを特徴とする請求項１から６の何れか一項に記載の発光ダイオードユニットの製造方法。

[請求項9] 前記組成物は、有機金属化合物、層状ケイ酸塩鉱物、無機微粒子、有機溶媒、及び水を含有することを特徴とする請求項８に記載の発光ダイオードユニットの製造方法。

[請求項10] 前記有機金属化合物はポリシロキサンであり、前記層状ケイ酸塩鉱物はスメクタイトであることを特徴とする請求項９に記載の発光ダイオードユニットの製造方法。

[請求項11] 前記組成物は無機ポリマーと有機溶剤とを含むことを特徴とする請求項８に記載の発光ダイオードユニットの製造方法。

- [請求項12] 前記無機ポリマーはポリシラザンであることを特徴とする請求項 1 に記載の発光ダイオードユニットの製造方法。
- [請求項13] 前記蛍光体層の供給は、前記ＬＥＤチップの表面に、前記蛍光体層を有するガラス板を載置することにより行うことを特徴とする請求項 1 から 6 の何れか一項に記載の発光ダイオードユニットの製造方法。
- [請求項14] 前記ガラス板は、内部に前記蛍光体を分散させた混練ガラスであることを特徴とする請求項 1 3 に記載の発光ダイオードユニットの製造方法。
- [請求項15] 前記パッケージ基板の上に複数の前記ＬＥＤチップが配列して載置されており、１滴の前記溶融ガラス滴を滴下して該複数のＬＥＤチップを封止することを特徴とする請求項 1 から 6 の何れか一項に記載の発光ダイオードユニットの製造方法。
- [請求項16] 前記蛍光体層を有する１枚のガラス板が、前記パッケージ基板の上に配列した前記複数のＬＥＤチップの表面に跨るように載置されていることを特徴とする請求項 1 5 に記載の発光ダイオードユニットの製造方法。
- [請求項17] 前記溶融ガラス滴の滴下は、前記パッケージ基板を、前記溶融ガラス滴の温度よりも低い所定温度に加熱した状態で行うことを特徴とする請求項 1 に記載の発光ダイオードユニットの製造方法。
- [請求項18] 前記溶融ガラス滴の加圧は、前記パッケージ基板及び前記成型型を、それぞれ前記溶融ガラス滴の温度よりも低い所定温度に加熱した状態で行うことを特徴とする請求項 6 に記載の発光ダイオードユニットの製造方法。
- [請求項19] 前記パッケージ基板は、前記溶融ガラス滴を受ける部分が凹形状であることを特徴とする請求項 1 に記載の発光ダイオードユニットの製造方法。
- [請求項20] 発光面から所定の波長の光を射出するＬＥＤチップの該発光面を溶融ガラス滴に埋め込み、前記溶融ガラス滴を固化させて形成されたガ

ラス部材で前記発光面を封止する封止工程と、

前記ガラス部材の表面に、前記ＬＥＤチップから射出した光の波長を変換するための蛍光体を透光性部材に分散させた蛍光体層を形成する蛍光体層形成工程と、を有することを特徴とする発光ダイオードユニットの製造方法。

[請求項21] 前記封止工程では、下型に載置された前記ＬＥＤチップの上に、前記下型よりも高温の前記溶融ガラス滴を滴下することにより、前記ＬＥＤチップの前記発光面を前記溶融ガラス滴に埋め込むことを特徴とする請求項２０に記載の発光ダイオードユニットの製造方法。

[請求項22] 前記ＬＥＤチップは前記発光面に対向する裏面側に電極部を有し、前記封止工程では、前記ＬＥＤチップに給電するためのリード部を有し、前記電極部と前記リード部とが電氣的に接続された状態で前記ＬＥＤチップを載置するパッケージ基板の上に、前記パッケージ基板よりも高温の前記溶融ガラス滴を滴下することにより、前記ＬＥＤチップの前記発光面を前記溶融ガラス滴に埋め込むことを特徴とする請求項２０に記載の発光ダイオードユニットの製造方法。

[請求項23] 前記封止工程では、滴下された前記溶融ガラス滴が固化する前に、前記溶融ガラス滴を成形型で加圧し、前記ガラス部材を所定の形状に成形することを特徴とする請求項２１又は２２に記載の発光ダイオードユニットの製造方法。

[請求項24] 前記封止工程では、下型の上に該下型よりも高温の前記溶融ガラス滴を滴下し、前記下型の上に滴下された前記溶融ガラス滴に、上方から前記ＬＥＤチップの前記発光面を埋め込むことを特徴とする請求項２０に記載の発光ダイオードユニットの製造方法。

[請求項25] 前記封止工程では、前記ＬＥＤチップを前記下型に対向する上型に仮止めし、前記下型の上に滴下された前記溶融ガラス滴に、上方から前記ＬＥＤチップの前記発光面を埋め込むと共に、前記下型と前記上型とで前記溶融ガラス滴を加圧して前記ガラス部材を所定の形状に成

形することを特徴とする請求項 24 に記載の発光ダイオードユニットの製造方法。

[請求項26] 前記LEDチップは前記発光面に対向する裏面側に電極部を有し、
前記封止工程では、前記LEDチップに給電するためのリード部を有し、前記電極部と前記リード部とが電氣的に接続された状態で前記LEDチップを載置するパッケージ基板を上下反転させ、前記下型の上に滴下された前記溶融ガラス滴に、上方から前記LEDチップの前記発光面を埋め込むことを特徴とする請求項 24 に記載の発光ダイオードユニットの製造方法。

[請求項27] 前記LEDチップは前記発光面に対向する裏面側に電極部を有し、
前記溶融ガラス滴が固化した後、前記LEDチップに給電するためのリード部を有するパッケージ基板の上に前記LEDチップを載置し、前記電極部と前記リード部とを電氣的に接続する工程を有することを特徴とする請求項 21 又は 25 に記載の発光ダイオードユニットの製造方法。

[請求項28] 前記蛍光体層形成工程は、前記ガラス部材の表面に前記蛍光体を分散させた組成物を塗布し、塗布した前記組成物を加熱することにより前記蛍光体層を形成する工程であり、

前記透光性部材はガラスであることを特徴とする請求項 20 から 27 のいずれか 1 項に記載の発光ダイオードユニットの製造方法。

[請求項29] 前記組成物は無機ポリマーと有機溶剤とを含むことを特徴とする請求項 28 に記載の発光ダイオードユニットの製造方法。

[請求項30] 前記無機ポリマーはポリシラザンであることを特徴とする請求項 29 に記載の発光ダイオードユニットの製造方法。

[請求項31] 前記組成物是有機シロキサン化合物を含むことを特徴とする請求項 28 に記載の発光ダイオードユニットの製造方法。

[請求項32] 前記透光性部材はシリコーン樹脂、エポキシ樹脂又はシリカエポキシのハイブリッド樹脂であることを特徴とする請求項 20 から 27 の

いずれか 1 項に記載の発光ダイオードユニットの製造方法。

[請求項33] 発光面から所定の波長の光を射出するLEDチップと、前記LEDチップを載置するパッケージ基板と、前記LEDチップから射出した光の波長を変換するための蛍光体と、を備えた発光ダイオードユニットの製造方法であって、

溶融ガラス滴を固化させて第1のガラス体を形成することにより、前記パッケージ基板に載置された前記LEDチップの前記発光面を前記第1のガラス体で封止する封止工程と、

前記第1のガラス体の上に、前記蛍光体を有する第2のガラス体を積層する積層工程と、を有することを特徴とする発光ダイオードユニットの製造方法。

[請求項34] 前記封止工程では、前記LEDチップが載置された前記パッケージ基板の上に、前記パッケージ基板よりも高温の前記溶融ガラス滴を滴下して固化させることにより、前記第1のガラス体を形成することを特徴とする請求項33に記載の発光ダイオードユニットの製造方法。

[請求項35] 前記封止工程では、滴下された前記溶融ガラス滴が固化する前に前記パッケージ基板と上型とで前記溶融ガラス滴を加圧し、前記第1のガラス体を所定の形状に成形することを特徴とする請求項34に記載の発光ダイオードユニットの製造方法。

[請求項36] 前記封止工程では、下型の上に該下型よりも高温の前記溶融ガラス滴を滴下し、前記LEDチップが載置された前記パッケージ基板を上下反転させて、滴下された前記溶融ガラス滴が固化する前に前記パッケージ基板と前記下型とで前記溶融ガラス滴を加圧し、前記第1のガラス体を所定の形状に成形することを特徴とする請求項33に記載の発光ダイオードユニットの製造方法。

[請求項37] 成形後の前記第1のガラス体の表面と、前記第1のガラス体の上に積層する前記第2のガラス体の前記第1のガラス体と接する側の表面とは、共に平面であることを特徴とする請求項35又は36に記載の

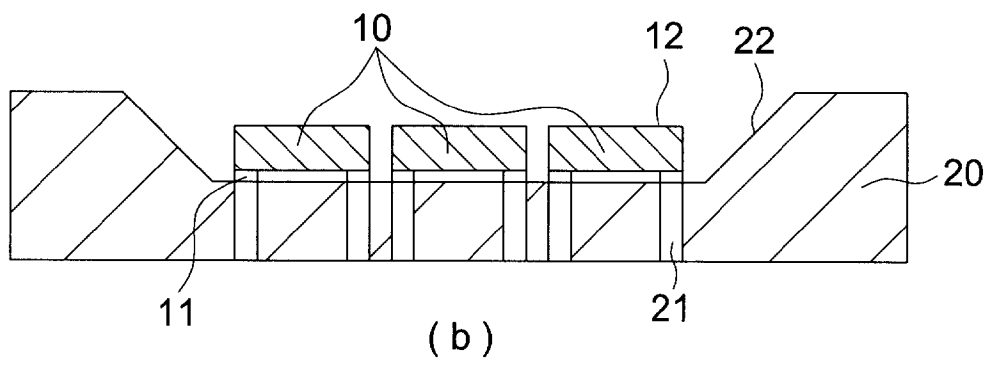
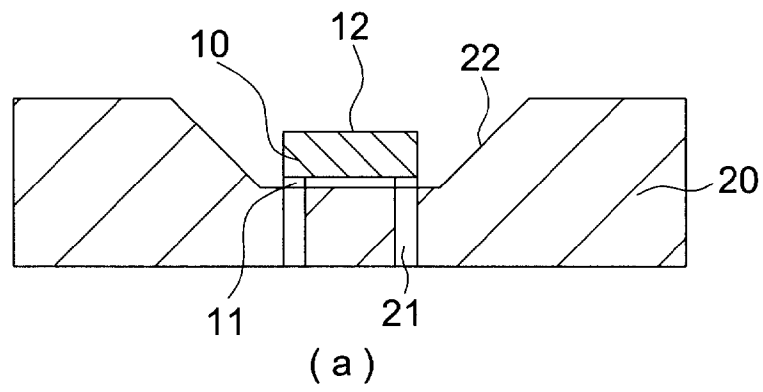
発光ダイオードユニットの製造方法。

[請求項38] 前記第2のガラス体は対向する2つの表面がいずれも平面であることを特徴とする請求項37に記載の発光ダイオードユニットの製造方法。

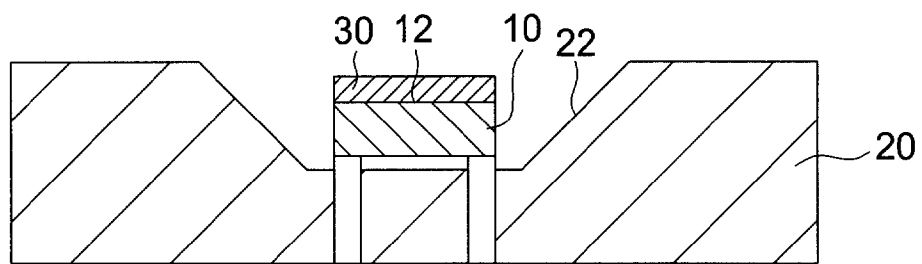
[請求項39] 前記第2のガラス体は、内部に前記蛍光体を分散させた混練ガラスであることを特徴とする請求項33から38のいずれか1項に記載の発光ダイオードユニットの製造方法。

[請求項40] 前記第2のガラス体は、少なくとも一方の表面に前記蛍光体を含む蛍光体層を有することを特徴とする請求項33から38のいずれか1項に記載の発光ダイオードユニットの製造方法。

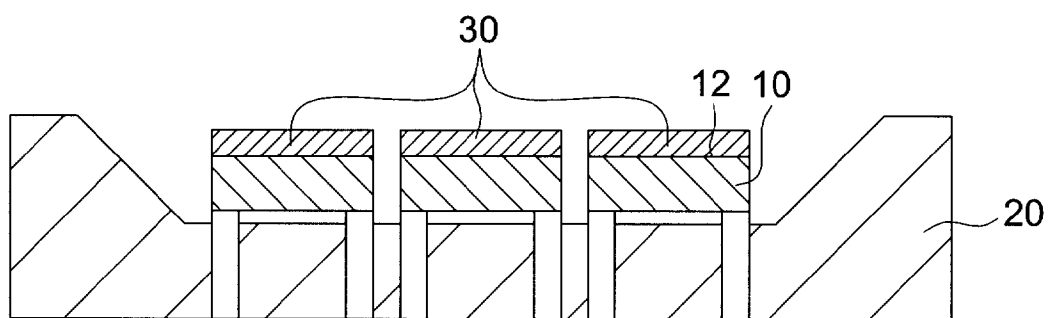
[図1]



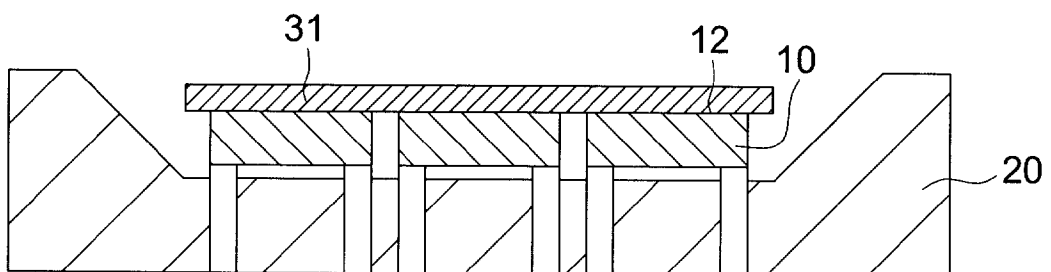
[図2]



(a)

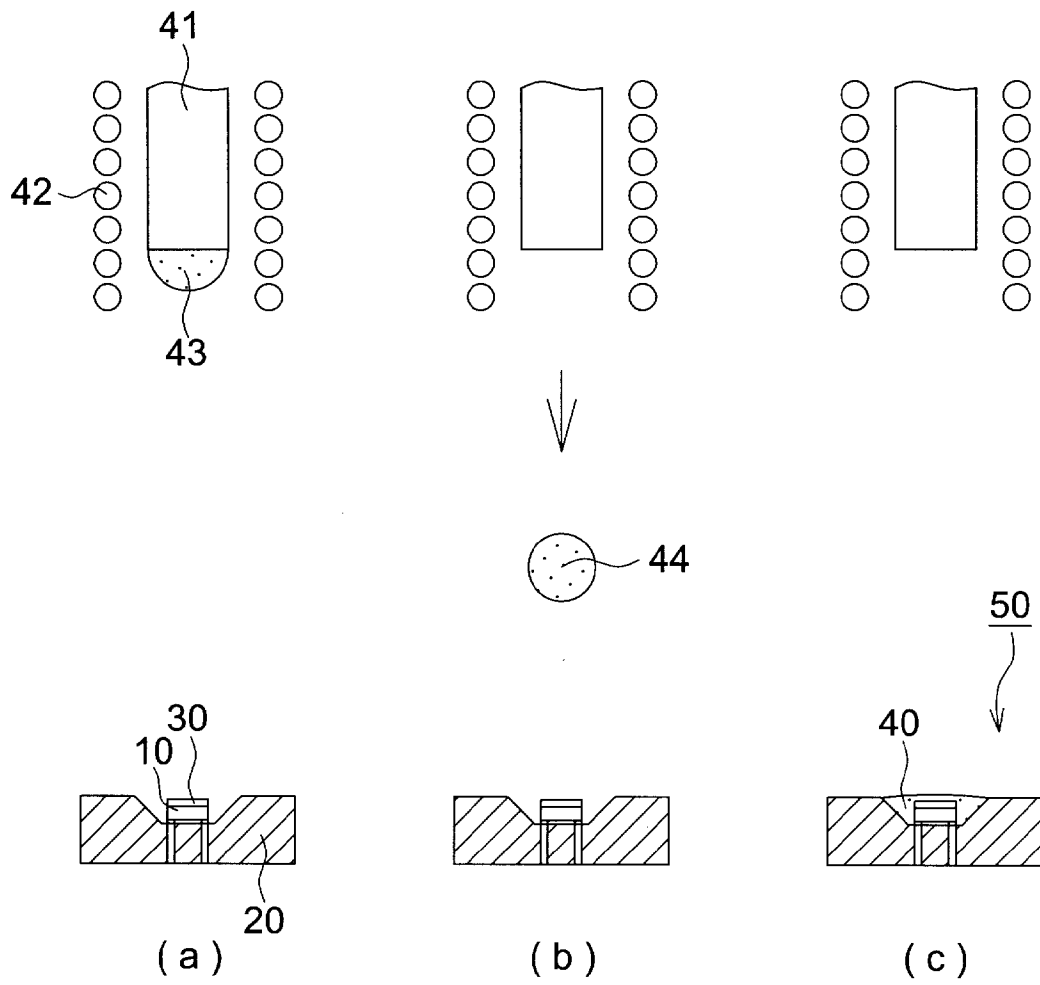


(b)

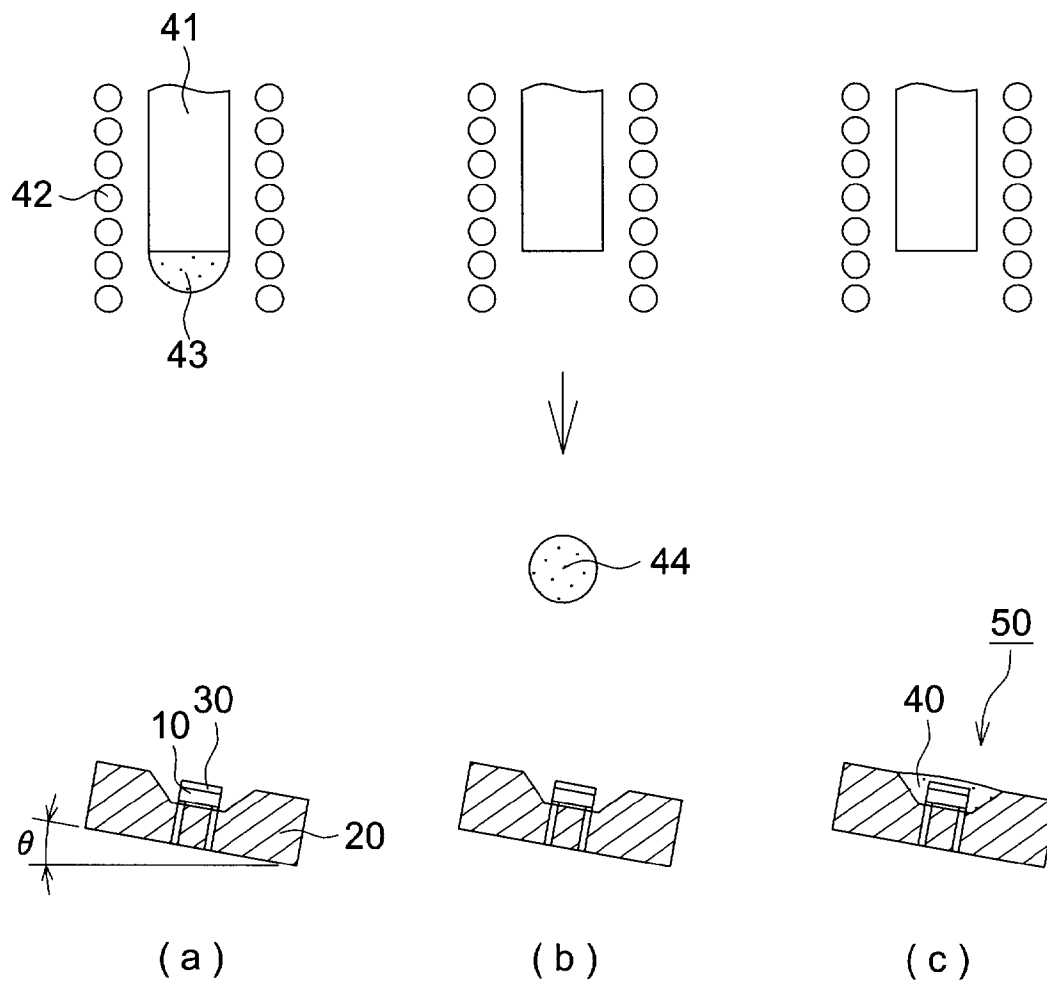


(c)

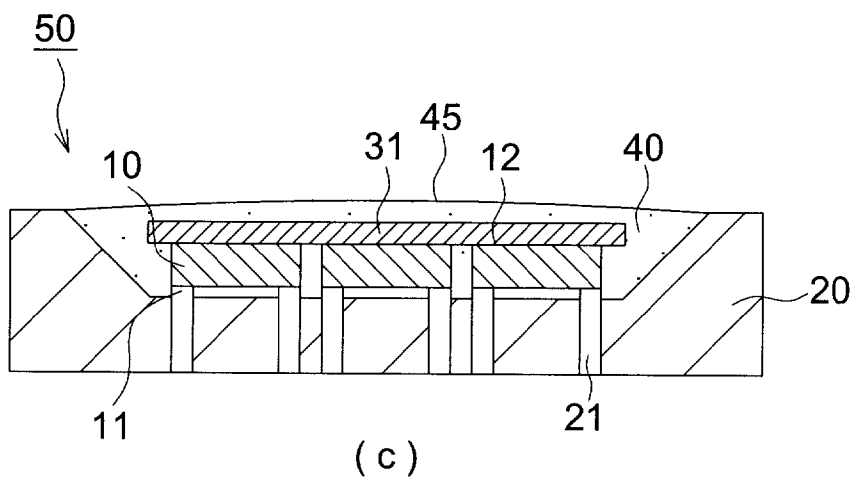
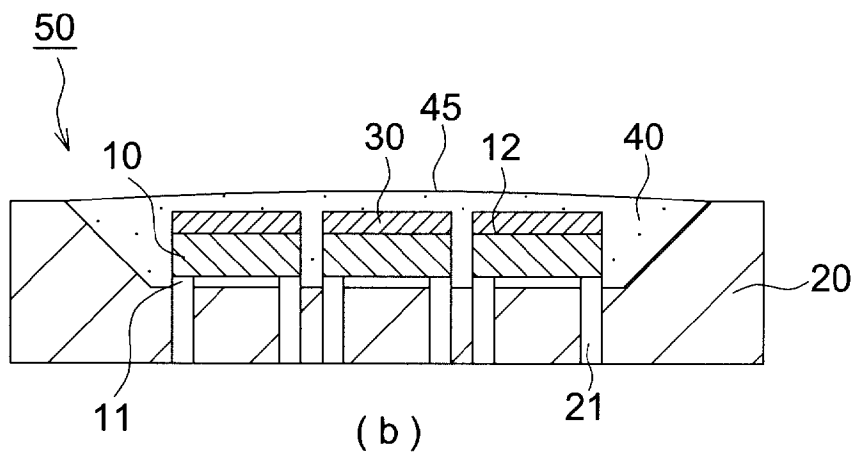
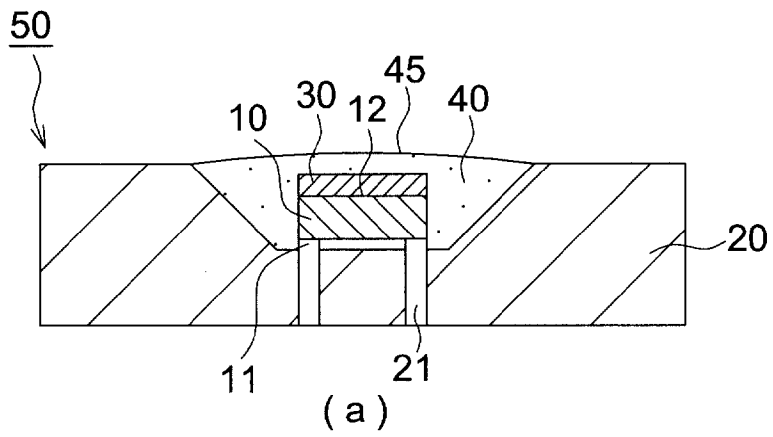
[図3]



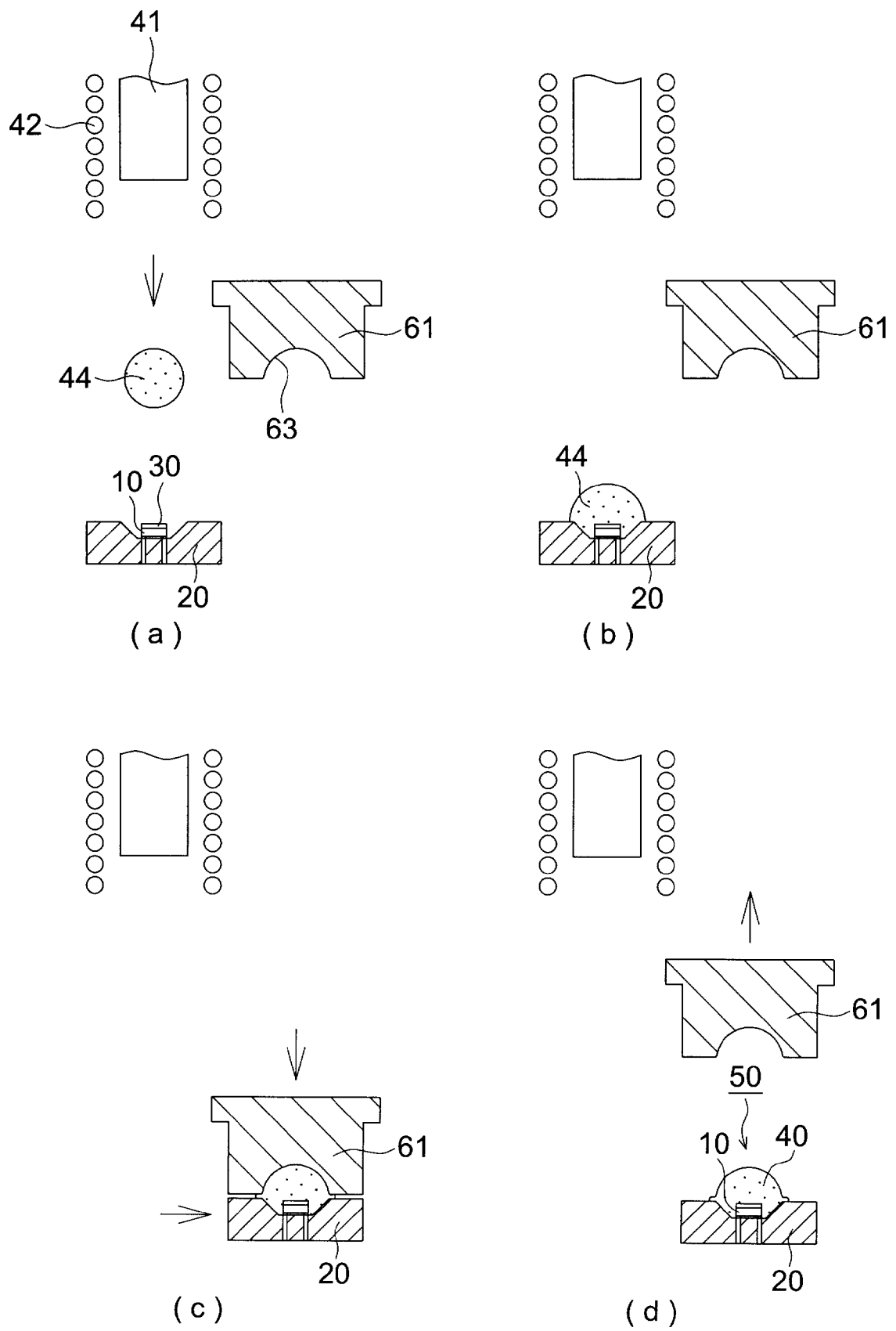
[図4]



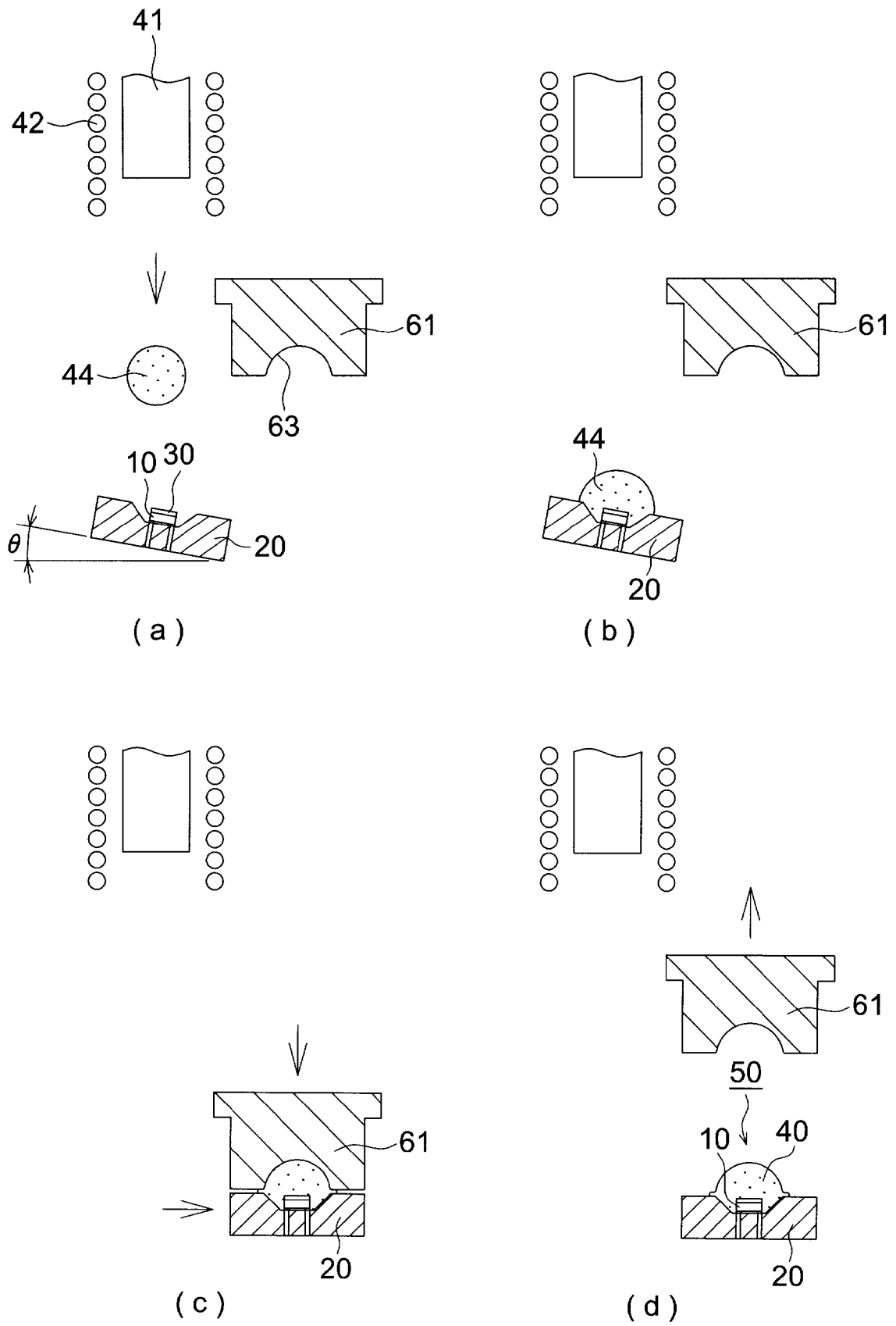
[図5]



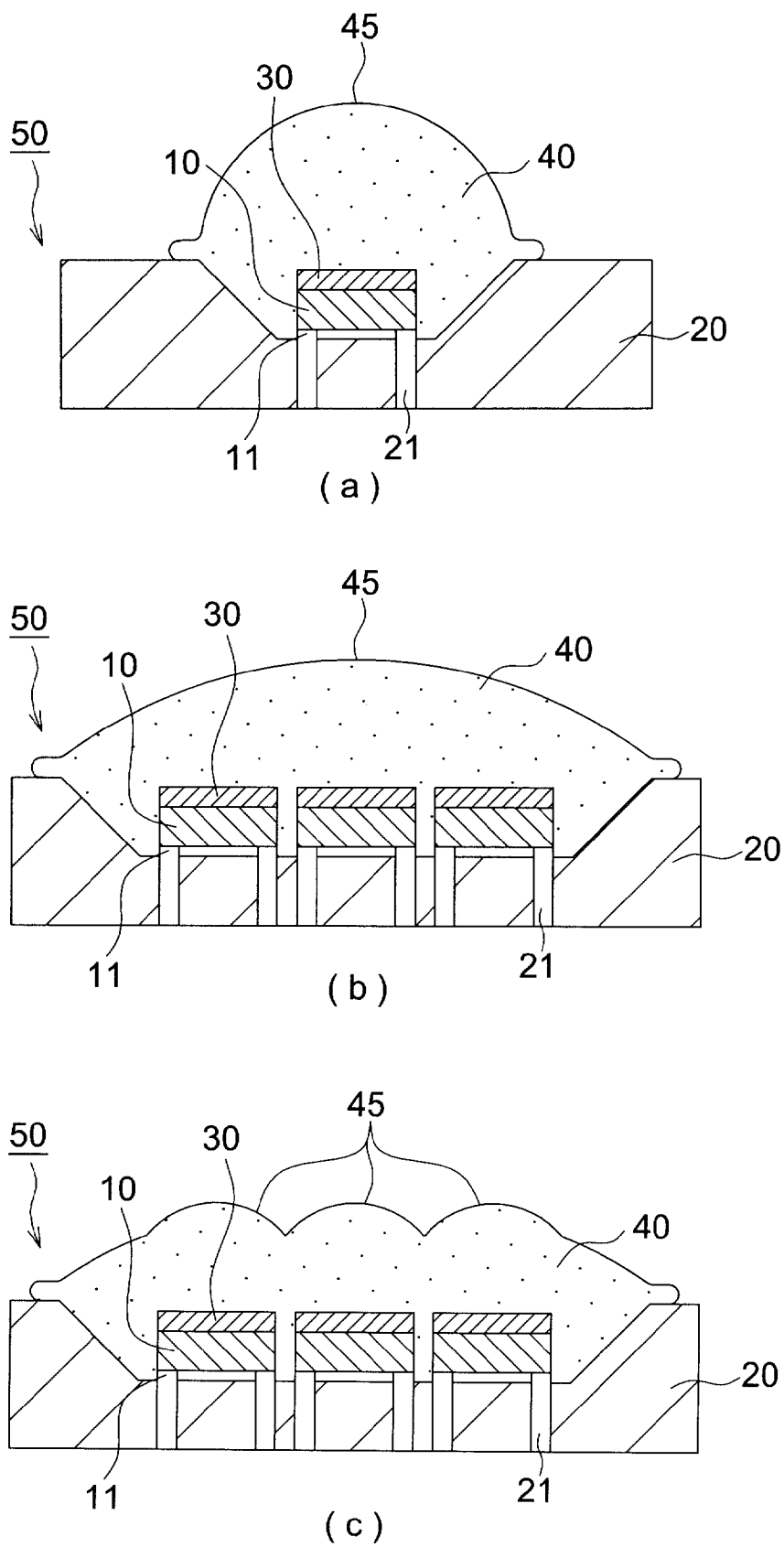
[図6]



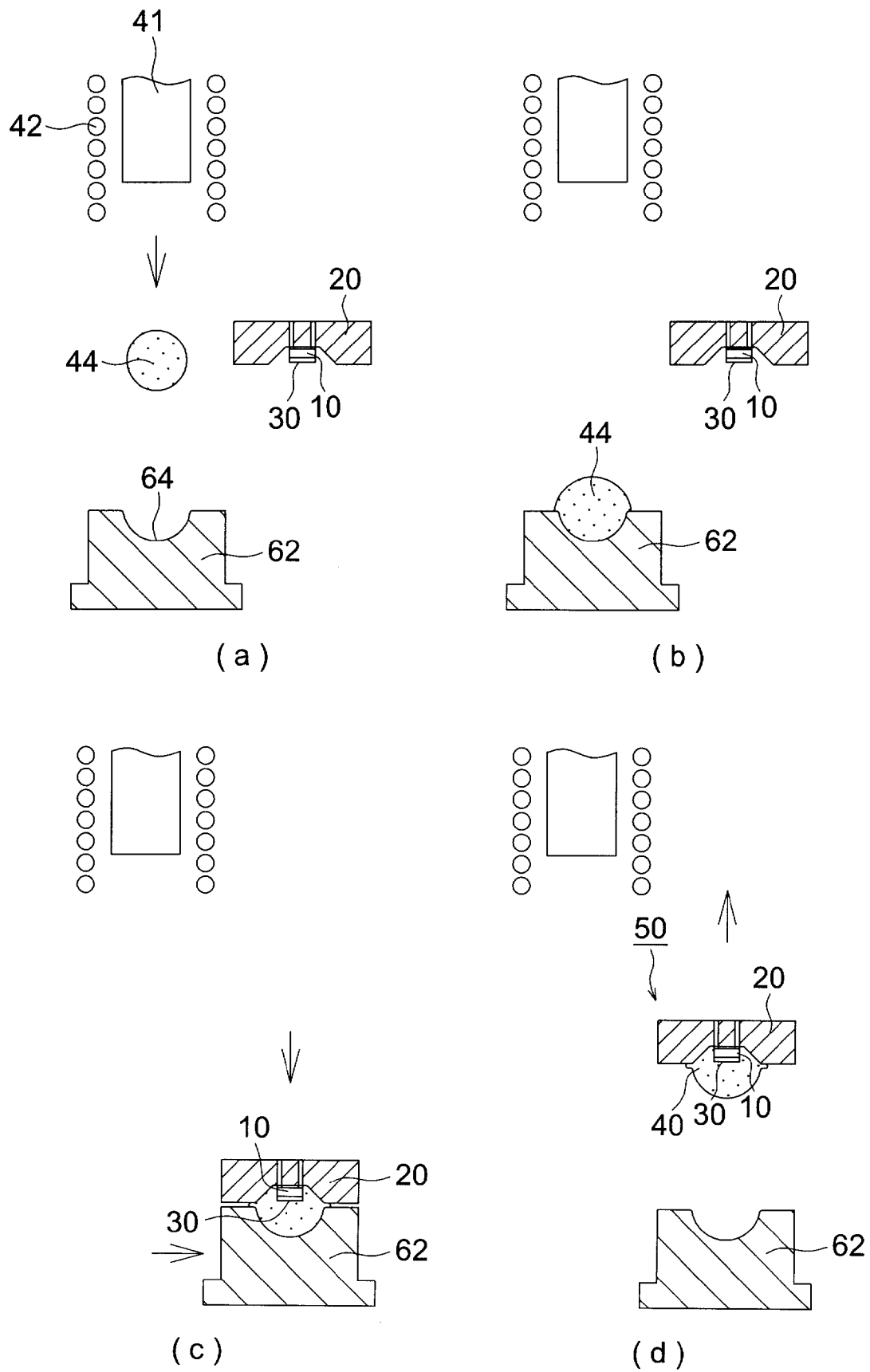
[図7]



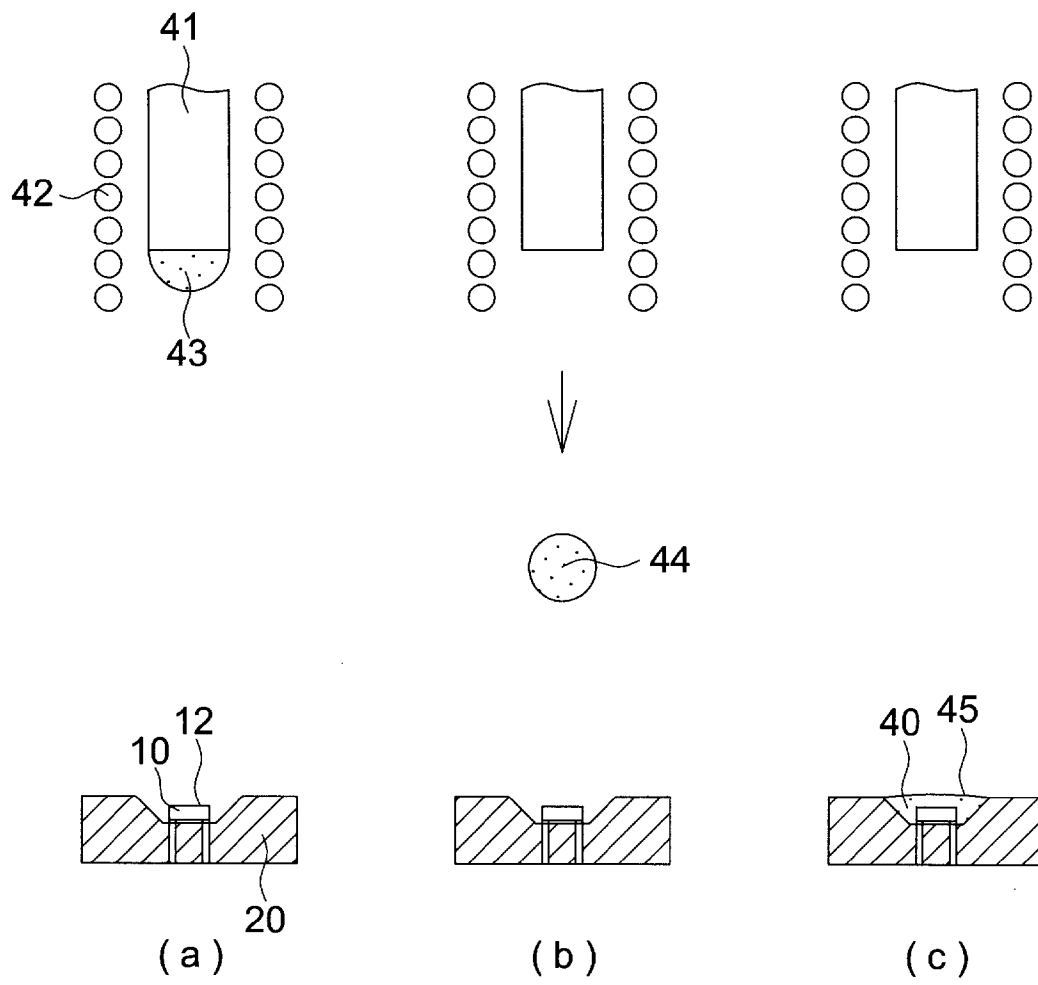
[図8]



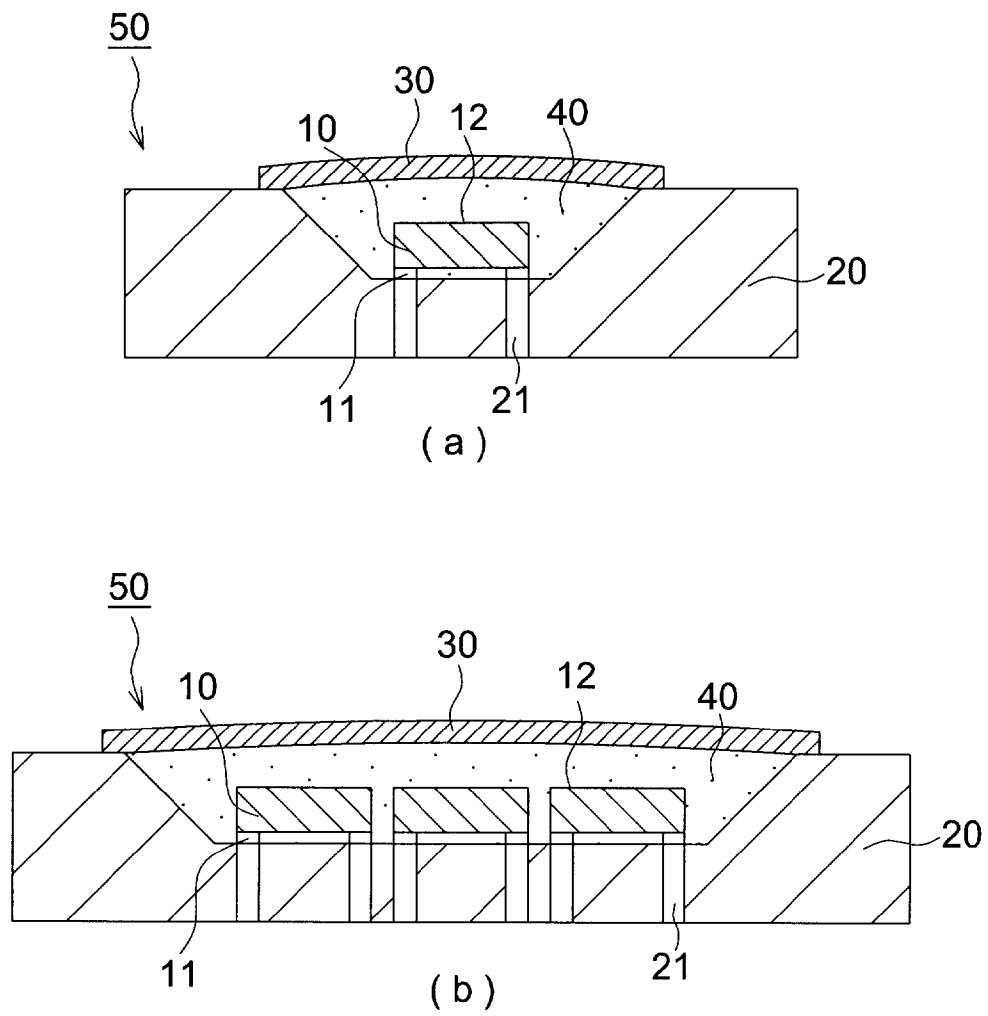
[図9]



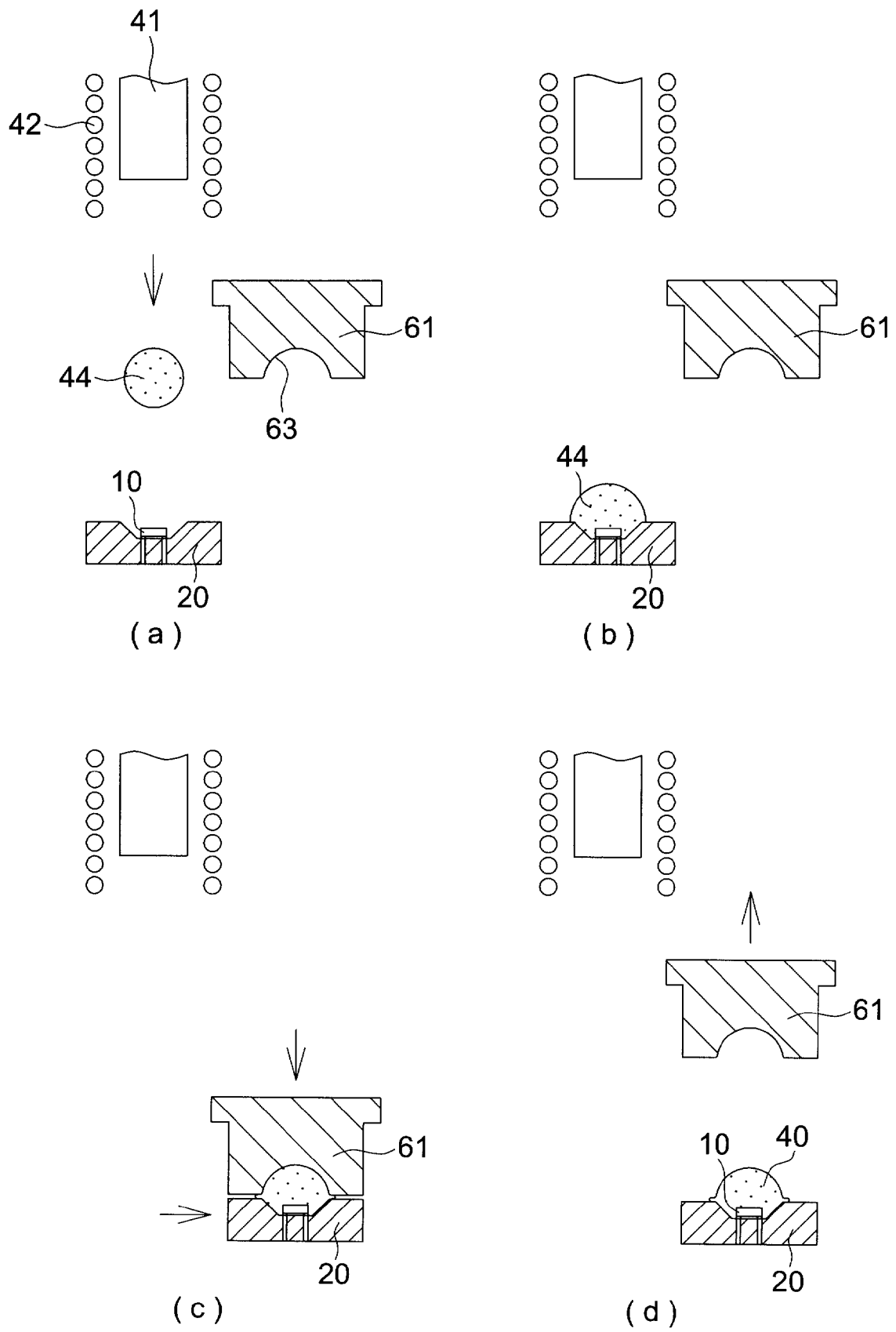
[図10]



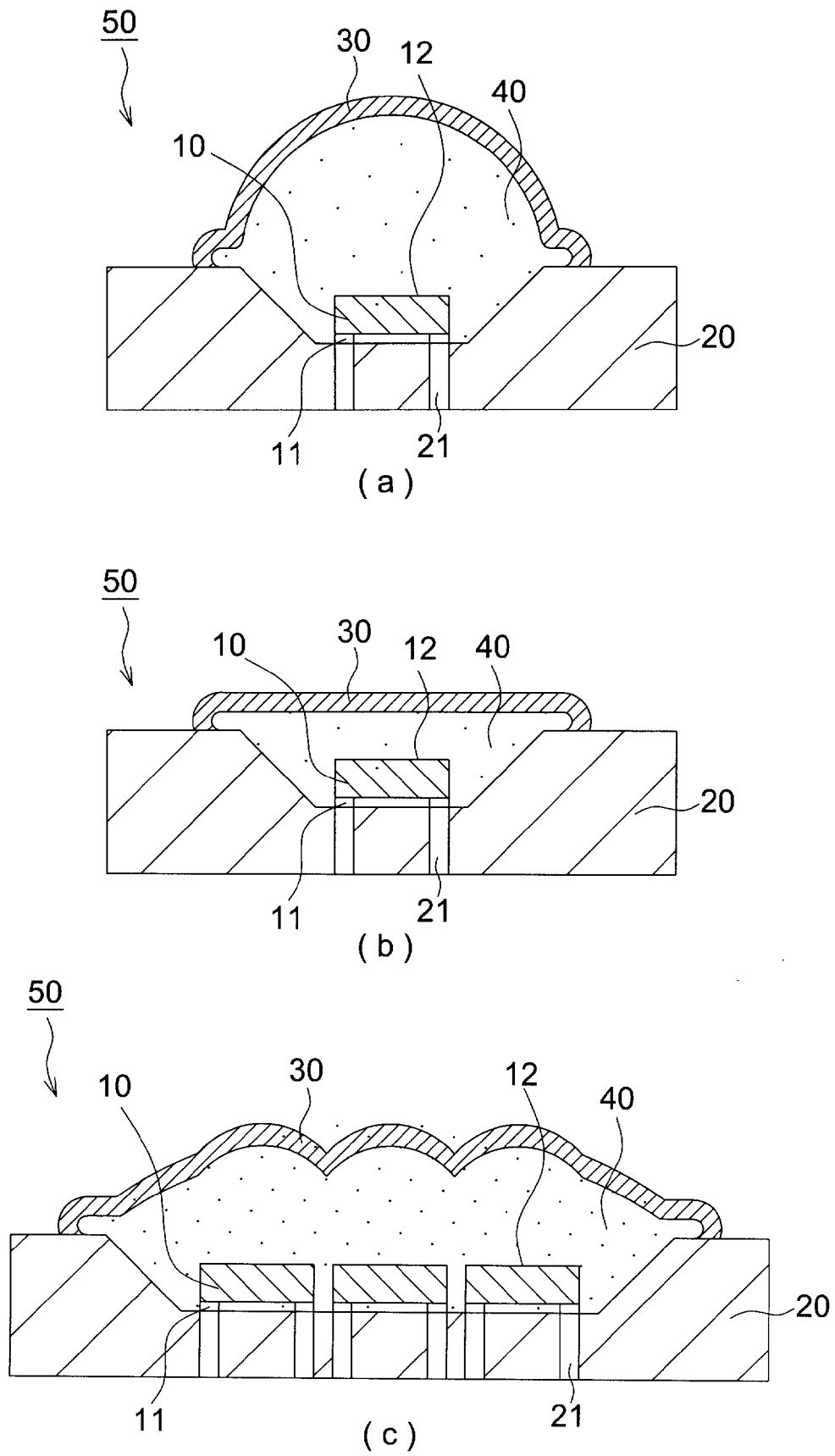
[図11]



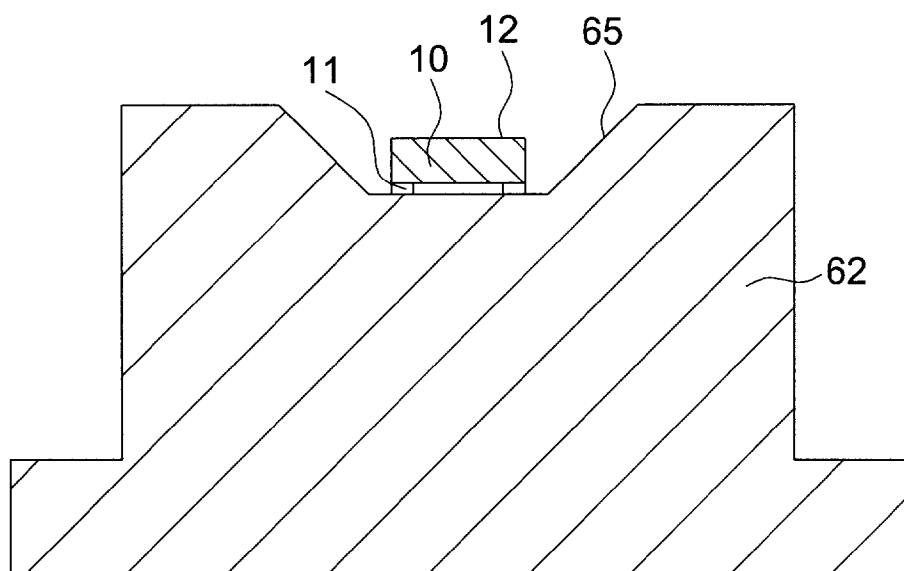
[図12]



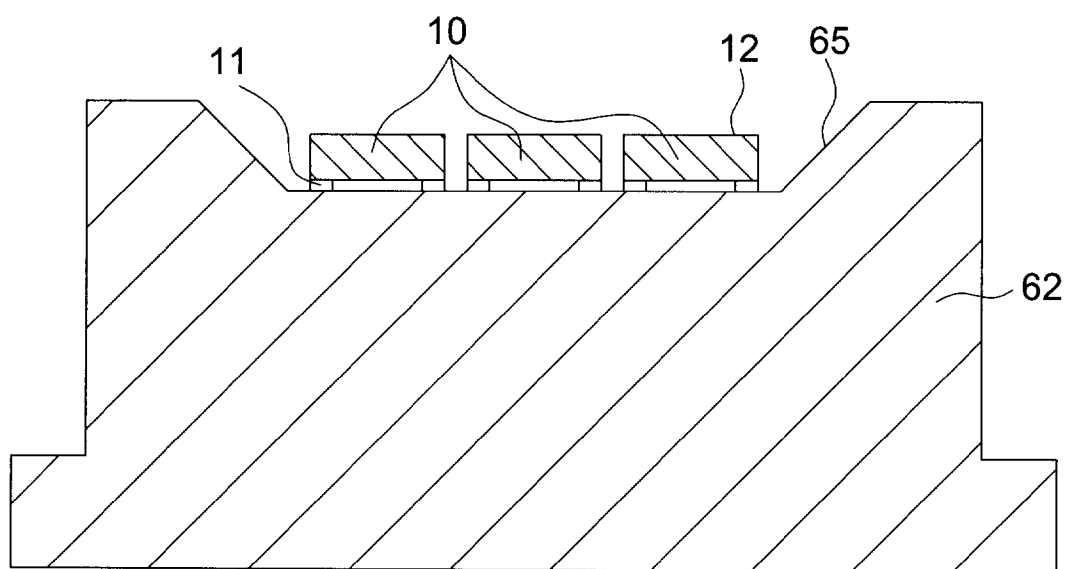
[図13]



[図14]

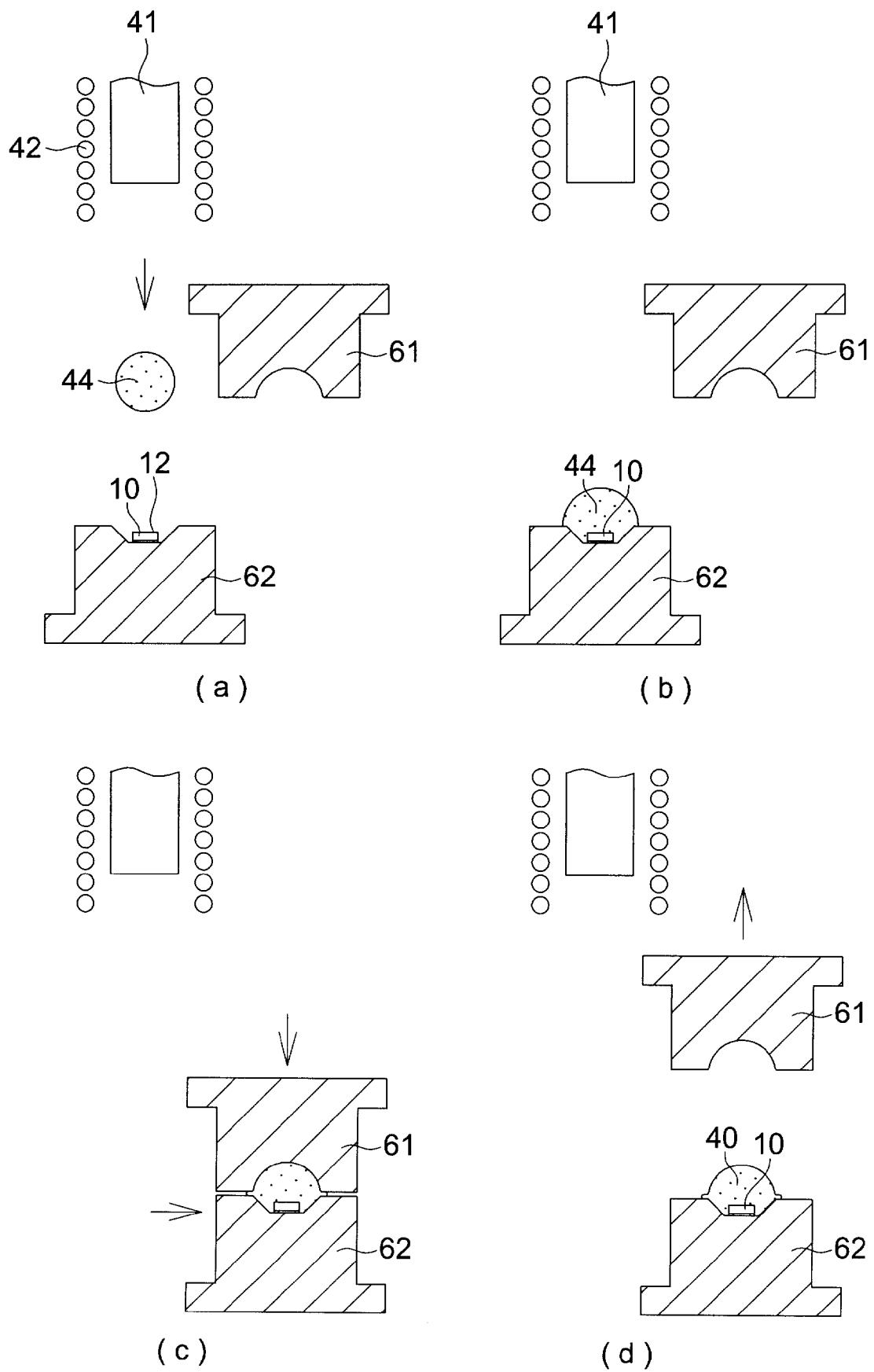


(a)

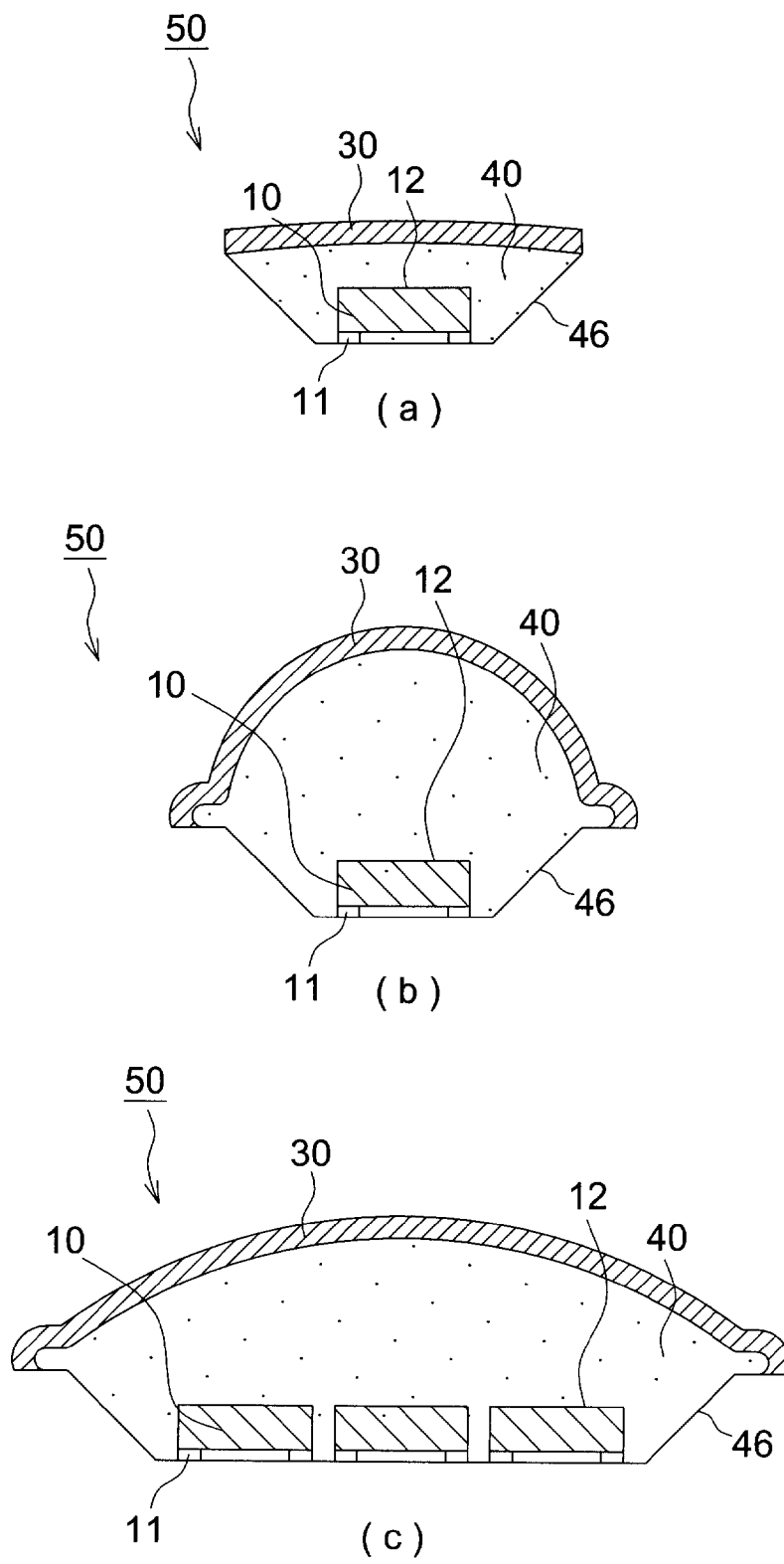


(b)

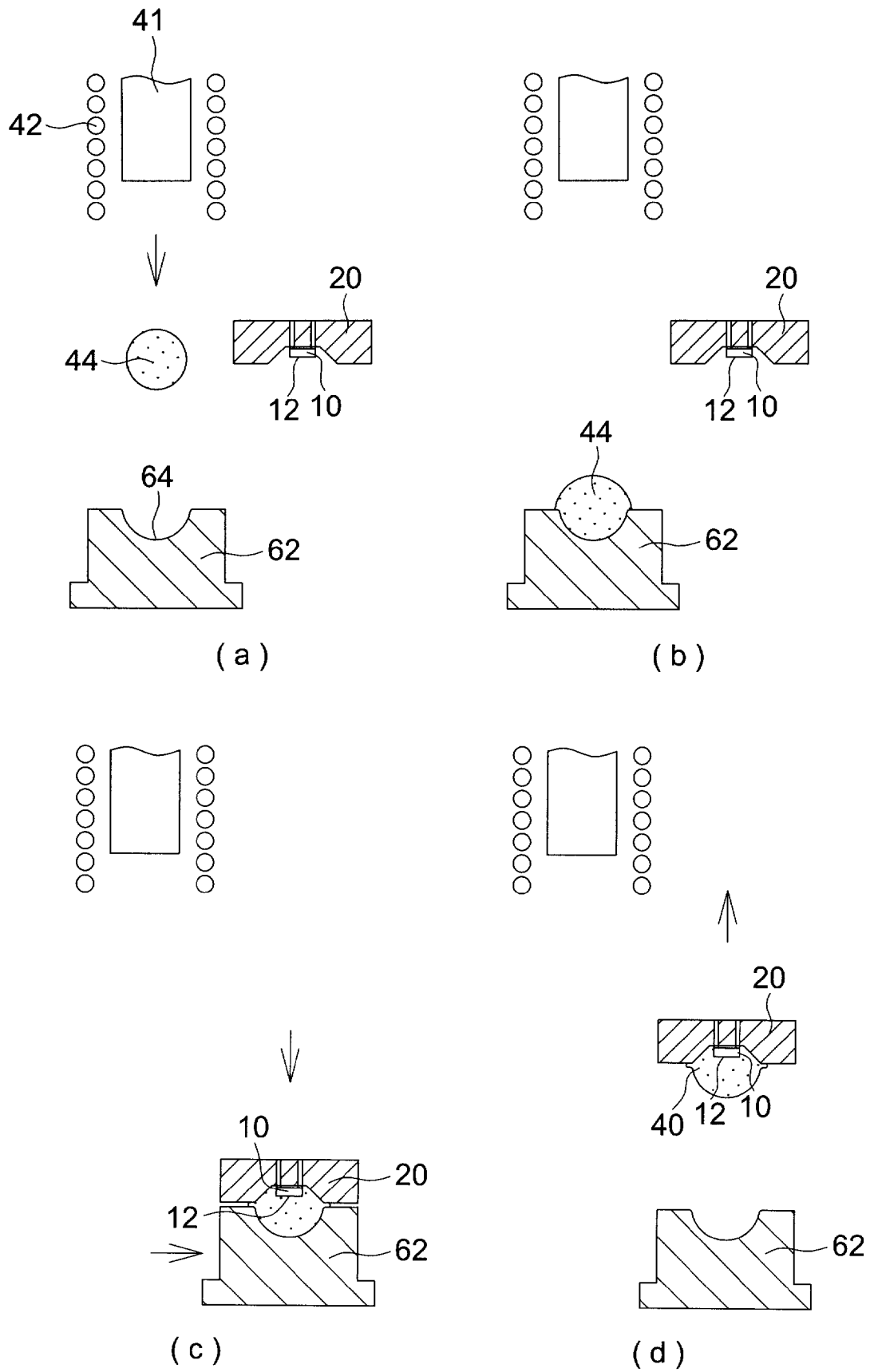
[図15]



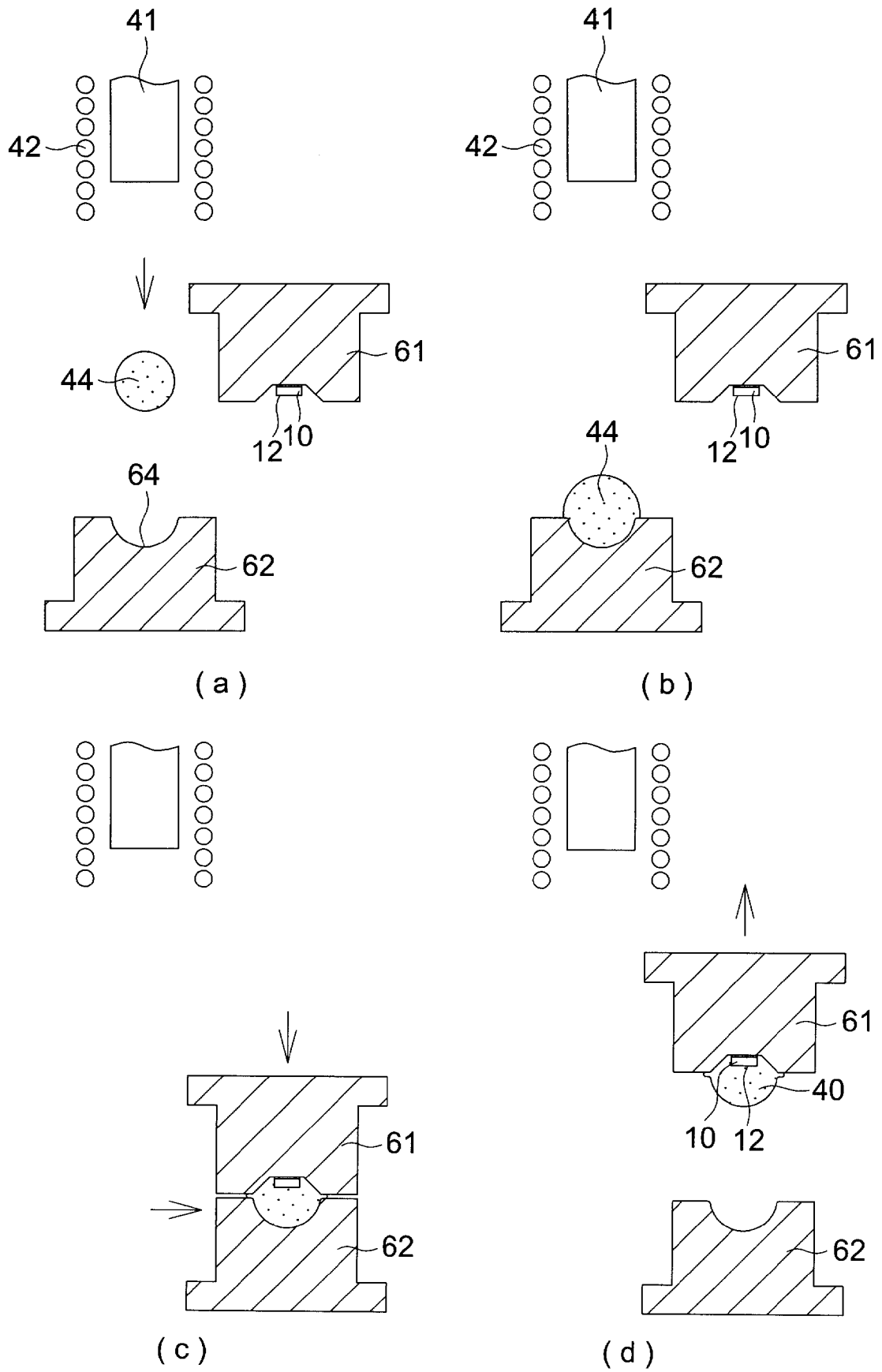
[図16]



[図17]



[図18]



[図19]

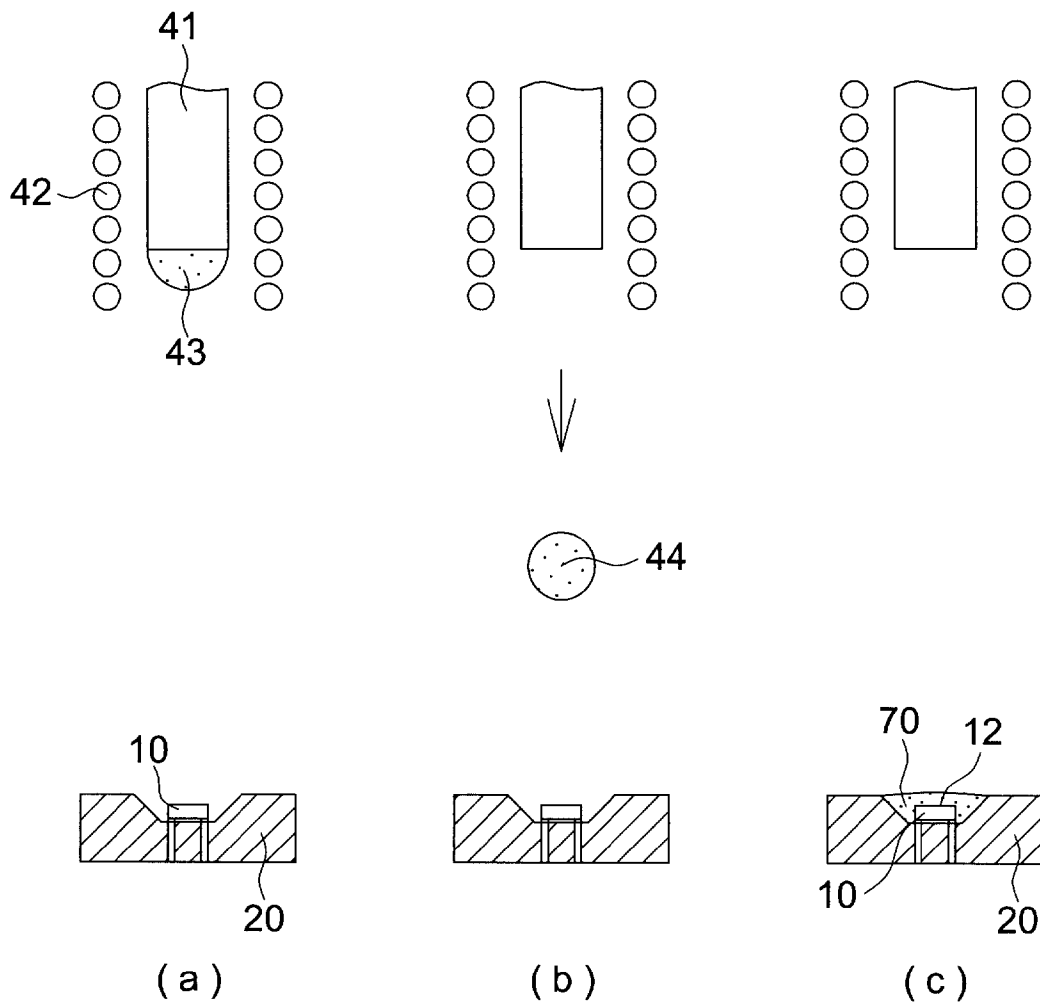
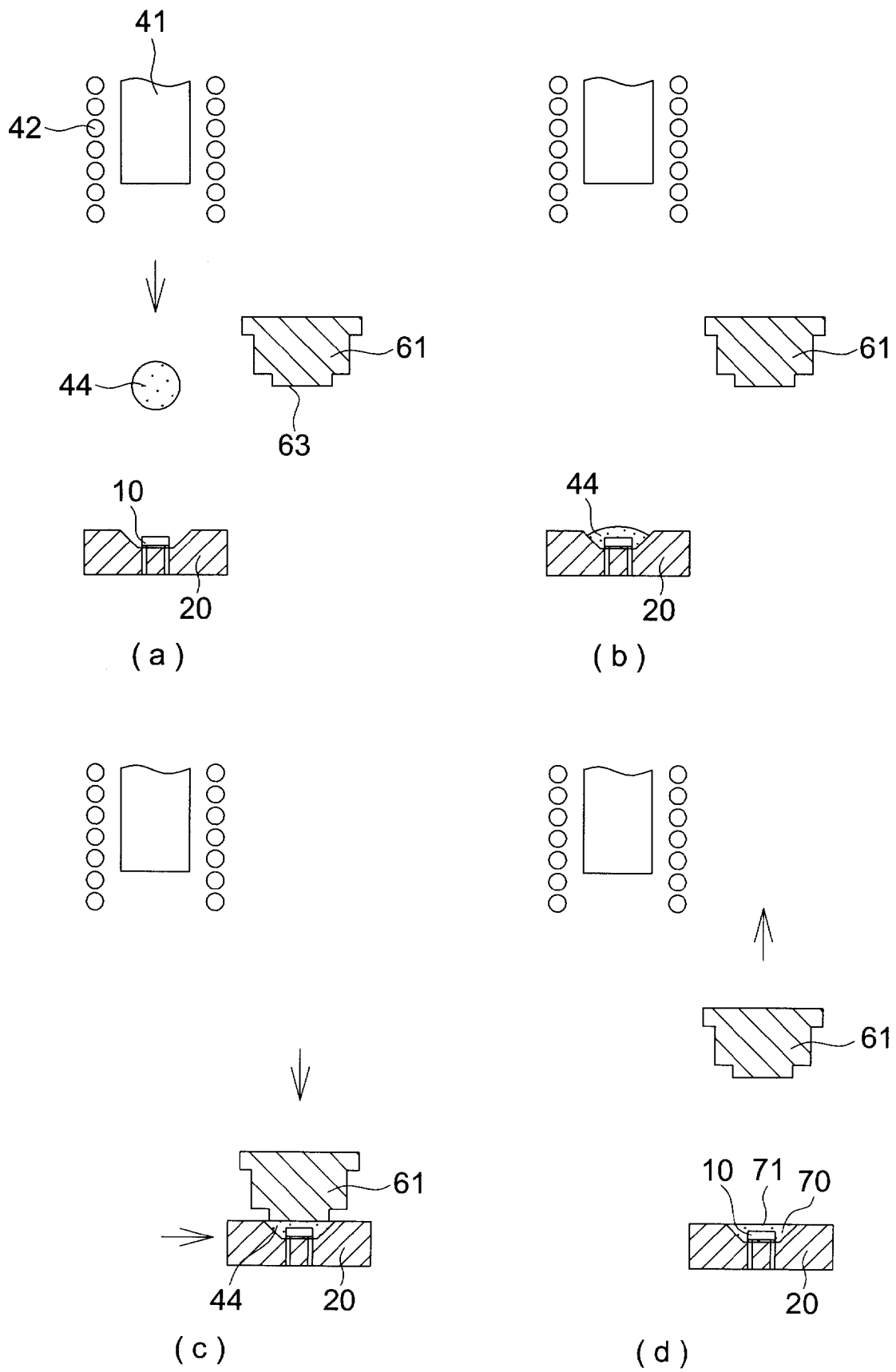
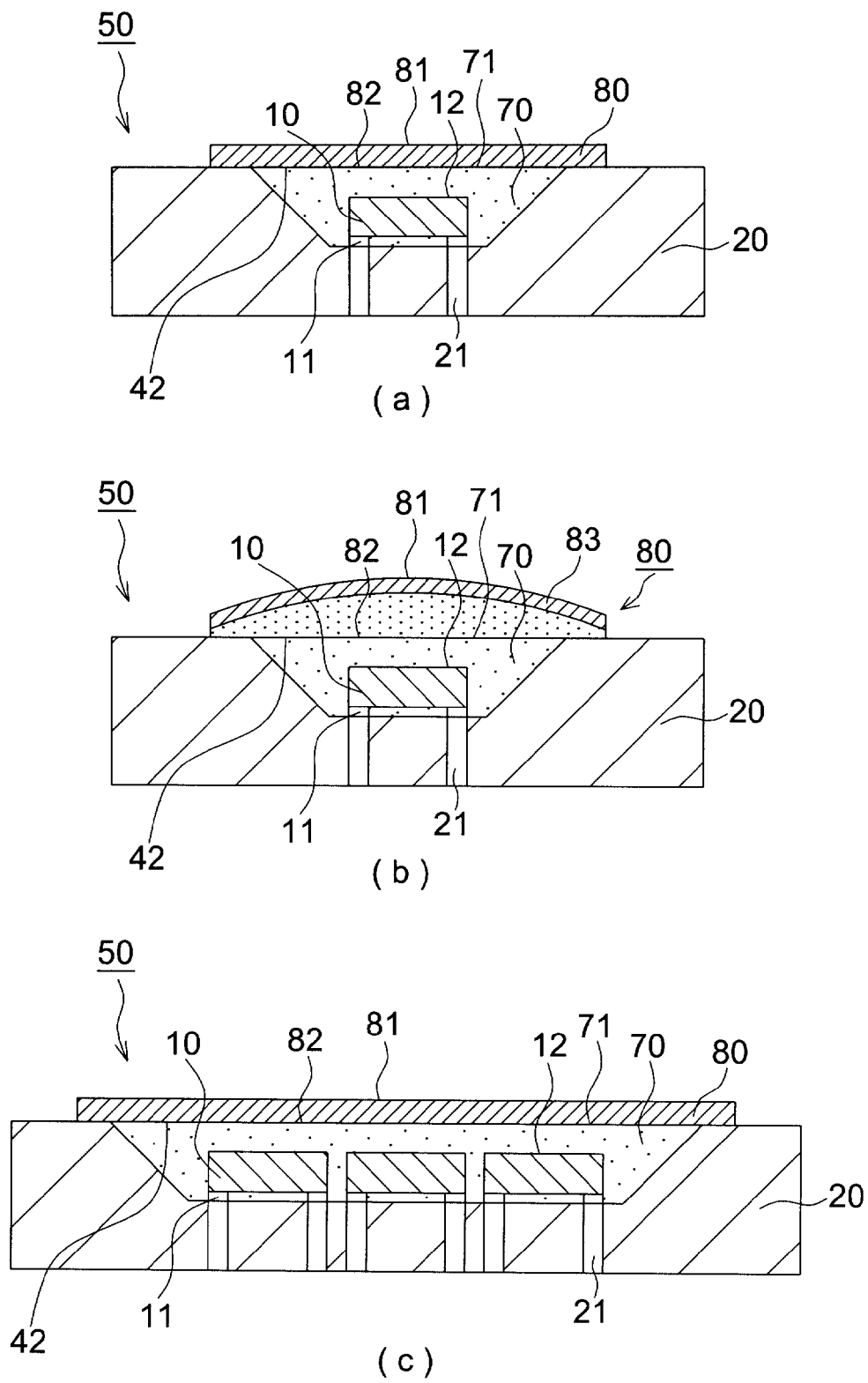


Diagram (c) is a cross-sectional view of a semiconductor device 50. It shows a substrate 20 with a top layer 80. A layer 70 is formed on the substrate 20, containing a patterned layer 12. A layer 81 is formed on top of layer 70, containing a patterned layer 10. A layer 82 is formed on top of layer 81, containing a patterned layer 11. A layer 21 is formed on top of layer 82, containing a patterned layer 21. A layer 10 is formed on top of layer 21, containing a patterned layer 10. A layer 11 is formed on top of layer 10, containing a patterned layer 11. A layer 12 is formed on top of layer 11, containing a patterned layer 12. A layer 13 is formed on top of layer 12, containing a patterned layer 13. A layer 14 is formed on top of layer 13, containing a patterned layer 14. A layer 15 is formed on top of layer 14, containing a patterned layer 15. A layer 16 is formed on top of layer 15, containing a patterned layer 16. A layer 17 is formed on top of layer 16, containing a patterned layer 17. A layer 18 is formed on top of layer 17, containing a patterned layer 18. A layer 19 is formed on top of layer 18, containing a patterned layer 19. A layer 20 is formed on top of layer 19, containing a patterned layer 20. A layer 21 is formed on top of layer 20, containing a patterned layer 21. A layer 22 is formed on top of layer 21, containing a patterned layer 22. A layer 23 is formed on top of layer 22, containing a patterned layer 23. A layer 24 is formed on top of layer 23, containing a patterned layer 24. A layer 25 is formed on top of layer 24, containing a patterned layer 25. A layer 26 is formed on top of layer 25, containing a patterned layer 26. A layer 27 is formed on top of layer 26, containing a patterned layer 27. A layer 28 is formed on top of layer 27, containing a patterned layer 28. A layer 29 is formed on top of layer 28, containing a patterned layer 29. A layer 30 is formed on top of layer 29, containing a patterned layer 30. A layer 31 is formed on top of layer 30, containing a patterned layer 31. A layer 32 is formed on top of layer 31, containing a patterned layer 32. A layer 33 is formed on top of layer 32, containing a patterned layer 33. A layer 34 is formed on top of layer 33, containing a patterned layer 34. A layer 35 is formed on top of layer 34, containing a patterned layer 35. A layer 36 is formed on top of layer 35, containing a patterned layer 36. A layer 37 is formed on top of layer 36, containing a patterned layer 37. A layer 38 is formed on top of layer 37, containing a patterned layer 38. A layer 39 is formed on top of layer 38, containing a patterned layer 39. A layer 40 is formed on top of layer 39, containing a patterned layer 40. A layer 41 is formed on top of layer 40, containing a patterned layer 41. A layer 42 is formed on top of layer 41, containing a patterned layer 42. A layer 43 is formed on top of layer 42, containing a patterned layer 43. A layer 44 is formed on top of layer 43, containing a patterned layer 44. A layer 45 is formed on top of layer 44, containing a patterned layer 45. A layer 46 is formed on top of layer 45, containing a patterned layer 46. A layer 47 is formed on top of layer 46, containing a patterned layer 47. A layer 48 is formed on top of layer 47, containing a patterned layer 48. A layer 49 is formed on top of layer 48, containing a patterned layer 49. A layer 50 is formed on top of layer 49, containing a patterned layer 50.

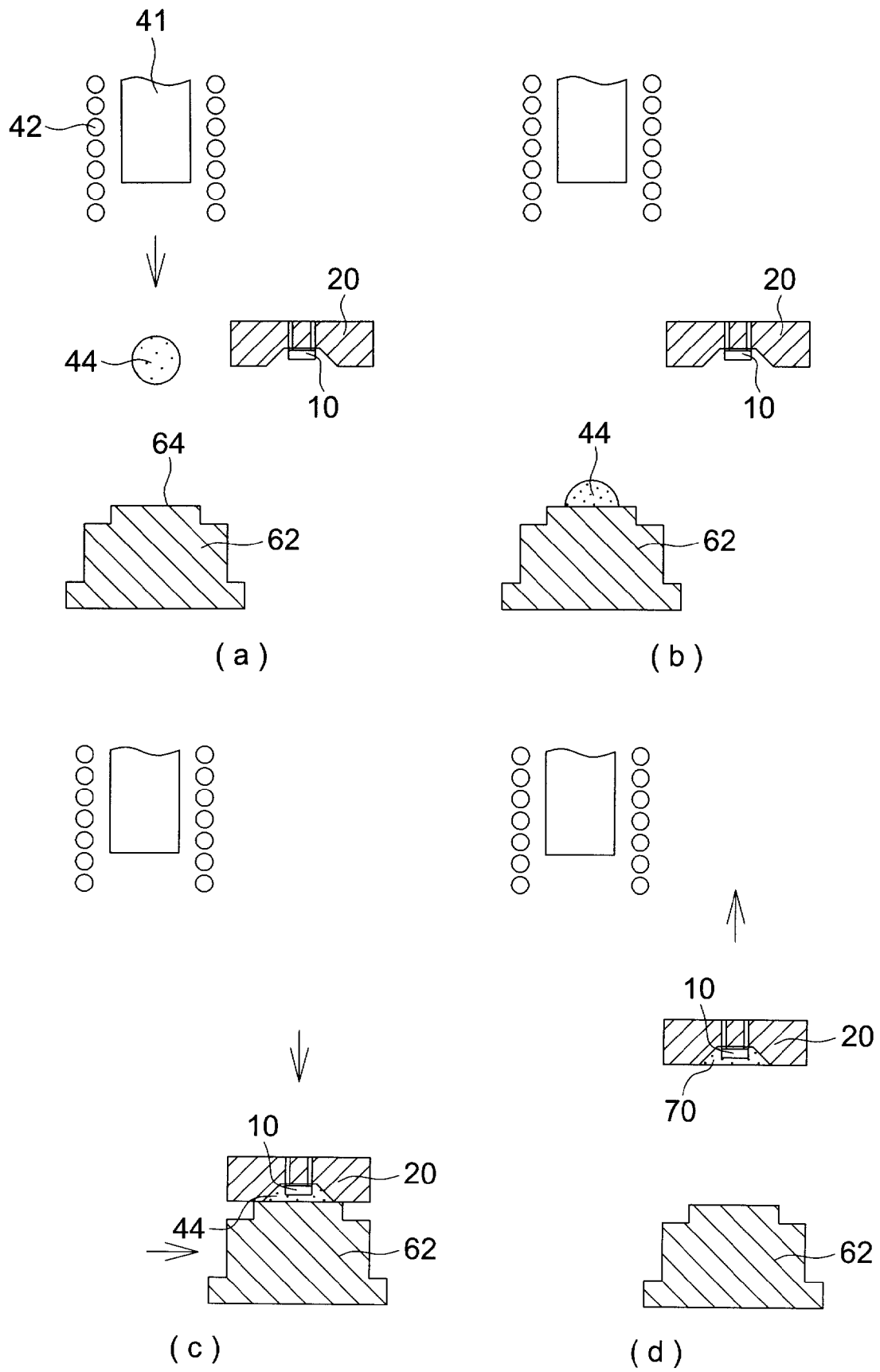
[図21]



[図22]



[図23]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/070785

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L33/56(2010.01)i, H01L23/02(2006.01)i, 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, H01L23/02

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 2009-256670 A (Mitsubishi Chemical Corp.), 05 November 2009 (05.11.2009), paragraphs [0118], [0201] to [0216]; fig. 8 & WO 2009/119841 A1	1-19, 28, 31
Y	JP 2008-34546 A (Nichia Chemical Industries, Ltd.), 14 February 2008 (14.02.2008), paragraphs [0059] to [0062]; fig. 9 (Family: none)	1-40
Y	JP 2005-79540 A (Matsushita Electric Works, Ltd.), 24 March 2005 (24.03.2005), entire text; all drawings (Family: none)	7

☒ 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
05 January, 2011 (05.01.11)

Date of mailing of the international search report
18 January, 2011 (18.01.11)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/070785

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 2008-244357 A (Toshiba Corp.), 09 October 2008 (09.10.2008), paragraph [0015] & US 2008/0303044 A1	11, 12, 28-30
Y	JP 2005-303285 A (Showa Denko Kabushiki Kaisha), 27 October 2005 (27.10.2005), paragraph [0052]; fig. 4 & WO 2005/91390 A1 & TW 281757 B	13, 14, 16, 40
Y	JP 2008-124153 A (Toyoda Gosei Co., Ltd.), 29 May 2008 (29.05.2008), entire text; all drawings (Family: none)	15, 16
Y	JP 2009-252898 A (Toyoda Gosei Co., Ltd.), 29 October 2009 (29.10.2009), paragraph [0030]; fig. 7 & US 2009/0262517 A1 & CN 101552314 A	20-40
Y	JP 2004-304161 A (Sony Corp.), 28 October 2004 (28.10.2004), paragraph [0108] & US 2004/0195576 A1	25
Y	JP 2007-194525 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 02 August 2007 (02.08.2007), paragraph [0035] (Family: none)	32
Y	JP 2003-292327 A (Minolta Co., Ltd.), 15 October 2003 (15.10.2003), paragraphs [0024] to [0026] (Family: none)	1-40
Y	JP 2004-339039 A (Minolta Co., Ltd.), 02 December 2004 (02.12.2004), all drawings; paragraph [0047] & US 2004/0231362 A1	1-40
Y	JP 2004-111906 A (Matsushita Electric Works, Ltd.), 08 April 2004 (08.04.2004), fig. 13 (Family: none)	2, 4, 5
Y	JP 2004-153109 A (Matsushita Electric Works, Ltd.), 27 May 2004 (27.05.2004), paragraphs [0019] to [0021] (Family: none)	9, 10

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. H01L33/56(2010.01)i, H01L23/02(2006.01)i, 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 (I P C))

Int.Cl. H01L33/00-33/64, H01L23/02

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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 1 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 1 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 1 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 2009-256670 A (三菱化学株式会社) 2009. 11. 05, 段落【0118】、【0201】 - 【0216】、第 8 図 & WO 2009/119841 A1	1-19, 28, 31
Y	JP 2008-34546 A (日亜化学工業株式会社) 2008. 02. 14, 段落【0059】 - 【0062】、第 9 図 (ファミリーなし)	1-40
Y	JP 2005-79540 A (松下電工株式会社) 2005. 03. 24, 全文, 全図 (ファミリーなし)	7

☒ 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

0 5 . 0 1 . 2 0 1 1

国際調査報告の発送日

1 8 . 0 1 . 2 0 1 1

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (I S A / J P)

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

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)

多田 春奈

2 K

3 2 0 5

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 2 5 5

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 2008-244357 A (株式会社東芝) 2008. 10. 09, 段落【0015】 & US 2008/0303044 A1	11, 12, 28-30
Y	JP 2005-303285 A (昭和電工株式会社) 2005. 10. 27, 段落【0052】, 第4図 & WO 2005/91390 A1 & TW 281757 B	13, 14, 16, 40
Y	JP 2008-124153 A (豊田合成株式会社) 2008. 05. 29, 全文, 全図 (ファミリーなし)	15, 16
Y	JP 2009-252898 A (豊田合成株式会社) 2009. 10. 29, 段落【0030】, 第7図 & US 2009/0262517 A1 & CN 101552314 A	20-40
Y	JP 2004-304161 A (ソニー株式会社) 2004. 10. 28, 段落【0108】 & US 2004/0195576 A1	25
Y	JP 2007-194525 A (松下電器産業株式会社) 2007. 08. 02, 段落【0035】 (ファミリーなし)	32
Y	JP 2003-292327 A (ミノルタ株式会社) 2003. 10. 15, 段落【0024】 - 【0026】 (ファミリーなし)	1-40
Y	JP 2004-339039 A (ミノルタ株式会社) 2004. 12. 02, 全図, 段落【0047】 & US 2004/0231362 A1	1-40
Y	JP 2004-111906 A (松下電工株式会社) 2004. 04. 08, 第13図 (ファミリーなし)	2, 4, 5
Y	JP 2004-153109 A (松下電工株式会社) 2004. 05. 27, 段落【0019】 - 【0021】 (ファミリーなし)	9, 10