

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5061139号  
(P5061139)

(45) 発行日 平成24年10月31日(2012.10.31)

(24) 登録日 平成24年8月10日(2012.8.10)

(51) Int.Cl. F I  
 HO 1 L 33/54 (2010.01) HO 1 L 33/00 4 2 2  
 HO 1 L 33/56 (2010.01) HO 1 L 33/00 4 2 4

請求項の数 6 (全 18 頁)

(21) 出願番号	特願2009-30360 (P2009-30360)	(73) 特許権者	391009936 株式会社住田光学ガラス
(22) 出願日	平成21年2月12日(2009.2.12)		埼玉県さいたま市浦和区針ヶ谷4丁目7番 25号
(65) 公開番号	特開2010-186887 (P2010-186887A)	(73) 特許権者	000241463 豊田合成株式会社
(43) 公開日	平成22年8月26日(2010.8.26)		愛知県清須市春日長畑1番地
審査請求日	平成23年4月22日(2011.4.22)	(74) 代理人	100071526 弁理士 平田 忠雄
		(74) 代理人	100142550 弁理士 重泉 達志
		(72) 発明者	相田 和哉 埼玉県さいたま市浦和区針ヶ谷4丁目7番 25号 株式会社住田光学ガラス内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 発光装置の製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

搭載部上の発光素子を、加熱によって軟化したガラス材により封止する際またはその後  
に前記ガラス材を加工する際に、

金型を前記ガラス材の上面に部分的に接触させて押し込んで当該ガラス材を部分的に凹  
ますことにより、当該上面における前記金型と非接触の部分を変形させ、前記ガラス材の  
上面の少なくとも一部に湾曲面を形成する発光装置の製造方法。

【請求項2】

前記金型は、前記ガラス材の前記上面における前記発光素子の直上部分と非接触であり  
、当該上面の前記直上部分の周辺と接触する請求項1に記載の発光装置の製造方法。

【請求項3】

前記ガラス材の前記上面の前記直上部分に前記湾曲面を形成する請求項2に記載の発光  
装置の製造方法。

【請求項4】

前記搭載部には複数の前記発光素子が実装され、  
前記金型は、前記ガラス材の前記上面における隣接する前記発光素子の中間部分と接触  
する請求項3に記載の発光装置の製造方法。

【請求項5】

前記湾曲面を形成された前記ガラス材が硬化した後、  
前記ガラス材の前記凹部にダイシングブレードを進入させ、前記ガラス材及び前記搭載

部を分割する請求項 4 に記載の発光装置の製造方法。

【請求項 6】

前記金型は、前記ガラス材と接触する接触部が格子状に形成される請求項 5 に記載の発光装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、搭載部上の発光素子が金型を用いてガラスにより封止される発光装置の製造方法に関する。

【背景技術】

10

【0002】

搭載部上の発光素子がガラスにより封止された発光装置が知られている（例えば、特許文献 1 参照）。特許文献 1 に記載の発光装置は、GaN 系半導体化合物からなるフリップチップタイプの LED 素子と、LED 素子と電気的に接続される配線層を有する基板と、LED 素子を封止して基板の表面に接着されるガラス封止部とを有している。ガラス封止部はドーム状に形成され、上面が湾曲面をなしている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開 2005 - 223222 号公報

20

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

ところで、特許文献 1 に記載の発光装置を製造するにあたり、ガラス封止部の上面と密着する金型を用いてプレス成形すると、金型をガラス材から離隔する際に金型にガラス材が付着し、ガラス封止部の上面の形状が所期形状に対して変形するおそれがある。また、成形時にガラス、基板等からガスが発生すると、ガスが金型とガラス材の間に入り込んでしまうため、これによってもガラス封止部の上面を的確に成形できなくなる。

【0005】

本発明は、前記事情に鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、金型にガラス材が付着したり、封止時に発生するガスに起因して、ガラス材の湾曲面が所期形状に対し変形することのない発光装置の製造方法を提供することにある。

30

【課題を解決するための手段】

【0006】

前記目的を達成するため、本発明では、搭載部上の発光素子を、加熱によって軟化したガラス材により封止する際またはその後に前記ガラス材を加工する際に、金型を前記ガラス材の上面に部分的に接触させて押し込んで当該ガラス材に凹部を形成し、当該上面における前記金型と非接触の部分を変形させ、前記ガラス材の上面の少なくとも一部に湾曲面を形成する発光装置の製造方法が提供される。

【0007】

40

上記発光装置の製造方法において、前記金型は、前記ガラス材の前記上面における前記発光素子の直上部分と非接触であり、当該上面の前記直上部分の周辺と接触する構成としてもよい。

【0008】

上記発光装置の製造方法において、前記ガラス材の前記上面の前記直上部分に前記湾曲面を形成する構成としてもよい。

【0009】

上記発光装置の製造方法において、前記搭載部には複数の前記発光素子が実装され、前記金型は、前記ガラス材の前記上面における隣接する前記発光素子の中間部分と接触する構成としてもよい。

50

## 【 0 0 1 0 】

上記発光装置の製造方法において、前記湾曲面を形成された前記ガラス材が硬化した後、前記ガラス材の前記凹部にダイシングブレードを進入させ、前記ガラス材及び前記搭載部を分割する構成としてもよい。

## 【 0 0 1 1 】

上記発光装置の製造方法において、前記金型は、前記ガラス材と接触する接触部が格子状に形成される構成としてもよい。

## 【 発明の効果 】

## 【 0 0 1 2 】

本発明によれば、金型にガラス材が付着したり、封止時に発生するガスに起因して、ガラス材の湾曲面が所期形状に対し変形することはない。

10

## 【 図面の簡単な説明 】

## 【 0 0 1 3 】

【 図 1 】 図 1 は本発明の一実施形態を示す発光装置の概略縦断面図である。

【 図 2 】 図 2 は L E D 素子の模式縦断面図である。

【 図 3 】 図 3 は発光装置の製造方法に関する説明図であり、( a ) は発光素子を実装した配線基板の平面図、( b ) は上金型の底面図である。

【 図 4 A 】 図 4 A はガラス材の封止加工前の状態を示す模式説明図である。

【 図 4 B 】 図 4 B はガラス材の封止加工時の状態を示す模式説明図である。

【 図 5 】 図 5 は発光装置の平面図である。

20

【 図 6 】 図 6 は変形例を示すガラス材の封止加工後の状態を示す模式説明図である。

【 図 7 】 図 7 は変形例を示す発光装置の概略縦断面図である。

【 図 8 】 図 8 は変形例を示すガラス材の封止加工時の状態を示す模式説明図である。

【 図 9 】 図 9 は変形例を示す発光装置の概略縦断面図である。

【 図 1 0 】 図 1 0 は変形例を示す上金型の底面図である。

【 図 1 1 】 図 1 1 は変形例を示す発光装置の平面図である。

【 図 1 2 】 図 1 2 は変形例を示す発光装置の説明図である。

【 図 1 3 】 図 1 3 は変形例を示す上金型の底面図である。

【 図 1 4 】 図 1 4 は変形例を示す発光装置の平面図である。

【 図 1 5 】 図 1 5 は変形例を示す発光装置の外観斜視図である。

30

【 図 1 6 】 図 1 6 は変形例を示す発光装置の製造方法に関する説明図であり、( a ) は発光素子を実装した配線基板の平面図、( b ) は上金型の底面図である。

【 図 1 7 】 図 1 7 は発光装置の製造方法の工程説明図である。

【 図 1 8 】 図 1 8 は封止前ガラスの加工状態を示す説明図であり、( a ) はガラス粉末から封止前ガラスを生成する加工装置を示し、( b ) はガラス粉末から生成された封止前ガラスを示し、( c ) は得られた封止前ガラスをスライスした状態を示している。

## 【 発明を実施するための形態 】

## 【 0 0 1 4 】

図 1 から図 5 は本発明の一実施形態を示し、図 1 は発光装置の概略縦断面図であり、図 2 は L E D 素子の模式縦断面図である。

40

## 【 0 0 1 5 】

図 1 に示すように、この発光装置 1 は、フリップチップ型の G a N 系半導体材料からなる L E D 素子 2 と、L E D 素子 2 を搭載する配線基板 3 と、配線基板 3 に形成されタングステン ( W ) - ニッケル ( N i ) - 金 ( A u ) で構成される回路パターン 4 と、L E D 素子 2 を封止するとともに配線基板 3 と接着されるガラス封止部 6 とを有する。また、L E D 素子 2 と配線基板 3 との間には、ガラスがまわりこまない中空部 5 が形成されている。本実施形態においては、配線基板 3 および回路パターン 4 が、L E D 素子 2 を搭載し L E D 素子 2 へ電力を供給するための搭載部を構成している。

## 【 0 0 1 6 】

発光素子としての L E D 素子 2 は、図 2 に示すように、サファイア ( A l <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ) から

50

なる成長基板 20 の表面に、III族窒化物系半導体をエピタキシャル成長させることにより、バッファ層 21 と、n型層 22 と、MQW層 23 と、p型層 24 とがこの順で形成されている。このLED素子 2 は、700 以上でエピタキシャル成長され、その耐熱温度は600 以上であり、後述する低融点の熱融着ガラスを用いた封止加工における加工温度に対して安定である。また、LED素子 2 は、p型層 24 の表面に設けられるp側電極 25 と、p側電極 25 上に形成されるp側パッド電極 26 と、を有するとともに、p型層 24 からn型層 22 にわたって一部をエッチングすることにより露出したn型層 22 に形成されるn側電極 27 を有する。p側パッド電極 26 とn側電極 27 には、それぞれAuパンプ 28 が形成される。

#### 【0017】

p側電極 25 は、例えばロジウム (Rh) からなり、発光層としてのMQW層 23 から発せられる光を成長基板 20 の方向に反射する光反射層として機能する。尚、p側電極 25 の材質は適宜変更が可能である。本実施形態においては、p側電極 25 上には2点のp側パッド電極 26 が形成され、各p側パッド電極 26 にAuパンプ 28 が形成される。尚、p側パッド電極 26 は例えば3点であってもよく、p側電極 25 上に形成するp側パッド電極 26 の個数は適宜変更が可能である。

#### 【0018】

n側電極 27 は、同一エリアにコンタクト層とパッド層とが形成されている。図2に示すように、n側電極 27 は、Al層 27aと、このAl層 27aを覆う薄膜状のNi層 27bと、Ni層 27bの表面を覆うAu層 27cによって形成されている。尚、n側電極 27 の材質は適宜変更が可能である。本実施形態においては、平面視にて、n側電極 27 がLED素子 2 の隅部に形成され、p側電極 25 がn側電極 27 の形成領域を除いて、ほぼ全面的に形成されている。

#### 【0019】

LED素子 2 は、厚さ100  $\mu\text{m}$ で346  $\mu\text{m}$ 角に形成されており、熱膨張率は $7 \times 10^{-6} /$  である。ここで、LED素子 2 のGaN層の熱膨張率は $5 \times 10^{-6} /$  であるが、大部分を占めるサファイアからなる成長基板 20 の熱膨張率が $7 \times 10^{-6} /$  であるため、LED素子 2 本体の熱膨張率は成長基板 20 の熱膨張率と同等となっている。尚、各図においてはLED素子 2 の各部の構成を明確にするために実寸と異なるサイズで各部を示している。

#### 【0020】

搭載部としての配線基板 3 は、アルミナ ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) の多結晶焼結材料からなり、厚さ0.25 mmで1.0 mm角に形成されており、熱膨張率が $7 \times 10^{-6} /$  である。図1に示すように、配線基板 3 の回路パターン 4 は、基板表面に形成されてLED素子 2 と電氣的に接続される表面パターン 41 と、基板裏面に形成されて外部端子と接続可能な裏面パターン 42 と、を有している。表面パターン 41 は、LED素子 2 の電極形状に応じてパターン形成されたW層 4aと、W層 4aの表面を覆う薄膜状のNi層 4bと、Ni層 4bの表面を覆う薄膜状のAu層 4cと、を含んでいる。裏面パターン 42 は、後述する外部接続端子 44 に応じてパターン形成されたW層 4aと、W層 4aの表面を覆う薄膜状のNi層 4bと、Ni層 4bの表面を覆う薄膜状のAu層 4cと、を含んでいる。表面パターン 41 と裏面パターン 42 は、配線基板 3 を厚さ方向に貫通するビアホール 3a に設けられWからなるビアパターン 43 により電氣的に接続されている。外部接続端子 44 はアノード側とカソード側で1つずつ設けられる。各外部接続端子 44 は、配線基板 3 に平面視にて対角に配されている。

#### 【0021】

ガラス封止部 6 は、 $\text{ZnO} - \text{B}_2\text{O}_3 - \text{SiO}_2 - \text{Nb}_2\text{O}_5 - \text{Na}_2\text{O} - \text{Li}_2\text{O}$ 系の熱融着ガラスからなる。尚、ガラスの組成はこれに限定されるものではなく、例えば、熱融着ガラスは、 $\text{Li}_2\text{O}$ を含有していなくてもよいし、任意成分として $\text{ZrO}_2$ 、 $\text{TiO}_2$ 等を含んでいてもよい。この熱融着ガラスは、ガラス転移温度 (Tg) が490 で、屈伏点 (At) が520 であり、LED素子 2 のエピタキシャル成長層の形成温度よ

10

20

30

40

50

りも、ガラス転移温度 ( $T_g$ ) が十分に低くなっている。本実施形態においては、エピタキシャル成長層の形成温度よりも、ガラス転移温度 ( $T_g$ ) が 200 以上低くなっている。また、熱融着ガラスの 100 ~ 300 における熱膨張率 ( ) は  $6 \times 10^{-6}$  / である。熱膨張率 ( ) は、ガラス転移温度 ( $T_g$ ) を超えるとこれより大きな数値となる。これにより、熱融着ガラスは約 600 で配線基板 3 と接着し、ホットプレス加工が可能となっている。また、ガラス封止部 6 の熱融着ガラスの屈折率は 1.7 である。

#### 【0022】

また、熱融着ガラスの組成は、ガラス転移温度 ( $T_g$ ) が LED 素子 2 の耐熱温度よりも低く、熱膨張率 ( ) が配線基板 3 と同等であれば任意である。ガラス転移温度が比較的 low、熱膨張率が比較的小さいガラスとしては、例えば、 $ZnO-SiO_2-R_2O$  系 (R は Li、Na、K 等の I 族の元素から選ばれる少なくとも 1 種) のガラス、リン酸系のガラス及び鉛ガラスが挙げられる。これらのガラスでは、 $ZnO-SiO_2-R_2O$  系のガラスが、リン酸系のガラスに比して耐湿性が良好で、鉛ガラスのように環境的な問題が生じることがないので好適である。

10

#### 【0023】

ここで、熱融着ガラスとは加熱により軟化状態として成形したガラスであり、ゾルゲル法により成形されるガラスと異なる。ゾルゲルガラスでは成形時の体積変化が大きいのでクラックが生じやすくガラスによる厚膜を形成することが困難であるところ、熱融着ガラスはこの問題点を回避することができる。また、ゾルゲルガラスでは細孔を生じるので気密性を損なうことがあるが、熱融着ガラスはこの問題点を生じることなく、LED 素子 2 の封止を的確に行うことができる。

20

#### 【0024】

また、熱融着ガラスは、一般に、樹脂において高粘度といわれるレベルより、桁違いに高い粘度で加工される。さらに、ガラスの場合には、屈伏点を数十 超えても粘度が一般の樹脂封止レベルまで低くはならない。また、一般の樹脂成型時レベルの粘度にしようすると、LED 素子の結晶成長温度を超える温度を要するもの、あるいは金型に付着するものとなり、封止・成形加工が困難になる。このため、 $10^4$  ポアズ以上で加工することが好ましい。

#### 【0025】

図 1 に示すように、ガラス封止部 6 は、発光素子 2 及び配線基板 3 を全面的に覆い、最大厚さが 0.5 mm となっている。ガラス封止部 6 は、上方へ凸の湾曲面 6 f をなす上面 6 a と、上面 6 a の外縁から下方へ延び配線基板 3 と垂直な側面 6 b と、側面 6 b の下端から配線基板 3 と平行に延びる平坦面 6 c と、を有している。

30

#### 【0026】

以上のように構成される発光装置 1 は、以下の工程を経て製造される。

まず、ガラス成分の酸化物粉末を 1200 に加熱し、熔融状態で攪拌する。そして、ガラスを固化した後、ガラス封止部 6 の厚さに対応するようスライスして板状に加工する (板状加工工程)。

#### 【0027】

一方、ビアホール 3 a が形成された配線基板 3 を用意し、配線基板 3 の表面に回路パターンに応じて W ペーストをスクリーン印刷する。次いで、W ペーストを印刷された配線基板 3 を 1000 余で熱処理することにより W を配線基板 3 に焼き付け、さらに、W 上に Ni めっき、Au めっきを施すことで回路パターン 4 を形成する (パターン形成工程)。

40

#### 【0028】

本実施形態においては、配線基板 3 は、セラミックを焼成した後に、回路パターン 4 が形成される。これは、焼成前のセラミック (例えばグリーンシート) に回路パターン 4 を形成してから焼成すると、焼成時及び焼成後の加熱・冷却による熱膨張及び熱収縮に起因し、回路パターン 4 の精度が悪くなるからである。

尚、焼成されたセラミックに回路パターン 4 を形成するにあたっては、W ペーストを印刷して熱処理したものに代えて、Cr、Ti 等の金属を蒸着したもの、Cu 箔を貼り付け

50

た後に所定形状にエッチングしたもの等とし、これにNiめっき及びAuめっきを施すようにしてもよい。

【0029】

図3は、発光装置の製造方法に関する説明図であり、(a)は発光素子を実装した配線基板の平面図、(b)は上金型の底面図である。

図3(a)に示すように、複数のLED素子2を縦及び横について等間隔で配線基板3に実装する(素子実装工程)。具体的には、配線基板3の回路パターン4の表面パターン41に複数のLED素子2を各Auバンプ28によって電氣的に接合する。本実施形態においては、p側2点、n側1点の合計3点のバンプ接合が施される。

【0030】

そして、各LED素子2が搭載された配線基板3を下金型91にセットし、板状の封止前ガラス11(図3中不図示)を上金型92にセットする。下金型91及び上金型92にはそれぞれヒータが配置され、各金型91,92で独立して温度調整される。図3(b)に示すように、上金型92は、平板状に形成され封止前ガラス11と非接触な本体92aと、この本体92aの下面に下方へ突出形成される接触部92bと、を有している。上金型92は、封止前ガラス11の各LED素子2の直上部分と非接触であって、封止前ガラス11の直上部分の周辺と接触するよう構成されている。上金型92は、例えば、ステンレス、タングステンカーバイド等からなる。本実施形態においては、上金型92の接触部92bは、格子状に形成され、封止前ガラス11における隣接するLED素子2の中間部分と接触する。

【0031】

図4Aは、ガラス材の封止加工前の状態を示す模式説明図である。

次いで、図4Aに示すように、略平坦な配線基板3の実装面に封止前ガラス11を重ねて、各LED素子2を覆うように封止前ガラス11を配置する(ガラス配置工程)。この後、下金型91及び上金型92を加圧し、窒素雰囲気中で加熱によって軟化したガラス材のホットプレス加工を行う。このとき、封止前ガラス11は、配線基板3への配置前に加熱されていてもよいし、配置後に加熱されるようにしてもよい。ホットプレス加工は、上金型92から封止前ガラス11に配線基板3方向へ圧力を加えることにより行われる。これにより、LED素子2が搭載された配線基板3に封止前ガラス11が融着され、LED素子2は配線基板3上で封止前ガラス11により封止される。ここで、ホットプレス加工は、各部材に対して不活性な雰囲気中に行えばよく、窒素雰囲気の外に例えば真空中で行うようにしてもよい。

【0032】

図4Bは、ガラス材の封止加工時の状態を示す模式説明図である。

このとき、図4Bに示すように、上金型92の接触部92bを封止前ガラス11の上面に部分的に接触させて押し込んで封止前ガラス11を部分的に凹ますことにより、この上面における上金型92と非接触の部分を変形させ、上面に湾曲面を形成する(加圧工程)。本実施形態においては、封止前ガラス11の上面の全体にわたって湾曲面が形成され、各LED素子2の直上部分にも湾曲面が形成されている。

【0033】

また、加圧工程にて、接触部92bにより封止前ガラス11の上面における隣接する湾曲面の間に凹部11aが形成される。本実施形態においては、上金型92の接触部92bをガラスから離隔した後も、凹部11aの形状がほぼそのまま維持されるように、接触部92の寸法及びガラスの粘度が設定されている。これに対し、本実施形態よりも、接触部92の寸法を小さくしたり、ガラスの粘度を小さくすることによって、上金型92をガラスから離隔した後に、凹部11aが小さくなるようにすることもできる。尚、本実施形態においては、接触部92bが配線基板3と離隔した状態でガラスの成形が行われるが、接触部92bを配線基板3と接触させてしまってもよい。封止前ガラス11に凹部11aが形成される際、ガラスは比較的高い粘度を有していることから、封止前ガラス11における接触部92b間の非接触部分については、接触部92b側が押し下げられて接触部92b

10

20

30

40

50

間の中央が盛り上がった湾曲面が形成される。これにより、ガラス封止部 6 に、湾曲面 6 f を有する上面 6 a、上面 6 a の外縁から下方へ延びる側面 6 b、側面 6 b の下端から水平に延びる平坦面 6 c が、それぞれ形成される。尚、ガラス封止部 6 の上面 6 a と、上金型 9 2 の本体 9 2 a との間には、気体層 9 3 が形成されている。

【 0 0 3 4 】

以上の工程で、複数の発光装置 1 が横方向に連結された状態の図 4 B に示すような中間体 1 2 が作製される。この後、ガラス封止部 6 と一体化された配線基板 3 をダイシング装置にセットして、ダイシングブレードを凹部 1 1 a に進入させて、ガラス封止部 6 及び配線基板 3 を各 LED 素子 2 ごとに分割するようダイシングして発光装置 1 が完成する（分割工程）。

10

【 0 0 3 5 】

図 5 は、製造された発光装置の平面図である。

図 5 に示すように、平面視にて、発光装置 1 は正方形状を呈し、ガラス封止部 6 の外縁に平坦面 6 c が形成される。平坦面 6 c には上金型 9 2 からの圧力が直接的に加わっていることから、ガラス封止部 6 は平坦面 6 c の下側にて配線基板 3 と比較的強固に接合されている。

【 0 0 3 6 】

以上のように構成された発光装置 1 では、回路パターン 4 を通じて LED 素子 2 に電圧が印加されると、LED 素子 2 から青色光が発せられる。LED 素子 2 から発せられた青色光は、ガラス封止部 6 の上面 6 a 又は側面 6 b を通じて外部へ放射される。このとき、ガラス封止部 6 の上面 6 a は、上方へ凸な湾曲面 6 f をなしていることから、平坦面である場合と比べて、光の取り出し効率が向上している。

20

【 0 0 3 7 】

また、ガラス封止部 6 の上面 6 a が上金型 9 2 に対して非接触で形成されているので、上金型 9 2 にガラス材が付着して上面 6 a の表面形状が所期形状に対し変形することはない。また、上面 6 a と上金型 9 2 との間に、気体層 9 3 が形成されていることから、封止時にガラス材等からガスが発生したとしても、気体層 9 3 内に放散される。これにより、上面 6 a と上金型 9 2 が密着している場合のように、上面 6 a と上金型 9 2 の間にガスが入り込んで、上面 6 a の表面形状が所期形状に対して変形することもない。従って、ガラス封止部 6 の上面 6 a を所期形状として、所望の光学特性を得ることができる。

30

【 0 0 3 8 】

さらに、ガラス封止部 6 の上面 6 a が上金型 9 2 に対して非接触であることから、金型に接触させて成形した場合と比べて、上面 6 a の表面粗さを小さくすることができる。従って、封止加工後の上面 6 a の鏡面仕上げを簡略なものとしたり、省略したりすることができ、製造コストの低減を図ることができる。

【 0 0 3 9 】

さらにまた、封止前ガラス 1 1 の凹部 1 1 a にダイシングブレードを進入させてダイシングするようにしたので、ガラス封止部 6 の側面 6 b がダイシングブレードにより形成されるものと比べ、側面 6 b の表面粗さを小さくすることができる。また、ダイシング時に切削するガラスを最小限とすることができ、歩留まりが向上する。

40

【 0 0 4 0 】

さらにまた、セラミックを焼成した後に、配線基板 3 に回路パターン 4 を形成したので、回路パターン 4 の位置精度を高くすることができ、回路パターン 4 と電気的に接続される LED 素子 2 の位置精度も高くすることができる。この結果、上金型 9 2 の各接触部 9 2 b と配線基板 3 の各回路パターン 4 との相対的な位置関係のずれを最小限とし、製造される発光装置 1 の LED 素子 2 とガラス封止部 6 の上面 6 c の中心軸とのずれを抑制することができる。尚、LED 素子 2 とガラス封止部 6 の上面 6 c との相対的な位置関係につき、精度が要求されない場合は、配線基板 3 のセラミックの焼成前に回路パターン 4 を形成してしまってもよい。

【 0 0 4 1 】

50

また、ガラス封止部 6 として  $ZnO - B_2O_3 - SiO_2 - Nb_2O_5 - Na_2O - Li_2O$  系の熱融着ガラスを用いたので、ガラス封止部 6 の安定性及び耐候性を良好とすることができる。従って、発光装置 1 が過酷な環境下等で長期間にわたって使用される場合であっても、ガラス封止部 6 の劣化が抑制され、光取り出し効率の経時的な低下を効果的に抑制することができる。さらに、ガラス封止部 6 が高屈折率でかつ高透過率特性のため、高信頼性と高発光効率の両立を実現できる。

【 0 0 4 2 】

また、ガラス封止部 6 として屈伏点 (  $A_t$  ) が LED 素子 2 の半導体層のエピタキシャル成長温度より低いガラスを用いたので、ホットプレス時に LED 素子 2 が熱的なダメージにより損なわれることがなく、半導体層の結晶成長温度に対して十分に低い加工が可能である。

10

【 0 0 4 3 】

さらに、配線基板 3 とガラス封止部 6 の熱膨張率が同等であるので、高温で接着された後、常温あるいは低温状態としても剥離、クラック等の接着不良が生じにくい。さらに、一般にガラスは  $T_g$  点以上の温度において熱膨張率が增大する特性を有しており、 $T_g$  点以上の温度でガラス封止が行われる場合には、 $T_g$  点以下だけでなく  $T_g$  点以上の温度における熱膨張率も考慮することが安定したガラス封止を行うにあたり望ましい。すなわち、ガラス封止部 6 を構成するガラス材料は、上記した  $T_g$  点以上の温度における熱膨張率を含む熱膨張率と、配線基板 3 の熱膨張率とを考慮した同等の熱膨張率とすることで、配線基板 3 に反りを発生させる内部応力を小にでき、配線基板 3 とガラス封止部 6 との接着性が得られているにもかかわらずガラスのせん断破壊が生じることを防ぐことができる。従って、配線基板 3 やガラス封止部 6 のサイズを大きくとり、一括生産できる数量を大にすることができる。また、発明者の確認では、 $-40 \quad 100$  の液相冷熱衝撃試験  $1000$  サイクルでも剥離、クラックは生じていない。さらに、 $5\text{mm} \times 5\text{mm}$  サイズのガラス片のセラミック基板への接合基礎確認として、ガラス、セラミック基板とも種々の熱膨張率の組み合わせで実験を行ったところ、熱膨張率が高い方の部材に対する低い方の部材の熱膨張率の比が  $0.85$  以上ではクラックを生じることなく接合が行えることを確認した。部材の剛性やサイズ等にも依存するが、熱膨張率が同等というのは、この程度の範囲を示す。

20

【 0 0 4 4 】

さらに、LED 素子 2 とガラス封止部 6 の熱膨張率が同等であるので、配線基板 3 を含めた部材の熱膨張率が同等となり、ガラス封止における高温加工と常温との温度差においても内部応力は極めて小さく、クラックを生じることのない安定した加工性が得られる。また、内部応力を小にできるので、耐衝撃性が向上し、信頼性に優れるガラス封止型 LED とできる。

30

【 0 0 4 5 】

配線基板 3 の表面パターン 4 1 は、ビアパターン 4 3 により裏面パターン 4 2 に引き出されるので、ガラスが不必要な箇所へ入り込むことや、電気端子が覆われること等への特別な対策を要することなく、製造工程を簡略化できる。また、板状の封止前ガラス 1 1 を複数の LED 素子 2 に対して一括封止加工できるので、ダイサーカットにより複数の発光装置 1 を容易に量産することができる。なお、熱融着ガラスは高粘度状態で加工されるため、樹脂のように封止材料の流れ出しに対して十分な対策をとる必要はなく、ピアホールによらなくても外部端子が裏面に引き出されていれば十分に量産対応可能である。

40

【 0 0 4 6 】

尚、前記実施形態においては、格子状の上金型 9 2 を用いて LED 素子 2 の封止とガラス封止部 6 a の湾曲面の形成を同時に行うものを示したが、封止用の金型と湾曲面形成用の金型を別個として、LED 素子 2 の封止後の上面を湾曲させるようにしてもよい。すなわち、湾曲面の形成は、加熱によって軟化したガラス材により封止する際に限らず、封止後にガラス材を加工する際であってもよい。この場合における封止時のガラスの形状は任意であるが、例えば、図 6 に示すように平坦な成型面を有する他の金型を用いて配線基板

50



3上のLED素子2を封止しておき、この後に上金型92によりガラスの上面を湾曲させることが好ましい。

【0047】

また、前記実施形態においては、ガラス封止部6の上面6aに全体的に湾曲面が形成されるものを示したが、上金型92の押し込み量や接触部92bの寸法を調整することにより、例えば図7に示すように上面6aにおける側面6b側だけに湾曲面6fが形成され、LED素子2の直上部分が第2平坦面6dが形成されるものとすることも可能である。

【0048】

さらに、図8に示すようにガラス封止部6のLED素子2の直上部分を上金型92により押し込んでLED素子2の直上部分に凹部11aを形成し、図9に示すようにガラス封止部6の上面6aにおけるLED素子2の直上部分が凹む湾曲面6fを形成してもよい。図9においては、LED素子2の直上部分に平坦面6eが形成され、側面6bは配線基板3と面一に形成されている。尚、上金型92の接触部92bの幅寸法を小さくしたりガラスの粘度を小さくすることにより、上金型92をガラスから離隔した後に凹部11aを変形させて小さくし、平坦面6eが存在しない形状とすることも可能である。この発光装置1では、LED素子2から放射された光が湾曲面にて反射し、ガラス封止部6の側面6bから主として光が取り出されるようになる。

【0049】

前記実施形態の上金型92に代えて、例えば図10に示すように、接触部92bの格子形状の角部を丸めた上金型192を用いてもよい。この上金型192の接触部92bは、縦横に延びる直線部分の交差部に面取り部192cを有している。この上金型192を用いて製造した発光装置101を図11に示す。

【0050】

図11に示すように、発光装置101は、平面視にて、ガラス封止部6の側面6bの角部に面取り部106dを有する。これにより、LED素子2から水平に放射される光についても、装置外部への取り出し効率が向上する。面取り部106dの寸法は、任意であるが、LED素子2の端部から出射された光が、ガラス封止部6と外部雰囲気との界面で臨界角とならないよう設定することが好ましい。

【0051】

具体的には、面取り部106cが円弧である場合、図12に示すように、平面視において、対向する側面6b同士の距離をa、LED素子2の一辺の長さをb、ガラス封止部6と外部雰囲気との界面の臨界角を $\theta$ としたとき、面取り部106dの縦及び横の寸法cを、

$$c = a - (a - b) \cdot (1 + \tan \theta) / 2$$

とすることが好ましい。

【0052】

また、前記実施形態の上金型92に代えて、例えば図13に示すように、接触部292bを円形の孔が縦及び横に等間隔で並ぶ形状とした上金型292を用いてもよい。この上金型292を用いて製造した発光装置201を図14に示す。図14に示すように、発光装置201のガラス封止部6は、平面視にて、側面206bが円形を呈している。

【0053】

また、前記実施形態においては、1つの発光装置1に1つのLED素子2が搭載されるものを示したが、例えば図15に示すように、1つの発光装置301に複数のLED素子2が搭載されるものであってもよい。この発光装置301は、所定方向へ延び、複数のLED素子2が一行に長尺な配線基板3に搭載されている。ガラス封止部6は、配線基板3に沿って長尺に形成され、長手方向については同一断面となっている。ガラス封止部6は、上面306aが幅方向について湾曲して形成され、側面306bが上面306aの幅方向外縁から下方へ延びるよう形成され、平坦面306cが側面306bの下端から幅方向外側へ延びるよう形成されている。

【0054】

10

20

30

40

50

この発光装置301は、図16(a)に示すように、配線基板3に縦横に等間隔で複数のLED素子2を搭載し、横方向のLED素子2を回路パターン304により電氣的に接続しておく。そして、図16(b)に示すように、上金型392の接触部392bを横方向に延びる直線状に形成しておき、各LED素子2を縦方向に分断するように、上金型392の接触部392bを封止前ガラス11に接触させることにより、上面306aを湾曲させることができる。

【0055】

また、前記実施形態においては、LED素子2としてGaN系半導体材料からなるものを用いた発光装置1を説明したが、LED素子はGaN系のLED素子2に限定されず、例えばZnSe系やSiC系のように他の半導体材料からなる発光素子であってもよい。また、LED素子2の発光波長も任意であり、LED素子2は緑色光、黄色光、橙色光、赤色光等を発するものであってもよい。

10

【0056】

また、前記実施形態のガラス封止部6は耐候性に優れているものの、装置の使用条件等によって結露が生じた場合には、ガラス封止部6が変質するおそれがある。これに対しては、結露が生じない装置構成とすることが望ましいが、ガラス封止部6の表面にシリコン樹脂コートなどを施すことで、高温状態での結露によるガラスの変質を防止することもできる。さらに、ガラス封止部6の表面に施すコーティング材としては、耐湿だけでなく、耐酸、耐アルカリ性を有するものとして、例えばSiO<sub>2</sub>系、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>系等のような無機材料が好ましい。

20

【0057】

さらに、前記実施形態においては、上金型92と下金型91により配線基板3及びガラス封止部6に圧力を加えるものを示したが、下金型91を固定部材として上金型92のみによりガラスの封止加工を行うことも可能である。

【0058】

また、ガラス封止部6に、MQW層23から発せられる青色光により励起されると、黄色領域にピーク波長を有する黄色光を発する蛍光体を含有させてもよい。蛍光体としては、YAG(Yttrium Aluminum Garnet)蛍光体、珪酸塩蛍光体や、YAGと珪酸塩蛍光体を所定の割合で混合したもの等を用いることができる。この場合、LED素子2から発せられた青色光の一部はガラス封止部6内の蛍光体により黄色光に変換され、他部は波長変換されることなくガラス封止部6から外部へ放射される。これにより、ガラス封止部6から放射される光は、黄色領域と青色領域とにピーク波長を有することとなり、この結果、装置外部へは白色光が放射される。また、紫外光を発するLED素子と、青色蛍光体、緑色蛍光体、赤色蛍光体の組合せにより白色光を得るようにしてもよい。

30

【0059】

このようにガラス封止部6に蛍光体が含有される発光装置1の製造方法について、図17の工程説明図を参照しながら、以下に説明する。

まず、ZnO-B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-SiO<sub>2</sub>-Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-Na<sub>2</sub>O-Li<sub>2</sub>O系の熱融着ガラスを粉砕し、これに例えばYAGからなる黄色蛍光体の粒子を混合し、蛍光体粒子がガラスの粉末内に均一に分散されたガラス粉末10を生成する(粉砕工程)。

40

【0060】

図18は封止前ガラスの加工状態を示す説明図であり、(a)はガラス粉末から封止前ガラスを生成する加工装置を示し、(b)はガラス粉末から生成された封止前ガラスを示し、(c)は得られた封止前ガラスをスライスした状態を示している。

粉砕工程にて生成されたガラス粉末10を荷重を加えながら熔融した後に、ガラス粉末10を固化して封止前ガラス11を生成する(ガラス生成工程)。具体的には、図18(a)に示すように、下台80の平坦な上面80aに、下台80上の所定領域を包囲する筒状の側面枠81を設けて、上方を開口した凹部82を形成する。凹部82は上下にわたって同じ断面であり、凹部82の断面形状に対応して形成された荷重治具83の下部83aが、凹部82内で上下に移動可能となっている。この凹部82にガラス粉末10を入れた

50

後、凹部 8 2 内を加圧する荷重治具 8 3 をセットする。そして、雰囲気空気を、7.6 Torr に減圧するとともに 650 °C に加熱し、荷重治具 8 3 を利用して 20 kg/cm<sup>2</sup> の圧力をガラス粉末 10 に加えて溶解する。

#### 【0061】

この後、溶解したガラス粉末 10 を冷却して固化することにより、図 18 (b) に示すような封止前ガラス 11 を得ることができる。生成された封止前ガラス 11 は、図 18 (c) に示すように、ガラス封止部 6 の厚さに対応するようスライスされて板状に加工される(板状加工工程)。本実施形態においては、ガラス封止部 6 の厚さは 0.5 mm である。この後、前記実施形態と同様に、パターン形成工程、素子実装工程、ガラス配置工程、加圧工程及び分割工程を経て発光装置 1 が製造される。

10

#### 【0062】

さらに、ガラス封止部 6 に、拡散粒子を含有させてもよい。拡散粒子としては、例えばジルコニア粒子、アルミナ粒子、シリカ粒子等を用いることができる。拡散粒子の材質は任意であるが、光の透過性の観点からは白色の材質が好ましく、ガラス加工時の安定性の観点からは融点加工時の温度より高いことが好ましい。

#### 【0063】

また、前記実施形態のガラス封止部 6 について、 $B_2O_3 - SiO_2 - Li_2O - Na_2O - ZnO - Nb_2O_5$  系の熱融着ガラスの ZnO 組成の一部を  $Bi_2O_3$  とし、熱融着ガラスの屈折率をさらに高くしてもよい。熱融着ガラスの屈折率は、1.8 であることが好ましい。そして、屈折率が 1.8 の熱融着ガラスを用いる場合、基板の屈折率 ( $n_d$ ) が 1.8 以上である発光素子を用いることが、発光素子からの光の取り出し効率を向上させて発光効率の向上を図ることができ好ましい。基板の屈折率が 1.8 以上である発光素子としては、例えば、 $Ga_2O_3$  基板、GaN 基板、SiC 基板等の上に GaN 系半導体が形成された発光素子がある。

20

#### 【0064】

また、前記実施形態においては、搭載部としての配線基板 3 がアルミナ ( $Al_2O_3$ ) からなるものを示したが、アルミナ以外のセラミックから構成するようにしてもよい。さらには、搭載部を、金属製のリードフレームとしてもよいことは勿論である。ここで、アルミナより熱伝導性に優れる高熱伝導性材料からなるセラミック基板として、例えば、BeO (熱膨張率 :  $7.6 \times 10^{-6} / ^\circ C$ 、熱伝導率 :  $250 W / (m \cdot K)$ ) を用いても良い。この BeO からなる基板においても封止前ガラスにより良好な封止性を得ることができる。

30

#### 【0065】

さらに、他の高熱伝導性基板として、例えば W-Cu 基板を用いても良い。W-Cu 基板としては、W90-Cu10 基板 (熱膨張率 :  $6.5 \times 10^{-6} / ^\circ C$ 、熱伝導率 :  $180 W / (m \cdot K)$ )、W85-Cu15 基板 (熱膨張率 :  $7.2 \times 10^{-6} / ^\circ C$ 、熱伝導率 :  $190 W / (m \cdot K)$ ) を用いることにより、ガラス封止部との良好な接合強度を確保しながら高い熱伝導性を付与することができ、LED の大光量化、高出力化に余裕をもって対応することが可能になる。

#### 【0066】

また、前記実施形態においては、発光素子として LED 素子を用いた発光装置を説明したが、発光素子は LED 素子に限定されるものではない。また、前記実施形態においては、中間体 12 を作製してこれを分割し、複数の発光装置 1 を同時に得るものを示したが、1 つ発光素子 1 ごとに封止加工を行うようにしてもよい。さらに、下金型 91 は必ずしも必要ではなく、金型を上金型 92 のみとしてもよいし、その他、具体的な細部構造等についても適宜に変更可能であることは勿論である。

40

#### 【符号の説明】

#### 【0067】

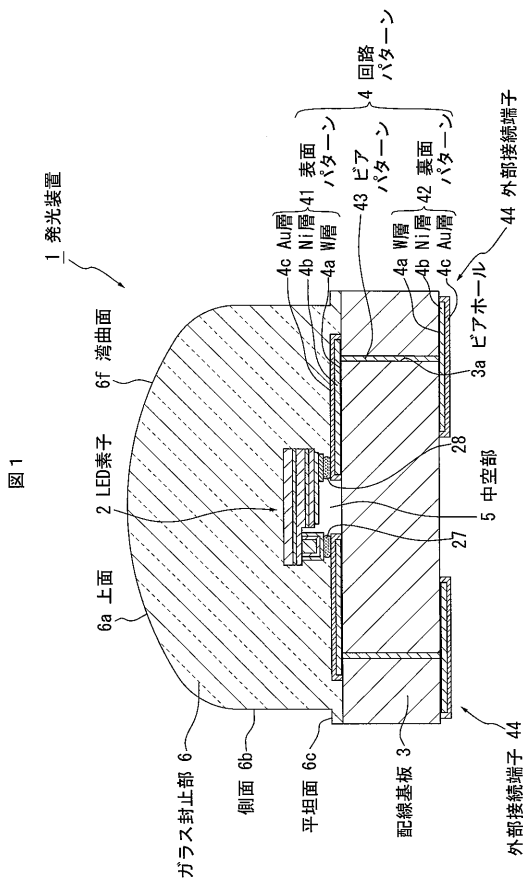
- 1 発光装置
- 2 LED 素子

50

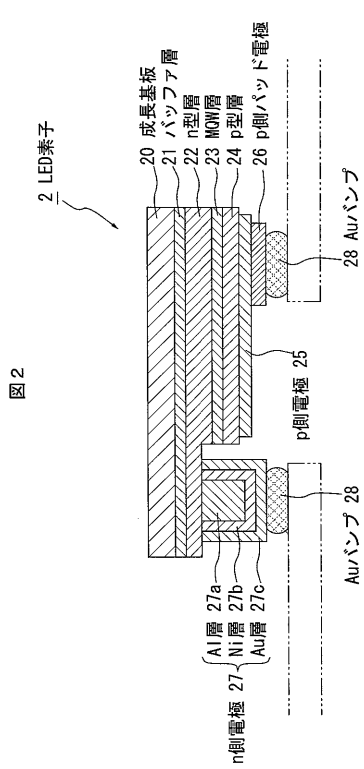
3	配線基板	
3 a	ビアホール	
4	回路パターン	
4 a	W層	
4 b	Ni層	
4 c	Au層	
4 d	Ag層	
5	中空部	
6	ガラス封止部	
6 a	上面	10
6 b	側面	
6 c	平坦面	
6 d	第2平坦面	
6 f	湾曲面	
10	ガラス粉末	
11	封止前ガラス	
11 a	凹部	
12	中間体	
20	成長基板	
21	バッファ層	20
22	n型層	
23	MQW層	
24	p型層	
25	p側電極	
26	p側パッド電極	
27	n側電極	
27 a	Al層	
27 b	Ni層	
27 c	Au層	
28	Auバンプ	30
41	表面パターン	
42	裏面パターン	
43	ビアパターン	
44	外部接続端子	
80	下台	
80 a	上面	
81	側面枠	
82	凹部	
83	荷重治具	
83 a	下部	40
91	下金型	
92	上金型	
92 a	本体	
92 b	接触部	
93	気体層	
101	発光装置	
106 d	面取り部	
192	上金型	
192 c	面取り部	
201	発光装置	50

- 2 0 6 b 側面
- 2 9 2 上金型
- 2 9 2 b 接触部
- 3 0 1 発光装置
- 3 0 4 回路パターン
- 3 0 6 a 上面
- 3 0 6 b 側面
- 3 0 6 c 平坦面
- 3 9 2 上金型
- 3 9 2 b 接触部

【 図 1 】



【 図 2 】



【 図 3 】

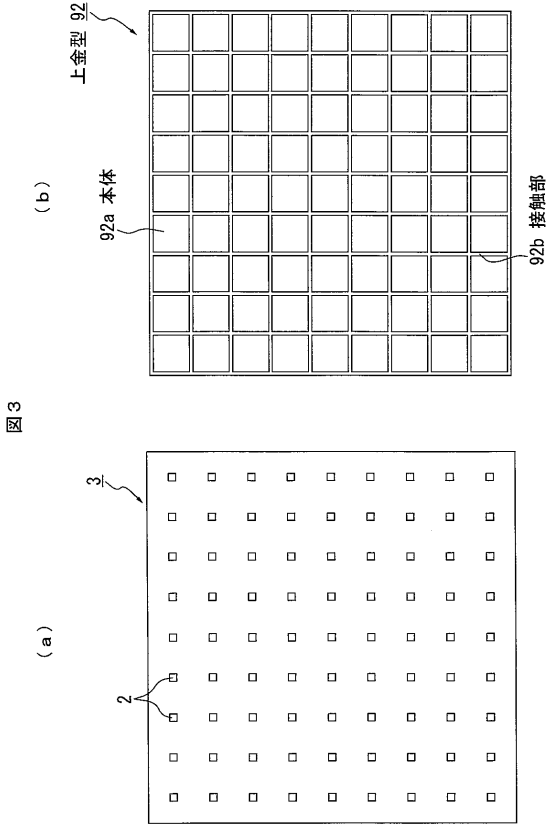


図 3

【 図 4 A 】

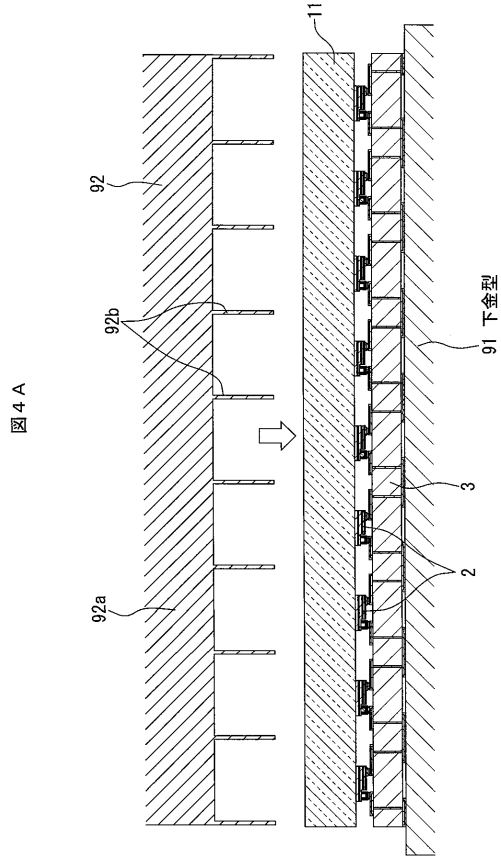


図 4 A

【 図 4 B 】

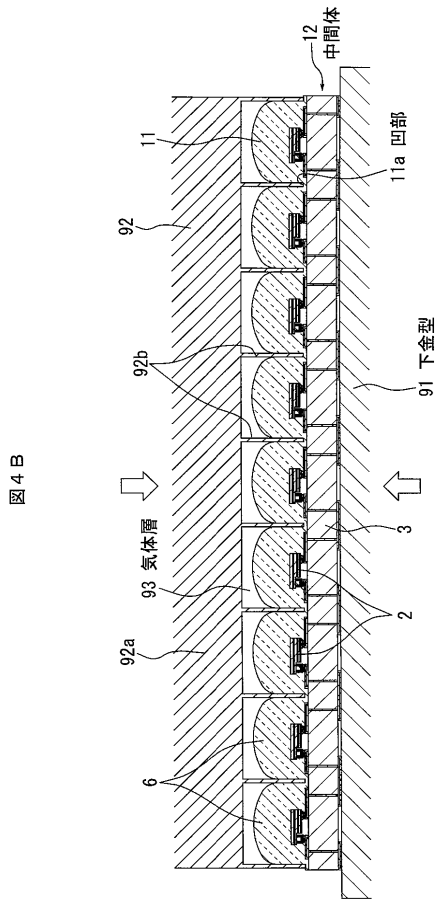


図 4 B

【 図 5 】

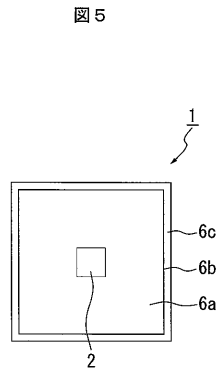


図 5

【図6】

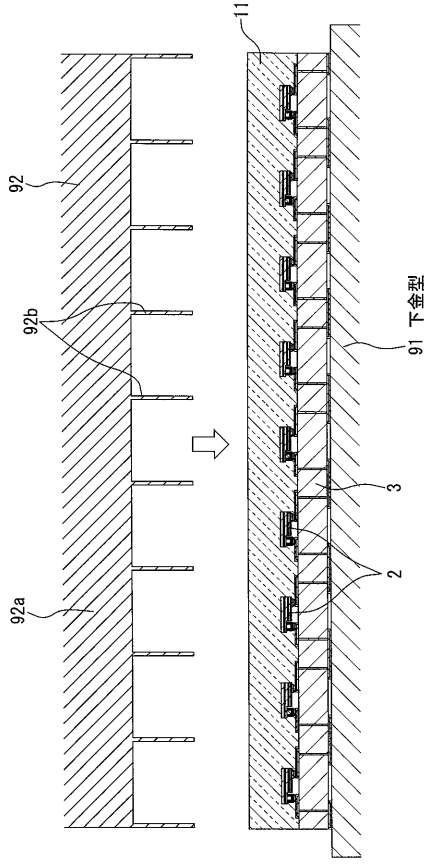


図6

【図8】

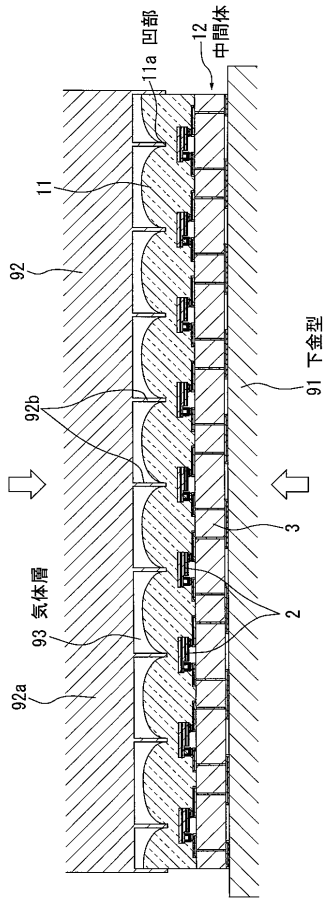


図8

【図7】

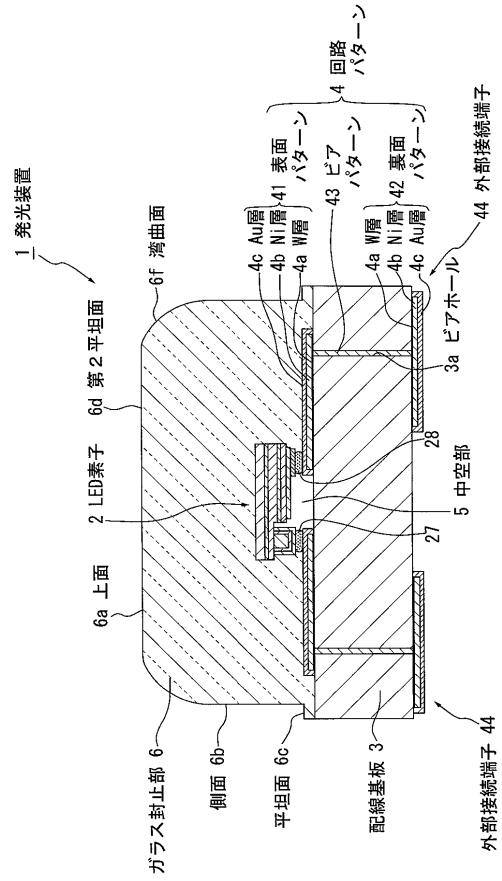


図7

【図9】

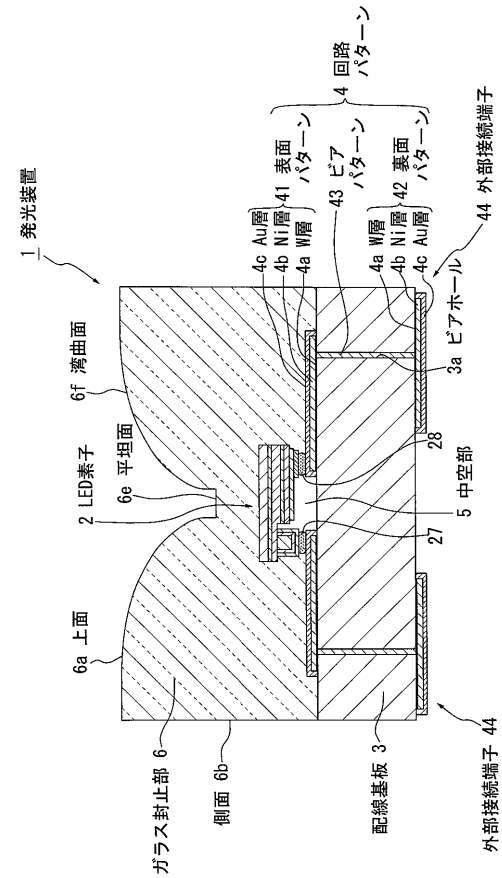

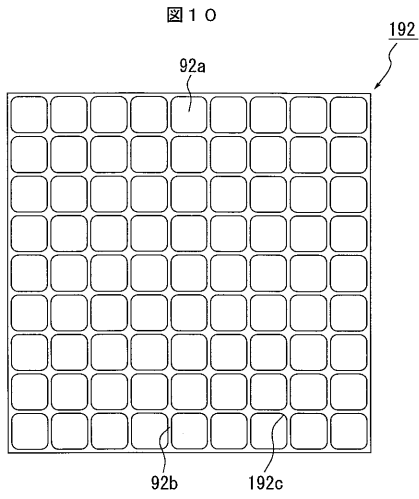

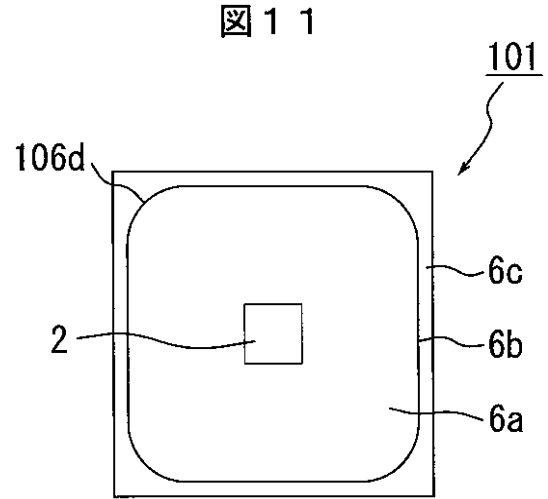



図9

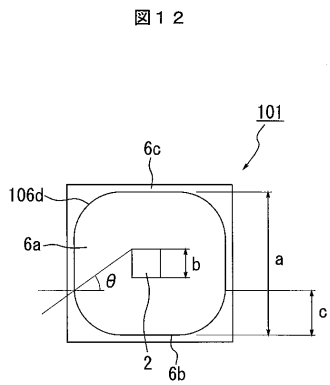
【 10】




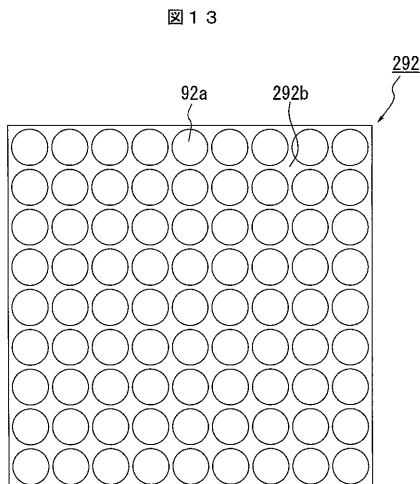
【 11】




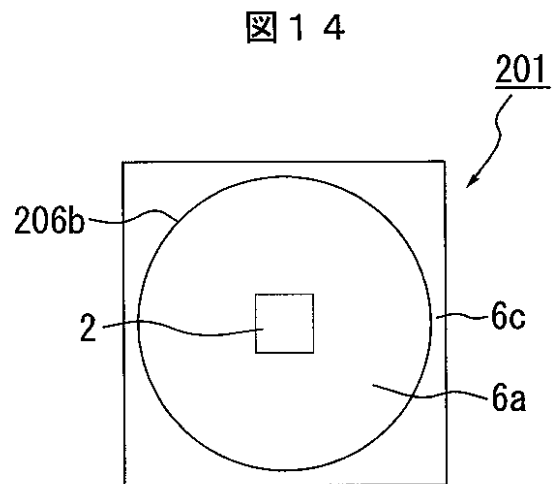
【 12】



【 13】



【 14】





【図15】

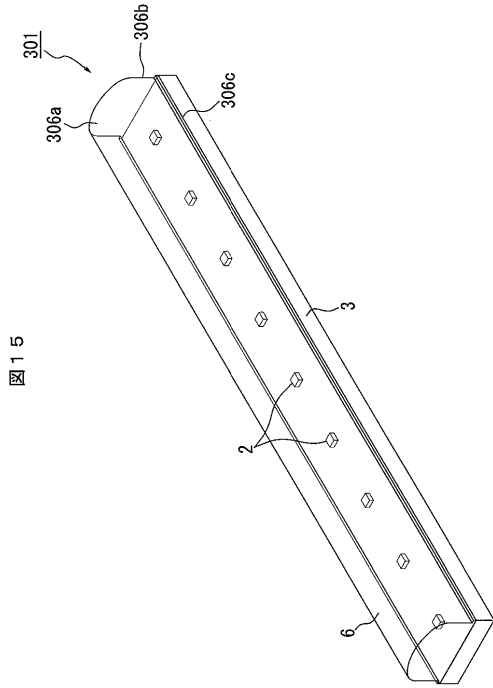


図15

【図16】

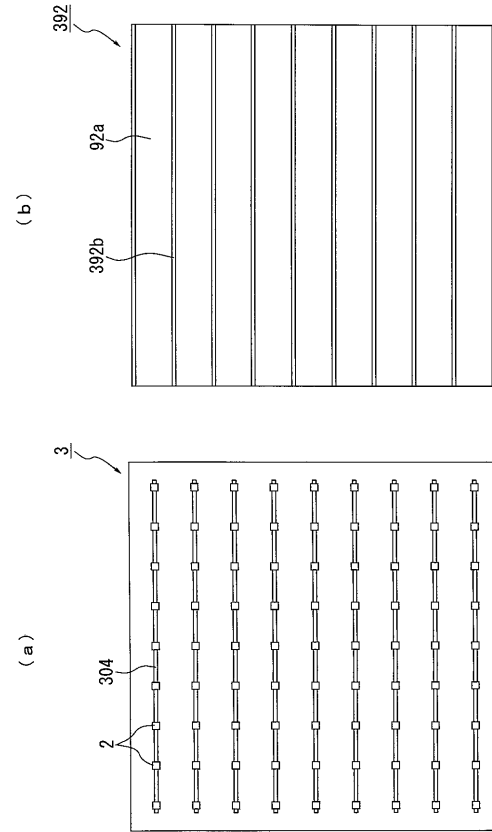
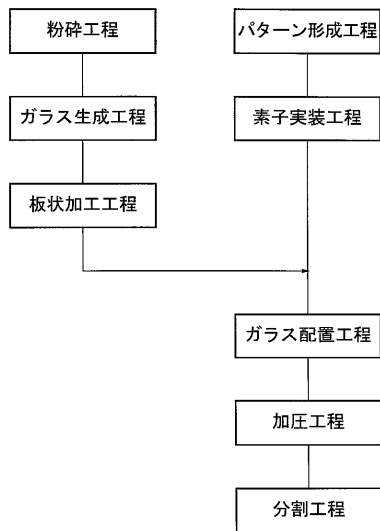


図16

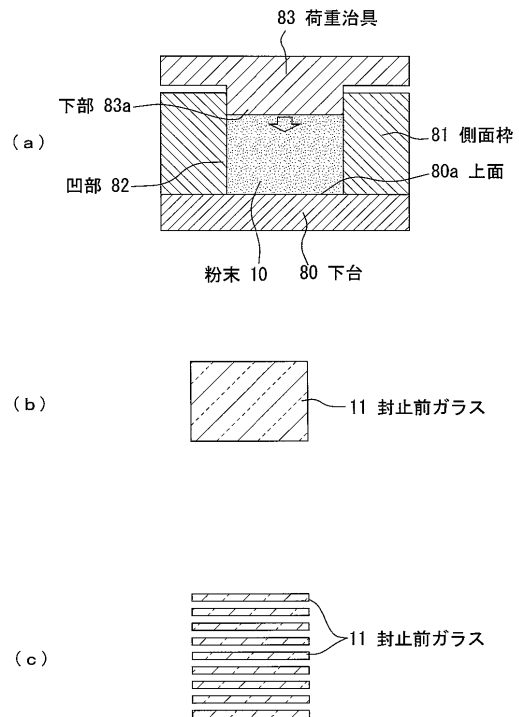
【図17】

図17



【図18】

図18



## フロントページの続き

- (72)発明者 渡部 洋己  
埼玉県さいたま市浦和区針ヶ谷4丁目7番25号 株式会社住田光学ガラス内
- (72)発明者 山口 誠治  
愛知県西春日井郡春日町大字落合字長畑1番地 豊田合成株式会社内
- (72)発明者 末広 好伸  
愛知県西春日井郡春日町大字落合字長畑1番地 豊田合成株式会社内

審査官 高椋 健司

- (56)参考文献 特開2005-11953(JP,A)  
特開2006-216753(JP,A)  
特開2006-80165(JP,A)  
特開2008-41844(JP,A)  
特開2003-326598(JP,A)  
特開昭64-61224(JP,A)  
特開2003-182297(JP,A)  
特開昭61-291424(JP,A)

## (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 33/00-33/64  
B29C 53/00-53/84, 57/00-59/18,  
63/00-65/82  
C03B 7/00-7/22, 9/00-17/06,  
19/00-19/10, 21/00-35/26,  
40/00-40/04  
F21S 2/00-19/00  
F21V 1/00-15/06