

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2011-35198

(P2011-35198A)

(43) 公開日 平成23年2月17日(2011.2.17)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO 1 L 33/50 (2010.01)	HO 1 L 33/00 4 1 O	5 F O 4 1
HO 1 L 33/52 (2010.01)	HO 1 L 33/00 4 2 O	

審査請求 有 請求項の数 14 O L (全 20 頁)

(21) 出願番号 特願2009-180706 (P2009-180706)
 (22) 出願日 平成21年8月3日 (2009.8.3)

(71) 出願人 596099446
 シーシーエス株式会社
 京都府京都市上京区烏丸通下立売上ル桜鶴
 円町374番地
 (74) 代理人 100121441
 弁理士 西村 電平
 (72) 発明者 米田 賢治
 京都府京都市上京区烏丸通下立売上ル桜鶴
 円町374番地 シーシーエス株式会社内
 Fターム(参考) 5F041 AA11 AA12 AA41 AA42 CA40
 DA03 DA04 DA09 DA19 DA36
 DA45 DA76

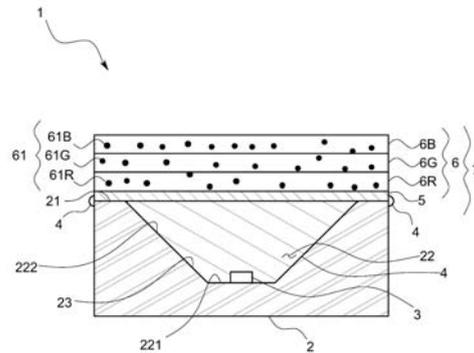
(54) 【発明の名称】 LED発光デバイスの製造方法

(57) 【要約】

【課題】波長変換部材の分析・分類・管理が容易で、LED発光デバイスの発光色や照度を制御し易く、歩留まりの高いLED発光デバイスの製造方法を提供する。

【解決手段】上端面に開口する凹部を有した基体と、前記凹部の底面に実装されたLED素子とを具備し、透光性を有し前記LED素子を封止する封止部材と、蛍光体を含有する波長変換部材とが、前記凹部の底面側からこの順に設けられているLED発光デバイスを製造する方法であって、前記波長変換部材が透光性基板上に積層している積層体を作製する積層工程と、前記基体の凹部の底面にLED素子を実装する実装工程と、前記LED素子が実装された前記基体の凹部に封止部材用の透光性樹脂を充填して前記LED素子を封止する封止工程と、前記透光性樹脂を硬化させる前に、前記透光性樹脂が充填された前記基体の凹部の開口部を、前記透光性基板が前記凹部の底面側を向くように前記積層体で覆う搭載工程とを備えているようにした。

【選択図】図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

上端面に開口する凹部を有した基体と、前記凹部の底面に実装されたLED素子とを具備し、透光性を有し前記LED素子を封止する封止部材と、蛍光体を含む波長変換部材とが、前記凹部の底面側からこの順に設けられているLED発光デバイスを製造する方法であって、

前記波長変換部材が透光性基板上に積層している積層体を作製する積層工程と、

前記基体の凹部の底面にLED素子を実装する実装工程と、

前記LED素子が実装された前記基体の凹部に封止部材用の透光性樹脂を充填して前記LED素子を封止する封止工程と、

10

前記透光性樹脂を硬化させる前に、前記透光性樹脂が充填された前記基体の凹部の開口部を、前記透光性基板が前記凹部の底面側を向くように前記積層体で覆う搭載工程とを備えていることを特徴とするLED発光デバイスの製造方法。

【請求項 2】

前記積層工程が、波長変換部材用の蛍光体含有樹脂組成物を前記透光性基板上に塗布し、当該蛍光体含有樹脂組成物を硬化させる工程である請求項1記載のLED発光デバイスの製造方法。

【請求項 3】

前記蛍光体含有樹脂組成物をポッティングにより塗布する請求項2記載のLED発光デバイスの製造方法。

20

【請求項 4】

前記積層工程が、複数個分の前記透光性基板が一体となった大基板上に、波長変換部材用の蛍光体含有樹脂組成物を、複数個の前記波長変換部材が形成されるように印刷し、当該蛍光体含有樹脂組成物を硬化させて、複数個の前記積層体を一体として作製する工程と、

その上に複数個の前記波長変換部材が形成された大基板を切断して、複数個の前記積層体を切り出す工程とからなる請求項1又は2記載のLED発光デバイスの製造方法。

【請求項 5】

前記印刷が、赤色光を発する蛍光体を含む蛍光体含有樹脂組成物と、緑色光を発する蛍光体を含む蛍光体含有樹脂組成物と、青色光を発する蛍光体を含む蛍光体含有樹脂組成物とを別々に重ねて印刷するものである請求項4記載のLED発光デバイスの製造方法。

30

【請求項 6】

前記印刷が、赤色光を発する蛍光体を含む蛍光体含有樹脂組成物と、緑色光を発する蛍光体を含む蛍光体含有樹脂組成物と、青色光を発する蛍光体を含む蛍光体含有樹脂組成物とをこの順に重ねて印刷するものである請求項4又は5記載のLED発光デバイスの製造方法。

【請求項 7】

前記封止工程において、前記透光性樹脂の表面が膨出するように、前記基体の凹部に前記透光性樹脂を充填する請求項1、2、3、4、5又は6記載のLED発光デバイスの製造方法。

40

【請求項 8】

前記搭載工程の前に、更に、前記積層体の表面のうち前記透光性基板側の表面に、前記透光性樹脂を付着させる樹脂付着工程を備えている請求項1、2、3、4、5、6又は7記載のLED発光デバイスの製造方法。

【請求項 9】

上端面に開口する凹部を有する基体と、

前記凹部の底面に実装されたLED素子と、

透光性を有し前記LED素子を封止する封止部材と、

前記封止部材を前記凹部内に気密的に封ずるように、前記封止部材の上に設けられた透

50

光性基板と、

蛍光体を含有するものであって、前記透光性基板の上に設けられた波長変換部材とを備えていることを特徴とするLED発光デバイス。

【請求項10】

前記LED素子が、紫外線又は短波長の可視光線を発するものであり、

前記蛍光体が、赤色光を発する蛍光体、緑色光を発する蛍光体、及び、青色光を発する蛍光体である請求項9記載のLED発光デバイス。

【請求項11】

前記透光性基板が、紫外線及び短波長の可視光線を透過して、より長波長の可視光線を反射する短波長透過フィルタである請求項9又は10記載のLED発光デバイス。

10

【請求項12】

前記LED素子が、430nm以下に放射ピークを有するものである請求項9、10又は11記載のLED発光デバイス。

【請求項13】

前記短波長透過フィルタが、光の反射率と透過率との高低が逆転する境界を、前記LED素子の放射ピーク波長より10nm以上大きく、かつ、440nm以下の波長領域に有する誘電体多層膜である請求項11又は12記載のLED発光デバイス。

【請求項14】

前記波長変換部材が、赤色光を発する蛍光体を含有する層と、緑色を発する蛍光体を含有する層と、青色を発する蛍光体を含有する層とが、前記LED素子側からこの順に形成されているものである請求項9、10、11、12又は13記載のLED発光デバイス。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、波長変換部材の分析・分類・管理が容易で、LED発光デバイスの発光色や照度を制御し易く、歩留まりが高い上に、更に耐湿性及び放熱性にも優れたLED発光デバイスに関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来、窒化ガリウム系化合物半導体を用いて青色光又は紫外線を放射するLED素子と種々の蛍光体とを組み合わせることにより、白色をはじめとするLED素子の発光色とは異なる色の光を発するLED発光デバイスが開発されている。LED素子を用いた、このようなLED発光デバイスは、小型、省電力、長寿命等の長所があり、表示用光源や照明用光源として広く用いられている。

30

【0003】

このようなLED発光デバイスとしては、凹部が形成された基体の前記凹部内にLED素子が実装され、LED素子を覆う透光性の封止部材と、蛍光体を含有する波長変換部材とがLED素子側からこの順に設けられているものが知られており(特許文献1)、当該LED発光デバイスは、封止層が備わっていることにより、LED素子からの光の取り出し効率に優れ、また、蛍光体の熱劣化を防止することができる。

40

【0004】

当該LED発光デバイスを製造するには、LED素子が実装された基体の凹部内に、封止部材用の透光性樹脂を充填し硬化させてから、その上に波長変換部材用の蛍光体含有樹脂組成物を注入する。

【0005】

蛍光体が分散した波長変換部材用の樹脂組成物は、複数個のLED発光デバイス分を一時に調整してから、所定量ずつ使用するものであるが、当該樹脂組成物中の蛍光体の分散状態は経時的に変化するので、同じ仕様のLED発光デバイスであっても、発光色の色目や照度にはロット毎に若干のバラツキが生じる。また、LED素子の発光色や照度にもバラツキがあり、このことも最終製品であるLED発光デバイスの発光色や照度のバラツキ

50

の原因となる。そして、得られたLED発光デバイスを検査装置用の光源として用いる場合には、僅かでもこのようなバラツキがあると検査結果の信頼性が損なわれるので問題となる。

【0006】

このため、従来は、最終製品であるLED発光デバイスについて発光色の色目や照度の検査を行い、許容範囲から逸脱するものを排除している。

【0007】

また、近時LED素子が高出力化することによって、LED素子の発熱量が著しく増大し、その熱によってLED素子そのものが劣化するという問題が生じている。また、蛍光体も熱に脆弱であることから、LED素子からの伝熱によって蛍光体が熱劣化すると考えられている。

10

【0008】

そこで、従来は、LED素子の下に放熱板を敷き、ここから熱を発散させるようにしているが、実際には、例えば紫外線により蛍光体を励起させると、蛍光体が顕著に熱を発生し自身の劣化を促進しているという事実を本発明者は鋭意検討により初めて発見した。LED素子を放熱基板上に搭載し、その上を封止部材で覆い、更にその上を波長変換部材で覆い、印加電圧3.5V、電流300mAの条件で実験したところ、LED素子の上面発光層部分が85、封止部材の上面が55と言うように温度が下がっているにも拘わらず、波長変換部材の上面温度は65になっており、従来、軽視されていた蛍光体での発熱が顕著であることが確認された。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0009】

【特許文献1】特開2005-191197号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0010】

本発明はかかる問題点に鑑みなされたものであって、波長変換部材の分析・分類・管理が容易で、LED発光デバイスの発光色や照度を制御し易く、歩留まりの高いLED発光デバイスを提供することをその主たる所期課題としたものである。

30

【課題を解決するための手段】

【0011】

すなわち本発明に係るLED発光デバイスの製造方法は、上端面に開口する凹部を有した基体と、前記凹部の底面に実装されたLED素子とを具備し、透光性を有し前記LED素子を封止する封止部材と、蛍光体を含有する波長変換部材とが、前記凹部の底面側からこの順に設けられているLED発光デバイスを製造する方法であって、前記波長変換部材が透光性基板上に積層している積層体を作製する積層工程と、前記基体の凹部の底面にLED素子を実装する実装工程と、前記LED素子が実装された前記基体の凹部に封止部材用の透光性樹脂を充填して前記LED素子を封止する封止工程と、前記透光性樹脂を硬化させる前に、前記透光性樹脂が充填された前記基体の凹部の開口部を、前記透光性基板が前記凹部の底面側を向くように前記積層体で覆う搭載工程とを備えていることを特徴とする。

40

【0012】

上述のとおり、波長変換部材用の蛍光体含有樹脂組成物は、複数個のLED発光デバイス分を一時に調整するものであるが、蛍光体含有樹脂組成物中の蛍光体の分散状態は経時的に変化するので、同じ仕様のLED発光デバイスであっても、発光色の色目や照度にはロット毎に若干のバラツキが生じる。また、LED素子の発光色や照度にもバラツキがあり、このことが最終製品であるLED発光デバイスの発光色や照度のバラツキの原因となっている。

【0013】

50

これに対して、本発明では、前記波長変換部材と前記透光性基板との積層体を、前記LED素子が実装された基体とは別体として作製してから、前記LED素子が実装された基体に前記積層体を搭載するので、波長と光強度が予め定められた、例えば近紫外線を発する基準光源を使用して、前記積層体の発光色や照度等を測定し、バラツキのある前記積層体群を発光色や照度等に従い分類・管理し、所望の発光色や照度等を有するものを選び出して、適合するLED素子と組み合わせて所期の性能を有するLED発光デバイスを作製することができる。このため、最終製品であるLED発光デバイスの発光色や照度等のバラツキを極力抑えることができる。

【0014】

また、前記透光性基板は、前記波長変換部材及び前記封止部材の放熱作用も発揮するので、前記波長変換部材中の蛍光体が熱劣化することに起因するLED発光デバイスの発光色の变化を良好に抑制することができる。

【0015】

更に、前記封止部材用の透光性樹脂としては気体透過率が高いシリコン樹脂が使用されることがあるが、前記封止部材を前記透光性基板で覆うことにより、前記凹部内への気体の侵入を抑制することができるので、前記凹部の側面及び底面に銀等の金属薄膜からなるリフレクタが形成されていても、当該金属薄膜の酸化、硫化、塩化等による腐食等を防止することができる。また、前記透光性基板は防水機能も発現しうる。

【0016】

また、LED素子は点光源であるので、光の取り出し効率を上げるためには、LED素子と蛍光体とは近接していることが好ましいが、蛍光体はLED素子からの熱により劣化してしまうので、そのバランスが最適になるように蛍光体とLED素子との距離を管理することが必要である。しかしながら、従来のように、LED素子が実装された基体の凹部に透光性樹脂を充填し硬化させてから、その上に蛍光体含有樹脂組成物を注入する方法では、凹部の側面の状態や透光性樹脂の粘度等によっては、透光性樹脂が基体凹部の側面をせり上がり、封止部材と波長変換部材の界面が窪んだ状態で硬化することがあるので、透光性樹脂の充填量を厳密に管理しても、LED素子と蛍光体（波長変換部材）との距離を再現性よく管理することは難しい。これに対して、本発明では、前記波長変換部材と前記透光性基板との積層体を、前記LED素子が実装された基体とは別体として作製し、かつ、前記基体の凹部に充填した透光性樹脂が硬化する前に、前記凹部の開口部を覆うように、前記積層体を前記透光性樹脂の上に載置することにより、予め作製された積層体から波長変換部材の厚さが所望のものを選び出すことができるので、LED素子と蛍光体（波長変換部材）との距離を再現性よく管理することができる。このため、例えば、蛍光体の熱劣化への対応も容易となる。

【0017】

前記積層工程としては、具体的には、例えば、蛍光体含有樹脂組成物を前記透光性基板上に塗布し、当該蛍光体含有樹脂組成物を硬化させる工程が挙げられ、なかでも、ポッティングにより前記蛍光体含有樹脂組成物を塗布すると、前記蛍光体含有樹脂組成物の塗布量の管理が容易になる。なお、前記蛍光体含有樹脂組成物を硬化させるとは、硬化前の前記透光性樹脂よりも硬い状態にすることを意味する。

【0018】

前記積層体は、複数個を一括して作製してもよく、この場合、前記積層工程が、複数個分の前記透光性基板が一体となった大基板上に、波長変換部材用の蛍光体含有樹脂組成物を、複数個の前記波長変換部材が形成されるように、例えばインクジェットプリンター等を用いて印刷し、当該蛍光体含有樹脂組成物を硬化させて、複数個の前記積層体を一体として作製する工程と、その上に複数個の前記波長変換部材が形成された大基板を切断して、複数個の前記積層体を切り出す工程とからなることが好ましい。

【0019】

この際、赤色光を発する蛍光体（以下、赤色蛍光体という。）を含有する蛍光体含有樹脂組成物と、緑色光を発する蛍光体（以下、緑色蛍光体という。）を含有する蛍光体含有

10

20

30

40

50

樹脂組成物と、青色光を発する蛍光体（以下、青色蛍光体という。）を含有する蛍光体含有樹脂組成物とを別々に重ねて印刷してもよく、とりわけ、赤色蛍光体含有樹脂組成物と、緑色蛍光体含有樹脂組成物と、青色蛍光体含有樹脂組成物とをこの順に重ねて印刷すると、青色蛍光体が発した青色光や緑色蛍光体が発した緑色光が他の蛍光体に吸収されず、光の取り出し効率やエネルギー変換効率を高くすることができるので好ましい。

【0020】

前記封止工程においては、前記透光性樹脂の表面が膨出するように、前記基体の凹部に前記透光性樹脂を充填してもよい。なお、本発明において「前記透光性樹脂の表面が膨出する」とは、前記透光性樹脂の表面上の1点が頂点となるように、充填した前記透光性樹脂が盛り上がっていることをいう。

10

【0021】

このようなものであれば、前記凹部の開口部を前記積層体で覆う際に、最初に前記透光性樹脂の表面上の頂点が前記積層体と接し、前記頂点を起点として連続的に前記透光性樹脂と前記積層体との接触面積が拡大していくので、前記透光性樹脂と前記積層体との間に気泡が形成されにくい。

【0022】

また、前記搭載工程の前に、前記積層体の表面のうち前記透光性基板側の表面に、前記透光性樹脂を付着させる樹脂付着工程を、更に備えていてもよい。前記積層体の前記透光性基板側の表面に、ポッティング等により透光性樹脂を付着させて、膨出部を形成し、当該膨出部が、凹部に充填した透光性樹脂と最初に接するように、前記凹部の開口部を前記積層体で覆うことにより、前記膨出部から連続的に前記透光性樹脂と前記積層体との接触面積が拡大していくので、前記透光性樹脂と前記積層体との間に気泡が形成されにくい。

20

【0023】

このような製造方法により得られるLED発光デバイスもまた、本発明の1つである。すなわち本発明に係るLED発光デバイスは、上端面に開口する凹部を有する基体と、前記凹部の底面に実装されたLED素子と、透光性を有し前記LED素子を封止する封止部材と、前記封止部材を前記凹部に気密的に封止するように、前記封止部材の上に設けられた透光性基板と、蛍光体を含有するものであって、前記透光性基板の上に設けられた波長変換部材とを備えていることを特徴とする。

30

【0024】

本発明に係るLED発光デバイスとしては、具体的には、前記LED素子が、紫外線又は短波長の可視光線を発するものであり、前記蛍光体が、赤色蛍光体、緑色蛍光体、及び、青色蛍光体であるものが挙げられる。

【0025】

前記透光性基板としては特に限定されないが、例えば、紫外線及び短波長の可視光線を透過して、より長波長の可視光線を反射する短波長透過フィルタを用いた場合は、前記LED素子が発した紫外線や短波長の可視光線により励起された前記蛍光体が発する可視光線のうち、前記LED素子が実装された基体に向かって進行したものは、前記短波長透過フィルタで反射して、進行方向を変えて装置外に射出される。このため、蛍光体により変換された可視光線を効率的に装置外に取り出すことができる。

40

【0026】

前記LED素子としては、具体的には、430nm以下に放射ピークを有するものが好適に用いられ、より好ましくは360～430nmの近紫外領域に放射ピークを有するものである。

【0027】

前記短波長透過フィルタとしては、具体的には、光の反射率と透過率との高低が逆転する境界を、前記LED素子の放射ピーク波長より10nm以上大きく、かつ、440nm以下の波長領域に有する誘電体多層膜が好適に用いられる。誘電体多層膜は、金属酸化物等の誘電体のなかでも透明性の高い物質からなる薄膜から、屈折率の異なる2つ以上のも

50

のを選択して積層してなるものであり、熱伝導性にも優れるものである。

【0028】

前記波長変換部材には、赤色光を発する蛍光体を含有する層と、緑色を発する蛍光体を含有する層と、青色を発する蛍光体を含有する層とが、前記LED素子側からこの順に形成されているもよい。

【発明の効果】

【0029】

このような構成の本発明によれば、波長変換部材の分析・分類・管理が容易で、LED発光デバイスの発光色や照度を制御し易く、LED発光デバイスを高い歩留まりで製造することができる。更に、LED発光デバイスの耐湿性や放熱性を向上することもできる。

10

【図面の簡単な説明】

【0030】

【図1】本発明の一実施形態に係るLED発光デバイスの模式的縦断面図である。

【図2】同実施形態における短波長透過フィルタの透過率及び反射率の概要を示すグラフである。

【図3】同実施形態における切断前の積層体を示す平面図(a)及び縦断面図(b)である。

【図4】同実施形態に係るLED発光デバイスの製造工程を示す図である。

【図5】同実施形態に係るLED発光デバイスの一部の光路を示す光路説明図である。

【図6】他の実施形態に係るLED発光デバイスの製造工程を示す図である。

20

【図7】他の実施形態に係るLED発光デバイスの模式的縦断面図である。

【図8】他の実施形態に係るLED発光デバイスの模式的縦断面図である。

【図9】他の実施形態における切断前の積層体を示す平面図である。

【図10】他の実施形態に係るLED発光デバイスの斜視図である。

【図11】他の実施形態に係るLED発光デバイスの斜視図である。

【発明を実施するための形態】

【0031】

以下に本発明の一実施形態について図面を参照して説明する。

【0032】

まず、本実施形態に係るLED発光デバイス1について説明する。LED発光デバイス1は、図1に示すように、上端面21に開口する凹部22を有した基体2と、凹部22の底面221に実装されたLED素子3と、LED素子3を封止する封止部材4と、封止部材4の上に設けられて凹部22の開口部を覆う透光性基板5と、透光性基板5の上に設けられた波長変換部材6とを備えたものである。

30

【0033】

以下に各部を詳述する。

基体2は、上端面21に開口し、底面221から開口部に向けて拡開する切頭円錐形状をなす凹部22を有するものであり、例えば、アルミナや窒化アルミニウム等の熱伝導率が高い絶縁材料を成型してなるものである。

【0034】

基体2は、その凹部22の底面221に後述するLED素子3を実装するものであるが、当該底面221には、LED素子3が電氣的に接続されるための配線導体(図示しない。)が形成されている。この配線導体が基体2内部に形成された配線層(図示しない。)を介してLED発光デバイス1の外表面に導出されて外部電気回路基板に接続されることにより、LED素子3と外部電気回路基板とが電氣的に接続される。

40

【0035】

基体2の凹部22の側面222及び底面221を含む内面には、銀等の金属メッキ等が施されることにより高反射率の金属薄膜23が形成されており、リフレクタとして機能している。

【0036】

50

LED素子3は、紫外線や短波長の可視光線を発するものであり、例えば360～430nmに放射ピークを有するものである。このようなLED素子3は、例えば、サファイア基板や窒化ガリウム基板の上に窒化ガリウム系化合物半導体がn型層、発光層及びp型層の順に積層したものである。

【0037】

LED素子3は、窒化ガリウム系化合物半導体を下(凹部22の底面221側)にして凹部22の底面221に半田バンプや金バンプ等(図示しない。)を用いてフリップチップ実装されている。

【0038】

封止部材4は、凹部22に充実されてLED素子3を封止しており、例えば、透光性及び耐熱性に優れ、LED素子3との屈折率差が小さいシリコン樹脂等の透光性樹脂4からなるものである。このような封止部材4が備わっていると、LED素子3からの光の取り出し効率が向上し、また、波長変換部材6中の蛍光体61の熱劣化を防止することができる。

10

【0039】

透光性基板5は、製造工程において波長変換部材6の塗装基板として機能するものであり、封止部材4の上に設けられて、凹部22の開口部を覆っており、封止部材4を凹部22内に気密的に封じている。封止部材4を構成するシリコン樹脂は気体透過率が高いところ、凹部22の開口部を透光性基板5で覆うことにより、凹部22内への気体の侵入を抑制することができるので、凹部22の内面に形成された金属薄膜23の酸化、硫化、塩化等による腐食等を防止することができる。また、透光性基板5は防水機能も発現しうる。

20

【0040】

本実施形態では、透光性基板5として、可視光線を反射して、紫外領域から近紫外領域の光のみを選択的に透過する短波長透過フィルタが用いられている。当該短波長透過フィルタは、具体的には、例えば、図2に示すように、430nm近傍を境界として、光の透過率と反射率とが逆転する誘電体多層膜である。このような誘電体多層膜は、例えばガラス基板等に膜材料を付着させることにより形成される。

【0041】

波長変換部材6は、内部に蛍光体61が分散しているものであり、透光性基板5の上に設けられている。このような波長変換部材6としては、例えば、透光性及び耐熱性に優れ、封止部材4との屈折率差が小さいシリコン樹脂等の透光性樹脂中に蛍光体61が分散しているものが挙げられる。

30

【0042】

波長変換部材6は、本実施形態では、赤色蛍光体61R、緑色蛍光体61G、青色蛍光体61Bを含有しており、それぞれの蛍光体61を含有する層が、LED素子3側から、赤色蛍光体含有層6R、緑色蛍光体含有層6G、青色蛍光体含有層6Bの順に形成されている。

【0043】

赤色蛍光体61R、緑色蛍光体61G及び青色蛍光体61Bが、LED素子3が発した紫外線や短波長の可視光線によって励起されると、各蛍光体61が発する赤色光、緑色光及び青色光が混ざり合って白色光が発せられる。そして、LED素子3が発する紫外線や短波長の可視光線はLED発光デバイス1の発光色である白色に実質的に影響しにくい。このため、例えば、LED素子3が青色光を発するものであって、当該青色光が蛍光体61から発した光と混ざり合うように構成してある場合は、LED発光デバイス1の発光面において光路長の差に由来する色調むらが生じやすいが、LED素子3が紫外線や短波長の可視光線を発するものであって、蛍光体61が、赤色蛍光体61R、緑色蛍光体61G及び青色蛍光体61BであるLED発光デバイス1では、このような色調むらが生じにくい。

40

【0044】

50

そして、本実施形態のような、LED素子3として紫外線や短波長の可視光線を発するものを用い、蛍光体61として、赤色蛍光体61R、緑色蛍光体61G及び青色蛍光体61Bを用いたLED発光デバイス1が発する混合光は、プランク軌跡上を移動するものであって、太陽光に極めて近い自然な白色である。

【0045】

次に、本実施形態に係るLED発光デバイス1の製造方法について、図3及び図4を参照して説明する。

【0046】

まず、図3に示すように、複数個分の透光性基板5に相当する大きさの大基板B上に、複数個の波長変換部材6が一括して作製されるように、波長変換部材6用の蛍光体含有樹脂組成物6をインクジェットプリンター等を用いて印刷する。この際、赤色蛍光体61Rを含有する赤色蛍光体含有樹脂組成物6Rと、緑色蛍光体61Gを含有する緑色蛍光体含有樹脂組成物6Gと、青色蛍光体61Bを含有する青色蛍光体含有樹脂組成物6Bとを別々に、この順に重ねて印刷する。

【0047】

その後、加熱したり光（紫外線を含む）照射したりして大基板B上に印刷された蛍光体含有樹脂組成物6を硬化させて、波長変換部材6が透光性基板5上に積層してなる積層体7を、複数個分を一体として作製する。次いで、その上に複数個の波長変換部材6が一体として形成された大基板Bをレーザ等により切断して、複数個の積層体7を切り出す。

【0048】

続いて、基体2の凹部22の底面221にLED素子3を実装して、そこに封止部材4用の透光性樹脂4を、その表面が膨出するように、必要量より多めに充填する。

【0049】

ところで、凹部22の側面222に電気パターンが形成されている場合は、透光性樹脂4の粘度が低いと、充填した透光性樹脂4が凹部22の側面222を這い上がりやすくなり、電気パターンがないものと比べて這い上がり量が増える。そうすると、透光性樹脂4の充填量を厳密に管理したとしても、実質的な透光性樹脂4の充填量が這い上がり量によって左右され、かつその這い上がり量を一定にすることは極めて難しいことから、透光性樹脂4の中央部表面の高さがまちまちとなる恐れが多分にある。この現象を抑制し、高さを一定に管理するために、本実施形態では透光性樹脂4の量を多めにして積層体7で蓋をしたときに敢えて溢れさせているわけであるが、透光性樹脂4に、例えば $100\text{ mm}^2/\text{s}$ 以上といった粘度の高い樹脂を用いれば、前記這い上がり量がそもそも減少するため、溢れさせる量、つまり透光性樹脂4の当初充填量をより少なく抑えることが可能になり、凹部22の側面222に電気パターンが形成されているものには特に好ましいものとなる。

【0050】

そして、透光性樹脂4を硬化させる前に、透光性樹脂4が充填された凹部22の開口部を、透光性基板5が凹部22の底面221側を向くように積層体7で覆う（図4(a)）。

【0051】

上述のとおり、凹部22の側面222の状態や透光性樹脂4の粘度等によっては、凹部22内に充填した透光性樹脂4が凹部22の側面222を這い上がることがあるので、透光性樹脂4の凹部22内への充填量を厳密に管理しても、その界面の高さを管理することは難しい。これに対して、本実施形態では、凹部22内に透光性樹脂4を多めに充填して、次いで、透光性樹脂4が充填された凹部22の開口部を積層体7で覆うので、波長変換部材6（蛍光体61）とLED素子3との距離を容易に管理することができる。

【0052】

また、透光性樹脂4の表面が膨出するように、透光性樹脂4を必要量より多めに充填すると、まず初めに膨出部41の頂点が積層体7と接し、透光性樹脂4と積層体7との接触面積が徐々に拡大していく。

10

20

30

40

50

【0053】

凹部22の開口部を完全に積層体7で覆うと、積層体7と基体2との間に僅かに透光性樹脂4がはみ出すが、シリコン樹脂等の透光性樹脂4は透明であるので外観や機能に与える影響はほとんどない(図4(b))。なお、凹部22から溢れ出し、積層体7と基体2との間にはみ出した透光性樹脂4は、積層体7と基体2とを接着させる機能も果たす。

【0054】

最後に、加熱等して透光性樹脂4を硬化することにより、LED発光デバイス1を得ることができる。

【0055】

このような実施形態であれば、波長変換部材6が透光性基板5上に積層してなる積層体7を、LED素子3が実装された基体2とは別体として作製してから、LED素子3が実装された基体2に積層体7を搭載することより、基準光源を使用して積層体7の発光色や照度等进行分析し、バラツキのある積層体7群を発光色や照度等に従い分類・管理し、所望の発光色や照度等を有するものを選び出して、適合するLED素子3と組み合わせることで所期の性能を有するLED発光デバイス1を作製することができる。

10

【0056】

また、本実施形態では、凹部22に充填した透光性樹脂4が硬化する前に、凹部22の開口部を覆うように、透光性樹脂4の上に積層体7を載置することにより、LED素子3と蛍光体61(波長変換部材6)との距離を再現性よく管理できる。このため、LED素子3からの光の取り出し効率と蛍光体61が受ける熱の影響とが最適なバランスとなるように、LED素子3と蛍光体61(波長変換部材6)との距離を制御することができる。

20

【0057】

また、本実施形態では、透光性樹脂4を、その表面が膨出するように、必要量より多めに凹部22に充填するので、最初に透光性樹脂4の膨出部41の頂点が積層体7と接し、透光性樹脂4と積層体7との接触面積が徐々に拡大していくので、透光性樹脂4と積層体7との間に気泡が形成されにくい。

【0058】

また、本実施形態で得られたLED発光デバイス1は、凹部22の開口部を覆う透光性基板5を備えているので、凹部2内のリフレクタ23や、LED素子3、封止部材4を水分やガス等の外部環境因子の影響から守ることができ、耐蝕性に優れたものとなる。また、透光性基板5は波長変換部材6及び封止部材4の放熱部材としても機能するので、蛍光体61の熱劣化に起因する照射光の色調変化や出力低下等を良好に抑制することができる。

30

【0059】

また、本実施形態では、透光性基板5として短波長透過フィルタを用いているので、図5に示すように、LED素子3が発した紫外線や短波長の可視光線Uにより励起された蛍光体61が発する可視光線Vのうち、基体2に向かって進行したものは、短波長透過フィルタで反射されて、LED発光デバイス1外に射出される。従って、透光性基板5として短波長透過フィルタを用いることにより、変換された可視光線Vを効率的にLED発光デバイス1外に取り出すことができる。

40

【0060】

また、本実施形態では、波長変換部材6中で、赤色蛍光体61R、緑色蛍光体61G、青色蛍光体61Bをそれぞれの含有する層が、LED素子3側から、赤色蛍光体含有層6R、緑色蛍光体含有層6G、青色蛍光体含有層6Bの順に形成されているので、青色蛍光体61Bが発した青色光や緑色蛍光体61Gが発した緑色光が他の蛍光体61に吸収されず、このため、エネルギー変換効率、光の取り出し効率を向上することができる。

【0061】

なお、本発明は前記実施形態に限られるものではない。

【0062】

例えば、透光性基板5に蛍光体含有樹脂組成物6を塗布する方法は印刷に限られず、ポ

50

ッティングや、ディッピング等であってもよい。また、複数個の積層体 7 を一括して作製せずに、1 個ずつ作製してもよい。

【0063】

また、図 6 に示すように、積層体 7 の透光性基板 5 側の表面にポッティング等により透光性樹脂 4 を付着させて、膨出部 4 2 を形成してもよい。このように膨出部 4 2 を形成し、当該膨出部 4 2 が、凹部 2 2 内に充填した透光性樹脂 4 と最初に接するように、凹部 2 2 の開口部を積層体 7 で覆うことにより、膨出部 4 2 から連続的に透光性樹脂 4 と積層体 7 との接触面積が拡大していくので、透光性樹脂 4 と積層体 7 との間に気泡が形成されにくい。

【0064】

LED 素子 3 は、紫外線や短波長の可視光線を発するものに限定されず、青色光を発するものであってもよい。また、LED 素子 3 はフリップチップ実装されていなくともよく、基体 2 に設けられた配線導体にワイヤボンディングを用いて接続されていてもよい。

【0065】

透光性基板 5 は、短波長透過フィルタに限定されず、透光性を有するものであれば他のものを用いることもでき、例えば、ダイヤモンド、サファイア、水晶、ガラス、プラスチック等からなるものであってもよい。なかでも、透光性基板 5 がダイヤモンド、サファイア、水晶等の水晶以上の高い熱伝導率を有する材料からなる場合は、波長変換部材 6 の熱を透光性基板 5 を通して効率的に放出することができるので、波長変換部材 6 に含まれる蛍光体 6 1 の熱変性や熱劣化を効果的に防ぐことができる。

【0066】

波長変換部材 6 は、蛍光体 6 1 の種類毎に分かれた層状構造を有していなくてもよく、赤色蛍光体 6 1 R、緑色蛍光体 6 1 G 及び青色蛍光体 6 1 B が、一層からなる波長変換部材 6 中に混在していてもよい。また、波長変換部材 6 が含有する蛍光体 6 1 は、赤色蛍光体 6 1 R、緑色蛍光体 6 1 G、青色蛍光体 6 1 B に限定されず、黄色蛍光体であってもよい。黄色蛍光体を含有する波長変換部材 6 と、青色光を発する LED 素子 3 とを組み合わせて用いることによっても、LED 発光デバイス 1 に白色光を射出させることができる。

【0067】

基体 2 は、凹部 2 2 が底面 2 2 1 から開口部に向けて拡開する切頭円錐形状をなすものに限定されず、例えば、凹部 2 2 が円柱形状をなすものであってもよい。また、基体 2 は、図 7 に示すように、凹部 2 2 の側面 2 2 2 に段部 2 4 が形成されていて、当該段部 2 4 の上端面に、透光性基板 5 側の周縁部が載置されるように積層体 7 を配設することにより、積層体 7 が基体 2 に対し、光軸方向にも軸直交方向にも位置決めされるように構成してあってもよい。

【0068】

また、波長変換部材 6 内を進行して来た可視光線 V が、波長変換部材 6 と空気との界面で全反射して波長変換部材 6 内に逆進してしまうことがあるが、図 8 に示すように、波長変換部材 6 の上に更に、サファイア等の高屈折率材料からなる透明板状体 8 を設け、その LED 発光デバイス 1 から露出する面に、反射防止コーティングや微細な凹凸を形成する粗面化等の反射防止処理を施せば、上述のような全反射を防いで、光の取り出し効率を向上することができる。

【0069】

【0070】

LED 素子 3 が紫外線を放射するものである場合は、必要に応じて、上記の高屈折率材料からなる透明板状体 8 の上面又は下面に紫外線カット層を設けてもよい。

【0071】

大基板 B 上に波長変換部材 6 を形成するに際しては、複数個の波長変換部材 6 を一体として形成しなくともよく、図 9 に示すように、複数個の波長変換部材 6 を所定の間隔を空けて大基板 B 上に形成してもよい。このように所定の間隔を空けて複数個の波長変換部材 6 を大基板 B 上に形成することにより、大基板 B を切断して複数個の積層体 7 を切り出す

10

20

30

40

50

のが容易になる。

【0072】

1つの基体2に形成される凹部22は1つに限られず、図10に示すように、1つの基体2に複数の凹部22が形成されて、各凹部22内にそれぞれLED素子3（図示しない）が実装され、各凹部22の開口部がそれぞれ積層体7で覆われていてもよい。

【0073】

また、1つの基体2に複数の凹部22が形成されている場合、図11に示すように、近紫外励起のLED素子3がそれぞれ実装された複数の凹部22を1組として、それらをR・G・Bの混合比を変えた複数個の波長変換部材6が形成された単一の積層体7で覆うようにしてもよい。そして、LED素子3へ供給する電流値を変化させて、各LED素子3に由来する可視光線Vを混ぜ合わせることにより、色温度を自由に定めることができる。例えば、図11に示す実施形態において、発光装置1の一のユニット11が3000Kの色温度の白色を発するものとし、発光装置1の他のユニット12が6000Kの色温度の白色を発するものとするにより、黒体軌跡に沿って色温度が変化する演色性に優れた白色光発光装置1を構成することができる。

10

【0074】

その他、本発明は上記の各実施形態に限られず、本発明の趣旨を逸脱しない限り、前述した種々の構成の一部又は全部を適宜組み合わせ構成してもよい。

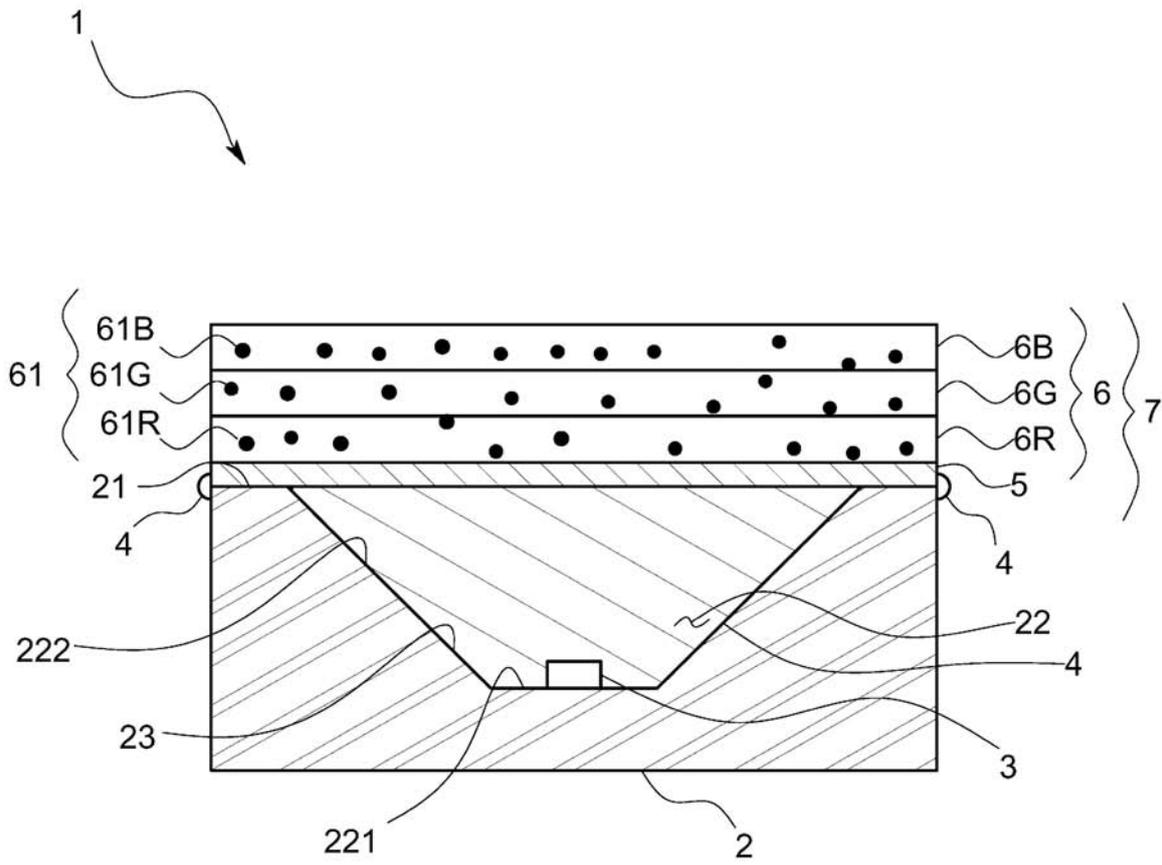
【符号の説明】

【0075】

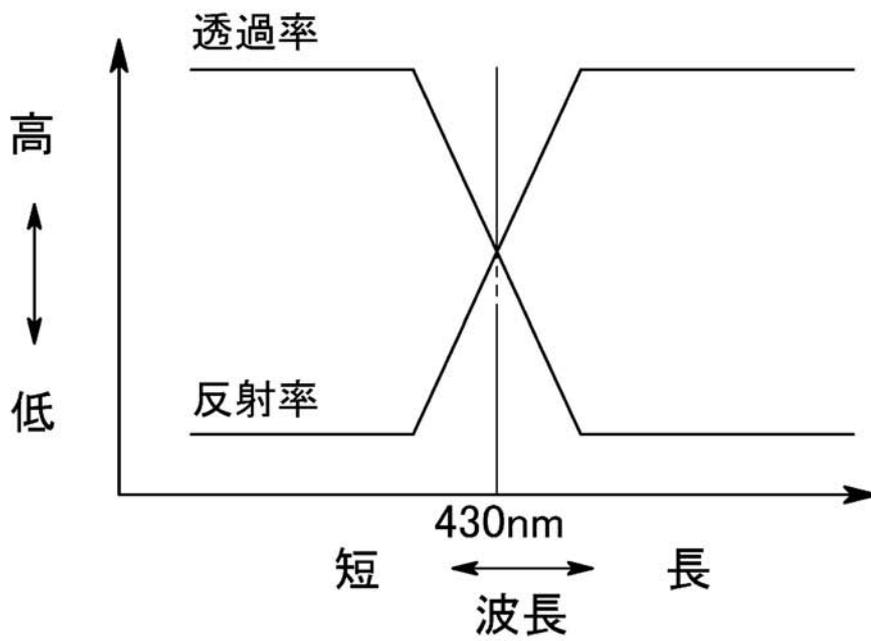
- 1・・・LED発光デバイス
- 2・・・基体
- 3・・・LED素子
- 4・・・封止部材（封止部材用の透光性樹脂）
- 5・・・透光性基板
- 6・・・波長変換部材（波長変換部材用の蛍光体含有樹脂組成物）

20

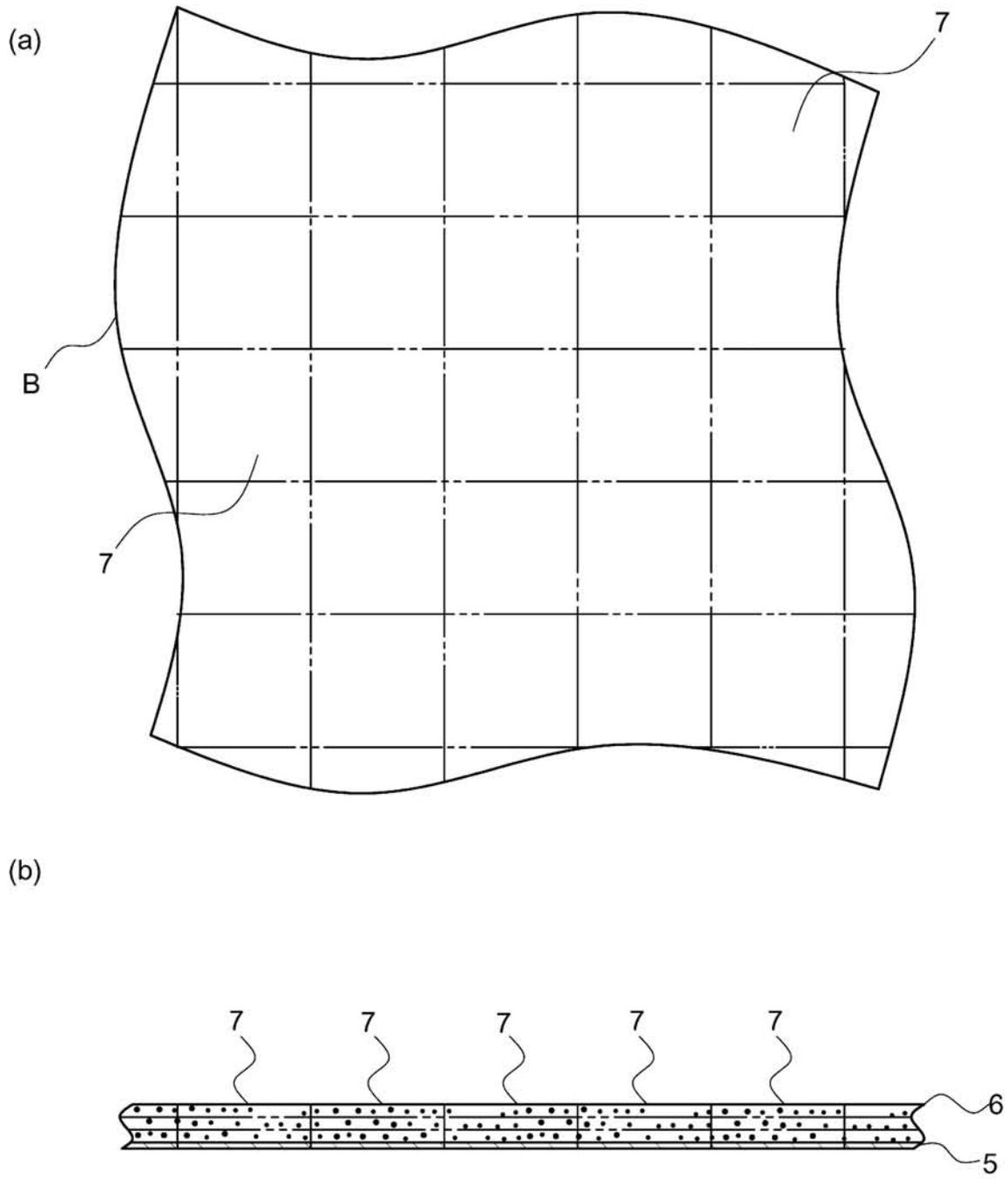
【圖 1】



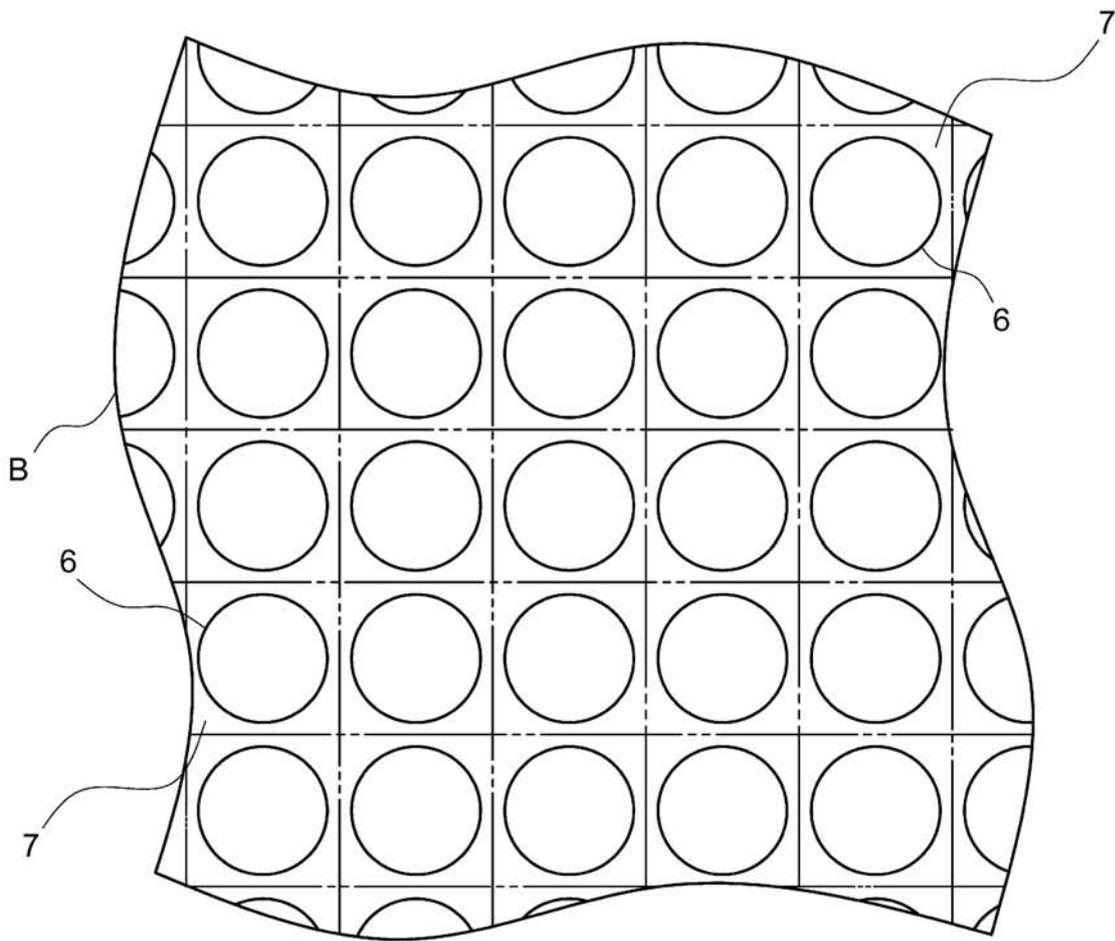
【圖 2】



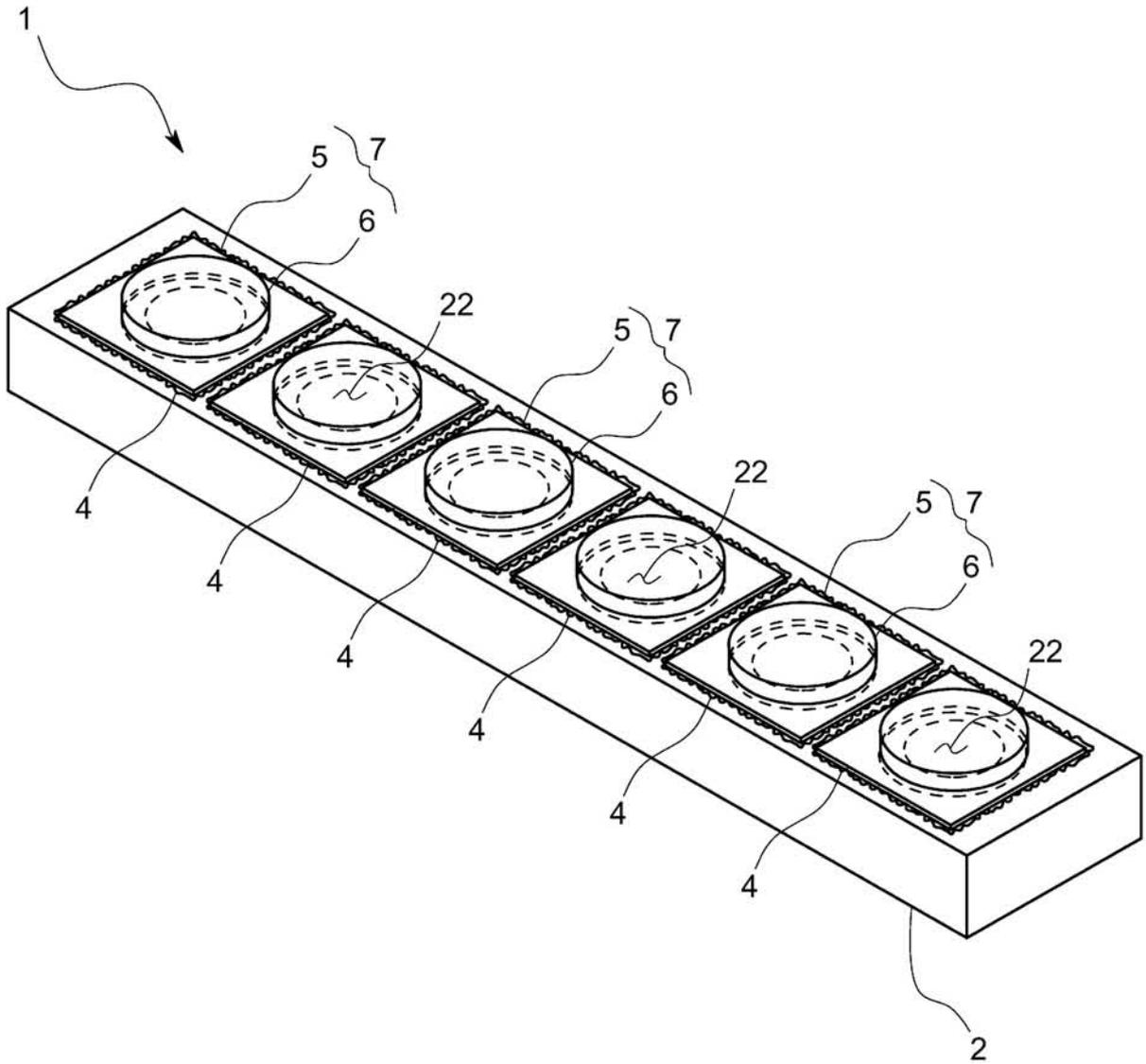
【 図 3 】



【 図 9 】



【図10】



【図 11】

