

(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2015-95601
(P2015-95601A)

(43) 公開日 平成27年5月18日(2015.5.18)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO 1 L 33/52 (2010.01)	HO 1 L 33/00 4 2 0	5 F 1 4 2
HO 1 L 33/50 (2010.01)	HO 1 L 33/00 4 1 0	

審査請求 未請求 請求項の数 27 O L (全 29 頁)

(21) 出願番号	特願2013-235279 (P2013-235279)	(71) 出願人	000226057 日亜化学工業株式会社 徳島県阿南市上中町岡491番地100
(22) 出願日	平成25年11月13日(2013.11.13)	(74) 代理人	110000202 新樹グローバル・アイピー特許業務法人
		(72) 発明者	池上 武志 徳島県阿南市上中町岡491番地100 日亜化学工業株式会社内
		(72) 発明者	玉置 寛人 徳島県阿南市上中町岡491番地100 日亜化学工業株式会社内
		Fターム(参考)	5F142 AA26 BA32 CA13 CB03 CB11 CD02 CD16 CE04 CE08 CE16 CE18 CG03 CG04 CG05 CG06 CG13 CG26 CG32 CG42 DA12 DA63 DA65 DA73 FA14 FA26

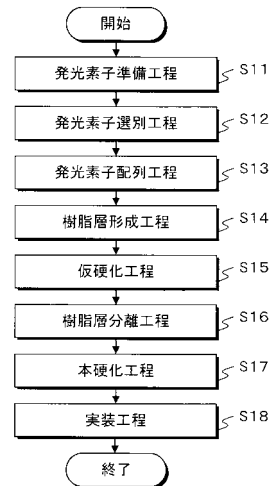
(54) 【発明の名称】 発光装置及び発光装置の製造方法

(57) 【要約】

【課題】半導体発光素子の表面に蛍光体層を有する構成の、配光色むらの少ない発光装置及びその製造する方法を提供する。

【解決手段】発光装置の製造方法は、半導体発光素子を延伸性シート上に互いに離間して配列する発光素子配列工程S13と、溶剤と熱硬化性樹脂と粒状の蛍光体とを含有するスラリーを半導体発光素子が配列されたシートの表面の全面にスプレー塗布する樹脂層形成工程S14と、形成した樹脂層を仮硬化させる仮硬化工程S15と、シートを延伸させて半導体発光素子の表面に形成された樹脂層を、シート上に形成された樹脂層から分離する樹脂層分離工程S16と、樹脂層を本硬化させる本硬化工程S17とをこの順で行う。

【選択図】 図4



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

半導体発光素子の表面に、当該半導体発光素子が発光する光の波長を変換する波長変換部材を含有する樹脂層からなる波長変換層を備えた発光装置の製造方法であって、

2 以上の前記半導体発光素子を、表面に粘着性を有するとともに、延伸性を有するシート上に、互いに離間して配列する配列工程と、

前記半導体発光素子及び前記シート上に、前記波長変換部材を含有した前記樹脂層を形成する樹脂層形成工程と、

前記シートを延伸させることで、前記樹脂層を分離する樹脂層分離工程と、

を、この順で行うことを特徴とする発光装置の製造方法。

10

【請求項 2】

前記樹脂層は、熱硬化性樹脂からなることを特徴とする請求項 1 に記載の発光装置の製造方法。

【請求項 3】

前記樹脂層形成工程と前記樹脂層分離工程との間に、前記半導体発光素子の表面及び前記シート上に形成された前記樹脂層を、前記熱硬化性樹脂が硬化する温度である硬化温度よりも低い所定温度で所定時間加熱することにより仮硬化させる仮硬化工程を行うことを特徴とする請求項 2 に記載の発光装置の製造方法。

【請求項 4】

前記樹脂層形成工程において、溶剤と前記熱硬化性樹脂と粒状の前記波長変換部材とを含有したスラリーをスプレー塗布することで、前記樹脂層を形成することを特徴とする請求項 2 又は請求項 3 に記載の発光装置の製造方法。

20

【請求項 5】

前記樹脂層は、更に無機フィラーを含有することを特徴とする請求項 1 乃至請求項 4 の何れか一項に記載の発光装置の製造方法。

【請求項 6】

前記樹脂層は、前記波長変換部材からなる無機材料、又は無機フィラーを含有する場合は前記波長変換部材及び前記無機フィラーからなる無機材料の、前記溶剤を除く前記樹脂層における前記無機材料比率は、30 質量%以上、かつ、99 質量%以下であることを特徴とする請求項 4 又は請求項 5 に記載の発光装置の製造方法。

30

【請求項 7】

前記樹脂層の厚さは、最大厚さ箇所が 500 μm 以下であり、前記半導体発光素子の側面下端部の前記樹脂層の分離箇所が 200 μm 以下であることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 6 の何れか一項に記載の発光装置の製造方法。

【請求項 8】

前記樹脂層は、前記無機材料比率が異なる層が、複数層積層された構造を有することを特徴とする請求項 6 又は請求項 6 を引用する請求項 7 に記載の発光装置の製造方法。

【請求項 9】

前記複数層積層された樹脂層中の少なくとも 1 層についての前記無機材料比率が 50 質量%以上であることを特徴とする請求項 8 に記載の発光装置の製造方法。

40

【請求項 10】

前記樹脂層分離工程において、前記シート上に形成された前記樹脂層から、前記半導体発光素子の表面に形成された前記樹脂層を分離することを特徴とする請求項 1 乃至請求項 9 の何れか一項に記載の発光装置の製造方法。

【請求項 11】

前記樹脂層分離工程の後で、前記半導体発光素子の表面に形成された前記樹脂層を、前記熱硬化性樹脂が硬化する温度である硬化温度以上の所定温度で所定時間加熱することにより本硬化させる本硬化工程を行うことを特徴とする請求項 2 又は請求項 2 を引用する、請求項 3 乃至請求項 10 の何れか一項に記載の発光装置の製造方法。

【請求項 12】

50

前記樹脂層形成工程において、前記シート上に形成される前記樹脂層の厚さが、前記半導体発光素子の側面に形成される前記樹脂層の厚さよりも薄くなるように前記樹脂層を形成することを特徴とする請求項 1 乃至請求項 1 1 の何れか一項に記載の発光装置の製造方法。

【請求項 1 3】

前記樹脂層形成工程において、前記半導体発光素子及び前記シート上に前記樹脂層を成膜した後、前記樹脂層が未硬化の状態、前記シートを当該シートの面内の方向に延伸させることにより、前記シート上の樹脂層の厚さを薄くすることを特徴とする請求項 2 を引用する請求項 1 2 に記載の発光装置の製造方法。

【請求項 1 4】

前記樹脂層形成工程において、前記半導体発光素子及び前記シート上に前記樹脂層をスプレー塗布する際に、前記半導体発光素子上に開口を有し、前記シート上を遮蔽するマスクを用いて前記シート上の塗布量を減じることにより、前記シート上に形成される樹脂層の厚さを前記半導体発光素子の側面に形成される前記樹脂層の厚さよりも薄くなるようにすることを特徴とする請求項 1 2 に記載の発光装置の製造方法。

【請求項 1 5】

前記樹脂層分離工程において、前記シートを、当該シートの面に垂直な方向に延伸させることで、前記樹脂層を分離することを特徴とする請求項 1 乃至請求項 1 4 の何れか一項に記載の発光装置の製造方法。

【請求項 1 6】

前記配列工程において配列される半導体発光素子として、所定範囲の発光の中心波長及び/又は所定範囲の発光強度を有する半導体発光素子を選別する選別工程を、前記配列工程より前に行うことを特徴とする請求項 1 乃至請求項 1 5 の何れか一項に記載の発光装置の製造方法。

【請求項 1 7】

前記スプレー塗布は、気体と液体とを噴霧可能な 2 流体ノズルを用いて、気体と前記スラリーとの、それぞれを間欠的に噴射することを特徴とする請求項 4、又は請求項 4 を引用する、請求項 5 乃至請求項 1 6 の何れか一項に記載の発光装置の製造方法。

【請求項 1 8】

前記スラリーは、シリコン樹脂、エポキシ樹脂、フッ素樹脂又はこれら樹脂のハイブリッド樹脂から選択される 1 種以上の樹脂を少なくとも含む熱硬化性樹脂を、 n ヘプタン、 n ヘキサン、アセトン、トルエン、イソプロピルアルコールから選択される 1 種以上の溶剤を少なくとも含む溶剤に溶解した溶液に、前記粒状の波長変換部材を含有させたことを特徴とする請求項 4、又は請求項 4 を引用する、請求項 5 乃至請求項 1 7 の何れか一項に記載の発光装置の製造方法。

【請求項 1 9】

前記スラリーは、粘度が、 $0.01 \sim 1000 \text{ mPa} \cdot \text{s}$ (ミリパスカル秒)であることを特徴とする請求項 4、又は請求項 4 を引用する、請求項 5 乃至請求項 1 8 の何れか一項に記載の発光装置の製造方法。

【請求項 2 0】

前記波長変換部材は、F.S.S.S. (フィッシャーサブシーブサイザーズナンバー)測定法による平均粒径が $1 \sim 50 \mu\text{m}$ であることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 1 9 の何れか一項に記載の発光装置の製造方法。

【請求項 2 1】

前記波長変換層は、膜厚が $1 \sim 500 \mu\text{m}$ であることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 2 0 の何れか一項に記載の発光装置の製造方法。

【請求項 2 2】

半導体発光素子の表面に、当該半導体発光素子が発光する光の波長を変換する波長変換部材を含有する樹脂層からなる波長変換層を備えた発光装置であって、

10

20

30

40

50

前記波長変換層は、前記半導体発光素子の上面又は上面及び側面を被覆し、前記波長変換部材からなる無機材料、又は前記樹脂層が無機フィラーを含有する場合は前記波長変換部材及び当該無機フィラーからなる無機材料の、前記樹脂層における含有率である無機材料比率が30質量%以上、かつ、99質量%以下とすることを特徴とする発光装置。

【請求項23】

前記波長変換層は、前記無機材料比率が異なる層が、複数層積層された構造を有することを特徴とする請求項22に記載の発光装置。

【請求項24】

波長変換層を構成する前記複数層積層された樹脂層中の少なくとも1層についての前記無機材料比率が50質量%以上であることを特徴とする請求項23に記載の発光装置。

10

【請求項25】

前記波長変換部材は、F・S・S・S・(フィッシャーサブシーブサイザーズナンバー)測定法による平均粒径が1~50 μm であることを特徴とする請求項22乃至請求項24の何れか一項に記載の発光装置。

【請求項26】

前記波長変換層は、膜厚が1~500 μm であることを特徴とする請求項22乃至請求項25の何れか一項に記載の発光装置。

【請求項27】

半導体発光素子の表面に、当該半導体発光素子が発光する光の波長を変換する波長変換部材を含有する樹脂層からなる波長変換層を備えた発光装置であって、

20

前記波長変換層は、前記半導体発光素子の上面及び側面を被覆し、当該半導体発光素子の側面の下部が前記波長変換層から露出していることを特徴とする発光装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、半導体発光素子と波長変換層とを備えた発光装置及びその製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

青色光を発光するLED(発光ダイオード)と、LEDが発光する青色光の一部を吸収して異なる波長の光、例えば、黄色光に波長変換する波長変換層(蛍光体層)とを組み合わせて、青色光と黄色光とを混色させることで白色光を生成する白色ダイオードがある。また、このような白色ダイオードの製造方法として、LEDチップに粒状の蛍光体(波長変換部材)を含有した樹脂を塗布する方法がある。

30

【0003】

例えば、特許文献1には、個片化した多数のLEDチップを、粘着剤を表面に設けたキャリア基板上に互いに離間して配列し、ステンシル・マスクを用いたスクリーン・プリンティング方式により、LEDチップの上面及び側面に蛍光体を含有する熱硬化性樹脂を塗布する手法が開示されている。また、特許文献1には、前記したキャリア基板上にLEDチップを互いに離間して配列し、LEDチップの上面及びLEDチップ間に、蛍光体を含有する熱硬化性樹脂を、スプレー装置などを用いて塗布し、樹脂を硬化させた後に、ダイシングにより個片化する手法が記載されている。

40

【0004】

また、蛍光体の粒子を、電着法を用いてLEDチップに均一に付ける方法が、例えば、特許文献2に記載されている。すなわち、特許文献2に記載の方法は、LEDチップの表面に蛍光体の粒子を電気泳動させて付着させることにより波長変換層を形成するものである。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

50

【特許文献1】特開2012-119673号公報

【特許文献2】特開2003-69086号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかしながら、特許文献1に記載された前者のスクリーン・プリンティング方式による手法では、キャリア基板上に配列されたLEDチップとステンシル・マスクとの位置合わせが必要である。そして、LEDチップとステンシル・マスクとが、正確に位置合わせがなされないと、上面において波長変換層が形成されない領域が生じ、また、側面において波長変換層が所定の膜厚とならず、配光色むらが生じることになる。また、後者の手法では、塗布によりLEDチップ間に充填された波長変換層をダイシングにより切断する際に、ダイシングする位置が正確でないと、側面に設けられた波長変換層が所定の膜厚とならず、やはり配光色むらを生じることになる。

10

【0007】

また、特許文献2に記載された方法では、LEDチップ単体に波長変換層を形成することは困難であった。電気抵抗が面内で均一なLEDチップの支持基板を準備できれば、理論上、電着法により、蛍光体粒子を含有する厚さが均一な樹脂層を形成することは可能であるが、そのような支持基板を得ることは難しかった。また、適用するLEDチップの露出面の全面に予め導電性を付与する必要がある。また、電気泳動を利用した工法は、長時間シートを有機溶剤に浸漬する必要があるため、用いることができる材料の制約が多く、色々なタイプの素子に適用することは難しかった。

20

【0008】

本発明に係る問題に鑑みて創案されたものであり、半導体発光素子の表面に蛍光体を含有する樹脂層からなる波長変換層を有し、配光色むらの少ない発光装置及びその製造方法を提供することを課題とする。

【課題を解決するための手段】

【0009】

前記した課題を解決するために、本発明に係る発光装置の製造方法は、半導体発光素子の表面に、当該半導体発光素子が発光する光の波長を変換する波長変換部材を含有する樹脂層からなる波長変換層を備えた発光装置の製造方法であって、2以上の前記半導体発光素子を、表面に粘着性を有するとともに、延伸性を有するシート上に、互いに離間して配列する配列工程と、前記半導体発光素子及び前記シート上に、前記波長変換部材を含有した前記樹脂層を形成する樹脂層形成工程と、前記シートを延伸することで、前記樹脂層を分離する樹脂層分離工程とを、この順で行うこととする。

30

【0010】

また、本発明に係る発光装置は、半導体発光素子の表面に、当該半導体発光素子が発光する光の波長を変換する波長変換部材を含有する樹脂層からなる波長変換層を備えた発光装置であって、前記波長変換層は、前記半導体発光素子の上面又は上面及び側面を被覆し、前記波長変換部材からなる無機材料、又は前記樹脂層が無機フィラーを含有する場合は前記波長変換部材及び当該無機フィラーからなる無機材料の、前記樹脂層における含有率である無機材料比率が30質量%以上かつ99質量%以下となるように構成する。

40

【発明の効果】

【0011】

本発明の発光装置の製造方法によれば、半導体発光素子の表面に形成される樹脂層を、シートを延伸させるだけで不要な樹脂層から分離して個片化することができる。このため、個片化のための高精度な位置合わせを必要とせず、安定した寸法精度で波長変換層を形成することができるため、配光色むらの少ない発光装置を製造することができる。

また、本発明の発光装置によれば、波長変換層における無機材料比率を前記した範囲とすることにより、波長変換及び/又は光拡散させるために十分な量の蛍光体及び/又は無機フィラーを備え、かつ、含有される樹脂によって十分な強度で無機材料同士及び無機材

50

料と半導体発光素子とが接着された波長変換層とすることができる。

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図1】本発明の実施形態に係る発光装置の製造方法によって製造される発光装置の構成を示す模式的断面図である。

【図2】本発明の実施形態に係る発光装置の製造方法によって製造される発光装置の構成を示す模式的断面図であり、(a)は蛍光体層が半導体発光素子の上面の全面及び側面の全面を被覆する例であり、(b)は蛍光体層が半導体発光素子の上面の全面及び側面の一部を被覆する例であり、(c)は蛍光体層が半導体発光素子の上面の全面を被覆する例であり、(d)、(e)、(g)は、それぞれ(a)~(c)に示した発光装置の側面及び下面の蛍光体層で被覆されない箇所を反射性樹脂層で被覆する例であり、(f)は、発光装置の側面及び下面を反射性樹脂層で被覆し、反射性樹脂層を含めた上面を蛍光体層で被覆する例である。

【図3】本発明の実施形態に係る発光装置の製造方法によって製造される発光装置の構成を示す模式的断面図であり、(a)は平面図、(b)は(a)のA-A線における断面図を示す。

【図4】本発明の実施形態に係る発光装置の製造方法の流れを示すフローチャートである。

【図5】本発明の実施形態に係る発光装置の製造方法における製造工程の一部を示す模式的断面図であり、(a)はエキスパンドシート上に発光素子を配列させる様子、(b)は樹脂層をスプレー塗布により形成する様子、(c)は樹脂層を仮硬化させる様子を示す。

【図6】本発明の実施形態に係る発光装置の製造方法における製造工程の一部を示す模式的断面図であり、(a)はエキスパンドシートを延伸して樹脂層を分離する様子、(b)は樹脂層を本硬化させる様子、(c)は発光装置をピックアップする様子を示す。

【図7】本発明の実施形態に係る発光装置の製造方法において、粒状の蛍光体を含有する樹脂層をスプレー塗布する様子を示す模式的断面図である。

【図8】本発明の実施形態に係る発光装置の製造方法において、エキスパンドシートを延伸させることにより、粒状の蛍光体を含有する樹脂層の不要部分を分離する様子を模式的に示す断面図であり、(a)~(d)は、それぞれ仮硬化とエキスパンドシートの延伸とを異なる条件で行う場合を示す。

【発明を実施するための形態】

【0013】

以下、本発明に係る発光装置の製造方法及びこの製造方法によって製造される発光装置について説明する。

なお、以下の説明において参照する図面は、本発明を概略的に示したものであるため、各部材のスケールや間隔、位置関係などが誇張、あるいは、部材の一部の図示が省略されている場合がある。また、平面図とその断面図において、各部材のスケールや間隔が一致しない場合もある。また、以下の説明では、同一の名称及び符号については原則として同一又は同質の部材を示しており、詳細な説明を適宜省略することとする。

【0014】

[発光装置の構成]

図1を参照して、本発明の実施形態に係る発光装置の構成について説明する。

まず、図1に示すように、本実施形態に係る発光装置10は、半導体発光素子1(以下、適宜「発光素子」と呼ぶ)と、発光素子1の上面及び側面を被覆する蛍光体層(波長変換層)7とを備えて構成されている。

また、発光素子1は、成長基板2と、半導体積層体3と、n側電極4n及びp側電極4pと、全面電極5a及びカバー電極5bと、保護層6とを備えて構成されるLEDである。

【0015】

更にまた、本実施形態に係る発光装置10は、発光素子1の半導体積層体3と、n側電

10

20

30

40

50

極 4 n 及び p 側電極 4 p とが設けられた面を実装面とし、発光素子 1 の蛍光体層 7 が設けられた成長基板 2 側を光取り出し面とするフェイスダウン実装型の発光装置である。

また、発光装置 10 は、発光素子 1 が発光した光（例えば、青色光）と、発光素子 1 が発光した光の一部を蛍光体層 7 が波長変換した光（例えば、黄色光）とを混色して、上面及び側面から出力するものである。

【0016】

発光素子 1 は、成長基板 2 の下面側に、n 型半導体層 3 n と p 型半導体層 3 p とを積層した半導体積層体 3 を備えている。半導体積層体 3 は、電流を通電することにより発光するようになっており、n 型半導体層 3 n と p 型半導体層 3 p との間に発光層 3 a を備えることが好ましい。

10

【0017】

半導体積層体 3 には、p 型半導体層 3 p 及び発光層 3 a が部分的に存在しない領域、すなわち p 型半導体層 3 p の表面から窪んだ領域（この領域を「段差部 3 b」と呼ぶ）が形成されている。段差部 3 b の底面（図 1 において下面）は n 型半導体層 3 n の露出面であり、段差部 3 b には、n 側電極 4 n が形成されている。また、p 型半導体層 3 p の上面の略全面には、良好な反射性を有する全面電極 5 a 及び全面電極 5 a を被覆するカバー電極 5 b が設けられ、カバー電極 5 b の下面の一部に p 側電極 4 p が形成されている。

また、パッド電極である n 側電極 4 n 及び p 側電極 4 p を除き、半導体積層体 3 及びカバー電極 5 b の表面は、絶縁性及び透光性を有する保護層 6 で被覆されている。

20

【0018】

成長基板 2 は、半導体積層体 3 をエピタキシャル成長させるための基板である。成長基板 2 は、半導体積層体 3 をエピタキシャル成長させることができる基板材料で形成されればよく、大きさや厚さ等は特に限定されない。例えば、半導体積層体 3 を GaN（窒化ガリウム）などの窒化物半導体を用いて形成する場合には、基板材料としては、C 面、R 面、A 面の何れかを主面とするサファイアやスピネル（ $MgAl_2O_4$ ）のような絶縁性基板、また炭化ケイ素（SiC）、ZnS、ZnO、Si、GaAs、ダイヤモンド、及び窒化物半導体と格子接合するニオブ酸リチウム、ガリウム酸ネオジム等の酸化物基板が挙げられる。

また、成長基板 2 は、例えば、レーザリフトオフ法やケミカルリフトオフ法などにより最終的に取り除いてもよい。

30

【0019】

半導体積層体 3 は、前記したように、発光層 3 a を含む n 型半導体層 3 n と p 型半導体層 3 p とが積層された積層体のことである。本実施形態においては、半導体積層体 3 は、表面の一部において、表面から p 型半導体層 3 p 及び発光層 3 a のすべてと、n 型半導体層 3 n の一部とが除去された段差部 3 b が設けられている。そして、段差部 3 b の底面（下面）には、n 型半導体層 3 n に電氣的に接続された n 側電極 4 n が設けられている。また、段差部 3 b 以外の半導体積層体 3 の下面である p 型半導体層 3 p の下面には、p 型半導体層 3 p の略全面と電氣的に接続された全面電極 5 a と、更に全面電極 5 a の下面及び側面を被覆するカバー電極 5 b と、カバー電極 5 b の下面の一部の領域に設けられた p 側電極 4 p と、を積層してなる電極が設けられている。

40

【0020】

半導体積層体 3 は、GaN、GaAs、InGaN、AlInGaP、GaP、SiC、ZnO のように、半導体発光素子に適した材料を用いることができる。本実施形態においては、発光素子 1 が発光する光の一部が、蛍光体層 7 によって異なる波長の光に変換されるため、発光波長の短い青色や紫色に発光する半導体積層体 3 が好適である。

【0021】

n 型半導体層 3 n、発光層 3 a 及び p 型半導体層 3 p は、 $In_xAl_yGa_{1-x-y}N$ ($0 < X、0 < Y、X + Y < 1$) 等の GaN 系化合物半導体が好適に用いられる。また、これらの半導体層は、それぞれ単層構造でもよいが、組成及び膜厚等の異なる層の積層構造、超格子構造等であってもよい。特に、発光層 3 a は、量子効果が生ずる薄膜を積層

50

した単一量子井戸又は多重量子井戸構造であることが好ましい。

【0022】

半導体積層体3としてGaN系化合物半導体を用いる場合は、例えば、MOCVD法（有機金属気相成長法）、HVPE法（ハイドライド気相成長法）、MBE法（分子線エピタキシャル成長法）等の公知の技術により形成することができる。また、半導体層の膜厚は特に限定されるものではなく、種々の膜厚のものを適用することができる。

【0023】

全面電極5aは、p型半導体層3pの下面の略全面を覆うように設けられる。また、全面電極5aの下面及び側面の全体を被覆するように、カバー電極5bが設けられている。全面電極5aは、カバー電極5b及びカバー電極5bの下面の一部に設けられたp側電極4pを介して供給される電流を、p型半導体層3pの全面に均一に拡散するための導体層である。また、全面電極5aは良好な反射性を有し、発光素子1が発光する光を、光取り出し面である上方向に反射する反射膜としても機能する。ここで、反射性を有するとは、発光素子1が発光する波長の光を良好に反射することをいう。更に、全面電極5aは、蛍光体層7によって変換された後の波長の光に対しても良好な反射性を有することが好ましい。

10

【0024】

全面電極5aは、良好な導電性と反射性とを有する金属材料を用いることができる。特に可視光領域で良好な反射性を有する金属材料としては、Ag、Al又はこれらの金属を主成分とする合金を好適に用いることができる。また、全面電極5aは、これらの金属材料を単層で、又は積層したものが利用できる。

20

【0025】

また、カバー電極5bは、全面電極5aを構成する金属材料のマイグレーションを防止するためのバリア層である。特に全面電極5aとして、マイグレーションし易いAgを用いる場合には設けることが好ましい。

カバー電極5bとしては、良好な導電性とバリア性とを有する金属材料を用いることができ、例えば、Al、Ti、W、Auなどを用いることができる。また、カバー電極5bは、これらの金属材料を単層で、又は積層したものが利用できる。

【0026】

n側電極4nは、n型半導体層3nが露出した半導体積層体3の段差部3bの底面に設けられている。また、p側電極4pは、カバー電極5bの下面の一部に設けられている。n側電極4nはn型半導体層3nに、p側電極4pはカバー電極5b及び全面電極5aを介してp型半導体層3pに、それぞれ電氣的に接続して、発光素子1に外部からの電流を供給するためのパッド電極である。

30

【0027】

n側電極4n及びp側電極4pとしては、金属材料を用いることができ、例えば、Ag、Al、Ni、Rh、Au、Cu、Ti、Pt、Pd、Mo、Cr、Wなどの単体金属及びそれらの合金などを好適に用いることができる。また、n側電極4n及びp側電極4pは、これらの金属材料を単層で、又は積層したものを利用することができる。

【0028】

保護層6は、絶縁性及び透光性を有し、成長基板2と、n側電極4n及びp側電極4pの外部との接続部とを除き、発光素子1の表面全体を被覆する被膜である。保護層6は、発光素子1の保護膜及び帯電防止膜として機能する。

40

また、保護層6は、光が取り出される半導体積層体3の側面を被覆するため、発光素子1が発光した波長の光に対して、良好な透光性を有することが好ましい。更に、保護層6は、蛍光体層7が波長変換した後の波長の光に対しても良好な透光性を有することが好ましい。

【0029】

保護層6としては、金属酸化物や金属窒化物を用いることができ、例えば、Si、Ti、Zr、Nb、Ta、Alからなる群より選択された少なくとも一種の酸化物又は窒化物

50

を好適に用いることができる。

【0030】

蛍光体層（波長変換層）7は、粒状の蛍光体（波長変換部材）を含有する樹脂層からなり、発光素子1が発光する光の一部又は全部を吸収して、発光素子1が発光する波長とは異なる波長の光を発光することにより、波長変換する層である。

図1に示した例では、蛍光体層7は、フェイスダウン実装された状態で、発光素子1の上面（すなわち、成長基板2の上面）の全面及び側面（すなわち、成長基板2の側面及び保護層6を介した半導体積層体3の側面）の全面を被覆するように設けられている。

【0031】

蛍光体層7の膜厚は、蛍光体の含有量や、発光素子1が発光する光と波長変換後の光との混色後の色調などによって定めることができるが、例えば、 $1\mu\text{m}$ 以上かつ $500\mu\text{m}$ 以下とすることができ、 $5\mu\text{m}$ 以上かつ $200\mu\text{m}$ 以下とすることが好ましく、 $10\mu\text{m}$ 以上かつ $100\mu\text{m}$ 以下とすることがより好ましい。

【0032】

樹脂材料としては、発光素子1が発光した光及び蛍光体層7が含有する蛍光体が波長変換した後の光に対して良好な透光性を有するものを用いることが好ましい。また、本実施形態では、溶剤と当該樹脂と粒状の蛍光体とを含有するスラリーを処方して、スプレー塗布した後、加熱することにより塗布した樹脂層を硬化させて蛍光体層7を形成できるように、樹脂材料として熱硬化性樹脂を用いることが好ましい。

このような樹脂材料としては、例えば、シリコン樹脂、変性シリコン樹脂、エポキシ樹脂、変性エポキシ樹脂、ユリア樹脂、フェノール樹脂、アクリレート樹脂、ウレタン樹脂、フッ素樹脂若しくはこれらの樹脂を少なくとも1種以上含む樹脂、又はハイブリッド樹脂などを好適に用いることができる。

【0033】

また、蛍光体（波長変換部材）としては、発光素子1が発光する波長の光によって励起されて、この励起光と異なる波長の蛍光を発する蛍光物質であれば特に限定されず、粒状の蛍光体を好適に用いることができる。粒状の蛍光体は、光散乱性及び光反射性を有するため、波長変換機能に加えて光散乱部材としても機能し、光の拡散効果を得ることができる。蛍光体は、樹脂層である蛍光体層7中にほぼ均一の割合で混合することが好ましい。また、蛍光体は、蛍光体層7中に、2種類以上を一様に混在させてもよいし、多層構造となるように分布させてもよい。

また、蛍光体は、溶剤及び熱硬化性樹脂とともに処方されるスラリーがスプレー塗布可能なように、フィッシャーサブシーブサイザーズナンバー（F.S.S.S.法）測定法による平均粒径が $2.5\sim 30\mu\text{m}$ 程度とすることが好ましい。

【0034】

蛍光体材料としては、当該分野で公知のものを使用することができる。例えば、Ce（セリウム）で賦活されたYAG（イットリウム・アルミニウム・ガーネット）系蛍光体、Ceで賦活されたLAG（ルテチウム・アルミニウム・ガーネット）系蛍光体、Eu（ユーロピウム）及び/又はCr（クロム）で賦活された窒素含有アルミノ珪酸カルシウム（ $\text{CaO} - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{SiO}_2$ ）系蛍光体、Euで賦活されたシリケート（ $(\text{Sr}, \text{Ba})_2\text{SiO}_4$ ）系蛍光体、サイアロン蛍光体、KSF（ $\text{K}_2\text{SiF}_6 : \text{Mn}$ ）系蛍光体などを挙げることができる。また、量子ドット蛍光体も用いることができる。

【0035】

また、前記した蛍光体材料に、蛍光体同士を結着させる結着材を添加することが好ましい。結着材としては、例えば、 SiO_2 、 Al_2O_3 、 MSiO （Mは、Zn、Ca、Mg、Ba、Sr、Zr、Yなど）などの透光性の無機材料を用いることができる。

【0036】

また、スプレー時の粘度を調整するためや蛍光体層7に光拡散性を付与するために、透光性の無機化合物粒子、例えばSi、Al、Zn、Ca、Mg、Yなどの希土類若しくはZr、Tiなどの元素の、酸化物、炭酸塩、硫酸塩若しくは窒化物、又はペントナイト、

10

20

30

40

50

チタン酸カリウムなどの複合塩などの無機フィラーを添加するようにしてもよい。

このような無機フィラーの平均粒径は、前記した蛍光体の平均粒径の範囲と同程度の範囲のもとすることができる。

【0037】

また、樹脂層である蛍光体層7において、蛍光体粒子と無機フィラー粒子とを合わせた含有率である無機材料比率は、30～99質量%とすることが好ましく、50～90質量%とすることがより好ましく、60～85質量%とすることが更に好ましい。

無機材料比率を30質量%以上、より好ましくは50質量%以上、更に好ましくは60質量%以上とすることで、波長変換及び/又は光拡散させるために十分な量の蛍光体及び/又は無機フィラーを備えることができる。また、後記する製造方法において、エキスパンドシート20(図5参照)の延伸により容易に個片化することができる。

また、無機材料比率を99質量%以下、より好ましくは90質量%以下、更に好ましくは85質量%以下とすることで、蛍光体層7に含有される樹脂によって十分な強度で無機材料同士及び無機材料と発光素子1とを接着させることができる。

【0038】

なお、図1に示した例では、蛍光体層7は、発光素子1の上面の全面及び側面の全面を被覆するように設けたが、これに限定されるものではない。

ここで、図2を参照して、蛍光体層7の構成例について説明する。

図2(a)に示した発光装置10は、図1に示した例について、発光素子1を簡略化して示したものであり、蛍光体層7が、発光素子1の上面の全面(上面部蛍光体層7a)及び側面の全面(側面部蛍光体層7b)を被覆するように設けられている。

【0039】

図2(b)に示した発光装置10Aは、蛍光体層7Aが、発光素子1の上面の全面(上面部蛍光体層7a)及び側面の一部(側面部蛍光体層7Ab)を被覆するように設けられている。より詳細には、発光素子1の側面に設けられた側面部蛍光体層7Abは、上端が発光素子1の上面に設けられた上面部蛍光体層7aと連続した一体の層として形成されており、発光素子1の側面の上端から、下端へ向かう途中まで被覆するように設けられている。すなわち、発光装置10Aは、発光素子1の側面の下部が蛍光体層7Aから露出している。

また、図2(c)に示した発光装置10Bは、蛍光体層7Bが、発光素子1の上面の全面(上面部蛍光体層7a)を被覆するように設けられ、発光素子1の側面には設けられていない。

【0040】

なお、青色光を発光素子1側面全体又は側面下部から漏らすようにすることで、発光装置10A, 10B全体としての発光効率を上げることができる。また、発光装置10においても、発光素子1の下面側の、n側電極4n及び反射性を有する全面電極5aが設けられていない箇所から青色光を漏らすようにすることで、発光装置10全体としての発光効率を上げることができる。

【0041】

その反面で、発光素子1の側面や下面から青色光を漏らすことにより、配光色度が悪化する場合が考えられる。そこで、配光色度を改善するために、発光素子1の側面及び/又は下面の、蛍光体層7によって被覆されない箇所に、光反射性を有する反射性樹脂層を形成するようにしてもよい。

【0042】

図2(d)～図2(g)に、反射性樹脂層を設けた発光装置の例を示す。

図2(d)、図2(e)、図2(g)に示した発光装置10C, 10D, 10Fは、それぞれ、図2(a)～図2(c)に示した発光装置10, 10A, 10Bにおいて、蛍光体層7, 7A, 7Bで被覆されない発光素子1の下面及び側面の部位を被覆するように、反射性樹脂層11C, 11D, 11Fを設けたものである。また、図2(f)に示した発光装置10Eは、発光素子1の下面及び側面を被覆するように反射性樹脂層11E(以下

10

20

30

40

50

、反射性樹脂層 11C, 11D, 11E, 11F を総称して適宜に反射性樹脂層 11 と呼ぶ) を設け、発光素子 1 の上面及び反射性樹脂層 11E の上面に蛍光体層 7C を設けたものである。

反射性樹脂層 11 を設けることによって、発光素子 1 が発光した青色光は、必ず蛍光体層 7, 7A, 7B, 7C を介して外部に取り出されるため、配光色度を改善することができる。

【0043】

ここで、反射性樹脂層 11 は、発光素子 1 が発光する波長の光及び蛍光体層 7 が発光する波長の光に対して良好な反射性を有する反射膜である。反射性樹脂層 11 としては、例えば、粒状の光反射部材を含有した樹脂を塗布することで形成することができる。

この場合において、樹脂材料としては、発光素子 1 が発光する波長の光及び蛍光体層 7 が発光する波長の光に対して良好な透光性を有するもの、例えば、シリコン樹脂、エポキシ樹脂、ユリア樹脂などを用いることができる。また、光反射部材としては、例えば、チタン酸バリウム、酸化チタン、酸化アルミニウム、酸化珪素、二酸化珪素、重質炭酸カルシウム、軽質炭酸カルシウム等の拡散剤、又は、これらを少なくとも一種以上含む混合物等を用いることができる。

【0044】

次に、図 3 を参照して、前記した発光装置 10 を、実装基板に実装した状態である実装基板付きの発光装置について説明する。

図 3 に示すように、実装基板付きの発光装置 100 は、実装基板 9 に複数の発光装置 10 が実装されたものである。なお、実装基板 9 に実装される発光装置 10 の個数は特に限定されるものではなく、1 個以上が実装されていればよい。また、実装される発光装置は、図 2 (a) に示した発光装置 10 に限定されるものではなく、発光装置 10 に代えて、図 2 (b) に示した発光装置 10A、図 2 (c) に示した発光装置 10B、図 2 (d) に示した発光装置 10C、図 2 (e) に示した発光装置 10D、図 2 (f) に示した発光装置 10E、又は図 2 (g) に示した発光装置 10F を用いることもできる。

【0045】

図 3 (a) に示した例は、3 個の発光装置 10 を実装する領域を抜粋して模式的に示したものである。また、発光装置 10 は、3 個の実装領域 94 の内の中央の 1 個の実装領域 94 に発光装置 10 を実装した様子を示している。

【0046】

図 3 (a) に示すように、実装基板 9 は、絶縁性の支持基板 91 上に、平面視で櫛状の負極側配線電極 92n 及び正極側配線電極 92p が、櫛の歯に相当する箇所が互いに対向するように設けられている。負極側配線電極 92n 及び正極側配線電極 92p の、一對の櫛の歯に相当する箇所を含む領域が、1 個の発光装置 10 を実装するための実装領域 94 である。

【0047】

各実装領域 94 の、発光装置 10 の n 側電極 4n 及び p 側電極 4p と接続する箇所には、負極用接続層 93n 及び正極用接続層 93p として、半田層が設けられている。負極用接続層 93n 及び正極用接続層 93p は、リフロー工法等により溶融され、n 側電極 4n と負極側配線電極 92n と、及び、p 側電極 4p と正極側配線電極 92p とが、それぞれ接合される。

なお、負極側配線電極 92n 及び正極側配線電極 92p は、それぞれ不図示の給電端子と接続されており、当該給電端子を介して外部電源から電力が供給されるように構成されている。

【0048】

また、実装基板 9 の実装領域 94 を除く左右の上面領域は、絶縁性の反射層 95 によって被覆されている。図 3 に示した例では、反射層 95 は実装領域 94 の左右側のみ被覆されているが、更に、負極用接続層 93n 及び正極用接続層 93p が設けられた領域以外を被覆するようにしてもよい。

10

20

30

40

50

色光を発光する。

【0056】

発光素子1の発光層3aが発光した青色光は、半導体積層体3及び成長基板2内を伝播して、発光素子1の上面又は側面から出射して、一部は蛍光体層7が含有する蛍光体粒子に吸収され、黄色光に変換されて外部に取り出される。また、青色光の一部は、蛍光体に吸収されずに蛍光体層7を透過して外部に取り出される。

なお、発光素子1内を下方向に伝播する光は、全面電極5aによって上方向に反射され、発光素子1の上面又は側面から出射する。

そして、発光装置10の外部に取り出された黄色光及び青色光が混色することにより、白色光が生成される。

なお、発光装置10の側面から下方向に取り出された光は、反射層95によって上方向に反射され、発光装置100から出射される。

【0057】

次に、発光装置10に代えて、図2(b)に示した発光装置10Aを用いた実装基板付きの発光装置100を構成した場合について説明する。

前記したように、発光装置10Aは、発光素子1の側面の下部が蛍光体層7Aから露出している。このため、発光素子1の発光層3aが発光した青色光の一部は、発光素子1の側面の下部から出射して、青色光のまま発光装置10Aの外部に取り出される。発光素子1の側面の下部から取り出された青色光は、他の面から外部に取り出された黄色光及び青色光と混色され、全体として白色光として発光装置100から出射される。

【0058】

発光素子1が発光する青色光の一部について、発光素子1の側面の下部から蛍光体層7Aを介さずに外部に取り出すようにすることで、生成される白色光において青色光の成分を十分に確保することができる。また、光取り出し効率のよい発光装置10Aとすることができる。

【0059】

次に、発光装置10に代えて、図2(c)に示した発光装置10Bを用いた実装基板付きの発光装置100を構成した場合について説明する。

前記したように、発光装置10Bは、発光素子1の側面が蛍光体層7Bによって被覆されておらず、露出している。このため、発光素子1の発光層3aが発光した青色光の内、横方向に伝播する光は、発光素子1の側面から出射して、青色光のまま発光装置10Bの外部に取り出される。発光素子1の側面から取り出された青色光は、上面から外部に取り出された黄色光及び青色光と混色され、全体として白色光として発光装置100から出射される。

【0060】

発光素子1が発光する青色光の一部について、発光素子1の側面から、蛍光体層7Bを介さずに外部に取り出すようにすることで、生成される白色光において青色光の成分を十分に確保することができる。また、光取り出し効率のよい発光装置10Aとすることができる。

【0061】

次に、発光装置10に代えて、図2(d)に示した発光装置10C、図2(e)に示した発光装置10D、図2(f)に示した発光装置10E、又は図2(g)に示した発光装置10Fを用いた実装基板付きの発光装置100を構成した場合について説明する。

前記したように、発光装置10C、10D、10E、10Fは、発光素子1の側面及び下面において、蛍光体層7で被覆されていない箇所は、反射性樹脂層11で被覆されている。このため、発光装置10、10A、10Bで漏らしていた青色光は、反射性樹脂層11で反射され、蛍光体層7を介して外部に取り出される。すなわち、発光素子1が発光した青色光が外部に取り出される際には、すべて蛍光体層7を介して取り出される。従って、発光装置10C、10D、10E、10Fを用いて構成した発光装置100は、良好な配光色度を得ることができる。

10

20

30

40

50

【 0 0 6 2 】

[発光装置の製造方法]

次に、図 4 を参照して、図 3 に示した発光装置 1 0 0 の製造方法について説明する。

図 4 に示すように、発光装置 1 0 0 の製造方法は、発光素子準備工程 S 1 1 と、発光素子選別工程 S 1 2 と、発光素子配列工程 S 1 3 と、樹脂層形成工程 S 1 4 と、仮硬化工程 S 1 5 と、樹脂層分離工程 S 1 6 と、本硬化工程 S 1 7 と、実装工程 S 1 8 と、を含み、この順で各工程が行われる。

以下、図 5 及び図 6 を参照（適宜図 1、図 3 及び図 4 参照）して、各工程について詳細に説明する。

【 0 0 6 3 】

発光素子準備工程 S 1 1 は、図 1 に示した構成の個片化された発光素子 1 を準備する工程である。

具体的には、まず、サファイアなどからなる成長基板 2 上（図 1 において下面）に、前記した半導体材料を用いて、n 型半導体層 3 n、発光層 3 a 及び p 型半導体層 3 p を順次積層した半導体積層体 3 を形成する。

【 0 0 6 4 】

半導体積層体 3 が形成されると、半導体積層体 3 の表面（図 1 において下面）の一部の領域について、p 型半導体層 3 p、発光層 3 a 及び n 型半導体層 3 n の一部をエッチングにより除去して n 型半導体層 3 n が底面に露出した段差部 3 b を形成する。

次に、段差部 3 b の底面にパッド電極である n 側電極 4 n を形成する。また、p 型半導体層 3 p 及び発光層 3 a を有する発光領域となる領域には、p 型半導体層 3 p の下面の略全面を覆う反射性を有する全面電極 5 a 及び全面電極 5 a の表面を被覆するカバー電極 5 b と、カバー電極 5 b の下面の一部にパッド電極である p 側電極 4 p を形成する。

更に、n 側電極 4 n 及び p 側電極 4 p を除くウエハの表面全体に、例えば、スパッタリングにより、絶縁性の SiO₂ などの保護層 6 を形成する。

【 0 0 6 5 】

以上により、ウエハ状態の発光素子 1 が形成される。

次に、ダイシング法、スクライブ法などにより、ウエハ状態の発光素子 1 を所定の分割領域で切断することにより個片化された発光素子 1 を作製することができる。

なお、ウエハを切断する前に、成長基板 2 の裏面を研磨して薄肉化するようにしてもよい。これにより、容易に切断することができる。

【 0 0 6 6 】

次に、発光素子選別工程 S 1 2 において、発光素子準備工程 S 1 1 で作製した発光素子 1 から所定範囲の発光特性を有するものを選別する。ここで、所定範囲の発光特性とは、発光素子 1 が発光する光の中心波長及び / 又は発光強度である。発光特性が揃った発光素子 1 を選別することにより、後記する樹脂層形成工程 S 1 4 以降の工程により高い均一性で蛍光体層 7 を形成することと併せて、製造される発光装置 1 0 の装置間の色調のばらつきを抑制することができる。

【 0 0 6 7 】

次に、発光素子配列工程 S 1 3 において、図 5 (a) に示すように、延伸性を有するとともに、表面に粘着性を有するエキスパンドシート 2 0 上に、発光素子選別工程 S 1 2 で選別した発光素子 1 を、側面が露出するように互いに離間して配列する。このとき、発光素子 1 の n 側電極 4 n 及び p 側電極 4 p が設けられた面がエキスパンドシート 2 0 に対向するように載置する。

エキスパンドシートとしては、塩化ビニルなどの樹脂からなる半導体ウエハのダイシング用のシートを用いることができ、例えば、日東電工社製のダイシングテープ V - 8 - S を挙げることができる。

【 0 0 6 8 】

また、発光素子 1 を載置する面に、粘着剤として UV（紫外線）硬化型の樹脂を設けたエキスパンドシート 2 0 を用いるようにしてもよい。後記する実装工程 S 1 8 において、

10

20

30

40

50

エキスパンドシート20にUV光を照射して粘着性の樹脂を硬化させることにより、粘着性を消失させることができる。これによって、例えば、コレット50及びピン51(図6(c)参照)を用いて、エキスパンドシート20から、蛍光体層7が設けられた発光素子1、すなわち発光装置10を容易に剥離することができる。

【0069】

次に、樹脂層形成工程S14において、図5(b)に示すように、発光素子1が配列して載置されたエキスパンドシート20上に、スプレー装置30によって、蛍光体層7の原料であるスラリーのスプレーSPを噴射することにより塗布し、樹脂層8を形成する。

ここで、発光素子1は、1次元に配列されていてもよく、2次元に配列されていてもよい。何れの配列の場合でも、発光素子1同士は、側面が露出するように互いに離間して配列されている。また、エキスパンドシート20は、不図示の載置台上に載置され、当該載置台とスプレー装置30とが、少なくとも水平方向に相対的に移動可能に構成されている。そして、スプレー塗布により、発光素子1の表面である上面及び側面と、エキスパンドシート20上とに、所定の厚さで一様に、かつ連続した樹脂層8が形成される。

【0070】

スプレー装置30としては、特に限定されるものではないが、パルス状に、すなわち間欠的にスプレーSPを噴射するパルススプレー方式を用いることが好ましい。間欠的にスプレー噴射することにより、単位時間当たりの噴射量を少なくすることができる。このため、スプレー装置30を、少ない噴射量でスプレー噴射させながら低速で移動させることにより、凹凸形状を有する塗布面の側面や角部にも均一に塗布することができる。また、パルススプレー方式では、連続スプレー方式に比べて、ノズルからのスラリーの噴出速度を低減することなく、エアの風速を低減することができる。このため、パルススプレー方式では、連続スプレー方式と同様に塗布面に良好にスラリーを供給することができ、かつ塗布されたスラリーがエア流によって乱されない。その結果、蛍光体の粒子と発光素子1の表面との密着性が高い塗布膜を形成することができる。

【0071】

また、パルススプレー方式では、噴射量を少なくすることができるため、1回のスプレー塗布による塗布量を低減して薄膜を形成することができる。そして、スプレー塗布を複数回繰り返すことにより、塗布膜である樹脂層8の膜厚を精度よく形成することができる。また、複数回のスプレー塗布の間に、1回ごと又は所定回数(例えば、3回)ごとに熱硬化性樹脂の仮硬化処理を行うことにより、側面部においても液垂れすることなく、均一性の高い良好な膜厚精度で樹脂層8を形成することができる。

なお、パルススプレー方式及び仮硬化処理の詳細については、後記する。

【0072】

また、スプレー装置30によって塗布されるスラリーは、溶剤と、熱硬化性樹脂と、粒状の蛍光体とが含有される。スラリーに、更に無機フィラーを添加してもよい。また、このスラリーは、スプレー噴射可能で、発光素子1の側面部に塗布されたスラリーが液垂れしないように、適宜な粘度に調整される。

【0073】

熱硬化性樹脂としては、発光素子1が発光する波長の光及び蛍光体層7に含有される蛍光体が発光する波長の光に対して良好な透光性を有するものであれば特に限定されず、前記したシリコン樹脂、エポキシ樹脂、ユリア樹脂などを用いることができる。具体的には、信越化学工業社製のシリコン樹脂である製品名：LPS-3541を挙げることができる。

また、溶剤としては、n-ヘキサン、n-ヘプタン、トルエン、アセトン、イソプロピルアルコールなどの有機溶剤を用いることができる。

【0074】

また、熱硬化性樹脂は、常温で固体のものを溶剤に溶解させて用いることが好ましい。これによって、塗布されたスラリーである樹脂層8を、仮硬化処理によって適宜な硬度に硬化させることができる。

10

20

30

40

50

【 0 0 7 5 】

ここで、仮硬化とは、熱硬化性樹脂が完全に架橋反応を起こす硬化温度よりも低い所定温度で所定時間加熱することで、樹脂層 8 に含有される溶剤を蒸発させ、樹脂層 8 を不完全に硬化させることをいうものである。すなわち、仮硬化処理における加熱温度及び加熱時間を制御することにより溶剤の蒸発量を制御することができ、その結果として、樹脂層 8 の硬さを調整することができる。

また、本硬化とは、熱硬化性樹脂が架橋反応する温度以上（硬化温度以上）の所定温度で、所定時間加熱することにより、熱硬化性樹脂が架橋反応により硬化させることをいうものである。また、本硬化処理を行うことにより、樹脂層 8 に含有される溶剤は略完全に蒸発する。

10

【 0 0 7 6 】

以下に、スラリーの処方例を挙げる。

熱硬化性樹脂：シリコン樹脂（L P S 3 5 4 1）

溶剤：n - ヘプタン

蛍光体：熱硬化性樹脂：溶剤（質量比）= 1 5 : 1 0 : 1 5

【 0 0 7 7 】

また、スラリーは、粘度が、0 . 0 1 ~ 1 0 0 0 m P a ・ s（ミリパスカル秒）、より好ましくは 0 . 1 ~ 1 0 0 m P a ・ s となるように成分を調整することが好ましい。スラリーをこの範囲の粘度とすることにより、均一なスプレー塗布を可能とするとともに、塗布後の過剰な液垂れを防止することができる。

20

【 0 0 7 8 】

また、パルススプレー方式による塗布法では、蛍光体、樹脂及び溶剤を混合した、蛍光体濃度が希薄なスラリーを、気体と液体とを同時に噴霧可能な 2 流体ノズルを用いて、それぞれパルス状に ON / OFF 駆動して、ワーク（被塗布体）に塗布する。このとき、ワークを昇温しておくことで、ワーク表面で溶剤は瞬時に蒸発して極めて薄い蛍光体を含む樹脂塗膜を形成することができる。すなわち、実質的に塗布と仮硬化とを同時に行うものである。

これを繰り返すことで、蛍光体を含む樹脂の薄膜を積層した樹脂層 8 を形成することができる。

【 0 0 7 9 】

また、パルススプレー方式を用いることで、エキスパンドシート 2 0 の延伸による個片化に最適な特徴を有する樹脂層 8 を形成することができる。すなわち、蛍光体と樹脂との配合において蛍光体の比率が高く、かつ、総膜厚が薄い樹脂層 8 を形成することができる。

30

【 0 0 8 0 】

ここで、蛍光体比率 = (蛍光体質量) / (蛍光体質量 + 樹脂質量) は、好ましくは 3 0 ~ 9 9 質量 %、より好ましくは 5 0 ~ 9 0 質量 %、更に好ましくは 6 0 ~ 8 5 質量 % である。

蛍光体比率が、好ましくは 3 0 質量 % 以上、より好ましくは 5 0 質量 % 以上、更に好ましくは 6 0 質量 % 以上となるように、樹脂に対する蛍光体の含有量を多くすることで、エキスパンドシート 2 0 の延伸時に、樹脂層 8 に亀裂が入り易くなり、発光素子 1 の側面の下部での樹脂層 8 の引き千切りによる切断が容易となる。

40

また、蛍光体比率が、好ましくは 9 9 質量 % 以下、より好ましくは 9 0 質量 % 以下、更に好ましくは 8 5 質量 % 以下となるように樹脂を含有させることにより、蛍光体粒子同士及び樹脂層 8 と発光素子 1 とを十分な強度で接着させることができる。

【 0 0 8 1 】

また、蛍光体に加えて無機材料からなるフィラーを添加してもよく、蛍光体及びフィラーからなる無機材料粒子の固体分が多いほどエキスパンドシート 2 0 の延伸による樹脂層 8 の引き千切りによる切断が容易となる。

この場合は、無機材料比率 = (蛍光体質量 + 無機フィラー質量) / (蛍光体質量 + 無機

50

フィラー質量 + 樹脂質量) が、好ましくは 30 ~ 99 質量%、より好ましくは 50 ~ 90 質量%、更に好ましくは 60 ~ 85 質量%とする。

【0082】

更にまた、樹脂層 8 を、複数の薄膜を積層して形成する場合は、複数層積層した薄膜毎に無機材料比率が異なってもよい。またこのとき、樹脂層 8 を構成する複数の薄膜の内、少なくとも 1 層において、前記した無機材料比率とすることが好ましい。この場合は、当該 1 層は、無機材料比率が 50 質量%以上とすることが好ましい。これによって、他の薄膜の無機材料比率が低い場合でも、エキスパンドシート 20 を延伸させたときに、当該 1 層の薄膜を起点として亀裂が生じ、樹脂層 8 の引き千切りを容易に行うことができる。

10

【0083】

また、樹脂層 8 を、複数の薄膜を積層して形成する場合において、各薄膜は、膜内で無機材料(蛍光体及び無機フィラー)が、下部に沈降した状態で形成されることが好ましい。すなわち、樹脂層 8 が、無機材料比率の高い無機材料リッチ層と無機材料比率の低いクリア層とが交互に積層された形状であることが好ましい。このように構成することで、微視的に無機材料比率が高い部位が形成されるため、エキスパンドシート 20 を延伸させた際に、当該無機材料比率が高い部位に亀裂が生じやすくなる。従って、樹脂層 8 の切断を、より容易に行うことができる。

このような構造は、各薄膜についてスラリーをスプレー塗布した際に、スラリーに含有されている無機材料が当該薄膜の下部に沈降する時間を考慮して、スラリーにおける溶剤比率や仮硬化温度などを調整することで形成することができる。

20

【0084】

また、塗布膜である樹脂層 8 の総膜厚(最大厚さ箇所)は、好ましくは 1 ~ 500 μm 、より好ましくは 5 ~ 200 μm 、更に好ましくは 10 ~ 100 μm である。このように、樹脂層 8 の厚さを薄くすることで、エキスパンドシート 20 の延伸による樹脂層 8 の引き千切りによる切断が容易となる。

更に、引き千切りにより切断される箇所(発光素子 1 の側面下端部における樹脂層 8 の分離箇所)における樹脂層 8 の膜厚は、200 μm 以下とすることが好ましく、かつ、発光素子 1 の表面に形成される樹脂層 8 よりも薄く形成されることが好ましい。これにより、切断箇所を特定でき、位置精度よく切断することができる。

30

また、積層後の樹脂層 8 における蛍光体の含有量は、単位面積当たりの質量で、0.1 ~ 50 mg/cm^2 となるように調整することが好ましい。蛍光体の含有量をこの範囲にすることにより、色変換を十分に行うことができる。

【0085】

パルススプレー方式による塗布法の他の利点は、樹脂の硬化条件を制御することで樹脂層 8 の立体的な構造を制御できることである。立体的な構造を制御することで、エキスパンドシート 20 の延伸による樹脂層 8 の発光素子 1 からの引き剥しや樹脂層 8 の切断位置を制御することができる。

更にスプレー塗布時に、適宜な形状の開口を有するマスクを使用して塗布領域ごとに塗布量を制御することで、より繊細な立体構造を形成することが可能となる。例えば、発光素子 1 の外縁部(境界)近傍のエキスパンドシート 20 上を覆うマスクを用いてスプレー塗布することで、発光素子 1 の上面及び側面に形成される樹脂層 8 に比べて、当該発光素子 1 の外縁部近傍のエキスパンドシート 20 上に形成される樹脂層 8 の膜厚を薄くすることができる。

40

【0086】

ここで、図 7 を参照して、スプレー装置 30 の例について説明する。

図 7 に示すスプレー装置 30 は、塗布液として固形粒子を含有するスラリーの塗布に適した装置である。すなわち、塗布液であるスラリーを常時攪拌することでスラリーに含有される固形粒子を沈降させることなく、スラリー中に常に一様に分散させ、固形粒子が一様に分散されたスラリーをスプレー噴射するように構成されている。

50

このために、図7に示すスプレー装置30は、2本のシリンジ31、32と、シリンジ31、32の下端部を接続する流路33と、流路33の中ほどに設けられたノズル付きバルブ34とを備えて構成されている。

【0087】

シリンジ31は、内部にプランジャ31aを備え、スラリーSLを収容する円筒形の容器である。シリンジ31の下端部は狭窄しており、当該下端部は流路33と連通している。また、シリンジ31の上端部からは、不図示のバルブを介して内部に圧縮空気31bが導入される。そして、シリンジ31内のスラリーSLは、導入された圧縮空気31bによって、プランジャ31aを介して加圧される。

【0088】

シリンジ32は、シリンジ31と同じ構成をしており、内部に収容されるスラリーSLは、狭窄した下端部が流路33と連通している。従って、シリンジ31とシリンジ32とは、流路33を介して連通しており、それぞれの内部に収容されるスラリーSLは混ざり合うことができるようになっている。

また、シリンジ32の上端部からは、シリンジ31と同様に、不図示のバルブを介して内部に圧縮空気32bが導入される。そして、シリンジ32内のスラリーSLは、導入された圧縮空気32bによって、プランジャ32aを介して加圧される。

【0089】

また、ノズル付きバルブ34は、流路33の中ほどに設けられ、流路33内を流通するスラリーSLを下方向に開口するノズルから吐出可能に構成されている。また、ノズル付きバルブ34には、外部から圧縮空気が導入され、ノズルから噴射することで、スラリーSLをスプレーSPとして噴射させることができるようになっている。また、ノズル付きバルブ34は、ノズルから吐出させるスラリー量及び圧縮空気量を、それぞれに対応したバルブの開度を調整することにより制御できるように構成されている。

【0090】

次に、スプレー装置30において、スラリーSLを攪拌する動作について説明する。

シリンジ31及びシリンジ32の各上端部からは、それぞれ異なる圧縮空気源から圧縮空気が供給される。そして、シリンジ31に導入される圧縮空気31bの圧力と、シリンジ32に導入される圧縮空気32bの圧力が、異なる位相（例えば、逆位相）で脈動するように圧縮空気が供給される。これによって、スプレー装置30は、シリンジ31、32内のスラリーSLを、流路33を介して互いに往復させることができ、その結果として、当該スラリーSLを攪拌することができる。

【0091】

このようにしてスラリーSLを常時攪拌することにより、流路33内には、固形粒子である蛍光体が常に均一に分散されたスラリーSLが流通する。そして、ノズル付きバルブ34によって流路33内を流通するスラリーSLを吐出させることにより、蛍光体粒子が均一に含有されるスプレーSPを噴射することができる。

【0092】

次に、スプレー装置30を用いたパルススプレー方式のスプレー塗布について説明する。

パルススプレー方式とは、前記したように、スプレーSPをパルス状に、すなわち間欠的に噴射する方式である。スプレー装置30において、ノズル付きバルブ34の、バルブ開度を調整することにより、スプレーSPの噴射量を制御することができる。簡単には、バルブの開度を「開」と「閉」との2段階とし、開閉を所定の周期及びデューティ比で制御することによりパルススプレーを行うことができる。

バルブ開閉のタイミングは、スラリーSLと圧縮空気とについて同じとしてもよいし、圧縮空気の方が長く開状態となるようにしてもよい。

また、単位時間当たりのスプレーSPの噴射量を精度よく維持するためには、バルブ開閉の周期は30～3600回/分程度とすることが好ましい。

【0093】

10

20

30

40

50

なお、パルススプレー方式及びスラリーの塗布に適したスプレー装置については、例えば、参考文献 1 及び参考文献 2 に詳細に説明されているため、更なる説明は省略する。

(参考文献 1) 特開昭 61 - 161175 号公報

(参考文献 2) 特開 2003 - 300000 号公報

【0094】

図 5 に戻って (適宜図 1、図 3 及び図 4 参照)、製造工程についての説明を続ける。

次に、仮硬化工程 S 15 において、図 5 (c) に示すように、加熱装置 40 を用いて、樹脂層形成工程 S 14 で形成された樹脂層 8 を仮硬化させる。これによって、樹脂層 8 は、粘液状態から適宜な硬度と引張強度とを有する状態に変化する。

なお、加熱装置 40 の加熱方式は特に限定されず、図 5 (c) に示すように、エキスパンドシート 20 の下面に接触させるヒータを用いたものや、赤外線を照射するものなど、適宜な方式のヒータやオープンなどを用いることができる。

【0095】

本発明では、熱硬化性樹脂の種類や含有量に応じて、加熱装置 40 による加熱時間又は / 及び加熱温度を調整することにより、この仮硬化の程度を調整することができる。

また、前記したようにスプレー塗布を複数回に分けて行う場合は、樹脂層形成工程 S 14 と仮硬化工程 S 15 とを交互に複数回繰り返すようにしてもよい。この場合、スプレー塗布の回数と仮硬化処理の回数とは同じである必要はなく、例えば、スプレー塗布を 3 回行うごとに、1 回の仮硬化処理を行うようにしてもよい。

このように、複数回のスプレー塗布を行う途中で適宜に仮硬化処理を行うことにより、特に発光素子 1 の側面において、塗布したスラリーの液垂れを防止して、均一で膜厚の厚い樹脂層 8 を形成することが可能となる。

【0096】

更にまた、スプレー塗布の後に、加熱装置 40 を用いた積極的な加熱処理をする仮硬化工程 S 15 を行わず、次工程である樹脂層分離工程 S 16 を行うまでの間に、常温状態に置かれることによって硬化が進行する自然硬化のみが、なされるようにしてもよい。

【0097】

なお、前記した処方例のスラリーを用いる場合は、仮硬化処理を、例えば、以下のよう
な条件で行うことができる。

(樹脂層形成工程)

樹脂層 8 として、1 層当たりの塗布量が約 0.7 mg/cm^2 として、3 層積層する。

(仮硬化工程)

仮硬化処理として、3 層積層するごとに、オープンを用いて 150 で 5 分間の加熱処理を行う。

【0098】

次に、樹脂層分離工程 S 16 において、図 6 (a) に示すように、エキスパンドシート 20 を延伸 (エキスパンド) させる。なお、エキスパンドシート 20 の延伸は、延伸方向についてのエキスパンドシート 20 の両端を適宜な治具を用いて把持し、当該治具を延伸方向に離れるように移動させることにより行うことができる。

ここで、発光素子 1 が 1 次元に配列されている場合は、当該配列方向にエキスパンドシート 20 を延伸させる。また、発光素子 1 が 2 次元に配列されている場合は、エキスパンドシート 20 を 2 つの配列方向に同時に延伸させてもよいし、1 方向ずつ順次に延伸させるようにしてもよい。

【0099】

エキスパンドシート 20 を発光素子 1 の配列方向に、すなわち、シート面内の方向である横方向に延伸させることにより、発光素子 1 の上面に形成された樹脂層 8 である上面部樹脂層 8 a 及び側面に形成された樹脂層 8 である側面部樹脂層 8 b が、エキスパンドシート 20 上に形成された樹脂層 8 であるシート部樹脂層 8 c から分離される。そして、発光素子 1 の表面に残った上面部樹脂層 8 a 及び側面部樹脂層 8 b が、蛍光体層 7 (図 1 参照) となる。

10

20

30

40

50

【0100】

また、エキスパンドシート20を延伸させて樹脂層8を分離した後に、発光素子1の上面又は上面及び側面に形成された樹脂層8である蛍光体層7を、薄い透光性の樹脂層で保護膜として被覆するようにしてもよい。また、透光性の樹脂層を設けることで、光取り出し性を向上させることができる。

この透光性の樹脂層は、蛍光体及び無機フィラーを含有せず、樹脂層8の形成に用いた熱硬化性樹脂を含有する溶液をパルススプレー法で塗布し、その後に加熱することで硬化させて形成することができる。

【0101】

なお、蛍光体層7となる樹脂層8を分離した後に、透光性の樹脂層を形成するようにすることで、樹脂層8の分離（切断）の際の負荷が増加しない。また、透光性の樹脂層は、蛍光体層7と比較して十分に薄く形成することで、蛍光体層7上からエキスパンドシート20上にまで連続して形成した場合でも、エキスパンドシート20の更なる延伸や、後記する実装工程S18におけるピックアップによって、蛍光体層7上の透光性の樹脂層を、エキスパンドシート20上の透光性の樹脂層から容易に分離することができる。

10

【0102】

また、樹脂層分離工程S16において、エキスパンドシート20を、横方向（シート面内の方向）に延伸させずに、又は横方向の延伸に加えて、縦方向（シート面に垂直な方向）に延伸させるようにしてもよい。

エキスパンドシート20の延伸方向と樹脂層8の分離との関係については後記する。

20

【0103】

本発明では、エキスパンドシート20を延伸させることにより、ダイシングなどの切断工法を用いることなく、簡便に蛍光体層7が形成された発光装置10を個片化することができる。また、発光素子1の側面に形成された蛍光体層7の厚さは、スプレー塗布による塗布膜の膜厚精度に依存し、個片化工程に依存しない。このため、スプレー塗布による成膜の膜厚精度で蛍光体層7を形成することができる。

【0104】

次に、本硬化工程S17において、図6（b）に示すように、加熱装置40を用いて、樹脂層8を本硬化させる。

加熱装置40は、仮硬化工程S15で用いたものと同じものを用いることができるが、より短時間で本硬化処理を完了させるために、仮硬化処理に用いるものよりも加熱能力の高い加熱装置を用いるようにしてもよい。

30

【0105】

なお、前記した処方例のスラリーを用いる場合は、本硬化処理を、例えば、以下のような条件で行うことができる。但し、樹脂層形成工程S14及び仮硬化工程S15は、前記した条件（1層当たり約0.7mg/cm²で塗布し、3層積層するごとに、150で5分間加熱処理する）で行うものとする。

樹脂層8を、当該条件で合計9層積層して形成した場合、本硬化処理として、オープンを用いて180で4時間加熱処理を行うようにすることができる。

40

【0106】

次に、実装工程S18において、図6（c）に示すように、コレット50及びピン51を用いて、発光装置10を1個ずつピックアップし、図3に示したように、実装基板9の実装領域94に載置する。より詳細には、コレット50で発光装置10の上面に設けられた蛍光体層7を吸着するとともに、エキスパンドシート20の裏面側からピン51を用いて発光装置10の下面から押し上げる。これによって、発光装置10をエキスパンドシート20から容易に剥離することができる。

【0107】

また、エキスパンドシート20が発光装置10を担持するための粘着剤として、UV硬化樹脂層を設けている場合は、コレット50及びピン51を用いた発光装置10のピックアップを始める前に、エキスパンドシート20にUV光を照射し、粘着剤を硬化させるこ

50

とにより粘着性を消失させる。これによって、発光装置 10 をエキスパンドシート 20 から、より容易に剥離することができる。

【0108】

すべての実装領域 94 に発光装置 10 を載置した後、リフロー装置などを用いて加熱することで負極用接続層 93n 及び正極用接続層 93p である半田層を溶融させ、各発光装置 10 の n 側電極 4n と負極側配線電極 92n と、及び、p 側電極 4p と正極側配線電極 92p とをそれぞれ電氣的に接合する。これによって、発光装置 10 の実装基板 9 への実装が完了する。

【0109】

なお、フェイスダウン実装型の発光装置 10 の電極と実装基板 9 の電極との接合は、前記したように加熱による半田接合法を用いることが好ましい。圧力や超音波振動を利用した接合方式であるフリップチップ実装に比べて、発光装置 10 の上面に設けられた樹脂層である蛍光体層 7 に機械的な負荷が印加されないため、蛍光体層 7 に割れなどの損傷が発生するリスクを回避することができる。

10

【0110】

また、各電極を接合した後で、発光装置 10 を、樹脂やガラスなどの封止部材を用いて封止するようにしてもよい。

以上の工程によって、実装基板付きの発光装置 100 が完成する。

【0111】

次に、図 8 を参照して、エキスパンドシート 20 の延伸によって、発光素子 1 の表面に形成された樹脂層 8 が、シート部樹脂層 8c から分離される様子について詳細に説明する。

20

【0112】

図 8 (a) に示した例は、仮硬化工程 S15 において、樹脂層 8 の仮硬化を自然硬化のみ、又は極弱くしか行わなかった場合を示すものである。この場合の樹脂層 8 は、粘性は側面部樹脂層 8b が液垂れしない程度に高いが、引張強度は弱くて千切れやすい状態である。エキスパンドシート 20 をシート面内の方向である横方向に延伸することにより、シート部樹脂層 8c は、エキスパンドシート 20 の延伸に伴って、薄く引き延ばされるが、側面部樹脂層 8b は、発光素子 1 の側面との密着力により当該側面から剥離されず、シート部樹脂層 8c との接続部が引き延ばされる。そして、当該接続部に、図 8 (a) において樹脂層 8 中に記載した矢印で示したように引張力が作用して一定以上引き延ばされることにより、例えば、図 8 (a) において破線で示した分離線で、すなわち、発光素子 1 の側面の下端部で切断されることになる。

30

従って、図 8 (a) に示した例では、上面の全面及び側面の全面に蛍光体層 7 が形成された図 2 (a) に示した発光装置 10 が作製される。

【0113】

なお、樹脂層 8 が実質的に未硬化の状態、エキスパンドシート 20 を横方向に延伸させた場合、樹脂層 8 の粘性や膜厚によっては、側面部樹脂層 8b とシート部樹脂層 8c とが良好に分離できない場合がある。

そこで、樹脂層 8 が未硬化の状態、所定の延伸率で 1 回目のエキスパンドシート 20 の延伸を行った後に、仮硬化を行い、その後 2 回目のエキスパンドシート 20 の延伸を行うことで、樹脂層 8 を分離するようにしてもよい。

40

【0114】

具体的には、エキスパンドシート 20 の 1 回目の延伸により、図 8 (a) に示すように、シート部樹脂層 8c が薄く延ばされた状態となる。そこで、樹脂層 8 を仮硬化させ、樹脂層 8 の粘度を上昇させる。このとき、側面部樹脂層 8b とシート部樹脂層 8c とでは膜厚が異なるため、両者の境界部に応力が集中し易い形状となっている。

そして、エキスパンドシート 20 の 2 回目の横方向の延伸を行うことにより、図 8 (a) に破線で示した分離線で、すなわち、発光素子 1 の側面の下端部で、樹脂層 8 が分離線で引き千切りにより切断され、シート部樹脂層 8c を分離して除去することができる。

50

また、2回目のエキスパンドシート20の延伸は、横方向に限らず、図8(d)に示すように、縦方向に延伸させるものであってもよい。縦方向に延伸させた場合でも、図8(a)の分離線の近傍で、シート部樹脂層8cを切断することができる。

【0115】

なお、2回目のエキスパンドシート20の延伸を行う際の樹脂層8は、例えば、無機材料比率が60質量%、シート部樹脂層8cの厚さが約60 μ m、側面部樹脂層8bの厚さが約10~40 μ m、溶剤はほぼ揮発している状態とすることができる。この状態でエキスパンドシート20を延伸すると、樹脂層8を、発光素子1の側面の下端で切断することができる。また、この樹脂層8の完全硬化(本硬化)後の硬度は、デュロメータタイプAによる硬さで60~80である。

10

また、シート部樹脂層8cの厚さは、薄いほど好ましいが、側面部樹脂層8bの厚さ及びその均一性を考慮して、1回目のエキスパンドシート20の延伸量やスラリーの粘度などを調整することができる。

【0116】

また、本例においては、スプレー塗布する際に、塗布量を調整するためのマスクを使用することなく樹脂層8を形成している。本例では、樹脂層8をスプレー塗布により均一な厚さで形成した後で、エキスパンドシート20を延伸することにより、シート部樹脂層8cを薄膜化して、発光素子1の側面下端での切断に適した形状を得るようにしている。更に、無機材料比率を調整することにより、エキスパンドシート20の延伸による引き千切りによる切断が容易となるようにしている。

20

【0117】

このように、所望の切断位置で樹脂層8を分離するために、蛍光体(及び無機フィラー)と樹脂の比率、蛍光体(及び無機フィラー)のサイズ・形状、樹脂の性質である硬度・密着性・強度・伸びなどを考慮して、仮硬化後の樹脂層8の状態を調整することができる。更に、樹脂層8の形状・膜厚や樹脂層8の切断箇所の膜厚が薄くなるように制御するために、エキスパンドシート20の延伸率や、マスクの使用、スラリー中の溶剤量、乾燥温度も適宜に調整することができる。

なお、図8(a)~(d)に示した樹脂層8は、スプレー塗布した段階では、樹脂層8が発光素子1の上面からエキスパンドシート20上まで均一な厚さで塗布された場合を示すものである。

30

【0118】

次に、図8(b)に示した例は、仮硬化工程S15において、樹脂層8の仮硬化を比較的弱く行った場合を示すものである。この場合の樹脂層8は、仮硬化されることにより、ある程度は剛性を有するとともに、引張力が作用すると延伸する物性を有する。側面部樹脂層8bはある程度の剛性を有するため、側面部樹脂層8bがエキスパンドシート20のシート面内の方向である横方向の延伸に伴って、図8(b)において樹脂層8中に記載した右下向きの矢印の方向に、シート部樹脂層8cから作用を受ける引張力の水平方向成分が、発光素子1の側面との密着力よりも大きくなると、発光素子1の側面から剥離される。更に側面部樹脂層8bとシート部樹脂層8cとの接続部が延伸し、一定以上引き延ばされると、図8(b)において破線で示した分離線で、すなわち、発光素子1の側面の上端と下端との間で、切断されることになる。

40

従って、図8(b)に示した例では、上面の全面及び側面の一部に蛍光体層7Aが形成された図2(b)に示した発光装置10Aが作製される。

【0119】

なお、図8(b)に示した例では、揮発性の有機溶剤の蒸発が十分でなくて樹脂層8内に残留しているとともに、樹脂の重合も進んでいない。すなわち、樹脂層8は、仮硬化が不十分な状態となっている。このため、この状態の樹脂層8の樹脂は脆く、強度が不十分であり、エキスパンドシート20の延伸による樹脂層8の切断は発光素子1の側面部で切断される。なお、この切断位置は、樹脂層8の膜厚やスラリーの処方、仮硬化の温度及び時間などの条件を調整すること制御することができる。

50

【 0 1 2 0 】

次に、図 8 (c) に示した例は、仮硬化工程 S 1 5 において、樹脂層 8 の仮硬化を比較的強く行った場合を示すものである。この場合の樹脂層 8 は、仮硬化されることにより、十分な剛性を有するとともに、引張力が作用しても殆ど延伸しないという物性を有する。側面部樹脂層 8 b は十分な剛性を有するため、側面部樹脂層 8 b がエキスパンドシート 2 0 のシート面内の方向である横方向の延伸に伴ってシート部樹脂層 8 c から作用を受ける引張力が、発光素子 1 の側面との密着力よりも大きくなると、発光素子 1 の側面から剥離される。また、上面部樹脂層 8 a は、発光素子 1 の上面と密着しており、側面部樹脂層 8 b との接続部に引張力が作用しても剥離されない。このため、当該接続部に一定以上の引張力が作用すると、最も応力が集中する樹脂層 8 の角部 8 d に亀裂が生じ、図 8 (c) に破線で示した分離線で、すなわち、発光素子 1 の側面の上端で樹脂層 8 が切断される。

10

従って、図 8 (c) に示した例では、上面の全面にのみ蛍光体層 7 B が形成された図 2 (c) に示した発光装置 1 0 B が作製される。

【 0 1 2 1 】

図 8 (c) に示した例では、樹脂層 8 の仮硬化が十分に進んでいるため、樹脂強度が十分である。このため、エキスパンドシート 2 0 の延伸により水平方向（横方向）に力が加わると、発光素子 1 から樹脂層 8 を引き剥す力が作用し、発光素子 1 の上部で樹脂層 8 が切断される。なお、このときには、樹脂層 8 に含有される樹脂は理論的な硬度に達していると考えられる。

20

【 0 1 2 2 】

次に、図 8 (d) に示した例は、仮硬化工程 S 1 5 において樹脂層 8 の仮硬化を行い、樹脂層分離工程 S 1 6 においてエキスパンドシート 2 0 をシート面に垂直な方向である縦方向に延伸させる場合を示すものである。仮硬化の程度は特に限定されず、図 8 (a) に示した例（自然硬化のみ）、ないし、図 8 (c) に示した例（引張力によって殆ど延伸しない程度）における仮硬化とすることができる。以下の説明では、図 8 (c) に示した例と同程度に樹脂層 8 を比較的強く仮硬化したものとして説明する。

【 0 1 2 3 】

本例において、エキスパンドシート 2 0 を縦方向に延伸させるとは、エキスパンドシート 2 0 の裏面側から、例えば、ピン 5 1 を用いて、エキスパンドシート 2 0 をシート面に垂直な方向に延伸させることをいうものである。エキスパンドシート 2 0 の縦方向の延伸に伴って、発光素子 1 が上方に持ち上げられ、発光素子 1 の表面に形成された樹脂層 8 も上方に持ち上げられることになる。これによって、側面部樹脂層 8 b には、上向きの引張力が作用する。一方、シート部樹脂層 8 c は、エキスパンドシート 2 0 の表面との密着力が大きいため、横方向の引張力が作用してもエキスパンドシート 2 0 から剥離されない。このため、側面部樹脂層 8 b とシート部樹脂層 8 c の接続部において最も応力が集中する角部 8 d に亀裂が生じ、図 8 (d) に破線で示した分離線で、すなわち、発光素子 1 の側面の下端で樹脂層 8 が切断される。

30

従って、図 8 (d) に示した例では、上面の全面及び側面の全面に蛍光体層 7 が形成された図 2 (a) に示した発光装置 1 0 が作製される。

【 0 1 2 4 】

図 8 (d) に示した例では、垂直方向に力が加わるため、図 8 (c) に示した例と異なり、発光素子 1 の側面に形成された樹脂を剥がす力が作用しないため、仮硬化を十分行って樹脂の強度を高くしても、切断箇所は発光素子 1 の側面下部となる。

40

【 0 1 2 5 】

なお、樹脂層 8 を比較的弱く仮硬化した場合、又は自然硬化のみとした場合は、エキスパンドシート 2 0 の縦方向の延伸により、側面部樹脂層 8 b に作用する縦方向の引張力により、側面部樹脂層 8 b とシート部樹脂層 8 c との接続部が一定以上引き延ばされると、当該接続部の引張強度に応じて、接続部の何れかの箇所で切断されることになる。

従って、エキスパンドシート 2 0 を縦方向に延伸することにより、樹脂層 8 の仮硬化の程度に関らず、発光素子 1 の側面の下端で樹脂層 8 が切断されることになる。

50

【0126】

なお、図8(a)に示した例、又は、図8(b)に示した例において、エキスパンドシート20を横方向に延伸させた後で、更に、図8(d)に示した例と同様にして、エキスパンドシート20を縦方向に延伸させるようにしてもよい。エキスパンドシート20の横方向の延伸によって樹脂層8が完全に切断されない場合であっても、更にエキスパンドシート20を縦方向に延伸させることによって、樹脂層8を完全に切断することができる。

【0127】

また、図8(c)及び図8(d)に示した例のように、樹脂層8が引張力によって延伸しない程度に仮硬化させることにより、樹脂層8が切断される位置が、応力が最も集中する箇所に特定される。このため、最終的に発光素子1の表面に形成される蛍光体層7の形状を安定させることができる。

10

【0128】

このように、仮硬化工程S15における樹脂層8の仮硬化の程度と、エキスパンドシート20の延伸方向とを制御することにより、樹脂層分離工程S16において樹脂層8が切断される位置を、発光素子1の側面の上端から下端までの間で調整することができる。

【0129】

なお、樹脂層分離工程S16で、エキスパンドシート20を縦方向に延伸させる場合は、当該樹脂層分離工程S16と、実装工程S18のサブ工程である発光装置10をピックアップする工程とを同時に行うことができる。すなわち、図6(c)に示したように、ピックアップ工程として、コレット50を用いて発光装置10をピックアップするとともに、樹脂層分離工程S16として、ピン51を用いてエキスパンドシート20を裏面側から持ち上げることでエキスパンドシート20を縦方向に延伸させることができる。

20

【0130】

次に、樹脂層8の切断箇所を制御するための、他の方法の例を挙げる。

まず、第1の方法として、スラリーをスプレー塗布する際に、比較的溶剤の量を減らし乾燥を早くすることで、発光素子1の側面下部に塗布される樹脂層8の厚さを意図的に薄くすることができる。これにより、樹脂層8の薄い発光素子1の側面下部で切断されるように制御することができる。

【0131】

また、第2の方法として、発光素子1の側面下部まで厚い樹脂層8を形成させたい場合は、溶剤の量を増やし乾燥速度を遅くすることで、微視的に蛍光体粒子を沈降させることができる。その結果として、発光素子1の側面下部にまで厚い樹脂層8を形成することができる。これにより、発光素子1の側面下部の樹脂層8における蛍光体粒子の含有率を高くすることができる。これにより、エキスパンドシート20の延伸の際に、発光素子1の側面下部に切断の起点となる亀裂を生じさせ、側面下部を切断位置とすることができる。

30

【0132】

また、第3の方法として、スラリーをスプレー塗布する際に、発光素子1とエキスパンドシート20との境界近傍のエキスパンドシート20上を遮蔽するマスクを用いることで、発光素子1との境界近傍のエキスパンドシート20上の樹脂層8の厚さを、発光素子1の上面及び側面に形成される樹脂層8よりも薄く形成することができる。樹脂層8をこのような形状に形成することで、エキスパンドシート20の延伸により、発光素子1の側面下端で樹脂層8を切断することができる。

40

【0133】

次に、図2(d)~図2(g)に示した発光装置10C, 10D, 10E, 10Fのように、発光素子1の側面及び下面において、蛍光体層7で被覆されない箇所に反射性樹脂層11を設けた発光装置の製造方法について説明する。

【0134】

(方法1)

まず、図2(d)に示した発光装置10Cのように、発光素子1の下面側に反射性樹脂層11を設ける場合について説明する。この場合は、発光素子配列工程S13において、

50

発光素子 1 をエキスパンドシート 20 上に配列する前に、予め、配列される発光素子 1 の当該下面の領域に反射性樹脂層 11 のパターンを形成しておく。その後、発光素子 1 を載置することで、反射性樹脂層 11 の各パターンと、対応する発光素子 1 の下面領域とを接合させる。その後、樹脂層形成工程 S 14 以降の各工程を行うことにより、発光装置 10C を形成することができる。

【0135】

(方法 2)

図 2 (e) に示した発光装置 10D 又は図 2 (g) に示した発光装置 10F のように、発光素子 1 の下面及び側面に反射性樹脂層 11 を設ける場合は、次のようにして形成することができる。エキスパンドシート 20 の延伸により樹脂層 8 を分離した後に、反射性樹脂層 11 の原料である、光反射部材のフィラーと熱硬化性樹脂とを含有した比較的高粘性のスラリーを、例えば空圧式ディスペンサで、発光素子 1 の下面及び側面に塗布し、加熱して樹脂を硬化させることで形成することができる。発光装置 10C についても、これらと同様にして、反射性樹脂層 11 の原料であるスラリーを発光素子 1 の下面部に塗布し、樹脂を硬化させることで形成することができる。

10

【0136】

(方法 3)

また、発光装置 10C, 10D 又は図 2 (f) に示した発光装置 10E は、次のようにして形成することもできる。

蛍光体層 7 となる樹脂層 8 を形成する前に、まず、発光素子 1 の下面又は下面及び側面の所望の領域に、例えば、前記した空圧式ディスペンサで光反射部材のフィラーと熱硬化性樹脂とを含有した高粘性のスラリーを塗布する。ここで、反射性樹脂層 11 の原料であるスラリーは、樹脂層 8 の原料であるスラリーよりも高粘性であることが好ましい。

20

【0137】

そして、当該反射性樹脂層 11 が未硬化の状態、前記したように樹脂層 8 をスプレー塗布する。そして、反射性樹脂層 11 及び樹脂層 8 を加熱することで仮硬化させる。このとき、反射性樹脂層 11 及び樹脂層 8 が何れも未硬化の状態に接触した後に仮硬化させるため、両樹脂層を、高い密着性で、かつ強固に接合させることができる。また、反射性樹脂層 11 の原料であるスラリーを高粘度とすることにより、後から塗布される樹脂層 8 と過剰に混ざり合うことがなく、所望の領域に精度よく蛍光体層 7 を形成することができる。

30

また、反射性樹脂層 11 及び樹脂層 8 を形成した後、エキスパンドシート 20 を延伸させることにより、発光素子 1 の下端部で反射性樹脂層 11 を分離することができる。

【0138】

なお、エキスパンドシート 20 延伸による反射性樹脂層 11 の分離を容易にするために、反射性樹脂層 11 に含有する前記した光反射部材のフィラーの含有率 (前記した無機材料比率と同様の定義による) は、40 ~ 80 質量%以上とすることが好ましい。

これによって、前記した樹脂層 8 の分離と同様に、エキスパンドシート 20 を延伸させることにより、反射性樹脂層 11 を、発光素子 1 の外縁部で引き千切りにより容易に切断することができる。

40

【0139】

また、実装工程 S 18 で発光装置 10C 等をピックアップする際に、発光素子 1 の下面に設けられる反射性樹脂層 11 が、エキスパンドシート 20 から剥離し易いように、反射性樹脂層 11 に用いられる樹脂は、エキスパンドシート 20 との密着性が比較的低いものが好ましく、また、エキスパンドシート 20 との密着性が、発光素子 1 との密着性よりも低いものが好ましい。前記した方法 1 及び方法 2 において、反射性樹脂層 11 に用いる樹脂についても同様である。

【0140】

また、エキスパンドシート 20 を延伸させる前に、仮硬化させた反射性樹脂層 11 の分離線に沿って、比較的低出力の短パルスレーザー光を照射することで溝を形成するようし

50

てもよい。これによって、エキスパンドシート20を延伸させた際に、所望の分離線に沿って、より精度よく反射性樹脂層11を分離することができる。

なお、レーザ光の照射により、分離線に沿って溝を形成する手法は、前記した樹脂層分離工程S16において樹脂層8を分離する際にも適用することができる。

【0141】

以上説明したように、本発明における蛍光体層の工法は、特許文献2に記載された電着法を用いた蛍光体層7の形成と比較して、導電層のような特別な層の形成が不必要なため、自由度が高い工法である。

また、スプレー塗布とエキスパンドシート20とを用いた本発明による蛍光体層7の工法によれば、どのような構造の発光素子1に対しても簡便に、発光素子1の露出面の全体に均一な厚さの蛍光体層を形成することが可能となる。

10

【0142】

以上、本発明に係る発光装置及び発光装置の製造方法について、発明を実施するための形態により具体的に説明したが、本発明の趣旨はこれらの記載に限定されるものではなく、特許請求の範囲の記載に基づいて広く解釈されなければならない。また、これらの記載に基づいて種々変更、改変などしたのも本発明の趣旨に含まれることはいうまでもない。

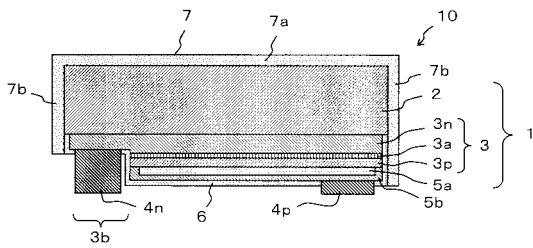
【符号の説明】

【0143】

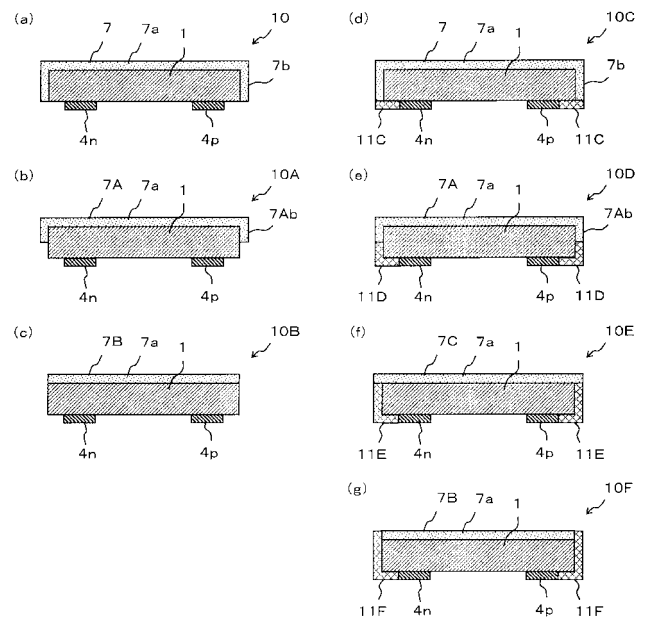
1	発光素子（半導体発光素子）	20
2	成長基板	
3	半導体積層体	
3 n	n型半導体層	
3 a	発光層	
3 p	p型半導体層	
3 b	段差部	
4 n	n側電極	
4 p	p側電極	
5 a	全面電極	
5 b	カバー電極	30
6	保護層	
7, 7 A, 7 B, 7 C	蛍光体層（波長変換層）	
7 a	上面部蛍光体層	
7 b, 7 A b	側面部蛍光体層	
8	樹脂層	
8 a	上面部樹脂層	
8 b	側面部樹脂層	
8 c	シート部樹脂層	
8 d	角部	
9	実装基板	40
9 1	支持基板	
9 2 n	負極側配線電極	
9 2 p	正極側配線電極	
9 3 n	負極用接続層	
9 3 p	正極用接続層	
9 4	実装領域	
9 5	反射層	
1 1 C, 1 1 D, 1 1 E, 1 1 F	反射性樹脂層	
2 0	エキスパンドシート（シート）	
3 0	スプレー装置	50

- 3 1 , 3 2 シリンジ
- 3 1 a , 3 2 a プランジャ
- 3 1 b , 3 2 b 圧縮空気
- 3 3 流 通 路
- 3 4 ノズル付きバルブ
- 4 0 加 熱 装 置
- 5 0 コレット
- 5 1 ピン
- S L スラリー
- S P スプレー
- 1 0 , 1 0 A , 1 0 B , 1 0 C , 1 0 D , 1 0 E , 1 0 F 発 光 装 置
- 1 0 0 発 光 装 置 (実 装 基 板 付 き)

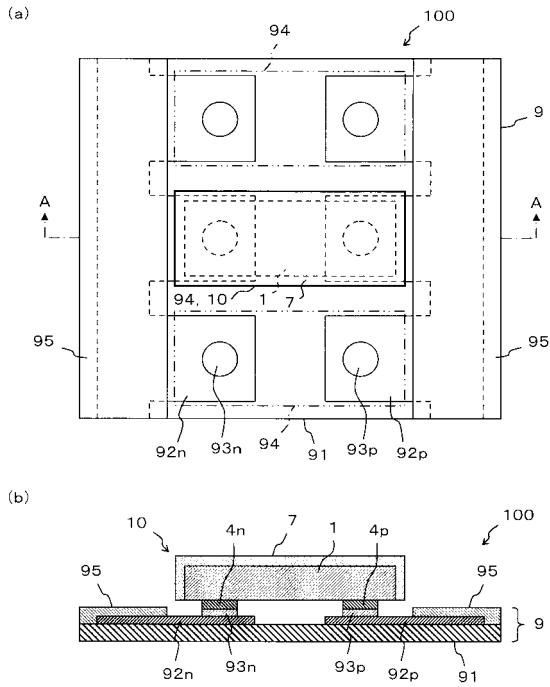
【 図 1 】



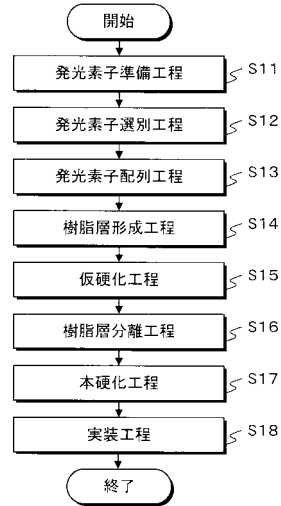
【 図 2 】



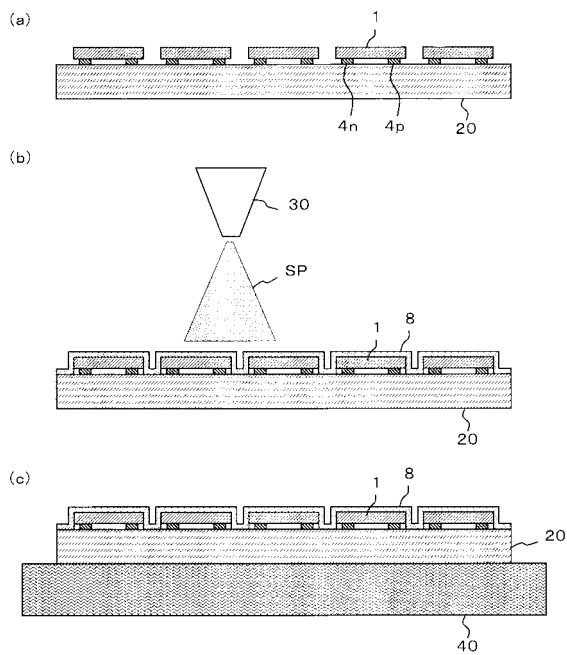
【図3】



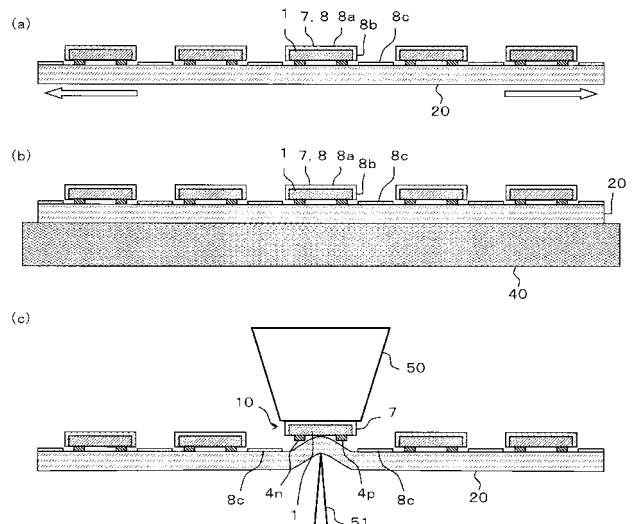
【図4】



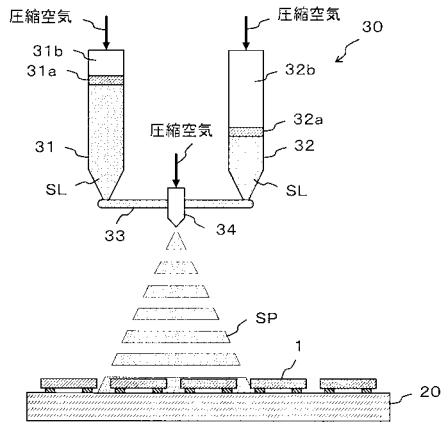
【図5】



【図6】



【 図 7 】



【 図 8 】

