

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5025625号
(P5025625)

(45) 発行日 平成24年9月12日(2012.9.12)

(24) 登録日 平成24年6月29日(2012.6.29)

(51) Int.Cl.

F I

H O 1 L 33/50 (2010.01)

H O 1 L 33/00 4 1 0

請求項の数 7 (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2008-312640 (P2008-312640)	(73) 特許権者	000003078
(22) 出願日	平成20年12月8日 (2008.12.8)		株式会社東芝
(65) 公開番号	特開2009-260244 (P2009-260244A)		東京都港区芝浦一丁目1番1号
(43) 公開日	平成21年11月5日 (2009.11.5)	(74) 代理人	100108062
審査請求日	平成20年12月8日 (2008.12.8)		弁理士 日向寺 雅彦
(31) 優先権主張番号	特願2008-77810 (P2008-77810)	(72) 発明者	紺野 邦明
(32) 優先日	平成20年3月25日 (2008.3.25)		東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内
(33) 優先権主張国	日本国(JP)	(72) 発明者	田村 英男
			東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内
		(72) 発明者	押尾 博明
			東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内

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】

発光素子と、前記発光素子からの放出光を吸収して波長変換光を放出可能な蛍光体粒子が混合された混合樹脂と、を有し、前記混合樹脂を介して前記放出光と前記波長変換光とを含む混合光を放出する発光装置の製造方法であって、

実装部材に形成された凹部内に前記発光素子を接着する工程と、

前記発光素子からの放出光を吸収して前記放出光の波長よりも長い波長を有する波長変換光を放出する蛍光体粒子を液状透光性樹脂に混合した第1の混合樹脂により、少なくとも前記発光素子の上部を覆い前記凹部内に空間を残すように設け、前記第1の混合樹脂が上部を覆った前記発光素子を発光させ、前記混合光の色度を測定する工程と、

測定した前記結果に基づいて、前記混合光の色度が予め設定された範囲内となるように、前記発光装置の個々に、前記混合樹脂に関して色度調整を行う色度調整工程であって、測定された前記混合光の前記色度が設定された前記範囲よりも低い場合に前記混合光の色度が設定された前記範囲内となるまで、前記蛍光体粒子を液状透光性樹脂に混合した第2の混合樹脂を、前記発光素子の表面を覆った前記第1の混合樹脂の表面に対して滴下する工程、測定された前記混合光の前記色度が設定された前記範囲よりも高い場合に測定された前記混合光の色度が設定された前記範囲内となるまで前記発光素子を覆っている前記第1の混合樹脂を吸引する工程、および前記混合光の前記色度が設定された前記範囲内となるまで前記第1の混合樹脂の表面近傍またはその上に散乱領域を形成する工程、のうちのいずれかを含む色度調整工程と、

10

20

を備え、

前記第 2 の混合樹脂を滴下する工程は、前記第 1 の混合樹脂とは異なる又は同一の前記第 2 の混合樹脂をインクジェット方式のノズルからの吐出により滴下する工程を含み、前記凹部内において、少なくとも前記発光素子の前記表面を含む前記凹部内の一部を前記第 1 の混合樹脂及び前記第 2 の混合樹脂により充填し、前記凹部内の残余の空間は前記第 1 の混合樹脂及び前記第 2 の混合樹脂により充填しないことを特徴とする発光装置の製造方法。

【請求項 2】

発光素子と、前記発光素子からの放出光を吸収して波長変換光を放出可能な蛍光体粒子が混合された混合樹脂と、を有し、前記混合樹脂を介して前記放出光と前記波長変換光とを含む混合光を放出する発光装置の製造方法であって、

10

前記発光素子からの放出光を吸収して前記放出光の波長よりも長い波長を有する波長変換光を放出する蛍光体粒子を液状透光性樹脂に混合した第 1 の混合樹脂により、少なくとも前記発光素子の上部を覆い、前記第 1 の混合樹脂が上部を覆った前記発光素子を発光させ、前記混合光の色度を測定する工程と、

測定した結果に基づいて、前記混合光の色度が予め設定された範囲内となるように、前記発光装置の個々に、前記混合樹脂に関して色度調整を行う色度調整工程であって、測定された前記混合光の前記色度が設定された前記範囲よりも低い場合に前記混合光の色度が設定された前記範囲内となるまで、前記蛍光体粒子を液状透光性樹脂に混合した第 2 の混合樹脂を、前記発光素子の表面を覆った前記第 1 の混合樹脂の表面に対して滴下する工程、測定された前記混合光の前記色度が設定された前記範囲よりも高い場合に前記混合光の前記色度が設定された前記範囲内となるまで、前記発光素子を覆っている前記第 1 の混合樹脂を吸引する工程、および前記混合光の前記色度が設定された前記範囲内となるまで前記第 1 の混合樹脂の表面近傍またはその上に散乱領域を形成する工程、のうちのいずれかを含む色度調整工程と、

20

を備えたことを特徴とする発光装置の製造方法。

【請求項 3】

実装部材に形成された凹部内に前記発光素子を接着する工程をさらに備え、

前記凹部内において、少なくとも前記発光素子の前記表面を含む前記凹部内の一部を前記第 1 の混合樹脂及び前記第 2 の混合樹脂により充填し、前記凹部内の残余の空間は前記第 1 の混合樹脂及び前記第 2 の混合樹脂により充填しないことを特徴とする請求項 2 記載の発光装置の製造方法。

30

【請求項 4】

前記第 2 の混合樹脂を滴下する工程は、前記第 1 の混合樹脂とは異なる又は同一の前記第 2 の混合樹脂をインクジェット方式のノズルからの吐出により滴下することを特徴とする請求項 2 記載の発光装置の製造方法。

【請求項 5】

前記散乱領域を形成する工程は、前記第 1 の混合樹脂の前記表面近傍、または前記第 1 の混合樹脂の上に設けられた透光性樹脂の表面近傍に、プラズマまたはオゾンを照射することにより粗面を形成する工程を含むことを特徴とする請求項 1～3 のいずれか 1 つに記載の発光装置の製造方法。

40

【請求項 6】

前記散乱領域を形成する工程は、前記第 1 の混合樹脂の上に滴下された液状透光性樹脂が完全に硬化する前に散乱性粒子を混合配置する工程を含むことを特徴とする請求項 1～3 のいずれか 1 つに記載の発光装置の製造方法。

【請求項 7】

前記蛍光体粒子は、第 1 の波長変換光を放出する第 1 の蛍光体粒子と、第 1 の波長変換光の波長とは異なる波長を有する第 2 の波長変換光を放出する第 2 の蛍光体粒子と、の 2 種類を有することを特徴とする請求項 1～6 のいずれか 1 つに記載の発光装置の製造方法。

50

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、発光装置の製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

窒化物系発光素子などの発光素子からの放出光と、この放出光を吸収し励起した蛍光体粒子から放出される波長変換光と、を適正に混合すると、白色光及び電球色などを得ることができる。このような発光装置は、電球及び蛍光灯と比較して、小型軽量、低消費電力、長寿命などの利点を有するので、表示装置、液晶画面のバックライト光源、室内照明装置などの用途に広く使用されるようになってきた。

10

【0003】

発光素子は、化合物半導体の薄膜積層体などからなる発光層を有しており、ピーク波長に変動を生じ波長分布（バラツキ）を有している。また、微粒子からなる蛍光体は、粒径、組成、塗布層の厚さ、溶媒である液状樹脂との混合比、などの変動により発光スペクトルに分布を生じる。このために、放出光及び波長変換光の混合色には、色度分布を生じる。他方、上記の用途における発光装置は、色度分布が抑制された高品位の光を放射することが要求される。

【0004】

発光部の色度のバラツキが抑制された白色発光ダイオード装置及びその製造方法に関する技術開示例がある（特許文献1）。この技術開示例の白色発光ダイオード装置は、発光ダイオードチップのピーク波長に合わせて塗布厚が設定されている透明樹脂と、蛍光体粒子と、を含む蛍光体層を有している。

20

しかしながら、この技術開示例を用いても、塗布される蛍光体層の厚さ分布に基づいて生じる色度分布を抑制するのには十分ではない。

【特許文献1】特開2007-66969号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

蛍光体の塗布量が制御され、色度変動が低減された混合色を放出可能な発光装置の製造方法を提供する。

30

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明の一態様によれば、発光素子と、前記発光素子からの放出光を吸収して波長変換光を放出可能な蛍光体粒子が混合された混合樹脂と、を有し、前記混合樹脂を介して前記放出光と前記波長変換光とを含む混合光を放出する発光装置の製造方法であって、実装部材に形成された凹部内に前記発光素子を接着する工程と、前記発光素子からの放出光を吸収して前記放出光の波長よりも長い波長を有する波長変換光を放出する蛍光体粒子を液状透光性樹脂に混合した第1の混合樹脂により、少なくとも前記発光素子の上部を覆い前記凹部内に空間を残すように設け、前記第1の混合樹脂が上部を覆った前記発光素子を発光させ、前記混合光の色度を測定する工程と、測定した前記結果に基づいて、前記混合光の色度が予め設定された範囲内となるように、前記発光装置の個々に、前記混合樹脂に関して色度調整を行う色度調整工程であって、測定された前記混合光の前記色度が設定された前記範囲よりも低い場合に前記混合光の色度が設定された前記範囲内となるまで、前記蛍光体粒子を液状透光性樹脂に混合した第2の混合樹脂を、前記発光素子の表面を覆った前記第1の混合樹脂の表面に対して滴下する工程、測定された前記混合光の前記色度が設定された前記範囲よりも高い場合に測定された前記混合光の色度が設定された前記範囲内となるまで前記発光素子を覆っている前記第1の混合樹脂を吸引する工程、および前記混合光の前記色度が設定された前記範囲内となるまで前記第1の混合樹脂の表面近傍またはその上に散乱領域を形成する工程、のうちのいずれかを含む色度調整工程と、を備え、前記

40

50

第２の混合樹脂を滴下する工程は、前記第１の混合樹脂とは異なる又は同一の前記第２の混合樹脂をインクジェット方式のノズルからの吐出により滴下する工程を含み、前記凹部内において、少なくとも前記発光素子の前記表面を含む前記凹部内の一部を前記第１の混合樹脂及び前記第２の混合樹脂により充填し、前記凹部内の残余の空間は前記第１の混合樹脂及び前記第２の混合樹脂により充填しないことを特徴とする発光装置の製造方法が提供される。

【０００７】

また、本発明の他の一態様によれば、発光素子と、前記発光素子からの放出光を吸収して波長変換光を放出可能な蛍光体粒子が混合された混合樹脂と、を有し、前記混合樹脂を介して前記放出光と前記波長変換光とを含む混合光を放出する発光装置の製造方法であって、前記発光素子からの放出光を吸収して前記放出光の波長よりも長い波長を有する波長変換光を放出する蛍光体粒子を液状透光性樹脂に混合した第１の混合樹脂により、少なくとも前記発光素子の上部を覆い、前記第１の混合樹脂が上部を覆った前記発光素子を発光させ、前記混合光の色度を測定する工程と、測定した結果に基づいて、前記混合光の色度が予め設定された範囲内となるように、前記発光装置の個々に、前記混合樹脂に関して色度調整を行う色度調整工程であって、測定された前記混合光の前記色度が設定された前記範囲よりも低い場合に前記混合光の色度が設定された前記範囲内となるまで、前記蛍光体粒子を液状透光性樹脂に混合した第２の混合樹脂を、前記発光素子の表面を覆った前記第１の混合樹脂の表面に対して滴下する工程、測定された前記混合光の前記色度が設定された前記範囲よりも高い場合に前記混合光の前記色度が設定された前記範囲内となるまで、前記発光素子を覆っている前記第１の混合樹脂を吸引する工程、および前記混合光の前記色度が設定された前記範囲内となるまで前記第１の混合樹脂の表面近傍またはその上に散乱領域を形成する工程、のうちのいずれかを含む色度調整工程と、を備えたことを特徴とする発光装置の製造方法が提供される。

【発明の効果】

【００１１】

蛍光体の塗布量が制御され、色度変動が低減された混合色を放出可能な発光装置の製造方法が提供される。

【発明を実施するための最良の形態】

【００１２】

以下、図面を参照しつつ本発明の実施の形態について説明する。

図１は、本発明の第１の実施形態にかかる発光装置及びその製造方法を説明する模式図である。すなわち、図１（ａ）は第１の混合樹脂を塗布した工程後の模式断面図、図１（ｂ）は第２の混合樹脂を重ね塗布する工程を表す図、図１（ｃ）は第２の混合樹脂を塗布した工程後の発光装置の模式断面図である。

【００１３】

図１（ａ）に表す発光装置において、熱可塑性樹脂または熱硬化性樹脂などからなる成型体２０に金属からなる第１のリード１２及び第２のリード１４が埋め込まれている。この成型体２０は、凹部２０ａを有しており、凹部２０ａの底面には第１及び第２のリード１２、１４の一部がそれぞれ露出している。発光素子１０は、底面にその一部が露出している第１のリード１２に接着されており、発光素子１０の１つの電極と、底面に露出している第２のリード１４の一部と、がボンディングワイヤ１１により電氣的に接続されている。

【００１４】

成型体２０には、例えば高い耐熱性を有するポリフタルアミド系からなる熱可塑性樹脂材料を用いることができる。この場合、樹脂材料に反射性フィラーを混合すると、その表面において光を反射することができ、凹部２０ａの内側壁２０ｂを光リフレクタとすることが容易となる。

【００１５】

図１（ａ）のように、凹部２０ａ内において、少なくとも発光素子１０の表面、及びボ

10

20

30

40

50

ンディングワイヤ 11 を覆うように、第 1 の混合樹脂 30 が塗布されている。第 1 の混合樹脂 30 は、蛍光体粒子 30a 及び液状の透光性樹脂 30b が混合され生成される。本具体例においては、発光素子 10 は、窒化物系半導体からなり、455 ~ 465 nm の波長範囲を有する青色光を放出するものとする。透光性樹脂 30b としては、シリコン樹脂、エポキシ樹脂などを用いることができる。なお、シリコン樹脂を用いると、紫外 ~ 青色光の照射による樹脂の変色を抑制できる。

【0016】

また、蛍光体 30a は、本具体例においては、青色光を吸収することにより励起し、例えば 565 ~ 575 nm の波長範囲を有する波長変換光を放出可能な珪酸塩系材料からなるものとする。珪酸塩系蛍光体は、例えば $(Me_{1-y}Eu_y)_2SiO_4$ (Me は、Ba、Sr、Ca、Mg から選ばれる少なくとも 1 つの元素、 $0 < y < 1$) なる組成式で表される。青色光と黄色光とを適正な光強度比率で混合すると白色光とすることができるが、図 1 (a) の状態では、混合光 G が白色光よりも青色光に近くなるように第 1 の混合樹脂 30 の量が設定され、第 1 の混合樹脂 30 が塗布されている。

【0017】

続いて、図 1 (b) のように、蛍光体粒子 30a と液状の透光性樹脂 30b とが混合されて第 2 の混合樹脂 40 が生成され、インクジェット装置 50 の容器に収納されている。インクジェット装置 50 のノズル 50a から、第 2 の混合樹脂 40 を小液滴状態として、第 1 の混合樹脂 30 が塗布された発光素子 10 の表面に対して、例えば 1 ショットずつ吐出により滴下する。小液滴を滴下するには、例えば内口径が数十 μm の吐出穴を有するノズル 50a を用いる。他方、第 1 の混合樹脂 30 は多くの量を滴下可能な、より大きな内口径の吐出穴を用いると生産性がよい。

【0018】

この際に、第 1 及び第 2 のリード 12、14 を直流電源 80 に接続し、発光素子 10 へ順方向電流 I_f を供給して発光素子 10 を発光させる。その結果、発光装置は混合光 G を放出する。この混合光 G は、分光装置 60 の検知部 60a に入射し、その色度を表示部 60b に出力する。小液滴状の第 2 の混合樹脂 40 をノズル 50a から逐次吐出しつつ、これに伴って変化する色度を表示部 60b により測定 (モニタ) する。分光装置 60 には、例えば輝度、光束、ドミナント波長、ピーク波長、色度などが測定可能な輝度測定分光装置を用いることができる。また、分光装置 60 の代わりに色度及び輝度を測定可能な色度計を用いてもよい。

【0019】

色度座標が所望の範囲または所定の座標値に到達したことを検知部 60a が検知すると、分光装置 60 は第 2 の混合樹脂 40 の滴下を停止する。この場合、分光装置 60 からインクジェット装置 50 へ検知信号を伝送すると、第 2 の混合樹脂 40 の塗布を停止する自動制御が可能である。

なおここで、第 1 の混合樹脂 30 を硬化させてから第 2 の混合樹脂 40 を滴下してもよく、第 1 の混合樹脂 30 を硬化させる前に第 2 の混合樹脂 40 を滴下してもよい。あるいは、第 1 の混合樹脂 30 の硬化が途中の段階で第 2 の混合樹脂 40 を滴下してもよい。

【0020】

図 1 (c) は、例えば色度座標が所定座標である白色光に到達し、第 1 及び第 2 の混合樹脂 30、40 が熱硬化した状態の発光装置の断面を表している。すなわち、第 1 の混合樹脂 30 が熱硬化し第 1 の封止層 31 となる。第 1 の封止層 31 の上面には、滴下された第 2 の混合樹脂 40 が熱硬化した第 2 の封止層 41 が形成される。熱硬化は、例えば 100 ~ 200 の温度範囲の熱処理により行うことができる。

【0021】

第 1 の混合樹脂 30 を塗布後の経過時間や熱硬化工程の有無などにより、第 1 の封止層 31 及び第 2 の封止層 41 の界面を区別することが困難なことも有る。しかし、断面の形状、第 1 の封止層 31 内における蛍光体粒子 30a の沈降状態、透光性樹脂の配列状態の分析などにより、略同一の材料を用いていてもこれらの界面を区別できることが多い。

10

20

30

40

50

ここで、第1の混合樹脂30と第2の混合樹脂40は、別々に形成してもよく、あるいは同時に形成した同一の混合樹脂としてもよい。

別々に形成する場合、例えば、インクジェット装置50から吐出させやすいように、第2の混合樹脂40の粘度や蛍光体粒子30aの含有量などを第1の混合樹脂30とは異なるように調整することができる。また例えば、インクジェット装置50のノズルの開口径を考慮して、第2の混合樹脂40に混合する蛍光体30aの粒径を、第1の混合樹脂30に混合する蛍光体粒子30aの粒径よりも小さくすることもできる。またさらに、第1の混合樹脂30に用いる透光性樹脂30bと、第2の混合樹脂40に用いる透光性樹脂30bと、が異なるものとしてもよい。例えば、第1の混合樹脂30に用いる透光性樹脂30bは、発光素子30のまわりを埋め込みやすいような粘度や流動性を有するものとし、一方、第2の混合溶液40に用いる透光性樹脂30bは、インクジェット装置で吐出しやすい粘度や流動性を有するものとすることができる。

10

【0022】

なお、図1(c)に表す発光装置は、表面実装(SMD:surface-mount device)型と呼ばれ、表示装置、バックライト光源、照明装置、などを薄型にできる。

【0023】

図2は、比較例にかかる発光装置の色度を説明する色度図である。すなわち、図2(a)は白色光の範囲を表す色度図、図2(b)はサンプルの色度分布を表す拡大色度図である。この色度図は、CIE(国際照明委員会)の規格に基づいており、比視感度曲線を表し、縦軸は色度座標Cxを、横軸は色度座標Cyを、それぞれ表す。

20

【0024】

図2(a)のように、青色光は、例えば455~465nmの波長範囲であり、色度図の点Bで表す。他方、黄色蛍光体による波長変換光は、例えば565~575nmの波長範囲であり、色度図の点Yで表す。青色光と、黄色光と、の混合光Gは、その光強度比に対応して点B及び点Yを結ぶ直線Mに沿って移動する。

【0025】

比較例において、例えば破線で表す白色光域Wの中に、点P1(0.3150、0.290)、P2(0.315、0.350)、P3(0.330、0.370)、P4(0.330、0.305)で囲まれたD領域の混合色を実現しようとする場合、混合樹脂は予め設定された量を1回で塗布され、色度モニタを行いながらの重ね塗布を行わない。このために、凹部内の発光素子に塗布される混合樹脂の量の変動及び蛍光体粒子の沈降速度の変動などを生じ、混合光の色度変動が大きい。

30

【0026】

図2(b)は、比較例にかかる350個の発光装置の色度を測定して得られた色度分布である。色度変動はこうに大きくなり、色度分布を正規分布であると見なすと、その平均値は、Cx=0.3181、Cy=0.3098であり、その標準偏差 σ_1 は、Cxで表すと0.0046、Cyで表すと0.0069であった。(平均値 $\pm 3\sigma_1$)の色度範囲は、Cxで表すと0.3043~0.3319であり、Cyで表すと0.2891~0.3305であった。このため、色度分布の裾部が図2(a)のD領域からはみ出すなど、色度の不均一性が大きく、かつ製造歩留まりが低下する。

40

【0027】

図3は、本実施形態による発光装置の色度を説明する色度図である。すなわち、図3(a)は本実施形態の重ね塗りの作用を説明する図、図3(b)はサンプルの色度分布を表す拡大色度図である。

図3(a)において、白色光の所望領域とする図2(a)のD領域を表す。すなわち、D領域は、点P1、点P2、点P3、点P4、の4つの点で囲まれた領域である。目標とする所定の色度座標はこのD領域内の点QW(0.322、0.317)とする。この点QWは図2(a)における点B及び点Yを結ぶ直線M上にある。

【0028】

第1の混合樹脂30を塗布した発光装置は色度分布を有するが、点Q1はその分布の平

50

均値に対応している。この点Q 1は、点Q W及び点Bの間の直線M上に設定される。第1の混合樹脂30の量が変動すると蛍光体粒子30aの量が変動し、色度座標が所望の領域であるD領域からはみ出すことがある。この場合、色度座標がD領域内に入るまで、色度モニタを行いながら重ね塗布を行うと、色度を所望のD領域内におさめることができ、色度分布が抑制できる。

【0029】

さらに、点Q 1の座標を適正に設定すると、色度分布をより抑制できる。すなわち、第1の混合樹脂30の色度分布は、比較例と略同程度の標準偏差 σ_1 を有すると考えられる。もし、所定の色度座標を表す点Q Wと、点Q 1と、の座標間距離Lを $3\sigma_1$ よりも短く設定すると、点Q Wよりも点Bに近い側の分布領域は点Q W近傍の色度になるまで第2の混合樹脂40を重ね塗布するので、色度分布をより抑制できる。

10

【0030】

他方、座標間距離Lを $3\sigma_1$ 以上と設定すると、点Q Wよりも点Yに近いサンプル数の割合は略0.26%以下と少なくなり、点Q W近傍を平均値とし標準偏差 σ_2 がさらに低減され、略正規分布と見なせる色度分布とできる。しかしながら、座標間距離Lを長くしすぎると、点Q 1から点Q Wに近づけるまでの第2の混合樹脂40の滴下量が増加し生産性が低下する。従って、予め比較例における色度分布の標準偏差 σ_1 を求めておき、座標間距離Lが略 $3\sigma_1$ となるように第1の混合樹脂30を塗布すると、略99.7%の割合のサンプル数において重ね塗布により色度を点Q W近傍に制御できる。

20

【0031】

すなわち、図3(a)において、ノズル50aから第2の混合樹脂40の小液滴が滴下されると、色度座標は直線M上を点Yに向かって矢印の方向に動く。分光装置60により色度座標は常時モニターされているので、色度座標値が点Q Wの値以上となると第2の混合樹脂40の滴下が停止される。第1の混合樹脂30中に含まれる蛍光体粒子30aの量が変動しても、色度座標を直接モニタしつつ、第2の混合樹脂40中に含まれる蛍光体粒子量を適正に制御できる。

【0032】

なお、第1の混合樹脂30中の蛍光体粒子30aの混合比と、第2の混合樹脂40中の蛍光体粒子30aの混合比と、は同一であっても、異なっても良い。黄色蛍光体の場合、蛍光体粒子30aは混合樹脂の数~50重量%の広い含有量範囲で選択することができる。所望の領域の色度範囲の幅が広い場合には、蛍光体粒子30aの混合比を高くすると、より少ない滴下数で点Q Wに近づけ、色度範囲の幅が狭い場合には、蛍光体粒子30aの混合比を低くすると1ショットの変化量をより小さくすることが容易となる。

30

【0033】

図3(b)は、本実施形態の製造方法によるサンプル329個の色度分布を表す。平均値は、 $C_x = 0.3213$ 、 $C_y = 0.3148$ 、標準偏差 σ_2 は、 C_x で表すと0.0015、 C_y で表すと0.0025であり、比較例の約3分の1に低減できた。また、(平均値 $\pm 3\sigma_2$)の範囲は、 C_x で表すと、0.3168~0.3258、 C_y で表すと、0.3073~0.3223であり、サンプル数の99.7%以上の割合がこの領域内であった。このように本実施形態では、蛍光体粒子の塗布量が制御されることにより、色度変動が低減され、色度分布を点P 1~P 4の4つで囲まれた所望のD領域内に抑制することが容易となる。このために、色度変動が低減された混合色を放出可能な発光装置が提供される。

40

【0034】

また、蛍光体粒径、蛍光体沈降状態、蛍光体組成、発光素子波長分布、熱処理条件などにより σ_2 程度の分布を生じるが、比較例の約3分の1まで低減できている。このようにして、歩留まりが改善され、量産性の高い発光装置の製造方法が提供される。

【0035】

次に、図3(a)において、点Q 1から所定の色度である点Q Wへ近づけるための変形例を説明する。例えば、サンプリングしたチップを用いて発光装置を組立て、蛍光体粒子

50

30aの単位量に対しする直線M上の変位量を推定可能である。測定された点Q1の色度と、点QWで表す所定の色度と、の差から推定した蛍光体粒子30aの必要量を滴下すると塗布工程の時間短縮が容易となる。この場合、例えば、点QWに対応する蛍光体粒子30aの推定所要量の90%を塗布し点Q1とすると、色度精度を高めつつショット数を減らし短時間で調整することが容易となる。

【0036】

図4は、第2の実施形態にかかる発光装置の模式図である。すなわち、図4(a)は第2の混合樹脂を塗布する工程を表わす図、図4(b)は塗布終了工程後の発光装置の断面図である。

成型体20の凹部20a内において、第1の混合樹脂32が、少なくとも発光素子10の表面を含む凹部20a内の一部を充填し、残余の空間は充填しないように、インクジェット装置50を用いた印刷工程などを用いて塗布する。この結果、図4(a)のように、第1の混合樹脂32はドーム状となる。

【0037】

さらに色度モニタを行いつつ、第1の混合樹脂32が塗布された発光素子10の上方から第2の混合樹脂40の小液滴を滴下し、点QWの所定の色度座標値以上となると滴下を停止する。内口径が小さいノズル50aを用いることにより、第1の混合樹脂32が塗布された発光素子10の上方から、第2の混合樹脂40を精度良く滴下することは容易である。この結果、図4(b)のように、第1の封止層33の上に、第2の封止層43が積層されたドーム状構造となる。

【0038】

このような工程により製造した発光装置では、光を反射する凹部20aの内側壁20b近傍に蛍光体粒子を配置しない。このために、発光素子10の放出光の光路長と、波長変換光の光路長と、の間の差異を低減でき、内側壁20b近傍が黄色味を帯びることを抑制できる。

【0039】

図5は、第3の実施形態にかかる発光装置の模式図である。すなわち、図5(a)は第2の混合樹脂を塗布する工程を表す図、図5(b)は塗布終了工程後の発光装置の断面図である。

第1の混合樹脂34はウェーハ状態において発光素子10の上面に塗布される。このあと、ダイシングやへきかいによりチップに分離する。チップを成型体20に形成された凹部20aの底面に露出している第1のリード12に接着した後、色度モニタを行いつつ、第1の混合樹脂35が塗布された発光素子10の上方から第2の混合樹脂40の小液滴を滴下し、所定の色度座標値以上となると滴下を停止する。この結果、図5(b)のように、チップ上の第1の封止層35の上に、第2の封止層45が積層された構造となる。

【0040】

図5に表す製造方法を用いると、発光素子10のチップの上面にのみ蛍光体粒子30aを配置することができるので、青色光と波長変換光との放射方向をより一致させることができ、内側壁20b近傍が黄色味を帯びることを抑制することがより容易となる。ただし、ウェーハ上に蛍光体粒子30aを塗布する工程が必要である。

【0041】

図6は、第4の実施形態にかかる発光装置の模式図である。すなわち、図3(a)に表すように、第1の混合樹脂30の塗布後の色度分布の平均値の座標値を表す点QYが所定の点QWの色度座標よりも点Yに近くなるように設定する。過剰な第1の混合樹脂30は、吸引装置70に備えられている吸引用のノズル70aを介して破線の矢印に表すように少しずつ除去される。所望の領域であるD領域から点Y側にはみ出た場合、色度モニタを行いつつD領域内に入るまで吸引を行う。この結果、色度分布を抑制することができる。

【0042】

また、色度座標が所定の座標である点QWの値以下となると吸引を停止するようにすると、より狭い範囲内で色度分布を抑制出来る。例えば、点QW及び点QYの間の座標距離

10

20

30

40

50

を比較例の 3₁ 以上とし、点 Q W の色度座標値以下で吸引を停止すると、点 Q W 近傍を平均値とし標準偏差が低減され、略正規分布と見なせる色度分布とできる。本実施形態では、1 回の塗布工程でも色度分布を抑制できる。

【0043】

図 4 ~ 図 6 において発光素子 10 は、チップの上下に電極を有しているが、本発明はこの構造に限定されない。チップの一方の側に 2 つの電極を配置し、フリップチップ構造によりサブマウント材を介して実装部材に接着してもよい。

【0044】

また、図 3 の色度図を用いて説明した発光装置では、蛍光体粒子は黄色蛍光体であったが、本発明はこれに限定されない。例えば、青色光を表す点 B と、黄色光を表す点 Y と、橙色光と、を 3 色混合しても良い。また、発光素子 10 の放出光の波長範囲を紫外 ~ 青色光とし、YAG (yttrium-aluminum-garnet) 蛍光体から放出される R (赤色光)、G (緑色光)、B (青色光)、の 3 色混合としてもよい。

【0045】

図 7 は、第 5 の実施形態にかかる発光装置の模式図である。すなわち、図 7 (a) は表面改質した発光装置、図 7 (b) は蛍光体粒子が混合されない透光性樹脂を表面改質した発光装置、図 7 (c) は混合樹脂の上に散乱性粒子を混合配置した発光装置、を表す。

【0046】

図 7 (a) において、発光素子 10 からの青色光 B は発光素子 10 の表面に略垂直な光軸 47 近傍で強度が極大となる。発光素子 10 の上では混合樹脂からなる第 1 の封止層 31 が周辺部よりも薄いので蛍光体粒子に吸収される青色光 B が少なくなり、青色光 B の強度が高くなりやすい。他方、蛍光体粒子は凹部 20 a 内に広がって分散配置しているので、黄色光は青色光よりも凹部 20 a 上において、より均一に放出される。

【0047】

本実施形態では、第 1 の混合樹脂 30 を硬化したのち、その表面に向かってプラズマまたはオゾン照射し、粗面化により散乱領域 D を形成する。印は粗面化により生じた表面凹凸を表すものとする。青色光 B の一部は散乱されて散乱光 B_s となる。このために、中央部において青色光 B が弱められる。散乱領域 D の広さまたは凹凸形状により、散乱の程度を変化すると、色度の調整が可能となる。

【0048】

また、図 7 (b) のように、第 1 の封止層 31 の上に、蛍光体粒子が混合されない液状透光性樹脂 42 を塗布し、その表面に向かってプラズマまたはオゾン照射し、粗面化により散乱領域 D を形成しても良い。この場合にも、青色光 B の一部が散乱されて散乱光 B_s となり、放出光の色度調整が可能となる。この場合、透光性樹脂 42 には、蛍光体粒子が混合されていないので表面改質がより容易となる。

【0049】

さらに、図 7 (c) のように、第 1 の封止層 31 の上に、蛍光体粒子が混合されない液状透光性樹脂 42 を塗布し、完全に硬化される前に、SiO₂ や TiO₂ などの散乱性粒子 46 を混合し散乱領域 D を形成してもよい。この場合にも、青色光 B の一部を散乱光 B_s とでき色度調整が可能となる。なお、第 1 の混合樹脂 30 が完全硬化する前に、散乱性粒子 46 を混合配置しても良いが、図 7 (c) のように蛍光体粒子を混合しない透光性樹脂 42 を設けると、散乱性粒子 46 の量を多くでき、散乱方向をより大きく変化することが容易となる。本実施形態では、散乱領域 D により散乱の程度を変化して混合色の色度を所定の色度へ近づけるので、第 1 の混合樹脂 30 に含まれる蛍光体の量は、色度が点 Q W の色度よりも低くなるよう制御して塗布される。

【0050】

図 8 は、第 6 の実施形態にかかる発光装置を説明する色度図である。

図 3 の色度図を用いて説明した発光装置では、蛍光体粒子は黄色蛍光体であったが、本発明はこれに限定されない。例えば、青色光を表す点 B と、黄色光を表す点 Y と、橙色光と、を 3 色混合しても良い。また、発光素子 10 の放出光の波長範囲を紫外 ~ 青色光とし

10

20

30

40

50

、Y A G (yttrium-aluminum-garnet) 蛍光体から放出される G (緑色光)、酸化物蛍光体などから放出される R (赤色光)、発光素子から放出される B (青色光)、の 3 色混合としてもよい。

緑色蛍光体からの緑色光 G と、赤色蛍光体からの赤色光 R と、発光素子 10 からの放出光である青色光 B と、により混合色を合成する。点 Q W は目標とする所定の色度範囲内とし、例えば白色光や白熱電球色などとできる。

【0051】

また、図 9 は、緑色蛍光体粒子と、赤色蛍光体粒子と、が混合された第 1 の封止層 31 が設けられた発光装置の発光スペクトルの相対発光強度を表す。青色光 B は 455 nm 近傍、緑色光 G は 525 nm 近傍、及び赤色光 R は 620 nm 近傍、の波長において相対発光強度の極大値をそれぞれ有する。なお、発光素子 10 の特性分布中心値に対して、混合光を所定の色度 Q W とするための緑色蛍光体と赤色蛍光体との混合比を設定しておくことができる。

【0052】

第 2 の混合樹脂 (溶液) 40 は、緑色蛍光体と、赤色蛍光体と、が混合された液状透光性樹脂からなり、別のノズルからそれぞれ滴下するものとする。滴下ののち混ざりあった第 2 の混合樹脂 40 は硬化ののち、第 1 の封止層 31 の上に積み重なった第 2 の封止層 41 となる。

【0053】

点 Q1 で表す測定された色度と点 Q W で表す所定の色度とを比較し、赤色光 R の相対強度が不足しているならば赤色蛍光体が多くなるような割合で第 2 の混合樹脂 40 を滴下する。続いて点 Q2 の色度を測定し、もし緑色光 G の相対強度が不足しているならば緑色蛍光体が多くなるような割合で第 2 の混合樹脂 40 を滴下する。このように、第 2 の混合樹脂 40 の 1 ショットごとに色度を測定し、点 Q W の所定の色度となるまで滴下を行う。

【0054】

あるいは、緑色蛍光体と赤色蛍光体との混合比を一定とした第 2 の混合樹脂 40 を 1 つのノズルから滴下してもよく、さらにショットを連続的にしてもよい。このようにして、所定の色度となるまで第 2 の混合樹脂 40 を滴下する。この場合、塗布工程をより簡素にでき生産性を高めることが容易となる。

【0055】

図 10 は、発光装置の製造装置の構成図である。

本製造装置は、インクジェット装置 50 またはディスペンサのような供給部、検出部 60a を有する分光装置 60、発光装置に電流 I f を供給可能な直流電源 80、及び制御部 84 を備えている。

【0056】

まず、制御部 84 は、実装部材に接着された発光素子 10 の表面を覆うように、蛍光体粒子が混合された第 1 の混合樹脂 30 をノズルから吐出するように滴下開始信号 S10 を供給部に向けて出力する。続いて、制御部 84 は、発光素子 10 に順方向電流を供給するように、オン信号 S12 を出力し直流電源 80 を ON とする。

【0057】

制御部 84 は滴下開始信号 S10 を供給部に向けて出力する。これにより供給部は、第 1 の混合樹脂 30 の表面に対して第 2 の混合樹脂 40 をノズル 50 から吐出する。検出部 60a が検出した色度信号 S16 が入力された制御部 84 は色度が所定の範囲内となったことを判断すると、第 2 の混合樹脂 40 の滴下停止信号 S18 を供給部に向かって出力すると共に、順方向電流 I f のオフ信号 S20 を直流電源に向かって出力し、混合樹脂 40 の塗布が終了する。なお、散乱領域を変化して色度調整をする場合、散乱領域の形成を停止する信号を出力するようにすればよい。このような製造装置により、色度が制御された発光装置を歩留まりよく生産することが容易となり、その結果、価格低減が可能となる。

【0058】

第 1 ~ 第 5 の実施形態は、金属リードが樹脂などの成型体に埋め込まれたパッケージ構

10

20

30

40

50

造を有しているが、本発明はこれに限定されない。例えば、導電パターンが形成されたセラミック及びガラスエポキシなどからなる絶縁性基板型パッケージを用いることもできる。

【 0 0 5 9 】

以上、図面を参照しつつ、本発明の実施の形態について説明した。しかしながら、本発明はこれらの実施形態に限定されない。発光装置を構成する透光性樹脂、蛍光体粒子、成型体、リード、発光素子の材料、サイズ、形状、配置などに関して当業者が設計変更を行ったものであっても、本発明の主旨を逸脱しない限り本発明の範囲に包含される。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 6 0 】

10

【図 1】本発明の第 1 の実施形態にかかる発光装置の模式図

【図 2】比較例にかかる発光装置の色度図

【図 3】第 1 の実施形態にかかる発光装置の色度図

【図 4】第 2 の実施形態にかかる発光装置の模式図

【図 5】第 3 の実施形態にかかる発光装置の模式図

【図 6】第 4 の実施形態にかかる発光装置の模式図

【図 7】第 5 の実施形態にかかる発光装置の模式図

【図 8】第 6 の実施形態にかかる発光装置の色度図

【図 9】第 6 の実施形態にかかる発光装置の発光スペクトルを表す図

【図 10】製造装置の構成図

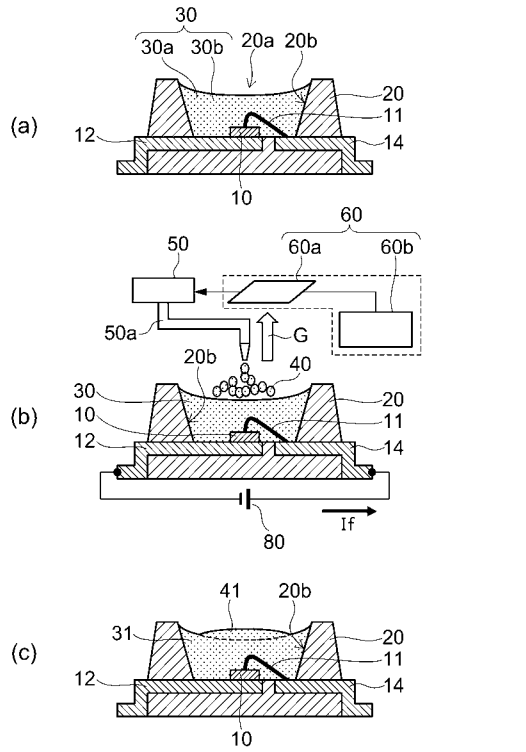
20

【符号の説明】

【 0 0 6 1 】

10 発光素子、20 成型体、20a 凹部、30、32、34 第 1 の混合樹脂、30a 蛍光体粒子、30b、42 液状透光性樹脂、31、33、35 第 1 の封止層、40 第 2 の混合樹脂、41、43、45 第 2 の封止層、46 散乱性粒子、50 インクジェット装置、84 制御部、G 混合光、B 放出光の色度座標、Y 波長変換光の色度座標、Q1 第 1 の混合樹脂塗布後の色度座標、QW 所定の色度座標

【図 1】

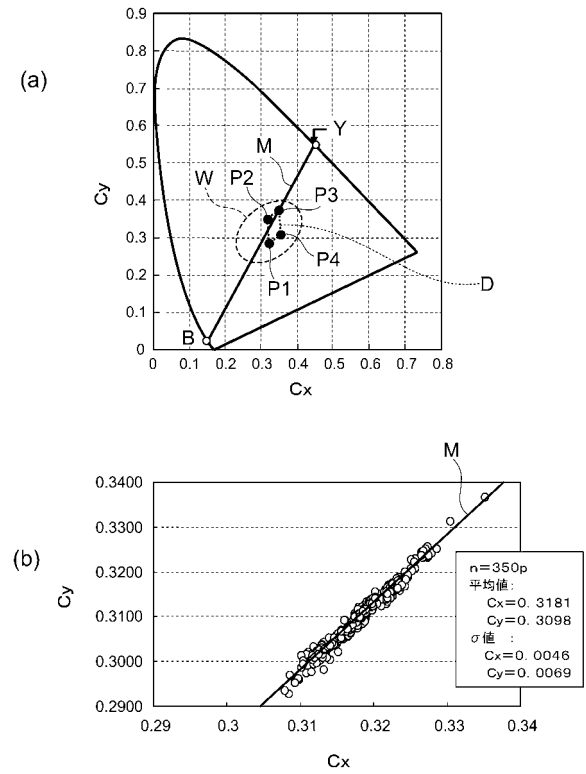


10: 発光素子
14: 第2のリード
30: 第1の混合溶液
41: 第2の封止層
80: 直流電源

11: ボンディングワイヤ
20: 成型体
31: 第1の封止層
50: インクジェット装置

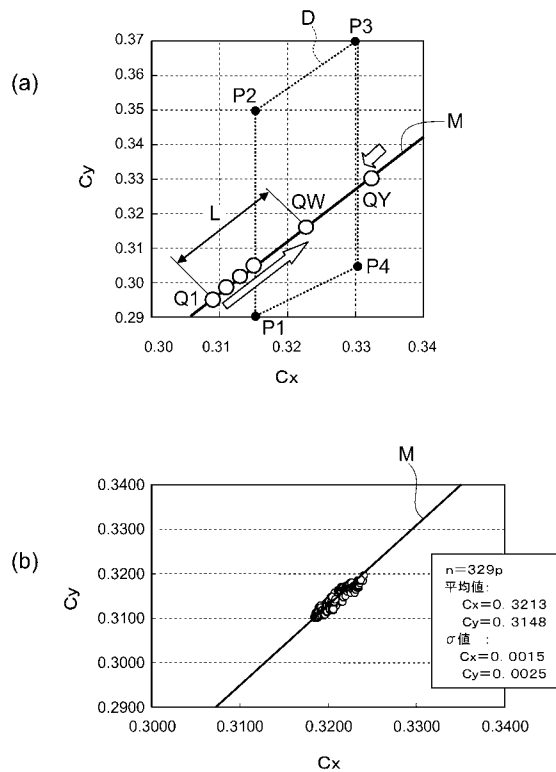
12: 第1のリード
20a: 凹部
40: 第2の混合溶液
60: 分光装置

【図 2】



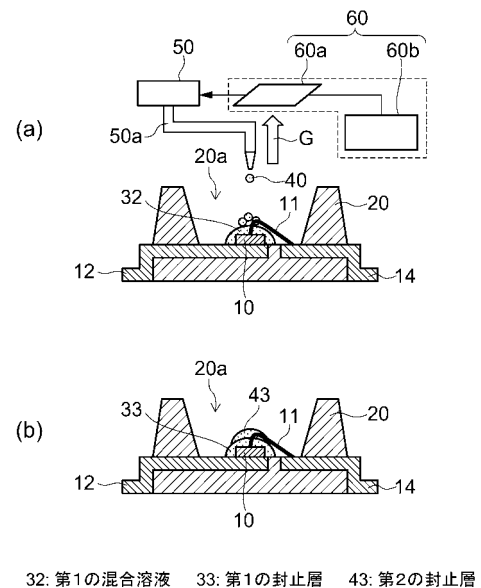
W: 白色光域 B: 放出光の色度座標 Y: 波長変換光の色度座標

【図 3】



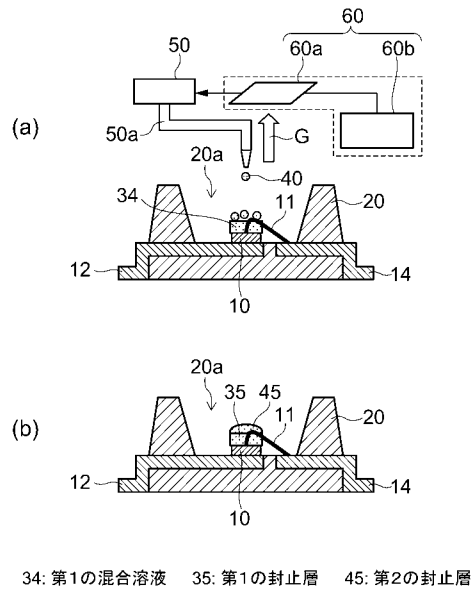
Q1: 第1の混合溶液塗布後の色度座標
QW: 所定の色度座標

【図 4】

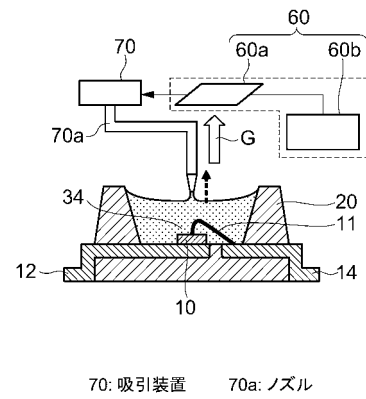


32: 第1の混合溶液 33: 第1の封止層 43: 第2の封止層

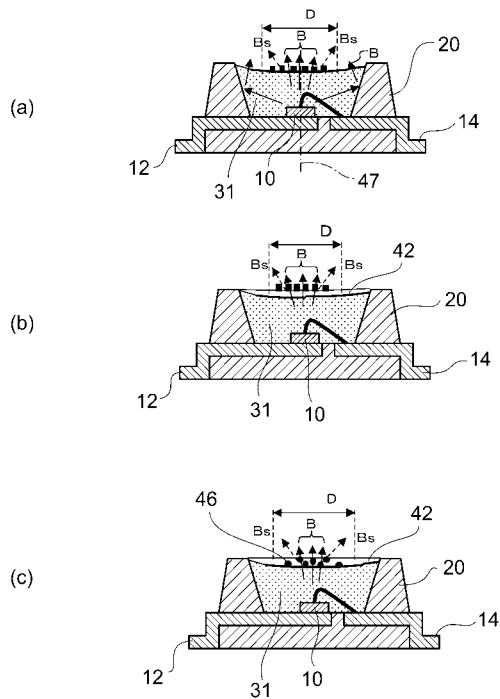
【図 5】



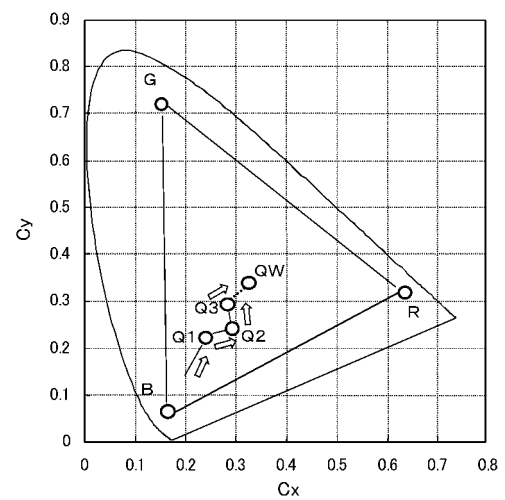
【図 6】



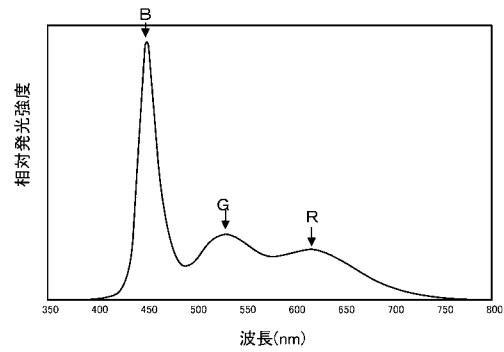
【図 7】



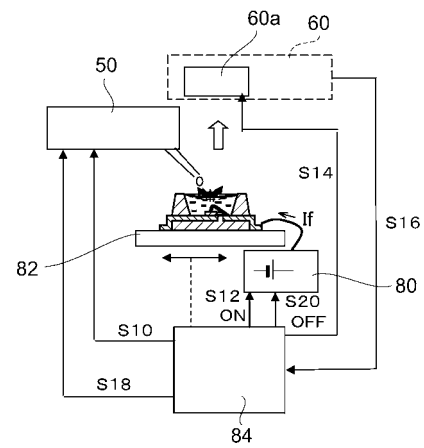
【図 8】



【図 9】



【図 10】



82:ステージ 84:制御部
 S10:滴下開始信号 S12:オン信号
 S16:色度信号 S18:(滴下)停止信号
 S20:オフ信号

フロントページの続き

(72)発明者 小松 哲郎
東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内

審査官 中田 誠

(56)参考文献 特開2006-303303(JP,A)
特開2009-193995(JP,A)
特開2009-193994(JP,A)
特開2009-130301(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H01L 33/00 - 33/64