

(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2020-92159

(P2020-92159A)

(43) 公開日 令和2年6月11日(2020.6.11)

(51) Int.Cl.		F I	テーマコード (参考)
<b>H O 1 L 33/48</b>	<b>(2010.01)</b>	H O 1 L 33/48	5 C O 9 4
<b>H O 1 L 33/50</b>	<b>(2010.01)</b>	H O 1 L 33/50	5 F 1 4 2
<b>G O 9 F 9/33</b>	<b>(2006.01)</b>	G O 9 F 9/33	

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 23 頁)

(21) 出願番号	特願2018-227975 (P2018-227975)	(71) 出願人	500171707 株式会社ブイ・テクノロジー 神奈川県横浜市保土ヶ谷区神戸町134番地
(22) 出願日	平成30年12月5日(2018.12.5)	(74) 代理人	100129425 弁理士 小川 護晃
		(74) 代理人	100087505 弁理士 西山 春之
		(74) 代理人	100099623 弁理士 奥山 尚一
		(72) 発明者	柳川 良勝 神奈川県横浜市保土ヶ谷区神戸町134番地 株式会社ブイ・テクノロジー内

最終頁に続く

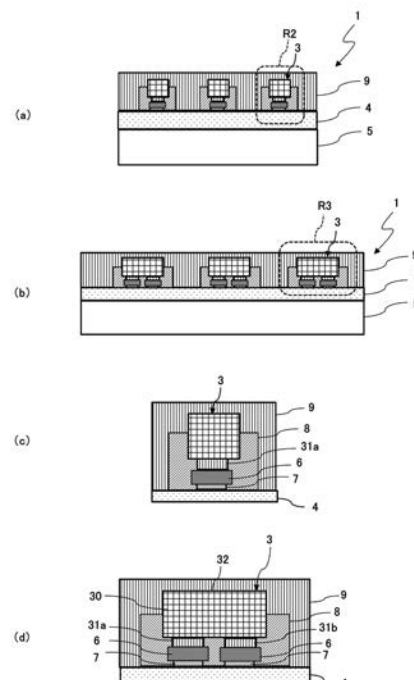
(54) 【発明の名称】 マイクロLED実装構造、マイクロLEDディスプレイ及びマイクロLEDディスプレイの製造方法

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 マイクロLEDの電極と配線基板の電極部との接着及び導通を確実に行なえると共に、マイクロLEDと配線基板との接続を確実に行なえる手段を提供する。

【解決手段】 マイクロLED実装構造1は、予め定められた配列に従って配設された電極部7を片面に有する配線基板4と、電極部7の位置に対応して設けられ、紫外から青色波長帯までのうちで特定のスペクトルを有する光を発光し、相対向する面の一方の面上に電極部7と導通接続する電極31a、31bを有し、他方の面に発光した光を放出する光放出面32を有するマイクロLED3と、を備え、電極31a、31bと電極部7とは、導電性を有する熱硬化型の第1の接着剤6を介して接着されており、マイクロLED3の周側面の一部又は全部が、絶縁性を有する熱硬化型の第2の接着剤8で囲まれて接着されており、マイクロLED3が第2の接着剤8を介して配線基板4に固定されている。

【選択図】 図2



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

予め定められた配列に従って配設された電極部を片面に有する配線基板と、

前記電極部の位置に対応して設けられ、紫外から青色波長帯までのうちで特定のスペクトルを有する光を発光し、相対向する面の一方の面上に前記電極部と導通接続する電極を有し、他方の面に光放出面を有するマイクロLEDと、を備え、

前記マイクロLEDの電極と前記配線基板の電極部とは、導電性を有する熱硬化型の第1の接着剤を介して接着されており、前記マイクロLEDの周側面の一部又は全部が、絶縁性を有する熱硬化型の第2の接着剤で囲まれて接着されており、前記マイクロLEDが前記第2の接着剤を介して前記配線基板に固定されていることを特徴とするマイクロLED実装構造。

10

## 【請求項 2】

前記配線基板の電極部は、加圧により弾性変形するバンプ電極であって、前記第2の接着剤が、空間を空けて前記バンプ電極の周囲を囲んでおり、該バンプ電極が押し付けられた状態で前記マイクロLEDの電極と前記配線基板の電極部とは前記第1の接着剤を介して接着されていることを特徴とする請求項1に記載のマイクロLED実装構造。

## 【請求項 3】

前記マイクロLEDの光放出面を含む領域には、平板状に形成された平坦化膜がさらに積層されており、

前記平坦化膜は、前記光放出面から放出される光の射出角度に基づいて、前記光放出面の厚みが定められていることを特徴とする請求項1又は請求項2に記載のマイクロLED実装構造。

20

## 【請求項 4】

フルカラー表示が可能なマイクロLEDディスプレイであって、

予め定められた配列に従って配設された電極部を片面に有する配線基板に、前記電極部の位置に対応して、紫外から青色波長帯までのうちで特定のスペクトルを有する光を発光し、相対向する面の一方の面上に前記配線基板の電極部と導通接続する電極を有し、他方の面に光放出面を有するマイクロLEDを実装したLEDアレイ基板と、

前記LEDアレイ基板上に、前記マイクロLEDから放出される光によって励起されることにより、光の三原色であるR（赤）、G（緑）、B（青）の対応色の蛍光に夫々波長変換する蛍光材を含む蛍光発光層を複数有する蛍光発光層アレイと、を備え、

30

前記マイクロLEDの電極と前記配線基板の電極部とは、導電性を有する熱硬化型の第1の接着剤を介して接着されており、前記マイクロLEDの周側面の一部又は全部が、絶縁性を有する熱硬化型の第2の接着剤で囲まれて接着されており、前記マイクロLEDが前記第2の接着剤を介して前記配線基板に固定されていることを特徴とするマイクロLEDディスプレイ。

## 【請求項 5】

フルカラー表示が可能なマイクロLEDディスプレイの製造方法であって、

紫外から青色波長帯までのうちで特定のスペクトルを有する光を発光し、相対向する面の一方の面上に電極を有し、他方の面に光放出面を有するマイクロLEDが予め定められた配列に従って表面に形成された透明基板に対して、前記電極上に導電性を有する熱硬化型の第1の接着剤をパターンニングして積層する工程と、

40

前記透明基板の裏面からレーザ光を照射することにより、前記透明基板の表面に形成された前記マイクロLEDの接合状態を、前記レーザ光の照射前と比較して弱くするレーザ加工を行なう工程と、

予め定められた配列に従って配設された電極部を片面に有する配線基板に対して、前記マイクロLEDの周側面の一部又は全部を囲んで接着する、絶縁性を有する熱硬化型の第2の接着剤を、前記配線基板の電極部の周囲に空間を空けてパターンニングして積層する工程と、

前記透明基板上のマイクロLEDの電極と前記配線基板上の電極部とを、前記第1の接

50

着剤を介して貼り合わせて加圧する工程と、

前記第1の接着剤及び第2の接着剤を加熱により硬化させる工程と、

前記マイクロLEDから前記透明基板を剥離して、前記マイクロLEDを前記配線基板に実装したLEDアレイ基板を形成する工程と、

を含むことを特徴とするマイクロLEDディスプレイの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、マイクロLED(light emitting diode)を配線基板に実装するマイクロLED実装構造に関し、特にマイクロLEDの電極と配線基板の電極部との接着及び導通を確実に  
10 行なえると共に、マイクロLEDと配線基板との接続を確実に行なえるマイクロLED実装構造、そのマイクロLED実装構造を採用したマイクロLEDディスプレイ、及びマイクロLEDディスプレイの製造方法に係るものである。

【背景技術】

【0002】

従来、ミクロンオーダーのサイズからなるマイクロLEDを画素としたフラットパネル  
ディスプレイの製造工程においては、サファイア等の基板上に形成されたマイクロLED  
を基板から剥離し、配線基板へ接続する必要がある。そこで、配線基板へのマイクロLED  
の接続を容易にするための構造としては、マイクロLEDの電極と配線基板上に形成され  
20 た電極配線とを当接させて周囲を接着剤層で固めたものが開示されている(例えば、特  
許文献1参照)。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2013 211443号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかし、上記接着剤層が絶縁性を有しているため、配線基板の電極配線とマイクロLED  
の電極とを当接させて接着させる際、上記接着剤層が電極配線とマイクロLEDの電極  
との境界面に染み込む等の事象が発生した場合、導通が図られなくなるおそれがある。  
30

【0005】

そこで、本発明は、このような問題点に対処し、マイクロLEDの電極と配線基板の電  
極部との接着及び導通を確実に行なえると共に、マイクロLEDと配線基板との接続を確  
実に行なえるマイクロLED実装構造、そのマイクロLED実装構造を採用したマイクロ  
LEDディスプレイ、及びそのマイクロLEDディスプレイの製造方法を提供することを  
目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

上記目的を達成するために、本発明によるマイクロLED実装構造は、予め定められた  
配列に従って配設された電極部を片面に有する配線基板と、上記電極部の位置に対応して  
設けられ、紫外から青色波長帯までのうちで特定のスペクトルを有する光を発光し、相対  
向する面の一方の面上に上記電極部と導通接続する電極を有し、他方の面に光放出面を有  
するマイクロLEDと、を備え、上記マイクロLEDの電極と上記配線基板の電極部とは  
、導電性を有する熱硬化型の第1の接着剤を介して接着されており、上記マイクロLED  
の周側面の一部又は全部が、絶縁性を有する熱硬化型の第2の接着剤で囲まれて接着され  
ており、上記マイクロLEDが上記第2の接着剤を介して上記配線基板に固定されている  
ものである。  
40

【0007】

上記目的を達成するために、本発明によるマイクロLEDディスプレイは、フルカラー  
50

表示が可能なマイクロＬＥＤディスプレイであって、予め定められた配列に従って配設された電極部を片面に有する配線基板に、上記電極部の位置に対応して、紫外から青色波長帯までのうちで特定のスペクトルを有する光を発光し、相対向する面の一方の面上に上記配線基板の電極部と導通接続する電極を有し、他方の面に光放出面を有するマイクロＬＥＤを実装したＬＥＤアレイ基板と、上記ＬＥＤアレイ基板上に、上記マイクロＬＥＤから放出される光によって励起されることにより、光の三原色であるＲ（赤）、Ｇ（緑）、Ｂ（青）の対応色の蛍光に夫々波長変換する蛍光材を含む蛍光発光層を複数有する蛍光発光層アレイと、を備え、上記マイクロＬＥＤの電極と上記配線基板の電極部とは、導電性を有する熱硬化型の第１の接着剤を介して接着されており、上記マイクロＬＥＤの周側面の一部又は全部が、絶縁性を有する熱硬化型の第２の接着剤で囲まれて接着されており、上記マイクロＬＥＤが上記第２の接着剤を介して上記配線基板に固定されているものである。

10

#### 【０００８】

上記目的を達成するために、本発明によるマイクロＬＥＤディスプレイの製造方法は、フルカラー表示が可能なマイクロＬＥＤディスプレイの製造方法であって、紫外から青色波長帯までのうちで特定のスペクトルを有する光を発光し、相対向する面の一方の面上に電極を有し、他方の面に光放出面を有するマイクロＬＥＤが予め定められた配列に従って表面に形成された透明基板に対して、上記電極上に導電性を有する熱硬化型の第１の接着剤をパターンニングして積層する工程と、上記透明基板の裏面からレーザ光を照射することにより、上記透明基板の表面と上記マイクロＬＥＤとの接合状態を、上記レーザ光の照射前と比較して弱くするレーザ加工を行なう工程と、予め定められた配列に従って配設された電極部を片面に有する配線基板に対して、上記マイクロＬＥＤの周側面の一部又は全部を囲んで接着する、絶縁性を有する熱硬化型の第２の接着剤を、上記配線基板の電極部の周囲に空間を空けてパターンニングして積層する工程と、上記透明基板上のマイクロＬＥＤの電極と上記配線基板上の電極部とを、上記第１の接着剤を介して貼り合わせて加圧する工程と、上記第１の接着剤及び第２の接着剤を加熱により硬化させる工程と、上記マイクロＬＥＤから上記透明基板を剥離して、上記マイクロＬＥＤを上記配線基板に実装したＬＥＤアレイ基板を形成する工程と、を含む。

20

#### 【発明の効果】

#### 【０００９】

本発明によるマイクロＬＥＤ実装構造によれば、上記マイクロＬＥＤの電極と上記配線基板の電極部とが導電性を有する上記第１の接着剤を介して接着される。これにより、上記マイクロＬＥＤの電極と上記配線基板の電極部との接着及び導通を確実に行なうことができる。また、本発明によるマイクロＬＥＤ実装構造によれば、絶縁性を有する上記第２の接着剤が上記第１の接着剤を積層した上記電極を含むマイクロＬＥＤの周側面の一部又は全部を囲んで接着するので、上記マイクロＬＥＤを上記第２の接着剤を介して上記配線基板に確実に固定させて接続することができる。

30

#### 【００１０】

また、本発明によるマイクロＬＥＤディスプレイによれば、本発明によるマイクロＬＥＤ実装構造を含むので、上記マイクロＬＥＤの電極と上記配線基板の電極部との接着及び導通を確実に行なうことができると共に、上記マイクロＬＥＤを上記第２の接着剤を介して上記配線基板に確実に固定させて接続することができる。

40

#### 【００１１】

さらに、本発明によるマイクロＬＥＤディスプレイの製造方法によれば、本発明によるマイクロＬＥＤ実装構造を含むマイクロＬＥＤディスプレイを製造することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【００１２】

【図１】本発明によるマイクロＬＥＤディスプレイの実施形態を模式的に示す平面図である。

【図２】本発明によるマイクロＬＥＤ実装構造を示す説明図である。

50

【図 3】セルの一例を示す説明図である。

【図 4】図 3 に示すセルの詳細な説明図である。

【図 5】本発明によるマイクロ LED ディスプレイの製造方法の工程を示すフローチャートである。

【図 6】ウエハの一例を示す説明図である。

【図 7】ウエハの加工の工程を示すフローチャートである。

【図 8】LED 電極上に第 1 の接着剤が積層された状態を示す説明図である。

【図 9】レーザ加工の説明図である。

【図 10】レーザ加工の説明図である。

【図 11】レーザ加工の説明図である。

【図 12】配線基板の加工の工程を示すフローチャートである。

【図 13】パンプ電極が形成された配線基板の一例を示す説明図である。

【図 14】配線基板上に第 2 の接着剤が積層された状態を示す説明図である。

【図 15】第 2 の接着剤とパンプ電極との位置関係を示す説明図である。

【図 16】図 5 に示す位置合わせから貼り合わせまでの工程を説明する工程図である。

【図 17】図 5 に示す加圧からウエハの剥離までの工程を説明する工程図である。

【図 18】第 1 の接着剤及び第 2 の接着剤の粘度の温度特性を示すグラフである。

【図 19】ウエハが剥離されることにより形成された LED アレイ基板の説明図である。

【図 20】平坦化膜が積層された LED アレイ基板の説明図である。

【図 21】蛍光発光層の形成工程を示すフローチャートである。

【図 22】蛍光発光層の形成工程を説明する工程図である。

【図 23】平坦化膜の厚みが発光に及ぼす影響を示す説明図である。

【発明を実施するための形態】

【0013】

以下、本発明の実施形態を添付図面に基づいて詳細に説明する。

[マイクロ LED ディスプレイ]

図 1 は、本発明によるマイクロ LED ディスプレイの実施形態を模式的に示す平面図である。このマイクロ LED ディスプレイは、マイクロ LED と RGB 蛍光体とを組み合わせ、フルカラー表示が可能なデバイスであって、LED アレイ基板 1 と蛍光発光層アレイ 2 とを備えて成る。なお、本発明によるマイクロ LED ディスプレイは、フラットディスプレイやフレキシブルディスプレイに適用可能である。このマイクロ LED ディスプレイが、例えばフラットディスプレイに適用される場合、図 1 において、他の構成要素として、例えば保護ガラスの図示が省略されている。

【0014】

LED アレイ基板 1 は、マイクロ LED 3（以下、単に「LED 3」という）を個別に発光させるものであって、図 1 に示すようにマトリクス状に配置された複数の LED 3 と、LED 3 を駆動する配線基板 4 とを含む。

【0015】

蛍光発光層アレイ 2 は、LED 3 から放出された光（励起光）によって励起されて、光の三原色である R（赤）、G（緑）、B（青）の対応色の蛍光に夫々波長変換する蛍光材を含む蛍光発光層を複数有するものである。蛍光発光層アレイ 2 は、複数の蛍光発光層 11 をマトリクス状に配置している。

【0016】

本実施形態では、説明の便宜上、1 画素に相当する 3 つの LED 3 と、各々の LED 3 上に設けられた蛍光材層 11 R、11 G、11 B を含む 1 つの蛍光発光層 11 との組み合わせを 1 つのセル 21 とする。つまり、LED アレイ基板 1 と蛍光発光層アレイ 2 とを組み合わせることにより、セル 21 の単位で取り扱うことができる。これにより、マイクロ LED ディスプレイは、フルカラー表示を実現するための複数のセル 21 がマトリクス状に配置されたことになる。図 1 では、説明をわかりやすくするため、セル 21 が 4 行 5 列で配置されている。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 1 7 】

蛍光発光層 1 1 は、赤色の蛍光色素を充填した蛍光材層 1 1 R、緑色の蛍光色素を充填した蛍光材層 1 1 G、青色の蛍光色素を充填した蛍光材層 1 1 B を有している。これらの蛍光色素は、R G B 蛍光体の一例である。

## 【 0 0 1 8 】

本実施形態においては、例えば、短波長の光を発光する L E D 3 と R G B 蛍光体とを組み合わせ、フルカラー表示を実現する方式を採用する。そのため、L E D 3 は、特定のスペクトルを有する光を発光するものであり、窒化ガリウム ( G a N ) を主材料として製造される。具体的には、L E D 3 は、紫外光発光ダイオード ( U V - L E D ) であって、波長が例えば 2 0 0 n m ~ 3 8 0 n m の近紫外線を発光する L E D である。また、L E D 3 は、波長が例えば 3 8 0 n m ~ 5 0 0 n m の青色光を発光する L E D であってもよい。波長が例えば 2 0 0 n m ~ 3 8 0 n m の近紫外線や波長が例えば 3 8 0 n m ~ 5 0 0 n m の青色光は、特定のスペクトルを有する光の一例に相当する。

## 【 0 0 1 9 】

図 2 は、本発明によるマイクロ L E D 実装構造を示す説明図である。ここで、L E D アレイ基板 1 は、本発明によるマイクロ L E D 実装構造の一例である。図 2 ( a ) は、図 1 に示す破線 R 1 で囲まれた領域において、L E D アレイ基板 1 の A - A 線断面図を示している。また、図 2 ( b ) は、図 1 に示す破線 R 1 で囲まれた領域において、L E D アレイ基板 1 の B - B 線断面図を示している。図 2 ( c ) は、図 2 ( a ) に示す破線 R 2 で囲まれている L E D アレイ基板 1 の要部拡大図であり、図 2 ( d ) は、図 2 ( b ) に示す破線 R 3 で囲まれている L E D アレイ基板 1 の要部拡大図である。

## 【 0 0 2 0 】

L E D アレイ基板 1 は、図 2 ( a ) ~ ( d ) に示すとおり、ベース基板 5 上に配線基板 4 を有し、配線基板 4 上に L E D 3 が接続され、さらに平坦化膜 9 が積層された構造を有している。そして、配線基板 4 と L E D 3 とは、後述する第 1 の接着剤 6 及び第 2 の接着剤 8 により、機械的な接続及び電気的な接続が良好に実現されている。

## 【 0 0 2 1 】

L E D 3 は、図 2 ( d ) に示すとおり、レーザリフトオフ用の剥離層、発光層等の複数の階層を含む化合物半導体 3 0 を有している。L E D 3 は、化合物半導体 3 0 において、一方の面上の予め定められた位置に発光用の L E D 電極 3 1 a、3 1 b を有し、他方の面に光源 ( 発光層 ) から光を放出する光放出面 3 2 が形成されている。

## 【 0 0 2 2 】

レーザリフトオフは、例えば、サファイア基板の一方の面に形成された L E D に対して、サファイア基板の他方の面からパルス発振によるレーザ光を照射し、各々の L E D をサファイア基板から剥離させる手段である。具体的には、レーザリフトオフでは、剥離させたい箇所の界面領域 ( 例えば剥離層 ) にレーザ光をフォーカスして照射することによって、例えば G a N の窒素が気化する現象に伴って、界面領域で L E D がサファイア基板から剥離される。レーザリフトオフを行なう装置 ( 図示省略 ) によって、レーザリフトオフを行なう場合、例えば、固体 U V ( U l t r a V i o l e t : 紫外線 ) 領域の Y A G レーザ発振器により、第 4 高調波 ( F H G : F o u r t h - H a r m o n i c G e n e r a t i o n ) である波長 2 6 6 n m のピコ秒パルスレーザを使用することが好ましい。

## 【 0 0 2 3 】

但し、本実施形態では、レーザリフトオフを行なう装置を利用して、レーザパワー、レーザ光の照射領域、パルス照射に基づく照射回数等のパラメータを調節することによって、サファイア等の透明基板であるウエハ 1 0 ( 図 6 参照 ) を L E D 3 から剥離させるのではなく、ウエハ 1 0 を L E D 3 から剥がれやすくしている点を特徴としている。詳細は、図 9 ~ 図 1 1 を用いて後述する。

## 【 0 0 2 4 】

配線基板 4 は、例えば、フレキシブルプリント配線基板 ( F P C : F l e x i b l e P r i n t e d C i r c u i t s ) であって、絶縁性を有するベースフィルム ( 例えば、ポリイミド ) と、電気回

10

20

30

40

50

路を形成した配線層とからなるフィルム状の基板である。配線基板 4 は、予め定められた配列に従って片面に配設された導通接続用のパンプ電極 7 を有する。なお、配線基板 4 には、外部に設けられた駆動回路（図示省略）から複数の LED 3 の夫々に点灯及び消灯の駆動電流を供給することができるよう配線が設けられている。ベース基板 5 は、LED 3 を実装した配線基板 4 を支持するものであって、例えば、石英ガラス等の透明な基板である。

【0025】

第 1 の接着剤 6 は、LED 電極 31a、31b と、パンプ電極 7 との接着及び導通を確実なものとするものである。第 1 の接着剤 6 は、各々の LED 3 の LED 電極面上に積層され、導電性を有する熱硬化型の接着剤等を含む樹脂組成物である。

10

【0026】

パンプ電極 7 は、電極部の一例であって、配線基板 4 上に設けられ、第 1 の接着剤 6 を介して LED 3 の LED 電極 31a、31b（図 2（d）参照）と接続して導通可能となる電極である。そして、パンプ電極 7 は、例えば導電性を有し、加圧により弾性変形するものである。これにより、LED 3 の LED 電極 31a、31b と配線基板 4 との接続がより確実になる。

【0027】

第 2 の接着剤 8 は、配線基板 4 上に設けられ、第 1 の接着剤 6 を積層した LED 電極 31a、31b を含む LED 3 の周側面の一部又は全部を囲んで接着するものであって、絶縁性を有する熱硬化型の接着剤等を含む樹脂組成物である。

20

【0028】

平坦化膜 9 は、LED 3 の光放出面 32 を含む領域に積層されており、平板状に形成された膜である。平坦化膜 9 は、光放出面 32 から放出される光の射出角度に基づいて、光放出面 32 上の厚みが定められているものである。詳細は、図 20、図 23 を用いて後述する。

【0029】

そして、LED アレイ基板 1 は、上述した構成において、LED 3 と配線基板 4 との接続に際して、各々の LED 3 を、第 1 の接着剤 6 を介してパンプ電極 7 に押し付けた状態で、第 1 の接着剤 6 及び第 2 の接着剤 8 を加熱により硬化させたものである。

【0030】

すなわち、LED 3 の LED 電極 31a、31b と配線基板 4 のパンプ電極 7 とは、第 1 の接着剤 6 を介して接着されている。具体的には、後述するように、LED 電極 31a とパンプ電極 7（図 13 に示すアノード電極 7a）とは、第 1 の接着剤 6 を介して接着されている。また、LED 電極 31b とパンプ電極 7（図 13 に示すカソード電極 7b）とは、第 1 の接着剤 6 を介して接着されている。さらに、LED 3 の周側面の一部が、第 2 の接着剤 8 で囲まれて接着されており、各々の LED 3 が第 2 の接着剤 8 を介して配線基板 4 に固定されている。なお、LED 3 の周側面の全部が、第 2 の接着剤 8 で囲まれて接着されるようにしてもよい。

30

【0031】

図 3 は、セルの一例を示す説明図である。図 4 は、図 3 に示すセルの詳細な説明図である。図 3（a）は、図 1 に示すセル 21 の平面図を示し、図 3（b）は、図 3（a）に示す C-C 線断面図である。なお、図 3（b）において、セル 21 は配線基板 4 及びベース基板 5 を含まない。蛍光発光層 11 は、LED 3 の光放出面 32 から放出された光（励起光）によって、赤色、緑色、青色の蛍光色素（蛍光材の一例）がフルカラー表示を実現するための赤（R）、緑（G）、青（B）の蛍光に夫々波長変換するものである。具体的には、蛍光発光層 11 は、励起光によって、各蛍光材層 11R、11G、11B の蛍光色素が励起状態に遷移し、その後、基底状態に戻るときに、各蛍光材によって各々波長変換された赤（R）、緑（G）、青（B）の可視スペクトルに相当する蛍光を発光する。これらの蛍光材層 11R、11G、11B は反射膜 13 を表面に有する隔壁 12 で区画されている。

40

50

## 【 0 0 3 2 】

図 4 には、セル 2 1 のより詳細な構成が示されており、蛍光発光層 1 1 は、LED アレイ基板 1 上に設けられている。ここで、蛍光発光層 1 1 の蛍光材層 1 1 R は、レジスト膜中にミクロンサイズの粒子径の蛍光色素 1 4 a と、ナノサイズの粒子径の蛍光色素 1 4 b とを混合、分散させたものである。また、蛍光材層 1 1 G は、蛍光材層 1 1 R と同様、ミクロンサイズの粒子径の蛍光色素 1 4 c と、ナノサイズの粒子径の蛍光色素 1 4 d とを混合、分散させたものである。さらに、蛍光材層 1 1 B は、蛍光材層 1 1 R と同様、ミクロンサイズの粒子径の蛍光色素 1 4 e と、ナノサイズの粒子径の蛍光色素 1 4 f とを混合、分散させたものである。このように、粒子径の異なる蛍光色素を用いることにより、ナノサイズの粒子径の蛍光色素が、蛍光色素の充填率の低下による励起光の漏れ光を防ぐと共に、ミクロンサイズの粒子径の蛍光色素が発光効率を向上させることができる。

10

## 【 0 0 3 3 】

また、隔壁 1 2 は、遮光壁の一例であって、蛍光材層 1 1 R、1 1 G、1 1 B を互いに隔てるものである。隔壁 1 2 は、例えば透明な感光性樹脂で形成されている。本実施形態では、例えば、蛍光材層 1 1 R 内において、蛍光色素 1 4 b よりも粒子径が大きい蛍光色素 1 4 a の充填率を上げるためには、隔壁 1 2 として、高さ対幅のアスペクト比が 3 以上を可能とする高アスペクト材料を使用するのが望ましい。蛍光材層 1 1 G、1 1 B も同様である。このような高アスペクト材料としては、一例として日本化薬株式会社製の S U - 8 3 0 0 0 のフォトレジストがある。

## 【 0 0 3 4 】

隔壁 1 2 の表面には、図 4 に示すように、反射膜 1 3 が設けられている。この反射膜 1 3 は、励起光と蛍光 F L とが隔壁 1 2 を透過して隣接する他の蛍光材層内に入射するのを防止するものである。この蛍光 F L は、各蛍光材層 1 1 R、1 1 G、1 1 B の各蛍光色素が励起光により励起されることにより、発光する。反射膜 1 3 は、励起光及び蛍光 F L を十分に遮断できる厚みで形成されている。この場合、反射膜 1 3 としては、励起光及び蛍光 F L を反射し易いアルミニウムやアルミ合金等の薄膜が好適である。

20

## 【 0 0 3 5 】

蛍光発光層 1 1 は、隔壁 1 2 に向かう励起光をアルミニウム等の反射膜 1 3 で反射させ、各蛍光材層 1 1 R、1 1 G、1 1 B の発光に利用することができる。そのため、各蛍光材層 1 1 R、1 1 G、1 1 B の発光効率は、向上する。但し、隔壁 1 2 の表面に被着される薄膜は、励起光及び蛍光 F L を反射する反射膜 1 3 に限られず、励起光及び蛍光 F L を吸収するものであってもよい。

30

## 【 0 0 3 6 】

以上、本発明のマイクロ LED ディスプレイの構成について説明した。ここで、本発明によるマイクロ LED 実装構造によれば、各々の LED 3 の LED 電極 3 1 a、3 1 b とバンプ電極 7 とが導電性を有する第 1 の接着剤 6 を介して接続され、LED 3 の周側面の一部が、絶縁性を有する第 2 の接着剤で囲まれて接着されており、LED 3 がその第 2 の接着剤を介して配線基板 4 に固定されている。これにより、本発明によるマイクロ LED 実装構造は、LED 3 の LED 電極 3 1 a、3 1 b と配線基板 4 のバンプ電極 7 との接着及び導通を確実にこなうことができると共に、LED 3 を第 2 の接着剤を介して配線基板 4 に確実に固定させて接続することができる。つまり、本発明によるマイクロ LED 実装構造は、LED 3 と配線基板 4 との電氣的及び機械的接続を確実にこなうことができる。

40

## 【 0 0 3 7 】

また、本発明のマイクロ LED ディスプレイによれば、上記のマイクロ LED 実装構造として LED アレイ基板 1 を有するので、上記 LED 3 と上記配線基板 4 との電氣的及び機械的接続を確実にこなうことができる。そして、外部に設けられた駆動回路から駆動電流が配線基板 4 に供給されることにより、本発明のマイクロ LED ディスプレイはフルカラー表示が可能となる。

## 【 0 0 3 8 】

[ マイクロ LED ディスプレイの製造方法 ]

50



次に、このように構成されたマイクロLEDディスプレイの製造方法について説明する。

図5は、本発明に係るマイクロLEDディスプレイの製造方法の工程を示すフローチャートである。

【0039】

図6は、ウエハの一例を示す説明図である。(a)は、ウエハ10の平面図である。(b)は、(a)のD-D線断面図であり、(c)は、(a)のE-E線断面図である。本実施形態では、説明をわかりやすくするため、一方の面(表面)上に予め定められた間隔でマトリクス状(3行6列)に配置された複数のLED3を有するウエハ10を用いて、マイクロLEDディスプレイの製造方法について説明をする。なお、複数のLED3は、例えばMOCVD(Metal Organic Chemical Vapor Deposition)等の結晶成長プロセスによりウエハ10の一方の面上に形成される。

10

【0040】

図6において、LED3は、例えば、列方向(y方向)には $W_1$ のピッチの間隔が設けられ、行方向(x方向)には $W_2$ のピッチの間隔が設けられるように配置されている。 $W_1$ と $W_2$ との比率 $P_1(W_2/W_1)$ は、図6に示す配置では、例えば3程度が好ましい。そのため、例えば、 $W_1$ のピッチは $50\mu\text{m}$ 、 $W_2$ のピッチは $150\mu\text{m}$ としている。また、LED3のサイズは、一例として、縦( $a$ )= $50\mu\text{m}$ 、横( $b$ )= $16\mu\text{m}$ としている。また、高さ( $h_1$ )については、例えば数 $\mu\text{m}$ ~ $30\mu\text{m}$ 程度のサイズを対象とすることができる。

20

【0041】

(ウエハの加工)

図7は、ウエハの加工の工程を示すフローチャートである。ウエハの加工(工程S1)では、図7に示す工程S11から工程S14までの処理を行なう。ここで、ウエハの加工(工程S1)では、フォトリソグラフィ技術を使用して、ウエハ10に導電性及び感光性を有する熱硬化型の第1の接着剤6を塗布する。具体的には、ウエハの加工(工程S1)では、露光、現像によって、パターニングすることにより、LED電極31a、31b上に第1の接着剤6が積層される。以下、詳細を説明する。

【0042】

第1の接着剤の塗布(工程S11)では、LED3を配置しているウエハ10の面上に第1の接着剤6を塗布する。第1の接着剤6は、例えば、絶縁性の熱硬化性樹脂に、導電材料と、接着材料と、感光剤とを配合した樹脂組成物である。第1の接着剤6は、加熱することにより接着機能を発現して硬化する樹脂組成物である。接着材料は、例えば熱硬化型のエポキシ系の樹脂であってもよい。

30

【0043】

また、第1の接着剤6には、導電材料として、例えば、 $10\text{nm}$ ~ $1.0\mu\text{m}$ 以下の範囲の粒子径から選択された微粒子のカーボンが配合され、導電性の機能が付加されたものである。本実施形態では、一例として、 $0.5\mu\text{m}$ ~ $1.0\mu\text{m}$ 程度の微粒子のカーボンを用いている。

40

【0044】

さらに、第1の接着剤6は、感光剤が配合されているため、紫外線によりパターニング形成が可能な感光性の機能が付加されたものである。すなわち、この第1の接着剤6は、フォトレジストとしても機能する。なお、絶縁性の熱硬化性樹脂自体が、接着機能を有する場合には、第1の接着剤6は、導電材料と感光剤とを配合した樹脂組成物であってもよいし、さらに接着力を高めるために、接着材料を配合してもよい。

【0045】

ここで、導電材料は、上記のカーボンに限られず、金属の微粒子を採用してもよい。金属の微粒子としては、例えば銀(Ag)であることが好ましい。但し、ニッケル(Ni)、銅(Cu)、アルミニウム(Al)、金(Au)等、用途に応じて採用してもよい。そ

50

して、導電材料は、例えば、金属の粒子径が10nm程度の金属ナノ粒子から1.0μm以下の金属の微粒子までのうちから、適用可能なものを選択してもよい。

【0046】

工程S11では、例えば、フォトリソグラフィ技術で使用するスピンコート（図示省略）を用いて、LED3を配置しているウエハ10の面上に第1の接着剤6を塗布する。スピンコートは、均一な塗布を実現するための装置である。具体的には、工程S11では、第1の接着剤6をフォトレジストとして、ウエハ10に滴下し、ウエハ10を予め定めた回転数、回転時間を設定することにより、ウエハ10の面上に第1の接着剤6が塗布される。なお、工程S11では、一定の膜厚に塗布する手段として、バーコーターを適用してもよい。そして、工程S11では、第1の接着剤6が塗布されたウエハ10を、ヒータ（図示省略）等の加熱手段により、プリベークする。プリベークの条件は、例えば、加熱温度を100とし、加熱時間を1分とする。

10

【0047】

露光（工程S12）では、第1の接着剤6を塗布したウエハ10へ、フォトリソマスクを介して紫外（UV）光を照射する。現像（工程S13）では、ウエハ10を現像液へ浸して洗浄する。これにより、LED電極31a、31b上に第1の接着剤6が積層される。

【0048】

図8は、LED電極上に第1の接着剤が積層された状態を示す説明図である。（a）は、ウエハ10の表面の平面図である。（b）は、（a）のF-F線断面図であり、（c）は、（a）のG-G線断面図である。LED電極31a、31b上に積層された第1の接着剤6の膜厚（ $h_2$ ）は、一例として、2μmとしている。

20

【0049】

レーザ加工（工程S14）では、ウエハ10とLED3との界面に対して、ウエハ10の裏面からレーザ光Lをフォーカスして照射する。具体的には、工程S14では、ウエハ10の裏面からレーザ光Lを照射することにより、ウエハ10の表面に形成されたLED3の接合状態を、レーザ光Lの照射前と比較して弱くするレーザ加工を行なう。この場合、工程S14では、ウエハ10からLED3を剥離させるレーザリフトオフを実行するのではなく、LED3を剥がれやすい状態にする。ここで、剥がれやすい状態とは、LED3と接着している第2の接着剤8の接着力が、ウエハ10と接合しているLED3の接合状態における接着力よりも大きい状態を意味する。本実施形態においては、加圧した状態でウエハ10をレーザリフトオフして剥がすよりも、予めLED3を剥がれやすい状態にしておいて、ウエハ10を剥がすことが好ましい。つまり、後述するウエハの剥離（工程S8）で、昇降機構（図示省略）によりウエハ10を持ち上げることににより、ウエハ10を配線基板4から剥離する方が、比較結果から、LED3の接続不良による歩留りをより改善することができるためである。

30

【0050】

図9～図11は、レーザ加工の説明図である。図9において、（a）はウエハ10を裏面から見た平面図である。ここで、ウエハ10は透明であるため、LED3の光放出面32が見える状態になっている。また、図9において、（a）は、レーザ光Lが1つのLED3の光放出面32とウエハ10との境界にフォーカスして照射されている状態を模式的に図示している。図9（b）は（a）のH-H線断面図、（c）は（a）のI-I線断面図であって、レーザ照射の状態を示している。

40

【0051】

レーザ照射を行なう場合、レーザ光Lとしては、例えば上記の第4高調波（266nm）のピコ秒パルスレーザを使用することが好ましい。但し、レーザ加工エネルギーは、ウエハ10からLED3を剥がれやすい状態にするため、例えば、LED3をレーザリフトオフする場合のエネルギーよりも弱く、かつ、複数ショットによって加工することが好ましい。具体的には、工程S14では、例えば、レーザリフトオフ時の1/2のエネルギーで20ショット程度照射するようにしてもよい。このレーザ加工により、LED3はウエハ10との界面のGaNが窒素と分離された後、再融着した状態となり、LED3とウエ

50

ハ 1 0 との接着力が低下した状態となる。このとき、L E D 3 は剥離されずにウエハ 1 0 上に残っている。図 9 において、ウエハ 1 0 がステージ（図示省略）上に載置され、ステップ移動によりそのウエハ 1 0 上の L E D 3 が順番にレーザ照射される。

#### 【 0 0 5 2 】

ここで、工程 S 1 4 では、後述するウエハの剥離（工程 S 8 ）においてレーザ照射をしないでウエハ 1 0 を配線基板 4 から剥離できるようにするため、L E D 3 における剥離層を改質している。説明の便宜上、改質された剥離層を G a N の再融着層という。ウエハ 1 0 に対する G a N の再融着層の接着力は、L E D 3 の接合状態における接着力であって、例えば  $230 \text{ kg} / \text{cm}^2$  以下であればよい。なお、G a N の再融着層の接着力は、 $100 \text{ kg} / \text{cm}^2$  程度であることが好ましい。

10

#### 【 0 0 5 3 】

図 1 0、図 1 1 において、( a ) は、図 9 ( a ) の H - H 線断面図であり、( b ) 及び ( c ) は、図 9 ( a ) の破線で示す領域 R 4 で囲まれた各々の L E D 3 の光放出面 3 2 にレーザ照射を行なった場合について例示している。この場合、工程 S 1 4 では、図 1 0 に示すとおり、1 つの L E D 3 の光放出面 3 2 に対して、投影マスクやスリットを用いて、光放出面 3 2 の上半面、下半面というように 2 回に分けてレーザ光 L を照射してもよい。図 1 0 では、ウエハ 1 0 をステップ移動させることにより、各々の L E D 3 が順番にレーザ光 L に照射された状態を示している。

#### 【 0 0 5 4 】

或いは、工程 S 1 4 では、図 1 1 に示すとおり、1 度にレーザ光 L を光放出面 3 2 の全面に照射しないようにして、投影マスク等で分割したレーザ光 L を各々の L E D 3 に照射してもよい。図 1 1 では、ウエハ 1 0 をステップ移動させることにより、各々の L E D 3 が順番にレーザ光 L に照射された状態を示している。以上より、ウエハの加工（工程 S 1 ）が終了し、配線基板の加工（工程 S 2 ）に移行する。

20

#### 【 0 0 5 5 】

（配線基板の加工）

図 1 2 は、配線基板の加工の工程を示すフローチャートである。配線基板の加工（工程 S 2 ）では、図 1 2 に示す工程 S 2 1 から工程 S 2 4 までの処理を行なう。図 1 3 は、パンプ電極が形成された配線基板の一例を示す説明図である。( a ) はパンプ電極 7 が形成された配線基板 4 の平面図である。( b ) は ( a ) の J - J 線断面図であり、( c ) は ( a ) の K - K 線断面図である。( d ) は、( b ) の破線で示す領域 R 5 を拡大した図である。配線基板 4 には、マトリクス状に配置される複数の L E D 3 の L E D 電極 3 1 a、3 1 b に対応させて複数の電極パッド 4 a（図 1 3 ( d ) 参照）が設けられている。

30

#### 【 0 0 5 6 】

パンプ電極の形成（工程 S 2 1 ）では、電極パッド 4 a 上に、導電性の弾性突起部 7 1 が形成される（図 1 3 ( d ) 参照）。具体的には、工程 S 2 1 では、配線基板 4 の全面にフォトスペーサ用のレジストを塗布したのち、フォトマスクを使用して露光し、現像して電極パッド 4 a 上に突起をパターンニング形成する。工程 S 2 1 では、上記突起及び電極パッド 4 a 上に、金又はアルミニウム等の良導電性の導電体膜 7 2 をスパッタリングや蒸着等により成膜して導電性の弾性突起部 7 1 を形成する。

40

#### 【 0 0 5 7 】

このようにして、弾性突起部 7 1、導電体膜 7 2 及び電極パッド 4 a を含むパンプ電極 7 が形成される。パンプ電極 7 は、具体的には、L E D 電極 3 1 a、3 1 b に対応して、アノード電極 7 a 及びカソード電極 7 b で構成されている（図 1 3 ( a )、( c ) 参照）。また、パンプ電極 7 は、一例として、高さ (  $h_3$  ) =  $4 \mu\text{m}$ 、直径 (  $d$  ) =  $10 \mu\text{m}$  である（図 1 3 ( d ) 参照）。

#### 【 0 0 5 8 】

なお、弾性突起部 7 1 は、フォトレジストに銀等の導電性微粒子を添加した導電性フォトレジスト又は導電性高分子を含む導電性フォトレジストで形成した突起であってもよい。この場合、工程 S 2 1 では、配線基板 4 の上面の全面に導電性フォトレジストを所定の

50

厚みで塗布した後、フォトリソグラフィを使用して露光し、現像して電極パッド上に突起として、弾性突起部 7 1 がパターンニング形成される。この場合、パンプ電極 7 は、導電性を有する弾性突起部 7 1 及び電極パッド 4 a で構成される。このように、パンプ電極 7 は、フォトリソグラフィプロセスを適用して形成することができるので、位置及び形状に高い精度を確保することができる。

#### 【0059】

次に、第 2 の接着剤の塗布（工程 S 2 2）では、パンプ電極 7 が形成された配線基板 4 上に第 2 の接着剤 8 を塗布する。第 2 の接着剤 8 は、例えば、絶縁性の熱硬化性樹脂に、接着材料と感光剤とを配合した樹脂組成物である。第 2 の接着剤 8 は、加熱することにより接着機能を発現して硬化する樹脂組成物である。但し、第 2 の接着剤 8 は、感光剤が配合されているため、紫外線によりパターンニング形成が可能な感光性の機能が付加されたものである。すなわち、この第 2 の接着剤 8 は、フォトレジストとしても機能する。

#### 【0060】

工程 S 2 2 では、第 1 の接着剤の塗布（工程 S 1 1）と同様にして、スピンコートを用いて、配線基板 4 上に第 2 の接着剤 8 を塗布する。工程 S 2 2 では、第 2 の接着剤 8 が塗布された配線基板 4 を、ヒータ（図示省略）等の加熱手段により、プリベークする。プリベークの条件は、例えば、加熱温度を 100 とし、加熱時間を 5 分とする。

#### 【0061】

次に、露光（工程 S 2 3）では、第 2 の接着剤 8 を塗布した配線基板 4 へ、フォトリソマスクを介して紫外（UV）光を照射する。現像（工程 S 2 4）では、配線基板 4 を現像液へ浸して洗浄する。これにより、各々のパンプ電極 7（アノード電極 7 a 及びカソード電極 7 b）の周囲にフォトリソマスクにより予め定められた配列で区画された第 2 の接着剤 8 がパターンニング形成される。

#### 【0062】

図 1 4 は、配線基板上に第 2 の接着剤が積層された状態を示す説明図である。（a）は、配線基板 4 の表面の平面図である。（b）は、（a）の L - L 線断面図であり、（c）は、（a）の M - M 線断面図である。図 1 5 は、第 2 の接着剤とパンプ電極との位置関係を示す説明図である。（a）は、図 1 4（b）の破線で示す領域 R 6 の要部（符号を付した箇所）を拡大した図である。（b）は、図 1 4（a）の破線で示す領域 R 7 を拡大した図である。（c）は、（b）の変形例である。

#### 【0063】

図 1 4 に示すとおり、パンプ電極 7 が押し付けられる前の状態において、第 2 の接着剤 8 が、空間を空けてパンプ電極 7 の周囲を囲んでいる。また、図 1 5（a）に示すとおり、第 2 の接着剤 8 の高さ（ $h_4$ ）は、パンプ電極 7 の高さ（ $h_3$ ）よりも高くしている。第 2 の接着剤 8 の高さ（ $h_4$ ）とパンプ電極 7 の高さ（ $h_3$ ）との比率  $P_2$ （ $h_4 / h_3$ ）は、例えば、1.5 程度が好ましい。そのため、図 1 5（a）では、一例として、パンプ電極 7 の高さ（ $h_3$ ）を  $4 \mu m$ 、第 2 の接着剤 8 の高さ（ $h_4$ ）を  $6 \mu m$  としている。これは、パンプ電極 7 が押し付けられたときに、第 1 の接着剤 6 も加圧により変形して、上記空間の隙間を埋めるようにするためである。こうすることで、パンプ電極 7（アノード電極 7 a 及びカソード電極 7 b）には、熱硬化前の第 1 の接着剤 6 が確実に接合される。

#### 【0064】

ここで、第 2 の接着剤 8 が、空間を空けてパンプ電極 7 の周囲を囲む場合、図 1 5（b）に示すような形状の空間に限られず、図 1 5（c）に示すような形状の空間にしてもよい。なお、本実施形態では、図 5 に示すウエハの加工（工程 S 1）と配線基板の加工（工程 S 2）とは、実行順序が入れ替わってもよい。

#### 【0065】

（位置合わせ）

図 5 に戻り、位置合わせ（工程 S 3）では、ウエハ 10 の表面と配線基板 4 の表面とを貼り合わせるに際し、位置合わせが可能な機構（図示省略）により、ウエハ 10 及び配線

10

20

30

40

50

基板 4 に予め設けられたアライメントマーク（図示省略）を使用して、位置合わせを行なう。

【0066】

図 16 は、図 5 に示す位置合わせから貼り合わせまでの工程を説明する工程図である。図 17 は、図 5 に示す加圧からウエハの剥離までの工程を説明する工程図である。図 16（a）は、ウエハ 10 と配線基板 4 との位置合わせを示す図である。工程 S3 では、第 1 の接着剤 6 を介して、LED 電極 31a と配線基板 4 のアノード電極 7a とが当接するように位置合わせされ、第 1 の接着剤 6 を介して、LED 電極 31b と配線基板 4 のカソード電極 7b とが当接するように位置合わせされる。

【0067】

10

（第 1 の加熱）

次に、第 1 の加熱（工程 S4）では、第 1 の接着剤 6 と第 2 の接着剤 8 とを接着するため、ヒータ H 等の加熱手段を使用して加熱する。図 16（b）は、第 1 の接着剤 6 と第 2 の接着剤 8 とをヒータ H を使用して加熱している状態を例示している。

【0068】

図 18 は、第 1 の接着剤及び第 2 の接着剤の粘度の温度特性を示すグラフである。図 18 は実験結果の概要を示している。横軸は温度（ ）、縦軸は粘度（Pa）の任意単位（arbitrary unit）を示している。本実施形態で使用する第 1 の接着剤 6 及び第 2 の接着剤 8 は、120 程度で最も粘度が低くなる特性を有している。換言すると、第 1 の接着剤 6 及び第 2 の接着剤 8 は、熱硬化により常温で硬化した状態になるものの、熱可塑性及び熱硬化性を併せ持つ接着剤であってもよく、120 及びその前後で最も柔らかくなる特性を有している。本実施形態では、第 1 の接着剤 6 及び第 2 の接着剤 8 が最も柔らかい状態で貼り合わせて加圧することが好ましい。そこで、第 1 の接着剤 6 及び第 2 の接着剤 8 を 120 程度に加熱した状態で、貼り合わせ（工程 S5）に移行する。

20

【0069】

（貼り合わせ）

貼り合わせ（工程 S5）では、上述したアライメントマークに基づいて、ウエハ 10 と配線基板 4 とを貼り合わせる。図 16（c）は、ウエハ 10 と配線基板 4 との貼り合わせを示す図である。工程 S5 では、第 1 の接着剤 6 及び第 2 の接着剤 8 が 120 程度に加熱された状態で、昇降機構（図示省略）によりウエハ 10 が下降し、配線基板 4 とウエハ 10 とが貼り合わされる。図 16（c）は、詳細には、一方の第 1 の接着剤 6 と配線基板 4 のアノード電極 7a とが当接し、他方の第 1 の接着剤 6 と配線基板 4 のカソード電極 7b とが当接した状態を例示している。

30

【0070】

（加圧）

次に、加圧（工程 S6）では、さらに、昇降機構によりウエハ 10 が下降させて、ウエハ 10 を配線基板 4 に対して予め定めた圧力 P で加圧する。これにより、ウエハ 10 上の LED 3 の LED 電極 31a、31b と配線基板 4 上のパンプ電極 7 とを、第 1 の接着剤 6 を介して貼り合わせて加圧することになる。図 17（a）は、ウエハ 10 を配線基板 4 に対して圧力 P で加圧した状態を示す図である。

40

【0071】

（第 2 の加熱）

第 2 の加熱（工程 S7）では、第 1 の接着剤 6 及び第 2 の接着剤 8 をさらに硬化させるために、ヒータ H により加熱する。工程 S7 では、例えば、硬化させる温度を 230 として、加熱時間を 30 分に設定して第 1 の接着剤 6 及び第 2 の接着剤 8 を硬化させる、なお、これは一例であって、工程 S7 では、例えば、硬化させる温度を 200 として、加熱時間を 60 分としてもよい。或いは、硬化させる温度を 180 として、加熱時間を 90 分としてもよい。図 17（b）は、第 1 の接着剤 6 と第 2 の接着剤 8 とをヒータ H を使用してさらに加熱している状態を例示している。

【0072】

50

( ウエハの剥離 )

ウエハの剥離 ( 工程 S 8 ) では、貼り合わせたウエハ 10 と配線基板 4 とを冷却して常温 ( 例えば 25 ) に戻した後、昇降機構によりウエハ 10 を持ち上げて、そのウエハ 10 を配線基板 4 から剥離する。これにより、LED 3 が配線基板 4 に実装されることになる。

【 0073 】

図 19 は、ウエハが剥離されることにより形成された LED アレイ基板の説明図である。( a ) は、LED アレイ基板 1 の平面図である。( b ) は、( a ) の N - N 線断面図であり、( c ) は、( a ) の O - O 線断面図である。LED アレイ基板 1 は、上述したとおり、マイクロ LED 実装構造の一例である。

10

【 0074 】

( 平坦化膜の形成 )

平坦化膜の形成 ( 工程 S 9 ) では、例えば、自動制御によるマイクロディスペンサー ( 図示省略 ) を使用して透明な絶縁性の感光性樹脂を図 19 に示す LED アレイ基板 1 上に塗布する。そして、感光性樹脂に紫外 ( UV ) 光を照射して硬化することにより、平坦化膜 9 が形成される。つまり、LED アレイ基板 1 上に平坦化膜 9 が積層される。この場合、全ての LED 3 が平坦化膜 9 で覆われる。本実施形態では、均一の高さになるように感光性樹脂を塗布するので、平板状の平坦化膜 9 が形成されることになる。

【 0075 】

図 20 は、平坦化膜が積層された LED アレイ基板の説明図である。( a ) は、平坦化膜の形成された LED アレイ基板 1 の平面図である。( b ) は、( a ) の P - P 線断面図であり、( c ) は、( a ) の Q - Q 線断面図である。なお、図 20 ( a ) において、平坦化膜 9 は透明なため、各々の LED 3 の光放出面 32 が見える状態にある。なお、この平坦化膜 9 については、さらに図 23 を用いて後述する。

20

【 0076 】

次に、蛍光発光層の形成について説明をする。

図 21 は、蛍光発光層の形成工程を示すフローチャートである。図 22 は、蛍光発光層の形成工程を説明する工程図である。蛍光発光層の形成 ( 工程 S 10 ) では、図 22 に示す工程 S 31 から工程 S 34 までの処理を行なう。

【 0077 】

まず、隔壁の形成 ( 工程 S 31 ) では、平坦化膜 9 が形成された LED アレイ基板 1 上に隔壁 12 を形成する。図 22 ( a ) は、図 20 ( b ) に示す LED アレイ基板 1 上に隔壁 12 を設けた状態を示している。工程 S 31 では、例えば、隔壁 12 用の透明な感光性樹脂を塗布した後、フォトリソグラフィーを使用して露光し、現像して各蛍光材層 11R、11G、11B の形成位置 ( 図 22 ( d ) 参照 ) に対応させて、開口部 12a を設ける。

30

【 0078 】

そして、工程 S 31 では、高さ対幅のアスペクト比が 3 以上の透明な隔壁 12 を 1 分間当たり 20  $\mu$ m 程度の高さで形成する。この場合、使用する感光性樹脂は、一例として日本化薬株式会社製の SU - 8 3000 等の高アスペクト材料が望ましい。

【 0079 】

次に、反射膜の形成 ( 工程 S 32 ) では、LED アレイ基板 1 上に形成された隔壁 12 側から、スパッタリング等の成膜技術を適用して例えばアルミニウムやアルミ合金等の反射膜 13 を所定の厚みに成膜する。なお、工程 S 32 では、メッキにより、反射膜 13 を所定の厚みに成膜するようにしてもよい。図 22 ( b ) は、反射膜 13 を成膜した後の状態を示している。

40

【 0080 】

続いて、反射膜のレーザ加工 ( 工程 S 23 ) では、不要な反射膜 13 の除去を行なう。具体的には、工程 S 23 では、反射膜 13 のレーザ加工に適したレーザ照射により、隔壁 12 によって囲まれた開口の上部を覆う反射膜 13 が除去される。また、工程 S 23 では、このレーザ照射により、開口内の側面を除く領域にある反射膜 13 が除去される。この

50

場合、例えば第2高調波（SHG：Second-Harmonic Generation）であるナノ秒レーザーの波長532nm、第3高調波（THG：Third-Harmonic Generation）である波長355nm、第4高調波である波長266nmから選択したYAGレーザーによるレーザー照射が行なわれる。そして、反射膜13のレーザー加工により、LEDアレイ基板1と接触している開口の底部に被着した反射膜13も除去される。図22（c）は、レーザー加工後の隔壁12に反射膜13が形成された状態を示している。

#### 【0081】

次に、蛍光材の充填（工程S34）では、RGBの蛍光材として、赤色の蛍光色素を赤色対応の開口に充填して蛍光材層11Rとし、緑色の蛍光色素を緑色対応の開口に充填して蛍光材層11Gとし、青色の蛍光色素を青色対応の開口に充填して蛍光材層11Bを形成する。具体的には、工程S34では、赤色の蛍光色素14を含有するレジストを塗布した後、フォトリソマスクを使用して露光し、現像し、バークすることにより、赤色に対応した開口に赤色の蛍光材層11Rを形成する。この場合、上記レジストは、粒子径の大きい蛍光色素14aと粒子径の小さい蛍光色素14bとを混合、分散させたものである。

10

#### 【0082】

工程S34では、上記の赤色に対応した開口に赤色の蛍光材層11Rを形成した手法を、同様に適用して、緑色に対応した開口に緑色の蛍光材層11Gを形成する。また、工程S34では、上記の赤色に対応した開口に赤色の蛍光材層11Rを形成した手法を、同様に適用して、青色に対応した開口に青色の蛍光材層11Bを形成する。

20

#### 【0083】

図22（d）は、RGBの蛍光材を充填した後の状態を示す図である。このようにして、蛍光材の充填（工程S34）では、図22（d）に示すように蛍光発光層11をLEDアレイ基板1上に形成できる。

#### 【0084】

ここで、上述した平坦化膜の形成（工程S9）では、平坦化膜9を積層する厚みが問題となる。図23は、平坦化膜の厚みが発光に及ぼす影響を示す説明図である。平坦化膜9の厚み（T）は、隔壁12の底面からLED3の光放出面32までの距離を示している。工程S9では、平坦化膜9の厚み（T）を持たないようにしてもよい場合や、所定の厚みを持たせた方がよい場合がある（図23（a）参照）。図23（a）は、図22（a）と同様、図20（a）のP-P線断面図に隔壁12が形成された状態を示している。

30

#### 【0085】

一方、図23（b）では、厚み（T）を図23（a）と比較して大きくしている。すなわち、平坦化膜9の厚み（T）によっては、LED3の光放出面32から放出される光が隣接する蛍光材層に入射することが起こり得る。この場合、例えば隣接する蛍光材層の真下に位置するLED3の発光をオフ（消灯）にしている場合、隣接する蛍光材層も蛍光FLを発光して混色を起こし得る（図23（b）参照）。そこで、平坦化膜9の厚み（T）は、最適化されることが望ましい。

#### 【0086】

図23（c）は、平坦化膜の厚み（T）の最適化を行なうための説明図である。平坦化膜9の厚み（T）は、隔壁12の幅D1、LED3の横幅D2、LED3の光放出面32から放出される光の射出角度（ $\theta$ ）を含むパラメータに依存して求まる。ここで、光放出面32から放出される光の射出角度（ $\theta$ ）とは、図23（c）の断面図において、光放出面32の水平線と光の射出方向を示す矢印Aのベクトルが交わる角度とする。すなわち、平坦化膜9は、光の射出角度（ $\theta$ ）に基づいて、光放出面32上の厚み（T）が定められている。

40

#### 【0087】

詳細には、まず、隔壁12の幅D1、LED3の横幅D2が定められると、射出角度（ $\theta$ ）に基づいて定まる光の射出方向を示す矢印Aのベクトルが隣接する蛍光材層に入射しないようにするため、図23（a）に示すように平坦化膜の厚み（T）が求められる。したがって、上述したとおり、隔壁12の幅D1、LED3の横幅D2、LED3の光放

50

面 3 2 から放出される光の射出角度 ( ) を含むパラメータに基づいて、平坦化膜 9 の厚み ( T ) を最適化することにより、上述した混色の問題を回避することができる。

【 0 0 8 8 】

以上より、本発明によるマイクロ L E D ディスプレイの製造方法によれば、上述したように本発明によるマイクロ L E D 実装構造を含むマイクロ L E D ディスプレイを製造することができる。これにより、マイクロ L E D ディスプレイの製造段階におけるマイクロ L E D の接続不良による歩留りを改善することができる。

【 0 0 8 9 】

なお、上記実施形態では、電極部としてバンプ電極 7 を採用したが、配線基板 4 の表面に電極部としてバンプのない電極配線を設けたものであってもよい。ここで、L E D 3 の L E D 電極 3 1 a、3 1 b (例えば、電極サイズが  $20 \mu\text{m} \times 20 \mu\text{m}$  以下の場合) に対しては、接着面が微小なため、半田による接合や異方性導電フィルム ( A C F : Anisotropic Conductive Film ) を用いて接着することが困難であった。上記実施形態では、電極サイズが  $20 \mu\text{m} \times 20 \mu\text{m}$  以下の場合であっても、L E D 3 に別途接着部を設けることなく、L E D 3 の L E D 電極 3 1 a、3 1 b と配線基板 4 のバンプ電極 7 との確実な接続が容易にできることを示した。つまり、上記実施形態では、電極面同士の接着と L E D 3 の側面の接着を特徴とし、L E D 3 のような微小なマイクロ L E D に対しても安定した接続と強い接着力を得ることができる。

【 符号の説明 】

【 0 0 9 0 】

- 1 ... L E D アレイ基板 ( マイクロ L E D 実装構造 )
- 2 ... 蛍光発光層アレイ
- 3 ... マイクロ L E D
- 4 ... 配線基板
- 6 ... 第 1 の接着剤
- 7 ... バンプ電極
- 8 ... 第 2 の接着剤
- 9 ... 平坦化膜
- 1 1 ... 蛍光発光層
- 2 1 ... セル
- 3 1 a、3 1 b ... L E D 電極
- 3 2 ... 光放出面

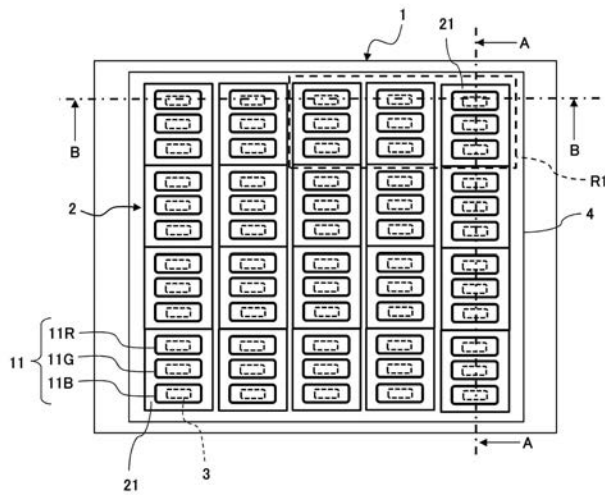
10

20

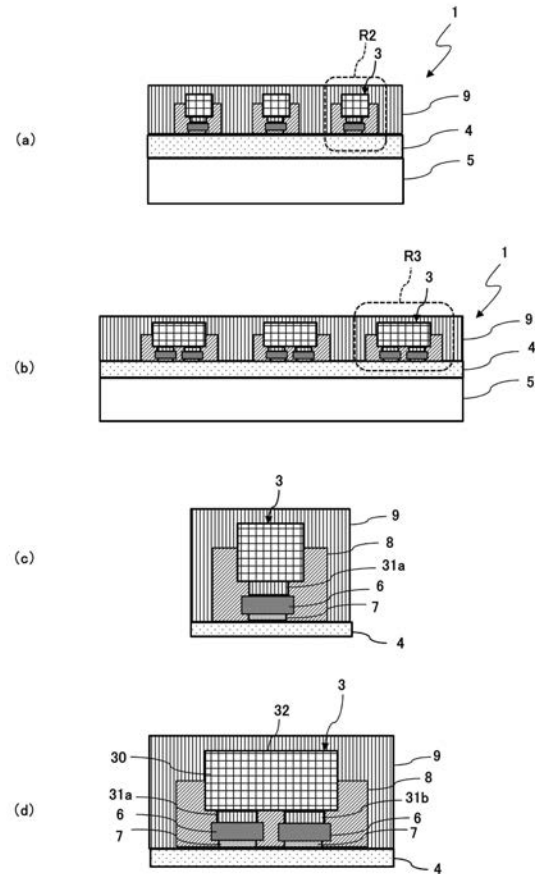
30



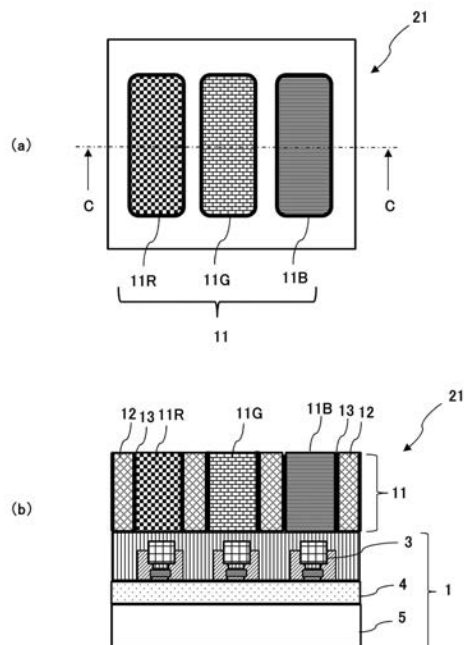
【図 1】



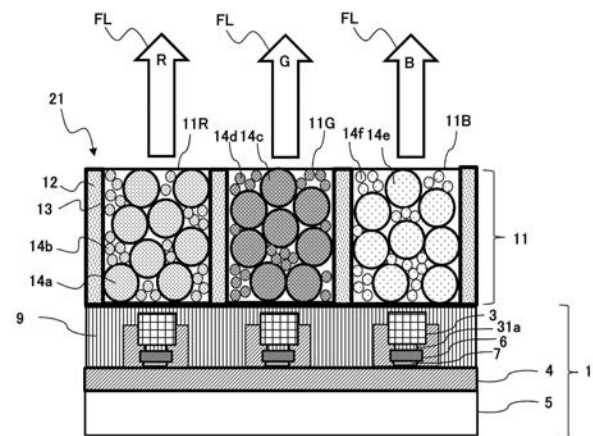
【図 2】



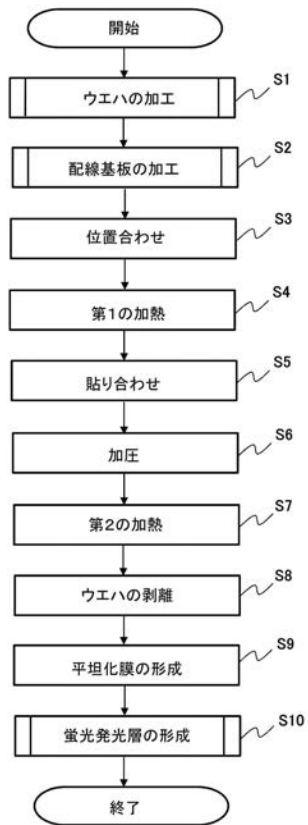
【図 3】



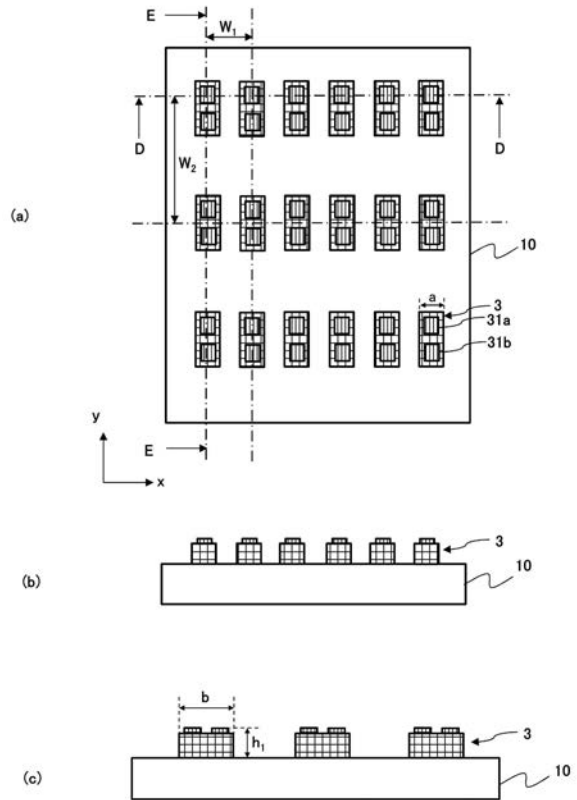
【図 4】



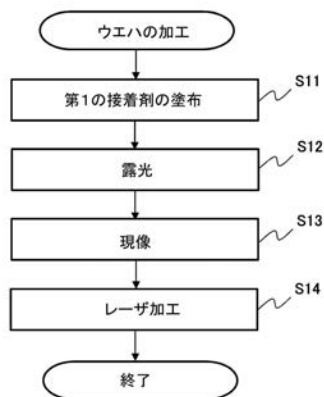
【図 5】



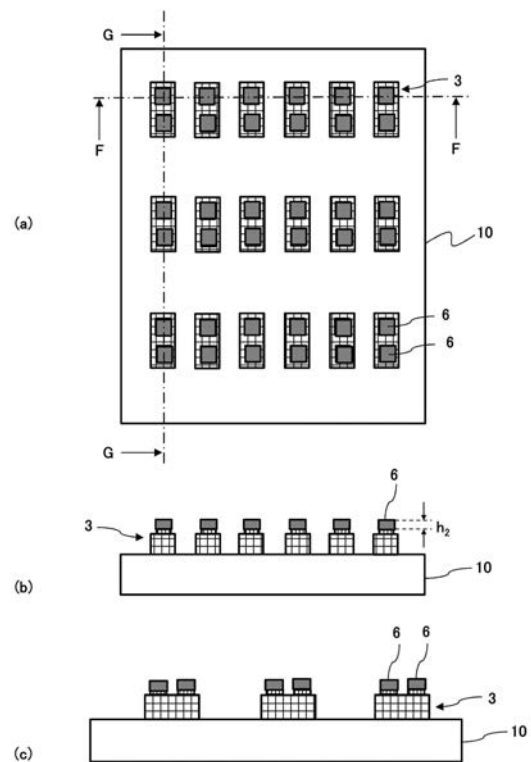
【図 6】



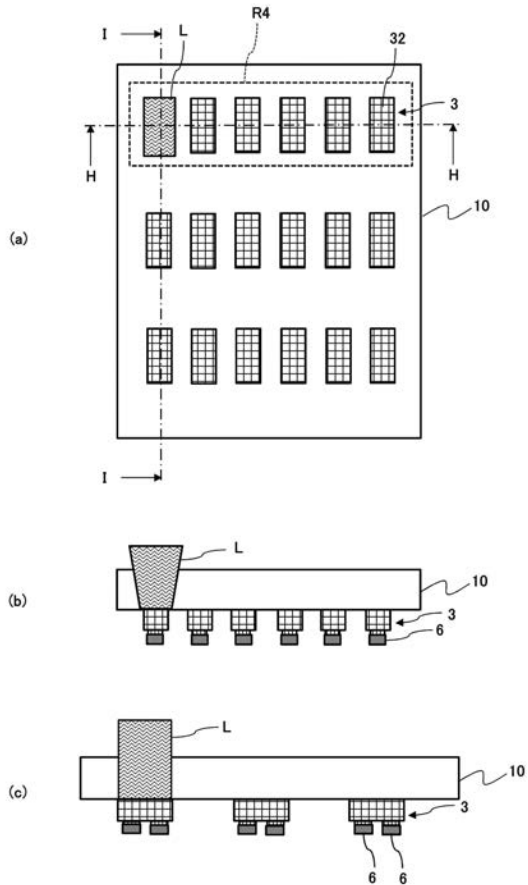
【図 7】



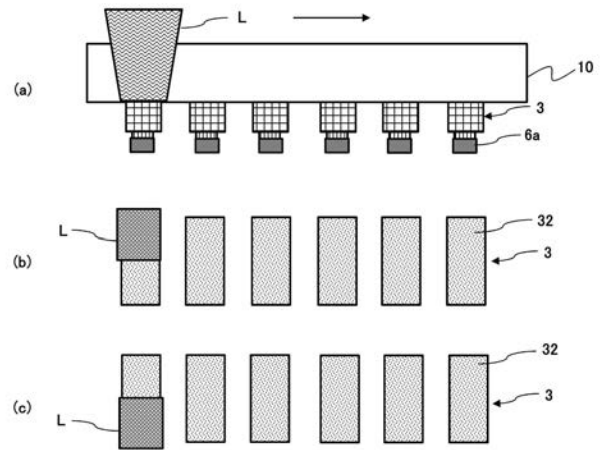
【図 8】



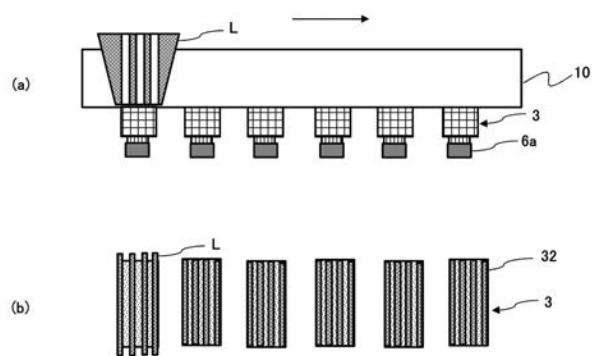
【図 9】



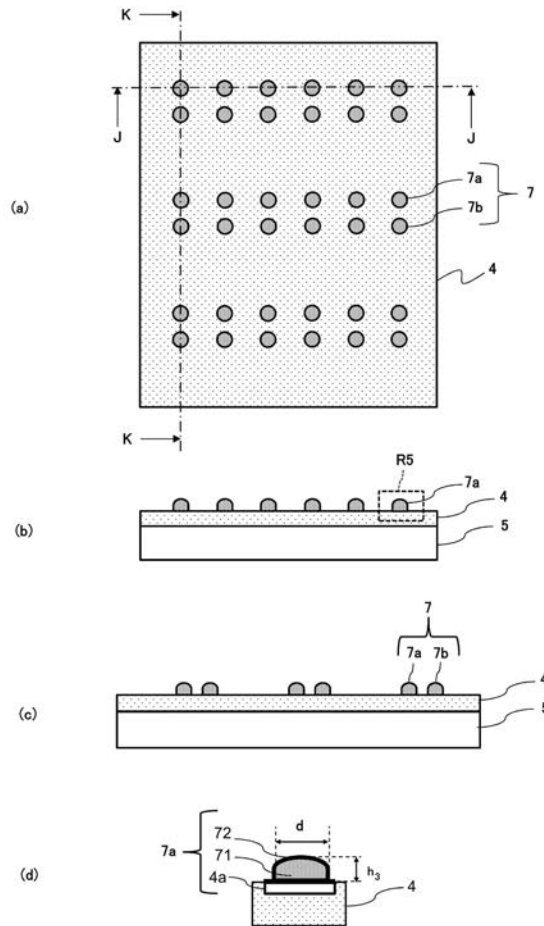
【図 10】



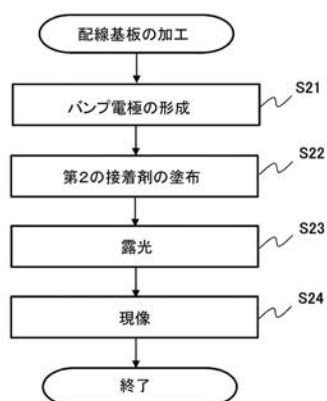
【図 11】



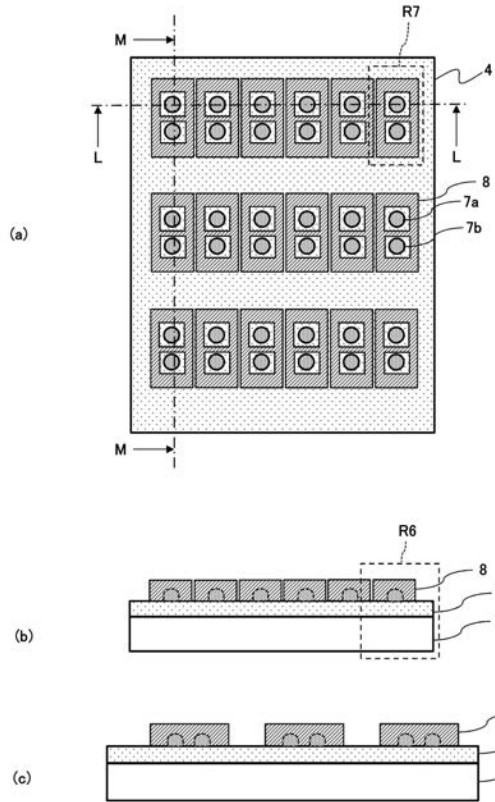
【図 13】



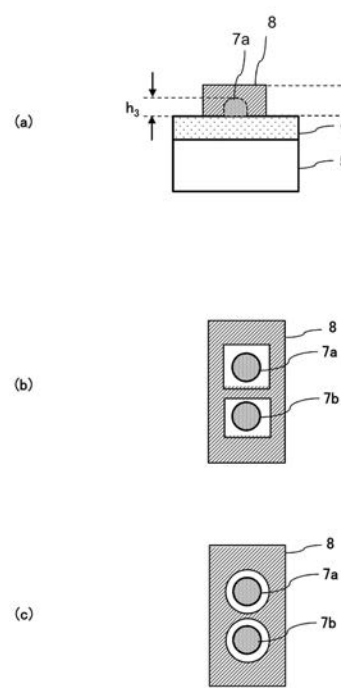
【図 12】



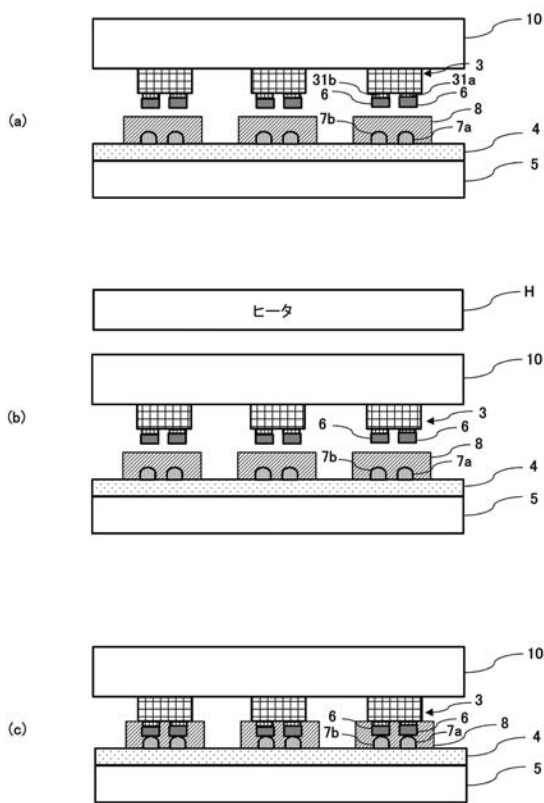
【図 14】



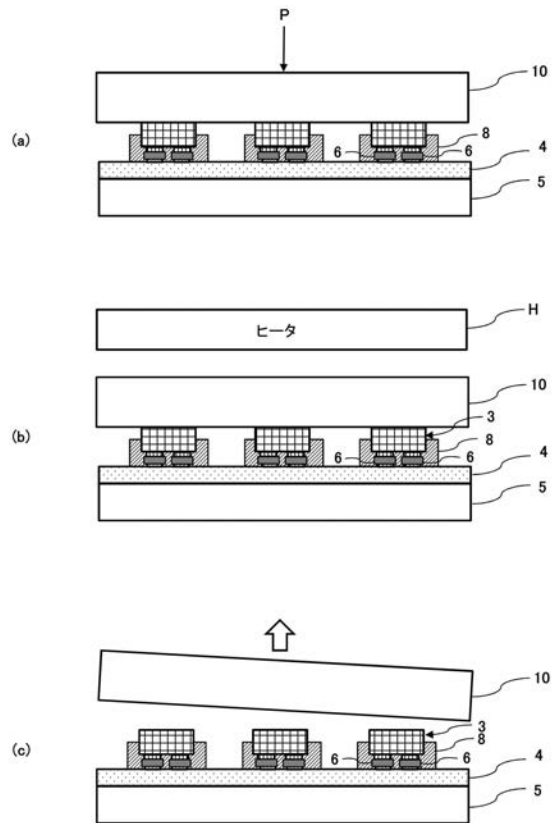
【図 15】



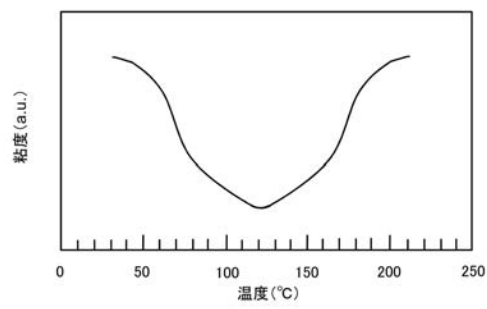
【図 16】



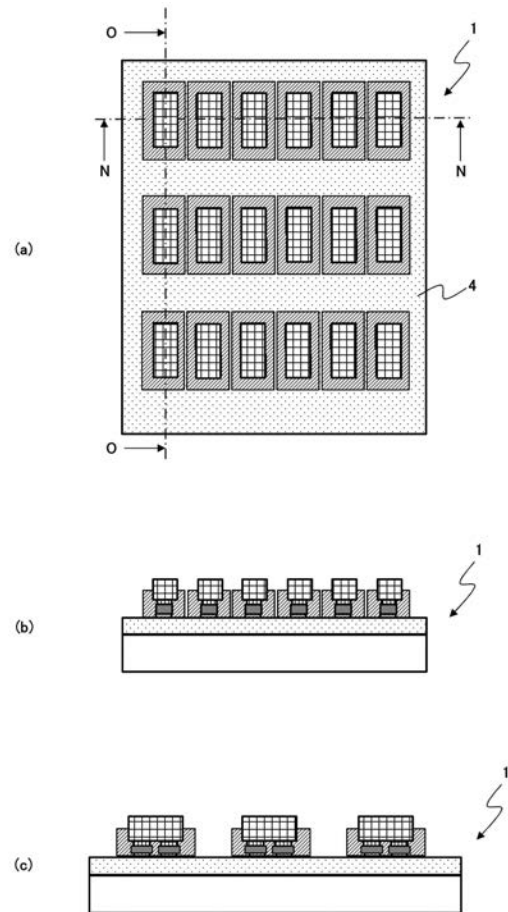
【図 17】



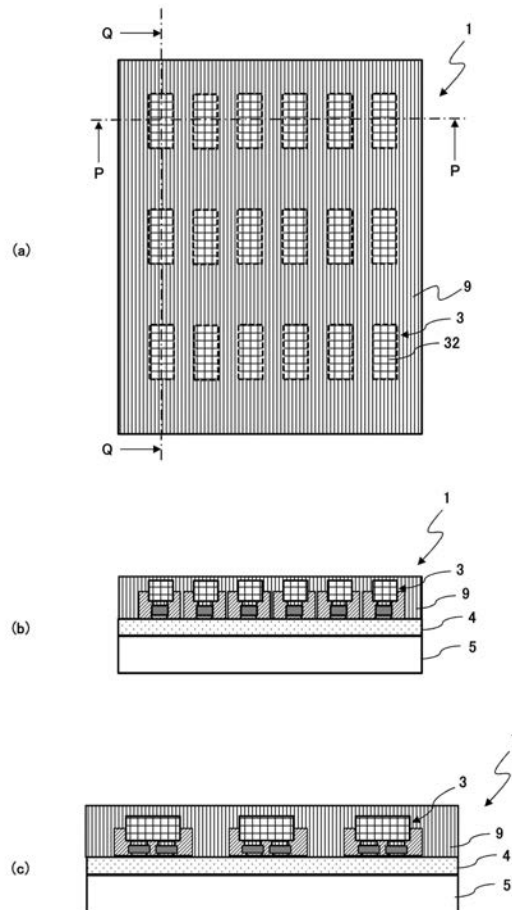
【図 18】



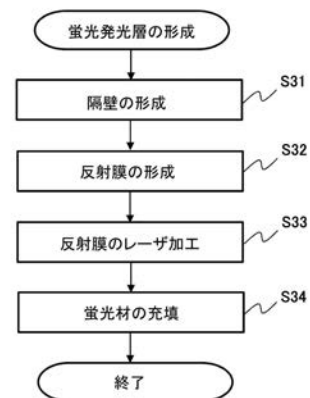
【図 19】



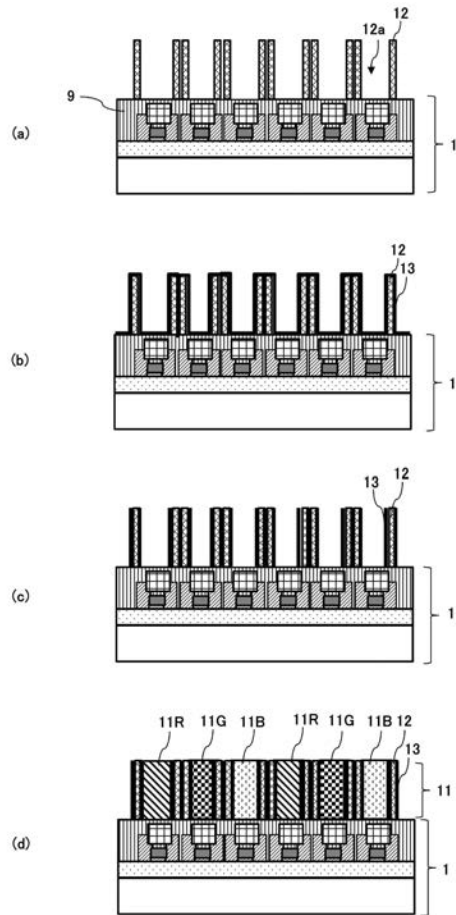
【図 20】



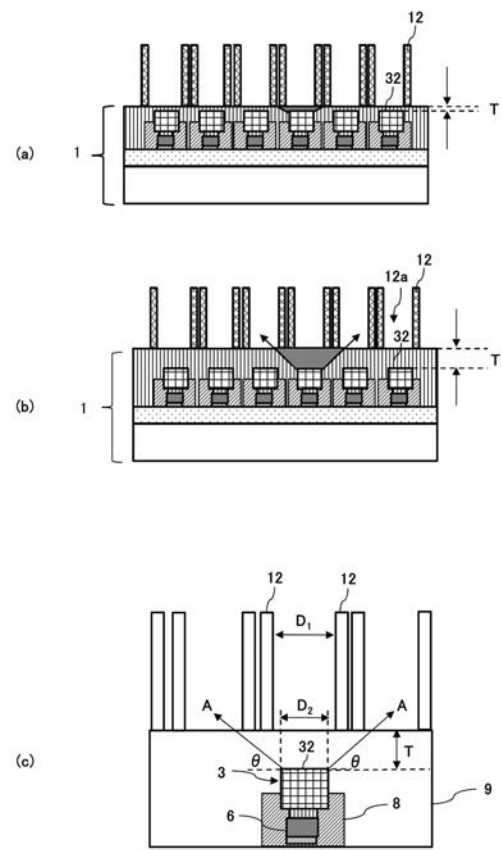
【図 21】



【図 22】



【図 23】



---

フロントページの続き

(72)発明者 平野 貴文

神奈川県横浜市保土ヶ谷区神戸町 1 3 4 番地 株式会社ブイ・テクノロジー内

(72)発明者 大倉 直也

神奈川県横浜市保土ヶ谷区神戸町 1 3 4 番地 株式会社ブイ・テクノロジー内

F ターム(参考) 5C094 AA43 BA25 CA19 DA11 DB01 FA02 FB06 FB12 FB14 FB15  
FB20 GB01  
5F142 AA32 AA54 AA58 AA88 BA02 BA32 CA11 CA13 CB03 CB14  
CB23 CD02 CD17 CE03 CE13 CG03 DA13 DA72 DA73 FA14  
FA26 FA32 GA02

专利名称(译)	Micro LED安装结构，Micro LED显示器以及Micro LED显示器的制造方法		
公开(公告)号	<a href="#">JP2020092159A</a>	公开(公告)日	2020-06-11
申请号	JP2018227975	申请日	2018-12-05
[标]申请(专利权)人(译)	V科技股份有限公司		
申请(专利权)人(译)	有限公司航标科技		
[标]发明人	柳川良勝 平野貴文		
发明人	柳川 良勝 平野 貴文 大倉 直也		
IPC分类号	H01L33/48 H01L33/50 G09F9/33		
CPC分类号	G09F9/33 H01L33/36 H01L33/48 H01L33/50 H01L33/62		
FI分类号	H01L33/48 H01L33/50 G09F9/33		
F-TERM分类号	5C094/AA43 5C094/BA25 5C094/CA19 5C094/DA11 5C094/DB01 5C094/FA02 5C094/FB06 5C094/FB12 5C094/FB14 5C094/FB15 5C094/FB20 5C094/GB01 5F142/AA32 5F142/AA54 5F142/AA58 5F142/AA88 5F142/BA02 5F142/BA32 5F142/CA11 5F142/CA13 5F142/CB03 5F142/CB14 5F142/CB23 5F142/CD02 5F142/CD17 5F142/CE03 5F142/CE13 5F142/CG03 5F142/DA13 5F142/DA72 5F142/DA73 5F142/FA14 5F142/FA26 5F142/FA32 5F142/GA02		
代理人(译)	小川 护晃		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a>		

## 摘要(译)

解决的问题：提供一种能够可靠地粘附并导通微型LED的电极和布线板的电极部分，同时牢固地连接微型LED和布线板的方法。提供一种微型LED安装结构（1），其对应于布线板（4）的位置，该布线板（4）具有按照预定布置布置在一侧上的电极部分（7）和电极部分（7），以及从紫外到蓝色的波长带。发出具有特定光谱的光的光具有在相对的一个表面上电连接到电极部分7的电极31a和31b，并发射向另一表面发射的光。设置具有发光面32的微型LED 3，通过具有导电性的热固性第一粘接剂6将电极31a，31b与电极部7接合，并设置微型LED 3的周侧面。一部分或全部被具有绝缘性的热固性第二粘合剂8围绕而被粘合，并且微型LED 3经由第二粘合剂8被固定至布线板4。.. [选择图]图2

