

(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2020-43209

(P2020-43209A)

(43) 公開日 令和2年3月19日(2020.3.19)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード(参考)
HO 1 L 33/62 (2010.01)	HO 1 L 33/62	5C094
HO 1 L 33/32 (2010.01)	HO 1 L 33/32	5F142
HO 1 L 23/12 (2006.01)	HO 1 L 23/12 5O1P	5F241
GO 9 F 9/30 (2006.01)	GO 9 F 9/30 33O	5G435
GO 9 F 9/33 (2006.01)	GO 9 F 9/33	

審査請求 未請求 請求項の数 10 O L (全 20 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2018-169040 (P2018-169040)
 (22) 出願日 平成30年9月10日 (2018.9.10)

(71) 出願人 504157024
 国立大学法人東北大学
 宮城県仙台市青葉区片平二丁目1番1号

(71) 出願人 313003358
 東北マイクロテック株式会社
 宮城県仙台市青葉区荒巻字青葉6-6-4
 O T-B i z 2 O 3

(74) 代理人 110000626
 特許業務法人 英知国際特許事務所

(72) 発明者 福島 晋史
 宮城県仙台市青葉区片平二丁目1番1号
 国立大学法人東北大学内

(72) 発明者 元吉 真
 宮城県仙台市青葉区荒巻字青葉6-6-4
 O 東北マイクロテック株式会社内
 最終頁に続く

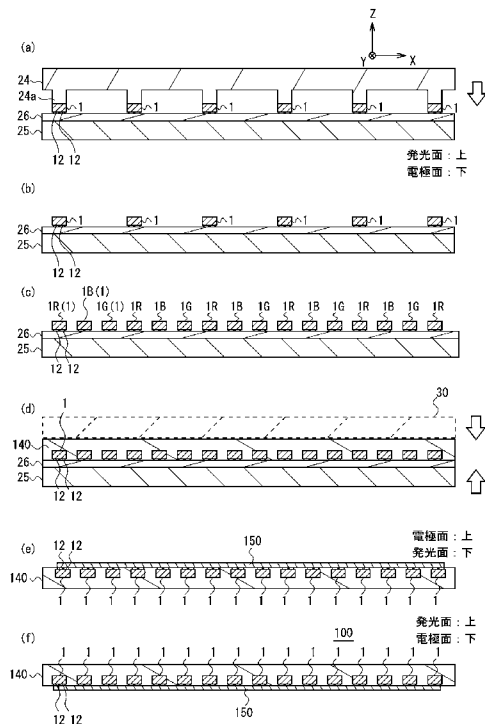
(54) 【発明の名称】 マイクロLEDアレイの製造方法、及びマイクロLEDディスプレイの製造方法、並びにマイクロLEDアレイ、及びマイクロLEDディスプレイ

(57) 【要約】

【課題】半田接合法やワイヤボンディングによらずに、マイクロLEDを破損することなく、簡単に、高精度に、高い歩留まりで、高スループットで、マイクロLEDアレイ、マイクロLEDディスプレイを製造する。

【解決手段】マイクロLEDアレイの製造方法は、一方の面側に電極が形成されている複数のマイクロLEDを支持基板の規定の位置に、マイクロLEDの電極が支持基板に向き合うように配置する工程と、マイクロLEDを埋設するように透光体を形成する工程と、透光体およびマイクロLEDから支持基板を離間させ、透光体により保持されたマイクロLEDの電極を露出させる工程と、透光体から露出しているマイクロLEDの電極、および透光体の一方の面側の一部分に、電極と電気的に接続する所定のパターンの配線を形成する工程と、を有する。

【選択図】 図5



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

一方の面側に電極が形成されている複数のマイクロLEDを支持基板の規定の位置に、前記マイクロLEDの電極が前記支持基板に向き合うように配置する工程と、
前記マイクロLEDを埋設するように透光体を形成する工程と、
前記透光体および前記マイクロLEDから前記支持基板を離間させ、前記透光体により保持された前記マイクロLEDの電極を露出させる工程と、
前記透光体から露出している前記マイクロLEDの電極、および前記電極が露出している前記透光体の一方の面側の一部分に、前記電極と電氣的に接続する所定のパターンの配線を形成する工程と、を有することを特徴とするマイクロLEDアレイの製造方法。

10

【請求項 2】

前記透光体を形成する工程は、液状体を前記複数のマイクロLEDに塗布し、又は顆粒状の固体樹脂を前記複数のマイクロLED上に載置し、或いはシート状のフィルム樹脂を前記複数のマイクロLED上に載置し、圧縮成形により前記透光体を形成することを特徴とする請求項 1 に記載のマイクロLEDアレイの製造方法。

【請求項 3】

前記複数のマイクロLEDを前記支持基板に配置する工程は、前記支持基板に設けた弱粘着性の接着部材に、前記複数のマイクロLEDを配置することを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載のマイクロLEDアレイの製造方法。

20

【請求項 4】

前記複数のマイクロLEDを前記支持基板に配置する工程は、間引き法、またはテープエキスパンド法により、前記複数のマイクロLEDのピッチを大きくする工程を有することを特徴とする請求項 1 から請求項 3 の何れか 1 項に記載のマイクロLEDアレイの製造方法。

【請求項 5】

前記配線を形成する工程は、半導体プロセス、印刷、若しくは蒸着により前記所定のパターンの配線を形成することを特徴とする請求項 1 から請求項 4 の何れか 1 項に記載のマイクロLEDアレイの製造方法。

【請求項 6】

前記マイクロLEDを配置する工程は、スイッチ回路又は前記スイッチ回路を含むチップが前記支持基板に向き合うように、前記マイクロLEDに並設し、
前記透光体を形成する工程は、前記スイッチ回路又は前記チップを前記マイクロLEDと並設するように前記透光体に埋設し、
前記支持基板を離間させる工程は、前記スイッチ回路又は前記チップから前記支持基板を離間させ、前記透光体により保持された前記スイッチ回路又は前記チップの全部又は一部分を露出させ、

30

前記配線を形成する工程は、前記透光体から露出している前記スイッチ回路又は前記チップ、前記マイクロLEDの電極、および前記電極が露出している前記透光体の一方の面側の一部分に、前記スイッチ回路又は前記チップと電氣的に接続する前記配線を形成することを特徴とする請求項 1 から請求項 5 の何れか 1 項に記載のマイクロLEDアレイの製造方法。

40

【請求項 7】

請求項 1 から請求項 5 の何れか 1 項に記載のマイクロLEDアレイの製造方法により、複数のマイクロLEDが格子状に配置されたマイクロLEDディスプレイを作製することを特徴とするマイクロLEDディスプレイの製造方法。

【請求項 8】

規定の厚みの透光体と、
光射出方向と反対側の端部に電極を有し、前記電極が前記透光体の一方の面に沿って配置された状態で、規定の位置に埋設されている複数のマイクロLEDと、

50

前記マイクロLEDの電極、および前記透光体の一方の面に、半導体プロセス、印刷、若しくは蒸着により形成され、前記電極と電氣的に接続されている所定パターンの配線と、を有し、

前記マイクロLEDの電極と前記配線の一部分とが直接接合、又は拡散接合していることを特徴とするマイクロLEDアレイ。

【請求項9】

前記マイクロLEDと前記配線により接続され、前記透光体に埋設されているスイッチ回路、又は前記スイッチ回路を含むチップを有することを特徴とする請求項7に記載のマイクロLEDアレイ。

【請求項10】

請求項8または9に記載のマイクロLEDアレイを有し、複数のマイクロLEDが格子状に配置されていることを特徴とするマイクロLEDディスプレイ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、マイクロLEDアレイの製造方法、及びマイクロLEDディスプレイの製造方法、並びにマイクロLEDアレイ、及びマイクロLEDディスプレイに関する。

【背景技術】

【0002】

所謂FPD(Flat Panel Display)の分野では、LCD(Liquid Crystal Display)やPD(Plasma Display)からOLED(Organic Light Emitting Device)へと発展し、次の世代としてマイクロLED(Light Emitting DeviceまたはDiode)を備えたマイクロLEDディスプレイが注目されている。

【0003】

一般的なマイクロLEDディスプレイにおけるマイクロLEDの搭載方法の例を説明する。

(A)例えば、マイクロLEDを、マイクロLEDの電極が上側となるようにディスプレイ基板に実装し、ワイヤボンディングなどの接合技術により、ディスプレイ基板とマイクロLEDの電極とを電氣的に接続することで、マイクロLEDディスプレイを製造する。

(B)特許文献1には、LED素子の電極を、回路基板上の対応する電極対(バンブ(突起状の端子))に圧着させる技術が記載されている。

(C)また特許文献2には、複数のマイクロLEDを含むマイクロLEDパネルと、各マイクロLEDにそれぞれ対応する複数のCMOSセルを含むCMOSバックプレーンとを備え、各マイクロLEDを、CMOSバックプレーン上に形成された各CMOSセルにそれぞれ対応するようにバンブを用いてフリップチップボンディングする技術が記載されている。

【0004】

次に、半田接合法により、マイクロLEDをディスプレイ基板へ実装する方法の一例を説明する。

例えば、図9(a)に示すように、支持基板50の下面にマイクロLED1zの電極(不図示)が下側、発光面が上側となるように、複数のマイクロLED1zを保持する。支持基板50の下方にディスプレイ基板60を配置する。ディスプレイ基板60上に配線(不図示)や微小な突起状の半田(バンブ)61を形成する。

そして、図9(b)に示すように、チップ状のマイクロLED1zをディスプレイ基板60上に実装し、マイクロLED1zの電極と突起状の半田61を電氣的に接合(半田接合)することで、マイクロLED1zの電極とディスプレイ基板60の配線とが接続される。そして、図9(c)に示すように、支持基板50を取り除く。

上記一連の工程により、マイクロLEDを搭載したマイクロLEDディスプレイが作製される。

10

20

30

40

50

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2010-199565号公報

【特許文献2】特開2018-14481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、マイクロLEDは、厚さ約10 μ m以下の化合物半導体で構成されているため、外力に対して非常に脆い。上述した半田接合法により、マイクロLEDをディスプレイ基板に実装する場合、マイクロLEDのチップの高さのばらつきや、半田の高さのばらつきにより、不要な外力がマイクロLEDに加わり、マイクロLEDが破損する虞がある。また、マイクロLEDディスプレイの作製の歩留まりが低下する虞がある。更に、マイクロLEDの電極と、突起状の半田（バンプ）を短時間に高精度に位置合わせすることは極めて困難である。

10

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明のマイクロLEDアレイの製造方法は、少なくとも以下の構成を具備するものである。

20

マイクロLEDアレイの製造方法は、

一方の面側に電極が形成されている複数のマイクロLEDを支持基板の規定の位置に、前記マイクロLEDの電極が前記支持基板に向き合うように配置する工程と、

前記マイクロLEDを埋設するように透光体を形成する工程と、

前記透光体および前記マイクロLEDから前記支持基板を離間させ、前記透光体により保持された前記マイクロLEDの電極を露出させる工程と、

前記透光体から露出している前記マイクロLEDの電極、および前記電極が露出している前記透光体の一方の面側の一部分に、前記電極と電氣的に接続する所定のパターンの配線を形成する工程と、を有することを特徴とする。

【0008】

また、本発明のマイクロLEDディスプレイの製造方法は、上記本発明のマイクロLEDアレイの製造方法により、複数のマイクロLEDが格子状に配置されたマイクロLEDディスプレイを作製することを特徴とする。

30

【0009】

また、本発明のマイクロLEDアレイは、少なくとも以下の構成を具備するものである。

マイクロLEDアレイは、

規定の厚みの透光体と、

光射出方向と反対側の端部に電極を有し、前記電極が前記透光体の一方の面に沿って配置された状態で、規定の位置に埋設されている複数のマイクロLEDと、

前記マイクロLEDの電極、および前記透光体の一方の面に、半導体プロセス、印刷、若しくは蒸着により形成され、前記電極と電氣的に接続されている所定パターン of 配線と、を有し、

40

前記マイクロLEDの電極と前記配線の一部分とが直接接合、又は拡散接合していることを特徴とする。

【0010】

また、本発明のマイクロLEDディスプレイは、上記本発明のマイクロLEDアレイを有し、複数のマイクロLEDが格子状に配置されていることを特徴とする。

【発明の効果】

【0011】

本発明によれば、半田接合法によらずに、マイクロLEDを破損することなく、簡単に

50

、高精度に、高い歩留まりで、高スループットで作製可能なマイクロLEDアレイやマイクロLEDディスプレイの製造方法を提供することができる。

また、簡単な構造で、マイクロLEDの電極と配線とが確実に電氣的に接続されている、マイクロLEDアレイやマイクロLEDディスプレイを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図1】本発明の一実施形態に係るマイクロLEDアレイ（マイクロLEDディスプレイ）の一例を示す平面図であり、（a）はセル毎に3個のマイクロLEDを備えたマイクロLEDディスプレイの一例を説明するための図、（b）はセル毎に9個のマイクロLEDを備えたマイクロLEDディスプレイの一例を示すための図、（c）はマイクロLEDアレイ（リニアアレイ）の一例を示す図である。

10

【図2】本発明の一実施形態に係るマイクロLEDアレイやマイクロLEDディスプレイの断面の一例を示す概念図である。

【図3】本発明の一実施形態に係るマイクロLEDアレイやマイクロLEDディスプレイの製造方法のフローチャートの一例を示す図である。

【図4】本発明の一実施形態に係るマイクロLEDアレイやマイクロLEDディスプレイの製造方法の一例を説明するための図であり、（a）は基板（サファイア基板等）の一方の面（下面側）にマイクロLEDを配置した状態の一例を示す図、（b）は機能性接着部材が設けられた支持基板の機能性接着部材上にマイクロLEDを配置した状態の一例を示す図、（c）はレーザリフトオフ（LLO）等によりマイクロLEDからサファイア基板を取り除いた状態の一例を示す図、（d）はピックアッププレートによりマイクロLEDのピッチを変換する工程を説明するための図である。

20

【図5】本発明の一実施形態に係るマイクロLEDアレイやマイクロLEDディスプレイの製造方法の一例を説明するための図であり、（a）は機能性接着部材が設けられた支持基板（圧縮成形基板）の機能性接着部材上に、マイクロLEDを配置した状態の一例を示す図、（b）はマイクロLEDからピックアッププレートを取り除いた状態の一例を示す図、（c）は異なる発光色のマイクロLEDを支持基板（圧縮成形基板）上に配置した状態の一例を示す図、（d）は支持基板の一方の面及びマイクロLEDを覆うように液状の透光体を塗布したのち硬化（圧縮成形等）した状態の一例を示す図、（e）は（d）に示す支持基板（圧縮成形基板）を取り除きマイクロLED及び透光体を上下反転し、マイクロLEDの電極に配線を形成した状態の一例を示す図、（f）は（e）に示すマイクロLEDが埋設されている透光体を上下反転させた状態の一例を示す図である。

30

【図6】本発明の実施形態に係るマイクロLEDアレイやマイクロLEDディスプレイのテープエキスパンド法による製造方法の一例を説明するための図であり、（a）は基板（サファイア基板等）の一方の面（下面側）にマイクロLEDを作製した状態の一例を示す図、（b）はエキスパンドテープをマイクロLEDの電極側に配置した状態の一例を示す図、（c）はレーザリフトオフ（LLO）等によりマイクロLEDからサファイア基板を取り除いた状態の一例を示す図、（d）はピッチ変換工程においてエキスパンドテープを面内方向に伸長した状態の一例を示す図、（e）はマイクロLEDの発光面側に硬性の支持基板を配置した状態の一例を示す図、（f）は（e）のエキスパンドテープを取り除いた状態のマイクロLED及び支持基板の一例を示す図である。

40

【図7】マイクロLEDとスイッチ回路又はスイッチ回路を含むチップを備えたマイクロLEDディスプレイの製造方法の一例を説明するための図であり、（a）は圧縮成形用サポート基板の上面に機能性接着部材が設けられ、接着部材上に液状の透明樹脂が塗布され、圧縮成形用サポート基板の上方に、転写用圧縮成形基板が配置され、転写用圧縮成形基板の下側平坦面に機能性接着部材が設けられ、機能性接着部材にマイクロLEDと、スイッチ回路又はスイッチ回路を含むチップが規定位置に配設された状態の一例を示す図、（b）は転写用圧縮成形基板と圧縮成形用サポート基板が所定の距離となるように近づけて透明樹脂を圧縮成形させた状態の一例を示す図、（c）は転写用圧縮成形基板に設けられた粘着層をマイクロLED、スイッチ回路又はスイッチ回路を含むチップ、透明樹脂（透

50

光体)から離間させた状態の一例を示す図、(d)はマイクロLEDの電極、スイッチ回路又はスイッチ回路を含むチップ、透明樹脂(透光体)の上面に所定のパターンの配線を設け、配線上に絶縁膜を設けた状態の一例を示す図である。

【図8】(a)は発光面側に凸形状部が設けられた透光体を有するマイクロLEDディスプレイの一例を示す図、(b)は発光面側に凹形状部が設けられた透光体を有するマイクロLEDディスプレイの一例を示す図である。

【図9】比較例の半田接合法によるマイクロLEDディスプレイの製造方法の一例を示す図であり、(a)はディスプレイ基板上に微小半田が設けられており、支持基板の下面にマイクロLEDが支持されている状態の一例を示す図、(b)はマイクロLEDをディスプレイ基板上に実装し、マイクロLEDの電極とディスプレイ基板の配線を半田接合した状態の一例を示す図、(c)は支持基板を取り除いた状態のマイクロLEDディスプレイの一例を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0013】

本発明の一実施形態に係るマイクロLEDアレイの製造方法では、ワイヤボンディング接合技術や半田接合技術を使わずに、複数のマイクロLEDをディスプレイ基板(透光体)に埋設した後、露出しているマイクロLEDの電極に配線を電氣的に接合する。

詳細には、本発明の一実施形態に係るマイクロLEDアレイの製造方法は、一方の面側に電極が形成されているマイクロLEDを複数備え、その複数のマイクロLEDを支持基板の規定の位置に、マイクロLEDの電極が前記支持基板に向き合うように配置する工程と、マイクロLEDを埋設するように透光体を形成する工程と、透光体およびマイクロLEDから支持基板を離間させ、透光体により保持されたマイクロLEDの電極を露出させる工程と、透光体から露出しているマイクロLEDの電極、および電極が露出している透光体の一方の面側の一部分に、電極と電氣的に接続する所定のパターンの配線を形成する工程と、を有する。

具体的には、マイクロLEDを、透明プラスチック基板などのディスプレイ基板に内蔵させて搭載し、フォトリソグラフィ等の半導体プロセス、印刷、若しくは蒸着、などの配線形成工程により、マイクロLEDの電極及びディスプレイ基板(透明プラスチック基板等)に配線を形成して、マイクロLED電極と配線とを直接接合、又は拡散結合により電氣的に接続する。

本実施形態では、拡散接合とは、金属製の電極と、金属製の配線を、それらの金属の融点以下の温度条件で、塑性変形をできるだけ生じない程度に加圧して、接合面間に生じる原子の拡散を利用して接合するものである。

また、本実施形態では、直接接合とは、原子レベルの粗さ(RMS 1nm以下)に平坦化した金属面同士を熱圧着して、接着剤無しに原子レベルで金属と金属を接合するものである。

なお、マイクロLEDの接合で一般的なものは半田接合であるが、これは母材の金属と金属の間隙に母材の金属よりも融点の低い金属(半田)を溶融・流入せしめて接合する方法であり、これは厳密には拡散接合と異なるものである。

【0014】

以下、図面を参照しながら本発明の一実施形態を説明する。本発明の実施形態は図示の内容を含むが、これのみに限定されるものではない。尚、以後の各図の説明で、既に説明した部位と共通する部分は同一符号を付して重複説明を一部省略する。

また、図面は、模式的なものであり、厚みと平面寸法との関係、各層の厚みの比率等は現実のものとは異なる場合がある。また、図面相互間においても互いの寸法の関係や比率が異なる部分が含まれている場合がある。

又、以下に示す実施形態は、本発明の技術的思想を具体化するための方法等を例示するものであって、本発明の技術的思想は、構成部品の材質、形状、構造、配置等を下記のものに特定するものでない。本発明の技術的思想は、特許請求の範囲に記載された技術的範囲内において、種々の変更を加えることができる。

10

20

30

40

50

【0015】

図1は、本発明の一実施形態に係るマイクロLEDアレイ（マイクロLEDディスプレイ）の一例を示す平面図である。図1において、横方向はX軸方向に対応し、縦方向はY軸方向に対応し、Z軸方向はX軸方向及びY軸方向に直交するように規定されている。

【0016】

詳細には、図1(a)に示したように、本発明の一実施形態に係るマイクロLEDディスプレイ100A（マイクロLEDアレイ100）は、複数のセル100Sが格子状に形成されており、1つのセル100Sには、複数のマイクロLED1が規定の位置に配置されている。詳細には、図1(a)に示す例では、1つのセル100Sに、赤色発光のマイクロLED1R(1)、緑色発光のマイクロLED1G(1)、青色発光のマイクロLED1B(1)が設けられている。

10

詳細には、例えば、1つのセル100S（例えば、画素、またはピクセル）は1辺の長さが約10 μ m～2mmの矩形等所定の形状に形成されている。マイクロLED1は、1辺の長さが約1 μ m～200 μ mの略立方体形状に形成されている。

【0017】

また、図1(b)に示すように、本発明の一実施形態に係るマイクロLEDディスプレイ100B(100)は複数のセル100Sを有し、各セル100Sに、3個の赤色発光のマイクロLED1R(1)、3個の緑色発光のマイクロLED1G(1)、3個の青色発光のマイクロLED1B(1)が、規定の位置に配置されている。

なお、1つのセル100Sに、3個のマイクロLED1RがX軸方向又はY軸方向に並んで配置されてもよいし、3個のマイクロLED1GがX軸方向又はY軸方向に並んで配置されてもよいし、3個のマイクロLED1BがX軸方向又はY軸方向に並んで配置されてもよい。

20

また、図1(b)に示すように、1つのセル100S内で、各マイクロLED(1R、1G、1B)がX軸方向又はY軸方向に隣接しないように配置されてもよい。

【0018】

また、図1(c)に示すように、本発明の一実施形態に係るマイクロLEDアレイ100C(100)は、赤色発光のマイクロLED1R(1)、緑色発光のマイクロLED1G(1)、青色発光のマイクロLED1B(1)が、直線上に並んで配置されてもよい（リニアアレイ）。

30

また、マイクロLED1の配置は上記実施形態に限られるものではなく、任意の位置に設けられてもよい。また、マイクロLED1の発光色は上記実施形態に限られるものではなく、任意の色を発光してもよい。

【0019】

図2は本発明の一実施形態に係るマイクロLEDアレイ100（マイクロLEDディスプレイ）の断面の一例を示す概念図である。図2において、横方向はX軸方向に対応し、上下方向はZ軸方向に対応し、前後方向はY軸方向に対応する。

図2に示した、マイクロLEDアレイ100（マイクロLEDディスプレイ）は、チップ状のマイクロLED1が、透光性の透光体140に埋設されている。マイクロLED1は、LED構造体11、電極12を有する。

40

透光体140の材料としては、例えば、ポリエチレンテレフタレート（PET）、ポリナフタレンテレフタレート（PEN）、ポリイミド、ポリカーボネート、アクリル、ポリエーテルサルホン、シリコン樹脂、エポキシ樹脂などの透明樹脂、ガラスなどを挙げることができる。

透光体140は、図2に示した例では、規定の厚み（上下方向（Z軸方向）の厚み）に形成されており、上端や下端に平坦面が形成されている。

また、図2に示した例では、透光体140の下端に、各マイクロLED1の電極12が並ぶように、各マイクロLED1が配置されている。

【0020】

マイクロLED1のLED構造体11は、例えば、n-GaN（n型窒化ガリウム）な

50

どのn型半導体層、発光層、p-GaNなどのp型半導体層などが積層されて構成されている。図2に示す例では、LED構造体11のZ軸方向の一方の面側(図2の上面側)が発光面側である。

電極12は、LED構造体11の他方の面側(図2の例では下面側)に設けられており、詳細には、p型半導体層に電氣的に接続されたp電極12a(プラス電極)と、n型半導体層に電氣的に接続されたn電極12c(マイナス電極)とを有する。電極12は、例えば金(Au)などの金属材料により構成されている。

【0021】

マイクロLED1の電極12(12a、12c)には、所定のパターン(形状)の配線150が電氣的に接続されている。配線150は、例えば、銅(Cu)、アルミニウム(Al)等の金属材料により構成されており、電極12と直接接合、又は拡散接合されている。

また、図2に示す例では、配線150は、透光体140の下端に沿って所定のパターンに形成されている。

また、配線150は、TFT(Thin Film Transistor)等のスイッチ回路又はスイッチ回路を含むチップに接続されていてもよい。

【0022】

また、図2に示す例では、マイクロLED1、及び配線150を覆うように絶縁膜160などが形成されている。絶縁膜160は、例えば、SiO₂のような無機物(ガラス)系の材料により形成されていてもよいし、ポリイミドやアクリルなどのフレキシブルな有機材料により形成されていてもよい。

【0023】

また、マイクロLED1は、上述した実施形態に限られるものではなく、例えば、LED構造体11の光射出側に、GaNなどにより構成された緩衝層が設けられていてもよい。

【0024】

次に、図3、図4、図5等を参照しながら、本発明の一実施形態に係るマイクロLEDアレイやマイクロLEDディスプレイの製造方法の一例を説明する。

【0025】

図3に示すように、本発明の一実施形態に係るマイクロLEDアレイやマイクロLEDディスプレイの製造方法は、マイクロLED作製工程S1、剥離工程S2、ピッチ変換工程S3、転写工程S4、圧縮成形工程S5、剥離工程S6、配線形成工程S7、パッケージング工程S8などを有する。圧縮成形工程S5は、例えば、塗布工程S5a、硬化工程S5bを有する。

【0026】

マイクロLED作製工程S1において、例えば、サファイア基板などの基板21に、n-GaNなどのn型半導体層、発光層、p-GaNなどのp型半導体層を順次形成し、フォトリソグラフィ等により上述した成膜層を所定の形状に加工する。

次に、電極12、詳細には、p電極12a(プラス電極)をp型半導体層に形成し、n電極12c(マイナス電極)をn型半導体層に形成する。

次に、基板21に形成された成膜層等に対して、レーザ光照射等により格子状に溝を形成することで、図4(a)に示すように、その溝により区画された部分にマイクロLED1を作製する。図4(a)に示した例では、マイクロLED1が横方向(X軸方向)に沿って配置されており、マイクロLED1の電極12が形成された面(電極面)が下側、光の射出側の面(発光面)が上側となるように配置されている。

【0027】

次に、図4(b)に示すように、支持基板22(キャリア基板)上に機能性接着部材23を設ける。機能性接着部材23は、弱粘着性の接着材(高温剥離可能な接着テープ等)により形成されている。弱粘着性とは、例えば、所定温度以上(例えば、約120)で剥離強度が低下する。

10

20

30

40

50

そして、マイクロLED 1を、支持基板 22 に設けられた機能性接着部材 23 上に載置する。詳細には、マイクロLED 1の電極 12 側が機能性接着部材 23 に接着した状態となる。

【0028】

次に、剥離工程 S2 において、マイクロLED 1から基板 21 を剥離させ、図 4 (c) に示すように、支持基板 22 (キャリア基板) に設けられた機能性接着部材 23 上に複数のマイクロLED 1が配置された状態となる。

剥離工程 S2 としては、例えば、レーザリフトオフ工程等を採用することができる。

レーザリフトオフ工程は、例えば、レーザリフトオフ (LLO) 装置などにより、サファイアなどの基板 21 側から、パルス発振の高密度レーザ光を照射すると、レーザ光はサファイアを透過して GaN 層に到達し、GaN はこの光を吸収して、所定の深さにわたってガリウムと窒素に分解され、LED 構造体 11 にダメージを与えることなく、マイクロLED 1から基板 21 を剥離することができる。

【0029】

次に、ピッチ変換工程 S3 において、各マイクロLED 1のピッチを約 2 ~ 5 倍、好ましくは約 3 倍程度となるように、マイクロLED 1を再配置する。

ピッチ変換工程 S3 としては、例えば、ピックアップ法 (間引き法)、エキスパンド法などを採用することができる。本実施形態では、ピッチ変換工程 S3 として、ピックアップ法 (間引き法) を説明する。

【0030】

詳細には、図 4 (d) に示すように、マイクロLED 1側に突出した複数の突起部 24 a を有するピックアッププレート 24 (支持基板) を準備する。突起部 24 a は、各マイクロLED 1のピッチよりも大きいピッチ、図 4 (d) に示す例では、約 3 倍のピッチとなるように形成されている。

ピックアッププレート 24 の突起部 24 a の先端に、例えば、弱粘着性の機能性接着部材 (不図示) を設けておき、マイクロLED 1の発光面側に当接し、マイクロLED 1を所定個数おきに (図 4 (d) に示す例では 2 個おきに) ピックアップする (間引き法)。

【0031】

次に、図 5 (a) に示すように、弱粘着性の機能性接着部材 26 (粘着テープ等) を設けた支持基板 25 (キャリア基板) を準備する。弱粘着性の機能性接着部材 26 は、例えば、所定温度以上で剥離強度が低下するものを用いる。機能性接着部材 26 は、例えば、ピックアッププレート 24 の突起部 24 a に設けられている機能性接着部材 (不図示) よりも高い規定温度で、剥離強度が低下することが好ましい。

そして、転写工程 S4 として、図 5 (a) に示すように、ピックアッププレート 24 (支持基板) により支持されたマイクロLED 1を、マイクロLED 1の電極 12 (電極面) が下側となるように、支持基板 25 (キャリア基板) に設けられた機能性接着部材 26 に載置する。

次に、図 5 (b) に示すように、ピックアッププレート 24 を所定温度に加熱して、マイクロLED 1からピックアッププレート 24 を剥離する。

【0032】

上記図 4 (d)、図 5 (a)、図 5 (b) に示した工程を、赤色発光のマイクロLED 1R、緑色発光のマイクロLED 1G、青色発光のマイクロLED 1Bそれぞれについて行うことで、図 5 (c) に示すように、支持基板 25 (キャリア基板) に設けた機能性接着部材 26 上に、マイクロLED 1R、マイクロLED 1G、マイクロLED 1B がそれぞれ規定の位置に配置される。

【0033】

次に、圧縮成形工程 S5 において、図 5 (d) に示すように、マイクロLED 1 (1R, 1G, 1B) を埋設するように所定の厚みの透光体 140 を形成する。

詳細には、圧縮成形工程 S5 の塗布工程 S5 a において、透光性の透明樹脂やガラス等の液状体を、前記マイクロLED 1及び支持基板 25 上の機能性接着部材 26 に塗布する

10

20

30

40

50

。

そして、適宜、支持基板 30（圧縮成形用サポート基板等）と支持基板 25 により液状体を圧縮成形し、液状体を硬化又は半硬化させることで、透光体 140 を形成する。この透光体 140 は、硬性を有する基板となってもよいし、柔軟性を有するフレキシブル基板となってもよい。

なお、透光体 140 の材料としては、液状体では不透明で、硬化又は半硬化させた後に、透光性を有する透光体となる材料を採用してもよい。

【0034】

次に、剥離工程 S6 において、支持基板 25、機能性接着部材 26 を規定温度に加熱することで、マイクロ LED 1 及び透光体 140 から、機能性接着部材 26 及び支持基板 25 を剥離させ、離間させる。マイクロ LED 1 の電極 12 は、透光体 140 の一方の面側から露出した状態となる。

10

【0035】

次に、配線形成工程 S7 において、図 5（e）に示すように、例えば、適宜、マイクロ LED 1 及び透光体 140 を上下反転し、透光体 140 の一方の面側から露出している、マイクロ LED 1 の電極 12、およびその電極 12 が露出している透光体 140 の一方の面側の一部分に、電極と電氣的に接続する所定のパターンの配線 150 を形成する。図 5（e）に示す例では、マイクロ LED 1 の発光面が下側に、電極面が上側となるように、マイクロ LED 1 が配置されている。

配線 150 を形成する工程としては、例えば、半導体プロセス（スパッタ、フォトリソグラフィ、エッチング等）、印刷（スクリーン印刷やインクジェットプリンティング等）、蒸着等により所定のパターンの配線 150 を形成する。

20

また、配線 150 は、スイッチ回路又はスイッチ回路を含むチップ（不図示）に電氣的に接続されてもよい。

【0036】

パッケージング工程 S8 において、配線 150 やマイクロ LED 1 を覆うように絶縁膜（不図示）などを形成する。絶縁膜は、例えば、無機物（ガラス）系の材料により形成してもよいし、フレキシブルな有機材料により形成してもよい。

そして、図 5（f）に示すように、マイクロ LED 1、透光体 140、配線 150、絶縁膜（不図示）などを上下反転させる。図 5（f）に示す例では、マイクロ LED 1 の発光面が上側に、電極面が下側となるように、マイクロ LED 1 が配置されている。

30

【0037】

次に、図 6 等を参照しながら、本発明の実施形態に係るマイクロ LED アレイやマイクロ LED ディスプレイのテープエキスパンド法による製造方法の一例を説明する。

詳細には、図 6（a）に示したように、マイクロ LED 作製工程 S1 において、例えば、サファイア基板などの基板 21 の一方の面（下面側）にマイクロ LED 1 を作製する。図 6（a）に示した例では、マイクロ LED 1 が横方向（X 軸方向）に沿って配置されており、マイクロ LED 1 の電極 12 が形成された面（電極面）が下側、光の射出側の面（発光面）が上側となるように配置されている。

40

【0038】

次に、図 6（b）に示すように、支持基板（不図示）上にエキスパンドテープ 27 を配置する。そして、マイクロ LED 1 を、支持基板（不図示）に設けられたエキスパンドテープ 27 上に載置する。詳細には、マイクロ LED 1 の電極 12 側がエキスパンドテープ 27 に当接した状態となる。

【0039】

次に、剥離工程 S2 において、レーザリフトオフ工程等により、マイクロ LED 1 から基板 21 を剥離させ、図 6（c）に示すように、エキスパンドテープ 27 上に複数のマイクロ LED 1 が配置された状態となる。

【0040】

次に、ピッチ変換工程 S3 において、図 6（d）に示すように、エキスパンドテープ 2

50

7を面内で左右の矢印方向（X軸方向等）に引き伸ばし、各マイクロLED1のピッチを約2～5倍、好ましくは約3倍程度となるように、マイクロLED1を再配置する。

【0041】

次に、図6（e）に示すように、例えば、硬質の支持基板28の下面に弱粘着性の接着部材（不図示）を設け、支持基板28の接着部材をマイクロLED1の発光面側に当接させる。

【0042】

そして、図6（f）に示すように、マイクロLED1からエキスパンドテープ27を離間させて、支持基板28に設けた接着部材に、マイクロLED1が支持された状態となる。

【0043】

次に、上述した図5（b）に示したように、支持基板28に設けた接着部材に支持された複数のマイクロLED1を、電極12（電極面）が下側となるように、支持基板25（キャリア基板）に設けられた機能性接着部材26上に載置し、支持基板28の下面に設けた接着部材（不図示）、及び支持基板28を取り除く。

以降の工程は、上述した図5（c）～図5（f）に示した工程と同様であるので説明を省略する。

【0044】

上述した実施形態では、ピッチ変換工程S3としてエキスパンド法を採用したので、簡単に、高精度に、短時間に、複数のマイクロLED1のピッチを大きくすることができる。

【0045】

次に、図7等を参照しながら、本発明の一実施形態に係る、マイクロLEDと駆動用TFT等のスイッチ回路又はスイッチ回路を含むチップを備えたマイクロLEDディスプレイの製造方法の一例を説明する。

【0046】

図7（a）に示したように、支持基板30（圧縮成形用サポート基板）の上面に機能性接着部材31を設ける。機能性接着部材31は、所定温度、例えば100以上の高温となると剥離強度が低下する粘着テープなどである。

この機能性接着部材31上に、液状体140Lを塗布する。液状体140Lは、透明樹脂やガラスなどの所定の材料である。

そして、支持基板30（圧縮成形用サポート基板）の上方に、支持基板25（転写用圧縮成形基板等）を配置する。この支持基板25の下面側には、機能性接着部材26を設ける。機能性接着部材26は、例えば、規定温度、例えば60以上で剥離強度が低下する粘着テープなどである。機能性接着部材26は、例えば、機能性接着部材31よりも低い規定温度で、剥離強度が低下するように構成されていることが好ましい。

そして、支持基板25の下側平坦面に設けられた機能性接着部材26に、マイクロLED1（1R、1G、1B）と、駆動用TFTなどのスイッチ回路又はスイッチ回路を含むチップ7を規定位置に配設する。

図7（a）に示した例では、マイクロLED1が横方向（X軸方向）に沿って配置されており、マイクロLED1の電極12が形成された面（電極面）が上側、光の射出側の面（発光面）が下側となるように配置されている。

【0047】

次に、図7（b）に示すように、支持基板25と支持基板30が所定の距離となるように近づけ、透明樹脂などの液状体140Lを圧縮成形させることで、液状体140LをマイクロLED1やスイッチ回路又はスイッチ回路を含むチップ7に塗布し、液状体140Lを硬化または半硬化させて透光体140を形成する。透光体140にはマイクロLED1やスイッチ回路又はスイッチ回路を含むチップ7が規定位置に埋設される。

【0048】

次に、図7（c）に示すように、例えば、機能性接着部材26を規定温度に加熱するこ

10

20

30

40

50

とで、支持基板 25 及び機能性接着部材 26 をマイクロ LED 1 (1R, 1G, 1B) から剥離する。透光体 140 の上面からは、マイクロ LED 1 の電極 12 が露出した状態となる。

また、図 7 (c) に示すように、各マイクロ LED 1 の厚さ (Z 軸方向の厚さ) にばらつきがある場合であっても、複数のマイクロ LED 1 の電極 12 の配置位置を平坦化することができる。

【0049】

次に、図 7 (d) に示したように、例えば、機能性接着部材 31 を所定温度に加熱することで、支持基板 30 と機能性接着部材 31 を、マイクロ LED 1、スイッチ回路又はスイッチ回路を含むチップ 7、透光体 140 から離間させ、マイクロ LED の電極 12、スイッチ回路又はスイッチ回路を含むチップ 7、透光体 140 の上面に所定のパターンの配線 150 を設け、配線 150 やスイッチ回路又はスイッチ回路を含むチップ 7、マイクロ LED 1 を覆うように、絶縁膜 160 を形成する。

図 7 (d) に示す例では、絶縁膜 160 の上端と、透光体 140 の下端との間の距離 L は、約 40 μm 以上約 50 μm 以下である。

【0050】

すなわち、支持基板 30、機能性接着部材 31 上に液状体 140 L を塗布した後、上方から、支持基板 25、機能性接着部材 26 に支持されたマイクロ LED 1 やスイッチ回路又はスイッチ回路を含むチップ 7 を液状体 140 L に埋設して、液状体 140 L を硬化又は半硬化させることで、簡単にマイクロ LED 1 やスイッチ回路又はスイッチ回路を含むチップ 7 を埋設した透光体 140 を作製することができる。また、マイクロ LED アレイやマイクロ LED ディスプレイを、高い歩留まりで、容易に作製することができる。

【0051】

< 本発明の一実施例 >

本願発明者は、本発明に係るマイクロ LED アレイ (マイクロ LED ディスプレイ) の製造方法により、実際に、マイクロ LED アレイ (マイクロ LED ディスプレイ) を作製した。本発明の一実施例を、図 7 等を参照しながら詳細に説明する。

【0052】

< 透光体による LED チップの支持 (埋め込み) : 透光体の材料、硬化処理の具体例 >

機能性接着部材 26 として、低温剥離可能な接着テープ (例えば、製品名: 日東電工製リパアルファ No. 3195M) を、転写用圧縮成型ウエハ (支持基板 25) にラミネータ等で貼付し、その機能性接着部材 26 上にマイクロ LED チップ (マイクロ LED 1) と TFT 素子チップ (スイッチ回路又はスイッチ回路を含むチップ 7) を載置し、それら支持基板 25、機能性接着部材 26、マイクロ LED 1、スイッチ回路又はスイッチ回路を含むチップ 7 を上下反転させて、室温で約 0.1 MPa の低圧力で静置させる (図 7 (a) 参照)。

なお、上述した低温剥離可能な接着テープ (製品名: 日東電工製リパアルファ No. 3195M) は、120 の熱により接着テープの粘着剤内に含まれるカプセルからガスが発生して膨張する熱発泡テープである。

また、機能性接着部材 26 としては、例えば、UV 照射 (紫外線照射) により剥離可能な積水化学製 SELFA-MP などの接着テープを採用してもよく、また、接着テープの代わりに、スピン塗布型の接着剤としてレーザー光で剥離可能な東京応化製 Zeronewton 2 などが採用してもよい。

【0053】

次に、図 7 (a) に示すように、透光体 140 となる、液状樹脂 (液状体)、顆粒状の固体樹脂、あるいはシート状のフィルム樹脂をマイクロ LED 1 (チップ) に供給して、ウエハ状の型 (支持基板 30) を押し付け、圧縮成形する。なお、ウエハ (支持基板 30) の外周に、樹脂等が流出しないように、圧縮成形用の型を設け、その型に土手 (流出防止用壁部) を設けることが好ましい、あるいはフッ素樹脂やゴム等で作製したリング (流出防止用壁部) を支持基板 30 の外周に設けることが好ましい。

圧縮成形の温度は、透光体 140 となる樹脂の特性によるが、例えば、室温から 150 の範囲内の温度に設定し、荷重は 600 N (4 インチのウエハの面積を $50 \text{ mm} \times 50 \text{ mm} \times 3.14 = 7850 \text{ mm}^2$ とすると、圧力は $600 \text{ N} / 7850 \text{ mm}^2 = 0.08 \text{ MPa}$) に設定して、圧縮成形を行うことで、マイクロ LED 1 とスイッチ回路又はスイッチ回路を含むチップ 7 が埋設した透光体 140 を形成した (図 7 (b) 参照)。

なお、上記実施例では、圧縮成形により透光体を形成したが、この実施例に限られるものではなく、例えば、射出成形などにより透光体を形成してもよい。

【0054】

また、圧縮成形型側に、機能性接着部材 31 として日東電工製リバアルファ No. 3195V (170 剥離テープ) を設けたサポートウエハ (支持基板 30) を挿入し、テープ面を透明樹脂 (透光体 140) に押し当て、透明樹脂 (透光体 140) を圧縮成型した後、120 剥離テープ (機能性接着部材 26) を剥がして、マイクロ LED 内蔵の透明樹脂 (透光体 140)、170 剥離テープ (機能性接着部材 31) が設けられたサポートウエハ (支持基板 30) を形成してもよい (図 7 (c) 参照)。

10

【0055】

また、上記透光体 140 の形成は、上記実施例に限られるものではなく、例えば、圧縮成形型に、支持基板 30 や透光体 140 となる樹脂材料、マイクロ LED 1 やスイッチ回路又はスイッチ回路を含むチップ 7 が設けられた支持基板 25 等をセットして圧縮成型した後、型を樹脂ウエハ等 (透光体 140 等) から外し、例えば、ホットプレート (加熱装置) により、機能性接着部材 26 としての日東電工製リバアルファ No. 3195M を温度 120、約 1 分加熱することで、機能性接着部材 26 及び支持基板 25 を剥離して、マイクロ LED 内蔵の樹脂ウエハ等 (透光体 140 等) を形成してもよい。

20

また、剥離する温度の違いを利用して、転写用圧縮成型ウエハ (支持基板 25) からサポートウエハ (支持基板 30) にマイクロ LED 1 等を転写する実施態様を採用することもできる。

【0056】

透光体 140 の形成材料の一例の透明樹脂としては、例えば、シリコン樹脂、具体的には、ダウコーニング製のシリコン樹脂シルガード 184 等を採用することができ、このシリコン樹脂を室温で 24 時間経過する、もしくは、例えば温度 80 で 3 時間加熱することで透明で柔軟な成型体 (透光体 140) が得られる。

30

【0057】

<チップ状のマイクロ LED と配線 (回路) の接続 : 配線形成工程 >

図 7 (c) に示すように、圧縮成形されて転写用圧縮成形基板 (支持基板 25) から剥離されて、平坦化された LED チップ (マイクロ LED 1) と TFT 素子チップ (スイッチ回路又はスイッチ回路を含むチップ 7) と透光体 140 の上に、応力緩衝機能を備えた感光性の絶縁膜をスピンコート法で塗布し、マイクロ LED 1 の 2 つの電極と、TFT 素子チップ (スイッチ回路又はスイッチ回路を含むチップ 7) の電極を開口する。

次に、スパッタリングにより、密着層として Ti、Cr、Ni 等の薄膜を厚さ約 10 nm から 50 nm の範囲内で堆積させ、連続して配線の母材となる Cu、Au、Al などの金属を厚さ約 100 nm から 1000 nm の範囲内で堆積させる。

40

その後、フォトリソを塗布し、配線の形にパターニングした後、湿式エッチングにより、金属を加工し、フォトリソ剥離することで、配線 150 が形成される。

湿式エッチングの材料としては、配線が Cu の場合、酢酸 : 過酸化水素 : 水 (重量比 1 : 1 : 18) の混合溶液、配線が Au の場合、iodine complex / potassium iodine / wafer (1 / 4 . 2 / 294 . 8 (wt%)) の混合溶液、配線が Al の場合、 HPO_3 : HNO_3 : CH_3COOH : $\text{H}_2\text{O} = 6 : 1 : 1 : 2$ (wt%) の混合溶液、温度が 40、などを挙げることができる。

【0058】

<配線形成後の封止 : 材料とプロセス >

配線形成後の絶縁膜 160 (封止部材) の封止材料としては、200 以下の低温硬化

50

型のフェノール樹脂やエポキシ樹脂、ポリウレタン系の樹脂やアクリル樹脂を採用することができ、それを配線 150 上やスイッチ回路又はスイッチ回路を含むチップ 7 上にスピンコートし、高温乾燥機でベークして被覆することで、絶縁膜 160 を形成する（図 7（d）参照）。

なお、絶縁膜 160（封止部材）の封止材料としては、いわゆるソルダーレジストと呼ばれる絶縁材料を全て利用可能である。絶縁膜 160（封止部材）の封止材料の一具体例としては、旭化成製のフェノール樹脂 EM103、昭和電工製のウレタン樹脂 NPR-3400 などを挙げることができる。

【0059】

なお、上述したマイクロ LED 1 を埋設した透光体 140 は、上述した実施形態に限られるものではない。

例えば、図 8（a）に示したように、マイクロ LED 1 の光射出側の面に凸形状部 140t を設けてもよいし、図 8（b）に示すように、凹形状部 140u を設けてもよい。

この透光体 140 の凸形状部 140t や凹形状部 140u は、例えば、液状体 140L を圧縮整形するための支持基板（圧縮成形用サポート基板）に凹部または凸部を設け、液状体 140L を圧縮成形し、硬化又は半硬化させることで、容易に形成することができる。

また、この透光体 140 の凸形状部 140t や凹形状部 140u の形状は、例えば、各マイクロ LED 1 から射出した光が、平行光になるように、又は拡散光となるように、或いは集光するような形状となってもよい。

【0060】

以上、説明したように、マイクロ LED アレイは、一方の面側に電極 12 が形成されているマイクロ LED 1 を複数備えている。本発明の一実施形態に係るマイクロ LED アレイの製造方法は、複数のマイクロ LED 1 を支持基板 25 の規定の位置に、マイクロ LED 1 の電極 12 が支持基板 25 に向き合うように配置する工程（S3, S4）と、マイクロ LED 1 を埋設するように透光体 140 を形成する工程（S5）と、透光体 140 およびマイクロ LED 1 から支持基板 25 を離間させ、透光体 140 により保持されたマイクロ LED 1 の電極 12 を露出させる工程（S6）と、透光体 140 から露出しているマイクロ LED 1 の電極 12、および電極 12 が露出している透光体 140 の一方の面側の一部分に、電極 12 と電氣的に接続する所定のパターンの配線 150 を形成する工程（S7）とを有する。

すなわち、ディスプレイ基板としての透光体 140 に埋設した複数のマイクロ LED 1 の電極 12 に、電極に配線を形成することで、半田接合法やワイヤボンディングによらずに、マイクロ LED を破損することなく、簡単に、高精度に、高い歩留まりで、高スループットで、マイクロ LED アレイを製造することができる。

【0061】

また、本発明の一実施形態に係るマイクロ LED アレイの製造方法における、透光体 140 を形成する工程（S5）は、液状体をマイクロ LED 1 や支持基板 25 の一方の面に塗布し、例えば液状体を圧縮成形することにより、その液状体を硬化又は半硬化させることで、簡単に複数のマイクロ LED 1 を埋設した透光体 140 を形成することができる。この透光体 140 は、ディスプレイ基板として機能する。

【0062】

また、本発明の一実施形態に係るマイクロ LED アレイの製造方法における、透光体 140 を形成する工程（S5）は、顆粒状の固体樹脂を複数のマイクロ LED 1 上に載置し、又はシート状のフィルム樹脂を複数のマイクロ LED 1 上に載置し、顆粒状の固体樹脂又はシート状のフィルム樹脂を圧縮成形により透光体 140 を形成してもよい。

【0063】

また、本発明の一実施形態に係るマイクロ LED アレイの製造方法における、複数のマイクロ LED 1 を支持基板 25 に配置する工程（S3, S4）は、支持基板 25 に設けた弱粘着性の機能性接着部材 26 に、複数のマイクロ LED 1 を配置する。すなわち、透光

10

20

30

40

50

体 1 4 0 を形成する場合、マイクロ LED 1 の位置ずれ等を防止することができる。

【 0 0 6 4 】

また、本発明の一実施形態に係るマイクロ LED アレイの製造方法における、複数のマイクロ LED 1 を支持基板 2 5 に配置する工程 (S 3 , S 4) は、間引き法、またはテープエキスパンド法により、複数のマイクロ LED 1 のピッチを大きくする工程を有する。すなわち、間引き法、またはテープエキスパンド法により、簡単に複数のマイクロ LED 1 のピッチを大きくすることができる。

【 0 0 6 5 】

また、本発明の一実施形態に係るマイクロ LED アレイの製造方法における、配線 1 5 0 を形成する工程 (S 7) は、半導体プロセス、印刷、蒸着等により所定のパターンの配線 1 5 0 を形成する。すなわち、半導体プロセス、印刷、蒸着等により簡単に、電極 1 2 と電氣的に接続する所定のパターンの配線 1 5 0 を形成することができる。マイクロ LED 1 の電極 1 2 と配線 1 5 0 の一部分とが直接接合、又は拡散接合することで、電極 1 2 と配線とを確実に電氣的に接続することができる。

10

【 0 0 6 6 】

本発明の一実施形態に係るマイクロ LED アレイの製造方法において、マイクロ LED 1 を配置する工程は、スイッチ回路又はスイッチ回路を含むチップ 7 の接続部が支持基板に向き合うように、マイクロ LED 1 に並設する。そして、透光体を形成する工程 (S 5) は、スイッチ回路又はチップ 7 をマイクロ LED 1 と並設するように透光体 1 4 0 に埋設する。そして、支持基板を離間させる工程 (S 6) は、スイッチ回路又はチップ 7 から支持基板を離間させ、透光体 1 4 0 により保持されたスイッチ回路又はチップ 7 の全部又は一部分を露出させる。そして、配線を形成する工程 (S 7) は、透光体 1 4 0 から露出しているスイッチ回路又はチップ 7、マイクロ LED 1 の電極、および電極が露出している透光体 1 4 0 の一方の面側の一部分に、スイッチ回路又はチップ 7 と電氣的に接続する配線 1 5 0 を形成する。

20

すなわち、駆動用 T F T 等のスイッチ回路又はそのスイッチ回路を含むチップ 7 を有するマイクロ LED ディスプレイを簡単に製造することができる。

【 0 0 6 7 】

また、本発明の一実施形態に係るマイクロ LED ディスプレイの製造方法は、上記本発明のマイクロ LED アレイの製造方法により、複数のマイクロ LED が格子状に配置されたマイクロ LED ディスプレイを作製する。

30

すなわち、マイクロ LED を破損することなく、簡単に、高精度に、高い歩留まりで、高スループットで、ディスプレイ基板としての透光体 1 4 0 に複数のマイクロ LED が格子状に配置されたマイクロ LED ディスプレイを製造する、マイクロ LED ディスプレイの製造方法を提供することができる。

【 0 0 6 8 】

また、本発明の一実施形態に係るマイクロ LED アレイは、規定の厚みの透光体 1 4 0 と、光射出方向と反対側の端部に電極 1 2 を有し、電極 1 2 が透光体 1 4 0 の一方の面に沿って配置された状態で、規定の位置に埋設されている複数のマイクロ LED 1 と、そのマイクロ LED 1 の電極 1 2、および透光体 1 4 0 の一方の面に、半導体プロセス、印刷、若しくは蒸着により形成され、電極 1 2 と電氣的に接続されている所定パターンの配線 1 5 0 とを有する。このマイクロ LED 1 の電極 1 2 と配線 1 5 0 の一部分とが直接接合、又は拡散接合している。

40

すなわち、簡単な構造で、透光体 1 4 0 に埋設された複数のマイクロ LED 1 が所定のパターン (形状) の配線 1 5 0 と電氣的に、確実に接続した、マイクロ LED アレイを提供することができる。

【 0 0 6 9 】

また、本発明の一実施形態に係るマイクロ LED アレイは、マイクロ LED 1 と配線 1 5 0 により接続され、透光体 1 4 0 に埋設されているスイッチ回路又は前記スイッチ回路を含むチップ 7 を有する。

50

すなわち、簡単な構成で、マイクロLED 1 と接続された駆動用TFT等のスイッチ回路やスイッチ回路を含むチップ7を有するマイクロLEDアレイを提供することができる。

上記実施形態では、スイッチ回路やスイッチ回路等を含むチップ7は、TFT（薄膜トランジスタ：Thin-Film Transistor）などのスイッチ回路、多結晶Siや金属酸化物半導体（IGZO）からなる薄膜タイプのスイッチ回路でもよし、移動度の高い単結晶Siを使ったチップタイプ、微細なスイッチ回路、駆動回路などであってもよい。

【0070】

また、本発明の一実施形態に係るマイクロLEDディスプレイは、上記にマイクロLEDアレイを有し、複数のマイクロLED 1 が格子状に配置されている。すなわち、簡単な構造で、透光体140に埋設された複数のマイクロLED 1 が所定のパターン（形状）の配線150と電気的に確実に接続した、マイクロLEDディスプレイを提供することができる。

10

【0071】

また、本発明に係るマイクロLEDディスプレイ、マイクロLEDアレイの断面構造を見ると（例えば、図2参照）、半田接合を使わずに、マイクロLEDが実装されたことが明らかに判別可能である。

また、透光体や配線が硬性の材料により形成されている場合、リジッドなマイクロLEDディスプレイ、マイクロLEDアレイを提供することができる。

また、透光体や配線が柔軟性の材料により形成されている場合、フレキシブルなマイクロLEDディスプレイ、マイクロLEDアレイを提供することができる。

20

【0072】

以上、本発明の実施形態について図面を参照して詳述してきたが、具体的な構成はこれらの実施形態に限られるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲の設計の変更等があっても本発明に含まれる。

また、上述の各図で示した実施形態は、その目的及び構成等に特に矛盾や問題がない限り、互いの記載内容を組み合わせることが可能である。

また、各図の記載内容はそれぞれ独立した実施形態になり得るものであり、本発明の実施形態は各図を組み合わせた一つの実施形態に限定されるものではない。

30

【符号の説明】

【0073】

1、1B、1G、1R...マイクロLED（マイクロLEDチップ）

11...LED構造体

12...電極

12a...p電極（アノード）

12c...n電極（カソード）

21...基板

22...支持基板

23...機能性接着部材（接着部材、接着テープ等）

24...ピックアッププレート（支持基板）

40

25...支持基板（キャリア基板）

26...機能性接着部材（接着部材、接着テープ等）

27...エキスパンドテープ

28...支持基板

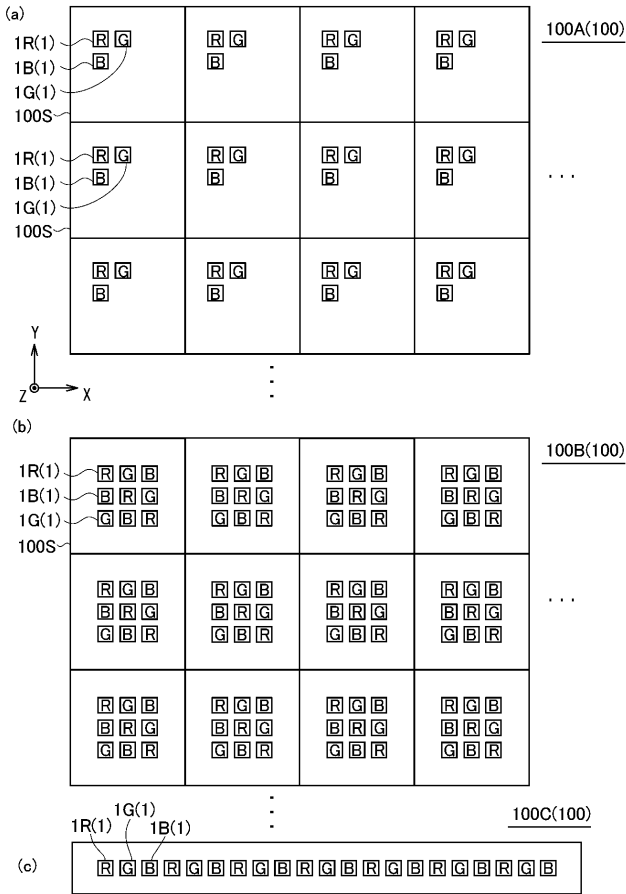
30...支持基板

100、100A、100B、100C...マイクロLEDディスプレイ（マイクロLEDアレイ）

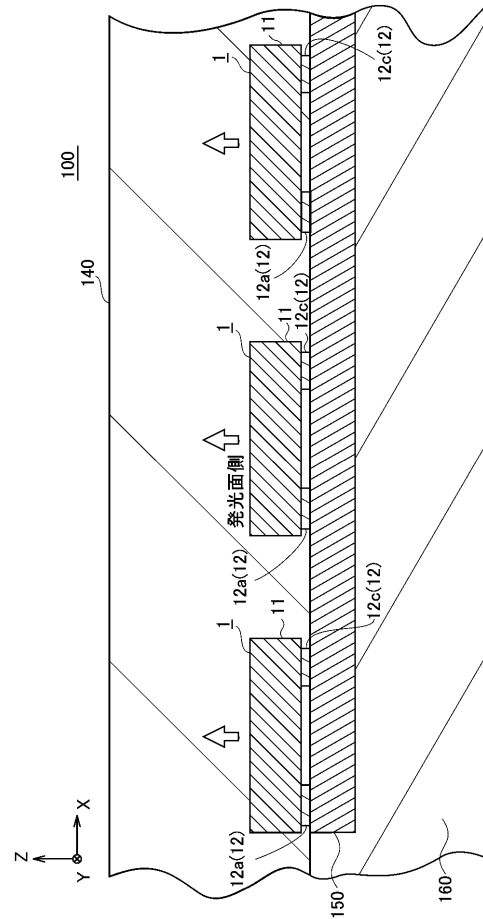
140...透光体

150...配線

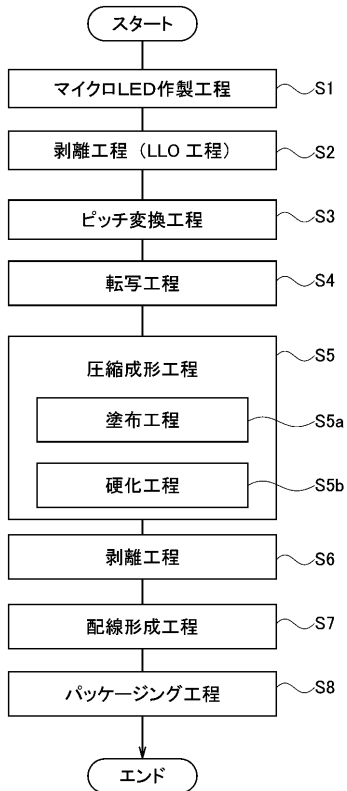
【図1】



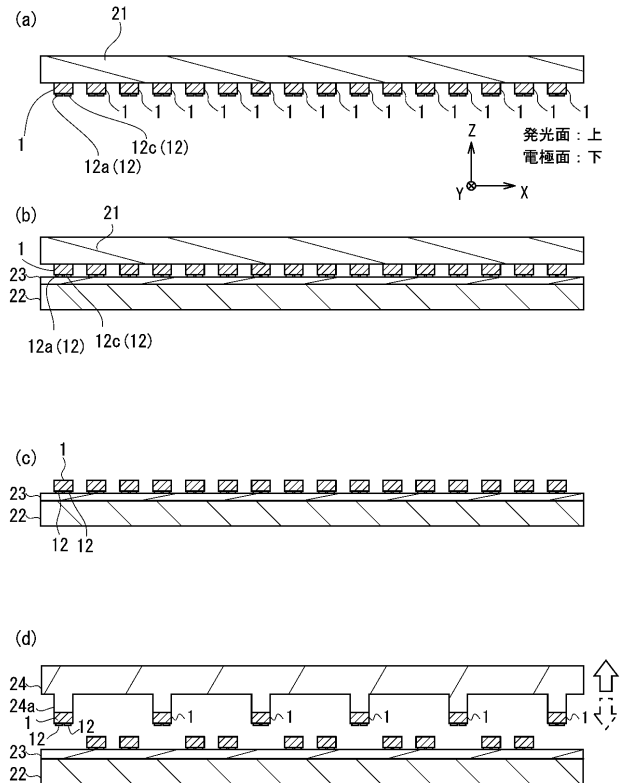
【図2】



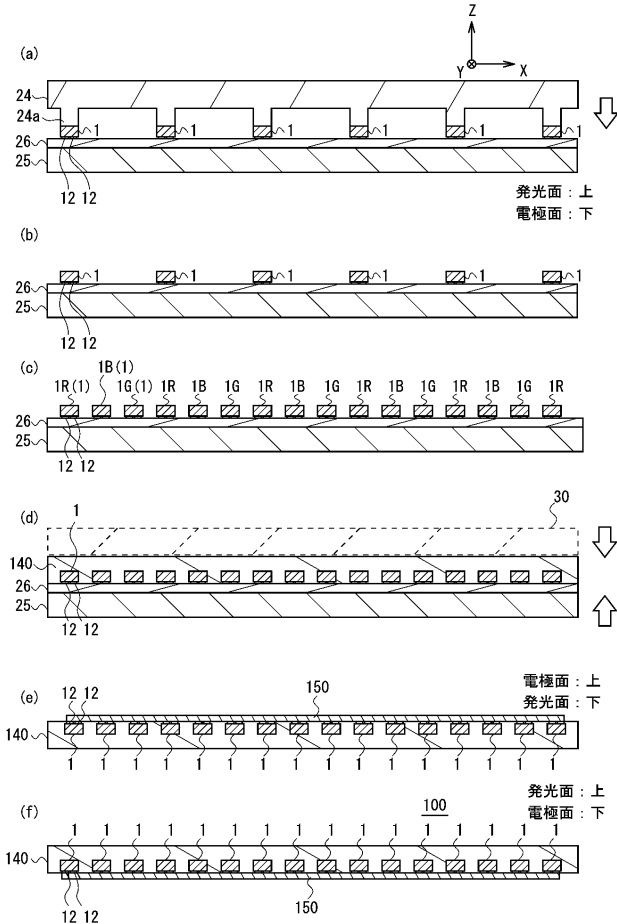
【図3】



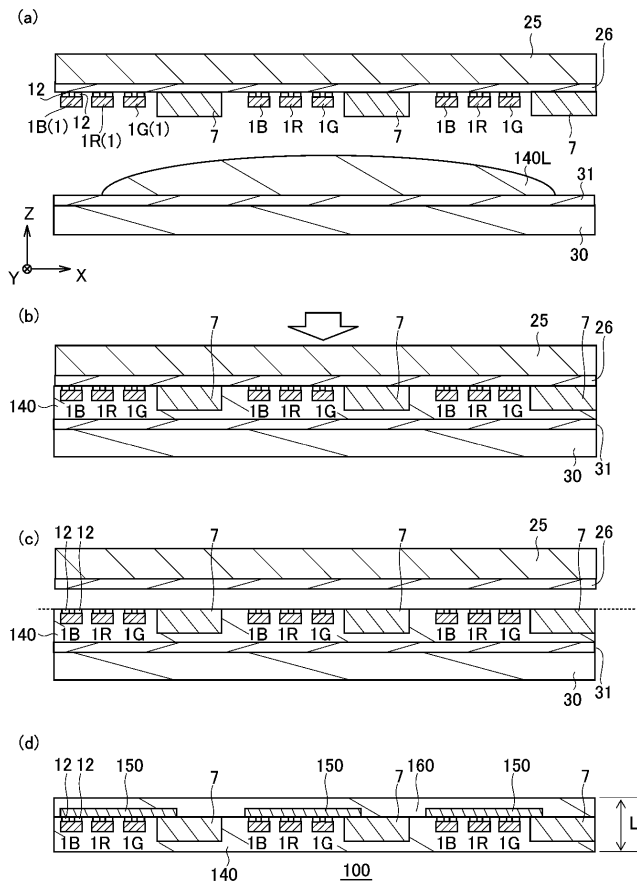
【図4】



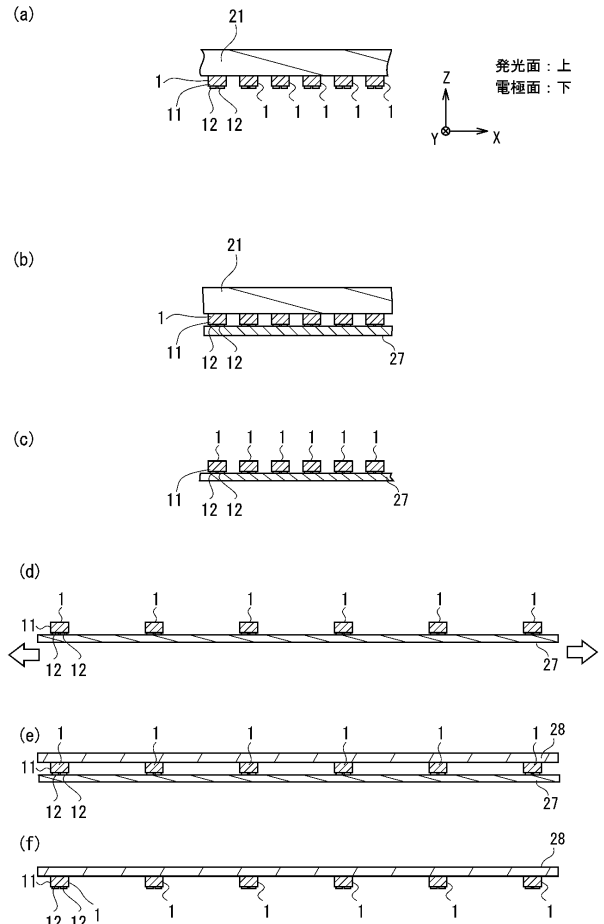
【 図 5 】



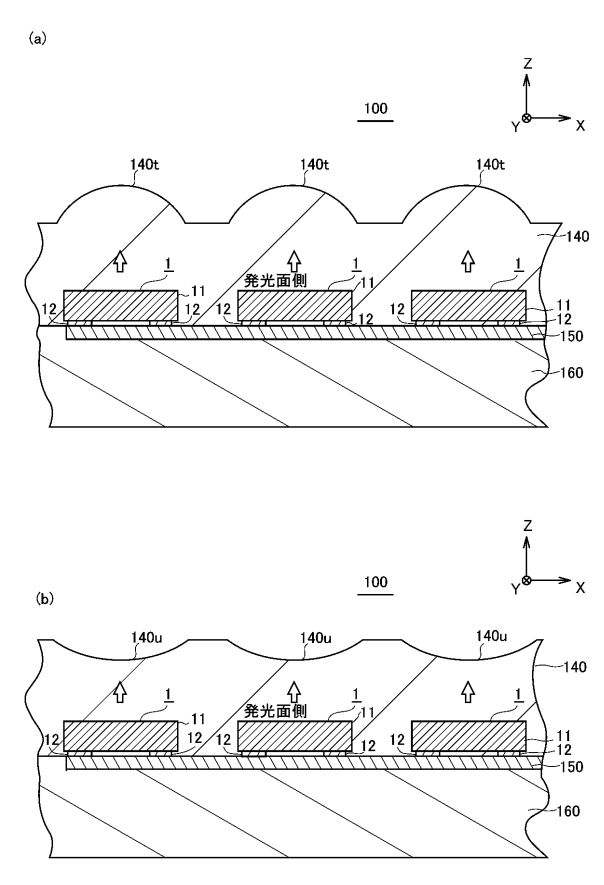
【 図 7 】



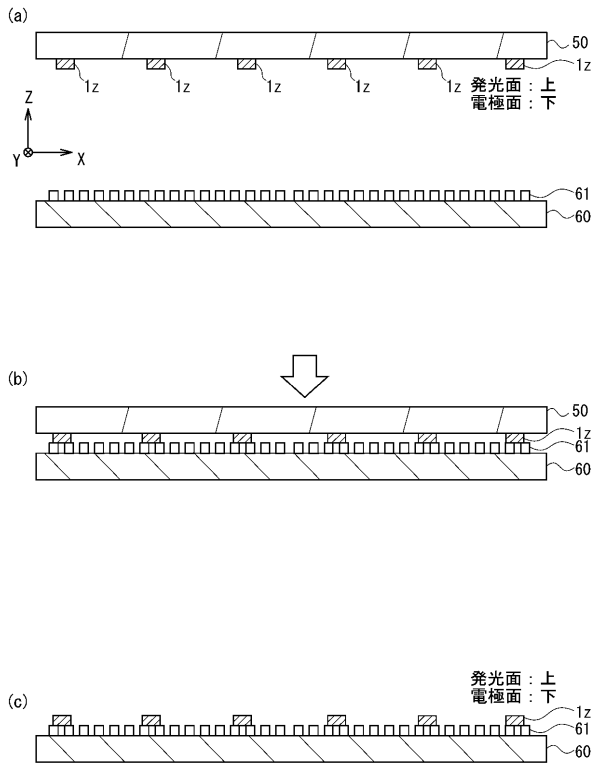
【 図 6 】



【 図 8 】



【 図 9 】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I テーマコード(参考)
G 0 9 F 9/00 (2006.01) G 0 9 F 9/00 3 3 8

Fターム(参考) 5C094 AA42 AA43 BA25 CA19 DA09 FA01 GB01
5F142 AA54 AA86 BA32 CA11 CB14 CB23 CD02 CD16 CG03 CG06
DB12 DB24 FA30 FA32 GA02
5F241 CA40 FF06
5G435 AA17 BB04 CC09 EE37 KK05

专利名称(译)	微型LED阵列的制造方法,微型LED显示器的制造方法,微型LED阵列和微型LED显示器		
公开(公告)号	JP2020043209A	公开(公告)日	2020-03-19
申请号	JP2018169040	申请日	2018-09-10
[标]申请(专利权)人(译)	TOHOKU MICROTEC		
申请(专利权)人(译)	国立大学法人东北大学 东北超细株式会社		
[标]发明人	福島 誉史 元吉 真		
发明人	福島 誉史 元吉 真		
IPC分类号	H01L33/62 H01L33/32 H01L23/12 G09F9/30 G09F9/33 G09F9/00		
FI分类号	H01L33/62 H01L33/32 H01L23/12.501.P G09F9/30.330 G09F9/33 G09F9/00.338		
F-TERM分类号	5C094/AA42 5C094/AA43 5C094/BA25 5C094/CA19 5C094/DA09 5C094/FA01 5C094/GB01 5F142/AA54 5F142/AA86 5F142/BA32 5F142/CA11 5F142/CB14 5F142/CB23 5F142/CD02 5F142/CD16 5F142/CG03 5F142/CG06 5F142/DB12 5F142/DB24 5F142/FA30 5F142/FA32 5F142/GA02 5F241/CA40 5F241/FF06 5G435/AA17 5G435/BB04 5G435/CC09 5G435/EE37 5G435/KK05		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

要解决的问题:无需依赖焊接方法或引线键合即可轻松制造微型LED阵列和微型LED显示器而不会损坏微型LED,具有高精度,高良率和高产量的优点。制造微型LED阵列的方法包括以下步骤:在支撑衬底上的预定位置处布置多个具有在一个表面侧上形成有电极的微型LED,以使微型LED的电极面对支撑衬底。形成半透明体以嵌入微型LED的步骤,将支撑基板与半透明体和微型LED分离,并暴露由半透明体保持的微型LED的电极的步骤,并且,在与从主体露出的微型LED的电极以及透光性主体的一个表面侧的一部分上的电极上形成与电极电连接的预定图案的配线的工序。[选择图]图5

