

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6821731号
(P6821731)

(45) 発行日 令和3年1月27日(2021.1.27)

(24) 登録日 令和3年1月8日(2021.1.8)

(51) Int. Cl.	F I	
HO 1 L 33/54 (2010.01)	HO 1 L 33/54	
HO 1 L 33/38 (2010.01)	HO 1 L 33/38	
HO 1 L 33/56 (2010.01)	HO 1 L 33/56	
HO 1 L 33/62 (2010.01)	HO 1 L 33/62	
HO 1 L 23/12 (2006.01)	HO 1 L 23/12	5 O 1 F
請求項の数 12 (全 22 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号	特願2019-42627 (P2019-42627)	(73) 特許権者	000113322
(22) 出願日	平成31年3月8日(2019.3.8)		東芝ホクト電子株式会社
(62) 分割の表示	特願2015-546287 (P2015-546287) の分割		北海道旭川市南5条通23丁目1975番地
原出願日	平成26年10月21日(2014.10.21)	(74) 代理人	110001092
(65) 公開番号	特開2019-145801 (P2019-145801A)		特許業務法人サクラ国際特許事務所
(43) 公開日	令和1年8月29日(2019.8.29)	(72) 発明者	巻 圭一
審査請求日	平成31年3月8日(2019.3.8)		北海道旭川市南5条通23丁目1975番地 東芝ホクト電子株式会社内
(31) 優先権主張番号	特願2013-231164 (P2013-231164)	審査官	大和田 有軌
(32) 優先日	平成25年11月7日(2013.11.7)		
(33) 優先権主張国・地域又は機関	日本国(JP)		
最終頁に続く			

(54) 【発明の名称】 発光装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

屈曲性を有する第1の透光性絶縁体と、前記第1の透光性絶縁体の表面に設けられた第1の導電回路層とを備える第1の透光性支持基体と、

屈曲性を有する第2の透光性絶縁体と、前記第2の透光性絶縁体の表面に設けられた第2の導電回路層とを備え、前記第2の導電回路層が前記第1の導電回路層と対向するように配置された第2の透光性支持基体と、

第1の面と第2の面とを有する基板と、前記基板の前記第1の面上に設けられた第1導電型の第1の半導体層と、前記第1の半導体層上に設けられた第2導電型の第2の半導体層と、前記第1の半導体層と前記第2の半導体層との間に設けられた発光層と、前記発光層より面積が小さくなるように前記第2の半導体層上に設けられ、前記第1の導電回路層と電氣的に接続された第1の電極と、前記基板の前記第2の面上に設けられ、前記第2の導電回路層と電氣的に接続された第2の電極とをそれぞれ備え、前記第1の透光性支持基体と前記第2の透光性支持基体との間に配置された複数の発光ダイオードと、

前記第1の透光性支持基体と前記第2の透光性支持基体との間の前記複数の発光ダイオードを除く領域に埋め込まれた、屈曲性を有する第3の透光性絶縁体とを具備し、

前記第1の透光性絶縁体および第2の透光性絶縁体は、それぞれポリエチレンテレフタレート、ポリエチレンナフタレート、ポリカーボネート、ポリエチレンサクシネート、環状オレフィン樹脂、およびアクリル樹脂から選ばれる少なくとも1つからなると共に、50 μm以上300 μm以下の厚さを有し、

前記第3の透光性絶縁体は、0以上100以下の範囲において0.01GPa以上10GPa以下の範囲の引張貯蔵弾性率を有するエラストマーからなり、

前記基板の前記第1の面の面積を S_1 、前記発光層の面積を S_2 、前記基板の前記第1の面から前記第1の電極の前記第1の導電回路層に接続された表面までの距離を H （単位： μm ）としたとき、前記発光ダイオードは $1.2 \frac{S_1}{S_2} - (3.46/H) + 2.73$ の関係を満足する形状を有し、

JIS C5016 8.6に記載の耐屈曲試験を 45 ± 2 の温度条件下にて通電状態で行い、屈曲半径を30mmとして 180° 屈曲させたときに、点灯状態が維持されることを特徴とする発光装置。

【請求項2】

前記発光層は前記第2の半導体層の表面から $1 \mu\text{m}$ 以上離れた位置に設けられている、請求項1に記載の発光装置。

【請求項3】

前記第3の透光性絶縁体は80以上160以下の範囲のピカット軟化温度を有する、請求項1または請求項2に記載の発光装置。

【請求項4】

前記第3の透光性絶縁体は180以上の融解温度、もしくは前記ピカット軟化温度より40以上高い融解温度を有する、請求項3に記載の発光装置。

【請求項5】

前記第3の透光性絶縁体は-20以下のガラス転移温度を有する、請求項1ないし請求項4のいずれか1項に記載の発光装置。

【請求項6】

前記第2の半導体層の表面は、前記第1の電極の形成面と前記第1の電極の非形成面とを有し、前記第1の電極の非形成面と前記第1の導電回路層との間に前記第3の透光性絶縁体が充填されている、請求項1に記載の発光装置。

【請求項7】

前記第1の電極または前記第2の電極と前記導電回路層との接触界面は、前記電極と前記導電回路層とが直接接触した電気的な接続領域と、前記電極と前記導電回路層との間に前記第3の透光性絶縁体が介在して結合された機械的な結合領域とを有する、請求項1ないし請求項6のいずれか1項に記載の発光装置。

【請求項8】

前記電極の前記導電回路層との接触面は凹凸形状を有し、前記凹凸形状における凸部が前記導電回路層と直接接触して前記電気的な接続領域を構成していると共に、前記凹凸形状における凹部に前記第3の透光性絶縁体が充填されて前記機械的な結合領域を構成している、請求項7に記載の発光装置。

【請求項9】

前記発光装置内に、外径が $500 \mu\text{m}$ 以上または前記発光ダイオードの外形サイズ以上の大きさを有する気泡が存在していない、請求項1ないし請求項8のいずれか1項に記載の発光装置。

【請求項10】

前記発光装置を屈曲させたとき、前記第1の導電回路層は前記面積 S_1 、前記面積 S_2 、および前記距離 H の関係に基づいて前記基板と接触しない、請求項1ないし請求項9のいずれか1項に記載の発光装置。

【請求項11】

屈曲性を有する第1の透光性絶縁体と、前記第1の透光性絶縁体の表面に設けられた第1の導電回路層とを備える第1の透光性支持基体を用意する工程と、

屈曲性を有する第2の透光性絶縁体と、前記第2の透光性絶縁体の表面に設けられた第2の導電回路層とを備える第2の透光性支持基体を用意する工程と、

第1の面と第2の面とを有する基板と、前記基板の前記第1の面上に設けられた第1導電型の第1の半導体層と、前記第1の半導体層上に設けられた第2導電型の第2の半導体

10

20

30

40

50

層と、前記第 1 の半導体層と前記第 2 の半導体層との間に設けられた発光層と、前記発光層より面積が小さくなるように前記第 2 の半導体層上に設けられた第 1 の電極と、前記基板の前記第 2 の面上に設けられた第 2 の電極とをそれぞれ備え、前記基板の前記第 1 の面の面積を S_1 、前記発光層の面積を S_2 、前記基板の前記第 1 の面から前記第 1 の電極の第 1 の導電回路層と接する表面までの距離を H (単位: μm) としたとき、 $\frac{1.2}{S_1/S_2} - (3.46/H) + 2.73$ の関係を満足する複数の発光ダイオードを用意する工程と、

前記第 2 の透光性支持基板の前記第 2 の導電回路層上に第 2 の透光性絶縁樹脂シートを配置する工程と、

前記第 2 の透光性絶縁樹脂シート上に、前記第 2 の電極が前記第 2 の透光性絶縁樹脂シート側に位置するように、前記複数の発光ダイオードを配置する工程と、

前記複数の発光ダイオード上に第 1 の透光性絶縁樹脂シートを配置する工程と、

前記第 1 の透光性支持基板を前記第 1 の導電回路層が前記第 1 の透光性絶縁樹脂シートおよび前記複数の発光ダイオード側に位置するように配置する工程と、

前記第 2 の透光性支持基板、前記第 2 の透光性絶縁樹脂シート、前記複数の発光ダイオード、前記第 1 の透光性絶縁樹脂シート、および前記第 1 の透光性支持基板を含む積層体を、真空雰囲気中で加熱しながら加圧することによって、前記第 1 の電極と前記第 1 の導電回路層、および前記第 2 の電極と前記第 2 の導電回路層とを電氣的に接続しつつ、前記第 1 の透光性支持基板と前記第 2 の透光性支持基板との間に前記第 1 および第 2 の透光性絶縁樹脂シートを埋め込んで、屈曲性を有する第 3 の透光性絶縁体を形成する工程とを具備し、

前記第 1 の透光性絶縁体および第 2 の透光性絶縁体は、それぞれポリエチレンテレフタレート、ポリエチレンナフタレート、ポリカーボネート、ポリエチレンサクシネート、環状オレフィン樹脂、およびアクリル樹脂から選ばれる少なくとも 1 つからなると共に、 $50\ \mu\text{m}$ 以上 $300\ \mu\text{m}$ 以下の厚さを有し、

前記第 3 の透光性絶縁体は、 0 以上 100 以下の範囲において $0.01\ \text{GPa}$ 以上 $10\ \text{GPa}$ 以下の範囲の引張貯蔵弾性率を有するエラストマーからなる、発光装置の製造方法。

【請求項 12】

請求項 1 ないし請求項 10 のいずれか 1 項に記載の発光装置を具備することを特徴とする装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明の実施形態は、発光装置に関する。

【背景技術】

【0002】

発光ダイオード (LED) を用いた発光装置は、屋内用、屋外用、定置用、移動用等の表示装置、表示用ランプ、各種スイッチ類、信号装置、一般照明等の光学装置に幅広く利用されている。LED を用いた発光装置のうち、各種の文字列、幾何学的な図形や模様等を表示する表示装置や表示用ランプ等に好適な装置として、2 枚の透明基板間に複数の LED を配置した透明発光装置が知られている。透明基板として透明樹脂製のフレキシブル基板等を使用することによって、表示装置や表示用ランプとしての発光装置の取り付け面に対する制約が軽減されるため、透明発光装置の利便性や利用可能性が向上する。

【0003】

透明発光装置は、例えば第 1 の導電回路層を有する第 1 の透明絶縁基板と第 2 の導電回路層を有する第 2 の透明絶縁基板との間に、複数の LED チップを配置した構造を有している。LED チップは、例えば半導体基板の一方の面上に第 1 の半導体層と発光層と第 2 の半導体層とを順に積層した構造を有している。第 2 の半導体層上には第 1 の電極が設けられ、また半導体基板の他方の面上には第 2 の電極が設けられる。第 1 の電極は発光層か

10

20

30

40

50

らの光の放射を妨げないように、発光層より面積が十分小さくなるように第2の半導体層上に設けられる。LEDチップの第1および第2の電極は、それぞれ第1および第2の導電回路層と電氣的に接続される。第1の透明絶縁基板と第2の透明絶縁基板との間の空間には、電気絶縁性や屈曲性を有する透明絶縁樹脂等が充填される。

【0004】

LEDチップの電極と導電回路層との電氣的な接続は、例えば第1の透明絶縁基板とLEDチップと第2の透明絶縁基板との積層体を熱圧着することにより行われる。LEDチップの電極と導電回路層との電氣的な接続に関しては、導電性接着剤やホットメルト接着剤を使用したり、あるいは基板間に充填される透明絶縁樹脂の厚さをLEDチップの厚さより薄くすることで、導電回路層をLEDチップの電極に押し付けることが提案されている。しかしながら、従来の透明発光装置は屈曲時にLEDチップの光度の低下やショートによる不点灯等が発生しやすいという難点を有している。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開平11-177147号公報

【特許文献2】特表2007-531321号公報

【特許文献3】特表2009-512977号公報

【特許文献4】特開2012-084855号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

本発明が解決しようとする課題は、例えば屈曲時におけるLEDチップの光度の低下やショートによる不点灯等の不具合の発生を抑制することによって、LEDチップの点灯信頼性を向上させた発光装置を提供することにある。

【0007】

実施形態の発光装置は、屈曲性を有する第1の透光性絶縁体と、第1の透光性絶縁体の表面に設けられた第1の導電回路層とを備える第1の透光性支持基体と、屈曲性を有する第2の透光性絶縁体と、第2の透光性絶縁体の表面に設けられた第2の導電回路層とを備え、第2の導電回路層が第1の導電回路層と対向するように配置された第2の透光性支持基体と、第1の面と第2の面とを有する基板と、基板の第1の面上に設けられた第1導電型の第1の半導体層と、第1の半導体層上に設けられた第2導電型の第2の半導体層と、第1の半導体層と第2の半導体層との間に設けられた発光層と、発光層より面積が小さくなるように第2の半導体層上に設けられ、第1の導電回路層と電氣的に接続された第1の電極と、基板の第2の面上に設けられ、第2の導電回路層と電氣的に接続された第2の電極とをそれぞれ備え、第1の透光性支持基体と第2の透光性支持基体との間に配置された複数の発光ダイオードと、第1の透光性支持基体と第2の透光性支持基体との間の複数の発光ダイオードを除く領域に埋め込まれた、屈曲性を有する第3の透光性絶縁体とを具備する。第1の透光性絶縁体および第2の透光性絶縁体は、それぞれポリエチレンテレフタレート、ポリエチレンナフタレート、ポリカーボネート、ポリエチレンサクシネート、環状オレフィン樹脂、およびアクリル樹脂から選ばれる少なくとも1つからなると共に、50 μm 以上300 μm 以下の厚さを有し、第3の透光性絶縁体は、0以上100以下の範囲において0.01GPa以上10GPa以下の範囲の引張貯蔵弾性率を有するエラストマーからなる。基板の前記第1の面の面積を S_1 、発光層の面積を S_2 、基板の第1の面から第1の電極の第1の導電回路層に接続された表面までの距離を H (単位： μm)としたとき、発光ダイオードは $1 - S_1 / S_2 - (3.46 / H) + 2.73$ の関係を満足する形状を有する。JIS C5016 8.6に記載の耐屈曲試験を 45 ± 2 の温度条件下にて通電状態で行い、屈曲半径を30mmとして180°屈曲させたときに、点灯状態が維持されることを特徴とする発光装置。

【図面の簡単な説明】

10

20

30

40

50

【 0 0 0 8 】

【図 1】実施形態の発光装置を示す断面図である。

【図 2】図 1 に示す発光装置の一部を拡大して示す断面図である。

【図 3】図 1 に示す発光装置における発光ダイオードの配置部分を拡大して示す SEM 像である。

【図 4】図 1 に示す発光装置に用いる発光ダイオードの第 1 の構成例を示す断面図である。

【図 5】図 1 に示す発光装置に用いる発光ダイオードの第 2 の構成例を示す断面図である。

【図 6 A】図 1 に示す発光装置に用いる発光ダイオードの製造工程における発光部および電極の形成工程を示す断面図である。 10

【図 6 B】図 1 に示す発光装置に用いる発光ダイオードの製造工程における発光部への素子分離溝の形成工程を示す断面図である。

【図 6 C】図 1 に示す発光装置に用いる発光ダイオードの製造工程における分割工程を示す断面図である。

【図 7】図 1 に示す発光装置における第 1 の導電回路層と発光ダイオードの基板の露出部分とが接触する不具合を説明するための図である。

【図 8】基板の第 1 の面から第 1 の電極の表面までの距離 H の逆数 $(1/H)$ と発光層の面積 S_2 に対する基板の第 1 の面の面積 S_1 の比 (S_2/S_1) との関係を示す図である。 20

【図 9 A】実施形態の発光装置の製造工程における第 2 の透光性支持基体および第 2 の透光性絶縁樹脂シートの準備工程を示す断面図である。

【図 9 B】実施形態の発光装置の製造工程における第 2 の透光性支持基体上への発光ダイオードの配置工程を示す断面図である。

【図 9 C】実施形態の発光装置の製造工程における第 1 の透光性絶縁樹脂シートの配置工程を示す断面図である。

【図 9 D】実施形態の発光装置の製造工程における第 1 の透光性支持基体の配置工程を示す断面図である。

【図 9 E】実施形態の発光装置の製造工程における熱圧着工程を示す断面図である。

【図 10】実施形態の発光装置の適用例を示す図である。 30

【発明を実施するための形態】

【 0 0 0 9 】

実施形態の発光装置について、図面を参照して説明する。図 1 は実施形態による発光装置の構成を示す断面図、図 2 は図 1 に示す発光装置の一部を拡大して示す断面図である。これらの図に示す発光装置 1 は、所定の間隙を持って対向配置された第 1 の透光性支持基体 2 と第 2 の透光性支持基体 3 とを具備している。第 1 の透光性支持基体 2 は、第 1 の透光性絶縁体 4 とその表面に形成された第 1 の導電回路層 5 とを備えている。第 2 の透光性支持基体 3 は、第 2 の透光性絶縁体 6 とその表面に形成された第 2 の導電回路層 7 とを備えている。第 1 の透光性支持基体 2 と第 2 の透光性支持基体 3 とは、第 1 の導電回路層 5 と第 2 の導電回路層 7 とが対向するように配置されている。第 1 の透光性支持基体 2 と第 2 の透光性支持基体 3 との間隙には、複数の発光ダイオード 8 が配置されている。 40

【 0 0 1 0 】

透光性絶縁体 4、6 には、例えば絶縁性と透光性と屈曲性とを有する樹脂材料が用いられる。このような樹脂材料としては、ポリエチレンテレフタレート (PET)、ポリエチレンナフタレート (PEN)、ポリカーボネート (PC)、ポリエチレンサクシネート (PES)、環状オレフィン樹脂 (例えば JSR 社製のアートン (商品名))、アクリル樹脂等が挙げられる。透光性絶縁体 4、6 の全光透過率 (JK7105) は 90% 以上であることが好ましく、さらに 95% 以上であることがより好ましい。透光性絶縁体 4、6 の厚さは 50 ~ 300 μm の範囲であることが好ましい。透光性絶縁体 4、6 の厚さが厚すぎると、透光性支持基体 2、3 に良好な屈曲性を付与することが困難となり、また 50

透光性も低下するおそれがある。透光性絶縁体 4、6 の厚さが薄すぎると、導電回路層 5、7 の形成基材としての特性等が十分に得られなくなるおそれがある。

【0011】

第 1 の透光性絶縁体 4 の表面には、第 1 の導電回路層 5 が形成されている。同様に、第 2 の透光性絶縁体 6 の表面には、第 2 の導電回路層 7 が形成されている。導電回路層 5、7 には、例えば酸化インジウムスズ (ITO)、フッ素ドープ酸化スズ (FTO)、酸化亜鉛、酸化インジウム亜鉛 (IZO) 等の透明導電材料が用いられる。透明導電材料からなる導電回路層 5、7 としては、例えばスパッタ法や電子ビーム蒸着法等を適用して薄膜を形成し、得られた薄膜をレーザ加工やエッチング処理等でパターンングして回路を形成したものが挙げられる。導電回路層 5、7 は、透明導電材料の微粒子 (例えば平均粒子径が 10 ~ 100 nm の範囲の微粒子) と透明樹脂バインダとの混合物をスクリーン印刷等で回路形状に塗布したものや、上記混合物の塗布膜にレーザ加工やフォトリソグラフィによるパターンング処理を施して回路を形成したものであってもよい。

10

【0012】

導電回路層 5、7 は、透明導電材料からなるものに限らず、金や銀等の不透明導電材料の微粒子をメッシュ状に形成したものであってもよい。例えば、ハロゲン化銀のような不透明導電材料の感光性化合物を塗布した後、露光・現像処理を施してメッシュ状の導電回路層 5、7 を形成する。不透明導電材料微粒子を含むスラリーをスクリーン印刷等でメッシュ状に塗布して導電回路層 5、7 を形成してもよい。導電回路層 5、7 は透光性絶縁体 4、6 の表面に形成したときに透光性を示し、透光性支持基体 2、3 が得られるものであればよい。導電回路層 5、7 は、透光性支持基体 2、3 の全光透過率 (JIS K7105) が 10% 以上、また発光装置 1 全体としての全光透過率が 1% 以上となるような透光性を有していることが好ましい。発光装置 1 全体としての全光透過率が 1% 未満であると、発光点が輝点として認識されにくくなる。導電回路層 5、7 自体の透光性は、その構成によっても異なるが、全光透過率が 10 ~ 85% の範囲であることが好ましい。

20

【0013】

第 1 の透光性支持基体 2 の第 1 の導電回路層 5 を有する表面と第 2 の透光性支持基体 3 の第 2 の導電回路層 6 を有する表面との間には、複数の発光ダイオード 8 が配置されている。発光ダイオードとしては、一般的に PN 接合を有するダイオードチップ (以下では LED チップ 8 と記す) が用いられる。発光ダイオードは LED チップ 8 に限らず、レーザダイオード (LD) チップ等であってもよい。LED チップ 8 は、例えば半導体基板 9 と、半導体基板 9 の第 1 の面 (表面) 上に設けられた発光部 10 と、発光部 10 上に設けられた第 1 の電極 11 と、半導体基板 9 の第 2 の面 (裏面) に設けられた第 2 の電極 12 とを備えている。LED チップ 8 を構成する基板は、半導体基板 9 に限られるものではなく、電極 11、12 間を導通することが可能な基板であればよい。LED チップ 8 の具体的な構造については、後に詳述する。

30

【0014】

第 1 の電極 11 は第 1 の導電回路層 5 と直接接触させることで電氣的に接続されている。すなわち、後述するように第 1 の導電回路層 5 を第 1 の電極 11 に押し付けることによって、第 1 の導電回路層 5 と第 1 の電極 11 とを電氣的に接続している。同様に、第 2 の電極 12 は第 2 の導電回路層 7 と直接接触させることで電氣的に接続されている。すなわち、第 2 の導電回路層 7 を第 2 の電極 12 に押し付けることによって、第 2 の導電回路層 7 と第 2 の電極 12 とを電氣的に接続している。LED チップ 8 は、第 1 および第 2 の電極 11、12 を介して印加される直流電圧により点灯する。

40

【0015】

LED チップ 8 の発光面 (発光部 10 の表面) に設けられた第 1 の電極 11 は、発光部 10 からの発光が外部へ放出されることを妨げないように、発光面より小さい面積を有している。発光部 10 の表面は、第 1 の電極 11 の形成面と非形成面とを有している。さらに、第 1 の電極 11 は発光面から突出した形状を有している。第 2 の電極 12 は、LED チップ 8 の非発光面 (半導体基板 9 の裏面) 全体に設けられている。第 2 の電極 12 の表

50

面（導電回路層7との接触面）は、第2の導電回路層7との電気的な接続信頼性等を高めるために、例えば1 μ m以上の凹凸形状を有していることが好ましく、さらに微細な凹凸が繰り返した形状を有することが好ましい。第1の電極11の表面（導電回路層5との接触面）も同様な凹凸形状を有していることが好ましい。

【0016】

第1の透光性支持基体2と第2の透光性支持基体3との間隙において、複数のLEDチップ8の配置部分を除く部分には、第3の透光性絶縁体13が埋め込まれている。第3の透光性絶縁体13は80~160の範囲のピカット軟化温度を有することが好ましい。第3の透光性絶縁体13は0.01~10GPaの範囲の引張貯蔵弾性率を有することが好ましい。引張貯蔵弾性率は0から100の間の値を示す。第3の透光性絶縁体13のピカット軟化温度は100~140の範囲であることがより好ましく、引張貯蔵弾性率は0.1~7GPaの範囲であることがより好ましい。

10

【0017】

さらに、第3の透光性絶縁体13は、ピカット軟化温度で溶融しておらず、ピカット軟化温度における引張貯蔵弾性率が0.1MPa以上であることがより好ましい。第3の透光性絶縁体13は180以上の融解温度、もしくはピカット軟化温度より40以上高い融解温度を有することがさらに好ましい。加えて、第3の透光性絶縁体13は-20以下のガラス転移温度を有することが好ましい。第3の透光性絶縁体13のガラス転移温度は-40以下であることがより好ましい。

【0018】

第3の透光性絶縁体13のピカット軟化温度は、試験荷重10N、昇温速度50/時間の条件下で、JIS K7206（ISO 306:2004）に記載のA50条件で求めた値である。ガラス転移温度と融解温度は、JIS K7121（ISO 3146）に準拠した方法により、示差走査熱量計を用いて、5/分の昇温速度で、熱流束示差走査熱量測定により求めた値である。引張貯蔵弾性率は、JIS K7244-1（ISO 6721）に準拠して、動的粘弾性自動測定器を用いて、-100から200まで1/分で等速昇温し、周波数10Hzで求めた値である。

20

【0019】

第3の透光性絶縁体13は、上述したピカット軟化温度、引張貯蔵弾性率、融解温度、ガラス転移温度等の特性を満足する透光性絶縁樹脂、特にエラストマーで構成されていることが好ましい。エラストマーは、アクリル系エラストマー、オレフィン系エラストマー、スチレン系エラストマー、エステル系エラストマー、およびウレタン系エラストマーから選ばれる少なくとも1つであることが好ましい。これらのうち、上述した特性を満足するアクリル系エラストマーは、透光性、電気絶縁性、屈曲性に加えて、軟化時の流動性、硬化後の接着性、耐候性に優れることから、第3の透光性絶縁体13の構成材料として好適である。第3の透光性絶縁体13は、上記したようなエラストマーを主成分として含む材料からなることが好ましく、必要に応じて他の樹脂成分を含んでいてもよい。

30

【0020】

第3の透光性絶縁体13の厚さは、LEDチップ8の高さ T_1 （第1の電極11の表面から第2の電極12の表面までの高さ）に基づく第1の透光性支持基体2と第2の透光性支持基体3との間隙と同等であってもよい。導電回路層5、7と電極11、12との接触性を高める上で、第3の透光性絶縁体13の厚さは、部分的にLEDチップ8の高さ T_1 に基づく厚さより薄いことが好ましい。言い換えると、第3の透光性絶縁体13と密着している透光性支持基体2、3は、LEDチップ8が配置されている部分から隣接するLEDチップ8間の中間部分に向けて内側に湾曲した形状を有していることが好ましい。第1および第2の透光性支持基体2、3は、それぞれ反対方向から内側に湾曲した形状を有している。このような透光性支持基体2、3の形状を適用することによって、第1の透光性支持基体2は第1の導電回路層5を第1の電極11に押し付けられ、第2の透光性支持基体3は第2の導電回路層7を第2の電極12に押し付けられる。従って、導電回路層5、7と電極11、12との電気的な接続性やその信頼性を高めることが可能になる。

40

50

【 0 0 2 1 】

第3の透光性絶縁体13は、LEDチップ8の高さ T_1 より $5\mu\text{m}$ 以上 $1/2 T_1$ 以下の範囲で薄い最小厚さ T_2 、すなわち隣接するLEDチップ8間における最小厚さ T_2 を有していることが好ましい。言い換えると、LEDチップ8の高さ T_1 と第3の透光性絶縁体13の最小厚さ T_2 との差 $T(T_1 - T_2)$ は $5\mu\text{m}$ 以上 $1/2 T_1$ 以下の範囲であることが好ましい。厚さの差 T が $5\mu\text{m}$ 未満であると、導電回路層5、7を電極11、12に押し付ける力が不足し、導電回路層5、7と電極11、12との電気的な接続状態、特に耐屈曲試験や熱サイクル試験時に電気的な接続状態が不安定になるおそれがある。厚さの差 T が高さ T_1 の $1/2$ ($1/2 T_1$)を超えると、第3の透光性絶縁体13の形状を維持することが困難になったり、またLEDチップ8に対する密着性等が低下するおそれがある。厚さの差 T は $20\sim 80\mu\text{m}$ の範囲であることがより好ましい。

10

【 0 0 2 2 】

さらに、上述したピカット軟化温度や融解温度を有する樹脂を用いることで、複数のLEDチップ8に密着させた状態で第3の透光性絶縁体13を第1の透光性支持基体2と第2の透光性支持基体3との間に良好に埋め込むことができる。導電回路層5、7と電極11、12との接触状態は、LEDチップ8の周囲に密着した状態で配置された第3の透光性絶縁体13により維持される。従って、導電回路層5、7と電極11、12との電気的な接続状態をより一層良好に保つことができる。樹脂のピカット軟化温度が 160 を超えると、第3の透光性絶縁体13の形成工程で樹脂を十分に流動化させることができず、これにより導電回路層5、7と電極11、12との電気的な接続性が低下するおそれがある。樹脂のピカット軟化温度が 80 未満であるとLEDチップ8の保持力が不足し、導電回路層5、7と電極11、12との電気的な接続信頼性が低下するおそれがある。

20

【 0 0 2 3 】

第1の電極11の周囲の状態に関しては、第3の透光性絶縁体13を第1の電極11の周囲にまで配置することが好ましい。第1の電極11がLEDチップ8の発光面(発光部10の表面)の面積より十分に小さい面積と発光面から突出した形状とを有する場合、第1の電極11を第1の導電回路層5に接触させた状態において、発光面(発光部10の表面)内の第1の電極11が形成されていない面(第1の電極11の非形成面)と第1の導電回路層5との間に空間が生じる。発光面内における第1の電極11の非形成面と第1の導電回路層5との間の微小空間にも、第3の透光性絶縁体13を充填することが好ましい。第3の透光性絶縁体13の微小空間に対する充填状態は、上述したピカット軟化温度や融解温度等を有する樹脂を用いることで高めることができる。

30

【 0 0 2 4 】

図3は発光装置1におけるLEDチップ8およびその周囲を拡大して示すSEM像である。図3から明らかかなように、発光面内における第1の電極11の非形成面と導電回路層5との間に第3の透光性絶縁体13が充填されている。このように、LEDチップ8の発光面と導電回路層5との間に第3の透光性絶縁体13を充填し、電極11の周囲に第3の透光性絶縁体13の一部を密着した状態で存在させることによって、電極11と導電回路層5との接触状態を第3の透光性絶縁体13で良好に維持することができる。すなわち、発光装置1を屈曲させたような場合においても、電極11と導電回路層5との接触状態が良好に維持される。従って、第1の導電回路層5とLEDチップ8の第1の電極11との電気的な接続信頼性をより再現性よく高めることが可能になる。

40

【 0 0 2 5 】

第2の導電回路層7とLEDチップ8の第2の電極12との接触構造に関しては、第2の電極12の周囲に第3の透光性絶縁体13が密着した状態で存在するために接触状態が良好に維持される。さらに、第2の電極12の表面が凹凸形状を有している場合、凹凸形状における凸部を導電回路層7と直接接触させて電気的な接続領域を形成すると共に、凹部に第3の透光性絶縁体13を充填して機械的な結合領域を形成することができる。すなわち、導電回路層7と電極12との接触界面に、導電回路層7と電極12とが直接接触した電気的な接続領域と、導電回路層7と電極12との間に第3の透光性絶縁体13の一部

50

が介在した機械的な結合領域とが形成される。これによって、導電回路層 7 と電極 1 2 との電気的な接続性を維持しつつ、機械的な結合性を高めることができる。

【 0 0 2 6 】

上述した電気的な接続領域と機械的な結合領域とを有する接触界面は、第 2 の導電回路層 7 と第 2 の電極 1 2 との接触部分に限らず、第 1 の導電回路層 5 と第 1 の電極 1 1 との接触部分に対しても有効である。電気的な接続領域と機械的な結合領域とを有する接触界面は、電極 1 1、1 2 の表面が凹凸形状を有している場合に限らず、比較的平坦な表面を有している場合であっても、上述したピカット軟化温度や融解温度等を有する樹脂を用いると共に、後述する樹脂シートの真空熱圧着条件等を制御することにより得ることができる。すなわち、樹脂シートの真空熱圧着時における樹脂の延伸状態等を制御することによって、電気的な接続領域と機械的な結合領域とを有する導電回路層 5、7 と電極 1 1、1 2 との接触界面を得ることができる。これによって、導電回路層 5、7 と電極 1 1、1 2 との電気的な接続信頼性をさらに高めることができる。

10

【 0 0 2 7 】

次に、LEDチップ 8 の具体的な構造について、図 4 ないし図 8 を参照して述べる。LEDチップ 8 は、前述したように半導体基板 9 と発光部 1 0 と第 1 の電極 1 1 と第 2 の電極 1 2 とを備えている。発光部 1 0 の具体的な構造としては、半導体基板 9 上に順に形成された第 1 導電型（例えば P 型または N 型）の第 1 の半導体層 1 4 および第 2 導電型（例えば N 型または P 型）の第 2 の半導体層 1 5 と、これらは半導体層 1 4、1 5 間に設けられた発光層 1 6（例えば PN 接合界面やノンドープの半導体層からなる活性層等）とを有する構造が挙げられる。第 2 の半導体層 1 5 上には、発光層 1 6 より十分に面積が小さいパッド状の第 1 の電極 1 1 が設けられている。発光部 1 0 の信頼性を高めるために、発光層 1 6 は第 1 の電極 1 1 の下面から 1 μ m 以上深い位置に形成されていることが好ましく、さらには 2 μ m 以上深い位置に形成されていることが望ましい。

20

【 0 0 2 8 】

図 4 は LEDチップ 8 の基本構造を示すものであり、LEDチップ 8 は上述した各層以外に反射膜、密着層、緩衝層、コンタクト層、電流拡散層、透明電極層等を有してもよい。図 5 にダブルヘテロ接合構造を有する LEDチップ 8 の構成例を示す。図 5 に示す LEDチップ 8 において、半導体基板 9 上には分布ブラッグ型等の反射膜 1 7 が設けられている。発光部 1 0 は反射膜 1 7 上に設けられている。発光部 1 0 は反射膜 1 7 上に順に形成された第 1 導電型（例えば P 型）のコンタクト層 1 8、第 1 導電型（例えば P 型）のクラッド層 1 4、活性層 1 6、第 2 導電型（例えば N 型）のクラッド層 1 5、および第 2 導電型（例えば N 型）のコンタクト層 1 9 を有している。第 2 導電型のコンタクト層 1 9 上には透明電極層 2 0 が形成されており、その上に第 1 の電極（パッド電極）1 1 が設けられている。これら各層は必要に応じて追加され、場合によっては省略される。LEDチップ 8 は上述した各層以外に緩衝層、保護層、電流拡散層等を有してもよい。

30

【 0 0 2 9 】

LEDチップ 8 は、半導体基板 9 となる半導体ウエハ上に発光部 1 0 を構成する各層（薄膜の積層体）等を順に形成した後、半導体ウエハをチップ形状にダイシングすることにより作製される。半導体ウエハのダイシングは、一般的にダイヤモンドブレードを用いたブレードダイシングにより実施される。この際、半導体ウエハのダイシング時に発光部 1 0 を構成する薄膜（薄膜の積層体）が剥がれることを防止するために、薄膜の積層体にドライエッチングやレーザダイシング等で素子分離溝を形成することが一般的である。素子分離溝の幅はブレードダイシングの切断幅より広くなるように設定される。

40

【 0 0 3 0 】

LEDチップ 8 の製造工程について、図 6 A ないし図 6 C を参照して詳述する。図 6 A に示すように、半導体基板 9 となる半導体ウエハ 2 1 の第 1 の面上に発光部 1 0 を構成する薄膜積層体 2 2 を形成する。薄膜積層体 2 2 上に第 1 の電極 1 1 を形成すると共に、半導体ウエハ 2 1 の第 2 の面に第 2 の電極 1 2 を形成する。図 6 B に示すように、薄膜積層体 2 2 に素子分離溝 2 3 を形成する。素子分離溝 2 3 の幅はブレードダイシングの切断幅

50

より広くなるように設定される。図6Cに示すように、素子分離溝23の中心をダイシングして半導体ウエハ21を複数の半導体基板9に分割することによって、複数のLEDチップ8を作製する。素子分離溝23の幅をダイシング幅より広くし、ブレードダイシングで半導体ウエハ21のみを切断することによって、薄膜積層体22をブレードでダイシングすることによるチップングや剥がれの発生等が防止される。

【0031】

ところで、電子器機用の電子部品は、動作温度範囲として45 程度までの温度で正常に動作することがしばしば求められる。しかしながら、従来の屈曲性を有する発光装置においては、20 程度の温度環境下では正常に動作していても、一般的な動作温度条件の上限に近い環境温度下で、発光面側が凸になるように屈曲状態におかれたり、LEDチップ近傍の装置表面を指で押ししたり、他の部品等が接触する等して圧力がかかると、LEDチップが点灯しなくなったり、LEDチップの光度が低下するという現象がみられた。このような現象の発生原因について鋭意検討した結果、上述したようなチップ製造工程を適用することで半導体基板9の外周部分の表面が露出した状態となり、この半導体基板9の露出部分が第1の電極11と電気的に接続された第1の導電回路層5と接触しやすくなることで、発光部10の光度の低下やショート等が発生することを見出した。

【0032】

すなわち、上述したチップ製造工程を適用すると、素子分離溝23に基づいて半導体基板9の表面(発光部10の形成面)の外周部分上に発光部10が存在していない状態となる。LEDチップ8は図4に示すように、発光部10の面積 S_2 が半導体基板9の面積 S_1 より小さい形状を有するため、半導体基板9の外周部分の表面が露出する。外周部分が露出した半導体基板9を有するLEDチップ8を発光装置1に適用すると、発光装置1を特に動作温度条件の上限に近い環境温度下で屈曲させたり、またLEDチップ8の近傍に局所的な圧力が加わった際に、第1の電極11と電気的に接続された第1の導電回路層5が半導体基板9の露出部分と接触するおそれがある。第1の導電回路層5が半導体基板9の露出部分と接触すると発光部10の光度が低下したり、さらに発光部10がショートしてLEDチップ8の不点灯等の不具合を招くことになる。

【0033】

発光装置1を屈曲させると、図7に示すように、第1の電極11と電気的に接続された第1の導電回路層5が半導体基板9の露出部分と接触するおそれがある。第1の導電回路層5と半導体基板9の露出部分との接触は、特に動作温度条件の上限に近い環境温度下で発光装置1を屈曲させた際に発生しやすい。さらに、第3の透光性絶縁体13の最小厚さ T_2 をLEDチップ8の高さ T_1 に基づく厚さより薄くすることで、第1の導電回路層5と第1の電極11との電気的な接続信頼性を高めることができるものの、第1の導電回路層5と半導体基板9の露出部分とが接触しやすくなる。このため、発光部10の光度の低下やショートが生じやすくなり、LEDチップ8の不点灯等の不具合を招くことになる。

【0034】

半導体基板9の露出部分は、発光部10の面積(発光層16の面積) S_2 に対する半導体基板9の面積 S_1 の比(S_1/S_2)が小さいほど、また半導体基板9の表面(発光部10の形成面)から第1の電極11の表面までの距離 H が小さいほど、第1の導電回路層5と接触しやすくなる。距離 H は、発光部10と第1の電極11との間に透明電極等の他の層が存在しているかどうかに関わらず、半導体基板9の表面からパッド形状を有する電極11の露出表面までの距離とする。距離 H は半導体基板9が完全に露出した表面から電極11の表面までの距離に限られるものではなく、半導体基板9上に導電性の膜が形成されている場合には膜表面から電極11の表面までの距離とする。

【0035】

半導体基板9と発光部10との面積比(S_1/S_2)が1の場合、すなわち半導体基板9の表面全体が発光部10で覆われており、半導体基板9の面積 S_1 と発光部10の面積(発光層16の面積) S_2 とが等しい場合、第1の透光性支持基体2や発光装置1全体を屈曲させても、第1の導電回路層5は発光部10の外周部分と接触するだけであるため、

10

20

30

40

50

発光部 10 のショート等の不具合を招くことはない。このため、LEDチップ 8 は S_1 / S_2 比が 1 である構造を有していてもよい。ただし、半導体基板 9 の面積 S_1 と発光部 10 の面積 S_2 とが等しいということは、前述した LED チップ 8 の製造工程で発光部 10 の剥がれ等が生じやすくなることを意味する。従って、発光部 10 の面積 S_2 は半導体基板 9 の面積 S_1 より小さいことが好ましく、さらにブレードダイシングにおけるマージン等を考慮して、 S_1 / S_2 比は 1.2 以上であることがより好ましい。

【0036】

半導体基板 9 と発光部 10 との面積比 (S_1 / S_2) が 1 より大きい場合には、上述したように第 1 の導電回路層 5 と半導体基板 9 の露出部分とが接触するおそれがある。このように点に対して、 S_1 / S_2 の値に応じて半導体基板 9 の表面から第 1 の電極 11 の表面までの距離 H を設定することで、第 1 の透光性支持基体 2 や発光装置 1 全体を屈曲させた際に、第 1 の導電回路層 5 が半導体基板 9 の露出部分と接触することを防ぐことができる。具体的には、「 $1 - (3.46 / H) + 2.73$ 」の値が S_1 / S_2 の値以上となるように、半導体基板 9 の表面から第 1 の電極 11 の表面までの距離 H を設定することで、第 1 の導電回路層 5 と半導体基板 9 の露出部分との接触を防止することが可能になる。

【0037】

半導体基板 9 と発光部 10 との面積比 S_1 / S_2 と半導体基板 9 の表面から第 1 の電極 11 の表面までの距離 H とが「 $1 - S_1 / S_2 - (3.46 / H) + 2.73$ 」の関係、すなわち図 8 に示す斜線領域内の関係を満足する LED チップ 8 を適用することで、第 1 の導電回路層 5 と半導体基板 9 の露出部分との接触が防止される。発光装置 1 を特に高温環境下で屈曲させたり、また LED チップ 8 の近傍に局所的な圧力が加わった場合においても、発光部 10 のショート等の不具合の発生を抑制することができる。従って、LED チップ 8 の不点灯や光度の低下等を抑制し、点灯信頼性を向上させた発光装置 1 を提供することが可能になる。面積比 S_1 / S_2 と距離 H とは「 $1 < S_1 / S_2 - (3.46 / H) + 2.73$ 」の関係を満足することが好ましく、さらに「 $1.2 - S_1 / S_2 - (3.46 / H) + 2.73$ 」の関係を満足することがより好ましい。

【0038】

次に、実施形態の発光装置 1 の製造方法について、図 9 A ないし図 9 E を参照して述べる。まず、前述したチップ製造工程等を適用して、半導体基板 9 と発光部 10 との面積比 S_1 / S_2 と距離 H とが「 $1 - S_1 / S_2 - (3.46 / H) + 2.73$ 」の関係を満足する LED チップ 8 を作製する。LED チップ 8 の具体的な構造は前述した通りである。次に、第 1 の透光性絶縁体 4 とその表面に形成された第 1 の導電回路層 5 とを有する第 1 の透光性支持基体 2 と、第 2 の透光性絶縁体 6 とその表面に形成された第 2 の導電回路層 7 とを有する第 2 の透光性支持基体 3 とを用意する。

【0039】

次いで、第 1 および第 2 の透光性絶縁樹脂シート 31、32 を用意する。透光性絶縁樹脂シート 31、32 は 80 ~ 160 の範囲のピカット軟化温度を有するエラストマーシートであることが好ましく、アクリル系エラストマーシートであることがより好ましい。透光性絶縁樹脂シート 31、32 としてのエラストマーシートの引張貯蔵弾性率は 0.1 ~ 7 GPa の範囲であることが好ましい。さらに、エラストマーシートはピカット軟化温度で溶融しておらず、ピカット軟化温度における引張貯蔵弾性率が 0.1 MPa 以上であることが好ましい。エラストマーシートは 180 以上の融解温度、もしくはピカット軟化温度より 40 以上高い融解温度を有することが好ましい。エラストマーシートのガラス転移温度は -20 以下であることが好ましい。

【0040】

図 9 A に示すように、第 2 の透光性支持基体 3 の第 2 の導電回路層 7 上に、導電回路層 7 全体を覆うように第 2 の透光性絶縁樹脂シート 32 を配置する。第 2 の透光性絶縁樹脂シート 32 は、導電回路層 7 上の LED チップ 8 の配置位置となる部分を含めて、導電回路層 7 全体、さらに透光性絶縁体 6 全体を覆うことが可能な形状を有している。図 9 B に示すように、第 2 の透光性絶縁樹脂シート 32 上に複数の LED チップ 8 を配置する。複

10

20

30

40

50

数のLEDチップ8は、それぞれ第2の電極12が第2の透光性絶縁樹脂シート32側（第2の導電回路層7側）に位置するように配置される。さらに、図9Cに示すように、複数のLEDチップ8上に第1の透光性絶縁樹脂シート31を配置する。図9Dに示すように、第1の透光性絶縁樹脂シート31上に第1の透光性支持基体2を配置する。

【0041】

第1の透光性支持基体2は、第1の導電回路層5が第1の透光性絶縁樹脂シート31と対向するように配置される。第1の透光性絶縁樹脂シート31は、導電回路層5上のLEDチップ8の配置位置となる部分を含めて、導電回路層5全体、さらに透光性絶縁体4全体を覆うことが可能な形状を有している。従って、第1の透光性絶縁樹脂シート31上に配置された第1の透光性支持基体2において、第1の導電回路層5の全体が第1の透光性絶縁樹脂シート31で覆われることになる。図9Aないし図9Dに示す工程を実施することによって、LEDチップ8は第1の電極11が第1の透光性絶縁樹脂シート31側に位置し、かつ第2の電極12が第2の透光性絶縁樹脂シート32側に位置するように、第1の透光性絶縁樹脂シート31と第2の透光性絶縁樹脂シート32との間に配置される。

10

【0042】

第1および第2の透光性絶縁樹脂シート31、32は、以下に示す真空熱圧着工程で第1の透光性支持基体2と第2の透光性支持基体3との間の空間、すなわちLEDチップ8を配置することにより生じる第1の透光性支持基体2と第2の透光性支持基体3との間隙に基づく空間を十分に埋めることが可能な厚さを有していればよい。具体的には、第1および第2の透光性絶縁樹脂シート14、15の合計厚さは、例えばLEDチップ8の高さ T_1 と第3の透光性絶縁体13の最小厚さ T_2 との差 $T(T_1 - T_2)$ に基づく形状を有する第3の透光性絶縁体13が形成されるのに十分な厚さであればよい。

20

【0043】

図9Eに示すように、第2の透光性支持基体3と第2の透光性絶縁樹脂シート32とLEDチップ8と第1の透光性絶縁樹脂シート31と第1の透光性支持基体2とが順に積層された積層体を真空雰囲気中で加熱しながら加圧する。積層体の加圧工程は、例えば第3の透光性絶縁体13の最小厚さ T_2 がLEDチップ8の高さ T_1 より薄くするように、隣接するLEDチップ8間に局部的に圧力を加えることが可能な加圧装置（ゴムのような弾性体を表面に設けた加圧板を有する加圧装置）を用いて実施することが好ましい。

30

【0044】

積層体の真空雰囲気中での加熱・加圧工程（真空熱圧着工程）は、透光性絶縁樹脂シート31、32のピカット軟化温度 M_p （ $^{\circ}\text{C}$ ）に対し、 $M_p - 10$ （ $^{\circ}\text{C}$ ） $T < M_p + 20$ （ $^{\circ}\text{C}$ ）の範囲の温度 T に加熱しながら加圧することにより実施することが好ましい。このような加熱条件を適用することによって、透光性絶縁樹脂シート31、32を適度に軟化させた状態で積層体を加圧することができる。従って、透光性絶縁樹脂シート31を介して導電回路層5上に配置された第1の電極11を第1の導電回路層5の所定の位置に接続し、かつ透光性絶縁樹脂シート32を介して導電回路層7上に配置された第2の電極12を第2の導電回路層7の所定の位置に接続しつつ、第1の透光性支持基体2と第2の透光性支持基体3との間の空間に軟化させた透光性絶縁樹脂シート31、32を隙間なく埋め込んで第3の透光性絶縁体13を形成することができる。

40

【0045】

積層体の熱圧着時の加熱温度 T が透光性絶縁樹脂シート31、32のピカット軟化温度 M_p より 10 （ $^{\circ}\text{C}$ ）低い温度未満（ $T < M_p - 10$ ）であると、透光性絶縁樹脂シート31、32の軟化が不十分となり、透光性絶縁樹脂シート31、32（ひいては第3の透光性絶縁体13）のLEDチップ8に対する密着性が低下するおそれがある。さらに、LEDチップ8の発光面（発光部10の表面）内における電極11の非形成面と導電回路層5との間の空間に透光性絶縁樹脂シート31、32（ひいては第3の透光性絶縁体13）を良好に充填することができないおそれがある。加熱温度 T が透光性絶縁樹脂シート31、32のピカット軟化温度 M_p より 20 （ $^{\circ}\text{C}$ ）高い温度を超える（ $M_p + 20 < T$ ）と、透光性絶縁樹脂シート31、32が軟化しすぎて形状不良等が生じるおそれがある。

50

【 0 0 4 6 】

積層体の真空雰囲気中での熱圧着工程は、以下のようにして実施することが好ましい。上述した積層体を予備加圧して各構成部材間を密着させる。次いで、予備加圧された積層体が配置された作業空間を真空引きした後、積層体を上記したような温度に加熱しながら加圧する。このように、予備加圧された積層体を真空雰囲気中で熱圧着することによって、第1の透光性支持基体2と第2の透光性支持基体3との間の空間に軟化させた透光性絶縁樹脂シート31、32を隙間なく埋め込むことができる。熱圧着時の真空雰囲気は5 Pa以下とすることが好ましい。予備加圧工程を省くことも可能であるが、この場合には積層体に位置ずれ等が生じやすくなるため、予備加圧工程を実施することが好ましい。

【 0 0 4 7 】

積層体の熱圧着工程を大気雰囲気下や真空圧が高い減圧下で実施すると、熱圧着後の発光装置1内、とりわけLEDチップ8の周囲に気泡が残存しやすい。発光装置1内に残留する気泡は加圧されているため、熱圧着後の発光装置1の膨れやLEDチップ8の透光性支持基体2、3からの剥離の発生原因となる。さらに、発光装置1の内部、とりわけLEDチップ8の近傍に気泡や膨れが存在していると、光が不均一に散乱されたりして、発光装置1の外観上の問題となるので好ましくない。実施形態によれば、第3の透光性絶縁体13の各種特性や真空熱圧着条件に基づいて、発光装置1内の気泡の発生を抑制することができる。実施形態の発光装置1内には、外径が500 μm以上またはLEDチップ8の外形サイズ以上の大きさを有する気泡が存在していないことが好ましい。

【 0 0 4 8 】

積層体の熱圧着時に加える加圧力は、加熱温度、透光性絶縁樹脂シート31、32の材質、厚さ、最終的な第3の透光性絶縁体13の厚さ等によっても異なるが、通常0.5～20 MPaの範囲であり、さらに1～12 MPaの範囲とすることが好ましい。このような加圧力を適用することによって、第1の透光性支持基体2と第2の透光性支持基体3との間隙に対する透光性絶縁樹脂シート31、32の埋め込み性を高めることができる。さらに、LEDチップ8の特性低下や破損等を抑制することができる。

【 0 0 4 9 】

上述したように、第1の導電回路層5とLEDチップ8の第1の電極11との間に第1の透光性絶縁樹脂シート31を介在させ、かつ第2の導電回路層7とLEDチップ8の第2の電極12との間に第2の透光性絶縁樹脂シート15を介在させた状態で、真空熱圧着工程を実施することによって、第1の電極11と第1の導電回路層5および第2の電極12と第2の導電回路層7とを電氣的に接続しつつ、第3の透光性絶縁体13の厚さを所望の範囲に制御することができる。さらに、第1の電極11の周囲を含むLEDチップ8の周囲に第3の透光性絶縁体13を密着させることができる。従って、導電回路層5、7と電極11、12との電氣的な接続信頼性を高めた発光装置1を得ることが可能になる。

【 0 0 5 0 】

さらに、積層体の真空熱圧着時における加熱温度や加圧力、また加圧体の形状や硬さ等を制御することによって、第1の電極11または第2の電極12と導電回路層5、7との接触界面（特に第2の電極12と導電回路層7との接触界面）に、電極11、12と導電回路層5、7とが直接接触した電氣的な接続領域と、電極11、12と導電回路層5、7との間に第3の透光性絶縁体13が介在して結合された機械的な結合領域とを形成することができる。このような構造を有する電極11、12と導電回路層5、7との接触界面を得ることで電氣的な接続信頼性をさらに高めることが可能になる。

【 0 0 5 1 】

実施形態の発光装置1は、LEDチップ8を挟持する支持基体2、3に透光性部材を用いているため、例えば店舗、ショールーム、事務所等の建築物のドアや窓に各種の文字列、幾何学的な図形や模様等を表示する表示装置、展示板や掲示板等の表示装置、プレーキランプやウインカー用ランプ等の車輛用ランプ等に好適である。図10は実施形態の発光装置1の使用例として、実施形態の発光装置1を取り付けた建築物のドア41を示している。図10に示すドア41は、ドア枠42内に設置されたガラス板43と、ガラス板43

10

20

30

40

50

に取り付けられた発光装置 1 とを備えている。発光装置 1 は全体として透光性を有しているため、例えばドアであることの表示（図 10 では ENTRANCE）を可能にした上で、ドア 41 を構成するガラス板 43 の透明性を損なうことがない。実施形態の発光装置 1 は、透明性が求められる各種の表示装置やランプに好適に使用される。

【実施例】

【0052】

次に、具体的な実施例およびその評価結果について述べる。

【0053】

（実施例 1）

まず、導電性の N 型 GaAs 単結晶基板の上に、分布ブラッグ型の反射膜（DBR 膜）を有機金属気相成長法により成膜した。次いで、n-AlInGaP クラッド層と多重量子井戸構造の AlInGaP 活性層と p-AlInGaP クラッド層とを成膜し、ダブルヘテロ接合構造の発光部を形成した。その上に、GaAs オーミックコンタクト層と緩衝層とを成膜した後、厚さ $1.0 \mu\text{m}$ の ITO 透明電極膜を真空蒸着法により形成した。このようにして、GaAs 単結晶基板の上に発光部となる薄膜積層体を形成することによって、3 インチの赤色 LED エピタキシャルウエハ（発光波長： 630nm ）を作製した。

【0054】

次いで、LED チップの厚さが $170 \mu\text{m}$ で、LED チップの裏面（非発光面）の表面粗さ Ra が $2 \mu\text{m}$ となるように、LED ウエハの非発光面をダイヤモンドダイスで研削した。LED ウエハの発光面上にフォトレジストを形成して露光・現像した後、金合金組成を有する厚さ $2.0 \mu\text{m}$ の電極膜を形成した。フォトレジストと余分な電極膜をリフトオフ加工で剥がすことによって、パッド形状を有する第 1 の電極を形成した。GaAs 単結晶基板の表面から第 1 の電極の表面までの距離 H は $4.0 \mu\text{m}$ とした。LED ウエハの非発光面上には、第 1 の電極と同一の金合金組成を有する厚さ $1.0 \mu\text{m}$ の電極膜を形成した。非発光面側の電極膜は LED ウエハの全面に形成し、これを第 2 の電極とした。第 1 および第 2 の電極は真空加熱により合金化した。

【0055】

LED ウエハの発光面上にフォトレジストを形成した後、発光層の面積（発光部の面積） S_2 が 0.022mm^2 となるようにフォトレジストを露光・現像した。このフォトレジストをマスクとして使用し、発光部となる薄膜積層体をドライエッチングすることによって、発光層の面積 S_2 を 0.022mm^2 に規定する素子分離溝を形成した。個片化された LED チップの面積 S_1 が 0.041mm^2 となるように、隣接する LED チップ間に位置する素子分離溝の中心部をダイヤモンドブレードでダイシングすることによって、LED ウエハを複数の LED チップに分割した。

【0056】

このようにして、チップ面積（GaAs 単結晶基板の面積） S_1 が 0.041mm^2 で、発光層の面積 S_2 が 0.022mm^2 の LED チップを作製した。GaAs 単結晶基板の表面から第 1 の電極の表面までの距離 H は、上述したように $4.0 \mu\text{m}$ である。 S_1 / S_2 比は 1.864 、 $[-(3.46 / H) + 2.73]$ の値は 1.865 である。従って、 S_1 / S_2 比は $[-(3.46 / H) + 2.73]$ の値より小さい。発光層の面積 S_2 に対する第 1 の電極（パッド電極）の面積の比率は約 20% である。

【0057】

次に、第 1 および第 2 の透光性絶縁体として厚さが $180 \mu\text{m}$ のポリエチレンテレフタレートシートを用意した。第 1 の透光性絶縁体としてのポリエチレンテレフタレートシートの表面に、ITO 微粒子を紫外線硬化型のアクリル系透明樹脂バインダ中に分散させたスラリーを印刷することによって、直線状に並ぶ 6 個の LED チップを直列に接続する導電回路層を形成して第 1 の透光性支持基体を作製した。第 2 の透光性絶縁体としてのポリエチレンテレフタレートシートの表面にも、同様にして導電回路層を形成して第 2 の透光性支持基体を作製した。第 1 および第 2 の透光性絶縁樹脂シートとして、ピカット軟化温度が 110 、融解温度が 220 、 0 における引張貯蔵弾性率が 1.1GPa 、 10

10

20

30

40

50

0 における引張貯蔵弾性率が 0.3 GPa 、ピカット軟化温度 (110) における引張貯蔵弾性率が 0.2 GPa 、ガラス転移温度が -40 で、厚さが $60 \mu\text{m}$ のアクリル系エラストマーシートを用意した。

【0058】

ピカット軟化温度は、安田精機製作所社製の No. 148 - HD - PC ヒートディストーションテストを用いて、試験加重 10 N 、昇温速度 50 / 時間の条件で、JIS K 7206 (ISO 306) 記載の A50 条件で求めた。ガラス転移温度と融解温度は、JIS K 7121 (ISO 3146) に準拠した方法で、島津製作所社製の示差走査熱量計 DSC - 60 を用いて、 5 / 分の昇温速度で、熱流束示差走査熱量測定により求めた。引張貯蔵弾性率は JIS K 7244 - 4 (ISO 6721 - 4) に準拠して、
10
エー・アンド・ディ社製の DDV - 01GP 動的粘弾性自動測定器を用いて、 -100 から 200 まで、 1 / 分の等速昇温、周波数 10 Hz で求めた。

【0059】

上述した赤色発光の LED チップを 6 個用意した。第 2 の透光性支持基体の導電回路層上に、導電回路層および透光性絶縁体の全体を覆うように第 2 の透光性絶縁樹脂シートを載せ、第 2 の透光性絶縁樹脂シート上の所定の位置に 6 個の LED チップを配置した。6 個の LED チップは、それぞれ第 2 の電極が第 2 の透光性絶縁樹脂シート側に位置し、かつ 1 mm 間隔で直線状に配列されるように配置した。6 個の LED チップ上に第 1 の透光性絶縁樹脂シートと第 1 の透光性支持基体とを積層した。第 1 の透光性絶縁樹脂シートは、
20
第 1 の透光性支持基体の導電回路層が第 1 の透光性絶縁樹脂シート側に位置するように配置した。第 1 の透光性絶縁樹脂シートは第 1 の透光性支持基体の導電回路層および透光性絶縁体の全体を覆う形状を有している。

【0060】

次に、第 2 の透光性支持基体と第 2 の透光性絶縁樹脂シートと LED チップと第 1 の透光性絶縁樹脂シートと第 1 の透光性支持基体とを順に積層した積層体を 100 kPa の圧力で予備プレスした後、作業空間を 0.1 Pa まで真空引きした。このような真空雰囲気中にて積層体を 120 に加熱しながら 9.8 MPa の圧力でプレスした。この加熱・加圧状態を 10 分間維持することによって、LED チップの電極と導電回路層とを電氣的に接続しつつ、第 1 の透光性支持基体と第 2 の透光性支持基体との間の空間に第 1 および第
30
2 の透光性絶縁樹脂シートを埋め込んで第 3 の透光性絶縁体を形成した。この後、紫外線硬化樹脂により端面のシール処理を行って発光装置を作製した。

【0061】

このようにして得た発光装置について、第 3 の透光性絶縁体の充填構造を確認するため、LED チップおよびその周囲を SEM により観察した。その結果、図 3 に示したように、LED チップの発光面内における第 1 の電極の非形成面と導電回路層との間に、第 3 の透光性絶縁体の一部が良好に充填されていることが確認された。さらに、第 2 の電極と導電回路層との接触界面には、第 2 の電極と導電回路層とが直接接触した電氣的な接続領域と、第 2 の電極と導電回路層との間に第 3 の透光性絶縁体の一部が介在した機械的な結合領域とが形成されていることが確認された。さらに、LED チップの周囲に 0.04 mm^2 以上の気泡やそれに起因する膨れは観察されなかった。以下に示す他の実施例も同様であつた。このような発光装置を後述する特性評価に供した。
40

【0062】

(実施例 2 ~ 14、比較例 1 ~ 10)

チップ面積 (GaAs 基板の面積) S_1 、発光層の面積 S_2 、半導体基板の表面から第 1 の電極の表面までの距離 H 、第 1 の電極の厚さ、透明電極の有無や厚さを、表 1 および表 2 に示すように変更する以外は、実施例 1 と同様にして発光装置を作製した。ただし、実施例 9 ~ 12 および比較例 7 ~ 8 では、第 1 および第 2 の透光性絶縁体として厚さが $180 \mu\text{m}$ のポリエチレンテレフタレートシートを用意し、その表面に真空蒸着法で $0.15 \mu\text{m}$ の ITO 薄膜を形成した後、レーザ加工で回路を形成したものを第 1 および第 2 の透光性支持基体として使用した。実施例 13 ~ 14 および比較例 9 ~ 10 では、第 1 およ
50

び第2の透光性絶縁体として厚さが180 μm のポリエチレンテレフタレートシートを用意し、その表面にAg微粒子を透明樹脂バインダ中に分散させたスラリーを目開きが0.5mmのメッシュ状となるように印刷して回路を形成したものを第1および第2の透光性支持基体として使用した。得られた発光装置を後述する特性評価に供した。

【0063】

(実施例15、比較例11)

Si基板上にボンディングメタルを介して、p-AlInGaPクラッド層、多重量子井戸構造のAlInGaP活性層、n-AlInGaPクラッド層、オーミックコンタクト層、緩衝層、および厚さ1.0 μm のITO透明電極膜が積層された、3インチの赤色LEDエピタキシャルウエハ(発光波長:630nm)を作製した。この赤色LEDエピタキシャルウエハを用いる以外は、実施例1と同様にして、実施例15の発光装置を作製した。得られた発光装置を後述する特性評価に供した。比較例11の発光装置は、発光層の面積 S_2 と第1の電極の厚さを変更する以外は実施例15と同様にして作製した。

10

【0064】

(実施例16、比較例12)

SiC基板上にボンディングメタルを介して、p-AlInGaPクラッド層、多重量子井戸構造のAlInGaP活性層、n-AlInGaPクラッド層、オーミックコンタクト層、緩衝層、および厚さ1.0 μm のITO透明電極膜が積層された、3インチの赤色LEDエピタキシャルウエハ(発光波長:630nm)を作製した。この赤色LEDエピタキシャルウエハを用いる以外は、実施例1と同様にして、実施例16の発光装置を作製した。得られた発光装置を後述する特性評価に供した。比較例12の発光装置は、発光層の面積 S_2 を変更する以外は実施例16と同様にして作製した。

20

【0065】

(実施例17、比較例13)

SiC基板の上に、n-GaN:Si層、多重量子井戸構造のInGaN/GaN活性層、p-AlGaN:Mg層、p-GaN:Mg層が積層された、3インチの青色LEDエピタキシャルウエハ(発光波長:470nm)を作製した。この青色LEDエピタキシャルウエハを用いる以外は、実施例1と同様にして、実施例17の発光装置を作製した。得られた発光装置を後述する特性評価に供した。比較例13の発光装置は、発光層の面積 S_2 を変更する以外は実施例17と同様にして作製した。

30

【0066】

【表 1】

	半導体 基板	半導体層	発光面	チップ厚 [μ m]	基板面積 S1 [mm ²]	発光層面積 S2 [mm ²]
実施例 1	GaAs	AlGaInP	P 層	170	0.041	0.022
実施例 2	GaAs	AlGaInP	P 層	170	0.041	0.028
実施例 3	GaAs	AlGaInP	P 層	170	0.041	0.034
実施例 4	GaAs	AlGaInP	P 層	170	0.041	0.041
実施例 5	GaAs	AlGaInP	P 層	170	0.145	0.080
実施例 6	GaAs	AlGaInP	P 層	170	0.145	0.100
実施例 7	GaAs	AlGaInP	P 層	170	0.145	0.130
実施例 8	GaAs	AlGaInP	P 層	170	0.145	0.145
実施例 9	GaAs	AlGaInP	P 層	170	0.041	0.022
実施例 10	GaAs	AlGaInP	P 層	170	0.041	0.040
実施例 11	GaAs	AlGaInP	P 層	170	0.145	0.080
実施例 12	GaAs	AlGaInP	P 層	170	0.145	0.140
実施例 13	GaAs	AlGaInP	P 層	170	0.041	0.022
実施例 14	GaAs	AlGaInP	P 層	170	0.041	0.040
実施例 15	Si	AlGaInP	N 層	170	0.065	0.040
実施例 16	Si	InGaN	N 層	170	0.078	0.051
実施例 17	SiC	InGaN	P 層	50	0.036	0.026
比較例 1	GaAs	AlGaInP	P 層	170	0.041	0.020
比較例 2	GaAs	AlGaInP	P 層	170	0.041	0.028
比較例 3	GaAs	AlGaInP	P 層	170	0.041	0.041
比較例 4	GaAs	AlGaInP	P 層	170	0.145	0.080
比較例 5	GaAs	AlGaInP	P 層	170	0.145	0.100
比較例 6	GaAs	AlGaInP	P 層	170	0.145	0.145
比較例 7	GaAs	AlGaInP	P 層	170	0.041	0.025
比較例 8	GaAs	AlGaInP	P 層	170	0.145	0.086
比較例 9	GaAs	AlGaInP	P 層	170	0.041	0.024
比較例 10	GaAs	AlGaInP	P 層	170	0.145	0.080
比較例 11	Si	AlGaInP	N 層	170	0.065	0.036
比較例 12	Si	InGaN	N 層	170	0.078	0.045
比較例 13	SiC	InGaN	P 層	50	0.036	0.021

10

20

30

【 0 0 6 7 】

【表 2】

	S1/S2	電極高さ H*1 [μm]	第1電極 の厚さ [μm]	透明電極 の厚さ [μm]	高さHに 基づく値*2 [μm]	導電回路層
実施例 1	1.864	4.0	2.0	1.0	1.865	ITO 微粒子分散層
実施例 2	1.464	3.0	1.0	1.0	1.577	ITO 微粒子分散層
実施例 3	1.206	3.0	1.0	1.0	1.577	ITO 微粒子分散層
実施例 4	1	2.5	1.5	(無し)	1.346	ITO 微粒子分散層
実施例 5	1.813	4.0	2.0	1.0	1.865	ITO 微粒子分散層
実施例 6	1.450	3.0	1.0	1.0	1.577	ITO 微粒子分散層
実施例 7	1.115	3.0	1.0	1.0	1.577	ITO 微粒子分散層
実施例 8	1	3.0	1.0	1.0	1.577	ITO 微粒子分散層
実施例 9	1.864	4.0	2.0	1.0	1.865	ITO 真空蒸着膜
実施例 10	1.025	2.5	1.5	(無し)	1.346	ITO 真空蒸着膜
実施例 11	1.813	4.0	2.0	1.0	1.865	ITO 真空蒸着膜
実施例 12	1.036	2.5	0.5	1.0	1.346	ITO 真空蒸着膜
実施例 13	1.864	4.0	2.0	1.0	1.865	Ag 微粒子メッシュ膜
実施例 14	1.025	2.5	0.5	1.0	1.346	Ag 微粒子メッシュ膜
実施例 15	1.625	4.0	2.0	1.0	1.865	ITO 微粒子分散層
実施例 16	1.529	3.0	1.0	1.0	1.577	ITO 微粒子分散層
実施例 17	1.385	3.0	2.0	(無し)	1.577	ITO 微粒子分散層
比較例 1	2.05	4.0	2.0	1.0	1.865	ITO 微粒子分散層
比較例 2	1.464	2.6	1.6	(無し)	1.399	ITO 微粒子分散層
比較例 3	1	1.8	0.4	0.4	0.808	ITO 微粒子分散層
比較例 4	1.813	3.0	1.0	1.0	1.577	ITO 微粒子分散層
比較例 5	1.450	2.0	0.5	0.5	1	ITO 微粒子分散層
比較例 6	1	1.8	0.4	0.4	0.808	ITO 微粒子分散層
比較例 7	1.640	3.0	2.0	(無し)	1.577	ITO 真空蒸着膜
比較例 8	1.686	3.0	1.0	1.0	1.577	ITO 真空蒸着膜
比較例 9	1.708	3.0	2.0	(無し)	1.577	Ag 微粒子メッシュ膜
比較例 10	1.813	3.0	1.0	1.0	1.577	Ag 微粒子メッシュ膜
比較例 11	1.806	3.0	1.0	1.0	1.577	ITO 微粒子分散層
比較例 12	1.733	3.0	1.0	1.0	1.577	ITO 微粒子分散層
比較例 13	1.714	3.0	2.0	(無し)	1.577	ITO 微粒子分散層

*1：半導体基板の表面から第1の電極の表面までの距離。

*2：「 $-(3.46/H)+2.73$ 」の値。

【0068】

次に、実施例1～17および比較例1～13の発光装置の特性を以下のようにして評価した。各例について、それぞれ18個の試料を作製した。各例の試料について、JISC5016(IEC249-1およびIEC326-2)8.6に記載の耐屈曲試験を、 20 ± 2 および 45 ± 2 の温度条件下にて通電状態で行った。各試料のLEDチップ列が外側になると共に屈曲部の中心にくるように、LEDチップの配列方向と直交する方向に、発光面が凸側となるように屈曲させた。 20 ± 2 の温度条件下での試験は、6個の試料を屈曲半径が20mmとなるように180°屈曲させ、その際に点灯状態が維持されている試料数を調べた。 45 ± 2 の温度条件下での試験は、それぞれ6個の試料を屈曲半径が20mmまたは30mmとなるように180°屈曲させ、それぞれの点灯状態が維持されている試料数を調べた。試料の屈曲は、上記した屈曲半径となる直径を有する断面真円状の測定用円柱に各試料の発光面の裏面を当てて実施した。各試験は温度 25 ± 2 または 45 ± 2 、相対湿度60～70%、気圧86～106kPaの環境下に治具と試料を1時間以上放置し、温度が安定してから実施した。

【0069】

10

20

30

40

50

【表 3】

	20℃屈曲試験		45℃屈曲試験			
	屈曲半径 [mm]	試験結果 *3	屈曲半径 [mm]	試験結果 *3	屈曲半径 [mm]	試験結果 *3
実施例 1	20	6/6	30	6/6	20	5/6
実施例 2	20	6/6	30	6/6	20	6/6
実施例 3	20	6/6	30	6/6	20	6/6
実施例 4	20	6/6	30	6/6	20	6/6
実施例 5	20	6/6	30	6/6	20	5/6
実施例 6	20	6/6	30	6/6	20	6/6
実施例 7	20	6/6	30	6/6	20	6/6
実施例 8	20	6/6	30	6/6	20	6/6
実施例 9	20	6/6	30	6/6	20	5/6
実施例 10	20	6/6	30	6/6	20	6/6
実施例 11	20	6/6	30	6/6	20	5/6
実施例 12	20	6/6	30	6/6	20	6/6
実施例 13	20	6/6	30	6/6	20	5/6
実施例 14	20	6/6	30	6/6	20	6/6
実施例 15	20	6/6	30	6/6	20	6/6
実施例 16	20	6/6	30	6/6	20	5/6
実施例 17	20	6/6	30	6/6	20	6/6
比較例 1	20	6/6	30	3/6	30	0/6
比較例 2	20	6/6	30	4/6	30	2/6
比較例 3	20	6/6	30	2/6	30	0/6
比較例 4	20	6/6	30	2/6	30	0/6
比較例 5	20	6/6	30	1/6	30	0/6
比較例 6	20	6/6	30	3/6	30	0/6
比較例 7	20	6/6	30	5/6	30	3/6
比較例 8	20	6/6	30	3/6	30	1/6
比較例 9	20	6/6	30	4/6	30	1/6
比較例 10	20	6/6	30	5/6	30	2/6
比較例 11	20	6/6	30	6/6	30	3/6
比較例 12	20	6/6	30	6/6	30	3/6
比較例 13	20	6/6	30	5/6	30	2/6

*3：屈曲試験で点灯状態が維持された試料数／試験した試料数

【 0 0 7 0 】

表 3 から明らかなように、実施例の発光装置はいずれも 20 および 45 の耐屈曲試験において、屈曲半径を小さくした状態でも点灯状態が維持されていることが確認された。このように、実施例の発光装置はいずれも耐屈曲性に優れていることが分かる。すなわち、LEDチップの点灯信頼性を向上させた発光装置を提供することが可能になる。比較例の発光装置は、20 の耐屈曲試験では屈曲半径を小さくしても点灯状態が維持されていたが、45 の耐屈曲試験では屈曲半径を小さくすると点灯状態を維持することができず、耐屈曲性に劣っていることが確認された。

【 0 0 7 1 】

なお、本発明のいくつかの実施形態を説明したが、これらの実施形態は例として提示したものであり、発明の範囲を限定することは意図していない。これら新規な実施形態は、その他の様々な形態で実施し得るものであり、発明の要旨を逸脱しない範囲で、種々の省略、置き換え、変更を行うことができる。これら実施形態やその変形は、発明の範囲や要旨に含まれると共に、特許請求の範囲に記載された発明とその均等の範囲に含まれる。

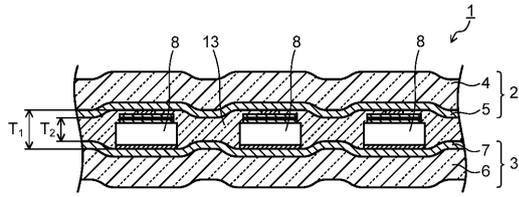
10

20

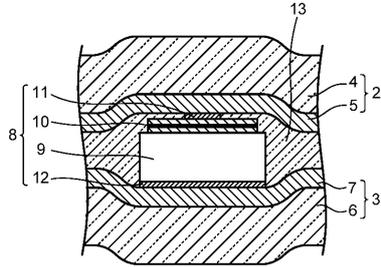
30

40

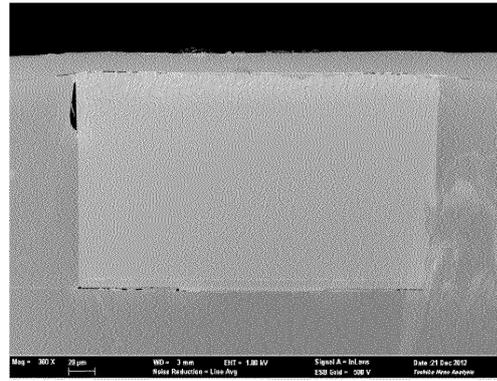
【図1】



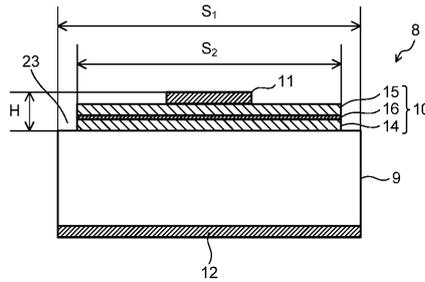
【図2】



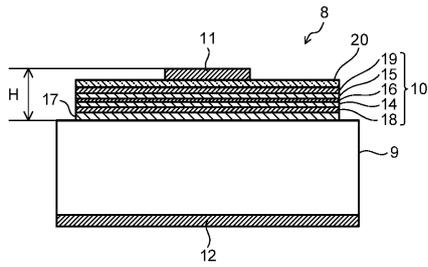
【図3】



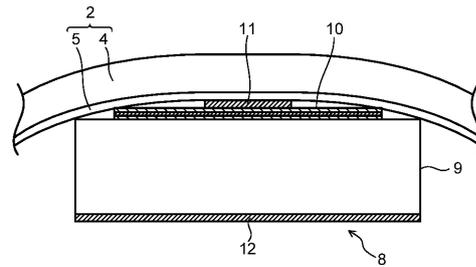
【図4】



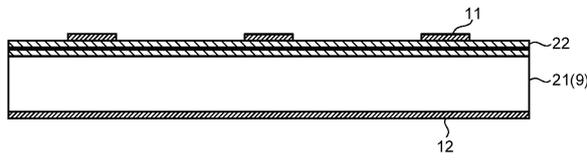
【図5】



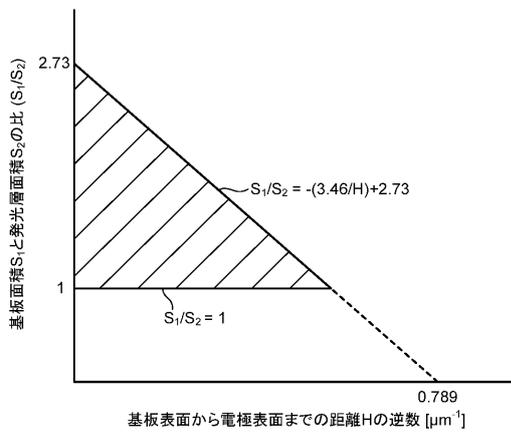
【図7】



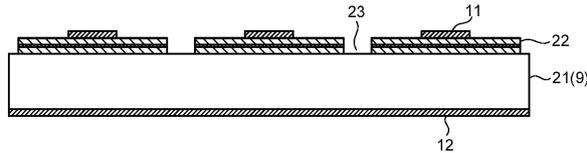
【図6 A】



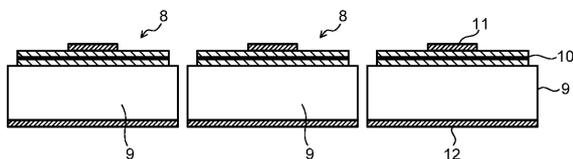
【図8】



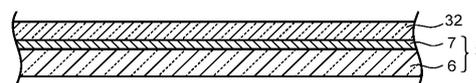
【図6 B】



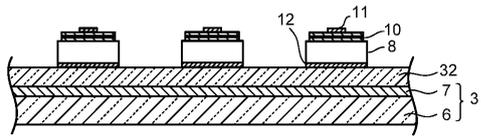
【図6 C】



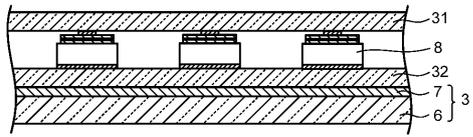
【図9 A】



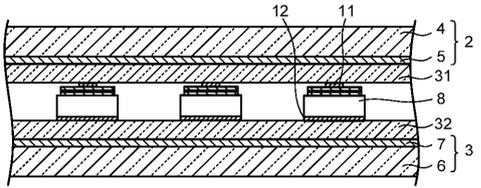
【図 9 B】



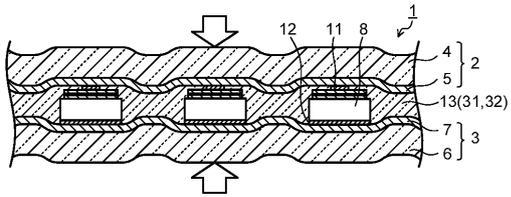
【図 9 C】



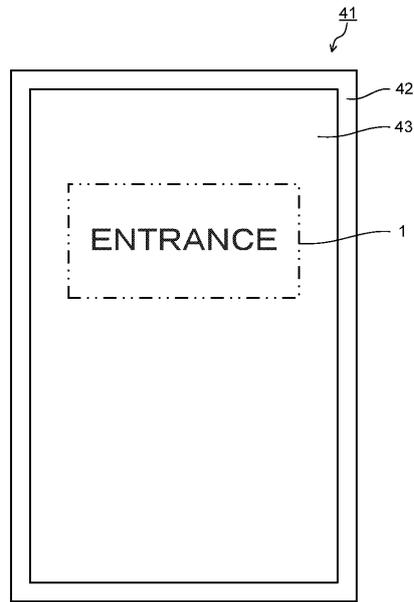
【図 9 D】



【図 9 E】



【図 10】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.		F I		
H 0 1 L	25/07 (2006.01)	H 0 1 L	25/04	A
H 0 5 K	1/14 (2006.01)	H 0 5 K	1/14	G
F 2 1 V	19/00 (2006.01)	F 2 1 V	19/00	1 5 0
F 2 1 W	103/20 (2018.01)	F 2 1 V	19/00	1 7 0
F 2 1 W	103/35 (2018.01)	F 2 1 W	103:20	
F 2 1 W	131/405 (2006.01)	F 2 1 W	103:35	
F 2 1 Y	115/10 (2016.01)	F 2 1 W	131:405	
F 2 1 Y	115/30 (2016.01)	F 2 1 Y	115:10	3 0 0
		F 2 1 Y	115:30	

- (56)参考文献 特開2012-084855(JP,A)
 特開平08-018100(JP,A)
 特開2002-124489(JP,A)
 特開2011-134926(JP,A)
 特開平03-021983(JP,A)
 国際公開第2011/132589(WO,A1)
 特表2009-512977(JP,A)
 特表2009-503866(JP,A)
 特開2009-010204(JP,A)
 特開2008-141026(JP,A)
 特表2007-531321(JP,A)
 特開平11-177147(JP,A)
 特開平07-122787(JP,A)
 米国特許出願公開第2013/0248889(US,A1)
 米国特許出願公開第2009/0173954(US,A1)
 米国特許出願公開第2008/0079012(US,A1)
 特許第6732057(JP,B2)
 特許第6514474(JP,B2)
 特許第6498638(JP,B2)
 特許第6496664(JP,B2)
 特許第6028006(JP,B2)
 特許第5723497(JP,B2)
 特許第5628460(JP,B1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H 0 1 L 3 3 / 0 0 - 3 3 / 6 4
 H 0 1 L 2 1 / 5 2 - 2 1 / 5 8
 H 0 1 L 2 3 / 0 0 - 2 3 / 3 1
 H 0 1 L 2 5 / 0 0 - 2 5 / 1 8
 H 0 5 K 1 / 1 4
 H 0 5 K 3 / 3 6
 F 2 1 K 9 / 0 0 - 9 / 9 0
 F 2 1 S 2 / 0 0 - 4 5 / 7 0
 F 2 1 V 1 / 0 0 - 9 9 / 0 0
 F 2 1 W 1 0 2 / 0 0 - 1 3 1 / 4 1 1
 F 2 1 Y 1 0 1 / 0 0 - 1 1 5 / 3 0