

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6736923号
(P6736923)

(45) 発行日 令和2年8月5日 (2020. 8. 5)

(24) 登録日 令和2年7月20日 (2020. 7. 20)

(51) Int. Cl.

F I

H O 1 L 21/3065 (2006. 01)

H O 1 L 21/302 1 O 2

H O 1 L 21/60 (2006. 01)

H O 1 L 21/60 3 O 1 A

H O 1 L 33/62 (2010. 01)

H O 1 L 33/62

請求項の数 4 (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2016-53590 (P2016-53590)
 (22) 出願日 平成28年3月17日 (2016. 3. 17)
 (65) 公開番号 特開2017-168714 (P2017-168714A)
 (43) 公開日 平成29年9月21日 (2017. 9. 21)
 審査請求日 平成31年3月12日 (2019. 3. 12)

(73) 特許権者 000226057
 日亜化学工業株式会社
 徳島県阿南市上中町岡491番地100
 (72) 発明者 東原 優
 徳島県阿南市上中町岡491番地100
 日亜化学工業株式会社内
 (72) 発明者 ▲濱▼田 健作
 徳島県阿南市上中町岡491番地100
 日亜化学工業株式会社内
 (72) 発明者 梅鷺 健太
 徳島県阿南市上中町岡491番地100
 日亜化学工業株式会社内

審査官 宇多川 勉

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 発光装置の製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

上面に電極を備えた半導体素子を準備する工程と、
 前記電極の全面をケイ素酸化物で被覆する工程と、
 前記ケイ素酸化物を、アルゴン及びフルオロカーボンを含む混合ガスを用いてプラズマ
 処理し、前記ケイ素酸化物を除去することで前記電極を露出させる工程と、
 前記露出された前記電極上に金属部材を接合させる工程と、
 を備え、

前記電極の全面をケイ素酸化物で被覆する工程は、

前記半導体素子の前記上面を上にして、前記半導体素子を基板上にシリコン系樹脂
 部材を介して載置する工程と、

前記シリコン系樹脂部材を揮発させることにより、ケイ素含有揮発物で前記電極の
 全面を被覆する工程と、

前記ケイ素含有揮発物にプラズマを照射して前記ケイ素酸化物を形成する工程と、

前記シリコン系樹脂部材を硬化する工程と、を含む半導体装置の製造方法。

【請求項 2】

前記シリコン系樹脂部材は、上面視において、前記半導体素子の前記上面と反対側の
 下面よりも大きな面積で設けられている請求項 1 記載の半導体装置の製造方法。

【請求項 3】

前記ケイ素含有揮発物は、シロキサンを含む請求項 1 又は 2 に記載の半導体装置の製造

10

20

方法。

【請求項 4】

前記ケイ素酸化物の膜厚が $2.5 \text{ \AA}$ 以下である請求項 1 から 3 のいずれかに記載の半導体装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は発光装置の製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

半導体発光素子（以下、発光素子）を用いた LED（Light Emitting Diode、発光ダイオード）が知られている。発光素子は半導体層と電極とを備えており、発光素子の電極と基板の配線とは、ワイヤ等の導電部材を介して電氣的に接続される。発光素子の電極または基板の配線は、それらの表面をプラズマ処理することが知られている（例えば、特許文献 1）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】 特開 2014-17816 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

特許文献 1 には、フルオロカーボンを含む混合ガスのプラズマにより汚染物を除去することが開示されている。しかしながら、プラズマ条件によっては、電極が変色する場合がある。

【課題を解決するための手段】

【0005】

上記課題を解決するため、本発明の実施形態は、以下の構成を含む。

上面に電極を備えた半導体素子を準備する工程と、電極の全面をケイ素酸化物で被覆する工程と、ケイ素酸化物を、アルゴン及びフルオロカーボンを含む混合ガスを用いてプラズマ処理し、ケイ素酸化物を除去することで前記電極を露出させる工程と、露出された電極上に金属部材を接合させる工程と、を備える半導体装置の製造方法。

【発明の効果】

【0006】

以上により、電極の変色を抑制することができる。

【図面の簡単な説明】

【0007】

【図 1】 図 1 は、実施形態に係る半導体装置の製造方法の概略図である。

【図 2】 図 2 は、実施形態に係る半導体装置の製造方法の概略図である。

【図 3】 図 3 は、実施形態に係る半導体装置の製造方法の概略図である。

【図 4】 図 4 は、実施形態に係る半導体装置の製造方法の概略図である。

【図 5】 図 5 は、実施形態に係る半導体装置の製造方法の概略図である。

【発明を実施するための形態】

【0008】

本発明を実施するための形態を、以下に図面を参照しながら説明する。ただし、以下に示す形態は、本発明の技術思想を具体化するための発光装置の製造方法を例示するものであって、本発明は、発光装置の製造方法を以下に限定するものではない。

【0009】

また、本明細書は、特許請求の範囲に示される部材を、実施の形態の部材に特定するものではない。特に、実施の形態に記載されている構成部品の寸法、材質、形状、そ

10

20

30

40

50

の相対的配置等は、特定の記載がない限りは、本発明の範囲をそのみに限定する趣旨ではない。尚、各図面が示す部材の大きさや位置関係等は、説明を明確にするため誇張していることがある。さらに以下の説明において、同一の名称、符号については同一もしくは同質の部材を示しており、詳細説明を適宜省略する。

【0010】

(半導体素子を準備する工程)

上面に電極を備えた半導体素子を準備する。半導体素子としては、半導体発光素子（LED素子、レーザ素子）、受光素子、保護素子、トランジスタ等が挙げられる。半導体素子は、半導体層と一对の電極となるp電極及びn電極とを備える。

【0011】

半導体発光素子の半導体層としては、例えば、紫外光、青色光、緑色光の発光素子としては、 $ZnSe$ や窒化物系半導体（ $In_xAl_yGa_{1-x-y}N$ 、 $0 \leq x$ 、 $0 \leq y$ 、 $x+y \leq 1$ ）を用いたものを用いることができる。また、赤色の発光素子としては、 $GaAs$ 、 InP などを用いることができる。受光素子の半導体層としては $GaAs$ 、 $InGaAs$ などが挙げられる。保護素子としてはツェナーダイオードなどが挙げられ、例えば、ツェナーダイオードの半導体層としては、 Si 、 Ge などが挙げられる。

【0012】

半導体素子の電極は、半導体層の同一面側に一对、または、対向する面に少なくとも一对配置されている。これらの一对の電極は、それらが設けられる半導体層と、それぞれ電流－電圧特性が直線または略直線となるようなオーミック接続されるものであればよい。各電極は単層構造でもよいし、積層構造でもよい。また、電極は、半導体層と接してオーミック接続される全面電極（半導体層の上面または下面の略全面を覆う電極）と、そのオーミック電極上に形成されるパッド電極（ワイヤが接続される電極）など、複数の機能に分けられた構造の電極とすることができる。このような構造の場合、金属部材と接合される部分の電極の汚染物を除去することができればよい。

【0013】

半導体素子の電極としては、当該分野で公知の材料を用いることができる。例えば、 Au 、 Ag 、 Cu などが挙げられる。

【0014】

(電極の全面をケイ素酸化物で被覆する工程)

半導体素子を、電極を有する上面を上にして基板上に載置する。1つの基板に複数の半導体素子を載置することができる。

【0015】

半導体素子を載置する基板は、半導体装置の一部を構成する基板を用いることができる。例えば、半導体装置の電極及び基体を構成する基板を用いることができる。このような基板としては、リードを備えた樹脂パッケージ、配線を備えたセラミック基板、配線を備えたガラスエポキシ基板、配線を備えた可撓性基板等が挙げられる。

【0016】

また、半導体素子を載置する基板は、後工程で除去することで半導体装置の構成には含まれない基板を用いることができる。例えば、ウエハシート、搬送用基板など、作業工程内においてのみ用いられる基板が挙げられる。

【0017】

上述で挙げた基板は、1枚の基板に1個または複数個の半導体素子を載置することができる。半導体素子の数や配置、さらに組成などについては適宜選択することができる。

【0018】

上記のように基板上に載置された半導体素子の電極の全面をケイ素酸化物で被覆する工程としては、a) プラズマ照射、b) スパッタ、c) 蒸着等が挙げられる。

【0019】

a) プラズマ照射でケイ素酸化物を形成

図1(a)～図2(b)を用いて、ケイ素酸化物を形成する工程について説明する。こ

10

20

30

40

50

ここでは、最終的に半導体装置の一部を構成する基板 10 上に載置された半導体素子 20 の電極 24 に、ケイ素酸化物を形成する工程について説明する。

【0020】

図 1 (a) に示すように、接合部材 30 が配置された基板 10 と、半導体素子 20 と、を準備する。接合部材 30 は、半導体素子 20 の底面積よりも大きな面積で設けることが好ましい。例えば、半導体素子 20 の底面積の 0.5 ～ 2 倍程度とすることが好ましい。接合部材 30 の形成方法は、溶融状態の接合部材を滴下、ポッティング、転写、印刷、スプレー等によって目的とする位置に形成する。1 枚の基板 10 には、複数個の半導体素子 20 が載置可能であり、ここでは半導体素子 20 を 2 つ例示して説明する。複数個所に形成される接合部材 30 は、それぞれ離間するように設けられ。

10

【0021】

接合部材 30 として、シリコン系樹脂部材を用いる。詳細には、ジメチルシリコン樹脂、シリコン変性エポキシ樹脂などが挙げられる。

【0022】

次いで、図 1 (b) に示すように、接合部材 30 上に半導体素子 20 を載置する。半導体素子は半導体層 22 の上面に電極 24 を備えており、この上面が上側になるように基板 10 上に載置される。半導体素子 20 を載置する際に、上方から押圧することで接合部材 30 の一部を変形させる。これにより、接合部材 30 は半導体素子 20 の下面及び半導体素子 20 の側面の一部と接するように設けられる。

20

【0023】

次いで、図 2 (a) に示すように密封可能な保管容器 40 内に基板 10 ごと収容して保管する。保管条件としては、例えば、保管容器内の温度は約 23℃ ～ 80℃、保管容器内の圧力は 10 Pa ～ 大気圧、保管容器内の湿度は 10% ～ 85%、保管容器内での保管時間は 0.5 時間以上が挙げられる。また、保管容器内は、空気その他、一般的な不活性ガス等で充填されている。

【0024】

シリコン系樹脂（接合部材 30）は、シリコン樹脂を主成分としており、約 90℃ ～ 180℃ 程度の温度で加熱することで硬化する性質を備える。上述のような保管条件、特に約 23℃ ～ 80℃ 程度の温度という、シリコン系樹脂部材の硬化温度より低い温度での保管条件では、シリコン系樹脂部材は完全に硬化することはない。しかしながら、このような低温の保管条件であっても、主成分のシリコン樹脂に加え揮発成分を含むシリコン系樹脂部材からは、シロキサンを含む成分が揮発する。すなわち、図 2 (a) に示すように、ケイ素含有揮発物 30a が保管容器 40 内において生成され、接合部材 30 から離れて保管容器 40 の空間内に飛散する。

30

【0025】

飛散したケイ素含有揮発物 30a は、周辺にある別の部材、すなわち、基板及び半導体素子の表面に付着する。付着した後、再度揮発する場合もあるが、そのまま付着した状態となり、薄い被膜を形成する。このようにして、図 2 (b) に示すように、半導体素子 20 の電極 24 の表面の略全面を覆うようにケイ素含有揮発物 30a を設けることができる。

40

【0026】

尚、上述した保管条件は、接合部材として用いたシリコン系樹脂部材から、ケイ素を含む成分が揮発することが可能な保管条件の一例である。保管容器の大きさや、その内部に載置される半導体素子の電極の組成や形状、さらに、シリコン系樹脂の量や配置（半導体素子の電極との距離）によっては、上述の範囲に限らず、適した条件下において保管することができる。

【0027】

上述の保管条件で保管し、半導体素子の電極の略全面がケイ素含有揮発物で覆われた後に、プラズマ処理を行う。

【0028】

50

図3にプラズマ処理装置の概略図を示す。プラズマ処理装置50は、上部電極52及び下部電極53を備えたチャンバ51と、キャリアガス及びプラズマガスを供給する開閉バルブ54と、チャンバ51内の圧力を制御する減圧ポンプ55と、高周波電源56と、を備える。

【0029】

チャンバ51内に、ケイ素含有揮発物30aが付着した電極24を含む半導体素子20及び基板10を、基板10ごと載置する。その後、開閉バルブ54を通じて、アルゴン(Ar)を含むガスをチャンバ51内に注入する。チャンバ51内の圧力を、8Pa~25Paとし、次いで、高周波電界を発生させてアルゴンプラズマを生成させる。生成されたアルゴンプラズマを、電極24を備えた半導体素子20及び基板10の表面に照射することで、ケイ素含有揮発物30aがケイ素酸化物30bへと変化する。これにより、半導体素子20の上面に形成される電極24の表面の略全面を、図4に示すように、ケイ素酸化物30bで被覆することができる。得られるケイ素酸化物30bは、例えば、膜厚25Å以下である。このような膜厚とすることで、後工程のアルゴン及びフルオロカーボンを含む混合ガスのプラズマで、容易に除去することができる。尚、プラズマ条件によっては、これよりも厚い膜厚のケイ素酸化物であっても除去することが可能である。

10

【0030】

以上のように、半導体素子の電極を被覆するケイ素酸化物の原料であるシリコーン系樹脂部材を、半導体素子と基板との接合部材として用いることで、新たに工程を増やすことなく、保管条件を管理するだけで、ケイ素酸化物を形成することができる。

20

【0031】

シリコーン系樹脂部材を接合部材として用いる場合、ケイ素酸化物を付着させた状態で加熱して接合部材を硬化させた後に、後述のケイ素酸化物の除去工程を行う。

【0032】

また、ケイ素酸化物の原料となるシリコーン系樹脂部材は、接合部材として用いられるもの以外のものを用いてもよい。例えば、半導体装置の一部となる基板上であって、半導体素子を載置しない場所に配置することができる。あるいは、基板上ではなく、基板を収容する保管容器内にシリコーン系樹脂部材を配置させてもよい。つまり、電極を被覆するケイ素酸化物の原料のみとして用いるシリコーン系樹脂部材を用いてもよい。このような場合は、シリコーン系樹脂部材の特性として、半導体素子と基板との接合性を考慮する必要はない。さらに、最終的に半導体装置に残存しないため、耐光性、耐湿性など、半導体装置に求められる特性を考慮する必要もない。そのため、材料の選択肢を増やすことができる。

30

【0033】

接合部材以外の部材として用いられるシリコーン樹脂部材は、硬化工程などを必要とせず、ケイ素酸化物を形成した後に除去してもよいし、シリコーン系樹脂部材以外の接合部材を加熱して硬化させる際に、一緒に加熱しても特に問題はない。

【0034】

シリコーン系樹脂部材を、基板と半導体素子との接合部材として用いない場合は、接合部材としてエポキシ系樹脂部材、アクリル系樹脂部材などの絶縁性の接合部材や、Agペースト、バンプ、共晶などの導電性の接合部材を用いることができる。そして、このような接合部材を用いて基板上に接合された半導体素子を準備する工程を、上述の半導体素子を準備する工程に換えることができる。

40

【0035】

b)スパッタでケイ素酸化物を形成

ケイ素含有酸化物は、スパッタにより形成してもよい。上述のa)において基板及び半導体素子を特定の保管条件下において保管する工程及びその後のアルゴンプラズマ照射する工程の代わりに、スパッタでケイ素酸化物を形成する。スパッタは、例えば、真空密閉可能な装置において、ケイ素酸化物を含むターゲットを用いてスパッタする。

【0036】

50

まず、中間体を搬送用治具に取り付け、その搬送用治具ごとスパッタ装置の密閉室に載置し、高真空状態とする。密閉室内には、 SiO_2 のターゲット材が配置されている。次いで、アルゴンガスを密閉室内に導入し、プラズマ放電することにより、アルゴンイオンがターゲット材にぶつかり、ターゲット材から飛び出した SiO_2 が中間体の透光性部材上に付着する。これにより、透光性部材の表面にケイ素含有化合物が形成される。

【0037】

c) 蒸着でケイ素酸化物を形成

また、ケイ素含有酸化物は、蒸着により形成してもよい。上述のa)において基板及び半導体素子を特定の保管条件下において保管する工程及びその後のアルゴンプラズマ照射する工程の代わりに、蒸着によりケイ素酸化物を形成する。

【0038】

まず、中間体を搬送用治具に取り付け、その搬送用治具ごと蒸着装置の密閉室に載置し、高真空状態とする。密閉室内には、 SiO_2 の蒸着材が配置されており、高真空状態とすることで SiO_2 が蒸発して中間体の透光性部材上に付着する。これにより、透光性部材の表面にケイ素含有化合物が形成される。

【0039】

ケイ素酸化物を形成する工程を、半導体装置の一部となる基板を用いない場合、すなわち、ウエハシートなどを基板として用いてケイ素酸化物を形成した場合は、後述のケイ素酸化物を除去する工程の前に、半導体装置の一部となる基板に載置させる必要がある。つまり、ケイ素酸化物を形成する際に半導体素子を載置する基板と、ケイ素酸化物を除去する際に半導体素子を載置する基板とを、異なる基板としている。これにより、ケイ素酸化物を形成する際の条件によっては、後の工程で何らかの影響を受ける可能性がある基板を用いることなく、ケイ素酸化物を形成することができる。

【0040】

また、上述のように半導体素子の電極を被覆するシロキサン化合物は、半導体素子の電極と接続される金属部材（例えばワイヤやバンプ）の表面を覆ってもよい。

【0041】

（プラズマ照射してケイ素酸化物を除去する工程）

上述のようにして得られたケイ素酸化物30bで表面を覆われた電極24を備えた半導体素子20を、基板10ごとプラズマ装置内に配置する。プラズマ装置は、上述の設ネイにおいて用いたプラズマ装置と同様のものを用いることができ、ここではプラズマガスの種類をアルゴン（Ar）及びフルオロカーボン（ CF_4 ）を含む混合ガスを用いる。

【0042】

アルゴンとフルオロカーボンの混合比は、10：90～90：100の範囲とすることができる。アルゴンとフルオロカーボンの混合ガスのプラズマを照射することで、半導体素子の電極の表面のケイ素酸化物が除去され、電極の表面が露出される。露出された電極は、変色がなく、汚染物が付着していない表面である。

【0043】

金属部材の表面にケイ素酸化物を形成させる場合も、上述と同様の混合ガスのプラズマを照射することで、汚染物が付着していない表面を備えた金属部材とすることができる。

【0044】

アルゴン（Ar）とフルオロカーボン（ CF_4 ）の混合ガスのプラズマを照射することでシロキサン化合物が除去されるメカニズムは、プラズマ照射により、電子、Arイオン、CFラジカルが生成し、これらによってケイ素酸化物中のSi-O間の結合が切断され分解されると考えられことが特許文献1に開示されている。本実施形態では、そのような分解可能なケイ素酸化物を、工程内において意図せずに形成された汚染物ではなく、保護膜として用いるために意図的に形成している。

【0045】

（電極上に金属部材を接合させる工程）

ケイ素酸化物を除去し、表面が露出された電極上に、金属部材を接合させる。図5では

10

20

30

40

50

、金属部材60としてワイヤを用いた例を示している。金属部材としては、ワイヤの他にバンプを用いてもよい。

【0046】

上述の工程の後、半導体素子を樹脂などで被覆し、基板を切断して個片化することで、半導体装置とすることができる。

【産業上の利用可能性】

【0047】

本開示の実施形態に係る半導体装置の製造方法は、広範囲の用途に用いられる半導体装置に利用することができる。

【符号の説明】

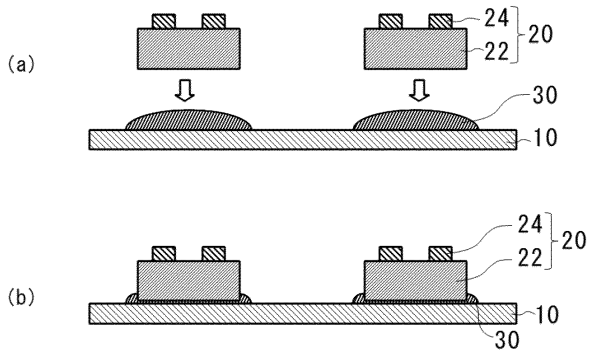
10

【0048】

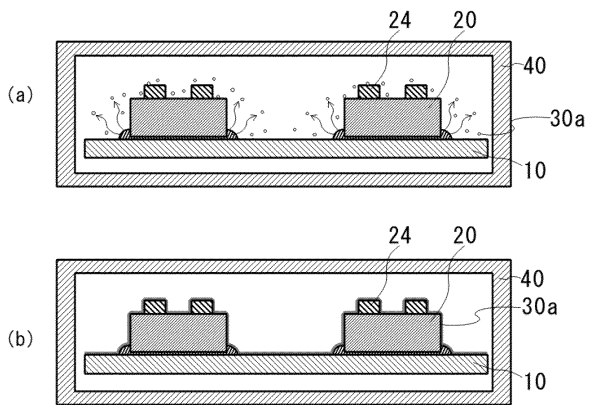
- 10…基板
- 20…半導体素子
 - 22…半導体層
 - 24…電極
- 30…接合部材（シリコン系樹脂部材）
 - 30a…ケイ素含有揮発物
 - 30b…ケイ素酸化物
- 40…保管容器
- 50…プラズマ処理装置
 - 51…チャンバ
 - 52…上部電極
 - 53…下部電極
 - 54…開閉バルブ
 - 55…減圧ポンプ
 - 56…高周波電源
- 60…金属部材

20

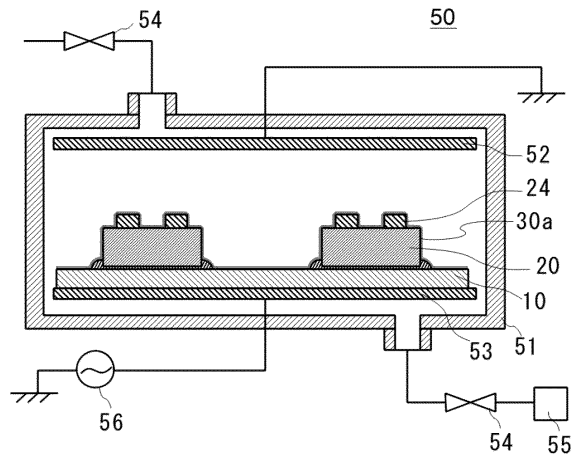
【図 1】



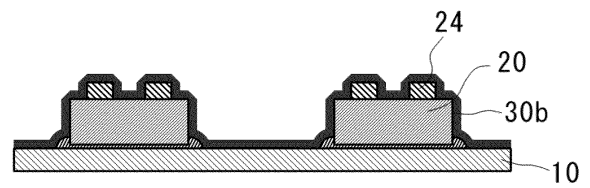
【図 2】



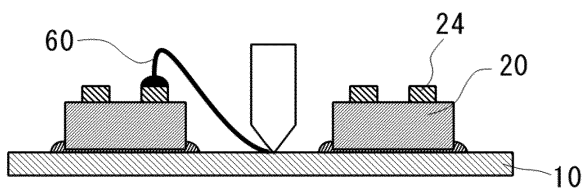
【図 3】



【図 4】



【図 5】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開 2010-272621 (JP, A)
特開 2013-110152 (JP, A)
特開 2014-154768 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H01L 21/3065
H01L 21/60
H01L 33/62