

(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2008-42143

(P2008-42143A)

(43) 公開日 平成20年2月21日(2008.2.21)

(51) Int.Cl.

H O 1 L 33/00 (2006.01)

F 1

H O 1 L 33/00

C

テーマコード(参考)

5 F O 4 1

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号

特願2006-218463 (P2006-218463)

(22) 出願日

平成18年8月10日 (2006.8.10)

(71) 出願人 000241463

豊田合成株式会社

愛知県西春日井郡春日町大字落合字長畠1  
番地

(74) 代理人 100087723

弁理士 藤谷 修

(72) 発明者 上村 俊也

愛知県西春日井郡春日町大字落合字長畠1  
番地 豊田合成株式会社内

(72) 発明者 堀内 茂美

愛知県西春日井郡春日町大字落合字長畠1  
番地 豊田合成株式会社内

(72) 発明者 安藤 雅信

愛知県西春日井郡春日町大字落合字長畠1  
番地 豊田合成株式会社内

最終頁に続く

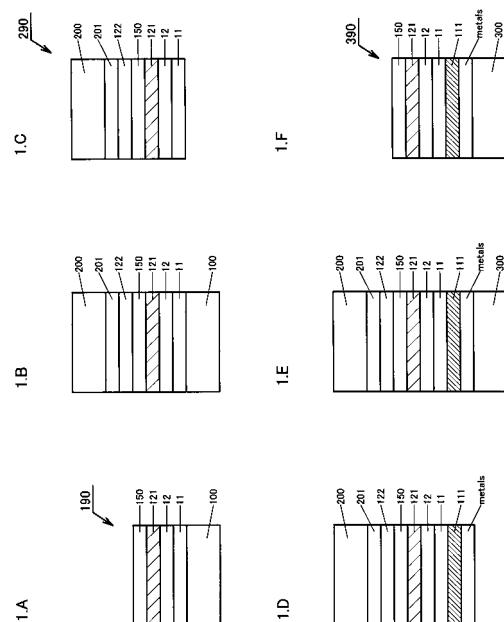
(54) 【発明の名称】 III族窒化物系化合物半導体発光素子及びその製造方法

## (57) 【要約】

【課題】導電性基板に、高反射性金属層を介してn型層を設け、最上層のp型層に透光性電極を設けた構成のIII族窒化物系化合物半導体発光素子。

【解決手段】エピタキシャル成長用基板100に、n型層111、p型層112、透光性電極121、絶縁層150を設ける(1.A)。犠牲層122を設けて、接着層201を用いて保持基板200と接着する(1.B)。エピタキシャル成長用基板100をレーザーリフトオフにより除去し保持基板ウエハ290を得る(1.C)。高反射性金属層111、はんだ層等(metals)を形成し(1.D)、導電性基板300を接合する(1.E)。犠牲層122をウエットエッチングにより除去し、導電性基板ウエハ390が得られる(1.F)。

【選択図】図1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

導電性基板と、  
高反射性金属層と、  
 $n$ 型のIII族窒化物系化合物半導体層と、  
 $p$ 型のIII族窒化物系化合物半導体層と、  
透光性電極とを、  
各層間に他の層を介し又は介さずにこの順に有し、  
前記透光性電極から前記導電性基板に電流を流して発光させることを特徴とするIII族窒化物系化合物半導体発光素子。

10

## 【請求項 2】

III族窒化物系化合物半導体発光素子の製造方法において、  
エピタキシャル成長用基板に、少なくとも $n$ 型のIII族窒化物系化合物半導体層と、最上層の $p$ 型のIII族窒化物系化合物半導体層までの所望の積層構造を形成するエピタキシャル成長工程と、  
最上層である前記 $p$ 型のIII族窒化物系化合物半導体層の上面に透光性電極を形成する透光性電極形成工程と、  
透光性電極側に、主として有機材料から成る接着剤から成る接着層により一時保持用の保持基板を接着する保持基板接着工程と、  
前記 $n$ 型のIII族窒化物系化合物半導体層の、前記エピタキシャル成長用基板との界面近傍にレーザーを照射して当該界面近傍を分解するレーザー照射工程と、  
その後、前記エピタキシャル成長用基板を除く成長基板除去工程と、  
露出した前記 $n$ 型のIII族窒化物系化合物半導体層裏面に高反射性金属層を形成する反射金属形成工程と、  
前記高反射性金属層に覆われた前記 $n$ 型のIII族窒化物系化合物半導体層裏面側に、導体による接続層を表面に形成した導電性基板を接合する導電性基板接合工程と、  
前記保持基板と前記有機材料から成る接着層とを除去する保持基板除去工程と  
を少なくとも有することを特徴とするIII族窒化物系化合物半導体発光素子の製造方法。

20

## 【請求項 3】

前記保持基板接着工程においては、透光性電極側に、金属から成る犠牲層を介して前記有機材料から成る接着層により前記保持基板を接着するものであり、  
前記保持基板除去工程においては、前記金属から成る犠牲層を分解又は除去した後に前記保持基板と前記有機材料から成る接着層とを除去するものであることを特徴とする請求項2に記載のIII族窒化物系化合物半導体発光素子の製造方法。

30

## 【請求項 4】

前記透光性電極形成工程の後に、  
当該透光性電極をパターニングする工程と、  
パターニング後の当該透光性電極を覆う耐ウエットエッティング層を設ける工程とを有することを特徴とする請求項3に記載のIII族窒化物系化合物半導体発光素子の製造方法。

40

## 【請求項 5】

前記保持基板除去工程に續いて、  
前記導電性基板上に形成された積層構造を、最上層の前記 $p$ 型のIII族窒化物系化合物半導体層側から、前記 $n$ 型のIII族窒化物系化合物半導体層に達し、且つ前記高反射性金属層には達しないように、第1のダイシングブレードにより、分離用の第1の溝を形成するハーフカット工程と、  
前記第1のダイシングブレードよりも厚さの薄い第2のダイシングブレードにより、前記導電性基板まで達する分離用の第2の溝を形成するフルカット工程と  
を有することを特徴とする請求項2乃至請求項4のいずれか1項に記載のIII族窒化物系化合物半導体発光素子の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

50

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明はIII族窒化物系化合物半導体発光素子に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

緑色、青色乃至紫外光を発する発光素子として、III族窒化物系化合物半導体発光素子が登場してから久しいが、依然サファイア基板等の、異種且つ絶縁性基板上に発光素子をエピタキシャル成長するものが主流である。異種の導電性基板を用いる場合であっても、エピタキシャル成長中のいわゆる転位が十分に低減できないことや、エピタキシャル成長後常温に戻すまでに、熱膨張係数の差によるIII族窒化物系化合物半導体層におけるクラックの発生を十分には抑制できないことが依然として問題である。

10

## 【0003】

ところで、エピタキシャル成長を行う基板と、素子として用いる際の支持基板とを異なるものとする、即ちエピタキシャル成長後に他の基板にIII族窒化物系化合物半導体層やII族窒化物系化合物半導体素子を移し替る技術がある（特許文献1乃至4、非特許文献1）。

## 【特許文献1】特許3418150

## 【特許文献2】特表2001-501778

## 【特許文献3】特表2005-522873

## 【特許文献4】U.S.P.6071795

20

【非特許文献1】Kellyら、「Optical process for lift off of group III-nitride films」、Physical Status Solidi (a) vol. 159、1997年、R3~R4頁

## 【発明の開示】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0004】

さて、導電性基板に、高反射性金属層を介してn型層を設け、最上層のp型層に透光性電極を設けた構成のIII族窒化物系化合物半導体発光素子はなかった。

## 【0005】

本発明者らは鋭意検討し、上記の構成のIII族窒化物系化合物半導体発光素子を簡易に得る方法を完成した。即ち、本発明の目的は、導電性基板に、高反射性金属層を介してn型層を設け、最上層のp型層に透光性電極を設けた構成のIII族窒化物系化合物半導体発光素子を提供することである。

30

## 【課題を解決するための手段】

## 【0006】

請求項1に係る発明は、導電性基板と、高反射性金属層と、n型のIII族窒化物系化合物半導体層と、p型のIII族窒化物系化合物半導体層と、透光性電極とを、各層間に他の層を介し又は介さずにこの順に有し、透光性電極から導電性基板に電流を流して発光させることを特徴とするIII族窒化物系化合物半導体発光素子である。

## 【0007】

また、請求項2に係る発明は、III族窒化物系化合物半導体発光素子の製造方法において、エピタキシャル成長用基板に、少なくともn型のIII族窒化物系化合物半導体層と、最上層のp型のIII族窒化物系化合物半導体層までの所望の積層構造を形成するエピタキシャル成長工程と、最上層であるp型のIII族窒化物系化合物半導体層の上面に透光性電極を形成する透光性電極形成工程と、透光性電極側に、主として有機材料から成る接着剤から成る接着層により一時保持用の保持基板を接着する保持基板接着工程と、n型のIII族窒化物系化合物半導体層の、エピタキシャル成長用基板との界面近傍にレーザーを照射して当該界面近傍を分解するレーザー照射工程と、その後、エピタキシャル成長用基板を除く成長基板除去工程と、露出したn型のIII族窒化物系化合物半導体層裏面に高反射性金属層を形成する反射金属形成工程と、高反射性金属層に覆われたn型のIII族窒化物系

40

50

化合物半導体層裏面側に、導体による接続層を表面に形成した導電性基板を接合する導電性基板接合工程と、保持基板と有機材料から成る接着層とを除去する保持基板除去工程と、少なくとも有することを特徴とするIII族窒化物系化合物半導体発光素子の製造方法である。

#### 【0008】

請求項3に係る発明は、保持基板接着工程においては、透光性電極側に、金属から成る犠牲層を介して有機材料から成る接着層により保持基板を接着するものであり、保持基板除去工程においては、金属から成る犠牲層を分解又は除去した後に保持基板と有機材料から成る接着層とを除去するものであることを特徴とする。請求項4に係る発明は、透光性電極形成工程の後に、当該透光性電極をパターニングする工程と、パターニング後の当該透光性電極を覆う耐ウエットエッティング層を設ける工程とを有することを特徴とする。請求項5に係る発明は、保持基板除去工程に統いて、導電性基板上に形成された積層構造を、最上層のp型のIII族窒化物系化合物半導体層側から、n型のIII族窒化物系化合物半導体層に達し、且つ高反射性金属層には達しないように、第1のダイシングブレードにより、分離用の第1の溝を形成するハーフカット工程と、第1のダイシングブレードよりも厚さの薄い第2のダイシングブレードにより、導電性基板まで達する分離用の第2の溝を形成するフルカット工程とを有することを特徴とする。

10

#### 【発明の効果】

#### 【0009】

以下に示す通り、導電性基板に、高反射性金属層を介してn型層を設け、最上層のp型層を透光性電極で覆った構成のIII族窒化物系化合物半導体発光素子を形成し、透光性電極から導電性基板に電流を流すことで発光させることができる。この発光素子はいわゆるフェイスアップタイプであり、高反射性金属層をn型層の下に有しているので、効率的に光を透光性電極側から取り出すことが可能である。

20

#### 【0010】

本発明の要部は、保持基板に接着した後にエピタキシャル成長用基板を除去することである。追加的には、厚さの異なる2つのダイシングブレードを用い、厚い第1のダイシングブレードで、分離線を望む2つの素子の間に幅広の溝を形成し、その後、薄い第2のダイシングブレードで金属層等を切断する際の金属片が、それら2つの素子のp型層とn型層とを短絡しないようにすることである。保持基板の除去方法としては、溶剤等により除去可能な主として有機材料からなる接着層を用いると良い。さらには、ウエットエッティング可能な金属からなる犠牲層を用いることで、保持基板の除去が容易になる。

30

#### 【0011】

こうして、導電性基板に、高反射性金属層を介してn型層を設け、最上層のp型層を透光性電極で覆った構成のIII族窒化物系化合物半導体発光素子を、容易に形成し、且つ分離の際の素子外周部におけるpn短絡を回避することができる。

#### 【0012】

また、保持基板と発光素子の主要部であるエピタキシャル層とは、間に有機材料から成る接着層を有しているので、応力が緩和される。よって、エピタキシャル成長用基板をレーザリフトオフにより除去する際に生ずる、局所的な窒素ガスの発生による応力や局所的な熱膨張による応力を吸収し、素子構造の破壊を回避することができる。

40

#### 【発明を実施するための最良の形態】

#### 【0013】

本発明は、p層側に光を取り出す、いわゆるフェイスアップタイプであれば、発光層その他の半導体の積層構造は任意である。即ち、フェイスアップタイプの任意の積層構造を有するIII族窒化物系化合物半導体発光素子に適用できる。

#### 【0014】

レーザ照射により例えばGaNの薄膜部を溶融、分解してエピタキシャル成長用基板と分離させる場合は、365nmより短波長のレーザが適しており、波長365nm、266nmのYAGレーザ、波長308nmのXeClレーザ、波長155nmのArFレー

50

ザ、波長 248 nm の KrF が好適に用いられる。レーザ照射を、任意個数のチップサイズとすること、例えば 500 μm 每にウエハに配置されたチップならば 4 個 × 4 個の 2 mm 角のレーザ照射、或いは 6 個 × 6 個の 3 mm 角のレーザ照射とすると、各チップを「レーザ照射済み」「未照射」の境界が横切ることが無く、好適である。尚、バッファ層として GaN 以外の AlGaN 等を用いる場合は、例えば GaN の AlGaN との界面にレーザを照射し、リフトオフによりバッファ層共々エピタキシャル成長用基板を除去しても良い。エピタキシャル成長用基板は、レーザーリフトオフが適用でき、且つ III 族窒化物系化合物半導体をエピタキシャル成長可能な物であれば任意に選択できる。

## 【0015】

III 族窒化物系化合物半導体積層構造は、エピタキシャル成長により形成することが望ましい。但しエピタキシャル成長に先立って形成されるバッファ層は、エピタキシャル成長によらず、例えばスパッタリングその他の方法により形成されるものでも構わない。エピタキシャル成長方法、エピタキシャル成長用基板、各層の構成、発光層等の機能層の構造その他の構成方法及び素子分割後の取扱い方法等は、以下の実施例では細部を全く述べないこともあるが、これは本願出願時における、任意の公知の構成を用いること、或いは複数の技術構成を任意に組み合わせて所望の光素子を形成することが、本発明に包含されうることを意味するものである。

10

## 【0016】

III 族窒化物系化合物は、狭義には AlGaN 系の任意組成の 2 元系及び 3 元系を包含する 4 元系の半導体自体と、それらに導電性を付与するためのドナー又はアクセプタ不純物を添加したものを意味する。しかし、一般的に、他の III 族及び V 族を追加的或いは一部置換して用いる半導体、或いは他の機能を付与するために任意の元素を添加された半導体を排除するものではない。

20

## 【0017】

III 族窒化物系化合物層に直接接合させる電極や、当該電極に接続される単層又は多層の電極は、任意の導電性材料を用いることができる。p 型層側に設けられる透光性電極としては、例えば酸化インジウムスズ、酸化インジウムチタンその他の酸化物電極を用いることができる。n 型層側に設けられる高反射性金属としては、III 族窒化物系化合物層に直接接合させる場合はイリジウム (Ir)、白金 (Pt)、ロジウム (Rh)、銀 (Ag)、アルミニウム (Al) が好適である。尚、高反射性金属と n 型層との間に透光性電極を形成することも可能である。

30

## 【0018】

エピタキシャル成長用基板上に積層構造を設けた、エピタキシャル成長ウエハに保持基板を接着する場合は犠牲層及び / 又は接着層を用いると良い。保持基板は、全く任意に選択できるが、犠牲層エッチング及び / 又は接着層溶解の際には、犠牲層及び / 又は接着層に到達する孔を形成しやすい、加工の容易な材料から成るものが好ましい。犠牲層を用いる場合は、希薄酸等で容易に分解できる金属層が好ましい。例えば希塩酸でウエットエッチング可能なニッケルを用いることができる。また、犠牲層のウエットエッチングに際し、透光性電極や III 族窒化物系化合物半導体層が腐食されないように、例えば二酸化ケイ素 (SiO<sub>2</sub>) から成る絶縁層を、耐ウエットエッチング層として用いることができる。耐ウエットエッチング層は、犠牲層とエッチング液の選択に応じて所望に選択可能である。尚、最終的に絶縁層として発光素子に残す場合は、透光性であることが必要である。

40

## 【0019】

接着剤による接着層は有機溶剤その他により容易に除去及び洗浄できるものが好ましい。このような接着剤としては、例えばアクリル樹脂系の接着剤を用いることができる。

## 【0020】

保持基板に積層構造を設けた、保持基板ウエハと導電性基板とを接合させるのには、はんだを好適に用いることができる。即ち、当該接合面は、導電性基板と発光素子の n 型層とをつなぐものであり、導電性が要求されるからである。尚、はんだの成分によって、導電性基板や保持基板ウエハの接合側面 (n 型層に設けた高反射性金属層表面) に必要に応

50

じて多層金属膜を形成すると良い。

#### 【0021】

図1を用いて、まず、本発明の概要を示す。図1.A乃至図1.Fは、本発明の製造方法の要部を示す工程図(断面図)である。エピタキシャル成長用基板100に、n型層11、p型層12、透光性電極121を少なくとも有する積層構造を形成する。尚、耐ウエットエッティング層を兼ねる絶縁層150を最上層に設けた構成とする。これをエピタキシャル成長ウエハ190と呼ぶ(図1.A)。エピタキシャル成長ウエハ190に犠牲層122を設けて、接着層201を用いて保持基板200と接着する(図1.B)。この後、例えばGaNから成るn型層11の、エピタキシャル成長用基板100との界面に所定波長のレーザーを照射して、GaNを液体Gaと窒素ガスN<sub>2</sub>とに分解する。この後エピタキシャル成長用基板100をリフトオフにより除去し、露出したn型層11表面を洗浄して、保持基板200からn型層11までの積層構造の保持基板ウエハ290を得る(図1.C)。

#### 【0022】

図の都合で上下を逆にするが、図1.Dのように、保持基板ウエハ290のn型層11に高反射性金属層111を形成し、更にはんだ層その他から成る接合用の金属層(図でmetal)を形成する。ここに、金属又は低抵抗の半導体その他から成る導電性基板300を接合する(図1.E)。後述するように、保持基板200は加工が容易であれば、犠牲層122を容易にエッティングできる。こうして、犠牲層122をウエットエッティングにより除去すれば、導電性基板300に積層構造を形成した、導電性基板ウエハ390が得られる(図1.F)。この絶縁層150の所望位置に孔を開けて透光性電極121を露出させて、所望の正電極を形成した後、個々の素子に分離すれば、導電性基板300に、高反射性金属層111、n型層11、p型層12及び透光性電極121をこの順に少なくとも有し、透光性電極121電極から導電性基板300に電流を流して発光するIII族窒化物系化合物半導体発光素子が得られる。

#### 【実施例1】

#### 【0023】

図2.A乃至図2.Pは、本発明の具体的な一実施例に係るIII族窒化物系化合物半導体発光素子1000の更に詳細な製造方法を示す工程図(断面図)である。尚、図2.Pでは、実質的に2チップのIII族窒化物系化合物半導体発光素子1000に対応する図を示している。図2.A乃至図2.Pは1枚のウエハ等の「一部」を拡大して表現したものである。

#### 【0024】

まず、サファイア基板100を用意し、通常のエピタキシャル成長によりIII族窒化物系化合物半導体層を形成する(図2.A)。図2.Aでは単純化して、n型層11とp型層12と発光領域Lとして積層されたIII族窒化物系化合物半導体層を示した。図2.A乃至図2.Pにおいて、n型層11とp型層12とは、破線で示した発光領域Lで接する2つの層の如く記載しているが、これらは細部の積層構造の記載を省略したものである。

#### 【0025】

実際、サファイア基板100に例えばバッファ層、シリコンをドープしたGaNから成る高濃度n<sup>+</sup>層、GaNから成る低濃度n層、n-A<sub>1</sub>GaNクラッド層を構成するものであっても、図2.A乃至図2.Pにおいてはn型層11として代表させている。同様に、マグネシウムをドープしたp-A<sub>1</sub>GaNクラッド層、GaNから成る低濃度p層、GaNから成る高濃度p<sup>+</sup>層を構成するものであっても、図2.A乃至図2.Pにおいてはp型層12として代表させている。また、発光領域Lは、pn接合の場合の接合面と、例えば多重量子井戸構造の発光層(通常、井戸層はアンドープ層)の両方を代表して破線で示したものであり、単に「n型層11とp型層12との界面」を意味するものではない。但し、「発光領域の平面」は発光領域Lで示した破線付近に存在する、平面である。尚、p型層12は、下記の「窒素(N<sub>2</sub>)雰囲気下の熱処理」前においては、「p型不純物を含む層ではあるが、低抵抗化していない」ものであり、当該「窒素(N<sub>2</sub>)雰囲気下の熱

10

20

30

40

50

処理」後においては、通常の意味の低抵抗の p 型層である。

#### 【0026】

次に、電子ビーム蒸着により、p 型層 12 の全面に厚さ 300 nm の酸化インジウムスズ (ITO) から成る透光性電極 121 を形成する。ITO 電極 121 を各図では「121 - ITO」と示す。次に、ITO 電極 121 をパターニングする(図 2 . B)。この後、N<sub>2</sub> 霧囲気下、700 °C で、5 分間加熱処理して p 型層 12 を低抵抗化すると共に、p 型層 12 と ITO 電極 121 との間のコンタクト抵抗を低抵抗化する(図 2 . C)。次に、ITO 電極 121 の全面に、厚さ 100 nm の二酸化ケイ素 (SiO<sub>2</sub>) から成る絶縁層 150 を形成する(図 2 . D)。

#### 【0027】

次に、犠牲層となる、ウエットエッティング可溶な層として、絶縁層 150 の上面に、Ni 層 122 を 500 nm 形成する(図 2 . E)。ここにダミー基板(一時保持基板)である Si 基板 200 を接着剤 201 で接着する。接着剤 201 としては、溶剤可溶タイプが好ましく、メチルエチルケトン等に可溶なアクリル系接着剤を用いると良い(図 2 . F)。

#### 【0028】

この後、公知のレーザーリフトオフによりサファイア基板 100 を除去して、ダミー基板(一時保持基板)である Si 基板 200 上に、n 型層 11 側を上面とした状態にする(図 2 . G)。レーザーリフトオフは、n 型層 11 のサファイア基板 100 との界面 11f に焦点を当ててレーザー照射し、界面 11f での接合を分解して、サファイア基板 100 を剥がして除去する。例えば、照射条件は、0.7 J/cm<sup>2</sup> 以上、パルス幅 25 ns(ナノ秒)、照射領域 2 mm 角又は 3 mm 角で、各照射ごとに、レーザ照射領域外周が、「1 チップ」を横切らないようにすると良い。このレーザ照射により、サファイア基板 100 に最も近い n 型層 11 (GaN 層) の界面 11f が薄膜状に溶融し、ガリウム (Ga) 液滴と窒素 (N<sub>2</sub>) とに分解する。この後、露出した n 層 11 表面を希塩酸 (aq HCl) と、フッ酸緩衝液 (BHF) で洗浄し、表面に付着しているガリウム (Ga) 液滴を除去する。

#### 【0029】

次に、露出した n 層 11 表面に、厚さ 500 nm のアルミニウム (Al) から成る高反射性金属層 111 を蒸着により形成する。尚、アルミニウム (Al) から成る高反射性金属層 111 を図 2 . H 以下では「111 - Al」として示した。更にこの上に順に厚さ 100 nm のチタン (Ti) 層 112、厚さ 300 nm のニッケル (Ni) 層 113、厚さ 100 nm の金 (Au) 層 114 を積層し、スズ 20 % の金スズはんだ (Au - 20Sn) 115 を 1000 nm 厚で設けた(図 2 . H)。

#### 【0030】

チタン (Ti) 層 112、ニッケル (Ni) 層 113、金 (Au) 層 114 の機能は、次の通りである。スズ 20 % の金スズはんだ (Au - 20Sn) 115 を設けるにあたって、当該金スズはんだ (Au - 20Sn) 115 と合金化する層として金 (Au) 層 114 を、スズ (Sn) のアルミニウム (Al) から成る高反射性金属層 111 への拡散を防ぐ層としてニッケル (Ni) 層 113 を、ニッケル (Ni) 層 113 とアルミニウム (Al) から成る高反射性金属層 111 との密着性を向上させるためにチタン (Ti) 層 112 を各々設けるものである。

#### 【0031】

次に銅 (Cu) 基板 300 を用意し、表面に Au 層 301、裏面に Au 層 302 を形成し、表面側の Au 層 301 上にスズ 20 % の金スズはんだ (Au - 20Sn) 305 を厚さ 1000 nm 形成する。こうして、銅 (Cu) 基板 300 の表面側のスズ 20 % の金スズはんだ (Au - 20Sn) 305 と、ダミー基板(一時保持基板)である Si 基板 200 のウエハのスズ 20 % の金スズはんだ (Au - 20Sn) 115 とをホットプレスで接着する(図 2 . I)。この際の条件は、例えば 300 °C、30 kg 重 / cm<sup>2</sup> (2.94 MPa) である。こうして、銅 (Cu) 基板 300 と、アルミニウム (Al) から成る高

10

20

30

40

50

反射性金属層 111 その他の金属層と、n型層 11 と、p型層 12 と、ITO電極 121 とが積層された構造が、ダミー基板（一時保持基板）である Si 基板 200 を被せた状態で得られる。

#### 【0032】

次に、Si 基板 200 及び接着剤層 201 に孔 H を複数個あけて、エッチング液が犠牲層である Ni 層 122 に十分に到達するようにする（図 2 . J）。当該孔 H は例えばトレンチ状としても、それらが全体として格子状となっていても良く、Si 基板 200 及び接着剤層 201 を裁断するように形成しても、裁断しないように形成しても良い。

#### 【0033】

こうして複数個の孔 H からエッチング液を犠牲層である Ni 層 122 に十分に作用させて Ni 層 122 を溶解させ、Si 基板 200 及び接着剤層 201 を、銅（Cu）基板 300 と、アルミニウム（Al）から成る高反射性金属層 111 その他の金属層と、n型層 11 と、p型層 12 と、ITO電極 121 とが積層された構造から除去する（図 2 . K）。尚、エッチング液としては希硝酸を用いた。

#### 【0034】

次に、 $\text{SiO}_2$ 層 150 の表面の一部をエッチングして ITO 電極 121 の必要箇所を露出させ（図 2 . L）、所望の金属等から成る台座電極 125 をレジスト膜を用いたリフトオフにより形成する（図 2 . M）。

#### 【0035】

以上により、各発光素子の構成は完成したので、個々の素子に分離する。まず、素子間の分離線に沿って、幅 50 μm の第 1 の溝 T1 を、p 層 12 側から n 層 11 の厚さの中央あたりまで、第 1 のダイシングブレードにより形成する。この際、アルミニウム（Al）から成る高反射性金属層 111 以下の金属層をダイシングしてしまうと、金属片が各素子の n 型層 11 と p 型層 12 を短絡させてしまうので、ダイシングは n 層 11 の厚さを越えてはならない（図 2 . N）。

#### 【0036】

次に素子間の分離線に沿って形成された第 1 の溝 T1 にあわせ、幅 20 μm の第 2 の溝 T2 を、銅（Cu）基板 300 及び裏面の Au 層 302 を完全に分離するまで第 2 のダイシングブレードにより形成する。尚、素子分離工程の都合により、例えば格子状に形成する第 2 の溝 T2 を、銅（Cu）基板 300 の下方を一部残すように形成した後、ブレーキング工程を設けても良い。この状況を説明するため、図 2 . O では、第 2 の溝 T2 を、実線としては銅（Cu）基板 300 を完全に分離しない状態として示し、破線にて、銅（Cu）基板 300 及び裏面の Au 層 302 を完全に分離する状態を示した。

#### 【0037】

こうして、本願発明の具体的な一実施例に係る III 族窒化物系化合物半導体発光素子 1000 が得られる（図 2 . P）。III 族窒化物系化合物半導体発光素子 1000 は、銅（Cu）基板 300 に設けられ、n 型層 11 の下方にアルミニウムから成る高反射性金属層 111 を有し、p 型層 12 の上方に ITO 電極 121 を有する。台座電極 125 は ITO 電極 121 全体を覆っておらず、 $\text{SiO}_2$  から成る絶縁層 150 は透光性であるので、少なくとも台座電極 125 を設けていない部分において、発光領域 L からの発光は、上方に発せられることとなる。

#### 【実施例 2】

#### 【0038】

図 3 を用いて、本発明の他の実施例である、犠牲層 122 を省略した場合の概要を工程図で示す。図 3 . A 乃至図 3 . F は、本発明の第 2 の製造方法の要部を示す工程図（断面図）である。エピタキシャル成長用基板 100 に、n 型層 11、p 型層 12、透光性電極 121 を少なくとも有する積層構造を形成し、耐ウエットエッチング層を兼ねる絶縁層 150 を最上層に設けた構成のエピタキシャル成長ウエハ 190 を用意する（図 3 . A、図 1 . A と同一）。次に犠牲層 122 の形成を省略して、接着層 201 を用いてエピタキシャルウエハ 190 と保持基板 200 と接着する（図 3 . B）。この後、エピタキシャル成

10

20

30

40

50

長用基板 100 をレーザリフトオフにより除去し、露出した n 型層 11 表面を洗浄して、保持基板 200 から n 型層 11 までの積層構造の保持基板ウエハ 295 を得る（図 3 . C ）。

#### 【0039】

図 3 . D のように、保持基板ウエハ 295 の n 型層 11 に高反射性金属層 111 、はんだ層その他から成る接合用の金属層（図で metal ）を形成する。ここに、金属又は低抵抗の半導体その他から成る導電性基板 300 を接合する（図 3 . E ）。この後、導電性基板 300 を接合した保持基板ウエハ 295 を所定の有機溶剤に浸漬すれば、有機材料からなる接着層 201 を膨潤させ、剥離、溶解又は分解させることができる。この際、保持基板 200 に孔をあける必要は無い。こうして、導電性基板 300 に積層構造を形成した、導電性基板ウエハ 390 が得られる（図 3 . F 、図 1 . F と同一）。この絶縁層 150 の所望位置に孔を開けて透光性電極 121 を露出させて、所望の正電極を形成した後、個々の素子に分離すれば、導電性基板 300 に、高反射性金属層 111 、 n 型層 11 、 p 型層 12 及び透光性電極 121 をこの順に少なくとも有し、透光性電極 121 電極から導電性基板 300 に電流を流して発光する III 族窒化物系化合物半導体発光素子が得られる。

10

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0040】

【図 1 】本発明の製造方法の概要を示す工程図（断面図）。

【図 2 . A 】本発明の具体的な一実施例に係る III 族窒化物系化合物半導体発光素子 100 の製造方法の一工程を示す断面図。

20

【図 2 . B 】本発明の具体的な一実施例に係る III 族窒化物系化合物半導体発光素子 100 の製造方法の一工程を示す断面図。

【図 2 . C 】本発明の具体的な一実施例に係る III 族窒化物系化合物半導体発光素子 100 の製造方法の一工程を示す断面図。

30

【図 2 . D 】本発明の具体的な一実施例に係る III 族窒化物系化合物半導体発光素子 100 の製造方法の一工程を示す断面図。

【図 2 . E 】本発明の具体的な一実施例に係る III 族窒化物系化合物半導体発光素子 100 の製造方法の一工程を示す断面図。

30

【図 2 . F 】本発明の具体的な一実施例に係る III 族窒化物系化合物半導体発光素子 100 の製造方法の一工程を示す断面図。

【図 2 . G 】本発明の具体的な一実施例に係る III 族窒化物系化合物半導体発光素子 100 の製造方法の一工程を示す断面図。

30

【図 2 . H 】本発明の具体的な一実施例に係る III 族窒化物系化合物半導体発光素子 100 の製造方法の一工程を示す断面図。

【図 2 . I 】本発明の具体的な一実施例に係る III 族窒化物系化合物半導体発光素子 100 の製造方法の一工程を示す断面図。

40

【図 2 . J 】本発明の具体的な一実施例に係る III 族窒化物系化合物半導体発光素子 100 の製造方法の一工程を示す断面図。

【図 2 . K 】本発明の具体的な一実施例に係る III 族窒化物系化合物半導体発光素子 100 の製造方法の一工程を示す断面図。

40

【図 2 . L 】本発明の具体的な一実施例に係る III 族窒化物系化合物半導体発光素子 100 の製造方法の一工程を示す断面図。

40

【図 2 . M 】本発明の具体的な一実施例に係る III 族窒化物系化合物半導体発光素子 100 の製造方法の一工程を示す断面図。

40

【図 2 . N 】本発明の具体的な一実施例に係る III 族窒化物系化合物半導体発光素子 100 の製造方法の一工程を示す断面図。

40

【図 2 . O 】本発明の具体的な一実施例に係る III 族窒化物系化合物半導体発光素子 100 の製造方法の一工程を示す断面図。

40

【図 2 . P 】本発明の具体的な一実施例に係る III 族窒化物系化合物半導体発光素子 100 の製造方法の一工程を示す断面図。

50

00の製造方法の一工程を示す断面図。

【図3】本発明の第2の製造方法の概要を示す工程図(断面図)。

【符号の説明】

【0041】

10000: III族窒化物系化合物半導体発光素子

L: 発光領域

100: サファイア基板(エピタキシャル成長用基板)

111: n型III族窒化物系化合物半導体層

111: Alから成る高反射性金属層

112: Ti層

113: Ni層

114、301、302: Au層

115、305: Au-20Snはんだ層

12: p型III族窒化物系化合物半導体層

121: ITOから成る透光性電極

122: Niから成る犠牲層

125: 台座電極

150: SiO<sub>2</sub>から成る絶縁層

200: シリコン基板(保持基板)

201: 有機材料から成る接着層

H: ウエットエッチング用の孔

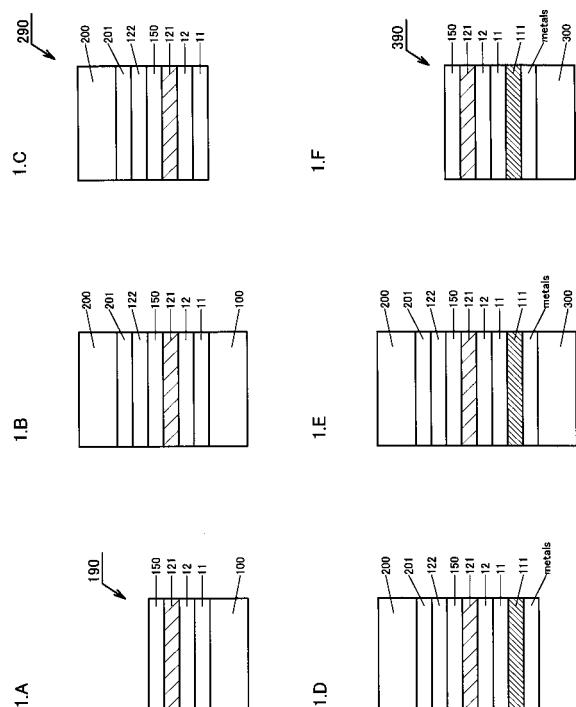
300: Cu基板

T1、T2: 第1、及び第2のダイシングブレードにより形成される溝

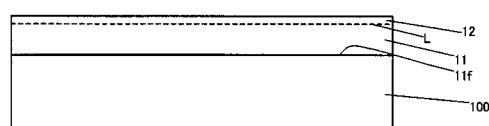
10

20

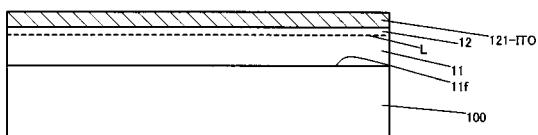
【図1】



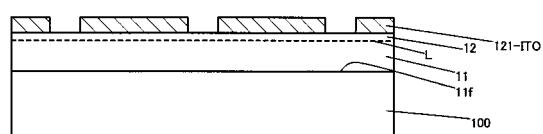
【図2.A】



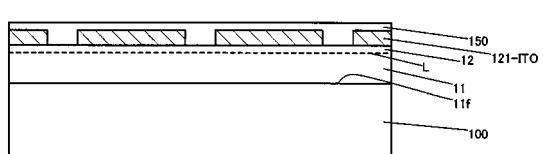
【図2.B】



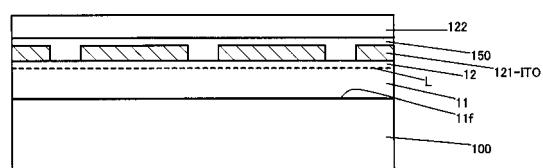
【図2.C】



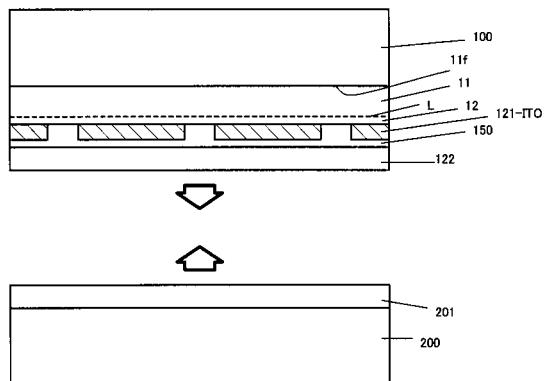
【図2.D】



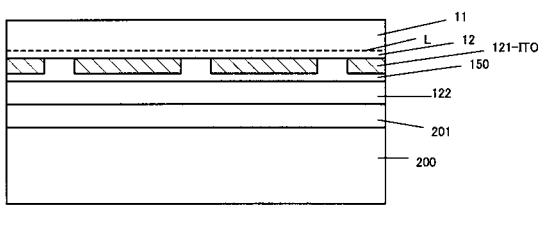
【図2.E】



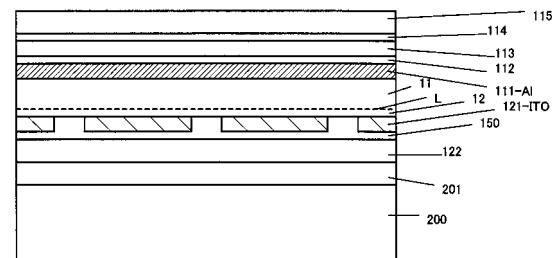
【図2.F】



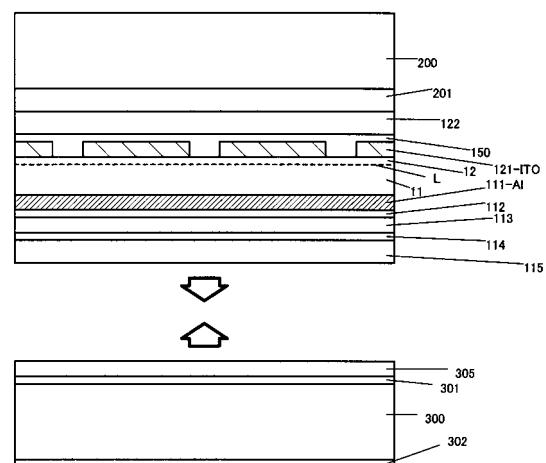
【図2.G】



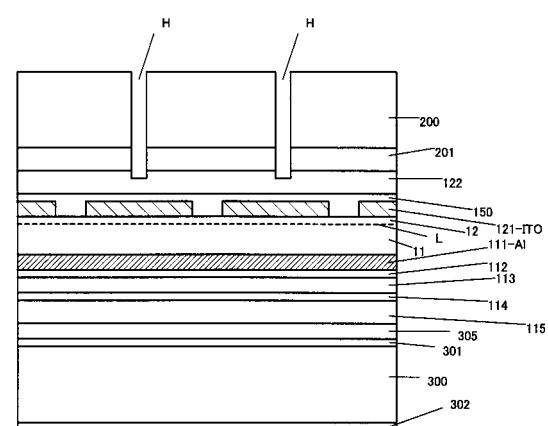
【図2.H】



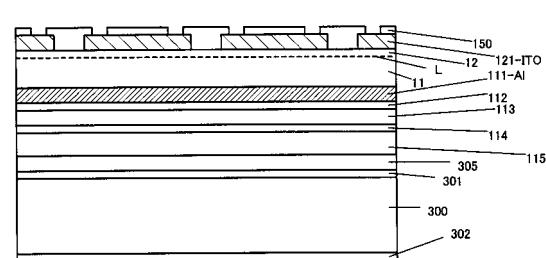
【図2.I】



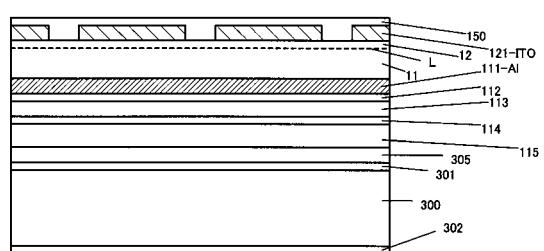
【図2.J】



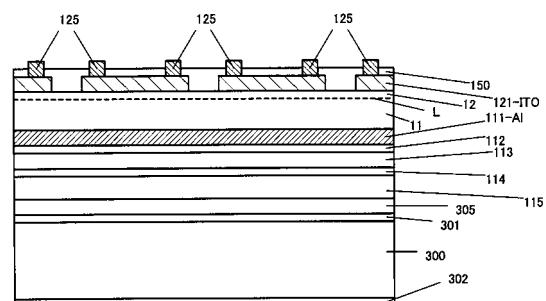
【図2.L】



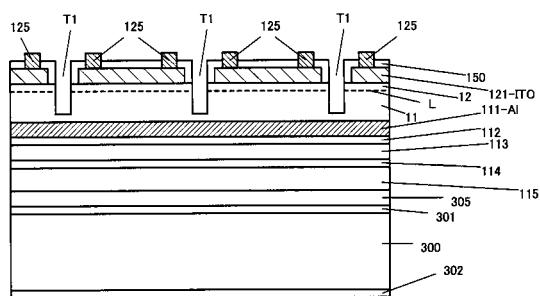
【図2.K】



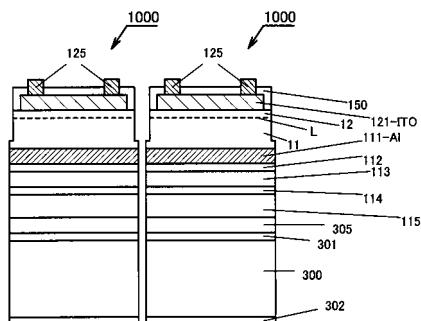
【図2.M】



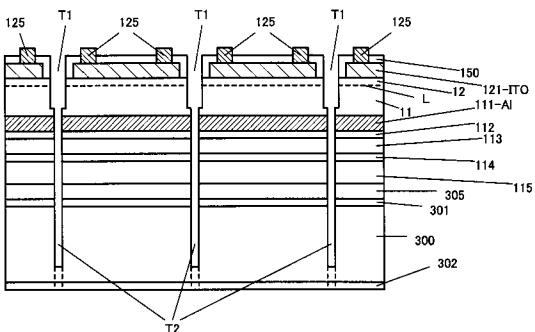
【図2.N】



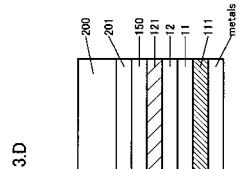
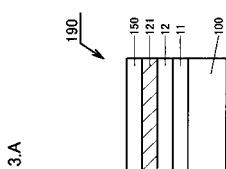
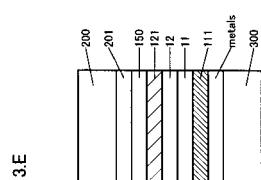
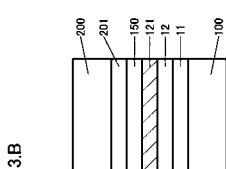
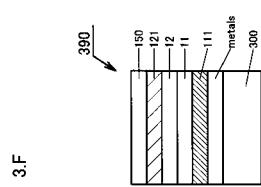
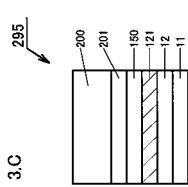
【図2.P】



【図2.O】



【図3】



---

フロントページの続き

(72)発明者 矢嶋 孝義

愛知県西春日井郡春日町大字落合字長畠 1 番地 豊田合成株式会社内

F ターム(参考) 5F041 CA40 CA74 CA77 CA84 CA88 CA98 CB36 EE23