

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4807375号
(P4807375)

(45) 発行日 平成23年11月2日(2011.11.2)

(24) 登録日 平成23年8月26日(2011.8.26)

(51) Int.Cl.	F I
HO 1 S 5/323 (2006.01)	HO 1 S 5/323 G 1 O
HO 1 L 21/301 (2006.01)	HO 1 L 21/78 G
	HO 1 L 21/78 B
	HO 1 L 21/78 U

請求項の数 6 (全 11 頁)

(21) 出願番号	特願2008-101576 (P2008-101576)	(73) 特許権者	000002130
(22) 出願日	平成20年4月9日(2008.4.9)		住友電気工業株式会社
(65) 公開番号	特開2009-253154 (P2009-253154A)		大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号
(43) 公開日	平成21年10月29日(2009.10.29)	(74) 代理人	100088155
審査請求日	平成21年1月20日(2009.1.20)		弁理士 長谷川 芳樹
		(74) 代理人	100092657
			弁理士 寺崎 史朗
		(74) 代理人	100113435
			弁理士 黒木 義樹
		(74) 代理人	100108257
			弁理士 近藤 伊知良
		(72) 発明者	上野 昌紀
			兵庫県伊丹市昆陽北一丁目1番1号 住友 電気工業株式会社伊丹製作所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】窒化ガリウム系半導体レーザを作製する方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

窒化ガリウム系半導体レーザを作製する方法であって、

GaNのc面に関してa軸の方向に傾斜した主面及び該GaNのc軸方向に延びる側面とを有するGaNウエハと、前記GaNウエハの主面上に成長された複数の窒化ガリウム系半導体層を含み該GaNのc軸方向に延びる側面を有する積層体と、前記積層体の上面にアレイ状に形成され前記GaNのm軸方向に延びる電極とを備えるウエハ生産物を準備する工程と、

前記ウエハ生産物の表面のエッジにけがき線を形成する工程と、

前記けがき線を形成した後に、前記ウエハ生産物の裏面に力を加えて前記ウエハ生産物を劈開する工程と

を備え、

前記積層体は、m軸方向に延びる複数のレーザリッジ構造を含み、

前記ウエハ生産物の劈開による劈開面と前記GaNのm軸との交差角のばらつきは、2度以下であり、

前記ウエハ生産物の前記エッジは、前記ウエハ生産物の前記表面と前記積層体の前記側面とが鋭角を成す第1のエッジ部と、前記ウエハ生産物の前記表面と前記積層体の前記側面とが鈍角を成す第2のエッジ部とを有しており、

前記けがき線は、前記第1のエッジ部に形成されており、

前記けがき線は、m軸に交差する方向に延びる基準線に沿って延びており、

10

20

前記 GaN ウエハは、第 1 の貫通転位密度より小さい転位密度を有する複数の第 1 の領域と、前記第 1 の貫通転位密度より大きい転位密度を有する複数の第 2 の領域とを有しており、

前記 GaN ウエハの前記第 1 及び第 2 の領域は、前記 GaN ウエハの a 軸の方向に交互に配列されており、

前記積層体は、第 2 の貫通転位密度より小さい転位密度を有する複数の第 1 の領域と、前記第 2 の貫通転位密度より大きい転位密度を有する複数の第 2 の領域とを有しており、

前記けがき線を形成する前記工程では、前記けがき線が、前記基準線に沿って前記積層体の前記第 2 の領域上に形成される、ことを特徴とする方法。

【請求項 2】

前記けがき線は、前記 GaN ウエハの裏面のエッジから前記主面へ下ろした垂線と前記主面との交点よりも内側から前記ウエハ生産物の表面のエッジまで延びている、ことを特徴とする請求項 1 に記載された方法。

【請求項 3】

前記 GaN の c 面と前記 GaN ウエハの前記主面との成す角度は、5 度以上であり、35 度以下である、ことを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載された方法。

【請求項 4】

前記けがき線の形成はレーザーけがき装置を用いて行われる、ことを特徴とする請求項 1 ~ 請求項 3 のいずれか一項に記載された方法。

【請求項 5】

前記けがき線は、けがき装置によって形成された溝を含む、ことを特徴とする請求項 1 ~ 請求項 3 のいずれか一項に記載された方法。

【請求項 6】

前記積層体は、前記レーザーリッジ構造を埋め込むブロック層を更に備える、ことを特徴とする請求項 1 ~ 請求項 5 のいずれか一項に記載された方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、窒化ガリウム系半導体レーザーを作製する方法に関する。

【背景技術】

【0002】

特許文献 1 には、半導体発光素子を作製する方法が記載されている。この方法では、GaN 系紫色レーザーの共振器端面を劈開で形成している。基板の主面上に窒化物系 III-V 族化合物半導体からなる半導体層を成長した後に、劈開に先立って、基板の裏面をスクライプする。

【特許文献 1】特開 2003 - 101158 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

特許文献 1 では、窒化ガリウム系半導体発光素子は c 面 GaN 基板を用いて作製されている。これらの半導体発光素子の活性層は、例えばピエゾ効果による影響を受ける。

【0004】

ピエゾ効果等の影響を避けるためには、半極性面を有する GaN ウエハを用いることができる。半極性面を有する GaN ウエハでは、GaN の c 軸は、GaN ウエハの主面に対して傾斜している。GaN ウエハのための母結晶は、GaN ウエハ主面の傾斜に対応して作製された種基板上において c 軸方向に成長していく。GaN ウエハは、母結晶の c 軸に対して傾斜した平面に沿ったスライスによって母結晶から作製される。このため、GaN ウエハの側面が傾斜している。

【0005】

半極性面上に作製された半導体レーザーでも、共振端面は劈開により作製される。GaN

10

20

30

40

50

ウエハの GaN 結晶は六方晶系であるので、六方晶系より対照性の高い結晶系の半導体に比べて劈開は難しい。

【0006】

本発明の目的は、このような事情を鑑みて為されたものであり、半極性面を有する GaN ウエハを用いて、良質な劈開面を有する窒化ガリウム系半導体レーザを作製する方法を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明の一側面は、窒化ガリウム系半導体レーザを作製する方法である。この方法は、(a) GaN の c 面に関して a 軸の方向に傾斜した主面及び該 GaN の c 軸方向に延びる側面を有する GaN ウエハと、前記 GaN ウエハの主面上に成長された複数の窒化ガリウム系半導体層を含み該 GaN の c 軸方向に延びる側面を有する積層体と、前記積層体の上面にアレイ状に形成され前記 GaN の m 軸方向に延びる電極とを備えるウエハ生産物を準備する工程と、(b) 前記ウエハ生産物の表面のエッジにけがき線を形成する工程と、(c) 前記けがき線を形成した後に、前記ウエハ生産物の裏面に力を加えて前記ウエハ生産物を劈開する工程とを備える。前記ウエハ生産物の前記エッジは、前記ウエハ生産物の前記表面と前記積層体の前記側面とが鋭角を成す第 1 のエッジ部と、前記ウエハ生産物の前記表面と前記積層体の前記側面とが鈍角を成す第 2 のエッジ部とを有しており、前記けがき線は、前記第 1 のエッジ部に形成されており、前記けがき線は、m 軸に交差する方向に延びる基準線に沿って延びている。

【0008】

この方法によれば、第 1 のエッジ部がウエハ生産物の表面と積層体の側面とは鋭角を成しており、けがき線は第 1 のエッジ部に形成される。このため、鈍角エッジを有するウエハ裏面から力を加えることによって、ウエハ生産物の表面のけがき線のキズが押し広げられて劈開が引き起こされる。

【0009】

本発明に係る方法では、前記けがき線は、前記 GaN ウエハの裏面のエッジから前記主面へ下るした垂線と前記主面との交点よりも内側から前記ウエハ生産物の表面のエッジまで延びていることが好ましい。鋭角エッジに形成されるけがき線が上記の交点よりも内側まで延びているので、劈開がまっすぐ進む。

【0010】

本発明に係る方法では、前記 GaN ウエハは、第 1 の貫通転位密度より小さい転位密度を有する複数の第 1 の領域と、前記第 1 の貫通転位密度より大きい転位密度を有する複数の第 2 の領域とを有しており、前記 GaN ウエハの前記第 1 及び第 2 の領域は、前記 GaN ウエハの a 軸の方向に交互に配列されており、前記積層体は、第 2 の貫通転位密度より小さい転位密度を有する複数の第 1 の領域と、前記第 2 の貫通転位密度より大きい転位密度を有する複数の第 2 の領域とを有しており、前記けがき線を形成する前記工程では、前記けがき線が、前記基準線に沿って前記積層体の前記第 2 の領域上に形成されることができ。

【0011】

この方法によれば、けがき線が基準線に沿って第 2 の領域上に形成されるので、大きい転位密度の第 2 の領域において劈開線の曲がることを低減できる。

【0012】

本発明に係る方法では、前記けがき線の形成はレーザけがき装置を用いて行われることができる。或いは、本発明に係る方法では、前記けがき線は、けがき装置によって形成された溝を含むことができる。

【0013】

また、本発明に係る方法では、前記積層体は、m 軸方向に延びる複数のレーザリッジ構造を含むことができる。この方法によれば、けがき線を主面に形成すると共に劈開を引き起こす力をウエハ裏面に加えるとき、ウエハ生産物の表面にレーザリッジ構造による突起

10

20

30

40

50

や窪みが設けられていても、劈開線の曲がることを低減できる。

【0014】

本発明の上記の目的および他の目的、特徴、並びに利点は、添付図面を参照して進められる本発明の好適な実施の形態の以下の詳細な記述から、より容易に明らかになる。

【発明の効果】

【0015】

以上説明したように、本発明によれば、半極性面を有するGaNウエハを用いて、良質な劈開面を有する窒化ガリウム系半導体レーザを作製する方法が提供される。

【発明を実施するための最良の形態】

【0016】

本発明の知見は、例示として示された添付図面を参照して以下の詳細な記述を考慮することによって容易に理解できる。引き続き、添付図面を参照しながら、本発明の窒化ガリウム系半導体レーザを作製する方法に係る実施の形態を説明する。可能な場合には、同一の部分には同一の符号を付する。

【0017】

図1～図7は、本実施の形態に係る窒化ガリウム系半導体レーザを作製する方法の主要な工程を示す図面である。まず、六方晶系GaNからなるGaNウエハ11を準備する。図1(a)を参照すると、直交座標系Sと共に、準備されたGaNウエハ11が示されている。GaNウエハ11は、主面11a、側面11b、及び裏面11cを有する。主面11aはエッジ11dによって規定されており、裏面11cはエッジ11eによって規定される。エッジ11d、11eは実質的な円状の曲線形状からなる。GaNウエハ11は、必要な場合には、オリエンテーションフラットを有することができる。GaNウエハ11において、エッジ11d上に2点間の最大距離は例えば直径45mm以上であることができ、例えば2インチサイズのGaNウエハがこれに該当する。GaNウエハ11は、第1のエッジ部11f及び第2のエッジ部11gを有する。第1のエッジ部11fでは、GaNウエハ11のエッジ11dは、主面11aと側面11bとが鋭角を成す。第2のエッジ部11gでは、主面11aと側面11bとが鈍角を成す。側面11bが傾斜しているので、エッジ11eも、裏面11cと側面11bとが鋭角を成すエッジ部と、裏面11cと側面11bとが鈍角を成す第2のエッジ部とを有する。GaNウエハ11は、半極性面を得るために、c軸方向に成長されたGaN結晶体の厚膜、または予めある傾斜角を持った種結晶上に成長された厚膜から、c軸に傾斜する平面に沿って切り出されたスライスの表面に研磨等の処理を行って作製される。このため、GaNウエハ11は、傾斜した側面を有する。上記の鋭角及び鈍角といった角度を規定することになるエッジ上の一点における接戦に対する垂線を主面11a及び側面11bに描くとき、この2つの垂線は単一の平面を規定する。この2つの垂線の成す角度が当該エッジにおける角度である。

【0018】

図1(b)を参照すると、図1(a)に示されたI-I線に沿って取られた断面が示されている。GaNウエハ11の結晶体のための座標系CR及び代表的なc面Cが示されている。主面11aは、GaNのc面Cに関してa軸の方向に傾斜しており、また側面11bは該GaNのc軸方向に延びる。裏面11cは、主面11aと反対側にある。

【0019】

本実施例では、GaNウエハ11は、複数の第1の領域13と、複数の第2の領域15とを有する。第1の領域13の各々は第1の貫通転位密度より小さい転位密度を有する。第2の領域15の各々は、第1の貫通転位密度より大きい転位密度を有する。第1の貫通転位密度は、例えば $8.0 \times 10^5 \text{ cm}^{-2}$ であることができる。GaNウエハ11の第1及び第2の領域13、15は、GaNウエハ11のa軸の方向に交互に配列されている。第1及び第2の領域13、15は、裏面11cから主面11aに延びており、主面11aの第1及び第2のエリア13a、15aにそれぞれ現れている。第1の領域13は、GaNウエハ11のm軸の方向に延びている。第2の領域15は、GaNウエハ11のm軸の方向に延びている。この構造のGaNウエハ11では、結晶成長の際に第2の領域15

10

20

30

40

50

に貫通転位を集めることによって、第1の領域13の転位密度を低減できる。

【0020】

次いで、GaNウエハ11の主面11a上に半導体積層17をエピタキシャルに成長する。図2(a)を参照すると、エピタキシャルウエハE1が示されている。半導体積層17は、GaNのc軸方向に延びる側面17aを有する。半導体積層17は、半導体レーザーのための複数の窒化ガリウム系半導体層19を含む。窒化ガリウム系半導体層19は、例えばn型AlGaInクラッド層19a、アンドープInGaIn光ガイド層19b、活性層19c、アンドープInGaIn光ガイド層19d、AlGaIn電子ブロック層19e、p型AlGaInクラッド層19f及びp型GaInコンタクト層19gを含む。これらの窒化ガリウム系半導体層19は、GaNウエハ11上に順に成長される。この成長は、例えば有機金属気相成長法で行われることができる。GaNウエハ11のc軸は半導体積層17のc軸の方向に一致しており、図2(b)を参照すると、c軸の方向を示すベクトル V_c が示されている。

10

【0021】

この成長の際に、本実施例では、図2(b)に示されるように、半導体積層17は、複数の第1の領域23と、複数の第2の領域25とを有する。第1の領域23の各々は第2の貫通転位密度より小さい転位密度を有する。第2の領域25の各々は第2の貫通転位密度より大きい転位密度を有する。第2の貫通転位密度は、例えば $1.0 \times 10^8 \text{ cm}^{-2}$ であることができる。半導体積層17の第1及び第2の領域23、25は、半導体積層17のa軸の方向に交互に配列されている。第1及び第2の領域23、25は、主面11aから半導体積層17の表面に延びているので、半導体積層17の主面の第1及び第2のエリア23a、25aにそれぞれ現れている。第1の領域23は、半導体積層17のm軸の方向に延びている。第2の領域25は、半導体積層17のm軸の方向に延びている。この構造の半導体積層17では、結晶成長の際に第1及び第2の領域23、25に第1及び第2の領域13、15の転位密度が引き継がれる。

20

【0022】

必要な場合には、半導体リッジ構造をエピタキシャルウエハE1に作製する。図3(a)に示されるように、マスク膜27が半導体積層17の表面上に形成される。マスク膜27は例えば金属膜や誘電体膜であることができ、金属膜は例えば SiO_2 といったシリコン酸化膜等を用いて作製されることができる。金属膜は例えばPt/Pd、Ni/Au等であることができる。次いで、図3(b)に示されるように、フォトリソグラフィ法を用いてマスク膜27からエッチングマスク29を作製する。エッチングマスク29で覆われた領域に半導体リッジが形成される。エッチングマスク29は、m軸方向に延びるストライプ形状を成す。図3(c)に示されるように、エッチングマスク29を用いて半導体リッジ31を形成する。このエッチングにより、半導体リッジ31を含む半導体積層33が形成される。また、このエッチングは、ドライエッチング法で行われる。半導体リッジ31はm軸の方向に延びている。半導体リッジ31は、電流のガイドを行うと共に光の導波を行うために設けられる。図3(d)に示されるように、半導体リッジ31を埋め込むようにブロック層35を堆積する。ブロック層35は、例えば SiO_2 といったシリコン酸化物等の材料からなる。ブロック層35の堆積は、例えばプラズマCVDやEB蒸着等により行われる。ブロック層35を形成した後に、マスク膜27を除去する。積層体36は、半導体積層33及びブロック層35を含む。

30

40

【0023】

次いで、図4(a)に示されるように、半導体リッジ31及びブロック層35上に電極37を形成する。電極37は、積層体36の上面にアレイ状に形成されている。電極37は、GaInのm軸方向に延びる。電極37は、半導体リッジ31の表面に接触39を成しており、この接触39は良好なオーミック接触であることが好ましい。電極37は、例えば電極(アノード)であることができる。図4(b)に示されるように、GaInウエハ11の裏面を研削して、所望の厚さのGaIn基板41を作製する。GaIn基板41は、研削された裏面41cを有する。GaIn基板41の厚さは、例えば150マイクロメートル以

50

下であることが好ましい。また、GaN基板41の厚さは、例えば50マイクロメートル以上であることが好ましい。図4(c)に示されるように、GaN基板41の裏面41c上に電極(カソード)45を形成する。電極45は、GaN基板41の裏面41cに接触49を成しており、この接触49は良好なオーミック接触であることが好ましい。これらの工程によりウエハ生産物SPが形成される。

【0024】

図4(d)を参照すると、m軸の方向を示すベクトル V_M が描かれている。ウエハ生産物SPの表面のエッジにけがき線を形成する。けがき線は、矢印SCRBに示される位置に形成される。

【0025】

図5は、ウエハ生産物の上面を示す図面である。ウエハ生産物SPのエッジ部EDGE1から延びるけがき線51aが示されている。けがき線51aはエッジ部EDGE1に形成されており、エッジ部EDGE1では、上面と側面が鋭角を成す。また、けがき線51aはm軸に交差する方向(例えば直交する方向)に延びる基準線LINEに沿って延びている。けがき線51aは、III-III線に沿った断面に示されるように、基準線LINEに沿って延びる溝を含む。けがき線51aはエッジ部EDGE2には形成されていない。エッジ部EDGE2では、上面と側面が鈍角を成す。けがき線51aの形成はレーザけがき装置を用いて行われることができる。或いは、けがき線51aは、けがき針及びダイヤモンド針等を用いるけがき装置によって形成されることができる。

【0026】

けがき線51aの長さLは、 $T \times \sin(X)$ より長いことが好ましい。記号Tは、ウエハ生産物SPの厚さを示す。角度Xは、c軸とGaNウエハの主面との成す角を示す。ここで、GaNのc面CとGaNウエハ11の主面11aとの成す角度は、例えば5度以上であることが好ましく、また例えば35度以下であることが好ましい。

【0027】

図6は、ウエハ生産物を劈開する工程を示す図面である。けがき線を形成した後に、ウエハ生産物SPを劈開する。図6(a)に示されるように、IV-IV線に沿った断面図に示される位置に、劈開のための力Fを加える。力Fは、ウエハ生産物SPの裏面に加えられる。力の印加により、劈開面CLにおいて劈開される。劈開により、図6(b)に示されるように、レーザバーLDBが形成される。レーザバーLDBは、劈開により形成された劈開面55a、55bを有する。m軸は、例えば劈開面55a、55bに直交しており、交差角のばらつきは、例えば2度以下であることが好ましい。

【0028】

この方法によれば、エッジ部EDGE1がウエハ生産物SPの表面と積層体36の側面とは鋭角を成しており、けがき線51aは、エッジ部EDGE1に形成される。このため、ウエハ裏面の鈍角エッジに力Fを加えることによって、ウエハ生産物SPの表面のけがき線51aのキズが押し広げられて、エッジから劈開CLが引き起こされる。

【0029】

けがき線51aは、ウエハ生産物SPの裏面のエッジから主面へ下ろした垂線 L_V と主面との交点Sよりも内側からウエハ生産物SPの表面のエッジ部EDGE1まで延びていることが好ましい。鋭角のエッジ部に形成されるけがき線51aが交点Sよりも内側まで延びているので、劈開がまっすぐに進む。

【0030】

けがき線51bが、基準線LINEに沿って積層体36の表面に到達した第2の領域の表面の位置に合わせて形成されるとき、大きい転位密度の第2の領域15, 25において劈開線の曲がることを低減できる。

【0031】

次いで、図7に示されるように、レーザバーLDBの劈開面55a、55b上に誘電体多層膜57a、57bをそれぞれ形成する。レーザバーLDBの端部では、角度は鋭角であり、角度は鈍角である、また、角度はほぼ直角である。この後に、レーザバーL

10

20

30

40

50

D B から個々の半導体レーザ L D を位置 C U T で分離しての半導体レーザチップを形成する。

【 0 0 3 2 】

積層体 3 6 は、m 軸方向に延びる複数のレーザリッジ構造 3 1 を含むとき、けがき線を主面に形成すると共に、劈開を引き起こす力をウエハ裏面に加えている。このため、ウエハ生産物の表面にレーザリッジ構造による突起や窪みが設けられているときでも、劈開線の曲がることを低減できる。

【 0 0 3 3 】

図 8 は、劈開により作製された半導体チップの共振器長の分布を示す図面である。図 8 (a) を参照すると、6 0 0 マイクロメートルの長さを得るように、本実施の形態に係る方法に係る劈開により作製された半導体チップの共振器長の分布が示される。実施例の方法について説明する。傾斜角が 3 0 度程度の傾斜基板を用いている。エッジのケガキ線の長さは約 1 0 0 マイクロメートルである。高転位の欠陥集中領域上のケガキ線の長さが約 5 0 マイクロメートルである。

10

【 0 0 3 4 】

図 8 (b) を参照すると、6 0 0 マイクロメートルの長さを得るように、比較のための方法により作製された半導体チップの共振器長の分布が示される。比較のための方法について説明する。エッジのケガキ線をウエハの端が鈍角になる側に入れることや、大きな貫通転位密度を有する欠陥集中領域上にケガキ線を入れないこと等が比較のために行われた。

20

【 0 0 3 5 】

故に、本実施の形態に係る方法が比較例の方法よりも優れる。なお、共振器長は、測長顕微鏡により測定された。

【 0 0 3 6 】

好適な実施の形態において本発明の原理を図示し説明してきたが、本発明は、そのような原理から逸脱することなく配置および詳細において変更され得ることは、当業者によって認識される。したがって、特許請求の範囲およびその精神の範囲から来る全ての修正および変更権利を請求する。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 3 7 】

【 図 1 】 図 1 は、本実施の形態に係る窒化ガリウム系半導体レーザを作製する方法のウエハ準備の工程を示す図面である。

30

【 図 2 】 図 2 は、本実施の形態に係る窒化ガリウム系半導体レーザを作製する方法におけるエピタキシャル成長に工程を示す図面である。

【 図 3 】 図 3 は、本実施の形態に係る窒化ガリウム系半導体レーザを作製する方法における半導体リッジを作製する工程を示す図面である。

【 図 4 】 図 4 は、本実施の形態に係る窒化ガリウム系半導体レーザを作製する方法における電極を作製する工程を示す図面である。

【 図 5 】 図 5 は、本実施の形態に係る窒化ガリウム系半導体レーザを作製する方法におけるけがき線を形成する工程を示す図面である。

40

【 図 6 】 図 6 は、本実施の形態に係る窒化ガリウム系半導体レーザを作製する方法における劈開を行う工程を示す図面である。

【 図 7 】 図 7 は、本実施の形態に係る窒化ガリウム系半導体レーザを作製する方法における誘電体多層膜を形成する工程及び半導体チップを作製する工程を示す図面である。

【 図 8 】 図 8 は、本実施の形態に係る窒化ガリウム系半導体レーザを作製する方法における実施例の共振器長の分布を示す図面である。

【 符号の説明 】

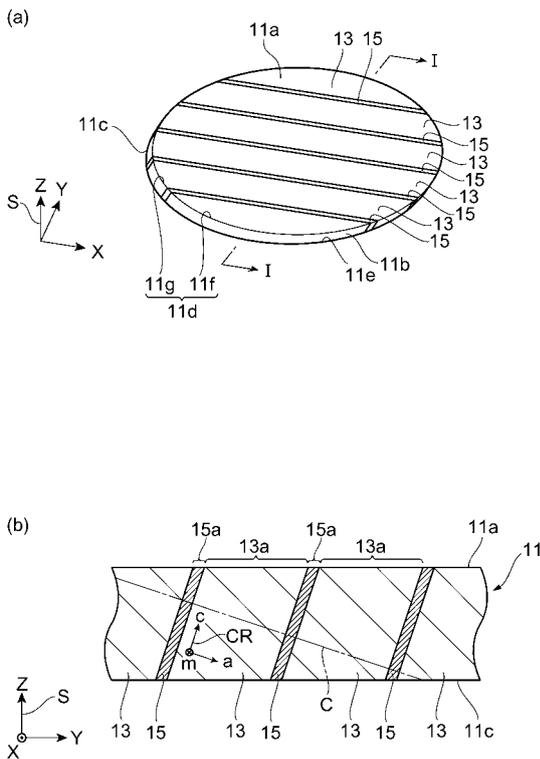
【 0 0 3 8 】

1 1 ... G a N ウエハ、 1 1 a ... G a N ウエハ主面、 1 1 b ... G a N ウエハ側面、 1 1 c ... G a N ウエハ裏面、 1 1 d、 1 1 e ... G a N ウエハエッジ、 1 1 f、 1 1 g ... G a N ウエ

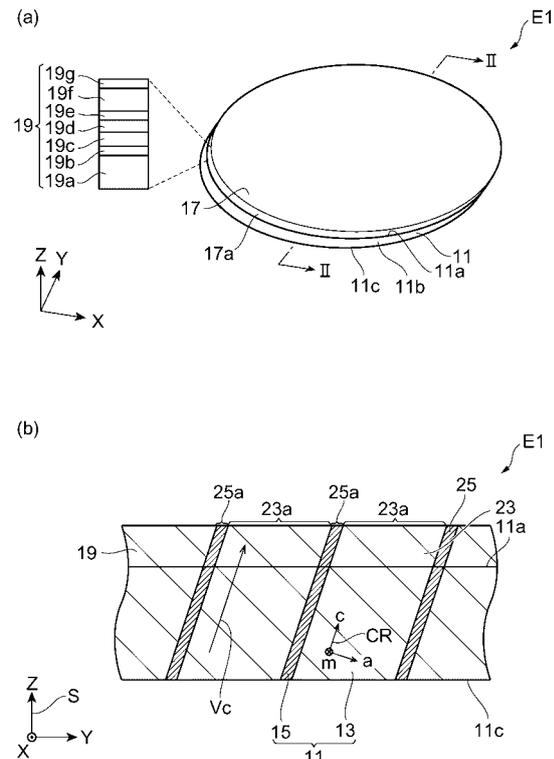
50

八のエッジ部、13... GaNウエハの領域(低転位領域)、15... GaNウエハの領域(高転位領域)、17... 半導体積層、E1... エピタキシャルウエハ、19... 窒化ガリウム系半導体層、19a... n型AlGaInクラッド層、19b... アンドープInGaIn光ガイド層、19c... 活性層、19d... アンドープInGaIn光ガイド層、19e... AlGaIn電子ブロック層、19f... p型AlGaInクラッド層、19g... p型GaNコンタクト層、23... 半導体積層の領域(低転位領域)、25... 半導体積層の領域(高転位領域)、27... マスク膜、29... エッチングマスク、31... 半導体リッジ、33... 半導体積層、35... ブロック層、37、45... 電極、39、49... 接触、41... 研削されたGaN基板、41c... 研削された裏面、SP... ウエハ生産物、51a、51b... けがき線、EDGE1、EDGE2... エッジ部、LINE... 基準線、F... 劈開のための力、CL... 劈開面、LDB... レーザバー、55a、55b... 劈開面、57a、57b... 誘電体多層膜

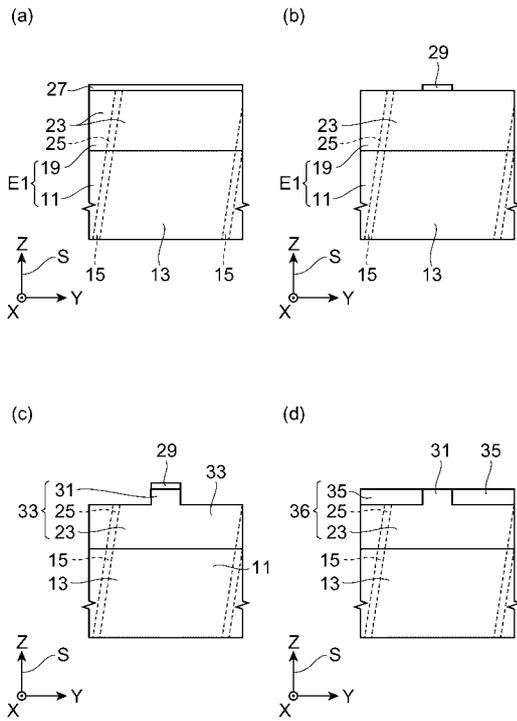
【図1】



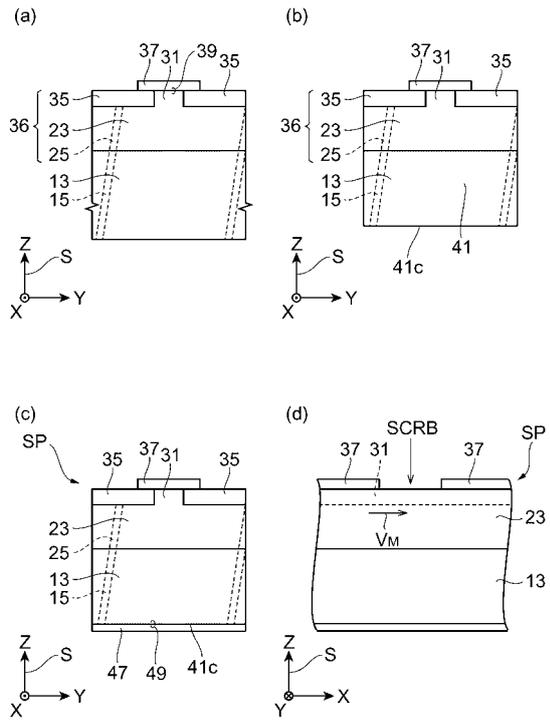
【図2】



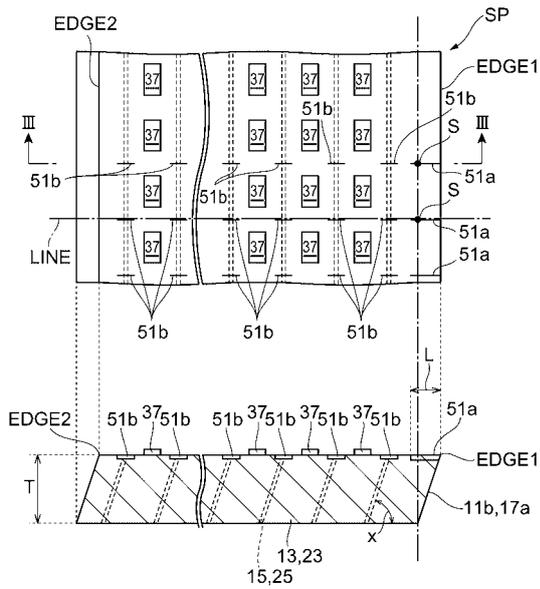
【 図 3 】



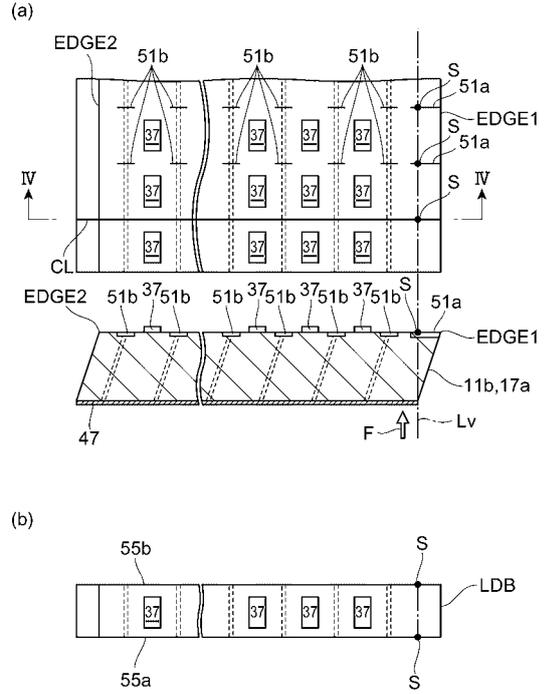
【 図 4 】



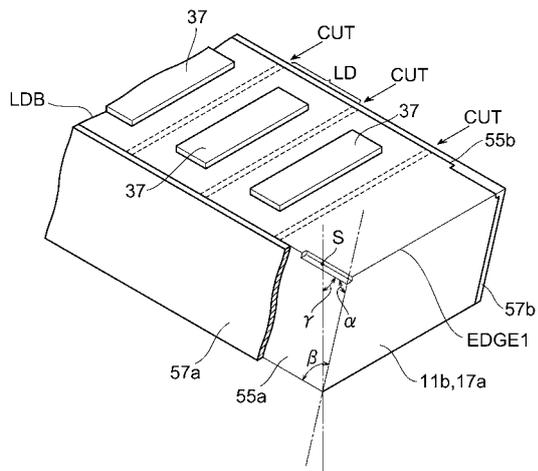
【 図 5 】



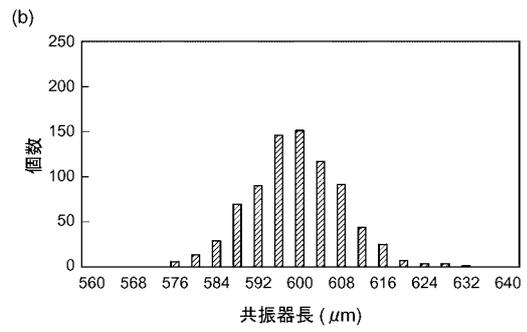
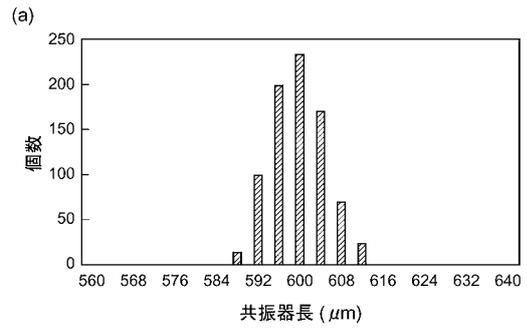
【 図 6 】



【図7】



【図8】



フロントページの続き

審査官 小林 謙仁

(56)参考文献 特開2001-230497(JP,A)
特開平09-266347(JP,A)
特開2004-022785(JP,A)
特開2005-159278(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H01S 5/00-5/50