

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6264990号
(P6264990)

(45) 発行日 平成30年1月24日(2018.1.24)

(24) 登録日 平成30年1月5日(2018.1.5)

(51) Int.Cl.	F I
C 3 O B 29/38 (2006.01)	C 3 O B 29/38 D
C 3 O B 33/06 (2006.01)	C 3 O B 33/06
C 3 O B 25/20 (2006.01)	C 3 O B 25/20

請求項の数 9 (全 11 頁)

(21) 出願番号	特願2014-64413 (P2014-64413)	(73) 特許権者	000226057
(22) 出願日	平成26年3月26日(2014.3.26)		日亜化学工業株式会社
(65) 公開番号	特開2015-187043 (P2015-187043A)		徳島県阿南市上中町岡491番地100
(43) 公開日	平成27年10月29日(2015.10.29)	(72) 発明者	水口 齊
審査請求日	平成29年3月21日(2017.3.21)		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	井上 祐之
			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	岡田 隆介

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 窒化物半導体基板の製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

アモノサーマル法により得られ、窒化物半導体からなる第一の元結晶を準備する元結晶準備工程と、

前記第一の元結晶を矩形状に研削加工し、第二の元結晶を得る第一の研削加工工程と、
複数の前記第二の元結晶を全体として矩形状に接合し、第一の下地基板を得る第一の接合工程と、

前記第一の下地基板上に第一の窒化物半導体層を形成する第一の成長工程と、

前記第一の窒化物半導体層の外周部を研削、除去する第一の除去工程と、

前記外周部を研削、除去された前記第一の窒化物半導体層を前記第一の下地基板から分離し、第二の下地基板を得る第一の分離工程と、

を含む第一の基板製造工程と、

複数の前記第二の下地基板を全体として矩形状に接合し、第三の下地基板を得る第二の接合工程と、

前記第三の下地基板を略円形に研削加工し、第四の下地基板を得る第二の研削加工工程と、

前記第四の下地基板上に第二の窒化物半導体層を形成する第二の成長工程と、

前記第二の窒化物半導体層の外周部を研削、除去する第二の除去工程と、

前記外周部を研削、除去された前記第二の窒化物半導体層を前記第四の下地基板から分離し、最終基板を得る第二の分離工程と、

10

20

を含む第二の基板製造工程と、
を含む窒化物半導体基板の製造方法。

【請求項 2】

前記第一の分離工程において前記第二の下地基板を除いた残部を研磨加工し、新たな第一の下地基板を得る第一の下地基板再生工程と、

前記新たな第一の下地基板を前記第一の下地基板として用い、前記第一の基板製造工程における前記第一の成長工程、前記第一の除去工程及び前記第一の分離工程を行う、新たな第一の基板製造工程と、

をさらに含む、請求項 1 に記載の製造方法。

【請求項 3】

前記第二の分離工程において前記最終基板を除いた残部を研磨加工し、新たな第四の下地基板を得る第二の下地基板再生工程と、

前記新たな第四の下地基板を前記第四の下地基板として用い、前記第二の基板製造工程における前記第二の成長工程、前記第二の除去工程及び前記第二の分離工程を行う、新たな第二の基板製造工程と、

をさらに含む、請求項 1 又は 2 に記載の製造方法。

【請求項 4】

前記第一の成長工程が気相成長法によってなされる、請求項 1 乃至 3 のいずれか一項に記載の製造方法。

【請求項 5】

前記第二の成長工程が気相成長法によってなされる、請求項 1 乃至 4 のいずれか一項に記載の製造方法。

【請求項 6】

前記気相成長法がハイドライド気相成長法である、請求項 4 又は 5 に記載の製造方法。

【請求項 7】

前記第一の窒化物半導体層が窒化ガリウムからなる、請求項 1 乃至 6 のいずれか一項に記載の製造方法。

【請求項 8】

前記第二の窒化物半導体層が窒化ガリウムからなる、請求項 1 乃至 7 のいずれか一項に記載の製造方法。

【請求項 9】

前記第一の元結晶が窒化ガリウムからなる、請求項 1 乃至 8 のいずれか一項に記載の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、窒化物半導体からなる自立基板の製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

窒化ガリウム等の窒化物半導体はバンドギャップが大きく、また、組成の調整によってバンドギャップの大きさを調整可能である為、緑色発光素子、青色発光素子、紫外発光素子等様々な発光素子に利用される。

【0003】

一方、窒化物半導体は融点が高いため、液相成長法によってバルク結晶を得るのは困難である。そのため、ハイドライド気相成長法等の気相成長法を用いて窒化物半導体を得るのが一般的である。

【0004】

窒化物半導体と同等の格子定数を有する材料は高価であるため、一般的に気相成長法においてはアルミナ（サファイア）等の比較的安価な異種基板を下地基板に用いる。得られる窒化物半導体は、異種基板が存在した状態で新たな基板（所謂テンプレート）として用

10

20

30

40

50

いられることもあれば、異種基板から分離した状態で新たな基板（所謂自立基板）として用いられることもある。得られる窒化物半導体は格子定数の違いが原因で 10^6 個 / cm^2 程度かそれ以上の表面欠陥密度を有する。

【0005】

気相成長法以外の技術の例としては、特許文献1の技術がある。特許文献1には、超臨界アンモニア含有溶媒からガリウム含有窒化物の単結晶を得る方法（所謂アモノサーマル法）が開示されている。特許文献1によれば表面欠陥密度が 10^4 / cm^2 程度の窒化ガリウム系単結晶が得られるとされている。特許文献1では直径25mm程度（約1インチ）までのシードを用いた例が具体的に開示されている。

【0006】

一方、より大きい基板の上に半導体素子構造を形成すればより効率的に半導体素子を得ることが可能になる。その為、複数枚の下地基板の上に窒化物半導体単結晶を成長させ、より大きな窒化物半導体基板を得る技術も存在する。

【0007】

特許文献2では、特定形状のタイル基板を複数並べ、並べられた複数のタイル基板の上にIII族窒化物半導体結晶を成長させる技術が提案されている。具体的には窒化ガリウムをタイル基板として用い、それらを複数並べ、並べられたタイル基板の上にヒドライド気相成長法によって窒化ガリウム結晶を成長させる例が開示されている。但し、タイル基板がどのように得られたのかについては具体的に開示されていない。

【0008】

ところで、直径の大きい窒化物半導体の単結晶をワイヤソー等で切断すると、直径の小さいそれに比べて高い頻度で割れが発生する傾向にある。そのため、特許文献3のような窒化物半導体単結晶の外周面を一定以上研削する技術も提案されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0009】

【特許文献1】特表2006-509708号公報

【特許文献2】特開2012-036102号公報

【特許文献3】特開2013-060349号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0010】

先述のアモノサーマル法によって得られる窒化物半導体は極めて低い表面転位密度を有すが、工程が煩雑であり、大面積の単結晶を得にくい傾向にある。しかし、近年の半導体発光素子に対する特性要求はますます強まり、転位密度の低減もその一つとなっていた。そのため、転位密度、面積及び製造効率の全てを満たすような製造方法が求められていた。

【0011】

本発明は上述の事情に鑑みてなされたものである。本発明の目的は、低い表面転位密度を有する大面積の窒化物半導体からなる自立基板を効率良く得る製造方法を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0012】

上記目的を達成するために本発明者は鋭意検討を重ね、本発明を完成するに至った。本発明者は、アモノサーマル法によって得られる複数個の窒化物半導体結晶を接合して下地基板とすることを出発点とし、窒化物半導体層の形成と特定の手法による窒化物半導体層の分離とを繰り返すことで、低転位密度且つ大面積の窒化物半導体からなる自立基板を効率良く得られることを見出した。

【0013】

本発明の窒化物半導体基板の製造方法は、アモノサーマル法により得られ、窒化物半導

10

20

30

40

50

体からなる第一の元結晶を準備する元結晶準備工程と、前記第一の元結晶を略長方形の形状に研削加工し、第二の元結晶を得る第一の研削加工工程と、複数の前記第二の元結晶を全体として矩形状に接合し、第一の下地基板を得る第一の接合工程と、前記第一の下地基板上に第一の窒化物半導体層を形成する第一の成長工程と、前記第一の窒化物半導体層の外周部を研削、除去する第一の除去工程と、前記外周部を研削、除去された前記第一の窒化物半導体層を前記第一の下地基板から分離し、第二の下地基板を得る第一の分離工程と、を含む第一の基板製造工程と、複数の前記第二の下地基板を全体として矩形状に接合し、第三の下地基板を得る第二の接合工程と、前記第三の下地基板を略円形に研削加工し、第四の下地基板を得る第二の研削加工工程と、前記第四の下地基板上に第二の窒化物半導体層を形成する第二の成長工程と、前記第二の窒化物半導体層の外周部を研削、除去する第二の除去工程と、前記外周部を研削、除去された前記第二の窒化物半導体層を前記第四の下地基板から分離し、最終基板を得る第二の分離工程と、を含む第二の基板製造工程とを含むことを特徴とする。

10

【発明の効果】

【0014】

本発明の窒化物半導体基板の製造方法は上記の特徴を備えているため、低転位密度且つ大面積の窒化物半導体からなる自立基板を効率良く得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【0015】

【図1】図1は本発明の窒化物半導体基板の製造方法における、第一の基板製造工程の一例の概念図である。

20

【図2】図2は本発明の窒化物半導体基板の製造方法における、第二の基板製造工程の一例の概念図である。

【発明を実施するための形態】

【0016】

以下、本発明の窒化物半導体基板の製造方法について説明する。但し、本発明は以下の説明によって制限されるものではない。また、図面は説明の為の概念図であり、簡略化、特定部位の強調等が施されている。

【0017】

本発明の窒化物半導体基板の製造方法は、大きく分けて二つの基板製造工程を含む。各基板製造工程を中心に説明する。

30

【0018】

[1. 第一の基板製造工程]

第一の基板製造工程は、アモノサーマル法によって得られる元結晶を準備することを出発点とし、一世代目の自立基板を得る工程である。以下、図1を参照しながら説明する。

[1-1. 元結晶準備工程]

図1の(a)の様に、公知のアモノサーマル法によって得られ、窒化物半導体からなる第一の元結晶11を準備する。前記第一の元結晶は通常表面欠陥密度が $10^4 / \text{cm}^3$ 程度かそれ以下と低い。一方でその面積は 500mm^2 程度と小さい。そのため、第一の元結晶は予め複数用意し、以降の工程で同時に用いる。アモノサーマル法によって得られる窒化物半導体は窒化ガリウム、窒化アルミニウム、窒化インジウムアルミニウムガリウム等があるが、その組成は目的に応じて適宜選択すれば良い。アモノサーマル法の技術は窒化ガリウムについて比較的進んでいるので、第一の元結晶に窒化ガリウムを選択すると本工程を実行し易い。

40

【0019】

[1-2. 第一の研削加工工程]

図1の(b)の様に、夫々の第一の元結晶11を矩形状に研削加工し、第二の元結晶12を得る。第二の元結晶12の研削加工された面には、次の工程で強固な接合部とすべく、後述の処理を施す。第二の元結晶12の上面から見た形状は厳密な直線、直角を有する必要はなく、先述の目的に適合する程度に矩形状であれば良い。略正方形の形状であれば

50

次の工程で並べ易いが、夫々の第二の元結晶 1 2 の形状が略合同であれば必ずしも略正方形で無くても良い。

【 0 0 2 0 】

[1 - 2 - a . 接合面の研磨]

ダイヤモンド砥粒等を用いて第二の元結晶 1 1 の接合面 (図 1 の (b) においてはその法線が紙面に対して水平である為図示されていない) の表面粗さを 1 n m 以下にする。より具体的な表面粗さは、元結晶の組成、結晶品質等に応じて適宜決定する。

【 0 0 2 1 】

[1 - 2 - b . 接合面の修飾]

プラズマ処理等によって接合面を水酸基で修飾する。プラズマ処理を行う場合、例えば酸素 1 0 0 %、圧力 1 . 0 ~ 3 . 0 P a 程度の雰囲気下で高周波等の電場をかけ、放電させれば良い。

【 0 0 2 2 】

[1 - 3 . 第一の接合工程]

図 1 の (c) の様に、得られた複数の第二の元結晶 1 2 を全体として矩形状に並べ、接合し、第一の下地基板 1 3 を得る。図 1 の (c) では第一の下地基板 1 3 は 4 枚の第二の元結晶 1 2 からなるが、枚数、並べ方は必ずしもこの通りである必要はない。複数の第二の元結晶 1 2 の並べ方は、夫々の第二の元結晶のオフ角、結晶面等が全体として統一されるような並べ方とする。接合は、水酸基で予め修飾された接合面を互いに接触させ、熱処理等によって接合面を脱水し、接合面間に共有結合を与えることでなされる。このようにして、並べられた複数の第二の元結晶 1 2 は一体化され、第一の下地基板 1 3 となる。得られた第一の下地基板 1 3 は適当な治具に適当な方法で固定し、次の工程に移す。

【 0 0 2 3 】

[1 - 4 . 第一の成長工程]

図 1 の (d) の様に、得られた第一の下地基板 1 3 上に公知の手法を用いて第一の窒化物半導体層 1 4 を形成する。公知の手法は気相成長法、液相成長法、固相成長法のいずれでも良いが、気相成長法は結晶の成長方向の制御が行い易いため好ましい。なかでもハイドライド気相成長法 (H V P E 法) は結晶成長速度 (成膜速度) が速いため、特に好ましい。

【 0 0 2 4 】

[1 - 5 . 第一の除去工程]

図 1 の (e) の様に、得られた第一の窒化物半導体層 1 4 の外周部を研削、除去する。窒化物半導体層は外部からの衝撃によってクラックが入りやすいので、この工程で結晶表面を荒らし、次の工程におけるクラック発生を防止する。第一の窒化物半導体層 1 4 はその面積が小さいので、ハンドグラインダ、ディスクグラインダ等、小型で研削自由度の高い携帯用グラインダを用いて研削、除去すると、外形を維持した状態で以降の工程に移ることができ、好ましい。誤って第一の下地基板 1 3 を研削、除去してしまわない様、研削、除去する外周部は、第一の下地基板 1 3 の上面から離間した領域であることが好ましい。研削、除去に用いる砥石は、窒化物半導体層がある程度の速さで研削、除去できる程度に粗いものを用いる。砥石、結着剤の種類等にもよるが、番手が 1 8 0 から 3 0 0 ぐらいのものであれば特に問題ない。

【 0 0 2 5 】

[1 - 6 . 第一の分離工程]

外周部を研削された第一の窒化物半導体層 1 4 を、ワイヤーソー等を用いて第一の下地基板から分離する。やはり誤って第一の下地基板を研削、除去してしまわない様、ワイヤーソーは第一の下地基板の上面からある程度離間した高さを通させることが好ましい。分離された第一の窒化物半導体層は、第二の下地基板 1 5 として以降の工程で用いる。より大きな自立基板を得るため、予め第二の下地基板 1 5 を複数用意し、以降の工程で同時に用いる。

【 0 0 2 6 】

10

20

30

40

50

[1 - 7 . 下地基板の再利用]

第一の分離工程で第二の下地基板（第一の窒化物半導体層）を除いた残部 1 6 は、第一の下地基板 1 3 の上面の高さ辺りまで研磨して平坦化し、新たな第一の下地基板として用いても良い。このように再利用される下地基板を用いた新たな第一の基板製造工程を経ても、同等の品質を有する大面積の窒化物半導体基板を得ることができる。また、下地基板の再利用は当該下地基板を得るまでの工程を省略することにつながるため、製造効率がより高まることになる。なお、第一の成長工程における熱履歴が元結晶の熱履歴と著しく異なる場合、第一の下地基板の結晶性が悪化することがある。そのため、本工程における研磨は、新たな第一の下地基板に第一の窒化物半導体層がわずかに残る程度に留めることが好ましい。

10

【 0 0 2 7 】

[2 . 第二の基板製造工程]

第二の製造工程は、第二の下地基板を用い、更に大きな二世代目の自立基板を得る工程である。以下、図 2 を参照しながら説明する。

【 0 0 2 8 】

[2 - 1 . 第二の接合工程]

図 2 の (a) 及び (b) の様に、得られた複数の第二の下地基板 2 1 を全体として矩形状に並べ、接合し、第三の下地基板 2 2 を得る。詳細は第一の接合工程に準ずる。

【 0 0 2 9 】

[2 - 2 . 第二の研削加工工程]

図 2 の (c) の様に、得られた第三の下地基板 2 2 を略円形に研削加工し、第四の下地基板 2 3 を得る。第三の下地基板 2 2 は十分な大きさ (3000mm^2 程度以上) なので、さらなる接合工程を意識する必要が無く、むしろ後述の円筒研削盤の様な大型の装置による除去工程が可能な形状にする。

20

【 0 0 3 0 】

[2 - 3 . 第二の成長工程]

図 2 の (d) の様に、得られた第四の下地基板 2 3 上に公知の手法を用いて第二の窒化物半導体層 2 4 を形成する。詳細は第一の成長工程に準ずる。

【 0 0 3 1 】

[2 - 4 . 第二の除去工程]

図 2 の (e) の様に、得られた第二の窒化物半導体層 2 4 の外周部を研削、除去する。第四の下地基板は十分大面積なので、砥石の動きをより精密に制御可能な円筒研削盤を用いると、第二の窒化物半導体層 2 4 に加わる外力のムラが減る。その結果、窒化物半導体層 2 4 にクラックが発生しにくくなり好ましい。誤って第四の下地基板 2 3 を研削、除去してしまわない様、研削、除去する外周部は、第四の下地基板 2 3 の上面から離間した領域であることが好ましい。研削、削除に用いる砥石については、第一の除去工程に準ずる。

30

【 0 0 3 2 】

[2 - 5 . 第二の分離工程]

図 2 の (f) のように、外周部を研削された第二の窒化物半導体層 2 4 を、ワイヤーソー等を用いて第四の下地基板 2 3 から分離する。詳細は第一の分離工程に準ずる。分離された第二の窒化物半導体層は、最終基板 2 5 として半導体素子構造を形成するために用いる。

40

【 0 0 3 3 】

[2 - 6 . 下地基板の再利用]

第二の分離工程で最終基板（第二の窒化物半導体層）を除いた残部 2 6 は、第四の下地基板 2 3 の上面辺りの高さまで研磨して平坦化し、新たな第四の下地基板として用いても良い。このように再利用される下地基板を用いた新たな第二の基板製造工程を経ても、同等の品質を有する大面積の窒化物半導体基板を得ることができる。研磨については新たな第一の下地基板を得る場合に準ずる。

50

【 0 0 3 4 】

[追加の工程]

最終基板 2 5 を新たに下地基板として用い、より新しい世代の自立基板を製造しても良い。

【 0 0 3 5 】

[最終基板の選択]

最終基板 2 5 の特性は、その上に形成する半導体素子構造等に応じて適宜制御しても良い。例えば特定元素をドーピングして導電性を付与しても良い。あるいは特定の大きさの空隙（ポイド）が存在する領域を設けても良い。

【 0 0 3 6 】

以下、実施例を用いてより具体的に説明する。なお、実施例等における転位密度はカソードルミネッセンス法（CL法）によって求めた。

【 実施例 1 】

【 0 0 3 7 】

アモノサーマル法により得られ、直径 2 5 mm、厚さ 5 0 0 ~ 8 0 0 μ m で C 面を主面とする窒化ガリウムからなる第一の元結晶を準備した。

【 0 0 3 8 】

第一の元結晶を研削加工し、一辺が 1 7 . 5 mm の正方形である第二の元結晶を得た。それぞれの元結晶の接合面として用いる面は、酸素雰囲気下でプラズマ処理し、水酸基修飾を施した。

【 0 0 3 9 】

水酸基修飾が施された第二の元結晶を 4 枚を並べ、水素結合によって仮接合した。その後加熱して接合面を脱水、接合し、一辺が 3 5 mm の正方形である第一の下地基板を得た。

【 0 0 4 0 】

得られた第一の下地基板上に、ハイドライド気相成長法（HPVE法）で膜厚 1 . 0 ~ 1 . 5 mm の第一の窒化ガリウム層を成長させた。

【 0 0 4 1 】

得られた第一の窒化ガリウム層の外周部をハンドグラインダを用いて研削、除去した。ハンドグラインダは第一の下地基板の上面から 0 . 2 mm 以上の領域にのみ当て、外周部の鏡面が失われるまで外周部を研削、除去した。砥石は番手が 1 8 0 でメタルボンドのものを用いた。

【 0 0 4 2 】

研削、除去後、ワイヤーソーを用いて第一の窒化ガリウム層を第一の下地基板から分離し、一辺が 3 0 mm の正方形である第二の下地基板を得た。ワイヤーソーは第一の下地基板の上面から 0 . 5 mm 近辺の高さを通過させた。

【 0 0 4 3 】

得られた第二の下地基板の接合面として用いる面に、第二の元結晶同様にプラズマ処理し、水酸基修飾を施した。

【 0 0 4 4 】

水酸基修飾が施された第二の下地基板を 4 枚並べ、第二の元結晶同様に接合し、一辺が 6 0 mm の正方形である第三の下地基板を得た。

【 0 0 4 5 】

得られた第三の下地基板を研削加工し、直径 5 8 mm の円である第四の下地基板を得た。

【 0 0 4 6 】

得られた第四の下地基板上に、HPVE法で膜厚 1 . 5 ~ 2 . 0 mm の第二の窒化ガリウム層を成長させた。

【 0 0 4 7 】

得られた第二の窒化ガリウム層の外周部を円筒研削盤を用いて研削、除去した。円筒研

10

20

30

40

50

削盤は第四の下地基板の上面から0.1mm以上の領域にのみ当て、その外周部は中心方向に1mmだけ研削、除去した。砥石は番手が400～500でメタルボンドのものを用いた。

【0048】

研削、除去後、ワイヤーソーを用いて第二の窒化ガリウム層を第四の下地基板から分離し、直径56mmの円である最終基板を得た。ワイヤーソーは第四の下地基板の上面から0.2～0.3mm近辺の高さを通過させた。

【0049】

得られた最終基板上に、HVPE法で膜厚1.0～1.5mmのシリコンドープされた窒化ガリウムからなる、第三の窒化ガリウム層を成長させた。得られた第三の窒化ガリウム層の外周2.5mmを円筒研削盤を用いて研削、除去した後、ワイヤーソーを用いて第三の窒化ガリウム層を最終基板から分離し、直径51mmの円である最終基板IIを得た。ワイヤーソーは最終基板の上面から0.2～0.3mm近辺の高さを通過させた。

10

【0050】

実施例1を複数回繰り返したところ、最終基板IIのクラック発生率は約10%、転位密度は 1.0×10^4 個/cm²～ 1.0×10^5 個/cm²であった。

【実施例2】

【0051】

実施例1において第二の下地基板(第一の窒化ガリウム層)を分離した残部(第一の下地基板を含む部分)の上面を研磨し、一辺が35mmの正方形である第一の下地基板(新たな第一の下地基板)とした。研磨は、第一の窒化ガリウム層が厚み方向に0.1～0.2mm程残る程度に行った。

20

【0052】

以降、実施例1と同様にして直径51mmの円である最終基板IIを得た。

【0053】

最終基板IIのクラック発生率及び転位密度は実施例1と同様であった。

【実施例3】

【0054】

実施例1において最終基板(第二の窒化ガリウム層)を分離した残部(第四の下地基板を含む部分)を研磨し、直径が58mmの円である第四の下地基板(新たな第四の下地基板)とした。以降実施例1と同様にして直径51mmの円である最終基板IIを得た。研磨は、第二の窒化ガリウム層が厚み方向に0.05～0.1mm程残る程度に行った。

30

【0055】

最終基板IIのクラック発生率及び転位密度は実施例1と同様であった。

【実施例4】

【0056】

実施例1において最終基板II(第三の窒化ガリウム層)を分離した残部(最終基板を含む部分)の上面を研磨し、直径が56mmの円である第五の下地基板(新たな最終基板)とした。以降実施例1と同様にして直径51mmの円である最終基板IIを得た。研磨は、第三の窒化ガリウム層が厚み方向に0.05～0.1mm程残る程度に行った。

40

【0057】

最終基板IIのクラック発生率及び転位密度は実施例1と同様であった。

【実施例5】

【0058】

実施例1において、得られた第二の窒化ガリウム層の外周1mmをハンドグラインダを用いて研削、除去した以外実施例1と同様に行い、直径51mmの円である最終基板IIを得た。

【0059】

最終基板IIの転位密度は実施例1と同様であった。

【実施例6】

50

【 0 0 6 0 】

実施例 1 において、得られた第三の窒化ガリウム層の外周 2 . 5 mm をハンドグラインダを用いて研削、除去した以外実施例 1 と同様に行い、直径 5 1 mm の円である最終基板 I I を得た。

【 0 0 6 1 】

最終基板 I I の転位密度は実施例 1 と同様であった。

【 0 0 6 2 】

[比較例]

直径が 7 6 mm の円であり、その上面が C 面であるサファイア基板を第一の下地基板として用意した。第一の下地基板上に、MOCVD 法で膜厚 0 . 0 5 5 ~ 0 . 1 mm の第一の窒化ガリウム層を成長させた。

【 0 0 6 3 】

得られた第一の窒化ガリウム層をレーザーリフトオフによって下地基板から剥離し、第二の下地基板を得た。

【 0 0 6 4 】

得られた第二の下地基板上に、HVPE 法で膜厚 1 mm の第二の窒化ガリウム層を成長させた。

【 0 0 6 5 】

得られた第二の窒化ガリウム層の外周約 2 0 mm を円筒研削盤を用いて研削、除去した後、ワイヤーソーを用いて第二の窒化ガリウム層を第二の下地基板から分離し、直径 5 6 mm の円である最終基板を得た。ワイヤーソーは第二の下地基板の上面から 0 . 1 ~ 0 . 2 mm 近辺の高さを通過させた。

【 0 0 6 6 】

得られた最終基板上に、HVPE 法で膜厚 1 . 0 ~ 1 . 5 mm のシリコンドープされた窒化ガリウムからなる、第三の窒化ガリウム層を成長させた。得られた第三の窒化ガリウム層の外周 2 . 5 mm を円筒研削盤を用いて研削、除去した後、ワイヤーソーを用いて第三の窒化ガリウム層を最終基板から分離し、直径 5 1 mm の円である最終基板 I I を得た。ワイヤーソーは最終基板の上面から 0 . 2 ~ 0 . 3 mm 近辺の高さを通過させた。

【 0 0 6 7 】

最終基板 I I の転位密度は $6 . 0 \times 10^6$ 個 / cm^2 ~ $8 . 0 \times 10^6$ 個 / cm^2 であった。

【 0 0 6 8 】

本発明の製造方法を用いて得られる自立基板は低転位密度と大面積を両立出来ていることが分かる。また、分離された下地基板は新たな下地基板として再利用しても同等な品質の自立基板が得られることが分かる。

【 産業上の利用可能性 】

【 0 0 6 9 】

本願発明の製造方法を用いると、低転位密度且つ大面積の自立基板を歩留まり良く製造することができる。そのため、低転位密度の窒化物半導体発光素子を安価に且つ効率良く製造することが可能になる。このようにして得られる窒化物半導体発光素子は、例えば固体レーザーに好適に利用できる。

【 符号の説明 】

【 0 0 7 0 】

- 1 1 第一の元結晶
- 1 2 第二の元結晶
- 1 3 第一の下地基板
- 1 4 第一の窒化物半導体層
- 1 5 第二の下地基板
- 1 6 残部 (新たな第一の下地基板)
- 2 1 第二の下地基板

10

20

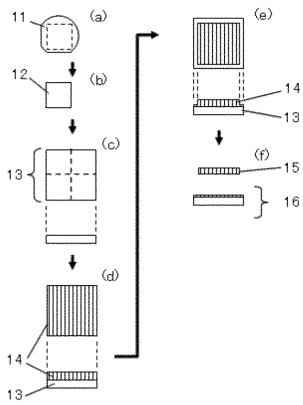
30

40

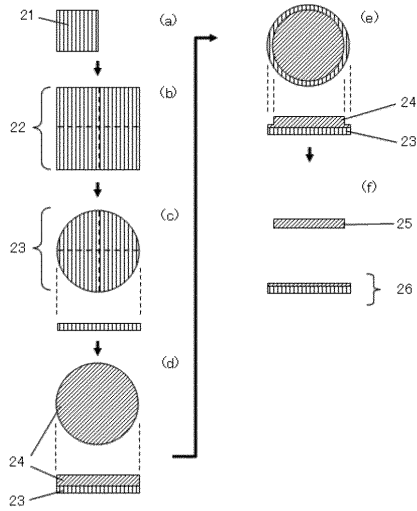
50

- 2 2 第三の下地基板
- 2 3 第四の下地基板
- 2 4 第二の窒化物半導体層
- 2 5 最終基板
- 2 6 残部（新たな第四の下地基板）

【図1】



【図2】



フロントページの続き

(56)参考文献 特表2006-509710(JP,A)
特開2011-129752(JP,A)
特開2012-036012(JP,A)
特開2013-170096(JP,A)
特開2012-031028(JP,A)
特開2013-060349(JP,A)
特開2010-275171(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

C30B 1/00-35/00