

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局

(43) 国際公開日  
2016年8月18日(18.08.2016)



(10) 国際公開番号  
WO 2016/129172 A1

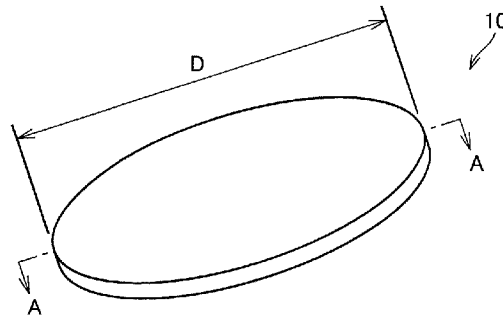
- (51) 国際特許分類:  
H01L 21/02 (2006.01) H01L 21/20 (2006.01)  
B24B 37/08 (2012.01) H01L 21/304 (2006.01)  
B24B 37/10 (2012.01) H01L 21/66 (2006.01)  
C30B 33/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2015/084273
- (22) 国際出願日: 2015年12月7日(07.12.2015)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:  
特願 2015-023050 2015年2月9日(09.02.2015) JP
- (71) 出願人: 住友電気工業株式会社 (SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES, LTD.) [JP/JP]; 〒5410041 大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号 Osaka (JP).
- (72) 発明者: 藤原 新也 (FUJIWARA, Shinya); 〒6640016 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 Hyogo (JP). 樋口 恭明 (HIGUCHI, Yasuaki); 〒6640016 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 Hyogo (JP).
- (74) 代理人: 特許業務法人深見特許事務所 (FUKAMI PATENT OFFICE, P.C.); 〒5300005 大阪府大阪市北区中之島二丁目2番7号 中之島セントラルタワー Osaka (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

[続葉有]

(54) Title: INDIUM PHOSPHORUS SUBSTRATE, INDIUM PHOSPHORUS SUBSTRATE INSPECTION METHOD, AND INDIUM PHOSPHORUS SUBSTRATE MANUFACTURING METHOD

(54) 発明の名称: インジウムリン基板、インジウムリン基板の検査方法、およびインジウムリン基板の製造方法

FIG.1



(57) Abstract: Provided are: an indium phosphorus substrate which is capable of making uniformity of an epitaxial film to be grown on the substrate excellent, and improving PL characteristics and electrical characteristics of an epitaxial wafer wherein the epitaxial film is used; a method for inspecting the indium phosphorus substrate; and a method for manufacturing the indium phosphorus substrate. The indium phosphorus substrate includes a first main surface and a second main surface, and an average value  $m1$  of a surface roughness  $Ra1$  at the center of the first main surface of the indium phosphorus substrate, and surface roughnesses  $Ra2$ ,  $Ra3$ ,  $Ra4$ , and  $Ra5$  at four areas disposed at equal intervals along an outer end portion of the first main surface, said areas being on the 5 mm inner side from the outer end portion, is equal to or less than 0.5 nm, and the standard deviation  $\delta1$  of the surface roughnesses  $Ra1$ ,  $Ra2$ ,  $Ra3$ ,  $Ra4$ , and  $Ra5$  is equal to or less than 0.2 nm.

(57) 要約: 基板上に成長させるエピタキシャル膜の均一性を良好にし、該エピタキシャル膜を用いたエピタキシャルウエハのPL特性および電気特性を向上させることのできるインジウムリン基板、ならびに、インジウムリン基板の検査方法、およびインジウムリン基板の製造方法を提供する。インジウムリン基板は、第1の主面および第2の主面を含むインジウムリン基板であって、前記インジウムリン基板の第1の主面の中心における表面粗さ  $Ra1$ 、ならびに、前記第1の主面の外縁部から5mm内側に前記外縁部に沿って等間隔に配置される4箇所における表面粗さ  $Ra2$ 、 $Ra3$ 、 $Ra4$  および  $Ra5$  の平均値  $m1$  は 0.5nm以下であり、前記表面粗さ  $Ra1$ 、 $Ra2$ 、 $Ra3$ 、 $Ra4$  および  $Ra5$  の標準偏差  $\sigma1$  は 0.2nm以下である。

WO 2016/129172 A1



(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK,

SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

## 明 細 書

発明の名称：

インジウムリン基板、インジウムリン基板の検査方法、およびインジウムリン基板の製造方法

### 技術分野

[0001] 本発明は、インジウムリン基板、インジウムリン基板の検査方法、およびインジウムリン基板の製造方法に関する。

### 背景技術

[0002] インジウムリン（InP）基板は、発光する特性を持っていること、電子の移動速度が速いことなどにより、半導体レーザ、LED（Light Emitting Diode：発光ダイオード）、あるいは高速デバイスなどに広く用いられている。半導体レーザおよびLEDでは、InP基板上にエピタキシャル膜を形成した後にPL強度を測定することで、簡易的に発光性能を検査することができる。このPL発光強度は強い方がよい。また、高速デバイスでは、InP基板とエピタキシャル膜との界面の不純物によるリークが問題になるので、界面にn型もしくはp型の不純物が少ない方が電気特性が安定する。

[0003] 特許文献1（特開2007-311490号公報）には、化合物半導体基板の表面粗さRmsを0.2nm以下にすることにより、化合物半導体基板の表面の不純物を低減する技術が開示されている。

[0004] 特許文献2（特開2010-248050号公報）には、インジウムリン基板を硫酸過水およびリン酸で洗浄することにより、基板表面の不純物濃度を低減し、基板上にエピタキシャル層を成形した場合に、PL特性および電気特性が悪化することを抑制する技術が開示されている。

### 先行技術文献

#### 特許文献

[0005] 特許文献1：特開2007-311490号公報

特許文献2：特開2010-248050号公報

## 発明の概要

### 発明が解決しようとする課題

[0006] 特許文献1（特開2007-311490号公報）の技術は、化合物半導体基板の表面粗さを規定するが、表面粗さの面内バラツキについて規定していない。したがって、化合物半導体基板の表面積が大きく、表面粗さに面内ばらつきがある場合、基板の表面の不純物濃度を一律に低減することができない。

[0007] 特許文献2（特開2010-248050号公報）の技術は、基板表面の不純物濃度を低減するために、洗浄条件を規定している。基板表面の不純物濃度は、基板の表面粗さにも関係し、基板の表面粗さは、基板の研磨条件の影響を受ける。しかし、特許文献2（特開2010-248050号公報）には、基板の研磨条件により基板の表面粗さを制御することについては開示されていない。

[0008] 本発明は、基板の表裏面粗さが制御され、基板上に成長させるエピタキシャル膜の均一性を良好にし、該エピタキシャル膜を用いたエピタキシャルウエハのPL特性を向上させることのできるインジウムリン基板、ならびに、インジウムリン基板の検査方法、およびインジウムリン基板の製造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

[0009] 本発明の一態様に係るインジウムリン基板は、（1）第1の主面および第2の主面を含むインジウムリン基板であって、前記第1の主面の中心における表面粗さ $Ra_1$ 、ならびに前記第1の主面の外縁部から5mm内側に前記外縁部に沿って等間隔に配置される4箇所における表面粗さ $Ra_2$ 、 $Ra_3$ 、 $Ra_4$ および $Ra_5$ の平均値 $m_1$ は0.4nm以下であり、前記表面粗さ $Ra_1$ 、 $Ra_2$ 、 $Ra_3$ 、 $Ra_4$ および $Ra_5$ の標準偏差 $\sigma_1$ は、前記平均値 $m_1$ の10%以下であり、前記第2の主面の中心における表面粗さ $Ra_6$ 、ならびに前記第2の主面の外縁部から5mm内側に前記外縁部に沿って等

間隔に配置される4箇所における表面粗さ $R a 7$ 、 $R a 8$ 、 $R a 9$ および $R a 10$ の平均値 $m 2$ は $0.2 \text{ nm}$ 以上 $3 \text{ nm}$ 以下であり、前記表面粗さ $R a 6$ 、 $R a 7$ 、 $R a 8$ 、 $R a 9$ および $R a 10$ の標準偏差 $\sigma 2$ は、前記平均値 $m 2$ の $10\%$ 以下である、インジウムリン基板である。

[0010] (2) 前記インジウムリン基板は、最大径が $150 \text{ mm}$ 以上であることが好ましい。

(3) 本発明の一態様に係るインジウムリン基板の検査方法は、前記インジウムリン基板の主面の中心、および、主面の外縁部から $5 \text{ mm}$ 内側に前記外縁部に沿って等間隔に配置される4箇所において、 $1 \mu\text{m}$ 四方の視野で、 $0.4 \text{ nm}$ のピッチで、原子間力顕微鏡を用いてインジウムリン基板の表面粗さを測定する工程を含む、インジウムリン基板の検査方法である。

[0011] (4) 本発明の一態様に係るインジウムリン基板の製造方法は、上記(1)または(2)に記載のインジウムリン基板の製造方法であって、第1の主面および第2の主面を含むインジウムリンウエハを準備する工程と、前記インジウムリンウエハの第1の主面および第2の主面を第1の研磨布を用いて両面研磨する工程と、前記両面研磨したインジウムリンウエハの第1の主面を第2の研磨布を用いて片面仕上げ研磨する工程と、前記片面仕上げ研磨したインジウムリンウエハを洗浄する工程とを備える、インジウムリン基板の製造方法である。

### 発明の効果

[0012] 上記態様によれば、基板の表裏面粗さが制御され、基板上に成長させるエピタキシャル膜の均一性を良好にし、該エピタキシャル膜を用いたエピタキシャルウエハのPL特性を向上させることのできるインジウムリン基板、ならびに、インジウムリン基板の検査方法、およびインジウムリン基板の製造方法を提供することが可能となる。

### 図面の簡単な説明

[0013] [図1]本発明の一態様にかかるインジウムリン基板を示す斜視模式図である。

[図2]図1のインジウムリン基板をA-A線で切断した断面図である。

[図3]本発明の一態様にかかるインジウムリン基板を第1の主面側から見た平面図である。

[図4]本発明の一態様にかかるインジウムリン基板を第2の主面側から見た平面図である。

[図5]本発明の一態様にかかるインジウムリン基板の製造工程を示すフローチャートである。

[図6] (a) は両面研磨装置の概略図である。(b) はインジウムリンウエハを設置したウエハキャリアの概略平面図である。

[図7]片面研磨装置の概略図である。

### 発明を実施するための形態

#### [0014] [本発明の実施形態の説明]

最初に本発明の実施態様を列記して説明する。本明細書中においては、個別方位を  $[\ ]$ 、集合方位を  $\langle \rangle$ 、個別面を  $( )$ 、集合面を  $\{ \}$  でそれぞれ示している。また、負の指数については、結晶学上、“ $-$ ” (バー) を数字の上につけることになっているが、本明細書中では、数字の前に負の符号を付けている。

[0015] 本発明の一態様に係るインジウムリン基板は、(1) 第1の主面および第2の主面を含むインジウムリン基板であって、前記第1の主面の中心における表面粗さ  $R a 1$ 、ならびに前記第1の主面の外縁部から5 mm内側に前記外縁部に沿って等間隔に配置される4箇所における表面粗さ  $R a 2$ 、 $R a 3$ 、 $R a 4$  および  $R a 5$  の平均値  $m 1$  は0.4 nm以下であり、前記表面粗さ  $R a 1$ 、 $R a 2$ 、 $R a 3$ 、 $R a 4$  および  $R a 5$  の標準偏差  $\sigma 1$  は、前記平均値  $m 1$  の10%以下であり、前記第2の主面の中心における表面粗さ  $R a 6$ 、ならびに前記第2の主面の外縁部から5 mm内側に前記外縁部に沿って等間隔に配置される4箇所における表面粗さ  $R a 7$ 、 $R a 8$ 、 $R a 9$  および  $R a 10$  の平均値  $m 2$  は0.2 nm以上3 nm以下であり、前記表面粗さ  $R a 6$ 、 $R a 7$ 、 $R a 8$ 、 $R a 9$  および  $R a 10$  の標準偏差  $\sigma 2$  は、前記平均値  $m 2$  の10%以下である、インジウムリン基板である。ここで、前記第1の

主面の外縁部から5 mm内側に前記外縁部に沿って等間隔に配置される4箇所とは、前記第1の主面の外縁部から5 mm内側に前記外縁部に沿って等間隔に配置される4箇所であって、オリエンテーションフラット方向（結晶の主面を(100)とした場合、[0-1-1]方向)を基準にして、90°の間隔で配置される4箇所を意味する。

[0016] 上記のインジウムリン基板は、第1の主面の表面粗さの平均値が小さく、第1の主面の全面にわたって表面粗さのばらつきが小さいため、基板の第1の主面の表面粗さが制御され、第1の主面上に成長させるエピタキシャル膜の均一性を良好にし、該エピタキシャル膜のPL特性を向上させることができる。

[0017] 上記のインジウムリン基板は、第2の主面の表面粗さの平均値が小さく、第1の主面の全面にわたって表面粗さのばらつきが小さいため、基板の第1の主面上にエピタキシャル膜を形成する工程において、基板を支持するサセプタと基板の第2の主面との接触状態が局所的に変わることを抑制できる。このため、当該接触状態の変化に伴って基板の温度分布が偏るといった問題の発生を抑制でき、結果的に膜質の優れたエピタキシャル膜を形成できる。

[0018] (2) 前記インジウムリン基板は、最大径が150 mm以上であることが好ましい。

上記(1)のインジウムリン基板は、第1の主面および第2の主面の表面粗さが、主面全体にわたって制御されているため、最大径が150 mm以上の大口径基板であっても、基板表面に均一なエピタキシャル膜を形成できる。また、このようにすれば、大面積の基板を用いることで当該基板に形成できる半導体素子(チップ)の数を増加させることができる。この結果、半導体素子を形成する工程(デバイス工程)での製造コストを低減できるとともに、生産性を改善できる。

[0019] 本発明の一態様に係るインジウムリン基板の検査方法は、(3)前記インジウムリン基板の主面の中心、および、主面の外縁部から5 mm内側に前記外縁部に沿って等間隔に配置される4箇所において、1 μm四方の視野で、

0.4 nmのピッチで、原子間力顕微鏡を用いてインジウムリン基板の表面粗さを測定する工程を含む、インジウムリン基板の検査方法である。

[0020] 原子間力顕微鏡（AFM: Atomic Force Microscope）を用いて、0.4 nmのピッチで表面粗さを測定することによって、原子オーダーでの凹凸を確実に検出できる。さらに、表面粗さを主面の中心および外縁部4箇所の合計5か所において測定することにより、基板主面の全体における表面粗さのばらつきを算出できる。これにより、主面上にエピタキシャル膜を均一に形成できる基板を選別できる。また、既存のAFMを用いることによって、選別のコストを低減できる。

[0021] 本発明の一態様に係るインジウムリン基板の製造方法は、（4）上記（1）または（2）に記載のインジウムリン基板の製造方法であって、第1の主面および第2の主面を含むインジウムリンウエハを準備する工程と、前記インジウムリンウエハの第1の主面および第2の主面を第1の研磨布を用いて両面研磨する工程と、前記両面研磨したインジウムリンウエハの第1の主面を第2の研磨布を用いて片面仕上げ研磨する工程と、前記片面仕上げ研磨したインジウムリンウエハを洗浄する工程とを備える、インジウムリン基板の製造方法である。

[0022] これによると、基板の第1の主面と第2の主面の表面粗さの平均値および表面粗さのばらつきを、所望の範囲に制御することができる。

[0023] [本発明の実施形態の詳細]

本発明の実施形態にかかるインジウムリン基板、インジウムリン基板の検査方法およびインジウムリン基板の製造方法の具体例を、以下に図面を参照しつつ説明する。なお、以下の図面において同一または相当する部分には同一の参照番号を付し、その説明は繰返さない。

[0024] <実施の形態1>

本発明の一実施の形態におけるインジウムリン基板について、図1～図4を用いて説明する。図1は、本発明の一態様にかかるインジウムリン基板10を示す斜視模式図である。図2は、図1のインジウムリン基板10をA-



A線で切断した断面図である。図3は、インジウムリン基板10を第1の主面11側から見た平面図である。図4は、インジウムリン基板10を第2の主面12側から見た平面図である。

[0025] インジウムリン基板（以下、InP基板とも記す）10は、インジウムリン（InP）の単結晶からなる。図1に示されるように、InP基板10は、平面視において略円形である。図2に示されるように、InP基板10は、第1の主面11と、第2の主面12とを含み、第1の主面11と第2の主面12とは略平行である。InP基板を用いてエピタキシャル膜を成長させる際には、第1の主面11上にエピタキシャル膜を成長させる。この際、第2の主面12は、成膜装置のサセプタに接して載置される。

[0026] 前記第1の主面11の中心における表面粗さ $R_a1$ 、ならびに前記第1の主面11の外縁部から5mm内側に前記外縁部に沿って等間隔に配置される4箇所における表面粗さ $R_a2$ 、 $R_a3$ 、 $R_a4$ および $R_a5$ の平均値 $m1$ は0.4nm以下であり、前記表面粗さ $R_a1$ 、 $R_a2$ 、 $R_a3$ 、 $R_a4$ および $R_a5$ の標準偏差 $\sigma1$ は、前記平均値 $m1$ の10%以下である。

[0027] ここで、表面粗さは、JIS B 0601に規定される算術平均粗さ $R_a$ をいい、粗さ曲線から、その平均線の方に基準長さだけ抜き取り、この抜き取り部分の平均線から測定曲線までの距離（偏差の絶対値）を合計し平均した値と定義される。

[0028] 第1の主面11の中心における表面粗さ $R_a1$ とは、以下の方法で測定した値である。第1の主面11から、図3の四角で囲まれた1で示される領域のように、第1の主面11の中心点を含むように、1 $\mu$ m四方の視野を抜き取る。該抜き取り範囲を0.4nmのピッチで、原子間力顕微鏡を用いて表面粗さ $R_a1$ を測定する。

[0029] 第1の主面の外縁部から5mm内側に前記外縁部に沿って等間隔に配置される4箇所とは、図3の四角で囲まれた2~5で示される領域のように、第1の主面の外縁部上で該外縁部を4等分する場所から、第1の主面の中心に向かって、5mmの距離（図3中、 $d1$ で示される）内側に位置する4つの

領域である。前記4箇所における表面粗さ $R a 2$ 、 $R a 3$ 、 $R a 4$ および $R a 5$ とは、以下の方法で測定した値である。第1の主面11から、前記4箇所を含むように、 $1 \mu m$ 四方の視野を抜き取る。該抜き取り範囲を $0.4 nm$ のピッチで、原子間力顕微鏡を用いて表面粗さ $R a 2$ 、 $R a 3$ 、 $R a 4$ および $R a 5$ をそれぞれ測定する。

[0030] 基板の第1の主面の5箇所における表面粗さ $R a 1$ 、 $R a 2$ 、 $R a 3$ 、 $R a 4$ および $R a 5$ の平均値 $m 1$ は、上述のように $0.4 nm$ 以下としているが、好ましくは $0.1 nm$ 以上 $0.3 nm$ 以下である。表面粗さの平均値 $m 1$ を $0.4 nm$ 以下にすることで、基板の第1の主面上に良好なエピタキシャル膜を形成することができる。

[0031] 基板の第1の主面の5か所における表面粗さ $R 1$ 、 $R 2$ 、 $R 3$ 、 $R 4$ および $R 5$ の標準偏差 $\sigma 1$ は前記平均値 $m 1$ の $10\%$ 以下としているが、好ましくは $8\%$ 以下、より好ましくは $6\%$ 以下である。このように標準偏差 $\sigma$ を前記平均値 $m 1$ の $10\%$ 以下にすることで、基板の第1の主面の表面粗さが制御され、基板表面に均一なエピタキシャル膜を形成できる。

[0032] 第2の主面12は、前記第2の主面12の中心における表面粗さ $R a 6$ 、ならびに前記第2の主面の外縁部から $5 mm$ 内側に前記外縁部に沿って等間隔に配置される4箇所における表面粗さ $R a 7$ 、 $R a 8$ 、 $R a 9$ および $R a 10$ の平均値 $m 2$ は $0.2 nm$ 以上 $3 nm$ 以下であり、前記表面粗さ $R a 6$ 、 $R a 7$ 、 $R a 8$ 、 $R a 9$ および $R a 10$ の標準偏差 $\sigma 2$ は、前記平均値 $m 2$ の $10\%$ 以下であることが好ましい。このように、第1の主面11に加えて第2の主面12についても表面粗さが管理されたInP基板10においては、第1の主面11にエピタキシャル膜を成長させる際に、第2の主面12と、InP基板10が搭載された成膜装置のサセプタとの間の接触状態を第2の主面12全体で均一化することができる。このため、局所的な接触状態のばらつきが発生することに起因するInP基板10での温度分布の発生を抑制できる。このため、形成されるエピタキシャル膜の結晶性や不純物濃度といった膜質の均一性を向上させることができる。この結果、当該エピタキ

シャル膜の歩留りを向上させることができる。

[0033] 第2の主面12の中心における表面粗さ $R_a6$ とは、以下の方法で測定した値である。第2の主面12から、図4の四角で囲まれた6で示される領域のように、第2の主面12の中心点を含むように、 $1\mu\text{m}$ 四方の視野を抜き取る。該抜き取り範囲を $0.4\text{nm}$ のピッチで、原子間力顕微鏡を用いて表面粗さ $R_a6$ を測定する。

[0034] 第2の主面の外縁部から $5\text{mm}$ 内側に前記外縁部に沿って等間隔に配置される4箇所とは、図4の四角で囲まれた7~10で示される領域のように、第2の主面の外延部上で該外縁部を4等分する場所から、第2の主面の中心に向かって、 $5\text{mm}$ の距離（図4中、 $d2$ で示される）内側に位置する4つの領域である。前記4箇所における表面粗さ $R_a7$ 、 $R_a8$ 、 $R_a9$ および $R_a10$ とは、以下の方法で測定した値である。第2の主面12から、前記4箇所を含むように、 $1\mu\text{m}$ 四方の視野を抜き取る。該抜き取り範囲を $0.4\text{nm}$ のピッチで、原子間力顕微鏡を用いて表面粗さ $R_a7$ 、 $R_a8$ 、 $R_a9$ および $R_a10$ をそれぞれ測定する。

[0035] 基板の第2の主面の5箇所における表面粗さ $R_a6$ 、 $R_a7$ 、 $R_a8$ 、 $R_a9$ および $R_a10$ の平均値 $m2$ は $0.2\text{nm}$ 以上 $3\text{nm}$ 以下であり、 $0.4\text{nm}$ 以上 $3\text{nm}$ 以下が好ましく、 $0.5\text{nm}$ 以上 $2\text{nm}$ 以下がさらに好ましい。なお、第2の主面における表面粗さの平均値 $m2$ が $3\text{nm}$ を超えると、エピタキシャル膜の形成工程での、サセプタと基板の第2の主面との接触状態が局所的に変わる（ばらつく）ことから基板の温度分布が不均一となり、結果的に得られるエピタキシャル膜の品質が低下する恐れがある。また、第2の主面の表面粗さの平均値 $m2$ を $0.2\text{nm}$ 未満にするためには高度な表面処理が必要であり、基板の製造コストが増大するとともに基板の製造工程における生産性が低下する。たとえば、基板裏面の表面粗さの平均値 $m2$ を $0.2\text{nm}$ 未満にするためには、中性のダイヤモンドスラリーを用いた通常の研磨では難しく、コロイダルシリカとケミカル成分とを用いたCMP処理などが必要になる。

[0036] 第2の主面の表面粗さの標準偏差 $\sigma_2$ は、前記平均値 $m_2$ の10%以下であり、8%以下が好ましく、6%以下がさらに好ましい。このようにすれば、第2の主面とサセプタとの接触状態を第2の主面全体でほぼ均一にすることができ、結果的に第1の主面上に均一なエピタキシャル膜を形成できる。

[0037] InP基板10の直径Dは、150mm以上であることが好ましく、150mm以上300mm以下がさらに好ましい。InP基板10は、第1の主面および第2の主面の表面粗さが、主面全体にわたって制御されているため、最大径が150mm以上の大口径基板であっても、基板表面に均一なエピタキシャル成長層を形成できる。また、このようにすれば、大面積の基板を用いることで当該基板に形成できる半導体素子（チップ）の数を増加させることができる。この結果、半導体素子を形成する工程（デバイス工程）での製造コストを低減できるとともに、生産性を改善できる。

[0038] InP基板10の厚みは500 $\mu$ m以上800 $\mu$ m以下が好ましい。これによると、InP基板が比較的大型であっても、表裏面粗さが制御され、エピタキシャル層の形成工程や半導体素子の製造工程における歩留まりを低減できる。

[0039] <実施の形態2>

本発明の一実施の形態におけるインジウムリン基板の検査方法について、図3および図4を用いて説明する。

[0040] インジウムリン基板の検査方法は、前記インジウムリン基板の主面の中心、および、主面の外縁部から5mm内側に前記外縁部に沿って等間隔に配置される4箇所において、1 $\mu$ m四方の視野で、0.4nmのピッチで、原子間力顕微鏡を用いてインジウムリン基板の表面粗さを測定する工程を含む。

[0041] 詳細には、まず、インジウムリン基板10の主面の中心、および、主面の外縁部から5mm内側に前記外縁部に沿って等間隔に配置される4箇所において、1 $\mu$ m四方の視野を抜き取る。ここで、InP基板10の主面とは、第1の主面11および第2の主面12のいずれでもよい。主面の外縁部から5mm内側に前記外縁部に沿って等間隔に配置される4箇所とは、図3の四

角で囲まれた2～5で示される領域や、図4の四角で囲まれた7～10で示される領域のように、主面の外延部上で該外縁部を4等分する場所から、主面の中心に向かって、5mmの距離（図3のd1または図4のd2で示される距離）の内側に位置する領域である。なお、前記4箇所は、前記第1の主面または前記第2の主面の外縁部から5mm内側に前記外縁部に沿って等間隔に配置される4箇所であって、オリエンテーションフラット（結晶の（001）方位）を基準にして、90°の間隔で配置される4箇所である。インジウムリン基板がノッチ付ウエハの場合は、前記4箇所は以下の通り位置決めする。ノッチから、ノッチと基板の中心とを結ぶ線を、基板の中心を回転軸として45°回転した線上で、第1の主面または前記第2の主面の外縁部から5mm内側の位置を基準A点とした。基準A点の位置から、基準A点と基板の中心とを結ぶ線を、基板の中心を回転軸として、90°間隔で回転させた線上で、第1の主面の外縁部から5mm内側の位置をB点、C点、D点とした。基準A点と、B点、C点、D点を前記4箇所とする。測定する視野を合計5箇所とすることによって、InP基板の主面の全面についての表面粗さを測定できるので、InP基板の主面の全面について検査ができる。また、測定する視野を5箇所とすることによって、検査を迅速に行うことができる。視野は1μm四方である。

[0042] 次に、上記視野において、0.4nmのピッチで、原子間力顕微鏡（AFM）（例えば、Veeco社製の「Dimension3000」）や走査型プローブ顕微鏡（例えば、Bruker AXS社製の「Dimension ICON」）を用いてInP基板の表面粗さを測定する。

[0043] 以上説明したように、実施の形態2におけるInP基板の検査方法によれば、原子オーダーの凹凸を確実に検出できる。また、InP基板の表面について原子オーダーの凹凸を既存の原子間力顕微鏡（AFM）や、走査型プローブ顕微鏡（SPM）を用いて測定できるので、コストがかからない。この方法で測定した原子オーダーの凹凸と、エピタキシャル成長を実施したのち、SIMSでエピタキシャル膜とInP基板との界面の不純物量を評価した

ところ、原子オーダーでの凹凸と界面の不純物とに関係があることが判明した。この方法によって、コストを低減するとともに、InP基板に成長したエピタキシャル膜と基板との界面の不純物量を減少できる。

[0044] <実施の形態3>

実施の形態1に記載されたインジウムリン基板の製造方法について、図5を用いて説明する。図5に示されるように、インジウムリン基板の製造方法は、第1の主面および第2の主面を含むインジウムリンウエハを準備する工程(S10)と、前記インジウムリンウエハの第1の主面および第2の主面を第1の研磨布を用いて両面研磨する工程(S20)と、前記両面研磨したインジウムリンウエハの第1の主面を第2の研磨布を用いて片面仕上げ研磨する工程(S30)と、前記片面仕上げ研磨したインジウムリンウエハを洗浄する工程(S40)とを備える。

[0045] インジウムリンウエハ(以下、InPウエハともいう)を準備する工程では(S10)、まず、InPインゴットを準備する。このインゴットは、InPからなっているとしてもよく、Fe、S、Sn、およびZnからなる群より選ばれる少なくとも一種の物質よりなるドーパントを含んでいてもよい。

[0046] 次に、準備したインゴットからInPウエハをスライス加工する。スライス加工する方法は特に限定されない。このInPウエハは、スライス加工によりダメージ層を含む。

[0047] 次に、スライス加工したInPウエハの第1の主面および第2の主面を第1の研磨布を用いて両面研磨する(S20)。両面研磨は、たとえば、図6(a)に示す両面研磨装置60を用いて行うことができる。両面研磨装置60は、回転運動する上定盤61と、上定盤61と回転軸を共有して回転運動する下定盤62とを含む。上定盤61の下面および下定盤62の上面には、それぞれ第1の研磨布63が装着されている。また、両面研磨装置60は、上定盤61と下定盤62とによって挟まれるように設けられ、定盤と回転軸を共有して回転運動する、InPウエハ66を保持するウエハキャリア65を含む。上定盤61には、外部からInPウエハ66の研磨面に研磨液を供

給するための研磨液注入孔64が形成されている。両面研磨工程では、InPウエハ66は、第1の主面が上定盤61に対向し、第2の主面が下定盤62に対向するように、ウエハキャリア65に保持される。上定盤61のInPウエハ66に対する相対速度は、下定盤62のInPウエハ66に対する相対速度と同じであることが好ましい。

[0048] 図6(b)は、両面研磨装置のウエハキャリア65にInPウエハ66を設置した状態を示す概略平面図である。図6(b)に示されるように、InPウエハ66は、ウエハキャリア65の保持孔の内部に設置されている。InPウエハ66の厚みがウエハキャリア65の厚みよりも大きくなるように、ウエハキャリア65は形成されている。

[0049] 上定盤61および下定盤62のサイズは径750mm以上であると、研磨後のInPウエハ表面の平坦度が向上するため好ましい。第1の研磨布としては、たとえば、不織布の基材にポリウレタンの樹脂を含浸させたものを用いることが好ましい。なお、第1の研磨布は、InPウエハを研磨する前に、あらかじめダイヤモンドペレットを用いてドレッシングをしておくことが好ましい。これにより、第1の研磨布の表面の平坦度と表面粗さが均一になる。よって、第1の研磨布を用いて研磨したInP基板も、表面粗さが均一になる。

[0050] 両面研磨の条件は、たとえば、取り代の7/10までは通常条件で両面研磨を実施した後、取り代の残りの3/10は、回転数を通常50%に落とすことで、研磨速度を1/3にして両面研磨することができる。なお、通常条件とは、例えば、上定盤5~10rpm(正転方向)、下定盤20~30rpm(正転方向)、インターナルギア5~10rpm(正転方向)、サンギア10~15rpm(正転方向)の回転数で各定盤および各ギアを回転させ、面圧80~150g/cm<sup>2</sup>の荷重を負荷し、研磨材(例えば、(株)フジミインコーポレーテッド製の「INSEC IPP」)を300ml/minの流量で流しながら研磨する条件である。これによると、基板の表面粗さを効果的に低減することができる。よって、基板の表裏面粗さが制御

される。両面研磨は、研磨液および界面活性剤を一定流量で流しながら行うことが好ましい。

[0051] 両面研磨を行った後のInPウエハの第1の主面および第2の主面の表面粗さの平均値は、それぞれ1.0nm以下であることが好ましい。なお、表面粗さの平均値とは、InPウエハの主面の中心および、主面の外縁部から5mm内側に前記外縁部に沿って等間隔に配置される4箇所における表面粗さの平均値である。なお、これらの表面粗さの標準偏差は、0.1nm以下が好ましい。これによると、後の工程において、InP基板の表面粗さおよびばらつきを所望の範囲に調整することが容易である。

[0052] 次に、両面研磨したウエハの第1の主面を第2の研磨布を用いて片面仕上げ研磨する(S30)。片面仕上げ研磨は、例えば、図7に示す片面研磨装置70を用いて行うことができる。具体的には、まず、円板状の陶器製の研磨プレート72の表面に、ワックス73を用いて、InPウエハ74を複数枚貼り付ける。または、陶器製の円板状の研磨プレート72の表面にウエハ吸着用のバックングフィルムを貼り付け、その上に、水の表面張力で、InPウエハ74を複数枚貼り付ける。径が600mm以上の円板状の研磨定盤77上に、第2の研磨布76を貼り付ける。研磨定盤77は回転軸78によって回転可能に支持されている。研磨プレート72は研磨ヘッド720から垂下されたシャフト722によって回転可能に保持されている。研磨定盤77の上方には研磨液供給管79があり、そこから研磨液75が第2の研磨布76の上に与えられる。研磨定盤77と研磨プレート72とを順方向に回転させることにより、InPウエハ74を研磨する。

[0053] 第2の研磨布76としては、不織布タイプの研磨布を用いることが好ましい。研磨液75としては、公知のInP研磨用研磨剤を用いることができる。

[0054] 片面仕上げ研磨の条件は、たとえば、取り代の9/10までは通常の条件で片面研磨を実施した後、取り代の残りの1/10は、回転数を通常の50%に落とすことで、研磨速度を1/2にして片面研磨することができる。な



お、通常の片面研磨条件とは、下定盤50～80rpm(正転方向)、上定盤50～80rpm(正転方向)の回転数で各定盤を回転させ、面圧40～100g/cm<sup>2</sup>の荷重を負荷し、研磨材(例えば、(株)フジインコーポレーテッド製の「INSEC SP」)を140ml/minの流量で流しながら研磨する条件である。これによると、基板の表面粗さを効果的に低減することができる。よって、基板の表裏面粗さが制御される。片面仕上げ研磨は、研磨液および界面活性剤を一定流量で流しながら行うことが好ましい。

[0055] 片面仕上げ研磨を行った後のInPウエハの第1の主面の表面粗さの平均値は、0.4nm以下であることが好ましい。なお、表面粗さの平均値とは、InPウエハの主面の中心および、主面の外縁部から5mm内側に前記外縁部に沿って等間隔に配置される4箇所における表面粗さの平均値である。なお、これらの表面粗さの標準偏差は、0.05nm以下が好ましい。これによると、後の工程において、InP基板の表面粗さおよびばらつきを所望の範囲に調整することが容易である。

[0056] 次に、片面仕上げ研磨したインジウムリンウエハを洗浄する(S40)。洗浄液には、希塩酸、希硫酸、希硝酸、および有機酸の少なくとも1つからなる酸性溶液を用いることができる。洗浄工程では、酸性溶液を用いて、InPウエハの主面の原子オーダーでの凹凸を低減して、InP基板の第1の主面の表面粗さの平均値m1を0.4nm以下にできる。

[0057] 洗浄工程(S40)で用いる酸性溶液は、希塩酸、希硫酸、希硝酸、および有機酸の少なくとも1つである。有機酸としては、たとえば蟻酸、酢酸、蔞酸、乳酸、りんご酸、およびクエン酸などを用いることが好ましい。酸性溶液のpHは、0～4であることが好ましく、1～3であることがより好ましい。希塩酸の濃度は0.001%～0.5%、希硫酸の濃度は0.001%～0.5%、希硝酸の濃度は0.001%～0.5%、有機酸の濃度は0.1%～1%であることが好ましい。酸性溶液をこの範囲内とすることによって、InP基板の表面粗さをより低減できる。

[0058] 洗浄工程(S40)は、酸性溶液に酸化剤を添加して行なわれることが好

ましい。酸化剤は、特に限定されず、たとえば過酸化水素水などを用いることができる。酸化剤を添加した酸性溶液を用いてI n Pウエハの表面を洗浄することにより、洗浄工程の速度を上げることができる。なお、酸化剤の濃度は、特に限定されないが、たとえば0.5 ppm以上10 ppm以下が好ましく、1 ppm以上5 ppm以下がより好ましい。酸化剤の濃度を0.5 ppm以上とすることによって、酸性溶液の洗浄能力の低減を抑制できる。酸化剤の濃度を10 ppm以下とすることによって、I n Pウエハ表面の酸化物、有機物、または微粒子等と反応することを防止できる。

[0059] 洗浄工程(S40)で用いられる酸性溶液の温度は特に限定されないが、室温とすることが好ましい。室温とすることによって、I n Pウエハの表面処理を行なう設備を簡略化できる。

[0060] また、洗浄時間は特に限定されないが、たとえば10秒以上300秒以下が好ましい。この範囲内で洗浄工程(S40)を実施すると、酸性溶液の費用を削減でき、生産性の向上を図ることができる。なお、これらの洗浄後には、酸あるいはアルカリ液などの洗浄液を除去するため、純水リンス工程が実施されてもよい。さらに、最終の洗浄工程後の純水リンス工程後には、遠心乾燥等でI n Pウエハの水分が除去される。この純水リンス工程時においては、900~2000 kHzの超音波を印加することで、微粒子の付着を防止できる。また、純水リンス時には、I n Pウエハの表面の酸化防止のために、酸素濃度が100 ppb以下に脱気された純水が用いられる。以上の工程により、I n PウエハからI n P基板が作製される。

[0061] <実施の形態4>

本実施の形態におけるエピタキシャルウエハについて説明する。エピタキシャルウエハは、実施の形態1におけるI n P基板と、I n P基板の第1の主面上に形成されたエピタキシャル膜とを備えている。エピタキシャル膜は、1層であってもよく、複数層であってもよい。

[0062] I n P基板とエピタキシャル膜との界面において、たとえば、Si濃度は $1.8 \times 10^{17} \text{ atoms/cm}^3$ 以下であり、S濃度は $2 \times 10^{13} \text{ atoms/cm}^3$ 以下である。

s / c m<sup>3</sup>以下である。

[0063] 続いて、本実施の形態におけるエピタキシャルウエハの製造方法について説明する。まず、実施の形態3にしたがって、InP基板を製造する。

[0064] 次に、InP基板の表面上にエピタキシャル膜を形成する。エピタキシャル膜を形成する方法は特に限定されず、OMVPE (Organometallic Vapor Phase Epitaxy:有機金属気相成長)法、HVPE (Hydride Vapor Phase Epitaxy:ハイドライド気相成長)法、MBE (Molecular Beam Epitaxy:分子線エピタキシ)法などを採用することができる。

[0065] なお、所定の構造のエピタキシャル膜をInP基板の第1の主面上に形成した後にInP基板を個々の素子に分割するために、たとえばダイシングなどを行なう分割工程を行ってもよい。

[0066] 以上の工程を実施することにより、エピタキシャルウエハを製造することができる。

このように製造されたエピタキシャルウエハは、たとえばリードフレームなどに搭載される。そして、ワイヤボンディング工程などを実施することにより、上記素子を用いた半導体装置を得ることができる。

[0067] 本実施の形態におけるエピタキシャルウエハの製造方法は、実施の形態1のInP基板10を用いている。このため、PL特性の悪化が抑制されたエピタキシャルウエハを製造することができる。

[0068] このようなエピタキシャルウエハにおいて、InP基板がFe、S、Sn、およびZnからなる群より選ばれた少なくとも一種の物質よりなるドーパントを含んでいる場合には、次の効果を有する。

[0069] ドーパントがFeの場合、エピタキシャルウエハは、たとえば $1 \times 10^{16}$  atoms / cc以上 $1 \times 10^{17}$  atoms / ccのドーパント濃度を有し、電気特性は半絶縁性である。この場合、InP基板とエピタキシャル層との界面において、Si、Sの濃度が高いと電気特性異常(リーク)が発生する。しかし、本実施の形態では、InP基板とエピタキシャル層との界面に

において、Si、Sの濃度を低減できるため、エピタキシャルウエハは、HEMT (High Electron Mobility Transistor: 高電子移動度トランジスタ)、HBT (Heterojunction Bipolar Transistor: ヘテロ接合バイポーラトランジスタ) などに好適に用いられる。

[0070] ドーパントがSの場合、エピタキシャルウエハは、たとえば $0.5 \times 10^{18}$  atoms/cc以上 $8 \times 10^{18}$  atoms/ccのドーパント濃度を有し、電気特性はn型である。この場合、InP基板とエピタキシャル膜との界面において、O、Cの濃度が高いと電気特性異常および発光強度低下が発生する。しかし、本実施の形態では、InP基板とエピタキシャル層との界面において、O、Cの濃度を低減できるため、エピタキシャルウエハは、レーザなどに好適に用いられる。また、Hazeを低減できる場合には、さらにエピタキシャルウエハの発光強度を向上することができる。

[0071] ドーパントがSnの場合、エピタキシャルウエハは、たとえば $1 \times 10^{18}$  atoms/cc以上 $6 \times 10^{18}$  atoms/ccのドーパント濃度を有し、電気特性はn型である。この場合、InP基板とエピタキシャル膜との界面において、O、Cの濃度が高いと電気特性異常および発光強度低下が発生する。しかし、本実施の形態では、InP基板とエピタキシャル層との界面において、O、Cの濃度を低減できるため、エピタキシャルウエハは、レーザなどに好適に用いられる。また、Hazeを低減できる場合には、さらにエピタキシャルウエハの発光強度を向上することができる。

[0072] ドーパントがZnの場合、エピタキシャルウエハは、たとえば $3 \times 10^{18}$  atoms/cc以上 $8 \times 10^{18}$  atoms/ccのドーパント濃度を有し、電気特性はp型である。この場合、InP基板10とエピタキシャル膜との界面において、Si、Sの濃度が高いと電気特性異常および発光強度低下が発生する。しかし、本実施の形態では、InP基板とエピタキシャル層との界面において、Si、Sの濃度を低減できるため、エピタキシャルウエハは、レーザなどに好適に用いられる。また、Hazeを低減できる場合には

、さらにエピタキシャルウエハの発光強度を向上することができる。

## 実施例

[0073] 本発明を実施例によりさらに具体的に説明する。ただし、これらの実施例により本発明が限定されるものではない。

[0074] <製造例A～L>

(InP基板の製造)

まず、InP単結晶を垂直ブリッジマン法 (Vertical Bridgeman法、VB法) により [100] 方向に結晶成長させて、InPインゴットを得た。次に、InPインゴットをスライス加工して、主面が (100) から [110] 方向に2° オフしたInPウエハを得た。InPウエハは、直径が153mm、厚み780 $\mu$ mの円盤状であった。

[0075] 次に、両面研磨装置 (定盤サイズ750mm) を用いてInPウエハの主面の両面を研磨した。研磨布には、不織布の基材にポリウレタンの樹脂を含浸させたもの (ニッタハース社製のSubalV) を用いた。なお、研磨布はあらかじめダイヤモンドペレット ((株) フジインコーポレーテッド社製のPadless200H) でドレッシングされたものである。表1に示される「(a) 両面研磨条件」の具体的な内容は以下の通りである。

[0076] 標準：上定盤8rpm(正転方向)、下定盤24rpm(正転方向)、インターナルギア7rpm(正転方向)、サンギア11rpm(正転方向)の回転数で各定盤、各ギアを回転させ、面圧100g/cm<sup>2</sup>の荷重を負荷し、研磨材 (例えば、(株) フジインコーポレーテッド製の「INSEC IPP」) を300ml/minの流量で流しながら研磨する。

[0077] 変更：両面研磨の取り代の7/10までは、上記の標準の条件で両面研磨を実施する。その後、回転数を通常50%に落とすことで、研磨速度を1/3にして取り代の残りの3/10を両面研磨する。

[0078] 表1に示される「(a-1) 界面活性剤」の具体的な内容は以下の通りである。

有：上記の(a) 両面研磨条件において、取り代の残りの3/10の厚み

を研磨する際に、研磨液とともに、界面活性剤（和光純薬社製のNCW1001）を一定の流量で流しながら両面研磨する。

[0079] 無：上記の（a）両面研磨条件において、界面活性剤を使用しない。

表1に示される「（a-2）取り代（ $\mu\text{m}$ ）」とは、取り代の厚みを示す。

[0080] 次に、両面研磨後のInPウエハの片面（第1の主面に該当）を、片面研磨装置（定盤サイズ830mm）を用いて研磨した。研磨布には、不織布（千代田（株）社製のCIEGAL PS8410）を用い、研磨材には仕上げ研磨材（（株）フジミインコーポレーテッド社製のINSEC SP）を用いた。表1に示される「（b）片面仕上げ研磨条件」の具体的な内容は以下の通りである。

[0081] 標準：下定盤60rpm（正転方向）、上定盤60rpm（正転方向）の回転数で各定盤を回転させ、面圧80g/cm<sup>2</sup>の荷重を負荷し、研磨材（例えば、（株）フジミインコーポレーテッド製の「INSEC SP」）を140ml/minの流量で流しながら研磨する。片面仕上げ研磨の取り代は約1 $\mu\text{m}$ である。

[0082] 変更：片面仕上げ研磨の取り代の9/10までは、上記の標準の条件で片面研磨を実施する。その後、回転数を通常の50%に落とすことで、研磨速度を1/2にして取り代の残りの1/10を片面研磨する。

[0083] 表1に示される「（b-1）界面活性剤」の具体的な内容は以下の通りである。

有：上記の（b）片面仕上げ研磨条件において、取り代の残りの1/10の厚みを研磨する際に、研磨液とともに界面活性剤（和光純薬社製のNCW1001）を一定の流量で流しながら両面研磨する。

[0084] 無：上記の（b）片面仕上げ研磨条件において、界面活性剤を使用しない。

次に、0.1%のフッ化水素でInPウエハを洗浄した後、溶存酸素量50ppbの超純水でリンスを行い、IPA蒸気乾燥機にて乾燥を実施した。

これにより、製造例A～LのInP基板を得た。

[0085] (InP基板の測定)

得られたInP基板について、図3および図4に示すように、基板中心および基板の外縁から5mm内側の4点において、 $0.2\mu\text{m}$ 四方の視野で、それぞれ表面粗さ $Ra_1\sim Ra_{10}$ を測定した。具体的には、InP基板の第1の主面および第2の主面について、AFM装置(Veeco社製の「Dimension 3000」)で、各箇所について、 $0.40\text{nm}$ のピッチで、1列当たり512サンプルで512列について表面粗さを測定した。この時、タッピングモードを用いた。表面粗さの測定値から、表面粗さの平均値 $m_1$ 、 $m_2$ 、標準偏差 $\sigma_1$ 、 $\sigma_2$ 、 $\sigma_1/m_1$ 、 $\sigma_2/m_2$ を算出した。結果を表1に示す。

[0086] (エピタキシャル膜の形成)

得られたInP基板の第1の主面上に、OMVPE法により $300\text{nm}$ の厚みを有するInP膜を形成した。このInP膜上に、OMVPE法により $5\text{nm}$ の厚みを有するInGaAs膜を形成した。このInGaAs膜上に、OMVPE法により $300\text{nm}$ の厚みを有するInP膜を形成した。これにより、InP基板上にエピタキシャル膜が形成されたエピタキシャルウエハを製造した。エピタキシャル膜形成時のInP基板温度は $580^\circ\text{C}$ であった。

[0087] <評価>

製造例A～製造例Lのエピタキシャルウエハについて、InGaAs膜のPL強度を測定した。PL測定は、励起光波長 $532\text{nm}$ の半導体レーザを用い、照射ビーム径 $100\mu\text{m}$ 、測定温度 $25^\circ\text{C}$ 、励起光強度 $300\text{mW}$ の条件で行い、測定波長範囲はInGaAs層からの発光波長に相当する $1250\text{nm}\sim 1500\text{nm}$ であった。又、PL強度は、発光波長のピーク強度とした。測定機は、ナノメトリクス社製のPLM150を用いた。結果を表1に示す。

[0088]

[表1]

試料	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	
研磨条件	(a)両面研磨条件												
	(a-1)界面活性剤												
	変更	無	無	無	有	無	無	無	有	無	無	無	
	40	40	40	≤5	40	40	40	≤5	40	40	40	≤5	
	(b)片面仕上げ研磨条件												
	(b-1)界面活性剤												
	有	有	有	有	無	無	無	無	無	無	無	無	
	0.212	0.221	0.245	0.211	0.321	0.345	0.319	0.318	0.477	0.541	0.487	0.504	
第1の主面	2	0.234	0.201	0.253	0.331	0.319	0.331	0.349	0.465	0.501	0.469	0.481	
	3	0.245	0.232	0.241	0.229	0.318	0.328	0.331	0.488	0.479	0.471	0.469	
	4	0.233	0.218	0.225	0.234	0.305	0.331	0.341	0.491	0.497	0.481	0.481	
	5	0.201	0.197	0.222	0.211	0.315	0.311	0.308	0.311	0.465	0.491	0.465	
	m1	0.225	0.214	0.237	0.223	0.303	0.326	0.325	0.326	0.477	0.501	0.480	
	σ1	0.018	0.015	0.013	0.011	0.009	0.013	0.013	0.015	0.012	0.024	0.010	
	σ1/m1	0.080	0.068	0.056	0.051	0.031	0.040	0.038	0.046	0.026	0.047	0.020	
	6	0.264	0.899	2.5	4.539	0.265	1.001	2.661	4.889	0.244	0.889	2.912	5.012
	7	0.281	0.912	2.581	4.339	0.262	0.977	2.889	4.919	0.265	0.984	2.661	5.004
	8	0.273	0.858	2.591	4.459	0.288	0.991	2.871	5.012	0.251	0.899	3.011	4.981
第2の主面	9	0.269	0.928	2.555	4.389	0.259	2.691	4.887	0.259	0.912	2.871	5.015	
	10	0.251	0.949	2.541	4.539	0.249	2.512	4.891	0.239	0.868	2.671	4.891	
	m2	0.268	0.909	2.554	4.453	0.265	0.977	2.725	0.252	0.910	2.825	4.981	
	σ2	0.011	0.034	0.036	0.089	0.014	0.021	0.157	0.053	0.011	0.044	0.154	
	σ2/m2	0.042	0.038	0.014	0.020	0.054	0.021	0.058	0.011	0.042	0.049	0.055	
	m1/m2	0.896	0.225	0.093	0.049	1.217	0.343	0.130	0.067	1.997	0.578	0.180	
σ1/σ2	1.608	0.426	0.369	0.126	0.655	0.628	0.080	0.280	1.158	0.536	0.063		
	1	0.95	0.9	0.2	0.8	0.7	0.6	0.2	0.4	0.35	0.3		
評価	PL 強度(au)												
	PL 強度標準偏差												
	0.03	0.03	0.08	0.2	0.04	0.04	0.08	0.2	0.06	0.06	0.08	0.2	

[0089]

<評価結果>



製造例 A～C、E～Gは、第1の主面は、表面粗さの平均値 $m_1$ が0.4 nm以下であり、表面粗さの標準偏差 $\sigma_1$ は、前記平均値 $m_1$ の10%以下であり、第2の主面は、表面粗さの平均値 $m_2$ が0.2 nm以上3 nm以下であり、表面粗さの標準偏差 $\sigma_2$ は、前記平均値 $m_2$ の10%以下である。これらの製造例は、基板の表裏面粗さを面内で制御することで、エピタキシャル成長時の基板温度が面内で均一になり、エピタキシャル成長膜のPL特性が優れていた。

[0090] 製造例D、H、Lは、第2の主面の表面粗さの平均値 $m_2$ が4.4 nmを超えており、基板の表裏面粗さの面内での制御が不十分で、エピタキシャル成長時の基板温度が面内では十分に均一にならず、エピタキシャル成長膜のPL特性が劣っていた。

[0091] 製造例I、J、Kは、第1の主面の表面粗さの平均値 $m_1$ が0.4 nmを超えており、エピタキシャル成長膜のPL特性が劣っていた。

[0092] 今回開示された実施の形態および実施例はすべての点で例示であって、制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は上記した実施の形態ではなく請求の範囲によって示され、請求の範囲と均等の意味、および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

### 産業上の利用可能性

[0093] 本発明のインジウムリン基板は、半導体レーザ、LED、光束デバイス等に用いると有益である。

### 符号の説明

[0094] 10 インジウムリン基板、11 第1の主面、12 第2の主面、60 両面研磨装置、61 上定盤、62 下定盤、63 研磨布、64 研磨液注入孔、70 片面研磨装置、74 InPウエハ、75 研磨液、76 第2の研磨布、77 研磨定盤、78 回転軸、79 研磨液供給管、20 研磨ヘッド、22 シャフト。

## 請求の範囲

- [請求項1] 第1の主面および第2の主面を含むインジウムリン基板であって、  
前記第1の主面の中心における表面粗さ $R a 1$ 、ならびに前記第1の主面の外縁部から5mm内側に前記外縁部に沿って等間隔に配置される4箇所における表面粗さ $R a 2$ 、 $R a 3$ 、 $R a 4$ および $R a 5$ の平均値 $m 1$ は0.4nm以下であり、  
前記表面粗さ $R a 1$ 、 $R a 2$ 、 $R a 3$ 、 $R a 4$ および $R a 5$ の標準偏差 $\sigma 1$ は、前記平均値 $m 1$ の10%以下であり、  
前記第2の主面の中心における表面粗さ $R a 6$ 、ならびに前記第2の主面の外縁部から5mm内側に前記外縁部に沿って等間隔に配置される4箇所における表面粗さ $R a 7$ 、 $R a 8$ 、 $R a 9$ および $R a 10$ の平均値 $m 2$ は0.2nm以上3nm以下であり、  
前記表面粗さ $R a 6$ 、 $R a 7$ 、 $R a 8$ 、 $R a 9$ および $R a 10$ の標準偏差 $\sigma 2$ は、前記平均値 $m 2$ の10%以下である、  
インジウムリン基板。
- [請求項2] 前記インジウムリン基板は、最大径が150mm以上である、  
請求項1に記載のインジウムリン基板。
- [請求項3] インジウムリン基板の検査方法であって、  
前記インジウムリン基板の主面の中心、および、主面の外縁部から5mm内側に前記外縁部に沿って等間隔に配置される4箇所において、  
1 $\mu$ m四方の視野で、0.4nmのピッチで、原子間力顕微鏡を用いてインジウムリン基板の表面粗さを測定する工程を含む、  
インジウムリン基板の検査方法。
- [請求項4] 請求項1または請求項2に記載のインジウムリン基板の製造方法であって、  
第1の主面および第2の主面を含むインジウムリンウエハを準備する工程と、  
前記インジウムリンウエハの第1の主面および第2の主面を第1の

研磨布を用いて両面研磨する工程と、

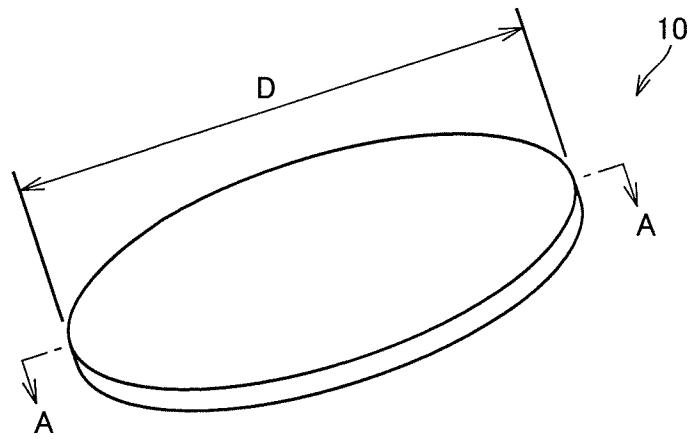
前記両面研磨したインジウムリンウエハの第1の主面を第2の研磨布を用いて片面仕上げ研磨する工程と、

前記片面仕上げ研磨したインジウムリンウエハを洗浄する工程とを備える、

インジウムリン基板の製造方法。

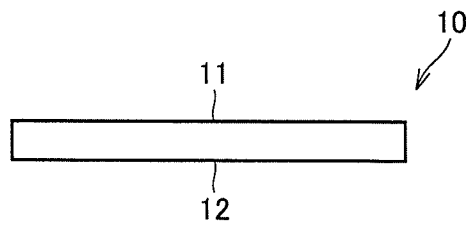
[図1]

FIG.1



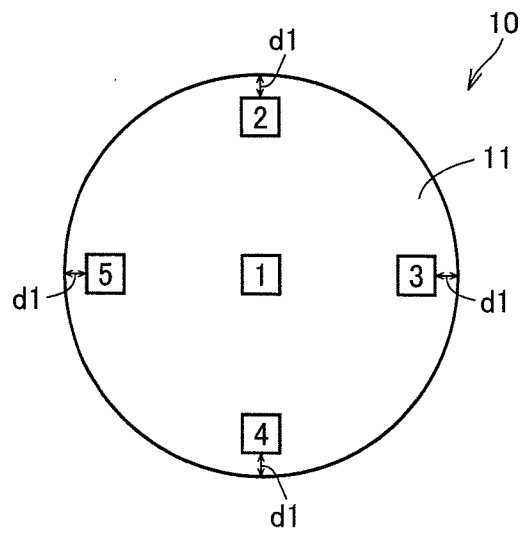
[図2]

FIG.2



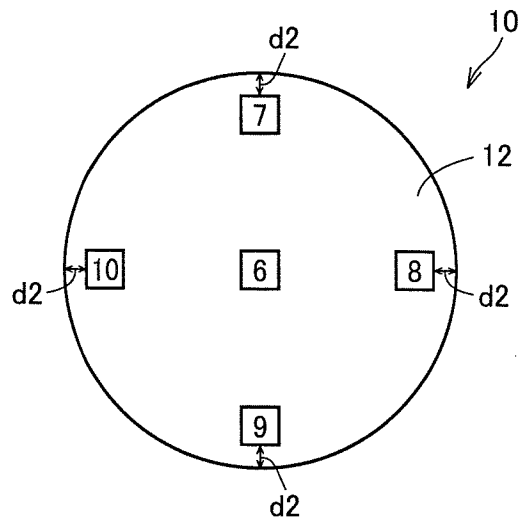
[図3]

FIG.3



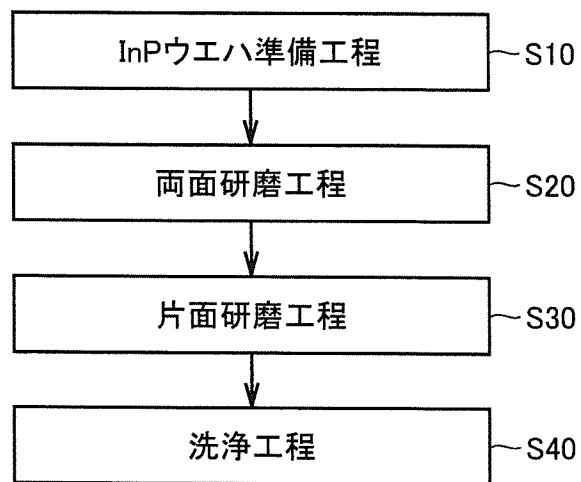
[図4]

FIG.4



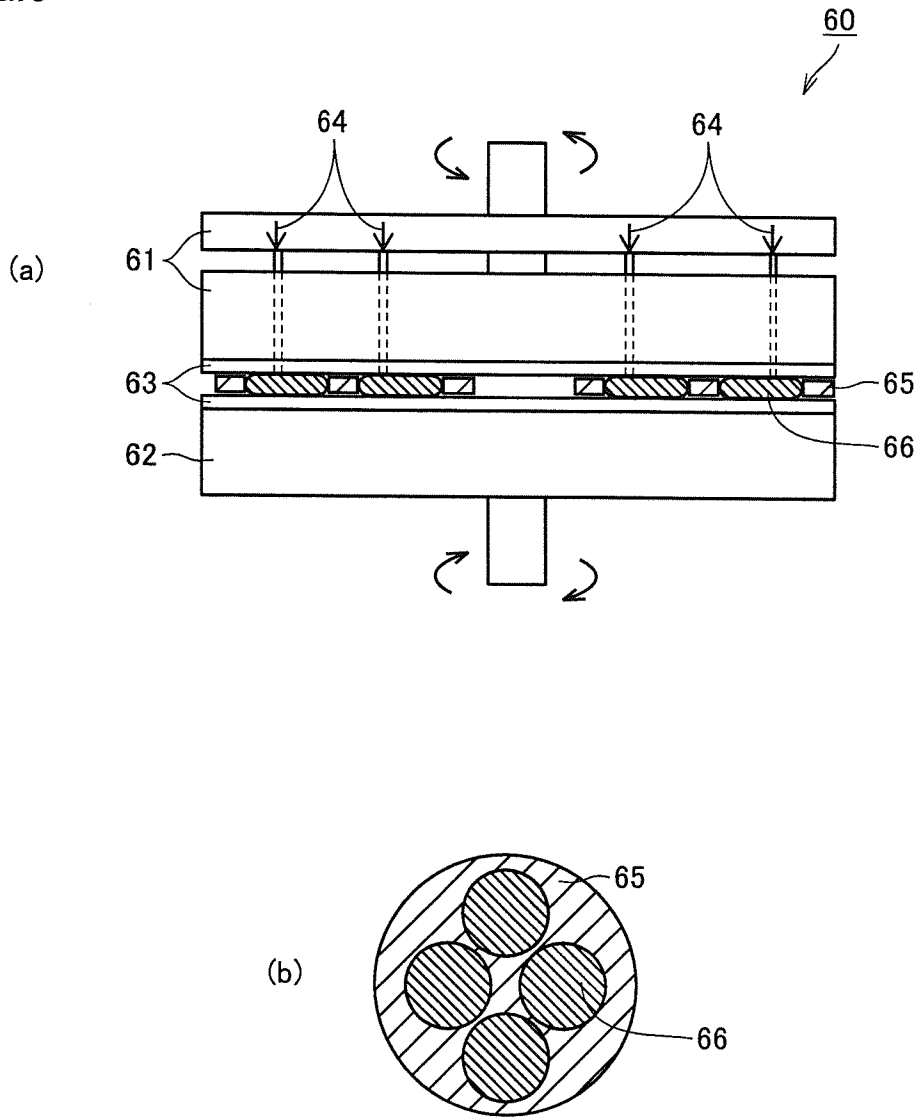
[図5]

FIG.5



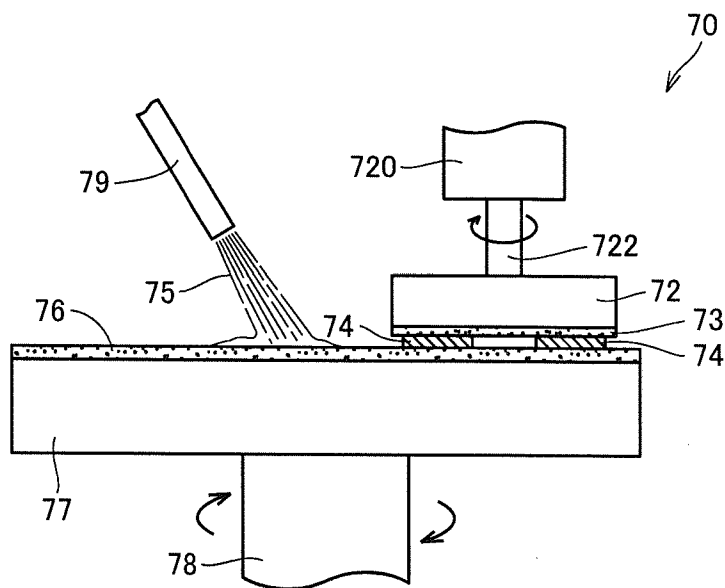
[図6]

FIG.6



[図7]

FIG.7



**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.  
PCT/JP2015/084273

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
*H01L21/02(2006.01)i, B24B37/08(2012.01)i, B24B37/10(2012.01)i, C30B33/00(2006.01)i, H01L21/20(2006.01)i, H01L21/304(2006.01)i, H01L21/66(2006.01)i*  
 According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**  
 Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
 H01L21/02, B24B37/08, B24B37/10, C30B33/00, H01L21/20, H01L21/304, H01L21/66

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched  
 Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2016  
 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2016 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2016

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2009-182135 A (Sumitomo Electric Industries, Ltd.), 13 August 2009 (13.08.2009), paragraphs [0010] to [0065]; fig. 1 (Family: none)	1-4
A	JP 2013-229584 A (Semiconductor Energy Laboratory Co., Ltd.), 07 November 2013 (07.11.2013), paragraphs [0121] to [0156] & US 2013/0257699 A1 paragraphs [0144] to [0156]	1-4

Further documents are listed in the continuation of Box C.       See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search 16 February 2016 (16.02.16)	Date of mailing of the international search report 23 February 2016 (23.02.16)
------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------

Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Authorized officer  Telephone No.
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2015/084273

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2009-182126 A (Sumitomo Electric Industries, Ltd.), 13 August 2009 (13.08.2009), entire text; all drawings (Family: none)	1-4



A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. H01L21/02(2006.01)i, B24B37/08(2012.01)i, B24B37/10(2012.01)i, C30B33/00(2006.01)i, H01L21/20(2006.01)i, H01L21/304(2006.01)i, H01L21/66(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. H01L21/02, B24B37/08, B24B37/10, C30B33/00, H01L21/20, H01L21/304, H01L21/66

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2016年
日本国実用新案登録公報	1996-2016年
日本国登録実用新案公報	1994-2016年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2009-182135 A（住友電気工業株式会社）2009.08.13, 第0010段落-第0065段落、第1図（ファミリーなし）	1-4
A	JP 2013-229584 A（株式会社半導体エネルギー研究所） 2013.11.07, 第121段落-第156段落 & US 2013/0257699 A1, 第0144段落-第0156段落	1-4
A	JP 2009-182126 A（住友電気工業株式会社）2009.08.13, 全文、全図（ファミリーなし）	1-4

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

\* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの  
 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの  
 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）  
 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献  
 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献  
 「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの  
 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの  
 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの  
 「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

16.02.2016

国際調査報告の発送日

23.02.2016

国際調査機関の名称及びあて先  
 日本国特許庁（ISA/J P）  
 郵便番号100-8915  
 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

井上 弘亘

50

3248

電話番号 03-3581-1101 内線 3559