

(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 1 月 7 日(07.01.2016)



(10) 国際公開番号
WO 2016/002707 A1

- (51) 国際特許分類:
C30B 29/16 (2006.01) *C30B 33/00* (2006.01)
B23H 9/00 (2006.01) *B24B 37/00* (2012.01)
B24B 27/06 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2015/068661
- (22) 国際出願日: 2015 年 6 月 29 日(29.06.2015)
- (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 2014-135452 2014 年 6 月 30 日(30.06.2014) JP
- (71) 出願人: 株式会社タムラ製作所(TAMURA CORPORATION) [JP/JP]; 〒1788511 東京都練馬区東大泉 1 丁目 1 9 番 4 3 号 Tokyo (JP). 株式会社光波(KOHA CO., LTD.) [JP/JP]; 〒1788511 東京都練馬区東大泉 1 丁目 1 9 番 4 3 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 山岡 優(YAMAOKA, Yu); 〒1788511 東京都練馬区東大泉 1 丁目 1 9 番 4 3 号 株式会社光波内 Tokyo (JP). 増井 建和(MASUI, Takekazu); 〒1788511 東京都練馬区東大泉 1 丁目 1 9 番 4 3 号 株式会社光波内 Tokyo (JP). 森島 嘉克(MORISHIMA, Yoshikatsu); 〒1788511 東京都練馬区東大泉 1 丁目 1 9 番 4 3 号 株式会社タムラ製作所内 Tokyo (JP). 阿部 康孝(ABE, Michitaka);

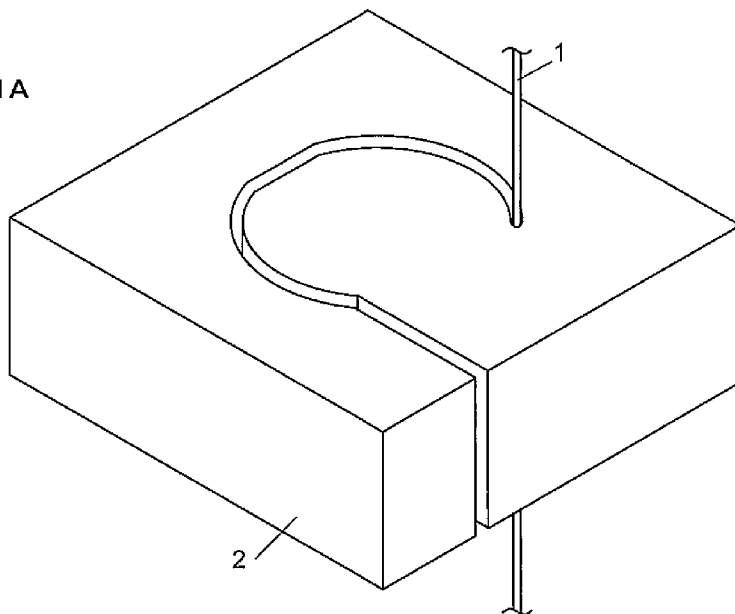
- 〒1788511 東京都練馬区東大泉 1 丁目 1 9 番 4 3 号 株式会社タムラ製作所内 Tokyo (JP).
- (74) 共通の代表者: 株式会社タムラ製作所(TAMURA CORPORATION); 〒1788511 東京都練馬区東大泉 1 丁目 1 9 番 4 3 号 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, 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.
- (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).

[続葉有]

(54) Title: GALLIUM OXIDE SUBSTRATE AND PRODUCTION METHOD THEREFOR

(54) 発明の名称: 酸化ガリウム基板及びその製造方法

図 1A



(57) Abstract: Provided are: a gallium oxide substrate production method whereby the occurrence of defects can be reduced and a gallium oxide substrate can be obtained from an ingot of monocrystalline gallium oxide; and a gallium oxide substrate having a structure whereby the occurrence of defects during machining can be reduced. One embodiment of the present invention provides a gallium oxide substrate production method including: a step in which, as a result of wire electrical discharge machining, a cylindrical block (20) of monocrystalline gallium oxide having a cross-section parallel to the diameter direction that is different from the (100) plane is cut out from an ingot (2) of monocrystalline gallium oxide; and a step in which the cylindrical block (20) is sliced and a gallium oxide substrate (30) is obtained.

(57) 要約: 欠陥の発生を抑えつつ、酸化ガリウム単結晶のインゴットから酸化ガリウム基板を得ることのできる酸化ガリウム基板の製造方法、及び加工の際の欠陥

の発生を抑えることのできる構造を有する酸化ガリウム基板を提供する。一実施の形態において、ワイヤー放電加工により、酸化ガリウム単結晶のインゴット 2 から、径方向に平行な断面が (100) 面と異なる酸化ガリウム単結晶の円柱状ブロック 20 を切り出す工程と、円柱状ブロック 20 をスライスして酸化ガリウム基板 30 を得る工程と、を含む、酸化ガリウム基板の製造方法を提供する。

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：酸化ガリウム基板及びその製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、酸化ガリウム基板及びその製造方法に関する。

背景技術

[0002] 従来、コアドリルを用いた酸化ガリウム単結晶の円抜き加工により形成される酸化ガリウム基板のチッピング、クラック、剥離等の欠陥を除去する、又は欠陥の発生を防ぐ技術が知られている（例えば、特許文献1参照）。

[0003] 特許文献1によれば、酸化ガリウム基板の（100）に対して 90 ± 5 度で交わり、かつ（100）を除く面で構成される主面に対しても 90 ± 5 度で交わり、さらに主面の中心点を通る法線を回転軸として、回転角度にして ± 5 度の誤差内で、主面15の周縁部に形成された第1のオリエンテーションフラットを形成し、更に酸化ガリウム基板の主面の中心点を対称点にして第2のオリエンテーションフラットを他方の主面周縁に形成する。

[0004] コアドリルによる酸化ガリウム単結晶の円抜き加工により得られた酸化ガリウム基板に、これら第1及び第2のオリエンテーションフラットを形成することにより、酸化ガリウム基板に生じた欠陥を除去することができるとされている。また、第1及び第2のオリエンテーションフラットを形成するための加工を酸化ガリウム単結晶に施した後に円抜き加工を行うことにより、欠陥の無い酸化ガリウム基板を得ることができるとされている。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開2013-67524号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] 本発明の目的は、欠陥の発生を抑えつつ、酸化ガリウム単結晶のインゴットから酸化ガリウム基板を得ることのできる酸化ガリウム基板の製造方法、

及び加工の際の欠陥の発生を抑えることのできる構造を有する酸化ガリウム基板を提供することにある。

課題を解決するための手段

- [0007] 本発明の一態様は、上記目的を達成するために、[1]～[5]の酸化ガリウム基板の製造方法を提供する。
- [0008] [1] ワ이어放電加工により、酸化ガリウム単結晶のインゴットから、径方向に平行な断面が(100)面と異なる酸化ガリウム単結晶の円柱状ブロックを切り出す工程と、前記円柱状ブロックをスライスして酸化ガリウム基板を得る工程と、を含む、酸化ガリウム基板の製造方法。
- [0009] [2] 前記ワイヤー放電加工により、その側面にオリエンテーションフラットを有する前記円柱状ブロックを切り出す、前記[1]に記載の酸化ガリウム基板の製造方法。
- [0010] [3] 前記円柱状ブロックの前記径方向に平行な断面が(-201)面、(101)面、又は(001)面である、前記[1]又は[2]に記載の酸化ガリウム基板の製造方法。
- [0011] [4] 前記酸化ガリウム基板の主面は(100)面と異なる面であり、前記オリエンテーションフラットは、前記円柱状ブロックの側面の対向する位置にそれぞれ設けられる第1のオリエンテーションフラット及び第2のオリエンテーションフラットであり、前記第1のオリエンテーションフラット及び前記第2のオリエンテーションフラットは、前記酸化ガリウム基板の主面と(100)面との交線に平行な方向を基準として $\pm 2^\circ$ 以内の方向に沿って設けられ、6mm以上の長さを有し、前記酸化ガリウム基板に外周研削、ベベル加工、研磨、洗浄のうちの少なくともいずれか1つを施す、前記[2]に記載の酸化ガリウム基板の製造方法。
- [0012] [5] 前記酸化ガリウム基板の前記主面が(-201)面、(101)面、又は(001)面である、前記[4]に記載の酸化ガリウム基板の製造方法。
- [0013] また、本発明の他の態様は、上記目的を達成するために、下記[6]の酸

化ガリウム基板の製造方法を提供する。

[0014] [6] 酸化ガリウム単結晶からなる酸化ガリウム基板であって、主面が（１００）面と異なる面であり、対向する位置にそれぞれ設けられた、前記主面と（１００）面との交線に平行な方向を基準として $\pm 2^{\circ}$ 以内の方向に沿って設けられ、６ｍｍ以上の長さを有する、２つのオリエンテーションフラットを有する、酸化ガリウム基板。

発明の効果

[0015] 本発明によれば、欠陥の発生を抑えつつ、酸化ガリウム単結晶のインゴットから酸化ガリウム基板を得ることのできる酸化ガリウム基板の製造方法、及び加工の際の欠陥の発生を抑えることのできる構造を有する酸化ガリウム基板を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0016] [図1A]図１Ａは、実施の形態に係る酸化ガリウムインゴットの円抜き加工の様子を概略的に表す斜視図である。

[図1B]図１Ｂは、酸化ガリウムインゴットの円抜き加工により切り出された酸化ガリウム単結晶の円柱状ブロックの斜視図である。

[図2A]図２Ａは円柱状ブロックの側面図である。

[図2B]図２Ｂは円柱状ブロックをスライスすることにより得られる酸化ガリウム基板の側面図である。

[図3]図３は、酸化ガリウム基板の平面図である。

[図4A]図４Ａは、酸化ガリウム基板にクラックが発生する様子を模式的に表す図である。

[図4B]図４Ｂは、酸化ガリウム基板にクラックが発生する様子を模式的に表す図である。

発明を実施するための形態

[0017] [実施の形態]

（酸化ガリウムインゴットの円抜き加工工程）

図１Ａは、実施の形態に係る酸化ガリウムインゴット２の円抜き加工の様

子を概略的に表す斜視図である。図 1 B は、酸化ガリウムインゴット 2 の円抜き加工により切り出された酸化ガリウム単結晶の円柱状ブロック 20 の斜視図である。

[0018] 酸化ガリウムインゴット 2 の円抜き加工は、ワイヤー電極 1 を電極として用いるワイヤー放電加工により行われる。

[0019] ワイヤー電極 1 と酸化ガリウムインゴット 2 との間で放電を発生させた状態で、図 1 A 及び図 1 B に示されるように、円柱状ブロック 20 の輪郭形状に沿ってワイヤー電極 1 を酸化ガリウムインゴット 2 に対して動かす。酸化ガリウムインゴット 2 のワイヤー電極 1 に近接する部分は放電により溶かされ、円柱状ブロック 20 が切り出される。

[0020] ワイヤー電極 1 は、黄銅、タングステン等の導電性の材料からなり、例えば、0.02～0.36 mm の直径を有する。なお、加工対象である酸化ガリウムインゴット 2 も導電性を有するため、ワイヤー電極 1 との間で放電を発生させることができる。

[0021] 酸化ガリウムインゴット 2 は、例えば、EFG 法により育成された平板状の酸化ガリウム単結晶のインゴットである。酸化ガリウムインゴット 2 は、例えば、育成後、育成時の熱歪緩和と電気特性の向上を目的とするアニールが施された後、ダイヤモンドブレードを用いて種結晶と分離される。

[0022] 円柱状ブロック 20 の径方向の断面（径方向に平行な断面）は、酸化ガリウム単結晶の（100）面と異なる面、例えば、（-201）面、（101）面、又は（001）面と一致する。

[0023] 酸化ガリウムの単結晶は（100）面において高い劈開性を有するため、円柱状ブロック 20 の径方向の断面が（100）面と異なる場合は、酸化ガリウムインゴット 2 から円柱状ブロック 20 を切り出す際に、（100）面においてクラック等の欠陥が発生しやすい。

[0024] 本願発明者らは、この欠陥の発生を抑えるべく鋭意研究を重ねた結果、ワイヤー放電加工により円抜き加工を行うことにより、円柱状ブロックにおける欠陥の発生を抑制できることを見出した。具体的には、径方向の断面が（

100)面と異なる酸化ガリウム単結晶の円柱状ブロックを形成するために、コアドリルによるコアリングやグラインダーによる加工を行う場合は円柱状ブロックに欠陥が発生しやすいが、ワイヤー放電加工を行う場合は欠陥の発生を抑えることができる。

[0025] 本実施の形態においては、ワイヤー放電加工により酸化ガリウムインゴット2の円抜き加工を行うため、円柱状ブロック20におけるクラック等の欠陥の発生を抑えることができる。

[0026] 円柱状ブロック20の径方向の断面が酸化ガリウム単結晶の(−201)面、(101)面、又は(001)面と一致する場合、円柱状ブロック20をスライスすることにより、主面が(−201)面、(101)面、又は(001)面である酸化ガリウム基板を得ることができる。酸化ガリウム基板の主面が(−201)面又は(101)面である場合、主面上にGa₂N系半導体層がエピタキシャル成長しやすいため、優れたGa₂N系半導体デバイス用の基板として用いることができる。また、酸化ガリウム基板の主面が(001)面である場合は、主面上に高品質なGa₂O₃系半導体層のホモエピタキシャル成長が可能なため、優れた電子デバイス用の基板として用いることができる。

[0027] また、ワイヤー放電加工により、その側面にオリエンテーションフラットを有する円柱状ブロック20を切り出すことが好ましい。ここで、円柱状ブロック20のオリエンテーションフラットは、円柱状ブロック20をスライスして酸化ガリウム基板を形成したときに、酸化ガリウム基板のオリエンテーションフラットとなる。なお、図1Bに示されるオリエンテーションフラット21、22は、オリエンテーションフラットの一例であり、オリエンテーションフラットは1つであってもよい。

[0028] 円抜き加工と同時に円柱状ブロック20にオリエンテーションフラットを形成することができるため、円抜き加工とオリエンテーションフラットの形成を別工程で行う場合と比較して、円柱状ブロック20に欠陥が発生する可能性をより低くすることができる。

[0029] 例えば、コアドリルを用いてコアリングする場合、円筒形の砥石を回転させてインゴットを削ることにより円筒形ブロックをくり抜くため、当然ながら、オリエンテーションフラットを同時に形成することはできず、コアリングと別工程でオリエンテーションフラットを形成する必要がある。この場合、オリエンテーションフラットは、例えば、スライシングマシンを用いて形成されるが、単結晶が劈開性の強い面を有する場合、チップング等の欠陥が生じるおそれがある。

[0030] 円柱状ブロック20に形成されるオリエンテーションフラットは、図1A及び図1Bに示されるオリエンテーションフラット21、22であることが好ましい。これは、円柱状ブロック20から得られる酸化ガリウム基板にオリエンテーションフラット21、22が設けられることにより、研磨等の工程における欠陥の発生を抑えることができるからである。その詳細は後述する。オリエンテーションフラット21、22は、円柱状ブロック20の側面の対向する位置にそれぞれ設けられる。

[0031] (円柱状ブロックからの基板の製造工程)

図2Aは円柱状ブロック20の側面図であり、図2Bは円柱状ブロック20をスライスすることにより得られる酸化ガリウム基板30の側面図である。

[0032] 酸化ガリウム基板30は、円柱状ブロック20をその径方向（厚さ方向に垂直な方向）に沿ってスライスすることにより形成される。このため、酸化ガリウム基板30の主面31は、(100)面以外の面、例えば(-201)面、(101)面、又は(001)面と一致する。なお、円柱状ブロック20をその径方向から所定の角度だけオフセットした方向に沿ってスライスしてもよい。この場合であっても、酸化ガリウム基板30の主面31が(100)面以外の面、例えば(-201)面、(101)面、又は(001)面と一致するようにスライスされる。

[0033] 図3は、酸化ガリウム基板30の平面図である。酸化ガリウム基板30において、オリエンテーションフラット21、22は、対向する位置にそれぞれ

れ設けられ、主面 31 と (100) 面との交線に平行な方向を基準として $\pm 2^\circ$ 以内の方向に沿って設けられ、6 mm 以上の長さを有する。図 3 における L2、L3 は、それぞれオリエンテーションフラット 21、22 の長さを表す。すなわち、L2、L3 は 6 mm 以上である。

[0034] なお、L2、L3 のいずれかは、一般的なオリエンテーションフラットの長さである 16 mm 以上であることが好ましい。また、オリエンテーションフラット 21、22 の面は、一般的なオリエンテーションフラットの面と同様に、主面 31 に対して垂直であることが好ましい。

[0035] 酸化ガリウム基板 30 がオリエンテーションフラット 21、22 を有することにより、外周研削、ベベル加工、研磨、又は洗浄を施す際に酸化ガリウム基板 30 に加わる力による割れ（チッピング）の発生を抑えることができる。以下に、その理由を説明する。

[0036] 図 4 A、4 B は、酸化ガリウム基板 30 にクラックが発生する様子を模式的に表す図である。図 4 A、4 B は、それぞれ酸化ガリウム基板 30 の平面図と断面図である。図 4 B は、主面 31 が (−201) である酸化ガリウム基板 30 を酸化ガリウム単結晶の b 軸に垂直な方向に切断したときの断面を示す。

[0037] 上述のように、酸化ガリウムの単結晶は (100) 面において高い劈開性を有するため、(100) 面においてクラック等の欠陥が発生しやすい。このため、円形の酸化ガリウム基板 30 においては、外縁に近い領域 41 において、(100) 面に発生するクラックによる割れが発生しやすい。図 4 A、B に示されるクラック面 40 は、クラックの発生した (100) 面である。

[0038] 具体的には、酸化ガリウム基板 30 に施される外周研削、ベベル加工、研磨、又は洗浄においては、これらの工程において加わる外力により、主面 31 上の縁の長さ L0 が 5 mm 以下であるようなクラック面 40 が発生しやすい。ここで、クラック面 40 は (100) 面であるため、クラック面 40 の主面 31 上の縁は、主面 31 と (100) 面との交線に平行である。

- [0039] このため、本実施の形態では、主面31と(100)面との交線に平行な方向を基準として $\pm 2^\circ$ 以内の方向に沿って設けられ、6mm以上の長さを有するオリエンテーションフラット21、22を酸化ガリウム基板30に設けることにより、長さL0が5mm以下であるクラック面40が発生する領域を除去している。これにより、酸化ガリウム基板30に外周研削、ベベル加工、研磨、又は洗浄を施す際の割れの発生を抑えることができる。
- [0040] 以下に、円柱状ブロック20から酸化ガリウム基板30を製造する工程の具体例について述べる。
- [0041] 円柱状ブロック20は、例えば、マルチワイヤーソーにより、1mm程度の厚さにスライスされ、酸化ガリウム基板30が得られる。ワイヤーソーは固定砥粒方式のものをを用いることが好ましい。スライス速度は毎分0.125～0.3mm程度が好ましい。
- [0042] 次に、加工歪の緩和、及び電気特性向上、透過性向上を目的とするアニールを酸化ガリウム基板30に施す。例えば、昇温時には酸素雰囲気下でアニールを行い、昇温後に温度を保持する間は窒素雰囲気、アルゴン雰囲気、ヘリウム雰囲気等の不活性雰囲気下でアニールを行う。保持温度は1400～1600℃であることが好ましい。
- [0043] 次に、ダイヤモンドの研削砥石を用いて、所望の外形サイズになるまで酸化ガリウム基板30の外周を研削する。砥石の粒度は#400～1000(JIS B 4131による規定)程度であることが好ましい。酸化ガリウム基板30はオリエンテーションフラット21、22を有するため、本工程における割れの発生が抑えられる。
- [0044] 次に、酸化ガリウム基板30のエッジに所望の角度でのベベル(面取り)加工を施す。酸化ガリウム基板30はオリエンテーションフラット21、22を有するため、本工程における割れの発生が抑えられる。
- [0045] 次に、ダイヤモンドの研削砥石を用いて、所望の厚さになるまで酸化ガリウム基板30の主面31を研削する。砥石の粒度は#800～1000(JIS B 4131による規定)程度であることが好ましい。酸化ガリウム基板

30はオリエンテーションフラット21、22を有するため、本工程における割れの発生が抑えられる。

[0046] 次に、研磨定盤とダイヤモンドスラリーを用いて、所望の厚さになるまで酸化ガリウム基板30の主面31を研磨する。研磨定盤は金属系やガラス系の材質のものが好ましい。ダイヤモンドスラリーに含まれるダイヤモンド砥粒の粒径は0.5 μ m程度が好ましい。酸化ガリウム基板30はオリエンテーションフラット21、22を有するため、本工程における割れの発生が抑えられる。

[0047] 次に、ポリッシングクロスとCMP (Chemical Mechanical Polishing) 用のスラリーを用いて、原子レベルの平坦性（例えば、平均粗さRaが0.05～0.1 nm）が得られるまで酸化ガリウム基板30の主面31を研磨する。ポリッシングクロスはナイロン、絹繊維、ウレタン等の材質のものが好ましい。スラリーの砥粒にはコロイダルシリカを用いることが好ましい。酸化ガリウム基板30はオリエンテーションフラット21、22を有するため、本工程における割れの発生が抑えられる。

[0048] その後、酸化ガリウム基板30を洗浄する。具体的には、例えば、3分間のメタノール超音波洗浄、3分間のアセトン超音波洗浄、3分間のメタノール超音波洗浄、5分間の流水洗浄、5分間の硫酸加水洗浄、5分間の流水洗浄を順次行う。酸化ガリウム基板30はオリエンテーションフラット21、22を有するため、本工程における割れの発生が抑えられる。

[0049] （実施の形態の効果）

上記の実施の形態によれば、ワイヤー放電加工により酸化ガリウムインゴット2の円抜き加工を行うことにより、欠陥の少ない酸化ガリウム単結晶の円柱状ブロック20を得ることができる。また、この欠陥の少ない酸化ガリウム単結晶の円柱状ブロック20をスライスすることにより、高品質の酸化ガリウム基板30を得ることができる。

[0050] また、円抜き加工と同時にオリエンテーションフラットを形成することにより、円抜き加工と別工程でオリエンテーションフラットを形成する場合と

比較して、円柱状ブロックの欠陥の発生を抑えることができる。

[0051] また、所定の条件を満たすオリエンテーションフラット（オリエンテーションフラット 21、22）を酸化ガリウム基板 30 に設けることにより、酸化ガリウム基板 30 に外周研削、ベベル加工、研磨、又は洗浄を施す際の割れの発生を抑えることができる。

[0052] 以上、本発明の実施の形態を説明したが、本発明は、上記実施の形態に限定されず、発明の主旨を逸脱しない範囲内において種々変形実施が可能である。

[0053] また、上記に記載した実施の形態は請求の範囲に係る発明を限定するものではない。また、実施の形態の中で説明した特徴の組合せの全てが発明の課題を解決するための手段に必須であるとは限らない点に留意すべきである。

産業上の利用可能性

[0054] 欠陥の発生を抑えつつ、酸化ガリウム単結晶のインゴットから酸化ガリウム基板を得ることのできる酸化ガリウム基板の製造方法、及び加工の際の欠陥の発生を抑えることのできる構造を有する酸化ガリウム基板を提供する。

符号の説明

[0055] 1…ワイヤー電極、2…酸化ガリウムインゴット、20…円柱状ブロック、21、22…オリエンテーションフラット、30…酸化ガリウム基板、31…主面

請求の範囲

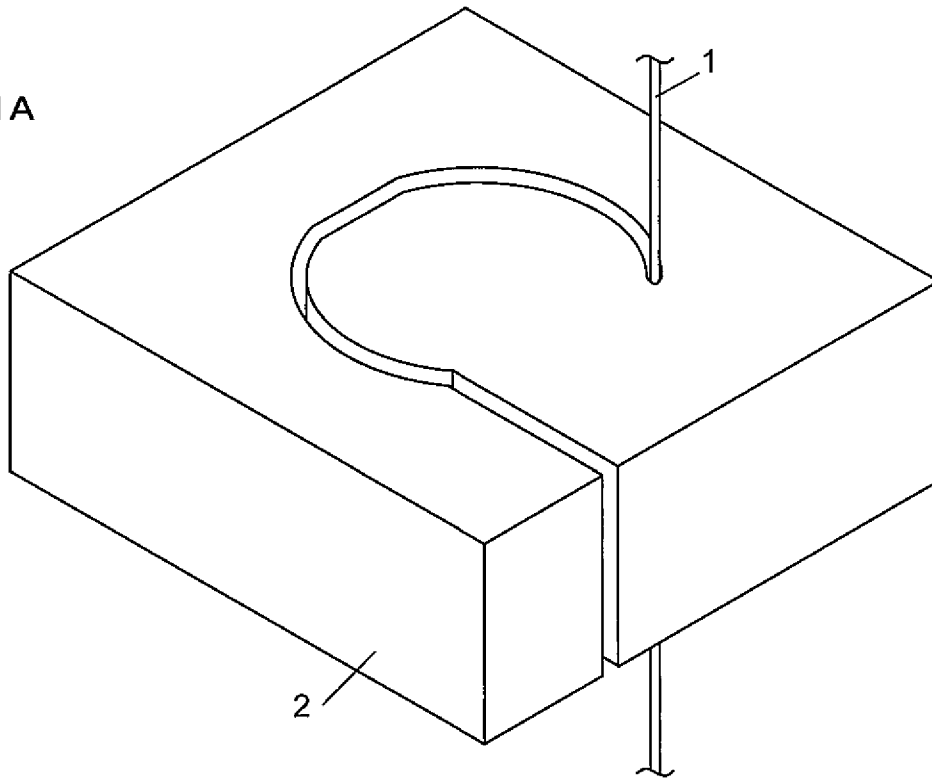
- [請求項1] ワイヤー放電加工により、酸化ガリウム単結晶のインゴットから、径方向に平行な断面が（１００）面と異なる酸化ガリウム単結晶の円柱状ブロックを切り出す工程と、
- 前記円柱状ブロックをスライスして酸化ガリウム基板を得る工程と、
- 、
- を含む、酸化ガリウム基板の製造方法。
- [請求項2] 前記ワイヤー放電加工により、その側面にオリエンテーションフラットを有する前記円柱状ブロックを切り出す、
- 請求項１に記載の酸化ガリウム基板の製造方法。
- [請求項3] 前記円柱状ブロックの前記径方向に平行な断面が（－２０１）面、（１０１）面、又は（００１）面である、
- 請求項１又は２に記載の酸化ガリウム基板の製造方法。
- [請求項4] 前記酸化ガリウム基板の主面は（１００）面と異なる面であり、
- 前記オリエンテーションフラットは、前記円柱状ブロックの側面の対向する位置にそれぞれ設けられる第１のオリエンテーションフラット及び第２のオリエンテーションフラットであり、
- 前記第１のオリエンテーションフラット及び前記第２のオリエンテーションフラットは、前記酸化ガリウム基板の主面と（１００）面との交線に平行な方向を基準として±２°以内の方向に沿って設けられ、６mm以上の長さを有し、
- 前記酸化ガリウム基板に外周研削、ベベル加工、研磨、洗浄のうちの少なくともいずれか１つを施す、
- 請求項２に記載の酸化ガリウム基板の製造方法。
- [請求項5] 前記酸化ガリウム基板の前記主面が（－２０１）面、（１０１）面、又は（００１）面である、
- 請求項４に記載の酸化ガリウム基板の製造方法。
- [請求項6] 酸化ガリウム単結晶からなる酸化ガリウム基板であって、

主面が（１００）面と異なる面であり、

対向する位置にそれぞれ設けられた、前記主面と（１００）面との交線に平行な方向を基準として $\pm 2^{\circ}$ 以内の方向に沿って設けられ、
6 mm以上の長さを有する、２つのオリエンテーションフラットを有する、酸化ガリウム基板。

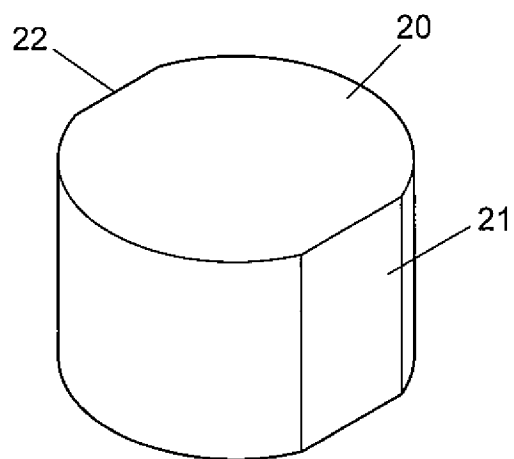
[図1A]

図1A



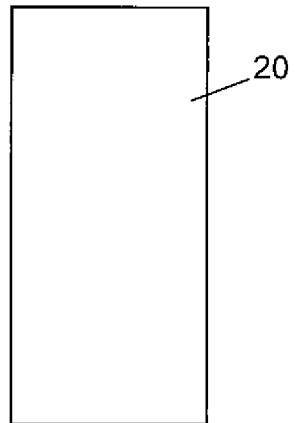
[図1B]

図1B



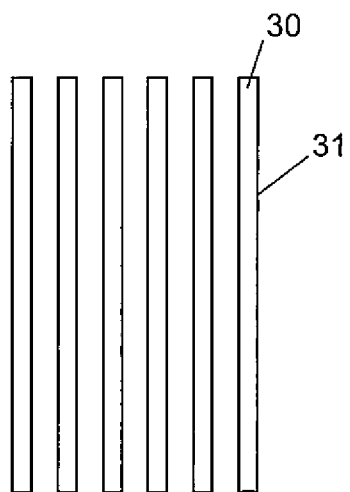
[図2A]

図2A



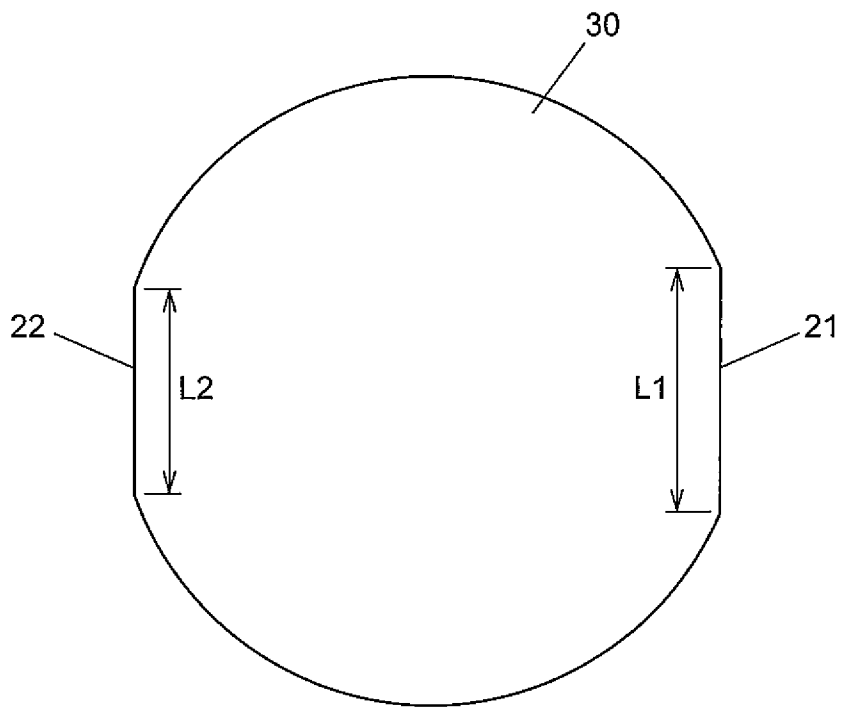
[図2B]

図2B

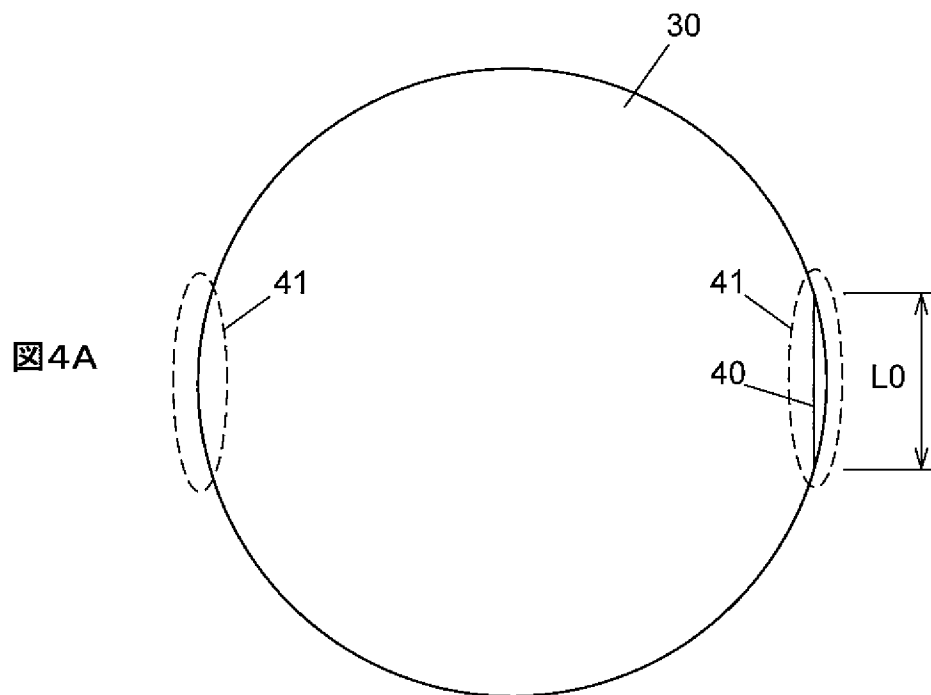


[図3]

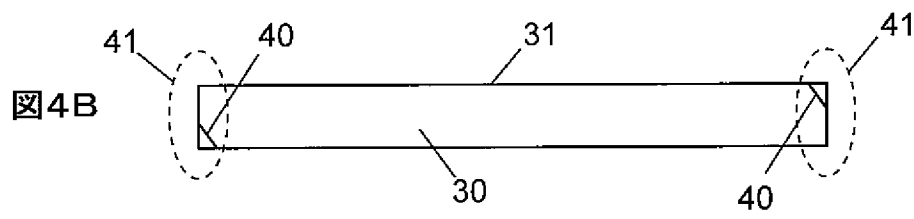
図 3



[図4A]



[図4B]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/068661

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C30B29/16(2006.01)i, B23H9/00(2006.01)i, B24B27/06(2006.01)i, C30B33/00(2006.01)i, B24B37/00(2012.01)n

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)

C30B29/16, B23H9/00, B24B27/06, C30B33/00, B24B37/00

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	1996-2015
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2015	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2015

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.
Y A	JP 2013-237591 A (Namiki Precision Jewel Co., Ltd.), 28 November 2013 (28.11.2013), examples; paragraph [0089] (Family: none)	1-3 4-6
Y A	WO 2013/035464 A1 (Tamura Corp.), 14 March 2013 (14.03.2013), examples & JP 2013-835464 A & US 2014/0217554 A1 & EP 2754736 A1 & CN 103781948 A	1-3 4-6
Y	JP 2004-186589 A (Denso Corp.), 02 July 2004 (02.07.2004), paragraphs [0011], [0029] to [0052] (Family: none)	1-3

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"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)

"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

"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

"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

"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

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
20 August 2015 (20.08.15)

Date of mailing of the international search report
01 September 2015 (01.09.15)

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/JP2015/068661

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2013-067524 A (Namiki Precision Jewel Co., Ltd.), 18 April 2013 (18.04.2013), paragraph [0018] (Family: none)	1-3
Y	JP 2014-086458 A (Tamura Corp.), 12 May 2014 (12.05.2014), paragraph [0005] (Family: none)	1-3
A	JP 2011-068503 A (Sumitomo Electric Industries, Ltd.), 07 April 2011 (07.04.2011), claims (Family: none)	1-6
A	JP 2008-177233 A (Hitachi Cable, Ltd.), 31 July 2008 (31.07.2008), claims (Family: none)	1-6
P, X	JP 2014-221692 A (Tamura Corp.), 27 November 2014 (27.11.2014), paragraphs [0028], [0069] & WO 2014/185302 A1 & TW 201512471 A	1-3

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. C30B29/16(2006.01)i, B23H9/00(2006.01)i, B24B27/06(2006.01)i, C30B33/00(2006.01)i, B24B37/00(2012.01)n

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（I P C））

Int.Cl. C30B29/16, B23H9/00, B24B27/06, C30B33/00, B24B37/00

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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 5 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 5 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 5 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
Y A	JP 2013-237591 A（並木精密宝石株式会社）2013. 11. 28, 実施例, 段落 0089（ファミリーなし）	1-3 4-6
Y A	WO 2013/035464 A1（株式会社タムラ製作所）2013. 03. 14, 実施例 & JP 2013-835464 A & US 2014/0217554 A1 & EP 2754736 A1 & CN 103781948 A	1-3 4-6
Y	JP 2004-186589 A（株式会社デンソー）2004. 07. 02, 段落 0011, 0029-0052（ファミリーなし）	1-3

☒ 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

2 0 . 0 8 . 2 0 1 5

国際調査報告の発送日

0 1 . 0 9 . 2 0 1 5

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）
郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5
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）

村岡 一磨

4 G

3 4 4 8

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 4 1 6

C (続き) . 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
Y	JP 2013-067524 A (並木精密宝石株式会社) 2013. 04. 18, 段落 0018 (ファミリーなし)	1-3
Y	JP 2014-086458 A (株式会社タムラ製作所) 2014. 05. 12, 段落 0005 (ファミリーなし)	1-3
A	JP 2011-068503 A (住友電気工業株式会社) 2011. 04. 07, 特許請求 の範囲 (ファミリーなし)	1-6
A	JP 2008-177233 A (日立電線株式会社) 2008. 07. 31, 特許請求の範 囲 (ファミリーなし)	1-6
P, X	JP 2014-221692 A (株式会社タムラ製作所) 2014. 11. 27, 段落 0028, 0069 & WO 2014/185302 A1 & TW 201512471 A	1-3