

(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
2011 年 3 月 10 日(10.03.2011)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2011/027505 A1

(51) 国際特許分類:

B24B 5/04 (2006.01) B24D 7/14 (2006.01)
B24B 5/37 (2006.01) B24D 7/16 (2006.01)
B24B 47/22 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2010/004952

(22) 国際出願日: 2010 年 8 月 6 日(06.08.2010)

(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 2009-205007 2009 年 9 月 4 日(04.09.2009) JP

(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 信越半導体株式会社 (Shin-Etsu Handotai Co., Ltd.)
[JP/JP]; 〒1000004 東京都千代田区大手町二丁目 6 番 2 号 Tokyo (JP).

(72) 発明者; および

(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 西野 英彦 (NISHINO, Hidehiko) [JP/JP]; 〒9618061 福島県西白河郡西郷村大字小田倉字大平 1 5 0 番地信越半導体株式会社 白河工場内 Fukushima (JP).
平野 好宏 (HIRANO, Yoshihiro) [JP/JP]; 〒9618061 福島県西白河郡西郷村大字小田倉字大平 1 5

0 番地信越半導体株式会社 白河工場内 Fukushima (JP). 内田 純一 (UCHIDA, Junichi) [JP/JP]; 〒9618061 福島県西白河郡西郷村大字小田倉字大平 1 5 0 番地信越半導体株式会社 白河工場内 Fukushima (JP).

(74) 代理人: 好宮 幹夫 (YOSHIMIYA, Mikio); 〒1100005 東京都台東区上野 7 丁目 6 番 1 1 号第一下谷ビル 8 F 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, 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, IS, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, 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.

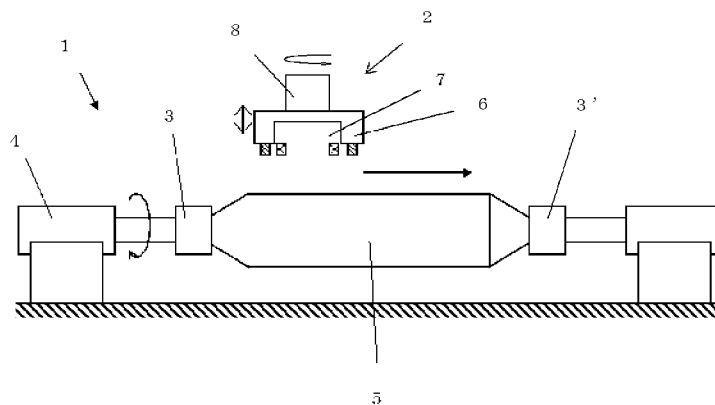
(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR,

[続葉有]

(54) Title: GRINDER FOR INGOT

(54) 発明の名称: インゴットの研削装置

[図1]



(57) Abstract: A grinder for an ingot is provided with a grinding means for performing traverse grinding by bringing a rough grinding wheel for rough grinding and a precise grinding wheel for precise grinding which is arranged inside of the rough grinding wheel, into contact with an outer peripheral surface of an ingot, said rough grinding wheel and said precise grinding wheel being coaxially mounted on a single spindle. The grinder for an ingot performs cylindrical grinding by performing the rough grinding and thereafter the precise grinding by the grinding means while rotating the ingot, or performs plane grinding by performing the rough grinding and thereafter the precise grinding by the grinding means, without rotating the ingot held by a clamp. The grinder for an ingot has a movement means for moving the precise grinding wheel of the grinding means forwardly and backwardly in the axial direction of the spindle. The precise grinding wheel is moved forwardly or backwardly by the movement means to select the wheel to be brought into contact with the ingot in order to grind the ingot. Thus, the grinder for an ingot in which the reduction of the grinding speed is suppressed and the time of the grinding processes can be reduced while limiting the processing strain by machining particularly below 10 μm can be provided.

(57) 要約:

[続葉有]



WO 2011/027505 A1



GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, 添付公開書類:

NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF,
BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE,
SN, TD, TG).

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

本発明は、単一のスピンダルに同軸で取り付けられた粗研削用の粗研削ホイールと、該粗研削ホイールの内側に配置された精研削用の精研削ホイールをインゴットの外周面に当接させてトラバース研削する研削手段とを具備し、インゴットを回転させながら研削手段により粗研削に引き続いて精研削を行って円筒研削する、又は前記クランプによって保持されたインゴットを回転させずに研削手段により粗研削に引き続いて精研削を行って平面研削するインゴットの研削装置であって、研削手段の精研削ホイールを、スピンドルの軸方向に前後動させる移動手段を有し、該移動手段によって精研削ホイールを前後動させてインゴットに当接させるホイールを選択してインゴットを研削するインゴットの研削装置である。これにより、加工歪みを特に $10\text{ }\mu\text{m}$ 以下に抑制しつつ、研削速度の低下を抑制し、研削工程時間を削減できるインゴットの研削装置が提供される。

明 細 書

発明の名称： インゴットの研削装置

技術分野

[0001] 本発明は、チョクラルスキー法（CZ法）等により引き上げられた例えばシリコン単結晶、多結晶等のインゴットの外周面を円筒研削又は平面研削する研削装置に関する。

背景技術

[0002] 従来、シリコン単結晶等のインゴットの外周面を円筒研削等の加工を行う研削装置として、クランプによって保持されるインゴットに回転駆動力を伝達して軸周りに回転させるとともに、このインゴットの外周面に砥石を有する研削手段を高速回転させながら当接させ、その研削手段をインゴットの長手方向にトラバース動させて円筒研削する装置が知られており、粗研削から精研削までを効率的に行うためにクランプの回転軸方向に沿って2軸のスピンドルを設け、研削手段がトラバース動するとき上流側のスピンドルに粗研削用のホイールを装着し、下流側のスピンドルに精研削用のホイールを装着して一連の流れで加工するのが一般的であった。

[0003] しかし、このように、研削手段に粗研削用のホイールを装着したスピンドルと精研削用のホイールを装着したスピンドルの2本のスピンドルを設け、上流側で粗研削した後、引き続いて下流側で精研削を行う方法は、別々の研削装置を用いることに比べて効率的ではあるが、加工方向が1つに限定され、無駄な時間が生じるとともに粗研削用のホイールと精研削用のホイールの間に間隔があるため軸方向の移動距離が長くなるという問題があった。

[0004] このような問題に対し、単一のスピンドルに同軸で取り付けられており、粗研削加工に引き続いて精研削加工が行われる複数の研削ホイールを備えた円筒研削装置が開示されている（特許文献1参照）。図4は、この円筒研削装置の研削手段の部分を拡大した概略説明図である。図4に示すように、研

削手段 102 には粗研削用のホイール 106 と精研削用のホイール 107 の 2 つのホイールがスピンドル 108 の同軸で設けられており、精研削用のホイール 107 は、粗研削用のホイール 106 の内側に配置され、精研削用のホイール 107 の方が僅かなクリアランスで前方突出している。

[0005] このクリアランスによって精研削の際の切り込み量が決定される。これらホイール 106、107 が同時にクランプの回転軸方向、すなわちインゴット 105 の長手方向にトラバース動され、粗研削加工に引き続いて精研削加工が行われるようになっている。このような円筒研削装置であれば、2 軸のスピンドルの場合に比べて無駄な時間が無くなって研削速度を高めることができるとともに、クランプの回転軸方向への移動量を少なくできる。

[0006] そして、円筒研削されたインゴットには、その後、外周面の所定の結晶方位にオリエンテーションフラット加工等の平面研削が行われ、その後、ウェーハにスライスされる。この際のウェーハの精度の向上、歩留りの向上等の理由により、上記した円筒研削及び平面研削における加工歪みを少なくすることが要求されている。

先行技術文献

特許文献

[0007] 特許文献1：特開 11-291145 号公報

発明の概要

[0008] しかし、上記したような円筒研削装置で研削速度を高めて研削を行うと、加工歪みを、例えば $10\ \mu\text{m}$ 以下に抑制することができなかった。従来、加工歪みを $10\ \mu\text{m}$ 以下にするためには、精研削用のホイールの砥石粒度を小さくする、つまりホイールの番手を大きくする必要があったが、上記のような粗研削用のホイールと精研削用のホイールを 1 回でトラバースさせる方法では、この粒度を小さくすれば抵抗も大きくなることから、研削速度を $1/3$ 程度まで遅くしたり、或いは切り込み量を $1/5$ 程度まで小さくして研削を繰返し行う等する必要があった。そのため、合計の研削回数も増えてしま

い、研削工程時間が増えてしまう。

[0009] 本発明は前述のような問題に鑑みてなされたもので、加工歪みを特に $10\ \mu\text{m}$ 以下に抑制しつつ、研削速度の低下を抑制し、研削工程時間を削減できるインゴットの研削装置を提供することを目的とする。

[0010] 上記目的を達成するために、本発明によれば、インゴットを保持するクランプと、前記インゴットを軸周りに回転させる回転手段と、前記インゴットの外周面を研削する研削手段とを具備し、該研削手段は、単一のスピンドルに同軸で取り付けられた粗研削用の粗研削ホイールと、該粗研削ホイールの内側に配置された精研削用の精研削ホイールを前記インゴットの外周面に当接させてトラバース研削するものであり、前記クランプによって保持された前記インゴットを前記回転手段により回転させながら前記研削手段により粗研削に引き続いて精研削を行って円筒研削する、又は前記クランプによって保持された前記インゴットを回転させずに前記研削手段により粗研削に引き続いて精研削を行って平面研削するインゴットの研削装置であって、前記研削手段の精研削ホイールを、前記スピンドルの軸方向に前後動させる移動手段を有し、該移動手段によって前記精研削ホイールを前後動させて前記インゴットに当接させるホイールを選択して前記インゴットを研削するものであることを特徴とするインゴットの研削装置が提供される。

[0011] このように、前記研削手段の精研削ホイールを、前記スピンドルの軸方向に前後動させる移動手段を有し、該移動手段によって前記精研削ホイールを前後動させて前記インゴットに当接させるホイールを選択して前記インゴットを研削するものであれば、切り込み量を大きくして行う負荷の高い粗研削を粗研削ホイールのみで行い、その後、残りの切り込み量の研削を、粗研削ホイールと精研削ホイールとで粗研削に引き続いて精研削を行って円筒研削又は平面研削することができるので、インゴットの外周面の凸凹等で精研削ホイールにダメージが発生することもなく、また、精研削ホイールの目詰りを抑制できるので、加工歪みを特に $10\ \mu\text{m}$ 以下に抑制しつつ、研削速度の低下を抑制し、研削工程時間を削減できるものとなる。

[0012] このとき、前記粗研削ホイールに対する前記精研削ホイールの突出し量を調整する突出し量調整手段を有するものであることが好ましい。

このように、前記粗研削ホイールに対する前記精研削ホイールの突出し量を調整する突出し量調整手段を有するものであれば、精研削ホイールによる精研削の切り込み量を調整して研削精度を向上できるものとなる。

[0013] またこのとき、前記研削手段のうち、少なくとも前記精研削ホイールにクーラントを供給するクーラント供給手段を有するものであることが好ましい。

このように、前記研削手段のうち、少なくとも前記精研削ホイールにクーラントを供給するクーラント供給手段を有するものであれば、粗研削ホイールのみによる研削によって発生する研削粉が、スピンドルの軸方向に後退動して待機中の精研削ホイールに付着して目詰りを起こすのを抑制できるものとなる。

[0014] またこのとき、前記研削手段が前記インゴットの外周面に当接する位置を調整する位置調整手段を有し、該位置調整手段は、前記インゴットを円筒研削する際には前記インゴットの中心と前記精研削ホイールの研削面の中心とが一致する位置に調整し、前記インゴットを平面研削する際には前記インゴットの中心と前記スピンドルの軸が一致する位置に調整するものであることが好ましい。

[0015] このように、前記研削手段が前記インゴットの外周面に当接する位置を調整する位置調整手段を有し、該位置調整手段は、前記インゴットを円筒研削する際には前記インゴットの中心と前記精研削ホイールの研削面の中心とが一致する位置に調整し、前記インゴットを平面研削する際には前記インゴットの中心と前記スピンドルの軸が一致する位置に調整するものであれば、加工歪みをインゴットの外周面の長手方向で安定させることができ、加工歪みをより効果的に低減できるものとなる。

[0016] 本発明では、インゴットの研削装置において、研削手段の精研削ホイールをスピンドルの軸方向に前後動させる移動手段を有し、該移動手段によって

精研削ホイールを前後動させてインゴットに当接させるホイールを選択してインゴットを研削するものであるので、切り込み量を大きくして行う負荷の高い粗研削を粗研削ホイールのみで行い、その後、残りの切り込み量の研削を、粗研削ホイールと精研削ホイールとで粗研削に引き続いて精研削を行って円筒研削又は平面研削することができるので、インゴットの外周面の凸凹等で精研削ホイールにダメージが発生することもなく、また、精研削ホイールの目詰りを抑制できるので、加工歪みを特に $10\text{ }\mu\text{m}$ 以下に抑制しつつ、研削速度の低下を抑制し、研削工程時間を削減できる。

図面の簡単な説明

- [0017] [図1] 本発明のインゴットの研削装置の一例を示す概略図である。
- [図2] 本発明のインゴットの研削装置の研削手段の一例を示す概略図である。
- [図3] 本発明のインゴットの研削装置の研削手段がインゴットの外周面に当接する位置を調整した様子を示す説明図である。(A) 円筒研削の場合。(B) 平面研削の場合。
- [図4] 従来のインゴットの研削装置の一例を示す概略図である。

発明を実施するための形態

- [0018] 以下、本発明について実施の形態を説明するが、本発明はこれに限定されるものではない。

従来、単一のスピンドルに同軸で取り付けられており、粗研削加工に引き続いて精研削加工が行われる複数の研削ホイールを備えた研削装置が知られており、このような研削装置では、2軸のスピンドルの場合に比べて無駄な時間が無くなって研削速度を高めることができるとともに、クランプの回転軸方向への移動量を少なくできる。

しかし、研削速度を高めて研削を行うと加工歪みを抑制できず、研削速度を高めつつ加工歪みを特に $10\text{ }\mu\text{m}$ 以下に抑制することが課題となっていた。

- [0019] そこで、本発明者等はこのような問題を解決すべく鋭意検討を重ねた。そ

して、研削速度を高めた際に加工歪みを抑制できない原因について調査するための実験を行った。図4に示すような従来の研削装置を用い、研削手段の粗研削ホイールを#80、精研削ホイールを#400としてインゴットを研削したところ、精研削ホイールに目詰りが発生し、研削手段のトラバース動を行うための電力モータの電流値が通常5Aであるものが10Aと高くなっていた。また、インゴットの凸凹を研削する際、精研削ホイールにダメージが発生してしまっていた。そして、これらのことが加工歪みを抑制できない原因であることが分かった。

[0020] そして、更に検討を重ね、切り込み量が大きく負荷が高い粗研削の際に粗研削ホイールのみで研削を行い、切り込み量の少ない残りの研削を粗研削ホイールと精研削ホイールとで粗研削に引き続いて精研削を行えば、精研削ホイールのダメージや目詰りを抑制することができ、加工歪みを特に $10\mu\text{m}$ 以下に抑制しつつ研削速度の低下を抑制できることに想到した。そして、同軸でありながら、このような研削する研削ホイールを選択可能な構成とするためには、精研削ホイールをスピンドルの軸方向に前後動させる移動手段を設ければ良いことに想到し、本発明を完成させた。

[0021] 図1は本発明のインゴットの研削装置の一例を示す概略図である。

図1に示すように、本発明のインゴットの研削装置1は、インゴット5を保持するクランプ3、3'と、インゴット5を軸周りに回転させる回転手段4と、インゴット5の外周面を研削する研削手段2とを具備している。

[0022] 図2は本発明のインゴットの研削装置の研削手段2の一例を示した概略図である。

図2に示すように、この研削手段2には、粗研削用の粗研削ホイール6と精研削用の精研削ホイール7が単一のスピンドル8に同軸で取り付けられている。これら粗研削用の粗研削ホイール6と精研削用の精研削ホイール7は環状の砥石であり、精研削ホイール7が粗研削ホイール6の内側に配置されている。

[0023] また、この研削手段2は精研削ホイール7と粗研削ホイール6をスピンドル

ル8の軸方向へ送り込むと同時にクランプ3、3'の回転軸方向にも送る、いわゆるトラバース動させることができるようになっている。そして、これら精研削ホイール7と粗研削ホイール6をインゴット5の外周面に当接させてトラバース研削できるものとなっている。

[0024] また、図2に示すように、研削手段2の精研削ホイール7を、スピンドル8の軸方向に前後動させる移動手段9を有している。そして、この移動手段9によって精研削ホイール7を前後動させてインゴット5に当接させるホイールを選択してインゴット5を研削することができるようになっている。すなわち、精研削ホイール7を後退させて待機位置で待機させれば、粗研削ホイール6のみで粗研削ができるし、精研削ホイール7を前進させて精研削ホイール7と粗研削ホイール6を同時にインゴット5に当接させる位置にすることもできる。もちろん、精研削ホイール7のみインゴット5に当接する位置まで前進させて精研削ホイール7のみで精研削することもできる。

[0025] この移動手段9は特に限定されることはないが、例えば油圧シリンダ、エアシリンダによる圧力で精研削ホイール7を移動させる構成としても良いし、バネなどを用いた構成としても良い。また、例えば油圧シリンダとした場合、油圧を $5\text{ kgf} \cdot \text{cm}^2$ 程度かそれ以上とすることができる。

また、粗研削ホイール6は低番手のホイールとすることができ、例えば、その番手が#60～#500ものを用いることができる。また、精研削ホイール7は高番手のホイールを用いて加工歪みを小さくする仕上げを行い、例えば、その番手が#140～#1200のものを用いることができる。これは研削するインゴット材料の種類や研削目的に応じて適宜選択すれば良い。

[0026] このように、精研削ホイール7を前進動させて精研削ホイール7と粗研削ホイール6を同時にインゴット5に当接させてインゴット5を研削する際には、精研削ホイール7を粗研削ホイール6に対して若干突出した位置に移動させて、所定量のクリアランスを有すようにする。

このようにして精研削ホイール7と粗研削ホイール6を同時にインゴット5の外周面に当接させてトラバース研削すれば、粗研削に引き続いて精研削

を行うことができる。すなわち、研削手段2をクランプ3、3'の回転軸方向に送る際、そのクランプ3、3'によって両端を保持されたインゴット5の外周面に、まず外側に配置された粗研削ホイール6が当接して粗研削が行われ、次いで粗研削ホイール6の内側にわずかに突出して配置された精研削ホイール7が当接して上記したクリアランス分の切り込み量で精研削が行われる。

[0027] このように、粗研削ホイール6を径の大きいホイールを使用し、研削時に粗研削ホイール6の周速を上げることにより、研削面の表面粗さを少なくし研削面を安定させることができる。そして、粗研削ホイール6の周速を上げることで粗研削の段階である程度研削面の精度を高めることができるので、精研削ホイール7で負荷が少なく研削できるバランスのとれた研削を行うことができる。

[0028] このとき、図2に示すように、粗研削ホイール6に対する精研削ホイール7の突出し量、すなわちクリアランス量を調整する突出し量調整手段10を有するものであることが好ましい。

ここで、突出し量調整手段10は調整ネジとすることができ、粗研削ホイール6に対する精研削ホイール7の突出し量は、例えば0.3～0.5mm程度とすることができる。突出し量がこのような範囲、特に0.5mm程度であれば精研削ホイール7に負担をかけずに研削することができ、精研削の精度をより確実に向上することができる。

[0029] このような研削装置1を用いてインゴット5の円筒研削を行う場合には、クランプ3、3'によって保持されたインゴット5を回転手段4により回転させながら上記したように研削手段2により粗研削及び精研削を行うようにする。また、インゴット5の平面研削を行う場合にはクランプ3、3'によって保持されたインゴット5を回転させずに研削手段2により同様に粗研削及び精研削を行うようにする。

[0030] ここで、円筒研削の場合、切り込み量をトータルで、例えば0.1～5.0mm程度とすることができる。また、研削手段2のクランプ3、3'の回

回転軸方向への送り速度を 40 mm/min 以下とすることができる。また、平面研削の場合、切り込み量を、例えば $0.1 \sim 5.0\text{ mm}$ 程度、研削手段 2 のクランプ 3、3' の回転軸方向への送り速度を 200 mm/min 以下とすることができる。

[0031] このような研削装置であれば、最初に切り込み量を大きくして行う負荷の高い粗研削を、精研削ホイール 7 を移動手段 9 により後退させて粗研削ホイール 6 のみで行い、すなわち負荷の高い研削では精研削ホイール 7 を用いず、その後、残りの少ない切り込み量の研削を、粗研削ホイール 6 と精研削ホイール 7 とで粗研削に引き続いて精研削を行って円筒研削又は平面研削することができる。その結果、例えばインゴット 5 の外周面の凸凹等で精研削ホイール 7 にダメージが発生することもなく、また、例えば高番手のホイールを用いても精研削ホイール 7 の目詰りを抑制することができるので、加工歪みを抑制でき、特に $10\text{ }\mu\text{m}$ 以下に抑制することができる。また、加工歪みを抑制しつつ研削速度の低下を抑制でき、研削回数も粗研削のみと、粗研削及び精研削の 2 回で済むので研削工程時間を削減できる。

[0032] 上記したように精研削ホイール 7 を後退させて待機位置で待機させ、粗研削ホイール 6 のみで粗研削を行う際、精研削ホイール 7 に研削粉が付着しないようにするのが望ましく、例えば図 2 に示すような、研削手段 2 のうち、少なくとも精研削ホイール 7 にクーラントを供給するクーラント供給手段 11 を設け、研削粉の付着を抑制するように構成できる。

このようなクーラント供給手段 11 を有していれば、精研削ホイール 7 にクーラントを供給して研削粉が精研削ホイール 7 に付着するのを抑制でき、精研削ホイール 7 の目詰りをより確実に抑制できる。

[0033] またこのとき、図 3 (A) (B) に示すように、研削手段 2 がインゴット 5 の外周面に当接する位置を調整する位置調整手段を設け、繰り返し精度が高い研削を行うための最適な位置調整を行うことが好ましい。

そして、この位置調整手段 12 は、例えば油圧シリンダー等とすることができ、図 3 (A) に示すように、インゴット 5 を円筒研削する際にはインゴ

ット5の中心と精研削ホイール7の研削面の中心とが一致する位置に調整し、図3（B）に示すように、インゴット5を平面研削する際にはインゴット5の中心とスピンドル8の軸が一致する位置に調整するものであることが好ましい。

このようなものであれば、加工歪みをインゴット5の外周面の長手方向で安定させることができ、加工歪みをより効果的に抑制することができる。

[0034] 以下、本発明の実施例及び比較例を示して本発明をより具体的に説明するが、本発明はこれらに限定されるものではない。

[0035] （実施例）

図1に示すような本発明のインゴットの研削装置を用い、直径213mm、長さ100mmのシリコン単結晶インゴットの円筒研削を行った。粗研削ホイールの番手を#80とし、精研削ホイールの番手を#400とした。ここで、全体の切り込み量を6mmとして直径201mmのインゴットに円筒研削した。このとき、精研削ホイールを後退させて粗研削ホイールのみで5mmの粗研削を行ってから、粗研削ホイールと精研削ホイールとで残りの1mmを粗研削及び精研削した。また、クランプの回転軸方向への送り速度を35mm/minとした。そして、この際の研削加工時間を計測し、研削面の加工歪みをアングルポリッシュ法で測定した。

[0036] このときの研削加工時間及び研削面の加工歪みの結果を表1に示す。表1に示すように、後述する比較例1と比べ、加工歪みを10μm以下に抑制した研削ができている。また、後述する比較例2の研削加工時間の60分と比べ6分と著しく短縮できることが分かる。

このように、本発明のインゴットの研削装置は、加工歪みを特に10μm以下に抑制しつつ、研削速度の低下を抑制して研削工程時間を削減できることが確認できた。

[0037] （比較例1）

図4に示すような、精研削ホイールの移動手段を有さない従来の研削装置を用い、#80番手の粗研削ホイールと#140番手の精研削ホイールでインゴットを研削した以外実施例と同様にしてインゴットの円筒研削を行い、同様に評価した。尚、研削は切り込み量が5mmの研削と1mmの研削に2回に分けて行った。

その結果を表1に示す。表1に示すように、研削加工時間は6分と実施例と同じものの、加工歪が $10\mu\text{m}$ より大きくなってしまい、実施例より悪化していることが分かる。

[0038] (比較例2)

比較例1と同様の装置を用い、研削を6回に分けてそれぞれ1mmずつ粗研削ホイールと精研削ホイールで研削した以外実施例と同様にしてインゴットの円筒研削を行い、同様に評価した。

その結果を表1に示す。表1に示すように、実施例と同様に加工歪を $10\mu\text{m}$ 以下に抑制できたものの、研削加工時間は60分と実施例と比べ著しく長くなってしまった。

[0039] 上記比較例1においては、インゴットの凸凹を粗研削ホイールと精研削ホイールで同時に研削したため、精研削ホイールの番手を下げているにも関わらず、精研削ホイールにダメージ及び目詰りが発生してしまった。そのため、加工歪みが悪化してしまったと考えられる。比較例1及び比較例2の結果より、加工歪みを低減しつつ研削加工時間を削減することが従来では困難であったことが確認できる。

一方、実施例においては、インゴットの凸凹を粗研削ホイールのみで粗研削したので、2回目の粗研削ホイールと精研削ホイールでの研削では精研削ホイールにダメージがない状態で研削でき、目詰りも抑制されたので、研削速度を低下させずとも加工歪みを抑制できたと考えられる。

[0040]

[表1]

	加工歪み (μ m)	研削加工時間 (m i n)
実施例	≤ 10	6
比較例 1	> 10	6
比較例 2	≤ 10	60

[0041] なお、本発明は、上記実施形態に限定されるものではない。上記実施形態は例示であり、本発明の特許請求の範囲に記載された技術的思想と実質的に同一な構成を有し、同様な作用効果を奏するものは、いかなるものであっても本発明の技術的範囲に包含される。

請求の範囲

[請求項1] インゴットを保持するクランプと、前記インゴットを軸周りに回転させる回転手段と、前記インゴットの外周面を研削する研削手段とを具備し、該研削手段は、単一のスピンドルに同軸で取り付けられた粗研削用の粗研削ホイールと、該粗研削ホイールの内側に配置された精研削用の精研削ホイールを前記インゴットの外周面に当接させてトラバース研削するものであり、前記クランプによって保持された前記インゴットを前記回転手段により回転させながら前記研削手段により粗研削に引き続いて精研削を行って円筒研削する、又は前記クランプによって保持された前記インゴットを回転させずに前記研削手段により粗研削に引き続いて精研削を行って平面研削するインゴットの研削装置であって、

前記研削手段の精研削ホイールを、前記スピンドルの軸方向に前後動させる移動手段を有し、該移動手段によって前記精研削ホイールを前後動させて前記インゴットに当接させるホイールを選択して前記インゴットを研削するものであることを特徴とするインゴットの研削装置。

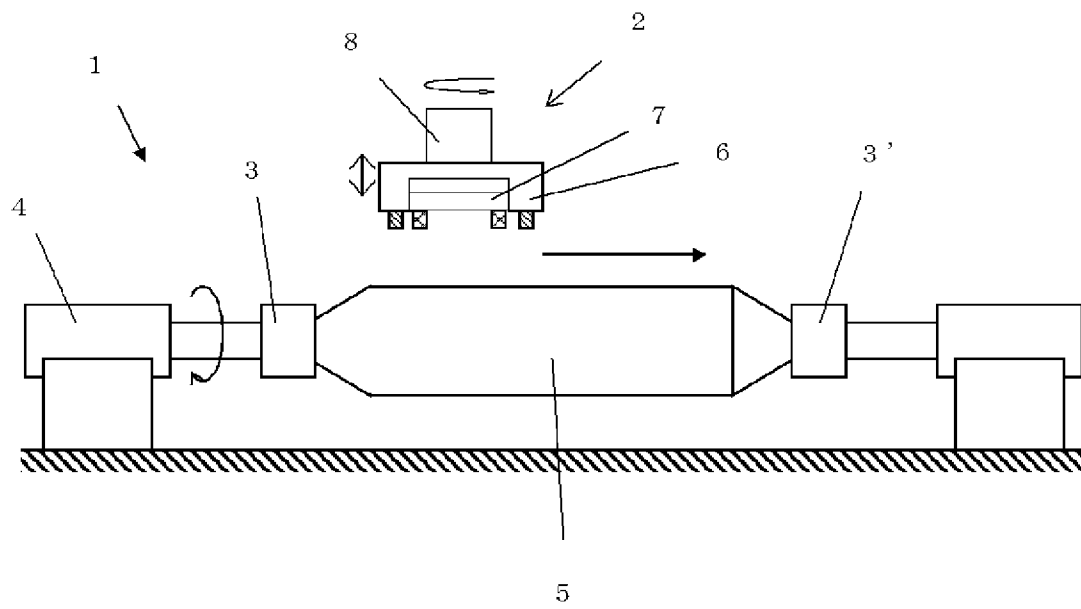
[請求項2] 前記粗研削ホイールに対する前記精研削ホイールの突出し量を調整する突出し量調整手段を有するものであることを特徴とする請求項1に記載のインゴットの研削装置。

[請求項3] 前記研削手段のうち、少なくとも前記精研削ホイールにクーラントを供給するクーラント供給手段を有するものであることを特徴とする請求項1又は請求項2に記載のインゴットの研削装置。

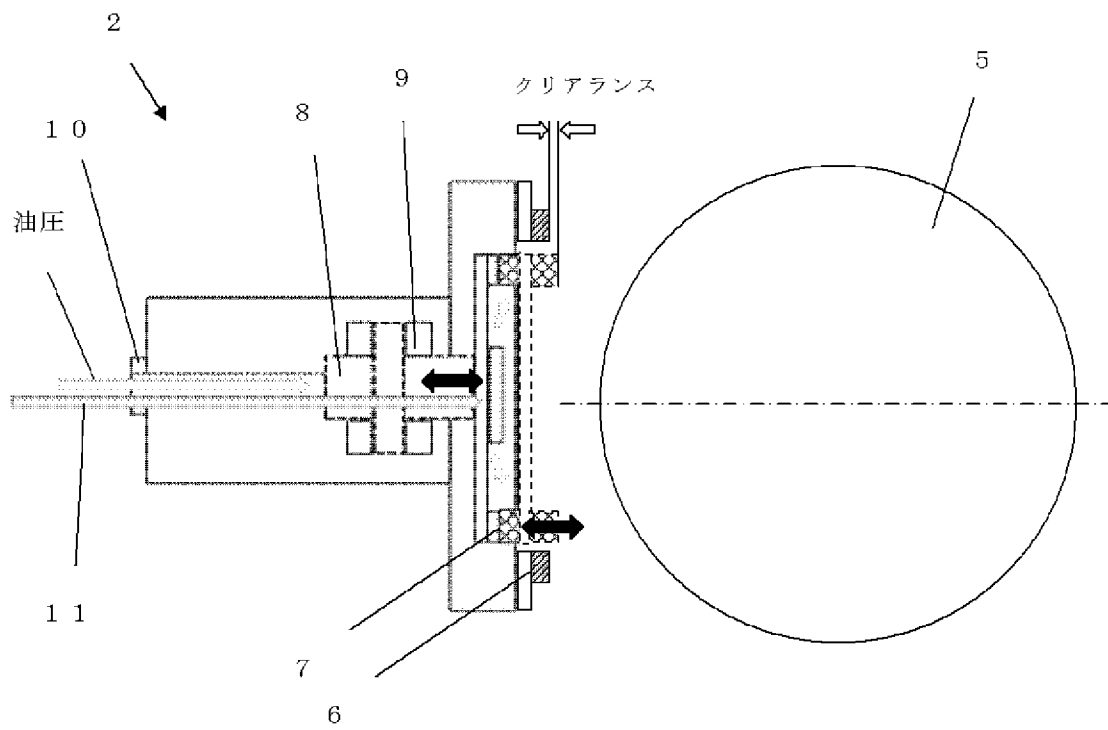
[請求項4] 前記研削手段が前記インゴットの外周面に当接する位置を調整する位置調整手段を有し、該位置調整手段は、前記インゴットを円筒研削

する際には前記インゴットの中心と前記精研削ホイールの研削面の中心とが一致する位置に調整し、前記インゴットを平面研削する際には前記インゴットの中心と前記スピンドルの軸が一致する位置に調整するものであることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 3 のいずれか 1 項に記載のインゴットの研削装置。

[図1]

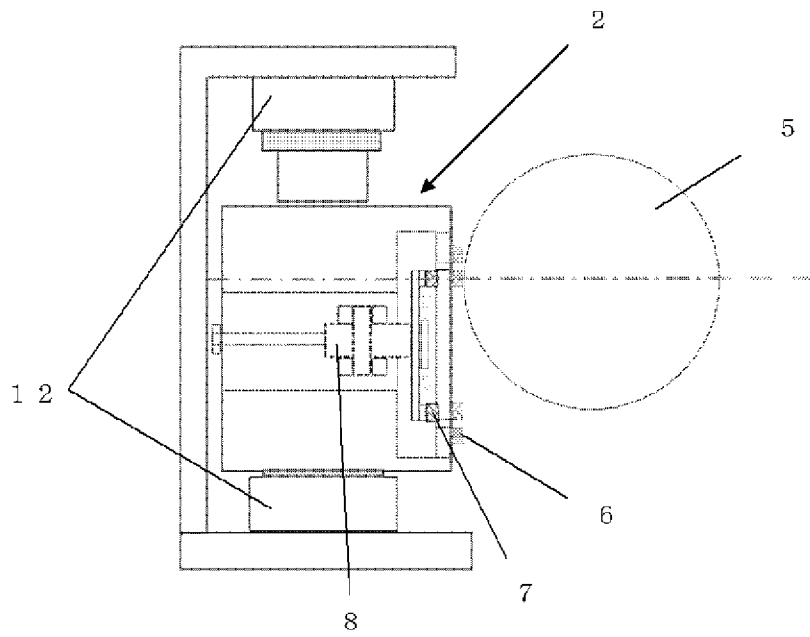


[図2]

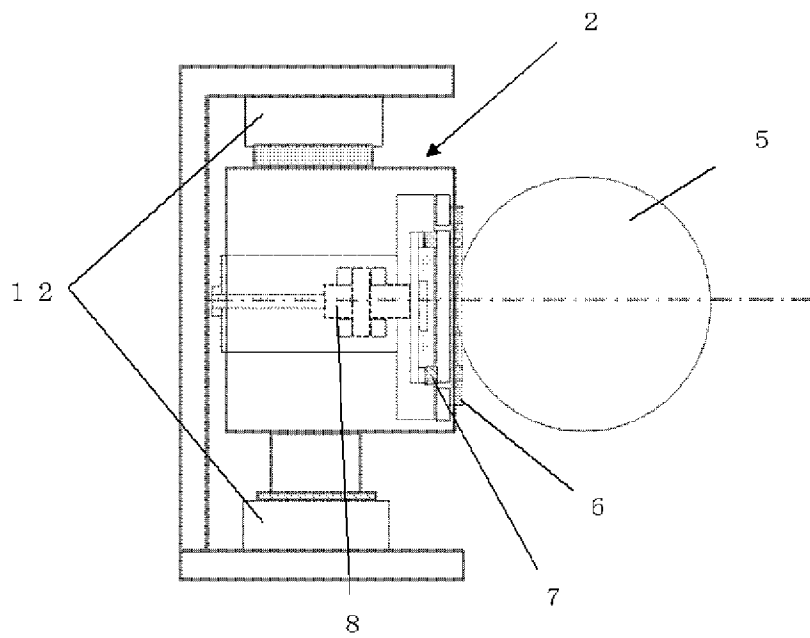


[図3]

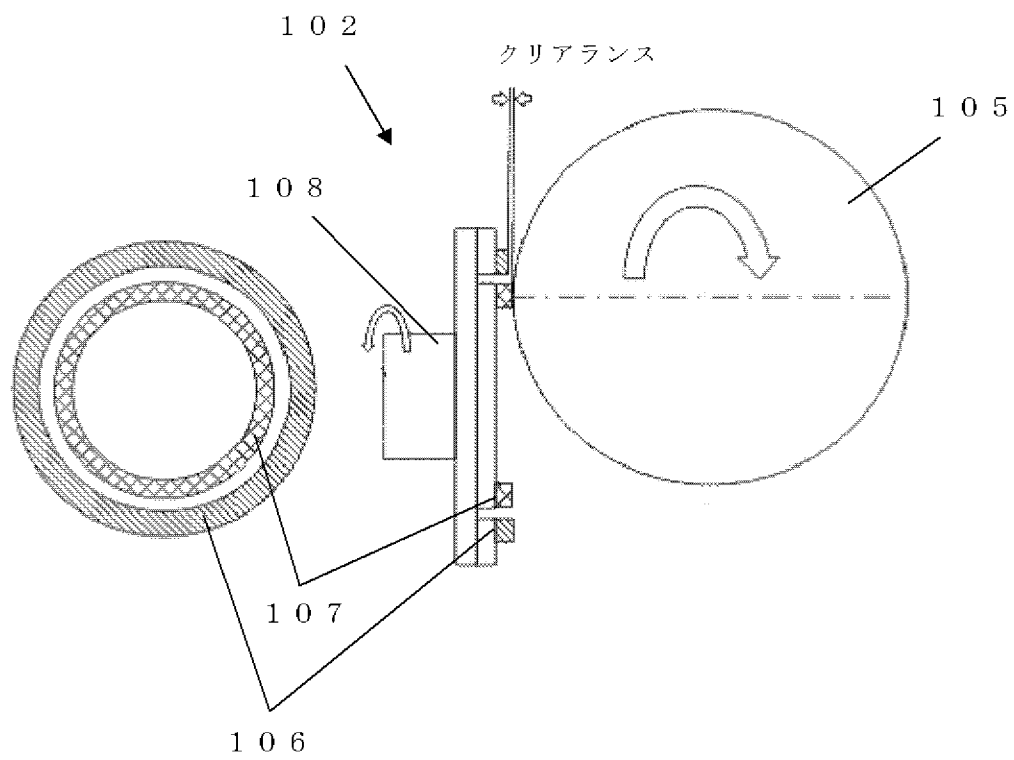
(A)



(B)



[図4]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/004952

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B24B5/04(2006.01)i, B24B5/37(2006.01)i, B24B47/22(2006.01)i, B24D7/14
(2006.01)i, B24D7/16(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)

B24B5/04, B24B5/37, B24B47/22, B24D7/14, B24D7/16

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	1996-2010
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2010	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2010

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	JP 11-291145 A (Shin-Etsu Handotai Co., Ltd.), 26 October 1999 (26.10.1999), entire text; all drawings (Family: none)	1-4
Y	JP 1-34651 A (Disco Inc.), 06 February 1989 (06.02.1989), entire text; all drawings (Family: none)	1-4
Y	JP 1-257555 A (Toshiba Corp.), 13 October 1989 (13.10.1989), entire text; all drawings (Family: none)	1-4

☒ 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
19 August, 2010 (19.08.10)

Date of mailing of the international search report
31 August, 2010 (31.08.10)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/004952

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 2002-1404 A (Kawasaki Steel Corp.), 08 January 2002 (08.01.2002), paragraphs [0014] to [0016]; fig. 1 to 2 (Family: none)	4 1-3
Y A	JP 9-230611 A (Konica Corp.), 05 September 1997 (05.09.1997), paragraphs [0018] to [0019]; fig. 1 (Family: none)	4 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. B24B5/04(2006.01)i, B24B5/37(2006.01)i, B24B47/22(2006.01)i, B24D7/14(2006.01)i, B24D7/16(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（I P C））

Int.Cl. B24B5/04, B24B5/37, B24B47/22, B24D7/14, B24D7/16

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	1971-2010年
日本国実用新案登録公報	1996-2010年
日本国登録実用新案公報	1994-2010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	JP 11-291145 A （信越半導体株式会社） 1999. 10. 26, 全文, 全図 （ファミリーなし）	1-4
Y	JP 1-34651 A （株式会社ディスコ） 1989. 02. 06, 全文, 全図 （ファミリーなし）	1-4
Y	JP 1-257555 A （株式会社東芝） 1989. 10. 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

19.08.2010

国際調査報告の発送日

31.08.2010

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）

橋本 卓行

3 C

3747

電話番号 03-3581-1101 内線 3324

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 A	JP 2002-1404 A (川崎製鉄株式会社) 2002.01.08, 【0014】 - 【0016】, 図 1-2 (ファミリーなし)	4 1-3
Y A	JP 9-230611 A (コニカ株式会社) 1997.09.05, 【0018】 - 【0019】, 図 1 (ファミリーなし)	4 1-3