

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2012-104631

(P2012-104631A)

(43) 公開日 平成24年5月31日(2012.5.31)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
H 0 1 L 21/304 (2006.01)	H 0 1 L 21/304 6 O 1 Z	3 C 0 5 8
B 2 4 B 27/06 (2006.01)	B 2 4 B 27/06 J	3 C 0 6 9
B 2 8 D 1/24 (2006.01)	B 2 8 D 1/24	5 F 0 5 7

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2010-251483 (P2010-251483)	(71) 出願人	391011102
(22) 出願日	平成22年11月10日 (2010.11.10)		株式会社岡本工作機械製作所
			群馬県安中市郷原2993番地
		(72) 発明者	中山 浩
			神奈川県大和市桜森1丁目6番15号 株
			式会社エム・シー・エス内
		(72) 発明者	小林 一雄
			神奈川県横浜市港北区新横浜2丁目4番地
			15 株式会社岡本工作機械製作所半導体
			開発部内
		(72) 発明者	久保 富美夫
			群馬県安中市郷原2993番地 株式会社
			岡本工作機械製作所安中工場内
		Fターム(参考)	3C058 AA04 AB03 CB05
			3C069 AA01 BA04 BB04 CA04 CB02
			最終頁に続く

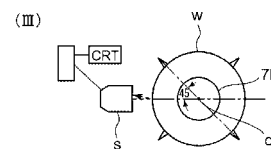
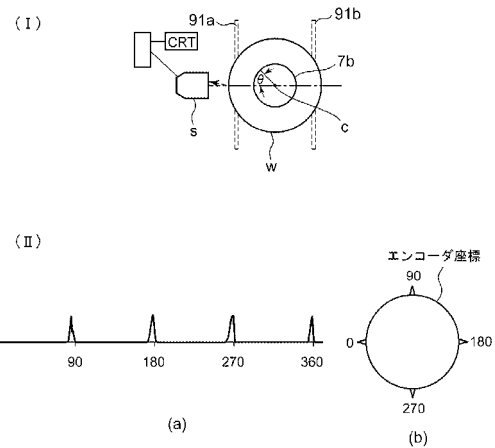
(54) 【発明の名称】 円筒状単結晶シリコンインゴットブロックを四角柱状ブロックに加工する方法

(57) 【要約】

【課題】 面取り加工機上で、円筒状シリコンインゴットブロックの結晶方位を正確に検知する方法の提供。

【解決手段】 レーザ光反射型変位センサsを用い、クランプ装置7に挟持された円筒状シリコンインゴットブロックwをC軸周りに一回転（0から360度）させてエンコーダ回転角度（ θ ）と4つのパルスピーク高さの相関図を表し、そのうちの1つのパルスピーク高さを示す回転角度（ θ ）をエンコーダにおける45度位置に回転して回転切断刃に対する切断開始角度と決定する。

【選択図】 図3



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

円筒状単結晶シリコンインゴットブロックをその回転 C 軸廻りに回転させる機能を有するエンコーダ付き主軸台と芯押台とよりなるクランプ装置に挟持し、

前記挟持された円筒状単結晶シリコンインゴットブロックの前側水平方向に離れて設置した変位センサーよりレーザー光を円筒状単結晶シリコンインゴットブロックの C 軸に向けて照射し、クランプ装置の主軸台のモータによる C 軸回転角度（0～360 度）をエンコーダで読み取りながら C 軸 1 回転させる円筒状単結晶シリコンインゴットブロックの回転を行い、各回転角度とパルスピークの相関図を表示させ、

表示された 4 つの高いパルスピークを示すエンコーダ回転角度のどれか 1 つの角度（ θ ）を選択し、この角度（ θ ）が回転切断刃の径方向面に対するエンコーダ回転角度 45 度の位置に位置するよう C 軸を回転させて円筒状単結晶シリコンインゴットブロックの切断開始位置となる結晶方位の位置を固定し、

ついで、回転する回転切断刃と前記クランプ装置を搭載するワークテーブルの左右方向の相対移動により回転切断刃による円筒状単結晶シリコンインゴットブロックの切断加工を開始することを特徴とする、

回転切断刃面に対する円筒状単結晶シリコンインゴットブロックの結晶方位の位置合わせ方法。

【請求項 2】

次の工程を経て円筒状単結晶シリコンインゴットブロックを四角柱状単結晶シリコンインゴットブロックの形状に面取り加工する方法。

（1）円筒状単結晶シリコンインゴットブロックをその回転 C 軸廻りに回転させる機能を有するエンコーダ付き主軸台と芯押台とよりなるクランプ装置に挟持する。

（2）前記挟持された円筒状単結晶シリコンインゴットブロックの前側に離れて設置した変位センサーよりレーザー光を円筒状単結晶シリコンインゴットブロックの C 軸に向けて照射し、クランプ装置の主軸台のモータによる C 軸回転角度をエンコーダで読み取りながら C 軸を 1 回転させ、回転角度とパルスピークの相関図を表示させる。

（3）表示された 4 つの高いパルスピークを示すエンコーダ回転角度のどれか 1 つの角度（ θ ）を選択し、この角度（ θ ）が回転切断刃の径方向面に対するエンコーダ回転角度 45 度の位置に位置するよう C 軸を回転させて円筒状単結晶シリコンインゴットブロックの切断開始位置となる結晶方位の位置を固定する。

（4）回転する一対の回転切断刃の方向にクランプ装置を搭載するワークテーブルを移動させて前記一対の回転切断刃による円筒状単結晶シリコンインゴットブロックの前後面の切断加工を行う。

（5）円筒状単結晶シリコンインゴットブロックの C 軸を 90 度回転させる。

（6）回転する一対の回転切断刃の方向にクランプ装置を搭載するワークテーブルを移動させて前記一対の回転切断刃による円筒状単結晶シリコンインゴットブロックの前後面の切断加工を行い、四角柱状単結晶シリコンインゴットブロックを得る。

（7）一対のカップホイール型粗研削砥石間にクランプ装置を搭載するワークテーブルを移動させ、回転している上記四角柱状単結晶シリコンインゴットブロックの四隅 R コーナー部を回転している前記一対のカップホイール型粗研削砥石で円筒研削する。

（8）上記円筒研削された四角柱状単結晶シリコンインゴットブロックの C 軸を回転させて一対のカップホイール型粗研削砥石の刃径方向の面に対する切断開始 C 軸位置 45 度位置に固定する。

（9）回転している前記一対のカップホイール型粗研削砥石間にクランプ装置を搭載するワークテーブルを移動させ、一対のカップホイール型粗研削砥石を前進させて四角柱状単結晶シリコンインゴットブロックの前後面に切り込みを掛けつつワークテーブルの移動により四角柱状単結晶シリコンインゴットブロックの前後面の面取り加工を行う。

（10）四角柱状単結晶シリコンインゴットブロックの C 軸を 90 度回転させて一対のカップホイール型粗研削砥石の刃径方向面に対する四角柱状単結晶シリコンインゴットブ

10

20

30

40

50

ロックの加工側面位置を固定する。

(11) 回転している前記一对のカップホイール型粗研削砥石間にクランプ装置を搭載するワークテーブルを移動させ、一对のカップホイール型粗研削砥石をC軸方向に前進させて四角柱状単結晶シリコンインゴットブロックの前後面に切り込みを掛けつつワークテーブルの移動により四角柱状単結晶シリコンインゴットブロックの前後面の面取り加工を行なう粗面取り加工を行う。

(12) 粗面取り加工された四角柱状単結晶シリコンインゴットブロックのC軸を回転させて一对のカップホイール型仕上げ研削砥石の刃径方向の面に対する切断開始C軸位置45度位置に固定する。

(13) 回転している前記一对のカップホイール型仕上げ研削砥石間にクランプ装置を搭載するワークテーブルを移動させ、一对のカップホイール型仕上げ研削砥石をC軸方向に前進させて四角柱状単結晶シリコンインゴットブロックの前後面に切り込みを掛けつつワークテーブルの移動により四角柱状単結晶シリコンインゴットブロックの前後面の面取り加工を行う。

(14) 四角柱状単結晶シリコンインゴットブロックのC軸を90度回転させて一对のカップホイール型仕上げ研削砥石の刃径方向の面に対する四角柱状単結晶シリコンインゴットブロックの加工側面位置を固定する。

(15) 回転している前記一对のカップホイール型仕上げ研削砥石間にクランプ装置を搭載するワークテーブルを移動させ、一对のカップホイール型仕上げ研削砥石をC軸方向に前進させて四角柱状単結晶シリコンインゴットブロックの前後面に切り込みを掛けつつワークテーブルの移動により四角柱状単結晶シリコンインゴットブロックの前後面の面取り加工を行なう仕上げ面取り加工を行う。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明の1は、円筒状単結晶シリコンインゴットブロックをその回転C軸廻りに回転させる機能を有するエンコーダ付き主軸台と芯押台とよりなるクランプ装置に挟持し、回転切断刃（ダイソー、内周刃、外周刃など）によりその四側面を削ぎ落とす切断を行って四角柱状ブロックに加工する際の、回転切断刃面に対する円筒状単結晶シリコンインゴットブロックの結晶方位合わせ方法に関する。本発明の2は、前記円筒状単結晶シリコンインゴットブロックの結晶方位合わせを行った後に、一对の回転切断刃で円筒状単結晶シリコンインゴットブロックの四側面を削ぎ落として加工された四角柱状ブロックの四側面および四隅Rコーナー部を面取り加工し、次工程のマルチ・ワイヤーソウによる薄厚の基板へのスライス加工時にチッピングを生じることのない四角柱状単結晶シリコンインゴットブロックに加工する方法に関わる。

【背景技術】

【0002】

半導体基板に用いられる円板状単結晶シリコン基板や太陽発電電池の基板に用いられる四角形状単結晶シリコン基板の原材料の円筒状インゴットブロックは、チョクラルスキー法（CZ法）により育成した単結晶シリコンインゴットのC軸両端面を切り落とし、ついで、回転させる機能を有する主軸台と芯押台とよりなるクランプ装置に挟持し、円筒研削して外周面の皴状の凹凸を取り除き、さらに、長さ250mm、500mmの長さに内周刃で切断、あるいはワイヤーカットされて外周面平滑円筒状単結晶シリコンインゴットブロックとして市販される。

【0003】

この外周面平滑円筒状単結晶シリコンインゴットブロックは、次の工程のマルチ・ワイヤーソウによる薄厚の基板へのスライス加工に供せられる。あるいは、インゴットブロック製造メーカーから太陽電池基板製造メーカーに供給され、四側面を削ぎ落として加工された四角柱状ブロックの四側面および四隅コーナー部を面取り加工し、次工程のマルチ・ワイヤーソウによる薄厚の基板へのスライス加工ステージへ供給される。

【0004】

単結晶シリコンインゴットの有効使用率を高くするため、前記単結晶シリコンインゴットからシリコンブロックに切断されるに先立って、あるいは、マルチ・ワイヤーソウでスライス加工するに先立って円筒状単結晶シリコンインゴットの結晶方位を検知することが必要となる。

【0005】

再公表2005/076333号公報（特許文献1）は、チョクラルスキー法（CZ法）により育成した単結晶シリコンインゴットのC軸両端面を切り落とし、ついで、回転させる機能を有する主軸台と芯押台とよりなるクランプ装置に挟持し、円筒研削して外周面の皴状の凹凸を取り除き、得られた外周面平滑円板状単結晶シリコンインゴットのC軸垂直方向の結晶方位を赤外線検出器で読み取り、解析ピークを基に結晶方位を赤いマーカーペンで線を引いて特定し、この赤い特定マークに沿ってダイソーで複数のブロックに切断する方法を開示する。

10

【0006】

また、特開2009-233819号公報は、チョクラルスキー法（CZ法）により育成した単結晶シリコンインゴットのC軸両端面を切り落とし、ついで、回転させる機能を有する主軸台と芯押台とよりなるクランプ装置に挟持し、円筒研削して外周面の皴状の凹凸を取り除き、得られた外周面平滑円板状単結晶シリコンインゴットのC軸垂直方向の結晶方位をX線解析機器で読み取り、この結晶方位線を基準に赤いマークを付し、ついで、砥石によりこの赤いマーク線に沿ってオリエンテーションフラットおよび／またはノッチ加工し、ついで、マルチ・ワイヤーソウによる薄厚の基板へのスライス加工に供することを開示する。

20

【0007】

また、本願特許出願人は、特願2010-131606号明細書（特許文献3、未公開）で、円筒状シリコンインゴットブロックを主軸台と芯押台とからなるクランプ装置に挟持し、シリコンインゴットブロックの回転軸心（C軸）を挟んで左側方向から右側方向に向かって一对の回転切断刃、一对のカップホイール型粗研削砥石、一对のカップホイール型仕上げ研削砥石を配置したシリコンインゴットブロックの複合面取り加工装置を提案した。図1と図2にこのシリコンインゴットブロックの複合面取り加工装置1の平面図および正面図を示す。図1および図2において、2はベース、3は案内レール、4はワークテーブル、7aは主軸台、7bは芯押台、8はインゴットブロックローディング／アンローディングステージ、13はワークの搬入／搬出装置、90は円筒状インゴットブロックの四側面切断ステージ、11は四角柱状インゴットブロックの第一の四隅コーナー円筒研削加工および第一の四側面面取り加工ステージ、10は四角柱状インゴットブロックの第二の四隅コーナー円筒研削加工および第二の四側面面取り加工ステージ、である。この図では、11を粗研削加工ステージに、10を仕上げ研削加工ステージに設けた。7bは主軸台、7aは心押台、wはシリコンインゴットブロック、11g、11gはカップホイール型粗研削砥石、10g、10gはカップホイール型仕上げ研削砥石、10a、11aは砥石軸、91a、91bは回転切断刃である。

30

【0008】

上記複合面取り加工装置1を用い、赤いマークの結晶方向線を目安にして円筒状単結晶シリコンインゴットブロックwをクランプ装置7に挟持し、このクランプ装置を搭載するワークテーブル4を回転している回転切断刃91a、91b方向（左方向）に移動させ、先ず両側面（前後面）を切断する。

40

【0009】

ついで、クランプ装置の主軸台のモータによりシリコンインゴットブロックwのC軸を90度回転し、未切断の円弧状の前後面が回転切断刃91a、91bで切断可能な面方向に向け、ついで、クランプ装置7を搭載するワークテーブル4を逆回転している回転切断刃91a、91b方向（右方向）に移動させ、角柱状単結晶シリコンインゴットブロックに切断加工する。あるいは、クランプ装置の主軸台のモータによりシリコンインゴットプロ

50

ックwのC軸を90度回転し、クランプ装置7を搭載するワークテーブル4を逆回転している回転切断刃91a, 91b方向(右方向)に移動させ、未切断の円弧状の前後面が回転切断刃91a, 91bで切断可能な面方向に向け、ついで、クランプ装置7を搭載するワークテーブル4を回転切断刃91a, 91bの右端方向(右方向)に移動させ、切断開始位置に戻し、再び、ワークテーブル4を回転している回転切断刃91a, 91b方向(左方向)に移動させ角柱状単結晶シリコンインゴットブロックに切断加工する。

【0010】

切断加工された上記角柱状単結晶シリコンインゴットブロックは、マルチ・ワイヤソウで薄肉の基板にスライス切断する際、四隅コーナー部でチップングが生じやすいので、これを防ぐため、次いで、一对の粗研削砥石11g, 11gで先ず四隅Rコーナー部を円筒研削した後、四側面を同一の粗研削砥石11g, 11gで面取り加工する。さらに、仕上げ研削砥石10g, 10gで先ず四隅Rコーナー部を円筒研削した後、四側面を同一の仕上げ研削砥石10g, 10gで面取り加工する。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0011】

【特許文献1】再公表2005/076333号公報

【特許文献2】特開2009-233819号公報

【特許文献3】特願2010-131606号明細書(未公開)

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0012】

上記複合面取り加工装置1のクランプ装置に市販の2~5mm太さの赤いマーク線が施された円筒状単結晶シリコンインゴットブロックを挟持(クランプ)する際、赤いマーク線が太いので、インゴットブロックの結晶方位にもっと正確にインゴットブロックを挟持する検知手段を取り付けろという要求がインゴットブロック製造メーカよりあった。半導体シリコン基板の閑散期で太陽発電電池基板の生産繁忙期には、赤いマークを付さない円筒状単結晶シリコンインゴットブロックを持ち込む販売メーカあるいは太陽電池製造メーカも一部いるのでシリコンインゴットブロック製造メーカにとっては切実な問題であるとのことであった。

【0013】

本願発明者らは、円筒状単結晶シリコンインゴット製造時に、円形断面方向の90度交差4箇所結晶突起が発生し、半導体基板用とインゴットブロック加工時に裂き図チップング発生防止の目的でこの4箇所の結晶突起を切削削除してから円筒研削するインゴットブロック製造メーカがいることに着目し、パナソニック電気SUNX株式会社製“レーザーマーカーマイクロスコプ HL-C108F-BK”(商品名)を用いることにより結晶方位の4つのピークを特定できると着想し、発明に到った。

【課題を解決するための手段】

【0014】

本発明の請求項1は、

円筒状単結晶シリコンインゴットブロックをその回転C軸廻りに回転させる機能を有するエンコーダ付き主軸台と芯押台とよりなるクランプ装置に挟持し、

前記挟持された円筒状単結晶シリコンインゴットブロックの前側水平方向に離れて設置した変位センサーよりレーザー光を円筒状単結晶シリコンインゴットブロックのC軸に向けて照射し、クランプ装置の主軸台のモータによるC軸回転角度(0~360度)をエンコーダで読み取りながらC軸1回転させる円筒状単結晶シリコンインゴットブロックの回転を行い、各回転角度とパルスピークの相関図を表示させ、

表示された4つの高いパルスピークを示すエンコーダ回転角度のどれか1つの角度(θ)を選択し、この角度(θ)が回転切断刃の径方向面に対するエンコーダ回転角度45度の位置に位置するようC軸を回転させて円筒状単結晶シリコンインゴットブロックの切断

開始位置となる結晶方位の位置を固定し、

ついで、回転する回転切断刃と前記クランプ装置を搭載するワークテーブルの左右方向の相対移動により回転切断刃による円筒状単結晶シリコンインゴットブロックの切断加工を開始することを特徴とする、

回転切断刃面に対する円筒状単結晶シリコンインゴットブロックの結晶方位の位置合わせ方法を提供するものである。

【0015】

本発明の請求項2は、次の工程を経て円筒状単結晶シリコンインゴットブロックを四角柱状単結晶シリコンインゴットブロックに面取り加工する方法を提供するものである。

(1) 円筒状単結晶シリコンインゴットブロックをその回転C軸廻りに回転させる機能を有するエンコーダ付き主軸台と芯押台とよりなるクランプ装置に挟持する。

(2) 前記挟持された円筒状単結晶シリコンインゴットブロックの前側に離れて設置した変位センサーよりレーザー光を円筒状単結晶シリコンインゴットブロックのC軸に向けて照射し、クランプ装置の主軸台のモータによるC軸回転角度をエンコーダで読み取りながらC軸1回転(360度)回転させ、回転角度とパルスピークの相関図を表示させる。

(3) 表示された4つのパルスピークを示すエンコーダ回転角度のどれか1つの角度(θ)を選択し、この角度が回転切断刃径方向面に対するエンコーダ回転角度45度の位置(切断開始C軸位置)に位置するようにC軸を回転させて円筒状単結晶シリコンインゴットブロックの結晶方位位置を固定する。

(4) 回転する一対の回転切断刃の方向にクランプ装置を搭載するワークテーブルを移動させて前記一対の回転切断刃による円筒状単結晶シリコンインゴットブロックの前後面の切断加工を行う。

(5) 円筒状単結晶シリコンインゴットブロックのC軸を90度回転させる。

(6) 回転する一対の回転切断刃の方向にクランプ装置を搭載するワークテーブルを移動させて前記一対の回転切断刃による円筒状単結晶シリコンインゴットブロックの前後面の切断加工を行い、四角柱状単結晶シリコンインゴットブロックを得る。

(7) 一対のカップホイール型粗研削砥石間にクランプ装置を搭載するワークテーブルを移動させ、回転している上記四角柱状単結晶シリコンインゴットブロックの四隅Rコーナー部を回転している前記一対のカップホイール型粗研削砥石で円筒研削する。

(8) 上記円筒研削された四角柱状単結晶シリコンインゴットブロックのC軸を回転させて一対のカップホイール型粗研削砥石の刃径方向の面に対する切断開始C軸位置45度位置に固定する。

(9) 回転している前記一対のカップホイール型粗研削砥石間にクランプ装置を搭載するワークテーブルを移動させ、一対のカップホイール型粗研削砥石を前進させて四角柱状単結晶シリコンインゴットブロックの前後面に切り込みを掛けつつワークテーブルの移動により四角柱状単結晶シリコンインゴットブロックの前後面の面取り加工を行う。

(10) 四角柱状単結晶シリコンインゴットブロックのC軸を90度回転させて一対のカップホイール型粗研削砥石の刃径方向面に対する四角柱状単結晶シリコンインゴットブロックの加工側面位置を固定する。

(11) 回転している前記一対のカップホイール型粗研削砥石間にクランプ装置を搭載するワークテーブルを移動させ、一対のカップホイール型粗研削砥石をC軸方向に前進させて四角柱状単結晶シリコンインゴットブロックの前後面に切り込みを掛けつつワークテーブルの移動により四角柱状単結晶シリコンインゴットブロックの前後面の面取り加工を行なう粗面取り加工を行う。

(12) 粗面取り加工された四角柱状単結晶シリコンインゴットブロックのC軸を回転させて一対のカップホイール型仕上げ研削砥石の刃径方向の面に対する切断開始C軸位置45度位置に固定する。

(13) 回転している前記一対のカップホイール型仕上げ研削砥石間にクランプ装置を搭載するワークテーブルを移動させ、一対のカップホイール型仕上げ研削砥石をC軸方向に前進させて四角柱状単結晶シリコンインゴットブロックの前後面に切り込みを掛けつつ

10

20

30

40

50

ワークテーブルの移動により四角柱状単結晶シリコンインゴットブロックの前後面の面取り加工を行う。

(14) 四角柱状単結晶シリコンインゴットブロックのC軸を90度回転させて一对のカップホイール型仕上げ研削砥石の刃径方向の面に対する四角柱状単結晶シリコンインゴットブロックの加工側面位置を固定する。

(15) 回転している前記一对のカップホイール型仕上げ研削砥石間にクランプ装置を搭載するワークテーブルを移動させ、一对のカップホイール型仕上げ研削砥石をC軸方向に前進させて四角柱状単結晶シリコンインゴットブロックの前後面に切り込みを掛けつつワークテーブルの移動により四角柱状単結晶シリコンインゴットブロックの前後面の面取り加工を行なう仕上げ面取り加工を行う。

10

【発明の効果】

【0016】

クランプ装置に挟持された円筒状単結晶シリコンインゴットブロックの結晶方位が正確に検知できるので、各々のバッチ生産された仕上げ面取り加工四角柱状単結晶シリコンインゴットブロックの単結晶シリコンの結晶方位も一定したものが得られる。よって、これら仕上げ面取り加工四角柱状単結晶シリコンインゴットブロックをマルチ・ワイヤソウでスライス加工されて得られる各々のバッチより得られた基板の結晶方位も一定したものが得られるので、後加工の裏面研削加工や研磨加工、プリント配線加工などに一々基板の結晶方位が一致しているかの検査が不要となる。

【0017】

20

特願2010-131606号明細書(特許文献3)に開示される複合面取り加工装置を用い、円筒状単結晶シリコンインゴットブロックの四側面切断加工、四隅Rコーナー部円筒研削による面取り加工、四側面研削加工による面取り加工がそれぞれ一对のツール(加工工具)により行われるので、市販の四角柱状単結晶シリコンインゴットブロックの製造機械と比較すると、1本の四角柱状単結晶シリコンインゴットブロックの製造時間を1/4または1/2以下の時間に短縮できる。

【図面の簡単な説明】

【0018】

【図1】図1は複合面取り加工装置の平面図である。

【図2】図2は複合面取り加工装置の正面図である。

30

【図3】図3は円筒状単結晶シリコンインゴットブロックの結晶方向位置の検出、位置決めフローを面取り加工装置の右側面側から示した図である。

【図4】図4は複合面取り加工装置を用いて円筒状単結晶シリコンインゴットブロックを面取り加工するフローを面取り加工装置の右側面側から示した図である。

【発明を実施するための形態】

【0019】

図1および図2に示すインゴットブロックの複合面取り加工装置1は、

a) 機枠2上に左右方向に設けられた案内レール上を左右方向に往復移動できるように設けられたワークテーブル4、

b) このワークテーブル4上に左右に分離して搭載された主軸台7aと芯押台7bの一对よりなるクランプ装置7、

40

c) 前記クランプ装置に支架されたワークを載せた前記ワークテーブルを左右方向に往復移動させる駆動機構、

d) 前記ワークテーブル4を正面側から直角に見る方向であって、かつ、左側方向より右側方向へ向かって、

e) 前後移動可能および上下昇降可能な砥石軸の一对に軸承されたカップホイール型砥石11g, 11gの一对をその砥石面が相対向するようにワークテーブルを挟んでワークテーブル前後に設けられた粗研削ステージ11であって、前記一对のカップホイール型砥石の砥石径はワークの対角線長さより共に大きい直径を示し、かつ、一方のカップホイール型砥石の径は他方のカップホイール型砥石の径より5~20mm短い、

50

f) 前記粗研削ステージの右横側に平行に設けた、前後移動可能および上下昇降可能な砥石軸の一对に軸承されたカップホイール型砥石の一对 10 g, 10 g をその砥石面が相対向するようにワークテーブルを挟んでワークテーブル前後に設けられた仕上げ研削ステージ、

g) 上記仕上げ研削ステージの右横側位置であって前記ワークテーブル上に左右に分離して搭載された前記主軸台と芯押台よりなるクランプ装置にワークの移出入を可能とする開口部を備えるロードポート 8、

および

i) 複合面取り加工装置 1 の左端面に前記ワークテーブルの左右移動案内レールを延長して設けるとともに、ワークテーブルを搭載するクランプ装置の主軸台と芯押台のワーク支持軸を挟んで一对の回転切断刃 91 a, 91 b をその回転刃直径面が相対向するようにワークテーブルを挟んでワークテーブル前後に設けられた四側面剥ぎ加工ステージ 90 を設けた

円筒状インゴットブロックの複合面取り加工装置 1 である。

【0020】

円筒状単結晶シリコンインゴットブロック（ワーク）の結晶方位検出機器のレーザー光反射型変位センサーは、図に示されていないが、図 3 の I) 工程に示されるように、クランプ装置に挟持されたワークの C 軸に対し、同一水平面上にあって、測定されるワークの手前 45 ~ 55 mm 離れた位置に設けられる。このレーザー光反射型変位センサーは、ワークがロードポート 7 に搬入されるときに障害が生じないように、旋回式アームを用いて回動可能に取り付けられる。レーザー光反射型変位センサーは、結晶方位測定時は、前記位置に来るよう下方に回動され、非測定時は、ワークがロードポート 7 に搬入されるときに障害が生じないように上方に回動して測定待機位置に避難するよう複合面取り加工装置 1 に取り付けられる。

【0021】

図 3 の I に示すように、円筒状単結晶シリコンインゴットブロック w を主軸台 7 a と芯押台 7 b とよりなるクランプ装置 7 に挟持する。

【0022】

前記挟持された円筒状単結晶シリコンインゴットブロック w の前側水平方向に離れて設置したレーザー光反射型変位センサー s よりレーザー光を円筒状単結晶シリコンインゴットブロックの C 軸に向けて照射し、クランプ装置の主軸台のモータによる C 軸回転角度をエンコーダで読み取りながら C 軸 1 回転 (360 度) させる円筒状単結晶シリコンインゴットブロックの回転を行い、回転角度とパルスピークの相関図を表示させる (図 3 の I I の a および b 参照)。相関図は横方向にエンコーダの回転角度を、縦方向にパルスのピーク高さを示す相関図 (図 3 の I I の a)、あるいは、エンコーダの C 軸周りの回転角度 (0 度から 360 度) を円状に示し、その円の外周にパルス高さを示す円グラフ相関図 (図 3 の I I b) として表示することができる。

【0023】

結晶方位検知機器としては、パナソニック電気 SUNX 株式会社製 “レーザーマーカー マイクロスコープ HL-C108F-BK” (商品名)、株式会社キエンス製 “レーザー型変位センサー LK-H085” (商品名) とアンプ (LK-G500 “ (商品名) の組み合わせ、レニショウ (Renishaw) 社の S i g n u m エンコーダとパルス発生器を利用する T O N I C システム (商品名) など、回転されているインゴットブロックの結晶方向にレーザー光が当たるとパルス突起 (ピーク) を表示する検知機器が利用できる。

【0024】

パルス周波数は、50 ~ 300 Hz、好ましくは 100 Hz で、波長 248 nm の Kr F エキシマ・レーザー光、波長 308 nm の Xe C l エキシマ・レーザー光が好ましい。結晶方位で反射されたレーザー光は高い反射強度として電子信号により表示画面に呈示される。なお、円筒状単結晶シリコンインゴットブロック w を 0 から 360 度一回転させる

のは、高いピークが4つ、約90度間隔に表示されるデータ結果により結晶方位検知機器が正常に作動していることを作業者が確認することに繋がるからである。

【0025】

表示された4つのパルスピークを示すエンコーダ表示回転角度のどれか1つの角度を選択し、この角度が回転切断刃径方向面に対するエンコーダ回転角度45度の位置（切断開始C軸位置）に位置するようC軸を回転させて円筒状単結晶シリコンインゴットブロックの結晶方位位置を固定する（図3のIII）。選択する角度は、通常、第一のピークを示す角度（ θ ）または第二のピークを示す角度（ θ ）を選択するのがC軸を回転させて45度の位置に固定させる回転角度が小さくて済むので好ましい。

【0026】

上記複合面取り加工装置1を用いてシリコンインゴットブロックの四隅Rコーナー部の円筒研削加工または四側面の面取り加工を行う方法は、次の工程を経て実施される。

【0027】

（1）ロードポート7位置にあるクランプ装置7の主軸台7aと芯押台7bに円筒状単結晶シリコンインゴットブロックを支架（挟持）する。

【0028】

（2）前記挟持された円筒状単結晶シリコンインゴットブロックの前側に50mm離れて設置した変位センサーよりレーザー光を円筒状単結晶シリコンインゴットブロックのC軸に向けて照射し、クランプ装置の主軸台のモータによるC軸回転角度をエンコーダで読み取りながらC軸1回転（0～360度）回転させ、回転角度とパルスピークの相関図を表示させる（図3のII）。

【0029】

（3）表示されたパルスピークの内の4つの高いパルスピークを示すエンコーダ回転角度のどれか1つの角度（ θ ）を選択し、この角度（ θ ）が回転切断刃の径方向面に対するエンコーダ回転角度45度の位置（切断開始C軸位置）に位置するよう主軸台のモータでC軸を回転させて円筒状単結晶シリコンインゴットブロックの結晶方位位置を固定する（図3のIII）。

【0030】

（4）回転する一对の回転切断刃91a, 91bの方向にクランプ装置を搭載するワークテーブル4の左方向移動を続行し、クランプ装置7に挟持（支架）されている角柱状単結晶シリコンインゴットブロックの左端が前記一对の回転切断刃91a, 91bの右端位置に到達したら切断が開始され、クランプ装置7に挟持されている角柱状単結晶シリコンインゴットブロックの右端が前記一对の回転切断刃91a, 91bの左端位置を越えたら円筒状単結晶シリコンインゴットブロックの前後面（前面と後ろ面）の切断加工を終了する。

【0031】

（5）円筒状単結晶シリコンインゴットブロックの前後面の切断加工が終了したら、円筒状単結晶シリコンインゴットブロックのC軸を90度回転させ、前後面の切断加工が終了した円筒状単結晶シリコンインゴットブロックwの結晶方位位置を固定する。

【0032】

（6）逆回転する一对の回転切断刃91a, 91bの方向にクランプ装置7を搭載するワークテーブル4の右方向移動を続行し、クランプ装置7に挟持されている角柱状単結晶シリコンインゴットブロックの右端が前記一对の回転切断刃91a, 91bの左端位置に到達したら切断が開始され、クランプ装置7に挟持されている角柱状単結晶シリコンインゴットブロックの左端が前記一对の回転切断刃91a, 91bの右端位置を越えたら円筒状単結晶シリコンインゴットブロックの前後面の切断加工を終了し、四角柱状単結晶シリコンインゴットブロックを得る。

【0033】

（7）前記クランプ装置7を搭載するワークテーブル4を右方向に移動させ、角柱状単結晶シリコンインゴットブロックwの右端が粗研削加工ステージ11のカップホイール型

10

20

30

40

50

粗研削砥石 11 g, 11 g の左端を越えた位置で前記ワークテーブル 4 の移動を停止させる。

【0034】

(8) 粗研削加工ステージ 11 の一对の砥石軸 92 a, 92 b の一方を上昇、他方を下降させて双方の砥石軸芯間高さを 50 ~ 220 mm とする。

【0035】

(9) 粗研削加工ステージ 11 の一对の砥石軸 92 a, 92 b を C 軸に向かう前進移動を行い、これら砥石軸に軸承されたカップホイール型粗研削砥石 11 g, 11 g 間の距離が四角柱状単結晶シリコンインゴットブロックの四隅 R コーナー部の取り代量 (1 ~ 2 mm) 位置に到達したら前進移動を停止し、ついでこれら砥石軸 92 a, 92 b を回転させ四隅 R コーナー部を摺擦しながらクランプ装置 7 を搭載するワークテーブル 4 を一对のカップホイール型粗研削砥石 11 g, 11 g 間に移動・通過させる円筒粗研削加工を行う。

10

【0036】

(10) 上記円筒粗研削加工された四角柱状単結晶シリコンインゴットブロック w の C 軸を主軸台 7 a のモータにより 45 度回転させて一对のカップホイール型粗研削砥石 11 g, 11 g の刃径方向の面に対する切断開始 C 軸位置 45 度位置に固定する。

【0037】

(11) 回転している前記一对のカップホイール型粗研削砥石 11 g, 11 g 間にクランプ装置を搭載するワークテーブル 4 を移動させ、一对のカップホイール型粗研削砥石 11 g, 11 g を前進させて四角柱状単結晶シリコンインゴットブロックの前後面に切り込みを掛けつつワークテーブル 4 の移動により四角柱状単結晶シリコンインゴットブロックの前後面の粗面取り加工を行う。

20

【0038】

(12) 四角柱状単結晶シリコンインゴットブロックの C 軸を 90 度回転させて一对のカップホイール型粗研削砥石の刃径方向面に対する四角柱状単結晶シリコンインゴットブロックの加工側面位置を固定する。

【0039】

(13) 回転している前記一对のカップホイール型粗研削砥石 11 g, 11 g 間にクランプ装置を搭載するワークテーブル 4 を移動させ、一对のカップホイール型粗研削砥石 11 g, 11 g を C 軸方向に前進させて四角柱状単結晶シリコンインゴットブロックの前後面に切り込みを掛けつつワークテーブルの移動により四角柱状単結晶シリコンインゴットブロックの前後面の粗面取り加工を行う。

30

【0040】

(14) 四側面が粗面取り加工された四角柱状単結晶シリコンインゴットブロック w の C 軸を主軸台 7 a のモータで 45 度回転させて一对のカップホイール型仕上げ研削砥石 10 g, 10 g の刃径方向の面に対する切断開始 C 軸位置 45 度位置に固定する。

【0041】

(15) 前記クランプ装置 7 を搭載するワークテーブル 4 を右方向に移動させ、角柱状単結晶シリコンインゴットブロック w の右端が仕上げ研削加工ステージ 10 のカップホイール型仕上げ研削砥石 10 g, 10 g の左端を越えた位置で前記ワークテーブル 4 の移動を停止させる。

40

【0042】

(16) 仕上げ研削加工ステージ 11 の一对の砥石軸 91 a, 91 b の一方を上昇、他方を下降させて双方の砥石軸芯間高さを 50 ~ 220 mm とする。

【0043】

(17) 仕上げ研削加工ステージ 10 の一对の砥石軸 91 a, 91 b を C 軸に向かう前進移動を行い、これら砥石軸に軸承されたカップホイール型仕上げ研削砥石 10 g, 10 g 間の距離が四角柱状単結晶シリコンインゴットブロックの四隅 R コーナー部の取り代量 (1 ~ 3 μ m) 位置に到達したら前進移動を停止し、ついでこれら砥石軸 91 a, 91 b を回転させ四隅 R コーナー部を摺擦しながらクランプ装置 7 を搭載するワークテーブル 4

50

を一对のカップホイール型仕上げ研削砥石 10 g, 10 g 間に移動・通過させる四隅 R コーナー部円筒仕上げ研削加工を行う。

【0044】

(18) 上記円筒仕上げ研削加工された四角柱状単結晶シリコンインゴットブロック w の C 軸を主軸台 7 a のモータにより 45 度回転させて一对のカップホイール型仕上げ研削砥石 10 g, 10 g の刃径方向の面に対する研削加工開始 C 軸位置の 45 度位置に固定する。

【0045】

(19) 回転している前記一对のカップホイール型仕上げ研削砥石 10 g, 10 g 間にクランプ装置を搭載するワークテーブル 4 を移動させ、一对のカップホイール型仕上げ研削砥石 11 g, 11 g を前進させて四角柱状単結晶シリコンインゴットブロックの前後面に切り込みを掛けつつワークテーブル 4 の移動により四角柱状単結晶シリコンインゴットブロックの前後面の仕上げ面取り加工を行う。

【0046】

(20) 四角柱状単結晶シリコンインゴットブロックの C 軸を 90 度回転させて一对のカップホイール型仕上げ研削砥石の刃径方向面に対する四角柱状単結晶シリコンインゴットブロックの加工側面位置を固定する。

【0047】

(21) 回転している前記一对のカップホイール型仕上げ研削砥石 10 g, 10 g 間にクランプ装置を搭載するワークテーブル 4 を移動させ、一对のカップホイール型仕上げ研削砥石 11 g, 11 g を C 軸方向に前進させて四角柱状単結晶シリコンインゴットブロックの前後面に切り込みを掛けつつワークテーブルの移動により四角柱状単結晶シリコンインゴットブロックの前後面の仕上げ面取り加工を行う。

【0048】

(22) 四側面が仕上げ面取り加工された四角柱状単結晶シリコンインゴットブロック w の下部を搬入・搬送装置 13 の吊り上げチャックの爪で抱いた後、芯押台 7 b を後退させて四角柱状単結晶シリコンインゴットブロック w を宙吊りとし、ロードポート／アンロードポート 8 より複合面取り加工装置 1 外のインゴットブロックストッカー 14 上へ搬送する。

【0049】

なお、ワークである円筒状単結晶シリコンインゴットブロックは、長さが 200 mm、250 mm、500 mm の製品を市場より入手できる。

【産業上の利用可能性】

【0050】

本発明の円筒状単結晶シリコンインゴットブロックの結晶方位検出方法は面取り加工装置の機上で正確に測定できる。よって、各々のバッチ生産された仕上げ面取り加工四角柱状単結晶シリコンインゴットブロックの単結晶シリコンの結晶方位も一定したものが得られる。よって、これら仕上げ面取り加工四角柱状単結晶シリコンインゴットブロックをスライス加工されて得られる各々のバッチより得られた基板の結晶方位も一定したものが得られる。

【符号の説明】

【0051】

- 1 複合面取り加工装置
- C C 軸 (クランプ装置のワーク回転軸)
- w 円筒状単結晶シリコンインゴットブロック (ワーク)
- s レーザー光反射型変位センサー
- 3 案内レール
- 4 ワークテーブル
- 7 クランプ装置
- 7 a 主軸台

10

20

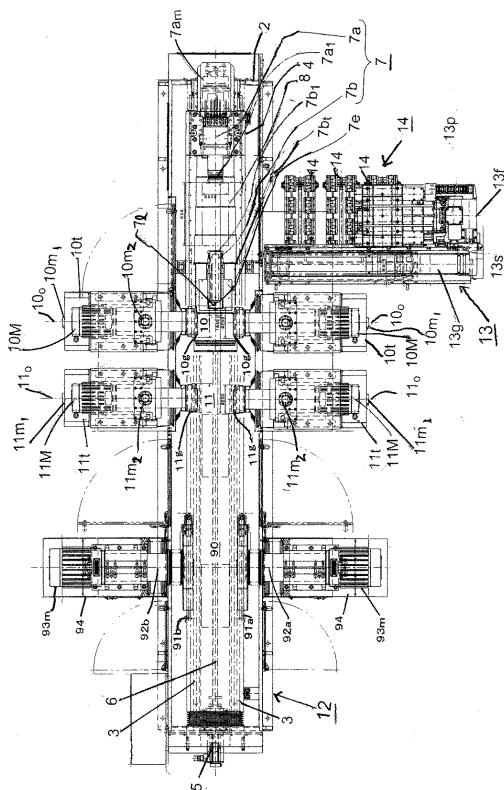
30

40

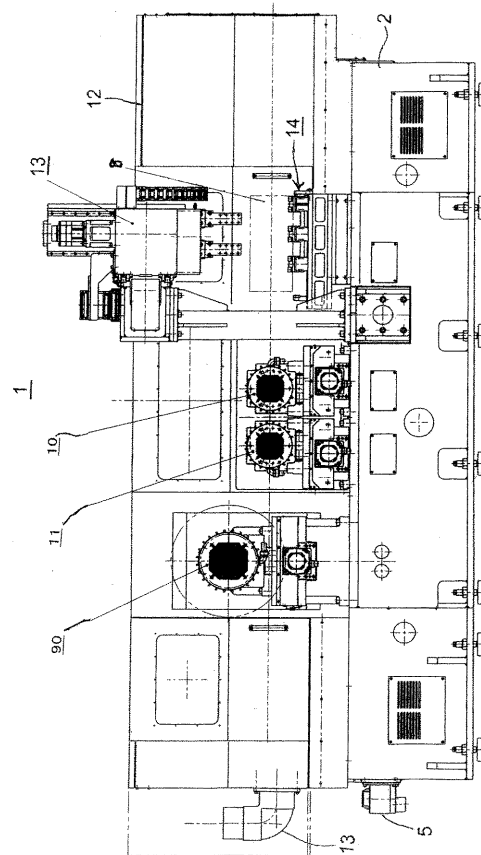
50

- 7 b 心押台
 8 ロードポート／アンロードポート
 10 a, 10 b, 11 a, 11 b 砥石軸
 10 g 仕上げ研削砥石
 11 g 粗研削砥石
 91 a, 91 b 回転切断刃

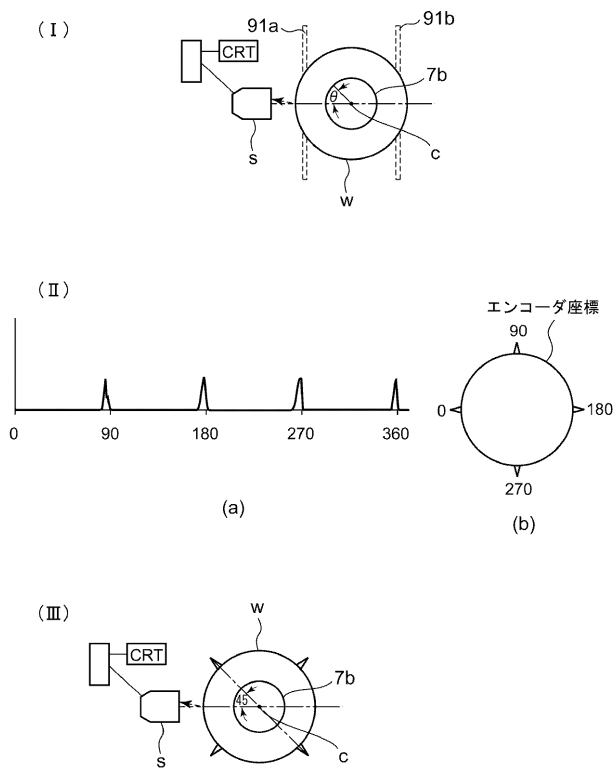
【図 1】



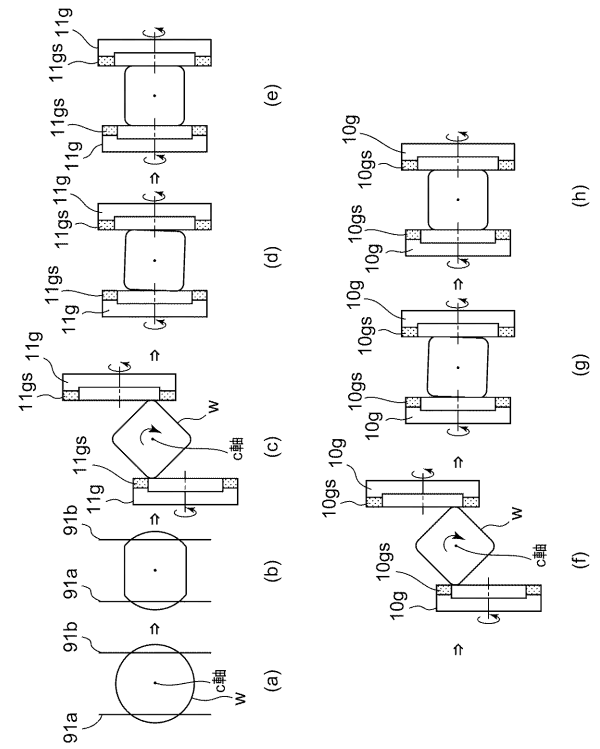
【図 2】



【図 3】



【図 4】



フロントページの続き

Fターム(参考) 5F057 BA01 BB03 CA01 CA05 CA09 DA11 DA17 GB02 GB35