

(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
2012年8月2日(02.08.2012)



(10) 国際公開番号
WO 2012/101837 A1

- (51) 国際特許分類:
B24B 7/16 (2006.01) B24B 29/00 (2006.01)
B24B 7/22 (2006.01) B24D 13/14 (2006.01)
B24B 9/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2011/055358
- (22) 国際出願日: 2011年3月8日(08.03.2011)
- (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 2011-016416 2011年1月28日(28.01.2011) JP
- (71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): 新東工業株式会社(SINTOKOGIO, LTD.) [JP/JP]; 〒4500002 愛知県名古屋市中村区名駅三丁目2番12号 Aichi (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 棚橋 茂(TANAHASHI, Shigeru) [JP/JP]; 〒4901144 愛知県海部郡大治町大字西條字附田71番地の2 新東工業株式会社新東エスピーテックカンパニー大治事業所内 Aichi (JP). 平野 雅雄(HIRANO, Masao) [JP/JP]; 〒4818678 愛知県北名古屋市宇福寺神明51番地 新東工業株式会社新東エスピーテックカンパニー西春事業所内 Aichi (JP).

澤井 将太(SAWAI, Shouta) [JP/JP]; 〒4818678 愛知県北名古屋市宇福寺神明51番地 新東工業株式会社新東エスピーテックカンパニー西春事業所内 Aichi (JP).

(74) 代理人: 山崎 行造, 外(YAMASAKI, Yukuzo et al.); 〒1020093 東京都千代田区平河町二丁目16番1号 平河町森タワー10階 山崎法律特許事務所 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, JP, 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.

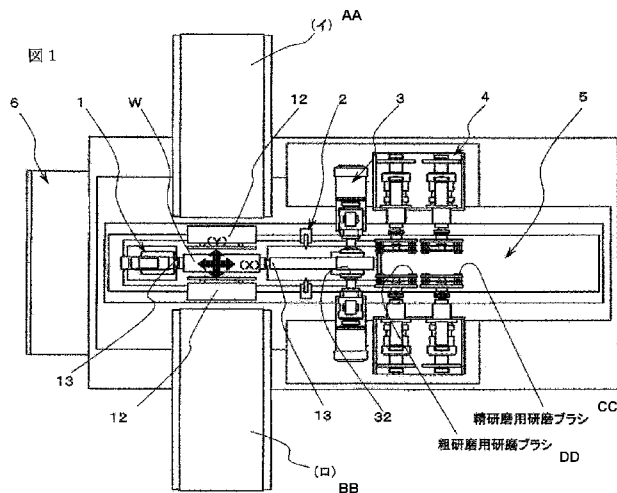
(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT,

[続葉有]

(54) Title: GRINDING/POLISHING DEVICE FOR POLYGONAL COLUMN MEMBER AND GRINDING/POLISHING METHOD

(54) 発明の名称: 多角柱状部材の研削・研磨加工装置および研削・研磨加工方法

[図1]



AA (a)
BB (b)
CC Polishing brush for fine polishing
DD Polishing brush for rough polishing

(57) Abstract: Provided are: a silicon block grinding/polishing device comprising a grinding function capable of grinding a square column-shaped silicon block within tolerance ranges of ± 0.5 mm for the cross-section dimensions thereof and $\pm 0.1^\circ$ for the perpendicular angles thereof, said block having been formed by cutting a silicon ingot using a wire saw, and comprising a polishing function capable of removing micro cracks in the surface layer of the cut silicon block (W); and a processing method therefor. The device comprises: a holding means (1) that holds the silicon block (W); a measuring means (2) that measures the cross-section dimensions of the silicon block (W); a grinding means (3) that grinds the planar sections (F) and the angular sections (C) of the silicon block (W); a polishing means (4) that polishes the planar sections (F) and the angular sections (C) of the silicon block (W) which has completed grinding and removes micro cracks; a transfer means (5) that transfers the holding means (1) holding the silicon block (W), between the measuring means (2), the grinding means (3), and the polishing means (4); and a control means (6) that operates each of the means.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2012/101837 A1

NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI 添付公開書類:
(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, — 国際調査報告 (条約第 21 条(3))
NE, SN, TD, TG).

シリコンインゴットをワイヤソーで切断形成された四角柱状のシリコンブロックの断面寸法を ± 0.5 mm、その角部の直角度を ± 0.1 度、の公差範囲内に加工できる研削機能と、切断形成されたシリコンブロック (W) の表層のマイクロクラックを除去することができる研磨機能を備えたシリコンブロックの研削・研磨加工装置とその加工方法を提供すること。シリコンブロック (W) を把持する把持手段 (1) と、前記シリコンブロック (W) の断面寸法を計測する計測手段 (2) と、前記シリコンブロック (W) の平面部 (F) および角部 (C) を研削する研削手段 (3) と、前記研削加工を終了したシリコンブロック (W) の平面部 (F) および角部 (C) を研磨してマイクロクラックを除去する研磨手段 (4) と、シリコンブロック (W) を把持した前記把持手段 (1) を計測手段 (2)、研削手段 (3)、研磨手段 (4) の間を移送させる移送手段 (5) と、前記各手段を作動させる制御手段 (6) を備える。

明 細 書

発明の名称：

多角柱状部材の研削・研磨加工装置および研削・研磨加工方法

技術分野

[0001] 本発明は、硬脆材料の研削・研磨加工装置および研削・研磨加工方法に関するものであり、更に詳細には、前記被加工物の平面部と角部を研削および研磨する機能を備えた研削・研磨加工装置および研削・研磨加工方法に関するものである。

なお、本発明にかかる装置を使用した研削工程において、該被加工物は所定の規格寸法を有する断面形状に仕上げられ、研磨工程において、該被加工物の表層に存在するマイクロラックが除去されるものである。

背景技術

[0002] 本発明に係る被加工物である硬脆材料には、例えば太陽電池パネルの基体であるシリコンウエハを製造する工程において、シリコンインゴットから切り出されることによって得られるシリコンブロックがある。シリコンブロックは、結晶構造が異なる多結晶および単結晶の二種類が存在する。以下、断面形状が四角形である多結晶および単結晶のシリコンブロックの研削・研磨を例に説明するが、本発明における被加工物の断面形状は、四角形に限られるものでなく四角以上の偶数角から成る多角柱状であっても好適に用いることができる。

[0003] 多結晶シリコンブロックは、溶融原料を成形型に流し込んで立方体形状に成形されたシリコンインゴットの表層部（6面）をバンドソーもしくはワイヤソーにより切断除去したのち、さらに断面を四角形とした角柱状に切断して4平面部を形成するとともに、前記2平面部が互いに直角に交わり角部を形成し、該角部には微小な平面（面取り加工部）が形成されている。

[0004] 単結晶シリコンブロックは、引き上げ法により製造された円柱形状のシリコンインゴットの両端表層部を、該シリコンインゴットの柱軸と直角を成し、

且つ互いに平行となるようにバンドソーもしくはワイヤソーを用いて切断して平端面としたのち、さらに、バンドソーもしくはワイヤソーを用いて4面を夫々が直角を成すように円柱表層部を切断除去する。この際、4面がなす4角部には円柱表層部の一部が微小な円弧面として残るよう加工され、前記切断除去された面が4平面部として形成されている。

- [0005] 次に、シリコンブロックの加工に関する公知技術を要素別に示す。
- [0006] シリコンブロックの保持機構とその回転機構に関し、シリコンブロックの両端（長手方向の両端部）を保持する保持機構と、シリコンブロックの加工部（各平面部と各角部）が加工手段に対向する位置となるように前記保持機構を回転制御する回転機構が備えられていることが特許文献1の段落0021および図6に開示されている。研磨加工しながらシリコンブロックを水平方向（シリコンブロックの長手方向）に移動することについては、特許文献1の段落0020および図6に開示されており、逆に研磨加工しながら研削・研磨加工装置を水平方向（シリコンブロックの長手方向）に移動することについても公知となっている。
- [0007] 研磨工程に関し、砥粒の粗さが粗い粗研磨工程と砥粒の粗さが細かい仕上げ研磨工程の2工程からなることや、その研磨治具が樹脂製ブラシにダイヤモンド砥粒を混在させてドーナツ状に形成した回転ブラシからなることも公知である。
- [0008] 加工するシリコンブロックの種類に関し、多結晶または単結晶のシリコンブロックのいずれかを加工することや、その研磨治具に、砥粒を含む円形状の砥石やダイヤモンドホイール（研磨ホイール）を用いて研削して高い寸法精度を得ることできることも公知である。
- [0009] 更に、シリコンインゴットから切断成形した際にシリコンブロックの表層に発生するマイクロクラックや微小凹凸を除去し、該シリコンブロックをスライス加工してシリコンウエハを形成した際の割れ・欠けによる不良品の発生率を低下させたシリコンブロックの加工方法についても公知となっている。
- [0010] また、シリコンブロックをスライス加工してシリコンウエハを形成すること

についても公知である。

[0011] 特許文献 1： 特許第 4 1 3 3 9 3 5 号公報

発明の開示

[0012] 前記のように、多結晶または単結晶からなるシリコンブロックは、断面形状を四角形とし四角柱状になるようにシリコンインゴットを切断して形成されたもので、その大きさは、断面寸法が一辺 1 2 5 mm（呼称：5 インチ）、一辺 1 5 6 mm（呼称：6 インチ）、一辺 2 1 0 mm（呼称：8 インチ）の正方形断面を有する 3 種類があり、柱軸方向の長さは 1 5 0 ~ 6 0 0 mm の間で任意の長さに切断形成されている。

[0013] 前記シリコンインゴットを切断する方法には、バンドソーまたはワイヤソーを用いる方法があるが、複数本のワイヤにより同時に切断するワイヤソーは、バンドソーより切断効率が高く、該ワイヤソーの切断方法は、圧力水の噴射圧により砥粒を切断部に吹き付けながらワイヤを接触回転させて切断するようにした遊離砥粒方式が一般的であるが、近年、切断効率を更に高くする目的でワイヤに砥粒を溶融固定し固定砥粒方式とした新しいワイヤが開発され、その新ワイヤソーを用いた新しい切断方法が採用されるようになってきた。

[0014] 発明者らは、新ワイヤソーの切断効率の向上を確認するために、多結晶シリコンインゴットおよび単結晶シリコンインゴットを従来のワイヤソーおよび新ワイヤソーを用いて、図 9 および図 1 1 に示すように縦 5 列 × 横 5 列 = 計 2 5 本の断面によって、呼称 6 インチ（一辺 1 5 6 mm の正方形断面を有する）、長さが 3 0 0 mm の外形寸法を有するシリコンブロックを形成するように切断した結果、その切断に要した時間が、従来のワイヤソーでは 8 時間以上必要であったが、新ワイヤソーでは約 3 時間で終了することができ、その切断時間を大幅に短縮することができることを確認した。

[0015] 前記切断時間を短縮できた理由としては、従来の遊離砥粒方式のワイヤソーでは、切断加工時にワイヤを高速回転させると砥粒が飛散して切断効率が低下することとなるが、新ワイヤソーでは、砥粒がワイヤに溶融固定されてい

るからワイヤの回転に伴う砥粒の飛散が無いからであると考えられる。

[0016] しかしながら、多結晶シリコンインゴットを前記新ワイヤソーで切断をした場合、図9の四隅に位置するシリコンブロック(A)の4本と、シリコンブロック(A)の間に位置するシリコンブロック(B)3本×4箇所=12本については、シリコンインゴットの外周面側に面する切断面(シリコンブロック(A)においては2面あり、シリコンブロック(B)においては1面ある)の中央が外側に膨らんだ状態になる。(図10参照のこと)。また、単結晶シリコンインゴットを前記新ワイヤソーで切断する場合には、図11に示すようにシリコンブロックが各々単独で独立して切断されるから、図12に示すように単結晶シリコンブロックの4つの切断面の中央が外側に膨らんだ状態で切断され、その断面寸法が規定外形寸法公差内に入らないという新たな問題が発生している。このような問題を解決するために、前記シリコンブロックの外形寸法を規定外形寸法公差内に納めるための研削加工装置が要求されている。

[0017] また、前記のように、シリコンインゴットより切断形成されたシリコンブロックは、その平面部と角部の表層部に表面粗さが $R_y 10 \sim 20 \mu m$ (JIS B0601:1994)である凹凸と、さらに表層面より深さが $80 \sim 100 \mu m$ のマイクロクラックが製造工程中に発生し存在している。そのためその後工程において、ワイヤソーでスライス加工してシリコンウエハに加工する際に、前記の凹凸、マイクロクラックが原因で割れ・欠けが生じ不良品が発生することがある。従って、スライス加工前に、前記シリコンブロックの表層部から $100 \mu m$ 前後の深さまでを研磨除去することによって、前記表層面より深さが $80 \sim 100 \mu m$ に存在するマイクロクラックを除去するための粗研磨能力と、 $R_y 10 \sim 20 \mu m$ 程度の表面粗さを有する表面を数 μm 以下の表面粗さにするための微細研磨能力を備えた加工装置が要求されている。

[0018] また、前記した先行技術文献には、前記の研削加工と研磨加工の双方の機能を備えた加工装置の公知技術が開示されていない。

- [0019] 本発明は、前記問題点を解決するものであって、シリコンインゴットを切断して形成された四角柱状の多結晶シリコンブロック、または単結晶シリコンブロックを一辺125mm（呼称：5インチ）、一辺156mm（呼称：6インチ）、一辺210mm（呼称：8インチ）のいずれかの断面寸法に研削する研削加工機能と、シリコンブロックの平面部および角部の表面粗さを微細化するとともに表層内部に形成されているマイクロクラックを除去する研磨加工機能とを、1台の加工装置で行うことができるようにしたものであり、生産効率を向上させたシリコンブロックの研削・研磨加工装置とその研削・研磨加工方法を提供することを目的とする。
- [0020] 本発明の多角柱状部材の加工装置は、被加工物である多角柱状の硬脆材料を把持する把持手段（1）と、前記被加工物の断面寸法の計測、前記把持手段（1）の被加工物を把持する位置の芯出しをするための中心位置の計測、および研削手段（3）と研磨手段（4）の切込み量が「ゼロ」の位置である基点の位置の計測をする計測手段（2）と、前記被加工物の平面部（F）および角部（C）をその断面寸法および断面形状が公差内となるように研削加工する研削手段（3）と、前記研削加工を終了した被加工物の平面部（F）および角部（C）を研磨加工しその表層に存在するマイクロクラックを除去する研磨手段（4）と、前記把持手段（1）に把持された被加工物の平面部（F）および角部（C）を計測、研削、研磨をするために前記被加工物を把持した把持手段（1）を前記計測手段（2）、研削手段（3）、研磨手段（4）が配置された位置に移送させる移送手段（5）と、加工開始前に入力された初期設定項目および前記計測手段（2）の計測信号を基に演算処理し前記各手段に作動信号を出力する制御手段（6）と、を備える（第1の発明）。
- [0021] 前記第1の発明によれば、本発明の多角柱状部材の研削・研磨加工装置は、被加工物に対して前記研削手段（3）に一定の切込みを加えて前記被加工物の歪み等の形状を整えながら外形寸法を公差内に切削する研削加工機能と、被加工物に対して前記研磨手段（4）に一定の圧力を加えて前記被加工物の表面に沿って倣い加工をしてその表層を数 μm ~数十 μm 研磨して凹凸や亀

裂を除去するとともに表面粗さを微細に研磨する研磨加工機能を備えているから、シリコンブロック（W）等の多角柱状部材の製造ラインにおいて、断面寸法と直角度が公差範囲から外れた多角柱状部材が搬入された場合であっても、その断面寸法および断面形状を公差内に加工したのち、表層部のマイクロクラックを的確に除去することができる。

[0022] また、前記研削手段（3）を、砥粒を溶融固定して形成された砥粒部（32）の表面が前記被加工物の加工面に接触して回転するようにした回転盤A（31）と該回転盤A（31）に回転駆動源の回転を伝達する回転軸A（33）とから成る砥石とし、前記研磨手段（4）を、砥粒を溶融固定したブラシ毛材（42）の毛先部が被加工物の加工面に接触して回転するように植設された回転盤B（41）と該回転盤B（41）に回転駆動源の回転を伝達する回転軸B（43）とから成る研磨ブラシとしてもよい（第2の発明）。

[0023] 第2の発明によれば、研削手段（3）は、剛性がある砥石にしたことにより、被加工物の歪み等を削り取り形状を整える切削能力と外形寸法を公差内に切削する研削加工能力を備えているから的確に研削加工が行えるものである。また、研磨手段（4）は、砥粒を溶融固定した素材をブラシ毛材（42）とした研磨ブラシにしたことにより、研磨加工時に前記ブラシ毛材（42）が被加工物の加工面に押圧されその毛先部が倣いながら接触回転して該被加工物の表層を数 μm ~数十 μm 研磨してマイクロクラックの除去ができるとともに表面を微細に仕上げる研磨加工が的確に行える。

[0024] なお、前記研磨手段（4）の研磨ブラシには、砥粒を混合したブラシ毛材（42）を束ねて回転盤B（41）に着脱できるようにし、ブラシ毛材（42）が消耗した際に該ブラシ毛材（42）のみを交換できるようにしたタイプ（図7および実施例を参照のこと）と、図示しないブラシ毛材を回転盤に固定取付けして、ブラシ毛材が消耗した際に回転盤共々一体で交換するようにしたタイプ（図示せず）があつて、どちらを使用してもよい。

[0025] また、前記研削手段（3）の砥石を、その砥粒部（32）に溶融固定される砥粒の粒度を1種類または2種類以上とし、前記研磨手段（4）の研磨ブラ

シを、そのブラシ毛材（４２）に溶融固定される砥粒の粒度を２種類以上としてもよい（第３の発明）。

[0026] また、前記研磨手段（４）の研磨ブラシを、そのブラシ毛材（４２）に溶融固定される砥粒の粒度を２種類以上とし、該砥粒の粒度が粗いブラシ毛材（４２）を回転盤Ｂ（４１）の回転中心に近い内輪部に植設するとともに、前記砥粒の粒度が細かいブラシ毛材（４２）を回転盤Ｂ（４１）の回転中心より遠い外輪部に植設するようにしてもよい（第４の発明）。

[0027] 研磨手段（４）に採用する研磨ブラシの構成に関し、溶融固定する砥粒の粒度を例えば２種類にした場合、従来は砥粒の粒度毎に２台の研磨ブラシを設置する必要があったが、前記第４の発明によれば、砥粒の粒度が粗いブラシ毛材（４２）を回転盤Ｂ（４１）の回転中心に近い内輪部に植設するとともに、砥粒の粒度が細かいブラシ毛材（４２）を回転盤Ｂ（４１）の回転中心より遠い外輪部に植設することができ、砥粒の粒度が異なる２種類のブラシ毛材（４２）を備えた１台の研磨ブラシを設置すればよく、生産原価の低減ならびに装置のコンパクト化を図ることができる。

[0028] また、前記研削手段（３）を砥粒の粒度がＦ９０～Ｆ２２０（ＪＩＳＲ６００１：１９９８）および＃２４０～＃５００（ＪＩＳＲ６００１：１９９８）からなる砥石とし、前記研磨手段（４）を砥粒の粒度が＃２４０～＃５００（ＪＩＳＲ６００１：１９９８）からなる粗研磨用の研磨ブラシと、砥粒の粒度が＃８００～＃１２００（ＪＩＳＲ６００１：１９９８）からなる精研磨用の研磨ブラシを備えてもよい（第５の発明）。

[0029] 前記第３の発明および第５の発明において、前記研削手段（３）の砥粒の粒度をＪＩＳＲ６００１：１９９８に規定されるＦ９０～Ｆ２２０の粗粒区分、および＃２４０～＃５００の精密研磨区分の２グループにした利点について説明する。前工程においてに四角柱状に切断されたシリコンブロックの場合、その断面寸法が呼称：５インチの場合は一辺１２５mm±０．５mm、呼称：６インチの場合は一辺１５６mm±０．５mm、呼称：８インチの場合は一辺２１０mm±０．５mmのいずれかの寸法に仕上げられているもの

であるが、場合によってはこの公差外である場合や、該四角柱状のシリコンブロック（W）の断面形状が一様でなく各角部（C）の直角度が 90 ± 0.1 度の角度が許容される公差外である場合がある。このような場合、第3の発明および第5の発明によれば、その断面寸法と断面形状を前記の公差内にするために切削効率を高めて研削加工ができるようにしたF90～F220の粗粒区分と、チップングと称する割れ・欠けが生じ易い箇所（多結晶シリコンブロック（W）の角部（C）など）の研削加工をする場合に、前記チップングの発生を防いで研削加工ができるようにした#240～#500の精密研磨区分を選択して用いることができるという利点がある。また、研削手段（3）の砥粒部（32）に2種類の粒度を有する溶融固化された砥粒を適用する場合、例えば砥粒部（32）の研削加工面に、円形又は輪帯状の内輪領域と、該内輪領域の外側に設けられる輪帯状の外輪領域とを設け、この内輪領域に粒度が細かい砥粒を溶融固化し、外輪領域に粒度が粗い砥粒を溶融固化するようにするとともに、内輪領域を外輪領域より突出させてその突出量を細かい砥粒の切込み量として形成することができる。

[0030] また、前記研磨手段（4）の砥粒として、粒度がJIS R6001：1998に規定される#240～#500のものを粗研磨用の研磨ブラシに適用し、#800～#1200のものを精研磨用の研磨ブラシに適用して、2種類の研磨ブラシを備えるようにしたことにより、前記粗研磨用の研磨ブラシの高研磨能力によりシリコンブロック（被加工物）の表層部に存在するマイクロラックを効率よく的確に除去したのち、前記精研磨用の研磨ブラシの微細研磨能力により前記粗研磨加工にて荒れた表層部の表面粗さを微細に研磨することが可能となり、後工程における割れや欠けの発生を無くすることができるようになった。

[0031] また、前記計測手段（2）が、基準ブロック（15）と、計測具A（21）（21）と、計測具B（22）とからなり、該基準ブロック（15）は両側に形成され、既知の間隔を有する基準面を備え、基準ブロック（15）の柱軸方向が加工する被加工物の柱軸方向に平行

になるように、把持手段（１）のクランプ軸（１３）の一方に一体的に設けられており、

計測具Ａ（２１）（２１）は、該基準ブロック（１５）の対向する基準面の位置、および被加工物の対向する平面部（Ｆ）の位置または対向する角部（Ｃ）の位置を該被加工物の柱軸方向と直交する両側方向から水平方向に計測することによって被加工物の外形寸法を計測し、

計測具Ｂ（２２）は、前記被加工物の上面側平面部（Ｆ）または上面側角部（Ｃ）の垂直方向の高さ位置を計測する構成としてもよい（第６の発明）。

[0032] 第６の発明によれば、例えば前記被加工物が四角柱状のシリコンブロック（Ｗ）である場合を例に説明すると、計測具Ａ（２１）（２１）により、把持手段（１）に備えられた基準ブロック（１５）の基準面の位置とシリコンブロック（Ｗ）の平面部（Ｆ）または角部（Ｃ）の位置を、柱軸方向と直交する両側方向（図１および図４のＹ方向）から計測することによって、該シリコンブロック（Ｗ）の対向する平面部（Ｆ）または角部（Ｃ）の間隔の実寸法（図１および図４のＹ方向における寸法）を計測するとともに対向する平面部（Ｆ）の中心位置を計測することができる。また、計測具Ｂ（２２）により該シリコンブロック（Ｗ）の上面側平面部（Ｆ）または上面側角部（Ｃ）の垂直方向（図２および図４のＺ方向）の高さ位置を計測することによって、垂直方向（図２および図４のＺ方向）における該シリコンブロック（Ｗ）の中心位置を計測することができる。

[0033] 前記第１の発明に記載した計測手段（２）の作用について、前記第６の発明の計測手段（２）に記載した構成要件を用いて補足説明すれば、

<１>の断面寸法の計測とは、前記シリコンブロック（Ｗ）の２平面部（Ｆ）または２角部（Ｃ）間の実寸法を前記計測具Ａ（２１）（２１）により計測してその結果を制御手段（６）に記憶させることであり、

<２>把持手段（１）が該シリコンブロック（Ｗ）を把持する際に、把持する位置の芯出しをするための中心位置とは、把持手段（１）の基台（１１）上に載置された該シリコンブロック（Ｗ）の図１および図４に示すＹ方向

の中心位置である。この中心位置は、計測手段（２）の計測具Ａ（２１）の計測値に基づき算出される。そして算出された該シリコンブロック（Ｗ）の中心位置を把持手段（１）の中心に一致させるために、図１および図３に示す押圧具（１２）（１２）が前後動して該シリコンブロック（Ｗ）の位置決めを行なう。

また、図２および図４に示すＺ方向の中心位置は、計測手段（２）の計測具Ｂ（２２）の計測値に基づき算出される。そして算出された該シリコンブロック（Ｗ）の高さ方向中心位置を把持手段（１）の高さ方向中心に一致させるために、基台（１１）が上下動して位置決めする。このようにして、該シリコンブロック（Ｗ）の柱軸方向の両端面の中心位置をクランプ軸（１３）（１３）の中心位置に一致するようにして、把持させることが可能となる。

< 3 > 研削手段（３）と研磨手段（４）の切込み量が「ゼロ」となる位置に相当する基点の位置を記憶させるために以下の処理が行なわれる。

まず、前記基準ブロック（１５）の対向する基準面の間隔寸法（この間隔寸法は既知であり、予め制御手段（６）に入力されている）を図１および図４に示す計測手段（２）の計測具Ａ（２１）（２１）により計測し、制御手段（６）に記憶させ、

次に、前記研削手段（３）ならびに研磨手段（４）の先端部を基準ブロック（１５）の基準面に夫々接触させ、その接触位置と、前記< 1 >により計測し制御手段（６）に記憶させた研削・研磨加工前の該シリコンブロック（Ｗ）の２平面部（Ｆ）または２角部（Ｃ）間の実寸法とに基づき、研削手段（３）と研磨手段（４）の切込み量が「ゼロ」となる位置に相当する基点の位置を演算処理して求め、結果を制御手段（６）に記憶させる。

なお、前記計測手段（２）には、計測する箇所に直接接触させて計測する接触式と、レーザー光を放射して計測する非接触式とがあるが、どちらを用いてもよい。

[0034] また、前記第１の発明に記載した制御手段（６）に入力された初期設定項目

および計測手段（２）の計測信号に基づいて、該制御手段（６）により演算処理が行なわれ、この演算結果に基づく作動信号によって、把持手段（１）、計測手段（２）、研削手段（３）、研磨手段（４）、移送手段（５）の各手段が制御される。

すなわち、前記した計測手段（２）の作用に関する補足説明において述べた<１><２><３>の各ステップにおいて制御手段（６）が演算処理を行なうと共に、結果を記憶し、この記憶された結果と制御手段（６）に入力された研削・研磨加工後の断面寸法に基づいて、研削手段（３）、研磨手段（４）の切込み量が自動設定される。加工するシリコンブロック（W）の種類（多結晶または単結晶）が多結晶の場合は、後記する第１３の発明に記載の加工工程となるように、該シリコンブロック（W）を把持した把持手段（１）を移送する移送手段（５）を作動させ、また、単結晶の場合は後記する第１４の発明に記載の加工工程となるように該シリコンブロック（W）を把持した把持手段（１）を移送する移送手段（５）を作動させる。さらに、単結晶のシリコンブロック（W）の場合、角部（C）の加工においては、前記回転機構（１４）の「連続回転」の説明にも述べたように、該単結晶シリコンブロック（W）を把持するクランプ軸（１３）を制御手段（６）に別途入力設定した回転速度で連続して回転させるものである。

[0035] また、前記制御手段（６）は、

前記基準ブロック（１５）の両側の基準面に研削手段（３）の先端および研磨手段（４）の先端を夫々接触させて該研削手段（３）の先端および研磨手段（４）の先端の基点（切込み量「ゼロ」の位置）を演算処理する機能と、前記計測具A（２１）により前記基準ブロック（１５）の両側の基準面と被加工物の両側の２平面部（F）または２角部（C）の位置を計測して被加工物の断面寸法を演算処理する機能と、

前記被加工物を把持手段（１）の基台（１１）に載置してその両側を押圧具（１２）により位置決めをした状態で前記計測具A（２１）および計測具B（２２）により前記被加工物の側面位置を同時計測して被加工物の両端面を

把持する前記クランプ軸（13）の軸心位置を前記被加工物の柱軸と一致させる芯出しの演算処理をする機能と、

加工開始前に入力した前記初期設定項目と前記計測手段（2）が出力する計測信号により演算処理して前記研削・研磨加工装置の各手段に作動信号を出力する機能、を備えてもよい（第7の発明）。

[0036] 前記第7の発明に記載の、研削手段と研磨手段の先端の基点（切込み量「ゼロ」の位置）を演算処理する頻度について説明する。

研削手段は、研削加工を行う度に基準ブロックの両側の基準面に研削手段の先端を接触させて切込み量「ゼロ」の位置の演算処理を行なったうえで切込み量を設定して研削加工を行うようにしているが、研磨手段は、新しい研磨ブラシに交換した時にのみ基準ブロックの両側の基準面に研磨手段の先端を接触させて切込み量「ゼロ」の位置の演算処理を行っている。従って、研磨加工における研磨ブラシの切込み量の設定は、研磨ブラシを研磨加工に使用した回数をカウントしてブラシ毛材の先端の切込み量を調整して研磨加工を行うようにしている。

[0037] 第7の発明によれば、制御手段（6）に本発明の多角柱状部材の研削・研磨加工装置を自動化するための各機能を設けたので、的確に被加工物の平面部（F）と角部（C）の研削加工と研磨加工ができるとともに省力化を図ることができる。

[0038] また、前記被加工物の断面は四角形であって、研削・研磨加工をする四角柱状の被加工物の断面寸法とその公差を一辺125mm±0.5mm（呼称：5インチ）、一辺156mm±0.5mm（呼称：6インチ）、一辺210mm±0.5mm（呼称：8インチ）のいずれかとし、該四角柱状の被加工物の2平面部（F）が互い交わる角部（C）の直角度を断面形状の公差として90度±0.1度に設定してもよい（第8の発明）。

[0039] 第8の発明によれば、制御手段（6）に加工開始前に入力された初期設定項目の中の被加工物の研削・研磨加工後の断面寸法ならびにその公差に基づいて研削・研磨加工ができる。

- [0040] また、前記把持手段（１）は、
四角柱状の被加工物をその柱軸が水平となるように載置して垂直方向に上下動可能とした基台（１１）と、
該基台（１１）を挟んだ両側に前記被加工物の柱軸と直交する方向に進退動させて被加工物の両側を押圧して前記基台（１１）の中心に被加工物の柱軸を位置決めをする押圧具（１２）と、
軸芯を前記被加工物の柱軸と同じ方向に配置し、該被加工物の柱軸方向両端側に配置したクランプ軸（１３）（１３）であって、該クランプ軸（１３）（１３）の一方を前進させて前記基台（１１）の中心に位置決めされた被加工物の両端面を把持するようにしたクランプ軸（１３）（１３）と、
該クランプ軸（１３）（１３）をその軸芯を中心にして間欠回転または連続回転をするようにした回転機構（１４）と、
を備えてもよい（第９の発明）。
- [0041] 前記クランプ軸（１３）（１３）は、被加工物の柱軸方向両端面を把持するとともに該被加工物の柱軸方向の寸法を計測して制御手段（６）に記憶させる機能を備えている。従って、該被加工物の柱軸方向の寸法計測結果に基づいて、被加工物を計測・研削加工・研磨加工するために計測手段（２）、研削手段（３）、研磨手段（４）の各手段が配置された位置に移送する移送手段（５）の移送距離を制御することが可能となる。また、クランプ軸（１３）（１３）の一方は回転機構（１４）に連結されており、該被加工物を回転駆動できるようになっている。そして、他方は従動側クランプ軸となる。
- [0042] 前記回転機構（１４）の「間欠回転」とは、被加工物の加工すべき面が、研削手段（３）または研磨手段（４）に対向する位置となるように回転させて回転方向位置合わせを行なうためのものである。すなわち、加工開始前に制御手段（６）に入力されたシリコンブロック（W）の種類に基づき加工順序決定され、その加工順序に従って回転機構（１４）へ作動信号が出力される。回転機構（１４）はその作動信号にもとづいてクランプ軸（１３）を回転させるため、クランプ軸（１３）に把持されているシリコンブロック（W）

の研削加工または研磨加工を施すべき2つの平面部（F）または角部（C）を、研削手段（3）または研磨手段（4）に対向する位置となるように回転させることができる。多結晶シリコンブロック（W）を加工する場合を例にして以下に説明する。

対向する1対の平面部（F）を加工終了し、残りの1対の平面部（F）の加工を行なうときに、シリコンブロック（W）は90度回転され残りの1対の平面部（F）が加工される。そして2対の平面部（F）、すなわち4平面部（F）の加工を終了したのち、該シリコンブロック（W）は45度回転され、対向する1対の角部（C）が加工される。そして、該シリコンブロック（W）は、更に90度回転されて残りの1対の角部（C）の加工が行なわれ、全ての平面部（F）および角部（C）の加工が終了する。

- [0043] 前記回転機構（14）の「連続回転」とは、加工面の形状が円弧状をした被加工物（例えば単結晶シリコンブロック（W））の角部（C）を研削加工または研磨加工する場合に、該被加工物を連続して回転させながら加工を行なうものである。該被加工物を把持するクランプ軸（13）は、別途入力設定した回転速度に従って連続して回転するようになっている。
- [0044] 前記第9の発明によれば、前記第6の発明の計測手段（2）の各機能と併用することによって、基台（11）に載置された被加工物の柱軸方向と直交する水平方向（図1および図4のY方向）と垂直方向（図2および図4のZ方向）の芯出しを行なった後クランプ軸（13）（13）が被加工物の柱軸両端面の中心位置に的確に把持でき、更に、被加工物を研削加工または研磨加工する際に、被加工物を前述したように「間欠回転」および「連続回転」を的確に行うことができる。
- [0045] また、第1の発明において、前記被加工物を四角柱状のシリコンブロックとしてもよい（第10の発明）。
- [0046] また、被加工物である多角柱状の硬脆材料を把持する把持手段（1）と、前記被加工物の断面寸法の計測、前記把持手段（1）の被加工物を把持する位置の芯出し、ならびに研削手段（3）と研磨手段（4）の切込み量を「ゼ

口」とした基点の位置を計測する際に使用する計測手段（２）と、
前記被加工物の平面部（Ｆ）および角部（Ｃ）を研削加工する研削手段（３）と、
前記被加工物の平面部（Ｆ）および角部（Ｃ）を研磨加工する研磨手段（４）と、
前記把持手段（１）に把持された被加工物を前記計測手段（２）、研削手段（３）、研磨手段（４）が配置された位置に移送させる移送手段（５）と、
加工開始前に入力された初期設定項目および前記計測手段（２）によって計測された計測値を基に演算処理し前記各手段に作動信号を出力する制御手段（６）を備えた多角柱状部材の研削・研磨加工装置による多角柱状部材の研削・研磨加工方法は、
前記研削手段（３）により前記被加工物を研削加工したのち、前記研磨手段（４）により前記被加工物を研磨加工する（第１１の発明）。

[0047] また、前記第１１の発明において、前記被加工物の断面は四角形であって、前記研削手段（３）に使用する砥石の砥粒の粒度をF90～F220（JIS R6001：1998）および#240～#500（JIS R6001：1998）とし、前記研磨手段（４）の粗研磨用の研磨ブラシに使用する砥粒の粒度を#240～#500（JIS R6001：1998）とし、前記研磨手段（４）の精研磨用の研磨ブラシに使用する砥粒の粒度を#800～#1200（JIS R6001：1998）とし、研削・研磨加工をする四角柱状の被加工物の断面寸法とその公差を一辺125mm±0.5mm（呼称：5インチ）、一辺156mm±0.5mm（呼称：6インチ）、一辺210mm±0.5mm（呼称：8インチ）のいずれかとし、該四角柱状の被加工物の2平面部（Ｆ）が互い交わる角部（Ｃ）の直角度を断面形状の公差として90度±0.1度にした構成の多角柱状部材の研削・研磨加工方法としてもよい（第１２の発明）。

[0048] また、前記第１１の発明または第１２の発明において、研削手段（３）における削り代を20μm～700μmとし、研削手段（３）において被加工物

の表面粗さを $R_y 2.0 \sim 10.0 \mu m$ (JISB0601:1994) となるように研削加工したのち、研磨手段(4)における削り代を $75 \mu m$ 以上とし、研磨手段(4)において被加工物の表面粗さを $R_y 1.1 \mu m$ (JISB0601:1994) 以下となるように研磨加工する多角柱状部材の研削・研磨加工方法としてもよい(第13の発明)。

[0049] また、第11の発明において、前記被加工物が四角柱状のシリコンブロックである多角柱状部材の研削・研磨加工方法としてもよい(第14の発明)。

[0050] また、前記第13の発明において、前記被加工物が多結晶シリコンブロック(W)であって、該多結晶シリコンブロック(W)の加工工程を平面部(F)の研削加工、角部(C)の研削加工、平面部(F)の研磨加工の順に行うようにした多角柱状部材の研削・研磨加工方法としてもよい(第15の発明)。

[0051] 前記第15の発明において、研磨加工を行なうのは、4平面部(F)のみとし、角部(C)については研磨加工行なわないようにしているのは、マイクロクラックの発生箇所が平面部(F)が殆どであり、角部(C)においては平面部(F)との接合箇所近傍にマイクロクラックが存在するから、4平面部(F)を $75 \mu m$ 以上研磨加工をすれば、角部(C)と平面部(F)との接合箇所近傍に存在するマイクロクラックも同時に除去することができるためである。

[0052] また、前記第13の発明において、前記被加工物が単結晶シリコンブロック(W)であって、該単結晶シリコンブロック(W)の加工工程を平面部(F)の研削加工、角部(C)の研削加工、角部(C)の研磨加工、平面部(F)の研磨加工の順に行うようにした多角柱状部材の研削・研磨加工方法としてもよい(第16の発明)。

[0053] 前記第16の発明において、角部(C)の研磨加工を平面部(F)の研磨加工前に行うようにしたのは、前記多結晶シリコンブロック(W)と同様に、単結晶シリコンブロック(W)の場合においても、角部(C)と平面部(F)との接合箇所近傍にマイクロクラックが存在する場合が多く、平面部(F)

)を研磨加工すれば前記のマイクロクラックを除去することができるからである。

[0054] 発明の効果

本発明は、例えば被加工物がシリコンインゴットをワイヤソーで切断して形成された四角柱状のシリコンブロック (W) の場合、

(1) 該シリコンブロック (W) を、例えば一辺 125 mm (呼称: 5 インチ)、一辺 156 mm (呼称: 6 インチ)、一辺 210 mm (呼称: 8 インチ) であって、その寸法公差が ± 0.5 mm を有する断面寸法に仕上げると共に、その平面部 (F) が互いに交わり形成される角部 (C) の直角度の公差を ± 0.1 度となる断面形状に仕上げる研削機能と、

(2) 該シリコンブロック (W) の表層のマイクロクラックを除去し表面粗さを微細にする研磨機能の両機能を備え、

(3) 加工するシリコンブロック (W) が本発明の研削・研磨加工装置に搬入されてから研削・研磨加工を終了して搬出されるまでの各工程を自動化することができるようにした

ので、研削・研磨加工を的確に行えらるとともに省力化を図ることができる。また、シリコンブロック (W) の製造ラインにおけるシリコンインゴットの切断工程において、断面寸法と直角度が規格から外れてしまったシリコンブロック (W) が本発明の研削・研磨加工装置に搬入された場合であっても、研削手段 (3) として砥石を使用することによって断面寸法および断面形状を公差内に収めるようにして加工することができる。なお、研磨手段 (4) として研磨ブラシを使用することによってマイクロクラックの除去を行うことができる。その結果、該シリコンブロック (W) を次工程においてワイヤソーを用いて数百 μ m の厚さにスライス加工することによってシリコンウエハを形成した場合に、シリコンウエハの外形寸法を公差内に加工できるとともに、シリコンウエハのスライス加工の際に発生する割れ・欠けを抑制することができ、不良品の発生率を低減することができる。

[0055] また、シリコンブロック (W) を把持する把持手段 (1) のクランプ軸 (1

3) (13)に、該クランプ軸(13)(13)を「間欠回転」または「連続回転」させる回転機構(14)を設けたので、シリコンブロック(W)の角部(C)の形状がC面(平坦な面取り面)形状をした多結晶シリコンブロック(W)と、円弧形状をした単結晶シリコンブロック(W)の双方に対して、研削・研磨加工ができるようになっている。従って、多結晶シリコンブロック(W)および単結晶シリコンブロック(W)の両者に対する加工工程を自動化することができる。

図面の簡単な説明

- [0056] [図1]本発明の研削・研磨装置の平面図である。
- [図2]本発明の把持手段の基台にシリコンブロックを載置した状態を示す正面図である。
- [図3]本発明の把持手段の基台上にシリコンブロックを載置した状態を示す図であって、押圧具が解除されている状態を示す側面図である。
- [図4]本発明の計測手段の計測具の配置を示す側面図である。
- [図5]本発明の研削手段として使用される砥石の正面図である。
- [図6]図5の砥石の底面図である。
- [図7]本発明の研磨手段として使用される研磨ブラシの正面図である。
- [図8]図7の研磨ブラシの底面図である。
- [図9]多結晶シリコンインゴットをワイヤソーで切断し、シリコンブロック(A)(B)(C)を形成する際の斜視図である。
- [図10]多結晶シリコンブロック(A)(B)(C)の斜視図である。
- [図11]単結晶シリコンインゴットをワイヤソーで切断する状態を平面から見た説明図である。
- [図12]単結晶シリコンブロックの斜視図である。
- [図13]多結晶シリコンブロックと単結晶シリコンブロックの加工工程を説明するフローチャートである。

発明を実施するための最良の形態

- [0057] 本発明に係る多角柱状部材の研削・研磨装置の構成とその操作手順について

四角柱状のシリコンブロックの加工を例に、図を用いて説明する。

- [0058] 本発明のシリコンブロックの研削・研磨装置は、図1に示すように、四角柱状のシリコンブロック（W）を把持する把持手段（1）と、前記シリコンブロック（W）の断面寸法の計測、前記把持手段（1）のシリコンブロック（W）を把持する位置の芯出し、ならびに研削手段（3）と研磨手段（4）の切込み量を「ゼロ」とする基点の位置を算出するために必要な計測手段（2）と、前記シリコンブロック（W）の平面部（F）および角部（C）を研削加工し、一辺125mm（呼称：5インチ）、一辺156mm（呼称：6インチ）、一辺210mm（呼称：8インチ）のいずれかの断面寸法に研削する研削手段（3）と、前記研削加工を終了したシリコンブロック（W）の平面部（F）および角部（C）を研磨加工しその表層に存在するマイクロクラックを除去する研磨手段（4）と、前記把持手段（1）に把持されたシリコンブロック（W）の平面部（F）および角部（C）を計測、研削、研磨をするために前記シリコンブロック（W）を把持した把持手段（1）を前記計測手段（2）、研削手段（3）、研磨手段（4）が配置された位置に移送させる移送手段（5）と、加工開始前に入力された初期設定項目および前記計測手段（2）の計測信号を基に演算処理して前記各手段に作動信号を出力する制御手段（6）とから構成されている。
- 加工開始前に、基準ブロック（15）の両側に形成された基準面の間隔寸法（既知）と、加工するシリコンブロック（W）の種類（多結晶または単結晶）と、該シリコンブロック（W）の研削・研磨加工後の断面寸法ならびにその公差と、単結晶シリコンブロック（W）の角部（C）を加工する時の回転機構（14）の回転速度と、研削手段（3）ならびに研磨手段（4）の外形寸法、砥粒の粒度、回転速度と、移送手段（5）による研削・研磨加工中のシリコンブロック（W）の移送速度、とから成る前記初期設定項目を制御手

段（６）に入力する。

- [0059] 前記制御手段（６）に入力する研削・研磨加工中のシリコンブロック（W）の移送速度は、研削加工または研磨加工痕が残らない範囲に設定する必要があって、多結晶シリコンブロック（W）の平面部（F）と角部（C）、ならびに単結晶シリコンブロック（W）の平面部（F）を加工するときは10～40mm/秒に設定し、単結晶シリコンブロック（W）の角部（C）を加工するときは10mm/秒以下に設定する。適切な移送速度を設定するためには、研削・研磨加工の砥粒の粒度、切込み量、回転速度の設定条件を考慮する必要があり、例えば、砥粒の粒度が粗ければ移送速度を前記範囲の遅い領域に設定し、砥粒の粒度が細かければ移送速度を前記範囲の速い領域に設定する必要がある。
- [0060] 前記制御手段（６）に設けた加工開始スイッチをONすることにより、加工するシリコンブロック（W）が搬入用コンベア（イ）より図示しない移載装置を介して図2に示す把持手段（１）の基台（１１）上に設置される。その後、該シリコンブロック（W）の両側より図1および図3に示す押圧具（１２）が夫々前進し、クランプ軸線（１３）と両側に配置された研削手段（３）と研磨手段（４）の中央（図1に記載したY方向の中央）を結ぶ線上に位置決めさ。この状態においてクランプ軸（１３）の一方がX方向であって、シリコンブロック（W）側に向かって前進し、該クランプ軸（１３）によってシリコンブロック（W）が把持される。
- [0061] 前記把持手段（１）が、移送手段（５）により研削手段（３）と研磨手段（４）が配置された位置に移送して、該把持手段（１）に載置された基準ブロック（１５）の両側の基準面に研削手段（３）の砥粒部（３２）の先端を接触させると共に、研磨手段（４）の粗研磨用および精研磨用のブラシ毛材（４２）の先端を各々接触させる。これによって、該研削手段（３）の砥粒部（３２）と、研磨手段（４）の粗研磨用および精研磨用のブラシ毛材（４２）の切込み量を「ゼロ」とする基点の位置が制御手段（６）に記憶される。切り込み量とは、シリコンブロック（W）の表面（被加工面）を「ゼロ（基

点)」とし、研削手段（３）の砥粒部（３２）および研磨手段（４）のブラシ毛材（４２）先端の、該基点から柱軸方向への移動量を示す。すなわち、研削手段（３）および研磨手段（４）による切り込み量によってシリコンブロック（W）の削り代が決定される。

[0062] 以上、シリコンブロック（W）の種類が多結晶、単結晶に共通する操作手順であり、以下に多結晶シリコンブロック（W）を研削・研磨加工する場合の操作手順について説明する。

[0063] 次に、前記把持手段（１）が計測手段（２）が配置された位置に移送され、図４に示すように、多結晶シリコンブロック（W）の両側の互い対向する１対の平面部（F）を計測具A（２１）により計測し、１対の平面部（F）のY方向の位置が制御手段（６）に記憶され、該多結晶シリコンブロック（W）のY方向の厚さ寸法が演算される。その厚さ実寸法と、前もって入力設定された「研削・研磨加工後の断面寸法」に基づき、図５および図６に示す回転盤A（３１）に砥粒部（３２）が形成された砥石から成る研削手段（３）の切込み量が自動設定される。

[0064] 前記把持手段（１）が移送手段（５）により研削手段（３）が配置された位置に移送されて、１対の平面部（F）が研削手段（３）により研削加工される。研削加工後、計測具A（２１）によって断面寸法が前記加工寸法の公差内であることを確認した後、回転機構（１４）により把持手段（１）のクランプ軸（１３）を９０度間欠回転し、前記１対の平面部（F）の研削加工と同様に残りの１対の平面部（F）が研削加工され、４平面部（F）の研削加工を終了する。

[0065] 次に、前記把持手段（１）が再び計測手段（２）が配置された位置に移送され、回転機構（１４）によりクランプ軸（１３）が４５度、間欠回転することにより、該クランプ軸（１３）に把持されている多結晶シリコンブロック（W）の互い対向する１対の角部（C）が水平方向に向き合うようになる。この状態で、計測具A（２１）により１対の角部（C）の両面位置を計測し、１対の角部（C）の間隔実寸法が演算されるとともに、研削手段（３）の

切込み量が自動設定される。

- [0066] 前記把持手段（１）が移送手段（５）により再び研削手段（３）が配置された位置に移送され、１対の角部（Ｃ）が研削加工され、計測具Ａ（２１）によって断面寸法が前記加工寸法の公差内であることを確認する。その後、回転機構（１４）により把持手段（１）のクランプ軸（１３）を９０度間欠回転させて、前記１対の角部（Ｃ）の研削加工と同様に残りの１対の角部（Ｃ）を研削加工して、該多結晶シリコンブロック（Ｗ）の断面寸法を前記加工寸法の公差内に研削加工するようになっている。
- [0067] 研削加工を終了した多結晶シリコンブロック（Ｗ）は、次に示す操作手順に従って、研磨手段（４）による研磨加工が行われる。この研磨加工によって、４平面部（Ｆ）の表層のマイクロクラックを除去するとともに、断面寸法が前記加工寸法の公差内になるように加工される。
- [0068] 該研磨手段（４）には、砥粒の粒度が異なる粗研磨加工用ブラシ毛材（４２）と精研磨加工用ブラシ毛材（４２）から成る研磨ブラシが使用される。このブラシ毛材（４２）を図７および図８に示す。ここで、研磨加工する平面部（Ｆ）の断面寸法の計測方法と、粗研磨加工用および精研磨加工用の研磨ブラシの切込み量の設定方法と、粗研磨加工および精研磨加工の研磨加工の操作手順は、前記研削加工の操作手順と同様である。なお、多結晶シリコンブロック（Ｗ）の研磨加工においては、前述したように、４平面部（Ｆ）のみの研磨加工で終了し、角部（Ｃ）の研磨加工は行われぬ。
- [0069] 研削加工と研磨加工を終了した該多結晶シリコンブロック（Ｗ）は、移送手段（５）により把持手段（１）と共に、元の位置に戻され、クランプ軸（１３）と押圧具（１２）による把持状態が解除され。その後、図示しない移載装置により、加工済の多結晶シリコンブロック（Ｗ）は図１に示す搬出用コンベア（ロ）に移載され搬出されることとなる。
- [0070] 以上、多結晶シリコンブロック（Ｗ）の研削・研磨加工の操作手順を説明した。次に、単結晶シリコンブロック（Ｗ）の場合の研削・研磨加工の操作手順について説明する。

[0071] 前記段落 0058 に記載の制御手段 (6) の加工開始スイッチを ON させれば、研削・研磨加工する単結晶シリコンブロック (W) が、把持手段 (1) の基台 (11) 上に設置され、その両側を押圧具 (12) により把持されるとともにクランプ軸 (13) により両端面が把持されることとなる。該単結晶シリコンブロック (W) は、角部 (C) の形状がシリコンインゴットの一部を残して形成された円弧状であるから、角部 (C) の研削・研磨加工時には、該単結晶シリコンブロック (W) を連続回転させなければならない。従って、単結晶シリコンブロック (W) を把持するクランプ軸 (13) の軸芯がシリコンブロック (W) の柱軸と一致するように位置決め (芯出し) する必要がある。

計測手段 (2) は、図 4 に示すように Y 方向の計測具 A (21) と Z 方向の計測具 B (22) の双方により、単結晶シリコンブロック (W) の各側面の位置を計測することができるようになっている。そして、その計測結果により単結晶シリコンブロック (W) の芯出しをすることができ、クランプ軸 (13) の軸芯とシリコンブロック (W) の柱軸とが一致するようにして、前記クランプ軸 (13) はシリコンブロック (W) を把持するようになっている。

[0072] 次に、前記把持手段 (1) が計測手段 (2) が配置された位置に移送され、計測具 A (21) により図 4 に示すように、単結晶シリコンブロック (W) の両側の互い対向する 1 対の平面部 (F) の Y 方向の厚さ寸法が演算される。研削手段 (3) の切込み量が自動設定された後、1 対の平面部 (F) が研削加工される。その後、加工する単結晶シリコンブロック (W) を把持した前記把持手段 (1) は、残りの 1 対の平面部 (F) を計測すると共に、計測手段 (2) と研削手段 (3) が配置された位置の間を単結晶シリコンブロック (W) は往復動して前記 1 対の平面部 (F) と同様に残りの 1 対の平面部 (F) も研削加工され、4 平面部 (F) の研削加工を終了する。この間の加工順序は、前記多結晶のシリコンブロック (W) と同様である。

[0073] 次に、前記把持手段 (1) が再び計測手段 (2) が配置された位置に移送さ

れ、回転機構（14）によりクランプ軸（13）が45度の間欠回転をして、単結晶シリコンブロック（W）の互い対向する一对の角部（C）が水平方向に向き合うように配置される。そして、該角部（C）の両側を計測具A（21）により計測し、一对の角部（C）間の間隔寸法を演算することによって、研削手段（3）の切込み量が自動設定される。

[0074] 前記把持手段（1）が移送手段（5）により再び研削手段（3）が配置された位置に移送された後、前もって入力設定された回転機構（14）の回転速度によりクランプ軸（13）が連続回転されて、単結晶シリコンブロック（W）の角部（C）の研削加工が開始される。角部（C）の研削加工が終了したら、同様に、前もって入力設定された回転機構（14）の回転速度により把持手段（1）のクランプ軸（13）が連続回転されて、4角部（C）の粗研磨加工と精研磨加工が順次行われる。

[0075] 該角部（C）の研磨加工を終了したら、前記回転機構（14）によりクランプ軸（13）を回転し、研磨加工する単結晶シリコンブロック（W）の互い対向する一对の平面部（F）が水平方向に対向するように配置され、研磨加工が行われる。その後、回転機構（14）によりクランプ軸（13）を90度回転することにより、残りの一对の平面部（F）が同様に研磨加工されて、全ての研磨工程が終了する。

[0076] 全ての研削・研磨加工が終了した前記単結晶シリコンブロック（W）を載置した把持手段（1）は元の位置に戻り、クランプ軸（13）と押圧具（12）の把持状態を解除した後、把持手段（1）の基台（11）上より、単結晶シリコンブロック（W）は図示しない移載装置を介して図1に示す搬出用コンベア（ロ）に移載され搬出される。

[0077] 次に、本発明にかかる装置および方法により、研削・研磨加工を行ったシリコンブロック（W）をワイヤソーでスライス加工してシリコンウエハを形成したときに、該シリコンウエハの割れ・欠け等による不良品の発生率を低減することができた実施例について述べる。

なお、ここで使用されたシリコンブロック（W）は、四角柱状に切断された

多結晶シリコンブロック (W) および単結晶シリコンブロック (W) であって、これらのシリコンブロック (W) の4平面部 (F) と4角部 (C) を本発明の研削手段 (3) により研削することにより、断面寸法を公差内に収まるように研削加工したのち、研磨手段 (4) により単結晶シリコンブロック (W) の表層を研磨することによりマイクロクラックを除去している。

実施例 1

[0078] 本実施例 1 において加工するシリコンブロック (W) は、図 9 に示すように、1 個のシリコンインゴットから切り出したものである。シリコンインゴットからの切り出しに当たっては、固定砥粒方式とした新ワイヤソーを用い、4 平面部 (F) と直角形状の 4 角部 (C) で構成された四角柱状の多結晶シリコンブロック (W) を、5 列 × 5 列 = 計 25 本切断している。実施例 1 に使用したシリコンブロック (W) は、図 9 および図 10 に示されるシリコンインゴットの 4 つの角部から切り出されたシリコンブロック A であり、このシリコンブロック A では 2 つの平面部に膨らみが形成されている。

[0079] 加工開始前に制御手段 (6) に入力した初期設定項目の内容を表 1 および表 2 に示す。

[表1]

		設定条件
基準ブロックの基準面間の実寸法		100 mm
シリコンブロック (被加工物)	種類	(実施例1) 多結晶 (実施例2) 単結晶
	研削・研磨終了後の寸法 (断面 × 長さ)	(実施例1) □156 ± 0.5 mm × 500 ± 1.0 mm (実施例2) □125 ± 0.5 mm × 300 ± 1.0 mm
単結晶の稜角部を加工するときの回転速度 (基準回転速度)		105 min ⁻¹ (0.5 ~ 1.1 m/秒)

[0080]

[表2]

	研削手段（砥石）	研磨手段：粗研磨 （研磨ブラシ）	研磨手段：精研磨 （研磨ブラシ）
外形寸法	φ250 mm	φ210 mm	φ270 mm
砥粒の粒度	（実施例1）F100 （実施例2）F180	#240	#800
回転速度 （基準周速度）	2700 min ⁻¹ （30~40m/秒）	1300 min ⁻¹ （10~20m/秒）	1300 min ⁻¹ （10~20m/秒）

[0081] 前記表1に示す初期設定項目の内、基準ブロック（15）の基準面の間隔寸法（100mm）を、レーザー法による計測具A（21）によって予め計測し、その計測結果を制御手段（6）に記憶させた。

[0082] 次に、前記の多結晶シリコンブロックAは、呼称：6インチの断面が一辺156mm（長さが500mm）であって、図4に示すように多結晶シリコンブロックA（W）の断面の互い対向する1対の平面部を高さ方向3箇所×長手方向3箇所（計9箇所）と、残りの1対の平面部の9箇所の合計18箇所を、前記計測具A（21）を用いて計測した。その結果、多結晶シリコンブロックAの断面の一辺の寸法は、156.9~157.6mm（平均：157.1mm）であり、表面粗さは、Ry21~27μm（平均：24μm）であった。なお、長さは499.6mmであった。

[0083] 研削手段（3）には、図5および図6に示すカップ型の砥石を採用し、研削・研磨加工する多結晶シリコンブロックA（W）の測定した平均断面寸法が、呼称：6インチの一辺156mmに対し+1.1mmとなっている。従って、片側=0.55mmを研削手段（3）によって削る必要がある。研削手段（3）の砥粒部（32）を形成する砥粒の粒度は、表3より粗めの砥粒を選択してF100（JISR6001：1998）の粒度に相当するダイヤモンド砥粒を選択した。また、該砥粒部（32）の幅を8mm、外形寸法をφ250mm、切込み量を0.7mmとし、回転速度を2700min⁻¹（研削加工の基準周速度30~40m/秒に相当する）とした。該研削手段（3）が配置された位置に前記多結晶シリコンブロックA（W）を2

0 mm/秒の速度で通過させて1対の平面部（F）を研削したのち、回転機構（14）によりクランプ軸（13）を90度回転させて残りの1対の平面部を前記と同様に研削し、4平面部（F）の研削加工を終了した。

[0084] [表3]

研削手段 (砥石) 砥粒の粒度 <JISR6001:1998>	シリコンブロック 研磨後の表面粗さ: Ry (μm) <JISB0601:1994>
F100	5.0 ~ 10.0
F180	4.0 ~ 6.0
#320	3.0 ~ 5.0
#500	2.0 ~ 4.0

[0085] 前記の4平面部（F）の研削加工を終了後に、該多結晶シリコンブロックA（W）を把持しているクランプ軸（13）を回転機構（14）により45度回転させて一对の2角部（C）水平方向に対向させを両側の研削手段（3）に対向する位置とした。

[0086] 角部（C）の研削手段（3）の砥粒の粒度と多結晶シリコンブロックA（W）の移送速度は、前記平面部（F）の研削時と同条件にして研削したところ、平面部（F）と角部（C）との接合箇所にチップングと称する割れが発見されたので、前記研削手段（3）の砥粒の粒度を#500（JISR6001:1998）に細かくした砥石に変更し、多結晶シリコンブロックA（W）の移送速度は30 mm/秒に変更して研削した結果、研削量は少なくなったが前記のようなチップングの発生は無く角部（C）の面取り部を形成することができた。

[0087] 従って、残りの1対の角部（C）の研削も、研削手段（3）の砥粒の粒度を#500とし、前記回転機構（14）によりクランプ軸（13）を90度回転させて前記と同様に研削し4角部（C）の研削加工を終了した。その結果、平面部（F）が互いに対向する2対の平面部（F）の合計18箇所の間

隔寸法が156.1~156.6mm(平均:156.2mm)、2対の平面部(F)の研削加工量(=計測値/2で算出した結果)が390~480 μ m(平均:430 μ m)、表面粗さがRy5~8 μ m(平均:7 μ m)であった。

[0088] 前記研削加工後(研磨加工前)の多結晶シリコンブロックA(W)を切断してマイクロクラックの有無を確認した結果、表面より深さが70~90 μ mの位置に存在していた。また、該多結晶シリコンブロックA(W)をシリコンウエハ相当品にスライス加工したときの割れ・欠け等の発生率を参考として確認するために、該多結晶シリコンブロックA(W)をワイヤソーを用いて厚さ200 μ mにスライス加工した結果、その割れ・欠け等の発生率は3.8%であった。

[0089] 次の研磨手段における粗研磨工程と精研磨工程には、図7および図8に示すようなカップ型の研磨ブラシを採用し、そのブラシ毛材(42)は、取付け基部を金属管で束ねて回転盤B(41)に着脱自在に装着し、磨耗した場合に交換可能なセグメントブラシを用いた。

[0090] 前記粗研磨用の研磨ブラシには、そのブラシ毛材(42)に溶融固定する砥粒の粒度を表4に示す#240(JISR6001:1998)のダイヤモンド砥粒を使用した。研磨ブラシの外形寸法を ϕ 210mm、切込み量を0.5mmとし、回転速度を研磨加工の基準周速度10~20m/秒より換算して1300min⁻¹とし、研磨する多結晶シリコンブロックA(W)の移送速度を20mm/秒として粗研磨加工を行った。

[0091]

[表4]

研磨手段 (研磨ブラシ) 砥粒の粒度 <JISR6001:1998>	シリコンブロック 研磨後の表面粗さ: Ry (μm) <JISB0601:1994>
#240	3.0~5.0
#500	1.0~3.0
#800	0.5~1.0
#1000	0.3~0.5

[0092] 粗研磨加工を終了した結果、平面部 (F) が互いに対向する2対の平面部 (F) の合計18箇所の間隔寸法を計測した結果、156.0~156.4mm (平均: 156.1mm)、研削加工量は75~78 μm (平均: 77 μm)、表面粗さはRy 2.9~4.0 μm (平均: 3.4 μm)であった。

[0093] 前記精研磨用の研磨ブラシには、そのブラシ毛材 (42) に溶融固定する砥粒の粒度を表4に示す#800のダイヤモンド砥粒を使用した。研磨ブラシの外形寸法を ϕ 270mm、切込み量を0.8mm、回転速度を研磨加工の基準周速度10~20m/秒より換算して1300min⁻¹とし、研磨する多結晶シリコンブロックA (W) を移送手段 (5) により前記精研磨用の研磨ブラシの間を20mm/秒の移送速度で通過させて4平面部 (F) を研磨加工して全ての加工を終了した。

[0094] 精研磨加工を終了した結果、平面部 (F) が互いに対向する2対の平面部 (F) の合計18箇所の間隔寸法は、155.9~156.4mm (平均: 156.1mm)、研削加工量は16~19 μm (平均: 18 μm)、表面粗さはRy 0.9~1.1 μm (平均: 1.0 μm)であった。

[0095] 以上、説明した実施例1の多結晶シリコンブロックA (W) の研削加工と、粗研磨加工および精研磨加工を施した加工結果をまとめると、次の表5に示すとおりである。

[0096]

[表5]

	研削加工後	粗研磨加工後	精研磨加工後
断面外形寸法	156.1~156.6mm (平均:156.2mm)	156.0~156.4mm (平均:156.1mm)	155.9~156.4mm (平均:156.1mm)
削り代	390~480 μ m (平均:430 μ m)	75~78 μ m (平均:77 μ m)	16~19 μ m (平均:18 μ m)
表面粗さ (平面部)	Ry5~8 μ m (平均:7 μ m)	Ry2.9~4.0 μ m (平均:3.4 μ m)	Ry0.9~1.1 μ m (平均:1.0 μ m)

[0097] また、前記研削加工と研磨加工を全て終了した多結晶シリコンブロック A (W) をワイヤソーでスライス加工してシリコンウエハにし、該シリコンウエハの割れ・欠け等による不良品の発生率を調べた。

前記のように、研削加工後の該多結晶シリコンブロック A (W) をスライス加工してシリコンウエハにした時の割れ・欠け等による不良品の発生率が 3~4%であったが、表 5 に示すように、粗研磨加工と精研磨加工をしてその研磨代を合計 85 μ m にし、その表面粗さを Ry 平均: 1.0 μ m にしたことにより、その発生率を 1.2% に低減することができた。

実施例 2

[0098] 本実施例 2 において加工するシリコンブロック (W) は、引き上げ法により製造された円柱状の単結晶シリコンインゴットを切断形成した単結晶シリコンブロック (W) ある。前記単結晶シリコンインゴットの上下端部を切断除去して、長さ (図 11 では、紙面に垂直方向) を 299.0~301.0 mm の範囲 (呼称: 300 mm) に切断した後、図 11 に示すように固定治具へ 5 列×5 列=計 25 本を垂直に固定した。

[0099] 前記 25 本の単結晶シリコンインゴットを、前記実施例 1 で用いた固定砥粒方式の新ワイヤソーを用いて、各単結晶シリコンインゴットの胴体の外周部分を切断除去した。このとき、外周の一部が幅約 25 mm の円弧状の 4 角部 (C) となるように加工した。各々が略直角となるようにした 4 平面部 (F) を同時に切断形成して単結晶シリコンブロック (W) とし、切断形成された 25 本の前記単結晶シリコンブロック中から無作為に 1 本を抜き取って研削、研磨加工用のサンプルとした。その外形寸法は、断面が一辺 125

mm（呼称：5インチ）×長さ300mmである。

- [0100] 本実施例2に使用した単結晶シリコンブロック（W）の形状は、4平面部（F）と円弧形状の4角部（C）で構成される四角柱状であり、その断面の外形寸法の計測を前記実施例1と同様に実施した。すなわち、互い対向する2対の平面部（F）の間隔を合計18箇所計測した結果、平面部（F）の間隔寸法は、125.4～126.5mm（平均：126.1mm）であり、長さは300.8mm、表面粗さは、 $R_y 22 \sim 28 \mu m$ （平均： $25 \mu m$ ）であった。
- [0101] 研削・研磨手段の仕様については、研削手段に用いるカップ型砥石の砥粒の粒度を表3より選択設定したF180に変更した以外は、前記実施例1と同一とした（表2参照のこと）。研削手段の砥粒の粒度をF180に変更した理由は、研削・研磨加工する単結晶シリコンブロック（W）の平均断面寸法が呼称：5インチの一辺125mmであるのに対し、実測寸法が+0.7mmであって、片側=0.35mmの削り代であるから、前記実施例1で用いた表3に示されるF100より細かい粒度のF180（JIS R6001：1998）としたものである。
- [0102] 研削加工では、準備した単結晶シリコンブロック（W）をクランプ軸（13）で把持し、1対の平面部（F）が水平方向両側に対向した状態にして前記1対の研削手段（3）の間を通過させて、前記実施例1の多結晶シリコンブロック（W）と同様に2対の平面部（F）の研削を終了した。
- [0103] 次に、前もって入力設定した表1に示す回転機構（14）の運転条件に基づき、クランプ軸（13）を軸芯回りに 105 min^{-1} の回転速度で連続回転させながら、1対の砥石から成る研削手段（3）の間を2mm/秒の低速度で単結晶シリコンブロック（W）を通過させて2対の角部（C）の研削加工を終了した。
- [0104] その結果、平面部（F）が互いに対向する2対の平面部（F）の合計18箇所の間隔寸法は、124.9～125.8mm（平均：125.4mm）、4平面部の削り代は $283 \sim 354 \mu m$ （平均： $316 \mu m$ ）であり、4平

面部（F）と4角部（C）の表面粗さはRy 4～6 μm（平均：5 μm）であった。

[0105] 次の研磨加工は、回転機構（14）により研磨加工をする単結晶シリコンブロック（W）を前記と同様に連続回転させながら、粗研磨用の研磨ブラシと精研磨用の研磨ブラシから成る研磨手段（4）の間を、移送手段（5）により単結晶シリコンブロック（W）を2 mm/秒の低速度で通過させて4角部（C）の研磨加工を終了させた。

その後、該単結晶シリコンブロック（W）の2対の平面部（F）の研磨加工を前記実施例1と同様に、研磨手段（4）の間を移送手段（5）により20 mm/秒の移送速度で通過させて2対の平面部（F）の研磨加工を終了し全ての加工を終了した。

[0106] 前記研磨加工において、粗研磨加工を終了した時点の平面部（F）が互いに対向する2対の平面部（F）の間隔を前記と同様に合計18箇所を計測した結果は124.8～125.6 mm（平均：125.3 mm）、研磨加工量は69～75 μm（平均：73 μm）、表面粗さはRy 2.8～3.8 μm（平均：3.3 μm）であった。また、精研磨加工を終了した時点の平面部が互いに対向する2対の平面部（F）の間隔を合計18箇所計測した結果は124.7～125.5 mm（平均：125.2 mm）、研磨加工量は17～25 μm（平均：20 μm）、表面粗さはRy 0.8～1.0 μm（平均：0.9 μm）であった。

[0107] 以上説明した実施例2の単結晶シリコンブロック（W）の研削加工と、粗研磨加工および精研磨加工を終了した後の断面外形寸法と表面粗さをまとめると、次の表6に示す結果となった。

[0108]

[表6]

	研削加工後	粗研磨加工後	精研磨加工後
断面外形寸法	124.9~125.8mm (平均:125.4mm)	124.8~125.6mm (平均:125.3mm)	124.7~125.5mm (平均:125.2mm)
削り代	283~354 μ m (平均:316 μ m)	69~75 μ m (平均:73 μ m)	17~25 μ m (平均:20 μ m)
表面粗さ (\square 面部分と端角部)	Ry4~6 μ m (平均:5 μ m)	Ry2.8~3.8 μ m (平均:3.3 μ m)	Ry0.8~1.0 μ m (平均:0.9 μ m)

[0109] また、前記研削加工と研磨加工を全て終了した単結晶シリコンブロック（W）をワイヤソーでスライス加工してシリコンウエハにし、該シリコンウエハの割れ・欠け等による不良品の発生率を調べた結果、前記実施例1の多結晶シリコンブロック（W）と同様に、研削加工後の粗研磨加工と精研磨加工によりその研磨加工量を合計135 μ mにし、表面粗さをRy平均：0.9 μ mにしたことにより、その発生率を1.0%に低減することができた。

[0110] 本発明は、シリコンブロックの研削・研磨に関する発明について説明したが、シリコンブロックに限定されるものではなく、例えばガラス・石材・セラミックス・フェライト等、硬脆材料全般についても好適に用いることができるものである。

符号の説明

- [0111] 1 把持手段
- 2 計測手段
- 3 研削手段
- 4 研磨手段
- 5 移送手段
- 6 制御手段
- 11 基台
- 12 押圧具
- 13 クランプ軸
- 14 回転機構
- 15 基準ブロック

- 2 1 計測具 A
- 2 2 計測具 B
- 3 1 回転盤 A
- 3 2 砥粒部
- 3 3 回転軸 A
- 4 1 回転盤 B
- 4 2 ブラシ毛材
- 4 3 回転軸 B
- W シリコンブロック
- F シリコンブロックの平面部
- C シリコンブロックの角部

請求の範囲

- [請求項1] 被加工物である多角柱状部材を把持する把持手段と、
前記被加工物の断面寸法の計測、前記把持手段の被加工物を把持する位置の芯出しをするための中心位置の計測、および研削手段と研磨手段の切込み量が「ゼロ」の位置である基点の位置の計測をする計測手段と、
前記加工物の平面部および角部をその断面寸法および断面形状が公差内となるように研削加工する研削手段と、
前記研削加工を終了した被加工物の平面部および角部を研磨加工しその表層に存在するマイクロクラックを除去する研磨手段と、
前記把持手段に把持された被加工物の平面部および角部を計測、研削、研磨をするために前記被加工物を把持した把持手段を前記計測手段、研削手段、研磨手段に移送させる移送手段と、
加工開始前に入力された初期設定項目および前記計測手段の計測信号を基に演算処理し前記各手段に作動信号を出力する制御手段と、を備えたこと
を特徴とする多角柱状部材の研削・研磨加工装置。
- [請求項2] 前記研削手段を、砥粒を溶融固定して形成された砥粒部の表面が前記被加工物の加工面に接触して回転するようにした回転盤Aと該回転盤Aに回転駆動源の回転を伝達する回転軸Aとから成る砥石とし、
前記研磨手段を、砥粒を溶融固定したブラシ毛材の毛先部が被加工物の加工面に接触して回転するように植設された回転盤Bと該回転盤Bに回転駆動源の回転を伝達する回転軸Bとから成る研磨ブラシとすること
を特徴とする請求項1記載の多角柱状部材の研削・研磨加工装置。
- [請求項3] 前記研削手段の砥石を、その砥粒部に溶融固定される砥粒の粒度を1種類または2種類以上とし、
前記研磨手段の研磨ブラシを、そのブラシ毛材に溶融固定される砥粒

の粒度を2種類以上とした

ことを特徴とする請求項2記載の多角柱状部材の研削・研磨加工装置。

[請求項4] 前記研磨手段の研磨ブラシを、そのブラシ毛材に溶融固定される砥粒の粒度を2種類以上とし、
該砥粒の粒度が粗いブラシ毛材を回転盤Bの回転中心に近い内輪部に植設するとともに、
前記砥粒の粒度が細かいブラシ毛材を回転盤Bの回転中心より遠い外輪部に植設するようにしたこと
を特徴とする請求項2記載の多角柱状部材の研削・研磨加工装置。

[請求項5] 前記研削手段を砥粒の粒度がF90～F220（JISR6001：1998）および#240～#500（JISR6001：1998）からなる砥石とし、
前記研磨手段は、砥粒の粒度が#240～#500（JISR6001：1998）からなる粗研磨用の研磨ブラシと、砥粒の粒度が#800～#1200（JISR6001：1998）からなる精研磨用の研磨ブラシを備えたこと
を特徴とする請求項3または請求項4記載の多角柱状部材の研削・研磨加工装置。

[請求項6] 前記計測手段が、基準ブロックと、計測具Aと、計測具Bとからなり、
該基準ブロックは、両側に形成され、既知の間隔を有する基準面を備え、基準ブロックの柱軸方向が加工する被加工物の柱軸方向に平行になるように把持手段のクランプ軸の一方に一体形的に設けられており、
計測具Aは、該基準ブロックの対向する基準面の位置、および被加工物の平面部の位置または対向する角部の位置を該被加工物の柱軸方向と直交する両側方向から水平方向に計測することによって被加工物の

外形寸法を計測し、

計測具Bは、前記被加工物の上面側平面部または上面側角部の垂直方向の高さ位置を計測すること

を特徴とする請求項5記載の多角柱状部材の研削・研磨加工装置。

[請求項7]

前記制御手段は、前記基準ブロックの両側の基準面に研削手段の先端および研磨手段の先端を夫々接触させて該研削手段の先端および研磨手段の先端の基点（切込み量「ゼロ」の位置）を演算処理する機能と、

前記計測具Aにより前記基準ブロックの両側の基準面と被加工物の両側の2平面部または2角部の位置を計測して被加工物の断面寸法を演算処理する機能と、

前記被加工物を把持手段の基台に載置してその両側を押圧具により位置決めをした状態で前記計測具Aおよび計測具Bにより前記被加工物の側面位置を同時計測して被加工物の両端面を把持する前記クランプ軸の軸心位置を前記被加工物の柱軸と一致させる芯出しの演算処理をする機能と、

加工開始前に入力した前記初期設定項目と前記計測手段が出力する計測信号により演算処理して前記研削・研磨加工装置の各手段に作動信号を出力する機能、を備えたこと

を特徴とする請求項6記載の多角柱状部材の研削・研磨加工装置。

[請求項8]

前記被加工物の断面が四角形であって、

前記の研削・研磨加工をする四角柱状の被加工物の断面寸法とその公差を一辺125mm±0.5mm（呼称：5インチ）、一辺156mm±0.5mm（呼称：6インチ）、一辺210mm±0.5mm（呼称：8インチ）のいずれかとし、

該四角柱状の被加工物の2平面部が互い交わる角部の直角度を断面形状の公差として90度±0.1度に設定したこと

を特徴とする請求項7記載の多角柱状部材の研削・研磨加工装置。

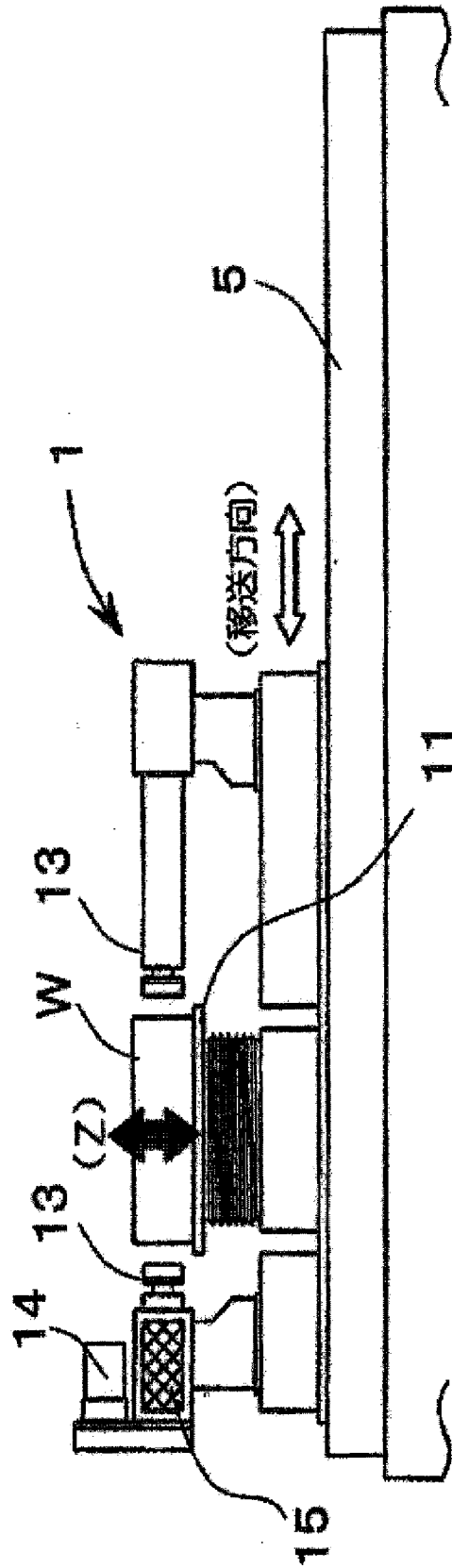
- [請求項9] 前記把持手段は、被加工物をその柱軸が水平となるように載置して垂直方向に上下動可能とした基台と、
該基台を挟んだ両側に前記被加工物の柱軸と直交する方向に進退動させて被加工物の両側を押圧して前記基台の中心に被加工物の柱軸を位置決めをする押圧具と、
軸芯を前記被加工物の柱軸と同じ方向に配置し、該被加工物の柱軸方向両端側に配置したクランプ軸であって、当該クランプ軸の一方を前進させて前記基台の中心に位置決めされた被加工物の両端面を把持するようにしたクランプ軸と、
該クランプ軸をその軸芯を中心にして間欠回転または連続回転をするようにした回転機構と、を備えること
を特徴とする請求項8記載の多角柱状部材の研削・研磨加工装置。
- [請求項10] 前記被加工物が四角柱状のシリコンブロックであることを特徴とする請求項1に記載の多角柱状部材の研削・研磨加工装置。
- [請求項11] 被加工物である多角柱状部材を把持する把持手段と、
前記被加工物の断面寸法の計測、前記把持手段の被加工物を把持する位置の芯出し、ならびに研削手段と研磨手段の切込み量を「ゼロ」とした基点の位置を計測する際に使用する計測手段と、
前記被加工物の平面部および角部を研削加工する研削手段と、
前記被加工物の平面部および角部を研磨加工する研磨手段と、
前記把持手段に把持された被加工物を前記計測手段、研削手段、研磨手段が配置された位置に移送させる移送手段と、
加工開始前に入力された初期設定項目および前記計測手段によって計測された計測値を基に演算処理し前記各手段に作動信号を出力する制御手段と、を備えた多角柱状部材の研削・研磨加工装置において、
前記研削手段により前記被加工物を研削加工したのち、前記研磨手段により前記被加工物の研磨加工をするようにしたこと
を特徴とする多角柱状部材の研削・研磨加工方法。

- [請求項12] 前記被加工物の断面が四角形であって、
前記研削手段に使用する砥石の砥粒の粒度をF90～F220（JIS R6001：1998）および#240～#500（JIS R6001：1998）とし、
前記研磨手段の粗研磨用の研磨ブラシに使用する砥粒の粒度を#240～#500（JIS R6001：1998）とし、前記研磨手段の精研磨用の研磨ブラシに使用する砥粒の粒度を#800～#1200（JIS R6001：1998）とし、研削・研磨加工をする四角柱状の被加工物の断面寸法とその公差を一辺125mm±0.5mm（呼称：5インチ）、一辺156mm±0.5mm（呼称：6インチ）、一辺210mm±0.5mm（呼称：8インチ）のいずれかとし、該四角柱状の被加工物の2平面部が互い交わる角部の直角度を断面形状の公差として90度±0.1度にしたこと
を特徴とする請求項11記載の多角柱状部材の研削・研磨加工方法。
- [請求項13] 前記研削手段における削り代を20μm～700μmとし、研削手段において被加工物の表面粗さをRy2.0～10.0μm（JIS B0601：1994）となるように研削加工したのち、
研磨手段における削り代を75μm以上とし、研磨手段において被加工物の表面粗さをRy1.1μm（JIS B0601：1994）以下となるように研磨加工すること
を特徴とする請求項11または請求項12記載の多角柱状部材の研削・研磨加工方法。
- [請求項14] 前記被加工物が四角柱状のシリコンブロックであることを特徴とする
請求項11記載の多角柱状部材の研削・研磨加工方法。
- [請求項15] 前記被加工物が多結晶シリコンブロックであって、
該多結晶シリコンブロックの加工工程を平面部の研削加工、角部の研削加工、平面部の研磨加工の順に行うようにしたこと
を特徴とする請求項13記載の多角柱状部材の研削・研磨加工方法。

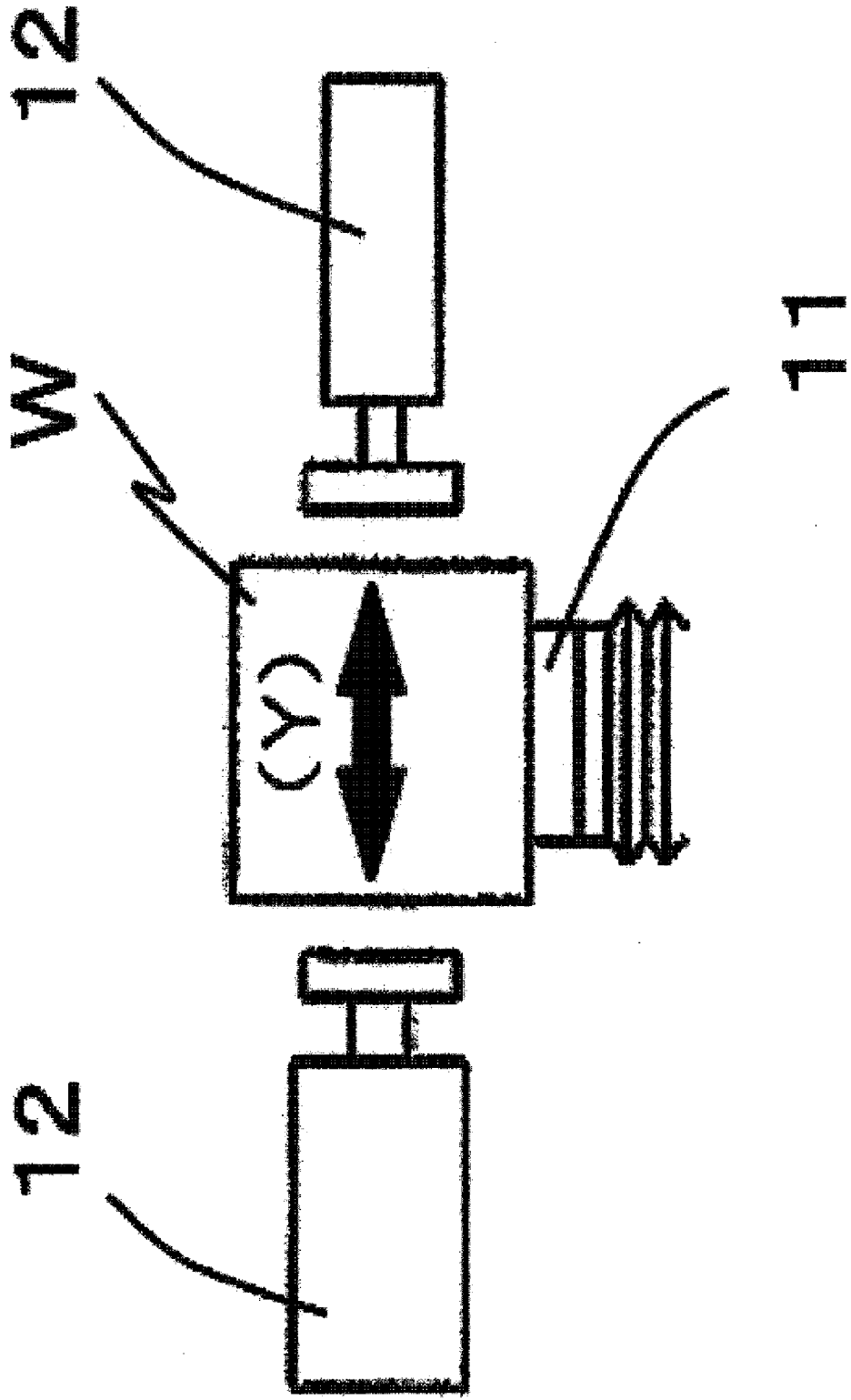
- [請求項16] 前記被加工物が単結晶シリコンブロックであって、
該単結晶シリコンブロックの加工工程を平面部の研削加工、角部の研削加工、角部の研磨加工、平面部の研磨加工の順に行うようにしたこと
を特徴とする請求項 1 3 記載の多角柱状部材の研削・研磨加工方法
。

[図2]

図2

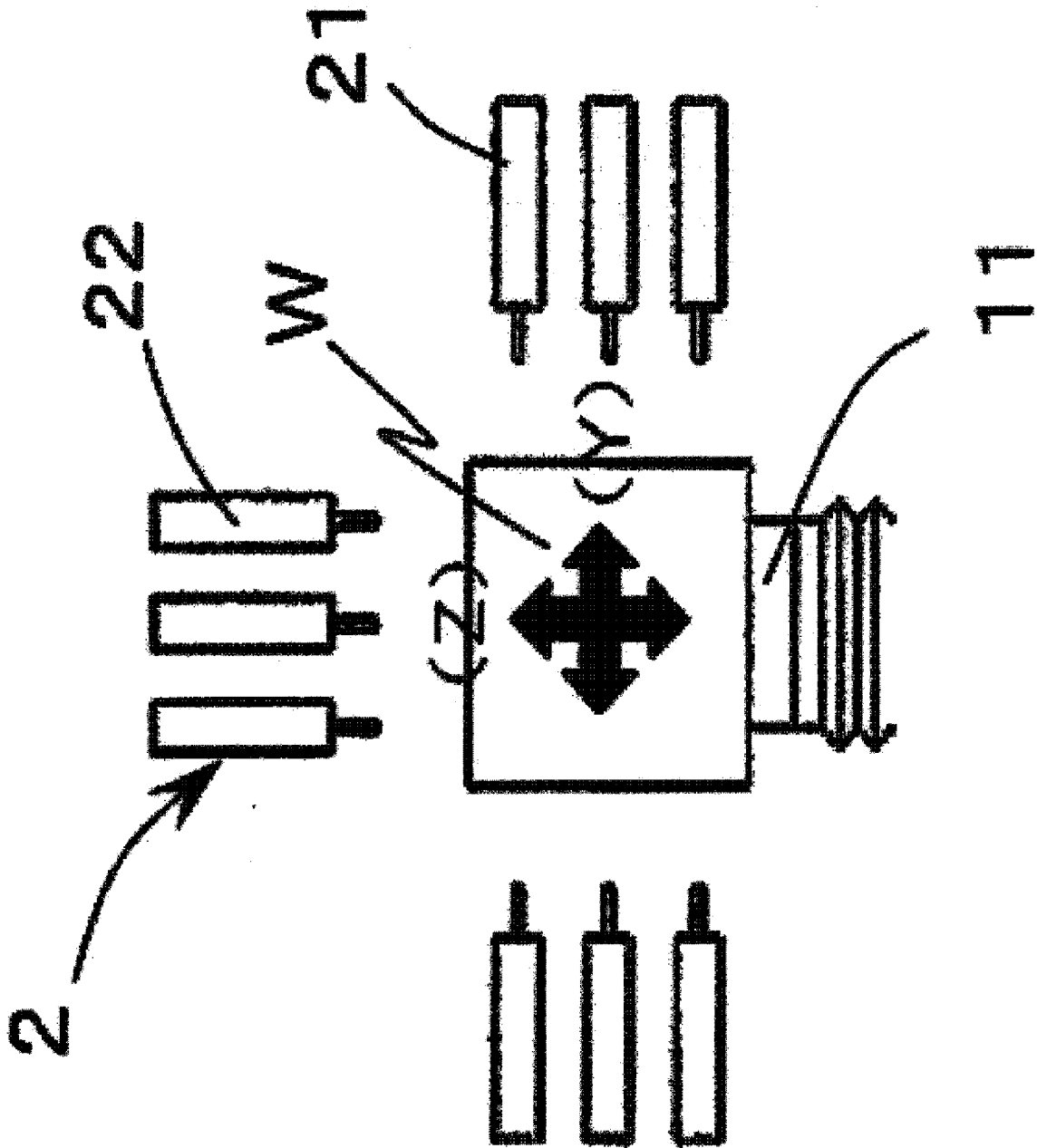


[図3]



[図3]

[図4]



[図4]

[図5]

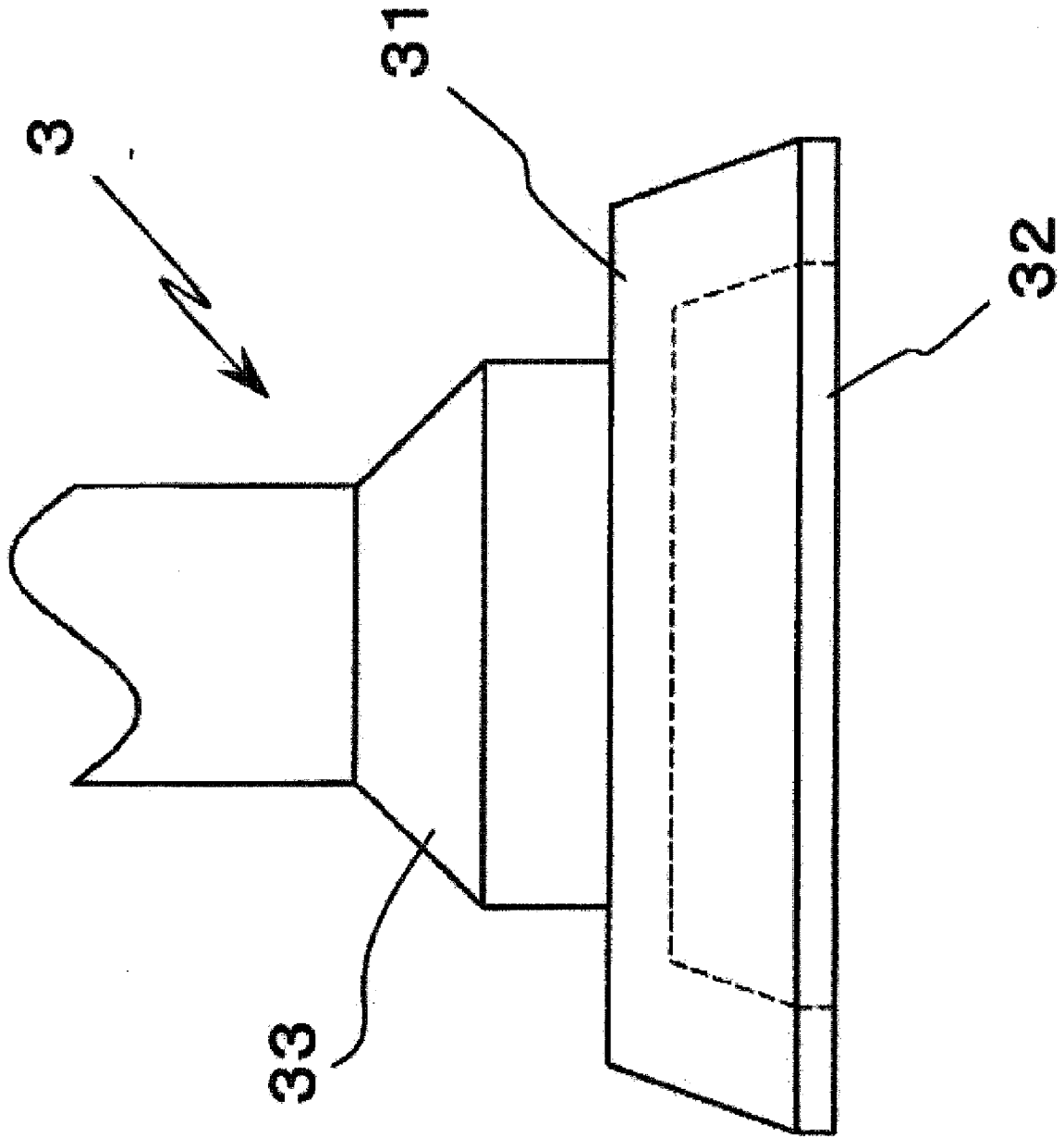


図 5

[図6]

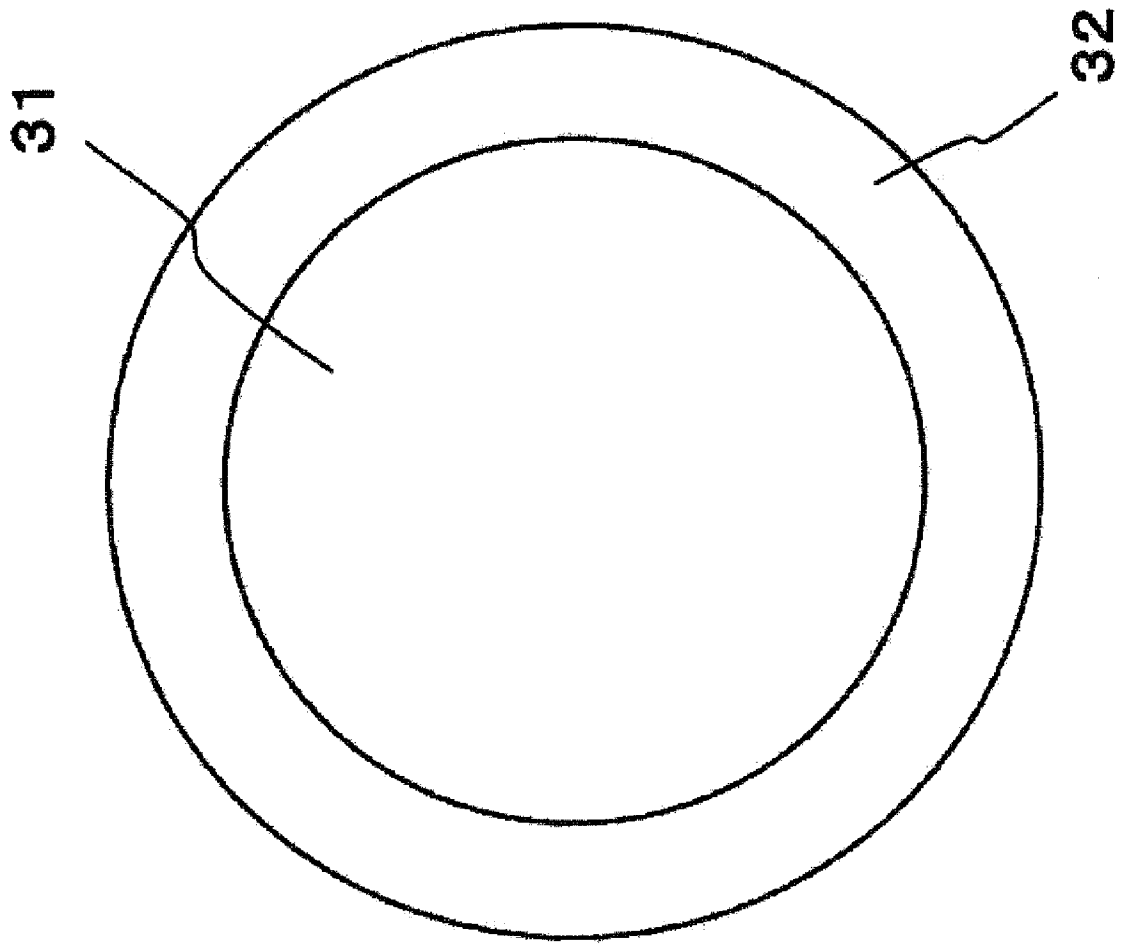


図6

[図7]

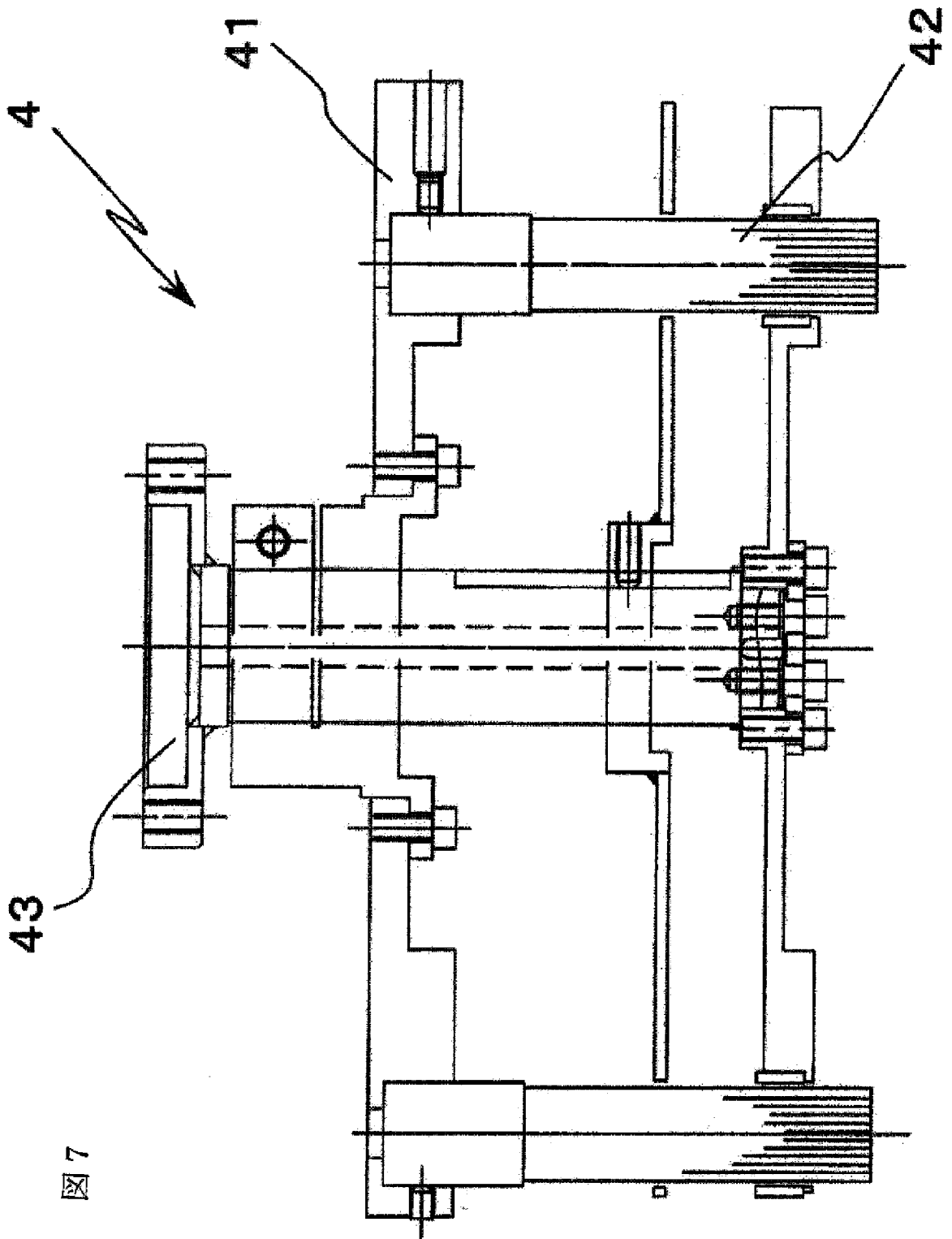
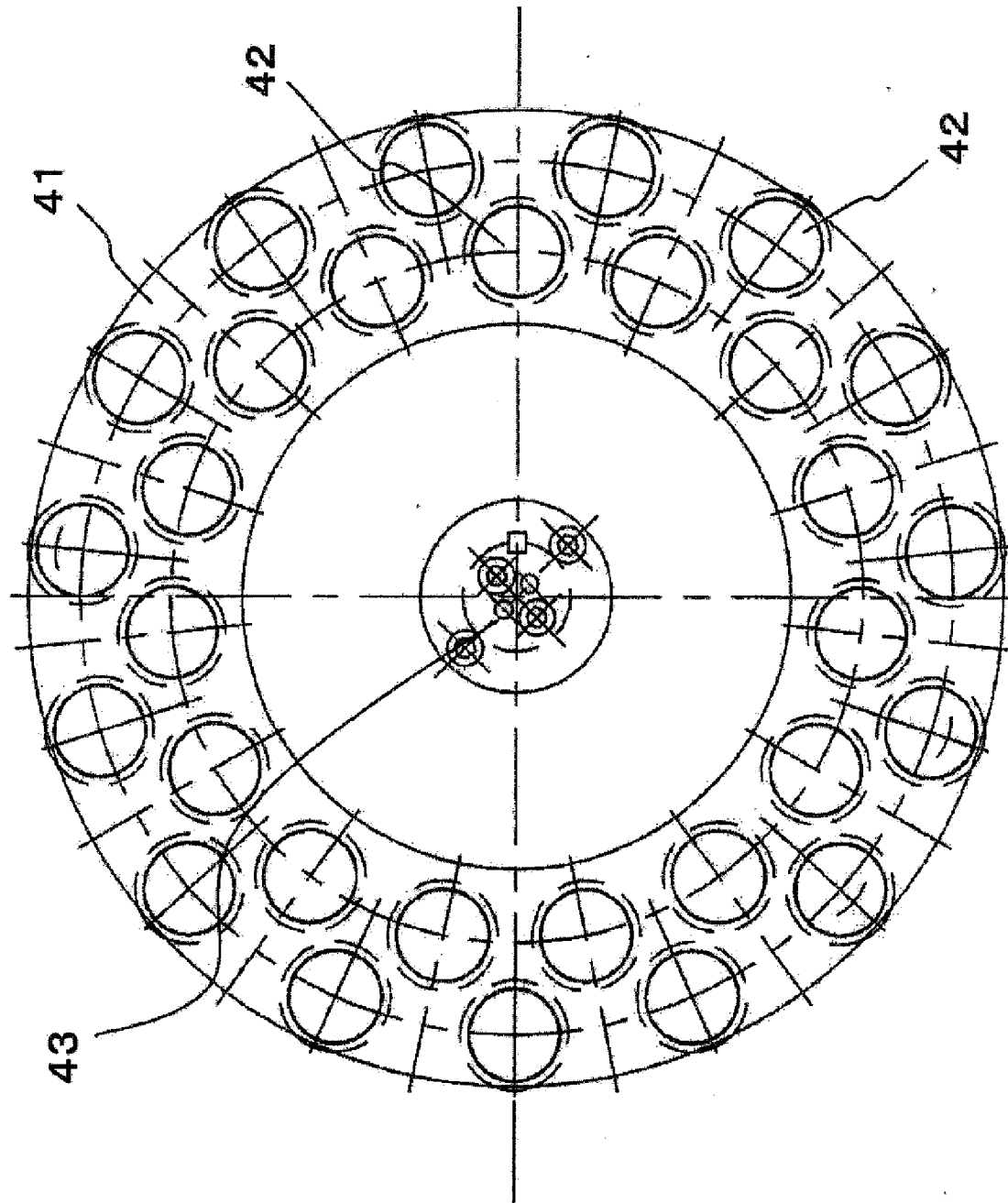


図7

[図8]



[図8]

[図10]

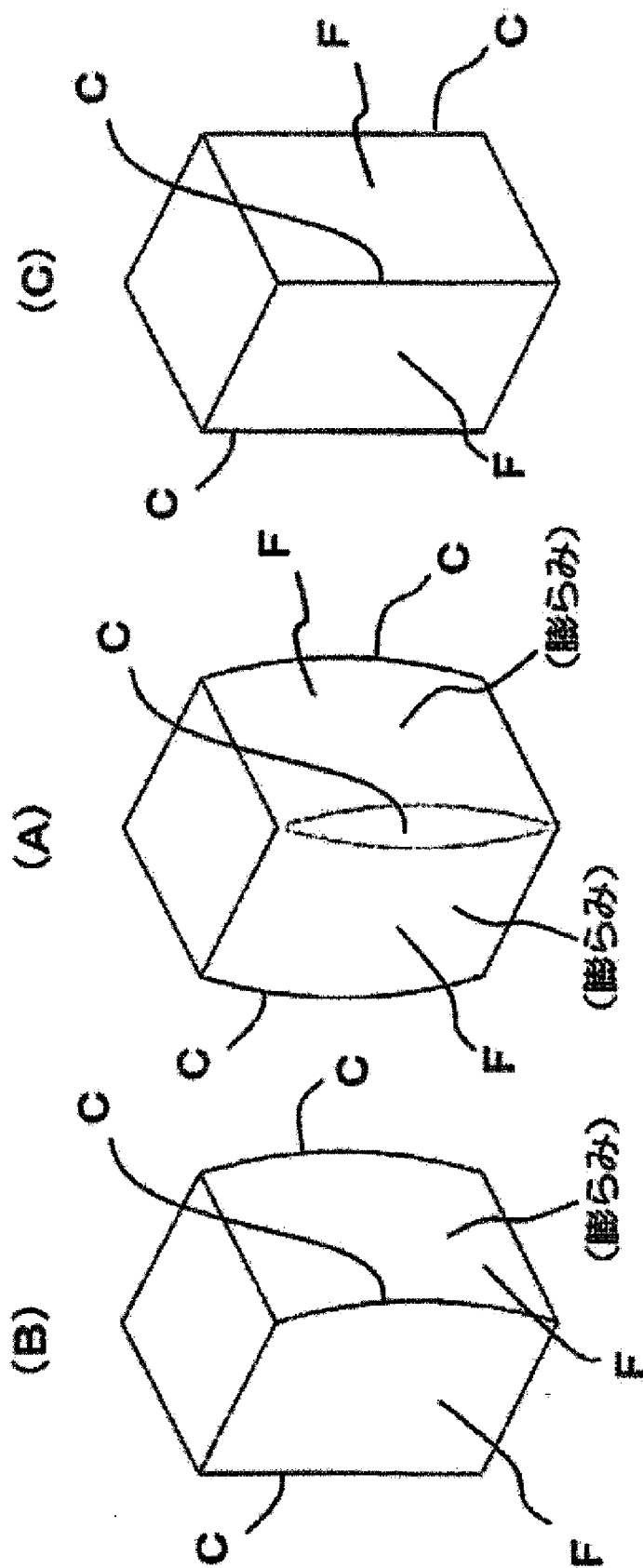


図10

[図11]

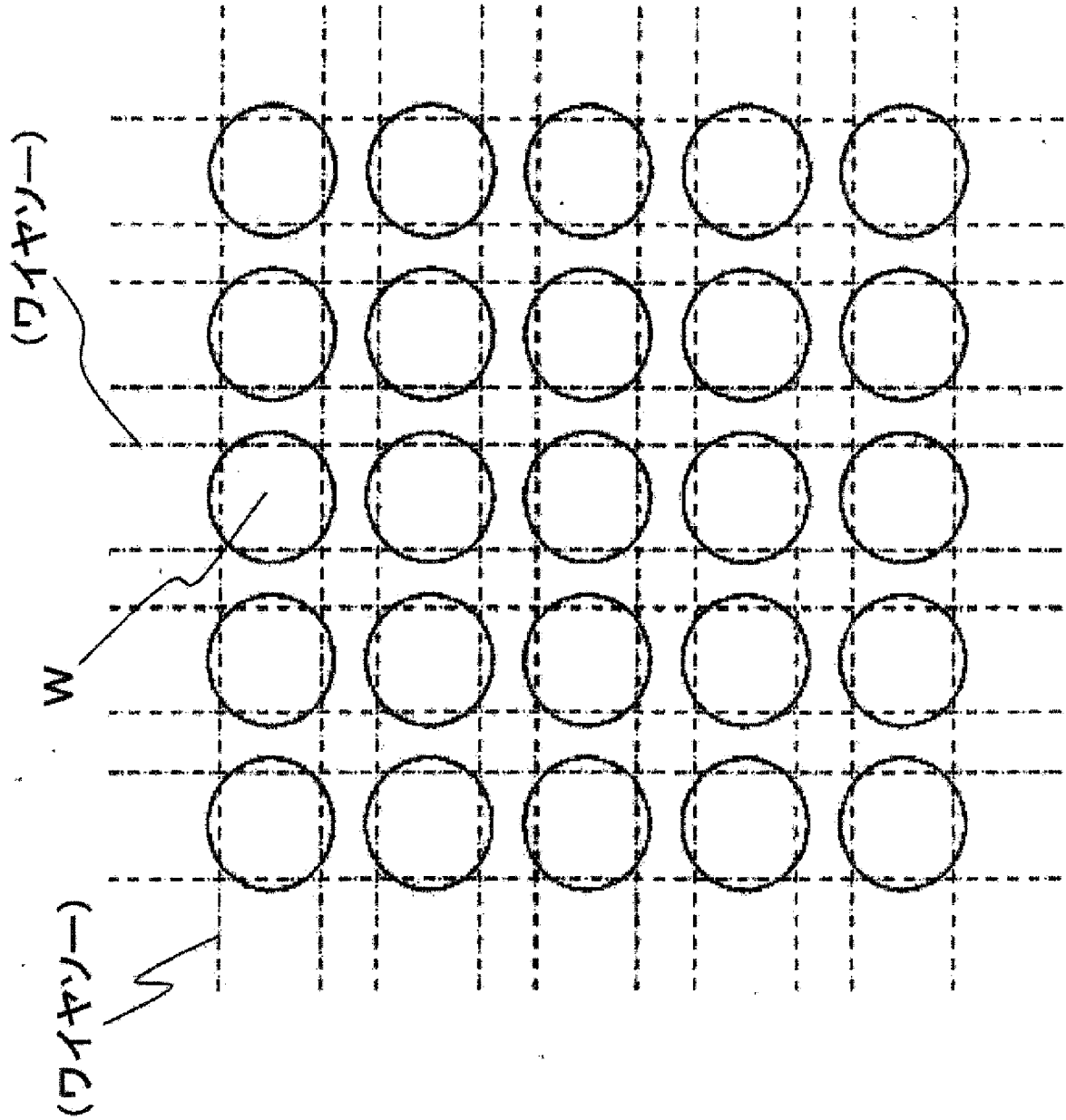


図 11

[図12]

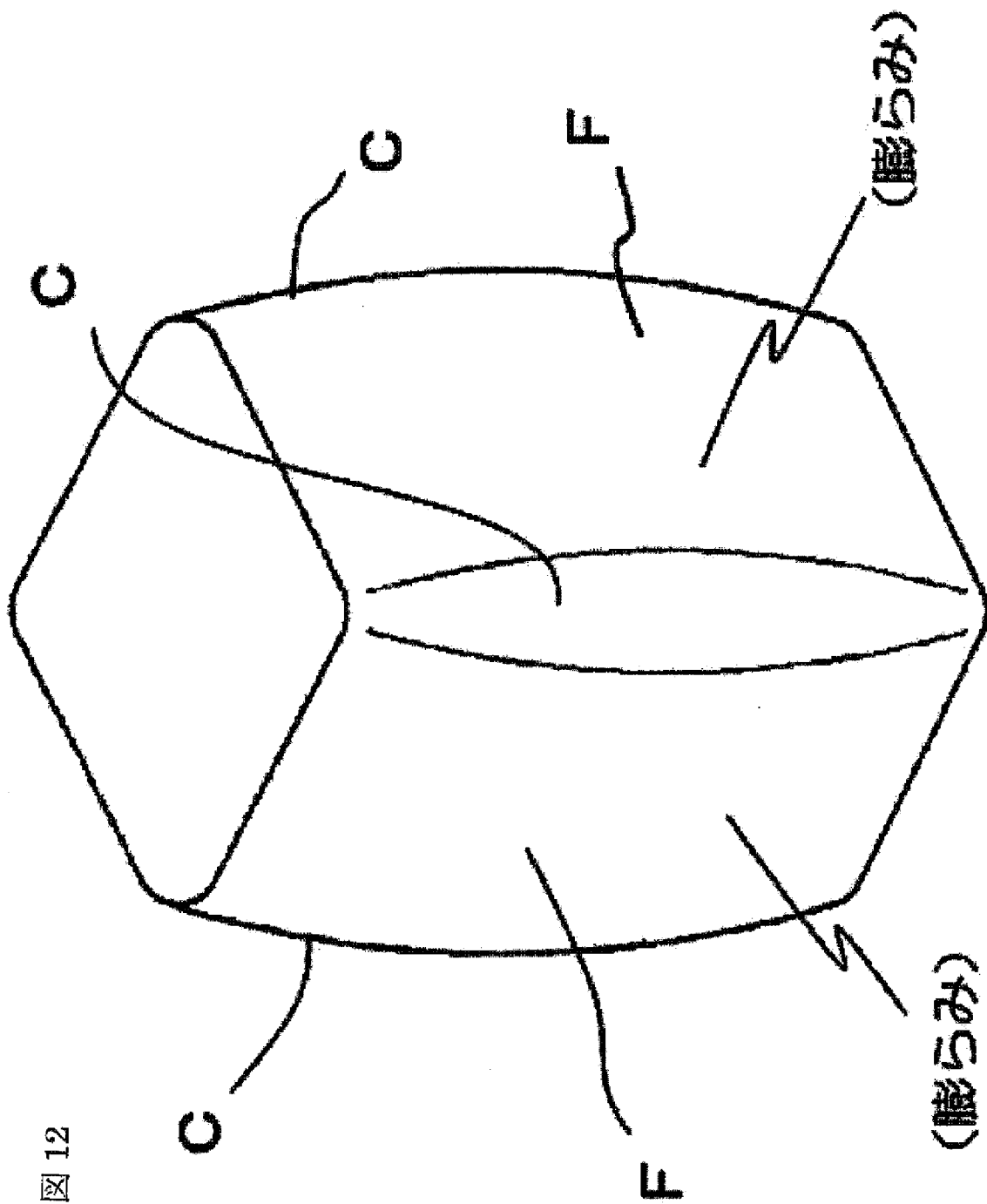
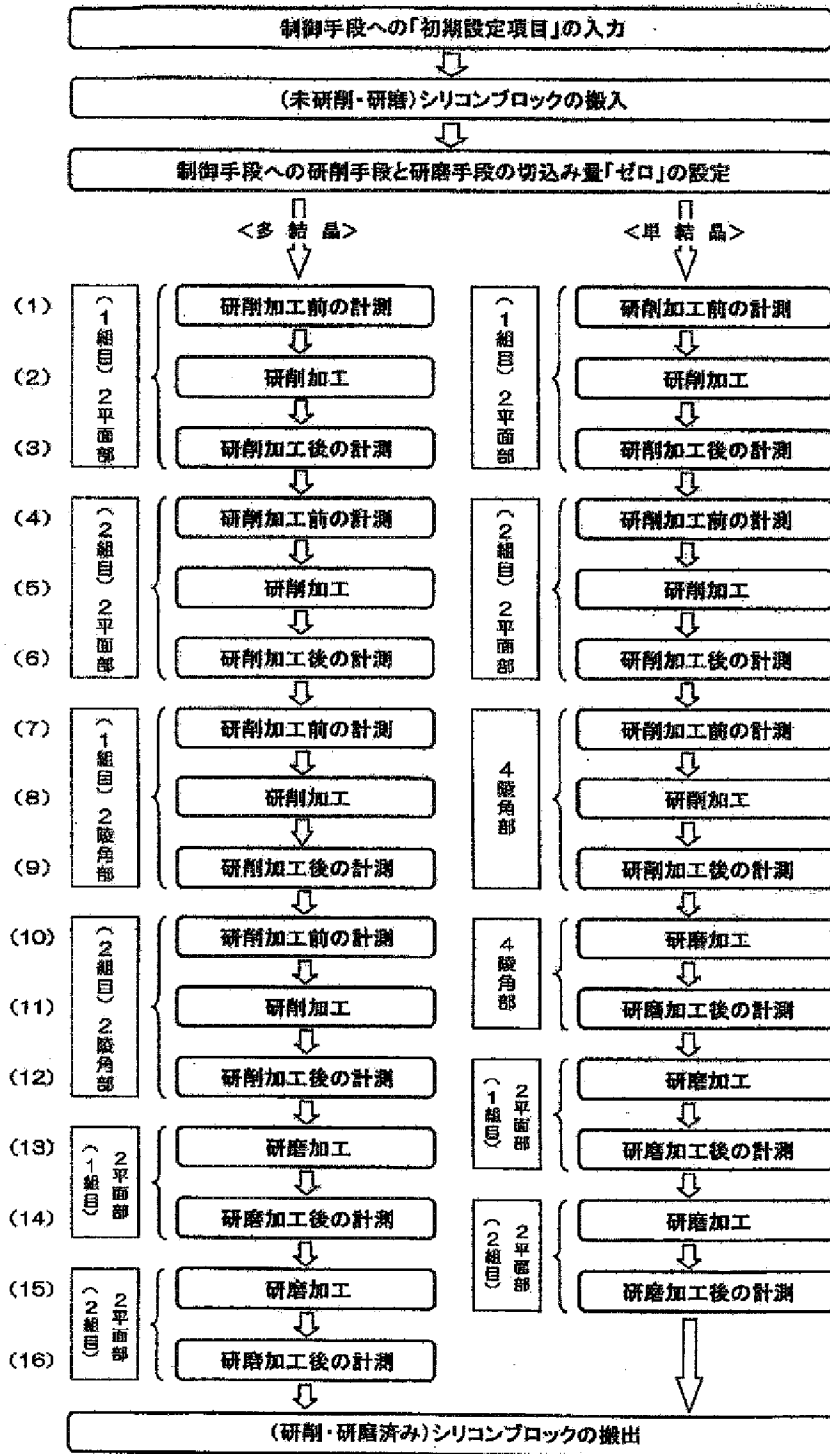


図 12

[図13]

図 13



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/055358

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B24B7/16(2006.01) i, B24B7/22(2006.01) i, B24B9/00(2006.01) i, B24B29/00
(2006.01) i, B24D13/14(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)

B24B7/16, B24B7/22, B24B9/00, B24B29/00, B24D13/14

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	1996-2011
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2011	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2011

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 2010-262955 A (Okamoto Machine Tool Works, Ltd.), 18 November 2010 (18.11.2010), paragraphs [0023] to [0070]; all drawings (Family: none)	1-3, 5, 10-16 4, 6-9
Y A	JP 2003-53664 A (Nagase Integrex Co., Ltd.), 26 February 2003 (26.02.2003), paragraph [0025] (Family: none)	1-3, 5, 10-16 4, 6-9
Y A	JP 2003-159649 A (Denso Corp.), 03 June 2003 (03.06.2003), paragraph [0006] (Family: none)	1-3, 5, 10-16 4, 6-9

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
14 April, 2011 (14.04.11)

Date of mailing of the international search report
26 April, 2011 (26.04.11)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/055358

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 4-115873 A (Jason, Inc.), 16 April 1992 (16.04.1992), claims; page 3, lower left column, line 8 to page 4, upper left column, line 1; fig. 3, 5 (Family: none)	2-3, 5, 12 1, 4, 6-11, 13-16
A	JP 52-126594 A (Yasuhiro SUZUKI), 24 October 1977 (24.10.1977), entire text; all drawings (Family: none)	1-16
A	JP 2003-181766 A (Masao NISHIKI), 02 July 2003 (02.07.2003), entire text; all drawings (Family: none)	1-16
A	JP 2004-148461 A (Nitto Denko Corp.), 27 May 2004 (27.05.2004), entire text; all drawings (Family: none)	1-16

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. B24B7/16(2006.01)i, B24B7/22(2006.01)i, B24B9/00(2006.01)i, B24B29/00(2006.01)i, B24D13/14(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. B24B7/16, B24B7/22, B24B9/00, B24B29/00, B24D13/14

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	1971-2011年
日本国実用新案登録公報	1996-2011年
日本国登録実用新案公報	1994-2011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 2010-262955 A (株式会社岡本工作機械製作所) 2010.11.18, 【0023】 - 【0070】, 全図 (ファミリーなし)	1-3, 5, 10-16 4, 6-9
Y A	JP 2003-53664 A (株式会社ナガセインテグレックス) 2003.02.26, 【0025】 (ファミリーなし)	1-3, 5, 10-16 4, 6-9
Y A	JP 2003-159649 A (株式会社デンソー) 2003.06.03, 【0006】 (ファミリーなし)	1-3, 5, 10-16 4, 6-9

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	の日の後に公表された文献
「A」特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの	「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
「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	「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
「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)	「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
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」同一パテントファミリー文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	

国際調査を完了した日 14.04.2011	国際調査報告の発送日 26.04.2011
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) 橋本 卓行 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 4-115873 A (ジェイソン インコーポレーテッド) 1992.04.16, 特許請求の範囲, 第3ページ左下欄第8行-第4ページ左上欄第1行, 図3,5 (ファミリーなし)	2-3, 5, 12 1, 4, 6-11, 13-16
A	JP 52-126594 A (鈴木康弘) 1977.10.24, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-16
A	JP 2003-181766 A (西木 正雄) 2003.07.02, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-16
A	JP 2004-148461 A (日東電工株式会社) 2004.05.27, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-16