



DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, 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, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, 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, CV, 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, ME, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

一 国際調査報告 (条約第21条(3))

cutting of the second cylindrical workpiece is started while feeding the rewound portion of the fixed abrasive grain wire in a direction from the first bobbin toward the second bobbin. Through the above, it is possible to provide: a workpiece cutting method using a fixed abrasive grain wire, whereby unevenness in the thickness of a wafer cut out from a workpiece can be suppressed; and a wire saw that can suppress unevenness in the thickness of a wafer cut out from a workpiece.

(57) 要約: 本発明は、ワイヤソーによるワーク切断方法であって、第一の円柱形ワークを固定砥粒ワイヤで切断する工程と、第一の円柱形ワークを切断する工程の終了後に、第一の円柱形ワークの切断に用いた固定砥粒ワイヤの一部を、第二のボビンから第一のボビンに向かって巻き戻す工程と、巻き戻す工程の後に、第二の円柱形ワークを固定砥粒ワイヤで切断する工程とを含み、第二の円柱形ワークを切断する工程では、固定砥粒ワイヤの巻き戻した部分を第一のボビンから第二のボビンに向かう方向に送りながら第二の円柱形ワークの切断を開始するワーク切断方法である。これにより、ワークから切り出すウェーハの厚さむらを抑制できる固定砥粒ワイヤによるワークの切断方法、及びワークから切り出すウェーハの厚さむらを抑制できるワイヤソーを提供できる。

明 細 書

発明の名称： ワークの切断方法及びワイヤソー

技術分野

[0001] 本発明は、ワイヤソーを使用したワークの切断方法、及びワイヤソーに関する。

背景技術

[0002] 従来、シリコンインゴットや化合物半導体インゴットなどからウェーハを切り出す手段として、ワイヤソーが知られている。このワイヤソーでは、複数のローラの周囲に切断用ワイヤが多数巻き掛けられることによりワイヤ列が形成されており、その切断用ワイヤが軸方向に往復駆動され、かつ、スラリが適宜供給されながら前記ワイヤ列に対してワークが切り込み送りされることにより、このワークが各ワイヤの位置で同時に切断されるようにしたものである（特許文献１参照）。

[0003] ここで、図４に、従来の一般的なワイヤソーの一例の概要を示す。図４に示すように、このワイヤソー１０１'は、主に、ワークwを切断するためのワイヤ１０２'（高張力鋼線）、ワイヤ１０２'を巻掛けた溝付きローラ１０３、ワイヤ１０２'の張力を調整する張力調整機構１０４、切断されるワークwを下方へ送り出す機構１０５、切断時にスラリを供給する機構１０６'で構成されている。

[0004] ワイヤ１０２'は、一方のワイヤリールである第一のボビン１０７から繰り出され、トラバーサ１０８、張力調整機構１０４、プーリー１０９を経て、溝付きローラ１０３に３００～５００回程度巻掛けられた後、プーリー１０９'、もう一方の張力調整機構１０４'、トラバーサ１０８'を経て、もう一方のワイヤリールである第二のボビン１０７'に巻き取られている。

[0005] また、溝付きローラ１０３は、鉄鋼製円筒の周囲にポリウレタン樹脂を圧入し、その表面に略一定のピッチで溝を切ったローラであり、巻掛けられたワイヤ１０２'が溝付きローラ駆動モータ１１０によって、一方向あるいは

、予め定められた周期で往復方向に駆動できるようになっている。

[0006] 第一のボビン107及び第二のボビン107'は、ワイヤリール駆動モータ111及び111'によって回転駆動され、溝付きローラ駆動モータ110の速度とワイヤリール駆動モータ111及び111'の速度とをそれぞれ制御することにより、ワイヤ102'にかかる張力を調整することが出来る。

[0007] また、図4のワークwを下方へ送り出す機構105は、図5のように、ワーク保持部112及びワークプレート113から構成されるワーク保持手段114を有しており、ワークプレート113には、ワークwに貼り付けられた接合部材（ビーム）120を介してワークwが接着される。

[0008] ワークw切断時には、ワークwを下方へ送り出す機構105によってワークWは保持されつつ相対的に押し下げられ、溝付ローラ103に巻きかけられたワイヤ102'からなるワイヤ列に対して送り出される。

[0009] このようなワイヤソー101'を用い、ワイヤ102'に張力調整機構104及び104'を用いて適当な張力をかけて、ワイヤリール駆動用モータ111及び111'によりワイヤ102'を図5に示す往復方向に走行させながら、スラリ供給機構106'から供給されたスラリを供給し、ワークwを下方へ送り出す機構105でワークwを図5に示すワーク送り方向に切り込み送りすることでワークを切断する。

[0010] 一方、砥粒を含むスラリを使用せず、代わりにダイヤモンド砥粒等をワイヤの表面に固着した固定砥粒ワイヤを使用して、ワークを切断する方法も知られており、直径150mm程度以下の小直径インゴットの切断には一部で実用化している。

[0011] この固定砥粒ワイヤによる切断では、図4に示したワイヤソーの鋼線ワイヤの代わりに固定砥粒ワイヤを装着し、スラリを砥粒が含まれない冷却水などのクーラントに変えることで、一般的なワイヤソーをそのまま使用することができる。

[0012] 固定砥粒ワイヤによる切断は、ウェーハ表裏面に導入されるダメージが小

さいため、これらのダメージを除去する、後工程での取り代を削減できるという利点がある。この利点を最大限に生かすためには、切り出すウェーハの厚さばらつきを小さくする必要がある。

[0013] しかし、固定砥粒ワイヤによる切断では、ワーク切断開始時において、固定砥粒ワイヤの表面の砥粒の初期摩耗が大きいことと、砥粒の切れ味が十分でないためワイヤがワークの軸方向に振動することとから、切り始め部分のウェーハの厚さが薄くなり、ウェーハの厚さむら（TTV: Total Thickness Variation）が大きくなってしまいう問題があった。

[0014] 特許文献2には、固定砥粒ワイヤソーによるワーク（被加工物）の切断時に、連続的にワイヤを送り出してワークを切断した後に、送り出した長さより短い長さを後退方向に巻き取りながら同じワークを切断し、この工程を繰り返して1つのワークを切断する方法が記載されている。

[0015] 特許文献3には、遊離砥粒によるワイヤソーにおいて、一度切断に使用したワイヤを再利用する際に、ワイヤ張力を前回の87～95%、新線供給量を125%以上とし、断線防止と反り悪化を抑制する切断方法が記載されている

[0016] 特許文献4には、固定砥粒ワイヤソーのワーク切断時に、基準厚さバラツキに対して、切断後のウェーハのインゴットの一端から他端までのウェーハの厚さを測定し厚さバラツキを算出し、基準厚さバラツキと算出した厚さバラツキの差を比較して、正常か異常の判定を行う切断工程の管理方法が記載されている。

先行技術文献

特許文献

[0017] 特許文献1：特開平9－262826号公報

特許文献2：特開2014－24137号公報

特許文献3：特開2015－100853号公報

特許文献4：特開2014－213429号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0018] TTVが大きいウェーハをラップ、研磨加工する場合に種々の問題点があり、例えばラップ工程でウェーハの厚さ精度を出そうとすると、厚さが薄いウェーハに揃えるように加工するため、ウェーハのフラットネス精度が悪化する方向に進んで仕上り精度がよくなるという問題点がある。そのため、ワイヤソーによるワークの切断では、ワークから切り出すウェーハの厚さむらが小さいことが望まれる。

[0019] 本発明は、前述のような問題に鑑みてなされたもので、ワークから切り出すウェーハの厚さむらを抑制できる固定砥粒ワイヤによるワークの切断方法、及びワークから切り出すウェーハの厚さむらを抑制できるワイヤソーを提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0020] 上記課題を解決するために、本発明では、表面に砥粒が固着された固定砥粒ワイヤを、複数の溝付ローラに巻きかけることによってワイヤ列を形成し、前記固定砥粒ワイヤを軸方向に往復走行させながら、円柱形ワークを前記円柱形ワークの径方向から相対的に前記ワイヤ列に対して押し当てて切り込み送りし、前記円柱形ワークをウェーハ状に切断するワイヤソーによるワーク切断方法であって、

前記固定砥粒ワイヤの前記往復走行は、前記固定砥粒ワイヤの未使用の部分を貯蔵している第一のボビンから、前記固定砥粒ワイヤの切断に使用した部分を回収する第二のボビンに向かう方向に、前記固定砥粒ワイヤを送っていく往復走行であり、

第一の円柱形ワークを前記固定砥粒ワイヤで切断する工程と、

前記第一の円柱形ワークを切断する工程の終了後に、前記第一の円柱形ワークの切断に用いた前記固定砥粒ワイヤの一部を、前記第二のボビンから前記第一のボビンに向かって巻き戻す工程と、

前記巻き戻す工程の後に、第二の円柱形ワークを前記固定砥粒ワイヤで切

断する工程と

を含み、

前記第二の円柱形ワークを切断する工程では、前記固定砥粒ワイヤの前記巻き戻した部分を前記第一のボビンから前記第二のボビンに向かう前記方向に送りながら前記第二の円柱形ワークの切断を開始することを特徴とするワーク切断方法を提供する。

[0021] 第一の円柱形ワークを固定砥粒で切断した後に、第一の円柱形ワークの切断に用いた固定砥粒ワイヤの一部を第二のボビンから第一のボビンに向かって巻き戻し、第二の円柱形ワークを固定砥粒ワイヤで切断する際に、固定砥粒ワイヤの巻き戻した部分を第一のボビンから第二のボビンに向かう方向（前進方向）に送りながら第二の円柱形ワークの切断を開始することで、第二の円柱形ワークの切り始めを固定砥粒ワイヤの一度使用した部分で行うことができる。それにより、切り始めのウェーハ厚さが小さくなることを防ぐことができ、その結果、ワークから切り出すウェーハの厚さむらを抑制できる。

[0022] 前記巻き戻す工程において、前記第二のボビンから前記第一のボビンに向かって巻き戻す前記固定砥粒ワイヤの距離を L_1 とし、

前記第二の円柱形ワークの直径を D_1 とし、

前記第二の円柱形ワークを切断する工程において、前記第二の円柱形ワークへの切り込み送り距離が $D_1 \times 1/6$ になるまでに、前記第一のボビンから前記第二のボビンに向かう前記方向に送る前記固定砥粒ワイヤの距離を S_1 とし、

前記第二の円柱形ワークへの前記切り込み送り距離が $D_1 \times 1/2$ になるまでに、前記第一のボビンから前記第二のボビンに向かう前記方向に送る前記固定砥粒ワイヤの距離を S_2 として、

$S_1 \leq L_1 \leq S_2$ になる条件で、前記巻き戻す工程を行うことが好ましい。

[0023] 巻き戻す工程において巻き戻す固定砥粒ワイヤの距離 L_1 を $S_1 \leq L_1 \leq$

S 2になる条件とすることで、ワークから切り出すウェーハの厚さむらをより確実に抑制できる。

[0024] また、本発明では、表面に砥粒が固着された固定砥粒ワイヤを、複数の溝付ローラに巻きかけることによってワイヤ列を形成し、前記固定砥粒ワイヤを軸方向に往復走行させながら、円柱形ワークを前記円柱形ワークの径方向から相対的に前記ワイヤ列に対して押し当てて切り込み送りし、前記円柱形ワークをウェーハ状に切断するワイヤソーであって、

前記ワイヤソーは、前記固定砥粒ワイヤの前記往復走行が、前記固定砥粒ワイヤの未使用の部分を貯蔵している第一のボビンから、前記固定砥粒ワイヤの切断に使用した部分を回収する第二のボビンに向かう方向に、前記固定砥粒ワイヤを送っていく往復走行となるように構成されており、

前記ワイヤソーは、第一の円柱形ワークの切断終了後に、前記第一の円柱形ワークの切断に用いた前記固定砥粒ワイヤの一部を、前記第二のボビンから前記第一のボビンに向かって巻き戻し、前記固定砥粒ワイヤの前記巻き戻した部分を前記第一のボビンから前記第二のボビンに向かう前記方向に送りながら第二の円柱形ワークの切断を開始するように制御するコントローラを具備するものであることを特徴とするワイヤソーを提供する。

[0025] このようなワイヤソーであれば、第二の円柱形ワークの切り始めを固定砥粒ワイヤの一度使用した部分で行うことができる。それにより、切り始めのウェーハ厚さが小さくなることを防ぐことができ、その結果、ワークから切り出すウェーハの厚さむらを抑制できるものとなる。

[0026] 前記コントローラが、

前記第二のボビンから前記第一のボビンに向かって巻き戻す前記固定砥粒ワイヤの距離をL 1とし、

前記第二の円柱形ワークの直径をD 1とし、

前記第二の円柱形ワークへの切り込み送り距離が $D 1 \times 1 / 6$ になるまでに、前記第一のボビンから前記第二のボビンに向かう前記方向に送る前記固定砥粒ワイヤの距離をS 1とし、

前記第二の円柱形ワークへの前記切り込み送り距離が $D1 \times 1/2$ になるまでに、前記第一のボビンから前記第二のボビンに向かう前記方向に送る前記固定砥粒ワイヤの距離を $S2$ として、

$S1 \leq L1 \leq S2$ になる条件で前記固定砥粒ワイヤを巻き戻すように、前記ワイヤソーを制御するものであることが好ましい。

[0027] このようなコントローラを具備したものであれば、ワークから切り出すウェーハの厚さむらをより確実に抑制できるものとなる。

発明の効果

[0028] 以上のように、本発明のワーク切断方法であれば、切り始めのウェーハ厚さが小さくなることを防ぐことができ、その結果、ワークから切り出すウェーハの厚さむらを抑制できる。厚さむらの小さいウェーハであれば、後工程の取り代を削減することができる。

[0029] また、本発明のワイヤソーであれば、切り始めのウェーハ厚さが小さくなることを防ぐことができ、その結果、ワークから切り出すウェーハの厚さむらを抑制できるものとなる。厚さむらの小さいウェーハであれば、後工程の取り代を削減することができる。

図面の簡単な説明

[0030] [図1]本発明のワイヤソーの一例を示す概略図である。

[図2]図1に示すワークを下方へ送り出す機構の詳細を示す図である。

[図3]比較例及び実施例1～5においてワークから切り出したウェーハの厚さばらつきを示すグラフである。

[図4]従来のワイヤソーの一例を示す概略図である。

[図5]図4に示すワークを下方へ送り出す機構の詳細を示す図である。

発明を実施するための形態

[0031] 上述のように、ワークから切り出すウェーハの厚さむらを抑制できる固定砥粒ワイヤによるワークの切断方法、及びワークから切り出すウェーハの厚さむらを抑制できるワイヤソーの開発が求められていた。

[0032] 本発明者らは、上記課題について鋭意検討を重ねた結果、第一の円柱形ワ

ークを固定砥粒ワイヤで切断した後に、第一の円柱形ワークの切断に用いた固定砥粒ワイヤの一部を巻き戻し、第二の円柱形ワークを固定砥粒ワイヤで切断する際に、固定砥粒ワイヤの巻き戻した部分を前進方向に送りながら第二の円柱形ワークの切断を開始することで、第二の円柱形ワークの切り始めを固定砥粒ワイヤの一度使用した部分で行うことができ、切り始めのウェーハ厚さが小さくなることを防ぐことができ、その結果、ワークから切り出すウェーハの厚さむらを抑制できることを見出し、本発明を完成させた。

[0033] 即ち、本発明は、表面に砥粒が固着された固定砥粒ワイヤを、複数の溝付ローラに巻きかけることによってワイヤ列を形成し、前記固定砥粒ワイヤを軸方向に往復走行させながら、円柱形ワークを前記円柱形ワークの径方向から相対的に前記ワイヤ列に対して押し当てて切り込み送りし、前記円柱形ワークをウェーハ状に切断するワイヤソーによるワーク切断方法であって、

前記固定砥粒ワイヤの前記往復走行は、前記固定砥粒ワイヤの未使用の部分を貯蔵している第一のボビンから、前記固定砥粒ワイヤの切断に使用した部分を回収する第二のボビンに向かう方向に、前記固定砥粒ワイヤを送っていく往復走行であり、

第一の円柱形ワークを前記固定砥粒ワイヤで切断する工程と、

前記第一の円柱形ワークを切断する工程の終了後に、前記第一の円柱形ワークの切断に用いた前記固定砥粒ワイヤの一部を、前記第二のボビンから前記第一のボビンに向かって巻き戻す工程と、

前記巻き戻す工程の後に、第二の円柱形ワークを前記固定砥粒ワイヤで切断する工程と

を含み、

前記第二の円柱形ワークを切断する工程では、前記固定砥粒ワイヤの前記巻き戻した部分を前記第一のボビンから前記第二のボビンに向かう前記方向に送りながら前記第二の円柱形ワークの切断を開始することを特徴とするワーク切断方法である。

[0034] また、本発明は、表面に砥粒が固着された固定砥粒ワイヤを、複数の溝付

ローラに巻きかけることによってワイヤ列を形成し、前記固定砥粒ワイヤを軸方向に往復走行させながら、円柱形ワークを前記円柱形ワークの径方向から相対的に前記ワイヤ列に対して押し当てて切り込み送りし、前記円柱形ワークをウェーハ状に切断するワイヤソーであって、

前記ワイヤソーは、前記固定砥粒ワイヤの前記往復走行が、前記固定砥粒ワイヤの未使用の部分を貯蔵している第一のボビンから、前記固定砥粒ワイヤの切断に使用した部分を回収する第二のボビンに向かう方向に、前記固定砥粒ワイヤを送っていく往復走行となるように構成されており、

前記ワイヤソーは、第一の円柱形ワークの切断終了後に、前記第一の円柱形ワークの切断に用いた前記固定砥粒ワイヤの一部を、前記第二のボビンから前記第一のボビンに向かって巻き戻し、前記固定砥粒ワイヤの前記巻き戻した部分を前記第一のボビンから前記第二のボビンに向かう前記方向に送りながら第二の円柱形ワークの切断を開始するように制御するコントローラを具備するものであることを特徴とするワイヤソーである。

[0035] 以下、本発明について図面を参照しながら詳細に説明するが、本発明はこれらに限定されるものではない。

[0036] (ワイヤソー)

図1に、本発明のワイヤソーの一例を概略的に示す。図1に示すワイヤソー101は、固定砥粒ワイヤ102と、複数(図1では2つ)の溝付きローラ103と、第一のボビン107と、第二のボビン107'と、コントローラ115とを具備している。

[0037] 図1に示すワイヤソー101は、張力調整機構104及び104'、ワークを下方へ送り出す機構105、クーラント供給機構106、トラバーサ108及び108'、プーリー109及び109'、溝付きローラ駆動モータ110、ワイヤリール駆動モータ111及び111'を、本発明のワイヤソー101の任意部材として、更に具備している。

[0038] 固定砥粒ワイヤ102は、表面に砥粒が固着されているワイヤである。図1に示すように、固定砥粒ワイヤ102は、一方のワイヤリールである第一

のボビン１０７から繰り出され、トラバーサ１０８、張力調整機構１０４、プーリー１０９を経て、２つの溝付きローラ１０３に３００～５００回程度巻掛けられた後、プーリー１０９’、もう一方の張力調整機構１０４’、トラバーサ１０８’を経て、もう一方のワイヤリールである第二のボビン１０７’に巻き取られている。これにより、ワイヤソー１０１では、固定砥粒ワイヤ１０２が、複数の溝付きローラ１０３に巻きかけられることにより、ワイヤ列を形成している。

[0039] 第一のボビン１０７は、固定砥粒ワイヤ１０２の未使用部分を貯蔵するものである。第二のボビン１０７’は、固定砥粒ワイヤ１０２の切断に使用した部分を回収するものである。第一のボビン１０７及び第二のボビン１０７’は、ワイヤリール駆動モータ１１１及び１１１’によって回転駆動され、溝付きローラ駆動モータ１１０の速度とワイヤリール駆動モータ１１１及び１１１’の速度とをそれぞれ制御することにより、固定砥粒ワイヤ１０２にかかる張力を調整することが出来る。

[0040] また、図１のワークｗを下方へ送り出す機構１０５は、図２のように、ワーク保持部１１２及びワークプレート１１３から構成されるワーク保持手段１１４を有しており、ワークプレート１１３には、円柱形ワークｗに貼り付けられた接合部材（ビーム）１２０を介して円柱形ワークｗが接着される。

[0041] 円柱形ワークｗ切断時には、円柱形ワークｗを下方へ送り出す機構１０５によって円柱形ワークｗは保持されつつ円柱形ワークｗの径方向Ｉから相対的に押し下げられ、溝付ローラ１０３に巻きかけられたワイヤ１０２からなるワイヤ列に対して送り出される。

[0042] このようなワイヤソー１０１を用い、ワイヤ１０２に張力調整機構１０４及び１０４’を用いて適当な張力をかけて、ワイヤリール駆動用モータ１１１及び１１１’により固定砥粒ワイヤ１０２を往復方向に走行させながら、クーラント供給機構１０６からクーラントを供給し、ワークｗを下方へ送り出す機構１０５でワークｗを図２に示すワーク送り方向Ｉに切り込み送りすることでワークを切断する。

[0043] 本発明のワイヤソー１０１は、固定砥粒ワイヤ１０２の上記往復走行が、固定砥粒ワイヤ１０２の未使用の部分を貯蔵している第一のボビン１０７から、固定砥粒ワイヤ１０２の切断に使用した部分を回収する第二のボビン１０７'に向かう方向（図２に示す前進方向Ｆ）に、固定砥粒ワイヤ１０２を送っていく往復走行となるように構成されている。より具体的には、図２に示す前進方向Ｆでの固定砥粒ワイヤ１０２の送りと、後退方向Ｂでの固定砥粒ワイヤ１０２の後退とを繰り返す往復走行において、前進方向Ｆでの前進量を後退方向Ｂでの後退量よりも大きくして、結果的に固定砥粒ワイヤ１０２が第一のボビン１０７から第二のボビン１０７'に向かう方向Ｆに送られていくように構成されている。

[0044] また、本発明のワイヤソー１０１が具備するコントローラ１１５は、第一の円柱形ワークの切断終了後に、第一の円柱形ワークの切断に用いた固定砥粒ワイヤ１０２の一部を、第二のボビン１０７'から第一のボビン１０７に向かって（図２に示す後退方法Ｂで）巻き戻し、固定砥粒ワイヤ１０２の巻き戻した部分を第一のボビン１０７から第二のボビン１０７'に向かう方向（図２に示す前進方向Ｆ）に送りながら第二の円柱形ワークの切断を開始するように制御するように構成されている。

[0045] 図１に示すワイヤソー１０１では、コントローラ１１５が、配線１１６、１１７及び１１８を介して、ワイヤリール駆動モータ１１１及び１１１'、並びに溝付きローラ駆動モータ１１０の動作を制御する。それにより、コントローラ１１５が、上記の通り、第一の円柱形ワークの切断に用いた固定砥粒ワイヤ１０２の一部を後退方向Ｂに巻き戻し、固定砥粒ワイヤ１０２の巻き戻した部分を前進方向Ｆに送りながら第二の円柱形ワークの切断を開始するように制御する。

[0046] （ワーク切断方法）

本発明のワーク切断方法は、例えば、本発明のワイヤソーを用いて行うことができるが、本発明のワイヤソー以外の装置で行うこともできる。

[0047] 以下、本発明のワーク切断方法の一例として、図１及び図２に示すワイヤ

ソー１０１を用いた例を説明する。

[0048] 本発明のワークの切断方法は、第一の円柱形ワークwを固定砥粒ワイヤ１０２で切断する工程を含む。

[0049] 第一の円柱形ワークwを切断する工程では、固定砥粒ワイヤ１０２を軸方向に往復走行させながら、第一の円柱形ワークwを図２に示すようにその径方向Ｉから相対的に固定砥粒ワイヤ１０２のワイヤ列に対して押し当てて切り込み送りして、第一の円柱形ワークwをウェーハ状に切断する。

[0050] 固定砥粒ワイヤの往復走行は、先に説明したように、第一のボビン１０７から第二のボビン１０７'に向かう方向（図２に示す前進方向Ｆ）に、固定砥粒ワイヤ１０２を送っていく往復走行である。

[0051] また、本発明のワークの切断方法は、第一の円柱形ワークwを切断する工程の終了後に、第一の円柱形ワークwの切断に用いた固定砥粒ワイヤ１０２の一部を、第二のボビン１０７'から第一のボビン１０７に向かって（すなわち、後退方向Ｂに）巻き戻す工程を含む。

[0052] この巻き戻しは、例えば、コントローラ１１５を用いて、ワイヤリール駆動モータ１１１及び１１１'に加え溝付き駆動ローラ１１０を更に動作制御して行うことができる。

[0053] そして、本発明のワークの切断方法は、巻き戻す工程の後に、第二の円柱形ワークwを前記固定砥粒ワイヤ１０２で切断する工程を含む。

[0054] この工程では、固定砥粒ワイヤ１０２の巻き戻した部分を第一のボビン１０７から第二のボビン１０７'に向かう方向（前進方向）Ｆに送りながら第二の円柱形ワークwの切断を開始する。

[0055] 第二のワークの切断における固定砥粒ワイヤ１０２の送しも、コントローラ１１５を用いて、ワイヤリール駆動モータ１１１及び１１１'に加え溝付き駆動ローラ１１０を更に動作制御して行うことができる。

[0056] このような本発明のワークの切断方法によれば、第二の円柱形ワークの切り始めを固定砥粒ワイヤ１０２の一度使用した部分で行うことができ、切り始めのウェーハ厚さが小さくなることを防ぐことができ、その結果、ワーク

wから切り出すウェーハの厚さむらを抑制できる。

[0057] なお、固定砥粒ワイヤは使用することにより摩耗劣化しワイヤ径が小さくなるため、従来の固定砥粒ワイヤを用いた切断では、往復走行を経て一度使用した部分は、再使用せず、使い捨てていた。そのため、従来では、本発明のように、固定砥粒ワイヤのうち1つのワークの切断に使用した部分を巻き戻し、他のワークの切断の際に、巻き戻した部分を前進方向に送って切断を開始することは行なわれていなかった。

[0058] 更に、巻き戻す工程を、 $S1 \leq L1 \leq S2$ になる条件で行うことが好ましい。ここで、 $L1$ は、巻き戻す工程において、第二のボビン107'から第一のボビン107に向かって巻き戻す後退方向Bに送る、固定砥粒ワイヤ102の距離である。 $S1$ は、第二の円柱形ワークwの直径を $D1$ とし、第二の円柱形ワークwを切断する工程において、第二の円柱形ワークwへの切り込み送り距離が $D1 \times 1/6$ になるまでに、第一のボビン107から第二のボビン107'に向かう前進方向Fに送る、固定砥粒ワイヤ102の距離である。 $S2$ は、第二の円柱形ワークへの切り込み送り距離が $D1 \times 1/2$ になるまでに、第一のボビン107から第二のボビン107'に向かう前進方向Fに送る固定砥粒ワイヤ102の距離である。

[0059] 固定砥粒ワイヤを用いたワーク切断では、切り始めが最も薄く、切断位置の変化に伴い厚さ急峻に変化していく（厚くなっていく）。

[0060] 発明者らは、特に、切り始めから円柱状ワークの直径の $1/6$ （直径300mmのインゴットの場合、50mm）まで切り込み送りした際の厚さ変化が、全体の厚さ変化の約50%を占めることを見出した。この知見に基づき、検討した結果、巻き戻す工程を $S1 \leq L1 \leq S2$ になる条件で行うことで、厚さ変化が大きくなる部分を固定砥粒ワイヤ102の一度使用した部分で確実に行うことができ、その結果、ワークwから切り出すウェーハの厚さむらをより確実に抑制できることが分かった。

[0061] 巻き戻す工程を $S1 \leq L1 \leq S2$ になる条件で行うことは、例えばコントローラ115で制御することができる。そのため、コントローラ115は、

$S1 \leq L1 \leq S2$ になる条件で固定砥粒ワイヤ 102 を巻き戻すように、ワイヤソー 101 を制御するものであることが好ましい。

実施例

[0062] 以下、実施例及び比較例を用いて本発明を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。

[0063] (実施例 1 ～ 5)

実施例 1 ～ 5 では、図 1 及び図 2 に示すワイヤソーを用い、以下の表 1 に示す条件で、第一の円柱形ワークの切断工程、及び第二の円柱形ワークの切断工程を行った。

[0064] また、実施例 1 ～ 5 では、第一の円柱形ワーク切断工程後に、第一の円柱形ワークの切断に用いた固定砥粒ワイヤのうち以下の表 2 に示す距離 $L1$ だけ、第二のボビンから第一のボビンに巻き戻す工程を行い、次いで、固定砥粒ワイヤの巻き戻した部分を第一のボビンから第二のボビンに向かう方向に送りながら、第二の円柱状ワークの切断工程を開始した。

[0065] 表 2 に示すように、実施例 1 ～ 5 の巻き戻す工程において固定砥粒ワイヤを巻き戻した距離 $L1$ は、第二の円柱形ワークへの切り込み送り距離が第二の円柱形ワークの直径 $D1$ の $1/10$ 、 $1/8$ 、 $1/6$ 、 $1/4$ 及び $1/2$ になるまでのワイヤ使用量と同じにした。

[0066] (比較例)

図 1 に示すコントローラ 115 の代わりに、第一の円柱形ワークの切断に用いた固定砥粒ワイヤの一部を巻き戻す制御を行う機能を持たないコントローラを具備したこと以外は図 1 に示したものと同様のワイヤソーを用いて、表 1 に示す条件で第一の円柱形ワーク及び第二の円柱形ワークの切断を順に行った。すなわち、比較例では、表 2 に示すように、第一の円柱形ワークの切断に用いた固定砥粒ワイヤを巻き戻さなかった。

[0067] 以下の表 2、及び図 3 に、実施例 1 ～ 5、並びに比較例において、第一の円柱形ワーク及び第二の円柱形ワークから切り出したウェーハの厚さばらつきを、比較例の厚さばらつきを 100 として算出した相対値として、合わせ

て示す。

[0068] [表1]

ワイヤ	芯線径	0.140mm
	ダイヤモンド粒径	10-20 μ m
	ワイヤ外径	0.174mm
	砥粒固着方法	ニッケル電着
第一及び第二の円柱形ワーク	直径	301mm
	長さ	300mm
切断時のワイヤ走行条件	ワイヤ張力	25N
	ワイヤ走行速度	最高 1500m/分
	ワイヤ前進量	2114m
	ワイヤ後退量	2086m
	ワイヤ使用量	9000m
切断時のワーク送り条件	ワーク送り速度	0.32mm/分
	切り込み量	310mm
冷却水	液種	水＋グリコールの混合物
	クーラント流量	約 150l/分.
	クーラント温度	23℃

[0069] [表2]

切断位置 [mm]	第二の円柱形ワークの直径 D1 に対する比率	切断位置に対するワイヤ使用量 [m]	テスト	巻き戻す工程での固定砥粒ワイヤの巻き戻し距離 L1 [m]	厚さばらつき (比較例を100として算出した相対値)
—	—	—	比較例	0	100
30	1/10	900	実施例 1	900	95
37.5	1/8	1125	実施例 2	1125	90
50	1/6	1500 (=S1)	実施例 3	1500	60
75	1/4	2250	実施例 4	2250	58
150	1/2	4500 (=S2)	実施例 5	4500	65

[0070] 表2に示した結果から明らかなように、固定砥粒ワイヤの第一の円柱形ワークの切断に使用した一部を巻き戻し、固定砥粒の巻き戻した部分を第一のボビンから第二のボビンに向かう方向に送りながら第二の円柱状ワークの切断工程を開始した実施例1～5では、固定砥粒ワイヤの第一の円柱形ワークの切断に使用した一部を巻き戻さなかった比較例に比べ、ウェーハの厚さばらつきを小さくすることができ、ワークから切り出すウェーハの厚さむらを抑制できた。

[0071] また、巻き戻す工程での固定砥粒ワイヤの巻き戻し距離L1を、それぞれ1500mm、2250mm及び4500mmとした実施例3～5は、実施

例 1 及び 2 よりもウェーハの厚さむらを更に抑制できた。実施例 3～5 は、巻き戻す工程を、 $S1 \leq L1 \leq S2$ になる条件で行った例である。S1 は、第二の円柱形ワークへの切り込み送り距離が第二の円柱形ワークの直径 D1 の $1/6$ になるまでのワイヤ使用量であり、S2 は、第二の円柱形ワークへの切り込み送り距離が第二の円柱形ワークの直径 D1 の $1/2$ になるまでのワイヤ使用量である。

[0072] 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]

表面に砥粒が固着された固定砥粒ワイヤを、複数の溝付ローラに巻きかけることによってワイヤ列を形成し、前記固定砥粒ワイヤを軸方向に往復走行させながら、円柱形ワークを前記円柱形ワークの径方向から相対的に前記ワイヤ列に対して押し当てて切り込み送りし、前記円柱形ワークをウェーハ状に切断するワイヤソーによるワーク切断方法であって、

前記固定砥粒ワイヤの前記往復走行は、前記固定砥粒ワイヤの未使用の部分を貯蔵している第一のボビンから、前記固定砥粒ワイヤの切断に使用した部分を回収する第二のボビンに向かう方向に、前記固定砥粒ワイヤを送っていく往復走行であり、

第一の円柱形ワークを前記固定砥粒ワイヤで切断する工程と、

前記第一の円柱形ワークを切断する工程の終了後に、前記第一の円柱形ワークの切断に用いた前記固定砥粒ワイヤの一部を、前記第二のボビンから前記第一のボビンに向かって巻き戻す工程と、

前記巻き戻す工程の後に、第二の円柱形ワークを前記固定砥粒ワイヤで切断する工程とを含み、

前記第二の円柱形ワークを切断する工程では、前記固定砥粒ワイヤの前記巻き戻した部分を前記第一のボビンから前記第二のボビンに向かう前記方向に送りながら前記第二の円柱形ワークの切断を開始することを特徴とするワーク切断方法。

[請求項2]

前記巻き戻す工程において、前記第二のボビンから前記第一のボビンに向かって巻き戻す前記固定砥粒ワイヤの距離を L_1 とし、

前記第二の円柱形ワークの直径を D_1 とし、

前記第二の円柱形ワークを切断する工程において、前記第二の円柱形ワークへの切り込み送り距離が $D_1 \times 1/6$ になるまでに、前記第一のボビンから前記第二のボビンに向かう前記方向に送る前記固定砥

粒ワイヤの距離を S_1 とし、

前記第二の円柱形ワークへの前記切り込み送り距離が $D_1 \times 1 / 2$ になるまでに、前記第一のボビンから前記第二のボビンに向かう前記方向に送る前記固定砥粒ワイヤの距離を S_2 として、

$S_1 \leq L_1 \leq S_2$ になる条件で、前記巻き戻す工程を行うことを特徴とする請求項 1 に記載のワーク切断方法。

[請求項3]

表面に砥粒が固着された固定砥粒ワイヤを、複数の溝付ローラに巻きかけることによってワイヤ列を形成し、前記固定砥粒ワイヤを軸方向に往復走行させながら、円柱形ワークを前記円柱形ワークの径方向から相対的に前記ワイヤ列に対して押し当てて切り込み送りし、前記円柱形ワークをウェーハ状に切断するワイヤソーであって、

前記ワイヤソーは、前記固定砥粒ワイヤの前記往復走行が、前記固定砥粒ワイヤの未使用の部分を貯蔵している第一のボビンから、前記固定砥粒ワイヤの切断に使用した部分を回収する第二のボビンに向かう方向に、前記固定砥粒ワイヤを送っていく往復走行となるように構成されており、

前記ワイヤソーは、第一の円柱形ワークの切断終了後に、前記第一の円柱形ワークの切断に用いた前記固定砥粒ワイヤの一部を、前記第二のボビンから前記第一のボビンに向かって巻き戻し、前記固定砥粒ワイヤの前記巻き戻した部分を前記第一のボビンから前記第二のボビンに向かう前記方向に送りながら第二の円柱形ワークの切断を開始するように制御するコントローラを具備するものであることを特徴とするワイヤソー。

[請求項4]

前記コントローラが、

前記第二のボビンから前記第一のボビンに向かって巻き戻す前記固定砥粒ワイヤの距離を L_1 とし、

前記第二の円柱形ワークの直径を D_1 とし、

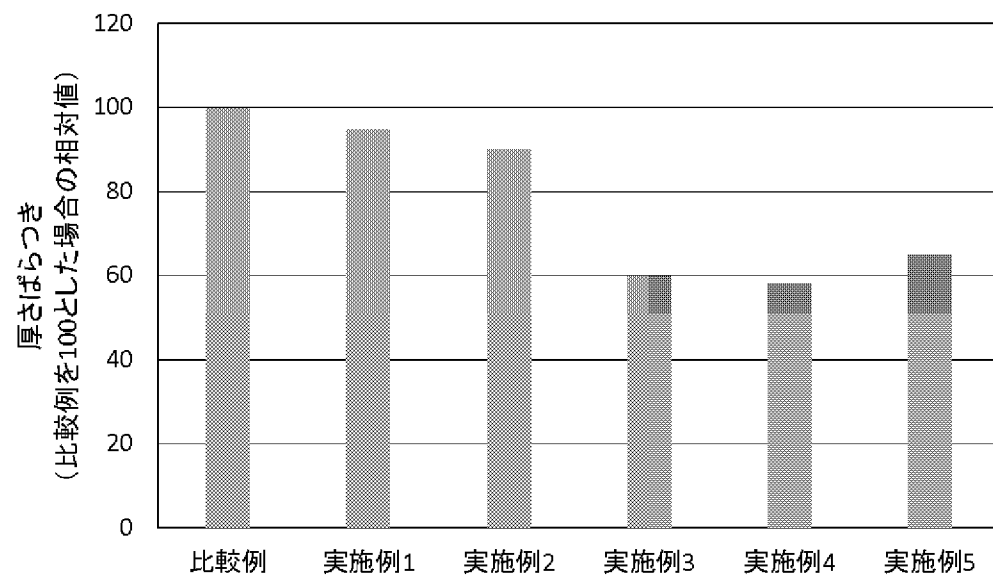
前記第二の円柱形ワークへの切り込み送り距離が $D_1 \times 1 / 6$ にな

るまでに、前記第一のボビンから前記第二のボビンに向かう前記方向に送る前記固定砥粒ワイヤの距離を S_1 とし、

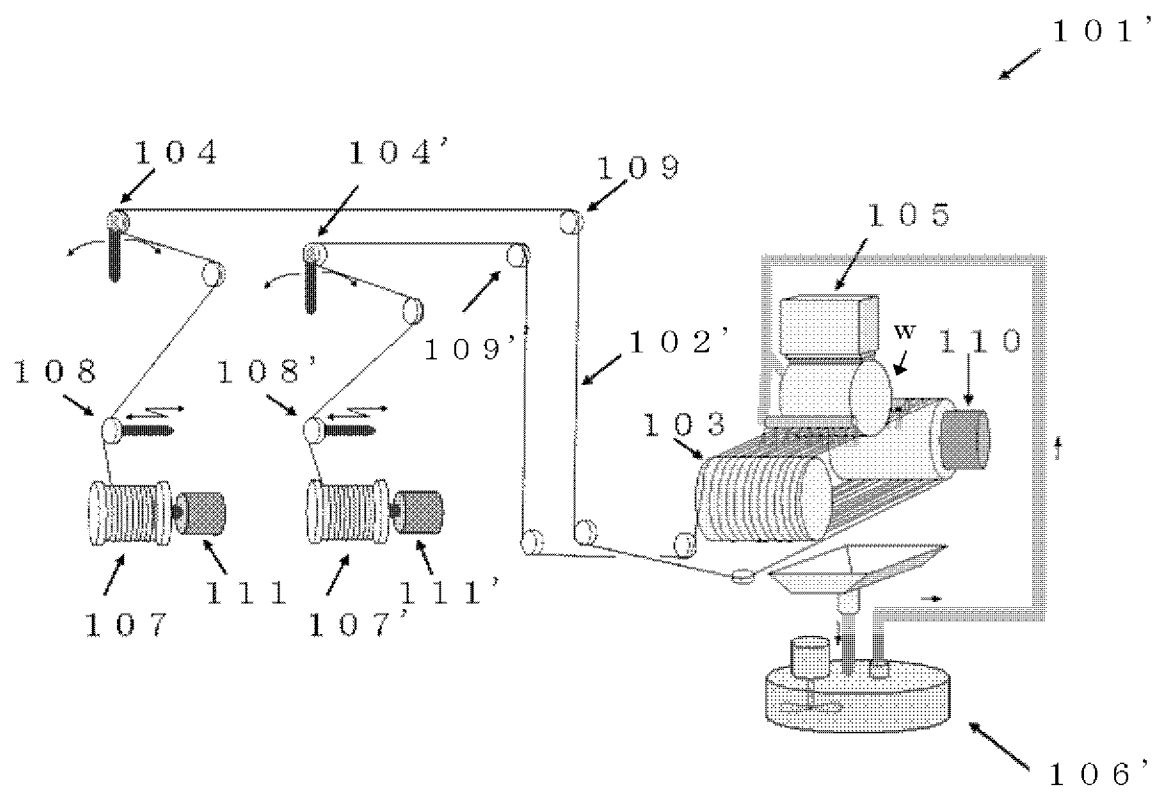
前記第二の円柱形ワークへの前記切り込み送り距離が $D_1 \times 1/2$ になるまでに、前記第一のボビンから前記第二のボビンに向かう前記方向に送る前記固定砥粒ワイヤの距離を S_2 として、

$S_1 \leq L_1 \leq S_2$ になる条件で前記固定砥粒ワイヤを巻き戻すように、前記ワイヤソーを制御するものであることを特徴とする請求項3に記載のワイヤソー。

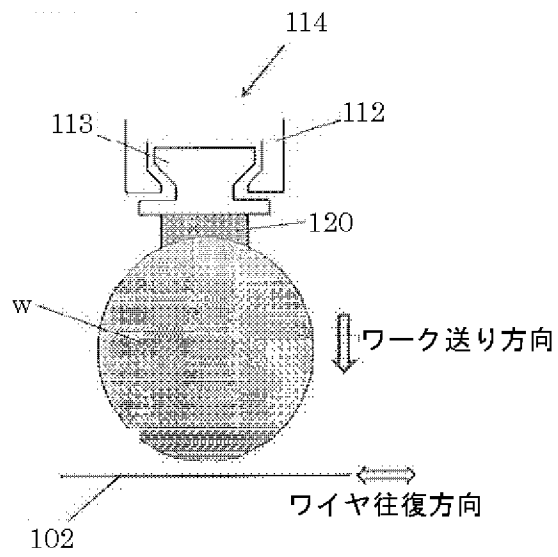
[図3]



[図4]



[図5]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2022/039588

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**H01L 21/304**(2006.01)i; **B24B 27/06**(2006.01)i; **B28D 5/04**(2006.01)i

FI: H01L21/304 611W; B24B27/06 S; B28D5/04 C

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H01L21/304; B24B27/06; B28D5/04

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996

Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2022

Registered utility model specifications of Japan 1996-2022

Published registered utility model applications of Japan 1994-2022

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 2017-077594 A (SHIN ETSU HANDOTAI CO., LTD.) 27 April 2017 (2017-04-27) paragraphs [0021]-[0035], fig. 1, 2	1-4
Y	JP 2015-074037 A (YASUNAGA CORP.) 20 April 2015 (2015-04-20) paragraphs [0007], [0008]	1-4
A	JP 2018-176301 A (SHIN ETSU HANDOTAI CO., LTD.) 15 November 2018 (2018-11-15) entire text, all drawings	1-4
A	JP 2011-020197 A (SHIN ETSU HANDOTAI CO., LTD.) 03 February 2011 (2011-02-03) entire text, all drawings	1-4
A	JP 2010-105061 A (YASUNAGA CORP.) 13 May 2010 (2010-05-13) entire text, all drawings	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

24 November 2022

Date of mailing of the international search report

06 December 2022

Name and mailing address of the ISA/JP

Japan Patent Office (ISA/JP)

3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915

Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2022/039588

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP	2017-077594	A	27 April 2017	US 2018/0281147 A1 paragraphs [0024]-[0038], fig. 1, 2 WO 2017/068748 A1 TW 201718140 A CN 108025417 A KR 10-2018-0073568 A	
JP	2015-074037	A	20 April 2015	WO 2015/053148 A1 TW 201529225 A	
JP	2018-176301	A	15 November 2018	US 2020/0016791 A1 entire text, all drawings WO 2018/186087 A1 TW 201836745 A CN 110461543 A KR 10-2019-0136006 A	
JP	2011-020197	A	03 February 2011	(Family: none)	
JP	2010-105061	A	13 May 2010	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） H01L 21/304(2006.01)i; B24B 27/06(2006.01)i; B28D 5/04(2006.01)i FI: H01L21/304 611W; B24B27/06 S; B28D5/04 C										
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）） H01L21/304; B24B27/06; B28D5/04										
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 <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922 - 1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971 - 2022年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996 - 2022年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994 - 2022年</td> </tr> </table>			日本国実用新案公報	1922 - 1996年	日本国公開実用新案公報	1971 - 2022年	日本国実用新案登録公報	1996 - 2022年	日本国登録実用新案公報	1994 - 2022年
日本国実用新案公報	1922 - 1996年									
日本国公開実用新案公報	1971 - 2022年									
日本国実用新案登録公報	1996 - 2022年									
日本国登録実用新案公報	1994 - 2022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 2017-077594 A（信越半導体株式会社）27.04.2017（2017 - 04 - 27） [0021]-[0035], 図1-2	1-4								
Y	JP 2015-074037 A（株式会社安永）20.04.2015（2015 - 04 - 20） [0007]-[0008]	1-4								
A	JP 2018-176301 A（信越半導体株式会社）15.11.2018（2018 - 11 - 15） 全文全図	1-4								
A	JP 2011-020197 A（信越半導体株式会社）03.02.2011（2011 - 02 - 03） 全文全図	1-4								
A	JP 2010-105061 A（株式会社安永）13.05.2010（2010 - 05 - 13） 全文全図	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。										
<table border="0"> <tr> <td> * 引用文献のカテゴリー “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技术水準を示すもの “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 </td> <td> “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抵触するものではなく、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 </td> </tr> </table>			* 引用文献のカテゴリー “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技术水準を示すもの “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抵触するものではなく、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						
* 引用文献のカテゴリー “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技术水準を示すもの “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抵触するものではなく、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 24. 11. 2022		国際調査報告の発送日 06. 12. 2022								
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		権限のある職員（特許庁審査官） 中田 剛史 50 2951 電話番号 03-3581-1101 内線 3559								

国際調査報告
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2022/039588

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	2017-077594	A	27.04.2017	US 2018/0281147 A1 [0024]-[0038], 図1-2 WO 2017/068748 A1 TW 201718140 A CN 108025417 A KR 10-2018-0073568 A	
JP	2015-074037	A	20.04.2015	WO 2015/053148 A1 TW 201529225 A	
JP	2018-176301	A	15.11.2018	US 2020/0016791 A1 全文全図 WO 2018/186087 A1 TW 201836745 A CN 110461543 A KR 10-2019-0136006 A	
JP	2011-020197	A	03.02.2011	(ファミリーなし)	
JP	2010-105061	A	13.05.2010	(ファミリーなし)	