

(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
2015年5月28日(28.05.2015)



(10) 国際公開番号

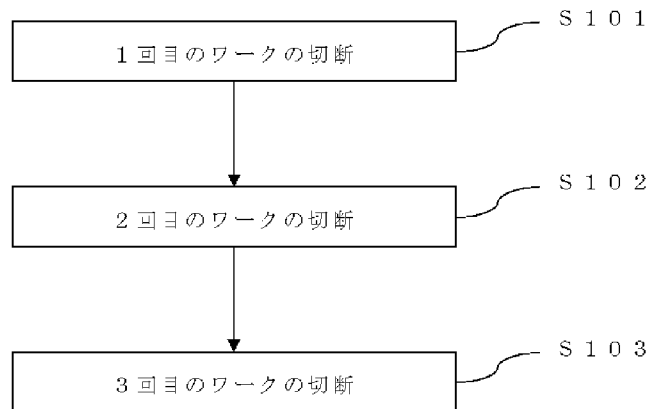
WO 2015/075869 A1

- (51) 国際特許分類:
B24B 27/06 (2006.01) H01L 21/304 (2006.01)
B28D 5/04 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2014/005413
- (22) 国際出願日: 2014年10月27日(27.10.2014)
- (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 2013-240679 2013年11月21日(21.11.2013) JP
- (71) 出願人: 信越半導体株式会社(SHIN-ETSU HAN-
DOTAI 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: 上林 佳一(KANBAYASHI, Keiichi); 〒
9618061 福島県西白河郡西郷村大字小田倉字大
平150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11号第
一下谷ビル8F Tokyo (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保
護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA,
BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN,
CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES,
FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN,
IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS,
LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY,
MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT,
QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM,
ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US,
UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保
護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW,
MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユー
ロパ (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨー
ロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE,
ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC,
MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR),

[続葉有]

(54) Title: WORKPIECE CUTTING METHOD

(54) 発明の名称: ワークの切断方法



S101 First workpiece cutting
S102 Second workpiece cutting
S103 Third workpiece cutting

(57) Abstract: The present invention is a workpiece cutting method in which an array of wires is formed with a wire that is wound helically between multiple wire guides and runs in the axial direction and a workpiece is cut by pressing the workpiece against the array of wires, wherein after being used for a previous workpiece cutting, the wire is re-used for cutting the next workpiece. The wire tension when cutting the next workpiece is a value in the range of 87 - 95% of the wire tension during the previous workpiece cutting, and the amount of new wire supplied when cutting the next workpiece is a value of at least 125% with respect to the amount of new wire supplied when cutting the previous workpiece. Provided thereby is a workpiece cutting method with which, by cutting another workpiece with the used wire that was used in the previous workpiece cutting under different conditions from the conditions of the previous workpiece cutting, the number of workpieces that can be cut with the same wire can be increased while the occurrence of wire breakage can be decreased and the worsening of wafer warping can be limited.

(57) 要約: 本発明は、複数のワイヤガイド間に螺旋状に巻回された軸方向に走行するワイヤでワイヤ列を形成し、ワイヤ列にワークを

押し当てるワークの切断において、前回のワークの切断に使用した後のワイヤを再度使用して次のワークを切断する切断方法であって、次のワークを切断する際のワイヤ張力を前回のワークの切断におけるワイヤ張力に対して、87～95%の範囲の値とし、次のワークを切断する際の新線供給量を、前回のワークを切断した際の新線供給量に対して、125%以上の範囲の値として、ワイヤを再度使用して次のワークを切断するワークの切断方法である。これにより、前回のワークの切断に使用した使用済みのワイヤを再度、前回のワークを切断した条件と異なる条件でワークを切断することで、同じワイヤで切断できるワークの本数を増やし、ワイヤの破断の発生を低減し、ウェーハの反りの悪化を抑制することができるワークの切断方法が提供される。



WO 2015/075869 A1

WO 2015/075869 A1



OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称： ワークの切断方法

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に関する。

背景技術

[0002] 近年、半導体ウェーハの大型化が望まれており、この大型化に伴い、ワークの切断には専らワイヤソーが使用されている。

ワイヤソーは、ワイヤ（高張力鋼線）を高速走行させて、ここにスラリを掛けながら、ワーク（例えばシリコンインゴットが挙げられる。）を押し当てて切断し、多数のウェーハを同時に切り出す装置である（特許文献１参照）。

[0003] ここで、図６に、従来の一般的なワイヤソーの一例の概要を示す。

図６に示すように、ワイヤソー１０１は、主に、ワークを切断するためのワイヤ１０２、ワイヤ１０２を巻回したワイヤガイド１０３、ワイヤ１０２に張力を付与するための張力付与機構１０４、切断されるワークを送り出すワーク送り手段１０５、切断時にＳｉＣ微粉等の砥粒をクーラントに分散して混合したスラリを供給するためのノズル１０６等で構成されている。

[0004] ワイヤ１０２は、一方のワイヤリールポビン１０７から繰り出され、トラバーサ１０８を介してパウダクラッチ（定トルクモータ１０９）やダンサローラ（デッドウェイト）（不図示）等からなる張力付与機構１０４を経て、ワイヤガイド１０３に入っている。ワイヤ１０２はこのワイヤガイド１０３に３００～４００回程度巻回された後、もう一方の張力付与機構１０４’を経てワイヤリールポビン１０７’に巻き取られている。

[0005] また、ワイヤガイド１０３は鉄鋼製円筒の周囲にポリウレタン樹脂を圧入し、その表面に一定のピッチで溝を切ったローラであり、巻回されたワイヤ１０２が、駆動用モータ１１０によって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] そして、ワイヤガイド103、巻回されたワイヤ102の近傍には、ノズル106が設けられており、切断時にはこのノズル106から、ワイヤガイド103、ワイヤ102にスラリを供給できるようになっている。そして、切断後には廃スラリとして排出される。
- [0007] このようなワイヤソー101を用い、ワイヤ102に張力付与機構104を用いて適当なワイヤ張力をかけて、駆動用モータ110により、ワイヤ102を往復方向に走行させ、スラリを供給しつつワークをスライスすることにより、所望のスライスウェーハを得ている。
- [0008] また、上記のワイヤソーで使われるワイヤ102について、1本のワークを切断するのに供給される分のワイヤ102の長さを、新線供給量と呼ぶ。
- [0009] ワイヤ102はワイヤリールボビン107に数百km分の長さが巻き付けられており、このワイヤリールボビン107に巻き付けられているワイヤ102で複数本のワークを切断する。
- [0010] ウェーハの製造原価に含まれるワイヤにかかるコストの低減を進める場合、ワーク1本当たりで必要な新線供給量を減らすことで、ワイヤリールボビン1本当たりで切断できるワークの本数を増やすという方法がある。
- [0011] 例えば、ワイヤ510km巻のワイヤリールボビンにて、ワーク1本当たりの切断に使用する新線供給量を170kmとして、ワーク3本の切断を行っていたとする。それを、1切断当たりの新線供給量を半分の85kmとすることで、同じワイヤの長さ、すなわち1本のワイヤリールボビンで切断できるワークの本数を6本に増やすことができる。
- [0012] このように、ワーク1本当たりの切断に用いる新線供給量を減らすことで、ワーク1本当たりの切断に用いるワイヤの量が減るため、1本のワイヤリールボビンで切断できるワークの本数を増やすことができ、ワイヤにかかるコストを低減することができる。

先行技術文献

特許文献

- [0013] 特許文献1：特開平10-86140号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0014] しかし、上記した方法の問題点として、新線供給量を減らした分、ワークの切断の際にワイヤ自身が摩耗する量が、新線供給量を減らす前に比べて大きくなり、ワイヤの直径が細くなってしまいうという問題点がある。ワイヤの直径が細くなると、切断後のウェーハ品質を悪化させてしまう。

[0015] ウェーハ品質として、代表的なものにウェーハの反りが挙げられる。切断後のウェーハは平坦で、反りがより小さいことが望ましい。しかし、ワイヤの直径が細くなると、ワイヤに乗るスラリの持ち込み量が少なくなり、切断効率が落ちるため、切断後のウェーハの反りが大きくなってしまいう。

[0016] また、ワイヤの直径が細くなることで、ワイヤの破断強度が低下するため、ワークの切断中にワイヤの破断が起きやすくなる。

[0017] ワークの切断中にワイヤ破断が発生すると、切断が中断し、復旧作業に多くの手間と時間を要するため、ウェーハの生産効率を著しく低下させる。更に、ワイヤ破断が起これと、切断後のウェーハ品質が大きく悪化する。そのため、ワークの切断中のワイヤ破断は、できる限り発生させないことが望ましい。

[0018] 上記のように、ワーク 1 本当たりの切断に用いる新線供給量を減らす方法に替わる手段として、使用済みのワイヤを再度使用する方法がある。1 度ワークの切断に使用した使用済みのワイヤを同じ条件で再度使用することで、1 本のワイヤリールボビンで切断できるワークの本数を増やすことができる。

ただし、この方法でワイヤを再度使用すると、前述した理由により、使用済みのワイヤでは、ワークの切断時にワイヤの破断が起きやすくなる。また、切断後のウェーハの反りが大きくなってしまいう。

[0019] 本発明は前述のような問題に鑑みてなされたもので、前回のワークの切断に使用した使用済みのワイヤを再度、前回のワークを切断した条件と異なる条件でワークを切断することで、同じワイヤで切断できるワークの本数を増

やしつつ、ワイヤの破断の発生を低減し、ウェーハの反りの悪化を抑制することができるワークの切断方法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] 上記目的を達成するために、本発明によれば、複数のワイヤガイド間に螺旋状に巻回された軸方向に走行するワイヤでワイヤ列を形成し、前記ワイヤ列にワークを押し当て、前記ワークの切断を行うワークの切断において、前回のワークの切断に使用した後のワイヤを再度使用して、次のワークを切断するワークの切断方法であって、前記次のワークを切断する際のワイヤ張力を前記前回のワークの切断におけるワイヤ張力に対して、87～95%の範囲の値とし、前記次のワークを切断する際の新線供給量を、前記前回のワークを切断した際の新線供給量に対して、125%以上の範囲の値として、前記ワイヤを再度使用して前記次のワークを切断するワークの切断方法を提供する。

[0021] ワークの切断に使用済みのワイヤを再度使用する場合であっても、前回使用時のワイヤ張力及び新線供給量に対するワイヤ張力及び新線供給量が、上記の範囲の値になるように制御しながら次のワークの切断を実施することで、ワイヤの破断が起きにくく、ウェーハの反りの悪化を抑制でき、ウェーハ品質を前回の切断時と同等の水準に保つことができる。

[0022] このとき、前記次のワークを切断する際、ワークの送り速度を前記前回のワークの切断におけるワークの送り速度に対して83～91%の範囲の値にすることが好ましい。

このようにすれば、使用済みのワイヤを再度使用してワークの切断を行う場合であっても、切断後のウェーハの反りの悪化をより確実に抑制することができる。

発明の効果

[0023] 本発明のワークの切断方法であれば、使用済みのワイヤを再度使用することで、同じワイヤで切断できるワークの本数を大幅に増やすことができ、ワイヤにかかるコストを大きく削減することができる。更に、ワイヤを再度使

用する時に、ワイヤ張力及び新線供給量を本発明のように、適切な範囲に制御して切断を行うことで、ワイヤの破断の発生率と切断後のウェーハの品質の悪化を抑制することができ、前回の切断と同等の品質のウェーハを得ることができる。

図面の簡単な説明

[0024] [図1]本発明のワークの切断方法の一例を示したフロー図である。

[図2]本発明のワークの切断方法に用いるワイヤソーの一例を示した概略図である。

[図3]本発明のワークの切断方法に用いるワイヤソーにおけるワーク送り手段の一例を示す概略図である。

[図4]ワイヤを再度使用するときの、ウェーハの反りとワイヤ張力の関係を示した図である。

[図5]ワイヤを再度使用するときの、ワイヤ破断強度と新線供給量の関係を示した図である。

[図6]一般的なワイヤソーの一例を示した概略図である。

発明を実施するための形態

[0025] 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。

上記で説明したように、1度ワークの切断に使用したワイヤを再度使用する場合には、ワイヤの直径が細くなっているため、ワイヤが破断したり、ウェーハ品質が悪化したりするという問題があった。

[0026] そこで、本発明者はこのような問題を解決すべく鋭意検討を重ねた。その結果、1度ワークの切断に使用したワイヤを再度使用する場合、ワイヤ張力及び新線供給量を、前回のワークの切断時のワイヤ張力及び新線供給量に対して、それぞれ87～95%の範囲の値及び125%以上の範囲の値として、ワークの切断を行えばワイヤの破断、ウェーハ品質の悪化を抑制できるとに想到し、本発明を完成させた。

[0027] 以下、本発明のワークの切断方法について図1～3を参照して説明する。

下記では、既に１度ワークの切断に使用したワイヤを再度使用して、２度目のワークの切断を実施する時に本発明のワークの切断方法を適用する場合について説明する。

まず、本発明のワークの切断方法に使用するワイヤソー１について図２を参照しながら説明する。

図２に示すように、ワイヤソー１は、主に、ワークＷを切断するためのワイヤ２、ワイヤガイド３、ワイヤ２に張力を付与するためのワイヤ張力付与機構４、４′、ワークＷを保持しつつ相対的に押し下げるワーク送り手段５、切断時にワイヤ２に加工液を供給するためのノズル６等で構成されている。

[0028] ワイヤ２は、一方のワイヤリールボビン７から繰り出され、トラバーサ１３を介してパウダクラッチ（定トルクモータ１４）やダンサローラ（デッドウェイト）（不図示）等からなるワイヤ張力付与機構４を経て、ワイヤガイド３に入っている。ワイヤ２が複数のワイヤガイド３に３００～４００回程度巻回されることによってワイヤ列１６が形成される。ワイヤ２はもう一方のワイヤ張力付与機構４′を経てワイヤリールボビン７′に巻き取られている。このワイヤとしては、例えば高張力鋼線等を用いることができる。ワイヤリールボビン７、７′はワイヤリールボビン用駆動モータ１５、１５′によって回転駆動される。更に、張力付与機構４、４′によって、ワイヤ２にかかるワイヤ張力は精密に調整される。

[0029] ノズル６はワークＷとワイヤ２との接触部に加工液を供給する。このノズル６は、特に限定されないがワイヤガイド３に巻回されたワイヤ２の上方に配置することができる。ノズル６はスラリタンク（不図示）に接続されており、供給されるスラリはスラリチラー（不図示）により供給温度が制御されてノズル６からワイヤ２に供給できるようになっているものとすることができる。

ここで、ワークＷの切断中に使用する加工液の種類は特に限定されず、従来と同様のものを用いることができ、例えば炭化珪素砥粒やダイヤモンド砥

粒をクーラントに分散させたものとすることができる。クーラントとしては、例えば水溶性又は油性のクーラントを用いることができる。

[0030] ワークWの切断時には、図3に示すようなワーク送り手段5によって、ワークWはワイヤガイド3に巻回されたワイヤ2に送り出される。このワーク送り手段5は、ワークを送り出すためのワーク送りテーブル9、LMガイド10、ワークを把持するワーククランプ11、スライスあて板12等からなっており、コンピュータ制御でLMガイド10に沿ってワーク送りテーブル9を駆動させることにより、予めプログラムされた送り速度で先端に固定されたワークWを送り出すことが可能である。

[0031] ワイヤガイド3は、鉄鋼製円筒の周囲にポリウレタン樹脂を圧入し、その表面に所定のピッチで溝を切ったローラであり、ワイヤ2の損傷を防いでワイヤ断線などを抑制できるようになっている。更に、ワイヤガイド3は駆動用モータ8によって、巻回されたワイヤ2が軸方向に往復走行できるようになっている。ワイヤ2を往復走行させる際、ワイヤ2の両方向への走行距離を同じにするのではなく、片方向への走行距離の方が長くなるようにする。このようにして、ワイヤ2の往復走行を行うことで長い走行距離の方向にワイヤ2の新線が供給される。また、駆動用モータ8により、1本のワークを切断するのに供給される分のワイヤ2の長さである新線供給量も調節することができる。

[0032] 次に、このワイヤソー1を用いた場合の本発明のワークWの切断方法について説明する。

まず、ワイヤソー1において、ワイヤ2を上記したように往復走行させながら、ワイヤ列16に複数本のワークWを順番に押し当てて切断する。所定の本数のワークを切断し終えたらワイヤ2を停止する。このようにして、1回目のワークの切断を行う（図1のS101）。

この1回目のワークの切断は、従来と同様の切断方法で行うことができる。1回目の切断においては、切断に使用するワイヤは摩耗していないので、直径が十分に太くワイヤの破断の発生率は低く、切断後のウェーハ品質が良

好なウェーハを得ることができる。

[0033] このように 1 回目の切断が終了した後、1 回目の切断の時にワイヤリールボビン 7' に巻き取られたワイヤ 2 をワイヤリールボビン 7 に巻き戻して、1 度使用したワイヤ 2 を次のワーク W の切断に使用する準備をする。このとき、この使用済みのワイヤ 2 は、洗浄等の処理を行うことなく、そのまま次の 2 回目のワークの切断に再使用することができる。

[0034] 次に、ワーク送り手段 5 によりワーク W を保持する。そして、ワイヤ 2 にワイヤ張力付与機構 4、4' によって張力を付与しながら、ワイヤ 2 を駆動用モータ 8 によって軸方向へ往復走行させる。

[0035] このとき、本発明では、ワイヤ張力を前回のワークの切断（この場合、1 回目の切断）におけるワイヤ張力に対して、87～95%の範囲の値とする。

ワイヤの直径は、前回のワークの切断時に比べ摩耗により細くなっているため、ワイヤの破断強度は低下する。そのため、ワイヤを再度使用する時は、ワイヤ張力を前回のワークの切断時に対して 95%以下の値にする。また、ワイヤ張力を小さくし過ぎず、87%以上とすれば、切断後のウェーハの品質が悪化しにくくなる。

[0036] ここで、ワイヤ 2 を再度使用する時のワイヤ張力を通常の設定（前回のワークの切断時と同じワイヤ張力）のワイヤ張力に対し、小さくした場合のウェーハ品質への影響を図 4 に示す。図 4 のグラフは、横軸がワイヤ張力で、縦軸がウェーハの反りを示している。ワイヤ張力及びウェーハの反りは、通常の設定のワイヤ張力及びその際の切断後のウェーハの反りをそれぞれ 100%とし、相対値で表記している。図 4 から読み取れるように、ワイヤ張力を小さくし過ぎると、ウェーハの反りが大きくなる傾向となった。

[0037] また、図 4 に示すように、ワイヤ張力が 87%の場合で、切断後のウェーハの反りが通常の設定でのワークの切断時に対して 10%増加の 110%となった。これ以上の増加は許容できないため、ワイヤ張力の下限値は 87%とした。また、ワイヤ張力を 96%以上として切断を行うと、ワイヤ破断が

頻発したため、ワイヤ張力の上限値は95%とした。

[0038] また本発明では、更に、1本のワークを切断するのに供給されるワイヤ2の長さである新線供給量を、前回のワークを切断した際（この場合、1回目の切断の際）の新線供給量に対して、125%以上の範囲の値とする。

[0039] ワークWを切断する時の新線供給量は、ワイヤ摩耗量と関係する。ワイヤ摩耗量とは、ワークWの切断に使用する前のワイヤ2の直径とワークWの切断に使用した後のワイヤ2の直径の差である。ワイヤ2はワークWの切断を行う過程で、摩耗し細くなっていくが、新線供給量を増やせばワイヤ摩耗量は小さくなり、逆に新線供給量を減らすとワイヤ摩耗量は大きくなる。本発明では新線供給量を、前回のワークを切断した際の新線供給量に対して、125%以上の範囲の値に増やすことで、ワイヤ摩耗量が前回の切断時のワイヤ摩耗量に対し80%以下になるように調整することができる。

[0040] ここで、ワイヤを再度使用する時の新線供給量を、通常の設定（前回のワークの切断時と同じ新線供給量）の新線供給量に対し、大きくした場合のワイヤ摩耗量及びワイヤの破断強度への影響を図5に示す。図5にワイヤの破断強度とワイヤ摩耗量との関係を示す。図5のグラフは、横軸がワイヤ摩耗量で、縦軸がワイヤの破断強度を示している。ワイヤ摩耗量及びワイヤの破断強度は、通常の設定（前回の切断と同じ新線供給量）のワイヤ摩耗量及び破断強度をそれぞれ100%とした相対値で表記している。

図5に示すように、新線供給量を、前回のワークの切断時の新線供給量に対して125%以上の範囲の値にすることで、ワイヤ摩耗量を80%以下にすると、その分ワイヤの直径が太い状態に維持でき、ワイヤの破断強度は前回の切断と同じ新線供給量とした時の破断強度より5%程度大きくなる。これはワイヤ張力を10%程度下げることと相当し、ワイヤ破断が発生しにくくなる。

[0041] 上記のように新線供給量を増やせば、使用済みのワイヤ2を再度使用する場合であっても、ワイヤの破断の発生を抑制することができ、ウェーハの反りなどのウェーハ品質を大幅に悪化させることなく切断を行うことができる

。なお、新線供給量を大きくし過ぎると、ワーク1本当たりの切断に要するワイヤの消費量が多くなるため、好ましくは、新線供給量は大きくし過ぎないことが望ましく、例えば200%以下とする。

[0042] 次に、ワーク送り手段5によりワークWを相対的に押し下げて、ワークWをワイヤ列16に押し当て、再使用における1本目のワークWの切断を開始する。ワークWを切断する際には、加工液をノズル6からワークWとワイヤ2との接触部に供給しながら切断を進める。

[0043] このとき、ワークの送り速度を前回のワークの切断（この場合、1回目の切断）におけるワークの送り速度に対して83～91%の範囲の値にすることが好ましい。

このように、ワークの送り速度を、前回のワークの切断におけるワークの送り速度に対して91%以下と遅くすることで、ワイヤの直径が細いことが原因のスラリの持ち込み量の減少による切断効率の低下をカバーすることができる。また、ワークの送り速度を、前回のワークの切断におけるワークの送り速度に対して83%以上とすることで、ワークの切断速度が遅くなり過ぎず、ウェーハの生産効率の悪化を抑制することができる。

[0044] 上記のようにワイヤ張力、新線供給量を制御しながら、更にワークWを下方に押し下げ切断を進め、切断を完了させた後、ワークWを送り出す方向を逆転させることにより、ワイヤ列16から切断済みのワークWを引き抜き、切り出したウェーハを回収する。上記のように、1度使用済みのワイヤ2で複数のワークを順番に、繰り返しウェーハ状に切断していく。以上のようにして、1度使用済みのワイヤ2を用いた2回目の切断を行う（図1のS102）。

[0045] このような、ワークの切断方法であれば、使用済みのワイヤを再度使用することで、同じワイヤで切断できるワークの本数を大幅に増やすことができ、ワイヤにかかるコストを大きく削減することができる。更に、ワイヤを再度使用する時に、ワイヤ張力及び新線供給量を本発明のように、適切な範囲に制御して切断を行うことで、ワイヤの破断の発生率と切断後のウェーハの

品質の悪化を抑制することができ、前回の切断と同等の品質のウェーハを得ることができる。

- [0046] また、2回目の切断の後、3回目の切断の際にワイヤ張力を前回のワークの切断（この場合、2回目の切断）におけるワイヤ張力に対して、87～95%の範囲の値とし、更に、新線供給量を、前回のワークを切断した際（この場合、2回目の切断の際）の新線供給量に対して、125%以上の範囲の値として繰り返しワークの切断を実施することができる（図1のS103）。更に、ワイヤの直径が減少し、寿命に達するまでは4回目や5回目以降の切断に、本発明のワークの切断方法を用いて、同一のワイヤを使用してワークの切断を行うことができる。

実施例

- [0047] 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。

- [0048] （実施例1）

図2、3に示すようなワイヤソーを用いて、既にワークの切断に1回使用したワイヤを再度使用して、2回目のワークの切断を実施した。

ワークは単結晶シリコンインゴットを、ワイヤは高炭素鋼ブラスメッキ鋼線を用いた。直径300mm、長さ100～450mmの単結晶シリコンインゴットを、直径0.13mmのワイヤを用いて切断を行った後、使用済みのワイヤで2回目のワークの切断を実施した。1回目のワイヤ使用時に、ワイヤリールボビン1本当たりにつきシリコンインゴット4本を切断し、さらに同じワイヤリールボビンにて、ワイヤ2回目の使用時の際に、シリコンインゴット4本を切断した。

表1内の条件2に示すように、ワイヤの2回目の使用時の条件は、1回目のワイヤ使用時のワイヤ張力、新線供給量及びワーク送り速度に対してそれぞれ、ワイヤ張力を91%、新線供給量を125%、ワーク送り速度は変えず100%として切断を行った。表1内のワイヤ破断発生率及びウェーハの反りは、1回目のワイヤ使用時の値を1とした相対値を記載している。ワイ

ワイヤ破断発生率及びウェーハの反りが小さくなるほど、これらの相対値は小さくなる。ワイヤ破断発生率及びウェーハの反りは値が小さい方が望ましい。

[0049] その結果、ワイヤ破断の発生率はワイヤ 1 回目使用時の 1.6 倍となり問題無い水準になった。また、ウェーハの反りについては、1 回目使用時のウェーハの反りの 1.07 倍となり問題無い水準になった。

このように、本発明のワークの切断方法であれば、使用済みのワイヤを再度使用してもワイヤ破断の発生率とウェーハの反りを問題のない水準に低減することができ、ワイヤにかかるコストを削減しつつ、前回の切断と同程度の品質のウェーハを得られることが確認できた。

[0050] (実施例 2)

実施例 1 と同様に、既にワークの切断に 1 回使用したワイヤを再度使用して、2 回目のワークの切断を実施した。

表 1 内の条件 3 に示すように、ワイヤの 2 回目の使用時の条件は、1 回目のワイヤ使用時のワイヤ張力、新線供給量及びワーク送り速度に対してそれぞれ、ワイヤ張力を 91%、新線供給量を 125%、ワーク送り速度を 90% として切断を行った。その結果、ワイヤ破断の発生率はワイヤ 1 回目使用時と同程度の 1.6 倍となり問題無い水準になった。また、ウェーハの反りについては、1 回目使用時のウェーハの反りの 0.99 倍となり実施例 1 よりもウェーハ品質が向上した。

このように、本発明のワークの切断方法において、更に、ワーク送り速度を 83~91% に制御すれば、ウェーハの反りをより改善できることが確認できた。

[0051] (実施例 3)

実施例 1 と同様に、既にワークの切断に 1 回使用したワイヤを再度使用して、2 度目のワークの切断を実施した。

表 1 内の条件 4 に示すように、ワイヤの 2 回目の使用時の条件は、1 回目のワイヤ使用時のワイヤ張力、新線供給量及びワーク送り速度に対してそれぞれ、ワイヤ張力を 87%、新線供給量を 125%、ワーク送り速度は変え

ず100%として切断を行った。

その結果、ワイヤ破断の発生率はワイヤ1回目使用時の1.4倍となり問題無い水準になった。また、ウェーハの反りについては、1回目使用時のウェーハの反りの1.07倍となり問題無い水準になった。

[0052] (実施例4)

実施例1と同様に、既にワークの切断に1回使用したワイヤを再度使用して、2回目のワークの切断を実施した。

表1内の条件5に示すように、ワイヤの2回目の使用時の条件は、1回目のワイヤ使用時のワイヤ張力、新線供給量及びワーク送り速度に対してそれぞれ、ワイヤ張力を95%、新線供給量を125%、ワーク送り速度は変えず100%として切断を行った。

その結果、ワイヤ破断の発生率はワイヤ1回目使用時の1.7倍となり問題無い水準になった。また、ウェーハの反りについては、1回目使用時のウェーハの反りの1.02倍となり問題無い水準になった。

[0053] (比較例1)

実施例1と同様に、既にワークの切断に1回使用したワイヤを再度使用して、2回目のワークの切断を実施した。

表1内の条件1'に示すように、ワイヤの2回目の使用時の条件は、ワイヤの1回目使用時でのワークの切断時と同じワイヤ張力（ワイヤの1回目使用時に対して100%の値）、同じ新線供給量（ワイヤの1回目使用時に対して100%の値）、同じワークの送り速度（ワイヤの1回目使用時に対して100%の値）として切断を行った。その結果、ウェーハの反りはワイヤ1回目使用時と同等となったが、ワイヤ破断の発生率が、ワイヤ1回目使用時の12.6倍と大幅に悪化した。

比較例1のような条件でワイヤをワークの切断に再度使用した場合、ワイヤ破断の発生率が高すぎるため安定して高品質のウェーハを得られず、実質上ワイヤの再使用ができないことが確認された。

[0054] (比較例2)

実施例 1 と同様に、既にワークの切断に 1 回使用したワイヤを再度使用して、2 回目のワークの切断を実施した。

表 1 内の条件 6 に示すように、ワイヤの 2 回目の使用時の条件は、1 回目のワイヤ使用時のワイヤ張力、新線供給量及びワーク送り速度に対してそれぞれ、ワイヤ張力を 86%、新線供給量を 125%、ワーク送り速度は変えず 100% として切断を行った。その結果、ワイヤ破断の発生率が、ワイヤ 1 回目使用時の 1.4 倍となった。また、ウェーハの反りがワイヤ 1 回目使用時の 1.2 倍となった。

比較例 2 のような条件でワイヤをワークの切断に再度使用した場合、実施例 1-4 のように安定して、前回の切断と同程度の品質のウェーハを得られず、実質上ワイヤの再使用ができないことが確認された。

[0055] (比較例 3)

実施例 1 と同様に、既にワークの切断に 1 回使用したワイヤを再度使用して、2 回目のワークの切断を実施した。

表 1 内の条件 7 に示すように、ワイヤの 2 回目の使用時の条件は、1 回目のワイヤ使用時のワイヤ張力、新線供給量及びワーク送り速度に対してそれぞれ、ワイヤ張力を 96%、新線供給量を 125%、ワーク送り速度は変えず 100% として切断を行った。その結果、その結果、ワイヤ破断の発生率が、ワイヤ 1 回目使用時の 3.6 倍となった。また、ウェーハの反りがワイヤ 1 回目使用時の 1.02 倍となった。

比較例 3 のような条件でワイヤをワークの切断に再度使用した場合、ワイヤ張力を 96% としたためワイヤ破断が頻発してしまった。このように、ワイヤ破断の発生率が高すぎるため実施例 1-4 のように安定して高品質のウェーハを得られず、実質上ワイヤの再使用ができないことが確認された。

[0056] (比較例 4)

実施例 1 と同様に、既にワークの切断に 1 回使用したワイヤを再度使用して、2 回目のワークの切断を実施した。

表 1 内の条件 8 に示すように、ワイヤの 2 回目の使用時の条件は、1 回目

のワイヤ使用時のワイヤ張力、新線供給量及びワーク送り速度に対してそれぞれ、ワイヤ張力を91%、新線供給量を124%、ワーク送り速度は変えず100%として切断を行った。その結果、ワイヤ破断の発生率が、ワイヤ1回目使用時の4.0倍となった。また、ウェーハの反りがワイヤ1回目使用時の1.07倍となった。

比較例4のような条件でワイヤをワークの切断に再度使用した場合、実施例1-4のように安定して、前回の切断と同程度の品質のウェーハを得られず、実質上ワイヤの再使用ができないことが確認された。

[0057] 表1に、実施例1-4、比較例1-4における実施結果をまとめたもの示す。

[0058] [表1]

		実施例1	実施例2	実施例3	実施例4	比較例1	比較例2	比較例3	比較例4
ワイヤの使用回数 条件	1回目	2回目	2回目	2回目	2回目	2回目	2回目	2回目	2回目
	条件1	条件2	条件3	条件4	条件5	条件1'	条件6	条件7	条件8
ワイヤ張力	100%	91%	91%	87%	95%	100%	86%	96%	91%
新線供給量	100%	125%	125%	125%	125%	100%	125%	125%	124%
ワークの送り速度	100%	100%	90%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
ワイヤ破断発生率	1	1.6	1.6	1.4	1.7	12.6	1.4	3.6	4.0
ウェーハの反り	1	1.07	0.99	1.07	1.02	1	1.20	1.02	1.07

ワイヤ張力、新線供給量、ワークの送り速度 …… ※ワイヤの1回目の使用時の値を100%とする
ワイヤ破断発生率、ウェーハの反り …… ※ワイヤの1回目の使用時の値を1とする

[0059] 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。

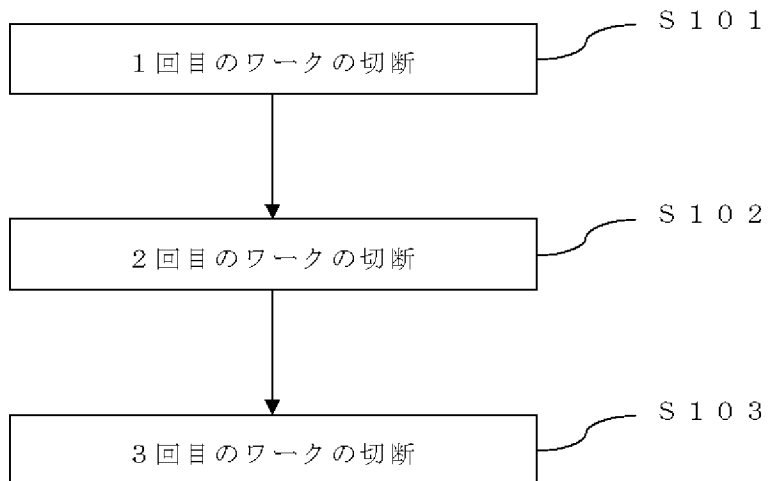
請求の範囲

[請求項1] 複数のワイヤガイド間に螺旋状に巻回された軸方向に走行するワイヤでワイヤ列を形成し、前記ワイヤ列にワークを押し当て、前記ワークの切断を行うワークの切断において、前回のワークの切断に使用した後のワイヤを再度使用して、次のワークを切断するワークの切断方法であって、

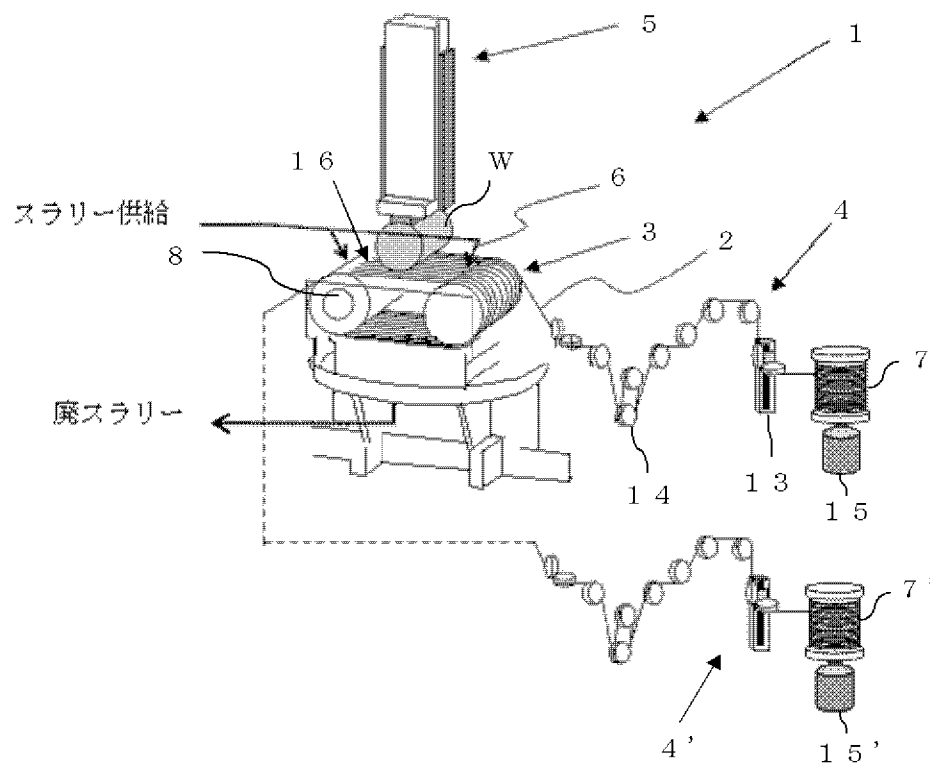
前記次のワークを切断する際のワイヤ張力を前記前回のワークの切断におけるワイヤ張力に対して、87～95%の範囲の値とし、前記次のワークを切断する際の新線供給量を、前記前回のワークを切断した際の新線供給量に対して、125%以上の範囲の値として、前記ワイヤを再度使用して前記次のワークを切断するワークの切断方法。

[請求項2] 前記次のワークを切断する際、ワークの送り速度を前記前回のワークの切断におけるワークの送り速度に対して83～91%の範囲の値にすることを特徴とする請求項1に記載のワークの切断方法。

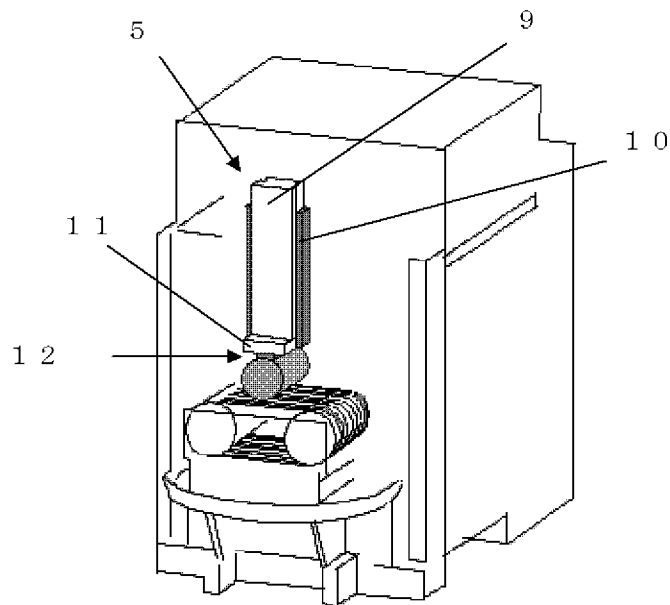
[図1]



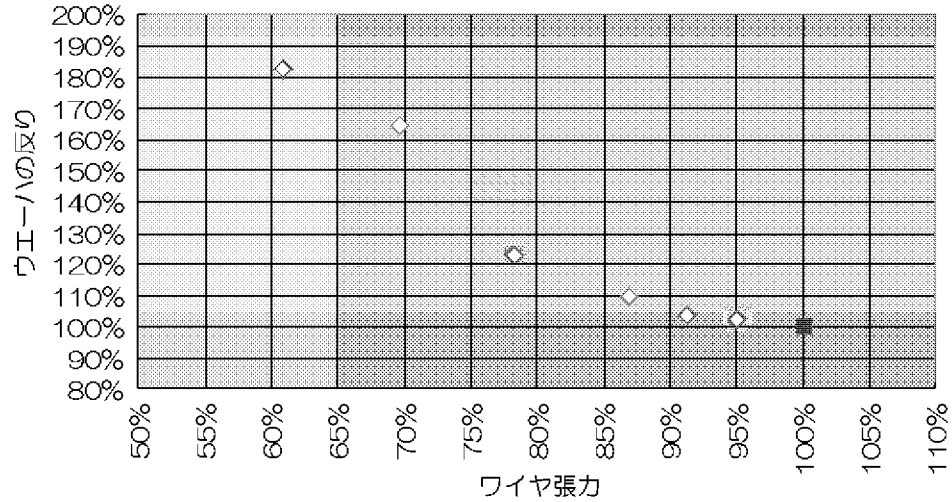
[図2]



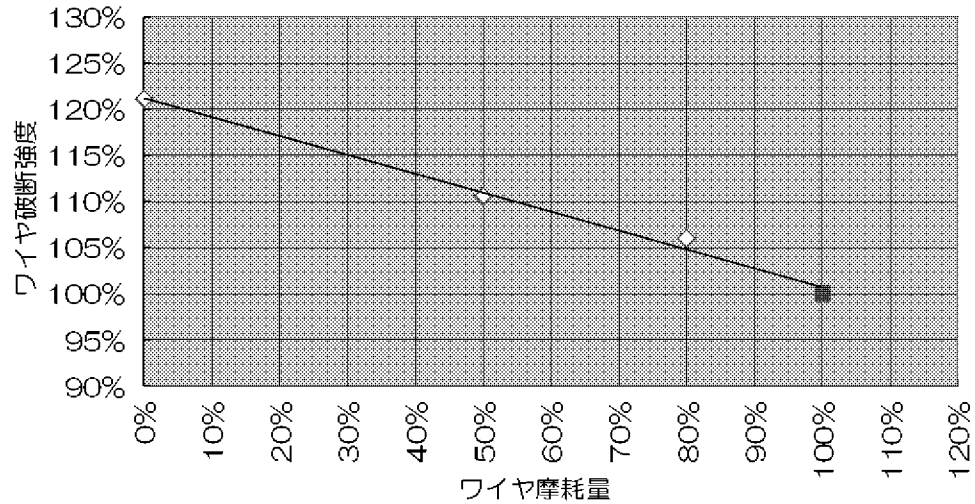
【図3】



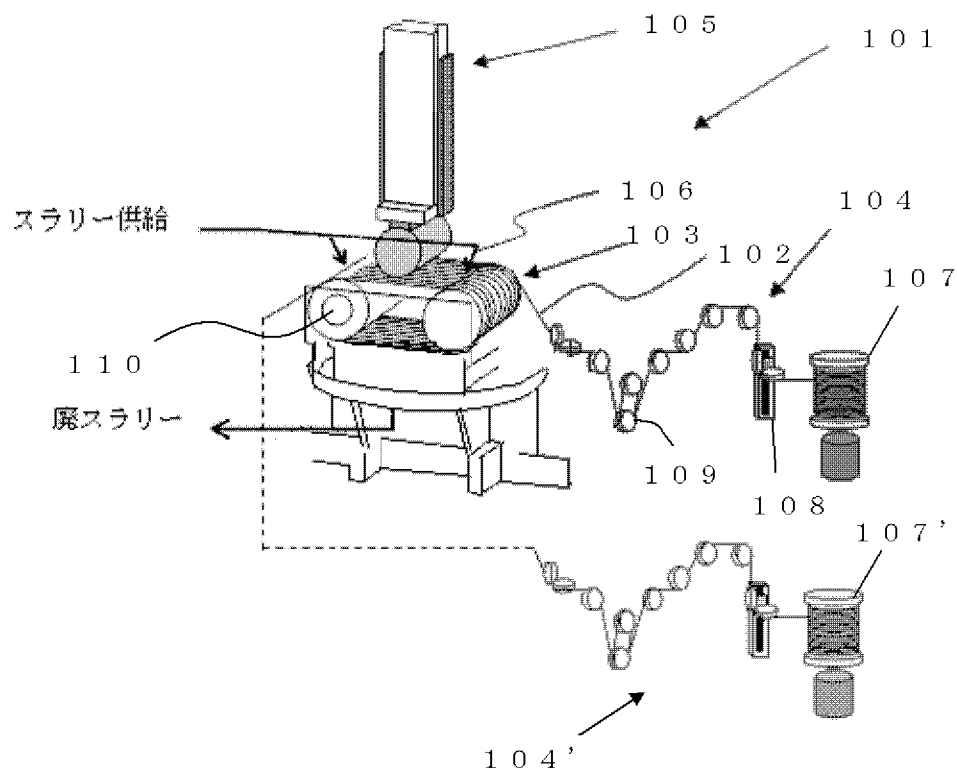
【図4】



【図5】



[図6]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/005413

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B24B27/06(2006.01)i, B28D5/04(2006.01)i, H01L21/304(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)

B24B27/06, B28D5/04, H01L21/304

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

Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2015
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2015 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2015

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2000-42896 A (Tokyo Seimitsu Co., Ltd.), 15 February 2000 (15.02.2000), entire text; all drawings (Family: none)	1-2
A	JP 9-109013 A (Charles Hauser), 28 April 1997 (28.04.1997), claim 2 & US 5829424 A & EP 767036 A1	1-2

☐ 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
06 January 2015 (06.01.15)

Date of mailing of the international search report
20 January 2015 (20.01.15)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C）） Int.Cl. B24B27/06(2006.01)i, B28D5/04(2006.01)i, H01L21/304(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. B24B27/06, B28D5/04, H01L21/304		
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1 9 2 2 - 1 9 9 6 年 日本国公開実用新案公報 1 9 7 1 - 2 0 1 5 年 日本国実用新案登録公報 1 9 9 6 - 2 0 1 5 年 日本国登録実用新案公報 1 9 9 4 - 2 0 1 5 年		
国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）		
C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2000-42896 A（株式会社東京精密）2000.02.15, 全文、全図（ファミリーなし）	1 - 2
A	JP 9-109013 A（シャルル オゼー）1997.04.28, 請求項 2 & US 5829424 A & EP 767036 A1	1 - 2
☐ 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 0 6 . 0 1 . 2 0 1 5	国際調査報告の発送日 2 0 . 0 1 . 2 0 1 5	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（I S A / J P） 郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官（権限のある職員） 亀田 貴志 電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 3 2 4	3 C 9 7 1 9