





---

本発明は、ワイヤソーでワークを切断する際に用いられるワークホルダーであって、ワークに当板を介して接着固定されるワークプレートと、ワークプレートを支持するホルダー本体とを具備し、ワークの径方向のうち、ワークプレートのワーク接着面に平行な方向を $x$ 軸方向、垂直な方向を $y$ 軸方向とした場合、ワークプレートは、 $x$ 軸方向のワークの結晶方位軸のズレを修正してワークに接着固定され、ワークホルダーは、ワークプレートを $y$ 軸方向に傾けることで、ワークプレートに保持されるワークの $y$ 軸方向の傾きを調整し、調整された傾きでワークプレート及びワークを前記ホルダー本体に固定できるワークホルダーである。これにより、単結晶インゴットの方角調整機構を具備するワイヤソーを使用せずとも、外段取り方式で方位規格が厳しい仕様のインゴットの切断を実現可能なワークホルダー及びこれを用いたワークの切断方法が提供される。

## 明 細 書

発明の名称： ワークホルダー及びワークの切断方法

### 技術分野

[0001] 本発明は、ワークホルダー及びワークの切断方法に関する。

### 背景技術

[0002] 近年、シリコン単結晶インゴットなどのワークは、ワイヤソーを用いてウェーハ状に切断されることが多い。ワイヤソーによる切断では、まず、図7に示すような、ワークWを当板103を介して保持するワークプレート102、及びワークプレート102を支持するホルダー本体104を具備するワークホルダー100で、切断するワークWを保持する。続いて、ワークWを保持したワークホルダー100をワイヤソーに装着して複数の溝付きローラに軸方向に往復走行するワイヤを巻掛けて形成されたワイヤ列にワークWを押し当てることにより、ワークWをウェーハ状に切断する（例えば、特許文献1参照）。ワイヤソーは、図8中の側面図に示すように、ワークホルダー100の垂線方向にワークWを切断する。また、図8中の上面図に示すように、ワイヤ列を形成する各々のワイヤはワークホルダー100に略直交している。

[0003] 単結晶インゴットなどのワークの切断は、単結晶インゴットの結晶面を基準として実施する。しかし、一般に、円柱状のインゴットの形状上の中心軸と結晶面に対する法線（結晶方位軸）とにはズレがある。このズレについて、図9を参照して簡単に説明する。なお、本明細書では、ワークの径方向のうち、ワークプレートのワークが接着固定される面に平行な方向をx軸方向、垂直な方向をy軸方向と定義する。図9に示す例では、結晶方位軸は、単結晶インゴットの形状上の中心軸に対して、x軸方向に $\Delta x$ 、y軸方向に $\Delta y$ のズレを持っている。

[0004] ワイヤソーによるワークの切断方法としては、単結晶インゴットの結晶面とワイヤの走行方向とを一致させて切断する方法（ジャストアングル）と、

結晶面とワイヤの走行方向との間に所定の角度を設定して切断する方法（オフアングル）がある。いずれの切断方法であっても、上記のような結晶方位軸のズレが存在する場合、単結晶インゴットのワイヤ列に対する向きを修正してから、単結晶インゴットの切断を始める必要がある。単結晶インゴットの方位のズレの修正・角度の設定（以下、方位調整とも呼称する）には、例えば、以下の方法が知られている。

[0005] 例えば、ワークホルダーのワークプレートへ当板を介してインゴットを接着固定する際に、当板上でインゴットを、インゴットの中心軸周りに回転させて y 軸方向の結晶方位を調整し、次いで、インゴットのワークホルダーへの貼り付け角度（x 軸方向のワークプレートに対する傾き）を変えることで x 軸方向の結晶方位を調整する方法が有る。このように方位調整は、ワークホルダーに対するインゴットの回転位置と接着方向を調整することにより可能となる。また、このような、ワイヤソーへの単結晶インゴットの装着前に、結晶方位を調整する方法は、一般に、外段取り方式と呼ばれている。

[0006] その他にも、ワイヤソーが装置内に方位調整機構を具備しており、単結晶インゴットが貼り付けられたワークホルダーをセットした後、ワイヤソー内部で方位調整する方法も有る。このような、単結晶インゴットをワイヤソーに取り付けた後に、ワイヤソー内で結晶方位を調整する方法は、一般に、内段取り方式と呼ばれている。

## 先行技術文献

## 特許文献

[0007] 特許文献1：特開2014-195025号公報

## 発明の概要

## 発明が解決しようとする課題

[0008] 半導体シリコン単結晶インゴットの方位 $\langle 111 \rangle$ 軸品などは、インゴットをスライスする際の切断方向（ワイヤの切込み方向）によって、切り出したウェーハの表裏面のダメージ差が変化し、スライス品質（WARP、TT

V (Total Thickness Variation)、うねり等)が大きく変動する。例えば、図10に示すように、切断方向が実線矢印方向で表す方位となった場合、ウェーハの表裏面のダメージ差は小さくなる。しかしながら、切断方向が図10の破線矢印方向で表す方位となった場合、ウェーハの表裏面のダメージ差は大きくなり、スライス品質が大きく悪化する。スライス品質が大きく悪化する方向を切断方向としたスライスは現実問題実施できない。

[0009] そこで、上記のように、当板上でインゴットを回転させてインゴットのy軸方向の結晶方位の調整を行う際に、スライス品質が大きく悪化する方向が切断方向となってしまう場合には、方位の狙いを変えて切断を行っていた。例えば、従来では、仕様の許容範囲でずらしてから切断を行っていた。しかしながら、方位規格が厳しい場合には、この方位の狙いを変える調整ができないため、通常のワイヤソーでは良品を切断することができず、内周刃等の装置で切断せざるを得ないという問題があった。そのため、ワイヤソーによる切断において、外段取り方式で、インゴットの回転に依らないy軸補正が必要となった。

[0010] 一方、単結晶インゴットの方位調整機構を具備するワイヤソーは、概して高価であり、装置が限定される。さらに、このように、ワイヤソーの内部で単結晶インゴットの方位調整を行う内段取り方式の切断方法の場合、方位調整中はインゴットの切断を行うことができないため、外段取り方式に比べ生産性の低下を招くという問題もある。

[0011] 本発明は前述のような問題に鑑みてなされたもので、単結晶インゴットの方位調整機構を具備するワイヤソーを使用せずとも、外段取り方式で方位規格が厳しい仕様のインゴットの切断を実現可能なワークホルダー及びこれを用いた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

[0012] 上記目的を達成するために、本発明は、ワイヤソーによって円柱状の単結晶からなるワークを切断する際に前記ワークを保持するために用いられるワ

ークホルダーであって、

前記ワークに当板を介して接着固定されるワークプレートと、該ワークプレートを、前記ワークプレートの前記ワークが接着固定される面とは反対側の面から支持するホルダー本体とを具備し、前記ワークの径方向のうち、前記ワークプレートの前記ワークが接着固定される面に平行な方向をx軸方向、垂直な方向をy軸方向とした場合、前記ワークプレートは、前記x軸方向の前記ワークの結晶方位軸のズレを修正して前記ワークに接着固定されるものであり、前記ワークホルダーは、前記ワークプレートを前記y軸方向に傾けることで、前記ワークプレートに保持される前記ワークの前記y軸方向の傾きを調整し、該調整された傾きで前記ワークプレート及び前記ワークを前記ホルダー本体に固定できる機能を有するものであることを特徴とするワークホルダーを提供する。

[0013] 本発明のワークホルダーは、ワークプレートのワークへの接着固定時にx軸方向の結晶方位軸のズレを修正することができる。また、ワークプレートをy軸方向に傾けることで、ワークプレートが接着固定されるワークのy軸方向の結晶方位軸のズレも修正することができる。このようなワークホルダーにより、ワークを回転させることなくy軸方向の方位調整を行えば、ワークの回転により、ワークの円周に対するワイヤの切込み方向が、スライス品質が大きく悪化する方向となってしまう恐れが無い。従って、本発明のワークホルダーを使用して単結晶インゴットなどのワークを切断すれば、たとえインゴットが半導体シリコン単結晶インゴットの方位 $\langle 111 \rangle$ 軸品であったとしても、WARPやうねりの少ないウェーハを切り出すことができる。また、本発明のワークホルダーを使用すれば、外段取り方式でワークの結晶方位を調整できるので、生産性を向上させることができる。さらに、方位調整機構を具備する高価なワイヤソーも必要ないため、低コストでウェーハを切断することができる。

[0014] このとき、本発明のワークホルダーは、前記ワークプレートが、前記ワークを保持する側の面とは反対側の面に、前記ワークプレートの長手方向の外

側に向けて突き出た、先端部が曲面状の突起部を有し、前記ホルダー本体が、前記突起部の曲面状の先端部を上下から挟み込む受け部を有し、該受け部は、2個の進退動可能な可動コマによって前記突起部の曲面状の先端部を上下から挟み込むものであり、前記2個の可動コマは、前記突起部の曲面状の先端部と接する面に傾きを有するテーパ状のものであり、前記ワークホルダーは、前記突起部の曲面状の先端部を挟み込む前記2個の可動コマの位置関係を各々の進退動により調整することで、前記ワークプレートをy軸方向に傾け、前記ワークの前記y軸方向の傾きを調整するとともにその位置で固定することが可能なものであることが好ましい。

[0015] 本発明のワークホルダーは、より具体的には、このような構造を有するものとすることができる。

[0016] またこのとき、前記2個の可動コマは、前記突起部の曲面状の先端部と接するテーパ面の傾きが $30^{\circ} \sim 60^{\circ}$ のものであることが好ましい。

[0017] 本発明における可動コマは、このようなテーパ面の傾きを持つものとすることができ、このような傾きであればワークプレートのy軸方向の傾きを調整しやすいとともに、確実に固定することができる。テーパ面の傾きを $30^{\circ}$ 以上とすれば、可動コマの移動量に対する、ワークプレートの傾きの角度調整量が十分に大きくなり調整に掛かる時間を低減できる。また、テーパ面の傾きを $60^{\circ}$ 以下とすれば、可動コマの移動量に対する、ワークプレートの傾きの角度調整量が大きくなり過ぎないため、微妙な角度調整が容易となる。

[0018] このとき、前記ワークプレートが前記突起部を長手方向の両端に2個有するとともに、前記ホルダー本体が前記受け部を2個有し、各々の受け部が、前記2個の突起部の曲面状の先端部をそれぞれ上下から挟み込むものであることが好ましい。

[0019] このように、ワークプレートの長手方向の両端で、ワークプレートの傾きを調整できるものであれば、より精度よくかつ簡単にワークのy軸方向の傾きを調整して、ワークを固定することができる。

[0020] また、上記目的を達成するために、本発明は、複数の溝付きローラに軸方向に往復走行するワイヤを巻掛けて形成されたワイヤ列を具備するワイヤソーを用い、ワークホルダーで保持した円柱状の単結晶からなるワークを前記ワイヤソーの前記ワイヤ列に押し当てることで、ワークを切断するワークの切断方法であって、前記ワークホルダーとして、前記ワークに当板を介して接着固定されるワークプレートと、該ワークプレートを、前記ワークプレートの前記ワークが接着固定される面とは反対側の面から支持するホルダー本体とを具備し、前記ワークの径方向のうち、前記ワークプレートの前記ワークが接着固定される面に平行な方向を $x$ 軸方向、垂直な方向を $y$ 軸方向とした場合、前記ワークプレートは、前記 $x$ 軸方向の前記ワークの結晶方位軸のズレを修正して前記ワークに接着固定されるものであり、前記ワークホルダーは、前記ワークプレートを前記 $y$ 軸方向に傾けることで、前記ワークプレートに保持される前記ワークの前記 $y$ 軸方向の傾きを調整し、該調整された傾きで前記ワークプレート及び前記ワークを前記ホルダー本体に固定できる機能を有するものを用い、前記ワークホルダーで前記ワークを保持する際に、前記ワークプレートを前記 $x$ 軸方向の前記ワークの結晶方位軸のズレを修正して前記ワークに接着固定し、前記ワークに接着固定された前記ワークプレートを前記 $y$ 軸方向に傾けることで、前記ワークプレートに保持された前記ワークの前記 $y$ 軸方向の傾きを調整し、該調整された傾きで前記ワークプレート及び前記ワークを前記ホルダー本体に固定することで、前記ワークホルダーで前記ワークを保持し、前記傾きを調整して固定したワークを前記ワークホルダーを介して前記ワイヤソーに取り付け、前記ワークを前記ワイヤ列に押し当てることで、前記ワークを切断することを特徴とするワークの切断方法を提供する。

[0021] 本発明のワークの切断方法は、 $x$ 軸方向のワークの結晶方位軸のズレを修正してワークに接着固定したワークプレートを、さらに、 $y$ 軸方向に傾けることで、ワークの $y$ 軸方向の結晶方位軸のズレも修正することができる。このような方法により、ワークを回転させることなく $y$ 軸方向の方位調整を行

えば、ワークの回転により、ワークの円周に対するワイヤの切込み方向が、スライス品質が大きく悪化する方向になってしまう恐れが無い。従って、本発明の切断方法で単結晶インゴット等のワークを切断すれば、たとえインゴットが半導体シリコン単結晶インゴットの方位 $\langle 111 \rangle$ 軸品であったとしても、WARPやうねりの少ないウェーハを切り出すことができる。また、本発明の切断方法では、外段取り方式でワークの結晶方位を調整できるので、生産性を向上させることができる。さらに、方位調整機構を具備する高価なワイヤソーも必要ないため、低コストでウェーハを切断することができる。

[0022] このとき、本発明のワークの切断方法において、前記ワークホルダーとして、前記ワークプレートが、前記ワークを保持する側の面とは反対側の面に、前記ワークプレートの長手方向の外側に向けて突き出た、先端部が曲面状の突起部を有し、前記ホルダー本体が、前記突起部の曲面状の先端部を上下から挟み込む受け部を具備し、該受け部は、2個の進退動可能な可動コマによって前記突起部の曲面状の先端部を上下から挟み込むものであり、前記2個の可動コマは、前記突起部の曲面状の先端部と接する面に傾きを有するテーパ状のものであり、前記ワークホルダーは、前記突起部の曲面状の先端部を挟み込む前記2個の可動コマの位置関係を各々の進退動により調整することで、前記ワークプレートをy軸方向に傾け、前記ワークの前記y軸方向の傾きを調整するとともにその位置で固定することが可能なものを用いることができる。

[0023] より具体的には、このような構造のワークホルダーを用いて本発明のワークの切断方法を実施できる。

[0024] またこのとき、本発明のワークの切断方法において、前記2個の可動コマは、前記突起部の曲面状の先端部と接するテーパ面の傾きが $30^\circ \sim 60^\circ$ のものを用いることができる。

[0025] 本発明において使用できる可動コマは、このようなテーパ面の傾きを持つものを用いることができ、このような傾きであればワークプレートのy軸

方向の傾きを調整しやすいとともに、確実に固定することができる。テーパ一面の傾きを $30^{\circ}$ 以上とすれば、可動コマの移動量に対する、ワークプレートの傾きの角度調整量が十分に大きくなり調整に掛かる時間を低減できる。また、テーパ一面の傾きを $60^{\circ}$ 以下とすれば、可動コマの移動量に対する、ワークプレートの傾きの角度調整量が大きくなり過ぎないため、微妙な角度調整が容易となる。

[0026] このとき、本発明のワークの切断方法において、前記ワークホルダーとして、前記ワークプレートが前記突起部を長手方向の両端に2個有するとともに、前記ホルダー本体が前記受け部を2個有し、各々の受け部が、前記2個の突起部の曲面状の先端部をそれぞれ上下から挟み込むものを用いることが好ましい。

[0027] このように、ワークプレートの長手方向の両端で、ワークプレートの傾きを調整できるワークホルダーを用いることで、より精度よく簡単にワークのy軸方向の傾きを調整して、ワークを固定することができる。

### 発明の効果

[0028] 本発明のワークホルダー及びワークの切断方法であれば、単結晶インゴットの方位調整機構を具備するワイヤソーを使用せずとも、外段取り方式で方位規格が厳しい仕様の単結晶インゴットの切断を実現できる。

### 図面の簡単な説明

[0029] [図1]本発明のワークホルダーの概略を示した縦断面図である。

[図2]x軸方向及びy軸方向の定義を説明する図である（横断面図）。

[図3]x軸方向のワークの結晶方位軸のズレを修正してワークに接着固定されるワークプレートの説明図である。

[図4]本発明のワークホルダーの、ワークプレート及びワークを傾けて固定した態様の概略図である。

[図5]本発明のワークの切断方法に使用できるワイヤソーの一例を示す概略図である。

[図6]本発明のワークの切断方法の一例を示すフロー図である。

[図7]従来のワークホルダーの概略図である。

[図8]ワイヤソーの切断方向を説明する側面図及び上面図である。

[図9]単結晶インゴットの結晶方位軸のズレの説明図である。

[図10]ワイヤソーによるインゴットの切断方向によるスライス品質の変化を説明する図である。

[図11]比較例1～3において切り出されたウェーハのWARPの平均値を示すグラフである。

### 発明を実施するための形態

[0030] 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。

[0031] 上記のように、外段取り方式では、従来、ワークプレートにワークを接着固定する前に、ワークホルダーの当板上でインゴットをその中心軸周りに回転させることで、y軸方向の結晶方位のズレを補正していた。しかしながら、半導体シリコン単結晶インゴットの方位 $\langle 111 \rangle$ 軸品などは、ワイヤの切込み方向によって、WARP、TTV、うねりが大きく悪化する場合があるため、インゴットを回転させた結果、ワイヤの切込み方向がスライス品質を大きく悪化させる方向となってしまう場合があった。この場合、ワイヤの切込み方向をずらすために、インゴットを回転させて方位の狙いを変える必要があるが、方位規格が厳しい場合には、この方位の狙いを変える調整ができないため、通常のワイヤソーでは良品を切断することができないという問題があった。また、内段取り方式では、ワイヤソーが高価となり、また、切断における効率も低下するため、生産性が悪化してしまうという問題があった。

[0032] これに対し、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、ワークをy軸方向に傾けることが可能なワークホルダーにより、ワークの回転に依らずy軸方向の結晶方位のズレを調整すれば、上述の問題を解決できることを知見し、本発明を完成させた。

[0033] 図1に示すように、本発明のワークホルダー1はワークWに当板3を介し

て接着固定されるワークプレート2と、ワークプレート2を、ワークプレート2のワークWが接着固定される面とは反対側の面から支持するホルダー本体4とを具備する。

[0034] また、上記したように、本明細書内では、図2に示すように、円柱状のワークWの径方向のうちワークプレート2のワークWが接着固定される面に平行な方向をx軸方向、垂直な方向をy軸方向と定義する。この場合に、本発明のワークホルダー1におけるワークプレート2は、図3に示すように、x軸方向のワークWの結晶方位軸のズレを修正してワークWに接着固定されるものである。図3に示す例では、ワークプレート2は、x軸方向の結晶方位軸のズレ $\Delta x$ を修正してワークWに接着固定されている。

[0035] また、本発明のワークホルダー1は、ワークWに接着固定されるワークプレート2をy軸方向に傾けることで、ワークプレート2のy軸方向の傾きを調整し、該調整された傾きでワークプレート2及びワークWをホルダー本体4に固定できる機能を有する。なお、ワークホルダー1は、ワークプレート2がワークWに接着固定された状態、及びワークWに接着固定されていない状態のいずれの状態でもワークプレート2を傾け、固定することができる。

[0036] このような機能は、例えば、以下に説明するようなワークホルダーの構成にて得ることができる。図1に示すように、ワークプレート2が、ワークWを保持する側の面とは反対側の面に、先端部が曲面状の突起部5を有する。この突起部5は、図1に示すように、ワークプレート2の長手方向の外側に向けて突き出たものとすることができる。なお、ここでいう曲面状とは、例えば、半円柱状、半球状などの形状のことをいう。例えば、図1には、突起部5の先端を半円柱状とした例を示しているが、これに限定されることは無い。

[0037] さらに、ホルダー本体4が、突起部5の曲面状の先端部を上下から挟み込む受け部6を有する。この受け部6は、2個の進退動可能な可動コマ6a、6b、あるいは2個の可動コマ6c、6dによって突起部5の曲面状の先端部を上下から挟み込む。

[0038] また、2個の可動コマ6 a、6 b（6 c、6 d）は、突起部5の曲面状の先端部と接する面に傾きを有するテーパ状のものである。なお、可動コマ6 a、6 b（6 c、6 d）は、各々の可動コマ6 a、6 b（6 c、6 d）に接続された調整ネジ7 a、7 b（7 c、7 d）を用いて進退動させることができる。

[0039] また、2個の可動コマ6 a、6 bは、突起部5の曲面状の先端部と接するテーパ面の傾きが30°～60°のものであることが好ましい。このような範囲の傾きのテーパ面を持つ可動コマであれば、適当な傾斜となりワークプレート2のy軸方向の傾きを調整しやすいとともに、強度も十分となり、確実に重量物であるワークを固定して保持することができる。また、テーパ面の傾きを30°以上とすれば、可動コマの移動量に対する、ワークプレートの傾きの角度調整量が十分に大きくなり調整に掛かる時間を低減できる。また、テーパ面の傾きを60°以下とすれば、可動コマの移動量に対する、ワークプレートの傾きの角度調整量が大きくなり過ぎないため、微妙な角度調整が容易となる。

[0040] また、図1に示すように、ワークプレート2が突起部5を長手方向の両端に2個有するとともに、ホルダー本体4が受け部6を2個有し、各々の受け部6が、2個の突起部5の曲面状の先端部をそれぞれ上下から挟み込むものであることが好ましい。このように、ワークプレート2の長手方向の両端から、ワークプレート2の傾きを調整できるものであれば、より精度よく、ワークプレート2に接着されるワークのy軸方向の傾きを簡単に調整して、ワークを固定することができる。

[0041] このような図1に示す構成によって、ワークホルダー1は、突起部5の曲面状の先端部を挟み込む2個の可動コマの位置関係を各々の進退動により調整することで、ワークプレート2をy軸方向に傾け、ワークプレート2が接着固定されるワークWのy軸方向の傾きを調整するとともにその位置で固定することが可能なものとすることができる。

[0042] ここで、具体例として、本発明のワークホルダー1によって、ワークプレ

ート2に接着固定されるワークのy軸方向の結晶方位軸のズレ $\Delta y$ を修正するために、図1におけるワークプレート2の左端が上方に、右端が下方になるようにワークプレート2を傾ける場合を説明する。図4に示すように、左端側の受け部6において、可動コマ6aを、ワークプレート2の長手方向の外側方向に後退させ、可動コマ6bをワークプレート2の長手方向の内側方向に前進させる。さらに、右端側の受け部6において、可動コマ6cを、ワークプレート2の長手方向の内側方向に前進させ、可動コマ6dをワークプレート2の長手方向の外側方向に後退させる。このように、各々の可動コマ6a、6b、6c、6dの位置関係を調整すれば、ワークプレート2を傾け、この位置でホルダー本体4にワークプレート2及びワークWを固定することで、y軸方向のズレ $\Delta y$ を修正できる。

[0043] 以上のように、本発明のワークホルダーは、ワークプレートのワークへの接着固定時にx軸方向の結晶方位軸のズレを修正することができる。また、ワークプレートをy軸方向に傾けることで、ワークの回転を行うことなくy軸方向の方位調整ができる。

[0044] そのため、従来の当板上でワークを回転させる方法を使用する場合のように、ワークの回転によりワークの円周に対するワイヤの切込み方向が、スライス品質が大きく悪化する方向となってしまう恐れが無い。つまり、本発明のワークホルダーを使用して、単結晶インゴットを切断すれば、結晶方位の規格が厳しい場合でも、外段取り方式でWARPやうねりの少ないウェーハを切り出すことができる。また、本発明のワークホルダーを使用すれば、外段取り方式でワークの結晶方位を調整できるので、スライスにおける生産性を向上させることができる。さらに、方位調整機構を具備する高価なワイヤソーも必要ないため、低コストでウェーハを切断することができる。

[0045] なお、図1及び図4では、ワークプレート2をワークWに接着固定した状態で、ワークプレートを傾ける態様を例に説明したが、作業手順がこの順に限定されることは無い。例えば、予め、保持するワークWの結晶方位軸のy軸方向のズレに応じて、ワークプレート2を傾けて固定しておき、その後に

、ワークプレート2を、x軸方向のワークWの結晶方位軸のズレを修正しながらワークWに接着固定してもよい。

[0046] 続いて、本発明のワークの切断方法について説明する。ここでは、上記した本発明のワークホルダー1を使用する場合について説明する。

[0047] 本発明のワークの切断方法は、ワイヤソーを用い、ワークホルダーで保持した円柱状の単結晶からなるワークをワイヤソーのワイヤ列に押し当てることで、ワークを切断する。より具体的には、図5に示すようなワイヤソーを使用できる。

[0048] 図5に示すように、ワイヤソー10は、複数の溝付きローラ11に軸方向に往復走行するワイヤ12が巻掛けられることで形成されたワイヤ列13を具備する。このようなワイヤソー10は、ワークホルダー1で保持した円柱状の単結晶からなるワークWをワイヤソー10のワイヤ列13に押し当てることで、ワークWをウェーハ状に切断することができる。

[0049] 本発明のワークの切断方法は、このようなワイヤソー10に、ワークホルダー1を介してワークWを装着する前に、ワークの方位調整を行う外段取り方式の切断方法である。より具体的には、まず、図3に示したように、ワークホルダー1でワークWを保持する際に、ワークプレート2をx軸方向のワークWの結晶方位軸のズレを修正してワークWに接着固定する（図6のS1）。

[0050] 続いて、図4に示したように、ワークWに接着固定されたワークプレート2をy軸方向に傾けることで、ワークプレート2に保持されたワークのy軸方向の傾きを調整する（図6のS2）。そして、この調整された傾きでワークプレート2及びワークWをホルダー本体4に固定することで、ワークホルダー1でワークWを保持する（図6のS3）。これにより、ワークWの方位調整が完了する。

[0051] 続いて、図5に示したように、傾きを固定したワークWをワークホルダー1を介してワイヤソー10に取り付ける（図6のS4）。次に、ワークWを、図5のワイヤ列13に押し当てることで、ワークWを切断する（図6のS

5)。

[0052] このような本発明のワークの切断方法は、ワークプレートのワークへの接着固定時にx軸方向の結晶方位軸のズレを修正したうえで、ワークをワークプレートに固定した状態で傾けることで、ワークの回転に依らずy軸方向の方位調整を行う。そのため、上述した、当板上でワークを回転させる方法を使用する場合のように、ワークの円周に対するワイヤの切込み方向が、スライス品質が大きく悪化する方向となってしまう恐れが無い。従って、本発明のワークの切断方法で単結晶インゴットを切断すれば、結晶方位の規格が厳しい場合でも、WARPやうねりの少ないウェーハを切り出すことができる。また、本発明のワークの切断方法は、外段取り方式でワークの結晶方位を調整できるので、生産性を向上させることができる。さらに、方位調整機構を具備する高価なワイヤソーも必要ないため、低コストでウェーハを切断することができる。

[0053] また、本発明のワークの切断方法では、ワークホルダーとして、図1に示したような、ワークプレート2が、突起部5を有し、さらに、ホルダー本体4が、突起部5の曲面状の先端部を上下から挟み込む2個の可動コマから成る受け部6を有するワークホルダー1を使用することができる。このようなワークホルダー1を用いることで、精度よくy軸方向の方位調整ができる。

[0054] また、2個の可動コマ6a、6b（可動コマ6c、6d）は、突起部5の曲面状の先端部と接するテーパ面の傾きが $30^{\circ} \sim 60^{\circ}$ のものをを用いることが好ましい。このような傾きのテーパ面を持つ可動コマであれば、ワークプレート2のy軸方向の傾きを調整しやすい。また、テーパ面の傾きを $30^{\circ}$ 以上とすれば、可動コマの移動量に対する、ワークプレートの傾きの角度調整量が十分に大きくなり調整に掛かる時間を低減できる。また、テーパ面の傾きを $60^{\circ}$ 以下とすれば、可動コマの移動量に対する、ワークプレートの傾きの角度調整量が大きくなり過ぎないため、微妙な角度調整が容易となる。

[0055] また、図1に示すように、本発明の切断方法では、ワークプレート2が突

起部 5 を長手方向の両端に 2 個有するとともに、ホルダー本体 4 が受け部 6 を 2 個有し、各々の受け部 6 が、2 個の突起部 5 の曲面状の先端部をそれぞれ上下から挟み込むものを用いることが好ましい。このように、ワークプレートの長手方向の両端から、ワークプレートの傾きを調整できるものであれば、より精度よくワークの y 軸方向の傾きを調整して、ワークを固定することができる。

## 実施例

[0056] 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、本発明はこれら実施例に限定されるものではない。

[0057] (実施例 1)

図 1 に示すような、本発明のワークホルダー 1 を使用して、図 6 に示した本発明のワークの切断方法のフローに従い、直径 200 mm の結晶軸  $\langle 100 \rangle$  のシリコン単結晶インゴットを用いて、ワークの切断を行った。

[0058] 実施例 1 では、結晶軸  $\langle 100 \rangle$  のインゴットの、x 軸方向のズレが 0 分となるようにインゴットにワークプレート 2 を接着固定し、また、y 軸方向のズレが 20 分となるようにワークプレート 2 の角度を調整し、インゴットをホルダー本体 4 に固定した。このように本発明のワークホルダー 1 で保持したインゴットを、図 5 に示したようなワイヤソー 10 に取りつけて切断した。

[0059] (実施例 2)

切断するインゴットを結晶軸  $\langle 111 \rangle$  のものに変更したこと以外、実施例 1 と同様な条件でインゴットを切断した。

[0060] 実施例 1 ～ 2 における、切り出されたウェーハの面方位、TTV、WARP を表 1 に示す。

[0061]

[表1]

|          | 結晶軸   | 結晶方位 |      |     |    | 形状 ( $\mu\text{m}$ ) |     |      |
|----------|-------|------|------|-----|----|----------------------|-----|------|
|          |       | 方向   | ウェーハ |     |    | インゴット<br>位置          | TTV | WARP |
|          |       |      | 狙い   | 実測  | 差  | 作業<br>レベル            | 10  | 15   |
| 実施例<br>1 | <100> | x    | 0分   | 2分  | 2分 | 一端                   | 8.7 | 14.6 |
|          |       |      |      |     |    | 中心                   | 6.9 | 9.7  |
|          |       | y    | 20分  | 20分 | 0分 | 他端                   | 9.7 | 12.0 |
|          |       |      |      |     |    | 平均                   | 8.4 | 12.1 |
| 実施例<br>2 | <111> | x    | 0分   | 2分  | 2分 | 一端                   | 8.0 | 11.7 |
|          |       |      |      |     |    | 中心                   | 6.5 | 13.2 |
|          |       | y    | 20分  | 20分 | 0分 | 他端                   | 9.8 | 15.6 |
|          |       |      |      |     |    | 平均                   | 8.1 | 13.5 |

[0062] 表1から分かるように、実施例1～2では、狙い方位と実測値の差はx軸方向で2分以下、y軸方向で1分以下であった。通常、この差は±10分程度となるため、精度よく狙い通りの面方位のウェーハを切り出すことができたと言える。

[0063] また、ウェーハのTTVやWARPについては、従来の当板上でインゴットを回転させる手順を含む外段取り方式の切断方法で、結晶軸<100>品や適切なインゴット切断位置で固定された結晶軸<111>の単結晶インゴットを切断した場合、TTVは10 $\mu\text{m}$ 程度、WARPは15 $\mu\text{m}$ 程度である。表1から分かるように、実施例1～2で切り出したウェーハのTTV、WARPも従来と同程度に抑えることができています。本発明の切断方法は、当板上でインゴットを回転させる手順を含まないため、シリコン単結晶インゴットの方位<111>軸品の切断においてもWARP、TTVの悪化を抑制できる。

[0064] (比較例1)

ワークホルダーの当板上でシリコン単結晶インゴットを回転させ、y軸方向の結晶方位を調整し、インゴットのワークホルダーへの貼り付け角度(x軸方向のワークプレートに対する傾き)を変えることでx軸方向の結晶方位を調整することで、方位調整を行った。その後、ワークホルダーをワイヤソーに装着し、インゴットの切断を行った。ここで使用したシリコン単結晶インゴットは、直径200mmの方位<111>軸品である。また、切断方向

は、図10の(−110)方向であった。

[0065] (比較例2)

比較例1よりもワークホルダーの当板上でシリコン単結晶インゴットを15°多く回転させ、y軸方向の結晶方位を調整したこと以外、比較例1と同様にしてインゴットを切断した。

[0066] (比較例3)

比較例1よりもワークホルダーの当板上でシリコン単結晶インゴットを30°多く回転させ、y軸方向の結晶方位を調整したこと以外、比較例1と同様にしてインゴットを切断した。この場合の切断方向は、図10の(−12−1)方向であった。

[0067] 比較例1〜3における、切り出されたウェーハのWARP値を図11に示す。回転量に応じて、ウェーハのWARPが変化し、特に切断方向が(−12−1)となった場合の比較例3ではWARP値が極端に増大してしまった。このように、従来の方法では、方位<111>軸品の切断を行った場合に、ウェーハの平坦性を損なうことがあることが確認された。

[0068] 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]

ワイヤソーによって円柱状の単結晶からなるワークを切断する際に前記ワークを保持するために用いられるワークホルダーであって、  
前記ワークに当板を介して接着固定されるワークプレートと、  
該ワークプレートを、前記ワークプレートの前記ワークが接着固定される面とは反対側の面から支持するホルダー本体とを具備し、  
前記ワークの径方向のうち、前記ワークプレートの前記ワークが接着固定される面に平行な方向をx軸方向、垂直な方向をy軸方向とした場合、前記ワークプレートは、前記x軸方向の前記ワークの結晶方位軸のズレを修正して前記ワークに接着固定されるものであり、  
前記ワークホルダーは、前記ワークプレートを前記y軸方向に傾けることで、前記ワークプレートに保持される前記ワークの前記y軸方向の傾きを調整し、該調整された傾きで前記ワークプレート及び前記ワークを前記ホルダー本体に固定できる機能を有するものであることを特徴とするワークホルダー。

### [請求項2]

前記ワークプレートが、前記ワークを保持する側の面とは反対側の面に、前記ワークプレートの長手方向の外側に向けて突き出た、先端部が曲面状の突起部を有し、  
前記ホルダー本体が、前記突起部の曲面状の先端部を上下から挟み込む受け部を有し、該受け部は、2個の進退動可能な可動コマによって前記突起部の曲面状の先端部を上下から挟み込むものであり、前記2個の可動コマは、前記突起部の曲面状の先端部と接する面に傾きを有するテーパー状のものであり、  
前記ワークホルダーは、前記突起部の曲面状の先端部を挟み込む前記2個の可動コマの位置関係を各々の進退動により調整することで、前記ワークプレートをy軸方向に傾け、前記ワークの前記y軸方向の傾きを調整するとともにその位置で固定することが可能なものであることを特徴とする請求項1に記載のワークホルダー。

- [請求項3] 前記2個の可動コマは、前記突起部の曲面状の先端部と接するテーパ面の傾きが $30^{\circ} \sim 60^{\circ}$ のものであることを特徴とする請求項2に記載のワークホルダー。
- [請求項4] 前記ワークプレートが前記突起部を長手方向の両端に2個有するとともに、前記ホルダー本体が前記受け部を2個有し、各々の受け部が、前記2個の突起部の曲面状の先端部をそれぞれ上下から挟み込むものであることを特徴とする請求項2又は請求項3に記載のワークホルダー。
- [請求項5] 複数の溝付きローラに軸方向に往復走行するワイヤを巻掛けて形成されたワイヤ列を具備するワイヤソーを用い、ワークホルダーで保持した円柱状の単結晶からなるワークを前記ワイヤソーの前記ワイヤ列に押し当てることで、ワークを切断するワークの切断方法であって、  
前記ワークホルダーとして、  
前記ワークに当板を介して接着固定されるワークプレートと、  
該ワークプレートを、前記ワークプレートの前記ワークが接着固定される面とは反対側の面から支持するホルダー本体とを具備し、  
前記ワークの径方向のうち、前記ワークプレートの前記ワークが接着固定される面に平行な方向をx軸方向、垂直な方向をy軸方向とした場合、前記ワークプレートは、前記x軸方向の前記ワークの結晶方位軸のズレを修正して前記ワークに接着固定されるものであり、  
前記ワークホルダーは、前記ワークプレートを前記y軸方向に傾けることで、前記ワークプレートに保持される前記ワークの前記y軸方向の傾きを調整し、該調整された傾きで前記ワークプレート及び前記ワークを前記ホルダー本体に固定できる機能を有するものを用い、  
前記ワークホルダーで前記ワークを保持する際に、前記ワークプレートを前記x軸方向の前記ワークの結晶方位軸のズレを修正して前記ワークに接着固定し、  
前記ワークに接着固定された前記ワークプレートを前記y軸方向に

傾けることで、前記ワークプレートに保持された前記ワークの前記 y 軸方向の傾きを調整し、該調整された傾きで前記ワークプレート及び前記ワークを前記ホルダー本体に固定することで、前記ワークホルダーで前記ワークを保持し、

前記傾きを調整して固定したワークを前記ワークホルダーを介して前記ワイヤソーに取り付け、前記ワークを前記ワイヤ列に押し当てることで、前記ワークを切断することを特徴とするワークの切断方法。

[請求項6]

前記ワークホルダーとして、前記ワークプレートが、前記ワークを保持する側の面とは反対側の面に、前記ワークプレートの長手方向の外側に向けて突き出た、先端部が曲面状の突起部を有し、

前記ホルダー本体が、前記突起部の曲面状の先端部を上下から挟み込む受け部を具備し、該受け部は、2個の進退動可能な可動コマによって前記突起部の曲面状の先端部を上下から挟み込むものであり、前記2個の可動コマは、前記突起部の曲面状の先端部と接する面に傾きを有するテーパ状のものであり、

前記ワークホルダーは、前記突起部の曲面状の先端部を挟み込む前記2個の可動コマの位置関係を各々の進退動により調整することで、前記ワークプレートを y 軸方向に傾け、前記ワークの前記 y 軸方向の傾きを調整するとともにその位置で固定することが可能なものを用いることを特徴とする請求項5に記載のワークの切断方法。

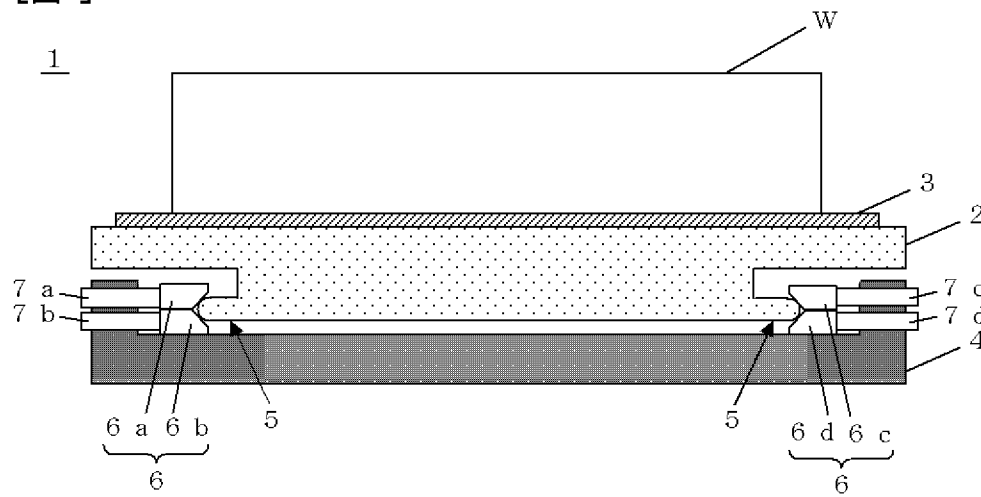
[請求項7]

前記2個の可動コマは、前記突起部の曲面状の先端部と接するテーパ面の傾きが $30^{\circ} \sim 60^{\circ}$ のものを用いることを特徴とする請求項6に記載のワークの切断方法。

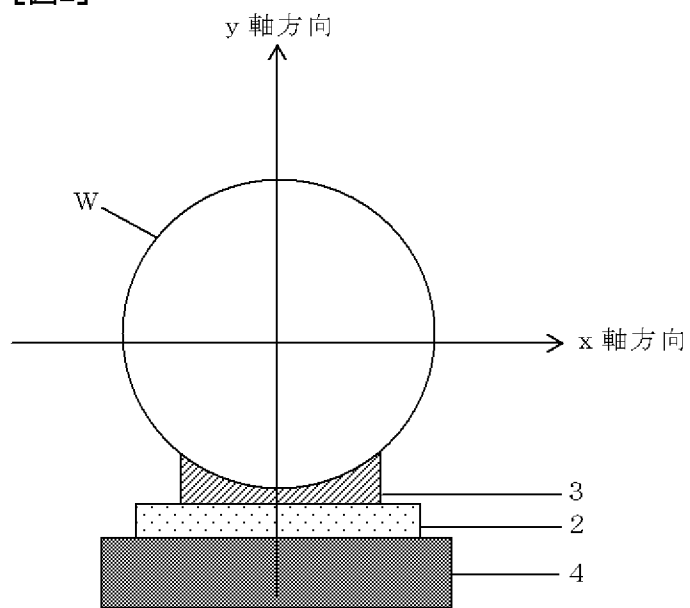
[請求項8]

前記ワークホルダーとして、前記ワークプレートが前記突起部を長手方向の両端に2個有するとともに、前記ホルダー本体が前記受け部を2個有し、各々の受け部が、前記2個の突起部の曲面状の先端部をそれぞれ上下から挟み込むものを用いることを特徴とする請求項6又は請求項7に記載のワークの切断方法。

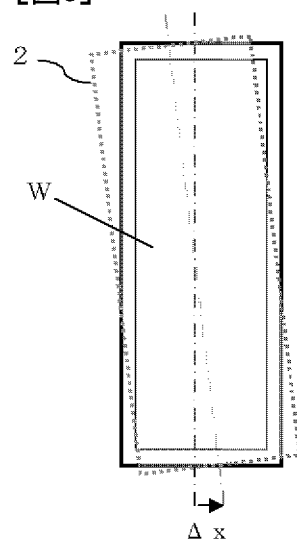
【図1】



【図2】



【図3】



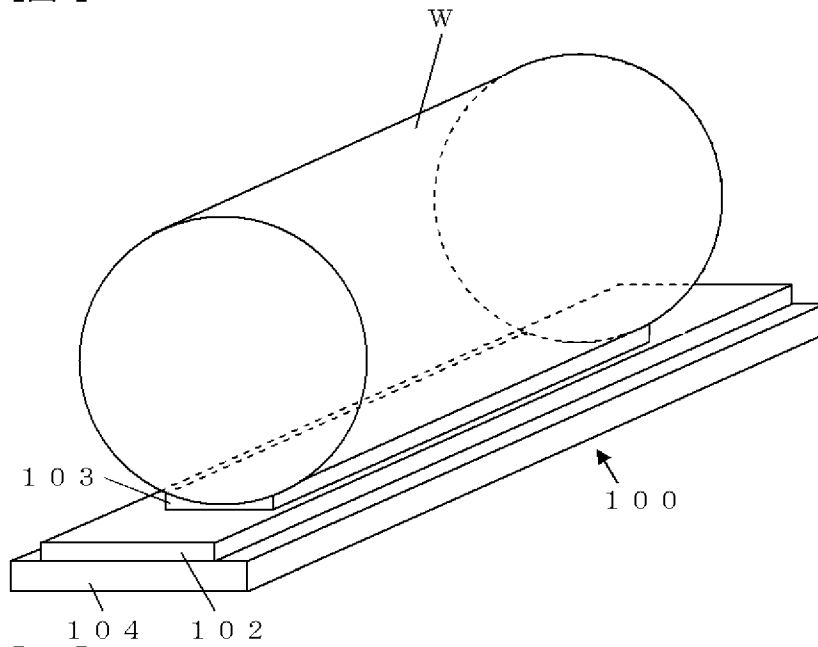
```

graph TD
    S1[x軸方向のズレを修正] --> S2[y軸方向のズレを修正]
    S2 --> S3[ワークを固定]
    S3 --> S4[ワイヤソーへ取り付け]
    S4 --> S5[ワークを切断]
  
```

Flowchart illustrating the work correction process (Fig. 1):

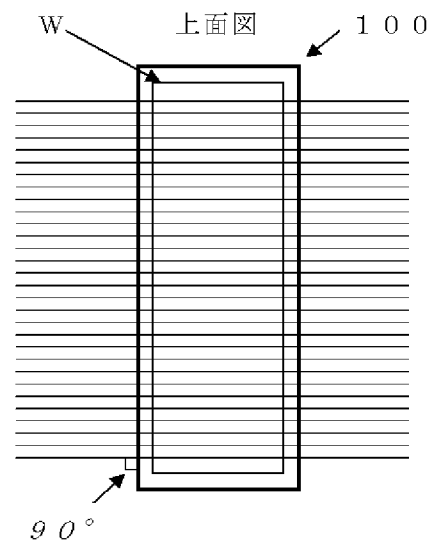
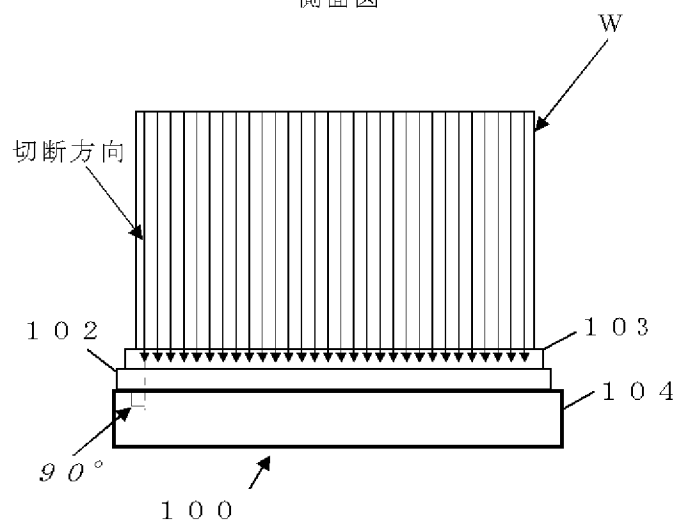
- S 1: x 軸方向のズレを修正 (Correct x-axis direction deviation)
- S 2: y 軸方向のズレを修正 (Correct y-axis direction deviation)
- S 3: ワークを固定 (Fix the work)
- S 4: ワイヤソーへ取り付け (Attach to the wire saw)
- S 5: ワークを切断 (Cut the work)

[図7]

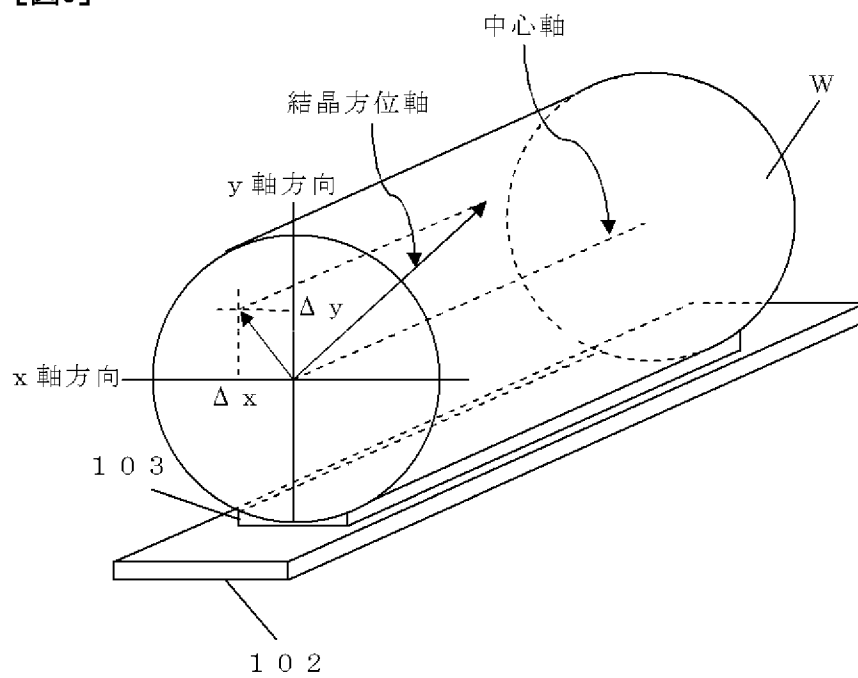


[図8]

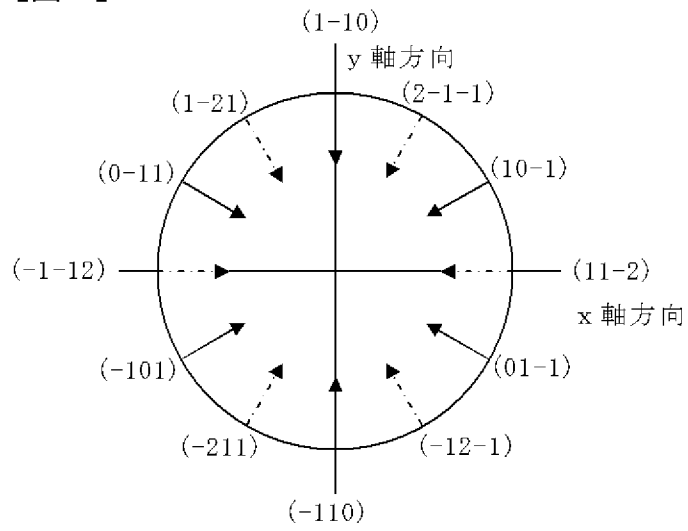
側面図



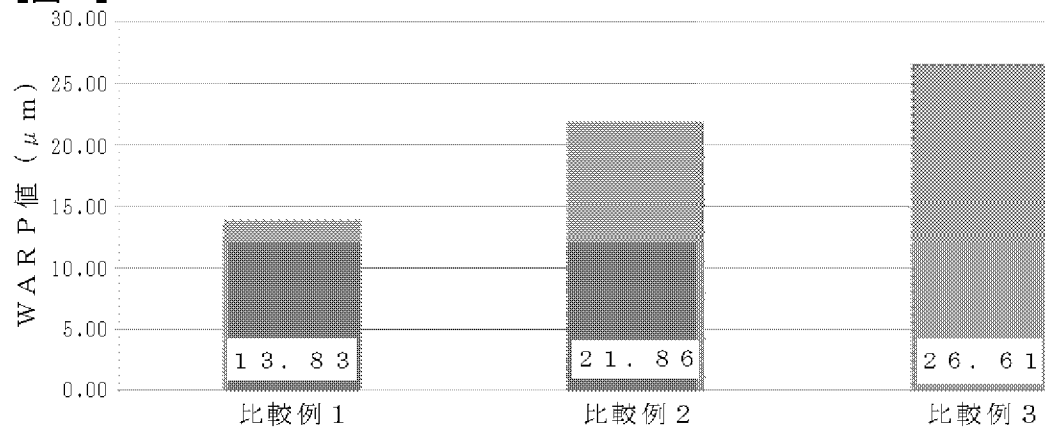
[図9]



[図10]



[図11]



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/003287

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B24B27/06(2006.01)i, B28D5/04(2006.01)i, B28D7/04(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, B28D7/04, H01L21/304, B24B41/06, B23D57/00

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 | 1996-2016 |
| Kokai Jitsuyo Shinan Koho | 1971-2016 | Toroku Jitsuyo Shinan Koho | 1994-2016 |

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

DWPI(Thomson Innovation)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                                                                  | Relevant to claim No. |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| A         | JP 11-147217 A (Nippei Toyama Corp.),<br>02 June 1999 (02.06.1999),<br>paragraphs [0048] to [0052]; fig. 7<br>(Family: none)                        | 1-8                   |
| A         | JP 2000-26200 A (Wacker Siltronic Gesellschaft<br>fur Halbleitermaterialien AG.),<br>25 January 2000 (25.01.2000),<br>& US 6159284 A & EP 962284 A1 | 1-8                   |
| A         | JP 2015-50215 A (SUMCO Corp.),<br>16 March 2015 (16.03.2015),<br>(Family: none)                                                                     | 1-8                   |
| A         | JP 2001-50912 A (Rigaku Denki Co., Ltd.),<br>23 February 2001 (23.02.2001),<br>(Family: none)                                                       | 1-8                   |

☒ 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  
07 September 2016 (07.09.16)

Date of mailing of the international search report  
20 September 2016 (20.09.16)

Name and mailing address of the ISA/  
Japan Patent Office  
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,  
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2016/003287

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                                                                      | Relevant to claim No. |
|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| A         | JP 2004-533347 A (Freiberger Compound Materials GmbH),<br>04 November 2004 (04.11.2004),<br>& US 2004/0168682 A1 & WO 2002/100619 A1<br>& EP 1568457 A1 | 1-8                   |

## A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. B24B27/06(2006.01)i, B28D5/04(2006.01)i, B28D7/04(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（IPC））

Int.Cl. B24B27/06, B28D5/04, B28D7/04, H01L21/304, B24B41/06, B23D57/00

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 | 1971-2016年 |
| 日本国実用新案登録公報 | 1996-2016年 |
| 日本国登録実用新案公報 | 1994-2016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）

DWPI (Thomson Innovation)

## C. 関連すると認められる文献

| 引用文献の<br>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<br>請求項の番号 |
|-----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| A               | JP 11-147217 A（株式会社日平トヤマ）1999.06.02, 段落0048-0052、図7（ファミリーなし）                                                  | 1-8            |
| A               | JP 2000-26200 A（ワッカー・ジルトロニク・ゲゼルシャフト・フュア・ハルブライターマテリアリエン・アクチェンゲゼルシャフト）2000.01.25, & US 6159284 A & EP 962284 A1 | 1-8            |
| A               | JP 2015-50215 A（株式会社SUMCO）2015.03.16, （ファミリーなし）                                                               | 1-8            |

☑ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&amp;」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

07.09.2016

国際調査報告の発送日

20.09.2016

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）

亀田 貴志

3C

9719

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<br>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<br>請求項の番号 |
| A                     | JP 2001-50912 A (理学電機株式会社) 2001.02.23, (ファミリーなし)                                                                                            | 1 - 8          |
| A                     | JP 2004-533347 A (フライベルガー・コンパウンド・マテリアルズ・ゲゼルシャフト・ミット・ベシュレンクテル・ハフツング)<br>2004.11.04, & US 2004/0168682 A1 & WO 2002/100619 A1 & EP 1568457 A1 | 1 - 8          |