

明 細 書

発明の名称：ワイヤソー装置およびウェーハの製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、ワイヤソー装置およびウェーハの製造方法に関する。

背景技術

[0002] シリコンウェーハなどの半導体ウェーハは、図8に示すようなワイヤソー装置101などの切断装置によって、シリコンインゴットなどのワークから切り出される。一般的に、ワイヤソー装置101は複数のワイヤガイド103に巻回され、軸方向に往復走行するワイヤ102によって形成されたワイヤ列104を具備している。さらに、ワイヤソー装置101は、ワイヤ102にスラリ109を供給するノズル108と、ビーム105を介してワークWが接着されたワークプレート106を吊り下げ保持するワーク保持部107と、ワークWを相対的に押し下げてワイヤ列104に押圧するワーク送り機構110とを具備する。このようなワイヤソー装置101によって、ワイヤ列104にワークWを押圧して、ワークWをウェーハ状にスライスすることができる。

[0003] また、切断後のワークには、ワイヤソーによるスライス起因でワープが発生する。このワイヤソースライス起因で発生するワープは、切断中のワーク（インゴット）とワイヤの相対位置の経時変化により決定される。一般的に切り初めから、切り終わりまでの切断中のインゴットおよび、ワイヤが巻きつけてあるメインローラーの熱膨張、装置筐体の熱変形の影響により、切断方向のワープが形成されると考えられている。そのため、メインローラーにピンドル冷却水、スラリ温度を制御する事で、切断方向のワープを改善できる事が開示されている（特許文献1～3）。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開平7-1442号公報

特許文献2：特開2009-29078号公報

特許文献3：特開2016-135529号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 最先端品デバイスでは、低抵抗ベースウェーハにエピ成長を施したエピタキシャルウェーハが使用されているが、ベースウェーハとエピ層の抵抗率の違いから、エピ成長後にウェーハが凸形状に変化し、ワープが悪化してしまう。図9に示すようにベースウェーハのBowの値とエピ後のワープには相関があり、Bowがマイナスのウェーハほど、エピ後のワープが良くなる傾向が見られる。そのため、ワイヤソー切断時の切断方向、走行方向ワープを凹み方向に制御できれば、エピ後のワープが改善されるが、特許文献1～3では、切断開始から終了までの切断方向ワープの制御に関するものであり、ワイヤ走行方向ワープに関しては、制御する方法が確立されていない。

[0006] 本発明は上記の課題に鑑みてなされたものであり、ワイヤソー装置による切断後のワークのワイヤ走行方向ワープを制御し、任意のワープ形状を有するウェーハの製造が可能なワイヤソー装置およびウェーハの製造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

[0007] 上記課題を達成するために、本発明では、複数のワイヤガイドと、前記複数のワイヤガイドに巻回され軸方向に往復走行するワイヤによって形成されたワイヤ列と、前記ワイヤにクーラント又はスラリを供給するノズルと、ビームを介してワークが接着されたワークプレートを吊り下げ保持するワーク保持部と、前記ワークを前記ワイヤ列に押圧するワーク送り機構を具備するワイヤソー装置であって、前記ワイヤ列を形成する前記複数のワイヤガイドの軸の平行度を調整する機構を具備するワイヤソー装置を提供する。

[0008] このようなワイヤソー装置であれば、切断後のワークのワイヤ走行方向ワープを制御し、任意のワープ形状を有するウェーハの製造が可能なものとなる。

[0009] また、本発明は、上記ワイヤソー装置を用いて、前記ワイヤ列を形成する前記複数のワイヤガイドの軸の平行度を調整して、ワークを切断することで、切断後のワークのワイヤ走行方向のワープを制御することを特徴とするウェーハの製造方法を提供する。

[0010] このように、本発明のワイヤソー装置は、切断後のワークのワイヤ走行方向ワープの凹凸を制御するウェーハの製造方法に好適に用いることができる。

[0011] また、本発明は、複数のワイヤガイドに巻回された軸方向に往復走行するワイヤによってワイヤ列を形成し、前記ワイヤにクーラント又はスラリをノズルから供給しつつ、ワーク送り機構によりワーク保持部に保持されたワークを前記ワイヤ列に押圧することで、前記ワークを切断してウェーハを製造する方法であって、前記ワイヤ列を形成する前記複数のワイヤガイドの軸の平行度を調整して、前記ワークを切断することで、切断後のワークのワイヤ走行方向のワープを制御することを特徴とするウェーハの製造方法を提供する。

[0012] このようなウェーハの製造方法であれば、切断後のワークのワイヤの走行方向ワープを制御でき、任意のワープ形状を有するウェーハを製造することができる。

発明の効果

[0013] 以上のように、本発明のワイヤソー装置およびウェーハの製造方法によれば、ワイヤの走行方向ワープを制御することができ、任意のワープ形状を有するウェーハを製造することができる。

図面の簡単な説明

[0014] [図1]本発明のワイヤソー装置の一例を示す概略図である。

[図2]本発明のワイヤソー装置における、ワイヤガイドの表面に形成された溝の一例を示す概略図である。

[図3]本発明のワイヤソー装置における、複数のワイヤガイドの軸が平行であるときの、ワイヤガイド表面の溝とワイヤを上部からみた概略図である。

[図4]本発明のワイヤソー装置における、複数のワイヤガイドの軸を調整する機構の一例を示す概略図である。

[図5]本発明のワイヤソー装置における、複数のワイヤガイドの軸の平行度を調整したときの、ワイヤガイド表面の溝とワイヤを上部からみた概略図である。

[図6]実施例における、複数のワイヤガイドの軸の平行度を調整したときの、切断後のワークのワイヤの走行方向ワープ形状を示すグラフである。

[図7]複数のワイヤガイドの軸の平行度調整量とワイヤの走行方向ワープのP-V値の相関を示すグラフである。

[図8]従来のワイヤソー装置の一例を示す概略図である。

[図9]ベースウェーハのBowの値とエピ後のワープの相関を示すグラフである。

発明を実施するための形態

[0015] 上述のように、従来では、ワイヤソー装置における切断後のワークのワイヤ走行方向ワープを制御する方法が確立されていなかった。

[0016] 本発明者らは、上記課題について鋭意検討を重ねた結果、ワイヤガイドの軸の平行度を調整することで、ワーク切断中のワイヤをワイヤソー装置の前後方向に撓ませることができることを見出した。また、これにより、切断後のワークのワイヤ走行方向ワープを制御できることを見出し、本発明を完成させた。

[0017] 以下、本発明のワイヤソー装置及びウェーハの製造方法について、図を参照しながら詳細に説明するが、本発明はこれに限定されるものではない。なお、本願において、「平行度（平行度調整量）」とは水平方向の軸の傾斜量を意味する。ここで、傾斜量について図3及び5を用いてより詳細に説明する。傾斜量は、図3の左側に示したような複数のワイヤガイド3の軸が平行であるべき位置から、図5の左側のように複数のワイヤガイド3の軸を水平方向に傾けた場合の、軸同士のひらき量をいう。

[0018] 図1に示すように、本発明のワイヤソー装置1は、複数のワイヤガイド3

と、複数のワイヤガイド3に巻回されワイヤ軸方向に往復走行するワイヤ2によって形成されたワイヤ列4と、ワイヤ2にクーラント又はスラリ9を供給するノズル8とを具備する。スラリ9としては、炭化ケイ素などの遊離砥粒を含むスラリを用いることができる。

[0019] また、本発明のワイヤソー装置1は、ビーム5を介してワークWが接着されたワークプレート6を吊り下げ保持するワーク保持部7と、ワークWを相対的に押し下げてワイヤ列4に押圧するワーク送り機構10とを具備する。即ち、ワークWはビーム5を介してワークプレート6にエポキシ接着材などにより接着されており、ワークプレート6はワーク保持部7に保持され、これによりワークWがワーク保持部7に保持されている。切断開始後、ワークWはワイヤ列4に対して切り込み送りされ切断される。

[0020] 図2に示すように、ワイヤソー装置1のワイヤガイド3の表面には、ワイヤ2を巻きつける為の溝が多数ある。左右のワイヤガイド3に平行にワイヤ2を巻きつけることで、平行なワイヤ列4を形成している。本発明において、溝のピッチや深さなどは特に限定されず、適宜設定することができる。

[0021] 図3のワイヤガイドの上面視に示すように、通常ワイヤ2は、左右のワイヤガイド3表面の溝の中で平行に張られている。切断後のワークのワイヤ走行方向ワープは、ワークWに対するワイヤガイド3により形成されたワイヤ列4の相対位置で決定されるため、ワイヤ列4がワイヤの走行方向に対して平行な場合、切断後のワークのワイヤ走行方向ワープは、真っ直ぐになる。走行方向ワープを制御するためには、ワイヤ列4のワークWに対する相対位置を変化させる、つまり、ワイヤガイドの軸の平行度を調整することで、ワイヤをワイヤソー装置の前後方向に撓ませる必要がある。

[0022] 本発明のワイヤソー装置1は、更に、後述するワイヤ列を形成する複数のワイヤガイド3の軸の平行度を調整する機構（以下、平行度調整機構という）を具備している。

[0023] 図4は、本発明のワイヤソー装置における平行度調整機構11の一例を示す概略図である。ワイヤガイド3は、ワイヤソー装置1の前面部の前面プロ

ック１２により保持されている。外輪リング１３は前面ブロック１２に、内輪リング１４は、ワイヤガイド３にそれぞれ固定されている。本発明のワイヤソー装置では、左右のスピンドル軸（ワイヤガイドの軸）を調整ボルト１５を用いて、任意にワイヤガイドの軸の平行度を調整できる。これにより、切断後のワークのワイヤの走行方向ワープを制御でき、任意のワープ形状を有するウェーハを製造することができる。

[0024] なお、軸の調整範囲としては、左右のスピンドル軸をそれぞれ±２ｍｍまでの範囲で調整することが好ましい。この範囲であれば、ワイヤソー装置の構造上の制限を受けずに、スピンドル軸の平行度を調整することができる。

[0025] 図５は、ワイヤソー装置の手前側のワイヤガイド３を広げたとき（つまり、ワイヤガイド３の軸の平行度を大きくしたとき）のワイヤガイド３の溝とワイヤ２を上部からみた概略図である。図５に示したように、ワイヤガイド３の溝の中心部までは、ワイヤ２は溝に対して平行であるが、溝の内側では、ワイヤソー装置奥側に押し上げられるように変形する。ワイヤソー装置奥側に変形したワイヤ２により、切断後のワークのワイヤ走行方向ワープが凸方向に作りこまれる。

[0026] 一方、ワイヤソー装置手前側のワイヤガイド３を狭めたとき（つまり、ワイヤガイド３の軸の平行度を反対側に大きくしたとき）は、ワイヤ２は装置手前側に押し下げられるように変形するため、切断後のワークのワイヤ走行方向ワープが凹方向に作りこまれる。

[0027] また、本発明は、ウェーハの製造方法を提供する。この方法は、上記のようなワイヤソー装置１を用いて行うことができる。すなわち、複数のワイヤガイド３に巻回された軸方向に往復走行するワイヤ２によってワイヤ列４を形成し、前記ワイヤ２にクーラント又はスラリをノズル８から供給しつつ、ワーク送り機構１０によりワーク保持部７に保持されたワークＷを前記ワイヤ列に押圧することで、前記ワークを切断してウェーハを製造する方法であって、前記ワイヤ列４を形成する前記複数のワイヤガイド３の軸の平行度を調整して、前記ワークＷを切断することで、切断後のワークのワイヤ走行方

向のワープを制御するウェーハの製造方法である。

- [0028] 上記のように、本発明では、ワイヤガイド3の軸の平行度を調整する。これにより、ワイヤの走行方向ワープを制御することができ、任意のワープ形状を有するウェーハを製造することができる。

実施例

- [0029] 以下、実施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。

- [0030] 図1及び図4に示したような、平行度調整機構11を具備するワイヤソー装置1を用いて、直径300mmのシリコンインゴット（ワーク）を、ワイヤガイドの軸の平行度を $-400\mu\text{m}$ から $200\mu\text{m}$ まで調整して切断した。切断後のワークのワイヤ走行方向ワープの形状比較を行った。結果を図6に示す。

- [0031] 図6に示したように、ワイヤガイドの軸を、ワイヤソー装置の手前側について $200\mu\text{m}$ 、 $400\mu\text{m}$ と狭くすると、切断後のワークのワイヤ走行方向ワープは、凹み形状に変化していく事が確認された。また、 $200\mu\text{m}$ 広くすると切断後のワークの走行方向ワープは、凸形状に変化した。

- [0032] 図7にワイヤガイドの軸の平行度調整量と図6に示した走行方向ワープのPV値（Peak to Valley）との相関を示した。ワープのデータは、インゴットの装置奥側、ブロック中心、装置手前側3枚のウェーハのデータを用いた。図7に示すように、ワイヤガイド3の軸の平行度調整量とワイヤ走行方向ワープの凹凸量には相関が見られ、装置手前側のワイヤガイド3を狭くするとワイヤ走行方向ワープは、凹み方向に変化し、広くすると凸方向に変化した。以上より、ワイヤガイド3の軸の平行度を調整する事で、ワイヤ走行方向のワープの凹凸量を制御できる事が明らかになった。

- [0033] 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と、前記複数のワイヤガイドに巻回され軸方向に往復走行するワイヤによって形成されたワイヤ列と、前記ワイヤにクーラント又はスラリを供給するノズルと、ビームを介してワークが接着されたワークプレートを吊り下げ保持するワーク保持部と、前記ワークを前記ワイヤ列に押圧するワーク送り機構を具備するワイヤソー装置であって、

前記ワイヤ列を形成する前記複数のワイヤガイドの軸の平行度を調整する機構を具備するものであることを特徴とするワイヤソー装置。

【請求項2】 請求項1に記載のワイヤソー装置を用いて、前記ワイヤ列を形成する前記複数のワイヤガイドの軸の平行度を調整して、ワークを切断することで、切断後のワークのワイヤ走行方向のワープを制御することを特徴とするウェーハの製造方法。

【請求項3】 複数のワイヤガイドに巻回された軸方向に往復走行するワイヤによってワイヤ列を形成し、前記ワイヤにクーラント又はスラリをノズルから供給しつつ、ワーク送り機構によりワーク保持部に保持されたワークを前記ワイヤ列に押圧することで、前記ワークを切断してウェーハを製造する方法であって、

前記ワイヤ列を形成する前記複数のワイヤガイドの軸の平行度を調整して、前記ワークを切断することで、切断後のワークのワイヤ走行方向のワープを制御することを特徴とするウェーハの製造方法。