

明 細 書

発明の名称：ワイヤソーの運転再開方法

技術分野

[0001] 本発明はワイヤにスラリを供給しながら半導体インゴット等のワークを押し当てて切断するワイヤソーに係り、特に、ワイヤ切断時におけるワイヤソーの運転再開方法に関するものである。

背景技術

[0002] 従来、半導体インゴット等のワークをウェーハ状に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、複数の溝付きローラの周囲に切断用ワイヤが多数巻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高速駆動され、かつ、スラリが適宜供給されながら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位置で同時に切断されるようにしたものである。

[0003] ここで、図 1 に、一般的なワイヤソーの一例の概要を示す。

図 1 に示すように、ワイヤソー 1 は、ワーク W を切断するためのワイヤ 2 が供給側のワイヤリール 6 から繰り出され、溝付きローラ 3 に入っている。ワイヤ 2 がこの溝付きローラ 3 に 300～500 回程度巻掛けられることによってワイヤ列が形成される。更に、ワイヤ 2 は溝付きローラ 3 から巻出され、回収側のワイヤリール 6' に巻き取られる。

ワーク W を切断する時には、ワイヤ 2 を予め定められた走行距離でワイヤ軸方向に往復走行させ、供給側から回収側にワイヤ新線が徐々に供給されていく。

[0004] 従って、溝付きローラ 3 に巻掛けされたワイヤのうち新線が供給されていく側、つまり供給側より、ワイヤが回収されていく側、すなわち回収側の方がワイヤの摩耗量が大きくなり、ワイヤ径が小さくなる。このため、回収側で切断されたウェーハの方が供給側で切断されたウェーハより厚さが厚くなる傾向にある。

そこで、溝付きローラの複数の溝間のピッチを供給側より回収側の方が狭くなるようにしたものが用いられている（特許文献1）。

[0005] ところで、ワイヤソーのワイヤには、耐摩耗、耐張力性に富み、しかも高硬度の線材、例えば、ピアノ線などが用いられ、また、溝付きローラには、ワイヤの損傷を防ぐため所定硬度の樹脂ローラが使用されているが、ワイヤの経時的な摩耗や、疲労によってワークの切断中にワイヤが断線してしまい、ウェーハの切断を継続することができない場合がある。

[0006] このような場合、従来は、ワイヤからワークの切込みを離脱させる離脱作業を行った後、ワイヤを手動で引き出したり、又は溝付きローラ駆動装置をマニュアルで操作してワイヤの断線箇所を一方の溝付きローラの適宜外側まで引き出して、その断線部同士を連結する。断線部分が再使用できなければ、その部分を取り除き、新線に交換した後連結する。その後、ワイヤ同士の接続部がワークの切断に直接関与しない位置に再度引き出したりする引き出し作業を行う。

[0007] そして、このようなワイヤ修復処理の後、ワイヤの各列に対してワークの各切込みを対応させて係合させる復帰作業を行い、ワークの切断を再開することにより、ワークの切断を完了するという復旧作業が行われる。

[0008] ワイヤの断線の問題に対して、ワイヤの強度を改善したり（例えば、特許文献2参照）、ワイヤソーで断線の予兆を検知し切断を停止する方法が知られている（特許文献3参照）。このような技術により、ワイヤの断線の頻度を低減できる。

先行技術文献

特許文献

[0009] 特許文献1：特開平10-249701号公報

特許文献2：特開2002-256391号公報

特許文献3：特開2011-31355号公報

非特許文献

[0010] 非特許文献1：超精密ウェーハ表面制御技術、松下嘉明ら2000年2月28

日（株）サイエンスフォーラム刊

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0011] しかし、近年の生産性の増加に伴いワイヤの使用負荷も増大し、断線を完全に避けることはできない。一旦断線が発生すると、高価なワークの切断を再開した直後に切り出したウェーハに後工程によっても除去できない溝が生じてしまい、大量の不良品が発生してしまうという問題を生じる。

本発明者がこの原因についての詳細を調査したところ以下のことが判明した。上記のように、修復処理においてワイヤの断線部同士を連結し、連結部分をワークの切断位置から引出すと、ワークの切断位置におけるワイヤが新線と置き換わることになる。ワークの切断位置における断線直後のワイヤの直径は摩耗により新線の直径より細くなっているため、断線直前のワイヤ直径と新線のワイヤ直径の差異が生じる。一般的にワークの切り代はワイヤ直径にスラリの平均径の3倍を加えた値となることが知られており（非特許文献1）、切断再開後のワークの切り代が増加することにより切断部に溝が発生する。

[0012] 近年、ウェーハの製造コストの削減のため、後工程におけるラッピング処理時のラップ代は小さく設計されているため、ラッピング処理で上記の溝を除去することができない場合が増加している。上記のように、溝付きローラの溝間のピッチがワイヤ供給側よりワイヤ回収側の方が狭くなっている場合には、ワイヤ新線を用いて切断すると特にワイヤ回収側に近い切断位置では切断したウェーハの厚さが薄くなり、発生した溝の除去ができない可能性が大きくなる。

しかも、ウェーハの直径が大きくなるにつれ不良品の発生による影響が深刻になってきている。

[0013] 本発明は前述のような問題に鑑みてなされたもので、ワイヤソーによる半導体インゴット等のワーク切断において、ワイヤの断線によってワークの切断が途中で中断された場合でも、運転再開後に切断したウェーハに溝が発生

するのを抑制し、製品ウェーハの品質的な問題を抑制できるワイヤソーの運転再開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

- [0014] 上記目的を達成するために、本発明によれば、複数の溝付きローラにワイヤを巻掛け、該ワイヤの新線を供給側から回収側に供給しながら前記ワイヤをワイヤ軸方向に往復走行させ、前記ワイヤに切断用のスラリを供給しつつ、ワークを相対的に押し下げて、往復走行する前記ワイヤに押し当てて切り込み送りし、前記ワークをウェーハ状に切断するワイヤソーの運転において、前記ワイヤが断線して前記ワークの切断を途中で一旦中断した後、該切断を再開する場合の運転再開方法であって、前記ワークの切断を中断した後、前記ワークの切断を再開する前に、前記断線したワイヤを修復する修復工程と、前記ワークの切断位置における前記修復したワイヤの直径を前記断線直前のワイヤの直径と一致させる切断準備工程を有することを特徴とするワイヤソーの運転再開方法が提供される。
- [0015] このような運転再開方法であれば、運転再開後に用いるワイヤの直径と断線前の直径との差をなくすることができるので、切断したウェーハに溝が発生するのを抑制でき、ウェーハが不良品になるのを抑制できる。
- [0016] このとき、前記切断準備工程において、前記ワイヤの断線が前記溝付きローラに巻掛けられた位置、又は前記供給側の位置で発生した場合に、前記修復したワイヤを摩耗させることによってその直径を前記断線直前のワイヤの直径と一致させることができる。
- [0017] ワイヤの断線が上記位置で発生した場合、ワークの切断位置における修復後のワイヤが新線となっても、このようにすれば、ワイヤの直径を断線直前のワイヤの直径と容易に一致させることができる。
- [0018] また、前記切断準備工程において、ダミーのワークと該ダミーのワークを保持する保持手段を前記ワイヤソーに設け、前記ワイヤが前記溝付きローラから回収側に巻出される位置における前記ワイヤの直径が前記断線前と同じになるように、前記修復したワイヤで前記ダミーのワークを切断することに

よって前記ワイヤを摩耗させた後、前記ダミーのワーク及び保持手段を取り除くことができる。

[0019] このようにすれば、ワイヤが溝付きローラから回収側に巻出される位置におけるワイヤ直径を基準にすることで、ワイヤの直径を断線直前のワイヤの直径とより容易に一致させることができる。また、切断準備工程において、切断を途中で中断していたワークをワイヤソーから取り外す必要がなく、ワイヤ列に対するワークの相対位置が変化しないので、運転再開後の切断にワークの位置変化による影響を与えることを防ぐことができる。

[0020] また、前記修復工程において、前記断線発生時点における前記ワイヤの断線箇所の位置から前記ワイヤが前記溝付きローラから回収側に巻出される位置までのワイヤ長を検出し、前記切断準備工程において、前記ワイヤの断線箇所の位置が、前記ワイヤが前記溝付きローラから回収側に巻出される位置となるように前記ワイヤを位置決めし、その後、前記検出したワイヤ長以上の長さの前記ワイヤの新線が供給されて使用されるように前記ダミーのワークを切断することができる。

[0021] このようにすれば、摩耗させるワイヤ新線の長さ及びダミーのワークの切断時間を容易に決定することができ、必要最低限の工程時間でワイヤの直径を断線直前のワイヤの直径と確実に一致させることができる。

[0022] また、前記ワイヤの直径をマイクロメーター、又はレーザー変位計で測定することができる。

このようにすれば、ワイヤの直径を容易に測定できる。

発明の効果

[0023] 本発明では、ワイヤソーによるワークの切断中にワイヤが断線した時に、断線したワイヤを修復した後、ワークの切断位置における修復したワイヤの直径を断線直前のワイヤの直径と一致させるので、運転再開後に用いるワイヤの直径と断線前の直径との差をなくすことができるので、切断したウェーハに溝が発生するのを抑制し、ウェーハの平坦度を改善できる。これにより、製品ウェーハの品質的な問題が生じるのを抑制できる。

図面の簡単な説明

[0024] [図1]一般的なワイヤソーの一例を示す概略図である。

[図2]本発明のワイヤソーの運転再開方法のフロー図である。

[図3]本発明のワイヤソーの運転再開方法でダミーのワークを切断する様子を示す図である。

[図4]溝付きローラ内位置によりワイヤ直径が摩耗により変化する様子を示す図である。

[図5]ワイヤソーにおける、回収側終点Pから断線発生位置までの距離Xを示す図である。

[図6]実施例の平坦度の結果を示す図である。

[図7]比較例の平坦度の結果を示す図である。

[図8]図6、図7の平坦度の結果の断線発生部分を拡大した図である。

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。

上記したように、ワイヤソーによるワークの切断中にワイヤが断線した場合、そのワークの切断を再開すると、断線直前のワイヤ直径と修復後のワイヤの直径の差異により再開した切断部に溝が発生するという問題がある。

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、ワイヤを修復した後、ワークの切断位置における修復したワイヤの直径を断線直前のワイヤの直径と一致させることにより、上記溝の発生を抑制できることを見出して本発明を完成させた。

[0026] まず、ワークをウェーハ状に切断するワイヤソーの運転について説明する。

図1に示すように、ワイヤソー1は、ワークWを切断するためのワイヤ2、ワイヤ2を巻掛けした溝付きローラ3、切断するワークWを相対的に下方へと送り出すワーク送り機構4、切断時にワイヤ2にスラリを供給するためのスラリ供給手段5を有している。

ワイヤ2は、供給側のワイヤリール6から繰り出され、溝付きローラ3に
入っている。ワイヤ2がこの溝付きローラ3に300～500回程度巻掛け
られることによってワイヤ列が形成される。更に、ワイヤ2は溝付きローラ
3から巻出され、回収側のワイヤリール6'に巻き取られる。

[0027] 溝付きローラ3とワイヤリール6、6'の間にはワイヤ2に張力を付与
するためのワイヤ張力付与機構（不図示）が設けられている。

ローラWを切断する時には、ワイヤ2を予め定められた走行距離でワイヤ
軸方向に往復走行させる。この際、往復走行するワイヤのそれぞれの方向へ
の走行距離は同じではなく、片方向の走行距離の方が長くなっている。これ
により、ワイヤは往復走行を続けながら長く走行する方向、すなわち図1に
示すように供給側から回収側にワイヤ新線が徐々に供給されていく。

[0028] ローラWはローラ送り機構4により保持され、相対的に下方に位置するワ
イヤ2へと送られる。このローラ送り機構4は、ワイヤ2が当て板に到達す
るまでローラWを相対的に下方へと押し下げることによって、ローラWをワ
イヤ2に押し当てて切り込み送りする。そして、ローラWの切断を完了させ
た後、ローラWの送り出し方向を逆転させることにより、ワイヤ列から切断
済みローラWを引き抜くようにする。

[0029] 本発明のワイヤソリの運転再開方法は、上記のワイヤソリの運転において
、ワイヤ2が断線してローラWの切断を途中で一旦中断した後、該切断を再
開する場合の運転再開方法である。以下、図1、図2を参照しながら詳細に
説明する。

まず、ワイヤの断線が発生したらローラの切断を中断し、ローラをワイヤ
列から一旦退避させ（図2の（A））、断線したワイヤを取り除く作業を行
う（図2の（B））。その後、ワイヤの修復を行う。また、断線発生時点の
ワイヤの直径を測定する（図2の（C））。ここで、ワイヤ直径を測定する
位置は、図1に示すワイヤが溝付きローラから回収側に巻出される位置P（
以降、回収側終点と呼ぶ）とすることができる。

[0030] このとき、ワイヤの断線が溝付きローラに巻掛けられた位置、又は溝付き

ローラより供給側の位置で発生した場合には、回収側終点Pよりもワイヤリール6'側にワイヤの断線箇所が位置するようにワイヤを引き出してからワイヤの断線部同士を連結する(図2の(D))。このようにすれば、ワイヤの修復作業が容易になるとともに、切断再開時にワイヤの連結部が切断に用いられて切断したウェーハの品質に影響を与えるのを防ぐことができる。この場合、切断再開時にはワイヤの往復走行を回収側の方向から始めるようにする。

[0031] ワイヤの断線が溝付きローラより回収側の位置で発生した場合には、ワイヤを回収側に引き出すことなくワイヤの断線部同士を連結できる。或いは、ワイヤの断線位置が溝付きローラに近すぎる場合など、ワイヤ修復作業の必要性に応じてワイヤを回収側の方向に引き出してからワイヤの断線部同士を連結しても良い。

[0032] 次に、中断したワークの切断を再開するための準備を行うための切断準備工程を実施する。この工程では、ワークの切断位置における修復したワイヤの直径を断線直前のワイヤの直径と一致させる。その後、ワイヤ列の各列に対してワークの各切込みを対応させて係合させる作業を行う。

ワイヤの断線が回収側の位置で発生し、上記修復工程でワイヤを回収側に引き出すことなくワイヤの断線部同士を連結した場合には、ワークの切断位置における修復したワイヤの直径は断線直前のワイヤの直径と一致している。また、ワイヤを回収側に引き出した場合には、ワイヤを引き出す前の位置、すなわち断線直前の位置に戻して位置決めすればワークの切断位置における修復したワイヤの直径を断線直前のワイヤの直径と一致させることができる。

[0033] ワイヤの断線が溝付きローラに巻掛けられた位置、又は供給側の位置で発生した場合には、上記のようにワイヤの断線箇所が回収側に引き出されているので再開後のワークの切断位置におけるワイヤは新線の部分を含んでいる。そこで、ワイヤの直径を断線直前のワイヤの直径と一致させるために、ワークの切断位置におけるワイヤを摩耗させる。

[0034] ワイヤを摩耗させる具体的な方法として、ワイヤでダミーのワークを切断する方法を用いることができる。切断を中断したワークをワーク送り機構から取り外すのは、切断再開前後でワークの位置が変わってしまう可能性があるため好ましくない。そこで、図3に示すように、ダミーのワークDWと、これを保持するための保持手段7をワイヤソー1に設ける。この保持手段7を、例えばワーク送り機構4に取り外し可能に取り付けることができる。

[0035] このようにすれば、切断を中断したワークをワーク送り機構4から取り外すことなく、ワイヤでダミーのワークを切断してワイヤを摩耗させることができる。

このとき、ワークの切断位置におけるワイヤの直径が断線直前のワイヤの直径と一致するか否かの判断は、回収側終点Pの位置におけるワイヤの直径に基づいて行うことができる。すなわち、回収側終点Pの位置におけるワイヤの直径が断線直前と同じになるようにワイヤでダミーのワークを切断すれば、ワークの切断位置におけるワイヤの直径が断線直前のワイヤの直径と一致すると判断できる。

[0036] ワイヤでダミーのワークを切断してワイヤを摩耗させる方法の具体例を以下に説明する。

上記修復工程において、断線発生時点におけるワイヤの断線箇所の位置から回収側終点Pの位置までのワイヤ長Cを検出しておく。ここで、複数の溝付きローラに巻掛けられたワイヤ1周分の長さをWN、ワイヤ列に垂直な方向の回収側終点Pから断線発生位置までの距離をX（図5参照）、ワイヤ列の間隔Dとすると、上記ワイヤ長Cは $WN \times X / D$ で求めることができる。ここで、ワイヤ列の間隔が供給側より回収側の方が狭くなる場合には平均値を用いる。

[0037] 切断準備工程において、ワイヤの断線箇所（連結部）の位置が、回収側終点Pの位置よりややワイヤリール6'側となるようにワイヤを位置決めする（図2の（E））。回収側終点Pの位置よりややワイヤリール6'側になるとは、連結部が回収側終点Pの位置からずれている状態である。

次に、回収側終点Pの位置における修復後のワイヤの直径をマイクロメーター、又はレーザー変位計で測定し、この測定値と断線発生時点の同位置のワイヤ直径との差 ΔQ を算出する。

[0038] 一般に、ワークの切断中に供給側から供給されるワイヤ新線は往復走行を続けながら次第に回収側へと進んでいき、回収側に進むに従ってワイヤ直径も摩耗により次第に小さくなっていく。図4に示すように、回収側終点Pの位置におけるワイヤの直径は新線の直径に比べて10%程度小さくなっている。このようなワイヤ直径の磨耗による減少量は切断条件(新線供給速度、ワイヤ平均速度、切り込み速度及びワイヤ列に当接するワークの圧力)により異なるが、ワイヤソーの切断原理上の理由から供給側から回収側に向けてワイヤの磨耗量は増加する。そのため、上記で測定した直径は、断線発生時点の同位置のワイヤ直径より大きくなっている。

[0039] その後、ダミーのワークと、これを保持するための保持手段をワイヤソーに設け(図2の(F))、切断条件を設定する(図2の(G))。この切断条件でワイヤを往復走行させつつ新線を供給してダミーのワークを切断し、回収側終点Pの位置におけるワイヤの直径が上記算出した差 ΔQ 分摩耗するまで、すなわち、この位置におけるワイヤの直径が断線発生時点の同位置のワイヤ直径と一致するまで切断を続ける(図2の(H))。このとき、新線供給速度をS、切り込み速度をV、ワイヤ列に当接するワークの圧力をF、ダミーのワークの長さをL、比例定数をKとすると、回収側終点Pの位置におけるワイヤの摩耗量は $K \times L \times V \times F / S$ で表される。

[0040] 従って、 $\Delta Q = K \times L \times V \times F / S$ を満たす切断条件でダミーのワークを切断すれば良い。この関係式に基づき予めダミーのワークを切断して ΔQ を得るための切断条件を記録しておき、切断準備工程において、この切断条件を用いることができる。例えば、ダミーのワークの長さL、切り込み速度V、ワイヤ列に当接するワークの圧力Fを一定にし、新線供給速度Sを変化させてダミーのワークを切断し、 ΔQ とSとの関係を記録しておき、ダミーのワーク切断時に目的の ΔQ に対応する新線供給速度Sを用いることができる。

。

[0041] また、ダミーのワークの切断の際には、上記で検出したワイヤ長C以上の長さのワイヤの新線が供給されて使用されるようにする。これは、ダミーのワークの切断時間Tを、式 C/S で求められる時間以上とすることで達成できる。

ダミーのワークを切断した後、回収側終点Pの位置におけるワイヤの直径を確認し、ダミーのワーク及び保持手段を取り除く（図2の（I））。

ここで、ダミーのワークとして、ガラス、カーボン、フィラー充填アクリル樹脂、フィラー充填エポキシ樹脂、フィラー充填ウレタン樹脂製のワークを用いることができる。

以上のようにして切断準備工程を実施した後、ワークの切断を再開する（図2の（J））。

実施例

[0042] 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。

[0043] （実施例）

図1に示すようなワイヤソーを用い、直径200mm、長さ360mmのシリコンインゴットを切断したところ、上記切り込み位置が65mm、上記距離Xが25mmの位置でワイヤが断線した。そこで、本発明のワイヤソーの運転再開方法に従って以下のようにワークの切断を再開した。

[0044] ワイヤ断線時点の回収側終点Pの位置におけるワイヤの直径を測定したところ、ワイヤ新線の90%であった。ワイヤの修復を行い、ワイヤの連結部が回収側終点Pの位置になるように位置決めした。

その後、図3に示した保持手段に厚さ10mm、幅150mm、長さ360mmのアクリル系樹脂からなるダミーのワークを切断し、回収側終点Pの位置におけるワイヤの直径が新線の90%になるまでワイヤを摩耗させ、ワークの切断位置における修復したワイヤの直径を断線直前のワイヤの直径と一致させた。

[0045] ダミーのフークの切断後、ダミーのフーク及び保持手段を取り外した。そ

の後、インゴットの切断を再開し、切断を完了させた。

このようにして切断したウエーハの平坦度を評価した。評価したウエーハは、インゴットの両端面、及び中央の位置に相当するウエーハとした。平坦度はウエーハを水平面上に静置し、切断面の片側の面を直径方向（切断方向）に変位を測定することによって評価した。

[0046] その結果を図6に示す。(A)は供給側端面のウエーハ、(B)は中央部のウエーハ、(C)は回収側端面のウエーハの結果である。図6に示すように、どの位置にあるウエーハも断線の発生した65mmのところで急峻なマイナス方向への溝が発生せず、後述する比較例の結果と比べ平坦度が改善されていることが分かる。得られたウエーハは製品として品質上の問題のないものであった。

[0047] 図8は、図6に示したウエーハの平坦度の断線が発生した部分を拡大した図である。図8に示すように、後述する比較例の結果と比べ、溝が抑制されていることが明確に確認できた。

[0048] (比較例)
図1に示すようなワイヤソーを用い、直径200mm、長さ365mmのシリコンインゴットを切断したところ、上記切り込み位置が85mm、上記距離Xが40mmの位置でワイヤが断線した。ワイヤの修復後、ダミーのフークの切断を行うことなく、すなわち、修復したワイヤの直径を断線直前のワイヤの直径と一致させることなく、インゴットの切断を再開し、切断を完了させた。

[0049] その後、実施例と同様にウエーハの平坦度を評価した。
その結果を図7に示す。実施例と同様、(A)は供給側端面のウエーハ、(B)は中央部のウエーハ、(C)は回収側端面のウエーハの結果である。図7に示すように、(B)中央部のウエーハ及び(C)回収側端面のウエーハにおいて、断線の発生した85mmのところで急峻なマイナス方向への溝が発生した。この溝はラッピング等の後工程で修正不可能ほどの大きさであ

り、ウェーハは不良品となってしまった。

[0050] 図8は、図7に示したウェーハの平坦度の断線が発生した部分を拡大した図である。図8に示すように、後工程で修復不可能なほどの大きさの溝が発生していることが明確に確認できた。

[0051] 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] 複数の溝付きローラにワイヤを巻掛け、該ワイヤの新線を供給側から回収側に供給しながら前記ワイヤをワイヤ軸方向に往復走行させ、前記ワイヤに切断用のスラリを供給しつつ、ワークを相対的に押し下げて、往復走行する前記ワイヤに押し当てて切り込み送りし、前記ワークをウェーハ状に切断するワイヤソーの運転において、前記ワイヤが断線して前記ワークの切断を途中で一旦中断した後、該切断を再開する場合の運転再開方法であって、
- 前記ワークの切断を中断した後、前記ワークの切断を再開する前に、前記断線したワイヤを修復する修復工程と、
- 前記ワークの切断位置における前記修復したワイヤの直径を前記断線直前のワイヤの直径と一致させる切断準備工程を有することを特徴とするワイヤソーの運転再開方法。
- [請求項2] 前記切断準備工程において、前記ワイヤの断線が前記溝付きローラに巻掛けられた位置、又は前記供給側の位置で発生した場合に、前記修復したワイヤを摩耗させることによってその直径を前記断線直前のワイヤの直径と一致させることを特徴とする請求項1に記載のワイヤソーの運転再開方法。
- [請求項3] 前記切断準備工程において、ダミーのワークと該ダミーのワークを保持する保持手段を前記ワイヤソーに設け、前記ワイヤが前記溝付きローラから回収側に巻出される位置における前記ワイヤの直径が前記断線前と同じになるように、前記修復したワイヤで前記ダミーのワークを切断することによって前記ワイヤを摩耗させた後、前記ダミーのワーク及び保持手段を取り除くことを特徴とする請求項2に記載のワイヤソーの運転再開方法。
- [請求項4] 前記修復工程において、前記断線発生時点における前記ワイヤの断線箇所の位置から前記ワイヤが前記溝付きローラから回収側に巻出される位置までのワイヤ長を検出し、

前記切断準備工程において、前記ワイヤの断線箇所の位置が、前記ワイヤが前記溝付きローラから回収側に巻出される位置となるように前記ワイヤを位置決めし、その後、前記検出したワイヤ長以上の長さの前記ワイヤの新線が供給されて使用されるように前記ダミーのワークを切断することを特徴とする請求項3に記載のワイヤソーの運転再開方法。

[請求項5] 前記ワイヤの直径をマイクロメーター、又はレーザー変位計で測定することを特徴とする請求項1乃至請求項4のいずれか1項に記載のワイヤソーの運転再開方法。