

(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
2017年10月26日(26.10.2017)



(10) 国際公開番号

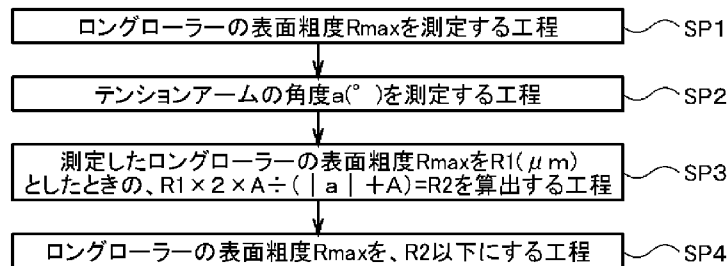
WO 2017/183295 A1

- (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/JP2017/006980
- (22) 国際出願日: 2017年2月24日(24.02.2017)
- (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 2016-085208 2016年4月21日(21.04.2016) JP
- (71) 出願人: 信越半導体株式会社 (SHIN-ETSU HANDOTAI CO.,LTD.) [JP/JP]; 〒1000004 東京都千代田区大手町二丁目2番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 宇佐美 佳宏 (USAMI Yoshihiro); 〒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, 外 (YOSHIMIYA Mikio et al.); 〒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, DJ, 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, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA,

(54) Title: METHOD FOR MANUFACTURING WIRE SAW APPARATUS AND WIRE SAW APPARATUS

(54) 発明の名称: ワイヤソー装置の製造方法及びワイヤソー装置

[図2]



- SP1 Step for measuring long roller surface roughness Rmax
- SP2 Step for measuring angle a (°) of tension arm
- SP3 Step for calculating $R1 \times 2 \times A \div (|a| + A) = R2$ when the measured long roller surface roughness Rmax is R1 (μm)
- SP4 Step for making the long roller surface roughness Rmax to be R2 or less

(57) **Abstract:** The present invention is a method for manufacturing a wire saw apparatus that has a wire supply reel, a long roller, wire guides, a wire winding reel, and a tension arm that is controlled so as to operate within a set control angle $\pm A$ (°) and is for applying tension on the wire. The method for manufacturing a wire saw apparatus comprises: a step for measuring the surface roughness Rmax of the long roller; a step for measuring, while extending the wire from the wire supply reel, the angle a (°) of the tension arm when the angle of the tension arm swings outside of the set range for the set control angle; a step for calculating $R1 \times 2 \times A \div (|a| + A) = R2$ when the measured long roller surface roughness Rmax is R1 (μm); and a step for making the long roller surface roughness Rmax to be the calculated numerical value R2 or less. Provided thereby is a method for manufacturing a wire saw apparatus that is able to keep the tension arm from



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, 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))

swinging widely outside of the control range.

(57) 要約: 本発明は、ワイヤ供給リールと、ロングローラーと、ワイヤガイドと、ワイヤ巻き取りリールと、設定された制御角度 $\pm A$ (°) 内で動作するように制御され、ワイヤに張力を与えるテンションアームとを有するワイヤソー装置の製造方法であって、ロングローラーの表面粗度 R_{max} を測定する工程と、ワイヤ供給リールからワイヤを延出しているときに、テンションアームの角度が、設定された制御角度の範囲外へ振れたときの、テンションアームの角度 a (°) を測定する工程と、測定したロングローラーの表面粗度 R_{max} を R_1 (μm) としたときの、 $R_1 \times 2 \times A \div (|a| + A) = R_2$ を算出する工程と、ロングローラーの表面粗度 R_{max} を、算出した数値 R_2 以下にする工程とを有するワイヤソー装置の製造方法である。これにより、テンションアームが制御範囲外へ大きく振れることを防ぐことができるワイヤソー装置の製造方法が提供される。

明 細 書

発明の名称：ワイヤソー装置の製造方法及びワイヤソー装置

技術分野

[0001] 本発明は、ワイヤソー切断技術に関し、ワーク、例えばシリコン半導体単結晶インゴットをウェーハ状にする（スライスする）ウェーハ切断工程等に適用可能なワイヤソー装置の製造方法及びワイヤソー装置に関する。

背景技術

[0002] 例えば、半導体製造分野においては、単結晶引上装置によって引き上げられたシリコン半導体単結晶インゴットを内周刃スライサーを用いて軸直角方向に薄く切断することによって複数のシリコン半導体ウェーハを得ている。

[0003] ところが、近年の半導体ウェーハの大直径化の傾向は、従来からの内周刃スライサーによるインゴットの切断を困難にしている。又、内周刃スライサーによる切断方法は、ウェーハを１枚ずつ切り出すために非効率で生産性が悪いという問題がある。

[0004] そこで、ワイヤソー（特に、マルチワイヤソー）による切断方法が近年注目されている。この切断方法は、複数本のワイヤガイド（メインローラ）間に螺旋状に巻回されたワイヤ列にワークを押圧し、該ワークとワイヤとの接触部にスラリーを供給しながらワイヤを移動させることによってワークをウェーハ状に切断する方法である（例えば、特許文献１）。このような切断方法によって、一度に多数枚（例えば数１００枚）のウェーハを切り出すことができる。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献１：特開平１１－１５６６９４号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] 上記のようなワイヤソーを用いた切断方法において使用されるワイヤソー

装置では、ワイヤ供給リールとワイヤガイドの間にロングローラー、テンションアーム等が配置されており、ワイヤ供給リールから延出されたワイヤは、ロングローラー上を、ロングローラーの軸方向に動きながら通過する。このとき、ロングローラーの軸方向に滑らかに移動しなかったワイヤが、突発的に本来の位置（走行中のワイヤの長さが最短になる位置）に戻る場合がある。

[0007] このような場合、ワイヤ供給リール側のテンションアームが制御範囲外に大きく振れてしまい、ワイヤが断線するという問題がある。ワイヤの断線が発生すると切断加工中のワークの品質悪化につながる。

[0008] 本発明は、上記した従来技術の問題点に鑑みなされたもので、ワイヤ供給リールから延出されたワイヤが、ロングローラー上を軸方向に滑らかに移動するようにし、テンションアームが制御範囲外へ大きく振れることを防ぐことができるワイヤソー装置の製造方法及びワイヤソー装置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

[0009] 上記目的を達成するために、本発明によれば、ワイヤを延出するワイヤ供給リールと、該ワイヤ供給リールから延出した前記ワイヤが表面上を通過可能なロングローラーと、前記ワイヤが周囲に螺旋状に巻き付けられる複数のワイヤガイドと、前記ワイヤを巻き取るワイヤ巻き取りリールと、前記ワイヤ供給リールと前記ワイヤガイドの間に配置され、設定された制御角度 $\pm A$ （ $^{\circ}$ ）内で動作するように制御され、前記ワイヤに張力を与えるテンションアームとを有し、前記ワイヤがロングローラー上を、該ロングローラーの軸方向に移動しながら通過可能であるワイヤソー装置の製造方法であって、

前記ロングローラーの表面粗度 R_{max} を測定する工程と、

前記ワイヤ供給リールから前記ワイヤを延出しているときに、前記テンションアームの角度が、前記設定された制御角度の範囲外へ振れたときの、前記テンションアームの角度 α （ $^{\circ}$ ）を測定する工程と、

前記測定した前記ロングローラーの表面粗度 R_{max} を R_1 （ μm ）とし

たときの、 $R_1 \times 2 \times A \div (|a| + A) = R_2$ を算出する工程と、

前記ロングローラーの表面粗度 R_{max} を、前記算出した数値 R_2 以下にする工程とを有することを特徴とするワイヤソー装置の製造方法を提供する。

[0010] このようにすれば、ワイヤ供給リールから延出されたワイヤが、ロングローラー上を滑らかに軸方向に移動し、テンションアームが制御範囲外へ大きく振れることを防ぎ、ワイヤの断線を防ぐことができるワイヤソー装置を製造することができる。

なお、ここでいう表面粗度 R_{max} とは、JIS B0601 に準じて測定される断面曲線の最大断面高さのことである。

[0011] このとき、前記ロングローラーとして、ショア硬度 $A80 \sim 96$ からなるウレタン製のものを使用することが好ましい。

[0012] このような硬度範囲のものを使用すれば、ワイヤが滑らかに移動しやすく、また、ロングローラーの形状変化・形状劣化が低減され、耐用回数を向上させることができる。ショア硬度 $A80$ 以上とすることにより、ロングローラーの変形を防止し、使用回数を向上することができ、ショア硬度 $A96$ 以下とすることにより、表面粗さを小さくする加工（研磨）を効率良く行うことができる。

[0013] またこのとき、前記ロングローラーの表面粗度 R_{max} を、前記算出した数値 R_2 以下にする工程において、

前記ロングローラーの表面を $\#800 \sim 3000$ の研磨フィルムで研磨することで、前記ロングローラーの表面粗度 R_{max} を前記算出した数値 R_2 以下にすることが好ましい。

[0014] このように、 $\#800$ 以上の番手とすることにより、ロングローラーの表面粗度 R_{max} をより確実に R_2 以下とすることができる。また、 $\#3000$ 以下の番手とすることにより、研磨フィルムが目詰まりしてしまうことを防止し、効率的に研磨することができる。

[0015] また、本発明によれば、ワイヤを延出するワイヤ供給リールと、該ワイヤ

供給リールから延出した前記ワイヤが表面上を通過可能なロングローラーと、前記ワイヤが周囲に螺旋状に巻き付けられる複数のワイヤガイドと、前記ワイヤを巻き取るワイヤ巻き取りリールと、前記ワイヤ供給リールと前記ワイヤガイドの間に配置され、設定された制御角度 $\pm A$ (°) 内で動作するように制御され、前記ワイヤに張力を与えるテンションアームとを有し、前記ワイヤがロングローラー上を、該ロングローラーの軸方向に移動しながら通過可能であるワイヤソー装置であって、

前記ロングローラーの表面粗度 R_{max} が $21\text{ }\mu\text{m}$ 以下のものであることを特徴とするワイヤソー装置を提供する。

[0016] このようなものであれば、ワイヤ供給リールから延出されたワイヤが、ロングローラー上を滑らかに軸方向に移動し、テンションアームが制御範囲外へ大きく振れることを防ぎ、ワイヤの断線を防ぐことができるワイヤソー装置となる。

[0017] このとき、前記ロングローラーが、ショア硬度 $A80\sim96$ からなるウレタン製のものであることが好ましい。

[0018] このような硬度範囲のものであれば、ワイヤが滑らかに移動しやすく、また、ロングローラーの形状変化・形状劣化が低減され、耐用回数を向上させることができる。ショア硬度 $A80$ 以上とすることにより、ロングローラーの変形を防止し、使用回数を向上することができ、ショア硬度 $A96$ 以下とすることにより、表面粗さを小さくする加工（研磨）を効率良く行うことができる。

発明の効果

[0019] 本発明のワイヤソー装置の製造方法及びワイヤソー装置であれば、ワイヤ供給リールから延出されたワイヤが、ロングローラー上を滑らかに軸方向に移動し、テンションアームが制御範囲外へ大きく振れることを防ぎ、ワイヤの断線を防ぐことができるワイヤソー装置となる。

図面の簡単な説明

[0020] [図1(a)]本発明のワイヤソー装置の一例を示した概略図である。

[図1(b)]ワイヤ供給リールとロングローラーとプーリーを斜め上（図1（a）の矢印（b'）方向）から見た、ワイヤソー装置の一部分を示した概略図である。

[図2]本発明のワイヤソー装置の製造方法の一例を示した工程図である。

[図3]ロングローラーの表面粗度 R_{max} が $34\ \mu m$ の場合のテンションアームの動きを示したグラフである。

[図4]ロングローラーの表面粗度 R_{max} が $21\ \mu m$ の場合のテンションアームの動きを示したグラフである。

[図5]表面粗度 R_{max} が $34\ \mu m$ のロングローラーを #600、800、2000、3000、4000 の研磨フィルムでそれぞれ研磨した際のロングローラーの軸方向の表面粗度 R_{max} を示したグラフである。

発明を実施するための形態

[0021] 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。

上述したように、ワイヤ供給リールから延出されたワイヤがロングローラー上を軸方向に動きながら通過するワイヤソーでは、ロングローラーの軸方向に滑らかに移動しなかったワイヤが、突発的に本来の位置に戻る場合があり、この時、ワイヤ供給リール側のテンションアームが制御範囲外に大きく振れてしまい、ワイヤが断線するという問題があった。

[0022] 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、ロングローラーの表面粗度 R_{max} を規定することで、ワイヤ供給リールから延出されたワイヤがロングローラー上を滑らかに軸方向に移動し、テンションアームが制御範囲外へ大きく振れることを防止でき、この大きな振れによるワイヤの断線を防ぐことができることに想到した。そして、これらを実施するための最良の形態について精査し、本発明を完成させた。

[0023] まず、図1（a）、図1（b）を参照しながら、本発明のワイヤソー装置24について説明する。図1（a）に例示されるように、本発明のワイヤソー装置24は、ワイヤ25を延出するワイヤ供給リール1と、該ワイヤ供給

リール 1 から延出したワイヤ 25 が表面上を通過可能なロングローラー 2 と、ワイヤ 25 が周囲に螺旋状に巻き付けられる複数のワイヤガイド 26 と、ワイヤ 25 を巻き取るワイヤ巻き取りリール 18 と、ワイヤ供給リール 1 とワイヤガイド 26 の間に配置され、設定された制御角度 $\pm A$ (°) 内で動作するように制御され、ワイヤ 25 に張力を与えるテンションアーム 19 とを有する。そして、図 1 (b) に示すように、ワイヤ 25 がロングローラー 2 上を、該ロングローラー 2 の軸方向に移動しながら通過可能なものである。

[0024] ワイヤガイド 26 は、例えば、メインワイヤガイド 10 とスレーブワイヤガイド 11 の 2 つからなるものとすることができる。

[0025] ワイヤ供給リール 1 から延出したワイヤ 25 は、ロングローラー 2、トラバーサ 3、プーリー 4、テンションアームプーリー 5、テンションセンサプーリー 6、プーリー 7、プーリー 8、およびプーリー 9 を通ってメインワイヤガイド 10 とスレーブワイヤガイド 11 に所定のピッチで平行に巻付けられ、ワイヤ列 27 を形成している。そして、ワイヤ列 27 に、ワーク 23 を下降させていくことでワーク 23 を切断する構成となっている。

[0026] また、スレーブワイヤガイド 11 を出たワイヤ 25 は、プーリー 12、プーリー 13、テンションセンサプーリー 14、テンションアームプーリー 15、プーリー 16、トラバーサ 17 を通ってワイヤ巻き取りリール 18 に巻き取られる。

[0027] なお、本実施の形態のワイヤソー装置 24 では、トラバーサ 3 はワイヤ 25 の走行方向が逆になり、ワイヤ供給リール 1 でワイヤを巻き取るときにのみ使用されるものとすることができる。

[0028] 本実施の形態のワイヤソー装置 24 では、テンションセンサ 20 で検出した張力に対し、テンションアーム 19 を中心にテンションアームプーリー 5 の位置が、設定された任意の制御角度 $\pm A$ (°) の範囲内で移動し（テンションアーム 19 の振れ）、ワイヤ供給リール 1 からメインワイヤガイド 10 までの張力を制御することができる。また、スレーブワイヤガイド 11 からワイヤ巻き取りリール 18 までの張力についても同様に、テンションセンサ

21で検出した張力に対し、テンションアーム22を中心にテンションアームプーリー15の位置が任意の制御範囲で移動し、制御することができる。

[0029] このとき、テンションアーム19の制御角度 $\pm A(^{\circ})$ として、例えば、 $\pm 1.5^{\circ}$ の範囲と設定することができる。

[0030] そして、図1(b)に例示されるように、ワイヤ供給リール1からワイヤ25が延出される場合、ワイヤ供給リール1から延出されるワイヤ25は、ワイヤ供給リール1の軸方向に移動しながら延出する。そのため、ワイヤ25がロングローラー2上を、ロングローラー2の軸方向に移動しながら通過し、プーリー4に向かっていく。

[0031] このとき、従来品では、ワイヤ25がロングローラー2上を滑らかに移動せず、引っ掛かるような状態になった後、突発的に本来の位置（走行中のワイヤ25の長さが最短になる位置）に戻る場合、テンションアーム19が大きく振れてしまう。

[0032] 本発明のワイヤソー装置24は、ロングローラー2の表面粗度 R_{max} が $21\mu m$ 以下のものである。また、ロングローラー2の表面粗度 R_{max} は、小さければ、小さいほど、ワイヤ25がロングローラー2上を、ロングローラー2の軸方向に滑らかに移動しやすくなり、テンションアーム19の振れも安定しやすくなるため良い。このようなものであれば、ロングローラー2の表面粗度 R_{max} が十分に小さいものであるので、ワイヤ供給リール1から延出されたワイヤ25がロングローラー2上を滑らかに軸方向に移動することができ、テンションアーム19が制御範囲外へ大きく振れることを防ぐことができる。これにより、ワイヤ25の断線を低減することができる。また、ロングローラー2の表面粗度 R_{max} の下限は特に限定されず、例えば $0\mu m$ 以上とすることができる。

[0033] このとき、ロングローラー2が、ショア硬度A80～96からなるウレタン製のものが好ましい。このような硬度範囲のものであれば、ワイヤ25が滑らかに移動しやすく、また、ロングローラー2の形状変化・形状劣化が低減され、耐用回数を向上させることができる。具体的には、ショ

ア硬度 A 80 以上とすることにより、ロングローラー 2 の変形を防止し、使用回数を向上することができ、ショア硬度 A 96 以下とすることにより、表面粗さを小さくする加工（研磨）を効率良く行うことができる。

[0034] 次に、本発明のワイヤソー装置の製造方法について説明する。ここでは、上述したような、図 1（a）に示した本発明のワイヤソー装置 24 を製造する場合について、図 2 に示す工程図を用いて説明する。

[0035] まず、ロングローラー 2 の表面粗度 R_{max} を測定する工程を行う（図 2 の SP1）。

[0036] ロングローラー 2 としては、例えばショア硬度 A 80～96 からなるウレタン製のものを使用することが好ましい。このような硬度範囲のものを使用すれば、ワイヤ 25 が滑らかに移動しやすく、また、ロングローラー 2 の形状変化・形状劣化が低減され、耐用回数を向上させることができる。具体的には、ショア硬度 A 80 以上とすることにより、ロングローラー 2 の変形を防止し、使用回数を向上することができ、ショア硬度 A 96 以下とすることにより、表面粗さを小さくする加工（研磨）を効率良く行うことができる。

[0037] 次に、ワイヤ供給リール 1 からワイヤ 25 を延出し、ワイヤ巻取りリール 18 での巻き取りを行い、そのときに、テンションアーム 19 の角度が、設定された制御角度 $\pm A$ （°）の範囲外へ振れたときの、テンションアーム 19 の角度 a （°）を測定する工程を行う（図 2 の SP2）。

[0038] 次に、測定したロングローラー 2 の表面粗度 R_{max} を $R1$ （ μm ）としたときの、 $R1 \times 2 \times A \div (|a| + A) = R2$ を算出する工程を行う（図 2 の SP3）。

[0039] 次に、ロングローラー 2 の表面粗度 R_{max} を、算出した数値 $R2$ 以下にする工程を行う（図 2 の SP4）。例えばロングローラー 2 の表面を研磨することができる。

[0040] このとき、ロングローラーの表面を #800～3000 の研磨フィルムで研磨することで、ロングローラーの表面粗度 R_{max} を、算出した数値 $R2$ 以下にすることが好ましい。

- [0041] #800と#3000の平均粒子径は、それぞれ $20\mu\text{m}$ と $5\mu\text{m}$ である。
#800以上の番手とすることにより、ロングローラー2の表面粗度 R_{max} をより確実に R_2 以下とすることができる。また、#3000以下の番手とすることにより、研磨フィルムが目詰まりしてしまうことを防止し、効率的に研磨することができる。なお、研磨フィルムに使用される研磨剤としては、炭化珪素、酸化アルミニウム、酸化セリウムなどが挙げられる。
- [0042] 上記のような研磨フィルムを用いて、例えば、回転するロングローラー2に研磨フィルムを押し当てることで研磨することができるが、研磨方法はこれに限定されるものではない。
- [0043] また、この研磨は、同じロングローラーに対して複数回実施することが可能である。例えば、ワイヤソー装置24を運転させるにしたがって、ロングローラー2の表面粗度 R_{max} が悪化した場合に、ロングローラー2の表面の研磨を再び行い、表面粗度 R_{max} を R_2 以下とすることができる。
- [0044] また、ロングローラー2の表面粗度 R_{max} を、算出した数値 R_2 以下にする方法としては、研磨によるものでなくてもよく、例えば、表面粗度 R_{max} が R_2 以下のロングローラーと交換することにより行ってもよい。
- [0045] このようにして、表面粗度 R_{max} が R_2 以下のロングローラーを有するワイヤソー装置を製造する。このような本発明のワイヤソー装置の製造方法であれば、ワイヤ供給リールから延出されたワイヤが、ロングローラー上を滑らかに軸方向に移動し、テンションアームが制御範囲外へ大きく振れることを防ぐことができるワイヤソー装置を製造することができる。また、これにより、ワイヤの断線を低減することができる。

実施例

- [0046] 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。
- [0047] (実施例1)
- [0048] 図2に示すような本発明のワイヤソー装置の製造方法に従って、図1(a)に示すようなワイヤソー装置の製造を行った。

- [0049] まず、ショア硬度A91からなるウレタン製のロングローラー2を準備した。このロングローラー2の表面粗度 R_{max} を測定したところ、 $R_1 (\mu m) = 34 \mu m$ であった。また、テンションアーム19の制御角度は、 $\pm A (^{\circ}) = \pm 1.5^{\circ}$ と設定した。
- [0050] 次に、ワイヤ供給リール1からワイヤ25を $800 m/min$ の速度で延出したときの、テンションアーム19の動きを測定し、図3に示した。
- [0051] その結果、図3に示すように、63秒付近でテンションアーム19の角度が突発的に 1.5° 付近から -3.2° 付近まで振れた。
- [0052] 上記したように、テンションアーム19の角度が突発的に制御範囲外へ振れたときの角度 $a (^{\circ})$ は -3.2° であり、ロングローラー2の表面粗度 $R_{max} (R_1)$ は $34 \mu m$ であった。
- [0053] そこで、 $R_1 \times 2 \times A \div (|a| + A) = R_2$ の関係式により、テンションアーム19の制御範囲外への振れを抑制できるロングローラー2の表面粗度 $R_{max} (R_2)$ を算出したところ、 $34 \times 2 \times 1.5 \div (|-3.2| + 1.5) = 22 \mu m$ となった。
- [0054] そこで、上記の表面粗度 $R_{max} (R_1)$ が $34 \mu m$ のロングローラー2を、表面粗度 R_{max} が $R_2 (= 22 \mu m)$ 以下となるように、#2000の研磨フィルムで研磨した。具体的には、回転するロングローラー2に研磨フィルムを押し当てることで研磨した。
- [0055] 研磨後のロングローラー2の表面粗度 R_{max} を測定したところ、 $21 \mu m$ であり、上記の R_2 の値よりも小さくすることができた。
- [0056] この表面粗度 R_{max} が $21 \mu m$ のロングローラー2を用いてワイヤソー装置24を製造した。そして、線速 $800 m/min$ でワイヤ25を延出させた時のテンションアーム19の動きを測定し、図4に示した。その結果、図4では、図3で見られたテンションアーム19の突発的な制御範囲外への振れが見られなくなっている。
- [0057] このように、実施例1では、設定された制御角度 $\pm A (^{\circ})$ 内で動作するように制御されているテンションアーム19によって張力を与えられるワイ

ワイヤソー装置 24 において、ワイヤ供給リール 1 からワイヤ 25 を延出しているときに、ワイヤ供給リール 1 側のテンションアーム 19 の角度が、突発的に制御範囲外へ振れたときの角度を a (°)、ロングローラー 2 の表面粗度 R_{max} を R_1 としたとき、 $R_1 \times 2 \times A \div (|a| + A)$ で算出された数値 R_2 以下の表面粗度 R_{max} のロングローラー 2 を使用することで、テンションアーム 19 が突発的に制御範囲外へ大きく振れることを防ぐことができる本発明のワイヤソー装置 24 を製造することができた。

[0058] (比較例 1)

実施例 1 とは異なり、ロングローラーの表面粗度 R_{max} については特に考慮せずに、ロングローラー及び各部品を用意し、ワイヤソー装置を製造した。なお、参考に、このときのロングローラーの表面粗度 R_{max} を測定したところ、 $34 \mu m$ であった。すなわち、実施例 1 で最初に用意したワイヤソー装置と同様のものではあった。

[0059] この従来のワイヤソー装置において、実施例 1 と同様にテンションアームの制御角度を、 $\pm A$ (°) = $\pm 1.5^\circ$ と設定し、ワイヤを $800 m/min$ の速度で延出したときの、テンションアームの動きを測定したところ、図 3 と同様の結果が得られた。すなわち、比較例 1 で製造したワイヤソー装置では、テンションアームの角度が突発的に制御範囲外に大きく振れる現象が生じ、断線の兆候が見られる装置になってしまった。

[0060] (実施例 2 - 4、比較例 2、3)

実施例 1 で準備したロングローラーとは異なるが、表面粗度 R_{max} が $34 \mu m$ のロングローラーを用意した。このロングローラーを、軸方向に 5 分割して（軸方向の幅を 5 つの領域に分けて）、各々、#600、800、2000、3000、4000 の番手が異なる研磨フィルムでそれぞれ研磨した。#600、800、2000、3000、4000 の研磨フィルムで使用されている平均砥粒径は、それぞれ 28、20、8、5、 $3 \mu m$ である。なお、実施例 1 における結果を考慮すると、テンションアームの角度が突発的に制御範囲外に大きく振れる現象を防ぐには、研磨後の表面粗度 R_{max}

が $22\mu\text{m}$ 以下（より好ましくは $21\mu\text{m}$ 以下）が狙い目と考えられる。

[0061] 研磨前と研磨後のロングローラーの軸方向の表面粗度 R_{max} を測定した結果を図5に示した。その結果、図5に示すように、#600では、表面粗度 R_{max} が $35\mu\text{m}$ と悪化してしまった（比較例2）。#4000では、研磨フィルムが目詰まりして滑ってしまい、効果的に研磨できず、研磨を途中で切り上げたため、表面粗度 R_{max} が $27\mu\text{m}$ であった（比較例3）。一方、#800～#3000では、表面粗度 R_{max} が、各々、22、19、 $17\mu\text{m}$ であり、いずれも $22\mu\text{m}$ 以下、さらに、#2000、#3000については、 $21\mu\text{m}$ 以下にすることができ、狙い通り研磨ができていた（実施例2-4）。

[0062] 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]

ワイヤを延出するワイヤ供給リールと、該ワイヤ供給リールから延出した前記ワイヤが表面上を通過可能なロングローラーと、前記ワイヤが周囲に螺旋状に巻き付けられる複数のワイヤガイドと、前記ワイヤを巻き取るワイヤ巻き取りリールと、前記ワイヤ供給リールと前記ワイヤガイドの間に配置され、設定された制御角度 $\pm A$ (°) 内で動作するように制御され、前記ワイヤに張力を与えるテンションアームとを有し、前記ワイヤがロングローラー上を、該ロングローラーの軸方向に移動しながら通過可能であるワイヤソー装置の製造方法であって、

前記ロングローラーの表面粗度 R_{max} を測定する工程と、

前記ワイヤ供給リールから前記ワイヤを延出しているときに、前記テンションアームの角度が、前記設定された制御角度の範囲外へ振れたときの、前記テンションアームの角度 a (°) を測定する工程と、

前記測定した前記ロングローラーの表面粗度 R_{max} を R_1 (μm) としたときの、 $R_1 \times 2 \times A \div (|a| + A) = R_2$ を算出する工程と、

前記ロングローラーの表面粗度 R_{max} を、前記算出した数値 R_2 以下にする工程とを有することを特徴とするワイヤソー装置の製造方法。

[請求項2]

前記ロングローラーとして、ショア硬度 $A80 \sim 96$ からなるウレタン製のものを使用することを特徴とする請求項1に記載のワイヤソー装置の製造方法。

[請求項3]

前記ロングローラーの表面粗度 R_{max} を、前記算出した数値 R_2 以下にする工程において、

前記ロングローラーの表面を $\#800 \sim 3000$ の研磨フィルムで研磨することで、前記ロングローラーの表面粗度 R_{max} を前記算出した数値 R_2 以下にすることを特徴とする請求項1又は請求項2に記

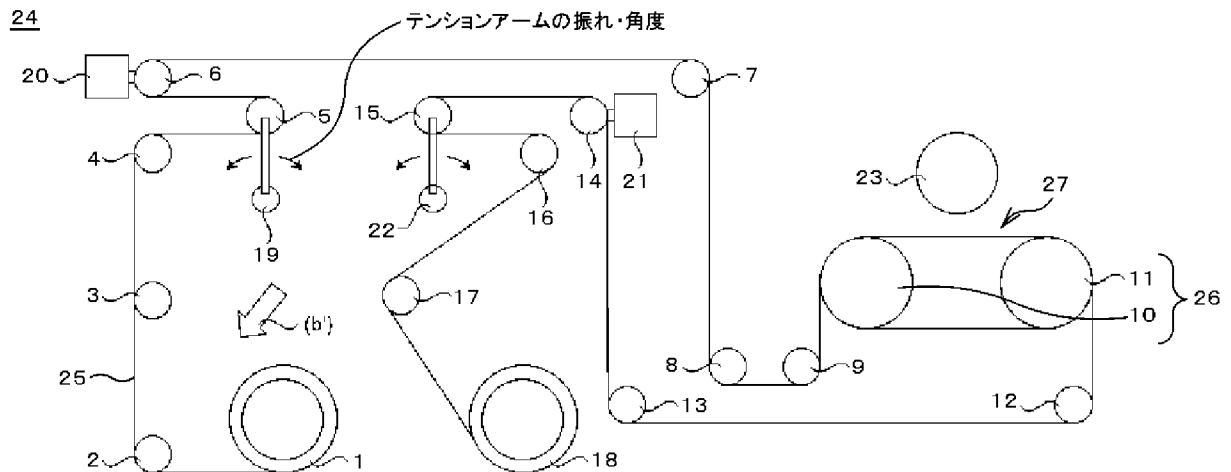
載のワイヤソー装置の製造方法。

[請求項4] ワイヤを延出するワイヤ供給リールと、該ワイヤ供給リールから延出した前記ワイヤが表面上を通過可能なロングローラーと、前記ワイヤが周囲に螺旋状に巻き付けられる複数のワイヤガイドと、前記ワイヤを巻き取るワイヤ巻き取りリールと、前記ワイヤ供給リールと前記ワイヤガイドの間に配置され、設定された制御角度 $\pm A$ (°) 内で動作するように制御され、前記ワイヤに張力を与えるテンションアームとを有し、前記ワイヤがロングローラー上を、該ロングローラーの軸方向に移動しながら通過可能であるワイヤソー装置であって、

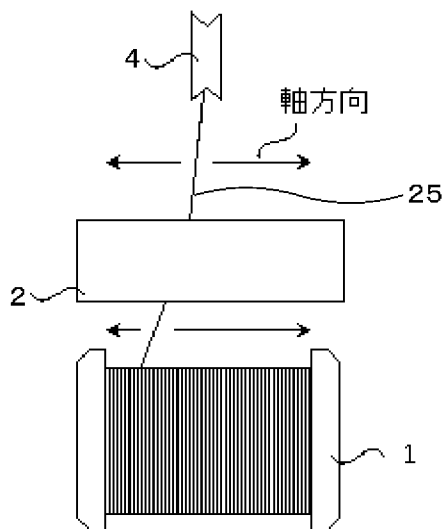
前記ロングローラーの表面粗度 R_{max} が $21\ \mu m$ 以下のものであることを特徴とするワイヤソー装置。

[請求項5] 前記ロングローラーが、ショア硬度 $A80 \sim 96$ からなるウレタン製のものであることを特徴とする請求項4に記載のワイヤソー装置。

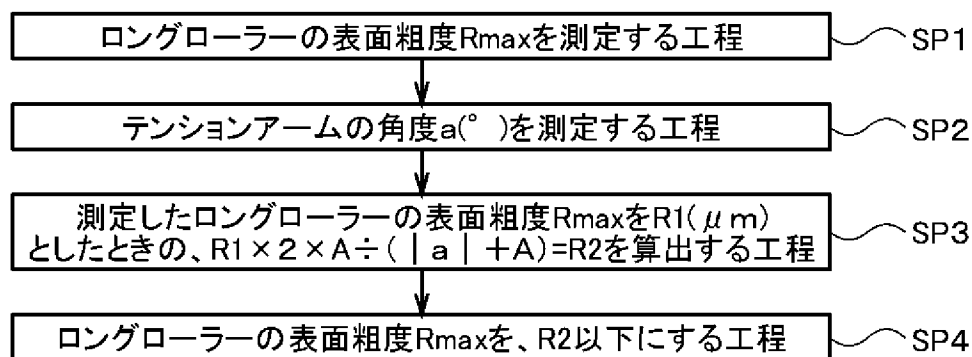
[図1(a)]



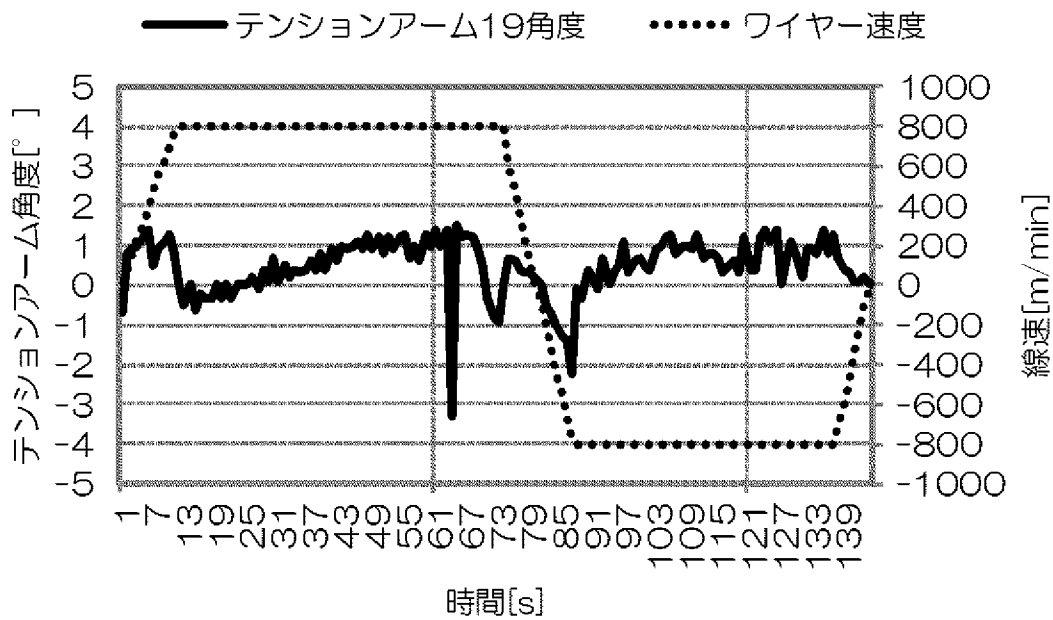
[図1(b)]



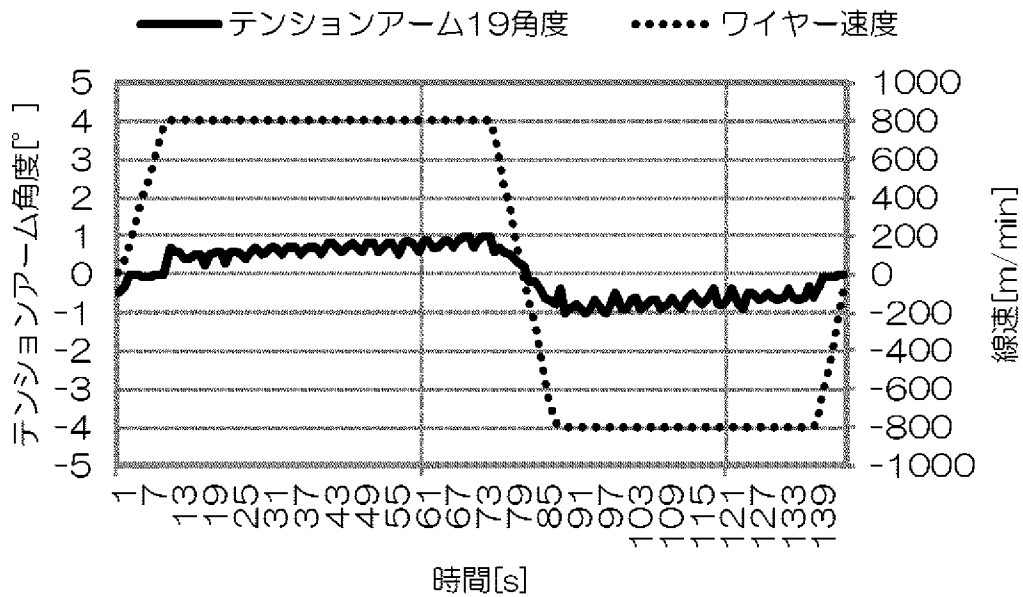
[図2]



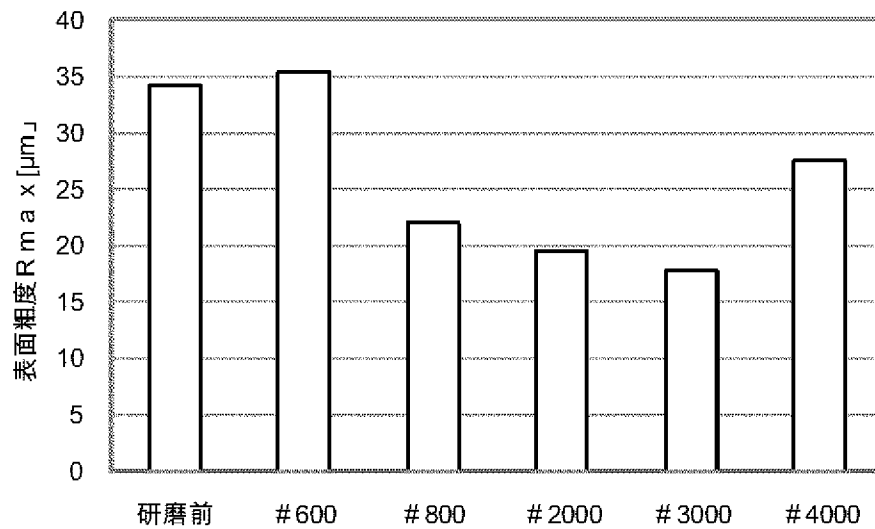
[図3]



[図4]



[図5]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/006980

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, B23D55/08

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	1996-2017
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2017	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2017

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

WPI

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2000-61801 A (Hitachi, Ltd.), 29 February 2000 (29.02.2000), paragraph [0036]; fig. 1 (Family: none)	1-5
A	CN 201645272 U (SHAANIX HANJIANG MACHINE TOOL CO., LTD.), 24 November 2010 (24.11.2010), abstract (Family: none)	1-5
A	JP 2-124253 A (Toray Industries, Inc.), 11 May 1990 (11.05.1990), page 3, upper left column, line 14 to lower right column, line 4; table 1 (Family: none)	1-5

☐ 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
31 March 2017 (31.03.17)

Date of mailing of the international search report
11 April 2017 (11.04.17)

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

Authorized officer

Telephone No.

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, 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, H01L21/304, B23D55/08

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	1971-2017年
日本国実用新案登録公報	1996-2017年
日本国登録実用新案公報	1994-2017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）

WPI

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 2000-61801 A（株式会社日立製作所）2000.02.29, 段落[0036], 図1（ファミリーなし）	1-5
A	CN 201645272 U（SHAANIX HANJIANG MACHINE TOOL CO. LTD.） 2010.11.24, abstract（ファミリーなし）	1-5
A	JP 2-124253 A（東レ株式会社）1990.05.11, 第3ページ左上欄第14行-右下欄第4行, 表1（ファミリーなし）	1-5

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
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

31.03.2017

国際調査報告の発送日

11.04.2017

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）

小川 真

3C

3934

電話番号 03-3581-1101 内線 3324