

明 細 書

発明の名称 : ワイヤソー

技術分野

[0001] 本発明は、切断用ワイヤを用いて半導体インゴット等のワークを切断するワイヤソー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スライス状に切り出す手段としてワイヤソーが知られている。このワイヤソーは、複数のガイドローラと、これらのガイドローラを回転駆動するモータ等を備え、前記ガイドローラ同士の間切断用ワイヤが巻き掛けられることにより該ワイヤが多数本並んだワイヤ群が形成される。このワイヤソーでは、前記ワイヤがその軸方向に高速走行しながら、当該ワイヤにより形成されるワイヤ群に対してワイヤ軸方向と直交する方向にワークが切断送りされることにより、ワークが多数枚のウェハとして同時に切り出される。

[0003] この種のワイヤソーの一つとして、例えば特許文献1に示されるものが知られている。この文献に記載されるワイヤソーは、複数のガイドローラを有する第1ワーク切断部及び第2ワーク切断部（メイン・ロール部）と、一対のワイヤ繰出し／巻取り装置とを備え、一方のワイヤ繰出し／巻取り装置から繰り出される1本の切断用ワイヤが各ワーク切断部のガイドローラ間に掛け渡されて他方のワイヤ繰出し／巻取り装置に巻き取られる。これにより、各ワーク切断部にそれぞれ、ワークを切断するためのワイヤ群が形成される。

[0004] 一般に、ワイヤソーでは、切断用ワイヤの張力を適正に保つことが重要である。しかし、前記特許文献1に記載されるように2つのワーク切断部を有するワイヤソーでは、そのワイヤ走行方向上流側のワーク切断部の切断作業の影響により、当該方向下流側のワーク切断部に導入される切断用ワイヤの張力が変動する。

[0005] この張力の変動を抑える手段として、特許文献1には、両ワーク切断部同士の上に切断用ワイヤの張力を検出する張力検出器と、その検出値に基いて当該張力を制御する張力調整機構とが開示される。この張力調整機構は、前記切断用ワイヤが掛け渡される一対のダンサローラと、これらのダンサローラ同士の間で前記切断用ワイヤに押付けられることにより当該切断用ワイヤの張力を変化させるアームとを有し、下流側のワーク切断部に導入されるワイヤの張力を適切に保つように作動する。

[0006] しかし、このワイヤソーでは、前記張力検出器が検出する切断用ワイヤの張力が変動したときにはじめて張力調整機構が作動するので、高い応答性を得ることは難しい。

先行技術文献

特許文献

[0007] 特許文献1：特開2000-61805号公報

発明の開示

[0008] 本発明の目的は、第1のワーク切断部及び第2のワーク切断部を有するワイヤソーであって、かつ、両ワーク切断部同士の間における切断用ワイヤの張力を高い応答性で適正に調整することができるものを提供することにある。本発明に係るワイヤソーは、切断用ワイヤを繰出すワイヤ繰出し装置と、複数の第1ガイドローラ及びこれらの第1ガイドローラを回転駆動する第1駆動部を有し、前記ワイヤ繰出し装置から繰り出された切断用ワイヤが前記各第1ガイドローラに巻回されることによりワーク切断用のワイヤ群が形成される第1ワーク切断部と、複数の第2ガイドローラ及びこれらの第2ガイドローラを回転駆動する第2駆動部を有し、前記第1ワーク切断部から導出された前記切断用ワイヤが前記各第2ガイドローラに巻回されることによりワーク切断用のワイヤ群が形成される第2ワーク切断部と、前記第2ワーク切断部から導出された切断用ワイヤを巻き取るワイヤ巻取り装置と、前記第1ワーク切断部と前記第2ワーク切断部との間における前記切断用ワイヤの張力を検出する張力検出器と、前記第1駆動部及び前記第2駆動部による前

記第 1 ガイドローラ及び前記第 2 ガイドローラの回転駆動速度をそれぞれ調節する制御装置とを備える。この制御装置は、前記張力検出器が検出する張力が所定の範囲内に収まるように前記第 1 ガイドローラ及び前記第 2 ガイドローラのうちの少なくとも一方の回転速度を変更する。

図面の簡単な説明

- [0009] [図1]本発明の実施の形態に係るワイヤソーの全体構成を示す概略図である。
- [図2]前記ワイヤソーに含まれる第 1 ワーク切断部と第 2 のワーク切断部との間の切断用ワイヤの張力の制御の一例を示すフローチャートである。
- [図3]前記ワイヤソーに導入される張力変動緩和機構の例を示す模式図である。
- [図4] (a) は図 3 に示す張力変動緩和機構とは別の張力変動緩和機構の例を示す正面図、(b) はその断面側面図である。

発明を実施するための最良の形態

- [0010] 本発明の好ましい実施の形態について図面を用いて説明する。
- [0011] 図 1 は、この実施の形態に係るワイヤソーの全体を概略的に示している。このワイヤソーは、上下 2 段のワーク切断部 1 A、1 B、一対のワイヤ繰出し／巻取り装置 1 2 A、1 2 B、それぞれがプーリ 1 6 を有するワイヤ張力調節装置 1 5 A、1 5 B、それぞれプーリ 1 7 a、1 8 a、1 9 a を有する張力検出器 1 7 ～1 9、ガイドプーリ 2 1 ～3 4 等を備えている。
- [0012] 前記ワーク切断部 1 A は、水平方向に並ぶ一対のガイドローラ 1 0 a、1 0 b と、これらのガイドローラ 1 0 a、1 0 b を回転駆動するモータ 1 1 A、1 1 B とを含み、同様に、前記ワーク切断部 1 B は、水平方向に並ぶ一対のガイドローラ 1 0 a、1 0 b と、これらのガイドローラ 1 0 a、1 0 b を回転駆動するモータ 1 1 A、1 1 B とを含む。各ワーク切断部 1 A、1 B におけるガイドローラ 1 0 a、1 0 b の並び方向（図では水平方向）は互いに平行で、かつその並び方向と直交する方向（同図では上下方向）に両ワーク切断部 1 A、1 B が並んでいる。
- [0013] 各ワイヤ繰出し／巻取り装置 1 2 A、1 2 B（適宜、第 1 ワイヤ繰出し／

巻取り装置 12 A、第 2 ワイヤ繰出し／巻取り装置 12 B という) は、それぞれ、その周囲に切断用のワイヤ W が巻かれるボビン 13 A、13 B と、これを回転駆動するボビン駆動モータ 14 A、14 B と、を備えている。

[0014] 一方のワイヤ繰出し／巻取り装置 12 A のボビン 13 A から繰出されたワイヤ W は、

(1) ガイドプーリ 21、22、ワイヤ張力調節装置 15 A のプーリ 16、張力検出器 17 のプーリ 17 a 及びガイドプーリ 24～26 の順に掛けられ、

(2) ワーク切断部 1 A のガイドローラ 10 a、10 b の順にその外周面のガイド溝 (図示省略) に嵌め込まれながらこれらガイドローラ 10 a、10 b 同士の間にも多数回螺旋状に巻回され (巻き掛けられ)、

(3) ガイドプーリ 27、28、張力検出器 18 のプーリ 18 a 及びガイドプーリ 29 の順に掛けられ、

(4) ワーク切断部 1 B のガイドローラ 10 a、10 b の順にその外周面のガイド溝 (図示省略) に嵌め込まれながらこれらガイドローラ 10 a、10 b 同士の間にも多数回螺旋状に巻回され (巻き掛けられ)、

(5) ガイドプーリ 30、31、張力検出器 19 のプーリ 19 a、ワイヤ張力調節装置 15 B のプーリ 16、ガイドプーリ 33、34 の順に掛けられ、

(6) 他方のワイヤ繰出し／巻取り装置 12 B のボビン 13 B に巻き取られる。

[0015] 前記ワイヤ張力調節装置 15 A、15 B は、そのプーリ 16 に掛けられたワイヤ W に所定の張力を与える。

[0016] この実施の形態において、前記ワーク切断部 1 A、1 B の各駆動モータ 11 A、11 B によるガイドローラ 10 a の回転駆動方向、及び、各ボビン駆動モータ 14 A、14 B によるボビン 13 A、13 B の回転駆動方向は、それぞれ正逆に切換えられることが可能である。この切換により、ワイヤ W の駆動状態は、図 1 中に実線矢印で示すように、ワイヤ W が第 1 ワイヤ繰出し／巻取り装置 12 A のボビン 13 A から繰り出されて第 2 ワイヤ繰出し／巻

取り装置 1 2 B のボビン 1 3 B に巻き取られる状態（以下「第 1 走行状態」という）と、ワイヤ W が第 2 ワイヤ繰出し／巻取り装置 1 2 B のボビン 1 3 B から繰り出されて第 1 ワイヤ繰出し／巻取り装置 1 2 A のボビン 1 3 A に巻き取られる状態（以下「第 2 走行状態」という）とに切換えられる。これらの走行状態において、ワーク切断部 1 A, 1 B のガイドローラ 1 0 a, 1 0 b の間に多数本のワイヤ W（適宜、ワイヤ群という）が互いに平行な状態で張られ、このワイヤ群がその軸方向に高速で往復駆動される。

[0017] 従って、この実施の形態に係る前記両ワイヤ繰出し／巻取り装置 1 2 A, 1 2 B は、本発明に係る「ワイヤ繰出し装置」と「ワイヤ巻取り装置」とを兼ね、前記両ワーク切断部 1 A, 1 B は本発明に係る「第 1 ワーク切断部」及び「第 2 ワーク切断部」を兼ねる。具体的に、前記第 1 走行状態では、前記ワイヤ繰出し／巻取り装置 1 2 A が本発明に係る「ワイヤ繰出し装置」として機能し、前記ワイヤ繰出し／巻取り装置 1 2 B が本発明に係る「ワイヤ巻取り装置」として機能し、前記ワーク切断部 1 A が本発明に係る「第 1 ワーク切断部」として機能し、前記ワーク切断部 1 B が本発明に係る「第 2 ワーク切断部」として機能する。逆に、前記第 2 走行状態では、前記ワイヤ繰出し／巻取り装置 1 2 B が本発明に係る「ワイヤ繰出し装置」として機能し、前記ワイヤ繰出し／巻取り装置 1 2 A が本発明に係る「ワイヤ巻取り装置」として機能し、前記ワーク切断部 1 B が本発明に係る「第 1 ワーク切断部」として機能し、前記ワーク切断部 1 A が本発明に係る「第 2 ワーク切断部」として機能する。

[0018] なお、本発明はこのようにワイヤ W の駆動方向が正逆に切換えられるものに限られず、当該ワイヤ W が一方向にのみ駆動されるものであってもよい。その場合には、当該ワイヤ W の走行方向の上流側のワーク切断部が「第 1 ワーク切断部」に相当し、下流側のワーク切断部が「第 2 ワーク切断部」に相当する。

[0019] 前記ワーク切断部 1 A, 1 B の側方には、円柱状のワーク 4 4（例えばインゴット）を移動させるためのワーク送り装置 4 0 が設けられている。この

ワーク送り装置 40 は、上下方向に延びる略直方体状の垂直テーブル 41 と、上下一対のワーク保持部 42 A、42 B と、ワーク送りモータ 43 とを備えている。

[0020] 前記ワーク保持部 42 A、42 B は、上下方向に一系列に並び、前記垂直テーブル 41 の一方の側面から前記各ワーク切断部 1 A、1 B の上方の位置へそれぞれ突出し、それぞれスライスペース（図示省略）を介して前記ワーク 44 を保持する。この保持されるワーク 44 の向きは、その結晶軸に基づいて、目的の結晶方位が得られる向きに設定される。上側のワーク保持部 42 A（第 1 ワーク保持部 42 A）は、第 1 ワーク切断部 1 A のガイドローラ 10 a、10 b 間に形成されるワイヤ群のうち上側のワイヤ群の上方でワーク 44 を保持し、下側のワーク保持部 42 B は、第 1 ワーク切断部 1 A と第 2 ワーク切断部 1 B のガイドローラ 10 a、10 b 間に形成される上側のワイヤ群との間に介在して、当該上側のワイヤ群の上方にワーク 44 を保持する。

[0021] 前記ワーク送りモータ 43 は、図略のボールネジと協働して前記垂直テーブル 41、前記両ワーク保持部 42 A、42 B、さらにはこれらのワーク保持部 42 A、42 B にそれぞれ保持されるワーク 44 を一体に昇降させる。

[0022] つまり、このワイヤソーでは、各ワーク切断部 1 A、1 B のガイドローラ 10 a、10 b 間が切断領域とされ、この切断領域に形成されたワイヤ群がその長手方向に同時に高速駆動されながら、前記ワーク送り装置 40 が各ワーク保持部 42 A、42 B に保持されたワーク 44 を前記切断領域のワイヤ群に対して同時に、かつガイドローラ 10 a、10 b の周囲に巻回されたワイヤ群の外側から内側（同図では上側から下側）に向かって同じ方向に切断送りする。これにより、各ワーク 44 から一度に多数枚のウエハ（薄片）が同時に切り出される。

[0023] このワイヤソーは、さらに、ワーク 44 の切断動作を統括的に制御するコントローラ 50 を備える。このコントローラ 50 は、前記各ワイヤ繰出し／巻取り装置 12 A、12 B の各ボビン駆動モータ 14 A、14 B を作動させ

てワイヤWを所定方向に高速駆動させ、前記張力検出器 17, 19 が検出するワイヤWの張力に基づいてワイヤ張力調節装置 15 A, 15 B の駆動速度を調節することによりワイヤWの張力を制御する。さらに、このコントローラ 50 は、本発明に係る「制御装置」としての機能を有しており、両ワーク切断部 1 A, 1 B 同士の間には設けられる前記張力検出器 18 (本発明の張力検出器に相当する) による検出値に基づき各ワーク切断部 1 A, 1 B のガイドローラ 10 a, 10 b の回転駆動速度を調節し、ワーク切断部 1 A, 1 B の一方側から他方側に案内されるワイヤWの張力を適正な範囲内に制御する。

[0024] このワーク切断部 1 A, 1 B 間におけるワイヤWの張力制御について、図 2 のフローチャートを用いて説明する。

[0025] ワイヤソーが起動すると、コントローラ 50 は、まず、図外のモータ制御回路に制御信号を出力することにより各ワイヤ繰出し／巻取り装置 12 A, 12 B のボビン 13 A, 13 B を駆動させると共に予め設定された回転数 (回転速度) でワーク切断部 1 A, 1 B のガイドローラ 10 a, 10 b を駆動させる (ステップ S 1, S 3)。

[0026] そして、ガイドローラ 10 a, 10 b の回転速度が目標値に達すると、コントローラ 50 は、張力検出器 18 からの出力信号に基づき、ワーク切断部 1 A, 1 B 間のワイヤWの張力 (張力検出値) が予め設定された許容範囲内の値 (許容値) であるか否かを判断し (ステップ S 5)、ここで YES と判断した場合には、ステップ S 3 に移行する。

[0027] これに対してステップ S 5 で NO と判断した場合には、さらに張力検出値が許容値 (許容範囲内の最低値) より低いかなかを判断し (ステップ S 7)、ここで YES と判断した場合には、コントローラ 50 は、前記モータ制御回路に制御信号を出力し、ワイヤ走行方向下流側に位置するワーク切断部 1 A (又は 1 B) のガイドローラ 10 a, 10 b の回転速度を予め設定された速度分だけ増速させる (ステップ S 9)。具体的には、ワイヤWが前記第 1 走行状態 (図 1 中の実線矢印参照) のときには、第 2 ワーク切断部 1 B のガイドローラ 10 a, 10 b の回転速度を増速させ、第 2 走行状態 (図 1 中の

破線矢印参照)のときには、第1ワーク切断部1Aのガイドローラ10a, 10bの回転速度を増速させる。このようにワーク切断部1A, 1Bのうち下流側に位置するワーク切断部のガイドローラ10a, 10bの回転速度を増速させると、その分ワイヤWが下流側に引っ張られ、これによってワーク切断部1A, 1B間のワイヤWの張力が上昇する。

[0028] この実施の形態では、コントローラ50は、ワーク切断部1A(又は1B)のガイドローラ10a, 10bのうち一方側のガイドローラ10aを主ローラとしてその回転速度を制御し、他方側のガイドローラ10bについてはワイヤ群に弛みが生じないように当該ローラ10bをトルク制御する。

[0029] 一方、ステップS7においてNOと判断した場合、すなわち、張力検出値が許容値(許容範囲内の最高値)より高い場合には、コントローラ50は、モータ制御回路に制御信号を出力し、ワーク切断部1A, 1Bのうちワイヤ走行方向下流側に位置するもの(第2ワーク切断部)のガイドローラ10a, 10bの回転速度を予め設定された速度分だけ減速させる(ステップS11)。このようにワーク切断部1A, 1Bのうち下流側に位置するモータ切断部のガイドローラ10a, 10bの回転速度を減速させると、その分ワークWが緩み、ワーク切断部1A, 1B間のワイヤWの張力が低下することとなる。

[0030] 以上のように、このワイヤソーでは、ワーク切断部1A, 1B間のワイヤWの張力を張力検出器18が検出し、その検出値が許容範囲内にない場合には、その範囲内に収まるようにワイヤWの張力が制御される。しかも、その具体的な手段として、このワイヤソーでは、ワーク切断部1A, 1Bのガイドローラ10a, 10bの回転速度の変更によってワイヤWの張力が調整(変更)されるから、従来のワイヤソー、つまりワイヤの張力を張力検出器で検出しながら専用の張力調整機構(ダンサーローラ)を駆動してワイヤの張力を調整するタイプのワイヤソーに比べ、ワイヤWの張力をより速やかに変化させることができる。すなわち、この実施形態のワイヤソーでは、既に回転駆動されているガイドローラ10a, 10bの回転速度を変更することで

ワイヤWの張力が制御されるから、従来のように通常は動いていない張力調整機構（ダンサ機構）が張力の変動時にはじめて駆動されるワイヤソーに比べ、張力検出器が張力変動を検出してからワイヤ張力が実際に変更されるまでのタイムラグが小さく、その分ワイヤWの張力の修正がより迅速化される。

[0031] 従って、この実施の形態に係るワイヤソーによると、ワーク切断部 1 A, 1 B 間でのワイヤ張力をより適切に許容値の範囲内に保つことができ、その結果、ワイヤWの断線等のトラブルをより確実に防止することが可能となる。

[0032] なお、上述したワイヤソーは、本発明に係るワイヤソーの好ましい実施形態の一例であって、その具体的な構成は、本発明の要旨を逸脱しない範囲で適宜変更可能である。

[0033] 例えば、前記実施形態では、ワーク切断部 1 A, 1 B 間のワイヤWの張力の調整のために、ワーク切断部 1 A, 1 B のうちワイヤ走行方向下流側のもの（本発明に係る「第 2 ワーク切断部」）のガイドローラ（第 2 ガイドローラ）10 a, 10 b の回転速度が変更されるが、ワイヤ走行方向上流側のワーク切断部 1 A（又は 1 B）のガイドローラ 10 a, 10 b の回転速度が変更されても同様の作用効果を享受することができる。

[0034] また、このようにワーク切断部 1 A, 1 B のうちの一方のガイドローラ 10 a, 10 b の回転速度のみを変更する以外に、ワーク切断部 1 A, 1 B 双方のガイドローラ 10 a, 10 b の回転速度が変更されてもよい。例えば、前記許容値に対する張力検出値の偏差が大きい場合には、ワーク切断部 1 A, 1 B 双方のガイドローラ 10 a, 10 b の回転速度を変更することによってより速やかにワイヤ張力を調整することが可能となる。従って、前記許容値に対する張力検出値の偏差が所定値より小さい場合にはワーク切断部 1 A, 1 B の一方側のガイドローラ 10 a, 10 b の回転速度を変更し、前記偏差が所定値以上の場合にはワーク切断部 1 A, 1 B 双方のガイドローラ 10 a, 10 b の回転速度を変更するといった制御が有効である。

[0035] 前記コントローラ 50 は、張力検出器 18 による張力検出値が予め設定された許容値から外れている場合に当該張力検出値と許容値との偏差を「0」にするようなガイドローラ 10a, 10b の回転速度の補正値を演算し、その補正値に基づいてガイドローラ 10a, 10b の回転速度を変更するものでもよい。つまり、張力検出器 18 による張力検出値が予め設定された許容値の範囲内に収まるように前記ガイドローラ 10a, 10b の回転速度がフィードバック制御されてもよい。この制御は前記許容値の範囲内でワイヤ W を駆動することをより確実にする。

[0036] 本発明は、少なくとも第 1 ワーク切断部及び第 2 ワーク切断部を具備するワイヤソーを包括する概念であり、例えば 3 以上のワーク切断部を具備するものも含む。例えば、ワイヤ繰出し装置と第 1 ワーク切断部との間に第 3 のワーク切断部が介在してもよいし、第 2 ワーク切断部とワーク巻取り装置との間に第 3 のワーク切断部が介在してもよい。

[0037] 本発明に係るワイヤソーは、前記の構成に加え、張力変動緩和機構をさらに具備することが好ましい。すなわち、前記のようにワイヤ張力の調整のためにワーク切断部 1A, 1B の少なくとも一方のガイドローラ 10a, 10b の回転速度が変更されると、その直後にワーク切断部 1A, 1B 間のワイヤ長に変動が生じて一時的にワイヤ W に弛みや過緊張が生じ、場合によってはワイヤ W の縫れや断線原因となるおそれがあるが、このようなワイヤ W の弛みや過緊張の発生は、ワイヤ張力の変動を緩和する張力変動緩和機構の具備により回避することが可能である。

[0038] 図 3 は、前記張力変動緩和機構を含むワイヤソーの例を模式的に示している。ここに例示される張力変動緩和機構は、ワーク切断部 1A と張力検出器 18 との間に設けられ、プーリ 53 と、引張コイルばね 54 とを含む。プーリ 53 は、両ワーク切断部 1A, 1B の並び方向と直交する方向（図では水平方向）に変位可能となるように配置され、このプーリ 53 にワイヤ W が掛けられる。引張コイルばね 54 は、このプーリ 53 と、固定された壁等とを連結し、当該引張コイルばね 54 自身の弾性力で前記プーリ 53 を水平方向

（より詳しくは当該プーリ 5 3 がワイヤ W に張力を与える方向）に付勢する。前記ワイヤ W は、前記ワーク切断部 1 A に近い側から順に、ガイドプーリ 2 7、前記張力変動緩和機構のプーリ 5 3、ガイドプーリ 5 2、2 8、張力検出器 1 8 のプーリ 1 8 a 及びガイドプーリ 2 9 に掛けられている。

[0039] このワイヤソーにおいて、ワーク切断部 1 A、1 B 間のワイヤ長が長くなると、引張りコイルばね 5 4 の弾発力によりプーリ 5 3 が引張られる。つまり、図中（－）側にプーリ 5 3 が弾性変位する。これにより、前記ワイヤ長の増大に起因するワイヤ W の弛みが防止される。逆に、ワーク切断部 1 A、1 B 間のワイヤ長が短くなると引張りバネ 5 4 の弾発力に抗して図中（＋）側にプーリ 5 3 が変位する。これにより、前記ワイヤ長の減少に起因するワイヤ W の過緊張が防止される。つまり、ワーク切断部 1 A、1 B 間でのワイヤ長の変動に伴う前記プーリ 5 3 の弾性変位が、当該ワイヤ長の変動に起因するワイヤ張力の変動を有効に緩和する。

[0040] 張力変動緩和機構の「付勢部」は図 3 に示す引張コイルばね 5 4 に限られない。例えば、当該付勢部は、図 4（a）（b）に示すように、前記各ガイドプーリ及びガイドローラの回転中心軸と平行な支軸 5 8 を介して固定壁等に回動可能に支持されるアーム 5 6 と、このアーム 5 6 にその回動方向の付勢力を与えるように前記支軸 5 8 に装着されるねじりコイルばね 5 9 とを備え、前記アーム 5 6 の回動端部に前記プーリ 5 3 が回動可能に支持されるものでもよい。この機構において、前記ねじりコイルばね 5 9 がアーム 5 6 及びプーリ 5 3 を付勢する向きを当該プーリ 5 3 がワイヤ W に張力を与える向き（図 4（a）では（－）側の向き）に設定することで、図 3 に示す例と同様の作用効果を享受することができる。

[0041] 以上のように、本発明は、第 1 のワーク切断部及び第 2 のワーク切断部を有するワイヤソーであって、かつ、両ワーク切断部同士の間における切断用ワイヤの張力を高い応答性で適正に調整することができるものを提供する。このワイヤソーは、切断用ワイヤを繰出すワイヤ繰出し装置と、複数の第 1 ガイドローラ及びこれらの第 1 ガイドローラを回転駆動する第 1 駆動部を有

し、前記ワイヤ繰出し装置から繰り出された切断用ワイヤが前記各第 1 ガイドローラに巻回されることによりワーク切断用のワイヤ群が形成される第 1 ワーク切断部と、複数の第 2 ガイドローラ及びこれらの第 2 ガイドローラを回転駆動する第 2 駆動部を有し、前記第 1 ワーク切断部から導出された前記切断用ワイヤが前記各第 2 ガイドローラに巻回されることによりワーク切断用のワイヤ群が形成される第 2 ワーク切断部と、前記第 2 ワーク切断部から導出された切断用ワイヤを巻き取るワイヤ巻取り装置と、前記第 1 ワーク切断部と前記第 2 ワーク切断部との間における前記切断用ワイヤの張力を検出する張力検出器と、前記第 1 駆動部及び前記第 2 駆動部による前記第 1 ガイドローラ及び前記第 2 ガイドローラの回転駆動速度をそれぞれ調節する制御装置とを備える。この制御装置は、前記張力検出器が検出する張力が所定の範囲内に収まるように前記第 1 ガイドローラ及び前記第 2 ガイドローラのうちの少なくとも一方の回転速度を変更する。

[0042] このワイヤソーでは、第 1 ワーク切断部から第 2 ワーク切断部に至る切断用ワイヤの張力が張力検出器により検出され、これにより検出される張力が所定の範囲内に収まるように第 1 ガイドローラ及び第 2 ガイドローラのうちの少なくとも一方の回転速度が変更される。つまり第 1 ガイドローラの回転速度と第 2 ガイドローラの回転速度との差の調節により切断用ワイヤの張力が速やかに変更される。従って、従来のように、ワイヤ張力の検出後に張力調整機構が始動するものに比べてタイムラグが短縮される。

[0043] 前記制御装置としては、張力検出器による張力検出値と予め設定された許容値との偏差に基づいて前記ガイドローラの回転速度をフィードバック制御するものが、好適である。

[0044] その場合、当該制御装置は、例えば、前記偏差が一定値未満の場合には第 1 ガイドローラ及び第 2 ガイドローラのうちの一方の回転速度のみを変更し、前記偏差が一定値以上の場合には第 1 ガイドローラおよび第 2 ガイドローラの双方の回転速度を変更するものであってもよい。

[0045] また、本発明に係るワイヤソーは、さらに、前記第 1 ワーク切断部から前

記第 2 ワーク切断部に至る切断用ワイヤのワイヤ長の変動に起因するワイヤ張力の変動を緩和する張力変動緩和機構を備えることが、より好ましい。前記のようなガイドローラの回転速度の変更は、第 1 ワーク切断部から第 2 ワーク切断部に至る切断用ワイヤのワイヤ長の変動に伴いワイヤに弛みや過剰な緊張を伴うおそれがあるが、このような張力の変動を緩和する張力変動緩和機構の具備により、当該張力の急変に起因する切断用ワイヤの弛みや過緊張が回避され、当該弛みや当該過緊張に起因した切断用ワイヤの縫れや断線等の発生が未然に防止される。

- [0046] このような張力変動緩和機構としては、前記第 1 ワーク切断部と前記第 2 ワーク切断部との間で前記切断用ワイヤが掛けられるプーリと、このプーリを当該プーリが前記切断用ワイヤに張力を与える方向に弾性的に付勢する付勢部とを含み、前記第 1 ワーク切断部から前記第 2 ワーク切断部に至る切断用ワイヤのワイヤ長の変動に伴う前記プーリの弾性変位によりワイヤ張力の変動を緩和するものが、好適である。

請求の範囲

[請求項1]

切断用ワイヤを用いてワークを切断するワイヤソーであって、
前記切断用ワイヤを繰出すワイヤ繰出し装置と、
複数の第1ガイドローラと、これらの第1ガイドローラを回転駆動する第1駆動部とを有し、前記ワイヤ繰出し装置から繰り出された切断用ワイヤが前記各第1ガイドローラに巻回されることによりワーク切断用のワイヤ群が形成される第1ワーク切断部と、
複数の第2ガイドローラと、これらの第2ガイドローラを回転駆動する第2駆動部とを有し、前記第1ワーク切断部から導出された前記切断用ワイヤが前記各第2ガイドローラに巻回されることによりワーク切断用のワイヤ群が形成される第2ワーク切断部と、
前記第2ワーク切断部から導出された切断用ワイヤを巻き取るワイヤ巻き取り装置と、
前記第1ワーク切断部と前記第2ワーク切断部との間における前記切断用ワイヤの張力を検出する張力検出器と、
前記第1駆動部及び前記第2駆動部による前記第1ガイドローラ及び前記第2ガイドローラの回転駆動速度をそれぞれ調節する制御装置とを備え、この制御装置は、前記張力検出器が検出する張力が所定の範囲内に収まるように前記第1ガイドローラ及び前記第2ガイドローラのうちの少なくとも一方の回転速度を変更する、ワイヤソー。

[請求項2]

請求項1に記載のワイヤソーにおいて、
前記制御装置は、張力検出器による張力検出値と予め設定された許容値との偏差に基いて前記ガイドローラの回転速度をフィードバック制御する、ワイヤソー。

[請求項3]

請求項2に記載のワイヤソーにおいて、
前記制御装置は、前記偏差が一定値未満の場合には第1ガイドローラ及び第2ガイドローラのうちの一方の回転速度のみを変更し、前記偏差が一定値以上の場合には第1ガイドローラおよび第2ガイドロー

ラの双方の回転速度を変更する、ワイヤソー。

[請求項4]

請求項 1 ～ 3 のいずれかに記載のワイヤソーにおいて、

さらに、前記第 1 ワーク切断部から前記第 2 ワーク切断部に至る切断用ワイヤのワイヤ長の変動に起因するワイヤ張力の変動を緩和する張力変動緩和機構を備える、ワイヤソー。

[請求項5]

請求項 4 に記載のワイヤソーにおいて、

前記張力変動緩和機構は、前記第 1 ワーク切断部と前記第 2 ワーク切断部との間で切断用ワイヤが掛けられるプーリと、このプーリを当該プーリが前記切断用ワイヤに張力を与える方向に弾性的に付勢する付勢部とを含み、前記第 1 ワーク切断部から前記第 2 ワーク切断部に至る切断用ワイヤのワイヤ長の変動に伴う前記プーリの弾性変位によりワイヤ張力の変動を緩和する、ワイヤソー。