

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3746498号
(P3746498)

(45) 発行日 平成18年2月15日(2006.2.15)

(24) 登録日 平成17年12月2日(2005.12.2)

(51) Int. Cl.	F I	
GO 1 N 21/892 (2006.01)	GO 1 N 21/892	C
B 2 4 B 27/06 (2006.01)	B 2 4 B 27/06	H
B 2 4 B 49/12 (2006.01)	B 2 4 B 49/12	
B 2 4 D 11/00 (2006.01)	B 2 4 D 11/00	G
B 2 8 D 5/04 (2006.01)	B 2 8 D 5/04	C
請求項の数 3 (全 9 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号	特願2003-273934 (P2003-273934)	(73) 特許権者	000111410 株式会社ノリタケスーパーアブレーション
(22) 出願日	平成15年7月14日(2003.7.14)		福岡県浮羽郡田主丸町大字竹野2 1 0番地
(65) 公開番号	特開2005-37221 (P2005-37221A)	(73) 特許権者	000004293 株式会社ノリタケカンパニーリミテド
(43) 公開日	平成17年2月10日(2005.2.10)		愛知県名古屋市西区則武新町3丁目1番3 6号
審査請求日	平成16年1月21日(2004.1.21)	(74) 代理人	100099508 弁理士 加藤 久
		(72) 発明者	井手 大介 福岡県浮羽郡田主丸町大字竹野2 1 0番地 株式会社ノリタケスーパーアブレーション 内
最終頁に続く			

(54) 【発明の名称】 ワイヤソーの検査方法、ワイヤソーの検査装置及び切断装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

芯線の周囲にボンド材によって砥粒を固着したワイヤソーの検査方法において、前記ワイヤソーを透過した光を用いて前記ワイヤソーの画像を撮影し、撮影されたワイヤソーの画像の明度に基づいて砥粒の輪郭を検知して砥粒の位置を検知することにより、少なくとも前記砥粒の個数、砥粒間隔、砥粒の投影面積を検出して、前記砥粒の分布状態を検査することを特徴とするワイヤソーの検査方法。

【請求項2】

ワイヤソーの長手方向に対して略垂直に配置された光源と、この光源からワイヤソーに照射されて透過する光を用いてワイヤソーの画像を撮影するカメラと、前記画像に基づいて、撮影されたワイヤソーの画像の明度に基づいて砥粒の輪郭を検知して砥粒の位置を検知することにより、少なくとも砥粒の個数、砥粒間隔、砥粒の投影面積を検出してワイヤソーの良否判定を行う演算装置とを備えたワイヤソーの検査装置。

【請求項3】

請求項2記載のワイヤソーの検査装置を備えた切断装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ワイヤソー表面における砥粒の付着状態を検査するためのワイヤソーの検査方法及び検査装置に関する。

【背景技術】**【0002】**

大口径シリコンインゴットからのシリコンウエハのスライシング等を用途として、近年ワイヤソーがよく使用されている。

このワイヤソーの一種としてレジンボンドワイヤソーがあり、高抗張力金属を芯線として用い、ポリアミド、ポリイミド樹脂等の有機材料またはガラス等の無機材料をバインダーとしてこれに砥粒を分散含有させたもので芯線を被覆するという構成のものである。

【0003】

ワイヤソー表面においては、一定量の砥粒がほぼ等しい間隔で規則的に付着していることが理想的であるが、製造上の誤差によって砥粒の付着状態が乱れる場合がある。ワイヤソーは高速で製造されるため、製造途中での検査は困難であり、ワイヤソー表面の砥粒付着状態の検査は、製造後に目視か顕微鏡による観察によって行われていた。しかし、この方法では、検査員によって合否判定基準が変わりやすいため、ワイヤソーの品質を一定水準で管理することが難しく、また、検査に長時間を有するため、生産性の点で問題があった。

10

このような状況を改善するために、ワイヤソーの表面状態を検査するための装置が、特許文献1に開示されている。

【0004】

【特許文献1】特開2003-4646号公報（段落番号0010～0025）

【0005】

20

この検査装置は、硬質砥粒がコーティングされたワイヤソーの製造工程の終端において、コーティングされた砥粒部の輝度と素線表面地肌部の輝度の差が最も大きくなるようにワイヤソーの全周に斜めから複数のスポット照明を当て、全周に均等に配置した複数のCCDカメラによって、ワイヤソーの表面の静止画像を撮像し、その信号を演算装置に入力して砥粒数、砥粒面積等を連続的に計数し、予め設定された閾値と比較してワイヤソーの表面状態の合否判定を行うものである。

【0006】

この装置を用いることによって、ワイヤソーの製造後の目視検査を排し、検査精度の向上と検査工程の高速化を実現できるとともに、製造ロット毎にワイヤソーの表面における砥粒のコーティング状態を記憶させたものを基準に、その後の製造条件の修正を容易にすることができるとされている。

30

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

しかし、この装置では、ワイヤソー表面の砥粒数と砥粒が占める面積については検査できるものの、砥粒の間隔について検査することはできない。ワイヤソーの切断性能は砥粒間隔によって左右されることが多いが、砥粒間隔を検査することができなければ、ワイヤソーの切断性能を良好に保つことはできない。

【0008】

また、上記の検査装置では検査用の光として反射光を用いているため、ワイヤソーの偏芯量を測定することができない。さらに、砥粒の脱落による砥粒数の変化を検出して砥粒の摩耗状態を知ることはできるが、砥粒脱落前であれば摩耗していても砥粒が残存しているため、砥粒が存在していると判定してしまい、砥粒の摩耗状態（砥粒摩滅や偏摩耗）を知ることはできない。

40

【0009】

本発明は、このような事情を考慮してなされたもので、砥粒間隔を検出してワイヤソーの切断性能を良好に保つとともに、ワイヤソー表面の摩耗状態や偏摩耗等の異常摩耗を検出できるようにして、ワイヤソーの切味低下や断線を未然に防止して、高い加工性能を有するワイヤソーを安定して製造することを可能とするワイヤソーの検査方法及び検査装置を提供することを目的とする。

50

【課題を解決するための手段】**【0010】**

以上の課題を解決するために、本発明のワイヤソーの検査方法は、芯線の周囲にボンド材によって砥粒を固着したワイヤソーの検査方法において、前記ワイヤソーを透過した光を用いて前記ワイヤソーの画像を撮影し、少なくとも前記砥粒の個数、砥粒間隔、砥粒の投影面積を検出して、前記砥粒の分布状態を検査することを特徴とする。

【0011】

ワイヤソーの切断性能は砥粒間隔によって左右されることが多いが、本発明によると、砥粒間隔を検出することができるため、切断性能に問題を生じるワイヤソーが製造されることを防止することができ、ワイヤソーの品質を高めることができる。

10

また、砥粒数と砥粒の投影面積を検出できるため、砥粒の脱落を検出できるばかりでなく、砥粒の摩滅状態を検出することができ、偏摩耗等の異常摩耗を検知して、切味低下や断線を未然に防止することができる。

【0012】

前記砥粒の個数、砥粒間隔、砥粒の投影面積の検出は、撮影されたワイヤソーの画像の明度に基づいて砥粒の輪郭を検知して砥粒の位置を検知することにより行うことができる。ワイヤソーを透過する光の透過率は、砥粒とボンド材とで異なるため、画像の明度に基づいて砥粒の位置を検知することによって、正確に砥粒位置を検知することができる。

【0013】

本発明のワイヤソーの検査装置は、ワイヤソーの長手方向に対して略垂直に配置された光源と、この光源からワイヤソーに照射されて透過する光を用いてワイヤソーの画像を撮影するカメラと、前記画像に基づいて少なくとも砥粒の個数、砥粒間隔、砥粒の投影面積を検出してワイヤソーの良否判定を行う演算装置とを備えたことを特徴とする。

20

【0014】

この検査装置では、ワイヤソーを透過する光の透過率が砥粒とボンド材とで異なることに基づいて砥粒の位置を検知しているため、正確に砥粒位置を検知することができる。そのため、砥粒の個数、砥粒間隔、砥粒の投影面積を精度よく検出することができ、砥粒の分布を適正なものとして切断性能に優れたワイヤソーを得ることができるとともに、砥粒の脱落や摩耗状態を検知してワイヤソーの切味低下や断線を防止することが可能なワイヤソーの検査装置を実現することができる。

30

【0015】

本発明の切断装置は、上記のワイヤソーの検査装置を備えたことを特徴とし、この検査装置によって検出された砥粒の摩耗状態にあわせた切断条件を設定して切断することが可能となるため、切断効率を高めることができる。

【発明の効果】**【0016】**

本発明によると、以下の効果を奏することができる。

(1) ワイヤソーを透過した光を用いてワイヤソーの画像を撮影し、少なくとも砥粒の個数、砥粒間隔、砥粒の投影面積を検出して、砥粒の分布状態を検査することにより、切断性能に問題を生じるワイヤソーが製造されることを防止することができ、ワイヤソーの品質を高めることができる。

40

また、砥粒数と砥粒の投影面積を検出できるため、砥粒の脱落を検出できるばかりでなく、砥粒の摩滅状態を検出することができ、偏摩耗等の異常摩耗を検知して、切味低下や断線を未然に防止することができる。

【0017】

(2) 砥粒の個数、砥粒間隔、砥粒の投影面積の検出を、撮影されたワイヤソーの画像の明度に基づいて砥粒の輪郭を検知して砥粒の位置を検知して行うことにより、正確に砥粒位置を検知することができる。

【0018】

(3) ワイヤソーの長手方向に対して略垂直に配置された光源と、この光源からワイヤソ

50

ーに照射されて透過する光を用いてワイヤソーの画像を撮影するカメラと、前記画像に基づいて少なくとも砥粒の個数、砥粒間隔、砥粒の投影面積を検出してワイヤソーの良否判定を行う演算装置とを備えたことにより、砥粒の個数、砥粒間隔、砥粒の投影面積を精度よく検出することができ、砥粒の分布を適正なものとして切断性能に優れたワイヤソーを得ることができるとともに、砥粒の脱落や摩耗状態を検知してワイヤソーの切味低下や断線を防止することが可能なワイヤソーの検査装置を実現することができる。

【0019】

(4) 切断装置に本発明のワイヤソーの検査装置を備えることにより、検査装置によって検出された砥粒の摩耗状態にあわせた切断条件を設定して切断することが可能となるため、切断装置の切断効率を高めることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0020】

以下、本発明をその実施の形態に基づいて説明する。

図1を用いて、本発明のワイヤソーの検査装置について説明する。

図1において、ワイヤソー1の長手方向に対して垂直な2軸方向に、CCDカメラ2が配置され、このCCDカメラ2に対向してワイヤソー1を挟んでLED光源3が配置されている。CCDカメラ2にはカメラ用電源4が接続され、LED光源3にはLED光源用電源5が接続されている。2つのカメラ用電源4にはカメラ切替器6が接続され、カメラ切替器6と2つのLED光源3は制御装置7に接続され、制御装置7は演算装置8に接続されている。演算装置8には、その周辺機器としてのディスプレイ9、キーボード10、およびマウス11が接続されている。

【0021】

この検査装置においては、CCDカメラ2によってワイヤソー1の静止画像が撮影されるが、この際にLED光源3によってワイヤソー1に対して光が照射される。従って、CCDカメラ2はワイヤソー1を透過した光を用いてワイヤソー1の静止画像を撮影する。カメラ切替器6によって、2つのCCDカメラ2のうちいずれを選択するかが切り替えられ、制御装置7によってカメラ用電源4、LED光源用電源5のオン/オフと、カメラ切替器6の切替が制御される。ワイヤソー1の静止画像は演算装置8に取り込まれ、そのデータが処理されてワイヤソーの良否が判定される。

【0022】

上記の検査装置を用いたワイヤソーの検査方法について以下に説明する。

図2(a)に、CCDカメラ2によって撮影されたワイヤソー1の静止画像の一例を示す。ワイヤソー1は、芯線21の周囲にボンド材22を用いて砥粒23を固着してなるものであるが、この検査方法においてはまず、画像の明度を読み取って、明度が大きく変化する位置に曲線Iを引く。この曲線Iはワイヤソー1と空間との境界であると判断できるため、曲線Iの立ち上がり部をワイヤソー1の両端と定義し、この両端から等距離の点を通ってワイヤソーの長手方向に直線Iを引き、この直線Iをワイヤソー1の中心線とする。次に、砥粒23の輪郭部の明度を基準値として設定し、この明度を持つ点を繋いで曲線IIを引き、砥粒23の輪郭線とする。

【0023】

図2(b)は、図2(a)の部分拡大図であり、曲線IIより芯線側に、砥粒23をワイヤソー1の長手方向に貫く直線II(この直線IIは、曲線IIの回帰直線となる)を引き、この直線IIに平行であって、直線Iから曲線IIまでの距離が最大となる点を結ぶ直線IIIと、直線Iから曲線IIまでの距離が最小となる点を結ぶ直線IVを引く。

【0024】

直線IIに平行であって、砥粒23を最も多く含むように直線Vを引き(図2(b)では、曲線IIに囲まれた部分のみを表示)、この直線Vに垂直に、直線IIIから直線IVまでの間に直線VIを引く。この直線VIは、検出された砥粒23のほぼ中心となる位置に引かれるため、直線VIの数によって砥粒数を検出することができ、隣り合う直線VIの間隔によって砥粒間隔を検出することができる。

10

20

30

40

50

【 0 0 2 5 】

図3に基づいて、上記の方法により検出される砥粒数と砥粒間隔から、ワイヤソーの良否判定を行うプロセスについて説明する。

図3は、ワイヤソー1が、芯線21の周囲に複数の砥粒23（斜線を引いて示す）が固着されて形成されている様子を模式的に示しており、ワイヤソー1の外径を W 、ワイヤソー1の左側の砥粒23の厚さを W_L 、ワイヤソー1の右側の砥粒23の厚さを W_R としている。また、各砥粒の投影面積を S_{L1} 、 S_{R1} 等とし、砥粒間隔を L_{L1} 、 L_{R1} 等としている。この検査方法は、以下のステップに従って実行される。

【 0 0 2 6 】

ステップ1

まず、砥粒数が閾値以上であるかについて判定する。ここでは、ワイヤソー1の長手方向について長さ L の部分に、左右それぞれに砥粒23が5個ずつ固着されているものを示しており、たとえば、長さ L の部分に固着されている砥粒数が5個以上であるものを良品と判定する。この判定は、ワイヤソーの左側、右側のいずれについても行い、

左側の砥粒数 5

右側の砥粒数 5

のとき良と判定してステップ2に進み、それ以外るときは不可と判定して砥粒数を赤で表示して検査を終了する。

【 0 0 2 7 】

ステップ2

砥粒を含むボンド層の厚さとワイヤソーの外径との比率を判定する。ワイヤソー1の外径 W に対する、左側の砥粒23の厚さ W_L と、右側の砥粒23の厚さ W_R との和の比が0.55以上であるとき、すなわち

$$(W_L + W_R) / W \geq 0.55$$

を満たすとき良と判定してステップ3に進み、0.55より小さいときは不可と判定してその数値を赤で表示して検査を終了する。

【 0 0 2 8 】

ステップ3

芯線21の右側と左側での砥粒23を含むボンド層の厚さの偏りについて判定する。左側の砥粒23の厚さ W_L と、右側の砥粒23の厚さ W_R との比が、0.9以上であれば良と判定してステップ3に進み、0.64以上0.9未満であれば可と判定してステップ3に進む。すなわち、

$W_L \leq W_R$ のとき、

$W_R / W_L \geq 0.9$: 良の判定

$0.64 \leq W_R / W_L < 0.9$: 可の判定

$W_L < W_R$ のとき、

$W_L / W_R \geq 0.9$: 良の判定

$0.64 \leq W_L / W_R < 0.9$: 可の判定

とし、それ以外るときは不可と判定してその数値を赤で表示して検査を終了する。

【 0 0 2 9 】

ステップ4

砥粒層中での砥粒の投影面積が閾値以上であるかについて判定する。砥粒層におけるボンド材の厚みが、左側において W_L 、右側において W_R であるとする、砥粒層の投影面積は図示する部分について左側で $L \times W_L$ 、右側で $L \times W_R$ である。この砥粒層の投影面積に対して、砥粒の投影面積の総和の比をとって、

$$0.19 \leq (S_{L1} + S_{L2} + S_{L3} + S_{L4} + S_{L5}) / (L \times W_L) \leq 0.62$$

$$0.19 \leq (S_{R1} + S_{R2} + S_{R3} + S_{R4} + S_{R5}) / (L \times W_R) \leq 0.62$$

の条件を満たすときには良と判定してステップ5に進み、それ以外るときは不可と判定してその数値を赤で表示して検査を終了する。

以上のステップ1からステップ4までは前処理段階の検査工程であり、固着している砥

10

20

30

40

50

粒数が十分でないものや、砥粒層が偏芯しているものを排除することによって、砥粒間隔の良否判定に誤判定が生じるのを防ぐために設けたものである。

【0030】

ステップ5

図2における直線VIの間隔を検出することによって得られる砥粒間隔の標準偏差について判定を行い、砥粒の分散状態についての良否を判定する。

砥粒間隔の標準偏差は、芯線を挟んで右側の砥粒と左側の砥粒のいずれもが良と判定される条件を満たしているときに良と判定される。すなわち、左側の砥粒間隔を総称して L_L とし、右側の砥粒間隔を総称して L_R としたときに、

L_L の標準偏差 25、かつ L_R の標準偏差 25

のときに良と判定し、この範囲を除いて

L_L の標準偏差 70、かつ L_R の標準偏差 70

のときに可と判定する。

なお、以上の標準偏差における数値は、静止画像における画素数を意味しており、これらの数値の単位は画素のドット数となる。

【0031】

以上のステップによって良と判定された場合には、そのままワイヤソーの製造が続けられる。可と判定された場合には、あらかじめ設定された回数だけ「可」の判定が連続した場合は、警報を鳴らし、装置停止等の処置がなされる。また、不可と判定されたときには、検査終了後に、警報を鳴らし、装置停止の処置がなされる。

なお、上記の説明における数値は一例であって、上記のものに限定されず、必要に応じて適宜定めることができる。

【0032】

上記の測定に使用される光として、例えば可視光の波長領域(波長400nm~700nm)の光を用いることができる。ボンド材の光透過度は80%以上であることが好ましい。ボンド材の光透過度が80%未満であると、光透過度が低いために、ワイヤソーを透過した光を用いて芯線と砥粒層との位置関係を測定することが困難になるからである。

また、測定に使用できる光源としては、蛍光灯、ハロゲンランプ、LED等の白色光を用いることができる。

【0033】

図4に、上述したワイヤソーの検査装置を用いた切断装置の構成の一例を示す。

切断装置30において、巻出しボビン31から供給されたワイヤソー1は、プリー32により進行方向及び通過位置が変えられて、クーラントノズル33を備えた2つのガイドローラ34に巻き取られる。その結果、2つのガイドローラ34の間にその長手方向に沿ってワイヤソー1が間隔をおいて複数箇所には張られた状態となる。

【0034】

この構成によってワイヤソー1は、2つのガイドローラ34間で揺動し、このワイヤソー1に対して、被切断材35を固定するためのブロック36によって固定された被切断材35が押し付けられることによって、被切断材35が複数箇所では切断される。

【0035】

ガイドローラ34を通過したワイヤソー1に対して、ワイヤソー検査装置37が配置されてワイヤソー1の砥粒の状態が検査された後、ワイヤソー1はプリー32によって、進行方向及び通過位置が変えられて巻取りボビン38によって巻き取られて回収される。

【0036】

ワイヤソー1は巻出しボビン31から順次新線が供給されて被切断材35を切断するため、巻取りボビン38に近い側ほどワイヤソー1の摩耗が激しくなる。この実施形態においては、ワイヤソー検査装置37を、ガイドローラ34より巻取りボビン38側に配置することにより、被切断材35の切断によって生じたワイヤソー1の摩耗状態を検査することができ、摩耗による切味の低下や断線を未然に防止することができる。

【0037】

また、ワイヤソー 1 の摩耗状態は、巻出しボビン 3 1 からの新線の供給速度によって影響を受け、供給速度が小さいとワイヤソー 1 の摩耗が激しくなる。そのため、ワイヤソー検査装置 3 7 の検査結果に基づいて供給速度を調整することで、ワイヤソー 1 の摩耗状態にあわせた切断条件を設定して切断することが可能となるため、切断効率を高めることができる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 3 8 】

【図 1】本発明のワイヤソーの検査装置の一例を示す図である。

【図 2】C C D カメラによって撮影されたワイヤソーの静止画像の一例を示す図である。

【図 3】芯線の周囲に複数の砥粒が固着されてワイヤソーが形成されている様子を模式的に示す図である。 10

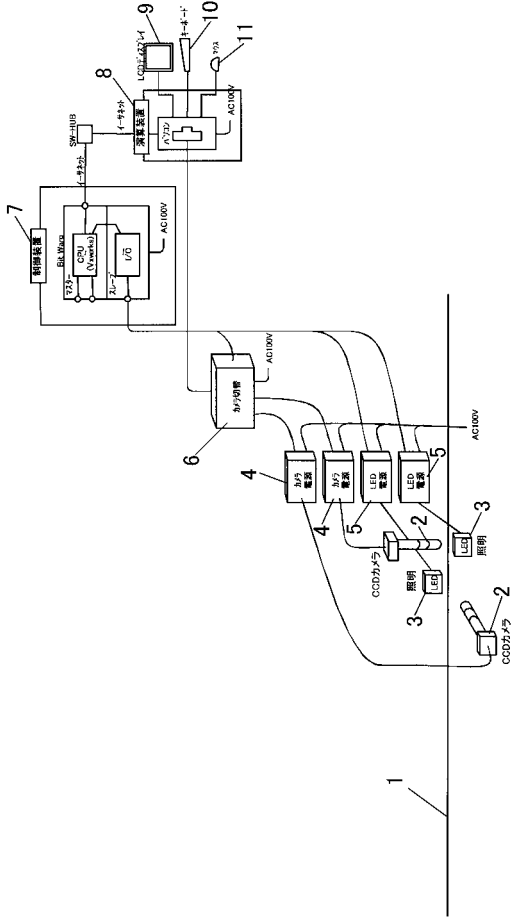
【図 4】本発明の切断装置の一例を示す図である。

【符号の説明】

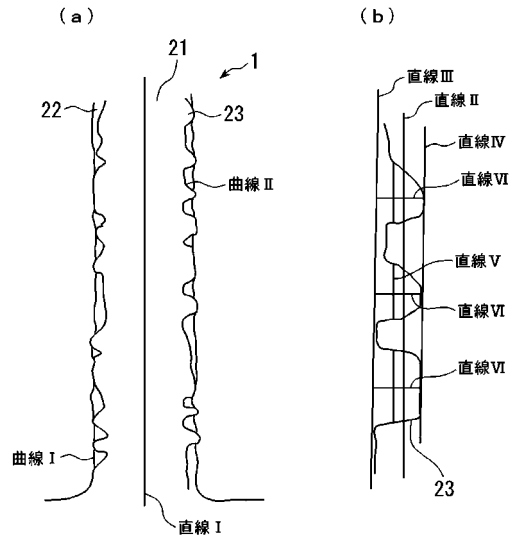
【 0 0 3 9 】

- | | | |
|-----|-------------|----|
| 1 | ワイヤソー | |
| 2 | C C D カメラ | |
| 3 | L E D 光源 | |
| 4 | カメラ用電源 | |
| 5 | L E D 光源用電源 | |
| 6 | カメラ切替器 | 20 |
| 7 | 制御装置 | |
| 8 | 演算装置 | |
| 9 | ディスプレイ | |
| 1 0 | キーボード | |
| 1 1 | マウス | |
| 2 1 | 芯線 | |
| 2 2 | ボンド層 | |
| 2 3 | 砥粒 | |
| 3 0 | 切断装置 | |
| 3 1 | 巻出しボビン | 30 |
| 3 2 | プーリー | |
| 3 3 | クーラントノズル | |
| 3 4 | ガイドローラ | |
| 3 5 | 被切断材 | |
| 3 6 | ブロック | |
| 3 7 | ワイヤソー検査装置 | |
| 3 8 | 巻取りボビン | |

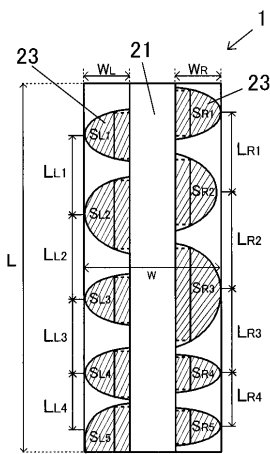
【図1】



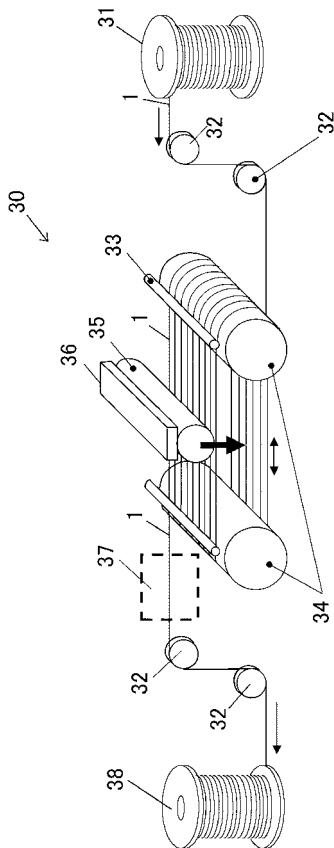
【図2】



【図3】



【図4】



フロントページの続き

(51) Int.Cl. F I
G 0 1 B 11/00 (2006.01) G 0 1 B 11/00 H
H 0 1 L 21/304 (2006.01) H 0 1 L 21/304 6 1 1 W

(72) 発明者 峠 直樹
福岡県浮羽郡田主丸町大字竹野 2 1 0 番地 株式会社ノリタケスーパーアブレーション内

審査官 田邊 英治

(56) 参考文献 特開平 0 3 - 1 9 7 1 1 6 (J P , A)
特開平 0 9 - 2 7 3 9 1 7 (J P , A)
特開 2 0 0 3 - 0 0 4 6 4 6 (J P , A)
特開平 0 8 - 1 7 4 4 0 2 (J P , A)

(58) 調査した分野(Int.Cl. , DB名)
G 0 1 N 2 1 / 8 4 - 2 1 / 9 5 8
G 0 1 B 1 1 / 0 0 - 1 1 / 3 0