

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2014-108472  
(P2014-108472A)

(43) 公開日 平成26年6月12日(2014.6.12)

(51) Int.Cl. F I テーマコード (参考)  
**B 2 4 D 3/00 (2006.01)** B 2 4 D 3/00 3 4 0 3 C 0 6 3  
**B 2 4 D 11/00 (2006.01)** B 2 4 D 11/00 G

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願2012-263196 (P2012-263196)  
 (22) 出願日 平成24年11月30日(2012.11.30)

(71) 出願人 000004293  
 株式会社ノリタケカンパニーリミテド  
 愛知県名古屋市西区則武新町3丁目1番3  
 6号  
 (74) 代理人 100099508  
 弁理士 加藤 久  
 (74) 代理人 100093285  
 弁理士 久保山 隆  
 (72) 発明者 川原 彰広  
 愛知県名古屋市西区則武新町3丁目1番3  
 6号 株式会社ノリタケカンパニーリミテ  
 ド内

最終頁に続く

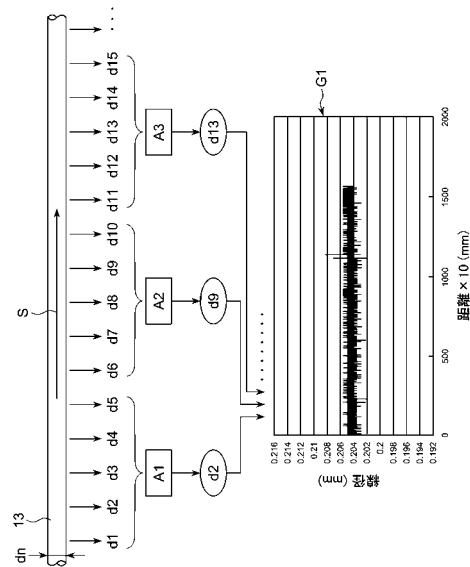
(54) 【発明の名称】 ワイヤ工具検査方法

(57) 【要約】

【課題】ワイヤ工具の製造工程などにおいて、芯線の外周に形成された固着層の状態をワイヤ工具の全長に亘って迅速かつ正確に検査することができる検査方法を提供する。

【解決手段】ワイヤ工具検査方法においては、長手方向(矢線S方向)に搬送されるワイヤ工具13に対してレーザー光を所定の時間間隔で照射して当該ワイヤ工具13の線径 $d_n$ を測定し、その測定値 $d_1 \sim d_{15}, \dots$ を情報処理装置へ送信し、情報処理装置70においては、レーザ測定装置から送信された複数の測定値 $d_1 \sim d_{15}, \dots$ を所定周期ごとに区切って、所定個数の測定値からなる測定値群A1, A2, A3, ...を順次形成し、各測定値群A1, A2, A3, ...に含まれる複数の測定値の中から最小測定値(例えば、 $d_1, d_9, d_{13}$ )を順次抽出し、これらの最小測定値(線径: mm)とワイヤ工具13の移動距離(m)との相関関係を算出し、グラフG1として出力する。

【選択図】 図2



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

レジン若しくは金属の固着層によって芯線の外周面に砥粒が固着されたワイヤ工具を長手方向に搬送しながらレーザ光を所定の時間間隔で照射して当該ワイヤ工具の外径を測定する工程と、これによって得られる複数の測定値を所定周期ごとに区切って測定値群を順次形成する工程と、前記測定値群に含まれる複数の測定値の中から最小測定値を順次抽出する工程とを備えたことを特徴とするワイヤ工具検査方法。

**【請求項 2】**

前記最小測定値と前記芯線の外径との差に基づいて前記固着層の厚さを算出する工程を設けた請求項 1 記載のワイヤ工具検査方法。

10

**【請求項 3】**

前記最小測定値が所定の基準値未満になると、前記ワイヤ工具の搬送を停止する緊急停止手段若しくは警報を発する警告手段の少なくとも一方を備えたワイヤ工具検査方法。

**【請求項 4】**

前記ワイヤ工具の搬送速度が  $10\text{ m/min} \sim 40\text{ m/min}$  であり、前記レーザ光を照射する時間間隔が  $0.1\text{ ms} \sim 1\text{ ms}$  である請求項 1～3 のいずれかに記載のワイヤ工具検査方法。

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】****【0001】**

本発明は、太陽電池用シリコン、半導体用シリコン、磁性体、サファイヤ、SiC などのインゴットをスライス加工する際に使用されるワイヤ工具に関する。

20

**【背景技術】****【0002】**

太陽電池用シリコンや半導体用シリコンなどのインゴットのスライス加工に使用されるワイヤ工具としては、砥粒をレジンをボンディングによって固着したレジンワイヤ工具と、砥粒を電着によって固定した電着ワイヤ工具と、が代表的である。例えば、特許文献 1, 2 などに記載されている電着ワイヤ工具は、砥粒保持力が強く、加工効率が高いなどの優れた特徴を有している。

**【0003】**

一般に、砥粒を固着している固着層の厚さは、砥粒の突出量と背反関係にあり、固着層の厚さが増大するほど、砥粒の突出量が減少し、ワイヤ工具の切れ味が低下する傾向があるので、製造工程においては固着層の厚さを管理する必要があるが、実際には固着層の厚さを正確に特定するのは極めて困難である。

30

**【0004】**

例えば、電着ワイヤ工具の外径をノギスやマイクロメータで測定した場合、ワイヤ工具の外周には砥粒が存在するので、その測定値は芯線と砥粒との合算値となり、固着層の厚さを正確に特定することができない。そこで、砥粒が固着されていない芯線の外径をマイクロメータで測定し、メッキ工程で印加される総電流量を算出し、これらに基づいて固着層の厚さを算定している。

40

**【0005】**

しかしながら、芯線の外周に砥粒を固着すると、メッキされる表面積が大きく変わってしまい、砥粒数の増大に伴って固着層の厚さは減少するので、電着層の厚さを正確に測定できないのが実状である。

**【0006】**

固着層の厚さを測定する方法としては、ワイヤ工具の断面をクロスセクションポリシャなどの加工機で加工して測定する方法があるが、多大な手間と時間を要するので、ワイヤ工具の製造工程において採用することはできない。また、前記測定方法は、所謂、破壊試験であるため被測定物であるワイヤ工具を切断して測定する必要があるが、製品として出荷する前のワイヤ工具を測定する場合、切断できる個所はその初期部分や終期部分(ワ

50

イヤ工具の先端部分や終端部分)に限られるので、全長が1kmを超えるワイヤ工具の検査方法としては不適である。

【0007】

一方、本発明に関連すると思料されるワイヤ工具の検査技術が、例えば、「固定砥粒付ワイヤソーのワイヤ径検出装置」に係る特許文献3あるいは「ワイヤソー」に係る特許文献4などにおいて提案されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0008】

【特許文献1】特開昭53-14489号公報

10

【特許文献2】特許第4157724号公報

【特許文献3】特開平11-188599号公報

【特許文献4】特開2005-074599

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

特許文献3に記載されている検査技術は、被加工物の切断作業中のワイヤ工具の外径を測定することにより、ワイヤ工具の摩耗状態を把握するためのものであるため、ワイヤ工具の製造工程の検査には不向きである。

【0010】

20

また、特許文献4に記載された検査技術は、ワイヤ工具を構成する砥粒の個数と分散性を評価することを目的としているため、ワイヤ工具の製造工程における固着層の管理手段として使用することは困難である。

【0011】

そこで、本発明が解決しようとする課題は、ワイヤ工具の製造工程などにおいて、芯線の外周に形成された固着層の状態をワイヤ工具の全長に亘って迅速かつ正確に検査することができる検査方法を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0012】

本発明のワイヤ工具検査方は、レジン若しくは金属の固着層によって芯線の外周面に砥粒が固着されたワイヤ工具を長手方向に搬送しながらレーザ光を所定の時間間隔で照射して当該ワイヤ工具の外径を測定する工程と、これによって得られる複数の測定値を所定周期ごとに区切って測定値群を順次形成する工程と、前記測定値群に含まれる複数の測定値の中から最小測定値を順次抽出する工程とを備えたことを特徴とする。

30

【0013】

ここで、前記最小測定値と前記芯線の外径との差に基づいて前記固着層の厚さを算出する工程を設けることが望ましい。

【0014】

また、前記最小測定値が所定の基準値未満になると、前記ワイヤ工具の搬送を停止する緊急停止手段若しくは警報を発する警告手段の少なくとも一方を備えることが望ましい。

40

【0015】

一方、前記ワイヤ工具の搬送速度を10m/min~40m/minとし、前記レーザ光を照射する時間間隔を0.1ms~1msとすることができる。

【発明の効果】

【0016】

本発明により、ワイヤ工具の製造工程などにおいて、芯線の外周に形成された固着層の状態をワイヤ工具の全長に亘って迅速かつ正確に検査することができる検査方法を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0017】

50

【図 1】本発明の実施形態であるワイヤ工具検査方法が使用されるワイヤ工具製造設備の一部省略概要図である。

【図 2】図 1 示すワイヤ工具製造設備にて使用されるワイヤ工具検査方法によって得られる測定値の処理過程を示す図である。

【図 3】図 1 に示すワイヤ工具検査方法によって得られた検査データを示すグラフである。

【発明を実施するための形態】

【0018】

以下、図面に基づいて本発明の実施形態について説明する。図 1 に示すように、ワイヤ工具製造設備 100 は、原材料である芯線 10 を連続的に繰り出すドラム 20 と、芯線 10 に下地メッキを施すメッキ槽 30 と、下地メッキが施された芯線 11 の外周に砥粒を固着する砥粒固着槽 40 と、外周に砥粒が固着された芯線 12 にメッキを施して砥粒を含む固着層を形成するメッキ槽 50 と、砥粒を含む固着層が形成された後、長手方向（矢線 S 方向）に搬送されるワイヤ工具 13 に対してレーザ光 L を所定の時間間隔で照射して当該ワイヤ工具 13 の外径を測定するレーザ測定装置 60 と、レーザ測定装置 60 で測定されたデータを処理する情報処理装置 70 と、砥粒を含む固着層が形成され製品となったワイヤ工具 13 を巻き取るドラム 80 と、を備えている。

【0019】

また、ワイヤ工具製造設備 100 は、メッキ槽 50 において、砥粒を含む固着層が形成された後、長手方向（矢線 S 方向）に搬送されるワイヤ工具 13 の外観を間歇的に撮影するカメラ 90 と、カメラ 90 で撮影された画像を解析する画像解析装置 91 と、情報処理装置 70 から送信される非常信号を受信してドラム 20 の芯線供給を停止する緊急停止手段 71 と、緊急停止手段 71 と連動して警報音及び警報光を発する警報手段 72 と備えている。なお、図 1 に示すワイヤ工具製造設備 100 においては、芯線 10 に対する前処理工程（脱脂、酸洗いなど）や後処理工程（洗浄など）などを省略している。

【0020】

本実施形態のワイヤ工具検査方法においては、前述したように、レーザ測定装置 60 は、長手方向（矢線 S 方向）に搬送されるワイヤ工具 13 に対してレーザ光 L を所定の時間間隔で照射して当該ワイヤ工具 13 の線径  $d_n$  を測定し、その測定値  $d_1 \sim d_{15}, \dots$  を情報処理装置 70 へ送信する。

【0021】

情報処理装置 70 においては、レーザ測定装置 60 から送信された複数の測定値  $d_1 \sim d_{15}, \dots$  を所定周期ごとに区切って、所定個数の測定値からなる測定値群  $A_1, A_2, A_3, \dots$  を順次形成し、各測定値群  $A_1, A_2, A_3, \dots$  に含まれる複数の測定値の中から最小測定値（例えば、 $d_1, d_9, d_{13}$ ）を順次抽出し、これらの最小測定値（線径：mm）とワイヤ工具 13 の移動距離（m）との相関関係を算出し、図 2 に示すようなグラフ G1 として出力する。

【0022】

芯線 13 の外径、ワイヤ工具 13 における固着層の厚さ、レーザ光 L の照射間隔、前記測定値群に含まれる測定値の個数などについては限定しないが、本実施形態では、搬送速度（15 m/min）で長手方向（矢線 S 方向）に搬送される芯線 12（外径 180  $\mu$ m）の外周に、メッキ槽 50 にて、厚さ 12  $\mu$ m の固着層（メッキ層）が形成されるように電流を印加して形成されたワイヤ工具 13 に対して、レーザ光 L を約 0.28 ms 間隔（3600 回/秒）で照射して当該ワイヤ工具 13 の線径を測定し、その測定値を連続的に情報処理装置 70 へ送信する。

【0023】

情報処理装置 70 においては、レーザ測定装置 60 から送信された複数の測定値を一定周期 0.25 秒ごとに区切って 896 個の測定値からなる測定値群を順次形成し、各測定値群に含まれる 896 個の測定値の中から最小測定値を順次抽出し、これを線径（mm）とし、ワイヤ工具 13 の移動距離（m）と線径（mm）との関係に基づいてグラフ G1 を

10

20

30

40

50

形成している。

【 0 0 2 4 】

ワイヤ工具 1 3 の製造開始から終了に至るまで、レーザ測定装置 6 0 によるワイヤ工具 1 3 の線径測定を行い、その測定値を情報処理装置 7 0 で処理してグラフ G を出力することにより、ワイヤ工具 1 3 の製造工程において、芯線 1 1 の外周に形成された固着層の状態（固着層の厚さ）をワイヤ工具 1 3 の全長に亘って迅速かつ正確に検査することができる。

【 0 0 2 5 】

グラフ G 1 により、ワイヤ工具 1 3 の平均最小線径は 2 0 4 . 4  $\mu\text{m}$  であり、標準偏差 0 . 3 であることが分かる。即ち、ワイヤ工具 1 3 の固着層（メッキ層）の厚さは 1 2 . 2  $\mu\text{m}$  であり、メッキ槽 5 0 にて印加する電流に基づく計算上の固着層（メッキ層）の厚さ 1 2  $\mu\text{m}$  と略一致しているため、ワイヤ工具検査方法により、正確な測定を行うことができると判断することができる。

10

【 0 0 2 6 】

一方、図 3 に示すグラフ G 2 は、その他のワイヤ工具の製造工程にて前述したワイヤ工具検査方法を実施して得られたものであるが、製造作業中の人為的なミスにより、メッキ槽 5 0（図 1 参照）の運転が一時停止したとき、グラフ G 2 中のそれに対応する部分に、ワイヤ工具の線径が著しく減少したことを示す部分（矢線 P で示す部分）が現れているのが分かる。このように、ワイヤ工具の製造工程において本発明のワイヤ工具検査方法を実施することにより、砥粒固着層の厚さを常時監視することができるので、品質管理を徹底

20

【 0 0 2 7 】

また、図 1 に示すように、メッキ槽の運転停止などにより、グラフ G 1 中の最小測定値が所定の基準値未満になると、ワイヤ工具 1 3 の搬送を停止する緊急停止手段 7 1 を設けているので、不良品が多量に発生するのを防止することができる。また、緊急停止手段 7 1 と連動して警報音及び警報光を発する警告手段 7 2 を設けているため、緊急事態が発生したとき、迅速に対応することができる。

【 0 0 2 8 】

なお、図 1 ~ 図 3 に基づいて説明した実施形態は本発明の一例を示すものであり、本発明のワイヤ工具検査方法は前述した実施形態に限定されない。

30

【 産業上の利用可能性 】

【 0 0 2 9 】

本発明は、太陽電池用シリコンや半導体用シリコンなどのインゴットをスライス加工する際に使用されるワイヤ工具の製造業の分野において広く利用することができる。

【 符号の説明 】

【 0 0 3 0 】

1 0 , 1 1 , 1 2 芯線

1 3 ワイヤ工具

2 0 , 8 0 ドラム

3 0 , 5 0 メッキ槽

4 0 砥粒固着槽

6 0 レーザ測定装置

7 0 情報処理装置

7 1 緊急停止手段

7 2 警報手段

9 0 カメラ

9 1 画像解析装置

d n 外径

d 1 ~ d 1 5 測定値

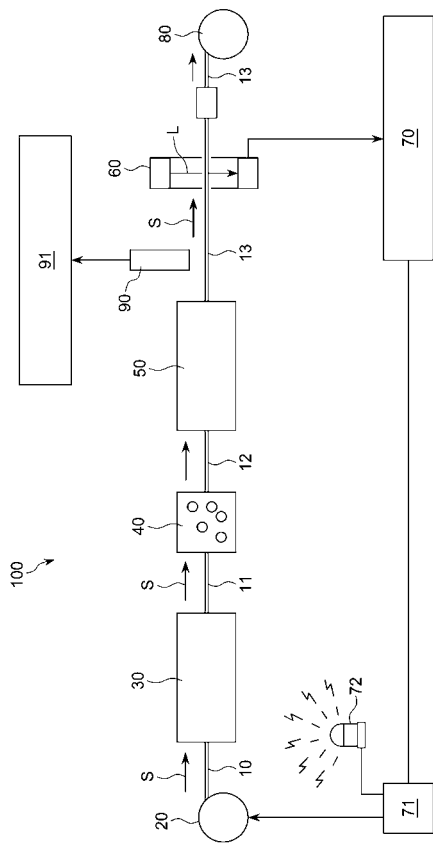
A 1 , A 2 , A 3 測定値群

40

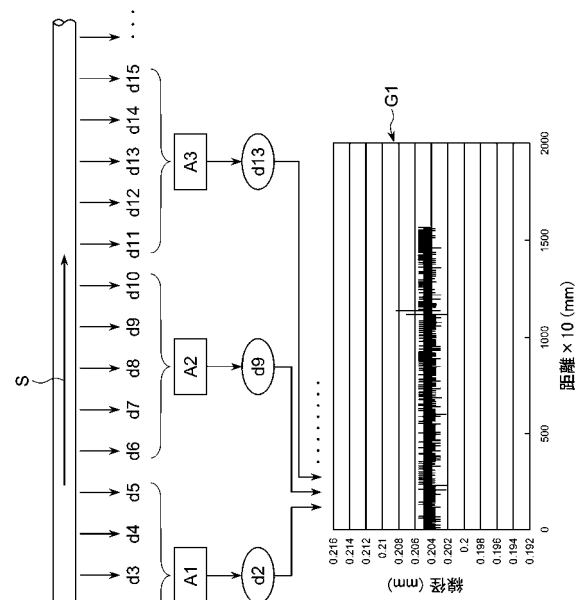
50

d 2 , d 9 , d 1 3 最小測定値  
 G 1 , G 2 グラフ  
 L レーザ光

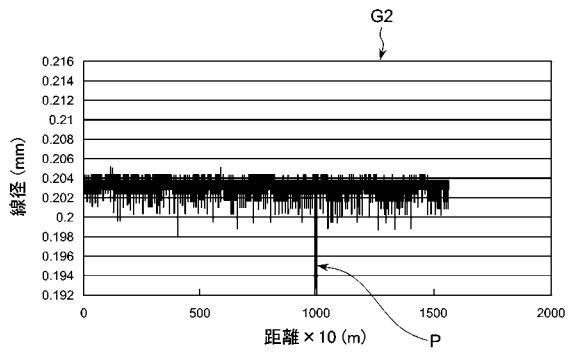
【 図 1 】



【 図 2 】



【 図 3 】



---

フロントページの続き

(72)発明者 近藤 庸市

愛知県名古屋市西区則武新町3丁目1番36号 株式会社ノリタケカンパニーリミテド内

(72)発明者 奥田 和弘

愛知県名古屋市西区則武新町3丁目1番36号 株式会社ノリタケカンパニーリミテド内

(72)発明者 田中 彰裕

愛知県名古屋市西区則武新町3丁目1番36号 株式会社ノリタケカンパニーリミテド内

Fターム(参考) 3C063 AA08 AB09 CC30 EE31