

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4828935号
(P4828935)

(45) 発行日 平成23年11月30日(2011.11.30)

(24) 登録日 平成23年9月22日(2011.9.22)

(51) Int.Cl.

F 1

B 2 4 B 27/06 (2006.01)

B 2 4 B 27/06 R

B 2 8 D 5/04 (2006.01)

B 2 4 B 27/06 Q

B 2 8 D 5/04 C

請求項の数 5 (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2005-373427 (P2005-373427)
 (22) 出願日 平成17年12月26日(2005.12.26)
 (65) 公開番号 特開2007-175784 (P2007-175784A)
 (43) 公開日 平成19年7月12日(2007.7.12)
 審査請求日 平成20年6月17日(2008.6.17)

(73) 特許権者 000006633
 京セラ株式会社
 京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町6番地
 (72) 発明者 川村 聡
 滋賀県東近江市蛇溝町長谷野1166番地
 の6 京セラ株式会社滋賀八日市工場内

審査官 阿部 利英

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ワイヤソー装置を用いた切断方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

表面に所定間隔を設けて形成された複数の溝部を有するメインローラーと、
 前記溝部に巻きつけられ、被切断部材を切断するワイヤーと、を有し、
 隣接する前記ワイヤー同士の間隔が、前記メインローラーの中央部より端部で大きく設定
 されているワイヤーソー装置を用いた切断方法であって、
 前記端部における隣接する前記ワイヤー同士の間隔が、前記中央部における間隔よりも2
 倍以上に大きく設定されており、

前記被切断部材は、前記端部を除く部位の前記ワイヤーとの押圧により切断されることを
 特徴とするワイヤーソー装置を用いた切断方法。

【請求項 2】

前記メインローラーの前記複数の溝部に巻かれた前記ワイヤーが1本であることを特徴と
 する請求項 1 に記載のワイヤーソー装置を用いた切断方法。

【請求項 3】

前記メインローラーの前記複数の溝部の深さは略同一であり、前記端部に設けられた前記
 複数の溝部同士の間隔が、前記中央部に設けられた前記複数の溝部同士の間隔より大きい
 ことを特徴とする請求項 1 または 2 に記載のワイヤーソー装置を用いた切断方法。

【請求項 4】

前記メインローラーの前記端部に設けられた前記複数の溝部同士の間隔は、前記端部から
 前記中央部に向って小さくなることを特徴とする請求項 1 ~ 3 のいずれかに記載のワイヤ

10

20

ーソー装置を用いた切断方法。

【請求項 5】

前記メインローラーの前記中央部および前記端部の前記複数の溝部同士の間隔は略同一であり、前記ワイヤーが、前記端部の前記複数の溝部のうち、一部の前記溝部に巻かれていることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載のワイヤーソー装置を用いた切断方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、被切断部材、特に半導体ブロックを切断するためのワイヤーソー装置を用いた切断方法に関する。

【背景技術】

【0002】

太陽電池は入射した光エネルギーを電気エネルギーに変換するものであり、クリーンな石油代替エネルギー源として小規模な家庭用から大規模な発電システムまでその実用化が期待されている。これらは使用材料の種類によって結晶系、アモルファス系、化合物系などに分類され、なかでも現在市場に流通しているものの多くは結晶系シリコン太陽電池である。この結晶系シリコン太陽電池は更に単結晶型と多結晶型に分類される。単結晶シリコン太陽電池は基板の品質がよいために変換効率の高効率化が容易であるという長所を有する反面、基板の製造コストが高いという短所を有する。これに対して多結晶シリコン太陽電池は基板の品質が単結晶シリコン基板に比べて劣るという短所はあるものの、低コストで製造できるという長所がある。このため多結晶シリコン太陽電池は従来から市場に流通してきたが、近年、環境問題への関心が高まる中でその需要は増加しており、より低コストで高い変換効率が求められている。

【0003】

単結晶シリコン、多結晶シリコン等で太陽電池用半導体基板を形成する場合、例えば、CZ法等によって単結晶シリコンのインゴットを、キャスト法等によって多結晶シリコンのインゴットを形成する。そして、このインゴットをバンドソー装置等を用いて所定の寸法に切断してシリコンブロックを形成し、このシリコンブロックをワイヤーソー装置等を用いて所定の厚みとなるように複数枚に切断してシリコン基板を形成していた。

【0004】

図1(a)、(b)にシリコンブロック等の半導体ブロックから半導体基板を形成する際に用いられるワイヤーソー装置を示す。1は半導体ブロック、2はスライスベース、3はワイヤー、4は供給ノズル、5はメインローラー、6はディップ槽、7はワイヤー供給リール、8は溝部である。図1(a)に示すように、スライスベース2と接着した半導体ブロック1をワイヤーソー装置内に設置して、ピアノ線等からなるワイヤー3をワイヤー供給リール7からメインローラー5上に設け、図1(b)に示すように、このメインローラー5上に一定間隔でワイヤー3がはまる多数の溝部8にワイヤー3を引っ掛けて互いに平行に配置させる。その後、ワイヤー3の長手方向にワイヤー3を走行させる。

【0005】

そして、半導体ブロック1を切断する際には、半導体ブロック1の上方に設置された供給ノズル4から砥粒スラリーと呼ばれるオイルまたは水に炭化珪素、アルミナ、ダイヤモンドなどの砥粒が混合された切削液を供給するとともに、複数本のメインローラー5間に複数本張られたワイヤー3を高速で移動走行させながら、一本又は複数の半導体ブロック1をワイヤー3に向けて徐々に下降させて半導体ブロック1に押圧することによって半導体ブロック1を切断し、半導体基板を作製していた。(例えば、特許文献1参照)

従来では500 μ m～300 μ m程度の厚みにスライスされていたが、現在、原料コスト削減の観点から、250 μ m以下、より好ましくは200 μ m以下の厚みの半導体基板にスライスされている。

【特許文献1】特開平7-117043号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかしながら、半導体基板の厚みを薄く形成するために、ワイヤー3の径を小さくしたり、メインローラー5に巻きつけられるワイヤー3の間隔をより小さくする必要があり、特に、ワイヤー3の間隔が小さくなることによって、ワイヤー3にかかる張力を全体において均等に保つことが難しくなる。そして、不均一に張力がかかると、ワイヤー3が振れたり、スライス中心位置が目標の位置から徐々にずれてワイヤー3が蛇行したり、特に径の小さいワイヤー3が用いられるため断線が多発する可能性があった。

【0007】

本発明は、このような従来の問題点に鑑みてなされたものであり、ワイヤーにかかる張力を全体において均等に保つことができるワイヤーソー装置を用いた切断方法を提供することを目的とする。

10

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明のワイヤーソー装置は、表面に所定間隔を設けて形成された複数の溝部を有するメインローラーと、前記溝部に巻きつけられ、被切断部材を切断するワイヤーと、を有し、隣接する前記ワイヤー同士の間隔が、前記メインローラーの中央部より端部で大きく設定されているワイヤーソー装置を用いた切断方法であって、前記端部における隣接する前記ワイヤー同士の間隔が、前記中央部における間隔よりも2倍以上に大きく設定されており、前記被切断部材は、前記端部を除く部位の前記ワイヤーとの押圧により切断されることを特徴とする。

20

【発明の効果】

【0010】

本発明に係るワイヤーソー装置を用いた切断方法によれば、両端部に位置するワイヤーにかかる張力が緩和されるため、ワイヤーにかかる張力が全体において均等に保たれ、ワイヤーの断線を抑制することができるとともに、ワイヤーが振れる、また、スライス中心位置が目標の位置から徐々にずれてワイヤーが蛇行するといった問題点も抑制することができ、被切断部材が半導体ブロックの場合、得られた半導体基板の厚みばらつきTTV、を抑えることができ、太陽電池素子のセル化工程における搬送時のトラブルミスや割れ、欠け等の問題を抑制することができる。さらに、均等な厚みを有する半導体基板を得ることができる。

30

【0011】

なお、本文中において、厚みばらつきTTVは基板の平坦度を示す尺度の1つで、基板裏面を基準として基板表面の最高点から最低点までの距離を表したものであり、また、厚みばらつきは、半導体ブロックから得られた半導体基板の厚みの標準偏差である。

【0012】

また、前記被切断部材は、前記両端部を除く部位の前記ワイヤーとの押圧により切断されることによって、被切断部材は均等な厚みに切断されるため好ましい。

【発明を実施するための最良の形態】

【0013】

40

以下、本発明の実施形態を添付図面に基づき詳細に説明する。なお、ここでは、被切断部材として、シリコンブロック等の半導体ブロックを用いた場合について述べることにする。

【0014】

図1(a)、(b)は、本発明に係る半導体基板の製造方法で使用するワイヤーソー装置を示す斜視図である。図中、1は半導体ブロック、2はスライスベース、3はワイヤー、4は供給ノズル、5はメインローラー、6はディップ槽、7はワイヤー供給リール、8は溝部である。

【0015】

ここで、ワイヤーソー装置の種類としては、大きく分けて二種類のワイヤーソー装置が

50

あり、例えば、砥粒を含む切削液を供給することによってワイヤー 3 のラッピング作用で半導体ブロック 1 を切断する遊離砥粒タイプのワイヤーソー装置や、ワイヤー 3 自体に砥粒を固着させて半導体ブロック 1 を切断する砥粒固着タイプのワイヤーソー装置等がある。

【 0 0 1 6 】

遊離砥粒タイプのワイヤーソー装置にて使用するワイヤー 3 は、例えば鉄または鉄合金を主成分とするピアノ線を用いればよく、切削液は、例えば炭化珪素、アルミナ、ダイヤモンド等の砥粒、鉬物油、界面活性剤及び分散剤からなるラッピングオイルを混合して構成され、供給ノズル 4 より複数本に張られたワイヤー 3 にムラなく均等に切削液が供給される。

10

【 0 0 1 7 】

砥粒固着タイプのワイヤーソー装置にて使用するワイヤー 3 は、例えば鉄又は鉄合金を主成分とするピアノ線にダイヤモンドもしくは炭化珪素で形成された砥粒をニッケルや銅・クロムによるメッキにて固着させるか、もしくはレジン等の樹脂接着剤によって固着させた砥粒固着ワイヤーが用いられる。

【 0 0 1 8 】

なお、ここでは遊離砥粒タイプのワイヤーソー装置を用いて説明を行なう。

【 0 0 1 9 】

半導体ブロック 1 は、カーボン材もしくはガラス、樹脂等の材質からなるスライスベース 2 上に接着剤などによって接着され、装置内に 1 本又は複数本配置される。

20

【 0 0 2 0 】

メインローラー 5 は、例えば、大きさが直径 1 5 0 ~ 5 0 0 m m、長さ 2 0 0 ~ 6 0 0 m m 程度、材質がウレタンゴム等からなり、図 1 (b) に示すように、その表面に所定間隔で多数の溝部 8 が形成され、溝部 8 にワイヤー 3 を巻きつけ、ワイヤー 3 を配列する。この溝部 8 の間隔とワイヤー 3 の直径との関係によって、シリコン基板の厚みが定まる。なお、溝部 8 の間隔については本発明の特徴部分であるため後述で詳しく説明する。

【 0 0 2 1 】

そして、供給ノズル 4 は、ワイヤー 3 の上部に設けられ、供給ノズル 4 より列状に張られたワイヤー 3 にムラなく均等に切削液が供給される。なお、砥粒固着ワイヤーを用いる場合は、半導体ブロック 1 とワイヤー 3 との切断部位、または半導体ブロック全体に冷媒を供給するために用いられてもよい。

30

【 0 0 2 2 】

そして、ディップ槽 6 は、切断中のシリコン屑や冷媒の回収の目的や、ディップ槽 6 に冷媒を満たすことにより半導体ブロック 1 をディップ槽 6 に浸漬させながら切断を行なうことも可能である。

【 0 0 2 3 】

次に、ワイヤーソー装置を用いた半導体ブロックの切断方法について説明する。

【 0 0 2 4 】

まず、ワイヤー供給リール 7 から供給されたワイヤー 3 をメインローラー 5 の溝部 8 に所定間隔で巻きつけ、被切削部材である半導体ブロック 1 を装置内に設置する。

40

【 0 0 2 5 】

そして、メインローラー 5 を所定の回転速度で回転させることによって、ワイヤー 3 の長手方向にワイヤー 3 を走行させることができる。ワイヤー 3 の走行速度は、通常、4 0 0 ~ 1 0 0 0 m / m i n 程度となるように高速に走行移動される。このとき、メインローラー 5 の回転方向を変化させることにより、一方向にワイヤー 3 を走行させることもできるし、他方向に走行させてワイヤー 3 を往復運動させることもできる。

【 0 0 2 6 】

その後、供給ノズル 4 よりワイヤー 3 に切削液を供給しながら、半導体ブロック 1 をワイヤー 3 に相対的に押圧し、この押圧力で半導体ブロック 1 を切断してシリコン基板を得ることができる。

50

【0027】

本発明におけるワイヤーソー装置では隣接するワイヤー3の間隔が、両端部9において大きく設定されていることを特徴としている。このような構造にすることによって、両端部9に位置するワイヤー3にかかる張力が緩和され、ワイヤー3にかかる張力が全体において均等に保たれ、ワイヤー3の断線を抑制することができるとともに、ワイヤー3が振れる、また、スライス中心位置が目標の位置から徐々にずれてワイヤー3が蛇行するといった問題点も抑制することができる。また、本発明のワイヤーソー装置を用いて得られた半導体基板は、厚みばらつきTTV、 Δ を抑えることができ、太陽電池素子のセル化工程における搬送時のトラブルミスや割れ、欠け等の問題を抑制することができる。

【0028】

隣接するワイヤー3の間隔を、両端部9において大きく設定するために、例えば、図2(a)、(b)に示されるように、メインローラー5の両端部9に設けられた溝部8の間隔Sを両端部9間の中央部10に設けられた溝部8の間隔Cに比べて大きく設ければよい。

【0029】

メインローラー5の中央部10の間隔Cは、得ようとする半導体他基板の厚みによって異なるが、300～500mm程度に形成され、両端部9の間隔Sは中央部10の間隔Cよりも2倍以上5倍以下に大きく形成されていることが好ましい。2倍より小さいと両端部9に位置するワイヤー3にかかる張力を緩和する効果が乏しく、また、5倍より大きいとメインローラー5を必要以上に大きくする必要がありコストがかかるため好ましくない。

【0030】

また、メインローラー5の溝部8の深さとしては100～500 μ m程度のものが用いられる。

【0031】

さらに、メインローラー5の両端部9の間隔Sは、図3に示されるように、中央部10側に向かうほど、 $S_1 > S_2 > S_3$ となるように段階的に狭くなることが好ましい。このような構造にすることで、ワイヤー3にかかる張力を全体においてより均等に保つことができるため、ワイヤー3の断線を抑制することができるとともに、ワイヤー3が振れる、また、スライス中心位置が目標の位置から徐々にずれてワイヤー3が蛇行するといった問題点も抑制することができる。

【0032】

両端部9の長さはメインローラー5の全長の2%以上10%以下であることが好ましい。2%より小さいと両端部9に位置するワイヤー3にかかる張力を緩和する効果が乏しく、10%より大きいとメインローラー5を必要以上に大きくする必要がありコストがかかるため好ましくない。

【0033】

なお、ワイヤー3の径は90～200 μ m程度のものが用いられる。特に、150 μ m以下の径の小さいワイヤー3を用いると、断線しやすくなるため、本発明の効果はより大きくなる。

【0034】

また、図4に示されるように、半導体ブロック1(被切断部材)は、両端部9を除く部位(中央部10)のワイヤー3との押圧により切断されることが好ましい。このように半導体インゴット1とワイヤー3との接触領域11が中央部10の範囲に含まれることによって、均等な厚みを有する半導体基板を得ることができる。

【0035】

なお、本発明の実施形態は上述の例にのみ限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲内において種々変更を加え得ることはもちろんである。

【0036】

例えば、被切断部材1はメインローラー5の両端部9を除く部位(中央部10)のワイ

10

20

30

40

50

ヤー 3 との押圧により切断される必要はなく、両端部 9 の領域で切断された被切断部材 1 の厚みが使用可能な範囲である場合など、両端部のワイヤー 3 との押圧により被切断部材 1 が切断されても構わない。

【 0 0 3 7 】

また、メインローラー 5 の両端部 9 に設けた溝部 8 すべてにワイヤー 3 を巻きつける必要もなく、張力の不均一を改善することができる範囲で巻きつけられればよい。

【 0 0 3 8 】

さらに、図 5 に示されるように、メインローラー 5 の溝部 8 の間隔を両端部 9 と中央部 10 で必ずしも変更する必要はなく、両端部 9 の溝部 8 にワイヤー 3 を巻きつける際に、隣接の溝部 8 に巻きつけずに、さらに隣の溝部 8 に巻きつけてもよい。

【 0 0 3 9 】

また、上記説明では、ワイヤーソー装置に設置する被切断部材 1 の本数を一本として説明したが、複数本設置して切断しても構わない。

【 実施例 】

【 0 0 4 0 】

まず、被切断部材 1 として 150 mm × 150 mm × 300 mm のシリコンブロック 1 を準備し、スライススペース 2 に接着する。そして、スライススペース 2 に接着したシリコンブロック 1 を、図 1 に示されるワイヤーソー装置に 2 本セットした。

【 0 0 4 1 】

次に、直径 400 mm、長さ 500 mm 程度のメインローラー 5 の中央部 10 の溝部 8 の間隔 C を 400 μm とし、両端部 9 の溝部 8 の間隔 S を 600 μm から 2400 μm に変化したメインローラー 5 を準備した。また、比較例として、中央部 8 と両端部 9 の溝部 8 の間隔が同じメインローラー 5 を準備した。なお、両端部 9 の長さはメインローラー 5 の全長の 5 % とした。

【 0 0 4 2 】

そして、メインローラー 5 の溝部 8 にワイヤー 3 を巻きつけ、シリコンブロック 1 の側上部に設けた供給ノズル 4 よりワイヤー 3 にムラなく均等に砥粒が炭化珪素からなる切削液を供給し、高速運動しているワイヤー 3 にシリコンブロック 1 を押圧し切断した。なお、シリコンブロックは、両端部 9 を除く部位（中央部 10）のワイヤー 3 との押圧により切断される。

【 0 0 4 3 】

そして、シリコンブロック 1 の切断後、得られたシリコン基板 1 枚の厚みばらつき TTV、および半導体基板全数の厚みのばらつきについて測定を行なった。

【 表 1 】

試料No.	間隔 S (μm)	間隔 S/間隔 C (-)	TTV (μm)	σ (μm)
1	400	1.0	36	16.4
2	600	1.5	31	14.1
3	800	2.0	22	9.6
4	1200	3.0	20	9.2
5	1600	4.0	17	8.1
6	2000	5.0	19	8.7
7	2400	6.0	21	9.3

【 0 0 4 4 】

表 1 および図 6 より、両端部 9 と中央部 10 の溝部 8 の間隔が同じメインローラー 5 を用いて作製した試料 1 では TTV が 36 μm、σ が 16.4 μm であったのに比べて、両端部 9 の溝部 8 の間隔 S を中央部 10 の溝部 8 の間隔 C よりも大きいメインローラー 5 を用いて作製した試料 2 ~ 7 の方が試料 1 よりも TTV、σ の値が低くなり、良好な結果が

得られた。また、間隔 S が間隔 C の 2 倍以上となる試料 3 ~ 7 においては、 TTV が $25\ \mu\text{m}$ 以下、 T が $10\ \mu\text{m}$ 以下とさらに良好な結果が得られた。

【図面の簡単な説明】

【0045】

【図1】(a)は一般的な被切断部材を切断するワイヤーソー装置を示す斜視図であり、(b)は(a)の部分Aの部分拡大図である。

【図2】(a)は本発明のワイヤーソー装置に用いられるメインローラーを示す概略図であり、(b)は(a)の部分Bの部分拡大図である。

【図3】(a)は本発明のワイヤーソー装置に用いられる他のメインローラーを示す概略図であり、(b)は(a)の部分Cの部分拡大図である。

10

【図4】本発明のワイヤーソー装置における被切断部材とワイヤーとの接触領域を示す分布図である。

【図5】本発明のワイヤーソー装置の変形例を示す部分拡大図である。

【図6】本発明の実施例の結果を示す図である。

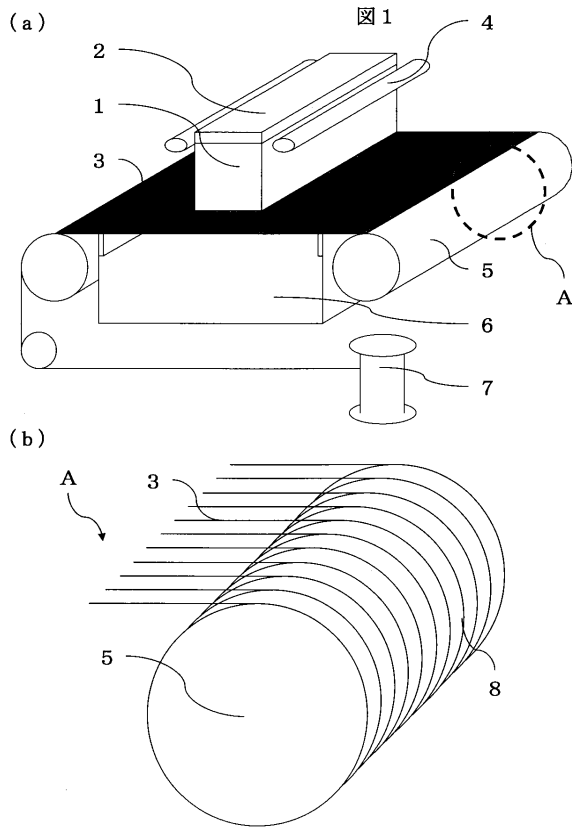
【符号の説明】

【0046】

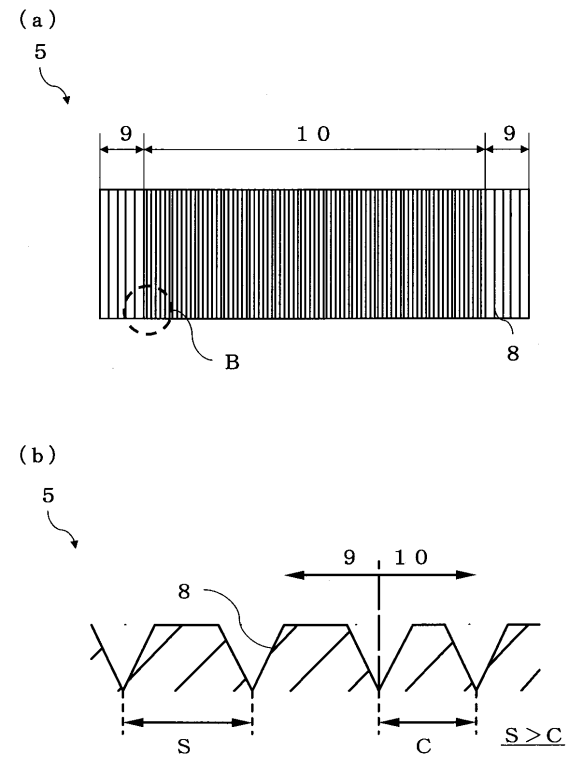
- 1 : 半導体ブロック (被切断部材)
- 2 : スライスベース
- 3 : ワイヤー
- 4 : 供給ノズル
- 5 : メインローラー
- 6 : ディップ槽
- 7 : ワイヤー供給リール
- 8 : 溝部
- 9 : 端部
- 10 : 中央部
- 11 : 接触領域
- C : 中央部の溝部の間隔
- S (S1、S2、S3) : 端部の溝部の間隔

20

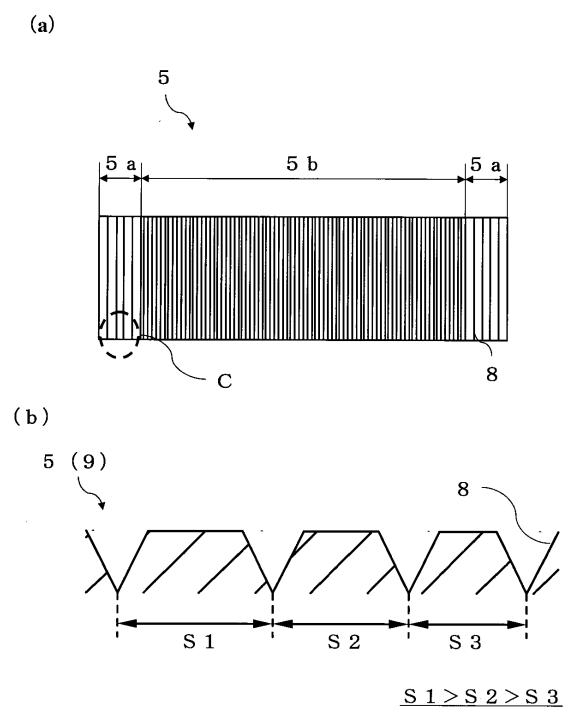
【図 1】



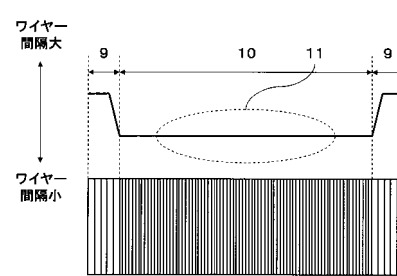
【図 2】



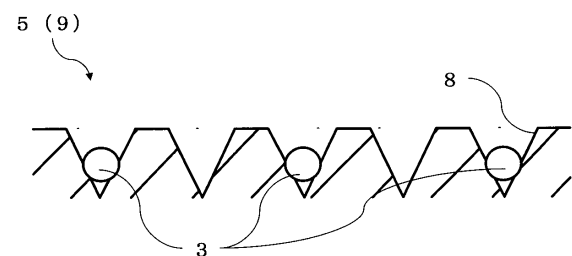
【図 3】



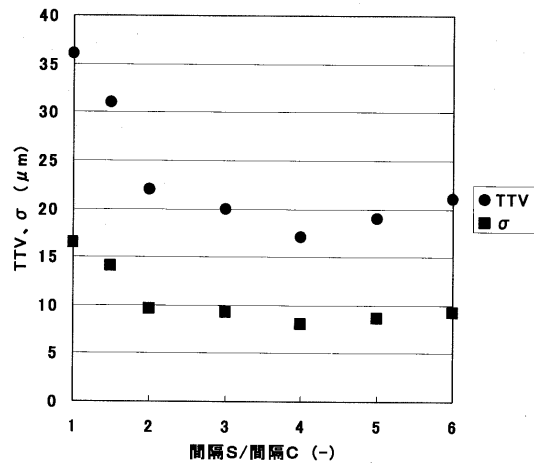
【図 4】



【図 5】



【図 6】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開平 1 1 - 1 2 3 6 4 9 (J P , A)
特開平 0 4 - 1 3 5 1 5 7 (J P , A)
特開平 0 9 - 2 9 0 4 1 7 (J P , A)
特開 2 0 0 5 - 0 1 4 1 5 7 (J P , A)
特開 2 0 0 0 - 0 0 5 9 9 9 (J P , A)
特開平 0 7 - 1 1 7 0 4 3 (J P , A)
特開平 1 1 - 1 2 3 6 4 8 (J P , A)
特開平 1 0 - 0 4 4 1 4 2 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

B 2 4 B	3 / 0 0 - 3 / 6 0
B 2 4 B	2 1 / 0 0 - 3 9 / 0 6
B 2 8 D	1 / 0 0 - 7 / 0 4
H 0 1 L	2 1 / 3 0 4
B 2 6 D	1 / 0 0 - 1 / 6 2