



(19) 中華民國智慧財產局

(12) 發明說明書公告本

(11) 證書號數：TW I775483 B

(45) 公告日：中華民國 111 (2022) 年 08 月 21 日

(21) 申請案號：110121090

(22) 申請日：中華民國 110 (2021) 年 06 月 10 日

(51) Int. Cl. :

*C22C27/04 (2006.01)**B22F5/12 (2006.01)**B41F15/34 (2006.01)**A61B17/04 (2006.01)**B28D5/04 (2006.01)**B28D1/12 (2006.01)*

(30) 優先權：2020/06/19 日本

2020-106591

(71) 申請人：日商松下知識產權經營股份有限公司 (日本) PANASONIC INTELLECTUAL PROPERTY MANAGEMENT CO., LTD. (JP)

日本

(72) 發明人：金沢友博 KANAZAWA, TOMOHIRO (JP)；神山直樹 KOHYAMA, NAOKI (JP)；辻健史 TSUJI, KENSHI (JP)；井口敬寬 IGUCHI, YOSHIHIRO (JP)；仲井唯 NAKAI, YUI (JP)；中畔哲也 NAKAAZE, TETSUYA (JP)

(74) 代理人：周良吉；周良謀

(56) 參考文獻：

CN 102341515B

CN 209955028U

審查人員：李南漳

申請專利範圍項數：4 項 圖式數：7 共 32 頁

(54) 名稱

鎢線、鋸線及網版印刷用鎢線

(57) 摘要

鎢線由鎢或鎢合金構成。鎢線之垂直於線軸的方向之表面晶粒的寬度之平均值係 98nm 以下。鎢線之抗拉強度係 3900MPa 以上。鎢線之線徑係大於 100 $\mu$ m、且為 225 $\mu$ m 以下。

指定代表圖：

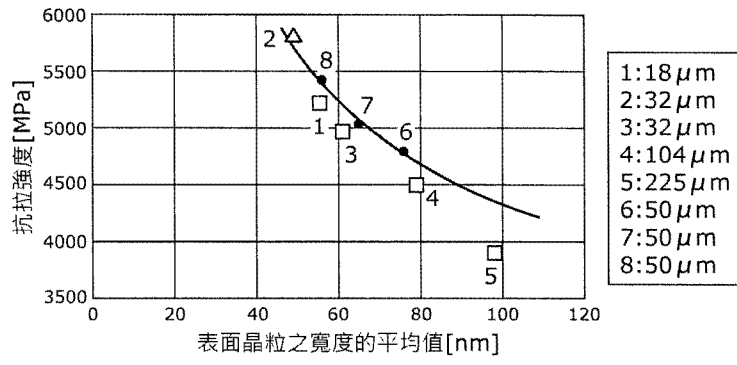


圖 3



I775483

## 【發明摘要】

【中文發明名稱】 鎢線、鋸線及網版印刷用鎢線

【中文】

鎢線由鎢或鎢合金構成。鎢線之垂直於線軸的方向之表面晶粒的寬度之平均值係98nm以下。鎢線之抗拉強度係3900MPa以上。鎢線之線徑係大於100 $\mu$ m、且為225 $\mu$ m以下。

【指定代表圖】 圖3

【代表圖之符號簡單說明】 無

【特徵化學式】 無

## 【發明說明書】

【中文發明名稱】 鎢線、鋸線及網版印刷用鎢線

【技術領域】

【0001】

本發明係有關於鎢線、鋸線及網版印刷用鎢線。

【先前技術】

【0002】

以往，已知有由提高了對鎢的合金比率之具高抗拉強度的鎢合金線構成之醫療用針(例如參照專利文獻1)。於專利文獻1揭示有線徑為0.10mm之鎢合金線，抗拉強度最大為4459.0N/mm<sup>2</sup>(=MPa)。

[先前技術文獻]

[專利文獻]

【0003】

[專利文獻1] 日本專利公開公報2014-169499號

【發明內容】

[發明欲解決之課題]

【0004】

為了不限醫療用針，在各種領域有效活用，而要求抗拉強度比以往高之鎢線。對比起作為金屬線具有最大強度之鋼琴線，在化學上較穩定且具有高彈性率及高熔點的鎢在工業上的期待大。

**【0005】**

是故，本發明之目的係提供具有比鋼琴線之一般抗拉強度高的抗拉強度之鎢線、鋸線及網版印刷用鎢線。

[解決課題之手段]

**【0006】**

本發明之一態樣的鎢線係由鎢或鎢合金構成之鎢線，該鎢線之垂直於線軸的方向之表面晶粒的寬度之平均值係98nm以下，該鎢線之抗拉強度係3900MPa以上，該鎢線之線徑係大於100 $\mu$ m、且為225 $\mu$ m以下。

**【0007】**

又，本發明之一態樣的鎢線係由鎢或鎢合金構成之鎢線，該鎢線之垂直於線軸的方向之表面晶粒的寬度之平均值係98nm以下，該鎢線之抗拉強度係3900MPa以上，該鎢線之線徑係18 $\mu$ m以上、且為225 $\mu$ m以下，當令該抗拉強度為T[Mpa]，令該線徑為D[mm]時， $T \geq 4758 \times D^2 - 7258.3 \times D + 5275.5$ 成立。

**【0008】**

本發明之一態樣的鋸線包含該鎢線。

**【0009】**

本發明之一態樣的網版印刷用鎢線包含該鎢線。

[發明之效果]

**【0010】**

根據本發明，可提供具有比鋼琴線之一般抗拉強度高的抗拉強度之鎢線等。

### 【圖式簡單說明】

#### 【0011】

圖1係實施形態之鎢線的示意立體圖。

圖2A係將實施例1之鎢線的表面放大顯示之圖。

圖2B係將實施例2之鎢線的表面放大顯示之圖。

圖2C係將實施例3之鎢線的表面放大顯示之圖。

圖2D係將實施例4之鎢線的表面放大顯示之圖。

圖2E係將實施例5之鎢線的表面放大顯示之圖。

圖3係顯示表面晶粒之寬度的平均值與抗拉強度之關係的圖。

圖4係顯示線徑與抗拉強度之關係的圖。

圖5係顯示實施形態之鎢線的製造方法之流程圖。

圖6係顯示實施形態之切斷裝置的立體圖。

圖7係顯示實施形態之篩網的立體圖。

### 【實施方式】

[用以實施發明之形態]

#### 【0012】

在以下，就本發明之實施形態的鎢線、鋸線及網版印刷用鎢線，使用圖式，詳細地說明。此外，以下說明之實施形態皆顯示本發明之一具體例。因而，在以下之實施形態顯示的數值、形狀、材料、構成要件、構成要件之配置及連接

形態、步驟、步驟之順序等為一例，並非限定本發明之旨趣。是故，以下之實施形態的構成要件中，未記載於獨立請求項之構成要件以任意之構成要件來說明。

**【0013】**

又，各圖係示意圖，未必嚴密地圖示。因而，例如在各圖縮尺未必一致。又，在各圖，對實質上相同之結構，附上同一符號，而省略或簡略化重複之說明。

**【0014】**

又，在本說明書中，顯示垂直或一致等要件間的關聯性之用語、及顯示圓形或長方形等要件之形狀的用語、以及數值範圍並非僅表示嚴格之意思的表現，而為意指亦包含實質上同等之範圍、例如數%左右的差異之表現。

**【0015】**

(實施形態)

[鎢線]

首先，就實施形態之鎢線的結構作說明。

**【0016】**

圖1係本實施形態之鎢線10的示意立體圖。在圖1，顯示了鎢線10纏繞於捲繞用芯材之例，還將鎢線10之一部分放大示意顯示。

**【0017】**

本實施形態之鎢線10由鎢(W)或鎢合金構成。鎢線10之鎢的含有率係例如99wt%以上。鎢之含有率也可為99.5wt%以上，亦可為99.9wt%以上，還可為

99.99wt%以上。此外，鎢之含有率係鎢之重量對鎢線10之重量的比例。後述之銻(Re)及鉀(K)等其他金屬元素等之含有率亦相同。

#### 【0018】

鎢合金係例如銻與鎢之合金(ReW合金)。銻之含有率越高，可越提高鎢線10之抗拉強度。此外，銻之含有率過高時，例如銻之含有率超過9wt%時，當在將鎢線10之抗拉強度維持高的狀態下，進行鎢線之細線化時，會產生斷線，長形之抽線不易。

#### 【0019】

在本實施形態中，鎢線10之銻的含有率係0.1wt%以上、1wt%以下。舉例而言，銻之含有率亦可為0.5wt%以上。

#### 【0020】

此外，鎢線10亦可含有製造上無法避免之不可避的雜質。又，鎢之含有率亦可為99wt%不到。銻之含有率亦可大於1wt%。

#### 【0021】

鎢線10之線徑為225 $\mu\text{m}$ 以下。舉例而言，鎢線10之線徑係大於100 $\mu\text{m}$ 、且為225 $\mu\text{m}$ 以下。此外，鎢線10之線徑亦可為100 $\mu\text{m}$ 以下。鎢線10之線徑亦可為18 $\mu\text{m}$ 以上、且為225 $\mu\text{m}$ 以下。

#### 【0022】

在本實施形態，鎢線10之線徑為均一。此外，亦可不完全均一，當依循線軸方向時，亦可視部位，包含例如1%等數%左右之差。鎢線10如圖1所示，例如垂直相交於線軸P之截面的截面形狀為圓形。截面形狀亦可為正方形、長方形或橢圓形等。

**【0023】**

又，鎢線10之彈性率為350GPa以上、450GPa以下。在此，彈性率係縱向彈性模數。此外，鋼琴線之彈性率一般為150GPa至250GPa之範圍。亦即，鎢線10具有鋼琴線之約二倍的彈性率。彈性率約二倍係指線徑相同，鎢線的撓曲量為鋼琴線之約二分之一。此外，撓曲量係指在兩端支撐鎢線或鋼琴線時撓曲之量，藉使各線近似為“橫樑”而求出。當撓曲量相同時，鎢線10之線徑於令鋼琴線的線徑為100%時，為約84%，而可細約16%。利用作為鋸線時，可削減切割裕度。

**【0024】**

藉彈性率為350GPa以上，鎢線10不易變形。即，鎢線10不易延展。另一方面，由於藉彈性率為450GPa以下，即使彈性率高，當拉伸強度(應力)相當高時，彈性區域之延展(應變)增大，故可使鎢線10變形。具體而言，由於可使鎢線10彎曲，故例如利用作為鋸線時，可易進行對引導輥等之纏繞。

**【0025】**

由鎢或鎢合金構成之鎢線10的抗拉強度為3900MPa以上。又，鎢線10之抗拉強度亦可為5000MPa以上，也可為5300MPa以上。鎢線10之抗拉強度對鎢線10之銼的含有率、線徑及表面晶粒之寬度的平均值各值具有預定相關關係。因此，藉適宜調整銼之含有率、線徑、及表面晶粒的寬度之平均值至少一者，鎢線10之抗拉強度可為所期之值。舉例而言，可實現具有超過約5500MPa之高抗拉強度的鎢線10。在以下，就抗拉強度與各種參數之關係作說明。

**【0026】**

[表面晶粒之寬度的平均值]

首先，就鎢線之抗拉強度與表面晶粒的寬度之平均值的關係作說明。

**【0027】**

表面晶粒係鎢線之表面的鎢或鎢合金之晶粒。在本實施形態之鎢線，垂直相交於線軸P之方向的表面晶粒之寬度的平均值為98nm以下。垂直相交於線軸P之方向的表面晶粒之寬度係指沿著垂直相交於線軸P之方向的表面晶粒之長度。

**【0028】**

在以下，就發明人們所製造之複數的鎢線之樣本的抗拉強度與表面晶粒之寬度的關係作說明。

**【0029】**

圖2A～圖2E分別係將實施例1～5之鎢線的表面放大顯示之圖。各圖顯示有鎢線之表面的SEM(Scanning Electron Microscope：掃描式電子顯微鏡)影像。各圖顯示之範圍如圖1所示，相當於以鎢線10之表面20的虛線包圍之矩形的範圍。在各圖，同一深淺度(顏色)的範圍顯示一個晶粒。各圖之紙面左右方向係平行於線軸P的方向。晶粒於沿著線軸P之方向延伸成長形。

**【0030】**

在各圖，劃在中央附近之實線L係於垂直於線軸P之方向延伸的直線。表面晶粒之寬度的平均值藉在各圖所示之範圍內，沿著實線L計算晶粒與晶粒之交界(即，晶粒界)的數量而算出。具體而言，藉計算範圍之實線L的長度除以「晶粒界數量+1」，可算出表面晶粒之寬度的平均值。此外，在各圖，垂直相交於實線L之短的複數之線段分別表示晶粒界。

**【0031】**

於表1顯示依據晶粒界數量之計算結果算出的表面晶粒之寬度的平均值與抗拉強度之關係。

## 【0032】

[表1]

	抗拉強度 [MPa]	晶粒界數量	表面晶粒之寬度的平均值 [nm]	線徑 [μm]	加工率 [%]
實施例1	5230	29	55	18	70
實施例2	5820	33	49	32	90
實施例3	4980	26	61	32	70
實施例4	4500	20	79	104	70
實施例5	3910	16	98	225	70

## 【0033】

此外，顯示於表1之實施例1~5係99.5wt%之鎢線。表1之加工率係常溫抽線之加工率。關於加工率之細節，與鎢線之製造方法一同在後面說明。

## 【0034】

圖3係顯示表面晶粒之寬度的平均值與抗拉強度之關係的圖。在圖3，橫軸表示表面晶粒之寬度的平均值[nm]，縱軸表示抗拉強度[MPa]。又，記載於圖3之各圖示的旁邊之1~8的數值意指各圖示為實施例1~8各自的測定結果。

## 【0035】

如表1及圖3所示，表面晶粒之寬度的平均值與抗拉強度存在負的相關關係。亦即，表面晶粒之寬度的平均值越小，抗拉強度越高。特別是比較實施例2與實施例3可知，即使線徑同樣為32μm，鎢之含有率同樣為99.5wt%，藉表面晶粒之寬度的平均值不同，可使抗拉強度不同。此外，表面晶粒之寬度的平均值藉使常溫抽線之加工率不同而調整。具體而言，常溫抽線之加工率越高，可使表面晶粒之寬度的平均值越小，而可越提高抗拉強度。

## 【0036】

在圖3，線徑為50 $\mu\text{m}$ 之複數的樣本(實施例6~8)皆以圓形記號之圖示表示。

於表2顯示實施例6~8各自之表面晶粒的寬度之平均值與抗拉強度之關係。

**【0037】**

[表2]

	抗拉強度 [MPa]	晶粒界數量	表面晶粒之寬度的平均值 [nm]	Re含有率 [wt%]
實施例6	4800	21	76	1
實施例7	5040	25	65	1
實施例8	5430	28	56	1

**【0038】**

當對實施例6~8之樣本的抗拉強度與表面晶粒的寬度之平均值的關係，以多項式逼近法求出時，令抗拉強度為T[MPa]，令表面晶粒之寬度的平均值為W[nm]時，以下之算式(1)成立。

**【0039】**

$$(1) T = 0.3088 \times W^2 - 72.798 \times W + 8516.8$$

**【0040】**

此外，當鎢線之線徑不同時，算式(1)之係數亦變化，但抗拉強度T與表面晶粒之寬度的平均值W有負之相關關係這點不變。又，即使線徑大為不同時，如圖3所示，抗拉強度T與表面晶粒之寬度的平均值W大致具有以算式(1)所示之曲線為基準，包含在-500MPa至+200MPa之範圍的關係。亦即，不論線徑，抗拉強度T與表面晶粒之寬度的平均值W滿足以下述算式(2)之不等式表示的關係。

**【0041】**

$$(2) 0.3088 \times W^2 - 72.798 \times W + 8016.8 \leq T \leq 0.3088 \times W^2 - 72.798 \times W + 8716.8$$

**【0042】**

如以上，藉使表面晶粒之寬度的平均值小，可實現具有高抗拉強度之鎢線。

**【0043】**

[線徑]

接著，就鎢線之抗拉強度與線徑之關係作說明。

**【0044】**

圖4係顯示線徑與抗拉強度之關係的圖。在圖4，橫軸表示鎢線之線徑[ $\mu\text{m}$ ]，縱軸表示鎢線之抗拉強度[MPa]。記載於圖4之各圖示旁邊的1~5、9~11之數值意指各圖示係實施例1~5、9~11各自的測定結果。

**【0045】**

如圖4所示，線徑與抗拉強度存在負之相關關係。亦即，線徑越小，抗拉強度越高，線徑越大，抗拉強度越低。

**【0046】**

在本實施形態之鎢線，令線徑為D「mm」時，滿足以下之算式(3)的範圍。

**【0047】**

$$(3) 4758 \times D^2 - 7258.3 \times D + 5275.5 \leq T \leq 4758 \times D^2 - 7258.3 \times D + 6100$$

**【0048】**

算式(3)之不等式的左側之二次函數以圖4之實線表示。圖4之實線係使用常溫抽線之加工率為70%的圖示(以圓形記號顯示之五個圖示)，以多項式逼近法求出。圓形記號之五個圖示對應顯示於表1之實施例1、3~5及顯示於表3之實施例9。

**【0049】**

[表3]

	抗拉強度 [MPa]	線徑 [ $\mu\text{m}$ ]	Re含有率 [wt%]	加工率 [%]
實施例9	4800	45	0.5	70
實施例10	5033	50	1	70
實施例11	5380	40	1	80

**【0050】**

算式(3)之不等式的右側之二次函數以圖4之虛線顯示。圖4之虛線係平行移動圖4之實線的線，且通過相當於實施例2(常溫抽線之加工率為90%)之三角形記號的圖示之線。亦即，即使線徑相同，藉提高常溫抽線之加工率，亦可提高抗拉強度。

**【0051】**

此外，在圖4，以點線之框表示滿足揭示於專利文獻1之以往的線徑與抗拉強度之關係的範圍。根據本實施形態，藉令常溫抽線之加工率為70%以上，調整表面晶粒之寬度的平均值，可實現比以往高之抗拉強度的鎢線。

**【0052】**

[銻之含有率]

接著，就鎢線之銻的含有率與線徑之關係作說明。

**【0053】**

於圖4以四角形記號之圖示表示顯示於圖3之實施例10及11。從圖4可清楚明白，即使線徑相同，藉提高銻之含有率，銻鎢合金之晶粒易小。藉此，可提高鎢線之抗拉強度。

**【0054】**

此外，如上述，銻之含有率過高時，當在將抗拉強度維持高之狀態下，進行鎢線之細線化時，會產生斷線，而不易進行長形之抽線。以往，為提高鎢線

之抗拉強度，含有銻10wt%以上。如此含有多量之銻時，並不易實現100 $\mu$ m不到之線徑的鎢線。又，根據本實施形態，可知即便銻之含有率至多為0.5wt%或1wt%左右，且即便鎢線為99.5wt%以上，亦可實現比以往高之抗拉強度。

#### 【0055】

[鎢線之製造方法]

接著，就本實施形態之鎢線10的製造方法，使用圖5來說明。圖5係顯示本實施形態之鎢線10的製造方法之流程圖。

#### 【0056】

如圖5所示，首先，準備鎢錠(S10)。具體而言，準備鎢粉末之集合體，藉對準備之集合體進行加壓及燒結(sinter)，而製作鎢錠。

#### 【0057】

此外，製造由鎢合金構成之鎢線10時，準備以預定比例混合了鎢粉末與金屬粉末(例如銻粉末)之混合物取代鎢粉之集合體。鎢粉末及銻粉末之平均粒徑為例如3 $\mu$ m以上、4 $\mu$ m以下之範圍，但不限於此。

#### 【0058】

接著，對所製作之鎢錠，進行型鍛加工(S12)。具體而言，藉將鎢錠從周圍鍛造壓縮後，使其伸展，而形成線狀鎢線。亦可進行軋延加工取代型鍛加工。

#### 【0059】

舉例而言，藉反覆進行型鍛加工，將直徑約15mm以上、約25mm以下之鎢錠形成線徑約3mm之鎢線。藉在型鍛加工之中途的製程，實施退火處理，而確保之後的處理之加工性。舉例而言，在徑為8mm以上、10mm以下之範圍，實

施2400°C之退火處理。惟，為了晶粒細微化之抗拉強度的確保，在徑不到8mm之型鍛製程，不實施退火處理。

#### 【0060】

接著，於加熱抽線前，以900°C加熱鎢線(S14)。具體而言，以燃燒器等直接加熱鎢線。藉加熱鎢線，於鎢線之表面形成氧化物層，而在之後的加熱抽線，不致於加工中斷線。

#### 【0061】

然後，進行加熱抽線(S16)。具體而言，使用一個以上之拉線模，一面加熱，一面進行鎢線之抽線，即，鎢線之拉線(細線化)。加熱溫度為例如1000°C。此外，由於加熱溫度越高，可越提高鎢線之加工性，故可易進行抽線。加熱抽線係一面更換拉線模，一面反覆進行。使用一個拉線模之一次抽線的鎢線之截面減少率為例如10%以上、40%以下。在加熱抽線製程，亦可使用使石墨分散於水之潤滑劑。

#### 【0062】

在獲得所期之線徑的鎢線之前(在S18為否)，反覆進行加熱抽線(S16)。在此之所期線徑係進行最後之抽線製程(S20)的前個階段之線徑，為例如約712 $\mu\text{m}$ 以下。

#### 【0063】

在加熱抽線反覆中，使用孔徑比在前個抽線使用的拉線模小之拉線模。又，在加熱抽線反覆中，以比前個抽線時的加熱溫度低之加熱溫度，加熱鎢線。舉例而言，在最後的抽線製程之前個抽線製程的加熱溫度低於在此之前的加熱溫度，為例如400°C，而有助於晶粒之細微化。

**【0064】**

當獲得所期線徑之鎢線，下個抽線製程為最後時(在S18為是)，以加工率70%以上，進行常溫抽線(S20)。亦即，藉在不進行加熱下，進行鎢線之抽線，而實現進一步之晶粒的細微化。又，藉常溫抽線，亦有使晶體取向與加工軸方向(具體而言，為平行於線軸P之方向)一致的效果。常溫係指例如0°C以上、50°C以下之範圍的溫度，一例係30°C。具體而言，使用孔徑不同之複數的拉線模，進行鎢線之抽線。在常溫抽線，使用水溶性等之液體潤滑劑。由於在常溫抽線，不進行加熱，故可抑制液體之蒸發。因而，液體潤滑劑可發揮充分之功能。相對於以往之傳統的鎢線之加工方法亦即600°C以上之加熱抽線，藉不進行對鎢線之加熱，且一面以液體潤滑劑冷卻，一面加工，可抑制動態回復及動態再結晶，在不斷線下，有助於晶粒之細微化，而可獲得高抗拉強度。

**【0065】**

加工率使用即將常溫抽線前之線徑Db與剛常溫抽線後之線徑Da，以下述算式(4)表示。

**【0066】**

$$(4) \text{ 加工率} = \{1 - (Da/Db)^2\} \times 100$$

**【0067】**

從算式(4)可知，藉常溫抽線，線徑越大幅減少，其加工率為越大之值。舉例而言，縱使即將常溫抽線前之線徑Db相同，加工率越大，剛常溫抽線後之線徑Da越小。藉使加工率大，以常溫抽線所行之鎢線的細線化之程度越大。亦即，可獲得更細之鎢線。常溫抽線之加工率為70%以上，亦可為80%以上，也可為90%以上，還可為95%以上。

**【0068】**

要獲得剛常溫抽線後之線徑大於 $100\mu\text{m}$ 之鎢線，只要使即將常溫抽線前之線徑大即可。舉例而言，常溫抽線之加工率為70%，為獲得線徑大約 $100\mu\text{m}$ 之鎢線，從算式(4)，只要對約 $183\mu\text{m}$ 之線徑的鎢線，開始常溫抽線即可。

**【0069】**

常溫抽線之加工率可藉調整利用於抽線之模的形狀及個數而變更。此外，使用的拉線模例如若線徑達 $0.38\text{mm}$ ，便使用超硬模，若線徑為 $0.38\text{mm}$ 至 $0.18\text{mm}$ 之範圍，便使用燒結鑽石模，若線徑為 $0.18\text{mm}$ 至 $0.018\text{mm}$ 之範圍，則使用單晶鑽石模。

**【0070】**

最後，為對藉進行常溫抽線而形成之所期線徑的鎢線，微調整直徑，而進行電解研磨(S22)。電解研磨係例如藉在將鎢線與對向電極浸於氫氧化鈉水溶液等電解液之狀態下，於鎢線與對向電極之間產生電位差，而進行電解研磨。

**【0071】**

經過以上之製程，製造本實施形態之鎢線10。藉經過上述製造製程而剛製造後之鎢線10的長度係例如 $50\text{km}$ 以上之長度，可在工業上利用。鎢線10亦可按使用之態樣，切斷成適當之長度，而使用作為針或棒之形狀。如此，在本實施形態中，鎢線10在工業上可大量生產，而可利用於醫療用針、鋸線、網版印刷用網等各種領域。

**【0072】**

上述實施例1~11之鎢線10係經過以上之製程而製造的鎢線。藉適宜調整鍊之含有率、常溫抽線之加工率及線徑，可製造各實施例之鎢線。

**【0073】**

又，顯示於鎢線10之製造方法的各製程在例如線內進行。具體而言，在步驟S16使用之複數的拉線模在生產線上以孔徑由大至小之順序配置。又，於各拉線模間配置有燃燒器等加熱裝置。又，亦可於各拉線模間配置有電解研磨裝置。於在步驟S16使用之拉線模的下游側(後製程側)，以孔徑由大至小之順序配置在步驟S20使用之複數的拉線模，於孔徑最小之拉線模的下游側配置電解研磨裝置。此外，各製程亦可個別進行。

**【0074】**

[鋸線]

如圖6所示，本實施形態之鎢線10可利用作為切斷矽晶錠或混凝土等物體之切斷裝置1的鋸線2。圖6係顯示本實施形態之切斷裝置1的立體圖。

**【0075】**

如圖6所示，切斷裝置1係包含鋸線2之多線鋸。切斷裝置1例如藉將晶錠30切斷成薄板狀，而製造晶圓。晶錠30係例如由單晶矽構成之矽晶錠。具體而言，切斷裝置1藉以複數之鋸線2將晶錠30切片，而同時製造複數之矽晶圓。

**【0076】**

此外，晶錠30不限矽晶錠，亦可為碳化矽或藍寶石等其他晶錠。或者，切斷裝置1之切斷對象物亦可為混凝土或玻璃等。

**【0077】**

在本實施形態中，鋸線2包含鎢線10。具體而言，鋸線2即為本實施形態之鎢線10。或者，鋸線2亦可包含鎢線10、及附著於鎢線10之表面的複數之研磨粒。

**【0078】**

如圖6所示，切斷裝置1更包含二個引導輥3、支撐部4、及張力緩和裝置5。

#### 【0079】

於二個引導輥3纏繞了一條鋸線2複數次。在此，為方便說明，將鋸線2之一圈量視為一條鋸線2，以複數之鋸線2纏繞於二個引導輥3之物作說明。亦即，在以下之說明中，複數之鋸線2形成了一條連續之鋸線2。此外，複數之鋸線2亦可為個別分離之複數的鋸線。

#### 【0080】

二個引導輥3藉在將複數之鋸線2以預定張力拉直之狀態下，各自旋轉，而使複數之鋸線2以預定速度旋轉。複數之鋸線2相互平行，且以等間隔配置。具體而言，於二個引導輥3分別以預定間距設有複數之可放入鋸線2的溝。溝之間距按要切取之晶圓的厚度決定。溝之寬度與鋸線2之線徑大約相同。

#### 【0081】

此外，切斷裝置1亦可包含三個以上之引導輥3。亦可於三個以上之引導輥3的周圍纏繞複數之鋸線2。

#### 【0082】

支撐部4支撐切斷對象物亦即晶錠30。支撐部4藉將晶錠30朝複數之鋸線2推出，可以複數之鋸線2將晶錠30切片。

#### 【0083】

張力緩和裝置5係緩和對鋸線2施加之張力的裝置。舉例而言，張力緩和裝置5為螺旋彈簧或板片彈簧等彈性體。如圖6所示，例如螺旋彈簧亦即張力緩和裝置5之一端連接於引導輥3，另一端固定於預定壁面。藉張力緩和裝置5調整引導輥3之位置，可緩和施加於鋸線2之張力。

**【0084】**

此外，雖圖中未示，切斷裝置1亦可為游離研磨粒式切斷裝置，具有將漿料供應至鋸線2之供應裝置。漿料係研磨粒分散於冷卻液等切削液之物。藉漿料所含之研磨粒附著於鋸線2，可易進行晶錠30之切斷。

**【0085】**

具有抗拉強度高之鎢線10的鋸線2可以強勁張力張掛於引導輥3。藉此，由於可抑制切斷晶錠30時之鋸線2的振動，故可使晶錠30之損耗少。

**【0086】**

[篩網]

又，本實施形態之鎢線10可利用作為網版印刷用鎢線。具體而言，如圖7所示，亦可利用作為用於網版印刷之篩網40等金屬製網的線材。

**【0087】**

圖7係顯示篩網40之圖。在圖7，僅於篩網40之一部分示意顯示網目，篩網40整體呈網目狀。舉例而言，篩網40具有織造作為經線及緯線之複數的鎢線10。

**【0088】**

篩網40具有複數之開口42。開口42係在網版印刷中墨水通過之部分。藉以乳劑或樹脂(例如聚醯亞胺)等堵住開口42之一部分，而形成墨水無法通過之非通過部。藉將非通過部之形狀圖形化成任意之形狀，可以所期之形狀進行網版印刷。

**【0089】**

此外，網版印刷用鎢線亦可包含鎢線10、被覆鎢線10之表面的被覆層。被覆層係為了提高例如乳劑等之保持力而設。

**【0090】**

[效果等]

如以上，本實施形態之鎢線10由鎢或鎢合金構成。鎢線10之垂直於線軸P的方向之表面晶粒的寬度之平均值係98nm以下。鎢線10之抗拉強度係3900MPa以上。鎢線10之線徑係大於100 $\mu\text{m}$ 、且為225 $\mu\text{m}$ 以下。

**【0091】**

藉此，在線徑大於100 $\mu\text{m}$ 之鎢線，亦可實現比鋼琴線之一般抗拉強度高的抗拉強度。

**【0092】**

又，舉例而言，在本實施形態之鎢線10，鎢線10之線徑為18 $\mu\text{m}$ 以上、且為225 $\mu\text{m}$ 以下，令抗拉強度為T[MPa]，令線徑為D[mm]時， $T \geq 4758 \times D^2 - 7258.3 \times D + 5275.5$ 成立。

**【0093】**

隨著線徑比以往小，可提高抗拉強度，根據本實施形態，可在各線徑實現比以往之抗拉強度高的抗拉強度。

**【0094】**

又，舉例而言，鎢線10之鎢的含有率為99wt%以上。

**【0095】**

藉此，亦可於合金化時，使銻等合金材料之含有率為1%以下。舉例而言，由於藉銻之含有率少，可易進行在維持強度下之細線化，故可實現比以往細且高抗拉強度之鎢線。

**【0096】**

此外，鎢線10不僅可利用於鋸線2或篩網40，亦可利用於醫療用針或檢查用探針。再者，鎢線10亦可利用作為例如輪胎、輸送帶、或導管等彈性構件之補強用線。舉例而言，輪胎具有將摺成層狀之複數的鎢線10作為帶束層或胎體簾布層。

**【0097】**

(其他)

以上，就本發明之鎢線、鋸線及網版印刷用鎢線，依據上述實施形態作了說明，本發明不限上述實施形態。

**【0098】**

舉例而言，鎢合金所含之金屬亦可不為銻。亦即，鎢合金亦可為鎢與不同於鎢之一種以上的金屬之合金。不同於鎢之金屬係例如過渡金屬，為銥(Ir)、鈦(Ru)、或銱(Os)等。此等金屬之含有率為例如0.1wt%以上、1wt%以下，但不限於此。舉例而言，不同於鎢之金屬的含有率可小於0.1wt%，亦可大於1wt%。銻亦相同。

**【0099】**

又，舉例而言，鎢線10亦可由摻雜鉀(K)之鎢構成。摻雜之鉀存在於鎢之晶粒界。分散在晶粒界之鉀(K)於高溫加熱時及加熱抽線之加工時，抑制結晶粗大化，而在常溫抽線，由於不產生加工時之結晶粗大化，故鉀(K)量為例如0.005wt%以上、0.01wt%以下之範圍中的任一者皆可。鉀摻雜之鎢線亦與鎢合金線之情形同樣地可實現具有比鋼琴線之一般抗拉強度高的抗拉強度之鎢線。

**【0100】**

鉀摻雜之鎢線藉利用摻雜鉀之摻雜鎢粉末取代鎢粉末，可以與實施形態同樣之製造方法製造。

**【0101】**

又，舉例而言，亦可於鎢線10之表面被覆有氧化膜或氮化膜等。

**【0102】**

另外，對各實施形態施行該業者想到之各種變形而得的形態、或藉在不脫離本發明之旨趣的範圍任意組合各實施形態之構成要件及功能而實現的形態亦包含在本發明。

**【符號說明】**

**【0103】**

2:鋸線

10:鎢線

20:表面

40:篩網

L:實線

P:線軸

S10,S12,S14,S16,S18,S20,S22:步驟

**【發明申請專利範圍】****【請求項1】**

一種鎢線，由鎢或鎢合金構成，

該鎢線之垂直於線軸的方向之表面晶粒的寬度之平均值係98nm以下，

該鎢線之抗拉強度係3900MPa以上，

該鎢線之線徑係18 $\mu$ m以上、且為225 $\mu$ m以下，

當令該抗拉強度為T[Mpa]，且令該線徑為D[mm]時， $T \geq 4758 \times D^2 - 7258.3 \times$

D+5275.5成立。

**【請求項2】**

如請求項1之鎢線，其中，

該鎢線之鎢的含有率係99wt%以上。

**【請求項3】**

一種鋸線，包含如請求項1或請求項2之鎢線。

**【請求項4】**

一種網版印刷用鎢線，包含請求項1或請求項2之鎢線。

【發明圖式】

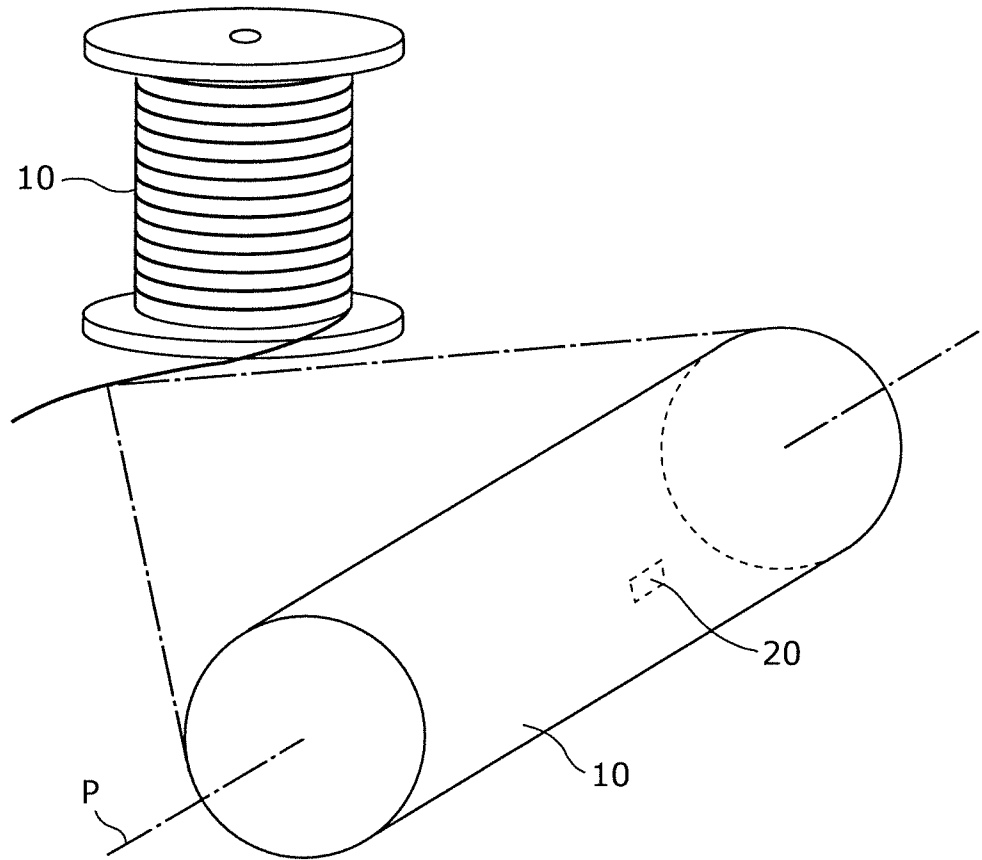


圖 1

<實施例1:抗拉強度5230MPa、常溫抽線加工率70%>

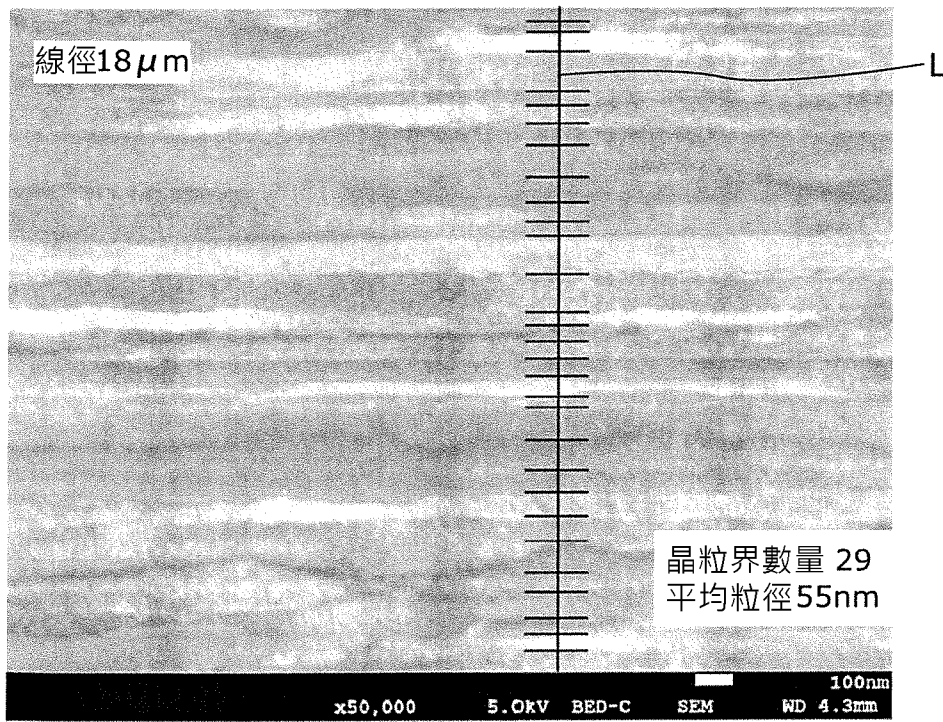


圖 2A

<實施例2:抗拉強度5820MPa、常溫抽線加工率90%>

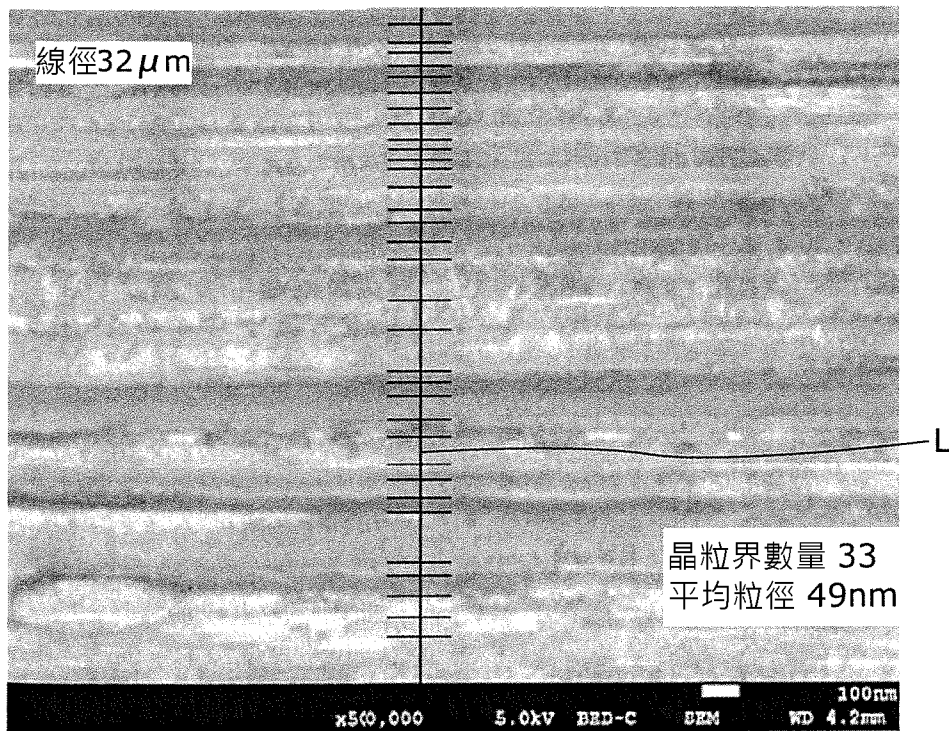


圖 2B

<實施例3:抗拉強度4980MPa、常溫抽線加工率70%>

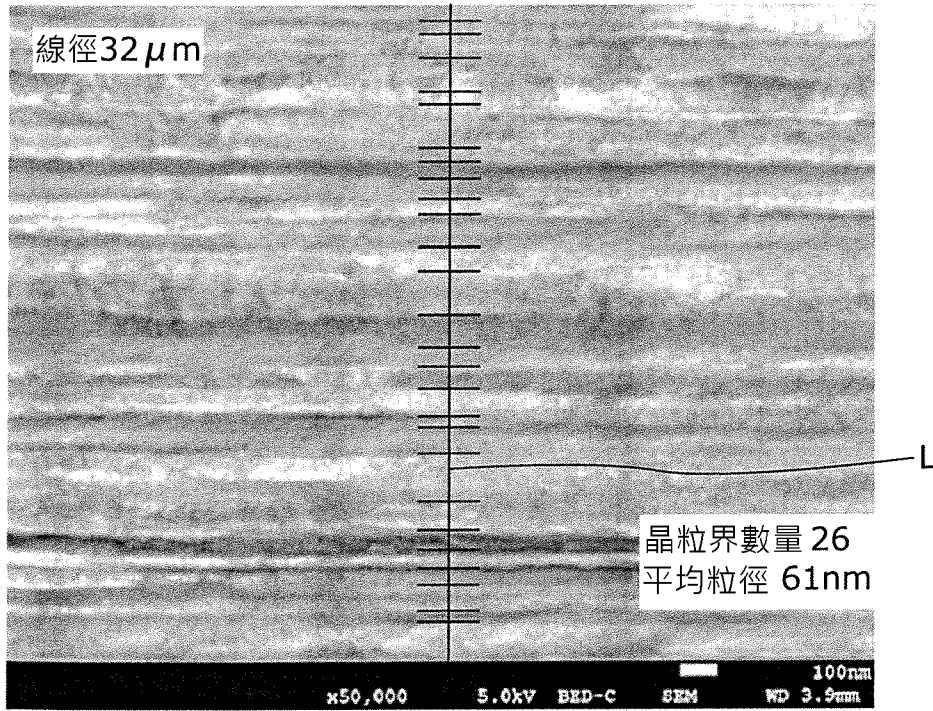


圖 2C

<實施例4:抗拉強度4500MPa、常溫抽線加工率70%>

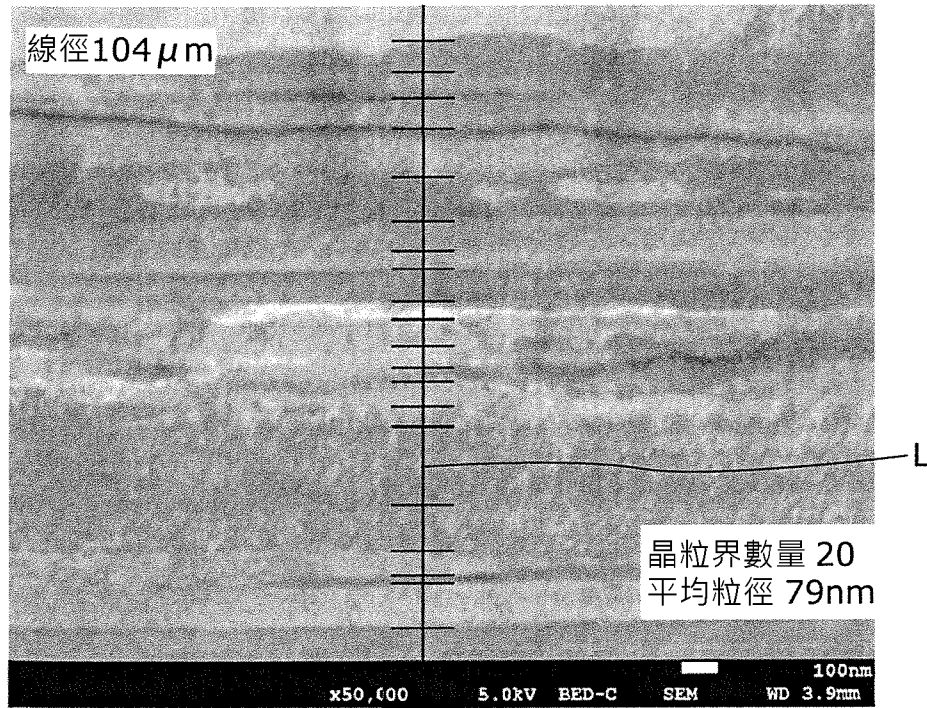


圖 2D

<實施例5:抗拉強度3910MPa、常溫抽線加工率70%>

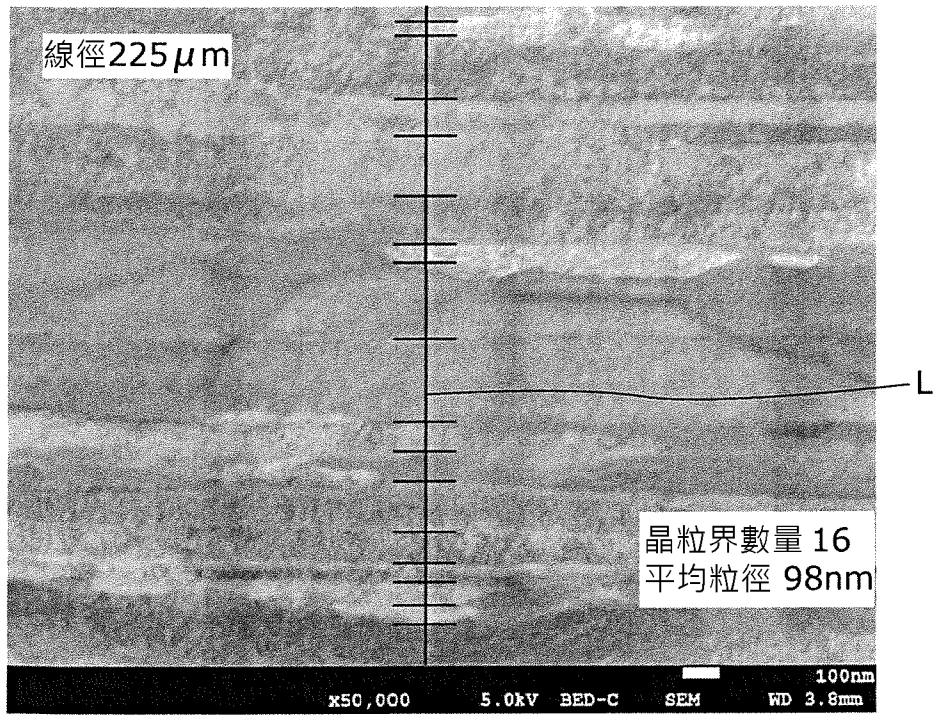


圖 2E

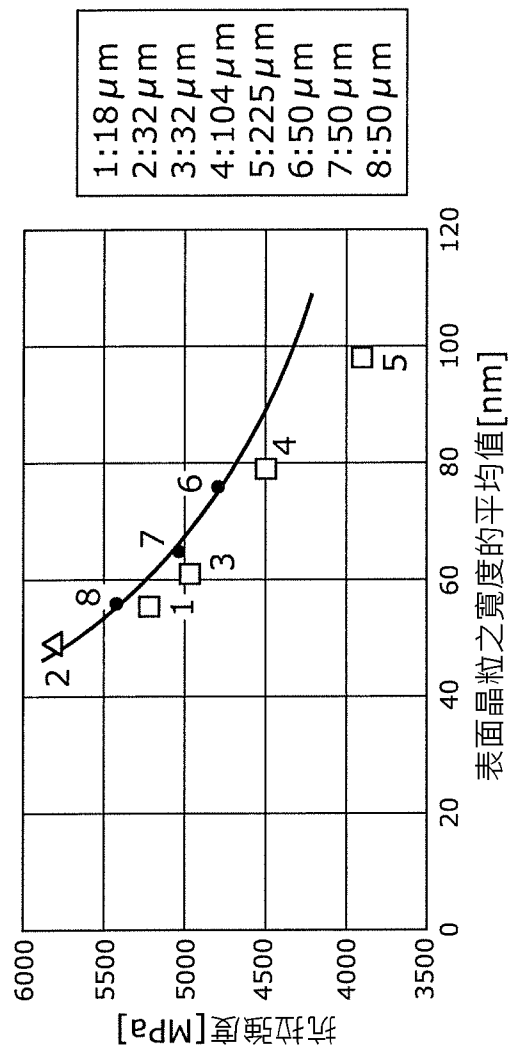


圖 3

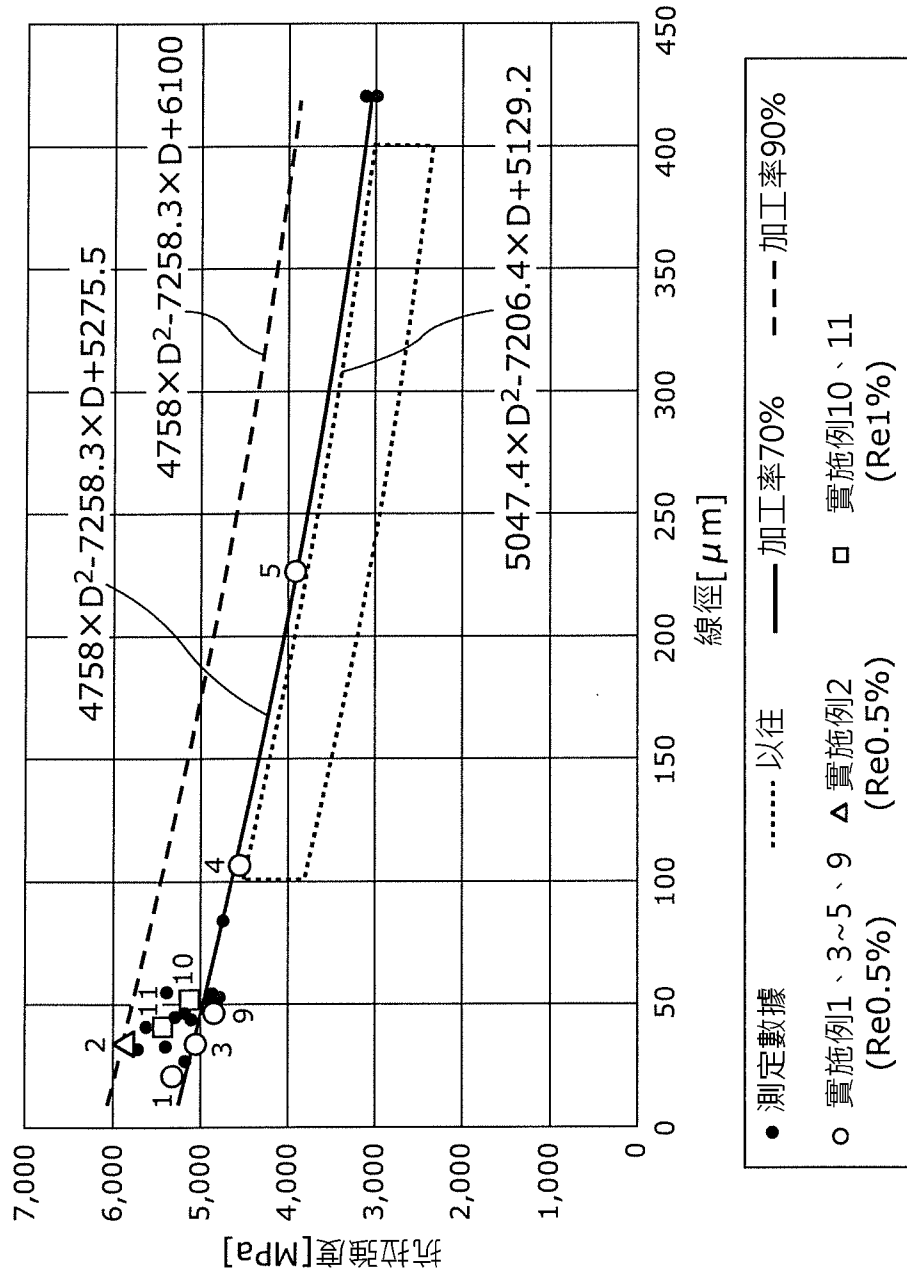


圖 4

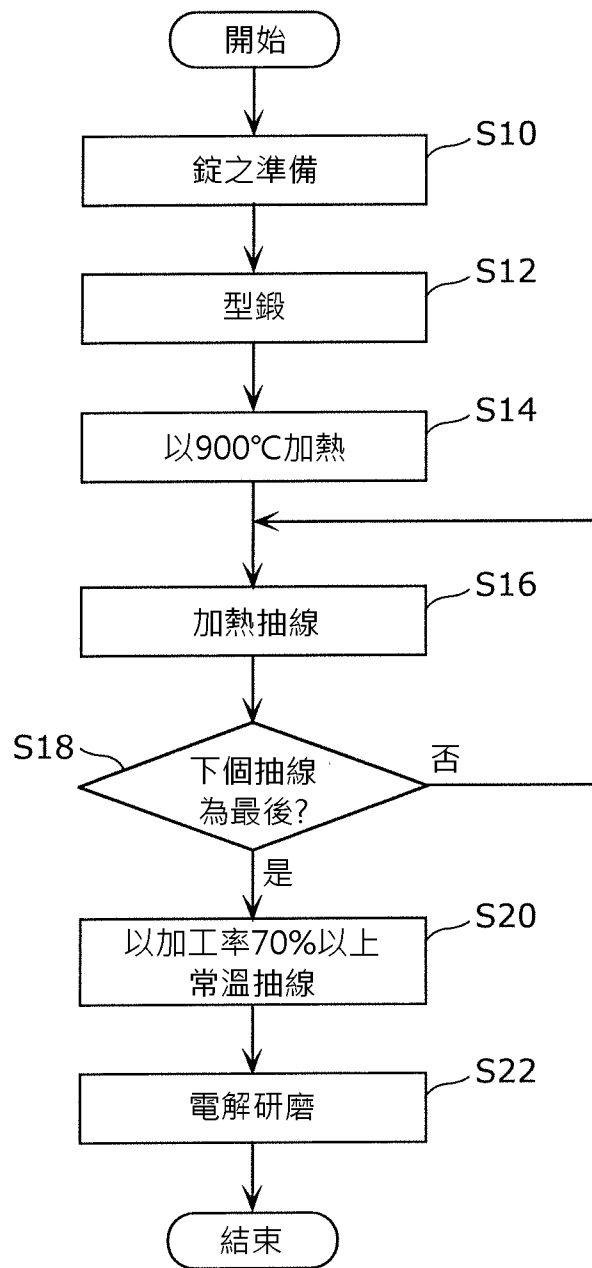


圖 5

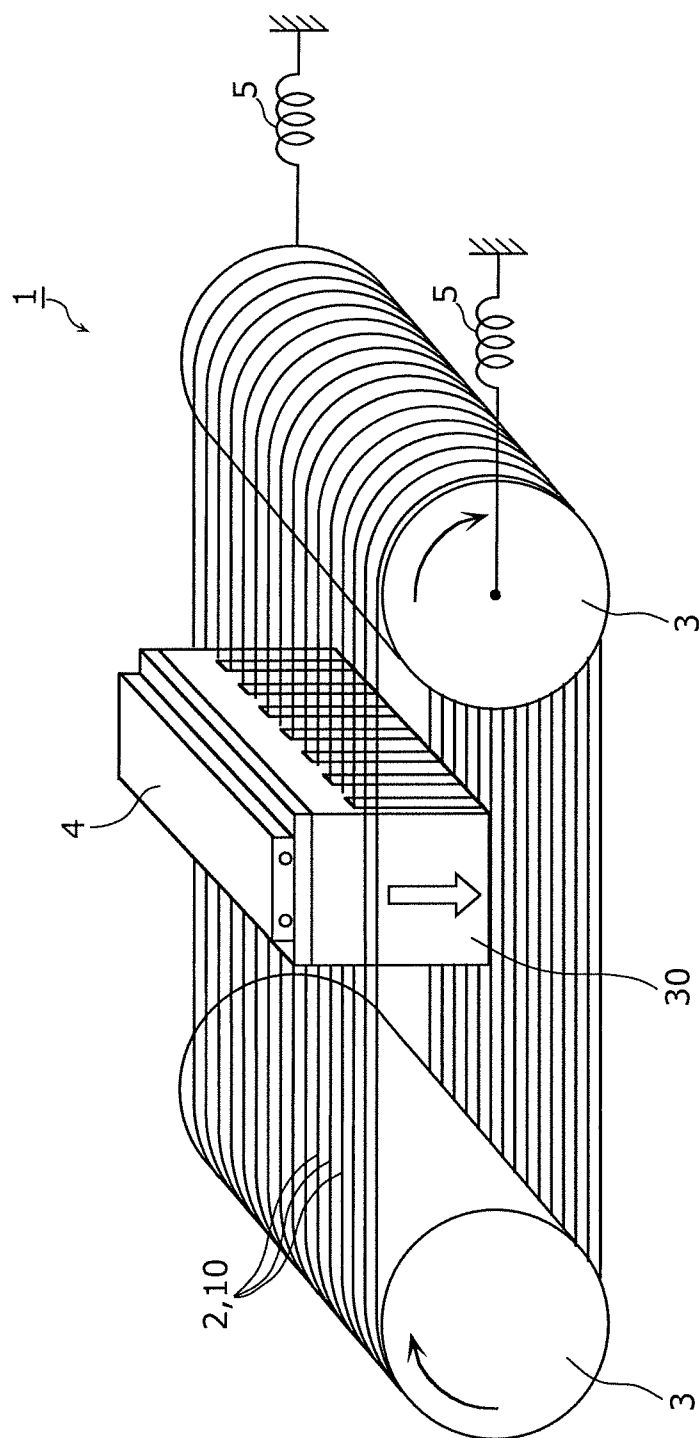


圖 6

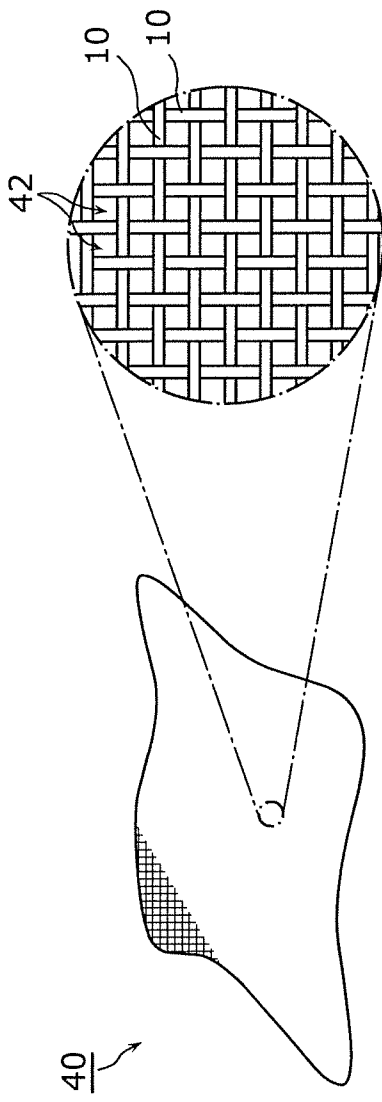


圖 7