



(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 I618590 B

(45)公告日：中華民國 107 (2018) 年 03 月 21 日

(21)申請案號：102128700

(22)申請日：中華民國 102 (2013) 年 08 月 09 日

(51)Int. Cl. : **B23H7/08 (2006.01)**

(30)優先權：2012/08/09 日本 2012-177291

2013/03/11 日本 2013-047441

(71)申請人：沙迪克股份有限公司 (日本) SODICK CO., LTD. (JP)

日本

(72)發明人：上田利幸 UEDA, TOSHIYUKI (JP)；真家信夫 MAIE, NOBUO (JP)

(74)代理人：詹銘文；葉璟宗

(56)參考文獻：

JP 5-192821A

JP 9-225748A

審查人員：楊季璋

申請專利範圍項數：8 項 圖式數：3 共 20 頁

(54)名稱

線放電加工所使用的線電極

WIRE ELECTRODE FOR USE IN WIRE ELECTRIC DISCHARGE MACHINING

(57)摘要

本發明提供一種線電極，包括包含黃銅的芯線(10)以及具有 5 微米以上的厚度的表層(20)。表層是將藉由電鍍形成鋅被覆層的黃銅線熱處理，藉此形成鋅被覆層中的鋅向黃銅線中擴散而成的僅 β 相的擴散層後，藉由將其熱處理線伸線以縮短直徑而形成。黃銅線一面在加熱爐(40)中以固定行進速度在水平方向上行進，一面在規定的固定溫度氣體環境下連續地均等地進行熱處理。

A wire electrode including a core wire (10) that includes brass and a surface (20) having a thickness of 5 microns or more is provided. Heat treatment is executed on a brass wire with a zinc coating layer formed by plating, thereby diffusing a zinc in the zinc coating layer to the brass wire to form a β -phase only diffusion layer, and then wire drawing a heat treated wire to reduce a diameter to form the surface. The brass wire travels in a horizontal direction at a constant traveling speed in a heating furnace (40) and the heat treatment is executed on it continuously and evenly under a predetermined constant air temperature.

指定代表圖：

符號簡單說明：

1 . . . 線電極

10 . . . 芯線

20 . . . 表層

30 . . . 隔壁層

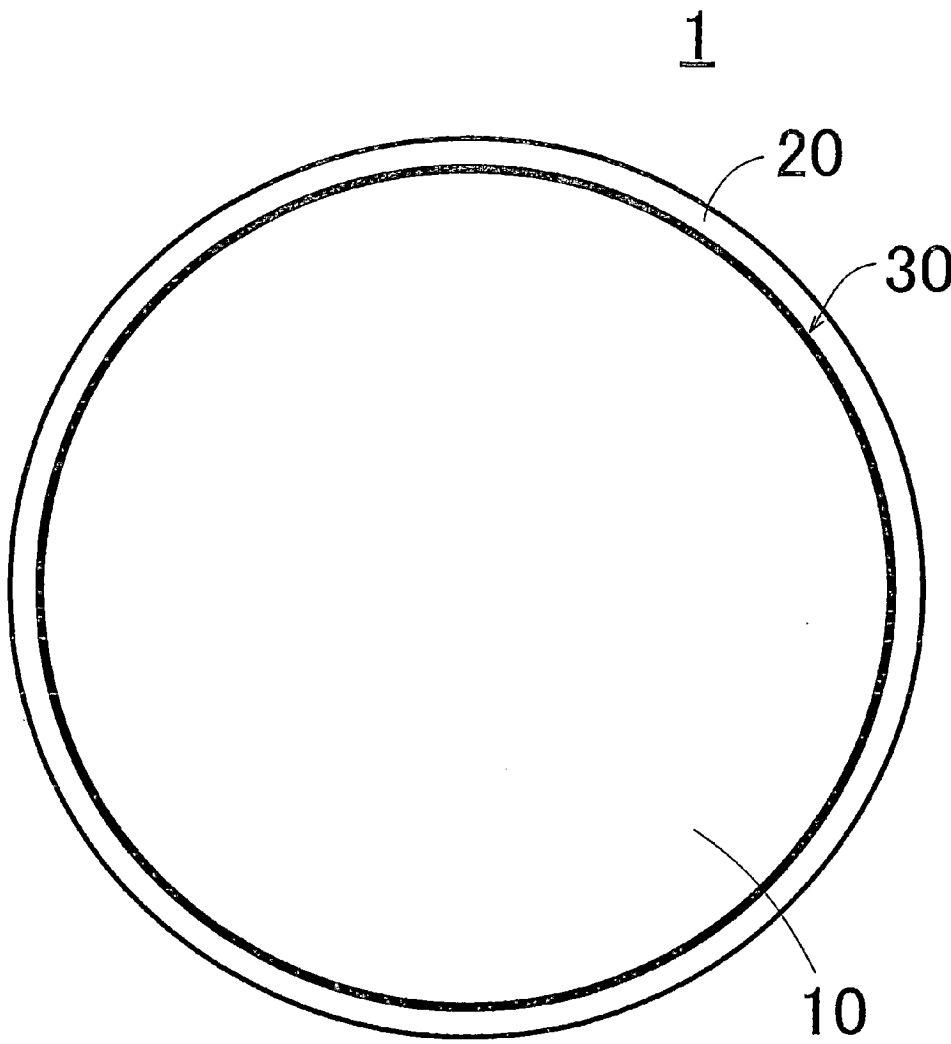


圖 1

發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動)

【發明名稱】

線放電加工所使用的線電極

WIRE ELECTRODE FOR USE IN WIRE ELECTRIC DISCHARGE
MACHINING

【技術領域】

【0001】

本發明是關於一種線放電加工所使用的線電極。本發明是關於一種使被覆層中的鋅向黃銅芯線擴散的線電極。

【先前技術】

【0002】

線電極是線放電加工所使用的工具電極。標準的線電極為 $\phi 0.10$ 毫米以上 $\phi 0.30$ 毫米以下。線電極的材質影響材料去除速度、面粗糙度以及形狀精度。以下，將面粗糙度以及形狀精度合併單稱為精度。由精度的觀點，線電極的圓周表面的粗糙度小為較理想。因放電加工而容易消耗的線電極，對精度有不好的影響。

【0003】

在加工中，將線電極在一對線導引器之間垂直地搬運。行進的線電極承受適當的張力。行進的線電極在一對線導引器之間會

振動是可知的。線電極的振動對精度有不好的影響。線電極的大張力抑制不欲有的振動。因此，線電極必須具有高抗張力。再者，線電極必須具有高耐熱性與良導電性。

【0004】

一般的線電極由黃銅製作。熔點低的鋅被覆在黃銅芯線的圓周表面的線電極是可知的。在加工中，鋅被覆層因放電吸取熱量而熔化飛散。其結果，黃銅芯線受到隔熱保護。可向鋅被覆線電極供給高峰值的電流，因此提升材料去除速度。

【0005】

但是，鋅被覆層難以固定在黃銅芯線的圓周表面，有時因最終的伸線而剝離。電鍍難以形成厚的鋅被覆層。熱浸鍍難以形成面粗糙度小的鋅被覆層。

【0006】

專利文獻 1 揭示一種在黃銅芯線與鋅被覆層之間形成藉由熱處理鋅向芯線擴散而成的層的線電極。此擴散層難以剝離鋅被覆層。專利文獻 2 揭示一種藉由鋅被覆線長時間的熱處理，構成包括銅合金芯線以及做為表層的擴散層的線電極。此擴散層是由 α 相與 β 相構成的 $\alpha \beta$ 混晶。 α 相表示面心立方晶格構造， β 相表示體心立方晶格構造。

【0007】

專利文獻 3 揭示一種對鋅被覆的純銅芯線，實施溫度不一樣的 2 次熱處理的線電極。此線電極包括 α 相芯線以及 β 相表層。

若芯線變質成 α 相黃銅，就難以形成足夠且均等厚度的表層。

【0008】

專利文獻 4 揭示一種根據熱處理條件，將 β γ 相、 γ ε 相或 β 相- ε 相的擴散層選擇做為表層而形成的線電極。熱處理條件，例如為溫度上昇速度。 ε 相表示原子密度高的六方最密晶格構造。在結晶構造上原子密度越高，放電能量的效率越提升是可知的。包括做為表層的 ε 相擴散層的線電極，理論上，可不使精度降低而提升材料去除速度。

(先前技術文獻)

(專利文獻)

【0009】

(專利文獻 1)日本專利申請公開昭 59-041462 號

(專利文獻 2)美國專利 4935594 號

(專利文獻 3)美國專利 5858136 號

(專利文獻 4)美國專利 5762726 號

【0010】

放電的影響由線電極的圓周表面達到至 5 微米深度為止，因此做為表層的 ε 相擴散層必須有 5 微米以上的厚度。但是， ε 相擴散層缺乏延展性、堅硬、難以進行塑性變形。因此，在最終的伸線之後，未被破壞而保留的 ε 相擴散層的厚度，最多 2 微米。據此，包括做為表層的 ε 相擴散層的線電極，實際上，未能有效運用其優點。

【發明內容】**【0011】**

本發明的目的是提供一種可容易製造的，且包括富含足夠的厚度的鋅的表層的線電極。其他的目的和本發明的優點，在之後繼續的說明中敘述。

【0012】

本發明的線電極，包括包含黃銅的芯線(10)以及具有 5 微米以上的厚度的表層(20)，表層(20)是在一面在加熱爐中使藉由電鍍形成鋅被覆層的黃銅線以固定行進速度在水平方向上行進，一面在規定的固定溫度氣體環境下藉由連續地均等地進行熱處理形成鋅被覆層中的鋅向黃銅線中擴散而成的僅 β 相的擴散層之後，藉由將其熱處理線伸線以縮短直徑而形成。

【0013】

黃銅線的直徑較理想為 $\phi 0.7$ 毫米以上 $\phi 1.2$ 毫米以下。此外，鋅被覆層的厚度較理想為 5 微米以上 20 微米以下。此外，形成鋅被覆層的黃銅線較理想在 450°C 以上 650°C 以下的固定溫度氣體環境下進行熱處理。更理想為形成鋅被覆層的黃銅線在 540°C 以上 600°C 以下的固定溫度氣體環境下進行熱處理。此外，表層的鋅含有量為 45 重量百分比以上 48 重量百分比以下。

【0014】

芯線包括黃銅，該黃銅包括 60 重量百分比以上 70 重量百分

比以下的銅以及 30 重量百分比以上 40 重量百分比以下的鋅。線電極更包括形成在芯線與表層之間的厚度 1 微米以下的隔壁層。

【圖式簡單說明】

【0015】

圖 1 為表示本發明的線電極的剖面圖。

圖 2 為表示製造本發明的線電極的過程的流程圖。

圖 3 為在製造本發明的線電極的过程所使用的加熱爐的側視圖。

【實施方式】

【0016】

如圖 1 所示，本發明的線電極 1 包括芯線 10、表層 20 以及隔壁層 30。芯線 10 是黃銅。芯線 10 包括含有 60 重量百分比以上 70 重量百分比以下的銅、30 重量百分比以上 40 重量百分比以下的鋅以及未達 1 重量百分比的雜質的黃銅。將鋅濃度超過 40 重量百分比的芯線 10 浸漬在鍍金液中時，容易溶解且無法維持外形。此外，若鋅含有量低於 30 重量百分比，芯線 10 的真直度會不足。芯線 10 較理想包括含有 65 重量百分比的銅以及 35 重量百分比的鋅的黃銅。

【0017】

表層 20 為擴散層。擴散層整體上包括具有體心立方晶格的 β

相。擴散層的鋅含有率為 45 重量百分比以上至 48 重量百分比以下。在可得到本發明的線電極 1 的作用效果的範圍內，擴散層容許僅含有 α 相或 γ 相。表層 20 包括含有超過 40 重量百分比的鋅的黃銅，所謂富含鋅黃銅。特別是，表層 20 較理想為含有 45 重量百分比以上 48 重量百分比以下的鋅。體心立方晶格的結晶構造與高鋅含有量，使放電加工的材料去除速度上升。

【0018】

放電的影響由線電極 1 的圓周表面達到至 5 微米的深度為止，因此表層 20 至少具有 5 微米的厚度。在製造過程中，具有 5 微米以上 20 微米以下的厚度的鋅被覆層，藉由電鍍均等地形成在 $\phi 0.7$ 毫米以上 $\phi 1.2$ 毫米以下的芯線 10 的表面。藉由熱處理，被覆層中的鋅向黃銅芯線擴散，形成 40 微米以上 80 微米以下的厚度的擴散層。在最後的伸線中，擴散層的厚度向 5 微米以上 20 微米以下縮小。

【0019】

隔壁層 30 在使鋅被覆層向 β 相擴散層變化的熱處理中，在一加熱條件下形成在芯線 10 與擴散層之間。隔壁層 30 具有 1 微米以下的厚度。隔壁層 30 在表層 20 的內側，因此不受放電的影響，不影響放電加工性能。因為隔壁層 30 非常薄，其成分和構造就不確實地分析。隔壁層 30 被推定為在擴散層的厚度向 40 微米以上 80 微米以下擴大時，使擴散延遲且保護芯線 10。

【0020】

線電極 1 提升材料去除速度。線電極 1 具備充分的導電性、抗張力以及真直度。線電極 1 含有未被伸線破壞的擴散層。

【0021】

接著，參照圖 2 以及圖 3 詳細說明製造本發明的線電極 1 的流程的一例。在此流程製造包括芯線 10 以及表層 20 的 $\phi 0.02$ 毫米的線電極 1。芯線 10 包括含有 65 重量百分比的銅以及 35 重量百分比的鋅的黃銅。表層 20 是 β 相擴散層，且具有 5 微米的厚度與 46 重量百分比的鋅含有量。

【0022】

在流程的第 1 步驟 S1，將銅板或銅塊(ingot)與鋅的粉末投入溶解爐中，生成黃銅。測量溶解爐中的銅或鋅的濃度，並生成芯線 10 所要求組成的黃銅。

【0023】

在第 2 步驟 S2，鑄造線材。為了生成線材，將熔化黃銅由溶解爐連續地流出並冷卻。成形出 $\phi 6$ 毫米以上 $\phi 10$ 毫米以下，較理想為 $\phi 8$ 毫米的線材。線材的直徑並無固定。線材中會形成如竹節般環狀的凸部。此外，在線材的表面會形成不欲有的小凹凸。

【0024】

在第 3 步驟 S3，線材藉由伸線縮短直徑。形成 $\phi 0.7$ 毫米以上 $\phi 1.2$ 毫米以下，較理想為 $\phi 0.9$ 毫米的黃銅線。此黃銅線成為最終的線電極 1 的芯線 10。伸線中使用內徑不同的多個模具(dies)。線材穿過多個模具且階段地縮短直徑。此外，藉由伸線將線材的直

徑固定。黃銅線的直徑對於電鍍鋅與熱處理的效率進行程度為越小越好。此外，在線藉由伸線向 $\phi 0.20$ 毫米縮短直徑時，黃銅線的直徑對於表層 20 未被破壞的程度為越小越好。

【0025】

在第 4 步驟 S4，藉由電鍍鋅法對黃銅線實施鍍鋅。將捲在線軸(spool)的黃銅線裝填至開捲機(pay-off reel)。黃銅線被施加張力且以固定的行進速度被搬運。首先，爲了洗淨將黃銅線送至填滿鹼電解水的槽。接著，將黃銅線送往水洗淨裝置，沖洗鹼洗淨液。將黃銅線送往酸性的電鍍浴。使通過電鍍浴的黃銅線藉由暖氣加熱充分地乾燥後，捲繞在捲繞線軸上。爲了形成均等的鋅被覆層，對應於檢測到的行進速度，控制捲繞速度。吸收張力變動的裝置設置在捲繞線軸的附近，防止由於黃銅線的振動導致的不規則電鍍。電鍍鋅的厚度爲 5 微米以上 20 微米以下。根據需要，實施多次鍍金。

【0026】

本發明的線電極 1 的重要特徵是具有 5 微米以上的厚度的表層 20 的整個區域爲實質僅 β 相的擴散層。 β 相是在熱處理中改變材料的結晶構造的過程中形成的，其存在的時間短。爲了均等地得到如此的表層 20，必須在芯線 10 與鋅被覆層之間明確地畫分。因此，較理想爲利用電鍍鋅法形成鋅被覆層。

【0027】

電鍍法可均等形成表面光滑的被覆層。電鍍法與熱浸鍍法相

比較困難形成厚的鍍金。但是，過厚的鋅被覆層，難以藉由熱處理變化成均等的僅 β 相擴散層。此外，過厚的鋅被覆層延展性會不足。

【0028】

在第 5 步驟 S5，將具有厚度 5 微米以上 20 微米以下的鋅被覆層的被覆線 2 在加熱爐 40 中連續地均等地加熱。如圖 3 所示， $\phi 0.7$ 毫米以上 $\phi 1.2$ 毫米以下的被覆線 2 捲繞在線軸 8。被覆線 2 自線軸 8，經由滾軸 5、加熱爐 40 及滾軸 6，往開捲機 7 搬運。藉由線軸 8、滾軸 5、滾軸 6 及開捲機 7，對被覆線 2 施加持續程度的張力，且將被覆線 2 水平地支持在滾軸 5 與滾軸 6 之間。使被覆線 2 以固定速度在水平方向上直線地行進。

【0029】

加熱爐 40 在被覆線 2 的行進方向上具有長的加熱室。加熱室的長度為數米。加熱室的平面視圖的剖面為矩形。在加熱爐 40 的水平底板上設有多個電加熱器 4。電加熱器 4 位於與被覆線 2 隔開的位置。電加熱器 4 與被覆線 2 的最短距離為 50 厘米至 100 厘米。多個加熱器 4 在被覆線 2 的行進方向上以等間隔排列。未繪示的檢測器檢測被覆線 2 的行進速度，根據行進速度來控制線軸 8 的旋轉。藉由多個熱電偶 9 檢測加熱爐 40 中的溫度。多個熱電偶 9 設置在加熱爐 40 的頂板。

【0030】

加熱爐 40 中的溫度，遍及整體都嚴密地維持在規定值。至鋅

被覆層變為僅 β 相的擴散層為止，被覆線 2 在規定的固定溫度氣體環境下曝露僅規定時間。隨著熱處理時間的經過，被覆層通常以 α 相、 $\alpha\beta$ 相、 β 相以及 ε 相的順序變化，但在步驟 S5 的熱處理形成僅 β 相的擴散層。僅 β 相的擴散層包括鋅含有量 45 重量百分比以上 48 重量百分比以下的黃銅。如此般對被覆線 2 連續地進行熱處理。

【0031】

假設加熱爐 40 的全長約 8 米，被覆線 2 的適當行進速度為每分鐘 2.8 米以上每分鐘 3.2 米以下。加熱爐 40 中的溫度為固定地維持在 450°C 以上 650°C 以下，較理想為 540°C 以上 600°C 以下的範圍內。將加熱爐整體的溫度均等地維持。通過加熱爐 40 的被覆線 2 藉由 5°C 至 35°C 的常溫的空氣進行冷卻。將被覆線 2 緩慢地均等地冷卻，鋅的擴散會停止。

【0032】

加熱爐 40 具有用於穿過被覆線 2 的入口 46 與出口 48。在入口 46 與出口 48 不可避免地存在有間隙，經由其間隙常溫的空氣會流向加熱爐 40 中。為防止空氣的流入，在加熱爐 40 設有供給口 42，自供給口 42 向加熱爐 40 中供給氮氣瓦斯 44。氮氣瓦斯 44 的供給會將加熱爐 40 內的空氣由入口 46 與出口 48 的間隙逐出。其結果防止被覆線 2 與加熱器 4 的氧化。

【0033】

習知，將直接地局部加熱被覆線的裝置靠近被覆線來設置。

或者，使被覆線靜止在加熱爐中，並以規定時間加熱。此方法雖然適合需要長時間的熱處理的情況，但是會形成具有結晶構造不同的多個相的擴散層。

【0034】

在第 6 步驟 S6，將熱處理線穿過模具，生成期望的直徑的線電極 1。 β 相擴散層的延展性低於 α 相擴散層的延展性。但是，包括厚度 40 微米以上 80 微米以下的 β 相擴散層的 $\phi 0.7$ 毫米以上 $\phi 1.2$ 毫米以下的熱處理線，不破壞擴散層地進行縮短直徑。

【符號說明】**【0035】**

1：線電極

2：被覆線

4：加熱器

5、6：滾軸

7：開捲機

8：線軸

9：熱電偶

10：芯線

20：表層

30：隔壁層

40：加熱爐

42：供給口

44：氮氣瓦斯

46：入口

48：出口

S1、S2、S3、S4、S5、S6：步驟

發明摘要

※ 申請案號：102128700

※ 申請日：

※IPC 分類：B23H7/08 (2006.01)

【發明名稱】

線放電加工所使用的線電極

WIRE ELECTRODE FOR USE IN WIRE ELECTRIC DISCHARGE
MACHINING

【中文】

本發明提供一種線電極，包括包含黃銅的芯線(10)以及具有 5 微米以上的厚度的表層(20)。表層是將藉由電鍍形成鋅被覆層的黃銅線熱處理，藉此形成鋅被覆層中的鋅向黃銅線中擴散而成的僅 β 相的擴散層後，藉由將其熱處理線伸線以縮短直徑而形成。黃銅線一面在加熱爐(40)中以固定行進速度在水平方向上行進，一面在規定的固定溫度氣體環境下連續地均等地進行熱處理。

【英文】

A wire electrode including a core wire (10) that includes brass and a surface (20) having a thickness of 5 microns or more is provided. Heat treatment is executed on a brass wire with a zinc coating layer formed by plating, thereby diffusing a zinc in the zinc coating layer to the brass wire to form a β -phase only diffusion layer, and then wire drawing a heat treated wire to reduce a diameter to form the surface. The brass wire travels in a horizontal direction

at a constant traveling speed in a heating furnace (40) and the heat treatment is executed on it continuously and evenly under a predetermined constant air temperature.

【代表圖】

【本案指定代表圖】：圖 1。

【本代表圖之符號簡單說明】：

1：線電極

10：芯線

20：表層

30：隔壁層

【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】：

無

申請專利範圍

- 1.一種線電極，包括：
 芯線，包括黃銅；以及
 表層，具有 5 微米以上的厚度，上述表層是在一面在加熱爐中使藉由電鍍形成鋅被覆層的黃銅線以固定行進速度在水平方向上行進，一面在規定的固定溫度的氣體環境下藉由連續地均等地進行熱處理形成上述鋅被覆層中的鋅向上述黃銅線中擴散而成的僅 β 相的擴散層，將通過上述加熱爐的上述黃銅線曝露於 5°C 至 35°C 的常溫的空氣進行緩慢地冷卻使擴散停止之後，藉由將其熱處理線伸線以縮短直徑而形成。
- 2.如申請專利範圍第 1 項所述之線電極，其中該黃銅線的直徑為 $\phi 0.7$ 毫米以上 $\phi 1.2$ 毫米以下。
- 3.如申請專利範圍第 1 項所述之線電極，其中該鋅被覆層的厚度為 5 微米以上 20 微米以下。
- 4.如申請專利範圍第 1 項所述之線電極，其中該黃銅線在 450°C 以上 650°C 以下的固定溫度的氣體環境下進行熱處理。
- 5.如申請專利範圍第 4 項所述之線電極，其中該黃銅線在 540°C 以上 600°C 以下的固定溫度的氣體環境下進行熱處理。
- 6.如申請專利範圍第 1 項所述之線電極，其中該表層的鋅含有量為 45 重量百分比以上 48 重量百分比以下。
- 7.如申請專利範圍第 1 項所述之線電極，其中該芯線包括該黃銅，該黃銅包括 60 重量百分比以上 70 重量百分比以下的銅以及 30 重量百分比以上 40 重量百分比以下的鋅。

106-03-30

8.如申請專利範圍第 1 項所述之線電極，更包括形成在該芯線與該表層之間的厚度 1 微米以下的隔壁層。

圖式

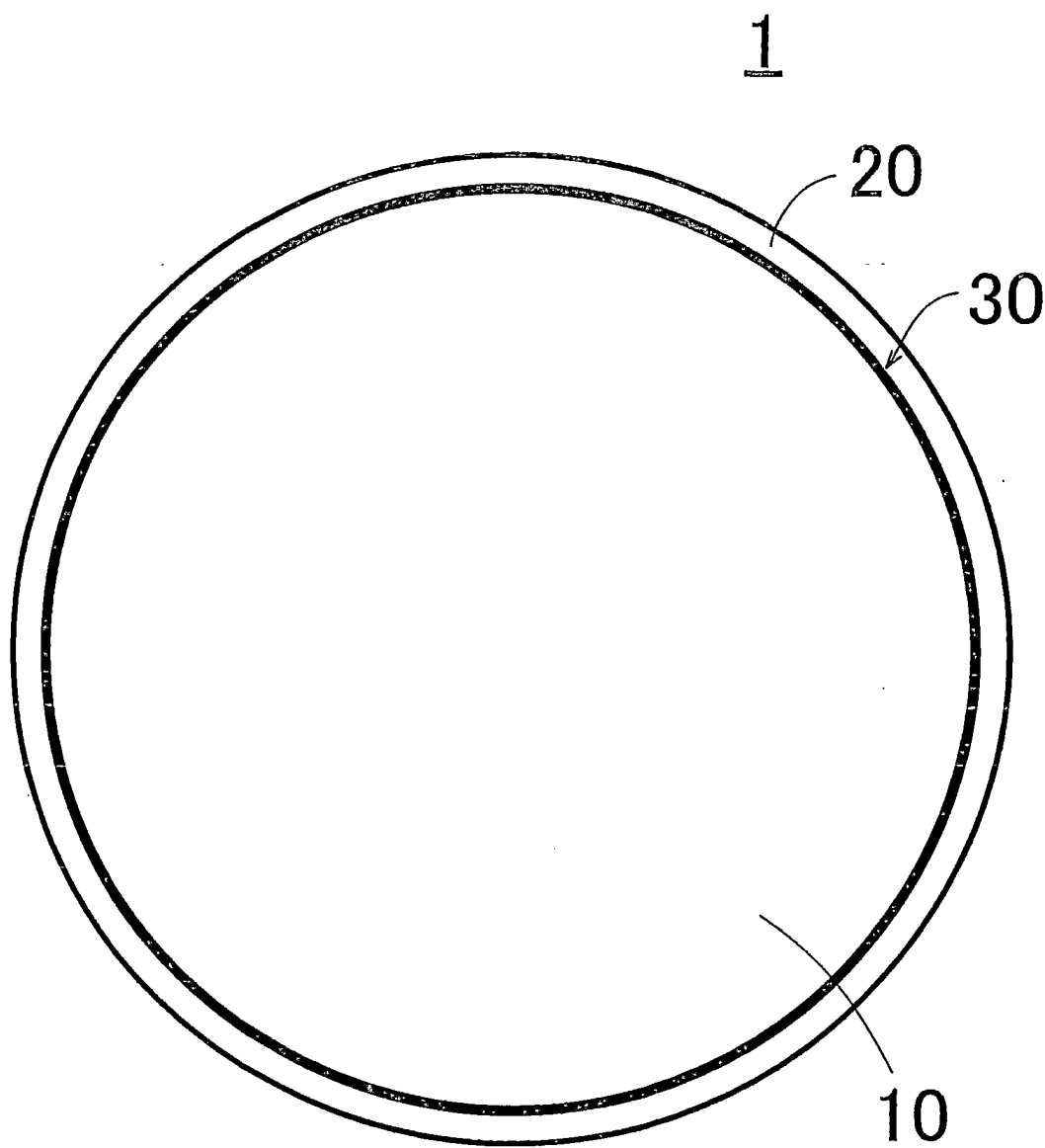


圖 1

102年10月28日修(更)正替換頁

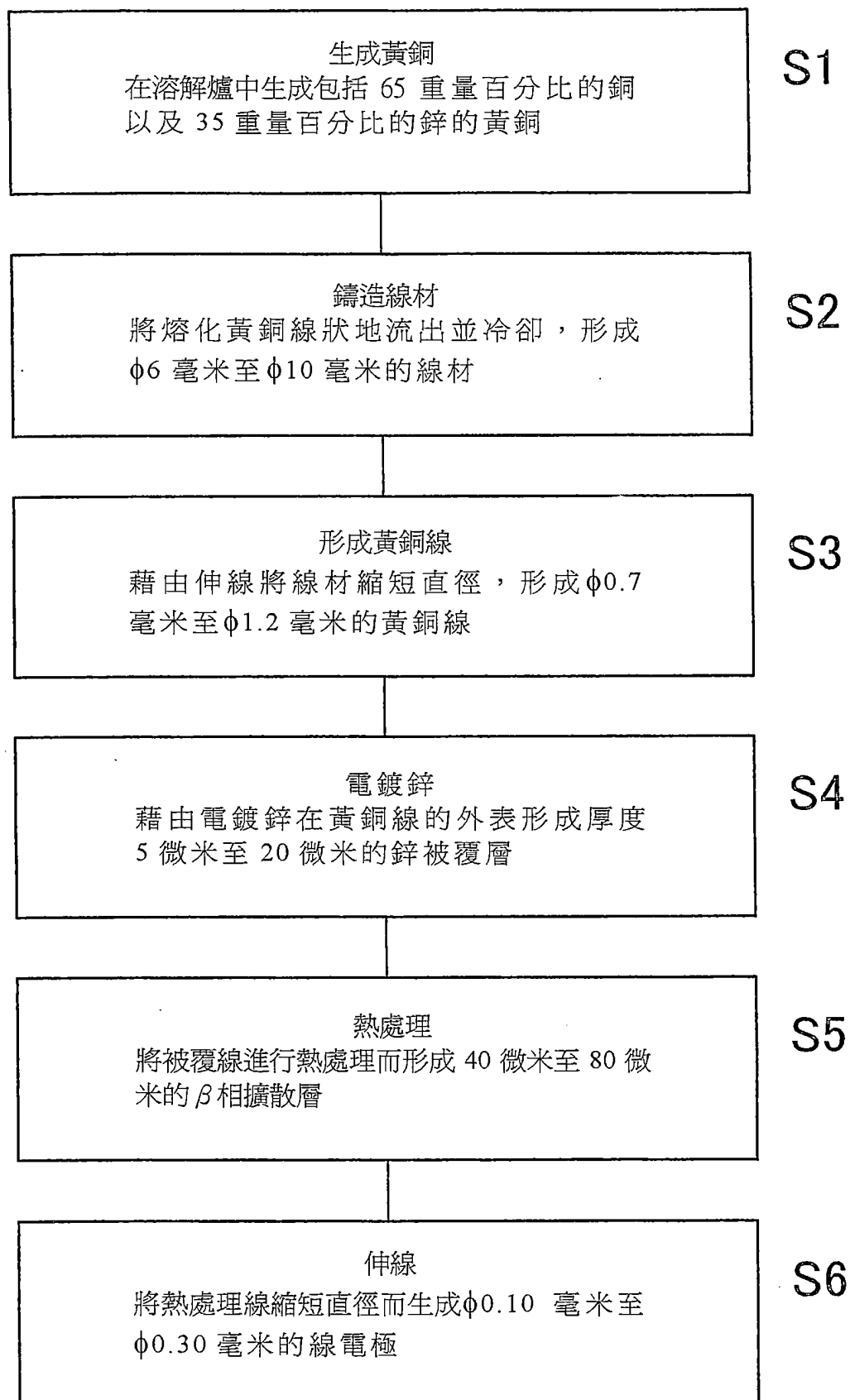


圖 2

107年10月28日修(更)正替換頁

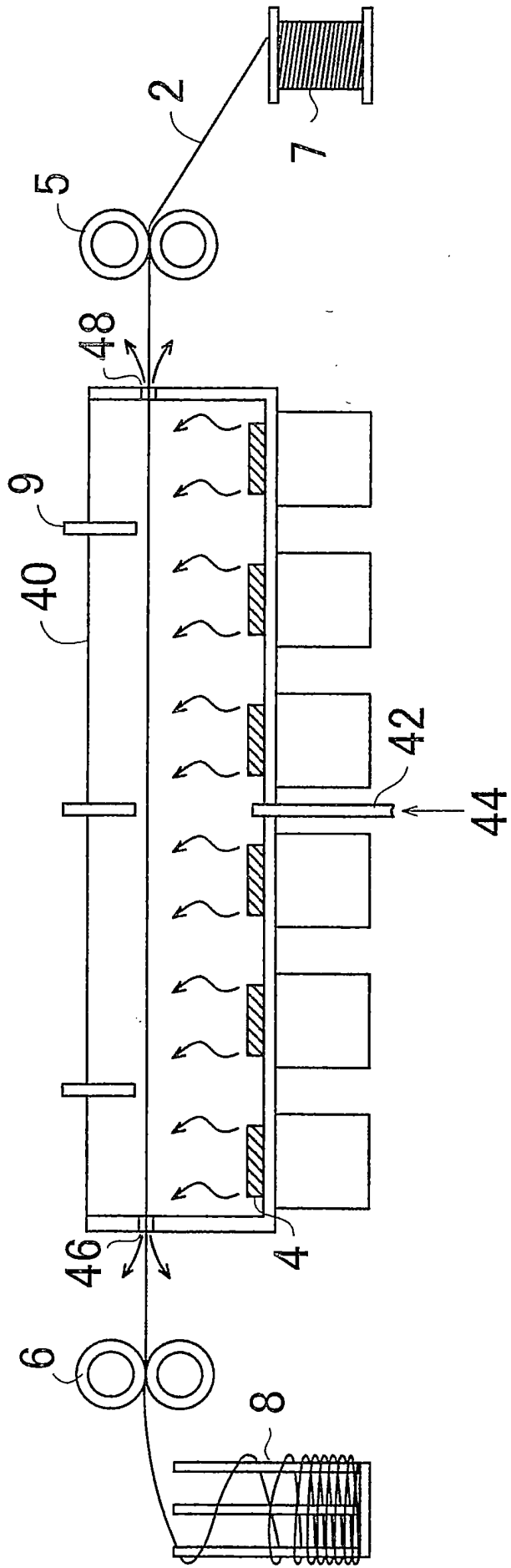


圖 3

at a constant traveling speed in a heating furnace (40) and the heat treatment is executed on it continuously and evenly under a predetermined constant air temperature.

【代表圖】

【本案指定代表圖】：圖 1。

【本代表圖之符號簡單說明】：

1：線電極

10：芯線

20：表層

30：隔壁層

【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】：

無