

(此處由本局於收
文時黏貼條碼)

發明專利說明書

(本申請書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號：93123402

※申請日期：93 年 08 月 04 日

※IPC 分類：B23K 35/40

一、發明名稱：

(中) 熔接用實心焊絲的製造方法

(英) Method of producing solid wire for welding

二、申請人：(共 1 人)

1. 姓 名：(中) 神戶製鋼所股份有限公司

(英) KOBE STEEL, LTD.

代表人：(中) 1. 犬伏泰夫

(英) 1. INUBUSHI, YASUO

地 址：(中) 日本國兵庫縣神戶市中央區脇浜町二丁目一〇番二六號

(英)

國籍：(中英) 日本

JAPAN

三、發明人：(共 3 人)

1. 姓 名：(中) 小西良宏

(英) KONISHI, YOSHIHIRO

國 籍：(中) 日本

(英) JAPAN

2. 姓 名：(中) 清水弘之

(英) SHIMIZU, HIROYUKI

國 籍：(中) 日本

(英) JAPAN

3. 姓 名：(中) 橫田泰之

(英) YOKOTA, YASUYUKI

國 籍：(中) 日本

(英) JAPAN

四、聲明事項：

◎本案申請前已向下列國家(地區)申請專利 ☐ 主張國際優先權：

(此處由本局於收
文時黏貼條碼)

發明專利說明書

(本申請書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號：93123402

※申請日期：93 年 08 月 04 日

※IPC 分類：B23K 35/40

一、發明名稱：

(中) 熔接用實心焊絲的製造方法

(英) Method of producing solid wire for welding

二、申請人：(共 1 人)

1. 姓 名：(中) 神戶製鋼所股份有限公司

(英) KOBE STEEL, LTD.

代表人：(中) 1. 犬伏泰夫

(英) 1. INUBUSHI, YASUO

地 址：(中) 日本國兵庫縣神戶市中央區脇浜町二丁目一〇番二六號

(英)

國籍：(中英) 日本

JAPAN

三、發明人：(共 3 人)

1. 姓 名：(中) 小西良宏

(英) KONISHI, YOSHIHIRO

國 籍：(中) 日本

(英) JAPAN

2. 姓 名：(中) 清水弘之

(英) SHIMIZU, HIROYUKI

國 籍：(中) 日本

(英) JAPAN

3. 姓 名：(中) 橫田泰之

(英) YOKOTA, YASUYUKI

國 籍：(中) 日本

(英) JAPAN

四、聲明事項：

◎本案申請前已向下列國家(地區)申請專利 ☐ 主張國際優先權：

【格式請依：受理國家（地區）；申請日；申請案號數 順序註記】

- 1.日本 ; 2003/08/26 ; 2003-301520 ☒有主張優先權
- 2.日本 ; 2003/10/30 ; 2003-370736 ☒有主張優先權

(1)

九、發明說明

【發明所屬之技術領域】

本發明涉及沒有電鍍銅的實心焊絲的製造方法（在本說明書和申請專利範圍中，可以用簡稱“焊絲”代替“實心焊絲”）。

【先前技術】

在 CO_2 氣體保護電弧焊接和 MIG 焊接中通常使用熔接用的細實心焊絲（直徑為 0.8-1.6mm）。在使用時，熔接用的實心焊絲纏繞在捲軸上或置於包裝桶中。用進料輥將實心焊絲從捲軸（或包裝桶）中拉出，然後塞入包封有管道電纜的襯套中，最後通過襯套將其送往位於焊接位置處的焊炬的噴嘴上。

上述管道襯套是用螺旋纏繞的鋼絲製成的撓性導管。它通常是 3-6m 長，有時候 10-20m 長，這取決於與焊接位置的距離。不管工作地點在哪裡，焊絲都應當以恒定速度穩定進料，例如在造船廠中，臺階或彎頭會使空間受限或使空間受阻。這種穩定進料是焊絲最重要的特徵之一，稱之為焊絲進料性能。

當用進料輥將其塞入導管襯套時，焊絲由於與導管襯套內部的摩擦而受到進料阻力。在直導管襯套中，這種進料阻力不會大到出現進料性能方面的問題。但是，在很長的導管襯套、或大角度或連續多處彎曲的導管襯套中，進料阻力會增大到進料力不能再平衡的程度，從而導致進料

性能極度惡化。

因此，爲了保證穩定進料，必須降低由於與導管襯套的摩擦導致的進料阻力。降低進料阻力和改善焊絲進料性能的一般方法是用電鍍銅或潤滑劑塗布焊絲表面。順便提及，電鍍銅會產生額外的極大改善拉伸性能、導電性和防銹性的效果。

不幸的是，具有電鍍銅或潤滑劑塗層的實心焊絲具有很多缺點。即，當用進料輥擠壓實心焊絲時，過量的潤滑劑易於被刮掉。刮掉的潤滑油殘餘物進入導管襯套並在其中集聚，使進料阻力不規則地增加。電鍍銅也會產生類似的問題。從電鍍銅上刮掉的殘餘物會導致進料阻力急劇增加的嚴重問題。另外，用於電鍍銅的氰化合物是環境污染源。在這樣的情況下，目前迫切需要一種沒有電鍍銅的實心焊絲。

實心焊絲上電鍍銅的作用是作爲潤滑塗層，用以改善進料性能和在焊絲生產過程中改善拉伸性。因此，要有效拉伸沒有電鍍銅的實心焊絲，則需要良好的能夠取代電鍍銅的潤滑劑或者不需要電鍍銅的改善的拉伸技術。

上述細實心焊絲是使大直徑絲（簡稱爲“原料”）通過一系列孔模或輥模生產的。上述不需要電鍍銅的技術例如公開在日本專利特開平 10-296488 中。它規定了拉絲模的斷面縮減率，從而防止絲在高速拉伸過程中發生斷裂。例如，日本特許公開專利 2000-117486 提出了另一種防止進料阻力不規則增加的方法。其依賴於能夠牢固地粘著在

絲上的改善的潤滑劑。

在生產沒有電鍍銅的實心焊絲時，待拉伸的原料需要進行表面處理，例如磷酸鹽處理和硼化處理，以保證絲表面和拉伸潤滑劑之間具有良好的粘著性。這樣的表面處理會產生生產成本和環境污染方面的問題。常用的潤滑劑是鈣皂，這是一種乾燥固體潤滑劑。不幸的是，因為鈣會對電弧穩定性產生極其有害的影響，所以在拉伸（拉伸至最終直徑或中間直徑）後必須通過退火、鹼法脫油、酸洗和用有機清洗劑清洗的方法除去鈣皂。這同樣會產生生產成本和環境污染方面的問題。

另一方面，用於 CO_2 氣體保護電弧焊接的實心焊絲遇到的困難是，如果焊絲具有緊密光滑的表面，則難以保證預定量的潤滑油。這一問題可以通過將焊絲表面略微糙化解決。表面糙化的焊絲可以使加入的潤滑油均勻地塗布在其長度方向上。參見日本特許公開專利 2000-107881。

人們已經提出了多種類似的技術。其中的一個設計方案是在乾式孔模拉絲和濕式孔模拉絲之間插入輥模拉絲，從而降低由濕拉絲得到的斷面縮減率。該目的是通過下述措施達到的：將最終焊絲的表面糙化到使表面不規則處能夠牢固地保持加入的潤滑油的程度。參見美國專利 6079243。

有人提出的一種方法是：將輥模上預先形成的表面粗糙度轉移到焊絲表面上。最終的焊絲能夠有效地保留進料潤滑劑。參見日本專利特開平 10-249576。

有人提出一種在保持適當的表面粗糙度的同時改善拉伸性的技術。該目的是通過用 MoS_2 和 WS_2 作為拉絲潤滑劑和規定孔模拉伸導致的斷面縮減率實現的。該技術是基於孔模拉伸導致的斷面縮減率和粘附在焊絲上的潤滑劑量之間的關係而實現的。參見日本專利特開平 11-197878。

還有人提出一種使羧酸鉀粘附在焊絲表面上以改善電弧穩定性的技術。該目的是通過下述措施達到的：用熱水清洗拉伸的焊絲，然後使清洗後的焊絲一次性進行輥模拉絲或輥壓。參見日本專利特開平 3-77035。

但是，上述技術不能實際應用於沒有電鍍銅的實心焊絲。換句話說，它們不能在保持焊絲有效生產率的同時，使焊絲表面粗糙度大到足以保持足量的潤滑油。

沒有電鍍銅的實心焊絲的缺點是不能通過孔模高速拉絲，其原因如下。在生產實心焊絲時主要使用的孔模拉絲在潤滑劑層上施加的剪切力比輥模拉絲大得多，這種剪切力會破壞潤滑劑膜。當在不用硬脂酸鈣潤滑劑處理焊絲的情況下進行孔模拉絲時，易於出現這樣的問題。

在上述由乾式孔模拉絲和濕式拉絲組成的兩段拉絲方法也牽涉到上述同樣的問題。這種拉絲方法不適用於沒有電鍍銅的焊絲的高速拉絲，因為在拉伸性方面濕式拉絲較乾式拉絲差。另外，如上述美國專利 6079243 所述，在拉絲過程中，焊絲的表面粗糙度急劇下降，因此，在從半成品階段（在此階段產生表面粗糙度）至成品階段的整個拉絲過程中，焊絲難以保持其表面粗糙度。

在孔模拉絲和輥模拉絲中，上述作為拉絲潤滑劑的 MoS_2 和 WS_2 不能提供充分的拉伸性，從而難以在沒有電鍍銅的焊絲上進行高速拉絲。另外，過量殘留的這些潤滑劑會使流經成品焊絲的電流不穩定，刮掉的潤滑劑殘渣會破壞焊絲的進料性能。因此，必須均勻塗布潤滑劑，以使其均勻殘留，最終又能夠被均勻地洗去。這些問題會導致不能有效拉絲和質量不穩定。另外，如果不對原料鋼絲進行充分的防銹處理而直接塗布硫化物（如 MoS_2 和 WS_2 ），則焊絲的耐蝕性將受到破壞。

將表面粗糙度從輥模轉移到焊絲表面上的缺點是，難以控制遭受磨損的輥表面。這將導致焊絲質量不穩定、和由於頻繁更換輥而使生產成本升高。

輥模比孔模更適用於高速拉絲，因為它由一對夾持焊絲的對向輥構成。因為這樣的結構使得輥模在拉絲過程中在潤滑劑層上施加的剪切力比孔模小，因此不會經常造成潤滑劑膜的破壞。另外，即使在用無氫無機固體潤滑劑進行拉絲的情況下，輥模與孔模相比，也不易阻塞，這種固體潤滑劑不會隨氫的增加而出現問題。如果主要用輥模對沒有電鍍銅的實心焊絲進行拉絲，則能夠極大地改善拉絲速度和效率。

但是，還從來沒有人用輥模對沒有電鍍銅的實心焊絲在從原料至成品的過程中進行高速拉絲。假如焊接性能只取決於輥模，則在對焊接性能沒有副作用的情況下，對沒有電鍍銅的實心焊絲的拉絲速度就會受到限制。用輥模高

速拉絲時，沒有電鍍銅的高強度鋼焊絲的情況比普通低碳鋼焊絲的情況出現的困難多（高強度鋼包括高拉伸鋼、合金鋼和不銹鋼，可以根據要焊接的工件進行選擇）。

與低碳鋼焊絲相比，高強度鋼焊絲需要更大的抽拉力，從而作用於軋模上的荷重更大。在拉絲過程中施加大作用力時，因為軋模及其支架的強度和剛度有限，所以軋模會變形和振動。這種振動會使焊絲與軋模間歇性地接觸，從而在焊絲表面上留下小凹痕。這些凹痕會破壞焊絲直徑精度，導致焊絲表面糙化。為了避免這樣的問題，即使軋模拉絲可以實際應用，也必須降低拉絲速度。這樣會降低拉絲效率，降低焊絲生產率。

目前還沒有只用軋模就能夠在從原料鋼絲至成品的過程中基本完成拉絲的例子。即使存在這樣的例子，也不可能高速拉伸高強度實心焊絲。

對軋模拉絲速度的限制歸因於磨損和潤滑問題（和孔模一樣）。在對沒有電鍍銅的焊絲進行拉絲時，為了使焊絲表面與潤滑劑具有更好的粘結性，可能需要對原料鋼絲進行表面處理（如磷酸鹽處理和硼化）。如果沒有進行表面處理，則必須使用乾燥固體潤滑劑，例如能夠提供良好潤滑性能的鈣皂。不幸的是，殘留在成品焊絲表面上的鈣皂無論其量多麼少，都對電弧穩定性有極大的不良影響。因此，在拉絲完成後，需要一個單獨的清洗過程，以徹底去除鈣皂。結果將提高生產成本和導致環境污染。因此，鈣皂的使用對沒有電鍍銅的焊絲的生產是有害的。

鑑於上述原因，目前還沒有連續生產沒有電鍍銅的焊絲的在線方法，所述方法包括下述步驟：拉絲，洗去用於拉絲的潤滑劑，塗布用於焊絲進料的潤滑劑。即使存在這樣的方法，也不可能以與拉絲同樣高的速度實施這些步驟。順便提及，術語“在線”表示連續操作拉絲及其後續步驟。

如上所述，在生產沒有銅的焊絲（包括高強度焊絲）時，還沒有人只用軋模就能夠將原料鋼絲抽拉成成品焊絲。另外，還沒有人用包括拉絲，洗去拉絲潤滑劑和塗布進料潤滑劑的連續方法生產焊絲。即使存在這樣的連續方法，也不可能高速運行。

【發明內容】

本發明是鑑於上述情況而完成的。本發明的目的是提供一種有效生產沒有電鍍銅的實心焊絲的方法，所述方法由下述步驟組成：用軋模將原料鋼絲高速抽拉成成品（或近成品）焊絲，洗去拉絲潤滑劑，塗布進料潤滑劑，該方法是在一個生產線中連續完成的。

本發明涉及一種通過將原料鋼絲抽拉成成品焊絲生產沒有電鍍銅的實心焊絲的方法，所述方法包括下述步驟：將用於拉絲的乾燥固體潤滑劑塗布在焊絲表面上的步驟，用於拉絲的乾燥固體潤滑劑至少含有硬脂酸鈉或硬脂酸鉀；用軋模抽拉潤滑劑塗布後的焊絲的步驟；從抽拉後的焊絲表面上除去拉絲潤滑劑的步驟；以及將用於焊絲進料的

潤滑劑塗布在已經除去了拉絲用乾燥固體潤滑劑的焊絲表面上的步驟。

上述生產實心焊絲的方法的特徵在於：拉絲步驟的至少一部分、除去用於拉絲的乾燥固體潤滑劑的步驟和塗布用於焊絲進料的潤滑劑的步驟是在線進行的。

根據本發明，用於抽拉沒有電鍍銅的實心焊絲的乾燥固體潤滑劑應當是硬脂酸鈉或硬脂酸鉀。但是，本發明使用的軋模拉絲用的潤滑劑不一定是單一物質硬脂酸鈉或硬脂酸鉀。可以含有任何添加劑，如下面所述的高壓潤滑劑（極壓劑）和軟化點調節劑。

硬脂酸鹽優選應當是水溶性皂，在主要由軋模完成的高速拉絲過程（從原料鋼絲至成品或近成品焊絲）中，水溶性皂具有良好的潤滑性。它還不需要離線清洗步驟，而是可以用在線清洗步驟將其除去。

因此，本發明可以通過連續在線法生產沒有電鍍銅的實心焊絲，該方法包括：將原料鋼絲抽拉成成品或近成品焊絲（基本上是用軋模進行），洗去拉絲潤滑劑，塗布進料潤滑劑。

根據本發明，用軋模拉絲可以進行到下述程度：抽拉的焊絲具有成品焊絲或近成品焊絲的直徑。

順便提及，在硬脂酸鈉或硬脂酸鉀的幫助下，用孔模（在生產焊絲時主要用孔模）不可能進行高速拉絲。換句話說，與用軋模拉絲相比，孔模拉絲會在模面處的潤滑劑層上施加更大的剪切力。因此，即使皂中含有添加劑如高

壓潤滑劑和軟化點調節劑，用孔模進行高速拉絲時，本發明的皂也會出現潤滑劑膜破裂的問題。從這一點上講，本發明的皂與用孔模拉絲時常用的上述金屬皂潤滑劑（基於硬脂酸鈣）有很大的不同。

根據本發明的一個優選實施方案，在一系列用輥模拉絲的步驟之前或其間可以進行用孔模拉絲的步驟，使直徑總縮減率 ΣR_d 為 0.5%-78%。該實施方案的優點是能夠在已經用孔模抽拉的焊絲表面上均勻塗布潤滑劑，使得後續的用輥模的拉絲步驟可以在不塗布新的用於拉絲的乾燥固體潤滑劑條件下進行。

本發明提供一種通過連續在線方法高效生產沒有電鍍銅的實心焊絲的方法，該方法包括：用輥模將原料鋼絲抽拉成成品或近成品焊絲，洗去拉絲潤滑劑，塗布進料潤滑劑。本發明的方法不僅適用於沒有電鍍銅的低碳鋼實心焊絲的高速抽拉，而且適用於沒有電鍍銅的高強度鋼焊絲的高速抽拉（高強度鋼包括高拉伸鋼、合金鋼和不銹鋼等）。

【實施方式】

下面參考附圖說明本發明的實施方案。

（生產實心焊絲的步驟）

圖 1 和 2 分別是流程圖和方法圖，大致示出實心焊絲的生產步驟（包括高速拉絲步驟）。

圖 1 和 2 示出用高強度原料鋼絲（直徑為 5.5 mm）生產實心焊絲（直徑為 1.2 mm）的步驟。圖 2 所示的拉絲步驟由兩部分組成：（B）首次拉絲和（C）第二次拉絲。首次拉絲和第二次拉絲的目的都是只用軋模（不用孔模）將原料鋼絲的直徑縮減為接近成品焊絲的直徑。換句話說，首次拉絲和第二次拉絲的所有步驟基本上都是用軋模完成的。

根據本發明，在生產沒有電鍍銅的實心焊絲時，將原料鋼絲直徑縮減為成品或近成品焊絲直徑的拉絲大部分由軋模完成。另外，根據本發明，如下面所述，用軋模的拉絲完全通過乾燥潤滑完成，不使用濕式潤滑。但是，本發明還包括下述實施方案：用孔模拉絲塗布用於軋模拉絲的潤滑劑。因此，本發明包括下述實施方案：在首次拉絲（B）之前或者在首次拉絲（B）和第二次拉絲（C）之間，進行孔模拉絲。本發明還包括下述實施方案：在用軋模拉絲後，通過用孔模拉絲完成最後的拉絲。

上述用軋模的拉絲裝置可以用於高速拉絲。“高速”指的是在用強度不低於 500 MPa 的高強度原料鋼絲形成焊絲的情況下，在首次拉絲（B）和第二次拉絲（C）中均不低於 600 m/min，最好是不低於 700 m/min。根據本發明，在首次拉絲（B）和第二次拉絲（C）中用硬脂酸鈉或硬脂酸鉀作為乾燥固體潤滑劑，以生產沒有電鍍銅的實心焊絲。這種乾燥固體潤滑劑有助於提高用軋模拉絲的速度。具體來說，可以高速抽拉沒有電鍍銅的實心焊絲，這種

焊絲在抽拉時通常很困難。

根據本發明，可以用輥模抽拉的原料鋼絲的直徑，與傳統上用孔模抽拉的原料鋼絲的直徑相同。原料鋼絲的直徑通常約為 2-8 mm。通常使用的原料鋼絲是熱軋鋼絲或冷軋鋼絲。前者的直徑是 4.0-6.0 mm，後者的直徑是 2.2-4.0 mm（二者均在輥模機組的入口處）。熱軋鋼絲和冷軋鋼絲都可作為原料鋼絲。它們還可以在被孔模、輥模或微磨軋製冷拉到所需直徑後用作原料鋼絲。可以通過下述方法由熱軋鋼絲得到原料鋼絲：在主要由硬脂酸鈣構成的乾燥固體潤滑劑的幫助下，用孔模抽拉（使其直徑由 4.0-6.0 mm 降低到 2.2-4.0 mm），然後進行退火和酸洗，以除去潤滑劑。

圖 2 所示的方法的前半部分由步驟（A）和（B）組成。步驟（A）是將強度不低於 500 MPa 的高強度原料鋼絲線圈 100 展開。步驟（B）是抽拉原料鋼絲，使其直徑減小到 2.4 mm，然後將抽拉的鋼絲捲繞成線圈 106。步驟（B）中的抽拉是用六個抽拉單元（201、202、203、204、205 和 206）串聯成的機組完成的。每一個抽拉單元都由四段輥模組成（後面將參考圖 5 進行說明）。抽拉的鋼絲上塗布本發明規定的拉絲潤滑劑。順便提及，圖 2 中 111 表示的單元是收線絞盤，每一個收線絞盤都放置在相鄰的模具之間。

圖 2 所示的方法的後半部分由步驟（C）、（D）和（E）組成。步驟（C）是將線圈 106 展開並抽拉鋼絲，

使其直徑由 2.4mm 減小到 1.3mm (或 1.2mm)。1.3mm 的直徑是近成品焊絲的直徑，1.2mm 的直徑是成品焊絲的直徑。步驟 (C) 中的抽拉是用五個抽拉單元 (401、402、403、404 和 405) 串聯成的機組完成的。每一個抽拉單元都由四段軋模組成 (後面將參考圖 5 進行說明)。抽拉的鋼絲上塗布 (或者不重新塗布) 本發明規定的拉絲潤滑劑。在步驟 (D) 中用孔模 501 (一段) 對具有近成品鋼絲直徑的抽拉鋼絲進行精拉 (定徑)，以改善鋼絲直徑的精度。從而將直徑為 1.3mm 的抽拉鋼絲製成直徑為 1.2mm 的成品鋼絲。

本發明規定的拉絲潤滑劑，分別就在軋模抽拉單元 201 和 401 之前，強制性地塗布在首次拉絲步驟 (B) 中的鋼絲上，和強制性地或任選地塗布在第二次拉絲步驟 (C) 中的鋼絲上。

第二次拉絲步驟 (C) 可以包括用孔模 501 精拉的步驟 (D)，也可以不包括步驟 (D)。是否選用步驟 (D) 主要取決於焊絲的處理性能和成品焊絲所要求的直徑精度。當然，可以省略步驟 (D)。

拉絲步驟後是清洗步驟 (E)，在清洗步驟 (E) 中，抽拉後的鋼絲經過盛有溫淡水的清洗容器 108 (其中沒有有機清洗劑和酸或鹼)，以洗去鋼絲上殘留的潤滑劑。清洗後的鋼絲經過上油步驟 (E)，塗布進料潤滑劑。經過上述一系列在線步驟的鋼絲最終在步驟 (F) 中捲繞。從而得到所需的產品，直徑為 1.2mm 的焊絲，即線圈 110

。順便提及，在清洗步驟（E）中進行的清洗可以通過擦洗或搖動（或輕敲）鋼絲或二者結合來完成。可以在裝備有氈布或砂布的剝離輥的幫助下完成擦洗。

圖 2 示出均依賴於輥模的首次拉絲步驟（B）和第二次拉絲步驟（C）相分離的實施方案。這種佈置是為了有效地將高強度原料鋼絲（直徑較大，為 5.5 mm）抽拉成成品實心焊絲（直徑較小，為 1.2 mm）。因此，拉絲可以在兩個分離的步驟中完成，也可以在一個連續的步驟中完成。這種選擇取決於所需的生產率，生產率隨原料鋼絲和成品焊絲的直徑而變化。拉絲系統可以由用於首次拉絲步驟（B）的單線（或一個以上的線）和用於第二次拉絲步驟（C）的一個以上的線（或單線）組成。這種選擇取決於所需的生產率。本發明的實施方案設計為用在線（在一條生產線上連續進行）的多個輥模或在線的多個相分離的拉絲步驟進行拉絲（從原料鋼絲至成品或近成品焊絲）。

但是，根據本發明，用輥模拉絲後的清洗和上油步驟（E）是在線進行的。如果離線進行步驟（E），則實心焊絲的生產率將非常低，用輥模高速拉絲的優點也將喪失。

（用於拉絲的乾燥固體潤滑劑）

下面說明本發明中使用的用於拉絲的乾燥固體潤滑劑。根據本發明，在使用潤滑劑的情況下，用輥模通過乾式（不是濕式）完成整個拉絲過程。沒有電鍍銅的高強度實

心焊絲高速抽拉用的乾燥固體潤滑劑需要具有如下特性，即在用軋模拉絲時能夠顯示出良好的潤滑性。另外，在用軋模拉絲後的在線清洗步驟中應當易於將其除去。

根據本發明，滿足這些要求的潤滑劑是主要由水溶性硬脂酸衍生的皂如硬脂酸鈉和硬脂酸鉀構成的固體乾燥潤滑劑。它在用軋模拉絲時顯示出良好的潤滑性，在在線清洗步驟中，不需要任何離線清洗步驟如退火、鹼法脫油、酸洗和用有機清洗劑清洗就易於將其除去。另外，它使成品焊絲表面保持微鹼性，從而保護焊絲表面不受氧化，從而提供良好的防銹性。由於這些性能，用於拉絲的潤滑劑和用於進料的潤滑劑都可以摻入非常少量的硫化物，以改善潤滑性。

另外，主要由硬脂酸衍生的皂如硬脂酸鈉和硬脂酸鉀構成的乾燥固體潤滑劑與原料鋼絲和抽拉鋼絲的表面粘結性良好。因此，將原料鋼絲抽拉成沒有電鍍銅的焊絲時通常使用的一些所謂的原料鋼絲加工如磷酸鹽處理、石灰處理或硼化都不再需要。在本發明中，這種不對原料鋼絲進行處理的簡化方法的非常大的優點是將乾燥固體潤滑劑應用於用軋模進行的拉絲上。

但是，當上述硬脂酸衍生的皂單獨使用時，其軟化點低，當用軋模高速抽拉沒有電鍍銅的實心焊絲時，它將在孔模中碳化。這將對高速拉絲造成障礙。因此，為了高速而有效地作業，潤滑劑優選應當具有高軟化點。通過加入軟化點調節劑可以達到這一目的，軟化點調節劑是一種或

多種選自磷酸鈉、硼酸鈉、亞磷酸鈉、碳酸鈉、磷酸鉀、硼酸鉀、亞硝酸鉀和碳酸鉀的物質。軟化點調節劑可以使沒有電鍍銅的實心焊絲高速抽拉。

乾燥固體潤滑性中優選應當還摻入高壓潤滑劑，高壓潤滑劑是一種或多種選自 MoS_2 、 WS_2 、 BN 、 ZnS 和石墨的物質，用於改善潤滑性和保護輥模表面。

具有上述組成的拉絲潤滑劑的優點是：在用輥模拉絲後的在線清洗步驟中，即使成品焊絲表面上殘留有少量拉絲潤滑劑，對電弧穩定性也沒有影響。換句話說，用簡單的在線清洗步驟（下面將進行說明）代替上述複雜的離線清洗步驟就可以很容易除去這種潤滑劑，並且成品焊絲仍然具有良好的電弧穩定性。

與本發明規定的乾燥固體潤滑劑相反，在用輥模通過高速抽拉生產沒有電鍍銅的高強度實心焊絲時，濕潤滑劑（水溶液形式）或潤滑油顯示不出良好的潤滑性。其原因是：當用輥模通過高速抽拉生產沒有電鍍銅的高強度實心焊絲時，施加在輥模表面上潤滑劑層上的剪切力易於破壞濕潤滑劑膜。

通過孔模拉絲生產沒有電鍍銅的焊絲時，通常，其依賴於用含鈣皂的乾燥固體潤滑劑作為硬脂酸衍生的潤滑劑。如上所述，這種潤滑劑顯示出良好的潤滑性。不幸的是，殘留在成品焊絲表面上的鈣無論其量多麼少，都對電弧穩定性有極大的負面影響。焊絲表面上必須徹底清除殘留的鈣皂。這意味著拉絲後的在線簡單清洗步驟不再適用。

換句話說，在用輥模拉絲後，鈣皂需要複雜的離線清洗步驟，如退火、鹼法脫油、酸洗和用有機清洗劑清洗。這對於生產成本和環境保護都是不利的。

下面是上述實心焊絲生產方法的優選實施方案。

（拉絲前對原料鋼絲的預處理）

如上所述，本發明的拉絲方法依賴於主要由硬脂酸衍生的皂（如硬脂酸鈉和硬脂酸鉀）構成的乾燥固體潤滑劑，它在拉絲時顯示出與鋼絲表面良好的粘結性。因此，與上述需要對沒有電鍍銅的原料鋼絲進行預處理的傳統孔模拉絲不同，它基本不需要對原料鋼絲進行預處理。

只有在原料鋼絲（通過熱軋或冷軋生產的鋼絲）起初被工作油弄汙或有大量鱗片（氧化膜）的情況下，本發明的拉絲方法才需要進行預處理。在這種情況下，應當離線或在線地洗去污染物。可以用任何已知的方法如酸洗、擦洗和機械拋光的方法進行清洗。

（用孔模抽拉原料鋼絲）

根據本發明的一個優選實施方案，如上所述，在一系列用輥模拉絲的步驟之前或其間可以進行用孔模拉絲的步驟，進行孔模拉絲時，應當使原料鋼絲的直徑總縮減率 ΣR_d 為 0.5%-78%。可以在已經用孔模抽拉的焊絲表面上塗布乾燥固體潤滑劑（與本發明相關的乾燥固體潤滑劑）。在圖 2 所示實施方案的情況下，用於塗布乾燥固體潤滑劑

的孔模可以置於首次拉絲步驟（B）中的輥模拉絲裝置 201 之前（上游）或第二次拉絲步驟（C）中的輥模拉絲裝置 401 之前（上游）。用這種方法可以將乾燥固體潤滑劑均勻地塗布在已經用孔模抽拉的焊絲表面上。如此塗布潤滑劑時，在後半段不需要在已經在前半段中被抽拉的焊絲上重新塗布乾燥固體潤滑劑就可以用輥模進行拉絲。用這種方法塗布乾燥固體潤滑劑可以保證良好的潤滑劑粘結性，並且能夠為輥模拉絲提供足夠的潤滑劑。這樣就可以用輥模高速拉絲。順便提及，孔模可以單獨用於拉絲，但是要求其應當和就置於其前面的輔助孔模結合使用，輔助孔模的直徑大於待抽拉的鋼絲直徑。具有調節前進角的輔助孔模有助於將乾燥固體潤滑劑有效地塗布在抽拉焊絲的表面上，因為在焊絲表面上塗布乾燥固體潤滑劑的效果取決於前進角。另一種將乾燥固體潤滑劑有效塗布到焊絲表面上的方法是使用緊靠孔模前面放置的有槽軋輥（壓輥），這些有槽軋輥通過彈力擠壓待抽拉的焊絲兩側。

因此，用孔模的拉絲能夠保證輥模拉絲所需的潤滑劑量和粘結性。這樣就可以在線連續進行下述步驟：用輥模拉絲的步驟、用孔模最終拉絲的步驟、從抽拉的焊絲上除去乾燥固體潤滑劑的步驟、在抽拉的焊絲上塗布用於焊絲進料的潤滑劑的步驟。換句話說，本發明的該實施方案設計為只在用孔模拉絲的步驟中塗布拉絲潤滑劑。用這種方法可以塗布足以用輥模進行良好拉絲的拉絲潤滑劑。在用孔模拉絲的步驟中塗布潤滑劑可以保證其與焊絲表面有良

好的粘結性，並且能夠降低潤滑劑的消耗。這樣就解決了用輥模拉絲和用孔模拉絲中的潤滑問題和殘餘潤滑劑（對焊絲進料和電弧穩定性有害）的問題。這樣就可以均勻地塗布潤滑劑、均勻地保留潤滑劑，在清洗步驟中均勻除去潤滑劑。這完全有助於解決有效拉絲問題，在只想通過輥模拉絲解決這一問題時是很困難的。

在傳統的拉絲裝置中，用壓輥或強制潤滑噴嘴為焊絲塗布潤滑劑的潤滑劑盒緊跟著模具入口後面放置。在使用孔模的情況下，潤滑劑盒的出口對應於擠壓焊絲的孔模部分，因此，潤滑劑盒不能將潤滑劑擴散。相反，在使用輥模的情況下，由於輥模的內在結構使得潤滑劑盒的出口不能完全密封。因此，潤滑劑盒能夠將潤滑劑擴散，從而增加了潤滑劑的消耗量，這對工作環境有負面影響。在用孔模拉絲時向焊絲表面塗布潤滑劑時，不需要在用輥模拉絲前塗布潤滑劑，從而解決了上述問題。

該實施方案設計為孔模拉絲和輥模拉絲相結合完成拉絲。但是，該實施方案的特徵在於：完成孔模拉絲只是為了為後續的用輥模拉絲提供充分的潤滑劑和保證潤滑劑與將要用輥模抽拉的焊絲具有良好的粘結性。換句話說，根據該實施方案，使用孔模的目的不是為了拉絲，而是在焊絲經過孔模時向焊絲表面塗布乾燥固體潤滑劑，從而在輥模拉絲時不再需要再用輥模拉絲過程中重新塗布乾燥固體潤滑劑。

根據該實施方案，孔模的作用不是拉絲，但是，它在

進行抽拉時應當使直徑有一定的縮減量，從而能夠令人滿意地塗布潤滑劑。

在該實施方案中，孔模拉絲為原料鋼絲表面塗布乾燥固體潤滑劑，因此，軋模拉絲所需量的潤滑劑緊緊粘貼在鋼絲表面上。孔模拉絲是否成功地將乾燥固體潤滑劑塗布在抽拉焊絲的表面的判斷標準是：後續的軋模拉絲是否能夠在不重新塗布乾燥固體潤滑劑的情況下高速拉制出精確的沒有電鍍銅的實心焊絲，成品焊絲是否能夠順利進料而對焊接性能沒有負面影響。

在該實施方案中，目的是為焊絲表面塗布乾燥固體潤滑劑的孔模拉絲應當進行到使孔模處的直徑總縮減率 ΣR_d 為 0.5%-78%。

在軋模拉絲前的孔模拉絲應當應用於直徑約為 2-8mm、在焊絲長度方向上測定的表面粗糙度（JIS B0601-1994 定義的 R_a ）不小於 $0.3\mu m$ 的原料鋼絲。這種表面粗糙度在後面稱為 $R_a[L]$ 。原料鋼絲應當具有足夠的初始表面粗糙度，在拉絲後能夠賦予潤滑所需的表面粗糙度（在孔模拉絲後的軋模拉絲中）和焊接時的焊絲進料性能。這將在下面說明。

為了使孔模拉絲能夠成功地將乾燥固體潤滑劑塗布在抽拉焊絲表面上，必須考慮乾燥固體潤滑劑的種類和用量以及孔模拉絲造成的直徑總縮減率，下面將直徑總縮減率定義為孔模拉絲造成的直徑縮減量與軋模拉絲造成的直徑縮減量之比。

(20)

焊絲直徑縮減率 R_d (%) 定義為：

$$R_d (\%) = D_r (n) / (D_i \cdot D_o) \times 100$$

其中， $D_r (n)$ 是在拉絲步驟中在第 n 個模具處由於拉絲造成的焊絲直徑縮減量， D_i (mm) 是原料焊絲的直徑， D_o (mm) 是成品焊絲的直徑。

如果將所關心的孔模放置在第 k 個輥模處，則由於孔模拉絲造成的直徑總縮減率定義為：

$$\Sigma R_d (\%) = \Sigma D_r (k) / (D_i \cdot D_o) \times 100$$

$$(k=1、2、3 \cdots \cdots)$$

K 不一定是連續數。

例如，如果將圖 2 所示的拉絲系統改裝，使首次拉絲步驟 (B) 中的第一至第四個輥模 (201、202、203 和 204) 被四個孔模替代，第二次拉絲步驟 (C) 中的第 10 個輥模 (404) 被一個孔模替代，則由於孔模拉絲造成的直徑總縮減率定義為：

$$\Sigma R_d (\%) = (D_{r1} + D_{r2} + D_{r3} + D_{r4} + D_{r10}) /$$

$$(D_i \cdot D_o) \times 100$$

另外，在使用輥模的情況下，由於輥模拉絲造成的直徑總縮減率定義為：

$$\Sigma r_d (\%) = \Sigma D_r (k) / (D_i \cdot D_o) \times 100$$

$$(k=1、2、3 \cdots \cdots)$$

K 不一定是連續數。

如圖 5 所示，一個以上的輥模 4a 構成了用於拉絲的輥模機組 4。因此，在進入第 k 個輥模機組的焊絲直徑和

離開第 k 個輥模機組的焊絲直徑之間由於輥模導致的 D_r (k) 值是不同的。正進行抽拉的焊絲沒有真正的圓斷面，因此，用其外接圓的直徑表示焊絲直徑。這同樣適用於用孔模抽拉的焊絲。

長期以來，人們一直用焊絲面積縮減率評價用在線排列的輥模和孔模連續拉絲的性能。不幸的是，它取決於拉絲方法（如首次拉絲和第二次拉絲）中的步驟數和每一個連續拉絲方法中的步驟數。因此，有時候它會大於 100%，這樣就不可能將由於每一個拉絲模造成的模具縮減率加和。這樣就不能進行準確評價。相反，焊絲直徑的縮減率有助於人們設計足夠的孔模加工率以塗布潤滑劑。

本發明的該實施方案的特徵在於：不管是佈置一系列孔模還是使用一個單獨的孔模，完成孔模拉絲後，要使直徑縮減率的總和（ $\sum R_d$ ）為 0.5%-78%。孔模以這種方式拉絲時，能夠使塗布的乾燥固體粘結劑與焊絲表面具有良好的粘結性，其塗布量足以滿足後續輥模拉絲的需要。換句話說，在孔模拉絲的同時將乾燥固體潤滑劑塗布在焊絲表面上時，不需要再在隨後將要被輥模抽拉的焊絲上重新塗布乾燥固體潤滑劑。

更具體地說，使直徑縮減率的總和（ $\sum R_d$ ）保持在上述範圍內的效果是在用孔模拉絲的過程中潤滑劑緊緊地壓在焊絲表面上的不規則處，因此，抽拉的焊絲與原料焊絲具有幾乎相同的表面粗糙度。結果，抽拉的焊絲具有足夠大的表面粗糙度，緊緊地充滿有助於拉絲的乾燥固體潤滑

劑。因此，用孔模抽拉的焊絲表面上會截留很多緊緊粘附的潤滑劑，能夠滿足後續輥模拉絲的需要，不需要重新塗布乾燥固體潤滑劑。另外，在焊絲周向上會形成均勻的潤滑劑塗層膜。

另外，孔模抽拉的焊絲表面具有與原料鋼絲幾乎相同的表面粗糙度，這種表面粗糙度有助於後續的輥模拉絲，並且有助於在成品焊絲上截留用於進料的潤滑劑。因此，用於焊絲進料的潤滑劑均勻而穩定地粘附在焊絲的長度方向上。結果，焊絲具有良好的進料性能。

如果直徑縮減率的總和 (ΣR_d) 小於 0.5%，則即使調節拉絲條件和潤滑劑性能也不能使潤滑劑緊緊地粘附在焊絲表面上，也不能均勻地分佈在焊絲的周向上。 $\Sigma R_d = 0$ 意味著拉絲完全是用輥模完成的；在這種情況下，抽拉的焊絲不具有真正的圓斷面，但是其優點是即使在整個周邊上沒有均勻的潤滑劑膜也能夠進行拉絲。

相反，如果直徑縮減率的總和 (ΣR_d) 大於 78%，則用孔模拉絲時會過量消耗潤滑劑，使得如果不重新塗布乾燥固體潤滑劑則不可能進行後續的輥模拉絲。另外，在這種情況下，拉絲基本上是用孔模完成的，這種情況下的拉絲與主要用孔模的傳統拉絲相同。這種情況下的拉絲速度必然很低，因此，在包括後半段中用輥模拉絲的整個過程中不可能進行高速拉絲。

(用輥模拉絲)

下面是用輥模拉絲的優選實施方案

在用孔模拉絲時向焊絲表面上塗布乾燥固體潤滑劑的情況下，在後續的用輥模拉絲過程中基本上不需要向隨後的輥模拉絲中的焊絲重新塗布乾燥固體潤滑劑。但是，在用孔模拉絲時乾燥固體潤滑劑沒有塗布在焊絲表面上或用孔模拉絲時只塗布少量乾燥固體潤滑劑的情況下，可以在用輥模拉絲時塗布乾燥固體潤滑劑，塗布的量應當是能夠在後續清洗步驟中被連續在線除去。

（用輥模拉絲的裝置）

下面說明本發明中使用的用輥模拉絲的優選裝置（下面將該裝置稱為用輥模拉絲的裝置）。

（輥模支架的剛度）

下面說明支撐輥模的支架的剛度。

上述支撐輥模的一體式支架在拉絲時對於輥模的精確定位非常重要。如果剛度低，則一體式支架易於變形，不能牢固支撐輥模，結果，拉絲時輥模會振動。輥模的振動會使正被抽拉的焊絲振動，使其與輥模的溝槽間歇性接觸。這種接觸會在焊絲表面上留下凹痕。具有這些凹痕的焊絲在直徑和形狀方面精度低，還具有不需要的粗糙表面。當抽拉高強度焊絲時會出現這些問題。因此，不可能高速抽拉高強度的焊絲，只可能低速抽拉。

在本發明的優選實施方案中可以避免這一問題，其中

使用了在拉絲時能夠抗負荷的一體式剛性支架。即使抽拉高強度焊絲，這種剛性支架也能夠牢固地支撐輥模，有助於改善拉絲速度和拉絲精度。

用圖 6 (a) 所示的張力試驗機 (20) 測定一體式支架的剛度。當只對一體式支架進行張力試驗時，剛度用拉伸量表示。用這種方法進行測試很簡單，測試結果與實際抽拉高強度焊絲時的速度和精度能夠很好地對應。

在測試前，從拉絲裝置上除下支架，然後從中取下輥模和軸承箱。在支架中心上施加 10000N (牛頓) 的張力負荷，使支架拉伸，測量拉伸量。施加張力負荷的方向與在輥模上施加焊絲負荷的方向相同。用這種方法測定的拉伸量 (只用於支架和在支架中心處) 表示一體式支架的最大可能變形量。應當注意的是，在測試前要從支架上除去輥模和軸承箱，以消除它們對支架剛度的影響，只測定對高強度焊絲的抽拉影響重大的支架剛度。

圖 6 (a) 所示的張力試驗機 (20) 主要由基座 22、置於基座 22 上的支架 24 和與支架 24 垂直的張力試驗器 21a 和 21b 組成。該結構基本上與普通的張力試驗機的結構相同。惟一的不同是普通張力試驗機中的張力試樣被用於拉絲裝置的一體式支架替代，分別連接在支架上部和下部 (9d 和 9b) 的螺栓 23a 和 23b 將支架固定，螺栓 23a 和 23b 穿過支架 9 的中心。順便提及，圖 6 (a) 所示的接受測試的一體式支架 9 的位置是從圖 3 所示的位置轉動 90°，使施加測試負荷的方向與施加在焊絲上的負荷的方

向一致。圖 6 (b) 是一體式支架 9 的平面圖。如圖 6 (b) 所示，張力負荷施加在支架 9d 的中心 C 上，中心 C 在上下中心軸處或附近。在定位調節螺栓處在支架 9d 的中心 C 上的情況下，定位調節螺栓可以作為張力試驗用的固定螺栓 23a。如果沒有用於張力試驗的固定螺栓或螺栓孔，則必須鑽一個新孔（在支架 9d 的中心 C 處），其中插入用於張力試驗的固定螺栓 23a。這同樣適用於相對側的支架 9b。當然，在任何情況下，用於張力試驗的固定螺栓都應當厚而堅固，足以承受 10000N 的張力負荷。

用 $L_1 - L_0$ 表示支架的拉伸量，其中， L_0 表示施加負荷前測定的支架 9 的長度（在豎直軸向上）， L_1 表示施加負荷後測定的支架 9 的長度。如上所述，一體式支架 9 的拉伸量表示一體式支架 9 的最大變形量。應當用千分尺、鐳射尺、千分錶、應變儀等測量長度（ L_1 和 L_0 ），精確到微米。

根據本發明，一體式支架優選應當具有用張力試驗測定的用 $20 - 150 \mu m$ 的拉伸量表示的高剛度。所有用於拉絲的輥模支架都應當滿足這一要求。如果任一支架的拉伸量大於 $150 \mu m$ ，在抽拉高強度焊絲時，支架缺乏牢固固定輥模的剛度和強度。結果是在抽拉的焊絲上留下凹痕，使焊絲的直徑和形狀精度差，導致焊絲表面糙化。高強度焊絲更容易出現這樣的問題。在這種情況下，必須降低拉絲速度。換句話說，對高強度焊絲不可能既達到高速拉絲的目的又達到精確拉絲的目的。

相反，如果一體式支架的拉伸量小於 $20\ \mu\text{m}$ ，即使在較易抽拉的低碳鋼實心焊絲或低碳箍帶鋼 FCW 的情況下，輥模也會受到過大的負荷。在這種情況下，甚至由燒結碳化物（如 WC-Co）製成的輥模也會降低疲勞強度，從而使其易於斷裂，極易縮短壽命。因此，一體式支架的拉伸量應當是 $20\text{-}150\ \mu\text{m}$ 。

（輥模拉絲裝置的結構）

下面說明輥模拉絲裝置所需的結構，其基於固定輥模的支架具有上述剛度的假設條件。圖 3 是拉絲裝置的前視圖，圖 4 是圖 3 所示拉絲裝置所用的輥模的重要部件的放大前視圖。

圖 3 示出帶有輥模的拉絲裝置 4a，其基本上由下述部件構成：輥模 1，軸承箱（或軸承蓋）7a、7b、7c 和 7d，軸承固定梁 8a 和 8b，一體式方形支架 9a、9b、9c 和 9d。一體式方形支架優選應當由強度較高的鋼製成，如用於機器構造的碳鋼、合金鋼、不銹鋼和工具鋼。

輥模 1 由一對相互面對的軋輥 2a 和 2b 組成。這些軋輥 2a 和 2b 分別支撐在其軸 6a 和 6b 上，軸 6a 和 6b 分別由排列在軸承箱 7a、7b、7c 和 7d 中的軸承（圖中未示出）支撐。軸承箱 7a 和 7c 連接和固定在軸承固定梁 8a 上，軸承箱 7b 和 7d 連接和固定在軸承固定梁 8b 上。軸承固定梁 8a 和 8b 通過下述的調整螺栓固定在四個支架 9a、9b、9c 和 9d 上。

圖 3 示出螺栓 11a、11b、11c 和 11d，這些螺栓用於調節輥模 1 在其軸向（或豎直方向）上的位置。圖 3 還示出螺栓 12a、12b、13a、13b、13c 和 13d，這些螺栓用於調節輥隙（或兩個軋輥之間的距離）。這些調整螺栓由推進螺栓和拉出螺栓製成。頭兩個螺栓固定在軸承固定梁 8a 和 8b 上，後四個螺栓固定在支架 9a、9b、9c 和 9d 上。因此，這些螺栓通過將其固定的軸承固定梁和軸承箱調節軋輥 2a 和 2b 的位置（軋輥軸向上的位置）和正在抽拉焊絲的輥隙。用這種方法可以控制輥模施加在焊絲上的負荷、直徑縮減率及焊絲的形狀和直徑。

相反，固定和環繞輥模 1 的支架 9a、9b、9c 和 9d 被四個螺栓 10 結合在一起，它們構成了一體部分的矩形支架。一體式支架應當具有大致為矩形的形狀，使其可以從四面支撐輥模 1。另外圖 3 還示出四個孔 27，用於夾持軸，以如圖 5 所述固定兩組或多組在焊絲 5 抽拉方向上並列的拉絲裝置 4a。這些夾持軸的孔 27 形成於每一個一體式支架的四個角處（9a 和 9c），它們不影響拉絲裝置 4a 的結構和功能。

圖 4 是輥模 1 的放大圖。輥模 1 由一對相互面對的軋輥 2a 和 2b 組成。這些軋輥 2a 和 2b 分別具有溝槽 3a 和 3b。這些溝槽 3a 和 3b 形成夾取待抽拉的實心焊絲 5 的導槽 3。用圖 3 所示的螺栓 11a、11b、11c 和 11d 在軋輥的軸向（或圖中的豎直方向）上調節軋輥 2a 和 2b 的位置。用圖 3 所示的螺栓 12a、12b、13a、13b、13c 和 13d 調節

輥隙（圖中的水平方向）。

具有上述所需的基本結構時，一體式矩形支架 9a、9b、9c 和 9d 具有拉絲時牢固固定輥模 1 所需的剛度和強度。因此，即使在抽拉高強度焊絲時，一體式矩形支架 9a、9b、9c 和 9d 也能夠保持其形狀。用這種方法可以提高固定輥模 1 的強度，改善高強度焊絲的拉絲速度和精度。

輥模 1 應當牢固地固定在拉絲裝置 4a 上，牢固固定需要的強度（或剛度）取決於每一個構件（輥模 1、軸承箱 7、軸承固定梁 8 和矩形支架 9）的強度、輥模 1 固定在矩形支架上的強度和矩形支架的強度的協同作用。根據本發明，在上述因素中起主要作用的一體式矩形支架 9 的強度（或剛度）會增加到一定的值，以確保輥模 1 的固定強度。因此，即使拉絲裝置 4a 具有所需的基本結構，如果一體式支架的剛度很低，使其拉伸量大於 $150\ \mu\text{m}$ ，則在抽拉高強度焊絲時，一體式支架也缺乏剛度和輥模固定強度。

圖 5 示出在實際抽拉焊絲 5 時多個輥模拉絲裝置 4a 是如何串聯排列的。如此排列的多個輥模構成了拉絲裝置 4。在圖 5 所示的拉絲裝置 4 中，相同的四個輥模 4a 以如下方式並排排列，即一個輥模相對於其鄰近的輥模轉動 90° 。穿過每一個輥模 4a 的固定軸的孔 27（圖 3 所示）的固定軸 28a 和 28b 將這些輥模 4a 固定在固定板 29 上，並且集成拉絲裝置 4。固定板 29 是 L 形部件，其中的

一個腿支撐輥模 4a 的底部。順便提及，圖 5 中，拉絲方向是從右至左。

（輥模的材料）

本發明中使用的輥模 1（或軋輥 2a 和 2b）優選應當由燒結碳化物製成。否則，特別是高速抽拉高強度焊絲時，其抗疲勞強度差，易於斷裂，壽命非常短。燒結碳化物包括衍生自 WC、TiC 和 TiCN 的物質。燒結碳化物可以含有任何分散在其中的 ZrC、HfC、TaC、NbC、VC、Cr₃C₂ 等，還可以含有作為燒結用粘結劑的 Co 和 / 或 Ni。

用在本發明中的輥模 1 所需的燒結碳化物是由單獨用 Co 或用 Co 和 Ni 作為粘結劑燒結的 WC 細粉（顆粒直徑為 0.1-20 μ m）構成。由 WC-Co 燒結碳化物製成的輥模具有高硬度和剛度，即使在抽拉高強度焊絲時也能夠保持其強度。另外，其能夠生產出拉絲後外觀良好的焊絲，能夠順利地供入焊接機，可以長時間地在軋輥溝槽表面上無磨損地穩定拉絲。

上述情況也適用於用在本發明的孔模。因此，上述用在本發明中的孔模也應當優選由燒結碳化物製成，特別是 WC-Co 燒結碳化物。也可以使用耐磨性更高的金剛石孔模。

（用輥模拉絲後的步驟）

下面說明在拉絲步驟（C）中用輥模拉絲後在線進行

的其他步驟。

（乾燥整理拉絲）

用輥模進行第二次拉絲（C）後，爲了改善形狀精度，用孔模 501 對抽拉後的焊絲進行乾燥整理拉絲（D）。這種拉絲步驟的目的是改善形狀（如圓整），直徑的縮減量很小。如圖 2 所示，最終拉絲後，最後將抽拉後的焊絲捲繞成線圈。這樣的成品焊絲 110 應當具有良好的形狀精度，這會影響到焊絲的進料性能，焊絲 110 易於纏繞在捲軸上或置於包裝桶中。用孔模 501 的最終整理拉絲是在已經被輥模抽拉至抽拉的焊絲具有產品規定的直徑的焊絲上進行的，這不會影響用輥模的整個拉絲方法的性能（如速度和連續性），因爲用孔模拉絲的工作量極其有限。當然，用孔模進行的整理拉絲（D）可以任選地從第二次拉絲步驟中省略。

抽拉的焊絲進行清洗步驟 108，這將在下面說明。

清洗步驟 108 的目的是在線連續除去仍殘留在抽拉後焊絲表面上的拉絲用乾燥固體潤滑劑。進行該清洗步驟 108 時，不僅要除去粘附在焊絲表面上的拉絲潤滑劑，而且要除去由於拉絲壓在焊絲表面不規則處的拉絲潤滑劑。相反，焊絲表面不規則處的小凹坑在清洗步驟 108 後應當優選保留。這些保留在焊絲表面上的小凹坑作爲焊絲進料用潤滑劑的儲藏處。因此，可以是物理清洗或化學清洗的清洗步驟 108 在進行時，應當優選在焊絲表面上保留小凹

坑。如果潤滑劑具有上述組成，則用不含有機清洗劑和酸或鹼的簡單清洗池就可以完成這種方式的清洗。

清洗步驟 108 後面是塗布焊絲進料用潤滑劑的步驟 109。這一步驟的目的是在線連續將潤滑劑塗布在焊絲表面上，使焊絲能夠順利進料。焊絲表面上的小凹坑接收焊絲進料用潤滑劑。焊絲進料用潤滑劑優選應當由基礎油和固體潤滑劑構成。可以用靜電沈積法在快速移動的焊絲上均勻地薄薄地塗布潤滑劑。

潤滑劑（或潤滑油）是焊絲順利進料所必需的。但是，它應當少量使用，因為它能夠釋放出氫氣，在焊接區形成氣泡。所需的潤滑劑是少量使用時能夠產生良好的焊絲進料性能的潤滑劑。因此，基礎油應當是選自植物油、動物油、礦物油和合成油的一種或多種基礎油，潤滑劑（高壓潤滑劑）應當是選自 MoS_2 、 WS_2 、 ZnS 和石墨的一種以上的潤滑劑。

下面參考實施例詳述本發明。

實施例 1

該實施例演示了用圖 2 所示的方法生產實心焊絲的方法。該方法由首次拉絲步驟（B）和第二次拉絲步驟（C）組成，這兩個步驟都是用輥模實現的。這兩個拉絲步驟將高強度原料鋼絲（直徑是 5.5 mm）製成焊絲（直徑是 1.2 mm）。在首次拉絲步驟（B）之前，在原料鋼絲上塗布用於拉絲的乾燥固體潤滑劑。在第二次拉絲步驟（C）

之前，在半抽拉的鋼絲上也塗布用於拉絲的乾燥固體潤滑劑。順便提及，該實施例不包括拉絲後用孔模 501 進行整理拉絲的步驟（圖 2 所示）。

用不含有機清洗劑、酸或鹼的簡單清洗槽 108 對抽拉後的鋼絲（具有成品焊絲的直徑）進行清洗步驟（E），以洗去鋼絲表面上殘留的用於拉絲的潤滑劑。在後面的上油步驟（E）中，在清洗後的鋼絲上塗布用於焊絲進料的潤滑劑。這些步驟都是在線進行。最後將成品焊絲（直徑為 1.2 mm）捲繞成線圈 110。從而得到所需的產品（F），它是沒有電鍍銅的實心焊絲。

改變輥模拉絲用的潤滑劑組成（假設首次和第二次拉絲步驟中使用的是同一潤滑劑），測定潤滑劑對拉絲性能和焊絲性能的影響。結果示於表 1。

原料鋼絲是高強度鋼絲，其抗張強度是 500 MPa，其化學組成對應於 JIS Z3312 YGW12。拉絲用的輥模是圖 3 和 5 所示的拉絲裝置 4。在整個拉絲過程中使用相同結構的輥模。所有的輥模都由上述 WC-Co 燒結碳化物製成。焊絲進料用的潤滑劑由 85 質量%的合成油和 15 質量%的 MoS₂ 構成。其塗布量是每 10 kg 鋼絲上塗布 1.0 g。順便提及，MoS₂ 在其含量為 5-25 質量%時能夠產生其潤滑效果。

在相同的條件下進行拉絲，如表 1 所示，改變拉絲用的潤滑劑組成，以此察看潤滑劑的組成是如何影響輥模拉絲時的拉絲性能和實心焊絲的特性。

在表 1（和下面給出的表 2-4）中，拉絲用的潤滑劑一欄下面的符號 ST-Na、ST-K 和 ST-Ca 分別表示硬脂酸鈉皂、硬脂酸鉀皂和硬脂酸鈣皂。另外，GF 表示石墨，A 表示軟化點調節劑，其是亞硝酸鈉和磷酸鈉的 1:1 混合物。

拉絲用的潤滑劑的組成變化如下。

（1）由 100 質量 % 的皂組成。

（2）由 65 質量 % 的皂、12 質量 % 的軟化點調節劑和 23 質量 % 的高壓潤滑劑（ MoS_2 、 WS_2 、BN、ZnS 和 GF 中的任何一種）組成。

（3）由 85 質量 % 的皂和 15 質量 % 的高壓潤滑劑組成。

（4）由 75 質量 % 的皂和 25 質量 % 的軟化點調節劑組成。

在該實施例中，進行拉絲試驗，以此察看一體式支架由於剛度的不同對拉絲如何具有不同的影響。因此，用一組輥模 405（在第二次拉絲步驟中此時的拉絲速度最高）代替另一組具有不同剛度的輥模。在特定組的輥模中，由於四個輥模的支架（如圖 5 所示）具有相同的剛度。用圖 6 所示的張力試驗機測定拉伸量（ μm ），用該拉伸量表示一體式支架的剛度。在首次和第二次拉絲步驟中，所有其他由於輥模（拉絲裝置）的支架具有相同的剛度（或者說其拉伸量是 $60\mu\text{m}$ ）。這種情況也適用於下面給出的實施例 2。

通過觀察拉絲的穩定程度對輥模的拉絲性能進行評價。在該試驗中，首次拉絲步驟中的拉絲速度是 1700kg/h（或 800m/min），第二次拉絲步驟中的拉絲速度是 500kg/h（或 1000m/min）。在表 1 中，結果用 O、 Δ 或 x 表示，O 表示在規定的拉絲速度下可以穩定拉絲， Δ 表示只有降低拉絲速度才有可能穩定拉絲，x 表示幾乎不可能進行穩定拉絲。順便提及，在首次拉絲步驟中拉絲性能差的鋼絲（特別是表面粗糙的鋼絲）不能進行第二次拉絲步驟。

在用輥模拉絲的過程中或在使用輥模拉絲後通過肉眼觀察檢測焊絲表面的凹痕情況。根據下述標準對結果分類。O（沒有凹痕）、 Δ （有一些凹痕）和 x（許多凹痕）。

在第二次拉絲步驟中已經以 500kg/h 抽拉的焊絲在搭接填角焊接低碳鋼板（2.4mm 厚）中試驗焊絲進料性能和電弧穩定性。

用與 CO₂ 氣體保護焊接機連接的商購焊絲進料機評價焊絲進料性能。在 6m 距離內有意將焊絲料彎曲兩次。根據下述標準對結果分類。

O（焊絲進料連續）

Δ （儘管焊接操作沒有中斷，但是焊絲進料中斷了一次或兩次）

x（焊絲進料頻繁中斷，焊接操作也被中斷）

良好的焊絲進料表示焊絲的尺寸和形狀精度高（真正的圓形）。

在進行焊接的過程中，通過視覺觀察電弧對焊絲的電

弧穩定性進行評價。根據下述標準對結果分類。

O (在整個焊接過程中電弧穩定)

Δ (電弧偶爾不穩定)

x (電弧一直不穩定)

在首次拉絲步驟中拉絲性能差因而不能進行第二次拉絲步驟的焊絲在表 1 中標註為“-”。

焊接條件如下。

焊接電流：260A

焊接電壓：32V

焊接速度：70cm/min

CO₂ 保護氣體：25L/min

焊接結果示於表 1。順便提及，上述焊接條件同樣適用於實施例 2 和 3。

如表 1 所示，工作試樣 1-19 是在本發明規定的任何一種潤滑劑幫助下通過拉絲製備的，這些潤滑劑由硬脂酸鈉皂或硬脂酸鉀皂、軟化點調節劑 A 和/或選自 MoS₂、WS₂、BN、ZnS 和 GF 的高壓潤滑劑組成。相反，對比試樣 20-25 是在不含硬脂酸鈉皂和硬脂酸鉀皂的任何一種潤滑劑幫助下通過拉絲製備的。在拉絲性能（使用用於沒有電鍍銅的實心焊絲的輥模）和焊絲進料性能（表示焊絲形狀精度的量度）方面，工作試樣明顯優於對比試樣。這說明本發明規定的潤滑劑能夠高速精確拉絲，並且沒有凹痕。還說明拉絲用的潤滑劑基本上被在線除去，或者說剩餘的非常少量的潤滑劑對焊接性能沒有負面影響。

試樣 1 和 2 中的潤滑劑是單獨使用的硬脂酸鹽皂，因此具有低軟化點。因此，這些試樣在首次拉絲步驟中的高速拉絲（1700kg/h 或 800m/min）性能比其他試樣差。

相反，對比試樣 24 是在硬脂酸鈣皂幫助下通過拉絲製備的，在首次拉絲步驟中高速拉絲（1700kg/h 或 800m/min）時的拉絲性能良好；但是，很多缺陷表明焊絲的進料性能和焊接性能差。其原因是硬脂酸鈣（作為拉絲用的潤滑劑）不能在線徹底清除，殘餘的潤滑劑對進料性能和焊接性能有負面影響。上述結果說明：本發明中用於拉絲的潤滑劑應當是硬脂酸鈉皂或硬脂酸鉀皂。

對比試樣 20-23 是在不含硬脂酸鈉皂和硬脂酸鉀皂的潤滑劑幫助下通過拉絲製備的。許多凹痕表明在首次拉絲步驟中其高速拉絲（1700kg/h 或 800m/min）時的拉絲性能差。它們在首次拉絲步驟中的拉絲性能很差，以致於不能在第二次拉絲步驟中進行拉絲。

儘管試樣 19 和試樣 5 都是在本發明規定的潤滑劑幫助下通過拉絲製備的，但是，試樣 19 的拉絲性能比試樣 5 差。其原因是：前者是用其支架剛度不夠高（其拉伸量是 $150\ \mu\text{m}$ ，這是本發明規定的拉伸量的上限）的輥模拉制的，而試樣 5 使用的輥模支架具有高剛度，其拉伸量很小。在首次和第二次拉絲步驟中焊絲的振動對試樣 19 有影響，儘管振動的程不致于高到造成凹痕。對比試樣 25 是用其支架的拉伸量大於 $160\ \mu\text{m}$ （超過了上限）的輥模拉制的，它在首次拉絲步驟中的拉絲性能很差（有凹痕

），以致於不能在第二次拉絲步驟中進行拉絲。

相反，試樣 18 是用其支架的拉伸量只有 $20\ \mu\text{m}$ 的輥模拉制的，這就要求降低拉絲速度，這是因為輥模上過高的負荷會降低輥模的疲勞強度，使由 WC-Co 燒結碳化物製成的輥模表面斷裂。因此，如果要穩定拉絲，必須限制拉絲速度。

表 1

試樣	序號	用軋模的拉絲							焊接性能				
		原料鋼絲直徑(mm)	拉絲用潤滑劑的組成	Σrd (%)	支架的拉伸量(μm)	首次拉絲性能		第二次拉絲性能		焊絲直徑(mm)	焊絲進料性能	電弧穩定性	
工作試樣	1	5.5	ST-Na	100.0	60	○	△	○	△	○	1.2	△	○
	2	5.5	ST-Na, MoS ₂	100.0	60	○	△	○	△	○	1.2	△	○
	3	5.5	ST-Na, GF	100.0	60	○	○	○	△	○	1.2	○	○
	4	5.5	ST-Na, MoS ₂ , GF	100.0	60	○	○	○	△	○	1.2	○	○
	5	5.5	ST-Na, BN	100.0	60	○	○	○	△	○	1.2	○	○
	6	5.5	ST-Na, A	100.0	60	○	○	○	○	○	1.2	○	○
	7	5.5	ST-Na, MoS ₂ , A	100.0	60	○	○	○	○	○	1.2	○	○
	8	5.5	ST-Na, WS ₂ , A	100.0	60	○	○	○	○	○	1.2	○	○
	9	5.5	ST-Na, MoS ₂ , GF, A	100.0	60	○	○	○	○	○	1.2	○	○
	10	5.5	ST-Na, ZnS, A	100.0	60	○	○	○	○	○	1.2	○	○
	11	5.5	ST-Na, MoS ₂ , GF, BN, A	100.0	60	○	○	○	○	○	1.2	○	○
	12	5.5	ST-K	100.0	60	○	○	○	△	○	1.2	○	○
對比試樣	13	5.5	ST-K, A	100.0	60	○	○	○	○	○	1.2	○	○
	14	5.5	ST-K, MoS ₂ , GF	100.0	60	○	○	○	△	○	1.2	○	○
	15	5.5	ST-K, MoS ₂ , A	100.0	60	○	○	○	○	○	1.2	○	○
	16	5.5	ST-K, MoS ₂ , GF, A	100.0	60	○	○	○	○	○	1.2	○	○
	17	5.5	ST-K, MoS ₂ , ZnS, A	100.0	60	○	○	○	○	○	1.2	○	○
	18	5.5	ST-Na, MoS ₂ , GF, BN, A	100.0	20	○	△	○	○	○	1.2	○	○
	19	5.5	ST-Na, MoS ₂ , ZnS, A	100.0	150	○	△	△	○	△	1.2	△	○
	20	5.5	MoS ₂ , GF	100.0	60	×	×	×	×	---	1.2	×	×
	21	5.5	WS ₂ , GF	100.0	60	×	×	×	×	---	1.2	×	×
	22	5.5	MoS ₂ , BN	100.0	60	×	×	×	×	---	1.2	×	×
	23	5.5	MoS ₂ , GF, BN	100.0	60	×	×	×	×	---	1.2	×	×
	24	5.5	ST-Ca, MoS ₂ , GF, BN	100.0	60	○	○	○	○	○	1.2	△	×
25	5.5	ST-Na, MoS ₂ , GF, BN	100.0	160	△	×	×	---	---	1.2	---	---	

實施例 2

在與實施例 1 相同的條件下，用直徑為 5.5-2.4 mm 的高強度原料鋼絲製備直徑為 1.2 mm 的實心焊絲試樣（沒有電鍍銅），不同之處是在首次拉絲步驟（B）中設置孔模，用於連續拉絲，使 ΣRd 為 50.7%（直徑縮減率的總和）。在用孔模進行首次拉絲步驟（B）之前在原料鋼絲上塗布乾燥固體潤滑劑。在用軋模進行第二次拉絲步驟（C）中不再在半抽拉的鋼絲上塗布乾燥固體潤滑劑。換句話說，在第二次拉絲步驟（C）中進行的拉絲只是在殘餘潤滑劑的幫助下完成的。首次拉絲步驟（B）依賴於串聯排列的由 WC-Co 燒結碳化物製成的四個孔模，其後面是串聯排列的三個軋模。

在相同的條件下用孔模抽拉原料鋼絲。用與實施例 1 相同的方法檢測拉絲潤滑劑（其組成是變化的）對用軋模進行的第二次拉絲中拉絲性能和如此得到的實心焊絲的特性的影響。結果示於表 2。和實施例 1 一樣，用軋模進行的第二次拉絲是在拉絲量為 500 kg/h、拉絲速度為 100 m/min 的條件下完成的。

拉絲也是在具有與本發明規定的組成相同的拉絲潤滑劑幫助下完成的。潤滑劑由皂（ST-Na）、軟化點調節劑（A）和高壓潤滑劑（MoS₂）組成。改變用孔模進行的拉絲，使 ΣRd （直徑縮減率的總和）發生變化。用與實施例 1 相同的方法檢測用這種方法進行的拉絲對用軋模進行的第二次拉絲步驟中拉絲性能和實心焊絲的特性的影響。結

果依次示於表 3 和 4。順便提及，如表所示，在製備表 3 和 4 所示試樣的拉絲步驟中，模具數目及輥模（R）和孔模（D）的排列方式是變化的。

因此，表 3 和 4 示出每一個拉絲步驟中採用的模具數目及輥模（R）和孔模（D）的排列方式。例如，如果首次拉絲使用了 7 個模具，第二次拉絲使用了 8 個模具，則這種排列表示為“首次拉絲 7+第二次拉絲 8”。如果拉絲是在一個單獨的拉絲步驟中完成的（不是分成多個拉絲步驟），則表示為“1 個拉絲步驟”。另外，每一個拉絲步驟中模具的排列方式用 R 和 D 表示，R 表示輥模機組（如圖 5 所示），D 一個孔模。R 和 D 的排列對應於輥模和孔模的排列。例如，RRRRRRR（7 個 R）表示首次拉絲步驟涉及到 7 個輥模機組，RRRRRRRD（7 個 R 和 1 個 D）表示第二次拉絲步驟涉及到 7 個輥模機組和置於最後的一個孔模（為改善焊絲形狀而進行的精拉）。另外，在表 3 和 4 中，表示第二次拉絲步驟或一個單獨的拉絲步驟的字串中最後的 D 表示如圖 2 所示用於精拉的孔模 501。該字串表示用孔模進行精拉。

輥模的拉絲性能示於表 2-4，用與實施例 1 相同的方法評價成品焊絲的特性。

如表 2 所示，試樣 26-44 是在潤滑劑幫助下通過拉絲得到的，這些潤滑劑由硬脂酸鈉皂或硬脂酸鉀皂、軟化點調節劑 A 和 / 或選自 MoS_2 、 WS_2 、BN、ZnS 和 GF 的高壓潤滑劑組成。相反，對比試樣 45-48 是在不含硬脂酸鈉皂

和硬脂酸鉀皂的潤滑劑幫助下通過拉絲製備的。在（用輥模）拉絲性能和作為焊絲形狀精度量度的焊絲進料性能和焊接性能方面，試樣 26-44 都比對比試樣 45-48 好。良好的焊絲形狀和焊絲表面上沒有凹痕的結果說明：具有本發明規定組成的拉絲潤滑劑能夠高速拉絲。這些結果還說明：具有本發明規定組成的拉絲潤滑劑即使沒有被在線徹底清除還殘留非常少量時，對焊接性能也沒有負面影響。

試樣 26 和 27 是在單獨用硬脂酸鹽皂作為潤滑劑的幫助下通過拉絲製備的。這樣的潤滑劑軟化點低。在高速拉絲（500kg/h 或 1000m/min）時的拉絲性能差。

相反，對比試樣 49 是在硬脂酸鈣皂幫助下通過拉絲製備的，在第二次拉絲（500kg/h 或 1000m/min）中具有良好的拉絲性能。但是，焊絲進料性能和焊接性能差（在焊接區有很多缺陷）。其原因是硬脂酸鈣不能在线徹底清除，殘餘的硬脂酸鈣對焊接性能有負面影響。

對比試樣 45-48 是在不含硬脂酸鈉皂或硬脂酸鉀皂的潤滑劑幫助下通過拉絲製備的。許多凹痕表明在首次拉絲步驟中其高速拉絲（1700kg/h 或 800m/min）時的拉絲性能差。在首次拉絲步驟中抽拉的焊絲質量太差，以致於不能在第二次拉絲步驟中進行拉絲。

上述結果與實施例 1 中的類似。這些結果說明：本發明中用於拉絲的潤滑劑應當是硬脂酸鈉皂或硬脂酸鉀皂。另外，用直徑為 5.5mm 或 2.2mm 的原料鋼絲製備的所有焊絲，其結果都相同。

儘管試樣 44 和試樣 30 都是在本發明規定的潤滑劑幫助下通過拉絲製備的，但是，試樣 44 的拉絲性能比試樣 30 差。其原因是：前者是用其支架剛度不夠高（其拉伸量是 $150\ \mu\text{m}$ ，這是本發明規定的拉伸量的上限）的輥模拉制的，而試樣 30 使用的輥模支架具有高剛度，其拉伸量較小。在首次和第二次拉絲步驟中焊絲的振動對試樣 44 有影響，儘管振動的程不致于高到造成凹痕。對比試樣 50 是用其支架的拉伸量大於 $160\ \mu\text{m}$ （超過了上限）的輥模拉制的，它在首次拉絲步驟中的拉絲性能很差（有凹痕），以致於不能在第二次拉絲步驟中進行拉絲。

相反，試樣 43 是用其支架的拉伸量只有 $20\ \mu\text{m}$ 的輥模拉制的，這就要求降低拉絲速度，這是因為輥模上過高的負荷會降低輥模的疲勞強度，使由 WC-Co 燒結碳化物製成的輥模表面斷裂。因此，如果要穩定拉絲，必須限制拉絲速度。

從表 3 和 4 可以清楚地看出： ΣR_d （在用孔模拉絲過程中直徑縮減率的總和）為 0.5%-78% 的試樣 51-77 在拉絲性能（用輥模）和焊絲性能方面都優於 ΣR_d （定義同上）大於 78% 的試樣 78-84。這種結果說明：在用孔模拉絲後，用輥模拉絲所需要的乾燥固體潤滑劑能夠令人滿意地保留在焊絲表面上（用量和粘結性表示）。

在第二次拉絲中的高速（ 500kg/h ）拉絲性能方面，試樣 55-69 比其他試樣差（在相同的條件下），因為它們具有等於或接近上限的高 ΣR_d 值。這種結果說明：在試

樣 55-69 中，在用孔模拉絲後，用輥模拉絲所需要的乾燥固體潤滑劑不能滿意地保留在焊絲表面上（用量和粘結性表示）。

相反， ΣR_d 大於 78% 的試樣 78-84 在用孔模拉絲時需要大量乾燥固體潤滑劑，以致於它們缺少用輥模拉絲時所需要的乾燥固體潤滑劑。因此，應當理解的是，如果利用孔模拉絲塗布輥模拉絲用的潤滑劑，則 ΣR_d （在用孔模拉絲過程中直徑縮減率的總和）對用輥模進行第二次拉絲所需要的乾燥固體潤滑劑的量和粘結性影響很大。另外還應當理解的是，如果 ΣR_d 小於 78%，就能夠滿足用輥模進行拉絲所需要的乾燥固體潤滑劑的所需量和粘結性。

從表 4 還可以清楚地看出：在 ΣR_d 為 100.0% 時，通過用孔模的首次拉絲就基本上可以將試樣 85 拉制成成品焊絲。因此，它沒有經過第二次拉絲（500kg/h）。其原因是用孔模拉絲比用輥模拉絲速度慢。

上述結果與實施例 1 的結果和前面表 2 所示的結果類似。這些結果令人信服地說明：本發明中用於拉絲的潤滑劑應當是硬脂酸鈉皂或硬脂酸鉀皂。另外，用直徑為 5.5mm、3.2mm、2.8mm 或 2.4mm 的原料鋼絲製備的所有焊絲，其結果都相同。

表 2

試樣	序號	原料鋼絲直徑(mm)	拉絲用潤滑劑的組成	用孔模拉絲		用輓模拉絲		拉絲性能		焊接性能		
				Σ R _d (%)	Σ r _d (%)	支架的拉伸量(μm)	最大拉絲速度	穩定拉絲量	凹痕	焊絲直徑 (mm)	焊絲進料性能	電弧穩定性
工作試樣	26	5.5	ST-Na	50.7	49.3	80	○	△	○	1.2	○	○
	27	5.5	ST-K	50.7	49.3	80	○	△	○	1.2	○	○
	28	5.5	ST-Na, MoS ₂	50.7	49.3	80	○	△	○	1.2	○	○
	29	5.5	ST-Na, MoS ₂ , ZnS	50.7	49.3	80	○	△	○	1.2	○	○
	30	5.5	ST-Na, MoS ₂ , GF, BN	50.7	49.3	80	○	△	○	1.2	○	○
	31	5.5	ST-Na, MoS ₂ , A	50.7	49.3	80	○	○	○	1.2	○	○
	32	5.5	ST-Na, BN	50.7	49.3	80	○	△	○	1.2	○	○
	33	5.5	ST-Na, WS ₂ , A	50.7	49.3	80	○	○	○	1.2	○	○
	34	5.5	ST-Na, GF, A	50.7	49.3	80	○	○	○	1.2	○	○
	35	5.5	ST-K, A	50.7	49.3	80	○	○	○	1.2	○	○
	36	5.5	ST-K, MoS ₂	50.7	49.3	80	○	△	○	1.2	○	○
	37	5.5	ST-K, MoS ₂ , GF	50.7	49.3	80	○	△	○	1.2	○	○
	38	2.2	ST-Na, MoS ₂ , ZnS	50.7	49.3	80	○	△	○	1.2	○	○
	39	2.2	ST-Na, A	50.7	49.3	80	○	○	○	1.2	○	○
	40	2.2	ST-Na, GF, A	50.7	49.3	80	○	○	○	1.2	○	○
	41	2.2	ST-Na, MoS ₂ , A	50.7	49.3	80	○	○	○	1.2	○	○
	42	2.2	ST-Na, BN, A	50.7	49.3	80	○	○	○	1.2	○	○
	43	2.2	ST-Na, MoS ₂ , A	50.7	49.3	20	○	△	○	1.2	○	○
	44	2.2	ST-Na, MoS ₂ , A	50.7	49.3	150	○	△	△	1.2	○	○
	45	5.5	MoS ₂ , GF	50.7	49.3	80	×	×	×	1.2	×	×
對比試樣	46	5.5	WS ₂ , GF	50.7	49.3	80	×	×	×	1.2	×	×
	47	5.5	MoS ₂ , BN	50.7	49.3	80	×	×	×	1.2	×	×
	48	5.5	MoS ₂ , GF, BN	50.7	49.3	80	×	×	×	1.2	×	×
	49	5.5	ST-Ca	50.7	49.3	80	○	○	○	1.2	△	×
	50	5.5	ST-Na, MoS ₂ , GF	50.7	49.3	160	×	×	×	1.2	---	---

表 3

試樣	序號	原料鋼絲直徑 (mm)	拉絲步驟		拉絲用潤滑劑的組成	用孔模拉絲		用軋模拉絲		拉絲性能			焊接性能		
			每一個步驟中的模 具數*	每一個步驟中模 具的排列**		Σ R _d (%)	Σ r _d (%)	支架的 拉伸量 (μm)	最大拉 絲速度	穩定拉 絲量	凹痕	焊絲直 徑(mm)	焊絲進 料性能	電弧穩 定性	
工 作 試 樣	51	5.5	I(7)+II(8)	7R:7R,1D	ST-Na,MoS ₂ ,A	1.9	98.1	80	○	○	○	1.2	○	○	
	52	5.5	I(7)+II(8)	1D,6R:7R,1D	ST-Na,MoS ₂ ,A	14.9	85.1	80	○	○	○	1.2	○	○	
	53	5.5	I(7)+II(8)	4D,3R:7R,1D	ST-Na,MoS ₂ ,A	50.7	49.3	80	○	○	○	1.2	○	○	
	54	5.5	I(7)+II(8)	4D,3R:6R,2D	ST-Na,MoS ₂ ,A	53.0	47.0	80	○	○	○	1.2	○	○	
	55	5.5	I(7)+II(8)	7D:6R,2D	ST-Na,MoS ₂ ,A	76.3	23.7	80	○	△	○	1.2	○	○	
	56	5.5	I(7)+II(9)	3D,4R:7R,2D	ST-Na,MoS ₂ ,A	50.1	49.9	80	○	○	○	0.9	○	○	
	57	5.5	I(7)+II(9)	4D,3R:8R,1D	ST-Na,MoS ₂ ,A	60.9	39.1	80	○	○	○	0.9	○	○	
	58	5.5	I(7)+II(6)	7R:5R,1D	ST-Na,MoS ₂ ,A	1.9	98.1	80	○	○	○	1.2	○	○	
	59	5.5	I(7)+II(6)	1D,6R:5R,1D	ST-Na,MoS ₂ ,A	14.2	85.8	80	○	○	○	1.2	○	○	
	60	5.5	I(7)+II(6)	3D,4R:5R,1D	ST-Na,MoS ₂ ,A	38.8	61.2	80	○	○	○	1.2	○	○	
	61	5.5	I(7)+II(6)	4D,3R:5R,1D	ST-Na,MoS ₂ ,A	50.0	50.0	80	○	○	○	1.2	○	○	
	62	5.5	I(7)+II(6)	3D,4R:4R,2D	ST-Na,MoS ₂ ,A	40.7	59.3	80	○	○	○	1.2	○	○	
	63	5.5	I(7)+II(6)	3D,4R:1D,3R,2D	ST-Na,MoS ₂ ,A	50.0	50.0	80	○	○	○	1.2	○	○	
	64	5.5	I(7)+II(6)	5D,2R:1D,3R,2D	ST-Na,MoS ₂ ,A	71.0	29.0	80	○	○	○	1.2	○	○	
	65	5.5	I(5)+II(6)	5R:5R,1D	ST-Na,MoS ₂ ,A	1.9	98.1	80	○	○	○	1.2	○	○	
	66	5.5	I(5)+II(6)	1D,4R:4R,2D	ST-Na,MoS ₂ ,A	25.8	74.2	80	○	○	○	1.2	○	○	
	67	5.5	I(5)+II(6)	3D,2R:5R,1D	ST-Na,MoS ₂ ,A	62.1	37.9	80	○	○	○	1.2	○	○	
	68	5.5	I(5)+II(6)	3D,2R:1D,3R,2D	ST-Na,MoS ₂ ,A	68.1	31.9	80	○	○	○	1.2	○	○	
	69	5.5	I(5)+II(6)	5D:5R,1D	ST-Na,MoS ₂ ,A	77.9	22.1	80	△	△	○	1.2	○	○	
	70	5.5	I(5)+II(6)	3D,2R:1D,3R,2D	ST-Na,MoS ₂ ,A	70.7	29.3	80	○	○	○	1.6	○	○	

表 4

試樣	序號	原料鋼 絲直徑 (mm)	拉絲步驟		拉絲用潤滑劑 的組成	用孔模拉絲		用輥模拉絲		拉絲性能			焊接性能		
			每一個步 驟中的模 具數*	每一個步驟中模 具的排列**		Σ Rd (%)	Σ rd (%)	支架的拉 伸量(μm)	最大拉 絲速度	穩定拉 絲量	凹 痕	焊絲直 徑(mm)	焊絲進 料性能	電弧穩 定性	
工 作 試 樣	71	3.2	單個(6)	5R,1D	ST-Na,MoS ₂ ,A	7.5	92.5	80	○	○	○	1.2	○	○	○
	72	3.2	單個(6)	1D, 4R,1D	ST-Na,MoS ₂ ,A	35.0	65.0	80	○	○	○	1.2	○	○	○
	73	3.2	單個(10)	9R,1D	ST-Na,MoS ₂ ,A	2.5	97.5	80	○	○	○	1.2	○	○	○
	74	2.8	單個(10)	9R,1D	ST-Na,MoS ₂ ,A	4.4	95.6	80	○	○	○	1.2	○	○	○
	75	2.8	單個(6)	5R,1D	ST-Na,MoS ₂ ,A	5.6	94.4	80	○	○	○	1.2	○	○	○
	76	2.8	單個(6)	5R,1D	ST-Na,MoS ₂ ,A	33.8	66.2	80	○	○	○	1.2	○	○	○
	77	2.0	單個(6)	5R,1D	ST-Na,MoS ₂ ,A	3.8	96.2	80	○	○	○	1.2	○	○	○
	78	5.5	I(7)+II(6)	6D,1R:1D,3R,2D	ST-Na,MoS ₂ ,A	78.5	21.5	80	△	△	○	1.2	△	○	○
	79	5.5	I(7)+II(9)	5D,2R:1D,6R,2D	ST-Na,MoS ₂ ,A	78.9	21.1	80	△	△	○	0.9	△	△	△
	80	5.5	I(5)+II(6)	3D,2R:2D,2R,2D	ST-Na,MoS ₂ ,A	80.2	19.8	80	△	△	○	1.6	△	△	△
	81	3.2	單個(10)	6D, 3R,1D	ST-Na,MoS ₂ ,A	79.0	21.0	80	△	△	○	1.2	△	△	△
	82	2.8	單個(10)	5D, 2R,3D	ST-Na,MoS ₂ ,A	84.4	15.6	80	△	△	○	1.2	△	△	△
對 比 試 樣	83	2.8	單個(6)	4D, 1R,1D	ST-Na,MoS ₂ ,A	90.0	10.0	80	△	△	○	1.2	△	△	△
	84	2.0	單個(6)	4D, 1R,1D	ST-Na,MoS ₂ ,A	88.8	11.2	80	△	△	○	1.2	△	△	△
	85	5.5	I(7)+II(8) , 都是孔模	7D:8D	ST-Na,MoS ₂ ,A	100	0	---	×	×	×	1.2	×	×	×

在表 3 和 4 中請注意：

* “I” 表示首次拉絲步驟，“II” 表示第二次拉絲步驟。括弧內的數位表示每一個拉絲步驟中使用的模具數。

** “R” 表示輥模，“D” 表示孔模。R 前面的數位表示輥模數，D 前面的數位表示孔模數。

【圖式簡單說明】

圖 1 是示出本發明一個實施方案的流程圖。

圖 2 是圖 1 所示實施方案的方法圖。

圖 3 是本發明中使用的輥模拉絲裝置的一個例子的前視圖。

圖 4 是示出圖 3 所示裝置的重要部件的前視圖。

圖 5 是示出本發明如何使用輥模拉絲裝置的前視圖。

圖 6a 是示出用於和輥模一體的支架的張力試驗裝置的前視圖。

圖 6b 是圖 6a 所示支架的平面圖。

【主要元件符號說明】

C：中心

1：輥模

2a：軋輥

3a-b：溝槽

3：導槽

4a：輥模

5：實心焊絲

7a-d：軸承箱

8a,8b：軸承固定樑

9,9a-d：支架

9b：支架下部

9d：支架上部

10：螺栓

11a-d：螺栓

12a-b,13a-d：螺栓

20：張力試驗裝置

21a-b：張力試驗器

23a-b：螺栓

24：支架

27：孔

28a-b：固定軸

29：固定板

100：原料鋼絲線圈

106：線圈

108：清洗步驟

109：上油步驟

111：收線絞盤

201-206：抽拉單元

401-405：抽拉單元

501：孔模

五、中文發明摘要

發明之名稱：熔接用實心焊絲的製造方法

一種有效生產沒有電鍍銅的實心焊絲的方法，所述方法由下述步驟組成：在用於拉絲的乾燥固體潤滑劑幫助下用輥模拉絲，用於拉絲的乾燥固體潤滑劑至少含有硬脂酸鈉或硬脂酸鉀；用清洗設備除去焊絲表面上的潤滑劑；將用於焊絲進料的潤滑劑塗布在已經用上油設備抽拉的焊絲表面上。用輥模高速拉絲可以將原料鋼絲製成具有成品焊絲或近成品焊絲直徑的實心焊絲。拉絲步驟後面是清洗步驟和潤滑劑塗布步驟，這些步驟都是在線完成的。

六、英文發明摘要

發明之名稱：Method of producing solid wire for welding

A method for efficient production of a welding solid wire free of copper plating. The method consists of drawing by means of roller dies with the help of a dry solid lubricant for drawing which is at least either of sodium stearate or potassium stearate, removing the lubricant from the wire surface by means of a washing device, and applying a lubricant for wire feeding to the surface of the drawn wire by means of an oiling device. High-speed drawing by means of roller dies makes a stock wire into a welding solid wire having the diameter of the finished wire or nearly finished wire. The drawing step is followed by the washing step and the lubricant applying step, which are all accomplished in-line.

(1)

十、申請專利範圍

1.一種沒有電鍍銅的實心焊絲的製造方法，其藉由將原料鋼絲抽拉成成品焊絲，所述方法包括：

將用於拉絲的乾燥固體潤滑劑塗布在焊絲表面上的步驟，用於拉絲的乾燥固體潤滑劑含有硬脂酸鈉或硬脂酸鉀中的至少一種；

用軋模抽拉潤滑劑塗布後的焊絲的步驟；

從抽拉後的焊絲表面上除去拉絲潤滑劑的步驟；和

將用於焊絲進料的潤滑劑塗布在已經除去了拉絲用乾燥固體潤滑劑的焊絲表面上的步驟。

2.根據申請專利範圍第 1 項所述實心焊絲的製造方法，其中，拉絲步驟的至少一部分、除去用於拉絲的乾燥固體潤滑劑的步驟、和塗布用於焊絲進料的潤滑劑的步驟，是在線完成的。

3.根據申請專利範圍第 1 項所述實心焊絲的製造方法，其中，拉絲步驟由用軋模抽拉原料鋼絲和用孔模精拉先前抽拉的鋼絲的步驟組成，用軋模拉絲可以進行到下述程度：抽拉的焊絲直徑與近乎成品焊絲的直徑接近，而最終的抽拉能夠保證成品具有圓形斷面。

4.根據申請專利範圍第 1 項所述實心焊絲的製造方法，其中，在用軋模拉絲的步驟之前，或藉由多個軋模進行的多個拉絲步驟之間，進行用孔模拉絲的步驟，使 ΣR_d （直徑總縮減率）為 0.5%-78%。

5.根據申請專利範圍第 1 項所述實心焊絲的製造方法

(2)

，其中，用輥模的拉絲使用了被高剛度支架支撐的那些輥模，使得在輥模的膨脹負荷方向上在 10000N 負荷下拉伸時，支架的拉伸量是 20-150 μ m。

6.根據申請專利範圍第 1 項所述實心焊絲的製造方法，其中，乾燥固體潤滑劑，是由亞硝酸鈉和硬脂酸鉀中的至少一種，和選自磷酸鈉、硼酸鈉、亞磷酸鈉、碳酸鈉、磷酸鉀、硼酸鉀、亞硝酸鉀和碳酸鉀的至少一種物質構成。

7.根據申請專利範圍第 1 項所述實心焊絲的製造方法，其中，乾燥固體潤滑劑是含有至少一種選自 MoS_2 、 WS_2 、BN、ZnS 和石墨的高壓潤滑劑的物質。

8.根據申請專利範圍第 1 項所述實心焊絲的製造方法，其中，焊絲進料用潤滑劑是由選自植物油、動物油、礦物油和合成油的至少一種油，和含有至少一種選自 MoS_2 、 WS_2 、ZnS 和石墨的固體潤滑劑的潤滑劑構成。

圖 1

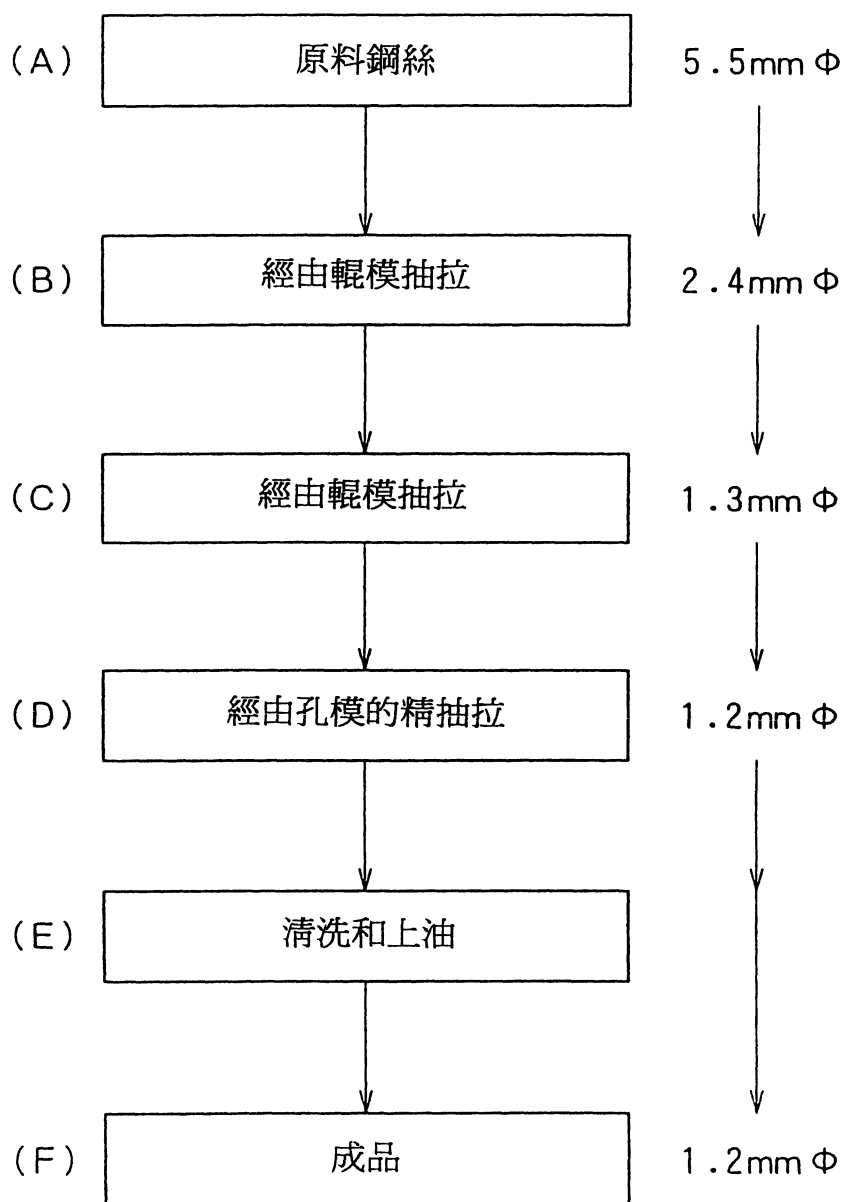


圖2

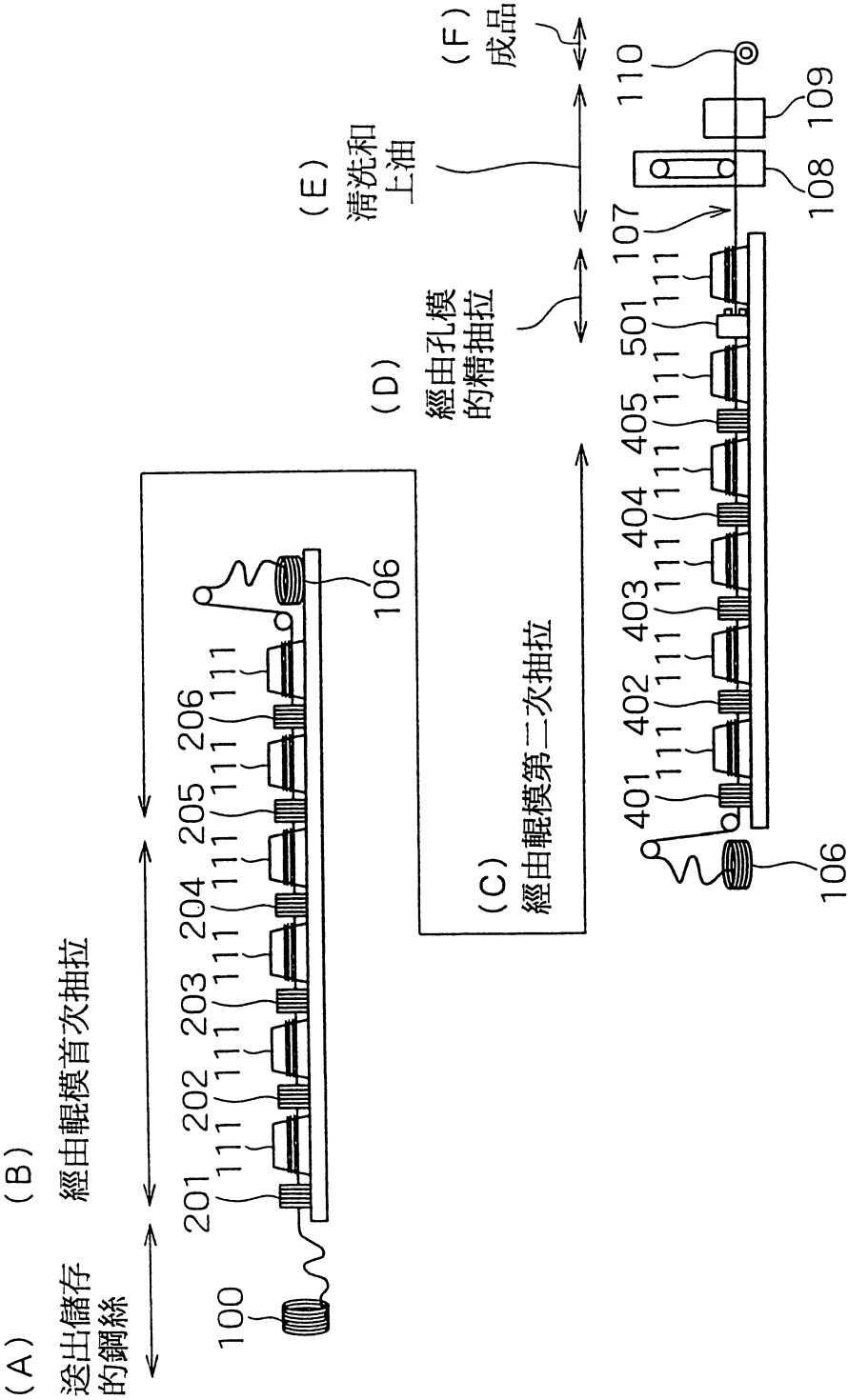


圖3

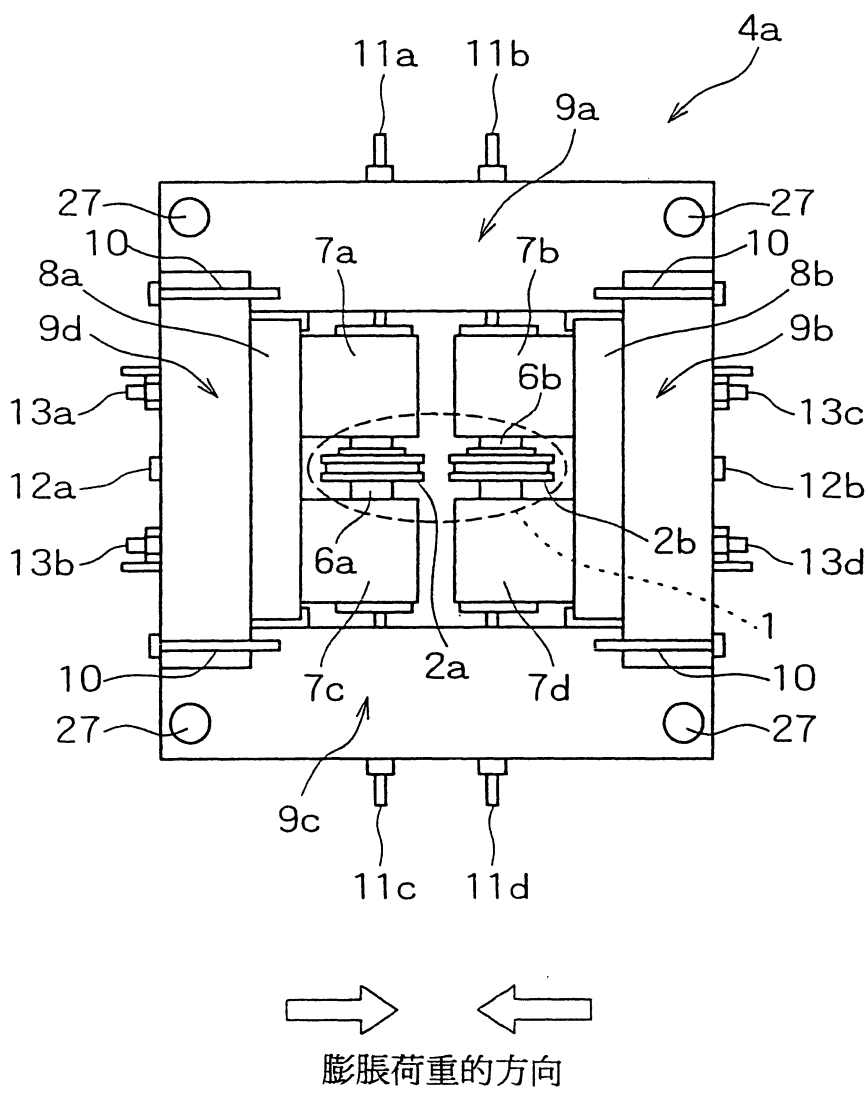


圖4

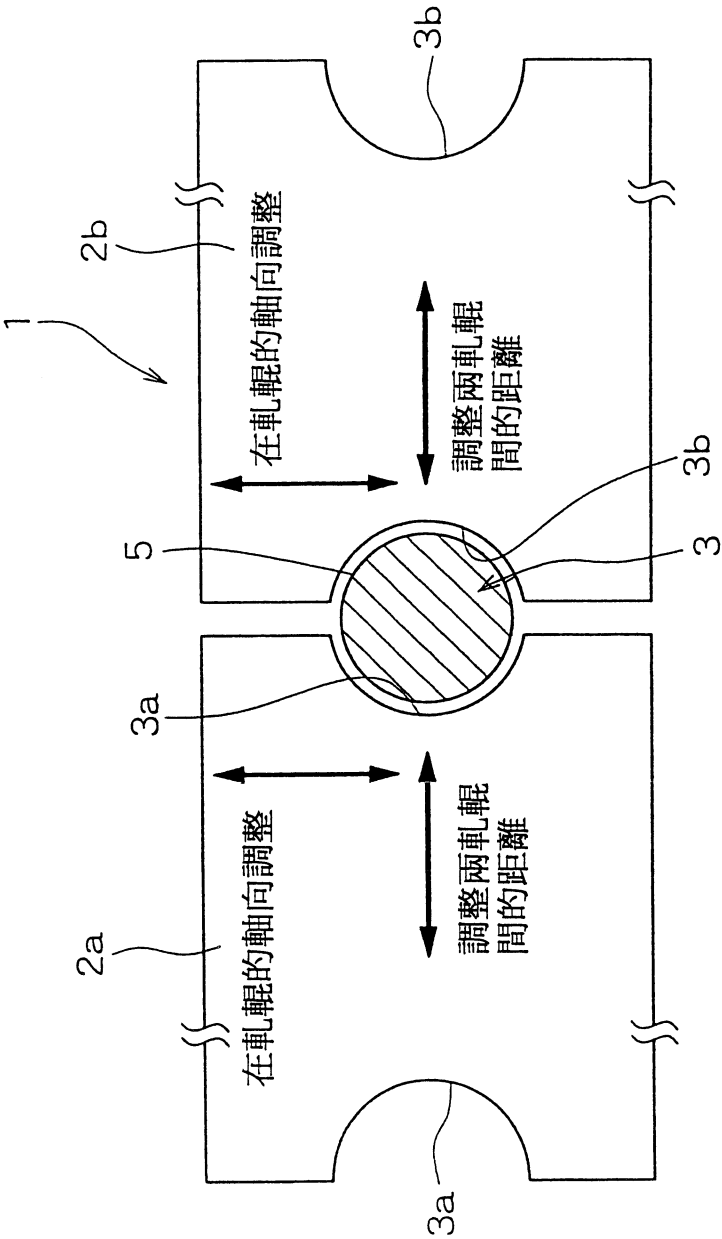


圖5

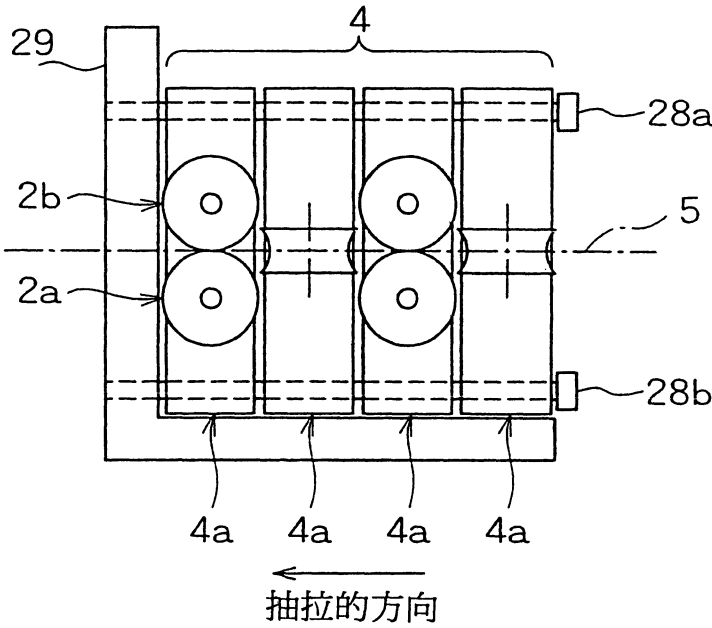


圖 6A

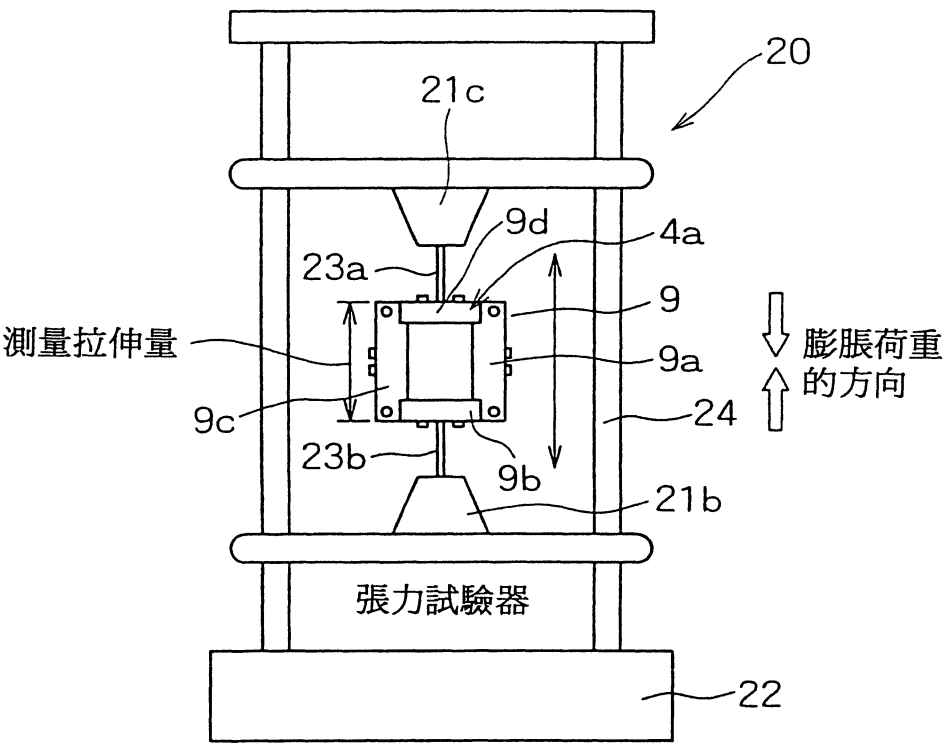
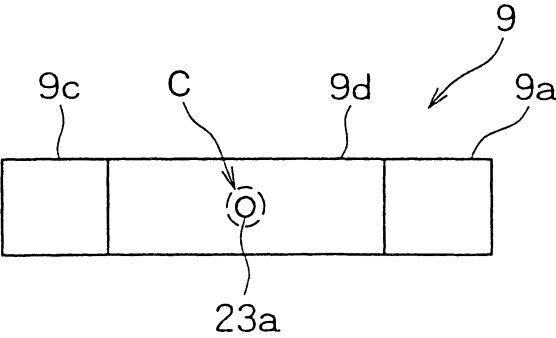


圖 6B



七、指定代表圖：

(一) 本案指定代表圖為：第(3)圖

(二) 本代表圖之元件符號簡單說明：

1：輓模

2a，2b：軋輓

4a：輓模

6a，6b：軸

7a-d：軸承箱

8a,8b：軸承固定樑

9a-d：支架

10：螺栓

11a-d：螺栓

12a-b,13a-d：螺栓

27：孔

八、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：無