



(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 I800397 B

(45)公告日：中華民國 112 (2023) 年 04 月 21 日

(21)申請案號：111120771

(22)申請日：中華民國 111 (2022) 年 06 月 02 日

(51)Int. Cl. : C22C38/00 (2006.01)

C21D8/06 (2006.01)

C21D9/52 (2006.01)

C21D11/00 (2006.01)

(71)申請人：中國鋼鐵股份有限公司 (中華民國) CHINA STEEL CORPORATION (TW)

高雄市小港區中鋼路 1 號

(72)發明人：盧忠泰 LU, CHUNG-TAI (TW)；王盈皓 WANG, YING-HAO (TW)；張恆碩 JANG, HERNG-SHUOH (TW)；蔡宇庭 TSAI, YU-TING (TW)

(74)代理人：呂長霖

(56)參考文獻：

CN 103952626A

CN 110777244A

CN 114000053A

JP 3914953B1

US 4332630

審查人員：林春佳

申請專利範圍項數：10 項 圖式數：3 共 18 頁

(54)名稱

高強度及高韌性鋼線材及其製備方法與用途

(57)摘要

本發明提供一種鋼線材及其製備方法與用途，鋼線材之製備方法包括步驟：提供鋼胚；將鋼胚進行軋延，使鋼胚裁減至圓形線材；以及將圓形線材置於冷卻床上，藉由第一階段冷卻及第二階段緩冷之冷卻模式，使圓形線材之溫度於 30 秒內低於 A_{r1} 溫度，並於 650°C 至 750°C 之間維持溫度，以得到鋼線材。鋼線材之表面肥粒鐵脫碳層係介於 0.00 mm 與 0.02 mm 之間，且鋼線材具有波來鐵組織。鋼線材可用於製備起子頭用鋼。

A steel wire material and manufacturing method and use thereof are provided. The method includes the steps of providing a steel slab; rolling the steel slab allowing the steel slab to be cut to a round wire material; and placing the round wire material on a cooling bed, followed by allowing a temperature of the round wire material to be lower than a A_{r1} temperature within 30 seconds by a cooling mode, and keeping the temperature between 650°C and 750°C, to get the steel wire material. The cooling mode includes a cooling at a first stage and a slow cooling at a second stage. The decarburization of ferritic iron on a surface of the steel wire material is between 0 mm and 0.02 mm, and the steel wire material has a pearlite tissue. The steel wire material can be used to manufacture a steel bit.

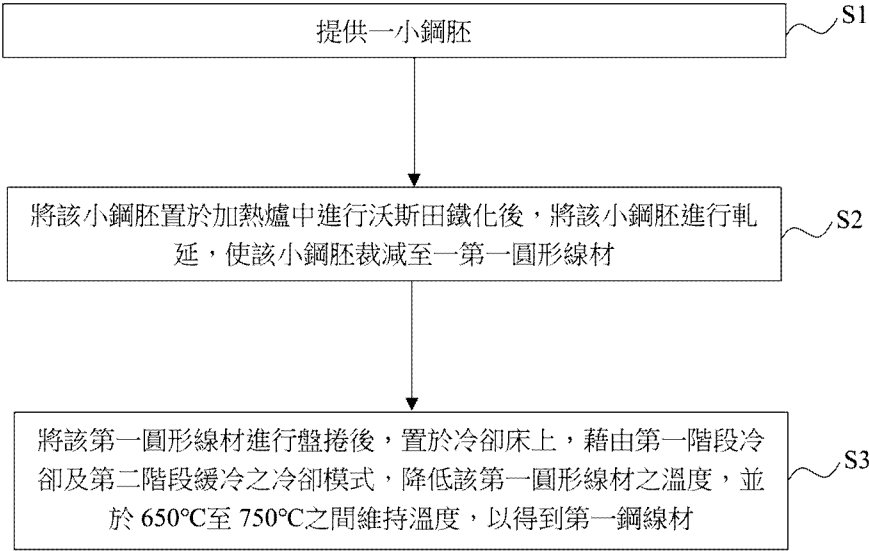
指定代表圖：

符號簡單說明：

S1:步驟 1

S2:步驟 2

S3:步驟 3



【第 1 圖】



公告本

I800397

【發明摘要】

【中文發明名稱】 高強度及高韌性鋼線材及其製備方法與用途

【英文發明名稱】 STEEL WIRE MATERIAL WITH HIGH STRENGTH AND

HIGH TOUGHNESS, MANUFACTURING METHOD AND USE THEREOF

【中文】

本發明提供一種鋼線材及其製備方法與用途，鋼線材之製備方法包括步驟：提供鋼胚；將鋼胚進行軋延，使鋼胚裁減至圓形線材；以及將圓形線材置於冷卻床上，藉由第一階段冷卻及第二階段緩冷之冷卻模式，使圓形線材之溫度於30秒內低於 A_{r1} 溫度，並於 650°C 至 750°C 之間維持溫度，以得到鋼線材。鋼線材之表面肥粒鐵脫碳層係介於0.00 mm與0.02 mm之間，且鋼線材具有波來鐵組織。鋼線材可用於製備起子頭用鋼。

【英文】

A steel wire material and manufacturing method and use thereof are provided. The method includes the steps of providing a steel slab; rolling the steel slab allowing the steel slab to be cut to a round wire material; and placing the round wire material on a cooling bed, followed by allowing a temperature of the round wire material to be lower than a A_{r1} temperature within 30 seconds by a cooling mode, and keeping the temperature between 650°C and 750°C , to get the steel wire material. The cooling mode includes a cooling at a first stage and a slow cooling at a second stage. The decarburization of ferritic iron on a surface of the steel wire material is between 0 mm

and 0.02 mm, and the steel wire material has a pearlite tissue. The steel wire material can be used to manufacture a steel bit.

【指定代表圖】 第1圖

【代表圖之符號簡單說明】

S1: 步驟1

S2: 步驟2

S3: 步驟3

【發明說明書】

【中文發明名稱】 高強度及高韌性鋼線材及其製備方法與用途

【英文發明名稱】 STEEL WIRE MATERIAL WITH HIGH STRENGTH AND
HIGH TOUGHNESS, MANUFACTURING METHOD AND USE THEREOF

【技術領域】

【0001】 本發明係有關一種鋼線材之製備方法，本發明亦有關一種該鋼線材之製備方法所製得之鋼線材，及本發明亦有關一種該鋼線材之用途，尤指一種用於製備鋼用起子頭之用途。

【先前技術】

【0002】 市售起子頭產品係由鋼胚經過軋延製成線材盤元，並施以球化對火降低線材盤元之硬度後，進行冷加工成型，以得到一鋼料，最後將該鋼料施以熱處理，以製成起子頭產品。然而，現有技術於製備起子頭產品時，在冷加工製程中，係利用快冷製程或緩冷製程進行，導致所得到之鋼料的組織中殘留麻田散鐵，造成於儲運過程中容易發生脆斷之情況，或者，所得到之鋼料之肥粒鐵脫碳層大於0.02 mm，造成所製得之起子頭產品之表硬度面未達需求之標準。

【0003】 因此，開發出一種製備出同時具有完全為波來鐵之軟質組織及肥粒鐵脫碳層為小於或等於0.02 mm之鋼線材之製備方法係本領域亟待解決之問題。

【發明內容】

【0004】 為解決上述現有技術之問題，本發明之目的在於提供一種鋼線材之製備方法，透過第一階段冷卻及第二階段緩冷之冷卻模式，以得到一鋼線材。

【0005】 本發明之另一目的在於提供一種鋼線材，其係經由本發明之鋼線材之製備方法所製得。該鋼線材具有完全為波來鐵之軟質組織，且肥粒鐵脫碳層為小於或等於0.02 mm。

【0006】 本發明之另一目的在於提供一種鋼線材之用途，該鋼線材可用於製備一起子頭用鋼。

【0007】 為了達成上述目的，本發明提供一種鋼線材之製備方法，包括步驟：

提供一鋼胚；

將該鋼胚加熱至沃斯田鐵化，之後進行軋延，使該鋼胚裁減至一圓形線材；
以及

將該圓形線材置於一冷卻床上，並利用一風扇及一保溫罩，藉由一第一階段冷卻及一第二階段緩冷之冷卻模式，使該圓形線材之溫度於30秒內低於 A_{r1} 溫度，並於650°C至750°C之間維持溫度，以得到該鋼線材；

其中該第一階段冷卻係以3°C/秒至5°C/秒之冷卻速率進行冷卻30秒至40秒；
該第二階段緩冷係以0.5°C/秒至1°C/秒之冷卻速率進行冷卻360秒至600秒。

【0008】 在一具體實施例中，該鋼胚包括碳、錳、矽、鉻、鉬及釩，以該鋼胚之總重量計，該碳的含量係介於0.76%與0.80%之間，該錳的含量係介於0.30%與0.55%之間，該矽的含量係介於1.90%與3.00%之間，該鉻的含量係介於1.40%與2.00%之間，該鉬的含量係介於0.10%與0.40%之間，及該釩的含量係介於0.15%與0.25%之間。

【0009】 在一具體實施例中，在將該鋼胚加熱至沃斯田鐵化之步驟中，該鋼胚係加熱至1000°C至1200°C。

【0010】 在一具體實施例中，在該將該鋼胚加熱至沃斯田鐵化，之後進行軋延之步驟中，該軋延係以依序經過一粗軋機、一中軋機及一精軋機之串列式軋機進行。

【0011】 在一具體實施例中，該軋延之溫度係介於 A_{r3} 溫度與 1000°C 之間，該 A_{r3} 溫度係由公式1所獲得：

$$A_{r3} = 913.7 - 207.13[C] - 46.6[Mn] + 110.54[Cr] + 108.1[N] \dots \text{公式1}。$$

【0012】 在一具體實施例中，該 A_{r1} 溫度係由公式2所獲得：

$$A_{r1} = 741.7 - 7.13[C] - 14.09[Mn] + 16.26[Si] + 11.54[Cr] - 49.69[N] \dots \text{公式2}。$$

【0013】 在一具體實施例中，在該使該圓形線材之溫度於30秒內低於 A_{r1} 溫度，並於 650°C 至 750°C 之間維持溫度之步驟中，該維持溫度之時間係介於6分鐘至10分鐘之間

【0014】 本發明另提供一種由上述鋼線材之製備方法所製得之鋼線材，該鋼線材之表面肥粒鐵脫碳層係介於0.00 mm與0.02 mm之間，且該鋼線材之組織為波來鐵組織。

【0015】 在一具體實施例中，該鋼線材具有介於 300 HV 與 350 HV 之維氏硬度。

【0016】 本發明另提供一種上述鋼線材之用途，該鋼線材用於製備一起子頭用鋼，其中該起子頭用鋼於11.3 N.m之扭力下，具有介於14000次與16000次之間的疲勞壽命。

【0017】 本發明之鋼線材之製備方法透過第一階段冷卻及第二階段緩冷之冷卻模式，可製得具有高強度及高韌性之特性，且金相微觀組織完全為軟質之

波來鐵組織之鋼線材，可降低於儲運過程中發生脆斷之風險。此外，該鋼線材有利於後續加工為高表面強度、高韌性及疲勞壽命提升之起子頭用鋼。解決現有技術無法製備出兼顧具有完全為波來鐵之軟質組織及肥粒鐵脫碳層為小於或等於 0.02 mm 之鋼線材之問題。

【圖式簡單說明】

【0018】

第1圖係本發明之第一鋼線材之製備方法的流程圖。

第2圖係本發明之該第一圓形線材之連續冷卻變相態曲線（continuous cooling transformation, CCT）決定冷卻控制之示意圖。

第3A圖係本發明之第一鋼線材之金相微觀組織照片。

第3B圖係本發明之第二鋼線材之金相微觀組織照片。

第3C圖係本發明之第三鋼線材之金相微觀組織照片。

【實施方式】

【0019】 以下係藉由特定之具體實施例說明本發明之實施方式，熟習此技術之人士可藉由本說明書所揭示之內容瞭解本發明之其他優點與功效。然而，本發明中所揭示之例示性實施例僅出於說明之目的，不應被視為限制本發明之範圍。換言之，本發明亦可藉由其他不同的具體實施例加以施行或應用，本說明書中的各項細節亦可基於不同的觀點與應用，在不悖離本發明之精神下進行各種修飾與變更。

【0020】 除非本文另有說明，否則說明書及所附申請專利範圍中所使用之單數形式「一」及「該」包括複數個體。除非本文另有說明，否則說明書及所附申請專利範圍中所使用之術語「或」包括「及/或」之含義。

【0021】如本文中所使用，「 A_{r1} 溫度」係指肥粒鐵相變態結束之溫度。

【0022】如本文中所使用，「 A_{r3} 溫度」係指鋼材於冷卻過程中，沃斯田鐵開始相變為肥粒鐵相之溫度。

【0023】如本文中所使用，「第一階段冷卻及第二階段緩冷」係指冷卻模式包括一第一階段冷卻及一第二階段緩冷，且第二階段緩冷係於第一階段冷卻之後進行。

【0024】製備例1 製備第一鋼線材

【0025】第1圖所示，第一鋼線材之製備方法包括步驟：

步驟S1：提供尺寸為145mm×145mm之方形的一小鋼胚，該小鋼胚包括碳（C）、錳（Mn）、矽（Si）、鉻（Cr）、鉬（Mo）及釩（V），以該小鋼胚之總重量計，該碳的含量係介於0.76%與0.80%之間，該錳的含量係介於0.30%與0.55%之間，該矽的含量係介於1.90%與3.00%之間，該鉻的含量係介於1.40%與2.00%之間，該鉬的含量係介於0.10%與0.40%之間，及該釩的含量係介於0.15%與0.25%之間；

步驟S2：將該小鋼胚置於加熱爐中，加熱至1000°C至1200°C，使該小鋼胚進行沃斯田鐵化後，將該小鋼胚依序經過粗軋機、中軋機及精軋機等串列式軋機進行軋延，使該小鋼胚裁減至一第一圓形線材；其中該軋延及完軋之溫度係大於或等於 A_{r3} 溫度，該 A_{r3} 溫度係由公式1所獲得：

$$A_{r3} = 913.7 - 207.13[C] - 46.6[Mn] + 110.54[Cr] + 108.1[N] \dots \text{公式1} ;$$

以及

步驟S3：將該第一圓形線材進行盤捲後，置於Stelmor冷卻床上，並利用風扇及保溫罩設備，透過第一階段冷卻及第二階段緩冷之冷卻模式，使該第一圓形

線材之溫度於30秒內低於 A_{r1} 溫度，並於 650°C 至 750°C 之間維持溫度6分鐘，以得到該第一鋼線材，其中該第一階段冷卻係以 $3^{\circ}\text{C}/\text{秒}$ 之冷卻速率進行冷卻30秒；該第二階段緩冷係以 $0.5^{\circ}\text{C}/\text{秒}$ 之冷卻速率進行冷卻360秒；及該 A_{r1} 溫度係由公式2所獲得：

$$A_{r1} = 741.7 - 7.13[C] - 14.09[Mn] + 16.26[Si] + 11.54[Cr] - 49.69[N] \dots \text{公式2}。$$

【0026】 在步驟S2中，倘若該軋延之溫度低於 A_{r3} 溫度，將導致該小鋼胚中的部分鋼材產生沃斯田鐵至肥粒鐵相變態，造成於完軋後晶粒不均勻之現象，進而影響所製得之第一鋼線材之強度的均勻性。

【0027】 在步驟S3中，透過該第一圓形線材之連續冷卻變相態曲線（continuous cooling transformation, CCT）決定冷卻控制之參數，該連續冷卻變相態曲線係藉由Gleeble熱機模擬試驗，模擬該第一圓形線材於不同的冷速下之相變態行為，結果如第2圖所示， P_s 、 P_F 分別代表不同的冷速下之波來鐵變相之起始溫度及結束溫度，而 M_s 代表麻田散鐵相變之起始溫度。當該第一圓形線材置於Stelmor冷卻床之後，須控制該第一圓形線材之溫度於30秒內低於 A_{r1} 溫度，以避免該第一圓形線材停留於 A_{r3} 至 A_{r1} 兩相域中，造成肥粒鐵脫碳層之情況。此外，利用該保溫罩使該第一圓形線材於 P_s 至 P_F 溫度區間進行恆溫相變態，然而由於該第一圓形線材於冷卻過程中，受到該第一圓形線材之堆疊疏密程度以及表面與中心之冷卻速度之差異影響，造成實際冷卻速度為介於 $0.5^{\circ}\text{C}/\text{秒}$ 與 $3^{\circ}\text{C}/\text{秒}$ 之間，據此，由該連續冷卻變相態曲線決定出最適之相變態溫度為介於 650°C 與 750°C 之間。

【0028】 製備例2 製備第二鋼線材

【0029】 第二鋼線材之製備方法概同於實施例1，二者差異在於：實施例2於步驟S3中，該冷卻模式係利用0.5°C/秒之冷卻速率進行冷卻390秒之緩冷製程進行。

【0030】 製備例3 製備第三鋼線材

【0031】 第三鋼線材之製備方法概同於實施例1，二者差異在於：實施例3於步驟S3中，該冷卻模式係利用10°C/秒之冷卻速率進行冷卻90秒之快冷製程進行。

【0032】 製備例4 製備第一起子頭用鋼

【0033】 將該第一鋼線材依序進行冷加工成型及熱處理，以得到第一起子頭用鋼。

【0034】 製備例5 製備第二起子頭用鋼

【0035】 將該第二鋼線材依序進行冷加工成型及熱處理，以得到第二起子頭用鋼。

【0036】 實施例1 檢測第一鋼線材、第二鋼線材及第三鋼線材之肥粒鐵脫碳層及金相微觀組織

【0037】 利用光學顯微鏡（optical microscope）檢測第一鋼線材、第二鋼線材及第三鋼線材之肥粒鐵脫碳層，以及利用光學顯微鏡（optical microscope）檢測第一鋼線材、第二鋼線材及第三鋼線材之金相微觀組織。如表1及第3A圖所示，第一鋼線材之表面肥粒鐵脫碳層為0.01 mm，其小於0.02 mm，達到剛用起子頭之表面硬度需求，且第一鋼線材之金相微觀組織為軟質之波來鐵組織，可降低於儲運過程中發生脆斷之風險。如表1及第3B圖所示，雖然第二鋼線材之金相微觀組織為波來鐵組織，然而第二鋼線材之表面肥粒鐵脫碳層為0.04 mm，並未達到

剛用起子頭之表面硬度需求。如表1及第3C圖所示，雖然第三鋼線材無表面肥粒鐵脫碳層，然而第三鋼線材之金相微觀組織為麻田散鐵組織，不利於後續加工。

表1 第一鋼線材、第二鋼線材及第三鋼線材之肥粒鐵脫碳層及金相微觀組織

製程	冷卻模式	表面肥粒鐵脫碳層（mm）	金相微觀組織
第一鋼線材	第一階段冷卻及第二階段緩冷製程	0.01	波來鐵組織
第二鋼線材	緩冷製程	0.04	波來鐵組織
第三鋼線材	快冷製程	0	麻田散鐵組織

【0038】 實施例2 檢測第一鋼線材、第二鋼線材及第三鋼線材之距離表面之縱向維氏硬度分佈

【0039】 利用硬度測試機（型號：FM-810，FUTURE-TECH公司，日本）檢測第一鋼線材、第二鋼線材及第三鋼線材之距離表面之縱向維氏硬度（Vickers hardness），如表2所示，第一鋼線材之維氏硬度分佈差異小，符合後續加工之需求。此外，由於第二鋼線材之表面具有肥粒鐵脫碳層，導致第二鋼線材之硬度偏低，造成劣化後續所製成之諸如起子頭用鋼之製品的表面強度及韌性。再者，雖然第三鋼線材之維氏硬度高，但存在於儲運過程中發生脆斷之風險，不利於後續加工。

表2 第一鋼線材、第二鋼線材及第三鋼線材之距離表面之縱向微硬度分佈

距離表面位置 (mm)	維氏硬度 (HV)		
	第一鋼線材	第二鋼線材	第三鋼線材
0.02	310	259	808
0.04	313	256	843
0.06	321	275	856
0.08	321	312	882
0.10	327	318	883

【0040】 實施例3 檢測第一起子頭用鋼及第二起子頭用鋼之扭力值、扭轉角及疲勞壽命

【0041】 由於第三鋼線材之維氏硬度過高且韌性不足，因此於儲運過程中發生脆斷現象，導致無法進行後續加工為起子頭用鋼之製程。利用扭力試驗機（型號：PB-6033）檢測第一起子頭用鋼及第二起子頭用鋼之扭力值、扭力轉角及疲勞壽命。如表3所示，結果顯示第一起子頭用鋼及第二起子頭用鋼具有相近之扭力值及扭轉角，然而，第一起子頭用鋼之疲勞壽命為14000至16000次，明顯優於疲勞壽命為10000至12000次之第二起子頭用鋼。

表3 第一起子頭用鋼及第二起子頭用鋼之扭力值、扭轉角及疲勞壽命

	扭力值 (kgf.cm)	扭轉角 (度)	疲勞壽命 (11.3 N.m) (次)
第一起子頭用鋼	230至240	20至22	14000至16000
第二起子頭用鋼	230至240	20至22	10000至12000

【0042】 上述實施例1至3結果顯見，利用製備例1所製得之第一鋼線材具有高強度及高韌性之特性，且其金相微觀組織完全為軟質之波來鐵組織，可降低於儲運過程中發生脆斷之風險，因此第一鋼線材有利於後續加工為高表面強度、高韌性及疲勞壽命提升之起子頭用鋼。

【0043】 上述實施例僅例示性說明本發明之鋼線材及其製備方法與用途，而非用於限制本發明。任何熟習此項技術之人士皆可在不違背本發明之精神及範疇下，對上述實施例進行修飾與改變。因此，本發明之權利保護範圍，應如後述之申請專利範圍所載。

【符號說明】

S1: 步驟1

S2: 步驟2

S3: 步驟3

【發明申請專利範圍】

【請求項1】 一種鋼線材之製備方法，包括步驟：

提供一鋼胚；

將該鋼胚加熱至沃斯田鐵化，之後進行軋延，使該鋼胚裁減至一圓形線材；

以及

將該圓形線材置於一冷卻床上，並利用一風扇及一保溫罩，藉由一第一階段冷卻及一第二階段緩冷之冷卻模式，使該圓形線材之溫度於30秒內低於 A_{r1} 溫度，並於 650°C 至 750°C 之間維持溫度，以得到該鋼線材；

其中該第一階段冷卻係以 $3^{\circ}\text{C}/\text{秒}$ 至 $5^{\circ}\text{C}/\text{秒}$ 之冷卻速率進行冷卻30秒至40秒；該第二階段緩冷係以 $0.5^{\circ}\text{C}/\text{秒}$ 至 $1^{\circ}\text{C}/\text{秒}$ 之冷卻速率進行冷卻360秒至600秒。

【請求項2】 如請求項1所述之製備方法，其中該鋼胚包括碳、錳、矽、鉻、鉬及釩，以該鋼胚之總重量計，該碳的含量係介於0.76%與0.80%之間，該錳的含量係介於0.30%與0.55%之間，該矽的含量係介於1.90%與3.00%之間，該鉻的含量係介於1.40%與2.00%之間，該鉬的含量係介於0.10%與0.40%之間，及該釩的含量係介於0.15%與0.25%之間。

【請求項3】 如請求項1所述之製備方法，其中在將該鋼胚加熱至沃斯田鐵化之步驟中，該鋼胚係加熱至 1000°C 至 1200°C 。

【請求項4】 如請求項1所述之製備方法，其中在該將該鋼胚加熱至沃斯田鐵化，之後進行軋延之步驟中，該軋延係以依序經過一粗軋機、一中軋機及一精軋機之串列式軋機進行。

【請求項5】 如請求項1所述之製備方法，其中該軋延之溫度係介於 A_{r3} 溫度與 1000°C 之間，該 A_{r3} 溫度係由公式1所獲得：

$$A_{r3} = 913.7 - 207.13[C] - 46.6[Mn] + 110.54[Cr] + 108.1[N] \dots \text{公式1}。$$

【請求項6】 如請求項1所述之製備方法，其中該 A_{r1} 溫度係由公式2所獲得：

$$A_{r1} = 741.7 - 7.13[C] - 14.09[Mn] + 16.26[Si] + 11.54[Cr] - 49.69[N] \dots \text{公式2}。$$

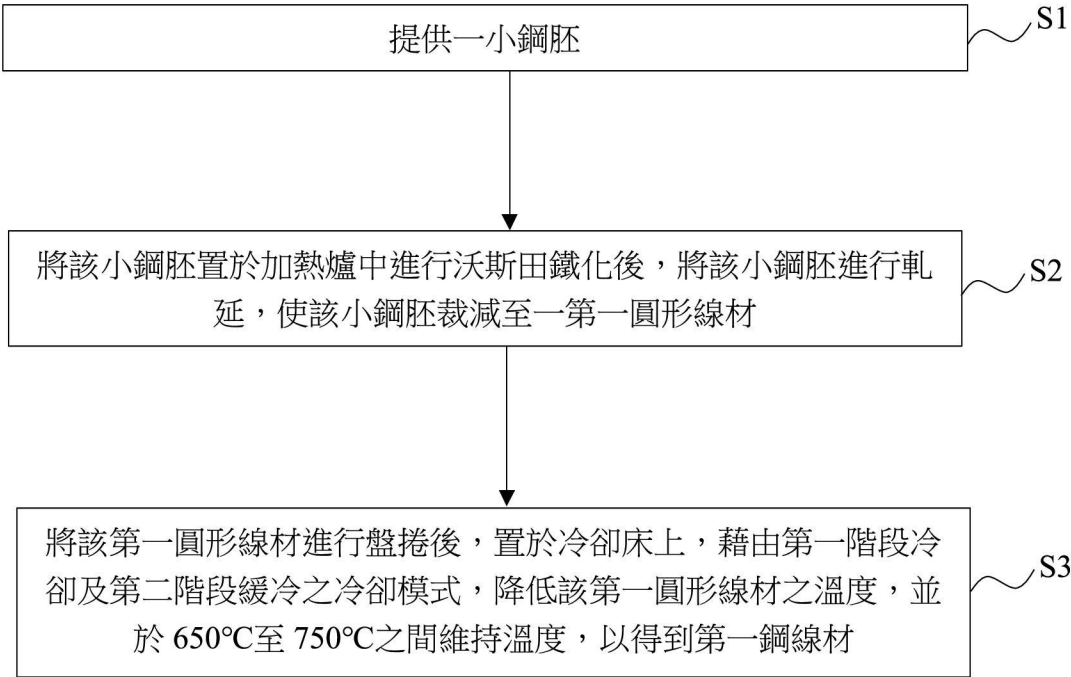
【請求項7】 如請求項1所述之製備方法，其中在該使該圓形線材之溫度於30秒內低於 A_{r1} 溫度，並於650°C至750°C之間維持溫度之步驟中，該維持溫度之時間係介於6分鐘至10分鐘之間。

【請求項8】 一種如請求項1至7中任一項所述之鋼線材之製備方法所製得之鋼線材，其中該鋼線材之表面肥粒鐵脫碳層係介於0.00 mm與0.02 mm之間，且該鋼線材之組織為波來鐵組織。

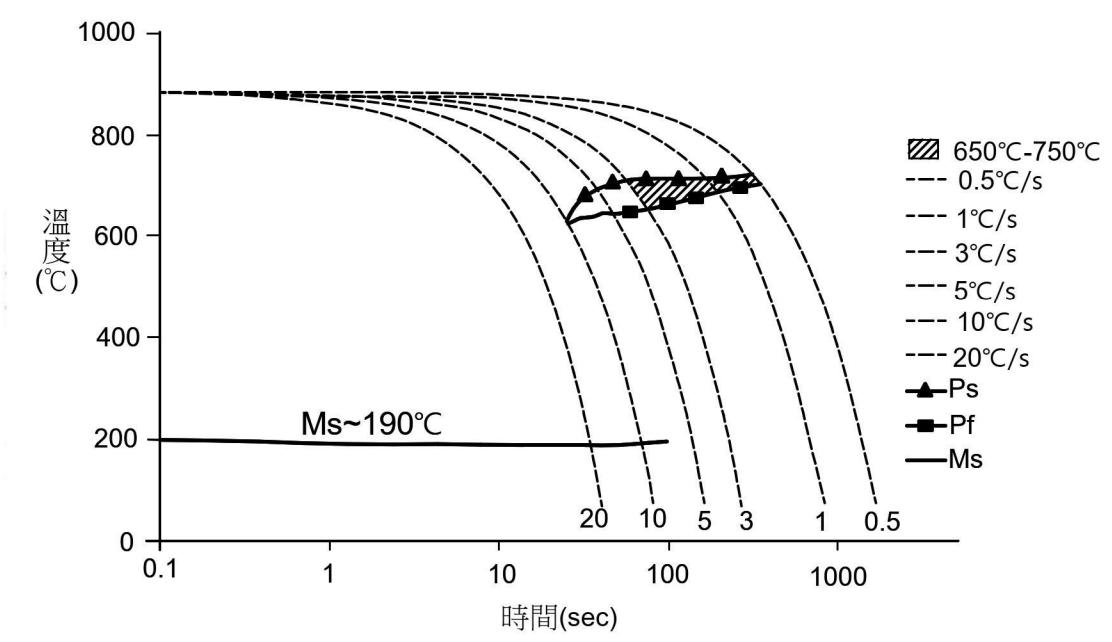
【請求項9】 如請求項8所述之鋼線材，其中該鋼線材具有介於300 HV與350 HV之維氏硬度。

【請求項10】 一種如請求項8或9所述之鋼線材之用途，其中該鋼線材用於製備一起子頭用鋼，其中該起子頭用鋼於11.3 N.m之扭力下，具有介於14000次與16000次之間的疲勞壽命。

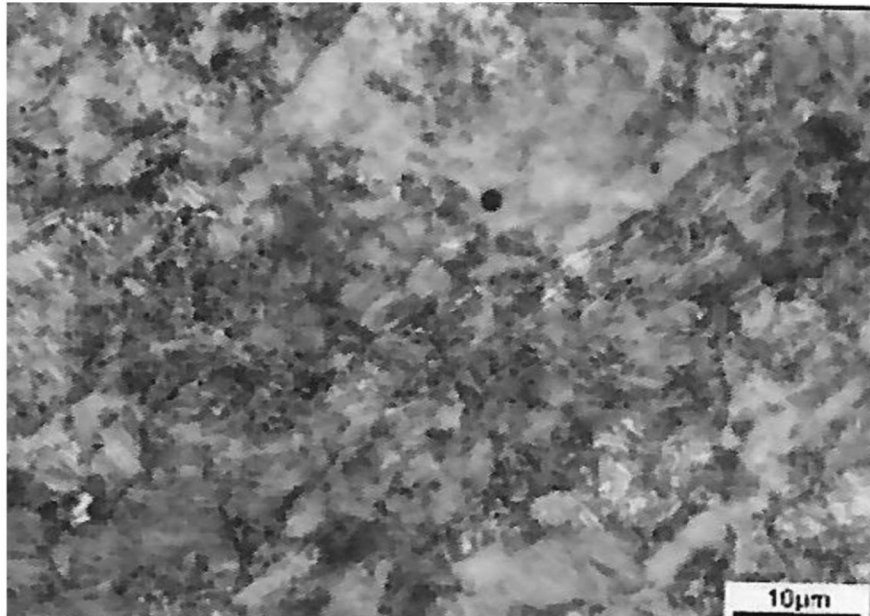
【發明圖式】



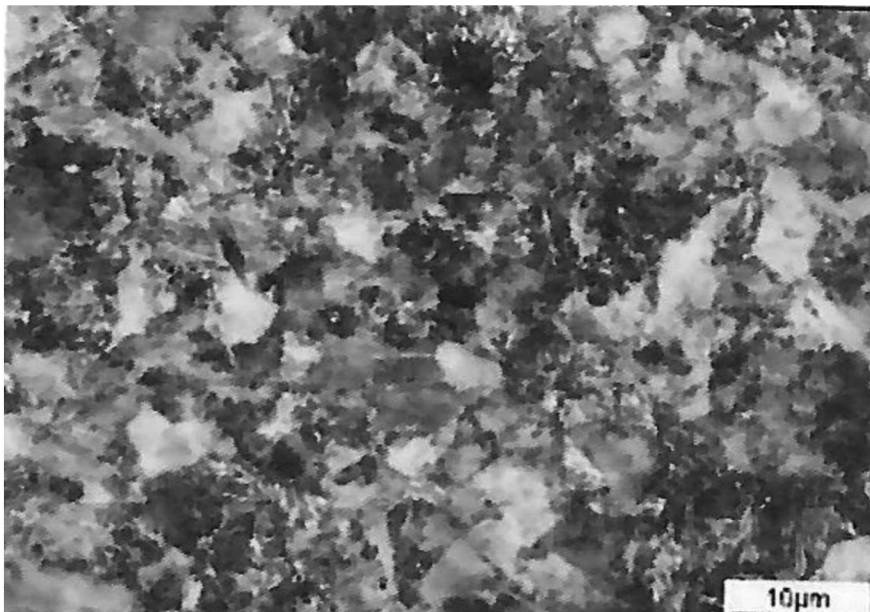
【第 1 圖】



【第 2 圖】



【第 3A 圖】



【第 3B 圖】



【第 3C 圖】