



(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 I480388 B

(45)公告日：中華民國 104 (2015) 年 04 月 11 日

(21)申請案號：102114293

(22)申請日：中華民國 102 (2013) 年 04 月 23 日

(51)Int. Cl. : C22C38/12 (2006.01)

C22C38/14 (2006.01)

C21D8/02 (2006.01)

C23C2/06 (2006.01)

C23C2/40 (2006.01)

(30)優先權：2012/04/24 日本

2012-098548

(71)申請人：杰富意鋼鐵股份有限公司 (日本) JFE STEEL CORPORATION (JP)

日本

(72)發明人：木津太郎 KIZU, TARO (JP)；船川義正 FUNAKAWA, YOSHIMASA (JP)；大久保英和 OOKUBO, HIDEKAZU (JP)；金村篤謙 KANEMURA, TOKUNORI (JP)；重見將人 SHIGEMI, MASATO (JP)；笠井勝司 KASAI, SHOJI (JP)；山崎伸次 YAMAZAKI, SHINJI (JP)；安福悠祐 YASUFUKU, YUSUKE (JP)

(74)代理人：詹銘文；葉璟宗

(56)參考文獻：

TW 201215685A1

JP 2008-240116A

審查人員：潘煒琳

申請專利範圍項數：8 項 圖式數：3 共 48 頁

(54)名稱

高強度薄鋼板及其製造方法

HIGH STRENGTH THIN STEEL SHEET AND METHOD FOR MANUFACTURING THE SAME

(57)摘要

本發明提供一種形狀凍結性優異的高強度薄鋼板及其製造方法。該高強度薄鋼板具有以質量%計，含有 0.08%~0.20%的 C、0.3%以下的 Si、0.1%~3.0%的 Mn、0.10%以下的 P、0.030%以下的 S、0.10%以下的 Al、0.010%以下的 N、0.20%~0.80%的 V、及剩餘部分 Fe 及不可避免的雜質的組成，且含有面積率為 95%以上的肥粒鐵相，並且具有微細的析出物析出而成的組織。微細的析出物是以粒徑小於 10nm 的析出物為 1.0×10^5 個/ μm^3 以上的個數密度、且對於粒徑小於 10nm 的析出物的析出物徑的自然對數值的標準偏差為 1.5 以下的分佈而分散析出。

A high strength thin steel sheet excellent in shape-freezing property, and a method for manufacturing the same are provided. The high strength thin steel sheet has a composition containing 0.08 to 0.20 mass% of C, 0.3 mass% or less of Si, 0.1 to 3.0 mass% of Mn, 0.10 mass% or less of P, 0.030 mass% or less of S, 0.10 mass% or less of Al, 0.010 mass% or less of N, 0.20 to 0.80 mass% of V, with the rest being Fe and inevitable impurities, has a ferrite phase in which the area ratio is 95% or more, and has a structure obtained by precipitating fine precipitates. The fine precipitates are dispersedly precipitated in a distribution that the number density of precipitates in which the grain size is less than 10 nm is 1.0×10^5 number/ μm^3 or more, and the standard deviation of a natural logarithm value of the precipitate size of the precipitates in which the grain size is less than 10 nm is 1.5 or less.

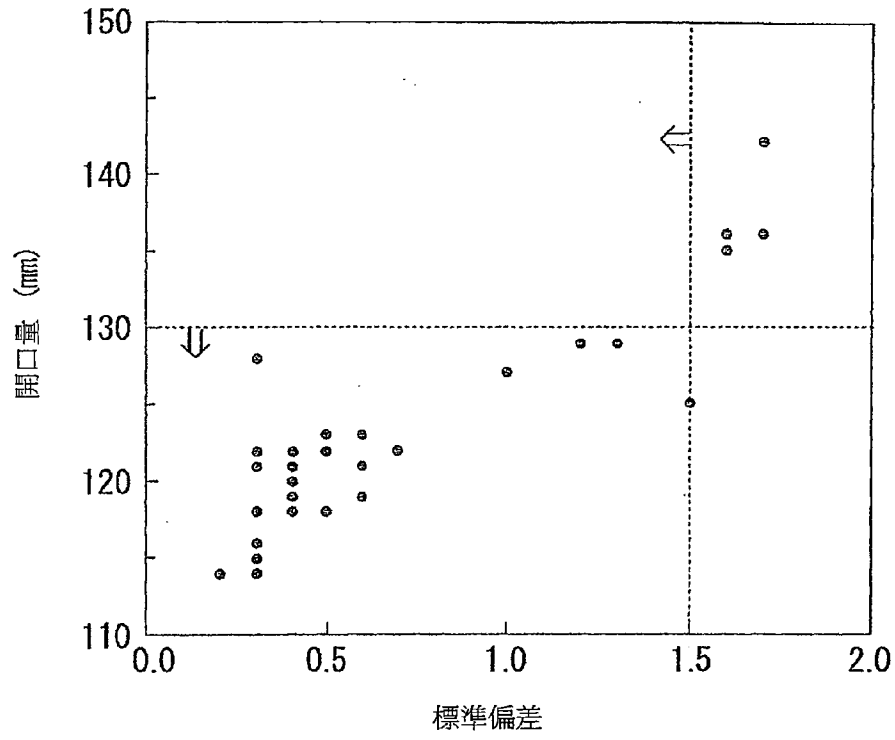


圖 3

發明摘要

公告本

※ 申請案號：102114293

※ 申請日：102 年 4 月 23 日

※IPC 分類：

C22C 38/12 (2006.01)
 C22C 38/14 (2006.01)
 C22C 38/61 (2006.01)
 C22C 2/06 (2006.01)
 C22C 2/40 (2006.01)

【發明名稱】高強度薄鋼板及其製造方法

HIGH STRENGTH THIN STEEL SHEET AND METHOD FOR
MANUFACTURING THE SAME

【中文】

本發明提供一種形狀凍結性優異的高強度薄鋼板及其製造方法。該高強度薄鋼板具有以質量%計，含有 0.08%~0.20%的 C、0.3%以下的 Si、0.1%~3.0%的 Mn、0.10%以下的 P、0.030%以下的 S、0.10%以下的 Al、0.010%以下的 N、0.20%~0.80%的 V、及剩餘部分 Fe 及不可避免的雜質的組成，且含有面積率為 95%以上的肥粒鐵相，並且具有微細的析出物析出而成的組織。微細的析出物是以粒徑小於 10 nm 的析出物為 1.0×10^5 個/ μm^3 以上的個數密度、且對於粒徑小於 10 nm 的析出物的析出物徑的自然對數值的標準偏差為 1.5 以下的分佈而分散析出。

【英文】

A high strength thin steel sheet excellent in shape-freezing property, and a method for manufacturing the same are provided. The high strength thin steel sheet has a composition containing 0.08 to 0.20 mass% of C, 0.3 mass% or less of Si, 0.1 to 3.0 mass% of Mn, 0.10 mass% or less of P, 0.030 mass% or less of S, 0.10 mass% or

less of Al, 0.010 mass% or less of N, 0.20 to 0.80 mass% of V, with the rest being Fe and inevitable impurities, has a ferrite phase in which the area ratio is 95% or more, and has a structure obtained by precipitating fine precipitates. The fine precipitates are dispersedly precipitated in a distribution that the number density of precipitates in which the grain size is less than 10 nm is 1.0×10^5 number/ μm^3 or more, and the standard deviation of a natural logarithm value of the precipitate size of the precipitates in which the grain size is less than 10 nm is 1.5 or less.

【代表圖】

【本案指定代表圖】：圖 3。

【本代表圖之符號簡單說明】：

無

【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】：

無

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】 高強度薄鋼板及其製造方法

HIGH STRENGTH THIN STEEL SHEET AND METHOD FOR
MANUFACTURING THE SAME

【技術領域】

【0001】 本發明是有關於一種較佳作為汽車的支柱 (pillar)、構件 (member) 等骨架構件、汽車的門防撞梁 (Door Impact Beam) 等強化構件、或自動販賣機、桌、家電、辦公自動化 (office automation, OA) 機器、建材等構造用構件的高強度薄鋼板。尤其，本發明是有關於高強度薄鋼板的形狀凍結性 (Shape Freezing Property) 提昇。另外，此處所謂的「高強度」，是指降伏強度 YS 為 1000 MPa 以上的情形。另外，本發明的高強度薄鋼板的降伏強度較佳為 1100 MPa 以上，更佳為 1150 MPa 以上。

【先前技術】

【0002】 近年來，自保護地球環境 (environmental conservation) 的觀點出發，迫切期望減少二氧化碳 CO₂ 排出量。尤其，於汽車業界為了改善燃耗並削減 CO₂ 排出量，強烈要求減輕車體重量。與鋼板使用時同樣地，此種狀況於鋼板製造時亦期望削減 CO₂ 排出量大的鋼板的使用量。

【0003】 尤其，於不期望零件發生變形的構造用構件中，自削減鋼板使用量 (質量) 的觀點出發，有效的是提高鋼板的降伏強度

而使其薄壁化。然而，若提高鋼板的降伏強度，則存在於擠壓成形時因回彈（springback）等產生形狀不良的問題。若產生形狀不良，則必須進一步追加擠壓成形步驟，進行形狀矯正而成形為所期望的形狀。進行形狀矯正不僅會導致製造成本變高，尤其對於降伏強度為 1000 MPa 以上的高強度鋼板而言，形狀矯正為所期望的形狀有時是不可能的。據此，無法提昇高強度鋼板的形狀凍結性，從而阻礙高強度鋼板實現薄壁化。

【0004】 因此，作為高強度鋼板開發有一種兩相組織鋼板，使軟質、易於成形且有利於形狀確保的肥粒鐵（ferrite）相、與硬質且有利於高強度化的麻田散鐵（martensite）相複合，而同時實現形狀凍結性與高強度。然而，該技術中，雖可提高拉伸強度，但存在因軟質的肥粒鐵相的存在而導致降伏強度下降的問題。若要提高上述兩相組織鋼板的降伏強度，則必須為麻田散鐵相的組織分率顯著提高後的組織。然而，具有此種組織的兩相組織鋼板於擠壓成形時產生出現斷裂的新問題。

【0005】 作為形狀凍結性得到提昇的高強度鋼板，例如於專利文獻 1 中記載有一種形狀凍結性與延伸凸緣（stretch flange）成形性優異的高強度鋼板。專利文獻 1 中記載的高強度鋼板具有如下組成，即，以質量%計，含有 C：0.02%~0.15%、Si：超過 0.5%且 1.6%以下、Mn：0.01%~3.0%、Al：2.0%以下、Ti：0.054%~0.4%、B：0.0002%~0.0070%，且更含有 Nb：0.4%以下、Mo：1.0%以下的 1 種或 2 種。而且，專利文獻 1 中記載的高強度鋼板具有如下

集合組織，即，以肥粒鐵或變韌鐵（bainite）為最大相，板厚 1/2 位置處的板面的 $\{001\} \langle 110 \rangle \sim \{223\} \langle 110 \rangle$ 方位群的 X 射線隨機強度比的平均值為 6.0 以上，且這些方位群中 $\{112\} \langle 110 \rangle$ 方位及 $\{001\} \langle 110 \rangle$ 方位中的任一者或兩者的 X 射線隨機強度比為 8.0 以上。而且，專利文獻 1 中記載的高強度鋼板具有粒徑為 15 nm 以下的化合物粒子的個數為總化合物粒子個數的 60% 以上的組織，且軋製方向的 r 值及與軋製方向為直角方向的 r 值中的至少一者為 0.8 以下。專利文獻 1 所記載的技術中，藉由同時調整析出物與集合組織，而獲得形狀凍結性顯著提高、孔擴展性亦優異的薄鋼板。

【0006】 此外，於專利文獻 2 中記載有一種高降伏強度熱軋鋼板。專利文獻 2 中記載的熱軋鋼板具有如下組成，即，以質量%計，含有 C：超過 0.06% 且 0.24% 以下、Mn：0.5%～2.0%、Mo：0.05%～0.5%、Ti：0.03%～0.2%、V：超過 0.15% 且 1.2% 以下、Co：0.0010%～0.0050%。而且，專利文獻 2 中記載的熱軋鋼板具有如下組織，即，實質上以肥粒鐵單相而分散析出含有 Ti、Mo 及 V 的複合碳化物及僅含有 V 的碳化物，作為含有 Ti、Mo 及 V 的複合碳化物而析出的 Ti 量、與作為僅含有 V 的碳化物而析出的 V 量的合計以質量%計為超過 0.1000% 且小於 0.4000%。而且，專利文獻 2 中記載的熱軋鋼板具有 1000 MPa 以上的高降伏強度。專利文獻 2 所記載的技術中，藉由含有微量的 Co，實質上以肥粒鐵單相而分散析出含有 Ti、Mo 及 V 的複合碳化物及僅含有 V 的碳化

物，而獲得加工後的彎曲特性顯著提高、降伏強度為 1000 MPa 以上的高降伏強度鋼板。

先前技術文獻

專利文獻

【0007】 專利文獻 1：日本專利第 4464748 號公報

專利文獻 2：日本專利特開 2008-174805 號公報

【0008】 然而，專利文獻 1 所記載的技術中，化合物（析出物）粒徑大，所得的降伏強度只有 900 MPa 左右。即，專利文獻 1 的技術中，難以實現如降伏強度為 1000 MPa 以上的進一步高強度化。此外，專利文獻 2 所記載的技術中，加工後的彎曲特性雖提高，但存在依然無法確保所期望的形狀凍結性的問題。

【發明內容】

【0009】 本發明的目的在於提供一種解決上述現有技術的問題、具有降伏強度為 1000 MPa 以上的強度、且形狀凍結性優異的高強度薄鋼板及其製造方法。另外，於本發明中，高強度薄鋼板的降伏強度 YP 較佳為 1100 MPa 以上，更佳為 1150 MPa 以上。此外，此處所謂的「薄鋼板」的厚度是指 2.0 mm 以下，較佳為 1.7 mm 以下，更佳為 1.5 mm 以下，進而較佳為 1.3 mm 以下。

【0010】 為了達成上述目的，本發明者等人為了同時實現高降伏強度與形狀凍結性而針對與形狀凍結性相關的各種因素進行了銳意研討。結果，本發明者等人想到，為了獲得形狀凍結性優異的高強度薄鋼板，必須在使微細析出物分散而確保高強度的情況下

適當地調整析出物的尺寸分佈。

【0011】 原因在於，在大尺寸的析出物變多的分佈中，在擠壓成形時差排（dislocation）集中於大析出物的周圍，差排間產生相互作用，妨礙了差排的移動而抑制塑性變形。因此，本發明者等人推測變形依賴彈性變形的程度加深，容易因回彈而產生形狀不良，導致形狀凍結性下降。而且，本發明者等人想到，為了抑制擠壓成形時的差排集中而提高形狀凍結性，重要的是將析出物的尺寸分佈調整為小的析出物變多般特定的尺寸分佈。

【0012】 首先，對本發明者等人進行的作為本發明基礎的實驗結果進行說明。

【0013】 針對具有以質量%計，含有 C：0.08%～0.21%、Si：0.01%～0.30%、Mn：0.1%～3.1%、P：0.01%～0.1%、S：0.001%～0.030%、Al：0.01%～0.10%、N：0.001%～0.010%、V：0.19%～0.80%、Ti：0.005%～0.20%，或者以適當量更含有 Cr、Ni、Cu、Nb、Mo、Ta、W、B、Sb、Cu、REM 中的 1 種以上的組成，施加各種熱軋條件，而獲得各種熱軋鋼板。自這些熱軋鋼板選取試驗片，進行組織觀察、拉伸試驗及形狀凍結性試驗。

【0014】 首先，於組織觀察時，自各熱軋鋼板選取組織觀察用試驗片，對軋製方向截面（L 截面）進行研磨，並進行硝酸浸蝕液（Nital）腐蝕，以光學顯微鏡（倍率 500 倍）進行觀察，而求出肥粒鐵相的面積率。確認獲得多個具有肥粒鐵相的面積率為 95% 以上的組織的鋼板。

【0015】 此外，自各熱軋鋼板選取薄膜試料，使用穿透式電子顯微鏡測定析出物的大小（粒徑）、及其個數密度（number density）。由於析出物並非球形，因此將其大小（粒徑）設為最大徑。

【0016】 此外，於拉伸試驗中，自各熱軋鋼板製造以與軋製方向為垂直的方向（C 方向）成為拉伸方向的方式並依據日本工業標準（Japanese Industrial Standards, JIS）5 號製作的拉伸試驗片。然後，使用這些試驗片，依據 JIS Z 2241 的規定而實施拉伸試驗，求出降伏強度（YP）。

【0017】 此外，於形狀凍結性試驗中，自各熱軋鋼板選取試驗材（大小：80 mm×360 mm），實施擠壓成形而製作如圖 1 所示的帽型構件。於擠壓成形後，如圖 1 所示，測定開口量，而評估形狀凍結性。另外，於成形時抗起皺壓力設為 20 ton，凸緣（die shoulder）半徑 R 設為 5 mm。

【0018】 將所得的結果示於圖 2、圖 3 中。

【0019】 圖 2 表示所得的結果之中，關於具有肥粒鐵相的面積率為 95%以上的組織的鋼板，降伏強度（YP）與粒徑小於 10 nm 的析出物的個數密度的關係。根據圖 2，可知為了確保降伏強度 YP 為 1000 MPa 以上，粒徑小於 10 nm 的析出物的個數密度必須為 1.0×10^5 個/ μm^3 以上。

【0020】 然而，本發明者等人根據進一步研討，發現僅使微細的析出物以高密度析出，並無法獲得優異的形狀凍結性。此外，本發明者等人發現，為了穩定地確保優異的形狀凍結性，必須使多

個微細的析出物的粒徑的不均變少。

【0021】 而且，爲了評估微細析出物的粒徑不均的影響，而求出粒徑小於 10 nm 的各微細析出物的粒徑的自然對數值，並算出這些值的標準偏差。

【0022】 圖 3 表示所得的結果之中，關於具有肥粒鐵相的面積率爲 95%以上、且粒徑小於 10 nm 的析出物的個數密度爲 1.0×10^5 個/ μm^3 以上的組織的鋼板，作爲形狀凍結性的指標的開口量、及粒徑小於 10 nm 的各析出物的粒徑的自然對數值的標準偏差的關係。

【0023】 從圖 3 可知標準偏差越小，開口量趨於越小。本發明者等人從圖 3 發現，例如爲了確保開口量小於 130 nm 的回彈小的優異的形狀凍結性，必須將粒徑小於 10 nm 的微細析出物粒徑的自然對數值的標準偏差調整爲 1.5 以下。

【0024】 根據該情況，本發明者等人推測，若微細析出物粒徑的自然對數的標準偏差變大，即若微細析出物粒徑的不均變大，則相對大的析出物的存在比率亦變多，因此差排易集中於大的析出物周圍，差排產生相互作用而妨礙差排的移動從而抑制塑性變形，使得變形是由彈性變形引起的程度變大，容易產生回彈，而容易產生形狀不良。

【0025】 本發明者等人根據此種情況獲得如下見解，即，藉由析出肥粒鐵相的面積率爲 95%以上、粒徑小於 10 nm 的析出物的個數密度爲 1.0×10^5 個/ μm^3 以上、且小於 10 nm 的析出物的粒徑的自然對數值的標準偏差被調整爲 1.5 以下的析出物，而可獲得具有

1000 MPa 以上的降伏強度 (YP)、且形狀凍結性優異的高強度薄鋼板。

【0026】 本發明是基於該見解進一步進行研討而完成者。即，本發明的主旨為如下所示。

【0027】 (1) 一種高強度薄鋼板，其特徵在於：其具有如下組成，即，以質量%計，含有 C：0.08%~0.20%、Si：0.3%以下、Mn：0.1%~3.0%、P：0.10%以下、S：0.030%以下、Al：0.10%以下、N：0.010%以下、V：0.20%~0.80%、且剩餘部分包含 Fe 及不可避免的雜質，該高強度薄鋼板含有面積率為 95%以上的肥粒鐵相，該高強度薄鋼板具有粒徑小於 10 nm 的析出物以 1.0×10^5 個/ μm^3 以上的個數密度、且以對於粒徑小於 10 nm 的析出物的析出物粒徑的自然對數值的標準偏差為 1.5 以下的分佈分散析出的組織，且上述高強度薄鋼板具有降伏強度：1000 MPa 以上的高強度。

【0028】 (2) 如(1)所述的高強度薄鋼板，其除了具有上述組成以外，以質量%計，更含有選自下述 A 群~F 群中的 1 群或 2 群以上，即，A 群：Ti：0.005%~0.20%、B 群：選自 Nb：0.005%~0.50%、Mo：0.005%~0.50%、Ta：0.005%~0.50%、W：0.005%~0.50%中的 1 種或 2 種以上、C 群：B：0.0002%~0.0050%、D 群：選自 Cr：0.01%~1.0%、Ni：0.01%~1.0%、Cu：0.01%~1.0%中的 1 種或 2 種以上、E 群：Sb：0.005%~0.050%、F 群：選自 Ca：0.0005%~0.01%、REM：0.0005%~0.01%中的 1 種或 2 種。

【0029】 (3) 如 (1) 或 (2) 所述的高強度薄鋼板，其中於鋼板表面具有鍍敷層。

【0030】 (4) 一種高強度薄鋼板的製造方法，實施如下熱軋步驟，即，針對具有以質量%計，含有 C：0.08%~0.20%、Si：0.3%以下、Mn：0.1%~3.0%、P：0.10%以下、S：0.030%以下、Al：0.10%以下、N：0.010%以下、V：0.20%~0.80%、且剩餘部分包含 Fe 及不可避免的雜質的組成的鋼原材料，實施包含加熱、粗軋及精軋的熱軋後，進行冷卻，以規定的捲取溫度捲取成線圈狀，該高強度薄鋼板的製造方法的特徵在於：將上述加熱設為以 1100℃ 以上的溫度保持 10 min 以上的處理；將上述粗軋設為粗軋結束溫度：1000℃ 以上的軋製；將上述精軋設為在 1000℃ 以下的溫度區域的壓下率：96%以下、在 950℃ 以下的溫度區域的壓下率：80%以下、且精軋結束溫度：850℃ 以上的軋製；將精軋結束後的上述冷卻設為如下處理，即，將精軋結束溫度至 750℃ 的溫度區域以與 V 含量[V]（質量%）相關聯的方式而以平均冷卻速度（ $30 \times [V]$ ）℃/s 以上進行冷卻，且將 750℃ 至捲取溫度的溫度區域以與 V 含量[V]（質量%）相關聯的方式而以平均冷卻速度（ $10 \times [V]$ ）℃/s 以上進行冷卻，上述捲取溫度是以與 V 含量[V]（質量%）相關聯的方式而設為捲取溫度：500℃ 以上且（ $700 - 50 \times [V]$ ）℃ 以下。

【0031】 (5) 如 (4) 所述的高強度薄鋼板的製造方法，其中上述高強度薄鋼板除了具有上述組成以外，以質量%計，更含有選自

下述 A 群～F 群中的 1 群或 2 群以上，即，A 群：Ti：0.005%～0.20%、B 群：選自 Nb：0.005%～0.50%、Mo：0.005%～0.50%、Ta：0.005%～0.50%、W：0.005%～0.50%中的 1 種或 2 種以上、C 群：B：0.0002%～0.0050%、D 群：選自 Cr：0.01%～1.0%、Ni：0.01%～1.0%、Cu：0.01%～1.0%中的 1 種或 2 種以上、E 群：Sb：0.005%～0.050%、F 群：選自 Ca：0.0005%～0.01%、REM：0.0005%～0.01%中的 1 種或 2 種。

【0032】 (6) 如 (4) 或 (5) 所述的高強度薄鋼板的製造方法，其中於上述熱軋步驟之後，對熱軋板實施包含酸洗及鍍敷退火處理的鍍敷退火步驟時，上述鍍敷退火處理是如下處理，即，將 500℃ 至均熱溫度的溫度區域以與 C 含量[C]（質量%）相關聯的方式而以平均加熱速度： $(5 \times [C])$ °C/s 以上加熱至均熱溫度： $(800 - 200 \times [C])$ °C 以下的溫度，在該均熱溫度保持均熱時間：1000 s 以下之後，以平均冷卻速度：1°C/s 以上冷卻至鍍敷浴溫度，並浸漬於該鍍敷浴溫度：420℃～500℃的鍍鋅浴中。

【0033】 (7) 如 (6) 所述的高強度薄鋼板的製造方法，其中於實施上述鍍敷退火步驟之後，進一步實施再加熱至加熱溫度：460℃～600℃的範圍的溫度，並在該加熱溫度保持 1 s 以上的再加熱處理。

【0034】 (8) 如 (4) 至 (7) 中任一項所述的高強度薄鋼板的製造方法，其中於上述熱軋步驟後或上述鍍敷退火步驟之後，進一步實施賦予板厚減少率 0.1%～3.0%的加工的調質處理。

[發明的效果]

【0035】 根據本發明，可以容易且穩定地製造具有降伏強度為 1000 MPa 以上的高強度、及擠壓成形時優異的形狀凍結性的高強度薄鋼板。該效果於產業上可以說是特別顯著的效果。

【圖式簡單說明】

【0036】

圖 1 是示意性表示用於形狀凍結性評估的帽型構件的概略形狀的說明圖。

圖 2 是表示影響降伏強度 YP 的小於 10 nm 的析出物個數密度的影響的圖表。

圖 3 是表示擠壓成形後的開口量與析出物徑的自然對數值的標準偏差的關係的圖表。

【實施方式】

【0037】 首先，對本發明的高強度薄鋼板的組成限定理由進行說明。以下，將質量%僅記為%。

【0038】 C：0.08%～0.20%

C 於本發明中與 V 鍵結而形成 V 碳化物，有助於高強度化。此外，C 具有於熱軋後的冷卻中降低肥粒鐵變態（ferrite transformation）起始溫度的作用，且降低碳化物的析出溫度，亦有助於析出碳化物的微細化。而且，C 亦有助於抑制捲取後的冷卻過程中的碳化物的粗大化。為了獲得此種效果，高強度薄鋼板必須含有 0.08% 以上的 C。另一方面，含有超過 0.20% 的大量的 C，

會抑制肥粒鐵變態，促進向變韌鐵或麻田散鐵的變態，因此會抑制肥粒鐵相中的微細的 V 碳化物的形成。根據此種情況，C 的含量是限定於 0.08%~0.20%的範圍。另外，較佳的 C 含量的範圍為 0.10%~0.18%，更佳為 0.12%以上且 0.18%以下，進而較佳為 0.14%以上且 0.18%以下。

【0039】 Si：0.3%以下

Si 具有於熱軋後的冷卻中促進肥粒鐵變態，提高肥粒鐵變態起始溫度的作用，提高碳化物的析出溫度，而使碳化物粗大地析出。此外，Si 於熱軋後的退火等中會於鋼板表面形成 Si 氧化物。該 Si 氧化物會帶來鍍敷處理時產生非鍍敷部分等顯著阻礙鍍敷性的不良影響。因此，於本發明中，Si 的含量限定為 0.3%以下。另外，Si 的含量較佳為 0.1%以下，更佳為 0.05%以下，進而較佳為 0.03%以下。

【0040】 Mn：0.1%~3.0%

Mn 於熱軋後的冷卻中有助於降低肥粒鐵變態起始溫度。藉此，可以降低碳化物的析出溫度，使碳化物微細化。而且，Mn 除了固溶強化作用外，經由使肥粒鐵粒細粒化的作用，而有助於鋼板的高強度化。此外，Mn 亦具有將鋼中有害的 S 固定為 MnS 而使其無害化的作用。為了獲得此種效果，Mn 必須含有 0.1%以上。另一方面，若含有超過 3.0%的大量的 Mn，則抑制肥粒鐵變態，促進向變韌鐵或麻田散鐵的變態，因此抑制肥粒鐵相中的微細的 V 碳化物的形成。因此，Mn 的含量限定於 0.1%~3.0%的範圍。另

外，Mn 的含量較佳為 0.3%以上且 2.0%以下，更佳為 0.5%以上且 2.0%以下，進而較佳為 1.0%以上且 1.5%以下。

【0041】 P：0.10%以下

P 是於晶界偏析而使延性、韌性變差的元素。此外，P 於熱軋後的冷卻中促進肥粒鐵變態，提高肥粒鐵變態起始溫度，提高碳化物的析出溫度，並使碳化物粗大地析出。因此，本發明中較佳為儘可能減少 P 的含量。然而，P 的含量可以容許至 0.10%為止。根據此種情況，P 的含量限定為 0.10%以下。另外，P 的含量較佳為 0.05%以下，更佳為 0.03%以下，進而較佳為 0.01%以下。

【0042】 S：0.030%以下

S 使在熱中的延性顯著下降，因此會引發熱斷裂，使表面性狀顯著變差。此外，S 不僅幾乎無助於高強度化，且作為雜質元素而形成粗大的硫化物，使鋼板的延性、延伸凸緣性下降。此種情況於含有超過 0.030%的 S 時變得顯著。因此，S 的含量限定為 0.030%以下。另外，S 的含量較佳為 0.010%以下，更佳為 0.003%以下，進而較佳為 0.001%以下。

【0043】 Al：0.10%以下

Al 於熱軋後的冷卻中促進肥粒鐵變態，通過肥粒鐵變態起始溫度的提高而使碳化物的析出溫度提高，並使碳化物粗大地析出。此外，含有超過 0.10%的大量的 Al 時，會招致鋁氧化物的增加，使鋼板的延性下降。因此，Al 的含量限定為 0.10%以下。另外，Al 的含量較佳為 0.05%以下。此外，下限無需特別限定，對

於使用 Al 作為去氧劑而發揮作用的 Al 去氧鋼(killed steel)而言，高強度薄鋼板中含有 0.01%以上的 Al 亦無問題。

【0044】 N：0.010%以下

N 於含有 V 的本發明中，高溫下與 V 鍵結，形成粗大的 V 氮化物。粗大的 V 氮化物幾乎無助於強度增加，因而使添加 V 帶來的高強度化的效果減少。此外，若大量含有 N，則存在熱軋中產生鋼坯(slab)斷裂、大量產生表面瑕疵的可能。因此，N 的含量限定為 0.010%以下。另外，N 的含量較佳為 0.005%以下，更佳為 0.003%以下，進而較佳為 0.002%以下。

【0045】 V：0.20%～0.80%

V 會與 C 鍵結而形成微細的碳化物，有助於鋼板的高強度化。為了獲得此種效果，必須含有 0.20%以上的 V。另一方面，若含有超過 0.80%的大量的 V，則於熱軋後的冷卻中促進肥粒鐵變態，經由肥粒鐵變態起始溫度的提高而使碳化物的析出溫度提高，析出粗大的碳化物。因此，V 的含量限定於 0.20%～0.80%的範圍。另外，V 的含量較佳為 0.25%以上且 0.60%以下，更佳為 0.30%以上且 0.50%以下，進而較佳為 0.35%以上且 0.50%以下。

【0046】 上述成分是高強度薄鋼板所含的基本成分。此外，高強度薄鋼板除了含有這些基本成分以外，亦可視需要更選擇選自下述 A 群～F 群中的 1 群或 2 群以上而含有。

【0047】 A 群：Ti：0.005%～0.20%

A 群的 Ti 與 V、C 形成微細的複合碳化物，有助於高強度化。

爲了獲得此種效果，較佳含有 0.005%以上的 Ti。另一方面，若含有超過 0.20%的大量的 Ti，則高溫下會形成粗大的碳化物。因此，於含有 Ti 的情形時，A 群的 Ti 的含量較佳限定於 0.005%~0.20% 的範圍，更佳爲 0.05%以上且 0.15%以下，進而較佳爲 0.08%以上且 0.15%以下。

【0048】 B 群：選自 Nb：0.005%~0.50%、Mo：0.005%~0.50%、Ta：0.005%~0.50%、W：0.005%~0.50%中的 1 種或 2 種以上

B 群的 Nb、Mo、Ta、W 均是形成微細析出物並藉由析出強化而有助於高強度化的元素。本發明的高強度薄鋼板可以視需要選擇含有 B 群中列舉的成分的 1 種或 2 種以上。爲了獲得此種效果，各成分的較佳含量分別如下：Nb 的情形時爲 0.005%以上，Mo 的情形時爲 0.005%以上，Ta 的情形時爲 0.005%以上，W 的情形時爲 0.005%以上。另一方面，即便分別大量地含有超過 0.50%的 Nb、Mo、Ta、W，亦會因效果飽和而無法期待與含量對應的效果，且於經濟上不利。因此，於含有 B 群中列舉的成分的 1 種或 2 種以上的情形時，較佳爲，Nb 的含量限定於 0.005%~0.50%的範圍，Mo 的含量限定於 0.005%~0.50%的範圍，Ta 的含量限定於 0.005%~0.50%的範圍，W 的含量限定於 0.005%~0.50%的範圍。

【0049】 C 群：B：0.0002%~0.0050%

C 群的 B 於熱軋後的冷卻中降低肥粒鐵變態起始溫度，透過碳化物的析出溫度降低而有助於碳化物的微細化。此外，B 於晶界偏析而提高耐二次加工脆性。爲了獲得此種效果，較佳含有

0.0002%以上的 B。另一方面，若含有超過 0.0050%的 B，則熱的變形阻力值提高，熱軋變得困難。因此，於含有 B 的情形時，C 群的 B 的含量較佳限定於 0.0002%~0.0050%的範圍，更佳為 0.0005%以上且 0.0030%以下，進而較佳為 0.0010%以上且 0.0020%以下。

【0050】 D 群：選自 Cr：0.01%~1.0%、Ni：0.01%~1.0%、Cu：0.01%~1.0%中的 1 種或 2 種以上

D 群的 Cr、Ni、Cu 均是經過組織的細粒化而有助於高強度化的元素。本發明的高強度薄鋼板可以視需要含有 D 群中列舉的成分的 1 種或 2 種以上。為了獲得此種效果，各成分的較佳含量於 Cr 的情形時為 0.01%以上，Ni 的情形時為 0.01%以上，Cu 的情形時為 0.01%以上。另一方面，即便 Cr 的含量超過 1.0%、Ni 的含量超過 1.0%、Cu 的含量超過 1.0%而含有任意成分，亦會因效果飽和而無法期待與含量對應的效果，因此於經濟上不利。因此，於含有 D 群中列舉的成分的 1 種或 2 種以上的情形時，較佳為分別將 Cr 的含量限定於 0.01%~1.0%的範圍，將 Ni 的含量限定於 0.01%~1.0%的範圍，將 Cu 的含量限定於 0.01%~1.0%的範圍。

【0051】 E 群：Sb：0.005%~0.050%

E 群的 Sb 是具有於熱軋時在表面偏析，防止自鋼原材料（鋼坯）表面的氮化，且抑制粗大的氮化物的形成的作用的元素。為了獲得此種效果，較佳含有 0.005%以上的 Sb。另一方面，即便大量地含有超過 0.050%的 Sb，亦會因效果飽和而無法期待與含量對

應的效果，且於經濟上不利。因此，於含有 Sb 的情形時，Sb 的含量較佳限定於 0.005%~0.050%的範圍。

【0052】 F 群：選自 Ca: 0.0005%~0.01%、REM: 0.0005%~0.01% 中的 1 種或 2 種

F 群的 Ca、REM 均是具有控制硫化物的形態、改善延性、延伸凸緣性的作用的元素。本發明的高強度薄鋼板可以視需要含有 F 群中列舉的成分的至少 1 種。用於獲得此種效果的各成分的較佳含量於 Ca 的情形時為 0.0005%以上，於 REM 的情形時為 0.0005%以上。另一方面，即便以 Ca 的含量超過 0.01%、REM 的含量超過 0.01%的量而含有任意成分，亦會因效果飽和而無法期待與含量相稱的效果，且於經濟上不利。因此，於含有 F 群中列舉的成分的 1 種或 2 種的情形時，較佳為將 Ca 的含量限定於 0.0005%~0.01%的範圍，將 REM 的含量限定於 0.0005%~0.01%的範圍。

【0053】 上述成分以外的剩餘部分包含 Fe 及不可避免的雜質。另外，作為不可避免的雜質，列舉 Sn、Mg、Co、As、Pb、Zn、O。這些元素的含量合計若為 0.5%以下，則為許可範圍。

【0054】 其次，對本發明高強度薄鋼板的組織限定理由進行說明。

【0055】 本發明的高強度薄鋼板具有如下組織，即，含有以面積率計為 95%以上的肥粒鐵相，且是以該肥粒鐵相中粒徑小於 10 nm 的析出物為 1.0×10^5 個/ μm^3 以上的個數密度、且取析出物徑的自然對數後的值的標準偏差為 1.5 以下的分佈分散析出而成。

【0056】 肥粒鐵相：面積率為 95%以上

本發明的高強度薄鋼板以肥粒鐵相為主相。此處所謂「主相」，是指以面積率計為 95%以上的情形。主相以外的第二相有麻田散鐵相、變韌鐵相。於含有主相以外的相的情形時，較佳為將主相以外的相的量設為以面積率的合計計為 5%以下。原因在於，若組織中作為第二相而存在變韌鐵相或麻田散鐵相等低溫變態相，則因變態應變而導入可動差排，導致降伏強度 YP 降低。另外，作為主相的肥粒鐵相的組織分率較佳為以面積率計 98%以上，更佳為 100%。另外，所謂面積率，是指以實施例所述的方法測定獲得的值。

【0057】 於本發明中，為了確保所期望的高強度，在肥粒鐵相中大量分散析出對強度增加影響大且粒徑小於 10 nm 的微細析出物。

【0058】 粒徑小於 10 nm 的析出物的個數密度： 1.0×10^5 個/ μm^3 以上

粗大的析出物對強度幾乎沒影響。為了確保降伏強度 YP 為 1000 MPa 以上的高強度，必須使微細的析出物分散。於本發明中，如圖 2 所示，將粒徑小於 10 nm 的析出物的個數密度設為 1.0×10^5 個/ μm^3 以上（另外，將粒徑設為析出物的最大徑）。若粒徑小於 10 nm 的析出物的個數密度小於 1.0×10^5 個/ μm^3 ，則無法穩定地確保所期望的高強度（降伏強度 YP 為 1000 MPa 以上）。因此，於本發明中，將粒徑小於 10 nm 的析出物的個數密度限定為 1.0×10^5 個/ μm^3 以上。另外，上述個數密度較佳為 2.0×10^5 個/ μm^3 以上，

更佳為 3.0×10^5 個/ μm^3 以上，進而較佳為 4.0×10^5 個/ μm^3 以上。

另外，析出物的粒徑越小，則越容易確保高強度，因此析出物的粒徑較佳為小於 5 nm，更佳為小於 3 nm。

【0059】 對粒徑小於 10 nm 的析出物，取析出物徑的自然對數而得的值的標準偏差：1.5 以下

對於粒徑小於 10 nm 的析出物而言，若析出物徑的自然對數值的標準偏差變大而超過 1.5，即，若微細的析出物的粒徑的不均變大，則如圖 3 所示，開口量變大而形狀凍結性下降。因此，於本發明中，對於粒徑小於 10 nm 的析出物而言，將析出物徑的自然對數值的標準偏差限定為 1.5 以下。另外，上述標準偏差較佳為 1.0 以下，更佳為 0.5 以下，進而較佳為 0.3 以下。

【0060】 另外，析出物徑的自然對數值的標準偏差是以以下（1）式算出者。

【0061】 標準偏差 $\sigma = \sqrt{\{\Sigma_i (\text{Ind}_m - \text{Ind}_i)^2\} / n}$... (1)

此處， Ind_m ：平均析出物粒徑（nm）的自然對數，

Ind_i ：各析出物的粒徑（nm）的自然對數，

n：資料數

對於粒徑小於 10 nm 的微細析出物而言，若析出物粒徑的自然對數的標準偏差變大，即，若微細析出物粒徑的不均變大，則相對地大的析出物的存在比率亦變多。因此，本發明者等人推測，差排易集中於大的析出物周圍，差排產生相互作用而妨礙差排的

移動從而抑制塑性變形，變形由彈性變形引起的程度變大，容易產生回彈（spring back），而容易產生形狀不良。因此，爲了提高形狀凍結性，重要的是減小小於 10 nm 的微細析出物的尺寸分佈。

【0062】 另外，本發明的高強度薄鋼板亦可於上述鋼板的表面上形成鍍敷皮膜、或化成處理皮膜。作爲鍍敷列舉熔融鍍鋅、合金化熔融鍍鋅、鋅電鍍等。

【0063】 其次，對本發明的高強度薄鋼板的較佳的製造方法進行說明。

【0064】 將上述組成的鋼原材料（鋼坯）作爲起始原材料。鋼原材料的製造方法並無特別限定。例如，較佳爲，以轉爐等常用的熔製方法熔製上述組成的熔鋼，並以連續鑄造法等常用的鑄造方法形成鋼坯等鋼原材料。

【0065】 接著，對所得的鋼原材料實施熱軋步驟、或進一步實施鍍敷退火步驟，而形成規定尺寸形狀的熱軋鋼板。

【0066】 於熱軋步驟中，對鋼原材料不加熱而直接實施包含粗軋與精軋的熱軋、或將臨時冷卻爲溫片或冷片者再次加熱，然後實施包含粗軋與精軋的熱軋，之後使其冷卻，以捲取溫度捲取爲線圈狀。

【0067】 加熱溫度：1100℃ 以上

鋼原材料（鋼坯等）爲了使碳化物形成元素固溶而被加熱至 1100℃ 以上的高溫。藉此，碳化物形成元素充分地固溶，於其後的熱軋的冷卻中、或捲取後的冷卻中，可以析出微細的碳化物。

若加熱溫度小於 1100°C ，則無法使碳化物形成元素充分地固溶，因此無法使微細的碳化物分散。另外，加熱溫度較佳為 1150°C 以上，更佳為 1220°C 以上，進而較佳為 1250°C 以上。另外，加熱溫度的上限並無特別規定。自鏽皮 (scale) 熔融而表面性狀降低等表面性狀的觀點出發，加熱溫度的上限較佳為 1350°C 以下，更佳為 1300°C 以下。此外，加熱溫度下的保持時間設為 10 min 以上。若保持時間小於 10 min，則碳化物形成元素無法充分地固溶。另外，保持時間較佳為 30 min 以上。此外，保持時間的上限無需特別限定。若高溫下過長時間保持則能源成本增高，因此保持時間的上限較佳為 300 min 以下，更佳為 180 min 以下，進而較佳為 120 min 以下。

【0068】 經加熱後的鋼原材料，首先在熱軋步驟中實施粗軋。粗軋的結束溫度設為 1000°C 以上。

【0069】 粗軋結束溫度： 1000°C 以上

若粗軋的結束溫度為小於 1000°C 的低溫，則沃斯田鐵 (austenite) 的晶粒變小。因此，於自粗軋結束至精軋結束的期間，結晶晶界變成析出物的析出位置，會促進粗大的碳化物的析出。因此，將粗軋結束溫度設為 1000°C 以上。另外，粗軋結束溫度較佳為 1050°C 以上，更佳為 1100°C 以上。

【0070】 繼而，對鋼原材料在粗軋後實施精軋。精軋是在 1000°C 以下的溫度區域的壓下率為 96% 以下、在 950°C 以下的溫度區域的壓下率為 80% 以下、且精軋結束溫度為 850°C 以上的軋製。

【0071】 在 1000℃ 以下的溫度區域的壓下率：96%以下

若在 1000℃ 以下的溫度區域的壓下率變大而超過 96%，則沃斯田鐵（ γ ）粒的平均粒徑變小， γ 粒會因其後的粒成長而容易粗大化。結果，所得的 γ 粒的粒徑分佈容易變成大粒徑側。而且，於軋製後的冷卻中，從大的 γ 粒的肥粒鐵（ α ）的變態受到抑制而在低溫側產生，因此析出微細的碳化物，且小粒徑的碳化物變多。另一方面，從小的 γ 粒的肥粒鐵（ α ）的變態是在較高溫側產生，因此容易析出粗大的碳化物。根據此種情況，若在 1000℃ 以下的溫度區域的壓下率變大而超過 96%，則析出物的尺寸分佈容易變大。因此，將 1000℃ 以下的溫度區域的壓下率限定為 96%以下。另外，1000℃ 以下的溫度區域的壓下率較佳為 90%以下，更佳為 70%以下，進而較佳為 50%以下。

【0072】 在 950℃ 以下的溫度區域的壓下率：80%以下

若在 950℃ 以下的溫度區域的壓下率變大而超過 80%，則容易促進自未再結晶沃斯田鐵（ γ ）粒的 α 變態。於精軋結束後的冷卻中，因高溫下未再結晶 γ 粒變態成 α ，碳化物的析出溫度變高，碳化物（析出物）變大。根據此種情況，析出物（碳化物）的尺寸分佈容易變大。因此，將在 950℃ 以下的溫度區域的壓下率限定為 80%以下。另外，在 950℃ 以下的溫度區域的壓下率較佳為 70%以下，更佳為 50%以下，進而較佳為 25%以下。另外，在 950℃ 以下的溫度區域的壓下率為 80%以下亦包含壓下率為 0%的情形。

【0073】 精軋結束溫度：850℃ 以上

隨著精軋的結束溫度變成低溫，差排會被蓄積，因此於軋製後的冷卻時促進 α 變態，碳化物析出溫度變高，碳化物（析出物）容易較大地析出。此外，若精軋結束溫度為 α 區域，則因應變誘發析出而析出粗大的碳化物。根據此種情況，將精軋結束溫度限定為 850°C 以上。另外，精軋結束溫度較佳為 880°C 以上，更佳為 920°C 以上，進而較佳為 940°C 以上。

● 【0074】 於精軋（熱軋）結束後，對鋼板實施冷卻，並在規定的捲取溫度下捲取成線圈狀。

【0075】 碳化物的析出是 V 量越多，影響變得越顯著，因此本發明中，冷卻、捲取溫度是以與 V 含量[V]相關聯的方式進行調整。

【0076】 熱軋結束後的冷卻是以與 V 含量[V]相關聯的方式而將精軋結束溫度至 750°C 的溫度區域以 $(30 \times [\text{V}])^{\circ}\text{C/s}$ 以上的平均冷卻速度進行，且將 750°C 至捲取溫度的溫度區域以 $(10 \times [\text{V}])^{\circ}\text{C/s}$ 以上的平均冷卻速度進行。

● 【0077】 精軋結束溫度至 750°C 的溫度區域的平均冷卻速度：
 $(30 \times [\text{V}])^{\circ}\text{C/s}$ 以上

於精軋結束溫度至 750°C 的溫度區域的平均冷卻速度小於 $(30 \times [\text{V}])^{\circ}\text{C/s}$ 的情形時，會促進肥粒鐵變態，因此碳化物（析出物）的析出溫度變高而容易析出大的碳化物。根據此種情況，將精軋結束溫度至 750°C 的冷卻以與 V 含量[V]相關聯的方式而以平均冷卻速度限定為 $(30 \times [\text{V}])^{\circ}\text{C/s}$ 以上。另外，上述平均冷卻速度較佳為 $(50 \times [\text{V}])^{\circ}\text{C/s}$ 以上，更佳為 $(100 \times [\text{V}])^{\circ}\text{C/s}$ 以上，

進而較佳為 $(150 \times [V])$ $^{\circ}\text{C}/\text{s}$ 以上。另外，精軋結束溫度至 750°C 的冷卻的平均冷卻速度的上限並無特別限定。自設備制約的觀點出發，上述平均冷卻速度的上限較佳為 $(500 \times [V])$ $^{\circ}\text{C}/\text{s}$ 以下。

【0078】 750°C 至捲取溫度的溫度區域的平均冷卻速度：
 $(10 \times [V])$ $^{\circ}\text{C}/\text{s}$ 以上

於 750°C 至捲取溫度的溫度區域的平均冷卻速度的平均小於 $(10 \times [V])$ $^{\circ}\text{C}/\text{s}$ 的情形時，肥粒鐵變態是緩緩地進行，因此變態起始溫度會因部位不同而不同，碳化物的粒徑不均變大，碳化物的尺寸分佈變大。根據此種情況，將 750°C 至捲取溫度的平均冷卻速度限定為 $(10 \times [V])$ $^{\circ}\text{C}/\text{s}$ 以上。另外，上述平均冷卻速度較佳為 $(20 \times [V])$ $^{\circ}\text{C}/\text{s}$ 以上，更佳為 $(30 \times [V])$ $^{\circ}\text{C}/\text{s}$ 以上，進而較佳為 $(50 \times [V])$ $^{\circ}\text{C}/\text{s}$ 以上。 750°C 至捲取溫度的溫度區域的平均冷卻速度的上限並無特別限定，但自捲取溫度的控制容易性的觀點出發，上述 750°C 至捲取溫度的溫度區域的平均冷卻速度的上限較佳為 $1000^{\circ}\text{C}/\text{s}$ 以下的程度，更佳為平均 $300^{\circ}\text{C}/\text{s}$ 以下。

【0079】 捲取溫度： $500^{\circ}\text{C} \sim (700 - 50 \times [V])$ $^{\circ}\text{C}$

生成的碳化物粒徑會根據捲取溫度而發生變化。若捲取溫度高，則容易析出粗大的碳化物。此外，若捲取溫度低則碳化物的析出受到抑制，而生成變韌鐵、麻田散鐵等低溫變態相的傾向變強。此種傾向是以與 V 含量 $[V]$ 相關聯的方式而變得顯著，因此以與 V 含量 $[V]$ 相關聯的方式限定了捲取溫度。

【0080】 於捲取溫度小於 500°C 的情形時，碳化物的析出受到抑

制，生成變韌鐵、麻田散鐵等低溫變態相。另一方面，若捲取溫度超過 $(700-50 \times [V])^\circ\text{C}$ ，則碳化物變得粗大。根據此種情況，將捲取溫度限定於 $500^\circ\text{C} \sim (700-50 \times [V])^\circ\text{C}$ 的範圍。另外，上述捲取溫度較佳為 530°C 以上且 $(700-100 \times [V])^\circ\text{C}$ 以下，更佳為 530°C 以上且 $(700-150 \times [V])^\circ\text{C}$ 以下，進而較佳為 530°C 以上且 $(700-200 \times [V])^\circ\text{C}$ 以下。

【0081】 於上述熱軋步驟後，亦可對熱軋板進一步實施包含酸洗與鍍敷退火處理的鍍敷退火步驟，而於鋼板表面形成熔融鍍鋅層。

【0082】 鍍敷退火處理是以與 C 含量 $[C]$ (質量%) 相關聯的方式而設為如下處理，在 500°C 至均熱溫度的溫度區域中以平均加熱速度為 $(5 \times [C])^\circ\text{C/s}$ 以上、均熱溫度為 $(800-200 \times [C])^\circ\text{C}$ 以下的條件，對熱軋板進行加熱，於該均熱溫度下以均熱時間為 1000 s 以下的條件予以保持後，以平均冷卻速度： 1°C/s 以上冷卻至鍍敷浴溫度為止，並將其浸漬於該鍍敷浴溫度為 $420^\circ\text{C} \sim 500^\circ\text{C}$ 的鍍鋅浴中。另外，鍍敷退火處理中的碳化物的粒徑變化受到 C 含量 $[C]$ (質量%) 的影響顯著。因此，於本發明中，鍍敷退火處理中的平均加熱速度、平均冷卻速度、均熱溫度是以與 C 含量 $[C]$ 相關聯的方式而進行了調整。

【0083】 500°C 至均熱溫度的平均加熱速度： $(5 \times [C])^\circ\text{C/s}$ 以上

於實施熔融鍍鋅的情形時，當 500°C 至均熱溫度的平均加熱速度小於 $(5 \times [C])^\circ\text{C/s}$ 時，熱軋步驟中微細地析出的碳化物（析出物）粗大化。因此，將 500°C 至均熱溫度的平均加熱速度限定為

($5 \times [C]$) $^{\circ}\text{C/s}$ 以上。另外，上述平均加熱速度較佳為 ($10 \times [C]$) $^{\circ}\text{C/s}$ 以上。此外，平均加熱速度的上限並無特別限定，隨著平均加熱速度變大，均熱溫度的控制變得困難，因此平均加熱速度的上限較佳為 1000°C/s 以下的程度。另外，上述平均加熱速度的上限較佳為 300°C/s 以下，更佳為 100°C/s 以下，進而較佳為 50°C/s 以下。

【0084】 均熱溫度：($800-200 \times [C]$) $^{\circ}\text{C}$ 以下

若均熱溫度變高，則微細地析出的析出物（碳化物）粗大化。C 含量越多則此種傾向越顯著，因此關聯於 C 含量 $[C]$ 而將均熱溫度限定為 ($800-200 \times [C]$) $^{\circ}\text{C}$ 以下。另外，均熱溫度較佳為 ($800-300 \times [C]$) $^{\circ}\text{C}$ 以下，更佳為 ($800-400 \times [C]$) $^{\circ}\text{C}$ 以下。此外，均熱溫度的下限並無特別限定，但由於浸漬於鍍鋅浴的關係，只要設為鍍鋅浴溫度的 $420^{\circ}\text{C} \sim 500^{\circ}\text{C}$ 便足夠。另外，於要求皮膜的表面性狀的用途中，均熱溫度較佳為 600°C 以上，更佳為 650°C 以上。

【0085】 均熱時間：1000 s 以下

若退火時的均熱時間變長而超過 1000 s，則微細地析出的析出物（碳化物）粗大化。因此，將均熱時間限定為 1000 s 以下。另外，均熱時間較佳為 500 s 以下，更佳為 300 s 以下，進而較佳為 150 s 以下。另外，均熱保持時間的下限並無特別限定，若均熱保持時間的下限保持 1 s 以上，便可達成所期望的目的。

【0086】 將以上述溫度、時間進行了均熱的熱軋板接著浸漬於鍍

鋅浴中，於鋼板表面形成熔融鍍鋅層。

【0087】 均熱溫度至鍍鋅浴的平均冷卻速度： $1^{\circ}\text{C}/\text{s}$ 以上

於均熱溫度至鍍鋅浴的平均冷卻速度小於 $1^{\circ}\text{C}/\text{s}$ 的情形時，微細地析出的析出物（碳化物）粗大化。因此，將均熱溫度至鍍鋅浴的平均冷卻速度限定為 $1^{\circ}\text{C}/\text{s}$ 以上。另外，上述平均冷卻速度較佳為 $3^{\circ}\text{C}/\text{s}$ 以上，更佳為 $5^{\circ}\text{C}/\text{s}$ 以上，進而較佳為 $10^{\circ}\text{C}/\text{s}$ 以上。此外，至鍍敷浴為止的冷卻中的平均冷卻速度的上限並無限定，自設備制約的觀點出發，其上限若為 $100^{\circ}\text{C}/\text{s}$ 以下便足夠。

【0088】 另外，鍍敷浴的溫度、浸漬時間根據鍍敷厚度等適當地調整便可。

【0089】 再加熱處理條件：以 $460^{\circ}\text{C} \sim 600^{\circ}\text{C}$ 保持 1 s 以上

進行再加熱處理是為鍍敷皮膜的 Zn 與 Fe 的合金化。為了進行鍍敷皮膜的合金化，必須保持為 460°C 以上。另一方面，若再加熱溫度變高而超過 600°C ，則合金化過度進行而鍍敷皮膜變脆。根據此種情況，將再加熱處理的溫度限定於 $460^{\circ}\text{C} \sim 600^{\circ}\text{C}$ 的範圍。另外，再加熱處理的溫度較佳為 570°C 以下。此外，保持時間必須設為 1 s 以上。然而，若長時間保持則析出物會粗大化，因此若保持 10 s 以下的程度便可充分地達成目的。另外，保持時間較佳為 5 s 以下。

【0090】 另外，鍍敷除了進行上述鍍鋅以外，亦可進行鋅與 Al 的複合鍍敷、鋅與 Ni 的複合鍍敷、Al 鍍敷、Al 與 Si 的複合鍍敷等。

【0091】 此外，亦可於實施熱軋步驟後或鍍敷退火步驟後，實施調質處理。

【0092】 藉由於熱軋步驟後或鍍敷退火步驟後，對鋼板實施賦予輕加工的調質處理，可以增加可動差排，提高形狀凍結性。爲了達成此種目的，調質處理較佳爲以 0.1%以上的板厚減少率（壓下率）賦予加工的處理。另外，板厚減少率較佳爲 0.3%以上。若板厚減少率變大而超過 3.0%，則因差排的相互作用使得差排難以移動，形狀凍結性下降。因此，於進行調質處理的情形時，較佳限定爲賦予板厚減少率爲 0.1%~3.0%的加工的處理。另外，進行調質處理的情形時的板厚減少率較佳爲 2.0%以下，更佳爲 1.0%以下。此外，加工亦可爲利用軋製軋的加工、或拉伸加工、或軋製（冷軋）與拉伸的複合加工。

【0093】 以下，基於實施例進一步對本發明進行說明。

實施例 1

【0094】 於轉爐中熔製表 1 所示的組成的熔鋼，藉由連續鑄造法形成鋼坯（鋼原材料厚度爲 250 mm），實施表 2 所示的條件下的熱軋步驟、或進一步實施鍍敷退火步驟，而獲得表 3 所示的板厚的薄鋼板。

【0095】 自所得的薄鋼板選取試驗片，進行組織觀察、拉伸試驗、形狀凍結性評估試驗。試驗方法是如下所示。

（1）組織觀察

自所得的薄鋼板選取組織觀察用試片，對軋製方向截面（L

截面) 進行研磨, 進行硝酸浸蝕液腐蝕後利用光學顯微鏡(倍率為 500 倍) 進行組織觀察。對 $300\text{ }\mu\text{m}\times 300\text{ }\mu\text{m}$ 範圍的區域觀察組織的種類、並求出其面積率。

【0096】 此外, 自所得的薄鋼板選取薄膜用試驗片, 進行研磨而作為薄膜試料後, 藉由穿透式電子顯微鏡 (Transmission Electron Microscope, TEM), 測定粒徑小於 10 nm 的析出物的個數密度、及各自的析出物徑。於 $100\times 100\text{ nm}^2$ 範圍的區域的 10 個部位對小於 10 nm 的析出物的個數進行計數, 並利用會聚束電子繞射法 (convergent beam electron diffraction) 求出測定視野的膜厚, 從而算出小於 10 nm 的析出物的個數密度 (個/ μm^3)。此外, 析出物的粒徑是使用相同的薄膜試料, 對 500 個小於 10 nm 的析出物分別測定其粒徑 d_i , 對其進行算出平均而求出平均粒徑 d_m , 並且求出粒徑 d_i 的自然對數 Ind_i , 從而算出其等的標準偏差 σ 。另外, 由於析出物並非球形, 因此將各析出物的粒徑設為該析出物的最大徑。標準偏差 σ 是以以下 (1) 式算出。

$$\text{標準偏差 } \sigma = \sqrt{\{\sum_i (\text{Ind}_m - \text{Ind}_i)^2\} / n} \dots (1)$$

此處, Ind_m : 平均析出物粒徑 (nm) 的自然對數,

Ind_i : 各析出物的粒徑 (nm) 的自然對數,

n : 資料數

(2) 拉伸試驗

以拉伸方向變成與軋製方向成直角的方向的方式，自所得的薄鋼板切出 JIS5 號拉伸試驗片，依據 JIS Z 2241 的規定而實施拉伸試驗，求出降伏強度 YP、拉伸強度 TS、總延伸量 EI。

(3) 形狀凍結性評估試驗

自所得的薄鋼板選取試驗材（大小：80 mm×360 mm），進行擠壓成形而獲得圖 1 所示的形狀的帽型構件。另外，擠壓成形時的屈曲擠壓力為 20 ton、凸緣 R 為 5 mm。成形後，根據圖 1 所示的要點而測定開口量。另外，對於一部分試驗材，將試驗材加熱至表 3 所示的擠壓成形溫度而進行擠壓成形，實施溫壓成形。將所得的結果示於表 3。

【0097】 [表 1]

鋼 No.	化學成分 (質量%)															備註		
	C	Si	Mn	P	S	Al	N	V	A 群		B 群		C 群	D 群	E 群		F 群	
									Ti	Nb, Mo, Ta, W	B	Cr, Ni, Cu					Sb	Ca, REM
1	0.14	0.01	1.5	0.01	0.001	0.04	0.003	0.30	0.10	-	-	-	-	-	-	-	較佳例	
2	0.07	0.02	1.3	0.01	0.001	0.04	0.004	0.35	0.09	-	-	-	-	-	-	-	比較例	
3	0.08	0.02	0.5	0.01	0.002	0.05	0.005	0.35	0.14	-	-	-	-	-	-	-	較佳例	
4	0.10	0.01	0.4	0.02	0.010	0.06	0.005	0.40	0.12	-	-	-	-	-	-	-	較佳例	
5	0.12	0.01	0.6	0.01	0.002	0.01	0.004	0.45	-	-	-	-	-	-	-	-	較佳例	
6	0.16	0.05	0.8	0.03	0.003	0.02	0.004	0.35	0.08	-	-	-	-	Cr:0.02	-	-	較佳例	
7	0.18	0.03	1.0	0.02	0.001	0.08	0.007	0.25	0.05	-	-	-	-	Ni : 0.02	-	-	較佳例	
8	0.20	0.01	1.2	0.01	0.001	0.04	0.005	0.20	-	-	-	-	-	-	-	-	較佳例	
9	0.21	0.01	0.9	0.01	0.002	0.05	0.006	0.40	0.11	-	-	-	-	-	-	-	比較例	
10	0.13	0.30	1.2	0.01	0.001	0.04	0.008	0.45	0.005	-	-	-	-	-	-	-	較佳例	
11	0.15	0.10	0.4	0.02	0.004	0.10	0.005	0.38	0.09	-	-	-	-	-	-	-	較佳例	
12	0.16	0.05	0.5	0.01	0.030	0.08	0.006	0.42	-	-	-	-	-	Cu : 0.02	-	-	較佳例	
13	0.15	0.01	0.1	0.01	0.010	0.05	0.004	0.50	0.11	-	-	-	-	Cr:0.02, Ni : 0.02	-	-	較佳例	
14	0.15	0.02	0.3	0.01	0.003	0.06	0.010	0.60	0.09	-	-	-	-	-	-	-	較佳例	
15	0.14	0.02	0.5	0.05	0.002	0.03	0.003	0.80	0.11	-	-	-	-	-	-	-	較佳例	
16	0.12	0.03	1.0	0.10	0.010	0.04	0.004	0.45	0.12	-	-	-	-	Cr : 0.02, Ni : 0.02 , Cu : 0.02	-	-	較佳例	
17	0.16	0.01	2.0	0.01	0.020	0.04	0.003	0.33	0.15	-	-	-	-	-	-	-	較佳例	
18	0.18	0.02	2.0	0.02	0.008	0.03	0.005	0.38	0.20	-	-	-	-	-	-	-	較佳例	
19	0.15	0.01	3.1	0.01	0.005	0.04	0.004	0.41	0.11	-	-	-	-	-	-	-	比較例	

[續表 1]

鋼 No.	化學成分 (質量%)																備註		
	C	Si	Mn	P	S	Al	N	V	A 群		B 群		C 群	D 群		E 群		F 群	
									Ti	Nb, Mo, Ta, W	B	Cr, Ni, Cu		Sb	Ca, REM				
20	0.11	0.01	1.5	0.02	0.002	0.05	0.004	0.19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	比較例	
21	0.09	0.02	1.2	0.01	0.001	0.04	0.003	0.81	0.10	-	-	-	-	-	-	-	-	比較例	
22	0.14	0.01	1.2	0.01	0.001	0.05	0.003	0.35	-	Nb : 0.25		-	-	-	-	-	-	較佳例	
23	0.13	0.02	0.9	0.02	0.002	0.04	0.004	0.40	0.10	Mo : 0.40		-	-	-	-	-	-	較佳例	
24	0.15	0.01	0.8	0.01	0.001	0.05	0.005	0.41	0.11	Ta : 0.35		-	-	-	-	-	-	較佳例	
25	0.16	0.01	1.1	0.03	0.012	0.05	0.004	0.38	0.12	W : 0.15		-	-	-	-	-	-	較佳例	
26	0.15	0.01	0.8	0.01	0.013	0.06	0.003	0.35	0.08	Nb : 0.05, Mo : 0.35		-	-	-	-	-	-	較佳例	
27	0.14	0.02	0.5	0.01	0.008	0.04	0.005	0.30	0.10	Nb : 0.005, Mo : 0.35, Ta : 0.01, W : 0.05		-	-	-	-	-	-	較佳例	
28	0.14	0.01	0.2	0.01	0.001	0.05	0.004	0.45	0.12	-		0.0015	-	-	-	-	-	較佳例	
29	0.12	0.01	0.5	0.01	0.002	0.04	0.005	0.29	-	-		0.0030	-	-	-	-	-	較佳例	
30	0.15	0.02	0.6	0.01	0.001	0.04	0.004	0.36	-	Mo : 0.40		0.0005	-	-	-	-	-	較佳例	

【0098】 [表 2]

鋼 No.	化學成分（質量％）																	備註	
	A 群										B 群		C 群	D 群		E 群	F 群		
	C	Si	Mn	P	S	Al	N	V	Ti	Nb，Mo，Ta，W	B	Cr，Ni，Cu		Sb	Ca，REM				
31	0.16	0.03	1.0	0.02	0.005	0.05	0.003	0.35	0.11	-	-	-	-	-	-	-	較佳例		
32	0.15	0.01	1.1	0.01	0.001	0.05	0.004	0.38	0.12	-	-	-	-	-	0.01	-	較佳例		
33	0.15	0.01	0.9	0.02	0.001	0.06	0.005	0.30	-	-	-	-	-	-	-	Ca：0.0005	較佳例		
34	0.16	0.01	0.8	0.01	0.001	0.05	0.004	0.42	0.10	Nb：0.02，Mo：0.10，Ta：0.10，W：0.10	0.005	Cr：0.02，Ni：0.02，Cu：0.01	-	-	-	Ca：0.0005，REM：0.0005	較佳例		
35	0.14	0.01	0.9	0.01	0.001	0.04	0.003	0.35	0.11	-	-	-	-	-	-	-	較佳例		
36	0.13	0.02	1.2	0.02	0.001	0.05	0.004	0.30	-	-	-	-	-	-	-	-	較佳例		
37	0.11	0.01	0.5	0.01	0.002	0.04	0.003	0.28	-	-	-	-	-	-	-	-	較佳例		
38	0.15	0.02	0.6	0.02	0.008	0.03	0.005	0.36	-	-	-	-	-	-	-	-	較佳例		
39	0.18	0.01	0.8	0.01	0.005	0.06	0.006	0.38	-	-	-	-	-	-	-	-	較佳例		
40	0.19	0.02	0.7	0.01	0.006	0.07	0.003	0.60	0.11	-	-	-	-	-	-	-	較佳例		
41	0.11	0.01	1.3	0.01	0.001	0.04	0.004	0.55	0.12	-	-	-	-	-	-	-	較佳例		
42	0.12	0.01	1.5	0.01	0.002	0.05	0.005	0.35	-	-	-	-	-	-	-	-	較佳例		
43	0.18	0.02	1.5	0.01	0.007	0.03	0.002	0.31	-	-	-	-	-	-	-	-	較佳例		
44	0.09	0.01	0.6	0.01	0.011	0.05	0.003	0.42	-	-	-	-	-	-	-	-	較佳例		
45	0.13	0.02	0.5	0.02	0.015	0.06	0.004	0.45	-	-	-	-	-	-	-	-	較佳例		
46	0.09	0.01	0.3	0.03	0.012	0.04	0.002	0.35	0.11	-	-	-	-	-	-	-	較佳例		
47	0.08	0.02	1.5	0.01	0.005	0.05	0.006	0.36	0.12	-	-	-	-	-	-	-	較佳例		
48	0.12	0.01	1.5	0.01	0.006	0.02	0.005	0.35	0.10	-	-	-	-	-	-	-	較佳例		
49	0.14	0.01	1.1	0.02	0.008	0.04	0.007	0.40	0.10	-	-	-	-	-	-	-	較佳例		
50	0.13	0.01	0.6	0.01	0.004	0.06	0.005	0.41	0.10	-	-	-	-	-	-	-	較佳例		
51	0.15	0.01	0.5	0.01	0.001	0.05	0.003	0.36	0.09	-	-	-	-	-	-	-	較佳例		

【0099】 [表 3]

鋼板 No.	鋼 No.	熱軋步驟							鍍敷退火步驟					調質		備註			
		加熱		粗軋 結束 溫度 (℃)	精軋		捲取 溫度(℃)	加熱	均熱		冷卻	再加熱處理		壓下率 (%)					
		溫度 (℃)	保持時 間 (min)		壓下率(%)	950 ℃ 以下			結束 溫度 (℃)	冷卻		均熱溫度 (℃)	保持時 間(s)		冷卻速 度**** (℃/s)		加熱 溫度 (℃)	保持時 間(s)	
										750℃ 為止*									捲取溫度 為止**
1	1	1250	30	1150	90	20	940	30	15	570	2.0	650	100	3	10	550	3	0.5	本發明例
2	2	1220	60	1120	88	30	930	35	12	560	1.5	660	30	2	2	560	2	0.2	比較例
3	3	1230	50	1100	80	40	918	25	10	553	3.5	711	30	3	8	540	3	0.1	本發明例
4	4	1220	60	1160	50	0	960	15	15	540	-	-	-	-	-	-	-	0.5	本發明例
5	5	1100	10	1140	60	30	933	27	15	672	-	-	-	-	-	-	-	0.6	本發明例
6	6	1250	10	1120	94	80	879	68	38	632	1.7	750	50	-	5	-	-	-	本發明例
7	7	1250	60	1110	92	43	900	12	15	595	1.1	732	180	1	9	500	1	1.0	本發明例
8	8	1150	30	1050	94	50	910	50	25	570	3.5	680	120	4	7	560	4	0.8	本發明例
9	9	1230	50	1150	90	45	870	32	26	550	5.5	693	90	3	8	530	3	0.5	比較例
10	10	1250	300	1130	91	70	865	28	5	500	7.8	641	90	2	12	530	2	1.3	本發明例
11	11	1240	150	1120	92	80	850	36	18	523	15.2	627	60	3	5	520	3	1.5	本發明例
12	12	1210	80	1090	70	25	940	42	21	545	6.8	606	210	-	13	-	-	-	本發明例
13	13	1240	30	1120	90	52	905	110	19	584	21.2	663	500	5	7	520	5	0.5	本發明例
14	14	1260	50	1130	91	61	912	200	17	565	5.4	638	1000	3	8	530	3	3.0	本發明例
15	15	1280	120	1100	88	33	936	28	19	542	-	-	-	-	-	-	-	0.5	本發明例
16	16	1250	100	1120	92	20	948	26	21	625	8.5	669	120	2	1	520	2	2.0	本發明例
17	17	1270	30	1090	58	25	940	34	22	675	6.1	715	130	1	3	530	1	0.8	本發明例
18	18	1220	80	1120	80	50	888	36	16	635	9.2	705	155	2	15	550	2	0.5	本發明例
19	19	1240	90	1100	85	31	925	28	24	615	5.5	685	120	2	5	540	2	0.6	比較例
20	20	1230	60	1110	91	62	910	51	21	521	-	-	-	-	-	-	-	-	比較例

*) 精軋結束溫度至 750°C 的平均冷卻速度

**) 750°C 至捲取溫度的平均冷卻速度

***) 500°C 至均熱溫度的平均過熱溫度

****) 均熱溫度至鍍敷浴溫度的平均冷卻速度

[續表 3]

鋼板 No.	鋼 No.	熱軋步驟										鑄敷退火步驟					調質		備註
		加熱		粗軋	精軋			捲取	加熱	均熱		冷卻	再加熱處理		壓下率 (%)				
		溫度 (℃)	保持時 間 (min)		結束 溫度 (℃)	冷卻				加熱 溫度 (℃)	保持時 間 (s)								
						壓下率 (%)	950 ℃ 以下						750℃ 爲止	捲取溫度 爲止					
21	21	1220	60	1090	86	29	936	80	26	564	3.8	695	160	6	530	2	0.5	比較例	
22	22	1100	30	1000	96	56	907	29	22	532	1.2	745	230	13	520	3	0.5	本發明例	
23	23	1200	20	1130	93	46	889	36	26	526	0.7	689	80	3	530	1	0.6	本發明例	
24	24	1220	30	1120	87	35	936	48	20	584	3.9	645	300	6	-	-	0.8	本發明例	
25	25	1230	50	1130	68	21	945	27	14	593	17.6	658	60	8	540	2	0.4	本發明例	
26	26	1200	60	1080	78	35	931	38	18	615	13.5	692	50	5	525	2	1.2	本發明例	
27	27	1260	100	1170	90	50	896	36	4	621	22.1	736	90	12	535	1	1.2	本發明例	
28	28	1240	120	1130	85	35	917	28	18	558	14.6	751	135	5	550	2	0.3	本發明例	
29	29	1220	60	1150	40	0	972	24	16	542	8.2	775	160	8	545	4	0.2	本發明例	
30	30	1220	300	1140	85	32	936	28	12	562	-	-	-	-	-	-	0.2	本發明例	

*) 精軋結束溫度至 750°C 的平均冷卻速度

**) 750°C 至捲取溫度的平均冷卻速度

***) 500°C 至均熱溫度的平均過熱溫度

****) 均熱溫度至鑄敷浴溫度的平均冷卻速度

【0100】 [表 4]

鋼板 No.	鋼 No.	熱軋步驟										鍍敷退火步驟						調質		備註
		加熱		粗軋 結束溫度(℃)	精軋		冷卻		捲取溫度(℃)	加熱 速度*** (℃/s)	均熱		冷卻 速度**** (℃/s)	再加熱處理 加熱溫度(℃)	保持時間 (s)	壓下率 (%)				
		溫度 (℃)	保持時間 (min)		壓下率 1000℃以下	壓下率 950℃以下	結束溫度 (℃)	冷卻速度 750℃爲止*			捲取溫度 爲止**									
31	31	1230	180	1130	88	28	942	34	15	573	2.8	685	125	12	535	2	0.5	本發明例		
32	32	1230	120	1120	92	36	936	33	13	562	-	-	-	-	-	-	0.6	本發明例		
33	33	1220	50	1130	90	42	927	36	16	558	-	-	-	-	-	-	0.2	本發明例		
34	34	1250	60	1120	92	39	925	38	21	596	2.8	698	130	11	-	-	0.8	本發明例		
35	35	1090	30	1000	95	36	921	34	25	547	-	-	-	-	-	-	0.6	比較例		
36	36	1220	50	990	83	50	925	28	23	529	8.5	685	125	8	565	3	0.5	比較例		
37	37	1230	80	1090	97	36	904	36	15	556	-	-	-	-	-	-	1.1	比較例		
38	38	1250	30	1150	95	81	883	39	12	584	-	-	-	-	-	-	1.2	比較例		
39	39	1230	50	1140	91	75	848	52	26	591	-	-	-	-	-	-	0.3	比較例		
40	40	1220	30	1130	90	30	935	17	15	608	-	-	-	-	-	-	0.8	比較例		
41	41	1230	60	1120	88	40	914	30	4	625	5.5	672	130	7	525	2	0.5	比較例		
42	42	1250	50	1140	85	20	941	30	15	685	-	-	-	-	-	-	0.5	比較例		
43	43	1230	40	1130	75	23	943	32	15	495	-	-	-	-	-	-	0.6	比較例		
44	44	1240	80	1120	86	50	902	32	3	550	13.5	658	155	5	535	1	0.8	比較例		
45	45	1230	70	1100	91	36	911	12	14	560	15.2	673	120	6	525	2	0.4	比較例		
46	46	1210	60	1090	86	54	893	35	13	572	0.4	682	110	11	530	1	0.5	比較例		
47	47	1250	50	1120	84	61	901	41	15	549	0.3	674	100	12	-	-	0.5	比較例		
48	48	1260	50	1150	87	54	892	29	15	563	3.3	778	125	5	525	3	0.6	比較例		
49	49	1250	60	1130	92	25	936	30	14	582	5.2	775	135	4	520	2	0.8	比較例		
50	50	1260	80	1120	89	26	941	31	13	549	2.4	666	1100	2	-	-	0.7	比較例		
51	51	1250	90	1140	75	38	921	29	17	555	8.5	672	75	0.4	535	2	0.8	比較例		

*) 精軋結束溫度至 750°C 的平均冷卻速度

**) 750°C 至捲取溫度的平均冷卻速度

***) 500°C 至均熱溫度的平均過熱溫度

****) 均熱溫度至鍍敷浴溫度的平均冷卻速度

【0101】 [表 5]

鋼板 No.	鋼 No.	板厚 (mm)	組織					拉伸特性			形狀凍結性		備註
			基底		析出物**		降伏強度 YP (MPa)	拉伸強度 TS (MPa)	延伸率 El (%)	擠壓成形 溫度 (°C)	開口量 (mm)		
			種類*	F 相分率 (面積%)	個數密度 (×10 ⁵ 個/ μm ³)	平均粒徑 (nm)						標準偏差	
1	1	1.4	F	100	4.1	3.1	0.4	1150	1210	15	600	120	本發明例
2	2	1.4	F	100	0.9	3.5	0.6	980	1060	18	RT	126	比較例
3	3	2.0	F	100	3.9	3.5	0.3	1120	1180	16	500	118	本發明例
4	4	1.4	F	100	4.2	2.9	0.3	1160	1220	15	600	114	本發明例
5	5	1.3	F	100	4.5	6.2	1.5	1130	1210	15	700	125	本發明例
6	6	1.8	F	100	3.5	5.6	1.2	1085	1150	16	RT (室溫)	129	本發明例
7	7	1.6	F+B	98	2.1	5.4	1.0	1060	1110	17	RT	127	本發明例
8	8	1.4	F+B	95	1.0	3.5	0.6	1000	1050	18	600	121	本發明例
9	9	1.6	F+B	93	4.5	3.5	0.5	990	1150	16	650	120	比較例
10	10	1.2	F	100	4.0	2.5	0.3	1160	1230	14	700	116	本發明例
11	11	1.4	F	100	3.6	2.6	0.3	1140	1200	15	650	115	本發明例
12	12	1.6	F+B	99	3.5	3.2	0.4	1150	1220	15	700	118	本發明例
13	13	1.4	F	100	3.8	3.3	0.3	1140	1200	14	550	115	本發明例
14	14	1.8	F	100	4.1	3.2	0.3	1165	1220	15	RT	121	本發明例
15	15	2.0	F	100	5.2	2.9	0.2	1250	1330	13	600	114	本發明例
16	16	1.5	F	100	3.8	3.2	0.3	1140	1230	15	700	115	本發明例
17	17	1.4	F	100	2.9	5.1	0.7	1080	1170	16	700	122	本發明例
18	18	1.2	F	100	3.2	4.6	0.6	1100	1180	16	650	123	本發明例
19	19	1.4	F+B	93	2.1	4.5	0.6	985	1250	15	650	121	比較例
20	20	1.6	F	100	0.9	4.1	0.5	970	1060	16	650	122	比較例
21	21	1.2	F	100	0.8	6.4	0.8	960	1060	17	700	121	比較例
22	22	1.2	F	100	3.2	2.6	0.4	1120	1180	15	700	121	本發明例
23	23	1.2	F	100	3.3	2.8	0.5	1130	1200	15	650	123	本發明例
24	24	1.4	F	100	3.6	3.3	0.5	1120	1200	15	650	122	本發明例
25	25	1.9	F+B	99	4.1	3.9	0.4	1165	1230	14	700	121	本發明例
26	26	1.4	F+B	99	3.8	3.4	0.3	1150	1210	14	550	118	本發明例

*) F：肥粒鐵、B：變初鐵

**) 小於 10 nm 的析出物

[續表 5]

鋼板 No.	鋼 No.	板厚 (mm)	組織				拉伸特性			形狀凍結性		備註		
			基底		析出物** 平均粒徑 (nm)	個數密度 (×10 ⁵ 個/ μm ³)	降伏強度 YP (MPa)	拉伸強度 TS (MPa)	延伸量 EI (%)	擠壓成形 溫度 (°C)	開口量 (mm)			
			種類*	F 相分率 (面積%)									標準偏差	
27	27	1.7	F	100		2.9	3.6	0.4	1080	1150	16	500	122	本發明例
28	28	1.4	F	100		4.1	3.3	0.3	1150	1200	15	RT	128	本發明例
29	29	1.4	F	100		2.5	3.0	0.3	1040	1110	16	600	122	本發明例
30	30	1.6	F	100		3.1	3.1	0.3	1115	1180	15	650	121	本發明例

*) F：肥粒鐵、B：變韌鐵

**) 小於 10 nm 的析出物

[表 6]

鋼板 No.	鋼 No.	板厚 (mm)	組織				拉伸特性			形狀凍結性		備註	
			基底		個數密度 ($\times 10^5$ 個/ μm^3)	析出物**		降伏強度 YP (MPa)	拉伸強度 TS (MPa)	延伸量 El (%)	擠壓成形 溫度 (°C)		開口量 (mm)
			種類*	F 相分率 (面積%)		平均粒徑 (nm)	標準偏差						
31	31	1.6	F+B	99	3.2	3.3	0.4	1120	1190	15	650	119	本發明例
32	32	1.6	F	100	3.6	3.2	0.5	1110	1210	15	700	118	本發明例
33	33	1.2	F	100	1.5	3.1	0.3	1040	1140	17	750	116	本發明例
34	34	1.4	F+B	98	4.2	3.8	0.6	1170	1250	14	700	119	本發明例
35	35	1.8	F	100	0.9	6.5	1.4	980	1050	17	600	128	比較例
36	36	2.0	F	100	0.8	6.3	1.2	965	1060	17	650	125	比較例
37	37	1.8	F	100	1.1	6.3	1.6	1020	1080	16	600	136	比較例
38	38	1.6	F	100	1.0	5.5	1.7	1025	1100	16	RT	142	比較例
39	39	1.4	F	100	0.6	7.2	1.3	920	990	18	RT	130	比較例
40	40	1.6	F	100	0.9	6.8	1.1	985	950	18	RT	129	比較例
41	41	1.6	F	100	1.0	5.9	1.6	1005	1085	16	700	135	比較例
42	42	1.4	F	100	0.9	7.6	1.3	955	1050	16	650	129	比較例
43	43	1.8	F+B	94	1.2	3.5	0.5	995	1200	14	600	126	比較例
44	44	2.0	F	100	1.1	5.8	1.7	1015	1105	15	750	136	比較例
45	45	1.8	F	100	0.8	6.2	1.3	960	1035	16	700	125	比較例
46	46	1.6	F	100	0.8	6.7	1.1	965	1040	16	600	128	比較例
47	47	1.6	F	100	0.7	6.8	1.2	955	1035	16	RT	130	比較例
48	48	1.4	F	100	0.5	7.8	1.1	855	960	18	650	123	比較例
49	49	1.4	F	100	0.4	8.1	1.4	835	965	18	600	122	比較例
50	50	1.4	F	100	0.8	7.1	1.2	950	1025	17	RT	126	比較例
51	51	1.2	F	100	0.9	6.2	0.9	985	1040	16	600	124	比較例

*) F：肥粒鐵、B：變初鐵

**) 小於 10 nm 的析出物

【0102】 本發明例均為降伏強度 YP 為 1000 MPa 以上、且帽型構件的開口量為 130 mm 以下、形狀凍結性優異的高強度薄鋼板。另一方面，本發明的範圍以外的比較例為降伏強度 YP 小於 1000 MPa 的低強度，或者帽型構件的開口量超過 130 mm 且形狀凍結性下降，無法獲得兼具高強度與形狀凍結性的高強度薄鋼板。

【0103】 另外，可知使用本發明薄鋼板對零件進行擠壓成形時，亦可進行再加熱至 500℃～700℃ 左右而成形的熱壓成形。

【符號說明】

【0104】

無

申請專利範圍

1. 一種高強度薄鋼板，其特徵在於：具有如下組成，即，以質量%計，含有 C：0.08%~0.20%、Si：0.3%以下、Mn：0.1%~3.0%、P：0.10%以下、S：0.030%以下、Al：0.10%以下、N：0.010%以下、V：0.20%~0.80%、且剩餘部分包含 Fe 及不可避免的雜質；

含有以面積率計 95%以上的肥粒鐵相；

具有粒徑小於 10 nm 的析出物以 1.0×10^5 個/ μm^3 以上的個數密度、且以對於粒徑小於 10 nm 的析出物的析出物粒徑 (nm) 的自然對數值的標準偏差為 1.5 以下的分佈分散析出的組織；且

具有降伏強度：1000 MPa 以上的高強度。

2. 如申請專利範圍第 1 項所述的高強度薄鋼板，其除了具有上述組成以外，以質量%計，更含有選自下述 A 群~F 群中的 1 群或 2 群以上，

A 群：Ti：0.005%~0.20%；

B 群：選自 Nb：0.005%~0.50%、Mo：0.005%~0.50%、Ta：0.005%~0.50%、W：0.005%~0.50%中的 1 種或 2 種以上；

C 群：B：0.0002%~0.0050%；

D 群：選自 Cr：0.01%~1.0%、Ni：0.01%~1.0%、Cu：0.01%~1.0%中的 1 種或 2 種以上；

E 群：Sb：0.005%~0.050%；

F 群：選自 Ca：0.0005%~0.01%、REM：0.0005%~0.01%中的 1 種或 2 種。

3. 如申請專利範圍第 1 項或第 2 項所述的高強度薄鋼板，其中於鋼板表面具有鍍敷層。

4. 一種高強度薄鋼板的製造方法，其實施如下熱軋步驟，即，對具有以質量%計，含有 C：0.08%~0.20%、Si：0.3%以下、Mn：0.1%~3.0%、P：0.10%以下、S：0.030%以下、Al：0.10%以下、N：0.010%以下、V：0.20%~0.80%、且剩餘部分包含 Fe 及不可避免的雜質的組成的鋼原材料，實施包含加熱、粗軋及精軋的熱軋後，進行冷卻，並在規定的捲取溫度捲取成線圈狀，該高強度薄鋼板的製造方法的特徵在於：

將上述加熱設為在 1100℃ 以上的溫度保持 10 min 以上的處理，

將上述粗軋設為粗軋結束溫度：1000℃ 以上的軋製，

將上述精軋設為在 1000℃ 以下的溫度區域的壓下率：96%以下、在 950℃ 以下的溫度區域的壓下率：80%以下、且精軋結束溫度：850℃ 以上的軋製，

將該精軋結束後的上述冷卻設為如下處理，即，精軋結束溫度至 750℃ 的溫度區域以與 V 含量[V]（質量%）相關聯的方式而以平均冷卻速度（ $30 \times [V]$ ）℃/s 以上進行冷卻，並且將 750℃ 至捲取溫度的溫度區域以與 V 含量[V]（質量%）相關聯的方式而以平均冷卻速度（ $10 \times [V]$ ）℃/s 以上進行冷卻，

將上述捲取溫度以與 V 含量[V]（質量%）相關聯的方式而設為捲取溫度：500℃ 以上且（ $700 - 50 \times [V]$ ）℃ 以下。

5. 如申請專利範圍第 4 項所述的高強度薄鋼板的製造方法，其中上述鋼原材料除了上述組成以外，以質量%計，更含有選自下述 A 群～F 群中的 1 群或 2 群以上，

A 群：Ti：0.005%～0.20%；

B 群：選自 Nb：0.005%～0.50%、Mo：0.005%～0.50%、Ta：0.005%～0.50%、W：0.005%～0.50%中的 1 種或 2 種以上；

C 群：B：0.0002%～0.0050%；

D 群：選自 Cr：0.01%～1.0%、Ni：0.01%～1.0%、Cu：0.01%～1.0%中的 1 種或 2 種以上；

E 群：Sb：0.005%～0.050%；

F 群：選自 Ca：0.0005%～0.01%、REM：0.0005%～0.01%中的 1 種或 2 種。

6. 如申請專利範圍第 4 項或第 5 項所述的高強度薄鋼板的製造方法，其中於上述熱軋步驟之後，對熱軋板實施包含酸洗及鍍敷退火處理的鍍敷退火步驟時，

將上述鍍敷退火處理以與 C 含量[C]（質量%）相關聯的方式而設為如下處理，即，將 500℃至均熱溫度的溫度區域以平均加熱速度： $(5 \times [C])^\circ\text{C/s}$ 以上加熱至均熱溫度： $(800 - 200 \times [C])^\circ\text{C}$ 以下的溫度，以該均熱溫度保持均熱時間：1000 s 以下之後，以平均冷卻速度： 1°C/s 以上冷卻至鍍敷浴溫度，並浸漬於該鍍敷浴溫度：420℃～500℃的鍍鋅浴中。

7. 如申請專利範圍第 6 項所述的高強度薄鋼板的製造方法，

其中於實施上述鍍敷退火步驟之後，進一步實施再加熱至加熱溫度： $460^{\circ}\text{C} \sim 600^{\circ}\text{C}$ 的範圍的溫度，並在該加熱溫度保持 1 s 以上的再加熱處理。

8. 如申請專利範圍第 4 項所述的高強度薄鋼板的製造方法，其中於上述熱軋步驟後或上述鍍敷退火步驟後，進一步實施賦予板厚減少率 $0.1\% \sim 3.0\%$ 的加工的調質處理。

圖式

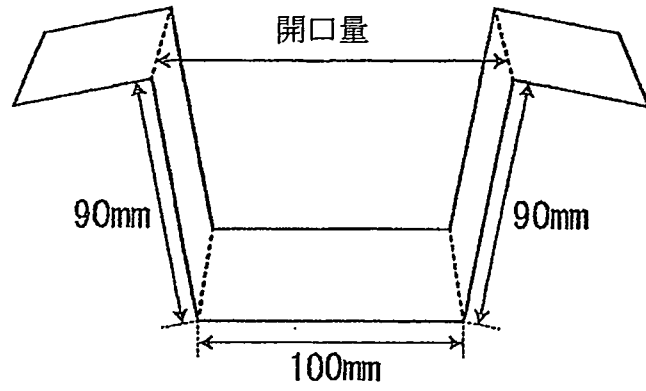


圖 1

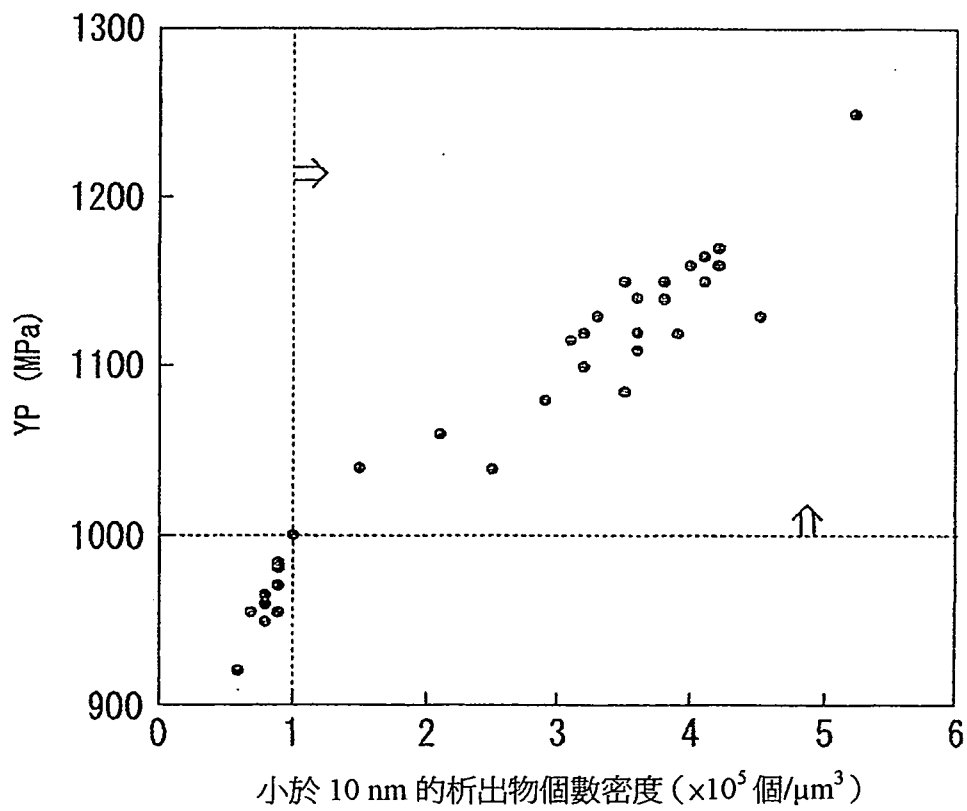


圖 2

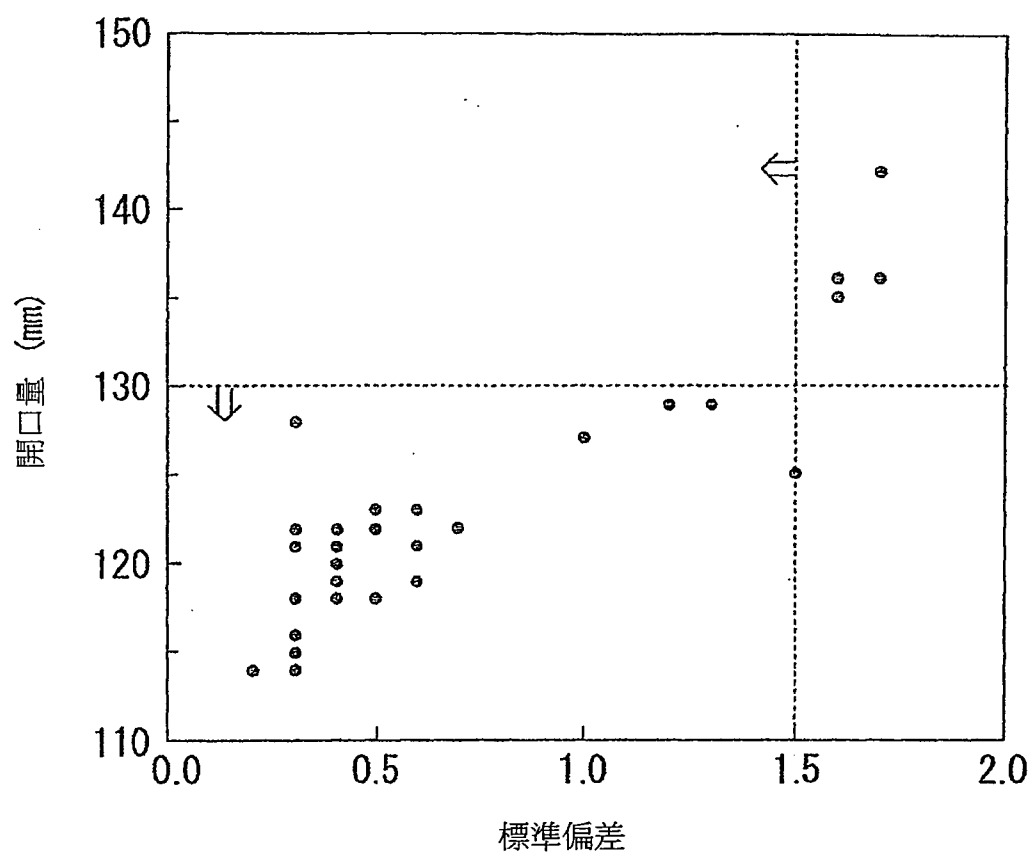


圖 3