



(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 I889521 B

(45)公告日：中華民國 114 (2025) 年 07 月 01 日

(21)申請案號：113132401 (22)申請日：中華民國 113 (2024) 年 08 月 28 日

(51)Int. Cl. : C22C38/00 (2006.01) C22C38/04 (2006.01)
C22C38/06 (2006.01) C22C38/16 (2006.01)
C21D8/02 (2006.01) C21D9/46 (2006.01)
C21D11/00 (2006.01)

(30)優先權：2023/08/31 日本 2023-141207

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

(72)發明人：竹谷健太郎 TAKEYA, KENTARO (JP)；椎森芳惠 SHIIMORI, FUSAE (JP)；假屋
房亮 KARIYA, NOBUSUKE (JP)

(74)代理人：卓俊傑；鮑亞嵐；卓孟儀

(56)參考文獻：

TW	201350592A	CN	101802236A
CN	113166835A	CN	115176042A

審查人員：李南漳

申請專利範圍項數：4 項 圖式數：0 共 26 頁

(54)名稱
鋼板及其製造方法

(57)摘要

本發明的目的是提供一種具有高強度、高延性且低降伏延伸的鋼板及其製造方法。鋼板具有如下成分組成：C：0.03%以上且 0.15%以下、Si：0.05%以下、Mn：0.10%以上且 0.60%以下、P：0.025%以下、S：0.020%以下、Al：0.20%以下、N：0.0001%以上且 0.0200%以下、Nb：0.005%以上且 0.030%以下，Cu：超過 0.020%且 0.200%以下，並且殘餘部包含 Fe 及不可避免的雜質，含有以面積分率計而微觀組織為 80%以上的鐵氧體，降伏應力為 500MPa 以上，拉伸強度為 500MPa 以上，HR30T 為 68 以上，斷裂延伸為 15%以上，降伏延伸為 4.5%以下。



I889521

【發明摘要】

【中文發明名稱】鋼板及其製造方法

【中文】

本發明的目的是提供一種具有高強度、高延性且低降伏延伸的鋼板及其製造方法。鋼板具有如下成分組成：C：0.03%以上且 0.15%以下、Si：0.05%以下、Mn：0.10%以上且 0.60%以下、P：0.025%以下、S：0.020%以下、Al：0.20%以下、N：0.0001%以上且 0.0200%以下、Nb：0.005%以上且 0.030%以下，Cu：超過 0.020%且 0.200%以下，並且殘餘部包含 Fe 及不可避免的雜質，含有以面積分率計而微觀組織為 80%以上的鐵氧體，降伏應力為 500MPa 以上，拉伸強度為 500MPa 以上，HR30T 為 68 以上，斷裂延伸為 15%以上，降伏延伸為 4.5%以下。

【指定代表圖】無

【代表圖之符號簡單說明】

無。

【特徵化學式】

無。

【發明說明書】

【中文發明名稱】 鋼板及其製造方法

【技術領域】

【0001】 本發明是有關於一種兼具高強度及高延性的鋼板及其製造方法，特別適合作為罐用鋼板。

【先前技術】

【0002】 近年來，為了減少罐體運輸時的 CO₂ 排放量，要求通過罐用鋼板的減薄來實現罐體輕量化。由於減薄會導致罐體強度下降，因此鋼板的高強度化是不可或缺的。

【0003】 作為高強度罐用鋼板，已知有 DR（Double Reduce）材料。DR 材料是通過冷軋延和退火後再次進行冷軋延而實現高強度化的罐用鋼板。然而，由於其延伸率小，加工性低，且需要在退火後再次進行冷軋延，因此存在製造成本高的問題。為了解決這些問題，需要開發與 DR 材料具有同等強度且高延性（ductility）的 SR（Single Reduce）材料。

【0004】 專利文獻 1 提出了一種鋼板，其成分組成以質量%計包含：C：0.03%以上且 0.13%以下、Si：0.05%以下、Mn：0.01%以上且 0.6%以下、P：0.025%以下、S：0.020%以下、Al：0.01%以上且 0.20%以下、N：0.0001%以上且 0.02%以下、Ti：0.005%以上且 0.02%以下以及 B：0.0005%以上且 0.02%以下，其餘為 Fe 及不可避免的雜質。該鋼板的微觀組織以面積分率計包含：84.0%以上的鐵氧體（ferrite）、0.5%以上且 10.0%以下的馬氏體（martensite）、0.1%以上且 10.0%以下的變韌鐵（bainite）。

【0005】 專利文獻 2 提出了一種罐用鋼板，其成分組成以質量%計包含：
C：0.085%以上且 0.130%以下、Si：0.04%以下、Mn：0.10%以上且 0.60%
以下、P：0.02%以下、S：0.010%以上且 0.020%以下、Al：0.02%以上且 0.10%
以下、N：0.0005%以上且 0.0040%以下、Nb：0.007%以上且 0.030%以下、
B：0.0010%以上且 0.0050%以下，且 B 含量（質量%）對 N 含量（質量%）
的比值 B/N 為 0.80 以上，其餘為 Fe 及不可避免的雜質。該鋼板具有含有
面積分率 1.0%以上波來鐵（pearlite）的鐵氧體組織，且降伏應力為 500MPa
以上，拉伸強度為 550MPa 以上，均勻延伸率為 10%以上，降伏延伸為 5.0%
以下。

[現有技術文獻]

[專利文獻]

【0006】 [專利文獻 1]國際公開第 2021/167023 號

[專利文獻 2]國際公開第 2020/105406 號

【發明內容】

【0007】 [發明所欲解決之課題]

上述的傳統技術存在以下問題點。專利文獻 1 中，由於下降伏應力的
下限為 400MPa，因此在對鋼板進行減薄時，可能會導致罐體強度不足的問題。
專利文獻 2 中所記載的技術雖然可獲得降伏應力 500MPa 以上且均勻
延伸率為 10%以上的高強度且高延性的鋼板，但由於允許高達 5.0%的降伏
延伸，因此仍存在因伸張應變而產生皺褶的問題。此外，當將鋼板用於罐體
側壁時，為確保足夠的強度，需要一定以上的洛氏表面硬度（Rockwell
superficial hardness），但專利文獻 1 和專利文獻 2 均未對硬度進行描述。

【0008】 本發明的目的是提供一種解決上述課題的高強度、高延性且低降伏延伸的鋼板及其製造方法。

【0009】 [解決課題之手段]

本發明是為了解決上述課題而完成的，其要點如下所示。

[1] 一種鋼板，其具有如下成分組成：

以質量%計，含有：

C：0.03%以上且 0.15%以下、

Si：0.05%以下、

Mn：0.10%以上且 0.60%以下、

P：0.025%以下、

S：0.020%以下、

Al：0.20%以下、

N：0.0001%以上且 0.0200%以下、

Nb：0.005%以上且 0.030%以下、

Cu：超過 0.020%且 0.200%以下，並且

殘餘部包含 Fe 及不可避免的雜質，

含有以面積分率計而微觀組織為 80%以上的鐵氧體，

降伏應力為 500MPa 以上，拉伸強度為 500MPa 以上，HR30T 為 68 以上，斷裂延伸為 15%以上，降伏延伸為 4.5%以下。

[2] 如[1]所述的鋼板，除所述成分組成外，以質量%計，進而含有選自：

Ni：0.15%以下、

Mo：0.05%以下、

Cr：0.10%以下、

Ti：0.02%以下、

B：0.02%以下、

V：0.02%以下

中的一種以上。

[3]如[1]或[2]所述的鋼板，所述成分組成外，以質量%計，進而含有

Sn：0.020%以下。

[4]一種鋼板的製造方法，其為如[1]～[3]中任一項所述的鋼板的製造方法，包括：

加熱工程，將具有所述成分組成的鋼素材於 1150°C 以上加熱；

熱軋延工程，對經過所述加熱工程後的鋼素材以完工溫度為 800°C 以上且 950°C 以下、捲繞溫度為 450°C 以上且 700°C 以下進行熱軋延且進行酸洗；

冷軋延工程，對經過所述熱軋延工程後的熱軋板以軋延率為 80%以上的條件進行冷軋延；以及

退火工程，將經過所述冷軋延工程後的冷軋板以退火溫度 680°C 以上且 780°C 以下保持 5 秒以上且 90 秒以下後，以平均冷卻速度為 50°C/秒以上進行冷卻，直至 600°C 以下的溫度域作為冷卻停止溫度。

【0010】 [發明的效果]

本發明使得製造高強度、高延性且低降伏延伸的鋼板成為可能。藉由本發明，可以進一步實現罐用鋼板的減薄，因此可以實現罐體的輕量化。此

外，除了具有高延性和優異的加工性之外，由於降伏延伸較低而可以抑制因伸張應變引起的皺褶產生，可以對罐體進行更複雜的加工。

【圖式簡單說明】

無。

【實施方式】

【0011】 本發明的成分組成、微觀組織 (microstructure)、機械特性及製造條件說明如下。成分組成說明中的%表示質量%。此外，當拉伸強度、降伏應力及 HR30T 優異時，稱為高強度。

【0012】 C：0.03%以上 0.15%以下

C (carbon) 是有助於提高降伏應力、拉伸強度及 HR30T 的元素。若 C 含量未滿 0.03%，則會減少固溶於鐵氧體中的固溶強化量和微細碳化物析出的析出強化量，導致降伏應力、拉伸強度及 HR30T 下降，因此 C 含量需要為 0.03%以上。C 含量優選為 0.06%以上，更優選為 0.08%以上。C 含量進一步優選為 0.09%以上。C 含量特別優選為 0.10%以上。另一方面，若 C 含量超過 0.15%，斷裂延伸會下降，同時由於固溶 C 的增加，降伏延伸會增大。因此，C 含量需要為 0.15%以下。為了製造高強度、高延性、低降伏延伸的鋼板，C 含量優選為 0.14%以下。C 含量更優選為 0.13%以下，進一步優選為 0.12%以下。

【0013】 Si：0.05%以下

Si (silicon) 有助於提高降伏應力及拉伸強度的元素，但含量超過 0.05% 時會降低耐蝕性。因此，Si 含量需要為 0.05%以下，含量優選為 0.04%以下，

更優選為 0.02%以下。下限不需特別限制，但為了鋼板的高強度化，Si 含量優選為 0.01%以上。

【0014】 Mn：0.10%以上 0.60%以下

Mn (manganese) 是提高淬火性 (hardenability) 並促進鐵氧體中的 C 的固溶的元素。此外，已知其也透過 Mn 本身的固溶強化而有助於提高降伏應力、拉伸強度及 HR30T。若 Mn 含量未滿 0.10%，無法得到充分的降伏應力、拉伸強度及 HR30T，因此 Mn 含量需要為 0.10%以上。Mn 含量優選為 0.12%以上，更優選為 0.15%以上。為了兼顧高強度和高延性，Mn 含量進一步優選為 0.30%以上。Mn 含量特別優選為 0.32%以上。另一方面，由於 Mn 含量超過 0.60%會導致斷裂延伸下降，因此 Mn 含量需要為 0.60%以下。Mn 含量優選為 0.58%以下。Mn 含量更優選為 0.57%以下，進一步優選為 0.56%以下，特別優選為 0.55%以下。

【0015】 P：0.025%以下

P (phosphorus) 由於會造成晶界偏析和鋼板硬化而降低延性，因此 P 含量需要為 0.025%以下，優選為 0.020%以下。P 含量更優選為 0.019%以下，進一步優選為 0.018%以下。另一方面，下限並不特別受限制，由於 P 有助於提高鋼板的降伏應力及拉伸強度，因此優選含有 0.001%以上。P 含量更優選為 0.002%以上，進一步優選為 0.003%以上。為了使鋼板高強度化，特別優選為 0.010%以上。

【0016】 S：0.020%以下

S (sulfur) 在鋼中形成 MnS (manganese sulfide)、CuS (copper sulfide)、TiS (titanium sulfide) 等硫化物而降低延性，因此 S 含量需要為 0.020%以

下。S 含量優選為 0.018%以下。S 含量更優選為 0.017%以下。S 含量進一步優選為 0.016%以下，特別優選為 0.015%以下。下限不需特別限制，但為了減輕製造負擔，S 含量優選為 0.005%以上。S 含量更優選為 0.006%以上。

【0017】 Al：0.20%以下

Al (aluminum) 是為了去除鋼中的氧而含有的元素。此外，在鋼中形成 AlN (aluminum nitride) 可減少固溶 N，降低降伏延伸。因此，雖然下限不受限制，但優選含有 0.02%以上。Al 含量更優選為 0.03%以上。另一方面，由於 Al 含量超過 0.20%時會過度生成氧化鋁而降低延性，因此 Al 含量需要為 0.20%以下。Al 含量優選為 0.15%以下，更優選為 0.12%以下。為了兼顧高強度和高延性，Al 含量進一步優選為 0.09%以下。此處所指的 Al 是指總 Al 量。

【0018】 N：0.0001%以上 0.0200%以下

N (nitrogen) 是藉由固溶強化而有助於提高降伏應力和拉伸強度的元素。因此，N 含量需要為 0.0001%以上。N 含量優選為 0.0003%以上。N 含量更優選為 0.0010%以上。N 含量進而優選為 0.0011%以上，特別優選為 0.0012%以上。另一方面，由於 N 含量超過 0.0200%時，固溶 N 會導致降伏延伸增加，因此 N 含量需要為 0.0200%以下。N 含量優選為 0.0150%以下，更優選為 0.0100%以下。為了兼顧高強度和低降伏延伸，N 含量進一步優選為 0.0040%以下。N 含量特別優選為 0.0035%以下。

【0019】 Nb：0.005%以上 0.030%以下

Nb (niobium) 是在鋼中形成微細的 NbC (niobium carbide)，從而有助於析出強化及細粒化強化的元素。為了確保足夠的強度，Nb 含量需要為

0.005%以上。Nb 含量優選為 0.007%以上。為了兼顧高強度和高延性，Nb 含量更優選為 0.010%。Nb 含量進一步優選為 0.011%以上，Nb 含量特別優選為 0.012%以上。另一方面，Nb 含量超過 0.030%時，由於再結晶溫度上升，難以確保足夠的延性。因此，Nb 含量需要為 0.030%以下。為了兼顧高強度和高延性，Nb 含量優選為 0.028%以下。Nb 含量更優選為 0.026%以下，進一步優選為 0.024%以下，特別優選為 0.022%以下。

【0020】 Cu：超過 0.020%且 0.200%以下

Cu 是藉由固溶強化、細粒強化及析出強化來促進降伏應力、拉伸強度及 HR30T 的提升。由於 Cu 含量為 0.020%以下時無法獲得足夠的強度，因此 Cu 含量需要超過 0.020%。Cu 含量優選為 0.025%以上，更優選為 0.030%以上。為了兼顧高強度和高延性，Cu 含量進一步優選為 0.100%以上。Cu 含量特別優選為 0.105%以上。另一方面，Cu 含量超過 0.200%時會導致延性下降，並可能因 Cu 的偏析而引起鑄片（slab）破裂。因此，Cu 含量需要為 0.200%以下。為了兼顧高強度和高延性，Cu 含量優選為 0.180%以下。Cu 含量更優選為 0.178%以下，進一步優選為 0.175%以下，特別優選為 0.172%以下。

【0021】 本發明的鋼板，除了上述成分組成之外，優選為進而含有選自以下的一種或多種元素。

Ni：0.15%以下、Mo：0.05%以下、Cr：0.10%以下、Ti：0.02%以下、B：0.02%以下、V：0.02%以下。

【0022】 Ni：0.15%以下、Mo：0.05%以下、Cr：0.10%以下

Ni (nickel)、Mo (molybdenum)、Cr (chromium) 是藉由提高淬火性來促進 C 在鐵氧體中的固溶的元素。另一方面，過度包含這些元素會降低延性。為了兼顧足夠的淬火性和高強度、高延性，當含有 Ni 時，Ni 含量需要為 0.15% 以下。Ni 含量優選為 0.14% 以下，更優選為 0.13% 以下。當含有 Mo 時，Mo 含量需要為 0.05% 以下。Mo 含量優選為 0.04% 以下，更優選為 0.03% 以下。當含有 Cr 時，Cr 含量需要為 0.10% 以下。Cr 含量優選為 0.08% 以下，更優選為 0.07% 以下。下限並無特別限制，但 Ni 含量優選為 0.02% 以上，更優選為 0.05% 以上，進一步優選為 0.08% 以上，特別優選為 0.12% 以上。Mo 含量優選為 0.01% 以上，更優選為 0.03% 以上。Cr 含量優選為 0.01% 以上，更優選為 0.04% 以上，進一步優選為 0.06% 以上。

【0023】 Ti：0.02% 以下、B：0.02% 以下

Ti (titanium) 在鋼中形成 TiN (titanium nitride)，減少固溶 N，從而有助於降低降伏延伸。此外，由於 TiN 比 BN (boron nitride) 更優先生成，同時含有 Ti 和 B (boron) 可確保足夠的固溶 B，提高淬火性。另一方面，當 Ti 含量超過 0.02% 且 B 含量超過 0.02% 時，難以確保足夠的延性。為了兼顧 B 提高的淬火性和高延性，當含有 Ti 時，Ti 含量需要為 0.02% 以下。Ti 含量優選為 0.018% 以下。Ti 含量更優選為 0.017% 以下，進一步優選為 0.016% 以下。此外，當含有 B 時，B 含量需要為 0.02% 以下。B 含量優選為 0.018% 以下。B 含量更優選為 0.017% 以下，進一步優選為 0.016% 以下。下限並無特別限制，但 Ti 含量優選為 0.005% 以上，更優選為 0.008% 以上。B 含量優選為 0.0005% 以上，更優選為 0.0015% 以上，進一步優選為 0.0018% 以上，特別優選為 0.002% 以上。

【0024】 V：0.02%以下

V (vanadium) 藉由固溶強化、析出強化，以及透過提高淬火性促進 C 在鐵氧體中的固溶，有助於提高降伏應力、拉伸強度及 HR30T。另一方面，當 V 含量超過 0.02%時，隨著高強度化延性會下降。為了兼顧高強度和高延性，當含有 V 時，需要為 0.02%以下。V 含量優選為 0.018%以下。V 含量更優選為 0.017%以下，進一步優選為 0.016%以下。下限並無特別限制，但 V 含量優選為 0.004%以上。

【0025】 此外，除了上述的成分組成之外，優選為適量含有 Sn：0.020%。

【0026】 Sn：0.020%以下

Sn (tin) 是透過固溶強化有助於鋼板高強度化的元素。當含有 Sn 時，Sn 含量需要為 0.020%以下。Sn 含量優選為 0.018%以下。更優選為 0.015%以下，進一步優選為 0.012%以下。下限並無特別限制，但 Sn 含量優選為 0.001%以上。更優選為 0.002%以上，進一步優選為 0.003%以上。

【0027】 本發明的一實施形態所述鋼板，具有包含上述成分，其餘為 Fe (iron) 及不可避免的雜質所構成的成分組成。此處不可避免的雜質包括 Ca (calcium)、O (oxygen)、H (hydrogen)、Co (cobalt)、W (tungsten)、Zn (zinc)、Pb (lead)、As (arsenic)、Sb (antimony)、Bi (bismuth) 等。

【0028】 說明本發明中鋼板的組織（微觀組織）及機械性質。

【0029】 鐵氧體的面積分率為 80%以上

鐵氧體的面積分率若未滿 80%會導致延性下降，因此鐵氧體的面積分率為 80%以上。為了獲得高延性的鋼板，鐵氧體的面積分率優選為 85%以上。鐵氧體的面積分率更優選為 86%以上，進一步優選為 87%以上。上限

並無特別限制，但鐵氧體的面積分率優選為 95%以下。鐵氧體的面積分率更優選為 94%以下。此外，雖然鐵氧體的再結晶最好完全完成，但也可以含有未再結晶鐵氧體。當含有未再結晶鐵氧體時，為了獲得更高的延性，未再結晶鐵氧體的面積分率優選為 30%以下。未再結晶鐵氧體的面積分率更優選為 28%以下，進一步優選為 25%以下。下限並無特別限制，但未再結晶鐵氧體的面積分率優選為 0.1%以上，更優選為 0.2%以上。

【0030】 另外，鐵氧體平均結晶粒徑優選為等效圓直徑為 $4\mu\text{m}$ 以下。鐵氧體平均結晶粒徑更優選為等效圓直徑為 $3.9\mu\text{m}$ 以下，進一步優選為 $3.8\mu\text{m}$ 以下。下限並無特別限制，但鐵氧體平均結晶粒徑優選為等效圓直徑為 $1\mu\text{m}$ 以上。

【0031】 未再結晶鐵氧體的面積也可以算入鐵氧體的面積分率中，只要再結晶鐵氧體和未再結晶鐵氧體的面積分率總和為 80%以上，即滿足本發明的要求。

【0032】 此外，除了鐵氧體之外的剩餘部分，可以包含雪明碳鐵（cementite）、波來鐵、變韌鐵、馬氏體、殘留的沃斯田鐵等。只要剩餘部分的面積分率為 20%以下，即滿足本發明的要求，剩餘部分的面積分率可以為 0%，但從進一步提高強度的觀點來看，優選為包含 0.1%以上的馬氏體。更優選為馬氏體為 0.2%以上，進一步優選為 0.3%以上。馬氏體的上限優選為 20%以下。

【0033】 降伏應力：500MPa 以上、拉伸強度： 500MPa 以上、HR30T：68 以上、斷裂延伸： 15%以上、降伏延伸： 4.5%以下

為了在減薄罐身部用鋼板的同時保持足夠的罐體強度，需要將鋼板的降伏應力（降伏強度）設為 500MPa 以上，拉伸強度設為 500MPa 以上，HR30T 設為 68 以上。此外，降伏應力優選為設為 520MPa 以上，更優選為 530MPa 以上，進一步優選為 540MPa 以上。另外，拉伸強度優選為設為 550MPa 以上，更優選為 555MPa 以上，進一步優選為 560MPa 以上。同時，HR30T 優選為設為 70 以上，更優選為 71 以上，進一步優選為 72。為了確保鋼板的加工性，斷裂延伸需要設為 15%以上，優選為 16%以上。斷裂延伸更優選為設為 17%以上，進一步優選為 18%以上。上限並無特別限制，但降伏應力優選為設為 700MPa 以下，更優選為 695MPa 以下，進一步優選為 690MPa 以下。拉伸強度優選為設為 800MPa 以下，更優選為 795MPa 以下，進一步優選為 790MPa 以下。HR30T 優選為設為 80 以下，更優選為 79 以下，進一步優選為 78 以下。斷裂延優選為伸設為 25%以下，更優選為 24%以下，進一步優選為 23%以下。為了抑制製罐時及對罐體進行加工時因拉伸應變（stretcher strain）引起的皺紋產生，需要將降伏延伸設為 4.5%以下。降伏延伸優選為設為 4.4%以下，更優選為 4.3%以下，進一步優選為 3.0%以下。下限並無特別限制，但降伏延伸優選為 1.0%以上。降伏延伸更優選為 1.1%以上。

【0034】 說明本發明的鋼板製造方法。

【0035】 本發明的鋼板製造方法，其特徵在於包含：加熱工程，將具有所述成分組成的鋼素材於 1150°C 以上加熱；熱軋延工程，對經過所述加熱工程後的鋼素材以完工溫度為 800°C 以上且 950°C 以下、捲繞溫度為 450°C 以上且 700°C 以下進行熱軋延且進行酸洗；冷軋延工程，對經過所述熱軋

延工程後的熱軋板以軋延率為 80%以上的條件進行冷軋延；退火工程，將經過所述冷軋延工程後的冷軋板以退火溫度 680°C 以上且 780°C 以下保持 5 秒以上且 90 秒以下後，以平均冷卻速度為 50°C/秒以上進行冷卻，直至 600°C 以下的溫度域，即冷卻停止溫度。

【0036】 加熱溫度：1150°C 以上

加熱工程中的加熱溫度若過低，可能會形成 AlN 等粗大的氮化物，降低鋼板的強度和延性，因此加熱溫度設為 1150°C 以上。加熱溫度優選為 1170°C 以上，更優選為 1200°C 以上。加熱溫度進一步優選為 1210°C 以上。加熱溫度的上限並無限制，但從製造成本的觀點來看，優選為 1300°C 以下。加熱溫度更優選為 1290°C 以下，進一步優選為 1270°C 以下。

【0037】 完工溫度：800°C 以上 950°C 以下

熱軋延工程中的完工溫度若超過 950°C，熱軋板的鐵氧體晶粒會粗大化，經過後續工程的鋼板的鐵氧體晶粒也會變粗大，因此難以確保足夠的強度。因此，完工溫度設為 950°C 以下。完工溫度優選為 930°C 以下，更優選為 920°C 以下。完工溫度進一步優選為 900°C 以下，特別優選為 890°C 以下。另一方面，完工溫度若未滿 800°C，會在鐵氧體和沃斯田鐵(austenite)的二相區域進行軋延，因此會產生粗大的鐵氧體晶粒，在熱軋延過程中會析出粗大的 Nb 碳化物等因素，導致鋼板強度下降。因此，熱軋延工程中的完工溫度設為 800°C 以上。此外，完工溫度優選為 830°C 以上，更優選為 850°C 以上。

【0038】 捲繞溫度：450°C 以上 700°C 以下

捲繞溫度若超過 700°C，鐵氧體晶粒會粗大化，鋼板強度會下降。此外，由於促進形成粗大的合金碳化物，在退火工程中雪明碳鐵無法充分溶解，導致鐵氧體中的 C 固容量減少，因此會成為強度下降的原因。因此，捲繞溫度設為 700°C 以下。捲繞溫度優選為 650°C 以下，更優選為 600°C 以下。捲繞溫度為 640°C 以下為進一步優選，特別優選為 590°C 以下。另一方面，捲繞溫度若未滿 450°C，由於 Nb 碳化物等合金碳化物的析出量減少，強度會下降。因此，捲繞溫度設為 450°C 以上。捲繞溫度優選為 470°C 以上，更優選為 500°C 以上。捲繞溫度進一步優選為 510°C 以上，特別優選為 520°C 以上。捲繞後，為了去除氧化皮，使用 H₂SO₄、HCl、H₃PO₄ 等水溶液進行酸洗。

【0039】 冷軋延工程中的軋延率：80%以上

在所述熱軋延工程之後，進行冷軋延。藉由冷軋延工程，鐵氧體晶粒會變得細小，降伏應力和拉伸強度會增加。為了確保足夠的降伏應力和拉伸強度，軋延率設為 80%以上。此外，軋延率優選為 82%以上，更優選為 85%以上。軋延率進一步優選為 86%以上，特別優選為 87%以上。軋延率的上限不做限制，但為了確保足夠的延性，優選為 95%以下。軋延率更優選為 94%以下。

【0040】 退火溫度：680°C 以上且 780°C 以下、保持時間：5 秒以上且 90 秒以下、冷卻停止溫度：600°C 以下、平均冷卻速度：50°C/秒以上

在所述冷軋延工程之後進行退火。為了使鐵氧體再結晶並獲得足夠的延性，退火溫度設為 680°C 以上。退火溫度優選為 685°C 以上，更優選為 690°C 以上，進一步優選為 695°C 以上，特別優選為 700°C 以上。另一方

面，當退火溫度超過 780°C 時，由於鐵氧體晶粒和對析出強化有貢獻的微細析出物變得粗大，會導致降伏應力和拉伸強度下降。因此，退火溫度設為 780°C 以下。此外，退火溫度優選為 760°C 以下，更優選為 740°C 以下，進一步優選為 735°C 以下，特別優選為 730°C 以下。

【0041】 當退火溫度的保持時間未滿 5 秒時，鐵氧體的再結晶無法充分進行，無法獲得所需的延性。因此，保持時間設為 5 秒以上。保持時間優選為 6 秒以上，更優選為 7 秒以上，進一步優選為 8 秒以上，特別優選為 9 秒以上。另一方面，當保持時間超過 90 秒時，鐵氧體晶粒會變得粗大，降伏應力和拉伸強度會下降。因此，退火溫度的保持時間設為 90 秒以下。保持時間優選為 89 秒以下，更優選為 88 秒以下，進一步優選為 87 秒以下，特別優選為 86 秒以下。

【0042】 退火保持後，以平均冷卻速度 $50^{\circ}\text{C}/\text{秒}$ 以上冷卻至 600°C 以下的溫度區域。當平均冷卻速度未滿 $50^{\circ}\text{C}/\text{秒}$ 時，鐵氧體粒徑會變得粗大，且鐵氧體中的固溶 C 量會減少，因此強度會降低。因此，平均冷卻速度設為 $50^{\circ}\text{C}/\text{秒}$ 以上。平均冷卻速度優選為 $60^{\circ}\text{C}/\text{秒}$ 以上，更優選為 $80^{\circ}\text{C}/\text{秒}$ 以上。平均冷卻速度進一步優選為 $85^{\circ}\text{C}/\text{秒}$ 以上，特別優選為 $90^{\circ}\text{C}/\text{秒}$ 以上。上限並無特別限制，但為了降低製造負擔，平均冷卻速度優選為 $200^{\circ}\text{C}/\text{秒}$ 以下。平均冷卻速度更優選為 $190^{\circ}\text{C}/\text{秒}$ 以下，進一步優選為 $180^{\circ}\text{C}/\text{秒}$ 以下。

【0043】 退火保持後的冷卻停止溫度若超過 600°C ，鐵氧體粒徑會變得粗大，強度會降低，因此冷卻停止溫度設為 600°C 以下。冷卻停止溫度優選為 595°C 以下，更優選為 590°C 以下，進一步優選為 585°C 以下。另一方面，即使將冷卻停止溫度設為未滿 300°C ，也無法期待鋼板特性有顯著提

升，無法期待鋼板特性有大幅提升，因此從製造成本的角度來看，冷卻停止溫度優選為 300°C 以上。冷卻停止溫度更優選為 305°C 以上，冷卻停止溫度進一步優選為 310°C 以上，特別優選為 315°C 以上。

【0044】 所述退火工程後可進行調質軋製。藉由實施調質軋製，可增加降伏應力並降低降伏延伸，因此優選為以 0.5%以上的軋縮率實施調質軋製。軋縮率更優選為 0.6%以上，進一步優選為 0.7%以上，特別優選為 0.8%以上。另一方面，由於調質軋製的軋縮率增大會導致延性下降，因此軋縮率優選為 10%以下。軋縮率更優選為 9%以下，進一步優選為 8%以下，特別優選為 5%以下。

【0045】 實施例

以下顯示本發明的實施例。本發明不限於此處所示的實施例。

【0046】 溶製、鑄造含有表 1 所示鋼種編號 1~29 的成分，其餘為 Fe 及不可避免的雜質的鋼，以獲得鋼坯。將此處獲得的鋼坯依表 2 所示條件進行加熱、熱軋延、冷軋延及退火，之後進行軋縮率 1%的調質軋製，以獲得鋼板編號 1~40。

【0047】 依照以下步驟進行鋼板組織的觀察。從鋼板採取試驗片後，研磨平行於軋延方向的截面，用硝酸酒精溶液（nital）腐蝕以顯現組織，採取用於組織觀察的樣品。使用掃描式電子顯微鏡（Scanning Electron Microscope，SEM）以 3000 倍放大率觀察板厚度方向 1/2 板厚的位置，拍攝隨機選擇的 3 個視野的組織。表 3 顯示使用影像處理軟體 Image-J 測量的 SEM 影像中鐵氧體的面積分率。表 3 所示的面積分率是 3 個視野的平均值。在上述 SEM 照片中，將可觀察到的黑色塊狀區域判定為鐵氧體。

【0048】 此外，在上述 SEM 影像中，將顆粒內部有白色線條的部分判定為未再結晶鐵氧體，並使用 Image-J 測量其面積分率，作為未再結晶鐵氧體分率。

【0049】 鐵氧體平均結晶粒徑是依據 JIS G 0551 所記載的切斷法求得，並取 3 個視野的平均值。

【0050】 從所述鋼板採取沿軋延方向為拉伸方向的 JIS 5 號拉伸試驗片，以及用於洛氏表面硬度測定的 30 見方試驗片，在恆溫器中進行 210°C、10 分鐘的時效熱處理。對拉伸試驗片依照 JIS Z 2241 進行拉伸試驗，評估降伏應力、拉伸強度（tensile strength）、斷裂延伸及降伏延伸。此外，HR30T 是透過測量板面的 HR15T 洛氏表面硬度，並使用 JIS G 3303（2017）的換算表進行換算而求得。表 3 顯示降伏應力、拉伸強度、斷裂延伸、降伏延伸及 HR30T 的評價結果。

【0051】 表 3 中的發明例皆具有降伏應力 500MPa 以上、拉伸強度 500MPa 以上、HR30T 68 以上、斷裂延伸 15%以上、降伏延伸 4.5%以下的特性。因此，可以說發明例是高強度、高延性、低降伏延伸的鋼板，適合作為罐用材料。另一方面，比較例中成分組成、鋼板組織的面積分率中至少一項，以及製造條件超出發明範圍者，其降伏應力、拉伸強度、HR30T、斷裂延伸、降伏延伸中的至少一項超出了發明的範圍。

【0052】 在上述中，表 2、表 3 的鋼板編號 7 因退火溫度過低，導致未再結晶鐵氧體的分率過高，延性下降，斷裂延伸超出發明範圍（未再結晶鐵氧體的優選分率為 30%以下，而鋼板編號 7 為 55%）。鋼板編號 8 由於鋼坯加熱溫度低、捲繞溫度高、退火溫度高，造成鐵氧體顆粒粗大化及不利於強度

提升的粗大合金碳化物生成，降低了降伏應力和拉伸強度（鐵氧體平均結晶粒徑的優選為 $4\mu\text{m}$ 以下，而鋼板編號 8 為 $6.0\mu\text{m}$ ）。鋼板編號 9 因完工溫度低、冷卻速度慢、冷卻停止溫度高，除了鐵氧體顆粒粗大化外，還生成了不利於強度提升的粗大 Nb 析出物，降低了降伏應力和拉伸強度（鐵氧體平均結晶粒徑的優選為 $4\mu\text{m}$ 以下，而鋼板編號 9 為 $6.0\mu\text{m}$ ）。鋼板編號 10 由於完工溫度高、捲繞溫度低、冷軋延率低，除了鐵氧體顆粒粗大化外，微細 Nb 析出物的析出量減少，降低了降伏應力和拉伸強度（鐵氧體平均結晶粒徑的優選為 $4\mu\text{m}$ 以下，而鋼板編號 10 為 $7.0\mu\text{m}$ ）。

【0053】 [表 1]

鋼種編號	成分組成（質量%）																備註
	C	Si	Mn	P	S	Al	N	Nb	Cu	Ni	Mo	Cr	Sn	Ti	B	V	
1	0.127	0.01	0.58	0.015	0.011	0.070	0.0018	0.019	0.100	0.14	0.040	0.081	-	0.008	0.0016	0.010	發明鋼
2	0.090	0.01	0.35	0.014	0.010	0.067	0.0017	0.003	0.050	-	0.021	0.023	-	0.008	-	-	比較鋼
3	0.146	0.01	0.58	0.028	0.007	0.069	0.0015	0.024	0.160	0.14	0.046	0.080	0.018	0.016	0.0092	0.013	比較鋼
4	0.142	0.02	0.58	0.016	0.010	0.069	0.0018	0.026	0.180	0.17	0.046	0.090	0.017	0.018	0.0027	0.018	比較鋼
5	0.115	0.01	0.58	0.016	0.011	0.071	0.0022	0.011	0.044	-	0.019	0.054	-	0.008	0.0015	0.018	發明鋼
6	0.113	0.01	0.59	0.017	0.012	0.069	0.0024	0.017	0.120	0.07	0.045	0.064	-	0.008	0.0015	-	發明鋼
7	0.024	0.02	0.12	0.013	0.013	0.067	0.0016	0.006	0.025	0.05	0.030	0.075	-	-	-	-	比較鋼
8	0.170	0.06	0.59	0.021	0.017	0.066	0.0016	0.028	0.195	-	-	0.088	0.012	0.009	0.0017	-	比較鋼
9	0.143	0.01	0.59	0.016	0.011	0.210	0.0022	0.018	0.190	0.14	0.039	0.084	0.013	0.008	0.0020	0.017	比較鋼
10	0.148	0.01	0.59	0.017	0.012	0.072	0.0025	0.017	0.194	0.15	0.044	0.091	-	0.027	0.0260	0.020	比較鋼
11	0.149	0.01	0.58	0.018	0.009	0.086	0.0017	0.028	0.180	-	-	-	-	-	-	-	發明鋼
12	0.033	0.03	0.60	0.023	0.008	0.062	0.0011	0.019	0.200	0.14	0.040	0.090	-	0.018	0.0022	0.020	發明鋼
13	0.136	0.01	0.12	0.014	0.018	0.067	0.0012	0.028	0.023	0.13	0.050	0.100	-	0.019	0.0021	0.017	發明鋼
14	0.122	0.02	0.58	0.015	0.014	0.062	0.0015	0.006	0.190	0.04	0.011	0.011	-	0.018	0.0027	0.020	發明鋼
15	0.149	0.01	0.60	0.016	0.008	0.061	0.0012	0.029	0.190	0.14	0.050	0.088	-	0.018	0.0028	0.019	發明鋼
16	0.129	0.01	0.59	0.012	0.010	0.059	0.0014	0.020	0.080	-	0.044	0.073	0.019	0.009	0.0190	-	發明鋼
17	0.128	0.02	0.60	0.011	0.008	0.064	0.0012	0.019	0.021	0.09	0.038	0.066	-	0.008	0.0018	0.016	發明鋼
18	0.036	0.01	0.08	0.014	0.013	0.066	0.0014	0.007	0.027	0.08	0.033	0.049	-	-	-	-	比較鋼
19	0.143	0.01	0.62	0.016	0.011	0.181	0.0022	0.021	0.188	0.13	0.041	0.083	0.012	0.009	0.0022	0.016	比較鋼
20	0.144	0.01	0.59	0.021	0.025	0.066	0.0016	0.023	0.166	-	-	0.088	0.020	0.011	0.0017	-	比較鋼
21	0.138	0.01	0.59	0.017	0.015	0.066	0.0016	0.032	0.183	-	-	0.088	-	0.009	0.0017	-	比較鋼
22	0.035	0.02	0.13	0.012	0.014	0.065	0.0019	0.007	0.017	0.10	0.036	0.022	-	-	-	-	比較鋼
23	0.129	0.01	0.57	0.018	0.011	0.059	0.0014	0.027	0.209	-	-	0.096	0.010	0.012	0.0031	-	比較鋼
24	0.128	0.01	0.44	0.015	0.012	0.072	0.0025	0.017	0.190	0.14	0.062	0.097	-	0.016	0.0171	0.017	比較鋼
25	0.126	0.02	0.51	0.013	0.011	0.049	0.0028	0.018	0.171	0.14	0.045	0.105	0.009	0.017	0.0163	0.018	比較鋼
26	0.131	0.02	0.55	0.014	0.013	0.051	0.0022	0.026	0.165	0.12	0.046	-	0.023	0.019	0.0186	0.019	比較鋼
27	0.132	0.01	0.58	0.011	0.012	0.066	0.0016	0.022	0.183	0.14	0.048	0.066	0.011	0.009	0.0177	0.027	比較鋼
28	0.121	0.02	0.55	0.011	0.008	0.195	0.0011	0.006	0.076	0.12	0.031	0.081	0.014	-	-	-	發明鋼
29	0.042	0.04	0.56	0.015	0.011	0.021	0.0196	0.015	0.038	0.01	-	0.065	-	-	-	-	發明鋼

底線：表示本發明範圍外。
-：無意圖添加

【0054】 [表 2]

鋼板編號	製造條件編號	鋼種編號	加熱溫度 (°C)	完工溫度 (°C)	捲繞溫度 (°C)	軋延率 (%)	退火溫度 (°C)	保持時間 (秒)	平均冷卻速度 (°C/秒)	冷卻停止溫度 (°C)
1	1	1	1250	900	600	90	775	21	80	450
2	2	2	1250	930	550	86	740	40	60	550
3	3	3	1250	890	600	92	775	21	80	350
4	4	4	1250	880	620	90	775	21	90	500
5	5	5	1170	870	710	90	740	20	60	520
6	6	6	1170	870	600	90	740	20	60	520
7	7	6	1170	870	600	90	670	20	60	520
8	8	6	1130	880	670	90	770	20	65	570
9	9	6	1200	820	550	85	730	21	55	620
10	10	6	1250	930	460	78	740	21	65	600
11	11	7	1250	860	650	90	760	21	60	600
12	12	8	1250	870	610	90	740	21	80	600
13	13	9	1230	880	630	90	765	21	75	600
14	14	10	1250	890	650	90	775	21	80	550
15	15	11	1280	880	600	90	700	21	100	350
16	16	12	1250	900	600	90	775	21	120	350
17	17	13	1230	890	580	90	700	21	100	600
18	18	14	1250	900	450	90	680	22	100	350
19	19	15	1280	940	700	92	760	21	120	450
20	20	15	1280	820	600	92	760	21	120	450
21	21	15	1250	880	600	80	740	21	50	450
22	22	16	1270	875	580	90	775	21	90	350
23	23	17	1250	880	600	90	775	21	80	600
24	24	17	1250	930	430	85	740	21	60	590
25	25	17	1250	970	480	85	740	21	65	600
26	26	17	1200	780	550	85	730	21	55	600
27	27	17	1200	830	550	85	730	21	40	600
28	28	17	1170	880	680	90	790	20	65	570
29	29	18	1250	860	650	90	760	21	60	600
30	30	19	1280	870	630	88	755	20	80	600
31	31	20	1200	870	610	90	775	30	50	600
32	32	21	1250	880	600	90	730	18	90	600
33	33	22	1250	890	660	83	770	25	55	580
34	34	23	1250	870	610	90	740	21	80	600
35	35	24	1250	890	590	90	775	21	80	500
36	36	25	1270	880	600	90	770	20	90	520
37	37	26	1200	860	610	88	765	25	85	540
38	38	27	1200	870	600	92	775	20	80	500
39	39	28	1300	900	480	90	770	6	80	350
40	40	29	1280	870	580	88	740	88	100	300

底線：表示本發明範圍外。

【0055】 [表 3]

鋼板編號	鋼種編號	鐵氧體的面積分率 (%)	馬氏體的面積分率 (%)	未再結晶的鐵氧體的面積分率 (%)	鐵氧體平均結晶粒徑 (um)	降伏應力 (MPa)	拉伸強度 (MPa)	HR30T	斷裂延伸 (%)	降伏延伸 (%)	備註
1	1	81.1	0.2	2.2	3.0	552	622	71.0	17.3	2.1	發明例
2	2	88.5	0.0	1.4	4.5	479	498	68.9	18.5	3.5	比較例
3	3	80.6	1.2	3.1	2.8	568	639	72.2	11.9	2.9	比較例
4	4	85.2	0.0	3.2	2.7	561	646	70.6	14.6	3.8	比較例
5	5	86.1	0.0	7.6	4.5	478	499	70.1	19.5	3.7	比較例
6	6	85.5	0.0	10.8	2.6	540	568	70.9	17.8	2.2	發明例
7	6	95.3	0.0	55.0	2.2	523	548	71.1	2.4	0.6	比較例
8	6	86.2	0.0	2.3	6.0	428	458	65.2	13.1	2.3	比較例
9	6	87.7	0.0	16.1	6.0	437	479	66.5	22.8	2.6	比較例
10	6	86.5	0.0	17.2	7.0	433	445	66.1	17.1	3.7	比較例
11	7	97.7	0.0	1.4	5.8	426	463	67.2	23.6	0.3	比較例
12	8	79.4	0.0	17.8	2.7	576	647	72.3	12.2	4.7	比較例
13	9	81.4	0.0	1.9	2.4	592	666	73.1	10.4	4.5	比較例
14	10	87.2	0.0	1.3	2.9	559	672	72.2	12.5	4.1	比較例
15	11	94.8	1.8	27.9	3.8	504	526	69.0	15.3	4.4	發明例
16	12	92.1	2.2	2.4	3.9	502	511	68.8	16.7	2.1	發明例
17	13	86.7	0.0	24.9	2.4	531	554	68.9	16.9	4.1	發明例
18	14	81.5	3.6	33.8	4.0	508	523	68.4	16.1	4.4	發明例
19	15	81.8	4.8	10.7	4.1	518	578	69.2	16.5	4.3	發明例
20	15	81.3	2.4	13.6	4.1	522	569	69.4	15.5	4.2	發明例
21	15	80.9	0.1	20.7	4.0	514	557	68.7	16.2	3.0	發明例
22	16	84.9	4.5	1.8	4.0	513	592	70.1	15.2	4.2	發明例
23	17	84.1	0.0	0.9	4.2	519	627	69.6	20.2	3.7	發明例
24	17	86.4	0.0	16.1	4.8	453	475	66.9	16.8	3.9	比較例
25	17	86.5	0.0	18.8	4.8	448	469	67.1	17.3	4.1	比較例
26	17	88.8	0.0	20.4	4.7	467	488	66.6	20.8	2.9	比較例
27	17	87.5	0.0	15.6	4.7	470	492	67.5	22.1	2.7	比較例
28	17	89.4	0.0	0.0	4.9	478	496	67.2	17.0	3.4	比較例
29	18	97.4	0.0	0.2	4.8	431	474	67.4	24.1	0.4	比較例
30	19	81.6	0.0	8.1	2.3	587	645	73.7	11.0	4.4	比較例
31	20	79.4	0.0	2.4	2.8	569	631	72.3	12.2	4.3	比較例
32	21	86.2	0.0	27.6	2.3	589	662	73.1	10.9	4.2	比較例
33	22	97.3	0.0	0.1	4.7	444	482	67.6	24.2	0.6	比較例
34	23	86.9	0.0	18.3	2.2	591	655	74.2	11.3	4.1	比較例
35	24	87.9	0.0	4.3	3.1	552	666	71.1	14.7	3.9	比較例
36	25	88.0	0.0	3.2	3.2	555	661	71.9	14.5	3.6	比較例
37	26	86.5	0.0	5.9	2.1	582	672	73.8	13.1	4.0	比較例
38	27	87.1	0.0	8.7	2.0	577	664	72.8	13.8	3.8	比較例
39	28	95.1	2.0	0.4	1.8	583	601	71.0	15.9	2.4	發明例
40	29	98.1	0.0	13.8	3.9	511	508	68.8	18.1	4.3	發明例

底線：表示本發明範圍外或目標範圍外。

【符號說明】

【0056】

無。

【發明申請專利範圍】

【請求項1】 一種鋼板，其具有如下成分組成：

以質量%計，含有：

C：0.03%以上且 0.15%以下、

Si：0.05%以下、

Mn：0.10%以上且 0.60%以下、

P：0.025%以下、

S：0.020%以下、

Al：0.20%以下、

N：0.0001%以上且 0.0200%以下、

Nb：0.005%以上且 0.030%以下、

Cu：超過 0.020%且 0.200%以下，並且

殘餘部包含 Fe 及不可避免的雜質，

含有以面積分率計而微觀組織為 80%以上的鐵氧體，

降伏應力為 500MPa 以上，拉伸強度為 500MPa 以上，HR30T 為 68 以上，斷裂延伸為 15%以上，降伏延伸為 4.5%以下。

【請求項2】 如請求項 1 所述的鋼板，除所述成分組成外，以質量%計，進而含有選自：

Ni：0.15%以下、

Mo：0.05%以下、

Cr：0.10%以下、

Ti：0.02%以下、

B：0.02%以下、

V：0.02%以下

中的一種以上。

【請求項3】 如請求項 1 或 2 所述的鋼板，除所述成分組成外，以質量%計，進而含有

Sn：0.020%以下。

【請求項4】 一種鋼板的製造方法，其為如請求項 1 至請求項 3 中任一項所述的鋼板的製造方法，包括：

加熱工程，將具有所述成分組成的鋼素材於 1150°C 以上加熱；

熱軋延工程，對經過所述加熱工程後的鋼素材以完工溫度為 800°C 以上且 950°C 以下、捲繞溫度為 450°C 以上且 700°C 以下進行熱軋延且進行酸洗；

冷軋延工程，對經過所述熱軋延工程後的熱軋板以軋延率為 80%以上的條件進行冷軋延；以及

退火工程，將經過所述冷軋延工程後的冷軋板以退火溫度 680°C 以上且 780°C 以下保持 5 秒以上且 90 秒以下後，以平均冷卻速度為 50°C/秒以上進行冷卻，直至 600°C 以下的溫度域作為冷卻停止溫度。