



(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 I826257 B

(45)公告日：中華民國 112 (2023) 年 12 月 11 日

(21)申請案號：112104809

(22)申請日：中華民國 112 (2023) 年 02 月 10 日

(51)Int. Cl. : C21D8/02 (2006.01)

C21D1/18 (2006.01)

C22C38/06 (2006.01)

(30)優先權：2022/02/24 日本

2022-027290

(71)申請人：日商 J F E 鋼鐵股份有限公司 (日本) JFE STEEL CORPORATION (JP)
日本

(72)發明人：安田恭野 YASUDA, KYONO (JP)；塩谷和彦 SHIOTANI, KAZUHIKO (JP)

(74)代理人：林志剛

(56)參考文獻：

TW 202024349A

CN 112585290A

JP 2020-193374A

WO 2020/067209A1

WO 2020/067210A1

審查人員：許嘉展

申請專利範圍項數：6 項 圖式數：0 共 33 頁

(54)名稱

鋼板及其製造方法

(57)摘要

為了提供運用於在能源運輸船中用於收容液化氣體之貯藏用槽體等之耐氦 SCC 性及低溫韌性優異的高強度鋼板。

鋼板具有既定的成分組成，又該鋼板之硬度特性，在從鋼板之表面起算深度 0.5mm 的位置處，平均硬度為 HV0.1 以下，硬度的偏差為 30HV0.1 以下，且板厚方向之硬度的最大值在從鋼板之表面起算 1.0mm~板厚 1/4 的位置，該板厚方向之硬度的偏差為 70HV1 以下，該鋼板之金屬組織，在從前述鋼板的表面起算深度 0.5mm 的位置處之變韌鐵組織的體積率為 90%以上。



I826257

【發明摘要】

【中文發明名稱】

鋼板及其製造方法

【中文】

為了提供運用於在能源運輸船中用於收容液化氣體之貯藏用槽體等之耐氨 SCC 性及低溫韌性優異的高強度鋼板。

鋼板具有既定的成分組成，又該鋼板之硬度特性，在從鋼板之表面起算深度 0.5mm 的位置處，平均硬度為 HV0.1 以下，硬度的偏差為 30HV0.1 以下，且板厚方向之硬度的最大值在從鋼板之表面起算 1.0mm~板厚 1/4 的位置，該板厚方向之硬度的偏差為 70HV1 以下，該鋼板之金屬組織，在從前述鋼板的表面起算深度 0.5mm 的位置處之變韌鐵組織的體積率為 90% 以上。

【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】本發明是關於韌性及耐蝕性優異的高強度鋼板，特別是關於適用於在低溫且液氮環境下使用的槽體(tank)等結構用構件之低溫韌性及耐液氮應力腐蝕龜裂性優異之高強度低溫用鋼板及其製造方法。

【先前技術】

【0002】隨著近年能源需求的增加，利用能源運輸船來運輸液化氣體正在盛行。為了能源運輸船之有效率的運用，在槽體會將LPG連同液氮一起運輸的情形。又在最近，該液氮之作為氮載體、液氮燃料的利用正在推進，因此謀求液氮的運輸、貯藏用槽體之大型化。

【0003】在此，在處理液氮之碳鋼製的配管、貯槽、槽車、管路等，已知會發生液氮所致的應力腐蝕龜裂(以下稱為：氮SCC(Stress Corrosion Cracking))。因此，針對在液氮環境下使用的鋼材，是運用氮SCC感受性低的鋼材，或採取抑制氮SCC的工程措施。

【0004】例如，關於氮SCC的發生，已知是與材料的強度相關，在使用碳鋼時，藉由控制成440MPa以下的降伏強度(YS)，來避免氮所致的應力腐蝕龜裂。另一方面，

基於近年之槽體大型化、減少鋼材使用量的觀點，鋼板高強度化的要求越來越高。

【0005】又因為LPG、液氮等液化氣體是在低溫下運輸及貯藏，該等液化氣體的貯藏用槽體所使用的鋼板要求優異的低溫韌性。

【0006】如前述般，可滿足液化氣體貯藏用槽體所需要的低溫韌性及既定的強度範圍之技術揭示於專利文獻1及2。該等文獻所記載的技術，是藉由將熱軋後經冷卻的厚鋼板進行數次熱處理的方法、或將熱軋後經水冷的厚鋼板進行數次熱處理的方法，來實現高的低溫韌性及既定的強度特性。

[先前技術文獻]

[專利文獻]

【0007】

專利文獻1：日本特開平10-140235號公報

專利文獻2：日本特開平10-168516號公報

【發明內容】

[發明所欲解決之問題]

【0008】然而，上述專利文獻1及2所記載的方法，必須進行複數次熱處理，而有熱處理用的設備、能源相關的成本提高此經濟上的問題。

【0009】本發明的目的是為了解決上述問題而提供一種耐氮SCC性及低溫韌性優異之高強度的鋼板及其製造方

法，該鋼板運用於在能源運輸船中用於收容液化氣體之貯藏用槽體等。

[解決問題之技術手段]

【0010】本案發明人等為了達成上述目的，使用TMCP程序(Thermo Mechanical Control Process，熱加工控制程序)及線上(on-line)感應加熱裝置，針對與鋼板的低溫韌性、強度特性相關之各種要因，進行了苦心研究。結果發現到，藉由讓鋼板含有既定量的C、Si、Mn、Al等元素，以使從前述鋼板的表面起算0.5mm位置處之變韌鐵(bainite)組織的體積率成為90%以上的方式控制金屬組織，在從前述鋼板的表面起算深度0.5mm位置處，使平均硬度成為230HV0.1以下且硬度的偏差成為30HV0.1以下，再者，使板厚方向之硬度的最大值存在於從鋼板的表面起算1.0mm～板厚1/4的位置，且使該板厚方向之硬度的偏差成為70HV1以下，可有效地獲得液氮環境下的耐SCC性，能夠省略耗費成本之複數次的熱處理。

【0011】亦即，本發明是根據上述認識而開發完成的，本發明之要旨如下。

1. 一種鋼板，其成分組成以質量%計，係含有C：0.010～0.200%、Si：0.01～0.50%、Mn：0.50～2.50%、Al：0.010～0.060%、N：0.0010%以上0.0100%以下、P：0.020%以下、S：0.0100%以下及O：0.0100%以下，剩餘部分為Fe及不可避免的雜質，

該鋼板之硬度特性，在從前述鋼板的表面起算深度 0.5mm 的位置處，平均硬度為 230HV0.1 以下，硬度的偏差為 30HV0.1 以下，且板厚方向之硬度的最大值在從鋼板的表面起算 1.0mm～板厚 1/4 的位置，該板厚方向之硬度的偏差為 70HV1 以下，

該鋼板之金屬組織，在從前述鋼板的表面起算深度 0.5mm 的位置處之變韌鐵組織的體積率為 90% 以上。

【0012】2.如前述1所記載的鋼板，

前述成分組成以質量%計，進一步含有選自 Cu：0.01～0.50%、Ni：0.01～2.00%、Cr：0.01～1.00%、Sn：0.01～0.50%、Sb：0.01～0.50%、Mo：0.01～0.50% 及 W：0.01～1.00% 中之 1 種以上。

【0013】3.如前述1或2所記載的鋼板，

前述成分組成以質量%計，進一步含有選自 V：0.01～1.00%、Ti：0.005～0.100%、Co：0.01～1.00%、Nb：0.005～0.100%、B：0.0001～0.0100%、Ca：0.0005～0.0200%、Mg：0.0005～0.0200% 及 REM：0.0005～0.0200% 中之 1 種以上。

【0014】4.一種鋼板之製造方法，係對於具有以下成分組成的鋼材，進行將軋軋結束溫度設為 Ar_3 變態點以上之熱軋，接下來進行從 Ar_3 變態點以上的冷卻開始溫度起之加速冷卻，接下來進行再加熱，

前述成分組成，以質量%計，係含有 C：0.010～0.200%、Si：0.01～0.50%、Mn：0.50～2.50%、Al：

0.010 ~ 0.060%、N：0.0010%以上0.0100%以下、P：0.020%以下、S：0.0100%以下及O：0.0100%以下，剩餘部分為Fe及不可避免的雜質，

在前述加速冷卻，將冷卻停止溫度設為200~600℃的範圍，且將鋼板之板厚1/4位置處的冷卻速度設為20~120℃/s，

前述再加熱，係將鋼板之板厚1/4位置處的到達溫度設為500℃以下，且進行到使從鋼板之表面起算深度0.5mm的位置處之到達溫度成為400~680℃的範圍為止。

【0015】5.如前述4所記載的鋼板之製造方法，

前述鋼材的成分組成，以質量%計，進一步含有選自Cu：0.01~0.50%、Ni：0.01~2.00%、Cr：0.01~1.00%、Sn：0.01~0.50%、Sb：0.01~0.50%、Mo：0.01~0.50%及W：0.01~1.00%中之1種以上。

【0016】6.如前述4或5所記載的鋼板之製造方法，

前述鋼材的成分組成，以質量%計，進一步含有選自V：0.01~1.00%、Ti：0.005~0.100%、Co：0.01~1.00%、Nb：0.005~0.100%、B：0.0001~0.0100%、Ca：0.0005~0.0200%、Mg：0.0005~0.0200%及REM：0.0005~0.0200%中之1種以上。

[發明之效果]

【0017】依據本發明，能夠以低廉的工序提供低溫韌性亦即低溫下的耐衝擊特性及耐氨SCC性優異並具有適用

於在低溫且液氮環境下使用之槽體等結構用構件的高強度之鋼板。

【實施方式】

【0018】以下說明本發明的實施形態。又以下之表示成分(元素)含量之「%」，除非另有說明是指「質量%」。

【0019】

(1)關於成分組成

以下，針對鋼板的成分組成(化學成分)做說明。

【0020】

C：0.010～0.200%

為了將藉由依本發明的冷卻所製造之鋼板的強度提高，C是最有效的元素。為了獲得該效果，將C含量規定為0.010%以上。再者，基於減少其他合金元素的含量而以更低成本製造的觀點，C含量較佳為0.013%以上。另一方面，若C含量超過0.200%，會導致鋼板的韌性及熔接性變差。因此，將C含量規定為0.200%以下。再者，基於韌性及熔接性的觀點，C含量較佳為0.170%以下。

【0021】

Si：0.01～0.50%

Si是為了脫氧而添加的。為了獲得該效果，將Si含量規定為0.01%以上。再者，較佳為0.03%以上。另一方面，若Si含量超過0.50%，會導致鋼板的韌性、熔接性變差。

因此，將Si含量規定為0.50%以下。再者，基於韌性及熔接性的觀點，Si含量較佳為0.40%以下。

【0022】

Mn：0.50～2.50%

Mn具有讓鋼的淬火性增加的作用，為了滿足像本發明那樣的高強度，其是必須添加的重要元素之一。為了獲得該效果，將Mn含量規定為0.50%以上。再者，基於減少其他合金元素的含量而以更低成本製造的觀點，Mn含量較佳為0.70%以上。另一方面，若Mn含量超過2.50%，除了鋼板的韌性、熔接性降低以外，還會導致合金成本變得過高。因此，將Mn含量規定為2.50%以下。再者，基於進一步抑制韌性及熔接性降低的觀點，Mn含量較佳為2.30%以下。

【0023】

Al：0.010～0.060%

Al具有作為脫氧劑的作用。為了獲得該效果，將Al含量規定為0.010%以上。另一方面，若Al含量超過0.060%，氧化物系夾雜物會增加而使清淨度降低且韌性降低。因此，將Al含量規定為0.060%以下。再者，基於進一步防止韌性變差的觀點，Al含量較佳為0.050%以下。

【0024】

N：0.0010～0.0100%

N有助於組織微細化而讓鋼板的韌性提高。為了獲得該效果，將N含量規定為0.0010%以上。較佳為0.0020%以

上。另一方面，若N含量超過0.0100%，反而導致韌性降低。因此，將N含量規定為0.0100%以下。再者，基於進一步抑制韌性、熔接性降低的觀點，N含量較佳為0.0080%以下。又當有Ti存在的情況，N可與Ti結合而以TiN的形式析出。

【0025】

P：0.020%以下

P會在晶界上偏析而造成讓韌性、熔接性降低等不良的影響。因此，P含量宜儘量降低，只要在0.020%以下即可容許。又P含量的下限沒有特別的限定，雖可以是0%，但P是在工業上可能殘留於鋼中的元素，其可以超過0%。又因為過度降低會導致精煉成本高漲，基於成本的觀點，P含量較佳為0.0005%以上。

【0026】

S：0.0100%以下

S會以MnS等硫化物系夾雜物的形式存在於鋼中，成為發生破壞的起點而造成鋼板的韌性降低等不良的影響。因此，S含量宜儘量降低，只要在0.0100%以下即可容許。又S含量的下限沒有特別的限定，雖可以是0%，但S是在工業上可能殘留於鋼中的元素，其可以超過0%。又因為過度降低會導致精煉成本高漲，基於成本的觀點，S含量較佳為0.0005%以上。

【0027】

O：0.0100%以下

O會形成氧化物，成為發生破壞的起點而造成鋼板的韌性降低等不良的影響，因此限制在0.0100%以下。O含量較佳為0.0050%以下，更佳為0.0030%以下。又O含量的下限沒有特別的限定，雖可以是0%，但O是在工業上可能殘留於鋼中的元素，其可以超過0%。又因為過度降低會導致精煉成本高漲，基於成本的觀點，O含量較佳為0.0010%以上。

【0028】在本發明之鋼板的成分組成中，上述成分以外的剩餘部分是Fe及不可避免的雜質。但上述成分組成，按照必要可含有以下所記載的元素。

【0029】選自Cu：0.01～0.50%、Ni：0.01～2.00%、Cr：0.01～1.00%、Sn：0.01～0.50%、Sb：0.01～0.50%、Mo：0.01～0.50%、及W：0.01～1.00%中之1種以上

Cu、Ni、Cr、Sn、Sb、Mo及W是讓強度、耐氮SCC性提高的元素，可含有其等中的1種以上。為了獲得該效果，當含有Cu的情況，較佳為將Cu含量調整為0.01%以上；當含有Ni的情況，較佳為將Ni含量調整為0.01%以上；當含有Cr的情況，較佳為將Cr含量調整為0.01%以上；當含有Sn的情況，較佳為將Sn含量調整為0.01%以上；當含有Sb的情況，較佳為將Sb含量調整為0.01%以上；當含有Mo的情況，較佳為將Mo含量調整為0.01%以上；又當含有W的情況，較佳為將W含量調整為0.01%以上。

另一方面，若Ni含量過高，會導致熔接性變差、合金成本上升。又若Cu、Cr、Sn、Sb、Mo及W含量過高，會使熔接性、韌性變差，基於合金成本的觀點也是不利的。因此較佳為，將Cu含量調整為0.50%以下，將Ni含量調整為2.00%以下，將Cr含量調整為1.00%以下，將Sn含量調整為0.50%以下，將Sb含量調整為0.50%以下，將Mo含量調整為0.50%以下，又將W含量調整為1.00%以下。

更佳為，將Cu含量調整為0.40%以下，將Ni含量調整為1.50%以下，將Cr含量調整為0.80%以下，將Sn含量調整為0.40%以下，將Sb含量調整為0.40%以下，將Mo含量調整為0.40%以下，又將W含量調整為0.80%以下。

【0030】

V：0.01～1.00%

V具有讓鋼板強度提高的作用，可任意地添加。為了獲得該效果，當添加V的情況，較佳為將V含量設為0.01%以上。另一方面，若V含量超過1.00%，會導致熔接性變差、合金成本上升。因此，當添加V的情況，較佳為將V含量設為1.00%以下。更佳為，V含量的下限設為0.05%，上限設為0.50%。

【0031】

Ti：0.005～0.100%

Ti形成氮化物的傾向很強，具有將N固定住而減少固溶N的作用，其可任意地添加。又Ti能夠使母材及熔接部的韌性提高。為了獲得該等效果，當添加Ti的情況，較佳

為將Ti含量設為0.005%以上。又更佳為0.007%以上。另一方面，若Ti含量超過0.100%，反而使韌性降低。因此，當添加Ti的情況，較佳為將Ti含量設為0.100%以下。再者，更佳為將Ti含量設為0.090%以下。

【0032】

Co：0.01～1.00%

Co具有讓鋼板強度提高的作用，可任意地添加。為了獲得該效果，當添加Co的情況，較佳為將Co含量設為0.01%以上。另一方面，若Co含量超過1.00%，會導致熔接性變差、合金成本上升。因此，當添加Co的情況，較佳為將Co含量設為1.00%以下。更佳為，Co含量的下限設為0.05%，上限設為0.50%。

【0033】

Nb：0.005～0.100%

Nb能以碳氮化物的形式析出而將舊沃斯田鐵(former austenite)粒徑縮小，具有讓韌性提高的效果。為了獲得該效果，當添加Nb的情況，較佳為將Nb含量設為0.005%以上。再者，更佳為0.007%以上。另一方面，若Nb含量超過0.100%，會使NbC大量析出而造成韌性降低。因此，當添加Nb的情況，較佳為將Nb含量設為0.100%以下。再者，更佳為0.060%以下。

【0034】

B：0.0001～0.0100%

B具有即使微量添加也能使淬火性顯著提高的作用。

亦即能夠使鋼板強度提高。為了獲得該效果，當添加B的情況，較佳為將B含量設為0.0001%以上。另一方面，若B含量超過0.0100%，熔接性會降低。因此，當添加B的情況，較佳為將B含量設為0.0100%以下。更佳為，B含量的下限設為0.0010%，上限設為0.0030%。

【0035】

Ca：0.0005～0.0200%

Ca會與S結合而具有抑制朝軋製方向長長地延伸之MnS等的形成之作用。亦即，藉由添加Ca，可將硫化物系夾雜物的形態控制成球狀，而使熔接部等之韌性提高。為了獲得該效果，當添加Ca的情況，較佳為將Ca含量設為0.0005%以上。另一方面，若Ca含量超過0.0200%，鋼的清淨度會降低。清淨度降低會導致韌性降低。因此，當添加Ca的情況，較佳為將Ca含量設為0.0200%以下。更佳為，Ca含量的下限設為0.0020%，上限設為0.0100%。

【0036】

Mg：0.0005～0.0200%

與Ca同樣的，Mg會與S結合而具有抑制朝軋製方向長長地延伸之MnS等的形成之作用。亦即，藉由添加Mg，可將硫化物系夾雜物的形態控制成球狀，而使熔接部等之韌性提高。為了獲得該效果，當添加Mg的情況，較佳為將Mg含量設為0.0005%以上。另一方面，若Mg含量超過0.0200%，鋼的清淨度會降低。清淨度降低會導致韌性降低。因此，當添加Mg的情況，較佳為將Mg含量設為

0.0200%以下。更佳為，Mg含量的下限設為0.0020%，上限設為0.0100%。

【0037】

REM：0.0005～0.0200%

與Ca、Mg同樣的，REM(稀土類金屬)會與S結合而具有抑制朝軋製方向長長地延伸之MnS等的形成之作用。亦即，藉由添加REM，可將硫化物系夾雜物的形態控制成球狀，而使熔接部等之韌性提高。為了獲得該效果，當添加REM的情況，REM含量較佳為0.0005%以上。另一方面，若REM含量超過0.0200%，鋼的清淨度會降低。清淨度降低會導致韌性降低。因此，當添加REM的情況，REM含量較佳為0.0200%以下。更佳為，REM含量的下限設為0.0020%，上限設為0.0100%。

【0038】

(2)關於硬度特性及金屬組織

本發明的鋼板，除了具有上述成分組成，還具有以下硬度特性，亦即，從鋼板的表面起算深度0.5mm的位置(本發明中，也稱為0.5mm位置)處的平均硬度為230HV0.1以下，0.5mm位置處之硬度的偏差為30HV0.1以下，且板厚方向之硬度的最大值在從鋼板的表面起算1.0mm～板厚1/4的位置，該板厚方向之硬度的偏差為70HV1以下。

再者，本發明的鋼板具有：0.5mm位置處之變韌鐵組織(以下也簡稱為變韌鐵)的體積率為90%以上之金屬組織。

針對將鋼板的硬度特性及金屬組織如上述般限定的理由，在以下做說明。

【0039】

[0.5mm位置處，平均硬度為230HV0.1以下，硬度的偏差為30HV0.1以下]

在0.5mm位置處，使平均硬度成為230HV0.1以下，且使硬度的偏差成為30HV0.1以下。若在鋼板之極表層，具體而言是在從鋼板的表面起算0.5mm位置處有高硬度區域存在，會助長液氮環境中的應力腐蝕龜裂。又在局部有高硬度區域存在的情況，在對鋼板施加了應力時，會產生應力集中而助長應力腐蝕龜裂。於是，在本發明的鋼板，在0.5mm位置處，以使平均硬度成為230HV0.1以下且硬度的偏差成為30HV0.1以下的方式調整硬度特性，藉此可確保優異的耐氮SCC性。又0.5mm位置處之平均硬度的下限沒有特別的限定，較佳為130HV0.1左右。又0.5mm位置處之硬度的偏差的下限可以是0HV0.1，工業上是10HV0.1左右。

在此，上述平均硬度，可取複數部位(例如100點)測定0.5mm位置處的維氏硬度來算出。又硬度的偏差，是指為了求出平均硬度所測定之維氏硬度的標準偏差。

【0040】

[板厚方向的硬度之最大值在從鋼板的表面起算1.0mm～板厚1/4的位置]

若鋼板的硬度之最大值位於距離表面某個程度的位

置，可維持鋼板之大部分的硬度而僅讓表層的硬度降低。亦即，能夠維持鋼板的強度並確保優異的耐氨SCC特性。

具體而言，若該最大值位於從鋼板的表面起算小於1.0mm的位置，就無法將0.5mm位置處的硬度充分降低。另一方面，若該最大值位於從鋼板的表面起算超過板厚1/4的位置，鋼板本身就無法確保充分的強度。因此，在本發明的鋼板，將板厚方向之硬度(維氏硬度(HV1))的最大值規定為位於從鋼板的表面起算1.0mm～板厚1/4的位置。

【0041】

[板厚方向之硬度的偏差為70HV1以下]

當板厚方向之硬度的偏差大的情況，不僅鋼板之均一伸長率降低，且起因於在加速冷卻所導入的內部應力之殘留應力變大，因此有耐氨SCC特性變差的疑慮。因此，在本發明，將板厚方向之硬度的偏差規定為70HV1以下。

在此，是沿著板厚方向以0.5mm節距測定維氏硬度(HV1)，藉由求出其最大值和最小值的差來算出上述偏差。

【0042】

[0.5mm位置處之變韌鐵的體積率為90%以上]

為了滿足強度特性、耐氨SCC性，在0.5mm位置處的組織必須為變韌鐵的體積率90%以上。在表層部，若生成麻田散鐵組織、島狀麻田散鐵(MA)組織等的硬質相，會使表層硬度升高，使鋼板內之硬度的偏差增大而導致材質

均一性變差。亦即，若變韌鐵的體積率低於90%，其以外的組織、亦即肥粒鐵、島狀麻田散鐵組織、麻田散鐵組織、波來鐵組織、沃斯田鐵組織的體積分率會增加，而無法獲得足夠的強度及/或耐氨SCC性。

【0043】在此，變韌鐵係包含：在有助於變態強化之加速冷卻時或加速冷卻後進行變態之被稱為變韌肥粒鐵(bainitic ferrite)或粒狀肥粒鐵(granular ferrite)的組織、其等被回火後的組織。

【0044】占體積率10%以下之剩餘部分組織，除了肥粒鐵、波來鐵組織及沃斯田鐵組織以外，也以可包含麻田散鐵組織。剩餘部分組織中之各組織的分率雖沒有特別的限定，剩餘部分組織較佳為波來鐵組織。

又各種金屬組織的體積率，可依後述實施例所記載的方法測定。

【0045】

(3)關於製造條件

本發明的製造方法，是對於與前述鋼板之成分組成具有同樣的成分組成之鋼材，加熱而進行熱軋後，進行加速冷卻，接下來進行再加熱。以下，針對鋼板的製造條件之限定理由做說明。

首先，鋼材的製造條件並沒有特別的限定，例如較佳為，藉由轉爐等公知的熔煉方法來熔煉具有上述成分組成的熔鋼，藉由連續鑄造法等公知的鑄造方法來做成既定尺寸的扁胚(slab)等鋼材。又也可以利用鑄錠-塊料軋法來做

成既定尺寸的扁胚等鋼材。

【0046】將如此般獲得的鋼材，未經冷卻而直接進行熱軋，或再度加熱後進行熱軋。該熱軋，是將軋軋結束溫度設為 A_{r3} 變態點以上來進行，接下來，以既定條件進行從 A_{r3} 變態點以上的冷卻開始溫度起之加速冷卻，接下來以既定條件進行再加熱。

【0047】鋼材的加熱溫度沒有特別的限定，若加熱溫度過低，變形阻力增高而增加對熱軋機的負荷，有熱軋變困難的疑慮。另一方面，若成為超過 1300°C 的高溫，氧化變嚴重而使氧化損耗增大，有良率降低的疑慮。基於這樣的理由，加熱溫度較佳為 $950^{\circ}\text{C} \sim 1300^{\circ}\text{C}$ 。

【0048】

(熱軋)

[軋軋結束溫度： A_{r3} 變態點以上]

在本發明，將鋼材加熱到上述溫度後，開始熱軋，在 A_{r3} 變態點以上將該熱軋結束。

若軋軋結束溫度低於 A_{r3} 變態點，會生成肥粒鐵，使鋼板表層部之材質均一性變差，而使硬度的偏差增大，導致耐氨SCC性變差。又所生成的肥粒鐵會受加工的影響而使韌性變差。再者，對熱軋機的負荷變大。因此，本發明中的熱軋之軋軋結束溫度設為 A_{r3} 變態點以上。較佳為，將熱軋之軋軋結束溫度設為 A_{r3} 變態點 $+10^{\circ}\text{C}$ 以上的溫度。另一方面，若軋軋結束溫度超過 950°C ，會使組織粗大化而有韌性變差的疑慮，因此軋軋結束溫度較佳為 950°C 以

下。

在此， Ar_3 變態點($^{\circ}C$)可依下式求出。 $Ar_3(^{\circ}C)=910-310\times C-80\times Mn-20\times Cu-15\times Cr-55\times Ni-80\times Mo$

其中，各元素表示該元素在鋼中的含量(質量%)。

【0049】

(加速冷卻)

[冷卻開始溫度： Ar_3 變態點以上]

接下來，對於熱軋後的鋼板，進行從 Ar_3 變態點以上的冷卻開始溫度起之加速冷卻。若冷卻開始溫度低於 Ar_3 變態點，肥粒鐵會過度生成，又冷卻速度變大，而使其和強度差距大的麻田散鐵組織或變韌鐵共存，結果發生強度不足、韌性變差，進而使耐氮SCC性變差。因此，冷卻開始溫度設為 Ar_3 變態點以上。

【0050】

[鋼板之板厚1/4位置處之冷卻速度： $20\sim 120^{\circ}C/s$]

進行將鋼板之板厚1/4位置處的冷卻速度設為 $20^{\circ}C/s$ 以上的加速冷卻，是為了獲得高強度高韌性的鋼板不可或缺的程序，藉由以高冷卻速度進行冷卻，可獲得基於變態強化之強度提高效果。

因此，為了獲得該效果，將依本發明之加速冷卻時的上述鋼板之板厚1/4位置處之冷卻速度規定為 $20^{\circ}C/s$ 以上。另一方面，若上述冷卻速度超過 $120^{\circ}C/s$ ，麻田散鐵的體積率變得過多，而使韌性降低。因此，上述鋼板之板厚1/4位置處的冷卻速度規定為 $120^{\circ}C/s$ 以下。

又上述冷卻速度，可藉由水冷等積極的冷卻操作來提高，又適宜地將上述冷卻操作間歇地進行(設置將冷卻操作停止的期間)，而可控制該冷卻速度。又上述鋼板之板厚 1/4 位置處的溫度，要利用物理方式直接測定是困難的。但根據由輻射溫度計所測定之冷卻開始時的表面溫度和目標之冷卻停止時的表面溫度，例如使用資料處理計算機進行差分計算，可即時求出板厚剖面內的溫度分布，特別是板厚 1/4 位置處的溫度。

【0051】

[冷卻停止溫度：200～600℃]

在本發明，在熱軋結束後，迄 200～600℃ 的範圍內之任意設定的冷卻停止溫度為止進行既定的加速冷卻，藉此在板厚中心部使肥粒鐵及變韌鐵成為既定的體積率，而能讓強度、韌性良好地提高。

在此，若上述冷卻停止溫度低於 200℃，島狀麻田散鐵組織的體積率變得過多，而使韌性降低。另一方面，若上述冷卻停止溫度超過 600℃，肥粒鐵、波來鐵組織會過度生成，而導致強度不足、韌性變差。因此，將冷卻停止溫度規定為 200～600℃ 的範圍。又本發明的冷卻停止溫度，是鋼板之板厚 1/4 位置處的溫度。

【0052】

(再加熱)

[從表面起算 0.5mm 位置處的到達溫度為 400～680℃]

在本發明，在前述加速冷卻之後，必須進行再加熱。

若將厚鋼板進行加速冷卻，鋼板表層部的冷卻速度變快，又與鋼板內部相比該鋼板表層部被冷卻到較低的溫度。因此，在鋼板表層部，容易生成麻田散鐵等硬組織，而有耐氨SCC性變差的疑慮。因此，在本發明，在加速冷卻之後將鋼板表層部進行再加熱。這是因為能夠讓表層部的硬度降低。較佳為，在加速冷卻之後馬上進行再加熱。

在此，從表面起算0.5mm位置處之再加熱的溫度，若低於400℃則硬度的降低不足，另一方面，若超過680℃，會造成鋼板全體的強度降低，而難以獲得既定的強度。因此，加速冷卻後的再加熱時之從表面起算0.5mm位置處的到達溫度規定為400～680℃的範圍。

【0053】

[鋼板之板厚1/4位置處的到達溫度為500℃以下]

又當再加熱時的鋼板之板厚1/4位置處的到達溫度超過500℃的情況，會發生強度降低、韌性變差。因此，再加熱時的鋼板之板厚1/4位置處的到達溫度規定為500℃以下。

【0054】作為加速冷卻後之前述再加熱的手段，較佳為採用感應加熱。特別是為了使加熱集中在鋼板表層部，較佳為採用高頻感應加熱。又在再加熱之後，可適宜地進行冷卻。關於再加熱後的冷卻，沒有特別的限定，在板厚超過40mm程度之厚鋼板的情形，冷卻速度變慢，有碳化物的凝集粗大化所致之韌性變差的疑慮。在此情況，在再加熱處理後可進行基於水冷、噴霧(mist)之冷卻。

【0055】將具有上述成分組成的鋼材依上述製造條件進行製造，可獲得具有依本發明的成分組成、硬度特性及金屬組織的鋼板。如此般獲得的鋼板，具備優異的強度特性和韌性，而成為耐氨SCC性優異的鋼板。在此，優異的強度特性是指降伏強度YS(有降伏點時是降伏點YP，沒有降伏點時是0.2%保證應力 $\sigma_{0.2}$)：450MPa以上、抗拉強度(TS)：570MPa以上及均一伸長率(uEl)：10%以上。又優異的韌性是指依JIS Z 2241之 $vTrs$ 為-30℃以下。而且，具有這些特性的鋼板就是本發明之耐氨SCC性優異的鋼板。

【0056】又在依本發明的製造方法，未記載於本說明書的項目皆可採用通常的方法。

實施例

【0057】將表1所示的成分組成之鋼(鋼種A～AI，剩餘部分為Fe及不可避免的雜質)藉由連續鑄造法做成扁胚，依表2所示的條件，依序進行熱軋、加速冷卻、再加熱，獲得板厚30mm的厚鋼板(No.1～50)。對於所獲得的鋼板，實施了從鋼板表面起算0.5mm位置處之金屬組織之組織分率的測定、硬度特性的評價、強度特性及韌性的評價、耐氨SCC性的評價。各試驗方法如下。又將這些結果一併記載於表2。

【0058】

[從鋼板表面起算0.5mm位置處之金屬組織的組織分率]

自各鋼板以使該0.5mm位置成為觀察面的方式採取樣

本。接著，將該樣本實施鏡面研磨，進一步用硝太蝕劑(nital)腐蝕後，使用掃描型電子顯微鏡(SEM)以倍率：500～3000倍拍攝10mm×10mm的範圍。而且，對於所拍攝的像，使用影像分析裝置進行分析，藉此求出微組織的面分率(金屬組織的組織分率)。當微組織之異向性小的情況，面分率相當於體積率，因此在本發明將面分率視為體積率。

【0059】又在本實施例中，在求出樣本之金屬組織的分率時之判別是如以下般進行。

亦即，在上述拍攝的像中，將多邊形的肥粒鐵判別為肥粒鐵，又將具有成長為細長的板條狀(lath-shaped)之肥粒鐵且含有等效圓直徑0.05 μ m以上的碳化物之組織判別為變韌鐵(表2中的B)。

【0060】

[硬度特性]

對於各鋼板之與軋製方向垂直的剖面，依JIS Z 2244，在0.5mm位置處測定100點的維氏硬度(HV0.1)，求出其平均值。又求出該100點的維氏硬度之標準偏差，而作為0.5mm位置處之硬度的偏差。在此，代替通常用於鋼板的硬度測定之HV10而採用HV0.1的理由在於，藉由採用HV0.1進行測定而使壓痕變小，可獲得在更靠近表面的位置之硬度資訊、對微組織更敏感的硬度資訊。

又在板厚方向測定維氏硬度(HV1)，測定該硬度的最大值在板厚方向上的位置(從表面起算的距離)。進而，算

出該測定之維氏硬度(HV1)的最大值和最小值之差，而作為板厚方向之硬度的偏差。

【0061】

[強度特性]

從各鋼板的全厚以使與軋製方向垂直的方向成為試驗片長邊方向的方式採取JIS Z 2201之1B號試驗片，依JIS Z 2241所記載的要領進行拉伸試驗，測定了降伏強度YS(有降伏點時是降伏點YP，沒有降伏點時是0.2%保證應力 $\sigma_{0.2}$)、抗拉強度(TS)及均一伸長率(uEl)。而且，將降伏強度450MPa以上、抗拉強度570MPa以上及均一伸長率10%以上者評價為強度特性優異的鋼板。

【0062】

[韌性]

從各鋼板之表面側切削掉1mm後的部位，以使軋製方向成為試驗片長邊方向的方式採取JIS Z 2202的V型缺口試驗片，依JIS Z 2242的要領進行夏比衝擊試驗(Charpy impact test)，並測定了vTrs(脆性轉變溫度)。而且，將vTrs為-30℃以下者評價為韌性優異的鋼板。

【0063】

[耐氨SCC性]

耐氨SCC性，是在試驗溶液內實施四點彎曲試驗，為了促進腐蝕，藉由定電位陽極電解的促進試驗來進行評價。

具體而言，是依以下的程序來實施。

從鋼板表面採取 5mm 厚×15mm×115mm 試驗片，在丙酮中進行超音波脫脂 5 分鐘，藉由四點彎曲對各鋼板施加與降伏強度相等的應力。將該四點彎曲的試驗片設置於試驗槽 (cell)，填充了由氨基甲酸銨 (ammonium carbamate) 12.5g 和液氨 1L 所混合成的溶液後，藉由恆電位器控制成使 +2.0V vs. Pt 流過試驗片，於室溫 (25℃) 下浸漬。在浸漬了 168 小時後，將看不到龜裂的情況判定為耐氨 SCC 性「良」，又將發生了龜裂的情況判定為耐氨 SCC 性「不良」。

【 0064 】

表1

鋼種	成分組成(質量%)																							Ar ₃ (°C)	備考
	C	Si	Mn	Al	N	P	S	O	Cu	Ni	Cr	Mo	Sn	Sb	W	V	Ti	Co	Nb	B	Ca	Mg	REM		
A	0.075	0.39	1.77	0.028	0.0061	0.006	0.0079	0.0024	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	745	發明例
B	0.063	0.27	2.28	0.023	0.0040	0.020	0.0035	0.0029	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	708	
C	0.107	0.19	1.71	0.043	0.0057	0.019	0.0035	0.0014	0.11	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	738	
D	0.037	0.30	1.65	0.046	0.0026	0.008	0.0090	0.0038	—	1.02	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	710	
E	0.075	0.15	1.82	0.044	0.0039	0.006	0.0006	0.0008	—	—	0.04	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	741	
F	0.070	0.16	1.86	0.015	0.0054	0.006	0.0059	0.0019	—	—	—	0.22	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	722	
G	0.068	0.17	1.92	0.046	0.0068	0.003	0.0062	0.0028	—	—	—	—	0.23	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	735	
H	0.081	0.27	1.77	0.014	0.0026	0.001	0.0066	0.0025	—	—	—	—	—	0.39	—	—	—	—	—	—	—	—	—	743	
I	0.029	0.24	1.56	0.036	0.0061	0.010	0.0098	0.0027	0.35	—	0.65	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	759	
J	0.125	0.21	1.31	0.020	0.0044	0.007	0.0055	0.0041	—	0.62	—	0.18	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	718	
K	0.131	0.25	1.22	0.048	0.0070	0.015	0.0071	0.0023	—	—	0.26	—	0.30	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	768	
L	0.110	0.28	1.66	0.032	0.0027	0.005	0.0006	0.0015	—	—	—	0.11	—	0.36	—	—	—	—	—	—	—	—	—	734	
M	0.160	0.37	1.30	0.019	0.0049	0.006	0.0087	0.0021	—	—	—	—	0.25	—	0.07	—	—	—	—	—	—	—	—	756	
N	0.118	0.33	1.71	0.017	0.0024	0.010	0.0062	0.0020	0.08	—	0.07	—	—	0.13	—	—	—	—	—	—	—	—	—	734	
O	0.063	0.32	1.04	0.041	0.0045	0.014	0.0058	0.0049	0.10	0.08	0.44	0.28	0.06	0.16	0.60	—	—	—	—	—	—	—	—	772	
P	0.076	0.28	1.59	0.044	0.0023	0.013	0.0039	0.0037	0.35	0.28	—	—	—	—	—	0.46	—	—	—	—	—	—	—	737	
Q	0.162	0.10	1.68	0.018	0.0056	0.015	0.0028	0.0035	0.36	—	0.66	—	—	—	—	—	0.048	—	—	—	—	—	—	708	
R	0.017	0.05	1.51	0.026	0.0023	0.002	0.0058	0.0038	0.40	—	—	0.27	—	—	—	—	—	0.07	—	—	—	—	—	754	
S	0.113	0.30	1.16	0.042	0.0071	0.018	0.0025	0.0022	0.05	—	—	—	0.24	—	—	—	—	—	0.016	—	—	—	—	781	
T	0.067	0.07	1.71	0.011	0.0031	0.001	0.0085	0.0046	0.33	—	—	—	—	0.09	—	—	—	—	—	0.0019	—	—	—	746	
U	0.069	0.30	1.81	0.010	0.0046	0.003	0.0019	0.0015	0.34	—	—	—	—	—	0.75	—	—	—	—	—	0.0073	—	—	737	
V	0.085	0.38	1.63	0.030	0.0059	0.008	0.0013	0.0028	0.37	—	—	—	0.10	—	—	—	—	—	—	—	—	0.0034	—	746	
W	0.146	0.10	1.67	0.034	0.0055	0.017	0.0046	0.0016	0.38	—	0.58	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	715	
X	0.081	0.30	0.72	0.042	0.0030	0.018	0.0018	0.0046	0.07	0.81	0.54	0.10	0.29	0.18	0.56	0.15	0.037	0.06	0.044	0.0020	0.0073	0.0077	0.0082	765	
Y	0.008	0.10	1.65	0.017	0.0051	0.019	0.0058	0.0037	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	776	
Z	0.212	0.15	1.36	0.026	0.0070	0.018	0.0025	0.0042	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	734	
AA	0.071	0.54	1.80	0.045	0.0037	0.005	0.0086	0.0023	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	744	
AB	0.151	0.15	0.33	0.042	0.0023	0.018	0.0100	0.0028	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	837	
AC	0.164	0.05	2.61	0.013	0.0049	0.005	0.0079	0.0010	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	650	
AD	0.082	0.10	1.87	0.063	0.0047	0.017	0.0047	0.0050	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	735	
AE	0.101	0.18	1.68	0.017	0.0007	0.008	0.0066	0.0044	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	744	
AF	0.082	0.32	2.10	0.012	0.0116	0.005	0.0087	0.0018	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	717	
AG	0.145	0.04	1.55	0.023	0.0076	0.022	0.0078	0.0035	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	741	
AH	0.085	0.13	1.74	0.040	0.0044	0.019	0.0116	0.0021	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	744	
AI	0.107	0.35	1.63	0.013	0.0062	0.014	0.0082	0.0152	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	746	

※ 底線表示不在本發明範圍內。
※ A₁₀=910-310C-80Mn-20Cu-15Cr-55Ni-80Mo (元素符號表示各元素的含量(質量%))

※ 底線表示不在本發明的範圍內。
※ Ar₃=910-310C-80Mn-20Cu-15Cr-55Ni-80Mo (元素符號表示各元素的含量(質量%))

【 0065 】

表2

No.	鋼材		鋼板	熱軋	加速冷卻			再加熱		金屬組織	硬度特性				強度特性		韌性		耐氮 SCC性	備考	
	鋼種	A ₁ s (°C)	板厚 (mm)	結束 溫度 (°C)	開始 溫度 (°C)	冷卻速 度(°C/s)	停止 溫度 (°C)	手段	到達溫度(°C)		(※1)位置	平均硬度 HV0.1	(※1)位置	板厚方向、HV1		YS (MPa)	TS (MPa)	uEI (%)			vTrs (°C)
									(※1) 位置	(※2) 位置				偏差	最大位置 (mm)						
1	A	745	30	830	810	53	375	感應加熱	603	453	92	155	22	3	22	503	625	15	-103	良	
2	B	708	30	740	720	45	337	感應加熱	610	450	94	189	10	3	40	491	596	15	-79	良	
3	B	708	30	740	720	54	340	感應加熱	603	452	92	202	18	4	28	505	652	14	-65	良	
4	B	708	30	760	740	26	285	感應加熱	621	455	92	188	21	1	24	470	575	15	-64	良	
5	B	708	30	760	750	50	210	感應加熱	610	430	94	193	22	3	32	493	665	13	-42	良	
6	B	708	30	780	760	47	327	感應加熱	601	444	99	177	19	2	21	502	629	16	-73	良	
7	B	708	30	780	760	48	330	感應加熱	433	342	92	206	19	4	35	456	578	16	-69	良	
8	B	708	30	730	710	48	365	感應加熱	536	374	98	162	23	2	38	478	580	15	-80	良	
9	C	738	30	800	790	45	358	感應加熱	586	424	95	193	14	3	35	480	608	17	-81	良	
10	D	710	30	820	800	50	340	感應加熱	626	464	97	180	22	3	35	505	616	15	-81	良	
11	E	741	30	910	890	52	299	感應加熱	618	461	95	163	15	3	46	575	712	19	-96	良	
12	F	722	30	750	730	48	360	感應加熱	602	435	96	175	15	3	47	465	594	15	-89	良	
13	G	735	30	830	810	45	344	感應加熱	600	455	97	201	19	3	61	518	619	16	-71	良	
14	H	743	30	870	860	51	287	感應加熱	594	425	94	188	21	3	32	506	690	16	-83	良	
15	I	759	30	780	770	49	296	感應加熱	626	478	95	200	13	3	34	530	644	15	-68	良	
16	J	718	30	740	720	45	330	感應加熱	626	464	95	208	13	2	62	506	588	14	-75	良	
17	K	768	30	830	820	49	362	感應加熱	628	471	96	179	24	2	46	551	847	17	-93	良	
18	L	734	30	850	830	54	370	感應加熱	598	431	98	165	18	1	27	503	699	18	-77	良	
19	M	756	30	830	820	47	332	感應加熱	577	420	98	181	18	2	60	501	833	17	-81	良	
20	N	734	30	750	740	48	333	感應加熱	594	444	98	199	24	2	52	503	587	13	-68	良	
21	O	772	30	840	820	51	350	感應加熱	612	456	97	209	13	2	32	516	663	11	-72	良	
22	P	737	30	770	760	53	285	感應加熱	628	468	96	184	22	1	49	545	693	16	-67	良	
23	Q	708	30	750	730	48	529	感應加熱	640	488	95	218	20	3	59	588	736	14	-39	良	
24	R	754	30	820	800	52	288	感應加熱	592	365	98	191	19	2	54	505	611	15	-75	良	
25	S	781	30	840	830	53	343	感應加熱	571	404	94	188	21	3	34	491	581	17	-72	良	

※底線表示不在本發明的範圍內。
※1:從鋼板之表面起算深度0.5mm的位置
※2:鋼板之板厚1/4位置

發明例

※底線表示不在本發明的範圍內。
※1:從鋼板之表面起算深度0.5mm的位置
※2:鋼板之板厚1/4位置

發明例

表2(接續)

No.	鋼種	鋼材 A ₁₃ (°C)	板厚 (mm)	熱軋		加速冷卻		手段	再加熱		金屬組織				硬度特性				強度特性			韌性 v _{Trs} (°C)	耐氮 SCC性	備考
				結束 溫度 (°C)	冷卻速 度(°C/s)	停止 溫度 (°C)	(※1) 位置		(※2) 位置	B分率 (%)	平均硬度 HV0.1	(※1)位置 偏差	板厚方向、HV1 最大位置 (mm)	YS (MPa)	TS (MPa)	uEI (%)								
26	T	746	30	830	46	355	感應加熱	594	438	95	188	16	3	59	521	621	15	-73	良					
27	U	737	30	770	53	343	感應加熱	590	433	94	194	13	3	37	475	580	13	-81	良					
28	V	746	30	800	53	275	感應加熱	604	451	94	206	24	4	54	503	628	13	-77	良					
29	W	715	30	750	48	320	感應加熱	597	445	94	194	21	3	41	544	730	13	-80	良					
30	X	765	30	790	54	294	感應加熱	577	410	98	201	18	4	27	483	583	12	-62	良					
31	B	708	30	700	685	50	301	感應加熱	571	410	80	199	49	3	59	433	522	13	-27	不良				
32	B	708	30	750	5	328	感應加熱	602	405	92	174	19	2	46	392	475	12	-47	良					
33	B	708	30	770	125	250	感應加熱	631	475	91	228	21	3	66	521	735	12	-23	良					
34	B	708	30	780	46	190	感應加熱	583	428	93	224	22	2	44	521	735	16	-28	良					
35	B	708	30	760	51	820	感應加熱	650	494	92	165	33	4	53	418	489	14	-48	良					
36	B	708	30	740	46	290	感應加熱	350	205	95	240	32	3	64	521	654	15	-78	不良					
37	B	708	30	740	720	52	340	氣體燃燒爐	700	495	94	192	18	4	62	396	498	15	-41	良				
38	B	708	30	750	730	48	303	無	二	二	93	295	52	1	95	511	621	8	-70	不良				
39	B	708	30	730	720	55	322	感應加熱	625	510	98	170	13	2	12	423	526	19	-25	良				
40	Y	776	30	820	800	54	320	感應加熱	625	479	91	156	19	4	59	411	498	16	-88	良				
41	Z	734	30	780	760	52	357	感應加熱	597	430	92	208	27	3	32	494	630	13	-21	良				
42	AA	744	30	770	750	47	365	感應加熱	621	472	95	191	21	2	32	509	598	15	-27	良				
43	AB	837	30	880	870	52	304	感應加熱	581	419	93	155	14	2	38	434	521	15	-86	良				
44	AC	650	30	680	670	55	321	感應加熱	621	468	97	182	29	4	47	527	645	17	-24	良				
45	AD	735	30	880	860	53	311	感應加熱	627	465	98	154	20	2	63	544	706	17	-27	良				
46	AE	744	30	850	830	50	314	感應加熱	614	450	93	185	26	2	31	525	682	15	-21	良				
47	AF	717	30	760	750	54	363	感應加熱	602	440	94	231	18	4	32	491	615	12	-26	良				
48	AG	741	30	840	820	50	362	感應加熱	623	453	96	151	15	4	65	541	656	18	-15	良				
49	AH	744	30	870	860	48	306	感應加熱	588	426	98	206	40	3	36	501	685	15	-9	良				
50	AI	746	30	820	800	45	340	感應加熱	621	487	98	166	37	3	29	553	598	15	-21	良				

※底線表示不在本發明的範圍內。
※1: 從鋼板之表面起算深度0.5mm的位置
※2: 鋼板之板厚1/4位置

比較例

※底線表示不在本發明的範圍內。
※1: 從鋼板之表面起算深度0.5mm的位置
※2: 鋼板之板厚1/4位置

比較例

【0066】從表1及表2可知，發明例全都具有450MPa以上的降伏強度YS、570MPa以上的抗拉強度TS、10%以上的均一伸長率uEl，且vTrs為-30℃以下，而獲得低溫下的韌性及耐氨SCC性優異的鋼板。

【0067】另一方面，No.31～39雖成分組成在本發明的範圍內，因為製造方法不在本發明的範圍內，無法獲得所期望的金屬組織及/或硬度特性。結果，降伏強度YS、抗拉強度TS、低溫下的韌性或耐氨SCC性變差。

【0068】又No.40～50，因為鋼的成分組成不在本發明的範圍內，降伏強度YS、抗拉強度TS、低溫下的韌性或耐氨SCC性變差。又在本發明，鋼的成分組成可就那樣視為鋼板的成分組成。

【發明申請專利範圍】

【請求項1】一種鋼板，其成分組成以質量%計，係含有C：0.010～0.200%、Si：0.01～0.50%、Mn：0.50～2.50%、Al：0.010～0.060%、N：0.0010%以上0.0100%以下、P：0.020%以下、S：0.0100%以下及O：0.0100%以下，剩餘部分為Fe及不可避免的雜質，

該鋼板之硬度特性，在從前述鋼板的表面起算深度0.5mm的位置處，平均硬度為230HV0.1以下，硬度的偏差為30HV0.1以下，且板厚方向之硬度的最大值在從鋼板的表面起算1.0mm～板厚1/4的位置，該板厚方向之硬度的偏差為70HV1以下，

該鋼板之金屬組織，在從前述鋼板的表面起算深度0.5mm的位置處之變韌鐵組織的體積率為90%以上。

【請求項2】如請求項1所述之鋼板，其中，

前述成分組成以質量%計，

進一步含有選自Cu：0.01～0.50%、Ni：0.01～2.00%、Cr：0.01～1.00%、Sn：0.01～0.50%、Sb：0.01～0.50%、Mo：0.01～0.50%及W：0.01～1.00%中之1種以上。

【請求項3】如請求項1或2所述之鋼板，其中，

前述成分組成以質量%計，

進一步含有選自V：0.01～1.00%、Ti：0.005～0.100%、Co：0.01～1.00%、Nb：0.005～0.100%、B：0.0001～0.0100%、Ca：0.0005～0.0200%、Mg：0.0005～

0.0200%及REM：0.0005～0.0200%中之1種以上。

【請求項4】一種鋼板之製造方法，係對於具有以下成分組成的鋼材，進行將軋軋結束溫度設為 Ar_3 變態點以上之熱軋，接下來進行從 Ar_3 變態點以上的冷卻開始溫度起之加速冷卻，接下來進行再加熱，

前述成分組成，以質量%計，係含有C：0.010～0.200%、Si：0.01～0.50%、Mn：0.50～2.50%、Al：0.010～0.060%、N：0.0010%以上0.0100%以下、P：0.020%以下、S：0.0100%以下及O：0.0100%以下，剩餘部分為Fe及不可避免的雜質，

在前述加速冷卻，將冷卻停止溫度設為200～600℃的範圍，且將鋼板之板厚1/4位置處的冷卻速度設為20～120℃/s，

前述再加熱，係將鋼板之板厚1/4位置處的到達溫度設為500℃以下，且進行到使從鋼板之表面起算深度0.5mm的位置處之到達溫度成為400～680℃的範圍為止。

【請求項5】如請求項4所述之鋼板之製造方法，其中，

前述鋼材的成分組成，以質量%計，

進一步含有選自Cu：0.01～0.50%、Ni：0.01～2.00%、Cr：0.01～1.00%、Sn：0.01～0.50%、Sb：0.01～0.50%、Mo：0.01～0.50%及W：0.01～1.00%中之1種以上。

【請求項6】如請求項4或5所述之鋼板之製造方法，

其中，

前述鋼材的成分組成，以質量%計，

進一步含有選自 V：0.01～1.00%、Ti：0.005～0.100%
、Co：0.01～1.00%、Nb：0.005～0.100%、B：0.0001～
0.0100%、Ca：0.0005～0.0200%、Mg：0.0005～0.0200%
及 REM：0.0005～0.0200%中之種以上。