



(21)申請案號：107130272 (22)申請日：中華民國 107 (2018) 年 08 月 30 日

(51)Int. Cl. : C21D8/02 (2006.01) C21D9/46 (2006.01)
C22C38/00 (2006.01)

(30)優先權：2017/08/31 日本 2017-167206

(71)申請人：日商新日鐵住金股份有限公司 (日本) NIPPON STEEL & SUMITOMO METAL CORPORATION (JP)
日本

(72)發明人：橋本元仙 HASHIMOTO, MOTONORI (JP)；匹田和夫 HIKIDA, KAZUO (JP)；戶田由梨 TODA, YURI (JP)

(74)代理人：劉法正；尹重君

申請實體審查：有 申請專利範圍項數：5 項 圖式數：0 共 58 頁

(54)名稱

滲碳用鋼板及滲碳用鋼板的製造方法

(57)摘要

[課題]提供一種延展性較為優異的滲碳用鋼板及其製造方法。[解決手段]一種鋼板，以質量%計含有 C：0.02%以上且小於 0.30%、Si：0.005%以上且小於 0.5%、Mn：0.01%以上且小於 3.0%、P：0.1%以下、S：0.1%以下、sol.Al：0.0002%以上且 3.0%以下、N：0.2%以下、Ti：0.010%以上且 0.150%以下，剩餘部分由 Fe 及不純物所構成；每 1000 μm^2 之碳化物個數為 100 個以下；相對於總碳化物，縱橫比 2.0 以下之碳化物個數比率為 10%以上；碳化物的平均等效圓直徑為 5.0 μm 以下；肥粒鐵的平均結晶粒徑為 10 μm 以下。

【發明說明書】

【中文發明名稱】

滲碳用鋼板及滲碳用鋼板的製造方法

【技術領域】

【0001】發明領域

本發明是有關於一種滲碳用鋼板及滲碳用鋼板的製造方法。

【先前技術】

【0002】發明背景

近年來，對於汽車齒輪、離合器板、阻尼器等的機械構造零件，除了耐久性高之外，還要求要能廉價製造。一般而言，作為此等零件的製造方法，是施行了使用熱鍛造材之切削及滲碳處理。然而，受到降低成本要求的日漸高漲，下述技術的開發正逐漸進展：以熱軋軋鋼板、冷軋軋鋼板作為素材，並在進行冷加工成形為構件形狀後，進行滲碳處理。

【0003】適用這種技術時，對於鋼板也一併要求冷加工性與滲碳熱處理後的淬火性。一般而言，為了要提高淬火性，滲碳用鋼板的抗拉強度便是越高越好。然而，因為提高鋼板強度，冷加工性會劣化。因此，需求能兼具此等相反特性的技術。

【0004】在冷加工中，是將素材衝孔，接著經過彎曲加工、引伸加工、擴孔加工等來成形出構件。扭矩轉換器(torque converter)之阻尼器零件等這類複雜形狀構件

在成形上，是組合各個種變形模式來構成。因此，透過能夠改善彎曲性、擴孔性等這類拉伸凸緣成形性的方法、或者透過可顯著提升鋼板延展性的方法，便可提高冷加工性。由這種觀點出發，近年來已提出了各種技術。

【0005】例如，在以下的專利文獻1中提出了一種技術，是由肥粒鐵與波來鐵來構成熱軋鋼板的組織，之後，施行球狀化退火來將碳化物球狀化。

【0006】另外，在以下的專利文獻2中則提出了下述技術：除了控制碳化物粒徑之外，還控制肥粒鐵晶界碳化物個數相對於肥粒鐵晶粒內碳化物個數的比率，並進一步控制母相即肥粒鐵其結晶粒徑，藉此提升構件滲碳後的衝擊特性。

【0007】又，在以下的專利文獻3中提出下述技術：控制碳化物之粒徑及縱橫比和控制母相即肥粒鐵其結晶粒徑之外，還進一步控制肥粒鐵的縱橫比，藉此提升冷加工性。

【0008】 先前技術文獻

專利文獻

專利文獻1：日本特許第3094856號公報

專利文獻2：國際公開第2016/190370號

專利文獻3：國際公開第2016/148037號

【發明內容】

【0009】發明概要

發明所欲解決之課題

就上述那種機械構造零件來說，為了提高強度而對淬火性有所要求。也就是說，為了透過冷加工來成形出具有複雜形狀的構件，要求在維持淬火性的同時也要確保成形性。

【0010】然而，上述專利文獻1所提出以控制碳化物形態為主的顯微組織之控制中，所獲得的鋼板會缺乏延展性，要加工成複雜形狀之構件是有困難的。再者，上述專利文獻2所提出以控制碳化物與肥粒鐵的顯微組織為主的製造方法中，所獲得的鋼板其成形性雖獲改善，但卻難以確保要加工成複雜形狀之構件所需的延展性。更甚者，上述專利文獻3所提出的方法中，所獲得的鋼板其成形性雖獲改善，但仍舊難以確保要加工成複雜形狀之構件所需的延展性。如此一來，在習知所提案的技術中，要提高滲碳用鋼板之延展性是有困難的，因此，淬火性高的鋼板要適用到尤其是扭矩轉換器之阻尼器零件等這類複雜形狀的零件，一直是有所受限。

【0011】於是，本發明即是鑑於上述問題所完成者，本發明之目的在於，提供一種延展性較為優異的滲碳用鋼板及其製造方法。

【0012】用以解決課題之手段

本案發明人等就解決上述課題之方法，進行了精心探討。結果獲得下述構想：如以下所詳述，降低鋼板內所生成碳化物的個數密度，並將鋼板內的肥粒鐵結晶粒微細化，藉此能夠實現出一種維持淬火性同時延展性較為優異

的滲碳用鋼板，終至完成本發明。

基於這種構想所完成的本發明，其要旨如下所述。

【0013】 [1]一種滲碳用鋼板，其以質量%計含有：
C：0.02%以上且小於0.30%、Si：0.005%以上且小於0.5%、Mn：0.01%以上且小於3.0%、P：0.1%以下、S：0.1%以下、sol.Al：0.0002%以上且3.0%以下、N：0.2%以下、Ti：0.010%以上且0.150%以下，剩餘部分由Fe及不純物所構成；每1000 μ m²之碳化物個數為100個以下；相對於總碳化物，縱橫比2.0以下之碳化物個數比率為10%以上；碳化物的平均等效圓直徑為5.0 μ m以下；肥粒鐵的平均結晶粒徑為10 μ m以下。

[2]如[1]所記載之滲碳用鋼板，其以質量%計更含有下述之1種或2種以上來取代剩餘部分之Fe的一部分：
Cr：0.005%以上且3.0%以下、Mo：0.005%以上且1.0%以下、Ni：0.010%以上且3.0%以下、Cu：0.001%以上且2.0%以下、Co：0.001%以上且2.0%以下、Nb：0.010%以上且0.150%以下、V：0.0005%以上且1.0%以下、B：0.0005%以上且0.01%以下。

[3]如[1]或[2]所記載之滲碳用鋼板，其以質量%計更含有下述之1種或2種以上來取代剩餘部分之Fe的一部分：
Sn：1.0%以下、W：1.0%以下、Ca：0.01%以下、REM：0.3%以下。

[4]一種滲碳用鋼板的製造方法，是製造如[1]~[3]中任1項所記載之滲碳用鋼板的方法，包含：熱軋軋步驟，

是將具有如[1]~[3]中任1項之化學組成的鋼材進行加熱，在800°C以上且小於920°C之溫度區域結束熱精軋後，自熱精軋結束時之溫度起至冷卻停止溫度為止之溫度區域以50°C/s以上且250°C/s以下之平均冷卻速度進行冷卻，並在700°C以下之溫度進行捲取；

第一退火步驟，是將經前述熱軋步驟而得的鋼板、或將前述熱軋步驟後施行過冷軋的鋼板，透過已將氮濃度控制在體積分率計小於25%之退火氣體環境，以1°C/h以上且100°C/h以下之平均加熱速度，加熱至下述式(1)所定義的Ac₁點以下之溫度區域為止，並在該Ac₁點以下之溫度區域保持1h以上且100h以下；第二退火步驟，是將經過前述第一退火步驟之鋼板，以前述1°C/h以上且100°C/h以下之平均加熱速度，加熱至大於下述式(1)所定義的Ac₁點且在790°C以下之溫度區域為止，並在大於該Ac₁點且在790°C以下之溫度區域保持1h以上且100h以下；及冷卻步驟，是對於前述第二退火步驟退火後的鋼板施行下述冷卻，該冷卻是自前述第二退火步驟中退火結束時之溫度起至550°C為止之溫度區域的平均冷卻速度設為1°C/h以上且100°C/h以下。

[5]如[4]所記載之滲碳用鋼板的製造方法，其在前述熱軋步驟與前述第一退火步驟之間更包含保持步驟，該保持步驟是將經前述熱軋步驟而得的鋼板，在大氣中40°C以上且70°C以下之溫度保持72h以上且350h以下。

【0014】 [數學式1]

$$A_{c_1} = 750.8 - 26.6[C] + 17.6[Si] - 11.6[Mn] - 22.9[Cu] - 23[Ni] + 24.1[Cr] \\ + 22.5[Mo] - 39.7[V] - 5.7[Ti] + 232.4[Nb] - 169.4[Al] - 894.7[B]$$

· · · 式 (1)

【0015】此處，上述式(1)中，所謂[X]之標記是表示元素X的含量(單位：質量%)，不含該元素時則代入零。

【0016】發明效果

如同以上說明，依照本發明，就能提供一種淬火性、成形性及延展性較為優異的滲碳用鋼板。

【實施方式】

【0017】用以實施發明之形態

以下，詳細說明本發明適宜的實施形態。

【0018】(關於本案發明人等進行檢討的內容及所獲得的構想)

在說明本發明之滲碳用鋼板及其製造方法之前，先就本案發明人等為了解決上述課題進行檢討之內容，詳細說明如下。

在進行上述檢討時，本案發明人等是針對能提升延展性的方法進行檢討。

【0019】延展性是一種由均勻拉伸與局部拉伸所構成的特性。習知如上所述延展性的兩個觀點中，以改善均勻拉伸為主的技術已有各種提案。然而，為了成形出複雜形狀的零件，不僅是均勻拉伸，同時也讓局部拉伸提升，此點很重要。就均勻拉伸與局部拉伸來說，在面對改善時

顯微組織的控制方針也有所差異。因此，本案發明人等對於能夠同時改善這2種拉伸的組織控制方法，進行了精心探討。結果，獲得了以下的見解：為了同時提升均勻拉伸及局部拉伸這兩者，降低碳化物的個數密度再加上透過含有Ti來使肥粒鐵結晶粒微細化，此舉有效。

【0020】 連同上述專利文獻1~專利文獻3所提出的技術也涵蓋在內，習知以提升加工性為目的而提升均勻拉伸時，肥粒鐵粒徑是越大越好，所以並不積極去含有細粒化效果高的Ti。在本發明中，如以下說明般，特徵在於：製造本發明之滲碳用鋼板時，進行2階段退火。在此，如習知這般，不含有預定量的Ti來作為鋼板成分時，施行2階段退火會導致促進粗粒化，就無法避免延展性中局部拉伸的劣化。然而，本案發明人等精心探討的結果，獲得了有關組織控制方法的見解，該方法可同時提升均勻拉伸及局部拉伸這兩者。以下，針對這種見解，進行詳細說明。

【0021】 首先，為了提升均勻拉伸，抑制拉伸變形中產生空隙，此舉有效。在拉伸變形中，容易從硬質組織與軟質組織之界面開始產生空隙，就滲碳用鋼板來說，則會在肥粒鐵與碳化物之界面助長空隙產生。因此，為了藉由降低鋼板內所存在碳化物的個數密度來減少肥粒鐵與碳化物之界面的總面積，本案發明人等獲得一種能抑制空隙產生的構想。

【0022】 基於這種構想，本案發明人等經過反覆精心探討之結果，將球狀化退火的加熱條件設為2階段，藉

此就能夠達成降低碳化物的個數密度。具體而言，本案發明人等是藉由在球狀化退火步驟中，將經過熱軋軋步驟的鋼板加熱至 A_{c1} 點以下之溫度區域為止，並施行在這種 A_{c1} 點以下之溫度區域保持1h以上且100h以下之第1階退火，接著，將經過第1階退火的鋼板加熱至大於 A_{c1} 點且在 790°C 以下，並施行在這種大於 A_{c1} 點且在 790°C 以下之溫度區域保持1h以上且100h以下之第2階退火，藉此成功降低碳化物的個數密度。

【0023】 就該機構(mechanism)來說，首先，在 A_{c1} 點以下實施第一階段的加熱保持，藉此促進碳擴散，使熱軋軋步驟中生成的板狀碳化物產生球狀化。在該第一階段中，鋼板組織主要是由肥粒鐵與碳化物所構成，於鋼板組織中混合存在著微細碳化物、粗大碳化物。接著，在大於 A_{c1} 點實施第二階段的加熱保持，藉此讓微細碳化物熔解，並降低碳化物的個數密度。吾人認為，在該大於 A_{c1} 點之溫度區域下，會發生碳化物的奧斯華粗化，因而能促進微細碳化物熔解並降低碳化物的個數密度。

【0024】 接著，為了提升局部拉伸，抑制空隙之連結很重要；對於抑制空隙之連結而言，母相即肥粒鐵的細粒化很有效。本案發明人等遂而獲得下述構想：若晶界隨著細粒化而增加，則在碳化物與肥粒鐵之界面所產生之空隙就會變得難以連結。本案發明人等基於這種構想而反覆精心探討後，結果發現：若將肥粒鐵的平均結晶粒徑控制在 $10\mu\text{ m}$ 以下，便能獲得抑制空隙連結之效果。

【0025】於是，本案發明人等更進一步針對使肥粒鐵細粒化之製法反覆檢討，結果發現：將含有0.010%以上之Ti的鋼板供應至熱軋軋，藉此能使變態前的沃斯田鐵細粒化，除此之外，緊接在熱精軋軋後以50°C/s以上之平均冷卻速度將鋼板冷卻並進行捲取，藉此，能在抑制沃斯田鐵粒成長之情況下，使之開始朝肥粒鐵相變態。藉此，肥粒鐵的成核位置會增加，就能將肥粒鐵粒微細化。

【0026】從如上說明之2個觀點來控制顯微組織，藉此能同時提升均勻拉伸與局部拉伸這兩者，結果成功獲得一種維持淬火性同時延展性較為優異的滲碳用鋼板。延展性所帶來優異結果，這種滲碳用鋼板便會展現出較為優異的成形性。

【0027】又，就上述提升延展性(均勻拉伸及局部拉伸)來說，淬火性越高的鋼板，此效果越高。例如，抗拉強度為340MPa級、440MPa級這類抗拉強度在340MPa以上的高強度鋼板中，延展性會顯著提升。因此，藉由上述概略說明這般組織控制，就能維持淬火性同時提升延展性。延展性所帶來優異結果，這種滲碳用鋼板便會展現出較為優異的成形性。

【0028】以下詳述之本發明實施形態的滲碳用鋼板及其製造方法，便是基於如上所述之見解所完成者。基於這種見解所完成之本實施形態的滲碳用鋼板及其製造方法，詳細說明如下。

【0029】(關於滲碳用鋼板)

首先，詳細說明本發明實施形態的滲碳用鋼板。

本實施形態的滲碳用鋼板，具有如以下所詳述之預定化學成分。除此之外，本實施形態的滲碳用鋼板具有下述特定顯微組織：每 $1000\mu\text{ m}^2$ 之碳化物個數為100個以下；相對於總碳化物，縱橫比2.0以下之碳化物個數比率為10%以上；碳化物的平均等效圓直徑為 $5.0\mu\text{ m}$ 以下；並且，肥粒鐵的平均結晶粒徑為 $10\mu\text{ m}$ 以下。藉此，本實施形態的滲碳用鋼板在維持淬火性的同時，就會顯示出較為優異的延展性及成形性。

【0030】 <關於滲碳用鋼板的化學成分>

首先，就本實施形態的滲碳用鋼板所具有之化學成分，進行詳細說明。又，在以下的說明中，有關化學成分的「%」，只要無特別聲明便是意指「質量%」。

【0031】 [C：0.02%以上且小於0.30%]

C(碳)是一種為了確保最終獲得之滲碳構件的板厚中央部強度所必須的元素。又，在滲碳用鋼板中，C是一種會固溶於肥粒鐵晶界而提高晶界強度，並有助於提升局部拉伸的元素。

【0032】 當C含量小於0.02%時，便無法獲得如上所述的提升局部拉伸之效果。因此，本實施形態的滲碳用鋼板中，C含量是設為0.02%以上。C含量宜為0.05%以上。另一方面，當C含量達0.30%以上時，滲碳用鋼板中生成的碳化物其平均等效圓直徑會大於 $5.0\mu\text{ m}$ ，導致均勻拉伸劣化。因此，本實施形態的滲碳用鋼板中，C含量

是設為小於0.30%。C含量宜為0.20%以下。又，考量到均勻拉伸及局部拉伸，還有其等之淬火性的均衡，C含量較宜為0.10%以下，更加適宜為小於0.10%。

【0033】 [Si：0.005%以上且小於0.5%]

Si(矽)是一種會發揮出對熔融鋼脫氧而使鋼健全化之作用的元素。當Si含量小於0.005%時，並無法對熔融鋼進行充分脫氧。因此，本實施形態的滲碳用鋼板中，Si含量是設為0.005%以上。Si含量宜為0.01%以上。另一方面，當Si含量達0.5%以上時，固溶於碳化物的Si會讓碳化物安定化，且在退火的第一階段中，會阻礙碳化物的熔解而無法降低碳化物的個數密度，並損害均勻拉伸。因此，本實施形態的滲碳用鋼板中，Si含量是設為小於0.5%。Si含量宜小於0.3%，較宜小於0.1%。

【0034】 [Mn：0.01%以上且小於3.0%]

Mn(錳)是一種會發揮出對熔融鋼脫氧而使鋼健全化之作用的元素。當Mn含量小於0.01%時，並無法對熔融鋼進行充分脫氧。因此，本實施形態的滲碳用鋼板中，Mn含量是設為0.01%以上。Mn含量宜為0.1%以上。另一方面，當Mn含量達3.0%以上時，固溶於碳化物的Mn會讓碳化物安定化，且在退火的第一階段中，會阻礙碳化物的熔解而無法降低碳化物的個數密度，並損害均勻拉伸。因此，本實施形態的滲碳用鋼板中，Mn含量是設為小於3.0%。Mn含量宜小於2.0%，較宜小於1.0%。

【0035】 [P：0.1%以下]

P(磷)是一種會在肥粒鐵的晶界偏析且會助長脆性破壞而使延展性劣化的元素。當P含量大於0.1%時，肥粒鐵的晶界強度會明顯下降，而均勻拉伸會劣化。因此，本實施形態的滲碳用鋼板中，P含量是設為0.1%以下。P含量宜為0.050%以下，較宜為0.020%以下。另外，P含量的下限並不特別限定。但是，一旦將P含量減低至小於0.0001%，則脫P成本會大幅提高，在經濟上並不利。因此，實際使用的鋼板上，P含量則是0.0001%為實質下限。

【0036】 [S：0.1%以下]

S(硫)是一種會形成夾雜物而使延展性劣化的元素。當S含量大於0.1%時，會生成粗大夾雜物而延展性會劣化。因此，本實施形態的滲碳用鋼板中，S含量是設為0.1%以下。S含量宜為0.010%以下，較宜為0.008%以下。S含量的下限並不特別限定。但是，一旦將S含量減低至小於0.0005%，則脫S成本會大幅提高，在經濟上並不利。因此，實際使用的鋼板上，S含量則是0.0005%為實質下限。

【0037】 [sol.Al：0.0002%以上且3.0%以下]

Al(鋁)是一種會發揮出對熔融鋼脫氧而使鋼健全化之作用的元素。當Al含量小於0.0002%時，並無法對熔融鋼進行充分脫氧。因此，本實施形態的滲碳用鋼板中，Al含量(較詳細來說是sol.Al含量)設為0.0002%以上。Al含量宜為0.0010%以上。另一方面，當Al含量大於3.0%

時，會生成粗大氧化物而損害均勻拉伸。因此，Al含量設為3.0%以下。Al含量宜為2.5%以下，較宜為1.0%以下，更宜為0.5%以下，更加適宜為0.1%以下。

【0038】 [N：0.2%以下]

本實施形態的滲碳用鋼板中，N(氮)含量必須為0.2%以下。當N含量大於0.2%時，會生成粗大氮化物而局部拉伸會明顯降低。因此，本實施形態的滲碳用鋼板中，N含量是設為0.2%以下。N含量宜為0.1%以下，較宜為0.05%以下，更宜為0.01%以下。N含量的下限並不特別限定。但是，一旦將N含量減低至小於0.0001%，則脫N成本會大幅提高，在經濟上並不利。因此，實際使用的鋼板上，N含量則是0.0001%為實質下限。

【0039】 [Ti：0.010%以上且0.150%以下]

Ti(鈦)是一種在熱軋軋步驟會使舊沃斯田鐵粒微細化而有助於肥粒鐵細粒化，並有助於提升局部拉伸的元素。為了獲得這種肥粒鐵微粒化效果，本實施形態的滲碳用鋼板中，是將Ti含量設為0.010%以上。Ti含量宜為0.015%以上。另一方面，考量到生成碳化物、氮化物之影響，並為了獲得提升局部拉伸之效果，Ti含量是設為0.150%以下。Ti含量宜為0.075%以下。

【0040】 [Cr：0.005%以上且3.0%以下]

Cr(鉻)是一種在最終獲得之滲碳構件中具有提高淬火性效果之元素，同時也是一種在滲碳用鋼板中會使肥粒鐵結晶粒微細化而有助於更為提升局部拉伸之元素。因此，

本實施形態的滲碳用鋼板中，亦可視需求而含有Cr。在含有Cr之情況下，為了獲得更為提升局部拉伸之效果，宜將Cr含量設為0.005%以上。Cr含量較宜為0.010%以上。又，考量到生成碳化物、氮化物之影響，並為了獲得更加提升局部拉伸之效果，Cr含量宜設為3.0%以下。Cr含量較宜為2.0%以下，更宜為1.5%以下。

【0041】 [Mo：0.005%以上且1.0%以下]

Mo(鉬)是一種在最終獲得之滲碳構件中具有提高淬火性效果之元素，同時也是一種在滲碳用鋼板中會使肥粒鐵結晶粒微細化而有助於更為提升局部拉伸之元素。因此，本實施形態的滲碳用鋼板中，亦可視需求而含有Mo。在含有Mo之情況下，為了獲得更為提升局部拉伸之效果，宜將Mo含量設為0.005%以上。Mo含量較宜為0.010%以上。又，考量到生成碳化物、氮化物之影響，並為了獲得更加提升局部拉伸之效果，Mo含量宜設為1.0%以下。Mo含量較宜為0.8%以下。

【0042】 [Ni：0.010%以上且3.0%以下]

Ni(鎳)是一種在最終獲得之滲碳構件中具有提高淬火性效果之元素，同時也是一種在滲碳用鋼板中會使肥粒鐵結晶粒微細化而有助於更為提升局部拉伸之元素。因此，本實施形態的滲碳用鋼板中，亦可視需求而含有Ni。在含有Ni之情況下，為了獲得更為提升局部拉伸之效果，宜將Ni含量設為0.010%以上。Ni含量較宜為0.050%以上。又，考量到Ni在晶界偏析的影響，並為了獲得更加

提升局部拉伸之效果，Ni含量宜設為3.0%以下。Ni含量較宜為2.0%以下，更宜為1.0%以下，更加適宜為0.5%以下。

【0043】 [Cu：0.001%以上且2.0%以下]

Cu(銅)是一種在最終獲得之滲碳構件中具有提高淬火性效果之元素，同時也是一種在滲碳用鋼板中會使肥粒鐵結晶粒微細化而有助於更為提升局部拉伸之元素。因此，本實施形態的滲碳用鋼板中，亦可視需求而含有Cu。在含有Cu之情況下，為了獲得更為提升局部拉伸之效果，宜將Cu含量設為0.001%以上。Cu含量較宜為0.010%以上。又，考量到Cu在晶界偏析的影響，並為了獲得更加提升局部拉伸之效果，Cu含量宜設為2.0%以下。Cu含量較宜為0.80%以下，更宜為0.50%以下。

【0044】 [Co：0.001%以上且2.0%以下]

Co(鈷)是一種在最終獲得之滲碳構件中具有提高淬火性效果之元素，同時也是一種在滲碳用鋼板中會使肥粒鐵結晶粒微細化而有助於更為提升局部拉伸之元素。因此，本實施形態的滲碳用鋼板中，亦可視需求而含有Co。在含有Co之情況下，為了獲得更為提升局部拉伸之效果，宜將Co含量設為0.001%以上。Co含量較宜為0.010%以上。又，考量到Co在晶界偏析的影響，並為了獲得更加提升局部拉伸之效果，Co含量宜設為2.0%以下。Co含量較宜為0.80%以下。

【0045】 [Nb：0.010%以上且0.150%以下]

Nb(鈮)是一種會使肥粒鐵結晶粒微細化而有助於更為提升局部拉伸之元素。因此，本實施形態的滲碳用鋼板中，亦可視需求而含有Nb。在含有Nb之情況下，為了獲得更為提升局部拉伸之效果，宜將Nb含量設為0.010%以上。Nb含量較宜為0.035%以上。又，考量到生成碳化物、氮化物之影響，並為了獲得更加提升局部拉伸之效果，Nb含量宜設為0.150%以下。Nb含量較宜為0.120%以下，更宜為0.100%以下，更加適宜為0.050%以下。

【0046】 [V：0.0005%以上且1.0%以下]

V(釩)是一種會使肥粒鐵結晶粒微細化而有助於更為提升局部拉伸之元素。因此，本實施形態的滲碳用鋼板中，亦可視需求而含有V。在含有V之情況下，為了獲得更為提升局部拉伸之效果，V含量宜設為0.0005%以上。V含量較宜為0.0010%以上。又，考量到生成碳化物、氮化物之影響，並為了獲得更加提升局部拉伸之效果，V含量宜設為1.0%以下。V含量較宜為0.80%以下，更宜為0.10%以下，更加適宜為0.050%以下。

【0047】 [B：0.0005%以上且0.01%以下]

B(硼)是一種會在肥粒鐵的晶界偏析來提升晶界強度，並更為提升均勻拉伸的元素。因此，本實施形態的滲碳用鋼板中，亦可視需求而含有B。在含有B之情況下，為了獲得更為提升均勻拉伸之效果，B含量宜設為0.0005%以上。B含量較宜為0.0010%以上。又，就算含有大於0.01%的B，如上所述的更為提升均勻拉伸之效果

仍達飽和，因此，**B**含量宜設為0.01%以下。**B**含量較宜為0.0075%以下，更宜為0.0050%以下，更加適宜為0.0030%以下。

【0048】 [Sn：1.0%以下]

Sn(錫)是一種會發揮出對熔融鋼脫氧而使鋼更為健全化之作用的元素。因此，本實施形態的滲碳用鋼板中，亦可視需求而以1.0%為上限來含有**Sn**。**Sn**含量較宜為0.5%以下。

【0049】 [W：1.0%以下]

W(鎢)是一種會發揮出對熔融鋼脫氧而使鋼更為健全化之作用的元素。因此，本實施形態的滲碳用鋼板中，亦可視需求而以1.0%為上限來含有**W**。**W**含量較宜為0.5%以下。

【0050】 [Ca：0.01%以下]

Ca(鈣)是一種會發揮出對熔融鋼脫氧而使鋼更為健全化之作用的元素。因此，本實施形態的滲碳用鋼板中，亦可視需求而以0.01%為上限來含有**Ca**。**Ca**含量較宜為0.005%以下。

【0051】 [REM：0.3%以下]

REM(希土類金屬)是一種會發揮出對熔融鋼脫氧而使鋼更為健全化之作用的元素。因此，本實施形態的滲碳用鋼板中，亦可視需求而以0.3%為上限來含有**REM**。

【0052】另外，**REM**是由**Sc**(釷)、**Y**(鉕)及鑷系元素系列之元素所構成合計17種元素的總稱，**REM**含量則意

指上述元素的合計量。REM雖多是使用稀土金屬合金(mischmetall)來含有，但也會有複合含有La(鐳)、Ce(鈾)以外的鐳系元素系列元素之情況。就算是這種情況，本實施形態的滲碳用鋼板也會發揮出不僅是淬火性及成形性，就連延展性也優異的效果。又，就算含有金屬La、Ce等的金屬REM，本實施形態的滲碳用鋼板仍會顯示出優異的延展性。

【0053】 [剩餘部分：Fe及不純物]

板厚中央部之成分組成的剩餘部分，為Fe及不純物。作為不純物可舉例如，從鋼原料、廢料，及/或，製鋼過程中不可避免混入，且在不阻礙本實施形態的滲碳用鋼板特性之範圍下所允許的元素。

【0054】 以上，詳細說明完本實施形態的滲碳用鋼板所具有的化學成分。

【0055】 <關於滲碳用鋼板的顯微組織>

接著，針對構成本實施形態滲碳用鋼板的顯微組織，進行詳細說明。

本實施形態的滲碳用鋼板之顯微組織，實質上是以肥粒鐵與碳化物所構成。更詳細來說，本實施形態的滲碳用鋼板之顯微組織中是構成如下：肥粒鐵面積率為例如85~95%之範圍內，碳化物面積率為例如5~15%之範圍內，並且，肥粒鐵與碳化物合計面積率不大於100%。

【0056】 如上所述的肥粒鐵及碳化物的面積率，是以垂直於滲碳用鋼板寬度方向之剖面作為觀察面所採取的

樣本來進行測定。樣本的長度雖是視測定裝置而定，不過10mm~25mm左右即可。樣本在研磨觀察面後，以硝太蝕劑進行蝕刻。以熱場發射型掃描式顯微鏡(例如，JEOL製JSM-7001F)，觀察經硝太蝕劑蝕刻後觀察面的下述位置：板厚1/4位置(意指：從滲碳用鋼板表面起算在鋼板厚度方向上鋼板厚度1/4的位置)、板厚3/8位置及板厚1/2位置的範圍。

【0057】對於各個樣本的觀察對象範圍以 $2500\mu\text{ m}^2$ 之範圍觀察10個視野，於各個視野，測定視野面積中肥粒鐵及碳化物所占面積的比率。然後，將總視野中肥粒鐵所占面積比率的平均值、及總視野中碳化物所占面積比率的平均值，分別作為肥粒鐵的面積率及碳化物的面積率。

【0058】在本案中，本實施形態之顯微組織中的碳化物主要為：鐵與碳的化合物即雪明碳鐵(Fe_3C)，及 ϵ 系碳化物(Fe_{2-3}C)等的鐵系碳化物。又，除了上述鐵系碳化物之外，顯微組織中的碳化物有時也含有：雪明碳鐵中的Fe原子經Mn、Cr等置換後的化合物、或合金碳化物(M_{23}C_6 、 M_6C 、 MC 等；M是Fe及其他金屬元素，或者Fe以外的金屬元素)。本實施形態之顯微組織中的碳化物，其大致上是由鐵系碳化物所構成。因此，就如上所述的碳化物而言，若著眼於如以下所詳述之個數時，其個數可為如上所述之各種碳化物的合計個數，亦可僅為鐵系碳化物的個數。也就是說，如以下所詳述之關於碳化物的個數比率，可為含有鐵系碳化物的各種碳化物作為母集團者，也

可為僅以鐵系碳化物作為母集團者。鐵系碳化物可例如對樣品使用繞射分析或EDS(Energy dispersive X-ray spectrometry)來進行測定。

【0059】如先前所說明般，為了提升滲碳用鋼板的延展性，降低碳化物的個數密度，進一步透過含有Ti來使肥粒鐵結晶粒微細化，此點很重要。

【0060】如上所述，延展性是由均勻拉伸與局部拉伸所構成。習知延展性的兩個觀點中，以改善均勻拉伸為主的技術已有各種提案，但是，為了成形出複雜形狀的零件，不僅是均勻拉伸，同時也讓局部拉伸提升，此點很重要。就均勻拉伸與局部拉伸來說，在面對改善時顯微組織的控制方針也有所差異，因此，本案發明人等對於能夠同時改善這2種拉伸的組織控制方法，進行了精心探討。結果，獲得了以下的見解。

【0061】首先，為了提升均勻拉伸，抑制拉伸變形中產生空隙一事很有效。在拉伸變形中，空隙容易從硬質組織與軟質組織之界面產生；在滲碳用鋼板中，則是在肥粒鐵與碳化物之界面會助長空隙產生。因此，本案發明人等精心探討後，結果發現：藉由降低碳化物的個數密度來減少肥粒鐵與碳化物之界面總面積，而抑制空隙產生。

【0062】接著，對於提升局部拉伸而言，抑制空隙之連結很重要；對於抑制空隙之連結而言，母相即肥粒鐵的細粒化很有效。本案發明人等遂而獲得以下構想：若晶界隨著細粒化而增加，則在碳化物與肥粒鐵之界面所產生

的空隙會變得難以連結。本案發明人等基於這種構想而反覆精心探討後，結果發現：藉由肥粒鐵的平均結晶粒徑控制在 $10\mu\text{ m}$ 以下，來抑制空隙之連結。

以下，針對構成本實施形態滲碳用鋼板之顯微組織的限定理由，進行詳細說明。

【0063】 [每 $1000\mu\text{ m}^2$ 之碳化物個數：100個以下]

本實施形態中的碳化物乃如上述般，主要是由雪明碳鐵(Fe_3C)及 ϵ 系碳化物(Fe_{2-3}C)等的鐵系碳化物所構成。本案發明人等檢討的結果，下述變得明朗：若每 $1000\mu\text{ m}^2$ 之碳化物個數為100個以下，便能獲得良好的均勻拉伸。因此，在本實施形態的滲碳用鋼板中，每 $1000\mu\text{ m}^2$ 之碳化物個數是設為100個以下。在本案中，從以下所示測定方法也清楚可知，本實施形態中的「每 $1000\mu\text{ m}^2$ 之碳化物個數」，是在滲碳用鋼板之板厚 $1/4$ 位置中，具有 $1000\mu\text{ m}^2$ 之面積的任意區域中碳化物平均個數。每 $1000\mu\text{ m}^2$ 之碳化物個數宜為90個以下。另外，每 $1000\mu\text{ m}^2$ 之碳化物個數的下限，並未特別限定。但是，實際機械作業中，要將每 $1000\mu\text{ m}^2$ 之碳化物個數設為小於5個是有困難的，故5個為實質下限。

【0064】 [總碳化物之中縱橫比2.0以下之碳化物個數比率：10%以上]

本案發明人等檢討的結果，下述變得明朗：總碳化物之中，若縱橫比2.0以下之碳化物個數比率為10%以上，便能獲得良好的均勻拉伸。當總碳化物之中縱橫比2.0以

下之碳化物個數比率小於10%時，會助長龜裂於拉伸變形時產生，而無法獲得良好的均勻拉伸。因此，在本實施形態的滲碳用鋼板中，將總碳化物之中縱橫比2.0以下之碳化物個數比率設為10%以上。以更為提升均勻拉伸之目的，總碳化物之中縱橫比2.0以下之碳化物個數比率宜為20%以上。總碳化物之中縱橫比2.0以下之碳化物個數比率之上限，並未特別限定。但是，實際機械作業中要設為98%以上是有困難的，故98%為實質上限。

【0065】 [碳化物的平均等效圓直徑：5.0 μ m以下]

在本實施形態的滲碳用鋼板之顯微組織中，碳化物的平均等效圓直徑必須為5.0 μ m以下。在碳化物的平均等效圓直徑大於5.0 μ m之情況下，裂紋會於拉伸變形時產生，而無法獲得良好的均勻拉伸。碳化物的平均等效圓直徑越小，則均勻拉伸越良好；碳化物的平均等效圓直徑宜為1.0 μ m以下。碳化物的平均等效圓直徑的下限，並未特別限定。但是，實際機械作業中，要將碳化物的平均等效圓直徑設為0.01 μ m以下是有困難的，故0.01 μ m為實質下限。

【0066】 [肥粒鐵的平均結晶粒徑：10 μ m以下]

本實施形態的滲碳用鋼板之顯微組織中，肥粒鐵的平均結晶粒徑必須為10 μ m以下。在肥粒鐵的平均結晶粒徑大於10 μ m之情況下，會助長龜裂於拉伸變形時伸展，而無法獲得良好的局部拉伸。肥粒鐵的平均結晶粒徑越小，則局部拉伸越良好；肥粒鐵的平均結晶粒徑宜為8.0 μ m

以下。肥粒鐵的平均結晶粒徑的下限，並未特別限定。但是，實際機械作業中，要將肥粒鐵的平均結晶粒徑設為 $0.1\mu\text{ m}$ 以下是有困難的，故 $0.1\mu\text{ m}$ 為實質下限。

【0067】 接著，針對顯微組織中碳化物的個數及個數比率、碳化物的平均等效圓直徑、以及肥粒鐵的平均結晶粒徑之測定方法，進行詳細說明。

首先，從滲碳用鋼板，以垂直於其表面的剖面(板厚剖面)可供觀察之方式，切出樣本。樣本的長度雖是視測定裝置而定，但 10 mm 左右即可。將剖面進行研磨及腐蝕，並測定：碳化物的個數密度、縱橫比、平均等效圓直徑、及肥粒鐵的平均結晶粒徑。就研磨而言，例如使用粒度 600 到粒度 1500 的碳化矽紙(Silicon carbide paper)對測定面進行研磨後，使用下述液體修飾成鏡面即可；該液體是已將粒徑為 $1\mu\text{ m}$ 至 $6\mu\text{ m}$ 的鑽石粉末分散至醇等稀釋液或純水中者。就腐蝕而言，只要是能優先腐蝕碳化物與肥粒鐵之界面、或肥粒鐵晶界之手法，便無特別限制，例如，亦能以 3% 硝酸-醇溶液進行蝕刻；作為腐蝕碳化物與基鐵之晶界的手段，亦可採用下述方法：藉由非水溶劑系電解液進行定電位電解蝕刻法(黑澤文夫等，日本金屬學會誌， 43 ， 1068 ，(1979))等，將基鐵除去數微米左右並僅使碳化物殘留下來。

【0068】 關於碳化物的個數密度，是使用熱場發射型掃描式顯微鏡(例如，JEOL製JSM-7001F)，對樣本之板厚 $1/4$ 位置，於 $2500\mu\text{ m}^2$ 之範圍，且在板厚方向 $20\mu\text{ m}$ 、

在輾軋方向 $50\mu\text{m}$ 之範圍進行攝影，並使用圖像解析軟體(例如，Media Cybernetics製Image-Pro Plus)，就攝影後視野中碳化物的個數進行測定。同樣的解析於5個視野下進行，並以5個視野的平均值作為每 $1000\mu\text{m}^2$ 之碳化物個數。

【0069】碳化物之縱橫比的算出，則是使用熱場發射型掃描式顯微鏡(例如，JEOL製JSM-7001F)，對樣本的板厚1/4位置觀察 $2500\mu\text{m}^2$ 之範圍來進行。就觀察到的視野所含全部碳化物，測定長軸與短軸而算出縱橫比(長軸/短軸)，並求出其平均值。在5個視野實施上述觀察，並將5個視野的平均值作為樣本的碳化物縱橫比。參考所得到的碳化物之縱橫比，從縱橫比2.0以下的碳化物總個數與存在於上述5個視野的碳化物合計數，算出總碳化物中縱橫比2.0以下之碳化物的個數比率。

【0070】碳化物的平均等效圓直徑，則是使用熱場發射型掃描式顯微鏡(例如，JEOL製JSM-7001F)，對樣本的板厚1/4位置就 $600\mu\text{m}^2$ 之範圍攝影4個視野。對各個視野，使用圖像解析軟體(例如，Media Cybernetics製Image-Pro Plus)，分別測定所拍到碳化物之長軸與短軸。就視野中各個碳化物，以所得到的長軸與短軸之平均值作為該碳化物的直徑；就視野中所拍到的全部碳化物，則算出所得到的直徑之平均值。如此獲得在4個視野中碳化物直徑平均值再以視野數量作平均，作為碳化物的平均等效圓直徑。

【0071】肥粒鐵的平均結晶粒徑，是使用熱場發射型掃描式顯微鏡(例如，JEOL製JSM-7001F)，對樣本之板厚1/4位置，就 $2500\mu\text{ m}^2$ 之範圍進行攝影，並對於所得到的圖像應用線段法來算出。

【0072】以上，已詳細說明完本實施形態滲碳用鋼板所具有的顯微組織。

【0073】<關於滲碳用鋼板之板厚>

以本實施形態滲碳用鋼板之板厚來說，並未特別限定，不過宜設為例如2mm以上。藉由將滲碳用鋼板之板厚設為2mm以上，就能使捲材寬度方向之板厚差變得較小。滲碳用鋼板之板厚較宜為2.3mm以上。又，滲碳用鋼板之板厚並未特別限定，不過宜設為6mm以下。藉由將滲碳用鋼板之板厚設為6mm以下，可降低壓製成形時的荷重，就能使零件的成形變得較容易進行。滲碳用鋼板之板厚較宜為5.8mm以下。

【0074】以上，已詳細說明完本實施形態的滲碳用鋼板。

【0075】(關於滲碳用鋼板的製造方法)

接著，針對用以製造如以上說明之本實施形態滲碳用鋼板的方法，進行詳細說明。

【0076】用以製造如以上說明之本實施形態滲碳用鋼板的製造方法，包含：(A)熱軋軋步驟，是使用具有如先前說明化學組成的鋼材，依據預定條件來製造熱軋軋鋼板；(B)第一退火步驟，是對於所得到的熱軋軋鋼板、或

對於在熱軋步驟後施行過冷軋的鋼板，依據預定熱處理條件來施行第一階段退火處理；(C)第二退火步驟，是對經過第一退火步驟之鋼板，依據預定熱處理條件來施行第二階段退火處理；及(D)冷卻步驟，是將第二退火步驟中退火後之鋼板，依據預定冷卻條件進行冷卻。

以下，針對上述熱軋步驟、第一退火步驟、第二退火步驟、及冷卻步驟，進行詳細說明。

【0077】 <關於熱軋步驟>

以下詳述的熱軋步驟，是使用具有預定化學組成的鋼材，依據預定條件來製造熱軋鋼板的步驟。

【0078】 在此，供給至熱軋的鋼片(鋼材)為一般作法所製造之鋼片即可，例如可使用連續鑄造鋼胚、薄鋼胚鑄造機等一般方法所製造之鋼片。

【0079】 更詳言之，使用具有如先前說明的化學組成之鋼材，將這種鋼材進行加熱並供給至熱軋，在 800°C 以上且小於 920°C 之溫度區域結束熱精軋後，自熱精軋結束時之溫度起至冷卻停止溫度為止之溫度區域以 $50^{\circ}\text{C}/\text{s}$ 以上且 $250^{\circ}\text{C}/\text{s}$ 以下之平均冷卻速度進行冷卻，並在 700°C 以下之溫度進行捲取作成熱軋鋼板。

【0080】 [熱精軋的軋溫度： 800°C 以上且小於 920°C]

在本實施形態的熱軋步驟中，熱精軋的軋必須在 800°C 以上的軋溫度進行。當熱精軋時的軋溫度(即，精軋溫度)小於 800°C 而低溫化時，由於肥粒鐵變

態開始溫度也會下降，會導致析出的碳化物粗大化，均勻拉伸會劣化。因此，在本實施形態的熱軋軋步驟中，將精軋軋溫度設為 800°C 以上。精軋軋溫度宜為 830°C 以上。另一方面，當精軋軋溫度達 920°C 以上時，沃斯田鐵粒粗大化會變得顯著，肥粒鐵成核位置會減少，結果便招致肥粒鐵粒粗大化，且局部拉伸會劣化。因此，在本實施形態的熱軋軋步驟中，將精軋軋溫度設為小於 920°C 。精軋軋溫度宜小於 900°C 。

【0081】 [熱精軋軋結束後之平均冷卻速度： $50^{\circ}\text{C}/\text{s}$ 以上且 $250^{\circ}\text{C}/\text{s}$ 以下]

在本實施形態的熱軋軋步驟中，於熱精軋軋結束後，將鋼板以 $50^{\circ}\text{C}/\text{s}$ 以上且 $250^{\circ}\text{C}/\text{s}$ 以下之平均冷卻速度進行冷卻。當平均冷卻速度小於 $50^{\circ}\text{C}/\text{s}$ 時，沃斯田鐵的粒成長會過度進展，就不能獲得肥粒鐵細粒化的效果，導致局部拉伸劣化。熱精軋軋後之平均冷卻速度宜為 $60^{\circ}\text{C}/\text{s}$ 以上，較宜為 $100^{\circ}\text{C}/\text{s}$ 以上。另一方面，當平均冷卻速度大於 $250^{\circ}\text{C}/\text{s}$ 時，朝肥粒鐵的變態會受抑制，而在滲碳用鋼板中，就會變得難以將肥粒鐵的結晶粒徑控制在 $10\mu\text{m}$ 以下。熱精軋軋後之平均冷卻速度宜為 $170^{\circ}\text{C}/\text{s}$ 以下。

【0082】 [捲取溫度： 700°C 以下]

為了將所製造之滲碳用鋼板的顯微組織控制成如先前說明的顯微組織，在供給到後段的退火步驟(更詳言之，是球狀化退火)前的鋼板組織(熱軋鋼板)宜為下述：主要含有面積率合計 100% 以下的肥粒鐵與波來鐵，該肥

粒鐵以面積率計為10%以上且80%以下，該波來鐵以面積率計為10%以上且60%以下；剩餘部分則由變韌鐵、麻田散鐵、回火麻田散鐵、及殘留沃斯田鐵之至少任一者所構成。

【0083】 本實施形態的熱軋軋步驟中，當捲取溫度大於700℃時，會過度促進肥粒鐵變態，結果導致波來鐵的生成受到抑制，而在退火後的滲碳用鋼板中，會變得難以將總碳化物之中縱橫比2.0以下之碳化物個數比率為控制到10%以上。因此，在本實施形態的熱軋軋步驟中，將捲取溫度之上限設為700℃。就本實施形態的熱軋軋步驟之捲取溫度而言，下限並未特別規定。但是，實際機械作業上，要在室溫以下進行捲取會有困難，故室溫為實質下限。由降低在後段退火步驟後碳化物個數密度的觀點來看，本實施形態的熱軋軋步驟之捲取溫度宜為400℃以上。

【0084】 另外，以如上所述熱軋軋步驟進行捲取後的鋼板(熱軋軋鋼板)，亦可回捲並酸洗，再施行冷軋軋。以酸洗來除去鋼板表面氧化物，藉此期待能更為提升擴孔性等。另外，酸洗可進行一次，也可分成數次來進行。冷軋軋可以是以一般軋縮率(例如，30~90%)來進行的冷軋軋。就熱軋軋鋼板及冷軋軋鋼板來說，除了經熱軋軋及冷軋軋後保持原樣者以外，也還包含以一般條件施行過調質軋軋的鋼板。

【0085】 在本實施形態的熱軋軋步驟中，透過以上

方式而製造出熱軋鋼板。對於所製造出的熱軋鋼板、或者對於熱軋步驟後施行過冷軋的鋼板，進一步透過如以下所詳述之2個退火步驟來施行特定退火處理，同時透過如以下所詳述之冷卻步驟來施行特定冷卻處理，藉此可獲得本實施形態的滲碳用鋼板。

【0086】 <關於第一退火步驟>

以下詳述的第一退火步驟，是一種如下的步驟：對於上述熱軋步驟所得熱軋鋼板、或對於熱軋步驟後施行過冷軋的鋼板，依據加熱溫度為 A_{c1} 點以下之特定熱處理條件來施行第一階的退火處理(球狀化退火處理)。

【0087】更詳言之，在本實施形態的第一退火步驟中，將上述方式所得熱軋鋼板、或將熱軋步驟後施行過冷軋的鋼板，透過已將氮濃度控制在體積分率計小於25%之退火氣體環境，以 $1^{\circ}\text{C}/\text{h}$ 以上且 $100^{\circ}\text{C}/\text{h}$ 以下之平均加熱速度，加熱至下述式(101)所定義的 A_{c1} 點以下之溫度區域為止，並在 A_{c1} 點以下之溫度區域保持1h以上且100h以下。

此處，下述式(101)中，所謂[X]之標記是表示元素X的含量(單位：質量%)，不含該元素時則代入零。

【0088】 [數學式2]

$$A_{c1} = 750.8 - 26.6[\text{C}] + 17.6[\text{Si}] - 11.6[\text{Mn}] - 22.9[\text{Cu}] - 23[\text{Ni}] + 24.1[\text{Cr}] \\ + 22.5[\text{Mo}] - 39.7[\text{V}] - 5.7[\text{Ti}] + 232.4[\text{Nb}] - 169.4[\text{Al}] - 894.7[\text{B}]$$

···式(101)

【0089】 [退火氣體環境：已將氮濃度控制在體積分率計小於25%之氣體環境]

如上所述的第一退火步驟中，退火氣體環境是作成：已將氮濃度控制在體積分率計小於25%的氣體環境。當氮濃度以體積分率計達25%以上時，則鋼板中會形成粗大碳氮化物，並招致均勻拉伸的劣化，故不適宜。上述氮濃度是越低越好。但是，要想將氮濃度控制在體積分率計1%以下，則成本上不利，故體積分率1%為實質下限。

【0090】 氣體環境的氣體為例如由氮、氫等氣體或氫等惰性氣體中適宜選擇至少一種；使退火步驟所用加熱爐內的氮濃度為所欲濃度之方式選用上述各種氣體即可。又，若量少，則就算氣體環境氣體中含有氧等氣體也不會有問題。又，氣體環境氣體之氫濃度越高越好，例如，藉由將氫濃度設為60%以上，藉此能提高退火裝置內的熱傳導性，並能削減製造成本。更具體而言，退火氣體環境來說，亦可將氫濃度以體積分率計設為95%以上，並以剩餘部分為氮。加熱爐內的氣體環境氣體，是可例如一邊導入上述氣體一邊適宜偵測加熱爐內的氣體濃度，藉此加以控制。

【0091】 [平均加熱速度：1°C/h以上且100°C/h以下]

在本實施形態的第一退火步驟中，必須將平均加熱速度設在1°C/h以上且100°C/h以下，且必須加熱至上述式(101)所界定的Ac₁點以下之溫度區域為止。當平均加熱速度小於1°C/h時，會助長碳化物粗大化，碳化物的平均

等效圓直徑會大於 $5.0\mu\text{ m}$ ，而均勻拉伸會劣化。第一退火步驟中的平均加熱速度宜為 5°C/h 以上。另一方面，當平均加熱速度大於 100°C/h 時，便不會充分促進碳化物球狀化，而難以將總碳化物之中縱橫比 2.0 以下之碳化物個數比率控制在 10% 以上。第一退火步驟中的平均加熱速度宜為 90°C/h 以下。

【0092】 [加熱溫度： A_{c1} 點以下]

又，如上述般，本實施形態的第一退火步驟中的加熱溫度，必須設在上述式(101)所界定的 A_{c1} 點以下。當加熱溫度大於 A_{c1} 點時，便不會充分促進碳化物球狀化，而難以將總碳化物之中縱橫比 2.0 以下之碳化物個數比率控制在 10% 以上。另外，第一退火步驟中加熱溫度之溫度區域的下限並未特別規定。但是，一旦加熱溫度之溫度區域小於 600°C ，則第一退火處理中的保持時間會變長，製造成本上變得不利。因此，加熱溫度之溫度區域宜設為 600°C 以上。為了更適切控制碳化物的狀態，本實施形態第一退火步驟中的加熱溫度之溫度區域較宜設為 630°C 以上。又，為了更適切控制碳化物的狀態，本實施形態第一退火步驟中的加熱溫度之溫度區域較宜設為 670°C 以下。

【0093】 [保持時間：在 A_{c1} 點以下之溫度區域， 1h 以上且 100h 以下]

本實施形態的第一退火步驟中，必須在如上所述的 A_{c1} 點以下(宜為 600°C 以上且 A_{c1} 點以下)之溫度區域保持 1h 以上且 100h 以下。當保持時間小於 1h 時，便不會充分

促進碳化物球狀化，而難以將總碳化物之中縱橫比2.0以下之碳化物個數比率控制在10%以上。本實施形態第一退火步驟中， A_{c1} 點以下(宜為600°C以上且 A_{c1} 點以下)之溫度區域的保持時間宜為10h以上。另一方面，當 A_{c1} 點以下(宜為600°C以上且 A_{c1} 點以下)之溫度區域的保持時間大於100h時，會助長碳化物粗大化，碳化物的平均等效圓直徑會大於5.0 μ m，而均勻拉伸會劣化。本實施形態第一退火步驟中， A_{c1} 點以下(宜為600°C以上且 A_{c1} 點以下)之溫度區域的保持時間宜為90h以下。

【0094】接在如以上說明之第一退火步驟後，實施以下詳述的第二退火步驟。在本案中，第一退火步驟與第二退火步驟之間的時間間隔宜盡量縮短，較宜是使用相鄰設置的2個加熱爐，來連續進行第一退火步驟及第二退火步驟。

【0095】<關於第二退火步驟>

以下詳述的第二退火步驟，是對於經過上述第一退火步驟後的鋼板，依據加熱溫度達大於 A_{c1} 點之特定熱處理條件來施行第二階段退火處理(球狀化退火處理)之步驟。

【0096】更詳言之，本實施形態的第二退火步驟，是對於經過如上所述的第一退火步驟後的鋼板，以1°C/h以上且100°C/h以下之平均加熱速度，加熱至大於上述式(101)所定義的 A_{c1} 點且在790°C以下之溫度區域，並在大於 A_{c1} 點且在790°C以下之溫度區域保持1h以上且100h以下。在本案中，第二退火步驟中的退火氣體環境

條件，設為與第一退火步驟中的退火氣體環境相同的條件即可。

【0097】 [平均加熱速度：1°C/h以上且100°C/h以下]

在本實施形態的第二退火步驟中，必須將平均加熱速度設在1°C/h以上且100°C/h以下，並且必須加熱至大於上述式(101)所界定的 A_{c1} 點且在790°C以下之溫度區域為止。當平均加熱速度小於1°C/h時，便會助長碳化物粗大化，碳化物的平均等效圓直徑會大於5.0 μ m，而均勻拉伸會劣化。第二退火步驟中的平均加熱速度宜為5°C/h以上。另一方面，當平均加熱速度大於100°C/h時，便不會促進碳化物球狀化，而變得難以將總碳化物之中縱橫比2.0以下之碳化物個數比率控制在10%以上。第二退火步驟中的平均加熱速度宜為90°C/h以下。

【0098】 [加熱溫度：大於 A_{c1} 點且在790°C以下]

又，如上述般，本實施形態第二退火步驟中的加熱溫度，必須大於上述式(101)所界定的 A_{c1} 點且在790°C以下。當加熱溫度在 A_{c1} 點以下時，便不會充分促進碳化物熔解，而變得無法將每1000 μ m²之碳化物個數限制在100個以下。在本案中，第二退火步驟中的加熱溫度越高則越會促進碳化物熔解，但是當第二退火步驟中的加熱溫度大於790°C時，會導致第一退火步驟中已被球狀化的碳化物熔解，而變得難以將總碳化物之中縱橫比2.0以下之碳化物個數比率控制在10%以上。因此，本實施形態的第二退火步驟中，加熱溫度是設為790°C以下。第二退火步

驟中的加熱溫度宜為780°C以下。

【0099】 [保持時間：在大於Ac₁點且在790°C以下之溫度區域，1h以上且100h以下]

本實施形態的第二退火步驟中，必須在如上所述的大於Ac₁點且在790°C以下之溫度區域，保持1h以上且100h以下。當保持時間小於1h時，碳化物便不會充分進行熔解，而變得難以將每1000μ m²之碳化物個數限制在100個以下。大於Ac₁點且在790°C以下之溫度區域的保持時間宜為10h以上。另一方面，當大於Ac₁點且在790°C以下之溫度區域的保持時間大於100h時，便會助長碳化物粗大化，碳化物的平均等效圓直徑會大於5.0μ m，而均勻拉伸會劣化。大於Ac₁點且在790°C以下之溫度區域的保持時間宜為90h以下。

【0100】 <關於冷卻步驟>

以下詳述的冷卻步驟，是對第二退火步驟退火後的鋼板，依據特定冷卻條件進行冷卻之步驟。

【0101】 更詳言之，在本實施形態的冷卻步驟中，對於在第二退火步驟退火後的鋼板實施下述冷卻，該冷卻是自第二退火步驟中退火結束時之溫度起至550°C為止之溫度區域的平均冷卻速度設為1°C/h以上且100°C/h以下。

【0102】 [冷卻條件：以1°C/h以上且100°C/h以下之平均冷卻速度，冷卻至550°C以下為止]

在本實施形態的冷卻步驟中，將第二退火步驟中保持

結束後的鋼板，以 $1^{\circ}\text{C}/\text{h}$ 以上且 $100^{\circ}\text{C}/\text{h}$ 以下之平均冷卻速度冷卻至 550°C 以下為止。當平均冷卻速度小於 $1^{\circ}\text{C}/\text{h}$ 時，便會助長碳化物粗大化，碳化物的平均等效圓直徑會大於 $5.0\mu\text{m}$ ，而均勻拉伸會劣化。平均冷卻速度宜為 $5^{\circ}\text{C}/\text{h}$ 以上。另一方面，當平均冷卻速度大於 $100^{\circ}\text{C}/\text{h}$ 時，碳化物便不會充分進行熔解，而變得難以將每 $1000\mu\text{m}^2$ 之碳化物個數限制在100個以下。平均冷卻速度宜為 $90^{\circ}\text{C}/\text{h}$ 以下。

【0103】 又，當冷卻停止溫度大於 550°C 時，便會助長碳化物粗大化，碳化物的平均等效圓直徑會大於 $5.0\mu\text{m}$ ，而均勻拉伸會劣化。因此，本實施形態的冷卻步驟中，冷卻停止溫度是設為 550°C 以下。冷卻停止溫度宜為 500°C 。另外，冷卻停止溫度的下限，並未特別規定。但是，要冷卻至室溫以下，在實際機械作業上會有困難，故室溫為實質下限。又，在小於 550°C 之溫度區域中的平均冷卻速度，並未特別規定，以任意平均冷卻速度施行冷卻即可。

【0104】 以上，詳細說明完本實施形態的第一退火步驟、第二退火步驟及冷卻步驟。

透過實施如以上說明之熱軋步驟、第一退火步驟、第二退火步驟及冷卻步驟，就能製造出如先前說明的本實施形態的滲碳用鋼板。

【0105】 另外，在如上說明之熱軋步驟之後、施行第一退火步驟之前，宜對熱軋後的鋼板施行作為保持

步驟之一例的叢集化處理。叢集化處理是一種用以使固溶於肥粒鐵結晶粒內的碳形成凝集體(叢集(cluster))之處理。這種碳凝集體(叢集)是數個碳原子在肥粒鐵結晶粒內凝集而成者，具有作為碳化物前驅體之作用。這種叢集化處理是將熱軋後的鋼板，在例如大氣中、40°C以上且70°C以下之溫度區域，保持72h以上且350h以下，以此來施行。藉由形成此種碳凝集體，在後段的退火步驟中會更為促進碳化物形成。結果，能更為提升差排在退火後鋼板中的移動容易度，而更為提升退火後鋼板的成形性。

【0106】就這種叢集化處理而言，當保持溫度小於40°C時，或者，當保持時間小於72h時，由於碳不易發生擴散，而有可能不會促進叢集化。另一方面，當保持溫度大於70°C時，或者，當保持時間大於350h時，會過於促進叢集化，而變得容易發生從凝集狀態朝碳化物的轉變，而第一退火步驟及第二退火步驟中碳化物的尺寸會變得過大，而成形性很有可能會下降。

【0107】又，對於以上方式所得到的滲碳用鋼板，可例如施行冷加工作為後續步驟。又，對於冷加工後的上述滲碳用鋼板，可例如在碳勢為0.4~1.0質量%之範圍下施行滲碳熱處理。滲碳熱處理條件並未特別限定，可適宜調整成能獲得所欲特性之方式。例如，將滲碳用鋼板加熱至沃斯田鐵單相區域溫度為止，並在滲碳處理後，可直接冷卻至室溫，亦可先暫時冷卻至室溫後再次加熱並急速冷卻。此外，以調整強度為目的，亦可對構件的全體或部

分，施行回火處理。又，以獲得防鏽效果為目的，可在鋼板表面施予鍍敷；以提升疲勞特性為目的，則亦可在鋼板表面施予珠擊。

[實施例]

【0108】 接著，針對本發明的實施例進行說明。另外，實施例中的條件，是用來確認本發明的可實施性及效果所採用的一條件例，本發明並不受此一條件例所限定。只要不脫離本發明的要旨，並達成本發明之目的，本發明能採用各種條件。

【0109】 (試驗例1)

將具有以下表1所示化學組成的鋼材，依以下表2所示條件進行熱軋軋(及冷軋軋)後，施行退火而獲得滲碳用鋼板。在本試驗例中，於熱軋軋步驟與第一退火步驟之間，並未實施上述叢集化處理。另外，以下表1及表2中，底線表示本發明之範圍外。又，以下表2所示「冷卻步驟」中的「平均冷卻速度」，是自第二退火結束時之溫度起至550℃為止之溫度區域中的平均冷卻速度。

【0110】[表1-1]

母材鋼板的化學成分(mass%・剩餘部分為Fe及不純物)

No.	母材鋼板的化學成分(mass%・剩餘部分為Fe及不純物)														Ac ₁ (°C)	備註						
	C	Si	Mn	P	S	sol.Al	N	Ti	Cr	Mo	Ni	Cu	Co	Nb			V	B	Sn	W	Ca	REM
1	0.03	0.010	0.17	0.014	0.0036	0.0130	0.0050	0.019	0.030	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0000	0.0008	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	746	
2	0.07	0.007	0.40	0.017	0.0055	0.0150	0.0046	0.043	0.020	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0000	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	742	
3	0.15	0.010	0.68	0.012	0.0042	0.0110	0.0057	0.011	0.020	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0000	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	738	
4	0.06	0.100	1.58	0.013	0.0016	0.0570	0.0034	0.075	0.020	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0000	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	723	比較鋼
5	0.23	0.050	2.50	0.008	0.0120	0.0320	0.0100	0.004	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	711	比較鋼
6	0.25	0.280	0.46	0.007	0.0052	0.0290	0.0162	0.011	1.089	0.610	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0000	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	778	
7	0.01	0.010	0.58	0.018	0.0050	0.0160	0.0040	0.029	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	741	比較鋼
8	0.08	0.020	0.65	0.015	0.0042	0.0130	0.0051	0.073	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	739	
9	0.16	0.020	0.62	0.017	0.0051	0.0130	0.0039	0.041	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	737	
10	0.28	0.030	0.63	0.015	0.0060	0.0140	0.0045	0.034	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	734	
11	0.39	0.020	0.49	0.015	0.0059	0.0130	0.0042	0.011	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	733	比較鋼
12	0.08	0.001	0.58	0.014	0.0050	0.0140	0.0041	0.013	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	740	比較鋼
13	0.05	1.220	0.48	0.019	0.0053	0.0160	0.0046	0.073	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	762	比較鋼
14	0.05	0.030	3.43	0.016	0.0054	0.0120	0.0043	0.012	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	708	比較鋼
15	0.08	0.010	0.008	0.016	0.0046	0.0130	0.0046	0.077	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	746	比較鋼
16	0.08	0.030	0.39	0.018	0.0041	0.0110	0.0049	0.006	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	743	比較鋼
17	0.08	0.030	0.39	0.018	0.0041	0.0110	0.0049	0.195	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	742	比較鋼
18	0.07	0.010	0.38	0.016	0.0054	0.0190	0.0044	0.057	1.210	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	770	
19	0.06	0.020	0.38	0.017	0.0049	0.0130	0.0044	0.027	0.000	0.620	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	757	
20	0.09	0.020	0.39	0.019	0.0059	0.0170	0.0044	0.049	0.000	0.000	0.015	0.000	0.000	0.000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	741	
21	0.08	0.010	0.55	0.016	0.0055	0.0110	0.0046	0.025	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	740	
22	0.08	0.030	0.37	0.017	0.0051	0.0120	0.0048	0.015	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	743	
23	0.07	0.020	0.45	0.018	0.0046	0.0110	0.0047	0.026	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	749	
24	0.08	0.010	0.36	0.015	0.0052	0.0140	0.0041	0.015	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	741	
25	0.06	0.030	0.37	0.018	0.0053	0.0130	0.0048	0.036	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	742	
26	0.07	0.020	0.57	0.014	0.0048	0.0160	0.0043	0.059	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	740	
27	0.08	0.020	0.46	0.016	0.0051	0.0180	0.0050	0.020	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	741	
28	0.08	0.020	0.44	0.017	0.0056	0.0150	0.0039	0.020	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	741	
29	0.07	0.030	0.49	0.015	0.0051	0.0140	0.0051	0.076	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	741	

表 1-1

【0111】[表1-2]

母材鋼板的化學成分(mass·剩餘部分為Fe及不純物)

No.	C	Si	Mn	P	S	solAl	N	Ti	Cr	Mo	Ni	Cu	Co	Nb	V	B	Sn	W	Ca	REM	Ac ₁ (°C)	備註
30	0.05	0.460	0.43	0.014	0.0055	0.0159	0.0046	0.040	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	750	
31	0.07	0.009	0.02	0.014	0.0058	0.0141	0.0047	0.039	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	746	
32	0.06	0.008	2.88	0.015	0.0057	0.0157	0.0048	0.044	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	713	
33	0.09	0.005	0.41	0.084	0.0057	0.0157	0.0049	0.048	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	741	
34	0.06	0.009	0.44	0.017	0.00910	0.0160	0.0049	0.042	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	741	
35	0.09	0.005	0.40	0.014	0.0051	0.0004	0.0042	0.043	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	744	
36	0.09	0.005	0.43	0.014	0.0053	2.7900	0.0051	0.048	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	584	
37	0.06	0.006	0.39	0.021	0.0052	0.0145	0.0003	0.041	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	742	
38	0.08	0.008	0.42	0.019	0.0058	0.0149	0.1800	0.044	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	741	
39	0.08	0.008	0.42	0.018	0.0051	0.0152	0.0047	0.140	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	741	
40	0.06	0.009	0.43	0.020	0.0055	0.0149	0.0043	0.040	0.007	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	742	
41	0.07	0.008	0.44	0.020	0.0059	0.0143	0.0051	0.047	2.770	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	781	
42	0.07	0.005	0.38	0.021	0.0050	0.0153	0.0041	0.042	0.000	0.007	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	742	
43	0.08	0.009	0.37	0.015	0.0051	0.0160	0.0041	0.038	0.000	0.980	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	763	
44	0.09	0.009	0.36	0.016	0.0059	0.0151	0.0048	0.047	0.000	0.000	0.030	0.000	0.000	0.000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	741	
45	0.08	0.008	0.43	0.013	0.0059	0.0160	0.0049	0.038	0.000	0.000	2.930	0.000	0.000	0.000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	674	
46	0.06	0.007	0.41	0.017	0.0059	0.0157	0.0041	0.045	0.000	0.000	0.000	0.003	0.000	0.000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	742	
47	0.06	0.005	0.40	0.013	0.0053	0.0148	0.0043	0.040	0.000	0.000	0.000	1.950	0.000	0.000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	697	
48	0.08	0.006	0.40	0.018	0.0051	0.0144	0.0045	0.039	0.000	0.000	0.000	0.000	0.004	0.000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	741	
49	0.05	0.005	0.41	0.020	0.0059	0.0145	0.0042	0.043	0.000	0.000	0.000	0.000	1.880	0.000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	742	
50	0.06	0.006	0.36	0.020	0.0053	0.0142	0.0046	0.047	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.030	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	749	
51	0.09	0.005	0.40	0.020	0.0052	0.0157	0.0043	0.044	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.130	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	771	
52	0.05	0.005	0.41	0.017	0.0050	0.0150	0.0048	0.047	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0006	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	742	
53	0.08	0.008	0.39	0.018	0.0051	0.0150	0.0049	0.038	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.9400	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	704	
54	0.07	0.009	0.38	0.016	0.0054	0.0150	0.0045	0.042	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0000	0.0090	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	734	
55	0.06	0.009	0.37	0.019	0.0050	0.0159	0.0041	0.046	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0000	0.0000	0.8500	0.0000	0.0000	0.0000	742	
56	0.07	0.009	0.38	0.015	0.0052	0.0160	0.0046	0.039	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	742	
57	0.07	0.008	0.38	0.016	0.0053	0.0144	0.0043	0.040	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	742	
58	0.05	0.005	0.43	0.018	0.0055	0.0140	0.0045	0.039	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	742	

表 1-2

【0112】[表2-1]

表 2-1

No.	鋼No.	熱軋軋			冷軋軋 冷軋率 (%)	退火氣體環境 中氮濃度 (%)	第一退火步驟			第二退火步驟			板厚 (mm)	備註
		精軋軋 溫度 (°C)	平均 冷卻速度 (°C/s)	捲取溫度 (°C)			平均 加熱速度 (°C/h)	加熱溫度 (°C)	保持時間 (h)	平均 加熱速度 (°C/h)	加熱溫度 (°C)	保持時間 (h)		
1		905	81	545	—	7	31	655	33	31	751	33	34	實施例
2		842	94	584	—	6	15	656	20	15	753	20	17	實施例
3		852	90	555	—	6	26	638	48	26	749	48	34	實施例
4		841	86	565	—	4	30	646	37	30	736	37	36	實施例
5		872	93	570	—	6	11	654	0	11	755	4	54	比較例
6		890	45	510	—	5	99	705	36	5	760	10	10	比較例
7		857	71	520	—	2	20	658	43	20	768	43	40	比較例
8		846	78	678	—	6	44	658	71	44	777	71	29	實施例
9		837	83	641	—	7	32	644	84	32	750	84	33	實施例
10		896	74	615	—	5	31	641	79	31	772	79	21	實施例
11		848	96	608	—	6	21	641	68	21	762	68	29	比較例
12		852	87	596	—	5	44	658	63	44	768	63	28	比較例
13		865	79	630	—	7	35	676	30	35	760	30	40	比較例
14		905	91	535	—	3	38	615	20	38	764	20	44	比較例
15		886	101	628	—	6	24	660	47	24	756	47	26	比較例
16		855	82	618	—	6	24	652	30	24	762	30	32	比較例
17		855	82	618	—	6	24	652	30	24	762	30	32	比較例
18		846	91	575	—	4	33	678	80	33	776	80	34	實施例
19		881	90	573	—	5	15	667	83	15	767	83	40	實施例
20		847	76	660	—	6	26	606	63	26	764	63	28	實施例
21		844	89	658	—	4	15	636	21	15	776	21	21	實施例
22		869	86	677	—	5	20	648	79	20	752	79	23	實施例
23		886	75	621	—	2	28	674	33	28	769	33	16	實施例
24		891	100	593	—	5	28	646	29	28	779	29	36	實施例
25		838	84	604	—	5	22	656	85	22	756	85	31	實施例
26		847	75	550	—	4	24	653	59	24	774	59	43	實施例
27		835	87	566	—	4	35	650	56	35	773	56	35	實施例
28		860	78	541	—	3	31	653	19	31	778	19	39	實施例
29		898	87	558	—	4	43	661	60	43	775	60	31	實施例
30		847	96	572	—	8	31	656	57	31	763	34	29	實施例
31		847	94	591	—	6	28	660	56	44	764	46	34	實施例
32		840	94	598	—	5	30	650	57	26	755	24	40	實施例
33		832	102	567	—	10	12	661	54	21	750	46	44	實施例
34		835	90	583	—	6	33	667	54	12	770	50	43	實施例

【0113】[表2-2]

No.	鋼No.	熱軋軋			冷軋軋 冷軋率 (%)	退火氣體環境 中濕度 (%)	第一退火步驟			第二退火步驟			冷卻步驟		備註
		精軋軋 溫度 (°C)	平均 冷卻速度 (°C/s)	捲取溫度 (°C)			平均 加熱速度 (°C/h)	加熱溫度 (°C)	保持時間 (h)	平均 加熱速度 (°C/h)	加熱溫度 (°C)	保持時間 (h)	平均 冷卻速度 (°C/h)	冷卻時間 (h)	
35	35	833	92	580	—	10	42	649	55	32	750	45	14	—	實施例
36	36	839	94	585	—	6	36	560	60	25	733	33	54	—	實施例
37	37	841	97	602	—	10	38	658	47	38	762	34	53	—	實施例
38	38	843	85	604	—	7	18	657	42	30	762	45	16	—	實施例
39	39	844	103	583	—	5	42	667	46	34	751	35	53	—	實施例
40	40	837	90	586	—	6	11	661	55	39	751	29	40	—	實施例
41	41	832	90	580	—	8	25	668	46	38	785	27	20	—	實施例
42	42	848	103	585	—	4	29	650	46	30	752	23	49	—	實施例
43	43	851	94	594	—	10	35	662	53	32	770	36	40	—	實施例
44	44	851	97	581	—	5	28	671	58	21	767	17	44	—	實施例
45	45	851	88	595	—	9	39	673	40	18	758	24	50	—	實施例
46	46	838	104	600	—	6	18	668	56	14	756	49	24	—	實施例
47	47	837	102	585	—	6	32	669	57	43	744	27	44	—	實施例
48	48	850	92	579	—	5	30	673	56	42	749	29	54	—	實施例
49	49	850	87	577	—	4	27	658	58	19	768	27	16	—	實施例
50	50	835	85	602	—	10	21	663	43	18	771	33	31	—	實施例
51	51	845	100	566	—	6	18	664	51	15	785	20	39	—	實施例
52	52	851	91	567	—	9	42	671	42	36	758	34	43	—	實施例
53	53	832	92	567	—	7	13	659	55	25	764	33	44	—	實施例
54	54	851	97	577	—	9	38	676	58	42	746	23	39	—	實施例
55	55	846	84	578	—	4	44	659	58	35	755	31	29	—	實施例
56	56	838	96	591	—	6	44	674	49	25	749	48	21	—	實施例
57	57	852	87	591	—	10	22	650	51	38	750	26	53	—	實施例
58	58	841	86	566	—	5	16	666	40	31	752	24	42	—	實施例
59	2	941	82	597	—	7	42	671	26	42	766	26	44	—	比較例
60	2	881	75	621	—	4	34	663	51	34	756	51	15	—	實施例
61	2	782	105	574	—	6	29	652	45	29	751	45	30	—	比較例
62	2	888	281	607	—	4	29	652	45	29	752	45	30	—	比較例
63	2	871	152	645	—	4	29	652	45	29	762	45	30	—	實施例
64	2	885	76	655	—	3	29	652	45	29	750	45	30	—	實施例
65	2	898	42	574	—	3	29	652	45	29	755	45	30	—	比較例
66	2	904	102	761	—	6	23	657	61	23	760	61	42	—	比較例
67	2	874	89	542	—	2	24	653	22	24	754	22	32	—	實施例

表 2-2

【0114】[表2-3]

表 2-3

No.	鋼 No.	熱軋軋			冷軋軋 冷軋縮率 (%)	退火氣體環境 中氧濃度 (%)	第一退火步驟			第二退火步驟			冷卻步驟		備註
		精軋軋 溫度 (°C)	平均 冷卻速度 (°C/s)	捲取溫度 (°C)			平均 加熱速度 (°C/h)	加熱溫度 (°C)	保持時間 (h)	平均 加熱速度 (°C/h)	加熱溫度 (°C)	保持時間 (h)	平均 冷卻速度 (°C/h)	板厚 (mm)	
68	2	884	98	636	51	6	34	651	50	34	755	50	25	2.8	實施例
69	2	874	80	520	-	7	29	654	37	29	775	37	27	4.3	比較例
70	2	882	93	561	-	5	40	670	45	40	757	45	22	4.4	實施例
71	2	879	79	616	-	6	124	656	75	33	765	75	33	4.6	比較例
72	2	900	101	643	-	2	33	654	80	21	754	80	20	3.9	實施例
73	2	862	85	673	-	2	0.5	665	70	31	758	70	41	4.6	比較例
74	2	864	71	554	-	5	19	771	56	19	772	56	34	4.5	比較例
75	2	860	75	570	-	6	42	681	74	42	767	74	18	4.2	實施例
76	2	889	76	555	-	4	35	670	151	35	769	35	31	5.5	比較例
77	2	870	83	562	-	2	24	661	67	24	753	67	31	5.2	實施例
78	2	882	82	686	-	4	23	654	0.1	23	776	31	27	5.4	比較例
79	2	858	76	685	-	2	25	656	75	155	771	75	33	4.6	比較例
80	2	837	86	565	-	6	21	654	80	36	772	80	20	3.9	實施例
81	2	852	101	669	-	4	2	665	70	0.3	753	70	41	4.6	比較例
82	2	877	77	546	-	7	19	654	56	19	815	56	34	4.5	比較例
83	2	904	86	597	-	5	42	652	74	42	764	74	18	4.2	實施例
84	2	904	86	597	-	5	42	652	74	6	658	74	18	4.2	比較例
85	2	889	72	674	-	6	32	614	68	32	758	68	22	4.5	實施例
86	2	881	91	588	-	2	35	670	55	35	758	166	31	5.5	比較例
87	2	904	82	635	-	5	24	661	67	24	756	67	31	5.2	實施例
88	2	904	78	535	-	3	23	654	51	23	776	0.4	27	5.4	比較例
89	2	894	102	681	-	2	32	652	82	32	765	82	147	4.4	比較例
90	2	881	83	629	-	4	20	655	44	20	762	44	34	4.6	實施例
91	2	869	84	642	-	6	19	666	37	19	755	37	0.8	5.2	比較例
92	2	880	83	623	-	5	18	655	45	20	755	36	38	4.6	實施例
93	2	858	70	567	-	7	46	730	66	50	776	76	28	4.3	實施例
94	2	874	88	558	-	2	15	644	89	38	763	58	40	5.4	實施例
95	2	874	81	569	-	2	21	658	4	27	756	63	35	5.3	實施例
96	2	905	83	590	-	7	41	645	76	41	785	78	17	4.4	實施例
97	2	901	85	607	-	7	35	645	69	61	749	74	25	4.2	實施例
98	2	903	82	639	-	6	17	659	61	40	760	92	26	5.1	實施例
99	2	905	80	636	-	6	30	661	58	23	746	3	26	5.0	實施例
100	2	860	69	579	-	7	44	659	69	45	778	72	94	4.2	實施例

【0115】就所得之各個滲碳用鋼板，透過先前說明的方法而測定：(1)碳化物的個數密度、(2)總碳化物之中縱橫比2.0以下之碳化物個數比率、(3)碳化物的平均等效圓直徑、及(4)肥粒鐵的平均結晶粒徑。

【0116】又，為了評價所得之各個滲碳用鋼板的均勻拉伸及局部拉伸，實施了拉伸試驗。拉伸試驗是將鋼板正反面分別等量研磨，將板厚作成2mm後，製作出JIS Z 2201所記載之5號試驗片，並根據JIS Z 2241所記載之試驗方法來實施，並測定抗拉強度、均勻拉伸、局部拉伸。另外，在發生了降伏點拉伸的情況下，是從均勻拉伸減去降伏點拉伸後的數值作為均勻拉伸。

【0117】另外，作為參考而算出顯示滲碳後淬火性之指標，即理想臨界直徑。理想臨界直徑 D_i 是一種從鋼板成分所算出的指標，並可使用Grossmann/Hollomon, Jaffe的方法依照以下的式(201)來算出。理想臨界直徑 D_i 之數值越大，則顯示淬火性越優異。

【0118】[數學式3]

$$D_i = (6.77 \times [C]^{0.5}) \times (1 + 0.64 \times [Si]) \times (1 + 4.1 \times [Mn]) \times (1 + 2.83 \times [P]) \times (1 - 0.62 \times [S]) \\ \times (1 + 0.27 \times [Cu]) \times (1 + 0.52 \times [Ni]) \times (1 + 2.33 \times [Cr]) \times (1 + 3.14 \times [Mo]) \times X$$

[B] = 0 の場合：X = 1

[B] > 0 の場合：X = 1 + 1.5 × (0.9 - [C])

．．．式(201)

【0119】在本試驗例中，滲碳用鋼板之抗拉強度×均

勻拉伸 (MPa · %) 在 6500 以上且抗拉強度×局部拉伸 (MPa · %) 在 7000 以上者，視為延展性優異並作為「實施例」。

【0120】所得之各個滲碳用鋼板的顯微組織及特性，統整列示於以下表 3。

【0121】[表3-1]

表 3-1

No.	鋼No.	顯微組織					機械特性					淬火性		備註
		鋼板每 1000 μm ² 的 碳化物個數 (個)	縱橫比2.0以下之 碳化物個數比率(%)	碳化物的 平均等效直徑 (μm)	肥粒鐵的 平均結晶粒徑 (μm)	抗拉強度 (MPa)	均與拉伸 (%)	局部拉伸 (%)	抗拉強度 × 均與拉伸 (MPa·%)	抗拉強度 × 局部拉伸 (MPa·%)	理想臨界 直徑(μ)	直徑(μ)		
1	1	32	33	2.4	5.1	330	21	22	7767	8142	5.2	實施例		
2	2	76	40	1.8	5.1	330	21	25	7115	7680	11.7	實施例		
3	3	78	44	1.9	6.5	365	20	23	6711	7211	22.8	實施例		
4	4	83	40	0.9	5.8	395	19	21	7431	7780	32.3	實施例		
5	5	145	73	0.6	40.0	652	8	8	4891	5019	38.3	比較例		
6	6	76	22	0.9	19.3	390	17	13	6736	5180	235.9	比較例		
7	7	21	37	1.6	5.1	251	30	16	7507	4109	2.4	比較例		
8	8	65	36	2.0	4.5	341	22	25	7537	8370	7.4	實施例		
9	9	77	30	0.9	4.6	379	18	19	6694	7154	10.1	實施例		
10	10	91	24	2.5	8.7	571	12	13	6914	7491	13.6	實施例		
11	11	95	29	6.9	5.0	691	7	10	4519	7034	13.4	比較例		
12	12	129	42	1.1	6.9	332	12	24	4125	7964	6.7	比較例		
13	13	61	20	12.5	5.9	351	11	22	3965	7872	8.4	比較例		
14	14	154	23	0.8	9.1	353	13	22	4682	7916	24.2	比較例		
15	15	64	36	16.2	6.5	356	10	22	3478	7803	2.1	比較例		
16	16	62	21	2.5	17.2	356	21	16	7592	5542	5.3	比較例		
17	17	62	21	7.8	5.9	356	16	21	5873	7528	5.3	比較例		
18	18	77	37	2.5	9.0	369	20	21	7432	7683	18.3	實施例		
19	19	74	35	0.6	7.0	389	20	22	7724	8459	13.2	實施例		
20	20	77	42	1.7	7.9	344	20	24	7040	8201	5.7	實施例		
21	21	78	33	0.9	8.6	332	24	23	7817	7638	6.6	實施例		
22	22	66	34	1.2	6.4	330	22	24	7184	7794	5.1	實施例		
23	23	66	43	1.9	4.5	387	19	20	7177	7642	5.4	實施例		
24	24	77	38	1.4	5.9	353	22	22	7790	7643	5.0	實施例		
25	25	75	21	2.3	5.8	391	20	22	7986	8490	10.1	實施例		
26	26	74	33	1.7	9.5	372	21	21	7905	7952	6.3	實施例		
27	27	61	20	0.8	6.1	393	19	21	7404	8320	5.8	實施例		
28	28	80	45	0.8	6.9	340	22	23	7632	7801	5.7	實施例		
29	29	63	33	1.4	9.3	367	22	22	7898	7948	5.7	實施例		
30	30	98	42	1.4	5.5	394	17	20	6698	7900	4.8	實施例		
31	31	80	38	1.9	4.6	386	23	19	8801	7334	2.2	實施例		
32	32	96	45	1.4	5.5	391	17	25	6647	9795	24.4	實施例		
33	33	79	34	1.9	5.0	409	18	18	7280	7362	7.5	實施例		
34	34	72	43	1.5	5.0	379	20	19	7504	7201	5.1	實施例		

【0122】[表3-2]

No.	銅No.	顯微組織				機械特性						淬火性	備註
		銅板每1000 μm^2 的 碳化物個數 (個)	縱橫比2.0以下之 碳化物數比率(%)	碳化物的 平均等效圓直徑 (μm)	肥粒鐵的 平均結晶粒徑 (μm)	抗拉強度 (MPa)	均與拉伸 (%)	局部拉伸 (%)	抗拉強度 \times 均與拉伸 (MPa \cdot %)	抗拉強度 \times 局部拉伸 (MPa \cdot %)	理想斷界 直徑(μm)		
35	35	75	40	2.1	5.6	359	24	20	8544	7180	6.1	實施例	
36	36	72	39	1.8	4.6	383	17	23	6511	8828	6.5	實施例	
37	37	79	30	2.1	5.6	384	21	27	7987	10368	5.0	實施例	
38	38	74	44	1.6	4.7	394	22	18	8589	7092	6.1	實施例	
39	39	80	44	2.0	4.6	391	19	18	7351	7038	7.3	實施例	
40	40	79	37	1.9	5.0	393	24	19	9353	7467	5.4	實施例	
41	41	77	45	1.6	5.0	414	21	18	8611	7452	5.2	實施例	
42	42	77	41	1.8	4.8	398	20	20	7880	7960	5.3	實施例	
43	43	80	42	2.0	5.0	410	18	19	7298	7790	8.2	實施例	
44	44	80	30	1.9	4.7	369	18	21	6568	7749	5.9	實施例	
45	45	77	30	1.6	5.5	396	22	19	8633	7524	10.7	實施例	
46	46	72	34	2.0	5.5	384	19	22	7219	8448	5.2	實施例	
47	47	76	40	1.6	5.1	389	21	20	8091	7780	5.0	實施例	
48	48	79	37	2.2	4.8	392	24	21	9330	8232	5.8	實施例	
49	49	79	33	1.5	5.2	400	20	19	7920	7600	4.7	實施例	
50	50	75	39	1.6	5.6	399	19	21	7601	8379	4.8	實施例	
51	51	73	35	1.8	5.5	380	20	20	7524	7600	6.2	實施例	
52	52	80	45	2.0	5.4	371	21	22	7717	8162	4.7	實施例	
53	53	75	42	2.2	5.6	384	18	19	6835	7296	5.7	實施例	
54	54	76	45	2.2	5.3	388	25	19	9700	7391	11.8	實施例	
55	55	78	41	1.5	4.7	403	18	18	7173	7254	4.9	實施例	
56	56	74	36	2.1	4.8	387	21	19	8050	7353	5.2	實施例	
57	57	72	40	1.4	5.1	382	22	19	8328	7258	5.2	實施例	
58	58	74	33	2.2	5.3	405	21	19	8424	7695	4.8	實施例	
59	2	80	36	1.7	14.6	338	21	19	7239	6436	11.7	比較例	
60	2	61	37	1.2	6.0	392	18	21	7184	8193	11.7	實施例	
61	2	64	35	8.8	6.9	384	15	20	5897	7549	11.7	比較例	
62	2	69	31	1.9	12.9	396	18	17	7245	6542	11.7	比較例	
63	2	67	28	2.5	7.1	363	20	21	7246	7737	11.7	實施例	
64	2	66	30	1.2	7.6	392	19	21	7556	8048	11.7	實施例	
65	2	62	44	1.7	13.9	402	19	17	7651	6694	11.7	比較例	
66	2	71	4	2.1	4.9	352	17	23	6142	8000	11.7	比較例	
67	2	80	29	0.7	7.7	366	22	21	7877	7754	11.7	實施例	

表 3-2

【0123】[表3-3]

No.	網No.	顯微組織				機械特性						耐火性	備註
		鋼板每1000 μm^2 的 碳化物個數 (個)	縱橫比2.0以下之 碳化物固數比率(%)	碳化物的 平均等效圓直徑 (μm)	肥粒鐵的 平均結晶粒徑 (μm)	抗拉強度 (MPa)	均勻拉伸 (%)	局部拉伸 (%)	抗拉強度 \times 均勻拉伸 (MPa \cdot %)	抗拉強度 \times 局部拉伸 (MPa \cdot %)	理想臨界 直徑(\rightarrow)		
68	2	75	43	2.1	8.0	370	21	21	7612	7644	11.7	實施例	
69	2	72	42	1.4	8.9	390	15	21	5971	8333	11.7	比較例	
70	2	68	41	2.2	4.7	333	22	25	7380	8230	11.7	實施例	
71	2	65	2	1.6	7.5	357	12	22	4456	7862	11.7	比較例	
72	2	61	32	1.0	4.8	358	21	22	7443	7733	11.7	實施例	
73	2	64	30	8.2	4.8	392	13	20	4986	7768	11.7	比較例	
74	2	68	2	0.7	5.0	371	15	21	5638	7811	11.7	比較例	
75	2	65	38	1.4	7.5	353	22	21	7917	7557	11.7	實施例	
76	2	64	44	9.2	9.1	354	14	24	4962	8470	11.7	比較例	
77	2	72	31	1.5	8.9	386	20	20	7669	7536	11.7	實施例	
78	2	72	6	0.6	4.9	331	18	23	5999	7646	11.7	比較例	
79	2	71	8	1.3	5.2	400	16	21	6221	8214	11.7	比較例	
80	2	66	24	0.7	7.1	387	20	22	7739	8432	11.7	實施例	
81	2	65	30	5.9	4.6	403	16	20	6321	8065	11.7	比較例	
82	2	80	6	1.2	8.4	372	16	22	5988	8018	11.7	比較例	
83	2	79	33	1.2	4.5	355	22	23	7731	8049	11.7	實施例	
84	2	166	33	1.2	4.5	355	17	23	5964	8220	11.7	比較例	
85	2	72	38	2.5	7.2	393	19	20	7414	7757	11.7	實施例	
86	2	64	5	2.3	9.5	335	19	23	6222	7642	11.7	比較例	
87	2	62	27	1.2	6.1	335	22	24	7386	8014	11.7	實施例	
88	2	126	41	0.7	8.1	390	16	21	6147	8250	11.7	比較例	
89	2	115	20	2.5	8.0	333	19	24	6344	8079	11.7	比較例	
90	2	67	23	1.5	9.5	405	18	19	7489	7841	11.7	實施例	
91	2	71	20	5.6	8.3	405	16	21	6422	8414	11.7	比較例	
92	2	70	24	1.8	9.1	395	18	21	7230	8324	11.7	實施例	
93	2	79	12	1.8	5.5	380	18	25	6840	9519	11.7	實施例	
94	2	75	40	4.8	5.0	393	17	25	6681	9845	11.7	實施例	
95	2	80	14	1.8	4.7	391	17	21	6647	8231	11.7	實施例	
96	2	79	18	2.0	4.7	376	18	24	6768	9043	11.7	實施例	
97	2	89	37	1.6	5.5	379	18	22	6622	8357	11.7	實施例	
98	2	75	35	4.5	5.6	400	17	24	6800	9620	11.7	實施例	
99	2	95	40	1.4	5.3	384	17	25	6528	9619	11.7	實施例	
100	2	81	31	1.8	5.5	381	18	24	6658	9144	11.7	實施例	

表3-3

【0124】由上述表3清楚可知，顯然，符合本發明實施例的滲碳用鋼板，其抗拉強度 \times 均勻拉伸(MPa \cdot %)達6500以上，並且，其抗拉強度 \times 局部拉伸(MPa \cdot %)達7000以上，而具有優異的延展性。又，作為參考所記載之理想臨界直徑也達5以上，可知符合本發明實施例的滲碳用鋼板也兼具優異的淬火性。

【0125】另一方面，由上述表3清楚可知，顯然，吻合本發明比較例的滲碳用鋼板，其抗拉強度 \times 均勻拉伸、及抗拉強度 \times 局部拉伸之至少一者是小於基準值，而不具有優異的延展性。

【0126】(試驗例2)

將具有以下表4所示化學組成的鋼材，依以下表5所示條件進行熱軋軋(及冷軋軋)後，施行退火而獲得滲碳用鋼板。在本試驗例中，針對熱軋軋步驟與第一退火步驟之間有實施上述叢集化處理的滲碳用鋼板、與未實施的滲碳用鋼，分別進行了驗證。另外，以下表5所示「冷卻步驟」中的「平均冷卻速度」，是自第二退火結束時之溫度起至550°C為止之溫度區域中的平均冷卻速度。又，叢集化處理是將熱軋軋後的鋼板在大氣中、55°C保持105小時來實施。由以下表5清楚可知，除了有無叢集化處理之外，是以大致相同條件之方式來實施各個處理步驟。

【0127】 [表4]

母板鋼材的化學成分(mass%·剩餘部分為Fe及不純物)

No.	母板鋼材的化學成分(mass%·剩餘部分為Fe及不純物)														Ac ₁ (°C)							
	C	Si	Mn	P	S	sol.Al	N	Ti	Cr	Mo	Ni	Cu	Co	Nb		V	B	Sn	W	Ca	REM	
59	0.07	0.007	0.40	0.017	0.0055	0.0150	0.0046	0.043	0.020	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0000	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	742

【0128】 [表5]

No.	鋼 No.	熱軋軋			有無 叢集化處理	冷軋軋 冷軋率 (%)	退火氣體環境 中氮濃度 (%)	第一退火步驟			第二退火步驟			冷卻步驟 平均 冷卻速度 (°C/h)	板厚 (mm)	備註
		精軋軋 溫度 (°C)	平均 冷卻速度 (°C/s)	捲取溫度 (°C)				平均 加熱速度 (°C/h)	加熱溫度 (°C)	保持時間 (h)	平均 加熱速度 (°C/h)	加熱溫度 (°C)	保持時間 (h)			
101	59	840	85	571	X	—	6	12	660	26	16	749	32	20	實施例	
102		835	91	588	O	—	6	14	654	32	19	755	35	22		實施例

【0129】就所得之滲碳用鋼板，分別進行了與上述試驗例1同樣的各種評價。又，在本試驗例中，針對顯微組織中的碳化物，除了試驗例1的項目之外，也還分別測定了碳化物的平均等效圓直徑之最大值、最小值、最大值與最小值之差。又，在本試驗例中，為了評價所得之各個滲碳用鋼板的冷加工性，除了試驗例1的評價項目之外，還依照JIS Z 2256(金屬材料之擴孔試驗方法)而施行了擴孔試驗。擴孔率是以下述來算出：從所得到的各個滲碳用鋼板任意的位置採取試驗片，並依照JIS Z 2256所規定之試驗方法及計算式來算出。本試驗例中，所得到的擴孔率為80%以上者，視為極限變形能力優異並作為「實施例」。

【0130】所得之各個滲碳用鋼板的顯微組織及特性，統整列示於以下表6。

【0131】 [表6]

No.	鋼No.	顯微組織					機械特性					透火性 理想臨界 直徑(-)	備註			
		鋼板每 1000 μm^2 的碳化物個數 (個)	縱橫比 2.0以下之 碳化物 個數比率(%)	碳化物的平均等效直徑(μm)			肥粒鐵的 平均結晶粒徑 (μm)	抗拉強度 (MPa)	均勻拉伸 (%)	局部拉伸 (%)	抗拉強度×均勻拉伸 (MPa·%)			抗拉強度×局部拉伸 (MPa·%)	擴孔率 (%)	
101	59	77	36	2.8	1.2	4.4	3.2	4.9	342	22	24	7524	8208	116	11.7	實施例
102		74	41	2.3	2.1	2.6	0.5	4.8	346	23	25	7958	8667	149	11.7	實施例

【0132】由上述表6清楚可知，透過在熱軋軋步驟與第一退火步驟之間實施叢集化處理，所得之碳化物的大小會均勻化，經叢集化處理後的滲碳用鋼板其擴孔率是更為提升。

【0133】以上，就本發明適宜的實施形態進行了詳細說明，不過本發明並不受限於上述例子。應當瞭解的是，只要是本發明所屬技術領域中具有通常知識者，在申請專利範圍所記載之技術思想範疇內，自然是能想到各種變更例或修正例，此等也當然是屬於本發明的技術範圍內。



201920695

【發明摘要】

【中文發明名稱】

滲碳用鋼板及滲碳用鋼板的製造方法

【中文】

[課題]提供一種延展性較為優異的滲碳用鋼板及其製造方法。

[解決手段]一種鋼板，以質量%計含有C：0.02%以上且小於0.30%、Si：0.005%以上且小於0.5%、Mn：0.01%以上且小於3.0%、P：0.1%以下、S：0.1%以下、sol.Al：0.0002%以上且3.0%以下、N：0.2%以下、Ti：0.010%以上且0.150%以下，剩餘部分由Fe及不純物所構成；每1000 μ m²之碳化物個數為100個以下；相對於總碳化物，縱橫比2.0以下之碳化物個數比率為10%以上；碳化物的平均等效圓直徑為5.0 μ m以下；肥粒鐵的平均結晶粒徑為10 μ m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。

【發明申請專利範圍】

【第1項】 一種滲碳用鋼板，其以質量%計含有：

C：0.02%以上且小於0.30%、

Si：0.005%以上且小於0.5%、

Mn：0.01%以上且小於3.0%、

P：0.1%以下、

S：0.1%以下、

sol.Al：0.0002%以上且3.0%以下、

N：0.2%以下、

Ti：0.010%以上且0.150%以下、

剩餘部分由Fe及不純物所構成；

每1000 μ m²之碳化物個數為100個以下；

相對於總碳化物，縱橫比2.0以下之碳化物個數比率為10%以上；

碳化物的平均等效圓直徑為5.0 μ m以下；

肥粒鐵的平均結晶粒徑為10 μ m以下。

【第2項】 如請求項1之滲碳用鋼板，其以質量%計更含有下述之1種或2種以上來取代剩餘部分之Fe的一部分：

Cr：0.005%以上且3.0%以下、

Mo：0.005%以上且1.0%以下、

Ni：0.010%以上且3.0%以下、

Cu：0.001%以上且2.0%以下、

Co：0.001%以上且2.0%以下、

Nb：0.010%以上且0.150%以下、

V：0.0005%以上且1.0%以下、

B：0.0005%以上且0.01%以下。

【第3項】 如請求項1或2之滲碳用鋼板，其以質量%計更含有下述之1種或2種以上來取代剩餘部分之Fe的一部分：

Sn：1.0%以下、

W：1.0%以下、

Ca：0.01%以下、

REM：0.3%以下。

【第4項】 一種滲碳用鋼板的製造方法，是製造如請求項1~3中任1項之滲碳用鋼板的方法，包含：

熱軋步驟，是將具有如請求項1~3中任1項之化學組成的鋼材進行加熱，在800°C以上且小於920°C之溫度區域結束熱精軋後，自熱精軋結束時之溫度起至冷卻停止溫度為止之溫度區域以50°C/s以上且250°C/s以下之平均冷卻速度進行冷卻，並在700°C以下之溫度進行捲取；

第一退火步驟，是將經前述熱軋步驟而得的鋼板、或將前述熱軋步驟後施行過冷軋的鋼板，透過已將氮濃度控制在體積分率計小於25%之退火氣體環境，以1°C/h以上且100°C/h以下之平均加熱速度，加熱至下述式(1)所定義的Ac₁點以下之溫度區域為止，並在該Ac₁點以下之溫度區域保持1h以上且100h以下；

第二退火步驟，是將經過前述第一退火步驟之鋼板，以前述 $1^{\circ}\text{C}/\text{h}$ 以上且 $100^{\circ}\text{C}/\text{h}$ 以下之平均加熱速度，加熱至大於下述式(1)所定義的 A_{c1} 點且在 790°C 以下之溫度區域為止，並在大於該 A_{c1} 點且在 790°C 以下之溫度區域保持 1h 以上且 100h 以下；及

冷卻步驟，是對於前述第二退火步驟退火後的鋼板施行下述冷卻，該冷卻是自前述第二退火步驟中退火結束時之溫度起至 550°C 為止之溫度區域的平均冷卻速度設為 $1^{\circ}\text{C}/\text{h}$ 以上且 $100^{\circ}\text{C}/\text{h}$ 以下；

此處，下述式(1)中，所謂[X]之標記是表示元素X的含量(單位：質量%)，不含該元素時則代入零；

[數學式1]

$$A_{c1} = 750.8 - 26.6[\text{C}] + 17.6[\text{Si}] - 11.6[\text{Mn}] - 22.9[\text{Cu}] - 23[\text{Ni}] + 24.1[\text{Cr}] + 22.5[\text{Mo}] - 39.7[\text{V}] - 5.7[\text{Ti}] + 232.4[\text{Nb}] - 169.4[\text{Al}] - 894.7[\text{B}]$$

···式(1)

。

【第5項】 如請求項4之滲碳用鋼板的製造方法，其在前述熱軋步驟與前述第一退火步驟之間更包含保持步驟，該保持步驟是將經前述熱軋步驟而得的鋼板，在大氣中 40°C 以上且 70°C 以下之溫度保持 72h 以上且 350h 以下。