(19)日本国特許庁(JP)

# (12)特許公報(B1)

(11)特許番号
特許第7311070号
(P7311070)

(45)発行日　令和5年7月19日(2023.7.19)

(24)登録日　令和5年7月10日(2023.7.10)

| (51)国際特許分類 | | FI | | |
|---|---|---|---|---|
| *C22C 38/00 (2006.01)* | | C22C | 38/00 | 301S |
| *C22C 38/06 (2006.01)* | | C22C | 38/00 | 301T |
| *C22C 38/60 (2006.01)* | | C22C | 38/00 | 301W |
| *C21D 9/46 (2006.01)* | | C22C | 38/06 | |
| | | C22C | 38/60 | |

請求項の数　8　（全25頁）　最終頁に続く

(21)出願番号　特願2023-508472(P2023-508472)
(86)(22)出願日　令和4年10月31日(2022.10.31)
(86)国際出願番号　PCT/JP2022/040833
審査請求日　令和5年2月6日(2023.2.6)
(31)優先権主張番号　特願2022-57719(P2022-57719)
(32)優先日　令和4年3月30日(2022.3.30)
(33)優先権主張国・地域又は機関
日本国(JP)
早期審査対象出願

(73)特許権者　000001258
ＪＦＥスチール株式会社
東京都千代田区内幸町二丁目２番３号
(74)代理人　100147485
弁理士　杉村 憲司
(74)代理人　230118913
弁護士　杉村 光嗣
(74)代理人　100165696
弁理士　川原 敬祐
(74)代理人　100179589
弁理士　酒匂 健吾
(72)発明者　吉岡 真平
東京都千代田区内幸町二丁目２番３号
ＪＦＥスチール株式会社内
(72)発明者　木村 英之

最終頁に続く

(54)【発明の名称】　鋼板および部材、ならびに、それらの製造方法

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
質量％で、
Ｃ：０．１２％以上０．４０％以下、
Ｓｉ：１．５０％以下、
Ｍｎ：０．２０％以上３．５０％以下、
Ｐ：０．０５０％以下、
Ｓ：０．０１００％以下、
ｓｏｌ．Ａｌ：１．００％以下および
Ｎ：０．０１０％以下
であり、残部がＦｅおよび不可避的不純物である、成分組成を有し、
マルテンサイトおよびベイナイトの合計の面積率が９５％以上１００％以下であり、
前記マルテンサイトおよび前記ベイナイトの粒内に存在する炭化物の面積率が５％以上２５％以下であり、
前記炭化物の平均円相当径が１０ｎｍ以上８０ｎｍ以下であり、かつ、
前記炭化物の粒径分布について次式（１）を満足し、
引張強さが１３１０ＭＰａ以上である、鋼板。
【数１】

$$\frac{n}{(n-1)(n-2)}\sum_{i=1}^{n}\left(\frac{x_i-\mathrm{X}}{s}\right)^3 \geqq 1.20 \quad \cdots(1)$$

ここで、
ｘｉ：円相当径が（５．０×ｉ）ｎｍ以上（５．０×（ｉ＋１））ｎｍ未満である炭化物の個数密度［個／μｍ$^2$］
ｉ：１～ｎの整数
ｎ：３１
Ｘ：ｘｉの平均値
ｓ：ｘｉの標準偏差
である。
【請求項２】
前記成分組成が、さらに、質量％で、以下のＡ群およびＢ群のうちの少なくとも一方を含有する、請求項１に記載の鋼板。
（Ａ群）
Ｃｕ：１．００％以下、
Ｎｉ：１．００％以下、
Ｍｏ：０．５０％以下、
Ｃｒ：１．００％以下、
Ｚｒ：０．１００％以下、
Ｃａ：０．０１００％以下、
Ｔｉ：０．１００％以下、
Ｎｂ：０．１００％以下、
Ｂ：０．０１００％以下、
Ｖ：０．２００％以下、
Ｗ：０．２００％以下、
Ｓｂ：０．１００％以下、
Ｓｎ：０．１００％以下および
Ｍｇ：０．０１００％以下
のうちから選択される一種または二種以上
（Ｂ群）
Ｓｅ、Ａｓ、Ｐｂ、Ｂｉ、Ｚｎ、Ｃｓ、Ｒｂ、Ｃｏ、Ｌａ、Ｔｌ、Ｎｄ、Ｙ、Ｉｎ、Ｂｅ、Ｈｆ、Ｔｃ、Ｔａ、Ｏ、Ｌａ、ＣｅおよびＰｒうちから選択される一種または二種以上：合計で０．０２％以下
【請求項３】
表面にめっき層を有する、請求項１に記載の鋼板。
【請求項４】
表面にめっき層を有する、請求項２に記載の鋼板。
【請求項５】
請求項１～４のいずれか一項に記載の鋼板を用いてなる、部材。
【請求項６】
鋼板の製造方法であって、
前記鋼板は、
マルテンサイトおよびベイナイトの合計の面積率が９５％以上１００％以下であり、
前記マルテンサイトおよび前記ベイナイトの粒内に存在する炭化物の面積率が５％以上２５％以下であり、
前記炭化物の平均円相当径が１０ｎｍ以上８０ｎｍ以下であり、かつ、
前記炭化物の粒径分布について次式（１）を満足し、

引張強さが１３１０ＭＰａ以上であり、
前記鋼板の製造方法は、
請求項１または２に記載の成分組成を有する鋼スラブに圧延を施して鋼板とする、圧延工程と、
前記鋼板を、焼鈍温度：$A_3$点以上、および、焼鈍時間：３０秒以上として焼鈍する、焼鈍工程と、
ついで、前記鋼板を、前記焼鈍温度～第２冷却開始温度の温度域での平均冷却速度：１０℃／秒以下として冷却する、第１冷却工程と、
前記鋼板を、前記第２冷却開始温度：６８０℃以上、前記第２冷却開始温度～５０℃の温度域での平均冷却速度：３０℃／秒以上として、５０℃以下の冷却停止温度まで冷却する、第２冷却工程と、
前記鋼板を、次式（２）、（３）および（４）満足する条件で焼戻す、焼戻し工程と、
を有する、鋼板の製造方法。
【数２】

$$\frac{n}{(n-1)(n-2)}\sum_{i=1}^{n}\left(\frac{x_i-\mathrm{X}}{s}\right)^3 \geqq 1.20 \quad \cdots(1)$$

ここで、
ｘｉ：円相当径が（５．０×ｉ）ｎｍ以上（５．０×（ｉ＋１））ｎｍ未満である炭化物の個数密度［個／μｍ$^2$］
ｉ：１～ｎの整数
ｎ：３１
Ｘ：ｘｉの平均値
ｓ：ｘｉの標準偏差
である。
λ１≦５０００・・・（２）
λ２≧３１００・・・（３）
λ２≦０．８８×λ１＋４００・・・（４）
ここで、
λ１：焼戻し工程の第１区間の焼戻しパラメーター、および
λ２：焼戻し工程の第２区間の焼戻しパラメーター、
であり、それぞれ次式（５）および（６）式により定義される。
λ１＝Ｔ１×（ｌｏｇｔ１＋２０）・・・（５）
λ２＝Ｔ２×（ｌｏｇｔ２＋２０）・・・（６）
また、
ｔ１：焼戻し工程の第１区間の滞留時間［ｓ］、
Ｔ１：焼戻し工程の第１区間の中間温度［℃］、
ｔ２：焼戻し工程の第２区間の滞留時間［ｓ］、および
Ｔ２：焼戻し工程の第２区間の中間温度［℃］、
である。
焼戻し工程の第１区間および第２区間とは、焼戻し工程において１００℃以上の温度域にある時間域を２等分し、前半を焼戻し工程の第１区間、後半を焼戻し工程の第２区間としたものである。
【請求項７】
前記焼戻し工程後、前記鋼板にめっき処理を行う、めっき処理工程を、さらに有する、請求項６に記載の鋼板の製造方法。
【請求項８】

請求項１～４のいずれか一項に記載の鋼板に、成形加工および接合加工の少なくとも一方を施して部材とする、工程を有する、部材の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

本発明は、鋼板および部材、ならびに、それらの製造方法に関する。

【背景技術】

【０００２】

近年、自動車の車体軽量化ニーズの更なる高まりから、車体骨格部品への高強度鋼板の適用が進みつつある。

【０００３】

このような高強度鋼板として、例えば、特許文献１には、

「質量％で、Ｃ：０．１４０％超、０．４００％未満、Ｓｉ：０．３５％超、１．５０％未満、Ｍｎ：１．５０％超、４．００％未満、Ｐ：０．１００％以下、Ｓ：０．０１０％以下、Ａｌ：０．１００％以下、Ｎ：０．０１００％以下、Ｔｉ：０％以上、０．０５０％未満、Ｎｂ：０％以上、０．０５０％未満、Ｖ：０％以上、０．５０％以下、Ｃｒ：０％以上、１．００％以下、Ｍｏ：０％以上、０．５０％以下、Ｂ：０％以上、０．００１０％以下、Ｃａ：０％以上、０．０１００％以下、Ｍｇ：０％以上、０．０１００％以下、ＲＥＭ：０％以上、０．０５００％以下、Ｂｉ：０％以上、０．０５０％以下、を含有し、残部がＦｅおよび不純物からなる化学組成を有し、

表面から板厚の１／４の位置における組織が、体積率で、７０．０％以上の焼戻しマルテンサイトと、３．０％超１０．０％未満の残留オーステナイトと、合計で２５．０％以下のフェライトおよびベイナイトと、５．０％以下のマルテンサイトと、を含み、

前記表面から２５μｍの位置における組織が、体積率で、合計で７０％以上のフェライトおよびベイナイトと、合計で３０％以下のマルテンサイトおよび焼戻しマルテンサイトと、を含み、

前記表面から２５μｍの位置において、前記マルテンサイトおよび前記焼戻しマルテンサイトの平均粒径が５．０μｍ以下であり、

引張強度が１３１０ＭＰａ以上であり、均一伸びが５．０％以上であり、９０°Ｖ曲げでの限界曲げ半径Ｒと板厚ｔの比であるＲ／ｔが５．０以下であることを特徴とする、高強度冷延鋼板。」

が開示されている。

【０００４】

特許文献２には、

「化学成分組成が、

Ｃ：０．０８～０．２０％（質量％の意味。化学成分組成について以下同じ）、

Ｓｉ：０．２０～３．０％、

Ｍｎ：１．０～３．５％、

Ａｌ：３％以下（０％を含まない）、

Ｐ：０．１５％以下（０％を含まない）、

Ｓ：０．０２％以下（０％を含まない）、および

Ｎ：０．０１％以下（０％を含まない）

を満たし、残部が鉄及び不可避不純物からなり、

全組織に占める焼戻しマルテンサイトおよび炭化物が合計で９５面積％以上であり、かつ、

鋼板表面から板厚方向に深さ１０μｍの位置から板厚の１／４深さの位置までの組織において、旧オーステナイト粒径（Ｄγ）：２０μｍ以下、および炭化物の占める面積率（Ｑ値）：０．２０％以下（但し、Ｑ値＝０％は含まない）を満たし、更に、

引張強度が１１８０ＭＰａ以上１３７０ＭＰａ以下であることを特徴とする耐遅れ破壊性に優れた高強度鋼板。」

が開示されている。
【先行技術文献】
【特許文献】
【０００５】
【文献】特許第６６３５２３６号
特許第５９０６１５４号
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【０００６】
ところで、車体骨格部品への高強度鋼板の適用に際し、従来は、鋼板を加熱してプレスする、いわゆる熱間プレス成形での高強度鋼板の適用が精力的に検討されてきた。しかしながら、最近では、コストや生産性の観点から、改めて冷間プレス成形（以下、冷間プレスともいう）での高強度鋼板の適用が検討されつつある。
【０００７】
高強度鋼板、特に、引張強さ（以下、ＴＳともいう）：１３１０ＭＰａ以上の鋼板を冷間プレスする場合、部品内での残留応力の増加や素材そのものによる耐遅れ破壊特性の劣化により、遅れ破壊が顕在化する。ここで、遅れ破壊とは、以下のようにして破壊に至る現象である。すなわち、部品に高い応力が加わった状態で当該部品が水素侵入環境下に置かれた際に、水素が当該部品内に侵入する。これにより、原子間結合力の低下や局所的な変形が生じて微小亀裂が生じ、その微小亀裂が進展することで破壊に至る。
【０００８】
鋼板の耐遅れ破壊特性は、一般的に、合金元素の添加量の増加に伴って、劣化することが知られている。そのため、マルテンサイトやベイナイトを主相とし、強度に寄与する合金元素の添加を極力低減する設計思想が有効であると考えられる。しかし、マルテンサイトやベイナイトを主相とする場合であっても、高強度化に伴う耐遅れ破壊特性の劣化が実用上の課題として顕在化しており、耐遅れ破壊特性を一層向上させる技術が要求されている。
【０００９】
例えば、特許文献１に開示の高強度鋼板では、表層部にフェライトやベイナイトを生成させている。そのため、フェライトやベイナイトの周囲の未変態オーステナイト部にＣが濃縮して、未変態オーステナイト部から生成したマルテンサイトが非常に硬質となる。その結果、それらが応力集中部となって遅れ破壊を助長する。
【００１０】
また、特許文献２に開示の高強度鋼板では、マルテンサイト中の炭化物の面積率を一定以下としているため、旧γ粒内の固溶Ｃ量が多く、旧γ粒内の強度が高い。ここで、遅れ破壊は、通常、旧γ粒界を起点に生じる。そのため、旧γ粒内の強度が高い場合、相対的に旧γ粒界の強度が低くなり、粒界破壊による遅れ破壊を助長する。
【００１１】
本発明は、上記の要求に応えるために開発されたものであって、ＴＳ：１３１０ＭＰａ以上の強度と、優れた耐遅れ破壊特性とを同時に実現した鋼板を、その有利な製造方法とともに、提供することを目的とする。
また、本発明は、上記の鋼板を素材とする部材、および、その製造方法を提供することを目的とする。
【課題を解決するための手段】
【００１２】
さて、発明者らは、上記の目的を達成すべく、鋭意検討を重ねたところ、以下の知見を得た。
ｉ）マルテンサイトやベイナイトの粒内の強度は固溶Ｃ量に比例し、固溶Ｃ量は炭化物の析出量と相関する。そのため、粒界での遅れ破壊を抑制しつつ、ＴＳ：１３１０ＭＰａ以上の強度を得るためには、炭化物の析出量およびサイズを制御することが重要である。

ｉｉ）微細な炭化物は遅れ破壊の原因となる水素の拡散を阻害し、耐遅れ破壊特性を改善する効果を有する。しかし、全ての炭化物を微細に析出させようとすると、炭化物の析出量が不十分となり、粒界での遅れ破壊を抑制する効果が得られない。これらを両立するためには、炭化物の面積率およびサイズに加えて、炭化物の粒径分布を適正に制御することが有効である。

ｉｉｉ）炭化物の粒径分布を制御するには、製造条件、特に、焼戻し工程を２区間に分け、それぞれの区間において、滞留時間と中間温度から算出される焼戻しパラメーターを個別かつ適切に制御することが重要である。

本発明は、上記の知見に基づき、さらに検討を加えて完成されたものである。

【００１３】

すなわち、本発明の要旨構成は次のとおりである。

１．質量％で、

Ｃ：０．１２％以上０．４０％以下、

Ｓｉ：１．５０％以下、

Ｍｎ：０．２０％以上３．５０％以下、

Ｐ：０．０５０％以下、

Ｓ：０．０１００％以下、

ｓｏｌ．Ａｌ：１．００％以下および

Ｎ：０．０１０％以下

であり、残部がＦｅおよび不可避的不純物である、成分組成を有し、

マルテンサイトおよびベイナイトの合計の面積率が９５％以上１００％以下であり、

前記マルテンサイトおよび前記ベイナイトの粒内に存在する炭化物の面積率が５％以上２５％以下であり、

前記炭化物の平均円相当径が１０ｎｍ以上８０ｎｍ以下であり、かつ、

前記炭化物の粒径分布について次式（１）を満足し、

引張強さが１３１０ＭＰａ以上である、鋼板。

【数１】

$$\frac{n}{(n-1)(n-2)}\sum_{i=1}^{n}\left(\frac{x_i-\mathrm{X}}{s}\right)^3 \geqq 1.20 \qquad \cdots (1)$$

ここで、

ｘｉ：円相当径が（５．０×ｉ）ｎｍ以上（５．０×（ｉ＋１））ｎｍ未満である炭化物の個数密度［個／μｍ$^2$］

ｉ：１～ｎの整数

ｎ：３１

Ｘ：ｘｉの平均値

ｓ：ｘｉの標準偏差

である。

【００１４】

２．前記成分組成が、さらに、質量％で、以下のＡ群およびＢ群のうちの少なくとも一方を含有する、前記１に記載の鋼板。

（Ａ群）

Ｃｕ：１．００％以下、

Ｎｉ：１．００％以下、

Ｍｏ：０．５０％以下、

Ｃｒ：１．００％以下、

Ｚｒ：０．１００％以下、

Ｃａ：０．０１００％以下、

Ｔｉ：０．１００％以下、
Ｎｂ：０．１００％以下、
Ｂ：０．０１００％以下、
Ｖ：０．２００％以下、
Ｗ：０．２００％以下、
Ｓｂ：０．１００％以下、
Ｓｎ：０．１００％以下および
Ｍｇ：０．０１００％以下
のうちから選択される一種または二種以上
（Ｂ群）
Ｓｅ、Ａｓ、Ｐｂ、Ｂｉ、Ｚｎ、Ｃｓ、Ｒｂ、Ｃｏ、Ｌａ、Ｔｌ、Ｎｄ、Ｙ、Ｉｎ、Ｂｅ、Ｈｆ、Ｔｃ、Ｔａ、Ｏ、Ｌａ、ＣｅおよびＰｒうちから選択される一種または二種以上：合計で０．０２％以下

【００１５】

３．表面にめっき層を有する、前記１または２に記載の鋼板。

【００１６】

４．前記１～３のいずれかに記載の鋼板を用いてなる、部材。

【００１７】

５．前記１または２に記載の成分組成を有する鋼スラブに圧延を施して鋼板とする、圧延工程と、
前記鋼板を、焼鈍温度：$A_3$点以上、および、焼鈍時間：３０秒以上として焼鈍する、焼鈍工程と、
ついで、前記鋼板を、前記焼鈍温度～第２冷却開始温度の温度域での平均冷却速度：１０℃／秒以下として冷却する、第１冷却工程と、
前記鋼板を、前記第２冷却開始温度：６８０℃以上、前記第２冷却開始温度～５０℃の温度域での平均冷却速度：３０℃／秒以上として、５０℃以下の冷却停止温度まで冷却する、第２冷却工程と、
前記鋼板を、次式（２）、（３）および（４）満足する条件で焼戻す、焼戻し工程と、
を有する、鋼板の製造方法。

$$\lambda 1 \leqq 5000 \cdots (2)$$

$$\lambda 2 \geqq 3100 \cdots (3)$$

$$\lambda 2 \leqq 0.88 \times \lambda 1 + 400 \cdots (4)$$

ここで、
λ１：焼戻し工程の第１区間の焼戻しパラメーター、および
λ２：焼戻し工程の第２区間の焼戻しパラメーター、
であり、それぞれ次式（５）および（６）式により定義される。

$$\lambda 1 = T1 \times (\log t1 + 20) \cdots (5)$$

$$\lambda 2 = T2 \times (\log t2 + 20) \cdots (6)$$

また、
ｔ１：焼戻し工程の第１区間の滞留時間［ｓ］、
Ｔ１：焼戻し工程の第１区間の中間温度［℃］、
ｔ２：焼戻し工程の第２区間の滞留時間［ｓ］、および
Ｔ２：焼戻し工程の第２区間の中間温度［℃］、
である。
焼戻し工程の第１区間および第２区間とは、焼戻し工程において１００℃以上の温度域にある時間域を２等分し、前半を焼戻し工程の第１区間、後半を焼戻し工程の第２区間としたものである。

【００１８】

６．前記焼戻し工程後、前記鋼板にめっき処理を行う、めっき処理工程を、さらに有する、前記５に記載の鋼板の製造方法。

【００１９】
７．前記１～３のいずれかに記載の鋼板に、成形加工および接合加工の少なくとも一方を施して部材とする、工程を有する、部材の製造方法。
【発明の効果】
【００２０】
本発明によれば、ＴＳ：１３１０ＭＰａ以上の強度と、優れた耐遅れ破壊特性とを同時に実現した鋼板が得られる。また、本発明の鋼板は、上記の特性により、高い強度が求められる種々の部品に対して冷間プレスでの適用が可能となるので、コストや生産性の点でより有利に、部品強度の向上および軽量化に貢献することができる。特に、本発明の鋼板は、自動車や家電製品等に冷間プレスを経て供される冷間プレス用鋼板として、好適である。
【発明を実施するための形態】
【００２１】
本発明を、以下の実施形態に基づき説明する。
［１］鋼板
まず、本発明の一実施形態に従う鋼板の成分組成について説明する。なお、成分組成における単位はいずれも「質量％」であるが、以下、特に断らない限り、単に「％」で示す。
【００２２】
Ｃ：０．１２％以上０．４０％以下
Ｃはマルテンサイトやベイナイトの強度を上昇させ、ＴＳ：１３１０ＭＰａ以上の強度を確保する観点から含有させる。Ｃ含有量が０．１２％未満では、所定の強度を安定して得ることが困難となる。したがって、Ｃ含有量は０．１２％以上とする。ＴＳ：１４７０ＭＰａ以上を得る観点からは、Ｃ含有量は０．１８％以上が好ましい。ＴＳ：１７００ＭＰａ以上を得る観点からは、Ｃ含有量は、より好ましくは０．２４％以上である。一方、Ｃ含有量が０．４０％を超えると、強度が高くなり過ぎて優れた耐遅れ破壊特性を確保することが困難となる。したがって、Ｃ含有量は０．４０％以下とする。Ｃ含有量は、好ましくは０．３６％以下、より好ましくは０．３２％以下である。
【００２３】
Ｓｉ：１．５０％以下
Ｓｉは、固溶強化による強化元素として添加することができる。Ｓｉ含有量の下限は特に限定されず、０％であってもよい。ただし、上記効果を得る観点から、Ｓｉ含有量は０．０２％以上が好ましい。Ｓｉ含有量は、より好ましくは０．１０％以上である。一方、Ｓｉの含有量が１．５０％を超えると、その効果が飽和する。また、Ｓｉの偏析量が多くなり、耐遅れ破壊特性を劣化させる。したがって、Ｓｉ含有量は１．５０％以下とする。Ｓｉ含有量は、好ましくは１．２０％以下、より好ましくは１．００％以下、さらに好ましくは０．８０％以下である。
【００２４】
Ｍｎ：０．２０％以上３．５０％以下
Ｍｎは、鋼の焼入れ性を向上させる元素であり、マルテンサイトを確保するために含有させる。ここで、Ｍｎ含有量は、工業的に安定してマルテンサイトを確保する観点から、０．２０％以上とする。Ｍｎ含有量は、好ましくは０．８０％以上である。一方、Ｍｎを過剰に含有させると、粗大なＭｎＳやＭｎ偏析の形成を通じて耐遅れ破壊特性を劣化させるおそれがある。そのため、Ｍｎ含有量は３．５０％以下とする。Ｍｎ含有量は、好ましくは３．００％以下、より好ましくは２．５０％以下、さらに好ましくは２．００％以下である。
【００２５】
Ｐ：０．０５０％以下
Ｐは、鋼を強化する元素であるが、その含有量が多いと、スポット溶接性が劣化する。そのため、Ｐ含有量は０．０５０％以下とする。上記の観点から、Ｐ含有量は、好ましくは０．０２０％以下である。なお、Ｐ含有量の下限は特に限定されない。ただし、Ｐ含有

量を０．００２％未満に低減するには多大なコストを要する。そのため、コストの観点からは、Ｐ含有量は０．００２％以上が好ましい。

【００２６】

Ｓ：０．０１００％以下

Ｓは、粗大なＭｎＳの形成を通じて耐遅れ破壊特性を劣化させる。そのため、Ｓ含有量は０．０１００％以下とする。上記の観点から、Ｓ含有量は、好ましくは０．００５０％以下、より好ましくは０．００２０％以下である。なお、Ｓ含有量の下限は特に限定されない。ただし、Ｓ含有量を０．０００２％未満に低減するには多大なコストを要する。そのため、コストの観点からは、Ｓ含有量は０．０００２％以上が好ましい。

【００２７】

ｓｏｌ．Ａｌ：１．００％以下

Ａｌは、十分な脱酸を行い、鋼中介在物を低減するために含有させることができる。ｓｏｌ．Ａｌ含有量の下限は特に限定されず０％であってもよい。ただし、安定して脱酸を行う観点からは、ｓｏｌ．Ａｌ含有量は０．００５％以上が好ましく、０．０１％以上がより好ましい。一方、ｓｏｌ．Ａｌ含有量が１．００％を超えると、Ａｌ系の粗大介在物が多量に生成し、耐遅れ破壊特性が劣化する。したがって、ｓｏｌ．Ａｌ含有量は１．００％以下とする。ｓｏｌ．Ａｌ含有量は、好ましくは０．８０％以下、より好ましくは０．５０％以下である。

【００２８】

Ｎ：０．０１０％以下

Ｎは、粗大な窒化物を形成し、耐遅れ破壊特性を劣化させる。したがって、Ｎは０．０１０％以下とする。Ｎ含有量は、好ましくは０．００８０％以下である。Ｎ含有量の下限は特に限定されず０％であってもよい。ただし、工業的に実施する観点からは、Ｎ含有量は０．０００５％以上が好ましい。

【００２９】

以上、本発明の一実施形態に従う鋼板の基本成分について説明したが、本発明の一実施形態に従う鋼板は、上記基本成分を含有し、上記基本成分以外の残部はＦｅ（鉄）および不可避的不純物を含む成分組成を有する。ここで、本発明の一実施形態に従う鋼板は、上記基本成分を含有し、残部はＦｅおよび不可避的不純物からなる成分組成を有することが好ましい。本発明の一実施形態に従う鋼板には、上記基本成分に加え、以下に示す任意添加成分のうちから選択される一種または二種以上を含有させてもよい。なお、以下に示す任意添加成分は、以下に示す上限値以下で含有していれば、本発明の効果が得られるため、下限値は特に設けなくてもよい。また、以下に示す各任意添加成分が後述する好適な下限値未満で含有される場合、当該成分は不可避的不純物として含まれるものとすることもできる。

Ｃｕ：１．００％以下、
Ｎｉ：１．００％以下、
Ｍｏ：０．５０％以下、
Ｃｒ：１．００％以下、
Ｚｒ：０．１００％以下、
Ｃａ：０．０１００％以下、
Ｔｉ：０．１００％以下、
Ｎｂ：０．１００％以下、
Ｂ：０．０１００％以下、
Ｖ：０．２００％以下、
Ｗ：０．２００％以下、
Ｓｂ：０．１００％以下、
Ｓｎ：０．１００％以下および
Ｍｇ：０．０１００％以下

【００３０】

Ｃｕ：１．００％以下
　Ｃｕは、耐食性を向上させる元素である。また、Ｃｕは、腐食生成物により鋼板表面を被覆して鋼板への水素侵入を抑制し、耐遅れ破壊特性を向上させる効果も有する。上記の観点から、Ｃｕ含有量は好ましくは０％超え、より好ましくは０．０１％以上である。特に、耐遅れ破壊特性の向上の観点からは、Ｃｕ含有量は０．０５％以上がさらに好ましい。しかしながら、Ｃｕ含有量が多くなりすぎると表面欠陥の原因となる。したがって、Ｃｕを含有させる場合、その含有量は１．００％以下が好ましい。
【００３１】
Ｎｉ：１．００％以下
　Ｎｉも、耐食性を向上させる元素である。上記の観点から、Ｎｉ含有量は好ましくは０％超え、より好ましくは０．０１％以上である。しかしながら、Ｎｉ含有量が多くなりすぎると、加熱炉内でのスケール生成が不均一になり、表面欠陥の原因になる。また、コスト増にもなる。したがって、Ｎｉを含有させる場合、その含有量は１．００％以下が好ましい。
【００３２】
Ｍｏ：０．５０％以下
　Ｍｏは、鋼の焼入れ性を向上させ、所定の強度を安定的に確保する効果を得る目的で含有させることができる。上記の効果を得る観点から、Ｍｏ含有量は好ましくは０％超え、より好ましくは０．０００１％以上、さらに好ましくは０．０００５％以上である。しかしながら、Ｍｏ含有量が０．５０％を超えると、化成処理性の劣化を招く。したがって、Ｍｏを含有させる場合、その含有量は０．５０％以下が好ましい。
【００３３】
Ｃｒ：１．００％以下
　Ｃｒは、鋼の焼入れ性を向上させる効果を得る目的で含有させることができる。上記の効果を得る観点から、Ｃｒ含有量は好ましくは０％超え、より好ましくは０．０００１％以上である。しかしながら、Ｃｒ含有量が１．００％を超えると、化成処理性の劣化を招く。したがって、Ｃｒを含有させる場合、その含有量は１．００％以下が好ましい。なお、化成処理性の劣化を防止する観点からは、Ｃｒ含有量は０．２０％以下がより好ましい。
【００３４】
Ｚｒ：０．１００％以下
　Ｚｒは、旧γ粒径の微細化やそれによるマルテンサイトの内部構造の微細化を通じて高強度化に寄与する。このような観点から、Ｚｒ含有量は好ましくは０％超え、より好ましくは０．０００１％以上である。しかしながら、Ｚｒを過剰に含有させると、Ｚｒ系の粗大な析出物が増加し、耐遅れ破壊特性の劣化を招く。したがって、Ｚｒを含有させる場合、その含有量は０．１００％以下が好ましい。
【００３５】
Ｃａ：０．０１００％以下
　Ｃａは、ＳをＣａＳとして固定し、耐遅れ破壊特性を改善する効果を有する。このような効果を得る観点から、Ｃａ含有量は好ましくは０％超え、より好ましくは０．０００１％以上である。しかしながら、Ｃａを過剰に含有させると、表面品質が劣化する。したがって、Ｃａを含有させる場合、その含有量は０．０１００％以下が好ましい。Ｃａ含有量は、より好ましくは０．００５０％以下である。
【００３６】
Ｔｉ：０．１００％以下
　Ｔｉは、ＢＮの形成に先んじてＴｉＮを形成する。これにより、固溶Ｂが確保され、焼入れ性の安定化効果が得られる。このような効果を得る観点から、Ｔｉ含有量は好ましくは０％超え、より好ましくは０．００２％以上である。一方、Ｔｉを過剰に含有させると、粗大なＴｉＮやＴｉＣ等の介在物が多量に生成し、耐遅れ破壊特性を劣化させる。したがって、Ｔｉ含有量は０．１００％以下とする。Ｔｉ含有量は、好ましくは０．０６０％以下、より好ましくは０．０５５％以下である。

【００３７】
Ｎｂ：０．１００％以下
Ｎｂは、旧γ粒径の微細化やそれによるマルテンサイトの内部構造の微細化を通じて高強度化に寄与する。このような観点から、Ｎｂ含有量は好ましくは０％超え、より好ましくは０．００２％以上である。しかしながら、Ｎｂを過剰に含有させると、Ｎｂ系の粗大な析出物が増加し、耐遅れ破壊特性の劣化を招く。したがって、Ｎｂを含有させる場合、その含有量は０．１００％以下が好ましい。
【００３８】
Ｂ：０．０１００％以下
Ｂは、鋼の焼入れ性を向上させる元素であり、少ないＭｎ含有量でもマルテンサイトの生成量を増加させる利点を有する。このような効果を得る観点から、Ｂ含有量は好ましくは０％超え、より好ましくは０．０００２％以上、さらに好ましく０．０００５％以上とする。一方、Ｂ含有量が０．０１００％を超えると、その効果が飽和する。したがって、Ｂ含有量は０．０１００％以下とする。
【００３９】
Ｖ：０．２００％以下
Ｖは、鋼の焼入れ性を向上させる効果、および、マルテンサイトの微細化による高強度化の効果を得る目的で含有させることができる。このような効果を得る観点から、Ｖ含有量は好ましくは０％超え、より好ましくは０．００１％以上である。しかしながら、Ｖ含有量が０．２００％を超えると、鋳造性の劣化を招く。したがって、Ｖを含有させる場合、その含有量は０．２００％以下が好ましい。
【００４０】
Ｗ：０．２００％以下
Ｗは、微細なＷ系炭化物・炭窒化物の形成を通じて、高強度化に寄与する。このような観点から、Ｗ含有量は好ましくは０％超え、より好ましくは０．００１％以上である。しかしながら、Ｗを過剰に含有させると、熱間圧延工程のスラブ加熱時に未固溶で残存する粗大な析出物が増加し、耐遅れ破壊特性の劣化を招く。したがって、Ｗを含有させる場合、その含有量は０．２００％以下が好ましい。
【００４１】
Ｓｂ：０．１００％以下
Ｓｂは、鋼板の表層での酸化や窒化を抑制し、これにより、ＣやＢの低減を抑制する。ＣやＢの低減が抑制されることによって、鋼板の表層でのフェライト生成が抑制され、高強度化に寄与する。このような観点から、Ｓｂ含有量は好ましくは０％超え、より好ましくは０．００１％以上である。しかしながら、Ｓｂ含有量が０．１００％を超えると、鋳造性が劣化する。また、旧γ粒界にＳｂが偏析して耐遅れ破壊特性の劣化を招く。したがって、Ｓｂを含有させる場合、その含有量は０．１００％以下が好ましい。
【００４２】
Ｓｎ：０．１００％以下
Ｓｎは、鋼板の表層での酸化や窒化を抑制し、これにより、ＣやＢの低減を抑制する。ＣやＢの低減が抑制されることによって、鋼板の表層でのフェライト生成が抑制され、高強度化、さらには耐遅れ破壊特性の改善に寄与する。このような観点から、Ｓｎ含有量は好ましくは０％超え、より好ましくは０．００１％以上である。しかしながら、Ｓｎ含有量が０．１００％を超えると、鋳造性が劣化する。また、旧γ粒界にＳｎが偏析して耐遅れ破壊特性の劣化を招く。したがって、Ｓｎを含有させる場合、その含有量は０．１００％以下が好ましい。
【００４３】
Ｍｇ：０．０１００％以下
Ｍｇは、ＭｇＯとしてＯを固定し、耐遅れ破壊特性を改善する。このような観点から、Ｍｇ含有量は好ましくは０％超え、より好ましくは０．０００１％以上である。しかしながら、Ｍｇを過剰に含有させると、表面品質や耐遅れ破壊特性の劣化を招く。したがって

、Ｍｇを含有させる場合、その含有量は０．０１００％以下が好ましい。
【００４４】
なお、上記以外の元素としては、例えば、Ｓｅ、Ａｓ、Ｐｂ、Ｂｉ、Ｚｎ、Ｃｓ、Ｒｂ、Ｃｏ、Ｌａ、Ｔｌ、Ｎｄ、Ｙ、Ｉｎ、Ｂｅ、Ｈｆ、Ｔｃ、Ｔａ、Ｏ、Ｌａ、ＣｅおよびＰｒ等が挙げられ、これらの元素のうちから選択される一種または二種以上の合計の含有量は０．０２％以下であれば許容できる。これらの元素の含有量はいずれも０％であってよいことは言うまでもない。
【００４５】
上記以外の元素は、Ｆｅおよび不可避的不純物である。
【００４６】
つぎに、本発明の一実施形態に従う鋼板の組織について説明する。
本発明の一実施形態に従う鋼板の組織は、
マルテンサイトおよびベイナイトの合計の面積率が９５％以上１００％以下であり、
前記マルテンサイトおよび前記ベイナイトの粒内に存在する炭化物の面積率が５％以上２５％以下であり、
前記炭化物の平均円相当径が１０ｎｍ以上８０ｎｍ以下であり、かつ、
前記炭化物の粒径分布について上掲式（１）を満足する、組織である。
以下、それぞれの限定理由について説明する。なお、面積率は、組織全体に対する面積率である。
【００４７】
マルテンサイトおよびベイナイトの合計面積率：９５％以上１００％以下
所定の強度を得るために、マルテンサイトおよびベイナイトの合計面積率を９５％以上とする。マルテンサイトおよびベイナイトの合計面積率が９５％未満になると、残部組織であるフェライト、残留オーステナイトおよびパーライトが増加し、所定の強度を得ることが難しくなる。なお、マルテンサイトおよびベイナイトの合計面積率が９５％未満の組織構成で所定の強度を確保する方法としては、例えば、焼戻し温度の低温化やＣ量を増加させる方法がある。しかしながら、焼戻し温度の低温化の場合、靭性が低下して耐遅れ破壊特性が劣化する。また、Ｃ量を増加させる方法では、溶接性を劣化させるおそれがある。したがって、マルテンサイトおよびベイナイトの合計面積率は９５％以上とする。なお、マルテンサイトおよびベイナイトの合計面積率の上限は特に限定されず、１００％であってもよい。
【００４８】
残部の面積率：５％以下
マルテンサイトおよびベイナイト以外の残部を構成する組織は、強度を低下させたり、遅れ破壊を助長するおそれがある。そのため、残部の面積率は５％以下とする。残部の面積率の下限は特に限定されず、残部の面積率は０％であってもよい。なお、マルテンサイトおよびベイナイト以外の残部を構成する組織としては、フェライト、残留オーステナイトおよびパーライトが挙げられる。
【００４９】
ここで、マルテンサイトおよびベイナイトの合計面積率は、以下のように測定する。
すなわち、鋼板のＬ断面（圧延方向に平行な垂直断面）を研磨後、ナイタールで腐食し、鋼板のＬ断面を、鋼板の板厚１／４位置においてＳＥＭにより２０００倍の倍率にて４視野観察する。ついで、撮影した組織写真を画像解析する。マルテンサイトおよびベイナイトはいずれも、灰色のコントラストを呈した領域である。マルテンサイトおよびベイナイトには、内部に炭化物や窒化物、硫化物、酸化物などの介在物が含まれる場合があるが、これらの介在物が占める領域は、マルテンサイトおよびベイナイトの面積に含めるものとする。また、上記の灰色のコントラストを呈した領域には、残留オーステナイトが含まれる場合があるため、後述する方法により、上記の灰色のコントラストを呈した領域の面積率から残留オーステナイトの面積率を減じて、マルテンサイトおよびベイナイトの合計面積率を算出する。

【００５０】
なお、マルテンサイトおよびベイナイトは、製造過程において焼戻しが生じた、いわゆる焼戻しマルテンサイトおよび焼戻しベイナイトを主体として構成される。ここで、焼戻しマルテンサイトおよび焼戻しベイナイトには、連続冷却中に自己焼戻しを生じたマルテンサイトおよびベイナイトも含まれる。また、マルテンサイトの一部には、焼戻しが生じていない、いわゆるフレッシュマルテンサイトが面積率で５％以下含まれる場合がある（後述する実施例の発明例においても、（内部に炭化物が認められない）フレッシュマルテンサイトの面積率はいずれも、５％以下であった）。焼戻しマルテンサイトでは、通常、内部に白いコントラストの炭化物を含む。一方、フレッシュマルテンサイトでは、内部に炭化物が認められない。

【００５１】
また、残部組織のうち、フェライトは、黒色のコントラストを呈した領域である。パーライトは、フェライトと板状で白いコントラストのセメンタイトとが層状になった組織である。

【００５２】
なお、マルテンサイトとベイナイトとは、基本的には、上記したＳＥＭによる組織写真のコントラスト差から判別可能である。しかし、両者の判別が困難な場合には、内部に含まれる炭化物の位置やバリアントを、ＳＥＭにより１００００倍の倍率にて観察することにより、判別することが可能である。すなわち、ベイナイトでは、ラス状組織の界面またはラス内に炭化物が生成している。また、ベイニティックフェライトとセメンタイトとの結晶方位関係が１種類であるので、生成した炭化物は一方向に伸びている。一方、マルテンサイトを主に構成する焼戻しマルテンサイトでは、ラス内に炭化物が生成している。また、ラスと炭化物との結晶方位関係が２種類以上あるため、生成した炭化物は複数方向に伸びている。よって、内部に含まれる炭化物の位置やバリアントを、ＳＥＭにより１０００００倍の倍率にて観察することにより、焼戻しマルテンサイトとベイナイトとを判別することが可能である。

【００５３】
ついで、上記の灰色のコントラストを呈した領域の４視野分の合計の面積を算出し、当該合計面積を４視野分の観察領域の全面積で除して１００を乗じた値を求める。ついで、求めた値から後述する方法により測定した残留オーステナイトの面積率を減じ、その値を、マルテンサイトおよびベイナイトの合計面積率とする。ただし、灰色のコントラストを呈した領域のうち、面積が１μｍ$^2$未満の島状領域は除外してマルテンサイトおよびベイナイトの合計面積率を算出する。

【００５４】
ここで、残留オーステナイトの面積率は、以下のように測定する。
すなわち、鋼板をその表面から２００μｍまでの深さまでシュウ酸により化学研磨する。ついで、化学研磨した面を観察面として、Ｘ線回折法により観察する。入射Ｘ線にはＭｏＫα線を使用し、ｂｃｃ鉄の（２００）、（２１１）および（２２０）各面の回折強度に対するｆｃｃ鉄（オーステナイト）の（２００）、（２２０）および（３１１）各面の回折強度の比を求める。ついで、各面の回折強度の比から、残留オーステナイトの体積率を算出する。そして、残留オーステナイトが三次元的に均質であるとみなして、残留オーステナイトの体積率を、残留オーステナイトの面積率とする。

【００５５】
また、残部の面積率は、１００％から上記のようにして求めたマルテンサイトおよびベイナイトの合計面積率を減じることにより求める。
［残部の面積率（％）］＝１００－［マルテンサイトおよびベイナイトの合計面積率（％）］

【００５６】
マルテンサイトおよびベイナイトの粒内に存在する炭化物の面積率：５％以上２５％以下
マルテンサイトおよびベイナイトの粒内に存在する炭化物（以下、単に炭化物ともいう）

は、遅れ破壊の原因となる水素の拡散を阻害する。また、炭化物は、粒内強度を低下させることにより、粒内強度と粒界強度の差を小さくして、粒界を相対的に強化する。これらを通じて、耐遅れ破壊特性が改善される。炭化物の面積率が５％未満の場合、上記の耐遅れ破壊特性の改善効果が十分に得られない。一方、炭化物の面積率が２５％超えの場合、所定の強度を確保することが困難になる。したがって、炭化物の面積率は５％以上２５％以下とする。炭化物の面積率は、好ましくは１０％以上である。炭化物の面積率は、好ましくは２０％以下である。

【００５７】

炭化物の平均円相当径：１０ｎｍ以上８０ｎｍ以下

また、炭化物の平均円相当径が１０ｎｍ未満の場合、上記の耐遅れ破壊特性の改善効果が十分に得られない。一方、炭化物の平均円相当径が８０ｎｍ超えの場合、所定の強度を確保することが困難になる。また、旧γ粒界上でも炭化物が粗大に析出し、粒界破壊による遅れ破壊を助長するおそれが生じる。したがって、炭化物の平均円相当径は１０ｎｍ以上８０ｎｍ以下とする。炭化物の平均円相当径は、好ましくは６０ｎｍ以下、より好ましくは４０ｎｍ以下である。

【００５８】

炭化物の粒径分布：次式（１）を満足する。

炭化物の粒径は、焼戻し温度の増加に伴い粗大化する。また、一定の温度で焼戻し処理を施した場合には、炭化物の粒径分布は正規分布に近い分布となる。次式（１）は、炭化物の粒径分布が正規分布ではなく、比較的微細な炭化物を主体とし、粗大な炭化物も一定量含んでいる状態を表している。発明者らは、種々の検討を重ね、次式（１）を満足することによって、優れた耐遅れ破壊特性が得られることを知見した。このメカニズムは明らかではないが、発明者らは、比較的微細な炭化物による水素トラップ効果と、粗大な炭化物の形成による固溶Ｃ量の低減とが、相乗的に作用しているものと考えている。そのため、粒内炭化物の粒径分布について、次式（１）を満足させる。次式（１）の左辺値は、好ましくは１．３５以上であり、より好ましくは１．５０以上である。また、次式（１）式の左辺値の上限は特に限定されないが、例えば、次式（１）の左辺値は２．２０以下とすること好ましい。

【数２】

$$\frac{n}{(n-1)(n-2)}\sum_{i=1}^{n}\left(\frac{x_i-\mathrm{X}}{s}\right)^3 \geqq 1.20 \qquad \cdots (1)$$

ここで、

ｘｉ：円相当径が（５．０×ｉ）ｎｍ以上（５．０×（ｉ＋１））ｎｍ未満である炭化物の個数密度［個／μｍ$^2$］

ｉ：１～ｎの整数

ｎ：３１

Ｘ：ｘｉの平均値（ｘ１～ｘ３１までの（算術）平均値）

ｓ：ｘｉの標準偏差（ｘ１～ｘ３１までの標準偏差）

である。

【００５９】

また、炭化物の面積率および平均円相当径の測定、ならびに、上掲式（１）の左辺値の算出は、以下のようにして行う。

すなわち、鋼板のＬ断面（圧延方向に平行な垂直断面）を研磨後、ナイタールで腐食する。ついで、鋼板のＬ断面を、鋼板の板厚１／４位置においてＳＥＭにより観察し、インレンズＳＥ像を取得する。なお、インレンズＳＥ像では、物質表面の仕事関数、局所的な帯電による表面ポテンシャルの変化の影響を受け、物質の違いに敏感な像が得られるため、地鉄と炭化物との境界が明瞭に確認できる。また、加速電圧：１ｋＶ、ワーキングディ

スタンス：４ｍｍ、倍率：１５０００倍とする。得られたインレンズＳＥ像をＩｍａｇｅＪにより画像解析し、炭化物と地鉄に２値化する。ついで、粒子解析機能により、炭化物の合計の面積率を算出し、その値を炭化物の面積率とする。また、各炭化物の円相当径を算出し、これらの平均値を、炭化物の平均円相当径とする。加えて、各炭化物の円相当径を基に、円相当径が（５．０×ｉ）ｎｍ以上（５．０×（ｉ＋１））ｎｍ未満である炭化物の個数をそれぞれカウントし、ｘｉ（円相当径が（５．０×ｉ）ｎｍ以上（５．０×（ｉ＋１））ｎｍ未満である炭化物の個数密度）を求める。求めたｘｉから上掲式（１）の左辺値を算出する。

ここで、各炭化物の円相当径は、次式により算出する。

［各炭化物の円相当径（ｎｍ）］＝（４×［各炭化物の面積（ｎｍ$^{2}$）］÷π）$^{1／2}$

なお、炭化物の面積率および平均円相当径の算出では、円相当径が５ｎｍ未満の炭化物は除外する。

【００６０】

また、マルテンサイトの領域には旧γ粒界、パケット境界およびブロック境界が内在し、これらの粒界および境界上に炭化物がフィルム状に析出する場合があるが、これらの炭化物は、マルテンサイトの粒内に存在する炭化物には含めない。

【００６１】

つぎに、本発明の一実施形態に従う鋼板の機械特性について、説明する。

【００６２】

引張強さ（ＴＳ）：１３１０ＭＰａ以上

本発明の一実施形態に従う鋼板は、ＴＳ：１３１０ＭＰａ以上でも、耐遅れ破壊特性に優れる点を特徴の一つとするものである。したがって、ＴＳは１３１０ＭＰａ以上とする。ＴＳは、好ましくは１４７０ＭＰａ以上、より好ましくは１７００ＭＰａ以上である。ＴＳの上限については特に限定されないが、例えば、ＴＳは２５００ＭＰａ以下が好適であり得る。なお、ＴＳは、ＪＩＳ　Ｚ　２２４１に準拠する引張試験により測定する。詳細は後述する実施例に記載するとおりである。

【００６３】

また、本発明の一実施形態に従う鋼板は、その表面（片面または両面）にめっき層を有していてもよい。めっき層の種類は特に限定されず、例えば、亜鉛めっき層や亜鉛以外の金属のめっき層が挙げられる。また、めっき層は、亜鉛等の主となる成分以外の成分を含んでもよい。亜鉛めっき層としては、例えば、溶融亜鉛めっき層や合金化溶融亜鉛めっき層、電気亜鉛めっき層が挙げられる。

【００６４】

なお、本発明の一実施形態に従う鋼板の板厚は特に限定されないが、好ましくは０．５ｍｍ以上３．０ｍｍ以下である。また、本発明の一実施形態に従う鋼板は、熱延鋼板であっても、冷延鋼板であってもよい。

【００６５】

［２］部材

つぎに、本発明の一実施形態に従う部材について、説明する。

本発明の一実施形態に従う部材は、上記の鋼板を用いてなる（素材とする）部材である。例えば、素材である鋼板に、成形加工および接合加工の少なくとも一方、好適には、冷間プレスを施して部材とする。

ここで、上記の鋼板は、ＴＳ：１３１０ＭＰａ以上の強度と、優れた耐遅れ破壊特性とを同時に実現している。また、上記の鋼板は、上記の特性により、高い強度が求められる種々の部品に対して冷間プレスでの適用が可能となるので、コストや生産性の点でより有利に、部品強度の向上および軽量化に貢献することができる。そのため、本発明の一実施形態に従う部材は、自動車や家電製品等に使用される部材に適用して特に好適である。

【００６６】

［３］鋼板の製造方法

つぎに、本発明の一実施形態に従う鋼板の製造方法について、説明する。

【００６７】
本発明の一実施形態に従う鋼板の製造方法は、
上記の成分組成を有する鋼スラブに圧延を施して鋼板とする、圧延工程と、
前記鋼板を、焼鈍温度：$A_3$点以上、および、焼鈍時間：３０秒以上として焼鈍する、焼鈍工程と、
ついで、前記鋼板を、前記焼鈍温度～第２冷却開始温度の温度域での平均冷却速度：１０℃／秒以下として冷却する、第１冷却工程と、
前記鋼板を、前記第２冷却開始温度：６８０℃以上、前記第２冷却開始温度～５０℃の温度域での平均冷却速度：３０℃／秒以上として、５０℃以下の冷却停止温度まで冷却する、第２冷却工程と、
前記鋼板を、上掲式（２）、（３）および（４）満足する条件で焼戻す、焼戻し工程と、を有する、というものである。
なお、上記の各温度は、特に説明がない限り、鋼スラブおよび鋼板の表面温度を意味する。

【００６８】
［圧延工程］
まず、鋼スラブに圧延、例えば、熱間圧延、または、熱間圧延および冷間圧延を施して鋼板とする。鋼スラブの準備方法（製造条件）、熱間圧延条件および冷間圧延条件は特に限定されず、常法に従い行えばよい。なお、熱間圧延後の熱延鋼板に、任意に酸洗を施してもよい。酸洗条件についても特に限定されず、常法に従えばよい。また、冷間圧延後の冷延鋼板に、任意に酸洗を施してもよい。酸洗条件についても特に限定されず、常法に従えばよい。

【００６９】
［焼鈍工程］
ついで、上記のようにして得られた鋼板（熱延鋼板または冷延鋼板）を、焼鈍温度：$A_3$点以上、および、焼鈍時間：３０秒以上として焼鈍する。

【００７０】
焼鈍温度：$A_3$点以上
最終製品の鋼板の組織において、上記のようなマルテンサイトおよびベイナイトを主体とする組織を得るためには、焼鈍温度を$A_3$点以上とすることが必要である。
すなわち、焼鈍温度が$A_3$点未満になると、焼鈍時に十分なオーステナイトが生成しない。その結果、最終製品において所定のマルテンサイトおよびベイナイトの合計面積率が得られず、ひいては、ＴＳ：１３１０ＭＰａ以上が得られない。そのため、焼鈍温度は$A_3$点以上とする。なお、焼鈍温度の上限は特に限定されないが、焼鈍温度が一定以上になると、オーステナイト粒径が粗大になり靭性が劣化するおそれがある。そのため、焼鈍温度は１０００℃以下が好ましい。
なお、焼鈍温度は、焼鈍工程での最高到達温度であり、焼鈍における保持中の温度は$A_3$点以上であれば、一定であっても、変動してもよい。また、$A_3$点は次式により求める。

$A_3$点（℃）＝９１０－２０３×［Ｃ％］$^{0.5}$＋４４．７×［Ｓｉ％］＋
３１．５×［Ｍｏ％］－３０×［Ｍｎ％］－１１×［Ｃｒ％］＋７００×［Ｐ％］＋
４００×［Ａｌ％］＋４００×［Ｔｉ％］

【００７１】
焼鈍時間：３０秒以上
焼鈍時間が３０秒未満になると、焼鈍時に十分なオーステナイトが生成しない。その結果、最終製品において所定のマルテンサイトおよびベイナイトの合計面積率が得られず、ひいては、ＴＳ：１３１０ＭＰａ以上が得られない。そのため、焼鈍時間は３０秒以上とする。なお、焼鈍時間の上限は特に限定されないが、焼鈍時間が一定以上になると、オーステナイト粒径が粗大になり靭性が劣化するおそれがある。したがって、焼鈍時間は９００秒以下が好ましい。
なお、焼鈍時間とは、$A_3$点以上の温度域での保持時間（滞留時間）である。

【００７２】
［第１冷却工程］
　ついで、上記のようにして焼鈍を施した鋼板を、焼鈍温度～（後述する）第２冷却開始温度の温度域での平均冷却速度：１０℃／秒以下として、冷却する。
【００７３】
焼鈍温度～第２冷却開始温度の温度域での平均冷却速度：１０℃／秒以下
　焼鈍温度～第２冷却開始温度の温度域での平均冷却速度（以下、第１冷却速度ともいう）が１０℃／秒を超えると、２次冷却開始前の鋼板に温度ばらつきが生じ、第２冷却工程後の板形状が平坦でなくなるおそれがある。板形状が平坦でない場合、例えば、自動車部品への成形時に寸法精度の確保が困難になる等の問題が生じる。そのため、第１冷却速度は１０℃／秒以下とする。第１冷却速度は、好ましくは８℃／秒以下である。なお、第１冷却速度の下限は特に限定されないが、第１冷却速度は１℃／秒以上が好ましい。
【００７４】
［第２冷却工程］
　ついで、鋼板を、第２冷却開始温度：６８０℃以上、第２冷却開始温度～５０℃の温度域での平均冷却速度：３０℃／秒以上として、５０℃以下の冷却停止温度まで冷却する。
【００７５】
第２冷却開始温度：６８０℃以上
　第２冷却開始温度が６８０℃未満の場合、残留γやパーライトが過剰に生成し、最終製品において所定のマルテンサイトおよびベイナイトの合計面積率が得られないおそれがある。また、冷却中にマルテンサイトやベイナイトの焼戻しが生じ、炭化物が過度に粗大化するおそれもある。そのため、第２冷却開始温度：６８０℃以上とする。第２冷却開始温度の上限は特に限定されないが、例えば、第２冷却開始温度は８５０℃以下が好ましい。また、第２冷却開始温度は、焼鈍温度－５０℃以下が好ましい。
【００７６】
第２冷却開始温度～５０℃の温度域での平均冷却速度：３０℃／秒以上
　第２冷却開始温度～５０℃の温度域での平均冷却速度（以下、第２冷却速度ともいう）が３０℃／秒未満の場合、残留γやパーライトが過剰に生成し、最終製品において所定のマルテンサイトおよびベイナイトの合計面積率が得られないおそれがある。また、冷却中にマルテンサイトやベイナイトの焼戻しが生じ、炭化物が過度に粗大化するおそれもある。そのため、第２冷却速度は３０℃／秒以上とする。第２冷却速度は、好ましくは５０℃／秒以上、より好ましくは１００℃／秒以上である。なお、第２冷却速度の上限は特に限定されないが、第２冷却速度は２０００℃／秒以下が好ましい。
【００７７】
冷却停止温度：５０℃以下
　炭化物の粗大化を抑制する観点から、冷却停止温度は５０℃以下とする。なお、冷却停止温度の下限は特に限定されないが、冷却停止温度は５℃以上が好ましい。
【００７８】
［焼戻し工程］
　ついで、鋼板を、次式（２）、（３）および（４）を同時に満足する条件で焼戻す。
【００７９】
$\lambda_1 \leqq 5000$　・・・（２）
　λ１が過大になると、炭化物の面積率が過大となり、所定の強度を得ることが困難となる。そのため、λ１は５０００以下とする。λ１は、より好ましくは４７００以下である。λ１の下限については特に限定されないが、例えば、λ１は３５００以上が好ましい。
【００８０】
$\lambda_2 \geqq 3100$　・・・（３）
　λ２が過小になると、水素トラップに寄与する微細な炭化物が得られにくくなり、上掲式（１）を満足する炭化物の粒径分布を得ることが困難になる。そのため、λ２は３１００以上とする。

【００８１】
λ２≦０．８８×λ１＋４００・・・（４）
　また、λ１との関係で上掲式（４）を満足するようにλ２を制御することにより、水素トラップに寄与する微細な炭化物が得られ、ひいては、上掲式（１）を満足する炭化物の粒径分布を得ることが可能となる。そのため、λ１との関係で上掲式（４）を満足するようにλ２を制御する。
【００８２】
　なお、上掲式（２）～（４）において、
　λ１：焼戻し工程の第１区間の焼戻しパラメーター、および
　λ２：焼戻し工程の第２区間の焼戻しパラメーター、
であり、それぞれ次式（５）および（６）式により定義される。
　λ１＝Ｔ１×（ｌｏｇｔ１＋２０）・・・（５）
　λ２＝Ｔ２×（ｌｏｇｔ２＋２０）・・・（６）
　また、
　ｔ１：焼戻し工程の第１区間の滞留時間［ｓ］、
　Ｔ１：焼戻し工程の第１区間の中間温度［℃］、
　ｔ２：焼戻し工程の第２区間の滞留時間［ｓ］、および、
　Ｔ２：焼戻し工程の第２区間の中間温度［℃］、
である。なお、上掲式（５）および（６）中のｌｏｇは、常用対数（底＝１０）を表すものである。
　焼戻し工程の第１区間および第２区間とは、焼戻し工程において１００℃以上の温度域にある時間域を２等分し、前半を焼戻し工程の第１区間、後半を焼戻し工程の第２区間としたものである。
【００８３】
　また、Ｔ１およびＴ２は、第１区間および第２区間の中間時点の温度を測定し、その測定値をそれぞれＴ１およびＴ２とする。
【００８４】
　なお、ｔ１およびｔ２は特に限定されず、例えば、それぞれ２００～７００秒とすることが好ましい。また、Ｔ１およびＴ２も特に限定されず、例えば、Ｔ１は１５０～２２０℃、Ｔ２は１５０～２００℃とすることが好ましい。
【００８５】
　得られた鋼板に、任意に、表面粗度の調整、板形状の平坦化などプレス成形の形状精度を安定化させる観点から、スキンパス圧延（調質圧延）やレベラー加工を施してもよい。スキンパス圧延やレベラー加工の条件は特に限定されず、常法に従えばよい。
【００８６】
［めっき処理工程］
　また、得られた鋼板に、めっき処理を施してもよい。めっき処理を施すことにより、表面にめっき層を有する鋼板が得られる。めっき処理方法は特に限定されず、例えば、溶融めっきや電気めっきが挙げられる。また、溶融めっき後に合金化を施すめっき処理でもよい。また、めっきの種類も特に限定されず、例えば、亜鉛めっきや亜鉛以外の金属のめっきが挙げられる。めっき処理の条件は特に限定されず、常法に従えばよい。なお、めっき浴は、亜鉛等の主となる成分以外の成分を含んでもよい。また、めっき処理を行う場合に、上記したスキンパス圧延を行う場合は、めっき処理後にスキンパス圧延を行うことが好ましい。
【００８７】
　なお、上記の焼鈍工程以降の各工程は、任意に、連続焼鈍により行っても、バッチ焼鈍により行ってもよいが、生産性の観点からは、連続焼鈍により行うことが好ましい。
【００８８】
　上記以外の条件については特に限定されず、常法に従えばよい。
【００８９】

［４］部材の製造方法
つぎに、本発明の一実施形態に従う部材の製造方法について、説明する。
本発明の一実施形態に従う部材の製造方法は、上記の鋼板（例えば、上記の鋼板の製造方法により製造された鋼板）に、成形加工および接合加工の少なくとも一方を施して部材とする工程、好適には、冷間プレスを施して部材とする工程を有する。
ここで、成形加工方法は、特に限定されず、例えば、プレス加工等の一般的な加工方法を用いることができる。また、接合加工方法も、特に限定されず、例えば、スポット溶接、レーザー溶接、アーク溶接等の一般的な溶接や、リベット接合、かしめ接合等を用いることができる。なお、成形条件および接合条件については特に限定されず、常法に従えばよい。冷間プレス条件についても特に限定されず、常法に従えばよい。
【実施例】
【００９０】
表１に示す成分組成（残部はＦｅ及び不可避的不純物）を有する鋼を溶製し、鋼スラブに鋳造した。得られた鋼スラブを、仕上げ圧延温度：８４０～９５０℃、巻取温度：４００～７００℃の条件で熱間圧延し、熱延鋼板を得た。ついで、得られた熱延鋼板を、酸洗後、冷間圧延し、冷延鋼板を得た。得られた冷延鋼板に、表２に示す条件で連続焼鈍による熱処理（焼鈍工程、第１冷却工程、第２冷却工程および焼戻し工程）を施した。なお、第２冷却工程における冷却停止温度はいずれも室温（２５℃）とした。ついで、一部の冷延鋼板（Ｎｏ．１７の冷延鋼板）にめっき処理（電気亜鉛めっき処理）を施し、冷延鋼板の表面にめっき層を設けた。なお、最終製品となる鋼板の板厚は、いずれも１．４ｍｍとした。また、Ｎｏ．２７の焼鈍時間は、Ｎｏ．２７の焼鈍温度での保持時間である。明記した以外の条件は、常法に従った。
【００９１】
かくして得られた鋼板を用いて、上述した要領により、鋼板の組織の同定、マルテンサイトおよびベイナイトの粒内に存在する炭化物の面積率ならびに平均円相当径の測定を行った。また、上述した要領により、上掲式（１）の左辺値を求めた。結果を表３に示す。
【００９２】
また、以下の要領により、引張試験および遅れ破壊試験を行った。
【００９３】
引張試験は、ＪＩＳ　Ｚ　２２４１に準拠して行った。すなわち、鋼板から、長手方向が鋼板の圧延方向に対して直角となるようにＪＩＳ５号試験片を採取した。採取した試験片を用いて、クロスヘッド速度：１０ｍｍ／ｍｉｎの条件で引張試験を行い、ＴＳを測定した。結果を表３に併記する。なお、評価基準は以下のとおりである。
・ＴＳ
合格：１３１０ＭＰａ以上
不合格：１３１０ＭＰａ未満
【００９４】
遅れ破壊試験は、低歪速度引張試験により、以下の要領で行った。すなわち、鋼板の両面を研削加工して板厚：１．２ｍｍとし、表面をバフ仕上げとして、平行部長さ：１５ｍｍ、平行部幅：６ｍｍの形状に加工して、試験片を作製した。ついで、試験片に予備水素チャージを行った（なお、鋼板の板厚が１．２ｍｍ未満の場合には、少なくとも片面を０．１ｍｍ以上研削加工し、表面をバフ仕上げとして、試験片を作製する。）。予備水素チャージは、液温：２０～３０℃の３質量％ＮａＣｌ水溶液にチオシアン酸アンモニウムを３ｇ／Ｌ加えた処理液中で、電流密度：０．０５ｍＡ／ｃｍ$^2$、保持時間：４８時間の条件で行った。予備チャージ完了後、処理液を交換し、予備水素チャージと同条件で水素チャージを行いながら、上記の試験片により、ひずみ速度：０．００５ｍｍ／ｍｉｎの条件で引張試験を行い、最大応力値（σＨ）を求めた。また、各鋼板から上記と同じ要領で試験片を作製し、予備水素チャージおよび水素チャージをしない以外は、上記と同じ条件により大気環境中で引張試験を行い、最大応力値（σＮ）を求めた。ついで、応力比σＨ／σＮを求め、応力比σＨ／σＮを耐遅れ破壊特性の指標とした。そして、応力比σＨ／σ

Ｎが次式（７）を満足するものを耐遅れ破壊特性に優れる（表３中の耐遅れ破壊特性の判定の欄が「合格」）と判定し、当該式を満足しないものを耐遅れ破壊特性が十分ではない（表３中の耐遅れ破壊特性の判定の欄が「不合格」）と判定した。結果を表３に併記する。

σＨ／σＮ≧１．１５－０．０００２×ＴＳ・・・（７）

ここで、ＴＳ、当該鋼板の引張強さである。

【００９５】

また、自動車部品への成形時に寸法精度を確保する観点から、板形状が良好であることが求められる。そのため、鋼板を、１０００mm幅、５００mm長さに切り出し、切り出した鋼板を定盤上に水平に設置して、定盤上での最高点の位置での高さ（定盤表面からの距離）を測定した。そして、その測定値から当該鋼板の板厚を減じた値を、最大反り高さと定義し、板形状の指標とした。そして、最大反り高さが２０mm以下の鋼板を板形状が良好である（表３中の板形状の欄が「合格」）と判定し、最大反り高さが２０mm超えの鋼板を板形状が良好ではない（表３中の板形状の欄が「不合格」）と判定した。結果を表３に併記する。

【００９６】

【表１】

表1

| 鋼番 | 成分組成(質量%) | | | | | | | | $A_3$点(℃) | 備考 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | C | Si | Mn | P | S | sol.Al | N | その他 | | |
| A | 0.13 | 1.26 | 0.87 | 0.008 | 0.0011 | 0.03 | 0.003 | | 884 | 適合鋼 |
| B | 0.38 | 1.14 | 1.95 | 0.003 | 0.0004 | 0.03 | 0.004 | | 791 | 適合鋼 |
| C | 0.18 | 1.50 | 1.87 | 0.014 | 0.0015 | 0.04 | 0.003 | | 861 | 適合鋼 |
| D | 0.31 | 0.02 | 0.40 | 0.015 | 0.0011 | 0.03 | 0.004 | | 808 | 適合鋼 |
| E | 0.30 | 0.59 | 3.40 | 0.016 | 0.0003 | 0.02 | 0.004 | | 742 | 適合鋼 |
| F | 0.15 | 0.44 | 2.11 | 0.046 | 0.0003 | 0.02 | 0.005 | | 828 | 適合鋼 |
| G | 0.18 | 1.01 | 1.35 | 0.003 | 0.0038 | 0.02 | 0.003 | | 839 | 適合鋼 |
| H | 0.20 | 0.75 | 0.70 | 0.008 | 0.0024 | 0.56 | 0.004 | | 1061 | 適合鋼 |
| I | 0.34 | 0.18 | 1.60 | 0.013 | 0.0018 | 0.02 | 0.007 | | 769 | 適合鋼 |
| J | 0.30 | 0.34 | 2.35 | 0.015 | 0.0008 | 0.04 | 0.004 | Cu:0.08, Ni:0.10 | 770 | 適合鋼 |
| K | 0.19 | 1.17 | 1.90 | 0.012 | 0.0006 | 0.01 | 0.003 | Mo:0.03, Cr:0.02, Zr:0.008 | 830 | 適合鋼 |
| L | 0.21 | 0.26 | 1.84 | 0.020 | 0.0008 | 0.02 | 0.003 | Ca0.0001, Ti:0.014, B:0.0012 | 801 | 適合鋼 |
| M | 0.28 | 0.77 | 1.37 | 0.010 | 0.0016 | 0.03 | 0.003 | Nb:0.012, B:0.0010 | 815 | 適合鋼 |
| N | 0.24 | 0.22 | 1.26 | 0.007 | 0.0006 | 0.01 | 0.003 | V:0.007, W:0.004, Sb:0.006 | 791 | 適合鋼 |
| O | 0.14 | 0.93 | 1.15 | 0.014 | 0.0015 | 0.02 | 0.003 | Sn:0.005, Mg:0.0005, As:0.002 | 859 | 適合鋼 |
| P | 0.37 | 0.10 | 2.31 | 0.008 | 0.0004 | 0.02 | 0.004 | Cu:0.14, Ti:0.030, B:0.0028 | 747 | 適合鋼 |
| Q | 0.32 | 1.26 | 2.07 | 0.016 | 0.0006 | 0.02 | 0.003 | Ni:0.08, Mo:0.05, V:0.010, Co:0.015 | 810 | 適合鋼 |
| R | 0.11 | 1.14 | 2.45 | 0.017 | 0.0018 | 0.04 | 0.004 | | 848 | 比較鋼 |
| S | 0.43 | 0.60 | 0.83 | 0.017 | 0.0019 | 0.03 | 0.003 | | 803 | 比較鋼 |
| T | 0.26 | 1.60 | 1.78 | 0.019 | 0.0016 | 0.03 | 0.004 | | 850 | 比較鋼 |
| U | 0.16 | 0.56 | 0.10 | 0.006 | 0.0011 | 0.03 | 0.004 | | 867 | 比較鋼 |
| V | 0.21 | 1.13 | 3.60 | 0.022 | 0.0014 | 0.02 | 0.004 | | 783 | 比較鋼 |
| W | 0.17 | 0.34 | 1.83 | 0.055 | 0.0013 | 0.04 | 0.004 | | 841 | 比較鋼 |
| X | 0.34 | 0.89 | 2.89 | 0.020 | 0.0113 | 0.03 | 0.004 | | 771 | 比較鋼 |
| Y | 0.25 | 1.10 | 1.06 | 0.018 | 0.0012 | 1.05 | 0.005 | | 1258 | 比較鋼 |
| Z | 0.24 | 1.07 | 2.90 | 0.003 | 0.0014 | 0.03 | 0.011 | | 785 | 比較鋼 |
| AA | 0.13 | 0.70 | 0.55 | 0.010 | 0.0075 | 0.01 | 0.003 | | 863 | 適合鋼 |
| AB | 0.15 | 0.60 | 0.75 | 0.010 | 0.0045 | 0.01 | 0.003 | | 847 | 適合鋼 |
| AC | 0.39 | 0.02 | 3.46 | 0.002 | 0.0003 | 0.80 | 0.003 | | 1002 | 適合鋼 |
| AD | 0.35 | 0.25 | 2.45 | 0.005 | 0.0003 | 0.61 | 0.003 | | 975 | 適合鋼 |

※下線部は本発明の規定範囲、条件を満足しないことを示す。

【００９７】

【表２】

表2

| No. | 鋼番 | 焼鈍 | | 第１冷却 | 第２冷却 | | 焼戻し | | | めっき処理の有無 | 備考 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 焼鈍温度（℃） | 焼鈍時間（s） | 第１冷却速度（℃/s） | 第２冷却開始温度（℃） | 第２冷却速度（℃/s） | λ１ | λ２ | 0.88×λ１＋400 | | |
| 1 | A | 918 | 490 | 7 | 812 | 666 | 4302 | 3851 | 4186 | 無 | 発明例 |
| 2 | B | 871 | 450 | 4 | 726 | 130 | 4187 | 4042 | 4085 | 無 | 発明例 |
| 3 | C | 873 | 330 | 6 | 732 | 117 | 4876 | 4330 | 4691 | 無 | 発明例 |
| 4 | D | 902 | 370 | 6 | 812 | 722 | 3573 | 3392 | 3545 | 無 | 発明例 |
| 5 | E | 788 | 160 | 8 | 681 | 41 | 4225 | 3518 | 4118 | 無 | 発明例 |
| 6 | F | 868 | 250 | 6 | 722 | 76 | 4844 | 3872 | 4663 | 無 | 発明例 |
| 7 | G | 865 | 590 | 5 | 799 | 682 | 4426 | 3680 | 4294 | 無 | 発明例 |
| 8 | H | 1066 | 420 | 5 | 821 | 751 | 4546 | 4240 | 4401 | 無 | 発明例 |
| 9 | I | 792 | 390 | 8 | 738 | 662 | 4590 | 3666 | 4439 | 無 | 発明例 |
| 10 | J | 801 | 150 | 7 | 724 | 86 | 3812 | 3494 | 3754 | 無 | 発明例 |
| 11 | K | 845 | 450 | 8 | 735 | 102 | 4509 | 4212 | 4368 | 無 | 発明例 |
| 12 | L | 840 | 550 | 5 | 710 | 116 | 3837 | 3568 | 3777 | 無 | 発明例 |
| 13 | M | 827 | 400 | 6 | 749 | 626 | 3630 | 3485 | 3595 | 無 | 発明例 |
| 14 | N | 892 | 570 | 7 | 780 | 689 | 4186 | 3658 | 4084 | 無 | 発明例 |
| 15 | O | 899 | 240 | 6 | 782 | 712 | 4044 | 3921 | 3959 | 無 | 発明例 |
| 16 | P | 779 | 200 | 5 | 718 | 88 | 4879 | 4170 | 4694 | 無 | 発明例 |
| 17 | Q | 833 | 190 | 7 | 742 | 91 | 4058 | 3510 | 3971 | 有 | 発明例 |
| 18 | R | 878 | 550 | 4 | 716 | 99 | 4664 | 3621 | 4505 | 無 | 比較例 |
| 19 | S | 889 | 530 | 6 | 753 | 733 | 4532 | 4328 | 4388 | 無 | 比較例 |
| 20 | T | 874 | 430 | 7 | 753 | 548 | 3880 | 3736 | 3814 | 無 | 比較例 |
| 21 | U | 887 | 110 | 5 | 771 | 83 | 4124 | 3906 | 4029 | 無 | 比較例 |
| 22 | V | 823 | 420 | 5 | 743 | 82 | 4248 | 3575 | 4138 | 無 | 比較例 |
| 23 | W | 868 | 270 | 8 | 842 | 78 | 4478 | 3927 | 4340 | 無 | 比較例 |
| 24 | X | 799 | 520 | 4 | 715 | 52 | 3786 | 3199 | 3732 | 無 | 比較例 |
| 25 | Y | 1263 | 460 | 6 | 822 | 882 | 4635 | 3597 | 4479 | 無 | 比較例 |
| 26 | Z | 844 | 160 | 5 | 736 | 648 | 3702 | 3364 | 3658 | 無 | 比較例 |
| 27 | A | 800 | 590 | 6 | 723 | 754 | 4026 | 3701 | 3943 | 無 | 比較例 |
| 28 | A | 919 | 10 | 8 | 702 | 715 | 3775 | 3643 | 3722 | 無 | 比較例 |
| 29 | D | 841 | 480 | 4 | 650 | 699 | 3825 | 3423 | 3766 | 無 | 比較例 |
| 30 | D | 912 | 560 | 14 | 668 | 721 | 4226 | 3864 | 4119 | 無 | 比較例 |
| 31 | H | 1067 | 390 | 5 | 742 | 15 | 3635 | 3225 | 3599 | 無 | 比較例 |
| 32 | H | 1065 | 430 | 7 | 810 | 789 | 5479 | 5205 | 5222 | 無 | 比較例 |
| 33 | O | 899 | 390 | 5 | 798 | 876 | 3680 | 3048 | 3638 | 無 | 比較例 |
| 34 | P | 765 | 910 | 4 | 728 | 92 | 3561 | 3561 | 3534 | 無 | 比較例 |
| 35 | AA | 875 | 570 | 6 | 750 | 812 | 3630 | 3485 | 3595 | 無 | 発明例 |
| 36 | AB | 875 | 570 | 5 | 748 | 799 | 3630 | 3485 | 3595 | 無 | 発明例 |
| 37 | AC | 1020 | 580 | 5 | 910 | 120 | 3915 | 3510 | 3845 | 無 | 発明例 |
| 38 | AD | 1010 | 580 | 5 | 900 | 110 | 3802 | 3578 | 3745 | 無 | 発明例 |

※下線部は本発明の規定範囲、条件を満足しないことを示す。

【００９８】

【表３】

表3

| No. | 鋼番 | 各相の面積率 | | マルテンサイトおよびベイナイトの合計の粒内に存在する炭化物 | | | 引張強さ（MPa） | 耐遅れ破壊特性 | | | 板形状 | 備考 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | マルテンサイトおよびベイナイトの合計（%） | 残部（%） | 面積率（%） | 平均円相当径（nm） | 式(1)の左辺値 | | 式(7)の右辺値 | σH/σN | 判定 | | |
| 1 | A | 100 | 0 | 10 | 19 | 1.59 | 1313 | 0.89 | 0.99 | 合格 | 合格 | 発明例 |
| 2 | B | 100 | 0 | 14 | 25 | 1.37 | 2116 | 0.73 | 0.75 | 合格 | 合格 | 発明例 |
| 3 | C | 100 | 0 | 16 | 29 | 1.77 | 1507 | 0.85 | 0.94 | 合格 | 合格 | 発明例 |
| 4 | D | 95 | 5 | 10 | 15 | 1.31 | 1755 | 0.80 | 0.87 | 合格 | 合格 | 発明例 |
| 5 | E | 100 | 0 | 15 | 12 | 1.76 | 1945 | 0.76 | 0.86 | 合格 | 合格 | 発明例 |
| 6 | F | 98 | 2 | 17 | 27 | 2.12 | 1325 | 0.89 | 0.94 | 合格 | 合格 | 発明例 |
| 7 | G | 100 | 0 | 13 | 18 | 1.83 | 1472 | 0.86 | 0.91 | 合格 | 合格 | 発明例 |
| 8 | H | 100 | 0 | 15 | 27 | 1.55 | 1353 | 0.88 | 0.93 | 合格 | 合格 | 発明例 |
| 9 | I | 99 | 1 | 19 | 20 | 2.02 | 1920 | 0.77 | 0.84 | 合格 | 合格 | 発明例 |
| 10 | J | 100 | 0 | 11 | 14 | 1.42 | 1887 | 0.77 | 0.86 | 合格 | 合格 | 発明例 |
| 11 | K | 100 | 0 | 13 | 26 | 1.53 | 1547 | 0.84 | 0.99 | 合格 | 合格 | 発明例 |
| 12 | L | 100 | 0 | 10 | 15 | 1.39 | 1588 | 0.83 | 0.92 | 合格 | 合格 | 発明例 |
| 13 | M | 100 | 0 | 8 | 18 | 2.14 | 1828 | 0.78 | 0.84 | 合格 | 合格 | 発明例 |
| 14 | N | 100 | 0 | 13 | 24 | 1.70 | 1565 | 0.84 | 1.02 | 合格 | 合格 | 発明例 |
| 15 | O | 100 | 0 | 9 | 21 | 1.32 | 1336 | 0.88 | 0.98 | 合格 | 合格 | 発明例 |
| 16 | P | 100 | 0 | 22 | 32 | 1.94 | 2048 | 0.74 | 0.86 | 合格 | 合格 | 発明例 |
| 17 | Q | 100 | 0 | 11 | 15 | 1.63 | 1986 | 0.75 | 0.81 | 合格 | 合格 | 発明例 |
| 18 | R | 100 | 0 | 13 | 16 | 2.08 | 1290 | 0.89 | 0.97 | 合格 | 合格 | 比較例 |
| 19 | S | 100 | 0 | 19 | 36 | 1.46 | 2140 | 0.72 | 0.65 | 不合格 | 合格 | 比較例 |
| 20 | T | 100 | 0 | 8 | 14 | 1.27 | 1813 | 0.79 | 0.71 | 不合格 | 合格 | 比較例 |
| 21 | U | 49 | 51 | 11 | 21 | 1.40 | 1078 | 0.93 | 0.98 | 合格 | 合格 | 比較例 |
| 22 | V | 100 | 0 | 12 | 11 | 1.71 | 1710 | 0.81 | 0.70 | 不合格 | 合格 | 比較例 |
| 23 | W | 100 | 0 | 14 | 27 | 1.76 | 1386 | 0.87 | 0.76 | 不合格 | 合格 | 比較例 |
| 24 | X | 100 | 0 | 11 | 6 | 1.58 | 2079 | 0.73 | 0.48 | 不合格 | 合格 | 比較例 |
| 25 | Y | 100 | 0 | 16 | 12 | 2.04 | 1407 | 0.87 | 0.82 | 不合格 | 合格 | 比較例 |
| 26 | Z | 100 | 0 | 8 | 8 | 1.38 | 1772 | 0.80 | 0.78 | 不合格 | 合格 | 比較例 |
| 27 | A | 48 | 52 | 8 | 15 | 1.44 | 1101 | 0.93 | 0.98 | 合格 | 合格 | 比較例 |
| 28 | A | 91 | 9 | 6 | 12 | 1.24 | 1357 | 0.88 | 0.79 | 不合格 | 合格 | 比較例 |
| 29 | D | 83 | 17 | 12 | 13 | 1.49 | 1622 | 0.83 | 0.72 | 不合格 | 合格 | 比較例 |
| 30 | D | 85 | 15 | 16 | 25 | 1.57 | 1668 | 0.82 | 0.79 | 不合格 | 不合格 | 比較例 |
| 31 | H | 36 | 64 | 7 | 5 | 1.56 | 916 | 0.97 | 1.00 | 合格 | 合格 | 比較例 |
| 32 | H | 100 | 0 | 26 | 81 | 1.95 | 1281 | 0.89 | 0.99 | 合格 | 合格 | 比較例 |
| 33 | O | 100 | 0 | 4 | 2 | 1.58 | 1358 | 0.88 | 0.85 | 不合格 | 合格 | 比較例 |
| 34 | P | 100 | 0 | 11 | 18 | 1.18 | 2107 | 0.73 | 0.70 | 不合格 | 合格 | 比較例 |
| 35 | AA | 95 | 5 | 5 | 11 | 2.07 | 1310 | 0.89 | 0.90 | 合格 | 合格 | 発明例 |
| 36 | AB | 95 | 5 | 6 | 12 | 2.08 | 1366 | 0.88 | 0.92 | 合格 | 合格 | 発明例 |
| 37 | AC | 100 | 0 | 15 | 17 | 1.53 | 2001 | 0.75 | 0.81 | 合格 | 合格 | 発明例 |
| 38 | AD | 100 | 0 | 13 | 16 | 1.36 | 1898 | 0.77 | 0.83 | 合格 | 合格 | 発明例 |

※下線部は本発明の規定範囲、条件を満足しないことを示す。

【００９９】

表３に示したように、発明例ではいずれも、引張強さ（ＴＳ）および耐遅れ破壊特性の両方が合格であった。また、板形状も良好であった。また、発明例の鋼板を用いて、冷間プレスを含む種々の成形加工を施して得た種々の形状の部材および接合加工を施して得た種々の形状の部材ではいずれも、遅れ破壊が発生せず、また、十分な引張強さ（ＴＳ）を有していた。

一方、比較例では、引張強さ（ＴＳ）および耐遅れ破壊特性の少なくとも１つが十分ではなかった。

【産業上の利用可能性】

【０１００】

本発明によれば、ＴＳ：１３１０ＭＰａ以上の強度と、優れた耐遅れ破壊特性とを同時に実現した鋼板が得られる。また、本発明の鋼板は、上記の特性により、高い強度が求められる種々の部品に対して冷間プレスでの適用が可能となるので、コストや生産性の点でより有利に、部品強度の向上および軽量化に貢献することができる。

【要約】
ＴＳ：１３１０ＭＰａ以上の強度と、優れた耐遅れ破壊特性とを同時に実現した鋼板を、提供する。所定の成分組成とし、かつ、マルテンサイトおよびベイナイトを主体とする複合組織とし、マルテンサイトおよびベイナイトの粒内に存在する炭化物を５％以上２５％以下とし、炭化物の平均円相当径を１０ｎｍ以上８０ｎｍ以下とし、かつ、炭化物の粒径分布について式（１）を満足させる。

フロントページの続き

(51)国際特許分類　　ＦＩ

| | | |
|---|---|---|
| Ｃ２１Ｄ | 9/46 | G |
| Ｃ２１Ｄ | 9/46 | J |
| Ｃ２１Ｄ | 9/46 | T |
| Ｃ２１Ｄ | 9/46 | U |

東京都千代田区内幸町二丁目２番３号　ＪＦＥスチール株式会社内

(72)発明者　本田　佑馬

東京都千代田区内幸町二丁目２番３号　ＪＦＥスチール株式会社内

審査官　鈴木　毅

(56)参考文献　国際公開第２０２１／１５３３９２（WO，Ａ１）

国際公開第２０２０／０９０３０３（WO，Ａ１）

国際公開第２０１８／１２３３５６（WO，Ａ１）

国際公開第２０１６／１５２１６３（WO，Ａ１）

国際公開第２０２０／２２９８９８（WO，Ａ１）

(58)調査した分野　(Int.Cl.，ＤＢ名)

Ｃ２２Ｃ　３８／００　－　３８／６０

Ｃ２１Ｄ　８／００　－　８／０４

Ｃ２１Ｄ　９／４６　－　９／４８