

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5094888号
(P5094888)

(45) 発行日 平成24年12月12日(2012.12.12)

(24) 登録日 平成24年9月28日(2012.9.28)

(51) Int.Cl.	F I
C 2 1 D 9/46 (2006.01)	C 2 1 D 9/46 Z
C 2 2 C 38/00 (2006.01)	C 2 2 C 38/00 3 0 2 Z
C 2 2 C 38/06 (2006.01)	C 2 2 C 38/06
C 2 2 C 38/58 (2006.01)	C 2 2 C 38/58
B 2 1 B 3/00 (2006.01)	C 2 1 D 9/46 P

請求項の数 6 (全 13 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2010-3244 (P2010-3244)	(73) 特許権者	000006655 新日鐵住金株式会社 東京都千代田区丸の内二丁目6番1号
(22) 出願日	平成22年1月8日(2010.1.8)	(73) 特許権者	000003207 トヨタ自動車株式会社 愛知県豊田市トヨタ町1番地
(62) 分割の表示	特願2004-74914 (P2004-74914) の分割	(74) 代理人	100099759 弁理士 青木 篤
原出願日	平成16年3月16日(2004.3.16)	(74) 代理人	100077517 弁理士 石田 敬
(65) 公開番号	特開2010-121213 (P2010-121213A)	(74) 代理人	100087413 弁理士 古賀 哲次
(43) 公開日	平成22年6月3日(2010.6.3)	(74) 代理人	100113918 弁理士 亀松 宏
審査請求日	平成22年1月22日(2010.1.22)		
(31) 優先権主張番号	特願2003-173251 (P2003-173251)		
(32) 優先日	平成15年6月18日(2003.6.18)		
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 延性に優れた高強度低比重鋼板の製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

比重 < 7 . 2 であり、引張強度が 4 4 0 M P a 以上であり、伸びが 2 5 % 以上である延性に優れた高強度低比重鋼板を製造する方法であって、質量%で、

- C : 0 . 0 0 1 ~ 0 . 0 1 %、
- S i : 3 . 0 % 以下、
- M n : 0 . 2 超 ~ 3 . 0 %、
- P : 0 . 0 2 % 以下、
- S : 0 . 0 2 % 以下、
- A l : 5 . 0 ~ 1 0 . 0 %、
- N : 0 . 0 0 1 ~ 0 . 0 5 %

を含有し、かつ、

$$20 < (Mn / S)$$

を満足し、残部が F e および不可避的不純物からなる鋼スラブを 1 1 0 0 以上 1 1 5 0 以下の温度に加熱し、1 0 0 0 以上 1 1 0 0 以下の温度で圧下率 3 0 % 以上の大圧下を少なくとも 1 パス以上含みかつ 8 0 0 以上 8 5 0 以下の仕上げ圧延温度で熱間圧延し、6 0 0 以上 7 0 0 以下の温度で巻き取ることを特徴とする延性に優れた高強度低比重鋼板の製造方法。

【請求項2】

さらに、質量%で、

Ti : 0.005 ~ 0.3 %、

Nb : 0.005 ~ 0.3 %

の1種または2種を含有することを特徴とする請求項1記載の延性に優れた高強度低比重鋼板の製造方法。

【請求項3】

さらに、質量%で、

Cr : 0.05 ~ 3.0 %、

Ni : 0.05 ~ 5.0 %、

Mo : 0.05 ~ 3.0 %、

Cu : 0.1 ~ 3.0 %、

B : 0.0003 ~ 0.01 %、

V : 0.01 ~ 0.5 %

10

の1種または2種以上を含有することを特徴とする請求項1または2記載の延性に優れた高強度低比重鋼板の製造方法。

【請求項4】

さらに、質量%で、

Ca : 0.001 ~ 0.01 %、

Mg : 0.0005 ~ 0.01 %、

Zr : 0.001 ~ 0.05 %、

REM : 0.001 ~ 0.05 %

20

の1種または2種以上を含有することを特徴とする請求項1~3のいずれか1項に記載の延性に優れた高強度低比重鋼板の製造方法。

【請求項5】

鋼板を巻き取った後、700 以上1100 以下の温度で焼鈍することを特徴とする請求項1~4のいずれか1項に記載の延性に優れた高強度低比重鋼板の製造方法。

【請求項6】

鋼板を巻き取った後、酸洗し、1パス目の圧下率を20%以下とする冷間圧延を行い、600 以上1100 以下の温度で焼鈍を行い、焼鈍後、20 /秒以上の冷却速度で200 以下の温度まで冷却することを特徴とする請求項1~4のいずれか1項に記載の延性に優れた高強度低比重鋼板の製造方法。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、自動車部品などに用いられる延性に優れた高強度低比重鋼板およびその製造方法に関するものである。

【背景技術】

【0002】

近年、環境問題への対応のため、炭酸ガス排出低減や燃費低減を目的に、自動車の軽量化が望まれている。自動車の軽量化のためには、鋼材の高強度化が有効な手段であるが、部材の剛性によって板厚が制限されている場合には、高強度化しても板厚を低減することができず、軽量化が困難であった。

40

【0003】

上記の場合に軽量化を達成する手段としては、鋼材に比べて比重の低いアルミ合金板の使用が考えられるが、アルミ合金板は高価格であることに加え、鋼材に比べて加工性が劣っていることや、鋼板との溶接が困難である等の欠点があるために、自動車部材への適用は限定されたものとなっている。

【0004】

そこで、鋼板とアルミ合金板の長所を兼ね備えたものとして、鉄にアルミを多量に添加した高Al含有鋼板が考えられ、例えば、特許文献1には、C : 0.002 ~ 0.1 %、Al : 3 ~ 10 %と、Ni、Co、Cuの1種又は2種以上を0.01 ~ 7 %、Mn : 5

50

%以下、2%以下のSiおよびTiの1種又は2種以上を0.1~6%、O:0.0005~0.04%、N:0.0002~0.05%、残余Feおよび不可避的不純物からなる低比重の吸振合金が開示されている。

【0005】

しかし、このような高Al含有鋼板は、(i)製造性が劣ること(特に圧延時に割れが発生すること)、(ii)延性が低いこと、などの理由から、自動車用鋼板として適用することは困難であった。

【0006】

また、多量のAlを含有すると延性、熱間加工性および冷間加工性が大幅に劣化し、特許文献1にあるように、比較的高温長時間の焼鈍(650~1200で5~600分加熱)により鋼板を製造する必要があり、通常の薄鋼板製造プロセス、例えば、連続焼鈍などで高Al含有鋼板を製造することや、良好な強度および延性レベルを確保することは困難であった。

【0007】

高Al含有鋼板の延性を向上させる技術として、例えば、特許文献2には、Al:4~9.5%、Ti:0.5~2.0%、Mo:0.5~2%、Zr:0.1~0.8%、C:0.01~0.5%および残余Feを含有するアルミニウム含有鉄基合金の技術が提案されているが、低比重に関する言及はなく、重量元素であるMoやZrが必須となっており、低比重化に考慮しているとはいえない。

【0008】

また、製造性についても、鍛造することや温間圧延を行うこととしており、いわゆる、溶解から熱間圧延、冷間圧延へと至る広く工業的に行われている製造方法、製造設備を用いた製法とは異なる。また、本発明者らの試験では、大幅な延性の改善には至っていない。

【0009】

また、特許文献3には、C:0.05%以下、Si:0.1~1%、Al:2~8%、Y:0.01~1%および残余Feを含有する耐酸化性の鉄合金が提案されているが、低比重に関する言及はなく、耐酸化性を向上させるために重量元素であるYが必須となっており、低比重化に考慮しているとはいえない。また、強度や延性に関する言及はなく、本発明者らの試験では、大幅な延性の改善には至っていない。

【0010】

また、特許文献4には、C:0.02~0.1%、Si:0.5、Mn:0.2~2.0%、P:0.05、S:0.01、Al:0.5~5%および残余Feを含有する鋼板が提案されているが、Al含有量が5%以下と小さいため、低比重化の効果が小さい。また、Alを5%を超えて添加した場合には、成形性や冷間加工性が大幅に劣化するため製造が困難であると記載されている。

【0011】

また、特許文献5には、Si<0.2%、Mn:0.03~0.2%、Al:5~9%、総計で1%以下のCu+Mo+W+Co+Cr+Ni、総計で0.1%以下のSc+Y+REMおよび残余Feを含有する鋼板が提案されており、特許文献6には、C:0.0036~0.1%、Si<0.2%、Mn:0.03~0.2%、Al:7~9%、総計で1%以下のCu+Mo+W+Co+Cr+Ni、総計で0.1%以下のSc+Y+REMおよび残余Feを含有する鋼板が提案されているが、いずれも、成形性や製造性を改善するための製造技術はなんら提案されておらず、本発明者らの試験では、これらの成分の鋼板を通常の薄鋼板製造プロセスで製造することは困難であった。

【0012】

また、特許文献7には、Al:6~10%および残余Feを含有し、平均結晶粒径が300~700μmの範囲内である制振合金材料が提案されているが、結晶粒径がこれほど大きいと、プレス加工時にオレンジピールと呼ばれる表面欠陥(肌荒れ)が生じるために、自動車部材への適用は困難である。また、成形性や製造性を改善するための製造技術は

10

20

30

40

50

、なんら提案されていない。

【0013】

以上のように、従来の技術では、延性に優れた高強度低比重鋼板を工業規模で生産することは困難であった。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0014】

【特許文献1】特開平3-140439号公報

【特許文献2】特開平8-253844号公報

【特許文献3】米国特許第4,334,923号公報

【特許文献4】特許第2517492号公報

【特許文献5】米国特許第6,383,662B1号公報

【特許文献6】特許第3457331号公報

【特許文献7】特開2001-59139号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0015】

本発明は、上記したような問題点を解決しようとするものであって、延性に優れた高強度低比重鋼板、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】

【0016】

本発明者らは、鉄ベースで多量のAlを含有し、成分の異なる種々の素材について、延性、熱間加工性および冷間加工性を改善するための方法について、成分と製造法の両面から研究を重ねた結果、高Al含有鋼の延性、熱間加工性および冷間加工性の劣化は、粒界脆化によるものであり、Al含有量を5.0~10.0%としたうえで、SおよびPを極低化し、さらに、極低C化により粒内に析出する炭窒化物を低減して粒界と粒内の強度差を低減し、さらに、熱延条件の適性化により熱延時にフェライトの再結晶を促進させ細粒化することにより、粒界強度を向上でき、延性、熱間加工性および冷間加工性を大幅に改善できることを知見した。

【0017】

さらに研究を進めた結果、S含有量が大きい場合でも、MnとSの添加量を、それぞれ、Mn:0.2超~3.0%、S:0.02%以下と制限し、MnとSの添加比率(Mn/S)を20超とし、熱延条件の適性化と併せて、MnSの溶解・析出挙動を制御することにより、MnSを形成して固溶Sによる粒界脆化を抑制する効果が顕著に発揮され、延性、熱間加工性および冷間加工性を大幅に改善できることを知見した。

【0018】

本発明は、このような知見に基づいて構成されたものであり、その要旨は、以下のとおりである。

【0019】

(1)比重<7.2であり、引張強度が440MPa以上であり、伸びが25%以上である延性に優れた高強度低比重鋼板を製造する方法であって、質量%で、C:0.001~0.01%、Si:3.0%以下、Mn:0.2超~3.0%、P:0.02%以下、S:0.02%以下、Al:5.0~10.0%、N:0.001~0.05%を含有し、かつ、 $20 < (Mn/S)$ を満足し、残部がFeおよび不可避的不純物からなる鋼スラブを1100 以上1150 以下の温度に加熱し、1000 以上1100 以下の温度で圧下率30%以上の大圧下を少なくとも1パス以上含みかつ800 以上850 以下の仕上げ圧延温度で熱間圧延し、600 以上700 以下の温度で巻き取ることを特徴とする延性に優れた高強度低比重鋼板の製造方法。

【0020】

(2)前記(1)記載の成分を含有し、さらに、質量%で、Ti:0.005~0.3

10

20

30

40

50

%、Nb：0.005～0.3%の1種または2種を含有することを特徴とする前記(1)記載の延性に優れた高強度低比重鋼板の製造方法。

【0021】

(3)前記(1)または(2)記載の成分を含有し、さらに、質量%で、Cr：0.05～3.0%、Ni：0.05～5.0%、Mo：0.05～3.0%、Cu：0.1～3.0%、B：0.0003～0.01%、V：0.01～0.5%の1種または2種以上を含有することを特徴とする前記(1)または(2)記載延性に優れた高強度低比重鋼板の製造方法。

【0022】

(4)前記(1)～(3)のいずれかに記載の成分を含有し、さらに、質量%で、Ca：0.001～0.01%、Mg：0.0005～0.01%、Zr：0.001～0.05%、REM：0.001～0.05%の1種または2種以上を含有することを特徴とする前記(1)～(3)のいずれかに記載の延性に優れた高強度低比重鋼板の製造方法。

10

【0023】

(5)鋼板を巻き取った後、700以上1100以下の温度で焼鈍することを特徴とする前記(1)～(4)のいずれかに記載の延性に優れた高強度低比重鋼板の製造方法。

【0024】

(6)鋼板を巻き取った後、酸洗し、1パス目の圧下率を20%以下とする冷間圧延を行い、600以上1100以下の温度で焼鈍を行い、焼鈍後、20/秒以上の冷却速度で200以下の温度まで冷却することを特徴とする前記(1)～(4)のいずれかに記載の延性に優れた高強度低比重鋼板の製造方法。

20

【発明の効果】

【0025】

本発明によれば、延性に優れた高強度低比重鋼板を得ることができる。

【発明を実施するための形態】

【0026】

以下に、本発明における各要件の意義および限定理由について、具体的に説明する。

【0027】

まず、本発明における延性に優れた高強度低比重鋼板の成分限定理由について、説明する。なお、%は、質量%を意味する。

30

【0028】

C：Cは強度を向上させるために必須の元素であるが、0.001%未満ではその効果が発現せず、一方、0.01%を超える過剰の添加は、粒内への炭化物析出により粒界と粒内の強度差が拡大するために粒界脆化を促進する。したがって、C含有量は0.001～0.01%とした。

【0029】

Si：Siは固溶強化により鋼板の強度を増大させるのに有用な元素であるが、3.0%を超える過剰の添加は、熱間加工性を低下させるとともに、熱間圧延で生じるスケールの剥離性や化成処理性を著しく劣化させる。したがって、Si含有量は3.0%以下とした。

40

【0030】

Mn：MnはMnSを形成して、固溶Sによる粒界脆化を抑制するために有効な元素である。0.01%未満ではその効果が発現されず、3.0%を超える過剰の添加は、逆に、靱性を劣化させる。したがって、Mn含有量は0.01～3.0%とした。

【0031】

S含有量が大きい場合でも、Mnの粒界脆化抑制効果を十分に発揮させるために、より望ましくは0.2%超～3.0%とする。また、S含有量を0.005%未満まで極低下できる場合には、逆に、MnSの析出を極力抑えることによって延性や加工性を改善できるので、Mn含有量は0.03%未満とすることが望ましい。

50

【0032】

P : Pは粒界に偏析して粒界強度を低下させ、韌性を劣化させる不純物元素であり、可及的低レベルが望ましいが、現状の精錬技術の到達可能レベルとコストを考慮して、上限を0.02%とした。

【0033】

S : Sは熱間加工性および韌性を劣化させる不純物元素であり、可及的低レベルが望ましいが、Mn : 0.2超~3.0%を含有し、MnとSの添加比率(Mn/S)を20超とした場合には、S含有量が大きい場合でも、Mnの粒界脆化抑制効果が十分に発揮されるので、Sの含有量の上限を0.02%まで高めることができる。

【0034】

また、Sの含有量を0.005%未満まで極低下できる場合には、同時に、Mn含有量を0.03%未満まで低減して、MnSの析出を極力抑えることにより、延性や加工性を改善できるので、Sの含有量の上限を0.005%未満としてもよい。

【0035】

Al : Alは低比重化を達成するための必須の元素である。5.0%未満では低比重化の効果が少ないので、下限を5.0%とした。一方、10.0%を超えると、金属間化合物の析出が顕著となり、延性、熱間加工性および冷間加工性が劣化するので、Alの含有量を5.0~10.0%とした。低比重化の効果をできるだけ大きくするためには、Alの含有量を9.0超~10.0%とすることが望ましい。

【0036】

N : Nは窒化物を形成し結晶粒粗大化を抑制する効果があるが、0.001%未満ではその効果が発現されず、一方、0.05%を超えて添加すると、韌性が劣化するため、N含有量を0.001~0.05%とした。

【0037】

以上が本発明の基本成分であり、通常は、上記以外は、Feおよび不可避的不純物からなるが、所望の強度レベルやその他の必要特性に応じて、Ti、Nb、Cr、Ni、Mo、Cu、B、V、Ca、Mg、Zr、REMの1種または2種以上を添加してもよい。

【0038】

Ti : TiはTiNを形成し結晶粒粗大化を抑制する効果があるが、0.005%未満ではそれらの効果が発現されず、一方、0.3%を超えて過剰添加すると、韌性が劣化するため、Tiの含有量を0.005~0.3%とした。

【0039】

Nb : Nbは微細な炭窒化物を形成し結晶粒粗大化を抑制する効果があるが、0.005%未満ではその効果が発現されず、一方、0.3%を超えて過剰添加すると、韌性が劣化するため、Nbの含有量を0.005~0.3%とした。

【0040】

Cr : Crは延性および韌性を向上させる有効な元素である。この効果は0.05%未満では発現されず、一方、3.0%を超える過剰添加は韌性を劣化させる。したがって、Crの含有量を0.05~3.0%とした。

【0041】

Ni : Niは延性および韌性を向上させる有効な元素である。この効果は0.05%未満では発現されず、一方、5.0%を超える過剰添加は、韌性を劣化させる。したがって、Niの含有量を0.05~5.0%とした。

【0042】

Mo : Moは延性および韌性を向上させる有効な元素である。この効果は0.05%未満では発現されず、一方、3.0%を超える過剰添加は韌性を劣化させる。したがって、Moの含有量を0.05~3.0%とした。

【0043】

Cu : Cuは延性および韌性を向上させる有効な元素である。この効果は0.1%未満では発現せず、一方、3.0%を超える過剰添加は韌性を劣化させる。したがって、Cu

10

20

30

40

50

の含有量を 0.1 ~ 3.0 % とした。

【0044】

B : B は自ら粒界に偏析することにより、粒界結合力を向上させるとともに、P および S の粒界偏析を抑制し、粒界強度を高め、延性、韌性、および、熱間加工性を向上させるのに有効な元素である。これらの効果は 0.0003 % 未満では発現されず、一方、0.01 % を超えて過剰添加すると、粒界に粗大な析出物が生成し熱間加工性が劣化するため、B の含有量を 0.0003 ~ 0.01 % とした。

【0045】

V : V は微細な炭窒化物を形成し結晶粒粗大化を抑制する効果があるが、0.01 % 未満ではその効果が発現せず、一方、0.5 % を超えて過剰添加すると韌性が劣化するため、V の含有量を 0.01 ~ 0.5 % とした。

10

【0046】

Ca、Mg、Zr、REM : Ca、Mg、Zr、REM は、いずれも S による熱間加工性や韌性の劣化を抑制する有効な元素である。この効果は Ca は 0.001 % 未満、Mg は 0.0005 % 未満、Zr は 0.001 % 未満、REM は 0.001 % 未満では発現せず、一方、Ca は 0.01 %、Mg は 0.01 %、Zr は 0.05 %、REM は 0.05 % を超える過剰添加は、韌性を劣化させる。したがって、Ca の含有量を 0.001 ~ 0.01 %、Mg の含有量を 0.0005 ~ 0.01 %、Zr の含有量を 0.001 ~ 0.05 %、REM の含有量を 0.001 ~ 0.05 % とした。

【0047】

20

次に、特性値の限定理由について述べる。比重は、7.2 以上では自動車用鋼板として通常使用されている鋼板の比重（鉄の比重 7.86 と同程度）と比較して、軽量化効果が小さいので、7.2 未満とする。強度および延性については、自動車用鋼板として必要な特性を考慮して、引張強度 440 MPa 以上、伸び 25 % 以上とする。

【0048】

次に、製造条件の限定理由について述べる。

【0049】

Mn、S、Al などの含有量を限定し、その成分に応じた最適条件で製造することにより、延性、熱間加工性および冷間加工性を向上させることができる。このような場合には、以下の製造条件にて製造する。

30

【0050】

前記(1) ~ (4) のいずれかに係る本発明においては、前記(1) ~ (4) の各成分からなる鋼スラブを 1100 以上 1150 以下の温度に加熱し、1000 以上 1100 以下の温度で圧下率 30 % 以上の大圧下を少なくとも 1 パス以上含みかつ 800 以上 850 以下の仕上げ圧延温度で熱間圧延し、600 以上 700 以下の温度で巻き取る。

【0051】

前記(1) に記載の成分においては、Mn と S の含有量をそれぞれ Mn : 0.2 超 ~ 3.0 %、S : 0.02 % 以下と制限し、Mn と S の添加比率 (Mn / S) を 20 超としているので、熱延条件を適性化することにより、MnS を形成して、固溶 S による粒界脆化を抑制することができる。

40

【0052】

スラブ加熱温度が 1100 未満であると、炭窒化物が十分に固溶せずに必要な強度や延性が得られないため、スラブ加熱温度の下限は 1100 とした。加熱温度が 1150 を超えると、MnS が再固溶し、固溶 S による粒界脆化が生じるので、スラブ加熱温度の上限は 1150 とした。スラブ加熱温度の上限を 1150 とすることで、結晶粒の粗大化も防止できる。

【0053】

熱延時に、フェライトの再結晶を促進させ細粒化するために、1000 以上 1100 以下の温度で圧下率 30 % 以上の大圧下を少なくとも 1 パス以上含むことが必要である

50

。大圧下時の圧延温度が1000未満であるか、圧下率が30%未満であれば、フェライトの再結晶が進まず粗大なフェライト粒が残存し、良好な延性、熱間加工性および冷間加工性が得られない。また、大圧下時の圧延温度が1100を超えると、再結晶したフェライトの結晶粒が粗大化するため、良好な延性、熱間加工性および冷間加工性が得られない。

【0054】

仕上げ圧延温度が800未満であると、熱間加工性が劣化し熱延中に割れが生じるため、仕上げ圧延温度の下限は800にした。仕上げ温度が850を超えると、圧延時の歪の蓄積が十分ではなく、後続の巻取りでの回復・再結晶が抑制されるため、仕上げ温度の上限を850にした。

10

【0055】

巻き取り温度が600未満であると、フェライトの回復・再結晶が進まないため、巻き取り温度の下限は600とした。巻き取り温度が700を超えると、再結晶したフェライトの結晶粒が粗大化して、良好な延性、熱間加工性および冷間加工性が得られないため、巻き取り温度の上限は700とした。

【0056】

前記(5)に係る本発明において、熱延板の延性を向上させるために、再結晶や炭化物析出制御の観点から、熱延板を巻き取った後、700以上1100以下の温度で焼鈍してもよい。

【0057】

ここで、焼鈍温度が700未満ではその効果が小さく、1100を超えると、結晶粒が粗大化し粒界脆化が助長されるため、熱延板の焼鈍温度は700以上1100以下の温度範囲とした。

20

【0058】

前記(6)に係る本発明において、冷延鋼板を製造する場合には、鋼板を巻き取った後、酸洗し、1パス目の圧下率を20%以下とする冷間圧延を行い、600以上1100以下の温度で焼鈍を行い、焼鈍後、20/秒以上の冷却速度で200以下の温度まで冷却する。

【0059】

冷間圧延時の割れを防止するため、1パス目の圧下率を20%以下とした。

30

【0060】

焼鈍温度が600未満では、未再結晶・未回復となり十分な効果が得られず、一方、1100を超えると、結晶粒が粗大化し粒界脆化が助長されるため、冷延板の焼鈍温度は、600以上1100以下の温度範囲とした。

【0061】

焼鈍後の冷却速度が20/秒未満であるか、冷却停止温度が200超であれば、冷却中に粒成長が起こって結晶粒が粗大化するとともに、粒界へPなどの不純物元素が偏析して粒界脆化が起こり、延性が劣化するため、焼鈍後は、20/秒以上の冷却速度で200以下の温度まで冷却することにした。

【実施例1】

40

【0062】

以下、実施例により本発明とその効果を、さらに具体的に説明する。

【0063】

表1に示す組成を有する鋼を、表2に示す条件で熱間圧延し、冷間圧延した後、表2に示す条件で焼鈍した。

【0064】

熱間圧延後および冷間圧延後に、それぞれ、熱延板および冷延板における割れ発生状況を観察した。結果を表2に併せて示す。

【0065】

焼鈍後の板の比重および機械的特性を評価した。比重の測定はピクノメータを用いて行

50

った。比重、降伏応力、引張強度および伸びを、表 2 に併せて示す。

【 0 0 6 6 】

本発明例 (No. 1 ~ 4) では、比重 < 7.2 を満たしており、引張強度は 440 MPa 以上であり、延性に関しては 30% 以上の高い伸びが得られており、熱延板および冷延板の割れも発生していない。

【 0 0 6 7 】

一方、成分のいずれか一つ以上が本発明の成分限定範囲から逸脱している比較例 (No. 5, 6, 7) では、いずれも、伸びが 20% 以下であり、延性に劣ることがわかる。また、これらの比較例では、熱延板および冷延板の割れも発生しており、熱間加工性や冷間加工性にも劣ることがわかる。

【 0 0 6 8 】

また、製造条件が本発明の限定範囲から逸脱している比較例 (No. 8, 9, 10) では、いずれも、伸びが 20% 以下であり、かつ、熱延板および冷延板に割れが発生しており、延性や熱間加工性および冷間加工性に劣ることがわかる。

【 0 0 6 9 】

【表 1】

符号	化学成分 (質量%)								
	C	Si	Mn	P	S	Al	N	Ti	Nb
1	0.0026	0.52	0.54	0.0065	0.0082	8.5	0.0025	0.015	
2	0.0015	0.31	0.22	0.0041	0.0045	9.5	0.0041		0.01
3	0.0045	0.65	2.13	0.0078	0.0026	8.3	0.0035	0.0021	
4	0.0081	1.52	0.56	0.0058	0.0015	6.5	0.0028	0.0013	0.03
5	0.0353	0.01	0.02	0.0138	0.0162	8.2	0.0031		
6	0.0043	0.52	0.21	0.0251	0.0096	8.5	0.0152	0.0011	
7	0.0528	0.84	0.23	0.0127	0.0125	11.5	0.0061		0.01
8	0.0028	0.51	0.02	0.0153	0.0042	8.3	0.0023		
9	0.0025	0.39	0.36	0.0129	0.0053	8.6	0.0059	0.012	
10	0.0035	0.57	0.52	0.0078	0.0067	9.5	0.0042		

符号	続きの化学成分 (質量%)							Mn/S	区分
	Cr	Ni	Mo	Cu	B	V	その他		
1			0.2				Ca:0.0027	66	本発明例
2		0.3		0.5		0.1	Mg:0.0045	49	本発明例
3	1.1				0.0012		Zr:0.015	819	本発明例
4							REM:0.0052	373	本発明例
5	0.3					0.1		1	比較例
6					0.0312			22	比較例
7	0.5						Ca:0.0015	18	比較例
8		0.2						5	比較例
9					0.0003			68	比較例
10								78	比較例

(注) 下線は本発明の範囲外の条件。

【 0 0 7 0 】

【表 2】

符号	熱延条件						冷延条件		冷延板焼鈍条件		
	加熱温度 (°C)	1000°C 以上での最大圧下率 (%)	1000°C 以上1100°C 以下での最大圧下率 (%)	1000°C 以下での総圧下率 (%)	仕上げ温度 (°C)	巻取り温度 (°C)	1パス目圧下率 (%)	圧延温度 (°C)	焼鈍温度 (°C)	冷却速度 (°C/s)	急冷停止温度 (°C)
1	1140	35	35	80	840	650	15	25	880	40	100
2	1150	30	30	75	830	730	10	60	950	60	70
3	1110	40	40	80	810	650	18	25	800	50	25
4	1120	45	45	80	820	700	15	25	920	70	50
5	1140	40	40	70	850	600	30	25	850	50	100
6	1150	35	20	75	840	650	20	25	820	30	150
7	1140	30	25	70	850	600	15	30	830	40	100
8	1280	15	15	75	920	500	35	25	820	5	25
9	1130	18	18	70	810	550	25	25	580	10	25
10	1040	30	30	60	750	550	20	25	1120	5	25

符号	物理的性質	機械的特性			熱間加工性	冷間加工性	区分
	比重	降伏応力 (MPa)	引張強度 (MPa)	全伸び (%)	熱延板の割れ発生状況	冷延板の割れ発生状況	
1	7.01	412	488	35	割れ無し	割れ無し	本発明例
2	6.94	392	465	34	割れ無し	割れ無し	本発明例
3	7.01	425	498	32	割れ無し	割れ無し	本発明例
4	7.10	405	481	34	割れ無し	割れ無し	本発明例
5	7.07	352	452	18	割れ発生：小	割れ発生：大	比較例
6	7.01	361	460	12	割れ発生：大	割れ発生：大	比較例
7	6.75	458	525	5	割れ発生：小	割れ発生：大	比較例
8	7.03	395	462	16	割れ発生：小	割れ発生：大	比較例
9	7.02	414	485	14	割れ発生：小	割れ発生：大	比較例
10	7.06	372	441	15	割れ発生：大	割れ発生：大	比較例

(注) 下線は本発明の範囲外の条件。

【実施例 2】

【0071】

また、表 1 に示す組成を有する鋼を、表 2 に示す条件で熱間圧延した熱延板についても比重および機械的特性を評価した。熱延板の比重、降伏応力、引張強度および伸びを、表 3 に示す。さらに、この熱延板について、表 4 に示す条件で熱延板焼鈍を行い熱延板焼鈍材についても、比重および機械的特性を評価した。熱延板焼鈍材の比重、降伏応力、引張強度および伸びを、表 4 に示す。

【0072】

本発明例 (No. 1 ~ 4) では、熱延板および熱延板焼鈍材のいずれも、比重 < 7.2 を満たしており、引張強度は 440 MPa 以上であり、延性に関しては 30% 以上の高い伸びが得られている。

【0073】

一方、成分のいずれか一つ以上が本発明の成分限定範囲から逸脱している比較例 (No. 5, 6, 7) では、いずれも、伸びが 20% 以下であり、延性に劣ることがわかる。また、熱延条件が本発明の限定範囲から逸脱している比較例 (No. 8, 9, 10) では、いずれも、伸びが 20% 以下であり、延性に劣ることがわかる。

【 0 0 7 4 】

以上より、鋼成分を本発明で示した範囲に特定し、本発明で示した条件で製造することにより、延性に優れた高強度低比重鋼板が得られることが明らかである。

【 0 0 7 5 】

【表 3】

符号	物理的性質	熱延板の機械的特性			区分
	比重	降伏応力 (MPa)	引張強度 (MPa)	全伸び (%)	
1	7.01	409	482	32	本発明例
2	6.94	395	458	32	本発明例
3	7.01	419	493	30	本発明例
4	7.10	412	478	31	本発明例
5	7.07	348	456	16	比較例
6	7.01	357	453	10	比較例
7	6.75	446	532	4	比較例
8	7.03	382	471	14	比較例
9	7.02	409	492	12	比較例
10	7.06	382	438	13	比較例

(注) 下線は本発明の範囲外の条件。

【 0 0 7 6 】

【表 4】

符号	熱延板焼鈍条件	物理的性質	熱延板焼鈍材の機械的特性			区分
	焼鈍温度 (°C)	比重	降伏応力 (MPa)	引張強度 (MPa)	全伸び (%)	
1	850	7.01	406	472	35	本発明例
2	880	6.94	392	446	34	本発明例
3	900	7.01	403	486	33	本発明例
4	820	7.10	405	468	34	本発明例
5	800	7.07	338	442	17	比較例
6	830	7.01	346	443	12	比較例
7	850	6.75	449	528	6	比較例
8	400	7.03	372	468	13	比較例
9	670	7.02	412	482	14	比較例
10	1150	7.06	375	443	12	比較例

(注) 下線は本発明の範囲外の条件。

【産業上の利用可能性】

【 0 0 7 7 】

前述したように、本発明によれば延性に優れた高強度低比重鋼板を提供することができ

10

20

30

40

50

る。したがって、本発明は、鋼板利用産業上、利用可能性の高いものである。

フロントページの続き

- (51)Int.Cl. F I
B 2 1 B 3/00 A
- (74)代理人 100162204
弁理士 齋藤 学
- (74)代理人 100140121
弁理士 中村 朝幸
- (74)代理人 100111903
弁理士 永坂 友康
- (72)発明者 岡 正春
千葉県富津市新富 2 0 - 1 新日本製鐵株式会社 技術開発本部内
- (72)発明者 藤田 展弘
千葉県富津市新富 2 0 - 1 新日本製鐵株式会社 技術開発本部内
- (72)発明者 高橋 学
千葉県富津市新富 2 0 - 1 新日本製鐵株式会社 技術開発本部内
- (72)発明者 瀬沼 武秀
千葉県富津市新富 2 0 - 1 新日本製鐵株式会社 技術開発本部内
- (72)発明者 谷口 裕一
愛知県東海市東海町 5 - 3 新日本製鐵株式会社 名古屋製鐵所内
- (72)発明者 須藤 俊太郎
愛知県豊田市トヨタ町 1 番地 トヨタ自動車株式会社内

審査官 河野 一夫

- (56)参考文献 特開 2 0 0 1 - 2 7 1 1 4 8 (J P , A)
特開平 0 7 - 0 0 3 3 9 7 (J P , A)

- (58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)
C 2 1 D 9 / 4 6
B 2 1 B 3 / 0 0
C 2 2 C 1 / 0 0 - 4 9 / 1 4