

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局



(43) 国際公開日  
2007年10月18日 (18.10.2007)

PCT

(10) 国際公開番号  
WO 2007/116599 A1

- (51) 国際特許分類:  
C22C 38/00 (2006.01) C21D 9/46 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2007/051843
- (22) 国際出願日: 2007年1月29日 (29.01.2007)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:  
特願2006-100794 2006年3月31日 (31.03.2006) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): JFE  
スチール株式会社 (JFE STEEL CORPORATION)  
[JP/JP]; 〒1000011 東京都千代田区内幸町二丁目2番  
3号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 仮屋房亮

(KARIYA, Nobusuke) [JP/JP]; 〒1000011 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 知的財産部内 Tokyo (JP). 横田毅 (YOKOTA, Takeshi) [JP/JP]; 〒1000011 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 知的財産部内 Tokyo (JP). 中村展之 (NAKAMURA, Nobuyuki) [JP/JP]; 〒1000011 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 知的財産部内 Tokyo (JP). 瀬戸一洋 (SETO, Kazuhiro) [JP/JP]; 〒1000011 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 知的財産部内 Tokyo (JP).

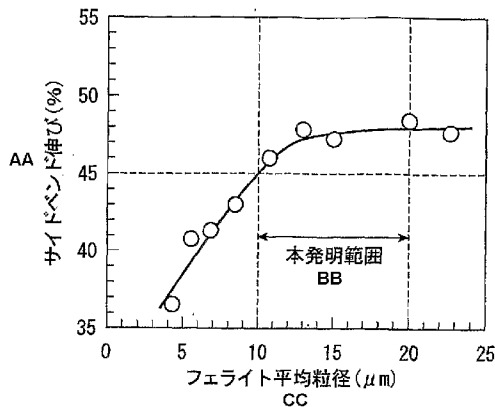
(74) 代理人: 落合憲一郎 (OCHIAI, Kenichiro); 〒1030027 東京都中央区日本橋二丁目1番10号 柳屋ビル7階 JFEテクノロジー株式会社 特許出願部内 Tokyo (JP).

(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK,

[ 続葉有 ]

(54) Title: STEEL PLATE HAVING EXCELLENT FINE BLANKING PROCESSABILITY AND METHOD FOR MANUFACTURE THEREOF

(54) 発明の名称: ファインブランキング加工性に優れた鋼板およびその製造方法



AA SIDE BEND ELONGATION (%)  
BB RANGE ACCORDING TO THE INVENTION  
CC AVERAGE PARTICLE DIAMETER OF FERRITE (μm)

(57) Abstract: Disclosed are: a steel plate excellent in FB processability as well as molding processability after the FB processing; and a method for manufacture of the steel plate. The steel plate is characterized by having the following chemical composition (by mass): C: 0.1-0.5%; Si: 0.5% or less; and Mn: 0.2-1.5%; with the contents of P and S being adjusted within proper ranges, and has a tissue composed of ferrite having an average particle diameter of 10 to 20 μm (exclusive) and a carbide contained in the ferrite particle and having an average particle diameter of 0.3 to 1.5 μm. The steel plate is excellent in FB processability, die life, and processability after the FB processing (a side bend elongation property).

(57) 要約: FB加工性に優れ、さらにFB加工後の成形加工性にも優れた鋼板およびその製造方法を提供する。質量%で、C: 0.1~0.5%、Si: 0.5%以下、Mn: 0.2~1.5%、P、Sを適正範囲に調整した組

[ 続葉有 ]



WO 2007/116599 A1



DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG,

CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:  
— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

## 明細書

ファインブランキング加工性に優れた鋼板およびその製造方法

## 技術分野

本発明は、自動車部品等の用途に好適な鋼板に係り、とくに精密打抜き加工（以下、ファインブランキング加工、あるいはFB加工ともいう）を施される用途に好適な、ファインブランキング加工性に優れた鋼板に関する。

## 背景技術

複雑な機械部品を製造するうえでは、寸法精度の向上、製造工程の短縮等の観点から、ファインブランキング加工が、切削加工に比べて極めて有利な加工方法であることが知られている。

通常の打抜き加工では、工具間のクリアランスは、被打抜き材である金属板の板厚の5～10%程度であるが、ファインブランキング加工は、通常の打抜き加工とは異なり、工具間のクリアランスをほぼゼロ（実際は、被打抜き材である金属板の板厚の2%以下程度）と極めて小さく設定すると共に、さらに工具切刃付近の材料に圧縮応力を作用させて打抜き加工方法である。そして、ファインブランキング加工は、

- (1) 工具切刃からの亀裂発生を抑制して、通常の打抜き加工で見られる破断面がほぼゼロとなり、加工面（打抜き端面）がほぼ100%剪断面の、平滑な加工面が得られる、
- (2) 寸法精度がよい、
- (3) 複雑な形状を1工程で打抜ける

などの特徴を有している。しかし、ファインブランキング加工においては、材料（金属板）の受ける加工度は極めて厳しいものとなる。また、ファインブランキング加工では、工具間のクリアランスをほぼゼロとして行うため、金型への負荷が過大となり、金型寿命が短くなるという問題がある。このため、ファインブランキング加工を適用される材料には、優れたファインブランキング加工性を具備するとともに、金型寿命の低下を防止することが要求されてきた。

このような要望に対し、例えば、特許文献1には、C：0.15～0.90重量%、Si：0.4重量%以下、Mn：0.3～1.0重量%を含有する組成と、球状化率80%以上、平均粒径0.4

～1.0 $\mu\text{m}$ の炭化物がフェライトマトリックスに分散した組織を有し、切欠き引張伸びが20%以上である、精密打抜き加工性に優れた高炭素鋼板が提案されている。特許文献1に記載された技術によれば、精密打抜き性が改善され、さらに金型寿命も改善されるとしている。

しかし、特許文献1に記載された高炭素鋼板は、ファインブランキング加工後の成形加工性が劣るという問題があった。

また、特許文献2には、C：0.08～0.19%、Si、Mn、Alを適正量含有し、Cr：0.05～0.80%、B：0.0005～0.005%を含有する鋼片に、適正な熱間圧延を施して鋼板とした、精密打抜き用鋼板が提案されている。特許文献2に記載された鋼板は、降伏強度が低く、かつ衝撃値が高くファインブランキング加工性に優れ、低歪域 $n$ 値が高く複合成形加工性に優れ、さらに短時間急速加熱焼入性にも優れた鋼板であるとされる。しかし、特許文献2には、ファインブランキング加工性についての具体的な評価は示されていない。また、特許文献2に記載された鋼板は、ファインブランキング加工後の成形加工性が劣るという問題があった。

また、特許文献3には、C：0.15～0.45%を含み、Si、Mn、P、S、Al、N含有量を適正範囲に調整した組成を有し、さらに、パーライト+セメンタイト分率が10%以下、かつフェライト粒の平均粒径が10～20 $\mu\text{m}$ である組織を有する、転造加工やファインブランキング加工における成形性に優れた高炭素鋼板が提案されている。特許文献3に記載された高炭素鋼板では、ファインブランキング加工性に優れ、さらにファインブランキング加工における金型寿命も改善されるとしている。しかし、特許文献3に記載された高炭素鋼板は、ファインブランキング加工後の成形加工性が劣るという問題があった。

さらに、特許文献1、特許文献2、特許文献3に記載された鋼板は、いずれも、最近の厳しい加工条件のファインブランキング加工においては、満足できる十分なファインブランキング加工性を具備しているとはいえず、また金型寿命も十分に改善されているわけではない。ファインブランキング加工後の成形加工性が劣るという問題が残されていた。

当初、ファインブランキング加工は、ギア部品などでも、ファインブランキング加工後に加工を施されない部品に適用されてきた。しかし、最近では、自動車部品（リクライニング部品など）へのファインブランキング加工の適用が拡大される傾向にあり、ファインブランキング加工後に伸びフランジ加工や張出し加工などを必要とする部品への

適用が検討されている。このため、自動車部品として、ファインブランキング加工性に優れるうえ、ファインブランキング加工後の、伸びフランジ加工や張出し加工などの成形加工性にも優れた鋼板が熟望されている。

伸びフランジ加工性を改善する技術としては、これまで数多くの提案がなされている。例えば、特許文献4には、C：0.20～0.33%を含み、Si、Mn、P、S、sol.Al、N含有量を適正範囲に調整し、さらにCr：0.15～0.7%を含有する組成を有し、パーライトを含んでいてよいフェライト・ベイナイト混合組織を有する、伸びフランジ性にすぐれる耐摩耗用熱延鋼板が提案されている。特許文献4に記載された熱延鋼板では、上記した組織とすることにより、穴抜き率が高くなり、伸びフランジ性が向上するとしている。また、特許文献5には、C：0.2～0.7%を含有する組成を有し、炭化物平均粒径が0.1 $\mu$ m以上1.2 $\mu$ m未満、炭化物を含まないフェライト粒の体積率が15%以下である組織を有する伸びフランジ性に優れた高炭素鋼板が提案されている。特許文献5に記載された高炭素鋼板では、打抜き時の端面におけるボイドの発生を抑制し、穴抜き加工におけるクラックの成長を遅くすることができ、伸びフランジ性が向上するとしている。

また、特許文献6には、C：0.2%以上を含む組成を有し、フェライトおよび炭化物を主体とし、炭化物粒径が0.2 $\mu$ m以下、フェライト粒径が0.5～1 $\mu$ mである組織を有する打抜き性と焼入れ性に優れた高炭素鋼板が提案されている。これにより、バリ高さと金型寿命とで決定される打抜き性と、焼入れ性がともに向上するとしている。

特許文献1： 特開 2000-265240 号公報

特許文献2： 特開昭 59-76861 号公報

特許文献3： 特開 2001-140037 号公報

特許文献4： 特開平 9-49065 号公報

特許文献5： 特開 2001-214234 号公報

特許文献6： 特開平 9-316595 号公報

#### 発明の開示

しかしながら、特許文献4、特許文献5に記載された技術はいずれも、従来の打抜き加工を施すことを前提にしたものであり、クリアランスがほぼゼロとなるファインブランキング加工の適用を考慮したものではない。したがって、厳しいファインブランキン

グ加工後に、同様の伸びフランジ性を確保することは難しく、たとえ確保できても金型寿命が短くなるという問題がある。

また、特許文献6に記載された技術では、フェライト粒径を $0.5\sim 1\ \mu\text{m}$ の範囲にする必要があり、このようなフェライト粒径を有する鋼板を安定して工業的に製造することは困難であり、製品歩留の低下に繋がるという問題があった。

本発明は、上記した従来技術の問題に鑑みて成されたものであり、ファインブランキング加工性に優れ、さらにファインブランキング加工後の成形加工性にも優れた鋼板およびその製造方法を提供することを目的とする。

本発明者らは、上記した目的を達成するために、ファインブランキング加工性（以下、FB加工性と略す）に及ぼす金属組織の影響、とくにフェライト、炭化物の形態および分布状態の影響について鋭意研究した。

その結果、FB加工性、FB加工後の成形加工性および金型寿命は、フェライト粒内に存在する炭化物の粒径およびフェライト粒径と密接な関係にあることを見出した。そして、所定範囲の組成を有する鋼素材に、熱間圧延の仕上圧延条件およびその後の冷却を適正条件として、ほぼ100%のパーライト組織を有する熱延鋼板とし、さらに適正条件の熱延板焼鈍を施して、金属組織を、平均フェライト粒径が $10\ \mu\text{m}$ 超 $20\ \mu\text{m}$ 未満、フェライト粒内の炭化物の平均粒径を $0.3\sim 1.5\ \mu\text{m}$ とした、フェライト+セメンタイト（粒状炭化物）組織とすることにより、FB加工性、金型寿命およびFB加工後の成形加工性（サイドバンド伸び）が顕著に向上することを新たに見出した。

FB加工では、クリアランスゼロ、圧縮応力状態で材料が加工される。そのため、材料は大きな変形を受け、該変形中に亀裂が発生することがある。亀裂が発生すると打抜き面に破断面が現れる。亀裂発生防止には、炭化物の球状化が重要と言われている。しかし、炭化物が粗大にフェライト粒内に存在する場合には、大変形時に炭化物間でボイドが発生しやすくなり、ボイド成長による亀裂発生が避けられないと考え、フェライト粒内の炭化物径とFB加工性について調査した。また、金型寿命に関しても、フェライト粒内に微細な炭化物が存在すると、工具切刃の摩耗が促進され、金型寿命が低下することになると本発明者らは推察した。さらに、FB加工後に成形加工が施される場合には、FB加工時に発生した亀裂同士が連結して成形加工性の低下をもたらすことになると本発明者らは考えた。

まず、本発明の基礎となった実験結果について説明する。

質量%で、0.34%C-0.2%Si-0.8%Mn を含有する高炭素鋼スラブ (S35C 相当) に、1150°C に加熱後、5 パスの粗圧延、7 パスの仕上圧延からなる熱間圧延を施し、板厚 4.2mm の熱延鋼板とした。なお、熱間圧延の仕上圧延における総圧下率を 10~40% に変化し、圧延終了温度を 860°C、巻取温度を 600°C とし、仕上圧延後に冷却速度を空冷 (5°C/s) ~250°C/s まで変化させて冷却した。なお、空冷以外の冷却 (強制冷却) を行った場合の冷却停止温度は 650°C とした。ついでこれら熱延鋼板に酸洗を施した後、熱延板焼鈍としてバッチ焼鈍 (720°C×40h) を行った。

これら熱延板焼鈍を施された鋼板について、まず金属組織を観察した。

金属組織の観察では、得られた鋼板から試験片を採取し、該試験片の圧延方向に平行な断面を研磨し、ナイタール腐食したのち、板厚 1/4 位置について、走査型電子顕微鏡 (SEM) で金属組織を観察し撮像して、フェライト粒径およびフェライト粒内炭化物粒径を測定した。

フェライト粒径およびフェライト粒内の炭化物粒径は、撮像した組織について、Media Cybernetics 社製の画像解析ソフト “Image Pro Plus ver. 4.0” を使用して画像解析処理にて定量化した。フェライト粒径は、各フェライト粒についてその面積を測定し、得られた面積から円相当径を求め、おのこの粒径とした。得られた各フェライト粒径を算術平均し、その値を、その鋼板のフェライト平均粒径とした。

また、撮像した組織において、画像解析によりフェライト粒界上に存在する炭化物とフェライト粒内に存在する炭化物を識別し、フェライト粒内に存在する各炭化物について、炭化物の外周上の 2 点と炭化物の相当楕円 (炭化物と同面積で、かつ一次及び二次モーメントが等しい楕円) の重心を通る径を 2° 刻みに測定して円相当径を求め、おのこの炭化物粒径とした。得られた各炭化物粒径を算術平均し、その値を、その鋼板の炭化物平均粒径とした。なお、測定した炭化物の粒数は各 3000 個とした。

また、得られた鋼板から試験片 (大きさ: 100×80mm) を採取し、FB テストを実施した。FB テストは、110 t 油圧プレス機を用いて、試験片から、大きさ: 60mm×40mm (コーナー部半径 R: 10mm) のサンプルを、工具間のクリアランス: 0.060mm (板厚の 1.5%)、加工力: 8.5ton、潤滑: 有りの条件で打抜いた。打抜かれたサンプルの端面 (打抜き面) について、表面粗さ (十点平均粗さ Rz) を測定して、FB 加工性を評価した。なお、試験片は、クリアランスに対する板厚偏差の影響を除くため、予め両面を等量ずつ研削し、板厚を 4.0±0.010mm とした。

表面粗さの測定は、R部を除く4つの端面とし、各端面（板厚面）で、図3に示すように、パンチ側表面0.5mmから板厚方向に3.9mmまでの範囲でかつ表面に平行に（X方向）10mmの領域を、触針式表面粗度計で板厚方向（t方向）に100 $\mu$ mピッチで35回走査し、JIS B 0601-1994に準拠して、各走査線における表面粗さRzを測定した。さらに、測定面の表面粗さRzは、各々の走査線のRzを合計して、その平均値とした。上記と同様の方法で4つの端面を測定して、次式  $Rz\ ave = (Rz\ 1 + Rz\ 2 + Rz\ 3 + Rz\ 4) / 4$ （ここで、Rz 1, Rz 2, Rz 3, Rz 4：各面のRz）で定義される平均表面粗さ：Rz ave（ $\mu$ m）を算出した。

一般には、打抜き端面における破断面の出現が10%以下の場合を「FB加工性に優れる」とするが、本発明では、平均表面粗さ：Rz aveが、10 $\mu$ m以下と小さくなるほどFB加工性に優れるとした。

また、使用した工具（金型）の寿命を評価した。FB加工における打抜き回数が30000回に達した時点でのサンプル端面（打抜き面）の表面粗さ（十点平均粗さRz）を上記と同様に測定し、金型寿命を評価した。

また、得られた鋼板から、FB加工により試験片（大きさ：40mm×170mm（圧延方向））を打抜き、サイドベンド試験を実施し、FB加工後の加工性（サイドベンド伸び性）を評価した。FB加工は、工具間のクリアランス：0.060mm（板厚の1.5%）、加工力：8.5ton、潤滑：有りの条件で行った。

サイドベンド試験は、長井ら（長井美憲、永井康友：PK技報、NO.6（1995）、p14）の方法に準拠して、試験片の側面（板面）を拘束した状態で、サイドベンド試験を実施し、板厚貫通割れ時の伸びを測定した。伸びを評価する側の試験片端面は、170mm長さ側のFB加工面とした。なお、試験片には、破断時の伸びを評価するための標点を標点間距離50mmでけがき線を記入した。試験数は、各鋼板2枚とし、得られた伸び値の平均値をサイドベンド伸び値とした。

熱間圧延の仕上圧延での総圧下率および仕上圧延後の平均冷却速度に応じてフェライト平均粒径およびフェライト粒内の炭化物平均粒径が変化した。得られた結果を図1、図2に示す。

図1は、フェライト平均粒径とサイドベンド伸びとの関係を示す。図1から、フェライト平均粒径が10 $\mu$ m超となると、サイドベンド伸びが45%を超え、非常に良好な値を示し、良好なFB加工後の加工性を示すことがわかる。なお、フェライト平均粒径が

20  $\mu\text{m}$  以上では、FB 加工後のバリが大きくなり、FB 加工性が低下した。また、図 2 はフェライト平均粒径が 10  $\mu\text{m}$  超 20  $\mu\text{m}$  未満の場合における、フェライト粒内炭化物平均粒径と FB 加工打抜き面の平均表面粗さ Rz ave の関係を示す。図 2 から、フェライト粒内炭化物平均粒径が 1.5  $\mu\text{m}$  以下の場合には、Rz ave が 10  $\mu\text{m}$  以下と良好な FB 加工性を示すことがわかる。なお、フェライト粒内炭化物平均粒径が 0.3  $\mu\text{m}$  未満の場合、30000 回打抜き後の打抜き面の平均表面粗さが 10  $\mu\text{m}$  を超え、金型寿命が低下した。

本発明は、上記した知見に基づき、さらに研究を重ねて完成されたものである。すなわち、本発明の要旨は次のとおりである。

(1) 質量%で、C : 0.1~0.5%、Si : 0.5%以下、Mn : 0.2~1.5%、P : 0.03%以下、S : 0.02%以下を含み、残部 Fe および不可避的不純物からなる組成と、フェライトおよび炭化物を主体とする組織を有し、前記フェライトの平均粒径が 10  $\mu\text{m}$  超 20  $\mu\text{m}$  未満、前記炭化物のうち、フェライト粒内に存在する炭化物の平均粒径が 0.3~1.5  $\mu\text{m}$  であることを特徴とするファインブランキング加工性に優れた鋼板。

(2) (1) において、前記組成に加えてさらに、質量%で、Al : 0.1%以下を含有する組成とすることを特徴とする鋼板。

(3) (1) または (2) において、前記組成に加えてさらに、質量%で、Cr : 3.5%以下、Mo : 0.7%以下、Ni : 3.5%以下、Ti : 0.01~0.1%および B : 0.0005~0.005%のうちから選ばれた 1 種または 2 種以上を含有する組成とすることを特徴とする鋼板。

(4) 鋼素材を加熱し圧延を施し熱延板とする熱間圧延と、該熱延板に焼鈍を施す熱延板焼鈍と、を順次施す鋼板の製造方法において、前記鋼素材を、質量%で、C : 0.1~0.5%、Si : 0.5%以下、Mn : 0.2~1.5%、P : 0.03%以下、S : 0.02%以下を含み、残部 Fe および不可避的不純物からなる組成を有する鋼素材とし、前記熱間圧延を、仕上圧延における 800~950°C の温度域の総圧下率を 25%以上、仕上圧延の終了温度を 800~950°C とし、該仕上圧延の終了後に、50°C/s 以上 120°C/s 未満の平均冷却速度で冷却し、500~700°C の範囲の温度で該冷却を停止し、450~600°C で巻取る処理とし、前記熱延板焼鈍を、焼鈍温度 : 600~720°C とする処理とすることを特徴とするファインブランキング加工性に優れた鋼板の製造方法。

(5) (4) において、前記組成に加えてさらに、質量%で、Al : 0.1%以下を含有する組成とすることを特徴とする鋼板の製造方法。

(6) (4) または (5) において、前記組成に加えてさらに、質量%で、Cr : 3.5%以下、Mo : 0.7%以下、Ni : 3.5%以下、Ti : 0.01~0.1%およびB : 0.0005~0.005%のうちから選ばれた1種または2種以上を含有する組成とすることを特徴とする鋼板の製造方法。

本発明によれば、FB加工性に優れ、しかもFB加工後の加工性（サイドバンド伸び性）にも優れた鋼板を容易にしかも安価に製造でき、産業上格段の効果を奏する。また、本発明によれば、FB加工性に優れた鋼板となり、FB加工後の端面処理を行う必要がなくなり、製造工期の短縮が可能で生産性が向上するとともに、製造コストの削減が可能となるという効果もある。

#### 図面の簡単な説明

図1は、フェライト平均粒径とFB加工後のサイドバンド伸びの関係を示すグラフである。

図2は、FB加工性（打抜き面の平均表面粗さ：Rz ave）とフェライト粒内炭化物平均粒径との関係を示すグラフである。

図3は、FB加工後の打抜き面の表面粗さ測定領域を模式的に説明する説明図である。

#### 発明を実施するための最良の形態

まず、本発明鋼板の組成限定理由について説明する。なお、組成における質量%はとくに断わらないかぎり、単に%と記す。

C : 0.1~0.5%

Cは、熱延焼鈍後および焼入れ後の硬さに影響する元素であり、本発明では0.1%以上の含有を必要とする。Cが0.1%未満では、自動車用部品として要求される硬さを得ることができなくなる。一方、0.5%を超える多量の含有は、鋼板が硬質化するため、工業的に十分な金型寿命が確保できなくなる。このため、Cは0.1~0.5%の範囲に限定した。

Si : 0.5%以下

Siは、脱酸剤として作用するとともに、固溶強化により強度（硬さ）を増加させる元素であるが、0.5%を超えて多量に含有するとフェライトが硬質化し、FB加工性を低下させる。また0.5%を超えてSiを含有すると、熱延段階で赤スケールと呼ばれる表面欠

陥を生じる。このため、Siは0.5%以下に限定した。なお、好ましくは0.35%以下である。

Mn：0.2～1.5%

Mnは、固溶強化により鋼の強度を増加するとともに、焼入れ性向上に有効に作用する元素である。このような効果を得るためには、0.2%以上含有することが望ましいが、1.5%を超えて過剰に含有すると、固溶強化が強くなりすぎてフェライトが硬質化し、FB加工性が低下する。このため、Mnは0.2～1.5%の範囲に限定した。なお、好ましくは、0.2～1.0%、より好ましくは0.6～0.9%である。

P：0.03%以下

Pは、粒界等に偏析し加工性を低下させるため、本発明では極力低減することが望ましいが、0.03%までは許容できる。このようなことから、Pは0.03%以下に限定した。なお、好ましくは0.02%以下である。

S：0.02%以下

Sは、鋼中ではMnSなどの硫化物を形成して介在物として存在し、FB加工性を低下させる元素であり、極力低減することが望ましいが、0.02%までは許容できる。このようなことから、Sは0.02%以下に限定した。なお、好ましくは0.01%以下である。

上記した成分が基本組成であるが、本発明では上記した基本組成に加えて、Al、および/または、Cr、Mo、Ni、TiおよびBのうちから選ばれた1種または2種以上を含有できる。

Al：0.1%以下

Alは、脱酸剤として作用するとともに、Nと結合してAlNを形成し、オーステナイト粒の粗大化防止に寄与する元素である。Bとともに含有する場合には、Nを固定し、焼入れ性向上に有効なB量の低減を防止する効果も有する。このような効果は0.02%以上の含有で顕著となるが、0.1%を超える含有は、鋼の清浄度を低下させる。このため、含有する場合には、Alは0.1%以下に限定することが好ましい。なお、不可避的不純物としてのAlは0.01%以下である。

Cr、Mo、Ni、Ti、Bはいずれも、焼入れ性の向上、あるいはさらに焼戻軟化抵抗の向上に寄与する元素であり、必要に応じて選択して含有できる。

Cr：3.5%以下

Cr は、焼入れ性の向上に有効な元素であり、このような効果を得るためには 0.1%以上含有することが好ましいが、3.5%を超える含有は、FB 加工性が低下するとともに、焼戻軟化抵抗の過度の増大を招く。このため、Cr は含有する場合には 3.5%以下に限定することが好ましい。なお、より好ましくは 0.2~1.5%である。

Mo : 0.7%以下

Mo は、焼入れ性の向上に有効に作用する元素であり、このような効果を得るためには 0.05%以上含有することが好ましいが、0.7%を超える含有は鋼の硬質化を招き、FB 加工性が低下する。このため、Mo は含有する場合には 0.7%以下に限定することが好ましい。なお、より好ましくは 0.1~0.3%である。

Ni : 3.5%以下、

Ni は、焼入れ性を向上させる元素であり、このような効果を得るためには 0.1%以上含有することが好ましいが、3.5%を超える含有は鋼の硬質化を招き、FB 加工性が低下する。このため、Ni は含有する場合には 3.5%以下に限定することが好ましい。なお、より好ましくは 0.1~2.0%である。

Ti : 0.01~0.1%

Ti は、N と結合し TiN を形成しやすく、焼入れ時の  $\gamma$  粒の粗大化防止に有効に作用する元素である。また、B とともに含有する場合には BN を形成する N を低減するため、焼入れ性向上に必要な B の添加量を少なくすることができるという効果も有する。このような効果を得るためには 0.01%以上の含有を必要とする。一方、0.1%を超える含有は、TiC などの析出によりフェライトが析出強化されて硬質化し、金型寿命の低下を招く。このため、含有する場合には、Ti は 0.01~0.1%の範囲に限定することが好ましい。なお、より好ましくは 0.015~0.08%である。

B : 0.0005~0.005%

B は、オーステナイト粒界に偏析し、微量で焼入れ性を改善させる元素であり、特に Ti と複合添加した場合に効果的である。焼入れ性改善のためには、0.0005%以上の含有を必要とする。一方、0.005%を超えて含有しても、その効果が飽和し、含有量に見合う効果が期待できなくなり経済的に不利となる。このため、含有する場合には、B は 0.0005~0.005%の範囲に限定することが好ましい。なお、より好ましくは 0.0008~0.004%である。

上記した成分以外の残部は Fe および不可避的不純物である。なお、不可避的不純物としては、例えば、N : 0.01% 以下、O : 0.01% 以下、Cu : 0.1% 以下が許容できる。

次に、本発明鋼板の組織限定理由について説明する。

本発明鋼板は、フェライトおよび炭化物を主体とする組織を有する。フェライトおよび炭化物を主体とする組織とは、フェライトと炭化物とで体積率で 95% 以上となる組織をいうものとする。すなわち、本発明鋼板は、ほぼフェライトおよび炭化物からなる組成を有するが、フェライト、炭化物以外の相を体積率で 5% 程度まで許容することができる。

本発明の鋼板では、フェライトの粒径は、平均粒径で  $10\mu\text{m}$  超  $20\mu\text{m}$  未満とする。フェライトの平均粒径が  $10\mu\text{m}$  以下では、図 1 に示すように、FB 加工後のサイドベンド伸びが低下する。この理由は明らかでないが、本発明者らが推察するに、フェライト平均粒径が  $10\mu\text{m}$  以下と小さくなると、フェライト粒界では拡散速度が速く、フェライト粒界に存在する炭化物の平均粒径が大きくなりやすいため、FB 加工時の大変形によりフェライト粒界上の炭化物間でポイドが発生、成長し亀裂が発生しやすく、該亀裂が、FB 加工後の成形加工時に進展、合体し、FB 加工後のサイドベンド伸びが低下したものと考えられる。一方、フェライト平均粒径が  $20\mu\text{m}$  以上では、軟質化して金型寿命は向上するものの、加工後のバリ高さが著しく増大する。このため、フェライトの平均粒径は  $10\mu\text{m}$  超  $20\mu\text{m}$  未満に限定した。なお、好ましくは  $12\sim 18\mu\text{m}$  である。

また、本発明鋼板では、炭化物のうち、フェライト粒内の炭化物の平均粒径は  $0.3\sim 1.5\mu\text{m}$  の範囲とする。フェライト粒内に存在する炭化物の平均粒径が  $0.3\mu\text{m}$  未満では、鋼板が硬質化し、金型寿命が低下する。一方、 $1.5\mu\text{m}$  を超えて粗大化すると、図 2 に示すように FB 加工時の大変形により炭化物間にポイドが発生、成長して亀裂となり、破断面が発生し加工面（打抜き面）の粗さが増大し、FB 加工性が低下する。このため、フェライト粒内の炭化物の平均粒径は  $0.3\sim 1.5\mu\text{m}$  の範囲に限定した。

つぎに、本発明鋼板の好ましい製造方法について説明する。

上記した組成を有する溶鋼を、転炉等の常用の溶製方法で溶製し、連続鋳造法等の常用の鋳造方法で鋼素材（スラブ）とすることが好ましい。

ついで、得られた鋼素材には、鋼素材を加熱し圧延して熱延板とする熱間圧延を施す。

熱間圧延は、仕上圧延における  $800\sim 950^\circ\text{C}$  の温度域の総圧下率を 25% 以上、仕上圧延の終了温度を  $800\sim 950^\circ\text{C}$  とし、該仕上圧延の終了後に、 $50^\circ\text{C}/\text{s}$  以上  $120^\circ\text{C}/\text{s}$  未満の

平均冷却速度で冷却し、500～700℃の範囲の温度で該冷却を停止し、450～600℃で巻取る処理とする。

本発明における熱間圧延では、仕上圧延の終了温度と、その後の冷却条件を調整することにより、ほぼ100%のパーライト組織を有する熱延鋼板が得られる。またさらに、本発明における熱間圧延では、仕上圧延における800～950℃の温度域の総圧下率を25%以上とすることにより、適正な熱延板焼鈍後に、フェライトの平均粒径が10 $\mu$ m超20 $\mu$ m未満である組織が得られる。

仕上圧延における800～950℃の温度域の総圧下率：25%以上

熱間圧延の仕上圧延において、圧下率を大きくすることにより、オーステナイト粒径が小さくなり、それに伴って変態後のパーライト粒径が微細となり、熱延板焼鈍において、微細なパーライトが有する高い粒界エネルギーを駆動力として、フェライト粒の成長が促進される。

ここで、特に950℃を超える高温では、再結晶によりオーステナイト粒径が大きくなりやすくなるため、950℃以下の温度域での圧下の影響が大きい。

パーライトは、熱延板焼鈍により、ポリゴナルフェライトと球状セメンタイトに変化する。この熱延板焼鈍により生成するフェライトの平均粒径を10 $\mu$ m超20 $\mu$ m未満とするには、仕上圧延における800～950℃の温度域の総圧下率を、通常行われる圧延より大きな圧下率である、25%以上とする。800～950℃の温度域の総圧下率が25%未満では、圧下率が不足し、フェライト粒径を所望の範囲とすることが困難となる。なお、総圧下率の上限は圧延負荷の観点から35%以下とすることが好ましい。なお、より好ましくは25～33%である。

仕上圧延の終了温度：800～950℃

仕上圧延の終了温度が950℃を超えて高くなると、発生するスケールが厚くなり酸洗性が低下するうえ、鋼板表層で脱炭層を生じる場合があり、フェライト粒径が粗大になりやすい。一方、仕上圧延の終了温度が800℃未満では、圧延負荷の増大が著しくなり、圧延機への過大な負荷が問題となる。このため、仕上圧延の終了温度は800～950℃の範囲内の温度とすることが好ましい。

仕上圧延終了後の平均冷却速度：50℃/s以上120℃/s未満

仕上圧延終了後、50℃/s以上の平均冷却速度で冷却する。なお、該平均冷却速度は仕上圧延の終了温度から該冷却（強制冷却）の停止温度までの平均冷却速度である。平均

冷却速度が 50°C/s 未満では、冷却中に炭化物を含まないフェライトを生じ、冷却後の組織がフェライト+パーライトの不均一な組織となり、ほぼ 100%のパーライトからなる均一な組織を確保できなくなる。熱延板組織がフェライト+パーライトの不均一な組織では、炭化物の分布も不均一となり、その後の熱延板焼鈍をいかに工夫しても、粒内に存在する炭化物が粗大となりやすいため、仕上圧延終了後の平均冷却速度を 50°C/s 以上に限定することが好ましい。なお、仕上圧延終了後の平均冷却速度は 120°C/s 未満とすることが、ベイナイトの生成を防止する観点から好ましい。平均冷却速度が 120°C/s 以上となると、鋼板表層部と板厚中央部で組織が異なりやすく、熱延板焼鈍後に表層部と板厚中央部とで変形能が異なるため、金型寿命、FB 加工性、FB 加工後の成形加工性が低下しやすくなる。このため、仕上圧延終了後の平均冷却速度は 50°C/s 以上 120°C/s 未満とすることが好ましい。

冷却停止温度：500～700°C

上記冷却（強制冷却）を停止する温度は 500～700°C とすることが好ましい。冷却停止温度が 500°C 未満では、硬質なベイナイトやマルテンサイトを生じて熱延板焼鈍が長時間となるという問題や、巻取時に割れを生じるなど操業上の問題を生じる。一方、冷却停止温度が 700°C を超えて高温となると、フェライト変態ノーズが 700°C 近傍であるため、冷却停止後の放冷中にフェライトを生じ、ほぼ 100%のパーライトからなる均一な組織を確保できなくなる。このようなことから、冷却の停止温度は、500～700°C の範囲内の温度に限定することが好ましい。なお、より好ましくは 500～650°C、さらに好ましくは 500～600°C である。

冷却を停止したのち、熱延板は直ちにコイル状に巻取られる。

巻取り温度：450～600°C 巻取り温度が 450°C 未満では、巻取り時に鋼板に割れが発生し、操業上問題となる。一方、巻取り温度が 600°C を超えると、巻取り中にフェライトが生成するという問題がある。

なお、好ましくは 500～600°C である。

このようにして得た熱延板（熱延鋼板）は、ついで、酸洗またはショットブラストなどにより表面の酸化スケールを除去された後、焼鈍温度：600～720°C とする熱延板焼鈍を施される。ほぼ 100%のパーライト組織を有する熱延板に適正な熱延板焼鈍を施すことにより、炭化物の球状化が促進され、フェライト粒径を所望の範囲に調整されるとともに、フェライト粒内の炭化物粒径を所定の範囲に調整することができるようになる。

熱延板焼鈍の焼鈍温度：600～720℃

焼鈍温度が 600℃未満では、フェライト粒内の炭化物の平均粒径が 0.3 μm 未満となる。一方、720℃を超えて高温となると、フェライト粒内の炭化物の平均粒径が 1.5 μm を超え、FB 加工性が低下する。なお、熱延板焼鈍の保持時間はとくに限定する必要はないが、炭化物粒径を所望の範囲内に調整するためには、8 h 以上とすることが好ましい。また、80 h を超えるとフェライト粒が過度に粗大化し、フェライト粒内炭化物平均粒径が 1.5 μm を超える恐れがあるため、80 h 以下とすることが好ましい。

### 実施例

表 1 に示す組成を有する鋼素材（スラブ）を出発素材とした。これら鋼素材を、表 2 に示す加熱温度に加熱したのち、表 2 に示す熱間圧延条件により板厚 4.2mm の熱延板とした。

熱間圧延条件として、仕上圧延における 800℃～950℃の温度域における総圧下率、仕上圧延の圧延終了温度、仕上圧延終了後の冷却における平均冷却速度、冷却停止温度および巻取り温度を変化させた。

これら熱延板に、ついで、バッチ焼鈍、および酸洗処理を施した。得られた鋼板について、組織観察、FB 加工性、FB 加工後の加工性（サイドベンド伸び性）について、評価した。試験方法は次のとおりである。

#### （1）組織観察

得られた鋼板から組織観察用試験片を採取した。そして、試験片の圧延方向に平行な断面を研磨し、ナイトール腐食したのち、板厚 1/4 位置について、走査型電子顕微鏡（SEM）（倍率、フェライト：1000 倍、炭化物：3000 倍）で金属組織を観察（視野数：30 箇所）し、Media Cybernetics 社製の画像解析ソフト“Image Pro Plus ver. 4.0”を使用して画像解析処理にて、フェライトおよび炭化物の体積率、フェライト粒径、フェライト粒内炭化物粒径を測定した。

フェライトおよび炭化物の体積率は、SEM（倍率：3000 倍）で金属組織を観察（視野数：30 箇所）し、炭化物を除いたフェライトの面積と炭化物の面積を合算した面積を、全視野面積で除して面積率を求め、これをフェライトおよび炭化物の体積率として判断した。フェライト粒径は、各フェライト粒についてその面積を測定し、得られた面積から円相当径を求め、おのこの粒径とした。得られた各フェライト粒径を算術平均し、

その値を、その鋼板のフェライト平均粒径とした。なお、測定した面積率は各 500 個とした。

フェライト粒内炭化物の粒径は、金属組織観察（倍率：3000 倍）の各視野（視野数：30 箇所）で、画像解析により、フェライト粒内に存在する炭化物を識別し、フェライト粒内に存在する各炭化物について、炭化物の外周上の 2 点と炭化物の相当楕円（炭化物と同面積、かつ一次及び二次モーメントが等しい楕円）の重心を通る径を 2° 刻みに測定し円相当径を求め、これを各々の炭化物粒径とし、得られた炭化物粒径を平均した値をフェライト粒内炭化物の平均粒径とした。なお、測定した炭化物の粒数は各 3000 個とした。

## (2) FB 加工性

得られた鋼板から試験片（大きさ：100×80mm）を採取し、FB テストを実施した。FB テストは、110 t 油圧プレス機を用いて、試験片から、大きさ：60mm×40mm（コーナー部半径 R：10mm）のサンプルを、工具間のクリアランス：0.060mm（板厚の 1.5%）、加工力：8.5ton、潤滑：有りの条件で打抜いた。打抜かれたサンプルの端面（打抜き面）について、表面粗さ（十点平均粗さ Rz）を測定して、FB 加工性を評価した。なお、試験片は、クリアランスに対する板厚偏差の影響を除くため、予め両面を等量ずつ研削し、板厚を 4.0±0.010mm とした。

表面粗さの測定は、R 部を除く 4 つの端面とし、各端面（板厚面）で、図 3 に示すように、パンチ側表面 0.5mm から板厚方向に 3.9mm までの範囲でかつ表面に平行に（X 方向）10mm の領域を、触針式表面粗度計で板厚方向（t 方向）に 100 μm ピッチで 35 回走査し、JIS B 0601-1994 に準拠して、各走査線における表面粗さ Rz を測定した。さらに、測定面の表面粗さ Rz は、各々の走査線の Rz を合計して、その平均値とした。上記と同様の方法で 4 つの端面を測定して、次式

$$Rz \text{ ave} = (Rz 1 + Rz 2 + Rz 3 + Rz 4) / 4$$

（ここで、Rz 1, Rz 2, Rz 3, Rz 4：各面の Rz）

で定義される平均表面粗さ：Rz ave（μm）を算出し、FB 加工性を評価した。

なお、前記したように本発明では、Rz ave が 10 μm 以下と小さくなるほど FB 加工性に優れるとした。

また、FB 加工として問題となるような大きなバリ（高バリ）の発生の有無を観察した。

また、使用した工具（金型）の寿命を評価した。FB加工における打抜き回数が30000回に達した時点でのサンプル端面（打抜き面）の表面粗さ（十点平均粗さRz）を測定し、金型寿命を評価した。なお、表面粗さの測定方法は上記した方法と同じとした。サンプル端面の平均表面粗さRz aveが $10\mu\text{m}$ 以下を○、 $10\mu\text{m}$ を超え～ $16\mu\text{m}$ 以下を△、 $16\mu\text{m}$ を超えを×として評価した。

### (3) FB加工後の加工性（サイドベンド伸び性）

得られた鋼板から、FB加工により試験片（大きさ：40mm×170mm（圧延方向））を打抜き、サイドベンド試験を実施し、FB加工後の加工性（サイドベンド伸び性）を評価した。

なお、試験片は、クリアランスに対する板厚偏差の影響を除くため、予め両面を等量ずつ研削し、板厚を $4.0\pm 0.10\text{mm}$ とした。FB加工は、工具間のクリアランス： $0.060\text{mm}$ （板厚の1.5%）、加工力：8.5ton、潤滑：有りの条件で行った。

サイドベンド試験は、長井ら（長井美憲、永井康友：PK技報、NO.6（1995）、p14）の方法に準拠して、試験片の側面（板面）を拘束した状態で、サイドベンド試験を実施し、板厚貫通割れ時の伸びを測定した。伸びを評価する側の試験片端面は、170mm長さ側のFB加工面とした。なお、試験片には、破断時の伸びを評価するための標点を標点間距離50mmでけがき線を記入した。試験数は、各鋼板2枚とし、得られた伸び値の平均値をサイドベンド伸び値とした。サイドベンド伸び値が、45%以上の場合を○、45%未満の場合を×として、FB加工後の加工性（サイドベンド伸び性）を評価した。

得られた結果を表3に示す。

本発明例はいずれも、打抜き面の平均表面粗さRz aveが $10\mu\text{m}$ 以下であり、FB加工性に優れ、また、打抜き回数：30000回時の打ち抜き面表面も滑らか（評価：○）であり、金型寿命の低下も認められない。また、本発明例は、FB加工後のサイドベンド伸び性（加工性）にも優れている。なお、本発明例では、いずれもフェライトおよび炭化物の体積率の合計は95%以上となっており、フェライトおよび炭化物を主体とする組織となっていることを確認した。一方、本発明の範囲を外れる比較例は、打抜き面の平均表面粗さRz aveが $10\mu\text{m}$ を超えて粗くなりFB加工性が低下するか、FB加工時に大きなバリが発生するか、あるいは、金型寿命が低下するか、あるいはFB加工後のサイドベンド伸び性（加工性）が低下しているか、あるいはFB加工性、金型寿命、FB加工後のサイドベンド伸び性（加工性）、全てが低下している。

表 1

鋼 No.	化 学 成 分 (質量%)											
	C	Si	Mn	P	S	Al	N	Cr	Mo	Ni	Ti	B
A	0.15	0.19	0.65	0.014	0.0041	—	0.0066	0.94	0.16	—	—	—
B	0.29	0.03	0.51	0.013	0.0030	—	0.0043	0.23	—	—	0.015	0.0024
C	0.35	0.20	0.71	0.013	0.0035	—	0.0029	—	—	—	—	—
D	0.35	0.02	0.55	0.009	0.0032	—	0.0036	0.21	—	—	0.015	0.0024
E	0.49	0.19	0.73	0.011	0.0042	—	0.0032	—	—	—	—	—
F	0.46	0.19	0.76	0.014	0.0050	—	0.0030	—	—	—	—	—
G	0.35	0.22	0.72	0.012	0.0037	—	0.0039	0.98	0.17	—	—	—
H	0.17	0.02	0.72	0.021	0.0035	—	0.0033	—	—	—	—	—
I	0.11	0.02	1.42	0.015	0.0038	—	0.0029	—	—	—	—	—
J	0.21	0.20	0.71	0.016	0.0045	—	0.0042	1.02	—	—	—	—
K	0.19	0.24	0.76	0.015	0.0037	—	0.0039	0.48	0.17	0.46	—	—
L	0.34	0.21	0.74	0.015	0.0040	0.035	0.0029	—	—	—	—	—
M	0.23	0.19	0.73	0.013	0.0046	0.028	0.0038	0.80	0.26	1.19	0.02	0.0018
N	0.25	0.23	0.69	0.015	0.0031	—	0.0027	0.91	0.25	—	0.02	0.0024
O	0.22	0.20	0.75	0.014	0.0050	—	0.0033	—	—	1.43	—	—
P	0.19	0.69	0.73	0.016	0.0033	—	0.0040	—	—	—	—	—
Q	0.36	0.21	1.69	0.013	0.0059	—	0.0048	—	—	—	—	—

表 2

鋼板 No.	鋼 No.	熱間圧延条件						焼鈍		備考
		加熱 温度 (°C)	総圧下率* (%)	仕上圧延 終了温度 (°C)	平均冷却 速度 (°C/s)	冷却停止 温度 (°C)	巻取り 温度 (°C)	焼鈍 温度 (°C)	焼鈍 時間 (h)	
1	A	1150	33	850	115	570	550	720	40	本発明例
2	A	1200	27	900	100	660	580	710	40	本発明例
3	B	1170	29	865	90	690	590	715	30	本発明例
4	B	1220	31	840	105	630	570	710	30	本発明例
5	C	1200	28	880	75	550	540	720	40	本発明例
6	C	1100	35	850	115	620	550	690	40	本発明例
7	D	1210	29	885	110	560	530	720	50	本発明例
8	D	1200	27	890	65	680	580	690	30	本発明例
9	E	1150	28	855	90	520	470	680	40	本発明例
10	E	1200	26	860	75	580	560	710	35	本発明例
11	F	1170	27	850	80	550	520	720	60	本発明例
12	F	1220	29	835	100	620	490	700	40	本発明例
13	G	1150	25	870	115	570	530	720	50	本発明例
14	G	1170	28	885	65	500	460	690	40	本発明例
15	H	1200	26	925	85	680	580	720	30	本発明例
16	H	1210	27	890	110	510	490	680	30	本発明例
17	I	1150	28	860	70	620	530	710	50	本発明例
18	I	1170	26	880	115	660	510	700	30	本発明例
19	J	1200	28	875	95	580	560	720	40	本発明例
20	J	1150	26	895	80	680	570	710	30	本発明例
21	K	1250	27	910	75	670	580	710	40	本発明例
22	K	1150	32	880	100	540	540	700	50	本発明例
23	A	1210	38	790	75	530	520	710	30	比較例
24	A	1200	21	880	95	690	680	700	40	比較例
25	B	1200	27	880	60	720	710	720	40	比較例

\*) 仕上圧延における 800~950°Cでの総圧下率

表2 つづき

鋼板 No.	鋼 No.	熱間圧延条件						焼鈍		備考
		加熱 温度 (°C)	総圧下率* (%)	仕上圧延 終了温度 (°C)	平均冷却 速度 (°C/s)	冷却停止 温度 (°C)	巻取り 温度 (°C)	焼鈍 温度 (°C)	焼鈍 時間 (h)	
26	B	1170	26	<u>960</u>	115	610	520	680	40	比較例
27	C	1210	29	855	<u>15</u>	660	<u>640</u>	710	30	比較例
28	C	1250	<u>22</u>	870	90	600	565	720	30	比較例
29	D	1200	28	<u>755</u>	85	620	<u>610</u>	700	50	比較例
30	D	1190	27	890	<u>150</u>	<u>470</u>	460	715	40	比較例
31	E	1180	30	835	60	680	560	<u>740</u>	30	比較例
32	E	1200	31	820	110	600	470	<u>590</u>	30	比較例
33	F	1200	<u>19</u>	905	80	630	<u>610</u>	720	40	比較例
34	F	1230	26	885	75	<u>730</u>	<u>720</u>	710	40	比較例
35	G	1200	35	<u>750</u>	85	550	525	700	30	比較例
36	G	1180	27	860	<u>135</u>	670	<u>640</u>	720	30	比較例
37	H	1180	25	905	<u>40</u>	<u>710</u>	<u>670</u>	690	40	比較例
38	H	1200	27	<u>970</u>	90	570	520	710	30	比較例
39	I	1210	26	905	85	510	<u>405</u>	—	—	比較例**
40	I	1190	<u>17</u>	855	100	600	560	<u>580</u>	40	比較例
41	J	1190	28	880	70	<u>420</u>	<u>340</u>	—	—	比較例**
42	J	1210	29	840	<u>140</u>	<u>710</u>	550	720	40	比較例
43	K	1170	<u>20</u>	<u>780</u>	115	620	570	700	40	比較例
44	K	1200	33	<u>780</u>	65	640	<u>605</u>	690	50	比較例
45	L	1210	27	850	55	680	590	710	30	本発明例
46	M	1230	26	880	70	660	490	680	30	本発明例
47	N	1200	27	860	85	600	460	720	30	本発明例
48	O	1220	26	850	100	510	510	700	40	本発明例
49	<u>P</u>	1230	28	880	110	630	600	710	30	比較例
50	<u>Q</u>	1200	26	890	85	600	590	700	50	比較例

\*) 仕上圧延における 800~950°Cでの総圧下率

\*\*) 巻取り時に割れ発生

表3

鋼板 No.	鋼 No.	フェライト 平均粒径 ( $\mu\text{m}$ )	フェライト粒内 炭化物平均粒径 ( $\mu\text{m}$ )	FB 加工性		FB 加工後の加工性		備考
				Rz ave ( $\mu\text{m}$ )	金型 寿命	サイドバンド 伸び (%)	評価	
1	A	16.2	0.56	6	○	50.4	○	本発明例
2	A	17.9	0.83	8	○	47.6	○	本発明例
3	B	18.4	0.84	9	○	46.1	○	本発明例
4	B	16.8	0.68	6	○	48.3	○	本発明例
5	C	17.3	0.45	5	○	48.5	○	本発明例
6	C	16.2	0.79	8	○	47.2	○	本発明例
7	D	16.7	0.59	5	○	49.7	○	本発明例
8	D	18.1	0.44	10	○	46.7	○	本発明例
9	E	15.7	0.61	8	○	47.3	○	本発明例
10	E	12.5	0.32	7	○	47.8	○	本発明例
11	F	17.4	0.86	6	○	48.6	○	本発明例
12	F	16.3	0.75	8	○	47.5	○	本発明例
13	G	14.7	0.80	5	○	52.2	○	本発明例
14	G	11.2	0.46	8	○	45.3	○	本発明例
15	H	18.3	0.84	9	○	46.6	○	本発明例
16	H	14.7	0.63	7	○	49.0	○	本発明例
17	I	12.9	0.85	6	○	48.4	○	本発明例
18	I	15.9	0.37	8	○	47.5	○	本発明例
19	J	14.3	0.66	4	○	49.9	○	本発明例
20	J	19.6	0.41	9	○	47.1	○	本発明例
21	K	18.8	0.38	8	○	46.5	○	本発明例
22	K	16.6	0.70	5	○	51.8	○	本発明例
23	A	<u>8.4</u>	<u>0.21</u>	<u>16</u>	×	<u>42.9</u>	×	比較例
24	A	<u>9.1</u>	0.41	9	△	<u>43.7</u>	×	比較例
25	B	13.4	<u>1.63</u>	<u>19</u>	×	45.2	○	比較例

表3 つづき

鋼板 No.	鋼 No.	フェライト 平均粒径 ( $\mu\text{m}$ )	フェライト粒内 炭化物平均粒径 ( $\mu\text{m}$ )	FB加工性		FB加工後の加工性		備考
				Rz ave ( $\mu\text{m}$ )	金型 寿命	サイドベンド 伸び (%)	評価	
26	B	<u>22.0</u>	0.57	9	○	47.0	○	比較例***
27	C	11.5	<u>1.56</u>	<u>17</u>	×	45.5	○	比較例
28	C	<u>7.3</u>	<u>0.44</u>	8	○	<u>38.9</u>	×	比較例
29	D	11.9	<u>1.58</u>	<u>18</u>	×	46.1	○	比較例
30	D	<u>23.7</u>	<u>0.23</u>	<u>19</u>	×	45.5	○	比較例***
31	E	12.6	<u>1.71</u>	<u>22</u>	×	46.8	○	比較例
32	E	13.5	<u>0.20</u>	<u>24</u>	×	45.3	○	比較例
33	F	<u>7.4</u>	<u>0.26</u>	<u>17</u>	×	<u>39.7</u>	×	比較例
34	F	14.2	<u>1.55</u>	<u>19</u>	×	47.6	○	比較例
35	G	15.3	<u>1.65</u>	<u>17</u>	×	46.4	○	比較例
36	G	<u>25.6</u>	<u>0.22</u>	<u>20</u>	×	45.2	○	比較例***
37	H	<u>21.0</u>	<u>1.57</u>	<u>16</u>	△	46.7	○	比較例***
38	H	<u>23.2</u>	0.68	8	△	46.1	○	比較例***
39	I	—	—	—	—	—	—	比較例**
40	I	<u>8.8</u>	<u>0.19</u>	<u>18</u>	×	<u>38.2</u>	×	比較例
41	J	—	—	—	—	—	—	比較例**
42	J	<u>27.4</u>	<u>0.23</u>	<u>23</u>	×	45.8	○	比較例***
43	K	<u>9.3</u>	<u>0.22</u>	<u>21</u>	×	<u>42.9</u>	×	比較例
44	K	13.4	<u>1.60</u>	<u>19</u>	×	46.0	○	比較例
45	L	11.7	0.95	8	○	46.3	○	本発明例
46	M	13.9	0.40	7	○	48.4	○	本発明例
47	N	15.4	1.45	7	○	47.5	○	本発明例
48	O	12.6	1.09	7	○	47.8	○	本発明例
49	P	13.3	0.72	<u>16</u>	△	<u>38.2</u>	×	比較例
50	Q	11.2	0.53	<u>14</u>	△	<u>35.7</u>	×	比較例

\*\*) 巻取り時に割れ発生

\*\*\*) 高バリ発生

## 請求の範囲

1. 質量%で、

C : 0.1~0.5%、

Si : 0.5%以下、

Mn : 0.2~1.5%、

P : 0.03%以下、

S : 0.02%以下

を含み、残部 Fe および不可避的不純物からなる組成と、フェライトおよび炭化物を主体とする組織を有し、前記フェライトの平均粒径が  $10\mu\text{m}$  超  $20\mu\text{m}$  未満、前記炭化物のうち、フェライト粒内に存在する炭化物の平均粒径が  $0.3\sim 1.5\mu\text{m}$  であることを特徴とするファインブランキング加工性に優れた鋼板。

2. 前記組成に加えてさらに、質量%で、Al : 0.1%以下を含有する組成とすることを特徴とする請求項 1 に記載の鋼板。

3. 前記組成に加えてさらに、質量%で、Cr : 3.5%以下、Mo : 0.7%以下、Ni : 3.5%以下、Ti : 0.01~0.1%および B : 0.0005~0.005%のうちから選ばれた 1 種または 2 種以上を含有する組成とすることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の鋼板。

4. 鋼素材を加熱し圧延を施し熱延板とする熱間圧延と、該熱延板に焼鈍を施す熱延板焼鈍と、を順次施す鋼板の製造方法において、前記鋼素材を、質量%で、

C : 0.1~0.5%、

Si : 0.5%以下、

Mn : 0.2~1.5%、

P : 0.03%以下、

S : 0.02%以下

を含み、残部 Fe および不可避的不純物からなる組成を有する鋼素材とし、前記熱間圧延を、仕上圧延における  $800\sim 950^\circ\text{C}$  の温度域の総圧下率を 25%以上、仕上圧延の終了温度を  $800\sim 950^\circ\text{C}$  とし、該仕上圧延の終了後に、 $50^\circ\text{C}/\text{s}$  以上  $120^\circ\text{C}/\text{s}$  未満の平均冷却速度で冷却し、 $500\sim 700^\circ\text{C}$  の範囲の温度で該冷却を停止し、 $450\sim 600^\circ\text{C}$  で巻取る処理とし、前記熱延板焼鈍を、焼鈍温度： $600\sim 720^\circ\text{C}$  とする処理とすることを特徴とするファインブランキング加工性に優れた鋼板の製造方法。

5. 前記組成に加えてさらに、質量%で、Al : 0.1%以下を含有する組成とすることを特徴とする請求項4に記載の鋼板の製造方法。

6. 前記組成に加えてさらに、質量%で、Cr : 3.5%以下、Mo : 0.7%以下、Ni : 3.5%以下、Ti : 0.01~0.1%およびB : 0.0005~0.005%のうちから選ばれた1種または2種以上を含有する組成とすることを特徴とする請求項4または5に記載の鋼板の製造方法。

図 1

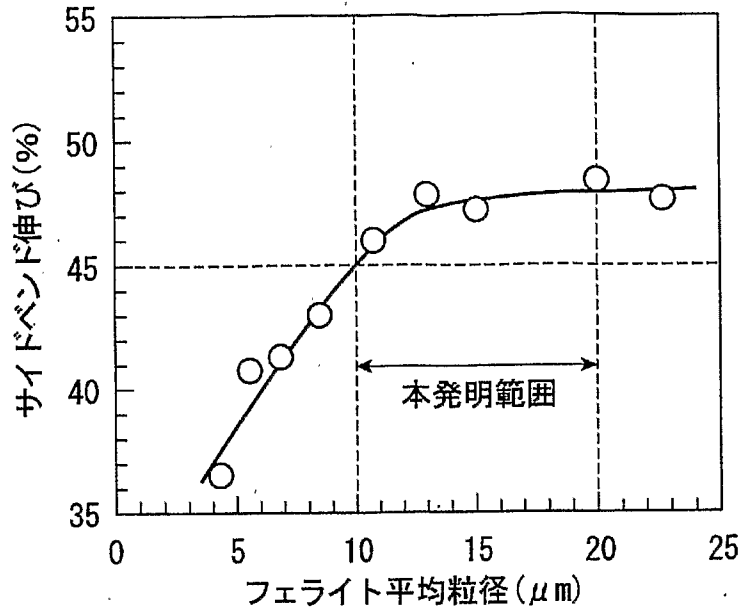


図 2

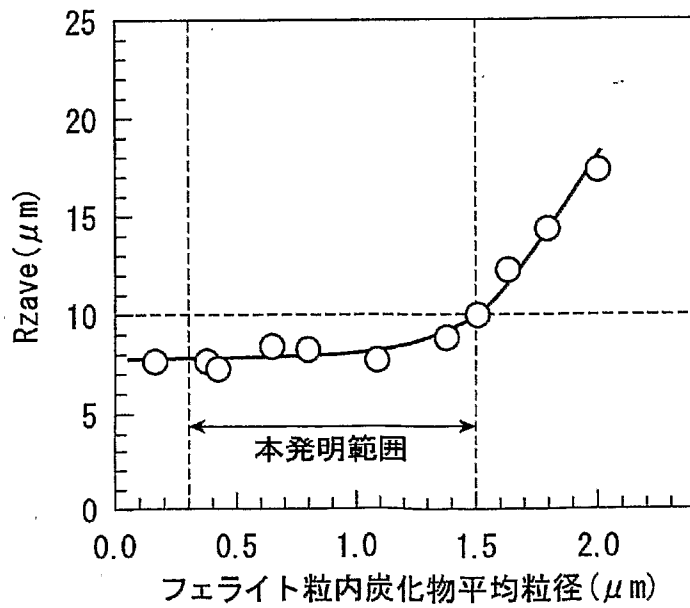
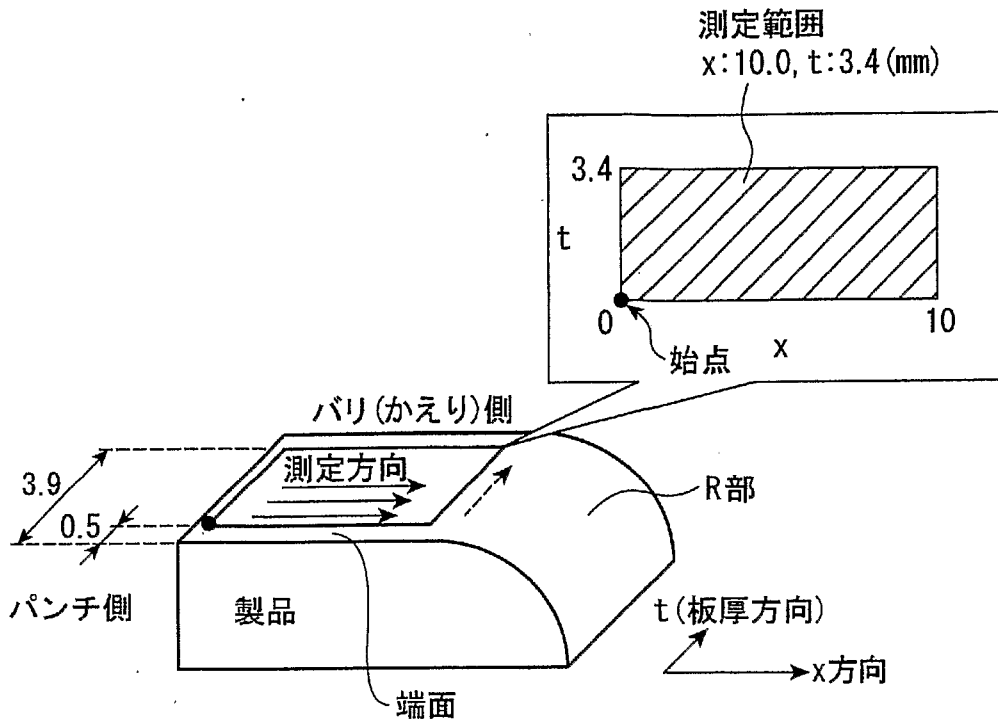


図 3



**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2007/051843

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
C22C38/00(2006.01) i, C21D9/46(2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
C22C38/00, C21D9/46

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched  
 Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2007  
 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2007 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2007

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2000-265240 A (Nisshin Steel Co., Ltd.), 26 September, 2000 (26.09.00), Claims (Family: none)	1-6
A	JP 2001-140037 A (Nippon Steel Corp.), 22 May, 2001 (22.05.01), Claims (Family: none)	1-6
A	JP 55-50427 A (Kawasaki Steel Corp.), 12 April, 1980 (12.04.80), Claims (Family: none)	1-6

Further documents are listed in the continuation of Box C.  See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search  
13 March, 2007 (13.03.07)

Date of mailing of the international search report  
20 March, 2007 (20.03.07)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2007/051843

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 8-295927 A (Nisshin Steel Co., Ltd.), 12 November, 1996 (12.11.96), Claims (Family: none)	1-6
A	JP 5-339676 A (Nippon Steel Corp.), 21 December, 1993 (21.12.93), Claims (Family: none)	1-6
A	JP S55-85626 A (Nippon Steel Corp.), 27 June, 1980 (27.06.80), Claims (Family: none)	1-6

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. C22C38/00(2006.01)i, C21D9/46(2006.01)i		
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. C22C38/00, C21D9/46		
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2007年 日本国実用新案登録公報 1996-2007年 日本国登録実用新案公報 1994-2007年		
国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)		
C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP 2000-265240 A (日新製鋼株式会社) 2000.09.26, 特許請求の範囲(ファミリーなし)	1-6
A	JP 2001-140037 A (新日本製鐵株式会社) 2001.05.22, 特許請求の範囲(ファミリーなし)	1-6
A	JP 55-50427 A (川崎製鉄株式会社) 1980.04.12, 特許請求の範囲(ファミリーなし) 特許請求の範囲	1-6
A	JP 8-295927 A (日新製鋼株式会社) 1996.11.12, 特許請求の範囲(ファミリーなし)	1-6
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。		
* 引用文献のカテゴリー 「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す) 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願日の後に公表された文献 「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」同一パテントファミリー文献		
国際調査を完了した日 13.03.2007	国際調査報告の発送日 20.03.2007	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/J P) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官 (権限のある職員) 小川 武 電話番号 03-3581-1101 内線 3435	4K 9270

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP 5-339676 A (新日本製鐵株式会社) 1993. 12. 21, 特許請求の範囲 (ファミリーなし)	1-6
A	JP S55-85626 A (日新製鋼株式会社) 1980. 06. 27, 特許請求の範囲 (ファミリーなし)	1-6