

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2018年8月2日(02.08.2018)



(10) 国際公開番号
WO 2018/138887 A1

(51) 国際特許分類:
C22C 38/00 (2006.01) C21D 9/46 (2006.01)
B21B 1/02 (2006.01) C22C 38/58 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2017/003023

(22) 国際出願日: 2017年1月27日(27.01.2017)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(71) 出願人: 新日鐵住金株式会社(NIPPON STEEL & SUMITOMO METAL CORPORATION) [JP/JP]; 〒1008071 東京都千代田区丸の内二丁目6番1号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 戸田 由梨(TODA, Yuri); 〒1008071 東京都千代田区丸の内二丁目6番1号 新日鐵住金株式会社内 Tokyo (JP). 東 昌史(AZUMA, Masafumi); 〒1008071 東京都千代田区丸の内二丁目6番1号 新日鐵住金株式会社内 Tokyo (JP). 上西 朗弘(UENISHI, Akihiro); 〒1008071 東京都千代田区丸の内二丁目6番1号 新日鐵住金株式会社内 Tokyo (JP). 桜田 栄作(SAKURADA, Eisaku); 〒1008071 東京都千代田区丸の内二丁目6番1号 新日鐵住金株式会社内 Tokyo (JP). 横井 龍雄(YOKOI, Tatsuo); 〒1008071 東京都千代田区丸の内二丁目6番1号 新日鐵住金株式会社内 Tokyo (JP).

1号 新日鐵住金株式会社内 Tokyo (JP). 重里 元一(SHIGESATO, Genichi); 〒1008071 東京都千代田区丸の内二丁目6番1号 新日鐵住金株式会社内 Tokyo (JP).

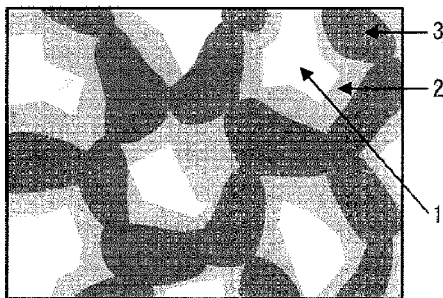
(74) 代理人: 特許業務法人ブライタス(BRIGHTAS IP ATTORNEYS); 〒5300057 大阪府大阪市北区曾根崎2丁目5番10号 Osaka (JP).

(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, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, 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, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ,

(54) Title: STEEL SHEET AND PLATED STEEL SHEET

(54) 発明の名称: 鋼板およびめっき鋼板



(57) Abstract: A steel sheet that has a specified chemical composition and has a microstructure in which, when a region surrounded by grain boundaries of at least 5.0° as measured by EBSD analysis is a single crystal grain, the average image quality value within the crystal grain multiplied by 10⁻³ is the K-value, the average crystal grain orientation spread (°) within the crystal grain is the Y-value, metal phases in which the K-value is less than 4,000 are metal phase 1, metal phases in which the K-value is at least 4,000 and the Y-value is 0.5-1.0 are metal phase 2, metal phases in which the K-value is at least 4,000 and the Y-value is less than 0.5 are metal phase 3, and metal phases that do not belong in any of metal phases 1-3 are metal phase 4, in area%: 1.0% to less than 35.0% is metal phase 1; 30.0% to 80.0% is metal phase 2; 5.0% to 50.0% is metal phase 3; and 5.0% or less is metal phase 4. Said steel sheet has high strength with a tensile strength of at least 590 MPa (even better, at least 780 MPa) and excellent hole expandability.



WO 2018/138887 A1

DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT,
LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS,
SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM,
GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類：

- 一 国際調査報告（条約第21条(3)）

(57) 要約：所定の化学組成を有し、EBSD解析により測定された 5.0° 以上の粒界で囲まれた領域を一つの結晶粒とし、前記結晶粒内のImage Qualityの平均値に 10^{-3} を乗じた値をK値とし、前記結晶粒内の平均方位差($^\circ$)をY値とし、前記K値が4.000未満である金属相を金属相1とし、前記K値が4.000以上であり、且つ前記Y値が0.5~1.0である金属相を金属相2とし、前記K値が4.000以上であり、且つ前記Y値が0.5未満である金属相を金属相3とし、前記金属相1~3のいずれにも属さない金属相を金属相4とするとき、面積%で、金属相1：1.0%以上35.0%未満、金属相2：30.0%以上80.0%以下、金属相3：5.0%以上50.0%以下、金属相4：5.0%以下であるマイクロ組織を備える、鋼板。この鋼板は、引張強さが590MPa以上（さらには780MPa以上）の高強度と、優れた穴拡げ性を有する。

明 細 書

発明の名称： 鋼板およびめっき鋼板

技術分野

[0001] 本発明は、鋼板およびめっき鋼板に関する。

背景技術

[0002] 近年、自動車には高強度鋼板が多く使用されている。これは、炭酸ガスの排出量を低減するため、軽量化による燃費改善が求められ、また、衝突時、衝突エネルギーを吸収して、搭乗者の保護・安全を確保できる車体が求められるからである。

[0003] しかし、一般に、鋼板を高強度化すれば成形性が低下する。このため、絞り成形または張出し成形に必要な伸び、および、バーリング加工性に必要な穴拡げ性が低下する。よって、従来、高強度化と伸び又は穴拡げ性の両立を図る技術が種々提案されている（例えば、特許文献1～9、参照）。

[0004] 例えば、特開2006-274318号公報（特許文献1）および特開2013-181208号公報（特許文献2）には、鋼板の金属組織を、軟質組織であるフェライトと硬質組織であるベイナイトの複合組織として、高強度でも高い伸びを確保する技術が開示されている。

[0005] 特開2011-225941号公報（特許文献3）には、オーステナイトからフェライトへの変態中相界面にて主に粒界拡散で起きる析出現象（相間界面析出）によって析出分布を制御した析出強化フェライトを主相として、強度と伸びの両立を図る技術が開示されている。

[0006] 特開2012-026032号公報（特許文献4）には、鋼板組織をフェライト単相組織とし、フェライトを微細炭化物で強化して、強度と伸びを両立させる技術が開示されている。

[0007] 特開2011-195956号公報（特許文献5）には、高強度薄鋼板において、フェライト相、ベイナイト相、及び、マルテンサイト相とオーステナイト粒の界面にて所要のC濃度を有するオーステナイト粒を50%以上と

して、伸びと穴広げ性を確保する技術が開示されている。

[0008] 特開2014-141703号公報（特許文献6）および特開2011-184788号公報（特許文献7）には、鋼板の金属組織を、軟質組織であるフェライトと硬質組織であるマルテンサイトの複合組織として、高強度でも高い伸びを確保する技術が開示されている。

[0009] 特開2011-195956号公報（特許文献8）および国際公開第2014/185405号（特許文献9）には、鋼板の金属組織を、フェライト、ベイナイト、及び、マルテンサイトとすることにより、組織間の硬度差を低減させて、穴広げ性を改善する技術が開示されている。また、国際公開第2016/132549号（特許文献10）および国際公開第2016/133222号（特許文献11）には、鋼板の金属組織を、フェライト、ベイナイト、及び、マルテンサイトとし、方位差が5～14°である結晶粒の割合を、面積率で10～60%とすることにより、高強度でありながら、伸びフランジ性、切欠き疲労特性および塗装後耐食性を確保する技術が開示されている。

[0010] 穴広げ性の向上に関しては、非特許文献1に、単一組織にして、組織間の硬度差を低減すれば穴広げ性が向上することが開示されている。

先行技術文献

特許文献

- [0011] 特許文献1：特開2006-274318号公報
特許文献2：特開2013-181208号公報
特許文献3：特開2011-225941号公報
特許文献4：特開2012-026032号公報
特許文献5：特開2011-195956号公報
特許文献6：特開2014-141703号公報
特許文献7：特開2011-184788号公報
特許文献8：特開2011-195956号公報
特許文献9：国際公開第2014/185405号

特許文献10：国際公開第2016/132549号

特許文献11：国際公開第2016/133222号

非特許文献

[0012] 非特許文献1：加藤ら、製鉄研究（1984）vol. 312, p. 41

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0013] 特許文献1および特許文献2に開示の技術では、鋼板組織は、軟質組織と硬質組織の複合組織であり、軟質組織と硬質組織の界面が、穴拡げ時、亀裂の進展を助長する。

[0014] 特許文献3および特許文献4に開示の技術では、軟質組織中に分散する硬質組織の析出物が、穴拡げ時、亀裂の起点となるので、いずれの技術においても、強度、伸び、穴拡げ性の両立は困難である。

[0015] 特許文献5に開示の技術は、優れた伸びと穴拡げ性を確保することができるが、組織制御が難しい。

[0016] 特許文献6および特許文献7に開示の技術では、軟質組織と硬質組織の硬度差が大きいため、これら組織の界面が穴拡げ時に亀裂の進展を助長し、穴拡げ性に劣る。

[0017] 特許文献8、特許文献9、特許文献10および特許文献11に開示の技術では、穴拡げ時にベイナイトの内部から亀裂が発生するため、穴拡げ性の改善代は小さい。これは、ベイナイトに含まれるセメントイトが割れの起点となるからである。

[0018] 非特許文献1に開示の技術では、単一組織を形成する条件を、熱延鋼板の工業的規模の製造プロセスに適用することは困難であり、また、高強度化の点で課題が残っている。

[0019] 本発明は、引張強さが590MPa以上の高強度と、優れた穴拡げ性を有する鋼板およびめっき鋼板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

[0020] 本発明者らは、上記課題を解決するために、引張強さが590MPa以上のDP (Dual Phase) 鋼について、軟質組織 (フェライト) による延性向上と硬質組織 (マルテンサイト) による高強度化を担保しながら、穴広げ性が向上するミクロ組織の設計指針とその製造方法について鋭意研究した。この研究過程で、590Ma以上の引張強さと優れた延性を維持しながら、優れた穴広げ性を有する鋼板を開発することができた。開発鋼の組織的特徴を調査した結果、ミクロ組織がK値およびY値の指標に基づいて定義される金属相1～金属相3により構成されており、従来のDP鋼に含まれている上部ベイナイト、下部ベイナイト、パーライト、セメントイト及び残留オーステナイトに該当する組織 (この組織は、後述の金属相4に該当する組織でもある。) の生成が抑制されていることが明らかになった。すなわち、製造条件の適正化により、金属相1～金属相3の存在形態を制御できれば、高強度と高延性を維持したまま、穴広げ性を顕著に高めることができることを見いだした。

[0021] 本発明の要旨は以下の通りである。

[0022] (1) 質量%で、

C : 0.01～0.20%

Si : 0.005～0.10%、

Mn : 0.60～4.00%、

Al : 0.10～3.00%、

P : 0.10%以下、

S : 0.03%以下、

N : 0.01%以下、

O : 0.01%以下、

Ti : 0～2.00%、

Nb : 0～2.00%、

V : 0～0.30%

Cu : 0～2.00%、

N i : 0 ~ 2 . 0 0 %、

M o : 0 ~ 1 . 0 0 %、

C r : 0 ~ 2 . 0 0 %

B : 0 ~ 0 . 0 1 %

C a : 0 ~ 0 . 0 1 0 %、

M g : 0 ~ 0 . 0 1 0 %、

Z r : 0 ~ 0 . 0 5 0 %、

R E M : 0 ~ 0 . 1 %、

S b : 0 ~ 0 . 1 0 %、

S n : 0 ~ 0 . 1 0 %、

A s : 0 ~ 0 . 5 %、

残部 : F e および不純物である化学組成を有し、

E B S D 解析により測定された $5 . 0 ^{\circ}$ 以上の粒界で囲まれた領域を一つの結晶粒とし、

前記結晶粒内の I m a g e Q u a l i t y の平均値に $1 0^{-3}$ を乗じた値を K 値とし、

前記結晶粒内の平均方位差 ($^{\circ}$) を Y 値とし、

前記 K 値が 4 . 0 0 0 未満である金属相を金属相 1 とし、

前記 K 値が 4 . 0 0 0 以上であり、且つ前記 Y 値が 0 . 5 ~ 1 . 0 である金属相を金属相 2 とし、

前記 K 値が 4 . 0 0 0 以上であり、且つ前記 Y 値が 0 . 5 未満である金属相を金属相 3 とし、

前記金属相 1 ~ 3 のいずれにも属さない金属相を金属相 4 とするとき、面積%で、

金属相 1 : 1 . 0 % 以上 3 5 . 0 % 未満、

金属相 2 : 3 0 . 0 % 以上 8 0 . 0 % 以下、

金属相 3 : 5 . 0 % 以上 5 0 . 0 % 以下、

金属相 4 : 5 . 0 % 以下であるミクロ組織を備える、鋼板。

- [0023] (2) 前記金属相4が、0%であるミクロ組織を備える、
上記(1)の鋼板。
- [0024] (3) 前記金属相1と他の金属相の境界の60.0%以上が前記金属相2との境界である、
上記(1)または(2)の鋼板。
- [0025] (4) 厚さが0.8~3.6mmである、
上記(1)~(3)のいずれかの鋼板。
- [0026] (5) 引張強さが780MPa以上である鋼板であって、
面積%で、
金属相1：1.0%以上35.0%未満、
金属相2：30.0%以上80.0%以下、
金属相3：5.0%以上35.0%未満、
金属相4：5.0%以下であるミクロ組織を備える、
上記(1)~(4)のいずれかの鋼板。
- [0027] (6) 引張強さが590MPa以上780MPa未満である鋼板であって、
、
金属相1：1.0%以上30.0%未満、
金属相2：35.0%以上70.0%以下、
金属相3：35.0%以上50.0%以下、
金属相4：5.0%以下であるミクロ組織を備える、
上記(1)~(4)のいずれかの鋼板。
- [0028] (7) 上記(1)~(6)のいずれかの鋼板の表面に、溶融亜鉛めっき層を備える、
めっき鋼板。
- [0029] (8) 上記(1)~(6)のいずれかの鋼板の表面に、合金化溶融亜鉛めっき層を備える、
めっき鋼板。

発明の効果

[0030] 本発明によれば、引張強さが590MPa以上（さらには780MPa以上）の高強度と、優れた穴抜き性を有する鋼板およびめっき鋼板が得られる。

図面の簡単な説明

[0031] [図1]ミクロ組織の一例を模式的に示す図である。

発明を実施するための形態

[0032] 1. 化学組成

本発明に係る鋼板の化学組成について説明する。なお、以下の説明において、含有量についての「%」は「質量%」を意味する。

[0033] C : 0.01~0.20%

Cは、所定量の金属相1を得るために必要な元素である。0.01%未満であると、所定量の金属相1を面積分率で1.0%以上にすることが難しくなる。そのため、下限を0.01%とする。金属相1の面積率を高めるためには、0.03%以上、0.04%以上又は0.05%以上としてもよい。

[0034] 一方、過剰に添加すると金属相1を面積分率で1.0%以上にすることが難しくなる。そのため、上限を0.20%とする。金属相1の面積率を高めるため、0.10%以下、0.08%以下、0.07%以下又は0.06%以下としてもよい。

[0035] Si : 0.005~0.10%

Siは、所定量の金属相3を得るために必要な元素である。0.005%未満であると、所定量の金属相3を得ることが難しくなる。そのため、下限を0.10%とする。金属相3の面積率を高めるためには、0.015%以上、0.020%以上、0.025%以上又は0.030%以上としてもよい。

[0036] 一方、過剰に添加すると金属相3の面積率が高くなり過ぎたりするため、金属相1の面積分率で1.0%以上にすることが難しくなる。そのため、その上限を0.10%とする。金属相1および金属相3の面積率の最適化を図るため、0.060%以下、0.050%以下又は0.040%以下として

もよい。

[0037] Mn : 0.60~4.00%

Mnは、所定量の金属相1を得るために必要な元素である。0.60未満であると、金属相1を面積分率で1.0%以上にすることが難しくなる。そのため、下限を0.60%とする。好ましくは0.60%以上、より好ましくは0.90%以上、さらに好ましくは1.10%以上、さらに好ましくは1.30%以上である。

[0038] 一方、過剰に添加すると金属相1を面積分率で1.0%以上にすることが難しくなる。そのため、上限を4.00%とする。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、さらに好ましくは1.80%以下である。

[0039] Al : 0.10~3.00%

Alは、所定量の金属相3を得るために必要な元素である。0.10%未満であると、所定量の金属相3を得ることが難しくなる。そのため、下限を0.10%とする。好ましくは0.20%以上、より好ましくは0.30%以上、さらに好ましくは0.40%以上、さらに好ましくは0.55%以上である。

[0040] 一方、過剰に添加すると金属相3の面積率が高くなり、金属相1を面積分率で1.0%以上にすることが難しくなる。そのため、上限を3.00%とする。好ましくは2.00%以下、より好ましくは1.50%以下、さらに好ましくは1.00%以下、さらに好ましくは0.80%以下である。

[0041] P : 0.10%以下

Pは、不純物元素であり、粒界に偏析したり、粗大なりん化物を形成して穴広げ性を阻害する。0.10%を超えると、上記偏析が顕著となるため、0.10%以下に制限する。好ましくは、0.02%以下である。Pは少ないほど好ましく、下限は特に限定する必要はなく、その下限は0%である。しかしながら、0.0001%未満に低減することは、経済的に不利であるので、0.0001%を下限としてもよい。

[0042] S : 0.03%以下

Sは、不純物元素であり、粗大な硫化物を形成して穴広げ性を阻害する。0.03%を超えると、硫化物が過剰に生成して穴広げ性の低下が顕著になるので、0.03%以下に制限する。より好ましくは0.005%以下である。Sは少ないほど好ましく、下限は特に限定する必要はなく、その下限は0%である。しかしながら、0.0001%未満に低減すると、製造コストが大幅に上昇するので、0.0001%が実質的な下限である。

[0043] N : 0.01%以下

Nは、不純物元素であり、粗大な窒化物を形成して穴広げ性を阻害する。0.01%を超えると、窒化物が過剰に生成して穴広げ性の低下が顕著になるので、0.01%以下に制限する。より好ましくは0.0030%以下である。Nは少ないほど好ましく、下限は特に限定する必要はなく、その下限は0%である。しかしながら、0.0001%未満に低減すると、製造コストが大幅に上昇するので、0.0001%が実質的な下限である。

[0044] O : 0.01%以下

Oは、不純物元素であり、粗大な酸化物を形成して穴広げ性を阻害する。0.01%を超えると、酸化物が過剰に生成して穴広げ性の低下が顕著になるので、0.01%以下に制限する。より好ましくは0.0050%以下である。Oは少ないほど好ましく、下限は特に限定する必要はなく、その下限は0%である。しかしながら、0.0001%未満に低減すると、製造コストが大幅に上昇するので、0.0001%が実質的な下限である。

[0045] Ti : 0~2.00%

Tiは、結晶粒を微細化して穴広げ性を向上させる元素であるため、適宜含有させてもよい。2.00%を超えると、Tiを主体とする窒化物や炭化物が過剰に生成し、穴広げ性が劣化するため、上限を2.00%とする。好ましくは0.50%以下、より好ましくは0.10%以下、さらに好ましくは0.05%以下である。必ずしもTiを含有させる必要はなく、その下限は0%である。穴広げ性向上のため0.04%以上含有させてもよい。

[0046] Nb : 0 ~ 2.00%

Nbは、結晶粒を微細化して穴広げ性を向上させる元素であるため、適宜含有させてもよい。2.00%を超えると、Nbを主体とする窒化物や炭化物が過剰に生成し、穴広げ性が劣化するため、上限を2.00%とする。好ましくは0.20%以下、より好ましくは0.05%以下、さらに好ましくは0.03%以下である。必ずしもNbを含有させる必要はなく、その下限は0%である。穴広げ性向上のため、0.005%以上含有させてもよい。

[0047] V : 0 ~ 0.30%

Vは、結晶粒を微細化して穴広げ性を向上させる元素であるため、適宜含有させてもよい。2.00%を超えると、Vを主体とする窒化物や炭化物が過剰に生成し、穴広げ性が劣化するため、上限を2.00%とする。好ましくは0.50%以下、より好ましくは0.10%以下、さらに好ましくは0.05%以下である。必ずしもVを含有させる必要はなく、その下限は0%である。穴広げ性向上のため、0.04%以上含有させてもよい。

[0048] Cu : 0 ~ 2.00%

Cuは、金属相1の面積率を高める効果を持つため、適宜含有させてもよい。2.00%を超えると、所定量の金属相3を得ることが難しくなる。そのため、上限を2.00%とする。好ましくは1.00%以下、より好ましくは0.50%以下、さらに好ましくは0.20%以下、さらに好ましくは0.05%以下である。必ずしもCuを含有させる必要はなく、その下限は0%である。必要に応じて、0.01%以上含有させてもよい。

[0049] Ni : 0 ~ 2.00%

Niは、金属相1の面積率を高める効果を持つため、適宜含有させてもよい。2.00%を超えると、所定量の金属相3を得ることが難しくなる。そのため、上限を2.00%とする。好ましくは1.00%以下、より好ましくは0.50%以下、さらに好ましくは0.20%以下、さらに好ましくは0.05%以下である。必ずしもCuを含有させる必要はなく、その下限は0%である。必要に応じて、0.01%以上含有させてもよい。

[0050] Mo : 0 ~ 1.00%

Moは、金属相3の面積率を高める効果を持つため、適宜含有させてもよい。1.00%を超えると、金属相1を面積分率で1%以上確保することが難しくなる。そのため、上限を1.00%とする。好ましくは0.5%以下、より好ましくは0.3%以下、さらに好ましくは0.1%以下、さらに好ましくは0.05%以下である。必ずしもMoを含有させる必要はなく、その下限は0%である。必要に応じて、0.01%以上含有させてもよい。

[0051] Cr : 0 ~ 2.00%

Crは、金属相3の面積率を高める効果を持つため、適宜含有させてもよい。2.00%を超えると、金属相1を面積分率で1%以上確保することが難しくなる。そのため、上限を2.00%とする。好ましくは1.00%以下、より好ましくは0.5%以下、さらに好ましくは0.25%以下、さらに好ましくは0.10%以下、さらに好ましくは0.05%以下である。必ずしもCrを含有させる必要はなく、その下限は0%である。必要に応じて、0.01%以上含有させてもよい。

[0052] B : 0 ~ 0.01%

Bは、金属相1の面積率を高める効果を持つため、適宜含有させてもよい。0.01%を超えると、Bを主体とする窒化物や炭化物が過剰に生成し、穴広げ性が劣化するため、上限を0.01%とする。好ましくは0.0025%以下、より好ましくは0.0015%以下、さらに好ましくは0.0010%以下、さらに好ましくは0.0004%以下である。必ずしもBを含有させる必要はなく、その下限は0%である。必要に応じて、0.0003%以上含有させてもよい。

[0053] Ca : 0 ~ 0.010%

Caは、粗大な酸化物や硫化物の生成を抑制させて、穴広げ性の向上に寄与する元素であるため、本発明に係る鋼板の他の特性を阻害しない範囲で添加してもよい。0.010%を超えると、Caを主体とする酸化物が過剰に生成し、穴広げ性が劣化するため、上限を0.010%とする。好ましくは

0.005%以下、より好ましくは0.002%以下、さらに好ましくは0.0005%以下である。必ずしもCaを含有させる必要はなく、その下限は0%である。必要に応じて、0.0003%以上含有させてもよい。

[0054] Mg : 0~0.010%

Mgは、粗大な酸化物や硫化物の生成を抑制させて、穴広げ性の向上に寄与する元素であるため、本発明に係る鋼板の他の特性を阻害しない範囲で添加してもよい。0.010%を超えると、Mgを主体とする酸化物が過剰に生成し、穴広げ性が劣化するため、上限を0.010%とする。好ましくは0.005%以下、より好ましくは0.002%以下、さらに好ましくは0.001%以下、さらに好ましくは0.0004%以下である。必ずしもMgを含有させる必要はなく、その下限は0%である。必要に応じて、0.0003%以上含有させてもよい。

[0055] Zr : 0~0.050%

Zrは、粗大な酸化物や硫化物の生成を抑制させて、穴広げ性の向上に寄与する元素であるため、本発明に係る鋼板の他の特性を阻害しない範囲で添加してもよい。0.050%を超えると、Zrを主体とする酸化物が過剰に生成し、穴広げ性が劣化するため、上限を0.050%とする。好ましくは0.005%以下である。必ずしもZrを含有させる必要はなく、その下限は0%である。必要に応じて、0.0005%以上含有させてもよい。

[0056] REM : 0~0.1%

REMは、粗大な酸化物や硫化物の生成を抑制させて、穴広げ性の向上に寄与する元素であるため、本発明に係る鋼板の他の特性を阻害しない範囲で添加してもよい。0.1%を超えると、REMを主体とする酸化物が過剰に生成し、穴広げ性が劣化するため、上限を0.1%とする。好ましくは0.005%以下である。必ずしもREMを含有させる必要はなく、その下限は0%である。必要に応じて、0.0005%以上含有させてもよい。

[0057] なお、REMは、Sc、Yおよびランタノイドの合計17元素の総称であり、REMの含有量は上記元素の合計量を意味する。REMは、ミッシュメ

タルで添加する場合が多いが、L aやC eの他にランタノイド系列の元素を複合で添加する場合がある。この場合も、本発明に係る鋼板は、本発明に係る鋼板の効果を発揮する。また、金属L aやC eなどの金属R E Mを添加しても、本発明に係る鋼板は、本発明に係る鋼板の効果を発揮する。

[0058] S b : 0 ~ 0. 1 0 %

S bは、粗大な酸化物や硫化物の生成を抑制させて、穴広げ性の向上に寄与する元素であるため、本発明に係る鋼板の他の特性を阻害しない範囲で添加してもよい。0. 1 0 %を超えると、S bを主体とする酸化物が過剰に生成し、穴広げ性が劣化するため、上限を0. 1 0 %とする。好ましくは0. 0 0 5 %以下である。必ずしもS bを含有させる必要はなく、その下限は0 %である。必要に応じて、0. 0 0 0 2 %以上含有させてもよい。

[0059] S n : 0 ~ 0. 1 0 %

S nは、粗大な酸化物や硫化物の生成を抑制させて、穴広げ性の向上に寄与する元素であるため、本発明に係る鋼板の他の特性を阻害しない範囲で添加してもよい。0. 1 0 %を超えると、S nを主体とする酸化物が過剰に生成し、穴広げ性が劣化するため、上限を0. 1 0 %とする。好ましくは0. 0 0 5 %以下である。必ずしもS nを含有させる必要はなく、その下限は0 %である。必要に応じて、0. 0 0 0 5 %以上含有させてもよい。

[0060] A s : 0 ~ 0. 5 %

A sは、粗大な酸化物や硫化物の生成を抑制させて、穴広げ性の向上に寄与する元素であるため、本発明に係る鋼板の他の特性を阻害しない範囲で添加してもよい。0. 5 %を超えると、A sを主体とする酸化物が過剰に生成し、穴広げ性が劣化するため、上限を0. 5 %とする。好ましくは0. 0 0 5 %以下である。必ずしもA sを含有させる必要はなく、その下限は0 %である。必要に応じて、0. 0 0 0 5 %以上含有させてもよい。

[0061] 本発明に係る鋼板は、上記の各元素を含有し、残部は、F eおよび不純物である化学組成を有する。なお、不純物とは、鋼材を工業的に製造する際に、鉱石、スクラップ等の原料その他の要因により混入する成分を意味する。

[0062] 2. ミクロ組織

本発明の鋼板においては、ミクロ組織を構成する結晶粒を内部に含まれる転位密度に応じて区分するために、K値およびY値が指標として用いられる。

[0063] まず、EBSD法で測定した測定値を次のGAIQ法 (Grain average image quality) で解析して得たGAIQ値に 10^{-3} を乗じた値をK値と定義する。また、EBSD法で測定した測定値を後述のGrain Average Misorientation (GAM) 法で解析して得たGAM値をY値と定義する。K値は結晶性の高さを示す指標であり、結晶に含まれる転位密度を評価するために有用な指標である。Y値は、結晶粒内の方位差を評価するために有用な指標である。よって、本発明に係る鋼板では、K値とY値を併用してミクロ組織を特定している。

[0064] 次に、GAIQ法の算出方法について説明する。鋼板表面から板厚 t の $1/4$ 深さ位置 ($1/4 t$ 部) の圧延方向垂直断面について、圧延方向に $200 \mu\text{m}$ 、圧延面法線方向に $100 \mu\text{m}$ の領域を $0.2 \mu\text{m}$ の測定間隔でEBSD解析して結晶方位情報を得る。ここでEBSD解析は、サーマル電界放射型走査電子顕微鏡 (JEOL製JSM-7001F) とEBSD検出器 (TSL製DVC5型検出器) で構成された装置を用い、EBSD解析装置に付属の「TSL OIM Data Collection 6」により、 60mm 秒の露出時間で測定する。次に、得られた結晶方位情報に対して、方位差 5° 以上の領域を結晶粒と定義し、GAIQ法により結晶粒内のImage Quality値の平均値を算出する。ここで、Image Quality値とは、EBSD解析装置に付属のソフトウェア「OIM Analysis (登録商標) Version 7.0.1」に搭載された解析パラメータの一つであり、測定領域における結晶性の高さを示す。すなわち、転位密度が高い領域では、結晶性に乱れが生じるため、Image Quality値が低下する。

[0065] 次に、結晶粒内の平均方位差 ($^\circ$) の算出方法について説明する。得られ

た結晶方位情報に対して、方位差 5° 以上の領域を結晶粒と定義し、GAM法により、結晶粒内の平均結晶方位差を求める。結晶粒内の平均方位差は、EBSD解析装置に付属のソフトウェア「OIM Analysis (登録商標) Version 7.0.1」に搭載された解析パラメータの一つである「Grain Average Misorientation (GAM)」値を指し、隣接する測定点間の方位差を算出した後、結晶粒内全て測定点について平均値を求めたものである。

[0066] 上記のようにして得られたK値およびY値に基づいて、金属相を下記のように分類することができる。

金属相1：K値が4.000未満である金属相

金属相2：K値が4.000以上であり、且つY値が0.5～1.0である金属相

金属相3：K値が4.000以上であり、且つY値が0.5未満である金属相

金属相4：金属相1～3のいずれにも属さない金属相

[0067] 金属相1：1.0%以上35.0%未満

金属相1は、鋼板強度の確保に必要な組織である。面積分率で1.0%未満であると、最低限の引張強さを確保するのが難しくなるので、下限を1.0%とする。好ましくは2.0%以上、より好ましくは3.0%以上、さらに好ましくは5.0%以上である。一方、面積分率で35.0%以上になると、金属相1と他の金属相の境界のうち、金属相2との境界の割合が60.0%未満となりやすく、穴広げ性が劣化するおそれがあるため、35.0%未満とする。好ましくは32.0%未満、より好ましくは30.0%未満、さらに好ましくは25.0%未満である。

[0068] なお、金属相1が、面積分率で30.0%以上になると、引張強さを780MPa未満にすることが困難となるので、「引張強さが590MPa以上780MPa未満である鋼板」を得たい場合には、30.0%未満とする。引張強さが780MPa以上である鋼板」を得たい場合には、1.0%以上

35.0%未満のままでよい。

[0069] 金属相2：30.0%以上80.0%以下

金属相2は、プレス成型時に必要な優れた穴広げ性を得るために重要な組織である。面積分率で30.0%未満であると、所定の穴広げ性を確保することが難しくなるので、下限を30.0%とする。好ましくは40.0%以上、より好ましくは50.0%以上、さらに好ましくは60.0%以上である。一方、面積分率で80.0%を超えると、未変態のオーステナイトが減少しすぎて、1.0%以上の金属相1を得ることができず、最低限の引張強さを確保するのが難しくなるので、上限を80.0%とする。好ましくは78.0%以下、より好ましくは76.0%以下、さらに好ましくは75.0%以下である。

[0070] なお、「引張強さが590MPa以上780MPa未満である鋼板」においては、金属相2が、面積分率で35.0%未満の場合、穴広げ性が劣化するという問題が生じる恐れがあり、70.0%を超える場合には、伸びが劣化するという問題が生じる恐れがある。よって、「引張強さが590MPa以上780MPa未満である鋼板」を得たい場合には、金属相2を35.0%以上70.0%以下とするのがよい。引張強さが780MPa以上である鋼板」を得たい場合には、30.0%以上80.0%以下でよい。

[0071] 金属相3：5.0%以上50.0%以下

金属相3は、プレス成型時に必要な優れた延性を確保するために必要な組織である。面積分率で5.0%未満であると、所定の延性を得ることが難しくなるので、下限を5.0%とする。好ましくは10.0%以上であり、より好ましくは15.0%以上であり、20.0%以上である。一方、面積分率で50.0%以上であると、未変態のオーステナイトが減少しすぎて、1.0%以上の金属相1を得ることができず、最低限の引張強さを確保するのが難しくなるので、上限を50.0%とする。好ましくは45.0%以下であり、より好ましくは40.0%以下であり、さらに好ましいのは30.0%以下である。

[0072] なお、金属相3が、面積分率で35.0%以上の場合、780MPa以上の引張強さを得ることが困難となるので、「引張強さが780MPa以上である鋼板」を得たい場合には、金属相3を5.0%以上35.0%未満とするのがよい。逆に、「引張強さが590MPa以上780MPa未満である鋼板」を得たい場合には、金属相3を35.0%以上50.0%以下とするのがよい。

[0073] 金属相4：5.0%以下

金属相1～3のいずれにも属さない金属相4は、硬質組織であるため、穴広げ時に亀裂の起点となり、穴広げ性を低下させる。そのため、金属相4は、面積分率の合計で5.0%以下に制限する。好ましくは4.0%以下、より好ましくは3.0%以下、さらに好ましくは2.0%以下、さらに好ましくは1.2%以下であり、0%であることが最も好ましい。なお、金属相4について、光学顕微鏡で組織観察を行ったところ、上部ベイナイト、下部ベイナイト、パーライト、セメントイト及び残留オーステナイトであった。逆に、上部ベイナイト、下部ベイナイト、パーライト、セメントイト及び残留オーステナイトに対し本発明のEBSD解析をおこなったが、全て金属相4と判定された。

[0074] 以上のように、本発明に係る鋼板のミクロ組織は、金属相1～金属相4（金属相4は0%でもよい）を備えるものである。特に、引張強さを維持したまま、穴広げ性を向上させるためには、金属相1と他の金属相の境界の60.0%以上が金属相2との境界である組織とすることが好ましい。金属相1と他の金属相の境界のうち金属相2との境界が占める割合は、好ましくは70.0%以上、より好ましくは80.0%以上、さらに好ましくは90.0%以上である。このような範囲に限定することにより、引張強さを維持したまま、穴広げ性を向上できる理由は調査中であるが、概ね下記の機構によるものと考えられる。

[0075] 図1は、本発明に係る鋼板のミクロ組織の一例を模式的に示している。図1に示すミクロ組織において、符号1は金属相1を、符号2は金属相2を、

符号3は金属相3をそれぞれ意味している。図1に示す例では、金属相4は存在していない。

[0076] 図1に示す例において、金属相1が最も硬い相であり、金属相3が柔らかい相であり、金属相2は、金属相1および金属相3の中間的な硬さを有する相である。このように、金属相1と他の金属相の境界の60.0%以上が金属相2との境界であるミクロ組織であれば、隣接する結晶組織の界面における硬度差が小さいので、鋼板が穴抜き加工のような過酷な加工を受けても、応力集中が緩和されるため、隣接する結晶粒組織の界面における破断が抑制され、穴抜き性が顕著に向上する。

[0077] なお、図1に示すミクロ組織を形成するためには、金属相1：1.0%以上35.0%未満、金属相2：30.0%以上80.0%以下、金属相3：5.0%以上50.0%以下、金属相4：5.0%以下であるミクロ組織とする必要がある。

[0078] 本発明に係るめっき鋼板は、本発明に係る鋼板の表面に、常法に従い、溶融亜鉛めっき層または合金化亜鉛めっき層を形成した鋼板である。溶融亜鉛めっき層または合金化亜鉛めっき層としては、例えば、下記のものが好ましい。

(a) Feが7質量%未満で、残部がZn、Alおよび不純物からなる溶融亜鉛めっき層またはこのめっき層を合金化しためっき層

(b) Feが7～15質量%で、残部がZn、Alおよび不純物からなる溶融亜鉛めっき層またはこのめっき層を合金化しためっき層

[0079] 本発明は、引張強さが590MPa以上980MPa以下の鋼板を主な対象としている。必要に応じて、その上限を960MPa又は930MPaとしてもよい。その鋼板の板厚の主として0.8～3.6mmである。必要に応じて、その下限を1.0mm、1.8mm、2.0mm又は2.2mmとしてもよく、その上限を3.4mm、3.2mm又は2.0mmとしてもよい。

[0080] 3. 製造方法

以下、本発明に係る鋼板の製造方法について説明する。本発明者らは、上記の化学組成を有し、かつ少なくとも下記の条件を満たす方法で製造すれば、本発明のミクロ組織が得られることを確認している。

[0081] 熱間圧延に供する鋼片は、常法で製造した鋼片であればよく、特定の化学組成および特性を備える鋼片に限定されない。例えば、連続鋳造スラブ、薄スラブキャスターなどの一般的な方法で製造した鋼片であればよい。

[0082] (1) 粗圧延工程前の加工

粗圧延工程前に、鋼片の幅方向の長さの減少量 ΔW が30～60%となるような加工を施す。この工程により、鋼片内に均一に格子欠陥を導入することができる。そして、このように均一な格子欠陥は、熱間仕上圧延の1パス前の圧延においてオーステナイト粒の再結晶をし易くする。減少量 ΔW が30%未満であると、鋼片内に均一に格子欠陥を導入することが難しくなり、面積分率で30.0%以上の金属相2を得ることが難しくなる。減少量 ΔW は、鋼片幅方向の減幅が可能な範囲で、適宜設定すればよいので、その上限は特に限定しないが、製造性の理由から60%程度が実質的な上限である。

[0083] (2) 熱間圧延工程

(2a) 熱間仕上圧延の1パス前の圧延は、温度：880～950℃、圧下率：15～25%の条件で実施する。

この工程により、上記の(1)の工程で導入した均一な格子欠陥を駆動力として格子欠陥が少ないオーステナイト粒を形成する。温度が880℃未満の場合または圧下率が25%を超える場合は、オーステナイト中に過剰に格子欠陥が導入されてしまい、面積分率で30.0%以上の金属相2を得ることが難しくなる。また、温度が950℃を超える場合または圧下率が15%未満の場合は、オーステナイト粒が粗大化し、オーステナイト粒の再結晶が阻害される。その結果、格子欠陥が少ないオーステナイト粒を得ることができず、面積分率で30.0%以上の金属相2を得ることが難しくなる。

[0084] (2b) 熱間仕上圧延は、温度：870～940℃、圧下率：6～10%の条件で実施する。

この工程により、オーステナイト粒に適量の格子欠陥を導入する。この少量の格子欠陥が、次の冷却工程で、金属相2への相変態の核として作用する。温度が870℃未満の場合または圧下率が10%超える場合は、オーステナイト中に過剰に格子欠陥が導入されてしまい、面積分率で30.0%以上の金属相2を得ることが難しくなる。また、温度が940℃を超える場合または圧下率が6%未満の場合は、オーステナイト粒へ導入される格子欠陥が過少となり、面積分率で30.0%以上の金属相2を得ることが難しくなる。

[0085] (3) 冷却工程

(3a) 仕上げ圧延終了から水冷開始までの時間は、0.5秒以内とする。

熱間仕上げ圧延後は、0.5秒以内に水冷を開始する。圧延終了後、直ちに水冷を開始することにより、オーステナイト粒の粗大化を抑制することができ、後の冷却工程において、所定量の金属相3を得ることができる。水冷開始までの時間が0.5秒を超えると、オーステナイト粒の粗大化が引きこされ、金属相3の核生成サイトが減少するため、所定量の金属相3を得ることが難しくなる。仕上げ圧延終了から水冷開始までの時間は、冷却可能な範囲で、適宜設定すればよいので、その下限は特に限定しないが、実作業上で0.01秒以下にすることは困難であるため、0.01秒程度が実質的な下限である。

[0086] (3b) 870～720℃の温度域における平均冷却速度は、50～140℃/秒とする。

870～720℃の温度域における平均冷却速度が50℃/秒未満であると、オーステナイト粒の粗大化が引きこされ、金属相3の核生成サイトが減少するため、所定量の金属相3を得ることが難しくなる。一方、平均冷却速度が140℃/秒を超えると、炭素の拡散が抑制されすぎ、オーステナイトが安定化されるため、後の工程において所定量の金属相3を得ることが難しくなる。

[0087] (3c) 720℃以下630℃超の温度域における冷却時間は2～10秒とする。つまり、この温度域での平均冷却速度は45～9℃/秒とする。

この工程により、所定量の金属相3を生成させることができる。ここで、冷却時間が2秒未満の場合は、金属相3への変態が十分に進まず、所定量の金属相3を得ることができない。一方、冷却時間が10秒を超える場合は、オーステナイトから金属相3への変態が進みすぎて、後の工程で所定量の金属相1を得ることが難しくなる。

[0088] ここで、720℃以下630℃超の温度域における冷却時間が5秒以上の場合には、金属相3を面積分率で35.0%未満とすることができない。このため、引張強さが780MPa以上である鋼板を得たい場合には、この冷却時間を5秒未満とし、引張強さが590MPa以上780MPa未満である鋼板を得たい場合には、この冷却時間を5秒以上とする。

[0089] (3d) 630℃以下600℃超の温度域における冷却時間は、2秒以上6秒未満とする。つまり、この温度域での平均冷却速度は15～5℃/秒とする。

この工程により、金属相2を生成させることができる。冷却時間が2秒未満の場合は、未変態のオーステナイトに含まれる炭素が十分に拡散することができないため、金属相4が多量に生成してしまう。一方、冷却時間が6秒以上の場合は、オーステナイトから金属相4が多量に生成してしまい、穴広げ性の劣化を招く。

[0090] (3e) 600℃以下450℃超の温度域における平均冷却速度が50～100℃/秒となるように冷却（例えば、水冷）する。

この工程により、金属相4を5.0%以下にすることができる。平均冷却速度が50℃/秒未満であると、金属相4の面積率が非常に高くなり、穴広げ性が劣化する。一方、平均冷却速度が100℃/秒を超えると、炭素の拡散が抑制されすぎ、オーステナイトが安定化されるため、後の工程において所定量の金属相1を得ることが難しくなる。

[0091] (4) 巻取工程

鋼板を、25℃以上400℃以下の温度で巻き取る。この工程によりオーステナイトから金属相1への変態を起こすことができる。巻き取り温度が400℃を超えると、金属相4を5.0%以下にすることができなくなり、穴広げ性が劣化する。実操業において、室温以下で巻き取ることは困難であるため、下限を25℃とする。

[0092] (5) その他の工程

上記(4)の工程で巻き取った鋼板を巻き戻して酸洗し、鋼板に冷間圧延を施してもよい。酸洗で鋼板表面の酸化物を除去して冷間圧延に供することで、引張強さの向上、化成処理性の向上、めっき性の向上などを図ることができる。なお、酸洗は、一回でもよいし、複数回に分けて行ってもよい。

[0093] 冷間圧延における圧下率は30～80%が好ましい。圧下率が30%未満であると、引張強さが向上しないので、圧下率は30%以上とする。好ましくは40%以上である。一方、圧下率が80%を超えると、引張強さが過剰に上昇して延性や穴広げ性が低下するので、圧下率は80%以下とする。好ましくは70%以下である。

[0094] 本発明に係る鋼板の、K値及びY値で規定されるミクロ組織は、上記の(1)～(4)の工程により得られる組織であるので、鋼板に冷間圧延を施しても、K値およびY値は大きく変化せず、ミクロ組織は冷間圧延後も殆どそのまま残存する。このため、鋼板に冷間圧延を施すことによって引張強さが上昇しても、穴広げ性が低下することはない。

[0095] 冷間圧延後の鋼板を連続焼鈍ラインに供し、750～900℃で焼鈍してもよい。本発明者らは、750～900℃の焼鈍で、K値及びY値は大きく変化しないことを実験的に確認した。それ故、冷間圧延後の鋼板に焼鈍を施しても、穴広げ性は低下しない。焼鈍温度は、K値及びY値の変化を極力抑制する点で、800～850℃が好ましい。

[0096] 焼鈍時間は、特に限定しない。焼鈍時間は、K値及びY値の変化を極力抑制しない範囲で、適宜設定すればよい。

[0097] 本発明に係るめっき鋼板の製造方法においては、本発明に係る鋼板の製造

方法で製造した鋼板に、常法に従って溶融亜鉛めっきを施す。本発明合金化めっき鋼板の製造方法においては、本発明に係る鋼板の製造方法で製造した鋼板に、常法に従って合金化溶融亜鉛めっきを施す。

[0098] 常法におけるめっき温度や、合金化温度で、ミクロ組織のK値及びY値は変化しないので、鋼板の穴拡げ性は低下しない。

実施例

[0099] 次に、本発明の実施例について説明するが、実施例での条件は、本発明の実施可能性及び効果を確認するために採用した一条件例であり、本発明は、この一条件例に限定されるものではない。本発明は、本発明の要旨を逸脱せず、本発明の目的を達成する限りにおいて、種々の条件を採用し得るものである。

[0100] (実施例1)

表1および表2に示す成分組成の鋼片から、表3および表4に示す条件で鋼板を製造した。

[0101]

[表1]

表 1

鋼 No.	化学組成(質量%、残部Feおよび不純物)										
	C	Si	Mn	Al	P	S	N	O	Ti	Nb	V
A1	0.048	0.024	1.46	0.34	0.010	0.002	0.002	0.001	0.05	0.01	—
A2	0.048	0.024	1.48	0.34	0.009	0.003	0.003	0.001	0.13	0.02	—
A3	0.017	0.030	1.60	0.74	0.008	0.003	0.003	0.003	—	—	—
A4	0.067	0.042	1.34	0.55	0.020	0.003	0.001	0.003	—	—	—
A5	0.121	0.049	1.51	0.42	0.015	0.003	0.001	0.002	—	—	—
A6	0.282*	0.043	1.65	0.90	0.020	0.002	0.002	0.003	—	—	—
A7	0.053	0.010	1.58	0.83	0.008	0.003	0.001	0.004	—	—	—
A8	0.044	0.046	1.87	0.79	0.009	0.002	0.001	0.002	—	—	0.01
A9	0.058	0.100	1.84	0.40	0.014	0.004	0.001	0.003	—	—	—
A10	0.061	0.122*	1.62	0.62	0.008	0.004	0.002	0.002	—	—	—
A11	0.064	0.022	0.27*	0.38	0.010	0.002	0.002	0.003	—	—	—
A12	0.039	0.051	0.80	1.02	0.013	0.005	0.001	0.002	—	—	—
A13	0.066	0.047	1.28	0.88	0.006	0.004	0.003	0.001	—	—	—
A14	0.042	0.034	2.84	0.40	0.014	0.002	0.002	0.004	—	—	—
A15	0.061	0.050	4.22*	0.99	0.018	0.002	0.001	0.002	—	—	—
A16	0.078	0.035	1.76	0.19	0.009	0.003	0.002	0.002	—	—	—
A17	0.078	0.035	1.98	0.67	0.009	0.004	0.001	0.000	—	—	—
A18	0.063	0.046	1.71	2.12	0.008	0.002	0.003	0.001	—	—	—
A19	0.058	0.026	1.53	3.18*	0.005	0.004	0.002	0.003	—	—	—
A20	0.043	0.016	1.80	0.43	0.008	0.002	0.001	0.004	0.05	—	—
A21	0.057	0.021	1.88	0.67	0.005	0.004	0.003	0.002	—	0.06	—
A22	0.071	0.023	1.77	0.36	0.014	0.004	0.001	0.003	—	—	0.06
A23	0.046	0.027	1.94	0.77	0.019	0.003	0.003	0.002	—	—	—
A24	0.069	0.014	1.64	0.99	0.007	0.003	0.003	0.005	—	—	—
A25	0.075	0.042	1.30	0.37	0.011	0.002	0.002	0.004	—	—	—
A26	0.060	0.052	1.19	0.36	0.012	0.005	0.003	0.001	—	—	—
A27	0.042	0.032	1.55	0.47	0.014	0.002	0.002	0.002	—	—	—
A28	0.055	0.026	1.68	0.78	0.006	0.003	0.002	0.005	—	—	—
A29	0.056	0.029	1.50	0.91	0.009	0.002	0.002	0.002	—	—	—
A30	0.044	0.024	1.46	0.34	0.010	0.002	0.002	0.001	—	—	—
A31	0.046	0.024	1.43	0.34	0.010	0.002	0.002	0.001	—	—	—
A32	0.048	0.027	1.46	0.34	0.010	0.002	0.002	0.001	—	—	—

* 本発明で規定される範囲を外れることを意味する。

[0102]

[表2]

表 2

鋼 No.	化学組成(質量%、残部Feおよび不純物)											
	Cu	Ni	Mo	Cr	B	Ca	Mg	Zr	REM	Sb	Sn	As
A1	—	—	—	—	0.0001	—	—	—	—	0.001	0.001	0.001
A2	—	—	—	0.11	—	—	—	—	—	—	0.002	0.002
A3	—	0.01	—	—	—	—	—	—	—	0.001	0.001	0.001
A4	0.01	0.02	—	—	0.0001	—	—	—	—	0.001	0.003	0.002
A5	0.01	0.01	—	—	0.0001	—	—	—	—	0.001	0.002	0.001
A6	0.02	0.03	—	—	0.0002	—	—	—	—	0.002	0.001	0.003
A7	0.01	0.02	—	—	0.0001	—	—	—	—	0.001	—	0.001
A8	0.01	0.01	—	—	—	—	—	—	—	0.001	0.001	0.001
A9	0.02	0.02	—	—	0.0001	—	—	—	—	0.001	0.001	0.002
A10	0.01	0.01	—	—	0.0001	—	—	—	—	0.001	0.002	0.001
A11	0.01	0.01	—	—	0.0001	—	—	—	—	—	0.001	0.001
A12	0.02	0.02	—	—	0.0002	—	—	—	—	0.002	0.003	0.001
A13	0.01	0.01	—	—	0.0002	—	—	—	—	0.001	0.001	—
A14	0.01	0.01	—	—	0.0001	—	—	—	—	0.001	—	0.003
A15	0.02	0.01	—	—	0.0001	—	—	—	—	0.001	0.001	0.002
A16	0.01	0.01	—	—	0.0001	—	—	—	—	0.001	0.002	0.002
A17	0.03	0.02	—	—	0.0001	—	—	—	—	0.001	0.001	0.001
A18	0.01	0.01	—	—	0.0001	—	—	—	—	0.001	0.003	0.002
A19	0.01	0.01	—	—	0.0001	—	—	—	—	0.001	0.001	0.001
A20	0.01	0.01	—	—	—	—	—	—	—	0.001	—	—
A21	0.01	0.01	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
A22	0.01	0.01	—	—	—	—	—	—	—	0.002	0.001	0.001
A23	0.32	0.01	—	—	—	—	—	—	—	0.001	0.001	0.001
A24	0.01	0.43	—	—	—	—	—	—	—	0.001	0.001	0.001
A25	0.01	0.01	0.30	—	—	—	—	—	—	0.001	0.001	0.001
A26	0.01	0.01	—	0.20	—	—	—	—	—	0.001	0.001	0.001
A27	0.01	0.02	—	—	0.0008	—	—	—	—	0.002	0.001	0.001
A28	0.02	0.01	—	—	—	0.002	—	—	—	0.001	0.002	0.001
A29	0.01	0.01	—	—	—	—	0.002	—	—	0.001	0.001	0.001
A30	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
A31	—	—	—	—	—	—	—	0.030	—	—	—	—
A32	—	—	—	—	—	—	—	—	0.040	—	—	—

[0103]

[表3]

表 3

No.	鋼 No.	工程(1)	工程(2a)		工程(2b)		工程(3a)	工程(3b)
		減少量 (%)	温度 (°C)	圧下率 (%)	温度 (°C)	圧下率 (%)	仕上～ 水冷の 時間 (秒)	平均 冷却 速度 (°C/秒)
1	A1	40	920	20	902	8	0.20	60
2	A2	40	915	20	892	8	0.20	63
3	A3	59	907	24	892	10	0.14	125
4	A4	42	885	19	863	8	0.24	121
5	A5	47	938	18	923	8	0.41	93
6	A6	29	937	19	917	11	0.24	136
7	A7	44	897	17	888	10	0.16	132
8	A8	41	936	25	916	8	0.37	106
9	A9	39	928	17	910	10	0.26	78
10	A10	58	874	19	877	10	0.02	118
11	A11	43	916	13	900	6	0.25	66
12	A12	33	942	21	940	10	0.09	84
13	A13	45	909	19	894	8	0.28	79
14	A14	42	942	21	928	9	0.28	59
15	A15	47	923	18	902	5	0.44	119
16	A16	40	901	21	873	10	0.14	115
17	A17	35	906	20	878	7	0.04	56
18	A18	32	886	17	868	9	0.17	122
19	A19	51	902	20	892	7	0.46	131
20	A20	34	894	21	876	5	0.14	96
21	A21	36	906	21	895	10	0.35	72
22	A22	47	950	21	935	9	0.32	111
23	A23	53	942	20	929	9	0.25	59
24	A24	44	929	20	911	6	0.22	121
25	A25	56	917	23	904	8	0.45	75
26	A26	34	910	20	897	11	0.04	134
27	A27	34	955	24	923	6	0.46	67
28	A28	57	903	26	901	9	0.33	56
29	A29	51	951	14	942	8	0.26	60
30	A30	57	909	21	896	10	0.09	118
31	A31	58	899	19	877	10	0.15	101
32	A32	56	881	20	871	10	0.11	96
33	A1	21#	885	22	868	10	0.38	60
34	A1	55	912	20	892	3#	0.05	84
35	A1	48	931	15	911	12#	0.34	50
36	A1	47	899	21	864	9	0.26	139
37	A1	36	874	19	879	8	0.04	73
38	A1	53	936	22	919	10	0.34	125
39	A1	40	933	23	910	9	0.26	119
40	A1	42	948	24	922	6	0.44	46
41	A1	42	949	19	920	10	0.12	71
42	A1	50	891	24	879	5	0.43	90
43	A1	38	922	23	903	7	0.23	52
44	A1	37	912	20	897	8	0.22	62
45	A1	59	905	24	892	10	0.18	127

推奨される条件を外れることを意味する。

[0104] [表4]

表 4

No.	鋼 No.	工程(3c)	工程(3d)	工程(3e)	工程(4)	めっき		板厚 (mm)
		冷却 時間 (秒)	冷却 時間 (秒)	冷却 時間 (秒)	平均 冷却 速度 (°C/秒)	めっき	合金化	
1	A1	6.4	3.0	70	40	無	無	3.0
2	A2	6.3	0.9#	70	43	無	無	3.0
3	A3	5.9	3.0	94	384	無	無	2.1
4	A4	7.2	3.6	66	233	無	無	2.0
5	A5	7.3	4.0	53	313	無	無	2.4
6	A6	6.7	2.3	79	160	無	無	2.1
7	A7	7.1	3.9	60	100	無	無	2.5
8	A8	7.7	5.5	84	63	無	無	2.5
9	A9	7.1	2.8	87	106	無	無	1.9
10	A10	7.7	5.7	74	264	無	無	2.1
11	A11	7.5	3.0	97	178	無	無	2.5
12	A12	8.3	3.5	70	366	無	無	2.3
13	A13	7.8	4.5	78	89	無	無	2.5
14	A14	6.7	4.9	58	269	無	無	2.3
15	A15	6.0	5.1	99	333	無	無	2.2
16	A16	7.4	3.7	70	156	無	無	2.5
17	A17	6.2	3.5	79	298	無	無	2.3
18	A18	5.9	5.9	72	362	無	無	2.0
19	A19	6.8	4.6	96	271	無	無	2.3
20	A20	7.1	5.2	98	139	無	無	2.4
21	A21	7.1	4.4	75	66	無	無	2.2
22	A22	6.2	2.8	70	180	無	無	2.3
23	A23	7.9	4.7	94	191	無	無	2.5
24	A24	7.6	2.2	51	85	無	無	2.6
25	A25	7.5	5.4	59	131	無	無	2.3
26	A26	7.3	5.6	50	190	無	無	2.1
27	A27	7.3	4.0	52	296	無	無	2.5
28	A28	6.7	3.2	71	213	無	無	2.5
29	A29	7.4	2.4	85	36	無	無	2.1
30	A30	5.9	3.0	90	205	無	無	2.1
31	A31	6.2	2.8	94	340	無	無	2.1
32	A32	6.0	3.0	85	365	無	無	2.1
33	A1	6.6	5.3	62	325	無	無	2.6
34	A1	7.6	4.5	59	79	無	無	2.4
35	A1	7.1	2.4	80	221	無	無	2.3
36	A1	6.3	0.6#	77	217	無	無	2.3
37	A1	7.8	6.7#	57	95	無	無	1.9
38	A1	7.3	6.2	38#	335	無	無	2.3
39	A1	7.5	5.9	54	429#	無	無	2.4
40	A1	6.9	4.3	92	344	有	無	2.5
41	A1	7.9	3.0	57	113	有	無	2.3
42	A1	6.0	6.0	81	80	有	有	2.1
43	A1	7.3	1.8#	71	21	無	無	2.9
44	A1	6.4	7.2#	71	30	無	無	2.9
45	A1	2.4#	9.6#	81	217	無	無	2.1

推奨される条件を外れることを意味する。

[0105] なお、表3および表4において、工程(1)は、粗圧延工程前の加工を意味し、表には鋼片の幅方向の長さの減少量 ΔW (%)を示している。工程(2a)は、熱間仕上圧延の1パス前の圧延、工程(2b)は、熱間仕上圧延をそれぞれ意味し、表にはそれぞれの温度(°C)および圧下率(%)を示している。工程(3a)は、仕上げ圧延終了から水冷開始までの保持であり、表には、その保持時間を示している。工程(3b)は、870~720°Cの温度域における冷却工程であり、表には、その温度域における平均冷却速度(°C/秒)を示している。工程(3c)は、720°C以下630°C超の温度域における冷却工程であり、表には、その温度域における冷却時間(秒)を示している。工程(3d)は、630°C以下600°C超の温度域における冷却工程であり、表には、その温度域における冷却時間(秒)を示している。工程(3e)は、600°C以下450°C超の温度域における冷却工程であり、表には、その温度域における平均冷却速度(°C/秒)を示している。工程(4)は、巻取工程であり、表にはその巻取温度(°C)を示している。

[0106] 得られた鋼板について、金属組織、機械的性質および穴広げ性を測定した。

[0107] <金属組織の測定>

鋼板表面から板厚 t の $1/4$ 深さ位置($1/4 t$ 部)の圧延方向垂直断面について、圧延方向に $200\mu\text{m}$ 、圧延面法線方向に $100\mu\text{m}$ の領域を $0.2\mu\text{m}$ の測定間隔でEBSD解析して結晶方位情報を得る。ここでEBSD解析は、サーマル電界放射型走査電子顕微鏡(JEOL製JSM-7001F)とEBSD検出器(TSL製HIKARI検出器)で構成された装置を用い、 $200\sim 300$ 点/秒の解析速度で実施する。次に、得られた結晶方位情報に対して、方位差 5° 以上の領域を結晶粒と定義し、結晶粒の粒内の平均方位差を計算し、粒内の方位差が 0.5° 未満、または、 $0.5\sim 1.0^\circ$ である結晶粒の割合を求める。

[0108] 本発明における「結晶粒内の平均方位差」は、結晶粒内の方位分散である「Grain Average Misorientation (GAM)」

の平均値であり、隣接する測定点間の方位差を算出した後、結晶粒内全て測定点について平均値を求めたものである。GAMの値は、EBSD解析装置に付属のソフトウェア「OIM Analysis (登録商標) Version 7.0.1」を用いて算出した。

[0109] 本発明における「結晶粒内のImage Qualityの平均値」は、実際には、EBSD法で測定した測定値をGAIQ (Grain average image quality) 法で解析して得た値の平均値を意味する。

GAIQは、EBSD解析により得られた結晶方位情報に対して、方位差5°以上の領域を結晶粒と定義するとき、結晶粒内の平均転位密度が4000未満である結晶粒の割合を求める。GAIQの値は、EBSD解析装置に付属のソフトウェア「OIM Analysis (登録商標) Version 7.0.1」を用いて算出することができる。

[0110] 上記のようにして得られたK値およびY値に基づいて、金属相を下記のように分類した。

金属相1：K値が4,000未満である金属相

金属相2：K値が4,000以上であり、且つY値が0.5~1.0である金属相

金属相3：K値が4,000以上であり、且つY値が0.5未満である金属相

金属相4：金属相1~3のいずれにも属さない金属相

[0111] <機械的性質の測定>

引張強度と伸びについては、鋼板の圧延方向に直角にJIS5号試験片を採取し、JIS Z 2242に準拠して引張試験を行い、引張強さ(TS)と全伸び(EI)を測定して評価する。

[0112] <穴拡げ性>

穴拡げ性については、日本鉄鋼連盟規格JFS-T1001-1996に準拠して穴拡げ試験を行い、穴拡げ率(HER)を測定して評価する。

[0113] これらの結果を表5に示す。

[0114] [表5]

表 5

No.	鋼 No.	金属組織(面積%)				金属相1と 金属相2の 境界の 割合(%)	機械的性質		
		金属相1	金属相2	金属相3	金属相4		TS (MPa)	λ (%)	EL (%)
1	A1	2.3	52.6	45.1	0.0	92	644	108.8	27.9
2	A2	3.5	23.0*	48.5	25.0*	43**	600	91.0	30.3
3	A3	1.5	49.4	49.1	0.0	92	637	111.1	31.3
4	A4	2.6	51.8	45.6	0.0	97	618	118.3	31.7
5	A5	2.2	55.4	42.4	0.0	91	597	105.7	27.4
6	A6	0.0*	39.6	36.3	24.1*	0**	620	52.4	33.4
7	A7	3.3	58.7	38.0	0.0	71	666	103.2	28.5
8	A8	2.8	56.0	41.2	0.0	86	652	107.8	31.9
9	A9	2.1	50.9	47.0	0.0	90	638	110.2	32.1
10	A10	0.0*	41.5	58.5*	0.0	0**	575	108.8	34.5
11	A11	0.0*	45.6	54.4*	0.0	0**	517	109.9	34.1
12	A12	2.6	49.0	48.4	0.0	77	605	108.5	30.4
13	A13	2.8	52.7	44.5	0.0	84	625	107.4	30.9
14	A14	3.3	55.3	41.4	0.0	88	637	107.9	27.7
15	A15	2.8	42.5	36.6	18.1*	90	969	106.6	30.2
16	A16	3.3	60.1	36.6	0.0	93	618	107.9	29.1
17	A17	3.2	56.9	39.9	0.0	91	595	103.2	31.5
18	A18	2.0	55.6	42.4	0.0	89	608	103.1	33.6
19	A19	0.4*	44.1	55.5*	0.0	0**	511	102.4	35.2
20	A20	2.3	52.7	45.0	0.0	91	648	109.8	30.8
21	A21	2.2	52.4	45.4	0.0	90	641	109.9	30.2
22	A22	2.6	52.0	45.4	0.0	92	653	111.0	31.2
23	A23	3.5	57.4	39.1	0.0	91	627	108.3	30.9
24	A24	3.6	57.4	39.0	0.0	92	623	109.3	30.6
25	A25	2.0	49.2	48.8	0.0	90	616	110.1	30.7
26	A26	2.4	49.1	48.5	0.0	89	620	110.2	28.2
27	A27	3.7	58.0	38.3	0.0	70	649	103.9	29.7
28	A28	2.2	52.7	45.1	0.0	94	639	116.4	28.0
29	A29	2.4	52.3	45.3	0.0	90	643	117.2	27.9
30	A30	2.1	52.1	45.8	0.0	92	637	111.1	30.8
31	A31	1.8	49.6	48.6	0.0	91	630	109.2	31.0
32	A32	2.3	50.1	47.6	0.0	90	642	112.6	30.7
33	A1	2.2	8.5*	45.2	44.1*	4**	646	90.5	28.1
34	A1	2.3	13.2*	45.1	39.4*	6**	647	92.1	28.0
35	A1	2.6	18.5*	45.0	33.9*	11**	648	90.9	28.3
36	A1	2.2	7.7*	45.2	44.9*	10**	641	89.8	28.2
37	A1	2.4	10.7*	45.2	41.7*	13**	647	89.2	29.4
38	A1	2.6	12.4*	45.1	39.9*	21**	639	89.2	27.7
39	A1	2.4	44.9	45.3	7.4*	62	643	89.5	28.5
40	A1	2.4	52.4	45.2	0.0	94	650	108.7	28.1
41	A1	2.4	51.3	45.2	1.1	96	644	103.3	27.7
42	A1	2.5	51.2	45.0	1.3	91	651	101.1	27.9
43	A1	27.8	22.7*	45.0	4.5	43**	637	58.6	28.4
44	A1	0.4*	54.6	45.0	0.0	99	554	101.2	29.9
45	A1	2.2	95.5*	2.3*	0.0	97	601	120.3	12.1

* 本発明で規定される範囲を外れることを意味する。

** 本発明の好ましい範囲を外れることを意味する。

[0115] 表5に示すように、本発明例の鋼板は、590MPa以上の引張強さと十分な穴抜き性を有している。

[0116] (実施例2)

表6および表7に示す成分組成の鋼片から、表8および表9に示す条件で鋼板を製造した。

[0117] [表6]

表 6

鋼 No.	化学組成(質量%、残部Feおよび不純物)										
	C	Si	Mn	Al	P	S	N	O	Ti	Nb	V
B1	0.042	0.020	1.46	0.31	0.011	0.003	0.003	0.001	0.10	0.02	—
B2	0.048	0.024	1.48	0.34	0.009	0.003	0.003	0.001	0.13	0.02	—
B3	0.019	0.028	1.60	0.74	0.008	0.003	0.003	0.003	—	—	—
B4	0.068	0.040	1.32	0.56	0.020	0.003	0.001	0.003	—	—	—
B5	0.120	0.047	1.49	0.39	0.015	0.003	0.001	0.002	—	—	—
B6	0.280*	0.045	1.68	0.92	0.020	0.002	0.002	0.003	—	—	—
B7	0.050	0.013	1.61	0.80	0.008	0.003	0.001	0.004	—	—	—
B8	0.046	0.045	1.88	0.76	0.009	0.002	0.001	0.002	—	—	0.01
B9	0.060	0.097	1.85	0.37	0.014	0.004	0.001	0.003	—	—	—
B10	0.059	0.120*	1.65	0.61	0.008	0.004	0.002	0.002	—	—	—
B11	0.063	0.019	0.30*	0.36	0.010	0.002	0.002	0.003	—	—	—
B12	0.042	0.048	0.81	0.99	0.013	0.005	0.001	0.002	—	—	—
B13	0.069	0.047	1.30	0.89	0.006	0.004	0.003	0.001	—	—	—
B14	0.045	0.036	2.83	0.41	0.014	0.002	0.002	0.004	—	—	—
B15	0.059	0.050	4.21*	1.00	0.018	0.002	0.001	0.002	—	—	—
B16	0.050	0.050	1.55	0.05*	0.007	0.002	0.002	0.003	—	—	—
B17	0.076	0.033	1.76	0.21	0.009	0.003	0.002	0.002	—	—	—
B18	0.076	0.034	1.98	0.70	0.009	0.004	0.001	0.000	—	—	—
B19	0.063	0.048	1.72	2.10	0.008	0.002	0.003	0.001	—	—	—
B20	0.058	0.025	1.55	3.20*	0.005	0.004	0.002	0.003	—	—	—
B21	0.046	0.016	1.77	0.40	0.008	0.002	0.001	0.004	0.05	—	—
B22	0.058	0.021	1.86	0.66	0.005	0.004	0.003	0.002	—	0.06	—
B23	0.070	0.025	1.75	0.36	0.014	0.004	0.001	0.003	—	—	0.06
B24	0.043	0.030	1.92	0.74	0.019	0.003	0.003	0.002	—	—	—
B25	0.066	0.015	1.63	0.98	0.007	0.003	0.003	0.005	—	—	—
B26	0.077	0.042	1.30	0.36	0.011	0.002	0.002	0.004	—	—	—
B27	0.057	0.049	1.21	0.34	0.012	0.005	0.003	0.001	—	—	—
B28	0.042	0.033	1.53	0.44	0.014	0.002	0.002	0.002	—	—	—
B29	0.053	0.023	1.69	0.75	0.006	0.003	0.002	0.005	—	—	—
B30	0.058	0.026	1.50	0.94	0.009	0.002	0.002	0.002	—	—	—
B31	0.055	0.015	2.0	0.75	0.009	0.003	0.002	0.003	—	—	—
B32	0.044	0.042	1.7	0.35	0.017	0.002	0.001	0.005	—	—	—
B33	0.051	0.016	1.3	0.63	0.005	0.003	0.002	0.001	—	—	—
B34	0.068	0.017	1.3	0.76	0.007	0.003	0.002	0.002	—	—	—
B35	0.045	0.025	1.7	0.82	0.019	0.002	0.002	0.004	—	—	—
B36	0.074	0.015	1.9	0.36	0.006	0.004	0.001	0.002	—	—	—

* 本発明で規定される範囲を外れることを意味する。

[0118]

[表7]

表 7

鋼 No.	化学組成(質量%、残部Feおよび不純物)											
	Cu	Ni	Mo	Cr	B	Ca	Mg	Zr	REM	Sb	Sn	As
B1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.001
B2	—	—	—	0.11	—	—	—	—	—	—	—	0.002
B3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.001
B4	0.01	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.002
B5	0.01	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.001
B6	0.02	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.003
B7	0.01	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.001
B8	0.01	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.001
B9	0.02	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.002
B10	0.01	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.001
B11	0.01	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.001
B12	0.02	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.001
B13	0.01	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
B14	0.01	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.003
B15	0.02	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.002
B16	0.02	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.001
B17	0.01	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.002
B18	0.03	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.001
B19	0.01	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.002
B20	0.01	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.001
B21	0.01	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
B22	0.01	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
B23	0.01	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.001
B24	0.32	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.001
B25	0.01	0.43	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.001
B26	0.01	—	0.30	—	—	—	—	—	—	—	—	0.001
B27	0.01	—	—	0.20	—	—	—	—	—	—	—	0.001
B28	0.01	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.001
B29	0.02	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.001
B30	0.01	—	—	—	—	—	0.002	—	—	—	—	0.001
B31	—	—	—	—	0.0015	—	—	—	—	—	—	—
B32	—	—	—	—	—	0.008	—	—	—	—	—	—
B33	—	—	—	—	—	—	—	0.030	—	—	—	—
B34	—	—	—	—	—	—	—	—	0.040	—	—	—
B35	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.070	—	—
B36	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.090	—

[0119]

[表8]

表 8

No.	鋼 No.	工程(1)		工程(2a)		工程(2b)		工程(3a)	工程(3b)
		減少量 (%)	温度 (°C)	圧下率 (%)	温度 (°C)	圧下率 (%)	仕上～ 水冷の 時間 (秒)	平均 冷却 速度 (°C/秒)	
1	B1	40	920	20	902	8	0.20	60	
2	B2	40	915	20	895	8	0.20	63	
3	B3	59	908	21	890	10	0.15	128	
4	B4	40	893	19	871	9	0.24	121	
5	B5	50	941	19	924	7	0.40	94	
6	B6	32	932	21	921	9	0.26	132	
7	B7	43	901	19	887	10	0.15	129	
8	B8	40	939	23	919	7	0.38	107	
9	B9	42	935	19	912	9	0.24	74	
10	B10	58	881	16	871	9	0.05	125	
11	B11	42	915	16	906	6	0.22	60	
12	B12	36	947	21	939	8	0.06	83	
13	B13	45	914	20	898	9	0.30	79	
14	B14	40	943	20	924	10	0.30	66	
15	B15	45	926	20	907	6	0.48	125	
16	B16	50	935	18	918	7	0.27	129	
17	B17	40	897	21	881	10	0.14	119	
18	B18	32	908	20	884	6	0.08	55	
19	B19	31	883	18	871	9	0.14	125	
20	B20	50	905	20	898	6	0.43	127	
21	B21	31	899	21	878	6	0.18	95	
22	B22	38	906	24	895	8	0.36	79	
23	B23	46	948	24	936	7	0.35	107	
24	B24	55	944	17	921	9	0.27	65	
25	B25	47	922	17	905	6	0.24	120	
26	B26	59	919	22	911	9	0.42	79	
27	B27	33	905	17	898	9	0.04	138	
28	B28	35	948	24	927	7	0.45	60	
29	B29	59	910	24	902	10	0.35	56	
30	B30	51	948	17	937	9	0.24	54	
31	B31	46	883	20	871	8	0.36	66	
32	B32	53	896	19	873	9	0.29	63	
33	B33	34	948	16	923	7	0.28	88	
34	B34	34	944	20	924	6	0.37	132	
35	B35	47	921	20	907	9	0.31	107	
36	B36	37	929	19	922	9	0.10	61	
37	B1	24#	891	21	873	9	0.36	65	
38	B1	56	913	23	893	4#	0.05	79	
39	B1	48	934	17	911	12#	0.38	55	
40	B1	50	940	21	918	8	0.70#	82	
41	B1	34	912	20	906	8	0.08	35#	
42	B1	47	935	23	927	6	0.29	108	
43	B1	49	891	19	871	9	0.26	132	
44	B1	38	881	18	872	9	0.08	79	
45	B1	50	939	20	922	9	0.35	121	
46	B1	42	925	22	917	10	0.23	112	
47	B1	43	944	23	930	7	0.40	51	
48	B1	43	949	22	924	8	0.10	64	
49	B1	53	888	21	871	6	0.44	87	
50	B1	40	920	20	902	8	0.20	60	
51	B1	40	920	20	902	8	0.20	60	

推奨される条件を外れることを意味する。

[0120]

[表9]

表 9

No.	鋼 No.	工程(3c)	工程(3d)	工程(3e)	工程(4)	めっき		板厚 (mm)
		冷却時間 (秒)	冷却時間 (秒)	平均冷却速度 (°C/秒)	巻取温度 (°C)	めっき	合金化	
1	B1	4.5	3.0	70	40	無	無	3.0
2	B2	5.0	1.0#	70	43	無	無	3.0
3	B3	2.9	2.8	93	390	無	無	2.1
4	B4	3.9	3.8	64	238	無	無	2.1
5	B5	4.0	3.8	52	315	無	無	2.5
6	B6	4.4	2.4	77	161	無	無	2.1
7	B7	3.2	4.1	59	103	無	無	2.5
8	B8	4.3	5.4	83	71	無	無	2.4
9	B9	4.8	2.6	86	102	無	無	2.0
10	B10	4.5	5.9	75	270	無	無	2.0
11	B11	4.6	2.9	95	194	無	無	2.4
12	B12	4.1	3.8	68	370	無	無	2.3
13	B13	4.9	4.3	76	104	無	無	2.5
14	B14	2.6	5.0	56	273	無	無	2.4
15	B15	2.6	5.1	99	329	無	無	2.2
16	B16	2.3	4.5	90	191	無	無	2.4
17	B17	3.6	3.8	70	157	無	無	2.4
18	B18	2.1	3.6	78	304	無	無	2.4
19	B19	4.0	5.9	71	379	無	無	2.1
20	B20	2.3	4.7	97	284	無	無	2.4
21	B21	2.1	5.3	99	158	無	無	2.4
22	B22	2.5	4.3	73	65	無	無	2.3
23	B23	2.3	2.5	69	191	無	無	2.2
24	B24	3.5	4.7	95	186	無	無	2.5
25	B25	4.3	2.4	51	95	無	無	2.5
26	B26	4.9	5.3	58	141	無	無	2.2
27	B27	3.0	5.6	51	204	無	無	2.0
28	B28	2.1	4.3	52	301	無	無	2.4
29	B29	3.0	3.0	70	211	無	無	2.5
30	B30	3.1	2.1	85	35	無	無	2.0
31	B31	4.8	4.5	84	132	無	無	2.5
32	B32	2.9	5.1	59	326	無	無	2.4
33	B33	3.7	4.7	76	309	無	無	2.5
34	B34	3.2	5.1	54	129	無	無	2.1
35	B35	3.1	2.3	52	267	無	無	2.5
36	B36	3.4	4.8	72	385	無	無	2.1
37	B1	4.4	5.6	62	324	無	無	2.5
38	B1	3.1	4.8	58	87	無	無	2.4
39	B1	4.7	2.6	78	230	無	無	2.3
40	B1	2.7	3.0	64	295	無	無	2.5
41	B1	3.4	2.9	58	37	無	無	2.2
42	B1	1.0#	2.2	81	223	無	無	2.4
43	B1	3.1	0.8#	76	216	無	無	2.4
44	B1	3.4	6.8#	55	113	無	無	2.0
45	B1	2.8	5.9	39#	354	無	無	2.4
46	B1	2.6	5.9	55	417#	無	無	2.4
47	B1	4.0	4.2	91	360	有	無	2.4
48	B1	4.2	2.7	58	113	有	無	2.3
49	B1	2.5	5.7	80	94	有	有	2.1
50	B1	4.9	1.7#	70	40	無	無	3.0
51	B1	4.9	7.1#	70	40	無	無	3.0

推奨される条件を外れることを意味する。

[0121] なお、表8および表9において、工程(1)は、粗圧延工程前の加工を意味し、表には鋼片の幅方向の長さの減少量 ΔW (%)を示している。工程(2a)は、熱間仕上圧延の1パス前の圧延、工程(2b)は、熱間仕上圧延をそれぞれ意味し、表にはそれぞれの温度(°C)および圧下率(%)を示している。工程(3a)は、仕上げ圧延終了から水冷開始までの保持であり、表には、その保持時間を示している。工程(3b)は、870~720°Cの温度域における冷却工程であり、表には、その温度域における平均冷却速度(°C/秒)を示している。工程(3c)は、720°C以下630°C超の温度域における冷却工程であり、表には、その温度域における冷却時間(秒)を示している。工程(3d)は、630°C以下600°C超の温度域における冷却工程であり、表には、その温度域における冷却時間(秒)を示している。工程(3e)は、600°C以下450°C超の温度域における冷却工程であり、表には、その温度域における平均冷却速度(°C/秒)を示している。工程(4)は、巻取工程であり、表にはその巻取温度(°C)を示している。

[0122] 得られた鋼板について、金属組織、機械的性質および穴広げ性を測定した。

[0123] <金属組織の測定>

鋼板表面から板厚 t の $1/4$ 深さ位置($1/4 t$ 部)の圧延方向垂直断面について、圧延方向に $200 \mu\text{m}$ 、圧延面法線方向に $100 \mu\text{m}$ の領域を $0.2 \mu\text{m}$ の測定間隔でEBSD解析して結晶方位情報を得る。ここでEBSD解析は、サーマル電界放射型走査電子顕微鏡(JEOL製JSM-7001F)とEBSD検出器(TSL製DVC5型検出器)で構成された装置を用い、EBSD解析装置に付属の「TSL OIM Data Collection 6」により、60mm秒の露出時間で測定する。次に、得られた結晶方位情報に対して、方位差 5° 以上の領域を結晶粒と定義し、結晶粒の粒内の平均方位差を計算し、粒内の方位差が 0.5° 未満、または、 $0.5 \sim 1.0^\circ$ である結晶粒の割合を求める。

[0124] 本発明における「結晶粒内の平均方位差」は、結晶粒内の方位分散である「

Grain Average Misorientation (GAM)」の平均値であり、隣接する測定点間の方位差を算出した後、結晶粒内全て測定点について平均値を求めたものである。GAMの値は、EBSD解析装置に付属のソフトウェア「OIM Analysis (登録商標) Version 7.0.1」を用いて算出した。

[0125] 本発明における「結晶粒内のImage Qualityの平均値」は、実際には、EBSD法で測定した測定値をGAIQ (Grain average image quality) 法で解析して得た値の平均値を意味する。

GAIQは、EBSD解析により得られた結晶方位情報に対して、方位差5°以上の領域を結晶粒と定義するとき、結晶粒内の平均転位密度が4000未満である結晶粒の割合を求める。GAIQの値は、EBSD解析装置に付属のソフトウェア「OIM Analysis (登録商標) Version 7.0.1」を用いて算出することができる。

[0126] 上記のようにして得られたK値およびY値に基づいて、金属相を下記のように分類した。

金属相1：K値が4,000未満である金属相

金属相2：K値が4,000以上であり、且つY値が0.5～1.0である金属相

金属相3：K値が4,000以上であり、且つY値が0.5未満である金属相

金属相4：金属相1～3のいずれにも属さない金属相

[0127] <機械的性質の測定>

引張強度と伸びについては、鋼板の圧延方向に直角にJIS5号試験片を採取し、JIS Z 2242に準拠して引張試験を行い、引張強さ(TS)と全伸び(EI)を測定して評価する。

[0128] <穴拡げ性>

穴拡げ性については、日本鉄鋼連盟規格JFS-T1001-1996に

準拠して穴拡げ試験を行い、穴拡げ率（HER）を測定して評価する。

[0129] これらの結果を表10に示す。

[0130] [表10]

表 10

No.	鋼 No.	金属組織(面積%)				金属相1と金属相2の境界の割合(%)	機械的性質		
		金属相1	金属相2	金属相3	金属相4		TS (MPa)	λ (%)	EL (%)
1	B1	8.0	75.0	17.0	0.0	94	788	97.0	23.0
2	B2	5.0	10.0*	18.0	67.0*	14**	798	91.0	22.1
3	B3	4.1	65.2	30.7	0.0	92	785	97.5	26.1
4	B4	8.7	74.6	16.7	0.0	96	790	97.7	24.6
5	B5	32.4	54.4	13.2	0.0	67	897	98.3	26.5
6	B6	0.0*	60.3	8.5	31.2*	0**	949	44.0	25.0
7	B7	32.0	54.7	13.3	0.0	62	908	96.3	24.7
8	B8	8.6	74.7	16.7	0.0	91	800	98.1	25.3
9	B9	3.2	66.2	30.6	0.0	93	785	96.4	24.7
10	B10	0.0*	44.7	55.3*	0.0	0**	523	98.9	26.9
11	B11	0.0*	45.8	54.2*	0.0	0**	524	98.7	26.8
12	B12	3.9	65.5	30.6	0.0	87	785	99.5	24.7
13	B13	7.2	76.5	16.3	0.0	93	795	95.9	24.8
14	B14	31.4	55.1	13.5	0.0	63	905	95.6	22.6
15	B15	0.0*	60.9	7.1	32.0*	4**	969	44.2	25.4
16	B16	32.8	65.9	1.3*	0.0	69	978	95.1	19.6
17	B17	32.5	54.3	13.2	0.0	65	907	97.9	25.5
18	B18	8.7	74.7	16.6	0.0	92	793	97.3	26.1
19	B19	3.8	65.2	31.0	0.0	86	787	99.1	23.7
20	B20	0.0*	44.3	55.7*	0.0	0**	518	98.8	26.5
21	B21	8.3	74.9	16.8	0.0	90	796	96.9	26.4
22	B22	8.8	73.8	17.4	0.0	92	791	98.3	26.2
23	B23	8.6	74.7	16.7	0.0	97	794	96.9	25.8
24	B24	32.8	54.9	12.3	0.0	68	897	97.9	25.4
25	B25	31.9	54.9	13.2	0.0	66	910	98.3	25.9
26	B26	6.3	70.4	21.3	2.0	98	794	98.4	26.4
27	B27	6.1	69.4	21.0	3.5	95	801	97.8	25.5
28	B28	12.7	73.4	13.9	0.0	67	804	97.4	25.6
29	B29	8.5	74.2	17.3	0.0	92	799	98.4	26.3
30	B30	7.7	75.9	16.4	0.0	91	799	97.2	25.4
31	B31	16.0	74.5	9.5	0.0	62	920.0	96.2	20.9
32	B32	7.7	75.2	17.1	0.0	91	792.0	97.5	21.6
33	B33	7.6	74.6	17.8	0.0	95	790.0	95.0	22
34	B34	7.8	75.7	16.5	0.0	96	792.0	96.4	22.1
35	B35	7.9	74.9	17.2	0.0	95	792.0	96.6	20.3
36	B36	7.8	75.1	17.1	0.0	96	793.0	95.1	19.9
37	B1	6.7	5.0*	16.7	71.6*	9**	797	91.0	22.1
38	B1	5.2	4.1*	16.2	74.5*	7**	794	91.2	22.3
39	B1	6.3	5.1*	17.3	71.3*	11**	790	91.4	22.4
40	B1	20.6	77.3	2.1*	0.0	66	897	95.1	19.5
41	B1	21.3	77.2	1.5*	0.0	63	893	95.4	17.9
42	B1	32.8	65.1	2.1*	0.0	72	978	95.2	19.3
43	B1	4.7	9.7*	18.5	67.1*	13**	812	91.0	22.1
44	B1	4.1	9.4*	17.3	69.2*	16**	812	90.4	22.4
45	B1	4.7	9.3*	17.9	68.1*	17**	800	90.9	22.2
46	B1	0.0*	75.4	17.2	7.4*	0**	804	90.1	22.4
47	B1	8.0	75.0	17.0	0.0	93	801	97.0	23.0
48	B1	6.9	75.1	16.9	1.1	94	800	95.7	23.1
49	B1	7.2	73.8	17.7	1.3	93	794	95.1	22.4
50	B1	33.6	27.5*	34.4	4.5	43**	799	57.8	23.0
51	B1	0.4*	65.2	34.4	0.0	98	549	98.6	26.7

* 本発明で規定される範囲を外れることを意味する。

** 本発明の好ましい範囲を外れることを意味する。

[0131] 表10に示すように、本発明例の鋼板は、780MPa以上の引張強さと

十分な穴拡げ性を有している。

産業上の利用可能性

[0132] 本発明によれば、引張強さが590MPa以上（さらには780MPa以上）の高強度と、優れた穴拡げ性を有する鋼板およびめっき鋼板が得られる。

符号の説明

- [0133]
- 1 K値が4未満の結晶組織
 - 2 K値が4以上で、Y値が0.5～1.0の結晶組織
 - 3 K値が4以上で、Y値が0.5未満の結晶組織

請求の範囲

[請求項1]

質量%で、

C : 0.01~0.20%、

Si : 0.005~0.10%、

Mn : 0.60~4.00%、

Al : 0.10~3.00%、

P : 0.10%以下、

S : 0.03%以下、

N : 0.01%以下、

O : 0.01%以下、

Ti : 0~2.00%、

Nb : 0~2.00%、

V : 0~0.30%

Cu : 0~2.00%、

Ni : 0~2.00%、

Mo : 0~1.00%、

Cr : 0~2.00%

B : 0~0.01%

Ca : 0~0.010%、

Mg : 0~0.010%、

Zr : 0~0.050%、

REM : 0~0.1%、

Sb : 0~0.10%、

Sn : 0~0.10%、

As : 0~0.5%、

残部 : Feおよび不純物である化学組成を有し、

EBS D解析により測定された5.0°以上の粒界で囲まれた領域を一つの結晶粒とし、

前記結晶粒内の Image Quality の平均値に 10^{-3} を乗じた値を K 値とし、

前記結晶粒内の平均方位差 ($^{\circ}$) を Y 値とし、

前記 K 値が 4.000 未満である金属相を金属相 1 とし、

前記 K 値が 4.000 以上であり、且つ前記 Y 値が 0.5 ~ 1.0 である金属相を金属相 2 とし、

前記 K 値が 4.000 以上であり、且つ前記 Y 値が 0.5 未満である金属相を金属相 3 とし、

前記金属相 1 ~ 3 のいずれにも属さない金属相を金属相 4 とするとき、面積%で、

金属相 1 : 1.0% 以上 35.0% 未満、

金属相 2 : 30.0% 以上 80.0% 以下、

金属相 3 : 5.0% 以上 50.0% 以下、

金属相 4 : 5.0% 以下であるミクロ組織を備える、鋼板。

[請求項2] 前記金属相 4 が、0% であるミクロ組織を備える、請求項 1 に記載の鋼板。

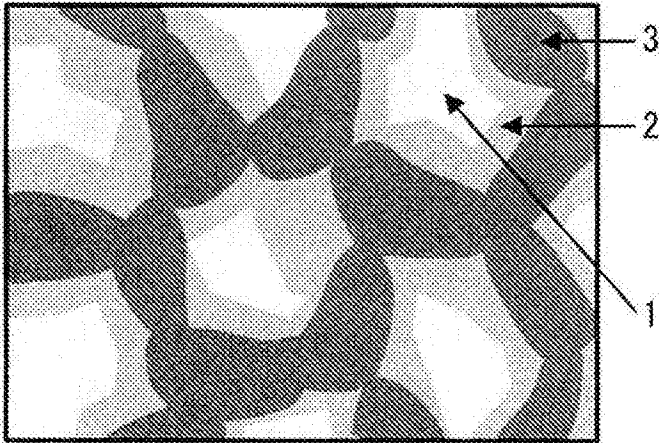
[請求項3] 前記金属相 1 と他の金属相の境界の 60.0% 以上が前記金属相 2 との境界である、請求項 1 または請求項 2 に記載の鋼板。

[請求項4] 厚さが 0.8 ~ 3.6 mm である、請求項 1 から請求項 3 までのいずれかに記載の鋼板。

[請求項5] 引張強さが 780 MPa 以上である鋼板であって、面積%で、
金属相 1 : 1.0% 以上 35.0% 未満、
金属相 2 : 30.0% 以上 80.0% 以下、
金属相 3 : 5.0% 以上 35.0% 未満、
金属相 4 : 5.0% 以下であるミクロ組織を備える、
請求項 1 から請求項 4 までのいずれかに記載の鋼板。

- [請求項6] 引張強さが590MPa以上780MPa未満である鋼板であって、
- 金属相1：1.0%以上30.0%未満、
 - 金属相2：35.0%以上70.0%以下、
 - 金属相3：35.0%以上50.0%以下、
 - 金属相4：5.0%以下であるミクロ組織を備える、
- 請求項1から請求項4までのいずれかに記載の鋼板。
- [請求項7] 請求項1から請求項6までのいずれかに記載の鋼板の表面に、溶融亜鉛めっき層を備える、めっき鋼板。
- [請求項8] 請求項1から請求項6までのいずれかに記載の鋼板の表面に、合金化溶融亜鉛めっき層を備える、めっき鋼板。

[図1]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2017/003023

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
C22C38/00(2006.01)i, B21B1/02(2006.01)i, C21D9/46(2006.01)i, C22C38/58(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-C22C38/60, B21B1/02, C21D9/46-C21D9/48, C23C2/00-C23C2/40

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	1996-2017
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2017	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2017

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)
JSTPlus/JMEDPlus/JST7580 (JDreamIII)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2016/132549 A1 (Nippon Steel & Sumitomo Metal Corp.), 25 August 2016 (25.08.2016), claims; paragraph [0049] & TW 201638358 A	1-8
A	WO 2016/125463 A1 (JFE Steel Corp.), 11 August 2016 (11.08.2016), claims; paragraph [0061] & JP 2016-141859 A	1-8
A	JP 8-302426 A (Sumitomo Metal Industries, Ltd.), 19 November 1996 (19.11.1996), claims; paragraphs [0019] to [0022] (Family: none)	1-8

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 2017 (13.03.17)	Date of mailing of the international search report 21 March 2017 (21.03.17)
---	--

Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Authorized officer Telephone No.
--	---

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/003023

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	Yuri KITAJIMA et al., "Denshi Channeling Contrast Zo o Mochiita Ferrite to Granular Bainite no Shikibetsu", Current advances in materials and processes, 01 September 2013 (01.09.2013), vol.26, no.2, page 896	1-8

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, B21B1/02(2006.01)i, C21D9/46(2006.01)i, C22C38/58(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-C22C38/60, B21B1/02, C21D9/46-C21D9/48, C23C2/00-C23C2/40

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	1971-2017年
日本国実用新案登録公報	1996-2017年
日本国登録実用新案公報	1994-2017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)

JSTPlus/JMEDPlus/JST7580 (JDreamIII)

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 請求項の番号
A	WO 2016/132549 A1 (新日鐵住金株式会社) 2016.08.25, 請求の範囲, [0049] & TW 201638358 A	1-8
A	WO 2016/125463 A1 (JFEスチール株式会社) 2016.08.11, 請求の 範囲, [0061] & JP 2016-141859 A	1-8
A	JP 8-302426 A (住友金属工業株式会社) 1996.11.19, 特許請求の範 囲, [0019] - [0022] (ファミリーなし)	1-8

☑ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ 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

の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

13.03.2017

国際調査報告の発送日

21.03.2017

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

4K

9270

電話番号 03-3581-1101 内線 3435

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 請求項の番号
A	北島由梨ら, 電子チャネルリングコントラスト像を用いたフェライトとグラニューレーベサイトの識別, 材料とプロセス, 2013.09.01, Vol.26 No.2, P.896	1-8