

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2008年6月26日 (26.06.2008)

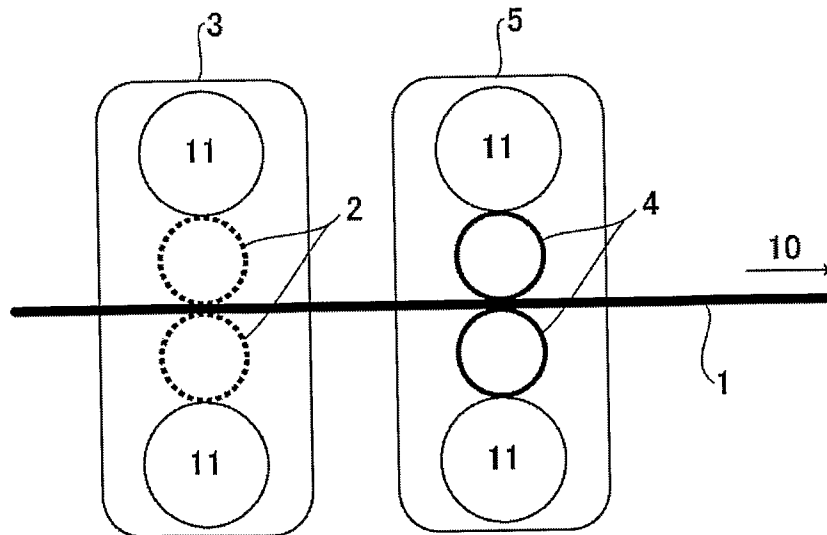
PCT

(10) 国際公開番号
WO 2008/075603 A1

- (51) 国際特許分類: *B21B 1/22* (2006.01) [JP/JP]; 〒1000011 東京都千代田区内幸町二丁目2番3号 Tokyo (JP).
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2007/073983 (72) 発明者; および
- (22) 国際出願日: 2007年12月6日 (06.12.2007) (75) 発明者/出願人 (米国についてののみ): 川井孝将 (KAWAI, Takamasa) [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). 木村幸雄 (KIMURA, Yukio) [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).
- (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: (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 柳屋ビルディング7階JFEテクノロジー株式会社特許出願部内 Tokyo (JP).
特願 2006-339603 2006年12月18日 (18.12.2006) JP
特願2007-164548 2007年6月22日 (22.06.2007) 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) (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, BH, [続葉有]

(54) Title: METHOD OF TEMPER ROLLING OF STEEL STRIP AND PROCESS FOR MANUFACTURING HIGH TENSILE COLD ROLLED STEEL SHEET

(54) 発明の名称: 鋼帯の調質圧延方法および高張力冷延鋼板の製造方法



(57) Abstract: Using a temper rolling equipment including at least one rolling stand equipped with high-roughness workroll whose surface average roughness, Ra, is in the range of 3.0 to 10.0 μ m, optionally further, provided downstream of the above rolling stand, at least one rolling stand equipped with bright roll, a steel strip is subjected to temper rolling at a total elongation of 0.1% or higher. Consequently, without the need of large-scale equipment and cumbersome supervision, given elongation ratio, flatness and surface average roughness can be imparted to even a steel sheet of 340 MPa or greater yield strength by the same level of rolling load as that for soft materials. Furthermore, especially, there can be obtained a high tensile cold rolled steel sheet of 0.5 to 3.0 μ m Ra excelling in die galling resistance.

(57) 要約: 表面平均粗さ Ra が 3.0 ~ 10.0 μ m の範囲の高粗度ワークロールを備えた1つ以上の圧延スタンドと、あるいはさらに、前記圧延スタンドの下流に設けられた、ブライtrolを備えた1つ以上の圧延スタンドとからなる調質圧延設備を用いて、鋼帯に合計伸び率 0.1% 以

[続葉有]

WO 2008/075603 A1



BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, 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, LY, MA, MD, ME, 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, MT, 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

上の調質圧延を施すことにより、340MPa以上の降伏強度を有する鋼帯に対しても、大掛かりな設備や煩雑な管理を必要とすることなく、軟質材と同程度の圧延荷重で所定の伸び率、平坦度及び表面平均粗さを鋼帯に付与する。またとくに、Raが0.5~3.0μmである耐型かじり性に優れる高張力冷延鋼板を得る。

明 細 書

鋼帯の調質圧延方法および高張力冷延鋼板の製造方法

技術分野

本発明は、鋼帯の調質圧延 (temper rolling) 方法および高張力冷延鋼板 (high tensile-strength colled rolled steel sheet) の製造方法に関する。

背景技術

調質圧延は、調質圧延機によって例えば圧下率 (reduction) 1%以下の軽圧下 (skinpass rolling) を鋼帯 (steel strip) に施すことにより行われる。この調質圧延を施すことによって鋼帯は一様 (equal) に伸ばされ、その形状が矯正 (correct) され、所定の平坦度 (flatness) が得られる。また調質圧延により、降伏点伸び (yield elongation)、引張り強さ (tensile strength)、伸び (elongation) 等の機械的性質 (mechanical property) および鋼帯の表面粗度 (surface roughness) などの性状も改善される。

近年、鋼帯の高付加価値化に伴って、いわゆる高張力鋼や高炭素鋼 (high-carbon steel) に代表される硬質鋼 (hard steel) からなる鋼帯の需要が増加している。このような硬質鋼からなる鋼帯を調質圧延機によって調質圧延を施す場合、必要な伸び率 (elongation percentage) を鋼帯に付与するためには高い圧延荷重 (圧延負荷) が必要となる。特に、板厚 1.0 mm以下の薄物 (thin) 硬質鋼に対して伸び率を付与するのは困難である。

また、高張力鋼の中でも焼入れ (quenching)・焼戻し (tempering) 処理を伴う連続焼鈍 (continuous annealing) により製造された鋼板は、焼入れ処理の際の熱応力 (thermal stress) や鋼板組織 (microstructure) の相変態により鋼板の表面形状が変形し、形状不良 (shape defect) が発生し易い。このような鋼板の形状不良は、焼鈍する前に冷間圧延により鋼板表面を平坦化しても解消することは困難である。そのため、焼鈍後の鋼板を調質圧延に

より形状矯正する必要がある。しかし、引張強度が980MPa以上の高張力鋼板の場合、形状矯正に必要な伸び率を付与するには変形抵抗 (flow stress) が高いことから、非常に高い圧延荷重が必要となる。

形状矯正が必要な高張力鋼ほど、圧延荷重は増大して既設の調質圧延機では対処が困難となる場合がある。そのため、調質圧延後に別途、形状矯正のための工程を追加することにより、対応しているのが実情である。しかし、この場合には、工程の追加に伴う製造コストの増大や納期の長期化という問題が発生する。

しかも、このような状況の中、既存の設備仕様を上回る硬質鋼も登場し、既設の調質圧延機では対応ができなくなる場合が増えつつあり、その対策に迫られている。

例えば、上記の問題への対策の一策として、鋼帯に高張力を与えて調質圧延を行う方法がある。これにより、低荷重で十分な伸び率を付与することは可能であるが、必要な高張力を確保するためにブライドルロールを新たに設置したり増強したり (例えば2ロールから3ロール以上とするなど) しなければならず、大きな設置スペースが必要となり、設備コストも嵩む。

他の対策として、高荷重を付与できる調質圧延機を製作する方法もあるが、矯正荷重に耐え得るハウジング (housing) が必要となり、やはり大きな設置スペースが必要となり、設備コストも嵩む。

また、ワークロール (work roll) を小径化 (miniaturization of the diameter) する方法もあるが、ワークロールのたわみが鋼帯形状に大きく影響するため、この影響を組み込んだ精度の高い形状制御システムが必要となる。のみならず、小径化に伴うロールの耐荷重 (withstand load) の低下により、ロールが破損する懸念すらある。

上記のような問題に対して、特開平10-5809号公報 (特許文献1) では、所定温度の温間域において所定の歪み速度 (strain rate) で調質圧延を行うことにより、圧延荷重の低減を実現して、硬質材の調質圧延を可能とする技術について開示されている。

一方、鋼帯の高強度化に伴う別の課題として、プレス成型時の荷重が増大し、プレス金型と鋼帯の面圧が非常に高くなるため、型かじりが発生しやすくなることが問題となっている。

耐型かじり性を向上させるために、鋼板の表面粗度を制御することは考えられるが、従来の調質圧延では硬質鋼板に付与できる表面粗度に制約が大きく、他の表面粗度付与方法も提案されている。例えば特開2006-7233号公報（特許文献2）では、冷間圧延の最終スタンド（stand）にてダルロール（dull roll）による圧延を行い、鋼帯の表面粗度の作り込みを実施している。

発明の開示

〔発明が解決しようとする課題〕

しかし、上記特開平10-5809号公報（特許文献1）で開示されている鋼帯の調質圧延方法では、調質圧延を行う全ての鋼帯について温度を管理する必要があり、この管理が煩雑となるばかりでなく、温度管理のための設備やシステムが必要となる。さらに、温間で圧延を行うために、鋼帯の幅方向に温度差が生じている場合には、幅方向で変形抵抗が異なり、圧延後の形状に影響を及ぼす可能性がある。さらに、温度差が存在している状態で平坦度をフラットにしてしまうと、常温まで冷却された後に、温度差に起因する熱収縮差により形状差が発生してしまう。また、温間の鋼帯を圧延しているために、連続で圧延される圧延長（rolling length）が長くなるにつれてワークロールが熱膨張して、鋼板の形状制御が困難となるという問題がある。

また、上記特開2006-7233号公報（特許文献2）で開示されている鋼帯の製造方法では、高い張力を鋼帯に付与できる冷間タンデム圧延機（tandem cold rolling mill）の最終スタンドに表面平均粗さ（center-line averaged roughness） R_a が $2.0\ \mu\text{m}$ 以上のワークロールを適用している。しかし、 R_a が $2.0\ \mu\text{m}$ 以上のワークロールにより冷間圧延を行うと摩擦係数が増大し圧延荷重が高くなってしまう。さらに、鋼帯に対して圧下量 $8\ \mu\text{m}$ 以上を付与するとしているが、このような高粗度のワークロールにより高面圧（high stress）下で圧下を加えると、ワークロールの凸部（protuberance）

が鋼帯に突き刺さった状態でワークロールと鋼帯との間にすべりが生じることとなり、このためワークロール表面の摩耗量が大きくなる。摩耗により表面平均粗さ R_a が低下すると十分な粗度転写 (surface roughness transcription) がなされなくなるため、頻繁なロール交換が必要となる。

本発明は上記課題を解決するためになされたもので、例えば、 340 MPa 以上の降伏強度 (yield strength) を有する鋼帯に対しても、大掛かりな設備や煩雑な管理を必要とすることなく、軟質材 (mild steel) と同程度の圧延負荷で、所定の伸び率、平坦度及び表面平均粗さを鋼帯に付与し得る、鋼帯の調質圧延方法を提供することを目的とする。本発明はまた、調質圧延に負担がかからず、追加の工程も必要としない、高張力冷延鋼板、特に耐型かじり性に優れる高張力冷延鋼板の製造方法を提供することを目的とする。

なお、ここでいう高張力冷延鋼板とは、降伏強度が 340 MPa 以上の硬質の鋼板を指すものとし、狭義の高張力冷延鋼板だけでなく、高炭素鋼なども含むものとする。

ここで、前記圧延負荷としては、伸び率 0.1% を付与して調質圧延を実施する場合、単位幅荷重 (rolling load per unit width) で 4.0 kN/mm 程度を目標としており、 980 MPa 以上の降伏強度を有する超硬質材に対しても単位幅荷重で 8.0 kN/mm 程度に抑えて、既存の設備への適用を実現可能とするものである。より高い形状矯正効果を狙って伸び率 0.2% を付与して調質圧延を実施する場合、単位幅荷重で 5.0 kN/mm 程度を目標としており、 980 MPa 以上の降伏強度を有する超硬質材に対しても単位幅荷重で 10.0 kN/mm 程度を目標とするものである。

[課題を解決するための手段]

本発明者等は、調質圧延荷重の低減方法としてワークロールの表面平均粗さに着目して検討を行った。図1に、同一の圧下率で圧延を行った場合のワークロール表面の平均粗さ (表面平均粗さ) R_a (横軸) と圧延荷重 (縦軸) との関係を示す。図1の点線で示すように、例えば圧下率 $5\sim 50\%$ 程度の通常の圧延 (冷間タンデム圧延機) では、ワークロール表面の平

均粗さが高いほど同一圧下率に対する圧延荷重は高くなる。これはワークロール表面の平均粗さが高いほど鋼帯とロールのすべりが抑制されて摩擦係数が高くなり、圧延時の鋼帯の変形が抑制されて荷重が増大してしまうためである。したがって、圧延荷重を低く抑えるためには、平均粗さの低いブライトロールを使用するというのが当業者の常識であった。

しかし、本発明者等が鋭意検討を行った結果、圧下率が1%以下である調質圧延では、図1の実線に示すように、平均粗さの高いロールを用いて圧延を行うと荷重は逆に低減することを新たに見出した。これは、ロールの凹凸が鋼帯の表面に転写されることにより排除された部分(すなわちロールの凸部により押し込まれた体積分)が伸びとして現れる現象(以下、「伸長効果」(transcription elongation effect)と呼ぶ。)が顕著となるためと考えられる。

さらに検討を重ねた結果、表面の平均粗さ R_a が $2\mu\text{m}$ 程度までは、ロールの凹凸が鋼板に突き刺さって塑性変形を生じる際に近接する凹凸が干渉してしまい、十分な伸長効果が得られないことがわかった。そのため、伸長効果を発揮させるためには、ワークロール表面の平均粗さ R_a は、 $3.0\mu\text{m}$ 以上とする必要があることがわかった。なお、図1において、左の点線枠は一般のブライトロールの表面に概ね相当する $R_a:0.2\mu\text{m}$ 以下の領域、真ん中の点線枠は、従来のダル加工を施したロールの表面に相当する $R_a:1\sim 2\mu\text{m}$ の領域、右の点線枠は高粗度ロールの表面に相当する $R_a:3\mu\text{m}$ 以上の領域である。また通常の圧延を表す点線と、調質圧延を表す実線は圧延荷重の大きさが異なるが、図1では低粗度領域を同じ量に揃えて示した。

なお、 $0.1\sim 0.2\%$ 程度の低い伸び率を付与するような調質圧延条件においては、ワークロール表面平均粗さ R_a を $4.0\mu\text{m}$ 超とすることにより、隣接する凸部の間隔が十分大きくなり塑性変形の干渉がほとんどなくなる。よって、効果的に伸長効果を発揮させて荷重低減するためには、ワークロール表面の平均粗さ R_a は $4.0\mu\text{m}$ 超とすることが望ましい。伸び率 0.2% 以上でも粗度を大きくすることは有効なので、 R_a は $4.0\mu\text{m}$ 以上とすることが好適である。

ただし、ワークロールに対して平均粗さの高い加工を安定的に実施するのは工業上非常に困難であり、またロール寿命の観点からも望ましくない。そのため、ワークロール表面の平均粗さ R_a は、 $10.0\mu\text{m}$ 以下とすべきである。

また、上述のような表面平均粗さの高いロールで調質圧延された鋼帯は、バンピング効果 (bumping effect)、つまり、局所的な塑性変形により生じた圧痕部 (dent) 周辺の材料移動に伴い、上下表面が同じように塑性的に安定した新しい応力の釣合い状態に移り、その結果平坦度が回復する現象により、表面形状が大幅に改善される。具体的には、急峻度等で表される板形状がフラットに近い値となる。

さらに、調質圧延前と調質圧延後との鋼帯表面の平均粗さの差、つまり、平均粗さの増加量が大きいほど、形状矯正の効果は顕著であることが分かった。

本発明は、上記知見に基づきなされたもので以下のような特徴を有する。

[1] 表面平均粗さ R_a が $3.0\sim 10.0\mu\text{m}$ の範囲のワークロールを備えた1つ以上の圧延スタンドからなる調質圧延設備を用いて、 340MPa 以上の降伏強度を有する鋼帯に対して、伸び率 0.1% 以上の調質圧延を施すことを特徴とする鋼帯の調質圧延方法。

[2] 表面平均粗さ R_a が $3.0\sim 10.0\mu\text{m}$ の範囲のワークロールを備えた1つ以上の圧延スタンド(「第1の圧延スタンド」と言うものとする)と、該圧延スタンドの下流側にブライト加工を施したワークロールを備えた1つ以上の圧延スタンド(「第2の圧延スタンド」と言うものとする)とからなる調質圧延設備を用いて、 340MPa 以上の降伏強度を有する鋼帯に対して、伸び率 0.1% 以上の調質圧延を施すことを特徴とする鋼帯の調質圧延方法。

[3] 上記[1]または[2]の発明において、調質圧延後の鋼帯表面の平均粗さ R_a が $0.5\sim 3.0\mu\text{m}$ の範囲となるように、調質圧延を施すことを特徴とする鋼帯の調質圧延方法。

[4] 上記[2]の発明において、表面平均粗さ R_a が $3.0\sim 10.0$

μm の範囲のワークロールを備えた圧延スタンド（前記第1の圧延スタンド）の合計で伸び率0.1%以上を付与した後、ブライト加工を施したワークロールを備えた圧延スタンド（前記第2の圧延スタンド）で鋼帯表面の平均粗さ R_a が0.5~3.0 μm の範囲となるように、調質圧延を施すことを特徴とする鋼帯の調質圧延方法。

[5] 上記[1]乃至[4]のいずれかの発明において、前記調質圧延設備が、連続焼鈍設備における焼鈍炉の出側以降に設置されて前記連続焼鈍設備の一部を構成するものであり、前記340MPa以上の降伏強度を有する鋼帯が、焼入れ処理および焼戻し処理を伴う連続焼鈍により製造された980MPa以上の引張強度を有する高張力冷延鋼帯であることを特徴とする鋼帯の調質圧延方法。

[6] 上記[5]の発明において、前記980MPa以上の引張強度を有する高張力冷延鋼帯が、冷間圧延により鋼帯表面の平均粗さ R_a を0.3 μm 以下に調整した冷延鋼帯に対して、前記焼入れ処理および焼戻し処理を伴う連続焼鈍を施して得られた高張力冷延鋼帯であることを特徴とする鋼帯の調質圧延方法。

[7] 上記[1]乃至[6]のいずれかの発明において、前記調質圧延機を用いて伸び率0.2%以上の調質圧延を施すことを特徴とする鋼帯の調質圧延方法。

[8] 上記[1]乃至[7]のいずれかに記載の鋼帯の調質圧延方法により、340MPa以上の降伏強度を有する鋼帯に調質圧延を施すことを特徴とする高張力冷延鋼板の製造方法。

なお、上記において、ブライト加工を施したワークロールとは、少なくとも鋼帯と接触する部分の表面の平均粗さ R_a が0.3 μm 以下となるように研磨加工等によりロール表面を平滑にしたワークロールをいう（以下、とくに異なる説明がなければ、「ブライトロール」の語も同義とする）。

図面の簡単な説明

図1は、同一の圧下率で圧延を行った場合のワークロール表面の平均粗さ

R_a（横軸）と圧延荷重（縦軸）との関係を、通常の圧延（点線）と調質圧延（実線）について示す図である。

図2は、本発明に係る鋼帯の調質圧延方法が適用される調質圧延設備の一例を示す、概略構成図である。

図3は、本発明が適用される調質圧延設備を用いて高粗度ロールにて調質圧延する際の、伸び率（横軸）と鋼帯表面の平均粗さ（縦軸）との関係について、板厚別に示す図である。

図4は、連続焼鈍設備に設置された本発明に係る調質圧延設備の一例を示す、概略構成図である。

図5は、冷間タンデム圧延設備において、鋼帯表面の平均粗さR_aをそれぞれ0.1、0.3、0.5 μmに変化させた冷延鋼帯を連続焼鈍した後、調質圧延を施して形状矯正した鋼帯について、形状矯正後の鋼帯表面の平均粗さR_a（横軸）と、鋼帯の波高さ（縦軸）との関係を示した図である。

図6は、要求される鋼板形状まで形状矯正した時の矯正荷重（調質圧延荷重）（縦軸）と形状矯正する前の鋼帯表面の平均粗さR_a（横軸：単位μm）との関係を、ワークロール表面の平均粗さ別に示す図である。

図7は、本発明に係る冷間タンデム圧延設備の一例を示す、概略構成図である。

図8は、板厚0.5 mmの供試材を、ショットブラスト加工方式により種々の表面平均粗さにダル加工を施したワークロールで調質圧延を行ったときの、伸び率（横軸）と調質圧延荷重（縦軸）との関係を示す図である。

図9Aは、表面平均粗さR_a = 4.0 μmのワークロールを用いて調質圧延を行ったときの、伸び率（横軸：単位%）と調質圧延後の鋼帯表面の平均粗さ（縦軸：単位μm）との関係を示す図である。

図9Bは、表面平均粗さR_a = 5.0 μmのワークロールを用いて調質圧延を行ったときの、伸び率（横軸：単位%）と調質圧延後の鋼帯表面の平均粗さ（縦軸：単位μm）との関係を示す図である。

図10は、放電ダル加工方式により表面平均粗さR_aをR_a = 10.0 μmにダル加工したワークロールを用いて調質圧延を行ったとき、およびその一部についてさらにブライトロールによる調質圧延を付加したときの、伸び

率（横軸：単位％）と調質圧延後の鋼帯表面の平均粗さ（縦軸：単位 μm ）との関係を示す図である。

図 1 1 は、波高さ 20 mm の供試材を調質圧延したときの調質圧延荷重（横軸：単位 kN/mm）と形状矯正後の波高さ（mm）との関係をワークロール表面の平均粗さ別に示した図である。

（符号の説明）

- 1 鋼帯
- 2 高粗度ロール
- 3, 5 圧延スタンド
- 4 ブライトロール
- 6 焼鈍炉
- 7 調質圧延設備
- 8 冷間タンデム圧延設備
- 9 最終スタンド
- 10 通板方向
- 11 バックアップロール
- 12 連続焼鈍設備
- 13 コイル
- 14 ルーパ
- 15 張力付与設備

発明を実施するための最良の形態

以下、本発明を実施するための最良の形態の一例を説明する。

本発明に係る鋼帯の調質圧延方法は、表面平均粗さ R_a が 3.0 ~ 10.0 μm の範囲のワークロールを備えた 1 つ以上の圧延スタンドからなる調質圧延設備を用いて、340 MPa 以上の降伏強度を有する鋼帯（本発明でいう高張力鋼帯・鋼板）に対して、伸び率 0.1 % 以上の調質圧延を施すことを特徴とするものである。より高い形状矯正効果を狙う場合には、伸び率 0.2 % 以上を付与することが好ましい。したがって形状厳格材と呼ばれる

形状の平坦さへの要求が厳しい材料には、伸び率：0.2%以上の適用が好ましい。

なお、本発明が適用される鋼帯の降伏強度の上限には特に制限はない。確認できた限りでは引張強度1470MPa程度（降伏強度1300MPa程度）の鋼帯に対しても適用することができたが、降伏強度1500MPa程度でもとくに問題ないと思われる。

前記ワークロール表面への粗さの付与は、ワークロール表面にダル加工を施すことにより行うことができる。ここで、前記ダル加工の方法としては、ショットブラスト加工方式、放電ダル加工方式、レーザーダル加工方式、電子ビームダル加工方式等を用いることができる。さらに摩耗対策として、ダル加工後のロールにクロムメッキ加工をすることもある。ただし上記Raさえ目標数値内に制御できるのであれば、加工方法やその後の表面処理の種類・条件をとくに限定するものではない。

ここで、前記平均粗さRaは、日本工業規格のJIS B 0601に基づき、下記のように定めるものとする。

表面を測定し、得られた粗さ曲線からその平均線の方に基準長さ(1)だけを抜き取る。この抜き取った部分の平均線の方にx軸を、縦倍率の方にy軸を取り、粗さ曲線を $y = f(x)$ で表す。次式(1)によって求められる値をマイクロメートル(μm)で表したものをRaとする。

$$R a = \frac{1}{\ell} \int_0^{\ell} \{f(x)\} dx \quad \dots (1)$$

なお、本発明における前記ワークロールの表面平均粗さRaの値としては、ワークロール表面の代表位置における上式(1)で求めたRaの値としてもよく、また、ワークロール表面の複数位置において測定したRaの値を平均した値としてもよい。複数位置の平均値を用いる場合には、例えば、ワークロールの少なくとも鋼帯と接触する部分において、周方向に90°間隔で4点、幅方向に中央及び両端部で3点の計12点の平均値を用いるようにしてもよい。また、通常、基準長さ：4mm、カットオフ値：0.8mmが用い

られ、本発明もこの条件を用いるが、ただし前記JISがとくに指定する場合はそちらを優先する。

以下の説明において、前記表面平均粗さ R_a が $3.0 \sim 10.0 \mu\text{m}$ の範囲となるようにダル加工の施されたワークロールを、「高粗度ロール」(high roughness roll) と呼ぶ。

(伸長効果の制御原理)

上記高粗度ロールを用いることで、上述した伸長効果により、高張力鋼や高炭素鋼のような硬質鋼からなる鋼帯に対しても、軟質材と同程度の圧延荷重で調質圧延が可能となる。なお、より大きな伸長効果による十分な荷重低減効果を得るためには、表面平均粗さ R_a は $4.0 \mu\text{m}$ 超とすることが望ましい。さらに、鋼帯の板厚が薄いほど、ロール表面の凹凸の転写による押し込み (indentation) の影響が相対的に大きくなるため、高粗度ロールによる伸長効果は大きくなり、大きな圧延荷重低減効果が見込まれる。以下に、実験および数値解析によって種々の検討を行った結果得られた、ワークロール表面の平均粗さ R_a と伸長効果の関係について示す。

ワークロール表面の凹凸の押し込みによる転写深さは、接触面圧 (contact stress) と綿密な関係があり、数値解析による検討により最大転写深さは、最大接触面圧の $2/3$ 乗に比例することがわかった。一方、押し込みによる表面での体積減少量は転写深さの 3 乗に比例し、さらに鋼帯表面の平均粗さは体積減少量に比例すること、またこのため、表面平均粗さは最大面圧の 2 乗に比例することがわかった。また鋼帯の平均表面粗さは降伏強度の 2 乗に反比例することも観測された。すなわち、鋼帯表面の平均粗さは上記因子と次式 (2) の関係を持つ。

$$\text{鋼帯の表面平均粗さ} \propto \left(\frac{\text{最大接触面圧}}{\text{降伏強度}} \right)^2 \quad \dots (2)$$

ここで、調質圧延において最大接触面圧はワークロール径および単位幅荷

重と次式(3)の関係があるものとした。接触長はワークロール径の1/2乗に比例し、最大接触面圧は接触長に反比例すると考えたためである。

$$\text{最大接触面圧} \propto \left(\frac{\text{単位幅荷重}}{\text{ワークロール径}} \right)^{0.5} \quad \dots (3)$$

さらに、鋼帯表面の平均粗さはロールの表面平均粗さに比例することも検討より明らかになっており、鋼帯表面の平均粗さは次式(4)で表される。

$$\text{鋼帯の表面平均粗さ} = \alpha \times \left(\frac{\sqrt{\text{単位幅荷重/ワークロール径}}}{\text{降伏強度}} \right)^2 \times \text{ロール表面平均粗さ} \quad \dots (4)$$

ここで、 α は調質圧延条件等によって決定される係数である。

さらなる検討によれば、伸長効果は、上記で求めた鋼帯表面の平均粗さを用いて次式(5)で表される。

$$\text{伸長効果} = \beta \times \frac{\text{鋼帯表面の平均粗さ}}{\text{鋼帯の厚さ}} \quad \dots (5)$$

ここで、 β は鋼帯の表面状態等によって決定される係数である。この式(5)は鋼帯の表面へのワークロール表面平均粗さの転写と伸長効果には線形関係があることを示している。また、厚さが大きいほど伸長効果は小さくなるため、伸び率への寄与も小さくなる。

(鋼帯表面の平均粗さ)

一方、鋼帯表面の平均粗さはプレス時の型かじり性に大きな影響を及ぼすことが知られている。これは鋼帯表面の平均粗さが大きいほどプレス油の保油性が増すとともに、ダイスと鋼帯の接触抵抗が少なくなるためであるとされている。

調質圧延後の鋼帯表面の平均粗さ R_a を0.5~3.0 μm の範囲とすることにより、鋼帯の外観や塗装性等を損なうことなく、耐型かじり性の良好な鋼帯とすることが可能となる。なお、耐型かじり性をより良好とするためには、前記調質圧延後の鋼帯表面の平均粗さ R_a は1.5~3.0 μm の範

囲とすることが好ましい。

従来の調質圧延ではこのような高粗度を硬質鋼に付与することは困難と考えられていた。しかし、上記の検討結果を応用して、鋼帯の伸び率と表面平均粗さとが既定の範囲となるように圧延条件を設定して調質圧延を行うことにより、平坦度と耐型かじり性の両方に優れた鋼帯（冷延鋼板）を製造することが可能となる。

（ブライトロール圧延の付加）

圧延により板厚を減少させて伸び率を付与することが困難な難圧延材、例えば、340MPa以上の降伏強度を有する高張力鋼や高炭素鋼のような硬質鋼に対しても、上記伸長効果を利用すれば調質圧延が可能となる。伸長効果のみで既定の伸び率を与える場合には、上式(5)によって調質圧延後の鋼帯表面の平均粗さを決定すればよい。その際、鋼帯表面の平均粗さが目標範囲を越えることも想定されるが、その場合には、後続の工程、とくに調質圧延設備内の下流側のスタンドで、鋼帯表面の平均粗さを低減すればよい。

図2は、本発明に係る鋼帯の調質圧延方法が適用される調質圧延設備の一例を示す概略構成図である。図2に示す調質圧延設備は、鋼帯1の通板方向10に対して上流側に高粗度ロール2を備えた圧延スタンド3と、その下流側にブライト加工を施したワークロール4（以下、「ブライトロール4」と呼ぶ。）を備えた圧延スタンド5とを有するものである。図2において、前記各圧延スタンド3, 5は4段式のスタンド（すなわち鋼板を直に圧下する各ワークロール4に対して、ワークロール4を押圧するバックアップロール11が1つずつ存在する）として表記されているが、本発明は4段式の場合に限定するものではない。すなわち、2段式、6段式或いはクラスタ型の圧延スタンドでも同様の調質圧延効果を奏する。

また、本発明が適用される調質圧延設備は、高粗度ロール2を備えた少なくとも1台の圧延スタンドを有するものであれば良く、必要性和設置空間の許す範囲に応じてスタンドの台数を増やすことに制限はない。また、前記ブライトロール4を備えた圧延スタンド5は省略することも可能であるし、必要性和設置空間の許す範囲に応じてさらにスタンドの台数を増やすことも

特に制限はない。

ただし、調質圧延設備内で、ブライtrolと高粗度ロールの順番を実質的に入れ替えたり、他の粗度のロール（通常のダルロールなど）を実質的に追加したりすることは、避ける必要がある。

図3に、本発明が適用される調質圧延設備を用いて高粗度ロールにて調質圧延する際の、伸び率（横軸）と鋼帯表面の平均粗さ（縦軸）との関係について示す。伸び率と鋼帯表面の平均粗さには、上式（5）に示したように線形関係があるので、板厚のみを変化させた場合には板厚に応じて図3の（a）、（b）、（c）のような直線が引ける。ここで板厚は（a）<（b）<（c）である。なお、図3の関係は、高粗度ワークロールによる圧延回数が1回でも複数回（この場合伸び率は合計値）でも同様に成立する。

図中、破線で囲まれた領域が、伸び率および平均粗さの目標領域である。伸び率の目標は主に、求められる鋼板の形状や機械的特性により決定される。

板厚が厚すぎない場合（例えば図3の（a）や（b）の場合）、高粗度ロールによる調質圧延のみで伸び率と表面の平均粗さの目標条件を満たすことが可能である。すなわち、（a）と（b）の線において、◆印（黒塗り菱形）と太線で表現された領域で高粗度ロールによる調質圧延を施せばよい。

例えば、鋼帯表面の平均粗さ R_a の目標領域を $0.5 \sim 3.0 \mu\text{m}$ とし、ワークロール表面の平均粗さに応じて（4）式・（5）式に基づき伸び率の制御を行うことにより、平坦度および耐型かじり性に優れた高張力鋼帯の製造が可能となる。

一方、鋼帯の板厚が厚い場合（例えば図3の（c））には、必要最低限の伸び率を付与しただけで鋼帯表面の平均粗さが目標範囲を越えてしまう。この場合は、調質圧延設備内の下流側のスタンドで鋼帯表面の平均粗さを低減すればよい。鋼帯表面の平均粗さの低減方法としては、高粗度ロールを備えた圧延スタンドの下流側に、ブライtrolを備えた圧延スタンドを少なくとも1台配置することが望ましい。

例えば、平坦度および耐型かじり性に優れた高張力鋼帯を板厚が厚い場合に製造するには、ブライtrolによる調質圧延の条件を、

- ・高粗度ロールで付与した鋼帯表面の平均粗さを低減して、所定の範囲内（平均粗さ R_a ：0.5～3.0 μm ）に収めることができ、かつ、
 - ・調質圧延設備全体（すなわち高粗度ロールによる付与した伸び率とブライトロールにより付与した伸び率の合計）で、調質圧延に必要な伸び率0.1%以上（より高い形状矯正効果を狙う場合には、伸び率0.2%以上）を確保できる
- よう設定すればよい。

なお、高粗度ロールによる調質圧延の後にブライトロールによる調質圧延が必要かどうかについては、高粗度ロールの表面平均粗さ R_a 、鋼帯の板厚及び調質圧延前の鋼帯表面の平均粗さによって異なるため、各条件毎に図3に示すような関係を予め求めておき、それに基づいて調質圧延の条件を設定すればよい。例えば、表面平均粗さ R_a が6 μm の高粗度ロールを用いて、調質圧延前の鋼帯表面の平均粗さ R_a が0.5 μm の板を伸び率0.2%で調質圧延する場合、板厚2mm未満では高粗度ロールのみで所定の範囲の平均粗さを得ることが可能であるが、板厚2mm以上では後続のブライトロールによる調質圧延が必要となる。

広範な板厚範囲に対応させるには、ブライトロールを備えたスタンドを少なくとも1台設けておき、必要に応じてブライトロールを備えたスタンドを（複数台ある場合は少なくともその一部）を、開放（圧下しない条件）とすればよい。

（インライン設備としての利用）

また、前記調質圧延設備は、連続焼鈍設備における焼鈍炉の出側以降に設置されたものであって、連続焼鈍された後の鋼帯に対してインラインで調質圧延を施すものであっても良い。すなわち、調質圧延設備を連続焼鈍設備の一部として組み込み、調質圧延工程を連続焼鈍処理の中の、連続して施される一工程として組み込むことが好適である。

図4に、連続焼鈍設備12（連続焼鈍ライン）に設置された本発明に係る調質圧延設備の一例を示す。焼鈍炉6の出側以降に設置された調質圧延設備7

において、高粗度ロール2を備えており、鋼板1は連続焼鈍を終えた後、当該設備にて調質圧延が施される。なお、図4では、調質圧延設備7における圧延スタンドは1スタンドとして表記されているが、2スタンド以上設置しても良いし、後段のスタンドはブライtrolロールであっても良い。

なお、図4中、10は通板方向、11はバックアップロール、13は鋼帯のコイル、14はルーパ、15は張力付与設備（ブライドルロール）である。また、図示していないが、焼鈍炉6の内部、あるいは焼鈍炉6の下流に（ただし調質圧延設備7より上流に）、焼入れ設備および焼戻し設備を設けてもよい。

（調質圧延前の鋼帯の表面粗さの制御）

焼入れ処理および焼戻し処理を伴う連続焼鈍により製造された、980MPa以上の引張強度を有する高張力冷延鋼板の場合には、焼入れ時の熱歪により鋼板形状が劣化する場合が多い。そのため、高粗度ロールを備えた調質圧延機により上述の所定の伸び率を付与して、上述の所定の平均粗さに制御することにより、形状不良を大幅に改善できる。また、この効果は、形状矯正する前の鋼板表面の平均粗さが小さい、つまり表面が平滑であるほど大きくなる。

図5は、冷間タンデム圧延設備において、鋼帯表面の平均粗さRaをそれぞれ0.1、0.3、0.5 μ mと変化させた冷延鋼帯を連続焼鈍した後、調質圧延を施して形状矯正した鋼帯について、形状矯正後（すなわち調質圧延後）の鋼帯表面の平均粗さRa（横軸）と、鋼帯の波高さ（wave height）（縦軸）との関係を示した図である。

ここで、鋼帯の波高さとは、鋼帯の形状を示す指標であり、長さ1500mmの鋼帯を定盤（surface plate）に置いたときの最大高さである。したがって、波高さは低い方が良く、鋼帯の形状の平坦度を規定する場合は山高さの上限値を設定することが多い。

図5より、形状矯正する前の鋼帯表面の平均粗さRaの値が低いほど、形状矯正後の鋼帯表面の平均粗さが小さくてよく、したがって形状矯正するのに必要な転写粗度は小さくて済むことがわかる。

また、図6は、表面の平均粗度を $3.0\mu\text{m}$ 、 $5.0\mu\text{m}$ 、 $10.0\mu\text{m}$ と変化させた高粗度ワークロールを用いて、 980MPa 以上の引張強度を有する高張力冷延鋼板を要求される鋼板形状まで形状矯正した時の、矯正荷重（調質圧延荷重）（縦軸）と形状矯正する前の鋼帯表面の平均粗さ R_a （横軸：単位 μm ）との関係を示した図である。

図6より、形状矯正する前の鋼帯表面の平均粗さ R_a が低いほど、矯正荷重は低下することが分かる。また、十分な形状矯正効果を得るには、形状矯正する前の鋼帯表面の平均粗さ R_a を $0.3\mu\text{m}$ 以下とするのが好ましいこともわかる。矯正前の平均粗さは $0.2\mu\text{m}$ 以下とすることが更に好ましい。さらに高粗度ワークロール表面の平均粗度を $5.0\mu\text{m}$ 以上とすると荷重低減効果がさらに大きいことも図6から分かる。

なお、この結果は板厚 $1.0\sim 2.3\text{mm}$ 程度、降伏強度 $700\sim 1300\text{MPa}$ 程度、波高さ（形状矯正前） $10\sim 30\text{mm}$ 程度の範囲の鋼板で調査して得られたものであるが、板厚や降伏強度などを変えて調査しても結果は大体同じである。また、図5および図6の関係は、高粗度ロールの圧延回数が複数の場合でも、1回の場合と同様に表れる。

このように、連続焼鈍の際に発生する形状不良を、その後の調質圧延により効果的に改善するためには、焼鈍する前の鋼帯表面の平均粗さ R_a を、 $0.3\mu\text{m}$ 以下とするのが好ましい。

上記において、形状矯正前の鋼帯表面の平均粗さの調整は、冷間圧延により実施することができる。冷間タンデム圧延設備の最終圧延スタンドのロールは、目的に応じて種々の粗度のものが用いられているが、例えば、最終圧延スタンドに表面平均粗さ R_a が $0.3\mu\text{m}$ 以下のワークロール（ブライtrolロール）を用いることにより、鋼帯表面の平均粗さ R_a を $0.3\mu\text{m}$ 以下に制御することが可能となる。

図7に、本発明に係る冷間タンデム圧延設備の一例を示す。図7に示す冷間タンデム圧延設備8は、圧延スタンドの最終スタンド9にブライtrolロール4を適用したものである。なお、最終スタンド以外の冷間圧延用のワークロール16はとくに規定しないが、一般にはブライtrolロールを用いる。図7中、

10は通板方向、11はバックアップロール、13は鋼帯のコイル、15は張力付与設備（ブライドルロール）である。張力付与設備15は便宜上2ロールのブライドルロールで表記したが、冷間タンデム圧延設備の張力付与能力は、図4で例示される調質圧延設備前後の張力付与設備の能力よりずっと大きい。

ここでは、冷間タンデム圧延設備8はバッチ式として示されているが、これに限定されるものではなく、連続式であっても良い。また、図4および図7では、各圧延スタンドは4段式を例示しているが、これに限定されるものではなく、2段式、6段式或いはクラスタ型の圧延スタンドでも同様の効果が得られる。

以上の本発明によれば、340MPa以上の降伏強度を有する高張力鋼や高炭素鋼のような硬質鋼からなる鋼帯に対しても、大掛かりな設備や煩雑な管理を必要とすることなく、軟質材と同程度の圧延荷重で所定の伸び率、平坦度及び表面平均粗さを鋼帯に付与することができ、したがって形状が良好で、耐型かじり性に優れる冷延鋼帯が得られる。

また、荷重低減効果により調質圧延時の面圧を抑えることが可能であり、局所的かつ必要最小限の塑性変形しか付与しないことからワークロールと鋼帯の間のすべりも小さいため、摩耗によるワークロールの表面平均粗さ R_a の低減を抑制できる。よって、鋼帯に対して十分な粗度を安定して付与することが可能であり、頻繁なワークロール交換を必要とすることはない。

なお、本発明の各方法においては、圧延荷重・圧延張力を高めたり、ワークロールを小径化したり、板温を上げたりする必要はなく、それぞれ通常の荷重：5～10kN/m、張力：0～100MPa、ロール径：400～1000mm、板温：常温～100℃でよい。ただしこれらの改善手段を併用することを禁ずるものではない。

高張力冷延鋼板の組成はとくに限定されないが、鋼であることから、一般に、C：0.20%以下、その他の合金や不純物を4%以下含有し、残部は鉄である。板厚は通常の0.2～5.0mmに適用できるが、2.5mm以下がとくに好ましい。

〔実施例〕

以下、本発明を実施例に基づいて説明する。

(実施例1)

調質圧延を行う供試材として板厚0.3~0.5mm、(調質圧延前の)表面の平均粗さ R_a が0.3~0.5 μm 、降伏応力490MPaの高張力鋼板を用いた。図8に、板厚0.5mmの供試材を、ショットブラスト加工方式により種々の表面平均粗さにダル加工を施したワークロールで調質圧延を行ったときの伸び率(横軸:単位%)と荷重(縦軸:単位kN/m)の関係を示す。なお、ロールおよび鋼板表面の R_a は探針式の2次元粗度計により、また伸び率は圧延機の入側および出側に設置した搬送ロールの速度差により測定した。

一般的なダル加工を施されたワークロール(表面平均粗さ $R_a = 1.0\mu\text{m}$)を用いて通常の軟質材に伸び率0.1%を付与する場合の調質圧延荷重に相当する荷重は4.0kN/mm程度である。本例の供試材に4.0kN/mmの荷重をかけた場合、当然のことながら、通常のダル加工を施されたワークロールでは必要な伸び率0.1%の付与ができない。また、 $R_a = 0.1\mu\text{m}$ のブライトロールを適用しても荷重を低減する効果が不十分なために伸び率0.1%を付与することができなかった。それに対して、本発明例である、高粗度ロール($R_a : 3.0\mu\text{m}$ 以上)を用いた場合では、十分な伸び率を付与できており、伸長効果が顕著に発揮されていることがわかった。

さらに、より高い形状矯正効果を得るために、一般的なダル加工を施されたワークロール(表面平均粗さ $R_a = 1.0\mu\text{m}$)を用いて通常の軟質材に伸び率0.2%を付与する場合の調質圧延荷重に相当する荷重5.0kN/mmを掛けて、各表面粗さのワークロールで調質圧延を施した。この場合も同様に、通常のダルロールおよびブライトロール共に必要な伸び率0.2%を付与することができなかったが、高粗度ロールでは達成できた。

いずれの圧延荷重においても、高粗度ロールの表面平均粗さを4.0 μm 、5.0 μm と増加させると顕著に伸び率の増大(あるいは所定伸び率に対す

る圧延荷重の低下)が認められた。

また、図9Aに表面平均粗さ $R_a = 4.0 \mu\text{m}$ のワークロールを用いて調質圧延を行った結果を、図9Bに表面平均粗さ $R_a = 5.0 \mu\text{m}$ のワークロールを用いて調質圧延を行った結果(横軸:伸び率(%)、縦軸:調質圧延後の鋼帯表面の平均粗さ $R_a (\mu\text{m})$)を示す。いずれの場合も、通常の軟質材の調質圧延荷重に相当する荷重(4.0 kN/mm)で全ての鋼帯に目標とする伸び率(0.1%以上)と表面平均粗さ $R_a (0.5 \mu\text{m}$ 以上、 $3.0 \mu\text{m}$ 以下)を与えることができおり、平坦度および耐型かじり性に優れた硬質鋼の冷延鋼板が得られることがわかった。

なお、図9A、図9Bに示す例では、いずれも伸び率を0.2%以上付与した場合には調質圧延後の鋼帯表面の平均粗さ R_a は $1.5 \mu\text{m}$ 以上、 $3.0 \mu\text{m}$ 以下の範囲に入っており、形状および期待される耐型かじり性がより良好となっている。また、図9Aと図9Bとを比較すると、伸び率と鋼帯表面平均粗さとの関係では、両者はほぼ同じ挙動を示しているが、前述したように、特に表面平均粗さ $R_a = 4.0 \mu\text{m}$ 超えのワークロールでの調質圧延では伸長効果が顕著となり、図8に示したように表面平均粗さ $R_a = 5.0 \mu\text{m}$ のワークロールを用いた方が同一伸び率を付与するための荷重は低減されている。

(実施例2)

調質圧延を行う供試材として板厚 $2.0 \sim 3.0 \text{ mm}$ 、(調質圧延前の)表面の平均粗さ R_a が $0.6 \sim 0.8 \mu\text{m}$ 、降伏応力 690 MPa の高炭素鋼板を準備した。放電ダル加工方式により表面平均粗さ R_a を $R_a = 10.0 \mu\text{m}$ にダル加工したワークロールを用いてこの高炭素鋼板に調質圧延を行った結果を図10に示す(横軸:伸び率(%)、縦軸:調質圧延後の鋼帯表面の平均粗さ $R_a (\mu\text{m})$)。

0.1~0.2%の伸び率を付与した場合(◇白抜き菱形)には $3 \mu\text{m}$ 以下の表面平均粗さを同時に満たしているものの、0.2%以上の伸び率を付与した場合(◆黒塗り菱形)には目標粗さ範囲(上限の $R_a = 3.0 \mu\text{m}$)

を超過してしまっている。前述のように形状厳格材に対しては0.2%以上の伸び率を付与することが望ましいため、超過した粗さを調整することが望ましい。

そこで、上記ダル加工した（高粗度）ワークロールを備えた圧延スタンドの下流側に、ブライトロールを備えた圧延スタンドを一台配置した調質圧延機により調質圧延を行った。ここで高粗度ワークロールにおける圧延条件はそのままとし、ブライトロールによる圧延条件は荷重を5.0 kN/mmとした。

その結果も図10に併せて示すが、黒塗り菱形で示された全ての鋼帯について、ブライトロールによる圧延後には黒塗り三角▲に示す伸び率および表面平均粗さとなり、目標とする伸び率（0.2%以上：高粗度ワークロールとブライトロールの合計）と表面平均粗さ R_a （0.5 μm 以上、3.0 μm 以下）を与えることが可能であることが確認された。

（実施例3）

冷間タンデム圧延機の最終スタンドには表面平均粗さ $R_a = 0.05 \mu\text{m}$ にブライト加工を施したワークロールを適用し、冷間圧延後の板厚が1.5 mmで、表面平均粗さ $R_a = 0.2 \mu\text{m}$ となる鋼帯を供試材として準備した。

この供試材は、冷間圧延後に連続焼鈍設備にて焼鈍、水焼入れ処理および焼戻し処理が（焼鈍炉内で）施され、最終的な引張強度は1300 MPaであり、降伏強度は1000 MPaである。また、供試材には水焼入れ処理時の急激な温度変化に伴う熱応力およびマルテンサイト変態に伴う膨張によって変形が生じ、焼入れ処理後には波高さは20 mmとなり、要求形状を外れてしまっていた。

この供試材に対して、連続焼鈍炉の焼鈍炉出側に設置された調質圧延機を用い、放電ダル加工方式により表面平均粗さ $R_a = 4.0 \mu\text{m}$ および10.0 μm に加工した後、硬質クロムメッキを施したワークロールにて、種々の圧延荷重にて調質圧延を施した。

図11は、前記供試材を調質圧延したときの調質圧延荷重（横軸：単位kN/mm）と形状矯正後の波高さ（縦軸：mm）との関係を示した図である。

調質圧延荷重の増加とともに形状矯正効果は向上し、いずれのロールでも要求形状を十分に達成することができる。

図11に示した例では、「○」印（白抜き円）で表記した目標形状を満たす条件では、伸び率0.1～0.2%を付与しており、このときの鋼板の表面平均粗さは $R_a = 1.5 \sim 2.8 \mu m$ であり、目標とする伸び率と表面粗度が得られている。

なお、高粗度ロールによる圧延回数（スタンド数）を複数としても実施例1～3と同様の結果を問題なく得ることができる。ブライトロールによる圧延が複数の場合も、合計伸び率に応じて図10と同様の結果を得ることができる。

産業上の利用の可能性

上記実施例1、2及び3より、本発明に係る方法を用いることで、例えば、340MPa以上の降伏強度を有する高張力鋼や高炭素鋼、さらに焼入れ処理および焼戻し処理を伴う連続焼鈍により製造された980MPa以上の引張強度を有する高張力鋼のような硬質鋼からなる鋼帯に対しても、大掛かりな設備や煩雑な管理を必要とすることなく、軟質材と同程度の圧延負荷で所定の伸び率、平坦度および表面平均粗さを鋼帯に付与することが可能であることがわかった。これにより、既存の調質圧延設備を用いて鋼帯に所定の平坦度と表面粗度を与えることができる。また、平坦度および耐型かじり性に優れた硬質鋼の鋼帯の製造が実現可能となり、工業上有用な効果がもたらされる。

すなわち、本発明の適用により、既存の設備に一切改造を加えることなくワークロール表面の平均粗さ R_a を変更するだけで、目標形状を満たす高強度冷延鋼帯の製造が可能となる。これにより、別途形状矯正工程を実施する必要がなくなり、コストの削減および納期の短縮が実現できる。

また、従来の調質圧延工程では形状矯正を十分行えない鋼帯の場合、調質圧延後のコイルへの巻取りに際して種々のトラブルが生じていた。しかし、本発明の適用により、形状矯正してからコイラで巻き取ることが可能となっ

たために、巻取り時の通板トラブルが解消され、蛇行により鋼帯間に発生するスリ疵もなくすことができる。

請求の範囲

1. 表面の平均粗さ R_a が $3.0 \sim 10.0 \mu\text{m}$ の範囲のワークロールを備えた1つ以上の圧延スタンドからなる調質圧延設備を用いて、

340 MPa 以上の降伏強度を有する鋼帯に対して、伸び率 0.1% 以上の調質圧延を施す、鋼帯の調質圧延方法。

2. 表面の平均粗さ R_a が $3.0 \sim 10.0 \mu\text{m}$ の範囲のワークロールを備えた1つ以上の第1の圧延スタンドと、

該圧延スタンドの下流側にあつて、ブライト加工を施したワークロールを備えた1つ以上の第2の圧延スタンドと

からなる調質圧延設備を用いて、

340 MPa 以上の降伏強度を有する鋼帯に対して、伸び率 0.1% 以上の調質圧延を施す、鋼帯の調質圧延方法。

3. 調質圧延後の鋼帯表面の平均粗さ R_a が $0.5 \sim 3.0 \mu\text{m}$ の範囲となるように調質圧延を施す、請求項1に記載の鋼帯の調質圧延方法。

4. 調質圧延後の鋼帯表面の平均粗さ R_a が $0.5 \sim 3.0 \mu\text{m}$ の範囲となるように調質圧延を施す、請求項2に記載の鋼帯の調質圧延方法。

5. 前記第1の圧延スタンドの合計で伸び率 0.1% 以上を付与した後、前記第2の圧延スタンドで鋼帯表面の平均粗さ R_a が $0.5 \sim 3.0 \mu\text{m}$ の範囲となるように、調質圧延を施す、請求項2に記載の鋼帯の調質圧延方法。

6. 前記調質圧延設備が、連続焼鈍設備における焼鈍炉の出側以降に設置されて前記連続焼鈍設備の一部を構成するものであり、

前記 340 MPa 以上の降伏強度を有する鋼帯が、焼入れ処理および焼戻し処理を伴う連続焼鈍により製造された 980 MPa 以上の引張強度を有

する高張力冷延鋼帯である、請求項 1～5 のいずれかに記載の鋼帯の調質圧延方法。

7. 前記 980MPa 以上の引張強度を有する前記高張力冷延鋼帯が、冷間圧延により鋼帯表面の平均粗さ R_a を $0.3\mu\text{m}$ 以下に調整した冷延鋼帯に対して、前記焼入れ処理および焼戻し処理を伴う連続焼鈍を施して得られた高張力冷延鋼帯である、請求項 6 に記載の鋼帯の調質圧延方法。

8. 前記調質圧延機を用いて伸び率 0.2% 以上の調質圧延を施す、請求項 1～5 のいずれかに記載の鋼帯の調質圧延方法。

9. 前記調質圧延機を用いて伸び率 0.2% 以上の調質圧延を施す、請求項 6 に記載の鋼帯の調質圧延方法。

10. 前記調質圧延機を用いて伸び率 0.2% 以上の調質圧延を施す、請求項 7 に記載の鋼帯の調質圧延方法。

11. 請求項 1～5 のいずれかに記載の鋼帯の調質圧延方法により、340MPa 以上の降伏強度を有する鋼帯に調質圧延を施す、高張力冷延鋼板の製造方法。

12. 請求項 6 に記載の鋼帯の調質圧延方法により、340MPa 以上の降伏強度を有する鋼帯に調質圧延を施す、高張力冷延鋼板の製造方法。

13. 請求項 7 に記載の鋼帯の調質圧延方法により、340MPa 以上の降伏強度を有する鋼帯に調質圧延を施す、高張力冷延鋼板の製造方法。

14. 請求項 8 に記載の鋼帯の調質圧延方法により、340MPa 以上の降伏強度を有する鋼帯に調質圧延を施す、高張力冷延鋼板の製造方法。

15. 請求項9に記載の鋼帯の調質圧延方法により、340MPa以上の降伏強度を有する鋼帯に調質圧延を施す、高張力冷延鋼板の製造方法。

16. 請求項10に記載の鋼帯の調質圧延方法により、340MPa以上の降伏強度を有する鋼帯に調質圧延を施す、高張力冷延鋼板の製造方法。

図1

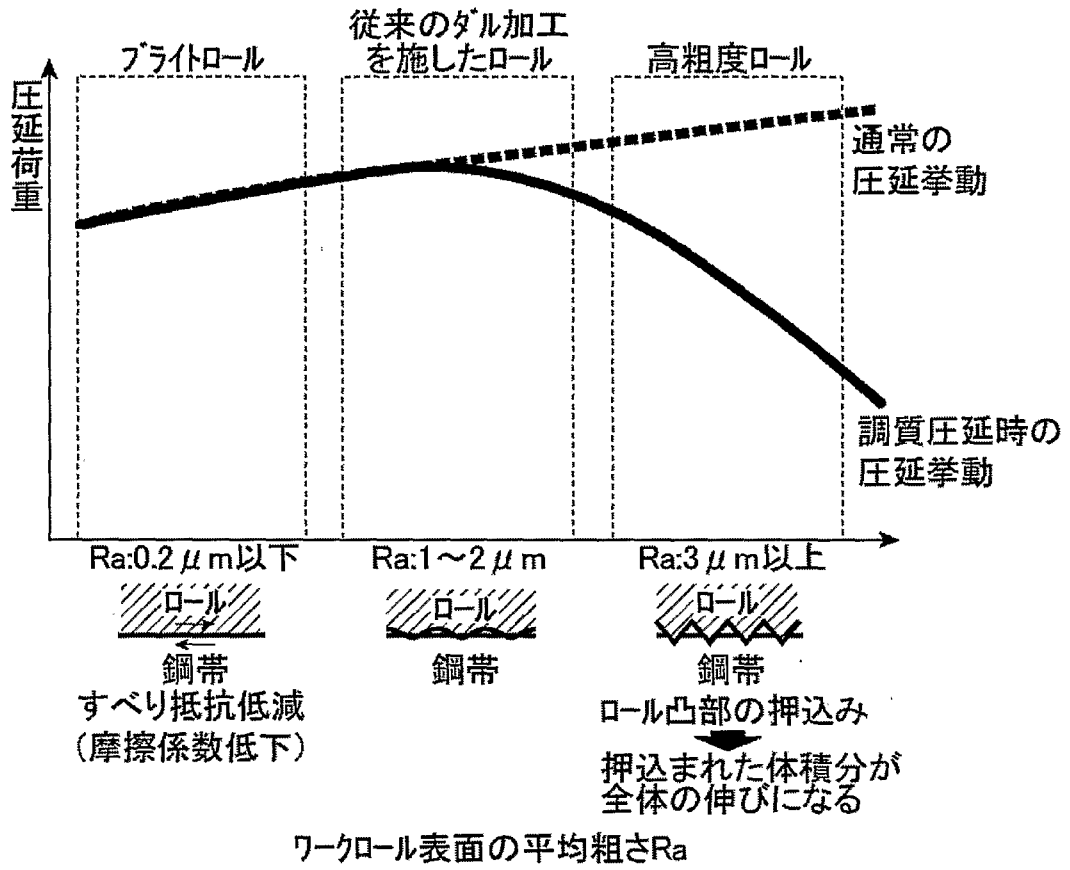


図2

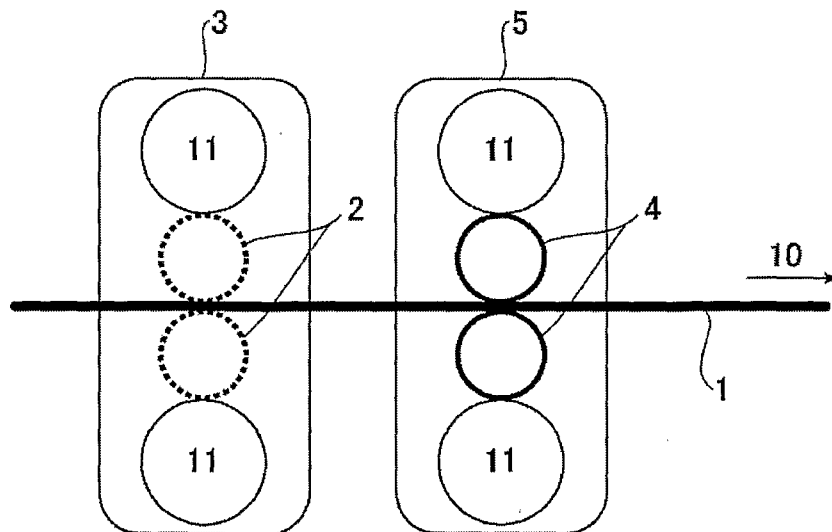


図3

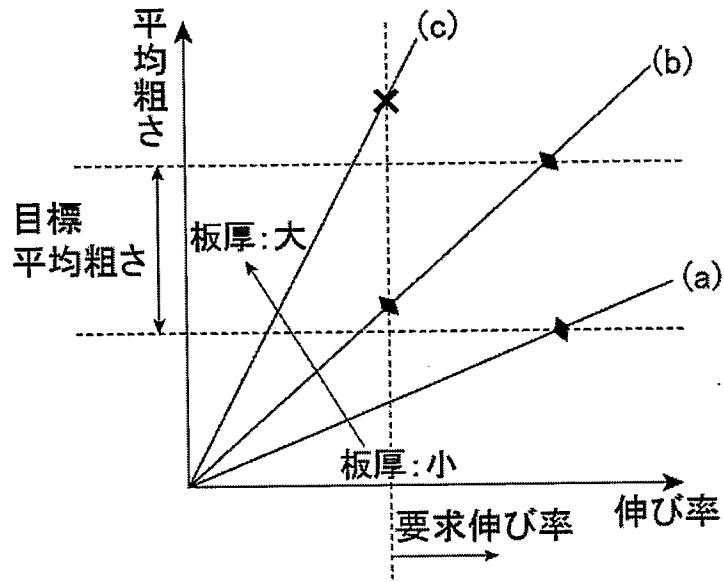


図4

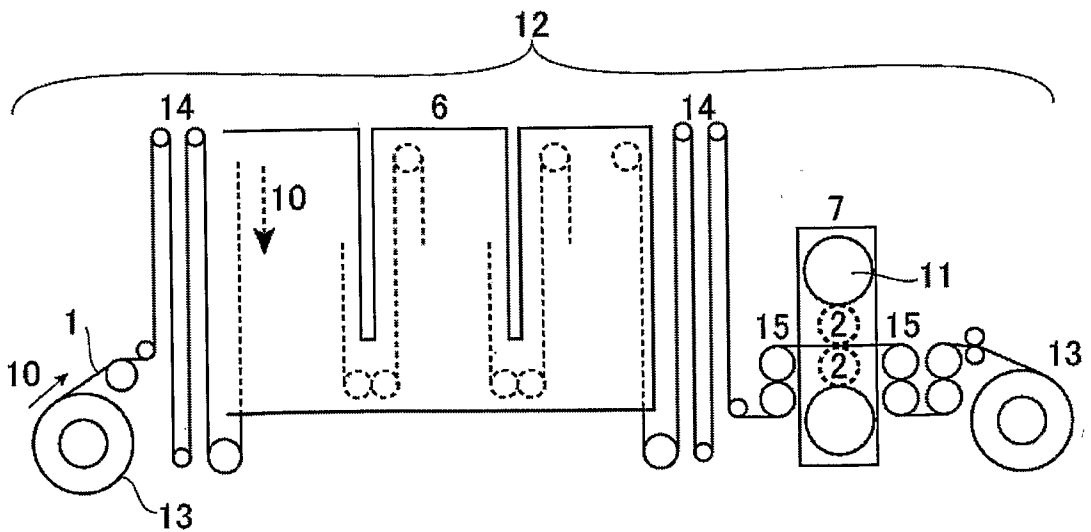


図5

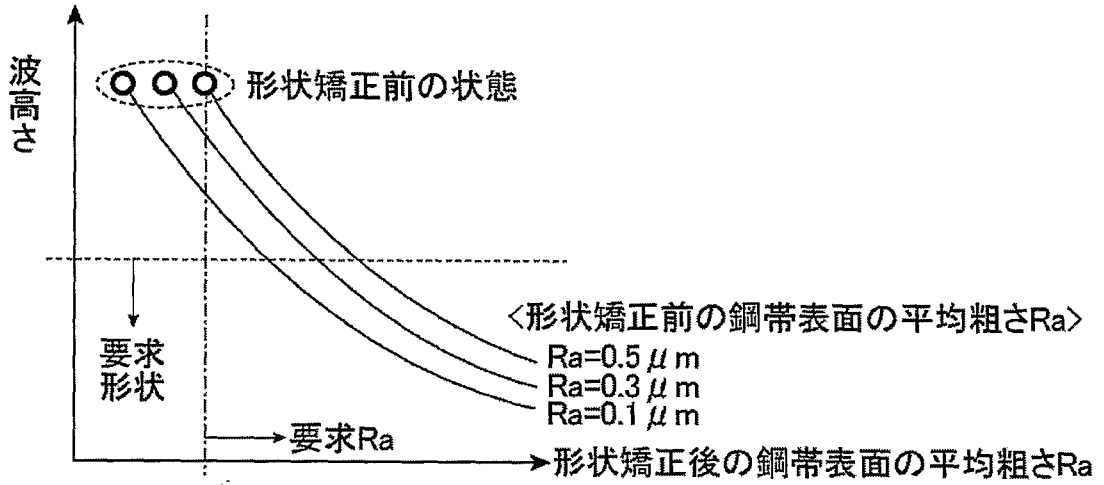


図6

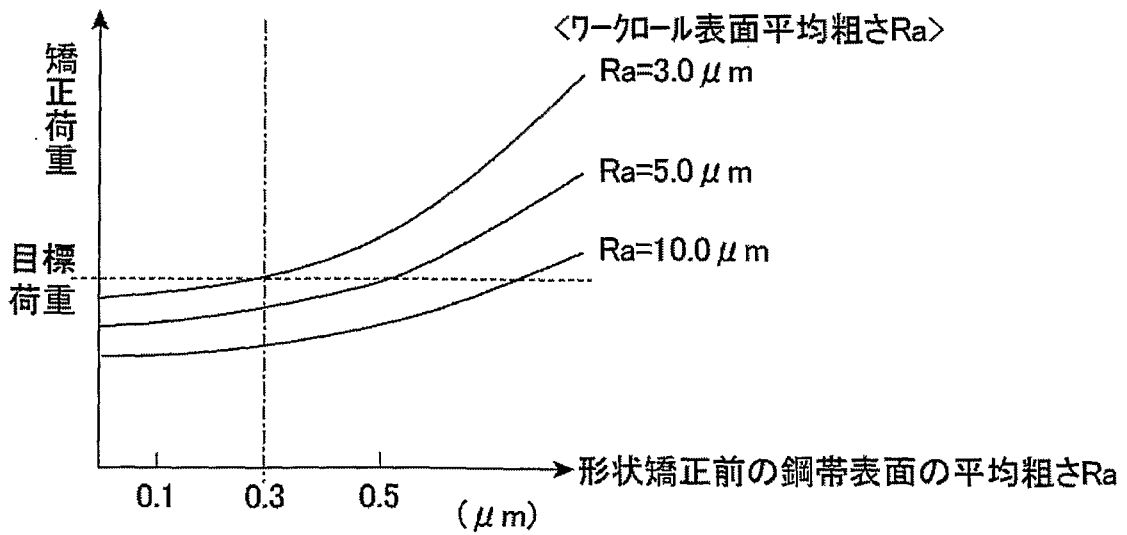


図7

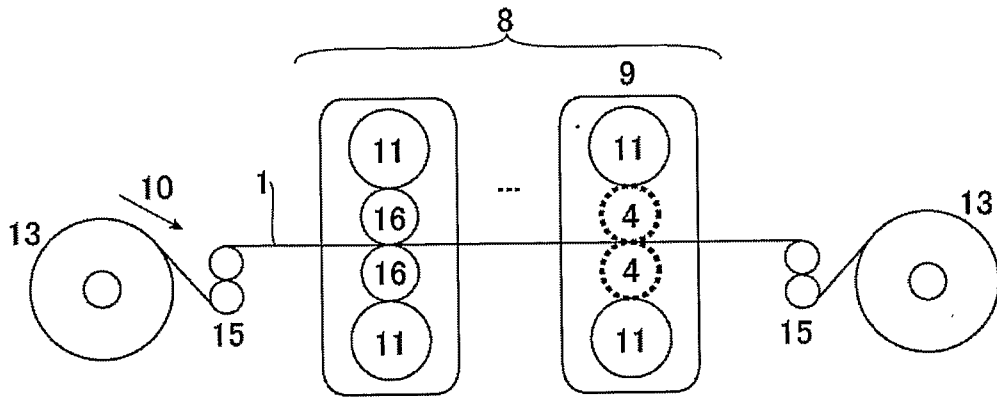


図8

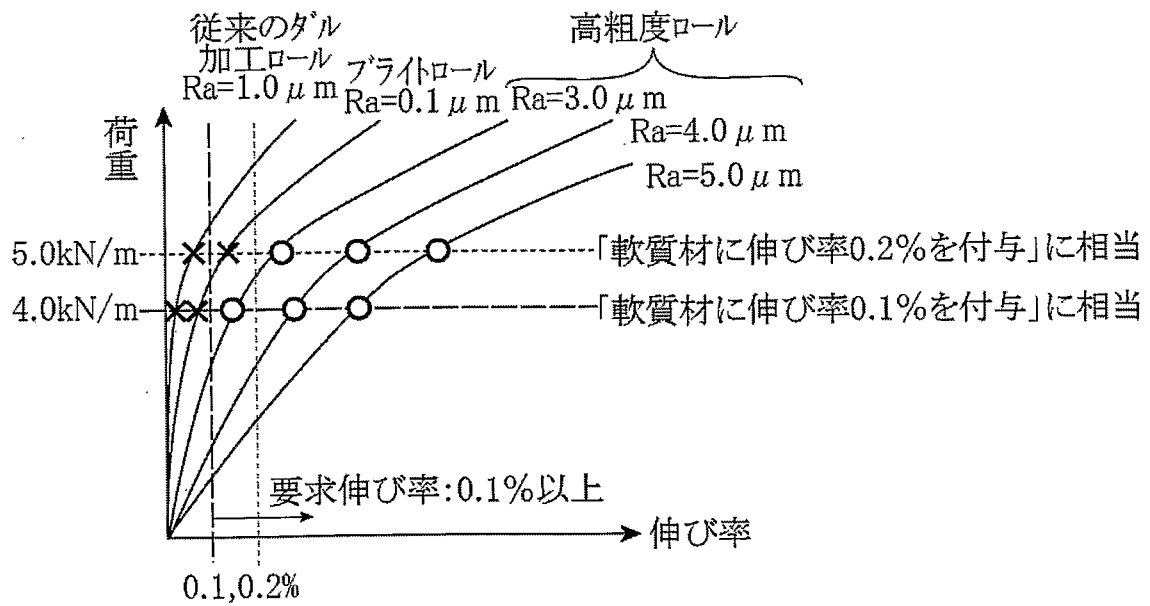


図9A

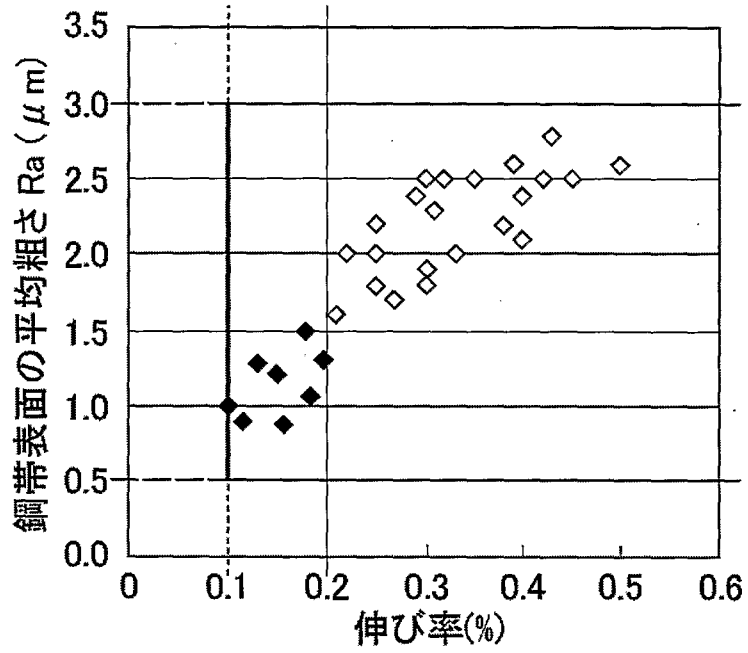


図9B

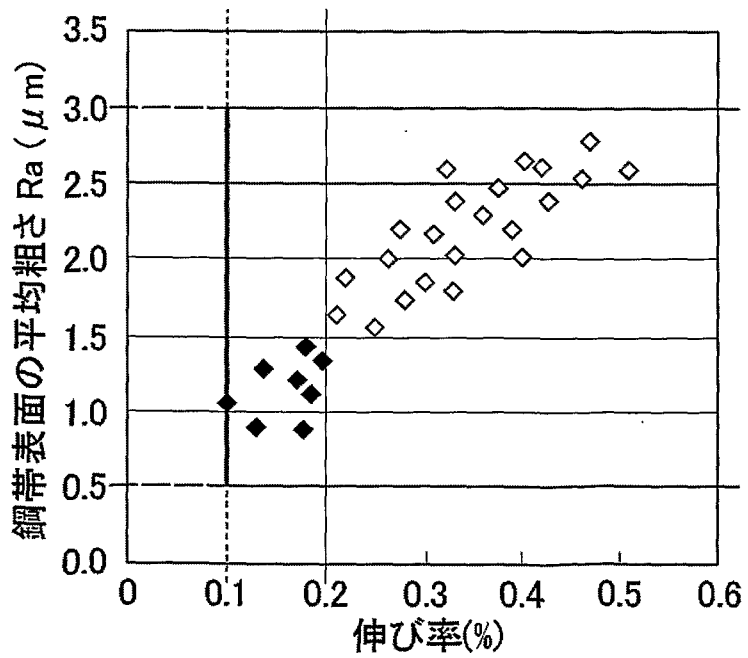


図10

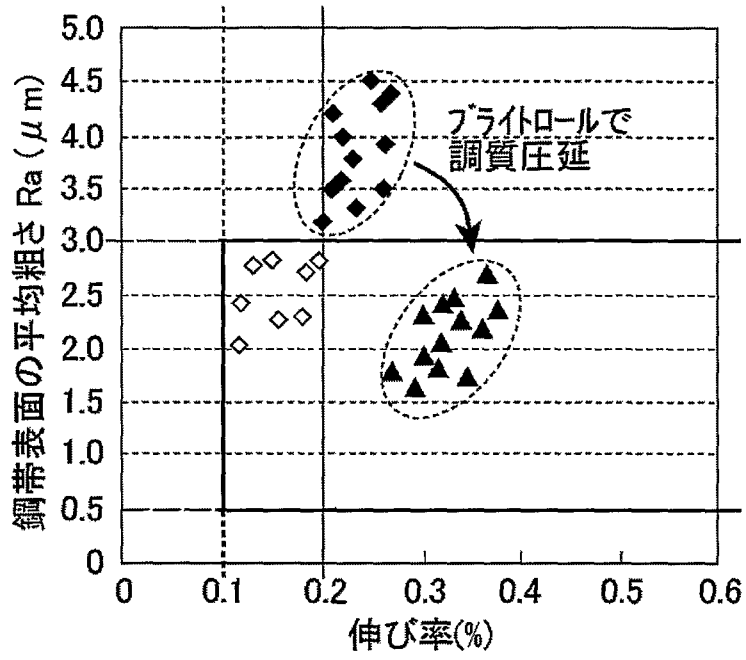
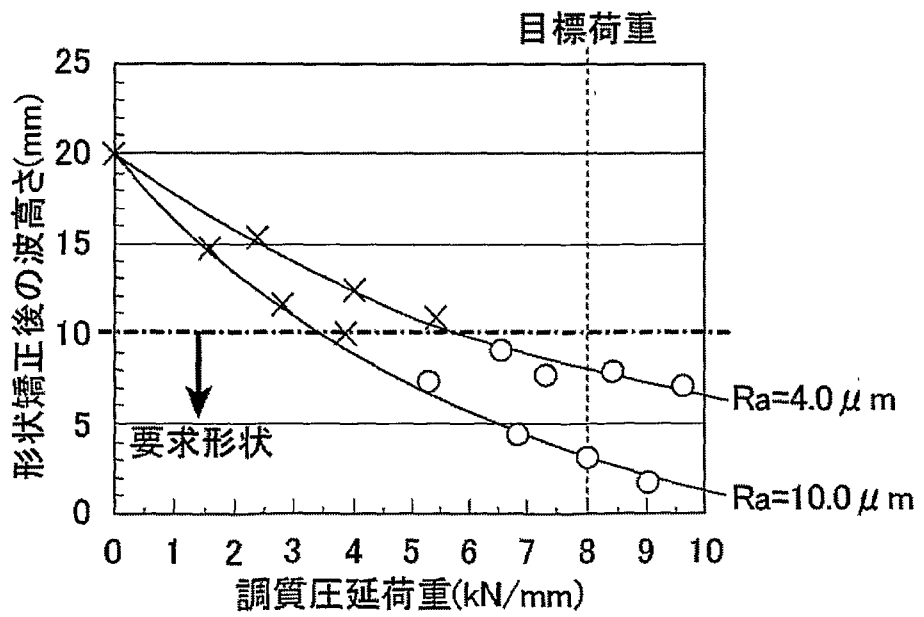


図11



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2007/073983

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
B21B1/22 (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)
B21B1/00-3/02

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	1996-2008
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2008	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2008

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 9-502661 A (Sidmar N.V.), 18 March, 1997 (18.03.97), & AU 690919 B & BR 9407690 A & EP 739253 B1 & KR 332395 B & RU 2144441 C1 & US 5789066 A & WO 1995/007775 A1	1-16
A	JP 2006-142343 A (JFE Steel Corp.), 08 June, 2006 (08.06.06), (Family: none)	1-16
A	JP 5-154505 A (Sumitomo Metal Industries, Ltd.), 22 June, 1993 (22.06.93), (Family: none)	1-16

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 04 March, 2008 (04.03.08)	Date of mailing of the international search report 18 March, 2008 (18.03.08)
--	---

Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office	Authorized officer
Facsimile No.	Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. B21B1/22(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. B21B1/00-3/02

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	1971-2008年
日本国実用新案登録公報	1996-2008年
日本国登録実用新案公報	1994-2008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 9-502661 A (シドマール エヌ. ヴィ.) 1997.03.18, & AU 690919 B & BR 9407690 A & EP 739253 B1 & KR 332395 B & RU 2144441 C1 & US 5789066 A & WO 1995/007775 A1	1-16
A	JP 2006-142343 A (J F E スチール株式会社) 2006.06.08, (ファミリーなし)	1-16
A	JP 5-154505 A (住友金属工業株式会社) 1993.06.22, (ファミリーなし)	1-16

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

04.03.2008

国際調査報告の発送日

18.03.2008

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)

國方 康伸

電話番号 03-3581-1101 内線 3425

4E

9442