(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3月8日(08.03.2018)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2018/042929 A1

(51) 国際特許分類:
B21B 27/00 (2006.01)　*C22C 30/00* (2006.01)
B22D 13/02 (2006.01)　*C22F 1/00* (2006.01)
C21D 9/38 (2006.01)　*C22F 1/18* (2006.01)
C22C 27/04 (2006.01)

(21) 国際出願番号：　PCT/JP2017/026246

(22) 国際出願日：　2017年7月20日(20.07.2017)

(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 2016-171382　2016年9月2日(02.09.2016)　JP

(71) 出願人：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：市野 健司(**ICHINO Kenji**)；〒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). 鈴木 健史(**SUZUKI Takeshi**)；〒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). 岩田 直道(**IWATA Naomichi**)；〒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). 持田 哲男(**MOCHIDA Tetsuo**)；〒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). 石田 清仁(**ISHIDA Kiyohito**)；〒9808577 宮城県仙台市青葉区片平二丁目１番１号 国立大学法人東北大学内 Miyagi (JP). 大沼 郁雄(**OHNUMA Ikuo**)；〒9808577 宮城県仙台市青葉区片平二丁目１番１号 国立大学法人東北大学内 Miyagi (JP).

(74) 代理人：熊坂 晃，外(**KUMASAKA Akira** et al.)；〒1000004 東京都千代田区大手町二丁目７番１号ＪＦＥテクノリサーチ株式会社知的財産事業部内 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, 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, JO, 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, 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：
— 国際調査報告（条約第21条(3)）

(54) **Title:** ROLL OUTER LAYER MATERIAL FOR ROLLING, AND COMPOSITE ROLL FOR ROLLING

(54) 発明の名称： 圧延用ロール外層材および圧延用複合ロール

(57) **Abstract:** Provided are a roll outer layer material and a composite roll for rolling that have remarkably improved abrasion resistance. A roll outer layer material that has a W-Co-based alloy composition: that is a graded composition in which W content decreases in the radial direction from an outer circumferential side toward an inner circumferential side; and that, at an outer layer material surface that is located at a maximum diameter during rolling, contains, by mass%, 25%-70% of W, 5%-45% of Co, 0.6%-3.5% of C, 0.05%-3% of Si, 0.05%-3% of Mn, and 1%-15% of Mo, the remainder being unavoidable impurities.

(57) 要約：耐摩耗性が顕著に向上したロール外層材および圧延用複合ロールを提供する。W含有量が径方向で外周側から内周側に向けて低下する傾斜組成で、圧延使用時の最大径に相当する位置の外層材表面で、質量％で、W：25～70％、Co：5～45％を含み、さらにC：0.6～3.5％、Si：0.05～3％、Mn：0.05～3％、Mo：1～15％を含有し、残部が不可避的不純物からなるW－Co基合金組成を有するロール外層材とする。

WO 2018/042929 A1

明　細　書

発明の名称 ： 圧延用ロール外層材および圧延用複合ロール

技術分野

[0001] 本発明は、熱間圧延用あるいは冷間圧延用として好適な、圧延用ロール外層材およびそれを用いた圧延用複合ロールに係り、とくに耐摩耗性の向上に関する。

背景技術

[0002] 近年、鋼板の圧延技術の進歩は著しく、それに伴い、圧延用ロールの使用環境は一段と苛酷化している。とくに最近では、高強度鋼板や薄肉製品など、圧延負荷が大きく、かつ優れた表面品質が要求される鋼板の生産量が増大している。

[0003] そのため、冷間圧延用ワークロールにおいては、優れた耐摩耗性とそれを担う高い硬さが要求される。耐摩耗性の向上は、ロール材料の高合金化によって図られるのが一般的であるが、高合金化により研削性の悪化あるいはロール事故時の被害の増大（耐事故性の低下）を招く場合があり、研削性と耐事故性を兼備する材料とする必要がある。さらに、優れた表面品質の鋼板を製造するためには、鋼板と直接接触するロールの表面性状を均質・微細なものとしておく必要があり、具体的には、ロール材質として、清浄度が高く微細なミクロ組織を有する鋳鉄、鋳鋼とすることが求められる。

[0004] また、熱間圧延用ワークロールにおいては、ロールの摩耗や肌荒れの発生が、製品の材質や寸法上の圧延スケジュール制約を余儀なくするとともに、ロール交換頻度の低減も困難となり、このため、ロールの耐用度の低下が、生産性向上やコスト削減のネックのひとつになっている。このため、熱間圧延用ワークロールにおいては、摩耗や肌荒れの発生を抑制して、ロールの耐用度を向上させることが要求されている。

[0005] このようなことから、使用される圧延用ロールの特性向上、とくに耐摩耗性の向上が強く要望されてきた。圧延用ロールにおける耐摩耗性の向上は、

鋼板の製造において、鋼板品質の向上および生産性向上に直結した重要な課題となっている。

[0006] このような圧延用ロールの耐摩耗性向上の要求に対し、例えば、非特許文献１、非特許文献２に記載されるように、外層組成を高速度工具鋼組成に類似した組成とし、硬質炭化物を多量に分散させて耐摩耗性を格段に向上させたハイス系ロールが開発されている。また、例えば、特許文献１には、鋼製の芯材の周りに、連続肉盛法で外層を形成してなる熱間圧延用複合ロールが記載されている。特許文献１に記載された熱間圧延用複合ロールでは、外層材は、重量％で、Ｃ：1.0～4.0％、Si：3.0％以下、Mn：1.5％以下、Cr：2～10％、Mo：9％以下、Ｗ：20％以下、Ｖ：2～15％を含み、Ｐ：0.08％以下、Ｓ：0.06％以下、Ｂ：0.0500％以下とし、残部Fe及び不可避的不純物からなる組成を有し、面積比で粒状炭化物5～30％、非粒状炭化物6％以上を含有する組織からなり、基地の硬さがビッカース硬さ（Hv）550以上を有するとしている。なお、外層材には、さらに、Ni：5.0％以下、Co：5.0％以下、Nb：5.0％以下を含有してもよいとしている。これにより、所定量以上の非粒状炭化物の存在により、クラックが発生してもロール深部にまで進展するのが抑制され、耐ヒートクラック性が向上し、VC系の硬質炭化物が含まれていることから耐摩耗性も良好であるとしている。

[0007] このようなハイス系ロール外層材は、耐摩耗性を向上させるため多量の硬質炭化物を基地中に分散させることが必要になる。しかし、ハイス系組成で生成する硬質炭化物は、一般に基地より比重が軽く、鋳造中に偏析を生じやすい。特に、生産性、経済性に優れるため代表的なロール外層材の鋳造方法となっている遠心鋳造法では、比重の軽い相は遠心力で内側に集積・偏析しやすいため、ハイス系ロール外層材を遠心鋳造法で製造することは困難とされてきた。

[0008] しかしながら、遠心鋳造法を適用しても偏析等の生じない、耐摩耗性と耐クラック性に優れた圧延用ロール外層材を提供する技術として、特許文献２に、質量％で、Ｃ：1.5～3.5％、Si：1.5％以下、Mn：1.2％以下、Ni：5.5％

以下、Cr：5.5～12.0%、Mo：2.0～8.0%、Ｖ：3.0～10.0%、Nb：0.5～7.0%を含み、かつ、NbおよびＶを、Nb、ＶおよびＣの含有量が特定の関係を満足し、さらにNbとＶの比が特定の範囲内となるように含有するロール外層材が記載されている。

[0009] また、特許文献３には、質量%で、Ｃ：1.5～3.5%、Si：1.5%以下、Mn：1.2%以下、Cr：5.5～12.0%、Mo：2.0～8.0%、Ｖ：3.0～10.0%、Nb：0.5～7.0%を含み、かつ、NbおよびＶを、Nb、ＶおよびＣの含有量が特定の関係を満足し、さらにNbとＶの比が特定の範囲内となるように含有するロール外層材が記載されている。このような組成とすることにより、遠心鋳造法を適用してもロール外層材における偏析が抑制され、耐摩耗性と耐クラック性が向上し、熱間圧延の生産性向上に大きく貢献するとしている。

[0010] また、特許文献４には、遠心鋳造複合ロールが記載されている。特許文献４に記載された遠心鋳造複合ロールは、外層と鋳鉄または鋳鋼の内層からなり、外層が、重量%で、Ｃ：1.0～3.0%、Si：0.1～3.0%、Mn：0.1～2.0%、Cr：2.0～10.0%、Mo：0.1～10.0%、Ｖ：1.0～10.0%、Ｗ：0.1～10.0%を含み、かつMo＋Ｗ：10.0%以下を満たす合金成分および残部がFeおよび不可避的不純物からなる組成を有するとしている。特許文献４に記載された技術では、凝集や偏析を起こしやすいM_6C型炭化物の晶出が抑制され、MC型＋M_7C_3型炭化物のみが析出する外層とすることができ、遠心鋳造法で製造できるとしている。

[0011] また、例えば、特許文献５には、圧延ロール用遠心鋳造外層材が記載されている。特許文献５に記載された圧延ロール用遠心鋳造外層材は、質量%で、Ｃ：4.5～9%、Si：0.1～3.5%、Mn：0.1～3.5%、Ｖ：18～40%を含有する組成を有し、好ましくはビッカース硬さがHV550～900の基地に、面積率でMC炭化物が面積率で20～60%分散した組織を有するとしている。特許文献５に記載された技術では、比重の小さいMC炭化物が内面側に濃化する、遠心鋳造偏析を積極的に利用し、遠心鋳造後、MC炭化物が濃化した層だけ残すように切削すれば、MC炭化物が多いロール外層を低コストで確実に形成できるとし

ている。

[0012] 極めて優れた耐摩耗性を有する材料としては、古くから超硬合金が知られている。超硬合金としては、例えば、非特許文献３に記載されているように、タングステンカーバイド（WC）を、バインダーとしてのCoとともに、成形、焼結したものが一般的である。

[0013] このような超硬合金を、圧延用ロールに適用した技術としては、特許文献６、特許文献７、特許文献８、特許文献９、特許文献１０などに記載がある。

[0014] 特許文献６には、熱間圧延ロールおよび熱間圧延ガイドロール用タングステン炭化物基超硬合金が記載されている。特許文献６に記載された技術は、クロムのコバルトとニッケルとの和に対する重量比が1/1～1/99、コバルトのニッケルに対する重量比が9/1～1/9、かつタングステン炭化物88重量％以下、コバルトとニッケルとクロムとの総和が12～65重量％であるタングステン炭化物基合金である。特許文献６には、このような超硬合金を、普通鋼材（線材）の熱間圧延用ロールに適用した例が記載されている。

[0015] また、特許文献７には、超硬合金からなる熱間線材用ロールが記載されている。特許文献７に記載された技術では、使用する超硬合金を、1μmから5μmの平均粒径を持つWCまたは、WCの一部をTiC、TaC、NbCの１種以上で10重量％以下置換した硬質炭化物相と、三元合金結合相とからなり、該結合相中のCrがNiおよびCoの和に対して0.30以下であり、かつ、全結合相に対して0.05以上であり、さらにNiが、NiとCoとの和に対して0.33から0.90であり、分極電位が冷却一般工業用水に対して0.3Ｖ以上である超硬合金としている。このような超硬合金とすることにより、耐肌荒れ性の優れた熱間線材用ロールとなるとしている。

[0016] また、特許文献８には、鋼系または鉄系材料からなる内層の外周に、超硬合金からなる外層が中間層を介して接合してなり、該中間層が平均粒径3μm以下のWC原料粉末を用いて形成した超硬合金からなる圧延用複合ロールが記載されている。そして、中間層のWC粒子の含有量を重量比率で70％以下とす

ることが好ましいとしている。これにより、耐摩耗性に優れ、かつ強度的に信頼性の高い超硬合金製圧延用ロールを得ることができるとしている。

[0017] また、特許文献９には、外層を耐摩耗性に優れた超硬合金で形成するとともに、WCとNiを含有する超硬合金からなる中間層を具備させ、強度的に信頼性の高い超硬合金製圧延用ロールが開示されている。

[0018] さらに、特許文献１０には、鋼系材料または鉄系材料からなる内層の外周に、Ｒ＝σc（1-ν）／Ｅα（但し、σc：抗折強度、ν：ポアソン比、Ｅ：ヤング率、α：熱膨張係数）で表される熱衝撃係数Ｒが400以上を満足する超硬合金からなる外層が接合してなる板圧延用超硬合金製複合ロールが記載されている。これにより、ロールの耐摩耗性、耐肌荒れ性が改善され、圧延事故時の熱亀裂の発生、進展が抑制されるとしている。

先行技術文献

特許文献

[0019] 特許文献1：特開平04－141553号公報

特許文献2：特開平04－365836号公報

特許文献3：特開平05－1350号公報

特許文献4：特開平08－60289号公報

特許文献5：国際出願WO2006/030795号

特許文献6：特公昭57－6502号公報

特許文献7：特公昭58－39906号公報

特許文献8：特開2004－243341号公報

特許文献9：特開2006－175456号公報

特許文献10：特開2004－268140号公報

非特許文献

[0020] 非特許文献1：鎌田ら：日立評論 Vol. 72, No. 5（1990），ｐ69

非特許文献2：橋本ら：製鉄研究 第338号（1990），ｐ62

非特許文献3：門間改三著：「鉄鋼材料学改訂版」実教出版（1981），ｐ368

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0021] しかしながら、特許文献１に記載された技術では、鋼製の芯材の周りに、連続肉盛法で外層を形成するため、生産性が低く、コストも高いという問題があった。また、特許文献２、３に記載された技術では、主として、Nb、ＶおよびＣの含有量を特定範囲に限定し、MC型炭化物を均一分散させて、耐摩耗性と耐クラック性を向上させるとしている。しかし、実際には、CrやMoを多く含むM_7C_3型炭化物やM_6C型炭化物も相当量存在するため、更なる特性の向上は、MC型炭化物を均一分散させるという観点のみからでは十分であるとはいえない。また、特許文献４に記載された技術では、凝集や偏析を起こしやすいM_6C型炭化物の晶出を抑制するため、Mo＋Ｗ：10.0%以下に限定し、これにより、遠心鋳造法によるロール外層材の製造を可能にしている。しかし、Mo、Ｗ含有量を制限することは、最近の更なる耐摩耗性の向上という要望に対しては、問題を残していた。

[0022] なお、遠心鋳造法を用いた圧延用ロールの製造にあたっては、Mo、Ｖ、Ｗ等の炭化物形成元素の増量は、形成される炭化物が軽いため、形成された炭化物は内面側に集積、内層との境界に凝集して、境界の接合強度の低下を招くという懸念があった。

[0023] また、特許文献５に記載された技術では、ロールの耐摩耗性は向上するが、MC型炭化物が少なくなった外面側領域を除去する作業を必要とするうえ、歩留が非常に低く、高生産性と低コストという遠心鋳造法の優位性が失われるという問題があった。

[0024] また、超硬合金を使用する特許文献６や特許文献７に記載された技術は、線材圧延用の小型ロールを対象としており、この技術を、冷間圧延用ロールや熱間圧延用ロールのような大型ロールの製造にそのまま適用することは困難である。しかも、遠心鋳造製品に比べ高価なプロセスであるＨＩＰ処理を必要とするため、小型製品といえども製造コストが高いという問題があった。

[0025] 超硬合金を板圧延用ロールの外層材として使用する、特許文献８、特許文献９、および特許文献１０に記載された技術は、いずれも外層材の成形は焼結-ＨＩＰ法を想定しており、製造コストが極めて高いという問題が残されている。また、これらの技術は、結合剤として軟質なCoやNiを使用しており、圧延時にへこみ疵（凹部）が生成しやすいという問題もあり、実用化が進んでいない。

[0026] 本発明は、かかる従来技術の問題を解決し、従来に比べ顕著に耐摩耗性が向上した、耐摩耗性に優れたロール外層材およびそれを利用した圧延用複合ロールを安価に提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0027] 本発明者らは、上記した課題を達成するため、超硬合金並みの極めて高い耐摩耗性を有する圧延用ロールを、生産性・経済性に優れた遠心鋳造法によって製造可能にする条件について、鋭意検討した。その結果、遠心鋳造時に溶湯、および晶出相に作用する遠心力を利用して、硬質な炭化物をロールの外表面側に密集、濃化させることができれば、遠心鋳造製圧延用ロールの耐摩耗性を顕著に向上させることができることに思い至った。そして更なる検討により、遠心鋳造時に、硬質な炭化物をロールの外表面側に密集、濃化させるためには、遠心力が作用している液相中から、液相よりも比重の大きい炭化物が初晶として晶出し得る条件を見出せば良いことに思い至った。

[0028] すなわち、遠心力が作用している液相中に、液相よりも比重の大きい炭化物が晶出すると、炭化物には外周方向への遠心力が作用する。その際、炭化物とその周囲のγ相とが共晶凝固せず、炭化物が初晶として液相から直接晶出できれば、炭化物の周囲はまだ液相なため、炭化物は容易に外周側に移動、集積することができることになる。

[0029] このような条件を満たす炭化物形成元素として、比重が大きいWに着目し、しかもそれを多量に含有させることに思い至り、各種鋳込み実験を繰り返すとともに、状態図計算等を活用して、

（１）比重が大きいWを多量に含有するＷ－Co基合金に、0.6質量％以上のＣ

を含有させた溶湯とすると、Wが濃化したM_6C型炭化物が初晶として出現すること、

（２）このようなＷ－Co基合金溶湯を遠心鋳造すると、初晶として晶出するM_6C型炭化物が外層材の外表面側に高濃度に偏析する組織形態が得られること、

を見出した。

[0030] なお、使用する合金をFe基合金とすると、W系共晶炭化物の形成が促進され、初晶としてM_6C型炭化物の出現が阻害されることを知見している。また、使用する合金を、炭素の活量を高めるＷ－Co基合金とすることにより、W系共晶炭化物の形成が抑制され、溶湯中に、Wが濃化したM_6C型炭化物が初晶として多量に出現すること、また、Ｃ量が0.6質量％未満では、初晶M_6C型炭化物は出現せず、一方、Ｃ量が3質量％を超えて高くなると、液相線温度が高くなりすぎて、溶解、鋳造が困難となるうえ、非常に割れやすいMC型炭化物、M_2C型炭化物が成長し粗大化するため、容易にロール破断を招くこと、をそれぞれ知見している。

[0031] 本発明は、かかる知見に基づき、さらに検討を加えて完成されたものである。すなわち、本発明の要旨はつぎのとおりである。

（１）Ｗ－Co基合金製圧延用ロール外層材であって、W含有量がロール外周側から内周側に向けて径方向に低下する傾斜組成で、圧延使用時の最大径に相当する位置の外層材表面が、質量％で、Ｗ：25～70％、Co：5～45％、Ｃ：0.6～3.5％、Si：0.05～3％、Mn：0.05～3％、Mo：1～15％を含み、残部が不可避的不純物からなる組成を有する圧延用ロール外層材。

（２）前記組成に加えてさらに、質量％で、Fe：5～40％、Cr：0.1～10％、Ｖ：0.1～6％、Nb：0.1～3％のうちから選ばれた１種又は２種以上を含有する（１）に記載の圧延用ロール外層材。

（３）前記組成に加えてさらに、質量％で、Ni：0.05～3％を含有する（１）または（２）に記載の圧延用ロール外層材。

（４）前記圧延用ロール外層材が、遠心鋳造製である（１）ないし（３）の

いずれかに記載の圧延用ロール外層材。

（５）外層と、該外層と溶着一体化した内層とからなる圧延用複合ロールであって、前記外層が、（１）ないし（３）のいずれかに記載の圧延用ロール外層材である圧延用複合ロール。

（６）外層と、該外層と溶着一体化した中間層、該中間層と溶着一体化した内層とからなる圧延用複合ロールであって、前記外層が、（１）ないし（３）のいずれかに記載の圧延用ロール外層材である圧延用複合ロール。

（７）前記外層が、遠心鋳造製である（５）または（６）に記載の圧延用複合ロール。

発明の効果

[0032] 本発明によれば、熱間圧延用あるいは冷間圧延用ロールとして好適な、耐摩耗性に顕著に優れた圧延用ロール、とくに遠心鋳造製圧延用ロールを、安価にしかも、容易に製造でき、産業上格段の効果を奏する。

図面の簡単な説明

[0033] [図1]実施例における走査型電子顕微鏡組織を示す組織写真である。（ａ）はスリーブNo.13（試験材No.13）、（ｂ）はスリーブNo.5（試験材No.5）である。

[図2]実施例における摩耗試験の概要を模式的に示す説明図である。

発明を実施するための形態

[0034] 本発明の圧延用ロール外層材は、遠心鋳造製とする。ここでいう「遠心鋳造製圧延用ロール外層材」とは、従来から圧延用ロールの製造方法として用いられてきた遠心鋳造法を用いて製造された状態の圧延用ロール外層材であることを意味する。遠心鋳造法を用いて製造された圧延用ロール外層材（「遠心鋳造製」圧延用ロール外層材）は、従来から、それ以外の製造方法で製造された圧延用ロールとは、「物」として明瞭に区別でき、しかも、その「遠心鋳造製」圧延用ロール外層材を構造や特性で特定することは、多大の労力を必要とし、非実際的である。

[0035] 本発明の圧延用ロール外層材は、Ｗ－Co基合金製で、Ｗ含有量がロール外

周側から内周側に向けて径方向に低下する傾斜組成を有し、圧延使用時の最大径に相当する位置の外層材表面が、質量％で、Ｗ：25～70％、Co：5～45％を含み、さらにＣ：0.6～3.5％、Si：0.05～3％、Mn：0.05～3％、Mo：1～15％を含み、残部が不可避的不純物からなる組成を有する。なお、上記した組成は、外層材全体積に対し、少なくとも外表面側の20％の体積分に相当する径方向位置、例えば外径250mm、内径140mmのスリーブであれば、圧延使用時の最大径に相当する位置から内周側に向けて径方向に少なくとも9mmの位置、でも満足させることが好ましい。

[0036] なお、ここでいう「圧延使用時の最大径に相当する位置の外層材表面」とは、鋳込みまま外層材の外表面に形成される層（溶湯が金型との接触により急冷されて凝固した部位等）を研削除去し、初めて圧延使用に供される製品ロール径の最大径に相当する位置の外層材表面をいい、すなわち、製品（ロール外層材）として使用できる最大径に相当する位置の外層材表面をいう。また、「圧延使用時の最大径に相当する位置の外層材表面」とは、鋳込みまま外層材の外表面に形成される層を研削除去し、初めて圧延使用に供される製品ロール径の最大径に相当する位置の外層材表面から内周側に向けて、外層材全体積に対し、少なくとも外表面側の２０％の体積分を示す範囲のことをいう。

[0037] また、外層材表面の組成分析は、蛍光Ｘ線分析や発光分光分析等の機器分析によって行なっても、また、破壊検査にはなるが、当該外層材表面を含む位置から、ロール径方向の厚みが10mm未満のブロック状試料を採取して、該試料を化学分析して行なっても、いずれでも良い。

[0038] まず、本発明圧延用ロール外層材の組成限定理由について説明する。以下、組成に関する質量％は、単に％で記す。

[0039] Ｃ：0.6～3.5％

Ｃは、Ｗ、およびMo、Cr、Ｖ、Nbなどの炭化物形成元素と結合し、硬質炭化物を形成し、耐摩耗性を向上させる作用を有する元素である。Ｃ量に応じて、炭化物の形態や晶出量および晶出温度が変化する。Ｃの含有が0.6％以上

では、M_6C型炭化物が初晶として晶出し、遠心鋳造時に外表面側に偏析する組織形態が得られ、耐摩耗性が向上する。なお、Ｃの含有が0.6％未満では、初晶として晶出するM_6C型炭化物量が不足し耐摩耗性が低下する。一方、Ｃが3.5％を超えて多量に含有すると、外層材として製造が困難になるうえ、非常に割れ易いM_2C炭化物やMC炭化物が生成し、粗大化するため、圧延時にロール破壊を生じやすくなる。このようなことから、Ｃは0.6～3.5％の範囲に限定した。なお、好ましくはＣは1.0～3.0％である。より好ましくはＣは1.2～2.8％である。

[0040] Si：0.05～3％

Siは、脱酸剤として作用するとともに、基地の強化作用をも有する元素である。そのような効果を得るためには、0.05％以上のSiの含有を必要とする。一方、Siは3％を超えて含有しても、効果が飽和するうえ、片状黒鉛が出現して靭性が低下する。このため、Siは0.05～3％の範囲に限定した。なお、好ましくはSiは0.1～2％である。より好ましくはSiは0.2～1.8％である。

[0041] Mn：0.05～3％

Mnは、MnSとしてＳを固定し、材質に悪影響を及ぼすＳを無害化する作用を有する元素である。また、Mnは、基地に固溶して焼入れ性向上に寄与する。このような効果を得るためには、0.05％以上のMnを含有させる必要がある。一方、Mnは3％を超えて含有しても上記した効果が飽和するうえ、材質低下を招く。このため、Mnは0.05～3％の範囲に限定した。なお、好ましくはMnは0.1～1％である。より好ましくはMnは0.2～0.8％である。

[0042] Mo：1～15％

Moは、Ｃと結合して炭化物を形成する炭化物形成元素であり、本発明ではとくに、Wが濃化した初晶炭化物である硬質なM_6C型炭化物中に固溶して炭化物を強化し、ロール外層材の破壊抵抗を増加する作用を有する。また、Moは熱処理時に焼入れ性を向上させ、ロール外層材の硬さ増加に寄与する。さらに、Moは、Coよりも重い元素であり、初晶炭化物の外表面側への遠心分離を阻害しないか、あるいは促進する効果をも有する。これらの効果を得るには

、1%以上のMoの含有を必要とする。一方、Moは15%を超えて多量に含有すると、Mo主体の硬脆な炭化物が出現し、耐摩耗性が低下する。このため、Moは1～15%の範囲に限定した。なお、好ましくはMoは2～10%である。より好ましくはMoは4～10%である。

[0043] W：25～70%

Wは、本発明で最も重要な元素であり、25%以上と多量に含有させた合金組成とする。これにより、Wが濃化した硬質なM_6C型炭化物を初晶として多量に出現させることができ、耐摩耗性が著しく向上した圧延用ロール外層材とすることができる。なお、Wの含有量が25%未満の場合には、本発明の目的とする耐摩耗性に優れた圧延用ロール外層材を得ることが困難となる。一方、70%を超えるWの含有は、M_6C型炭化物が粗大化し脆くなるうえ、溶湯の融点が上昇して、溶解、鋳造等が困難となる。このため、Wは25～70%の範囲に限定した。なお、好ましくはWは30～65%である。より好ましくはWは35～55%である。

[0044] Co：5～45%

Coは、Wとともに、本発明で重要な元素である。CoをWと共に、多量に含有することにより、Cの活量が増加して、Wが濃化した硬質な炭化物（M_6C型あるいはM_2C型やMC型など）を初晶として多量に出現させることが促進され、圧延用ロール外層材の耐摩耗性の向上に寄与する。このような効果を得るためには、Coを5%以上含有させる必要がある。一方、Coは45%を超えて多量に含有すると、γ相が安定化し、基地が軟質となり、圧延用ロールとして使用した場合には、くぼみ疵（凹部）の多発を招き、耐摩耗性が著しく低下する。このため、Coは5～45%の範囲に限定した。なお、好ましくはCoは10～40%である。より好ましくはCoは15～35%である。

[0045] 上記した成分が基本の成分であるが、基本組成に加えて、Fe：5～40%、Cr：0.1～10%、V：0.1～6%、Nb：0.1～3%のうちから選ばれた１種又は２種以上、および／または、Ni：0.05～3%、を必要に応じ選択して含有してもよい。

[0046] Fe：5～40%、Cr：0.1～10%、Ｖ：0.1～6%、Nb：0.1～3%のうちから選ばれた１種又は２種以上

Fe、Cr、Ｖ、Nbはいずれも、炭化物形成元素であり、炭化物に固溶して炭化物を強化する作用を有する元素であり、必要に応じて選択して１種または２種以上を含有できる。

[0047] Feは、炭化物に固溶するとともに基地にも固溶して、基地の強化に寄与し、圧延用ロールとして使用した場合にくぼみ疵（凹部）の生成を防止する作用を有する。このような効果を得るためには、Feを5%以上含有することが好ましい。一方、Feは40%を超えて含有すると、初晶として出現する硬質なM_6C型炭化物量が減少し、脆弱なM_3C型炭化物が増加し、耐摩耗性が低下する。このため、含有する場合には、Feは5～40%の範囲に限定することが好ましい。なお、より好ましくはFeは10～35%である。より好ましくはFeは12～30%である。

[0048] 基地中にFeを含有することによりＷ－Co基合金の基地が強化される機構については現時点では明確になっていないが、Coによるγ相安定化作用をFeによるα相安定化作用が相殺して、結果的に基地の強度が上昇したためか、あるいはFeのα相安定化作用が大きく、基地が硬質なマルテンサイトやベイナイト組織となり、あるいはさらにそのような基地中にさらに微細な炭化物が析出した組織が出現する、などの基地の強化現象が生じたと考えている。

[0049] Crは、強力な炭化物形成元素であり、主に共晶炭化物を形成するとともに、形成した炭化物の強度を向上させる効果を有する。共晶炭化物は、初晶であるM_6C型炭化物の間隙に晶出することになるため、結果的にM_6C型炭化物の間隙を強化するように作用する。また、Crは、黒鉛の出現を抑制する作用も有する。Ｗ－Co基合金は、Ｃの活量係数が高いため黒鉛が出現し易く、黒鉛が出現すると靭性が低下する。黒鉛の出現を抑制し圧延用ロールとして安定して使用するために、本発明では必要に応じてCrを含有することが好ましい。このような効果を得るためには、Crを0.1%以上含有することが好ましい。一方、Crは10%を超えて含有すると、Cr系共晶炭化物が多量に出現して靭性

が低下する。このため、含有する場合には、Crは0.1～10%の範囲に限定することが好ましい。なお、より好ましくはCrは1～8%である。より好ましくはCrは1.5～7%である。

[0050] Vは、Cと結合して硬質なVC（Mo、Nb、Cr、W等を含んだMC型炭化物）を形成する元素であり、形成されたMC型炭化物が初晶として晶出し、Wが濃化したM_6C型炭化物の晶出核となり、M_6C型炭化物の出現を促進させ、さらに微細なM_6C型炭化物を高密度に分散させる作用を有する。このような効果を得るためには、Vを0.1%以上含有させることが好ましい。一方、Vは6%を超えて多量に含有すると、Wを多く含有していても、低比重のV系MC型炭化物が増加し、しかも粗大化して、遠心鋳造時にロール外層材の内面側に遠心分離される。そのため、外面側で硬質のM_6C型炭化物量が不足しロール外層材の使用時の耐摩耗性が低下する。また、内面側に遠心分離されたV系MC型炭化物が多量になるとロール内層や中間層との境界強度が低下する。このため、含有する場合には、Vは0.1～6%の範囲に限定することが好ましい。なお、より好ましくはVは1～5%である。より好ましくはVは1.5～4%である。

[0051] Nbは、Cとの結合力が極めて高く、強力な炭化物形成元素であり、VやWとの複合炭化物を形成しやすい。このようなNbとVやWとの複合炭化物は、初晶として晶出する、Wが濃化したM_6C型炭化物の晶出核となり、M_6C型炭化物の出現を促進させ、さらに微細なM_6C型炭化物を高密度に分散させる作用を有する。このような効果を得るためには、Nbは0.1%以上の含有を必要とする。一方、Nbが3%を超える多量の含有は、低密度のNb系MC型炭化物を形成し粗大化して、遠心鋳造時に炭化物がロール外層材の内面側に遠心分離されやすくなるとともに、外層材内面側のMC型炭化物の量が増加する。しかも外層材内面側に遠心分離されるMC型炭化物は、その量が多くなると、ロール内層や中間層との境界強度が低下するなど、内面側の品質が低下する。このため、含有する場合には、Nbは0.1～3%の範囲に限定することが好ましい。なお、より好ましくはNbは0.5～2%である。より好ましくはNbは0.6～1.8%である。

[0052] Ni:0.05～3%

Niは、焼入れ性を向上させる作用がある元素であり、例えば、大型ロールにおける焼入れ性不足を解消するためなど、必要に応じて含有できる。このような効果を得るためには、Niを0.05%以上含有することが好ましい。なお、不純物レベルである0.05%未満ではその効果が認められない。一方、Niが3%を超える含有は、γ相が安定化し、所望の焼入れ性を確保できなくなる。このため、含有する場合には、Niは0.05～3%の範囲に限定することが好ましい。好ましくはNiは0.1～2.5%である。

[0053] 上記した成分以外の残部は、不可避的不純物からなる。不可避的不純物としては、Ｐ、Ｓ、Ｎ、Ｂが例示できる。なお、Ｐは、粒界に偏析し、材料を脆化させる等の悪影響を及ぼすため、不純物としてできるだけ低減することが望ましいが、0.05%以下であれば許容できる。また、Ｓも、Ｐと同様に、粒界に偏析し、材料を脆化させる等の影響を及ぼすため、不純物としてできるだけ低減することが望ましいが、0.05%以下であれば、一部はMnと化合して硫化物系介在物として存在し無害化されるため、許容できる。また、Ｎは、通常の溶解であれば、不純物として0.01～0.1%程度混入する。しかし、この程度の含有であれば本発明の効果に影響することはない。但し、Ｎは、複合ロールの外層と中間層あるいは内層との境界にガス欠陥を生成することがあるので0.07%未満に限定することが好ましい。なお、Ｂは、溶解原料のスクラップや鋳造用フラックスから混入して不可避的不純物元素として含有される場合がある。Ｂは、炭化物や基地に固溶して炭化物の性質を変化させたり、基地に固溶して基地の焼入れ性に影響を及ぼし、品質バラツキを醸成することがある。このため、Ｂは極力低減した方が好ましいが、0.1%以下であれば、本発明の効果に悪影響を及ぼすことはない。ここで、上記した不可避的不純物元素は、合計で1%未満に調整することが好ましい。

[0054] 次に、本発明圧延用ロール外層材の好ましい製造方法について説明する。

[0055] 本発明では、生産性、ならびに製造コストの観点から、圧延用ロール外層材は、鋳造鋳型を回転させる形式の遠心鋳造法を用いて製造する。これによ

り、安価に、耐摩耗性に優れた圧延用ロール外層材を製造することができる。

[0056] まず、回転する鋳型に、上記したロール外層材組成の溶湯を、所定の肉厚となるように注湯し、遠心鋳造して、圧延用ロール外層材とする。なお、通常は、鋳型の保護のため、その内面には、ジルコン等を主材とした耐火物が被覆されることが一般的である。なお、本発明では、遠心力が120～250Ｇとなるように回転数を調整して遠心鋳造することが好ましい。高い遠心力を付与することにより、外表面側で密度の大きい硬質炭化物の分散密度を高くできる。

[0057] 本発明では、得られた圧延用ロール外層材は、単体のスリーブとして、そこに軸材を嵌合して、圧延用ロールとしてもよい。また、得られた圧延用ロール外層材は、その内側に溶着一体化した中間層を設け、中間層を有するスリーブとして、そこに軸材を嵌合して、圧延用ロールとしてもよい。なお、中間層は、ロール外層材の凝固途中あるいは完全に凝固したのち、鋳型を回転させながら、中間層組成の溶湯を注湯し、遠心鋳造することにより形成することが好ましい。中間層材として、黒鉛鋼、1～2質量％Ｃの高炭素鋼、亜共晶鋳鉄等が例示できる。なお、これら圧延用ロールの軸材はとくに限定されないが、別途製造された鍛鋼品（軸）、鋳鋼品（軸）、鋳鉄品（軸）とすることが好ましい。

[0058] さらに本発明では、上記した圧延用ロール外層材を外層とし、該外層と溶着一体化した内層とからなる複合ロールとするか、あるいは上記した圧延用ロール外層材を外層とし、該外層と溶着一体化した中間層、該中間層と溶着一体化した内層とからなる複合ロールとしてもよい。

[0059] 中間層を形成する場合には、ロール外層材の凝固途中あるいは完全に凝固したのち、鋳型を回転させながら、中間層組成の溶湯を注湯し、遠心鋳造することが好ましい。なお、中間層材としては、黒鉛鋼、1～2質量％Ｃの高炭素鋼、亜共晶鋳鉄等を用いることが好ましい。中間層と外層とは一体溶着されており、外層成分が中間層へ10～90％程度の範囲で混入する。内層への外

層成分の混入量を抑える観点から、外層成分の中間層への混入量はできるだけ低減しておくことが望ましい。

[0060] また、一般的に、内層は、外層あるいは中間層が完全に凝固したのち、鋳型の回転を停止し鋳型を立ててから、内層材を静置鋳造して形成される。ここで、静置鋳造される内層材としては、鋳造性と機械的性質に優れた球状黒鉛鋳鉄、いも虫状黒鉛鋳鉄（CV鋳鉄）などを用いることが好ましい。なお、中間層がなく、外層と内層が一体溶着されている複合ロールでは、外層材の成分が1～10%程度、内層に混入することが多い。外層材に含まれるW、Cr、Ｖ等は強力な炭化物形成元素であり、これら元素が内層へ混入すると、内層を脆弱化する。このため、本発明では、外層成分の内層への混入率は5%未満に抑えることが好ましい。

[0061] 上記した圧延用ロール外層材、圧延用複合ロールは、鋳造後、熱処理を施されることが好ましい。熱処理は、1000～1200℃に加熱し5～40ｈ保持したのち、炉内で冷却したり、空冷あるいは衝風空冷する工程と、さらに400～600℃に加熱保持したのち冷却する工程を１回以上施す処理とすることが好ましい。なお、本発明圧延用ロール外層材、圧延用複合ロールの硬さは、用途に応じて、79～100HSの範囲内で調整することが好ましい。このような硬さを安定して確保できるように、鋳造後の熱処理を調整することが推奨される。

実施例

[0062] 表１に示す組成の溶湯を、高周波誘導炉で溶解し、遠心鋳造法により、試験材としてスリーブ状のロール外層材（外径：250mmφ、径方向肉厚：55mm）を鋳造した。なお、鋳込み温度は1450～1550℃、遠心力は重力倍数で140～220Ｇとした。一部試験材（溶湯No.Ｓ）では内面への著しい炭化物偏析が生じたため、この偏析を減少させる目的で60Ｇとした。鋳造後、1050～1200℃に再加熱し10ｈ保持した後、100℃以下まで冷却する焼入れ処理、および400～560℃に加熱・保持し冷却する焼戻処理を、１回あるいは２回繰返して施した。これにより、試験材の外表面から肉厚方向に5mmの位置における硬さをおおよそ85～100HSに調整した。なお、鉄鋼の熱間仕上圧延用ロールとして使用さ

れている市販の遠心鋳造製外層材組成（ハイスロール系組成：2.2％Ｃ－0.4％Si－0.4％Mn－5.3％Cr－5.2％Mo－5.6％Ｖ－1.1％Nb）の溶湯（溶湯No.Ｖ）を溶解し、同様にスリーブ状のロール外層材を鋳造し、鋳造後熱処理を施して、試験材（硬さ85HS）とし、従来例（試験材No.22）とした。

[0063] 上記熱処理を施した試験材から、組成分析用試験片、摩耗試験用試験片を採取した。なお、試験材No.19は、非常に割れやすく試験材の採取が極めて困難であった。

[0064] なお、組成分析用試験片は、上記した熱処理後の試験材の外表面から径方向に5mm研削し、その研削後の外表面から径方向に5mm、外表面に平行な面で10mm×10mmの大きさの試験片を採取した。得られた試験片を用いて、各成分元素の分析を行った。分析方法は、化学分析とし、Ｃは燃焼法、Si、Ｗは重量法、Mn、Cr、Moは原子吸光法、Coは容量法、Feは容量法または原子吸光法とした。

得られた結果を表２に示す。

また、摩耗試験片（外径60mmφ×幅10mm）は、上記した熱処理後の試験片から、摩耗試験片の幅中央位置が、該試験材の外表面から径方向に10mmの位置となるように採取した。なお、摩耗試験は、図２に示すように、試験片（摩耗試験片）と相手材（材質：S45C、外径190mmφ×幅15mm）との２円盤すべり転動方式で行った。

[0065] 摩耗試験は、試験片を水冷しながら、回転数：700rpm（周速：2.1m/s）で回転する試験片に、850℃に加熱した相手片を荷重980Nで圧接しながら、すべり率：14.2％で転動させた。試験片の転動回数が21000回ごとに相手材を更新し、累積回転数が168000回になるまで転動させた。試験終了後に、摩耗試験片の摩耗減量を調査した。得られた摩耗減量について、従来例（試験材No.22）の摩耗減量を基準（1.0）とし、基準に対する各試験材の摩耗減量の比（：耐摩耗比＝（従来例の摩耗減量）／（当該試験材の摩耗減量））を算出し、耐摩耗性を評価した。耐摩耗比が3以上である場合を記号「◎」、耐摩耗比が2以上3未満である場合を記号「○」、耐摩耗比が2未満である場合を記号「×

」とそれぞれ示し、記号◎は大変よい、記号○は良い、記号×は悪いとそれぞれ評価した。

得られた結果を表３に示す。

[0066] [表1]

溶湯No.	化学成分 (質量%)								
	W	Co	Mo	C	Si	Mn	Fe,Cr,V,Nb	Ni	残部
A	55.7	31.2	4.3	2.3	0.4	0.6	Cr:4.9	—	不可避的不純物
B	29.9	50.4	8.7	1.6	0.1	0.5	Cr:8.2,V:0.3	—	不可避的不純物
C	52.6	22.4	4.1	0.7	1.2	0.6	Fe:8.7,Cr:3.6,V:5.5	—	不可避的不純物
D	38.6	24.5	5.5	1.6	0.4	1.2	Fe:15.8,Cr:9.2,Nb:3.2	—	不可避的不純物
E	26.5	28.8	9.0	1.9	2.1	0.4	Fe:24.3,Cr:6.0,V:0.8,Nb:0.4	—	不可避的不純物
F	34.9	29.1	4.8	2.1	0.5	0.6	Fe:20.5,Cr:5.4,V:0.5,Nb:1.6	0.2	不可避的不純物
G	31.4	33.5	7.2	1.9	0.7	0.3	Fe:23.6,Cr:1.4	—	不可避的不純物
H	38.6	28.2	1.9	1.6	0.3	0.4	Fe:21.8,Cr:6.6	—	不可避的不純物
I	22.1	29.1	12.2	0.9	0.4	0.4	Fe:28.7,Cr:5.6	0.8	不可避的不純物
J	38.6	31.2	7.4	1.9	0.4	0.4	Fe:10.9,Cr:8.6	0.5	不可避的不純物
K	33.2	30.0	6.7	1.6	0.4	0.5	Fe:21.2,Cr:6.5	—	不可避的不純物
L	34.3	37.6	3.9	1.7	0.3	0.3	Fe:17.3,Cr:4.5	—	不可避的不純物
M	34.2	21.8	4.7	1.9	0.5	2.6	Fe:24.4,Cr:9.8	—	不可避的不純物
N	35.3	31.1	4.1	1.8	0.4	0.4	Fe:21.6,Cr:4.8	—	不可避的不純物
O	29.6	27.6	6.1	2.6	0.2	0.3	Fe:25.7,Cr:5.2,V:1.8,Nb:0.6	—	不可避的不純物
P	52.3	18.3	9.6	1.4	0.4	0.4	Fe:17.4	—	不可避的不純物
Q	32.4	12.4	5.8	1.6	0.6	1.4	Fe:38.4,Cr:7.2	—	不可避的不純物
R	12.3	37.8	5.2	1.1	0.6	0.6	Fe:34.4,Cr:7.8	—	不可避的不純物
S	27.4	5.1	4.2	5.9	0.4	0.4	Fe:31.1,Cr:6.3,V:18.8	0.2	不可避的不純物
T	29.6	44.7	3.7	0.5	0.5	0.6	Fe:8.3,Cr:7.5,Cr:3.8	0.5	不可避的不純物
U	26.3	3.4	4.5	1.3	0.4	0.4	Fe:57.1,Cr:6.2	—	不可避的不純物
V	—	—	5.2	2.2	0.4	0.4	Cr:5.3,V:5.6,Nb:1.1	—	Fe及び不可避的不純物
W	57.1	18.6	19.8	3.0	0.4	1.0	—	—	不可避的不純物

[0067]

[表2]

試験材No.	溶湯No.	化学成分 (質量%)								備考
		W	Co	Mo	C	Si	Mn	Fe,Cr,V,Nb	Ni	残部***	
1	A	64.6	21.9	4.9	2.4	0.3	0.5	Cr:4.4	—	不可避的不純物	本発明例
2	B	40.1	38.6	9.3	1.7	0.1	0.4	Cr:8.0,V:0.3	—	不可避的不純物	本発明例
3	C	61.8	16.3	4.7	0.8	1.1	0.3	Fe:7.1,Cr:2.7,V:4.3	—	不可避的不純物	本発明例
4	D	48.6	17.3	6.4	1.6	0.4	1.0	Fe:13.9,Cr:7.9,Nb:2.8	—	不可避的不純物	本発明例
5	E	37.2	20.4	11.4	1.9	2.1	0.4	Fe:20.1,Cr:5.4,V:0.7,Nb:0.4	—	不可避的不純物	本発明例
6	F	46.4	21.7	5.3	2.2	0.4	0.4	Fe:17.7,Cr:4.8,V:0.2,Nb:0.8	0.1	不可避的不純物	本発明例
7	G	40.0	26.1	8.4	2.0	0.6	0.1	Fe:21.9,Cr:0.9	—	不可避的不純物	本発明例
8	H	49.7	19.8	2.5	1.6	0.3	0.3	Fe:19.0,Cr:5.9	—	不可避的不純物	本発明例
9	I	27.6	23.0	14.5	1.0	0.3	0.2	Fe:27.5,Cr:5.1	0.6	不可避的不純物	本発明例
10	J	47.0	24.5	8.6	1.9	0.4	0.3	Fe:9.2,Cr:7.8	0.3	不可避的不純物	本発明例
11	K	46.0	22.8	7.8	1.9	0.4	0.3	Fe:16.0Cr:5.8	—	不可避的不純物	本発明例
11a*		24.1	36.1	6.6	1.4	0.6	0.4	Fe:23.9,Cr:6.9	—	不可避的不純物	参考
11b**		19.6	41.1	5.6	1.2	0.5	0.4	Fe:24.1,Cr:7.5	—	不可避的不純物	参考
12	L	42.5	33.4	4.2	1.8	0.2	0.4	Fe:13.8,Cr:3.7	—	不可避的不純物	本発明例
13	M	44.4	15.4	4.9	2.0	0.5	2.4	Fe:21.5,Cr:8.9	—	不可避的不純物	本発明例
14	N	46.2	25.0	4.5	1.9	0.4	0.2	Fe:17.8,Cr:4.0	—	不可避的不純物	本発明例
15	O	44.7	18.7	7.0	3.0	0.1	0.2	Fe:20.5,Cr:4.6,V:1.0,Nb:0.2	—	不可避的不純物	本発明例
16	P	69.4	7.2	11.2	1.6	0.3	0.3	Fe:10.0	—	不可避的不純物	本発明例
17	Q	39.2	8.3	6.6	1.4	0.6	1.4	Fe:35.0,Cr:7.4	—	不可避的不純物	本発明例
18	R	12.5	37.2	5.3	1.2	0.6	0.6	Fe:34.6,Cr:8.0	—	不可避的不純物	比較例
19	S	27.3	5.5	5.8	5.7	0.4	0.4	Fe:31.4,Cr:6.5,V:16.7	0.3	不可避的不純物	比較例
20	T	30.0	44.6	3.7	0.4	0.5	0.6	Fe:8.2,Cr:7.5,V:4.0	0.5	不可避的不純物	比較例
21	U	29.0	2.7	4.5	1.2	0.4	0.4	Fe:55.6,Cr:6.2	—	不可避的不純物	比較例
22	V	—	—	5.2	2.2	0.4	0.4	Cr:5.3,V:5.6,Nb:1.1,	—	Fe及び不可避的不純物	従来例
23	W	69.5	10.7	14.6	3.5	0.4	1.0	—	—	不可避的不純物	本発明例

*)熱処理後の試験材（ロール外層材）の外表面から18mmの位置
**)熱処理後の試験材（ロール外層材）の外表面から38mmの位置
***)残部：S,P,N,B,Ti,Al等（分析せず）

[0068]

[表3]

試験材No.	溶湯No.	耐摩耗性		備考
		耐摩耗比 基準＝1.0	評価	
1	A	4.4	◎	本発明例
2	B	3.3	◎	本発明例
3	C	4.2	◎	本発明例
4	D	4.1	◎	本発明例
5	E	3.0	◎	本発明例
6	F	4.3	◎	本発明例
7	G	3.3	◎	本発明例
8	H	4.2	◎	本発明例
9	I	2.5	○	本発明例
10	J	4.3	◎	本発明例
11	K	4.3	◎	本発明例
11a*		1.9	—	参考
11b**		0.8	—	参考
12	L	3.5	◎	本発明例
13	M	3.9	◎	本発明例
14	N	4.0	◎	本発明例
15	O	4.7	◎	本発明例
16	P	5.2	◎	本発明例
17	Q	2.3	○	本発明例
18	R	1.2	×	比較例
19	S	割れ	×	比較例
20	T	1.3	×	比較例
21	U	1.5	×	比較例
22	V	1.0（基準）	—	従来例
23	W	2.1	○	本発明例

*)熱処理後の試験材（ロール外層材）の外表面から18mmの位置
**)熱処理後の試験材（ロール外層材）の外表面から38mmの位置

[0069] 本発明例はいずれも、耐摩耗比が2.1以上と従来例（ハイスロール）に比べ格段に耐摩耗性が向上している。一方、本発明の範囲を外れる比較例は、試験途中で割れが発生したり、耐摩耗比が2未満と従来例に比べて耐摩耗性の改善が少ない。

[0070] なお、本発明例（No.13、No.5）について組織を観察し図1に示す。熱処理

後の試験材外表面から径方向に5mmの位置が観察面となるように組織観察用試験片を採取し、走査型電子顕微鏡（倍率：250倍）で観察し、反射電子像を得た。白色領域が初晶炭化物（Wが濃化したM_6C型炭化物）であることを確認している。本発明例では、試験材（スリーブ状ロール外層材）外表面側に初晶炭化物が高密度に分散していることがわかる。

[0071] なお、参考として、試験材No.11（本発明例）について、熱処理後の試験材（スリーブ状ロール外層材）外表面から径方向に18mmの位置（18mm位置）および38mmの位置（38mm位置）で、該位置から径方向に5mm、外表面に平行な面で10mm×10mmの大きさの組成分析用試験片を採取した。そして、化学分析により各位置での組成を分析した。得られた結果を表２に併記した。

[0072] また、試験材No.11（本発明例）について、摩耗試験片の試験面が、熱処理後の試験材外表面から径方向に18mmの位置（18mm位置）および38～48mmの範囲の位置（38mm位置）となるように、摩耗試験片を採取した。上記した条件と同様に、摩耗試験を実施し、摩耗減量を測定した。得られた結果を表３に併記した。

[0073] 表２から、試験材（スリーブ状ロール外層材）外表面には、主にWが濃化しており、外表面から径方向に18mm離れた位置（18mm位置）、外表面から径方向に38mm離れた位置（38mm位置）では、Wの比率が減少し、Co、Fe等の比率が増加し、明らかに傾斜組成となっていることがわかる。そのため、表３からわかるように、外表面から径方向に18mmの位置（18mm位置）および38mm離れた位置（38mm位置）では、外表面から径方向に10mmまでの領域に比べて耐摩耗性が低下している。

請求の範囲

[請求項1] Ｗ－Co基合金製圧延用ロール外層材であって、

W含有量がロール外周側から内周側に向けて径方向に低下する傾斜組成で、圧延使用時の最大径に相当する位置の外層材表面が、質量％で、

Ｗ：25～70％、

Co：5～45％、

Ｃ：0.6～3.5％、

Si：0.05～3％、

Mn：0.05～3％、

Mo：1～15％

を含み、残部が不可避的不純物からなる組成を有する圧延用ロール外層材。

[請求項2] 前記組成に加えてさらに、質量％で、

Fe：5～40％、

Cr：0.1～10％、

Ｖ：0.1～6％、

Nb：0.1～3％

のうちから選ばれた１種又は２種以上を含有する請求項１に記載の圧延用ロール外層材。

[請求項3] 前記組成に加えてさらに、質量％で、

Ni：0.05～3％

を含有する請求項１または２に記載の圧延用ロール外層材。

[請求項4] 前記圧延用ロール外層材が、遠心鋳造製である請求項１ないし３のいずれかに記載の圧延用ロール外層材。

[請求項5] 外層と、該外層と溶着一体化した内層とからなる圧延用複合ロールであって、

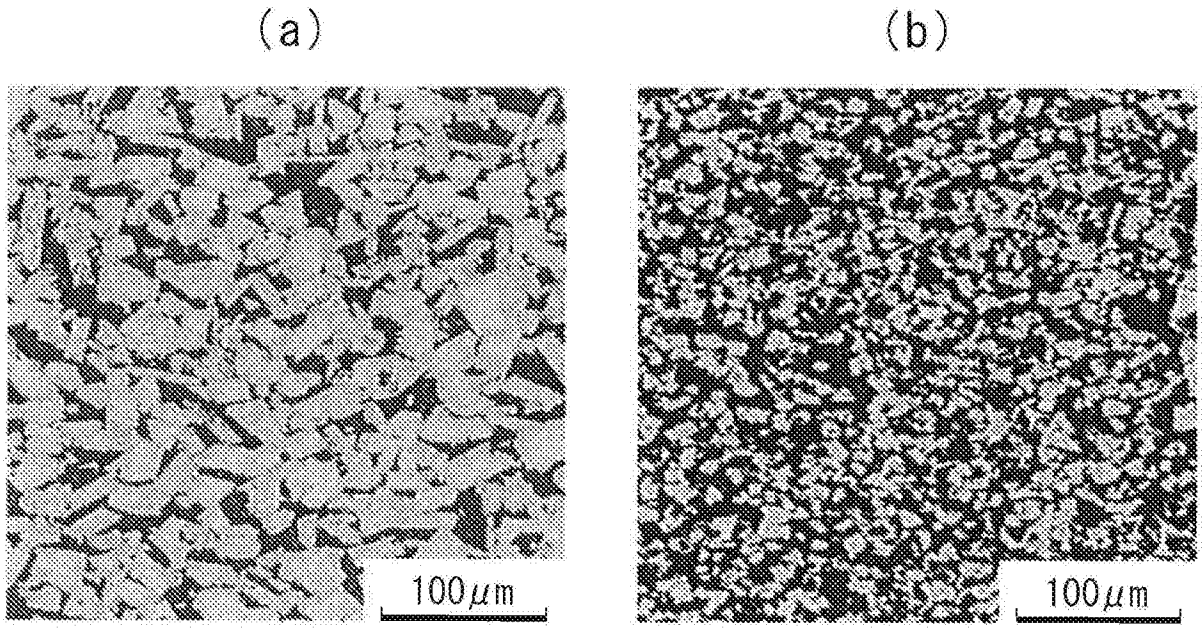
前記外層が、請求項１ないし３のいずれかに記載の圧延用ロール外層

材である圧延用複合ロール。

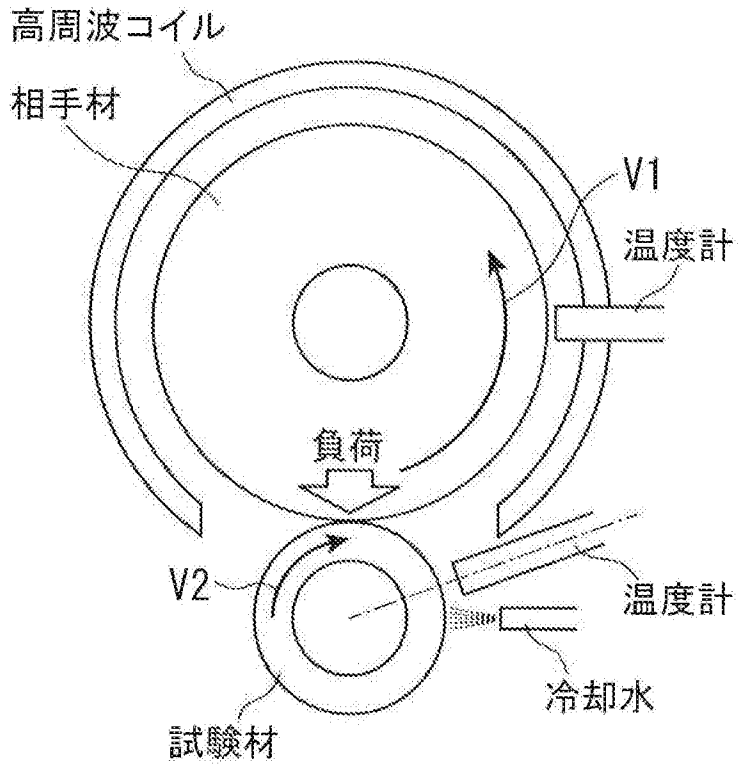
[請求項6] 外層と、該外層と溶着一体化した中間層、該中間層と溶着一体化した内層とからなる圧延用複合ロールであって、
前記外層が、請求項１ないし３のいずれかに記載の圧延用ロール外層材である圧延用複合ロール。

[請求項7] 前記外層が、遠心鋳造製である請求項５または６に記載の圧延用複合ロール。

[図1]



[図2]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2017/026246

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
B21B27/00(2006.01)i, *B22D13/02*(2006.01)i, *C21D9/38*(2006.01)i, *C22C27/04*(2006.01)i, *C22C30/00*(2006.01)i, *C22F1/00*(2006.01)i, *C22F1/18*(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)
B21B27/00, B22D13/02, C22C27/04, C22C30/00

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)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 60-177945 A (Kubota Tekko Kabushiki Kaisha), 11 September 1985 (11.09.1985), entire text; fig. 1 (Family: none)	1-7
A	JP 61-60857 A (Kubota Tekko Kabushiki Kaisha), 28 March 1986 (28.03.1986), entire text; fig. 1 to 4 (Family: none)	1-7
A	JP 48-69719 A (Nippon Tungsten Co., Ltd.), 21 September 1973 (21.09.1973), entire text; drawings (Family: none)	1-7

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"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)
"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
"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
"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
"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
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
14 September 2017 (14.09.17)	26 September 2017 (26.09.17)

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

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１７／０２６２４６

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　B21B27/00(2006.01)i, B22D13/02(2006.01)i, C21D9/38(2006.01)i, C22C27/04(2006.01)i, C22C30/00(2006.01)i, C22F1/00(2006.01)i, C22F1/18(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.　B21B27/00, B22D13/02, C22C27/04, C22C30/00

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）

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	JP 60-177945 A（久保田鉄工株式会社）1985.09.11, 全文, 第１図（ファミリーなし）	1-7
A	JP 61-60857 A（久保田鉄工株式会社）1986.03.28, 全文, 第1-4図（ファミリーなし）	1-7
A	JP 48-69719 A（日本タングステン株式会社）1973.09.21, 全文, 図面（ファミリーなし）	1-7

☐　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	国際調査報告の発送日
１４．０９．２０１７	２６．０９．２０１７

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
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）　４Ｅ　９６３１
酒井　英夫
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３４２５