

(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
2014年12月18日(18.12.2014)



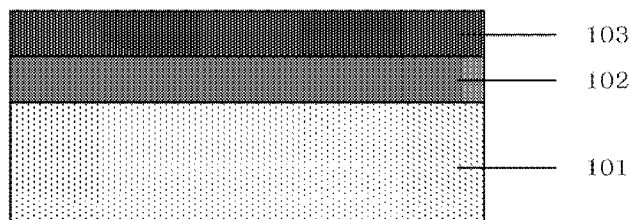
(10) 国際公開番号
WO 2014/199423 A1

- (51) 国際特許分類:
C23C 24/04 (2006.01) C23C 4/06 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2013/065916
- (22) 国際出願日: 2013年6月10日(10.06.2013)
- (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: 株式会社 日立製作所(HITACHI, LTD.)
[JP/JP]; 〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目
6番6号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 桑原 孝介(KUWABARA Kousuke); 〒
3191292 茨城県日立市大みか町七丁目1番1号
株式会社 日立製作所 日立研究所内 Ibaraki
(JP). 朴 ミンソク(PARK Minseok); 〒3191292 茨
城県日立市大みか町七丁目1番1号 株式会社
日立製作所 日立研究所内 Ibaraki (JP).
- (74) 代理人: 井上 学, 外(INOUE Manabu et al.); 〒
1008220 東京都千代田区丸の内一丁目6番1号
株式会社 日立製作所内 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, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES,
FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN,
IS, JP, KE, KG, 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, PA, PE, PG, PH,
PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, 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, 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: STEEL MEMBER AND PRODUCTION METHOD FOR STEEL MEMBER

(54) 発明の名称: 鉄鋼部材および鉄鋼部材の製造方法

[図1]



100

(57) Abstract: A plurality of layers in which the carbon content is higher than that of a treated material made of steel, but 1.0 wt % or less, is laminated to at least a portion of the treated material, the outermost surface layer among the plurality of layers having the highest carbon concentration. The method includes at least: a step of spraying a powder containing carbon onto at least a portion of a treated material made of steel, forming a first layer of higher carbon concentration than the treated material; and a step of spraying a powder containing carbon onto at least a portion of the first layer, forming a second layer of higher carbon concentration than the first layer, the carbon concentration of the plurality of layers, including the first layer and the second layer, being 1.0 wt% or less.

(57) 要約:

[続葉有]



WO 2014/199423 A1



鉄鋼製の被処理材の少なくとも一部に、炭素濃度が前記被処理材よりも高く1.0 wt. %以下である複数の層が積層され、前記複数の層のうち最表面層の炭素濃度が最も高い。鉄鋼製の被処理材の少なくとも一部に、炭素を含む粉体を噴霧して炭素濃度が前記被処理材よりも高い第一の層を形成する工程と、前記第一の層の少なくとも一部に、炭素を含む粉体を噴霧して炭素濃度が前記第一の層よりも高い第二の層を形成する工程とを少なくとも備え、前記第一の層と前記第二の層とを含む複数の層の炭素濃度が1.0 wt. %以下である。

明 細 書

発明の名称：鉄鋼部材および鉄鋼部材の製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、鉄鋼部材およびその製造方法に関する。

背景技術

[0002] 駆動部品、歯車、軸受などの機械部品は高い負荷が常に加わる環境で用いられるため、高い機械強度、例えば硬度や疲労強度が求められる。このような機械部品には炭素鋼、クロム鋼、クロムモリブデン鋼、ニッケルクロムモリブデン鋼などの機械構造用鋼が用いられる。

[0003] 機械構造用鋼は、表面の疲労耐性が高く、材料自体は部品の衝撃耐性を確保するためにじん性を確保するという外部と内部で相反する性質が求められることがある。材料としては例えば低合金鋼（JIS-G4104に規定されるSCM415など）のように比較的炭素濃度が低くじん性の高い材料を母材とし、材料表面に炭素を固溶させて炭素濃度を高め、硬度や疲労耐性を高くする浸炭処理や浸炭窒化処理を施すことが多い。

[0004] しかしながら、単に炭素拡散させると表面硬化層の炭素濃度分布は傾斜を持ち、必要な炭素濃度の組織を厚く形成することが困難である。また、表面硬化層を厚くしようとすると表面に過剰に浸炭させる（過浸炭）ことになり、表面硬化層が脆化する。例えば、特許文献1には、母材の表面に高炭素鋼ないしは高炭素低合金鋼の硬質被膜を形成し、次いで加熱処理により母材と硬質被膜とを拡散接合して所望の強度を確保する手法が開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開平11-222663号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] しかし、特許文献1のものでは、被処理材である母材と高炭素鋼の被膜と

の炭素濃度差が大きく、母材と被膜との間で剥離し易いという課題がある。

[0007] 本発明の目的は、被処理材と表面硬化層とが剥離し難くすることにある。

課題を解決するための手段

[0008] 上記目的を達成するために、例えば特許請求の範囲に記載の構成を採用する。

発明の効果

[0009] 本発明によれば、被処理材と表面硬化層とが剥離し難くすることができる。

図面の簡単な説明

[0010] [図1]鉄鋼部材の構成図の例である。

[図2]鉄鋼部材の構成図の例である。

[図3]被処理材への第一の層、第二の層の形成方法を説明する工程図の例である。

[図4]第2の実施例で示す鉄鋼部材の模式図の例である。

[図5]第2の実施例で示す鉄鋼部材の断面を示す模式図の例である。

[図6]第2の実施例で示す鉄鋼部材の形成方法を説明する工程図の例である。

発明を実施するための形態

[0011] 本発明の鉄鋼部材は、被処理材（鉄鋼部材）の表面に被処理材よりも炭素濃度が高い層（高炭素鋼層）を複数層備える。高炭素鋼層は全て炭素濃度が1.0wt.%以下であり、表面に最も近い層が最も炭素濃度が高い。

[0012] 本発明の実施形態を図1に示す。被処理材101の少なくとも一部に、炭素濃度が被処理材よりも高く1.0wt.%以下である高炭素鋼層である第一の層102、第二の層103を順次積層して鉄鋼部材100を形成する。第二の層の炭素濃度を第一の層よりも高くする。

[0013] また、別の実施形態を図2に示す。本実施形態は図1に示す鉄鋼部材の第二の層の上に、第二の層よりも炭素濃度が高く、かつ炭素濃度が1.0wt.%以下である第三の層104を積層する。

- [0014] 表面処理を施される被処理材の例として、低炭素鋼、低炭素合金鋼が挙げられる。例えばクロム鋼、クロムモリブデン鋼、クロムモリブデンニッケル鋼、クロムマンガン鋼、クロムニッケル鋼（ステンレス鋼）などのじん性の高い材料が挙げられ、それぞれの合金組成はJIS、ASTMなどの国内外の諸規格にて規定されている。
- [0015] 被処理材に被覆する複数の高炭素鋼層は、何れも炭素濃度が被処理材よりも高く、かつ、1.0wt.%以下であることが求められる。各層の炭素濃度を被処理材よりも高くすることで疲労強度に優れた層とすることができる。また、各層の炭素濃度を1.0wt.%以下とすることで、結晶粒界において過剰に網目状セメンタイトを析出することを防止できるので、表面脆化を低減することができ、疲労寿命の長い層とすることができる。高炭素鋼層は、少なくとも第一の層、第二の層を備え、必要に応じてさらにその上に一以上の層を形成し、被処理材から最表面層に向かって炭素濃度が高くなっている。
- [0016] 浸炭拡散ではなく、層を被処理材に被覆して鉄鋼部材の方面の炭素濃度を高める場合、層を複数設けることにより層間の炭素濃度差を小さくすることができるので、被処理材と高炭素鋼層との間の剥離、高炭素鋼層の層間の剥離やクラック等を低減することができる。更に、必要な炭素濃度と層の厚さを自由に調節することができる。層が三層以上の多層になると、最表面層と被処理材との炭素濃度差が大きい場合でも、各層の炭素濃度差を小さくすることができるので、被処理材と層との間の剥離、層間の剥離等を低減することができる。
- [0017] なお、図では層間が明確に区切られているが、炭素濃度の高い層から低い層へ若干の炭素拡散が生じるため、層と層の境界では膜厚方向に緩やかな炭素濃度の傾斜が存在する。本発明では、炭素濃度が傾斜する部分を層間（境界）として許容するものとする。
- [0018] 各層の炭素以外の合金組成に特に限定は無いが、このような鋼材の一例としては高炭素鋼、高炭素合金鋼が挙げられる。特に、炭素以外の合金元素の

組成が被処理材と略一致する第一の層、第二の層、必要に応じて形成するその上の一以上の層（以下、複数の高炭素鋼層と称する）とすると被処理体との一体性に優れ、局所的な複合化合物の発生を防ぐことができるために好適であるが、疲労耐性の他に耐食性や耐熱性など他の特性の改善を同時に図るべく他の合金元素を加減することは可能である。

[0019] また、複数の高炭素鋼層は、被処理材の表面全体に同一厚さで形成しても良いが、被処理材の表面で各層に厚み分布を持たせたり、被処理材の一部に限定して形成したりすることもできる。特に機械部品で例を挙げるとすれば、シャフトであれば軸受との接触部、歯車であれば歯先、プレスロールであれば部材との接触部のような特に高い疲労強度を求められる部位に限定して各層を形成することもできる。このような部分的な処理は、じん性を持たせたい箇所と疲労耐性を持たせたい箇所の特性を個別に制御する際に好適である。また、被処理材の表面で、層を形成しない箇所、第一の層のみを形成する箇所、第一の層と第二の層を形成する箇所、というように被処理材表面で分布を付けて各層を形成することも可能である。同様に、第二の層の上に形成する一以上の層についても被処理材上に部分的に形成することができる。

[0020] このような複数の高炭素鋼層の形成方法については様々な手法があるが、形成速度と被処理材への密着性に優れた手法として例えばコールドスプレー法、ウォームスプレー法、プラズマ溶射法、アーク溶射法、フレイム溶射法、肉盛溶接法、エアロゾルデポジション法などが挙げられ、図3に示すように各層を逐次形成する手法が挙げられる。

[0021] (a) 高炭素鋼層が形成される被処理材101を準備する。

[0022] (b) 被処理材101に第一の層102を形成する。各層の材料は各手法に適合するように粉体、線材、棒材等の形で供給される。本図では粉体を噴霧して被処理材に堆積させる手法を用いる。例えば炭素濃度の低い粉体（第一の粉体）を用いて上記の手法で成膜する。この粉体の炭素濃度は、被処理材よりも高く、1.0wt.%以下である。第一の粉体は炭素と他の粉末を混合したものをを用いてもよい。層を形成したときに、層の全体に含まれる炭

素の濃度が被処理材よりも高く、1.0 wt. %以下であればよい。

[0023] (c) 第一の層102上に第二の層102を形成する。第二の層は、第一の層よりも炭素濃度の高い粉体（第二の粉体）を用いて第一の層102上に成膜する。第二の粉体も第一の粉体と同様に、炭素と他の粉末を混合したものをを用いてもよい。層を形成したときに、層の全体に含まれる炭素の濃度が第一の層よりも高く、1.0 wt. %以下であればよい。

[0024] (d) 高炭素鋼層が2層の場合の鉄鋼部材100が形成される。

[0025] 炭素濃度の異なる複数種の粉体の混合比を変えれば、高炭素鋼層を多層とする場合でも、層形成に必要な原料の種類を減らすことができるためより好適となる。成膜条件は用いる手法や被処理材、各層の材料に応じて適宜調整されるが、成膜時の被処理材の温度を室温以上とすると、成膜効率が改善し、各層の被処理材への密着力を高め、さらに各層界面で相互拡散を促進できるために好適である。ただし、成膜温度は被処理材、各層の材料の耐熱性や耐酸化性などの諸条件に応じて調整することが望ましい。上記層の形成だけでなく、その後さらに焼入れ、焼戻しなどの熱処理や浸炭、窒化などの表面処理を施すことも可能である。

[0026] 以下、図面を用いて実施例を説明する。

実施例 1

[0027] 本実施例では、鉄鋼部材100を板材とした実施例について説明する。本実施例における鉄鋼部材100の構成図は図1のとおりである。本実施例では鉄鋼部材100に用いる被処理材101に、長さ50 mm、幅50 mm、厚さ10 mmのステンレス鋼（JIS規格：SUS304、日新製鋼製、0.05 wt. %）を用いた。

[0028] 第一の層102、第二の層103はステンレス粉（DAP304L、大同特殊鋼製）を原料とし、無添加のステンレス粉Aと、2.0 wt. %の黒鉛粉（シグマアルドリッチ製）を表面に担持したステンレス粉Bの2種の粉末を規定の重量比で混合することでそれぞれの原料粉とした。本実施例では第一の層102の原料粉は炭素濃度0.4 wt. %（ステンレス粉A：ステンレス

粉B = 8 : 2 (重量比))、第二の層103の原料粉は炭素濃度0.8 wt. % (ステンレス粉A : ステンレス粉B = 6 : 4 (重量比))となるように混合し、V型混合機で均一に混合することで各層の原料粉とした。なお、図1中は各層を区別し易くするための模式図であり、実際に成膜した厚さは後に示す表1のとおりである。理論的には、粉末調整時の炭素濃度と成膜後の層の炭素濃度は一致するが、炭素は材料調整時や成膜過程で損なわれるので、層の炭素濃度は原料粉の濃度よりも若干低い値となる。

[0029] 本実施例における第一の層、第二の層の形成方法は図3のとおりである。第一の層、第二の層の形成にはコールドスプレー法を用い、窒素ガスをキャリアガスとして圧力4 MPa、被処理材温度400℃、ノズル距離20 mmの条件で第一の層、第二の層を形成した。被処理材を加熱すると粉体が付着しやすく、層間の密着性が更に向上する。その後、原料粉を変更して同条件のコールドスプレー法によって第二の層を形成した。そして、ステンレス粉Bに担持した黒鉛粉を各層中で固溶させるために800℃・30分の熱処理を施し、毎秒100℃以上で急冷する事によって鉄鋼部材100とした。

比較例 1

[0030] 実施例1の構成のうち、第一の層の炭素濃度を0.8 wt. %としてコールドスプレー法で形成し、第二の層は形成しなかった。その他の形成条件は実施例1と同一である。

[0031] 実施例1のものでは、鉄鋼部材100の表面に厚さ約1 mm、ビッカース硬度(Hv)920でファレックス試験後においても層間剥離の無く密着性に優れた表面処理層が得られた。しかし、比較例1のものでは被処理材101と第一の層102の間に微小な剥離が見られ、密着性に問題が生じた。

[0032]

[表1]

表 1

		実施例 1	比較例 1
第一の層	厚さ (mm)	0.10	1.03
	平均炭素濃度 (wt. %)	0.36	0.75
	ビッカース硬度 (Hv)	710	910
第二の層	厚さ (mm)	1.01	
	平均炭素濃度 (wt. %)	0.77	
	ビッカース硬度 (Hv)	920	
基材-層間密着性		剥離無し	クラックあり

実施例 2

[0033] 本実施例では鉄鋼部材 100 をシャフト部材とした実施例について示す。本実施例における鉄鋼部材 100 の模式図は図 4 のとおりである。本実施例の鉄鋼部材 100 には、直径 30 mm、長さ 300 mm のクロムモリブデン鋼 (JIS 規格 : SCM415、大同特殊鋼製、0.15 wt.%) の被処理材 101 を用いた。被処理材の先端部に、第一の層 102、第二の層 103、第三の層 104 を成膜した。

[0034] 図 4 に付した A-A' の断面模式図を図 5 に示す。断面図は C-C' までを示す。被処理材 101 の先端部に第一の層 102、第二の層 103、第三の層 104 が形成されており、先端から 100 mm の部位は三層全てが、100 mm から 110 mm の部位には第一の層 101 と第二の層 102、110 mm から 120 mm の範囲には第一の層 101 のみを形成した。なお、図 4 は各層を区別し易くするための模式であり、実際に成膜した厚さは後に示す表 2 のとおりである。

[0035] これらの各層は被処理材 101 と同規格のクロムモリブデン鋼粉 (SCM415、エプソンアトミックス) を原料とするクロムモリブデン鋼粉 A と、

クロムモリブデン鋼粉Aの炭素濃度のみを2.0wt.%に高めたクロムモリブデン鋼粉Bの2種の粉末を規定の重量比で混合することでそれぞれの原料粉とした。本実施例では第一の層102の原料粉を炭素濃度0.4wt.%（クロムモリブデン鋼粉A：クロムモリブデン鋼粉B=86：14（重量比））、第二の層103の原料粉を炭素濃度0.6wt.%（クロムモリブデン鋼粉A：クロムモリブデン鋼粉B=76：24（重量比））、第三の層103の原料粉を炭素濃度0.8wt.%（クロムモリブデン鋼粉A：クロムモリブデン鋼粉B=65：35（重量比））となるように混合し、V型混合機で均一に混合することで各層の原料粉とした。

[0036] 本実施例における第一の層、第二の層、第三の層の形成方法は図6のとおりである。各層の形成にはプラズマ溶射法を用いた。第一の層、第二の層、第三の層の順に原料粉を変更して同条件にて成膜した。本構成では各層を部分的に形成するため、400℃に予熱した被処理材101を回転しながら、溶射ノズル106を被処理材101上に走査し、図6のように所望の部位に部分的に各層を形成した。

実施例 3

[0037] 実施例2の構成のうち、第三の層の原料粉の炭素濃度を1.0wt.%（クロムモリブデン鋼粉A：クロムモリブデン鋼粉B=54：46（重量比））としてプラズマ溶射法で形成した。その他の形成条件は実施例2と同一である。

比較例 2

[0038] 実施例2の構成のうち、第一の層の原料粉の炭素濃度を0.8wt.%（クロムモリブデン鋼粉A：クロムモリブデン鋼粉B=65：35（重量比））としてプラズマ溶射法で形成し、第二の層、第三の層は形成しなかった。その他の形成条件は実施例2と同一である。

比較例 3

[0039] 実施例2の構成のうち、第三の層の原料粉の炭素濃度を1.1wt.%（クロムモリブデン鋼粉A：クロムモリブデン鋼粉B=49：51（重量比））

としてプラズマ溶射法で形成した。その他の形成条件は実施例2と同一である。

[0040] 実施例2、3、および比較例2、3で得られた鉄鋼部材100について、機械研磨、バフ研磨によって表面粗さ(Ra)が1.0μm以下になるよう平滑化した後に、第三の層103の成膜部についてASTM-D-3233に準じるファレックス試験を潤滑油中で実施した。ファレックス試験後の鉄鋼部材100を切断して各層の厚さと電子線マイクロアナライザ(島津製作所)で測定した平均炭素濃度、光学顕微鏡で確認した層間剥離の有無と最表面の層の表面粗さ(Ra)、マイクロビッカース硬度計(島津製作所)にて測定した断面ビッカース硬度を表2に示す。

[0041] 実施例2、3のものでは、鉄鋼部材100の表面に厚さ約1mm、ビッカース硬度(Hv)930以上でファレックス試験後においても層間剥離の無く密着性に優れた表面処理層が得られた。各試料中の表面処理層は何れも結晶粒界上の網目状セメンタイトの析出は見られず、過浸炭が生じていないことが確認された。

[0042] 一方、比較例2のものでは被処理材101と第一の層102の間に微小な剥離が見られ、密着性に問題が生じた。また、比較例3の条件では、ファレックス試験後の表面粗さが他よりも大きく、摩耗による損傷が生じていることが確認された。組織観察の結果、結晶粒界上に鉄鋼材料の過共析鋼に特有の網目状セメンタイトの析出が見られ、過浸炭の発生部における損傷が確認された。

[0043] 以上の各評価により、本発明に開示する構成の鉄鋼部材は表面硬度、被処理材との密着性に優れた表面処理層を有することが確認された。本項では機械部品としてシャフトについての実施例を示したが、他に駆動部品、歯車、軸受など様々な機械部品への適用が可能であることは明らかである。

[0044]

[表2]

表2

		実施例2	実施例3	比較例2	比較例3
第一の層	厚さ (mm)	0.10	0.10	1.03	0.08
	平均炭素濃度 (wt. %)	0.32	0.33	0.78	0.32
	ビッカース硬度 (Hv)	610	630	900	610
第二の層	厚さ (mm)	0.11	0.09		0.13
	平均炭素濃度 (wt. %)	0.55	0.57		0.53
	ビッカース硬度 (Hv)	800	820		770
第三の層	厚さ (mm)	0.99	1.05		1.03
	平均炭素濃度 (wt. %)	0.77	0.99		1.05
	ビッカース硬度 (Hv)	940	930		960
表面粗さ (Ra、 μ m)		1.1	0.9	2.1	5.4
基材-層間密着性		剥離無し	剥離無し	クラックあり	剥離無し

符号の説明

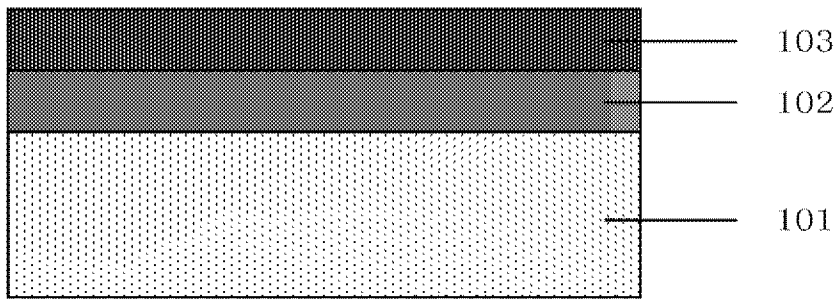
- [0045] 100 鉄鋼部材
 101 被処理材
 102 第一の層
 103 第二の層
 104 第三の層
 105 スプレーノズル
 106 溶射ノズル

請求の範囲

- [請求項1] 鉄鋼製の被処理材の少なくとも一部に、炭素濃度が前記被処理材よりも高く1.0wt.%以下である複数の層が積層され、前記複数の層のうち最表面層の炭素濃度が最も高いことを特徴とする鉄鋼部材。
- [請求項2] 請求項1において、前記複数の層は三層以上であることを特徴とする鉄鋼部材。
- [請求項3] 請求項1において、前記被処理材は前記複数の層が積層されている部位と積層されていない部位とを備えることを特徴とする鉄鋼部材。
- [請求項4] 請求項1において、前記複数の層は前記被処理材側から第一の層、第二の層が順次積層され、前記第一の層は前記第二の層が積層されている部位と積層されていない部位とを備えることを特徴とする鉄鋼部材。
- [請求項5] 鉄鋼製の被処理材の少なくとも一部に、炭素を含む粉体を噴霧して炭素濃度が前記被処理材よりも高い第一の層を形成する工程と、
前記第一の層の少なくとも一部に、炭素を含む粉体を噴霧して炭素濃度が前記第一の層よりも高い第二の層を形成する工程とを少なくとも備え、
前記第一の層と前記第二の層とを含む複数の層の炭素濃度が1.0wt.%以下であることを特徴とする鉄鋼部材の製造方法。
- [請求項6] 請求項5において、前記第二の層の少なくとも一部に、炭素を含む粉体を噴霧して炭素濃度が前記第二の層よりも高い第三の層を形成する工程を備えることを特徴とする鉄鋼部材の製造方法。
- [請求項7] 請求項5において、前記複数の層は前記被処理材を加熱しながら形成されることを特徴とする鉄鋼部材の製造方法。

[図1]

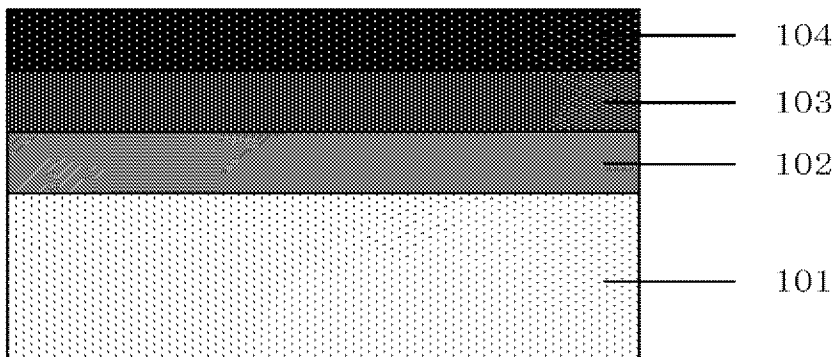
図1



100

[図2]

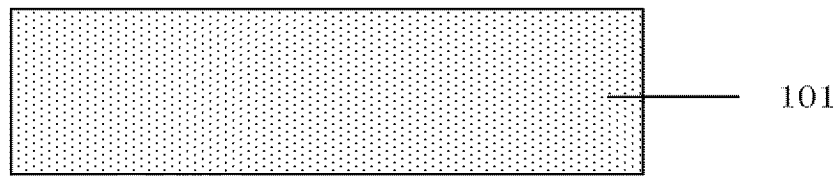
図2



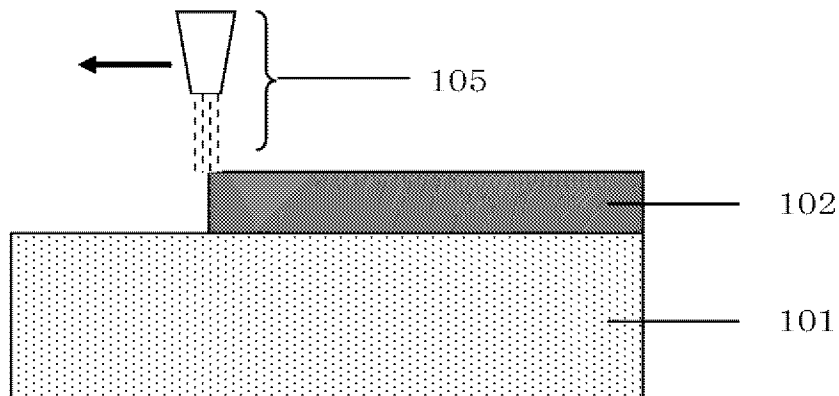
100

[図3]

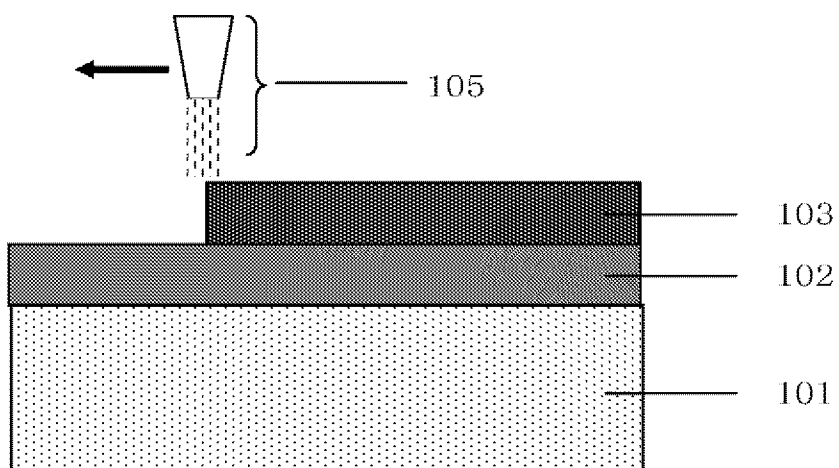
図3



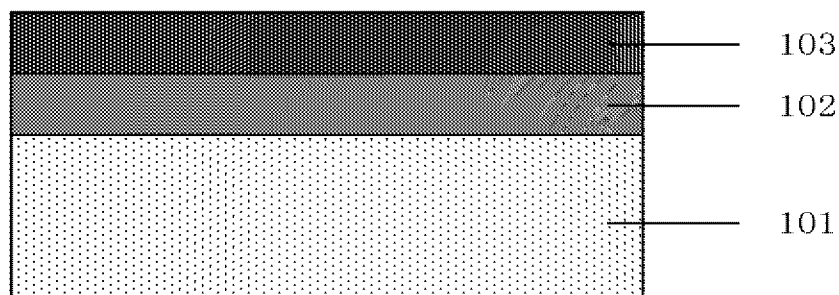
(a)



(b)



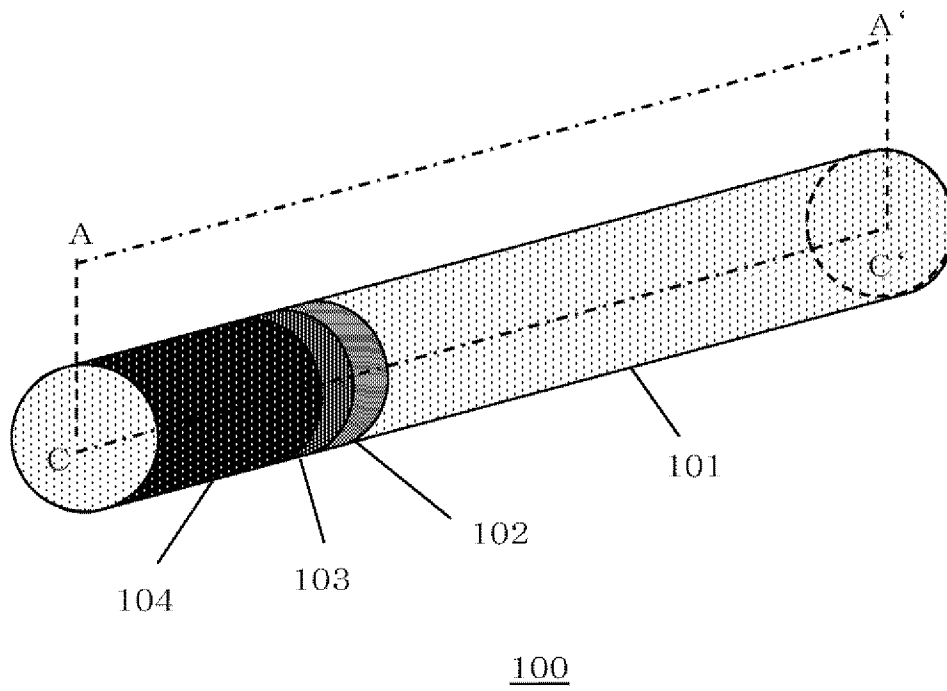
(c)

100

(d)

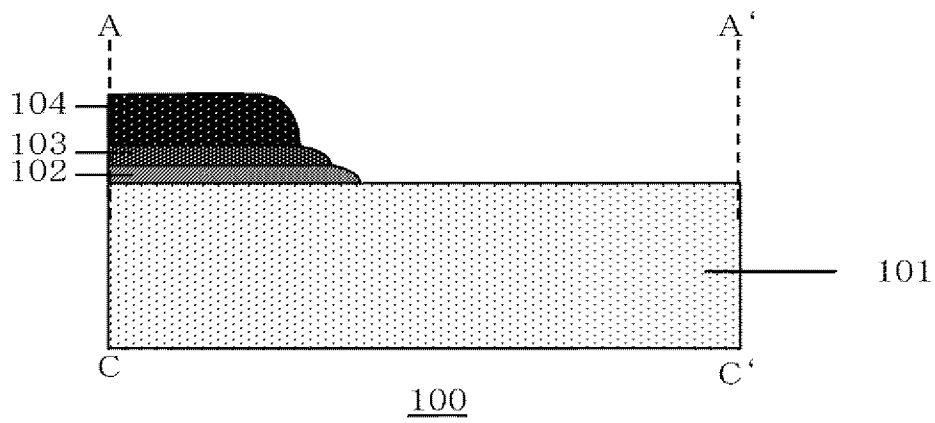
[図4]

図4



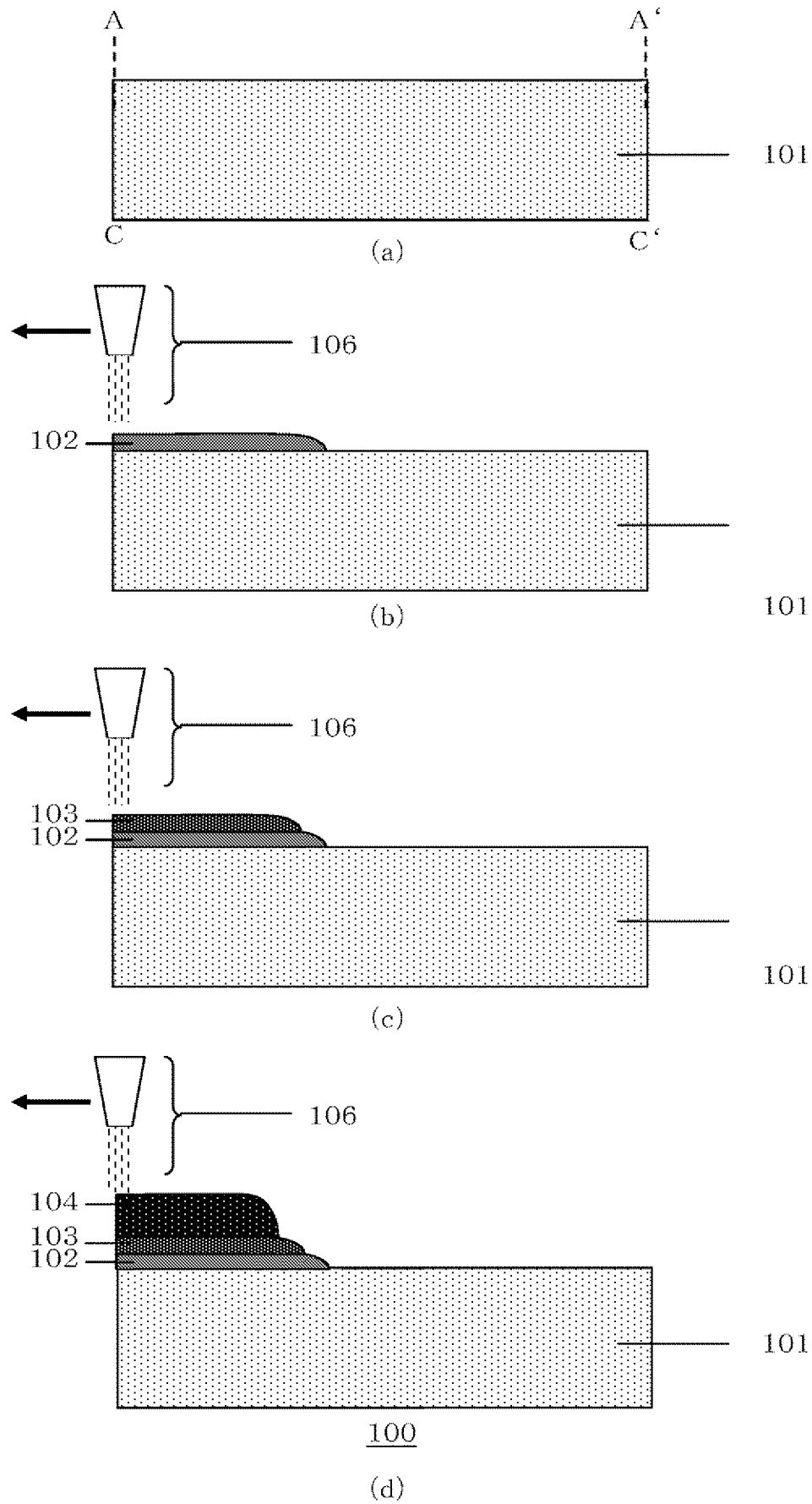
[図5]

図5



[図6]

図6



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/065916

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
 C23C24/04(2006.01) i, C23C4/06(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)
 C23C24/04, C23C4/06

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 1996-2013
 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2013 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2013

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.
X	JP 2002-503293 A (Caterpillar Inc.), 29 January 2002 (29.01.2002), claims; page 9, line 25 to page 12, line 9; page 15, lines 11 to 23; fig. 13 & US 6048586 A & EP 991790 A & WO 1999/051790 A1	1-7
X	JP 2009-537334 A (Schaeffler KG.), 29 October 2009 (29.10.2009), claims; paragraphs [0005], [0011], [0020]; drawings & US 2009/0310898 A1 & EP 2024526 A & WO 2007/134571 A1 & DE 102006023690 A1 & KR 10-2008-0110686 A & CN 101448968 A & AU 2007252142 A & RU 2008146496 A & BRA PI0711934	1-7

<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C.	<input type="checkbox"/> 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 24 June, 2013 (24.06.13)	Date of mailing of the international search report 02 July, 2013 (02.07.13)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office	Authorized officer
Facsimile No.	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/065916

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2012-077339 A (Tohoku University), 19 April 2012 (19.04.2012), claims (Family: none)	1-7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/065916

Claims 1-7 involve layers of any of all materials containing carbon. However, the layers which are disclosed in the meaning of the PCT Article 5 are limited to the carbon-containing steel layers described in the description. The claims hence lack a support in the meaning of PCT Article 6.

Therefore, a search was made with respect only to the carbon-containing steel layers.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. C23C24/04(2006.01)i, C23C4/06(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. C23C24/04, C23C4/06

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	1971-2013年
日本国実用新案登録公報	1996-2013年
日本国登録実用新案公報	1994-2013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
X	JP 2002-503293 A (キャタピラー インコーポレイテッド) 2002.01.29, 特許請求の範囲、9頁25行-12頁9行、 15頁11行-23行、図13 & US 6048586 A & EP 991790 A & WO 1999/051790 A1	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

24.06.2013

国際調査報告の発送日

02.07.2013

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)

市枝 信之

4E

3548

電話番号 03-3581-1101 内線 3425

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
X	JP 2009-537334 A (シエフレル・コマンデイトゲゼルシャフト) 2009. 10. 29, 特許請求の範囲、段落【0005】、【0011】、 【0020】、図面 & US 2009/0310898 A1 & EP 2024526 A & WO 2007/134571 A1 & DE 102006023690 A1 & KR 10-2008-0110686 A & CN 101448968 A & AU 2007252142 A & RU 2008146496 A & BRA PI0711934	1-7
A	JP 2012-077339 A (国立大学法人東北大学) 2012. 04. 19, 特許請求の範囲 (ファミリーなし)	1-7

請求項1-7は、炭素を含むあらゆる材料の層を包含するものであるが、PCT第5条の意味において開示されているのは、明細書に記載された炭素を含む鋼の層のみであり、PCT第6条の意味での裏付けを欠いている。

よって、調査は炭素を含む鋼の層についてのみ行った。