

(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 7 月 17 日(17.07.2014)

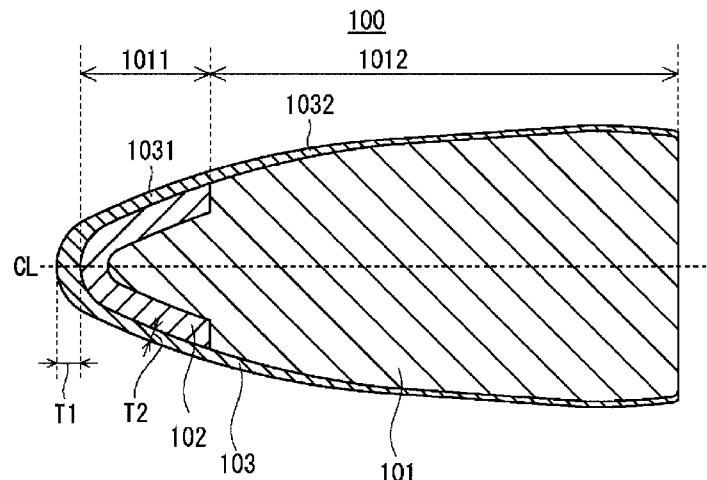


(10) 国際公開番号
WO 2014/109180 A1

- (51) 国際特許分類:
B21B 25/00 (2006.01) *C23C 4/02* (2006.01)
B21B 19/04 (2006.01) *C23C 4/14* (2006.01)
B23K 9/04 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2013/083635
- (22) 国際出願日: 2013 年 12 月 16 日(16.12.2013)
- (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 2013-003665 2013 年 1 月 11 日(11.01.2013) JP
- (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: 東田 泰斗(HIGASHIDA Yasuto); 〒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). 日高 康善(HIDAKA Yasuyoshi); 〒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: 志賀 正武, 外(SHIGA Masatake et al.); 〒1006620 東京都千代田区丸の内一丁目 9 番 2 号 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, IR, 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, 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, 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: PLUG FOR HOT PIPE MANUFACTURING

(54) 発明の名称: 熱間製管用プラグ



(57) Abstract: A plug for hot pipe manufacturing, provided with: a main plug body; a build-up layer formed on the surface of the main plug body around the axis of the main plug body; and a sprayed coating formed on the surface of the build-up layer.

(57) 要約: 熱間製管用プラグは、プラグ本体と；前記プラグ本体の表面上に、前記プラグ本体の軸周りに形成される肉盛層と；前記肉盛層の表面上に形成される溶射皮膜と；を備える。

WO 2014/109180 A1

明 細 書

発明の名称：熱間製管用プラグ

技術分野

[0001] 本発明は、プラグに関し、さらに詳しくは、穿孔機（ピアサ）及びエロンゲータなどに利用される熱間製管用プラグに関する。以下、熱間製管用プラグを単に「プラグ」と称する。

本願は、2013年01月11日に、日本に出願された特願2013-003665号に基づき優先権を主張し、その内容をここに援用する。

背景技術

[0002] マンネスマン製管法は、継目無管の製造方法として広く採用されている。マンネスマン製管法では、1200℃前後に加熱された丸ビレットを穿孔機（ピアサ）で穿孔圧延する。穿孔機は、一对の傾斜ロールとプラグとを備える。プラグは、一对の傾斜ロールの間のパスライン上に配置される。穿孔機において、傾斜ロールにより丸ビレットが周方向に回転しながらプラグに押し込まれる。その結果、丸ビレットが穿孔圧延されて、中空素管（ホローシェル）が形成される。さらに、必要に応じて、エロンゲータにおいて、中空素管が延伸圧延され、中空素管の拡張及び薄肉化が行われる。エロンゲータは穿孔機と同様の構成を備え、一对の傾斜ロールとプラグとを備える。

[0003] 上記のように、プラグは、高温の丸ビレットの穿孔圧延や、中空素管の延伸圧延などに使用される。そのため、プラグは、高熱及び高面圧を丸ビレット又は中空素管から受ける。その結果、プラグ表面に摩耗や焼き付きが発生したり、或いはプラグに溶損が発生する。プラグ表面の摩耗及び焼付きと、プラグの溶損により、プラグの寿命が短くなる。

[0004] 一般的に、プラグ本体（プラグの母材）の表面には、酸化スケール皮膜が形成される。酸化スケール皮膜は、丸ビレットからの熱を遮断して焼付きや溶損の発生を抑制する。例えば、下記特許文献1～5には、酸化スケール皮膜を備えるプラグが開示されている。

- [0005] しかしながら、酸化スケール皮膜の耐摩耗性は高くない。そのため、酸化スケール皮膜は、丸ビレットが穿孔圧延される度に摩耗する。酸化スケール皮膜の膜厚が摩耗により減少すると、プラグ本体の温度が上昇する。その結果、プラグに焼き付きや、溶損が発生する。特に、クロム及びニッケルを多量に含有する高合金の丸ビレットの穿孔圧延にプラグが使用される場合、酸化スケール皮膜は顕著に摩耗する。
- [0006] 酸化スケール皮膜が摩耗した場合、熱処理によりプラグ本体に酸化スケール皮膜を再び形成すればよい。しかしながら、この熱処理の処理時間は数時間から数十時間と長いため、生産効率が低下する。
- [0007] 下記特許文献6～9には、酸化スケール皮膜に替わる他の皮膜を備えるプラグが開示されている。
- [0008] 特許文献6に開示されたプラグは、鉄酸化物からなるアーク溶射皮膜を備える。アーク溶射皮膜は、酸化スケール皮膜よりも耐摩耗性に優れる。
- [0009] 特許文献7～9に開示されたプラグは、表面に肉盛層を備える。肉盛層は高温強度及び耐摩耗性に優れる。

先行技術文献

特許文献

- [0010] 特許文献1：日本国特公平4－8498号公報
特許文献2：日本国特開平4－74848号公報
特許文献3：日本国特開平4－270003号公報
特許文献4：日本国特公平1－7147号公報
特許文献5：日本国特開昭63－203205号公報
特許文献6：日本国特許第4279350号
特許文献7：日本国特許第5075575号
特許文献8：日本国特許第3891679号
特許文献9：日本国特許第2776266号

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0011] アーク溶射皮膜の高温強度は、肉盛層よりも低い。そのため、特許文献 6 のプラグを高合金ビレットの穿孔圧延に利用する場合、プラグに焼付きや溶損が発生しやすく、プラグの寿命が短くなる場合がある。
- [0012] 特許文献 7 ～ 9 のプラグは肉盛層を備えるため、高温強度に優れる。しかしながら、これらの文献のプラグを高合金ビレットの穿孔又は圧延に利用する場合であっても、プラグに焼付きや溶損が発生し、プラグの寿命が短くなる場合がある。
- [0013] 本発明は、上述した事情に鑑みてなされたものであり、プラグ寿命を向上できる熱間製管用プラグ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

- [0014] 本発明は、上記課題を解決して係る目的を達成するために、以下のような手段を採用する。すなわち、

(1) 本発明の一態様に係る熱間製管用プラグは、プラグ本体と；前記プラグ本体の表面上に、前記プラグ本体の軸周りに形成される肉盛層と；前記肉盛層の表面上に形成される溶射皮膜と；を備える。

(2) 上記(1)に記載の熱間製管用プラグにおいて、前記肉盛層が、前記プラグ本体の前部の表面上に形成されてもよい。また、前記肉盛層が、テーパ形状の表面を含んでもよい。さらに、前記溶射皮膜が、前記テーパ形状の表面上に形成されてもよい。

(3) 上記(1)に記載の熱間製管用プラグにおいて、前記溶射皮膜が、前記肉盛層の表面全体を覆っていてもよい。

(4) 上記(1)に記載の熱間製管用プラグにおいて、前記プラグ本体の表面が、前記肉盛層が形成される第 1 表面領域と；前記第 1 表面領域よりも前記プラグ本体の後方の第 2 表面領域と；を含んでいてもよい。また、前記溶射皮膜が、前記肉盛層の表面上に形成される第 1 溶射領域と；前記第 2 表面領域上に形成される第 2 溶射領域と；を含んでいてもよい。

(5) 上記(4)に記載の熱間製管用プラグにおいて、前記第 2 溶射領域が

前記第 1 溶射領域と隣接していてもよい。

(6) 上記 (1) ~ (5) のいずれか一つに記載の熱間製管用プラグにおいて、前記肉盛層が、前記プラグ本体の先端を覆っていてもよい。

発明の効果

[0015] 上記態様によれば、プラグ寿命を向上できる熱間製管用プラグを提供することができる。

図面の簡単な説明

[0016] [図1]シミュレートにより求めた、穿孔圧延時のプラグ本体の表面温度の分布を示す図である。

[図2]図 1 のシミュレートに用いた、プラグの縦断面図である。

[図3]図 1 のシミュレートに用いた、他のプラグの縦断面図である。

[図4]先端に肉盛層を備えるプラグを用いて高合金ビレットを穿孔圧延した後の、プラグ先端部分の模式図である。

[図5]本発明の一実施形態に係るプラグを備えた穿孔機の模式図である。

[図6]図 5 中のプラグの縦断面図である。

[図7]図 6 と異なる構成の本実施形態の他のプラグの縦断面図である。

[図8]図 6 及び図 7 と異なる構成の本実施形態の他のプラグの縦断面図である。

[図9]図 6、図 7 及び図 8 と異なる構成の本実施形態の他のプラグの縦断面図である。

[図10]実施例で用いたプラグの縦断面図である。

[図11]図 10 と異なる、実施例で用いた他のプラグの縦断面図である。

発明を実施するための形態

[0017] 本発明者は、プラグの寿命を向上するために、調査、検討を行い、以下の知見を得た。

[0018] 肉盛層の高温強度は、溶射皮膜及び酸化スケール皮膜よりも高い。しかしながら、肉盛層の遮熱性は、溶射皮膜や酸化スケール皮膜よりも低い。

[0019] 図 1 は、エロンゲータによる素材 (Work piece) の延伸圧延中にお

ける、プラグ温度のシミュレート結果を示す図である。図1は、次の方法により得られた。

[0020] 図2及び図3に示すプラグ200及び300を想定した。図2のプラグ200は、プラグ本体201と、肉盛層202と、溶射皮膜203とを備えた。肉盛層202は、プラグ本体201の先端部分の表面上に形成され、プラグ本体201の先端を覆った。プラグ200の先端から肉盛層202の後端までの長さはL2であった。溶射皮膜203は、プラグ本体201の表面のうち、肉盛層202の後端とプラグ本体201の後端との間の領域（ただし、プラグ本体201の後端面を除く領域）に形成された。

[0021] 図3のプラグ300は、プラグ本体301と、酸化スケール皮膜302とを備えた。酸化スケール皮膜302は、プラグ本体301の表面のうち、後端面を除く領域全体に形成された。プラグ200とプラグ300とはいずれもほぼ同じ形状であった。

[0022] 本シミュレーションにおいて、素材として、中空素管が想定された。中空素管の材質はSUS304に設定され、温度条件は1200℃に設定された。穿孔圧延による圧下率が25%、延伸圧延時間が15秒に設定された。これらの条件の下でFEM解析が実施された結果、図1に示すシミュレート結果が得られた。

[0023] 図1中の横軸はプラグ200又は300の先端からの距離を示す。図1下方の一点鎖線は、プラグ200及び300のプラグ形状を模式的に示す。図1中の縦軸は、プラグ本体201又は301の表面温度を示す。本シミュレートでは、距離L1（図1参照）において、素材（中空素管）の内面がプラグ200及び300に接触した。したがって、圧延中、プラグ200及び300の表面のうち距離L1よりも後ろの領域は、素材と接触していた。

[0024] 図1中の実線C200は、プラグ本体201の表面温度を示す。図1中の破線C300は、プラグ本体301の表面温度を示す。

[0025] 図1に示すように、プラグ本体201及び301の表面のうち、素材と接触している領域（距離L1以降の領域）において、肉盛層202が形成された

プラグ本体 201 の表面（距離 L1 ～ L2 の領域）の温度（C200）は、対応するプラグ本体 301 の表面温度（C300）よりも 100℃程度高かった。さらに、プラグ本体 201 の表面のうち、肉盛層 202 の後方の溶射皮膜 203 が形成された領域の温度は、肉盛層 202 が形成された領域の温度よりも 100℃程度低かった。

[0026] 以上のとおり、肉盛層 202 の遮熱性は溶射皮膜 203 及び酸化スケール皮膜 302 よりも低い。したがって、プラグ 200 のうち肉盛層 202 が形成された領域では、穿孔圧延中の素材（丸ビレット又は中空素管）からの入熱量が大きくなる。

[0027] Cr 及び Ni を多量に含有する高合金の素材の圧延にプラグ 200 が使用される場合、肉盛層 202 は優れた高温強度を有するので、プラグ 200 のうち肉盛層 202 が形成された部分では、摩耗及び変形の発生が抑制される。

[0028] しかしながら、肉盛層 202 の遮熱性は酸化スケール皮膜 302 及び溶射皮膜 203 よりも低い。そのため、図 1 に示すとおり、穿孔圧延時に素材から肉盛層 202 を介してプラグ本体 201 に入る熱量は、素材から酸化スケール皮膜 302 を介してプラグ本体 301 に入る熱量及び溶射皮膜 203 を介してプラグ本体 201 に入る熱量よりも大きい。その結果、特に、Ni 及び Cr を多量に含有する高合金素材の穿孔圧延にプラグ 200 が使用される場合、プラグ本体 201 の温度が過剰に上昇して、図 4 に示すようにプラグ 200 が変形する場合がある。

[0029] 図 4 に示すように、肉盛層 202 からプラグ本体 201 に熱が伝わり、その結果、プラグ本体 201 の温度が過剰に上昇した場合であっても、肉盛層 202 は優れた高温強度を有するので、肉盛層 202 が形成された部分は変形しにくい。しかしながら、プラグ本体 201 のうち、肉盛層 202 が形成されていない部分（換言すれば、溶射皮膜 203 が形成されている部分）は変形しやすくなり、表面が波状になる。この原因として、プラグ本体 201 の温度が上昇して強度が低下したことが挙げられる。

[0030] このようなプラグ本体 201 の変形は、中空素管内面の疵の原因となるだけ

でなく、プラグ本体 201 にも焼付きや溶損が発生しやすくなる。そのため、プラグ 200 の継続使用が困難になる。その結果、肉盛層 202 を有するプラグ 200 であっても、プラグ寿命が短くなる場合がある。

[0031] 本発明者は、上記のシミュレーション結果に基づき、肉盛層の表面上に溶射皮膜を形成すれば、素材からの熱が肉盛層を介してプラグ本体に入るのを抑制できると考えた。図 1 にも示すとおり、溶射皮膜の遮熱性は、肉盛層よりも高い。肉盛層上に溶射皮膜を形成すれば、肉盛層により高い高温強度が得られ、さらに、溶射皮膜により高い遮熱性が得られる。そのため、高合金素材の穿孔及び圧延にプラグが使用される場合であっても、肉盛層を有するプラグ本体に入る熱量を抑えることができ、プラグ寿命が向上する。

[0032] 以上の知見に基づいて次に示す本実施形態のプラグが完成された。

[0033] 本実施形態のプラグは、熱間製管用のプラグである。プラグは、プラグ本体と、肉盛層と、溶射皮膜とを備える。肉盛層は、プラグ本体の表面上に、プラグ本体の軸周りに形成される。溶射皮膜は、肉盛層の表面上に形成される。

[0034] 上述のとおり、肉盛層は高い高温強度を有するため、プラグの変形を抑制する。さらに、溶射皮膜が肉盛層上に形成されるため、肉盛層への入熱が抑制され、穿孔圧延中におけるプラグ本体の温度上昇を抑制できる。そのため、プラグの変形が抑制され、溶損及び焼付きが発生しにくい。したがって、高合金素材を圧延する場合であってもプラグ寿命を高めることができる。

[0035] 肉盛層は、プラグ本体の前部の表面上に形成されることが好ましい。また、肉盛層は、プラグ本体の中心軸に対して傾斜するテーパ形状の表面を含む。溶射皮膜は、その肉盛層のテーパ形状の表面上に形成される。

[0036] この場合、プラグの圧延部はテーパ形状を有するため、穿孔圧延中において、肉盛層上の溶射皮膜は、肉盛層方向への外力（溶射皮膜を肉盛層に押し付ける力）を受ける。そのため、溶射皮膜は、肉盛層から剥離しにくい。

[0037] 溶射皮膜は、肉盛層の表面全体を覆うことがより好ましい。

[0038] この場合、穿孔圧延中の素材から肉盛層への入熱がさらに抑制される。

[0039] プラグ本体の表面は、第1表面領域と、第2表面領域とを含むことが好ましい。第1表面領域には肉盛層が形成される。第2表面領域は、第1表面領域の後端に隣接し、第1表面領域よりもプラグ本体の後方に配置される。溶射皮膜は、第1及び第2溶射領域を含む。第1溶射領域は、肉盛層の表面上に形成される。第2溶射領域は、第2表面領域上に形成される。

[0040] この場合、プラグ本体のうち、肉盛層の後方部分にも、溶射皮膜が形成される。そのため、プラグの遮熱性が高まり、プラグ寿命が高まる。

[0041] 第2溶射領域は第1溶射領域と隣接することがより好ましい。

[0042] この場合、プラグの遮熱性及び耐摩耗性がさらに高まり、プラグ寿命が高まる。

[0043] 以下、本発明の一実施形態に係るプラグについて、図面を参照しながら説明する。図中同一又は相当部分には、同一符号を付して、その説明は繰り返さない。

[0044] [穿孔機の構成]

本実施形態に係るプラグは、穿孔機、又は、エロンゲータに利用される。以降の説明では、穿孔機を例にプラグの説明を行う。しかしながら、エロンゲータに利用されるプラグも同様である。

[0045] 図5は、穿孔機1の全体構成図である。図5示すように、穿孔機1は、一対の傾斜ロール2と、プラグ100と、芯金3とを備える。

[0046] 一対の傾斜ロール2は、パスラインPLの周りに配置される。傾斜ロール2は、素材である丸ビレットBLを周方向に回転させながら圧延する。傾斜ロール2は、コーン型であってもよいし、バレル型であってもよい。

[0047] プラグ100は、一対の傾斜ロール2の間のパスラインPL上に配置される。芯金3は棒状であり、パスラインPL上に配置される。芯金3の先端には、プラグ100が取り付けられる。芯金3は、プラグ100をパスラインPL上で固定する。

[0048] 上記のように構成された穿孔機1において、プラグ100は、丸ビレットBLの前端面（つまり、プラグ100と対向する端面）の中央に押し込まれる

。その結果、丸ビレットBLが穿孔圧延されて、中空素管が形成される。

[0049] [プラグ100の構成]

図6は、プラグ100の縦断面図である。ここでいう縦断面図とは、プラグ100の中心軸CLを含む断面を意味する。

[0050] プラグ100の外周面の横断形状は円である。プラグ100の外径は、プラグ100の後端部の方が、プラグ100の先端部よりも大きい。例えば、図6に示すように、プラグ100は、砲弾形状である。図6に示すように、プラグ100の外径は、先端から後端に向かうにしたがって徐々に大きくなる。

[0051] プラグ100は、プラグ本体101と、肉盛層102と、溶射皮膜103とを備える。

[0052] [プラグ本体101]

プラグ本体101の前部には、肉盛層102が形成される。本明細書において、プラグ本体101の「前部」とは、プラグ100の全長の中央とプラグ100の先端との間の部分を意味する。プラグ100の前部はテーパ形状を有する。

[0053] プラグ本体101の材質は特に限定されない。プラグ本体101の材質は、公知のプラグの材質と同じでよい。

[0054] [肉盛層102]

肉盛層102は、プラグ本体101の表面上に、プラグ本体101の軸周り（中心軸CLの周り）に形成される。肉盛層102は、プラグ本体101の前部に形成され、中心軸CLに対して傾斜するテーパ形状の表面を有する。以下、肉盛層102のテーパ形状の表面をテーパ表面という。肉盛層102は、プラグ本体101の前部の全体に形成されてもよいし、前部のうちの一部に形成されてもよい。

[0055] 肉盛層102は、例えば、プラズマ紛体肉盛溶接（PTA：Plasma Transferred Arc）法、MIG（Metal Inert Gas）溶接法、TIG（Tungsten Insert Gas）溶

接法といった公知の肉盛溶接法により形成される。

[0056] 肉盛層 102 は、遷移金属を主成分（例えば 50% 以上）とする合金を含有する。具体的には、本実施形態における肉盛層 102 は、遷移金属を主成分とする合金であるマトリクス金属に加えて、硬質粒子を含有する。マトリクス金属は、たとえば Co 基合金、Ni 基合金、Fe 基合金等である。Co 基合金は、たとえばステライト（登録商標）である。ステライトは耐熱性及び延性に優れる。Ni 基合金は、たとえば IN625、C276、50Cr-50Ni、コルモノイ（登録商標）等である。Fe 基合金は、たとえばステンレス鋼、工具鋼、炭素鋼、Cr 鋼である。

[0057] 硬質粒子は、たとえば炭化物、酸化物、窒化物、硼化物、又はこれらの混合物、若しくはこれらの複合化合物である。硬質粒子が炭化物である場合、硬質粒子は例えば、炭化ニオブ（NbC）、炭化タングステン（WC）、炭化チタン（TiC）、炭化バナジウム（VC）、炭化クロム（Cr₃C₂）等である。硬質粒子が酸化物である場合、硬質粒子は例えば、アルミナ（Al₂O₃）、ジルコニア（ZrO₂）等である。硬質粒子が窒化物である場合、硬質粒子はたとえば窒化ケイ素（Si₃N₄）である。なお、硬質粒子は必ずしも必要ではなく、硬質粒子を含有しない肉盛層がプラグ本体 101 に形成されていても良い。

[0058] 肉盛層 102 の厚さは特に限定されない。好ましい肉盛層 102 の厚さは 1～20mm であり、さらに好ましくは 2～10mm である。

[0059] [溶射皮膜 103]

溶射皮膜 103 は、肉盛層 102 の表面上に形成される。図 6 に示すように、溶射皮膜 103 は、プラグ本体 101 の表面うち、肉盛層 102 が形成された第 1 表面領域 1011 よりも後方の第 2 表面領域 1012 上にも形成されている。以降の説明では、必要に応じて、肉盛層 102 上に形成された溶射皮膜 103 を第 1 溶射領域 1031 と称し、第 2 表面領域 1012 上に形成された溶射皮膜 103 を第 2 溶射領域 1032 と称する。

[0060] 図 6 に示すように、肉盛層 102 の表面と、第 2 表面領域 1012 とが段

差なく滑らかにつながっている。そのため、第1溶射領域1031は、第2溶射領域1032と段差なく滑らかにつながる。

[0061] 溶射皮膜103は、例えば、アーク溶射、プラズマ溶射、フレイム溶射、高速フレイム溶射などの公知の溶射法によって形成される。

[0062] 溶射皮膜103の材質は、特に限定されない。溶射皮膜103の材質は、たとえば、金属、セラミック、サーメット等である。

[0063] 溶射皮膜103は、金属からなる金属マトリクスと、金属酸化物とを含有することが好ましい。金属酸化物は、たとえば、W酸化物、Ti酸化物、Fe酸化物等である。溶射皮膜103は、鉄(Fe)からなる金属マトリクスと、鉄酸化物とを含有することがより好ましい。鉄酸化物は、例えば、Fe₃O₄やFeO等である。この場合、溶射皮膜103は、例えば、鋼線材をアーク溶射することで形成される。

[0064] 溶射皮膜103は高い遮熱性を有し、さらに、潤滑性を有する。プラグ100では、肉盛層102上に溶射皮膜103が形成されるため、穿孔圧延中の丸ビレットBLから肉盛層102を介してプラグ本体101に入る熱量が抑制される。そのため、穿孔圧延中のプラグ本体101の温度上昇が抑制され、プラグ本体101が変形しにくい。その結果、プラグ100では、図4に示すような変形が生じにくく、溶損及び焼付きの発生が抑制される。

[0065] 図6において、プラグ先端に形成された溶射皮膜103の厚さT1は300～2000μmであることが好ましい。また、図6において、肉盛層102のテーパ表面に形成された溶射皮膜103の厚さT2は300～600μmであることが好ましい。厚さT1及びT2が上限以内である場合、溶射皮膜103は剥離しにくくなる。

[0066] 以上のとおり、本実施形態に係るプラグ100では、肉盛層102のテーパ表面上に形成される溶射皮膜103が剥離しにくい。そのため、肉盛層102からプラグ本体101への入熱を抑制できる。

[0067] 肉盛層102のテーパ表面の縦断面形状は図6に示すような直線状であってもよいし、他の形状であってもよい。たとえば、肉盛層102のテーパ表

面の縦断面形状は、１又は複数の曲率を有する弓状であってもよいし、他の形状であってもよい。

[0068] 図６に示すように、プラグ１００において、溶射皮膜１０３は、第１溶射領域１０３１だけでなく、第１溶射領域１０３１の後方に配置された第２溶射領域１０３２を含む。そのため、溶射皮膜１０３はプラグ１００を有効に遮熱する。第２溶射領域１０３２の前端は、第１溶射領域１０３１の後端と隣接することが好ましい。換言すれば、第２溶射領域１０３２は、第１溶射領域１０３１の後端からプラグ１００の後方に延びる。この場合、溶射皮膜１０３によるプラグ１００の遮熱性がより高まる。

[0069] 図６では、肉盛層１０２は、プラグ本体１０１の前部のうち、先端部分のみに形成されている。しかしながら、図７に示すように、肉盛層１０２は、図６の場合よりもさらにプラグ１００の後方に延びてもよい。さらに、図８に示すように、肉盛層１０２は、プラグ本体１０１の後端面を除く表面全体に形成されてもよい。

[0070] 上述の実施形態では、肉盛層１０２は、プラグ１００の先端を覆っている。しかしながら、プラグ１００をエロンゲータに用いる場合、肉盛層１０２がプラグ１００の先端を覆わなくてもよい。なぜなら、エロンゲータでは素材として中空素管を圧延するため、プラグ１００の先端に素材が接触しないからである。したがって、たとえば図９に示すように、肉盛層１０２がプラグ１００の先端を覆わずに、プラグ１００の前部において、中心軸ＣＬ周りに円環状に形成されてもよい。

[0071] 上述の実施形態では、溶射皮膜１０３は、プラグ１００の後端面を除く表面全体を覆う。しかしながら、溶射皮膜１０３が肉盛層１０２の少なくとも一部に形成されれば、上述の効果はある程度得られる。ただし、溶射皮膜１０３は肉盛層１０２全体を覆うことがより好ましい。この場合、肉盛層１０２への入熱を有効に抑制できる。また、溶射皮膜１０３は、第２溶射領域１０３２を含まなくてもよい。この場合であっても、肉盛層１０２への入熱を抑制でき、プラグ本体１０１の温度上昇を抑制できる。

[0072] 上述の実施形態では、肉盛層１０２は、プラグ本体１０１の前部に形成される。肉盛層１０２は、プラグ本体１０１の前部の全体に形成されなくてもよく、前部の一部に形成されてもよい。

[0073] [製造方法]

プラグ１００の製造方法の一例は次の通りである。

[0074] プラグ本体１０１を準備する。続いて、上述の肉盛法により、肉盛層１０２をプラグ本体１０１に形成する。好ましくは、形成された肉盛層１０２の表面を粗くする。たとえば、肉盛層１０２の表面を粗くして、溶射皮膜１０３の密着性を高めるために、肉盛層１０２の表面に対して、ショットブラストを実施する。

[0075] 次に、肉盛層１０２の表面と、必要に応じて第２表面領域１０１２とに、溶射皮膜１０３（１０３１、１０３２）を形成する。たとえば、鋼線材をアーク溶射して、溶射皮膜１０３を形成する。以上の工程により、プラグ１００が製造される。

実施例

[0076] 表１に示す試験番号１～１１のプラグを準備した。

[0077]

[表1]

試験番号	肉盛層		酸化スケール又は溶射皮膜				結果	
	皮膜領域	材質	皮膜領域	材質	膜厚T1(μm)	膜厚T2(μm)	パス数	状態
1	無し		全体	酸化スケール	500	500	1	先端溶損
2	無し		全体	鉄酸化物	1500	500	2	先端溶損
3	全体	ステライト6			無し		0	焼付き
4	全体	ステライト6+NbC50mass%			無し		1	先端溶損、 焼付き
5	先端から50mm	ステライト6+NbC50mass%	肉盛層後端～	鉄酸化物	無し	500	1	先端溶損
6	全体	ステライト6	全体	鉄酸化物	1500	500	3	先端溶損
7	全体	ステライト6+NbC50mass%	全体	鉄酸化物	1500	500	4	損傷なし
8	先端から50mm	ステライト6	全体	鉄酸化物	1500	500	3	先端溶損
9	先端から50mm	ステライト6	全体	鉄酸化物	1500	300	3	先端溶損
10	先端から50mm	ステライト6+NbC50mass%	全体	鉄酸化物	1500	500	4	損傷なし
11	先端から100mm	ステライト6+NbC50mass%	全体	鉄酸化物	1500	500	4	損傷なし

[0078] [プラグ]

表1において、試験番号1～11のプラグのプラグ本体はいずれも、最大外径が77mm、全長が230mmの砲弾形状であった。プラグ本体は、JIS G4404(2006)に規定の合金工具鋼鋼材に相当する化学組成を有した。

[0079] 試験番号1のプラグは、図3に示すように、プラグ本体301の表面に酸化スケール皮膜302を有した。酸化スケール皮膜302の厚さT1(プラグ先端位置での厚さ、図6参照)及び厚さT2(テーパ表面位置での厚さ、図6参照)のいずれにおいても、500 μ mであった。本実施例において、テーパ表面位置での厚さT2は、プラグ先端から80mmの位置での厚さと定義した。

[0080] 試験番号2のプラグは、図10に示すように、プラグ本体401の後端面以外の表面全体に、鉄及び鉄酸化物の溶射皮膜402を備えた。溶射皮膜402の厚さT1は1500 μ mであり、厚さT2は500 μ mであった。

[0081] 試験番号3及び4のプラグは、図11に示すように、プラグ本体501の後端面以外の表面全体に、肉盛層502を備えた。肉盛層の厚さは2mmであった。肉盛層の表面には、他の皮膜を形成しなかった。

[0082] 試験番号3の肉盛層は、ステライトNo. 6に相当する化学組成を有した。試験番号4の肉盛層は、ステライトNo. 6に相当する化学組成の金属マトリクスと、質量%で50%のNbCとを含有した。

[0083] 試験番号5のプラグは、図2に示すように、プラグ本体201の表面のうち、先端から後端に向かって50mmの範囲に形成され、厚さ5mmの肉盛層202と、肉盛層202の後端からプラグ後端までのプラグ本体201の表面に形成され、厚さT2が500 μ mの溶射皮膜203とを備えた。肉盛層202の材質は、試験番号4と同じであった。

[0084] 試験番号6及び7は、図8に示すように、プラグ本体101の後端面を除く表面に形成された肉盛層102と、肉盛層102の表面全体に形成された溶射皮膜103とを備えた。試験番号6及び7の肉盛層102の材質、溶射

皮膜 103 の材質は表 1 に示すとおりであった。試験番号 6 及び 7 の肉盛層 102 の厚さは 2 mm であり、溶射皮膜の厚さ T1 及び T2 は表 1 に示すとおりであった。

[0085] 試験番号 8～10 のプラグは、図 6 に示すように、プラグ本体 101 の表面のうち、プラグ先端から後端に向かって 50 mm の範囲に形成され、厚さ 5 mm を有し、表 1 に示す材質の肉盛層 102 と、肉盛層 102 及び肉盛層 102 の後端からプラグ後端までのプラグ本体に形成され、表 1 に示す材質の溶射皮膜 103 とを備えた。溶射皮膜 103 の厚さ T1 及び T2 は表 1 に示すとおりであった。

[0086] 試験番号 11 のプラグは、図 7 に示すように、試験番号 8～10 と比較して、肉盛層 102 が長く、プラグ本体の表面のうち、プラグ先端から後端に向かって 100 mm の範囲に形成された。表 1 に示すとおり、その他の構成は試験番号 8～10 と同じであった。

[0087] 上記試験番号の肉盛層はいずれも、PTA 肉盛法により形成された。上記試験番号の溶射皮膜はいずれも、アーク溶射法により形成された。

[0088] 各試験番号のプラグを用いて、中実の丸ビレットを穿孔圧延した。丸ビレットの直径は 6.5 mm であり、長さは 500 mm であった。丸ビレットの化学組成は、25% の Cr と、50% の Ni とを含有し、いわゆる高合金の化学組成であった。

[0089] 丸ビレットを 1 本穿孔圧延するごとに、プラグ表面を観察し、溶損及び焼付きの有無を目視で観察した。溶損及び焼付きが確認されるまで、丸ビレットを 1 又は複数本圧延した。溶損及び焼付きのいずれかが生じた場合、溶損又は焼付きが発生したときの圧延本数 N から 1 引いた本数 (N - 1 本) を、圧延可能な本数 (以下、パス数という) と定義した。

[0090] [試験結果]

試験結果を表 1 に示す。表 1 中の「状態」欄には、試験終了時のプラグの表面状態が記載されている。

[0091] 表 1 において、試験番号 6～11 は、本実施形態のプラグに相当した。試

験番号 6 ～ 11 のプラグでは、パス数は 3 以上と高く、優れたプラグ寿命を示した。特に、肉盛層がステライトと NbC とを含有する場合、パス数が 4 となってもプラグに損傷が観察されず、優れたプラグ寿命が得られた。

[0092] 一方、試験番号 1 では、プラグ表面に酸化スケールのみが形成されたため、パス数は 1 と少なかった。穿孔圧延後のプラグでは、プラグが変形し、先端が溶損していた。

[0093] 試験番号 2 でもパス数が 2 と低く、穿孔圧延後のプラグは変形し、先端が溶損した。

[0094] 試験番号 3 及び 4 は、プラグ表面全体に肉盛層が形成されたものの、パス数は 1 以下であった。試験番号 3 ではプラグ表面の後部に焼付きが発生し、素材後端がプラグを通過せず、止まってしまった。また、試験番号 4 では、先端部が溶損し、先端部以外のプラグ表面に焼付きも発生した。素材から肉盛層に熱が伝わり、プラグ先端部の温度が過度に上昇した結果、溶損が発生したと考えられる。試験番号 5 では、パス数が 1 と低く、プラグが変形して先端が溶損した。素材から肉盛層に熱が伝わり、プラグ先端部の温度が過度に上昇したためと考えられる。

[0095] 以上、本発明の実施形態を説明したが、上述した実施形態は本発明を実施するための例示に過ぎない。よって、本発明は上述した実施形態に限定されることなく、その趣旨を逸脱しない範囲内で上述した実施形態を適宜変形して実施することが可能である。

符号の説明

[0096] 1 穿孔機

100、200、300 プラグ

101、201、301、401、501 プラグ本体

102、202、502 肉盛層

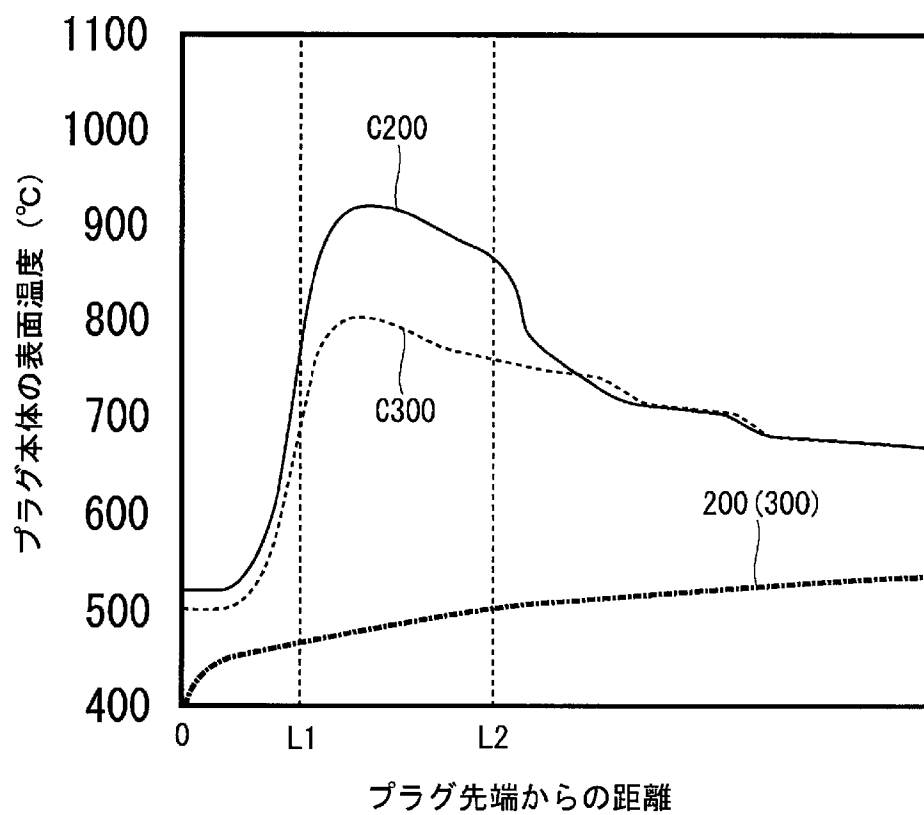
103、203、402 溶射皮膜

302 酸化スケール皮膜

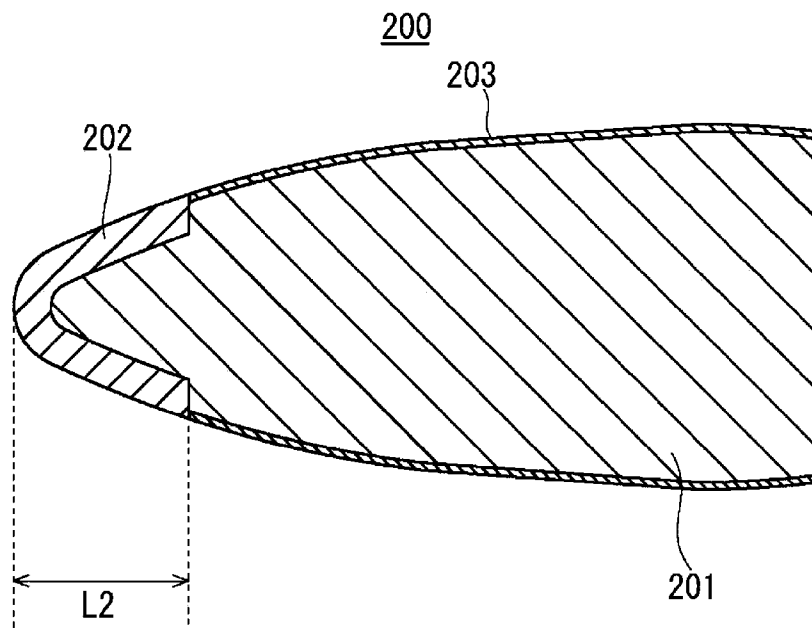
請求の範囲

- [請求項1] プラグ本体と；
 前記プラグ本体の表面上に、前記プラグ本体の軸周りに形成される肉盛層と；
 前記肉盛層の表面上に形成される溶射皮膜と；
 を備えることを特徴とする熱間製管用プラグ。
- [請求項2] 前記肉盛層は、前記プラグ本体の前部の表面上に形成され、
 前記肉盛層は、テーパ形状の表面を含み、
 前記溶射皮膜は、前記テーパ形状の表面上に形成される、
 ことを特徴とする請求項1に記載の熱間製管用プラグ。
- [請求項3] 前記溶射皮膜は、前記肉盛層の表面全体を覆うことを特徴とする請求項1に記載の熱間製管用プラグ。
- [請求項4] 前記プラグ本体の表面は、
 前記肉盛層が形成される第1表面領域と；
 前記第1表面領域よりも前記プラグ本体の後方の第2表面領域と；
 を含み、
 前記溶射皮膜は、
 前記肉盛層の表面上に形成される第1溶射領域と；
 前記第2表面領域上に形成される第2溶射領域と；
 を含むことを特徴とする請求項1に記載の熱間製管用プラグ。
- [請求項5] 前記第2溶射領域は前記第1溶射領域と隣接することを特徴とする請求項4に記載の熱間製管用プラグ。
- [請求項6] 前記肉盛層は、前記プラグ本体の先端を覆うことを特徴とする請求項1～5のいずれか一項に記載の熱間製管用プラグ。

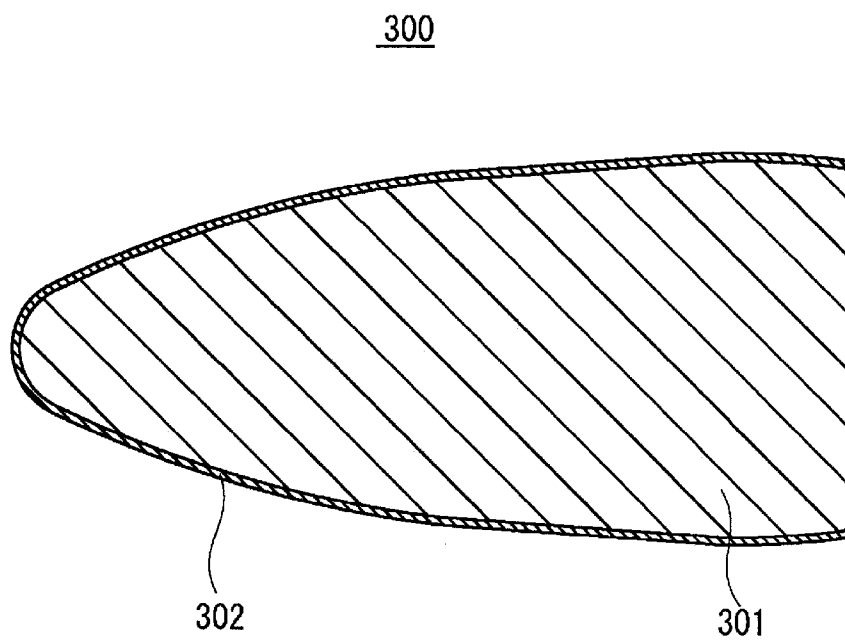
[図1]



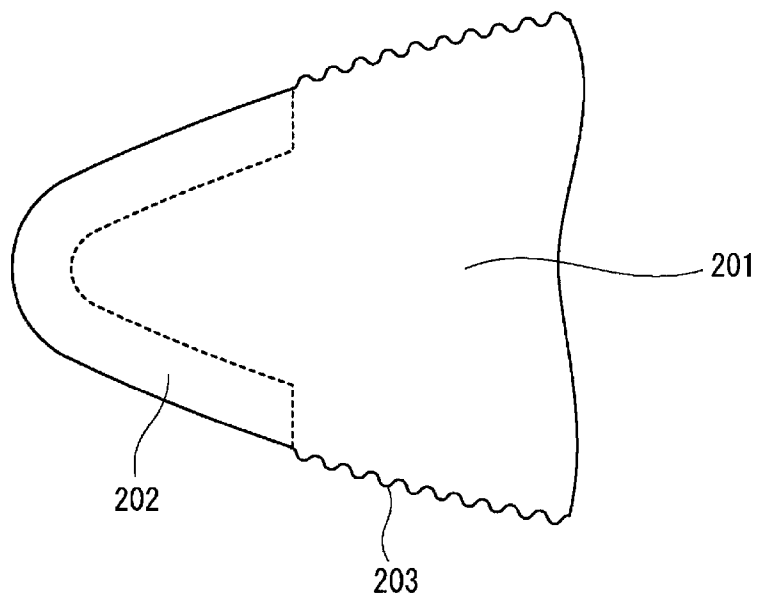
[図2]



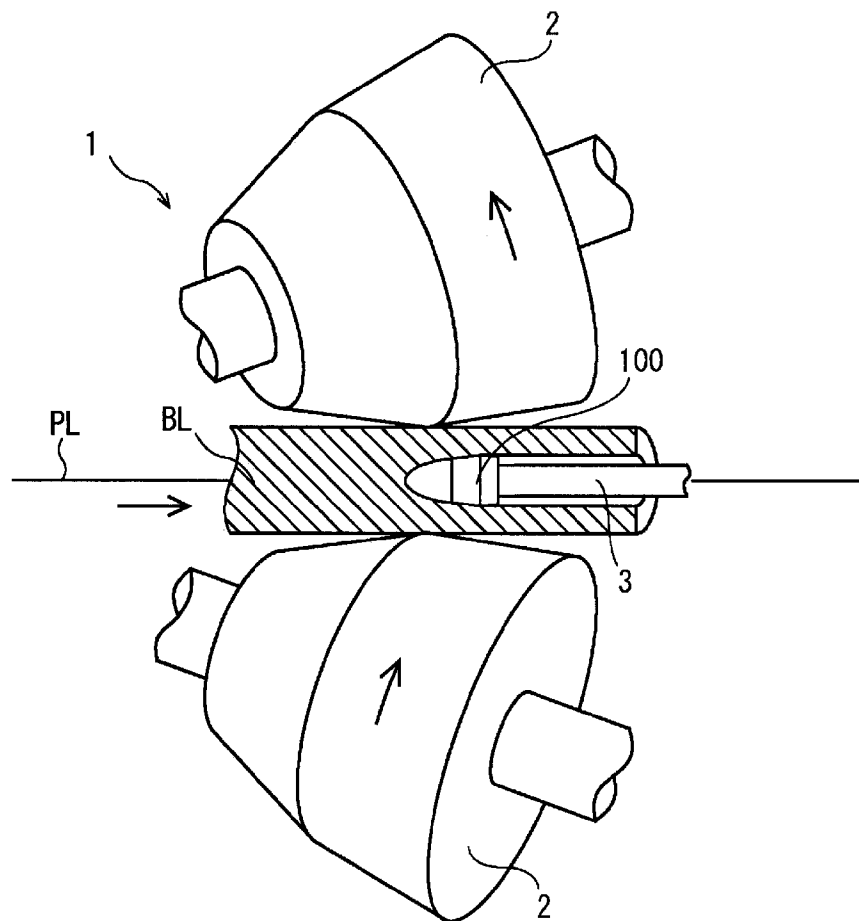
[図3]



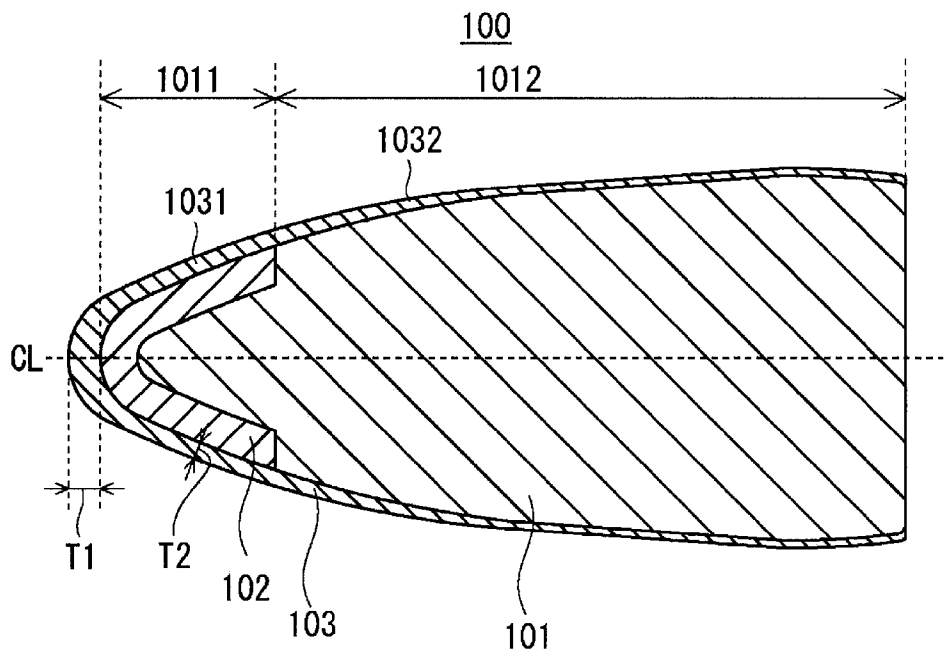
[図4]



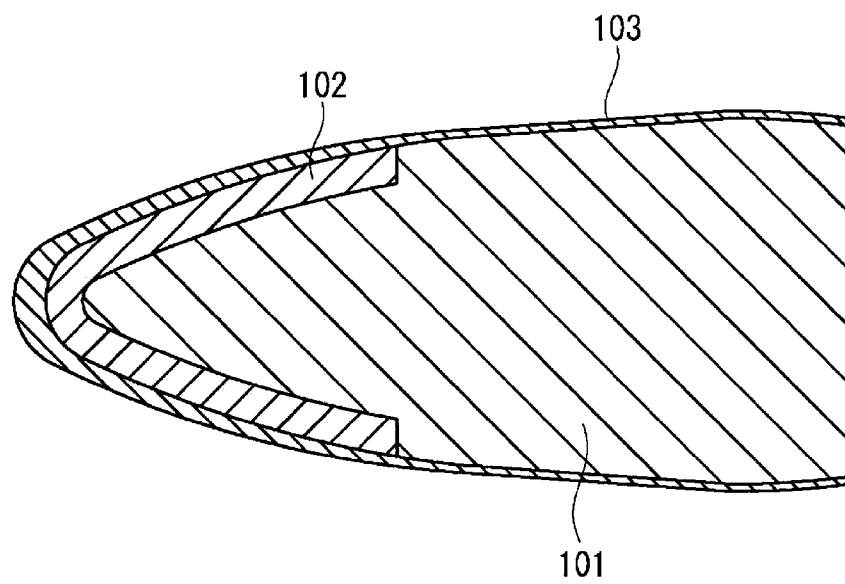
[図5]



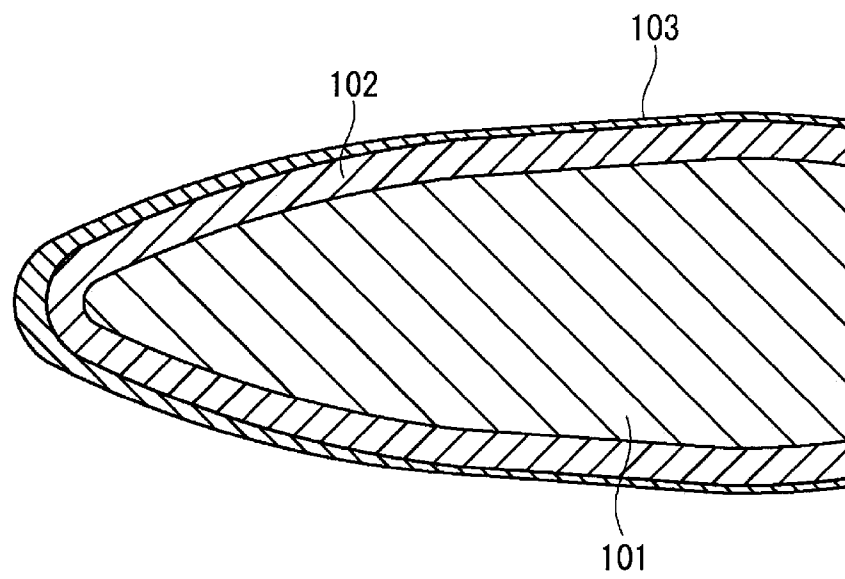
[図6]



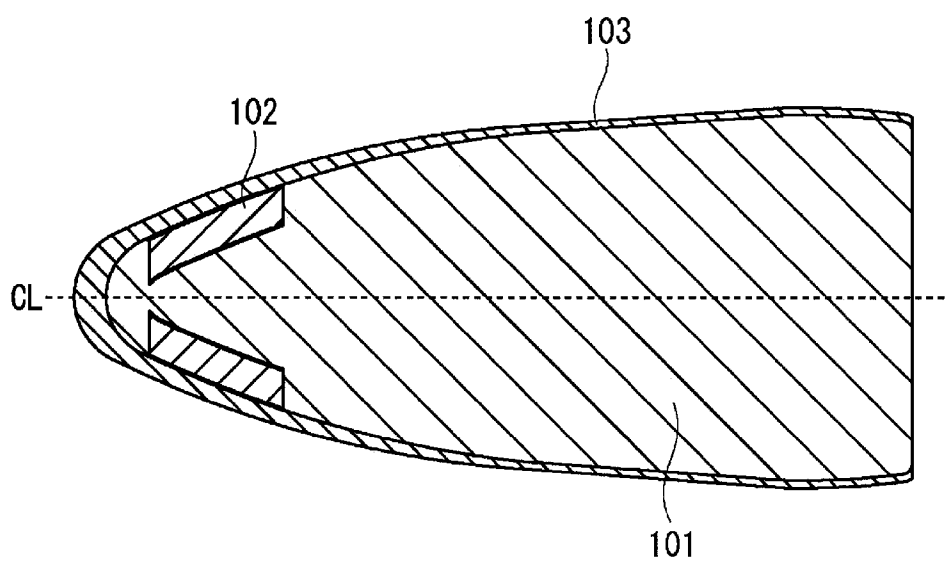
[図7]



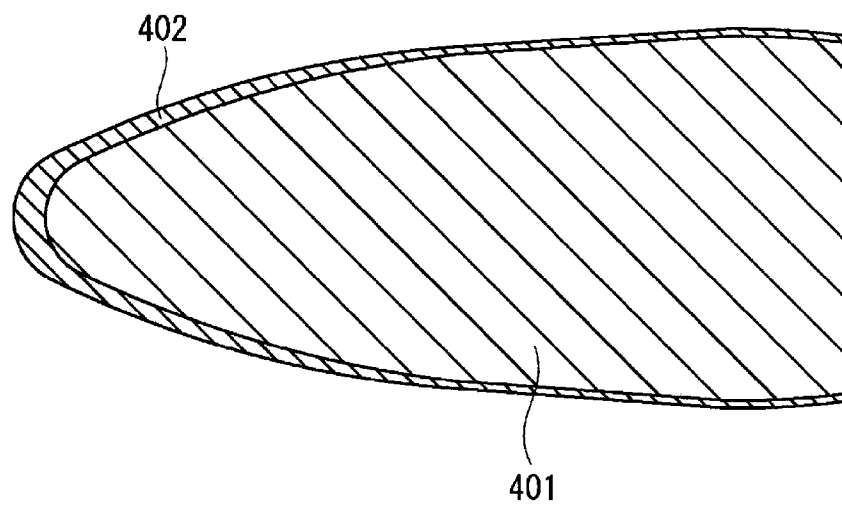
[図8]



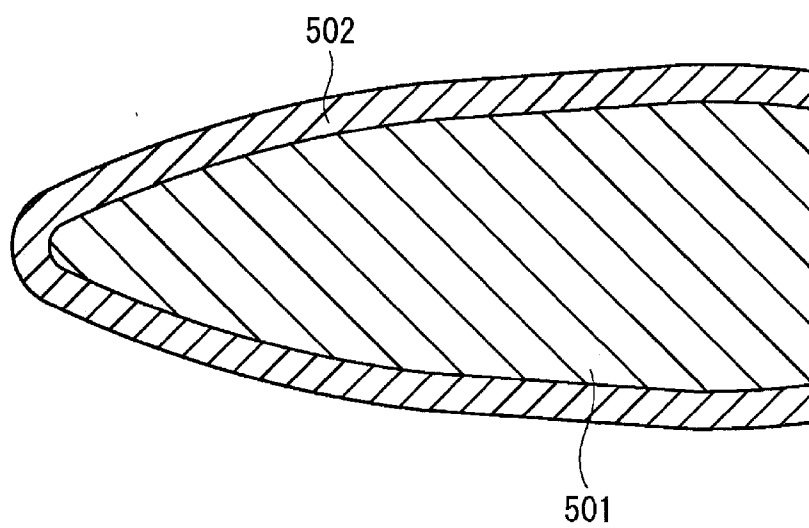
[図9]



[図10]



[図11]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/083635

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B21B25/00(2006.01)i, B21B19/04(2006.01)i, B23K9/04(2006.01)i, C23C4/02(2006.01)i, C23C4/14(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)

B21B25/00, B21B19/04, B23K9/04, C23C4/02, C23C4/14

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 A	JP 61-286077 A (Nippon Steel Corp.), 16 December 1986 (16.12.1986), page 3, upper left column, lines 3 to 15; page 2, lower left column, lines 4 to 12 (Family: none)	1-3, 6 4, 5
X A	JP 2000-33512 A (Toshiba Machine Co., Ltd.), 02 February 2000 (02.02.2000), claim 6; fig. 1 (Family: none)	1-3, 6 4, 5
X A	JP 62-183950 A (Nippon Steel Corp.), 12 August 1987 (12.08.1987), page 3, lower left column, lines 5 to 11; fig. 1 (Family: none)	1-3, 6 4, 5

☒ 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
27 December, 2013 (27.12.13)

Date of mailing of the international search report
14 January, 2014 (14.01.14)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/083635

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	JP 2005-14558 A (Toshiba Corp.), 20 January 2005 (20.01.2005), claims (Family: none)	1-3, 6 4, 5
A	JP 2009-101408 A (NKK Seamless Kokan Kabushiki Kaisha), 14 May 2009 (14.05.2009), fig. 4 (Family: none)	1-6
A	JP 10-306383 A (Sumitomo Metal Industries, Ltd.), 17 November 1998 (17.11.1998), fig. 4 (Family: none)	1-6
A	JP 3-193204 A (Sumitomo Metal Industries, Ltd.), 23 August 1991 (23.08.1991), fig. 2 (Family: none)	1-6

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. B21B25/00(2006.01)i, B21B19/04(2006.01)i, B23K9/04(2006.01)i, C23C4/02(2006.01)i, C23C4/14(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（I P C））

Int.Cl. B21B25/00, B21B19/04, B23K9/04, C23C4/02, C23C4/14

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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 3 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 3 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 3 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 A	JP 61-286077 A（新日本製鐵株式會社）1986.12.16, 第3頁左上欄 第3-15行, 第2頁左下欄第4-12行（ファミリーなし）	1-3, 6 4, 5
X A	JP 2000-33512 A（東芝機械株式会社）2000.02.02, 請求項6, 図1 （ファミリーなし）	1-3, 6 4, 5
X A	JP 62-183950 A（新日本製鐵株式会社）1987.08.12, 第3頁左下欄 第5-11行, 第1図（ファミリーなし）	1-3, 6 4, 5

☒ 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

2 7 . 1 2 . 2 0 1 3

国際調査報告の発送日

1 4 . 0 1 . 2 0 1 4

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / 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）

瀧澤 佳世

電話番号 03-3581-1101 内線 3425

4 E

4 4 2 6

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 A	JP 2005-14558 A (株式会社東芝) 2005.01.20, 特許請求の範囲 (ファミリーなし)	1-3, 6 4, 5
A	JP 2009-101408 A (エヌケーケーシームレス鋼管株式会社) 2009.05.14, 図4 (ファミリーなし)	1-6
A	JP 10-306383 A (住友金属工業株式会社) 1998.11.17, 図4 (ファミリーなし)	1-6
A	JP 3-193204 A (住友金属工業株式会社) 1991.08.23, 第2図 (ファミリーなし)	1-6