

(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
2017年3月30日(30.03.2017)



(10) 国際公開番号
WO 2017/051632 A1

- (51) 国際特許分類:
B21B 25/00 (2006.01) C22C 38/04 (2006.01)
C21D 9/00 (2006.01) C22C 38/54 (2006.01)
C22C 38/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/073706
- (22) 国際出願日: 2016年8月12日(12.08.2016)
- (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 2015-188403 2015年9月25日(25.09.2015) JP
特願 2015-198103 2015年10月6日(06.10.2015) JP
特願 2016-147027 2016年7月27日(27.07.2016) 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: 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). 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). 山成 雄一(YAMANARI, Yuichi); 〒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). 山本 侑志(YAMAMOTO, Yuji); 〒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). 宮井 達哉(MIYAI, Tatsuya); 〒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: 上羽 秀敏, 外(UEBA, Hidetoshi et al.); 〒5300004 大阪府大阪市北区堂島浜2丁目2番28号 堂島アクシスビル インテリクス特許法律事務所 Osaka (JP).

(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, 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, 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.

[続葉有]

(54) Title: PIERCER PLUG AND MANUFACTURING METHOD THEREFOR

(54) 発明の名称: ピアサープラグ及びその製造方法

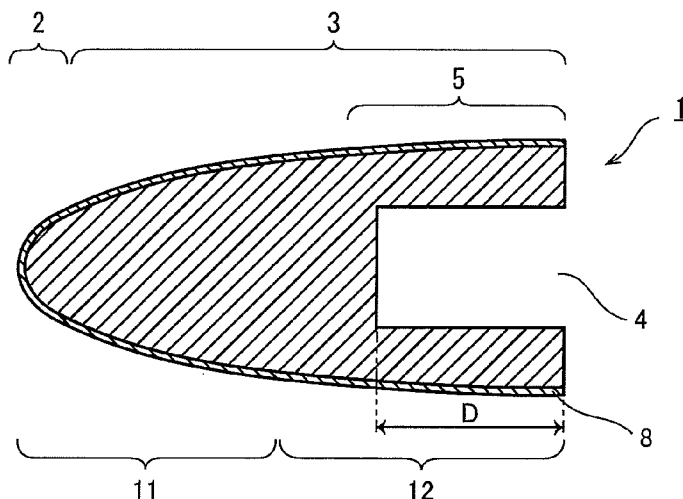


FIG. 1

(57) Abstract: Provided are a piercer plug with an increased service life and a manufacturing method therefore. The piercer plug 1 is equipped with a tip section 2, and a body section 3 formed of the same material as the tip section 2 and continuous with the tip section 2. The body section 3 includes a tubular section 5 in which a hole for attaching a bar is formed. The tip section 2 is harder than the tubular section 5.

(57) 要約: 寿命を長くしたピアサープラグ及びその製造方法を提供する。ピアサープラグ1は、先端部2と、先端部2と同じ素材で形成され、先端部2と連続する胴部3とを備える。胴部3は、バーを取り付けるための穴が形成された筒部5を含む。先端部2は筒部5よりも硬い。



(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))

明 細 書

発明の名称：ピアサープラグ及びその製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、ピアサープラグ及びその製造方法に関し、特に継目無鋼管を製造するための穿孔圧延に用いるピアサープラグ及びその製造方法に関する。

背景技術

[0002] 継目無鋼管は、加熱されたピレットに穿孔圧延機（ピアサー）による穿孔圧延を施すことで製造される。特開平 7－9 6 3 0 5 号公報及び実開平 3－1 8 9 0 1 号公報には、穿孔圧延に用いるピアサープラグが開示されている。ピアサープラグは非常に過酷な環境で使用される。

[0003] 特開 2 0 0 3－1 7 1 7 3 3 号公報、特開平 1 0－2 9 1 0 0 8 号公報、特許第 2 6 8 3 8 6 1 号公報及び特許第 3 6 3 5 5 3 1 号公報には、素材表面に酸化皮膜を設けることで、素材の損耗を抑制したピアサープラグが開示されている。特開 2 0 1 3－2 4 8 6 1 9 号公報、特許第 4 2 7 9 3 5 0 号公報及び特許第 5 1 6 9 9 8 2 号公報には、素材表面に溶射皮膜を設けることで、素材の損耗を抑制したピアサープラグが開示されている。これらの皮膜はいずれも、穿孔に用いることで、磨耗や剥離により消耗する。皮膜が消耗したピアサープラグは、使用を中断して、皮膜を再び形成することで、再使用できる。ただし、穿孔圧延によるプラグ母材（素材）の変形量及び損耗量が所定の許容値を超えていたプラグは再使用できない。ピアサープラグは、穿孔圧延に用いられることにより、特に先端部に変形及び損耗（以下、あわせて変形という）が生じやすい。

[0004] 特許第 5 4 6 4 3 0 0 号公報には、先端部に肉盛層を設け、肉盛層よりも後方に溶射皮膜を設けたピアサープラグが開示されている。このピアサープラグは、高強度の肉盛層によってプラグ母材（素材）の変形を抑制している。また、特開平 1 0－1 5 6 4 1 0 号公報には、胴部を 3 C r（クロム）－1 N i（ニッケル）系の低合金鋼で形成し、先端部を N b（ニオブ）合金で

形成することで、先端部の高温強度を高めて、先端部の変形を抑制したピアサープラグが開示されている。特公平5-85242号公報には、耐熱合金から構成された先端部と、先端部を相対回転可能に装着された本体とを備えることで、変形を生じにくくしたピアサープラグが開示されている。

発明の開示

- [0005] 以上のように、ピアサープラグの変形を抑制するため、ピアサープラグの先端部表面の硬さを増加させることは行われてきた。しかしながら、従来提案されているピアサープラグは、先端部に肉盛部を形成した構造や、胴部とは異なる素材で作られた先端部を胴部に取り付けた構造であるため、製造工程が煩雑であり、製造コストもかかる。
- [0006] 一方で、ピアサープラグ全体を硬い素材とすると、素材の靱性が低下することで、穿孔圧延時に割れを生じることがある。ここで、本発明者はプラグの割れの発生状況を詳細に観察した結果、穿孔圧延時の割れは、主にピアサープラグとバー（芯金）とを結合させるためにピアサープラグに設けられる結合用の穴を起点として生じることを見出した。
- [0007] 本発明の目的は、先端部と胴部とが同じ素材であるピアサープラグであって、ピアサープラグの変形を抑制し、かつ割れも抑制し、寿命を長くしたピアサープラグ及びその製造方法を提供することである。
- [0008] 本発明の一実施形態によるピアサープラグは、先端部と、先端部と同じ素材で形成され、先端部と連続する胴部とを備える。胴部は、バーを取り付けるための穴が形成された筒部を含む。先端部は筒部よりも硬い。
- [0009] 本発明の一実施形態によるピアサープラグの製造方法は、先端部と、先端部と同じ素材で形成され、先端部と連続する胴部とを備えるピアサープラグを準備する工程と、先端部の温度がオーステナイト変態温度以上になりかつ胴部においてバーを取り付けるための穴が形成された筒部の温度がオーステナイト変態温度未満になるように前記ピアサープラグを加熱する工程とを含む。
- [0010] 本発明によれば、ピアサープラグの寿命を長くすることができる。

図面の簡単な説明

- [0011] [図1]図 1 は、本発明の一実施形態によるピアサープラグの縦断面図である。
- [図2]図 2 は、図 1 と異なる形状の他のピアサープラグの縦断面図である。
- [図3]図 3 は、ピアサープラグを備えた穿孔圧延機の構成を示す模式図である。
- [図4]図 4 は、本発明の一実施形態による製造方法を示すフローチャートである。
- [図5]図 5 は、加熱装置の模式図である。
- [図6]図 6 は、図 5 に示す加熱装置とは別の加熱装置の模式図である。
- [図7]図 7 は、ヒートパターンの一例を示したグラフである。
- [図8]図 8 は、プラグ変形量とパス数との関係を示したグラフである。
- [図9]図 9 は、番号 1 ～ 15 のピアサープラグにおける先端部のビッカース硬さを示したグラフである。

発明を実施するための形態

- [0012] 本発明の一実施形態の概要を説明する。

ピアサープラグは、先端部と、先端部と同じ素材で形成され、先端部と連続する胴部とを備える。胴部は、バーを取り付けるための穴が形成された筒部を含む。先端部は筒部よりも硬い。

- [0013] このピアサープラグは、先端部が筒部よりも硬く、かつ筒部が先端部よりも靱性が高いものになっている。そのため、ピアサープラグは、穿孔圧延に用いられたとき、先端部の変形が抑制され、かつ筒部の割れが抑制される。その結果、ピアサープラグは、より多くの回数の穿孔圧延に用いられることができ、寿命が長くなる。

- [0014] このピアサープラグは、ピアサープラグの表面に形成された皮膜をさらに備える。

- [0015] ピアサープラグの製造方法は、先端部と、先端部と同じ素材で形成され、先端部と連続する胴部とを備えるピアサープラグを準備する工程と、先端部の温度がオーステナイト変態温度以上になりかつ胴部においてバーを取り付

けるための穴が形成された筒部の温度がオーステナイト変態温度未満になるように前記ピアサープラグを加熱する工程とを含む。

[0016] この方法で製造されたピアサープラグは、先端部が筒部よりも硬く、かつ筒部が先端部よりも靱性が高いものになっている。そのため、このピアサープラグは、穿孔圧延に用いられたとき、先端部の変形が抑制され、かつ筒部の割れが抑制される。その結果、このピアサープラグは、より多くの回数の穿孔圧延に用いられることができ、寿命が長くなる。

[0017] ピアサープラグの製造方法は、前記加熱する工程に先だって、ピアサープラグの表面に皮膜を形成する工程をさらに含む。

[0018] この方法で製造されるピアサープラグは、皮膜により圧延部の変形が抑制される。

[0019] [ピアサープラグ]

以下、本発明の一実施形態によるピアサープラグについて詳細に説明する。

ピアサープラグ（以下、単にプラグという）は継目無鋼管の製造に用いる穿孔圧延機（ピアサー）で繰り返し使用される。プラグに用いられる素材は、加熱処理により硬度が向上する鋼、すなわち焼きが入る鋼であれば特に限定されない。また、プラグは、鍛造して形成されることが好ましいが、特にこれに限定されない。

[0020] プラグに用いられる素材となる鋼は、Fe（鉄）及び不純物に加えて、特徴的な元素を以下の範囲で含むことが好ましい。なお、これらの元素以外を含んでもよい。以降、元素に関する％は、質量％を意味する。

[0021] C：0.08～0.5％

炭素（C）は高温強度向上に対する有効成分である。C含有量が0.08％以下では効果がない。また、C含有量が0.5％を超えると、硬度が高くなりすぎる。また、炭化物の析出状態の制御がしにくくなる。したがって、C含有量は0.08～0.5％とする。C含有量は、好ましくは0.3％以下であり、さらに好ましくは0.2％以下である。C含有量は、好ましくは

0.09%以上であり、さらに好ましくは0.1%以上である。

[0022] Si : 0.1~1.0%

シリコン (Si) は脱酸素に有効な成分である。Si含有量が0.1%以下では効果が小さい。Si含有量が1.0%を超えると素材の靱性が劣化し始める。したがって、Si含有量は0.1~1.0%とする。Si含有量は、好ましくは0.9%以下であり、さらに好ましくは0.8%以下である。Si含有量は、好ましくは0.2%以上であり、さらに好ましくは0.3%以上である。

[0023] Mn : 0.2~1.5%

マンガン (Mn) は高温におけるオーステナイトを安定化する。すなわち、 δ フェライトの生成を抑制して靱性低下を抑制する。その効果はMn含有量が0.2%以上で得られる。しかし、Mn含有量が1.5%を超えると硬度が高くなりすぎ、穿孔後に焼き割れが生じやすくなる。したがって、Mn含有量は0.2~1.5%とする。Mn含有量は、好ましくは1.4%以下であり、さらに好ましくは1.3%以下である。Mn含有量は、好ましくは0.3%以上であり、さらに好ましくは0.4%以上である。

[0024] 素材は、以下の選択元素を含有しても良い。すなわち、以下の元素は、いずれも素材に含有されていなくても良い。また、一部だけが含有されていても良い。

[0025] Ni : 0~2.0%

ニッケル (Ni) はプラグ表層部に形成される焼き入れ相の靱性を改善する効果がある。その効果はNi含有量が2.0%でほぼ飽和する。それ以上の添加はコスト増加要因となる。したがって、Ni含有量は0~2.0%とする。Ni含有量は、好ましくは1.9%以下であり、さらに好ましくは1.8%以下である。Ni含有量は、好ましくは0.2%以上であり、さらに好ましくは0.3%以上である。

[0026] Mo : 0~4.0%、W : 0~4.0%

モリブデン (Mo) 及びタングステン (W) は置換可能な元素である。こ

これらの元素は高温強度の改善に有効であり、かつ A_{c1} 点を上昇させて穿孔後に表面に焼きが入る部分を低減する効果がある。しかし、総和が8.0%を超えると、高温でもフェライトが残留し、強度及び靱性が低下する。したがって、総和は8.0%以下とする。Mo含有量は、好ましくは3.9%以下であり、さらに好ましくは3.8%以下である。Mo含有量は、好ましくは0.75%以上であり、さらに好ましくは0.8%以上である。W含有量は、好ましくは3.9%以下であり、さらに好ましくは3.8%以下である。W含有量は、好ましくは0.75%以上であり、さらに好ましくは0.8%以上である。

[0027] Cu : 0~0.5%

銅 (Cu) はオーステナイト安定化元素であり、穿孔時に高温に保持されてオーステナイトとなったプラグ表層部の靱性を改善する効果がある。したがって、Cu含有量は0~0.5%とする。

[0028] B : 0~0.2%、Nb : 0~1.0%、V : 0~1.0%、Cr : 0~10.0%、
Ti : 0~1.0%

ボロン (B) が少しでも含有されれば、粒界の強度を増加させる効果がある。しかし、B含有量が0.2%を超えると、逆に脆化相が析出し靱性が劣化する。したがって、B含有量は0~0.2%とする。ニオブ (Nb)、バナジウム (V)、クロム (Cr) 及びチタン (Ti) は少しでも含有すれば、結晶粒を微細化する効果がある。したがって、Nb、V及びTiの元素の含有量の各々は0~1.0%とし、Cr含有量は0~10.0%とする。

[0029] その他、脱硫などの目的で、カルシウム (Ca)、希土類元素 (REM) を必要に応じて微量添加することができる。

[0030] プラグ1は、図1に示すように、例えば砲弾形状である。プラグ1は、先端部2と、胴部3とを備える。プラグ1の横断面は、先端部2、胴部3ともに円形状である。先端部2及び胴部3は表面が連続する。先端部2及び胴部3は同じ素材で形成されており、1つのパーツである。以下、プラグ1にお

いて、先端部 2 側を前方とし、胴部 3 側を後方とする。胴部 3 はバーと接続するために設けられた後端面（裏面）に開口した結合用穴 4 を有する。結合用穴 4 の前端（穴の底）は、例えば、プラグ 1 の全長（先端部 2 の前端から胴部 3 の後端までの寸法）のうち、中央又はそれよりも後方の部位に位置する。プラグ 1 の後方部分（胴部 3 の後方部分）は、結合用穴 4 によって筒状になっている。プラグ 1 の長手方向（軸方向）において、内部に結合用穴 4 が形成されている部分を筒部 5 という。プラグ 1 の長手方向における結合用穴 4 の前端から後端（開口端）までの長さ、つまり結合用穴 4 の深さを D [mm] として、筒部 5 の前端は、結合用穴 4 の前端から前方に $0.1 \times D$ [mm] の位置とする。すなわち、筒部 5 は、プラグ 1 の長手方向において、結合用穴 4 の前端から $0.1 \times D$ [mm] 前方の位置とプラグ 1 の後端との間の部分を指す。なお、図 1 に示すプラグ 1 は、胴部 3 よりも後方に位置する逃げ部をさらに備えてもよい。プラグ 1 は、図 2 に示すように、先端部 2 が凸型に突出して形成されている形状であってもよい。図 2 に示すプラグ 1 は、胴部 3 よりも後方に位置する逃げ部 10 をさらに備える。

[0031] プラグ 1 は、図 3 に示すように、穿孔圧延機 13 において、結合用穴 4 にバー 15（芯金）の先端を取り付け、穿孔圧延に用いられる。プラグ 1 は一対の傾斜ロール 14, 14 の間であってかつパスライン PL 上に配置される。穿孔圧延時、プラグ 1 は、その先端部 2 から中実のビレット 16 が押し込まれるため、高温に晒されるとともに、高い圧力を受ける。

[0032] 別の観点から、プラグ 1 は、図 1 又は図 2 に示すように、圧延部 11 とリーリング部 12 とに区分される。圧延部 11 は先端部 2 の全体及び胴部 3 のうち先端部 2 に連続する前方の部位であり、リーリング部 12 は胴部 3 の圧延部 11 よりも後方の部位である。圧延部 11 は穿孔圧延において、肉厚圧下の大部分を受け持つ部位である。リーリング部 12 は、穿孔圧延において、中空素管（シェルともいう）の肉厚を仕上げる部位である。

[0033] プラグ 1 は、皮膜 8 をさらに備える。皮膜 8 は、例えば、溶射により形成された鉄及び鉄酸化物を主成分とする溶射皮膜または酸化熱処理により形成

されたスケール皮膜である。皮膜8は、プラグ1の表面に形成され、例えばプラグ表面の全体（芯金結合用の穴が設けられる後端面を除く）を覆う。なお、皮膜8は、プラグ表面の少なくとも圧延部11上に形成されればよいが、プラグの後端面を除く全表面に形成されることが好ましい。また、皮膜8は、その厚さを部位毎に異ならせることが好ましく、胴部3表面に形成される皮膜8の厚さよりも先端部2表面に形成される皮膜8を厚くすることが好ましい。

[0034] 先端部2は筒部5よりも硬い。プラグ1において、先端部2のビッカース硬さは、300HV以上であるのに対して、筒部5のビッカース硬さは、好ましくは220～260HVであるが、220HV以下でも良い。なお、本実施形態において、ビッカース硬さは、プラグ1を長手方向に切断した断面から、JIS Z 2244（2009）に基づき、1kgfの試験力で測定した値である。また、筒部5は、JIS Z 2242（2005）に基づくフルサイズ試験片を用いたシャルピー衝撃試験において、20℃における衝撃値が従前のプラグと同程度の20J/cm²以上である。

[0035] 以上のように、プラグ1は、先端部2を筒部5よりも硬くしたことで、穿孔圧延による先端部2の変形を抑制することができる。具体的には、穿孔圧延に用いられたプラグ1は、例えば、先端部2の変形による全長の減少量（プラグ変形量ともいう）を従前の約50％に抑えることができる。さらに、プラグ1は、従前と変わらない穿孔効率でピレットを穿孔圧延することができる。

[0036] 筒部5を先端部2と同様に硬くすると、筒部5の靱性が低下して穿孔圧延により筒部5に割れが生じる。本実施形態のプラグ1は、先端部2及び胴部3を同じ素材で形成したプラグにおいて、先端部2のみを硬くすることで、硬さを向上させた先端部2と所望の靱性を有する筒部5とを備えることができる。その結果、プラグ1は、筒部5の割れの発生を抑制しながら、先端部2の変形を抑制することができ、繰り返し使用する際の寿命を長くすることができる。

[0037] [製造方法]

次に、本発明の一実施形態によるプラグ 1 の製造方法について詳細に説明する。なお、プラグ 1 の説明と重複する説明は省略する。

[0038] 製造方法は、例えば、図 4 に示すように、プラグを準備する工程 S 1 と、プラグ上に皮膜を形成する工程 S 2 と、プラグを加熱する工程 S 3 と、プラグを冷却する工程 S 4 とを含む。工程 S 1 において、プラグは先端部 2 及び胴部 3 を備える。先端部 2 及び胴部 3 は同一の素材で形成される。したがって、工程 S 1 で準備されるプラグは、先端部 2 及び胴部 3（筒部 5）の硬さが同じであり、靱性も同じである。工程 S 1 で準備されるプラグの硬さは、好ましくはビッカース硬さで 220～260 Hv であるが、220 Hv 以下でも良い。

[0039] 工程 S 2 では、プラグ上に皮膜 8 を形成する。皮膜 8 を形成する方法は、周知の方法である。皮膜 8 はアーク溶接により形成される溶射皮膜であることが好ましい。皮膜 8 は、例えば、鉄及び鉄酸化物を主成分とする溶射皮膜である。なお、工程 S 2 は、工程 S 3 の後に実施されてもよく、工程 S 4 の後に実施されてもよく、実施されなくてもよい。また、工程 S 2 は、溶射皮膜に代えて、酸化熱処理によりスケール皮膜を形成してよい。皮膜 8 は、少なくとも圧延部 11 上に形成されればよいが、プラグ表面の全体（後端面を除く）に形成されることが好ましい。皮膜 8 が溶射皮膜の場合は、工程 S 3 における加熱前に皮膜形成することが好ましい。

[0040] 工程 S 3 では、プラグの先端部 2 を加熱する。工程 S 3 において、先端部 2 の温度がオーステナイト変態温度（ A_{c3} 点）以上になり、筒部 5 の温度が A_{c3} 点未満になるように加熱する。ここで、加熱される温度を A_{c3} 点未満とすべき筒部 5 は、前述の通り、結合用穴 4 の前端から $0.1 \times D$ [mm] 前方の位置とプラグの後端との間の部分である。換言すると、プラグの後端と結合用穴 4 の前端から $0.1 \times D$ [mm] 前方の位置との間の領域は、 A_{c3} 点未満になるように加熱される。加熱処理は、例えば、図 5 に示すように、先端部 2 の外周に高周波コイル 6 を取り付け、 A_r 雰囲気内の加熱装置内にプ

ラグを配置し、コイル6を用いて先端部2を1000～1200℃で高周波加熱する。加熱時間は焼きが入る時間であればよく、高周波加熱の場合、A₃点以上の温度に数秒以上加熱すれば十分であるが、工業的な安定性を考慮すると20秒以上が好ましく、1分以上がより好ましい。加熱時間は20分以内が好ましく、10分以内がより好ましい。特に、加熱処理を不活性ガス雰囲気以外（例えば大気中）で実施する場合、加熱時間は10分以内が好ましく、5分以内がより好ましい。長時間加熱すると、皮膜8の性状が変化しておそれがあるからである。例えば、大気中であれば、皮膜8の酸化が進むおそれがある。上記した加熱処理により、先端部2の温度をA₃点以上まで上げ、筒部5の温度をA₃点未満にすることができる。なお、プラグを加熱する装置は、高周波コイル6に限らない。

- [0041] 図6に、高周波コイル6を使用せずにプラグを加熱する装置の例を示す。図6に示す加熱装置7は、ヒータ71、72を備える。ヒータ71は、加熱装置7の上部に配置されている。ヒータ72は、加熱装置7の下部に配置されている。
- [0042] 工程S3の実施に際し、加熱装置7内にプラグが装入される。加熱装置7内には、複数のプラグが装入されることが好ましい。このとき、プラグとヒータ72との間には遮蔽物8が設置される。すなわち、ヒータ72の上方に遮蔽物8が配置され、遮蔽物8上にプラグが載置される。遮蔽物8は、ヒータ72からプラグへの伝熱を抑制する部材である。遮蔽物8の形状は、例えば、格子状や板状である。遮蔽物8は、酸化物で被覆されていてもよい。
- [0043] 加熱装置7内のプラグは、ヒータ71、72によって加熱される。ヒータ71、72の加熱温度（設定温度）は、同一とすることができる。加熱装置7内は、Ar等の不活性ガス雰囲気であることが好ましい。プラグの先端部2の温度がA₃点以上の所定温度に達した時点で、加熱装置7からプラグが取り出される。遮蔽物8によってプラグの下部への伝熱はプラグの上部への伝熱よりも小さくなっているため、筒部5の温度は先端部2の温度よりも低い。加熱装置7からプラグを取り出す時点で、筒部5の温度はA₃点まで達

しておらず、 A_{c3} 点未満となっている。

[0044] 加熱装置 7 によるプラグの加熱は、遮蔽物 8 を用いずに行うこともできる。この場合は、プラグの上方に位置するヒータ 7 1 の加熱温度よりも、プラグの下方に位置するヒータ 7 2 の加熱温度を小さくする。これにより、プラグの上部への伝熱を大きく、プラグの下部への伝熱を小さくすることができる。よって、遮蔽物 8 を用いた場合と同様に、先端部 2 の温度が A_{c3} 点以上になる一方で筒部 5 の温度が A_{c3} 点未満となるように、プラグを加熱することができる。

[0045] 加熱装置 7 内のプラグについて、例えば、先端部 2 及び筒部 5 の各々に熱電対を取り付けて先端部 2 及び筒部 5 の温度を測定することができる。これにより、筒部 5 の温度が A_{c3} 点未満である一方、先端部 2 の温度が A_{c3} 点以上の所定温度に達したことを検知し、好ましいタイミングでプラグを加熱装置 7 から取り出すことができる。なお、工程 S 3 の実施の都度、先端部 2 及び筒部 5 の温度を測定する必要はない。温度の測定を一度行えば適切な加熱時間を得ることができるため、同種のプラグに関しては、当該加熱時間で工程 S 3 を実施すればよい。

[0046] 工程 S 4 では、工程 S 3 で加熱されたプラグを冷却する。例えば、コイル 6 の通電を止め、加熱装置の扉を開放して、プラグを 400°C 以下、通常は室温まで冷却する。これによって、プラグ 1 が製造される。冷却速度は焼きが入る速度であればよく、放冷程度がそれ以上であればよい。

[0047] 以上のように、この製造方法で製造されたプラグ 1 は、先端部 2 を A_{c3} 点以上に加熱することで、先端部 2 の硬さを向上させることができる。さらに、プラグ 1 は、筒部 5 の温度を A_{c3} 点未満に抑えることで、加熱による筒部 5 の靱性の低下を抑制することができる。その結果、プラグ 1 は、硬さを向上させた先端部 2 と所望の靱性を有する筒部 5 とを備えることができ、寿命を長くすることができる。また、穿孔圧延に用いたときにおいて、先端部 2 の変形に起因する皮膜 8 の剥離を抑制することができる。

[0048] プラグ 1 の製造方法は、上述のものに限られない。筒部 5 のみに焼き戻し

を行うことにより、先端部２が筒部５よりも硬いプラグ１を製造してもよい。例えば、全体（先端部２及び胴部３）が３００Ｈｖ以上のビッカース硬さを有するプラグを準備して筒部５のみを焼き戻すことにより、先端部２のビッカース硬さが３００Ｈｖ以上であって、筒部５のビッカース硬さが２２０～２６０Ｈｖのプラグ１を製造することができる。

実施例

[0049] 表１に示す化学組成を有する鋼から、複数のプラグを製造した。これらのプラグを番号１～１６のプラグとして準備した。なお、表１において、元素の含有量はいずれも質量％である。さらに、化学組成において、残部はＦｅ及び不純物である。

[0050] [表１]

C	Si	Mn	P	S	Cu	Ni	Cr	Mo	Co	W
0.15	0.50	0.50	0.008	0.004	0.01	1.0	0.5	1.40	<0.01	3.50

[0051] 番号１～１７のプラグ各々は、先端部２及び胴部３上に皮膜８を形成した。皮膜８は鉄線材（普通鋼製の線材）を用いたアーク溶接による溶射皮膜である。番号１～１５各々では、皮膜８を備えたプラグを、図５に示す加熱装置で加熱し、その後コイル６の通電を止め、加熱装置の扉を開放して放冷し、プラグ１を製造した。番号１～１５各々の加熱装置による加熱時間及び加熱温度を、表２に示す。番号１のプラグにおける先端部２のヒートパターンを、図７に示す。具体的には、番号１のプラグは、コイル６を用いて１２０秒で１０００℃に加熱され、その後、１０００℃で６００秒保持された。さらに、プラグは、１０００℃から１００秒かけて７５０℃に冷却され、７５０℃から２５０秒かけて６００℃に冷却され、６００℃から２５０秒かけて５００℃に冷却され、５００℃から４００秒かけて４００℃に冷却された。また、番号１６のプラグ１は、加熱していない比較例である。表２において、番号１６は、未加熱として加熱温度及び加熱時間に「－」を付した。番号１７のプラグ１は、プラグ全体を加熱できるコイルによって熱処理した比較

例である。番号 17 の加熱温度及び加熱時間は、表 2 に示す通り 1200℃ 及び 1200 秒である。

[0052] [表2]

番号	加熱温度(℃)	加熱時間(秒)
1	1000	600
2	1000	1200
3	1000	1800
4	1000	3600
5	1000	7200
6	1100	600
7	1100	1200
8	1100	1800
9	1100	3600
10	1100	7200
11	1200	600
12	1200	1200
13	1200	1800
14	1200	3600
15	1200	7200
16	—	—
17	1200	1200

[0053] [穿孔圧延試験]

本実施例である番号 1～15 のプラグ 1 のうち番号 1～3 のプラグ 1 及び比較例である番号 16 のプラグ 1 各々を用いて、SUS304 からなるビレットを穿孔圧延する試験を 5 回ずつ行い、1 回の穿孔圧延が終了する度にプラグ変形量を測定した。換言すると、それぞれのプラグを 5 回繰り返して穿孔圧延試験に使用し、毎回変形量を測定した。また、プラグ 1 の胴部 3、特に筒部 5 に割れが発生していないか観察した。なお、試験にはいずれも同じ化学組成を有するビレットを用いた。

[0054] [プラグの変形状況及び皮膜の剥離状況の観察]

穿孔圧延試験に 5 回用いた番号 1 及び 16 のプラグ 1 を、軸方向（長手方向）に切断し、切断面における先端部 2 の変形状況及び皮膜 8 の剥離状況を観察した。

[0055] [硬さ試験]

番号１～１７のプラグ１各々の先端部２及び筒部５の断面に対して、ビッカース硬さを測定した。ビッカース硬さの測定は、ＪＩＳ Ｚ ２２４４（２００９）に基づいて実施した。測定時の試験力は、１ｋｇｆにした。

[0056] [試験結果]

番号１～３及び１６のプラグ１は、図８に示すように、１回目の穿孔圧延において、変形量が同程度であった。２回目以降の穿孔圧延において、番号１～３のプラグ１は、番号１６のプラグ１よりも変形量を抑えることができた。特に、３回目以降の穿孔圧延において、番号１～３のプラグ１は、番号１６のプラグ１よりも変形量を５０％程度少なく抑えることができた。また、番号１～３及び１６のプラグ１はいずれも割れは発生していなかった。

[0057] 切断面における番号１及び１６のプラグ１の観察の結果、番号１のプラグ１は、変形に起因する皮膜８の隔離が認められなかった。一方、番号１６のプラグ１は、先端部２が横に膨れて変形しており、膨れた部位で皮膜８が剥離していた。

[0058] 番号１～１５のプラグ１はいずれも、図９に示すように、先端部２のビッカース硬さが３００Ｈｖ以上であった。さらに、これらのプラグ１において、加熱温度が高いプラグ１ほど、ビッカース硬さが大きい値を示す傾向があった。一方、番号１６のプラグ１は、先端部２のビッカース硬さが２５０Ｈｖであった。また、番号１～１６のプラグ１はいずれも、筒部５のビッカース硬さが２２０～２６０Ｈｖの範囲であった。

[0059] 番号１７のプラグ１は、筒部５のビッカース硬さが３５０Ｈｖであった。番号１７のプラグ１を用いた穿孔圧延では、１回目の穿孔圧延後に、プラグ１の筒部５で割れを確認した。

[0060] 以上、本発明の一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。

産業上の利用可能性

[0061] 本発明は、継目無鋼管の製造に利用できる。

請求の範囲

- [請求項1] 先端部と、
前記先端部と同じ素材で形成され、前記先端部と連続する胴部とを備え、
前記胴部は、バーを取り付けるための穴が形成された筒部を含み、
前記先端部は前記筒部よりも硬い、ピアサープラグ。
- [請求項2] 請求項1に記載のピアサープラグであって、
前記ピアサープラグの表面に形成された皮膜をさらに備える、ピアサープラグ。
- [請求項3] 先端部と、前記先端部と同じ素材で形成され、前記先端部と連続する胴部とを備えるピアサープラグを準備する工程と、
前記先端部の温度がオーステナイト変態温度以上になりかつ前記胴部においてバーを取り付けるための穴が形成された筒部の温度が前記オーステナイト変態温度未満になるように前記ピアサープラグを加熱する工程とを含む、ピアサープラグの製造方法。
- [請求項4] 請求項3に記載のピアサープラグの製造方法であって、
前記加熱する工程に先だって、前記ピアサープラグの表面に皮膜を形成する工程をさらに含む、ピアサープラグの製造方法。

[図1]

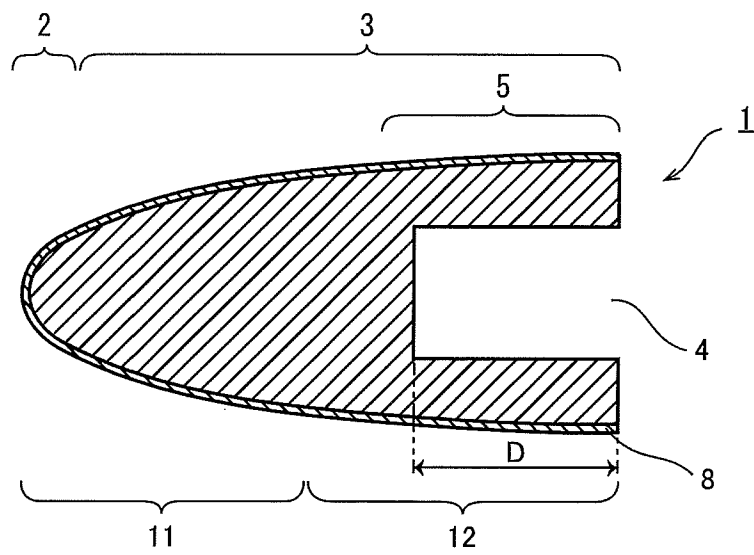


FIG. 1

[図2]

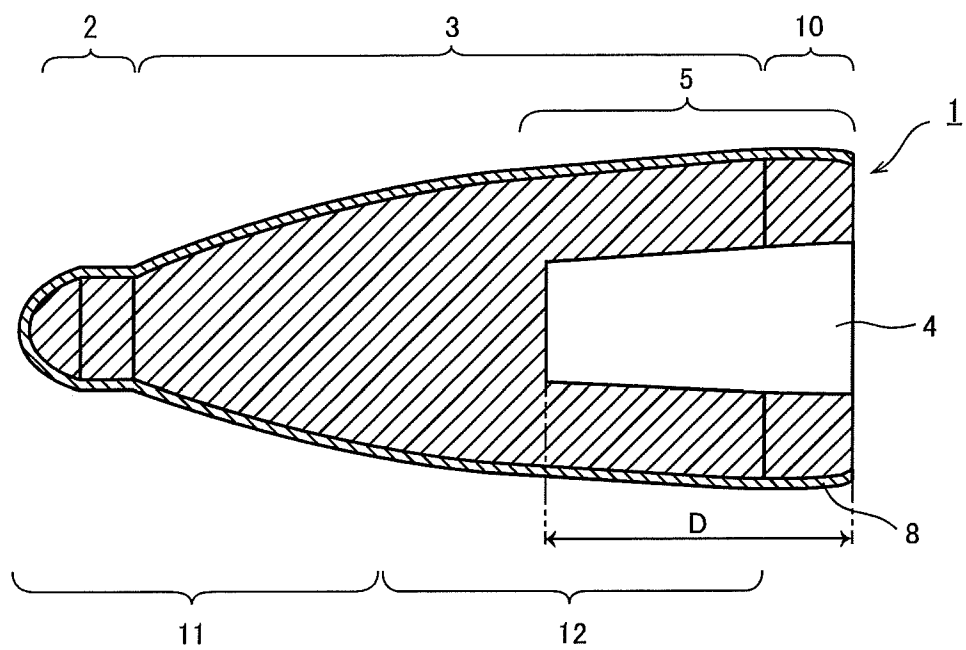
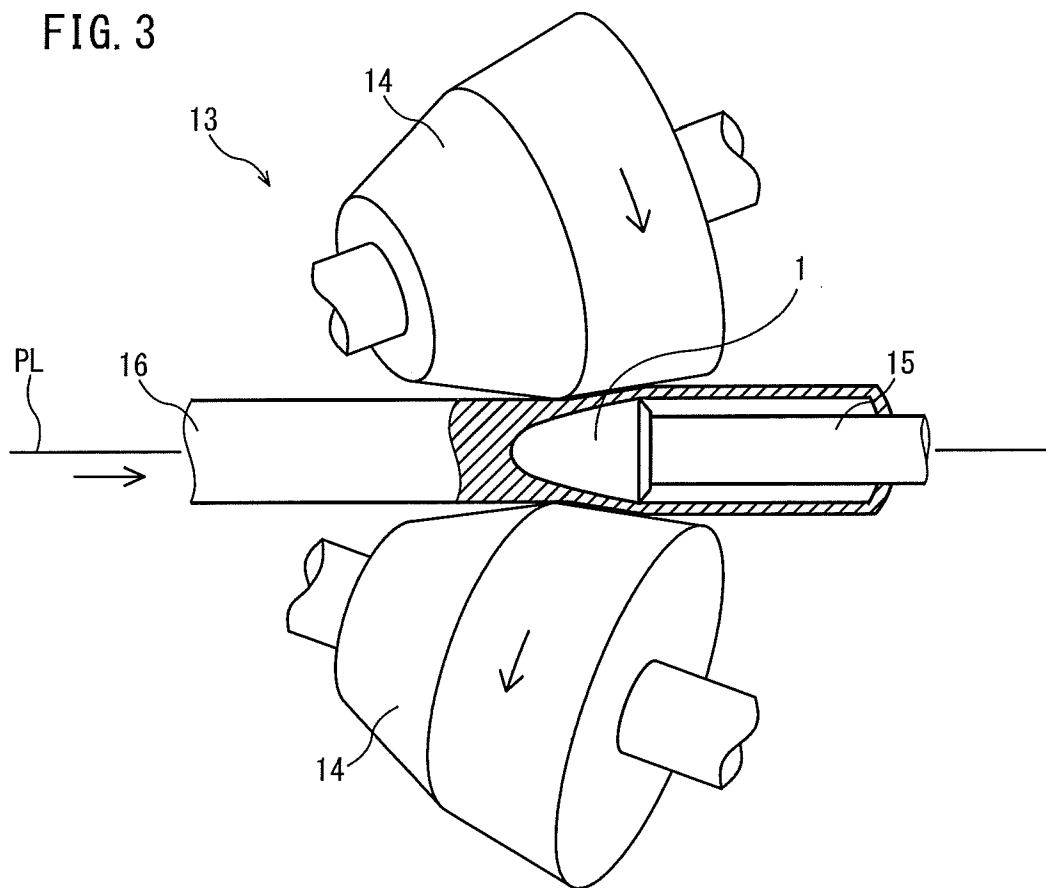


FIG. 2

[図3]

FIG. 3



[図4]

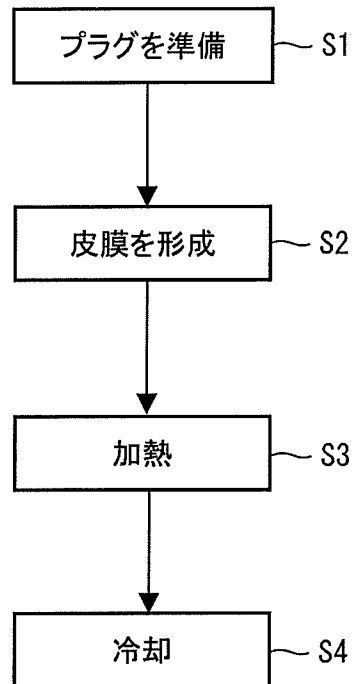


FIG. 4

[図5]

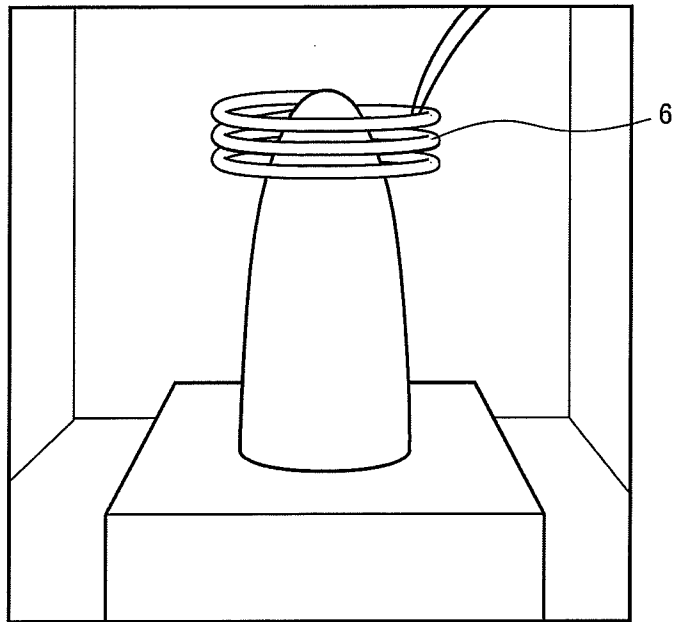


FIG. 5

[図6]

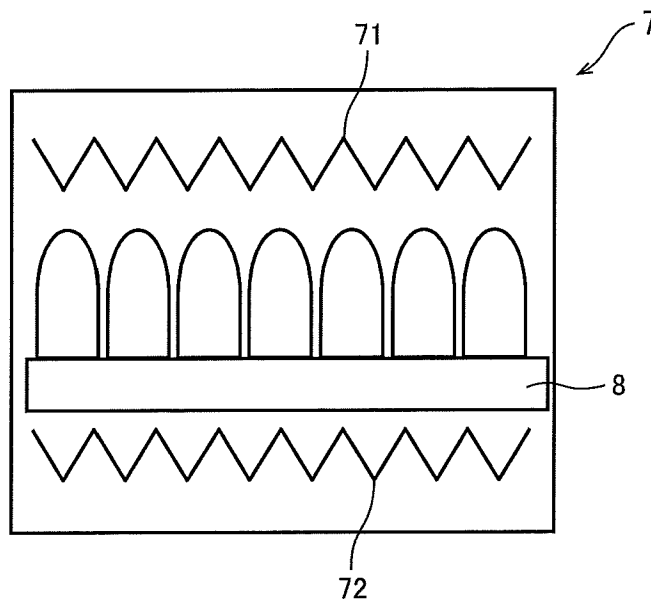


FIG. 6

[図7]

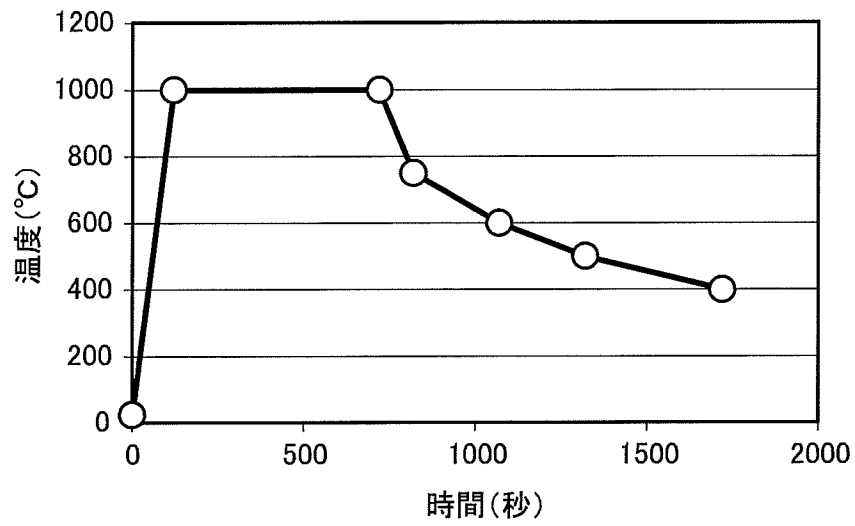


FIG. 7

[図8]

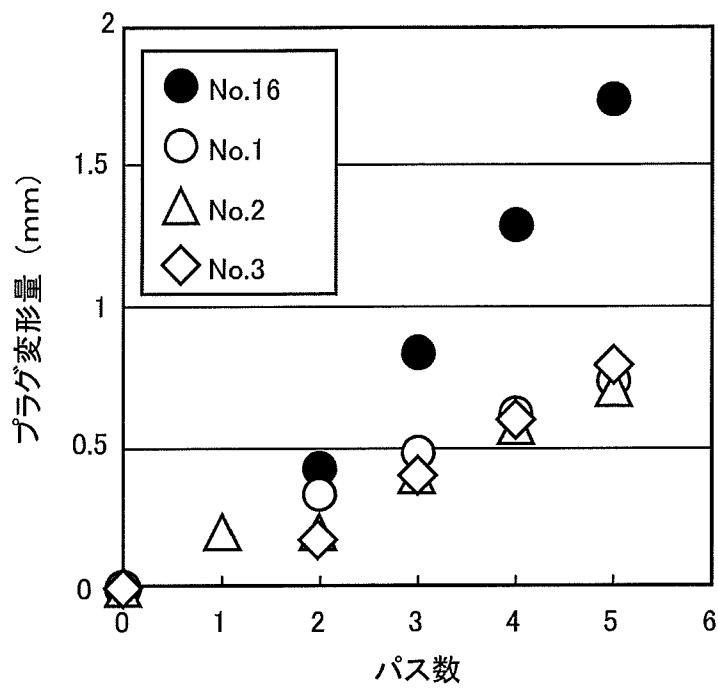


FIG. 8

[図9]

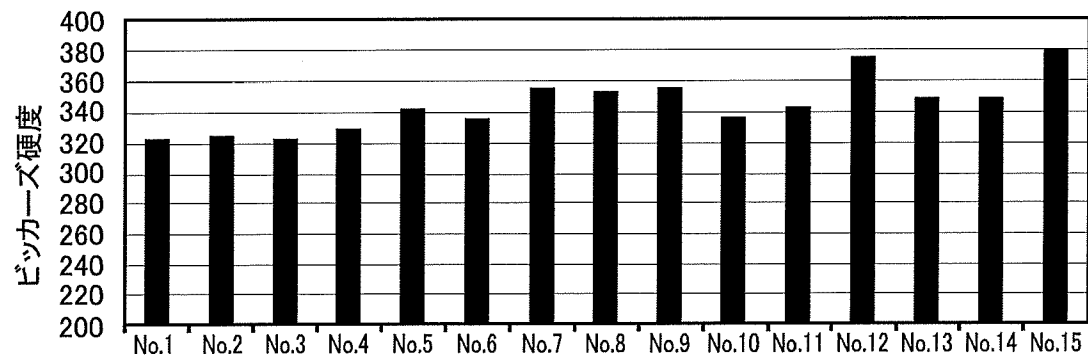


FIG. 9

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/073706

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B21B25/00(2006.01)i, C21D9/00(2006.01)n, C22C38/00(2006.01)n, C22C38/04(2006.01)n, C22C38/54(2006.01)n

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, C21D9/00

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	1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016

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.
Y	JP 62-244505 A (NKK Corp.), 24 October 1987 (24.10.1987), page 2, upper right column, line 9 to page 3, lower right column, line 19; fig. 1 (Family: none)	1-4
Y	JP 2005-336567 A (Nisshin Steel Co., Ltd.), 08 December 2005 (08.12.2005), paragraphs [0036] to [0043]; fig. 1 to 2 (Family: none)	1-4
A	JP 8-309108 A (NKK Corp.), 26 November 1996 (26.11.1996), paragraphs [0050] to [0055]; fig. 3 (Family: none)	1-4

☒ 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
23 September 2016 (23.09.16)

Date of mailing of the international search report
04 October 2016 (04.10.16)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/073706

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 2012-172344 A (Mitsubishi Materials Corp.), 10 September 2012 (10.09.2012), paragraphs [0003] to [0005] & US 2012/0211127 A1 paragraphs [0003] to [0005] & EP 2489754 A2 & IN 443DE2012 A & CA 2768121 A1	1-4

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. B21B25/00(2006.01)i, C21D9/00(2006.01)n, C22C38/00(2006.01)n, C22C38/04(2006.01)n,
C22C38/54(2006.01)n

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. B21B25/00, C21D9/00

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	1971-2016年
日本国実用新案登録公報	1996-2016年
日本国登録実用新案公報	1994-2016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
Y	JP 62-244505 A (日本鋼管株式会社) 1987. 10. 24, 第2 ページ右上欄第9 行-第3 ページ右下欄第19 行, 第1 図 (ファミリーなし)	1-4
Y	JP 2005-336567 A (日新製鋼株式会社) 2005. 12. 08, [0036]-[0043], 図1-2 (ファミリーなし)	1-4
A	JP 8-309108 A (日本鋼管株式会社) 1996. 11. 26, [0050]-[0055], 図3 (ファミリーなし)	1-4

☑ 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

23. 09. 2016

国際調査報告の発送日

04. 10. 2016

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)

酒井 英夫

電話番号 03-3581-1101 内線 3425

4 E

9631

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2012-172344 A (三菱マテリアル株式会社) 2012. 09. 10, [0003]-[0005] & US 2012/0211127 A1, [0003]-[0005] & EP 2489754 A2 & IN 443DE2012 A & CA 2768121 A1	1-4