

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6540441号
(P6540441)

(45) 発行日 令和1年7月10日 (2019.7.10)

(24) 登録日 令和1年6月21日 (2019.6.21)

(51) Int.Cl.

F I

B 2 1 B 25/00 (2006.01)

B 2 1 B 25/00 A

C 2 3 C 4/18 (2006.01)

C 2 3 C 4/18

C 2 3 C 4/06 (2016.01)

C 2 3 C 4/06

請求項の数 3 (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2015-198236 (P2015-198236)
 (22) 出願日 平成27年10月6日 (2015.10.6)
 (65) 公開番号 特開2017-70970 (P2017-70970A)
 (43) 公開日 平成29年4月13日 (2017.4.13)
 審査請求日 平成30年6月6日 (2018.6.6)

(73) 特許権者 000006655
 日本製鉄株式会社
 東京都千代田区丸の内二丁目6番1号
 (74) 代理人 100104444
 弁理士 上羽 秀敏
 (74) 代理人 100112715
 弁理士 松山 隆夫
 (74) 代理人 100125704
 弁理士 坂根 剛
 (74) 代理人 100120662
 弁理士 川上 桂子
 (74) 代理人 100195903
 弁理士 植木 博子

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 プラグの製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ピレットの穿孔に用いられるプラグの製造方法であって、
 鉄及び鉄酸化物を含有し、前記プラグの表層を形成する皮膜が表面上に形成されたプラグ本体を準備する工程と、
 前記皮膜が形成されたプラグ本体を 7 0 0 ~ 1 2 5 0 で 1 0 分以上保持して、前記皮膜と前記プラグ本体との間で相互拡散を生じさせる工程と、
 を備える、プラグの製造方法。

【請求項 2】

請求項 1 に記載のプラグの製造方法であって、
 前記皮膜のうち前記プラグ本体の先端部上に配置されている部分は、1 3 0 0 μm 以上の厚みを有する、プラグの製造方法。

【請求項 3】

請求項 1 又は 2 に記載のプラグの製造方法であって、
 前記準備する工程は、鉄線材を用いたアーク溶射を行って前記プラグ本体の表面上に前記皮膜を形成する工程を含む、プラグの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

本開示は、プラグに関し、より詳しくは、ピレットの穿孔に用いられるプラグの製造方

10

20

法に関する。

【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、所定温度に加熱されたビレットを穿孔機で穿孔圧延する。穿孔機は、一対の傾斜ロールと、プラグとを備える。プラグは、一対の傾斜ロールの間であって、パスライン上に配置される。穿孔機は、傾斜ロールによってビレットを周方向に回転させながらプラグに押し込み、ビレットを穿孔圧延して中空素管にする。

【0003】

従来のプラグは、ビレットの穿孔圧延に際し、予め母材の表面に酸化スケールの皮膜が形成される。酸化スケールの皮膜は、プラグに熱処理を施すことによって形成される。これにより、プラグの表面の遮熱性、潤滑性、及び耐焼き付き性を確保することができる。

10

【0004】

酸化スケールの皮膜は、繰り返しの穿孔圧延によって次第に摩耗する。皮膜は、穿孔圧延を行う毎（パス毎）に摩耗する。皮膜が完全に摩耗して失われると、プラグの母材が露出する。この場合、母材の露出部分での溶損や、プラグと相手材であるビレットとの焼き付き等が生じ、プラグが寿命に至る。

【0005】

特に、ステンレス鋼からなるビレットを穿孔する場合、酸化スケールの皮膜の摩耗が顕著であるため、プラグの寿命は非常に短い。ステンレス鋼からなるビレットを穿孔する場合、通常、数パスで皮膜が摩耗してしまう。皮膜が摩耗するたびに、プラグの母材の表面に酸化スケールを生成するための熱処理が必要となる。熱処理は、一般に、数時間から数10時間を要する。よって、酸化スケールの皮膜の形成能率は低い。

20

【0006】

これに対し、特許文献1及び2では、鉄及び酸化物からなる皮膜をアーク溶射によってプラグの母材の表面に形成する技術が提案されている。アーク溶射の場合、皮膜の原料は鉄線材のみであり、皮膜の形成に要する時間は数分から数10分程度と短い。よって、低コスト且つ高能率で、母材の表面に皮膜を形成することができる。また、溶射皮膜は、酸化スケールの皮膜と比較して、母材との密着性及び耐摩耗性が高い。このため、プラグの寿命を長くすることができる。

30

【0007】

溶射皮膜は、プラグの母材との密着性及び耐摩耗性に優れている。しかしながら、例えば、高合金からなる高強度のビレットを穿孔する場合や、ビレットの穿孔長が非常に長い場合等には、穿孔中に母材の表面から溶射皮膜が剥離することがある。溶射皮膜の剥離によって母材が露出すると、露出部分を起点として、プラグの溶損やプラグに対するビレットの焼き付きが生じる。

【0008】

特許文献3には、溶射皮膜を剥離しにくくするために、溶射皮膜が形成されたプラグ本体に熱処理を施すことが開示されている。特許文献3には、熱処理温度を400～550とすることにより、溶射皮膜中の鉄比率及びマグネタイト比率が高くなり、プラグ本体に対する溶射皮膜の密着性が高まると記載されている。

40

【0009】

特許文献4には、プラグ本体と溶射皮膜との接着層としてNi-Cr層を形成し、プラグ本体に対する溶射皮膜の密着性を高めることが開示されている。特許文献3では、Ni-Cr層及び溶射皮膜が形成されたプラグ本体に熱処理を施すことにより、プラグ本体に対する溶射皮膜の密着性をさらに向上させている。

【0010】

特許文献5～7には、ビレットの穿孔用のプラグに適用されるものではないが、熱処理によって基材に対する皮膜の密着性を向上させる技術が開示されている。

【先行技術文献】

50

【特許文献】

【0011】

【特許文献1】特許第4279350号公報

【特許文献2】特許第5169982号公報

【特許文献3】特開2013-248619号公報

【特許文献4】国際公開第2014/013963号

【特許文献5】特開昭64-11956号公報

【特許文献6】特開平3-277764号公報

【特許文献7】国際公開第2011/151929号

【発明の概要】

10

【発明が解決しようとする課題】

【0012】

上述したように、プラグ本体から皮膜が剥離した場合、プラグの溶損やプラグに対するピレットの焼き付きが発生する。このような事態を防止するため、プラグ本体に対する皮膜の密着性は、極力高いことが好ましい。

【0013】

本開示は、プラグ本体に対する皮膜の密着性を向上させることができるプラグの製造方法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】

20

本開示は、ピレットの穿孔に用いられるプラグの製造方法に関する。プラグの製造方法は、鉄及び鉄酸化物を含有する皮膜が表面上に形成されたプラグ本体を準備する工程と、皮膜が形成されたプラグ本体を700～1250で10分以上保持して、皮膜とプラグ本体との間で相互拡散を生じさせる工程とを備える。

【発明の効果】

【0015】

本開示に係るプラグの製造方法によれば、プラグ本体に対する皮膜の密着性を向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【0016】

30

【図1】図1は、実施形態に係るプラグの部分断面図である。

【図2】図2は、実施形態に係るプラグの製造方法の一工程を説明するための図である。

【図3A】図3Aは、実施形態による効果を説明するための図である。

【図3B】図3Bは、実施形態による効果を説明するための図である。

【図4】図4は、上記実施形態の変形例に係るプラグの部分断面図である。

【図5】図5は、上記実施形態の他の変形例に係るプラグの部分断面図である。

【図6】図6は、実施例1及び比較例1に係る各試験片の皮膜部分の断面のミクロ観察画像である。

【図7】図7は、実施例1及び比較例1に係る各試験片について、皮膜と基材とのせん断密着力を示すグラフである。

40

【発明を実施するための形態】

【0017】

実施形態に係るプラグの製造方法は、鉄及び鉄酸化物を含有する皮膜が表面上に形成されたプラグ本体を準備する工程と、皮膜が形成されたプラグ本体を700～1250で10分以上保持して、皮膜とプラグ本体との間で相互拡散を生じさせる工程とを備える（第1の構成）。

【0018】

第1の構成によれば、皮膜が形成されたプラグ本体に対し、700～1250で10分以上保持する熱処理を施す。これにより、皮膜とプラグ本体との界面において、皮膜に含まれる原子とプラグ本体に含まれる原子との相互拡散が生じる。よって、プラグ本体に

50

対する皮膜の密着性を向上させることができる。

【 0 0 1 9 】

皮膜のうちプラグ本体の先端部上に配置されている部分は、 $1300\text{ }\mu\text{m}$ 以上の厚みを有していてもよい（第2の構成）。

【 0 0 2 0 】

プラグ本体の先端部では、穿孔時における負荷が大きいため、皮膜の厚みが大きいことが好ましい。しかしながら、一般に、皮膜の厚みを大きくした場合、プラグ本体から皮膜が剥離しやすくなる。第2の構成によれば、プラグ本体の先端部上の皮膜の厚みが $1300\text{ }\mu\text{m}$ 以上と大きいと、プラグ本体と皮膜との間の相互拡散によってプラグ本体に対する皮膜の密着性が高くなっている。このため、皮膜によってプラグ本体の先端部を効果的に保護しつつ、プラグ本体から皮膜が剥離するのを抑制することができる。

10

【 0 0 2 1 】

上記準備する工程は、鉄線材を用いたアーク溶射を行ってプラグ本体の表面上に皮膜を形成する工程を含んでいてもよい（第3の構成）。

【 0 0 2 2 】

第3の構成によれば、密着性及び耐摩耗性に優れた皮膜を、プラグ本体の表面上に容易に形成することができる。

【 0 0 2 3 】

以下、実施形態について図面を参照しつつ説明する。図中同一及び相当する構成については同一の符号を付し、同じ説明を繰り返さない。説明の便宜上、各図において、構成を簡略化又は模式化して示したり、一部の構成を省略して示したりする場合がある。

20

【 0 0 2 4 】

[プラグの構造]

まず、プラグの構造について説明する。図1は、実施形態に係るプラグ10の縦断面図である。図1に示すように、プラグ10は、プラグ本体11と、皮膜12とを備える。

【 0 0 2 5 】

プラグ本体11は、横断形状が円形状であり、その外径は、プラグ本体11の先端から後端に向かって大きくなる。要するに、プラグ本体11の形状は、略砲弾形状である。プラグ本体11は、例えば、鉄基合金で構成される。

【 0 0 2 6 】

皮膜12は、プラグ本体11の表面上に形成される。皮膜12は、プラグ本体11の後端面を除き、プラグ本体11の表面の全体を覆っている。皮膜12の厚みは、全体にわたって一定でなくてもよい。本実施形態に係る皮膜12において、プラグ本体11の先端部11a上に配置されている部分の厚みは、プラグ本体11の胴部11b上に配置されている部分の厚みよりも大きくなっている。

30

【 0 0 2 7 】

先端部11a上における皮膜12の厚みTは、 $1300\text{ }\mu\text{m}$ 以上であることが好ましい。厚みTは、好ましくは $3000\text{ }\mu\text{m}$ 以下である。厚みTは、先端部11aの最先端における膜厚で評価する。

【 0 0 2 8 】

皮膜12は、鉄及び鉄酸化物を含有する。皮膜12は、主として鉄及び鉄酸化物で構成されているが、鉄及び鉄酸化物以外の元素及び/又は化合物をわずかに含む場合もある。皮膜12では、プラグ本体11側から表層側に向かうにつれて鉄の含有率が低く、鉄酸化物の含有率が高くなっていることが好ましい。

40

【 0 0 2 9 】

図示を省略するが、プラグ本体11と皮膜12との界面には、拡散層が形成されている。拡散層は、後述する拡散熱処理により、プラグ本体11と皮膜12との間で原子が相互に移動して形成される層である。

【 0 0 3 0 】

[プラグの製造方法]

50

次に、プラグ 10 の製造方法について説明する。

【0031】

まず、表面上に皮膜 12 が形成されたプラグ本体 11 を準備する。皮膜 12 は、アーク溶射によってプラグ本体 11 の表面上に形成することができる。ただし、アーク溶射以外の方法で、プラグ本体 11 の表面上に皮膜 12 を形成してもよい。

【0032】

アーク溶射は、例えば、図 2 に示すアーク溶射装置 4 を用いて行うことができる。アーク溶射装置 4 は、溶射ガン 41 と、回転台 42 とを備える。溶射ガン 41 は、溶射用の線材をアークによって熔融させ、圧縮空気によってノズルから噴霧する。本実施形態では、溶射用の線材として、鉄線材を使用する。鉄線材は、鉄 (Fe) を主成分とする炭素鋼 (普通鋼) の線材である。典型的には、Fe を主成分とし、炭素 (C)、シリコン (Si)、マンガン (Mn) 及び不純物からなる、いわゆる普通鋼であるが、タングステン (W) 等の元素を含有していてもよい。

10

【0033】

皮膜 12 の形成に際し、プラグ本体 11 をアーク溶射装置 4 の回転台 42 に配置する。そして、回転台 42 によってプラグ本体 11 を軸周りに回転させながら、このプラグ本体 11 に対して鉄線材のアーク溶射を行う。これにより、鉄及び鉄酸化物を含有する皮膜 12 がプラグ本体 11 の表面上に形成される。皮膜 12 の形成は、所望の厚みの材料がプラグ本体 11 の表面上に堆積された時点で終了する。プラグ本体 11 の先端部 11a 上には、1300 μm 以上の厚みの材料が堆積されることが好ましい。先端部 11a 上に堆積された材料の厚みは、3000 μm 以下であることが好ましい。

20

【0034】

皮膜 12 は、溶射距離を徐々に長くしながら形成されることが好ましい。溶射距離とは、溶射ガン 41 のノズルの先端から溶射対象物の表面までの最短距離を指す。皮膜 12 は、プラグ本体 11 から所定の距離に溶射ガン 41 を配置してアーク溶射を開始し、溶射ガン 41 をプラグ本体 11 から徐々に遠ざけながらアーク溶射を継続することで形成することができる。

【0035】

溶射距離が長くなれば皮膜 12 における溶射材料の酸化物の含有率は高くなる。よって、溶射距離を徐々に長くしながら皮膜 12 を形成すれば、皮膜 12 において、プラグ本体 11 側から表層側に向かうにつれて、鉄の含有率が低く、鉄酸化物の含有率が高くなる。これにより、プラグ本体 11 と皮膜 12 との密着性が向上する一方で、皮膜 12 のうち表層側の熱伝導率が低くなって遮熱性が向上し、プラグ 10 に対するピレットの焼き付きが抑制される。ただし、皮膜 12 の形成中、溶射距離を一定に保つこともできる。

30

【0036】

次に、皮膜 12 が形成されたプラグ本体 11 に対し、拡散熱処理を施す。拡散熱処理は、公知の熱処理炉を用いて実施することができる。具体的には、皮膜 12 が形成されたプラグ本体 11 を熱処理炉内に配置し、700 ~ 1250 で 10 分以上保持する。拡散熱処理において、より好ましい保持温度 (処理温度) は 1000 ~ 1200 、より好ましい保持時間 (処理時間) は 1 ~ 6 時間である。

40

【0037】

拡散熱処理は、皮膜 12 の酸化が進行しにくい雰囲気で行ってもよい。例えば、アルゴンガスや窒素ガス等の不活性ガス雰囲気、拡散熱処理を行うこともできる。

【0038】

拡散熱処理は、大気雰囲気 (大気中) で行ってもよい。拡散熱処理を大気雰囲気で行う場合、処理時間は 20 分以下であることが好ましい。

【0039】

皮膜 12 が形成されたプラグ本体 11 を 700 ~ 1250 で 10 分以上保持することにより、皮膜 12 とプラグ本体 11 との界面に拡散層が形成される。これにより、実施形態に係るプラグ 10 が完成する。

50

【 0 0 4 0 】

〔 効果 〕

本実施形態では、皮膜 1 2 が形成されたプラグ本体 1 1 に対し、拡散熱処理が施される。これにより、皮膜 1 2 とプラグ本体 1 1 との間で相互拡散が生じ、プラグ本体 1 1 に対する皮膜 1 2 の密着性を向上させることができる。この効果について、図 3 A 及び図 3 B を参照しつつ、より詳細に説明する。

【 0 0 4 1 】

図 3 A は、拡散熱処理を行う前のプラグ本体 1 1 の表面付近の断面を模式的に示す図である。プラグ本体 1 1 の表面上には、皮膜 1 2 が形成されている。

【 0 0 4 2 】

皮膜 1 2 が形成されたプラグ本体 1 1 に対し、700 ~ 1250 で10分以上保持する拡散熱処理を施すことにより、図 3 B に示すように、プラグ本体 1 1 と皮膜 1 2 との間で原子が相互に拡散し、プラグ本体 1 1 と皮膜 1 2 との界面に拡散層が形成される。よって、プラグ本体 1 1 と皮膜 1 2 との密着性が高くなり、皮膜 1 2 がプラグ本体 1 1 から剥離するのを抑制することができる。

【 0 0 4 3 】

本実施形態において、プラグ本体 1 1 の先端部 1 1 a 上における皮膜 1 2 の厚み T は、好ましくは 1300 μm 以上である。従来のプラグでは、先端部の皮膜の厚みを 1300 μm 以上まで大きくした場合、皮膜が剥離しやすくなるという問題が生じていた。しかしながら、本実施形態では、相互拡散によってプラグ本体 1 1 に対する皮膜 1 2 の密着性を向上させているため、先端部 1 1 a 上の皮膜 1 2 の厚み T を 1300 μm 以上としても、プラグ本体 1 1 からの皮膜 1 2 の剥離が生じにくい。すなわち、プラグ本体 1 1 からの皮膜 1 2 の剥離を抑制しつつ、先端部 1 1 a を効果的に保護することができる。

【 0 0 4 4 】

先端部 1 1 a 上の皮膜 1 2 の厚み T は、溶射中の皮膜 1 2 の内部への残留応力の蓄積に起因するクラックの発生や、皮膜 1 2 の剥離の発生等を抑制する観点から、3000 μm 以下であることが好ましい。

【 0 0 4 5 】

本実施形態において、拡散熱処理は、大気雰囲気中で実施されてもよい。この場合、拡散熱処理の雰囲気を制御する必要がないため、拡散熱処理を行うための設備を簡素化することができる。また、拡散熱処理を大気雰囲気中で実施する場合、処理時間を20分以下とすることが好ましい。これにより、拡散熱処理中に皮膜 1 2 が酸化するのを抑制することができる。

【 0 0 4 6 】

本実施形態において、皮膜 1 2 は、鉄線材を用いたアーク溶射を行ってプラグ本体 1 1 の表面上に形成されることが好ましい。アーク溶射は、鉄線材のみを原料とし、短時間で皮膜 1 2 を形成することができる。よって、低コスト且つ高能率でプラグ 1 0 を製造することができる。また、アーク溶射によって皮膜 1 2 を形成することにより、皮膜 1 2 の密着性及び耐摩耗性を高めることができる。

【 0 0 4 7 】

以上、実施形態について説明したが、本開示は上記実施形態に限定されるものではなく、その趣旨を逸脱しない限りにおいて種々の変更が可能である。

【 0 0 4 8 】

例えば、上記実施形態では、略砲弾形状のプラグ本体 1 1 を用いているが、他の形状を有するプラグ本体を用いることもできる。

【 0 0 4 9 】

図 4 に示すプラグ 2 0 は、先端突出形状のプラグ本体 2 1 を備える。プラグ本体 2 1 において、先端部 2 1 a は、図 1 に示すプラグ本体 1 1 と同様、胴部 2 1 b と連続する。ただし、プラグ本体 1 1 では先端部 1 1 a と胴部 1 1 b とが滑らかに連続しているのに対し、プラグ本体 2 1 では先端部 2 1 a と胴部 2 1 b との間に比較的明確な境界が存在する。

10

20

30

40

50

先端突出形状のプラグ本体 2 1 の先端部 2 1 a は、略砲弾状のプラグ本体 1 1 の先端部 1 1 a よりも円柱に近い形状となっている。

【 0 0 5 0 】

プラグ本体 2 1 の胴部 2 1 b の側面は、皮膜 1 2 によって覆われている。皮膜 1 2 は、プラグ本体 2 1 の先端部 2 1 a 上にも配置されている。より詳細には、皮膜 1 2 は、先端部 2 1 a の先端面上に形成され、先端部 2 1 a の側面には形成されていない。このような皮膜 1 2 は、先端部 2 1 a の側面をマスキングしてアーク溶射を行うことにより形成することができる。

【 0 0 5 1 】

図 5 に示すプラグ 3 0 は、分割形状のプラグ本体 3 1 を備える。プラグ本体 3 1 において、先端部 3 1 a は、胴部 3 1 b に対して着脱自在に構成されている。

10

【 0 0 5 2 】

先端部 3 1 a は、その後端面を除き、表面全体が皮膜 1 2 によって覆われている。胴部 3 1 b も、その後端面を除き、表面全体が皮膜 1 2 によって覆われている。拡散熱処理は、プラグ本体 3 1 の全体に施されていてもよいし、プラグ本体 3 1 の一部に施されていてもよい。例えば、穿孔中における負荷が大きい先端部 3 1 a にのみ拡散熱処理を施すことができる。つまり、皮膜 1 2 が形成された先端部 3 1 a を胴部 3 1 b から取り外し、先端部 3 1 b だけを 7 0 0 ~ 1 2 5 0 で 1 0 分以上保持することができる。

【実施例】

【 0 0 5 3 】

20

以下、実施例によって本開示をさらに詳しく説明する。ただし、本開示は、以下の実施例に限定されるものではない。

< 1 . 基材と皮膜との密着性の評価 >

板状鋼材の試験片（基材）を 2 つ準備し、表 1 に示す条件で鉄線材を用いたアーク溶射を行って各試験片に皮膜を形成した。一方の試験片について、皮膜形成の後処理として、アルゴン（Ar）雰囲気及び大気圧下、処理温度：1 1 8 0 、処理時間：3 時間の拡散熱処理を施した（実施例 1）。他方の試験片については、皮膜形成の後処理を実施しなかった（比較例 1）。

【 0 0 5 4 】

【表 1】

30

	溶射条件	後処理
比較例 1	Feワイヤ溶射 溶射距離200~1000mm傾斜構造 550 μ m厚	なし
実施例 1	Feワイヤ溶射 溶射距離200~1000mm傾斜構造 550 μ m厚	拡散熱処理 (Ar雰囲気、大気圧、1180°C×3hr.)

【 0 0 5 5 】

40

実施例 1 及び比較例 1 に係る各試験片について、皮膜部分の断面のミクロ観察画像を取得した。各ミクロ観察画像を図 6 に示す。図 6 より、実施例 1 の試験片では、基材と皮膜との界面において相互拡散が生じていることがわかる。

【 0 0 5 6 】

図 7 は、実施例 1 及び比較例 1 における基材と皮膜とのせん断密着力を示すグラフである。せん断密着力は、基材に形成された皮膜に対してせん断方向に負荷をかけ、基材から剥離させたときの応力である。図 7 より、皮膜の形成後に拡散熱処理を実施した実施例 1 では、皮膜形成後に何ら処理を実施しなかった比較例 1 よりも、せん断密着力が大幅に上昇していることがわかる。

【 0 0 5 7 】

50

よって、基材に皮膜を形成した後に拡散熱処理を実施すれば、皮膜と基材とのせん断密着力が著しく向上することを確認できた。

【 0 0 5 8 】

< 2 . プラグの性能評価 (1) >

実施例 2、比較例 2 - 1、比較例 2 - 2、及び比較例 2 - 3 の各々について、図 4 に示す先端突出形状のプラグ本体 (2 1) を準備した。各プラグ本体 (2 1) の最大径は 5 6 . 4 mm、全長は 1 2 9 . 2 mm、材質は C : 0 . 1 5 質量 %、W : 3 . 5 質量 % を含有する鋼である。

【 0 0 5 9 】

実施例 2 において、鉄線材を用いたアーク溶射により、プラグ本体 (2 1) の表面上に皮膜 (1 2) を形成した。実施例 2 では、皮膜 (1 2) の形成後、プラグ本体 (2 1) に対し、アルゴン (A r) 雰囲気及び大気圧下、処理温度 : 1 1 8 0 、処理時間 : 3 時間の拡散熱処理を実施した。実施例 2 では、先端部 (2 1 a) 上における皮膜 (1 2) の厚み (T) を 1 5 0 0 μ m とした。

10

【 0 0 6 0 】

比較例 2 - 1 ~ 2 - 3 でも、鉄線材を用いたアーク溶射により、プラグ本体 (2 1) の表面上に皮膜 (1 2) を形成した。比較例 2 - 1 及び 2 - 3 では、皮膜 (1 2) の形成後、プラグ本体 (2 1) に対して特に処理を行わなかった。比較例 2 - 2 では、皮膜 (1 2) の形成後、プラグ本体 (2 1) に対し、アルゴン (A r) 雰囲気及び大気圧下、処理温度 : 5 0 0 、処理時間 : 3 時間の熱処理を実施した。比較例 2 - 1 及び 2 - 2 では、先端部 (2 1 a) 上における皮膜 (1 2) の厚み (T) を 1 2 0 0 μ m としたが、比較例 2 - 3 では、実施例 2 と同様、厚み (T) を 1 5 0 0 μ m とした。

20

【 0 0 6 1 】

実施例 2 及び比較例 2 - 1 ~ 2 - 3 に係るプラグの各々を用いて、1 2 3 0 に加熱した直径 : 7 0 mm、長さ : 4 0 0 mm の S U S 3 0 4 製のピレットの穿孔圧延を繰り返し実施した。実施例 2 及び比較例 2 - 1 ~ 2 - 3 の各々について、プラグが損傷するまでの穿孔回数 (寿命パス数) と、皮膜の剥離状況とを確認した。その結果を表 2 に示す。

【 0 0 6 2 】

【 表 2 】

	溶射条件及び膜厚		後処理	結果	
	先端部	胴部		寿命パス数	皮膜剥離
比較例2ー1	Feワイヤ溶射 溶射距離200～1000mm傾斜構造 1200 μ m厚	Feワイヤ溶射 溶射距離200～1000mm傾斜構造 500 μ m厚	なし	2	×
比較例2ー2	Feワイヤ溶射 溶射距離200～1000mm傾斜構造 1200 μ m厚	Feワイヤ溶射 溶射距離200～1000mm傾斜構造 500 μ m厚	熱処理 (Ar雰囲気、大気圧、500℃×3hr.)	3	×
比較例2ー3	Feワイヤ溶射 溶射距離200～1000mm傾斜構造 1500 μ m厚	Feワイヤ溶射 溶射距離200～1000mm傾斜構造 500 μ m厚	なし	1	×
実施例2	Feワイヤ溶射 溶射距離200～1000mm傾斜構造 1500 μ m厚	Feワイヤ溶射 溶射距離200～1000mm傾斜構造 500 μ m厚	拡散熱処理 (Ar雰囲気、大気圧、1180℃×3hr.)	5	○

(9)

JP 6540441 B2 2019.7.10

10

20

30

40

50

【 0 0 6 3 】

比較例 2 - 1 に係るプラグでは、2 パス終了後、胴部 (2 1 b) において皮膜 (1 2) が大きく剥離した。比較例 2 - 2 に係るプラグでも、3 パス終了後、胴部 (2 1 b) において皮膜 (1 2) の剥離が発生した。比較例 2 - 3 に係るプラグでは、1 パス終了後、先端部 (2 1 a) において皮膜 (1 2) の剥離が発生した。一方、実施例 2 に係るプラグでは、5 パス終了後も、皮膜 (1 2) の剥離は生じていなかった。よって、拡散熱処理によってプラグ本体 (2 1) に対する皮膜 (1 2) の密着性が向上し、皮膜 (1 2) の剥離が抑制されることがわかる。

【 0 0 6 4 】

先端部 (2 1 a) における皮膜 (1 2) の厚み (T) が $1\,300\,\mu\text{m}$ 未満の比較例 2 - 1 及び 2 - 2 では、先端部 (2 1 a) における皮膜 (1 2) の剥離は発生しなかったが、厚み (T) が $1\,300\,\mu\text{m}$ 以上の比較例 2 - 3 では、先端部 (2 1 a) における皮膜 (1 2) の剥離が発生した。比較例 2 - 3 では、先端部 (2 1 a) の変形も発生した。この変形は、先端部 (2 1 a) において皮膜 (1 2) が剥離した結果、遮熱性が失われ、先端部 (2 1 a) が熱によるダメージを受けて溶損したために生じたものと考えられる。このように、拡散熱処理が施されていない従来のプラグでは、厚み (T) を $1\,300\,\mu\text{m}$ 以上にすることは難しい。

【 0 0 6 5 】

一方、実施例 2 では、厚み (T) が $1\,300\,\mu\text{m}$ 以上であるにもかかわらず、先端部 (2 1 a) における皮膜 (1 2) の剥離が発生しなかった。よって、皮膜 (1 2) の形成後に拡散熱処理を実施すれば、先端部 (2 1 a) における皮膜 (1 2) の厚み (T) を $1\,300\,\mu\text{m}$ 以上とすることができ、且つ先端部 (2 1 a) における皮膜 (1 2) の剥離を抑制することができる。

【 0 0 6 6 】

< 3 . プラグの性能評価 (2) >

実施例 3 及び比較例 3 の各々について、図 5 に示す分割形状のプラグ本体 (3 1) を準備した。各プラグ本体 (3 1) の最大径は $76.9\,\text{mm}$ 、全長は $229.4\,\text{mm}$ である。各プラグ本体 (3 1) の材質は、先端部 (3 1 a) が Ni 基合金、胴部 (3 1 b) が C : $0.15\,\text{質量}\%$ 、W : $3.5\,\text{質量}\%$ を含有する鋼である。

【 0 0 6 7 】

実施例 3 及び比較例 3 の各々において、鉄線材を用いたアーク溶射により、プラグ本体 (3 1) の表面上に皮膜 (1 2) を形成した。実施例 3 及び比較例 3 のいずれも、先端部 (3 1 a) における皮膜 (1 2) の厚み (T) は $1\,500\,\mu\text{m}$ である。実施例 3 では、皮膜 (1 2) の形成後、プラグ本体 (3 1) に対し、アルゴン (Ar) 雰囲気及び大気圧下、処理温度 : $1\,180$ 、処理時間 : 3 時間の拡散熱処理を実施した。比較例 3 では、皮膜 (1 2) の形成後、プラグ本体 (3 1) に対して特に処理を行わなかった。

【 0 0 6 8 】

実施例 3 及び比較例 3 に係るプラグの各々を用いて、 $1\,200$ に加熱した、直径 : $65\,\text{mm}$ 、長さ : $600\,\text{mm}$ であって $25\,\text{質量}\%$ の Cr 及び $35\,\text{質量}\%$ の Ni を含有するピレットの穿孔圧延を繰り返し実施した。実施例 3 及び比較例 3 の各々について、プラグが損傷するまでの穿孔回数 (寿命パス数) と、皮膜の剥離状況とを確認した。その結果を表 3 に示す。

【 0 0 6 9 】

【 表 3 】

	溶射条件及び膜厚			後処理	結果	
	先端部	胴部			寿命パス数	皮膜剥離
比較例3	Feフイヤー溶射 溶射距離200～1000mm傾斜構造 1500～500μm厚	Feフイヤー溶射 溶射距離200～1000mm傾斜構造 500μm厚		なし	1	×
実施例3	Feフイヤー溶射 溶射距離200～1000mm傾斜構造 1500～500μm厚	Feフイヤー溶射 溶射距離200～1000mm傾斜構造 500μm厚		拡散熱処理 (Ar雰囲気、大気圧、1180℃×3hr.)	2	○

10

20

30

40

50

【 0 0 7 0 】

比較例 3 に係るプラグでは、1 パス終了後、胴部 (3 1 b) 上で先端部 (3 1 a) 寄りの部分、すなわち皮膜 (1 2) の不連続部分において剥離が発生した。一方、実施例 3 に係るプラグでは、2 パス終了後に先端部 (3 1 a) が変形したため、3 パス目の継続穿孔は不可と判断したが、先端部 (3 1 a) 及び胴部 (3 1 b) の双方において皮膜 (1 2) の剥離は生じていなかった。この結果からも、拡散熱処理によってプラグ本体 (3 1) に対する皮膜 (1 2) の密着性が向上し、皮膜 (1 2) の剥離を抑制できることがわかる。

【 符号の説明 】

【 0 0 7 1 】

1 0 , 2 0 , 3 0 : プラグ

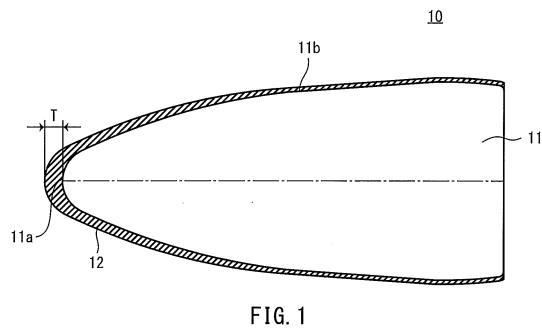
1 1 , 2 1 , 3 1 : プラグ本体

1 1 a , 2 1 a , 3 1 a : 先端部

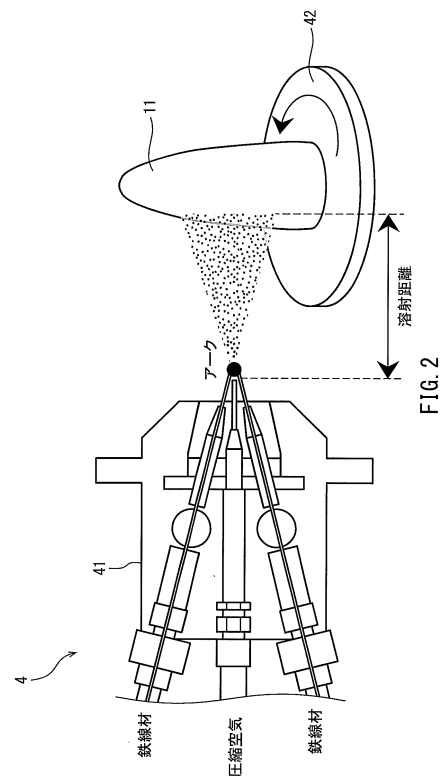
1 2 : 皮膜

10

【 図 1 】



【 図 2 】



【図 3 A】

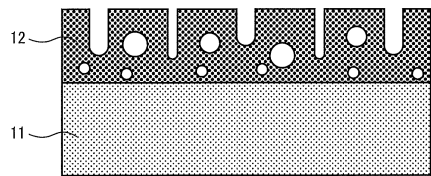


FIG. 3A

【図 3 B】

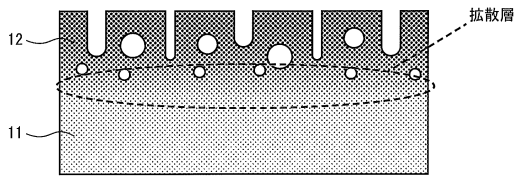


FIG. 3B

【図 4】

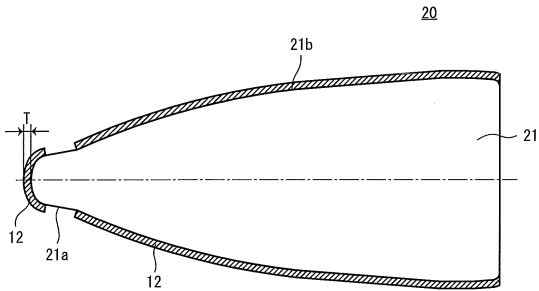
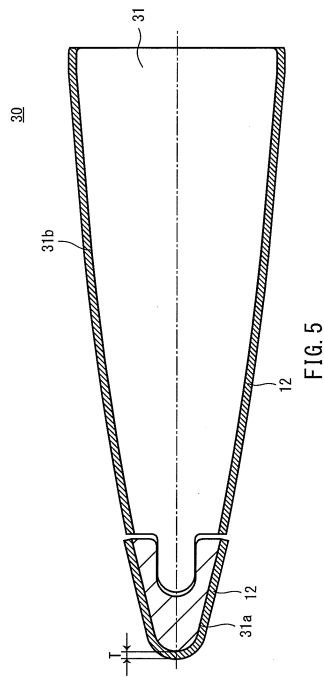


FIG. 4

【図 5】



【図 6】

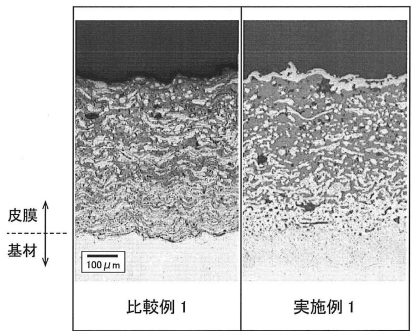


FIG. 6

【図 7】

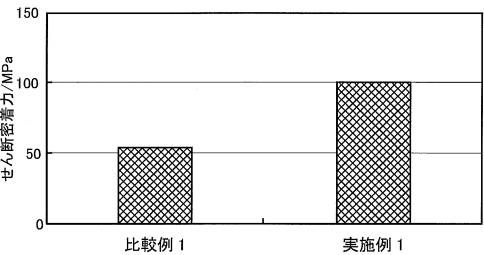


FIG. 7

フロントページの続き

- (72)発明者 東田 泰斗
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
- (72)発明者 日高 康善
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
- (72)発明者 近藤 邦夫
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

審査官 池ノ谷 秀行

- (56)参考文献 国際公開第2014/013963(WO, A1)
特開2013-226565(JP, A)
特開2013-248619(JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
B21B 25/00