

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5151223号
(P5151223)

(45) 発行日 平成25年2月27日(2013.2.27)

(24) 登録日 平成24年12月14日(2012.12.14)

| | | | |
|----------------------|------------------|---------------|---------|
| (51) Int.Cl. | | F I | |
| C 2 2 C 38/00 | (2006.01) | C 2 2 C 38/00 | 3 0 2 Z |
| C 2 2 C 38/28 | (2006.01) | C 2 2 C 38/28 | |
| C 2 1 D 9/46 | (2006.01) | C 2 1 D 9/46 | R |
| B 2 1 D 22/14 | (2006.01) | B 2 1 D 22/14 | Z |

請求項の数 2 (全 10 頁)

| | | | |
|-----------|-------------------------------|-----------|---------------------|
| (21) 出願番号 | 特願2007-105401 (P2007-105401) | (73) 特許権者 | 000001258 |
| (22) 出願日 | 平成19年4月13日(2007.4.13) | | J F E スチール株式会社 |
| (65) 公開番号 | 特開2008-261020 (P2008-261020A) | | 東京都千代田区内幸町二丁目2番3号 |
| (43) 公開日 | 平成20年10月30日(2008.10.30) | (74) 代理人 | 100126701 |
| 審査請求日 | 平成22年3月25日(2010.3.25) | | 弁理士 井上 茂 |
| | | (74) 代理人 | 100130834 |
| | | | 弁理士 森 和弘 |
| | | (72) 発明者 | 船川 義正 |
| | | | 東京都千代田区内幸町二丁目2番3号 J |
| | | | F E スチール株式会社内 |
| | | (72) 発明者 | 井口 貴朗 |
| | | | 東京都千代田区内幸町二丁目2番3号 J |
| | | | F E スチール株式会社内 |

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 スピニング加工性に優れたフェライト系ステンレス鋼板およびその製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

質量%で、C 0.015%、Si 0.3%、Mn 0.3%、P 0.04%、S 0.008%、Al 0.06%、0.004% N 0.012%、0.2% Ti 0.4%、20% Cr 23%、0.3% Cu 0.6%を含有し、残部がFeおよび不可避免的不純物からなり、5 Cr x Cu 15である成分組成を有し、かつフェライト粒径が35 μm以下で、前記フェライト粒内に、短辺の長さが0.1 μm以上で、長辺の長さが5 μm以下のTiNが5個/mm²以上存在することを特徴とするスピニング加工性に優れたフェライト系ステンレス鋼板。

【請求項2】

請求項1に記載の成分組成を有するスラブを、1000 以上で30分以上加熱後、仕上温度800 以上で熱間圧延を行い、巻取温度400~550 で巻取った後、再結晶焼鈍を行い、さらに冷間圧延、再結晶焼鈍を行うことを特徴とするスピニング加工性に優れたフェライト系ステンレス鋼板の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、自動車、家庭電化製品、厨房器具などに用いるスピニング加工性に優れたフェライト系ステンレス鋼板とその製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

フェライト系ステンレス鋼板は、意匠性や耐食性に優れるため、建築物、自動車、輸送機器、家庭電化製品、厨房器具など、様々な用途に用いられている。最近、これらの用途において、例えば、鋼板を曲げて端面どうしを溶接してパイプとした後、このパイプを回転させながらへらを押し付けて、漏斗のような円対称の部材を製造するスピニング加工が行われる機会が増えてきた。しかしながら、フェライト系ステンレス鋼板のスピニング加工性についてはあまり検討されておらず、経験的に加工条件を変えてスピニング加工を行っているのが実情である。

【0003】

スピニング加工性を対象としたものでないが、特許文献1には、質量%で、C 0.02%、Si 1.0%、Mn 1.0%、10% Cr 35%、N 0.02%、Ti 0.30%およびNb 0.50%のうち少なくとも1種を含有し、残部がFeおよび不可避的不純物からなり、 $4 Ti / (C+N)$ および $7 Nb / (C+N)$ を満たし、熱延板焼鈍時の $1 \mu m$ 以下の析出物が $100 \mu m^2$ あたり100個以下である加工性に優れたフェライト系ステンレス鋼が開示されている。しかし、このステンレス鋼では、へらと鋼板が焼き付きやすく、スピニング加工性が悪いという問題がある。

10

【0004】

また、特許文献2には、質量%で、C 0.1%、Si 1%、Mn 1%、15% Cr 25%、1% Cu 3%、N 0.1%、0% Ni 1%、0% Ti 1%、0% Nb 1%、0% Zr 1%、0% Al 0.15%、およびCa、Mg、希土類元素のうち少なくとも1種を合計で0%以上0.1%以下で含有し、残部がFeおよび不可避的不純物からなる自動車排気系部品用フェライト系ステンレス鋼が開示されている。しかし、このフェライト系ステンレス鋼をスピニング加工すると、しわが発生し、加工できないという問題がある。

20

【0005】

さらに、特許文献3には、質量%で、0.0005% C 0.0050%、0.01% Si 0.5%、0.01% Mn 0.2%、 $P < 0.02\%$ 、0.001% S 0.010%、10% Cr 25%、0.05% Ti 0.3%、0.0010% N 0.015%、0.0001% B 0.0050%を含有し、残部がFeおよび不可避的不純物からなり、次の式(1)および(2)を満足する加工性およびロービング特性に優れたフェライト系ステンレス鋼薄板が開示されている。しかし、このフェライト系ステンレス鋼薄板でも、へらと鋼板が焼き付きやすいという問題がある。

$(Ti - 48 \times C / 12 - 48 \times N / 14 - 48 \times S / 32) \times P \leq 0.002 \dots (1)$

$C \leq 12 \times S / 32 \dots (2)$

30

【特許文献1】特開平9-263903号公報

【特許文献2】特開2000-297355号公報

【特許文献3】特開平10-204588号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

本発明は、スピニング加工性に優れたフェライト系ステンレス鋼板およびそ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】

【0007】

スピニング加工は、例えば円板やパイプなどの回転する円対称の材料にへらを押し付けて円対称の部材を製造する加工方法である。スピニング加工に適した材料特性として、以下のことを考えた。この加工方法では、材料はへらとの摩擦により加熱されて軟化すると同時に、へらで伸ばされて容器状の部材に加工される。素材の材料が軟らか過ぎると、へらの進行方向先端に材料がしぼり集められて、へらと材料が焼き付きやすくなる。このとき、材料の加工硬化が大きいとへらでしぼり集められる材料が多くなり、焼き付きがさらに助長される。一方、素材の材料が硬すぎると、へらで伸ばされ難くなり破断しやすくなる。こうした硬さや加工硬化などの材料の特性は温度により大きく変化することから、スピニング加工に適した材料特性は狭い範囲に限定される。

40

【0008】

50

そこで、本発明者等は、材料中に存在する析出物に注目し、この析出物をへらと材料との潤滑に利用できれば、スピニング加工性の向上を図れるのではと考え、フェライト系ステンレス鋼板について検討を行ったところ、以下の知見を得た。

【0009】

i) CrとCuを複合添加し、かつその含有量の積を $5 \text{ Cr} \times \text{Cu} \leq 15$ とすると、鋼板の加工硬化挙動をスピニング加工にとって最適化できる。

【0010】

ii) フェライト粒径を $35 \mu\text{m}$ 以下とすると、スピニング加工時にフェライト粒界を起点とした破断を抑制できる。

【0011】

iii) 回転体の周方向に平行な板厚断面において、フェライト粒内に、短辺の長さが $0.1 \mu\text{m}$ 以上で、長辺の長さが $5 \mu\text{m}$ 以下のTiNを $5 \text{ 個}/\text{mm}^2$ 以上存在させると、へらと鋼板との潤滑性が向上し、スピニング加工時の焼き付きを防止できる。

【0012】

本発明は、このような知見に基づきなされたもので、質量%で、C 0.015%、Si 0.3%、Mn 0.3%、P 0.04%、S 0.008%、Al 0.06%、0.004% N 0.012%、0.2% Ti 0.4%、20% Cr 23%、0.3% Cu 0.6%を含有し、残部がFeおよび不可避的不純物からなり、 $5 \text{ Cr} \times \text{Cu} \leq 15$ である成分組成を有し、かつフェライト粒径が $35 \mu\text{m}$ 以下で、前記フェライト粒内に、短辺の長さが $0.1 \mu\text{m}$ 以上で、長辺の長さが $5 \mu\text{m}$ 以下のTiNが $5 \text{ 個}/\text{mm}^2$ 以上存在することを特徴とするスピニング加工性に優れたフェライト系ステンレス鋼板を提供する。

【0013】

本発明のフェライト系ステンレス鋼板は、上記の成分組成を有するスラブを、 $1000 \text{ }^\circ\text{C}$ 以上で30分以上加熱後、仕上温度 $800 \text{ }^\circ\text{C}$ 以上で熱間圧延を行い、巻取温度 $400 \sim 550 \text{ }^\circ\text{C}$ で巻取った後、再結晶焼鈍を行い、さらに冷間圧延、再結晶焼鈍を行うことを特徴とする方法により製造できる。

【発明の効果】

【0014】

本発明により、へらと鋼板の焼き付きやしわ発生の問題が起こらないスピニング加工性に優れたフェライト系ステンレス鋼板を製造できるようになった。

【発明を実施するための最良の形態】

【0015】

以下に、本発明であるスピニング加工性に優れたフェライト系ステンレス鋼板およびその製造方法の詳細を説明する。

【0016】

1) 成分組成(以下の「%」は、「質量%」を表す。)

C 0.015%

Cは、Cr炭化物を形成し、Cr炭化物の周囲にCr濃度の低い領域を生成させ、耐食性が劣化する、いわゆる鋭敏化の原因となるため、後述するTiにより炭化物TiCとして析出させる必要がある。C量が0.015%を超えると、TiCが多くなり、加工硬化が過剰に抑制されて歪みが集中し、スピニング加工時に破断しやすくなる。したがって、C量は0.015%以下とする。

【0017】

Si 0.3%

Siは、鋼の固溶強化元素である。Si量が0.3%を超えると、鋼が硬質低延性化するので、Si量は0.3%以下とする。

【0018】

Mn 0.3%

Mnは、MnSを形成して耐食性を劣化させる。そのため、ステンレス鋼として通常必要な耐食性を維持すべく、Mn量は0.3%以下とする。

【0019】

10

20

30

40

50

P 0.04%

Pは、鋼を固溶強化するとともに、脆化しやすくする。P量が0.04%を超えると、鋼の延性が著しく低下するため、P量の上限は0.04%とする。

【0020】

S 0.008%

Sは、上述したようにMnSとして析出して耐食性を劣化させるとともに、TiSまたは $Ti_4C_2S_2$ を形成してスピニング加工時のへらと鋼板との焼き付きを助長する。このため、S量は0.008%以下とする。

【0021】

Al 0.06%

Alは脱酸剤であり、鋼の清浄度を向上させる。そのため、Al量は0.02%以上含有させることが望ましい。しかし、Al量が0.06%を超えると、脱酸生成物が多量に生成しスピニング加工時に破断の起点となるので、Al量は0.06%以下とする。

【0022】

0.004% N 0.012%

Nは、本発明で重要なスピニング加工時の潤滑剤となる粗大TiNの形成に必要な元素である。N量が0.004%未満では、粗大TiNの析出量が少なく潤滑効果が得られない。一方、N量が0.012%を超えると、直方体であるTiNの長辺が長くなり、へらと鋼板との摩擦によりTiNが脱落し、この脱落后の孔を起点に破断が起こりやすくなる。このため、N量は0.004%以上0.012%以下とする。

【0023】

0.2% Ti 0.4%

Tiは、上述したようにTiCとしてCを析出させるとともに、本発明でスピニング加工時の潤滑剤となる粗大TiNを形成させる重要な元素である。Ti量が0.2%未満では、TiNの析出量が少なく、また、TiNは粗大化しない。一方、Ti量が0.4%を超えると、TiNが粗大化し過ぎ、へらと鋼板との摩擦により脱落し、この脱落后の孔が起点となって亀裂が生じ、破断が起こりやすくなる。このため、Ti量は0.2%以上0.4%以下とする。

【0024】

20% Cr 23%

Crは、フェライト系ステンレス鋼板の加工硬化挙動を制御する重要な元素である。Cr量が20%未満だと、鋼板が加工硬化しやすくなり、へらと鋼板が焼き付きを起こしやすくなる。一方、Cr量が23%を超えると、Cr酸化膜が薄くなり、Cr酸化膜が破れて鋼板表面が露出し、焼き付きが起こりやすくなったりする。このため、Cr量は20%以上23%以下とする。

【0025】

0.3% Cu 0.6%

Cuは、Crと同様、フェライト系ステンレス鋼板の加工硬化挙動を制御する重要な元素である。Cu量が0.3%未満だと、加工硬化しやすくなり、スピニング加工時にへらと鋼板が焼き付きやすくなる。一方、Cu量が0.6%を超えると、スピニング加工時のへらと鋼板との摩擦熱でCuがクラスターを形成するため、鋼板が硬質化し、破断が起こりやすくなる。このため、Cu量は0.3%以上0.6%以下とする。

【0026】

5 Cr x Cu 15

上記のようにCr量とCu量を制御しただけでは、必ずしも鋼板の加工硬化挙動をスピニング加工にとって最適化できるとは限らない。そのため、さらにCr量とCu量の積Cr x Cuを制御する必要がある。Cr x Cuが5未満だと、鋼板の加工硬化が大きすぎてスピニング加工時にへらと鋼板が焼き付きやすくなり、15を超えると、鋼板の加工硬化が過剰に抑制されて歪みが集中し、スピニング加工時に破断しやすくなる。このため、Cr x Cuは5以上15以下とする。

【0027】

残部は、Feおよび不可避免的不純物である。不可避免的不純物として、Nb 0.1%、Sn 0.01

10

20

30

40

50

%、Ni 0.5%、B 0.001%、Mo 0.1%、V 0.05%、Mg 0.01%、Ca 0.01%などが混入しても、本発明の効果が妨げられることはない。なお、これらの元素は少ないほど好ましい。

【0028】

2)フェライト粒径

フェライト粒径が35 μm を超えると、スピニング加工時にフェライト粒界より破断が生じやすくなる。特に、次に述べる粗大なTiNが粒界に存在すると、この傾向が顕著になる。このため、フェライト粒径は35 μm 以下とする。

【0029】

3)TiN

フェライト粒内のTiNは、鋼板中にとどまり、あるいは鋼板から脱落してへらと鋼板の間で転がり、へらと鋼板との潤滑剤となって、スピニング加工時の焼き付きを防止する。しかし、形状が直方体であるTiNが、このような潤滑剤の役割を果たすには、スピニング加工の周方向に平行な断面において、短辺の長さが0.1 μm 以上で、長辺の長さが5 μm 以下であり、かつフェライト粒内に5個/ mm^2 以上の割合で存在する必要がある。これは、短辺の長さが0.1 μm 未満では、スピニング加工時にへらで押されて鋼板内へ押し込まれ、潤滑効果がなくなり、長辺の長さが5 μm を超えると、へらと鋼板との摩擦により脱落し、この脱落後の孔が起点となって亀裂が生じ、破断が起こりやすくなり、フェライト粒内に存在する割合が5個/ mm^2 未満では、個数の絶対数が少なく、潤滑効果を発揮できないためである。

【0030】

なお、TiNの潤滑を効果的に発揮させるには、鋼板の表層10 μm 以内の領域にTiNを分散させることが望ましい。

【0031】

4)製造条件

上述したように、本発明のフェライト系ステンレス鋼板は、例えば、上記の成分組成を有するスラブを、1000 以上で30分以上加熱後、仕上温度800 以上で熱間圧延を行い、巻取温度400~550 で巻取った後、再結晶焼鈍を行い、さらに冷間圧延、再結晶焼鈍を行うことにより製造できる。

【0032】

スラブの加熱温度

TiNの大きさを、上記のような短辺の長さで長辺の長さに制御するには、スラブを1000 以上で30分以上加熱する必要がある。ただし、加熱温度が1280 超え、もしくは加熱時間が300分超えると、TiNが過剰に粗大化しやすくなることから、加熱温度は1280 以下に、加熱時間は300分以下にすることが望ましい。また、TiNの密度は、本発明範囲のTi、Nの量と加熱条件の両者が同時に満たされたときに、本発明の最適値が実現される。

【0033】

熱間圧延の仕上温度

熱間圧延の仕上温度が800 未満では、圧延荷重が増加して表面粗さが粗くなり、スピニング加工時に鋼板の流れが不均一になり、しわが発生しやすくなる。このため、熱間圧延の仕上温度は800 以上とする。

【0034】

巻取温度

巻取温度が400 未満では、巻取り時にTiCが析出せず、その後の再結晶焼鈍時に微細に析出して伸びを極端に低下させ、スピニング加工時に破断を引き起こす。一方、巻取温度が550 を超えると、TiCが凝集粗大化し、スピニング加工時にへらと鋼板との摩擦により脱落して、鋼板とへらが焼き付きやすくなる。このため、巻取温度は400 以上550 以下とする。

【0035】

巻取り後の熱延鋼板には、通常のステンレス鋼板に対する酸洗によりスケールが除去された後、冷間圧延、再結晶焼鈍が行われる。冷間圧延および再結晶焼鈍の条件も、通常の

10

20

30

40

50

ステンレス鋼板に適用される条件と同じでよい。再結晶焼鈍後は、鋼板形状や表面粗さを整えることを目的として調質圧延を行うことが好ましい。調質圧延の伸長率は0.5%以上1.5%以下とすることが望ましい。

【実施例】

【0036】

表1に示す化学成分の鋼1~25を溶製し、表1に示す熱延条件で熱間圧延を行い、板厚4mmの熱延板を作製し、引き続き900 で90秒間の再結晶焼鈍を行った。この熱延板を酸洗後、冷間圧延を行い、板厚0.8mmの冷延板とし、950 で20秒間の再結晶焼鈍を行った。そして、TiNの短辺と長辺の長さ、およびフェライト粒内に存在する1mm²あたりの個数を、圧延方向に垂直な方向の断面を光学顕微鏡で観察することにより求めた。断面の厚さ方向0.8mm、圧延方向に垂直な方向1mmの面積中のTiNを数え、これを5ヶ所で繰り返しを行い、TiNの合計数を測定面積で除することによりTiNの1mm²あたりの個数を算出した。次に、フェライト粒径をJIS G 0552の切断法を利用して測定した。光学顕微鏡組織写真上に実際の長さ500 μmに相当する線を板厚方向に平行に等間隔に5本引き、圧延方向に垂直な方向に同じ長さの線分を5本引き、これらの線と結晶粒界の交点を数えた。線分の総長さを交点の数で除し、その線分の長さに1.13を乗じて、ASTM公称粒径を求めた。また、圧延方向に沿ってJIS 13号B引張試験片を採取し、引張試験を行って、機械的性質(引張強度TSと伸びEI)を求めた。さらに、310×400mmの試片を採取し、400mmの辺どうしをTIG溶接してパイプとし、パイプを回転させて、へらを押しあて、3パスで図1に示す形状にスピニング加工を行い、割れやしわ発生の有無を調査し、割れやしわ発生が無い場合を○、割れやしわ発生が有る場合を×で評価した。

【0037】

結果を表2に示す。本発明の成分組成、フェライト粒径、TiNの短辺と長辺の長さ個数を満足する鋼2~4、7~9、12~14、23、24では、スピニング加工によって割れやしわ発生が起らず、スピニング加工性が良好であることがわかる。

【0038】

10

20

【 表 1 】

| 鋼 | 化学成分 (質量%) | | | | | | | | | | | 熱延条件 | | |
|----|------------|------|------|-------|-------|-------|--------|------|------|------|-------|--------------|--------------|--------------|
| | C | Si | Mn | P | S | Al | N | Ti | Cr | Cu | Cr×Cu | 加熱温度 (°C) | 仕上温度 (°C) | 巻取温度 (°C) |
| 1 | 0.0085 | 0.11 | 0.19 | 0.031 | 0.003 | 0.039 | 0.0078 | 0.11 | 20.9 | 0.42 | 8.8 | 1180 | 920 | 420 |
| 2 | 0.0085 | 0.12 | 0.20 | 0.030 | 0.002 | 0.041 | 0.0077 | 0.27 | 20.8 | 0.41 | 8.5 | 1180 | 920 | 420 |
| 3 | 0.0086 | 0.11 | 0.19 | 0.028 | 0.002 | 0.040 | 0.0081 | 0.31 | 20.8 | 0.42 | 8.7 | 1180 | 920 | 420 |
| 4 | 0.0085 | 0.13 | 0.18 | 0.029 | 0.003 | 0.042 | 0.0078 | 0.38 | 20.9 | 0.42 | 8.8 | 1180 | 920 | 420 |
| 5 | 0.0086 | 0.12 | 0.18 | 0.029 | 0.001 | 0.039 | 0.0083 | 0.55 | 20.8 | 0.43 | 8.9 | 1180 | 920 | 420 |
| 6 | 0.0110 | 0.15 | 0.22 | 0.032 | 0.002 | 0.022 | 0.0015 | 0.29 | 22.4 | 0.38 | 8.5 | 1190 | 960 | 400 |
| 7 | 0.0101 | 0.16 | 0.21 | 0.033 | 0.003 | 0.021 | 0.0063 | 0.29 | 22.4 | 0.39 | 8.7 | 1190 | 960 | 400 |
| 8 | 0.0109 | 0.14 | 0.22 | 0.034 | 0.002 | 0.023 | 0.0089 | 0.29 | 22.4 | 0.38 | 8.5 | 1190 | 960 | 400 |
| 9 | 0.0105 | 0.15 | 0.23 | 0.032 | 0.002 | 0.023 | 0.0114 | 0.29 | 22.3 | 0.39 | 8.7 | 1190 | 960 | 400 |
| 10 | 0.0107 | 0.16 | 0.21 | 0.032 | 0.002 | 0.023 | 0.0250 | 0.29 | 22.4 | 0.38 | 8.5 | 1190 | 960 | 400 |
| 11 | 0.0077 | 0.19 | 0.26 | 0.018 | 0.004 | 0.050 | 0.0085 | 0.36 | 12.2 | 0.38 | 4.6 | 1160 | 920 | 400 |
| 12 | 0.0078 | 0.19 | 0.27 | 0.019 | 0.004 | 0.049 | 0.0086 | 0.35 | 20.5 | 0.38 | 7.8 | 1160 | 920 | 400 |
| 13 | 0.0076 | 0.18 | 0.28 | 0.018 | 0.004 | 0.048 | 0.0085 | 0.36 | 21.9 | 0.38 | 8.3 | 1160 | 920 | 400 |
| 14 | 0.0078 | 0.18 | 0.28 | 0.018 | 0.004 | 0.049 | 0.0087 | 0.35 | 22.7 | 0.38 | 8.6 | 1160 | 920 | 400 |
| 15 | 0.0075 | 0.19 | 0.29 | 0.018 | 0.004 | 0.048 | 0.0089 | 0.35 | 30.3 | 0.38 | 11.5 | 1160 | 920 | 400 |
| 16 | 0.0095 | 0.06 | 0.15 | 0.036 | 0.001 | 0.031 | 0.0093 | 0.07 | 20.9 | 0.12 | 2.5 | 1200 | 950 | 440 |
| 20 | 0.0094 | 0.06 | 0.15 | 0.022 | 0.001 | 0.031 | 0.0093 | 0.07 | 20.8 | 0.85 | 17.7 | 1200 | 950 | 440 |
| 21 | 0.0065 | 0.28 | 0.16 | 0.021 | 0.002 | 0.045 | 0.0066 | 0.33 | 21.6 | 0.57 | 12.3 | 1050 | 780 | 390 |
| 22 | 0.0065 | 0.29 | 0.16 | 0.021 | 0.002 | 0.047 | 0.0067 | 0.34 | 21.6 | 0.57 | 12.3 | 1170 | 940 | 350 |
| 23 | 0.0066 | 0.27 | 0.16 | 0.022 | 0.002 | 0.046 | 0.0063 | 0.33 | 21.8 | 0.57 | 12.4 | 1170 | 940 | 460 |
| 24 | 0.0068 | 0.23 | 0.16 | 0.022 | 0.002 | 0.047 | 0.0062 | 0.34 | 21.6 | 0.57 | 12.3 | 1170 | 940 | 520 |
| 25 | 0.0063 | 0.28 | 0.16 | 0.022 | 0.002 | 0.048 | 0.0068 | 0.35 | 21.8 | 0.57 | 12.4 | 1170 | 940 | 700 |

【 0 0 3 9 】

10

20

30

40

【表 2】

| 鋼 | TiN | | | フェライト 粒径 (μm) | 機械的性質 | | スピニング 加工性 | 備考 |
|----|---------------------------|---------------------------|------------------------|----------------------------------|-------------|-----------|--------------|-----|
| | 短辺長さ (μm) | 長辺長さ (μm) | 個数 /mm ² | | TS (MPa) | EI (%) | | |
| 1 | 0.01 | 0.2 | 1 | 18 | 467 | 36 | × | 比較例 |
| 2 | 0.50 | 2.1 | 8 | 23 | 469 | 35 | ○ | 発明例 |
| 3 | 0.60 | 3.3 | 7 | 26 | 477 | 34 | ○ | 発明例 |
| 4 | 0.90 | 4.2 | 6 | 30 | 478 | 33 | ○ | 発明例 |
| 5 | 1.50 | 7.1 | 4 | 40 | 480 | 26 | × | 比較例 |
| 6 | 0.03 | 0.1 | 0 | 16 | 460 | 35 | × | 比較例 |
| 7 | 0.80 | 1.9 | 5 | 25 | 468 | 35 | ○ | 発明例 |
| 8 | 1.42 | 3.3 | 6 | 28 | 466 | 34 | ○ | 発明例 |
| 9 | 2.00 | 4.3 | 7 | 32 | 457 | 34 | ○ | 発明例 |
| 10 | 2.80 | 8.1 | 9 | 39 | 444 | 32 | × | 比較例 |
| 11 | 2.50 | 3.3 | 5 | 41 | 451 | 36 | × | 比較例 |
| 12 | 2.70 | 3.5 | 6 | 33 | 459 | 34 | ○ | 発明例 |
| 13 | 2.40 | 3.1 | 5 | 31 | 466 | 33 | ○ | 発明例 |
| 14 | 2.30 | 3.1 | 5 | 28 | 467 | 32 | ○ | 発明例 |
| 15 | 2.50 | 3.0 | 5 | 26 | 443 | 34 | × | 比較例 |
| 16 | 1.40 | 3.3 | 6 | 28 | 456 | 33 | × | 比較例 |
| 20 | 1.50 | 3.2 | 6 | 26 | 532 | 26 | × | 比較例 |
| 21 | 0.01 | 0.3 | 1 | 14 | 498 | 30 | × | 比較例 |
| 22 | 0.02 | 0.4 | 1 | 16 | 486 | 31 | × | 比較例 |
| 23 | 0.70 | 2.8 | 5 | 28 | 477 | 33 | ○ | 発明例 |
| 24 | 1.20 | 4.4 | 6 | 30 | 480 | 33 | ○ | 発明例 |
| 25 | 1.80 | 4.7 | 7 | 45 | 455 | 29 | × | 比較例 |

【図面の簡単な説明】

【0040】

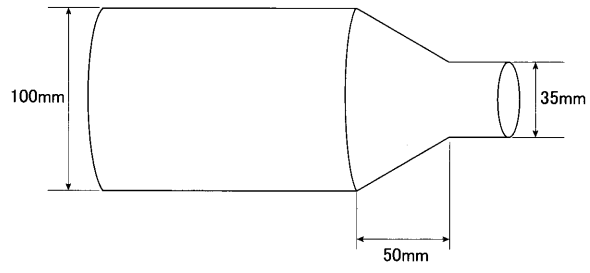
【図1】パイプをスピニング加工した後の形状を示す図である。

10

20

30

【 図 1 】



フロントページの続き

- (72)発明者 太田 雅之
東京都千代田区内幸町二丁目2番3号 JFEスチール株式会社内
- (72)発明者 宇城 工
東京都千代田区内幸町二丁目2番3号 JFEスチール株式会社内

審査官 相澤 啓祐

- (56)参考文献 特開2007-077496(JP,A)
特開2006-291294(JP,A)
特開2004-084067(JP,A)
特開2003-213376(JP,A)
特開平03-264652(JP,A)
特開2007-217716(JP,A)
特開2000-129405(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

C22C 38/00 - 38/60
C21D 9/46 - 9/48