

【公報種別】特許法第17条の2の規定による補正の掲載
 【部門区分】第2部門第2区分
 【発行日】令和5年11月2日(2023.11.2)

【国際公開番号】WO2023/100420
 【出願番号】特願2022-566735(P2022-566735)
 【国際特許分類】

B 2 3 K 20/12(2006.01)

【F I】

B 2 3 K 20/12 3 1 0
 B 2 3 K 20/12 3 4 0
 B 2 3 K 20/12 3 4 4
 B 2 3 K 20/12 3 6 0

10

【手続補正書】

【提出日】令和4年11月1日(2022.11.1)

【手続補正1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

20

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】

被接合材である第1の電磁鋼帯と第2の電磁鋼帯とを、互いに対向する一对の回転ツールにより接合する、電磁鋼帯の摩擦攪拌接合方法であって、

前記被接合材の未接合部を、前記被接合材の少なくとも一方の面において前記回転ツールの接合方向の前方に配置される加熱装置により、予熱する、予熱工程と、

前記被接合材の未接合部に、前記回転ツールを両面から互いに逆方向に回転させながら押圧し、前記回転ツールを接合方向に移動させることにより、前記第1の電磁鋼帯と前記第2の電磁鋼帯とを接合する、接合工程と、をそなえ、

30

前記被接合材の未接合部は、前記第1の電磁鋼帯の端部と、前記第1の電磁鋼帯に続く前記第2の電磁鋼帯の端部との突合せ部または重ね合せ部であり、

前記加熱装置を前記回転ツールに連動させて接合方向に移動させることにより、前記予熱工程と前記接合工程とを連続して行い、

また、前記回転ツールの肩部の直径 D (mm) が、次式(7)の関係を満足し、かつ、

前記回転ツールの回転数 RS (回/分)、前記回転ツールの肩部の直径 D (mm) および接合速度 JS (mm/分) により表される $RS \times D^3 / JS$ が、次式(8)の関係を満足する、電磁鋼帯の摩擦攪拌接合方法。

$$4 \times T J \quad D \quad 10 \times T J \quad \dots (7)$$

$$180 \times T J \quad R S \times D^3 / J S \quad 1500 \times T J \quad \dots (8)$$

40

ここで、 TJ は、

未接合部が突合せ部の場合、第1の電磁鋼帯の板厚および第2の電磁鋼帯の板厚の平均値 (mm) であり、

未接合部が重ね合せ部の場合、重ね合せ部の厚さ (mm) である。

【請求項2】

前記接合工程において、前記第1の電磁鋼帯と前記第2の電磁鋼帯の接合により形成される接合部および熱加工影響部の鋼組織がそれぞれ、フェライト相主体の組織となり、かつ、次式(1)~(4)の関係を満足する条件で、接合を行う、請求項1に記載の電磁鋼帯の摩擦攪拌接合方法。

$$D s z \quad 200 \mu m \quad \dots (1)$$

50

$$D h a z 1 \quad D b m 1 \quad \cdot \cdot \cdot (2)$$

$$D h a z 2 \quad D b m 2 \quad \cdot \cdot \cdot (3)$$

$$0 . 9 \times (H b m 1 + H b m 2) / 2 \quad H s z \quad 1 . 2 \times (H b m 1 + H b m 2) / 2 \quad \cdot \cdot \cdot (4)$$

ここで、

$D s z$ は、接合部のフェライト粒径の平均値 (μm)、

$D h a z 1$ は、第 1 の電磁鋼帯側の熱加工影響部のフェライト粒径の平均値 (μm)、

$D h a z 2$ は、第 2 の電磁鋼帯側の熱加工影響部のフェライト粒径の平均値 (μm)、

$D b m 1$ は、第 1 の電磁鋼帯の母材部のフェライト粒径の平均値 (μm)、

$D b m 2$ は、第 2 の電磁鋼帯の母材部のフェライト粒径の平均値 (μm)、

$H s z$ は、接合部の硬さの平均値、

$H b m 1$ は、第 1 の電磁鋼帯の母材部の硬さの平均値

$H b m 2$ は、第 2 の電磁鋼帯の母材部の硬さの平均値

である。

【請求項 3】

前記接合工程において、次式 (5) および (6) の関係を満足する条件で接合を行う、請求項 1 または 2 に記載の電磁鋼帯の摩擦攪拌接合方法。

$$0 . 8 \times T b m L \quad T s z L \quad \cdot \cdot \cdot (5)$$

$$T s z H \quad 1 . 3 \times T b m H \quad \cdot \cdot \cdot (6)$$

ここで、

$T s z L$ は、接合部の厚さの最小値 (mm)、

$T s z H$ は、接合部の厚さの最大値 (mm)、

$T b m L$ は、第 1 の電磁鋼帯と第 2 の電磁鋼帯のうち、薄い方の電磁鋼帯の板厚 (mm)、

$T b m H$ は、第 1 の電磁鋼帯と第 2 の電磁鋼帯のうち、厚い方の電磁鋼帯の板厚 (mm)、

である。ただし、第 1 の電磁鋼帯と第 2 の電磁鋼帯の板厚が同じ場合には、 $T b m L = T b m H$ となる。

【請求項 4】

前記接合工程において、前記回転ツールの肩部間の隙間 G (mm) が次式 (9) の関係を満足する、請求項 1 または 2 に記載の電磁鋼帯の摩擦攪拌接合方法。

$$0 . 4 \times T J \quad G \quad 0 . 9 \times T J \quad \cdot \cdot \cdot (9)$$

【請求項 5】

前記回転ツールが、プローブなしの回転ツールである、請求項 1 または 2 に記載の電磁鋼帯の摩擦攪拌接合方法。

【請求項 6】

前記回転ツールの先端面が、平面、凸型の曲面、または、凹型の曲面である、請求項 5 に記載の電磁鋼帯の摩擦攪拌接合方法。

【請求項 7】

前記回転ツールの先端面が、回転反対方向の渦状の段差部を有する、請求項 5 に記載の電磁鋼帯の摩擦攪拌接合方法。

【請求項 8】

前記渦状の段差部が、前記回転ツールの先端面の中心から外周に向かって徐々に低くなる、請求項 7 に記載の電磁鋼帯の摩擦攪拌接合方法。

【請求項 9】

前記渦状の段差部が、前記回転ツールの先端面の中心から外周に向かって徐々に高くなる、請求項 7 に記載の電磁鋼帯の摩擦攪拌接合方法。

【請求項 10】

前記回転ツールの傾斜角度 が 0° である、請求項 5 に記載の電磁鋼帯の摩擦攪拌接合方法。

10

20

30

40

50

【請求項 1 1】

前記予熱工程において、前記被接合材の予熱温度が次式(11)~(13)の関係を満足する、請求項 1 または 2に記載の電磁鋼帯の摩擦攪拌接合方法。

$$100 \quad TPW = 0 \quad 1000 \quad \dots (11)$$

$$100 \quad TPW = 0.2D \quad 1000 \quad \dots (12)$$

$$50 \quad TPW = 0.5D \quad 800 \quad \dots (13)$$

ここで、Wは被接合材の接合中央線から接合垂直方向に離間する距離(mm)であり、 $TPW = 0$ 、 $TPW = 0.2D$ および $TPW = 0.5D$ はそれぞれ、 $W = 0$ 、 $0.2 \times D$ および $0.5 \times D$ の位置における被接合材の表面での予熱温度()である。また、Dは、回転ツールの肩部の直径D(mm)である。

10

【請求項 1 2】

前記予熱工程において、前記被接合材の予熱温度が次式(14)および(15)の関係を満足する、請求項 1 1に記載の電磁鋼帯の摩擦攪拌接合方法。

$$0.70 \quad TPW = 0.2D / TPW = 0 \quad 1.00 \quad \dots (14)$$

$$TPW = 0.5D / TPW = 0 \quad 0.45 \quad \dots (15)$$

【請求項 1 3】

前記加熱装置が、高周波誘導加熱装置、レーザー照射加熱装置、または、高周波誘導加熱装置およびレーザー照射加熱装置を組み合わせた装置である、請求項 1 または 2に記載の電磁鋼帯の摩擦攪拌接合方法。

【請求項 1 4】

請求項 1 または 2に記載の電磁鋼帯の摩擦攪拌接合方法により第1の電磁鋼帯と第2の電磁鋼帯とを接合し、接合鋼帯を得る工程と、

該接合鋼帯に冷間圧延を施し、冷延鋼帯を得る工程と、をそなえる、電磁鋼帯の製造方法。

20

【手続補正 2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0027

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0027】

7. 前記回転ツールの先端面が、回転反対方向の渦状の段差部を有する、前記 5 または 6 に記載の電磁鋼帯の摩擦攪拌接合方法。

30

【手続補正 3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0028

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0028】

8. 前記渦状の段差部が、前記回転ツールの先端面の中心から外周に向かって徐々に低くなる、前記 7 に記載の電磁鋼帯の摩擦攪拌接合方法。

40

【手続補正 4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0029

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0029】

9. 前記渦状の段差部が、前記回転ツールの先端面の中心から外周に向かって徐々に高くなる、前記 7 に記載の電磁鋼帯の摩擦攪拌接合方法。

【手続補正 5】

【補正対象書類名】明細書

50

【補正対象項目名】 0 0 3 1

【補正方法】 変更

【補正の内容】

【 0 0 3 1 】

1 1 . 前記予熱工程において、前記被接合材の予熱温度が次式 (1 1) ~ (1 3) の関係を満足する、前記 1 ~ 1 0 のいずれかに記載の電磁鋼帯の摩擦攪拌接合方法。

$$\begin{aligned}
 100 \quad T P W = 0 \quad 1000 \quad \dots (11) \\
 100 \quad T P W = 0.2D \quad 1000 \quad \dots (12) \\
 50 \quad T P W = 0.5D \quad 800 \quad \dots (13)
 \end{aligned}$$

ここで、Wは被接合材の接合中央線から接合垂直方向に離間する距離 (mm) であり、
 $T P W = 0$ 、 $T P W = 0.2D$ および $T P W = 0.5D$ はそれぞれ、 $W = 0$ 、 $0.2 \times D$ および $0.5 \times D$ の位置における被接合材の表面での予熱温度 () である。また、Dは、回転ツールの肩部の直径 D (mm) である。 10

【手続補正6】

【補正対象書類名】 明細書

【補正対象項目名】 0 0 5 1

【補正方法】 変更

【補正の内容】

【 0 0 5 1 】

$$\begin{aligned}
 100 \quad T P W = 0 \quad 1000 \quad \dots (11) \\
 100 \quad T P W = 0.2D \quad 1000 \quad \dots (12) \\
 50 \quad T P W = 0.5D \quad 800 \quad \dots (13)
 \end{aligned}$$

予熱式両面摩擦攪拌接合では、予熱による被接合材への入熱と、被接合材と回転ツールの摩擦熱とにより、被接合材を軟化させ、回転ツールでの攪拌を促進することが重要である。そのためには、図 1 C に示す予熱領域 I (被接合材の表面における $0 \leq W \leq 0.1 \times D$ の領域) および予熱領域 H (被接合材の表面における $0.1 \times D < W \leq 0.5 \times D$) の予熱温度、特にこれらの加熱領域の代表位置である $W = 0$ 、 $0.2 \times D$ および $0.5 \times D$ の位置における被接合材の予熱温度を適切に制御することが効果的である。このような観点から、被接合材の予熱温度を上掲式 (1 1) ~ (1 3) の関係を満足するように制御することが好適である。ここで、Wは被接合材の接合中央線から接合垂直方向に離間する距離 (mm) であり、 $T P W = 0$ 、 $T P W = 0.2D$ および $T P W = 0.5D$ はそれぞれ、 $W = 0$ 、 $0.2 \times D$ および $0.5 \times D$ の位置における被接合材の表面での予熱温度 () である。また、Dは、回転ツールの肩部の直径 D (mm) である。なお、予熱領域は、加熱装置により予熱される被接合材の表面領域である。 30 40