(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
2022年3月31日(31.03.2022)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2022/065370 A1

(51) 国際特許分類:
C21D 6/00 (2006.01) *H01F 1/153* (2006.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2021/034822

(22) 国際出願日： 2021年9月22日(22.09.2021)

(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 2020-160807 2020年9月25日(25.09.2020) JP

(71) 出願人: 日立金属株式会社 (**HITACHI METALS,LTD.**) [JP/JP]; 〒1088224 東京都港区港南一丁目２番７０号 Tokyo (JP).

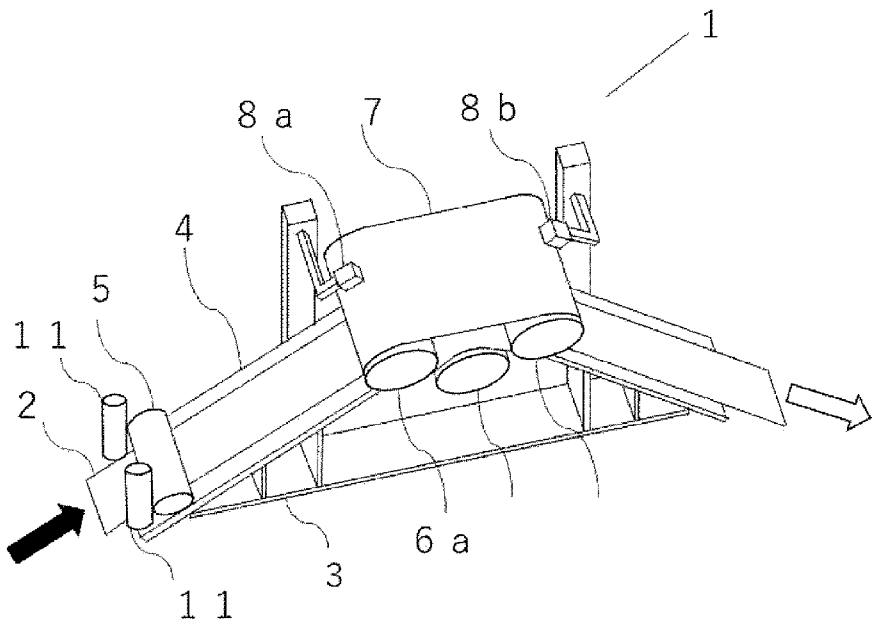
(72) 発明者: 佐野博久 (**SANO Hirohisa**); 〒1088224 東京都港区港南一丁目２番７０号 日立金属株式会社内 Tokyo (JP). 福山建史(**FUKUYAMA Takeshi**); 〒1088224 東京都港区港南一丁目２番７０号 日立金属株式会社内 Tokyo (JP).

(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, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, 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, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

WO 2022/065370 A1

(54) **Title:** HEAT TREATMENT METHOD FOR AMORPHOUS ALLOY RIBBON AND HEAT TREATMENT APPARATUS FOR AMORPHOUS ALLOY RIBBON

(54) 発明の名称： 非晶質合金リボンの熱処理方法、及び非晶質合金リボンの熱処理装置



(57) **Abstract:** The present invention provides a heat treatment method and a heat treatment apparatus for an amorphous alloy ribbon, said method and apparatus being capable of uniformly heat treating an amorphous alloy ribbon, while suppressing the occurrence of anisotropy in the magnetic characteristics. A heat treatment method for an amorphous alloy ribbon, said method comprising a step wherein an amorphous alloy ribbon is transferred, while being in contact with a heated projected surface, and the amorphous alloy ribbon is transferred, while having the part that is in contact with the projected surface pressed against the projected surface from a surface which is on the reverse side of the surface that is

[続葉有]

(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:

一 国際調査報告(条約第21条(3))

in contact with the projected surface.

(57) 要約:磁気特性の異方性の発生を抑制しつつ、非晶質合金リボンを均一に熱処理可能な、非晶質合金リボンの熱処理方法、および、熱処理装置を提供する。 非晶質合金リボンの熱処理方法であって、非晶質合金リボンを、加熱した凸面に当接させつつ移動させるとともに、前記非晶質合金リボンの、前記凸面に当接する部分を、当接している面の逆側から前記凸面に対して押さえ付けつつ移動させる工程を有する。

明　細　書

発明の名称 ：

非晶質合金リボンの熱処理方法、及び非晶質合金リボンの熱処理装置

技術分野

[0001]　本発明は、非晶質合金リボンの熱処理方法、及び非晶質合金リボンの熱処理装置に関するものである。

背景技術

[0002]　非晶質合金リボンの特性を調整する方法として、加熱された凸面に非晶質合金リボンを接触させつつ移動させて熱を加える処理が知られている。具体的には、加熱したロール面に非晶質合金リボンを接触させつつ機械的拘束を掛けながら移動させて、急激な昇温と冷却で熱処理する方法が知られている（例えば、特許文献１）。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：ＷＯ２０１１／０６０５４６公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004]　特許文献１に記載の方法によれば、例えば、脆化を抑制しながら熱処理することができる。しかしながら、ロール面との十分な接触を確保するためには、リボンに大きなテンションをかける必要がある。更に、リボン面は必ずしも平坦では無く一定のうねりが残っている場合が有り、リボン全面をロールに充分に接触させる為に必要なテンションは増加する。その場合、リボンの方向によって磁気特性の異方性が強くなりすぎる懸念がある。磁気特性の異方性が大きいリボンは、用途が限定されてしまう。また、リボンとロールとの十分な接触を確保するためにリボンにかけられるテンションにも限界があり、リボンとロールの接触状態が不均一になることによって熱処理にムラが生じる恐れがあった。

[0005] そこで本発明では、磁気特性の異方性の発生を抑制しつつ、非晶質合金リボンを均一に熱処理可能な、非晶質合金リボンの熱処理方法、および、熱処理装置を提供する。

課題を解決するための手段

[0006] 本発明は、非晶質合金リボンの熱処理方法であって、非晶質合金リボンを、加熱した凸面に当接させつつ移動させるとともに、前記非晶質合金リボンの、前記凸面に当接する部分を、当接している面の逆側から前記凸面に対して押さえ付けつつ移動させる工程を有する。

[0007] また、前記工程を、前記凸面が当接する前記非晶質合金リボンの面を変えて複数回行うことが好ましい。

[0008] また、前記非晶質合金リボンの当接する部分を、柔軟部材を介して押さえつけることが好ましい。

[0009] また、前記柔軟部材を加熱しながら押さえつけることが好ましい。

[0010] また、前記柔軟部材が、金属部材であることが好ましい。

[0011] また、前記非晶質合金リボンが、ナノ結晶軟磁性材料であることが好ましい。

[0012] 本発明は非晶質合金リボンの熱処理装置であって、非晶質合金リボンを当接させて加熱するための凸面を有する加熱部と、前記非晶質合金リボンの当接する部分を、前記凸面に対して当接面の逆側から押さえ付ける押え付け部との組合せを有する。

[0013] また、前記組合せを前記非晶質合金リボンの進行方向において複数有し、隣り合う組合せにおいて、前記非晶質合金リボンに対する前記加熱部と前記押え付け部の位置関係が逆である好ましい。

[0014] また、前記押え付け部が、柔軟部材であることが好ましい。

[0015] また、前記押え付け部が、ローラを介して移動可能なバンド部材であることが好ましい。

[0016] また、前記バンド部材が、金属部材であることが好ましい。

[0017] また、前記ローラが前記バンド部材を加熱する加熱機構を有することが好

ましい。

発明の効果

[0018] 本発明によれば、非晶質合金リボンに対して、大きなテンションを掛けなくても十分な熱接触を確保しながら熱処理を行うことができ、磁気特性の異方性の発生が抑制された非晶質合金リボンを製造することが可能となる。

図面の簡単な説明

[0019] [図1]本発明の第1の実施形態である、非晶質合金リボンの熱処理機の斜視概念図である。

[図2]本発明の第1の実施形態における、非晶質合金リボンの熱処理方法の手順（（ａ）～（ｆ））を順に示した模式図である。

[図3]本発明の第2の実施形態における、押え付け部と加熱部の拡大模式図である。

[図4]本発明の第1の実施形態における、実施例１と、比較例１における磁気特性を示すグラフである。

[図5]本発明の第1の実施形態における、実施例２と、比較例２における非晶質合金リボンを示す図である。

[図6]本発明の第２の実施形態における、実施例２と、比較例２における磁気特性を示すグラフである。

[図7]本発明の実施形態における、熱処理前後の非晶質合金リボンの変形状態を示す図である。

発明を実施するための形態

[0020] （第１の実施形態）

以下、本発明の一つの実施形態について、図面を参照しながら詳細に説明する。

本実施形態の熱処理装置では、非晶質合金リボンを、加熱した凸面に当接させつつ移動させる。かかる熱処理装置は、非晶質合金リボンの当接する部分を、上記凸面に対して当接面の逆側から押さえ付ける押え付け部を有する点が特徴の一つである。非晶質合金リボンを押さえ付ける形態はこれを特に

限定するものではないが、加熱した凸面の形状に追従するような柔軟部材を介して押さえ付けることが好ましい。ここで、「当接面」とは、非晶質合金リボンと上記凸面が面で接触していることを意味している。

図１に本実施形態の熱処理に用いる非晶質合金リボンの熱処理装置１の斜視概念図を示す。熱処理装置１は、ベース３上に設置されたリボンガイドスロープ４と、リボンテンション用ブレーキローラ５と、リボン幅方向制御機構１１と、加熱ローラ６ａ、６ｂ、６ｃと、リボン押え金属ベルト７と、熱電対８ａ、８ｂ、８ｃ（図１では不図示）とを備え、加熱ローラ６ｃとリボン押え金属ベルト７の間に非晶質合金リボン２を配置できるようにしている。リボン押え金属ベルト７は、柔軟部材の一例であり、ローラを介して移動可能なバンド部材である。柔軟部材（バンド部材）は、可撓性、強度、耐熱性の観点から、金属部材が好ましい。

[0021] ここで、加熱ローラ６ｃは、非晶質合金リボンに直接接して、加熱するためのローラである。非晶質合金リボン２は、円柱状の加熱ローラ６ｃ外周面の一部（周方向の一部領域）に当接（接触）し、加熱される。なお、ローラ６ｃ自体は駆動源を持たず、リボン押え金属ベルト７により駆動されることで、複雑な機構無しに同期運転することができる。

リボン押え金属ベルト７を駆動するためのローラは、加熱ローラ６ａと加熱ローラ６ｂの両方でも、どちらか一方でも構わない。本実施形態では、加熱ローラ６ｂに駆動力を持たせ、加熱ローラ６ａは機械的に従属させる構成にしている。こうすることにより、加熱ローラ６ａや加熱ローラ６ｂに対する電気的同期運転といった複雑な制御を回避することができ、更に、加熱ローラ６ａと加熱ローラ６ｂの熱膨張差による同期ズレを修正する必要もなくなる。

[0022] リボン押え金属ベルト７が、非晶質合金リボン２を加熱ローラ６ｃに押し付ける。すなわち、リボン押え金属ベルト７が、非晶質合金リボン２を、加熱ローラ６ｃの凸面（外周の曲面）に対して当接面の逆側から押さえ付ける。つまり、加熱ローラ６ａ、加熱ローラ６ｂ、及びリボン押え金属ベルト７

が、熱処理装置１における押え付け部を構成する。

[0023] なお、加熱ローラ６ｃは、非晶質合金リボンを当接させて加熱するための凸面を有する加熱部の一例である。また、「凸面」とは、非晶質リボン側に盛り上がった面を意味し、図１に示すローラのように、円柱（円筒）形の側面の曲面の他、かまぼこ型部材の曲面のように部材の一部に構成された曲面など、非晶質リボンが追随して十分な接触が確保される形状であればよい。

[0024] 非晶質合金リボン２の材質はこれを特に限定するものではない。例えば、Ｆｅ－Ｓｉ－Ｂ系、Ｆｅ－Ｓｉ－Ｂ－Ｃ系等のＦｅ基アモルファス合金や、ナノ結晶軟磁性材料であるＦｅ－Ｓｉ－Ｂ－Ｎｂ－Ｃｕ系、Ｆｅ－Ｓｉ－Ｂ－Ｎｂ－Ｃｕ－Ｎｉ系等のＦｅ基ナノ結晶合金等に適用することができる。Ｆｅ基ナノ結晶合金は、非晶質合金リボンに熱処理することでナノ結晶を晶出する組成を有する。

[0025] 熱処理装置１における押え付け部を構成するローラは、リボン押え金属ベルト７を駆動し、リボン押え金属ベルト７が非晶質合金リボン２を加熱ローラ６ｃに押し付ける機能を発揮するものであれば、必ずしも加熱されている必要はない。しかしながら、非晶質合金リボンの熱処理においては、非晶質合金リボンを例えば５００℃まで上げることが必要になるので、高温になると輻射による熱損失が大きくなってしまう。特に、体積の小さいリボン押え金属ベルト７は、熱の蓄積が少ないため、直ぐに温度が下がってしまう。そこで、押付部を構成するローラを、加熱機構を備えた加熱ローラとすることで絶え間なく熱を供給することが可能となり、リボン押さえ金属ベルトの温度安定性が向上する。高温に保たれたリボン押さえ金属ベルトとロールで両面からリボンを挟むことでリボンへの熱供給速度が向上し、リボンの急速昇温が可能となると共に熱処理温度の安定性が期待できる。

[0026] 加熱ローラ６ａ、６ｂ、６ｃの加熱温度は、非晶質合金リボン２がＦｅ基アモルファス合金等である場合、夫々、３５０℃以上４００℃以下が好ましく、Ｆｅ基ナノ結晶合金等の場合には、夫々、５００℃以上が好ましい。

[0027] リボン押え金属ベルト７の材質は、これを特に限定するものではない。例

えば、耐熱性ステンレスやニッケル基の超耐熱合金などの耐熱性にすぐれた材質を用いることがより好ましい。

[0028] テンションローラ５と、リボン幅方向制御機構１１は、リボンの蛇行を防ぐためにセットで用いられる。テンションローラ５の直前にあるリボンが横にずれないようにリボン幅方向制御機構１１が作用し、リボンがテンションローラ５の真ん中に入って行き、それに対して加熱ローラ６ｃとベルトに挟み込まれる位置が横にずれる（蛇行する）場合、テンションローラ5による張力により中央に戻そうとする力が発生し、蛇行が抑制されることになる。

[0029] 次に、本実施形態の熱処理方法について、熱処理装置１の断面を示す図2（（ａ）～（ｆ））を用いて順に説明する。本実施形態の熱処理方法では、非晶質合金リボンを、加熱した凸面に当接させつつ移動させる。その際に、非晶質合金リボンの当接する部分を、前記凸面に対して当接面の逆側から押さえ付けつつ移動させる。

まず、加熱ローラ６ａ、加熱ローラ６ｂにリボン押え金属ベルト７を架設し、リボン押え金属ベルト７と外側から当接するように加熱ローラ６ｃを配置してテンションを掛ける（図２（ａ））。リボン押え金属ベルト７は、加熱ローラ６ａ、加熱ローラ６ｂを介して移動可能に構成されている。

[0030] 加熱ローラ６ａ、６ｂ、６ｃを、点線で図示した矢印方向に各々回転させながら、加熱ローラ６ａ、６ｂを例えば５５０℃に、加熱ローラ６ｃを例えば５００℃まで加熱する。この際、熱電対８ａ、８ｂ、８ｃにより加熱ローラ６ａ、６ｂ、６ｃ及びリボン押え金属ベルト７の温度を測定し、制御する（図２（ｂ））。

[0031] リボンテンション用ブレーキローラ５を図中の細矢印方向に上げた状態で、不図示のリボン巻出し機から出た非晶質合金リボン２を、リボンガイドスロープ４に沿って、図中の黒色矢印の方向に供給する（図２（ｃ））。リボンガイドスロープ4の入り口には、リボンの蛇行を抑制するリボンテンション用ローラ5、およびリボン幅方向規制機構１１が設置される。リボンテンション用ローラ5には、蛇行が防止される程度の小さなテンションが付与されるが

、熱処理を行うためリボンが金属ベルト7と加熱ローラ６ｃの間に挟まれると、その入り口付近のクランプによる摩擦力がテンションを相殺するため、その後の熱処理区間では、リボンにテンションは掛からない。

[0032] 加熱ローラ６ｃの前後（両側）に、傾斜させたリボンガイドスロープ４を用いることで、非晶質合金リボン２をリボン押え金属ベルト７と加熱ローラ６Ｃに同時に接触して排出さることができる。つまり、リボンガイドスロープ４の傾き角度を調整して、非晶質合金リボン２の供給排出角度を設定することによって、非晶質合金リボン２の表と裏を同時に加熱及び冷却することが可能となる。リボンガイドスロープ延長線上に加熱ローラ６ｃの接線が一致するように配置することがより好ましい。

[0033] 非晶質合金リボン２が、リボン押え金属ベルト７と加熱ローラ６ｃに挟まると、リボンが自動で巻き込まれ始める。ここで、リボンテンション用ブレーキローラ５をセットする（図２（ｄ））。

[0034] 非晶質合金リボン２は、加熱ローラ６ｃの凸面に当接しつつ移動し、リボン押え金属ベルト７によって、非晶質合金リボンの当接する部分が、加熱ローラ６ｃの凸面に対して当接面の逆側から押さえ付けられつつ移動することになる（図２（ｅ））。

リボン押え金属ベルト７の速度と、非晶質合金リボン２の速度が異なり、滑りが生じていてもよいが、リボン押え金属ベルト７と非晶質合金リボン２とが一緒に移動することが好ましい。

[0035] リボン押え金属ベルト７と加熱ローラ６ａ、６ｂで構成される押付部と加熱ローラ６ｃの間を通った非晶質合金リボン２は、リボンガイドスロープ４に沿って図中の白抜き矢印方向に排出される（図２（ｆ））。排出された非晶質合金リボン２は、不図示のリボン巻取り機で巻き取られる。

[0036] （第2の実施形態）

次に、本発明第2の実施形態について、図面を参照しながら詳細に説明する。なお、本実施形態の非晶質合金リボンの熱処理装置と、第１の実施形態の非晶質合金リボンの熱処理装置とは、加熱ローラとリボン押え金属ベルトで

構成される押え付け部と加熱部だけが異なるので、その部分の拡大模式図を用いて説明する。また、第１の実施形態と同じ構成は、作用効果が同じなので、同じ記号を付して説明を省略する。

[0037] 図３は、第2の実施形態である非晶質合金リボンの熱処理装置における、押え付け部と加熱部の拡大模式図である。図３に示されるように、熱処理部分は、加熱ローラ－６ａ、６ｂ、６ｃ、６ｄと、リボン押え金属ベルト７、９と、ガイドローラー１０とを備え、リボン押え金属ベルト７と９の間に非晶質合金リボン２を配置できるようにしている。

[0038] つまり、非晶質合金リボン２の進行方向から見て、段違いに、かつ一部が重なるように、複数の加熱ローラ６ａ、６ｂ、６ｃ、６ｄが配置されている。非晶質合金リボン２の一方面を加熱するための加熱ローラ６ａ、６ｂと、他方面を加熱する加熱ローラ６ｃ、６ｄとが、交互に配置され、一方面を加熱するための加熱ローラ６ａ、６ｂには、第１のバンド部材（リボン押え金属ベルト７）が掛け回され、他方面を加熱するためのローラ６ｃ、６ｄには第２のバンド部材（リボン押え金属ベルト９）が掛け回されている。第１のバンド部材（リボン押え金属ベルト７）が掛け回された加熱ローラ６ａ、６ｂの部分では、第１のバンド部材は、非晶質合金リボン２の一方面に対する加熱部の一部となり、第２のバンド部材（リボン押え金属ベルト９）は押付け部となる。そして、第２のバンド部材（リボン押え金属ベルト９）が掛け回された加熱ローラ６ｃ、６ｄの部分では、第２のバンド部材が、非晶質合金リボン２の他方面に対する加熱部の一部となり、第１のバンド部材（リボン押え金属ベルト７）は押付け部となる。

[0039] リボン押え金属ベルト９は、リボン押え金属ベルト７と同様に、柔軟部材の一例であり、ローラを介して移動可能なバンド部材である。柔軟部材（バンド部材）は、可撓性、強度、耐熱性の観点から、金属部材が好ましい。

リボン押え金属ベルト７が、非晶質合金リボン２を、加熱ローラ６ｃの凸面（外周の曲面）に倣った、リボン押え金属ベルト９に押し付ける。すなわち、リボン押え金属ベルト７が、非晶質合金リボン２を、加熱ローラ６ｃの

凸面（外周の曲面）に倣った、リボン押え金属ベルト９に対して当接面の逆側から押さえ付ける。同様に、リボン押え金属ベルト９が、非晶質合金リボン２を、加熱ローラ６ｂの凸面（外周の曲面）に倣った、リボン押え金属ベルト７に対して当接面の逆側から押さえ付ける。

つまり、本実施形態では、加熱ローラ６ａ、加熱ローラ６ｂ、及びリボン押え金属ベルト７と、加熱ローラ６ｃ、加熱ローラ６ｄ、及びリボン押え金属ベルト９の各々が、熱処理装置１における押え付け部であると同時に、熱処理装置１における加熱部を構成する。

[0040] ここで、加熱ローラ６ａ、６ｂ、６ｃ、６ｄのいずれか１つのみが駆動し、他のローラはリボン押え金属ベルト７、９を介して駆動されることにより、複雑な機構無しに同期運転できる。本実施形態では、加熱ローラ６ｂに駆動力を持たせ、加熱ローラ６ａ、６ｃ，６ｄは、リボン押え金属ベルト７、９を介して機械的に従属させる構成にしている。こうすることにより、加熱ローラ６ａ、６ｂ、６ｃ、６ｄに対する電気的同期運転といった複雑な制御を回避することができ、更に、加熱ローラ６ａ、６ｂ、６ｃ、６ｄの熱膨張差による同期ズレを修正する必要もなくなる。

[0041] 次に本実施形態の熱処理方法について、第2の実施形態である非晶質合金リボンの熱処理装置における、熱処理部分の拡大模式図である図３を用いて説明する。

リボンガイドスロープ４に沿って供給された非晶質合金リボン２が、リボン押え金属ベルト７とリボン押え金属ベルト９に挟まると、リボンが自動で巻き込まれ始める。

[0042] 非晶質合金リボン２は、加熱ローラ６ｃの凸面（外周の曲面）に倣った、リボン押え金属ベルト９に当接しつつ移動し、リボン押え金属ベルト７によって、非晶質合金リボンの当接する部分が、加熱ローラ６ｃの凸面（外周の曲面）に倣った、リボン押え金属ベルト９に対して当接面の逆側から押さえ付けられつつ移動する。

[0043] 次に、非晶質合金リボン２は、加熱ローラ６ｂの凸面（外周の曲面）に倣

った、リボン押え金属ベルト７に当接しつつ移動し、リボン押え金属ベルト９によって、非晶質合金リボンの当接する部分が、加熱ローラ６ｂの凸面（外周の曲面）に倣った、リボン押え金属ベルト７に対して当接面の逆側から押さえ付けられつつ移動する。

[0044] リボン押え金属ベルト７とリボン押え金属ベルト９の速度と、非晶質合金リボン２の速度が異なり、滑りが生じていてもよいが、リボン押え金属ベルト７、リボン押え金属ベルト９、及び非晶質合金リボン２が一緒に移動することが好ましい。

[0045] リボン押え金属ベルト７、９の間を通った非晶質合金リボン２は、ガイドローラー１０に沿って図中の白抜き矢印方向に排出される。排出された非晶質合金リボン２は、リボンガイドスロープ４に沿って移動し、不図示のリボン巻取り機で巻き取られる。

[0046] 非晶質合金リボンを、例えば、モーターステータコアに用いる場合、真っすぐなリボンを使用する必要がある。第1の実施形態のように、一方向のみの凸面に当接させて処理を行うと、凸面の曲率方向に曲がりが生じてしまうので、その曲がりを矯正させるために、リボンの表裏を逆にして、再度、熱処理を行わなければならない。しかし、本実施形態のように、非晶質合金リボンを、異なる方向を向いた凸面に順次当接させれば、リボンの表裏を入れ替えることなく、凸面の曲率方向に生じた曲がりを矯正することができ、曲がりの少ない熱処理リボンを効率よく得ることが可能となる。

実施例

[0047] 以下、実施例を説明する。

単ロール法によって形成された、幅６０ｍｍ、厚さ２４．８μｍのＦｅ基アモルファス合金からなる非晶質合金リボン２を準備した。

（実施例１）

ます、第１の実施形態を用いて、非晶質合金リボン２に張力を掛けずに、非晶質合金リボン２を２００ｍｍ／ｓの速さで移動させつつ、リボンの両面を５２０℃で熱処理して実施例１を製造した。

その後、熱処理した非晶質合金リボン２の磁化曲線（Ｂ－Ｈ曲線）を測定した。測定にはＢ－Ｈアナライザー（岩崎通信機製ＳＹ－８２１８）に接続した単板試験器を用いた。測定に使用した上記の単板試験器は試料を挿入するボビン幅が２５ｍｍであり、かつヨーク長も２５ｍｍであるため、一辺２５ｍｍの正方形の試料であれば、試料の挿入方向を９０°変えて各方向のＢ－Ｈ曲線を測定することにより、試料の磁気的な異方性を評価することができる。そこで熱処理後の非晶質合金リボン２から一辺２５ｍｍの正方形試料を切り出し、リボンの長さ方向と幅方向のＢ－Ｈ曲線をそれぞれ測定した。なお、上記正方形試料の切り出しの際には、非晶質合金リボン２の中央部付近から、一辺がリボンの長さ方向に平行に（従ってもう一辺は幅方向と平行に）なるように切り出した。各方向のＢ－H曲線を図４（ａ）に示す。

[0048] （比較例１）

一方、加熱した凸曲面に非晶質合金リボンを接触させつつ機械的拘束を掛けながら移動させて、急激な昇温と冷却で熱処理する、従来の方法による結果を示す。ここで、凸曲面に安定して非晶質合金リボン２を接触させるには、非晶質合金リボン２にテンションを掛けて凸曲面に押し付ける必要がある。そこで、非晶質合金リボン２に、２［ｋｇｆ］のテンションを掛けながら、非晶質合金リボン２を加熱したロール面に接触させつつ移動して熱処理を施して比較例１を製造し、実施例と同様に、非晶質合金リボンの長さ方向と、幅方向のＢ－Ｈ曲線を計測した。その結果を図４（ｂ）に示す。

[0049] 従来の方法を用いて熱処理を行うと、図４（ｂ）からわかるように、長さ方向、幅方向で、Ｂ－Ｈ曲線に差があり、磁気異方性が生じている。一方、本発明によると、図４（ａ）に示されたように、長さ方向と幅方向でＢ－Ｈ曲線に差はなく、磁気異方性は生じていない。なお、図４のＢ－Ｈ曲線はいずれも周波数１ｋＨｚ、最大磁束密度１．５Ｔの条件で測定したものであるが、周波数（直流を含む）や最大磁束密度を変えてＢ－Ｈ曲線を測定した場合でも図４の結果（即ち磁気異方性の有無）に変化は無かった。

[0050] （実施例２）

次に、第2の実施形態を用いて、非晶質合金リボン２に張力を掛けずに、非晶質合金リボン２を１７ｍｍ／ｓの速さで移動させつつ、リボンの両面を４８０℃で熱処理して実施例２を製造した。

[0051] （比較例２）

従来方法で熱処理した非晶質合金リボン２を比較例２として製造した。４９０℃に加熱した凸曲面に、２[ｋｇｆ]のテンションを掛けながら、接触させつつ移動して、熱処理を施した。

[0052] 図５（ａ）、（ｂ）、（ｃ）は、それぞれ実施例１，実施例２と比較例２を示す図である。図５（ａ）の実施例１は、凸面熱処理によりリボンに曲がりが生じるため、リボンの両端が６ｍｍほど浮き上がっているが、図５（ｂ）の実施例２は、リボンの曲がりが矯正され、浮き上がりは見られないことが分かる。一方、図５（ｃ）の比較例２は、リボンにテンションを掛けながら熱処理を施すため、実施例２と同様に、リボンに反りが生じていないことが分かる。

[0053] 次に、それぞれ真っすぐなリボンとなった、実施例２及び比較例２についてB－H曲線を測定した。その結果を図６に示す。

図６（ａ）は、磁界の強さ１００A/mを、図６（ｂ）は、磁界の強さ３００Ａ／ｍを、周波数はともに１ｋＨｚで加えた場合のB－H曲線である。

図６（ａ）と（ｂ）ともに、実施例２の方が、比較例２と比較してB－Hループの立ち上がりが良好あり、磁気特性に優れていることがわかる。

[0054] 以上より、 本発明の実施形態を用いれば、非晶質合金リボンに対して必要以上に高い張力を掛けずに熱を伝えることができ、磁気特性の異方性及びリボン破断等を発生させずに非晶質合金リボンを製造することができる。特に、非晶質合金リボンがＦｅ基ナノ結晶合金の場合、ナノ結晶を晶出する結晶化時の自己発熱により過剰昇温となり易いため、加熱ロールや凸曲面に熱を逃がす必要がある。従来はその実現のために、リボンに強いテンションを掛けることで加熱ロールや凸曲面にリボンを強く押しつけ、接触熱抵抗を低減により加熱ロールや凸曲面への放熱効率を上げ、過剰昇温の抑制を行ってい

た。

本発明の実施形態によれば、バンドによってリボンを押さえつけるので、過剰なテンションをリボンに印加することなく接触熱抵抗を低減することが可能となる。

[0055] また、非晶質合金リボンの幅方向の両端には、鋳造時の冷却速度差に起因するリボンの波打ち（以下、側波と記す。）が存在することが多く、同部分はヒーターとの接触が悪くなる為、アニール処理が不完全になり易いが、本発明の実施形態を用いれば、加熱されたバンドでリボン全体を押さえつけるので、側波が存在しても充分な熱処理が可能となる。

[0056] さらに、本発明の実施形態では、非晶質合金リボンの表裏をベルトやロールで押さえつけることになるで、非晶質合金リボンの結晶化時に生じやすい、非晶質合金リボンのシワやスジの変形を抑制することができる。ここで、本発明の実施形態における、熱処理前後の非晶質合金リボンの変形状態を表す例を図７に示す。具体的には、非晶質合金リボンの表面に、直径９．３ｍｍの円環状の刻印パンチを、所定の加重で押し付けることによって形成した塑性加工溝の熱処理前後の変化を示している。図７（ａ）が熱処理前、図７（ｂ）が熱処理後を示し、図７（ａ）では加工で生じた変形による反射や背景の歪みが見られるが、図７（ｂ）では、本発明の実施形態による熱処理機構を経ると反射や歪みが解消されていることがわかる。

[0057] ここまで、発明の実施形態について説明してきたが、本発明は、上記実施形態に限定されるものではない。特許請求の範囲において、内容を変更することが可能である。

符号の説明

[0058] １　熱処理装置

２　非晶質合金リボン

３　ベース

４　リボンガイドスロープ

５　リボンテンション用ブレーキローラ

６ａ、６ｂ、６ｃ　加熱ローラ

７、９　リボン押え金属ベルト

８ａ、８ｂ、８ｃ　熱電対

１０　ガイドローラー

１１　リボン幅方向矯正機構

請求の範囲

[請求項1] 非晶質合金リボンの熱処理方法であって、

非晶質合金リボンを、加熱した凸面に当接させつつ移動させるとともに、

前記非晶質合金リボンの、前記凸面に当接する部分を、当接している面の逆側から前記凸面に対して押さえ付けつつ移動させる工程を有することを特徴とする非晶質合金リボンの熱処理方法。

[請求項2] 前記工程を、前記凸面が当接する前記非晶質合金リボンの面を変えて複数回行うことを特徴とする請求項1に記載の非晶質合金リボンの熱処理方法。

[請求項3] 前記非晶質合金リボンの当接する部分を、柔軟部材を介して押さえつけることを特徴とする請求項１又は請求項２に記載の非晶質合金リボンの熱処理方法。

[請求項4] 前記柔軟部材を加熱しながら押さえつけることを特徴とする請求項３に記載の非晶質合金リボンの熱処理方法。

[請求項5] 前記柔軟部材が、金属部材であることを特徴とする請求項３又は請求項４に記載の非晶質合金リボンの熱処理方法。

[請求項6] 前記非晶質合金リボンが、ナノ結晶軟磁性材料であることを特徴とする請求項１から請求項５のいずれか一項に記載の非晶質合金リボンの熱処理方法。

[請求項7] 非晶質合金リボンの熱処理装置であって、

非晶質合金リボンを当接させて加熱するための凸面を有する加熱部と、

前記非晶質合金リボンの当接する部分を、前記凸面に対して当接面の逆側から押さえ付ける押え付け部との組合せを有することを特徴とする非晶質合金リボンの熱処理装置。

[請求項8] 前記組合せを前記非晶質合金リボンの進行方向において複数有し、隣り合う組合せにおいて、前記非晶質合金リボンに対する前記加熱部

と前記押え付け部の位置関係が逆である請求項７に記載の非晶質合金リボンの熱処理装置

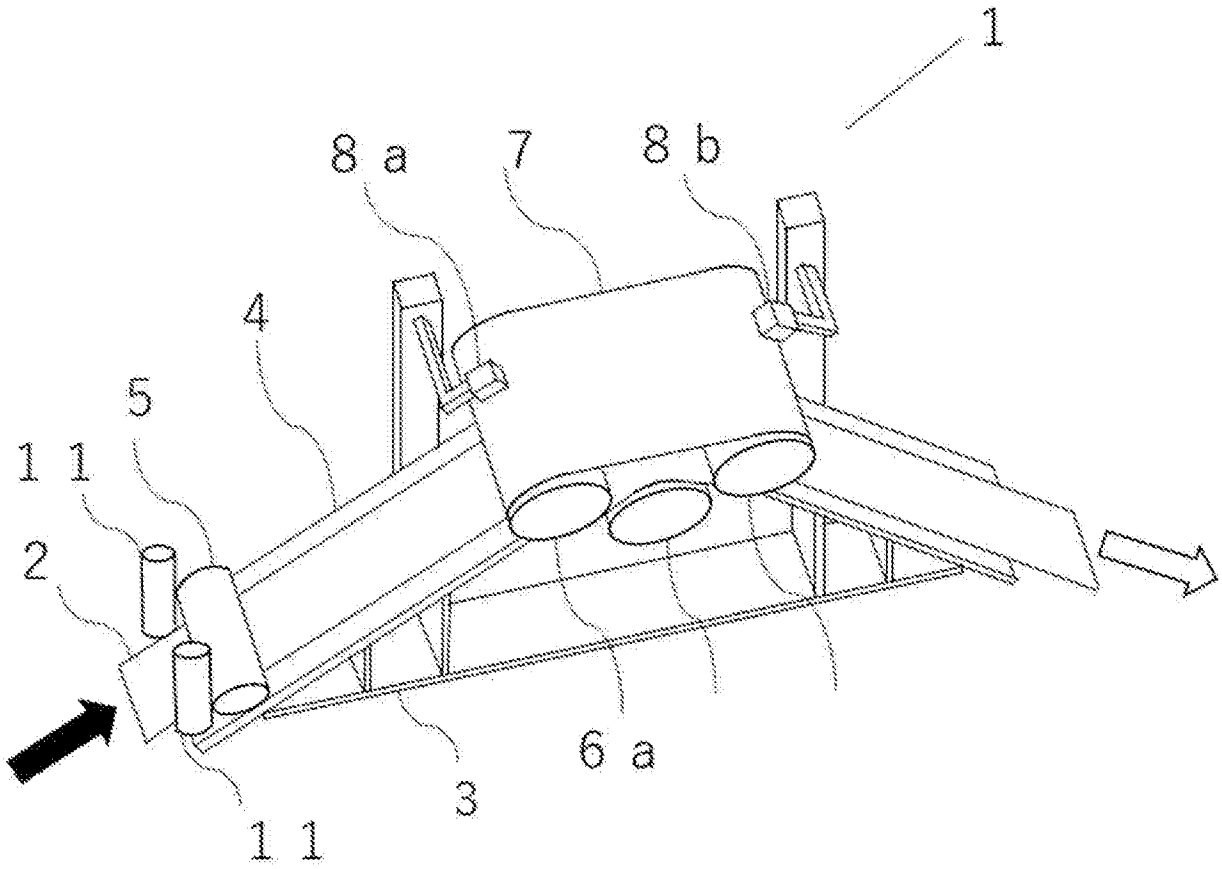
[請求項9] 前記押え付け部が、柔軟部材であることを特徴とする請求項７又は請求項８に記載の非晶質合金リボンの熱処理装置。

[請求項10] 前記押え付け部が、ローラを介して移動可能なバンド部材であることを特徴とする請求項７から請求項９のいずれか一項に記載の非晶質合金リボンの熱処理装置。

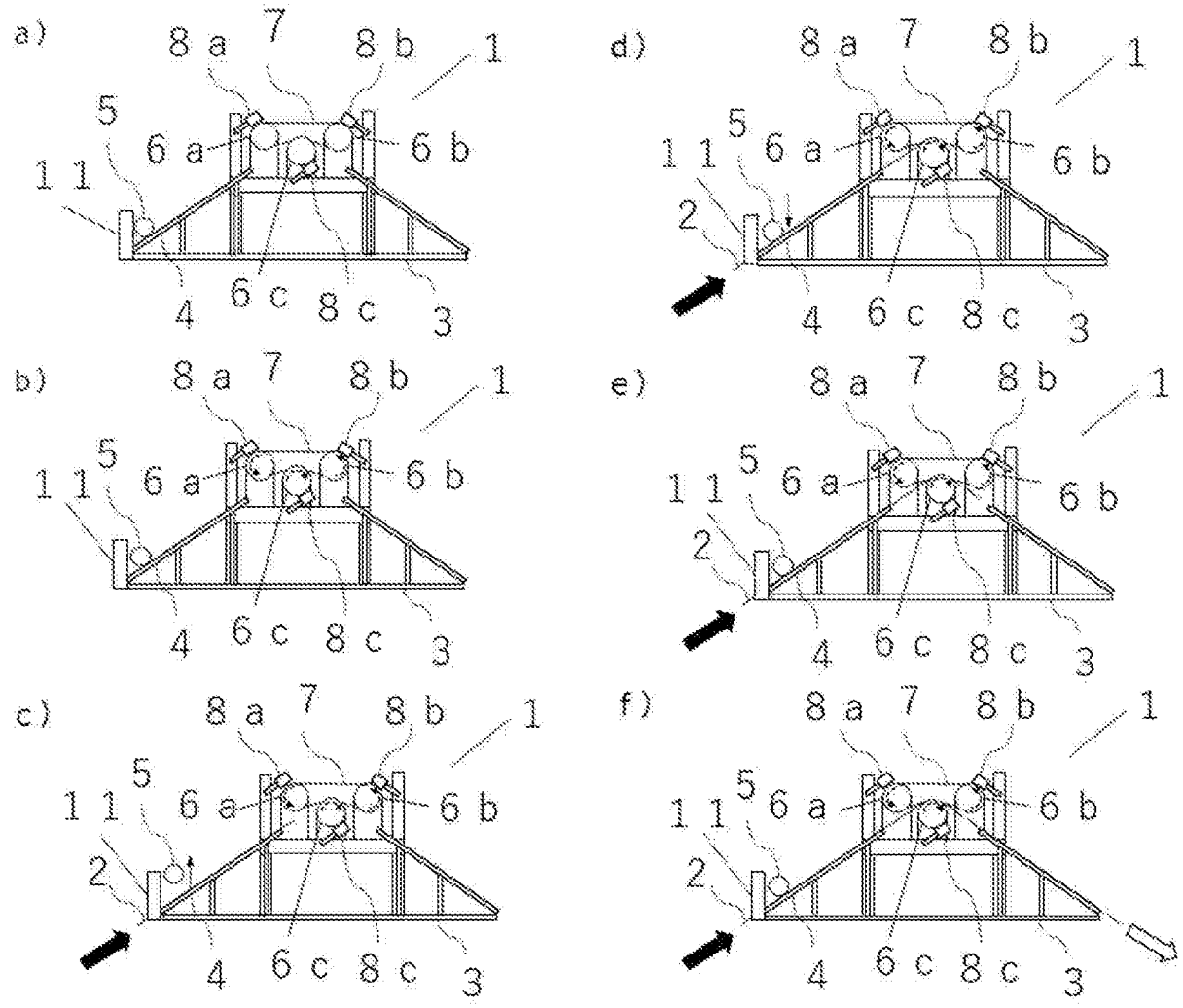
[請求項11] 前記バンド部材が、金属部材であることを特徴とする請求項１０に記載の非晶質合金リボンの熱処理装置。

[請求項12] 前記ローラが前記バンド部材を加熱する加熱機構を有することを特徴とする請求項１０又は請求項１１に記載の非晶質合金リボンの熱処理装置。

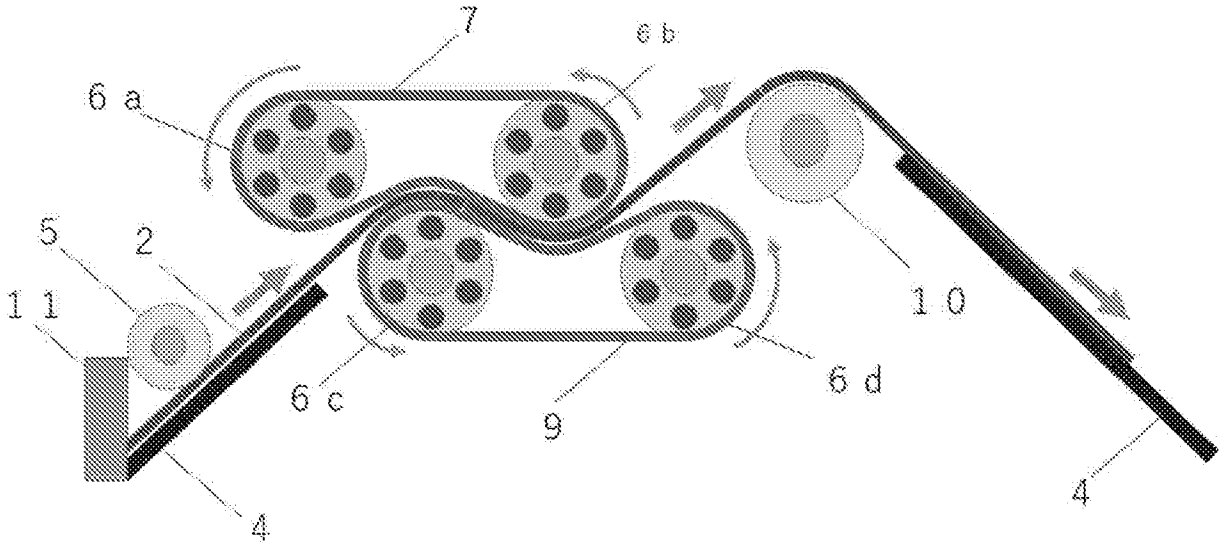
[図1]



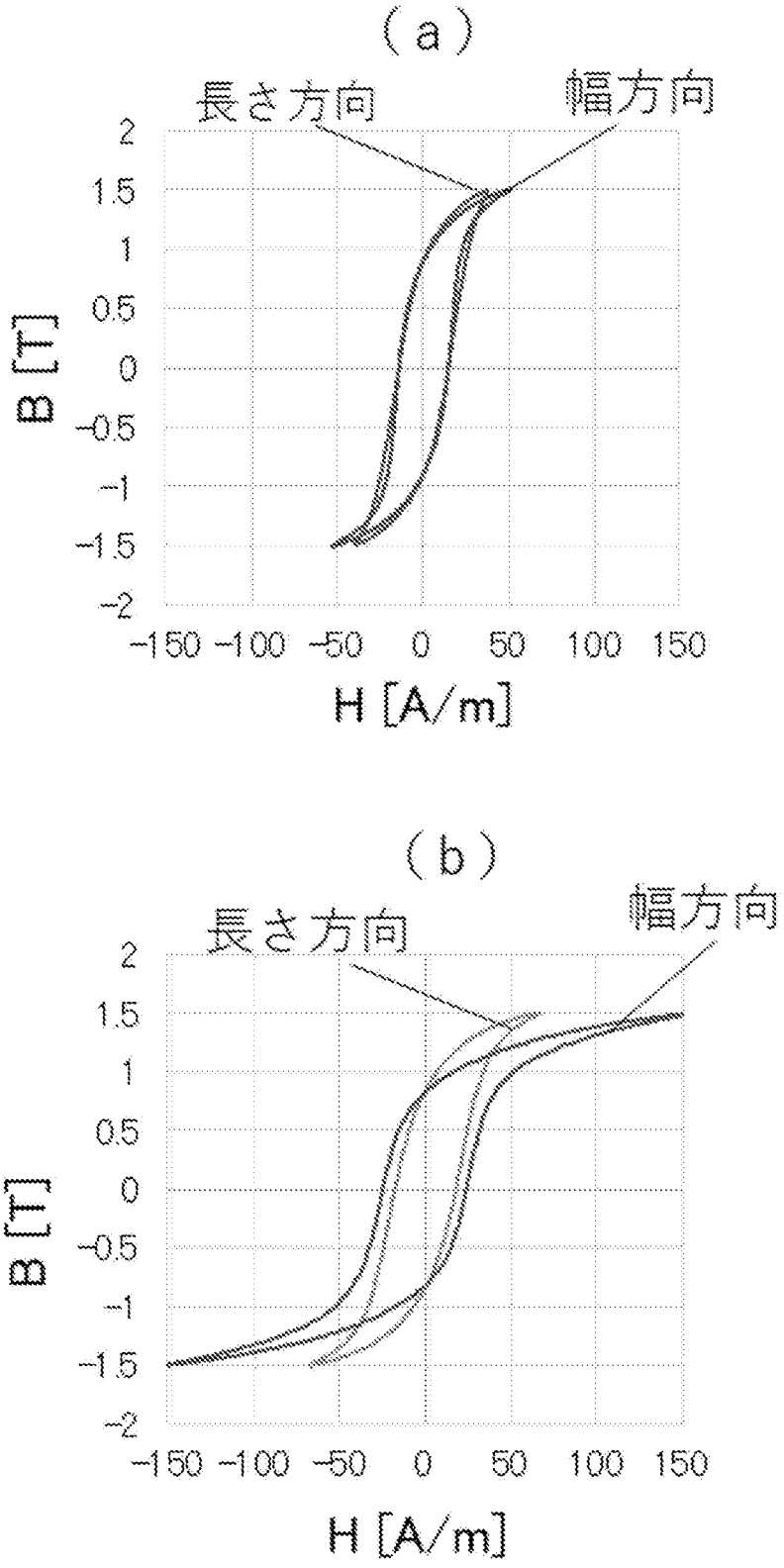
[図2]



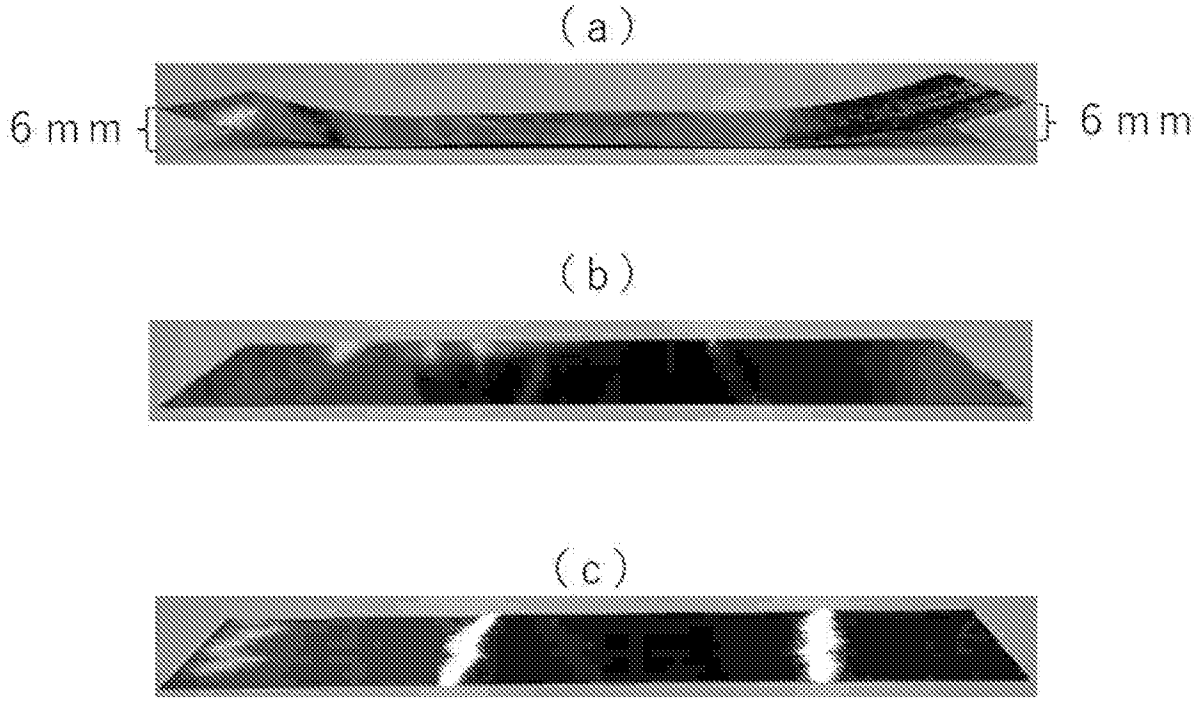
[図3]



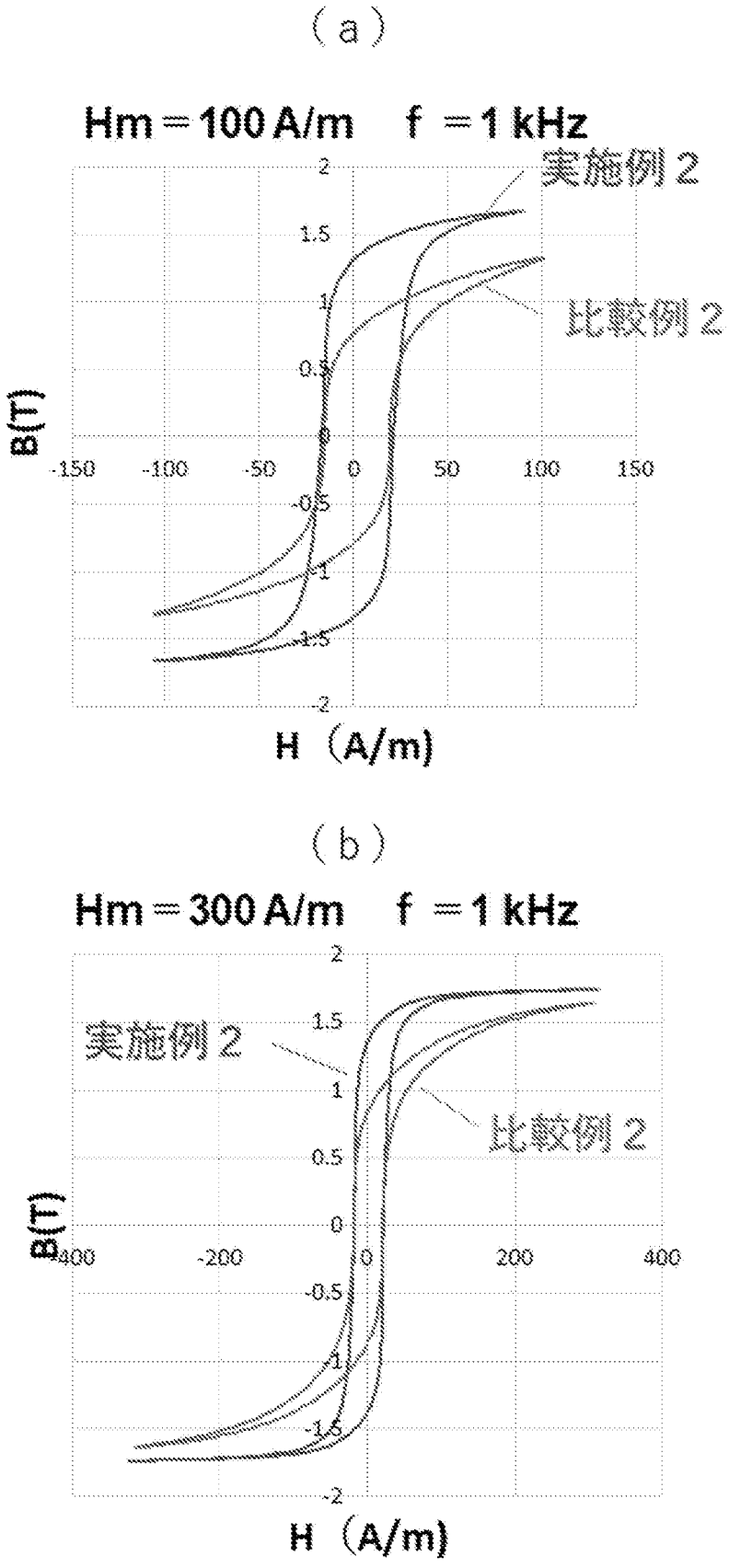
[図4]


(a)
長さ方向
幅方向
B [T]
H [A/m]
2
1.5
1
0.5
0
−0.5
−1
−1.5
−2
−150 −100 −50 0 50 100 150
(b)
長さ方向
幅方向
B [T]
H [A/m]
2
1.5
1
0.5
0
−0.5
−1
−1.5
−2
−150 −100 −50 0 50 100 150

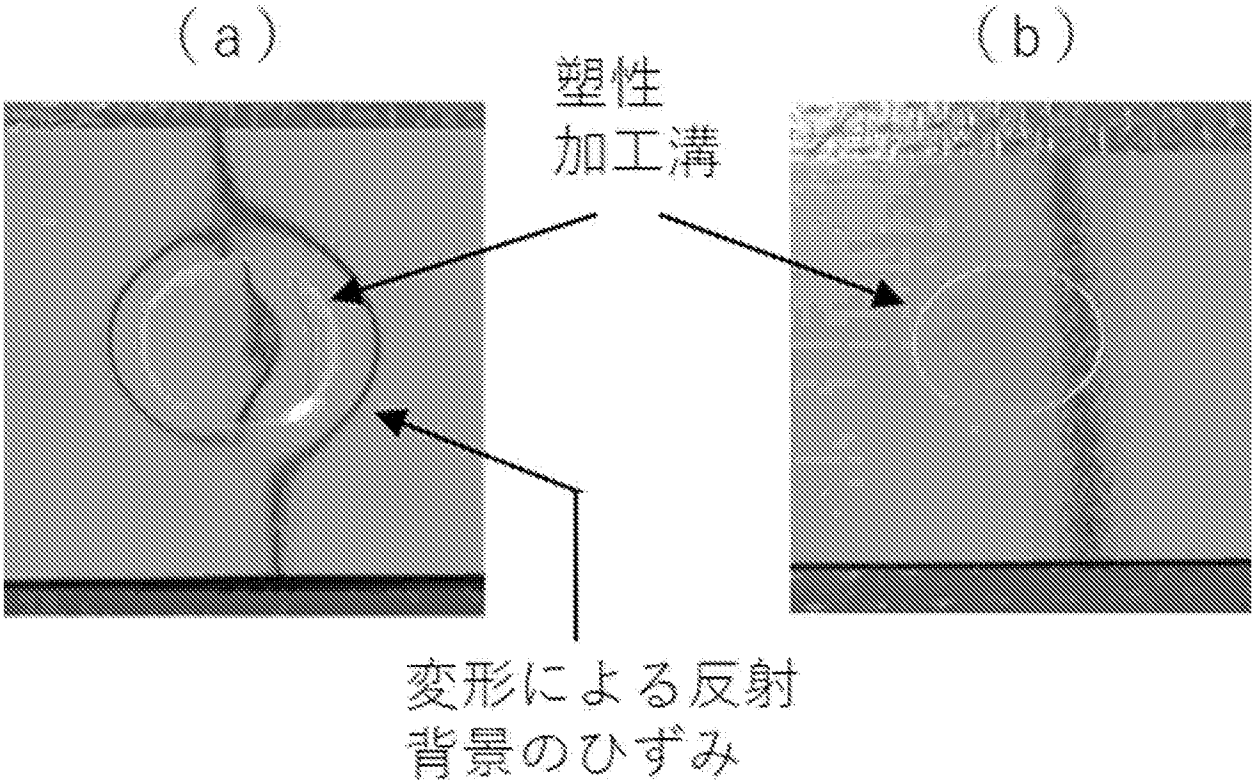
[図5]



[図6]


（a）
Hm＝100 A/m　f ＝1 kHz
実施例２
比較例２
B(T)
H （A/m)
（b）
Hm＝300 A/m　f ＝1 kHz
実施例２
比較例２
B(T)
H （A/m)

[図7]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2021/034822

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C21D 6/00(2006.01)i; ***H01F 1/153***(2006.01)i
FI: C21D6/00 C; H01F1/153 141

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)

C21D1/00-1/84; C21D6/00-8/12; C21D9/52-7/70; H01F1/153; C22F1/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2021
Registered utility model specifications of Japan 1996-2021
Published registered utility model applications of Japan 1994-2021

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	JP 54-83622 A (MATSUSHITA ELECTRIC INDUSTRIAL CO., LTD.) 03 July 1979 (1979-07-03) claims, page 1, right column, line 1 to page 4, lower left column, line 11, fig. 1 (b)	1, 3-5, 7, 9
Y		1-9
A		10-12
X	KR 10-2014-0059487 A (LEE, Sang Min) 16 May 2014 (2014-05-16) claims, paragraphs [0011]-[0061], fig. 1, 2	1, 3, 5-7, 9
Y		3, 5-6, 9
A		10-12
X	US 5069428 A (LI, James C. M.) 03 December 1991 (1991-12-03) claims, fig. 1, 2	1, 3, 5, 7, 9
Y		3, 5, 9
A		10-12

☑ 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	Date of mailing of the international search report
16 November 2021	**30 November 2021**
Name and mailing address of the ISA/JP **Japan Patent Office (ISA/JP)** **3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915** **Japan**	Authorized officer Telephone No.

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 2017/150440 A1 (HITACHI METALS LTD.) 08 September 2017 (2017-09-08) claims, paragraph [0053], fig. 1	1, 3, 5-7, 9
Y		1-9
A		10-12
Y	JP 2013-511617 A (HYDRO QUEBEC) 04 April 2013 (2013-04-04) claims, paragraph [0089], fig. 1-5, 17-24	2-6, 8-9

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2021/034822

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP 54-83622 A	03 July 1979	US 4288260 A claims, column 1, line 1 to column 14, line 11, fig. 1 (b)	
KR 10-2014-0059487 A	16 May 2014	(Family: none)	
US 5069428 A	03 December 1991	(Family: none)	
WO 2017/150440 A1	08 September 2017	TW 201804006 A	
JP 2013-511617 A	04 April 2013	WO 2011/060546 A1 claims, page 46, line 8 to page 47, line 12, fig. 1-5, 17-24 US 2017/0096721 A1 EP 2501831 A1 CA 2781203 A1 CN 102812134 A KR 10-2012-0130163 A AU 2016259283 A	

国際調査報告

国際出願番号
PCT/JP2021/034822

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

C21D 6/00(2006.01)i; H01F 1/153(2006.01)i
FI: C21D6/00 C; H01F1/153 141

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））

C21D1/00-1/84; C21D6/00-8/12; C21D9/52-7/70; H01F1/153; C22F1/00

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	１９７１－２０２１年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０２１年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０２１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	JP 54-83622 A (松下電器産業株式会社) 03.07.1979 (1979-07-03) 特許請求の範囲、第１頁右欄第１行－第４頁左下欄第１１行、第１図（ｂ）	1,3-5,7,9
Y		1-9
A		10-12
X	KR 10-2014-0059487 A (LEE, SANG MIN) 16.05.2014 (2014-05-16) 特許請求の範囲、段落００１１－００６１、図１－２	1,3,5-7,9
Y		3,5-6,9
A		10-12
X	US 5069428 A (LI JAMES C. M.) 03.12.1991 (1991-12-03) 特許請求の範囲、図１－２	1,3,5,7,9,
Y		3,5,9
A		10-12

☑ 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抵触するものではなく、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	国際調査報告の発送日
16.11.2021	30.11.2021

名称及びあて先
日本国特許庁(ISA/JP)
〒100-8915
日本国
東京都千代田区霞が関三丁目４番３号

権限のある職員（特許庁審査官）
河口　展明 4K 3770

電話番号 03-3581-1101 内線 3435

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	WO 2017/150440 A1 (日立金属株式会社) 08.09.2017 (2017-09-08) 請求の範囲、段落００５３、図１	1,3,5-7,9
Y		1-9
A		10-12
Y	JP 2013-511617 A (イドローケベック) 04.04.2013 (2013-04-04) 特許請求の範囲、段落００８９、図１－５、１７－２４	2-6,8-9

国際調査報告
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号
PCT/JP2021/034822

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 54-83622 A	03.07.1979	US 4288260 A 特許請求の範囲、第１欄第１行－第１４欄第１１行、第１図（ｂ）	
KR 10-2014-0059487 A	16.05.2014	（ファミリーなし）	
US 5069428 A	03.12.1991	（ファミリーなし）	
WO 2017/150440 A1	08.09.2017	TW 201804006 A	
JP 2013-511617 A	04.04.2013	WO 2011/060546 A1 請求の範囲、第４６頁第８行－第４７頁第１２行、図１－５、１７－２４ US 2017/0096721 A1 EP 2501831 A1 CA 2781203 A1 CN 102812134 A KR 10-2012-0130163 A AU 2016259283 A	