(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
2018年6月14日(14.06.2018)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2018/105395 A1

(51) 国際特許分類:
H05B 6/06 (2006.01)　*H05B 6/02* (2006.01)
B23P 11/02 (2006.01)　*H05B 6/10* (2006.01)
B23Q 17/00 (2006.01)

(21) 国際出願番号：　PCT/JP2017/041962

(22) 国際出願日：　2017年11月22日(22.11.2017)

(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 2016-236898　2016年12月6日(06.12.2016)　JP

(71) 出願人: オリンパス株式会社 (**OLYMPUS CORPORATION**) [JP/JP]; 〒1928507 東京都八王子市石川町２９５１番地 Tokyo (JP).

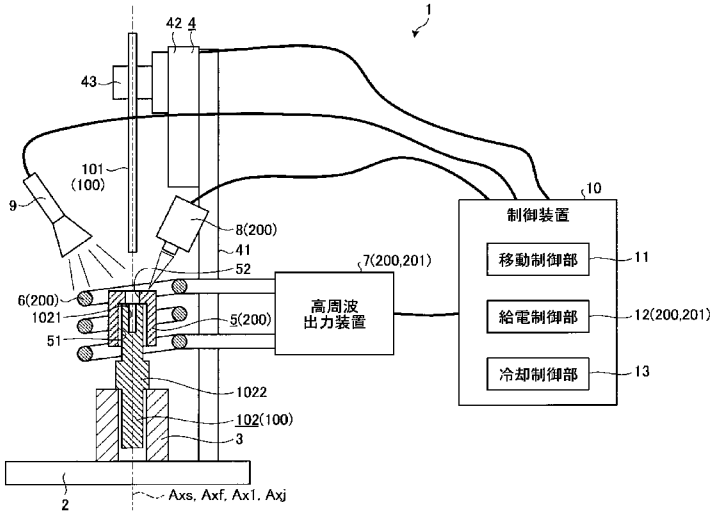
(72) 発明者: 清水　友和 (**SHIMIZU, Tomokazu**); 〒1928507 東京都八王子市石川町２９５１番地 オリンパス株式会社内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 特許業務法人酒井国際特許事務所 (**SAKAI INTERNATIONAL PATENT OFFICE**); 〒1000013 東京都千代田区霞が関３丁目８番１号　虎の門三井ビルディング 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,

(54) **Title:** INDUCTION-HEATING DEVICE, SHRINK-FIT DEVICE, AND INDUCTION-HEATING METHOD

(54) 発明の名称： 誘導加熱装置、焼き嵌め装置、及び誘導加熱方法



7 (200, 201) High-frequency output device
10 Control device
11 Movement control unit
12 (200, 201) Power supply control unit
13 Cooling control unit

(57) **Abstract:** This induction heating device 200 heats by induction a heat-generating body 5 comprising a magnetic material. This induction-heating device 200 is equipped with: an induction-heating coil 6 wound around so as to cover the heat-generating body 5; and a power supplying unit 201 for supplying a high-frequency current to the induction-heating coil 6, causing the heat-generating body 5 to rise in temperature to a target temperature by induction heating. The target temperature is set to a higher temperature than the Curie temperature of the heat-generating body 5.

WO 2018/105395 A1

[続葉有]

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, JO, 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, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(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))

(57) 要約: 誘導加熱装置２００は、磁性材からなる発熱体５を誘導加熱する。この誘導加熱装置２００は、発熱体５を覆うように巻回される誘導加熱コイル６と、誘導加熱コイル６に高周波電流を給電し、誘導加熱により発熱体５を目標温度に昇温させる給電部２０１とを備える。目標温度は、発熱体５のキュリー温度よりも高い温度に設定されている。

明　細　書

発明の名称 ： 誘導加熱装置、焼き嵌め装置、及び誘導加熱方法

技術分野

[0001] 本発明は、磁性材からなる発熱体を誘導加熱する誘導加熱装置、当該誘導加熱装置を備えた焼き嵌め装置、及び誘導加熱方法に関する。

背景技術

[0002] 従来、第１部材と、当該第１部材が挿入される接合用挿入部を有する第２部材との２つの接合対象を互いに接合する接合方法として、焼き嵌めが知られている（例えば、特許文献１参照）。

焼き嵌めは、第２部材を予め加熱して熱膨張させることにより接合用挿入部を拡径させ、その拡径状態の時に第１部材を挿入し、冷却時の接合用挿入部の縮径を利用して両者を接合させる技術である。

特許文献１に記載の技術では、第２部材（工具保持部）は、非磁性材で構成されている。このため、第２部材には、当該第２部材を加熱する際に、磁性材からなる発熱体（加熱リング）が取り付けられる。そして、当該発熱体を誘導加熱し、当該発熱体からの熱伝達により第２部材を加熱する。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開２００４－５８１７６号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] ところで、誘導加熱の場合には、発熱体の加熱効率は極めて高い。すなわち、誘導加熱時の発熱体の昇温速度は極めて速い。このため、誘導加熱を停止するタイミングのバラつきが当該停止時での発熱体の温度のバラつきに大きく影響し、発熱体を目標温度付近の温度に設定することが難しい、という問題がある。

このため、発熱体を迅速に昇温させつつ、当該発熱体を目標温度付近の温

度に容易に設定することができる技術が要望されている。

[0005] 本発明は、上記に鑑みてなされたものであって、発熱体を迅速に昇温させつつ、当該発熱体を目標温度付近の温度に容易に設定することができる誘導加熱装置、焼き嵌め装置、及び誘導加熱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

[0006] 上述した課題を解決し、目的を達成するために、本発明に係る誘導加熱装置は、磁性材からなる発熱体を誘導加熱する誘導加熱装置であって、前記発熱体を覆うように巻回される誘導加熱コイルと、前記誘導加熱コイルに高周波電流を給電し、誘導加熱により前記発熱体を目標温度に昇温させる給電部とを備え、前記目標温度は、前記発熱体のキュリー温度よりも高い温度に設定されていることを特徴とする。

[0007] また、本発明に係る誘導加熱装置では、上記発明において、前記発熱体の温度を測定する測温部をさらに備え、前記給電部は、前記測温部にて測定された前記発熱体の温度が前記目標温度になった時点で前記誘導加熱コイルへの高周波電流の給電を停止することを特徴とする。

[0008] また、本発明に係る誘導加熱装置では、上記発明において、前記測温部は、放射温度計であることを特徴とする。

[0009] また、本発明に係る誘導加熱装置では、上記発明において、前記測温部は、熱電対であることを特徴とする。

[0010] また、本発明に係る誘導加熱装置では、上記発明において、前記誘導加熱コイルへの高周波電流の給電を開始してからの経過時間を計測する時間計測部をさらに備え、前記給電部は、前記時間計測部にて計測された経過時間が予め設定された設定時間になった時点で前記誘導加熱コイルへの高周波電流の給電を停止することを特徴とする。

[0011] また、本発明に係る焼き嵌め装置は、第１部材と、当該第１部材が挿入される接合用挿入部を有する第２部材との２つの接合対象を焼き嵌めにより互いに接合する焼き嵌め装置であって、前記第２部材の温度を制御する上述した誘導加熱装置を備えることを特徴とする。

[0012] また、本発明に係る焼き嵌め装置では、上記発明において、前記誘導加熱装置は、前記発熱体を備え、当該発熱体の熱を非磁性材からなる前記第２部材に伝達させて、当該第２部材の温度を制御することを特徴とする。

[0013] また、本発明に係る焼き嵌め装置では、上記発明において、前記第２部材は、アルミ合金であり、前記発熱体は、コバールであることを特徴とする。

[0014] また、本発明に係る誘導加熱方法は、磁性材からなる発熱体を誘導加熱する誘導加熱方法であって、前記発熱体を覆うように巻回された誘導加熱コイルに高周波電流を給電し、誘導加熱により前記発熱体を目標温度に昇温させる給電工程を備え、前記目標温度は、前記発熱体のキュリー温度よりも高い温度に設定されていることを特徴とする。

発明の効果

[0015] 本発明に係る誘導加熱装置、焼き嵌め装置、及び誘導加熱方法によれば、発熱体を迅速に昇温させつつ、当該発熱体を目標温度付近の温度に容易に設定することができる、という効果を奏する。

図面の簡単な説明

[0016] [図1]図１は、本実施の形態１に係る２つの接合対象を示す図である。

[図2]図２は、本実施の形態１に係る２つの接合対象を示す図である。

[図3]図３は、本実施の形態１に係る焼き嵌め装置を示す図である。

[図4]図４は、図３に示した焼き嵌め装置を利用した２つの接合対象の接合方法を示すフローチャートである。

[図5]図５は、図４に示した接合方法を実施した際での発熱体及びフランジの温度推移を示す図である。

[図6]図６は、本実施の形態１の変形例１に係る焼き嵌め装置を示す図である。

[図7]図７は、本実施の形態１の変形例２に係る焼き嵌め装置を示す図である。

[図8]図８は、本実施の形態２に係る焼き嵌め装置を示す図である。

[図9]図９は、図８に示した焼き嵌め装置を利用した２つの接合対象の接合方

法を示すフローチャートである。

[図10]図１０は、本実施の形態３に係る接合方法を示すフローチャートである。

[図11A]図１１Ａは、図１０に示した接合方法を説明する図である。

[図11B]図１１Ｂは、図１０に示した接合方法を説明する図である。

[図11C]図１１Ｃは、図１０に示した接合方法を説明する図である。

[図11D]図１１Ｄは、図１０に示した接合方法を説明する図である。

[図11E]図１１Ｅは、図１０に示した接合方法を説明する図である。

[図12]図１２は、図１０に示した接合方法を実施した際での設置用挿入部の内径寸法、フランジの外径寸法、及び接合用挿入部の内径寸法の変化を示す図である。

[図13]図１３は、本実施の形態３の効果を説明する図である。

[図14]図１４は、本実施の形態３の効果を説明する図である。

[図15]図１５は、本実施の形態３の効果を説明する図である。

発明を実施するための形態

[0017] 以下に、図面を参照して、本発明を実施するための形態（以下、実施の形態）について説明する。なお、以下に説明する実施の形態によって本発明が限定されるものではない。さらに、図面の記載において、同一の部分には同一の符号を付している。

[0018] （実施の形態１）

〔接合対象の構成〕

図１及び図２は、本発明の実施の形態１に係る２つの接合対象１００を示す図である。具体的に、図１は、２つの接合対象１００の斜視図である。図２は、２つの接合対象１００を当該２つの接合対象１００の中心軸Ａｘｓ，Ａｘｆに沿う切断面にて切断した断面図である。なお、図１及び図２では、説明の便宜上、接合対象１００同士が互いに接合された状態を示している。

２つの接合対象１００は、図１または図２に示すように、軸部材１０１と、フランジ１０２とで構成される。

[0019] 軸部材１０１は、本発明に係る第１部材に相当し、図１または図２に示すように、長尺状の円柱形状を有する例えばチタン合金等で構成されている。

フランジ１０２は、本発明に係る第２部材に相当し、図１または図２に示すように、長尺状の略円柱形状を有するアルミ合金等の非磁性材で構成されている。そして、フランジ１０２の中心軸Ａｘｆ（図２）上には、一端（図２中、上方側の端部）から他端（図２中、下方側の端部）に向けて窪み、軸部材１０１が挿入される断面円形状の接合用挿入部１０２１が形成されている。本実施の形態１では、室温時での接合用挿入部１０２１の内径寸法は、室温時での軸部材１０１の外径寸法よりも小さく設定されている。

また、フランジ１０２において、長手方向の略中央部分には、図１または図２に示すように、他の部位よりも径寸法の大きい大径部１０２２が形成されている。

[0020] 以上説明した軸部材１０１及びフランジ１０２は、図１または図２に示すように、接合用挿入部１０２１に軸部材１０１が挿入された状態で互いに接合される。

そして、互いに接合された軸部材１０１及びフランジ１０２は、例えば、超音波エネルギを生体組織に付与して当該生体組織を処置する超音波処置具に用いられる。具体的に、互いに接合された軸部材１０１及びフランジ１０２は、超音波振動子が発生した超音波振動を一端（図１，図２中、下方側の端部）から当該生体組織に接触する他端（図１，図２中、上方側の端部）に伝達するプローブとして用いられる。

[0021] 〔焼き嵌め装置の構成〕

次に、接合対象１００同士を接合する焼き嵌め装置１の構成について説明する。

図３は、焼き嵌め装置１を示す図である。なお、図３では、説明の便宜上、フランジ設置部材３、フランジ１０２、及び発熱体５については、それぞれの中心軸Ａｘ１，Ａｘｆ，Ａｘｊに沿う切断面にて切断している。

焼き嵌め装置１は、図３に示すように、基台２と、フランジ設置部材３と

、保持装置４と、発熱体５と、誘導加熱コイル６と、高周波出力装置７と、測温装置８と、冷却装置９と、制御装置１０とを備える。

[0022] 基台２は、平坦状の上面でフランジ設置部材３及び保持装置４を支持する部分である。

フランジ設置部材３は、基台２の上面に固定され、フランジ１０２が設置される部分であり、当該フランジ１０２の他端側（接合用挿入部１０２１が形成されていない端部側）が挿入される略円筒形状を有する。そして、フランジ１０２は、図３に示すように、他端側がフランジ設置部材３に挿入されるとともに大径部１０２２がフランジ設置部材３の上面に係止され、当該フランジ１０２の中心軸Ａｘｆがフランジ設置部材３の中心軸Ａｘ１に合致した姿勢で設置される。

[0023] 保持装置４は、軸部材１０１を保持し、当該軸部材１０１を接合用挿入部１０２１に挿入する装置である。この保持装置４は、図３に示すように、支柱４１と、移動部４２と、保持部４３とを備える。

支柱４１は、基台２の上面に立設された柱状体で構成され、移動部４２及び保持部４３を支持する部分である。

移動部４２は、支柱４１に沿って移動可能に構成されている。そして、移動部４２は、制御装置１０による制御の下、モータ等の駆動部（図示略）が駆動することにより、支柱４１に沿って上下に移動する。

保持部４３は、移動部４２に固定され、軸部材１０１の中心軸Ａｘｓがフランジ設置部材３の中心軸Ａｘ１に合致した姿勢で当該軸部材１０１を保持する部分である。

[0024] 発熱体５は、円柱形状を有するコバール等の磁性材で構成されている。そして、発熱体５の中心軸Ａｘｊ上には、一端（図３中、下方側の端部）から他端に向けて窪み、フランジ１０２の一端側（接合用挿入部１０２１が形成されている端部側）が挿入される断面円形状の設置用挿入部５１が形成されている。すなわち、発熱体５は、図３に示すように、当該発熱体５の中心軸Ａｘｊがフランジ１０２の中心軸Ａｘｆに合致した姿勢で設置用挿入部５１

にフランジ１０２の一端側が挿入され、当該一端側を覆うように設置される。また、発熱体５の中心軸Ａｘｊ上には、設置用挿入部５１の底部を貫通し、当該発熱体５の外部から設置用挿入部５１内に向けて軸部材１０１を挿通するための挿通孔５２が形成されている。

[0025] 誘導加熱コイル６は、フランジ１０２に設置された発熱体５の外周面に対して所定の隙間を有した状態で、当該発熱体５の外周面を覆うように巻回されている。

高周波出力装置７は、誘導加熱コイル６に電気的に接続され、制御装置１０による制御の下、誘導加熱コイル６に高周波電流を供給する。そして、誘導加熱コイル６への高周波電流の供給に応じて、磁性材である発熱体５は誘導加熱される。

測温装置８は、本発明に係る測温部に相当し、制御装置１０による制御の下、発熱体５の温度を測定する。そして、測温装置８は、当該測定した温度に応じた信号を制御装置１０に出力する。本実施の形態１では、測温装置８は、放射温度計で構成されている。

冷却装置９は、制御装置１０による制御の下、発熱体５及びフランジ１０２を冷却する。本実施の形態１では、冷却装置９として、空冷（エアブロー）により発熱体５及びフランジ１０２を冷却する構成を採用している。なお、冷却装置９としては、空冷に限らず、液冷を採用しても構わない。また、冷却装置９にて積極的に発熱体５及びフランジ１０２を冷却する構成に限らず、当該冷却装置９を省略し、大気中で発熱体５及びフランジ１０２を除冷する構成を採用しても構わない。

[0026] 制御装置１０は、ＣＰＵ（Central Processing Unit）等を含んで構成され、所定の制御プログラムにしたがって、焼き嵌め装置１全体を制御する。この制御装置１０は、図３に示すように、移動制御部１１と、給電制御部１２と、冷却制御部１３とを備える。

移動制御部１１は、モータ等の駆動部（図示略）の動作を制御し、保持装置４の移動部４２を上下に移動させる。

給電制御部１２は、高周波出力装置７から誘導加熱コイル６に高周波電流を供給させ、誘導加熱により発熱体５を目標温度に昇温させる。そして、本実施の形態１では、給電制御部１２は、測温装置８にて測定された発熱体５の温度が目標温度になった時点で、高周波出力装置７の駆動を停止する（発熱体５の誘導加熱を停止する）。

ここで、上述した目標温度は、発熱体５のキュリー温度（例えば、コバールであれば４３５℃）よりも高く設定されている。

冷却制御部１３は、冷却装置９の動作を制御し、空冷により発熱体５及びフランジ１０２を冷却する。

以上説明した発熱体５、誘導加熱コイル６、高周波出力装置７、測温装置８、及び給電制御部１２は、本発明に係る誘導加熱装置２００（図３）に相当する。また、高周波出力装置７及び給電制御部１２は、本発明に係る給電部２０１（図３）に相当する。

[0027] 〔接合方法〕

次に、焼き嵌め装置１を利用した接合対象１００同士の接合方法について説明する。

図４は、焼き嵌め装置１を利用した接合対象１００同士の接合方法を示すフローチャートである。

先ず、作業者は、２つの接合対象１００を焼き嵌め装置１に設置する（ステップＳ１）とともに、フランジ１０２に対して発熱体５を設置する（ステップＳ２）。このように設置することにより、軸部材１０１、フランジ１０２、及び発熱体５の各中心軸Ａｘｓ，Ａｘｆ，Ａｘｊは、互いに合致した状態となる（図３）。

次に、作業者は、焼き嵌め装置１に設けられ、制御装置１０による制御動作を開始させるスイッチ（図示略）を押下する（ステップＳ３）。そして、当該スイッチが押下されることで、制御装置１０は、以下に示す制御を実行する。

[0028] 先ず、給電制御部１２は、高周波出力装置７から誘導加熱コイル６に一定

出力の高周波電流を供給させ、発熱体５の誘導加熱を開始する（ステップＳ４）。

ステップＳ４の後、制御装置１０は、測温装置８を動作させ、発熱体５の温度測定を開始させる（ステップＳ５）。

そして、給電制御部１２は、測温装置８にて測定された発熱体５の温度が目標温度になったか否かを常時、監視する（ステップＳ６）。

発熱体５の温度が目標温度になったと判断した場合（ステップＳ６：Ｙｅｓ）には、給電制御部１２は、高周波出力装置７の駆動を停止（発熱体５の誘導加熱を停止）する（ステップＳ７）。そして、発熱体５の温度が目標温度になった場合には、発熱体５からの熱が伝達されたフランジ１０２における接合用挿入部１０２１は、熱膨張により拡径し、その内径寸法が軸部材１０１の外径寸法よりも大きいものとなっている。

ステップＳ７の後、制御装置１０は、測温装置８による発熱体５の温度測定を終了する（ステップＳ８）。

以上説明したステップＳ４～Ｓ８は、本発明に係る誘導加熱方法（給電工程）に相当する。

[0029] ステップＳ８の後、移動制御部１１は、モータ等の駆動部（図示略）の動作を制御し、保持装置４の移動部４２を下降させ、接合用挿入部１０２１に軸部材１０１を挿入する（ステップＳ９）。

ステップＳ９の後、冷却制御部１３は、冷却装置９の動作を制御し、一定時間、空冷により発熱体５及びフランジ１０２を冷却する（ステップＳ１０）。そして、当該冷却により、接合用挿入部１０２１は、縮径する。すなわち、接合対象１００同士が接合される。

ステップＳ１０の後、移動制御部１１は、モータ等の駆動部（図示略）の動作を制御し、保持装置４の移動部４２を上昇させる（ステップＳ１１）。

以上の制御の後、作業者は、接合対象１００同士が接合された接合ワークを保持装置４の保持部４３から取り外す（ステップＳ１２）。

[0030] 〔発熱体及びフランジの温度推移〕

次に、上述した接合方法を実施した際での発熱体５及びフランジ１０２の温度推移について説明する。

図５は、図４に示した接合方法を実施した際での発熱体５及びフランジ１０２の温度推移を示す図である。具体的に、図５では、発熱体５の温度推移を一点鎖線で示し、フランジ１０２の温度推移を二点鎖線で示している。さらに、図５では、発熱体５のキュリー温度Ｔｃが目標温度Ｔｔよりも高い場合（本実施の形態１とは異なる場合）での温度推移を破線で示している。

ステップＳ４において、発熱体５の誘導加熱が開始されると、当該発熱体５は、渦電流が発生することにより自己発熱し、略一定の昇温速度で加熱される（図５の一点鎖線）。一方、フランジ１０２は、発熱体５からの熱伝達により昇温するため、発熱体５との間に温度の差はあるが、当該発熱体５と略同一の昇温速度で加熱される（図５の二点鎖線）。

[0031] ここで、発熱体５は、磁性材であるが、キュリー温度Ｔｃ（図５）を有している。また、発熱体５の目標温度Ｔｔ（図５）は、発熱体５のキュリー温度Ｔｃよりも高く設定されている。このため、発熱体５は、目標温度Ｔｔに達する前にキュリー温度Ｔｃに達することとなる。そして、発熱体５は、キュリー温度Ｔｃに達すると磁性が無くなり、当該キュリー温度Ｔｃに達した時点以降、誘導加熱による昇温速度が急激に遅くなる（図５の一点鎖線）。また、フランジ１０２は、発熱体５との間にタイムラグがあるが、当該発熱体５がキュリー温度Ｔｃに達した時点以降、昇温速度が急激に遅くなる（図５の二点鎖線）。

また、発熱体５は、キュリー温度Ｔｃに達した時点以降の昇温速度が遅くなっている状態で、目標温度Ｔｔに達することとなる。そして、ステップＳ６，Ｓ７では、発熱体５の温度が目標温度Ｔｔに達した時点（時間Ｔ０（図５））で、発熱体５の誘導加熱を停止する。

[0032] 以上説明した本実施の形態１によれば、以下の効果を奏する。

本実施の形態１に係る誘導加熱装置２００は、上述した発熱体５、誘導加熱コイル６、測温装置８、及び給電部２０１を備える。そして、目標温度Ｔ

ｔは、発熱体５のキュリー温度Ｔｃよりも高い温度に設定されている。このため、図５に示すように、発熱体５の温度がキュリー温度Ｔｃに達した時点以降の昇温速度が遅くなっている状態で、発熱体５の誘導加熱を停止することができる。その結果、図５に示すように、発熱体５の温度が目標温度Ｔｔに達した時間Ｔ０に対してその前後に時間Ｔｅだけずれたタイミングで発熱体５の誘導加熱を停止してしまった場合であっても、当該停止時での発熱体５の温度は、目標温度Ｔｔを中心とする比較的狭い温度範囲Ｔｄ内に収まることとなる。

一方、発熱体５のキュリー温度Ｔｃが目標温度Ｔｔよりも高い場合（本実施の形態１とは異なる場合）には、図５に破線で示したように、発熱体５の昇温速度が速い状態で、発熱体５の誘導加熱を停止する必要がある。その結果、図５に示すように、発熱体５の温度が目標温度Ｔｔに達した時間Ｔ０´に対してその前後に時間Ｔｅだけずれたタイミングで発熱体５の誘導加熱を停止してしまった場合には、当該停止時での発熱体５の温度は、上述した目標温度Ｔｔを中心とする比較的狭い温度範囲Ｔｄ内に収まらず、目標温度Ｔｔを中心とする比較的広い温度範囲Ｔｄ´内の温度となる。

以上のことから、本実施の形態１に係る誘導加熱装置２００によれば、誘導加熱により発熱体５を迅速に昇温させつつ、当該発熱体５を目標温度Ｔｔ付近の温度に容易に設定することができる、という効果を奏する。

そして、誘導加熱装置２００を焼き嵌め装置１に採用することにより、２つの接合対象１００を安定した条件の下で接合することができる。

[0033] （実施の形態１の変形例１）

図６は、本実施の形態１の変形例１に係る焼き嵌め装置１Ａを示す図である。なお、図６は、図３に対応した図であるが、説明の便宜上、保持装置４、高周波出力装置７、冷却装置９、及び制御装置１０の図示を省略している。

上述した実施の形態１に係る焼き嵌め装置１では、測温装置８は、発熱体５の温度を測定していたが、これに限らず、図６に示した本変形例１に係る

焼き嵌め装置１Ａのように、フランジ１０２の温度を測定する構成を採用しても構わない。

具体的に、本変形例１に係る発熱体５Ａは、図６に示すように、上述した実施の形態１で説明した発熱体５に対して、外周面から設置用挿入部５１に貫通する測温用孔５３が形成されている点が異なる。そして、測温装置８は、測温用孔５３を介して、設置用挿入部５１内に位置するフランジ１０２の温度を測定する。また、制御装置１０（給電制御部１２）は、測温装置８にて測定されたフランジ１０２の温度が目標温度になった場合に、発熱体５の誘導加熱を停止する。

[0034]（実施の形態１の変形例２）

図７は、本実施の形態１の変形例２に係る焼き嵌め装置１Ｂを示す図である。なお、図７は、図３に対応した図であるが、説明の便宜上、保持装置４、高周波出力装置７、冷却装置９、及び制御装置１０の図示を省略している。

上述した実施の形態１に係る焼き嵌め装置１では、測温装置８として、放射温度計を採用していたが、これに限らず、図７に示した本変形例２に係る焼き嵌め装置１Ｂのように、熱電対で構成しても構わない。

具体的に、本変形例２に係る発熱体５Ｂは、図７に示すように、上述した実施の形態１で説明した発熱体５に対して、熱電対で構成された測温装置８Ｂの先端部分を収納する収納用凹部５４が形成されている点が異なる。そして、測温装置８Ｂは、先端部分が収納用凹部５４に収納され、発熱体５Ｂの温度を測定する。

[0035]（実施の形態２）

次に、本発明の実施の形態２について説明する。

以下の説明では、上述した実施の形態１と同様の構成には同一符号を付し、その詳細な説明は省略または簡略化する。

上述した実施の形態１に係る焼き嵌め装置１では、発熱体５の温度が目標温度Ｔｔになった時点で発熱体５の誘導加熱を停止していた。

これに対して、本実施の形態２に係る焼き嵌め装置では、発熱体５の誘導加熱を開始してからの経過時間が予め設定された設定時間になった時点で発熱体５の誘導加熱を停止する。

[0036] 図８は、本実施の形態２に係る焼き嵌め装置１Ｃを示す図である。具体的に、図８は、図３に対応した図である。

焼き嵌め装置１Ｃでは、図８に示すように、上述した実施の形態１で説明した焼き嵌め装置１（図３）に対して、測温装置８が省略されているとともに、制御装置１０の代わりに当該制御装置１０とは異なる機能を有する制御装置１０Ｃが採用されている。

制御装置１０Ｃでは、上述した実施の形態１で説明した制御装置１０に対して、給電制御部１２の代わりに当該給電制御部１２とは異なる機能を有する給電制御部１２Ｃが採用されているとともに、時間計測部１４が追加されている。

[0037] 給電制御部１２Ｃは、高周波出力装置７から誘導加熱コイル６に高周波電流を供給させ、誘導加熱により発熱体５を目標温度Ｔｔに昇温させる。そして、本実施の形態２では、給電制御部１２Ｃは、時間計測部１４にて計測された経過時間が設定時間になった時点で、高周波出力装置７の駆動を停止する（発熱体５の誘導加熱を停止する）。

ここで、上述した設定時間は、予め実験等により設定された時間であって、発熱体５の誘導加熱を開始してから当該発熱体５が目標温度Ｔｔに達するまでの時間Ｔ０（図５）に相当する。

時間計測部１４は、発熱体５の誘導加熱を開始してからの経過時間を計測する。

そして、発熱体５、誘導加熱コイル６、高周波出力装置７、給電制御部１２Ｃ、及び時間計測部１４は、本発明に係る誘導加熱装置２００Ｃ（図８）に相当する。また、高周波出力装置７及び給電制御部１２Ｃは、本発明に係る給電部２０１Ｃ（図８）に相当する。

[0038] 次に、焼き嵌め装置１Ｃを利用した接合対象１００同士の接合方法につい

て説明する。

図９は、焼き嵌め装置１Ｃを利用した接合対象１００同士の接合方法を示すフローチャートである。

本実施の形態２に係る接合方法は、図９に示すように、上述した実施の形態１で説明した接合方法（図４）に対して、ステップＳ５，Ｓ６，Ｓ８の代わりにステップＳ５Ｃ，Ｓ６Ｃ，Ｓ８Ｃを採用した点が異なる。このため、以下では、ステップＳ５Ｃ，Ｓ６Ｃ，Ｓ８Ｃのみを説明する。

[0039] ステップＳ５Ｃは、ステップＳ４の後に実行される。

具体的に、時間計測部１４は、ステップＳ５Ｃにおいて、発熱体５の誘導加熱を開始してからの経過時間の計測を開始する。

ステップＳ５Ｃの後、給電制御部１２Ｃは、時間計測部１４にて計測された経過時間が設定時間になったか否かを常時、監視する（ステップＳ６Ｃ）。そして、給電制御部１２Ｃは、時間計測部１４にて計測された経過時間が設定時間になったと判断した場合（ステップＳ６Ｃ：Ｙｅｓ）には、発熱体５の誘導加熱を停止する（ステップＳ７）。また、時間計測部１４は、発熱体５の誘導加熱を開始してからの経過時間の計測を終了する（ステップＳ８Ｃ）。

以上説明したステップＳ４～Ｓ８Ｃは、本発明に係る誘導加熱方法（給電工程）に相当する。

[0040] 以上説明した本実施の形態２によれば、上述した実施の形態１と同様の効果の他、以下の効果を奏する。

本実施の形態２に係る誘導加熱装置２００Ｃは、上述した発熱体５、誘導加熱コイル６、給電部２０１Ｃ、及び時間計測部１４を備える。

すなわち、上述した実施の形態１で説明した測温装置８を省略することができ、誘導加熱装置２００Ｃ、ひいては、焼き嵌め装置１Ｃの構成を簡素化することができる。

[0041] （実施の形態３）

次に、本発明の実施の形態３について説明する。

以下の説明では、上述した実施の形態１と同様の構成には同一符号を付し、その詳細な説明は省略または簡略化する。

本実施の形態３に係る接合方法では、上述した実施の形態１で説明した接合方法に対して、当該接合方法の過程で、接合用挿入部１０２１を縮径する方向に塑性変形させる点が異なる。

以下、本実施の形態３に係る接合方法について説明する。

[0042] 図１０は、本実施の形態３に係る接合方法を示すフローチャートである。図１１Ａ～図１１Ｅは、図１０に示した接合方法を説明する図である。なお、図１１Ａないし図１１Ｅは、図３に対応した図であるが、説明の便宜上、軸部材１０１、フランジ１０２、及び発熱体５のみを図示している。図１２は、図１０に示した接合方法を実施した際での設置用挿入部５１の内径寸法Ｄｊｌ（図１１Ａ）、フランジ１０２の外径寸法ＤｆＯ（図１１Ａ）、及び接合用挿入部１０２１の内径寸法Ｄｆｌ（図１１Ａ）の変化を示す図である。

[0043] なお、以下で説明する接合方法では、軸部材１０１の熱膨張による当該軸部材１０１の外径寸法ＤｓＯ（図１１Ａ）の変化は、他の寸法Ｄｊｌ，ＤｆＯ，Ｄｆｌの変化に比較して小さいため、「０（変化しない）」としている（図１２）。また、図１２では、設置用挿入部５１の内径寸法Ｄｊｌとして、当該接合方法の実施前（室温時）を内径寸法ＤｊｌＢとし、当該接合方法の完了後（室温時）を内径寸法ＤｊｌＡとしている。フランジ１０２の外径寸法ＤｆＯについても、当該接合方法の実施前（室温時）を外径寸法ＤｆＯＢとし、当該接合方法の完了後（室温時）を外径寸法ＤｆＯＡとしている。また、接合用挿入部１０２１の内径寸法Ｄｆｌについても、当該接合方法の実施前（室温時）を内径寸法ＤｆｌＢとし、当該接合方法の完了後（室温時）を内径寸法ＤｆｌＡとしている。さらに、以下で説明する接合方法では、図１２に示すように、当該接合方法の実施前（室温時）において、軸部材１０１の外径寸法ＤｓＯを接合用挿入部１０２１の内径寸法Ｄｆｌ（ＤｆｌＢ）よりも大きいものとしている。また、当該接合方法の実施前（室温時）に

おいて、設置用挿入部５１の内径寸法Ｄｊｌ（ＤｊｌＢ）をフランジ１０２の外径寸法ＤｆＯ（ＤｆＯＢ）よりも大きいものとしている。さらに、上述した実施の形態１と同様に、フランジ１０２をアルミ合金（線膨張係数α：約２５×１０$^{-6}$／℃）で構成し、発熱体５をコバール（線膨張係数β：約５×１０$^{-6}$／℃）で構成している。すなわち、発熱体５は、その線膨張係数βがフランジ１０２の線膨張係数αよりも小さい材料で構成されている。

[0044] 本実施の形態３に係る接合方法は、図１０に示すように、上述した実施の形態１で説明した接合方法（図４）に対して、ステップＳ６を省略するとともに、ステップＳ１３～Ｓ１８を追加した点が異なる。このため、以下では、ステップＳ１３～Ｓ１８を主に説明する。

図１１Ａは、２つの接合対象１００を設置（ステップＳ１）し、フランジ１０２に発熱体５を設置（ステップＳ１，Ｓ２）した状態を示している。この状態では、室温時であり、上述したように、設置用挿入部５１の内径寸法Ｄｊｌ（ＤｊｌＢ）がフランジ１０２の外径寸法ＤｆＯ（ＤｆＯＢ）よりも大きいため、設置用挿入部５１の内周面とフランジ１０２の外周面との間には隙間が空いた状態となっている。

[0045] 図１１Ｂは、発熱体５の誘導加熱を開始（ステップＳ４）した状態を示している。発熱体５の誘導加熱が開始されることで、発熱体５及びフランジ１０２は、熱膨張する（図１１Ｂ）。そして、設置用挿入部５１の内径寸法Ｄｊｌ、フランジ１０２の外径寸法ＤｆＯ、及び接合用挿入部１０２１の内径寸法Ｄｆｌは、図１２に示すように、徐々に大きくなる。

ここで、上述したように、発熱体５の線膨張係数βは、フランジ１０２の線膨張係数αよりも小さいものである。このため、フランジ１０２の外径寸法ＤｆＯは、図１２に示すように、設置用挿入部５１の内径寸法Ｄｊｌよりも大きく変化する。一方、接合用挿入部１０２１の内径寸法Ｄｆｌは、フランジ１０２の外径寸法ＤｆＯよりも小さいため、当該外径寸法ＤｆＯよりも緩やかに変化する。

[0046] ステップＳ１３は、ステップＳ５の後に実行される。

具体的に、給電制御部１２は、ステップＳ１３において、測温装置８にて測定された発熱体５の温度が第２温度Ｔ２（図１２）になったか否かを常時、監視する。なお、第２温度Ｔ２は、図１２に示すように、接合用挿入部１０２１の内径寸法Ｄｆｌが軸部材１０１の外径寸法ＤｓＯよりも大きい状態となる温度である。そして、給電制御部１２は、発熱体５の温度が第２温度Ｔ２になったと判断した場合（ステップＳ１３：Ｙｅｓ）には、発熱体５の誘導加熱を停止する（ステップＳ７）。

[0047] 図１１Ｃは、接合用挿入部１０２１に軸部材１０１を挿入（ステップＳ９）した状態を示している。上述したように、発熱体５の温度が第２温度Ｔ２となり、接合用挿入部１０２１の内径寸法Ｄｆｌが軸部材１０１の外径寸法ＤｓＯよりも大きい状態となっているため、ステップＳ９において、移動部４２を下降させることにより、軸部材１０１は、接合用挿入部１０２１に挿入される。

[0048] ステップＳ１４は、ステップＳ９の後に実行される。

具体的に、給電制御部１２は、ステップＳ１４において、高周波出力装置７から誘導加熱コイル６に一定出力の高周波電流を供給させ、発熱体５の誘導加熱を改めて開始する。

ステップＳ１４の後、制御装置１０は、測温装置８を動作させ、発熱体５の温度測定を改めて開始させる（ステップＳ１５）。

ステップＳ１５の後、給電制御部１２は、測温装置８にて測定された発熱体５の温度が第１温度Ｔ１（図１２）になったか否かを常時、監視する（ステップＳ１６）。なお、第１温度Ｔ１は、図１２に示すように、第２温度Ｔ２よりも高い温度であって、上述した実施の形態１で説明した目標温度Ｔｔに相当する。

[0049] このステップＳ１４～Ｓ１６で発熱体５を第１温度Ｔ１まで加熱すると、フランジ１０２は、以下の挙動を示す。

すなわち、フランジ１０２及び発熱体５は、図１１Ｄまたは図１２に示すように、熱膨張する。そして、フランジ１０２及び発熱体５の線膨張係数α

，βの差により、膨張規制温度Ｔｘ（第１温度Ｔ１よりも小さい温度（図１２））になった時点で、設置用挿入部５１の内径寸法Ｄｊｌとフランジ１０２の外径寸法ＤｆＯとが一致する（設置用挿入部５１の内周面にフランジ１０２の外周面が当接する）。

この後、フランジ１０２が膨張規制温度Ｔｘ以上になっていく過程において、フランジ１０２は、熱膨張しようとするが、設置用挿入部５１の内周面にて機械的に規制されている。このため、フランジ１０２は、設置用挿入部５１にて機械的に規制されていない方向、すなわち、接合用挿入部１０２１の内径寸法Ｄｆｌが縮径する方向に塑性変形する。そして、接合用挿入部１０２１の内径寸法Ｄｆｌは、図１２に示すように、膨張規制温度Ｔｘを超えると、徐々に小さくなる。また、当該接合用挿入部１０２１の縮径は、軸部材１０１の外周面にて機械的に規制される。すなわち、接合用挿入部１０２１の内径寸法Ｄｆｌは、最終的に、軸部材１０１の外径寸法ＤｓＯに一致する。

[0050] そして、給電制御部１２は、発熱体５の温度が第１温度Ｔ１になったと判断した場合（ステップＳ１６：Ｙｅｓ）には、発熱体５の誘導加熱を停止する（ステップＳ１７）。また、制御装置１０は、測温装置８による発熱体５の温度測定を終了する（ステップＳ１８）。この後、制御装置１０は、ステップＳ１０に移行する。

以上説明したステップＳ１４～Ｓ１８は、本発明に係る誘導加熱方法（給電工程）に相当する。

[0051] 図１１Ｅは、発熱体５及びフランジ１０２を冷却（ステップＳ１０）した状態を示す図である。当該冷却により、発熱体５及びフランジ１０２は、図１１Ｅまたは図１２に示すように、収縮する。具体的に、設置用挿入部５１の内径寸法Ｄｊｌは、図１２に破線の矢印で示したように、発熱体５の収縮に応じて徐々に小さくなり、最終的に、当該接合方法の実施前の内径寸法ＤｊｌＢと同一の内径寸法ＤｊｌＡとなる。また、フランジ１０２の外径寸法ＤｆＯは、図１２に破線の矢印で示したように、当該フランジ１０２の収縮

に応じて徐々に小さくなり、最終的に、当該接合方法の実施前の外径寸法ＤｆＯＢよりも小さい外径寸法ＤｆＯＡとなる。さらに、接合用挿入部１０２１の内径寸法ＤｆＩは、図１２に破線の矢印で示したように、当該フランジ１０２の収縮に応じて徐々に小さくなろうとするが、当該収縮が軸部材１０１の外周面にて機械的に規制されているため、最終的に、軸部材１０１の外径寸法ＤｓＯに一致した内径寸法ＤｆＩＡを維持する。

[0052] 以上説明した本実施の形態３によれば、上述した実施の形態１と同様の効果の他、以下の効果を奏する。

図１３ないし図１５は、本実施の形態３の効果を説明する図である。具体的に、図１３及び図１４は、図１２に対応した図であって、接合用挿入部１０２１に軸部材１０１を挿入せずに（ステップＳ９を省略して）図１０に示した接合方法を実施した場合での設置用挿入部５１の内径寸法Ｄｊｌ、フランジ１０２の外径寸法ＤｆＯ、及び接合用挿入部１０２１の内径寸法Ｄｆｌの変化を示す図である。また、図１３では、図１２と同様に、当該接合方法の実施前（室温時）において、軸部材１０１の外径寸法ＤｓＯを接合用挿入部１０２１の内径寸法ＤｆＩ（ＤｆＩＢ）よりも大きいものとしている。一方、図１４では、当該接合方法の実施前（室温時）において、軸部材１０１の外径寸法ＤｓＯを接合用挿入部１０２１の内径寸法ＤｆＩ（ＤｆＩＢ）よりも小さいものとしている。図１５は、接合用挿入部１０２１に軸部材１０１を挿入せずに、発熱体５にてフランジ１０２の熱膨張を規制しない従来の焼き嵌めを実施した場合でのフランジ１０２の外径寸法ＤｆＯ、及び接合用挿入部１０２１の内径寸法Ｄｆｌの変化を示す図である。

[0053] ここで、軸部材１０１とフランジ１０２との接合強度を示す締め代について考察する。

本来、締め代は、接合前（室温時）において、軸部材１０１の外径寸法ＤｓＯから接合用挿入部１０２１の内径寸法ＤｆＩＢを差し引いた寸法（寸法ＤｓＯ－寸法ＤｆＩＢ）で定義することができる（以下、第１定義と記載）。しかしながら、本実施の形態３では、接合方法の過程（ステップＳ１４～

Ｓ１７）で、接合用挿入部１０２１を縮径する方向に塑性変形させているため、締め代を第１定義とは異なる定義で考える必要がある。

[0054] 具体的に、従来の焼き嵌めでは、接合方法の過程で、接合用挿入部１０２１を縮径する方向に塑性変形させない。すなわち、接合用挿入部１０２１の内径寸法ＤｆＩは、接合用挿入部１０２１に軸部材１０１が挿入されていなければ、図１５に示すように、従来の焼き嵌めを実施する前の内径寸法ＤｆＩＢと、従来の焼き嵌めを完了した後の内径寸法ＤｆＩＡとが同一となる。このため、従来の焼き嵌めでは、軸部材１０１とフランジ１０２との接合強度を示す締め代を第１定義で考えればよい。

[0055] 一方、本実施の形態３の接合方法では、当該接合方法の過程で、接合用挿入部１０２１を縮径する方向に塑性変形させる（図１３）。すなわち、接合用挿入部１０２１の内径寸法ＤｆＩは、接合用挿入部１０２１に軸部材１０１が挿入されていなければ、図１３に示すように、当該接合方法を実施する前の内径寸法ＤｆＩＢよりも当該接合方法を完了した後の内径寸法ＤｆＩＡが小さくなる。このため、本実施の形態３の接合方法では、軸部材１０１とフランジ１０２との接合強度を示す締め代の定義として、接合方法を完了した後（室温時）において、軸部材１０１の外径寸法ＤｓＯから接合用挿入部１０２１の内径寸法ＤｆＩＡを差し引いた寸法（寸法ＤｓＯ－寸法ＤｆＩＡ）とする第２定義を採用する必要がある。

[0056] そして、図１３及び図１５を比較して分かるように、同一の材料及び寸法で構成された軸部材１０１及びフランジ１０２を本実施の形態３に係る接合方法（図１３）、及び従来の焼き嵌め（図１５）でそれぞれ互いに接合した場合には、本実施の形態３に係る接合方法の締め代（第２定義（寸法ＤｓＯ－寸法ＤｆＩＡ））は、従来の焼き嵌めの締め代（第１定義（寸法ＤｓＯ－寸法ＤｆＩＢ））よりも大きくなる。このため、本実施の形態３に係る接合方法を採用すれば、従来の焼き嵌めに比較して、軸部材１０１とフランジ１０２との接合強度を向上させることができる。

[0057] ここで、従来の焼き嵌めでは、当該焼き嵌めを実施する前（室温時）にお

いて、接合用挿入部１０２１の内径寸法ＤｆｌＢが軸部材１０１の外径寸法ＤｓＯよりも大きいフランジ１０２を用いた場合には、締め代（第１定義）を確保することができない。このため、軸部材１０１とフランジ１０２とを互いに接合することができない。

これに対して、本実施の形態３の接合方法では、当該接合方法の過程において、接合用挿入部１０２１を縮径する方向に塑性変形させる。このため、図１４に示すように、当該接合方法を実施する前（室温時）において、接合用挿入部１０２１の内径寸法ＤｆｌＢが軸部材１０１の外径寸法ＤｓＯよりも大きいフランジ１０２を用いた場合であっても、十分な締め代（第２定義（寸法ＤｓＯ－寸法ＤｆｌＡ））を確保することができる。すなわち、軸部材１０１とフランジ１０２とを互いに接合することができる。したがって、第１定義の締め代で考えた場合には、締め代（第１定義）がマイナスの値でも軸部材１０１とフランジ１０２とを接合することができ、当該締め代（第１定義）の範囲が広くなる。すなわち、軸部材１０１とフランジ１０２との加工交差を狭い範囲で管理する必要がない。

[0058]（その他の実施の形態）

ここまで、本発明を実施するための形態を説明したが、本発明は上述した実施の形態１～３及び実施の形態１の変形例１，２によってのみ限定されるべきものではない。

上述した実施の形態１～３及び実施の形態１の変形例１，２では、本発明に係る誘導加熱装置２００，２００Ｃを焼き嵌め装置１，１Ａ～１Ｃに採用していたが、これに限らない。本発明に係る誘導加熱装置２００，２００Ｃは、焼き嵌め装置１，１Ａ～１Ｃの他、例えば、熱間や温間の鍛造やプレス加工の加熱装置に採用することができる。

[0059] 上述した実施の形態１～３及び実施の形態１の変形例１，２において、軸部材１０１、フランジ１０２、及び発熱体５，５Ａ，５Ｂを構成する材料は、上述した実施の形態１～３及び実施の形態１の変形例１，２で説明した材料に限らず、その他の材料を採用しても構わない。例えば、フランジ１０２

を構成する材料としては、銅、銅合金、マグネシウム、マグネシウム合金等の非磁性材料を例示することができる。また、発熱体５，５Ａ，５Ｂを構成する材料としては、鉄（純鉄のキュリー温度：７７０℃）、鉄鋼材料（炭素鋼のキュリー温度：７７０℃）、ニッケル（キュリー温度：３５４℃）、ニッケル合金、コバルト（キュリー温度：１１１５℃）等のキュリー点を有した磁性材料を例示することができる。

[0060] 上述した実施の形態１～３及び実施の形態１の変形例１，２において、フランジ１０２を磁性材で構成し、フランジ１０２を誘導加熱する構成を採用しても構わない。このように構成した場合には、上述した実施の形態１，２及び実施の形態１の変形例１，２では、発熱体５，５Ａ，５Ｂを省略することができる。また、このように構成した場合には、当該フランジ１０２は、本発明に係る発熱体及び第２部材の双方に相当する。

[0061] 上述した実施の形態１～３及び実施の形態１の変形例１，２では、フランジ設置部材３及び保持装置４を利用して、軸部材１０１を移動することで接合用挿入部１０２１に軸部材１０１を挿入していたが、これに限らない。逆に、フランジ１０２を移動することで接合用挿入部１０２１に軸部材１０１を挿入する構成を採用しても構わない。

[0062] 上述した実施の形態３では、発熱体５は、フランジ１０２の熱膨張を機械的に規制する際、フランジ１０２の外周面を機械的に規制していたが、これに限らない。フランジ１０２の熱膨張を機械的に規制し、接合用挿入部１０２１を縮径する方向に塑性変形することができれば、例えば、フランジ１０２における長手方向の一端及び他端を機械的に規制する構成を採用しても構わない。

上述した実施の形態３において、従来の焼き嵌めにより２つの接合対象１００が既に接合された接合ワークに対して、ステップＳ１４～Ｓ１７を実施しても構わない。

上述した実施の形態３において、ステップＳ１４～Ｓ１７を２回以上、繰り返し実施しても構わない。この際、後段のステップＳ１４～Ｓ１７におい

て、前段のステップＳ１４～Ｓ１７よりもフランジ１０２の熱膨張に対する機械的な規制が強い発熱体５に順次、変更（例えば、設置用挿入部５１の内径寸法Ｄｊｌが小さい発熱体５に順次、変更）する。

符号の説明

[0063] １，１Ａ～１Ｃ　焼き嵌め装置

２　基台

３　フランジ設置部材

４　保持装置

５，５Ａ，５Ｂ　発熱体

６　誘導加熱コイル

７　高周波出力装置

８，８Ｂ　測温装置

９　冷却装置

１０，１０Ｃ　制御装置

１１　移動制御部

１２，１２Ｃ　給電制御部

１３　冷却制御部

１４　時間計測部

４１　支柱

４２　移動部

４３　保持部

５１　設置用挿入部

５２　挿通孔

５３　測温用孔

５４　収納用凹部

１００　接合対象

１０１　軸部材

１０２　フランジ

２００，２００Ｃ　誘導加熱装置

２０１，２０１Ｃ　給電部

１０２１　接合用挿入部

１０２２　大径部

Ａｘ１，Ａｘｆ，Ａｘｊ，Ａｘｓ　中心軸

Ｄｆｌ，ＤｆｌＡ，ＤｆｌＢ　接合用挿入部の内径寸法

ＤｆＯ，ＤｆＯＡ，ＤｆＯＢ　フランジの外径寸法

Ｄｊｌ，ＤｊｌＡ，ＤｊｌＢ　設置用挿入部の内径寸法

ＤｓＯ　軸部材の外径寸法

Ｔ０　時間

Ｔ１，Ｔ２　第１，第２温度

Ｔｃ　キュリー温度

Ｔｔ　目標温度

Ｔｘ　膨張規制温度

請求の範囲

[請求項1] 磁性材からなる発熱体を誘導加熱する誘導加熱装置であって、

前記発熱体を覆うように巻回される誘導加熱コイルと、

前記誘導加熱コイルに高周波電流を給電し、誘導加熱により前記発熱体を目標温度に昇温させる給電部とを備え、

前記目標温度は、

前記発熱体のキュリー温度よりも高い温度に設定されている

ことを特徴とする誘導加熱装置。

[請求項2] 前記発熱体の温度を測定する測温部をさらに備え、

前記給電部は、

前記測温部にて測定された前記発熱体の温度が前記目標温度になった時点で前記誘導加熱コイルへの高周波電流の給電を停止する

ことを特徴とする請求項１に記載の誘導加熱装置。

[請求項3] 前記測温部は、放射温度計である

ことを特徴とする請求項２に記載の誘導加熱装置。

[請求項4] 前記測温部は、熱電対である

ことを特徴とする請求項２に記載の誘導加熱装置。

[請求項5] 前記誘導加熱コイルへの高周波電流の給電を開始してからの経過時間を計測する時間計測部をさらに備え、

前記給電部は、

前記時間計測部にて計測された経過時間が予め設定された設定時間になった時点で前記誘導加熱コイルへの高周波電流の給電を停止する

ことを特徴とする請求項１に記載の誘導加熱装置。

[請求項6] 第１部材と、当該第１部材が挿入される接合用挿入部を有する第２部材との２つの接合対象を焼き嵌めにより互いに接合する焼き嵌め装置であって、

前記第２部材の温度を制御する請求項１～５のいずれか一つに記載の誘導加熱装置を備える

ことを特徴とする焼き嵌め装置。

[請求項7] 前記誘導加熱装置は、

前記発熱体を備え、当該発熱体の熱を非磁性材からなる前記第２部材に伝達させて、当該第２部材の温度を制御する

ことを特徴とする請求項６に記載の焼き嵌め装置。

[請求項8] 前記第２部材は、アルミ合金であり、

前記発熱体は、コバールである

ことを特徴とする請求項７に記載の焼き嵌め装置。

[請求項9] 磁性材からなる発熱体を誘導加熱する誘導加熱方法であって、

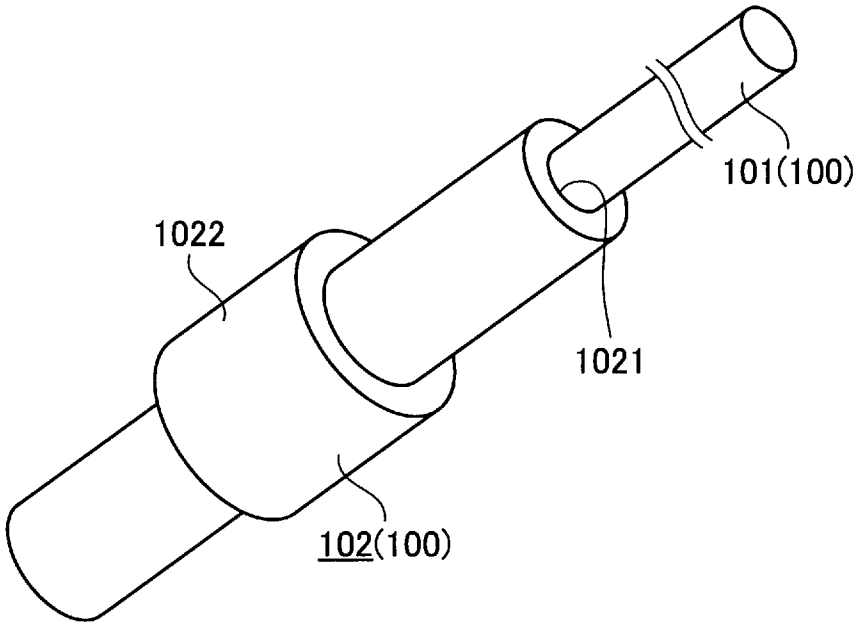
前記発熱体を覆うように巻回された誘導加熱コイルに高周波電流を給電し、誘導加熱により前記発熱体を目標温度に昇温させる給電工程を備え、

前記目標温度は、

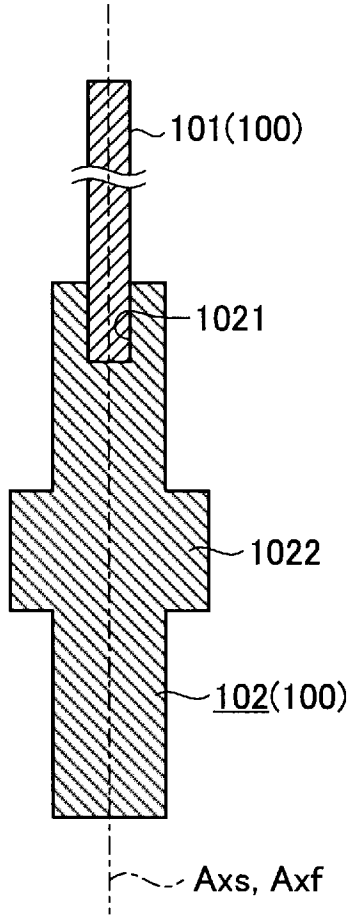
前記発熱体のキュリー温度よりも高い温度に設定されている

ことを特徴とする誘導加熱方法。

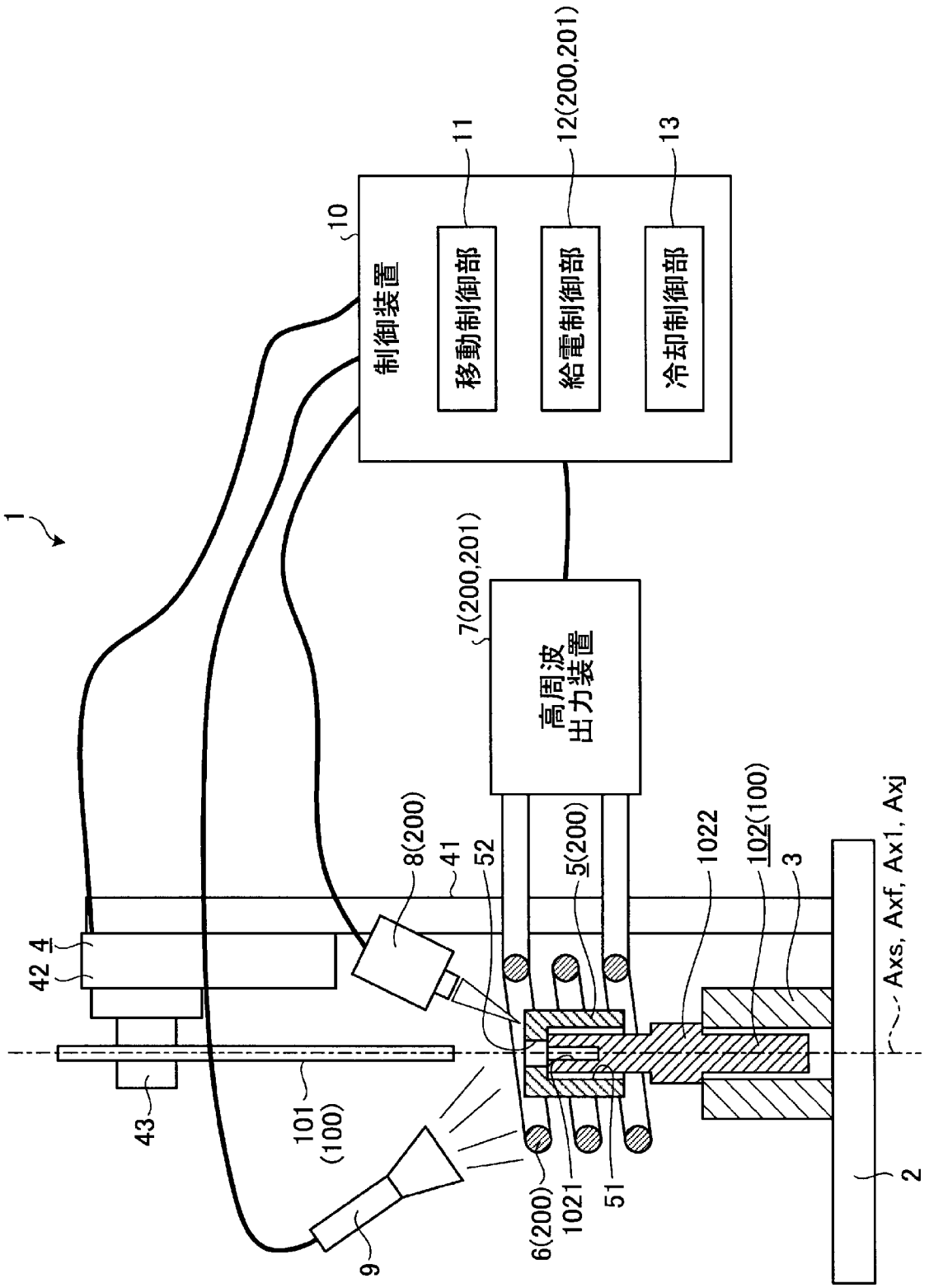
[図1]



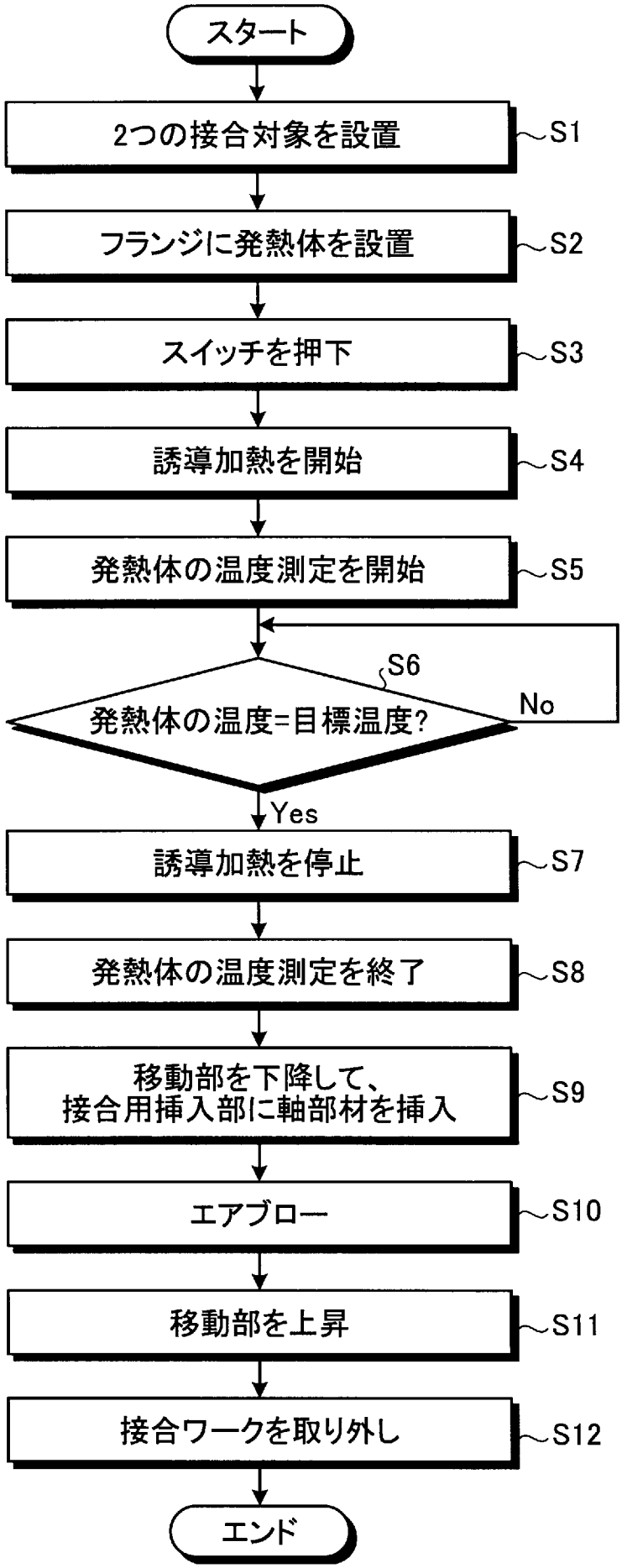
[図2]



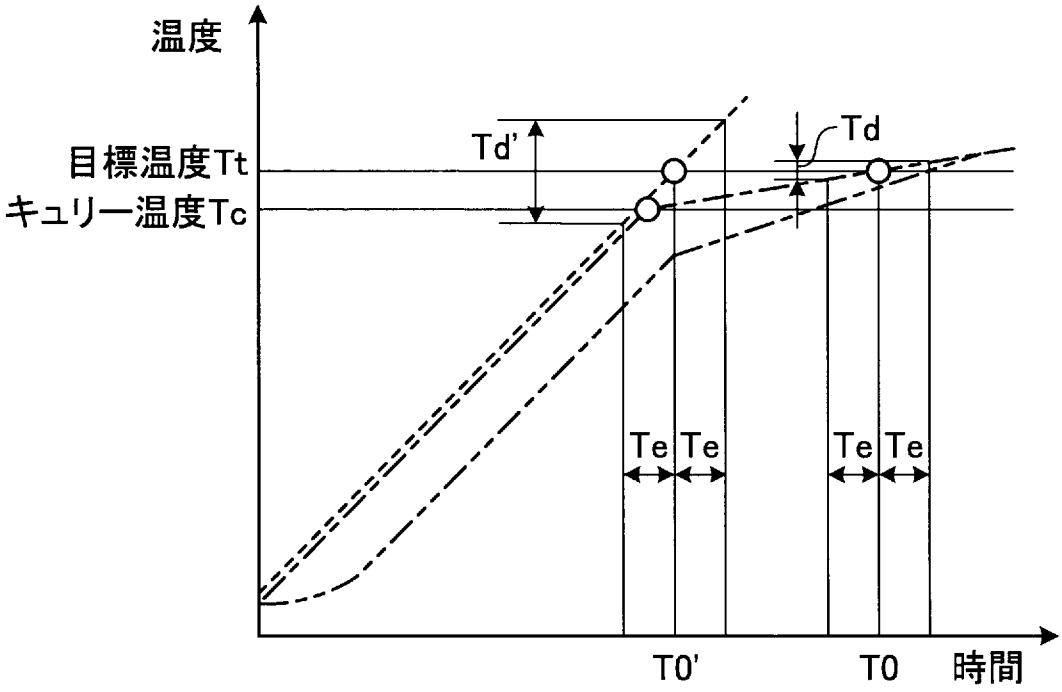
[図3]


1
10
制御装置
11
移動制御部
12(200,201)
給電制御部
13
冷却制御部
7(200,201)
高周波
出力装置
8(200)
41
52
5(200)
1022
102(100)
3
42
4
43
101
(100)
9
6(200)
1021
51
2
Axs, Axf, Ax1, Axj

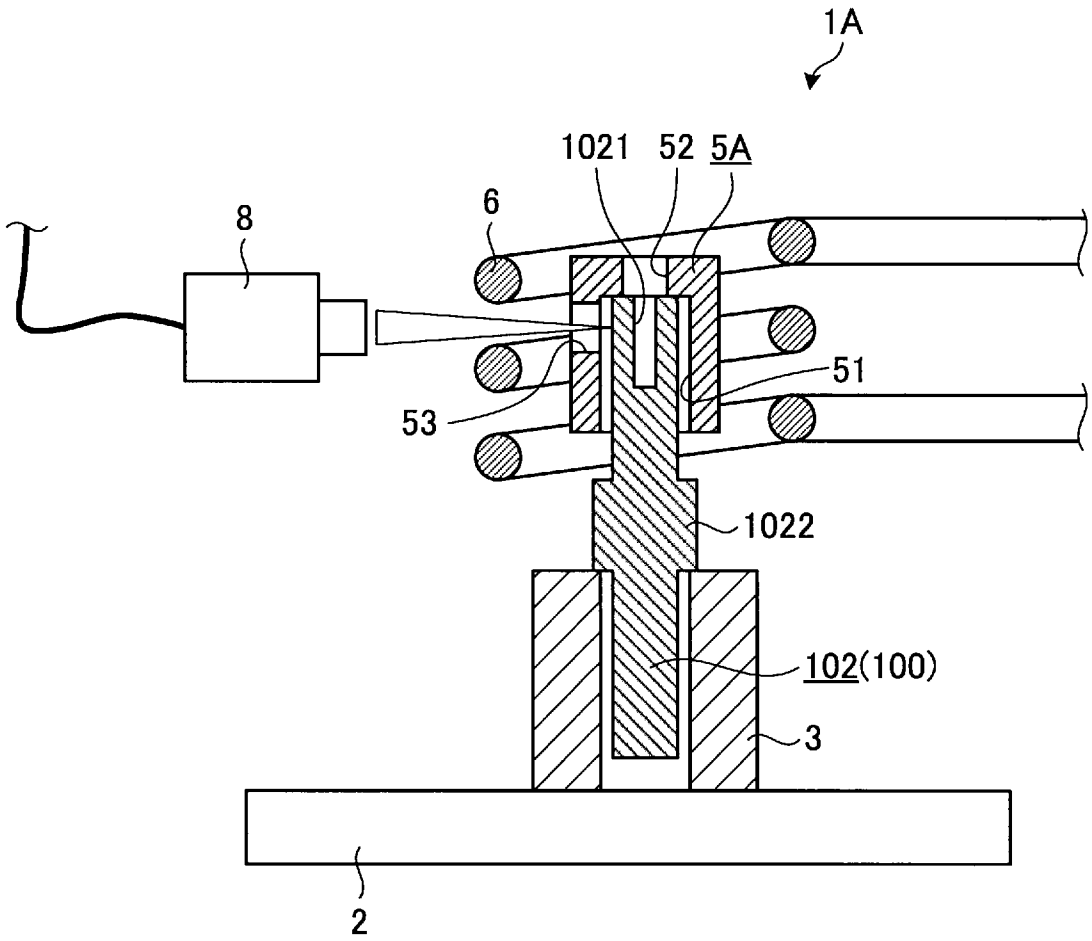
[図4]


スタート
2つの接合対象を設置
S1
フランジに発熱体を設置
S2
スイッチを押下
S3
誘導加熱を開始
S4
発熱体の温度測定を開始
S5
S6
発熱体の温度=目標温度?
No
Yes
誘導加熱を停止
S7
発熱体の温度測定を終了
S8
移動部を下降して、
接合用挿入部に軸部材を挿入
S9
エアブロー
S10
移動部を上昇
S11
接合ワークを取り外し
S12
エンド

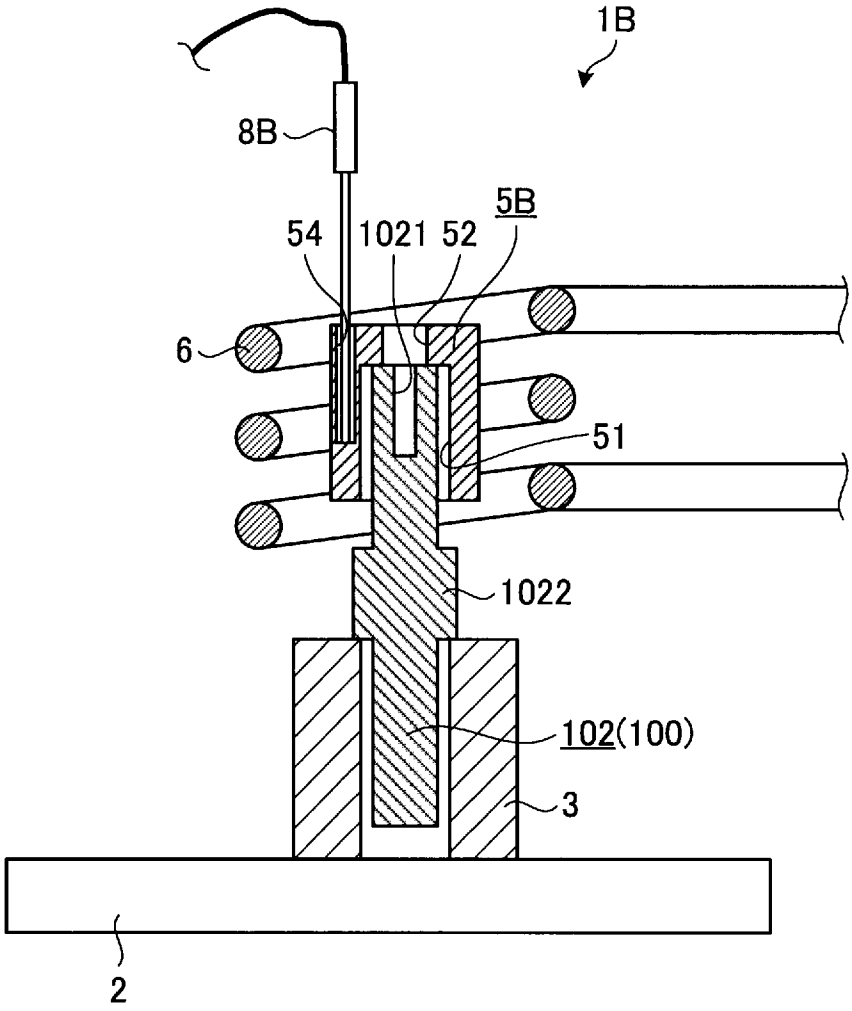
[図5]



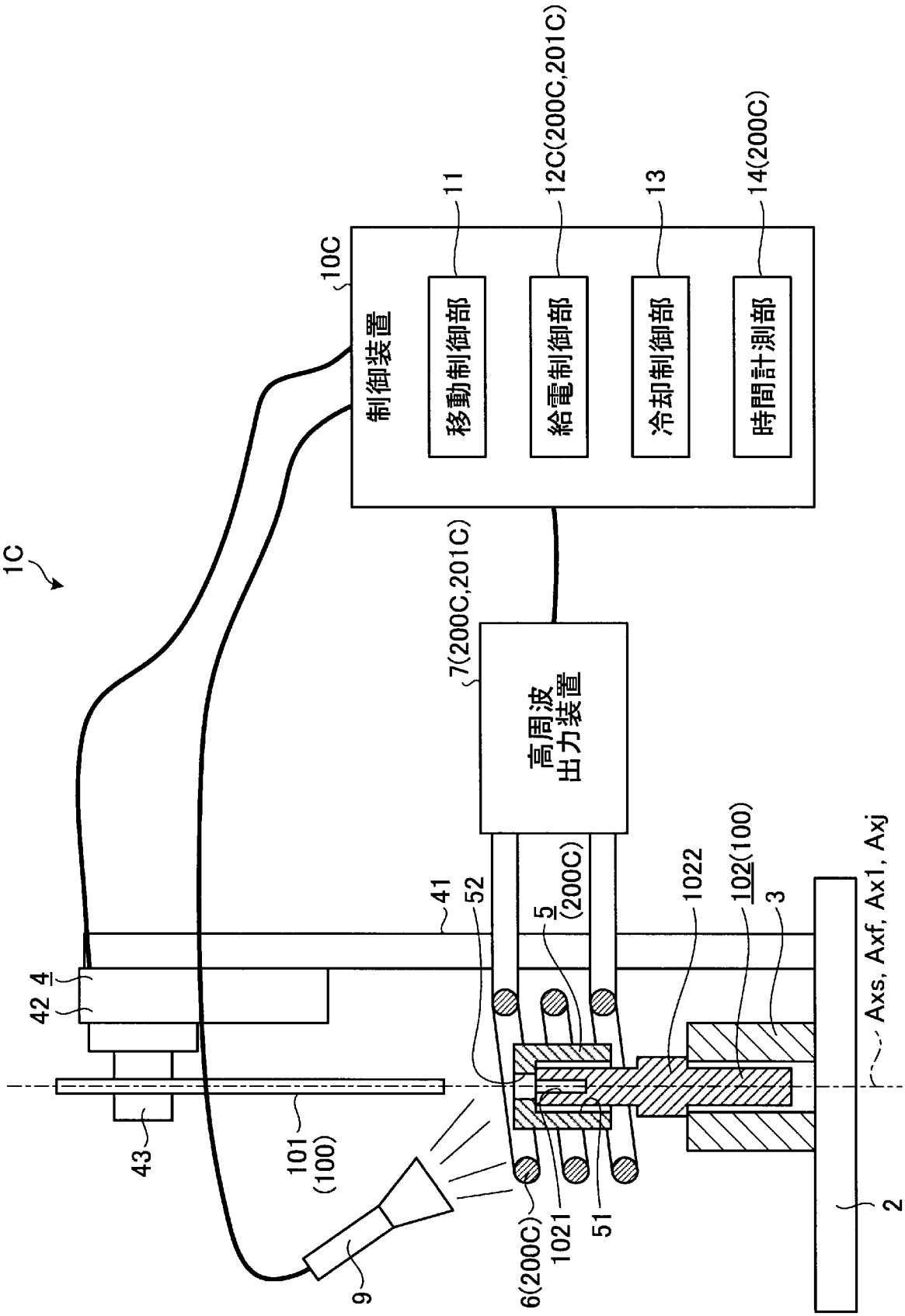
[図6]



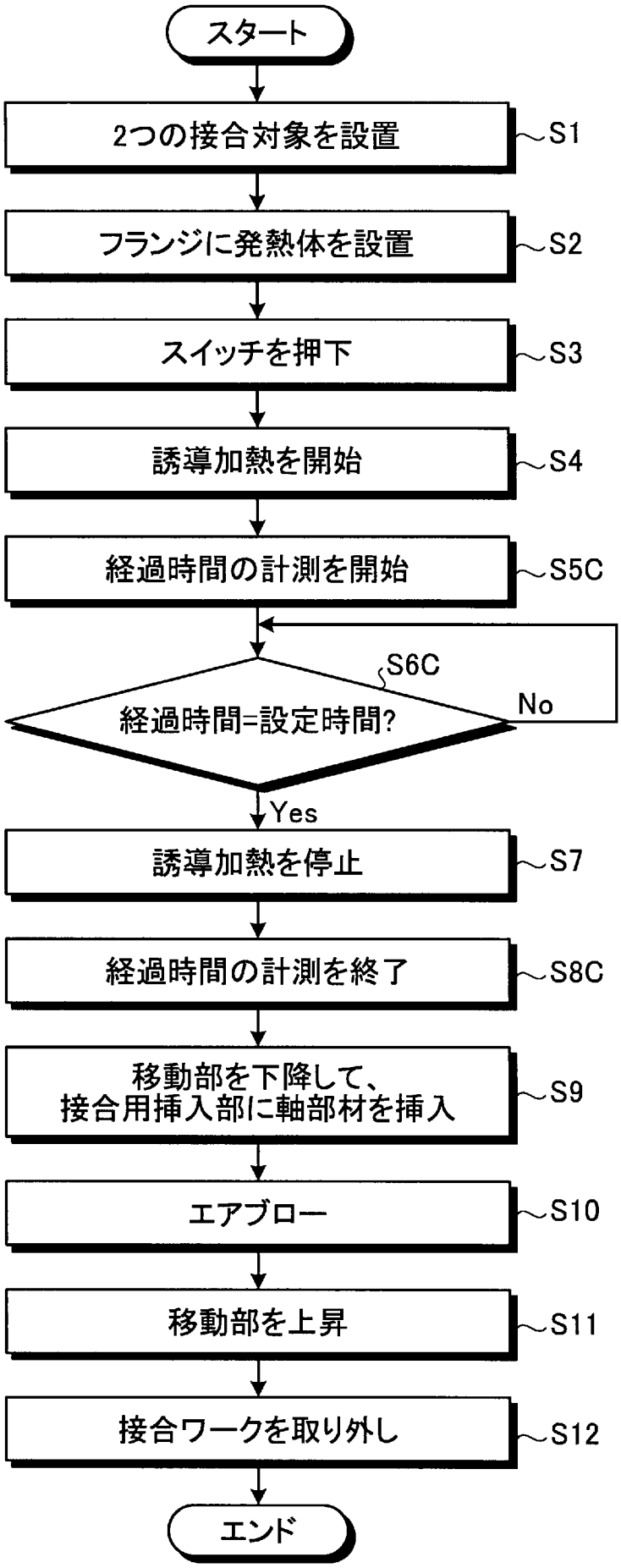
[図7]



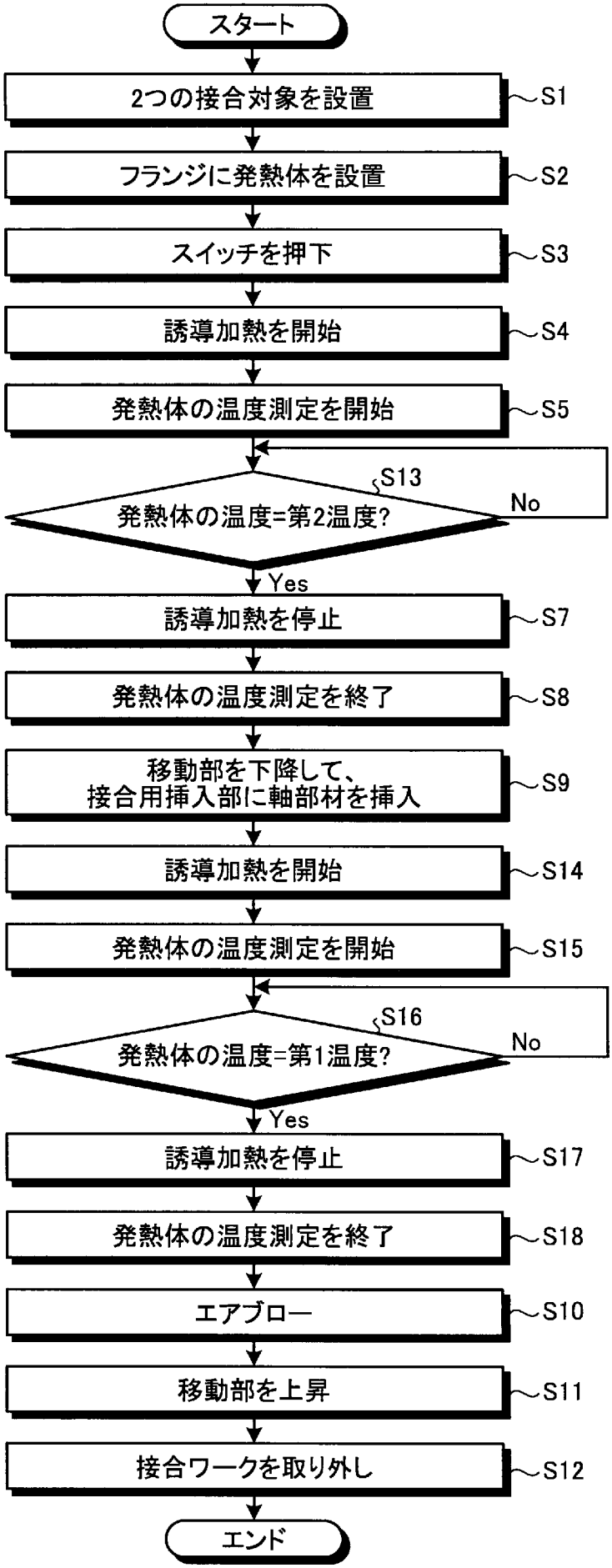
[図8]


1C
制御装置
10C
移動制御部
11
給電制御部
12C(200C,201C)
冷却制御部
13
時間計測部
14(200C)
高周波
出力装置
7(200C,201C)
41
52
5
(200C)
1022
102(100)
3
42
4
43
101
(100)
9
6(200C)
1021
51
2
Axs, Axf, Ax1, Axj

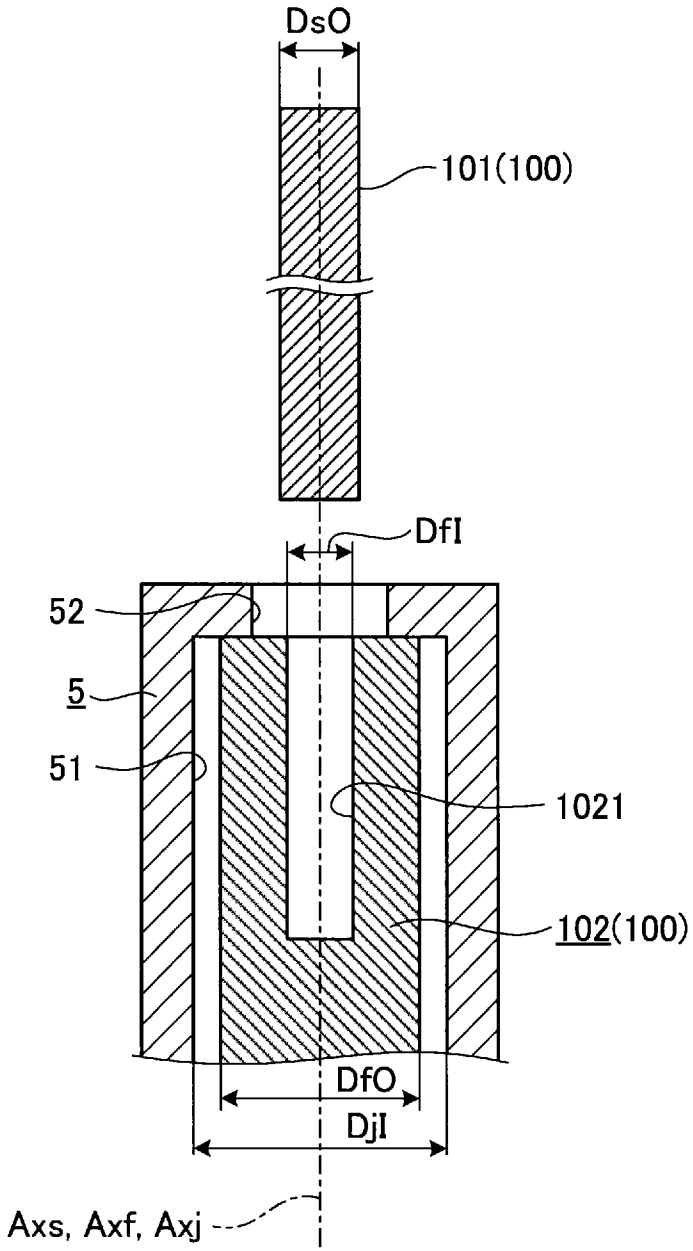
[図9]


スタート
2つの接合対象を設置
S1
フランジに発熱体を設置
S2
スイッチを押下
S3
誘導加熱を開始
S4
経過時間の計測を開始
S5C
S6C
経過時間=設定時間?
No
Yes
誘導加熱を停止
S7
経過時間の計測を終了
S8C
移動部を下降して、
接合用挿入部に軸部材を挿入
S9
エアブロー
S10
移動部を上昇
S11
接合ワークを取り外し
S12
エンド

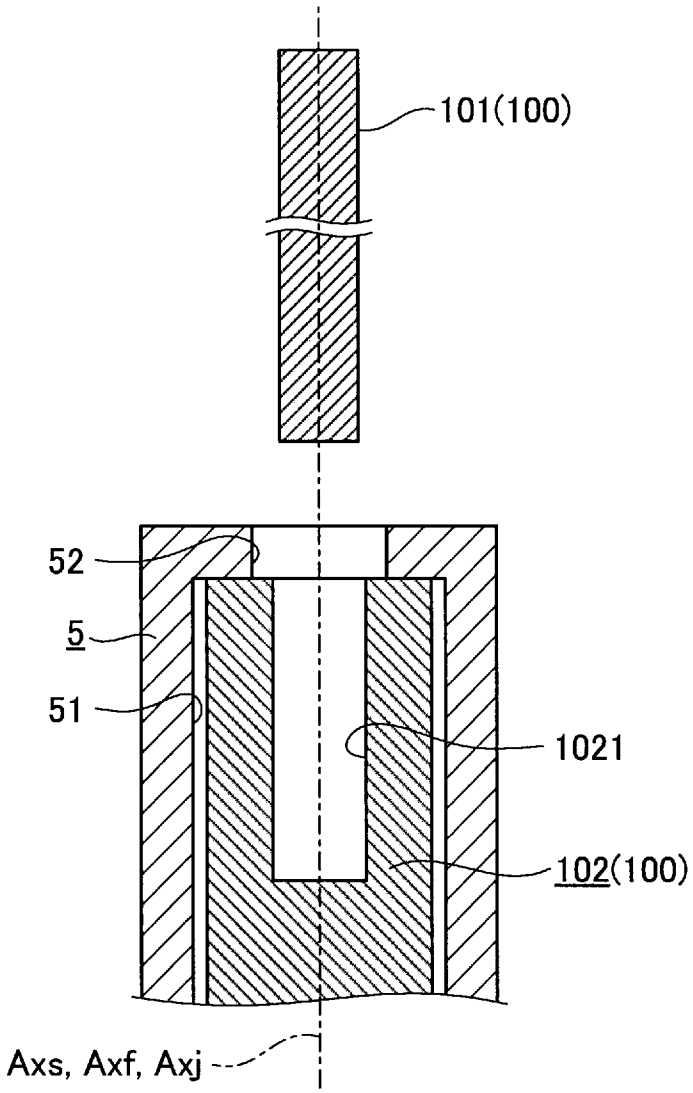
[図10]


スタート
2つの接合対象を設置
S1
フランジに発熱体を設置
S2
スイッチを押下
S3
誘導加熱を開始
S4
発熱体の温度測定を開始
S5
S13
発熱体の温度=第2温度?
No
Yes
誘導加熱を停止
S7
発熱体の温度測定を終了
S8
移動部を下降して、
接合用挿入部に軸部材を挿入
S9
誘導加熱を開始
S14
発熱体の温度測定を開始
S15
S16
発熱体の温度=第1温度?
No
Yes
誘導加熱を停止
S17
発熱体の温度測定を終了
S18
エアブロー
S10
移動部を上昇
S11
接合ワークを取り外し
S12
エンド

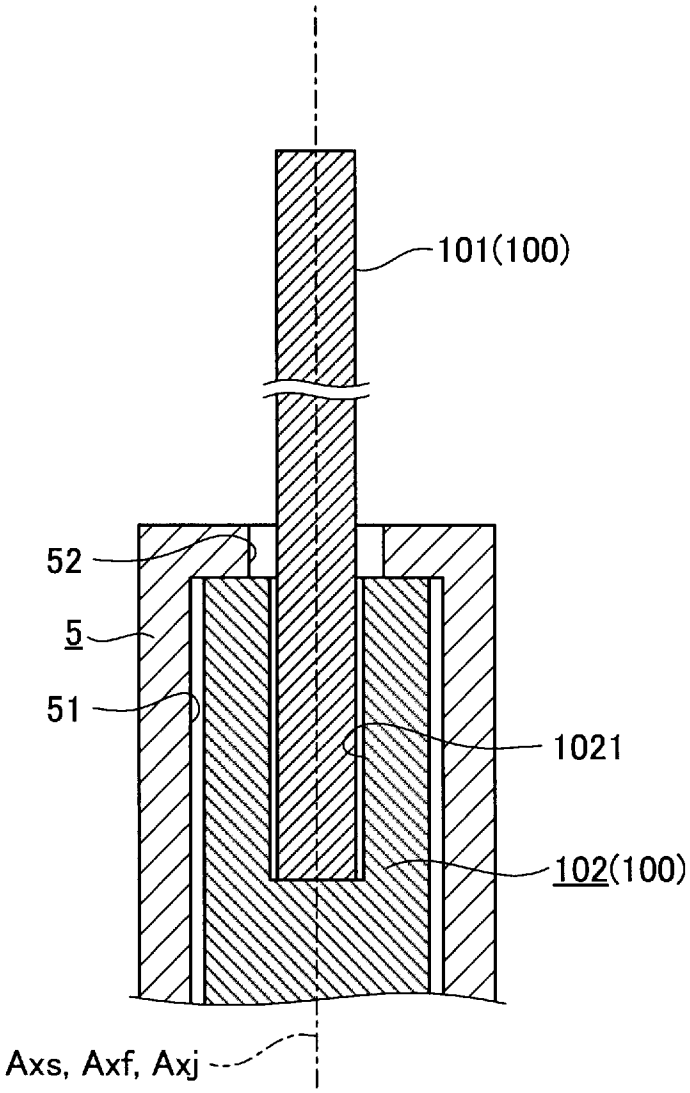
[図11A]



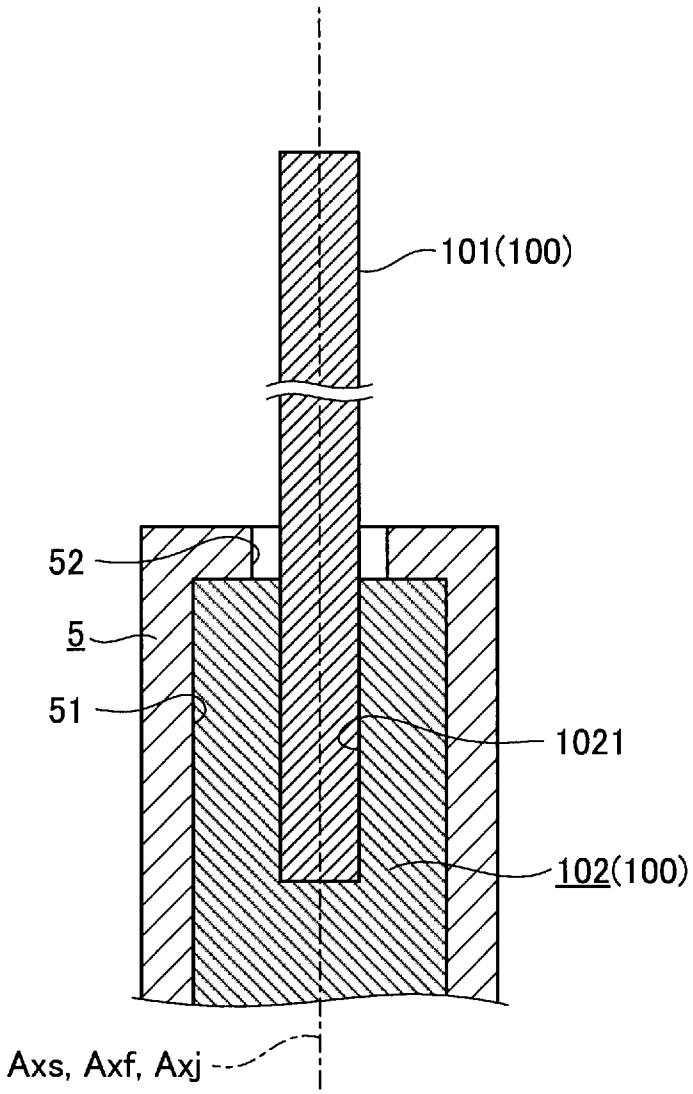
[図11B]



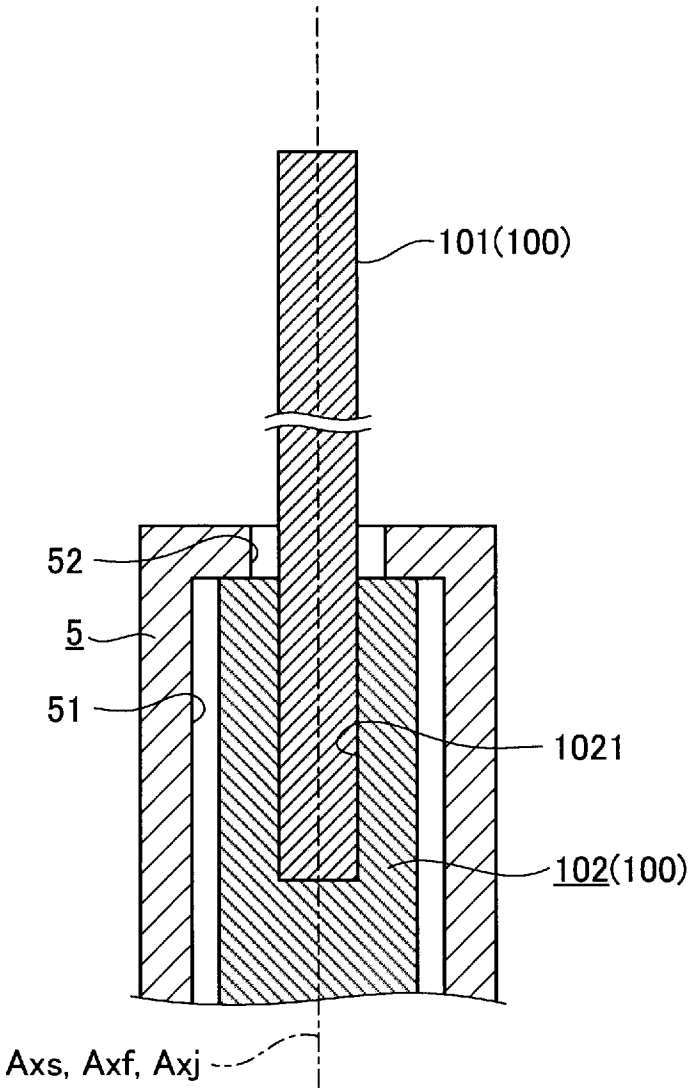
[図11C]



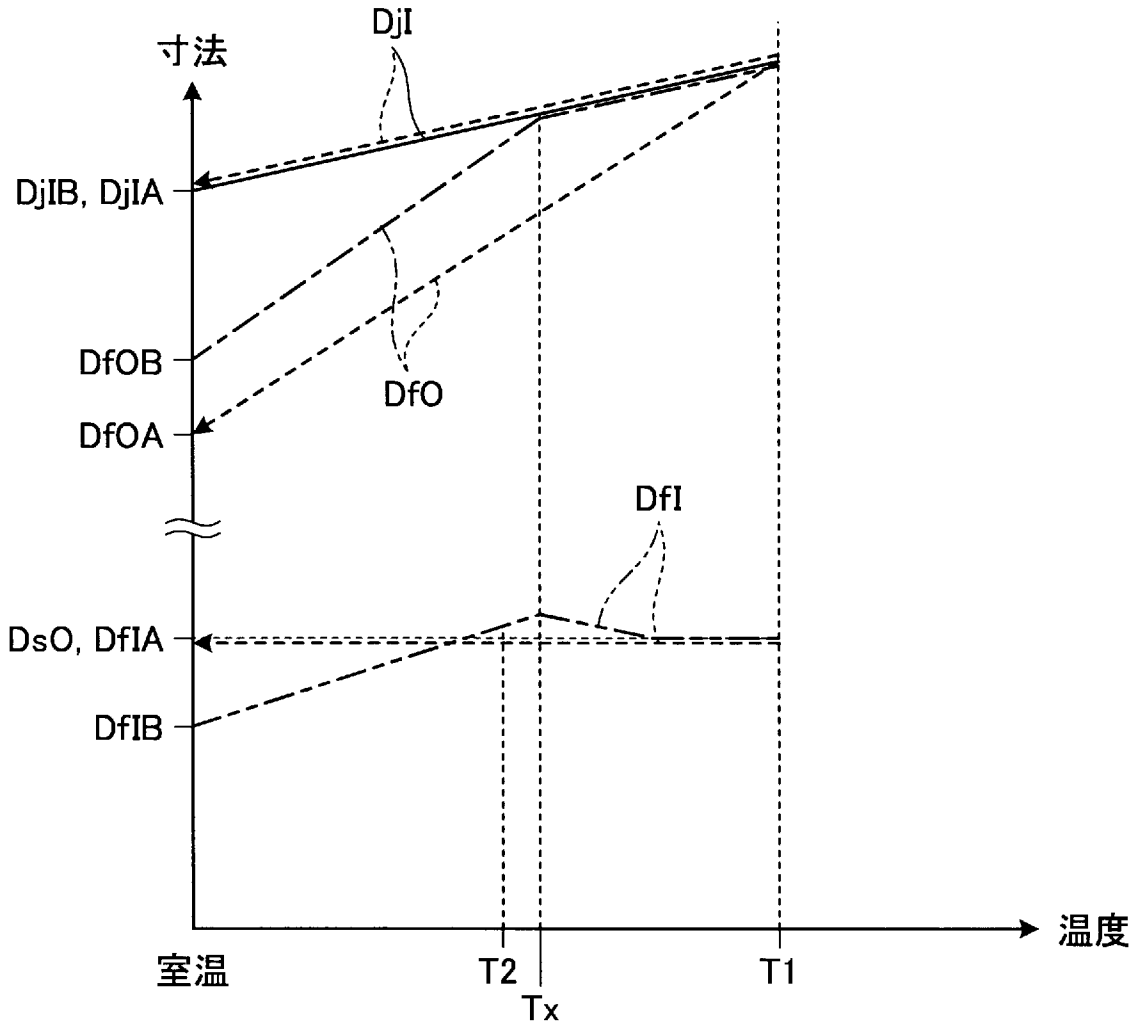
[図11D]



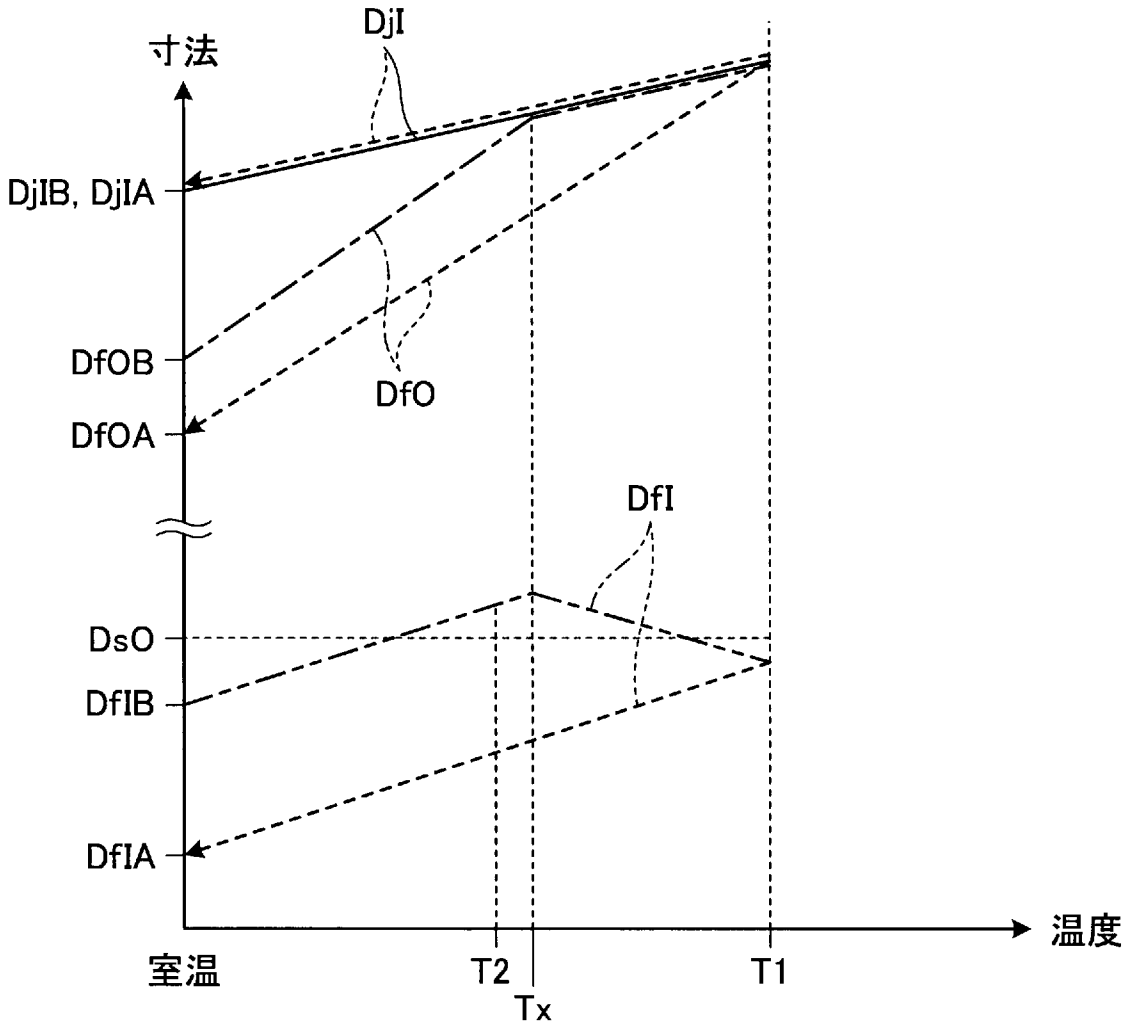
[図11E]



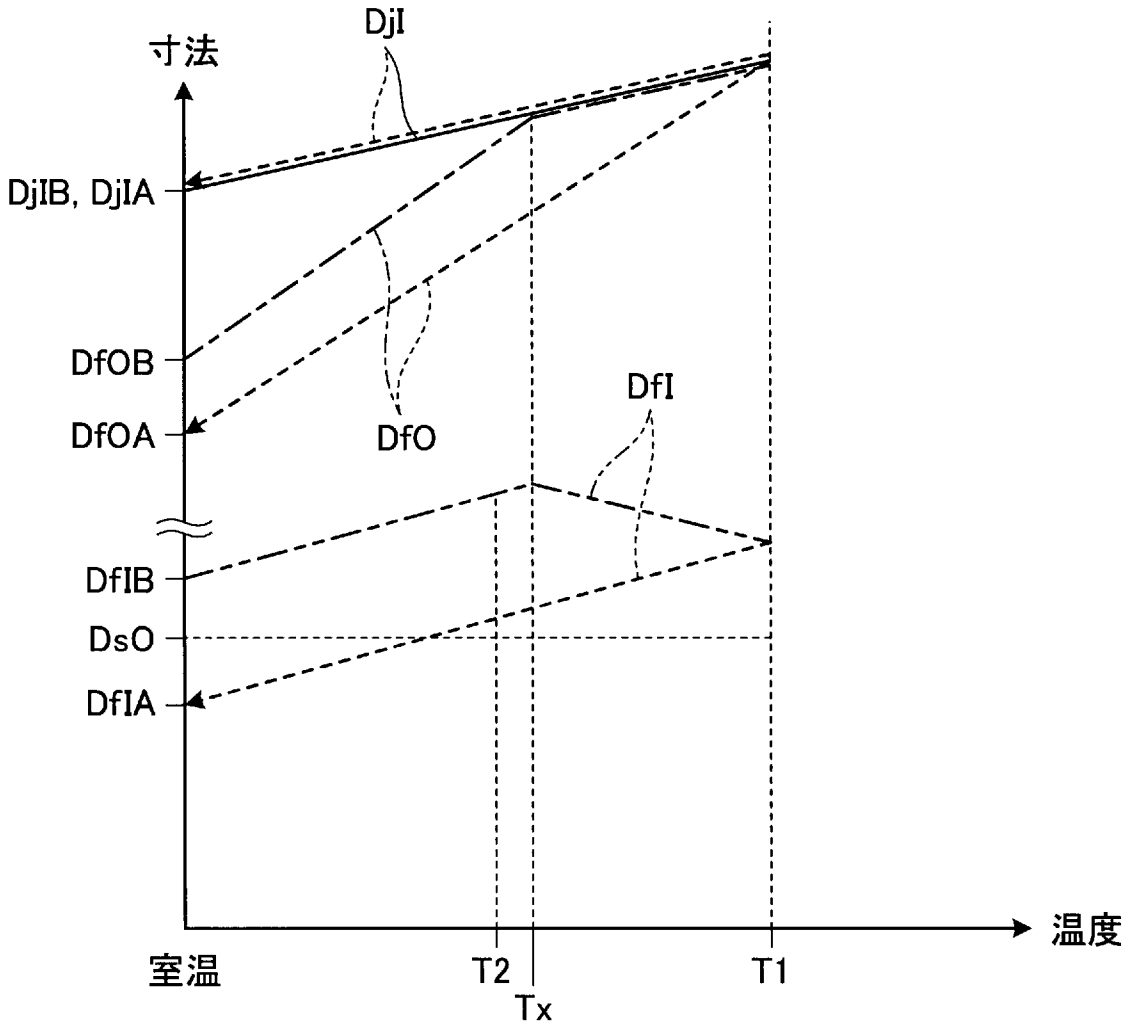
[図12]



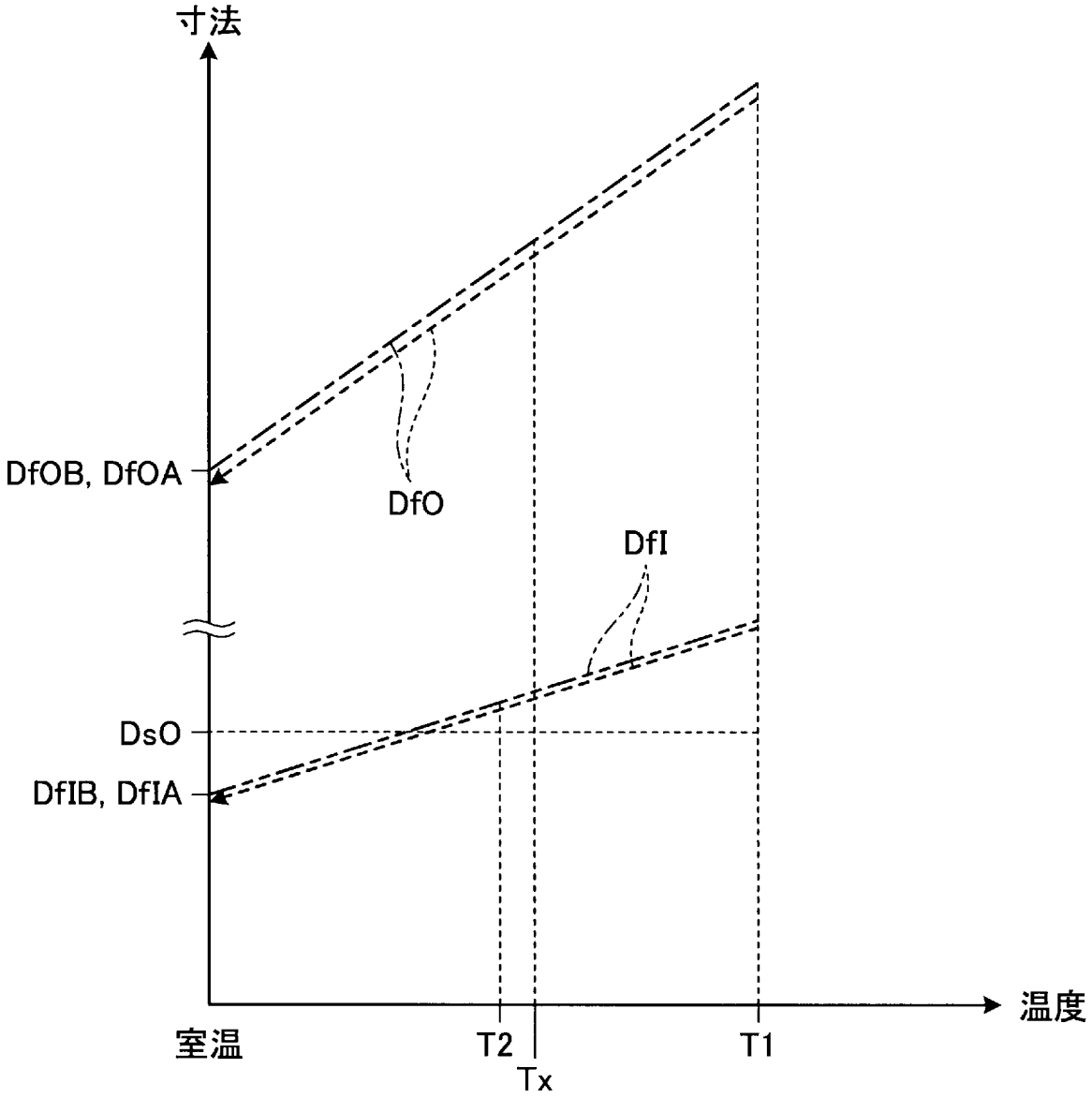
[図13]



[図14]



[図15]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2017/041962

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl. H05B6/06(2006.01)i, B23P11/02(2006.01)i, B23Q17/00(2006.01)i, H05B6/02(2006.01)i, H05B6/10(2006.01)i

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)
Int.Cl. H05B6/06, B23P11/02, B23Q17/00, H05B6/02, H05B6/10

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	1971-2018
Registered utility model specifications of Japan	1996-2018
Published registered utility model applications of Japan	1994-2018

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 2004-058176 A (KURODA PRECISION IND LTD.) 26 February 2004, paragraphs [0012]-[0015], fig. 1 (Family: none)	1-9
Y	JP 2007-299681 A (NATIONAL INSTITUTE OF ADVANCED INDUSTRIAL SCIENCE AND TECHNOLOGY) 15 November 2007, paragraphs [0016], [0023], [0033], [0034], fig. 8 (Family: none)	1-9

☒ 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 14 February 2018	Date of mailing of the international search report 27 February 2018
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/JP2017/041962

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2001-179544 A (CGK KK) 03 July 2001, paragraphs [0021]-[0030], fig. 4-6 (Family: none)	2-8

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１７／０４１９６２

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　H05B6/06(2006.01)i, B23P11/02(2006.01)i, B23Q17/00(2006.01)i, H05B6/02(2006.01)i, H05B6/10(2006.01)i

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.　H05B6/06, B23P11/02, B23Q17/00, H05B6/02, H05B6/10

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	１９７１－２０１８年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１８年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１８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 2004-058176 A (黒田精工株式会社) 2004.02.26, 段落[0012]-[0015], 図１ (ファミリーなし)	1-9
Y	JP 2007-299681 A (独立行政法人産業技術総合研究所) 2007.11.15, 段落[0016],[0023],[0033]-[0034], 図８ (ファミリーなし)	1-9

☑　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	国際調査報告の発送日
１４．０２．２０１８	２７．０２．２０１８

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
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）　３Ｌ　６２１５
宮崎　光治
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３３３７

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
Y	JP 2001-179544 A (シージーケー株式会社) 2001.07.03, 段落[0021]-[0030],図 4-6 (ファミリーなし)	2-8