(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
2024年7月4日(04.07.2024)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2024/142978 A1

(51) 国際特許分類:
H05B 3/00 (2006.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2023/044884

(22) 国際出願日： 2023年12月14日(14.12.2023)

(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 2022-210057 2022年12月27日(27.12.2022) JP

(71) 出願人: 日本発條株式会社(**NHK SPRING CO., LTD.**) [JP/JP]; 〒2360004 神奈川県横浜市金沢区福浦３丁目１０番地 Kanagawa (JP).

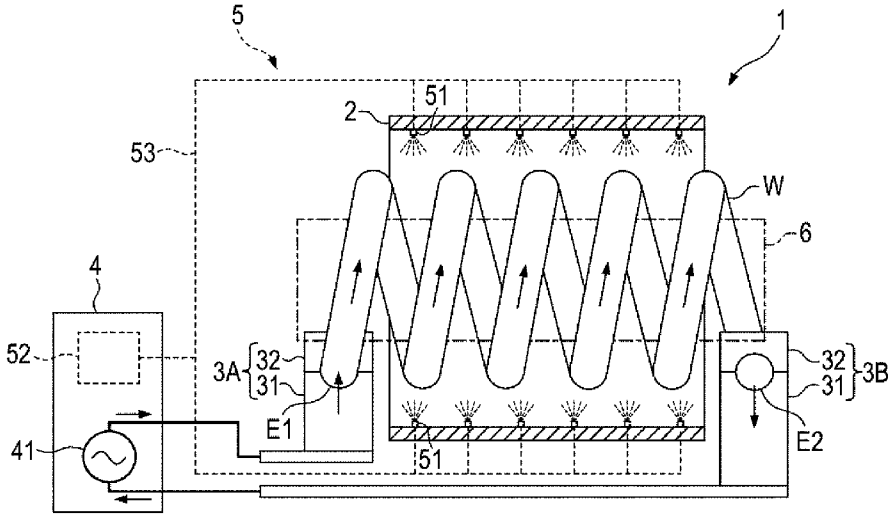
(72) 発明者: 美 濃 良 信 (**MINO, Yoshinobu**); 〒2360004 神奈川県横浜市金沢区福浦３丁目１０番地 日本発條株式会社内 Kanagawa (JP). 高橋 啓太(**TAKAHASHI, Keita**); 〒2360004 神奈川県横浜市金沢区福浦３丁目１０番地 日本発條株式会社内 Kanagawa (JP). 岡部 聡史(**OKABE, Satoshi**); 〒2360004 神奈川県横浜市金沢区福浦３丁目１０番地 日本発條株式会社内 Kanagawa (JP). 熊井 慎太郎(**KUMAI, Shintaro**); 〒2360004 神奈川県横浜市金沢区福浦３丁目１０番地 日本発條株式会社内 Kanagawa (JP).

(74) 代理人: 弁理士法人スズエ国際特許事務所(**S & S INTERNATIONAL PPC**); 〒1050001 東京都港区虎ノ門一丁目１２番９号 スズエ・アンド・スズエビル 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, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC,

(54) **Title:** AC-ENERGIZATION HEATING METHOD AND AC-ENERGIZATION HEATING DEVICE

(54) 発明の名称： 交流通電加熱方法および交流通電加熱装置



(57) **Abstract:** An AC-energization heating method according to an embodiment includes: preparing a conductive workpiece; attaching a first terminal and a second terminal connected to a power source capable of supplying alternating current to the workpiece; arranging a first conductor that is in an electrically floating state at a position where a proximity effect occurs when the alternating current is applied to the workpiece; and heating at least a portion of the workpiece by allowing the alternating current to flow to the workpiece through the first terminal and the second terminal.

WO 2024/142978 A1

［続葉有］

EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, 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.

(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, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, 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, ME, 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:一実施形態に係る交流通電加熱方法は、導電性のワークを用意し、交流電流を供給可能な電源に接続された第1端子および第2端子を前記ワークに取り付け、電気的にフローティング状態である第1導体を前記ワークへの前記交流電流の通電時に近接効果を生じる位置に配置し、前記第1端子および前記第2端子を通じて前記ワークに前記交流電流を流すことにより前記ワークの少なくとも一部を加熱する、ことを含む。

明　細　書

発明の名称 ： 交流通電加熱方法および交流通電加熱装置

技術分野

[0001] 本発明は、ワークに交流電流を流すことにより当該ワークを加熱する交流通電加熱方法および交流通電加熱装置に関する。

背景技術

[0002] 導電性を有するワークに交流電流を流すことにより当該ワークを加熱する方法が知られている。

[0003] 具体例を挙げると、特許文献１には、ワーク（被加熱体）の加熱面と略同形の導体を加熱面と平行に配置するとともに、これらワークと導体を逆方向の電流が流れるように結線した高周波抵抗加熱装置が開示されている。この加熱装置においては、ワークと導体を逆方向に電流が流れた際に両者の電流が接近するという現象を利用して、ワークの断面を均一に加熱している。

[0004] また、特許文献２には、交流電流によりメッキ鋼板を加熱するに際して、溶融したメッキがローレンツ力により偏ることを抑制するために、磁束誘導体によってメッキ鋼板の周囲の磁束を制御する直接通電加熱方法が開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特公昭４７－３５１０７号公報

特許文献2：特許第５６６９６１０号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] 交流通電加熱において、ワークの加熱温度分布を制御したいとの要望がある。加熱温度分布を制御するためには、ワークへの通電時の電流密度分布を制御する必要がある。しかしながら、従来の技術でこのような制御を実現するにあたっては、種々の課題が存在する。

[0007] 例えば、特許文献１に開示された高周波抵抗加熱装置においては、ワークの周囲に配置される導体により通電時の抵抗が増加する。そのため、通電加熱の消費電力が増大してしまう。さらに、ワークと導体を配線にて接続する必要があるため、ワークや導体の移動が制限され得る。また、特許文献２に開示された直接通電加熱方法のように磁束誘導体を用いる場合には、磁束を制御することが可能であるものの、電流密度分布および加熱温度分布を正確に制御することが困難である。

[0008] 本発明は、このような事情に基づいてなされたものであり、ワークの電流密度分布および加熱温度分布を制御可能な改善された交流通電加熱方法および交流通電加熱装置を提供することを目的の一つとする。

課題を解決するための手段

[0009] 一実施形態に係る交流通電加熱方法は、導電性のワークを用意し、交流電流を供給可能な電源に接続された第１端子および第２端子を前記ワークに取り付け、電気的にフローティング状態である第１導体を前記ワークへの前記交流電流の通電時に近接効果を生じる位置に配置し、前記第１端子および前記第２端子を通じて前記ワークに前記交流電流を流すことにより前記ワークの少なくとも一部を加熱する、ことを含む。

[0010] 前記交流通電加熱方法は、前記ワークの近傍に強磁性体を配置することをさらに含んでもよい。この場合において、前記第１導体と前記強磁性体の間に前記ワークが位置するように、前記ワーク、前記第１導体および前記強磁性体が配置されてもよい。

[0011] 前記交流通電加熱方法は、前記第２端子および前記電源に接続された第２導体を、前記第１導体と電気的に絶縁された状態で配置することをさらに含んでもよい。この場合においては、前記ワークの少なくとも一部を加熱する際に、前記第１端子、前記ワーク、前記第２端子および前記第２導体を順に含む回路に前記交流電流が流れる。

[0012] 一実施形態に係る交流通電加熱装置は、交流電流を供給可能な電源と、前記電源に接続され導電性のワークに取り付け可能な第１端子および第２端子

と、電気的にフローティング状態であり前記ワークへの前記交流電流の通電時に近接効果を生じる位置に配置される第１導体とを備え、前記第１端子および前記第２端子を通じて前記ワークに前記交流電流を流すことにより前記ワークの少なくとも一部を加熱する。

[0013] 例えば、前記第１導体は、周方向に分割された第１部分および第２部分を含む筒状である。この場合において、前記第１部分が前記周方向における端部に設けられた第１フランジ部を有し、前記第２部分が前記周方向における端部に設けられた第２フランジ部を有し、前記第１フランジ部と前記第２フランジ部を接触させることにより前記第１部分および前記第２部分が導通してもよい。

[0014] 他の例として、前記第１部分が前記周方向における端部に設けられ前記第１導体の半径方向に対して傾斜した第１テーパ面を有し、前記第２部分が前記周方向における端部に設けられ前記半径方向に対して傾斜した第２テーパ面を有し、前記第１テーパ面と前記第２テーパ面を接触させることにより前記第１部分および前記第２部分が導通してもよい。

[0015] さらに他の例として、前記第１部分および前記第２部分が弾性あるいは柔軟性を有する導電材によって接続されてもよい。

[0016] さらに他の例として、前記第１部分および前記第２部分の一方が前記周方向における端部に設けられた凹部を有し、前記第１部分および前記第２部分の他方が前記凹部に挿入可能な凸部を有してもよい。

[0017] さらに他の例として、前記第１部分および前記第２部分が導電性液体を介して接続されてもよい。

[0018] 前記第１導体は、例えば銅、銅合金、アルミニウムまたは、アルミニウム合金などの導電性に優れた金属材料によって形成されることが好ましい。

[0019] 前記交流通電加熱装置は、前記ワークの近傍に配置可能な強磁性体をさらに備えてもよい。また、前記交流通電加熱装置は、前記第２端子および前記電源に接続されるとともに、前記第１導体と電気的に絶縁された第２導体をさらに備えてもよい。

発明の効果

[0020] 本発明によれば、ワークの電流密度分布および加熱温度分布を制御可能な改善された交流通電加熱方法および交流通電加熱装置を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0021] [図1]図１は、第１実施形態に係る交流通電加熱装置の概略的な構成を示す図である。

[図2]図２は、ワークの一例であるコイルばね、導体および強磁性体の概略的な側面図である。

[図3]図３は、コイルばね、導体および強磁性体に適用し得る他の構成を示す概略的な側面図である。

[図4]図４は、近接効果を説明するための模式図である。

[図5]図５は、導体が配置されていない場合のコイルばねの電流密度分布（加熱温度分布）を示す概略的な斜視図である。

[図6]図６は、導体が配置されている場合のコイルばねの電流密度分布（加熱温度分布）を示す概略的な斜視図である。

[図7]図７は、導体および強磁性体が配置されていない場合のコイルばねの電流密度分布（加熱温度分布）を示す概略的な斜視図である。

[図8]図８は、強磁性体が配置されている場合のコイルばねの電流密度分布（加熱温度分布）を示す概略的な斜視図である。

[図9]図９は、分割された導体を備える加熱装置の一例を示す（ａ）正面図および（ｂ）側面図である。

[図10]図１０は、分割された導体を備える加熱装置の他の例を示す（ａ）正面図および（ｂ）側面図である。

[図11]図１１は、分割された導体を備える加熱装置のさらに他の例を示す（ａ）正面図および（ｂ）側面図である。

[図12]図１２は、分割された導体を備える加熱装置のさらに他の例を示す（ａ）正面図および（ｂ）側面図である。

[図13]図１３は、分割された導体の接続部に適用し得る構成の他の例を示す図である。

[図14]図１４は、分割された導体の接続部に適用し得る構成のさらに他の例を示す図である。

[図15]図１５は、分割された導体の接続部に適用し得る構成のさらに他の例を示す図である。

[図16]図１６は、導体に適用し得る形状の変形例を示す概略的な断面図である。

[図17]図１７は、導体に適用し得る形状の他の変形例を示す概略的な断面図である。

[図18]図１８は、導体に適用し得る形状のさらに他の変形例を示す概略的な断面図である。

[図19]図１９は、導体に適用し得る形状のさらに他の変形例を示す概略的な断面図である。

[図20]図２０は、第２実施形態に係る加熱装置の概略的な構成を示す図である。

[図21]図２１は、コイルばねの製造方法の一例を示すフローチャートである。

[図22]図２２は、コイルばねの製造方法の他の例を示すフローチャートである。

[図23]図２３は、コイルばねの製造方法のさらに他の例を示すフローチャートである。

発明を実施するための形態

[0022] いくつかの実施形態につき、図面を参照しながら説明する。各実施形態においては、加熱処理対象のワーク（被加熱体）としてコイルばねを例示することがある。しかしながら、各実施形態にて開示する交流通電加熱装置およびこれを用いた交流通電加熱方法は、加熱処理が施される熱処理品全般に適用可能である。

[0023] 例えば、コイルばね以外のワークとしては、板ばね、車両用のスタビライザー、各種の曲げ加工品、圧延材あるいは複合材などが挙げられる。すなわち、ワークの材質は、ばね鋼以外の金属であってもよい。また、ワークの素材は、コイルばねを形成する素線などの線材に限られず、板材であってもよいし、管材などの異形材であってもよい。

[0024] ワークに対する加熱処理の種類は、特に限定されるものではないが、一例では焼入れ、焼戻し、焼鈍、ワーク表面の軟化処理などが想定される。

[0025] ［第１実施形態］

図１は、第１実施形態に係る交流通電加熱装置１（以下、加熱装置１という。）の概略的な構成を示す図である。加熱装置１は、導体２（第１導体）と、第１端子３Ａと、第２端子３Ｂと、制御装置４とを備えている。

[0026] 導体２は、例えば筒状であり、銅、銅合金、アルミニウム、アルミニウム合金またはそれらを一種以上含む複合材などの導電性に優れた金属材料によって形成されている。制御装置４は、交流電流を供給する電源４１を備えている。第１端子３Ａおよび第２端子３Ｂは、配線を介して電源４１に接続されている。電源４１が供給する交流電流の周波数は特に限定されないが、一例では１ｋＨｚ以上の高周波を用い得る。

[0027] 図１の例においては、第１端子３Ａおよび第２端子３Ｂの各々が下部３１と上部３２に分割されている。第１端子３Ａおよび第２端子３Ｂは、これら下部３１および上部３２の間にワークの一部を挟み込むことによりワークに対して取り付け可能である。ただし、第１端子３Ａおよび第２端子３Ｂをワークに取り付けるための構造は、この例に限られない。

[0028] 本実施形態に係る交流通電加熱方法（以下、加熱方法という。）による加熱処理は、加熱装置１を用いて実施される。本実施形態に係る加熱装置１によって加熱処理を実施する際には、先ずワークの一例であるコイルばねＷが用意される。コイルばねＷは、ばね鋼などの素線をコイリングマシンにより螺旋状に巻回することで成形されたものであり、導電性を有している。

[0029] さらに、第１端子３Ａおよび第２端子３ＢがコイルばねＷに取り付けられ

るとともに、コイルばねWが導体２の内側に配置される。なお、第１端子３Ａおよび第２端子３Ｂをコイルばねに取り付ける工程と、コイルばねWを導体２の内側に配置する工程との実施順は特に限定されない。

[0030] 図１の例においては、コイルばねWの端末Ｅ１，Ｅ２付近（座巻部の少なくとも一部）が導体２の両端部から突出している。この例に限られず、コイルばねWの全体が導体２によって囲われてもよい。

[0031] 第１端子３Ａおよび第２端子３Ｂは、例えばコイルばねWの端末Ｅ１，Ｅ２付近に取り付けられる。図１の例においては、第１端子３Ａの下部３１と上部３２によってコイルばねWの端末Ｅ１付近が挟持されている。また、第２端子３Ｂの下部３１と上部３２によってコイルばねWの端末Ｅ２付近が挟持されている。

[0032] 第１端子３Ａおよび第２端子３Ｂをコイルばねに取り付けると、これらの要素と電源４１とを直列に接続した回路が形成される。制御装置４は、作業員によるスイッチの操作や外部からの制御信号の受信に応じて、コイルばねWへの通電を開始する。図１においては、実線矢印によって電流の流れる方向の一例を示している。この方向は、電源４１の周波数に応じて周期的に切り替わる。

[0033] このような通電により、コイルばねWの少なくとも一部が加熱される。このとき、導体２とコイルばねWの間には、後述する近接効果が生じる。導体２は、このような近接効果が生じる位置に配置されている。

[0034] 交流電流の周波数、振幅および通電時間は、コイルばねWの特性（例えば線径、断面形状、コイル径、コイル長、ピッチ、巻き数、材質）、加熱すべき部位および加熱の目標温度などに応じて適宜に定め得る。加熱を停止すべきタイミングが到来すると、制御装置４は電源４１からの電流供給を停止する。

[0035] その後、コイルばねWが冷却される。この冷却は、自然冷却であってもよいし、急速な冷却を要する場合には水や空気などの流体をコイルばねWに吹き付けることにより行われてもよい。図１の例において、加熱装置１は、こ

のような流体の吹き付けを行うための冷却機構５を備えている。

[0036] 例えば、冷却機構５は、導体２の内面に配置された多数のノズル５１と、制御装置４に設けられた流体供給源５２と、各ノズル５１を流体供給源５２に接続する配管５３とを備えている。流体供給源５２は、例えば制御装置４の制御の下で、配管５３を介して各ノズル５１に流体を供給する。このとき、各ノズル５１からはコイルばねＷに向けて流体が噴射される。なお、ノズル５１は必ずしも導体２に設けられる必要はなく、導体２とは異なる部材に設けられてもよい。

[0037] 加熱装置１は、コイルばねＷの近傍に配置可能な強磁性体６をさらに備えてもよい。強磁性体６は、例えばフェライトによって形成することができるが、この例に限られない。図１の例においては、強磁性体６がコイルばねＷの内側に挿入されている。

[0038] 図２は、図１に示したように組み立てられたコイルばねＷ、導体２および強磁性体６の概略的な側面図である。なお、図２においては、導体２の一部の断面構造も示している。以下の説明においては、図２に示すように、コイルばねＷの軸ＡＸに沿う軸方向ＤＸ、軸ＡＸを通りかつ軸ＡＸと垂直を成す半径方向ＤＲ、および、軸ＡＸを中心とした周方向Ｄθを定義する。

[0039] 導体２は、例えば軸ＡＸを中心とした円筒状である。図２の例においては、導体２が導電性の金属材料の単層構造を有している。導体２は、電気的にフローティング状態であり、コイルばねＷなどの他の導電性の要素と絶縁されている。導体２は、例えば図示せぬ絶縁性の部材によって支持されている。

[0040] 導体２とコイルばねＷの間には、隙間Ｇ１が形成されている。すなわち、導体２の内面は、コイルばねＷの外径側表面と隙間Ｇ１を介して対向している。図２の例においては、隙間Ｇ１の大きさが周方向Ｄθのいずれの位置においても一定であるが、この例に限られない。

[0041] 強磁性体６は、例えば軸ＡＸを中心とした円柱状である。強磁性体６は、軸ＡＸを中心とした円筒状などの他の形状を有してもよい。強磁性体６も電

気的にフローティング状態であり、導体２やコイルばねＷなどの他の導電性の要素と絶縁されている。強磁性体６は、例えば図示せぬ絶縁性の部材によって支持されている。

[0042] 強磁性体６とコイルばねＷの間には、隙間Ｇ２が形成されている。すなわち、強磁性体６の外面は、コイルばねＷの内径側表面と隙間Ｇ２を介して対向している。図２の例においては、隙間Ｇ２の大きさが周方向Ｄθのいずれの位置においても一定であるが、この例に限られない。

[0043] 図３は、コイルばねＷ、導体２および強磁性体６に適用し得る他の構成を示す概略的な側面図である。この図においても、導体２の一部の断面構造を示している。図３の例においては、導体２が絶縁部分２１および導電部分２２を備えている。

[0044] 絶縁部分２１は、例えばプラスチックなどの絶縁性の材料によって円筒状に形成されている。導電部分２２は、例えば銅、銅合金、アルミニウム、アルミニウム合金またはそれらを一種以上含む複合材などの導電性の材料によって形成され、絶縁部分２１の内面を覆っている。導電部分２２は、隙間Ｇ１を介してコイルばねＷの外径側表面と対向している。

[0045] 導電部分２２は、例えば絶縁部分２１の内面に成膜あるいはコーティングされた薄膜である。導電部分２２は、絶縁部分２１の内面に接着層を介して貼り付けられたテープ状の部材であってもよい。また、導電部分２２は、絶縁部分２１とは別途に成形されて絶縁部分２１の内側に嵌められた円筒状の部材であってもよい。

[0046] 一例では、導電部分２２は、絶縁部分２１の内面の全体を覆っている。他の例として、導電部分２２は、絶縁部分２１の内面の一部を覆ってもよい。

[0047] 続いて、導体２の役割について説明する。コイルばねＷのようなワークに電流が流れたとき、その近傍に電気的にフローティング状態の導体が配置されていると、いわゆる近接効果が生じる。本実施形態においては、この近接効果を利用してコイルばねＷの電流密度分布（加熱温度分布）が制御される。

[0048] 図４は、近接効果を説明するための模式図であり、棒状のワークＷｓとその近傍に配置された導体２ｓを示している。ワークＷｓに電源からの電流I_Aが流れると、ワークＷｓの周囲に磁界H_{IA}が発生する（アンペールの法則）。

[0049] 導体２ｓにおいては、この磁界H_{IA}に起因した渦電流I_{E1}が発生する（レンツの法則）。さらに、渦電流I_{E1}に起因した磁界H_{IE}が導体２ｓの周囲に発生する。この磁界H_{IE}がワークＷｓに作用すると、ワークＷｓにおいては渦電流I_{E2}が発生する。

[0050] 電流I_A、渦電流I_{E1}および渦電流I_{E2}が流れる方向は、図中に矢印で示す通りである。すなわち、ワークＷｓにおいては、導体２ｓから遠い側の側面の近傍では電流I_Aが流れる方向と渦電流I_{E2}が流れる方向とが逆となる。一方で、導体２ｓに近い側の側面の近傍では、電流I_Aが流れる方向と渦電流I_{E2}が流れる方向とが一致する。これにより、ワークＷｓの電流密度は、導体２ｓに近い側の側面付近において高くなる。

[0051] このような近接効果を利用することで、ワークＷｓの電流密度分布および加熱密度分布を制御することが可能である。例えば、図４のようにワークＷｓの外面の一部に対向するように導体２ｓを配置した場合、ワークＷｓの表面および内部において、周方向の位置によって変化する電流密度分布および加熱密度分布を得ることができる。これらの分布は、例えば導体２ｓとワークＷｓの間の距離によって適宜に調整し得る。

[0052] また、ワークＷｓの長さ方向において、導体２ｓをワークＷｓの一部にのみ対向するように配置した場合には、ワークＷｓの表面および内部にて長さ方向の位置によって変化する電流密度分布および加熱密度分布を得ることができる。

[0053] 次に、ワークがコイルばねＷである場合の通電加熱と近接効果につき、図５および図６を用いて説明する。図５は、導体２が配置されていない場合のコイルばねＷの電流密度分布（加熱温度分布）を示す概略的な斜視図である。図６は、導体２が配置されている場合のコイルばねＷの電流密度分布（加

熱温度分布）を示す概略的な斜視図である。これらの図においては、コイルばねＷおよび導体２の一部のみを示している。また、コイルばねＷにおいて電流密度が高い箇所（加熱温度が高い箇所）にドット模様を付している。

[0054] 交流電流がコイルばねＷなどのワークに流れる際には、表皮効果により、その表面における電流密度が高まる。さらに、コイルばねＷのように非直線状の曲がり部を有するワークにおいては、曲げの内側の表面を通る電流経路が短いために、曲げの内側の表面付近の電流密度が高まりやすい。

[0055] 具体的には、図５の例においては、コイルばねＷの内径側表面Ｓ１（コイルばねＷの表面のうち軸ＡＸと対向する部分）付近における電流密度が外径側表面Ｓ２付近に比べて高くなる。そのため、内径側表面Ｓ１付近が優先的に加熱される。

[0056] これに対し、コイルばねＷの周囲に導体２を配置した場合には、上述の近接効果により、内径側表面Ｓ１付近に片寄っていた電流が外径側に引き寄せられる。これにより、例えば図６に示すように、電流密度分布および加熱温度分布をコイルばねＷの素線の周方向に均一化することができる。他の例として、導体２とコイルばねＷの間の隙間Ｇ１の調整などにより、外径側表面Ｓ２付近の電流密度が内径側表面Ｓ１付近の電流密度よりも高くなるようにしてもよい。その他にも、加熱装置１によって実現する電流密度分布および加熱温度分布は、ワークに求められる特性に応じて適宜に調整し得る。

[0057] 電流密度分布および加熱温度分布は、強磁性体６によっても制御可能である。図７は、導体２および強磁性体６が配置されていない場合のコイルばねＷの電流密度分布（加熱温度分布）を示す概略的な斜視図である。図８は、強磁性体６が配置されている場合のコイルばねＷの電流密度分布（加熱温度分布）を示す概略的な斜視図である。これらの図においては、コイルばねＷおよび導体２の一部のみを示している。また、図５および図６と同じく、コイルばねＷにおいて電流密度が高い箇所（加熱温度が高い箇所）にドット模様を付している。

[0058] 上述の通り、導体２および強磁性体６が配置されていない場合には、図７

に示すように内径側表面Ｓ１付近における電流密度が外径側表面Ｓ２付近に比べて高くなる。強磁性体６は、通電時に生じる磁束に影響を与え、図７のような片寄った電流密度をコイルばね２の外径側に広げる機能を有している。

[0059] そのため、図８に示すように強磁性体６を配置することによっても、導体２を配置する場合と同様に、電流密度分布および加熱温度分布を制御することができる。図８の例においては、電流密度分布および加熱温度分布がコイルばねWの素線の周方向に均一化されているが、この例に限られない。

[0060] 図１乃至図３においては、導体２がシームレスな円筒状の部材である場合を例示した。これに限られず、導体２が複数の部分に分割されてもよい。図９は、分割された導体２を備える加熱装置１の一例を示す（ａ）正面図および（ｂ）側面図である。この図の例において、導体２は、周方向Ｄθに分割された第１部分２Ａおよび第２部分２Ｂを有している。

[0061] このような構成であれば、コイルばねWの周囲に導体２を配置する作業が容易となる。例えば、コイルばねWに第１端子３Ａおよび第２端子３Ｂを取り付けた後であっても、これら端子３Ａ，３Ｂや、これら端子３Ａ，３Ｂと電源４１とを繋ぐ配線に邪魔されずに導体２を設置することができる。

[0062] 一方で、図９に示すように第１部分２Ａおよび第２部分２Ｂが離間していると、コイルばねWへの通電時に導体２に生じる渦電流I_{E1}が第１部分２Ａおよび第２部分２Ｂの端部で折り返すこととなる。これにより、コイルばねWに対する近接効果も不均一となり、電流密度分布に不所望なむらが生じる。なお、第１部分２Ａと第２部分２Ｂの端部同士が接触している場合でも、第１部分２Ａと第２部分２Ｂの境界付近でコイルばねWの電流密度分布が乱れ得る。

[0063] 図１０は、分割された導体２を備える加熱装置１の他の例を示す（ａ）正面図および（ｂ）側面図である。この図の例においても、導体２が第１部分２Ａおよび第２部分２Ｂに分割されている。さらに、第１部分２Ａが第１フランジ部２３Ａを有し、第２部分２Ｂが第２フランジ部２３Ｂを有している

。

[0064] 第１フランジ部２３Ａは、第１部分２Ａの周方向Ｄθにおける両端部から半径方向ＤＲに突出している。第２フランジ部２３Ｂは、第２部分２Ｂの周方向Ｄθにおける両端部から半径方向ＤＲに突出している。これらフランジ部２３Ａ，２３Ｂは、軸方向ＤＸと平行に延びている。

[0065] フランジ部２３Ａ，２３Ｂは、複数の連結部材２４によって連結されてもよい。連結部材２４は、例えばフランジ部２３Ａ，２３Ｂを圧接するものであり、ボルトおよびナットの組み合わせや、フランジ部２３Ａ，２３Ｂを挟み込むクリップ状の部材などを適用できる。

[0066] フランジ部２３Ａ，２３Ｂが圧接されることにより、第１部分２Ａおよび第２部分２Ｂが良好に導通し、これらの境界が渦電流I_{E1}に与える影響が小さくなる。そのため、渦電流I_{E1}は当該境界において折り返すことなく、概ねシームレスに導体２を流れる。これにより、コイルばねＷに対する近接効果も均一化され、好適な電流密度分布を得ることができる。

[0067] 図１１は、分割された導体２を備える加熱装置１のさらに他の例を示す（ａ）正面図および（ｂ）側面図である。この図の例においても、導体２が第１部分２Ａおよび第２部分２Ｂに分割されている。さらに、第１部分２Ａが第１テーパ面２５Ａを有し、第２部分２Ｂが第２テーパ面２５Ｂを有している。

[0068] 第１テーパ面２５Ａは、第１部分２Ａの周方向Ｄθにおける両端部に設けられ、半径方向ＤＲに対して傾斜している。第２テーパ面２５Ｂは、第２部分２Ｂの周方向Ｄθにおける両端部に設けられ、半径方向ＤＲに対して傾斜している。

[0069] 第１部分２Ａおよび第２部分２Ｂは、テーパ面２５Ａ，２５Ｂが面接触するように配置される。テーパ面２５Ａ，２５Ｂが圧接されるように第１部分２Ａおよび第２部分２Ｂを押し合わせる連結部材がさらに設けられてもよい。

[0070] 図１１の例においては、テーパ面２５Ａ，２５Ｂを設けたことにより、第

１部分２Ａおよび第２部分２Ｂの両端部の接触面積が増大する。これにより、第１部分２Ａおよび第２部分２Ｂが良好に導通するため、図１０の例と同様の効果を得ることができる。

[0071] 図１２は、分割された導体２を備える加熱装置１のさらに他の例を示す（ａ）正面図および（ｂ）側面図である。この図の例においても、導体２が第１部分２Ａおよび第２部分２Ｂに分割されている。さらに、第１部分２Ａと第２部分２Ｂが複数の導電材２６によって接続されている。

[0072] 導電材２６は、例えばシート状であり、その一端が第１部分２Ａの周方向Ｄθにおける端部に接続され、他端が第２部分２Ｂの周方向Ｄθにおける端部に接続されている。導電材２６は、例えば図１２（ｂ）に示すように第１部分２Ａおよび第２部分２Ｂの端部同士を近接させた際に撓むことが可能な柔軟性を有している。なお、図１２においては第１部分２Ａおよび第２部分２Ｂの端部同士が離間した状態を示しているが、通電時にはこれら端部同士が接触するように第１部分２Ａおよび第２部分２Ｂが押し合わされる。なお、導電材２６は柔軟性を有するシート状のものに限られない。他の例として、導電材２６は、弾性を有する板ばねなどであってもよい。

[0073] このような導電材２６を設けることにより、例えば図１２（ｂ）に示すように第１部分２Ａおよび第２部分２Ｂの端部同士が離間している場合でも、第１部分２Ａと第２部分２Ｂとを確実に導通させることできる。これにより、図１０および図１１の例と同様の効果を得ることができる。

[0074] 各導電材２６は、図１２（ａ）に示すように、第１部分２Ａと第２部分２Ｂの境界がコイルばねＷの外径側表面と対向する位置に配置されてもよい。これにより、コイルばねＷに沿って生じる渦電流I_{E1}の経路が乱されにくくなる。

[0075] 図１３乃至図１５は、第１部分２Ａおよび第２部分２Ｂの接続部に適用し得る構成の他の例を示す図である。これらの例においては、第１部分２Ａの端部に凹部２００Ａが設けられ、第２部分２Ｂの端部に凸部２００Ｂが設けられている。

[0076] 凹部２００Ａおよび凸部２００Ｂは、互いに嵌め合う形状を有している。具体的には、図１３（ａ）の例における凹部２００Ａおよび凸部２００Ｂは、いずれも断面形状がＶ字型である。また、図１４（ａ）の例における凹部２００Ａおよび凸部２００Ｂは、いずれも断面形状が矩形状である。

[0077] 第１部分２Ａおよび第２部分２Ｂを接続する際には、図１３（ｂ）および図１４（ｂ）に示すように、凹部２００Ａに凸部２００Ｂが挿入される。これにより、第１部分２Ａおよび第２部分２Ｂのずれが抑制されるとともに、第１部分２Ａおよび第２部分２Ｂの端部が平坦な場合に比べて両者の接触面積が増大するため、第１部分２Ａおよび第２部分２Ｂが良好に導通する。

[0078] 図１５（ａ）の例における凹部２００Ａおよび凸部２００Ｂの形状は、図１３の例と同様である。ただし、図１５（ｂ）の例においては、第１部分２Ａと第２部分２Ｂの接続面の間に導電性液体２０１が配置されている。例えば、導電性液体２０１としては、導電性ペースト、導電性グリースまたは導電性接着材などを用いることができる。このような導電性液体２０１は、接続前の凹部２００Ａに塗布されてもよいし、凸部２００Ｂに塗布されてもよいし、凹部２００Ａおよび凸部２００Ｂの双方に塗布されてもよい。

[0079] なお、図１３乃至図１５においては、下方に位置する第１部分２Ａに凹部が設けられ、上方に位置する第２部分２Ｂに凸部が設けられる構成を例示した。この例に限られず、第１部分２Ａに凸部が設けられ、第２部分２Ｂに凹部が設けられてもよい。また、図１０、図１１、図１２および図１４に示した構成の第１部分２Ａまたは第２部分２Ｂの端部に対し、図１５に示した導電性液体２０１が配置されてもよい。

[0080] なお、図９乃至図１５においては、導体２が周方向Ｄθにおいて２つの部分に分割される例を示した。これに限らず、導体２は、周方向Ｄθにおいて３つ以上の部分に分割されてもよい。また、導体２は、軸方向ＤＸにおいて複数の部分に分割されてもよい。これらの場合において、分割された複数の部分の接続に図１０乃至図１５と同様の構造を適用してもよい。

[0081] 図１および図２などにおいては、正円筒形状の導体２を例示した。しかし

ながら、導体２にはワークに応じて種々の形状を適用し得る。図１６乃至図１９は、導体２に適用し得る形状の変形例を示す概略的な断面図である。これらの図においては、ワークＷｔの一部の断面とその近傍の導体２の断面とを示している。例えばワークＷｔがコイルばねＷである場合、各図のワークＷｔの断面はコイルばねＷの素線の横断面に相当する。

[0082] 図１６乃至図１９の例においては、導体２がワークＷｔの周囲の３方向を囲っている。具体的には、図１６の例において、導体２は、一対の平坦部２７ａ，２７ｂと、これら平坦部２７ａ，２７ｂを繋ぐ曲げ部２７ｃとを有している。曲げ部２７ｃの断面形状は、ワークＷｔの外周面に沿って滑らかに曲がった円弧状である。

[0083] 図１７の例において、導体２は、互いに平行な一対の平坦部２８ａ，２８ｂと、これら平坦部２８ａ，２８ｂを繋ぐ平坦部２８ｃとを有している。平坦部２８ｃは、平坦部２８ａ，２８ｂと垂直を成している。

[0084] 図１８の例において、導体２は、互いに平行な一対の平坦部２９ａ，２９ｂと、これら平坦部２９ａ，２９ｂを繋ぐ曲げ部２９ｃとを有している。曲げ部２９ｃの断面形状は、ワークＷｔの外周面に沿って滑らかに曲がった円弧状である。

[0085] 図１９の例においては、導体２がワークＷｔの全周を覆っている。導体２の断面形状は、例えば正円形であるが、楕円形などの他の形状であってもよい。

[0086] 例えばワークＷｔがコイルばねＷである場合、導体２は、図１６乃至図１８のいずれかに示した形状を軸方向ＤＸに連続的に配置した構造を有してもよい。また、導体２は、図１６乃至図１９に示した形状を適宜に組み合わせることにより形成されてもよい。その他にも、導体２には種々の形状を適用し得る。

[0087] 以上説明した本実施形態に係る加熱装置１および加熱方法においては、電気的にフローティング状態である導体２とワークの間で生じる近接効果により、ワークにおける電流密度分布および加熱温度分布が制御される。これに

より、ワークの各部における硬度、応力および組織などの特性分布を制御することが可能となる。導体２に加えて強磁性体６を用いる場合には、電流密度分布、加熱温度分布およびこれらによってもたらされる特性分布の制御精度が一層向上する。

[0088] より具体的には、導体２とワークの間の距離、導体２の形状、材質、ワーク表面において導体２を対向させる位置、強磁性体６とワークの間の距離、強磁性体６の形状、材質、ワーク表面において強磁性体６を対向させる位置、ワークへの通電時間（加熱時間）および電源４１の周波数などの制御因子を調整することで、ワークの表面からの深さ方向、ワークの周方向、ワークの長さ方向などにおける特性分布を制御することができる。

以上説明した他にも、本実施形態からは種々の好適な効果を得ることができる。

[0089] ［第２実施形態］

第２実施形態について説明する。第１実施形態と同一の要素には同一の符号を付し、重複する説明を省略する。

[0090] 図２０は、第２実施形態に係る加熱装置１の概略的な構成を示す図である。この加熱装置１は、第１実施形態と同じく、導体２（第１導体）と、第１端子３Ａと、第２端子３Ｂと、制御装置４とを備えている。加熱装置１は、図１の例と同じく冷却機構５や強磁性体６を備えてもよい。

[0091] さらに、図２０に示す加熱装置１は、導体７（第２導体）と、第３端子３Ｃとを備えている。導体７は、導体２およびコイルばねＷを囲うように配置可能な形状を有している。例えば、導体７は両端が開口した円筒状であるが、他の形状であってもよい。

[0092] 導体７は、例えば銅、銅合金、アルミニウム、アルミニウム合金またはそれらを一種以上含む複合材などの導電性に優れた金属材料によって形成されている。導体７は、導体２と電気的に絶縁されている。これら導体２，７は、単に離間して配置されてもよいし、これらの間に絶縁層が配置されてもよい。

[0093] 第２端子３Ｂは、配線を介して導体７と接続されている。導体７は、配線を介して第３端子３Ｃと接続されている。さらに、第３端子３Ｃは、配線を介して電源４１と接続されている。

[0094] 第１端子３Ａおよび第２端子３Ｂをコイルばねｗに取り付けると、電源４１、第１端子３Ａ、コイルばねW、第２端子３Ｂ、導体７および第３端子３Ｃを順に接続した回路が形成される。図２０においては、実線矢印によって当該回路に流れる電流の一例を示している。この電流が流れる方向は、電源４１の周波数に応じて周期的に切り替わる。

[0095] 本実施形態に係る加熱装置１の構成であっても、第１実施形態と同じく、導体２や強磁性体６によってコイルばねWの電流密度分布および加熱温度分布を制御することができる。第１実施形態にて開示した各種の構成は、いずれも第２実施形態に係る加熱装置１にも適用することが可能である。

[0096] 導体７は、図９乃至図１５に示した導体２のように複数の部分に分割されてもよい。この場合には、導体７をコイルばねWおよび導体２の周囲に設置する作業が容易となる。導体２、導体７、コイルばねWおよび強磁性体６の配置態様は、図２０に示したものに限られない。例えば、コイルばねWの内側に導体７が配置されてもよい。この場合において、導体２がコイルばねWと導体７の間に配置され、強磁性体６がコイルばねWの外側に配置されてもよい。

[0097] ［コイルばねの製造方法への適用例］

ここで、第１および第２実施形態にて開示した加熱装置１を用いた加熱方法を取り入れたコイルばねの製造方法を例示する。

[0098] 図２１は、コイルばねの製造方法の一例を示すフローチャートである。この例は、いわゆる熱間成形に相当するものであり、先ずばね鋼などの素線が加熱される（工程Ｐ１１）。さらに、工程Ｐ１１の加熱によって高温となった素線がコイリングマシンにより螺旋状に成形される（工程Ｐ１２）。これら工程Ｐ１１，Ｐ１２において、素線が焼入れされる。必要に応じて、工程Ｐ１２の後に素線の表面寄りの内部の硬度を低下させるための表面焼入れが

施される（工程Ｐ１３）。その後、素線に対して焼戻しが施される（工程Ｐ１４）。

[0099] 工程Ｐ１３以降に、素線の表面を軟化させる表面軟化処理が施されてもよい（工程Ｐ１５）。この表面軟化処理の対象は、コイルばねの全体であってもよいし、座巻部などのコイルばねの長さ方向における一部であってもよい。

[0100] 図２２は、コイルばねの製造方法の他の例を示すフローチャートである。この例においては、先ず素線がコイリングマシンにより螺旋状に成形される（工程Ｐ２１）。工程Ｐ２１の後、素線に対して焼入れが施される（工程Ｐ２２）。その後、必要に応じて工程Ｐ１３と同様の表面焼入れが素線に対して施される（工程Ｐ２３）。さらに、工程Ｐ１４と同様の焼戻しが素線に対して施される（工程Ｐ２４）。工程Ｐ２３以降に、工程Ｐ１５と同様の表面軟化処理が施されてもよい（工程Ｐ２５）。

[0101] 図２３は、コイルばねの製造方法のさらに他の例を示すフローチャートである。この例は、いわゆる冷間成形に相当するものであり、先ず素線に対して焼入れが施される（工程Ｐ３１）。焼入れの後、素線に対して焼戻しが施される（工程Ｐ３２）。

[0102] 工程Ｐ３２の後、素線がコイリングマシンにより螺旋状に成形される（工程Ｐ３３）。さらに、素線を所定温度に加熱することにより、素線に対する焼鈍が施される（工程Ｐ３４）。工程Ｐ３３以降に、工程Ｐ１５と同様の表面軟化処理が施されてもよい（工程Ｐ３５）。

[0103] 各実施形態にて開示した加熱装置１を用いた加熱方法は、工程Ｐ１３，Ｐ２３の表面焼入れ、工程Ｐ１４，Ｐ２４の焼戻し、あるいは工程Ｐ１５，Ｐ２５，Ｐ３５の表面軟化処理のように、素線が螺旋状に成形された後の熱処理に適用することができる。例えば、工程Ｐ１５，Ｐ２５，Ｐ３５の表面軟化処理を座巻部などのコイルばねの長さ方向における一部に対して施す場合、第１端子３Ａおよび第２端子３Ｂは、当該一部の両端に取り付ければよい。

[0104] なお、各実施形態にて開示した加熱装置１を用いた加熱方法は、工程Ｐ３１の焼入れや工程Ｐ３２の焼戻しなど、螺旋状に成形される前の素線に対する熱処理に適用されてもよい。

[0105] 上述の第１および第２実施形態やコイルばねの製造方法への適用例は、本発明の範囲をこれら実施形態および適用例にて開示した構成に限定するものではない。本発明は、これら実施形態および適用例にて開示した構成を種々の態様に変形して実施することができる。

符号の説明

[0106] １…交流通電加熱装置、２…導体（第１導体）、３Ａ…第１端子、３Ｂ…第２端子、４…制御装置、５…冷却機構、６…強磁性体、７…導体（第２導体）、４１…電源、Ｗ…コイルばね（ワーク）、ＤＸ…軸方向、ＤＲ…半径方向、Ｄθ…周方向。

請求の範囲

[請求項1] 導電性のワークを用意し、

交流電流を供給可能な電源に接続された第１端子および第２端子を前記ワークに取り付け、

電気的にフローティング状態である第１導体を、前記ワークへの前記交流電流の通電時に近接効果を生じる位置に配置し、

前記第１端子および前記第２端子を通じて前記ワークに前記交流電流を流すことにより、前記ワークの少なくとも一部を加熱する、

ことを含む交流通電加熱方法。

[請求項2] 前記ワークの近傍に強磁性体を配置することをさらに含む、

請求項１に記載の交流通電加熱方法。

[請求項3] 前記第１導体と前記強磁性体の間に前記ワークが位置するように、前記ワーク、前記第１導体および前記強磁性体が配置される、

請求項２に記載の交流通電加熱方法。

[請求項4] 前記第２端子および前記電源に接続された第２導体を、前記第１導体と電気的に絶縁された状態で配置することをさらに含み、

前記ワークの少なくとも一部を加熱する際に、前記第１端子、前記ワーク、前記第２端子および前記第２導体を順に含む回路に前記交流電流が流れる、

請求項１乃至３のうちいずれか１項に記載の交流通電加熱方法。

[請求項5] 交流電流を供給可能な電源と、

前記電源に接続され、導電性のワークに取り付け可能な第１端子および第２端子と、

電気的にフローティング状態であり、前記ワークへの前記交流電流の通電時に近接効果を生じる位置に配置される第１導体と、

を備え、

前記第１端子および前記第２端子を通じて前記ワークに前記交流電流を流すことにより、前記ワークの少なくとも一部を加熱する、

交流通電加熱装置。

[請求項6] 前記第１導体は、周方向に分割された第１部分および第２部分を含む筒状であり、

前記第１部分は、前記周方向における端部に設けられた第１フランジ部を有し、

前記第２部分は、前記周方向における端部に設けられた第２フランジ部を有し、

前記第１フランジ部と前記第２フランジ部を接触させることにより、前記第１部分および前記第２部分が導通する、

請求項５に記載の交流通電加熱装置。

[請求項7] 前記第１導体は、周方向に分割された第１部分および第２部分を含む筒状であり、

前記第１部分は、前記周方向における端部に設けられ、前記第１導体の半径方向に対して傾斜した第１テーパ面を有し、

前記第２部分は、前記周方向における端部に設けられ、前記半径方向に対して傾斜した第２テーパ面を有し、

前記第１テーパ面と前記第２テーパ面を接触させることにより、前記第１部分および前記第２部分が導通する、

請求項５に記載の交流通電加熱装置。

[請求項8] 前記第１導体は、周方向に分割された第１部分および第２部分を含む筒状であり、

前記第１部分および前記第２部分は、弾性あるいは柔軟性を有する導電材によって接続されている、

請求項５に記載の交流通電加熱装置。

[請求項9] 前記第１導体は、周方向に分割された第１部分および第２部分を含む筒状であり、

前記第１部分および前記第２部分の一方は、前記周方向における端部に設けられた凹部を有し、

前記第１部分および前記第２部分の他方は、前記凹部に挿入可能な凸部を有している、

請求項５に記載の交流通電加熱装置。

[請求項10] 前記第１導体は、周方向に分割された第１部分および第２部分を含む筒状であり、

前記第１部分および前記第２部分は、導電性液体を介して接続される、

請求項５に記載の交流通電加熱装置。

[請求項11] 前記第１導体は、銅、銅合金、アルミニウム、またはアルミニウム合金である、

請求項５乃至１０のうちいずれか１項に記載の交流通電加熱装置。

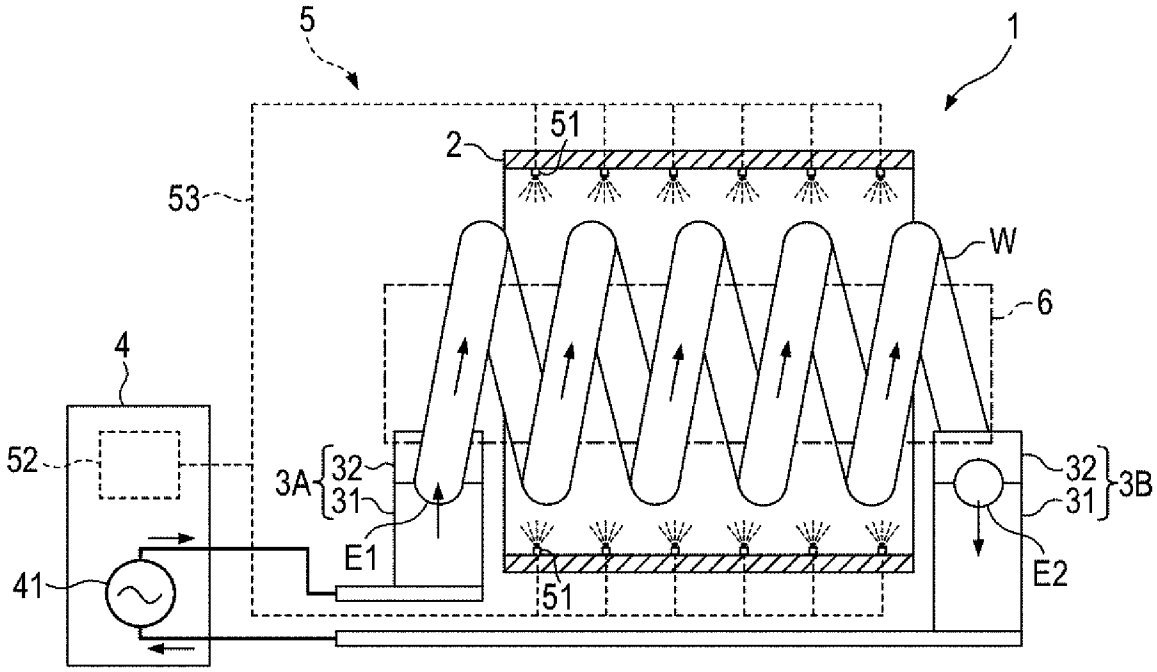
[請求項12] 前記ワークの近傍に配置可能な強磁性体をさらに備える、

請求項５乃至１０のうちいずれか１項に記載の交流通電加熱装置。

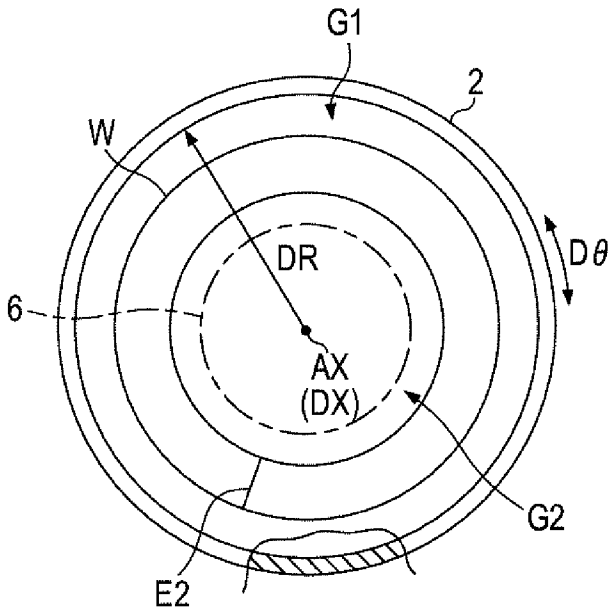
[請求項13] 前記第２端子および前記電源に接続されるとともに、前記第１導体と電気的に絶縁された第２導体をさらに備える、

請求項５乃至１０のうちいずれか１項に記載の交流通電加熱装置。

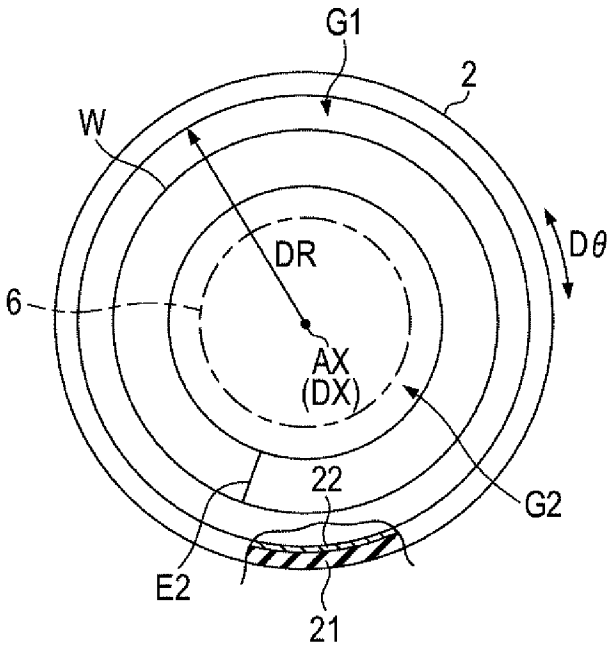
[図1]



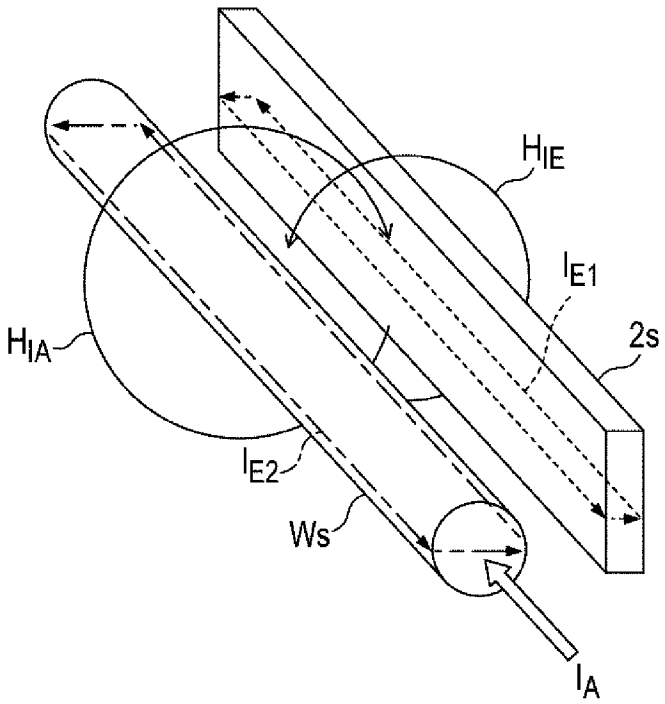
[図2]



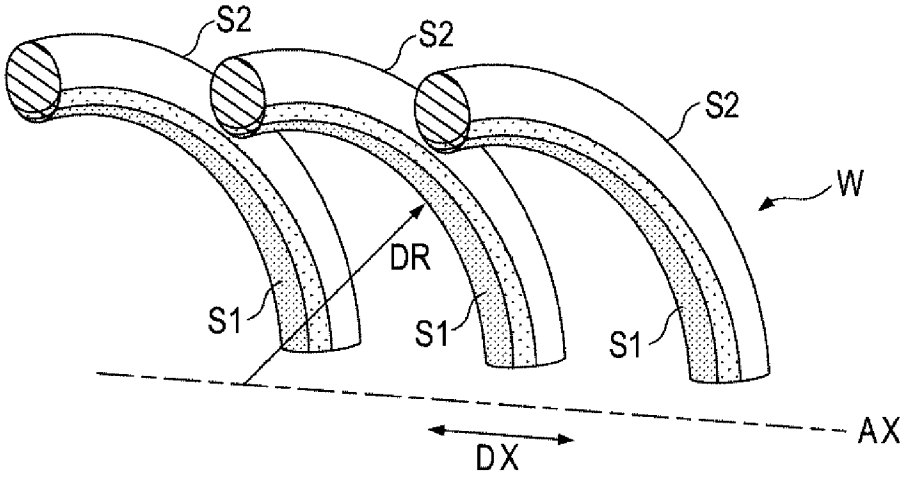
[図3]



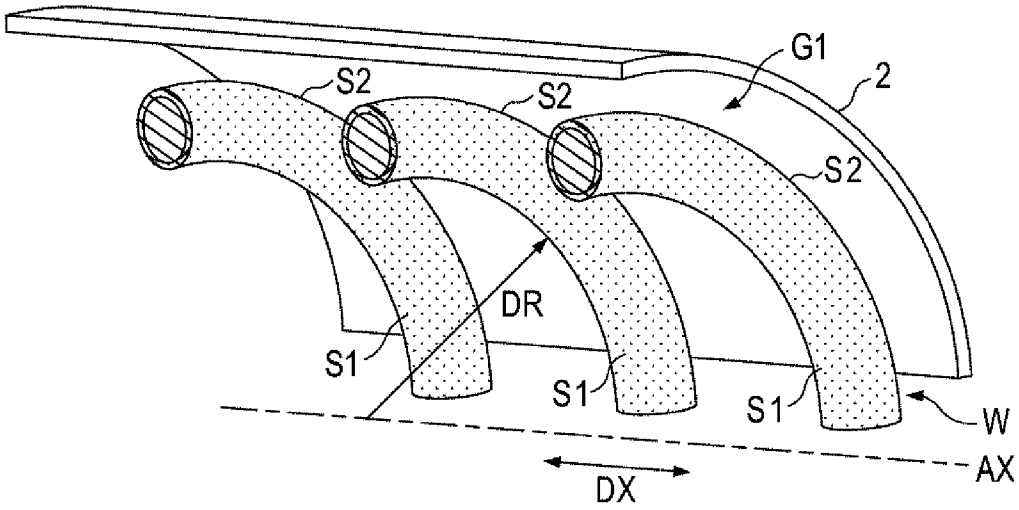
[図4]



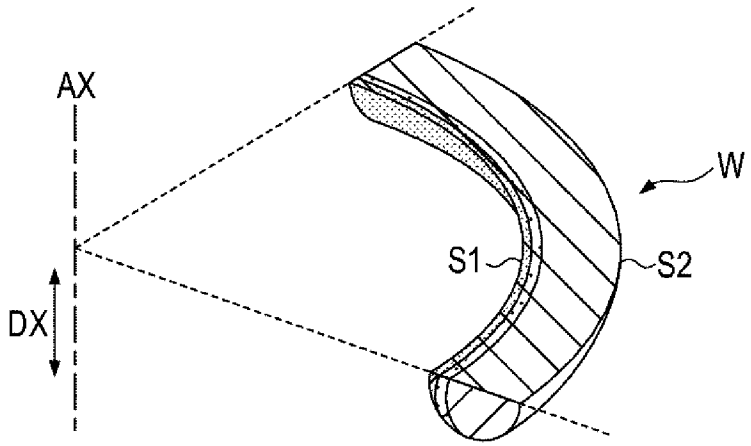
[図5]



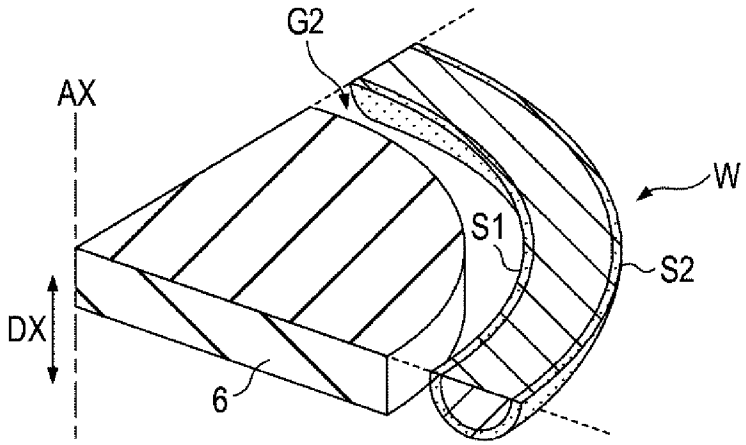
[図6]



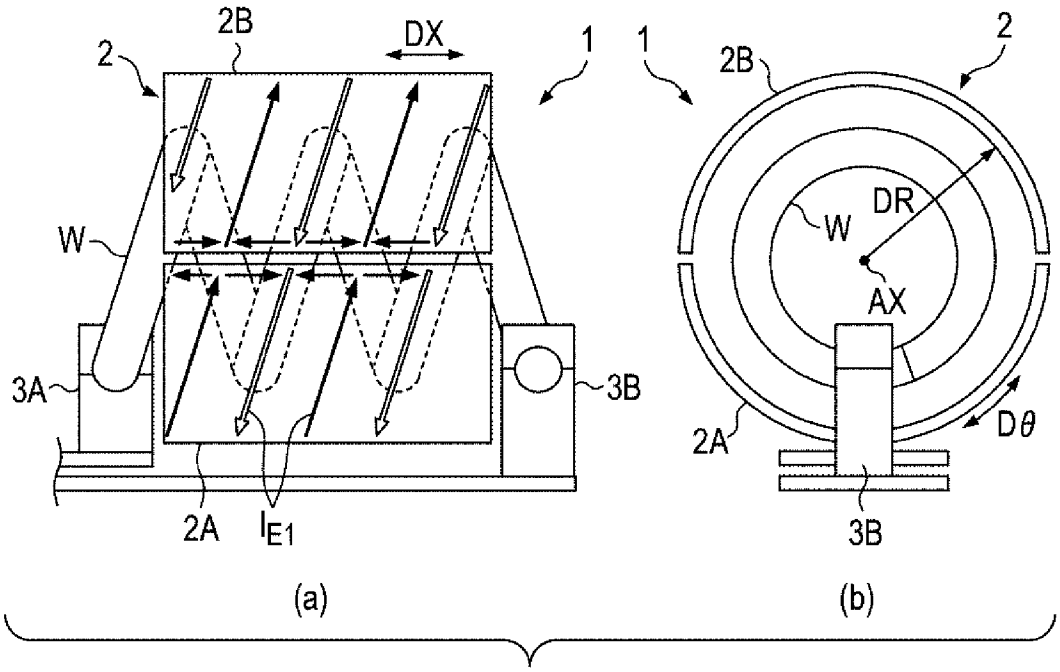
[図7]



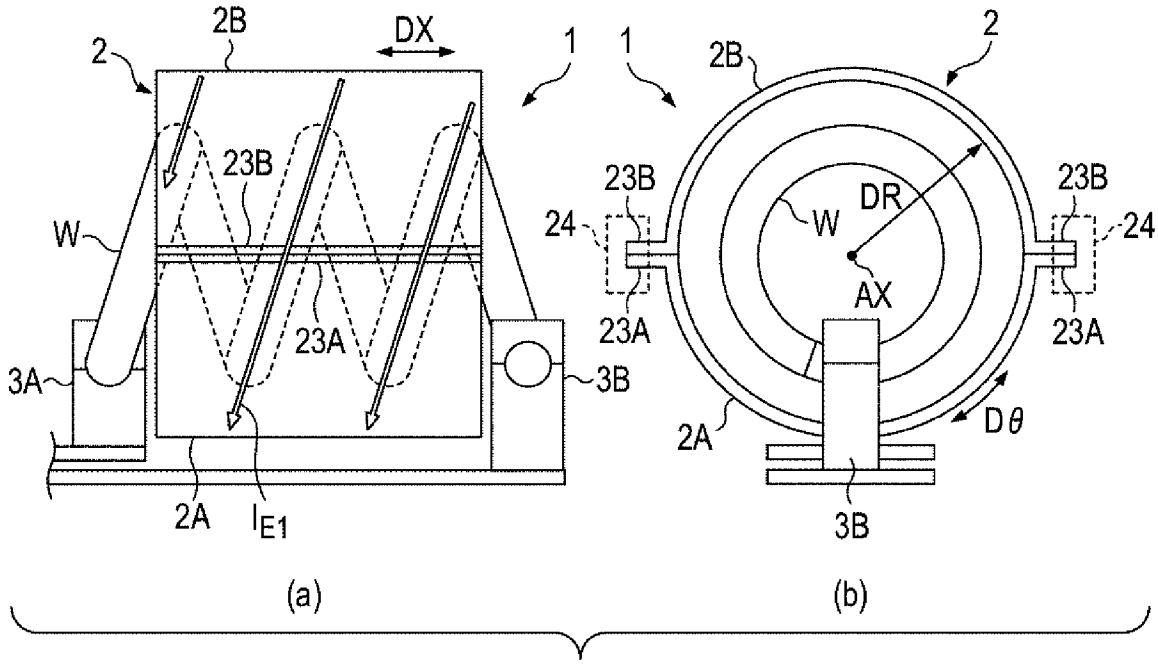
[図8]



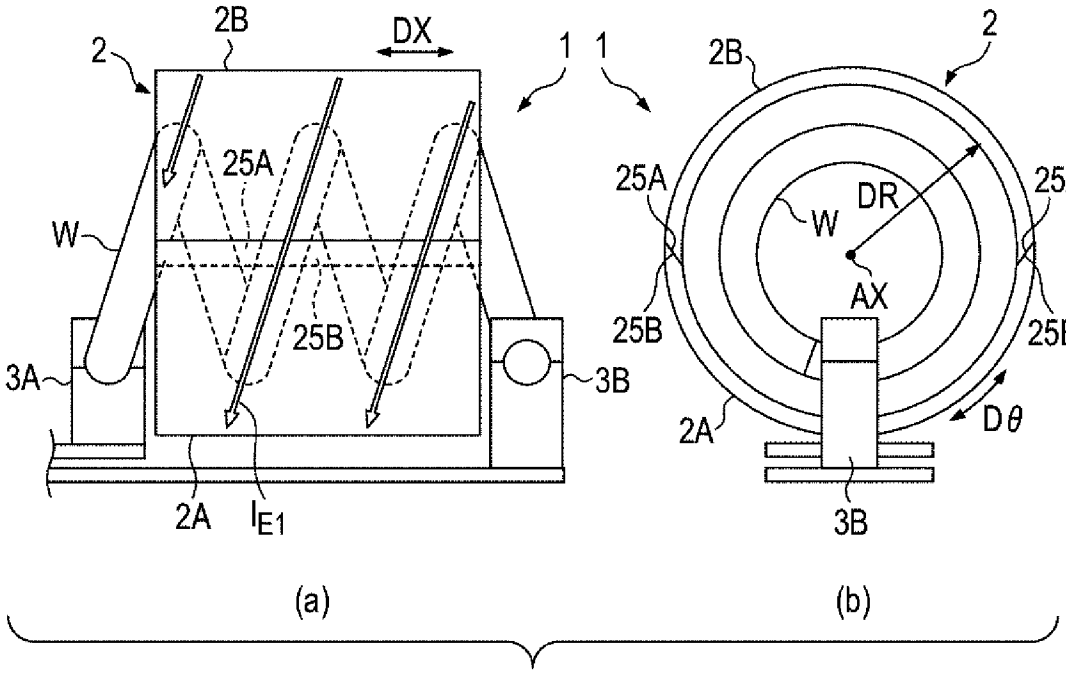
[図9]


2B
DX
2
1
1
2B
2
W
DR
AX
3A
3B
2A
I_{E1}
Dθ
2A
3B
(a)
(b)

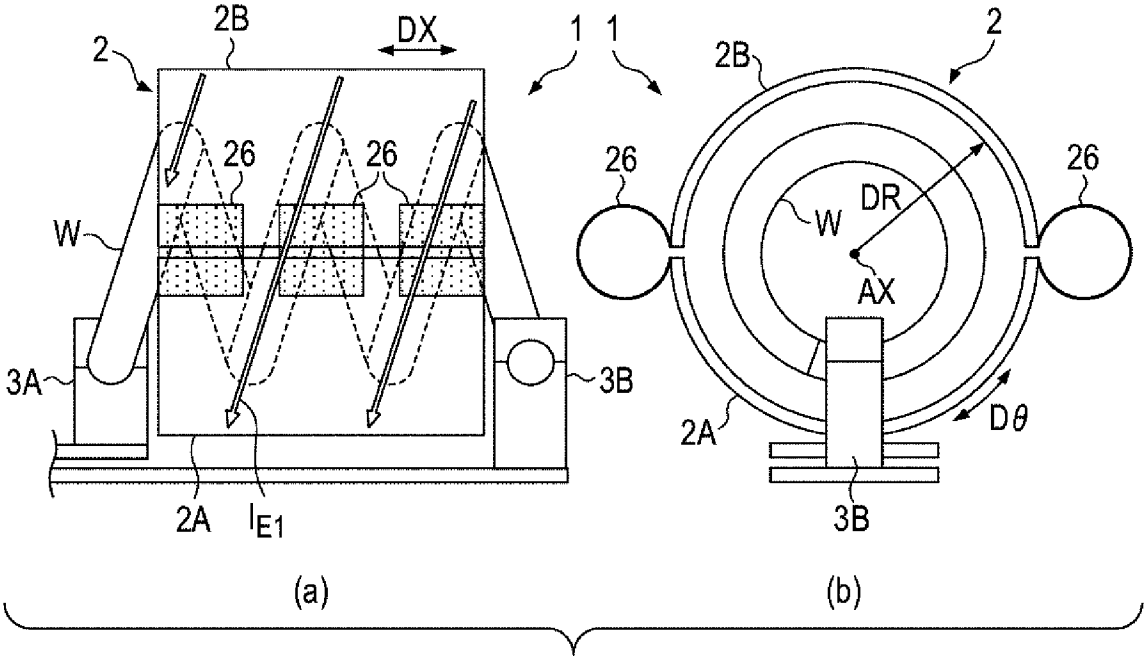
[図10]


2B
DX
2
1
1
2B
2
23B
23B
23B
W
DR
24
24
AX
23A
23A
3A
3B
23A
2A
I_{E1}
Dθ
2A
3B
(a)
(b)

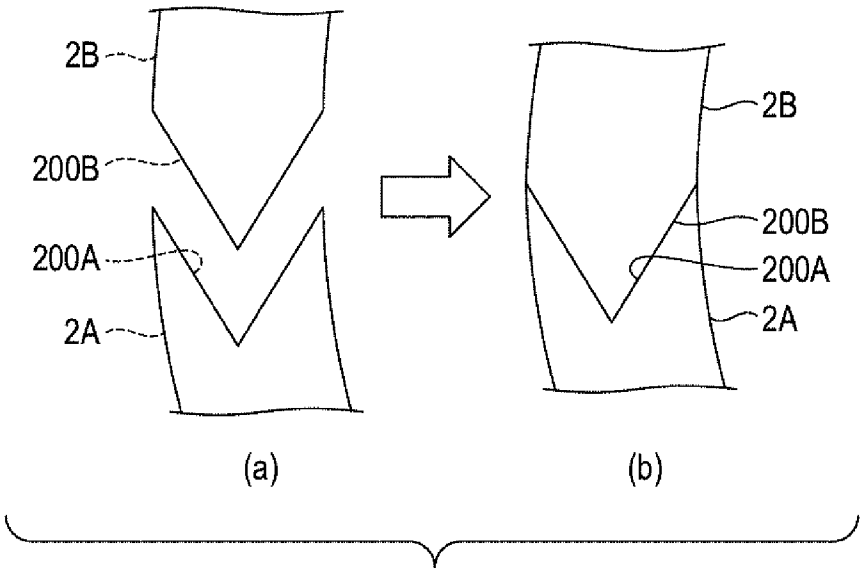
[図11]


2B
DX
2
1
1
25A
W
25B
3A
3B
2A
I_{E1}
(a)
2B
2
25A
25A
W
DR
AX
25B
25B
2A
3B
Dθ
(b)

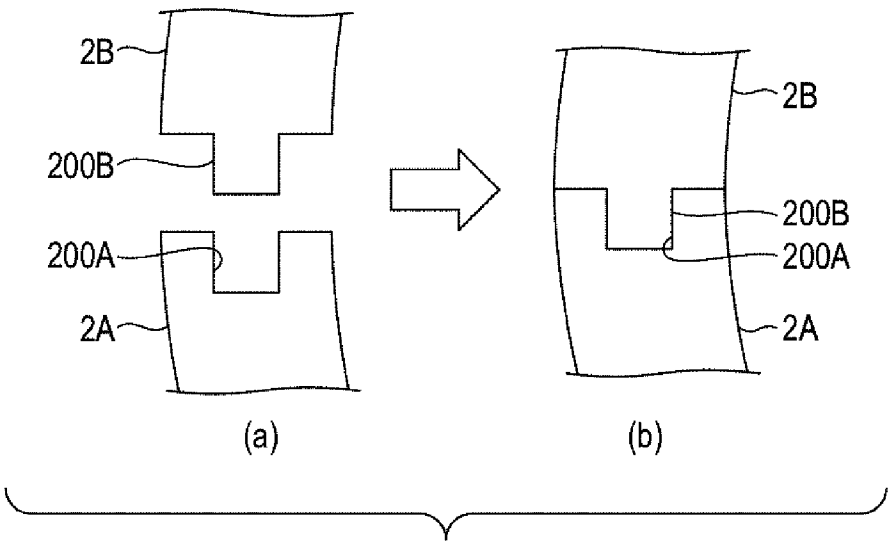
[図12]


2B
DX
2
1
1
26
26
W
3A
3B
2A
I_{E1}
(a)
2B
2
26
26
W
DR
AX
2A
3B
Dθ
(b)

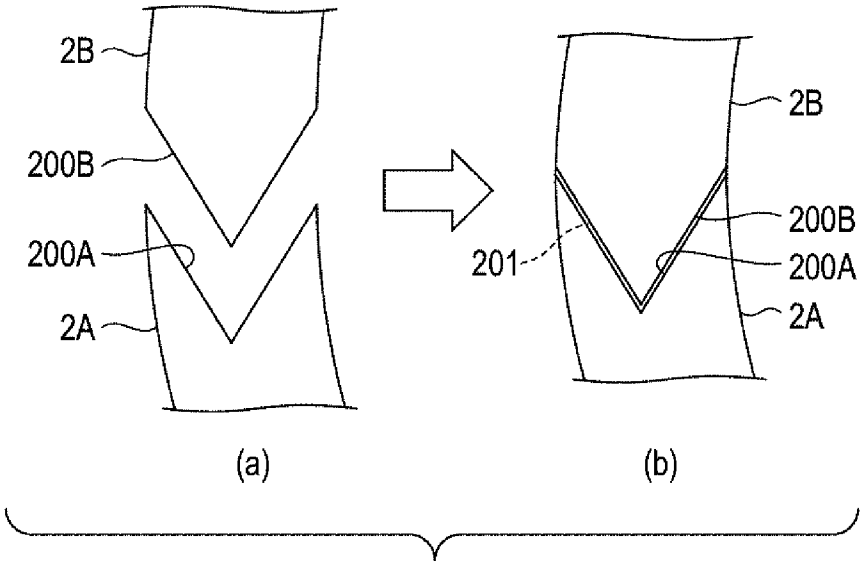
[図13]


2B
200B
200A
2A
2B
200B
200A
2A
(a)
(b)

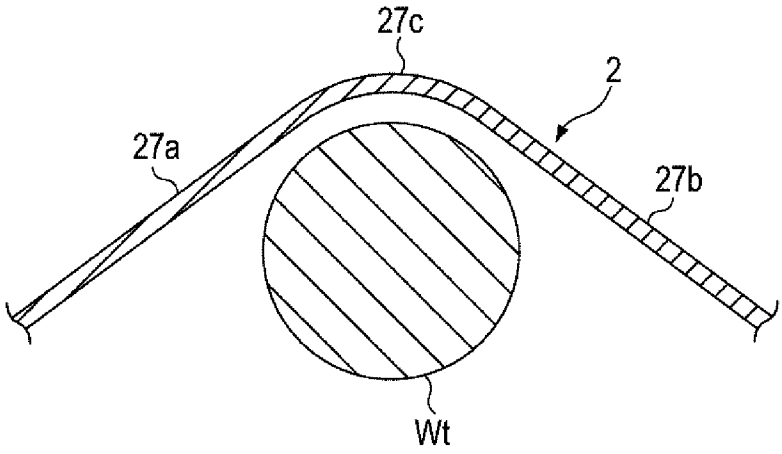
[図14]


2B
200B
200A
2A
2B
200B
200A
2A
(a)
(b)

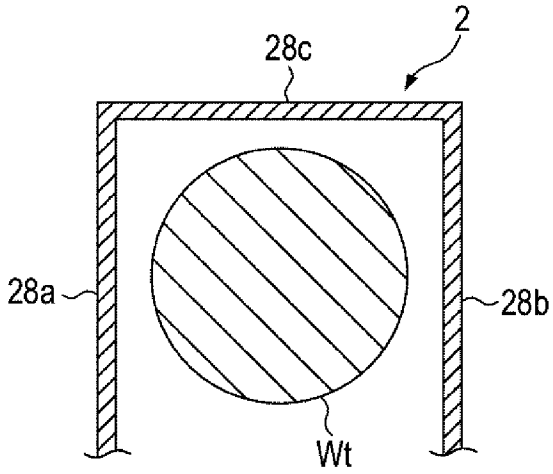
[図15]



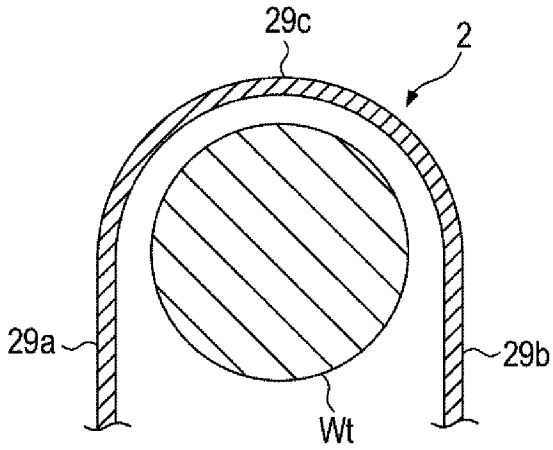
[図16]



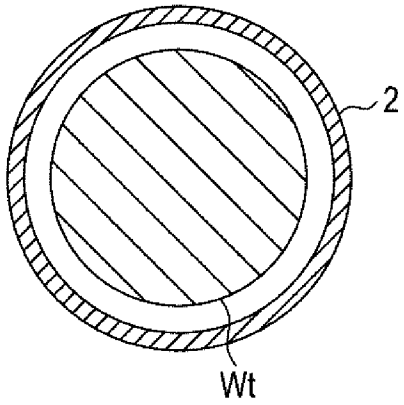
[図17]



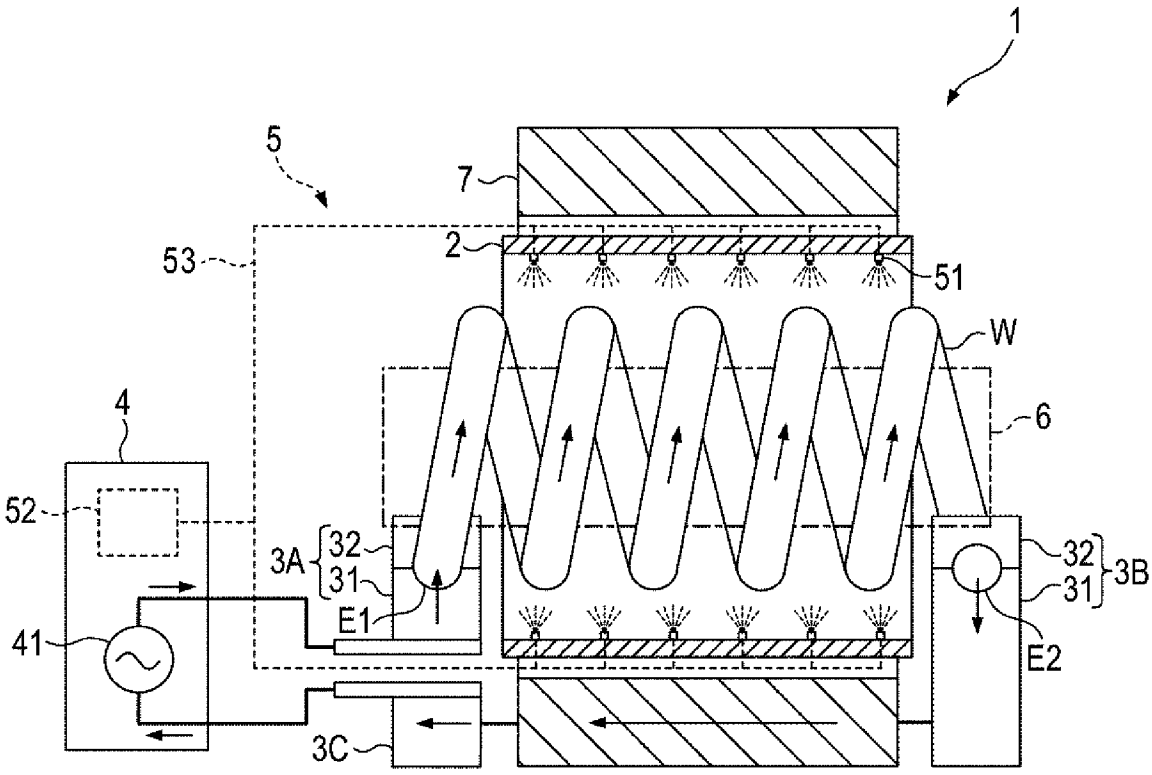
[図18]



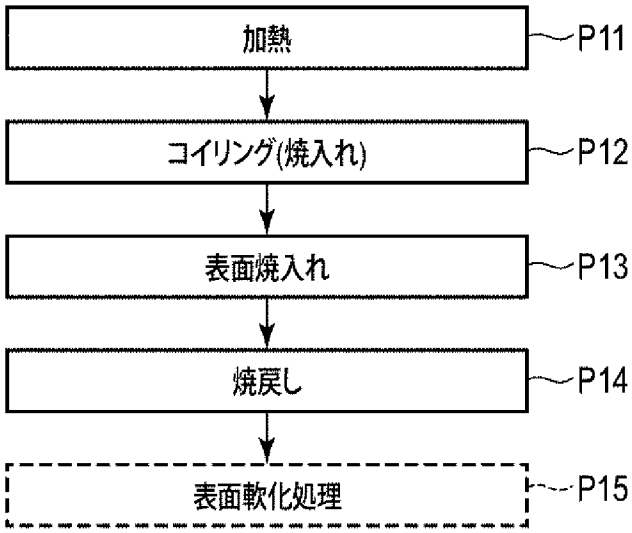
[図19]



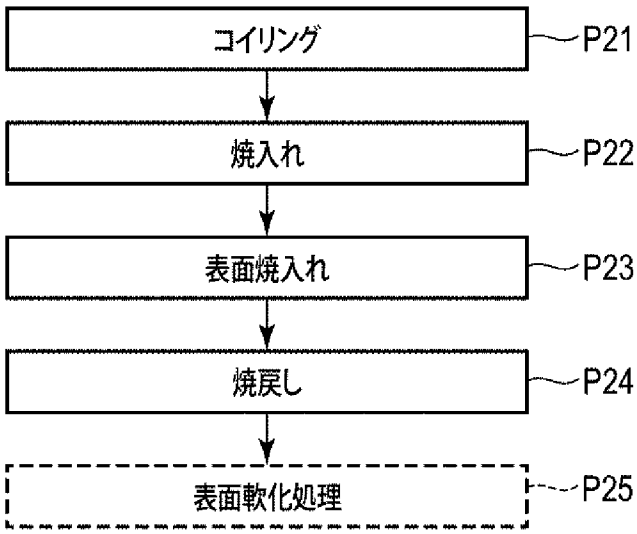
[図20]



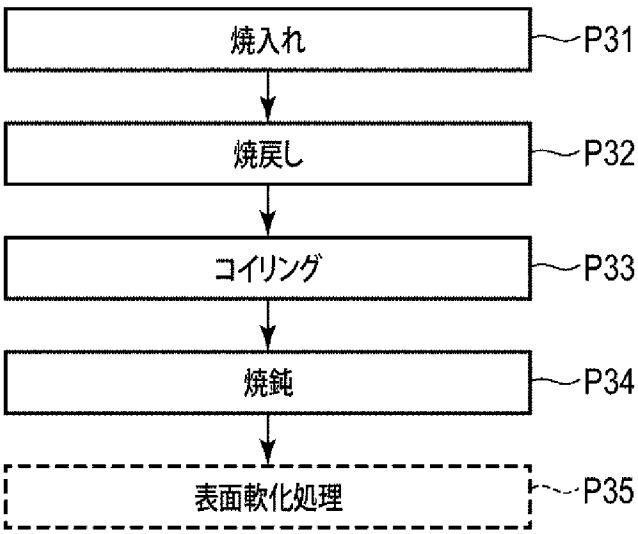
[図21]


加熱
P11
コイリング(焼入れ)
P12
表面焼入れ
P13
焼戻し
P14
表面軟化処理
P15

[図22]


コイリング
P21
焼入れ
P22
表面焼入れ
P23
焼戻し
P24
表面軟化処理
P25

[図23]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2023/044884

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H05B 3/00(2006.01)i
FI: H05B3/00 340

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)

H05B3/00

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 1971-2024
Registered utility model specifications of Japan 1996-2024
Published registered utility model applications of Japan 1994-2024

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.
A	JP 50-037901 B1 (DAI-ICHI HIGH FREQUENCY CO., LTD.) 05 December 1975 (1975-12-05) entire text, all drawings	1-13
A	JP 63-240939 A (TOKIEDA, Naomitsu) 06 October 1988 (1988-10-06) entire text, all drawings	1-13
A	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 003433/1974 (Laid-open No. 093345/1975) (MITSUI ENGINEERING & SHIPBUILDING CO., LTD.) 06 August 1975 (1975-08-06), entire text, all drawings	1-13
A	JP 47-035107 B1 (DAI-ICHI HIGH FREQUENCY CO., LTD.) 04 September 1972 (1972-09-04) entire text, all drawings	1-13
A	JP 5669610 B2 (ASTEER CO., LTD.) 12 February 2015 (2015-02-12) entire text, all drawings	1-13

☐ 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
"D" document cited by the applicant in the international application
"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
05 February 2024	**13 February 2024**

Name and mailing address of the ISA/JP	Authorized officer
Japan Patent Office (ISA/JP) **3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915** **Japan**	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2023/044884

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP 50-037901 B1	05 December 1975	(Family: none)	
JP 63-240939 A	06 October 1988	US 4919177 A entire text, all drawings	
JP 50-093345 U1	06 August 1975	(Family: none)	
JP 47-035107 B1	04 September 1972	(Family: none)	
JP 5669610 B2	12 February 2015	US 2012/0205361 A1 entire text, all drawings DE 102012002920 A	

国際調査報告

国際出願番号
PCT/JP2023/044884

A.　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

H05B 3/00(2006.01)i
FI: H05B3/00 340

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））

H05B3/00

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	１９７１－２０２４年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０２４年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０２４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
A	JP 50-037901 B1（第一高周波工業株式会社）05.12.1975（1975-12-05） 全文,全図	1-13
A	JP 63-240939 A（時枝　直満）06.10.1988（1988-10-06） 全文,全図	1-13
A	日本国実用新案登録出願49-003433号(日本国実用新案登録出願公開50-093345号)の願書に添付した明細書及び図面の内容を撮影したマイクロフィルム（三井造船株式会社）06.08.1975（1975-08-06）全文,全図	1-13
A	JP 47-035107 B1（第一高周波工業株式会社）04.09.1972（1972-09-04） 全文,全図	1-13
A	JP 5669610 B2（株式会社アステア）12.02.2015（2015-02-12） 全文,全図	1-13

☐ 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
“D” 国際出願で出願人が先行技術文献として記載した文献
“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
05.02.2024	13.02.2024

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）

土屋　正志 3R 3739

電話番号 03-3581-1101 内線 3372

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/JP2023/044884

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 50-037901 B1	05.12.1975	（ファミリーなし）	
JP 63-240939 A	06.10.1988	US 4919177 A 全文,全図	
JP 50-093345 U1	06.08.1975	（ファミリーなし）	
JP 47-035107 B1	04.09.1972	（ファミリーなし）	
JP 5669610 B2	12.02.2015	US 2012/0205361 A1 全文,全図 DE 102012002920 A	