

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5105228号
(P5105228)

(45) 発行日 平成24年12月26日(2012.12.26)

(24) 登録日 平成24年10月12日(2012.10.12)

(51) Int.Cl.

F 1

C 2 1 D	9/32	(2006.01)	C 2 1 D	9/32	B
C 2 1 D	1/10	(2006.01)	C 2 1 D	1/10	A
H 0 5 B	6/10	(2006.01)	C 2 1 D	1/10	R
H 0 5 B	6/06	(2006.01)	H 0 5 B	6/10	3 3 1
			H 0 5 B	6/06	3 9 1

請求項の数 5 (全 15 頁)

(21) 出願番号

特願2007-40032(P2007-40032)

(22) 出願日

平成19年2月20日(2007.2.20)

(65) 公開番号

特開2008-202099(P2008-202099A)

(43) 公開日

平成20年9月4日(2008.9.4)

審査請求日

平成22年2月5日(2010.2.5)

(73) 特許権者 390029089

高周波熱鍊株式会社

東京都品川区東五反田二丁目17番1号

(74) 代理人 100082876

弁理士 平山 一幸

(74) 代理人 100109807

弁理士 篠田 哲也

(72) 発明者 小松 正幸

神奈川県平塚市田村七丁目4番10号 高周波熱鍊株式会社内

(72) 発明者 藤井 守

神奈川県平塚市田村七丁目4番10号 高周波熱鍊株式会社内

審査官 相澤 啓祐

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】高周波熱処理装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

被加工物を駆動する被加工物駆動手段と、被加工物の被加熱局部を誘導加熱する誘導加熱コイルと、上記誘導加熱コイルを支持し移動する誘導加熱コイル支持移動手段と、被加工物の熱膨張変位を測定する熱膨張変位測定手段と、を備え、

上記熱膨張変位測定手段は、上記誘導加熱コイルとは離隔した位置で上記被加工物に向配置され、上記被加工物の被加熱局部の近傍に当接する接触子と、距離センサと、該距離センサが耐熱温度以下の熱伝導となるように上記接触子と上記距離センサの変位検出軸とを連結する軸と、を有し、

上記誘導加熱コイル支持移動手段は、上記距離センサにより測定された熱膨張変位に応じて、上記誘導加熱コイルを上記被加工物から離隔する方向に移動させることを特徴とする、高周波熱処理装置。

【請求項 2】

前記接触子と前記変位検出軸とを連結する軸の外側には、前記接触子を付勢する付勢手段が取り付けられていることを特徴とする、請求項 1 に記載の高周波熱処理装置。

【請求項 3】

前記接触子が耐熱性ベアリングからなることを特徴とする、請求項 1 又は 2 に記載の高周波熱処理装置。

【請求項 4】

さらに、演算手段を備え、この演算手段は、高周波誘導加熱を行う前に前記距離センサ

の接触子が被加工物に接触し前記付勢手段が一定の長さに圧縮されたときに前記距離センサの検出信号を入力して基準値とするように構成されていることを特徴とする、請求項1又は2に記載の高周波熱処理装置。

【請求項5】

前記被加工物は外周に円周面を有し、該被加工物の前記被加熱局部が円周面を一周するよう設けられ、

該被加熱局部を、前記被加工物駆動手段で回転駆動して円弧状の前記誘導加熱コイルにより誘導加熱する、請求項1乃至4の何れかに記載の高周波熱処理装置。

【発明の詳細な説明】

10

【技術分野】

【0001】

本発明は高周波熱処理装置に係り、さらに詳しくは、被加工物の被加熱局部に近接し高周波誘導加熱を行う際に、被加工物の加熱に伴う寸法変化を正確に測定し、誘導加熱コイルと被加工物との距離を一定に保持して熱処理ができる高周波熱処理装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

例えば、コンクリートミキサー車に備えられる大口径リング体である内歯歯車などには高周波誘導加熱による熱処理が施されている。この内歯歯車の歯面に硬度付与や耐摩耗性を保有させるために、複数の誘導加熱コイルを内歯歯車の内側に配置し、各誘導加熱コイルを1つ置きの歯と歯の谷間に近接状態に位置して高周波誘導加熱を行う。加熱を終了すると、各誘導加熱コイルを干渉しない位置に離れてから内歯歯車を一定角度回転させて停止し、再び各誘導加熱コイルを歯と歯の谷間に近接状態に位置して高周波誘導加熱を行う、ということを反復し、内歯歯車を2回転させて全部の歯面を例えば1000に加熱し、その後急冷することで熱処理している。このとき、誘導加熱コイルと歯面とのギャップを一定に保って高周波誘導加熱を均一に行えるようにする工夫がなされている（特許文献1参照）。しかし、この加熱方法によれば、処理時間が極めて多くかかる。

【0003】

そこで、処理時間の短縮化のため、内歯歯車の外周面を一周して断面が半円形状であるレース溝を設け、このレース溝を被加熱局部として円弧状の誘導加熱コイルを近接して高周波誘導加熱を行い、その後急冷するようにした大口径リング体の高周波熱処理装置が開発され実用化されている。

【0004】

上記熱処理装置では、外周が円周面であってこの円周面を一周する被加熱局部を該円周面に有する大口径リング体をテーブル上に載置し、略半円リング体形状の一対の誘導加熱コイルを大口径リング体の両側の待機位置から大口径リング体を挟むように接近移動し、上記一対の誘導加熱コイルを前記被加熱局部に近接して高周波誘導加熱を行う。この加熱方式によれば、処理時間は短縮されるが、一対の誘導加熱コイルが完全な半円を合体させて円となって被加熱局部に近接する状態ではないので、一方の誘導加熱コイルの端部と他方の誘導加熱コイルの端部との間における高周波誘導加熱が不足し、この部分の焼入れが十分ではないという不具合がある。

【0005】

特許文献2には、大口径リング体を回転させつつ高周波誘導焼入れを行う方法が開示されている。大口径リング体の高周波誘導焼入れは、外周が円周面であってこの円周面を一周する被加熱局部を該円周面に有する大口径リング体を回転テーブル上に載置して行われ、焼入れ前に大口径リング体を1回転させて、大口径リング体の触れ回りを測定して数値データを記憶している。

【0006】

この場合、2つの接触式距離センサの接触子を大口径リング体の円周面とレース溝底面

20

30

40

50

に接触させ、この状態で大口径リング体を回転させて、両接触子の変位の合成から軌跡を対応する軸上変位として分解して計測して位置データとし、この結果に基づいて適正なコイルギャップを保持している。

【0007】

次いで、円弧状の一対の誘導加熱コイルを大口径リング体の両側の待機位置から大口径リング体を挟むように接近移動し、一対の誘導加熱コイルを前記被加熱局部に記憶した数値データに基づいて近接させる。

【0008】

続いて、大口径リング体を回転すると共に、記憶した数値データに基づいて誘導加熱コイルと被加熱局部とのギャップを一定に保つように一対の誘導加熱コイルを変動させ、一対の誘導加熱コイルに高周波誘導電流を給電して高周波誘導加熱を行うものである。

10

【0009】

【特許文献1】特開昭61-99623号公報

【特許文献2】特開昭61-106709号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0010】

しかしながら、特許文献2に開示されている大口径リング体を回転させつつ高周波誘導焼入れを行う方法は、高周波誘導加熱を行う前に、2つの接触式距離センサの接触子を大口径リング体の円周面とレース溝底面に接触させてギャップ測定を行うものであり、大口径リング体の熱膨張を考慮に入れていないので、以下のような不都合がある。

20

【0011】

すなわち、例えば直径1200mmの大口径リング体に焼入れを行うとき、円弧状などの形状を有する誘導加熱コイルにより加熱される被加熱局部は1000前後になり、被加熱局部から最も離れた位置でも約300程度になる。このため、被加熱局部の焼入れ時の大口径リング体の熱膨張の値が大きくなる。大口径リング体の材質を鉄系材料とするとき、線膨張係数は約 12×10^{-6} であるから、直径1200mmの大口径リング体は、被加熱局部の近傍で比較的速く温度上昇して約300になり、大口径リング体中心部も次第に温度上昇して約300になる。直径1200mmの大口径リング体の全体が約300になると、直径で約4mm程度(半径で約2mm程度)膨張する。従って、大口径リング体と誘導加熱コイルとの間のギャップ設定値は2mm程度なので、加熱時に大口径リング体と誘導加熱コイルが接触する可能性があるため、コイル温度が上昇するにつれて、誘導加熱コイルを後退させる必要があることが分かった。

30

【0012】

特許文献2に開示されているギャップ測定方法は、大口径リング体の熱膨張時に接触子が大口径リング体に接触して該接触子に過大な負荷がかかり、接触子並びに計測器を破損させてしまう可能性もある。また、接触子の先端形状も小さいR形状となっているため、膨張しながら大口径リング体が回転する場合、その先端部分で大口径リング体を傷付けてしまうことも考えられる。さらに、接触子と大口径リング体の接触力が規定されていないため、大口径リング体への押し付け力が強いと大口径リング体に傷を付けることもあるし、弱いと膨脹の状態によって大口径リング体から離れてしまい、誤測定の原因となる。

40

【0013】

従って、高周波誘導加熱を行っている間、被加工物に接触子が傷を付けることがなく、さらに、被加工物の高温の影響を受けないで耐熱温度に限界がある距離センサを正常に機能させることができる測定装置が必要であることが分かった。

【0014】

本発明は、上記課題に鑑み、高周波誘導加熱を行っている間中、誘導加熱コイルにより加熱される被加熱局部の熱膨張変位の測定を正確に行うことができ、被加工物の温度上昇があつても誘導加熱コイルと被加工物との間隔を一定に保つことができる、高周波熱処理装置を提供することを目的としている。

50

【課題を解決するための手段】

【0015】

上記目的を達成するため、本発明の高周波熱処理装置は、被加工物の被加熱局部を駆動する被加工物駆動手段と、被加工物を誘導加熱する誘導加熱コイルと、誘導加熱コイルを支持し移動する誘導加熱コイル支持移動手段と、被加工物の熱膨張変位を測定する熱膨張変位測定手段と、を備え、熱膨張変位測定手段は、誘導加熱コイルとは離隔した位置で被加工物に対向配置され、被加工物の被加熱局部の近傍に当接する接触子と、距離センサと、距離センサが耐熱温度以下の熱伝導となるように接触子と距離センサの変位検出軸とを連結する軸と、を有し、誘導加熱コイル支持移動手段は、距離センサにより測定された熱膨張変位に応じて、誘導加熱コイルを被加工物から離隔する方向に移動させることを特徴とする。

10

【0016】

上記構成によれば、距離センサにより被加工物の熱膨張による変位を常時検出して、高周波誘導加熱を行うことができる。

また、熱膨張変位測定手段により検出した熱膨張変位に応じて、誘導加熱コイルを被加工物から離隔する方向に隨時移動しながら高周波誘導加熱を行うことができる。したがって、誘導加熱コイルと被加工物との接触を防止することができる。

20

【0017】

接触子と変位検出軸とを連結する軸の外側には、接触子を付勢する付勢手段が取り付けられている。このように接触子を付勢することで、接触子を被加工物に接触させることができる。しかも、付勢手段を所定の長さにすれば、放熱作用を大きくでき、高温に熱せられる被加工物からの熱伝導の大きく低減することができる。したがって、耐熱温度が100以下であるような距離センサを正常に機能させることができる。

【0018】

上記熱膨張変位測定手段の接触子が耐熱性ベアリングであると、被加工物とベアリングが確実に接触するが、被加工物が熱膨張して被加工物と耐熱性ベアリングとの圧力が増しても、被加工物に傷を付ける惧れがない。

30

【0019】

本発明の高周波熱処理装置がさらに演算手段を備え、この演算手段が、高周波誘導加熱を行う前に、距離センサの接触子が被加工物に接触して付勢手段が一定の長さに圧縮されたときに距離センサの検出信号を入力して基準値とすると構成されていると、高周波誘導加熱を開始した時点より被加工物体の熱膨張に対応したギャップ変動を測定することができる。

【0020】

被加工物は外周に円周面を有し、該被加工物の被加熱局部が円周面を一周するように設けられ、該被加熱局部を、被加工物駆動手段で回転駆動しつつ円弧状の誘導加熱コイルにより誘導加熱することが好ましい。

40

【発明の効果】

【0021】

本発明によれば、距離センサの耐熱温度以下の熱伝導となるように耐熱性接触子と距離センサの変位検出軸とが連結された熱膨張変位測定手段を採用したので、距離センサが正常に機能することが保障され、高周波誘導加熱を行っている間中、誘導加熱コイルにより加熱される被加熱局部近傍の熱膨張変位の測定を正確に行うことができると共に、被加工物の温度が上昇するにつれて、物誘導加熱コイルを、被加工物との間のギャップを一定に保つように後退させることができる。したがって、被加熱局部の対する高周波誘導加熱による熱処理を、高速に、かつ、ムラなく行うことができる。

【発明を実施するための最良の形態】

50

【 0 0 2 2 】

以下、本発明の実施の形態を図面を参照して詳細に説明する。各図において同一又は対応する部材には同一符号を用いる。

図1は本実施形態に係る高周波熱処理装置の概略平面図であり、図2は、図1のY-Y方向に沿って切断した状態の、被加工物と熱膨張変位測定手段との配置を説明するための部分側断面図である。

図1及び図2に示すように、本発明に係る実施形態の高周波熱処理装置10は、被加工物駆動手段11と、被加工物20を誘導加熱する誘導加熱コイル15と、誘導加熱コイル15を支持し移動する誘導加熱コイル支持移動手段14と、被加工物の膨張変位を測定する熱膨張変位測定手段40と、高周波熱処理装置の制御部30と、を備えて構成されている。熱膨張変位測定手段40は、被加工物20に対向する位置に誘導加熱コイル15とは離隔して配置されている。なお、図示の場合には、熱膨張変位測定手段40は一つだけ設けられているが、被加工物20に応じて複数の熱膨張変位測定手段40を設けてもよい。

【 0 0 2 3 】

図2に示すように、熱膨張変位測定手段40は、距離センサ41と演算手段60とを具備してなる。距離センサ41は、被加工物20に接触して、被加工物の高周波誘導加熱に伴う寸法変位を測定できればよい。このような距離センサ41としては、例えば接触式距離センサを用いることができる。

【 0 0 2 4 】

制御部30は、高周波熱処理装置10の全ての駆動手段を制御する制御部である。この制御部30は、回転軸11Aの昇降と回転の動作、内径チャック手段13a~13dのチャックとチャック解除の動作、図示しない高周波電源から誘導加熱コイル15への高周波通電と遮電、可動テーブル装置14A, 14Bの移動、コイル用冷却液循環装置への指令、さらには焼入れ用冷却液の噴射や噴射停止等の諸々の制御を行う。

【 0 0 2 5 】

図3は本発明の実施形態に係る熱膨張変位測定手段を示す側面図である。図3に示すように、熱膨張変位測定手段40は、耐熱性接触子43と距離センサ41とを有し、かつ、距離センサ41の耐熱温度以下の熱伝導となるように耐熱性の接触子43と距離センサ41の変位検出軸41aとが連結されてなる。詳しくは、熱膨張変位測定手段40は、距離センサ41と、ボールスライド42と、耐熱性の接触子43と、付勢手段44と、を具備して構成されている。

【 0 0 2 6 】

耐熱性の接触子43としては、耐熱性ベアリングを用いることができる。この構成によれば、被加工物20と耐熱性ベアリング43が確実に接触する。したがって、被加工物20が熱膨張して被加工物20と耐熱性ベアリング43との圧力が増しても、被加工物に傷を付ける惧れがなくなる。

【 0 0 2 7 】

付勢手段44としては、例えば各種のバネを用いることができ、圧縮コイルばね等が挙げられる。接触子43を付勢して被加工物20に接触させることができる。付勢手段44の長さを調節して熱伝導度に応じた所定の長さにすれば、この長さ部分における放熱作用が大きくなり、高温に熱せられる被加工物からの熱伝導を著しく低減することができる。これにより、距離センサ41のセンサ部の耐熱温度以下とすることができる。例えば、耐熱温度が100以下である接触式距離センサ41を正常に機能させることができる。

【 0 0 2 8 】

熱膨張変位測定手段40は、接触子43を付勢手段44で付勢し、接触子43を、被加工物20の被加熱局部22の高周波誘導加熱が行われる部分の近傍に当接させることができ。これにより、距離センサ41によって被加工物の熱膨張による変位を常時検出して高周波誘導加熱を行うことができる。

【 0 0 2 9 】

演算手段60には、距離センサ41の検出信号が入力される。高周波誘導加熱を行う前

10

20

30

40

50

に、距離センサ41の接触子43が被加工物20に接触して付勢手段44が一定の長さに圧縮されたときに、距離センサ41の検出信号を入力して基準値とするように構成されている。したがって、高周波誘導加熱を開始した時点より被加工物20の熱膨張に対応したギャップ変動を測定することができる。

この場合、演算手段60は高周波誘導加熱を開始する前の距離センサ41の検出信号を入力して基準値としたが、基準値をゼロ点に設定する場合も含まれる。

【0030】

誘導加熱コイル支持移動手段14は、誘導加熱コイル15と被加工物20の被加熱局部22との間隔（以下、適宜に、ギャップとも称する。）を高周波誘導加熱の開始時から終了時まで略一定に保つように、熱膨張変位測定手段40により検出した熱膨張変位に応じて、誘導加熱コイル15を被加工物20から離隔する方向に移動するように構成されている。10

【0031】

本実施形態の高周波熱処理装置10によれば、距離センサ41の耐熱温度以下の熱伝導となるように、耐熱性接触子43と距離センサの変位検出軸41aとが連結された熱膨張変位測定手段40を採用したので、距離センサ41が正常に機能することができる。したがって、高周波誘導加熱を行っている間中、誘導加熱コイル15により加熱される被加工物20の被加熱局部22における熱膨張変位の測定を正確に行うことができると共に、被加工物20の温度が上昇するにつれて、物誘導加熱コイル15を、被加工物20との間のギャップを一定に保つように後退させることができる。このため、被加工物20の被加熱局部22に対する高周波誘導加熱による熱処理を、高速に、かつ、ムラなく行うことができる。20

ここで、高周波誘導加熱による熱処理は、加熱後急速冷却する焼入れ、加熱後の冷却速度を変えて焼戻しや焼鈍する場合も含む。

【0032】

次に、本発明の上記実施形態に係る高周波熱処理装置を用いて、被加工物20としてのリング体に焼入れを行う場合について説明する。

図1、図2に示すように、上記高周波誘導加熱処理装置10を用いて、円周面（外周面）21を有するリング体20を回転させて円周面21に形成された被加熱局部22に高周波誘導加熱処理を行う。リング体20は、一例として鋼製の歯車で、精密円筒加工された円環体で成っており、円周面21の上半部を一周する断面形状が半円状の凹部である被加熱局部22を有している。30

【0033】

高周波熱処理装置10は、被加工物駆動手段11として、リング体回転手段を備えている。リング体回転手段11は、昇降手段（図示しない）及び回転駆動手段（図示しない）により昇降自在な回転軸11Aと、回転軸11Aに設けられた円形の回転テーブル12と、回転テーブル12の上面の外周部に設けられた内径チャック手段13a～13hと、を具備してなる。

【0034】

上記リング体回転手段は、高周波誘導加熱時には、回転軸11Aを上昇させリング体20を高所に位置させて回転軸11Aを回転させ、また高周波誘導加熱を終了すると、回転軸11Aを回転させたままで回転軸11Aを上昇させリング体20を低所の冷却位置に位置させるように構成されている。40

【0035】

高周波熱処理装置10は、上述したリング体回転手段11の両側に誘導加熱コイル15を支持し移動する誘導加熱コイル支持移動手段14を備えている。この誘導加熱コイル支持移動手段14は、可動テーブル装置14A、14Bからなる。可動テーブル装置14A、14Bは、直動ガイド14aを有する基台14bと、直動ガイド14aに係合する可動スタンド14cと、可動スタンド14cに支持されるテーブル14dと、基台14bと可動スタンド14cとの間に設けられ可動スタンド14cを往復動させる往復動手段（図示50

しない)と、を具備してなる。可動テーブル装置 14A, 14B は、可動スタンド 14C を例えれば 0.2 mm 単位で位置決め駆動することができる。

【0036】

テーブル 14D 上には、誘導加熱コイルとして、円弧状の誘導加熱コイル 15 と、焼入れ用冷却液をリング体 20 の円周面 21 の被加熱局部 22 に噴射する複数の噴射ノズル 16a を有する円弧状の噴射管 16 とを備えている。

【0037】

誘導加熱コイル 15 は、図示しない高周波電源と接続されていると共に、誘導加熱コイル 15 の内部に冷却水を通流させるコイル用冷却液循環装置(図示しない)と接続されている。

10

【0038】

噴射管 16 は、リング体 20 の円周面 21 の被加熱局部 22 に対して高周波誘導加熱を行い、例えば被加熱局部 22 が全周にわたり凡そ 1000 の温度に達して一定時間経過後に、回転軸 11A が回転したまま下降してリング体 20 が対向した低所位置に来ると、噴射ノズル 16a から被加熱局部 22 に向けて勢いよく焼入れ用冷却液を噴射するようになっている。これにより、被加熱局部 22 の表面焼入れが行われる。

【0039】

高周波熱処理装置 10 は、リング体 20 を内径チャック手段 13a ~ 13d、13e ~ 13h によりチャックさせるとき、またはチャック解除させるときには、可動スタンド 14C を移動してテーブル 15D をリング体 20 から離れた位置(待機位置)に位置させ、リング体 20 に対して誘導加熱コイル 15 と噴射管 16 とが干渉しないように構成されている。

20

【0040】

高周波熱処理装置 10 は、内径チャック手段 13a ~ 13d、13e ~ 13h によりチャックされるリング体 20 に対して高周波誘導加熱を行う時には、両側の可動スタンド 14C をリング体 20 に接近移動させて、誘導加熱コイル 15 をリング体 20 の円周面 21 の被加熱局部 22 に侵入させ、例えば、2 mm のギャップを保持する近接状態に位置させる。

【0041】

誘導加熱コイル 15 の下側の噴射管 16, 16 は、リング体 20 が下降した時の該リング体 20 に近接した位置に設けられている。

30

【0042】

図 2において、符号 30 は高周波熱処理装置 10 の全ての駆動手段を制御する制御部である。この制御部 30 は、回転軸 11A の昇降と回転の動作、内径チャック手段 13a ~ 13d のチャックやチャック解除の動作、図示しない高周波電源から誘導加熱コイル 15 への高周波通電と遮電、可動テーブル装置 14A, 14B の移動、コイル用冷却液循環装置への指令、及び焼入れ用冷却液の噴射や噴射停止等の諸々の制御を行う。

【0043】

誘導加熱コイル 15 には、高周波発振器からの電力が供給される。その周波数は被加工物 20 の抵抗率や高周波の侵入深さである表皮厚み等を考慮した周波波数や被加工物 20 の大きさを考慮した電力が適宜に選択される。本発明における高周波発振器の周波数は k Hz 以上の周波数である。誘導加熱コイル 15 をリング体 20 の円周面 21 の被加熱局部 22 に位置させて高周波誘導加熱を行うと、被加熱局部 22 は所定温度に熱せられる。この温度が 1000 とした場合、高周波誘導加熱を行っている箇所の上側では 300 前後に熱せられ、下側では 100 前後に熱せられる。被加熱局部 22 から離れた位置では次第に高温度に昇温していく、リング体 20 の全体が 300 前後に熱せられると、リング体 20 の外径が、被加工物の熱膨張率にもよるが例えば 4 mm 程大きく膨張する。

40

【0044】

この場合、誘導加熱コイル 15 を、膨張するリング体 20 に対して後退させないでいると、誘導加熱コイル 15 とリング体 20 とが干渉してしまうことになり、誘導加熱コイル

50

15が損傷してしまうことになる。

【0045】

高周波誘導加熱を開始する前に誘導加熱コイル15と被加熱局部22とのギャップを適正な間隔、例えば上記寸法の2mmに保つように誘導加熱コイル15の位置を制御する。そして、高周波誘導加熱を開始したら終了するまでの間、リング体20が熱膨張しても、これに同調させて、誘導加熱コイル15も後退させるようにするために、熱膨張変位測定手段40が付設されている。

【0046】

図3を参照して熱膨張変位測定手段40の一例を説明する。

熱膨張変位測定手段40は、距離センサ41と、ボールスライイン42と、接触子43としての耐熱性のボールベアリングと、付勢手段として例えば圧縮コイルばね44を具備してなる。距離センサ41としては、接触式距離センサを用いることができる。

【0047】

距離センサ41は、プレート45上にブラケット46により支持されている。ボールスライイン42において、プレート45上のボックスブラケット47によりボールスライイン本体42aが支持され、ボールスライイン軸42bが移動可能とされている。ボールスライイン軸42bの後端が接触式距離センサ41の変位検出軸41aの先端に接続されている。

【0048】

ボールベアリング43は、例えば、SUS304のようなステンレス鋼からなる玉軸受を採用できる。ボールベアリング43は、ボールスライイン軸42bの先端側に取り付けたフォークブラケット48のフォーク部間に位置して、フォークブラケット48のフォーク部に設けた軸孔とベアリング内輪に頭部付きシャフト49を通し、頭部付きシャフト49のねじ部にナット50を締め付けることにより、ボールスライイン軸42bの先端側に回転自在に取り付けられている。

【0049】

圧縮コイルばね44は、ボックスブラケット47とフォークブラケット48との間に位置してボールスライイン軸42bの外側に取り巻いて取り付けられている。なお、ボックスブラケット47は、図示していないが、水冷されるようにしてもよい。熱伝導を遮断して接触子43と変位量検出部とを連結する連結部として、ボックスブラケット47を水冷する構成以外に、遮熱材よりなる連結部を用いても良い。距離センサ41は、変位検出軸41aを押し込まれる方向に変位検出量を大きくなるように検出する。

【0050】

上記構成の熱膨張変位測定手段40は、例えば、基台51上に設けたエアシリンダ装置52によりリング体20の所定位置に配置される。高周波熱処理装置10は、熱膨張変位測定手段40とエアシリンダ装置52等を隠蔽するカバー53と、焼入れ用冷却液回収タンク54とを備えていてもよい。

【0051】

制御部30は、リング体20のチャック前及びチャック解除時には、エアシリンダ装置52を縮小状態に制御する。これにより、エアシリンダ装置52が縮小作動して熱膨張変位測定手段40の全体が待機位置に位置して、耐熱性接触子であるボールベアリング43がリング体20から大きく離隔した待機位置に位置する。

【0052】

制御部30は、高周波熱処理装置10のリング体回転手段がリング体20をチャックした後高周波誘導加熱を開始する前に、エアシリンダ装置52を伸張状態に制御する。これにより、エアシリンダ装置52が伸張作動して熱膨張変位測定手段40の全体を前進移動し、ボールベアリング43がリング体20に接触し、圧縮コイルばね44が圧縮されその蓄勢復帰力によりボールベアリング43がリング体20に付勢状態に接触する。

【0053】

距離センサ41は、変位検出軸41aを押し込む方向に変位検出量が大きくなるように

10

20

30

40

50

変位量を検出する構成であるので、ボールベアリング43がリング体20に接触すると、変位検出軸41aが押し込まれて変位量を検出し検出信号を出力する。

【0054】

制御部30は、ボールベアリング43が待機位置から移動してリング体20に接触して停止したときに1回目のラッチ信号を演算手段60へ出力し、その後一定時間（例えば数秒）経過する毎に2回目以降のラッチ信号を演算手段60へ出力するようになっている。

【0055】

演算手段60は、距離センサ41からの変位量検出信号を常時入力するようになっている。制御部30から1回目～数回目のラッチ信号の入力毎に、各変位量検出信号をラッチしてメモリに記憶し、それらの平均値を算出して基準値としてメモリに記憶する。それ以後のラッチ信号の入力がある毎に、各変位量検出信号をラッチして変動値としてメモリに記憶する。この変動値から基準値を差し引いて差値を算出し、差値に対応した信号を随時に制御部30に出力するようになっている。10

【0056】

制御部30は、演算手段60から差値に対応した信号が入力され、差値の増減を算出す。差値が例えば0.2mm以上増加したときは、その増加寸法分だけ可動スタンド14cを駆動して誘導加熱コイル15をリング体20から離間する方向にシフト移動させる。これにより、高周波誘導加熱を行っている間も、誘導加熱コイル15により加熱される被加熱局部22の位置測定を正確に行って、リング体20が熱膨張しても、誘導加熱コイル15をリング体20の熱膨張に同調してシフト移動させてギャップを一定に保つことができるようになっている。20

【0057】

制御部30における制御指令のフローチャートを参照して、リング体20の焼き入れ手順を説明する。図4は、図1の高周波熱処理装置における制御部からの制御指令の一例を示すフローチャートである。

【0058】

(ステップS11、S12)

例えば、クレーンあるいはホイスト等で搬送してきたリング体20をリング体回転手段に載置しチャックして回転する。

【0059】

(ステップS13)

次に、可動テーブル装置14A, 14Bをリング体20に接近移動して、誘導加熱コイル15をリング体20の被加熱局部22に近接し、誘導加熱コイル15と被加熱局部22とのギャップを例えば2mmになるようにし、続いて、コイル用冷却液循環装置（図示しない）を稼動してコイル用冷却液を誘導加熱コイル15の内部に通流させて高周波電源装置（図示しない）により誘導加熱コイル15へ高周波電流を給電開始する。30

【0060】

(ステップS14)

次に、超耐熱性のボールベアリング43をリング体20に接触させる。ボールベアリング43は外輪をリング体20との摩擦により連れ回り回転するので、ボールベアリング43がリング体20の円周面（外周面）21を傷つけることはない。40

【0061】

(ステップS15、S16)

次に、演算手段60に対して数秒、例えば2秒間経過する毎にラッチ信号を出力し、距離センサ41からの変位量検出信号を演算手段60を経由して入力して検出値をメモリにストアすることを例えば5回繰り返す。

【0062】

(ステップS17)

前記ストアした検出値の平均値を算出し該平均値を基準値としてメモリに記憶する。

【0063】

50

(ステップS18)

引き続いて、例えば2秒間経過する毎にラッチ信号を出力し、接触式距離センサ41からの変位量検出信号を演算手段60を経由して入力して検出値をメモリにストアし、前記基準値との差値を算出する。

【0064】

(ステップS19)

差値が前回の差値よりも0.2mm以上大きく変化したか否かを判断する。

【0065】

(ステップS20)

0.2mm以上大きく変化した時は、当該差値に対応するように可動テーブル装置14A, 14Bをリング体20から離隔する方向に微小にステップ移動して誘導加熱コイル15を後退させる。 10

【0066】

これにより、リング体20が熱膨張して被加熱局部22が誘導加熱コイル15に接近する方向に変位しても、被加熱局部22の変位に同調して誘導加熱コイル15が変位寸法にほぼ等しく後退して被加熱局部22と誘導加熱コイル15とのギャップが引き続いて約2mmに保持される。

【0067】

回転しているリング体20は、誘導加熱コイル15による高周波誘電加熱の位置を絶えず変化させ数回回転している中に次第に温度上昇していく、被加熱局部22から離れた位置で、例えば300に達する。ボールベアリング43はリング体20から熱伝達する熱をボールスライド軸42bに伝達するが放熱が行われ、ボックスラケット47のところでも放熱される。したがって、距離センサ41に伝わる熱の温度は、距離センサ41の耐熱温度の例えば80よりも大幅に下回るので、距離センサ41が熱破壊されがない。 20

【0068】

(ステップS21)

このような、被加熱局部22の変位に同調して誘導加熱コイル15が変位寸法にほぼ等しい後退を、リング体20が所定の熱処理温度(例えば、1000)になるまで反復する。リング体20が所定の熱処理温度になると、誘導加熱コイル15による加熱とリング体20の放熱とが平衡するよう、誘導加熱コイル15への通電量が制御される。 30

【0069】

(ステップS22～S24)

リング体20の全周が所定の熱処理温度になり、例えば5秒間経過すると、可動テーブル装置14A, 14Bを待機位置に移動すると共に、エアシリンダ装置52を縮小作動して、誘導加熱コイル15とボールベアリング43とを、リング体20から大きく離隔させる。

【0070】

(ステップS25～S27)

次に、回転軸11Aを引続いて回転したままで下降してリング体20を焼入れ位置に位置させて、噴射管16の噴射ノズルから焼入れ用冷却液を1000に加熱された被加熱局部22に5分間噴射して急冷し焼入れを行う。 40

【0071】

(ステップS28、S29)

その後、焼入れ用冷却液の噴射を停止し、回転軸11Aを回転停止して上昇させ、リング体20を上昇位置でチャック解除する。以上で、リング体20の焼入れを完了する。

【0072】

この実施の形態によれば、リング体20を回転テーブルに同心状態を保って載置して回転させ、次いで、誘導加熱コイル15を待機位置から接近移動して被加熱局部22に近接し、熱膨張変位測定手段の接触式距離センサ41を待機位置から接近移動してリング体2 50

0の円周面21の高周波誘導加熱が行われる部分の近傍に当接する。

【0073】

次に、誘導加熱コイル15に高周波誘導電流を給電して高周波誘導加熱を行うと共に、熱膨張変位測定手段により、リング体20の円周面21の熱膨張による変位を常時検出する。

【0074】

次いで、この検出した変位に応じて前記円弧状の誘導加熱コイル15をリング体20から離隔する方向に隨時移動し、誘導加熱コイル15とリング体20の被加熱処理局部22とのギャップを高周波誘導加熱の開始時から終了時まで略一定に保ちつつ高周波誘導加熱を行う。

10

【0075】

この場合、熱膨張変位測定手段40は、耐熱性接触子43と距離センサ41とを有し、かつ、この距離センサ41の耐熱温度以下の熱伝導となるように耐熱性接触子43と距離センサ41の変位検出軸41aとが連結された構成であるので、耐熱温度が低い距離センサ41が正常に機能することが保障される。

【0076】

これにより、高周波誘導加熱を行っている間中、リング体20の誘導加熱コイル15により加熱される被加熱局部22の熱膨張変位の測定を正確に行うことができる。このため、リング体20の温度が上昇するにつれて、誘導加熱コイル15をギャップを一定に保つように正確に後退させることができる。

20

【0077】

上記実施の形態では、演算手段60と制御部30とは別途に設けているが、制御部30が演算手段60を兼ねてもよい。

【実施例】

【0078】

以下、実施例に基づいて、本発明をさらに詳細に説明する。

被加工物20として鉄鋼製の直径が1200mm、厚みが80mmの旋回輪インナーレースの焼入れ熱処理を行った。旋回輪インナーレース20は、精密円筒加工された円環体であり、円周面21の上半部を一周する断面形状が半円状の凹部である被加熱局部22を有している。円弧状(角度120°)の誘導加熱コイル15を2組とし、熱膨張変位測定手段40を一つ配置した高周波熱処理装置10を用いた。

30

【0079】

熱膨張変位測定手段40において、距離センサ41は、接触式距離センサ(キーエンス製、AT3-010)を使用し、耐熱性接触子43として、SUS304からなる玉軸受(ミスミ製、型番SUB6201ZZ)を使用し、ボールスライド42としては、THK製のLT16A+144Lを使用した。この接触式距離センサ41は、変位検出軸41aを押し込まれる方向に変位検出量が大きくなるように検出される。接触式距離センサの測定上限、つまり、耐熱温度は80である。

【0080】

2組の誘導加熱コイル15のそれぞれには、周波数が9.8kHzで300kWの電力を印加し、1000まで加熱した後、直ちに高周波電力の印加を停止して、冷却することで焼き入れ処理を行った。1000までの加熱時間は約20秒であった。

40

【0081】

上記加熱処理中、接触式距離センサの変位が0.2mm毎に誘導加熱コイル15の位置制御を行い、誘導加熱コイル15と被加工物の被加熱局部22とのギャップを常に2mmとなるように制御することができた。また、加熱中の接触式距離センサの部位の温度は80以下とすることことができた。

【0082】

これにより、高周波誘導加熱を行っている間中、円弧状誘導加熱コイル15により加熱される大口径リング体20の被加熱局部22の熱膨張変位の測定を、正確に行うことができ

50

き、被加熱局部 2 2 の全周に対して約 20 秒間という短時間に高周波誘導加熱をムラなく行うことができた。

【 0 0 8 3 】

本発明は、上記した実施形態に限られるものではなく、その趣旨と技術思想の範囲を逸脱しない範囲でさらに種々の変形が可能である。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 8 4 】

【 図 1 】本発明の実施形態に係る高周波熱処理装置の概略平面図である。

【 図 2 】図 1 の Y - Y 方向に沿って切断した状態の、被加工物と熱膨張変位測定手段との配置を示す部分側断面図である。

10

【 図 3 】図 1 に示す熱膨張変位測定手段の一部側断面図である。

【 図 4 】図 1 の高周波熱処理装置における制御部からの制御指令の一例を示すフローチャートである。

【 符号の説明 】

【 0 0 8 5 】

1 0 : 高周波熱処理装置

1 1 : 被加工物駆動手段 (リング体回転手段)

1 1 A : 回転軸

1 2 : 回転テーブル

1 3 a ~ 1 3 d : 手動操作式の内径チャック手段

20

1 3 e ~ 1 3 h : エアシリンダ駆動式の内径チャック手段

1 4 : 誘導加熱コイル支持移動手段

1 4 A , 1 4 B : 可動テーブル装置

1 4 a : 直動ガイド

1 4 b : 基台

1 4 c : 可動スタンド

1 4 d : テーブル

1 5 : 円弧状誘導加熱コイル

1 6 : 噴射管

1 6 a : 噴射ノズル

30

2 0 : 大口径リング体

2 1 : 円周面

2 2 : 被加熱局部

3 0 : 制御部

4 0 : 热膨張変位測定手段

4 1 : 距離センサ (接触式距離センサ)

4 1 a : 变位検出軸

4 2 : ボールスプ ライン

4 2 a : ボールスプ ライン本体

4 2 b : ボールスプ ライン軸

40

4 3 : 耐熱性接触子 (ボールベアリング)

4 4 : 付勢手段 (コイルばね)

4 5 : プレート

4 6 : ブラケット

4 7 : ボックスブラケット

4 8 : フォークブラケット

4 9 : シャフト

5 0 : ナット

5 1 : 基台

5 2 : エアシリンダ装置

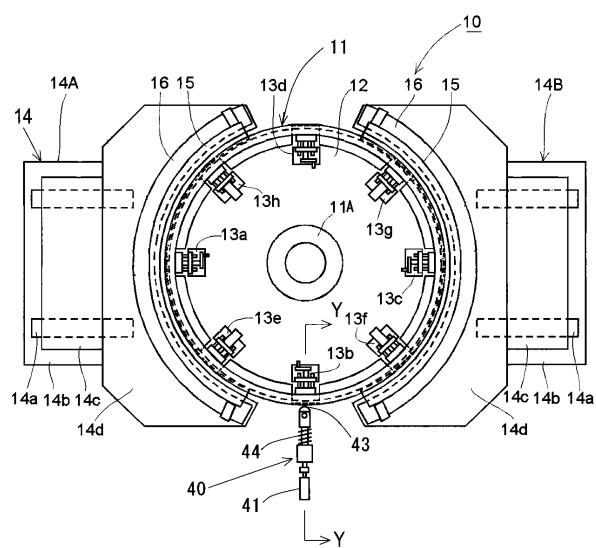
50

5 3 : カバー

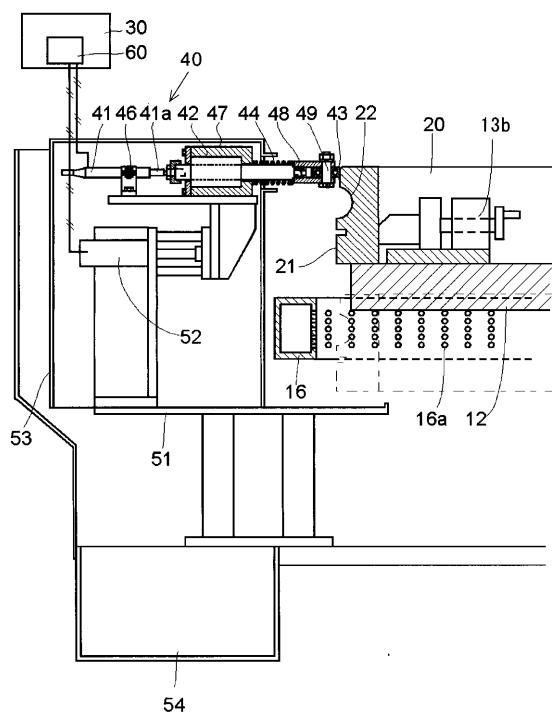
5 4 : 焼入れ用冷却液回収タンク

6 0 : 演算手段

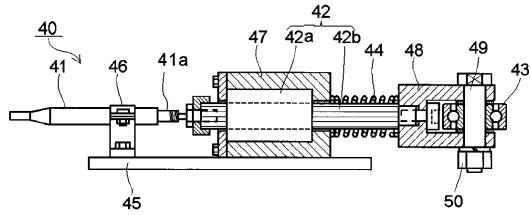
【図 1】



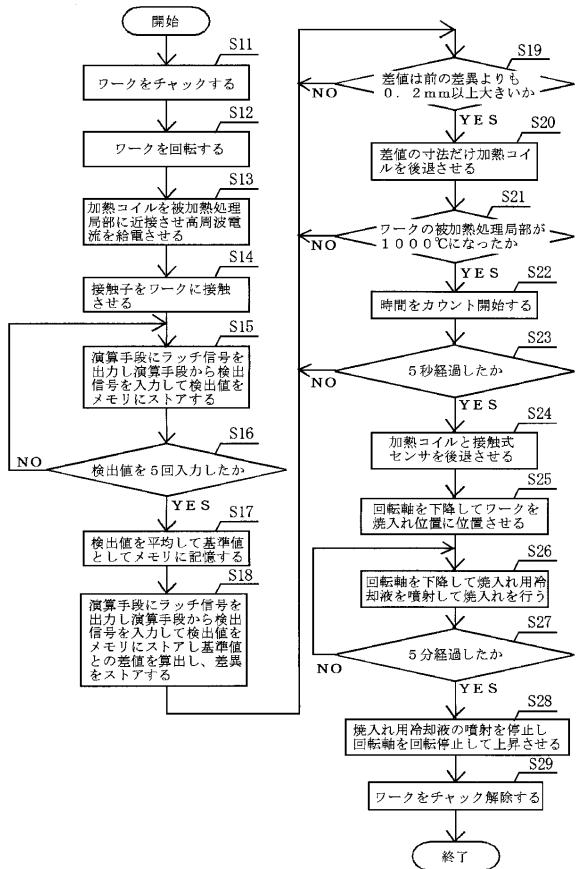
【図 2】



【図3】



【図4】



フロントページの続き

(56)参考文献 実開昭57-079155(JP,U)
特開昭62-017123(JP,A)
実開平06-039954(JP,U)
実開昭62-011164(JP,U)
実開平04-123244(JP,U)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

C21D 9/00 - 9/44, 9/50
C21D 1/02 - 1/84