

(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 I

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
 高周波熱処理株式会社
 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
 周波熱処理株式会社内
 (72) 発明者 藤井 守
 神奈川県平塚市田村七丁目4番10号 高
 周波熱処理株式会社内

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対向配置され、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

10

20

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に設けられ、

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させ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。

20

【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。

30

【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对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、上記一对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、一对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。

40

【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

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。

【 0 0 0 7 】

次いで、円弧状の一对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、一对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。

【 0 0 0 8 】

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对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

【 0 0 0 9 】

【特許文献 1】特開昭 6 1 - 9 9 6 2 3 号公報

【特許文献 2】特開昭 6 1 - 1 0 6 7 0 9 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 1 0 】

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

【 0 0 1 1 】

すなわち、例えば直径 1 2 0 0 m m 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 1 0 0 0 前後になり、被加熱局部から最も離れた位置でも約 3 0 0 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、線膨張係数は約 12×10^{-6} であるから、直径 1 2 0 0 m m 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 3 0 0 になり、大口径リング体中心部も次第に温度上昇して約 3 0 0 になる。直径 1 2 0 0 m m の大口径リング体の全体が約 3 0 0 になると、直径で約 4 m m 程度（半径で約 2 m m 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 2 m m 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

【 0 0 1 2 】

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、弱いと膨熱張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

【 0 0 1 3 】

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。

【 0 0 1 4 】

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っ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随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。

【0017】

20

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ように構成されていると、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 1 0 は、被加工物駆動手段 1 1 と、被加工物 2 0 を誘導加熱する誘導加熱コイル 1 5 と、誘導加熱コイル 1 5 を支持し移動する誘導加熱コイル支持移動手段 1 4 と、被加工物の膨張変位を測定する熱膨張変位測定手段 4 0 と、高周波熱処理装置の制御部 3 0 と、を備えて構成されている。熱膨張変位測定手段 4 0 は、被加工物 2 0 に対向する位置に誘導加熱コイル 1 5 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 4 0 は一つだけ設けられているが、被加工物 2 0 に応じて複数の熱膨張変位測定手段 4 0 を設けてもよい。

10

【 0 0 2 3 】

図 2 に示すように、熱膨張変位測定手段 4 0 は、距離センサ 4 1 と演算手段 6 0 とを具備してなる。距離センサ 4 1 は、被加工物 2 0 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 4 1 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 3 0 は、高周波熱処理装置 1 0 の全ての駆動手段を制御する制御部である。この制御部 3 0 は、回転軸 1 1 A の昇降と回転の動作、内径チャック手段 1 3 a ~ 1 3 d 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 1 5 への高周波通電と遮電、可動テーブル装置 1 4 A , 1 4 B 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。

20

【 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 4 0 は、耐熱性接触子 4 3 と距離センサ 4 1 とを有し、かつ、距離センサ 4 1 の耐熱温度以下の熱伝導となるように耐熱性の接触子 4 3 と距離センサ 4 1 の変位検出軸 4 1 a とが連結されてなる。詳しくは、熱膨張変位測定手段 4 0 は、距離センサ 4 1 と、ボールスプライン 4 2 と、耐熱性の接触子 4 3 と、付勢手段 4 4 と、を具備して構成されている。

30

【 0 0 2 6 】

耐熱性の接触子 4 3 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 2 0 と耐熱性ベアリング 4 3 が確実に接触する。したがって、被加工物 2 0 が熱膨張して被加工物 2 0 と耐熱性ベアリング 4 3 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 4 4 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 4 3 を付勢して被加工物 2 0 に接触させることができる。付勢手段 4 4 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 4 1 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 1 0 0 以下である接触式距離センサ 4 1 を正常に機能させることができる。

40

【 0 0 2 8 】

熱膨張変位測定手段 4 0 は、接触子 4 3 を付勢手段 4 4 で付勢し、接触子 4 3 を、被加工物 2 0 の被加熱局部 2 2 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る。これにより、距離センサ 4 1 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 6 0 には、距離センサ 4 1 の検出信号が入力される。高周波誘導加熱を行う前

50

に、距離センサ 4 1 の接触子 4 3 が被加工物 2 0 に接触して付勢手段 4 4 が一定の長さに圧縮されたときに、距離センサ 4 1 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 2 0 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 6 0 は高周波誘導加熱を開始する前の距離センサ 4 1 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。

【 0 0 3 0 】

誘導加熱コイル支持移動手段 1 4 は、誘導加熱コイル 1 5 と被加工物 2 0 の被加熱局部 2 2 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 4 0 により検出した熱膨張変位に応じて、誘導加熱コイル 1 5 を被加工物 2 0 から離隔する方向に移動するように構成されている。

10

【 0 0 3 1 】

本実施形態の高周波熱処理装置 1 0 によれば、距離センサ 4 1 の耐熱温度以下の熱伝導となるように、耐熱性接触子 4 3 と距離センサの変位検出軸 4 1 a とが連結された熱膨張変位測定手段 4 0 を採用したので、距離センサ 4 1 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 1 5 により加熱される被加工物 2 0 の被加熱局部 2 2 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 2 0 の温度が上昇するにつれて、物誘導加熱コイル 1 5 を、被加工物 2 0 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 2 0 の被加熱局部 2 2 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。

【 0 0 3 2 】

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 2 0 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 1 0 を用いて、円周面（外周面）2 1 を有するリング体 2 0 を回転させて円周面 2 1 に形成された被加熱局部 2 2 に高周波誘導加熱処理を行う。リング体 2 0 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 2 1 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 2 2 を有している。

30

【 0 0 3 3 】

高周波熱処理装置 1 0 は、被加工物駆動手段 1 1 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 1 1 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 1 1 A と、回転軸 1 1 A に設けられた円形の回転テーブル 1 2 と、回転テーブル 1 2 の上面の外周部に設けられた内径チャック手段 1 3 a ~ 1 3 h と、を具備してなる。

【 0 0 3 4 】

上記リング体回転手段は、高周波誘導加熱時には、回転軸 1 1 A を上昇させリング体 2 0 を高所に位置させて回転軸 1 1 A を回転させ、また高周波誘導加熱を終了すると、回転軸 1 1 A を回転させたままで回転軸 1 1 A を上昇させリング体 2 0 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

【 0 0 3 5 】

高周波熱処理装置 1 0 は、上述したリング体回転手段 1 1 の両側に誘導加熱コイル 1 5 を支持し移動する誘導加熱コイル支持移動手段 1 4 を備えている。この誘導加熱コイル支持移動手段 1 4 は、可動テーブル装置 1 4 A , 1 4 B からなる。可動テーブル装置 1 4 A , 1 4 B は、直動ガイド 1 4 a を有する基台 1 4 b と、直動ガイド 1 4 a に係合する可動スタンド 1 4 c と、可動スタンド 1 4 c に支持されるテーブル 1 4 d と、基台 1 4 b と可動スタンド 1 4 c との間に設けられ可動スタンド 1 4 c 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を例えば0.2mm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、2mm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kHz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に昇温していき、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4mm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、ボールスプライン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。

10

【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。ボールスプライン４２において、プレート４５上のボックスブラケット４７によりボールスプライン本体４２ａが支持され、ボールスプライン軸４２ｂが移動可能とされている。ボールスプライン軸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、ボールスプライン軸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、ボールスプライン軸４２ｂの先端側に回転自在に取り付けられている。

20

【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プライン軸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。

30

【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。

40

【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

50

変位量を検出する構成であるので、ボールベアリング 4 3 がリング体 2 0 に接触すると、変位検出軸 4 1 a が押し込まれて変位量を検出し検出信号を出力する。

【 0 0 5 4 】

制御部 3 0 は、ボールベアリング 4 3 が待機位置から移動してリング体 2 0 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 6 0 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 6 0 へ出力するようになっている。

【 0 0 5 5 】

演算手段 6 0 は、距離センサ 4 1 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 3 0 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。それ以降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 3 0 に出力するようになっている。

【 0 0 5 6 】

制御部 3 0 は、演算手段 6 0 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る。差値が例えば 0 . 2 mm 以上増加したときは、その増加寸法分だけ可動スタンド 1 4 c を駆動して誘導加熱コイル 1 5 をリング体 2 0 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 1 5 により加熱される被加熱局部 2 2 の位置測定を正確に行って、リング体 2 0 が熱膨張しても、誘導加熱コイル 1 5 をリング体 2 0 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。

【 0 0 5 7 】

制御部 3 0 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 2 0 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。

【 0 0 5 8 】

（ステップ S 1 1、S 1 2）

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 2 0 をリング体回転手段に載置しチャックして回転する。

【 0 0 5 9 】

（ステップ S 1 3）

次に、可動テーブル装置 1 4 A、1 4 B をリング体 2 0 に接近移動して、誘導加熱コイル 1 5 をリング体 2 0 の被加熱局部 2 2 に近接し、誘導加熱コイル 1 5 と被加熱局部 2 2 とのギャップを例えば 2 mm 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 1 5 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 1 5 へ高周波電流を給電開始する。

【 0 0 6 0 】

（ステップ S 1 4）

次に、超耐熱性のボールベアリング 4 3 をリング体 2 0 に接触させる。ボールベアリング 4 3 は外輪をリング体 2 0 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 4 3 がリング体 2 0 の円周面（外周面）2 1 を傷つけることはない。

【 0 0 6 1 】

（ステップ S 1 5、S 1 6）

次に、演算手段 6 0 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 4 1 からの変位量検出信号を演算手段 6 0 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。

【 0 0 6 2 】

（ステップ S 1 7）

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。

【 0 0 6 3 】

10

20

30

40

50

(ステップ S 1 8)

引き続き、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 4 1 からの変位量検出信号を演算手段 6 0 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。

【 0 0 6 4 】

(ステップ S 1 9)

差値が前回の差値よりも 0 . 2 m m 以上大きく変化したか否かを判断する。

【 0 0 6 5 】

(ステップ S 2 0)

0 . 2 m m 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 1 4 A , 1 4 B をリング体 2 0 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 1 5 を後退させる。

【 0 0 6 6 】

これにより、リング体 2 0 が熱膨張して被加熱局部 2 2 が誘導加熱コイル 1 5 に接近する方向に変位しても、被加熱局部 2 2 の変位に同調して誘導加熱コイル 1 5 が変位寸法にほぼ等しく後退して被加熱局部 2 2 と誘導加熱コイル 1 5 とのギャップが引き続き約 2 m m に保持される。

【 0 0 6 7 】

回転しているリング体 2 0 は、誘導加熱コイル 1 5 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き、被加熱局部 2 2 から離れた位置で、例えば 3 0 0 ° に達する。ボールベアリング 4 3 はリング体 2 0 から熱伝達する熱をボールスプライン軸 4 2 b に伝達するが放熱が行われ、ボックスブラケット 4 7 のところでも放熱される。したがって、距離センサ 4 1 に伝わる熱の温度は、距離センサ 4 1 の耐熱温度の例えば 8 0 ° よりも大幅に下回るので、距離センサ 4 1 が熱破壊されることがない。

【 0 0 6 8 】

(ステップ S 2 1)

このような、被加熱局部 2 2 の変位に同調して誘導加熱コイル 1 5 が変位寸法にほぼ等しい後退を、リング体 2 0 が所定の熱処理温度 (例えば、 1 0 0 0 °) になるまで反復する。リング体 2 0 が所定の熱処理温度になると、誘導加熱コイル 1 5 による加熱とリング体 2 0 の放熱とが平衡するように、誘導加熱コイル 1 5 への通電量が制御される。

【 0 0 6 9 】

(ステップ S 2 2 ~ S 2 4)

リング体 2 0 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 1 4 A , 1 4 B を待機位置に移動すると共に、エアシリンダ装置 5 2 を縮小作動して、誘導加熱コイル 1 5 とボールベアリング 4 3 とを、リング体 2 0 から大きく離隔させる。

【 0 0 7 0 】

(ステップ S 2 5 ~ S 2 7)

次に、回転軸 1 1 A を引続いて回転したままで下降してリング体 2 0 を焼入れ位置に位置させて、噴射管 1 6 の噴射ノズルから焼入れ用冷却液を 1 0 0 0 ° に加熱された被加熱局部 2 2 に 5 分間噴射して急冷し焼入れを行う。

【 0 0 7 1 】

(ステップ S 2 8 、 S 2 9)

その後、焼入れ用冷却液の噴射を停止し、回転軸 1 1 A を回転停止して上昇させ、リング体 2 0 を上昇位置でチャック解除する。以上で、リング体 2 0 の焼入れを完了する。

【 0 0 7 2 】

この実施の形態によれば、リング体 2 0 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 1 5 を待機位置から接近移動して被加熱局部 2 2 に近接し、熱膨張変位測定手段の接触式距離センサ 4 1 を待機位置から接近移動してリング体 2

10

20

30

40

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随時移動し、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。

【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。

【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。

【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、ボールスプライン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。

【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

10

20

30

40

50

き、被加熱局部 2 2 の全周に対して約 2 0 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
- 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
- 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 : 熱膨張変位測定手段
- 4 1 : 距離センサ (接触式距離センサ)
- 4 1 a : 変位検出軸
- 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
- 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

20

30

40

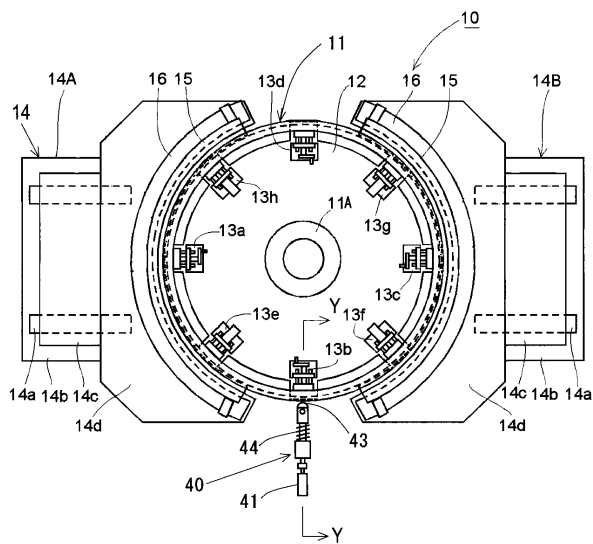
50

53 : カバー

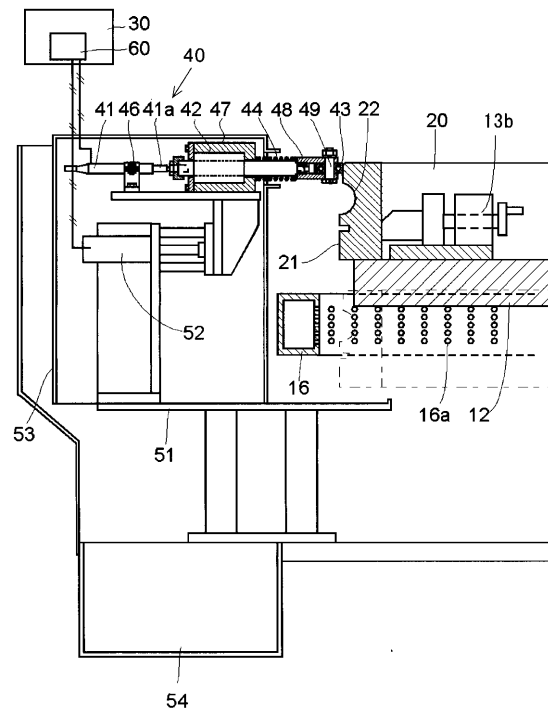
54 : 焼入れ用冷却液回収タンク

60 : 演算手段

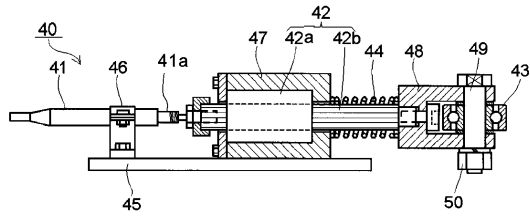
【図 1】



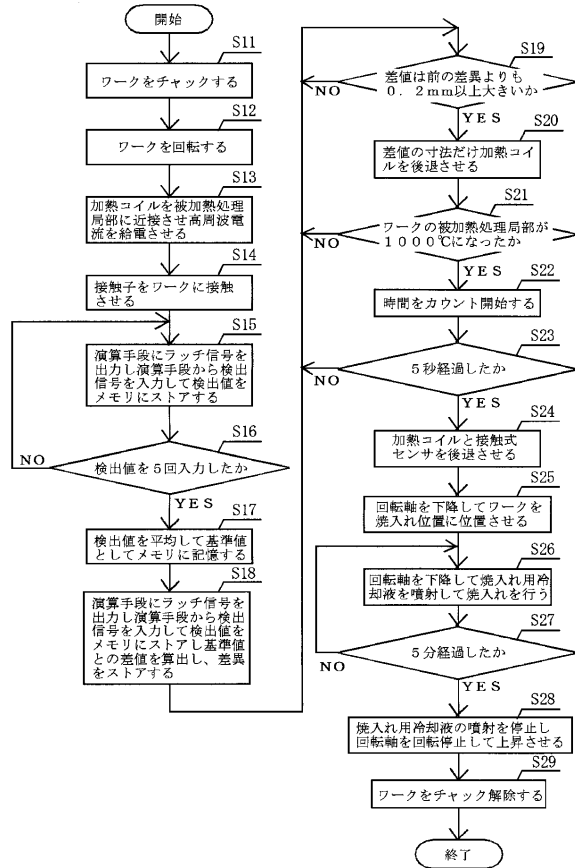
【図 2】



【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