

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5735239号
(P5735239)

(45) 発行日 平成27年6月17日 (2015. 6. 17)

(24) 登録日 平成27年4月24日 (2015. 4. 24)

(51) Int. Cl.

F I

C 2 1 D 1/10 (2006. 01)

C 2 1 D 1/10 D

C 2 1 D 9/30 (2006. 01)

C 2 1 D 1/10 U

C 2 1 D 1/55 (2006. 01)

C 2 1 D 9/30 A

H 0 5 B 6/10 (2006. 01)

C 2 1 D 9/30 B

H 0 5 B 6/06 (2006. 01)

C 2 1 D 1/55

請求項の数 13 (全 21 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2010-198375 (P2010-198375)
 (22) 出願日 平成22年9月3日 (2010. 9. 3)
 (65) 公開番号 特開2012-57184 (P2012-57184A)
 (43) 公開日 平成24年3月22日 (2012. 3. 22)
 審査請求日 平成25年8月7日 (2013. 8. 7)

(73) 特許権者 390009896
 愛知機械工業株式会社
 愛知県名古屋市熱田区川並町2番12号
 (74) 代理人 100131406
 弁理士 福山 正寿
 (74) 代理人 100086520
 弁理士 清水 義久
 (72) 発明者 伊藤 一夫
 名古屋市熱田区川並町2番12号 愛知機
 械工業株式会社内
 (72) 発明者 岩瀬 時宏
 名古屋市熱田区川並町2番12号 愛知機
 械工業株式会社内
 審査官 田中 永一

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 焼入れ状態判定装置および焼入れ状態判定方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

熱処理ユニットのコイルに電力を印加してワークを間欠的に焼入れする高周波焼入れ装置における焼入れ状態を判定する焼入れ状態判定装置であって、

電力を測定する電力測定手段と、

該電力測定手段によって電力が測定されたときに、該測定された測定電力が、焼入れに関与する焼入れ電力であるか、前記熱処理ユニットの架け替えのために焼入れを停止しているときに供給されている焼入れ停止電力であるか、を判定する焼入れ電力判定手段と、

該焼入れ電力判定手段によって前記測定電力が前記焼入れ電力であると判定されたときから、前記焼入れ電力判定手段によって前記測定電力が前記焼入れ停止電力であると判定されるまで、前記測定電力を前記焼入れ電力として記憶する焼入れ電力記憶手段と、

前記ワークの間欠的な焼入れ中に、前記焼入れ電力記憶手段に記憶された前記焼入れ電力から焼入れが開始された直後の立上り電力と焼入れが終了する直前の立下り電力とを除外し、その後に許容電力範囲に入るか否かを判定する入否判定手段と、

を備える

焼入れ状態判定装置。

【請求項 2】

請求項 1 記載の焼入れ状態判定装置であって、

前記入否判定手段によって前記許容電力範囲外と判定されたときに前記ワークの焼入れ状態が不良状態であると判定する状態判定手段、

10

20

を備える

焼入れ状態判定装置。

【請求項 3】

請求項 1 または 2 記載の焼入れ状態判定装置であって、

少なくとも前記焼入れ停止電力以上の値を初期値とする最小電力値を有し、前記測定電力と前記最小電力値とを比較して前記測定電力が前記最小電力値以下のときに前記最小電力値を前記測定電力に置き換える最小電力値置き換え手段と、

前記測定電力と前記最小電力値との差を算出する算出手段と、

を備え、

前記焼入れ電力判定手段は、前記差が略ゼロであれば前記測定電力が前記焼入れ停止電力であると判定し、前記差がゼロより大きければ前記測定電力が前記焼入れ電力であると判定する手段である

焼入れ状態判定装置。

【請求項 4】

請求項 1 または 2 記載の焼入れ状態判定装置であって、

値ゼロを初期値とする最大電力値を有し、前記測定電力と前記最大電力値とを比較して前記測定電力が前記最大電力値以上のときには前記最大電力値を前記測定電力に置き換える最大電力値置き換え手段と、

前記測定電力と前記最大電力値置き換え手段によって置き換えられた前記最大電力値との第二の差を算出する第二算出手段と、

焼入れに要する電力値よりもはるかに大きな値を初期値とする最小電力値を有し、前記測定電力と前記最大電力値とを比較して前記測定電力が前記最大電力以上でないときは、前記測定電力と前記最小電力値とを比較して前記測定電力が前記最小電力値以下のときには前記最小電力値を前記測定電力に置き換え、前記測定電力が前記最小電力値以下でないときには前記最小電力値の置き換えをしない最小電力値置き換え手段と、

前記測定電力と前記最小電力値置き換え手段による判断と場合による置き換え実行後の前記最小電力値との差を算出する算出手段と、

を備え、

前記焼入れ電力判定手段は、前記差または前記第二の差が略ゼロであれば前記測定電力が前記焼入れ停止電力であると判定し、前記差がゼロより大きければ前記測定電力が前記焼入れ電力であると判定する手段である

焼入れ状態判定装置。

【請求項 5】

請求項 1 ないし 4 いずれか記載の焼入れ状態判定装置であって、

記憶した前記測定電力を計数する計数手段を備え、

前記入否判定手段は、記憶した前記測定電力の数が第 1 の数に達したときから、第 2 の数だけ前に記憶された前記測定電力の値について前記許容電力範囲に入るか否かの判定を開始し、前記焼入れ電力の記憶開始以降に前記焼入れ電力判定手段によって前記測定電力が前記焼入れ停止電力であると判定されたときに前記第 2 の数だけ前に記憶された前記測定電力の値が前記許容電力範囲に入るか否かの判定を停止する手段である

焼入れ状態判定装置。

【請求項 6】

請求項 1 ないし 4 いずれか記載の焼入れ状態判定装置であって、

前記測定電力の記憶を開始したときから前記測定電力の記憶を停止するまでの記憶時間を積算する記憶時間積算手段を備え、

前記入否判定手段は、前記記憶時間が第 1 時間に達したときから、第 2 時間だけ前に記憶した前記測定電力の値について前記許容電力範囲に入るか否かの判定を開始し、前記測定電力の記憶を停止したときに前記第 2 時間だけ前に記憶した前記測定電力の値について前記許容電力範囲に入るか否かの判定を停止する手段である

焼入れ状態判定装置。

【請求項 7】

請求項 1 ないし 6 いずれか記載の焼入れ状態判定装置であって、
前記ワークを焼入れしている時間を焼入れ時間として積算する焼入れ時間積算手段と、
積算した該焼入れ時間が許容時間範囲に入るか否かを判定する焼入れ時間判定手段と、
を備え、

前記状態判定手段は、前記焼入れ時間判定手段によって前記焼入れ時間が前記許容時間範囲に入らないと判定されたときに前記ワークの焼入れ状態が不良状態であると判定する手段である

焼入れ状態判定装置。

【請求項 8】

10

熱処理ユニットのコイルに電力を印加してワークを間欠的に焼入れする高周波焼入れ装置における焼入れ状態を判定する焼入れ状態判定方法であって、

(a) 前記電力を測定し、

(b) 電力を測定したときに、該測定した測定電力が、焼入れに關与する焼入れ電力であるか、前記熱処理ユニットの架け替えのために焼入れを停止しているときに供給されている焼入れ停止電力であるか、を判定し、

(c) 前記測定電力が前記焼入れ電力であると判定されたときから、前記測定電力が前記焼入れ停止電力であると判定されるまで、前記測定電力を前記焼入れ電力として記憶し、

(d) 前記ワークの間欠的な焼入れ中に、記憶された前記焼入れ電力から焼入れが開始された直後の立上り電力と焼入れが終了する直前の立下り電力とを除外し、その後に許容電力範囲に入るか否かを判定する

20

焼入れ状態判定方法。

【請求項 9】

請求項 8 記載の焼入れ状態判定方法であって、

(e) 前記許容電力範囲外と判定されたときに前記ワークの焼入れ状態が不良状態であると判定する

焼入れ状態判定方法。

【請求項 10】

請求項 8 または 9 記載の焼入れ状態判定方法であって、

30

少なくとも前記焼入れ停止電力以上の値を初期値とする最小電力値を有し、前記測定電力と前記最小電力値とを比較して前記測定電力が前記最小電力値以下のときに前記最小電力値を前記測定電力に置き換えるとともに、前記測定電力と前記最小電力値との差を算出し、

前記ステップ(c)は、前記差が略ゼロであれば前記測定電力が前記焼入れ停止電力であると判定し、前記差がゼロより大きければ前記測定電力が前記焼入れ電力であると判定するステップである

焼入れ状態判定方法。

【請求項 11】

請求項 8 ないし 10 いずれか記載の焼入れ状態判定方法であって、

40

記憶した前記測定電力の数を計数し、

前記ステップ(d)は、記憶した前記測定電力の数が第 1 の数に達したときから、第 2 の数だけ前に記憶された前記測定電力の値について前記許容電力範囲に入るか否かの判定を開始し、前記焼入れ電力の記憶開始以降に前記焼入れ電力判定手段によって前記測定電力が前記焼入れ停止電力であると判定されたときに前記第 2 の数だけ前に記憶された前記測定電力の値が前記許容電力範囲に入るか否かの判定を停止するステップである

焼入れ状態判定方法。

【請求項 12】

請求項 8 ないし 10 いずれか記載の焼入れ状態判定方法であって、

前記測定電力の記憶を開始したときから前記測定電力の記憶を停止するまでの記憶時間

50

を積算し、

前記ステップ(d)は、前記記憶時間が第1時間に達したときから、第2時間だけ前に記憶した前記測定電力の値について前記許容電力範囲に入るか否かの判定を開始し、前記測定電力の記憶を停止したときに前記第2時間だけ前に記憶した前記測定電力の値について前記許容電力範囲に入るか否かの判定を停止するステップである

焼入れ状態判定方法。

【請求項13】

請求項8ないし12いずれか記載の焼入れ状態判定方法であって、

前記ワークを焼入れしている時間を焼入れ時間として積算し、積算した該焼入れ時間が許容時間範囲に入るか否かを判定し、

前記ステップ(e)は、前記焼入れ時間が前記許容時間範囲に入らないと判定されたときに前記ワークの焼入れ状態が不良状態であると判定する

焼入れ状態判定方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、焼入れ状態判定装置および焼入れ状態判定方法に関し、特に、コイルに電力を印加してワークを間欠的に焼入れする高周波焼入れ装置における焼入れ状態を判定する焼入れ状態判定装置および焼入れ状態判定方法に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、この種の高周波焼入れ装置としては、ワークを本焼入れする前に、所定数のワークを調査焼入れとして焼入れを行ない、焼入れ深さを規格範囲内に収めるのに必要な電力変化パターンの許容範囲を求め、本焼入れにおける電力変化が調査焼入れで求めた許容範囲内に入っているか否かを検査するものが提案されている(例えば、特許文献1参照)。

この装置では、ワーク側のインピーダンス変化および焼入れ設備側のインピーダンス変化の何れにも対応できるので規格範囲外のワークを高精度にピックアップできるものとしている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開平10-8130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、ワークの複数箇所に焼入れを行なう場合にあっては、全ての箇所を一度に焼入れすることが困難な場合があり、コイルの架け替えを行なうことによって数回に分けて間欠的に焼入れを行なうことがある。上述した高周波焼入れ装置では、単発的な焼入れにおける焼入れ状態を判定することについては記載されているものの、間欠的な焼入れを行なう際の焼入れ状態の判定については、言及されていない。間欠的な焼入れの場合、ある箇所の焼入れから他の箇所の焼入れに移行する際に、コイルの架け替えを伴うが、この架け替えに要する時間はバラツキを含むため、測定電力波形が時間軸上でずれて、規格波形から外れてしまい、正確な判定が出来ない。

【0005】

本発明の焼入れ状態判定装置および焼入れ状態判定方法は、間欠的な焼入れを行なう場合でも正確に焼入れ状態の判定をすることを主目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明の焼入れ状態判定装置および焼入れ状態判定方法は、上述の主目的を達成するた

10

20

30

40

50

めに以下の手段を採った。

【 0 0 0 7 】

本発明の焼入れ状態判定装置は、

熱処理ユニットのコイルに電力を印加してワークを間欠的に焼入れする高周波焼入れ装置における焼入れ状態を判定する焼入れ状態判定装置であって、

電力を測定する電力測定手段と、

該電力測定手段によって電力が測定されたときに、該測定された測定電力が、焼入れに関与する焼入れ電力であるか、前記熱処理ユニットの架け替えのために焼入れを停止しているときに供給されている焼入れ停止電力であるか、を判定する焼入れ電力判定手段と、

該焼入れ電力判定手段によって前記測定電力が前記焼入れ電力であると判定されたときから、前記焼入れ電力判定手段によって前記測定電力が前記焼入れ停止電力であると判定されるまで、前記測定電力を前記焼入れ電力として記憶する焼入れ電力記憶手段と、

前記ワークの間欠的な焼入れ中に、前記焼入れ電力記憶手段に記憶された前記焼入れ電力から焼入れが開始された直後の立上り電力と焼入れが終了する直前の立下り電力とを除外し、その後に許容電力範囲に入るか否かを判定する入否判定手段と、

を備えることを要旨とする。

【発明の効果】

【 0 0 0 8 】

この本発明の焼入れ状態判定装置では、電力が測定されたときに、当該測定された測定電力が、焼入れに関与する焼入れ電力であるか、前記熱処理ユニットの架け替えのために焼入れを停止しているときに供給されている焼入れ停止電力であるか、を判定し、焼き入れに関与する電力のみを記憶すると共に、ワークの間欠的な焼入れ中に、記憶した焼き入れ電力について焼入れが開始された直後の立上り電力と焼入れが終了する直前の立下り電力とを除外し、その後に許容電力範囲に入るか否かを判定するから、焼き入れ電力が許容電力範囲に入るか否かの判定が、間欠的な焼き入れに伴うコイルの架け替えに要する時間に左右されることはない。

【 0 0 0 9 】

また、本発明の焼入れ状態判定装置において、前記入否判定手段によって前記許容電力範囲外と判定されたときに前記ワークの焼入れ状態が不良状態であると判定する状態判定手段、を備えるものとすることもできる。

こうすれば、間欠的な焼入れを行なう場合でも正確に焼入れ状態を判定することができる。

【 0 0 1 0 】

こうした本発明の焼入れ状態判定装置において、少なくとも前記焼入れ停止電力以上の値を初期値とする最小電力値を有し、前記測定電力と前記最小電力値とを比較して前記測定電力が前記最小電力値以下のときに前記最小電力値を前記測定電力に置き換える最小電力値置き換え手段と、前記測定電力と前記最小電力値との差を算出する算出手段と、を備える請求項 1 記載の高周波焼入れ装置であって、前記焼入れ電力判定手段は、前記差が略ゼロであれば前記測定電力が前記焼入れ停止電力であると判定し、前記差がゼロより大きければ前記測定電力が前記焼入れ電力であると判定する手段であるものとすることもできる。

こうすれば、測定電力が焼き入れに関与する焼き入れ電力であるか否かを簡易に判定できる。即ち、間欠的な焼き入れに伴うコイルの架け替えの間の焼き入れ停止時における測定電力を自動的かつ簡易に除外することができる。

【 0 0 1 1 】

また、本発明の焼入れ状態判定装置において、値ゼロを初期値とする最大電力値を有し、前記測定電力と前記最大電力値とを比較して前記測定電力が前記最大電力値以上のときには前記最大電力値を前記測定電力に置き換える最大電力値置き換え手段と、

前記測定電力と前記最大電力値置き換え手段によって置き換えられた前記最大電力値との第二の差を算出する第二算出手段と、

焼入れに要する電力値よりもはるかに大きな値を初期値とする最小電力値を有し、前記測定電力と前記最大電力値とを比較して前記測定電力が前記最大電力以上でないときは、前記測定電力と前記最小電力値とを比較して前記測定電力が前記最小電力値以下のときには前記最小電力値を前記測定電力に置き換え、前記測定電力が前記最小電力値以下でないときには前記最小電力値の置き換えをしない最小電力値置き換え手段と、

前記測定電力と前記最小電力値置き換え手段による判断と場合による置き換え実行後の前記最小電力値との差を算出する算出手段と、

を備え、

前記焼入れ電力判定手段は、前記差または前記第二の差が略ゼロであれば前記測定電力が前記焼入れ停止電力であると判定し、前記差がゼロより大きければ前記測定電力が前記焼入れ電力であると判定する手段であるものとする。こともできる。

10

こうすれば、測定電力が焼き入れに関与する焼き入れ電力であるか否かを簡易に判定できる。即ち、電源オン時に生ずる所謂髭電力や、間欠的な焼き入れに伴うコイルの架け替えの間の焼き入れを停止しているときの焼き入れ停止電力などを自動的かつ簡易に除外することができる。

【 0 0 1 2 】

さらに、本発明の焼入れ状態判定装置において、記憶した前記測定電力を計数する計数手段を備え、前記入否判定手段は、記憶した前記測定電力の数が第 1 の数に達したときから、第 2 の数だけ前に記憶された前記測定電力の値について前記許容電力範囲に入るか否かの判定を開始し、前記焼入れ電力の記憶開始以降に前記焼入れ電力判定手段によって前記測定電力が前記焼入れ停止電力であると判定されたときに前記第 2 の数だけ前に記憶された前記測定電力の値が前記許容電力範囲に入るか否かの判定を停止する手段であるものとする。こともできる。

20

こうすれば、焼き入れ電力が許容電力範囲に入るか否かの判定をリアルタイムで行わないから、不要なデータ、例えば、焼き入れ開始時や焼き入れ終了時における電力の立上りや立下り部分といった比較的不安定な電力を除いた判定が可能となる。この場合、第 1 の数を電力の立上り時のデータ数と電力の立下り時のデータ数の和に設定しておき、第 2 の数を電力の立下り時のデータ数に設定しておけば良い。

【 0 0 1 3 】

また、本発明の焼入れ状態判定装置は、前記測定電力の記憶を開始したときから前記測定電力の記憶を停止するまでの記憶時間を積算する記憶時間積算手段を備え、前記入否判定手段は、前記記憶時間が第 1 時間に達したときから、第 2 時間だけ前に記憶した前記測定電力の値について前記許容電力範囲に入るか否かの判定を開始し、前記測定電力の記憶を停止したときに前記第 2 時間だけ前に記憶した前記測定電力の値について前記許容電力範囲に入るか否かの判定を停止する手段であるものとする。こともできる。

30

こうすれば、焼き入れ電力が許容電力範囲に入るか否かの判定をリアルタイムで行わないから、不要なデータ、例えば、焼き入れ開始時や焼き入れ終了時における電力の立上りや立下り部分といった比較的不安定な電力を除いた判定が可能となる。この場合、第 1 の数を電力の立上り時のデータ数と電力の立下り時のデータ数の和に設定しておき、第 2 の数を電力の立下り時のデータ数に設定しておけば良い。

40

【 0 0 1 4 】

本発明の焼入れ状態判定装置は、前記ワークを焼入れしている時間を焼入れ時間として積算する焼入れ時間積算手段と、積算した該焼入れ時間が許容時間範囲に入るか否かを判定する焼入れ時間判定手段と、を備え、前記状態判定手段は、前記焼入れ時間判定手段によって前記焼入れ時間が前記許容時間範囲に入らないと判定されたときに前記ワークの焼入れ状態が不良状態であると判定する手段であるものとする。こともできる。

こうすれば、間欠的な焼入れを行なう場合において、より正確に焼き入れ状態を判定することができる。例えば、間欠的に複数回の焼入れを行なう場合であって、何れかの焼き入れが全く実施されなかった場合、即ち、コイルに通電されず測定電力がゼロであった場合、焼き入れ電力のみの判定では焼き入れが正常であると判定されてしまうが、焼き入れ

50

時間の判定を行うことで、こうした場合には、焼き入れ時間が許容時間範囲よりも短いと判定されるので、焼き入れ状態が不良状態であると判定できる。

【 0 0 1 5 】

本発明の焼き入れ状態判定方法は、

熱処理ユニットのコイルに電力を印加してワークを間欠的に焼き入れする高周波焼き入れ装置における焼き入れ状態を判定する焼き入れ状態判定方法であって、

(a) 前記電力を測定し、

(b) 電力を測定したときに、該測定した測定電力が、焼き入れに関与する焼き入れ電力であるか、前記熱処理ユニットの架け替えのために焼き入れを停止しているときに供給されている焼き入れ停止電力であるか、を判定し、

(c) 前記測定電力が前記焼き入れ電力であると判定されたときから、前記測定電力が前記焼き入れ停止電力であると判定されるまで、前記測定電力を前記焼き入れ電力として記憶し、

(d) 前記ワークの間欠的な焼き入れ中に、記憶された前記焼き入れ電力から焼き入れが開始された直後の立上り電力と焼き入れが終了する直前の立下り電力とを除外し、その後に許容電力範囲に入るか否かを判定する

ことを要旨とする。

【 0 0 1 6 】

この本発明の焼き入れ状態判定方法では、電力を測定したときに、当該測定した測定電力が、焼き入れに関与する電力であるか、前記熱処理ユニットの架け替えのために焼き入れを停止しているときに供給されている焼き入れ停止電力であるか、を判定し、焼き入れ電力のみを記憶すると共に、ワークの間欠的な焼き入れ中に、記憶した焼き入れ電力について焼き入れが開始された直後の立上り電力と焼き入れが終了する直前の立下り電力とを除外し、その後に許容電力範囲に入るか否かを判定するから、焼き入れ電力が許容電力範囲に入るか否かの判定が、間欠的な焼き入れに伴うコイルの架け替えに要する時間に左右されることはない。

【 0 0 1 7 】

また、本発明の焼き入れ状態判定方法において、

(e) 前記許容電力範囲外と判定されたときに前記ワークの焼き入れ状態が不良状態であると判定するものとすることもできる。

こうすれば、間欠的な焼き入れを行なう場合でも正確に焼き入れ状態を判定することができる。

【 0 0 1 8 】

こうした本発明の焼き入れ状態判定方法において、少なくとも前記焼き入れ停止電力以上の値を初期値とする最小電力値を有し、前記測定電力と前記最小電力値とを比較して前記測定電力が前記最小電力値以下のときに前記最小電力値を前記測定電力に置き換えるとともに、前記測定電力と前記最小電力値との差を算出し、前記ステップ (c) は、前記差が略ゼロであれば前記測定電力が前記焼き入れ停止電力であると判定し、前記差がゼロより大きければ前記測定電力が前記焼き入れ電力であると判定するステップであるものとすることもできる。

こうすれば、測定電力が焼き入れに関与する焼き入れ電力であるか否かを簡易に判定できる。即ち、間欠的な焼き入れに伴うコイルの架け替えの間の焼き入れ停止時における測定電力を自動的かつ簡易に除外することができる。

【 0 0 1 9 】

また、本発明の焼き入れ状態判定方法において、記憶した前記測定電力の数を計数し、前記ステップ (d) は、記憶した前記測定電力の数が第 1 の数に達したときから、第 2 の数だけ前に記憶された前記測定電力の値について前記許容電力範囲に入るか否かの判定を開始し、前記焼き入れ電力の記憶開始以降に前記焼き入れ電力判定手段によって前記測定電力が前記焼き入れ停止電力であると判定されたときに前記第 2 の数だけ前に記憶された前記測定電力の値が前記許容電力範囲に入るか否かの判定を停止するステップであるものとするこ

10

20

30

40

50

ともできる。

こうすれば、焼き入れ電力が許容電力範囲に入るか否かの判定をリアルタイムで行わないから、不要なデータ、例えば、焼き入れ開始時や焼き入れ終了時における電力の立上りや立下り部分といった比較的不安定な電力を除いた判定が可能となる。この場合、第1の数を電力の立上り時のデータ数と電力の立下り時のデータ数の和に設定しておき、第2の数を電力の立下り時のデータ数に設定しておけば良い。

【0020】

さらに、本発明の焼き入れ状態判定方法において、前記測定電力の記憶を開始したときから前記測定電力の記憶を停止するまでの記憶時間を積算し、前記ステップ(d)は、前記記憶時間が第1時間に達したときから、第2時間だけ前に記憶した前記測定電力の値について前記許容電力範囲に入るか否かの判定を開始し、前記測定電力の記憶を停止したときに前記第2時間だけ前に記憶した前記測定電力の値について前記許容電力範囲に入るか否かの判定を停止するステップであるものとすることもできる。

10

こうすれば、焼き入れ電力が許容電力範囲に入るか否かの判定をリアルタイムで行わないから、不要なデータ、例えば、焼き入れ開始時や焼き入れ終了時における電力の立上りや立下り部分といった比較的不安定な電力を除いた判定が可能となる。この場合、第1の数を電力の立上り時のデータ数と電力の立下り時のデータ数の和に設定しておき、第2の数を電力の立下り時のデータ数に設定しておけば良い。

【0021】

また、本発明の焼き入れ状態判定方法において、前記ワークを焼き入れしている時間を焼き入れ時間として積算し、積算した該焼き入れ時間が許容時間範囲に入るか否かを判定し、前記ステップ(e)は、前記焼き入れ時間が前記許容時間範囲に入らないと判定されたときに前記ワークの焼き入れ状態が不良状態であると判定するものとすることもできる。

20

こうすれば、間欠的な焼き入れを行なう場合において、より正確に焼き入れ状態を判定することができる。例えば、間欠的に複数回の焼き入れを行なう場合であって、何れかの焼き入れが全く実施されなかった場合、即ち、コイルに通電されず測定電力がゼロであった場合、焼き入れ電力のみの判定では焼き入れが正常であると判定されてしまうが、焼き入れ時間の判定を行うことで、こうした場合には、焼き入れ時間が許容時間範囲よりも短いと判定されるので、焼き入れ状態が不良状態であると判定できる。

【図面の簡単な説明】

30

【0022】

【図1】本発明の一実施例である焼き入れ状態判定装置10を搭載した高周波焼き入れ装置1の構成の概略を示す構成図である。

【図2】熱処理ユニット6の構成の概略を示す構成図である。

【図3】ハウジング14が開いた状態を示す状態図である。

【図4】焼き入れ状態判定装置10により実行される焼き入れ状態判定処理の一例を示すフローチャートである。

【図5】焼き入れ状態判定装置10により実行される電力値判定処理の一例を示すフローチャートである。

【図6】焼き入れ状態判定装置10により実行される焼き入れトータル時間判定処理の一例を示すフローチャートである。

40

【図7】クランクシャフト8の高周波焼き入れを実施する際の電力Pの時間変化を示す説明図である。

【図8】焼き入れに関与する電力の測定波形C1～C6を用いた焼き入れ状態の判定を説明する説明図である。

【図9】第2実施例の高周波焼き入れ装置により実行される電力値判定処理の一例を示すフローチャートである。

【図10】第2実施例の高周波焼き入れ装置により実行される不要電力カット処理の一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】

50

【 0 0 2 3 】

次に、本発明を実施するための形態を実施例を用いて説明する。

【実施例 1】

【 0 0 2 4 】

図 1 は、本発明の一実施例である焼入れ状態判定装置 10 を搭載した高周波焼入れ装置 1 の構成の概略を示す構成図である。

高周波焼入れ装置 1 は、図示するように、電源（図示せず）からの所定の電圧に基づいて高周波電圧を発生する発振器 2 と、発振器 2 が発生する高周波電圧を低電圧に変換して大電流を出力する出力トランス 4 と、出力トランス 4 に接続されるとともにワークとしてのクランクシャフト 8 のジャーナル部 J やピン部 P の外周面を覆う熱処理ユニット 6 と、出力トランス 4 の出力側に接続された実施例の焼入れ状態判定装置 10 と、高周波焼入れ装置 10 全体をコントロールする制御装置 60 とを備える。

10

【 0 0 2 5 】

図 2 は、熱処理ユニット 6 の構成の概略を示す構成図であり、図 3 は、ハウジング 14 が開いた状態を示す状態図である。

熱処理ユニット 6 は、図 2 および図 3 に示すように、高周波加熱コイル 12 と、高周波加熱コイル 12 を収容支持する半開放鞍型形状に形成されたハウジング 14 と、ハウジング 14 を図示しないピンを支点に開閉可能に吊り下げるとともに出力トランスと電氣的に接続された銀や銅といった導体で形成された端子 16a を有するターミナル 16 とから構成されている。熱処理ユニット 6 は、クランクシャフト 8 の軸方向に沿ってクランクシャフト 8 のジャーナル部 J およびピン部 P の数だけ並設されており、図示しないアクチュエータによってクランクシャフト 8 のジャーナル部 J やピン部 P への架け替えを行うことにより、それぞれ対応するクランクシャフト 8 のジャーナル部 J やピン部 P の焼き入れを行う。

20

実施例では、1 番ジャーナル部 J 1 および 5 番ジャーナル部 J 5 の焼き入れから始まり、1 番ピン部 P 1 および 4 番ピン部 P 4、3 番ジャーナル部 J 3、オイルシール部 OS、2 番ジャーナル部 J 2 および 4 番ジャーナル部 J 4、2 番ピン部 P 2 および 3 番ピン部 P 3 の順に焼き入れが行われるものとした。

【 0 0 2 6 】

ハウジング 14 には、高周波加熱コイル 12 がクランクシャフト 8 のジャーナル部 J やピン部 P と接触することなく十分に近づけるよう案内する図示しないガイドチップと、高周波加熱コイル 12 と電氣的に接続された銀や銅といった導体で形成された端子 14a が設けられており、ハウジング 14 が閉状態となったときに、端子 14a とターミナル 16 の端子 16a とが電氣的に接続されて高周波加熱コイル 12 に誘導加熱に必要な電力が供給される。

30

【 0 0 2 7 】

実施例の焼入れ状態判定装置 10 は、CPU 72 を中心とするマイクロプロセッサを備え、CPU 72 の他に処理プログラムを記憶する ROM 76 と、データを一時的に記憶する RAM 74 と、図示しない入出力ポートおよび通信ポートとを備える。実施例の焼入れ状態判定装置 10 には、焼入れ状態を判定するために必要な信号、例えば、高周波加熱コイル 12 に供給される電力を検出する電力計 82 からの電力やタイマ 84 により計測される焼入れの経過時間などが入力されている。焼入れ状態判定装置 10 は、制御装置 60 と通信しており、必要に応じて高周波加熱コイル 12 に供給される電力に関するデータを制御装置 60 に出力する。

40

【 0 0 2 8 】

制御装置 60 は、図示しない CPU を中心とするマイクロプロセッサとして構成されており、操作パネル（図示せず）で設定された指示を受けて、発振器 2 の制御や熱処理ユニット 6 の動作制御、高周波加熱コイル 12 への電力量、アクチュエータの駆動制御など装置全体の運転および停止の制御を行う。

【 0 0 2 9 】

50

次に、こうして構成された実施例の焼入れ状態判定装置 10 を備える高周波焼入れ装置 1 の動作、特に、焼入れ状態判定装置 10 による焼き入れ状態を判定する際の動作について説明する。

図 4 は、焼入れ状態判定装置 10 により実行される焼入れ状態判定処理の一例を示すフローチャートであり、高周波焼入れを開始したときに実行される。

【0030】

焼き入れ状態判定処理が実行されると、焼入れ状態判定装置 10 の CPU 72 は、まず、焼き入れ開始から焼き入れが終了するまでの焼き入れ所要時間 T を計測するためのタイマ 84 をリセットし計測を開始する（ステップ S100）。ここで、計測時間 T は、高周波焼入れを開始してから終了するまでに要する時間に基づいて設定され、高周波焼入れが正常に終了した場合にかかる時間よりも若干長い時間に設定される。

10

次に、図 5 に例示する電力値判定処理を実行し（ステップ S102）、計測タイマを読み込むとともに（ステップ 104）、計測時間 T が経過したか否かを判定する（ステップ S106）。計測時間 T が経過していなければ、計測時間 T が経過するまで図 5 の電力値判定処理を繰り返し実行する。電力値判定処理は、所定時間毎（例えば、40 msec 毎）に繰り返し実行される。

以下、図 4 の焼き入れ状態判定処理の説明を一旦中断して図 5 の電力値判定処理について説明する。

【0031】

図 5 の電力値判定処理では、焼入れ状態判定装置 10 の CPU 72 は、まず、電力計 82 からの電力値 P や立上り電力無視カウンタ i、立下り電力無視カウンタ S、焼き入れカウンタ C を入力する処理を実行する（ステップ S200）。ここで、立上り電力無視カウンタ i は、焼き入れが開始された直後の立上り電力を後述する電力値 P_i が許容範囲に入っているか否かの判定（ステップ S220）から除外するために設定されるカウンタであり、焼き入れ条件や焼入れするワークの形状、材質などに応じて設定される。

20

実施例では、電力値判定用バッファに焼き入れに関与する電力値 P* が格納され始めてから 15 個目までのデータを立上りにおける電力であるとして判定から除外するものとした。また、立下り電力無視カウンタ S は、焼き入れが終了する直前の立下り電力を後述する電力値 P_i が許容範囲に入っているか否かの判定（ステップ S220）から除外するために設定されるカウンタであり、焼き入れ条件や焼入れするワークの形状、材質などに応じて設定される。実施例では、電力値判定用バッファに焼き入れに関与する電力値 P* として最後に格納したデータから 20 個前までのデータを立下りにおける電力であるとして判定から除外するものとした。

30

なお、本実施形態では電力値判定処理を 40 msec 毎に行うため、立上り電力無視カウンタ i の値 15 は 0.6 sec (40 msec × 15 個) に相当し、立下り無視カウンタ S の値 20 は 0.8 sec (40 msec × 20 個) に相当する。

さらに、焼き入れカウンタ C は、間欠的に行なわれる高周波焼き入れのうち何回目の焼入れかを表わすカウンタであり、実施例では、1 番ジャーナル部 J1 および 5 番ジャーナル部 J5 の焼き入れから 1 番ピン部 P1 および 4 番ピン部 P4、3 番ジャーナル部 J3、オイルシール部 OS、2 番ジャーナル部 J2 および 4 番ジャーナル部 J4、2 番ピン部 P2 および 3 番ピン部 P3 と順に間欠的に 6 回の高周波焼入れを行なうため値 6 となるまで順に値 1 ずつインクリメントされる。

40

【0032】

電力値 P や立上り電力無視カウンタ i、立下り電力無視カウンタ S、焼き入れカウンタ C を読み込む処理を実行すると（ステップ S200）、続いて、入力した電力値 P が電力最小値 P_{min} 以下であるか否かの判定を行う（ステップ S202）。電力最小値 P_{min} は、間欠的に行なわれる高周波焼入れにおいて焼入れを停止しているときの電力値を判定から除外するために設定されるものであり、実施例では、初回は値 30000 に設定されている。入力した電力値 P が電力最小値 P_{min} 以下であれば電力最小値 P_{min} を入力した電力値 P に置き換えるとともに（ステップ S204）、焼き入れに関与する電力値

50

P^* を入力した電力値 P から最小電力値 P_{min} を減じることにより求める (ステップ S 206)。

一方、入力した電力値 P が電力最小値 P_{min} よりも大きいときには、電力最小値 P_{min} を入力した電力値 P に置き換えることなく、焼き入れに関与する電力値 P^* を算出する (ステップ S 206)。

【0033】

次に、算出した電力値 P^* が値 0 より大きいかなの判定を行う (ステップ S 208)。電力値 P^* が値 0 より大きいときには、焼き入れが行なわれているときの電力値、即ち、焼き入れに関与する電力値と判定され、立上り電力無視カウンタ i を値 1 だけインクリメントするとともに (ステップ S 210)、電力値 P^* を i 番目の電力値 P_i として RAM の所定領域に設定された電力値判定用バッファに格納し (ステップ S 212)、立上り電力カウンタ i が値 15 以上であるかなの判定を行う (ステップ S 214)。

立上り電力カウンタ i が値 15 以上である、即ち、焼き入れに関与する電力値 P^* が立上り電力でないと判定されると、立下り電力無視カウンタ S を値 1 だけインクリメントするとともに (ステップ S 216)、立下り電力無視カウンタ S が値 20 より大きいかなの判定を行なう (ステップ S 218)。

【0034】

立下り電力無視カウンタ S が値 20 であるかなの判定において、立下り電力無視カウンタ S が値 20 より大きいと判定されると、20 個前に電力値判定用バッファに格納した焼き入れに関与する電力値 P_{i-20} と閾値 $P_{i-20ref1}$ および閾値 $P_{i-20ref2}$ とを比較する (ステップ S 220)。即ち、電力値判定用バッファに 35 個目の電力値 $P_{i=35}$ が格納されたときから 20 個前に格納した電力値 $P_{i=15}$ と閾値 P_{15ref1} および閾値 P_{15ref2} との比較を開始する。このように、今、電力値判定用バッファに格納した電力値 P_i ではなく 20 個前に電力値判定用バッファに格納した電力値 P_{i-20} が閾値内であるかなを判定する。

なお、閾値 $P_{i-20ref1}$ および閾値 $P_{i-20ref2}$ は、焼き入れ時の電力値が正常な範囲であるかなの判断を行なうために設定されるものであり、焼き入れ条件や焼き入れするワークの形状、材質などに応じて設定され、例えば、複数回測定した電力値 P_i の平均値をとり、その平均値の $\pm 5\%$ などのように設定される。そして、電力値 P_{i-20} が閾値 $P_{i-20ref1}$ から閾値 $P_{i-20ref2}$ の範囲内であるときには、焼き入れに関与する電力値 P_i は正常であると判定し、「正常」であることを電力値 P_i に対応させて RAM 74 の所定領域に設定された電力値判定用バッファに格納して (ステップ S 222)、本処理を終了する。

一方、電力値 P_{i-20} が閾値 $P_{i-20ref1}$ から閾値 $P_{i-20ref2}$ の範囲を超えたときには、焼き入れに関与する電力値 P_i に異常があると判定し、「異常」であることを電力値 P_i に対応させて同じく RAM 74 の所定領域に設定された電力値判定用バッファに格納して (ステップ S 224)、本処理を終了する。

【0035】

また、ステップ S 208 において算出した電力値 P^* が値 0 以下と判定されたとき、即ち、焼き入れが行われていないときには、立上り電力無視カウンタ i が値 15 以上であるかなを判定する (ステップ S 226)。焼き入れが終了してコイルの架け替えなどを行っている焼き入れと焼き入れとの間においては、立上り電力無視カウンタ i は値 15 以上となっているから、立上り電力無視カウンタ i は値 15 以上であると判定され、焼き入れカウンタを値 1 だけインクリメントするとともに (ステップ S 228)、焼き入れ時間 t_c を立上り電力無視カウンタ i と本処理ルーチンの繰り返し時間である時間 0.04 sec (40 msec) とを用いて計算 ($t_c = i \times 0.04$) により算出し (ステップ S 230)、算出した焼き入れ時間 t_c を RAM 74 の所定領域に設定された焼き入れ時間用バッファに格納する (ステップ S 232)。その後、立上り無視カウンタ i および立下り無視カウンタ S を値 0 にセットして (ステップ S 234)、本処理を終了する。

一方、ステップ S 226 の立上り電力無視カウンタ i が値 15 以上であるかなの判定に

において、立上り電力無視カウンタ i が値 15 未満であると判定されたときには、何もせずに本処理を終了する。

【0036】

図4の焼き入れ状態判定処理に戻って、このような電力値判定処理が計測時間 T が経過するまで実行され、計測時間 T が経過すると(ステップ S106)、焼き入れトータル時間判定処理を実行する(ステップ S108)。

焼き入れトータル時間判定処理は、図6に示す焼き入れトータル時間判定処理の実行により行なわれる。

【0037】

焼き入れトータル時間判定処理が実行されると、焼き入れトータル時間 t を算出する処理を実行する(ステップ S300)。焼き入れトータル時間 t は、RAM 76の所定領域に設定された焼き入れ時間用バッファに格納した焼き入れ時間 t_c を積分することにより計算することができる($t = \sum t_c$, $c = 1 \sim 6$)。続いて、算出した焼き入れトータル時間 t と閾値 t_{ref1} および閾値 t_{ref2} とを比較する(ステップ S302)。ここで、閾値 t_{ref1} および閾値 t_{ref2} は、焼き入れ時間が正常な範囲であるか否かの判断を行なうために設定されるものであり、焼き入れ条件や焼き入れするワークの形状、材質などに応じて設定され、例えば、複数回測定した焼き入れトータル時間 t の平均値をとり、その平均値の $\pm 5\%$ などのように設定される。そして、焼き入れトータル時間 t が閾値 t_{ref1} から閾値 t_{ref2} の範囲内であるときには、焼き入れトータル時間 t は正常であると判定し、「正常」であることをRAM 74の所定領域に設定された焼き入れトータル時間判定用バッファに格納して(ステップ S304)、本処理を終了する。

一方、焼き入れトータル時間 t が閾値 t_{ref1} から閾値 t_{ref2} の範囲を超えたときには、焼き入れトータル時間 t は異常であると判定し、「異常」であることを同じくRAM 74の所定領域に設定された焼き入れトータル時間判定用バッファに格納して(ステップ S306)、本処理を終了する。

【0038】

再び図4の焼き入れ状態判定処理に戻って、上述した焼き入れトータル時間判定処理が実行された後(ステップ S108)、焼き入れに関与する電力値 P_i の状態(ステップ S110)および焼き入れトータル時間 t の状態(ステップ S112)についての判定を行う。焼き入れに関与する電力値 P_i の状態の判定は、RAM 74の所定領域に設定された電力値判定用バッファに格納した各電力値 P_i の状態(「正常」あるいは「異常」)を読み込むことにより行ない、焼き入れトータル時間 t の状態の判定は、RAM 74の所定領域に設定された焼き入れトータル時間判定用バッファに格納した焼き入れトータル時間 t の状態(「正常」あるいは「異常」)を読み込むことにより行なうことができる。

ここで、RAM 74の所定領域に設定された電力値判定用バッファに格納した各電力値 P_i の全てが「正常」であれば電力値 P_i は正常であると判定され、格納した各電力値 P_i の1つでも「異常」があれば電力値 P_i は異常であると判定される。

【0039】

そして、焼き入れに関与する電力値 P_i および焼き入れトータル時間 t とともに「正常」であるときには、焼入れは正常に終了したと判定し(ステップ S114)、立上り無視カウンタ i や立下り無視カウンタ S 、焼き入れカウンタ C を値0にセットするとともに電力最小値 P_{min} を値30000にセットして(ステップ S116)、本処理を終了する。

一方、焼き入れに関与する電力値 P_i および焼き入れトータル時間 t の何れか一方が「異常」であるときには、焼入れ不良が発生したと判定し(ステップ S118)、立上り無視カウンタ i や立下り無視カウンタ S 、焼き入れカウンタ C を値0にセットするとともに電力最小値 P_{min} を値30000にセットして(ステップ S116)、本処理を終了する。

ここで、焼入れ不良とは、焼幅不足や焼入れが入っていない焼無し、焼入れ深さ異常などが発生したことを意味する。

【0040】

次に、こうした焼き入れ状態判定処理を実行することにより焼き入れ状態が判定される際の様子について説明する。

実施例の高周波焼き入れ装置 1 で、クランクシャフト 8 の高周波焼き入れを開始すると、先ず、1 番ジャーナル部 J 1 および 5 番ジャーナル部 J 5 の焼き入れから始まり、1 番ピン部 P 1 および 4 番ピン部 P 4、3 番ジャーナル部 J 3、オイルシール部 O S、2 番ジャーナル部 J 2 および 4 番ジャーナル部 J 4、2 番ピン部 P 2 および 3 番ピン部 P 3 の順に焼き入れが行われる。

図 7 は、クランクシャフト 8 の高周波焼き入れを実施する際の電力 P の時間変化を示す説明図である。

高周波焼き入れを行う際の電力 P の測定波形は、図 7 に示すように、1 番ジャーナル部 J 1 および 5 番ジャーナル部 J 5 の焼き入れに関与する電力の測定波形 C 1 から 2 番ピン部 P 2 および 3 番ピン部 P 3 の焼き入れに関与する電力の測定波形 C 6 と、アクチュエータによって熱処理ユニット 6 の架け替えを行うために焼き入れを停止しているときの電力の測定波形 $\Delta C 1 \cdot 2 \sim \Delta C 6$ とからなるが、実施例の焼き入れ状態判定装置 10 による焼き入れ状態判定処理を実行することにより、焼き入れに関与する電力の測定波形 C 1 ~ C 6 だけを用いて焼き入れ状態の判定を行うことができる（ステップ S 202 ~ S 212）。これにより、焼き入れ状態を判定する際に、アクチュエータによる熱処理ユニット 6 の架け替え時間のばらつきにより生ずる電力 P の測定波形の時間軸上のずれに左右されることがない。

【 0 0 4 1 】

図 8 は、焼き入れに関与する電力の測定波形 C 1 ~ C 6 を用いた焼き入れ状態の判定を説明する説明図である。

図示するように、1 番ジャーナル部 J 1 および 5 番ジャーナル部 J 5 の焼き入れが開始されて焼き入れに関与する電力値 P_i が記憶され始めてから時間 0.6 sec の間（立上り電力無視カウンタ i が値 15 までの間）は、電力の状態が比較的不安定な電力の立上り段階にあるため、電力値 P_i が許容範囲であるか否かの判定は行わない（ステップ S 214）。

【 0 0 4 2 】

そして、電力の立上り段階が終了した時間 0.6 sec ($i = 15$) からさらに時間 0.8 sec ($i = 35$) が経過したとき（立下り電力カウンタ S が値 20 より大となったとき、即ち、立上り電力無視カウンタ i が値 35 より大となったとき）から時間 0.8 sec 前に記憶した電力値 P_i （電力の立上り段階が終了した直後の電力値 $P_i = 35$ ）について許容範囲内（ $P_{i=15} \text{ref}1 \leq P_i \leq P_{i=15} \text{ref}2$ ）であるか否かの判定を開始する（ステップ S 214 ~ S 220）。即ち、今、記憶した電力値 $P_i = 35$ ではなく、時間 0.8 sec 前に記憶した電力値 $P_i = 15$ （20 個前に記憶した電力値 P_i ）について許容範囲内であるか否かの判定を行うという時間差判定を行う。従って、1 番ジャーナル部 J 1 および 5 番ジャーナル部 J 5 の焼き入れが終了した時間 t_{end1} における電力値 P_i を記憶したときには、時間 t_{end1} から時間 0.8 sec 前の電力値 P_i 、即ち、電力が立下り始める直前の電力値 P_i について許容範囲内にあるか否かの判定を行うことになるから、電力の状態が比較的不安定な電力の立下り段階における電力値 P_i について許容範囲であるか否かの判定は行わない。

【 0 0 4 3 】

このように、電力の立上り段階および立下り段階における電力値 P_i について許容範囲内（ $P_{i-20} \text{ref}1 \leq P_i \leq P_{i-20} \text{ref}2$ ）であるか否かの判定を行わないことにより、比較的安定した電力 P だけを用いた判定を行うことができる。この結果、焼き入れに関与する電力値 P_i が許容範囲内であるか否かの判定を行うために用いる規格波形を比較的容易に設定できる。

【 0 0 4 4 】

こうした 1 番ジャーナル部 J 1 および 5 番ジャーナル部 J 5 の焼き入れの際に行う焼き入れに関与する電力値 P_i についての判定と同様の判定が、1 番ピン部 P 1 および 4 番ピ

10

20

30

40

50

ン部 P 4、3 番ジャーナル部 J 3、オイルシール部 O S、2 番ジャーナル部 J 2 および 4 番ジャーナル部 J 4、2 番ピン部 P 2 および 3 番ピン部 P 3 の順に行われる。

【0045】

また、各焼入れ毎に要した時間 $t_1 \sim t_6$ を測定し（ステップ S 230、S 232）、これらを足し合わせた焼入れトータル時間 t が閾値 t_{ref1} から閾値 t_{ref2} の範囲内であるか否かの判定も行う（ステップ S 300 ~ S 306）。そして、焼き入れに關与する電力値 P_i および焼入れトータル時間 t の何れもが「正常」であるときにだけ、焼入れ状態は「正常」であると判定され、何れか一方が「異常」であれば、焼入れ状態は「不良」であると判定される（ステップ S 110 ~ S 118）。

【0046】

以上説明した実施例の焼入れ状態判定装置 10 によれば、焼き入れに關与する電力の測定波形だけを用いて電力値 P_i が許容範囲内に入るか否かを判定するから、電力値 P_i が許容範囲内に入るか否かの判定が、アクチュエータによる熱処理ユニット 6 の架け替え時間のばらつきにより生ずる電力の測定波形の時間軸上のずれに左右されることがない。従って、間欠的な焼入れを行なう場合でも正確に焼き入れ状態を判定することができる。しかも、焼き入れに要する電力値よりもはるかに大きな値である値 30000 を初期値として電力最小値 P_{min} を設定し、測定した電力値と電力最小値 P_{min} とを比較して、測定電力値が電力最小値 P_{min} 以下のときにだけ電力最小値 P_{min} を測定電力値に置き換えるとともに、測定電力値と電力最小値 P_{min} との差を計算することによって、測定した電力値が焼き入れに關与する電力値 P_i であるか否かを判定するから、測定した電力値から焼き入れに關与する電力値 P_i だけを自動的かつ簡易に取り出すことができる。

【0047】

また、実施例の焼入れ状態判定装置 10 によれば、測定した電力値を焼き入れに關与する電力値 P_i として記憶するのと、焼き入れに關与する電力値 P_i が許容範囲内に入るか否かの判定とを時間差をもって行うから、焼入れ開始時の立上り電力や焼入れ終了時の立下り電力といった比較的不安定な電力を判定から除外することができる。

【0048】

さらに、実施例の焼入れ状態判定装置 10 によれば、焼き入れに關与する電力値 P_i が許容範囲内に入るか否かの判定に加えて、間欠的に行われる高周波焼入れのうち焼き入れを停止している間の時間を除く、実際に焼き入れを行っている間の時間だけを焼入れトータル時間 t として測定して、測定した焼入れトータル時間 t が許容範囲内に入るか否かにより焼入れ状態を判定するから、より正確に焼き入れ状態を判定することができる。

即ち、例えば、間欠的に行われる複数の高周波焼入れのうち、何れかの焼き入れが全く実施されなかった場合、即ち、高周波加熱コイル 12 に通電されず測定電力がゼロであった場合などの電力値を用いた判定だけでは焼入れ状態を正確に判定できない場合であっても、焼入れトータル時間 t が許容範囲内に入るか否かを判定することによって焼き入れ状態の判定を行うことができる。また、電力値の波形を見ることにより、焼入れ不良発生前の予兆を検知することや、接点 14a、16a を適正に調整することもできる。

【0049】

実施例の焼入れ状態判定装置 10 では、電力最小値 P_{min} は、焼き入れに要する電力値よりもはるかに大きな値である値 30000 を初期値として設定するものとしたが、電力最小値 P_{min} は、少なくとも焼き入れを停止しているときの電力値を初期値として設定するものとするれば良い。

【0050】

実施例の焼入れ状態判定装置 10 では、立上り無視カウンタ i および立下り無視カウンタ S をカウントして、即ち、データ（電力値）数をカウントして、立上り無視カウンタ i および立下り無視カウンタ S （データ数）が所定値を越えるまでは、電力値 P_i が許容範囲内に入っているか否かの判定を行わないものとしたが、カウンタ（データ数）ではなく、電力の立上りおよび立下りの際に要する時間を予め計測しておき、この時間内は、電力値 P_i が許容範囲内に入っているか否かの判定を行わないものとしても構わない。

【 0 0 5 1 】

実施例の焼入れ状態判定装置 10 では、閾値 $P_{i-20ref1}$ および閾値 $P_{i-20ref2}$ は、複数回測定した電力値 P_i の平均値をとり、その平均値の $\pm 5\%$ などのように設定するものとしたが、複数回測定した電力値 P_i の平均値および標準偏差 (σ) を用いて、例えば、平均値の $\pm 3\sigma$ のように設定するものとしても構わない。

【 実施例 2 】

【 0 0 5 2 】

次に、第 2 実施例の高周波焼入れ装置について説明する。

第 2 実施例の高周波焼入れ装置は、焼入れ状態判定装置における処理が異なる点を除いて実施例の高周波焼入れ装置と同一の構成をしている。従って、第 2 実施例の高周波焼入れ装置では、図 1 ~ 3 に例示する実施例の高周波焼入れ装置 1 の構成を用いて実施例の高周波焼入れ装置 1 とは異なる処理の部分について説明する。

【 0 0 5 3 】

図 4 の焼入れ状態判定処理が実行されると焼入れ状態判定装置 10 の CPU 72 は、まず、焼き入れ所要時間 T を計測するためのタイマ 84 をリセットし (ステップ S 100)、図 9 に例示する電力値判定処理を実行し (ステップ S 102)、計測タイマを読み込むとともに (ステップ 104)、計測時間 T が経過したか否かを判定する (ステップ S 106)。計測時間 T が経過していなければ、計測時間 T が経過するまで図 9 の電力値判定処理を繰り返し実行する。図 9 の第 2 実施例の焼入れ状態判定装置 10 により実行される電力値判定処理は、所定時間毎 (例えば、40 msec 毎) に繰り返し実行される。

以下、図 4 の焼き入れ状態判定処理の説明を一旦中断して図 9 の電力値判定処理について説明する。

【 0 0 5 4 】

図 9 の電力値判定処理が実行されると、焼入れ状態判定装置 10 の CPU 72 は、まず、図 5 の電力値判定処理のステップ S 200 と同様に、電力計 82 からの電力値 P や立上り電力無視カウンタ i 、立下り電力無視カウンタ S 、焼き入れカウンタ C を入力する処理を実行する (ステップ S 400)。そして、図 10 の不要電力カット処理を実行する (ステップ S 402)。

図 10 の不要電力カット処理では、入力した電力値 P が電力最大値 P_{max} 以上であるか否かの判定を行う (ステップ S 500)。電力最大値 P_{max} は、装置起動時に生ずる急激な電力の立ち上がり、所謂髭電力を判定から除外するために設定されるものであり、実施例では、初回は値 0 に設定されている。入力した電力値 P が電力最大値 P_{max} 以上であれば電力最大値 P_{max} を入力した電力値 P に置き換えるとともに (ステップ S 502)、焼き入れに関与する電力値 P^* を入力した電力値 P から最大電力値 P_{max} を減じることにより求めて (ステップ S 504)、本処理を終了する。

【 0 0 5 5 】

一方、入力した電力値 P が電力最大値 P_{max} よりも小さいときには、入力した電力値 P が電力最小値 P_{min} 以下であるか否かの判定を行い (ステップ S 506)、入力した電力値 P が電力最小値 P_{min} 以下であれば電力最小値 P_{min} を入力した電力値 P に置き換えるとともに (ステップ S 508)、焼き入れに関与する電力値 P^* を入力した電力値 P から最小電力値 P_{min} を減じることにより求める (ステップ S 510)。

一方、入力した電力値 P が電力最小値 P_{min} よりも大きいときには、電力最小値 P_{min} を入力した電力値 P に置き換えることなく、焼き入れに関与する電力値 P^* を算出して (ステップ S 510)、本処理を終了する。

【 0 0 5 6 】

図 9 の電力値判定処理に戻って、このようにして不要な電力がカットされると、あとは図 5 の電力値判定処理のステップ S 208 ~ S 234 と同様の処理が実行される、即ち、算出した電力値 P^* が値 0 より大きいのか否かの判定を行い (ステップ S 404)、電力値 P^* が値 0 より大きいときには、立上り電力無視カウンタ i を値 1 だけインクリメントするとともに (ステップ S 406)、電力値 P^* を i 番目の電力値 P_i として RAM の所定

領域に設定された電力値判定用バッファに格納し（ステップS408）、立上り電力カウンタ i が値15以上であるか否かの判定を行い（ステップS410）、立上り電力カウンタ i が値15以上であるときには、立下り電力無視カウンタ S を値1だけインクリメントするとともに（ステップS412）、立下り電力無視カウンタ S が値20より大きいかが否かの判定を行なって（ステップS414）、立下り電力無視カウンタ S が値20より大きいときには、20個前に電力値判定用バッファに格納した焼き入れに關与する電力値 P_{i-20} と閾値 $P_{i-20ref1}$ および閾値 $P_{i-20ref2}$ とを比較し（ステップS416）、電力値 P_{i-20} が閾値 $P_{i-20ref1}$ から閾値 $P_{i-20ref2}$ の範囲内であるときには、焼き入れに關与する電力値 P_i は正常であると判定し、「正常」であることを電力値 P_i に対応させてRAM74の所定領域に設定された電力値判定用バッファに格納して（ステップS518）、本処理を終了する。

10

一方、電力値 P_{i-20} が閾値 $P_{i-20ref1}$ から閾値 $P_{i-20ref2}$ の範囲を超えたときには、焼き入れに關与する電力値 P_i に異常があると判定し、「異常」であることを電力値 P_i に対応させて同じくRAM74の所定領域に設定された電力値判定用バッファに格納して（ステップS420）、本処理を終了する。

【0057】

また、ステップS404において算出した電力値 P^* が値0以下と判定されたときには、立上り電力無視カウンタ i が値15以上であるか否かを判定し（ステップS422）、立上り電力無視カウンタ i が値15以上であるときには、焼き入れカウンタを値1だけインクリメントするとともに（ステップS424）、焼き入れ時間 t_c を計算により算出し（ステップS426）、算出した焼き入れ時間 t_c をRAM74の所定領域に設定された焼き入れ時間用バッファに格納して（ステップS428）、立上り無視カウンタ i および立下り無視カウンタ S を値0にセットして（ステップS430）、本処理を終了する。

20

一方、ステップ422の立上り電力無視カウンタ i が値15以上であるか否かの判定において、立上り電力無視カウンタ i が値15未満であると判定されたときには、何もせずに本処理を終了する。

【0058】

図4の焼き入れ状態判定処理に戻って、このような電力値判定処理が計測時間 T が経過するまで実行され、計測時間 T が経過したあと（ステップS106）、実施例1の焼き入れ状態判定装置10と同様、ステップS108～S116までの処理を実行して、本処理を終了する。

30

なお、第2実施例の焼き入れ状態判定処理におけるステップS116では、立上り無視カウンタ i や立下り無視カウンタ S 、焼き入れカウンタ C を値0にセットするとともに電力最小値 P_{min} を値30000にセットするのに加えて、電力最大値 P_{max} を値0にセットする。

【0059】

以上説明した第2実施例の焼き入れ状態判定装置によれば、焼き入れに關与する電力の測定波形だけを用いて電力値 P_i が許容範囲内に入るか否かを判定するだけでなく、装置起動時に生ずる急激な電力の立ち上がり、所謂髭電力を電力値 P_i が許容範囲内に入るか否かの判定から除外するから、間欠的な焼き入れを行なう場合でも正確に焼き入れ状態を判定することができる。しかも、値0を初期値とする電力最大値 P_{max} や焼き入れに要する電力値よりもはるかに大きな値である値30000を初期値とする電力最小値 P_{min} を設定し、測定した電力値 P と電力最大値 P_{max} や電力最小値 P_{min} とを比較するだけだから、電源オン時に生ずる所謂髭電力や、間欠的な焼き入れに伴うコイルの架け替えの間の焼き入れを停止しているときの焼き入れ停止電力などを自動的かつ簡易に除外することができる。

40

【0060】

実施例の焼き入れ状態判定装置10および第2実施例の焼き入れ状態判定装置では、立上り無視カウンタ i や立下り無視カウンタ S 、焼き入れカウンタ C 、電力最小値 P_{min} のリセットを焼き入れ状態判定処理の最後のステップで行うものとしたが、立上り無視カウンタ

50

i や立下り無視カウンタ S , 焼き入れカウンタ C , 電力最小値 P m i n のリセットは焼き入れ状態判定処理の最初のステップで行うものとしても構わない。

【 0 0 6 1 】

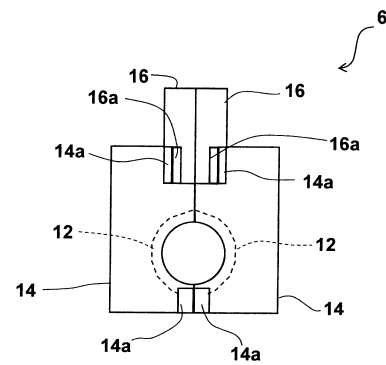
以上、本発明を実施するための最良の形態について実施例を用いて説明したが、本発明はこうした実施例に何ら限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲内において、種々なる形態で実施し得ることは勿論である。

【符号の説明】

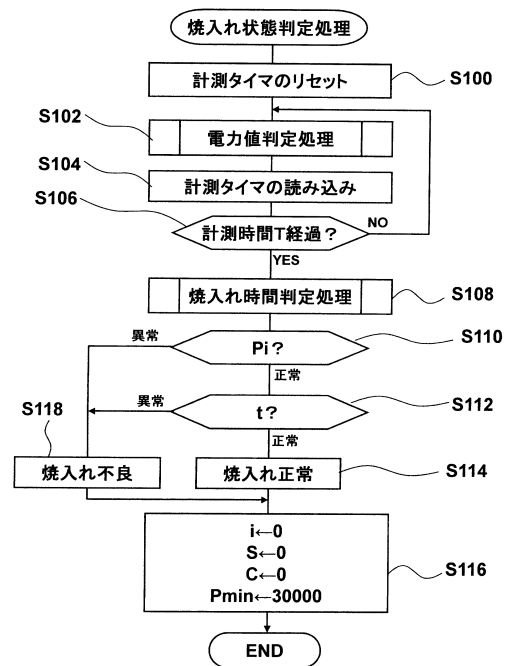
【 0 0 6 2 】

1	高周波焼入れ装置	
2	発振器	10
4	出力トランス	
6	熱処理ユニット	
8	クランクシャフト	
10	焼入れ状態判定装置	
12	高周波加熱コイル	
14	ハウジング	
14 a	端子	
16	ターミナル	
16 a	端子	
60	制御装置	20
72	C P U	
74	R O M	
76	R A M	
82	電力計	
84	タイマ	
J 1	1 番ジャーナル部	
J 2	2 番ジャーナル部	
J 3	3 番ジャーナル部	
J 4	4 番ジャーナル部	
J 5	5 番ジャーナル部	30
P 1	1 番ピン部	
P 2	2 番ピン部	
P 3	3 番ピン部	
P 4	4 番ピン部	
P 5	5 番ピン部	
O S	オイルシール部	

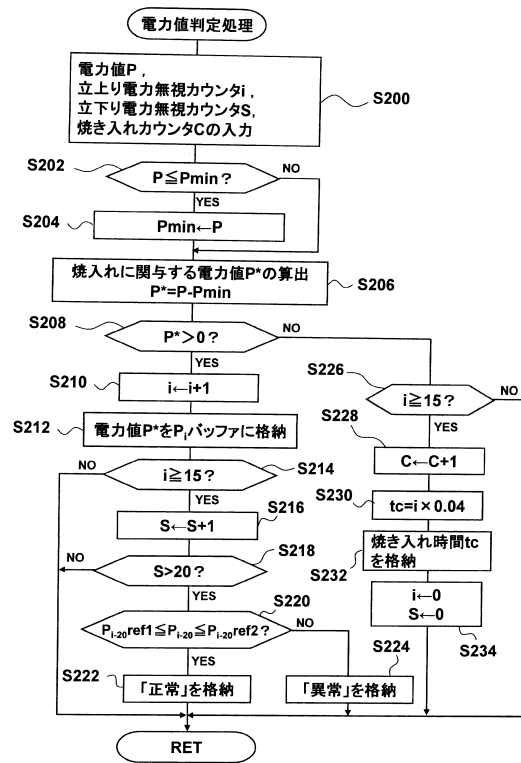
【 図 2 】



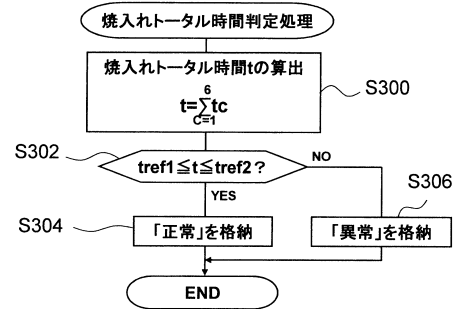
【圖 4】



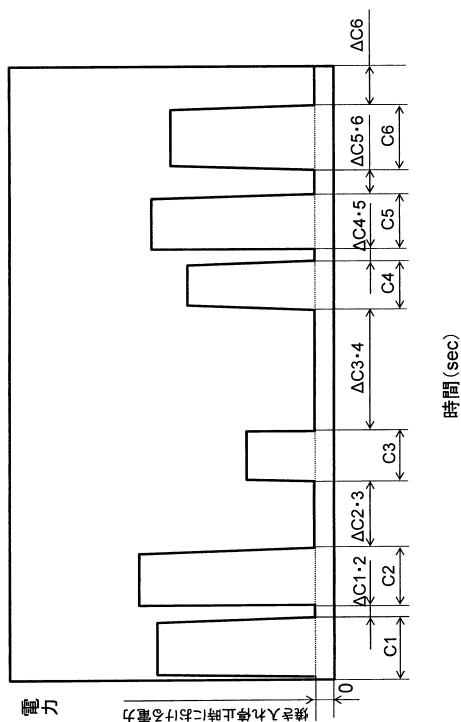
【図 5】



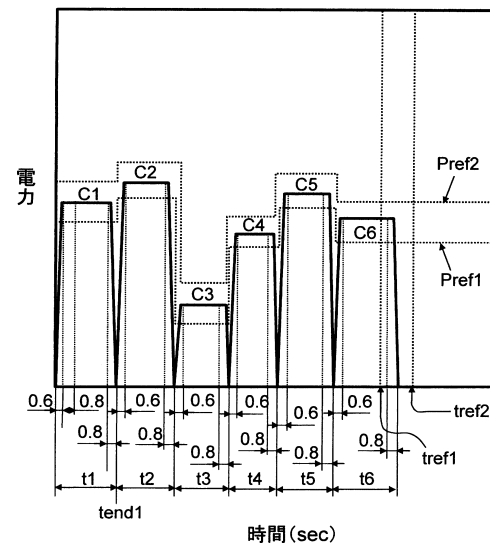
【図 6】



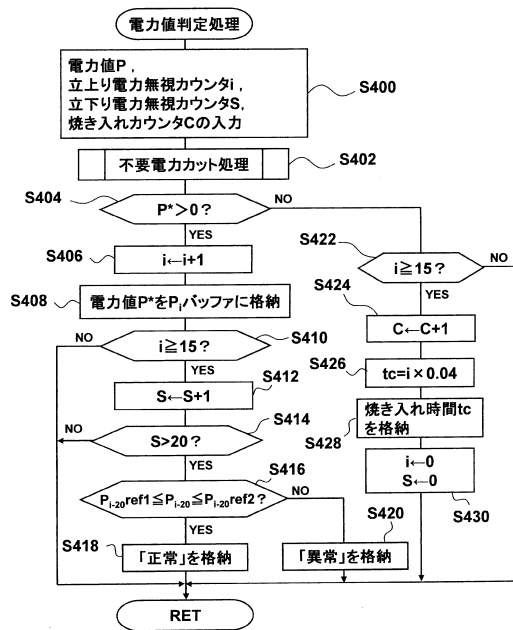
【図 7】



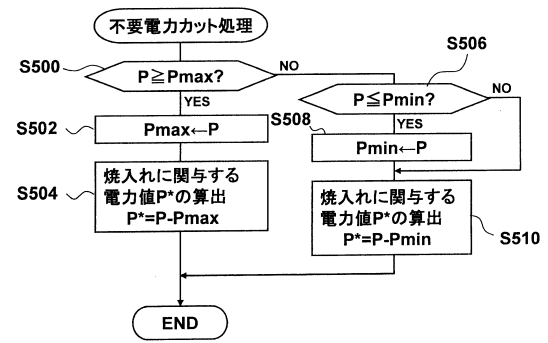
【図 8】



【図 9】



【図 10】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.	F I		
	H 0 5 B	6/10	3 3 1
	H 0 5 B	6/06	3 8 1

(56)参考文献 特開 2 0 0 2 - 3 6 3 6 3 9 (J P , A)
特開 2 0 0 4 - 2 1 1 1 3 9 (J P , A)
特開平 1 1 - 2 9 1 0 2 1 (J P , A)
国際公開第 2 0 0 8 / 1 3 9 8 1 7 (W O , A 1)
特開 2 0 0 8 - 1 9 6 0 3 6 (J P , A)
特開昭 6 3 - 1 0 5 4 9 0 (J P , A)
特開 2 0 0 8 - 2 4 3 3 9 5 (J P , A)
特開 2 0 0 9 - 0 0 1 8 8 8 (J P , A)
特開 2 0 0 1 - 2 2 6 7 1 2 (J P , A)
特開 2 0 0 3 - 2 3 1 9 2 3 (J P , A)
実開昭 6 3 - 0 7 3 3 4 5 (J P , U)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

C 2 1 D	1 / 1 0
C 2 1 D	1 / 5 5
C 2 1 D	9 / 3 0
H 0 5 B	6 / 0 6
H 0 5 B	6 / 1 0