

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7354591号
(P7354591)

(45)発行日 令和5年10月3日(2023.10.3)

(24)登録日 令和5年9月25日(2023.9.25)

(51)国際特許分類

F I

C 2 1 D 9/30 (2006.01)

C 2 1 D 9/30 A

C 2 1 D 9/30 B

請求項の数 10 (全16頁)

(21)出願番号	特願2019-100544(P2019-100544)	(73)特許権者	000003137
(22)出願日	令和1年5月29日(2019.5.29)		マツダ株式会社
(65)公開番号	特開2020-193377(P2020-193377 A)	(74)代理人	広島県安芸郡府中町新地 3 番 1 号 110001427 弁理士法人前田特許事務所
(43)公開日	令和2年12月3日(2020.12.3)	(72)発明者	魚崎 博 広島県安芸郡府中町新地 3 番 1 号 マツダ株式会社内
審査請求日	令和4年4月19日(2022.4.19)	(72)発明者	織田 和幸 広島県安芸郡府中町新地 3 番 1 号 マツダ株式会社内
		(72)発明者	西川 展生 広島県安芸郡府中町新地 3 番 1 号 マツダ株式会社内
		(72)発明者	横田 壮史

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 高周波焼入れ方法及び高周波焼入れ装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項 1】
鋳鉄製の軸部材の複数の所定部位を高周波加熱する高周波加熱工程と、
前記高周波加熱工程後に、冷却剤により前記軸部材を冷却して該軸部材の焼入れを行う焼入れ工程と、
前記焼入れ工程後に、前記軸部材を放置して該軸部材の前記複数の所定部位の焼入れ硬化部の温度を安定化させる安定化工程と、
前記焼入れ工程後の前記軸部材の品質の良否を判定する判定工程と、を備え、
前記安定化工程において、前記焼入れ工程終了から所定時間経過後の全ての前記複数の所定部位の焼入れ硬化部の温度を第 1 温度として測定し、
前記安定化工程における前記所定時間は、1 秒以上 6 0 秒以下であり、
前記判定工程において、前記第 1 温度が所定範囲内にあるときに、前記軸部材の品質を良と判定し、
前記第 1 温度の所定範囲は、1 5 0 以上 3 6 0 以下である
ことを特徴とする高周波焼入れ方法。

【請求項 2】
請求項 1 において、
前記高周波加熱工程後であり且つ前記焼入れ工程前に、前記軸部材の全ての前記複数の所定部位の温度を第 2 温度として測定する第 2 温度測定工程と、
前記第 1 温度及び / 又は前記第 2 温度に基づいて、前記高周波加熱工程及び / 又は前記

焼入れ工程における設備状態の評価を行う設備評価工程と、を備えたことを特徴とする高周波焼入れ方法。

【請求項 3】

請求項 1 又は請求項 2 において、

前記判定工程で良又は否と判定された前記軸部材をその判定結果に応じて分別する分別工程を備えた

ことを特徴とする高周波焼入れ方法。

【請求項 4】

請求項 1 乃至請求項 3 のいずれかーにおいて、

前記第 1 温度は、前記軸部材が放出する赤外線を検出する熱画像計測装置により測定される

10

ことを特徴とする高周波焼入れ方法。

【請求項 5】

請求項 1 乃至請求項 4 のいずれかーにおいて、

前記軸部材は、球状黒鉛鋳鉄製のカムシャフトであり、

前記複数の所定部位は、複数のカム部である

ことを特徴とする高周波焼入れ方法。

【請求項 6】

鋳鉄製の軸部材の複数の所定部位を高周波加熱する高周波加熱装置と、

加熱された前記軸部材を冷却剤により冷却して該軸部材の焼入れを行う冷却装置と、

20

前記軸部材の前記複数の所定部位の温度を測定する温度測定装置と、

前記軸部材の品質の良否を判定する判定装置とを備え、

前記温度測定装置は、前記焼入れの終了から所定時間経過後の全ての前記複数の所定部位の焼入れ硬化部の温度を第 1 温度として測定し、

前記所定時間は、1 秒以上 60 秒以下であり、

前記判定装置は、前記第 1 温度が所定範囲内にあるときに、前記軸部材の品質を良と判定し、

前記第 1 温度の所定範囲は、150 以上 360 以下である

ことを特徴とする高周波焼入れ装置。

【請求項 7】

30

請求項 6 において、

前記温度測定装置は、前記軸部材の高周波加熱後焼入れ前の全ての前記複数の所定部位の温度を第 2 温度として測定し、

前記第 1 温度及び / 又は前記第 2 温度に基づいて、前記高周波加熱装置及び / 又は前記冷却装置における設備状態の評価を行う設備評価装置を備えた

ことを特徴とする高周波焼入れ装置。

【請求項 8】

請求項 6 又は請求項 7 において、

前記判定装置の判定結果に基づいて、前記軸部材の良品と不良品とを分別する分別装置を備えた

40

ことを特徴とする高周波焼入れ装置。

【請求項 9】

請求項 6 乃至請求項 8 のいずれかーにおいて、

前記温度測定装置は、前記軸部材が放出する赤外線を検出する熱画像計測装置である

ことを特徴とする高周波焼入れ装置。

【請求項 10】

請求項 6 乃至請求項 9 のいずれかーにおいて、

前記軸部材は、球状黒鉛鋳鉄製のカムシャフトであり、

前記複数の所定部位は、複数のカム部である

ことを特徴とする高周波焼入れ装置。

50

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、高周波焼入れ方法及び高周波焼入れ装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来、高周波焼入れ製品の製造工程における品質管理は、主に、高周波加熱及び焼入れの条件系の監視と、抜き取り検査とにより行っている。しかしながら、高周波加熱装置及び／又は冷却装置の設備不良（加熱コイルの状態及び／又は冷却剤の機能低下を含む）などにより良品のヒートパターン（加熱冷却温度及び速度）から外れて不良品が発生することがある。そうすると、条件系の監視及び抜き取り検査だけでは品質保証の精度を高めることができないという問題があった。

10

【0003】

そこで、例えば、特許文献1には、被熱処理材の高周波焼入れ装置において、焼入れ品質の安定化を目的として、被熱処理材の高周波加熱温度、1次冷却温度及び2次冷却温度を検出し、これらの温度に基づいて高周波加熱装置及び冷却液制御機構の停止を行うことが開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

20

【文献】特許2631749号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

特許文献1の技術は、900 程度にまで上昇する高周波加熱中の被熱処理材の温度及び冷却液の吹き付けによる冷却中の被熱処理材の温度を検出することを前提としている。しかしながら、そのような高周波加熱中又は冷却中の被熱処理材について、高周波加熱部位全体の温度を精度よく検出することは困難であり現実的ではないという問題があった。

【0006】

また、特許文献1の技術において、例えば被熱処理材の一部の不安定な温度を検出することにより高周波加熱装置及び冷却液制御機構の停止が行われると、被熱処理材の他の部分は十分な高周波加熱温度又は冷却温度にまで到達していなくても次の処理に進む虞がある。そうすると、被熱処理材全体の焼入れ品質を保証することは困難であるという問題があった。

30

【0007】

本開示では、品質保証の精度を向上させることができる高周波焼入れ方法及び高周波焼入れ装置を提供することを課題とする。

【課題を解決するための手段】

【0008】

上記の課題を解決するために、ここに開示する第1の技術に係る高周波焼入れ方法は、鋳鉄製の軸部材の複数の所定部位を高周波加熱する高周波加熱工程と、前記高周波加熱工程後に、冷却剤により前記軸部材を冷却して該軸部材の焼入れを行う焼入れ工程と、前記焼入れ工程後に、前記軸部材を放置して該軸部材の前記複数の所定部位の焼入れ硬化部の温度を安定化させる安定化工程と、前記焼入れ工程後の前記軸部材の品質の良否を判定する判定工程と、を備え、前記安定化工程において、前記焼入れ工程終了から所定時間経過後の全ての前記複数の所定部位の焼入れ硬化部の温度を第1温度として測定し、前記安定化工程における前記所定時間は、1秒以上60秒以下であり、前記判定工程において、前記第1温度が所定範囲内にあるときに、前記軸部材の品質を良と判定し、前記第1温度の所定範囲は、150 以上360 以下であることを特徴とする。

40

【0009】

50

高周波焼入れの処理対象部位を複数有する軸部材について高周波焼入れを行う場合、焼入れ工程後所定時間経過すると、軸部材の複数の所定部位の焼入れ硬化部の温度が均一化、すなわち安定化されてくる。本構成では、焼入れ工程後に軸部材を放置して温度を安定化させる安定化工程において、焼入れ工程終了から所定時間経過後の軸部材の全ての複数の所定部位の焼入れ硬化部の温度を第1温度として測定する。そして、その第1温度に基づいて、軸部材の品質判定を行う。本構成によれば、焼入れ工程後の軸部材の複数の所定部位の焼入れ硬化部の安定化された第1温度を測定するから、温度測定が容易であるとともに、製品の全数チェックを容易に行うことができ、高周波焼入れにおける品質保証の精度を向上させることができる。

【0010】

前記安定化工程における前記所定時間は、前記焼入れ工程終了から前記軸部材の前記複数の所定部位の焼入れ硬化部の温度が安定化し始めるまでの時間としてもよい。

【0011】

本構成によれば、焼入れ工程後に軸部材の複数の所定部位の焼入れ硬化部の温度が安定化する初期段階で温度を測定するから、焼き割れ及び硬度不良の有無を精度よく容易に判定することができる。

【0012】

前記第1温度の所定範囲は、150 以上360 以下である。

【0013】

第1温度が150 未満であると、軸部材の焼割れが問題となり、360 超であると、硬度不良が問題となる。本構成によれば、第1温度が上記範囲内であるときに軸部材の品質を良と判定することにより、品質保証の精度をさらに向上させることができる。

【0014】

第2の技術は、第1の技術において、前記高周波加熱工程後であり且つ前記焼入れ工程前に、前記軸部材の全ての前記複数の所定部位の温度を第2温度として測定する第2温度測定工程と、前記第1温度及び/又は前記第2温度に基づいて、前記高周波加熱工程及び/又は前記焼入れ工程における設備状態の評価を行う設備評価工程と、を備えたことを特徴とする。

【0015】

本構成によれば、本構成によれば、第1温度及び/又は第2温度に基づいて、高周波加熱工程及び/又は冷却工程における設備状態を評価するから、これらの工程で使用される装置の設備状態をより精度よく評価することができる。

【0016】

第3の技術は、第1又は第2の技術において、前記判定工程で良又は否と判定された前記軸部材をその判定結果に応じて分別する分別工程を備えたことを特徴とする。

【0017】

本構成によれば、判定工程で良と判定された軸部材は、製品として出荷等の次の段階に進ませることができる。また、判定工程で否と判定された軸部材については、その原因の検証により設備状態の評価等に活用することができる。

【0018】

第4の技術は、第1乃至第3の技術のいずれか一において、前記第1温度は、前記軸部材が放出する赤外線を検出する熱画像計測装置により測定されることを特徴とする。

【0019】

熱画像計測装置は、対象物から放出される赤外線を検出することによりその対象物の温度を測定するから、軸部材の複数の所定部位の焼入れ硬化部の温度を非接触且つ短時間で容易に測定できる。

【0020】

第5の技術は、第1乃至第4の技術のいずれか一において、前記軸部材は、球状黒鉛鋳鉄製のカムシャフトであり、前記複数の所定部位は、複数のカム部であることを特徴とする。

10

20

30

40

50

【 0 0 2 1 】

本構成によれば、球状黒鉛鋳鉄製のカムシャフトの品質保証を精度よく行うことができる。

【 0 0 2 2 】

第6の技術は、鋳鉄製の軸部材の複数の所定部位を高周波加熱する高周波加熱装置と、加熱された前記軸部材を冷却剤により冷却して該軸部材の焼入れを行う冷却装置と、前記軸部材の前記複数の所定部位の温度を測定する温度測定装置と、前記軸部材の品質の良否を判定する判定装置とを備え、前記温度測定装置は、前記焼入れの終了から所定時間経過後の全ての前記複数の所定部位の焼入れ硬化部の温度を第1温度として測定し、前記所定時間は、1秒以上60秒以下であり、前記判定装置は、前記第1温度が所定範囲内にある 10
ときに、前記軸部材の品質を良と判定し、前記第1温度の所定範囲は、150 以上360
0 以下であることを特徴とする。

【 0 0 2 3 】

本構成によれば、焼入れ後の軸部材の複数の所定部位の焼入れ硬化部の安定化された第1温度を測定するから、温度測定が容易であるとともに、製品の全数チェックを容易に行うことができ、高周波焼入れにおける品質保証の精度を向上させることができる。

【 0 0 2 4 】

前記所定時間は、前記焼入れの終了から前記軸部材の前記複数の所定部位の焼入れ硬化部の温度が安定化し始めるまでの時間としてもよい。

【 0 0 2 5 】

本構成によれば、焼入れ後に軸部材の複数の所定部位の焼入れ硬化部の温度が安定化する初期段階で温度を測定するから、焼き割れ及び硬度不良の有無を精度よく容易に判定することができる。

【 0 0 2 6 】

前記第1温度の所定範囲は、150 以上360 以下である。

【 0 0 2 7 】

本構成によれば、第1温度が上記範囲内であるときに軸部材の品質を良と判定することにより、品質保証の精度をさらに向上させることができる。

【 0 0 2 8 】

第7の技術は、第6の技術において、前記温度測定装置は、前記軸部材の高周波加熱後焼入れ前の全ての前記複数の所定部位の温度を第2温度として測定し、前記第1温度及び / 又は前記第2温度に基づいて、前記高周波加熱装置及び / 又は前記冷却装置における設備状態の評価を行う設備評価装置を備えたことを特徴とする。

【 0 0 2 9 】

本構成によれば、第1温度及び / 又は第2温度に基づいて、高周波加熱装置及び / 又は冷却装置の設備状態を評価するから、これらの装置の設備状態をより精度よく評価することができる。

【 0 0 3 0 】

第8の技術は、第6又は第7の技術において、前記判定装置の判定結果に基づいて、前記軸部材の良品と不良品とを分別する分別装置を備えたことを特徴とする。

【 0 0 3 1 】

本構成によれば、判定装置により良品と判定された軸部材は製品として出荷等の次の段階に進ませることができる。また、判定装置により不良品と判定された軸部材についてはその原因の検証により設備状態の評価等に活用することができる。

【 0 0 3 2 】

第9の技術は、第6乃至第8の技術のいずれか一において、前記温度測定装置は、前記軸部材が放出する赤外線を検出する熱画像計測装置であることを特徴とする。

【 0 0 3 3 】

熱画像計測装置は、対象物から放出される赤外線を検出することによりその対象物の温度を測定するから、軸部材の複数の所定部位の焼入れ硬化部の温度を非接触且つ短時間で

10

20

30

40

50

容易に測定できる。

【 0 0 3 4 】

第 1 0 の技術は、第 6 乃至第 9 の技術のいずれか一において、前記軸部材は、球状黒鉛鋳鉄製のカムシャフトであり、前記複数の所定部位は、複数のカム部であることを特徴とする。

【 0 0 3 5 】

本構成によれば、球状黒鉛鋳鉄製のカムシャフトの品質保証を精度よく行うことができる。

【発明の効果】

【 0 0 3 6 】

以上述べたように、本開示によると、焼入れ工程後の軸部材の複数の所定部位の焼入れ硬化部の安定化された第 1 温度を測定するから、温度測定が容易であるとともに、製品の全数チェックを容易に行うことができ、高周波焼入れにおける品質保証の精度を向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 3 7 】

【図 1】高周波焼入れ対象のカムシャフトの側面図である。

【図 2】一実施形態に係る高周波焼入れ装置の構成を示す図である。

【図 3】図 1 のカムシャフトにおける 8 番目のカム部の温度変化を示すグラフである。

【図 4】一実施形態に係る高周波焼入れ方法の工程を示すフロー図であり、情報の流れを一点鎖線の矢印で示している。

【図 5】他の実施形態に係る高周波焼入れ方法の工程を示すフロー図であり、情報の流れを一点鎖線の矢印で示している。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 3 8 】

以下、本開示の実施形態を図面に基づいて詳細に説明する。以下の好ましい実施形態の説明は、本質的に例示に過ぎず、本開示、その適用物或いはその用途を制限することを意図するものではない。

【 0 0 3 9 】

(実施形態 1)

<カムシャフト>

図 1 は、本実施形態に係る高周波焼入れ方法及び装置の処理対象であるカムシャフト 1 1 (軸部材) の側面図を示している。

【 0 0 4 0 】

カムシャフト 1 1 は、球状黒鉛鋳鉄製であり、自動車の直列 4 気筒エンジンに搭載される。カムシャフト 1 1 は、図 1 に示すように、符号 C 1 ~ C 8 及びドット状のハッチングで示す 8 個のカム部 (所定部位) を有している。このカム部 C 1 ~ C 8 は高強度を要することから高周波焼き入れの対象部位である。なお、カムシャフト 1 1 は、カム部 C 1 ~ C 8 を接続する軸部 D を備える。軸部 D は、高周波加熱の対象部位ではない。また、本明細書において、カムシャフト 1 1 を「ワーク 1 1」と称することがある。

【 0 0 4 1 】

なお、本実施形態に係る高周波焼入れ方法及び装置の処理対象の軸部材は、高周波焼入れを要する複数の所定部位を有するような鋳鉄製の軸部材であればよく、自動車の直列 4 気筒エンジン用のカムシャフトに限られない。具体的には例えば、その他の多気筒エンジン用、自動車以外の車両のエンジン用、産業用エンジン用のカムシャフト等であってもよい。また、カムシャフトに限らず、バルンサシャフト等であってもよい。

【 0 0 4 2 】

<高周波焼入れ装置>

図 2 は、本実施形態に係る高周波焼入れ装置 1 0 0 の構成の概略を示す図である。

【 0 0 4 3 】

10

20

30

40

50

高周波焼入れ装置 100 は、高周波加熱装置 110 と、冷却装置 120 と、温度測定装置 130 と、分別装置 140 と、制御装置 150 と、図外の搬送装置と、を備える。

【0044】

- 高周波加熱装置 -

高周波加熱装置 110 は、カムシャフト 11 の 8 個のカム部 C1 ~ C8 に対し高周波加熱を行うための装置である。高周波加熱装置 110 としては、特に限定されるものではなく、一般的な高周波焼入れにおいて用いられる公知の装置を使用することができる。

【0045】

- 冷却装置 -

冷却装置 120 は、高周波加熱されたカムシャフト 11 に対して冷却剤を吹き付ける等の方法によりカムシャフト 11、特にカム部 C1 ~ C8 を急激に冷却して焼入れを行うための装置である。冷却装置 120 としては、特に限定されるものではなく、一般的な高周波焼入れにおいて用いられる公知の装置を使用することができる。冷却剤も、高周波焼入れにおいて一般的に用いられる冷却剤を使用することができ、具体的には例えば水等の冷却剤を使用することができる。

10

【0046】

- 温度測定装置 -

温度測定装置 130 は、カムシャフト 11 の 8 個のカム部 C1 ~ C8 のうち複数のカム部の温度を測定するための装置であり、好ましくは全てのカム部 C1 ~ C8 の温度を測定するための装置である。複数のカム部の温度を測定するから、ワーク 11 の品質保証の精度を高めることができる。また、全てのカム部 C1 ~ C8 の温度を測定することにより、ワーク 11 の品質保証の精度を効果的に高めることができる。なお、複数のカム部又はカム部 C1 ~ C8 の全ての温度をできる限り同一のタイミングで測定できる装置であることが望ましい。温度測定装置 130 としては、具体的には例えば、放射温度計、熱画像計測装置等が挙げられ、熱画像計測装置を用いることが好ましい。放射温度計を用いる場合は、例えば測定対象のカム部の個数分の放射温度計を用いて複数のカム部の各々の温度を、好ましくはできる限り同一のタイミングで、測定するようにすればよい。なお、放射温度計の数は、軸部材の構成、特に高周波焼入れ対象の所定部位の数により適宜変更され得る。熱画像計測装置は、対象物から放出される赤外線を検出することによりその対象物の温度を測定する装置である。熱画像計測装置を用いれば、カムシャフト 11 が放出する赤外線を検出することにより、カム部 C1 ~ C8 を含むカムシャフト 11 全体の温度を極めて短時間、すなわちほぼ同一のタイミングで容易に測定できる。

20

30

【0047】

なお、以下の高周波焼入れ方法の説明では、理解を容易にするため、全てのカム部 C1 ~ C8 の温度を測定する態様を前提とする。

【0048】

- 分別装置 -

分別装置 140 は、制御装置 150 の後述する判定部 152 により判定されたカムシャフト 11 の良品と不良品とを分別するための装置である。具体的には例えば、良品及び不良品に判定結果の刻印を行い、両者を別の分別箱へ分別していくような装置を採用することができる。すなわち、分別装置 140 は、カムシャフト 11 を搬送する公知の搬送機、刻印を行う公知の刻印機、刻印に基づいて分別を行う公知の分別機及び分別箱等の組合せにより構成されてもよい。具体的には例えば、搬送機は一般的なベルトコンベヤ装置等、刻印機は例えば一般的なレーザー刻印機等、分別機は刻印を読み取るセンサ等を備えた公知の分別機等を用いることができる。

40

【0049】

- 制御装置 -

制御装置 150 は、高周波加熱装置 110、冷却装置 120、温度測定装置 130、及び分別装置 140 と通信可能に接続されており、後述する高周波焼入れ工程全体を制御・管理するための装置である。制御装置 150 は、記憶部 151 と、判定部 152 (判定装

50

置)と、制御部153とを備える。制御装置150は、限定する意図ではないが、汎用のコンピュータ、ネットワークサーバ等により構成される。また、制御装置150は、図示しない表示部及び入力部等を備える。表示部及び入力部は、限定する意図ではないが、モニタ、キーボード、タッチパネル等により構成される。制御装置150及びその各部の詳細については、後述する高周波焼入れ方法の項目において説明する。

【0050】

- 搬送装置 -

図2には図示していないが、高周波焼入れ装置100は、上述の各装置にカムシャフト11を搬入・搬出するための搬送装置を備えている。搬送装置は、限定する意図ではないが、ローダ等の公知の装置を採用することができる。

10

【0051】

< 高周波焼入れ方法 >

本実施形態に係る高周波焼入れ方法を主に図2～図4を参照して説明する。

【0052】

図4に示すように、高周波焼入れ方法は、準備工程S11と、高周波加熱工程S12と、加熱条件判定工程S21と、待機工程S13と、焼入れ工程S14と、冷却条件判定工程S23と、安定化工程S15と、第1温度判定工程S24(判定工程)と、分別工程S16とを備えている。

【0053】

- 準備工程 -

準備工程S11において、ワーク11は高周波焼入れ装置100に搬入される。制御装置150は、ワーク11の識別コード情報、機種情報、温度条件情報等のワーク情報を取得する。ワーク情報は、記憶部151に記録される(S31)。制御部153は、読み取ったワーク情報と予め記憶部151に記録された情報とを照合して、当該ワーク11に対応する高周波加熱条件及び焼入れ条件を記憶部151より読み出し、高周波加熱装置110及び冷却装置120の各々の運転条件として設定する。なお、ワーク11に対応する各条件は、作業者が入力部から入力して設定する等の他の方法を用いてもよい。

20

【0054】

- 高周波加熱工程 -

高周波加熱工程S12は、高周波加熱装置110によりワーク11の8個のカム部C1～C8の高周波加熱を行う工程である。

30

【0055】

具体的に、ワーク11は、図2の矢印A1に示すように、不図示の搬送装置により高周波加熱装置110内に搬入される。そうして、制御部153により設定された高周波加熱条件に従って、高周波加熱が行われる。高周波加熱によりカム部C1～C8の表面から一定の深さまでの鑄鉄組織がオーステナイト化される。加熱温度は、鑄鉄組織がオーステナイト化する温度であり、例えば約900～約1100である。加熱時間は、一般的な高周波焼入れで用いられる時間であり、例えば約10秒とすることができる。高周波加熱工程S12が終了すると、図2の矢印A2で示すように、ワーク11は搬送装置により高周波加熱装置110内から搬出される。

40

【0056】

なお、高周波加熱工程S12において実際に行われた高周波加熱の条件は加熱条件実績情報として記憶部151に記録される(S32)。

【0057】

- 加熱条件判定工程 -

判定部152は、加熱条件実績情報のOK/NG判定を行う(加熱条件判定工程S21)。例えば、加熱条件実績情報が予め設定された高周波加熱条件と比較して妥当なものであればOKと判定される。一方、例えば、設備不良等の要因により、加熱条件実績情報が、予め設定された高周波加熱条件から大きく外れたものであればNGと判定される。OK/NG判定の基準はワーク11の仕様、装置の仕様等に応じて適宜設定される。このOK

50

／ Ｎ Ｇ 判定の結果は、記憶部 1 5 1 に記録される（ Ｓ 3 3 ）。

【 0 0 5 8 】

- 待機工程 -

高周波加熱装置 1 1 0 内から搬出されたワーク 1 1 は、次の焼入れ工程 Ｓ 1 4 に進む準備のため、例えば大気下で約数秒間、待機する（待機工程 Ｓ 1 3 ）。

【 0 0 5 9 】

- 焼入れ工程 -

高周波加熱装置 1 1 0 内から搬出されたワーク 1 1 は、図 2 の矢印 A 3 で示すように、冷却装置 1 2 0 内へ搬入される。そして、ワーク 1 1 に冷却剤が吹き付けられ、急激な冷却、すなわち焼入れが行われる（焼入れ工程 Ｓ 1 4 ）。焼入れが行われると、高周波加熱によりオーステナイト化した鑄鉄組織がマルテンサイト化する。なお、本明細書において、このカム部 C 1 ～ C 8 の表面から一定の深さまでのマルテンサイト化された部分を「焼入れ硬化部」という。冷却剤の温度、吹き付け時間等の焼入れ条件は、鑄鉄組織がマルテンサイト化する温度にまでワーク 1 1 のカム部 C 1 ～ C 8 を冷却できる条件である。焼入れ工程 Ｓ 1 4 が終了すると、図 2 の矢印 A 4 で示すように、ワーク 1 1 は、冷却装置 1 2 0 内から搬出される。

【 0 0 6 0 】

なお、焼入れ工程 Ｓ 1 4 において実際に行われた焼入れの条件は冷却条件実績情報として記憶部 1 5 1 に記録される（ Ｓ 3 6 ）。

【 0 0 6 1 】

- 冷却条件判定工程 -

冷却条件判定工程 Ｓ 2 3 において、判定部 1 5 2 は、冷却条件実績情報の Ｏ Ｋ ／ Ｎ Ｇ 判定を行う。例えば、冷却条件実績情報が予め設定された焼入れ条件と比較して妥当なものであれば Ｏ Ｋ と判定される。一方、例えば、設備不良等の要因により、冷却条件実績情報が、予め設定された焼入れ条件から大きく外れたものであれば Ｎ Ｇ と判定される。 Ｏ Ｋ ／ Ｎ Ｇ 判定の基準はワーク 1 1 のワーク情報、装置の仕様等に応じて適宜設定される。この Ｏ Ｋ ／ Ｎ Ｇ 判定の結果は、記憶部 1 5 1 に記録される（ Ｓ 3 7 ）。

【 0 0 6 2 】

- 安定化工程 -

安定化工程 Ｓ 1 5 は、焼入れ工程 Ｓ 1 4 後、すなわち冷却装置 1 2 0 からの搬出後に、ワーク 1 1 を大気中で放置してその温度を安定化させる工程である。

【 0 0 6 3 】

ここに、本実施形態に係る高周波焼入れ方法は、安定化工程 Ｓ 1 5 において、温度測定装置 1 3 0 により、焼入れ工程 Ｓ 1 4 終了から所定時間経過後の全てのカム部 C 1 ～ C 8 の焼入れ硬化部の温度を第 1 温度として測定することを特徴とする。以下、安定化工程 Ｓ 1 5 の詳細と第 1 温度の測定について説明する。

【 0 0 6 4 】

まず、冷却装置 1 2 0 から搬出されたワーク 1 1 は、そのまま大気下で一定時間放置される（安定化工程 Ｓ 1 5 ）。

【 0 0 6 5 】

ここで、高周波加熱工程 Ｓ 1 2 から安定化工程 Ｓ 1 5 までのワーク 1 1 の温度変化について図 3 を参照して説明する。

【 0 0 6 6 】

図 3 のグラフは、検証用のワーク 1 1 のカム部 C 8 （図 1 参照）に市販のクロメルアルメル熱電対を溶接して高周波加熱工程 Ｓ 1 2 から安定化工程 Ｓ 1 5 までの温度を検出し、プロットしたものである。

【 0 0 6 7 】

図 3 に示すように、高周波加熱工程 Ｓ 1 2 において高周波加熱が行われると、カム部 C 8 の温度は約 1 0 4 0 まで徐々に増加する。そして、矢印 B 1 の時間で加熱が終了し、ワーク 1 1 は高周波加熱装置 1 1 0 から搬出される（図 2 の矢印 A 2 参照）。

10

20

30

40

50

【 0 0 6 8 】

そして、図 3 中矢印 B 1 の時間から矢印 B 2 の時間までの待機工程 S 1 3 において、カム部 C 8 の温度は、約 1 0 0 度低下する。

【 0 0 6 9 】

その後、ワーク 1 1 は、冷却装置 1 2 0 内に搬送され（図 2 の矢印 A 3 参照）、図 3 中矢印 B 2 の時間から冷却剤としての水の吹き付けが始まり、カム部 C 8 の温度は急降下する。冷却剤がワーク 1 1 に吹き付けられる間、カム部 C 8 の温度は細かく変動する。そして、矢印 B 3 で示すように、冷却剤の吹き付けが終了して、ワーク 1 1 が冷却装置 1 2 0 から搬出されると（図 2 の矢印 A 4 参照）、カム部 C 8 の焼入れ硬化部の温度は徐々に上昇し、やがて一定の温度で安定化する。この図 3 の符号 B 3 の時間以降の温度の上昇及び安定化は、ワーク 1 1 を大気下で放置することにより、ワーク 1 1 のカム部 C 8 の温度が復温、すなわちワーク 1 1 のカム部 C 8 の焼入れ硬化部の内部と表面の温度が均一化している様子を示している。なお、図 3 の符号 B 3 から約 8 秒程度は温度が細かく変動しているが、これは、ワーク 1 1 に付着している冷却剤の水分の蒸発等が関係していると考えられる。

【 0 0 7 0 】

本願発明者らは、図 3 のようなワーク 1 1 の良品のヒートパターンと、不良品のヒートパターンとを検証することにより、この復温して安定化した状態の温度、すなわち図 3 中矢印 P 1 で示す時間以降の温度（本明細書において「第 1 温度」と称することがある。）は、良品では所定範囲内に入り、不良品ではその所定範囲から外れることを見出した。また、本願発明者らは、冷却装置 1 2 0 からの搬出（焼入れ工程 S 1 4 終了）から第 1 温度に到達し始めるまでの時間（図 3 では矢印 B 3 の時間から矢印 P 1 の時間まで）は、ワーク 1 1 の仕様が同一であれば、ほぼ一定であることを見出した。

【 0 0 7 1 】

第 1 温度に到達し始めるまでの時間は、ワーク 1 1 の良品のヒートパターンを予め実験的に取得しておくことにより、決定することができる。そして、安定化工程 S 1 5 において、所定時間経過後のカム部 C 1 ~ C 8 の焼入れ硬化部の温度を、第 1 温度として測定し、当該第 1 温度が所定範囲に含まれているかどうかをワーク 1 1 全てにおいて検証することにより、ワーク 1 1 の品質の良否判定を全数について行うことができる。

【 0 0 7 2 】

従って、本実施形態に係る高周波焼入れ方法の安定化工程 S 1 5 では、温度測定装置 1 3 0 により、焼入れ工程 S 1 4 終了から所定時間経過後の全てのカム部 C 1 ~ C 8 の焼入れ硬化部の温度を第 1 温度として測定する。そして、次の第 1 温度判定工程 S 2 4 において、第 1 温度に基づいて、ワーク 1 1 の品質の良否判定を行う。なお、安定化工程 S 1 5 において測定された第 1 温度は、第 1 温度情報として記憶部 1 5 1 に記録される（S 3 8）。

【 0 0 7 3 】

所定時間は、ワーク 1 1 を冷却装置 1 2 0 から搬出してから、ワーク 1 1 のカム部 C 1 ~ C 8 の焼入れ硬化部の温度が安定化するまでの時間（図 3 中矢印 B 3 から矢印 P 1 以降までの時間）である。そして、所定時間は、焼き割れ及び硬度不良の有無を精度よく容易に判定する観点から、好ましくは、ワーク 1 1 を冷却装置 1 2 0 から搬出してから、ワーク 1 1 のカム部 C 1 ~ C 8 の焼入れ硬化部の温度が安定化し始めるまでの時間（図 3 中矢印 B 3 から矢印 P 1 までの時間）である。なお、本明細書において、図 3 中矢印 P 1 で示すワーク 1 1 の温度が安定化し始める時間は、ワーク 1 1 の水分の蒸発等による細かい温度変化が終了して、滑らかに温度が上昇し始めてから、温度の時間変化率が例えば 1 以下、好ましくは 0 . 7 以下になり始める時間とすることができる。また、所定時間は、具体的には例えば、1 秒以上 6 0 秒以下、好ましくは 2 秒以上 2 0 秒以下である。

【 0 0 7 4 】

- 第 1 温度判定工程 -

第 1 温度判定工程 S 2 4 は、制御装置 1 5 0 の判定部 1 5 2 が、上述の第 1 温度に基づ

いて、ワーク 11 の品質の良否を判定する工程である。

【 0 0 7 5 】

具体的には例えば、判定部 152 は、第 1 温度が所定範囲内にあるときは、第 1 温度を OK と判定とする一方、第 1 温度が所定範囲外にあるときは、第 1 温度を NG と判定とする。そして、第 1 温度が OK 判定のときは、ワーク 11 の品質は良品と判定される。また、第 1 温度が NG 判定のときは、ワーク 11 の品質は不良品と判定される。

【 0 0 7 6 】

図 3 に一点鎖線で示すように、第 1 温度の上記所定範囲は、好ましくは 150 以上 360 以下であり、より好ましくは 180 以上 330 以下である。第 1 温度が 150 未満であると、焼入れ工程 S14 における冷却過多によるワーク 11 の焼割れが問題となる。また、第 1 温度が 360 超であると、焼入れ工程 S14 における冷却不足によるカム部 C1 ~ C8 の硬度不良が問題となる。

10

【 0 0 7 7 】

第 1 温度判定工程 S24 における第 1 温度の OK / NG 判定結果は、ワーク 11 の品質の良否判定の結果と同一であり、このワーク 11 の品質の良否判定の結果は、第 1 温度判定情報として記憶部 151 に記録される (S39)。

【 0 0 7 8 】

- 分別工程 -

第 1 温度判定工程 S24 で良品又は不良品と判定されたワーク 11 は、上述の分別装置 140 により、その判定結果に応じて分別される (分別工程 S16)。

20

【 0 0 7 9 】

具体的には例えば、まず、安定化工程 S15 を終えたワーク 11 は、不図示の搬送装置により、分別装置 140 に搬入される。そして、例えばレーザー刻印機等により、記憶部 151 に記憶されたワーク情報の識別コード情報、加熱条件判定情報、冷却条件判定情報及び第 1 温度判定情報がワーク 11 に刻印される (S161)。そして、良品は完成パレットへ分別される一方 (S162)、不良品は不良品ボックスへ分別される (S163)。こうして、ワーク 11 の高周波焼入れ作業は終了する。なお、刻印は良品及び不良品のいずれにも行われる。そうして、良品の品質保証の精度を高めるとともに、分別したときの不良品の良品への混入を防ぐことができる。良品は品質が保証された製品として出荷等の次の段階に進んでいく。一方、不良品は、その原因の検証用として使用され、設備状態の評価等に活用される。

30

【 0 0 8 0 】

< まとめ >

以上述べたように、本実施形態に係る高周波焼入れ方法及び装置は、安定化工程 S15 における第 1 温度を測定し、その第 1 温度に基づいてワーク 11 の品質の良否判定を行うから、温度測定が容易且つ高精度であるとともに、製品の全数チェックを容易に行うことができる。そうして、高周波焼入れにおける品質保証の精度を向上させることができる。

【 0 0 8 1 】

なお、記憶部 151 に記録されたワーク情報、加熱条件実績情報、加熱条件判定情報、冷却条件実績情報、冷却条件判定情報、第 1 温度情報、第 1 温度判定情報は、他の必要情報とともに互いに紐づけられて保存され、トレーサビリティ管理される。これにより、カムシャフト 11 の全数保証の品質管理の精度を向上させることができる。

40

【 0 0 8 2 】

(実施形態 2)

以下、本開示に係る他の実施形態について詳述する。なお、これらの実施形態の説明において、実施形態 1 と同じ部分については同じ符号を付して詳細な説明を省略する。

【 0 0 8 3 】

< 高周波焼入れ方法 >

図 5 は、実施形態 2 に係る高周波焼入れ方法の工程を示すフローである。

【 0 0 8 4 】

50

- 待機工程 -

実施形態 1 の高周波焼入れ方法では、高周波加熱工程 S 1 2 後であり且つ焼入れ工程 S 1 4 前に、待機工程 S 1 3 を備える構成であった。本実施形態に係る高周波焼入れ方法では、待機工程 S 1 3 (第 2 温度測定工程)において、ワーク 1 1 のカム部 C 1 ~ C 8 の温度を測定するようにしている。

【 0 0 8 5 】

具体的には、図 3 の矢印 P 2 で示すように、高周波加熱装置 1 1 0 内から搬出された後、冷却装置 1 2 0 内に搬入されるまでの間に、ワーク 1 1 の全てのカム部 C 1 ~ C 8 の温度を、第 2 温度として、温度測定装置 1 3 0 により測定する。測定された第 2 温度は、第 2 温度情報として制御装置 1 5 0 の記憶部 1 5 1 に記録される (S 3 4)。

10

【 0 0 8 6 】

- 第 2 温度判定工程 -

そして、第 2 温度判定工程 S 2 2 (設備評価工程)において、判定部 1 5 2 (設備評価装置)は、第 2 温度が妥当な温度範囲内かどうかについて、OK / NG 判定を行う。

【 0 0 8 7 】

図 3 のようなワーク 1 1 の良品のヒートパターンは、高周波加熱装置 1 1 0 の設備状態に問題がなければ、ワーク 1 1 の仕様、装置の仕様等により概ね決定される。従って、第 2 温度も、第 1 温度同様、良品では、ある程度の温度範囲内に収まる。従って、第 2 温度が予測される妥当な温度範囲に含まれる場合には OK 判定、第 2 温度が予測される妥当な温度範囲から外れる場合には NG 判定を行うことができる。OK 判定の場合は、ワーク 1 1 は、そのまま次の焼入れ工程 S 1 4 に進む。一方、NG 判定の場合は、例えば、高周波加熱装置 1 1 0 のエラーとして、高周波焼入れ装置 1 0 0 全体の動作を停止させることができる。これにより、高周波加熱装置 1 1 0 の点検を行うことができる。このように、第 2 温度判定工程 S 2 2 において、その判定結果に応じて、高周波加熱装置 1 1 0 の設備状態を評価することができる。なお、第 2 温度の妥当な温度範囲は例えば約 8 5 0 ~ 約 1 0 5 0 とすることができる。

20

【 0 0 8 8 】

第 2 温度の OK / NG 判定の結果についても、第 2 温度判定情報として記憶部 1 5 1 に記録される (S 3 5)。なお、第 2 温度情報及び第 2 温度判定情報についても、上述の情報とともに互いに紐づけられて保存され、トレーサビリティ管理される。

30

【 0 0 8 9 】

- 第 1 温度判定工程 -

実施形態 1 では、第 1 温度判定工程 S 2 4 において、判定部 1 5 2 により、第 1 温度が所定範囲に含まれるか否かによりワーク 1 1 の品質の良否判定を行う構成であった。これに対し、本実施形態に係る第 1 温度判定工程 S 2 4 (設備評価工程)では、判定部 1 5 2 (設備評価装置)により、第 1 温度を用いたワーク 1 1 の品質の良否判定に加えて、第 1 温度を用いた冷却装置 1 2 0 の設備評価を併せて行うようにしてもよい。

【 0 0 9 0 】

具体的には、上述のごとく、判定部 1 5 2 は、第 1 温度が所定範囲内に含まれている場合は OK 判定を行う。一方、第 1 温度が所定範囲外にある場合は NG 判定を行う。そして、ワーク 1 1 は、第 1 温度の OK / NG 判定の結果に基づき、分別工程 S 1 6 で良品と不良品とに分別される。さらに、第 1 温度について NG 判定が出た場合、すなわち、第 2 温度判定工程 S 2 2 において第 2 温度が OK 判定であったにも拘わらず、第 1 温度が NG 判定であった場合、冷却装置 1 2 0 の設備状態に問題が生じている可能性が高いと考えられる。従って、この場合には、例えば、高周波焼入れ装置 1 0 0 全体の動作を停止して、冷却装置 1 2 0 の設備状態の点検を行うようにすることができる。

40

【 0 0 9 1 】

- 分別工程 -

分別工程 S 1 6 の刻印工程 S 1 6 1 では、上述の情報に加え、第 2 温度判定情報もワーク 1 1 に刻印される。そうして、第 1 温度が OK 判定であったワーク 1 1 が良品、NG 判

50

定であったワーク 1 1 が不良品として分別される。

【 0 0 9 2 】

< まとめ >

以上述べたように、本実施形態に係る高周波焼入れ方法では、まず第 2 温度に基づいて高周波加熱装置 1 1 0 の設備状態の評価を行うことができる。そして、第 2 温度が OK 判定であった場合には、第 1 温度に基づいて、冷却装置 1 2 0 の設備状態の評価を行うことができる。本構成によれば、高周波加熱装置 1 1 0 及び冷却装置 1 2 0 の設備状態をこまめにチェックすることができるとともに、エラー発生時にはこれらの装置の点検を速やかに行うことができる。そうして、カムシャフト 1 1 の歩留まりを高めるとともに、その品質保証の精度を効果的に高めることができる。

10

【 0 0 9 3 】

(その他の実施形態)

実施形態 2 において、第 2 温度が NG 判定の場合、及び、第 2 温度が OK であるにも拘わらず第 1 温度が NG と判定された場合には、エラーにより高周波焼入れ装置 1 0 0 全体の動作を停止させる構成であったが、当該構成に限られるものではない。具体的には例えば、第 1 温度又は第 2 温度で NG 判定が出た場合であっても高周波焼入れ装置 1 0 0 全体の動作を継続させる構成としてもよい。例えば、第 2 温度が OK であり、第 1 温度が NG の場合、高周波加熱装置 1 1 0 の不具合により高周波加熱が断続的に行われた結果、測定された第 2 温度は OK であるが、実際には高周波加熱が不十分で、第 1 温度が NG と判定される場合も想定され得る。このような場合には、第 1 温度及び第 2 温度の両者の判定結果に基づいて、高周波加熱装置 1 1 0 及び冷却装置 1 2 0 双方の設備状態を評価して原因を検証することが効果的である。従って、このような場合には、第 1 温度又は第 2 温度で NG 判定が出た場合であっても、高周波焼入れ装置 1 0 0 全体の動作を停止させない構成とすることが効果的である。

20

【 0 0 9 4 】

実施形態 2 では、ワーク 1 1 の品質の良否判定は、第 1 温度のみに基づいて行う構成であったが、第 1 温度に加え、第 2 温度の OK / NG 判定結果に基づいて、ワーク 1 1 の品質の良否判定を行うようにしてもよい。この場合、分別工程 S 1 6 では、第 1 温度及び第 2 温度ともに OK 判定のワーク 1 1 のみが良品、第 1 温度及び第 2 温度の少なくともいずれかが NG 判定である場合は、不良品として判定、刻印及び分別される。なお、第 2 温度が NG 判定のワーク 1 1 は、高周波加熱工程 S 1 2 が終了した段階で不良品である可能性が高いから、第 1 温度の判定結果に拘わらず全て不良品として刻印及び分別するようにしてもよい。このように、第 1 温度に加えて、第 2 温度を用いてワーク 1 1 の品質の良否判定を行うことにより、ワーク 1 1 の熱履歴が良品のヒートパターンに沿っているかをより精度よく確認することができ、品質保証の精度をさらに高めることができる。

30

【 産業上の利用可能性 】

【 0 0 9 5 】

本開示は、高周波焼入れ方法及び高周波焼入れ装置の分野で、極めて有用である。

【 符号の説明 】

【 0 0 9 6 】

40

1 1 カムシャフト、ワーク (軸部材)

1 0 0 高周波焼入れ装置

1 1 0 高周波加熱装置

1 2 0 冷却装置

1 3 0 温度測定装置

1 4 0 分別装置

1 5 0 制御装置

1 5 1 記憶部

1 5 2 判定部 (判定装置、設備評価装置)

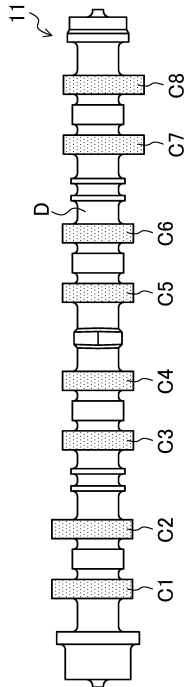
1 5 3 制御部

50

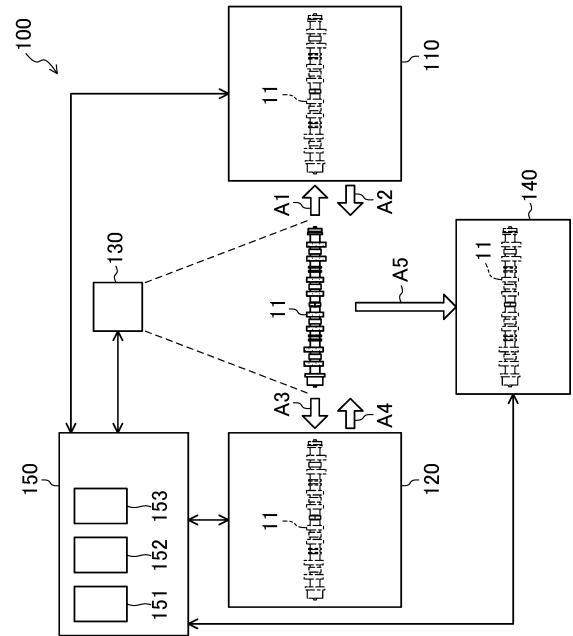
- C 1 ~ C 8 カム部 (所定部位)
- S 1 2 高周波加熱工程
- S 1 3 待機工程 (第 2 温度測定工程)
- S 1 4 焼入れ工程
- S 1 5 安定化工程
- S 1 6 分別工程
- S 2 2 第 2 温度判定工程
- S 2 4 第 1 温度判定工程 (判定工程)

【 図 面 】

【 図 1 】



【 図 2 】



10

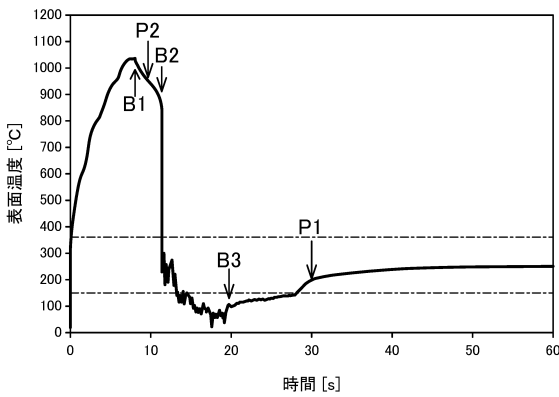
20

30

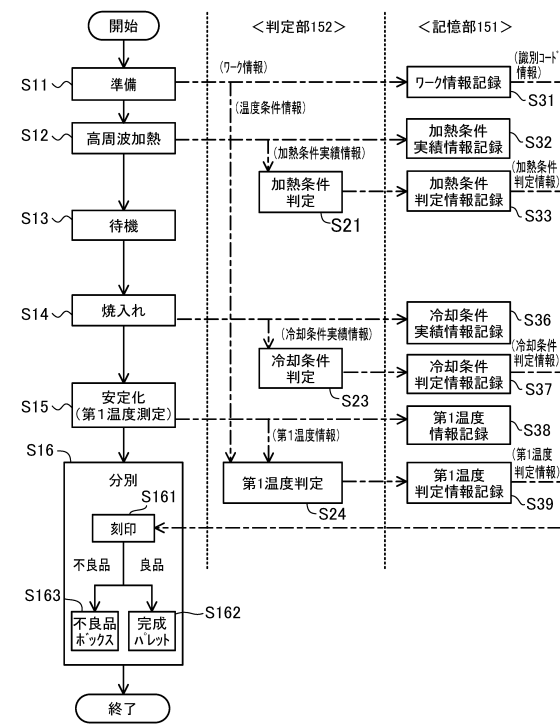
40

50

【図 3】



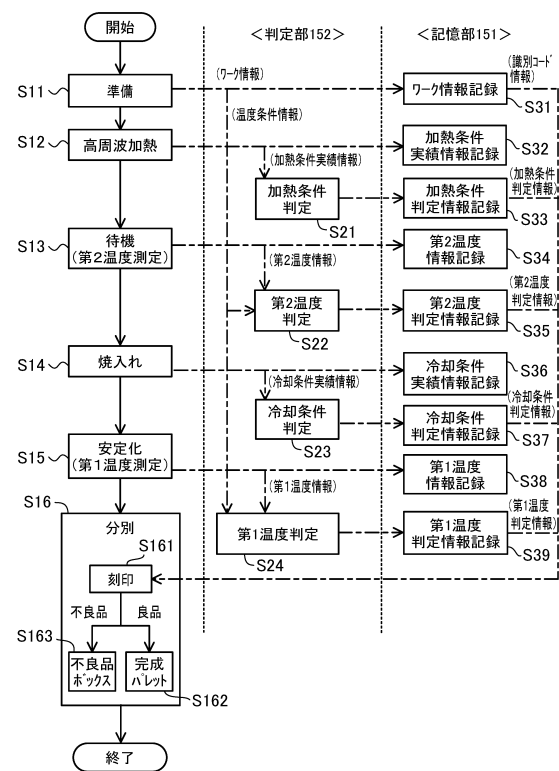
【図 4】



10

20

【図 5】



30

40

50

フロントページの続き

- 広島県安芸郡府中町新地 3 番 1 号 マツダ株式会社内
(72)発明者 立石 将仁
広島県安芸郡府中町新地 3 番 1 号 マツダ株式会社内
(72)発明者 松尾 勇介
広島県安芸郡府中町新地 3 番 1 号 マツダ株式会社内
審査官 河野 一夫
(56)参考文献 特開昭 5 8 - 1 4 7 5 1 5 (J P , A)
実開昭 5 4 - 1 6 9 1 0 6 (J P , U)
実開昭 5 2 - 1 1 7 5 0 9 (J P , U)
特開 2 0 0 8 - 2 6 7 7 8 6 (J P , A)
中国特許出願公開第 1 5 5 4 7 7 9 (C N , A)
米国特許出願公開第 2 0 0 9 / 0 0 2 0 1 9 4 (U S , A 1)
(58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)
C 2 1 D 9 / 3 0