

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2012-144768

(P2012-144768A)

(43) 公開日 平成24年8月2日(2012.8.2)

(51) Int.Cl.			F I			テーマコード (参考)		
C 2 1 D	9/30	(2006.01)	C 2 1 D	9/30	A	3 J 0 3 3		
C 2 1 D	1/09	(2006.01)	C 2 1 D	9/30	Z	4 K 0 4 2		
F 1 6 C	3/08	(2006.01)	C 2 1 D	1/09	M			
			F 1 6 C	3/08				

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2011-3383 (P2011-3383)
 (22) 出願日 平成23年1月11日 (2011.1.11)

(71) 出願人 000005348
 富士重工業株式会社
 東京都新宿区西新宿一丁目7番2号
 (74) 代理人 110000383
 特許業務法人 エビス国際特許事務所
 (72) 発明者 宮本 信行
 東京都新宿区西新宿1丁目7番2号 富士
 重工業株式会社内
 Fターム(参考) 3J033 AA02 AB03 AC01 BA01 CA10
 4K042 AA16 BA10 DA01 DB04 DF02

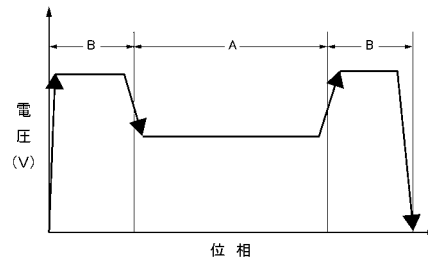
(54) 【発明の名称】 クランクシャフトへの焼入方法及びそのクランクシャフト

(57) 【要約】

【課題】高密度エネルギービームによるクランクシャフトへの焼入れ時に、クランクシャフトの変形を抑制することが可能なクランクシャフトへの焼入方法及びそのクランクシャフトを提供することにある。

【解決手段】本発明に係るクランクシャフト10への焼入方法及びそのクランクシャフト10は、クランクシャフト10のピン部に高密度エネルギービームを照射し、上記ピン部に硬化層を形成するものであって、上記ピン部の外周面のうち、上記ピン部の軸Xよりも上記クランクシャフトの回転軸Yから離れる外周面を第1照射領域Aとし、上記ピン部の軸Xよりも上記クランクシャフトの回転軸Yに合う外周面を第2照射領域Bとし、上記第1照射領域A及び第2照射領域Bの熱容量に応じて、これら第1照射領域A及び第2照射領域Bに上記高密度エネルギービームの出力態様を異ならせて照射している。

【選択図】 図3



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

クランクシャフトのピン部に高密度エネルギービームを照射し、
前記ピン部に硬化層を形成するクランクシャフトへの焼入方法であって、
前記ピン部の照射領域の熱容量に応じて、前記高密度エネルギービームの出力態様を異
ならせて照射すること、
を特徴とするクランクシャフトへの焼入方法。

【請求項 2】

前記高密度エネルギービームの出力態様は、
前記ピン部の外周面のうち、前記ピン部の軸よりも前記クランクシャフトの回転軸から
離れる外周面を第 1 照射領域とし、前記ピン部の軸よりも前記クランクシャフトの回転軸
に合う外周面を第 2 照射領域とした場合、
前記第 1 及び第 2 照射領域の熱容量に応じて、これら第 1 及び第 2 照射領域に前記高密
度エネルギービームの出力態様を異ならせて照射すること、
を特徴とする請求項 1 記載のクランクシャフトへの焼入方法。

10

【請求項 3】

前記高密度エネルギービームの出力態様は、
前記第 1 照射領域よりも前記第 2 照射領域に前記高密度エネルギービームの出力を高出
力で照射すること、
を特徴とする請求項 2 記載のクランクシャフトへの焼入方法。

20

【請求項 4】

前記高密度エネルギービームの出力態様は、
前記第 2 照射領域のみに前記高密度エネルギービームを照射すること、
を特徴とする請求項 2 記載のクランクシャフトへの焼入方法。

【請求項 5】

前記高密度エネルギービームの出力態様は、
前記第 1 及び第 2 照射領域に前記高密度エネルギービームを照射した後に、
前記第 2 照射領域のみに前記高密度エネルギービームを照射すること、
を特徴とする請求項 2 記載のクランクシャフトへの焼入方法。

30

【請求項 6】

ピン部と、アーム部と、ジャーナル部と、からなる本体部を備え、
前記ピン部に高密度エネルギービームを照射して前記ピン部に焼入れ加工が施されたク
ランクシャフトであって、
前記ピン部の外周面は、前記ピン部の軸よりも前記本体部の回転軸から離れる第 1 表層
面と、前記ピン部の軸よりも前記本体部の回転軸に合う第 2 の表層面と、を有し、
前記第 1 及び第 2 表層面は、当該第 1 及び第 2 表層面の熱容量に応じて、異なる高密度
エネルギービームの出力態様により照射され、
前記第 1 及び第 2 表層面への焼入れ深さが略同一となるように形成されたこと、
を特徴とするクランクシャフト。

40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、クランクシャフトへの焼入方法及びそのクランクシャフトに関し、特に、レ
ーザ光等の高密度エネルギービームでクランクシャフトを照射することで、クランクシャ
フトに硬化層を形成可能なクランクシャフトへの焼入方法及びそのクランクシャフトに関
する。

【背景技術】

【0002】

従来、クランクシャフトへの焼入方法の一例として、例えば、特許文献 1 には、クラン

50

クシャフト等の焼入対象物の外周を加熱コイルで覆い、この加熱コイルに高周波を流し、高周波による焼入れを行う高周波焼入方法及び装置が開示されている。

【0003】

また、クランクシャフトへの焼入方法の他例として、例えば、特許文献2には、レーザー等のエネルギービームをクランクシャフト等の焼入対象物に照射することで、クランクシャフトの表面に硬化層を形成して焼入れを行うエネルギービームによる焼入方法及び焼入システムが開示されている。

【0004】

また、特許文献3には、クランクシャフト等の焼入対象物に引張力を付与しながら高密度エネルギービームによりクランクシャフトのピン部の内周面に照射することで、予めクランクシャフトの変形量を調整して、クランクシャフトの変形を抑制することが可能なクランクシャフトの焼入方法が開示されている。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2001-226716号公報

【特許文献2】特開2010-47789号公報

【特許文献3】特公平6-19177号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

20

【0006】

ところで、上記特許文献1では、上述したように、高周波による焼入れを行っているため、クランクシャフトへの入熱量が大きくなる。これにより、上記特許文献1では、クランクシャフトの変形量が大きくなってしまふという技術的課題がある。

【0007】

また、上記特許文献2では、上記特許文献1の高周波によるものより、変形量が小さい高密度エネルギービームによるものであり、変形量を抑制しているものの、焼入個所での周囲との熱容量が異なるという課題がある。

【0008】

このため、上記特許文献2では、焼入れ深さにバラつきが生じてしまい、このバラつきが変形として生じてしまふという技術的課題がある。これにより、上記特許文献2では、クランクシャフトへの焼入工程の後に、歪取り作業が必要になってしまう。

30

【0009】

また、上記特許文献3は、クランクシャフトへの焼入れ時に、クランクシャフトに引張力を付与することで、クランクシャフトの変形を抑制することが可能になるが、クランクシャフト自体の強度を低下させてしまい、焼入れによるクランクシャフトの強度の増加を阻害してしまう可能性がある。

【0010】

本発明の目的は、上記従来の実状に鑑みて、高密度エネルギービームによるクランクシャフトへの焼入れ時に、クランクシャフトの変形を抑制することが可能なクランクシャフトへの焼入方法及びそのクランクシャフトを提供することにある。

40

【課題を解決するための手段】

【0011】

このような課題を解決するために、本発明に係るクランクシャフトへの焼入方法は、クランクシャフトのピン部に高密度エネルギービームを照射し、上記ピン部に硬化層を形成するものであって、上記ピン部の照射領域の熱容量に応じて、上記高密度エネルギービームの出力態様を異ならせて照射している。

【0012】

また、本発明に係るクランクシャフトへの焼入方法の高密度エネルギービームの出力態様は、上記ピン部の外周面のうち、上記ピン部の軸よりも上記クランクシャフトの回転軸

50

から離れる外周面を第1照射領域とし、上記ピン部の軸よりも上記クランクシャフトの回転軸に合う外周面を第2照射領域とし、上記第1及び第2照射領域の熱容量に応じて、これら第1及び第2照射領域に上記高密度エネルギービームの出力態様を異ならせて照射している。

【0013】

また、本発明に係るクランクシャフトへの焼入方法の高密度エネルギービームの出力態様は、上記第1照射領域よりも上記第2照射領域に上記高密度エネルギービームの出力を高出力で照射している。

【0014】

また、本発明に係るクランクシャフトへの焼入方法の高密度エネルギービームの出力態様は、上記第2照射領域のみに上記高密度エネルギービームを照射している。

10

【0015】

また、本発明に係るクランクシャフトへの焼入方法の高密度エネルギービームの出力態様は、上記第1及び第2照射領域に上記高密度エネルギービームを照射した後に、上記第2照射領域のみに上記高密度エネルギービームを照射している。

【0016】

このような課題を解決するために、本発明に係るクランクシャフトは、ピン部と、アーム部と、ジャーナル部と、からなる本体部を備え、上記ピン部に高密度エネルギービームを照射して上記ピン部に焼入れ加工が施され、上記ピン部の外周面は、上記ピン部の軸よりも上記本体部の回転軸から離れる第1表層面と、上記ピン部の軸よりも上記本体部の回転軸に合う第2の表層面と、を有し、上記第1及び第2表層面は、当該第1及び第2表層面の熱容量に応じて、異なる高密度エネルギービームの出力態様により照射され、上記第1及び第2表層面への焼入れ深さが略同一となるように形成されている。

20

【発明の効果】

【0017】

本発明のクランクシャフトへの焼入方法によれば、高密度エネルギービームによるクランクシャフトへの焼入れ時に、クランクシャフトの変形を抑制することが可能になる。これにより、焼入れ時に、クランクシャフトに引張力を付与する等、クランクシャフトへの矯正が不要になる。また、焼入れ後に、クランクシャフトへの歪取り加工が不要なる。

【0018】

よって、本発明のクランクシャフトへの焼入方法によれば、焼入れ時に、クランクシャフトへの矯正が不要になることで、矯正設備及び矯正作業工程を施すことなく、クランクシャフトへの焼入れが可能になるため、製造コストを削減することができる。また、本発明のクランクシャフトへの焼入方法によれば、クランクシャフトへの矯正が不要になることで、矯正によるクランクシャフトの強度低下を抑制することができる。

30

【図面の簡単な説明】

【0019】

【図1A】本発明の一実施の形態であるクランクシャフトへの焼入方法の焼入治具の構成について、側方から模式的に示す側方面図である。

【図1B】図1Aにおける線I-I'を模式的に示す断面図である。

40

【図2】本発明の一実施の形態であるクランクシャフトへの焼入方法の工程を示すフローである。

【図3】本発明の一実施の形態であるクランクシャフトへの焼入方法におけるレーザ装置の出力態様を模式的に示すグラフである。

【図4】本発明の一実施の形態であるクランクシャフトの構成について、側方から模式的に示す側方面図である。

【図5】図4における線II-II'を模式的に示す断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0020】

以下、本発明の実施の形態について、図を用いて説明する。

50

まず、本発明の一実施の形態である焼入方法の焼入治具 100 の構成について、図 1 A 及び図 1 B を用いて説明する。図 1 A は、本発明の一実施の形態であるクランクシャフト 10 への焼入方法の焼入治具 100 の構成について、側方から模式的に示す側方面図であり、図 1 B は、図 1 A における線 I - I' を模式的に示す断面図である。

【0021】

本実施の形態の焼入治具 100 は、後述する回転装置 109 によりクランクシャフト 10 を回転させながら、後述するレーザ装置 110 によりレーザ光等の高密度エネルギービームを照射することで、クランクシャフト 10 に硬化層を形成するものである。

【0022】

図 1 A 及び図 1 B に例示されるように、この焼入治具 100 は、クランクシャフト 10 を回転させるための回転装置 109 と、回転装置 109 の駆動に起因して回転したクランクシャフト 10 に高密度エネルギービームを照射するためのレーザ装置 110 と、を備えて構成されている。

10

【0023】

この回転装置 109 は、クランクシャフト 10 の軸方向における両端を支持するスピンヘッド 103 及びテールストック 105 を備えて構成されている。これらスピンヘッド 103 及びテールストック 105 は、基台 101 の両端に配設されている。

【0024】

具体的には、基台 101 の一端側には、スピンヘッド 103 を支持する第 1 支持体 102 が配設されている。そして、スピンヘッド 103 を支持する第 1 支持体 102 には、スピンヘッド 103 を構成する軸受部 103 a、ベアリング 103 b、チャック 103 c が配設されている。

20

【0025】

この軸受部 103 a は、ベアリング 103 b を介して第 1 支持体 102 に回転可能に支持されている。そして、軸受部 103 a には、チャック 103 c が連設されている。すなわち、チャック 103 c は、第 1 支持体 102 に軸受部 103 a を回転軸にして回動可能に支持されている。

【0026】

一方、基台 101 の他端側には、テールストック 105 を支持する第 2 支持体 104 が配設されている。そして、テールストック 105 を支持する第 2 支持体 104 には、スピンヘッド 103 と同様に、テールストック 105 を構成する軸受部 105 a、ベアリング 105 b、チャック 105 c が配設されている。

30

【0027】

この軸受部 105 a は、ベアリング 105 b を介して、第 2 支持体 104 に回転可能に支持されている。そして、軸受部 105 a には、チャックが連設されている。すなわち、チャック 105 c は、第 2 支持体 104 に軸受部 105 a を回転軸にして回動可能に支持されている。

【0028】

そして、テールストック 105 には、回転駆動源 106 が接続されている。すなわち、テールストック 105 の軸受部 105 a は、回転駆動源 106 の駆動に起因して回転可能となっている。

40

【0029】

そして、スピンヘッド 103 のチャック 103 c には、クランクシャフト 10 の一端側が回転可能に嵌め込まれている。また、テールストック 105 のチャック 105 c には、クランクシャフト 10 の他端側が回転可能に嵌め込まれている。

【0030】

すなわち、クランクシャフト 10 は、これらスピンヘッド 103 のチャック 103 c 及びテールストック 105 のチャック 105 c により回転可能に支持されている。このため、クランクシャフト 10 は、クランクシャフト 10 の軸を中心にして回転可能に支持されるとともに、軸受部 103 a 及び軸受部 105 a を軸にして、回動可能に支持されて

50

いる。

【0031】

また、基台101の略中央には、ローラ体107及びローラ体108が配設されている。これらローラ体107及びローラ体108の夫々には、第2ピン部12a及び第3ピン部13aに当接するローラ107a及びローラ108aを有して構成されている。これらローラ107a及びローラ108aは、クランクシャフト10の第2ピン部12a及び第3ピン部13aを支持している。

【0032】

このため、回転装置109にクランクシャフト10を設置した際、クランクシャフト10自体の自重により第2ピン部12a及び第3ピン部13aの近傍が下方への撓み易くなるが、この撓みを抑止する役目を果たしている。

10

【0033】

本実施の形態の焼入治具100は、上述したように、回転したクランクシャフト10に高密度エネルギービームを照射するレーザ装置110を備えて構成されている。このレーザ装置110は、上述したように、クランクシャフト10にレーザ光等の高密度エネルギービームを照射することで、クランクシャフト10に硬化層を形成している。

【0034】

このレーザ装置110は、高密度エネルギービームの出力を制御する出力制御手段を備えて構成されている。すなわち、レーザ装置110の出力制御手段は、高密度エネルギービームの出力を高出力、或いは、低出力に制御可能となっている。

20

【0035】

このため、レーザ装置110は、クランクシャフト10に高密度エネルギービームを照射する際、クランクシャフト10への照射個所に応じて高密度エネルギービームの出力を調節することが可能になる。

【0036】

次に、本発明の一実施の形態であるクランクシャフト10への焼入方法について、図2及び図3を用いて説明する。図2は、本発明の一実施の形態であるクランクシャフト10への焼入方法の工程を示すフローであり、図3は、本発明の一実施の形態であるクランクシャフト10への焼入方法におけるレーザ装置110の出力態様を模式的に示すグラフである。

30

【0037】

なお、図2で示した本実施の形態の焼入方法は、クランクシャフト10を構成する複数の第1ピン部11a、第2ピン部12a、第3ピン部13a及び第4ピン部14aへの夫々に共通している。

【0038】

したがって、ここでは、第3ピン部13aへの焼入方法について説明し、第1ピン部11a、第2ピン部12a及び第4ピン部14aへの焼入方法は、第3ピン部13aへの焼入方法と同様であるため、その説明を省略する。

【0039】

また、第1ピン部11a、第2ピン部12a、第3ピン部13a及び第4ピン部14aへの焼入れ順序については、特に限定されず、一例として、クランクシャフト10の軸方向の外側に位置する第1ピン部11a及び第4ピン部14aに焼入れし、その後、クランクシャフト10の軸方向の内側に位置する第2ピン部12a及び第3ピン部13aに焼入れしても良い。

40

【0040】

また、他例として、クランクシャフト10の軸方向の内側に位置する第2ピン部12a及び第3ピン部13aに焼入れし、その後、クランクシャフト10の軸方向の外側に位置する第1ピン部11a及び第4ピン部14aに焼入れしても良い。

【0041】

ステップS1において、クランクシャフト10が回転装置109に設置された後に、レ

50

ーザ装置 110 の位置決めを行い、クランクシャフト 10 の第 3 ピン部 13 a に照射可能となるように設定する。

【0042】

ステップ S2 において、回転装置 109 の回転駆動源 106 を駆動させてクランクシャフト 10 の回転を開始する。なお、回転装置 109 の回転速度は、特に限定されず、焼入れ回数等に応じて、適宜、設定することが可能である。

省略しても良い。

【0043】

ステップ S3 において、クランクシャフト 10 の第 3 ピン部 13 a にレーザ装置 110 による高密度エネルギービームを照射する。ここで、図 1 B に例示されるように、第 3 ピン部 13 a の外周面のうち、第 3 ピン部 13 a の軸 X よりもクランクシャフト 10 の回転軸 Y から離れる外周面を第 1 照射領域 A とし、第 3 ピン部 13 a の軸 X よりもクランクシャフト 10 の回転軸 Y に合う外周面を第 2 照射領域 B とする。

10

【0044】

ステップ S4 において、第 1 照射領域 A 及び第 2 照射領域 B に高密度エネルギービームの出力態様を異ならせて照射する。この出力態様の一態様として、図 3 に例示されるように、第 1 照射領域 A よりも第 2 照射領域 B に高密度エネルギービームの出力を高出力で照射する。

【0045】

ここで、第 1 照射領域 A と第 2 照射領域 B とは周辺形状が異なるため、高密度エネルギービームに対する熱伝達特性が異なる。具体的には、第 1 照射領域 A よりも第 2 照射領域 B の方にクランクアーム 13 b が広がっている。

20

【0046】

このため、第 2 照射領域 B は、第 1 照射領域 A よりも照射されたエネルギービームによる熱をクランクアーム 13 b 側に伝達され易い状態となっている。一方、第 1 照射領域 A には、クランクアーム 13 b 等の部位が周囲に存在しないため、照射された熱が周囲に伝達されにくく、径内方向へと伝達され易くなっている。

【0047】

そこで、同等の高密度エネルギービームが照射された場合における照射箇所の周囲の形態の違いによる熱伝達の違いを、ここでは、熱容量の差で表現している。つまり、第 1 照射領域 A の熱容量よりも第 2 照射領域 B の熱容量の方が大きくなる。

30

【0048】

本実施の形態のクランクシャフト 10 への焼入方法では、熱容量が小さい第 1 照射領域 A よりも熱容量が大きい第 2 照射領域 B に高出力の高密度エネルギービームを照射することで、第 1 照射領域 A と第 2 照射領域 B との温度上昇を均一にすることが可能になる。

【0049】

すなわち、高密度エネルギービームの照射後、冷却工程により、照射した部位が収縮するが、上述したように、第 1 照射領域 A と第 2 照射領域 B との温度上昇を均一にしているため、収缩量も均一にすることが可能になる。

【0050】

このように、第 1 照射領域 A と第 2 照射領域 B との温度上昇を均一にすることで、収缩量も均一にすることが可能になり、レーザ装置 110 による第 1 ピン部 11 a の第 1 照射領域 A と第 2 照射領域 B への焼入れ深さを均一にすることができる。

40

【0051】

これにより、高密度エネルギービームによるクランクシャフト 10 への焼入れ時でのクランクシャフト 10 の変形を抑制することが可能になる。

【0052】

また、出力態様の他の態様として、第 1 照射領域への高密度エネルギービームの出力をゼロとし、第 2 照射領域 B への高密度エネルギービームの出力を所定の出力で照射する。すなわち、第 2 照射領域 B のみに高密度エネルギービームを照射する。

50

【 0 0 5 3 】

このように、熱容量が小さい第 1 照射領域 A に照射せず、熱容量が大きい第 2 照射領域 B のみに照射することで、第 1 照射領域 A と第 2 照射領域 B との温度上昇を均一にすることが可能になる。

【 0 0 5 4 】

また、出力態様の他の態様として、第 1 照射領域 A と第 2 照射領域 B とに高密度エネルギービームの出力を同出力で照射する。その後、第 1 照射領域 A に高密度エネルギービームの出力をゼロとし、第 2 照射領域 B に高密度エネルギービームを所定の出力で照射する。すなわち、第 2 照射領域 B のみに高密度エネルギービームを照射する。

【 0 0 5 5 】

このように、最初、第 1 照射領域 A と第 2 照射領域 B とに高密度エネルギービームの出力を同出力で照射し、その後、第 2 照射領域 B のみに高密度エネルギービームを照射することで、第 1 照射領域 A と第 2 照射領域 B との温度上昇を均一にしている。

【 0 0 5 6 】

また、出力態様の他の態様として、熱容量の大きい第 2 照射領域 B に、上述の出力態様の一態様よりも更に高密度エネルギービームの出力を高出力で照射する。このため、第 1 照射領域よりも第 2 照射領域 B の方が、温度上昇が高くなる。

【 0 0 5 7 】

これにより、第 2 照射領域 B の温度上昇を予め高くすることで、任意の方向への変形を制御することが可能になる。このように、高密度エネルギービームの出力により、任意の方向への変形を制御して、高密度エネルギービームによるクランクシャフト 10 への焼入れ時でのクランクシャフト 10 の変形を抑制しても良い。

【 0 0 5 8 】

また、出力態様の他の態様として、各ピン部の外周面を第 1 照射領域 A と第 2 照射領域 B との 2 領域に分けて、これら第 1 照射領域 A と第 2 照射領域 B とで高密度エネルギービームの照射出力を変えるのではなく、3 以上の領域に分けて高密度エネルギービームの照射出力を変えても良い。

【 0 0 5 9 】

また、出力態様の他の態様として、各ピン部の外周面の周方向位置に応じて連続的、或いは、段階的に高密度エネルギービームの照射出力を変えても良い。これにより、各ピン部の外周面の焼入れ深さを全体的に均一にすることができる。

【 0 0 6 0 】

なお、この場合、高密度エネルギービームの照射出力を各照射領域、もしくは照射位置における各ピン部の熱容量に応じて焼入れ設定する点は、本実施の形態と同様である。照射出力は事前の実験や解析等によって決定する。

【 0 0 6 1 】

ステップ S 5 において、第 1 照射領域 A 及び第 2 照射領域 B への照射を終了する。

【 0 0 6 2 】

ステップ S 6 において、クランクシャフト 10 の回転を停止する。

【 0 0 6 3 】

以上のように、本実施の形態のクランクシャフト 10 への焼入方法によれば、高密度エネルギービームによるクランクシャフト 10 への焼入れ時に、第 1 照射領域 A 及び第 2 照射領域 B の熱容量に応じて、高密度エネルギービームの出力態様を異ならせることで、クランクシャフト 10 の変形を抑制することが可能になる。

【 0 0 6 4 】

これにより、クランクシャフト 10 への焼入れ時に、このクランクシャフト 10 に引張力を付与する等のクランクシャフトへの矯正が不要になるとともに、焼入れ後におけるクランクシャフトへの歪取り加工が不要なる。

【 0 0 6 5 】

よって、本実施の形態のクランクシャフト 10 への焼入方法によれば、焼入れ時でのク

10

20

30

40

50

ランクシャフト 10 への矯正が不要になることで、クランクシャフト 10 の強度低下を抑制することができる。

【0066】

また、本実施の形態のクランクシャフト 10 への焼入方法によれば、焼入れ後に、クランクシャフト 10 への歪取り加工が不要になることで、作業工程にかかるコストを削減することができる。

【0067】

次に、本実施の形態の焼入方法によって硬化層が形成されたクランクシャフト 10 の構成について、図 4 及び図 5 を用いて説明する。図 4 は、本発明の一実施の形態であるクランクシャフト 10 の構成について、側方から模式的に示す側方面図であり、図 5 は、図 4 における線 I I - I I ' を模式的に示す断面図である。

10

【0068】

図 4 に例示されるように、本実施の形態のクランクシャフト 10 は、4 気筒の自動車エンジンに用いるものを想定している。すなわち、クランクシャフト 10 は、複数のジャーナル部 15 を備え、このジャーナル部 15 間に位置する第 1 ピン部 11 a、第 2 ピン部 12 a、第 3 ピン部 13 a 及び第 4 ピン部 14 a を備えて構成されている。

【0069】

そして、これら第 1 ピン部 11 a、第 2 ピン部 12 a、第 3 ピン部 13 a 及び第 4 ピン部 14 a の夫々には、一对のクランクアーム 11 b、クランクアーム 12 b、クランクアーム 13 b 及びクランクアーム 14 b が設けられている。

20

【0070】

このように、第 1 ピン部 11 a には、一对のクランクアーム 11 b が設けられている。そして、第 1 ピン部 11 a 及び一对のクランクアーム 11 b と同様に、第 2 ピン部 12 a には、一对のクランクアーム 12 b が設けられ、第 3 ピン部 13 a には、一对のクランクアーム 13 b が設けられ、第 4 ピン部 14 a には、一对のクランクアーム 14 b が設けられている。

【0071】

図 5 に例示されるように、本実施の形態のクランクシャフト 10 は、第 3 ピン部 13 a の外周面に、上述のクランクシャフト 10 への焼入方法により形成された硬化層 13 d を有して構成されている。

30

【0072】

なお、第 3 ピン部 13 a と同様に、第 1 ピン部 11 a、第 2 ピン部 12 a 及び第 4 ピン部 14 a にも上述のクランクシャフト 10 への焼入方法により硬化層 13 d が形成されている。したがって、ここでは、第 3 ピン部 13 a に基づいて説明する。

【0073】

このクランクシャフト 10 の第 3 ピン部 13 a の外周面は、この外周面のうち、第 3 ピン部 13 a の軸 X よりもクランクシャフト 10 の回転軸 Y から離れる第 1 照射領域 A と、第 3 ピン部 13 a の軸 X よりもクランクシャフト 10 の回転軸 Y に合う第 2 照射領域 B と、を有している。

【0074】

そして、第 1 照射領域 A は、レーザ装置 110 により低出力で照射されている。一方、第 2 照射領域 B は、レーザ装置 110 により高出力で照射されている。ここで、第 1 照射領域 A と第 2 照射領域 B とは高密度エネルギービームに対する熱容量が異なる。具体的には、第 1 照射領域 A よりも第 2 照射領域 B の方にクランクアーム 11 b が広がっている。

40

【0075】

このため、第 1 照射領域 A の熱容量よりも第 2 照射領域 B の熱容量の方が大きくなる。これに対し、本実施の形態のクランクシャフト 10 は、熱容量の小さい第 1 照射領域 A よりも熱容量が大きい第 2 照射領域 B に高出力の高密度エネルギービームを照射して形成されている。このため、クランクシャフト 10 は、第 1 照射領域 A と第 2 照射領域 B との温度上昇が均一となるように形成されている。

50

【 0 0 7 6 】

このように、クランクシャフト 1 0 は、高密度エネルギービームの照射後、冷却工程により、照射した部位が収縮するが、上述したように、第 1 照射領域 A と第 2 照射領域 B との温度上昇が均一となるように形成されているため、収縮量も均一となるように形成されている。

【 0 0 7 7 】

これにより、クランクシャフト 1 0 は、第 1 照射領域 A と第 2 照射領域 B との温度上昇が均一となるように形成され、これに伴い、収縮量も均一となるように形成されているため、レーザ装置 1 1 0 による第 3 ピン部 1 3 a の第 1 照射領域 A と第 2 照射領域 B への焼入れ深さ、すなわち、硬化層 1 3 d が均一となるように形成されている。

10

【 0 0 7 8 】

以上のように、本実施の形態のクランクシャフト 1 0 は、焼入れ深さを均一となるように形成されることで、焼入れ後、歪取り加工が不要なる。よって、本実施の形態のクランクシャフト 1 0 によれば、歪取り加工が不要になることで、作業工程にかかるコストを削減することができる。

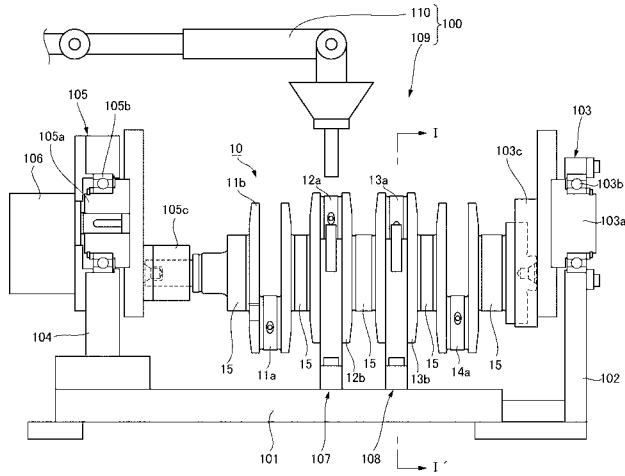
【 符号の説明 】

【 0 0 7 9 】

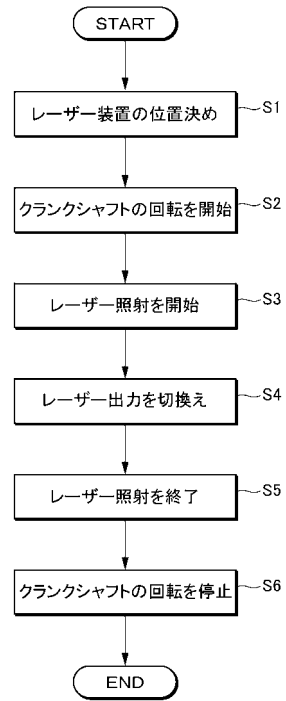
1 0	クランクシャフト
1 1 a	第 1 ピン部
1 2 a	第 2 ピン部
1 3 a	第 3 ピン部
1 4 a	第 4 ピン部
A	第 1 照射領域
B	第 2 照射領域
X	ピン部の軸
Y	クランクシャフトの回転軸

20

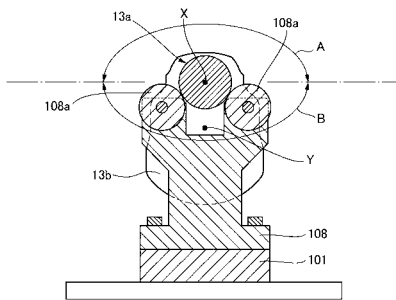
【図1A】



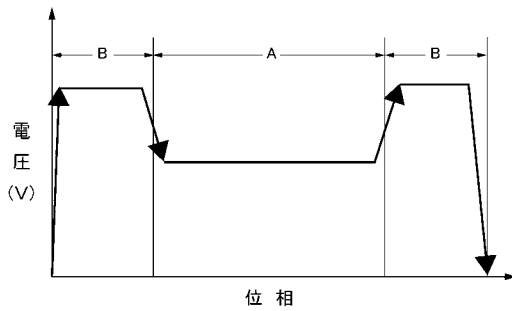
【図2】



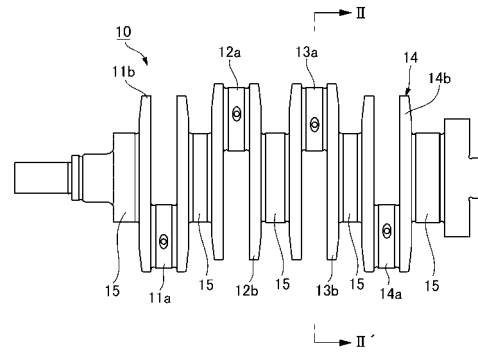
【図1B】



【図3】



【図4】



【図5】

