(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2017-140645
(P2017-140645A)
(43)公開日　平成29年8月17日(2017.8.17)

(51)Int.Cl.			F I			テーマコード（参考）
B21H	1/00	(2006.01)	B21H	1/00	B	3J033
F16C	3/08	(2006.01)	F16C	3/08		

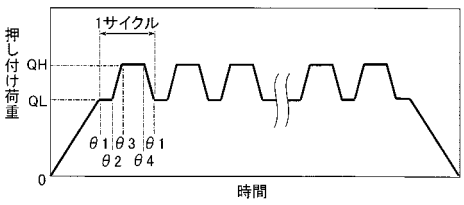
審査請求 未請求　請求項の数 9　ＯＬ　（全 12 頁）

(21)出願番号　特願2016-25051(P2016-25051)
(22)出願日　平成28年2月12日(2016.2.12)

(71)出願人　000001247
株式会社ジェイテクト
大阪府大阪市中央区南船場３丁目５番８号
(74)代理人　100089082
弁理士　小林　脩
(74)代理人　100130188
弁理士　山本　喜一
(74)代理人　100190333
弁理士　木村　群司
(72)発明者　小又　清史
大阪府大阪市中央区南船場３丁目５番８号
株式会社ジェイテクト内
(72)発明者　長谷川　彰一
大阪府大阪市中央区南船場３丁目５番８号
株式会社ジェイテクト内
最終頁に続く

(54)【発明の名称】加工装置及び加工方法

(57)【要約】
【課題】円筒状の被加工部に対して径方向の押し付け荷重を付与して加工する加工装置及び加工方法であって、被加工部の周方向位相に応じて剛性が異なる工作物を加工する加工装置及び加工方法を提供する。
【解決手段】加工装置（１）は、円筒状の被加工部（ＰＰ）を有する工作物（Ｗ）を加工対象とし、被加工部（ＰＰ）を回転させると共に、被加工部（ＰＰ）に対して加工用工具（１３）による径方向の押し付け荷重を周方向に移動しながら付与することで、被加工部（ＰＰ）を加工する。工作物（Ｗ）の剛性は、被加工部（ＰＰ）に対して径方向の押し付け荷重が付与される被加工部（ＰＰ）の周方向位相に応じて異なり、径方向の押し付け荷重は、付与される被加工部（ＰＰ）の周方向位相に応じて変化させる。
【選択図】図８



【特許請求の範囲】
【請求項１】
円筒状の被加工部を有する工作物を加工対象とし、前記被加工部を回転させると共に、前記被加工部に対して加工用工具による径方向の押し付け荷重を周方向に移動しながら付与することで、前記被加工部を加工する加工装置であって、
前記工作物の剛性は、前記被加工部に対して前記径方向の押し付け荷重が付与される前記被加工部の周方向位相に応じて異なり、
前記径方向の押し付け荷重は、付与される前記被加工部の周方向位相に応じて変化させる、加工装置。
【請求項２】
前記剛性が高い周方向位相における押し付け荷重は、前記剛性が低い周方向位相における押し付け荷重よりも大きくなるように変化させる、請求項１に記載の加工装置。
【請求項３】
前記加工装置は、
前記押し付け荷重を発生する荷重発生装置と、
前記押し付け荷重を検出する荷重検出装置と、
前記周方向位相に応じて予め設定した設定荷重、及び前記荷重検出装置からの検出荷重に基づいて、前記荷重発生装置による発生荷重を制御する制御装置と、
を備える請求項１又は２に記載の工作物の加工装置。
【請求項４】
前記制御装置は、前記設定荷重の許容範囲を規定する閾値の情報を予め記憶する、請求項３に記載の加工装置。
【請求項５】
前記制御装置は、前記剛性が高い周方向位相と前記剛性が低い周方向位相との間で変化する前記押し付け荷重の応答遅れ時間に対応させる設定荷重の情報を予め記憶する、請求項３又は４に記載の加工装置。
【請求項６】
前記制御装置は、複数種類の前記工作物ごとの前記設定荷重の情報、及び前記工作物における複数の前記被加工部ごとの前記設定荷重の情報の少なくとも一方を予め記憶する、請求項３乃至５の何れか一項に記載の加工装置。
【請求項７】
前記工作物は、クランクシャフトであり、前記被加工部は、ピン部である、請求項１乃至６の何れか一項に記載の加工装置。
【請求項８】
前記加工用工具は、前記ピン部の軸方向端部の隅部外周にフィレット加工を施す、請求項７に記載の加工装置。
【請求項９】
円筒状の被加工部を有する工作物を加工対象とし、前記被加工部を回転させると共に、前記被加工部に対して加工用工具による径方向の押し付け荷重を周方向に移動しながら付与することで、前記被加工部を加工するとき、
前記被加工部に対して前記径方向の押し付け荷重が付与される前記被加工部の周方向位相に応じて、前記工作物の剛性が異なる場合の加工方法であって、
付与される前記被加工部の周方向位相に応じて、前記径方向の押し付け荷重を変化させる、加工方法。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、工作物を加工する加工装置及び加工方法に関するものである。
【背景技術】
【０００２】

特許文献１には、工作物として例えばクランクシャフトの加工装置が記載されている。この加工装置は、クランクシャフトのピン部やジャーナル部の軸方向端部の隅部外周に、ローラを用いて冷間圧延加工を施すことで、圧縮残留応力を発生させて疲労強度の向上を図る装置である。

【先行技術文献】

【特許文献】

【０００３】

【特許文献１】特開２００７－１５２４７５号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【０００４】

一般的に、クランクシャフトは、ジャーナル部と、ジャーナル部の端部に設けられるアーム部と、アーム部とアーム部との間にジャーナル部の軸線に対し軸線がオフセットされて設けられるピン部と、ピン部に対しジャーナル部の軸線を挟んで反対側のアーム部の位置に設けられるバランスウエイト部とを備える。

【０００５】

このように、クランクシャフトのピン部とジャーナル部は、アーム部を介してピン部の軸線とジャーナル部の軸線とがオフセットされて設けられるため、クランクシャフトの剛性は、ピン部の軸方向端部の隅部外周に対して径方向の押し付け荷重が付与される上記隅部外周の周方向位相に応じて異なる、すなわちピン部に対しジャーナル部側（内側）は高剛性、ピン部に対しジャーナル部とは反対側（外側）は低剛性になる。

【０００６】

しかし、従来の加工装置では、クランクシャフトのピン部の軸方向端部の隅部外周の３か所をローラで挟み込んで加圧し、クランクシャフトをジャーナル部の軸線回りに回転させることで、周方向位相ごとに異なる剛性の違いに関わらず上記隅部外周に全周にわたって同一の押し付け荷重を掛けて加工している。クランクシャフトの一対のアーム部は、引っ張られる方向（ピン部の径方向）には強いが、座屈する方向（ピン部の径方向）には弱い。このため、ピン部を挟み込んでいる一対のアーム部は、ジャーナル部側が変形、すなわちピン部を中心にジャーナル部の軸線方向に拡開し易く、この変形に起因して加工精度低下を招くおそれがある。

【０００７】

本発明は、このような事情を鑑みてなされたものであり、円筒状の被加工部に対して径方向の押し付け荷重を付与して加工する加工装置及び加工方法であって、被加工部の周方向位相に応じて剛性が異なる工作物を加工する加工装置及び加工方法を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【０００８】

本発明の加工装置は、円筒状の被加工部を有する工作物を加工対象とし、前記被加工部を回転させると共に、前記被加工部に対して加工用工具による径方向の押し付け荷重を周方向に移動しながら付与することで、前記被加工部を加工する加工装置であって、前記工作物の剛性は、前記被加工部に対して前記径方向の押し付け荷重が付与される前記被加工部の周方向位相に応じて異なり、前記径方向の押し付け荷重は、付与される前記被加工部の周方向位相に応じて変化させる。このように、被加工部の周方向位相に応じて押し付け荷重を変化させて被加工部を加工しているので、工作物の剛性が被加工部の周方向位相に応じて異なっていても、被加工部の周方向位相において加工程度を略一定にすることができ、工作物の変形を抑制できる。

【０００９】

本発明の加工方法は、円筒状の被加工部を有する工作物を加工対象とし、前記被加工部を回転させると共に、前記被加工部に対して加工用工具による径方向の押し付け荷重を周方向に移動しながら付与することで、前記被加工部を加工するとき、前記被加工部に対し

て前記径方向の押し付け荷重が付与される前記被加工部の周方向位相に応じて、前記工作物の剛性が異なる場合の加工方法であって、付与される前記被加工部の周方向位相に応じて、前記径方向の押し付け荷重を変化させる。これにより、上述の加工装置で得られる効果と同様の効果が得られる。

【図面の簡単な説明】

【００１０】

【図１】実施形態における加工装置を示す全体図である。

【図２】図１の加工装置のフィレット装置を示す図である。

【図３】図２のフィレット装置のローラアーム装置の一部を示す断面図である。

【図４】図３のローラアーム装置のIV－IV矢視図である。

【図５】図３のローラアーム装置のＶ－Ｖ矢視図である。

【図６】加工装置の動作を示すフローチャートである。

【図７】ローラアーム装置のフィレットローラによりピン部に高荷重を掛ける周方向位相及び低荷重を掛ける周方向位相を示す図である。

【図８】ピン部の加工開始から加工終了までのピン部に掛ける押し付け荷重の経時変化を示す図である。

【図９】ピン部に低荷重及び高荷重を掛けるときの制御状態を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【００１１】

（１．加工装置の構成）

以下、本発明の加工装置を具体化した実施形態について図１を参照して説明する。この加工装置１は、フィレット装置２と、主軸装置３と、制御装置４とを備える。この加工装置１は、制御装置４による制御により主軸装置３に支持された工作物であるクランクシャフトＷに対してフィレット装置２を相対移動させてフィレットロール加工を行う。

【００１２】

なお、図１に示す加工装置１は、クランクシャフトＷのピン部Ｐの軸方向端部の隅部外周ＰＰ（被加工部）に対してフィレットロール加工を行うフィレット装置２のみを備える構成であるが、さらにクランクシャフトＷのジャーナル部Ｊの軸方向端部の隅部外周に対してフィレットロール加工を行うフィレット装置を備える構成としてもよい。

【００１３】

フィレット装置２は、ローラアーム装置１０と、ローラアーム移動装置２０とを備える。ローラアーム装置１０は、詳細は後述するが、図２に示す第１、第２アーム１１，１２の一端側に設けられる加工用工具としてフィレットローラ１３及びレストローラ１４でクランクシャフトＷのピン部Ｐの軸方向端部の隅部外周ＰＰを挟持して加圧し冷間圧延加工を施す。第１、第２アーム１１，１２は、油圧サーボユニット４１の油圧によってピン部Ｐの軸方向端部の隅部外周ＰＰに押し付け荷重を掛ける。

【００１４】

ローラアーム移動装置２０は、ベッド１Ａの上面に配置され、第１、第２アーム１１，１２がＸ軸方向（図１の上下方向）を向くように配置されるローラアーム装置１０を懸架する。ローラアーム移動装置２０には、アーム移動用のサーボモータ２１及びＸ軸方向と直交するＺ軸方向（図１の左右方向）に延びるボールねじ機構２２が備えられる。ローラアーム移動装置２０は、サーボモータ２１及びボールねじ機構２２の回転駆動によって、移動体２３に懸架しているローラアーム装置１０をガイドレール２４に沿ってＺ軸方向に移動し、クランクシャフトＷの所定のピン部Ｐの位置に位置決めする。

【００１５】

主軸装置３は、クランクシャフトＷがＺ軸線回りに回転可能となるように、チャック及びセンタによりクランクシャフトＷの両端部を軸方向に挟み込んで支持する。この主軸装置３は、ベッド１Ａの上面においてＸ軸方向に延びる図示しないガイドレール上に配置されたテーブル３１の上面に設置され、図示しないＸ軸用のサーボモータ及びボールねじ機構の回転駆動によって、クランクシャフトＷをＸ軸方向に移動可能としている。

【００１６】
この主軸装置３は、クランクシャフトＷの一端部を支持する主軸台３２と、クランクシャフトＷの他端部を支持する心押台３３とを備える。主軸台３２は、テーブル３１上に設置され、主軸３２ａをＺ軸線回りで回転可能に支持する。主軸３２ａの先端には、クランクシャフトＷの一端部を把持するチャック３２ｂが取り付けられる。主軸３２ａは、サーボモータ３４及び図示しないベルト機構によって回転駆動される。
【００１７】
心押台３３は、テーブル３１上に設置され、心押軸３３ａをＺ軸方向に移動可能に支持する。心押軸３３ａは、主軸３２ａとＺ軸方向に対向して同軸的に設置される。心押軸３３ａの先端には、クランクシャフトＷの他端部を支持する心押しセンタ３３ｂが取り付けられる。心押軸３３ａは、図示しないサーボモータ及びボールねじ機構の回転駆動によってＺ軸方向に移動される。
【００１８】
制御装置４は、主軸装置３のテーブル３１のサーボモータの回転駆動、主軸３２ａのサーボモータ３４の回転駆動、心押軸３３ａのサーボモータの回転駆動、ローラアーム装置１０の油圧サーボユニット４１の油圧、ローラアーム移動装置２０のサーボモータ２１の回転駆動を制御する。なお、制御装置４による油圧サーボユニット４１の油圧制御の詳細については後述する。
【００１９】
（２．ローラアーム装置の詳細構成）
ローラアーム装置１０の詳細構成について図２－図５を参照して説明する。図２に示すように、ローラアーム装置１０は、第１アーム１１、第２アーム１２、フィレットローラ１３、２つのレストローラ１４及び荷重発生装置としてサーボシリンダ１５等を備える。
【００２０】
第１アーム１１及び第２アーム１２は、Ｙ軸方向（図２の上下方向）に並べて配置され、Ｘ軸方向（図２の左右方向）の略中央位置にて、ローラアーム移動装置２０の移動体２３に上端部が自由回転可能に支持されて垂下するブラケット２５の下端部に自由回転可能に支持される。すなわち、ブラケット２５の上端部は、移動体２３にＺ軸方向に延びる状態で設けられる回転軸２３ａに自由回転可能に連結される。そして、第１、第２アーム１１，１２の略中央部は、ブラケット２５の下端部にＺ軸方向に延びる状態で設けられる回転軸２５ａに自由回転可能に連結される。
【００２１】
第１、第２アーム１１，１２のＸ軸方向の左側の各先端部には、第１、第２クランプ部５１，５２が対向するように取り付けられる。図３－図５に示すように、第１クランプ部５１には、一対のフィレットローラ１３、リテーナ５３及びバックアップローラ５４等が収納される。第２クランプ部５２には、２つのレストローラ１４、２つのリテーナ５５及び２つのバックアップローラ５６等が収納される。第１、第２クランプ部５１，５２は、クランクシャフトＷの種類によって対応可能な種類に交換可能に第１、第２アーム１１，１２にそれぞれ取り付けられる。
【００２２】
フィレットローラ１３は、円錐台形状に形成される。リテーナ５３は、第１クランプ部５１の下部に取り付けられる。そして、一対のフィレットローラ１３は、各外周下部がリテーナ５３から下方に突出し、且つ、突出した各外周下部がピン部Ｐの軸方向の各端部の隅部外周ＰＰに当接可能な間隔をあけた状態で、リテーナ５３に回転可能に支持される。バックアップローラ５４は、バックアップローラ５４の外周面と一対のフィレットローラ１３の各外周面とが接触した状態で、第１クランプ部５１に回転可能に支持される。一対のフィレットローラ１３は、ピン部Ｐ側の外周間隔が、バックアップローラ５４側の外周間隔より広くなるように設けられる。これにより、ピン部Ｐの隅部外周ＰＰに掛かる押し付け荷重は、ピン部Ｐの径方向の成分とピン部Ｐの軸方向の成分が含まれることになる。
【００２３】

レストローラ１４は、円筒形状に形成される。２つのリテーナ５５は、第２クランプ部５２の上部に設けられるＺ軸方向視でＶ字状の切欠き部５２ａの両側部にそれぞれ取り付けられる。そして、２つのレストローラ１４は、各外周の斜め上部が各リテーナ５５から斜め上方に突出し、且つ、突出した各外周の斜め上部がピン部Ｐの外周面（ピン部Ｐの軸方向の各端部の隅部外周ＰＰを除く）に当接可能な状態で、各リテーナ５５に回転可能に支持される。バックアップローラ５６は、バックアップローラ５６の外周面と２つのレストローラ１４の外周面とが接触した状態で、第２クランプ部５２に回転可能に支持される。

【００２４】

図２に示すように、第１、第２アーム１１，１２のＸ軸方向の右側の各後端部間は、サーボシリンダ１５で連結される。すなわち、サーボシリンダ１５のシリンダ本体１５ａは、第１アーム１１のＸ軸方向の右側の後端部に連結され、サーボシリンダ１５のピストンロッド１５ｂは、第２アーム１２のＸ軸方向の右側の後端部に連結される。サーボシリンダ１５は、制御装置４に接続される油圧サーボユニット４１に油圧ホース４２を介して接続される。サーボシリンダ１５は、一対のフィレットローラ１３及び２つのレストローラ１４でピン部Ｐを挟持し、一対のフィレットローラ１３でピン部Ｐの軸方向の各端部の隅部外周ＰＰを加圧するため、第１、第２アーム１１，１２を回転軸２５ａを中心に開閉する。

【００２５】

図２及び図３に示すように、第１アーム１１には、第１クランプ部５１の上面に接するように荷重検出装置５７が設けられる。この荷重検出装置５７は、例えばロードセルであり、制御装置４に接続される。油圧サーボユニット４１に対する油圧指令値により第１、第２アーム１１，１２に発生する締め付け力と、フィレットローラ１３によりピン部Ｐの軸方向端部の隅部外周ＰＰに実際に掛かる押し付け荷重との間には、ずれが生じる可能性がある。このため、制御装置４は、上記油圧指令値を元に上記押し付け荷重を制御しようとすると、狙い値通りの押し付け荷重が隅部外周ＰＰに掛からないおそれがある。しかし、荷重検出装置５７は、フィレットローラ１３を有する第１クランプ部５１を介して上記押し付け荷重を検出するので、制御装置４は、係る検出荷重を元に狙い値通りの押し付け荷重を容易に制御できる。

【００２６】

（３．加工装置の動作）

上述した構成からなる加工装置１の制御装置４による加工動作を図６－図８を参照して説明する。ここで、クランクシャフトＷは、主軸台３２と心押台３３とにより支持されているものとする。また、第１、第２クランプ部５１，５２には、クランクシャフトＷのピン部Ｐの加工に対応したフィレットローラ１３及びレストローラ１４を有する第１、第２クランプ部５１，５２がそれぞれ取り付けられているものとする。

【００２７】

先ず、制御装置４は、ローラアーム移動装置２０のサーボモータ２１の回転駆動を制御し、ローラアーム装置１０をＺ軸方向に移動させて加工対象のピン部Ｐの位置に位置決めする（図６のステップＳ１）。そして、テーブル３１のサーボモータの回転駆動を制御し、ローラアーム装置１０をＸ軸方向に移動させて第１クランプ部５１と第２クランプ部５２との間をピン部Ｐの位置に位置決めする（図６のステップＳ２）。そして、ローラアーム装置１０の油圧サーボユニット４１の油圧を制御し、第１、第２アーム１１，１２を閉じてフィレットローラ１３及びレストローラ１４でピン部Ｐを挟持する（図６のステップＳ３）。

【００２８】

次に、制御装置４は、主軸３２ａのサーボモータ３４の回転駆動を制御し、クランクシャフトＷをＺ軸線回りで回転させる（図６のステップＳ４）。そして、ローラアーム装置１０の油圧サーボユニット４１の油圧を制御し、フィレットローラ１３でピン部Ｐの軸方向端部の隅部外周ＰＰに押し付け荷重を掛ける（図６のステップＳ５）。これにより、隅

部外周ＰＰの加工が開始される。

【００２９】

ここで、背景技術で説明したように、クランクシャフトＷのピン部Ｐとジャーナル部Ｊは、アーム部Ａを介してピン部Ｐの軸線Ｂｐとジャーナル部Ｊの軸線Ｂｊとがオフセットされて設けられるため（図１参照）、クランクシャフトＷの剛性は、ピン部Ｐの軸方向端部の隅部外周ＰＰに対して径方向の押し付け荷重が付与される隅部外周ＰＰの周方向位相応じて異なる、すなわちピン部Ｐに対しジャーナル部Ｊ側（内側）は高剛性、ピン部Ｐに対しジャーナル部Ｊとは反対側（外側）は低剛性になる。

【００３０】

ピン部Ｐの軸方向端部の隅部外周ＰＰの周方向位相に応じた剛性は、クランクシャフトＷの種類によって若干異なるが、実測により概ね以下の通りであることが判明した。すなわち、図７に示すように、ピン部Ｐに対しジャーナル部Ｊ側（内側）の高剛性範囲は、ピン部Ｐの中心Ｃｐとジャーナル部Ｊの中心Ｃｊとを通る直線Ｌに対し±１２０度の範囲θＨとなり、ピン部Ｐに対しジャーナル部Ｊとは反対側（外側）の低剛性範囲は、直線Ｌに対し±６０度の範囲θＬとなる。なお、剛性範囲を表す角度は上記角度に限定されず、クランクシャフトＷの設計仕様（低剛性、高剛性の位相範囲や押し付け荷重として低荷重や高荷重を掛けたい位相範囲）に応じて適宜変更してもよい。

【００３１】

そこで、制御装置４は、油圧サーボユニット４１の油圧を制御するとき、フィレットローラ１３を介してピン部Ｐの軸方向端部の隅部外周ＰＰに掛かる押し付け荷重をピン部Ｐの周方向位相に応じて変化、すなわち図８に示すように、高剛性の剛性の周方向位相（θ３－θ４）における第１押し付け荷重ＱＨを低剛性の周方向位相（θ１－θ２）における第２押し付け荷重ＱＬよりも大きくなるように変化させる。

【００３２】

ここで、制御装置４は、周方向位相に応じた第１、第２押し付け荷重ＱＨ，ＱＬを予め設定して記憶しておく。このとき、図９に示すように、制御装置４は、制御する第１、第２押し付け荷重ＱＨ，ＱＬが許容範囲ΔＱＨ，ΔＱＬ内となるように、第１、第２上限閾値ＱＨｕｓ，ＱＬｕｓ及び第１、第２下限閾値ＱＨｄｓ，ＱＬｄｓを予め設定して記憶しておく。

【００３３】

また、制御装置４は、低剛性の周方向位相と高剛性の周方向位相との間の周方向位相（θ２－θ３、θ４－θ１）で変化する押し付け荷重の応答遅れ時間に対応させる第１、第２遅れ対応荷重ＱＨＨ，ＱＬＬを予め設定して記憶しておく。この第１、第２遅れ対応荷重ＱＨＨ，ＱＬＬは、所定時間内に第１押し付け荷重ＱＨから第２押し付け荷重ＱＬ又は第２押し付け荷重ＱＬから第１押し付け荷重ＱＨへ到達させるための荷重である。

【００３４】

また、制御装置４は、ピン部Ｐが所定回転数だけ回転するまでに押し付け荷重０から第２押し付け荷重ＱＬへ到達させる開始荷重ＱＳ、及びピン部Ｐが所定回転数だけ回転するまでに第２押し付け荷重ＱＬから押し付け荷重０へ到達させる終了荷重ＱＥを予め設定して記憶しておく。

【００３５】

そして、制御装置４は、荷重検出装置５７からの検出荷重に基づいて、サーボシリンダ１５によりフィレットローラ１３に発生する押し付け荷重をフィードバック制御する（図６のステップＳ６）。すなわち、加工開始から周方向位相θ１までは、検出荷重が、開始荷重ＱＳとなるように制御する。

【００３６】

そして、周方向位相（θ１－θ２）では、検出荷重が、第２上限閾値ＱＬｕｓを上回ったら油圧を減少させ、第２下限閾値ＱＬｄｓを下回ったら油圧を増加させ、許容範囲ΔＱＬ内となるように制御する。周方向位相（θ２－θ３）では、検出荷重が、第２遅れ対応荷重ＱＬＬとなるように制御する。

【００３７】
周方向位相（θ３－θ４）では、検出荷重が、第１上限閾値ＱＨｕｓを上回ったら油圧を減少させ、第１下限閾値ＱＨｄｓを下回ったら油圧を増加させ、許容範囲ΔＱＨ内となるように制御する。周方向位相（θ４－θ１）では、検出荷重が、第１遅れ対応荷重ＱＨＨとなるように制御する。
【００３８】
そして、制御装置４は、上述の周方向位相（θ１－θ４）までの１サイクルの加工を所定サイクル数行った後（図６のステップＳ７）、周方向位相θ４から加工終了までは、検出荷重が、終了荷重ＱＥとなるように制御する。そして、ローラアーム装置１０の油圧サーボユニット４１の油圧を制御し、第１、第２アーム１１，１２を開く（図６のステップＳ８）。そして、他のピン部Ｐの加工を行うか否か判断し（図６のステップＳ９）、他のピン部Ｐの加工を行う場合はステップＳ１に戻って上述の処理を繰り返し、他のピン部Ｐの加工を行わない場合は全ての処理を終了する。
【００３９】
（４．その他）
上述の実施形態では、クランクシャフトＷのピン部Ｐを加工する加工装置１及び加工方法について説明したが、クランクシャフトＷのジャーナル部Ｊの加工にも適用可能である。また、制御装置４は、１種類のクランクシャフトＷのピン部Ｐの設定荷重等の情報を予め記憶する構成としたが、複数種類のクランクシャフトＷごとの設定荷重等の情報、１種類のクランクシャフトＷのピン部Ｐごとの設定荷重の情報やジャーナル部Ｊごとの設定荷重の情報を予め記憶する構成としてもよい。
【００４０】
また、検出荷重が、第１、第２上限閾値ＱＨｕｓ，ＱＬｕｓを上回った場合、又は第１、第２下限閾値ＱＨｄｓ，ＱＬｄｓを下回った場合に油圧を増減させる以外にも、目標とする第１、第２押し付け荷重ＱＨ，ＱＬと計測した実際の押し付け荷重の偏差を小さくするように油圧を増減させる制御を行うようにしてもよい。計測する押し付け荷重は、瞬間的な荷重でもよいし、所定時間の平均荷重でもよい。
【００４１】
また、押し付け荷重が過大又は過小のとき加工ＮＧと判定する異常判定の上下限閾値をさらに設定してもよい。また、異常判定の上下限閾値を外れる押し付け荷重が発生した場合には、異常が発生したことを通知する異常通知装置や異常通知工程を持ってもよい。
【００４２】
（５．効果）
本実施形態の加工装置１は、円筒状の被加工部ＰＰ（ピン部Ｐの軸方向端部の隅部外周ＰＰ）を有する工作物Ｗ（クランクシャフトＷ）を加工対象とし、被加工部ＰＰを回転させると共に、被加工部ＰＰに対して加工用工具１３（フィレットローラ１３）による径方向の押し付け荷重を周方向に移動しながら付与することで、被加工部ＰＰを加工する加工装置１であって、工作物Ｗの剛性は、被加工部ＰＰに対して径方向の押し付け荷重が付与される被加工部ＰＰの周方向位相に応じて異なり、径方向の押し付け荷重は、付与される被加工部ＰＰの周方向位相に応じて変化させる。このように、被加工部ＰＰの周方向位相に応じて押し付け荷重を変化させて被加工部ＰＰを加工しているので、工作物Ｗの剛性が被加工部ＰＰの周方向位相に応じて異なっていても、被加工部ＰＰの周方向位相において加工程度を略一定にすることができ、工作物Ｗの変形を抑制できる。
【００４３】
また、剛性が高い周方向位相における押し付け荷重ＱＨは、剛性が低い周方向位相における押し付け荷重ＱＬよりも大きくなるように変化させるので、剛性が高い周方向位相で発生する残留圧縮応力と、剛性が低い周方向位相で発生する残留圧縮応力とを略一定にすることができる。
【００４４】
また、加工装置１は、押し付け荷重を発生する荷重発生装置１５と、押し付け荷重を検

出する荷重検出装置５７と、周方向位相に応じて予め設定した設定荷重、及び荷重検出装置５７からの検出荷重に基づいて、荷重発生装置１５による発生荷重を制御する制御装置４と、を備える。これにより、加工装置１は、制御装置４のフィードバック制御による加工が可能となる。

【００４５】

また、制御装置４は、設定荷重の許容範囲を規定する閾値の情報を予め記憶するので、加工精度の向上を図れる。

また、制御装置４は、剛性が高い周方向位相と剛性が低い周方向位相との間で変化する押し付け荷重の応答遅れ時間に対応させる設定荷重の情報を予め記憶するので、高精度な制御が可能となる。

【００４６】

また、制御装置４は、複数種類の工作物Ｗごとの設定荷重の情報、及び工作物Ｗにおける複数の被加工部ＰＰごとの設定荷重の情報の少なくとも一方を予め記憶するので、工作物Ｗ全体の加工精度の向上を図れる。

また、工作物Ｗは、クランクシャフトＷであり、被加工部ＰＰは、ピン部Ｐであるので、ジャーナル部Ｊに対しオフセットされた位置にあるピン部Ｐの変形を抑制できる。特に、加工用工具１３は、ピン部Ｐの軸方向端部の隅部外周ＰＰにフィレット加工を施す場合に有効である。

【００４７】

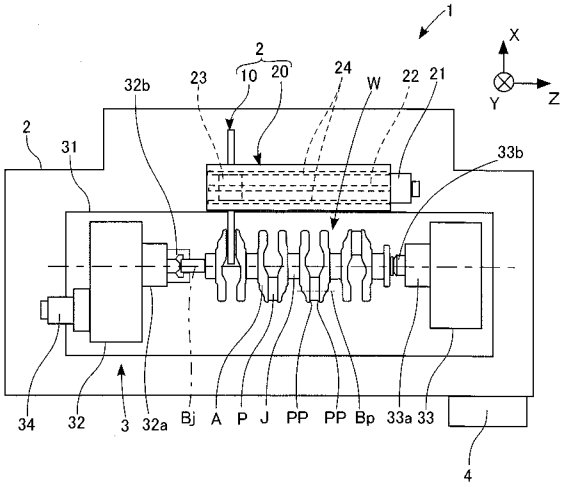
本実施形態の加工方法は、円筒状の被加工部ＰＰを有する工作物Ｗを加工対象とし、被加工部ＰＰを回転させると共に、被加工部ＰＰに対して加工用工具１３による径方向の押し付け荷重を周方向に移動しながら付与することで、被加工部ＰＰを加工するとき、被加工部ＰＰに対して径方向の押し付け荷重が付与される被加工部ＰＰの周方向位相に応じて、工作物Ｗの剛性が異なる場合の加工方法であって、付与される被加工部ＰＰの周方向位相に応じて、径方向の押し付け荷重を変化させる。これにより、上述の加工装置１で得られる効果と同様の効果が得られる。

【符号の説明】

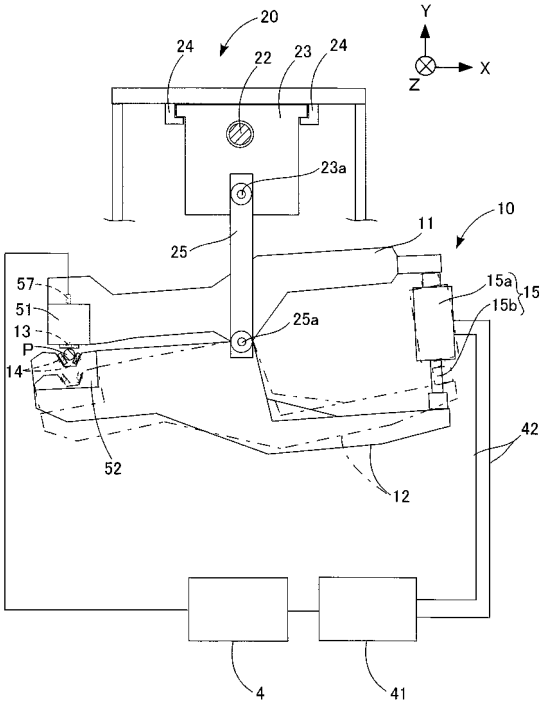
【００４８】

１：加工装置、　２：フィレット装置、　３：主軸装置、　４：制御装置、　１０：ローラアーム装置、　１１：第１アーム、　１２：第２アーム、　１３：フィレットローラ、　１４：レストローラ、　１５：サーボシリンダ、　２０：ローラアーム移動装置、　４１：油圧サーボユニット、　Ｗ：クランクシャフト、　Ｐ：ピン部、　ＰＰ：ピン部の軸方向端部の隅部外周、　Ｊ：ジャーナル部

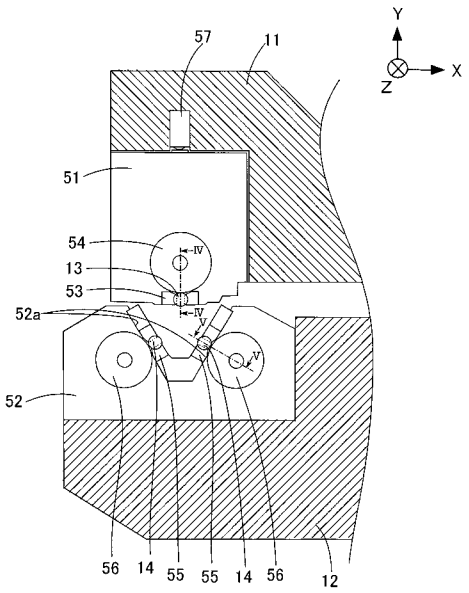
【図１】


1
2
10
20
23
24
W
22
21
32b
31
33b
34
32
3
32a
Bj
A
P
J
PP
PP
Bp
33a
33
4
X
Y
Z

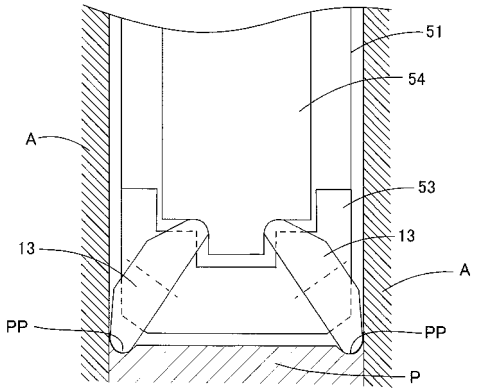
【図２】


20
24
22
23
24
23a
10
11
25
57
51
13
P
14
25a
15a
15
15b
42
52
12
4
41
Y
X
Z

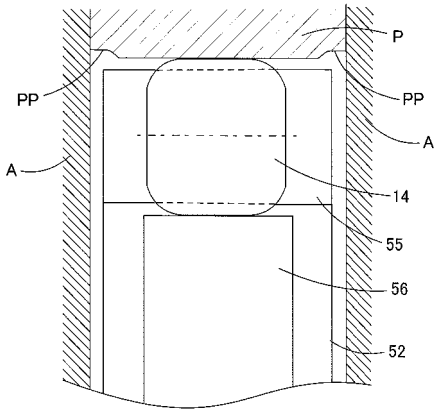
【図３】


57
11
51
54
13
53
52a
52
56
14
55
55
14
56
12
Y
X
Z

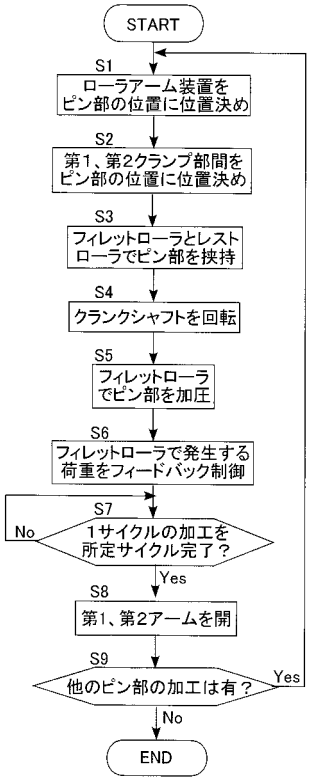
【図４】


51
54
A
53
13
13
A
PP
PP
P

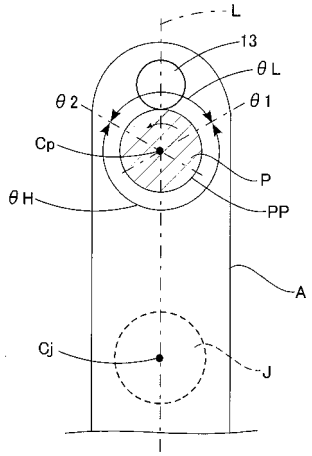
【図５】


P
PP
PP
A
A
14
55
56
52

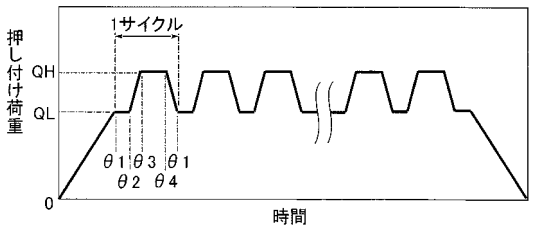
【図６】


START
S1
ローラアーム装置を
ピン部の位置に位置決め
S2
第1、第2クランプ部間を
ピン部の位置に位置決め
S3
フィレットローラとレスト
ローラでピン部を挟持
S4
クランクシャフトを回転
S5
フィレットローラ
でピン部を加圧
S6
フィレットローラで発生する
荷重をフィードバック制御
S7
No
1サイクルの加工を
所定サイクル完了？
Yes
S8
第1、第2アームを開
S9
他のピン部の加工は有？
Yes
No
END

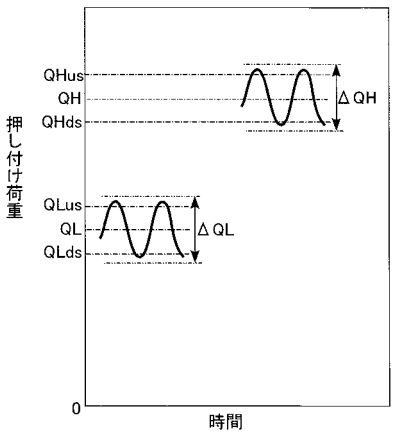
【図７】


L
13
θL
θ2
θ1
Cp
P
θH
PP
A
Cj
J

【図８】


1サイクル
押し付け荷重
QH
QL
θ1 θ3 θ1
θ2 θ4
0
時間

【図９】


QHus
QH
QHds
ΔQH
押し付け荷重
QLus
QL
QLds
ΔQL
0
時間

フロントページの続き

(72)発明者　稲垣　達彦
大阪府大阪市中央区南船場３丁目５番８号　株式会社ジェイテクト内
(72)発明者　高山　智一
大阪府大阪市中央区南船場３丁目５番８号　株式会社ジェイテクト内

Ｆターム(参考) 3J033 AA02　AC01　BA01　CA02