



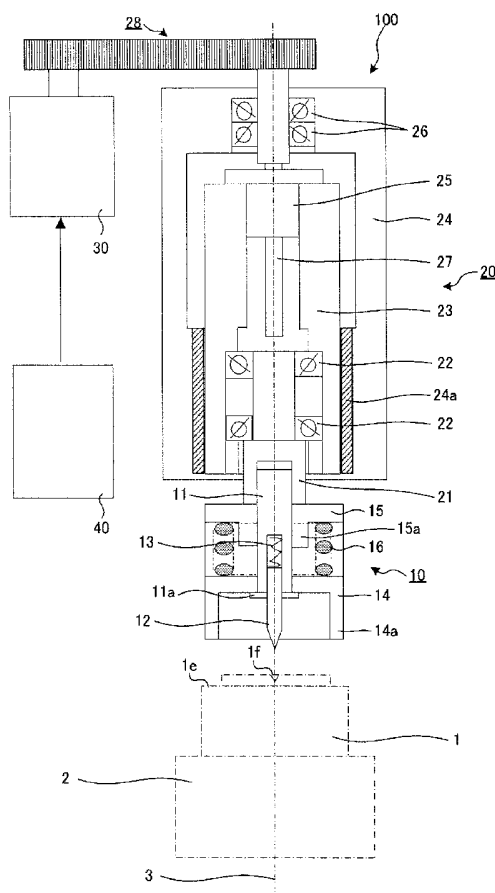
- (51) 国際特許分類⁷: B23Q 3/06
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2004/013673
- (22) 国際出願日: 2004年9月17日 (17.09.2004)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 三菱電機株式会社 (MITSUBISHI DENKI KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 Tokyo (JP). 株式会社日立製作所 (HITACHI, LTD.) [JP/JP]; 〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 竹下 虎男

- (TAKESHITA, Torao) [JP/JP]; 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 田中 貴久 (TANAKA, Takahisa) [JP/JP]; 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 城所要 (KIDOKORO, Kaname) [JP/JP]; 〒2438510 神奈川県厚木市恩名1370番地 株式会社日立ユニシアオートモティブ内 Kanagawa (JP). 関 芳夫 (SEKI, Yoshio) [JP/JP]; 〒2438510 神奈川県厚木市恩名1370番地 株式会社日立ユニシアオートモティブ内 Kanagawa (JP).
- (74) 代理人: 酒井 宏明 (SAKAI, Hiroaki); 〒1006019 東京都千代田区霞が関三丁目2番5号 霞が関ビルディング 酒井国際特許事務所 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK,

/ 続葉有 /

(54) Title: WORK CLAMPING DEVICE

(54) 発明の名称: ワーククランプ装置



(57) Abstract: A work clamping device has a clasper for clamping work to a working machine, a clamp spring for applying a variable low clamping force not greater than a specified threshold value to the clasper depending on the amount of deformation, a servo motor connected to the clamp spring and the clasper through a transmission device, deflecting the clamp spring, and applying a variable large clamping force not less than a specified threshold value to the clasper, and a control means which, when a working program issues a command to clamp the work with a specified small clamping force not greater than the threshold value, position-controls the servomotor to control the amount of deflection of the clamping spring, applying the specified small clamping force, and when the working program issues a command to clamp the work with a specified large clamping force not less than the threshold value, current-controls the servomotor to apply the specified high clamping force to the clasper.

(57) 要約: ワークを加工機にクランプするクランプと、撓み変形量に応じて該クランプに所定の閾値以下の可変低クランプ力を付与するクランプスプリングと、伝動装置を介して前記クランプスプリング及び前記クランプに接続され、該クランプスプリングを撓み変形させ、かつ、該クランプに所定の閾値以上の可変高クランプ力を付与するサーボモータと、加工プログラムにより前記閾値以下の所定の低クランプ力での前記ワークのクランプが指令されたときには、前記サーボモータを位置制御することにより前記クランプスプリングの撓み変形量を制御して前記クランプに前記所定の低クランプ力を付与し、前記加工プログラムにより前記閾値以上の所定の高クランプ力での前記ワークのクランプが指令されたときには、前記サーボモータを電流制御して前記クランプに前記所定の高クランプ

力を付与する制御手段と、を備える。



DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告書

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG,

2 文字コード及び他の略語については、定期発行される各 *PCT* ガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

明 細 書

ワーククランプ装置

技術分野

- [0001] この発明は、数値制御 (Numerical Control; 以下、NCという) 装置等により制御され、エンジンのピストン等のワークを切削加工する加工機のワーククランプ装置に関するものであり、詳細には、ワークを、低クランプ力から高クランプ力まで、広範囲の可変クランプ力でクランプすることができる装置に関するものである。

背景技術

- [0002] 従来のワーククランプ装置として、流体アクチュエータを含むクランプ手段によりクランプを移動させワークをクランプ・アンクランプするワーククランプ装置において、前記クランプをワーククランプ方向へ移動させ加工抵抗に耐えうる高クランプ力にて前記ワークをクランプする第1クランプ手段と、前記第1クランプ手段の停止状態において、前記クランプをワーククランプ方向へ移動させ前記高クランプ力よりも小さく、前記ワークに衝撃力が作用しない低クランプ力で前記ワークをクランプする第2クランプ手段と、前記第1クランプ手段及び前記第2クランプ手段に直接作用し前記クランプを少なくとも前記ワークと前記クランプとの間に隙間が形成されるまでワークアンクランプ方向へ移動させ前記ワークをアンクランプするアンクランプ手段とを備えたものがある。
- [0003] このワーククランプ装置では、第1クランプ手段によりクランプをワーククランプ方向へ移動させ加工抵抗に耐えうる高クランプ力にてワークをクランプする工程と、その後前記第1クランプ手段の動作停止状態でアンクランプ手段により前記クランプを少なくとも前記ワークと前記クランプとの間に隙間が形成されるまでワークアンクランプ方向へ移動させて前記ワークをアンクランプする工程と、その後第2クランプ手段により前記クランプをワーククランプ方向へ移動させ前記高クランプ力よりも小さく、前記ワークに衝撃力が作用しない低クランプ力で前記ワークをクランプする工程と、この低クランプ力でのクランプ状態のままで前記第1クランプ手段により前記高クランプ力にて前記ワークをクランプする工程とを含んでワークをクランプする。このようにワークをク

ランプすることにより、ワークには衝撃力によるクランプ歪みが発生することがない(例えば、特許文献1参照)。

[0004] 特許文献1:特開平2000-354923号公報

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0005] しかしながら、上記した文献に記載されたワーククランプ装置及びワーククランプ方法では、ワーク加工時は、予め定められた一つの高クランプ力値でしかワークをクランプできず、剛性の低いワークを加工するときには、クランプによりワークが歪んだ状態で加工が行われてしまい、加工精度が低下するという問題があった。

[0006] 本発明は、上記に鑑みてなされたものであって、ワークの種類に応じて、又は一つのワークの加工工程に応じて、所定の閾値以下の低クランプ力から該閾値以上の高クランプ力までの広範囲の可変クランプ力を発生させることができ、剛性の低いワークであっても、加工時のクランプ歪を必要最小限として、高精度の加工を行うことができるワーククランプ装置を得ることを目的としている。

課題を解決するための手段

[0007] 上述した課題を解決し、目的を達成するために、本発明にかかるワーククランプ装置にあっては、ワークを加工機にクランプするクランプと、撓み変形量に応じて該クランプに所定の閾値以下の可変低クランプ力を付与するクランプスプリングと、伝動装置を介して前記クランプスプリング及び前記クランプに接続され、該クランプスプリングを撓み変形させ、かつ、該クランプに所定の閾値以上の可変高クランプ力を付与するサーボモータと、加工プログラムにより前記閾値以下の所定の低クランプ力での前記ワークのクランプが指令されたときには、前記サーボモータを位置制御することにより前記クランプスプリングの撓み変形量を制御して前記クランプに前記所定の低クランプ力を付与し、前記加工プログラムにより前記閾値以上の所定の高クランプ力での前記ワークのクランプが指令されたときには、前記サーボモータを電流制御して前記クランプに前記所定の高クランプ力を付与する制御手段と、を備えたことを特徴とする。

[0008] 次の発明にかかるワーククランプ装置にあっては、前記制御手段は、前記加工機を

数値制御するNC装置であること特徴とする。

- [0009] 次の発明にかかるワーククランプ装置にあつては、前記サーボモータの電流制御領域を、該サーボモータの電流値と前記伝動装置が出力するクランプ力とが比例する領域としたことを特徴とする。
- [0010] 次の発明にかかるワーククランプ装置にあつては、前記可変低クランプ力と前記可変高クランプ力とは前記閾値でオーバーラップしていることを特徴とする。
- [0011] 次の発明にかかるワーククランプ装置にあつては、前記伝動装置は、ボールナット・スクリュ機構を有し、前記サーボモータの回転力を前記クランプのクランプ力に変換することを特徴とする。
- [0012] 次の発明にかかるワーククランプ装置にあつては、前記伝動装置は、前記クランプを前記ワークの回転軸回りに回転自在に保持することを特徴とする。
- [0013] 次の発明にかかるワーククランプ装置にあつては、前記サーボモータは、リニアサーボモータであることを特徴とする。

発明の効果

- [0014] この発明にかかるワーククランプ装置によれば、ワークの種類に応じて、又は一つのワークの加工工程に応じて、所定の閾値以下の低クランプ力から該閾値以上の高クランプ力までの広範囲の可変クランプ力を発生させることができ、剛性の低いワークであっても、加工時のクランプ歪を必要最小限として、高精度の加工をすることができるという効果を奏する。
- [0015] 次の発明にかかるワーククランプ装置によれば、NC加工機のワーククランプ装置として単一のNC装置により制御することができる。
- [0016] 次の発明にかかるワーククランプ装置によれば、サーボモータの電流値とクランプ力との関係が一次関数式で表せるのでサーボモータの制御が容易となる。
- [0017] 次の発明にかかるワーククランプ装置によれば、低クランプ力から高クランプ力まで切れ目のない広範囲の可変クランプ力を得ることができる。
- [0018] 次の発明にかかるワーククランプ装置によれば、NC加工機に通常用いられている回転式サーボモータをワーククランプ装置に用いることができる。
- [0019] 次の発明にかかるワーククランプ装置によれば、回転軸回りに回転して加工される

ワークをクランプすることができる。

[0020] 次の発明にかかるワーククランプ装置によれば、動力伝達機構及びボールナット・スクリュースクリュー機構が不要となる。

図面の簡単な説明

[0021] [図1]図1は、本発明の実施の形態1のワーククランプ装置をピストン加工機に適用した例を示す断面図である。

[図2A]図2Aは、ワークの一例としてのエンジンピストンの一部破断正面図である。

[図2B]図2Bは、同側面図である。

[図3]図3は、サーボモータ電流と伝動装置が出力するクランプ力の関係を示す特性図である。

[図4]図4は、指令クランプ力とクランプのクランプ力の関係を示す特性図である。

[図5]図5は、クランプ動作の説明図である。

[図6]図6は、クランプ指令プログラムフォーマットを示す図である。

[図7]図7は、クランプスキップ指令プログラムフォーマットを示す図である。

[図8]図8は、NCメインプログラムの一例を示す図である。

[図9]図9は、G200マクロプログラムの一例を示す図である。

符号の説明

- [0022]
- 1 ピストン(ワーク)
 - 2 回転主軸
 - 3 縦軸
 - 10 クランプヘッド
 - 11 支持軸
 - 12 センターピン
 - 13 スプリング
 - 14 クランプ
 - 15 スプリングシート
 - 16 クランプスプリング
 - 20 伝動装置

- 21 クランプスライダ
- 22 ベアリング
- 23 中空軸
- 24 ケース
- 25 ボールナット
- 26 ベアリング
- 27 ボールスクリュー
- 28 動力伝達機構
- 30 サーボモータ
- 40 NC装置(制御手段)
- 100 ワーククランプ装置

発明を実施するための最良の形態

[0023] 以下に、本発明にかかるワーククランプ装置の実施の形態を図面に基づいて詳細に説明する。なお、この実施の形態によりこの発明が限定されるものではない。

[0024] 実施の形態1.

図1は、実施の形態1のワーククランプ装置をピストン加工機に適用した例を示す断面図であり、図2Aは、ワークの一例としてのエンジンピストンの一部破断正面図であり、図2Bは、同側面図である。

[0025] ピストン加工機によるワークとしてのピストン1の加工には、リング溝1aの粗加工、同仕上加工、ピン孔1bの粗加工、同仕上加工、スカート部1cの外周粗仕上ターニング、同外周仕上ターニング等がある。ピストン1は、軽量化のため材質にアルミ合金が用いられ、スカート部1c等は極限まで薄くされていて剛性が低い。このようなピストン1を加工するとき、加工部位及び加工種類によりピストン1にかかる力は大きく異なる。

[0026] 例えば、ピン孔1bの粗加工時は、大きな切削力がワークにかかるので、ワークを大きな力でクランプする必要がある。一方、スカート部1cの外周仕上ターニング時は、薄肉部を高精度に加工するために、剛性の低いスカート部1cが歪まないようにクランプ力を小さくし、軽切削力で加工しなければならない。このように、ピストン1の加工においては、加工部位及び加工種類に応じて、クランプ力を必要最小限とするように適

正に変更する必要がある。

- [0027] 図1を参照して、ピストン加工機に適用したワーククランプ装置100の構成を説明する。ワークとしてのピストン1は、図示しないピストン加工機の縦軸3回りに回転する回転主軸2に、クランプ基準面1dを載せて載置される。ワーククランプ装置100は、ピストン1を加工機の回転主軸2にクランプするクランプヘッド10と、クランプヘッド10を駆動しクランプ力を制御するサーボモータ30と、サーボモータ30を制御するNC装置40と、クランプヘッド10に接続してこれを保持しサーボモータ30の駆動力をクランプヘッド10に伝達する伝動装置20とから成っている。サーボモータ30及びNC装置40は、通常のNC制御加工機に用いられるものである。
- [0028] クランプヘッド10は、伝動装置20に接続されクランプ軸3上に保持される支持軸11と、支持軸11の先端の穴に摺動可能に挿入されたセンターピン12及び微小なばね力のスプリング13と、支持軸11の先端に摺動可能に嵌合されることにより伝動装置20に接続し、その鏝部11aに保持された円形キャップ状のクランパ14と、支持軸11の中間部に摺動可能に嵌合されボス部15aを有する円板状のスプリングシート15と、ボス部15aに緩く嵌合されクランパ14とスプリングシート15とに挟まれることにより伝動装置20に接続するクランプスプリング16とから成っている。クランプスプリング16は、圧縮歪み変形量に比例する反力を生ずる圧縮コイルスプリングから成っている。
- [0029] 円形キャップ状のクランパ14は、外周縁部14aをピストン1の冠面1eに当て回転主軸2との間でピストン1をクランプする。クランプ力は、冠面1eとクランプ基準面1dの間に加えられる。クランパ14によるピストン1のクランプ時には、先にセンターピン12をピストン1の冠中心に予め設けられた基準穴1fに挿し込み、クランパ14のクランプ位置をガイドさせる。クランパ14がピストン1をクランプした状態でスプリングシート15が押圧されると、クランプスプリング16が撓み変形し、その撓み変形量に応じてクランパ14に可変低クランプ力が付与される。
- [0030] 伝動装置20は、支持軸11の後端に接続してこれを保持するクランプスライダ21と、ベアリング22、22を介してクランプスライダ21をクランプ軸3回りに回転自在に保持する中空軸23と、スライド部24aで中空軸23を上下摺動自在に保持する筒状のケース24と、中空軸23の後端に取付けられたボールナット25と、ケース24の後端にベア

リング26、26を介してクランプ軸3回りに回転自在に保持され、ボールナット25に接続するボールスクリュー27と、ボールスクリュー27とサーボモータ30とを接続してサーボモータ30の回転をボールスクリュー27に伝達する動力伝達機構28とから成っている。動力伝達機構28は、ベルト伝動機構やギヤ伝動機構を採用することができる。

[0031] クランプ14が支持軸11の鏝部11aに接触し、かつ、クランプスプリング16が歪み変形量0で一端がクランプ14に接触し他端がスプリングシート15に接触している状態で、クランプスライダ21の先端面がスプリングシート15の背面に接触するように位置調整して、支持軸11の後端をクランプスライダ21に接続する。すなわち、クランプ14、コイルスプリング16、スプリングシート15及びクランプスライダ21の間には、クランプ軸3方向の隙間を設けていない。従って、クランプスライダ21を下降させ、クランプ14がピストン1に当たった後、少しでもクランプスライダ21を下降させると、ただちにクランプスプリング16が圧縮されてクランプ14に可変低クランプ力が付与される。

[0032] 次に、上述のワーククランプ装置の動作及び動作特性を説明する。中空軸23は、クランプスライダ21を介してクランプヘッド10に接続し、クランプ軸3回りに回転するピストン1をクランプヘッド10を介してクランプするので、クランプヘッド10及びピストン1の回転ぶれが発生しないように、ケース24のスライド部24aにより高剛性、高精度に保持されている。従って、スライド部24aと中空軸23との間の嵌合隙間は殆んどなく、両者のスライド時には比較的大きな摩擦力が発生する。

[0033] 図3は、サーボモータ電流と伝動装置20が出力するクランプ力の関係を示す特性図であり、図4は、NC装置の指令クランプ力とクランプ14のクランプ力の関係を示す特性図である。図3の実線で示す実測特性は、中空軸23を下方にスライドさせるときのサーボモータ電流と伝動装置20が出力するクランプ力(有効クランプ力)との関係を示している。サーボモータ電流値は、サーボモータ30の定格電流のパーセント(%)値を示している。電流値が0%から20%付近までは、スライド部24aと中空軸23との摩擦力により有効なクランプ力が発生せず、20%付近から30数%までは、非線形な特性となっている。

[0034] このため、30数%以下の電流値では、クランプ力を高精度に制御することは、殆んど不可能である。30数%電流値以上では、電流値とクランプ力とは比例関係にあり、

この領域では、摩擦力に相当する電流値を補正(加算)すれば、図3の破線で示すように、電流値とクランプ力のオフセットのない比例特性が得られる。従って、120kg以上のクランプ力は、サーボモータ30の電流制御により、高精度に制御することができる。このとき、力センサー等を用いてクランプ力をフィードバック制御するような必要はない。

[0035] モータ電流の制限値 I_L とクランプ力 F と関係は以下の式で表される。

$$I_L = p / (2 \pi K_T) \times (F + F_F) \cdots \cdots (1)$$

ここで、

p : ボールスクリュー27のリード(cm)

K_T : サーボモータ30のトルク定数(kg・cm/A)

F_F : ワーククランプ装置100の摩擦力(kg)

[0036] また、モータ電流の制限値 I_L をモータ定格電流 I_s のパーセント値 I_{LPT} に置き換えると

、

$$\begin{aligned} I_{LPT} &= p / (2 \pi K_T) \times (F + F_F) / I_s \times 100 \\ &= k_{LP} \times F + I_{LC} (\%) \cdots \cdots (2) \end{aligned}$$

となる。ここで、

$$k_{LP} = p / (2 \pi K_T) / I_s \times 100 (\% / \text{kg}) \cdots (3)$$

は、クランプ力をモータ電流値(定格電流に対する%表示)に換算する定数であり、また、 I_{LC} は、摩擦力に相当するモータ電流値を定格電流に対する%で表示したものであり、予め、それぞれ計算又は測定しておく。

[0037] 以下の説明では、特に断らない限り、サーボモータの定格電流に対する%表示した電流値を単に“電流値”と呼ぶこととする。

[0038] ここで、クランプ力と電流値が比例関係にある領域のクランプ力の下限值120kgの近傍に一つの閾値、例えば、130kgを設定する。そして、NC装置40で指令された指令クランプ力 F がこの閾値を超える場合は、式(2)により、指令すべき電流制限値 I_{LPT} を計算し、サーボモータ30の電流を制限することにより、指令されたクランプ力を発生させることができる。このようにサーボモータ30の電流制御領域を、サーボモータ30の電流値と伝動装置20によるクランプ力とが比例する領域としたので、サーボ

モータ30の電流値とクランプ力との関係が一次関数式で表せるのでサーボモータ30の制御が容易である。

[0039] 次に、閾値130kg以下の高精度な可変クランプ力を得るために設けたクランプヘッド10の作用によるクランプ力特性を説明する。クランプスプリング16の撓み変形量を制御してクランプ14のクランプ力を制御する場合、クランプスプリング16のばね定数が小さいほど高精度な制御が可能となるが、反面、クランプスプリング16で閾値近傍の高クランプ力を得るためには、撓み変形量を大きくしなければならなくなるので、機械構造的な面も考慮し、適度なばね定数を選定する。本実施の形態では、ばね定数 k を10kg/mm、有効撓み変形量を14mmとしている。従って、クランプスプリング16の撓み変形による最大クランプ力は、140kgである。

[0040] サーボモータ30を作動させ、スプリングシート15を押圧するクランプスライダ21のピストン1に対する位置を制御することによりクランプスプリング16の撓み変形量を制御する。クランプ14の外周縁部14aの下面がピストン1の冠面1eに接し、クランプスプリング16の撓み変形量が0で、かつ、クランプスライダ21の下面がスプリングシート15背面に接している位置を基準として、クランプスライダ21を下方にLmm移動させれば、

$$F = k \times L \text{ (kg)} \cdots \cdots (4)$$

のクランプ力を得ることができる。従って、

$$L = C_M \times F \text{ (mm)} \cdots \cdots (5)$$

により、クランプ力 F に対応するクランプスプリング16の撓み変形量 L を求めることができる。ここで、 $C_M = 1/k$ (mm/kg) は、クランプスプリング16のコンプライアンスである。

[0041] すなわち、指令されたクランプ力 F が、閾値(130kg)以下の場合は、式(5)によりクランプスプリング16の撓み変形量 L を計算し、クランプスライダ21を下方にLmm移動させ位置決めすることにより、指令されたクランプ力を得ることができる。サーボモータ30のNC制御では、マイクロメートル単位の位置制御が可能であり、クランプ力の高い分解能を得ることができ、また、クランプスプリング16は、単純構造の圧縮コイルスプリングで構成しているので、高精度な直線性が得られる。

- [0042] 本実施の形態では、クランプスプリング16によるクランプ力の制御は140kgまでできるようにし(クランプ力140kgのとき、クランプスプリング16は完全圧縮されるか、又は、スプリングシート15のボス部15aの下面がクランパ14の背面に当たるようにする。)、サーボモータ30の電流制御によるクランプ力の制御は120kgからできるようにして両者の制御範囲をオーバーラップさせ、閾値130kgを境にサーボモータ30の位置制御と電流制御の制御モードを切り換えるようにしている。オーバーラップさせることにより、低クランプ力から高クランプ力まで切れ目のない広範囲の可変クランプ力を得ることができる。
- [0043] 以上に説明したように、NC装置40の指令クランプ力に応じて、サーボモータ30の位置制御によるクランプスプリング16の撓み変形量制御と、サーボモータ30の電流制御によるトルク制御とを切り換えて制御することにより、図4に示すように低クランプ力から高クランプ力までの広範囲にわたる可変クランプ力特性が得られる。
- [0044] 図5は、クランプヘッド10によるピストン1のクランプ動作の説明図である。ピストン1を加工する場合、NC装置40に、ピストン1の加工部位及び種類、すなわちリング溝1aの粗加工、同仕上加工、ピン穴1bの粗加工、同仕上加工、スカート部1cの外周粗仕上ターニング及び同仕上ターニング等に対応した指令クランプ力が、NCプログラムにより与えられる。NCプログラムの指令により、サーボモータ30が最高速度で回転し、動力伝達機構28を介してボールスクリュー27を回転させ、ボールナット25を介して中空軸23及びクランプスライダ21を下降させ、クランパ14の外周縁部14aの下面を、予め定めたクランパ原点位置50からピストン1の冠面1eの僅か手前のアプローチ点51まで高速移動させる。
- [0045] 次に、指令クランプ力が閾値130kgを超えている場合は、予め設定された送り速度で、冠面1eから予め設定されたオーバーラン量(#506:クランプスプリング16の有効撓み変形量14mm以上の距離)だけ下がった位置を制御目標位置としてクランパ14を下降させ、クランパ14の下面をピストン1の冠面1eに押し当て、さらにクランプスプリング16を撓み変形量13mm以上圧縮する。この状態で、サーボモータ30の電流が、式(2)で求めた電流指令値に達したことを別途設けられた判定手段によりにより判定し、サーボモータ30の送り指令を停止し、そのクランプ力を維持する。

[0046] 指令クランプ力が閾値130kg以下の場合は、サーボモータ30を位置制御してクランプ14を下降させ、式(5)から求めたクランプスプリング16の撓み変形量Lをアプローチ点51から冠面1eまでの距離(#501)に加算した距離だけ送り、クランプスプリング16を撓み変形量Lだけ圧縮することにより、ピストン1を指令された低クランプ力で回転主軸2にクランプする。

[0047] 図6は、クランプ指令プログラムフォーマットを示す図であり、図7は、クランプスキップ指令プログラムフォーマットを示す図であり、図8は、NCメインプログラムの一例を示す図であり、図9は、G200マクロプログラムの一例を示す図である。これらの図を参照して、サーボモータ30のNC制御方法を説明する。

[0048] まず、NC制御を行なうために、図6に示すクランプ指令プログラムフォーマット及び図7に示すクランプスキップ指令プログラムフォーマットを新たに作成し、以下のように定義する。すなわち、図6のクランプ指令プログラムフォーマットにおいて、

G200:クランプ指令を表す準備語

A :クランプパ14を図5に示すアプローチ点51まで、早送り(NCプログラムにおけるG00指令速度)で移動させるための命令アドレス記号で、クランプ14がピストン1から比較的離れたところにある場合(例えば、クランプ14が原点位置50にある場合等)に、移動速度を上げる目的で使用する。この場合、“A1”と指令する。なお、ピストン1をクランプしたまま、そのクランプ力を変更する場合は、このアドレスは指定しない。

Q :指令クランプ力を表すアドレス記号で、“q1”をkg単位で指令する。

F :クランプを行う場合のクランプ14の速度を表すアドレス記号で、“f1”をmm/min単位で指令する。

なお、“A1”と指令した場合は、クランプ14は、Fの指令速度にかかわらず、図5に示すアプローチ点51まで早送りされる。

[0049] また、図7のクランプスキップ指令プログラムフォーマットにおいて、

G160:クランプスキップ指令を表す準備語

A :クランプ軸を表すアドレス記号で、“a1”はmm単位で指令する。

Q :スキップクランプ力を表すアドレス記号で、“q1”はモータ電流をモータ定

格電流の%で指令する。

F : クランプを行う場合のクランプ14の速度を表すアドレス記号で、“f1”はm/min単位で指令する。

なお、G160はモーダルGコードであり、クランプ軸の移動指令のG00やG01が指令されるまで維持される。

- [0050] このクランプスキップ指令により、指令速度“f1”で、指令された距離“a1”を移動する過程でクランプ14がピストン1に当接し、“q1”で指令されたモータ電流値に達すると、判定手段によりスキップ信号が発せられ、移動指令を停止すると共に、移動指令の残りをキャンセルする。クランプ力は、溜りパルスdにより維持される。この溜りパルスdは、位置ループゲインをKp(1/sec)とすると、ほぼ、

$$d = f1 / (60 \times Kp) + \Delta a \text{ (mm)} \cdots \cdots (6)$$

の大きさとなる。ここで、 Δa はスキップ信号が発生してから、移動指令を停止するまでの間に、移動指令が進む距離である。

- [0051] G160コードを用いたワーククランプが完了し、そのクランプ力で行う加工工程が終了した後、クランプ軸を移動指令(G00、G01等)により駆動する場合、この溜りパルスdを、クランプ軸がその移動指令で起動する前にキャンセルし、クランプ軸の現在位置(位置フィードバック値)に指令値を合わせる。

- [0052] 図8は、NCメインプログラムの一例を示す図である。この例では、まず、大きな加工反力が発生するピン穴粗加工を行い、次に、比較的大きな加工反力が発生するリング溝粗加工を行い、続いて、それぞれの仕上加工を行い、次に、スカート部1cの外周粗仕上ターニング加工を行い、最後に最も小さいクランプ力でスカート部1cの外周仕上ターニング加工を行っている。この場合のクランプ動作について説明する。

- [0053] プログラム運転をする前に、第9図のマクロプログラムに示す変数の内、クランプ送り速度1(#9)、クランプ送り速度2(#10)、ワーク冠面座標値(#500)、アプローチ距離(#501)、電流制御と位置制御のクランプ力閾値(#502)、バネ定数(#503)、力・電流変換定数(#504)、電流補正值(#505)およびオーバラン指令距離(#506)を、予め入力しておく。

- [0054] 新たなワーク(ピストン)1が停止している回転主軸2にセットされ、図8に示すメイン

プログラムの加工工程Aにおいて、プログラムのブロックN010で図9のG200マクロプログラムを呼び出し、クランプ動作に入る前の移動モーダルGコード(#4001)、同期／非同期モーダルGコード(#4005)、非同期送り速度Fモーダル(#4109)、絶対／増分Gコード(#4003)を変数アドレス#2から#5にそれぞれ記憶する。この記憶動作はクランプ動作が終了した場合に、クランプ動作に入る前の状態に復帰させるために行うものである。

- [0055] 本実施の形態では、クランプ動作を絶対値指令で行うので、次のブロックで絶対値指令GコードのG90を指令し、また、クランプ動作は、回転主軸2の回転と非同期で実行するので、次に、非同期送りGコードのG98を指令している。図8のメインプログラムで命令A1を指定しており、#1が“空”でないので初回クランプと判別し、クランプ14が、クランプ原点位置50からアプローチ点(#500 + #501)まで、別途設定された最高速度(NC指令のG00)で移動する。ブロックN100で指令クランプ力300kg(#17)が別途定めたクランプ力閾値130kg(#502)を超えているので、ブロックN200にジャンプし、電流制御によるクランプ力制御が選択される。
- [0056] 次のブロックで、指令クランプ力(#17)から電流値(#18)に換算する。続いて、G160コードにおいて、クランプスプリング16の有効撓み変形量14mmに数mmを加算したオーバーラン指令距離(#506)だけ、ピストン冠面1eより下の位置を制御目標位置として、ピストン1に衝撃を与えない程度のクランプ送り速度1(#9:例えば100mm/min)で、クランプ14をピストン1の冠面1eに当接させる。式(2)で決まる電流値に達するまでクランプ14をピストン1に押し付け、その電流値に達すると、別途構成する判定手段によりスキップ信号が発せられ、移動指令を停止すると共に、移動指令の残りをキャンセルする。クランプ力は溜りパルスdにより維持される。
- [0057] 続いて、#2から#5に記憶させた各種モーダル値を元に戻す。これで、300kgのクランプ工程が完了し、M99指令により、図8に示すメインプログラムの加工工程Aの先頭部分にプログラムが戻り、別途指令される回転主軸2の位置制御により、図2に示すピストン1のピン穴1bの位置を、図示しないドリリングユニットのドリルのセンターに位置決めし、ピン穴1bの粗加工を行う。
- [0058] ピン穴1bの粗加工終了後、図8に示すメインプログラムの次のブロックN020で、指

令クランプ力を150kg(#17)に変更し、リング溝粗加工工程に進む。図9に示すマクロプログラムへジャンプし、各種モーダル値#4001、#4005、#4109及び#4003を#2から#5にそれぞれ記憶し、続いてG90及びG98指令を実行する。このクランプ指令では、初回指令Aを指令していないので、マクロプログラムの最初のIF文により、ブロックN100にジャンプする。

[0059] すなわち、300kgクランプ状態から、アンクランプせずに次のクランプ動作を行う。指令クランプ力が閾値130kg(#502)を超えているので、ブロックN200にジャンプし、電流制御によるクランプ力制御が選択され、新しい指令クランプ力に対し、式(2)で求められたモータ電流値を制限値とし、前述の300kgクランプと同様なシーケンスによりピストン1は150kgでクランプされる。続いて、#2から#5に記憶させた各種モーダル値を元にした後、M99指令により図8に示すメインプログラムの加工工程Bの先頭部分にプログラムが戻り、別途指令される回転主軸2の回転指令によりピストン1を150kgでクランプした状態で回転させ、図2に示すピストン1のリング溝1aを、図示しない工具により粗加工する。

[0060] リング溝1aの粗加工終了後、メインプログラムの次のブロックN030で指令クランプ力を60kgに下げ、クランプ力によるピストン1の歪を軽減させ、リング溝1a及びピン穴1bの仕上加工を軽切削で行う加工工程C、Dに進む。マクロプログラムにジャンプし、各種モーダル値#4001、#4005、#4109及び#4003を、#2から#5にそれぞれ記憶し、続いてG90及びG98指令を実行する。このクランプ指令でも、初回指令Aを指令していないので、マクロプログラムの最初のIF文によりブロックN100にジャンプし、指令クランプ力(#17)が閾値130kg(#502)以下であるので、位置制御によるクランプ力制御が選択される。

[0061] 次のブロックでは、クランプ軸の移動指令G01が指定されているので、G160コードの仕様について述べたように、前の工程でG160コードを用いた150kgクランプにおいて生じた溜りパルスをここでキャンセルし、クランプ軸の現在位置(位置フィードバック値)に指令値を一致させる。溜りパルスキャンセル後、式(5)から計算されるクランプスプリング16の歪み変形量 L ($\#503 \times \#17$)だけ、ピストン1の冠面1e座標値(#500)より下の位置を目標に、クランプ送り速度 $f2$ (#10:例えば50mm/min)で位

置決めする。

- [0062] これにより、ピストン1は60kgの力でクランプされる。ここで、G160モーダルはG1コードによりキャンセルされる。続いて、#2から#5に記憶させた各種モーダル値を元に戻す。これにより、60kgのクランプ工程が完了し、M99指令により図8に示す加工工程Cの先頭部分にプログラムが戻り、別途指令される主軸回転指令によりピストン1を60kgでクランプした状態で回転させ、ピストン1のリング溝1aを仕上加工する。
- [0063] 次に、加工工程Dに進み、別途指令される主軸位置決め指令により、ピストン1のピン穴1bの位置を図示しないドリリングユニットのドリルのセンターに位置決めし、ピン穴1bの仕上加工を行う。
- [0064] リング溝1a及びピン穴1bの仕上加工終了後、メインプログラムの次のブロックN040で指令クランプ力(#17)を90kgに変更し、ピストン1のスカート部1cの粗加工工程に進む。マクロプログラムにジャンプし、各種モーダル値#4001、#4005、#4109及び#4003を、#2から#5にそれぞれ記憶し、続いて、G90およびG98指令を実行する。このクランプ指令でも、初回指令Aを指令していないので、マクロプログラムの最初のIF文によりブロックN100にジャンプし、また、指令クランプ力(#17)が閾値(#502)以下であるので、位置制御によるクランプ力制御が選択される。
- [0065] この場合、前工程の位置制御によるクランプの際、G160モーダルはキャンセルされているので、溜りパルスキャンセルは行われず。次のG01指令により、前述の60kgクランプと同様なシーケンスによりピストン1は90kgでクランプされる。続いて、#2から#5に記憶させた各種モーダル値を元にした後、M99指令により、メインプログラムの加工工程Eの先頭部分にプログラムが戻り、別途指令される主軸回転指令によりピストン1を90kgでクランプした状態で回転させ、図示しない工具によりスカート部1cのプロファイルの粗加工を行う。
- [0066] スカート部1cの粗加工終了後、メインプログラムの次のブロックN050で指令クランプ力(#17)を30kgに下げ、ピストン1の薄肉部であるスカート部1cの仕上加工に進む。マクロプログラムにジャンプし、各種モーダル値#4001、#4005、#4109及び#4003を、#2から#5にそれぞれ記憶し、続いてG90およびG98指令を実行する。このクランプ指令でも、初回指令Aを指令していないので、マクロプログラムの最初

のIF文によりブロックN100にジャンプし、また、指令クランプ力(#17)が閾値(#502)以下であるので、前述の90kgクランプと同様なシーケンスによりピストン1は、スカート部1cの歪を最小限に抑え、かつ仕上加工の軽切削に耐える30kgにクランプされる。

[0067] 続いて、#2から#5に記憶させた各種モータル値を元にした後、M99指令により、メインプログラムの加工工程Fの先頭部分にプログラムが戻り、別途指令される主軸回転指令によりピストン1を30kgでクランプした状態で回転させ、図示しない工具によりスカート部1cのプロファイルの仕上加工を行う。加工終了後、別途指令される主軸停止指令により主軸回転を停止させ、ブロックN070のクランプ軸原点復帰指令により、早送りでクランプ14を原点位置まで戻し、一連の工程を終了する。

[0068] 実施の形態2.

実施の形態1では、回転式サーボモータ30と、ボールナット25及びボールスクリー27から成るボールナット・スクリー機構を用いているが、これに代えて、リニアサーボモータを用いてもよい。これによれば、ボールナット・スクリー機構が不要となる。また、実施の形態1は、ワーク1がクランプ軸3回りに回転する加工機のワーククランプ装置であるが、ワークが回転しない加工機にも本発明のワーククランプ装置を適用することができる。また、サーボモータの制御装置は、NC装置以外の制御装置を用いてもよい。また、クランプ軸3は縦軸としているが、横軸としてもよい。

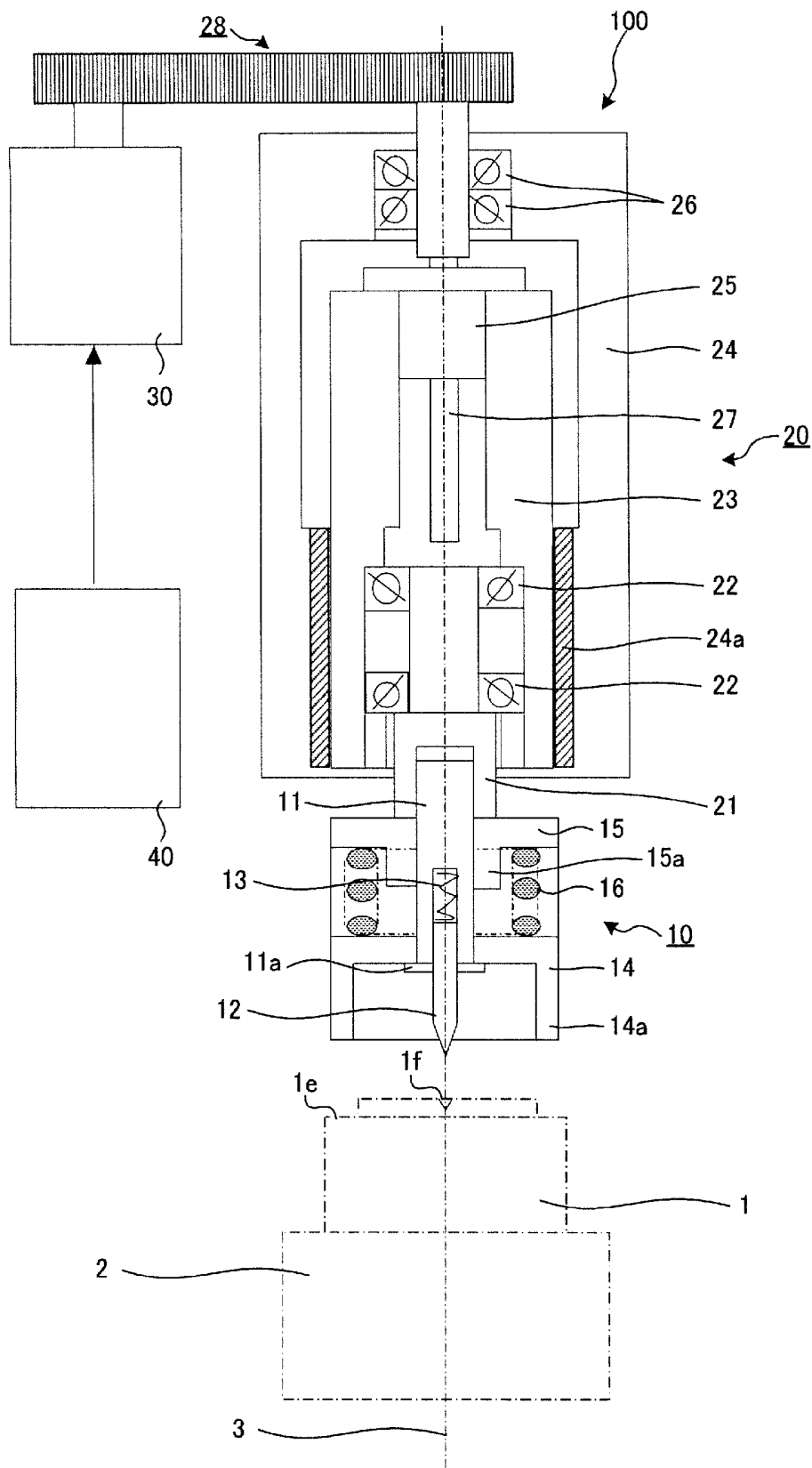
産業上の利用可能性

[0069] 以上のように、本発明にかかるワーククランプ装置は、剛性の低いワークを加工する加工機に有用であり、特に、エンジンのピストンの加工等を行なう加工機に適している。

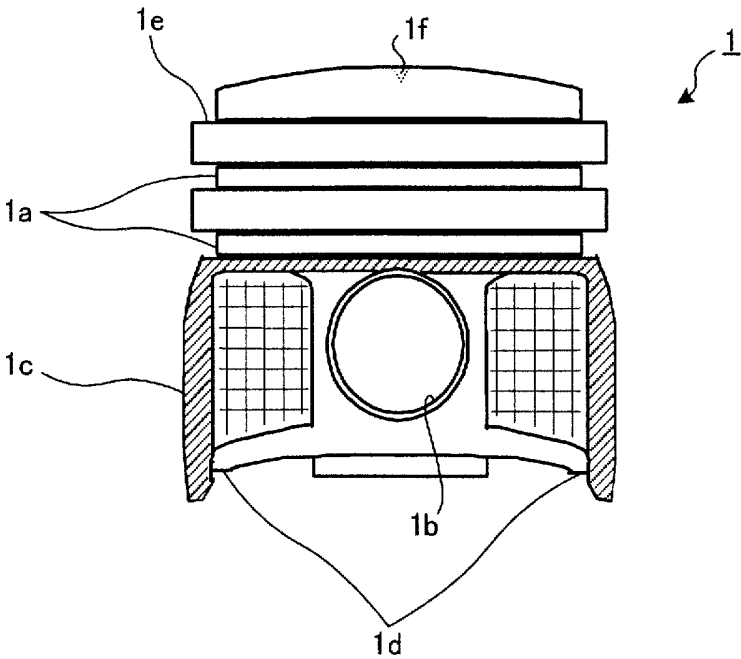
請求の範囲

- [1] ワークを加工機にクランプするクランプと、
 撓み変形量に応じて該クランプに所定の閾値以下の可変低クランプ力を付与する
 クランプスプリングと、
 伝動装置を介して前記クランプスプリング及び前記クランプに接続され、該クランプ
 スプリングを撓み変形させ、かつ、該クランプに所定の閾値以上の可変高クランプ力
 を付与するサーボモータと、
 加工プログラムにより前記閾値以下の所定の低クランプ力での前記ワークのクラン
 プが指令されたときには、前記サーボモータを位置制御することにより前記クランプス
 プリングの撓み変形量を制御して前記クランプに前記所定の低クランプ力を付与し、
 前記加工プログラムにより前記閾値以上の所定の高クランプ力での前記ワークのクラン
 プが指令されたときには、前記サーボモータを電流制御して前記クランプに前記所
 定の高クランプ力を付与する制御手段と、
 を備えたワーククランプ装置。
- [2] 前記制御手段は、前記加工機を数値制御するNC装置であること特徴とする請求
 項1に記載のワーククランプ装置。
- [3] 前記サーボモータの電流制御領域を、該サーボモータの電流値と前記伝動装置が
 出力するクランプ力とが比例する領域としたことを特徴とする請求項1に記載のワーク
 クランプ装置。
- [4] 前記可変低クランプ力と前記可変高クランプ力とは前記閾値でオーバーラップして
 いることを特徴とする請求項1に記載のワーククランプ装置。
- [5] 前記伝動装置は、ボールナット・スクリュ機構を有し、前記サーボモータの回転力
 を前記クランプのクランプ力に変換することを特徴とする請求項1に記載のワーククラ
 ンプ装置。
- [6] 前記伝動装置は、前記クランプを前記ワークの回転軸回りに回転自在に保持する
 ことを特徴とする請求項1に記載のワーククランプ装置。
- [7] 前記サーボモータは、リニアサーボモータであることを特徴とする請求項1に記載の
 ワーククランプ装置。

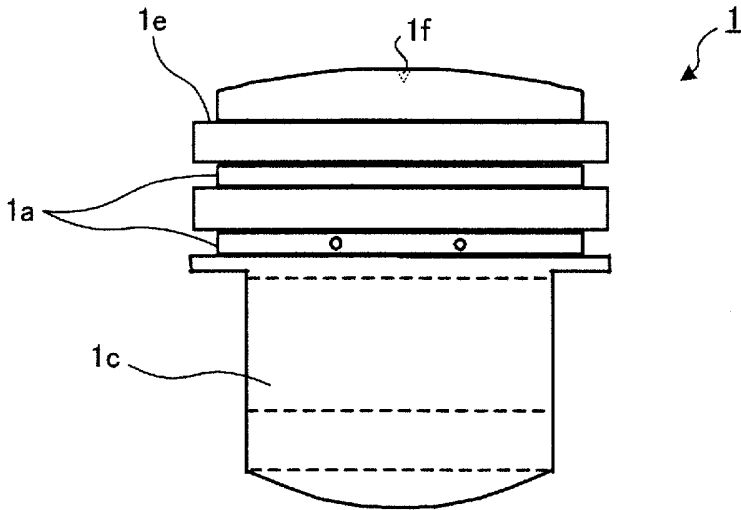
[図1]



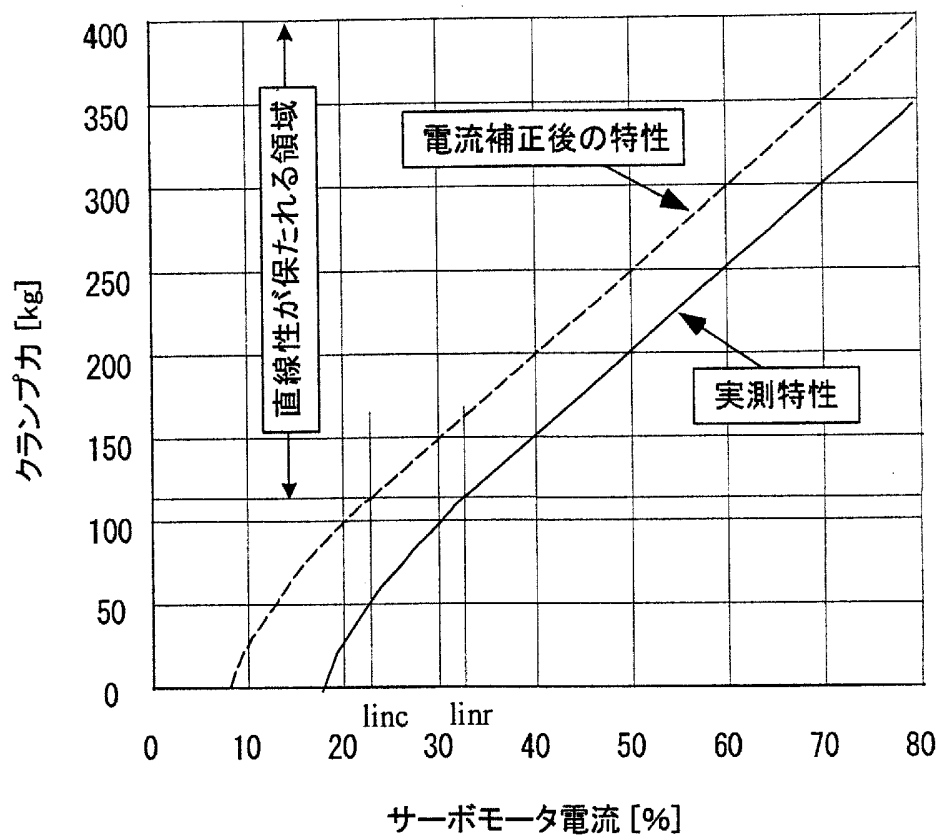
[図2A]



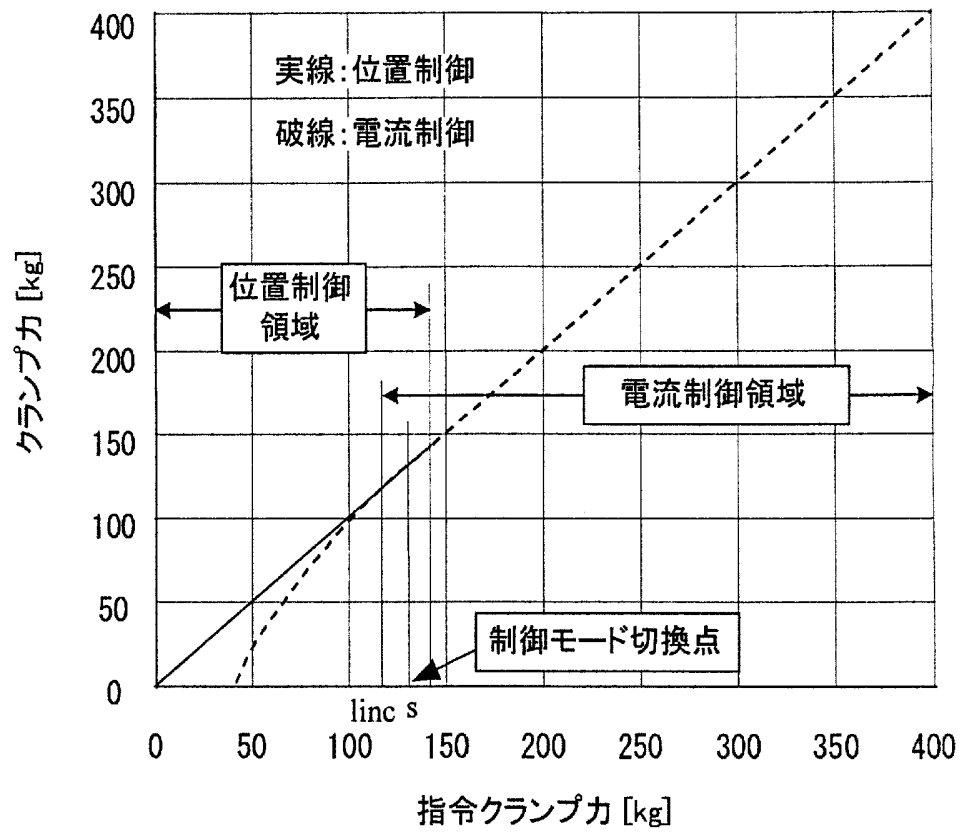
[図2B]

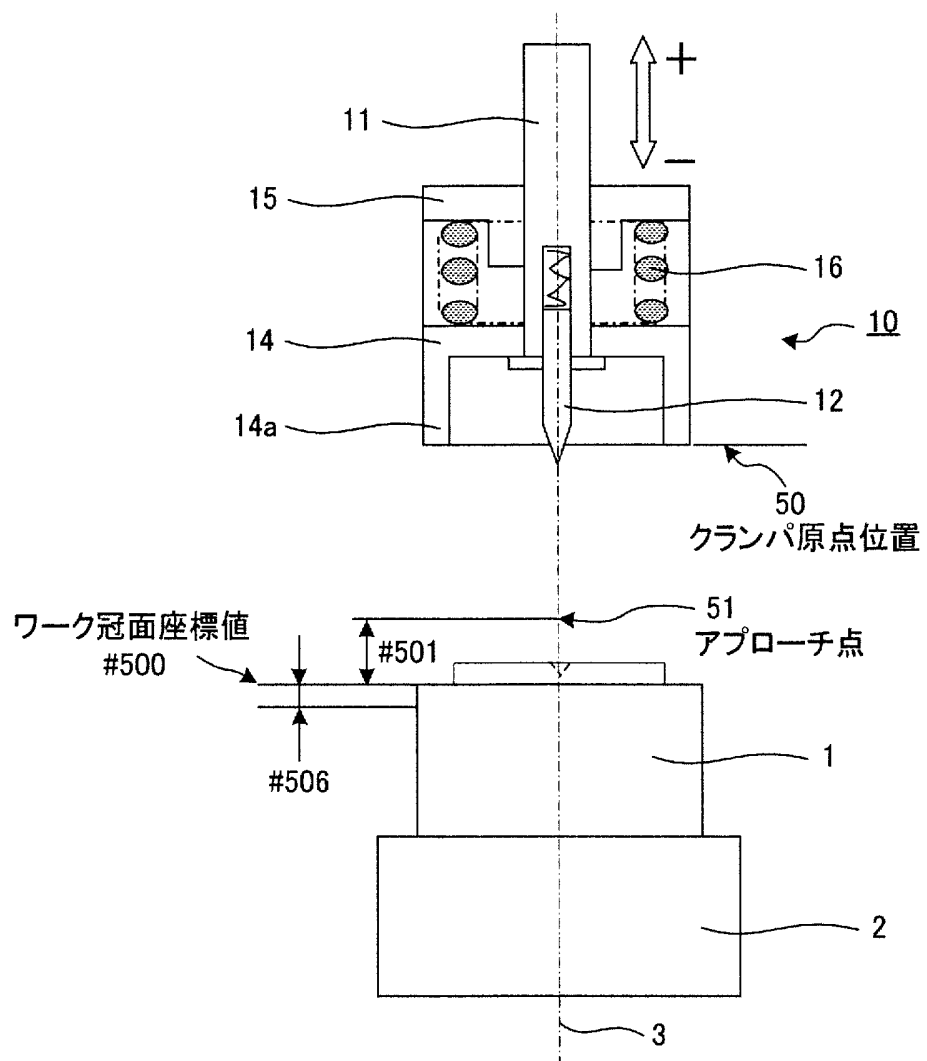


[図3]

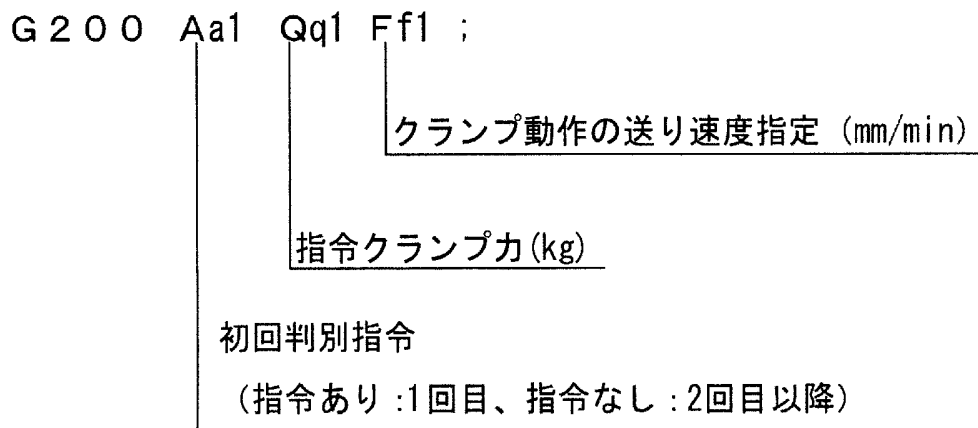


[図4]

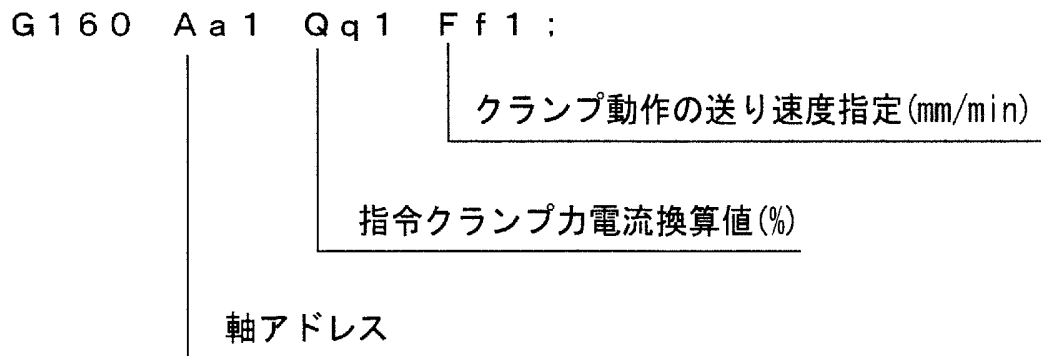




[図6]



[図7]



[図8]

【メインプログラム】

N010	G200 A1 Q300 F100 ;	.....	300kg で初回クランプ
	⋮ 加工工程 A	]	ピン穴粗加工
N020	G200 Q150 F100 ;	.....	150kg にクランプ力変更
	⋮ 加工工程 B	]	リング溝粗加工
N030	G200 Q60 F50 ;	.....	60kg にクランプ力変更
	⋮ 加工工程 C	]	リング溝仕上加工
	⋮		および
	⋮ 加工工程 D		ピン穴仕上加工
N040	G200 Q90 F50 ;	.....	90kg にクランプ力変更
	⋮ 加工工程 E	]	スカート部粗加工
N050	G200 Q30 F50 ;	.....	30kg にクランプ力変更
	⋮ 加工工程 F	]	スカート部仕上加工
N060	G00 A0 ;	.....	クランプ軸原点復帰
N070	M02 ;		

[図9]

【マクロプログラム】

#2 = #4001 ;	.....	移動モード G コード記憶	#0 : " 空 "
#3 = #4005 ;	.....	同期 / 非同期モード G コード記憶	#1 : アドレス A
#4 = #4109 ;	.....	非同期送り速度 F モード記憶	#9 : クランプ送り速度 1 (mm/min)
#5 = #4003 ;	.....	絶対 / 増分 G コード記憶	#10 : クランプ送り速度 2 (mm/min)
G90 ;			#17 : 指令クランプ力 (kg)
G98 ;			#18 : 指令クランプ力電流換算値 (%)
IF [#1 EQ #0] GOTO100 ;	.....	2 回目以降のクランプ指令か？	#500 : ワーク冠面座標値 (mm)
G00 A[#500 + #501] ;	.....	初回クランプ指令時はアブローチ点 まで G00 で位置決め	#501 : アブローチ距離 (mm)
N100 ;			#502 : 電流制御と位置制御の クランプ力閾値 (kg)
IF[#17 GT #502] GOTO200 ;	.....	クランプ力は電流制御領域か？	#503 : バネコンプライアンス (mm/kg)
G01 A[#500 - #503 * #17] F# 9 ;	.....	位置によるクランプ力調整	#504 : 力・電流変換定数 (%/kg)
G#2 G#3 F#4 G#5 ;	.....	モードル復元 (G、F モードル)	#505 : 電流補正値 (%)
M99 ;			#506 : オーバラン指令距離 (mm)
N200 ;			
#18 = #17 * #504 + #505 ;	.....	クランプ力から電流制限値を計算	
G160 A[#500 - #506] Q#18 F#10 ;	.....	電流制限によるクランプ力調整	
G#2 G#3 F#4 G#5 ;	.....	モードル復元 (G、F モードル)	
M99 ;			

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/013673

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl⁷ B23Q3/06

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁷ B23Q3/06

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2004
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2004	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2004

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 7-308837 A1 (Teijin Seiki Co., Ltd.), 28 November, 1995 (28.11.95), Full text; all drawings & US 5626055 A1 & DE 19517345 A1	1-7
A	JP 8-001463 A1 (Toyota Motor Corp.), 09 January, 1996 (09.01.96), Full text; all drawings (Family: none)	1-7

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
02 December, 2004 (02.12.04)

Date of mailing of the international search report
21 December, 2004 (21.12.04)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))			
Int. Cl. ⁷ B 23 Q 3 / 06			
B. 調査を行った分野			
調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))			
Int. Cl. ⁷ B 23 Q 3 / 06			
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの			
日本国実用新案公報 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2004年 日本国実用新案登録公報 1996-2004年 日本国登録実用新案公報 1994-2004年			
国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)			
C. 関連すると認められる文献			
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示		関連する 請求の範囲の番号
A	JP 7-308837 A1 (帝人製機株式会社) 1995. 11. 28, 全文, 全図 & US 5626055 A1 & DE 19517345 A1		1-7
A	JP 8-001463 A1 (トヨタ自動車株式会社) 1996. 01. 09, 全文, 全図 (ファミリーなし)		1-7
☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。 ☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。			
* 引用文献のカテゴリー		の日の後に公表された文献	
「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの		「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの	
「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの		「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの	
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)		「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの	
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献		「&」 同一パテントファミリー文献	
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願			
国際調査を完了した日 02. 12. 2004		国際調査報告の発送日 21.12.2004	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/J P) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		特許庁審査官 (権限のある職員) 八木 誠 3C 3418 電話番号 03-3581-1101 内線 3324	