

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6107210号
(P6107210)

(45) 発行日 平成29年4月5日 (2017.4.5)

(24) 登録日 平成29年3月17日 (2017.3.17)

(51) Int. Cl.

F 1

B 2 3 G 1/44 (2006.01)

B 2 3 G 1/44 E

B 2 3 G 1/02 (2006.01)

B 2 3 G 1/02 Z

B 2 3 Q 15/18 (2006.01)

B 2 3 Q 15/18

G 0 5 B 19/404 (2006.01)

G 0 5 B 19/404 K

請求項の数 3 (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2013-30592 (P2013-30592)
 (22) 出願日 平成25年2月20日 (2013.2.20)
 (65) 公開番号 特開2014-159056 (P2014-159056A)
 (43) 公開日 平成26年9月4日 (2014.9.4)
 審査請求日 平成27年11月17日 (2015.11.17)

(73) 特許権者 000004204
 日本精工株式会社
 東京都品川区大崎1丁目6番3号
 (74) 代理人 110000811
 特許業務法人貴和特許事務所
 (72) 発明者 吉村 隆
 神奈川県藤沢市鵠沼神明一丁目5番50号
 日本精工株式会社内
 (72) 発明者 近藤 禎晃
 群馬県前橋市総社町一丁目8番1号 日本
 精工株式会社内
 審査官 小川 真

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ねじ部の加工方法及び加工装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

被加工物と加工工具とを、相対回転させると共に軸方向に相対変位させた状態で、この被加工物の外周面又は内周面にねじ部を形成する為のねじ部の加工方法に於いて、

測定手段により測定した、複数個の被加工物に対してねじ部の加工を行った場合の、これら各被加工物の加工終了時の軸方向に関する熱膨張量の、加工個数に対する変化に就いての情報に基づいて、次に加工すべき被加工物の軸方向に関する熱膨張量を予測し、この予測結果に基づいて、次に加工すべき被加工物に対する、前記相対回転の速度又は前記相対変位の速度を決定する事を特徴とするねじ部の加工方法。

【請求項 2】

駆動装置により回転駆動される回転駆動軸と、

被加工物の一端を、この回転駆動軸と同心且つ一体に回転可能な状態に固定する為の把持部と、

この被加工物の軸方向に関する熱膨張量を測定する為の測定手段と、

この被加工物に加工を施す為の加工工具と、

駆動装置により駆動されて、この加工工具と前記被加工物とを軸方向に関して相対変位させる為の軸方向送り装置と、

前記回転駆動軸の回転速度又は前記軸方向送り装置の送り速度を制御する為の制御装置とを備え、

前記回転駆動軸を回転させる事により前記被加工物を回転させると共に、前記加工工具

10

20

とこの被加工物とを軸方向に関して相対変位させた状態で、この被加工物の外周面又は内周面にねじ部を形成するねじ部の加工装置に於いて、

前記測定手段により測定した、複数個の被加工物に対してねじ部の加工を行った場合の、これら各被加工物の加工終了時の軸方向に関する熱膨張量の、加工個数に対する変化に就いての情報に基づいて、前記制御装置により、次に加工すべき被加工物の軸方向に関する熱膨張量を予測し、この予測結果に基づいて、次に加工すべき被加工物に対する、前記回転駆動軸の回転速度又は前記軸方向送り装置の送り速度を制御する機能を有する事を特徴とするねじ部の加工装置。

【請求項 3】

前記測定手段により測定した、複数個の被加工物に対してねじ部の加工を行った場合の、これら各被加工物の加工終了時の軸方向に関する熱膨張量の、加工個数に対する変化に就いての情報と、加工中の被加工物の熱膨張量とを比較する事により、使用している加工工具の状態を判断する機能を有する、請求項 2 に記載したねじ部の加工装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、例えば杆状又は管状の被加工物の外周面又は内周面に、例えばボールねじ装置を構成するボールねじ杆のボールねじ溝、電動式パワーステアリング装置等の各種機械装置に組み込まれるウォーム減速機を構成するウォーム軸のウォーム、又はナットの雌ねじ部等を形成する為の、ねじ部の加工方法及び加工装置の改良に関する。具体的には、加工中に被加工物に生じた熱膨張量を測定し、この測定結果の履歴情報に基づいて、次の加工の際に被加工物に生じる熱膨張量を予測する事により、良質なねじ部を形成できる加工方法及び加工装置を実現するものである。尚、上述の通り、本発明の対象となるねじ部には、一般的なねじ溝やボールねじ溝に限らず、ウォーム歯等の螺旋状構造物を含む。

【背景技術】

【0002】

車両の操舵輪（フォークリフト等の特殊車両を除き、通常は前輪）に舵角を付与する際に運転者がステアリングホイールを操作する為に要する力の軽減を図る為の装置として、パワーステアリング装置が広く使用されている。又、このようなパワーステアリング装置で、補助動力源として電動モータを使用する電動式パワーステアリング装置も、近年普及し始めている。又、このような電動式パワーステアリング装置には減速機を組み込むが、この減速機として従来から、大きなリード角を有し、動力の伝達方向に関して可逆性を有するウォーム減速機が、一般的に使用されている。

【0003】

図 4～5 は、このような電動式パワーステアリング装置に組み込まれるウォーム減速機の従来構造の 1 例として、特許文献 1 に記載された構造を示している。このウォーム減速機は、電動モータ 1 に固定した、減速機用のハウジング 2 の内側に設けられており、軸方向中間部にウォーム歯 3 を形成したウォーム 4 と、このウォーム歯 3 に嚙合させたウォームホイール 5 とを備える。このうちのウォーム 4 は、軸方向両端部に外嵌した 1 対の玉軸受 6、6 により、前記ハウジング 2 の内側に回転自在に支持している。これと共に、前記ウォーム 4 の一端部（図 4 の左端部）を前記電動モータ 1 の出力軸 7 に接続する事により、このウォーム 4 を回転駆動自在としている。

【0004】

又、前記ウォームホイール 5 は、前記ハウジング 2 の内側に回転自在に設けられており、自身の回転中心軸を、前記ウォーム 4 に対して擦れの位置に配置している。そして、前記ウォームホイール 5 の外周縁部分に形成した歯部 8 を、前記ウォーム歯 3 に嚙合させる事により、このウォームホイール 5 と前記ウォーム 4 との間での回転力の伝達を自在としている。尚、このようなウォームホイール 5 は、ステアリングシャフト 9 の中間部に外嵌固定している。これにより、前記電動モータ 1 で発生した回転駆動力を、前記ウォーム 4 と前記ウォームホイール 5 とから成るウォーム減速機を介して、前記ステアリングシャフト

10

20

30

40

50

9 に伝達可能としている。

【 0 0 0 5 】

ところで、この様なウォーム 4 のウォーム歯 3、或いは前記ボールねじ杆のボールねじ溝等のねじ部は、杆状部材の外周面に切削加工或いは研削加工を施す事により形成する。図 6 は、特許文献 2 に記載されている、杆状部材の外周面にねじ溝を形成する為の研削加工装置の構造を示している。この加工装置は、第一の駆動装置 1 0 と、回転駆動軸 1 1 と、把持部 1 2 と、測定手段 1 3 と、加工工具 1 4 と、第二の駆動装置 1 5 と、軸方向送り装置 1 6 と、制御装置 1 7 とを備えている。

【 0 0 0 6 】

このうちの第一の駆動装置 1 0 は、サーボモータにより構成されており、送り台 1 8 の上面の一方側（図 6 の左側）に載置されている。尚、この送り台 1 8 は、前記軸方向送り装置 1 6 により被加工物 1 9 の軸方向（図 6 の左右方向。以下、特に断らない限り、軸方向とは被加工物の軸方向を言う。本明細書及び特許請求の範囲全体で同じ。）に変位可能な状態に設けられている。

又、前記回転駆動軸 1 1 は、前記第一の駆動装置 1 0 により回転駆動される。

又、前記把持部 1 2 は、前記回転駆動軸 1 1 の先端（図 6 の右端）に設けられており、前記被加工物 1 9 の一端（図 6 の左端）を、この回転駆動軸 1 1 と同心且つ一体に回転可能な状態に固定する為のものである。

【 0 0 0 7 】

又、前記測定手段 1 3 は、前記送り台 1 8 の上面の他方側（図 6 の右側）に載置されている。この様な測定手段 1 3 は、この測定手段 1 3 を構成するテールストック 2 0 の先端（図 6 の左端）を、前記被加工物 1 9 の他端（図 6 の右端）に当接させた状態で、加工中のこの被加工物 1 9 の軸方向への熱膨張量を測定する。尚、この様な測定手段 1 3 の構造は、後述する本発明の実施の形態の 1 例の測定手段と同様の構造を有するものであるが、詳しい構造は特許文献 2 に記載されている為、説明は省略する。

【 0 0 0 8 】

又、前記加工工具 1 4 は、前記被加工物 1 9 の外周面を加工する為のもので、砥石により構成されている。

又、前記第二の駆動装置 1 5 は、前記軸方向送り装置 1 6 を駆動させる為のものである。

又、この軸方向送り装置 1 6 は、送りねじ機構により構成されており、前記第二の駆動装置 1 5 により駆動されて、前記送り台 1 8 を軸方向に変位させる為のものである。この様に送り台 1 8 を軸方向に変位させる事により、前記加工工具 1 4 と前記被加工物 1 9 とを軸方向に相対変位させる。

更に、前記制御装置 1 7 は、前記第一、第二の各駆動装置 1 0、1 5 を制御する事により、前記回転駆動軸 1 1 の回転速度及び前記軸方向送り装置 1 6 の送り速度（前記加工工具 1 4 と前記被加工物 1 9 との軸方向の相対変位の速度）を制御する為のものである。

【 0 0 0 9 】

上述の加工装置は、前記第一の駆動装置 1 0 により前記回転駆動軸 1 1 及び前記被加工物 1 9 を回転させると共に、前記第二の駆動装置 1 5 により前記加工工具 1 4 とこの被加工物 1 9 とを軸方向に相対変位させた状態で、この被加工物 1 9 の外周面にねじ溝を形成する。

【 0 0 1 0 】

ところで、上述の加工装置により加工を行う際、加工中の前記被加工物 1 9 の温度上昇に伴い、この被加工物 1 9 が熱膨張する。この様な熱膨張は、この被加工物 1 9 に形成するねじ部のリードにばらつきを生じさせる原因となる。具体的には、この被加工物 1 9 の前記加工工具 1 4 に対する回転速度及び軸方向への送り速度を一定の状態で行った場合、加工の前半と後半とに形成したねじ部のリードを比較すると、熱膨張量が大きくなる加工の後半に形成したねじ部のリードの方が小さくなる。言い換えると、熱膨張量の大小に拘わらず一定のリードで形成されたねじ部は、熱膨張の量が大きい部分に形成された

10

20

30

40

50

ねじ部のリード程、熱膨張が収まった状態で小さくなる。

【 0 0 1 1 】

そこで、上述の加工装置の場合、加工中に、前記測定手段 1 3 により測定した前記被加工物 1 9 の熱膨張量を表す信号を、アンプ 2 1 を介して前記制御装置 1 7 に送る様に構成している。又、この制御装置 1 7 は、前記測定手段 1 3 から送られてきた情報に基づいて、前記第一の駆動装置 1 0 の駆動力（前記回転駆動軸 1 1 の回転速度）及び前記第二の駆動装置 1 5 の駆動力（前記軸方向送り装置 1 6 の送り速度）の補正値を算出する。そして、前記制御装置 1 7 は、この補正値に基づいて算出した新たな指令（駆動量）を、前記第一、第二の各駆動装置 1 0、1 5 にフィードバックする。この様な加工装置の場合、加工中に測定した前記被加工物 1 9 の熱膨張量に基づいて、加工中のこの被加工物 1 9 に対する加工条件をリアルタイムに補正できる。この為、この被加工物 1 9 に形成するねじ部のリードが、ばらつく事を防止できる。

10

【 0 0 1 2 】

但し、前述の加工装置の場合、ボールねじ杆の如く、全長が長く、加工時間が長くなる被加工物の外周面に形成するねじ部のリードが、加工の前半と後半とで異なる事を抑える面からは効果があるが、全長が短く、加工時間が短くなる被加工物を対象とする場合には、必ずしも有効且つ安定的にフィードバック制御を行えない可能性がある。例えば、ウォーム等の様に、軸方向の寸法が比較的小さく、加工時間が短くなる被加工物の場合、当該被加工物の加工の前半と後半とで、この被加工物の外周面に形成したねじ部のリードが異なる程度を小さく抑える為には、高速で高精度なフィードバック制御を行う必要がある。但し、この様な加工時間が短い被加工物を対象としたリアルタイムのフィードバック制御の場合、加工条件に対する、フィードバック制御の為の測定値の誤差或いはこの測定値に混入するノイズ等の影響が大きくなり、効果的なフィードバック制御を行う事が困難な場合がある。従って、この様なフィードバック制御により十分な効果を得る為には高価な設備（測定装置、制御装置を構成する CPU、駆動装置等）が必要となる可能性がある。又、前記加工装置は、研削加工を行う為の装置であるが、研削加工と比べて加工速度が速い切削加工の場合には、やはり被加工物毎の加工時間が短くなり、やはり、上述の様な問題が生じる可能性がある。この為、前述の様なフィードバック制御を有効且つ安定的に行う為には、高価な設備が必要となる可能性がある。

20

【 先行技術文献 】

30

【 特許文献 】

【 0 0 1 3 】

【 特許文献 1 】 特開 2 0 0 9 - 7 2 8 4 1 号公報

【 特許文献 2 】 特開平 9 - 3 2 3 2 1 8 号公報

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 1 4 】

本発明は、上述の様な事情に鑑み、加工時間が短い加工を行う場合でも、加工中の被加工物の熱膨張の影響により、形成するねじ部のリードが、異なる被加工物毎にばらつくのを防止できるねじ部の加工方法及び加工装置の構造を低コストで実現すべく発明したものである。

40

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 1 5 】

本発明のねじ部の加工方法及び加工装置のうち、請求項 1 に記載したねじ部の加工方法は、例えば杆状又は管状の被加工物と加工工具とを相対回転させると共に軸方向に関して相対変位させる事により、この被加工物の外周面又は内周面にねじ部を加工する為の加工方法である。

特に、請求項 1 に記載したねじ部の加工方法に於いては、測定手段により測定した、複数の被加工物に対してねじ部の加工を行った場合の、これら各被加工物の加工終了時の軸方向に関する熱膨張量の、加工個数に対する変化に就いての情報に基づいて、次に加工

50

すべき被加工物の軸方向に関する熱膨張量を予測し、この予測結果に基づいて、次に加工すべき被加工物に対する、前記相対回転の速度又は前記軸方向に関する相対変位の速度を決定する。

【 0 0 1 6 】

又、請求項 2 に記載したねじ部の加工装置は、回転駆動軸と、把持部と、測定手段と、加工工具と、軸方向送り装置と、制御装置とを備える。

このうちの回転駆動軸は、駆動装置により回転駆動される。

又、前記把持部は、被加工物の一端を、前記回転駆動軸と同心且つ一体に回転可能な状態に把持固定する為のものである。

又、前記測定手段は、前記被加工物の軸方向に関する熱膨張量を測定する為のものである。

又、前記加工工具は、前記被加工物に加工を施す為のものである。

又、前記軸方向送り装置は、駆動装置により駆動されて、前記加工工具と前記被加工物とを軸方向に関して相対変位させる為のものである。

又、前記制御装置は、前記回転駆動軸の回転速度又は前記軸方向送り装置の送り速度を制御する為のものである。

この様なねじ部の加工装置は、前記回転駆動軸を回転させる事により前記被加工物を回転させると共に、前記加工工具とこの被加工物とを軸方向に関して相対変位させた状態で、この被加工物の外周面又は内周面にねじ部を形成する。

【 0 0 1 7 】

特に請求項 2 に記載したねじ部の加工装置に於いては、前記測定手段により測定した、複数個の被加工物に対してねじ部の加工を行った場合の、これら各被加工物の加工終了時の軸方向に関する熱膨張量の、加工個数に対する変化に就いての情報に基づいて、前記制御装置により、次に加工すべき被加工物の軸方向に関する熱膨張量を予測し、この予測結果に基づいて、次に加工すべき被加工物に対する、前記回転駆動軸の回転速度又は前記送り装置の送り速度（これら回転速度と送り速度との一方又は双方）を制御する機能を有する。

上述の様な請求項 2 に記載したねじ部の加工装置を実施する場合に好ましくは、請求項 3 に記載した発明の様に、前記測定手段により測定した、複数個の被加工物に対してねじ部の加工を行った場合の、これら各被加工物の加工終了時の軸方向に関する熱膨張量の、加工個数に対する変化に就いての情報と、加工中の被加工物の熱膨張量とを比較する事により、使用している加工工具の状態を判断する機能を設ける。

【発明の効果】

【 0 0 1 8 】

上述の様に構成する本発明のねじ部の加工方法及び加工装置によれば、加工時間が短くなる様な加工を行う場合でも、加工中の被加工物の熱膨張の影響により、形成されるねじ部のリードにばらつきが生じる事の防止を図れる構造を低コストで実現できる。

即ち、本発明の場合、複数個の被加工物に対してねじ部の加工を行った場合の、これら各被加工物の加工終了時の軸方向に関する熱膨張量の、加工個数に対する変化に就いての情報に基づいて、次の被加工物に対する加工条件（被加工物の回転速度、又は被加工物と加工工具との軸方向に関する相対変位の速度）を決定する。具体的には、加工工具の消耗が進み前記被加工物の熱膨張量が大きくなった場合、形成するねじ部のリードが、熱膨張が収まった状態で目標とするリードと比べて小さくなり過ぎない様に、前記回転速度又は前記相対変位の速度を補正する。この様に本発明の場合、前記情報に基づいて補正値を算出し、この補正値を次の被加工物に対する加工条件に反映させる。この為、加工時間が短くなる様な加工を行う場合でも、予め設定した加工条件で次の加工を行う事により、前記各被加工物同士の間で、形成するねじ部のリードにばらつきが生じる事の防止を図れる。又、予め設定した加工条件で次の加工を行う為、前述した様な従来構造のリアルタイムのフィードバック制御の場合とは異なり、加工条件に対して、フィードバック制御の為の測定値の誤差或いはこの測定値に混入するノイズ等の影響を受ける事がない。この結果、高

10

20

30

40

50

速な制御が不要となり、高価な設備を必要とせず、設備コスト及び加工コストの低減を図れる。

【 0 0 1 9 】

又、請求項 3 に記載した発明の場合、前記情報と、加工中の被加工物の熱膨張量とを比較して、加工工具の状態を判断する。この為、この加工工具に生じた異常を早期に発見してこれを交換する事により、不良の加工工具による加工を継続する事を防止できて、形成するねじ部の品質を良好に保てる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 2 0 】

【図 1】本発明の実施の形態の 1 例のねじ部の加工装置の構造を模式的に示す図。

10

【図 2】被加工物の熱膨張量と同一加工工具による加工個数との関係を示す線図。

【図 3】本発明の加工装置が有する制御を行わずに形成したねじ部のリードの目標リードに対する差と同一加工工具による加工個数との関係を示す図 (a)、及び同じく制御を行って形成したねじ部のリードの目標リードに対する差と同一加工工具による加工個数との関係を示す図 (b)。

【図 4】パワーステアリング装置のうち、ウォーム減速機を組み込んだ部分の断面図。

【図 5】図 4 のイ部拡大図。

【図 6】従来から知られている、杆状部材の外周面にねじ部を形成する為の研削加工装置の構造を模式的に示す図。

【発明を実施するための形態】

20

【 0 0 2 1 】

図 1 は、本発明の実施の形態の 1 例を示している。尚、本例を含めて、本発明の特徴は、加工中に各被加工物 1 9 a に生じた熱膨張量を測定し、この測定結果の履歴情報に基づいて、次の加工の際の加工条件を設定する、ねじ部の加工方法及び加工装置にある。加工方法及び加工装置のその他の部分に関しては、前述した、特許文献 2 に記載された加工方法及び加工装置と同様であるから、同等部分に関する説明は省略若しくは簡略にし、以下、本例の特徴部分を中心に説明する。

【 0 0 2 2 】

本例のねじ部の加工装置は、前述した特許文献 2 に記載された加工装置と同様に、第一の駆動装置 1 0 と、回転駆動軸 1 1 と、把持部 1 2 と、測定手段 1 3 と、加工工具 1 4 a と、第二の駆動装置 1 5 と、軸方向送り装置 1 6 a と、制御装置 1 7 a とを備えている。尚、前記加工工具 1 4 a は切削工具により構成されており、本例のねじ部の加工装置は、切削加工を行う為の装置である。

30

【 0 0 2 3 】

特に本例のねじ部の加工装置に於いては、前記測定手段 1 3 により測定した、各被加工物 1 9 a の加工中の軸方向に関する熱膨張量を記憶する為の記憶装置 2 2 (メモリ) を設けている。又、この記憶装置 2 2 に記憶した前記熱膨張量の履歴情報に基づいて、次に加工すべき被加工物 1 9 a に対する加工条件を設定する機能 (加工条件設定機能) を、前記制御装置 1 7 a に組み込んでいる。尚、加工条件とは、前記回転駆動軸 1 1 の回転速度 (前記第一の駆動装置 1 0 の駆動力) と前記軸方向送り装置 1 6 a の送り速度 (前記第二の駆動装置 1 5 の駆動力) との一方又は双方である。

40

【 0 0 2 4 】

前記加工条件設定機能により、加工条件を設定する方法に就いて説明する。図 2 は、同一の加工工具 1 4 a を使用して複数個の被加工物 1 9 a に対して加工を行った場合の、これら各被加工物 1 9 a の加工終了時の熱膨張量と、加工個数 (加工時間) との関係を示す図である。尚、前記各被加工物 1 9 a の加工終了時の熱膨張量とは、加工開始前 (熱膨張していない状態) のこれら各被加工物 1 9 a の軸方向寸法と、加工終了時 (各被加工物 1 9 a の温度が低下していない状態) のこれら各被加工物 1 9 a の軸方向寸法との差である。又、図 2 の α 点に於いて被加工物 1 9 a の熱膨張量が大きく下がっているのは、この時点で新しい加工工具 1 4 a に交換した為である。この様な図 2 から明らかな様に、同一の

50

加工工具 1 4 a により複数回の加工を行うと、加工個数（加工時間）の増加に伴い、被加工物 1 9 a の加工終了時の熱膨張量が増加する。これは、前記加工工具 1 4 a が消耗（摩耗等）してこの加工工具 1 4 a の切れ味が低下する事に伴い、加工熱が増大する事に起因する。尚、図 2 に於いて、交換前の加工工具による加工個数が少ない時点の被加工物の熱膨張量と、交換後の加工工具の加工個数が少ない時点の被加工物の熱膨張量とに差が生じているのは、各加工工具毎の切れ味等の個体差に基づくものである。

【 0 0 2 5 】

この様な各被加工物 1 9 a の熱膨張量と加工個数とは、図 2 から読み取れる様に、小さな変動はあるが、大きな傾向として比例関係を有している。従って、前記各被加工物 1 9 a の熱膨張量と加工個数との比例関係（相関関係）が求められれば、当該関係に基づいて次の加工に於ける被加工物 1 9 a の熱膨張量を予測する事ができる。具体的には、前記各被加工物 1 9 a の熱膨張量と加工個数との関係から、図 2 に鎖線 X で示す様な近似直線を、最小二乗法等の近似方法により求める。この様な近似直線が求められれば、次の加工に於ける被加工物 1 9 a の熱膨張量が予測できる。そして、この被加工物 1 9 a の熱膨張量の予測に基づいて、次の加工の加工条件を設定する。

【 0 0 2 6 】

又、本例のねじ部の加工装置は、前記各被加工物 1 9 a の熱膨張量の履歴情報と加工個数（加工時間）との関係に基づいて算出される、近似直線（図 2 の鎖線 X 参照）と、加工中の被加工物 1 9 a の熱膨張量とを比較する事により、使用している加工工具 1 4 a の状態を判断する機能を備えている。具体的には、測定した前記被加工物 1 9 a の熱膨張量が、前記近似直線に対して所定量よりも大きく乖離した場合には、前記加工工具 1 4 a の摩耗が進行する等により、この加工工具 1 4 a が寿命を迎えたと判断して、この加工工具 1 4 a を交換する。尚、この様な判断を行う制御は、前記被加工物 1 9 a の加工の終了時に行っても良いし、加工中に行う様に構成する事もできる。前記制御を加工中に行う場合は、前記加工工具 1 4 a の異常を察知した時点で、加工を中止する制御を行う。この様に構成すれば、前記加工工具 1 4 a の異常をより早く察知する事ができる。

【 0 0 2 7 】

又、上述の様な構成を有する本例のねじ部の加工装置等を使用して行う本例のねじ部の加工方法は、前記測定手段 1 3 により、前記各被加工物 1 9 a の加工中の軸方向に関する熱膨張量を測定し、この測定結果を前記記憶装置 2 2 に記憶する。そして、この測定結果の履歴情報に基づいて、前記加工条件設定機能により、次に加工すべき被加工物 1 9 a に対する、前記加工条件を決定する。具体的には、加工工具 1 4 a の消耗が進み次に加工すべき被加工物 1 9 a の熱膨張量が大きくなると予測した場合には、形成されるねじ部のリードが、熱膨張が収まった（熱収縮した）状態で目標とするリードと比べて小さくなり過ぎないように、前記回転駆動軸 1 1 の回転速度、又は前記軸方向送り装置 1 6 a の送り速度を補正する。

【 0 0 2 8 】

上述の様な本例のねじ部の加工方法及び加工装置によれば、加工時間が短くなる様な加工を行う場合でも、被加工物 1 9 a の加工中の熱膨張の影響により、形成されるねじ部のリードにばらつきが生じる事の防止を、低コストで図れる。

即ち、本例の場合、前記測定手段 1 3 により加工中の前記各被加工物 1 9 a の熱膨張量を測定し、この測定結果を前記記憶装置 2 2 に記憶する。そして、これら各被加工物 1 9 a の熱膨張量の履歴情報に基づいて、次の被加工物 1 9 a に対する加工条件を決定する。この為、加工時間が短くなる様な加工を行う場合でも、予め決定した加工条件で次の加工を行う事により、被加工物 1 9 a 毎の加工の前半と後半との間、更には、これら各被加工物 1 9 a 同士の間で、形成するねじ部のリードにばらつきが生じる事の防止を図れる。

【 0 0 2 9 】

図 3 は、本例の効果を確かめる為に行った実験の結果を示す図である。このうちの図 3 (a) は、本例のねじ部の加工方法を実施せず、一定の加工条件で、1 本の加工工具により複数個の被加工物の加工を行った場合の、目標リードに対する実際に形成されたねじ部

10

20

30

40

50

のリードの差と、加工個数との関係を示している。この様な図 3 (a) から明らかな様に、加工個数が少ない場合には、形成されたねじ部のリードが目標リードに対して大きくなるが、加工個数が多くなると、形成されたねじ部のリードが目標リードに対して小さくなる。これは、前記一定の加工条件が、被加工物の或る程度の熱膨張量を想定して設定されている為である。この為、実際の被加工物の熱膨張量が、想定した熱膨張量よりも小さい場合や、同じく想定した熱膨張量よりも大きい場合には、形成されたねじ部のリードの目標リードに対する差が大きくなってしまう。仮に、許容誤差を $-3 \sim 3 \mu\text{m}$ の範囲とした場合には、この範囲から外れる、加工個数が約 80 以下及び約 250 以上のものは不良品となってしまう。

【 0 0 3 0 】

10

一方、図 3 (b) は、本例のねじ部の加工装置及び加工方法を実施して、1 本の加工工具により複数個の被加工物の加工を行った場合の、目標リードに対する実際に形成されたねじ部のリードの差と、加工個数との関係を示している。この様な図 3 (b) から明らかな様に、本例のねじ部の加工装置及び加工方法を実施した場合には、加工個数の増加と関係なく、形成されたねじ部のリードの目標リードに対する差が一定の範囲内 ($-3 \sim 3 \mu\text{m}$) に収まる。従って、上述した様に、許容誤差を $-3 \sim 3 \mu\text{m}$ の範囲とした場合には、図 3 (b) に示される総ての加工個数の範囲で、許容誤差を満たしている。この様に、本例のねじ部の加工装置及び加工方法によれば、加工個数の増加に伴う被加工物の熱膨張量の増加に関係なく、形成するねじ部のリードにばらつきが生じる事の防止を図れる。

【 0 0 3 1 】

20

又、本例の場合、被加工物 19 a の熱膨張量の履歴情報に基づいて次の加工条件を設定する為、リアルタイムのフィードバック制御の様に高速な制御が不要である。この結果、高価な設備を必要とせず、設備コスト及び加工コストを抑えられる。

【 0 0 3 2 】

又、本発明のねじ部の加工装置は、前記各被加工物 19 a の熱膨張量の履歴情報と加工個数 (加工時間) との相関関係を表す近似直線 (図 2 の鎖線 X 参照) と、加工中の被加工物 19 a の熱膨張量とを比較する事により、使用している加工工具 14 a の状態を判断する機能を備えている。この為、この加工工具 14 a に生じた異常を早期に発見して、この加工工具 14 a を交換する事により、不良の加工工具 14 a による加工を継続する事を防止できて、形成するねじ部の品質を良好に保てる。

30

【産業上の利用可能性】

【 0 0 3 3 】

本発明は、前述した実施の形態の 1 例の様に、杆状の被加工物の外周面にねじ部を加工する場合だけでなく、例えば、管状 (円筒状) の被加工物の内周面に雌ねじ部を形成する場合にも適用できる。又、本発明は、前述した実施の形態の 1 例の様に加工速度が速い切削加工を行う為のねじ部の加工装置や、軸方向寸法が短い被加工物 (例えば、ウォーム軸のウォーム等) を形成する為のねじ部の加工装置に適用する事でより大きな効果を発揮する事ができる。但し、本発明は、研削加工を行う為のねじ部の加工装置や、ボールねじ装置を構成するボールねじ杆のボールねじ溝、又はナットの内周面に雌ねじ部等を加工する為のねじ部の加工装置に適用する事もできる。

40

又、本発明は、所謂多条ねじの様に、被加工物の外周面或いは内周面に、ねじ条数分のねじ部を順次形成する様な加工に適用した場合でも、前述した様な作用・効果を得る事ができる。

【符号の説明】

【 0 0 3 4 】

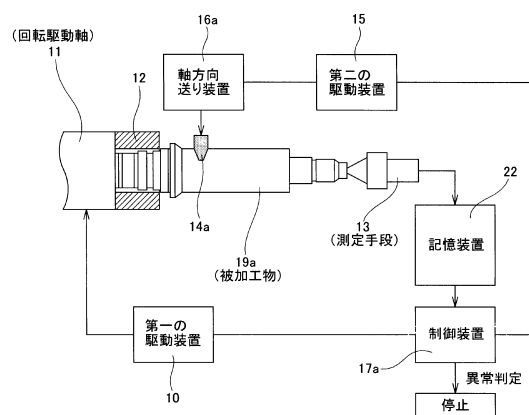
- 1 電動モータ
- 2 ハウジング
- 3 ウォーム歯
- 4 ウォーム
- 5 ウォームホイール

50

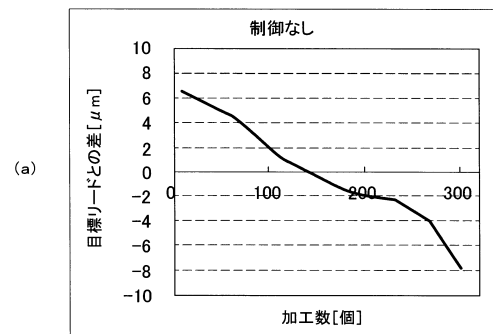
- 6 玉軸受
- 7 出力軸
- 8 歯部
- 9 ステアリングシャフト
- 10 第一の駆動装置
- 11 回転駆動軸
- 12 把持部
- 13 測定手段
- 14、14a 加工工具
- 15 第二の駆動装置
- 16、16a 軸方向送り装置
- 17、17a 制御装置
- 18 送り台
- 19、19a 被加工物
- 20 テールストック
- 21 アンプ
- 22 記憶装置

10

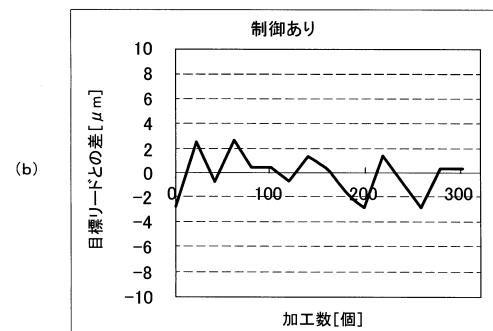
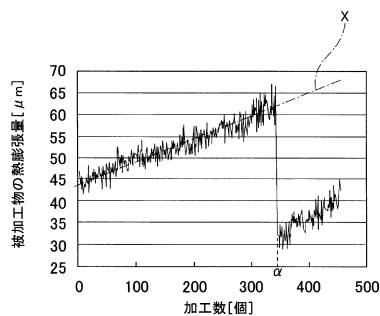
【図 1】



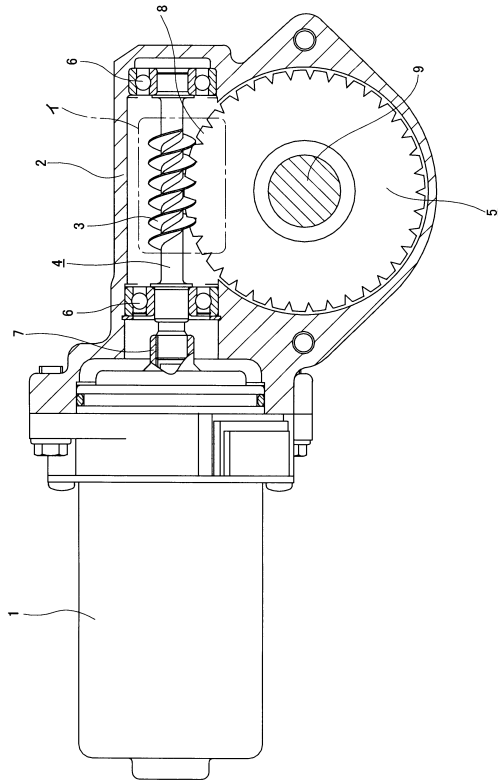
【図 3】



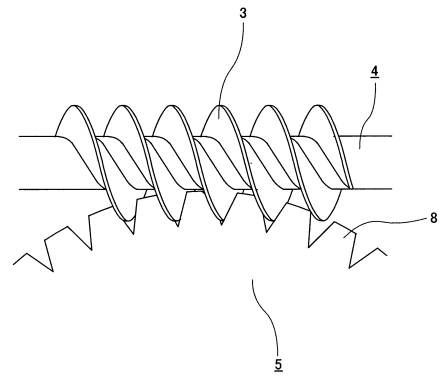
【図 2】



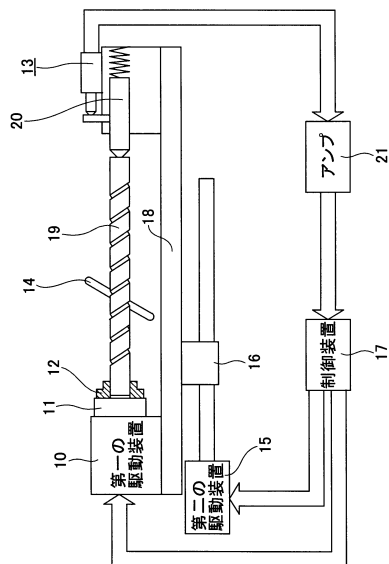
【図 4】



【図 5】



【図 6】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2010-042483(JP,A)
特開昭62-228322(JP,A)
特開2001-277084(JP,A)
特開平10-286742(JP,A)
国際公開第2013/015124(WO,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B23G	1/44
B23G	1/02
B23G	3/02
B23B	5/48
B23B	25/06
B23Q	15/18
B23Q	15/22
B24B	49/02
G05B	19/404
WPI	