

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報(A)

(11)公開番号
特願2025-4803
(P2025-4803A)

(43)公開日 令和7年1月16日(2025.1.16)

(51)国際特許分類	F I	テーマコード (参考)
B 2 4 B 49/02 (2006.01)	B 2 4 B 49/02	A 3 C 0 3 4
B 2 4 B 45/00 (2006.01)	B 2 4 B 45/00	Z 3 C 0 4 3
B 2 4 B 5/04 (2006.01)	B 2 4 B 5/04	

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全7頁)

(21)出願番号 (22)出願日	特願2023-104636(P2023-104636) 令和5年6月27日(2023.6.27)	(71)出願人 トヨタ自動車株式会社 愛知県豊田市トヨタ町1番地 (74)代理人 100103894 弁理士 家入 健 (72)発明者 須永 智也 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内 Fターム (参考) 3C034 AA01 BB51 BB71 BB92 CA03 CA13 CA30 CB14 3C043 AA11 CC03 DD02 DD05 DD06 EE04
---------------------	---	--

(54)【発明の名称】 外径測定方法

(57)【要約】

【課題】タッチプローブによる研削部の外径の測定誤差を低減する。

【解決手段】本開示の一態様に係る外径測定方法は、円柱状のワークを中心軸周りに回転させつつ、研削工具によって研削するステップと、ワークを介して研削工具と対向配置されると共に、ワークの回転軸と略平行な移動軸に沿ってスライド可能なタッチプローブによって、ワークにおける研削部の外径を測定するステップと、を備えた外径測定方法である。研削部の外径を測定するステップよりも前に、ワークにおける非研削部の既知の外径を、異なる2箇所においてタッチプローブによって測定することによって、回転軸に対する移動軸の傾きを算出する。研削部の外径を測定するステップにおいて、算出した傾きを用いて、研削部の外径の測定値を校正する。

【選択図】図1

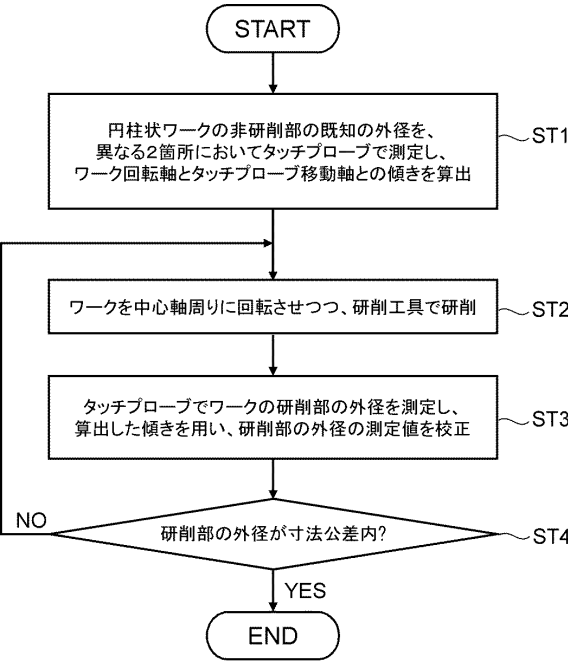


Fig. 1

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

円柱状のワークを中心軸周りに回転させつつ、研削工具によって研削するステップと、
前記ワークを介して前記研削工具と対向配置されると共に、前記ワークの回転軸と略平行な移動軸に沿ってスライド可能なタッチプローブによって、前記ワークにおける研削部の外径を測定するステップと、を備えた外径測定方法であって、

前記研削部の外径を測定するステップよりも前に、

前記ワークにおける非研削部の既知の外径を、異なる 2 箇所において前記タッチプローブによって測定することによって、前記回転軸に対する前記移動軸の傾きを算出し、

前記研削部の外径を測定するステップにおいて、

算出した前記傾きを用いて、前記研削部の外径の測定値を校正する、
外径測定方法。

【請求項 2】

前記非研削部は、前記研削部の軸方向両端側に設けられた第 1 及び第 2 の非研削部を含み、

前記傾きを算出する際、前記第 1 及び第 2 の非研削部のそれぞれの既知の外径を前記タッチプローブによって測定する、

請求項 1 に記載の外径測定方法。

【請求項 3】

前記研削工具は、前記回転軸と平行な工具移動軸に沿ってスライド可能な工具装着部に着脱可能に装着されており、

前記研削工具によって研削するステップよりも前に、

前記工具装着部に他のタッチプローブを装着し、当該他のタッチプローブによって前記非研削部の外径を測定して既知とする、

請求項 1 又は 2 に記載の外径測定方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、外径測定方法に関する。

【背景技術】

【0002】

数値制御工作機械を用いた円柱状のワークの研削加工では、研削部の外径を随時測定しつつ研削加工を行い、外径が所定の寸法公差内に到達した段階で、研削加工を終了する。

例えば、特許文献 1 には、研削部の外径を測定するための定寸装置を備えた複合加工機が開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開 2002-160133 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

発明者は、ワークの回転軸（すなわちワークの中心軸）と略平行な移動軸に沿ってスライド可能なタッチプローブによって、研削部の外径を測定する手法を検討してきた。

当該手法では、ワークにおける研削部の外径を測定する前に、ワークにおける非研削部の既知の外径をタッチプローブによって測定し、研削部の外径の測定値を校正していた。

【0005】

しかしながら、ワークの中心軸とタッチプローブの移動軸とは、厳密には平行でない。そのため、上記手法では、研削部の外径の測定位置が、非研削部の既知の外径の測定位置（すなわち校正位置）から遠ざかる程、研削部の外径の測定誤差が大きくなる問題があっ

10

20

30

40

50

た。

【0006】

本開示は、上述した課題を鑑みてなされたものであり、タッチプローブによる研削部の外径の測定誤差を低減可能な外径測定方法を提供する。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本開示の一態様に係る外径測定方法は、

円柱状のワークを中心軸周りに回転させつつ、研削工具によって研削するステップと、前記ワークを介して前記研削工具と対向配置されると共に、前記ワークの回転軸と略平行な移動軸に沿ってスライド可能なタッチプローブによって、前記ワークにおける研削部の外径を測定するステップと、を備えた外径測定方法であって、

10

前記研削部の外径を測定するステップよりも前に、

前記ワークにおける非研削部の既知の外径を、異なる2箇所において前記タッチプローブによって測定することによって、前記回転軸に対する前記移動軸の傾きを算出し、

前記研削部の外径を測定するステップにおいて、

算出した前記傾きを用いて、前記研削部の外径の測定値を校正する。

【0008】

本開示の一態様に係る外径測定方法では、ワークにおける非研削部の既知の外径を、異なる2箇所においてタッチプローブによって測定することによって、ワークの回転軸に対するタッチプローブの移動軸の傾きを算出する。そして、研削部の外径を測定するステップにおいて、算出した傾きを用いて、研削部の外径の測定値を校正する。

20

このような構成によって、タッチプローブによる研削部の外径の測定誤差を低減できる。

【0009】

前記非研削部は、前記研削部の軸方向両端側に設けられた第1及び第2の非研削部を含み、前記傾きを算出する際、前記第1及び第2の非研削部のそれぞれの既知の外径を前記タッチプローブによって測定してもよい。このような構成によって、傾きを精度良く算出できる。

【0010】

前記研削工具は、前記回転軸と平行な工具移動軸に沿ってスライド可能な工具装着部に着脱可能に装着されており、前記研削工具によって研削するステップよりも前に、前記工具装着部に他のタッチプローブを装着し、当該他のタッチプローブによって前記非研削部の外径を測定して既知としてもよい。このような構成によって、非研削部の外径を精度良く測定して既知とすることができる。

30

【発明の効果】

【0011】

本開示によれば、タッチプローブによる研削部の外径の測定誤差を低減可能な外径測定方法を提供できる。

【図面の簡単な説明】

【0012】

40

【図1】第1の実施形態に係る外径測定方法を示すフローチャートである。

【図2】第1の実施形態に係る外径測定方法を説明するための数値制御工作機械の一例を示す模式的な部分側面図である。

【図3】比較例に係る外径測定方法を説明するための数値制御工作機械の一例を示す模式的な部分側面図である。

【発明を実施するための形態】

【0013】

以下、本発明を適用した具体的な実施形態について、図面を参照しながら詳細に説明する。但し、本発明が以下の実施形態に限定される訳ではない。また、説明を明確にするため、以下の記載及び図面は、適宜、簡略化されている。

50

【 0 0 1 4 】

(第 1 の実施形態)

図 1 ～図 3 を参照して、第 1 の実施形態に係る外径測定方法について説明する。図 1 は、第 1 の実施形態に係る外径測定方法を示すフローチャートである。図 2 は、第 1 の実施形態に係る外径測定方法を説明するための数値制御工作機械の一例を示す模式的な部分側面図である。図 3 は、比較例に係る外径測定方法を説明するための数値制御工作機械の一例を示す模式的な部分側面図である。

【 0 0 1 5 】

なお、当然のことながら、図 2 及び図 3 に示した右手系 $X Y Z$ 座標は、構成要素の位置関係を説明するための便宜的なものである。図 2 及び図 3 において、 Z 軸はワーク 10 の回転軸に一致しており、 X 軸方向はワーク 10 の径方向において研削工具 22 によって研削される方向である。

【 0 0 1 6 】

図 2 に示すように、本実施形態に係る外径測定方法では、研削工具 22 によって研削された円柱状のワーク 10 の研削部 13 の外径をタッチプローブ TP によって測定する。

なお、当該明細書において、円柱状は、円筒状を含む。

【 0 0 1 7 】

図 1 に示すように、まず、図 2 に示すワーク 10 における異なる 2 箇所の非研削部 11、12 の既知の外径 ϕ_1 、 ϕ_2 を、タッチプローブ TP によって測定する。そして、ワーク 10 の回転軸に対するタッチプローブ TP の移動軸の傾きを算出する（ステップ ST1）。

【 0 0 1 8 】

ここで、図 2 に示すように、タッチプローブ TP は、ワーク 10 を介して研削工具 22 と対向配置されると共に、ワーク 10 の回転軸と略平行な移動軸に沿ってスライドできる。但し、図 2 に示すように、タッチプローブ TP の移動軸は、ワーク 10 の回転軸と厳密には平行ではない。

【 0 0 1 9 】

なお、タッチプローブ TP は、例えば複合加工機の下刃物台に搭載される。すなわち、図 2 に示すタッチプローブ TP の移動軸は、例えば下刃物台の移動軸である。また、図 2 では、ワーク 10 の回転軸に対するタッチプローブ TP の移動軸の傾きが誇張して描かれている。

【 0 0 2 0 】

ステップ ST1 におけるタッチプローブ TP の動作について、より詳細に説明する。

図 2 に示す例では、まず、校正位置 1（ Z 軸座標 z_1 ）において、タッチプローブ TP が X 軸方向に移動してワーク 10 に接触し、ワーク 10 における非研削部（第 1 の非研削部）11 の既知の外径 ϕ_1 を測定する。図 2 に示すように、校正位置 1（ Z 軸座標 z_1 ）においてタッチプローブ TP によって測定された X 座標が x_1 であるとする、校正位置 1（ Z 軸座標 z_1 ）における校正值 $c_1 = \phi_1 / 2 - x_1$ が得られる。

【 0 0 2 1 】

次に、タッチプローブ TP が移動軸に沿って、校正位置 2（ Z 軸座標 z_2 ）まで移動する。そして、タッチプローブ TP が X 軸方向に移動してワーク 10 に接触し、ワーク 10 における非研削部（第 2 の非研削部）12 の既知の外径 ϕ_2 を測定する。図 2 に示すように、校正位置 2（ Z 軸座標 z_2 ）においてタッチプローブ TP によって測定された X 座標が x_2 であるとする、校正位置 2（ Z 軸座標 z_2 ）における校正值 $c_2 = \phi_2 / 2 - x_2$ が得られる。

【 0 0 2 2 】

そのため、図 2 から容易に理解できるように、ステップ ST1 において算出するワーク 10 の回転軸に対するタッチプローブ TP の移動軸の傾き α は、校正位置 1、2 における Z 軸座標 z_1 、 z_2 及び校正值 c_1 、 c_2 を用いて、次式（1）で表現できる。

$$\alpha = (c_2 - c_1) / (z_2 - z_1) \cdots (1)$$

【0023】

なお、図2に示す非研削部11、12のいずれか一方における異なる2箇所において校正を行っても、傾き α を算出できる。但し、図2に示すように、研削部13の軸方向両端側に設けられた非研削部11、12の両方において校正を行うことによって、傾き α を精度良く算出できる。

また、ステップST1は、後述するステップST3よりも前に行う必要があるが、後述するステップST2よりも後に行ってもよい。

【0024】

図1に戻って、外径測定方法の説明を続ける。

次に、図1に示すように、ワーク10を中心軸周り（すなわちZ軸周り）に回転させつつ、研削工具22によって研削する（ステップST2）。 10

【0025】

図2に示す例では、研削工具22は、ワーク10の回転軸と平行な工具移動軸に沿ってスライド可能な工具装着部21に着脱可能に装着されている。そして、研削工具22は、ワーク10の研削部13をX軸正方向に押圧しつつ、X軸に平行な工具回転軸周りに回転すると共に、工具移動軸に沿ってZ軸方向にスライドする。研削工具22は、例えば砥石である。

【0026】

なお、例えば、研削部13のZ軸方向の長さが、研削工具22の径よりも小さい場合などには、研削工具22はZ軸方向にスライドしなくてもよい。すなわち、研削工具22がZ軸方向にスライド可能であることは必須ではない。また、研削工具22の回転軸は、X軸に平行でなくてもよく、例えば、Z軸に平行でもよい。 20

【0027】

次に、図1に示すように、タッチプローブTPでワーク10における研削部13の外径 ϕ_3 を測定し、ステップST1において算出したタッチプローブTPの移動軸の傾き α を用い、研削部13の外径 ϕ_3 の測定値を校正する（ステップST3）。

【0028】

具体的には、図2に示すように、タッチプローブTPが移動軸に沿って、測定位置（Z軸座標 z_3 ）まで移動する。そして、タッチプローブTPがX軸方向に移動し、ワーク10における研削部13の未知の外径 ϕ_3 を測定する。ここで、図2に示すように、測定位置（Z軸座標 z_3 ）における校正值 c_3 は、式（1）から得られた傾き α を用いて、次式（2）によって算出できる。 30

$$c_3 = c_1 + \alpha \times (z_3 - z_1) \cdots (2)$$

【0029】

そのため、測定位置（Z軸座標 z_3 ）においてタッチプローブTPによって測定されたX座標が x_3 であるとする、校正值 c_3 を用いて校正した $x_3 + c_3$ は、研削部13の外径 ϕ_3 の半分（すなわち研削部13の半径 $\phi_3 / 2$ ）に等しい。従って、研削部13の外径 ϕ_3 は、式（2）から得られた校正值 c_3 を用いて、測定されたX座標 x_3 を校正する次式（3）によって算出できる。

$$\phi_3 = (x_3 + c_3) \times 2 \cdots (3) \quad 40$$

【0030】

最後に、図1に示すように、ステップST3において得られた研削部13の外径 ϕ_3 が所定の寸法公差内であるか否か判定する（ステップST4）。研削部13の外径 ϕ_3 が寸法公差内であれば（ステップST4においてYES）、研削加工を終了する。他方、研削部13の外径 ϕ_3 が寸法公差内でなければ（ステップST4においてNO）、研削部13を研削するステップST2と、研削部13の外径 ϕ_3 を測定するステップST3とを繰り返す。

【0031】

ここで、図3に示す比較例に係る外径測定方法について説明する。

図3に示す比較例に係る外径測定方法では、タッチプローブTPの移動軸がワーク10 50

の回転軸と完全に平行であるとみなし、校正位置 1（Z 軸座標 z_1 ）のみにおいて校正を行う。図 3 に示す比較例でも、図 2 と同様に、Z 軸座標 z_1 における校正值 $c_1 = \phi_1 / 2 - x_1$ である。

【0032】

他方、図 3 に示す比較例では、タッチプローブ TP の移動軸の傾きを考慮していないため、測定位置（Z 軸座標 z_3 ）における校正值 $c_3 = c_1$ である。そのため、図 3 に示すように、研削部 13 の外径 ϕ_3 の測定値を校正しても、タッチプローブ TP の移動軸の傾きに伴う測定誤差が発生する。ここで、図 3 に示すように、研削部 13 の外径 ϕ_3 の測定位置（Z 軸座標 z_3 ）が、非研削部 11 の既知の外径 ϕ_1 の測定位置すなわち校正位置 1（Z 軸座標 z_1 ）から遠ざかる程、研削部 13 の外径 ϕ_3 の測定誤差が大きくなる。

10

【0033】

これに対し、図 2 に示す本実施形態に係る外径測定方法では、ワーク 10 における異なる 2 箇所の非研削部 11、12 の既知の外径 ϕ_1 、 ϕ_2 を、タッチプローブ TP によって測定し、ワーク 10 の回転軸に対するタッチプローブ TP の移動軸の傾き α を算出する。そして、研削部 13 の外径 ϕ_3 を測定する際、算出したタッチプローブ TP の移動軸の傾き α を用いて、研削部 13 の外径 ϕ_3 の測定値を校正する。

そのため、図 3 に示す比較例において発生する研削部 13 の外径 ϕ_3 の測定誤差を低減できる。

【0034】

なお、図 1 及び図 2 において、ステップ ST1（及びステップ ST2）よりも前に、工具装着部 21 に図示しない他のタッチプローブを装着し、当該他のタッチプローブによって非研削部 11、12 の外径 ϕ_1 、 ϕ_2 を測定して既知としてもよい。例えば、工具装着部 21 は Y 軸方向にも移動可能であり、工具装着部 21 に装着した他のタッチプローブが非研削部 11、12 に Y 軸方向両側から接触することによって、外径 ϕ_1 、 ϕ_2 を直接測定する。このような構成によって、外径 ϕ_1 、 ϕ_2 を精度良く測定できる。ここで、工具装着部 21 に対する他のタッチプローブと研削工具 22 との工具交換は、例えば自動工具交換装置（ATC：Automatic Tool Changer）によって行われる。

20

【0035】

なお、本開示は上記実施形態に限られたものではなく、趣旨を逸脱しない範囲で適宜変更することが可能である。

30

【符号の説明】

【0036】

10 ワーク
11、12 非研削部
13 研削部
21 工具装着部
22 研削工具
TP タッチプローブ

40

50

【図面】

【図 1】

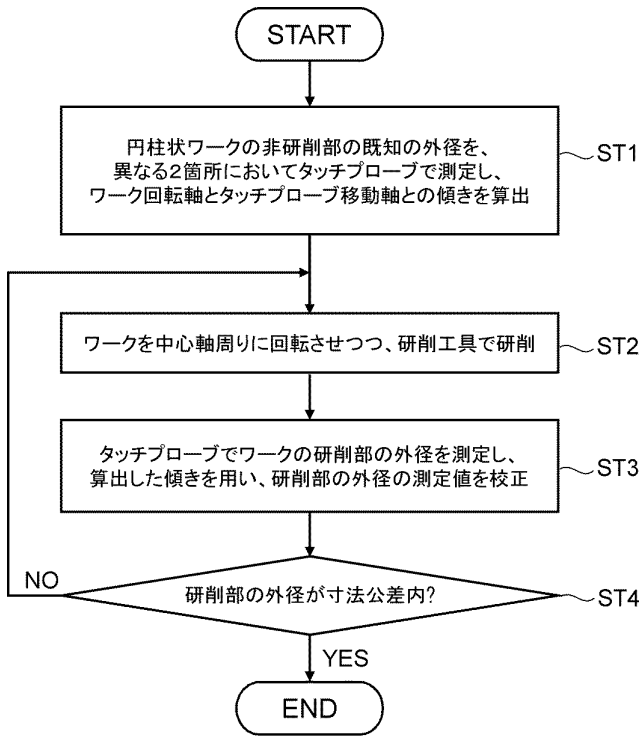


Fig. 1

【図 2】

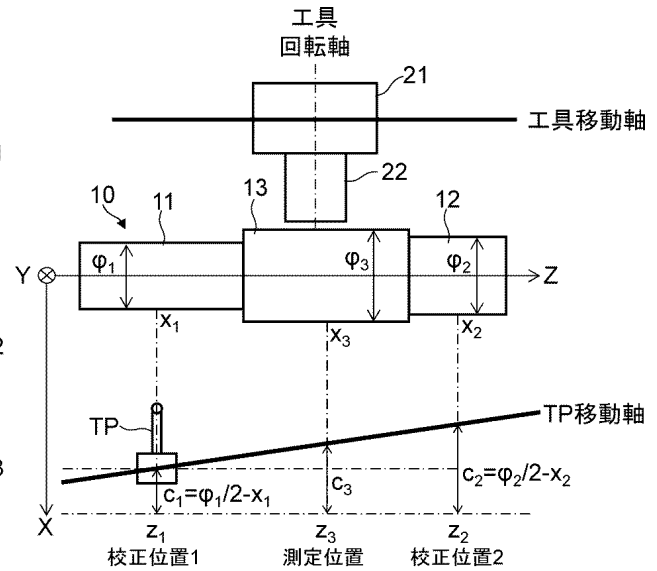


Fig. 2

【図 3】

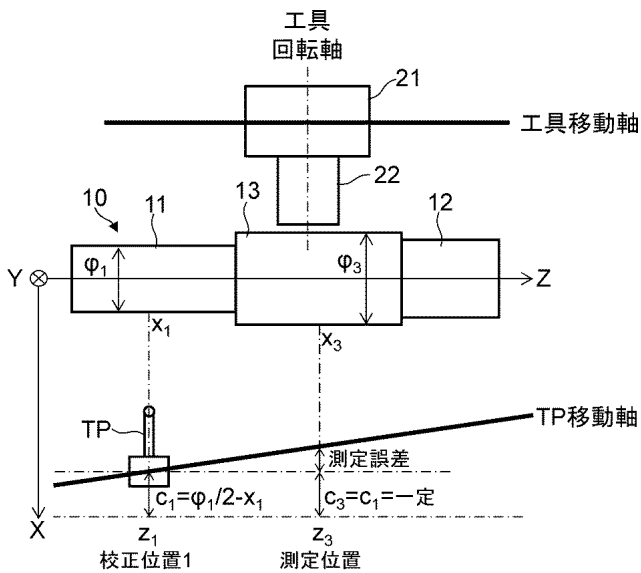


Fig. 3

10

20

30

40

50