

(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2014-133296

(P2014-133296A)

(43) 公開日 平成26年7月24日(2014.7.24)

(51) Int.Cl.  
B24B 5/24 (2006.01)

F1  
B24B 5/24

テーマコード(参考)  
3C043

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 19 頁)

(21) 出願番号 特願2013-4117(P2013-4117)  
(22) 出願日 平成25年1月11日(2013.1.11)

(71) 出願人 000167222  
光洋機械工業株式会社  
大阪府八尾市南植松町2丁目34番地  
(74) 代理人 100099977  
弁理士 佐野 章吾  
(74) 代理人 100104259  
弁理士 寒川 潔  
(72) 発明者 柚木 雅人  
大阪府八尾市南植松町2丁目34番地 光  
洋機械工業株式会社内  
Fターム(参考) 3C043 AA08 AA14 CC02 CC13

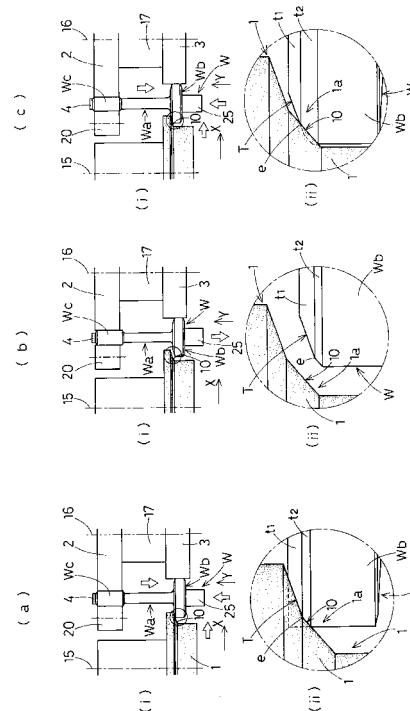
(54) 【発明の名称】 テーパー面エッジ部のセンタレス研削方法およびセンタレス研削装置

(57) 【要約】

【課題】ワークの連続するテーパ面の境界エッジ部を高精度に研削加工するセンタレス研削技術を提供する。

【解決手段】連続する2つのテーパ面 t1、t2 を有するワークWにおいて、両テーパ面 t1、t2 の境界エッジ部 e をセンタレス研削するに際して、支持回転されるワークWに対して、両テーパ面 t1、t2 に対応したプロフィールを有し、高速回転する砥石車 1 を相対的に切込み送りして、両テーパ面 t1、t2 を同時に研削加工した後、砥石車 1 をワークWに対して軸方向に所定量だけ相対的に移動させた後、さらに相対的に切込み送りすることにより、両テーパ面 t1、t2 のうち一方のテーパ面 t2 を研削加工する。これにより、連続する2つのテーパ面 t1、t2 を有するワークWにおいて、隣接するテーパ面 t1、t2 の境界エッジ部 e を高精度に研削加工することができる。

【選択図】 図3



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

連続する複数のテーパ面を有する工作物において、隣接するテーパ面の交差部である境界エッジ部をセンタレス研削する方法であって、

支持回転される工作物に対して、前記工作物の複数のテーパ面に対応したプロフィールを有し、高速回転する砥石車を相対的に切込み送りして、前記複数のテーパ面のすべてを同時に研削加工した後、前記砥石車を工作物に対して軸方向に所定量だけ相対的に移動させて、前記砥石車をさらに相対的に切込み送りする動作を順次繰り返すことにより、前記複数のテーパ面のうち第 2 番目以降のテーパ面を研削加工することを特徴とするテーパ面エッジ部のセンタレス研削方法。

10

## 【請求項 2】

連続する 2 つのテーパ面を有する工作物において、両テーパ面の交差部である境界エッジ部をセンタレス研削する方法であって、

支持回転される工作物に対して、前記工作物の 2 つのテーパ面に対応したプロフィールを有し、高速回転する砥石車を相対的に切込み送りして、前記 2 つのテーパ面を同時に研削加工した後、前記砥石車を工作物に対して軸方向に所定量だけ相対的に移動させて、前記砥石車をさらに相対的に切込み送りして、未使用の砥石面で一方のテーパ面を研削加工する

ことを特徴とする請求項 1 に記載のテーパ面エッジ部のセンタレス研削方法。

20

## 【請求項 3】

連続する 3 つのテーパ面を有する工作物において、隣接するテーパ面の交差部である 2 つの境界エッジ部をセンタレス研削する方法であって、

支持回転される工作物に対して、前記工作物の 3 つのテーパ面に対応したプロフィールを有し、高速回転する砥石車を相対的に切込み送りして、前記 3 つのテーパ面のすべてを同時に研削加工した後、前記砥石車を工作物に対して軸方向に所定量だけ相対的に移動させて、前記砥石車をさらに相対的に切込み送りして、未使用の砥石面で前記 3 つのテーパ面のうちの間部位に位置するテーパ面を研削加工する

ことを特徴とする請求項 1 に記載のテーパ面エッジ部のセンタレス研削方法。

## 【請求項 4】

前記工作物は、軸部本体の一端部に大径の鏝部が同軸状に設けられてなる鏝付き棒状の工作物の形態とされ、

前記鏝部の角部が、前記連続する複数のテーパ面により形成されている

ことを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれか一つに記載のテーパ面エッジ部のセンタレス研削方法。

30

## 【請求項 5】

前記工作物の支持回転は、予め仕上研削した前記工作物の軸部本体をブレードと調整車で支持するとともに、押圧手段により前記軸部本体を押し付け支持することにより行うことを特徴とする請求項 4 に記載のテーパ面エッジ部のセンタレス研削方法。

## 【請求項 6】

前記工作物の軸方向制御は、前記調整車と押圧手段による支持回転により工作物に生じる推力に抗して、工作物を軸方向へ送り込む送り手段の送り動作により行うことを特徴とする請求項 4 に記載のテーパ面エッジ部のセンタレス研削方法。

40

## 【請求項 7】

連続する複数のテーパ面を有する工作物において、隣接するテーパ面の交差部である境界エッジ部をセンタレス研削するセンタレス研削装置であって、

工作物の軸部本体を支持するブレードと、

回転駆動されて、工作物の軸部本体を支持回転する第 1 の調整車と、

回転駆動されて、工作物のテーパ面隣接位置を支持回転する第 2 の調整車と、

前記ブレードおよび第 1 の調整車に対して工作物を押し付け支持する押圧手段と、

回転駆動されて、前記調整車により支持回転される工作物のテーパ面を研削する砥石車

50

と、

前記調整車およびブレードにより回転支持される工作物を、前記砥石車に対して軸方向へ相対的に送る送り手段と、

前記調整車、押圧手段、砥石車および送り手段を相互に連動して制御する制御手段とを備えてなり、

前記制御手段により、前記調整車、押圧手段、砥石車および送り手段が相互に連動して制御されて、請求項 1 から 6 のいずれか一つに記載のセンタレス研削方法が実行される構成とされている

ことを特徴とするテーパ面エッジ部のセンタレス研削装置。

【請求項 8】

10

前記押圧手段は、工作物の軸部本体の外周面に転接可能な押えローラと、この押えローラを工作物の軸部本体の外周面に対して所定の押圧力をもって押圧する加圧手段とを備えてなる

ことを特徴とする請求項 7 に記載のテーパ面エッジ部のセンタレス研削装置。

【請求項 9】

前記送り手段は、工作物の後端面に当接可能なワークプッシャと、このワークプッシャを工作物の軸方向へ移動させる移動手段とを備えてなる

ことを特徴とする請求項 7 または 8 に記載のテーパ面エッジ部のセンタレス研削装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

20

【0001】

この発明は、テーパ面エッジ部のセンタレス研削方法およびセンタレス研削装置に関し、さらに詳細には、連続する複数のテーパ面の境界エッジ部を高精度に研削加工するセンタレス研削技術に関する。

【背景技術】

【0002】

例えば、図 8 ( a ) に示すような鋸付き棒状の工作物 ( 以下ワークと称する。 ) W において、鋸部 W b の角部 T は、2 つの連続するテーパ面 t 1、t 2 で形成されている。

【0003】

この角部 T ( t 1、t 2 ) をセンタレス研削する場合、従来は、図 9 に示すように、角部 T を形成するテーパ面 t 1、t 2 に対応したプロフィールを有する砥石車 a により、同時に研削して仕上げる方法がとられていた。このように連続する異なる 2 つの外周面 ( テーパ面とテーパ面、テーパ面と直円筒面 ) を同時にセンタレス研削する技術としては、例えば特許文献 1 ~ 3 に開示されるものがある。

30

【0004】

このように連続する 2 つのテーパ面 t 1、t 2 のように、異なる 2 つの外周面を同時に研削して仕上げる場合、以下に述べるような不具合ないしは問題があり、特に高精度な仕上加工が要望されるワークにおいては、さらなる改良が要望されていた。

【0005】

すなわち、これら両テーパ面 t 1、t 2 を同時に仕上げると、これら両テーパ面 t 1、t 2 の交差するエッジ部 e に対応した砥石車 a の角立ったエッジ研削部 c が早期に摩耗して R 形状に潰れてしまい、この潰れたエッジ研削部 c の形状がそのままワーク W に転写されてしまう。その結果、仕上げられたワーク W のエッジ部 e は、目的とする 2 つのテーパ面 t 1、t 2 の外周輪郭が交差する直線交差輪郭形状 ( 角立った形状 ) ではなく、曲線輪郭形状 ( いわゆる R 形状 ) になってしまうという問題があった。

40

【0006】

しかも、このワーク W のエッジ部 e は、ワーク W の研削前の形状にもよるが、研削する砥石車 a に摩耗を生じやすい部位で、上記 R 形状を助長する傾向が強い。

【0007】

この点に関して、上記砥石車 a に施すドレッシングのインターバルを短くすることによ

50

り、上記エッジ研削部 c を所定の形状に可及的に回復維持させる方法もあるが、このためにはこの部位をドレッシングするドレッサの先端形状が高精度に鋭利に仕上げられていることが前提となる。ところが、実際にはこの先端形状を鋭利に角立たせることはドレッサの構造上非常に困難で、結局、砥石車 a をドレッシングしても、ドレッサの上記先端形状がそのまま上記砥石車 a のエッジ研削部 c に転写されてしまうことになり、ワーク W のテーパ面 t 1、t 2 のエッジ部 e を高精度に角立たせるには限度があった。

【0008】

さらに、ワーク W のテーパ面 t 1、t 2 をそれぞれ異なる研削装置で研削する方法もあるが、このような研削方法では、別個独立した研削装置の採用により、上記 2 つのテーパ面 t 1、t 2 の同軸度が変わってしまい、仕様の精度が得られないことも考えられる。また、この研削方法では 2 台以上の研削装置が必要となり、研削効率の低下や製造コストの上昇を招くことにもなる。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0009】

【特許文献 1】特開平 5 - 253819 号公報

【特許文献 2】特開 2001 - 105287 号公報

【特許文献 3】特開 2003 - 25194 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

20

【0010】

本発明は、かかる従来の問題点に鑑みてなされたものであって、その目的とするところは、連続する複数のテーパ面を有するワークにおいて、隣接するテーパ面の交差部である境界エッジ部を高精度に研削加工することができるテーパ面エッジ部のセンタレス研削方法を提供することにある。

【0011】

本発明のもう一つの目的とするところは、上記研削方法を実施するのに適したテーパ面エッジ部のセンタレス研削装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0012】

30

上記目的を達成するため、本発明のセンタレス研削方法は、連続する複数のテーパ面を有するワークにおいて、隣接するテーパ面の交差部である境界エッジ部をセンタレス研削する方法であって、支持回転されるワークに対して、上記ワークの複数のテーパ面に対応したプロフィールを有し、高速回転する砥石車を相対的に切込み送りして、上記複数のテーパ面のすべてを同時に研削加工した後、上記砥石車をワークに対して軸方向に所定量だけ相対的に移動させて、上記砥石車をさらに相対的に切込み送りする動作を順次繰り返すことにより、上記複数のテーパ面のうち第 2 番目以降のテーパ面を研削加工することを特徴とする。

【0013】

40

好適な実施態様として、以下の構成が採用される。

(1) 連続する 2 つのテーパ面を有するワークにおいて、両テーパ面の交差部である境界エッジ部をセンタレス研削する方法であって、支持回転されるワークに対して、上記ワークの 2 つのテーパ面に対応したプロフィールを有し、高速回転する砥石車を相対的に切込み送りして、上記 2 つのテーパ面を同時に研削加工した後、上記砥石車をワークに対して軸方向に所定量だけ相対的に移動させて、上記砥石車をさらに相対的に切込み送りして、未使用の砥石面で一方のテーパ面を研削加工する。

【0014】

(2) 連続する 3 つのテーパ面を有するワークにおいて、隣接するテーパ面の交差部である 2 つの境界エッジ部をセンタレス研削する方法であって、支持回転されるワークに対して、上記ワークの 3 つのテーパ面に対応したプロフィールを有し、高速回転する砥石車を

50

相対的に切込み送りして、上記3つテーパ面のすべてを同時に研削加工した後、上記砥石車をワークに対して軸方向に所定量だけ相対的に移動させて、上記砥石車をさらに相対的に切込み送りして、未使用の砥石面で上記3つのテーパ面のうちの間部位に位置するテーパ面を研削加工する。

【0015】

(3) 上記ワークは、軸部本体の一端部に大径の鏝部が同軸状に設けられてなる鏝付き棒状のワークの形態とされ、上記鏝部の角部が、上記連続する複数のテーパ面により形成されている。

【0016】

(4) 上記ワークの支持回転は、予め仕上研削した上記ワークの軸部本体をブレードと調整車で支持するとともに、押圧手段により上記軸部本体を押し付け支持することにより行う。

10

【0017】

(5) 上記ワークの軸方向制御は、上記調整車と押圧手段による支持回転によりワークに生じる推力に抗して、ワークを軸方向へ送り込む送り手段の送り動作により行う。

【0018】

また、本発明のセンタレス研削装置は、上記センタレス研削方法を実施するのに適した装置であって、ワークの軸部本体を支持するブレードと、回転駆動されて、ワークの軸部本体を支持回転する第1の調整車と、回転駆動されて、ワークのテーパ面隣接位置を支持回転する第2の調整車と、上記ブレードおよび第1の調整車に対してワークを押し付け支持する押圧手段と、回転駆動されて、上記調整車により支持回転されるワークのテーパ面を研削する砥石車と、上記調整車およびブレードにより回転支持されるワークを、上記砥石車に対して軸方向へ相対的に送る送り手段と、上記調整車、押圧手段、砥石車および送り手段を相互に連動して制御する制御手段とを備えてなり、上記制御手段により、上記調整車、押圧手段、砥石車および送り手段が相互に連動して制御されて、上記センタレス研削方法が実行される構成とされていることを特徴とする。

20

【0019】

好適な実施態様として、以下の構成が採用される。

(1) 上記押圧手段は、ワークの軸部本体の外周面に転接可能な押えローラと、この押えローラをワークの軸部本体の外周面に対して所定の押圧力をもって押圧する加圧手段とを備えてなる。

30

【0020】

(2) 上記送り手段は、ワークの後端面に当接可能なワークブッシャと、このワークブッシャをワークの軸方向へ移動させる移動手段とを備えてなる。

【発明の効果】

【0021】

本発明によれば、連続する複数のテーパ面を有するワークにおいて、隣接するテーパ面の交差部である境界エッジ部をセンタレス研削する方法であって、支持回転されるワークに対して、上記ワークの複数のテーパ面に対応したプロフィールを有し、高速回転する砥石車を相対的に切込み送りして、上記複数のテーパ面のすべてを同時に研削加工した後、上記砥石車をワークに対して軸方向に所定量だけ相対的に移動させて、上記砥石車をさらに相対的に切込み送りする動作を順次繰り返すことにより、上記複数のテーパ面のうち第2番目以降のテーパ面を順次研削加工するから、連続する複数のテーパ面を有するワークにおいて、隣接するテーパ面の交差部である境界エッジ部を高精度に研削加工することができる。

40

【0022】

すなわち、例えば、鏝付き棒状のワークのように、鏝部の角部に2つ(複数)の連続するテーパ面が形成される場合に、これら2つのテーパ面に対応したプロフィールを有する砥石車を用いて、最初にこれら2つのテーパ面を同時に研削する。次に、上記砥石車の位置をワークに対して軸方向に所定量だけ相対的にずらして、砥石車をさらに相対的に切込

50

み送りして、一方のテーパ面を研削加工する。これにより、1台のセンタレス研削装置で連続する2つのテーパ面を所定のテーパ角度や寸法精度に仕上げることができるとともに、隣接するテーパ面の交差部である境界エッジ部についても、上記テーパ面を2回に分けて研削することで、エッジ部がいわゆるR形状になることを防止して、角立った形状に高精度に仕上げることができる。

【0023】

このような構成の研削方法によれば、ワークWの2のテーパ面の境界エッジ部に対応する砥石車の砥石面の角立つべき隅部がR形状になっていても、上記境界エッジ部を正確に角立ったエッジに形成することができる。

【0024】

さらに、上述のごとく1台のセンタレス研削装置での研削加工が可能となり、設備コストを低く抑えることができ、大幅なコストの低減化を図ることができる。

【図面の簡単な説明】

【0025】

【図1】本発明の実施形態1であるセンタレス研削装置の主要部の概略構成を示す平面図である。

【図2】同じく同センタレス研削装置の主要部の概略構成を示し、図2(a)は図1のA-A線に沿った正面図、図2(b)は図1のB-B線に沿った断面図である。

【図3】図3(a)~(c)は同センタレス研削装置における研削工程を説明するため平面図で、(ii)はそれぞれ(i)における一点鎖線円内の部位の拡大図である。

【図4】同研削工程における砥石車とワークプッシュアの切込み量の変化を示すサイクル線図である。

【図5】図5(a)~(e)は、本発明の実施形態2であるセンタレス研削装置による研削工程を説明するための平面図で、それぞれ図3における(ii)に対応する拡大図である。

【図6】図6(a)~(d)は、本発明の実施形態3であるセンタレス研削装置による研削工程を説明するための平面図で、図6(a)は砥石車の砥石面の拡大図、図6(b)~(d)はそれぞれ図3における(ii)に対応する拡大図である。

【図7】図7(a)~(c)は本発明の実施形態4であるセンタレス研削装置における研削工程を説明するため平面図である。

【図8】同センタレス研削装置により研削される鍔付き棒状のワークを示す正面図であり、図8(a)は全体正面図、図8(b)は実施形態1における研削対象部位である図8(a)の一点鎖線円内の部位の拡大図、図8(c)は実施形態2および3における研削対象部位である図8(a)の一点鎖線円内の部位の拡大図である。

【図9】従来のセンタレス研削装置により鍔付き棒状のワークのテーパ面を研削加工する状態を拡大して示す平面図である。

【発明を実施するための形態】

【0026】

以下、本発明の実施形態を図面に基づいて詳細に説明する。なお、図面全体にわたって同一の符号は同一の構成部材または要素を示している。

【0027】

実施形態1

本発明に係るセンタレス研削装置が図1および図2に示されており、この研削装置は、具体的には、図8(a)に示すような軸部本体W aの一端部に大径の鍔部W bが同軸状に設けられてなる鍔付き棒状のワークWにおいて、上記鍔部W bの角部Tをセンタレス研削するものである。この角部Tは、2つの連続するテーパ面、より具体的には図示のごとく外径側へ膨出状に連続する2つのテーパ面t 1、t 2(テーパ角度： $\theta_1 > \theta_2$ )で形成されており、本実施形態の研削装置は、これら2つのテーパ面t 1、t 2を、図8(b)に示すような角立った境界エッジ部eを有するテーパ面にセンタレス研削する。なお、ワークWの上記鍔部W bおよび軸部本体W aの大径軸部W cの円筒外周面は、後述するよう

10

20

30

40

50

に前工程において予め仕上げ加工されており、この軸部本体  $W a$  の大径軸部  $W c$  を加工基準として上記 2 つのテーパ面  $t 1$ 、 $t 2$  を研削加工する構成とされている。

【0028】

センタレス研削装置は、いわゆるプッシュスルーフィード研削が行える構成とされ、砥石車 1、第 1 の調整車 2、第 2 の調整車 3、ブレード 4、押圧装置（押圧手段）5、送り装置（送り手段）6 および制御装置（制御手段）7 を主要部として備えてなる。

【0029】

砥石車 1 は、図 1 ~ 図 3 に示すように、ワーク  $W$  における鏝部  $W b$  の角部  $T$  を連続する 2 つのテーパ面  $t 1$ 、 $t 2$  に研削加工するもので、その外周の砥石面 1 a が上記鏝部  $W b$  の角部  $T$  の外周面に対応したプロフィールを備え、特に砥石面 1 a におけるテーパ研削部 10 は、ワーク  $W$  のテーパ面  $t 1$ 、 $t 2$  の最終仕上げ形状に対応したプロフィールを備える形状寸法とされている。

10

【0030】

この砥石車 1 の駆動系は従来公知の一般的基本構造を備えている。具体的には、砥石車 1 は、砥石軸 15 に取外し可能に取付け固定され、この砥石軸 15 が固定的に設けられた砥石車台上（図示省略）に回転可能に軸承されるとともに、動力伝導ベルトや歯車機構を介して駆動モータ等の駆動源に駆動連結されている。また、具体的には図示しないが、上記砥石車台は、切込み装置により砥石車 1 の切込み方向  $X$  へ往復移動可能な構成とされている。そして、砥石車 1 の駆動源および上記切込み装置の駆動源は、制御装置 7 に電氣的に接続されている。

20

【0031】

なお、上記砥石車台は、上記のごとく切込み装置により砥石車 1 の切込み方向  $X$  へ往復移動可能とされることに加えて、送り装置により上記切込み方向  $X$  と直交する送り方向  $Y$  へ往復移動可能な構成とされてもよい。

【0032】

第 1 の調整車 2 は、図 1、図 2 ( b ) および図 3 に示すように、ワーク  $W$  の研削対象でない軸部本体  $W a$ 、より具体的には軸部本体  $W a$  における予め仕上研削された大径軸部  $W c$  のみを支持回転するもので、円筒面からなる回転支持面 2 a を備える。この調整車 2 は、摩擦係数の高いラバー製とされ、具体的には、砥粒をラバーで結合した摩擦係数の高いラバー砥石の形態とされている。

30

【0033】

第 2 の調整車 3 は、図 1、図 2 ( a ) および図 3 に示すように、ワーク  $W$  の研削対象であるテーパ面  $t 1$ 、 $t 2$  に隣接する予め仕上研削された鏝部  $W b$  のみを支持回転するもので、円筒面からなる回転支持面 3 a を備える。この調整車 3 は、耐摩耗性が大でかつ摩擦係数の低い鋳物製とされ、具体的には、耐摩耗性が大で、摩擦係数が低く、しかも被削性（被加工性）の良い鋳鉄製とされ、図示の実施形態においてはダクタイル鋳鉄の焼き入れ品が使用されている。なお、第 2 の調整車 3 と同様に上記第 1 の調整車 2 も同様な鋳物製とされても良い。

【0034】

これら調整車 2、3 は、ワーク  $W$  の送り方向  $Y$  への移動範囲においてワーク  $W$  の軸部本体  $W a$  における大径軸部  $W c$  および鏝部  $W b$  をそれぞれ常時回転支持する軸方向幅寸法を有するとともに、その共通する駆動系は従来公知の一般的基本構造を備えている。具体的には、調整車 2、3 は、共通の調整車軸 16 にスペーサ 17 を介して取外し可能に取付け固定され、この調整車軸 16 が調整車台上（図示省略）に回転可能に軸承されるとともに、動力伝導ベルトや歯車機構を介して駆動モータ等の駆動源に駆動連結され、この駆動源が上記制御装置 7 に電氣的に接続されている。

40

【0035】

また、上記第 1 および第 2 の調整車 2、3 の配置構成は、後述するように、押圧装置 5 との協働作用によるワーク  $W$  の回転支持により、このワーク  $W$  に生じる推力が、上記送り装置 6 によるワーク  $W$  の送り方向  $Y$  に対して逆方向となるように設定されている。具体的

50

には、図示の実施形態においては、調整車 2、3 の軸心つまり調整車軸 16 の傾斜角が、後述する押圧装置 5 との協働作用により、ワーク W に反送り方向（図 1 および図 3 において、送り方向 Y の逆方向）への推力を与える構造とされている。

【0036】

ブレード 4 は、図 1 および図 2 に示すように、第 1 の調整車 2 と共にワーク W の軸部本体 W a を支持するもので、上記調整車 2 と同様に上記調整車台上に設置されており、ワーク W の軸部本体 W a の大径軸部 W c を下方から支持する傾斜支持面 4 a を備えている。

【0037】

押圧装置 5 は、第 1 の調整車 2 に対してワーク W を押し付け支持するもので、主要部として押えローラ 20 および加圧手段 21 を備える。

10

【0038】

押えローラ 20 は、ワーク W の軸部本体 W a の大径軸部 W c の外周面に所定の押圧力をもって転接する構成とされ、具体的には、ローラ軸 22 により自由回転可能に支持されるとともに、上記加圧手段 21 により、ワーク W の大径軸部 W c の外周面に所定力をもって転接されている。図示の実施形態においては、上記加圧手段 21 として、弾発スプリング等の弾発付勢手段が採用されて、この弾発付勢手段 21 により押えローラ 20 がワーク W の大径軸部 W c の外周面に常時弾発付勢されている。

【0039】

そして、ワーク W の軸部本体 W a の大径軸部 W c の外周面がブレード 4 と回転駆動される第 1 の調整車 2 により支持された状態において、押圧装置 5 の押えローラ 20 が上記軸部本体 W a の大径軸部 W c を押し付け支持することにより、上記ワーク W が強制支持回転される。これと同時に、ワーク W には、後述する送り装置 6 によるワーク W の送り方向 Y に対して逆方向となる推力が生じる。

20

【0040】

送り装置 6 は、第 1 および第 2 の調整車 2、3 およびブレード 4 により強制回転支持されるワーク W を、砥石車 1 に対して軸方向（送り方向）へ相対的に送るもので、具体的には、上記送り方向 Y へ相対的に送る構成とされている。

【0041】

図示の実施形態の送り装置 6 は、ワーク W の後端面つまり鏝部 W b の端面に当接可能なワークプッシャ 25 と、このワークプッシャ 25 をワーク W の軸方向つまり上記送り方向 Y へ移動させる移動手段（図示省略）とを備えてなる。

30

【0042】

なお、前述したように砥石車 1 も送り方向 Y へ往復移動可能な構成とされる場合、ワーク W は、送り装置 6 により砥石車 1 に対して送り方向 Y へ強制的に送り込まれるとともに、このワーク W に対して上記砥石車 1 も送り方向 Y へ相対的に移動可能な構成とされ得る。

【0043】

ワークプッシャ 25 は、具体的には図示しないが、第 1 および第 2 の調整車 2、3 とブレード 4 により支持されるワーク W とほぼ同軸上に配置されて、このワーク W の軸方向つまり送り方向 Y へ往復移動可能に支持されるとともに、上記移動手段に駆動連結されている。このワークプッシャ 25 を送り方向 Y へ往復移動させる移動手段としては、リニアモータや、あるいは送りねじ機構を備えた従来公知の送り駆動装置が適宜採用される。

40

【0044】

そして、上記送り装置 6 により、ワークプッシャ 25 の先端部 25 a がワーク W の鏝部 W b の端面に当接されて、このワーク W を予め設定された速度で送り方向 Y へ所定距離だけ送り込む。

【0045】

この場合、ワーク W には第 1 の調整車 2 と押圧装置 5 の押えローラ 20 との支持回転により上記送り方向 Y と逆方向の推力が生じており、したがって、ワーク W の軸方向制御は、第 1 の調整車 2 と押圧装置 5 による支持回転によりワーク W に生じる推力に抗して、ワ

50

ークWを送り方向Yへ送り込む送り装置6の送り動作により行われる。

【0046】

以上の送り装置6の送り動作は、後述するように、制御装置7により砥石車1の切込み動作と同期して制御されて、砥石車1のワークWに対する相対的な切込み送りが行われる。

【0047】

制御装置7は、上記砥石車1、第1および第2の調整車2、3、押圧装置5および送り装置6の各駆動源を相互に連動して制御するもので、具体的には、CPU、ROM、RAMおよびI/Oポートなどからなるマイクロコンピュータで構成されたCNC装置である。この制御装置7には、以下に述べる研削工程（センタレス研削方法）を実行するための制御プログラムが、数値制御データとして、予めまたは図示しない操作盤のキーボード等により適宜選択的に入力設定される。

10

【0048】

しかして、以上のように構成されたセンタレス研削装置において、ワークWの連続する複数（図示の場合は2つ）のテーパ面 $t_1$ 、 $t_2$ を、その交差部である境界エッジ部 $e$ を含めてセンタレス研削するには、支持回転されるワークWに対して、高速回転する砥石車1を相対的に切込み送りして、その砥石面1aにおけるテーパ研削部10により上記両テーパ面 $t_1$ 、 $t_2$ が同時に研削加工された後、砥石車1をワークWに対して軸方向に所定量だけ相対的に移動させて、砥石車1をさらに相対的に切込み送りすることにより、上記2つテーパ面 $t_1$ 、 $t_2$ のうち小さなテーパ角度 $\alpha_2$ を有するテーパ面 $t_2$ を研削加工する。

20

【0049】

この場合、ワークWの鏝部 $W_b$ および軸部本体 $W_a$ の大径軸部 $W_c$ の円筒外周面は、前工程において予め仕上げ研削加工されており、この軸部本体 $W_a$ の大径軸部 $W_c$ の外周面を加工基準として上記2つのテーパ面 $t_1$ 、 $t_2$ が研削加工される。このような構成とすることにより、高精度な研削加工が確保される（基準となる外径部つまり上記大径軸部 $W_c$ の外周面が仕上研削加工されていないと、支持回転されるワークWがフれて回転し、境界エッジ部 $e$ の所定の角度（テーパ面 $t_1$ 、 $t_2$ の交差角度）や幅精度が得られない。）

【0050】

上記研削加工工程の具体的構成を、図3および図4を参照して以下に説明する。

30

【0051】

(i) ワークWがブレード4と第1および第2の調整車2、3により支持されるとともに、砥石車1がワークWの2つのテーパ面 $t_1$ 、 $t_2$ の初期研削（1段目研削）の切込み位置に配置された状態で、砥石車1および調整車2、3がそれぞれ所定の回転速度をもって所定の方向へ回転駆動されるとともに、送り装置6のワークプッシャ25の送り方向Yへの前進により、棒状のワークWがブレード4の傾斜支持面4a（図2参照）上に沿って所定の研削位置まで移動されて位置決めされる。この状態で、押圧装置5の押えローラ20がワークWの大径軸部 $W_c$ を所定の弾発付勢力をもって第1の調整車2に対して押し付ける結果、ワークWは、第1の調整車2の回転力により強制回転される。

40

【0052】

(ii) 砥石車1がワークWに接触する直前まで切込み方向Xへ早送りされた後（図4の(a)早送り参照）、砥石車1と送り装置6のワークプッシャ25が同時に（同期して）切込み方向Xおよび送り方向Yへ所定量だけ送り込まれることにより（図4の(b)研削粗送り（c）研削仕上送り参照）、砥石車1がワークWに対して所定の切込み量だけ相対的に切込まれて、ワークWのテーパ面 $t_1$ 、 $t_2$ が境界エッジ部 $e$ を含めて同時に研削される（図3(a)参照）、その後スパークアウトして1段目研削が完了する（図4の(d)スパークアウト参照）。

【0053】

この1段目研削により、2つのテーパ面 $t_1$ 、 $t_2$ が同時に研削されるとともに、テー

50

パ面  $t_1$ 、 $t_2$  のテーパ角度  $\theta_1$ 、 $\theta_2$  と、大きなテーパ角度  $\theta_1$  を有するテーパ面  $t_1$  が仕上げられる。

【0054】

この場合、上記ワークブッシャ 25 が最初から所定の研削位置に停止配置された状態で、砥石車 1 のみがワーク W に対して所定量だけ切込み送りされる構成とされても良い。また、これと逆に、砥石車 1 が最初から所定の切込み位置に停止配置された状態で、ワークブッシャ 25 のみが送り方向 Y へ所定量だけ送り込まれることにより、砥石車 1 がワーク W に対して所定の切込み量だけ相対的に切込まれる構成とされても良い。

【0055】

ただし、後者のワークブッシャ 25 のみが送り込まれる構成の場合、押圧装置 5 の押えローラ 20 により押付け支持されるワーク W の大径軸部  $W_c$  が、研削部位であるテーパ面  $t_1$ 、 $t_2$  から遠く離隔した位置にあるため、このワーク W の研削部位が多少回転フレを生じる傾向が強く、仕上研削された真円度に影響しやすい。そのため、前者の砥石車 1 のみが切込み送りされる構成の方が望ましい。

【0056】

(iii) 1 段目研削の完了後、ワークブッシャ 25 が所定量だけ送り方向 Y と逆方向に後退される (図 3 (b)、図 4 の (j) ワークブッシャ後退参照)。これにより、ワーク W は、自己の推力によりワークブッシャ 25 の後退動作に追従して送り方向 Y と逆方向へ移動し、砥石車 1 の砥石面 1 a のテーパ研削部 10 に対する軸方向位置が変更される。

【0057】

換言すれば、この動作により、砥石車 1 がワーク W に対して軸方向先端側へ、つまり 2 つテーパ面  $t_1$ 、 $t_2$  のうち大きなテーパ角度  $\theta_1$  を有するテーパ面  $t_1$  の位置する側へ所定量だけ相対的に移動することになる。

【0058】

この配置構成において、ワークブッシャ 25 が送り方向 Y への送り動作を停止待機した状態で、砥石車 1 がワーク W に接触する直前まで切込み方向 X へ早送りされる (図 4 の (k) ワークブッシャ待機および (e) 早送り参照)。

【0059】

(iv) 砥石車 1 がワーク W に接触直前まで早送りされた後、砥石車 1 とワークブッシャ 25 が同時に (同期して) 切込み方向 X および送り方向 Y へ所定量だけ送り込まれることにより (図 4 の (f) 研削粗送り (g) 研削仕上送り参照)、砥石車 1 がワーク W に対して所定の切込み量だけ相対的に切込まれて、小さなテーパ角度  $\theta_2$  を有するテーパ面  $t_2$  が 2 段目研削され (図 3 (c) 参照)、その後スパークアウトして 2 段目研削が完了する (図 4 の (h) スパークアウト参照)。

【0060】

以上の (i) ~ (iv) の工程により、2 つテーパ面  $t_1$ 、 $t_2$  の幅寸法 (ワーク W の軸方向寸法) が決まる。このとき、図示の実施形態においては、砥石車 1 の砥石面 1 a のテーパ研削部 10 のうち、1 段目研削で使用していない未使用部位で 2 段目研削を行うように動作制御されて、テーパ角度  $\theta_1$ 、 $\theta_2$  の精度が向上したり、2 つのテーパ面  $t_1$ 、 $t_2$  の境界エッジ部 e が R 形状になる等の問題が確実に解消防止される。

【0061】

ちなみに、1 段目研削で使用した砥石車 1 の砥石面 1 a のテーパ研削部 10 の部位を 2 段目研削に使用する場合、未使用部位との境目でワーク W のテーパ面  $t_2$  の仕上面に段差が生じる恐れがある。

【0062】

(v) スパークアウト後、砥石車 1 とワークブッシャ 25 が研削前位置まで後退復帰して研削工程が完了する (図 4 の (i) 砥石車・ワークブッシャ後退参照)。

【0063】

以上詳述したように、本実施形態によれば、連続する 2 つのテーパ面  $t_1$ 、 $t_2$  を有するワーク W において、隣接する両テーパ面  $t_1$ 、 $t_2$  の交差部である境界エッジ部 e をセ

10

20

30

40

50

ンタレス研削するに際して、支持回転されるワークWに対して、上記2つのテーパ面  $t_1$ 、 $t_2$  に対応したプロフィールを有し、高速回転する砥石車1を相対的に切込み送りして、2つのテーパ面  $t_1$ 、 $t_2$  を同時に研削加工した後、砥石車1をワークWに対して軸方向に所定量だけ相対的に移動させて、砥石車1をさらに相対的に切込み送りすることにより、上記2つのテーパ面  $t_1$ 、 $t_2$  のうち一方テーパ面  $t_2$  を研削加工するから、連続する2つのテーパ面  $t_1$ 、 $t_2$  を有するワークWにおいて、隣接するテーパ面  $t_1$ 、 $t_2$  の交差部である境界エッジ部  $e$  を高精度に研削加工することができる。

【0064】

すなわち、図8に示す鋳付き棒状のワークWのように、鋳部  $W_b$  の角部  $T$  に2つの連続するテーパ面  $t_1$ 、 $t_2$  が形成される場合に、これら2つのテーパ面  $t_1$ 、 $t_2$  に対応したプロフィールを有する砥石車1を用いて、最初にこれら2つのテーパ面  $t_1$ 、 $t_2$  を同時に研削する。次に、上記砥石車1の位置をワークWに対して軸方向に所定量だけ相対的にずらして、砥石車1をさらに相対的に切込み送りして、一方のテーパ面  $t_2$  を研削加工する。これにより、1台のセンタレス研削装置で連続する2つのテーパ面  $t_1$ 、 $t_2$  を所定のテーパ角度や寸法精度に仕上げることができるとともに、隣接するテーパ面  $t_1$ 、 $t_2$  の交差部である境界エッジ部  $e$  についても、上記テーパ面  $t_1$ 、 $t_2$  を2回に分けて研削することで、エッジ部  $e$  がいわゆるR形状になることを防止して、角立った形状に高精度に仕上げることができる。

10

【0065】

このような構成の研削方法によれば、ワークの2つのテーパ面  $t_1$ 、 $t_2$  の境界エッジ部  $e$  に対応する砥石車1の砥石面  $1a$  のテーパ研削部  $10$  の角立つべき隅部がR形状になっても、上記境界エッジ部  $e$  を正確に角立ったエッジに形成することができる。

20

【0066】

さらに、上述のごとく1台のセンタレス研削装置での研削加工が可能となり、設備コストを低く抑えることができ、大幅なコストの低減化を図ることができる。

【0067】

実施形態2

本実施形態は図5に示されており、図8(a)に示す鋳付き棒状のワークWにおいて、鋳部  $W_b$  の角部  $T$  を図8(c)に示すような角立った2つの境界エッジ部  $e_1$ 、 $e_2$  を有する3つの連続するテーパ面、より具体的には図示のごとく外径側へ膨出状に連続する3つの  $t_1$ 、 $t_2$ 、 $t_3$  (テーパ角度： $1 > 2 > 3$ ) にセンタレス研削する構成とされたものである。

30

【0068】

なお、ワークWの上記鋳部  $W_b$  および軸部本体  $W_a$  の大径軸部  $W_c$  の円筒外周面が、前工程において予め仕上げ加工されており、この軸部本体  $W_a$  の大径軸部  $W_c$  を加工基準として研削対象であるテーパ面(図示の場合は3つの連続するテーパ面  $t_1$ 、 $t_2$ 、 $t_3$ ) を研削加工する構成とされている点は実施形態1と同様である。

【0069】

また、本実施形態のセンタレス研削装置の構成は、砥石車1を除いて、実施形態1のものと同様の構成とされている。

40

【0070】

砥石車1の砥石面  $1a$  は、ワークWの鋳部  $W_b$  の角部  $T$  の外周面に対応したプロフィールを備え、特に砥石面  $1a$  におけるテーパ研削部  $10$  は、図示されるように、ワークWの3つのテーパ面  $t_1$ 、 $t_2$ 、 $t_3$  の最終仕上げ形状に対応したプロフィールを備える形状寸法とされている。

【0071】

しかして、以上のように構成されたセンタレス研削装置において、ワークWの連続する複数(図示の場合は3つ)のテーパ面  $t_1$ 、 $t_2$ 、 $t_3$  を、その交差部である境界エッジ部  $e_1$ 、 $e_2$  を含めてセンタレス研削するには、支持回転されるワークWに対して、高速回転する砥石車1を相対的に切込み送りして、その砥石面  $1a$  におけるテーパ研削部  $10$

50

により上記3つのテーパ面  $t_1$ 、 $t_2$ 、 $t_3$  のすべてが同時に研削加工された後、砥石車1をワークWに対して軸方向に所定量だけ相対的に移動させて、砥石車1をさらに相対的に切込み送りする動作を2回順次繰り返すことにより、上記3つのテーパ面  $t_1$ 、 $t_2$ 、 $t_3$  のうち第2番目以降の順次小さくなるテーパ角度  $\alpha_2$ 、 $\alpha_3$  を有するテーパ面  $t_2$ 、 $t_3$  を順次研削加工する。

【0072】

上記研削加工工程の具体的構成を、図5(a)～(e)を参照して以下に説明する。

【0073】

(i) ワークWがブレード4と第1および第2の調整車2、3により支持されるとともに、砥石車1がワークWの2つのテーパ面  $t_1$ 、 $t_2$ 、 $t_3$  の初期研削(1段目研削)の切込み位置に配置された状態で、砥石車1および調整車2、3がそれぞれ所定の回転速度をもって所定の方向へ回転駆動されるとともに、送り装置6のワークプッシャ25の送り方向Yへの前進により、棒状のワークWがブレード4の傾斜支持面4a(図2参照)上に沿って所定の研削位置まで移動して位置決めされる。この位置決め状態で、押圧装置5の押えローラ20がワークWの大径軸部Wcを所定の弾発付勢力をもって第1の調整車2に対して押し付ける結果、ワークWは、第1の調整車2の回転力により強制回転される。

10

【0074】

(ii) 砥石車1がワークWに接触する直前まで切込み方向Xへ早送りされた後、砥石車1と送り装置6のワークプッシャ25が同時に(同期して)切込み方向Xおよび送り方向Yへ所定量だけ送り込まれることにより、砥石車1がワークWに対して所定の切込み量だけ相対的に切込まれて、ワークWの3つのテーパ面  $t_1$ 、 $t_2$ 、 $t_3$  のすべてが境界エッジ部  $e_1$ 、 $e_2$  を含めて同時に研削され(図5(a)参照)、その後スパークアウトして1段目研削が完了する。

20

【0075】

この1段目研削により、3つのテーパ面  $t_1$ 、 $t_2$ 、 $t_3$  が同時に研削されるとともに、テーパ面  $t_1$ 、 $t_2$ 、 $t_3$  のテーパ角度  $\alpha_1$ 、 $\alpha_2$ 、 $\alpha_3$  と、大きなテーパ角度  $\alpha_1$  を有するテーパ面  $t_1$  が仕上げられる。

【0076】

(iii) 1段目研削の完了後、ワークプッシャ25が所定量だけ送り方向Yと逆方向に後退される(図5(b)参照)。これにより、ワークWは、自己の推力によりワークプッシャ25の後退動作に追随して送り方向Yと逆方向へ移動し、砥石車1の砥石面1aのテーパ研削部10に対する軸方向位置が変更される。

30

【0077】

この配置構成において、ワークプッシャ25が送り方向Yへの送り動作を停止待機した状態で、砥石車1がワークWに接触する直前まで切込み方向Xへ早送りされる。

【0078】

(iv) 砥石車1がワークWに接触直前まで早送りされた後、砥石車1とワークプッシャ25が同時に(同期して)切込み方向Xおよび送り方向Yへ所定量だけ送り込まれることにより、砥石車1がワークWに対して所定の切込み量だけ相対的に切込まれて、ワークWの小さなテーパ角度  $\alpha_2$ 、 $\alpha_3$  を有する2つのテーパ面  $t_2$ 、 $t_3$  が境界エッジ部  $e_2$  を含めて同時に研削され(図5(c)参照)、その後スパークアウトして2段目研削が完了する。

40

【0079】

この2段目研削により、2つのテーパ面  $t_2$ 、 $t_3$  が同時に研削されるとともに、テーパ面  $t_2$ 、 $t_3$  のテーパ角度  $\alpha_2$ 、 $\alpha_3$  と、大きい方のテーパ角度  $\alpha_2$  を有するテーパ面  $t_2$  が仕上げられる。

【0080】

(v) 2段目研削の完了後、ワークプッシャ25が所定量だけ送り方向Yと逆方向に後退される(図5(d)参照)。これにより、ワークWは、自己の推力によりワークプッシャ25の後退動作に追随して送り方向Yと逆方向へ移動し、砥石車1の砥石面1aのテーパ

50

研削部 10 に対する軸方向位置がさらに変更される。

【0081】

換言すれば、この動作により、砥石車 1 がワーク W に対してさらに軸方向先端側へ、つまり 2 つのテーパ面 t 2、t 3 のうち、大きなテーパ角度  $\alpha_2$  を有するテーパ面 t 2 の位置する側へ所定量だけ相対的に移動することになる。

【0082】

この配置構成において、ワークブッシャ 25 が送り方向 Y への送り動作を停止待機した状態で、砥石車 1 がワーク W に接触する直前まで切込み方向 X へ早送りされる。

【0083】

(vi) 砥石車 1 がワーク W に接触直前まで早送りされた後、砥石車 1 とワークブッシャ 25 が同時に (同期して) 切込み方向 X および送り方向 Y へ所定量だけ送り込まれることにより、砥石車 1 がワーク W に対して所定の切込み量だけ相対的に切込まれて、一番小さなテーパ角度  $\alpha_3$  を有するテーパ面 t 3 が 3 段目研削され (図 5 (e) 参照)、その後スパークアウトして 3 段目研削が完了する。

10

【0084】

以上の (i) ~ (vi) の工程により、3 つテーパ面 t 1、t 2、t 3 の幅寸法 (ワーク W の軸方向寸法) が決まる。

【0085】

(vii) スパークアウト後、砥石車 1 とワークブッシャ 25 が研削前位置まで後退復帰して研削工程が完了する。

20

【0086】

なお、3 つの連続するテーパ面 t 1、t 2、t 3 の研削順序は、図示の実施形態のようにテーパ角度の最も大きなテーパ面 t 1 から小さなテーパ面 t 3 に向けて順次仕上げるようにしているが、これと逆に、テーパ角度の最も小さなテーパ面 t 3 から大きなテーパ面 t 1 に向けて順次仕上げるようにしても良い。

その他の構成および作用は実施形態 1 と同様である。

【0087】

実施形態 3

本実施形態は図 6 に示されており、図 8 (a) に示す鍔付き棒状のワーク W において、鍔部 W b の角部 T を、実施形態 2 と同様、図 8 (c) に示すような角立った 2 つの境界エッジ部 e 1、e 2 を有する 3 つの連続するテーパ面、より具体的には図示のごとく外径側へ膨出状に連続する 3 つの t 1、t 2、t 3 (テーパ角度:  $\alpha_1 > \alpha_2 > \alpha_3$ ) にセントラレス研削する構成とされたものである。

30

【0088】

なお、ワーク W の上記鍔部 W b および軸部本体 W a の大径軸部 W c の円筒外周面が、前工程において予め仕上げ加工されており、この軸部本体 W a の大径軸部 W c を加工基準として 3 つの連続するテーパ面 t 1、t 2、t 3 を研削加工する構成とされている点は実施形態 2 と同様である。

【0089】

また、本実施形態のセントラレス研削装置の構成は、砥石車 1 を除いて、実施形態 1 のものと同様の構成とされている。

40

【0090】

砥石車 1 の砥石面 1 a は、ワーク W の鍔部 W b の角部 T の外周面に対応したプロフィールを備え、特に砥石面 1 a におけるテーパ研削部 10 は、図示されるように、ワーク W の 3 つのテーパ面 t 1、t 2、t 3 の最終仕上げ形状に対応したプロフィールを備える形状寸法とされるとともに、このテーパ研削部 10 に隣接して、テーパ仕上研削部 11 が形成され、このテーパ仕上研削部 11 は、上記 3 つのテーパ面 t 1、t 2、t 3 のうちの中間部位に位置するテーパ面 t 2 の最終仕上げ形状に対応したプロフィールを備える形状寸法とされている。

【0091】

50

しかして、以上のように構成されたセンタレス研削装置において、ワークWの連続する複数（図示の場合は3つ）のテーパ面 $t_1$ 、 $t_2$ 、 $t_3$ を、その交差部である境界エッジ部 $e_1$ 、 $e_2$ を含めてセンタレス研削するには、支持回転されるワークWに対して、高速回転する砥石車1を相対的に切込み送りして、その砥石面1aにおけるテーパ研削部10により上記3つのテーパ面 $t_1$ 、 $t_2$ 、 $t_3$ のすべてが同時に研削加工された後、砥石車1をワークWに対して軸方向に所定量だけ相対的に移動させて、砥石車1をさらに相対的に切込み送りして、未使用の砥石面であるテーパ仕上研削部11で上記3つのテーパ面 $t_1$ 、 $t_2$ 、 $t_3$ のうちの間部位に位置するテーパ面 $t_2$ を研削加工する。

【0092】

上記研削加工工程の具体的構成を、図6(a)～(d)を参照して以下に説明する。

10

【0093】

(i) ワークWがブレード4と第1および第2の調整車2、3により支持されるとともに、砥石車1がワークWの2つのテーパ面 $t_1$ 、 $t_2$ 、 $t_3$ の初期研削（1段目研削）の切込み位置に配置された状態で、砥石車1および調整車2、3がそれぞれ所定の回転速度をもって所定の方向へ回転駆動されるとともに、送り装置6のワークプッシャ25の送り方向Yへの前進により、棒状のワークWがブレード4の傾斜支持面4a（図2参照）上に沿って所定の研削位置まで移動して位置決めされる。この位置決め状態で、押圧装置5の押えローラ20がワークWの大径軸部Wcを所定の弾発付勢力をもって第1の調整車2に対して押し付ける結果、ワークWは、第1の調整車2の回転力により強制回転される。

【0094】

20

(ii) 砥石車1がワークWに接触する直前まで切込み方向Xへ早送りされた後、砥石車1と送り装置6のワークプッシャ25が同時に（同期して）切込み方向Xおよび送り方向Yへ所定量だけ送り込まれることにより、砥石車1がワークWに対して所定の切込み量だけ相対的に切込まれて、実施形態2と同様に、砥石車1の砥石面1aにおけるテーパ研削部10によりワークWの3つのテーパ面 $t_1$ 、 $t_2$ 、 $t_3$ のすべてが境界エッジ部 $e_1$ 、 $e_2$ を含めて同時に研削され（図6(b)参照）、その後スパークアウトして1段目研削が完了する。

【0095】

この1段目研削により、3つのテーパ面 $t_1$ 、 $t_2$ 、 $t_3$ のすべてが同時に研削されるとともに、テーパ面 $t_1$ 、 $t_2$ 、 $t_3$ のテーパ角度 $\theta_1$ 、 $\theta_2$ 、 $\theta_3$ と、最大のテーパ角度 $\theta_1$ を有するテーパ面 $t_1$ と最小のテーパ角度 $\theta_3$ を有するテーパ面 $t_3$ が同時に仕上げられる。

30

【0096】

(iii) 1段目研削の完了後、ワークプッシャ25が所定量だけ送り方向Yと逆方向に後退される。これにより、ワークWは、自己の推力によりワークプッシャ25の後退動作に追従して送り方向Yと逆方向へ移動し、砥石車1の砥石面1aに対する軸方向位置が変更される。また、このワークWの軸方向への移動と同時に、砥石車1も切込み方向Xと逆方向へ移動（後退）する。

【0097】

具体的には、これらワークWの送り方向Yと逆方向への移動および砥石車1の切込み方向Xと逆方向へ移動により、ワークWの3つのテーパ面 $t_1$ 、 $t_2$ 、 $t_3$ のうちの間部位に位置するテーパ面 $t_2$ が砥石車1の砥石面1aにおける未使用の砥石面であるテーパ仕上研削部11に対向配置され（図6(c)参照）、これにより、上記砥石車1のテーパ仕上研削部11によるワークWのテーパ面 $t_2$ の研削位置が決定される。

40

【0098】

(iv) 砥石車1がワークWに接触直前まで早送りされた後、砥石車1とワークプッシャ25が同時に（同期して）切込み方向Xおよび送り方向Yへ所定量だけ送り込まれることにより、砥石車1がワークWに対して所定の切込み量だけ相対的に切込まれて、中間部位に位置するテーパ面 $t_2$ が2段目研削され（図6(d)参照）、その後スパークアウトして2段目研削が完了する。

50

## 【0099】

以上の(i)～(iv)の工程により、3つテーパ面 $t_1$ 、 $t_2$ の幅寸法(ワークWの軸方向寸法)が決まる。このとき、図示の実施形態においては、砥石車1の砥石面1aにおける未使用の砥石面であるテーパ仕上研削部11で上記2段目研削を行うように動作制御されて、テーパ角度 $\alpha_1$ 、 $\alpha_2$ 、 $\alpha_3$ の精度が向上したり、3つのテーパ面 $t_1$ 、 $t_2$ 、 $t_3$ の境界エッジ部 $e_1$ 、 $e_2$ がR形状になる等の問題が確実に解消防止される。

## 【0100】

また、本実施形態によれば、2回の砥石車1の切込みにより3つのテーパ面 $t_1$ 、 $t_2$ 、 $t_3$ が仕上げられる。

その他の構成および作用は実施形態1と同様である。

10

## 【0101】

## 実施形態4

本実施形態は図7に示されており、実施形態1のセンタレス研削装置の構成に加えて、図8(a)に示す鋸付き棒状のワークWについて、前工程において予め仕上げ加工されていた鋸部Wbおよび軸部本体Waの大径軸部Wcの円筒外周面を仕上研削加工する構成も兼備してなるものである。

## 【0102】

すなわち、本実施形態のセンタレス研削装置は、実施形態1の研削装置の構成部つまりワークWのテーパ面 $t_1$ 、 $t_2$ をセンタレス研削するテーパ面研削領域A(砥石車1、第1の調整車2、第2の調整車3、ブレード4、押圧装置(押圧手段)5、送り装置(送り手段)6を備える。)に隣接して、ワークWの鋸部Wbおよび軸部本体Waの大径軸部Wcの円筒外周面をセンタレス研削する円筒面研削領域Bを備えてなる。

20

## 【0103】

この円筒面研削領域Bは、砥石車50、調整車51、ブレード52、前後ストッパ53、54を主要部として備えてなり、テーパ面研削領域Aと同様に、制御装置7により駆動制御される構成とされている。

## 【0104】

砥石車50は、ワークWにおける軸部本体Waの大径軸部Wcと鋸部Wbの外周面を研削加工するもので、その外周の砥石面50aがワークWの大径軸部Wcと鋸部Wbの外周面に対応したプロフィールを備えるとともに、その駆動系は前述したテーパ面研削領域Aの砥石車1の駆動系と同様、従来公知の一般的基本構造を備えている。

30

## 【0105】

調整車51は、ワークWの研削対象である軸部本体Waの大径軸部Wcと鋸部Wbの外周面を支持回転するもので、これらの外周面に対応した円筒面からなる回転支持面51a、51bを備えるとともに、その駆動系は前述したテーパ面研削領域Aの調整車2、3の駆動系と同様、従来公知の一般的基本構造を備えている。

## 【0106】

また、調整車51の配置構成は、ワークWの回転支持により、このワークWに生じる推力が、図7(a)の矢符方向(送り装置6によるワークWの送り方向Yに対して逆方向)となるように設定されている。

40

## 【0107】

ブレード52は、調整車51と共にワークWの軸部本体Waの大径軸部Wcと鋸部Wbを支持するもので、これらを下方から支持する傾斜支持面(図示省略)を備えている。

## 【0108】

前後ストッパ53、54は、ワークWを軸方向位置を規制するもので、研削加工時には、ワークWは自己の推力により後ストッパ54に当接して、その軸方向位置を規制される。

## 【0109】

そして、ワークWの軸部本体Waの大径軸部Wcと鋸部Wbの外周面がブレード4と回転駆動される調整車51により強制支持回転された状態において、高速回転する砥石車5

50

0 がワーク W に対して所定量だけ切込み送りされて、ワーク W の軸部本体 W a の大径軸部 W c と鏝部 W b の外周面を研削加工する。

【0110】

しかして、以上のように構成されたセンタレス研削装置においては、テーパ面研削領域 A により、実施形態 1 で説明したワーク W の連続した 2 つのテーパ面 t 1、t 2 を、図 8 (b) に示すような角立った境界エッジ部 e を有するテーパ面 t 1、t 2 にセンタレス研削するとともに、円筒面研削領域 B により、上記テーパ面 t 1、t 2 の研削加工基準となるワーク W の鏝部 W b および軸部本体 W a の大径軸部 W c、W d の円筒外周面を研削することができ、一台の研削装置でワーク W の外径部 (鏝部 W b および軸部本体 W a の大径軸部 W c の円筒外周面) とテーパ面 t 1、t 2 を研削することができる。

10

【0111】

具体的には、図 7 を参照して、図 7 (a) がテーパ面 t 1、t 2 の研削加工、図 7 (b) がワーク W の上記外径部 W b、W c の研削加工、および図 7 (c) がワーク W の外径部 W b、W c とテーパ面 t 1、t 2 の並行する研削加工をそれぞれ示しており、図示のようにワーク W を 2 個並べて、制御装置 7 により、図 7 (a) ~ (c) の順序で研削工程を実行することで、ワーク W の外径部 W b、W c とテーパ面 t 1、t 2 を 1 台の研削装置で研削することができ、実施形態 1 に比較してさらなる研削装置の使用台数の削減ができる。

その他の構成および作用は実施形態 1 と同様である。

【0112】

なお、上述した実施形態 1 ~ 4 はあくまでも本発明の好適な実施態様を示すものであって、本発明はこれに限定されることなく、その範囲において種々の設計変更が可能である。

20

【0113】

例えば、実施形態 1 ~ 4 においては、図 8 (a) に示す鏝付き棒状のワーク W において、鏝部 W b の角部 T を図 8 (b) および図 8 (c) に示すような角立った 2 つまたは 3 つの連続するテーパ面 t 1、t 2 または t 1、t 2、t 3 にセンタレス研削する場合について説明したが、本発明のセンタレス研削技術は、このような鏝部 W b の内側部位のテーパ面の他、軸本体 W a や鏝部 W b の外側部位、軸部本体 W a の大径軸部 W c の端部など、他の部位における連続するテーパ面についても適用可能である。

【0114】

また、本発明は、実施形態 1、4 の連続する 2 つのテーパ面 t 1、t 2 の研削、あるいは実施形態 2、3 の連続する 3 つのテーパ面 t 1、t 2、t 3 の研削の他、4 つ以上の連続するテーパ面についても、これらテーパ面に対応するプロフィールを有する砥石車を用いて、実施形態 1 ~ 4 と同様の考え方で研削可能である。

30

【0115】

つまり、具体的に図示しないが、連続する複数 (4 つ以上) のテーパ面を有するワークにおいて、隣接するテーパ面の交差部である境界エッジ部をセンタレス研削するに際しては、支持回転されるワークに対して、このワークの複数のテーパ面に対応したプロフィールを有し、高速回転する砥石車 1 を相対的に切込み送りして、上記複数のテーパ面のすべてを同時に研削加工した後、上記砥石車 1 を上記ワークに対して軸方向に所定量だけ相対的に移動させて、上記砥石車 1 をさらに相対的に切込み送りする動作を順次繰り返すことにより、上記複数のテーパ面のうち第 2 番目以降のテーパ面を順次研削加工することで、4 つ以上の連続するテーパ面を研削することができる。

40

【符号の説明】

【0116】

W	ワーク (工作物)
W a	ワークの軸部本体
W b	ワークの鏝部
W c	軸部本体の大径軸部
T	角部
t 1、t 2	テーパ面

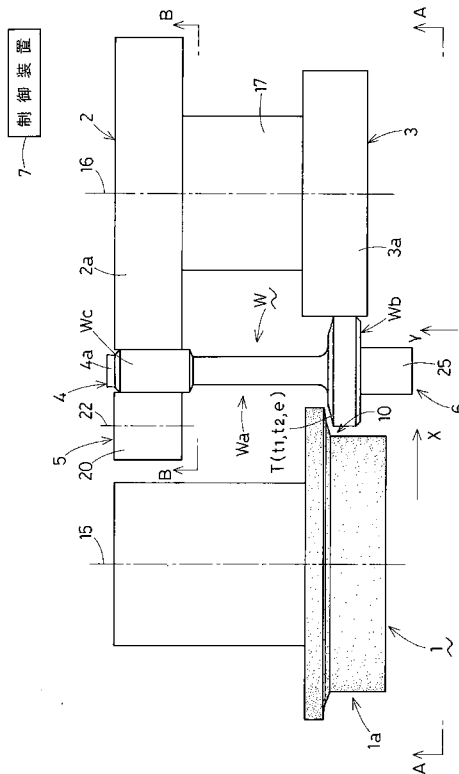
50

- e 境界エッジ部
- Y 送り方向
- X 切込み方向
- A テーパ面研削領域
- B 円筒面研削領域
- 1 砥石車
- 1 a 砥石面
- 2 第1の調整車
- 3 第2の調整車
- 4 ブレード
- 5 押圧装置（押圧手段）
- 6 送り装置（送り手段）
- 7 制御装置（制御手段）
- 10 砥石面のテーパ研削部
- 11 砥石面のテーパ仕上研削部
- 20 押えローラ
- 25 ワークプッシャ
- 50 砥石車
- 51 調整車
- 52 ブレード
- 53、54 ストップ

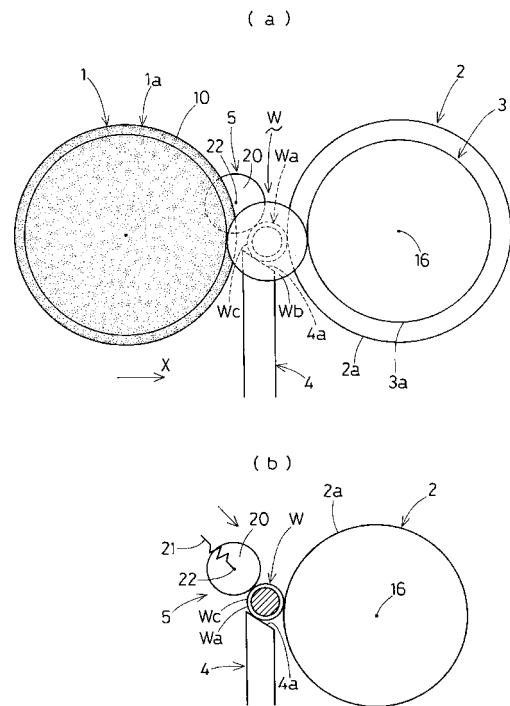
10

20

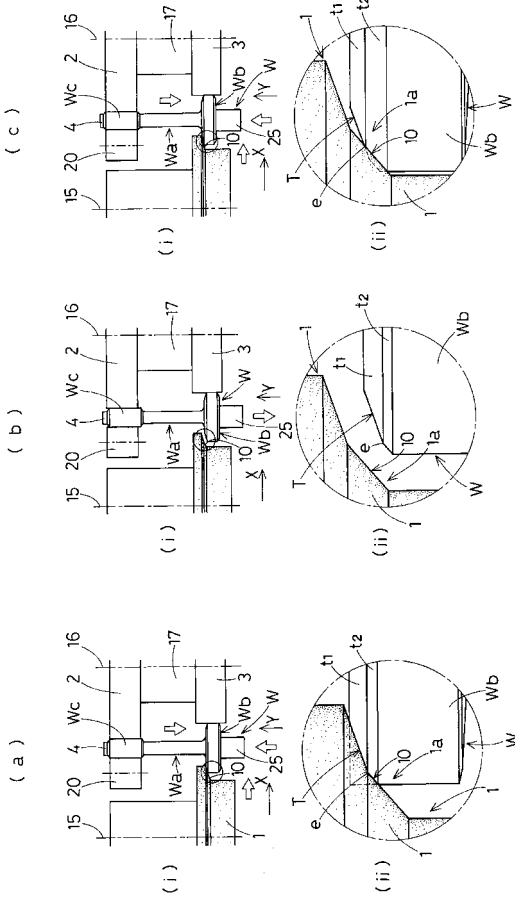
【図1】



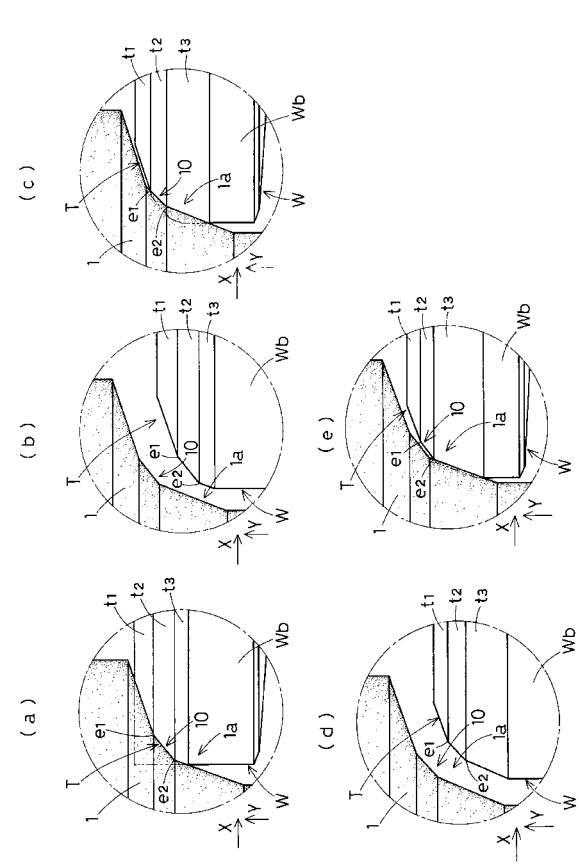
【図2】



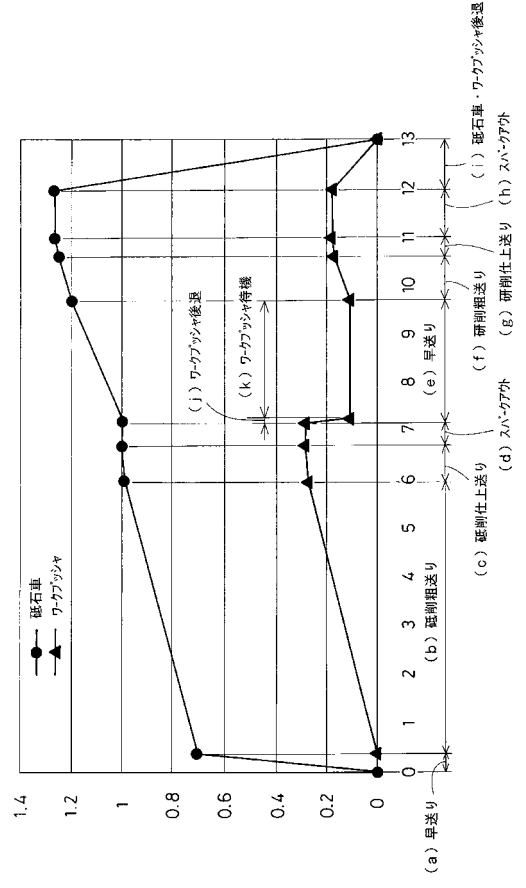
【 図 3 】



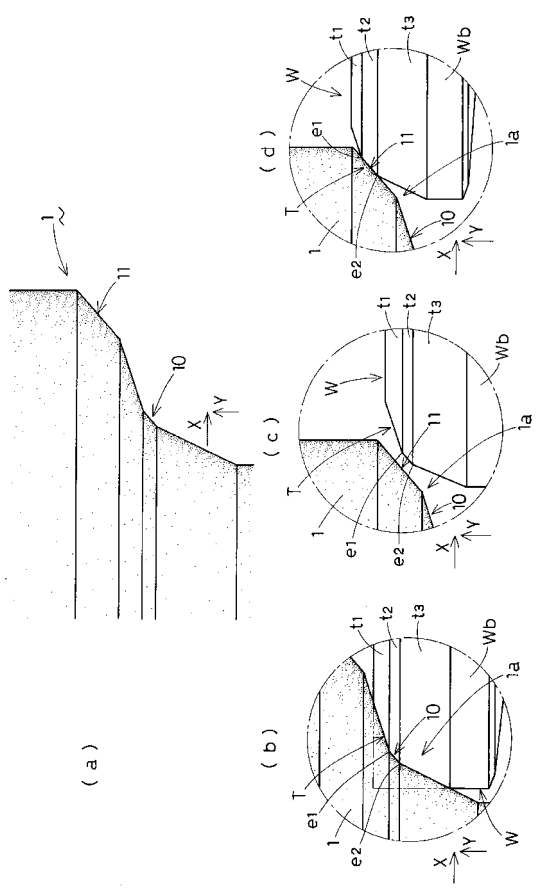
【 図 5 】



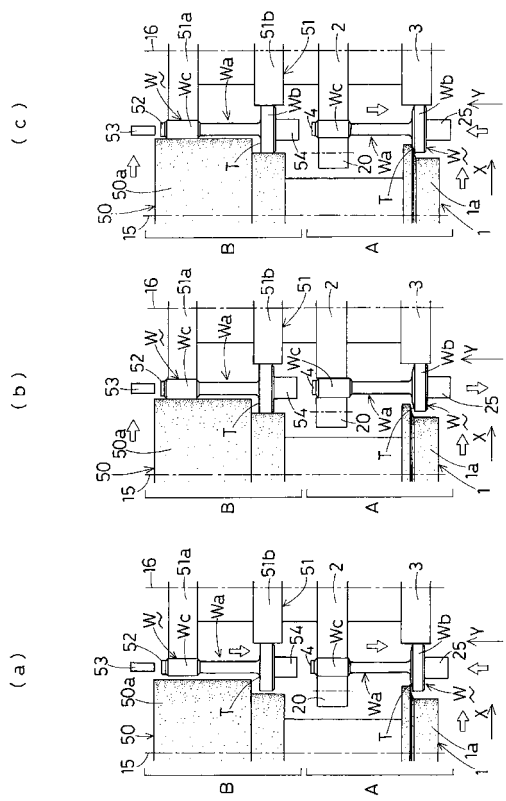
【 図 4 】



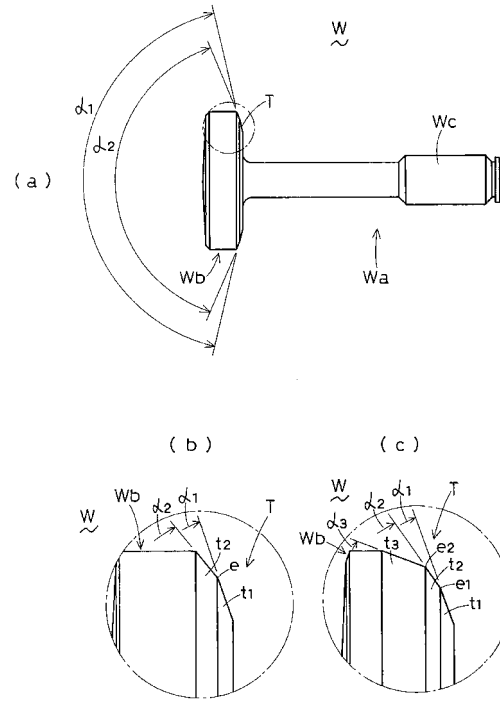
【 図 6 】



【 図 7 】



【 図 8 】



【 図 9 】

