(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第3641800号
(P3641800)
(45)発行日　平成17年4月27日(2005.4.27)　(24)登録日　平成17年2月4日(2005.2.4)

(51)Int.Cl.[7]　F I
B24B　5/18　B24B　5/18　A

請求項の数 7　(全 13 頁)

(21)出願番号　特願2001-27643(P2001-27643)
(22)出願日　平成13年2月5日(2001.2.5)
(65)公開番号　特開2002-233934(P2002-233934A)
(43)公開日　平成14年8月20日(2002.8.20)
審査請求日　平成14年10月28日(2002.10.28)

(73)特許権者　000004260
株式会社デンソー
愛知県刈谷市昭和町１丁目１番地
(73)特許権者　000114019
ミクロン精密株式会社
山形県山形市蔵王上野５７８番地の２
(74)代理人　100059269
弁理士　秋本　正実
(72)発明者　山口　幸雄
愛知県刈谷市昭和町１丁目１番地　株式会社　デンソー内
(72)発明者　寒河江　茂兵衛
山形県山形市蔵王上野５７８番地の２　ミクロン精密　株式会社内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】スルーイン研削方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

端部に円錐面を有する円柱状の被加工物をセンターレス研削する方法において、

送り角を与えた調整砥石とブレードとによって被加工物の円柱面状の被加工部を支持するとともに、

円柱面と円錐面とを有する研削砥石を、ブレードを挟んで上記調整砥石に対向せしめて回転させながら、

該研削砥石の円柱面を被加工物の円柱面に接触させてスルーフィード研削を行ない、

スルーフィード研削によって軸心方向に通し送りされた被加工物の円錐面が、研削砥石の円錐面に接近して接触したとき、スルーフィード研削を終了して、前記の送り角を与えられた調整砥石で被加工物の円柱面状被加工面を支持しつつ、インフィード研削状態で被加工物の円錐面及び円柱面を研削することを特徴とする、スルーイン研削方法。

【請求項２】

円柱面と端面とを有する被加工物の円柱面と、片側の端面とをセンターレス研削する方法において、

送り角を与えた調整砥石とブレードとによって被加工物の円柱面状の被加工部を支持するとともに、

大径部と小径部と段差面とを有する研削砥石を、ブレードを挟んで上記調整砥石に対向せしめて回転させながら、

該研削砥石の小径部を被加工物の円柱面に接触させてスルーフィード研削を行ない、

スルーフィード研削によって軸心方向に通し送りされた被加工物の端面が、研削砥石の段差面に接近して接触したとき、スルーフィード研削を終了して、前記の送り角を与えられた調整砥石で被加工物の円柱面状被加工面を支持しつつ、インフィード研削状態で被加工物の円柱面及び端面を研削することを特徴とする、スルーイン研削方法。

【請求項３】

円柱面状の被加工面を有するとともに、片方の端部に円錐面状の被加工面を有し、かつ他方の端部付近に前記円柱面状被加工面よりも大径の部分を有する被加工物をセンターレス研削する方法において、

送り角を与えた調整砥石とブレードとによって被加工物の円柱面状被加工面を支持するとともに、

円柱面と円錐面とを有する研削砥石を、ブレードを挟んで上記調整砥石に対向せしめて回転させながら、

該研削砥石の円柱面を被加工物の円柱面状被加工面に接触させてスルーフィード研削を行ない、

スルーフィード研削によって軸心方向に通し送りされた被加工物の円錐面が、研削砥石の円錐面に接近して接触するとほぼ同時に、該被加工物の大径部分の段差面を研削砥石の端面に接触させてスルーフィード研削を終了し、前記の送り角を与えられた調整砥石を用いて、インフィード研削状態で被加工物の円錐面及び円柱面を研削し、

または、スルーフィード研削によって軸心方向に通し送りされた被加工物の大径部の段差面が研削砥石の端面に接触しないうちに、該被加工物の円錐面を研削砥石の円錐面に接触させてスルーフィード研削を終了し、前記の送り角を与えられた調整砥石で被加工物の円柱面状被加工面を支持しつつ、インフィード研削状態で被加工物の円錐面および円柱面状被加工面を研削することを特徴とする、スルーイン研削方法。

【請求項４】

円柱面状の被加工面を有するとともに、片方の端面が被加工面であり、かつ他方の端部付近に前記円柱面状被加工面よりも大径の部分を有する被加工物をセンターレス研削する方法において、

送り角を与えた調整砥石とブレードとによって被加工物の円柱面状被加工面を支持するとともに、

大径部と小径部と段差面とを有する研削砥石を、ブレードを挟んで上記調整砥石に対向せしめて回転させながら、

該研削砥石の小径部を被加工物の円柱面状被加工面に接触させてスルーフィード研削を行ない、

スルーフィード研削によって軸心方向に通し送りされた被加工物の端面が、研削砥石の段差面に接近して接触するとほぼ同時に、該被加工物の大径部の段差面を研削砥石の端面に接触させてスルーフィード研削を終了し、前記の送り角を与えられた調整砥石を用いて、インフィード研削状態で被加工物の端面および円柱面状被加工面、並びに大径部の段差面を研削し、

または、スルーフィード研削によって軸心方向に通し送りされた被加工物の大径部の段差面が研削砥石の端面に接触しないうちに、該被加工物の端面を研削砥石の段差面に接触させてスルーフィード研削を終了し、前記の送り角を与えられた調整砥石で被加工物の円柱面状被加工面を支持しつつ、インフィード研削状態で被加工物の円錐面および円柱面状被加工面を研削することを特徴とする、スルーイン研削方法。

【請求項５】

相対的に小さい頂角を有し、円柱面に類似した弱円錐面と、上記弱円錐面の小径側の端部付近に形成され、相対的に大きい頂角を有する強円錐面とを具備する被加工物をセンターレス研削する方法において、

送り角を与えた調整砥石とブレードとによって被加工物の弱円錐面状の被加工面を支持するとともに、

前記被加工物の弱円錐面に対応する頂角の小さい弱円錐面と、前記被加工物の強円錐面

に対応する頂角の大きい強円錐面とを有する研削砥石を、ブレードを挟んで前記調整砥石に対向せしめて回転させながら、研削砥石の弱円錐面を被加工物の弱円錐面に接触させてスルーフィード研削を行ない、スルーフィード研削によって通し送りされた被加工物の強円錐面が砥石の強円錐面に接近して接触したとき、スルーフィード研削を終了して、前記の送り角を与えた調整砥石で被加工物の弱円錐面状被加工面を支持しつつ、インフィード状態で被加工物の強い円錐面を研削することを特徴とする、スルーイン研削方法。

【請求項６】

被加工物がスルーフィード研削されて軸心方向に通し送りされる際、

予めストッパを設けておいて、被加工物の通し送り方向の移動を、上記のストッパに当接させて停止させることにより、スルーフィード研削を停止させて、インフィード研削状態に移行せしめることを特徴とする請求項１ないし請求項５の何れかに記載したスルーイン研削方法。

【請求項７】

被加工物をスルーフィード研削した後インフィード研削状態で研削した際、上記被加工物が所定の寸法に研削仕上げされたと判定されたとき、調整砥石をブレードから離間させる方向に退避させ、

調整砥石とブレードとの間を通過せしめて被加工物を落下させることにより、インフィード研削を終了せしめて該被加工物をアンローディングすることを特徴とする請求項１ないし請求項６の何れかに記載したスルーイン研削方法。

【発明の詳細な説明】

【０００１】

【発明の属する技術的分野】

本発明はセンターレス研削方法に関するものである。詳しくは、センターレス研削技術の２大主流であるインフィード研削技術とスルーフィード研削技術とを併用した新しい方式の研削技術に関するものである。

【０００２】

【従来の技術】

センターレス研削技術の主流にはインフィード研削（送り込み研削）とスルーフィード研削（通し送り研削）とが有る。なお、これらを補完するものとして停止研削および接線送り研削が公知公用である。

図７はセンターレス研削の原理を説明するための模式的な正面図である。

ブレード１と、回転砥石車である調整砥石２とによって被加工物３が支持される。そして、回転砥石車である研削砥石４が円弧矢印R_1方向に回転しつつ上記被加工物３に接触して、これを研削する。

上記被加工物３は研削力によって円弧矢印Ｌ方向に回される。前記調整砥石２は、研削砥石４よりも遅い周速で円弧矢印R_2方向に回転しつつ摩擦力で制動し、被加工物３の回転速度を制御する。

【０００３】

インフィード研削するときは、被加工物３を図の上方から図示の位置にローディングし、研削を終えると図の上方へアンローディングする。ただし、紙面と直角方向にローディング・アンローディングすることも可能である。

被加工物３の外周面をセンターレス研削（今の場合はインフィード方式のセンターレス研削）することに伴って該被加工物３の半径寸法が減少するので、この減寸に見合った切込み送りが必要である。

しかし、切り込みに際して調整砥石２とブレード１との位置関係は一定に保たねばならないので、調整砥石台５とブレード１とを搭載した上部スライド６を図の矢印ｃ方向に切込み送りされる。

本図７から理解されるように、研削砥石台８をベース７に対して矢印ｃ’方向に移動させて切込み送りすることもできる。

【０００４】

図８はスルーフィード研削を説明するために示したもので、（Ａ）は比較のためのインフィード研削の斜視図、（Ｂ）はスルーフィード研削の斜視図である。
（Ａ）図に示したインフィード研削においては基本的に、ブレード１の上縁と、被加工物３の中心線ａ－ａ’と、調整砥石２の中心線ｂ－ｂ’とが相互に平行となっている。
これに比して（Ｂ）図のスルーフィード研削においては、調整砥石２の中心線ｂ－ｂ’が角θだけ傾斜している。本図８（Ｂ）においては研削砥石の図示を省略してあるが、正しくは研削砥石軸と調整砥石軸とが立体的に角θだけ捩れる形に傾斜させ、この角を送り角という。
上記送り角の作用によって、被加工物３に対して矢印ａ’方向の推力成分が発生する（摩擦制動力のａ軸方向分力として発生する）。このため被加工物３はブレード１の上縁に沿って矢印ａ’方向に通し送り（スルーフィード）される。

【０００５】
【発明が解決しようとする課題】
インフィード研削とスルーフィード研削とにはそれぞれ長短が有るので、センターレス研削技術においては被加工物の形状、仕上精度など各種の作業条件を考察してインフィード、スルーフィードの何れかが選択される。
スルーフィード方式はセンターレス研削に特有のものであって、被加工物が自動的に送られるので非常に便利であり、長時間の稼働に因る砥石の減耗を補正するための送りは必要であるが、被加工物を所定寸法に仕上げるための切込み送りを要しない。
しかし乍ら、スルーフィード方式の研削は、基本的には単一の円柱面を研削することができるだけである。改良されたスルーフィード研削として、円柱面に近いほど頂角の小さい円錐面（弱円錐面と呼ぶ）をスルーフィード研削する技術が提案されている（実公昭４５－１６８７０号）。しかし、この改良スルーフィード研削技術によっても、単一な弱円錐面を研削できるだけであって、端面や円錐面や段差面を研削することはできない。
特に、スルーフィード研削技術においては、被加工面である円柱面もしくは弱円錐面よりも凹んだ小径部が有っても良いが、円面、弱円錐面から突出した大径部が有ってはならない。

【０００６】
図９は、センターレス研削における被加工物の５例を示した２面図である。
図９（Ａ）のように単純な円柱、もしくは、目視では円柱と容易に識別できない程度（例えば数度）の小さい頂角を有する弱円錐はスルーフィード研削に適している。
図９（Ｂ）のように、被加工面（表面あらさ記号で示す）以外に小径の部分を有していてもスルーフィード研削に適している。
図９（Ｃ）のように、被加工面以外に大径の部分を有しているとスルーフィード研削することはできない。
また、図９（Ｄ）のように、被加工面（表面あらさ記号で示す）である強円錐面を有していたり、図９（Ｅ）のように端面を加工しなければならない場合は大径部が無くてもスルーフィード研削に適しない。
このため、スルーフィード研削を適用し得る場合というものは、かなり制限されている。
スルーフィード研削が不可能な被加工物はインフィード研削される。
本発明は上述の事情に鑑みて為されたもので、従来のスルーフィード研削技術を適用できなかった形状の被加工物を対象とし、円柱面もしくは円柱面に近い弱円錐面のみをスルーフィード研削した後、自動的に次の工程に移行して、端面や頂角の大きい強円錐面や段差面を、インフィード研削に準じた方式で研削し得る技術を提供することを目的とする。

【０００７】
【課題を解決するための手段】
　上述の目的を達成するために創作した本発明の基本的な原理について、その１実施例の平面図である図１を参照して略述すると次のとおりである。
　すなわち、センターレス研削技術を改良して、従来のスルーフィード方式のセンターレス研削に適しなかった加工物を１工程で研削できるようにするため、

調整砥石２に送り角を付与する（送り角は平面図に現れないが、送り角によって該調整砥石の端面が楕円形に見えている）とともに、研削砥石１０に円柱面１０ａと円錐面１０ｂとを形成しておき、前半の工程では被加工物９を矢印ｄのように通し送りしてスルーフィード研削を行なう。被加工物９が研削砥石の円錐面１０ｂに接触したら、スルーフィード研削を終了し、前記の送り角を付与された調整砥石２によって被加工物９の円柱面状部を支持しつつ、インフィード研削状態で被加工物９の円柱面を仕上げ研削する。

【０００８】

上述の原理に基づく具体的な構成として、請求項１に係る発明方法は（図１参照）、端部に円錐面を有する円柱状の被加工物をセンターレス研削する方法において、

送り角を与えた調整砥石とブレードとによって被加工物の円柱面状の被加工部を支持するとともに、

円柱面と円錐面とを有する研削砥石を、ブレードを挟んで上記調整砥石に対向せしめて回転させながら、

該研削砥石の円柱面を被加工物の円柱面に接触させてスルーフィード研削を行ない、

スルーフィード研削によって軸心方向に通し送りされた被加工物の円錐面が、研削砥石の円錐面に接近して接触したとき、スルーフィード研削を終了して、前記の送り角を与えられた調整砥石で被加工物の円柱面状被加工面を支持しつつ、インフィード研削状態で被加工物の円錐面及び円柱面を研削することを特徴とする。

以上に説明した請求項１の発明方法によると、被加工面である円柱面および被加工面である円錐面とを有する被加工物を、１工程でセンターレス研削することができる。

【０００９】

請求項２に係る発明方法の構成は（図２参照）円柱面と端面とを有する被加工物の円柱面と、片側の端面とをセンターレス研削する方法において、

送り角を与えた調整砥石とブレードとによって被加工物の円柱面状の被加工部を支持するとともに、

大径部と小径部と段差面とを有する研削砥石を、ブレードを挟んで上記調整砥石に対向せしめて回転させながら、

該研削砥石の小径部を被加工物の円柱面に接触させてスルーフィード研削を行ない、

スルーフィード研削によって軸心方向に通し送りされた被加工物の端面が、研削砥石の段差面に接近して接触したとき、スルーフィード研削を終了して、前記の送り角を与えられた調整砥石で被加工物の円柱面状被加工面を支持しつつ、インフィード研削状態で被加工物の円柱面及び端面を研削することを特徴とする。

以上に説明した請求項２の発明方法によると、被加工面である円柱面および被加工面である端面を有する被加工物を、１工程でセンターレス研削することができる。

【００１０】

請求項３に係る発明方法の構成は（図３参照）、円柱面状の被加工面を有するとともに、片方の端部に円錐面状の被加工面を有し、かつ他方の端部付近に前記円柱面状被加工面よりも大径の部分を有する被加工物をセンターレス研削する方法において、

送り角を与えた調整砥石とブレードとによって被加工物の円柱面状被加工面を支持するとともに、

円柱面と円錐面とを有する研削砥石を、ブレードを挟んで上記調整砥石に対向せしめて回転させながら、

該研削砥石の円柱面を被加工物の円柱面状被加工面に接触させてスルーフィード研削を行ない、

スルーフィード研削によって軸心方向に通し送りされた被加工物の円錐面が、研削砥石の円錐面に接近して接触するとほぼ同時に、該被加工物の大径部分の段差面を研削砥石の端面に接触させてスルーフィード研削を終了し、前記の送り角を与えられた調整砥石を用いて、インフィード研削状態で被加工物の円錐面及び円柱面を研削し、

または、スルーフィード研削によって軸心方向に通し送りされた被加工物の大径部の段差面が研削砥石の端面に接触しないうちに、該被加工物の円錐面を研削砥石の円錐面に接

触させてスルーフィード研削を終了し、前記の送り角を与えられた調整砥石で被加工物の円柱面状被加工面を支持しつつ、インフィード研削状態で被加工物の円錐面および円柱面状被加工面を研削することを特徴とする。

以上に説明した請求項３の発明方法によると、被加工面である円柱面および円錐面を有し、かつ上記円柱面よりも大径の部分を有する被加工物を、１工程でセンターレス研削することができる。

【００１１】

請求項４に係る発明方法の構成は（図４参照）、円柱面状の被加工面を有するとともに、片方の端面が被加工面であり、かつ他方の端部付近に前記円柱面状被加工面よりも大径の部分を有する被加工物をセンターレス研削する方法において、

送り角を与えた調整砥石とブレードとによって被加工物の円柱面状被加工面を支持するとともに、

大径部と小径部と段差面とを有する研削砥石を、ブレードを挟んで上記調整砥石に対向せしめて回転させながら、

該研削砥石の小径部を被加工物の円柱面状被加工面に接触させてスルーフィード研削を行ない、

スルーフィード研削によって軸心方向に通し送りされた被加工物の端面が、研削砥石の段差面に接近して接触するとほぼ同時に、該被加工物の大径部の段差面を研削砥石の端面に接触させてスルーフィード研削を終了し、前記の送り角を与えられた調整砥石を用いて、インフィード研削状態で被加工物の端面および円柱面状被加工面、並びに大径部の段差面を研削し、

または、スルーフィード研削によって軸心方向に通し送りされた被加工物の大径部の段差面が研削砥石の端面に接触しないうちに、該被加工物の端面を研削砥石の段差面に接触させてスルーフィード研削を終了し、前記の送り角を与えられた調整砥石で被加工物の円柱面状被加工面を支持しつつ、インフィード研削状態で被加工物の円錐面および円柱面状被加工面を研削することを特徴とする。

以上に説明した請求項４の発明方法によると、被加工面である円柱面および端面を有し、かつ上記円柱面よりも大径の部分を有する被加工物を、１工程でセンターレス研削することができる。

【００１２】

請求項５に係る発明方法の構成は（図５参照）、相対的に小さい頂角を有し、円柱面に類似した弱円錐面と、上記弱円錐面の小径側の端部付近に形成され、相対的に大きい頂角を有する強円錐面とを具備する被加工物をセンターレス研削する方法において、

送り角を与えた調整砥石とブレードとによって被加工物の弱円錐面状の被加工面を支持するとともに、

前記被加工物の弱円錐面に対応する頂角の小さい弱円錐面と、前記被加工物の強円錐面に対応する頂角の大きい強円錐面とを有する研削砥石を、ブレードを挟んで前記調整砥石に対向せしめて回転させながら、研削砥石の弱円錐面を被加工物の弱円錐面に接触させてスルーフィード研削を行ない、スルーフィード研削によって通し送りされた被加工物の強円錐面が砥石の強円錐面に接近して接触したとき、スルーフィード研削を終了して、前記の送り角を与えた調整砥石で被加工物の弱円錐面状被加工面を支持しつつ、インフィード状態で被加工物の強い円錐面を研削することを特徴とする。

以上に説明した請求項５の発明方法によると、弱円錐面と強円錐面とを有する被加工物を対象として、上記弱円錐面と強円錐面とを１工程でセンターレス研削することができる。

【００１３】

請求項６に係る発明方法の構成は、前記請求項１ないし請求項５の発明方法の構成要件に加えて、被加工物がスルーフィード研削されて軸心方向に通し送りされる際、

予めストッパを設けておいて、被加工物の通し送り方向の移動を、上記のストッパに当接させて停止させることにより、スルーフィード研削を停止させて、インフィード研削状

態に移行せしめることを特徴とする。
以上に説明した請求項６の発明方法を請求項１～５の発明方法に併用すると、前半の工程であるスルーフィード研削から後半の工程であるインフィード研削へ、自動的かつ正確に移行することができ、特に、端部の強円錐面を研削し過ぎる虞れが無い。
【００１４】
請求項７に係る発明方法の構成は、前記請求項１ないし請求項６の発明方法の構成要件に加えて、被加工物をスルーフィード研削した後インフィード研削状態で研削した際、上記被加工物が所定寸法に研削仕上げされたと判定されたとき、調整砥石をブレードから離間させる方向に退避させ、
調整砥石とブレードとの間を通過せしめて被加工物を落下させることにより、インフィード研削を終了せしめて該被加工物をアンローディングすることを特徴とする。
以上に説明した請求項７の発明方法を請求項１～６の発明方法に併用すると、インフィード研削を終了する際、研削砥石や調整砥石を定格回転速度で回転させたままで被加工物をアンロードすることができ、多数の被加工物を順次にセンターレス研削する場合、被加工物交替のロスタイムを生じないで連続的に施工することができる。
【００１９】
【発明の実施の形態】
図１は本発明の１実施形態を示す模式的な平面図であって、請求項１に対応している。
研削砥石１０は、円柱面１０ａと該円柱面１０に対して小径側を連設した円錐面１０ｂとを形成されている。
調整砥石２は送り角を与えられている。送り角を与える手段は、調整砥石軸を支持している調整砥石軸受フレーム（共に図外）を水平軸まわりに回転させる構造の垂直旋回盤（図外）である。この垂直旋回盤のみを抽出して考えれば通常のスルーフィード方式のセンターレス研削機に設けられている公知の機器と同様ないし類似であるから、その構造の詳細については説明を省略する。
調整砥石回転中心線を水平軸まわりに旋回させて送り角を与えてあるので、調整砥石２の端面は平面図において楕円形に投影されている。
図示しない搬送手段によって被加工物９を矢印ｄ′のように、その軸心方向に送り込んで、該被加工物９をブレード１と調整砥石２とに乗せると、その後は矢印ｄのように通し送りされる。
被加工物９が矢印ｄのように通し送りされる間、該被加工物９の円柱面がスルーフィード研削される。
【００２０】
該被加工物９が研削砥石１０の円錐面１０ｂに接触すると、矢印ｄ方向の通し送りが停止して、スルーフィード研削状態が消失する。上記の停止は、厳密に言えば、被加工物９の円錐面が削り込まれる速さに、著しく減速されるのであるが、実用上は停止と見做し得る。
調整砥石２に送り角が与えられているので純粋なインフィード研削にはならないが、被加工物９の円錐面はインフィード研削に準じた状態でセンターレス研削され、この間、該被加工物９の円柱面は、通し送り方向（矢印ｄ）の推力を発生しつつ仕上げ研削される。この準インフィード研削状態のとき、研削砥石１０に切込み送りを与えることも可能であるが、切込み送りを与えなくても所望の被加工面（円柱面および円錐面）をセンターレス研削することができる。
図示のストッパ１１を設けておけば、スルーフィード研削状態から準インフィード研削状態への移行を確実に行なわせることができ、特に、被加工物９の円錐面を削り過ぎる虞れが無くなる。
所望の形状、寸法に準インフィード研削が進行したとき、研削砥石１０および調整砥石２の回転を停止させることなく継続して回転させながら、調整砥石２を矢印ｅのように退避させてブレード１から離間させると、被加工物９が重力落下してアンロードされ、新たな被加工物（図外）を引き続いて矢印ｄ’のようにローディングすることができ、全体的作

業能率が向上する。

【００２１】

図２は前記と異なる実施形態の模式的な平面図であって、請求項２に対応している。

前記実施形態（図１）に比して異なるところは「被加工物１２の被加工面が、その側面である円柱面と、その片方の端面とであること」である。

このような被加工物１２に対応して研削砥石１３には、小径部１３ａと、大径部１３ｂと、両部の間の段差面１３ｃとが形成されている。

搬送手段（図外）によって被加工物１２を矢印ｄ′のようにローディングθ、矢印ｄのように通し送りしつつ円柱面をスルーフィード研削し、研削砥石の段差面１３ｃに突き当てて被加工物の端面を研削し、自重落下させてアンロードする手順は前記実施形態（図１）におけると類似である。

本実施形態（図２）においても、仮想線で示したストッパ１１′を設けることも可能であるが、被加工物１２の端面の全面を１平面に研削しようとする場合は、該ストッパ１１′は固定部材ではなく、タイミングを図って進退する構造でなければならない。

本図２の実施形態においては、１工程で被加工物の円柱面と、片方の端面とのみを研削することができる。ただし、類似の工程を２回繰り返すとともに、工程の間において被加工物を反転すれば両端面の研削が可能であり、このようにして両端面を研削することも本発明の技術的範囲に属する。

【００２２】

図３は、前記と更に異なる実施形態を示し、（Ａ）は模式的な平面図、（Ｂ）は被加工物の単品図である。

この図３の実施形態は前掲の図１の実施形態の変形例であって請求項３に対応している。

前例と異なるところは次のとおりである。

図１の実施形態における被加工物９は、被加工面である円柱面と、被加工面である円錐面とを有していた。

図３の実施形態における被加工物１４は、被加工面である円錐面１４ａと、高精度を要する被加工面である円柱面１４ｂ、１４ｃと、低精度で足りるからセンターレス研削に及ばない円柱面１４ｄと、上記円柱面１４ｂ、１４ｃよりも大径の部分１４ｅと、段差面１４ｆとを有している。

図３（Ａ）に示すようにして、前記実施形態（図１）と同様の手順で研削し、かつ、被加工物の長手方向の形状寸法と、研削砥石１０の幅方向の形状寸法とを適宜に設定しておけば、円錐面１４ａと同時に段差面１４ｆを研削することができる。

段差面１４ｆを研削する必要が無い場合は、被加工物１４の円錐面１４ａを研削している状態で、研削砥石１０が段差面１４ｆに接触しないよう、該研削砥石の幅方向の形状寸法を設定しておけば良い。

【００２３】

図４は前記と更に異なる実施形態を示し、（Ａ）は模式的な平面図、（Ｂ）は被加工物の単品図である。

この図４の実施形態は前掲の図２の実施形態の変形例であって請求項４に対応している。

本図４（Ｂ）に示すごとく、その被加工物１４’は大径部１４ｅおよび段差面１４ｆを有している。

この被加工物１４’を、図３の被加工物１４と比較すると、その相異点は、

イ．被加工物１４は、被加工面である円錐面１４ａを有し、

ロ．被加工物１４’は、被加工面である端面１４ｇを有していること、である。

研削砥石１７は、前掲の図２における研削砥石１３と類似の構成部分であるが、その幅方向の形状寸法は、前掲の図３の実施形態におけると同様に、

被加工物の端面１４ｇと段差面１４ｆとを同時に研削し得るように設定され、

または、端面１４ｇを研削するとき、段差面１４ｆに接触しないように設定されている。

【００２４】

図５は、前記と更に異なる実施形態における模式的な平面図である。

この実施形態は、前掲の図１の実施形態の改良例であって、請求項５に対応している。
図１に比して本図５の異なる点は次のとおりである。
図１における被加工物９は、端部に円錐面を有する円柱であったが、図５における被加工物１６は、端部に強円錐面１６ｂを有する弱円錐体である。本発明において弱円錐体とは、頂角が５度以下で、一見円柱に類似する円錐面を有する部材を言う。
弱円錐面と対比して区別するため、頂角が２０度以上の円錐面を強円錐面とよぶことにする。
本図５における研削砥石１５は、被加工物１６の強円錐面１６に対応する（同じ頂角を有する）強円錐面１５ｂと、被加工物１６の弱円錐面１６ａに対応する（同じ頂角を有する）弱円錐面１５ｃを有している。１５ａは大径部である。
本図５の実施形態における操作手順は、図１の実施形態におけると同様である。
これにより、強円錐面と弱円錐面とを１工程でセンターレス研削することができる。

【００２５】

図６は、前記と更に異なる実施形態における模式的な平面図である。
この実施形態は図２に示した実施形態の変形例であって、図２に比して異なるところは、次のとおりである。
イ．図２の被加工物１２は、被加工面である円柱面と、被加工面である端面とを有していたが、
ロ．図６の被加工物１８は、被加工面である弱円錐面１８ａと、被加工面である端面１８ｂとを有している。
そして、本実施形態（図６）における研削砥石１９は、上述した形状の被加工物１８に対応して
被加工物１８の弱円錐面１８ａと等しい頂角を有する弱円錐部１９ｂと、
被加工物１８の端面１８ｂに対応する段差面１９ｃと、が形成されている。
この実施形態（図６）によれば、被加工面である弱円錐面と、その小径側の端面とを１工程でセンターレス研削することができる。

【００２６】

【発明の効果】

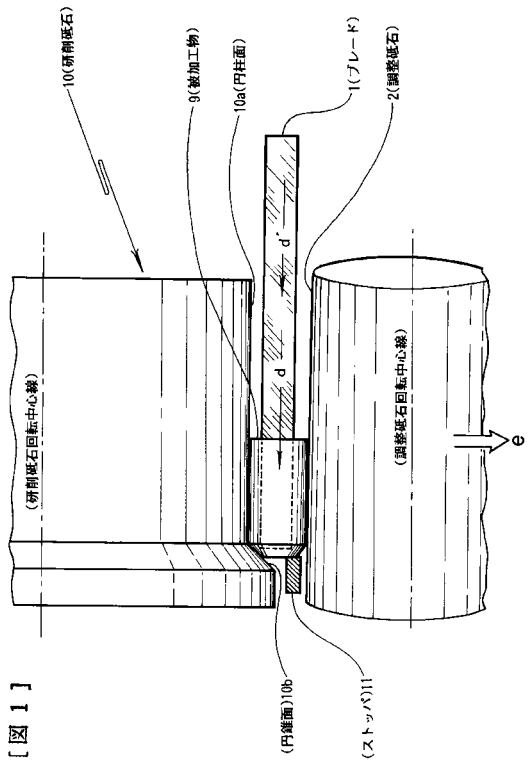
以上に本発明の実施形態を挙げてその構成、機能を明らかならしめたように、請求項１の発明方法によると、被加工面である円柱面および被加工面である円錐面とを有する被加工物を１工程で、かつ高能率でセンターレス研削することができる。
請求項２の発明方法によると、被加工面である円柱面および被加工面である端面を有する被加工物を、１工程でセンターレス研削することができる。
請求項３の発明方法によると、被加工面である円柱面および円錐面を有し、かつ上記円柱面よりも大径の部分を有する被加工物を、１工程でセンターレス研削することができる。
請求項４の発明方法によると、被加工面である円柱面および端面を有し、かつ上記円柱面よりも大径の部分を有する被加工物を、１工程でセンターレス研削することができる。
請求項５の発明方法によると、弱円錐面と強円錐面とを有する被加工物を対象として、上記弱円錐面と強円錐面とを１工程でセンターレス研削することができる。
請求項６の発明方法を請求項１～５の発明方法に併用すると、前半の工程であるスルーフィード研削から後半の工程であるインフィード研削へ、自動的かつ正確に移行することができ、特に、端部の強円錐面を研削し過ぎる虞れが無い。
請求項７の発明方法を請求項１～６の発明方法に併用すると、インフィード研削を終了する際、研削砥石や調整砥石を定格回転速度で回転させたままで被加工物をアンロードすることができ、多数の被加工物を順次にセンターレス研削する場合、被加工物交替のロスタイムを生じないで連続的に施工することができる。

【図面の簡単な説明】

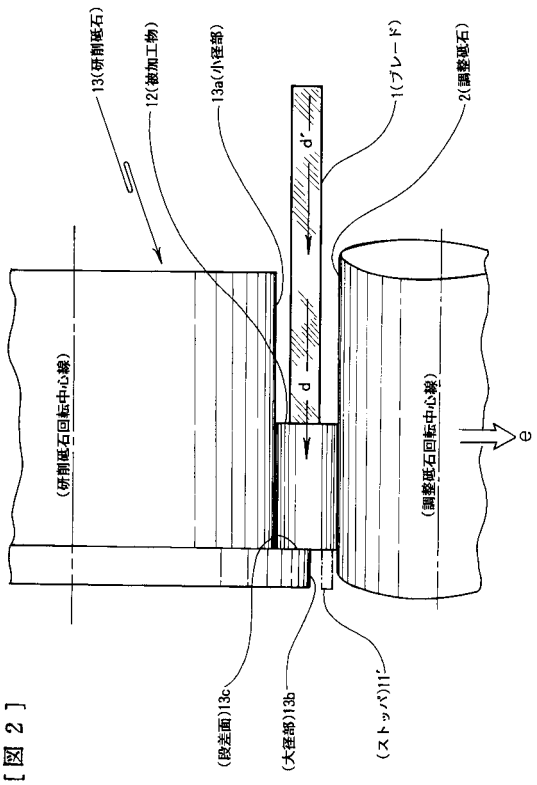
【図１】本発明の１実施形態を示す模式的な平面図である。
【図２】上記と異なる実施形態における模式的な平面図である。

【図３】前記と更に異なる実施形態を示し、（Ａ）は模式的な平面図、（Ｂ）は被加工物の単品図である。
【図４】前記と更に異なる実施形態を示し、（Ａ）は模式的な平面図、（Ｂ）は被加工物の単品図である。
【図５】前記と更に異なる実施形態を示す模式的な平面図である。
【図６】前記と更に異なる実施形態を示す模式的な平面図である。
【図７】センターレス研削技術の基本を説明するための模式的な正面図である。
【図８】調整砥石の送り角を説明するために示した模式的な斜視図であって、（Ａ）はインフィード研削している状態を、（Ｂ）はスルーフィード研削している状態を、それぞれ描いてある。
【図９】センターレス研削における被加工物の５例を示した正面図である。
【符号の説明】
１…ブレード、２…調整砥石、３…被加工物、４…研削砥石、５…調整砥石、６…上部スライド、７…ベース、８…研削砥石台、９…被加工物、１０…調整砥石台、１０ａ…円柱面、１０ｂ…円錐面、１１、１１’…ストッパ、１２…被加工物、１３…研削砥石、１３ａ…小径部、１３ｂ…大径部、１３ｃ…段差面、１４、１４’…被加工物、１４ａ…円錐面、１４ｂ、１４ｃ…高精度円柱面、１４ｄ…低精度円柱面、１４ｅ…大径部、１４ｆ…段差面、１４ｇ…端面、１５…研削砥石、１５ａ…大径部、１５ｂ…強円錐部、１５ｃ…弱円錐部、１６…被加工物、１６ａ…弱円錐面、１６ｂ…強円錐面、１７…研削砥石、１８…被加工物、１８ａ…弱円錐面、１８ｂ…端面、１９…研削砥石、１９ａ…弱円錐部、１９ｂ…大径部、１９ｃ…段差面。

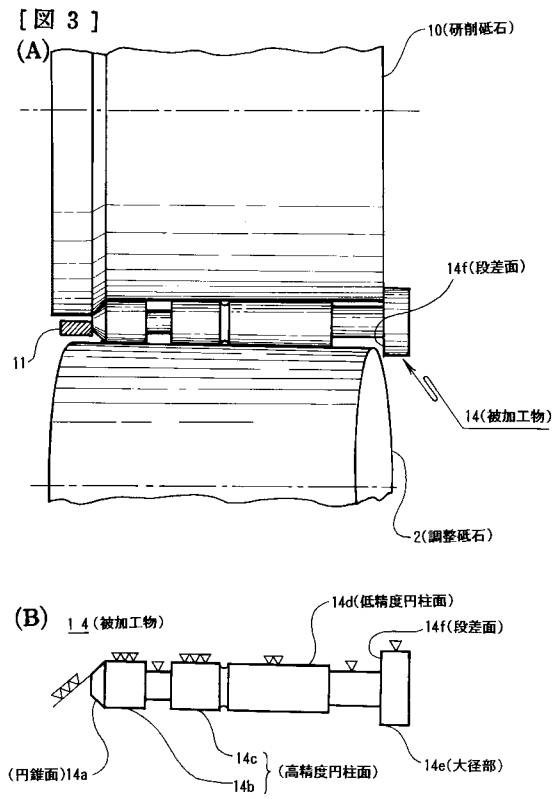
【図１】



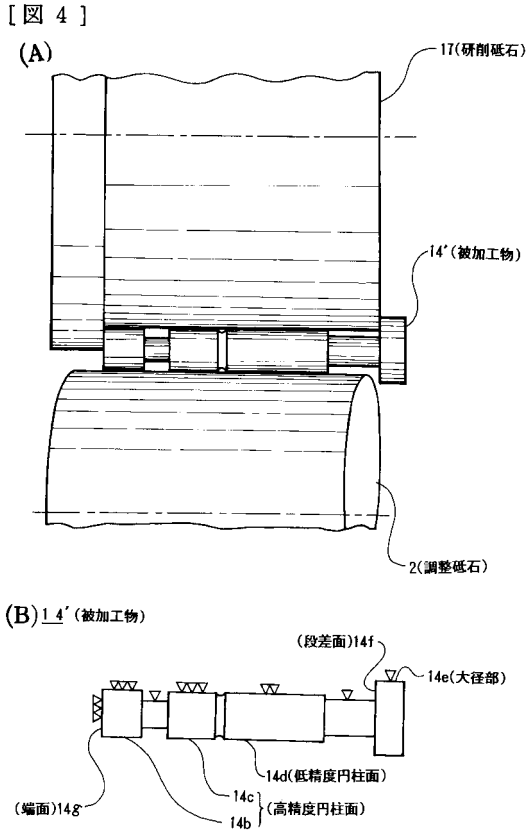
【図２】



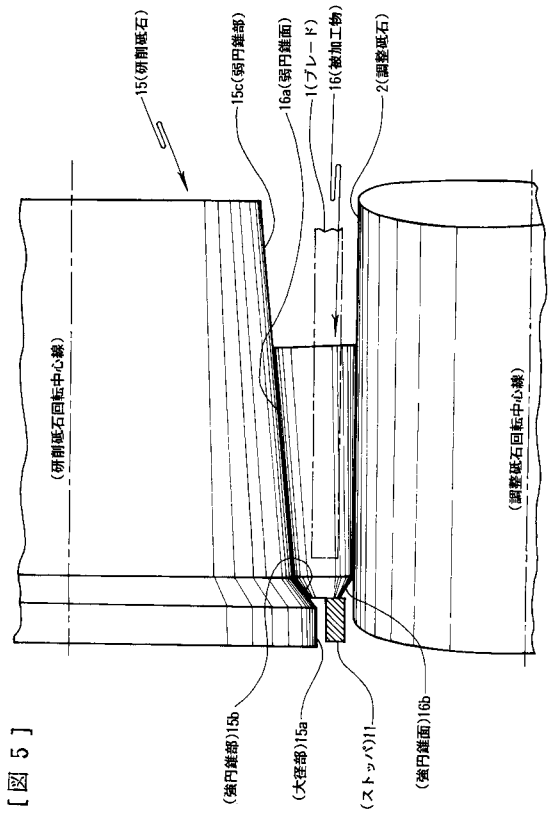
【図３】


[図３]
(A)
10(研削砥石)
14f(段差面)
11
14(被加工物)
2(調整砥石)
(B)
14(被加工物)
14d(低精度円柱面)
14f(段差面)
14c
14b
(高精度円柱面)
(円錐面)14a
14e(大径部)

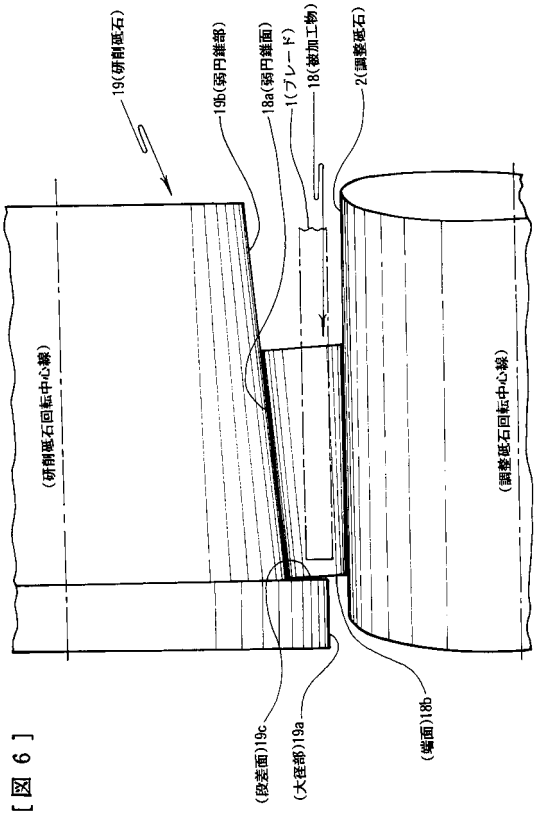
【図４】


[図４]
(A)
17(研削砥石)
14'(被加工物)
2(調整砥石)
(B)14'(被加工物)
(段差面)14f
14e(大径部)
14d(低精度円柱面)
14c
14b
(高精度円柱面)
(端面)14g

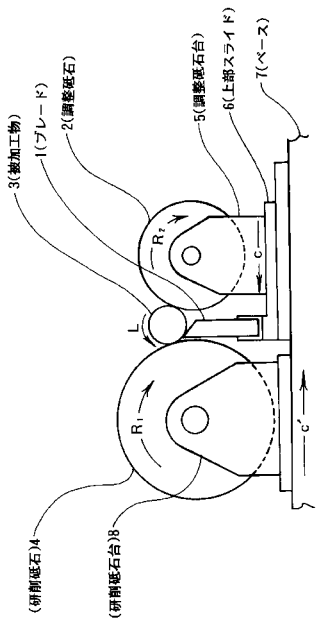
【図５】


[図５]
15(研削砥石)
15c(弱円錐部)
16a(弱円錐面)
1(ブレード)
16(被加工物)
2(調整砥石)
(研削砥石回転中心線)
(調整砥石回転中心線)
(弱円錐部)15b
(大径部)15a
(ストッパ)11
(弱円錐面)16b

【図６】


[図６]
19(研削砥石)
19b(弱円錐部)
18a(弱円錐面)
1(ブレード)
18(被加工物)
2(調整砥石)
(研削砥石回転中心線)
(調整砥石回転中心線)
(段差面)19c
(大径部)19a
(端面)18b

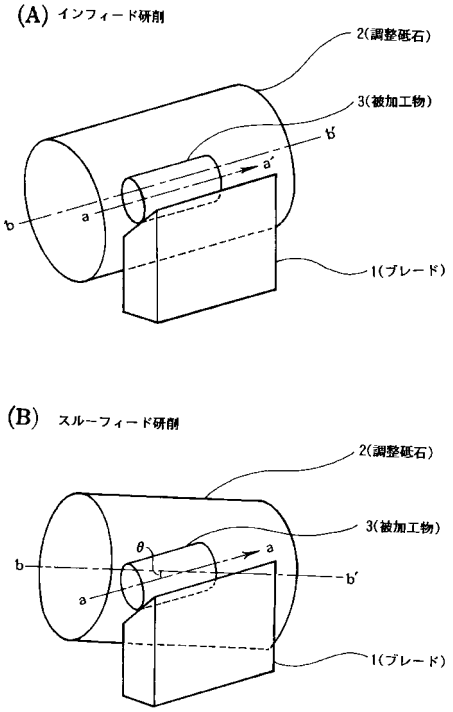
【図７】



[図７]

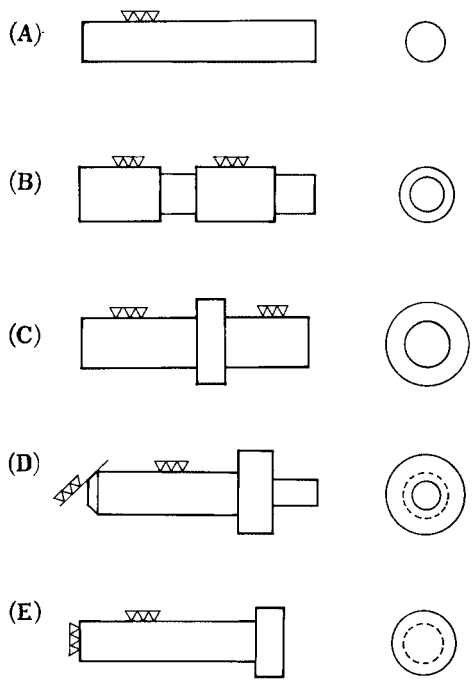
【図８】

[図８]



【図９】

[図９] (被加工物の５例)



フロントページの続き

審査官　齋藤　健児

(56)参考文献　特開平０５－０８４６４９（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.[7]，ＤＢ名)
B24B　5/18
B24B　5/22
B24B　5/24