(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2010-201548
(P2010-201548A)
(43)公開日　平成22年9月16日(2010.9.16)

(51)Int.Cl.		F I		テーマコード（参考）
B24B 31/12	(2006.01)	B24B 31/12	A	3C058
B24B 31/14	(2006.01)	B24B 31/14		

審査請求 未請求　請求項の数 10　ＯＬ　（全 14 頁）

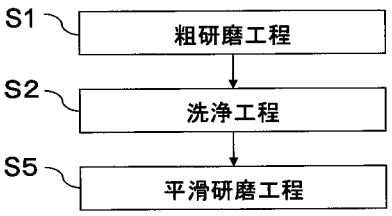
(21)出願番号　特願2009-48835(P2009-48835)
(22)出願日　平成21年3月3日(2009.3.3)

(71)出願人　000191009
新東工業株式会社
愛知県名古屋市中村区名駅三丁目２８番１２号
(74)代理人　100143410
弁理士　牧野　琢磨
(72)発明者　渡辺　昌知
愛知県北名古屋市宇福寺神明５１番地　新東ブレーター株式会社内
(72)発明者　荻原　直幸
愛知県北名古屋市宇福寺神明５１番地　新東ブレーター株式会社内

Ｆターム(参考)　3C058 AA07 AA11 AA18 AC04 CB03 CB10 DA02

(54)【発明の名称】バレル研磨方法

(57)【要約】
【課題】　研磨時間を短くするとともに、ワークの表面を超平滑面に研磨することができるバレル研磨方法を実現する
【解決手段】　バレル研磨装置に、内部が洗浄可能に構成された研磨槽１を備えた流動バレル研磨装置を用い、表面が平滑な球形のメディアと、研磨の進行に伴い粉砕される砥粒と、コンパウンドと、水と、を研磨槽１に投入し、ワークを研磨する粗研磨工程Ｓ１と、粗研磨工程Ｓ１後に、研磨槽１内に給水して、研磨槽１内に残った砥粒及びコンパウンドと、ワーク及びメディアの磨耗粉を洗浄除去して、研磨槽１外に排出し、洗浄されたワーク及びメディアを研磨槽１内に残留させる洗浄工程Ｓ２と、洗浄工程Ｓ２後に、研磨槽１内に新たにコンパウンドと水とを投入し、ワークを研磨する平滑研磨工程Ｓ５と、を実施する。
【選択図】　図３



【特許請求の範囲】
【請求項１】
バレル研磨装置に、底部に水平に回転する回転盤が設けられるとともに内部が洗浄可能に構成された研磨槽を備え、該研磨槽に少なくともワークとメディアと水とを投入して前記回転盤の回転により旋回流動させて混合されたマスを形成してワークを研磨する流動バレル研磨装置を用い、表面が平滑な球形のメディアと研磨の進行に伴い粉砕される砥粒Ａとコンパウンドと水とを前記研磨槽に投入してワークを研磨する粗研磨工程と、該粗研磨工程後に前記研磨槽内に給水し研磨槽内に残った研磨使用済みの砥粒Ａとコンパウンドと水、及びワークとメディアと砥粒Ａの磨耗粉を前記研磨槽外に洗浄排出して洗浄されたワーク及びメディアを前記研磨槽内に残留させる洗浄工程と、前記洗浄工程後に前記研磨槽内に新たにコンパウンドと水とを投入してワークを研磨する平滑研磨工程と、を備えたことを特徴とするバレル研磨方法。
【請求項２】
前記砥粒Ａは、珪石、パーミス、シラス、パーライト、白土、石灰岩、の粉末の少なくとも１つからなることを特徴とする請求項１に記載のバレル研磨方法。
【請求項３】
前記砥粒Ａは、平均粒径が１５μｍ～３μｍであることを特徴とする請求項１または請求項２に記載のバレル研磨方法。
【請求項４】
前記メディアは、粒径が２～６ｍｍの焼成または焼結メディアであることを特徴とする請求項１ないし請求項３のいずれか１つに記載のバレル研磨方法。
【請求項５】
前記洗浄工程と前記平滑研磨工程との間に、前記粗研磨工程で用いた砥粒Ａよりも軟質かつ粒径の小さく、研磨の進行に伴い粉砕される砥粒Ｂと、コンパウンドと、水と、を前記研磨槽内に新たに投入してワークを研磨する第２粗研磨工程と、前記第２粗研磨工程後に、前記研磨槽内に給水して、前記研磨槽内に残った砥粒Ｂ及びコンパウンドと、前記ワーク及びメディアの磨耗粉を前記研磨槽外に洗浄排出して洗浄されたワーク及びメディアを前記研磨槽内に残留させる第２洗浄工程と、を備えたことを特徴とする請求項１ないし請求項４のいずれか１つに記載のバレル研磨方法。
【請求項６】
前記粗研磨工程もしくは第２粗研磨工程において前記研磨槽に添加する水の量は、前記ワーク及びメディアに対して６～３０％であり、前記平滑研磨工程において前記研磨槽に添加する水の量は、前記ワーク及びメディアに対して６０％～１００％であることを特徴とする請求項１ないし請求項５のいずれか１つに記載のバレル研磨方法。
【請求項７】
前記砥粒Ｂは、セリウム、クロム、鉄の酸化物の少なくとも１つからなることを特徴とする請求項５または請求項６に記載のバレル研磨方法。
【請求項８】
前記砥粒Ｂは、平均粒径が５μｍ～１μｍであることを特徴とする請求項５ないし請求項７のいずれか１つに記載のバレル研磨方法。
【請求項９】
前記流動バレル研磨装置は、前記回転盤の回転中心上部に固定または回転可能に軸支された円筒形状の内筒を備えていることを特徴とする請求項１ないし請求項８のいずれか１つに記載のバレル研磨方法。
【請求項１０】
前記ワークが、金属材料からなる円柱形状のワークであって、該ワークの表面を研磨して表面粗さをＲａ０．０２μｍ以下にしたことを特徴とする請求項１ないし請求項９のいずれか１つに記載のバレル研磨方法。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】

【０００１】
本発明は、流動バレル研磨装置により金属材料のワークを超平滑研磨するバレル研磨方法に関する。
【背景技術】
【０００２】
バレル研磨装置には、被加工物（以下「ワーク」という）と研磨材（以下「メディア」という）を研磨槽（＝容器）に投入して相互に擦れあう研磨作用（＝研磨力）を生み出す研磨機構が異なる機種が４機種あって、１）遠心バレル研磨装置、２）流動バレル研磨装置、３）振動バレル研磨装置、４）回転バレル研磨装置の順にワークに与える研磨力が大きい。
【０００３】
前記の各バレル研磨装置における研磨力と研磨されたワークの表面粗さの関係は、研磨力が大である加工条件ではワークの表面粗さが荒れて小さくならず、表面粗さを小さくするには、研磨力を小さくする必要があり、研磨時間が長くなるという相反する関係にある。
【０００４】
また、前記の各バレル研磨装置による研磨加工時間は、ワークの種類や加工目的、使用するメディア等によって異なるが、バリ取りやエッジ部のＲ付け加工、あるいは面の平滑加工などの通常研磨加工においては、１）遠心バレル研磨装置で１時間以内、２）流動バレル研磨装置で１．５時間以内、３）振動バレル研磨装置で２時間以内、４）回転バレル研磨装置では数時間を要して研磨が行われている。
【０００５】
従来、ワークの表面粗さを重要視しその表面粗さを、算術平均粗さ：Ｒａ０．０５μm以下（　十点平均粗さ：Ｒｚ０．３μm以下）に研磨する超平滑研磨加工に要する加工時間は、ワークの種類により異なるが前記通常研磨加工の４～５倍を要する場合がある。しかしながら、近年、バレル研磨装置を用いて、前記平滑研磨加工の表面粗さ：Ｒａ０．０５μm以下（　Ｒｚ０．３μm以下）をさら小さくした超平滑研磨加工の要求が高まっている。なお、前記「超平滑研磨加工」とは、ワークの表面粗さを、Ｒａ０．０２μm以下（　Ｒｚ０．１５μm以下）に研磨する加工を云う。
【０００６】
本願発明に係るバレル研磨装置を用いて平滑研磨加工をした先行技術に特許文献１が開示されている。特許文献１では、高炭素軸受鋼からなるワークの平滑研磨加工を、振動バレル研磨装置によりメディアに非球形研磨石と砥粒にアルミナを用いて４時間研磨加工し、水洗後にメディアのみで２時間研磨して表面粗さ（＝十点平均粗さ）Ｒｚ０．３７μmが得られた例が示されている。当該先行技術に係る研磨加工時間は、従来２２時間要していたものに対し前記のように合計６時間に短縮したものである。
【先行技術文献】
【特許文献】
【０００７】
【特許文献１】特許第３７９１８３７号公報
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【０００８】
上述の従来技術では、平滑研磨加工の研磨工程時間を６時間に短縮して作業改善はされたが、前記のように、近年、さらに前記研磨工程時間を短縮する要求があり、また、アルミナ系の砥粒と、粘土、陶土等の結合剤でそれを焼成したセラミックメディアを用いて行う一般的なバレル研磨では、例えば、円柱形状のワークを加工する場合、メディアとコンパウンド、水を使用した通常の加工条件では、表面粗さをＲａ０．０２μm（　Ｒｚ０．１５μm）程度に平滑研磨するのが限界であって、前記のように、バレル研磨装置を用いて超平滑研磨加工をする要求に対応することができなかった。
【０００９】

本発明は、従来の研磨加工時間をさらに短くするとともに、前記の超平滑研磨加工を容易にすることができるバレル研磨方法を実現することを目的とするものである。

【課題を解決するための手段】

【００１０】

この発明は、上記目的を達成するため、請求項１に記載の発明では、バレル研磨装置に、底部に水平に回転する回転盤が設けられるとともに内部が洗浄可能に構成された研磨槽を備え、該研磨槽に少なくともワークとメディアと水とを投入して前記回転盤の回転により旋回流動させて混合されたマスを形成してワークを研磨する流動バレル研磨装置を用い、表面が平滑な球形のメディアと研磨の進行に伴い粉砕される砥粒Ａとコンパウンドと水とを前記研磨槽に投入してワークを研磨する粗研磨工程と、該粗研磨工程後に前記研磨槽内に給水し研磨槽内に残った研磨使用済みの砥粒Ａとコンパウンドと水、及びワークとメディアと砥粒Ａの磨耗粉を前記研磨槽外に洗浄排出して洗浄されたワーク及びメディアを前記研磨槽内に残留させる洗浄工程と、前記洗浄工程後に前記研磨槽内に新たにコンパウンドと水とを投入してワークを研磨する平滑研磨工程と、を備えた技術的手段を用いる。

【００１１】

請求項１に記載の発明によれば、研磨装置に、研磨メカニズムが研磨槽の底部に水平回転する回転盤により前記研磨槽に投入されたワークとメディアを流動させて、メディアあるいは砥粒がワークに与える研磨作用（＝研磨力）が遠心バレル研磨装置に次いで大である流動バレル研磨装置を採用し、粗研磨工程で使用する砥粒には、バレル研磨において通常使用されているアルミナや炭化珪素などの砥粒に比べ柔らかく、研磨の進行に伴い粉砕される砥粒Ａを採用して、研磨時間を要せずワークの表面粗さを小さくすることができるようになっている。洗浄工程では、研磨装置に流動バレル研磨装置を採用したから、回転盤を回転させて研磨槽内にワークとメディアが流動されて形成されるマスに洗浄水を給水すれば、その洗浄水はマス中を通過して研磨槽内に残った研磨使用済みの砥粒Ａ、コンパウンド、水、及びワーク、メディア、砥粒Ａの磨耗粉を、研磨槽と回転盤の摺接隙間より研磨槽外へ容易に洗浄排出することができる。洗浄されたワークとメディアは、次の平滑研磨工程における表面粗さを向上させるための阻害要因が前記のように排除できて研磨槽内に残留させることができるので平滑研磨の前処理として好適である。平滑研磨工程では、表面が硬質で平滑な球形のメディアの表面がワークの研磨表面を押圧しながら擦れ合って研磨するから、前工程の粗研磨工程で研磨されたワークの表面に研磨痕を無くして更に平滑な表面に研磨する「超平滑研磨」を短時間で実現することができる。なお、最終研磨の前記平滑研磨工程を経たワークは、流動バレル研磨装置の研磨槽が反転されて、研磨使用済みのメディア、コンパウンド、水と共に研磨槽外へ排出され、研磨槽外で洗浄水および防錆剤を噴霧する洗浄工程を経てワークとメディアの磨耗粉およびコンパウンド、水を洗い流した後、ワーク、メディアを選別機にてメディアを除去して最終製品であるワークを回収するものである。

【００１２】

請求項２に記載の発明では、請求項１に記載のバレル研磨方法において、前記砥粒Ａは、珪石、パーミス、シラス、パーライト、白土、石灰岩、の粉末の少なくとも１つからなる技術的手段を用いる。

【００１３】

請求項２に記載の発明のように、珪石、パーミス、シラス、パーライト、白土、石灰岩、の粉末は、バレル研磨の砥粒として通常使用されているアルミナや炭化珪素などに比べて軟質で、研磨の進行に伴い粉砕され易くなるため、ワークの表面の研磨痕も細かく表面粗さも小さくなるため、平滑研磨工程の前工程である粗研磨工程用の砥粒Ａとして好適に用いることができる。

【００１４】

請求項３に記載の発明では、請求項１または請求項２に記載のバレル研磨方法に使用する前記砥粒Ａは、平均粒径が１５μｍ～３μｍである技術的手段を用いる。

【００１５】

前記粗研磨工程は、平滑研磨の下地処理をする工程であって、当該粗研磨工程に使用する砥粒Ａの粒子径は、大きすぎると研磨痕が大きくなり小さすぎると研磨力が低下して加工時間がながくなるから、前記請求項３に記載の発明のように、平均粒径が１５μｍ以下であり３μｍ以上の砥粒を用いると好適である。

【００１６】

請求項４に記載の発明では、請求項１ないし請求項３のいずれか１つに記載のバレル研磨方法において、前記メディアは、粒径が２～６ｍｍの焼成または焼結メディアである技術的手段を用いる。

【００１７】

請求項４に記載の発明のように、請求項１ないし請求項３のいずれか１つに記載のメディアとしては平滑研磨用に使用されるものであるから材質を硬質の焼成または焼結メディアとし、その研磨中に研磨痕を形成してはならないから形状を球形にし、その粒径を２～６ｍｍにした硬質の焼成または焼結メディアにすることにより平滑研磨用として好適に用いることができる。粒径は２ｍｍ未満では、研磨力が小さくなるため研磨時間が長くなり、粒径が６ｍｍを超えると、ワークの表面に研磨痕が形成され易く、表面粗さを極めて小さくすることが困難となる。

【００１８】

請求項５に記載の発明では、請求項１ないし請求項４のいずれか１つに記載のバレル研磨方法において、前記洗浄工程と前記平滑研磨工程との間に、前記粗研磨工程で用いた砥粒Ａよりも軟質かつ粒径が小さく、研磨の進行に伴い粉砕される砥粒Ｂと、コンパウンドと、水と、を前記研磨槽内に新たに投入してワークを研磨する第２粗研磨工程と、該第２粗研磨工程終了後に、研磨槽内に洗浄水を新たに給水して該研磨槽内に残った研磨使用済みの砥粒Ｂ、コンパウンド、水、及びワーク、メディア、砥粒Ｂの磨耗粉を研磨槽外に洗浄排出して洗浄されたワーク及びメディアを前記研磨槽内に残留させる第２洗浄工程と、を備えた技術的手段を用いる。

【００１９】

請求項５に記載の発明のように、前記洗浄工程と平滑研磨工程との間に、前記粗研磨工程で用いた砥粒Ａよりも軟質かつ粒径が小さく研磨の進行に伴い粉砕される砥粒Ｂとコンパウンドと水とを前記研磨槽内に新たに投入してワークを研磨する第２粗研磨工程と、第２粗研磨工程後に研磨槽内に給水して研磨槽内に残った砥粒Ｂ及びコンパウンドとワーク及びメディアの磨耗粉を研磨槽外に洗浄排出して洗浄されたワーク及びメディアを研磨槽内に残留させる第２洗浄工程を実施することができる。第２粗研磨工程では、研磨の進行に伴い粉砕され粗研磨工程で用いた砥粒Ａよりも軟かく粒径の小さな砥粒Ｂを用いるためワークの表面を粗研磨工程よりも更に表面粗さが小さい平滑な面とすることができる。第２洗浄工程では、前記洗浄工程と同様の効果を奏し、次の平滑研磨工程における表面粗さを向上させるための阻害要因となる第２粗研磨工程で研磨使用済みの砥粒Ｂ、コンパウンド、水、及びワーク、メディア、砥粒Ｂの磨耗粉を研磨槽と回転盤の摺接隙間より研磨槽外へ容易に洗浄排出することができ、洗浄されたワークとメディアを研磨槽内に残留させることができるから、次の、表面粗さをさらに向上させる平滑研磨工程を実施することができる。

【００２０】

請求項６に記載の発明では、請求項１ないし請求項５のいずれか１つに記載のバレル研磨方法において、前記粗研磨工程もしくは第２粗研磨工程において前記研磨槽に添加する水の量は、前記ワーク及びメディアに対して６～３０％とし、前記平滑研磨工程において前記研磨槽に添加する水の量は、前記ワーク及びメディアに対して６０％～１００％とした技術的手段を用いる。

【００２１】

請求項６に記載の発明のように、粗研磨工程もしくは第２粗研磨工程において研磨槽に添加する水の量は、ワーク及びメディアに対して６～３０％が好ましい。水の量が６％未満では、研磨中にマスの粘稠性が増大して研磨槽内の温度が上昇し、研磨槽の構成部材が膨

張して回転盤と固定槽との間の摺接隙間が閉塞し回転盤の回転が止まるなどの障害が発生するおそれがある。また、水の量が３０％を超えると、粗研磨工程に使用する砥粒Ａもしくは第２粗研磨工程に使用する砥粒Ｂの水に対する混合割合が低下することとなるから、前記砥粒Ａもしくは砥粒Ｂのワークに与える研磨作用(=研磨力)が低下する傾向となる。平滑研磨工程における水の量は、メディアによる研磨力がワークの表面粗さを向上可能な程度に抑制する緩衝作用を持たせるために粗研磨工程よりも多い６０％～１００％にすることが好ましい。ここで、「ワーク及びメディアに対する水の量」は、ワーク及びメディアを研磨槽に投入したときの見かけの体積に対する水の体積である。

【００２２】

請求項７に記載の発明では、請求項５または請求項６に記載のバレル研磨方法において、前記砥粒Ｂの材質が、セリウム、クロム、鉄の酸化物の少なくとも１つからなる技術的手段を用いる。

【００２３】

請求項７に記載の発明のように、セリウム、クロム、鉄の酸化物は、前記粗研磨工程での砥粒Ａに使用する珪石、パーミス、シラス、パーライト、白土、石灰岩、などの粉末に比べてさらに軟質であるから、ワークの表面に研磨痕が付き難く研磨ができ、前記粗研磨工程を終了したワークの表面粗さをさらに平滑にする砥粒Ｂとして好適に用いることができる。

【００２４】

請求項８に記載の発明では、請求項５ないし請求項７のいずれか１つに記載の流動バレル研磨方法において、前記砥粒Ｂの平均粒径が５μｍ～１μｍであることを技術的手段に用いる。

【００２５】

前記第２粗研磨工程は、請求項５ないし請求項７のいずれか１つに記載の流動バレル研磨方法の平滑研磨工程において、ワークの表面粗さをさらに小さくした超平滑面に研磨するための下地処理をする工程であって、当該第２粗研磨工程で使用する砥粒Ｂの平均粒径は、前記請求項５の粗研磨工程に使用する砥粒Ａの粒子径より小さくする必要があってその平均粒径を５μｍ以下とし、小さすぎると研磨力が低下するからその平均粒径を１μｍ以上の砥粒を用いると好適である。

【００２６】

請求項９に記載の発明では、請求項１ないし請求項８のいずれか１つに記載のバレル研磨方法において、前記流動バレル研磨装置は、前記回転盤の回転中心上部に固定または回転可能に軸支された円筒形状の内筒を備えている技術的手段を用いる。

【００２７】

従来の流動バレル研磨装置における回転盤の回転による研磨槽内に投入されたワーク、メディア、砥粒の流動方向は、底部の回転盤より固定槽の側壁に沿って上昇して頂点に達した後、回転盤の回転中心方向に方向転換して下降して旋回流動し、マスが形成される。該マスの形状は、前記回転盤の回転中心上部が凹形状となって空洞域が形成される。前記マスの空洞域は、流動するワーク、メディア、砥粒が相互に擦れ合う押圧力が開放されて研磨力が低下する。請求項９に記載の発明の流動バレル研磨装置は、回転盤の回転中心上部に設けた円筒形状の内筒が、前記マスの空洞部を塞ぎ研磨力の低下を防止することができるから、研磨効率を向上させることができる。

【００２８】

請求項１０に記載の発明では、請求項１ないし請求項９のいずれか１つに記載のバレル研磨方法により、前記ワークが、金属材料からなる円柱形状のワークであって、該ワークの表面を研磨して表面粗さをＲａ０．０２μｍ以下にした技術的手段を用いる。

【００２９】

請求項１０に記載の発明のように、本発明のバレル研磨方法は、金属材料からなる円柱形状のワークの表面粗さをＲａ０．０２μｍ以下にした超平滑研磨加工を施したワークを得ることができるものであり、表面粗さをさらに小さくする場合、あるいはワークの材質、

物性値等が異なって研磨条件を変更する必要がある場合は、洗浄工程と平滑研磨工程との間に必要に応じて第２粗研磨工程と第２洗浄工程を設けて超平滑研磨加工を施した金属材料からなる円柱形状のワークを得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【００３０】

【図１】本発明に用いる流動バレル研磨装置の構成を示す説明図である。

【図２】本発明に用いる流動バレル研磨装置の構成を示す説明図である。

【図３】流動バレル研磨方法の工程を示す説明図である。

【図４】流動バレル研磨方法の工程の変更例を示す説明図である。

【図５】メディア形状の違いによるワークに付与できる到達可能な表面粗さとその研磨時間の関係を示す説明図である。

【発明を実施するための最良の形態】

【００３１】

本発明の流動バレル研磨方法について、図を参照して説明する。

【００３２】

図１は、本発明に用いる流動バレル研磨装置の構成を示す説明図であって、ワークの研磨を行う研磨槽１が円筒形状に形成された固定槽２と、この固定槽２の下端開口内周部に摺接隙間３を形成して水平回転する皿盤状の回転盤４とを備えている。回転盤４と固定槽２の底板５との間には、摺接隙間３と回転盤４の回転中心部に形成した孔８が連通する通路６が形成されており、通路６には開閉弁付きの排水管７が接続されている。

【００３３】

図２は、上述の図１に示した流動バレル研磨装置の回転盤４の回転中心上部に、固定または回転可能に軸支する内筒９を設けて研磨するようにし、上述の流動バレル研磨装置の研磨効率をさらに向上させた研磨装置として、本発明者らがＰＣＴ／ＪＰ２００５／００２２３３にて出願した発明に係る流動バレル研磨装置である。

【００３４】

図３は、粗研磨工程と洗浄工程と平滑研磨工程から構成され、その研磨工程が２工程からなる流動バレル研磨方法の工程説明図であって、以下にその研磨加工の工程を詳細に説明する。

【００３５】

粗研磨工程Ｓ１では、流動バレル研磨装置の研磨槽１内に、ワークと、メディアと、研磨の進行に伴い粉砕される砥粒Ａと、研磨助剤であるコンパウンド及び水とを投入する。回転盤４を回転させると前記研磨槽１内に投入されたワーク、メディア、砥粒Ａ、コンパウンド、水は、底部の回転盤４より固定槽２の側壁に沿って上昇して頂点に達した後、回転盤４の回転中心方向に方向転換して下降し研磨槽１内を旋回流動してマスＭが形成されてワークが研磨される。

【００３６】

メディアの選定における当該メディアがワークに付与できる到達可能な表面粗さと研磨時間の関係については、図５に示すようにメディアの形状により決定される。本発明に使用するメディアは、硬質で、表面が平滑の焼成または焼結メディアとし、その形状は、球形とした例えばアルミナボールを採用する必要がある。これは、図５から明らかのように、メディアの形状が、三角形、円柱、非球形などであると、球形と比較して研磨力が大きいから、研磨加工初期段階において研磨加工時間を短くして表面粗さを小さくすることはできるが、研磨加工終了段階において得られる到達可能な表面粗さは前記球形よりも大きくなるからである。また、メディアの粒子径は、２～６ｍｍが好ましい。粒子径が２ｍｍ未満では、研磨力が小さくなって研磨時間が長くなり、６ｍｍを超えると研磨力が大きくなって表面粗さを小さくすることが困難となるからである。

【００３７】

粗研磨工程Ｓ１に使用する砥粒Ａは、バレル研磨の砥粒として通常使用されているアルミナや炭化珪素などに比べて軟質で、研磨の進行に伴い粉砕される珪石、パーミス、シラス

、パーライト、白土、石灰岩、の粉末から選択して用いる。これらの砥粒Ａは、適度な硬さ（モース硬度６～４）を有しており、研磨初期には前記硬さに比例した研磨力を有するが、研磨の進行に伴い研磨槽内で粉砕されて研磨力が低下するため、研磨時間の経過につれて表面粗さを小さくすることができる。砥粒Ａは、前記のように適度な研磨力を有するからワークの表面を超平滑に研磨するための下地処理を的確に施すことができる。ここで、砥粒Ａの平均粒径は１５μｍ～３μｍが好ましい。

【００３８】

粗研磨工程Ｓ１に用いるコンパウンドは、珪石粉、無機塩を含み界面活性剤を主成分とするものを用いる。

【００３９】

また、粗研磨工程Ｓ１において添加する水の量は、ワーク及びメディアの容積（１００％）に対し６～３０％が好ましい。

【００４０】

水を添加して研磨を行う湿式流動バレル研磨では、通常ワーク及びメディアの容積（１００％）に対して７０～１００容積％となるように水を添加して研磨するのが一般的であるが、本発明のように砥粒を投入して研磨する場合、前記のように水の量を多く添加して研磨を行うと、研磨のために投入した砥粒の水に対する混合割合が低下することとなるから、前記砥粒がワークとメディアの間に介在し押圧されて互いに擦れ合う作用（＝研磨力）が低下する。また、同時に添加するコンパウンドの濃度が低下し研磨助剤としての効果も低下するから、その効果を得るためには添加量を多くする必要がある。従って、本発明では、砥粒を使用するために水の量を少なくする必要があり、ワーク及びメディアの容積（１００％）に対して６～３０％が好適である。しかし、前記水の量が６％未満では、研磨中にマスの粘稠性が増大して研磨槽内の温度が上昇して研磨槽１の構成部材が膨張し、回転盤４と固定槽２との間の摺接隙間３が閉塞して回転盤４の回転が停止するなどの障害が発生する。また、水の量が３０％を超えると、前記のように添加された砥粒がワークと擦れ合う作用が低下して充分な研磨力が得られない。

【００４１】

前記のように、本発明の粗研磨工程Ｓ１では、バレル研磨において通常使用されているアルミナや炭化珪素などに比べ柔らかく、研磨の進行に伴い粉砕される砥粒Ａを用い添加する水の量を少くすることにより研磨時間を短縮することができ、ワークの表面粗さを小さくすることができる。

【００４２】

次に行う洗浄工程Ｓ２では、前記研磨槽１内に投入されたワーク、メディア、砥粒Ａ、コンパウンド、水が、回転盤４の回転により旋回流動してマスＭを形成し、粗研磨工程Ｓ１を終えた研磨槽１内のマスＭに洗浄用水を連続的に給水してマスＭを洗浄する。マスＭ中の研磨使用済みの砥粒Ａ、コンパウンド、水、及びワークとメディアと砥粒Ａの磨耗粉は、洗浄用水と共に、摺接隙間３、孔８、通路６を経て排水管７より流動バレル研磨装置の系外へ排出され、洗浄されたワーク及びメディアが研磨槽１内に残留する。

【００４３】

本発明に用いる研磨装置を前記構成の流動バレル研磨装置にしたから、洗浄工程Ｓ２では、前記のように洗浄されたワーク及びメディアのみを研磨槽１内に残留させ、研磨使用済みの砥粒Ａ、コンパウンド、水、及びワークとメディアと砥粒Ａの磨耗粉の洗浄排出を短時間で容易に洗い流すことができる。これにより、続く平滑研磨工程Ｓ５において、ワークの表面粗さを向上させるための阻害要因が排除されたワークとメディアを研磨槽１内に残留させることができ、次の平滑研磨工程Ｓ５に入る準備が完了する。

【００４４】

続く平滑研磨工程Ｓ５では、洗浄されたワークとメディアが残っている研磨槽１内に新たにコンパウンドと水を投入して、回転盤４の回転によりワーク、メディア、コンパウンド、水を旋回流動させて、前記粗研磨工程Ｓ１で粗研磨されたワークの表面を超平滑に研磨する。メディアは、前記粗研磨工程Ｓ１で使用され洗浄された硬質で球形状のもので、前

記ワーク、メディア、コンパウンド、水の旋回流動により、メディアがワークへ作用する押圧力（＝研磨力）によって研磨が行われる。また、前記の平滑研磨工程Ｓ５における水の投入量は、メディアが水を介在させてワークへ作用する前記研磨力によりワークの表面粗さを小さくし向上させ、且つ研磨時間をいたずらに必要としない程度に前記研磨力を抑制する緩衝作用を持たせる量にする必要があって、前記粗研磨工程Ｓ１よりも多くする必要がある。例えば、ワーク及びメディアの容積（１００％）に対して６０％～１００％にすることが好ましい。

【００４５】

平滑研磨工程Ｓ５で使用するコンパウンドは、ワーク、研磨条件などに応じ、適宜選択することができる。粗研磨工程Ｓ１で使用したコンパウンドを用いることもできるが、潤滑性の高い光沢仕上げ用のコンパウンドを用いることが好ましい。

【００４６】

図４は、本発明の工程が粗研磨工程、洗浄工程、第２粗研磨工程、第２洗浄工程、平滑研磨工程とからなり、研磨工程が３工程からなる変更例を示す工程説明図であって、以下に変更点について説明する。

【００４７】

本発明の変更例として、粗研磨工程Ｓ１及び洗浄工程Ｓ２は、平滑研磨工程Ｓ５前に繰り返して実施することもできる。ここで、図４に示すように、２回目の粗研磨工程を第２粗研磨工程Ｓ３、続く洗浄工程を第２洗浄工程Ｓ４という。第２粗研磨工程Ｓ３では、研磨の進行に伴い粉砕され、粗研磨工程Ｓ１で用いた砥粒Ａよりも軟かく粒子径の小さな砥粒Ｂを用いる。例えば、粗研磨工程Ｓ１で使用する砥粒Ａの平均粒子径が７μmの珪石粉を用いる場合には、第２粗研磨工程Ｓ２で使用する砥粒Ｂの平均粒子径が２μm以下の酸化セリウムを用いることができる。これにより、ワークの表面粗さを粗研磨工程Ｓ１よりも更に表面粗さが小さい平滑な面とすることができるため、後工程の平滑研磨工程Ｓ５において、更に表面粗さが小さくすることができる。例えばＲａ０．０１μm（ Ｒｚ０．０６μm）といった極めて平滑な表面が要求される場合に、好適に用いることができる。また、第２洗浄工程Ｓ４は、第２粗研磨工程Ｓ３の洗浄工程であり、前記粗研磨工程Ｓ１の洗浄工程Ｓ２と同様の作用効果を目的として設けられる工程である。

【実施例１】

【００４８】

本発明を具体的にするために実施した例として、研磨工程が２工程からなる実施例１とその変更例である研磨工程が３工程からなる実施例２、および比較例を以下に説明し、本発明の実施例１、実施例２に使用したメディア、砥粒、コンパウンドの仕様、及び水の添加量について、次の表１に示す。

【００４９】

【表１】

工程	メディア		砥粒		コンパウンド		水の添加量	
	実施例1	実施例2	実施例1	実施例2	実施例1	実施例2	実施例1	実施例2
粗研磨工程	〔品番〕：V-4	〔品番〕：V-4	〔珪石粉〕 ・平均粒径：7μm	〔珪石粉〕 ・平均粒径：7μm	〔品番〕：GPP ・珪石粉 ・無機塩 ・陰イオン系界面活性剤 ・非イオン系界面活性剤	〔品番〕：GPP ・珪石粉 ・無機塩 ・陰イオン系界面活性剤 ・非イオン系界面活性剤	13（容積%）	13（容積%）
第2粗研磨工程				〔酸化セリウム〕 ・平均粒径：2μm		〔品番〕：GLB ・特殊防錆材 ・陰イオン系界面活性剤		13（容積%）
平滑研磨工程			（なし）	（なし）	〔品番〕：GLB ・特殊防錆材 ・陰イオン系界面活性剤	〔品番〕：GLB ・特殊防錆材 ・陰イオン系界面活性剤	67（容積%）	67（容積%）
備考	新東ブレーター社製 φ4アルミナボール （成分）アルミナ93% シリカ6.5% （硬度）Hv1200以上	新東ブレーター社製 φ4アルミナボール （成分）アルミナ93% シリカ6.5% （硬度）Hv1200以上			新東ブレーター社製	新東ブレーター社製	＊「容積%」とは、ワークとメディアの合計容積を100にした割合。	＊「容積%」とは、ワークとメディアの合計容積を100にした割合。

【００５０】

本実施例１では、ワークはステンレス鋼（ＳＵＳ４２０Ｊ２）からなるφ３ｍｍ、長さ８０ｍｍの円柱部材を用いた。研磨前のワークの表面粗さは、Ｒａ０．０５３μｍ（　Ｒｚ０．３８μｍ）であった。流動バレル研磨装置としては、研磨槽容量が４０Ｌの図２に示す流動バレル研磨装置（新東ブレーター社製、型式：ＥＶＦＸ－１）を使用した。この流動バレル研磨装置は、後述の実施例２で使用した流動バレル研磨装置の回転盤の回転中心上部に、回転可能に円筒形状の内筒を軸支して備え、研磨力が大きくなるように構成されている。

【００５１】

粗研磨工程Ｓ１で使用したメディアは、粒子径４ｍｍの球状アルミナ質焼結メディア（新東ブレーター社製：Ｖ－４）、砥粒Ａは、平均粒子径７μｍの珪石粉、コンパウンドは、珪石粉、無機塩、界面活性剤が含まれた粉末コンパウンド（新東ブレーター社製：ＧＰＰ）を使用し、ワークとメディアの比率は重量比率で１対５とし、合計で１５Ｌとした。研磨槽１に、砥粒Ａを３０ｇ、コンパウンドを２００ｇ、水を１．５Ｌ投入し、９０分間の研磨を行った。ここで、ワーク及びメディアの容積（１００％）に対する水の割合は１３容積％である。

【００５２】

次の洗浄工程Ｓ２において、研磨槽１内のワーク、メディア、砥粒Ａ、コンパウンド、水を旋回流動させながら洗浄用水を給水して、砥粒Ａ、コンパウンド、水、研磨屑を研磨槽１外に洗浄排出し、洗浄されたワーク及びメディアを残留させた。この段階で、ワークの表面粗さはＲａ０．０２２μｍ（　Ｒｚ０．１５μｍ）であって、洗浄工程Ｓ２で要した時間は約４分間であった。

【００５３】

続く平滑研磨工程Ｓ５において、洗浄され研磨槽１内に残された前記ワーク及びメディアに、光沢研磨用液体コンパウンド（新東ブレーター社製：ＧＬＢ）を４０ｍＬ、水を１０Ｌ添加して、１５分間の研磨を行った。ここで、ワーク及びメディアに対する水の割合は約６７％である。この工程を経たワークの表面粗さはＲａ０．０１４μｍ（　Ｒｚ０．０８９μｍ）であって、超平滑面に研磨することができた。

【００５４】

上述のように、第２粗研磨工程Ｓ３及び第２洗浄工程Ｓ４を実施しない研磨工程が２工程の研磨方法であっても研磨装置に図２に示す研磨力が大きくなるように開発した流動バレル研磨装置を使用して研磨力を増大させることができるので、洗浄工程時間を含めた研磨

加工時間が、２時間以内という短時間でワークの表面を超平滑面に研磨することができた。

【実施例２】

【００５５】

本実施例２では、ワークは高炭素クロム鋼（ＳＵＪ２）からなるφ１．６ｍｍ、長さ１４ｍｍの円柱部材を用いた。研磨前のワークの表面粗さは、Ｒａ０．１０μｍ（　Ｒｚ０．６０μｍ）であった。研磨装置の流動バレル研磨装置としては、研磨槽容量が４０Ｌの図１に示す流動バレル研磨装置（新東ブレーター社製：ＥＶＦ－０４）を使用した。

【００５６】

粗研磨工程Ｓ１に使用したメディアは、粒子径４ｍｍの球状アルミナ質焼結メディア（新東ブレーター社製：Ｖ－４）、砥粒Ａは、平均粒子径７μｍの珪石粉、コンパウンドは、珪石粉、無機塩、界面活性剤が含まれた粉末コンパウンド（新東ブレーター社製：ＧＰＰ）を使用し、ワークとメディアの比率は重量比率で１対５とし、合計で１５Ｌとした。研磨槽１に、砥粒を３０g、コンパウンドを２００g、水を１．５Ｌ添加し、９０分間の研磨を行った。水の添加割合は、ワーク及びメディアの容積（１００％）に対して１３容積％である。

【００５７】

次の洗浄工程Ｓ２において、研磨槽１内のワーク、メディア、砥粒Ａ、コンパウンド、水を旋回流動させながら洗浄用水を給水して、砥粒Ａ、コンパウンド、水、研磨屑を研磨槽１外に洗浄排出し、洗浄されたワーク及びメディアを残留させた。この段階で、ワークの表面粗さはＲａ０．０１５μｍ（　Ｒｚ０．１１μｍ）であって、洗浄工程Ｓ２で要した時間は約４分間であった。

【００５８】

続く第２粗研磨工程Ｓ３では、研磨槽１内に残留しているワーク及びメディアに、砥粒Ｂとして平均粒子径２μｍの酸化セリウムを３０g、コンパウンドを４０ｍＬ、水を１．５Ｌ添加して、３０分間の研磨を行った。第２粗研磨工程Ｓ３で使用するコンパウンドには、光沢研磨用液体コンパウンド（新東ブレーター社製：ＧＬＢ）を使用した。水の添加割合は、ワーク及びメディアの容積（１００％）に対して１３容積％である。

【００５９】

次の第２洗浄工程Ｓ４においては、前記洗浄工程Ｓ２と同様に洗浄を行い、洗浄されたワーク及びメディアを残留させた。この段階でのワークの表面粗さはＲａ０．０１２μｍ（　Ｒｚ０．０７２μｍ）であり、前記洗浄工程Ｓ２を終了した段階よりも平滑な表面が得られた。また、第２洗浄工程Ｓ４で要した時間は約４分間であった。

【００６０】

続く平滑研磨工程Ｓ５では、第２粗研磨工程Ｓ３で用いたコンパウンドと同じ光沢研磨用液体コンパウンド（新東ブレーター社製：ＧＬＢ）を４０ｍＬ、水を１０Ｌ添加して、３０分間の研磨を行った。水の添加割合は、ワーク及びメディアの容積（１００％）に対して６７容積％である。また、この平滑研磨工程Ｓ５を終えたワークの表面粗さはＲａ０．００９μｍ（　Ｒｚ０．０６μｍ）であった。

【００６１】

本発明は、研磨工程を３工程にし、その洗浄工程時間を含めた研磨加工時間が３時間以内という短時間でワークの表面粗さをＲａ０．０１μｍ以下の超平滑に研磨することができた。

【００６２】

比較例として、実施例１において使用したメディアを平均粒子径６ｍｍの不定形メディアに変更し、その粗研磨工程Ｓ１では、コンパウンドを光沢研磨用液体コンパウンド（新東ブレーター社製：ＧＬＢ）に変更して４０ｍＬ添加し、水を１０Ｌ添加して研磨を行い、平滑研磨工程Ｓ５では、メディア以外は同じ条件で研磨を行った。その結果、粗研磨工程Ｓ１後のワークの表面粗さはＲａ０．０２８μｍ（　Ｒｚ０．１８５μｍ）、平滑研磨工程Ｓ５後のワークの表面粗さはＲａ０．０２２μｍ（　Ｒｚ０．１３２μｍ）であり、ワ

ークの表面を超平滑面に研磨することができなかった。これにより、本発明で使用するメディアの形状は、不定形ではなく、表面が平滑な球形のメディアであることが必要であることが確認された。

【００６３】

［最良の実施形態の効果］

（１）本発明の流動バレル研磨方法によれば、粗研磨工程Ｓ１では、バレル研磨の砥粒として通常使用されているアルミナや炭化珪素などに比べて軟質で、研磨の進行に伴い粉砕される適度な硬さ（＝分子構造）を有する粉末を砥粒に用いて研磨を行うため、研磨初期には前記硬さに比例した研磨力を有するが、研磨の進行に伴い研磨槽内で粉砕されて研磨力が低下して表面粗さを小さくすることができるから、研磨時間を要せずワークの表面を超平滑研磨するための下地処理を的確に行なうことができる。次の洗浄工程Ｓ２では、粗研磨を終えて研磨槽内に残った、平滑研磨において表面粗さを向上させるための阻害要因となる砥粒Ａ、コンパウンド、水、及びワークとメディアと砥粒Ａの磨耗粉を研磨槽外へ容易に洗浄排出することができると同時に、洗浄されたワークとメディアを研磨槽内に残留することができるから、手間を要せず次の平滑研磨工程Ｓ５を開始することができる。続く平滑研磨工程Ｓ５では、前記粗研磨工程Ｓ１で使用され洗浄された硬質で球形状のメディア表面がワークへ作用する押圧力（＝研磨力）によってのみ研磨が行われるためその研磨力は小さなもので、粗研磨工程Ｓ１において研磨されたワークの表面よりも更に平滑な表面を得ることができる。これにより、短時間でワークの表面を超平滑面に研磨することができる。

【００６４】

（２）前記粗研磨工程Ｓ１の砥粒Ａに用いる珪石、パーミス、シラス、パーライト、白土、石灰岩、の粉末は、前記バレル研磨の砥粒として通常使用されているアルミナや炭化珪素などに比べて軟質で、研磨の進行に伴い粉砕される適度な硬さ（＝分子構造）を有するから、粗研磨工程Ｓ１に用いる砥粒Ａとして好適に用いることができる。また、砥粒Ａの平均粒子径を１５μｍ～３μｍにしたから、ワークの表面を超平滑面に研磨するための下地処理として表面粗さを荒らさずに粗研磨を施すことができる。

【００６５】

（３）本発明に使用するメディアは、形状が球形で粒子径が２～６ｍｍの硬質な焼成または焼結材からなるボールメディアを採用し、研磨装置にメディアとワークを旋回流動させて該メディアの表面をワークの研磨面に押圧力（＝研磨力）を与えて研磨するようにした流動バレル研磨装置を採用したことにより、研磨後のメディアとワークを容易に洗浄ができ粗研磨工程Ｓ１から平滑研磨工程Ｓ５までの各研磨工程を通して交換することなく研磨に使用できるから、ワークの表面粗さを小さくすることができ、作業効率も良いものである。

【００６６】

（４）また、本発明の変更例として、洗浄工程Ｓ２と平滑研磨工程Ｓ５との間に、前記粗研磨工程Ｓ１で用いた砥粒Ａよりも軟質かつ粒径が小さく研磨の進行に伴い粉砕される砥粒Ｂとコンパウンドと水とを前記研磨槽内に新たに投入し、ワークを研磨する第２粗研磨工程Ｓ３と、該第２粗研磨工程Ｓ３後に、研磨槽１内に給水して前記洗浄工程Ｓ２と同様の効果を奏し、次の平滑研磨工程Ｓ５における表面粗さを向上させるための阻害要因となる第２粗研磨工程Ｓ３で研磨使用済みの砥粒Ｂ、コンパウンド、水、及びワーク、メディア、砥粒Ｂの磨耗粉を研磨槽と回転盤の摺接隙間より研磨槽外へ容易に洗浄排出し、洗浄されたワークとメディアを研磨槽内に残留させる第２洗浄工程Ｓ４と、を実施することができるようにしてあるから、ワークの材質変更、あるいは表面粗さを更に小さくする要求がある場合に対応できるものである。

【００６７】

（５）各研磨工程において研磨槽１内にワークとメディア（容積＝１００％）に対して添加する水の量（容積％）について、粗研磨工程Ｓ１もしくは第２粗研磨工程Ｓ３おいて、６％未満では、研磨中にマスの粘稠性が増大して研磨槽内の温度が上昇して研磨槽１の構

成部材が膨張して回転盤４と固定槽２との間の摺接隙間３が閉塞し回転盤４の回転が止まるなどの障害が発生するおそれがある。前記の添加する水の量が３０％を超えると、メディアおよび砥粒の水に対する混合割合が低下することとなって、前記メディアあるいは砥粒がワークに与える研磨作用(=研磨力)が低下するからその添加量を６～３０％として前記問題点を解決して的確な粗研磨ができるものである。また、平滑研磨工程Ｓ５において、６０％以上にすることにより、メディアとワークの間に水が介在してワークへ作用する押圧力（＝研磨力）が抑制されてワークの表面粗さを小さくすることができるものであり、１００％以下にすることにより、前記メディアがワークへ作用する押圧力（＝研磨力）を適度に維持すると同時にコンパウンドの濃度の低下を抑制して無駄な添加を防止するようにしたものである。

【００６８】

（６）前記第２粗研磨工程Ｓ３の砥粒Ｂに用いるセリウム、クロム、鉄の酸化物は、前記粗研磨工程Ｓ１の砥粒Ａで使用する珪石、パーミス、シラス、パーライト、白土、石灰岩、などの粉末に比べてさらに軟質であるから、ワークの表面に研磨痕が付き難く研磨ができ、粗研磨工程Ｓ１を終了したワークの表面粗さをさらに平滑にすることができる。また、砥粒Ｂの平均粒子径を５μｍ～１μｍにしたから、ワークの表面を超平滑面に研磨するための下地処理を施すことができる。

【００６９】

（７）従来の流動バレル研磨装置の回転盤４の回転中心上部に固定または回転可能に軸支された円筒形状の内筒９を備えた流動バレル研磨装置を用いれば、メディア、砥粒がワークに与える押圧力（＝研磨力）を大きくすることができるので、ワークの材質、物性値等が異なって大きな研磨力が必要になる場合、あるいは研磨効率を向上させる必要がある場合、に対応が容易である。

【００７０】

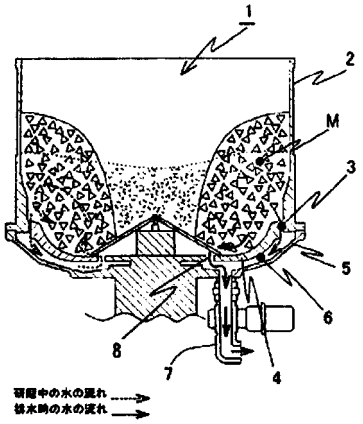
（８）以上の説明で明らかのように、本発明の流動バレル研磨方法は、金属材料からなる円柱形状のワークの表面粗さをＲａ０．０２μｍ以下にした超平滑研磨加工が容易にできるものである。

【符号の説明】

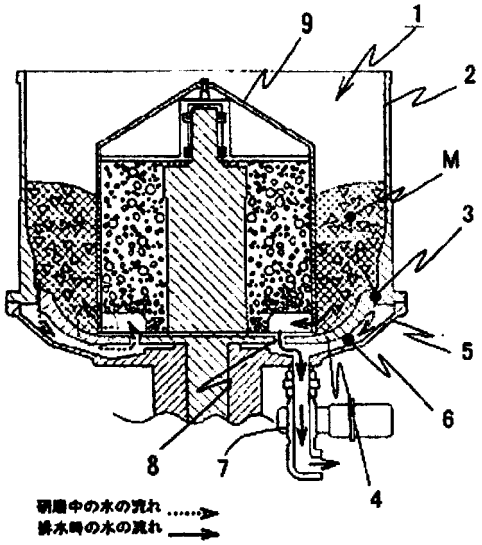
【００７１】

１　研磨槽
２　固定槽
３　摺接隙間
４　回転盤
５　底板
６　通路
７　排水管
８　孔
９　内筒
Ｍ　マス

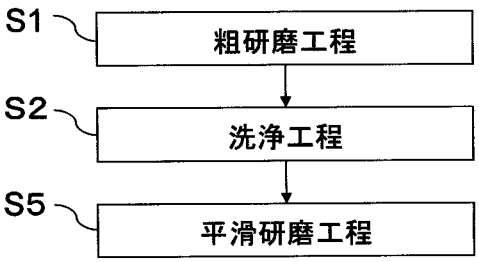
【図１】


1
2
M
3
5
6
8
7
4
研磨中の水の流れ
排水時の水の流れ

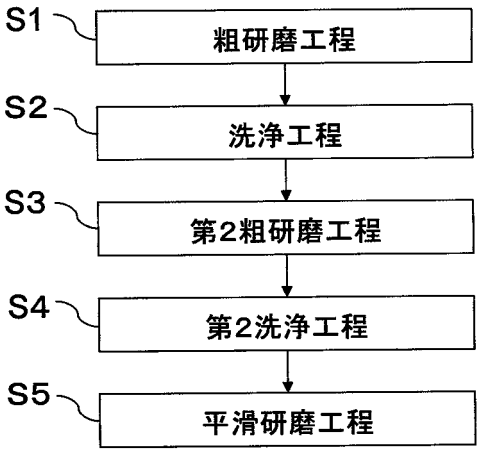
【図２】


9
1
2
M
3
5
6
8
7
4
研磨中の水の流れ
排水時の水の流れ

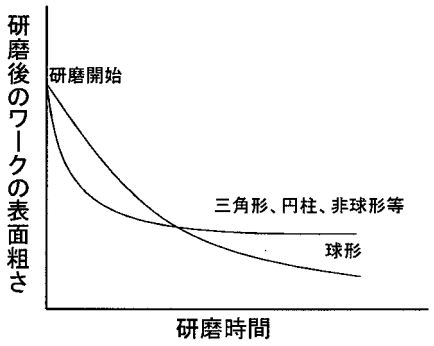
【図３】


S1
粗研磨工程
S2
洗浄工程
S5
平滑研磨工程

【図４】


S1
粗研磨工程
S2
洗浄工程
S3
第2粗研磨工程
S4
第2洗浄工程
S5
平滑研磨工程

【図５】


研磨後のワークの表面粗さ
研磨開始
三角形、円柱、非球形等
球形
研磨時間