

(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2010-5712

(P2010-5712A)

(43) 公開日 平成22年1月14日(2010.1.14)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
B 2 4 B 31/02 (2006.01)	B 2 4 B 31/02	3 C 0 5 8
B 2 4 B 31/033 (2006.01)	B 2 4 B 31/033	
B 2 4 B 31/037 (2006.01)	B 2 4 B 31/037	

審査請求 未請求 請求項の数 19 O L (全 21 頁)

(21) 出願番号	特願2008-165150 (P2008-165150)	(71) 出願人	506423316
(22) 出願日	平成20年6月24日 (2008. 6. 24)		三恵ハイプレシジョン株式会社
			大阪府大阪市平野区瓜破南2丁目3番4号
		(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	落合 良隆
			大阪府大阪市平野区瓜破南2丁目3番4号
			三恵ハイプレシジョン株式会社内
		(72) 発明者	福西 啓文
			大阪府大阪市平野区瓜破南2丁目3番4号
			三恵ハイプレシジョン株式会社内
		Fターム(参考)	3C058 AA01 AA11 BA02 BA04 CB02

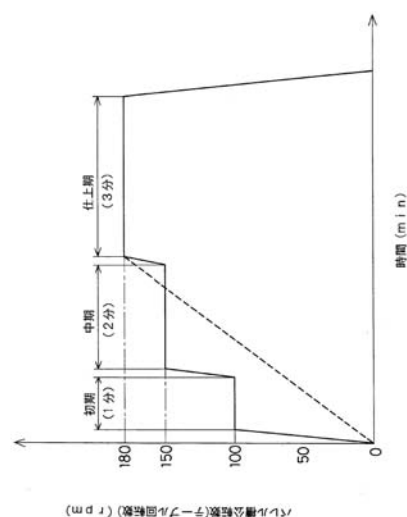
(54) 【発明の名称】 バレル研磨方法および装置

(57) 【要約】

【課題】遠心バレル方式のバレル加工において、ワークの構成材料の種類・特性に関わらず、不良率が低くて歩留まり良好で、高い加工効率が得られる汎用性の高いバレル研磨技術を提供する。

【解決手段】ワークと研磨材を充填収容するバレル槽の公転速度を、研磨工程の初期から仕上期に向けて低速から高速に変更することにより、脆性材料からなるワークを含めて、ワークの構成材料の種類・特性に関わらず、不良率を低く抑えつつ、加工効率の高いバレル研磨加工を実現する。

【選択図】 図6



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

工作物と研磨材が充填収容されたバレル槽を水平方向に公転させることにより、バレル槽内の工作物と研磨材に遠心力を与えて、これら工作物と研磨材の擦れ合いにより工作物を研磨するバレル研磨方法であって、

バレル槽の公転速度を、研磨工程の初期から仕上期に向けて低速から高速に変更するようにした

ことを特徴とするバレル研磨方法。

【請求項 2】

前記研磨工程の初期におけるバレル槽の公転速度は、工作物のバリを軽除去する低速度に設定し、

前記研磨工程の仕上期におけるバレル槽の公転速度は、工作物の角部を面取りするとともに表面研磨を行う高速度に設定する

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】

前記バレル槽の公転速度を、研磨工程の初期から仕上期に向けて段階的に低速から高速に変更するようにした

ことを特徴とする請求項 1 または 2 に記載のバレル研磨方法。

【請求項 4】

前記バレル槽の公転速度を、研磨工程の初期から仕上期に向けて連続的に低速から高速に変更するようにした

ことを特徴とする請求項 1 または 2 に記載のバレル研磨方法。

【請求項 5】

前記研磨工程の完了後に、この研磨工程の仕上期における公転速度をもってバレル槽を逆方向へ公転させるようにした

ことを特徴とする請求項 1 から 4 のいずれか一つに記載バレル研磨方法。

【請求項 6】

前記バレル槽を、垂直な公転軸に対して、その軸線を傾斜した状態で設けられた筒形容器で構成して、前記公転軸まわりに前記公転速度をもって公転させるとともに、この公転速度の $-1/20 \sim 1/20$ の自転速度で垂直軸まわりに自転させる

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 7】

前記バレル槽の自転速度が前記公転速度の $-1/30 \sim -1/40$ である

ことを特徴とする請求項 6 に記載のバレル研磨方法。

【請求項 8】

前記バレル槽の自転速度が前記公転速度の $1/40 \sim 1/30$ である

ことを特徴とする請求項 7 に記載のバレル研磨方法。

【請求項 9】

前記バレル槽の軸線の傾斜角度が 10 度 ~ 30 度である

ことを特徴とする請求項 6 から 8 のいずれか一つに記載のバレル研磨方法。

【請求項 10】

前記バレル槽の公転速度は $100 \sim 300$ 回転/分である

ことを特徴とする請求項 1 から 9 のいずれか一つに記載のバレル研磨方法。

【請求項 11】

工作物と研磨材が充填収容されたバレル槽が水平方向に公転することにより、バレル槽内の工作物と研磨材に遠心力が与えられて、これら工作物と研磨材の擦れ合いにより工作物を研磨するバレル研磨装置であって、

筒形容器からなるバレル槽と、このバレル槽を水平方向へ公転させる公転手段と、この公転手段を自動制御する制御手段を備えてなり、

この制御手段は、前記バレル槽の公転速度が研磨工程の初期から仕上期に向けて低速か

10

20

30

40

50

ら高速に変更するように、前記公転手段の駆動源を駆動制御するように構成されていることを特徴とするバレル研磨装置。

【請求項 1 2】

前記制御手段は、請求項 1 から 5 のいずれか一つに記載のバレル研磨方法を実行するように、前記公転手段の駆動源を駆動制御するように構成されていることを特徴とする請求項 1 1 に記載のバレル研磨装置。

【請求項 1 3】

前記公転手段は、垂直な回転主軸に対して水平に取り付けられて、所定の速度をもって回転駆動される回転テーブルと、前記回転主軸を回転駆動する前記駆動源とを備え、

前記回転テーブル上に、前記バレル槽が自転手段を介して自転可能に設けられてなり、

前記制御手段による前記駆動源の駆動により、前記回転テーブルが水平回転するとともに、この回転テーブルの回転に前記自転手段が連動して、前記バレル槽は、前記回転主軸まわりに前記公転速度をもって公転するように構成されている

ことを特徴とする請求項 1 1 に記載のバレル研磨装置。

【請求項 1 4】

前記バレル槽は、前記回転テーブル上に回転可能に支持された回転支軸に、前記回転テーブルの回転主軸に対して傾斜した状態で取り付けられている

ことを特徴とする請求項 1 3 に記載のバレル研磨装置。

【請求項 1 5】

前記バレル槽の軸線の傾斜角度は 10 度～30 度に設定されている

ことを特徴とする請求項 1 4 に記載のバレル研磨装置。

【請求項 1 6】

前記自転手段は、前記回転主軸と同心状に設けられた太陽歯車と、前記回転支軸に同心状に設けられた遊星歯車とを含んでなる遊星歯車機構の形態とされている

ことを特徴とする請求項 1 3 に記載のバレル研磨装置。

【請求項 1 7】

前記バレル槽は、前記自転手段により、前記公転速度の $-1/20 \sim 1/20$ の自転速度で自転するように構成されている

ことを特徴とする請求項 1 3 に記載のバレル研磨装置。

【請求項 1 8】

前記バレル槽の公転速度は 100～300 回転／分である

ことを特徴とする請求項 1 1 から 1 7 のいずれか一つに記載のバレル研磨装置。

【請求項 1 9】

前記バレル槽の公転速度を設定するための公転速度設定手段を備える

ことを特徴とする請求項 1 1 から 1 8 のいずれか一つに記載のバレル研磨装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明はバレル研磨方法および装置に関し、さらに詳細には、工作物と研磨材を充填収容するバレル槽が水平方向に公転する形式のバレル研磨技術に関する。

【背景技術】

【0002】

バレル研磨技術は、各種工作物（以下、ワーク）の中間および／または最終仕上げ工程において、バリ取り、平滑仕上げ、鏡面仕上げあるいは R 付け等の目的で採用されており、その基本原理は、研磨材（メディア）とワークをバレル槽内に所定の割合で混合して充填するとともに、目的に応じて工作液を加え、このバレル槽に一定の運動を与えて、これらワークと研磨材の擦れ合いによりワークを研磨する。

【0003】

そして、バレル槽に運動を与える方法として、回転バレル、振動バレル、遠心バレルお

10

20

30

40

50

よび渦流バレルなどの研磨方式が存在するが、特に、遠心バレル方式は、加工能力が高く各種製造分野で広く採用されている。

【0004】

この遠心バレル方式においては、回転テーブル上に自転可能に設けられたバレル槽が、上記回転テーブルの回転によって自転しながら公転（遊星旋回）することで、バレル槽内のワークと研磨材に遠心力を与えて、これらワークと研磨材の擦れ合いによりワークが研磨される。なお、上記バレル槽の自転運動は、公転速度の1/2程度の自転速度をもって、公転方向と同一または逆方向に自転される（例えば、非特許文献1参照）。

【0005】

ところで、従来の遠心バレル方式のバレル研磨装置においては、その加工技術の単純さから、装置構成もきわめて単純で、上記回転テーブルを一定の回転速度で回転駆動する駆動モータと、上記回転テーブルの回転運動を伝動ベルトにより上記バレル槽の回転軸に伝達してバレル槽に自転運動を行わせるという構成で、装置操作部も、起動・停止スイッチに加えて、速度設定部と運転時間設定部を備える程度の非常に簡素なものであった。

【0006】

したがって、実際のバレル加工に際しては、装置操作部により、対象となるワークの形状寸法や構成材料に合わせて、速度設定部により回転テーブルおよびバレル槽の公転・自転速度を設定するとともに、運転時間設定部により運転時間を設定した後、起動・停止スイッチにより装置を運転開始させることで、回転テーブルおよびバレル槽がそれぞれ回転動作して、これにより、バレル槽が予め設定された時間だけ、所定の一定速度をもって自転しながら公転して、バレル槽内のワークが研磨されていた。

【0007】

ところで、バレル加工の対象となるワークは、金属材料から非金属材料まで多岐にわたっているが、近時は電子機器類の飛躍的な発達に伴う半導体関連の電子部品も新たな対象ワークとして注目されてきている。特に、電子部品の主要構成材料であるセラミックス、あるいはフェライト等の脆性材料ないしは硬脆性材料からなるワークについては、従来のような一般的なバレル加工が困難であった。

【0008】

すなわち、例えば、セラミックスからなる半導体部品等のワークの場合、構成材料の脆性ゆえに、ワーク同士あるいは研磨材との衝突や擦れ合いにより、ワークに割れや欠け等が生じやすく、バリの除去と同時にワーク本体にチッピングが生じて、ワークの不良率が非常に高い。

【0009】

この問題を解消しようとするには、バレル槽の公転速度を低く抑えることが考えられるが、これでは加工時間が大幅に長くなって、加工効率が極端に低下してしまうという問題があるが、これが脆性材料からなるワークについてのバレル加工の現状である。

【非特許文献1】（社）砥粒加工学会編著、「図解 砥粒加工技術のすべて」株式会社工業調査会、2006年9月1日発行、p. 106～107

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【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、遠心バレル方式のバレル加工において、ワークの構成材料の種類・特性に関わらず、不良率が低くて歩留まり良好で、しかも高い加工効率が得られる汎用性の高いバレル研磨方法を提供することにある。

【0011】

また、本発明の他の目的とするところは、上記バレル研磨方法を有効に実施する構成を備えたバレル研磨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】

上記目的を達成するため、本発明のバレル研磨方法は、ワークと研磨材が充填収容されたバレル槽を水平方向に公転させることにより、バレル槽内のワークと研磨材に遠心力を与えて、これらワークと研磨材の擦れ合いによりワークを研磨するバレル研磨方法であって、バレル槽の公転速度を、研磨工程の初期から仕上期に向けて低速から高速に変更するようにしたことを特徴とする。

【0013】

好適な実施態様として、以下の構成が採用される。

(1) 上記研磨工程の初期におけるバレル槽の公転速度は、ワークのバリを軽除去する低速に設定し、上記研磨工程の仕上期におけるバレル槽の公転速度は、ワークの角部を面取りするとともに表面研磨を行う高速度に設定する。

10

【0014】

(2) 上記バレル槽の公転速度を、研磨工程の初期から仕上期に向けて段階的に低速から高速に変更するようにした。

【0015】

(3) 上記バレル槽の公転速度を、研磨工程の初期から仕上期に向けて連続的に低速から高速に変更するようにした。

【0016】

(4) 上記研磨工程の完了後に、この研磨工程の仕上期における公転速度をもってバレル槽を逆方向へ公転させるようにした。

【0017】

20

(5) 上記バレル槽を、垂直な公転軸に対して、その軸線を傾斜した状態で設けられた筒形容器で構成して、上記公転軸まわりに上記公転速度をもって公転させるとともに、この公転速度の $-1/20 \sim 1/20$ の自転速度で垂直軸まわりに自転させる。

【0018】

(6) 上記バレル槽の自転速度が上記公転速度の $-1/30 \sim -1/40$ である。

【0019】

(7) 上記バレル槽の自転速度が上記公転速度の $1/40 \sim 1/30$ である。

【0020】

(8) 上記バレル槽の軸線の傾斜角度が $10^\circ \sim 30^\circ$ である。

【0021】

30

(9) 上記バレル槽の公転速度は $100 \sim 300$ 回転/分である。

【0022】

また、本発明のバレル研磨装置は、ワークと研磨材が充填収容されたバレル槽が水平方向に公転することにより、バレル槽内のワークと研磨材に遠心力が与えられて、これらワークと研磨材の擦れ合いによりワークを研磨するバレル研磨装置であって、筒形容器からなるバレル槽と、このバレル槽を水平方向へ公転させる公転手段と、この公転手段を自動制御する制御手段を備えてなり、この制御手段は、上記バレル槽の公転速度が研磨工程の初期から仕上期に向けて低速から高速に変更するように、上記公転手段の駆動源を駆動制御するように構成されていることを特徴とする。

【0023】

40

好適な実施態様として、以下の構成が採用される。

(1) 上記制御手段は、上述したバレル研磨方法を実行するように、上記公転手段の駆動源を駆動制御するように構成される。

【0024】

(2) 上記公転手段は、垂直な回転主軸に対して水平に取り付けられて、所定の速度をもって回転駆動される回転テーブルと、上記回転主軸を回転駆動する上記駆動源とを備え、上記回転テーブル上に、上記バレル槽が自転手段を介して自転可能に設けられてなり、上記制御手段による上記駆動源の駆動により、上記回転テーブルが水平回転するとともに、この回転テーブルの回転に上記自転手段が連動して、上記バレル槽は、上記回転主軸まわりに上記公転速度をもって公転するように構成される。

50

【0025】

(3) 上記バレル槽は、上記回転テーブル上に回転可能に支持された回転支軸に、上記回転テーブルの回転主軸に対して傾斜した状態で取り付けられる。

【0026】

(4) 上記バレル槽の軸線の傾斜角度は10度～30度に設定される。

【0027】

(5) 上記自転手段は、上記回転主軸と同心状に設けられた太陽歯車と、上記回転支軸に同心状に設けられた遊星歯車とを含んでなる遊星歯車機構の形態とされる。

【0028】

(6) 上記バレル槽は、上記自転手段により、上記公転速度の $-1/20 \sim 1/20$ の自転速度で自転するように構成される。

10

【0029】

(7) 上記バレル槽の公転速度は100～300回転/分である。

【0030】

(8) 上記バレル槽の公転速度を設定するための公転速度設定手段を備える。

【発明の効果】

【0031】

本発明によれば、遠心バレル方式のバレル加工において、バレル槽の公転速度を、研磨工程の初期から仕上期に向けて低速から高速に変更するようにしたから、ワークの構成材料の種類・特性に関わらず、不良率が低くて歩留まり良好で、しかも高い加工効率を得られる汎用性の高いバレル研磨技術を提供することができる。

20

【0032】

特に、電子部品の主要構成材料であるセラミックス、あるいはフェライト等の脆性材料ないしは硬脆性材料からなるワークについても、研磨工程の開始時点を含む初期においては、バレル槽の公転速度を低速にすることで、ワーク同士あるいは研磨材との衝突や擦れ合いを軽度抑えて、ワークの割れや欠け等の発生を防止しつつ、バリを軽く除去するとともに、その後バレル槽の公転速度を徐々に上昇させていき、ワークのバリを除去しつつ角部の面取り研磨を行い、終盤の仕上期においては高速の公転速度をもってワークの仕上げ加工である表面研磨を行うようにすることで、従来脆性材料であるワークゆえの問題となっていたチッピングの発生を有効に防止しつつ加工時間を抑えて高い加工効率のバレル研磨加工を実現することが可能となった。

30

【0033】

また、遠心バレル方式のバレル加工において、バレル槽の軸線を回転テーブルの垂直な公転軸に対して傾斜した状態で配置して、バレル槽を、上記公転軸まわりに公転させるとともに、この公転速度の $-1/20 \sim 1/20$ の自転速度で垂直軸まわりに自転させるようにすることにより、バレル槽の公転により生じる遠心力を、研磨材とワークに対して単なる水平方向の動きに止まらず、さらにバレル槽の傾きによる傾斜内面との協働作用による上下方向の動きも誘発することができる。

【0034】

その結果、研磨材とワークは、自重の違いも有効に作用して、互いに分離することなく渾然一体となってバレル槽内を上下左右方向へ流動（3次元相対運動）して、ワーク同士の衝突が有効に防止されるとともに、ワークと研磨材とが効率よく擦れ合って、ワークは高い研磨能力をもって研磨され得る（従来の遠心バレル方式のバレル研磨装置と比較して、 $1/2 \sim 1/3$ 以下の時間でワークを仕上けることができる。）。

40

【0035】

特に、上記バレル槽の自転速度を、その公転速度の $-1/20 \sim 1/20$ という低速またはゼロに設定することにより、バレル槽の自転により生じる遠心力が、バレル槽の公転により生じる遠心力を相殺することなく最大限度有効に発揮させて、円滑な3次元相対運動を確保することができる。

【0036】

50

また、バレル槽を上記公転速度の $-1/20 \sim 1/20$ という非常にゆっくりした自転速度で自転させることにより、バレル槽の隅部に存在する研磨材およびワークにも上記バレル槽の公転による遠心力が有効に作用して、バレル槽内のすべての研磨材とワークが円滑な3次元相対運動を行い、すべてのワークが高い研磨能力をもって均一に研磨され得る。

【0037】

さらに、本発明のバレル研磨装置においては、上記効果に加えて、バレル槽の公転速度の制御をプログラム運転により自動で行うことができるとともに、装置構造が簡単かつコンパクトで、メンテナンスも容易に行うことができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0038】

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。

【0039】

本発明に係るバレル研磨装置が図1～図7に示されており、このバレル研磨装置は、具体的には、図4に模式的に示されるように、多数のワークW、W、…と研磨材（メディア）G、G、…が充填収容されたバレル槽1が水平方向に公転することにより、バレル槽1内のワークW、W、…と研磨材G、G、…に遠心力が与えられて、これらワークW、W、…と研磨材G、G、…の擦れ合いによりワークW、W、…を研磨する構成を備えた遠心バレル形式のものであり、本実施形態においては、脆性材料であるセラミックスからなるワークW、W、…が加工対象とされている。

【0040】

上記バレル研磨装置は、上記バレル槽1、公転手段2、自転手段3および制御手段4を主要部として構成され、これら構成部1～4が装置ケース5内に装置されてなる。

【0041】

装置ケース5は、頂部に開閉可能な蓋が設けられたほぼ直方体形状のもので、底部には、装置ケース5の移動手段としての自在キャスタ7が設けられるとともに、装置ケース5の固定設置状態において装置ケース5を水平状態に姿勢調整するためのレベルアジャスタ8が設けられている。

【0042】

公転手段2は、バレル槽1を水平方向へ公転させるもので、具体的には回転テーブル10および駆動源である駆動モータ11を主要部として構成されている。

【0043】

回転テーブル10は円盤状のもので、垂直な回転主軸15に対して水平に取り付けられるとともに、この回転主軸15が駆動モータ11に駆動連結されている。

【0044】

図示の実施形態においては、装置ケース5の基台フレーム16の中心位置に主軸台17が設けられ、この主軸台17に、上記回転主軸15が、回転軸受18、18を介して垂直状態で回転可能に軸支されており、この回転主軸15の上端部に、上記回転テーブル10が固定金具19により水平状態で取付け支持されている。

【0045】

また、回転主軸15の下部が軸支される上記主軸台17には、上記駆動モータ11が水平状態で取り付けられており、具体的には図示しないが、この駆動モータ11の出力軸に、上記回転主軸15の下部が直接的に歯車連結されている。駆動モータ11としては減速歯車機構を内蔵されたギヤードモータが使用され、この駆動モータ11がモータ駆動部40を介して上記制御部4に電氣的に接続されている。

【0046】

そして、駆動モータ11の回転駆動により、上記回転主軸15と共に、上記回転テーブル10が水平方向へ所定の回転速度をもって回転駆動される。この場合の回転テーブル10の回転速度つまり後述するバレル槽1の公転速度は、後述するように、制御部4の加工

プログラムに従って、研磨工程の初期から仕上期に向けて低速から高速に変更するように自動制御される。

【0047】

バレル槽1は密閉可能な筒形容器からなり、上記回転テーブル10の外周位置に円周方向へ等間隔をもって複数個取り付けられている。

【0048】

図示の実施形態においては、バレル槽1はウレタン製容器で、具体的には図示しないが、その内周面が多角形とされた断面形状を有する多角柱形状輪郭の筒型容器、具体的には内周面が八角柱形状輪郭の筒型容器の形態とされ、回転テーブル10上に4つ装着される配置構成とされている。

10

【0049】

つまり、回転テーブル10の外周位置には、4本の回転支軸20、20、…が周方向へ等間隔をもって配置され、各回転支軸20は、軸受21、21により垂直状態で、つまり上記回転主軸と平行状態で回転可能に軸支され、この回転支軸20の上端部20aに、上記バレル槽1を取外し可能に収容支持するバレル槽受け22が傾斜状態で取付け固定されている。23はバレル槽1をバレル槽受け22に固定させるための押え金具を示している。

【0050】

このバレル槽受け22は、その底部が上記回転支軸20の上端部20aに固設されるとともに、その上部が開放されて、バレル槽1を上側から収容保持される形状とされている。そして、このバレル槽受け22にバレル槽1が収容された状態において、バレル槽1は、その軸線が上記回転主軸15の軸線（後述する公転軸）Xに対して所定角度 α だけ傾斜するように構成されている。

20

【0051】

上記バレル槽1の軸線の傾斜角度 α は、具体的には10度～30度、望ましくは12度～20度に設定され、図示の実施形態においては、15度の傾斜角度 α とされている。

【0052】

このように傾斜角度 α が設定されるのは、傾斜角度 α が10度よりも小さい場合、および30度よりも大きい場合、バレル槽1の内周傾斜面と後述するバレル槽1の公転により生じる遠心力との協働作用が確実に得られず、しかも、傾斜角度 α が30度よりも大きいと、バレル槽1のバレル槽受け22への取付時に、バレル層1内に充填収容した内容物が外部へこぼれてしまうという湿式のバレル研磨装置における構造上の問題があるからである。

30

【0053】

自転手段3は、バレル槽1を自転させるもので、具体的には、回転テーブル10の回転速度つまりバレル槽1の公転速度の $1/20 \sim 1/20$ の自転速度で上記回転支軸20まわりに自転させる。

【0054】

図示の実施形態の自転手段3は遊星歯車機構の形態とされ、この遊星歯車機構3は、少なくとも、上記回転主軸15と同心状に設けられた太陽歯車25と、上記回転支軸20に同心状に設けられた遊星歯車26とを含んでなり、具体的には、上記太陽歯車25、上記遊星歯車26、およびこれら太陽歯車25および遊星歯車26の間に噛合状態で介装される少なくとも一つの間歯車27とを備えてなる。

40

【0055】

中間歯車27の配設数は、遊星歯車26つまりバレル槽1の自転方向と自転速度を考慮して設定される。図示の実施形態においては、太陽歯車25と遊星歯車26とが単一の中間歯車27を介して駆動連結されて、遊星歯車26つまりバレル槽1が公転方向（回転テーブル10の回転方向）と逆方向へ自転する構成とされている。

【0056】

太陽歯車25は、上記回転テーブル10の回転主軸15と同心状にかつ静止状に設けら

50

れており、具体的には、図 2 に示すように、軸受 28、28 を介して上記回転主軸 25 に相対回転可能に軸支されるとともに、図示しない回止め手段によって、その回転運動が静止固定されている。

【0057】

遊星歯車 26 は、上記回転テーブル 10 に回転可能に軸支された上記回転支軸 20 に同心状にかつ一体的に設けられており、具体的には、図 2 に示すように、回転テーブル 10 の下側に突出した上記回転支軸 20 の下端部に、一体的に取付けられている。

【0058】

中間歯車 27 は、太陽歯車 25 および遊星歯車 26 の間に噛合状態で介装されるもので、具体的には、図 2 に示すように、上記回転テーブル 10 の下側において、回転テーブル 10 に支持固定された回転支軸 29 に、軸受 30、30 を介して回転可能に軸支されるとともに、上記太陽歯車 25 および遊星歯車 26 にそれぞれ噛合されている。

【0059】

そして、回転主軸 15 の回転により、回転テーブル 10 が一体的に水平回転すると、この回転テーブル 10 上に配置支持された 4 つのバレル槽 1、1、…は、上記回転主軸 15 まわりに所定の速度をもって公転されるとともに、この公転運動に伴う遊星歯車機構 3 の減速作用により、非常にゆっくりした自転速度をもって自転されることとなる。

【0060】

すなわち、図 3 を参照して、回転テーブル 10 の回転（矢符 X 方向）により、この回転テーブル 10 上に配置支持された 4 つのバレル槽 1、1、…も回転（公転）するところ、これらバレル槽 1、1、…の回転支軸 20、20、…には、上記遊星歯車機構 3 の遊星歯車 26 がそれぞれ取付け固定されている。この遊星歯車機構 3 において、太陽歯車 25 は上述のごとく静止固定されているから、これら両歯車 25、21 に噛合連結された中間歯車 27 を介して、上記遊星歯車 26 は太陽歯車 25 のまわりを X 方向へ公転しながら、この公転速度よりも大幅に減速されたゆっくりした自転速度をもって公転方向と逆方向へ自転することになる。

【0061】

この場合、上記バレル槽 1 の自転速度は、遊星歯車機構 3 を構成する太陽歯車 25、中間歯車 27 および遊星歯車 26 の歯車比により決定され、公転速度の $-1/20 \sim 0$ に設定され、望ましくは $-1/30 \sim -1/40$ に設定される。上記バレル槽 1 の公転速度は、遠心力が有効に働くことを考慮して、 $100 \sim 300$ 回転/分に設定されており、したがって、バレル槽 1 の自転速度は 5 回転 ~ 15 回転/分に設定される。

【0062】

このようにバレル槽 1 の自転速度が設定されるのは、バレル槽 1 の自転速度が公転速度の $1/20$ よりも大きいと、バレル槽 1 の公転により研磨材 G、G、…とワーク W、W、…に生じる遠心力の作用効果が、バレル槽 1 の自転によりこれら研磨材 G、G、…とワーク W、W、…に生じる遠心力の作用効果によって減小され、ないしは相殺されて十分に発揮されず、バレル槽 1 内における研磨材 G、G、…とワーク W、W、…の活発な動きが得られず、一方、バレル槽 1 の自転速度が公転速度の $0 \sim 1/20$ の大きさにあると、バレル槽 1 の公転により研磨材 G、G、…とワーク W、W、…に生じる遠心力の作用効果が十分に発揮されて、研磨材 G、G、…とワーク W、W、…の動きが、単なる水平方向の動きに止まらず、バレル槽 1 の傾斜角度 α による傾斜内面との協働作用による上下方向の動きも誘発されるからであり（3 次元相対運動）、この作用効果は、バレル槽 1 の自転速度が公転速度の $-1/30 \sim -1/40$ に設定されると、より大きな作用効果が得られる。

【0063】

また、バレル槽 1 が公転のみで、自転しない場合（つまり自転速度 0 の場合）よりも、上記のように公転速度の $1/20$ 以下の非常にゆっくりした自転速度をもって自転する方が、バレル槽 1 内の隅部に存在する研磨材 G、G、…とワーク W、W、…にも上記バレル槽 1 の公転による遠心力が有効に作用して、バレル槽 1 内のすべての研磨材 G、G、…とワーク W、W、…が円滑な 3 次元相対運動を行うことができる。

【0064】

図示の実施形態においては、バレル槽1の自転速度は公転速度の $1/36$ に設定されている。

【0065】

また、バレル槽1内にワークW、W、…と共に投入充填される研磨材G、G、…としては、セラミックス系のものが使われることが多いが、形状、寸法などによりその種類も非常に多く、下記の条件を考慮して選択使用される。

【0066】

(i) ワークW、W、…のバリ取り用としては、荒研磨用の研磨材G、G、…が選択される。

【0067】

(ii) ワークW、W、…の研磨用としては、荒研磨用の細かな研磨材G、G、…、または中仕上げ用の研磨材G、G、…が選択される。

【0068】

(iii) ワークW、W、…の光沢研磨のときは、仕上げ用の細かい研磨材G、G、…が選択され、この場合は加工時間が長く設定される。

【0069】

(iv) ワークW、W、…に研磨材G、G、…の詰まりができるだけ起きないように形状および大きさが選択される（例えば、加工対象がワークW、W、…の穴の場合、穴径の $2/3$ 程度の寸法の研磨材G、G、…が選択されることで、比較的詰まりを少なくすることができる。）

【0070】

(v) ワークW、W、…の内側コーナー部分の研磨が必要なときは、できるだけ細かい研磨材G、G、…が選択される。

【0071】

本実施形態においては、加工対象であるワークW、W、…が脆性材料であるセラミックス製の小片（ $0.8 \sim 1.5$ mm（幅） $\times 0.8 \sim 1.5$ mm（高さ） $\times 1.0 \sim 3.0$ mm（長さ）程度）であり、また研磨目的がワークWのバリを除去するだけでなく、ワークWの角部を面取りし、さらには表面研磨する仕上げ加工までを行うことから、研磨材G、G、…としては、粒度（粒径） $\phi 0.3$ mm $\sim \phi 1.0$ mmのジルコニアが好適に用いられ、また工作液は用いない乾式のバレル研磨が行われる。

【0072】

制御部4は、上記公転手段2を自動制御するもので、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ている。

【0073】

この制御部4には、バレル研磨加工を実行させるための加工プログラム等が組み込まれており、図5に示すように、公転手段2の駆動モータ11を駆動制御するモータ駆動部40に接続されるとともに、上記バレル槽1の公転速度を設定する公転速度設定手段としての機能も含めて、各種運転条件の設定を行う設定部41と、運転時の状態を含めて、各種表示を行う表示部42とにそれぞれ接続されている。

【0074】

制御部4には、公転手段2の駆動モータ11の駆動に必要な種々の情報、例えば、回転テーブル10の回転速度（バレル槽1の公転速度）、動作時間、速度変更タイミングあるいは研磨工程の加工時間等が、制御データとして予めまたは装置ケース5に設けられた操作盤45（図1参照）の操作部により適宜選択的に入力設定されており、これらのデータに従って上記駆動モータ11を制御する。

【0075】

上記操作盤45は、具体的には図示しないが、起動および停止スイッチを備えるとともに、上記設定部41と表示部42の両機能を兼備したタッチパネルディスプレイ装置の形態とされており、このタッチパネルディスプレイ装置45は、液晶画面からなるディスプ

10

20

30

40

50

レイ部が、手指によるタッチ操作により上記設定部 4 1 と表示部 4 2 を切替え表示する構成とされている。

【0076】

そして、上記タッチパネルディスプレイ装置 4 5 のディスプレイ部が設定部 4 1 の画面を液晶表示している時は、この設定部 4 1 の操作パネルを手指によりタッチ操作することにより、上記制御データを入力設定することができ、一方、上記表示部 4 2 の画面を液晶表示している時は、装置の運転条件（回転テーブル 1 0 の回転速度や動作時間、あるいは運転経過時間等の必要情報が液晶表示される。

【0077】

上記制御部 4 には、種々の加工条件を考慮して、複数のバレル研磨加工を実行させるための加工プログラムが組み込まれており、これらの加工プログラムの選択は、上記操作盤 4 の設定部 4 1 の操作パネルで所望のプログラム番号をタッチ指定することにより行われる。

【0078】

具体的な加工プログラムとしては、従来装置と同様な一般的な加工パターン（バレル研磨方法）、つまり、バレル槽 1、1、…の公転速度が研磨工程の開始から完了まで所定の一定値になるように、上記公転手段 2 の駆動モータ 1 1 が駆動制御される定速加工パターンと、バレル槽 1、1、…の公転速度が研磨工程の初期から仕上期に向けて低速から高速に変更するように上記公転手段 2 の駆動モータ 1 1 が駆動制御される変速加工パターンとが含まれている。

【0079】

また、後者の変速加工パターンとしては、例えば、（1）図 6 に実線で示すように、バレル槽 1 の公転速度が、研磨工程の初期から仕上期に向けて段階的に低速から高速に変更するパターン、また（2）図 6 に破線で示すように、バレル槽 1 の公転速度が、研磨工程の初期から仕上期に向けて連続的に低速から高速に変更するパターンがある。

【0080】

さらに、（3）図 7 に示すように、研磨工程の加工時間が回転テーブル 1 0 の動作時間の合計の 2 倍の時間に設定されて、図 6 の実線で示す加工パターンの研磨加工の完了後、これに続く残りの動作時間が仕上期の高速と同じ高速で逆回転する逆転仕上期とされるパターンがある。この加工パターンのように後半部分でバレル槽 1、1、…の公転方向を逆方向にすることにより、ワーク W、W、…に対する研磨材 G、G、…の接触方向が変わるため、研磨効率が向上するという効果も得られる。

【0081】

この場合、上記研磨工程の初期におけるバレル槽 1 の公転速度としては、脆性材料からなるワーク W、W、…同士あるいは研磨材 G、G、…との衝突や擦れ合いを軽度抑えて、ワーク W、W、…の割れや欠け等の発生を防止しつつ、バリを軽く除去（軽除去）できる程度の低速度（90 r p m ～ 130 r p m）に設定され、仕上期におけるバレル槽 1 の公転速度は、ワーク W の角部を面取りするとともに表面研磨を行う高速度（150 r p m ～ 250 r p m）に設定されるが、それぞれの具体的な回転速度（回転数）および運転時間と、加工時間は目的に応じて任意に選択設定される。

【0082】

図示の実施形態においては、（1）の図 6 に実線で示される加工パターンとして、研磨工程の初期が 100 r p m の低速度で 1 分間、中期が 150 r p m の中速度で 2 分間、および仕上期が 180 r p m の高速度で 3 分間研磨加工するように設定されている。また、（2）の図 6 に破線で示される加工パターンとして、研磨工程の初期の 100 r p m の低速度から仕上期の 180 r p m の高速度まで連続的に増速し、この仕上期が 3 分間に設定されている。さらに、（3）の図 7 に示される加工パターンとして、研磨工程の前半部分が図 6 の実線で示す加工パターンと同様で、後半部分の逆転仕上期が前半の仕上期と同じ 180 r p m の高速度の逆回転で 6 分間研磨加工するように設定されている。

【0083】

しかして、以上のように構成されたバレル研磨装置において、回転テーブル 10 上に回転可能に設けられたバレル槽受け 22、22、…に、多数のワーク W、W、…と研磨材 G、G、…が充填収容されたバレル槽 1 がそれぞれ収容保持された状態で、操作盤 45 で所望の加工プログラムを選択した後、起動スイッチを起動操作することにより、制御部 4 により、公転手段 2 の駆動モータ 11 が自動制御されて、回転テーブル 10 が例えば図 6 または図 7 に示す加工パターンをもって回転駆動される。

【0084】

すなわち、上記制御部 4 による公転手段 2 の駆動モータ 11 の駆動により、上記回転テーブル 10 が水平回転するとともに、この回転テーブル 10 の回転に上記遊星歯車機構 3 が連動して、上記バレル槽 1 は、垂直な回転主軸（公転軸）5 まわりに水平方向に上記公転速度をもって、つまり、研磨工程の初期から仕上期に向けて低速から高速に変更するように公転する。

【0085】

これにより、バレル槽 1 は垂直な回転主軸（公転軸）5 まわりに水平方向に公転されて、バレル槽 1 内のワーク W、W、…と研磨材 G、G、…に遠心力が与えられて、これらワーク W、W、…と研磨材 G、G、…の擦れ合いによりワーク W、W、…が研磨されることとなる。

【0086】

この場合、バレル槽 1、1、…は、その軸線を上記回転主軸（公転軸）5 に対して傾斜した状態で回転支軸 20 にそれぞれ取付けられるとともに、上記公転運動に伴う遊星歯車機構 3 の減速自転作用により、非常にゆっくりした自転速度（図示の実施形態においては、公転速度の $1/36$ ）をもって公転方向 X と逆方向へ自転される。

【0087】

この結果、各バレル槽 1 内に充填収容されたワーク W、W、…と研磨材 G、G、…の挙動、特に研磨材 G、G、…の挙動は、図 4 に示すように、バレル槽 1 の傾斜内面に当たってランダムに跳ね返り立体的に動き、研磨材 G、G、…は、矢符図示のごとく中央部へ向けて中へ中へと練り込まれるように流動する。

【0088】

このような挙動は、バレル槽 1 の公転により生じる遠心力が、研磨材 G、G、…とワーク W、W、…に対して単なる水平方向の動きに止まらず、さらにバレル槽 1 の傾きによる傾斜内面との協働作用による上下方向の動きも誘発し、その結果、研磨材 G、G、…とワーク W、W、…は自重の違いも有効に作用して、互いに分離することなく渾然一体となってバレル槽 1 内を上下左右方向へ流動（3次元相対運動）すると考えられる。

【0089】

以上のように、本実施形態によれば、遠心バレル方式のバレル加工において、バレル槽 1 の公転速度を、研磨工程の初期から仕上期に向けて低速から高速に変更するようにしたから、ワーク W、W、…の構成材料の種類・特性に関わらず、不良率が低くて歩留まり良好で、しかも高い加工効率が得られる汎用性の高いバレル研磨技術を提供することができる。

【0090】

特に、電子部品の主要構成材料であるセラミックス、あるいはフェライト等の脆性材料ないしは硬脆性材料からなるワーク W、W、…についても、研磨工程の開始時点を含む初期においては、バレル槽 1 の公転速度を低速にすることで、ワーク W、W、…同士あるいは研磨材 G、G、…との衝突や擦れ合いを軽度抑えて、ワーク W、W、…の割れや欠け等の発生を防止しつつ、バリを軽く除去するとともに、その後バレル槽 1 の公転速度を徐々に上昇させていき、ワーク W、W、…のバリを除去しつつ角部の面取り研磨を行い、終盤の仕上期においては高速の公転速度をもってワーク W、W、…の仕上げ加工である表面研磨を行うようにすることで、従来脆性材料であるワーク W、W、…ゆえの問題となっていたチッピングの発生を有効に防止しつつ加工時間を抑えて高い加工効率のバレル研磨加工を実現することが可能となった。

10

20

30

40

50

【0091】

さらに、本実施形態のバレル研磨装置においては、バレル槽1の公転速度の制御を、制御部4のプログラム運転により自動で行うことができるとともに、装置構造が簡単かつコンパクトで、メンテナンスも容易に行うことができる。

【0092】

さらに、本実施形態のような研磨材G、G、…とワークW、W、…の3次元相対運動が可能となることで、以下のような効果が得られるところとなった。

(1) ワークW、W、…が常に研磨材G、G、…の中に存在することになり、ワークW、W、…同士の衝突が有効に防止されて、その結果、ワークW、W、…同士の衝突による打痕の発生率が大幅に低減される。

【0093】

(2) ワークW、W、…同士の絡み合いによる変形やひずみの発生についても、ワークW、W、…が常に研磨材G、G、…の中に存在するため、ワークW、W、…同士が絡まりにくくなり、変形やひずみなどの発生も少なくなる。

【0094】

(3) ワークW、W、…が常に研磨材G、G、…の中に存在するため、ワークW、W、…と研磨材G、G、…とが効率よく擦れ合って、互いの接触回数も多くなり、その結果、研磨能力も従来の遠心バレル式に比べて格段に高くなり、ワークW、W、…が高い研磨能力をもって研磨され得る。

【0095】

また、バレル槽1をこのように非常にゆっくりした自転速度で自転させることにより、バレル槽1の隅部に存在する研磨材G、G、…およびワークW、W、…にも上記バレル槽1の公転による遠心力が有効に作用して、バレル槽1内のすべての研磨材G、G、…とワークW、W、…が円滑な3次元相対運動を行い、すべてのワークW、W、…が高い研磨能力をもって均一に研磨され得る。

【0096】

さらに、本実施形態のバレル研磨装置においては、以上の効果に加えて、水平回転される回転テーブル10上に、回転支軸20、20、…が回転可能に支持されるとともに、これら回転支軸20、20、…にバレル槽1が回転テーブル10の回転主軸15に対して傾斜した状態でそれぞれ取り付けられ、上記回転テーブル10の水平回転により、各バレル槽1が回転主軸15まわりに所定の速度（本実施形態においては、100～300回転/分）をもって公転されるとともに、上記回転支軸20まわりに自転する構成とされ、このバレル槽1を自転させる回転支軸20の自転駆動が、上記回転主軸15と同心状に設けられた太陽歯車25と、上記回転支軸20に同心状に設けられた遊星歯車26とを含んでなる遊星歯車機構3により行われる構成とされていることにより、各バレル槽1の公転運動と自転運動が単一駆動源（駆動モータ）11により行われて、装置構造が簡単かつコンパクトで、メンテナンスも容易に行うことができる。

【0097】

なお、上述した実施形態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、その範囲内で種々の設計変更が可能である。

【0098】

例えば、バレル槽1、1、…の公転速度が研磨工程の初期から仕上期に向けて低速から高速に変更するように上記公転手段2の駆動モータ11が駆動制御される変速加工パターンとしては、図6および図7に例示するもののほか、同様な効果を発揮し得る範囲で、種々の加工パターンが適宜採用され得る。

【0099】

具体的な一例として、前述の図7に示す加工パターンにおいて、図6の実線で示す加工パターンの研磨加工の完了後に続く残りの動作時間が仕上期の高速と同じ高速で逆回転する逆転仕上期とされているが、この残りの動作時間の加工パターンを変更して、正回転時と同じ加工パターン（つまり図6の実線で示す加工パターンと同じ）で、バレル槽1の公

10

20

30

40

50

転速度が、研磨工程の初期から仕上期に向けて段階的に低速から高速に変更するパターン、換言すれば、図 6 に実線で示す加工パターンを正回転と逆回転で連続して繰り返すようにしてもよい。

【0100】

また、図示の実施形態の遊星歯車機構 3 においては、太陽歯車 25 と遊星歯車 26 とが単一の間歯車 27 を介して駆動連結されて、バレル槽 1 が公転方向（回転テーブル 10 の回転方向）X と逆方向へ自転する構成とされているところ、具体的には図示しないが、前述した公転速度と自転速度との関係性を保持しつつ、上記太陽歯車 25 と上記遊星歯車 26 とが、二つの間歯車 27、22 を介して駆動連結される構成とすることにより、バレル槽 1 が上記公転方向 X と同一方向へ自転するようにしてもよい。

10

【図面の簡単な説明】

【0101】

【図 1】本発明の一実施形態であるバレル研磨装置を一部切開して示す正面図である。

【図 2】同じく同バレル研磨装置の内部構造を示す正面断面図である。

【図 3】同じく同バレル研磨装置を示し、図 3（a）は図 2 における A－A 線に沿った平面断面図、図 3（b）は図 2 における B－B 線に沿った平面断面図である。

【図 4】同バレル研磨装置の運転時におけるバレル槽内の研磨材とワークの挙動を示す模式図である。

【図 5】同バレル研磨装置の制御構成を示すブロック図である。

【図 6】同バレル研磨装置の変速加工パターンを示す線図である。

20

【図 7】同バレル研磨装置の他の変速加工パターンを示す線図である。

【符号の説明】

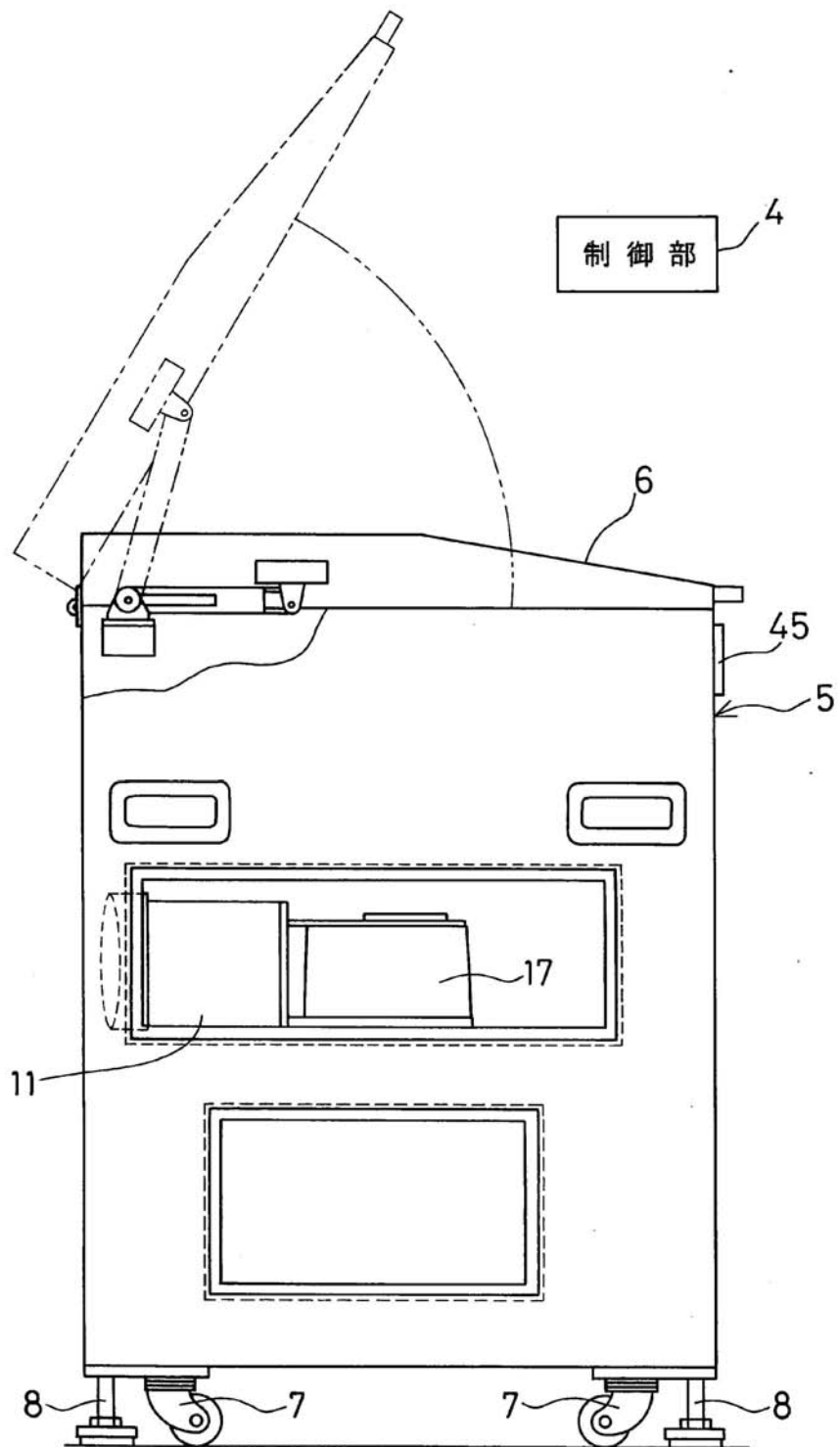
【0102】

1	バレル槽
2	公転手段
3	遊星歯車機構（自転手段）
4	制御部（制御手段）
15	回転主軸（公転軸）
10	回転テーブル
11	駆動モータ（駆動源）
20	回転支軸（垂直軸）
25	太陽歯車
26	遊星歯車
27	中間歯車
41	設定部（公転速度設定手段）
42	表示部
45	操作盤
W	ワーク
G	研磨材（メディア）

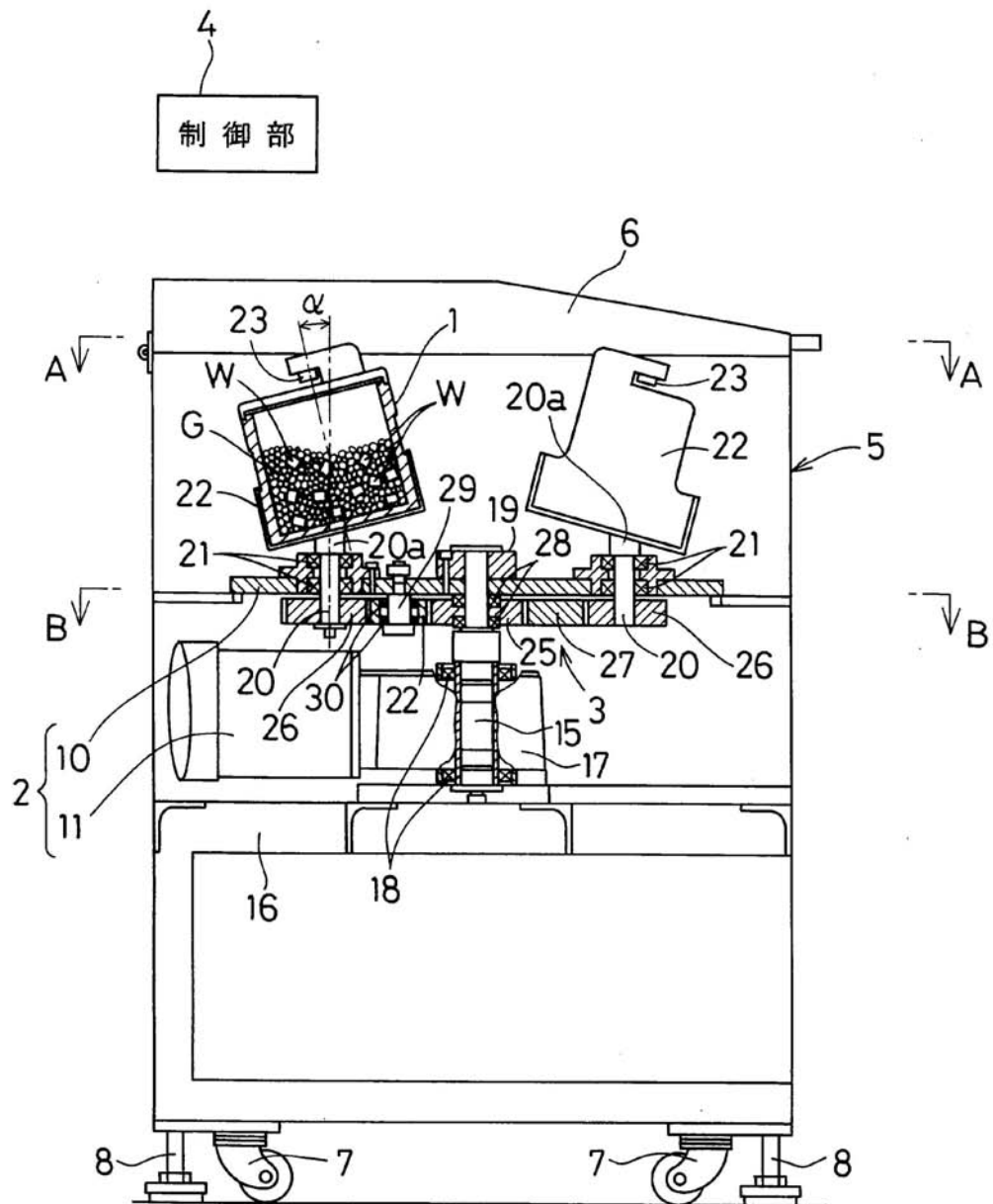
30

40

【図 1】

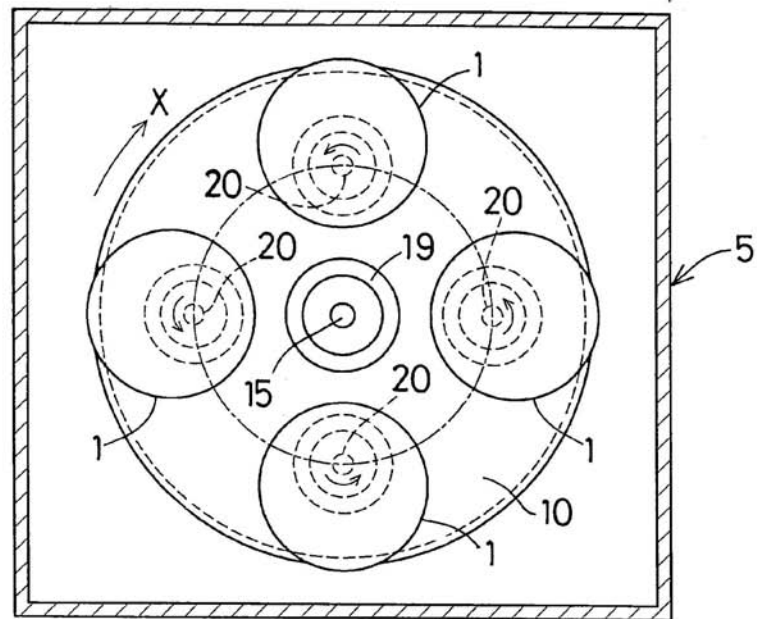


【図 2】

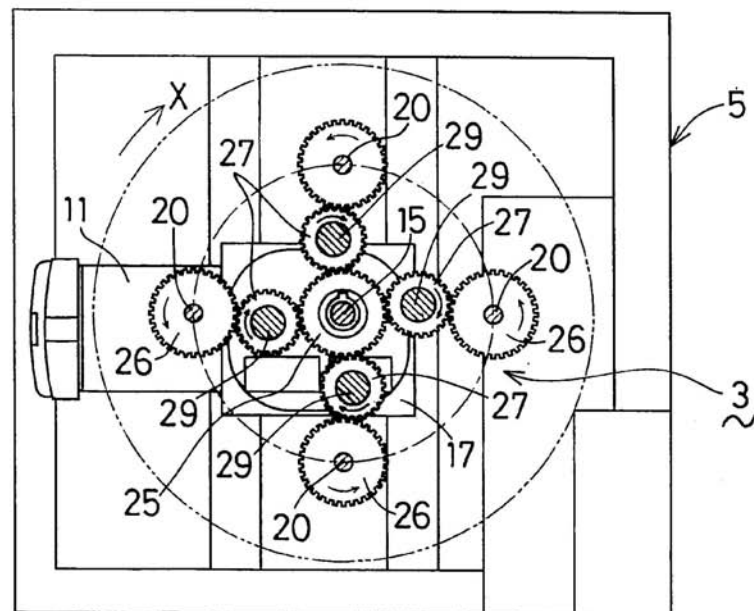


【図 3】

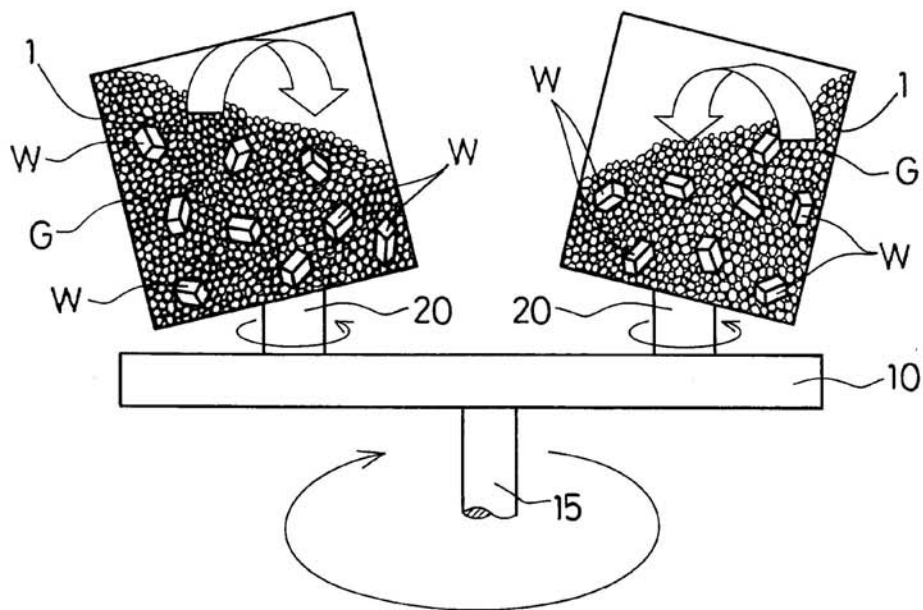
(a)



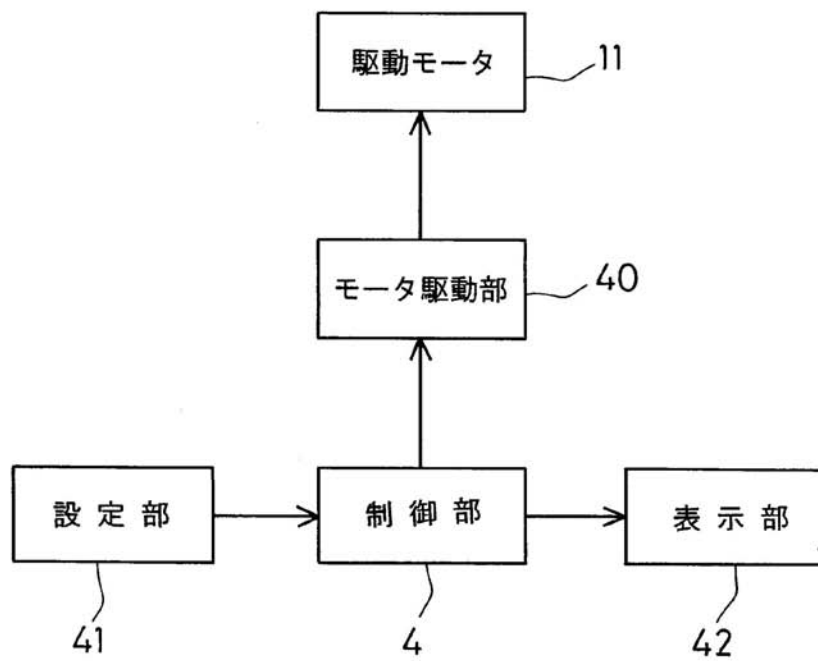
(b)



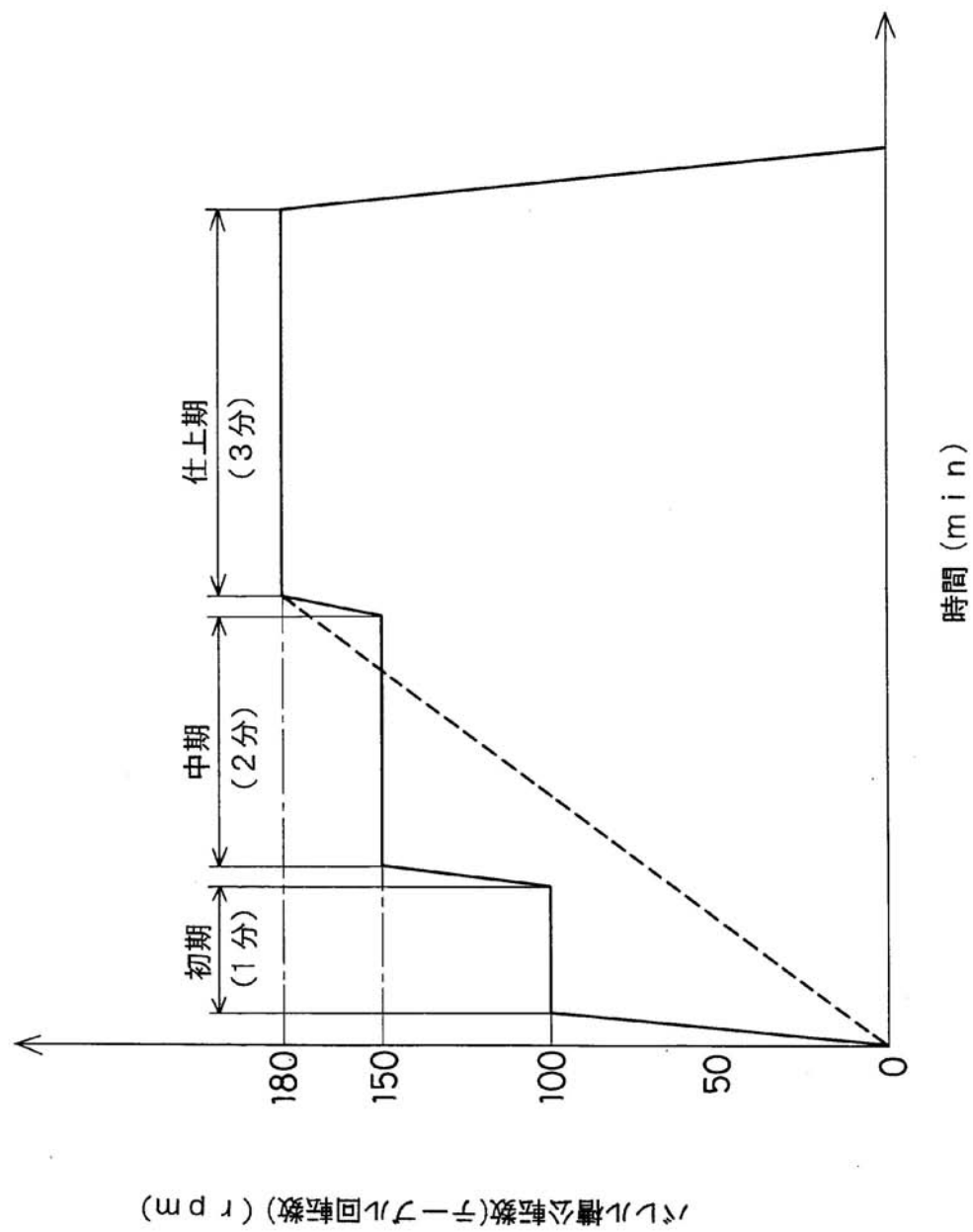
【図 4】



【図 5】



【図 6】



【図 7】

