

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4313686号
(P4313686)

(45) 発行日 平成21年8月12日 (2009. 8. 12)

(24) 登録日 平成21年5月22日 (2009. 5. 22)

(51) Int. Cl.		F 1	
B 2 3 B	5/36	(2006. 01)	B 2 3 B 5/36
G 0 2 B	3/00	(2006. 01)	G 0 2 B 3/00 Z
G 0 2 B	3/08	(2006. 01)	G 0 2 B 3/08

請求項の数 1 (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願2004-21439 (P2004-21439)	(73) 特許権者	306037311
(22) 出願日	平成16年1月29日 (2004. 1. 29)		富士フイルム株式会社
(65) 公開番号	特開2005-212030 (P2005-212030A)		東京都港区西麻布2丁目26番30号
(43) 公開日	平成17年8月11日 (2005. 8. 11)	(74) 代理人	100064414
審査請求日	平成18年4月6日 (2006. 4. 6)		弁理士 磯野 道造
		(72) 発明者	木村 晋太郎
			神奈川県小田原市扇町2丁目12番1号
			富士写真フイルム株
			式会社内
		審査官	小川 真

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 輪帯光学素子用金型の製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

平面視が光軸を中心とした円形となる円形部と、
この円形部の周囲にリング状に形成される少なくとも一つの輪帯面と、
前記円形部と前記輪帯面、または、前記輪帯面同士を繋ぐ境界壁面とを有する輪帯光学素子を成型するための輪帯光学素子用金型の製造方法であって、
前記光軸に相当する回転軸を中心にワークを回転させつつ、チップを前記ワークに対して相対的に移動させることで、前記回転軸に直交する前記ワークの被加工面に、前記円形部に対応する金型側円形部を形成する円形部形成工程と、
前記チップを、前記輪帯面に沿った方向に、かつ、前記チップのすくい面と平行な方向に、前記ワークに対して相対的に移動させることで、前記被加工面に、前記輪帯面に対応する金型側輪帯面を形成するとともに、前記境界壁面に対応する金型側境界壁面に相当する部分に前記チップのすくい面を当てることで前記金型側境界壁面と前記金型側輪帯面との隅部を形成する輪帯面及び隅部形成工程を有することを特徴とする輪帯光学素子用金型の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、光軸上に中心を持つ球状面と、この球状面の周囲に形成される突起状の輪帯部とを有する輪帯光学素子を成型するための輪帯光学素子用金型の製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

一般に、光軸上に中心を持つ球状面と、この球状面の周囲に複数形成される突起状の微小な輪帯部とを有するフレネルレンズやブレイズ型回折光学素子などの光学素子は、その球状部に対応する凹部や微小な輪帯部に対応する輪帯溝が形成された金型を使用して製造されている。このような金型の製造方法としては、チップによって微小な輪帯溝を削る方法が一般的であるが、この方法ではチップの先端形状が金型に転写されるため、チップの先端形状を尖らせることが望まれている。しかし、チップの先端形状を尖らせただけでは、加工面の面粗度が悪化するという問題がある。そこで、従来においては、このような微小な輪帯溝を有する金型の製造方法として、例えば以下に示す二つの技術が知られている。

10

【0003】

第1の技術としては、図4に示すように、切削工具であるチップ21の先端を微小な半径の曲線状に（微小なRで）形成することで、金型に微小な輪帯溝を形成する方法がある（例えば、特許文献1参照）。具体的には、図5に示すように、チップ21のすくい面21aをワークWの回転方向に対して直角にした状態で、チップ21を円柱状のワークWの径方向に沿うように連続して動かしつつ適宜ワークWの軸方向に動かすことで、粗加工されている波状の被加工面PFにチップ21の先端をなぞらせるようにして微小な輪帯溝7を形成している。このような技術によれば、チップ21の先端を尖らせた場合に比べて面粗度が向上するとともに、輪帯溝7の底部を小さなR形状に形成することが可能となっている。

20

【0004】

第2の技術としては、フォトリソグラフィの技術、すなわち多数のマスクを用いて露光、現像を行い、輪帯溝の斜面を階段状に近似して形成する技術によって、光学素子自体を製造する方法がある（例えば、特許文献2参照）。しかし、このようなフォトリソグラフィの技術を利用した光学素子の製造は、加工時間の長さなどから量産に適さないため、一般にはフォトリソグラフィの技術によって製作された光学素子をモデルとし、このモデルを利用して電鑄などによって光学素子用の金型を反転加工することが多く行われている。

【0005】

【特許文献1】特開2003-62707号公報（段落0059、図3、6）

30

【特許文献2】特開平9-230121号公報（段落0018、0019、図2）

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかしながら、第1の技術では、チップの先端を尖らせた場合よりも面粗度を若干向上させることができるが、一般的に用いられるチップで削った場合と比べるとやはり面粗度は望ましい状態とは言えなかった。また、少しでも面粗度を良好にするために、チップの送り速度を極端に低下させて加工を行う場合もあるが、この場合は加工時間の増大に繋がり、ひいては加工環境の温度安定性が低下することにより形状が悪化する可能性も高かった。さらに、チップの先端が細くなっているため、一般的に用いられるチップに比べて、消耗が大きいという問題があった。

40

【0007】

また、第2の技術における反転加工では、十分な転写性を得ることや、ひずみを生じさせずに引き剥がすことが、技術的に困難であるといった問題があった。さらに、階段状のもので斜面を近似する場合、十分な回折効率を考えると、最低8ステップ（8段）程度の加工が必要であり、ステップ毎に行うマスクの位置決めが煩雑であるなどの問題があった。

【0008】

そこで、本発明では、時間を掛けることなく、面粗度を向上させることができる輪帯溝光学素子用金型の製造方法を提供することを目的とする。

50

【課題を解決するための手段】

【0009】

前記課題を解決するため、本発明は、平面視が光軸を中心とした円形となる円形部と、この円形部の周囲にリング状に形成される少なくとも一つの輪帯面と、前記円形部と前記輪帯面、または、前記輪帯面同士を繋ぐ境界壁面とを有する輪帯光学素子を成型するための輪帯光学素子用金型の製造方法であって、前記光軸に相当する回転軸を中心にワークを回転させつつ、チップを前記ワークに対して相対的に移動させることで、前記回転軸に直交する前記ワークの被加工面に、前記円形部に対応する金型側円形部を形成する円形部形成工程と、前記チップを、前記輪帯面に沿った方向に、かつ、前記チップのすくい面と平行な方向に、前記ワークに対して相対的に移動させることで、前記被加工面に、前記輪帯面に対応する金型側輪帯面を形成するとともに、前記境界壁面に対応する金型側境界壁面に相当する部分に前記チップのすくい面を当てることで前記金型側境界壁面と前記金型側輪帯面との隅部を形成する輪帯面及び隅部形成工程を有することを特徴とする。

10

【0010】

本発明によれば、隅部形成工程において例えば金型側円形部と金型側輪帯面とを繋ぐ金型側境界壁面に相当する部分にチップのすくい面を当てることにより、あたかもチップの側方（すくい面の縁部）でワーク（金型）を削るかのようになるので、すくい面のRがワークに転写されなくなる。すなわち、この方法によれば、すくい面のR（先端形状の曲率半径）が比較的大きい一般的なチップを用いることができるので、時間を掛けることなく、かつ金型の面粗度を向上させることができる。

20

【0011】

また、本発明は、前記隅部形成工程の際に、前記チップの前記すくい面の向きを変えることによって、前記金型側境界壁面を傾斜させてもよい。これによれば、金型の垂直状の壁がテーパ状に形成されるので、成型した輪帯光学素子を金型から容易に抜き出すことが可能となる。

【0012】

さらに、本発明は、前記円形部形成工程、前記輪帯面形成工程および前記隅部形成工程の前に、前記金型側円形部および前記金型側輪帯面を粗加工する粗加工工程を、設けてもよい。これによれば、粗加工工程において金型側円形部および金型側輪帯面が例えば他のチップなどで粗加工されるので、円形部形成工程、輪帯面形成工程および隅部形成工程で用いるチップの消耗を抑えることができる。

30

【発明の効果】

【0013】

本発明によれば、隅部形成工程において例えば金型側円形部と金型側輪帯面とを繋ぐ金型側境界壁面にチップのすくい面を当てながらワークを切削することにより、すくい面のRがワークに転写されなくなるので、すくい面のRが比較的大きい一般的なチップを用いて、時間を掛けずに、かつ金型の面粗度を良好な状態で加工することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0014】

次に、本発明の実施形態について、適宜図面を参照しながら詳細に説明する。参照する図面において、図1は本実施形態で使用する施削装置を示す斜視図、図2はチップを示す拡大斜視図、図3はワークの被加工面を示す平面図（a）と、（a）のB-B断面図（b）である。

40

【0015】

図1に示すように、施削装置Sは、バイト10を有するツール部Saと、円柱状のワークWが取り付けられるヘッド部Sbとを主に備えている。以下、各部の詳細について述べる。なお、図1におけるワークWとチップ11は、便宜上、実際の寸法とは異なる大きさの関係で描かれているが、実際のワークWとチップ11の大きさの関係は、図3のような関係となっている。

【0016】

50

〔ツール部〕

ツール部 S a は、チップ 1 1 を有するバイト 1 0 で主に構成され、このバイト 1 0 は図示せぬ基台に着脱自在に固定されている。

【0017】

バイト 1 0 は、チップ 1 1 と、このチップ 1 1 が着脱自在に取り付けられるシャンク 1 3 (チップホルダ、バイト本体とも言われる) とから主に構成されている。

【0018】

チップ 1 1 は、図 2 に示すように、ワーク W に押し当てられる先端側が先細となる形状に形成されている。また、チップ 1 1 は、一般の規格に準拠して製造された既製品であり、その先端形状 1 1 g (通称、先端 R、または単に R と呼ばれる) は比較的大きな曲率半径で形成されている。

10

【0019】

さらに、チップ 1 1 の構成について説明すると、チップ 1 1 の一面はワーク W を主に切削するためのすくい面 1 1 a となっている。また、チップ 1 1 の先端側には、ワーク W との干渉を避けるための第 1 逃げ面 1 1 b および第 2 逃げ面 1 1 c が前記先端形状 1 1 g と連続するように形成されている。なお、本実施形態において使用するチップ 1 1 の第 1 逃げ面 1 1 b の逃げ角 (後記するワーク基準面 B F に対する角度) は、後記するワーク W に形成する斜面状の輪帯面 6 1 (図 3 (b) 参照) の角度よりも大きくなるように形成されている。

【0020】

20

また、チップ 1 1 の基端部には、ボルト孔 1 1 h が穿設されており、図示しないボルトによって、チップ 1 1 がシャンク 1 3 のチップ保持部 1 3 a (図 1 参照) に着脱自在に取り付けられるようになっている。なお、チップ 1 1 をシャンク 1 3 に固定する方法は、前記したボルトによる方法に限らず、例えばロウ付けによる方法などでもよい。

【0021】

図 1 に示すように、シャンク 1 3 は、略逆 L 字形を呈するアームであり、その一端部側にチップ 1 1 を保持するためのチップ保持部 1 3 a が形成されている。また、シャンク 1 3 の他端部側は、図示せぬ基台に着脱自在に固定されている。

【0022】

〔ヘッド部〕

30

ヘッド部 S b は、ワーク W とチップ 1 1 との三次元方向の相対位置を変化させるための移動ステージ 3 1 と、ワーク W を回転させるためのチャック 3 2 とを主に備えている。

【0023】

移動ステージ 3 1 は、図示せぬ前後移動機構、左右移動機構、上下移動機構を備えることで、ツール部 S a に対して前後、左右および上下の三方向に移動自在となっている。つまり、図 1 の座標軸に示すように、ヘッド部 S b の主軸線に平行な前後方向の Z 軸と、この Z 軸に直交する左右方向の X 軸および上下方向の Y 軸とに、移動ステージ 3 1 が移動自在となっている。

【0024】

チャック 3 2 は、円柱状のワーク W が取り付けられる部分であり、例えば真空チャックまたは図示しない複数のジョー (爪またはコレットとも言う) によってワーク W の外周面を把持することによってワーク W を保持している。また、このチャック 3 2 は、移動ステージ 3 1 に回転自在に取り付けられているとともに、図示しない駆動モータなどによって所定速度で回転するようになっている。ここで、このチャック 3 2 の回転速度は、比較的大きい一般的な回転速度となっている。

40

【0025】

また、ワーク W は、フレネルレンズ (光軸上に中心を持つ球状面と、この球状面の周囲に形成される複数の突起状の輪帯部とを有する輪帯光学素子) を成型するための金型の素材となるものである。すなわち、ワーク W の被加工面 4 には、図 3 (a) および (b) に示すように、前記球状面に対応する凹部 5 や、前記複数の輪帯部に対応する輪帯溝 6 がチ

50

チップ11によって形成される。なお、前記したフレネルレンズの球状面は、特許請求の範囲にいう「円形部」に相当し、前記輪帯部は、特許請求の範囲にいう「輪帯面および境界壁面」に相当する。また、凹部5は、特許請求の範囲にいう「金型側円形部」に相当し、輪帯溝6は、特許請求の範囲にいう「金型側輪帯面および金型側境界壁面」に相当する。

【0026】

なお、輪帯溝6は、図3(b)に示すように、斜面状の輪帯面(金型側輪帯面)61と、ワーク基準面BFに対してほぼ垂直状となる境界壁面(金型側境界壁面)62とで主に構成されている。ここで、ワーク基準面BFとは、ワークWの回転軸Tに直交する仮想的な面をいう。そして、各輪帯面61の角度(ワーク基準面BFに対する角度)は、それぞれチップ11の第1逃げ面11bの角度よりも小さいものとなっている。また、以下の説明においては、便宜上、複数の輪帯面61を中心側から順に、第1輪帯面61A、第2輪帯面61B、第3輪帯面61C、第4輪帯面61D、第5輪帯面61E、第6輪帯面61Fとも呼ぶこととする。

【0027】

次に、前記施削装置Sによる金型の製造方法について説明する。

なお、本実施形態においては、ワークWは、チップ11による切削の前に、前記した凹部5、輪帯溝6が予め粗加工されていることとする。ちなみに、この粗加工としては、ワークWを他のバイトなどによって被加工面4の形状を大まかに形成(切削)しておく方法などが挙げられる。

【0028】

図1に示すように、まず、チャック32を回転駆動させることによって、ワークWを前記フレネルレンズの光軸に相当する回転軸T(図3(b)参照)を中心に回転させるとともに、移動ステージ31でワークWを移動させることによって第1加工位置P1(図3(a)参照)にチップ11のすくい面11aを位置させる。なお、第1加工位置P1とは、ワークWの中心を通過して径方向に延在する基準線BLと、凹部5の外周縁とが交差する位置(凹部5の外周縁から図の手前側に少し離れた位置)をいう。また、このように移動ステージ31によりワークWを移動させることで、このワークWに対してチップ11が相対的に移動するのだが、以下の説明では、便宜上、移動ステージ31によるワークWの移動の説明を省略し、チップ11のワークWに対する相対的な動きのみに着目して説明することとする。

【0029】

図3(a)に示すように、チップ11を矢印AR1の方向(図の左方向および奥方向、すなわち凹部5の球状面に沿った方向)に移動させて、ワークWに凹部5を形成する(円形部形成工程)。凹部5の形成が終了したら、チップ11を一旦ワークWから逃がし、その後チップ11を下方向および右方向に移動させることによって、第2加工位置P2にチップ11のすくい面11aを位置させる。なお、第2加工位置P2は、凹部5の外周縁と接する前記基準線BLに平行な接線と、第1輪帯面61Aの外周縁とが交差する位置(第1輪帯面61Aの外周縁の所定位置から図の手前側に少し離れた位置)をいう。

【0030】

そして、チップ11を矢印AR2(図の左方向および奥方向、すなわち輪帯面61に沿った方向)に移動させて、言い換えるとチップ11をそのすくい面11aとほぼ平行に二次元的に移動させて、輪帯面61を形成する(輪帯面形成工程)。

【0031】

その後、チップ11が凹部5の境界壁面62(矢印AR2の終点)まで移動すると、凹部5と第1輪帯面61Aとの間の境界壁面62にチップ11のすくい面11aが当たることによって境界壁面62が形成されるとともに、輪帯溝6の隅部があたかもチップ11のすくい面11aの縁部で削られるかのように加工されることとなる(実際には、すくい面11aに対してワークWが斜めに入ってくることにより削られる)。そのため、チップ11の先端形状11g(図2参照)がワークWに転写されず、輪帯溝6の隅部が鋭利に形成されることとなる(隅部形成工程)。

【0032】

その後は、チップ11を順次、第3加工位置P3、第4加工位置P4、第5加工位置P5、第6加工位置P6、第7加工位置P7に位置させ、それぞれの加工位置P3～P7から前記した輪帯面形成工程（矢印AR3～AR7に沿った切削）および隅部形成工程を行うことにより、複数の輪帯溝6が形成されることとなる。なお、これらの加工位置P3～P7は、各輪帯面61（61A～61E）の外周縁と接する前記基準線BLに平行な接線と、各輪帯面61（61B～61F）の外周縁とが交差する位置（第2輪帯面61B、第3輪帯面61C、第4輪帯面61D、第5輪帯面61E、第6輪帯面61Fの外周縁の所定位置から図の手前側に少し離れた位置）をいう。すなわち、本実施形態では、円筒状に形成された各境界壁面62の各接線にすくい面11aを沿わせるようにチップ11を相対的に動かすことで、各輪帯面61、各境界壁面62および各隅部が形成されるようになっている。

10

【0033】

以上によれば、本実施形態において、次のような効果を得ることができる。

隅部形成工程において境界壁面62にチップ11のすくい面11aを当てることにより、すくい面11aのR（先端形状）がワークWに転写されなくなるので、すくい面11aのRが比較的大きい一般的なチップ11を用いることができる。そして、このようにすくい面11aのRが比較的大きい一般的なチップ11を用いることが可能となることにより、時間を掛けずに、かつ金型の面粗度を良好な状態で加工することができる。また、このようにRが比較的大きい一般的なチップ11を用いることが可能となるので、従来のようにRを小さくしたチップを用いる場合と比べて、チップ11の消耗を抑えることができる。

20

【0034】

チップ11による切削の前に、凹部5や輪帯溝6が予め粗加工されているので、最終的な仕上げに使用するチップ11の消耗をさらに抑えることができる。

また、本実施形態のような加工方法によれば、チップ11の先端Rの頂上部だけでワークWを削ることができるので、その頂上部だけを精度良く加工すれば十分となる。すなわち、チップ11の輪郭精度幅（ウインドアングル）を小さく設定することができるので、安価・短納期にて高精度加工することが可能となる。ちなみに、従来の方法（図5で示す方法）では、先端Rの大部分（例えば片側半分の部分）を使って削ることにより、先端Rの大部分を精度良く加工しなければならない（ウインドアングルを大きく設定せざるを得ない）ので、コストが掛かるとともに納期も遅くなっている。

30

【0035】

なお、本発明は、前記実施形態に限定されることなく、様々な形態で実施される。

本実施形態では、境界壁面62をワーク基準面WFに対して垂直としたが、本発明はこれに限定されず、隅部形成工程の際に、チップ11のすくい面11aの向きを変えることによって、境界壁面62を傾斜させてもよい。これによれば、金型の垂直状の壁がテーパ状に形成されるので、成型した輪帯光学素子を金型から容易に抜き出すことが可能となる。なお、すくい面11aは、被加工面4にすくい面11aの基端部が近づくように傾けてもよいし、回転軸Tと平行な軸を中心に傾けてもよい。また、傾ける角度は、被加工面4に対してすくい面11aを傾ける場合では5°以下が望ましく、回転軸Tと平行な軸まわりにすくい面11aを傾ける場合では3°以下が望ましい。

40

【0036】

本実施形態では、ヘッド部Sb側に3軸方向に移動可能な移動ステージ31を設けたが、本発明はこれに限定されるものではない。例えば、ヘッド部Sb側を固定とし、ツール部Sa側に3軸方向（前後、左右、上下）に移動可能な移動ステージを設ける構造や、ヘッド部Sb側に1軸方向（例えば、前後）に移動可能な移動ステージを設けるとともに、ツール部Sa側に2軸方向に移動可能な移動ステージ（例えば、左右、上下）を設ける構造などを採用してもよい。

【0037】

50

本実施形態では、円形部形成工程 輪帯面形成工程 隅部形成工程 輪帯面形成工程
 ・ ・ ・ 隅部形成工程の順で加工を行ったが、各工程の順序はこれに限定されず、例えば
 本実施形態の工程を逆から行うように、すなわち隅部形成工程 輪帯面形成工程 隅部形
 成工程 ・ ・ ・ 輪帯面形成工程 円形部形成工程の順で加工を行ってもよい。なお、こ
 の場合、各輪帯溝 6 を形成するためのチップ 1 1 の各スタート位置は、各矢印 A R 7 , A
 R 6 , A R 5 , A R 4 , A R 3 , A R 2 の終端（各境界壁面 6 2 近傍）とする。ただし、
 凹部 5 を形成するためのチップ 1 1 のスタート位置は、矢印 A R 1 の終端ではワーク W の
 回転速度がゼロとなるので、本実施形態と同様に矢印 A R 1 の始端とするのが望ましい。

【 0 0 3 8 】

本実施形態では、チップ 1 1 での仕上げ加工の前に粗加工を加えたが、本発明はこれに
 限定されず、無垢の状態のワーク W を直接チップ 1 1 で加工するようにしてもよい。なお
 10、ワーク W が無垢の状態である場合には、チップ 1 1 のすくい面 1 1 a を当てる対象とな
 る境界壁面 6 2 も当然形成されていないが、NC加工装置（施削装置 S）のプログラムを
 適宜変更することにより各境界壁面 6 2 の位置や各加工位置を設定することができるので
 、チップ 1 1 のすくい面 1 1 a を境界壁面 6 2 に相当する場所に当てることにより本実施
 形態と同様に輪帯溝 6 の隅部を鋭利に形成することができる。

【 0 0 3 9 】

本実施形態では、凹部 5 と、複数の輪帯溝 6 とを有するフレネルレンズを成型するた
 めの金型の加工に本発明を適用したが、本発明はこれに限定されるものではない。例えば、
 平面視が光軸を中心とした円形となる円形部と、この円形部の周囲に形成される複数の輪
 20帯面とを有し、前記円形部とその近傍の輪帯面および隣接する輪帯面同士の間
 に段差（境界壁面）が設けられることで階段状の凹部が形成される輪帯光学素子を成型するた
 めの金型に本発明を適用してもよい。

【 0 0 4 0 】

本実施形態では、輪帯面 6 1 の断面形状が直線状となるタイプに本発明を適用したが、
 例えば従来図（図 5）で示したような輪帯面の断面形状が曲面状となるタイプにも本発明
 を適用することができる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 4 1 】

【図 1】本実施形態で使用する施削装置を示す斜視図である。

【図 2】チップを示す拡大斜視図である。

【図 3】ワークの被加工面を示す平面図（a）と、（a）の B - B 断面図（b）である。

【図 4】従来の先端 R の小さなチップを示す拡大斜視図である。

【図 5】従来の金型の製造方法を示す図であり、ワークの被加工面を示す平面図（a）と
 、（a）の A - A 断面図（b）である。

【符号の説明】

【 0 0 4 2 】

4 被加工面

5 凹部

6 輪帯溝

1 0 バイト

1 1 チップ

1 1 a すくい面

3 1 移動ステージ

3 2 チャック

6 1 輪帯面

6 2 境界壁面

S 施削装置

S a ツール部

S b ヘッド部

10

20

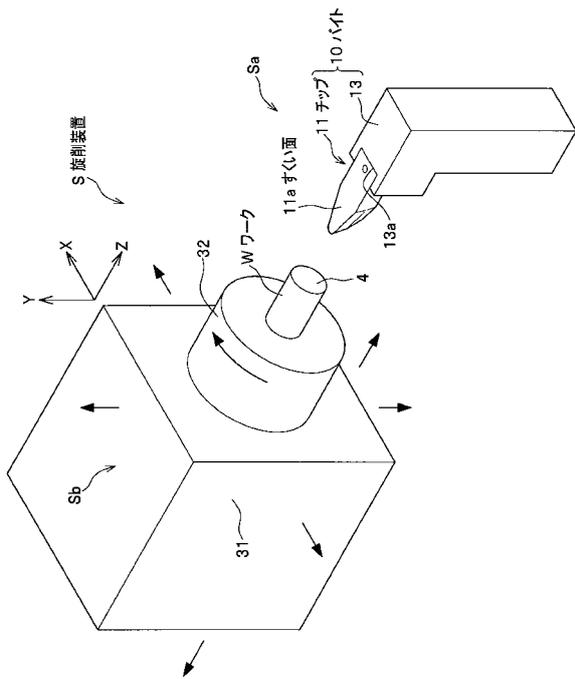
30

40

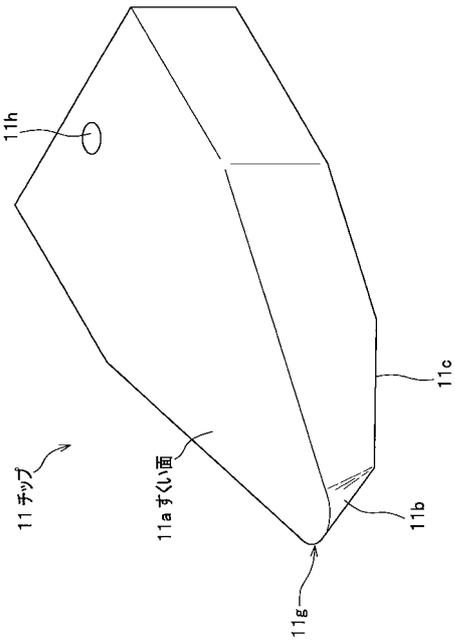
50

T 回転軸
W ワーク

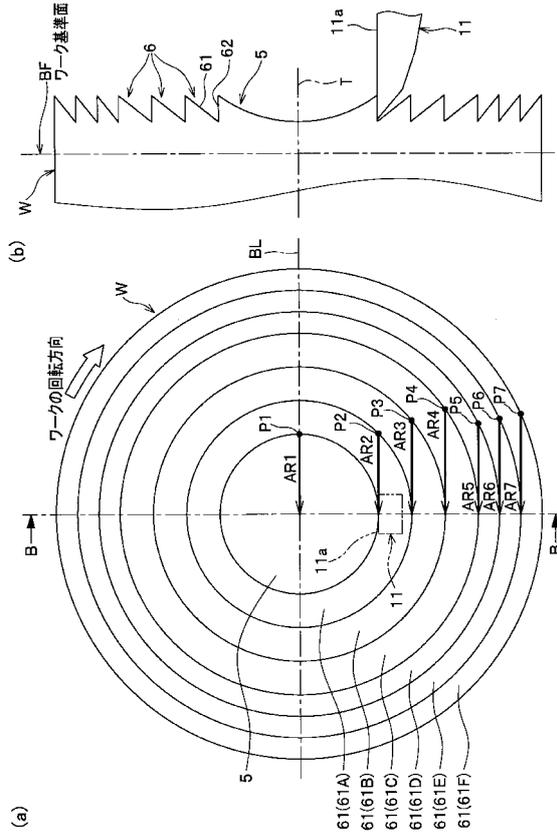
【図1】



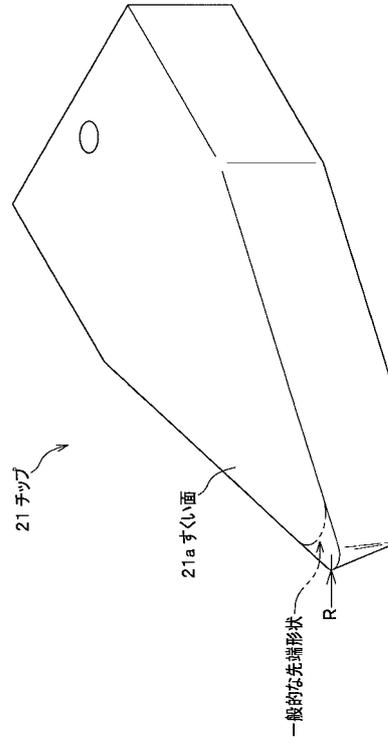
【図2】



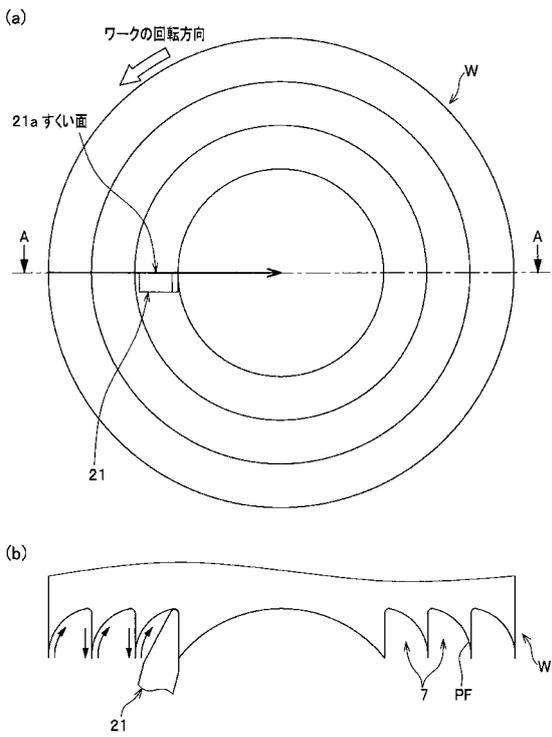
【 図 3 】



【 図 4 】



【 図 5 】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平11-010401(JP,A)
特開2003-062707(JP,A)
特開2003-275902(JP,A)
特開2002-239802(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B23B	5/36
B23B	5/00
G02B	3/00
G02B	3/08