

(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2021-62430
(P2021-62430A)

(43) 公開日 令和3年4月22日(2021.4.22)

(51) Int. Cl.	F 1	テーマコード (参考)
B 2 3 B 35/00 (2006.01)	B 2 3 B 35/00	3 C 0 3 6
B 2 3 B 29/02 (2006.01)	B 2 3 B 29/00 Z	3 C 0 4 6

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号	特願2019-187438 (P2019-187438)	(71) 出願人	504139662 国立大学法人東海国立大学機構 愛知県名古屋市千種区不老町1番
(22) 出願日	令和1年10月11日(2019.10.11)	(71) 出願人	000237499 富士精工株式会社 愛知県豊田市吉原町平子26番地
		(74) 代理人	100105924 弁理士 森下 賢樹
		(72) 発明者	社本 英二 愛知県名古屋市千種区不老町1番 国立大 学法人名古屋大学内
		(72) 発明者	秋元 優二 愛知県豊田市吉原町平子26番地 富士精 工株式会社内
		Fターム(参考)	3C036 AA00 3C046 PP00

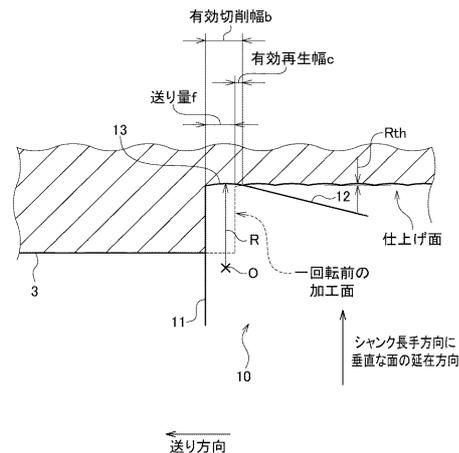
(54) 【発明の名称】 穴加工方法および中ぐり工具

(57) 【要約】

【課題】 効率的な穴加工を実現するための方法を提供する。

【解決手段】 穴加工方法は、中ぐり工具に対して被加工材3を相対回転させる工程と、被加工材3の穴の内面に第1切れ刃11およびノーズ切れ刃13を切り込ませた状態で、被加工材3の回転軸線に対して所定の角度となる方向に被加工材3に対して中ぐり工具を相対的に送る工程とを有する。送り工程において、第1切れ刃11およびノーズ切れ刃13の境界点とノーズ切れ刃13のノーズ中心とを結ぶ線分と、ノーズ切れ刃13が穴の内面を最も大きく切り込む点とノーズ中心とを結ぶ線分とのなす角度が30度以内に設定され、シャンクの長手方向に垂直な面に対して、被加工材3に切り込む第1切れ刃11のなす角度が、所定の範囲内に設定される。

【選択図】 図4



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

中ぐり工具を用いて被加工材の穴を加工する穴加工方法であって、中ぐり工具は、第 1 切れ刃と、第 2 切れ刃と、前記第 1 切れ刃および前記第 2 切れ刃を繋げるノーズ切れ刃と、シャンクとを備え、

前記中ぐり工具に対して前記被加工材を相対回転させる工程と、

前記被加工材の穴の内面に前記第 1 切れ刃および前記ノーズ切れ刃を切り込ませた状態で、前記被加工材の回転軸線に対して所定の角度となる方向に前記被加工材に対して前記中ぐり工具を相対的に送る工程とを有し、

前記第 1 切れ刃および前記ノーズ切れ刃の境界点と前記ノーズ切れ刃のノーズ中心とを結ぶ線分と、前記ノーズ切れ刃が穴の内面を最も大きく切り込む点と前記ノーズ中心とを結ぶ線分とのなす角度が、30 度以内に設定され、

前記シャンクの長手方向に垂直な面に対して、前記被加工材に切り込む前記第 1 切れ刃のなす角度が、所定の範囲内に設定される、

ことを特徴とする穴加工方法。

10

【請求項 2】

前記被加工材に切り込む前記第 1 切れ刃は直線状であり、前記ノーズ切れ刃は円弧状である、

ことを特徴とする請求項 1 に記載の穴加工方法。

【請求項 3】

仕上げ面は、前記ノーズ切れ刃によって形成される、

ことを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の穴加工方法。

20

【請求項 4】

前記被加工材に切り込む前記第 1 切れ刃は、前記シャンクの長手方向に垂直な面に対して平行に設定される、

ことを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれかに記載の穴加工方法。

【請求項 5】

前記境界点を起点として前記第 1 切れ刃が延びる方向は、前記シャンクの長手方向に垂直な面に対して、送り方向とは逆方向に傾斜する、

ことを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれかに記載の穴加工方法。

30

【請求項 6】

第 1 切れ刃と、第 2 切れ刃と、前記第 1 切れ刃および前記第 2 切れ刃を繋げるノーズ切れ刃と、シャンクとを備える中ぐり工具であって、前記ノーズ切れ刃の円弧の角度が 40 度以内に設定されており、

前記シャンクの長手方向に垂直な面に対して、前記第 1 切れ刃および前記ノーズ切れ刃の境界点と前記ノーズ切れ刃のノーズ中心とを結ぶ線分のなす角度が、30 度以内に設定され、

前記シャンクの長手方向に垂直な面に対して、前記第 1 切れ刃のなす角度が、所定の範囲内に設定される、

ことを特徴とする中ぐり工具。

40

【請求項 7】

前記第 1 切れ刃は直線状である、

ことを特徴とする請求項 6 に記載の中ぐり工具。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本開示は、中ぐり工具を用いた穴加工方法および中ぐり工具に関する。

【背景技術】**【0002】**

特許文献 1 は、高剛性材料からなるシャンク芯部材と、軟質材料からなり高熱膨張係数

50

を有する筒状部材とを焼きばめ構造にて接合したシャンクを備えた防振中ぐり工具を開示する。この防振中ぐり工具は、シャンク芯部材と筒状部材の密着度を高くすることで、シャンクの曲げ変形振動に対して機械的強度差によるすべり摩擦を生じさせ、この摩擦により振動エネルギーを熱エネルギーに変換することで、防振中ぐり工具と工作物との間に発生するびびり振動を抑制する。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開平11-277308号公報

【発明の概要】

10

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

被加工材の穴加工に用いられる中ぐり工具のシャンクは、片持式に支持される。そのため加工する穴が深く、シャンク長が長くなるほど、シャンクの長手方向に垂直な方向の剛性が低下し、その低剛性に起因した自励振動を生じやすくなる。中ぐり工具を用いた穴加工で最も問題になる自励振動は「再生びびり振動」である。再生びびり振動は、一回転前（多刃工具では一刃前）に切削した際に生じていた振動が加工面の起伏として残り、その振動が現在の切削において切取り厚さの変動として再生する振動である。

【0005】

図1は、従来の中ぐり工具の刃部の刃先形状を示す。中ぐり工具を用いて円筒状の仕上げ面を形成する穴加工では、相対回転している被加工材の穴の内面に切れ刃を切り込ませた状態で、中ぐり工具を被加工材の回転軸線方向に相対的に送り、穴の内面に仕上げ面を形成する。従来の中ぐり工具では、ノーズ半径Rを有する円弧切れ刃が、穴の内面を切削加工する。

20

【0006】

再生びびり振動は、機械構造が振動しやすい振動モードの方向に垂直な方向の切削幅に依存する。中ぐり工具を用いた穴加工では、振動モードの方向が、シャンクの長手方向に略垂直な方向となるため、再生びびり振動は、シャンクの長手方向に略平行な方向の切削幅に依存する。再生びびり振動では、現在の切削幅b（「有効切削幅」と呼ぶ）よりも、一回転前（多刃工具では一刃前）に切削した加工面を現在の切削で削り取る幅c（「有効再生幅」と呼ぶ）の方が問題となり、有効再生幅cが大きいと、再生びびり振動が生じやすい。

30

【0007】

図1に示すように、円筒状内面を仕上げ加工する場合、送り量f、有効切削幅b、有効再生幅cには、

$$\text{有効再生幅 } c = \text{有効切削幅 } b \cdot \text{送り量 } f \quad \dots \quad (\text{式1})$$

の関係が近似的に成立する。

中ぐり工具の低剛性を改善できない場合であっても、有効切削幅cを小さくすることで、再生びびり振動を抑制できる。

【0008】

40

一方で、中ぐり工具を用いた穴加工では、仕上げ面粗さR_{th}および加工能率も実用的に重要である。理論上の仕上げ面粗さR_{th}は、以下の式で近似的に表現される。

$$R_{th} = f^2 / (8 \times R) \quad \dots \quad (\text{式2})$$

このように仕上げ面粗さR_{th}は、円弧切れ刃のノーズ半径Rに反比例し、送り量fの2乗に比例する。これらのパラメータの中で、送り量fは加工能率に比例するため、送り量fを小さくして仕上げ面粗さR_{th}を低減することは実用的でない。一方、ノーズ半径Rを大きくして仕上げ面粗さR_{th}を低減しようとする、(式1)から、有効切削幅bが大きくなることで有効再生幅cが大きくなり、再生びびり安定性の低下につながる。以上から、被加工材を円弧切れ刃で穴加工する従来の中ぐり工具では、小さな仕上げ面粗さR_{th}、大きな加工能率（送り量f）、高い再生びびり安定性の3つを同時に満足することが困難

50

であった。

【 0 0 0 9 】

本開示はこうした状況に鑑みてなされており、良好な穴加工を実現するための方法および良好な穴加工を実現するための中ぐり工具を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 0 】

上記課題を解決するために、本発明のある態様は、中ぐり工具を用いて被加工材の穴を加工する穴加工方法であり、中ぐり工具は、第1切れ刃と、第2切れ刃と、第1切れ刃および第2切れ刃を繋げるノーズ切れ刃と、シャンクとを備える。穴加工方法は、中ぐり工具に対して被加工材を相対回転させる工程と、被加工材の穴の内面に第1切れ刃およびノーズ切れ刃を切り込ませた状態で、被加工材の回転軸線に対して所定の角度となる方向に被加工材に対して中ぐり工具を相対的に送る工程とを有する。送り工程において、第1切れ刃およびノーズ切れ刃の境界点とノーズ切れ刃のノーズ中心とを結ぶ線分と、ノーズ切れ刃が穴の内面を最も大きく切り込む点とノーズ中心とを結ぶ線分とのなす角度が、30度以内に設定され、またシャンクの長手方向に垂直な面に対して、被加工材に切り込む第1切れ刃のなす角度が、所定の範囲内に設定される。

10

【 0 0 1 1 】

本発明の別の態様は、中ぐり工具である。この中ぐり工具は、第1切れ刃と、第2切れ刃と、第1切れ刃および第2切れ刃を繋げるノーズ切れ刃と、シャンクとを備え、ノーズ切れ刃の円弧の角度が40度以内に設定されている。シャンクの長手方向に垂直な面に対して、第1切れ刃およびノーズ切れ刃の境界点とノーズ切れ刃のノーズ中心とを結ぶ線分のなす角度が30度以内に設定され、シャンクの長手方向に垂直な面に対して、第1切れ刃のなす角度が所定の範囲内に設定される。

20

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 2 】

【図1】従来の中ぐり工具の刃部の刃先形状を示す図である。

【図2】中ぐり工具を用いて被加工材の穴を加工する工程を示すフローチャートである。

【図3】中ぐり工具が被加工材の穴を加工している様子を示す図である。

【図4】実施例の中ぐり工具の刃部の刃先形状の例を示す図である。

【図5】刃先形状の一例の拡大図である。

30

【図6】刃先形状の別の例の拡大図である。

【図7】刃先形状のさらに別の例の拡大図である。

【図8】実施例の中ぐり工具の刃部の刃先形状の別の例を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 3 】

図2は、中ぐり工具を用いて被加工材の穴を加工する工程を示し、図3は、中ぐり工具が被加工材の穴を加工している様子を示す。中ぐり工具1は、シャンク2および刃部10を備え、刃部10はシャンク先端部2aに設けられる。中ぐり工具1はスローアウェイ式切削工具であってよく、刃部10は交換式のスローアウェイチップであってよい。この場合、スローアウェイチップは、シャンク先端部2aに交換可能にネジで固定される。

40

【 0 0 1 4 】

中ぐり加工を行う前、被加工材3には、ドリル等によって穴4が形成される。中ぐり加工は、被加工材3の穴4の表面状態を良好にし、寸法精度を高める目的で実施される。中ぐり加工の開始時、穴加工装置(図示せず)は、中ぐり工具1に対して被加工材3を相対的に回転させ(S1)、被加工材3の穴4の内面に刃部10の切れ刃を切り込ませた状態で、被加工材3の回転軸線に対して所定の角度となる方向に被加工材3に対して中ぐり工具1を相対的に送り(S2)、穴4の内面を仕上げていく。

【 0 0 1 5 】

「被加工材3の回転軸線に対して所定の角度」は、被加工材3の円筒内面を仕上げる場合には、回転軸線に対する角度は0度であり(すなわち被加工材3の回転軸線と送り方向

50

とが平行であり)、被加工材 3 の円錐内面を仕上げる場合には、回転軸線に対する角度は (90 度 - 円錐側面の角度) となる。中ぐり工具を用いた穴加工では、小さな仕上げ面粗さ R_{th} と大きな加工能率を維持しつつ、同時に再生びびり振動を抑制することが好ましい。

【0016】

図 4 は、実施例の中ぐり工具 1 の刃部 10 の刃先形状の例を示す。実施例の刃部 10 は、被加工材 3 の円筒状内面の形成に用いられ、第 1 切れ刃 11 と、第 2 切れ刃 12 と、第 1 切れ刃 11 および第 2 切れ刃 12 を繋げるノーズ切れ刃 13 とを有する。なおスローアウェイチップである刃部 10 は、それぞれの角部において、第 1 切れ刃 11、第 2 切れ刃 12 およびノーズ切れ刃 13 を備えてよい。第 1 切れ刃 11、第 2 切れ刃 12 およびノーズ切れ刃 13 は、すくい面と逃げ面が交わる稜線にそれぞれ形成される。

10

【0017】

穴加工時、第 1 切れ刃 11 の一部と、ノーズ切れ刃 13 の少なくとも一部が、相対回転する被加工材 3 に切り込んで、送り方向に送られる。第 1 切れ刃 11 の被加工材 3 に切り込む部分は直線状に形成され、ノーズ切れ刃 13 は、ノーズ半径 R を有する円弧に形成されてよい。送り工程において、シャンク 2 の長手方向に垂直な面に対して、被加工材 3 に切り込む第 1 切れ刃 11 のなす角度は、所定の範囲内に設定される。

【0018】

図 5 は、図 4 に示す刃部 10 の刃先形状の拡大図を示す。図 5 において、点 P はノーズ切れ刃 13 と第 1 切れ刃 11 の境界を、点 Q はノーズ切れ刃 13 と第 2 切れ刃 12 の境界を示す。点 P と点 Q の間の円弧状稜線はノーズ半径 R を有するノーズ切れ刃 13 であり、ノーズ切れ刃 13 の円弧の角度は 40 度以内に設定されてよい。なおノーズ切れ刃 13 と第 1 切れ刃 11 の境界点 P には、チッピング (微小な欠損) を防止するために、エッジを丸めたり、小さな面取りを施すなどのホーニング処理が行われてもよい。ノーズ切れ刃 13 は、仕上げ面を形成する。

20

【0019】

ノーズ切れ刃 13 における点 S は、穴加工時、ノーズ切れ刃 13 が被加工材 3 の穴 4 の内面を最も大きく切り込むポイントである。点 P とノーズ中心 O とを結ぶ線分と、点 S とノーズ中心 O とを結ぶ線分とのなす角度 θ_1 は所定の範囲内に設定される。たとえば角度 θ_1 は、30 度以内に設定されるのが好ましく、20 度以内に設定されるのがさらに好ましい。角度 θ_2 は、15 度以内に設定されてよい。点 Q とノーズ中心 O を結ぶ線分と点 S とノーズ中心 O とを結ぶ線分とは角度 θ_3 をなすが、角度 θ_3 は、角度 θ_1 よりも小さく設定されることが好ましい。実施例では角度 θ_3 を所定の範囲内に制限することで、有効切削幅 b を小さくできる。

30

【0020】

図 4 および図 5 に示す刃先形状において、被加工材 3 に切り込む第 1 切れ刃 11 は、シャンク 2 の長手方向に垂直な面に対して平行に設定される。ここで「平行」とは、完全に平行だけでなく、ほぼ平行の状態も含み、ほぼ平行とは、送り方向の前後方向にたとえば 5 度未満のずれがある状態も含む。第 1 切れ刃 11 の切り込み部分を、シャンク 2 の長手方向に垂直な方向すなわち再生びびり振動の発生方向と平行にすることで、ノーズ切れ刃 13 と第 1 切れ刃 11 との境界点 P よりも送り方向側に、第 1 切れ刃 11 が存在しない状態を作り出す。そのため、図 4 および図 5 に示す刃先形状によると、図 1 に示す従来の刃先形状と比較して、送り量 f に対する有効切削幅 b を小さくできる。

40

(式 1) 有効再生幅 c = 有効切削幅 b - 送り量 f

から、有効再生幅 c を小さくでき、したがって再生びびり振動を抑制できる。

【0021】

このように被加工材 3 に切り込む第 1 切れ刃 11 を、シャンク 2 の長手方向に垂直な面に対して平行にして送り工程を実施することで、図 1 に示す従来の穴加工と比較すると、仕上げ面粗さ R_{th} および加工能率 (送り量 f) を維持しつつ、再生びびり安定性を向上できる。

50

【 0 0 2 2 】

中ぐり工具単体として見た場合、ノーズ切れ刃 1 3 の円弧の角度が 4 0 度以内に設定されている中で、シャンク 2 の長手方向に垂直な面に対して、境界点 P とノーズ中心 O とを結ぶ線分のなす鋭角側の角度が 3 0 度以内に設定されてよい。この角度は、2 0 度以内に設定されることが好ましく、さらには 1 5 度以内に設定されることが好ましい。またシャンク 2 の長手方向に垂直な面に対して、第 1 切れ刃 1 1 のなす鋭角側の角度が所定の範囲内に設定される。これにより、仕上げ面粗さ R_{th} および加工能率（送り量 f ）を維持しつつ、再生びびり安定性を向上する中ぐり工具 1 を実現できる。

【 0 0 2 3 】

図 6 は、刃部 1 0 の刃先形状の別の例の拡大図を示す。図 6 に示す刃先形状では、ノーズ切れ刃 1 3 との境界点 P を起点として第 1 切れ刃 1 1 が延びる方向が、シャンク 2 の長手方向に垂直な面に対して、送り方向とは逆方向（後退する方向）に傾斜する。これにより、図 5 に示す刃先形状と比較すると、有効切削幅 b を確実に小さくでき、再生びびり安定性を向上できる。シャンク 2 の長手方向に垂直な面に対して第 1 切れ刃 1 1 が延びる方向のなす角度は、0 度より大きく、1 0 度未満であることが好ましい。

10

【 0 0 2 4 】

図 7 は、刃部 1 0 の刃先形状のさらに別の例の拡大図を示す。図 7 に示す刃先形状では、ノーズ切れ刃 1 3 との境界点 P を起点として第 1 切れ刃 1 1 が延びる方向が、シャンク 2 の長手方向に垂直な面に対して、送り方向と同じ方向に傾斜する。これにより、図 4 および図 5 に示す刃先形状と比較すると、刃先強度を向上できる。シャンク 2 の長手方向に垂直な面に対して第 1 切れ刃 1 1 が延びる方向のなす角度は、3 0 度以内であることが好ましい。この場合であっても、ノーズ中心 O から描くノーズ半径 R の仮想的な円弧の内側に、被加工材 3 に切り込む第 1 切れ刃 1 1 の部分を配置することで、図 1 に示す中ぐり工具よりも、有効切削幅 b を小さくできる。

20

【 0 0 2 5 】

図 8 は、中ぐり工具 1 の刃部 1 0 の刃先形状の別の例を示す。図 8 に示す刃部 1 0 は、被加工材 3 の円錐内面の形成に用いられ、第 1 切れ刃 1 1 と、第 2 切れ刃 1 2 と、第 1 切れ刃 1 1 および第 2 切れ刃 1 2 を繋げるノーズ切れ刃 1 3 とを有する。円錐内面を形成する場合、中ぐり工具 1 の送り工程は、被加工材 3 の回転軸線に対して、円錐内面を形成する角度となる方向に中ぐり工具 1 を相対的に送る。

30

【 0 0 2 6 】

穴加工時、第 1 切れ刃 1 1 の一部と、ノーズ切れ刃 1 3 の少なくとも一部が、相対回転する被加工材 3 に切り込んで、送り方向に送られる。第 1 切れ刃 1 1 の被加工材 3 に切り込む部分は直線状に形成され、ノーズ切れ刃 1 3 は、ノーズ半径 R を有する円弧に形成されてよい。

【 0 0 2 7 】

図 8 に示す例では、有効再生幅 c が 0 となるように、送り量 f が設定されている。つまり、送り量 f のシャンク長手方向に平行な成分 = 有効切削幅 b であり、再生びびり安定性を向上できる。なお実際には、振動等によって理論通りに仕上げ面が形成されないことに備えて、仕上げ面が常にノーズ切れ刃 1 3 で形成されるように、送り量 f のシャンク長手方向に平行な成分 < 有効切削幅 b としつつ、有効再生幅 c が小さくなるように送り量 f を調整することが好ましい。

40

【 0 0 2 8 】

以上、本開示を実施形態をもとに説明した。本開示の技術は、ラジラスエンドミルとは異なる工具に適用される。この実施形態は例示であり、それらの各構成要素や各処理プロセスの組合せにいろいろな変形例が可能なこと、またそうした変形例も本開示の範囲にあることは当業者に理解されるところである。たとえばノーズ切れ刃 1 3 は、ノーズ半径 R の円弧で形成されることを説明したが、円弧以外の曲線であってもよい。また実施例では、一刃の中ぐり工具 1 について説明したが、多刃の中ぐり工具であってもよい。

【 0 0 2 9 】

50

本開示の態様の概要は、次の通りである。本開示のある態様は、中ぐり工具を用いて被加工材の穴を加工する穴加工方法である。中ぐり工具は、第1切れ刃と、第2切れ刃と、第1切れ刃および第2切れ刃を繋げるノーズ切れ刃と、シャンクとを備える。穴加工方法は、中ぐり工具に対して被加工材を相対回転させる工程と、被加工材の穴の内面に第1切れ刃およびノーズ切れ刃を切り込ませた状態で、被加工材の回転軸線に対して所定の角度となる方向に被加工材に対して中ぐり工具を相対的に送る工程とを有し、送り工程において、第1切れ刃およびノーズ切れ刃の境界点とノーズ切れ刃のノーズ中心とを結ぶ線分と、ノーズ切れ刃が穴の内面を最も大きく切り込む点とノーズ中心とを結ぶ線分とのなす角度が、30度以内に設定され、またシャンクの長手方向に垂直な面に対して、被加工材に切り込む第1切れ刃のなす角度が、所定の範囲内に設定されてよい。シャンクの長手方向に垂直な面に対する第1切れ刃の角度を所定の範囲内に設定することで、再生びり安定性が向上される。

10

【0030】

被加工材に切り込む第1切れ刃は直線状であり、ノーズ切れ刃は円弧状であってよい。仕上げ面は、ノーズ切れ刃によって形成されてよい。被加工材に切り込む第1切れ刃はシャンクの長手方向に垂直な面に対して平行に設定されてよい。ノーズ切れ刃との境界を起点として第1切れ刃が延びる方向は、シャンクの長手方向に垂直な面に対して、送り方向とは逆方向に傾斜してよい。

【0031】

本開示の別の態様は、第1切れ刃と、第2切れ刃と、第1切れ刃および第2切れ刃を繋げるノーズ切れ刃と、シャンクとを備える中ぐり工具であり、ノーズ切れ刃の円弧の角度が40度以内に設定されている。シャンクの長手方向に垂直な面に対して、第1切れ刃およびノーズ切れ刃の境界点とノーズ切れ刃のノーズ中心とを結ぶ線分のなす角度が30度以内に設定され、シャンクの長手方向に垂直な面に対して、第1切れ刃のなす角度が所定の範囲内に設定されてよい。シャンクの長手方向に垂直な面に対する第1切れ刃の角度を所定の範囲内に設定することで、再生びり安定性が向上される。第1切れ刃は直線状であり、ノーズ切れ刃は円弧状であってよい。

20

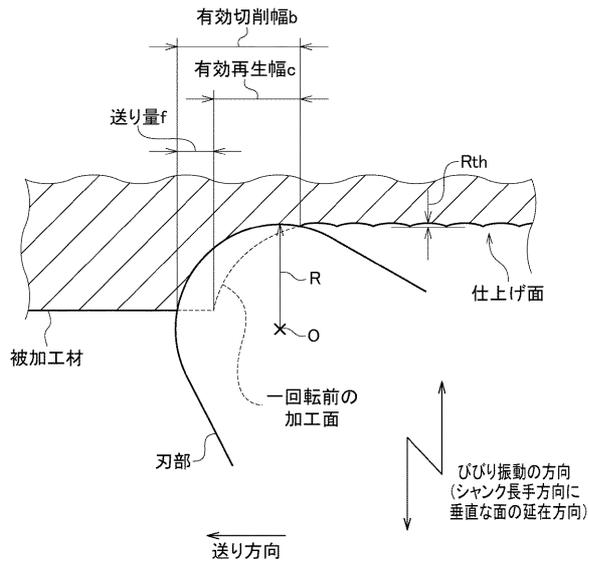
【符号の説明】

【0032】

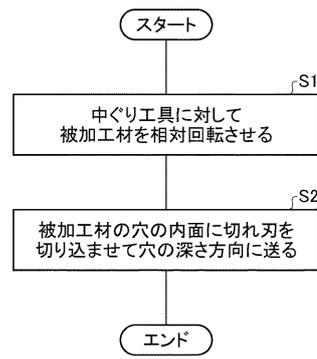
1・・・中ぐり工具、2・・・シャンク、2a・・・シャンク先端部、3・・・被加工材、4・・・穴、10・・・刃部、11・・・第1切れ刃、12・・・第2切れ刃、13・・・ノーズ切れ刃。

30

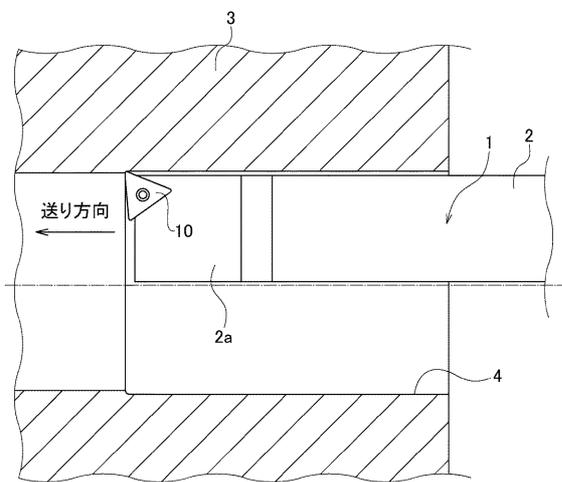
【 図 1 】



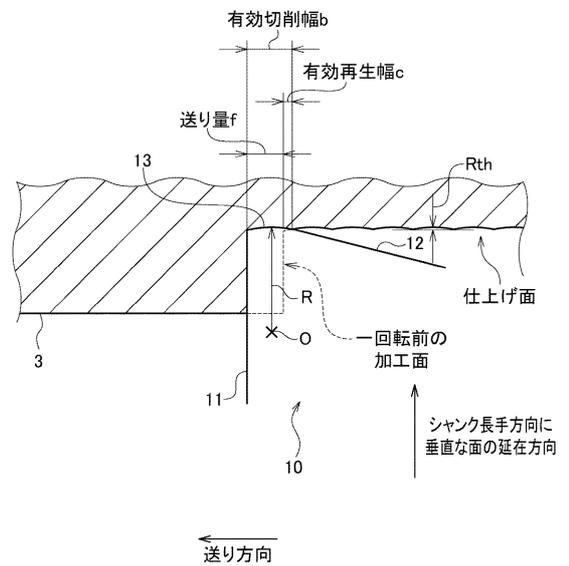
【 図 2 】



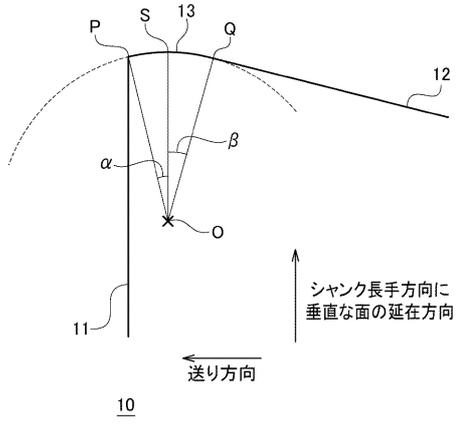
【 図 3 】



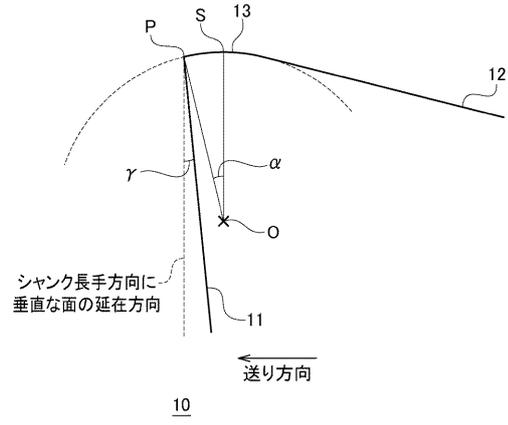
【 図 4 】



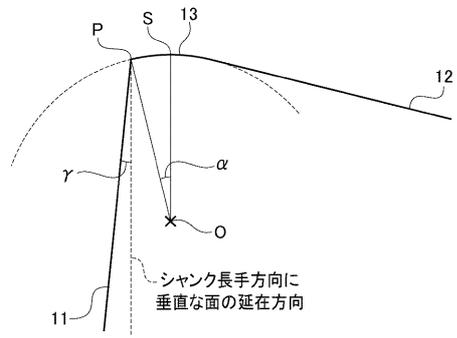
【図5】



【図6】



【図7】



【図8】

