

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7569633号
(P7569633)

(45)発行日 令和6年10月18日(2024.10.18)

(24)登録日 令和6年10月9日(2024.10.9)

(51)国際特許分類

F I

B 2 3 C 5/10 (2006.01)

B 2 3 C 5/10 B

請求項の数 1 (全9頁)

(21)出願番号	特願2020-110088(P2020-110088)	(73)特許権者	000152527 日進工具株式会社 東京都品川区南大井4丁目5番9号
(22)出願日	令和2年6月26日(2020.6.26)	(74)代理人	100165179 弁理士 田▲崎▼ 聡
(65)公開番号	特開2022-7242(P2022-7242A)	(74)代理人	100161506 弁理士 川淵 健一
(43)公開日	令和4年1月13日(2022.1.13)	(74)代理人	100139686 弁理士 鈴木 史朗
審査請求日	令和5年5月19日(2023.5.19)	(74)代理人	鈴木 三義
		(72)発明者	▲高▼野 昌之 宮城県黒川郡大和町松坂平2-8 日進 工具株式会社内
		(72)発明者	桂澤 真

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 2枚刃ボールエンドミル

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

中心軸線回りに回転可能な工具本体の先端側に切刃部を備えた2枚刃ボールエンドミルにおいて、

前記切刃部の先端面に形成されていて略円弧状部分を有する2枚の底刃と、
前記底刃の回転方向前方側に形成されていて前記底刃のすくい面を有するギャッシュ溝と、

前記底刃の回転方向後方側に形成された逃げ面と、
を備え、前記底刃は、すくい角が0°～10°の範囲で且つ前記底刃の逃げ角が15°～25°の範囲で鋭角の刃先に形成され、

前記底刃のすくい角は、0°～10°の範囲内で外周側(90°側)から中心軸線側(0°側)に向けて次第に変化し、

前記底刃の逃げ角は、15°～25°の範囲で外周側(90°側)から中心軸線(0°側)に向けて次第に大きくなるように変化し、または小さくなるように変化されていることを特徴とする2枚刃ボールエンドミル。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、工具本体先端の切刃部に底刃が2枚配設された2枚刃ボールエンドミルに関する。

【背景技術】

【0002】

一般に精密機械加工分野において、金型や精密部品等の高硬度材を切削加工するためにボールエンドミル等が用いられている。しかも、高硬度材の被削材の切削加工には、長時間安定して加工面を形成でき、高精度な切削加工が要求される。

【0003】

例えば特許文献1に記載された2枚刃のボールエンドミルでは、工具本体の略半球状切削部の先端面に2枚の略円弧状の底刃が周方向に等間隔に形成されている。各底刃のすくい角は底刃の外周側90°付近で-15°~-35°の範囲、回転中心では-20°~-40°の範囲に設定されている。また、各底刃のにげ角は底刃の外周側90°付近で12°~20°の範囲、0°の回転中心では15°~30°の範囲に設定されている。

10

これにより、切削強度及び逃げ量を確保し、3次元加工においても摩耗やチッピングを抑えるとしている。

【0004】

また、特許文献2に記載の2枚刃ボールエンドミルは、外径3mm以下の小径のボールエンドミルであり、先端部の法線方向断面視で、法線の基準線と第1逃げ面との間の刃物角(刃先角)は85°~90°に設定され、逃げ角は0.5°~5.0°の範囲に設定されている。これによって、刃先角を確保して底刃の摩耗を抑制でき、特にチゼル刃の摩耗を抑制している。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【文献】特開平6-218612号公報

【文献】特開2005-342835号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかしながら、特許文献1に記載されたボールエンドミルは底刃のすくい角が負角に設定されていて刃先角が大きいため切削抵抗が大きく加工精度が低い上にバリを生じ易いという問題があった。また、特許文献2に記載されたボールエンドミルは刃先角が大きく逃げ角が小さいため、加工面を擦過し易く摩耗の進行速度が速くてバリを生じ易く、削り残しを生じ易いという問題がある。

30

【0007】

本発明は、このような実情に鑑みてなされたものであり、加工精度を向上させ、切削抵抗を低減させて工具摩耗を抑制させる2枚刃ボールエンドミルを提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明による2枚刃ボールエンドミルは、中心軸線回りに回転可能な工具本体の先端側に切削部を備えたボールエンドミルにおいて、切削部の先端面に形成されていて円弧状部分を有する2枚の底刃と、底刃の回転方向前方側に形成されていて底刃のすくい面を有するギャッシュ溝と、底刃の回転方向後方側に形成されている逃げ面と、を備え、底刃のすくい角が-5°~10°の範囲に設定され、底刃の逃げ角が15°~25°の範囲に設定されていることを特徴とする。

40

本発明によれば、底刃のすくい角が-5°~10°、逃げ角が15°~25°の範囲に設定されているため、刃先角が鋭角に設定されており、被削材が高硬度材であっても切削性が良く切削抵抗を低減させることができると共に工具摩耗を抑制することができる。そのため、荒加工では切削性が良く工具寿命を向上でき、仕上げ加工では加工誤差を抑制して加工面を高精度に仕上げることができ、バリの発生量を抑制できる。

【0009】

50

また、底刃の刃先角は鋭角に設定されていることが好ましい。

底刃が鋭角に設定されていると被削材に対する加工精度が向上する。

また、底刃には高硬度材切削加工用のコーティング被膜が形成されていてもよい。

これによって、被削材が高硬度材であっても、刃先角が鋭角をなす底刃の強度を確保して加工精度と切刃寿命を向上できる。

【発明の効果】

【0010】

本発明に係る2枚刃ボールエンドミルによれば、底刃のすくい角が $-5^{\circ} \sim 10^{\circ}$ の範囲に設定され、逃げ角が $15^{\circ} \sim 25^{\circ}$ の範囲にされているため、刃先角が鋭角で逃げ角を強くできて加工精度を向上させて切削抵抗を低減でき、工具摩耗を抑制して工具寿命を向上できる。しかも、逃げ角が強く設定されているため加工面を擦過することを抑えてバリの発生を防止できる。

10

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】本発明の実施形態によるボールエンドミルの切刃部を示す側面図である。

【図2】図1に示すボールエンドミルの切刃部の先端面図である。

【図3】(a)は実施形態による底刃の刃物角を示す断面図、(b)は従来技術による底刃の刃物角を示す断面図である。

【図4】従来例1、2と実施例の切れ刃形状のすくい角、逃げ角、刃物角と仕上げ加工の加工誤差、バリ量、加工面を示す表1である。

20

【図5】被削材の加工済み形状を示す斜視図である。

【図6】従来例1、2、実施例について加工1時間後と3時間後の状態を示すグラフであり、(a)は加工誤差量を示すグラフ、(b)はバリ量を示すグラフである。

【図7】従来例1、2、実施例について3時間加工後の加工面粗さと切削面の模様を示す図である。

【図8】従来例1、2、実施例の各底刃で切削した後の摩耗状態を示す先端面図である。

【発明を実施するための形態】

【0012】

以下、本発明の実施形態によるボールエンドミルについて添付図面に基づいて説明する。

図1乃至図3は本発明の実施形態による2枚刃を有するボールエンドミル1を示すものである。図1乃至図3において、本実施形態によるボールエンドミル1は、略円柱状に形成されていて中心軸線Oを中心に回転される工具本体2とその先端部にろう付けまたは一体に形成された切刃部3とを備えている。

30

切刃部3は超硬合金、cBN、PCD(ダイヤモンド焼結体)等を適宜採用できる。本実施形態によるボールエンドミル1は、略半球状の切刃部3の最大外径Dが例えば6.0mm以下の小径のボールエンドミル1に用いられる。

【0013】

このボールエンドミル1は小型で精密な機械部品や金型等の高硬度材や非鉄金属、一般鋼材等を切削加工するのに用いられる。本明細書では工具本体2の中心軸線Oに沿った切刃部3側を先端側、先端といい、主軸に連結する反対側を基端側、基端というものとする。

40

【0014】

図1及び図2において、ボールエンドミル1の切刃部3は先端面が略半球状に形成されており、その周方向に略 180° の間隔で基端側から先端側に向けて複数、例えば2つのギャッシュ溝4が凹状に対向して形成されている。中心軸線Oを中心とした切刃部3の各ギャッシュ溝4における回転方向後方には逃げ面6が形成され、ギャッシュ溝4と逃げ面6の交差稜線部には略 $1/4$ 円弧状の底刃5が形成されている。各底刃5はそれぞれ芯上がりに形成されている。各ギャッシュ溝4における工具本体2の回転方向前方側を向く面は底刃5のすくい面7を形成している。

【0015】

底刃5のすくい面7は、従来例のボールエンドミルではすくい角が負角に設定されてい

50

るが、本実施形態ではすくい角 α が $-5^{\circ} \sim +10^{\circ}$ の範囲に設定されている。すくい角 α を従来のものより正角側に強く設定することで切削性を高めて切削抵抗を軽減できる。しかも、底刃 5 は芯上がりに形成されているため耐欠損性と耐摩耗性を高めることができる。

一方、すくい角 α が -5° 未満では負角が大きくなりすぎて上記効果を発揮できず、 $+10^{\circ}$ を超えると刃物角（刃先角）が小さくなって刃先が欠け易くなるという欠点がある。

【0016】

また、底刃 5 の回転方向後方側に形成された逃げ面 6 の逃げ角 β は、 $15^{\circ} \sim 25^{\circ}$ の範囲の正角に設定されている。逃げ角 β を従来品より大きく設定することで、底刃 5 の切削性を高めて切削抵抗を軽減し背分力を小さくすることができる。また、逃げ角が 15° 未満であると底刃 5 の切削性が小さくなり切削抵抗が増大するという欠点がある。

そのため、底刃 5 のすくい角 α と逃げ角 β の関係により、その刃先角（刃物角）は $55^{\circ} \sim 80^{\circ}$ の範囲の鋭角に設定される。そのため、底刃 5 の切削性がよく切削抵抗を低減できる。

【0017】

なお、底刃 5 のすくい角 α は $-5^{\circ} \sim +10^{\circ}$ の範囲内で外周側（ 90° 側）から中心軸線 O 側（ 0° 側）に向けて次第に負角側または正角側に向けて変化してもよいし、同一角度に保持されていてもよい。同様に、逃げ角 β は $15^{\circ} \sim 25^{\circ}$ の範囲で外周側（ 90° 側）から中心軸線 O（ 0° 側）に向けて次第に大きく、または小さくなるように変化してもよいし、同一角度に保持されていてもよい。

切刃部 3 における底刃 5 のすくい面 7 を有するギャッシュ溝 4 はその基端側でフルート溝 9 に接続されており、フルート溝 9 はギャッシュ溝 4 と同一ねじれ角またはギャッシュ溝 4 より大きいねじれ角によって回転方向後方側に捻じれている。そのため、切り屑はすくい面 7 からギャッシュ溝 4 を通って外部へ流れるか、またはギャッシュ溝 4 からフルート溝 9 へスムーズに流れて外部に排出される。

【0018】

2 枚の底刃 5 は、中心軸線 O を中心に略 180° 回転対称に対向して配設されている。しかも、図 2 において、2 枚の底刃 5 は中心軸線 O 側端部で中心軸線 O を通るチゼル刃 10 を介して接続されている。各底刃 5 の逃げ面 6 は第一逃げ面 6 a と第二逃げ面 6 b とを回転方向後方に向けて順次有しており、第一逃げ面 6 a において $15^{\circ} \sim 25^{\circ}$ の範囲の逃げ角 β を有しており、第一逃げ面 6 a に続く第二逃げ面 6 b は逃げ角 β よりも更に大きい正の逃げ角を有している。

【0019】

また、図 2 に示す切刃部 3 の先端部において、2 枚の底刃 5 の内側端部の間には中心軸線 O を含むチゼル刃 10 が設けられている。チゼル刃 10 は直線状に形成されているが、凹曲線状や凸曲線状に形成されていてもよい。

チゼル刃 10 は円弧状の底刃 5 の中心軸線 O 周りの回転によって描く略半球状軌跡に沿って形成されている。各底刃 5 に続くチゼル刃 10 は中心軸線 O 上で内側端部が結合するように形成したが、チゼル刃 10 は中心軸線 O 上で交差する必要はなく、互いにずれていてもよい。

【0020】

次に本実施形態によるボールエンドミル 1 による被削材の切削加工方法について説明する。

ボールエンドミル 1 を中心軸線 O 回りに回転させつつ、等高線加工方法により被削材に直角の立壁加工を行う。切り込み時には切刃部 3 の底刃 5 で被削材を切削加工することで、生成された切り屑はギャッシュ溝 4 のすくい面 7 を走行して、基端側に流れて外部に排出される。

その際、切刃部 3 の外周面に形成された底刃 5 は $-5^{\circ} \sim +10^{\circ}$ の範囲のすくい角と $15^{\circ} \sim 25^{\circ}$ の範囲の逃げ角を有するため、切削抵抗の大きい荒加工でも底刃 5 による切削性が高く切削抵抗が軽減され、しかも耐欠損性と耐摩耗性を向上できる。

【 0 0 2 1 】

また、切刃部 3 の先端部では、底刃 5 の内側端部にチゼル刃 1 0 が接続されている。チゼル刃 1 0 は低速回転させられるが、底刃 5 はすくい角 α が正角側に大きく鋭角の刃先に形成され、しかもチゼル刃 1 0 は小さい領域であるため底刃 5 全体の切削性と剛性は確保される。また、仕上げ加工時には、切り込みが小さく切削抵抗が小さいため、中心のチゼル刃 1 0 の擦れを小さくして面粗さの小さい仕上げ加工面が得られる。

しかも、切削加工時に逃げ面 6 で被削材の加工面を擦過するとバリを生じ易いが、逃げ角 β を $15^{\circ} \sim 25^{\circ}$ の範囲に大きく設定したため逃げ面による加工面の擦過を生じにくい。そのため、被削材の加工面にバリを生じ難い。

【 0 0 2 2 】

上述したように、本実施形態に係る 2 枚刃のボールエンドミル 1 によれば、底刃 5 はすくい角が $-5^{\circ} \sim 10^{\circ}$ の正側に設定され、逃げ角が $15^{\circ} \sim 25^{\circ}$ と強く設定されているため、被削材が高硬度であっても加工精度が良く切削抵抗を低減し、工具摩耗を抑制して工具寿命を向上させることができる。

また、本実施形態によるボールエンドミル 1 は荒加工だけでなく仕上げ加工においても高精度な加工を行える。しかも、すくい角 α が正角側であって逃げ角 β が大きく刃先角が鋭角に形成されているため切削性が良く、被削材の加工面に生じるバリ量を抑制できる。

【 0 0 2 3 】

次に実施形態によるボールエンドミル 1 の実施例と従来例について行った切削加工試験について図 4 ～ 図 8 により説明する。

本試験例において、実施例は実施形態による 2 枚刃のボールエンドミル 1 を用い、従来例 1 は上述した特許文献 1 の発明に相当する 2 枚刃ボールエンドミル、従来例 2 は特許文献 2 の発明に相当する 2 枚刃ボールエンドミルである。被削材は H A P 4 0 (H A P は登録商標であり、普通名称は S K H . 6 4 H R C) とした。

実施例、従来例 1、従来例 2 の各ボールエンドミルを用いて、それぞれ工作機械に装着して荒加工及び仕上げ加工（等高線加工）を行った。その結果を図 4 の表 1 に示す。なお、表 1 に示す切削性能において、○は良好、△はやや不良、×は不良である。

【 0 0 2 4 】

実施例と従来例 1 及び従来例 2 についてそれぞれ図 4 の表 1 に示す底刃形状を有しており、これらについて荒加工と仕上げ加工を行った。

実施例、従来例 1、従来例 2 で、被削材 H A P 4 0 (6 4 H R C) を荒加工及び仕上げ加工した後の底刃 5 の寿命や加工面の加工精度等をそれぞれ比較すると、表 1 に示すようになった。なお、表 1 に示す切削性能において、荒加工では底刃 5 が大きく損傷するまでの時間を寿命で示し、仕上げ加工では加工誤差量、被削材の加工面に発生するバリ量、加工面の仕上げ形状を観察した。表 1 の結果において、○は良好、△はやや不良、×は不良である。

表 1 に示す結果から、従来例 1 は荒加工と仕上げ加工のいずれも（やや不良）であり、従来例 2 は荒加工の寿命と仕上げ加工のバリ量がやや不良であった。これに対し、実施例では荒加工と仕上げ加工のいずれも良好で長寿命であった。

【 0 0 2 5 】

次に、実施例、従来例 1、従来例 2 について仕上げ加工における性能試験を行った。

被削材は H A P 4 0 (6 4 H R C) とした。実施例、従来例 1、従来例 2 の回転数 n を 18000 min^{-1} 、テーブル送り速度 V_f を 1000 mm/min 、一刃送り速度 f_z は 0.028 mm/tooth 、仕上げ代は 0.03 、加工工具の移動量 p_f は 0.03 mm とした。クーラントはオイルミストを使用し、加工時間は 3 時間とした。

被削材は、図 5 に示すように、荒加工と仕上げ加工を行うことで傾斜面を有する凹部を形成する加工形状に加工した。凹部の加工面は直立の 90° 側面と 45° 斜面と、水平な底面とを有しており、加工サイズは縦横寸法が $43.7 \text{ mm} \times 23.0 \text{ mm}$ 、深さ 12.0 mm とした。被削材は 1 時間で 1 個加工するものとし、3 時間で 3 個加工した。被削材加工後の凹部について、 90° 側面、 45° 斜面、水平な底面について加工面粗さを測定

10

20

30

40

50

した。

【 0 0 2 6 】

実施例、従来例 1、従来例 2 による 2 枚刃の各ボールエンドミルを用いて図 5 に示すように被削材 H A P 4 0 (6 4 H R C) を仕上げ加工した結果を図 6 ~ 図 7 に示す。図 6 (a)、(b) は、実施例、従来例 1、従来例 2 についての加工 1 時間後と 3 時間後の加工誤差量とバリ量をそれぞれ測定したものである。実施例は加工誤差量とバリ量のいずれも従来例 1、従来例 2 より小さかった。

図 7 は実施例、従来例 1、従来例 2 についての 3 時間加工後の切削面の加工後に生じる底刃 5 の加工マーク (模様) とその面粗さを示すものである。面粗さは実施例では従来例 1 より小さく、従来例 2 と同程度であった。なお、実施例、従来例 1、従来例 2 における加工マークの模様の違いはチゼル刃 1 0 の形状の違いによるものである。

10

【 0 0 2 7 】

次に、図 8 は荒加工を 1 . 5 時間行った後の底刃 5 の形状を示す写真である。被削材は H A P 7 2 (6 9 H R C) とする。

従来例 1、従来例 2 は、底刃 5 の中心軸線 O 付近とチゼル刃 1 0 が大きく損傷してそれ以上の切削加工は困難であった。一方、実施例は底刃 5 の中心軸線 O 付近及びチゼル刃 1 0 の損傷が小さく、わずかに摩耗しただけであった。

以上の試験結果により、実施例は従来例 1 及び従来例 2 よりも荒加工による工具寿命が長かった。また、仕上げ加工後の被削材の加工誤差、加工精度が良好であり、バリ量も小さかった。そのため、実施例は従来例 1 及び従来例 2 よりも底刃 5 の切削抵抗が小さく摩耗を抑制できることを確認できた。

20

【 0 0 2 8 】

以上、本発明の実施形態によるボールエンドミル 1 について説明したが、本発明はこのような実施形態に限定されることなく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲内で適宜の変形例等に採用できることはいうまでもない。これらはいずれも本発明の技術的範囲に含まれる。

以下に本発明の変形例について説明するが、上述した実施形態と同一または同様なものについては同一の符号を用いて説明を行うものとする。

【 0 0 2 9 】

上述した実施形態による 2 枚刃のボールエンドミル 1 に代えて、底刃 5 を有する切刃部 3 の表面に適宜のコーティング層を被覆形成してもよい。例えば、切刃部 3 の材質を超硬合金や c B N、サーメット、セラミックス等で形成し、その表面に T i や S i や C r 等の窒化物や炭化物等を適宜含有する高硬度材切削加工用の被膜を被覆形成してもよい。

30

底刃 5 の表面にコーティング層を被覆形成することで、刃先角を鋭角にすることで欠け易くなる底刃 5 をコーティング層によって高強度化でき、底刃 5 の欠損や摩耗等を抑制して工具寿命を一層向上できる。

【 0 0 3 0 】

なお、上述した実施形態によるボールエンドミル 1 において、切刃部 3 に形成する底刃 5 は 2 枚とされ、2 枚刃の底刃が 1 8 0 度対向する位置に等間隔に配設されているが、2 枚刃の底刃 5 は不等間隔に配設されていてもよい。2 枚の底刃 5 を不等分割に配設すると切削時の共振を防いで振動を抑制できると共に、切削のバランスを確保できる。

40

【 符号の説明 】

【 0 0 3 1 】

- 1、2 0 ボールエンドミル
- 2 工具本体
- 3 切刃部
- 4 ギャッシュ溝
- 5 底刃
- 6 逃げ面
- 7 すくい面
- 1 0 チゼル刃

50

O 中心軸線

【図面】

【図 1】

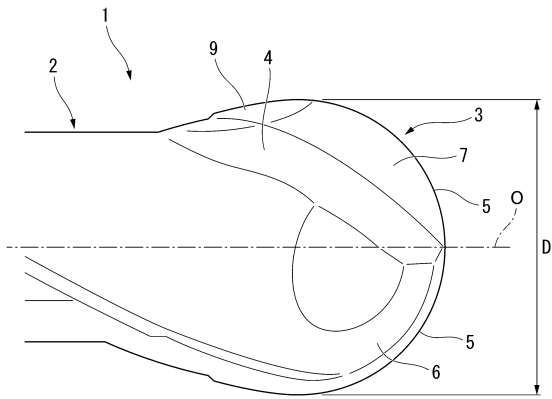


図 1

【図 2】

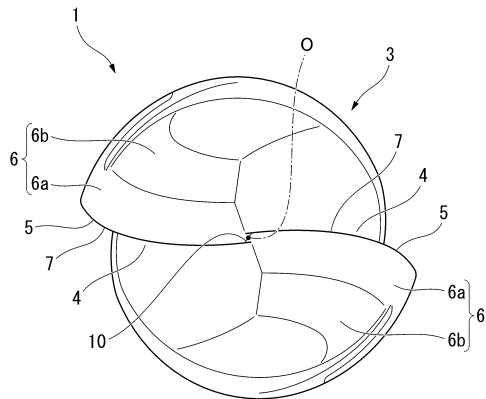


図 2

【図 3】

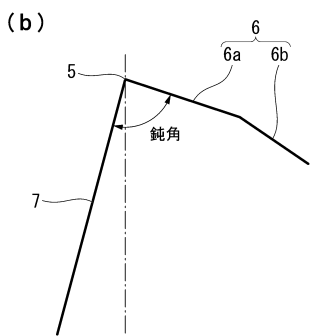
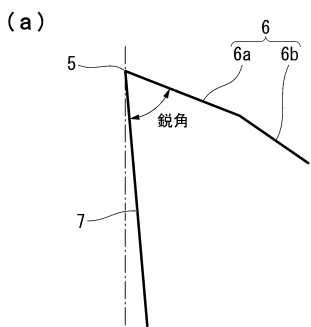


図 3

【図 4】

〔表 1〕

	底刃形状			荒加工	仕上げ加工		
	すくい角	逃げ角	刃物角	寿命	加工誤差量	バリ量	加工面
従来例 1	-20	19	91	△	△	△	△
従来例 2	0	5	85	△	○	△	○
実施例	0	18	72	○	○	○	○

図 4

10

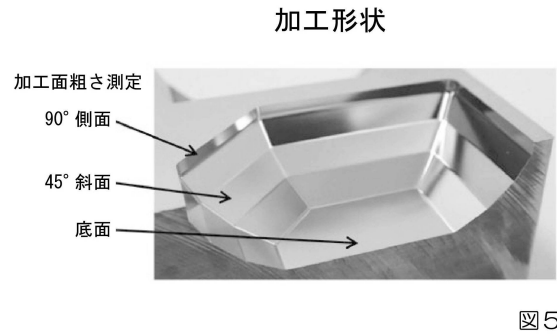
20

30

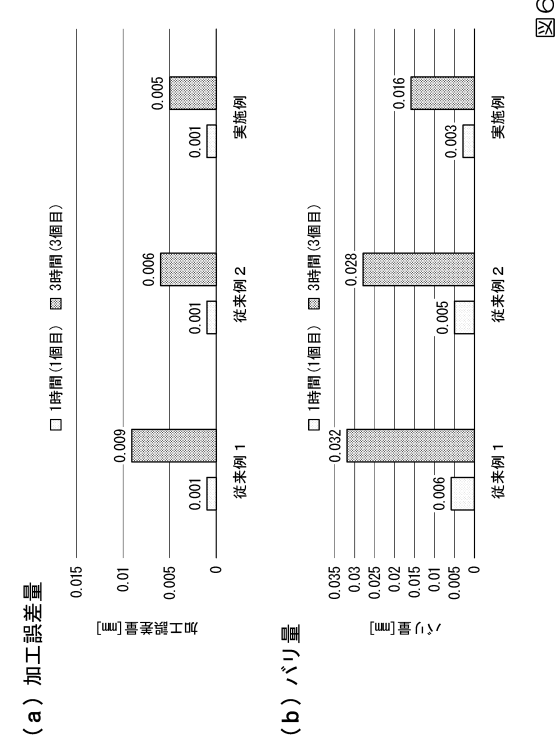
40

50

【図 5】



【図 6】



【図 7】

3時間加工後の切削面比較

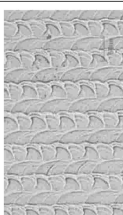
	従来例 1	従来例 2	実施例
底面	 Ra: 0.32 μm	 Ra: 0.17 μm	 Ra: 0.17 μm

図 7

【図 8】

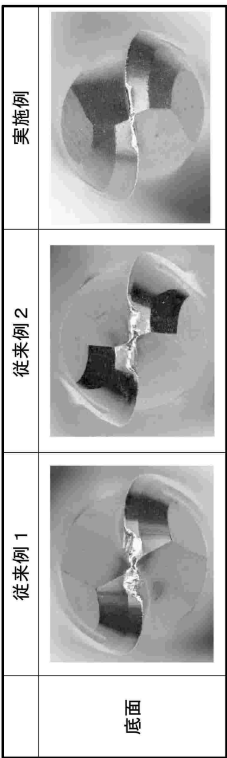


図 8

10

20

30

40

50

フロントページの続き

宮城県黒川郡大和町松坂平 2 - 8 日進工具株式会社内

審査官 中川 康文

- (56)参考文献 特開 2 0 0 2 - 0 5 2 4 1 2 (J P , A)
特開 2 0 1 8 - 1 5 8 4 4 3 (J P , A)
特開 2 0 1 4 - 0 8 7 8 9 1 (J P , A)
特開 2 0 1 4 - 0 3 9 9 9 4 (J P , A)
特開 2 0 1 3 - 2 0 2 7 6 9 (J P , A)
特開 2 0 1 0 - 1 0 5 0 9 2 (J P , A)
特開 2 0 0 8 - 0 4 9 4 0 4 (J P , A)
特開 2 0 0 5 - 1 1 8 9 6 0 (J P , A)
特開 2 0 0 4 - 2 0 2 6 2 2 (J P , A)
特開 2 0 0 4 - 0 7 4 3 2 9 (J P , A)
特開平 1 1 - 0 5 8 1 1 9 (J P , A)
特開平 1 0 - 2 6 3 9 1 3 (J P , A)
特表平 0 8 - 5 0 7 7 2 4 (J P , A)
実開平 0 7 - 0 2 0 2 1 1 (J P , U)
中国特許出願公開第 1 1 0 5 0 8 8 5 4 (C N , A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)
B 2 3 C 1 / 0 0 - 9 / 0 0
B 2 3 B 2 7 / 0 0 - 2 9 / 3 4