

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5842708号
(P5842708)

(45) 発行日 平成28年1月13日(2016. 1. 13)

(24) 登録日 平成27年11月27日(2015. 11. 27)

(51) Int.Cl.

B23C 5/10 (2006.01)

F 1

B23C 5/10

B

請求項の数 3 (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願2012-77247 (P2012-77247)
 (22) 出願日 平成24年3月29日(2012. 3. 29)
 (65) 公開番号 特開2013-202769 (P2013-202769A)
 (43) 公開日 平成25年10月7日(2013. 10. 7)
 審査請求日 平成26年9月25日(2014. 9. 25)

(73) 特許権者 000006264
 三菱マテリアル株式会社
 東京都千代田区大手町一丁目3番2号
 (74) 代理人 100064908
 弁理士 志賀 正武
 (74) 代理人 100108578
 弁理士 高橋 詔男
 (74) 代理人 100129403
 弁理士 増井 裕士
 (74) 代理人 100142424
 弁理士 細川 文広
 (72) 発明者 松本 元基
 兵庫県明石市魚住町金ヶ崎西大池179番
 地1 三菱マテリアル株式会社 明石製作
 所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ボールエンドミル

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

軸線回りに回転されるエンドミル本体の先端部にギャッシュが形成され、このギャッシュのエンドミル回転方向を向く壁面の周縁部に、上記軸線回りの回転軌跡が該軸線上に中心を有する凸半球状をなす切刃が形成されたボールエンドミルにあって、上記切刃に直交する断面において上記ギャッシュの深さが最大となる該切刃上の位置と上記中心とを結ぶ直線と上記軸線とがなす挟角と、上記断面において上記切刃のすくい角が正角側に最大となる該切刃上の位置と上記中心とを結ぶ直線と上記軸線とがなす挟角との差が、 $\pm 7^\circ$ 以内とされているとともに、上記切刃のすくい角は該切刃の全長に亘って負角となることはないことを特徴とするボールエンドミル。

【請求項2】

上記ギャッシュの深さが最大となる上記切刃上の位置において、上記切刃のすくい角が正角側に最大とされていることを特徴とする請求項1に記載のボールエンドミル。

【請求項3】

上記切刃のすくい角は、該切刃の先端側と外周側とで 0° とされていることを特徴とする請求項1または請求項2に記載のボールエンドミル。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、軸線回りに回転されるエンドミル本体の先端部に形成されたギャッシュのエ

ンドミル回転方向を向く壁面の周縁部に、軸線回りの回転軌跡がこの軸線上に中心を有する凸半球状をなす切刃が形成されたボールエンドミルに関するものである。

【背景技術】

【0002】

このようなボールエンドミルとして、例えば特許文献1には、工具端面視において、上記切刃（ボール刃）が外周切刃と工具軸心とを結ぶ線分に対して回転方向前方に最も突出した位置より外周切刃に近い部分においては、切刃の中心から放射方向の断面におけるすくい角を負とし、上記位置から工具軸心に近い部分においてはすくい角を $0^{\circ} \sim +10^{\circ}$ としたものが提案されている。

【0003】

10

このようなボールエンドミルでは、上記切刃が上記線分に対して最も突出する部分は通常外周切刃の刃溝深さが最も深くなる部分に近くて切屑排除に都合がよいため、これよりも外周側ではすくい角を負とすることによって切刃強度を強化することができ、またこの最も突出する部分よりも先端側（工具軸心側）は、切刃強度を保持する必要から刃溝深さが浅くなるため、切刃のすくい角を負よりも大きい $0^{\circ} \sim +10^{\circ}$ とすることによって刃溝を確保し、切屑排除に便宜を与えて無駄な力や熱の発生による工具摩耗を軽減することができる、と特許文献1には記載されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

20

【特許文献1】特許第3957230号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

ところで、このようなボールエンドミルの切刃は、エンドミル本体の先端部の後端外周側から先端内周側に向けてギャッシュ（凹溝）が形成され、このギャッシュのエンドミル回転方向を向く壁面をすくい面として、この壁面とエンドミル本体の先端逃げ面との交差稜線部、すなわちすくい面とされる上記壁面の周縁部に回転軌跡が上記中心を中心とした凸半球状をなすように形成される。

【0006】

30

そして、このギャッシュは、切刃から上記中心に向けた該ギャッシュの深さが、一般的には切刃が先端内周側から後端外周側に向かうに従い一旦深くなった後に浅くなり、外周切刃の切屑排出溝に連なるようにされる。従って、このギャッシュの深さが最大となる位置では、ギャッシュの溝底から切刃までの距離が大きいいため、切削抵抗によってすくい面とされる上記壁面から先端逃げ面にかけてのエンドミル本体に作用するモーメントも大きくなる。

【0007】

しかしながら、特許文献1に記載のボールエンドミルにおいて、このギャッシュの深さが最大となる位置が、端面視において切刃がエンドミル回転方向に最も突出した位置よりも後端外周側にあつて、このギャッシュの深さが最大となる位置で切刃のすくい角が負角であると、切刃の切れ味の低下によって切削抵抗が増大するため、エンドミル本体に作用する上記モーメントもより大きなものとなつてしまい、上記壁面から先端逃げ面にかけての部分に欠損が生じるおそれがある。

【0008】

40

また、上述のように切刃がエンドミル回転方向に最も突出した位置より外周切刃に近い部分においてすくい角を負角とすると、この部分を切削に使用するとき、やはり切削抵抗が増大するために、エンドミル本体が倒れを生じて加工精度不良を招いたり、加工面にむしれを生じたりして、加工品位が劣化するおそれもある。

【0009】

本発明は、このような背景の下になされたもので、回転軌跡が凸半球状をなす切刃の耐

50

欠損性を損なうことのないボールエンドミルを提供することを第１の目的とし、またエンドミル本体後端外周側における切れ味を確保することが可能なボールエンドミルを提供することを第２の目的としている。

【課題を解決するための手段】

【００１０】

上記課題を解決して、上記第１の目的を達成するために、本発明は、軸線回りに回転されるエンドミル本体の先端部にギャッシュが形成され、このギャッシュのエンドミル回転方向を向く壁面の周縁部に、上記軸線回りの回転軌跡が該軸線上に中心を有する凸半球状をなす切刃が形成されたボールエンドミルにあって、上記切刃に直交する断面において上記ギャッシュの深さが最大となる該切刃上の位置と上記中心とを結ぶ直線と上記軸線とがなす挟角と、上記断面において上記切刃のすくい角が正角側に最大となる該切刃上の位置と上記中心とを結ぶ直線と上記軸線とがなす挟角との差が、 $\pm 7^\circ$ 以内とされているとともに、上記切刃のすくい角は該切刃の全長に亙って負角となることはないことを特徴とする。

10

【００１１】

このように構成されたボールエンドミルでは、ギャッシュの深さが最大となる切刃上の位置に対して上記挟角の差が $\pm 7^\circ$ 以内となる極周辺の範囲で、この切刃に直交する断面におけるすくい角が正角側に最大とされるので、この位置での切刃の切れ味を最も鋭くして切削時に切刃に作用する切削抵抗を低減し、従ってエンドミル本体のすくい面とされるギャッシュの壁面から先端逃げ面にかけての部分に作用するモーメントも小さくすることができる。このため、このギャッシュの深さが最も深い部分が切削に使用されるときでも、エンドミル本体に欠損が生じるのを防ぐことができ、工具寿命の延長を図ることができる。

20

【００１２】

勿論、ギャッシュの深さが最大となる上記切刃上の位置において、上記切刃のすくい角が正角側に最大とされていれば、より確実に切削抵抗やモーメントを低減して、このギャッシュ深さが最大となる位置でのエンドミル本体の欠損を防ぐことができる。また、この位置からエンドミル本体の先端内周側と後端外周側に向けては、切刃のすくい角は負角側に大きくなってゆくが、上記第２の目的を達成するために、この切刃のすくい角を、該切刃の先端側と外周側とで 0° とすれば、切刃全体としてはすくい角を 0° 以上で負角とならないようにして切れ味を確保することができ、切刃の後端外周側を使用するときでもエンドミル本体の倒れや加工面のむしれを防いで高精度かつ高品位の切削加工を図ることができる。

30

【発明の効果】

【００１３】

以上説明したように、本発明によれば、ギャッシュの深さが最大となる位置の周辺で切刃のすくい角を正角側に最大とすることにより、切削時の切れ味を鋭くして切削抵抗およびモーメントを低減し、切刃の欠損を防止することができる。また、切刃のすくい角をエンドミル本体先端部の切刃の先端内周側と後端外周側とで 0° とすれば、この切刃の後端外周側を使用するときでも切れ味を鋭くしてエンドミル本体の倒れや加工面のむしれを防止し、高精度で高品位の切削加工を行うことができる。

40

【図面の簡単な説明】

【００１４】

【図１】本発明の一実施形態を示すエンドミル本体の側面図である。

【図２】図１におけるＺＺ断面図である。

【図３】図１に示す実施形態の切刃（ボール刃）のすくい角とギャッシュの深さの関係を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【００１５】

図１ないし図３は、本発明の一実施形態を示すものである。本実施形態において、エン

50

ドミル本体 1 は、超硬合金等の硬質材料により軸線 O を中心とした概略円柱軸状に形成され、図示されない後端側（図 1 において右側部分）が円柱状のシャンク部とされるとともに、図 1 に示す先端部は切刃部とされ、上記シャンク部が工作機械の主軸に把持されて軸線 O 回りに図 2 に示すエンドミル回転方向 T に回転されつつ、該軸線 O に交差する方向に送り出されて切刃部により切削を行う。

【 0 0 1 6 】

切刃部の後端部外周には周方向に間隔をあけて複数（本実施形態では 2 つ）の切屑排出溝 2 が先端側に向けて形成されていて、この切屑排出溝 2 のエンドミル回転方向 T を向く壁面 2 A の外周縁部には、この壁面 2 A をすくい面とする外周刃 3 が形成されている。ここで、切屑排出溝 2 および外周刃 3 は、エンドミル本体 1 の後端側に向かうに従い軸線 O 回りにエンドミル回転方向 T の後方側に向かうように延びる螺旋状とされ、複数の外周刃 3 同士が軸線 O 回りになす回転軌跡は、該軸線 O を中心とした 1 つの円筒面となるようにされている。

10

【 0 0 1 7 】

また、切屑排出溝 2 の切刃部先端側には、この切屑排出溝 2 のエンドミル回転方向 T を向く上記壁面 2 A とエンドミル回転方向 T 後方側を向く壁面をさらに切り欠くようにして、それぞれ凹溝状のギャッシュ 4 が形成されている。このギャッシュ 4 は、切屑排出溝 2 の先端部からエンドミル本体 1 の先端側に向かうに従い内周側に向かうように凸曲して延びていて、同じくエンドミル本体 1 の先端側に向かうに従い内周側に向かうように凸曲して延びる切刃部の先端逃げ面 1 A とギャッシュ 4 のエンドミル回転方向 T を向く壁面 4 A との交差稜線部、すなわちこの壁面 4 A の周縁部に、該壁面 4 A をすくい面として外周刃 3 の先端に連なる略 1 / 4 円弧状の切刃（ボール刃）5 が形成されている。

20

【 0 0 1 8 】

各ギャッシュ 4 の上記壁面 4 A の周縁部に形成される切刃 5 同士は、軸線 O 回りの回転軌跡において該軸線 O 上に中心 C を有し、外周刃 3 の回転軌跡がなす上記円筒面と等しい半径の 1 つの凸半球面となるようにされている。従って、切刃 5 の内周端は、本実施形態では切刃部先端の軸線 O 上に位置させられる。ただし、複数の切刃 5 のうち一部の切刃 5 は内周端が軸線 O に達しない短刃とされていてよい。

【 0 0 1 9 】

また、本実施形態における各ギャッシュ 4 は、図 2 に示すようにエンドミル回転方向 T を向く上記壁面 4 A とエンドミル回転方向 T 後方側を向く壁面 4 B とが交差稜線 L において角度をもって交差するようにされており、切刃 5 上の各位置において該切刃 5 に直交する断面における切刃 5 からこの交差稜線 L までの壁面 4 A の幅が、この位置でのギャッシュ 4 の深さ D とされる。

30

【 0 0 2 0 】

なお、ギャッシュ 4 が上述のようにエンドミル回転方向 T を向く壁面 4 A とエンドミル回転方向 T 後方側を向く壁面 4 B と、さらにこれらの壁面 4 A、4 B に角度をもって交差する底面を備えている場合には、ギャッシュ 4 の深さ D は、切刃 5 からこの底面までの壁面 4 A の幅とすればよい。また、このような底面が上記断面において壁面 4 A、4 B に接する凹曲面状とされている場合には、ギャッシュ 4 の深さ D は壁面 4 A と底面との接線までの壁面 4 A の幅とすればよい。

40

【 0 0 2 1 】

ここで、図 1 に示すように切刃 5 上の各位置と上記中心 C とを結ぶ直線 M と軸線 O とがなす挟角を θ としたとき、本実施形態では、ギャッシュ 4 の深さ D は、図 3 に示すように挟角 θ が大きくなるに従い、すなわちエンドミル本体 1 の先端内周側における上記軸線 O 上の位置から切刃 5 に沿って後端外周側の外周刃 3 の先端に向かうに従い、漸次深くなった後に浅くなるようにされている。なお、図 3 に示すギャッシュ 4 の深さ D は、切刃 5 の外径（切刃 5 の回転軌跡がなす凸半球の直径）が 6 mm の場合のものであり、また一般的にギャッシュ 4 の深さ D が最大となる位置の挟角 θ は $45^{\circ} \sim 65^{\circ}$ の範囲とされる。

【 0 0 2 2 】

50

そして、切刃 5 に直交する断面における該切刃 5 のすくい角 α は、このギャッシュ 4 の深さ D が最大となる切刃 5 上の位置に対して、上記挟角 θ の差が $\pm 7^\circ$ 以内となる範囲で、正角側に最大となるようにされている。特に、本実施形態では、この挟角 θ の差が 0° すなわちギャッシュ 4 の深さ D が最大となる位置で、切刃 5 のすくい角 α も正角側に最大となるようにされている。

【0023】

ここで、本実施形態では、上記挟角 θ が 0° である切刃 5 の上記軸線 O 上の先端内周側と、挟角 θ が 90° となる外周刃 3 に連なる後端外周側で、すくい角 α はともに 0° となるようにされている。従って、切刃 5 のすくい角 α は、ギャッシュ 4 の深さ D の変化に合わせて、エンドミル本体 1 の先端内周側における上記軸線 O 上の位置から切刃 5 に沿って後端外周側の外周刃 3 の先端に向かうに従い漸次正角側に大きくなった後に小さくなり、またこのすくい角 α が 0° となる先端内周側と後端外周側を除いて正角であって、切刃 5 の全長に亘って負角となることはない。

【0024】

このような構成のボールエンドミルでは、上述のようにギャッシュ 4 の深さ D が最大となる切刃 5 上の位置に対して上記挟角 θ の差が $\pm 7^\circ$ 以内となる極周辺の範囲で、切刃 5 のすくい角 α も最大となるようにされていて、このギャッシュ 4 の深さ D が最大となる切刃 5 上の位置での切れ味を最も鋭くすることができる。従って、切削時にこの位置において切刃 5 に作用する切削抵抗を低減することができ、切刃 5 のすくい面とされるギャッシュ 4 の上記壁面 4 A から先端逃げ面 1 A にかけてのエンドミル本体 1 に作用するモーメントも軽減することができる。

【0025】

このため、このギャッシュ 4 の深さ D が最大となる切刃 5 上の位置が切削に使用されるときに、このようなモーメントによって上記壁面 4 A から先端逃げ面 1 A にかけてエンドミル本体 1 が損傷することにより切刃 5 に欠損が生じるのを防ぐことができ、長寿命のボールエンドミルを提供することができる。その一方で、切刃 5 の他の部分では、すくい角 α は最大となる位置よりも小さいものの、ギャッシュ 4 の深さ D も浅くなるので、切刃強度が高く、やはり欠損が生じるのを防ぐことができる。

【0026】

特に、本実施形態では、ギャッシュ 4 の深さ D が最大となる位置と切刃 5 のすくい角 α が最大となる位置とが一致させられているので、一層確実に切刃 5 の欠損を防止することができる。なお、上記挟角 θ の差が $\pm 7^\circ$ を超える範囲であると、すくい角 α が最大となる切刃 5 上の位置とギャッシュ 4 の深さ D が最大となる切刃 5 上の位置とが離れすぎてしまい、上記モーメントに対する強度や剛性の乏しいギャッシュ 4 の深さ D が最大となる位置で切刃 5 の切れ味を鋭くすることができなくなるおそれがある。

【0027】

また、本実施形態では、切刃 5 の先端内周側と後端外周側とですくい角 α が 0° とされていて、これら先端内周側と後端外周側との間ですくい角 α が正角側に最大となるようにされており、すなわち上述のようにすくい角 α が負角となることがないので、すくい角 α が最大となる位置から後端外周側の部分の切刃 5 を切削に使用する場合でも、切れ味が極端に鈍くなることはない。このため、この部分を切削に使用する際に切削抵抗が高くなりすぎることによりエンドミル本体 1 が撓んで倒れを生じたり、あるいは加工面にむしれが生じて加工面粗度が劣化したりするのを防ぐことができ、高精度で高品位の切削加工を図ることができる。

【0028】

ただし、本実施形態では、このように切刃 5 の先端内周側と後端外周側の双方ですくい角 α が 0° とされているが、例えば切刃 5 の先端内周側の上記軸線 O 上の位置では、エンドミル本体 1 の回転による切削速度が 0 になって切刃 5 に高い切削負荷が作用するため、すくい角 α は負角とされていてもよい。また、切刃 5 のすくい角 α およびギャッシュ 4 の深さ D は、先端内周側から後端外周側に向けて漸次大きくなった後に小さくならずともよ

10

20

30

40

50

く、例えば途中に一定の大きさの部分があってもよい。

【実施例】

【0029】

以下、本発明の実施例を挙げて本発明の効果について説明する。本実施例では、上記実施形態に基づいて、ギャッシュ4の深さDが最大となる位置の上記挟角 θ とすくい角 α が最大となる位置での上記挟角 θ との差が $\pm 7^\circ$ 以内となる3種のボールエンドミルを製造した。これらを実施例1～3としてそれぞれの挟角 θ を表1に示す。また、比較のために、上記挟角 θ の差が $+7^\circ$ を上回るものと、 -7° を下回るものも製造した。これらを比較例1、2として同じくそれぞれの挟角 θ を表1に示す。

【0030】

【表1】

	比較例1	実施例1	実施例2	実施例3	比較例2
ギャッシュの深さD が最大となる 位置における挟角 θ	54°	54°	54°	54°	55°
切刃のすくい角 α が最大となる 位置における挟角 θ	40°	47°	54°	61°	68°

【0031】

なお、実施例2は図3にすくい角 α とギャッシュ4の深さDとの関係を示した上記実施形態のボールエンドミルであり、他の実施例1、3および比較例1、2は、この図3に示したすくい角 α の変化を表す曲線とギャッシュ4の深さDの変化を表す曲線を、それぞれ概ねそのまま、最大となる挟角 θ が表1に示した角度の位置となるようにしたものである。また、切刃5の外径は、いずれも上記実施形態と同じく6mmである。

【0032】

そして、これらのボールエンドミルによって切削試験を行い、工具寿命を判定した。なお、このときの切削条件は、被削材がSKD61（硬度50HRC）、エンドミル本体の回転速度は7000min⁻¹、送り速度2500mm/min、1刃当たりの送り0.18mm/tooth、切刃に直交する方向（法線方向）の切り込み1.0mmで、エンドミル本体の軸線Oを鉛直にして、45°で傾斜した加工面にピックフィード2.5mm、ピックフィード方向を傾斜面上側方向として切削を行い、逃げ面摩耗幅が0.1mmとなったときを工具寿命として、それまでの切削長を測定した。

【0033】

この結果、上記挟角 θ の差が $+7^\circ$ を上回る14°である比較例1のボールエンドミルでは、逃げ面摩耗が0.1mmに達する前の切削長300mmで、また上記挟角 θ の差が -7° を下回る-13°である比較例2のボールエンドミルでは、やはり逃げ面摩耗が0.1mmに達する前の切削長200mmで、切刃に欠損が生じて寿命となってしまった。これに対して、実施例1～3のボールエンドミルでは逃げ面摩耗が0.1mmに達するまで切刃5に欠損が生じることはなく、実施例1は切削長650mmで、実施例2は切削長700mmで、実施例3は切削長670mmで、それぞれ逃げ面摩耗が0.1mmとなって寿命を迎えた。

【符号の説明】

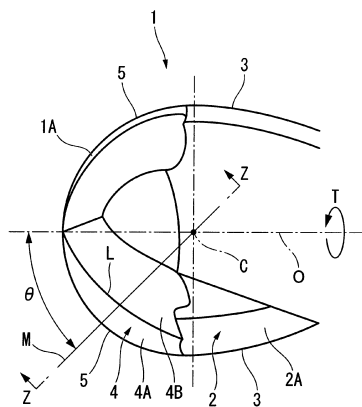
【0034】

- 1 エンドミル本体
- 2 切屑排出溝
- 3 外周刃
- 4 ギャッシュ

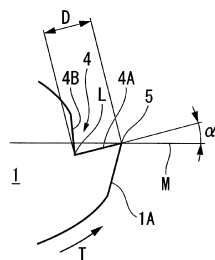
- 4 A ギヤッシュ 4 のエンドミル回転方向 T を向く壁面
- 4 B ギヤッシュ 4 のエンドミル回転方向 T 後方側を向く壁面
- 5 切刃 (ボール刃)
- O エンドミル本体 1 の軸線
- T エンドミル回転方向
- C 軸線 O 回りの回転軌跡において切刃 5 がなす凸半球の中心
- L ギヤッシュ 4 の壁面 4 A、4 B の交差稜線
- M 切刃 5 上の各位置と中心 C とを結ぶ直線
- D ギヤッシュ 4 の深さ
- α 切刃 5 のすくい角
- θ 直線 M と軸線 O とがなす挟角

10

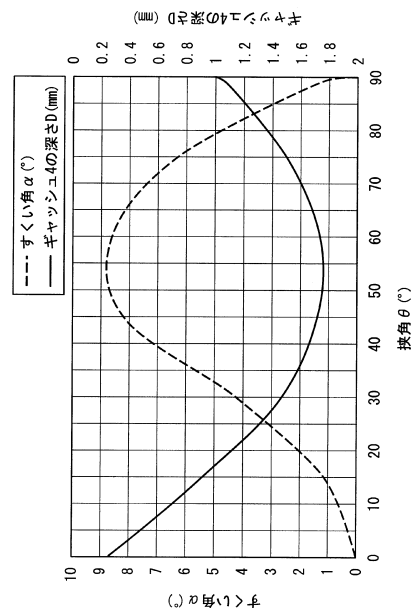
【図 1】



【図 2】



【図 3】



フロントページの続き

(72)発明者 畔上 貴行

兵庫県明石市魚住町金ヶ崎西大池１７９番地１ 三菱マテリアル株式会社 明石製作所内

審査官 大山 健

(56)参考文献 特開２００５－１１８９６０（ＪＰ，Ａ）

特開２００４－０７４３２９（ＪＰ，Ａ）

特開２０１０－１０５０９２（ＪＰ，Ａ）

特開２０１１－１８９４６３（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)

B 2 3 C 5 / 1 0