

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4610102号

(P4610102)

(45) 発行日 平成23年1月12日(2011. 1. 12)

(24) 登録日 平成22年10月22日(2010. 10. 22)

(51) Int.Cl.

B23C 5/10 (2006.01)

F1

B23C 5/10

B

請求項の数 5 (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2001-47571 (P2001-47571)
 (22) 出願日 平成13年2月23日(2001. 2. 23)
 (65) 公開番号 特開2002-254234 (P2002-254234A)
 (43) 公開日 平成14年9月10日(2002. 9. 10)
 審査請求日 平成19年12月19日(2007. 12. 19)

(73) 特許権者 000233066
 日立ツール株式会社
 東京都港区芝浦一丁目2番1号
 (72) 発明者 赤松 猛史
 滋賀県野洲郡野洲町大字三上35-2日立
 ツール株式会社野洲工場内

審査官 大川 登志男

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】

工具軸心に対し略対称に2枚のボール刃を有するボールエンドミルにおいて、該ボール先端部のボール刃の逃げ面同士で形成されたチゼルエッジを有し、工具正面視でボール刃を形成させる互いのアール部ギャッシュの間隔をボール中心部でボール刃の半径の3～15%とし、該チゼルエッジの工具回転方向側に、該逃げ面の曲面に対し凹状の凹んだ部位となる凹状部をチゼルエッジ近傍の該逃げ面に設け、前記凹状部を少なくとも該アール部ギャッシュの間隔を直径とする円の内側に有し、該凹状部とチゼルエッジとの最短距離を0.03～0.12mmとしたことを特徴とするボールエンドミル。

【請求項2】

請求項1に記載のボールエンドミルにおいて、凹状部の深さを0.05mm～1mm設けたことを特徴とするボールエンドミル。

【請求項3】

請求項1または2に記載のボールエンドミルにおいて、チゼルエッジ直角方向の凹状部幅を0.3～1.5mmとしたことを特徴とするボールエンドミル。

【請求項4】

請求項1乃至3の何れかに記載のボールエンドミルにおいて、凹状部形状をチゼルエッジに対して垂直且つ工具軸に平行な断面視で、該チゼルエッジ側の側面を工具軸に対し40～80°傾斜させたことを特徴とするボールエンドミル。

【請求項5】

10

20

請求項 1 乃至 4 の何れかに記載のボールエンドミルにおいて、凹状部をギャッシュに開口させずにチゼル内接円の内側の範囲内でチゼルエッジの工具回転方向側に工具正面視で略楕円形状の凹状部を有したことを特徴とするボールエンドミル。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】

本願発明は、マシニングセンタ等の工作機械を使用して用いる仕上げ加工用のボールエンドミルの改良に関し、更に詳しくは、ボールエンドミルのボール中心部の形状に関する。

【0002】

【従来の技術】

ボールエンドミルの場合、ボール中心部付近は、工具回転軸近傍となり、切削速度が十分に得られず、特に平面に近い底面の切削では、ボール刃の逃げ面同士で形成されたチゼルエッジを有する部位（以下、チゼル部と称する。）において、該チゼルエッジにより生成された切り屑の逃げ場がなく、該切り屑はチゼル部と加工面の間で押し潰され、加工面に凝着したり、チゼルエッジに溶着し、構成刃先を形成することにより削り過ぎや、溶着、脱落を繰り返すことにより脱落時に工具の母材ごと欠落し、切れ味劣化によるムシレ加工面を形成する等、平面に近い底面の加工面粗さが得られない状態であった。

【0003】

そこで、平面に近い底面の加工面粗さを良好にする目的で改善されたものとして、特開 2000-233311 号公報に開示される仕上げ用ボールエンドミルがあり、ボールエンドミルのボール中心部分の強度を高め、かつ切り屑排出性を向上することによってチップングを防止し、工具寿命を延長するとともに仕上げ面粗さを向上するというものである。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

通常、ボール刃で切削された切り屑は、該ボール刃のアール部ギャッシュを介して排出されるが、工具正面視でボール刃を形成させる互いのアール部ギャッシュの間隔（以下、チゼル幅と称する。）を直径とする円（以下、チゼル内接円と称する。）の内側は、該アール部ギャッシュと交わりがなく、切り屑の逃げ場がなく、切り屑排出性を考慮するにおいて、チゼル幅の設定が重要となる。

【0005】

しかしながら、前述の通りチゼル幅を大きくするとチゼル内接円も大きくなり、切り屑の排出性において課題があり、小さくするとチゼル部の強度が弱く、特に、マルテンサイト系ステンレス鋼に代表される硬さ HRC 45 を超えるような硬くて溶着及び凝着し易い被削材では、その硬さとともに、切削加工中に切れ刃に溶着、脱落を繰り返すこととなり、脱落時に工具の母材ごと欠落し、工具寿命や加工面粗さに課題があった。

【0006】

また、特開 2000-233311 号公報に開示されている仕上げ用ボールエンドミルでは、2 枚のボール刃 1 のすくい面を含む平面の間隔が該ボール刃の半径の 3% 以下、即ちボール刃直径の 1.5% 以下に設定してあるが、重要点であるチゼル幅 5 の記載が無く、ボール中心付近の切り屑排出性の面から、その効果は極めて少ないものと考えられる。

【0007】

ボール刃や外周刃のように、切れ刃設計に自由度があり、切れ刃強度を持たしながら十分なチップポケットが確保できる部位は問題ないが、大きな負のすくい角を有し、且つ切れ刃設計上自由度が少ないチゼルエッジが切れ刃となるボール中心部の形状において課題があった。

【0008】

【本発明の目的】

本発明は、以上のような背景をもとになされたものであり、切り屑の排出性が良好で、加工面に切り屑が凝着し易い被削材や HRC 45 以上の高硬度な被削材においても良好な仕上げ加工面が得ることができるボールエンドミルを提供することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】

そのため、第1の本発明は、工具軸心に対し略対称に2枚のボール刃を有するボールエンドミルにおいて、該ボール先端部のボール刃の逃げ面同士で形成されたチゼルエッジを有し、工具正面視でボール刃を形成させる互いのアール部ギャッシュの間隔をボール中心部でボール刃の半径の3～15%とし、該チゼルエッジの工具回転方向側に、該逃げ面の曲面に対し凹状の凹んだ部位となる凹状部をチゼルエッジ近傍の該逃げ面に設け、前記凹状部を少なくとも該アール部ギャッシュの間隔を直径とする円の内側に有し、該凹状部とチゼルエッジとの最短距離を0.03～0.12mmとしたことを特徴とするボールエンドミルである。

10

第2の本発明は、第1の本発明において、凹状部の深さを0.05mm～1mm設けたことを特徴とするボールエンドミルである。

第3の本発明は、第1または第2の本発明において、チゼルエッジ直角方向の凹状部幅を0.3～1.5mmとしたことを特徴とするボールエンドミルである。

第4の本発明は、第1乃至第3の何れかの本発明において、凹状部形状をチゼルエッジに対して垂直且つ工具軸に平行な断面視で、該チゼルエッジ側の側面を工具軸に対し40～80°傾斜させたことを特徴とするボールエンドミルである。

第5の本発明は、第1乃至第4の何れかの本発明において、凹状部をギャッシュに開口させずにチゼル内接円の内側の範囲内でチゼルエッジの工具回転方向側に工具正面視で略楕円形状の凹状部を有したことを特徴とするボールエンドミルである。

20

【0010】

加工面に切り屑が凝着し易い被削材を切削加工する場合、切削加工中に切れ刃に溶着、脱落を繰り返しによる溶着脱落時の工具の母材の欠落に耐えることのできる強度と、形状的に相反する切り屑排出性を含む切れ味とを両方兼ね備える形状が必要である。そこで本願発明では、先ず強度面を考慮し、チゼル幅をボール刃の半径の3～15%としたものである。チゼル幅がボール刃の半径の3%未満であると、強度が不十分であり、15%を超えるとすくい角が負角であるチゼルエッジの長さ（以下、チゼル長さと呼ぶ。）が長くなり過ぎる又はボール刃とチゼルエッジがなす角（以下、チゼル角と呼ぶ。）が小さくなり、前者は切れ味が更に劣り、後者はボール刃とチゼルエッジの繋ぎ目の強度が劣るため、チゼル幅をボール刃の半径の3～15%とした。ここで、本願発明者等の研究により、チゼル長さは0.3～0.6mm、チゼル角は、165～180°が望ましい。

30

【0011】

また、チゼル幅がボール刃の半径の3%以上にすることによって、ボール中心部の強度は得られるが、前述の通り、切り屑排出性に問題が生じる為、その対策として切り屑排出性の面から、少なくともチゼル内接円の内側において、逃げ面の曲面に対し凹状の凹んだ部位（以下、凹状部と呼ぶ。）を有し、該凹状部とチゼルエッジとの最短距離（以下、凹状部距離と呼ぶ。）が0.03～0.12mmとしたものである。

【0012】

本発明を適用することにより、チゼルエッジで生成された切り屑はチゼル部と被削材との間に挟まれ、押し潰されることなく、チゼル内接円の内側に設けられた凹状部を介して排出される。ここで、一般にエンドミルによる加工は断続切削であり、例えば縦方向のみに切削を行うドリルのように連続切削のものより切れ刃の強度が必要となる。凹状部距離が0.03mmより小さいと、断続切削に耐えられず、ボール先端部が早く摩滅し易くなり、特に加工面に切り屑が凝着し易い被削材を切削加工する場合、切削加工中に切れ刃に溶着、脱落を繰り返しによる溶着脱落時の工具の母材の欠落に耐えることのできる強度が保てなくなる場合もあり、また0.12mmより大きいと、凹状部の効果が発揮できなくなってしまう為、凹状部距離を0.03～0.12mmとした。

40

【0013】

【発明の実施の形態】

本発明を適用することにより、互いに相反する強度と切り屑排出性を兼ね備えることが可

50

能になったので、加工面に切り屑が凝着し易い被削材においても良好な仕上げ加工面が得ることができ、且つ工具寿命が向上することができた。ここで、凹状部にあえて切り屑を止める必要はなく、凹状部を介して排出できれば良く、特にボールエンドミルのボール中心部付近では、被削材とボール刃1との隙間が実切削部から外周側へ漸次広がる為、凹状部は切り屑の排出を妨げない程度に必要なに応じて浅くすることができ、また、切り屑の流れを考慮すると、該凹状部形状は工具正面視におけるチゼルエッジに対して垂直且つ工具軸に平行な断面視で滑らかな曲線状が好ましい。

【0014】

また、前述の通り、凹状部は、切り屑の排出を妨げない程度に浅くするのがボール中心部の強度面に有利であり、被削材とボール刃との隙間が工具軸線部から外周側へ漸次広がる為、切り屑の大きさを考慮し、逃げ面の曲面に対し凹状部の深さ（以下、凹状部深さと称する。）は0.05mmあれば十分であり、最大でもボール刃の半径の10%程度が望ましい。

10

【0015】

更に、凹状部における切り屑の流れを良好にする為、凹状部をギャッシュに開口しても良く、工具正面視において、工具中心を通る直線上で且つチゼルエッジ直角方向の凹状部の最大幅（以下、凹状部幅と称する。）を0.3～1.5mmとしても良く、該凹状部形状をチゼルエッジに対して垂直且つ工具軸に平行な断面視で、該チゼルエッジ側の側面が工具軸に対し40～80°傾斜（以下、凹状部側面傾斜角と称する。）させても良い。

20

【0016】

なお更に、工具中心に近づくに従って、排出される切り屑も小さくなるため、チゼル部の強度の面から、凹状部幅及び／または凹状部深さを工具軸からボール刃1の方向に漸次小さくしても良く、一度排出された切り屑がチゼル部と被削材の隙間に挟まれることによる凝着を抑制するために、工具中心を超えて対抗するチゼルエッジの逃げ面に当たる部位まで凹状部を連続しても良い。ここで、軸断面における凹状部の形状は矩形、V字、U字、楕円弧、円弧等があり、同様の作用効果がある。以下、実施例に基づき本発明を具体的に説明する。

【0017】

（実施例1）

図1、2、3は本発明の一実施例であり、チゼル内接円6の内側でチゼルエッジ2の工具回転方向側にギャッシュに開口させた工具正面視で略半楕円形状の凹状部4を有したものである。また、図4は本発明の他の実施例であり、凹状部4をギャッシュに開口させずにチゼル内接円6の内側の範囲内でチゼルエッジ2の工具回転方向側に工具正面視で略楕円形状の凹状部4を有したものである。上記本発明例の2形状をチゼル幅5をボール刃の半径の5%、凹状部距離7を0.05mmに設定し、工具母材が超合金製の工具径10mm（ボール半径5mm）、刃数2枚刃、外周ねじれ角が30°、アール逃げ角が13°、アールすくい角が-5°のソリッドボールエンドミルに適用し、TiAlNコーティングを3μm被覆したものを製作し、同時に図5に示す凹状部4が無くチゼル幅5がボール刃の半径の1、3、5%の3種類の従来例を同様に製作、コーティングし、切削テストを行った。

30

40

【0018】

切削条件は、被削材にマルテンサイト系ステンレス鋼であるJIS規格のSUS420J2相当の焼入れ材（52HRC）を用い、回転数12500min⁻¹、送り速度2.5m/min、切り込み量は軸方向に0.2mm、ピック方向に0.2mmとし、エアブローを用いて乾式による底面仕上げ切削を行い、切削長100m時の工具摩耗状態と加工面の状態を観察した。

【0019】

その結果を図6、7、8に示し、図6は本発明例、図7、8は従来例の加工面の状態である。2種類の本発明例は、凹状部4がギャッシュ部に開口するしないの差異はほとんど見られず、ともに工具摩耗状態が正常摩耗で摩耗幅も小さく、図6に示す通り切り屑の凝着

50

が非常に少ない光沢面が得られ、加工面粗さが良好であったのに対し、従来例である凹状部4が無く、チゼル幅5がボール刃の半径の1%、即ち0.05mmのものは、チゼル部の強度不足によりカケが発生し、図7に示す通り仕上げ面粗さも粗い結果となり、チゼル幅5がボール刃の半径の3%、即ち0.15mm及び5%、即ち0.25mmのものは、強度的には十分であったが、切削加工中に生じる切り屑がチゼル部で押し潰され、図8に示す通り加工面に切り屑の凝着を生じ、ムシレた様な加工面状態であった。

【0020】**(実施例2)**

次に、前記製作品と同様にチゼル幅5をボール刃の半径の2、3、5、10、15、20%、チゼルエッジ2の工具回転方向側にギャッシュに開口する略半楕円形状の凹状部4を有し、凹状部距離7を0.05mmに設定した5種類のボールエンドミルを製作し、前記同様の切削テストを行い、切削長100mm時の加工面の状態を観察した。

10

【0021】

本発明例である3~15%、即ち0.15~0.75mmのものは、チゼル幅5が大きくなるに従って、チゼル長さ8が長くなり、徐々に切削抵抗が大きくなったが、加工面に影響はなく、切り屑の凝着が非常に少ない光沢面が得られ、加工面粗さも良好であった。また、比較例である20%、即ち1mmのものは、本発明例である15%、即ち0.75mmのものより急激に切削抵抗が増加し、ビビリ振動を生じ、ムシレた加工面状態となった。また、比較例であるチゼル幅5をボール刃の半径の2%、即ち0.1mmのものは、チゼル部の強度不足により、カケが発生し仕上げ面粗さも粗い結果となった。

20

【0022】**(実施例3)**

次に、前記製作品と同様にチゼル幅5をボール刃の半径の5%、即ち0.25mm、チゼルエッジ2の工具回転方向側にギャッシュ部に開口する工具正面視で略半楕円形状凹状部4を有し、凹状部距離7を0.01、0.03、0.05、0.08、0.1、0.12、0.15mmに設定した7種類のボールエンドミルを製作し、前記同様の切削テストを行い、切削長100mm時の工具摩耗状態と加工面の状態を観察した。

【0023】

本発明例である0.03~0.12mmについては、0.12mmのもののチゼルエッジ2に僅かに溶着が認められたが、加工面に影響はなく、切り屑の凝着が非常に少ない光沢面が得られ、加工面粗さも良好であった。また、比較例である0.15mmのものになると、凹状部4の効果がほとんどなく、切削加工中に生じる切り屑がチゼル部で押し潰され、加工面に切り屑の凝着を生じ、ムシレた様な加工面状態であった。比較例である凹状部距離7が0.01mmのものは、チゼルエッジ2の一部にチッピングが認められ、工具回転中心付近が摩滅によりチゼルエッジ2自体がなくなり、平らな面状態となり、ムシレた加工面状態となった。

30

【0024】**(実施例4)**

次に、前記製作品と同様にチゼル幅5をボール刃の半径の5%即ち0.25mm、チゼル内接円6の内側でチゼルエッジ2の工具回転方向側にギャッシュに開口する工具正面視で略半楕円形状の凹状部4を有し、凹状部距離7を0.05mmに設定し、更に凹状部深さ11、凹状部幅10、凹状部側面傾斜角12を変化させたものを製作し、前記同様の切削テストを行い、切削長200mm時の工具摩耗状態と加工面の状態を観察した。その結果を表1に示す。

40

【0025】**【表1】**

試料番号		凹状部 深さ (mm)	凹状部 幅 (mm)	凹状部 側面角 (度)	切削長 100m 時		切削長 300m 時	
					工具 摩耗状態	加工面 状態	工具 摩耗状態	加工面 状態
本 発 明 例	1	0.3	0.5	60	正常	光沢面	正常	光沢面
	2	0.05	0.5	60	正常	光沢面	正常	光沢面
	3	0.1	0.5	60	正常	光沢面	正常	光沢面
	4	0.5	0.5	60	正常	光沢面	正常	光沢面
	5	1	0.5	60	ほぼ正常	ほぼ光沢面	ほぼ正常	ほぼ光沢面
	6	0.3	0.1	60	正常	光沢面	ほぼ正常	ほぼ光沢面
	7	0.3	0.3	60	正常	光沢面	正常	光沢面
	8	0.3	1	60	正常	光沢面	正常	光沢面
	9	0.3	1.5	60	正常	光沢面	正常	光沢面
	10	0.3	2	60	正常	光沢面	正常	光沢面
	11	0.3	0.5	20	ほぼ正常	ほぼ光沢面	ほぼ正常	ほぼ光沢面
	12	0.3	0.5	40	正常	光沢面	正常	光沢面
	13	0.3	0.5	80	正常	光沢面	正常	光沢面
	14	0.3	0.5	90	ほぼ正常	光沢面	ほぼ正常	ほぼ光沢面

10

【0026】

表1には、本発明例1である凹状部深さ11を0.3mm、凹状部幅10を0.5mm、凹状部側面傾斜角12を60°としたものを基準形状とし、本発明例2～5は凹状部深さ11を0.05～1mm、本発明例6～10は凹状部幅10を0.1～2mm、本発明例11～14は凹状部側面傾斜角12を20～90°に変化させたものである。

20

【0027】

表1より、本発明例1～4に記したように凹状部深さを0.05mmから1mmまでの範囲で切削長300mm迄、光沢面が得られ、本発明例5～9に記したように、凹状部幅は0.3mm以上の範囲で切削長300mm迄、光沢面が得られ、本発明例10～14に記したように、凹状部側面角は40～80°の範囲において、加工面の粗さ、工具寿命ともに向上することが解った。更に、凹状部幅は最大でも1.5mmあれば十分であり、凹状部幅を1.5mmより大きくしても、切り屑排出性に関して、更なる効果向上は認められなかった。

30

【0028】

【発明の効果】

上記説明したように、本願発明を適用することにより、加工面に切り屑が凝着し易い被削材においても良好な仕上げ加工面が得ることができ、且つ工具寿命が向上することができた。

【図面の簡単な説明】

【図1】図1は、本発明の一実施例であり、その正面図である。

【図2】図2は、図1のチゼル部の拡大図である。

【図3】図3は、図2のA-A'軸平行断面図である。

40

【図4】図4は、本発明の他の実施例であり、そのチゼル部の正面拡大図である。

【図5】図5は、従来の一例であり、そのチゼル部の正面拡大図である。

【図6】図6は、本発明の一実施例のテスト結果を示す説明図である。

【図7】図7は、従来の一例のテスト結果を示す説明図である。

【図8】図8は、他の従来例のテスト結果を示す説明図である。

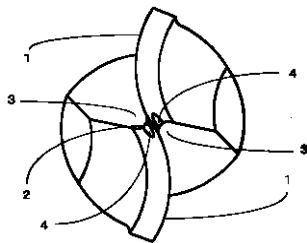
【符号の説明】

- 1 ボール刃
- 2 チゼルエッジ
- 3 アール部ギャッシュ
- 4 凹状部

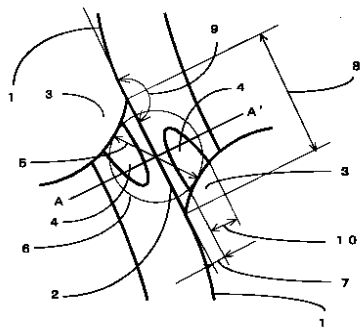
50

- 5 チゼル幅
- 6 チゼル内接円
- 7 凹状部距離
- 8 チゼル長さ
- 9 チゼル角
- 10 凹状部幅
- 11 凹状部深さ
- 12 凹状部側面傾斜角

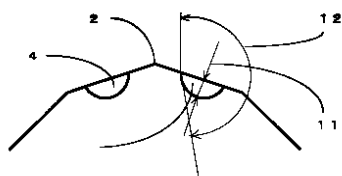
【図 1】



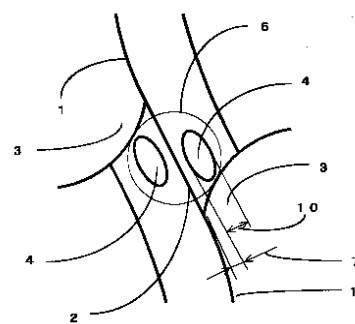
【図 2】



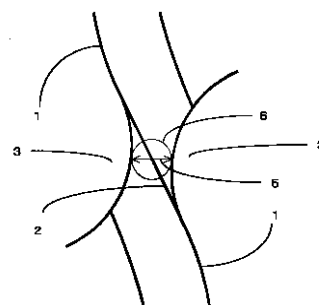
【図 3】



【図 4】



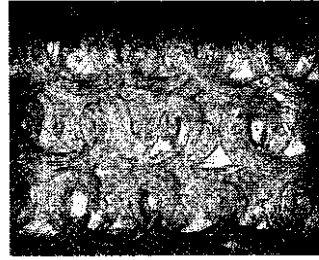
【図 5】



【図 6】



【図 8】



【図 7】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2000-117522 (JP, A)
実開平02-114417 (JP, U)
国際公開第00/003825 (WO, A1)
特開平04-146017 (JP, A)
実開昭61-141014 (JP, U)
特開平03-060909 (JP, A)
特開2001-009624 (JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
B23C 5/10