

(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2018-164946

(P2018-164946A)

(43) 公開日 平成30年10月25日(2018.10.25)

(51) Int.Cl. F 1 テーマコード (参考)  
**B 2 3 C 5/10 (2006.01)** B 2 3 C 5/10 Z 3 C 0 2 2

審査請求 未請求 請求項の数 12 O L (全 20 頁)

(21) 出願番号 特願2017-62061 (P2017-62061)  
 (22) 出願日 平成29年3月28日 (2017. 3. 28)

(71) 出願人 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 100175802  
 弁理士 寺本 光生  
 (74) 代理人 100149548  
 弁理士 松沼 泰史  
 (74) 代理人 100142424  
 弁理士 細川 文広  
 (74) 代理人 100140774  
 弁理士 大浪 一徳

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ラジラスエンドミル

(57) 【要約】

【課題】外周刃のすくい面とコーナー刃のすくい面との間の境界部分における溶着を防止でき、切屑排出性及び切削性能を良好に維持することができ、被削材の加工面の品位を安定して向上できるラジラスエンドミルを提供すること。

【解決手段】軸状をなすエンドミル本体2と、前記エンドミル本体2の外周に形成された外周刃8と、前記エンドミル本体2の先端に形成された底刃9と、前記外周刃8と前記底刃9とを接続し、前記エンドミル本体2の先端外周側へ向けて凸となる凸曲線状のコーナー刃10と、前記外周刃8のすくい面11と、前記外周刃8のすくい面11と同一面で形成された前記コーナー刃10のすくい面13と、前記外周刃8のすくい面11から前記コーナー刃10のすくい面13にわたって形成され、前記外周刃8及び前記コーナー刃10に交差して延び、互いに平行とされた複数の筋目17と、を備えたことを特徴とする。

【選択図】 図4

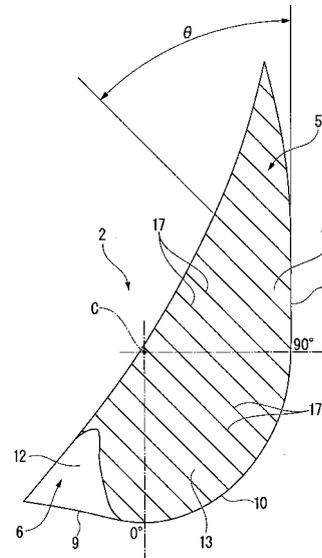


図4

**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

軸状をなすエンドミル本体と、  
前記エンドミル本体の外周に形成された外周刃と、  
前記エンドミル本体の先端に形成された底刃と、  
前記外周刃と前記底刃とを接続し、前記エンドミル本体の先端外周側へ向けて凸となる凸曲線状のコーナー刃と、  
前記外周刃のすくい面と、  
前記外周刃のすくい面と同一面で形成された前記コーナー刃のすくい面と、  
前記外周刃のすくい面から前記コーナー刃のすくい面にわたって形成され、前記外周刃及び前記コーナー刃に交差して延び、互いに平行とされた複数の筋目と、を備えたラジラスエンドミル。

10

**【請求項 2】**

請求項 1 に記載のラジラスエンドミルであって、  
前記外周刃のすくい面及び前記コーナー刃のすくい面の前記筋目に直交する方向に沿う表面粗さが、最大高さ粗さ  $R_z$  で  $0.8 \mu\text{m}$  以上  $2.0 \mu\text{m}$  以下であるラジラスエンドミル。

**【請求項 3】**

請求項 1 又は 2 に記載のラジラスエンドミルであって、  
前記外周刃のすくい面及び前記コーナー刃のすくい面の前記筋目に直交する方向に沿う表面粗さが、算術平均粗さ  $R_a$  で  $0.2 \mu\text{m}$  以上  $1.0 \mu\text{m}$  以下であるラジラスエンドミル。

20

**【請求項 4】**

請求項 1 ~ 3 のいずれか一項に記載のラジラスエンドミルであって、  
前記筋目は、前記外周刃から前記エンドミル本体の軸線に直交する径方向の内側へ向かうに従い、前記軸線方向に沿う先端から後端側へ向けて傾斜して延びているラジラスエンドミル。

**【請求項 5】**

請求項 1 ~ 4 のいずれか一項に記載のラジラスエンドミルであって、  
前記外周刃の逃げ面と、  
前記外周刃の逃げ面になだらかに連続する前記コーナー刃の逃げ面と、を備えたラジラスエンドミル。

30

**【請求項 6】**

請求項 1 ~ 5 のいずれか一項に記載のラジラスエンドミルであって、  
前記エンドミル本体の心厚は、前記エンドミル本体の軸線方向の先端部で最も小さくされ、前記先端部から前記軸線方向に沿う先端から後端側へ向けて徐々に大きくなるラジラスエンドミル。

**【請求項 7】**

請求項 1 ~ 6 のいずれか一項に記載のラジラスエンドミルであって、  
前記エンドミル本体の心厚は、少なくとも前記エンドミル本体の軸線方向の先端部において前記エンドミル本体の刃部の直径の半分以下であるラジラスエンドミル。

40

**【請求項 8】**

請求項 1 ~ 7 のいずれか一項に記載のラジラスエンドミルであって、  
前記底刃のラジアルレーキ角は、前記コーナー刃との接続部分において負角かつ最も小さくされ、  
前記コーナー刃のラジアルレーキ角は、前記底刃との接続部分から前記外周刃との接続部分に向けて徐々に大きくなり、前記外周刃との接続部分において正角かつ最も大きくされたラジラスエンドミル。

**【請求項 9】**

請求項 1 ~ 8 のいずれか一項に記載のラジラスエンドミルであって、

50

前記コーナー刃の曲率半径の中心点回りの放射角度で、前記コーナー刃のうち、前記エンドミル本体の軸線方向の最先端の位置を0度とし、前記軸線に直交する径方向の最外端の位置を90度として、

前記中心点を通り前記コーナー刃の刃先に垂直な断面に表れる前記コーナー刃の法線方向すくい角は、前記放射角度で0度から40度の範囲において最大値を有し、前記40度から90度の範囲においては、前記コーナー刃の刃長方向に沿って前記底刃から前記外周刃へ向かうに従い徐々に小さくなるラジラスエンドミル。

【請求項10】

請求項9に記載のラジラスエンドミルであって、

前記コーナー刃の法線方向すくい角は、前記放射角度で0度から40度の範囲において一定とされているラジラスエンドミル。

10

【請求項11】

請求項9又は10に記載のラジラスエンドミルであって、

前記コーナー刃の刃先には丸ホーニングが形成され、

前記コーナー刃の刃先に垂直な断面に表れる前記丸ホーニングの曲率半径は、前記放射角度で0度から40度の範囲において最大値を有するラジラスエンドミル。

【請求項12】

請求項1～11のいずれか一項に記載のラジラスエンドミルであって、

前記底刃のすくい面が、前記エンドミル本体の軸線方向の先端部に形成されたギャッシュに形成され、

20

前記底刃のすくい面は、前記コーナー刃の曲率半径の中心点よりも前記軸線に直交する径方向の内側に配置されているラジラスエンドミル。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ラジラスエンドミルに関する。

【背景技術】

【0002】

従来、例えば下記特許文献1に示されるようなラジラスエンドミルが知られている。

このラジラスエンドミルは、切れ刃として、外周ねじれ刃と、底刃と、外周ねじれ刃と底刃とを接続するラジラス刃（コーナー刃）と、を有している。また、外周ねじれ刃の外周ねじれすくい面と、ラジラス刃のラジラスすくい面と、の間のつなぎ部の段差をなくすようにこれらのすくい面同士を連続的に繋げている。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2006-26839号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

40

特許文献1のラジラスエンドミルは、そのエンドミル製造工程において、外周ねじれ刃の外周ねじれすくい面と、ラジラス刃のラジラスすくい面とを、互いに異なる研削工程（2工程）で成形している。このため両すくい面には、微視的に見ると、各研削工程で付与された互いに異なる向きの筋目が形成されている。つまり、両すくい面の間の境界部分において筋目の向きが変わったり筋目が分断されているため、該境界部分で切屑が引っ掛かったり摩擦抵抗が増大したりして、切屑の溶着が生じやすくなり、切屑排出性及び切削性能が不安定なものとなっていた。

【0005】

本発明は、このような事情に鑑みてなされたものであって、外周刃のすくい面とコーナー刃のすくい面との間の境界部分における溶着を防止でき、切屑排出性及び切削性能を良

50

好に維持することができ、被削材の加工面の品位を安定して向上できるラジラスエンドミルを提供することを目的としている。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明の一態様のラジラスエンドミルは、軸状をなすエンドミル本体と、前記エンドミル本体の外周に形成された外周刃と、前記エンドミル本体の先端に形成された底刃と、前記外周刃と前記底刃とを接続し、前記エンドミル本体の先端外周側へ向けて凸となる凸曲線状のコーナー刃と、前記外周刃のすくい面と、前記外周刃のすくい面と同一面で形成された前記コーナー刃のすくい面と、前記外周刃のすくい面から前記コーナー刃のすくい面にわたって形成され、前記外周刃及び前記コーナー刃に交差して延び、互いに平行とされた複数の筋目と、を備えたことを特徴とする。

10

【0007】

本発明のラジラスエンドミルは、外周刃のすくい面とコーナー刃のすくい面とが、互いに同一面で形成されている。そして、外周刃のすくい面及びコーナー刃のすくい面にわたって、互いに平行とされて外周刃及びコーナー刃に交差する向きに延びる複数の筋目が形成されている。この特別な構成により、下記の優れた作用効果を奏する。

【0008】

すなわち、外周刃及びコーナー刃で切削された被削材の切屑が、これら切れ刃の延在方向（刃長方向）に交差する向きに延びる筋目に案内されつつ、これらの筋目に沿って流れやすくなり、切屑の排出を促すことができる。また、筋目が形成されていることによって、すくい面に対する切屑の接触面積が小さく抑えられるため、摩擦抵抗が低減される。また、筋目を延在させる方向（切れ刃に対して筋目を交差させる向き）を適宜設定することで、切屑を所期する方向に排出させやすくなる。

20

【0009】

具体的に、本発明とは異なり、例えば切れ刃やすくい面に複雑な形状を採用することによって切屑の排出方向を制御しようとした場合には、切れ刃及びすくい面の切削負荷が刃長方向に沿って大きく変動するため、偏摩耗や欠損等が生じやすくなる。また、複雑な形状を実現するために、ラジラスエンドミルの製造工程が複雑なものとなる。

一方、本発明によれば、切れ刃やすくい面に複雑な形状を採用しなくても、コーナー刃のすくい面から外周刃のすくい面にわたって連続的に筋目を形成するという簡単な構成によって、切屑の排出方向を制御できるので、ラジラスエンドミルの製造工程を複雑にすることがない。また、コーナー刃、外周刃及びこれらのすくい面の切削負荷を刃長方向に沿って均等にすることができるので、偏摩耗や欠損等を抑制できる。

30

【0010】

また、すくい面に形成した複数の筋目の谷部にクーラント（油性又は水溶性の切削液剤）を保持することができる。そしてこれらの筋目は、外周刃及びコーナー刃に交差している（到達している）ため、筋目内にクーラントを保持してすくい面上を流れる切屑の影響を受けにくくしつつ、切削時の遠心力等によってクーラントを外周刃及びコーナー刃に確実に到達させることができる。従って、クーラントにより、外周刃、コーナー刃及びこれらの各すくい面の冷却効果、並びに切屑排出性を安定して高めることができる。

40

【0011】

そして本発明によれば、外周刃のすくい面とコーナー刃のすくい面とが同一面で形成され、かつ、外周刃のすくい面とコーナー刃のすくい面との間の境界部分で筋目の向きが変わったり筋目が分断されたりすることがない。従って、これらのすくい面同士の前記境界部分において切屑が引っ掛かったり摩擦抵抗が増大したりするようなことが確実に防止される。言い換えると、前記境界部分があいまいであって、微視的に見ても前記境界部分そのものが存在しない、ともいえる。

【0012】

これにより、外周刃、コーナー刃及びこれらの各すくい面において切屑の溶着を防止することができ、切屑排出性を良好に維持することができる。また、切削性能（加工精度や

50

加工効率)を良好に維持することができて、被削材の加工面の品位を安定して高めることができる。

【0013】

なお、外周刃のすくい面からコーナー刃のすくい面にわたって、互いに平行とされた複数の筋目を連続的に形成するには、ラジラスエンドミルの製造時において、例えば、研削砥石を用いて外周刃のすくい面及びコーナー刃のすくい面を、一工程で連続的に研削加工することが好ましい。この場合、上述した顕著な効果を奏しつつも、ラジラスエンドミルの製造工程が従来に比べて増えることもなく、製造が容易である。

【0014】

また、上記ラジラスエンドミルにおいて、前記外周刃のすくい面及び前記コーナー刃のすくい面の前記筋目に直交する方向に沿う表面粗さが、最大高さ粗さ $R_z$ で $0.8\mu\text{m}$ 以上 $2.0\mu\text{m}$ 以下であることが好ましい。

10

【0015】

この場合、外周刃のすくい面及びコーナー刃のすくい面の最大高さ粗さ $R_z$ が $0.8\mu\text{m}$ 以上であるので、これらすくい面上に筋目を形成したことによる上述の作用効果が確実に得られやすくなる。つまり、切屑を筋目に沿って排出させやすくしたり、すくい面と切屑との摩擦抵抗を低減したり、クーラントを切れ刃に到達させやすくするという効果が格別顕著なものとなる。

【0016】

また、前記最大高さ粗さ $R_z$ が $2.0\mu\text{m}$ 以下であるので、筋目の山部の損傷を確実に防止できる。つまり、最大高さ粗さ $R_z$ が $2.0\mu\text{m}$ を超えると、筋目の山部が立ち過ぎて切屑が衝突しやすくなり、山部が損傷する可能性がある。この場合、母材(エンドミル本体)に微小な剥離が生じて筋目の機能が不安定となる。一方、最大高さ粗さ $R_z$ が $2.0\mu\text{m}$ 以下であれば、切屑が筋目の山部に衝突することなく山部上を流れるため、山部の損傷が確実に防止されて、本発明による作用効果を安定して奏することができる。

20

【0017】

また、上記ラジラスエンドミルにおいて、前記外周刃のすくい面及び前記コーナー刃のすくい面の前記筋目に直交する方向に沿う表面粗さが、算術平均粗さ $R_a$ で $0.2\mu\text{m}$ 以上 $1.0\mu\text{m}$ 以下であることが好ましい。

【0018】

この場合、外周刃のすくい面及びコーナー刃のすくい面の算術平均粗さ $R_a$ が $0.2\mu\text{m}$ 以上であるので、これらすくい面上に筋目を形成したことによる上述の作用効果が確実に得られやすくなる。つまり、切屑を筋目に沿って排出させやすくしたり、すくい面と切屑との摩擦抵抗を低減したり、クーラントを切れ刃に到達させやすくするという効果が格別顕著なものとなる。

30

【0019】

また、前記算術平均粗さ $R_a$ が $1.0\mu\text{m}$ 以下であるので、筋目の山部の損傷を確実に防止できる。つまり、算術平均粗さ $R_a$ が $1.0\mu\text{m}$ を超えると、筋目の山部が立ち過ぎて切屑が衝突しやすくなり、山部が損傷する可能性がある。この場合、母材(エンドミル本体)に微小な剥離が生じて筋目の機能が不安定となる。一方、算術平均粗さ $R_a$ が $1.0\mu\text{m}$ 以下であれば、切屑が筋目の山部に衝突することなく山部上を流れるため、山部の損傷が確実に防止されて、本発明による作用効果を安定して奏することができる。

40

【0020】

また、上記ラジラスエンドミルにおいて、前記筋目は、前記外周刃から前記エンドミル本体の軸線に直交する径方向の内側へ向かうに従い、前記軸線方向に沿う先端から後端側へ向けて傾斜して延びていることが好ましい。

【0021】

この場合、外周刃及びコーナー刃で切削されて生じた切屑は、筋目に沿ってエンドミル本体の軸線方向の後端側へ向けて排出されやすくなる。従って、筋目によって切屑の排出性を高められるという効果がより顕著なものとなる。

50

## 【0022】

また、上記ラジラスエンドミルにおいて、前記外周刃の逃げ面と、前記外周刃の逃げ面になだらかに連続する前記コーナー刃の逃げ面と、を備えたことが好ましい。

## 【0023】

この場合、外周刃の逃げ面とコーナー刃の逃げ面とが、互いになだらかに連続して（つまり同一面で）形成されており、これら逃げ面同士の境界部分に、段差や突起等が形成されることがない。従って、前記逃げ面同士の境界部分においても溶着や欠損等を防止できる。

## 【0024】

また、上記ラジラスエンドミルにおいて、前記エンドミル本体の心厚は、前記エンドミル本体の軸線方向の先端部で最も小さくされ、前記先端部から前記軸線方向に沿う先端から後端側へ向けて徐々に大きくなることが好ましい。

10

## 【0025】

この場合、エンドミル本体の心厚が軸線方向の先端部で最も小さくされているので、ラジラスエンドミルの製造時において、例えば、研削砥石を用いて外周刃のすくい面及びコーナー刃のすくい面を、一工程で連続的に研削加工することが容易となる。つまり、エンドミル本体の先端部において研削砥石を挿入するスペースを大きく確保することが可能になり、外周刃のすくい面とコーナー刃のすくい面とに連続する筋目を形成しやすい。

また、エンドミル本体の心厚が、エンドミル本体の先端部から軸線方向の後端側へ向けて徐々に大きくなるので、エンドミル本体の剛性を十分に確保することができる。

20

## 【0026】

また、上記ラジラスエンドミルにおいて、前記エンドミル本体の心厚は、少なくとも前記エンドミル本体の軸線方向の先端部において前記エンドミル本体の刃部の直径の半分以下であることが好ましい。

## 【0027】

この場合、エンドミル本体の心厚が、該エンドミル本体の先端部において刃径（刃部の直径）の50%以下であるので、ラジラスエンドミルの製造時において、例えば、研削砥石を用いて外周刃のすくい面及びコーナー刃のすくい面を、一工程で連続的に研削加工することが容易となる。つまり、エンドミル本体の先端部において研削砥石を挿入するスペースを十分に確保することができ、外周刃のすくい面とコーナー刃のすくい面とに、連続する筋目を形成しやすい。

30

## 【0028】

また、上記ラジラスエンドミルにおいて、前記底刃のラジアルレーキ角は、前記コーナー刃との接続部分において負角かつ最も小さくされ、前記コーナー刃のラジアルレーキ角は、前記底刃との接続部分から前記外周刃との接続部分に向けて徐々に大きくなり、前記外周刃との接続部分において正角かつ最も大きくされたことが好ましい。

## 【0029】

この場合、底刃のラジアルレーキ角が、コーナー刃との接続部分において負（ネガティブ）角かつ最も小さくされている。言い換えると、底刃のラジアルレーキ角が、コーナー刃との接続部分において負角側に最も大きくされている。これにより、底刃とコーナー刃との接続部分を屈曲させるようなことなく、これらの底刃とコーナー刃とをなだらかに接続することができる。

40

また、コーナー刃のラジアルレーキ角は、該コーナー刃の刃長方向に沿って底刃から外周刃へ向かうに従い徐々に正（ポジティブ）角側に大きくなり、外周刃との接続部分において正角かつ最も大きくされている。このため、コーナー刃のうち、切削量が多くなりがちな外周刃付近において切れ味が十分に高められる。

## 【0030】

また、上記ラジラスエンドミルにおいて、前記コーナー刃の曲率半径の中心点回りの放射角度で、前記コーナー刃のうち、前記エンドミル本体の軸線方向の最先端の位置を0度とし、前記軸線に直交する径方向の最外端の位置を90度として、前記中心点を通り前記

50

コーナー刃の刃先に垂直な断面に表れる前記コーナー刃の法線方向すくい角は、前記放射角度で0度から40度の範囲において最大値を有し、前記40度から90度の範囲においては、前記コーナー刃の刃長方向に沿って前記底刃から前記外周刃へ向かうに従い徐々に小さくなるのが好ましい。

【0031】

この場合、コーナー刃の法線方向すくい角が、放射角度で0度から40度の範囲で最も大きくされている。従って、被削材の加工面を仕上げ加工する、コーナー刃の軸線方向の先端部付近での切れ味を十分に高めることができ、加工精度を向上できる。

また、コーナー刃の法線方向すくい角が、40度から90度の範囲では、コーナー刃の刃長方向に沿って底刃から外周刃へ向かうに従い徐々に小さくなる。従って、コーナー刃のうち、切削量が多くなりがちな外周刃付近において刃先強度を十分に高めることができる。

10

【0032】

また、上記ラジラスエンドミルにおいて、前記コーナー刃の法線方向すくい角は、前記放射角度で0度から40度の範囲において一定とされているのが好ましい。

【0033】

この場合、コーナー刃の法線方向すくい角が、放射角度で0度から40度の範囲において一定であるので、上述のように法線方向すくい角が正角側に最も大きくされて刃物角が小さくなりがちなコーナー刃の軸線方向の先端部付近で、切削負荷が局部的に刃先に作用するようなことを防止できる。つまり、すくい角が大きくされて刃先強度を確保しにくいコーナー刃の軸線方向の先端部付近において、法線方向すくい角を刃長方向に一定とすることで、切削負荷を刃長方向に均等に分散させることができ、刃先欠損を防止できる。

20

なお、上記「一定」とは、放射角度で0度から40度の範囲において、法線方向すくい角の変化量が5度以内であることを指す。

【0034】

また、上記ラジラスエンドミルにおいて、前記コーナー刃の刃先には丸ホーニングが形成され、前記コーナー刃の刃先に垂直な断面に表れる前記丸ホーニングの曲率半径は、前記放射角度で0度から40度の範囲において最大値を有することが好ましい。

【0035】

この場合、コーナー刃の法線方向すくい角が最大値となる、放射角度で0度から40度の範囲において、丸ホーニングの曲率半径が最も大きくされている。つまり、すくい角が大きくされて刃先強度を確保しにくいコーナー刃の軸線方向の先端部付近において、丸ホーニングの曲率半径を最大値に設定したので、コーナー刃の先端部付近での刃先欠損を抑制できる。

30

【0036】

また、上記ラジラスエンドミルにおいて、前記底刃のすくい面が、前記エンドミル本体の軸線方向の先端部に形成されたギャッシュに形成され、前記底刃のすくい面は、前記コーナー刃の曲率半径の中心点よりも前記軸線に直交する径方向の内側に配置されていることが好ましい。

【0037】

この場合、底刃のすくい面が、コーナー刃の曲率半径の中心点よりも径方向の内側に配置されているので、ラジラスエンドミルの製造時において、底刃のすくい面を形成することと、コーナー刃のすくい面及び外周刃のすくい面を同一面に形成することが、両方ともに実現しやすくなる。つまり、コーナー刃のすくい面と外周刃のすくい面とをなだらかに連続する同一面に形成することが、底刃のすくい面を形成することによって不可能となったり阻害されたりするようなことを防止でき、ラジラスエンドミルの製造が容易である。

40

【発明の効果】

【0038】

本発明のラジラスエンドミルによれば、外周刃のすくい面とコーナー刃のすくい面との

50

間の境界部分における溶着を防止でき、切屑排出性及び切削性能を良好に維持することができ、被削材の加工面の品位を安定して向上できる。

【図面の簡単な説明】

【0039】

【図1】本発明の一実施形態に係るラジラスエンドミルを示す斜視図である。

【図2】図1のラジラスエンドミルを軸線方向の先端から後端側へ向けて見た正面図である。

【図3】図1のラジラスエンドミルの刃部近傍を径方向から見た側面図である。

【図4】外周刃のすくい面及びコーナー刃のすくい面に形成された複数の筋目を表す模式図である。

【図5】筋目の変形例を示す模式図である。

【図6】筋目の変形例を示す模式図である。

【図7】底刃及びコーナー刃の切れ刃位置と、ラジアルレーキ角との関係を表すグラフである。

【図8】コーナー刃の放射角度と、法線方向すくい角と、丸ホーニングの曲率半径との関係を表すグラフである。

【発明を実施するための形態】

【0040】

以下、本発明の一実施形態に係るラジラスエンドミル1について、図面を参照して説明する。本実施形態のラジラスエンドミル1は、例えばチタンを含む金属材料等からなる被削材に対して、切削加工（転削加工）を施す切削工具（転削工具）である。

【0041】

〔ラジラスエンドミルの概略構成〕

図1～図4に示されるように、本実施形態のラジラスエンドミル1は、例えば超硬合金や高速度工具鋼等からなる軸状のエンドミル本体2を有している。

本実施形態の例では、エンドミル本体2が概略円柱状をなしている。エンドミル本体2のうち、エンドミル本体2の軸線O方向に沿う少なくとも先端部には刃部3が形成され、該刃部3以外の部位はシャンク部4とされている。

【0042】

エンドミル本体2において円柱状をなすシャンク部4は、マシニングセンタ等の工作機械の主軸に着脱可能に取り付けられる。工作機械の主軸により、ラジラスエンドミル1は軸線O回りのうち工具回転方向（エンドミル回転方向）Tに回転させられる。ラジラスエンドミル1は、上記回転とともに軸線O方向への切り込みや軸線Oに直交する径方向への送りを与えられて、被削材を刃部3の切れ刃により切削する。ラジラスエンドミル1は、被削材に対して外周削りや正面削り等の各種の切削加工を施す。

【0043】

〔本実施形態で用いる向き（方向）の定義〕

本実施形態においては、エンドミル本体2の軸線Oに沿う方向（軸線Oが延在する方向）を、軸線O方向という。また、軸線O方向のうち、シャンク部4から刃部3へ向かう方向を先端側といい、刃部3からシャンク部4へ向かう方向を後端側という。

また、軸線Oに直交する方向を径方向という。径方向のうち、軸線Oに接近する向きを径方向の内側といい、軸線Oから離間する向きを径方向の外側という。

また、軸線O回りに周回する方向を周方向という。周方向のうち、切削時に工作機械の主軸等によりエンドミル本体2が回転させられる向きを工具回転方向Tといい、これとは反対の回転方向を、工具回転方向Tとは反対側（反工具回転方向）という。

【0044】

〔エンドミル本体〕

エンドミル本体2の刃部3の心厚は、少なくともエンドミル本体2の軸線O方向の先端部において刃部3の直径（つまり刃径）の半分以下である。また、エンドミル本体2の刃部3の心厚は、エンドミル本体2の軸線O方向の先端部で最も小さくされ、この先端部が

10

20

30

40

50

ら後端側へ向かうに従い徐々に大きくなる。

【0045】

エンドミル本体2の内部には、該エンドミル本体2を軸線O方向に貫通する貫通孔7が形成されている。本実施形態の例では、貫通孔7が軸線O上に同軸に配置されており、エンドミル本体2の先端面の中央部に開口している。

【0046】

ラジラスエンドミル1により被削材を切削加工する際には、該ラジラスエンドミル1の刃部3及び被削材の加工面(被加工部)に向けて、クーラントが供給される。クーラントには、油性又は水溶性の切削液剤等が用いられる。クーラントは、工作機械の主軸からエンドミル本体2内の貫通孔7を通して刃部3及び加工面に供給される。またクーラントは、

10

【0047】

〔切屑排出溝〕

刃部3の外周には、周方向に互いに間隔をあけて切屑排出溝5が複数形成されている。切屑排出溝5は、エンドミル本体2の軸線O方向に沿って先端から後端側へ向かうに従い、工具回転方向Tとは反対側へ向けて延びている。これらの切屑排出溝5は、互いに周方向に不等間隔をあけて配置されていてよいし、等間隔をあけて配置されていてよい。

【0048】

切屑排出溝5は、エンドミル本体2の先端面に開口している。切屑排出溝5の軸線O方向の先端部には、径方向に延びる溝状のギャッシュ6が形成されている。切屑排出溝5は、刃部3の後端側の端部において、エンドミル本体2の外周に切り上がっている。言い換えると、エンドミル本体2において、軸線O方向に沿う切屑排出溝5が形成された領域が、刃部3とされている。

20

【0049】

切屑排出溝5は、工具回転方向Tを向く壁面を有しており、この壁面のうち、切れ刃に隣接する部分がすくい面である。具体的には、切れ刃のすくい面のうち、該切れ刃の後述する外周刃8、底刃9及びコーナー刃10に隣接する部分がそれぞれ、外周刃8のすくい面11、底刃9のすくい面12及びコーナー刃10のすくい面13とされる。底刃9のすくい面13は、切屑排出溝5のうちギャッシュ6に形成されている。

【0050】

ギャッシュ6は、径方向内側の端部が軸線Oの近傍に配置されている。本実施形態の例では、ギャッシュ6の径方向の内端が貫通孔7に接続している。ギャッシュ6の数は、切屑排出溝5の数に対応している。本実施形態の例では、エンドミル本体2の外周に切屑排出溝5が5つ形成されているのに対応して、ギャッシュ6が5つ形成されている。

30

【0051】

〔切れ刃〕

刃部3には、周方向に互いに間隔をあけて切れ刃が複数形成されている。これらの切れ刃はそれぞれ、外周刃8、底刃9及びコーナー刃10を有している。各切れ刃は、外周刃8と、コーナー刃10と、底刃9とが互いに接続されることで、全体として略L字状をなしている。切れ刃の数は、切屑排出溝5の数に対応しており、本実施形態の例では5つ(5組)の切れ刃が設けられている。つまり、本実施形態のラジラスエンドミル1は、5枚刃のラジラスエンドミルである。

40

【0052】

〔外周刃〕

切れ刃のうち、外周刃8は、エンドミル本体2の刃部3の外周に形成されている。外周刃8は、エンドミル本体2の軸線O方向の先端から後端側へ向かうに従い工具回転方向Tとは反対側へ向けて延びている。

【0053】

具体的に、刃部3には、切屑排出溝5の数(5条)に対応する数(5つ)の外周刃8が、互いに周方向に間隔をあけて配列している。外周刃8は、その工具回転方向Tに隣接す

50

る切屑排出溝 5 と等しいリードで、エンドミル本体 2 の先端から後端側へ向かうに従い徐々に工具回転方向 T とは反対側へ向けてねじれて、螺旋状に延びている。

外周刃 8 を軸線 O 回りに回転させて得られる回転軌跡は、軸線 O を中心とする 1 つの仮想円筒面状をなす。

【 0 0 5 4 】

外周刃 8 は、切屑排出溝 5 における工具回転方向 T を向く壁面と、エンドミル本体 2 の外周面との交差稜線に形成されている。外周刃 8 は、切屑排出溝 5 の前記壁面の外周端縁に沿って、つる巻き線状に延びている。具体的に、外周刃 8 は、切屑排出溝 5 の工具回転方向 T を向く壁面のうち、径方向外側の端部に位置するすくい面 1 1 と、刃部 3 の外周面のうち、該切屑排出溝 5 の工具回転方向 T とは反対側に隣接する外周逃げ面 1 4 と、の交差稜線に形成されている。

10

【 0 0 5 5 】

刃部 3 の外周面には、周方向に隣り合う切屑排出溝 5 同士の間、外周逃げ面 1 4 がそれぞれ形成されている。図示の例では、外周逃げ面 1 4 の幅（外周刃 8 に直交する向きの長さ）が、外周刃 8 の刃長方向に沿って略一定とされている。

【 0 0 5 6 】

本実施形態では、外周刃 8 が、軸線 O 方向に沿って先端から後端側へ向かうに従い工具回転方向 T とは反対側へ向けて延びていることから、外周刃 8 のねじれ角は、正（ポジティブ）角である。また、本実施形態の例では、外周刃 8 のねじれ角が、該外周刃 8 の刃長全域において略一定とされている。ただし、外周刃 8 のねじれ角は、コーナー刃 1 0 との接続部分から外周刃 8 の刃長方向に離間するに従い徐々に大きく又は小さくなるように変化していてもよい。また、周方向に間隔をあけて配列する複数の外周刃 8 のねじれ角同士が、互いに異なってもよい。

20

なお、上記「ねじれ角」とは、図 3 に示されるエンドミル本体 2 の側面視において（エンドミル本体 2 を径方向から見て）、軸線 O と、外周刃 8（ねじれのつる巻き線）との間に形成される鋭角及び鈍角のうち、鋭角の角度を指す。

【 0 0 5 7 】

また本実施形態の例では、複数の外周刃 8 が、周方向に互いに等ピッチをあけて配列している。なお、複数の外周刃 8 は、周方向に互いに不等ピッチをあけて配列していてもよい。

30

【 0 0 5 8 】

〔底刃〕

切れ刃のうち、底刃 9 は、エンドミル本体 2 の刃部 3 の先端に形成されている。底刃 9 は、径方向に沿うように延びている。底刃 9 は、周方向に互いに間隔をあけて複数形成されている。具体的に、刃部 3 には、切屑排出溝 5 の数（5 条）に対応する数（5 つ）の底刃 9 が、互いに周方向に間隔をあけて配列している。

【 0 0 5 9 】

図 3 に示されるエンドミル本体 2 の側面視において、底刃 9 は、その径方向の外端から径方向内側へ向かうに従い徐々に僅かに後端側へ向けて延びている。従って、底刃 9 を軸線 O 回りに回転させて得られる回転軌跡は、該底刃 9 の径方向の外端から径方向内側に向かうに従い徐々に後端側へ向けて傾斜する 1 つの仮想円錐面（テーパ面）状をなす。

40

【 0 0 6 0 】

底刃 9 は、切屑排出溝 5 における工具回転方向 T を向く壁面と、エンドミル本体 2 の先端面との交差稜線に形成されている。底刃 9 は、切屑排出溝 5 の前記壁面の先端縁に沿って、曲線状に延びている。具体的に、底刃 9 は、切屑排出溝 5 のギャッシュ 6 において工具回転方向 T を向く壁面のうち、先端側の端部に位置するすくい面 1 2 と、刃部 3 の先端面のうち、該ギャッシュ 6 の工具回転方向 T とは反対側に隣接する先端逃げ面 1 5 と、の交差稜線に形成されている。

【 0 0 6 1 】

底刃 9 の径方向の内端は、貫通孔 7 の先端開口縁に接続している。底刃 9 を径方向の内

50

側へ向けて延ばした仮想曲線は、軸線O上を通ることはなく、軸線Oから離間した位置を通る。

【0062】

刃部3の先端面には、周方向に隣り合う切屑排出溝5同士の間、先端逃げ面15がそれぞれ形成されている。図示の例では、先端逃げ面15の幅(底刃9に直交する向きの長さ)が、底刃9の刃長方向に沿って略一定とされている。

【0063】

(コーナー刃)

切れ刃のうち、コーナー刃10は、エンドミル本体2の刃部3の先端外周部(コーナー部)に形成されている。コーナー刃10は、外周刃8と底刃9とを接続し、エンドミル本体2の先端外周側へ向けて凸となる凸曲線状をなしている。本実施形態の例では、コーナー刃10が凸円弧状に形成されている。コーナー刃10の径方向の内端は、底刃9の径方向の外端に対して接するように、なだらかに接続している。コーナー刃10の軸線O方向の後端は、外周刃8の軸線O方向の先端に対して接するように、なだらかに接続している。

10

【0064】

コーナー刃10は、周方向に互いに間隔をあけて複数形成されている。具体的に、刃部3には、切屑排出溝5の数(5条)に対応する数(5つ)のコーナー刃10が、互いに周方向に間隔をあけて配列している。

【0065】

コーナー刃10は、切屑排出溝5における工具回転方向Tを向く壁面と、エンドミル本体2において先端面と外周面とを接続する先端外周面と、の交差稜線に形成されている。コーナー刃10は、切屑排出溝5の前記壁面の先端外周縁に沿って、曲線状に延びている。具体的に、コーナー刃10は、切屑排出溝5において工具回転方向Tを向く壁面のうち、先端外周部(コーナー部)に位置するすくい面13と、刃部3の先端外周面のうち、切屑排出溝5の工具回転方向Tとは反対側に隣接するコーナー逃げ面16と、の交差稜線に形成されている。

20

【0066】

刃部3の先端外周面には、周方向に隣り合う切屑排出溝5同士の間、コーナー逃げ面16がそれぞれ形成されている。図示の例では、コーナー逃げ面16の幅(コーナー刃10に直交する向きの長さ)が、コーナー刃10の刃長方向に沿って略一定とされている。

30

また、コーナー刃10の逃げ面(コーナー逃げ面16)と、外周刃8の逃げ面(外周逃げ面14)とは、互いになだらかに連続している。つまり、コーナー逃げ面16と外周逃げ面14とが、同一面で形成されており、互いの接続部分において段差や突起等が形成されていない。

【0067】

図4において、コーナー刃10の曲率半径の中心点C回りの放射角度で、コーナー刃10のうち、エンドミル本体2の軸線O方向の最先端の位置を0度とし、径方向の最外端の位置を90度と定義する。この場合において、中心点Cを通りコーナー刃10の刃先に垂直な断面に表れるコーナー刃10の法線方向すくい角(図8のグラフに示す「Rake angle」)は、放射角度(図8のグラフに示す「Radiation angle」)で0度から40度の範囲において最大値を有し、40度から90度の範囲においては、コーナー刃10の刃長方向に沿って底刃9から外周刃8へ向かうに従い徐々に小さくなる。

40

また、コーナー刃10の法線方向すくい角は、放射角度で0度から40度の範囲において一定とされている。なお、上記「一定」とは、放射角度で0度から40度の範囲において、法線方向すくい角の変化量が5度以内であることを指す。

【0068】

また、切れ刃のうち少なくともコーナー刃10の刃先には、丸ホーニングが形成されている。コーナー刃10の刃先に垂直な断面に表れる丸ホーニングの曲率半径(図8のグラフに示す「Round honing radius」)は、放射角度で0度から40度の範囲において最大

50

値を有する。

【 0 0 6 9 】

〔すくい面及び筋目〕

図 4 において、底刃 9 のすくい面 1 2 は、コーナー刃 1 0 の曲率半径の中心点 C よりも径方向の内側に配置されている。また、外周刃 8 のすくい面 1 1 と、コーナー刃 1 0 のすくい面 1 3 とは、互いになだらかに連続している。つまり、外周刃 8 のすくい面 1 1 と、コーナー刃 1 0 のすくい面 1 3 とは、同一面で形成されており、互いの接続部分において段差や突起等が形成されていない。

【 0 0 7 0 】

そして、外周刃 8 のすくい面 1 1 からコーナー刃 1 0 のすくい面 1 3 にわたって、複数の筋目 1 7 が形成されている。これらの筋目 1 7 は、互いに平行とされ、外周刃 8 及びコーナー刃 1 0 に交差して延びている。つまり、筋目 1 7 は、外周刃 8 のすくい面 1 1 及びコーナー刃 1 0 のすくい面 1 3 に、外周刃 8 及びコーナー刃 1 0 に交差する向きに延びて形成されている。

10

【 0 0 7 1 】

本実施形態の例では、ラジラスエンドミル 1 の製造時において、円盤状の研削砥石を用い、外周刃 8 のすくい面 1 1 及びコーナー刃 1 0 のすくい面 1 3 を一工程で連続的に研削加工することにより、複数の筋目 1 7 を形成している。つまり、本実施形態の例では、筋目 1 7 は研削痕である。

【 0 0 7 2 】

また、本実施形態の例では、筋目 1 7 が、外周刃 8 から径方向の内側へ向かうに従い、軸線 O 方向の後端側へ向けて傾斜して延びている。

20

筋目 1 7 と外周刃 8 との間に形成される鋭角及び鈍角のうち、鋭角の角度  $\theta$  は、例えば、20 度以上 60 度以下である。より好ましくは、角度  $\theta$  は、30 度以上 50 度以下である。図 4 に示される本実施形態の例では、角度  $\theta$  が 45 度程度とされている。ただし角度  $\theta$  は上記数値範囲に限定されるわけではなく、図 5 に示される本実施形態の変形例では、角度  $\theta$  が 75 度程度である。図 6 に示される本実施形態の変形例では、角度  $\theta$  が 15 度程度である。

【 0 0 7 3 】

外周刃 8 のすくい面 1 1 及びコーナー刃 1 0 のすくい面 1 3 において、筋目 1 7 に直交する方向に沿う表面粗さは、最大高さ粗さ  $R_z$  で  $0.8 \mu\text{m}$  以上  $2.0 \mu\text{m}$  以下である。また、外周刃 8 のすくい面 1 1 及びコーナー刃 1 0 のすくい面 1 3 の、筋目 1 7 に直交する方向に沿う表面粗さは、算術平均粗さ  $R_a$  で  $0.2 \mu\text{m}$  以上  $1.0 \mu\text{m}$  以下である。

30

【 0 0 7 4 】

〔ラジアルレーキ角〕

図 7 は、底刃 (End cutting edge) 9 及びコーナー刃 (Corner cutting edge) 1 0 の刃長方向に沿う切れ刃位置 (Cutting edge position) と、ラジアルレーキ角 (Radial rake angle) との関係を表すグラフである。図 7 において、底刃 9 のラジアルレーキ角は、コーナー刃 1 0 との接続部分において負 (ネガティブ) 角かつ最も小さくされている。また、コーナー刃 1 0 のラジアルレーキ角は、底刃 9 との接続部分から外周刃 8 との接続部分に向けて徐々に大きくなり、外周刃 8 との接続部分において正 (ポジティブ) 角かつ最も大きくされている。

40

【 0 0 7 5 】

〔本実施形態による作用効果〕

以上説明した本実施形態のラジラスエンドミル 1 は、外周刃 8 のすくい面 1 1 とコーナー刃 1 0 のすくい面 1 3 とが、互いに同一面で形成されている。そして、外周刃 8 のすくい面 1 1 及びコーナー刃 1 0 のすくい面 1 3 にわたって、互いに平行とされて外周刃 8 及びコーナー刃 1 0 に交差する向きに延びる複数の筋目 1 7 が形成されている。この特別な構成により、下記の優れた作用効果を奏する。

【 0 0 7 6 】

50

すなわち、外周刃 8 及びコーナー刃 10 で切削された被削材の切屑が、これら切れ刃の延在方向（刃長方向）に交差する向きに延びる筋目 17 に案内されつつ、これらの筋目 17 に沿って流れやすくなり、切屑の排出を促すことができる。また、筋目 17 が形成されていることによって、すくい面 11、13 に対する切屑の接触面積が小さく抑えられるため、摩擦抵抗が低減される。また、筋目 17 を延在させる方向（切れ刃に対して筋目 17 を交差させる向き）を適宜設定することで、切屑を所期する方向に排出させやすくなる。

#### 【0077】

具体的に、本実施形態とは異なり、例えば切れ刃やすくい面に複雑な形状を採用することによって切屑の排出方向を制御しようとした場合には、切れ刃及びすくい面の切削負荷が刃長方向に沿って大きく変動するため、偏摩耗や欠損等が生じやすくなる。また、複雑な形状を実現するために、ラジラスエンドミルの製造工程が複雑なものとなる。

一方、本実施形態によれば、切れ刃やすくい面に複雑な形状を採用しなくても、コーナー刃 10 のすくい面 13 から外周刃 8 のすくい面 11 にわたって連続的に筋目 17 を形成するという簡単な構成によって、切屑の排出方向を制御できるので、ラジラスエンドミル 1 の製造工程を複雑にすることがない。また、コーナー刃 10、外周刃 8 及びこれらのすくい面 13、11 の切削負荷を刃長方向に沿って均等にすることができるので、偏摩耗や欠損等を抑制できる。

#### 【0078】

また、すくい面 11、13 に形成した複数の筋目 17 の谷部にクーラント（油性又は水溶性の切削液剤）を保持することができる。そしてこれらの筋目 17 は、外周刃 8 及びコーナー刃 10 に交差している（到達している）ため、筋目 17 内にクーラントを保持してすくい面 11、13 上を流れる切屑の影響を受けにくくしつつ、切削時の遠心力等によってクーラントを外周刃 8 及びコーナー刃 10 に確実に到達させることができる。従って、クーラントにより、外周刃 8、コーナー刃 10 及びこれらの各すくい面 11、13 の冷却効果、並びに切屑排出性を安定して高めることができる。

#### 【0079】

そして本実施形態によれば、外周刃 8 のすくい面 11 とコーナー刃 10 のすくい面 13 とが同一面で形成され、かつ、外周刃 8 のすくい面 11 とコーナー刃 10 のすくい面 13 との間の境界部分で筋目 17 の向きが変わったり筋目 17 が分断されたりすることがない。従って、これらのすくい面 11、13 同士の前記境界部分において切屑が引っ掛かったり摩擦抵抗が増大したりするようなことが確実に防止される。言い換えると、前記境界部分があいまいであって、微視的に見ても前記境界部分そのものが存在しない、ともいえる。

#### 【0080】

これにより、外周刃 8、コーナー刃 10 及びこれらの各すくい面 11、13 において切屑の溶着を防止することができ、切屑排出性を良好に維持することができる。また、切削性能（加工精度や加工効率）を良好に維持することができて、被削材の加工面の品位を安定して高めることができる。

#### 【0081】

なお、本実施形態では、外周刃 8 のすくい面 11 からコーナー刃 10 のすくい面 13 にわたって、互いに平行とされた複数の筋目 17 を連続的に形成するにあたり、ラジラスエンドミル 1 の製造時において、研削砥石を用いて外周刃 8 のすくい面 11 及びコーナー刃 10 のすくい面 13 を、一工程で連続的に研削加工している。従って、上述した顕著な効果を奏しつつも、ラジラスエンドミル 1 の製造工程が従来に比べて増えることもなく、製造が容易である。

#### 【0082】

また本実施形態では、外周刃 8 のすくい面 11 及びコーナー刃 10 のすくい面 13 の筋目 17 に直交する方向に沿う表面粗さが、最大高さ粗さ  $R_z$  で  $0.8 \mu\text{m}$  以上  $2.0 \mu\text{m}$  以下であるので、下記の作用効果を奏する。

#### 【0083】

10

20

30

40

50

すなわちこの場合、外周刃 8 のすくい面 1 1 及びコーナー刃 1 0 のすくい面 1 3 の最大高さ粗さ  $R_z$  が  $0.8 \mu\text{m}$  以上であるので、これらすくい面 1 1、1 3 上に筋目 1 7 を形成したことによる上述の作用効果が確実に得られやすくなる。つまり、切屑を筋目 1 7 に沿って排出させやすくしたり、すくい面 1 1、1 3 と切屑との摩擦抵抗を低減したり、クーラントを切れ刃に到達させやすくするという効果が格別顕著なものとなる。

**【0084】**

また、前記最大高さ粗さ  $R_z$  が  $2.0 \mu\text{m}$  以下であるので、筋目 1 7 の山部の損傷を確実に防止できる。つまり、最大高さ粗さ  $R_z$  が  $2.0 \mu\text{m}$  を超えると、筋目 1 7 の山部が立ち過ぎて切屑が衝突しやすくなり、山部が損傷する可能性がある。この場合、母材（エンドミル本体 2）に微小な剥離が生じて筋目 1 7 の機能が不安定となる。一方、最大高さ粗さ  $R_z$  が  $2.0 \mu\text{m}$  以下であれば、切屑が筋目 1 7 の山部に衝突することなく山部上を流れるため、山部の損傷が確実に防止されて、本実施形態による作用効果を安定して奏することができる。

10

**【0085】**

また本実施形態では、外周刃 8 のすくい面 1 1 及びコーナー刃 1 0 のすくい面 1 3 の筋目 1 7 に直交する方向に沿う表面粗さが、算術平均粗さ  $R_a$  で  $0.2 \mu\text{m}$  以上  $1.0 \mu\text{m}$  以下であるので、下記の作用効果を奏する。

**【0086】**

すなわちこの場合、外周刃 8 のすくい面 1 1 及びコーナー刃 1 0 のすくい面 1 3 の算術平均粗さ  $R_a$  が  $0.2 \mu\text{m}$  以上であるので、これらすくい面 1 1、1 3 上に筋目 1 7 を形成したことによる上述の作用効果が確実に得られやすくなる。つまり、切屑を筋目 1 7 に沿って排出させやすくしたり、すくい面 1 1、1 3 と切屑との摩擦抵抗を低減したり、クーラントを切れ刃に到達させやすくするという効果が格別顕著なものとなる。

20

**【0087】**

また、前記算術平均粗さ  $R_a$  が  $1.0 \mu\text{m}$  以下であるので、筋目 1 7 の山部の損傷を確実に防止できる。つまり、算術平均粗さ  $R_a$  が  $1.0 \mu\text{m}$  を超えると、筋目 1 7 の山部が立ち過ぎて切屑が衝突しやすくなり、山部が損傷する可能性がある。この場合、母材（エンドミル本体 2）に微小な剥離が生じて筋目 1 7 の機能が不安定となる。一方、算術平均粗さ  $R_a$  が  $1.0 \mu\text{m}$  以下であれば、切屑が筋目 1 7 の山部に衝突することなく山部上を流れるため、山部の損傷が確実に防止されて、本実施形態による作用効果を安定して奏することができる。

30

**【0088】**

また本実施形態では、筋目 1 7 が、外周刃 8 から径方向の内側へ向かうに従い軸線 O 方向の後端側へ向けて傾斜して延びているので、外周刃 8 及びコーナー刃 1 0 で切削されて生じた切屑は、筋目 1 7 に沿ってエンドミル本体 2 の軸線 O 方向の後端側へ向けて排出されやすくなる。従って、筋目 1 7 によって切屑の排出性を高められるという効果がより顕著なものとなる。

**【0089】**

なおこの場合、筋目 1 7 と外周刃 8 との間に形成される鋭角及び鈍角のうち、鋭角の角度は、 $20$  度以上  $60$  度以下であることが好ましい。

40

つまり、角度が  $20$  度以上であることにより、外周刃 8 から径方向内側へ向けて流出する切屑が、筋目 1 7 の山部に衝突しにくくなるとともに筋目 1 7 に沿って案内されやすくなり、上述した作用効果を格別顕著なものとすることができる。

また、角度が  $60$  度以下であることにより、切屑を筋目 1 7 に沿ってエンドミル本体 2 の後端側へ向けてガイドする機能が安定し、切屑排出性が高められる。

なお、上記の作用効果をさらに高めるには、より好ましくは、角度は  $30$  度以上  $50$  度以下である。

**【0090】**

また本実施形態では、外周刃 8 の逃げ面（外周逃げ面 1 4）とコーナー刃 1 0 の逃げ面（コーナー逃げ面 1 6）とが、互いになだらかに連続して（つまり同一面で）形成されて

50

おり、これら逃げ面 14、16 同士の境界部分に、段差や突起等が形成されることがない。従って、逃げ面 14、16 同士の境界部分においても溶着や欠損等を防止できる。

【0091】

また本実施形態では、エンドミル本体 2 の心厚が、該エンドミル本体 2 の軸線 O 方向の先端部で最も小さくされ、この先端部から軸線 O 方向の後端側へ向けて徐々に大きくなるので、下記の作用効果を奏する。

【0092】

すなわちこの場合、エンドミル本体 2 の心厚が軸線 O 方向の先端部で最も小さくされているので、ラジラスエンドミル 1 の製造時において、研削砥石を用いて外周刃 8 のすくい面 11 及びコーナー刃 10 のすくい面 13 を、一工程で連続的に研削加工することが容易となる。つまり、エンドミル本体 2 の（切屑排出溝 5 の）先端部において研削砥石を挿入するスペースを大きく確保することが可能になり、外周刃 8 のすくい面 11 とコーナー刃 10 のすくい面 13 とに連続する筋目 17 を形成しやすい。

また、エンドミル本体 2 の心厚が、エンドミル本体 2 の先端部から軸線 O 方向の後端側へ向けて徐々に大きくなるので、エンドミル本体 2 の剛性を十分に確保することができる。

【0093】

また本実施形態では、エンドミル本体 2 の心厚が、少なくともこのエンドミル本体 2 の軸線 O 方向の先端部において刃部 3 の直径の半分以下であるので、下記の作用効果を奏する。

【0094】

すなわちこの場合、エンドミル本体 2 の心厚が、該エンドミル本体 2 の先端部において刃径（刃部 3 の直径）の 50% 以下であるので、ラジラスエンドミル 1 の製造時において、研削砥石を用いて外周刃 8 のすくい面 11 及びコーナー刃 10 のすくい面 13 を、一工程で連続的に研削加工することが容易となる。つまり、エンドミル本体 2 の（切屑排出溝 5 の）先端部において研削砥石を挿入するスペースを十分に確保することができ、外周刃 8 のすくい面 11 とコーナー刃 10 のすくい面 13 とに、連続する筋目 17 を形成しやすい。

【0095】

また本実施形態では、底刃 9 のラジアルレーキ角が、コーナー刃 10 との接続部分において負（ネガティブ）角かつ最も小さくされている。言い換えると、底刃 9 のラジアルレーキ角が、コーナー刃 10 との接続部分において負角側に最も大きくされている。これにより、底刃 9 とコーナー刃 10 との接続部分を屈曲させるようなことなく、これらの底刃 9 とコーナー刃 10 とをなだらかに接続することができる。

また、コーナー刃 10 のラジアルレーキ角は、該コーナー刃 10 の刃長方向に沿って底刃 9 から外周刃 8 へ向かうに従い徐々に正（ポジティブ）角側に大きくなり、外周刃 8 との接続部分において正角かつ最も大きくされている。このため、コーナー刃 10 のうち、切削量が多くなりがちな外周刃 8 付近において切れ味が十分に高められる。

【0096】

また本実施形態では、コーナー刃 10 の法線方向すくい角が、放射角度で 0 度から 40 度の範囲で最も大きくされている。従って、被削材の加工面を仕上げ加工する、コーナー刃 10 の軸線 O 方向の先端部付近での切れ味を十分に高めることができ、加工精度を向上できる。

また、コーナー刃 10 の法線方向すくい角が、40 度から 90 度の範囲では、コーナー刃 10 の刃長方向に沿って底刃 9 から外周刃 8 へ向かうに従い徐々に小さくなる。従って、コーナー刃 10 のうち、切削量が多くなりがちな外周刃 8 付近において刃先強度を十分に高めることができる。

【0097】

また本実施形態では、コーナー刃 10 の法線方向すくい角が、放射角度で 0 度から 40 度の範囲において一定であるので、上述のように法線方向すくい角が正角側に最も大きく

10

20

30

40

50

されて刃物角が小さくなりがちなコーナー刃 10 の軸線 O 方向の先端部付近で、切削負荷が局部的に刃先に作用するようなことを防止できる。つまり、すくい角が大きくされて刃先強度を確保しにくいコーナー刃 10 の軸線 O 方向の先端部付近において、法線方向すくい角を刃長方向に一定とすることで、切削負荷を刃長方向に均等に分散させることができ、刃先欠損を防止できる。

【0098】

また本実施形態では、コーナー刃 10 の刃先に丸ホーニングが形成されており、コーナー刃 10 の刃先に垂直な断面に表れる丸ホーニングの曲率半径は、放射角度で 0 度から 40 度の範囲において最大値を有するので、下記の作用効果を奏する。

【0099】

すなわちこの場合、コーナー刃 10 の法線方向すくい角が最大値となる、放射角度で 0 度から 40 度の範囲において、丸ホーニングの曲率半径が最も大きくされている。つまり、すくい角が大きくされて刃先強度を確保しにくいコーナー刃 10 の軸線 O 方向の先端部付近において、丸ホーニングの曲率半径を最大値に設定したので、コーナー刃 10 の先端部付近での刃先欠損を抑制できる。

【0100】

また本実施形態では、底刃 9 のすくい面 12 が、エンドミル本体 2 の軸線 O 方向の先端部に形成されたギャッシュ 6 に形成されており、底刃 9 のすくい面 12 は、コーナー刃 10 の曲率半径の中心点 C よりも径方向の内側に配置されているので、下記の作用効果を奏する。

【0101】

すなわちこの場合、底刃 9 のすくい面 12 が、コーナー刃 10 の曲率半径の中心点 C よりも径方向の内側に配置されているので、ラジラスエンドミル 1 の製造時において、底刃 9 のすくい面 12 を形成することと、コーナー刃 10 のすくい面 13 及び外周刃 8 のすくい面 11 を同一面に形成することとが、両方ともに実現しやすくなる。つまり、コーナー刃 10 のすくい面 13 と外周刃 8 のすくい面 11 とをなだらかに連続する同一面に形成することが、底刃 9 のすくい面 12 を形成することによって不可能となったり阻害されたりするようなことを防止でき、ラジラスエンドミル 1 の製造が容易である。

【0102】

〔本発明に含まれるその他の構成〕

なお、本発明は前述の実施形態に限定されるものではなく、例えば下記に説明するように、本発明の趣旨を逸脱しない範囲において種々の変更を加えることが可能である。

【0103】

前述の実施形態では、5 枚刃のラジラスエンドミル 1 を例に挙げて説明したが、ラジラスエンドミル 1 の刃数はこれに限定されるものではなく、例えば 3 枚刃、4 枚刃及び 6 枚刃以上のラジラスエンドミル 1 であってもよい。

【0104】

また、前述の実施形態では、切屑排出溝 5 が、エンドミル本体 2 の外周において軸線 O 方向に沿って先端から後端側へ向かうに従い徐々に工具回転方向 T とは反対側へ向けてねじれて延びている。またこれに伴い、各外周刃 8 は、エンドミル本体 2 の外周において軸線 O 方向に沿って先端から後端側へ向かうに従い徐々に工具回転方向 T とは反対側へ向けてねじれて延びている。つまり、外周刃 8 のねじれ角は、正角（ポジティブ角）とされている。ただし本発明はこれに限定されるものではなく、切屑排出溝 5 は、エンドミル本体 2 の外周において軸線 O 方向に沿って先端から後端側へ向かうに従い徐々に工具回転方向 T へ向けてねじれて延びていてもよい。またこれに伴い、各外周刃 8 は、エンドミル本体 2 の外周において軸線 O 方向に沿って先端から後端側へ向かうに従い徐々に工具回転方向 T へ向けてねじれて延びていてもよい。つまり、外周刃 8 のねじれ角は、負角（ネガティブ角）とされていてもよい。

また、外周刃 8 は、ねじれ角が正角に設定された部分と、負角に設定された部分とを備えていてもよい。

10

20

30

40

50

## 【0105】

また、外周刃8のすくい面11及びコーナー刃10のすくい面13の最大高さ粗さ $R_z$ 、算術平均粗さ $R_a$ は、前述の実施形態で説明した数値範囲に限定されない。ただし、前述の実施形態で説明した数値範囲であると、本発明の作用効果を安定して奏することができ、好ましい。

## 【0106】

また、前述の実施形態では、筋目17が、外周刃8から径方向の内側へ向かうに従い軸線O方向の後端側へ向けて傾斜して延びているとしたが、これに限定されるものではない。つまり、筋目17は、外周刃8から径方向の内側へ向かうに従い軸線O方向の先端側へ向けて傾斜して延びていてもよい。また、筋目17は、外周刃8から径方向の内側へ向けて延びていてもよい。

10

## 【0107】

また、前述の実施形態では、外周刃8の逃げ面14とコーナー刃10の逃げ面16とが、互いになだらかに連続して形成されているとしたが、これに限定されるものではない。

また、コーナー刃10の刃先には、丸ホーニングの代わりにチャンファホーニングが形成されていてもよい。また、コーナー刃10の刃先にホーニングが形成されていなくてもよい。

## 【0108】

その他、本発明の趣旨から逸脱しない範囲において、前述の実施形態、変形例及びなお書き等で説明した各構成（構成要素）を組み合わせてもよく、また、構成の付加、省略、置換、その他の変更が可能である。また本発明は、前述した実施形態によって限定されることはなく、特許請求の範囲によってのみ限定される。

20

## 【産業上の利用可能性】

## 【0109】

本発明のラジラスエンドミルは、外周刃のすくい面とコーナー刃のすくい面との間の境界部分における溶着を防止でき、切屑排出性及び切削性能を良好に維持することができ、被削材の加工面の品位を安定して向上できる。従って、産業上の利用可能性を有する。

## 【符号の説明】

## 【0110】

- 1 ラジラスエンドミル
- 2 エンドミル本体
- 3 刃部
- 6 ギャッシュ
- 8 外周刃
- 9 底刃
- 10 コーナー刃
- 11 外周刃のすくい面
- 12 底刃のすくい面
- 13 コーナー刃のすくい面
- 14 外周逃げ面（外周刃の逃げ面）
- 16 コーナー逃げ面（コーナー刃の逃げ面）
- 17 筋目
- C コーナー刃の曲率半径の中心点
- O 軸線

30

40

【 図 1 】

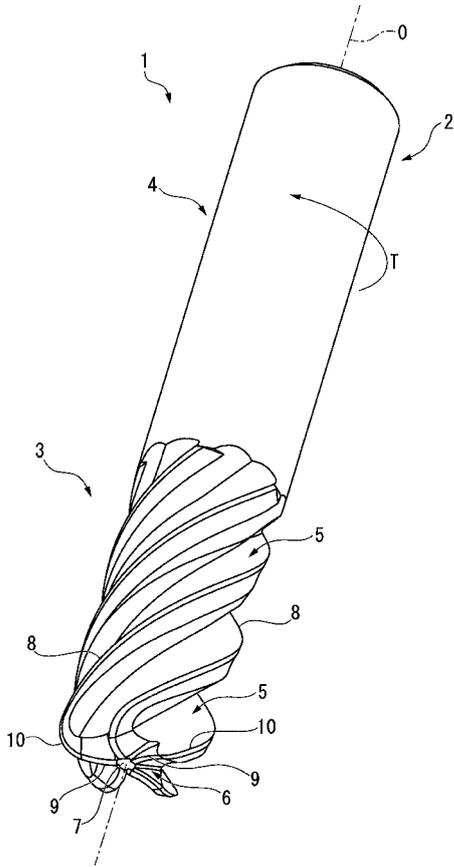


図 1

【 図 2 】

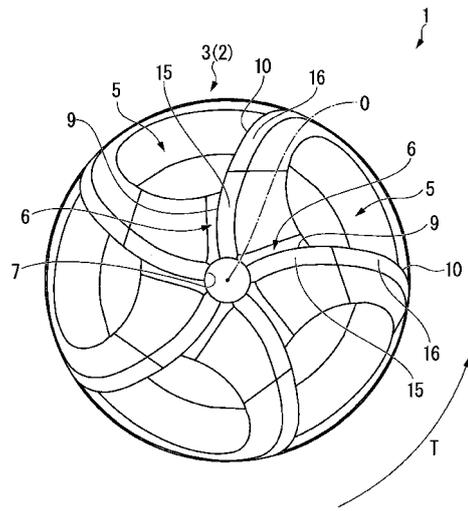


図 2

【 図 3 】

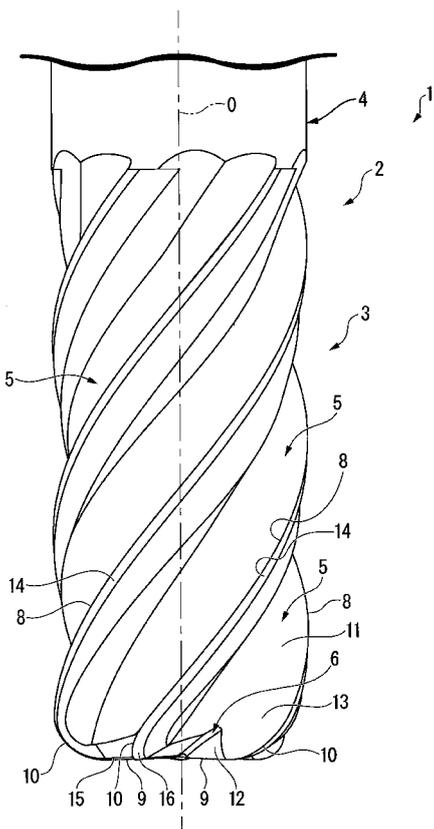


図 3

【 図 4 】

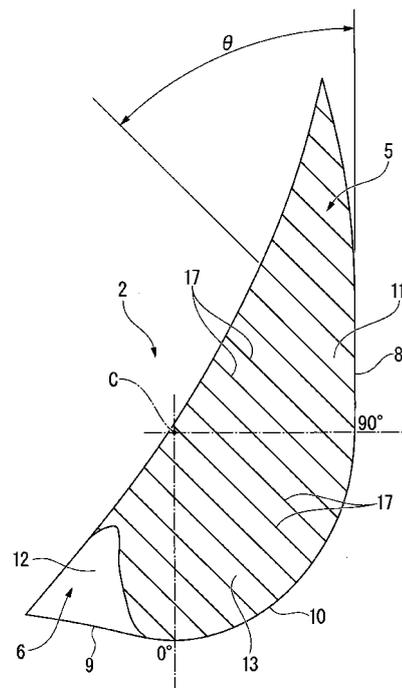


図 4

【 図 5 】

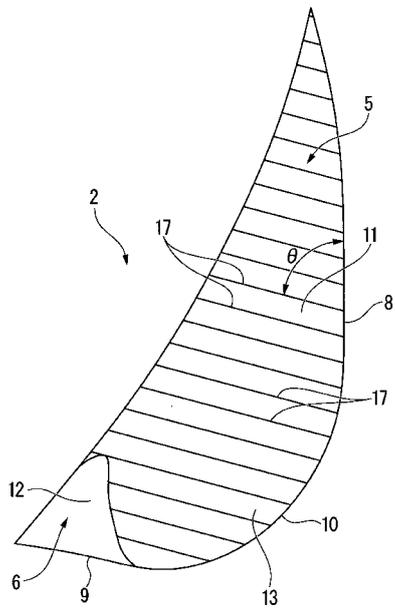


図 5

【 図 6 】

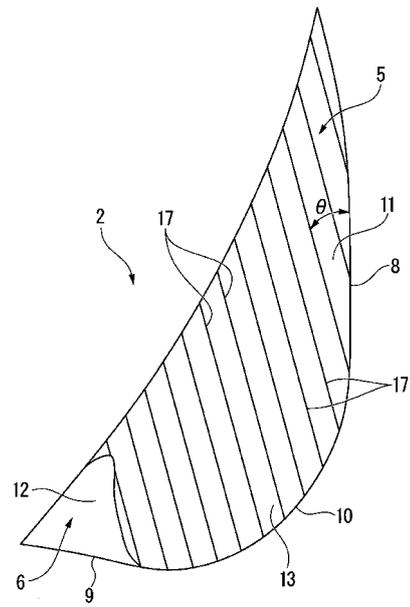


図 6

【 図 7 】

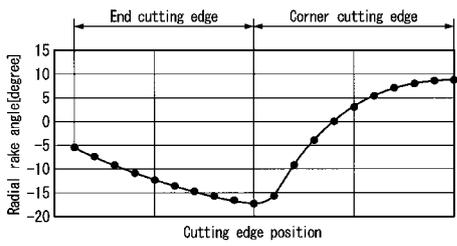


図 7

【 図 8 】

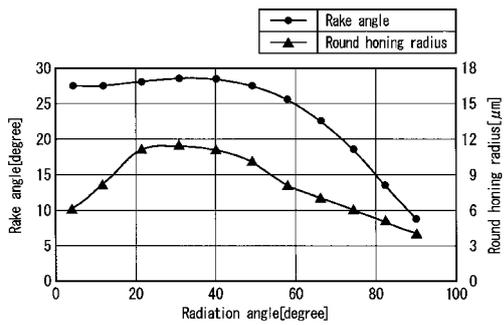


図 8

---

フロントページの続き

- (72)発明者 細川 真靖  
東京都千代田区大手町一丁目3番2号 三菱マテリアル株式会社 加工事業カンパニー内
- (72)発明者 畔上 貴行  
東京都千代田区大手町一丁目3番2号 三菱マテリアル株式会社 加工事業カンパニー内
- (72)発明者 坂口 光太郎  
東京都千代田区大手町一丁目3番2号 三菱マテリアル株式会社 加工事業カンパニー内
- Fターム(参考) 3C022 KK03 KK06 KK22 KK28