

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7564493号
(P7564493)

(45)発行日 令和6年10月9日(2024.10.9)

(24)登録日 令和6年10月1日(2024.10.1)

(51)国際特許分類 F I
B 2 3 C 5/10 (2006.01) B 2 3 C 5/10 Z

請求項の数 12 (全17頁)

(21)出願番号	特願2023-525816(P2023-525816)	(73)特許権者	000233066 株式会社MOLDINO 東京都墨田区両国四丁目3番11号
(86)(22)出願日	令和4年5月30日(2022.5.30)	(74)代理人	100149548 弁理士 松沼 泰史
(86)国際出願番号	PCT/JP2022/021924	(74)代理人	100175802 弁理士 寺本 光生
(87)国際公開番号	WO2022/255299	(74)代理人	100142424 弁理士 細川 文広
(87)国際公開日	令和4年12月8日(2022.12.8)	(74)代理人	100140774 弁理士 大浪 一徳
審査請求日	令和5年9月7日(2023.9.7)	(72)発明者	齊藤 博斗 滋賀県野洲市三上35-2 株式会社M OLDINO 野洲工場内
(31)優先権主張番号	特願2021-91625(P2021-91625)	(72)発明者	芳賀 佑太
(32)優先日	令和3年5月31日(2021.5.31)		
(33)優先権主張国・地域又は機関	日本国(JP)		
(31)優先権主張番号	特願2021-107997(P2021-107997)		
(32)優先日	令和3年6月29日(2021.6.29)		
(33)優先権主張国・地域又は機関	日本国(JP)		

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 エンドミル

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

先端および後端を規定する回転軸を有するエンドミル本体と、前記エンドミル本体の先端側に形成された切刃部と、前記切刃部において前記回転軸に沿って擦れながら延びる複数の切屑排出溝と、前記切屑排出溝と外周逃げ面との回転方向前方側の交差稜線部に形成された複数の外周刃とを有するエンドミルであって、

前記切刃部は、前記外周刃を不連続にする複数の切欠部を有し、

すべての前記切欠部の中で最も後端側に配置される第1切欠部は、第1外周刃に設けられており、

前記切刃部の後端の軸直角断面において、すべての前記外周刃の分割角度が互いに異なり、前記第1外周刃の分割角度は最も小さいことを特徴とするエンドミル。

10

【請求項2】

前記切欠部はそれぞれ前記外周刃の延長線上に非切削領域を有し、前記切刃部内のすべての前記非切削領域の周方向位置は互いに重なっていないことを特徴とする、請求項1に記載のエンドミル。

【請求項3】

前記切刃部内のすべての前記切欠部の周方向位置は互いに重なっていないことを特徴とする、

請求項1又は2に記載のエンドミル。

【請求項4】

20

周方向位置が隣り合う2つの前記切欠部の回転方向前端間の周方向間隔のうち少なくとも1つの前記周方向間隔は、他の前記周方向間隔と異なっていることを特徴とする、請求項1又は2に記載のエンドミル。

【請求項5】

前記外周刃の軸方向長さは、刃径の2倍以上であることを特徴とする、請求項1又は2に記載のエンドミル。

【請求項6】

前記外周刃は5つ以上設けられていることを特徴とする、請求項1又は2に記載のエンドミル。

【請求項7】

すべての前記外周刃のねじれ角は、 35° 以上であることを特徴とする、請求項1又は2に記載のエンドミル。

【請求項8】

すべての前記外周刃のねじれ角は互いに等しいことを特徴とする、請求項1又は2に記載のエンドミル。

【請求項9】

前記外周刃の延在方向に連続する最大切刃長さが刃径の2.7倍以下となるように、前記切欠部は配置されていることを特徴とする、請求項1又は2に記載のエンドミル。

【請求項10】

前記外周刃の延在方向に連続する最小切刃長さが刃径の0.6倍以上となるように、前記切欠部は配置されていることを特徴とする、請求項1又は2に記載のエンドミル。

【請求項11】

前記切欠部はそれぞれ、軸方向位置が最も近い前記切欠部と、周方向位置が最も近い前記切欠部とが異なるように配置されていることを特徴とする、請求項1又は2に記載のエンドミル。

【請求項12】

前記外周刃は右ねじれであり、すべての前記切欠部は、軸方向位置が隣り合う2つの前記切欠部のうち、後端側に位置する前記切欠部が、先端側に位置する前記切欠部よりも回転方向前方に位置するように配置されていることを特徴とする、請求項1又は2に記載のエンドミル。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、外周刃に切欠部（ニック）を設けた不等分割エンドミルに関する。

本願は、2021年5月31日に日本に出願された特願2021-091625号および、2021年6月29日に日本に出願された特願2021-107997号に基づき優先権を主張し、その内容をここに援用する。

【背景技術】

【0002】

高能率な切削を行なう場合、外周刃間の周方向間隔（分割角度）を変えることで、びびり振動の発生を抑制できることが知られている。また、外周刃に切欠部（ニック）を設けることで切屑の長さを短縮させ、切屑の噛み込みによる外周刃のチップングを抑制することも知られている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【文献】特開2011-000696号公報

【発明の概要】

10

20

30

40

50

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、加工能率の更なる向上が求められる中、これらの技術を適用したとしても、外周刃のチップングを抑えながら十分に長い時間切削を行なうことは難しい。

【0005】

本発明は、このような背景の下になされたもので、高能率に切削を行うことができるとともに、耐欠損性を向上できる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】

本発明の一態様のエンドミルは、先端および後端を規定する回転軸を有するエンドミル本体と、前記エンドミル本体の先端側に形成された切刃部と、前記切刃部において前記回転軸に沿って擦れながら延びる複数の切屑排出溝と、前記切屑排出溝と外周逃げ面との回転方向前方側の交差稜線部に形成された複数の外周刃とを有するエンドミルであって、前記切刃部は、前記外周刃を不連続にする複数の切欠部を有し、すべての前記切欠部の中で最も後端側に配置される第1切欠部は、第1外周刃に設けられており、前記切刃部の後端の軸直角断面において、少なくとも1つの前記外周刃の分割角度が、他の前記外周刃の分割角度と異なり、前記第1外周刃の分割角度は最も小さいことを特徴とする。

10

【0007】

本明細書において「外周刃の分割角度」とは、ある外周刃と、その外周刃と回転方向前方にて隣り合う隣接外周刃との周方向間隔を意味する。より具体的には、軸直角断面において、ある外周刃と回転軸とを結ぶ直線と、その外周刃の隣接外周刃と回転軸とを結ぶ直線とがなす角度を意味する。

20

【0008】

切刃部は、後端側へ行くほど、工作機械に把持される部分に近くなるため、切削時に外周刃にかかる応力が分散されにくくなる。更に、切欠部は外周刃を切り欠いた部分であるため、切欠部の周辺は応力が集中しやすい。一方、本態様では、最も応力が分散されにくい最も後端側に位置するとともに、形状的にも応力が集中しやすい切欠部（第1切欠部）を、切削距離が最も短い外周刃（第1外周刃）に設ける。これにより、第1切欠部周辺の外周刃に作用する負荷自体を軽減させることで、外周刃の中でもとりわけチップングが起きやすかった軸方向後端側におけるチップングを効果的に抑制することができる。その結果、外周刃のチップングを抑制しつつ、より一層高能率な切削が可能となる。

30

【0009】

本発明の一態様では、前記切欠部はそれぞれ前記外周刃の延長線上に非切削領域を有し、前記切刃部内のすべての前記非切削領域の周方向位置は互いに重なっていない構成としてもよい。

【0010】

上記のように、切刃部内のすべての非切削領域の周方向位置が互いに重ならないように、非切削領域を配置することで、切削中、被削材は、同じタイミングで複数の非切削領域と面することはなく、1つの非切削領域と面しているか、あるいは非切削領域とまったく面していないかのいずれかとなる。そのため、切刃部が受ける切削中の切削抵抗の変化量は小さく、かつ切削抵抗が変化するタイミングも多数に分散され、切削抵抗の変動を小さく維持することができる。その結果、送り速度や切削速度を著しく大きくしたとしても、びびり振動が起きにくい。更に、軸方向の切り込み量を著しく大きくして、切欠部を多く設けたとしても、切欠部の数によらず、切削中の切削抵抗の変動を小さく維持することができ、びびり振動が起きにくい。これらの相乗効果により、切刃部内のすべての非切削領域の周方向位置が互いに重ならないように非切削領域を配置することで、外周刃のチップングを抑制しつつ、より一層高能率な切削が可能となる。

40

【0011】

本発明の一態様では、前記切刃部内のすべての前記切欠部の周方向位置は互いに重なっていない構成としてもよい。

50

【 0 0 1 2 】

このような構成とすることで、切削抵抗が変化するタイミングがより分散され、びびり振動の発生をより抑えることができる。その結果、外周刃のチップングを抑制しつつ、より一層高能率な切削が可能となる。

【 0 0 1 3 】

本発明の一態様では、周方向位置が隣り合う2つの前記切欠部の回転方向前端間の周方向間隔のうち少なくとも1つの前記周方向間隔は、他の前記周方向間隔と異なっている構成としてもよい。このような構成とすることで、切削抵抗が低下するタイミングの周期性を緩和させることができる。びびり振動が起きにくくなって、外周刃のチップングを抑制しながら、より一層高能率な加工が可能となる。

10

【 0 0 1 4 】

本発明の一態様では、前記外周刃の軸方向長さ（刃長）は、刃径の2倍以上である構成としてもよい。従来は刃長が長くなるほど、加工能率は向上するものの、エンドミル本体に作用する応力が増大する上、切刃部の中でも、特に工作機械の把持部に近い領域ほど（軸方向後端側ほど）、応力が分散されにくく、チップングが起きやすくなる。更に、切欠部周辺には応力が集中しやすく、チップングが起きやすくなる。

一方、本態様では、外周刃の刃長を刃径の2倍以上としつつ、最も後端側に位置する切欠部を、切刃部の後端の軸直角断面において最も小さな分割角度（切削距離）を有する外周刃に設ける。これにより、刃長を長くして、軸方向の切り込み量を増大させたとしても、応力が最も分散されにくく集中しやすい最も後端側に位置する切欠部付近の切削負荷を軽減させることで、チップングが起きやすい領域におけるチップングを効果的に抑制することができる。その結果、外周刃のチップングの発生を抑えつつ、より一層高能率な加工が可能となる。

20

【 0 0 1 5 】

本発明の一態様では、前記外周刃は5つ以上設けられている構成としてもよい。従来は刃数を増やし、送り速度を大きくするほど、加工能率は向上するものの、単位時間あたりの被削材との接触距離が増大するため、エンドミル本体に作用する応力も増大してしまう。特に、切刃部の中でも工作機械の把持部に近い領域ほど（軸方向後端側ほど）、応力が分散されにくく、チップングが起きやすくなる。更に、切欠部には外周刃が存在していないため、切欠部周辺には応力が集中しやすく、チップングが起きやすくなる。

30

一方、本態様では、外周刃を5つ以上設けるとともに、最も後端側に位置する切欠部を、切刃部の後端の軸直角断面において最も小さな分割角度（切削距離）を有する外周刃に設ける。これにより、刃数を増やし、送り速度を大きくさせたとしても、応力が最も分散されにくく集中しやすい最も後端側に位置する切欠部付近の切削負荷を軽減させることで、チップングが起きやすい領域におけるチップングを効果的に抑制することができる。その結果、外周刃のチップングの発生を抑えつつ、より一層高能率な加工が可能となる。

【 0 0 1 6 】

本発明の一態様では、すべての前記外周刃のねじれ角は、35°以上である構成としてもよい。

従来は、ねじれ角が大きくなるほど、送り速度を上げることができ、加工能率は向上するものの、被削材との接触距離が増大するため、エンドミル本体に作用する応力も増大してしまう。特に、切刃部の中でも工作機械の把持部に近い領域ほど（軸方向後端側ほど）、応力が分散されにくく、チップングが起きやすくなる。更に、切欠部には外周刃が存在していないため、切欠部周辺には応力が集中しやすく、チップングが起きやすくなる。

40

一方、本態様では、最も後端側に位置する切欠部を、切刃部の後端の軸直角断面において最も小さな分割角度（切削距離）を有する外周刃に設けているので、ねじれ角を大きくして、送り速度や切削速度を増大させたとしても、応力が最も分散されにくく集中しやすい最も後端側に位置する切欠部付近の切削負荷を軽減させることができる。これにより、チップングが起きやすい領域におけるチップングを効果的に抑制することができる。その結果、外周刃のチップングの発生を抑えつつ、より一層高能率な加工が可能となる。

50

【0017】

本発明の一態様では、すべての前記外周刃のねじれ角は互いに等しい構成としてもよい。

このような構成にすると、より簡便に製造することができる上、びびり振動も発生しにくい。これにより、外周刃のチップングの発生を抑えつつ、より一層高能率な加工が可能となる。

従来は外周刃間でねじれ角を異ならせるという複雑な構成にすることで、高能率な切削を行なったとしても、びびり振動の発生を抑制し、チップングを起きにくくさせることが知られている。

一方、本態様では、最も後端側に位置する切欠部を、切刃部の後端の軸直角断面において最も小さな分割角度を有する外周刃に設けているので、すべてのねじれ角を等しくしたとしても、応力が最も分散されにくく集中しやすい最も後端側に位置する切欠部付近の切削負荷を軽減させることができる。これにより、チップングが起きやすい領域におけるチップングを効果的に抑制することができる。その結果、より簡便な構成で、外周刃のチップングの発生を抑えつつ、より一層高能率な加工が可能となる。

10

【0018】

本発明の一態様では、前記外周刃の延在方向に連続する最大切刃長さが刃径Dの2.7倍以下となるように、前記切欠部は配置されている構成としてもよい。

従来は、外周刃の最大切刃長さが刃径Dの2.7倍以下となるほど多くの切欠部を設けると、切刃部の中でより後端側にも切欠部が設けられるようになり、切刃部の後端側においてチップング起きやすくなるおそれがあった。

20

一方、本態様は、最も後端側に位置する切欠部を、切刃部の後端の軸直角断面において最も小さな分割角度を有する外周刃に設けているので、外周刃の最大切刃長さが刃径Dの2.7倍以下となるように、より後端側に切欠部を配置したとしても、応力が最も分散されにくく集中しやすい最も後端側に位置する切欠部付近の切削負荷を軽減することができる。これにより、チップングが起きやすい領域におけるチップングを効果的に抑制することができる。その結果、外周刃のチップングを抑制しつつ、より一層高能率な切削が可能となる。

【0019】

前記外周刃の延在方向に連続する最小切刃長さが刃径の0.6倍以上となるように、前記切欠部は配置されている構成であってもよい。

30

この構成によれば、切欠部の数が過多となることを防ぎ、びびり振動の発生をより抑制できるため、外周刃のチップングをより抑制することができる。

【0020】

本発明の一態様では、前記切欠部はそれぞれ、軸方向位置が最も近い前記切欠部と、周方向位置が最も近い前記切欠部とが、異なるように配置されている構成としてもよい。

この構成によれば、切欠部の周方向の配置間隔を適度にあけることができる。切削中、切削抵抗の変動が局所的に大きい箇所がより現れにくくなり、びびり振動が起きにくくなる。

【0021】

本発明の一態様では、前記外周刃は右ねじれであり、すべての前記切欠部は、軸方向位置が隣り合う2つの前記切欠部のうち、後端側に位置する前記切欠部が、先端側に位置する前記切欠部よりも回転方向前方に位置するように配置されている構成としてもよい。

40

右ねじれエンドミルにおいて、外周刃のねじれの向きとは逆向きに、切欠部をこのような右下がり配置にすると、周方向位置が隣り合う切欠部8間の周方向間隔をより小さくすることができる。切欠部をより高密度に配置することができる。その結果、このような右下がり配置では、切刃部内のすべての切欠部（および非切削領域）の周方向位置が互いに重なることなく、より多くの切欠部を配置することができる。切刃部の軸方向長さが長くなるほど、切屑長さが長くなるように、切欠部の数を増やす必要があり、刃径が大きくなるほど、切欠部の寸法を大きくする必要があるので、これらのような場合に右下がり配置は特に好ましい。

50

【発明の効果】

【0022】

本発明の一態様によれば、高能率に切削を行うことができるとともに、耐欠損性を向上できるエンドミルを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0023】

【図1】図1は、第1実施形態におけるエンドミルの構成を示す図である。

【図2】図2は、第1実施形態におけるエンドミルの構成を示す斜視図である。

【図3】図3は、第1実施形態におけるエンドミルの切刃部3の軸方向後端における軸直角断面図である。

【図4】図4は、第1実施形態の切欠部の周辺の拡大図である。

【図5】図5は、第1実施形態におけるエンドミルの切刃部の外周面全体を示す展開図である。

【図6】図6は、第2実施形態におけるエンドミルの切刃部の外周面全体を示す展開図である。

【発明を実施するための形態】

【0024】

以下、本発明における各実施形態のエンドミルの構成について図面を用いて説明する。

【0025】

〔第1実施形態〕

図1は、第1実施形態におけるエンドミル10の構成を示す図である。図2は、第1実施形態におけるエンドミル10の構成を示す斜視図である。

【0026】

図1に示す本実施形態のエンドミル10は、先端および後端を規定する回転軸（軸線O）を有するエンドミル本体1を有する。エンドミル本体1は、超硬合金等の硬質材料によって軸線Oを中心とした外径略円柱状に形成されている。エンドミル本体1の後端部分（図1において上側部分であるシャンク部2）は、円柱状のままである。エンドミル本体1の先端部分（図1において下側部分である切刃部3）には、エンドミル本体1を研削することによって切屑排出溝4と外周逃げ面11とが形成されており、切屑排出溝4と外周逃げ面11との回転方向前方側の交差稜線部には外周刃7が形成されている。

【0027】

このようなエンドミル本体1は、シャンク部2が工作機械の主軸に把持されて軸線Oの軸回りに沿ってエンドミル回転方向Tに回転させられることで、例えば、軸線Oに垂直な方向に送り出されて、被削材に切削加工を施していく。

【0028】

切屑排出溝4は、切刃部3の外周において、切刃部3の軸方向先端から後端に向かうに従って、エンドミル回転方向Tとは反対側に軸線回りに抜けて延びている。本実施形態では、5つの切屑排出溝4が周方向に間隔を開けて形成されている。

【0029】

切屑排出溝4のエンドミル回転方向Tの前方を向く壁面であるすくい面12と、すくい面12に隣接する切刃部3の外周面である外周逃げ面11との回転方向前方側の交差稜線部には、外周刃7が形成されている。本実施形態において、切刃部3は、5つの外周刃7を有している。また、切刃部3は、外周刃7の延在方向において外周刃7を不連続にする複数の切欠部8を有している。本実施形態では、全ての外周刃7が切欠部8を1つ以上有している場合を例示したが、本発明の実施態様において、切刃部3が複数の切欠部8を有していればよく、切欠部8が設けられていない外周刃7が存在していてもよい。外周刃7は直線状に延在している。

【0030】

図2に示すように、各切屑排出溝4の先端部には、切屑排出溝4のエンドミル回転方向Tの前方側を向く壁面に沿って凹溝状のギャッシュ5がそれぞれ形成されている。エンド

10

20

30

40

50

ミル本体 1 は 5 つのギャッシュ 5 を有する。これらギャッシュ 5 のエンドミル回転方向 T を向く壁面の先端縁には、この壁面をすくい面とする底刃 6 が各外周刃 7 の先端から内周側に延びるように形成されている。

【 0 0 3 1 】

本実施形態において、各外周刃 7 は、外周刃 7 の延在方向に沿って（言い換えると、軸方向先端から後端に向かって）一定のねじれ角を有する。また、切刃部 3 内のすべての外周刃 7 のねじれ角は互いに等しい。

【 0 0 3 2 】

図 3 は、第 1 実施形態におけるエンドミルの切刃部 3 の軸方向後端における軸直角断面図である。本明細書においては、ある外周刃 7 の分割角度（切削距離）は、その外周刃 7 と軸線 O とを結ぶ直線と、その外周刃 7 と回転方向前方にて隣り合う外周刃 7 と軸線 O とを結ぶ直線とがなす角度を意味する。

10

【 0 0 3 3 】

図 3 では、周方向に並ぶ 5 つの外周刃 7 を、エンドミル回転方向 T へ向かって、第 1 外周刃 7 A、第 2 外周刃 7 B、第 3 外周刃 7 C、第 4 外周刃 7 D、第 5 外周刃 7 E と名付けている。また、第 1 外周刃 7 A ~ 第 5 外周刃 7 E と軸線 O とを結ぶ直線をそれぞれ、第 1 直線 R 1、第 2 直線 R 2、第 3 直線 R 3、第 4 直線 R 4、第 5 直線 R 5 と名付けている。また、第 1 直線 R 1 と第 2 直線 R 2 とがなす角度を第 1 外周刃 7 A の分割角度 1、第 2 直線 R 2 と第 3 直線 R 3 とがなす角度を第 2 外周刃 7 B の分割角度 2、第 3 直線 R 3 と第 4 直線 R 4 とがなす角度を第 3 外周刃 7 C の分割角度 3、第 4 直線 R 4 と第 5 直線 R 5 とがなす角度を第 4 外周刃 7 D の分割角度 4、第 5 直線 R 5 と第 1 直線 R 1 とがなす角度を第 5 外周刃 7 E の分割角度 5 と名付けている。

20

【 0 0 3 4 】

図 3 に示すように、本実施形態においては、切刃部 3 の後端の軸直角断面において、すべての外周刃 7 の分割角度 が互いに異なっている。すなわち、エンドミル 10 は、不等分割エンドミルである。少なくとも 1 つの外周刃 7 の分割角度 を他の外周刃 7 の分割角度 と異ならせることによって、びびり振動の発生を抑制することができる。

【 0 0 3 5 】

各外周刃 7 A ~ 7 E の分割角度は、 $1 < 3 < 4 < 5 < 2$ の順番に大きくなっている。つまり、第 1 外周刃 7 A の分割角度 1 は、すべての外周刃 7 の分割角度 の中で最も小さい。各外周刃 7 A ~ 7 E の切削距離は、各外周刃の外周刃間隔（分割角度 ）に比例する。従って、第 1 外周刃 7 A の切削距離は、すべての外周刃 7 A ~ 7 E の中で最も短い。

30

【 0 0 3 6 】

図 4 は、第 1 実施形態の切欠部 8 の周辺の拡大図である。

図 4 に示すように、切欠部 8 は外周刃 7 を外周刃 7 の延在方向において不連続にする箇所であり、外周刃 7 の延長線に対応する箇所（線）である非切削領域 9 を有する。各切欠部 8 は、一方の切屑排出溝 4 から周方向に隣り合う他方の切屑排出溝 4 まで、外周逃げ面 11 を周方向に横断するように延びるとともに、径方向内側へ窪んだ凹溝である。切欠部 8 は、一方の切屑排出溝 4 と周方向に隣り合う他方の切屑排出溝 4 とを連通させる。切欠部 8 は、一方の切屑排出溝 4 の壁面を構成する、外周刃 7 のすくい面 12 にて開口し、一方の切屑排出溝 4 と周方向で隣り合う他方の切屑排出溝 4 を構成する壁面 13 にも開口し、逃げ面 11 にも開口する。各切欠部 8 は、エンドミル回転方向 T と平行に延びている。各切欠部 8 は、外周刃 7 のすくい面 12 における形状が互いに等しい形状をなしている。

40

【 0 0 3 7 】

本実施形態においては切欠部 8 を上記のように構成したが、切欠部 8 は、外周刃 7 を不連続にするものであれば、どのような形状、周方向長さを有していてもよい。例えば、切欠部 8 は外周逃げ面 11 全体を横断している必要はなく、他方の切屑排出溝 4（壁面 13）まで至っていなくてもよい。切欠部 8 のエンドミル回転方向 T 後方側の端部が、外周逃げ面 11 上に位置していてもよい。

50

【 0 0 3 8 】

図 5 は、第 1 実施形態の切刃部 3 の外周面全体の展開図を模式的に図示したものである。図 5 の右端は図 5 の左端に連続する。また、図 5 の下側は切刃部 3 の先端側であり、図 5 の上側は切刃部 3 の後端側である。

本実施形態では、切刃部 3 は 5 つの外周刃 7 A ~ 7 E を有しており、各外周刃 7 A ~ 7 E にはそれぞれ少なくとも 1 つの切欠部 8 が設けられている。

【 0 0 3 9 】

本実施形態では、切刃部 3 は 8 つの切欠部 8 を有しており、3 つの外周刃 7 はそれぞれ 2 つの切欠部 8 を有し、2 つの外周刃 7 はそれぞれ 1 つの切欠部 8 を有している。より具体的には、第 1 外周刃 7 A は、先端側に位置する切欠部 8 A a と後端側に位置する切欠部 8 A b とを有する。第 2 外周刃 7 B は、先端側に位置する切欠部 8 B a と後端側に位置する切欠部 8 B b とを有する。第 3 外周刃 7 C は、先端側に位置する切欠部 8 C a と後端側に位置する切欠部 8 C b とを有する。第 4 外周刃 7 D は、切欠部 8 D のみ有する。第 5 外周刃 7 E は、切欠部 8 E のみ有する。

【 0 0 4 0 】

本実施形態において、切刃部 3 内のすべての切欠部 8 の中で最も軸方向後端側に位置する切欠部 8 A b は、切刃部 3 の軸方向後端の軸直角断面において最も小さい分割角度 α_1 を有する第 1 外周刃 7 A に設けられている。言い換えると、切刃部 3 内のすべての切欠部 8 の中で最も軸方向後端側に位置する切欠部 8 A b は、切刃部 3 の軸方向後端において、切削距離が最も小さい外周刃 7 A に設けられている。

【 0 0 4 1 】

エンドミル 10 は、軸方向後端側ほど、工作機械に把持される領域に近いと、応力が分散されにくい。また、切欠部 8 は外周刃 7 が存在しない領域ゆえ、切欠部 8 近傍の外周刃には応力が集中しやすい。

しかしながら、本実施形態のように、すべての切欠部 8 の中で最も後端側に配置された切欠部 8 A b を、切刃部 3 の軸方向後端の軸直角断面において最も小さい分割角度 α_1 を有する外周刃 7 A に設けることで、応力が最も分散されにくく集中しやすい最も後端側に配置された切欠部 8 A b 付近の切削負荷を軽減させることができる。これにより、チップングが起きやすい領域におけるチップングを効果的に抑制することができる。その結果、極めて高能率な加工においても、外周刃 7 のチップングの発生を抑えることが可能となる。極めて高能率な加工とは、例えば軸方向の切り込み量 (a_p) が刃径 (D) の 2 倍以上である切削条件、または切削速度 (V_c) 250 m/min 以上である切削条件、または切屑排出量 (Q) 250 cm³/min 以上である切削条件、またはこれら 3 条件のうちの 2 つ以上を組み合わせた切削条件などを挙げることができる。

【 0 0 4 2 】

本実施形態では、5 つの外周刃 7 A ~ 7 E の分割角度 $\alpha_1 \sim \alpha_5$ が互いに異なっているが、本発明の実施態様において、少なくとも 1 つの外周刃 7 の分割角度 α_i が、他の外周刃 7 の分割角度 α_j と異なっていればよく、最も小さい分割角度 α_1 を有する外周刃 7 が複数あってもよい。最も小さい分割角度 α_1 を有する外周刃 7 が複数ある場合、最も後端側に配置される切欠部 8 は、その最も小さい分割角度 α_1 を有する外周刃 7 のいずれかに設けられればよい。

【 0 0 4 3 】

本実施形態においては、各外周刃 7 は、外周刃 7 の延在方向に沿って一定のねじれ角を有するとともに、すべての外周刃 7 のねじれ角は互いに等しい。そのため、図 3 に示す軸方向後端における軸直角断面だけでなく、いずれの軸方向位置での軸直角断面においても、外周刃 7 A ~ 7 E の分割角度 $\alpha_1 \sim \alpha_5$ は、 $\alpha_1 < \alpha_3 < \alpha_4 < \alpha_5 < \alpha_2$ の順番に大きくなっている。本実施形態においては、切刃部 3 の軸方向後端での軸直角断面において、少なくとも 1 つの外周刃 7 の分割角度が異なってさえいればよく、ねじれ角は外周刃 7 の延在方向に一定でなくても、外周刃 7 間でねじれ角が異なってもよい。

【 0 0 4 4 】

10

20

30

40

50

図5に示すように、切刃部3内の各非切削領域9Aa~9Eの周方向位置CQは、回転方向後方へ向かって、非切削領域9Aa、9Bb、9E、9Ab、9Ca、9D、9Ba、9Cbの順で並んでいる。そして、切刃部3内のすべての非切削領域9の周方向位置CQは互いに重なっていない。

【0045】

本明細書において「切刃部3内のすべての各非切削領域9の周方向位置CRが重なっていない」とは、切刃部3内のすべての各非切削領域9を同一軸直角平面上に投影した場合に、各非切削領域9の占有する領域が互いに重なっていないことを意味する。また、本明細書において「重なっていない」配置とは、重複する配置は含まず、離間する配置と隣接する配置を含む。つまり、切削中、被削材は、同じタイミングで複数の非切削領域9と面することはなく、1つの非切削領域9と面しているか、あるいは非切削領域9とまったく面していないかのいずれかである。切欠部の周方向位置は、軸線を中心とし、外周面上の任意の場所を0°としたときの角度範囲で表すこともできる。例えば、ある切欠部の周方向位置は0°~5°、その切欠部と周方向に隣り合う切欠部の周方向位置は10°~15°というように、角度範囲で表わすこともできる。これによれば、バックテーパの有無にかかわらず周方向位置を表すことができる。

10

【0046】

非切削領域9は、外周刃7が存在していない領域であるため、切削抵抗を低下させる領域である。そこで、被削材と同じタイミングで面する非切削領域9の数が多ければ多いほど、切刃部3が受ける切削抵抗は小さくなる。つまり、切刃部3内に設ける切欠部8の数が同じ場合、被削材と同じタイミングで面する非切削領域9の数が多ければ多いほど、エンドミル10が受ける切削中の切削抵抗の変化量は大きくなりやすい。

20

【0047】

本実施形態では、切刃部3内のすべての非切削領域9の周方向位置CQが互いに重なっていないため、切削中、被削材は、同じタイミングで複数の非切削領域9と面することはなく、1つの非切削領域9と面しているか、あるいは非切削領域9とまったく面していないかのいずれかである。そのため、エンドミル10が受ける切削中の切削抵抗の変化量は小さく、かつ切削抵抗が変化するタイミングも細かく分散され、切削抵抗の変動を小さく維持することができる。その結果、送り速度や切削速度を著しく大きくしたとしても、びびり振動が起きにくい。更に、軸方向の切り込み量を著しく大きくして、多くの切欠部8を設けたとしても、切欠部8の数によらず、切削中の切削抵抗の変動を小さく維持することができる。これらの相乗効果により、切刃部3内のすべての非切削領域9の周方向位置CQが互いに重ならないように非切削領域9を配置することで、外周刃7のチップングを抑制しつつ、より一層高能率な切削が可能となる。

30

【0048】

更に、本実施形態では、切刃部3内のすべての切欠部8の周方向位置CRも重なっていない。

【0049】

本明細書において「切刃部3内のすべての切欠部8の周方向位置CRが重なっていない」とは、切刃部3内のすべての切欠部8を同一軸直角平面上に投影した場合に、各切欠部8の占有する領域が互いに重なっていないことを意味する。「重なっていない」配置とは、重複する配置は含まず、離間する配置と隣接する配置を含む。つまり、切削中、被削材は、同じタイミングで複数の切欠部8と面することはなく、1つの切欠部8と面しているか、あるいは切欠部8とまったく面していないかのいずれかである。切欠部の周方向位置は、軸線を中心とし、外周面上の任意の場所を0°としたときの角度範囲で表すこともできる。例えば、ある切欠部の周方向位置は0°~5°、その切欠部と周方向に隣り合う切欠部の周方向位置は10°~15°というように、角度範囲で表わすこともできる。これによれば、バックテーパの有無にかかわらず周方向位置を表すことができる。

40

【0050】

このような構成とすることで、切削抵抗が変化するタイミングがより分散され、びびり

50

振動の発生をより抑えることができる。その結果、外周刃 7 のチップングを抑制しつつ、より一層高能率な切削が可能となる。

【 0 0 5 1 】

また、周方向位置が隣り合う 2 つの切欠部 8 の回転方向前端間の周方向間隔 C S のうち、少なくとも 1 つの周方向間隔 C S は、他の周方向間隔 C S と異なっている。言い換えると、周方向位置が隣り合う 2 つの非切削領域 9 の回転方向前端間の周方向間隔 C S のうち、少なくとも 1 つの周方向間隔 C S は、他の周方向間隔 C S と異なっている。例えば、切刃部 3 が切欠部 8 を 8 つ有している場合、周方向間隔 C S は 8 つあり、8 つの周方向間隔 C S のうち少なくとも 1 つの周方向間隔 C S が他の周方向間隔 C S と異なっている。例えば、切欠部 8 A a の回転方向前端と、切欠部 8 B b の回転方向前端との周方向間隔 C S は、切欠部 8 B b の回転方向前端と、切欠部 8 E の回転方向前端との周方向間隔 C S と異なっている。このように少なくとも 1 つの周方向間隔 C S が他の周方向間隔 C S と異なるように構成することで、切削抵抗が低下するタイミングをより不規則にさせることができ、びびり振動が起きにくくなって、外周刃 7 のチップングを抑制しながら、より一層高能率な加工が可能となる。

10

【 0 0 5 2 】

本実施形態のエンドミル本体 1 は、切刃部 3 の先端における直径 (D : 刃径) が約 1 0 mm、外周刃 7 の軸方向長さ (外周刃 7 を軸線 O と平行な直線上に投影したときの長さ) (H : 刃長) が約 3 0 mm である。刃径 D は、例えば 6 mm 以上であってよい。本実施形態では、刃長 H = 3 D の場合を例示したが、刃長 H は 2 . 5 D 以上であってよい。

20

【 0 0 5 3 】

従来は、刃長 H が長くなるほど、加工能率は向上するものの、エンドミル本体 1 に作用する応力が増大する上、切刃部 3 の中でも、特に工作機械の把持部に近い領域ほど (軸方向後端側ほど)、応力が分散されにくく、チップングが起きやすくなる。更に、切欠部 8 には外周刃 7 が存在していないため、切欠部 8 周辺には応力が集中しやすく、チップングが起きやすくなる。

一方、本実施形態では、外周刃 7 の刃長 H を刃径 D の 2 . 5 倍以上としつつ、最も後端側に位置する切欠部 8 A b を、切刃部 3 の後端の軸直角断面において最も小さな分割角度 1 (切削距離) を有する外周刃 7 A に設ける。これにより、刃長 H を長くして軸方向の切り込み量を増大させたとしても、応力が最も分散されにくく集中しやすい最も後端側に位置する切欠部 8 A b 付近の切削負荷を軽減させ、チップングが起きやすい領域におけるチップングを効果的に抑制することができる。その結果、外周刃 7 のチップングの発生を抑えつつ、より一層高能率な加工が可能となる。

30

【 0 0 5 4 】

本実施形態では、外周刃 7 を 5 つ設けているが、外周刃 7 の数は 5 つに限らず 6 つ以上設けてもよい。

従来は、刃数を増やし、送り速度を大きくするほど、加工能率は向上するものの、エンドミル本体 1 に作用する応力も増大してしまう。その上、切刃部 3 の中でも特に工作機械の把持部に近い領域ほど (軸方向後端側ほど)、応力が分散されにくく、チップングが起きやすくなる。更に、切欠部 8 には外周刃 7 が存在していないため、切欠部 8 周辺には応力が集中しやすく、チップングが起きやすくなる。

40

一方、本実施形態では、外周刃 7 を 5 つ以上設けるとともに、最も後端側に位置する切欠部 8 A b を、切刃部 3 の後端の軸直角断面において最も小さな分割角度 1 (切削距離) を有する外周刃 7 A に設ける。これにより、刃数を増やし、送り速度を大きくさせたとしても、応力が最も分散されにくく集中しやすい最も後端側に位置する切欠部 8 A b 付近の切削負荷を軽減させ、チップングが起きやすい領域におけるチップングを効果的に抑制することができる。その結果、外周刃 7 のチップングの発生を抑えつつ、より一層高能率な加工が可能となる。

【 0 0 5 5 】

本実施形態において、すべての外周刃 7 は、それぞれ外周刃 7 の延在方向に沿って一定

50

のねじれ角を有し、 40° である。ねじれ角は 35° 以上であることが好ましい。

従来は、ねじれ角が大きくなるほど、加工能率は向上するものの、被削材との接触距離が増大するため、エンドミル本体 1 に作用する応力も増大してしまう。その上、切刃部 3 の中でも特に工作機械の把持部に近い領域ほど（軸方向後端側ほど）、応力が分散されにくく、チップングが起きやすくなる。更に、切欠部 8 には外周刃 7 が存在していないため、切欠部 8 周辺には応力が集中しやすく、チップングが起きやすくなる。

一方、本実施形態では、ねじれ角は 35° 以上にするとともに、最も後端側に位置する切欠部 8 A b を、最も小さな分割角度 α （切削距離）を有する外周刃 7 A に設ける。これにより、ねじれ角を大きくして、送り速度や切削速度を増大させたとしても、応力が最も分散されにくく集中しやすい最も後端側に位置する切欠部 8 A b 付近の切削負荷を軽減させ、チップングが起きやすい領域におけるチップングを効果的に抑制することができる。その結果、外周刃 7 のチップングの発生を抑えつつ、より一層高能率な加工が可能となる。

10

【0056】

本実施形態では、すべての外周刃 7 のねじれ角は互いに等しい。このような構成にすると、より簡便に製造することができる。

従来は、外周刃 7 間でねじれ角を異ならせるといった複雑な構成にすることで、高能率な切削を行なったとしても、びびり振動の発生を抑制し、チップングを起きにくくさせることが知られている。

本実施形態では、最も後端側に位置する切欠部 8 A b を、切刃部 3 の後端の軸直角断面において最も小さな分割角度 α を有する外周刃 7 A に設けているので、すべてのねじれ角を等しくしたとしても、応力が最も分散されにくく集中しやすい最も後端側に位置する切欠部 8 A b 付近の切削負荷自体を軽減させ、チップングが起きやすい領域におけるチップングを効果的に抑制することができる。その結果、より簡便な構成で、外周刃 7 のチップングの発生を抑えつつ、より一層高能率な加工が可能となる。

20

【0057】

また、図 5 に示すように、外周刃 7 の延在方向に連続する外周刃 7 の切刃長さ L_2 は、切り屑長さに相当する。各外周刃 7 に設ける切欠部 8 の配置によって、切り屑長さを変更することが可能である。本実施形態において、切欠部 8 によって分断されることなく、外周刃 7 の延在方向に連続する外周刃 7 の切刃長さ L_2 のうち、エンドミル本体 1 内において最大の切刃長さ L_{2MAX} （即ち、最大切り屑長さ）は、図 5 に示すように、第 5 外周刃 7 E に設けられた非切削領域 9 E の後端から第 5 外周刃 7 E の後端までの距離である 24.8 mm （ $2.5D$ ）である。尚、切欠部 8 によって分断されることなく、外周刃 7 の延在方向に連続する外周刃 7 の切刃長さ L_2 のうち、エンドミル本体 1 内において最小の切刃長さ L_{2MIN} は、第 3 外周刃 7 C の先端から非切削領域 9 C a の先端までの距離である 9.1 mm （ $0.9D$ ）である。

30

【0058】

このように、外周刃の最大切刃長さが刃径 D の 2.7 倍以下（ $2.7D$ 以下）となるように切欠部 8 を配置する。このような構成にすると、切り屑の噛み込みが生じにくくなる。

従来は、外周刃 7 の最大切刃長さ L_{2MAX} が刃径 D の 2.7 倍以下となるほどに多くの切欠部 8 を設けると、より後端側にも切欠部 8 が設けられるようになり、チップング起きやすくなるおそれがあった。

40

本実施形態では、最も後端側に位置する切欠部 8 A b を、切刃部 3 の後端の軸直角断面において最も小さな分割角度 α を有する外周刃 7 A に設けているので、外周刃 7 の最大切刃長さ L_{2MAX} が刃径 D の 2.7 倍以下（ $2.7D$ 以下）となるように、より後端側に切欠部 8 を配置したとしても、応力が最も分散されにくく集中しやすい最も後端側に位置する切欠部 8 A b 付近の切削負荷を軽減することができ、チップングが起きやすい領域におけるチップングを効果的に抑制することができる。その結果、外周刃 7 のチップングを抑制しつつ、より一層高能率な切削が可能となる。

【0059】

50

また、最小の連続切刃長さ $L_{2\text{MIN}}$ がエンドミル本体 1 の刃径 D の 0.6 倍以上の長さとなるように切欠部 8 を配置することが好ましい。この構成とすることで、切欠部の数が過多となることを防ぎ、びびり振動の発生をより抑制できるため、外周刃のチップングをより抑制することができる。

【0060】

更に、最大の連続切刃長さ $L_{2\text{MAX}}$ が刃径の 2.7 倍以下の長さであるとともに、最小の連続切刃長さ $L_{2\text{MIN}}$ が刃径の 0.6 倍以上の長さとなるように切欠部 8 を配置することで、エンドミル本体 1 における連続切刃長さ L_2 を適度なばらつき具合にすることができる。外周刃 7 のチップングを更に抑制することができる。

【0061】

切欠部 8 は、すくい面 12 上で、外周刃 7 に直交する方向に最も深い位置（以下、最深部 P ）において断面円弧状をなす。図 5 に示すように、軸方向位置が隣り合う 2 つの切欠部 8 の最深部 P 間の軸方向間隔 L_1 の多くは等間隔な配置とされている。本実施形態では、軸方向で隣り合う 2 つの最深部 P 間の軸方向間隔 L_1 が、1.5 mm とされている。軸方向で隣り合う 2 つの切欠部 8 の配置間隔（ピッチ）を等しくすることで、エンドミル本体 1 の切削回転時において、外周刃 7 どうしの間で切削負荷の偏りが生じるのを防ぐことができる。

【0062】

各切欠部 8 にとって軸方向位置が最も近い切欠部 8 と、周方向位置が最も近い切欠部 8 とが、互いに異なるように配置されている。例えば、切欠部 8 Ba にとって、軸方向位置が最も近い切欠部 8 は 8 Aa および 8 Ca であるが、周方向位置が最も近い切欠部 8 は 8 Eb および 8 Ab であり、両者は互いに異なっている。この構成によれば、周方向における切欠部 8 の配置間隔を適度にあげることができ、切削中、切削抵抗の変動が局所的に大きい箇所が現れにくくなり、びびり振動が起きにくくなる。

【0063】

[第2実施形態]

次に、第2実施形態のエンドミルの構成について述べる。

図 6 は、第2実施形態のエンドミル本体 21 の切刃部 3 全体の展開図である。

第2実施形態のエンドミル本体 21 は、刃径 D 、刃長 H 、切欠部 8 の数、切欠部 8 の配置において第1実施形態と異なる。尚、第2実施形態においても、刃数、ねじれ角、各外周刃 7 の分割角度は第1実施形態と同じである。また、第1実施形態と同様に、すべての切欠部 8 の中で最も後端側に位置する切欠部 8 Ab は、切刃部 3 の後端の軸直角断面において最も小さい分割角度 α_1 を有する第1外周刃 7 A に設けられている。

また、第2実施形態においても、第1実施形態と同様に、切刃部 3 内のすべての非切削領域 9 の周方向位置 CQ は互いに重なっておらず、切刃部 3 内のすべての切欠部 8 の周方向位置 CR も互いに重なっていない。

【0064】

まず、本実施形態における刃径 D および刃長 H は第1実施形態よりも大きく、刃径 D は約 20 mm、刃長 H は約 60 mm である。また、本実施形態の切刃部 3 内に設けられている切欠部 8 の数は、第1実施形態よりも多く、12 個設けられている。第1外周刃 7 A および第5外周刃 7 E には、それぞれ 3 つの切欠部 8 が設けられており、第2外周刃 7 B 、第3外周刃 7 C および第4外周刃 7 D には、それぞれ 2 つの切欠部 8 が設けられている。

【0065】

また、上記第1実施形態では図 5 に示すように、エンドミル本体 1 の切刃部 3 内のすべての切欠部 8 は、軸方向位置が隣り合う 2 つの切欠部 8 のうち、後端側に位置する切欠部 8 が、先端側に位置する切欠部 8 よりも回転方向後方に位置するように配置されている（右上がり配置）。

一方、本実施形態では、図 6 に示すように、エンドミル本体 21 の切刃部 3 内のすべての切欠部 8 は、軸方向位置が隣り合う 2 つの切欠部 8 のうち、後端側に位置する切欠部 8 が、先端側に位置する切欠部 8 よりも回転方向前方に位置するように、切刃部 3 内のすべ

10

20

30

40

50

での切欠部 8 は配置されている（右下がり配置）。言い換えると、すべての切欠部 8 は、図 6 中の矢印 F で示すように、エンドミル回転方向 T とは反対側へ向かうにしたがって刃先端へ近づく方向（外周刃 7 の傾斜方向とは逆になる傾斜方向）へ配置されている。右ねじれエンドミルにおいて、このような右下がり配置にすると、周方向位置が隣り合う切欠部 8 間の周方向間隔をより小さくすることができ、切欠部 8 をより高密度に配置することができる。その結果、このような右下がり配置は、切刃部 3 内のすべての切欠部 8（および非切削領域 9）の周方向位置が互いに重なることなく、より多くの切欠部 8 を配置することができる。

【 0 0 6 6 】

また、刃長 H が長くなるほど、切屑長さ L 2 が長くないように、切欠部 8 の数を増やす必要がある。このような場合であっても、右下がり配置にすると、切欠部 8 を周方向により高密度に配置することができる。そのため、切欠部 8 の数を増やした場合であっても、切刃部 3 内のすべての切欠部 8（および非切削領域 9）の周方向位置を互いに重ならせることなく、必要な数の切欠部 8 を形成しやすくなる。その結果、びびり振動が起きにくくなり、外周刃 7 のチップングを抑制しつつ、より一層高能率な切削が可能となる。右下がり配置は、刃長 H が刃径 D の 2 倍以上、特に 3 倍以上のエンドミルにおいて特に好ましい。

10

【 0 0 6 7 】

また、刃径 D が大きくなるほど、切欠部 8 の寸法を大きくする必要がある。このような場合であっても、右下がり配置にすると、切欠部 8 を周方向により高密度に配置することができる。そのため、切欠部 8 の寸法を大きくした場合であっても、切刃部 3 内のすべての切欠部 8（および非切削領域 9）の周方向位置を互いに重ならせることなく、必要な数の切欠部 8 を形成しやすくなる。その結果、びびり振動が起きにくくなり、外周刃 7 のチップングを抑制しつつ、より一層高能率な切削が可能となる。右下がり配置は、刃径 D が 12 mm 以上のエンドミルにおいて特に好ましい。

20

【 0 0 6 8 】

以上、添付図面を参照しながら本発明に係る好適な実施形態について説明したが、本発明は係る例に限定されないことは言うまでもない。当業者であれば、特許請求の範囲に記載された技術的思想の範疇内において、各種の変更例または修正例に想到し得ることは明らかであり、それらについても当然に本発明の技術的範囲に属するものと了解される。各実施形態の構成を適宜組み合わせてもよい。

30

【 0 0 6 9 】

例えば、エンドミル本体 1、21 の外周刃 7 の数や、各外周刃 7 に設ける切欠部 8 の数は、刃径 D や刃長 H、被削材の硬度や切削速度などの切削条件によって適宜設定することが好ましい。

【 0 0 7 0 】

上述した各実施形態では、エンドミル本体 1、21 における全ての外周刃 7 が切欠部 8 を有しているが、切欠部 8 を有しない外周刃 7 が存在していてもよい。

【実施例】

【 0 0 7 1 】

第 1 実施形態の刃径 10 mm のラジラスエンドミルを用いて、DMG 森精機社製（HSK-A63）の工作機械を使って、30 HRC の被削材を下記の切削条件のトロコイド加工にて、120 分間ポケット形状の加工を行なう切削試験を行なった。切削条件は下記のとおりである。

（切削条件）

- ・切削速度（Vc）：300 m/min
- ・回転数（n）：9549 min⁻¹
- ・送り速度（vf）：9549 mm/min
- ・一刃送り量（fz）：0.2 mm/t
- ・軸方向切り込み量（ap）：29 mm

40

50

- ・径方向切り込み量 (a e) : 1 m m
- ・切屑排出量 Q : 2 7 7 c m ³ / m i n

【 0 0 7 2 】

使用したエンドミルは第 1 実施形態のエンドミル 1 0 であり、上述したように 5 枚刃の不等分割エンドミルである。より具体的には、3 つの外周刃 7 にはそれぞれ 2 つずつ切欠部 8 が設けられており、残り 2 つの外周刃 7 にはそれぞれ 1 つずつ切欠部 8 が設けられている。すべての切欠部 8 の中で最も軸方向後端側に位置する切欠部 8 は、切刃部 3 の後端の軸直角断面において最も小さい分割角度 θ を有する第 1 外周刃 7 A に設けられている。また、すべての切欠部 8 の周方向位置 C R は互いに重なっていない。また、すべて非切削領域 9 の周方向位置 C Q も互いに重なっていない。

10

【 0 0 7 3 】

第 1 実施形態のエンドミル 1 0 は、上記のような著しく高能率な切削条件下において 1 2 0 分間切削を行なっても、外周刃にチップングは起きなかった。また、加工後の加工面は均一でうねりなどは確認されず、びびり振動も十分に抑制されていることがわかった。

【 符号の説明 】

【 0 0 7 4 】

1 ... エンドミル本体

4 ... 切屑排出溝

7 (7 A , 7 B , 7 C , 7 D , 7 E) ... 外周刃

8 (8 A b , 8 B a , 8 B b , 8 C a , 8 D b , 8 E a , 8 E b) ... 切欠部

20

9 ... 非切削領域

1 0 ... エンドミル

1 1 ... 外周逃げ面

1 2 ... すくい面

C R ... 切欠部 8 の周方向位置

C S ... 周方向で隣り合う 2 つの切欠部 8 の回転方向前端間の間隔

D ... 刃径

H ... 刃長

L 2 ... 外周刃の延在方向に連続する外周刃の切刃長さ

P ... 最深部

30

O ... 軸線

T ... エンドミル回転方向

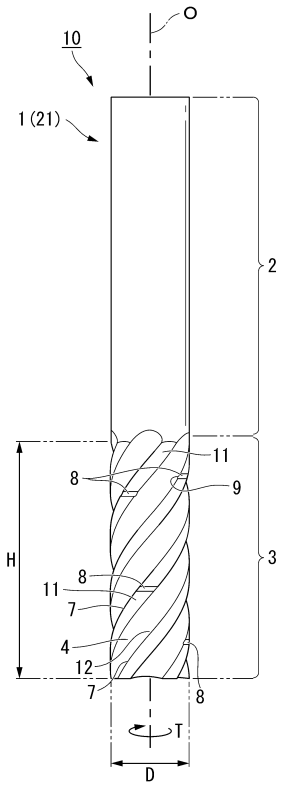
... 分割角度

40

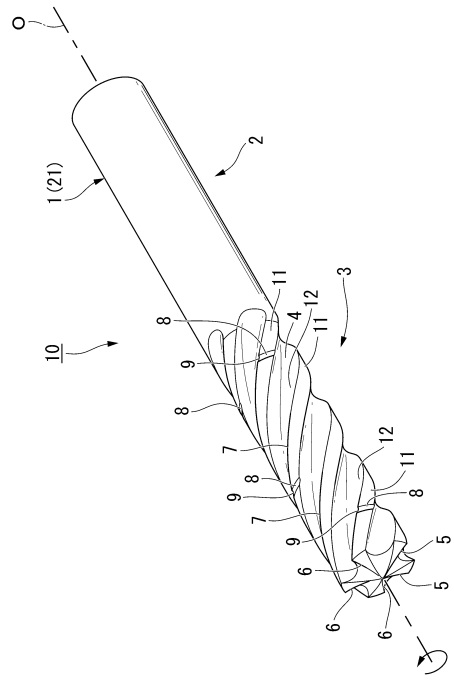
50

【図面】

【図 1】



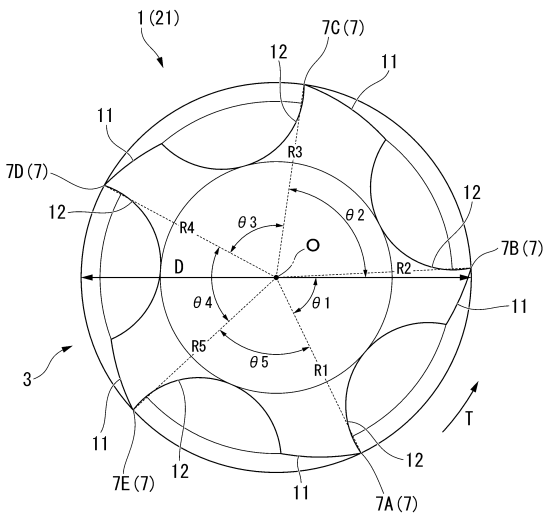
【図 2】



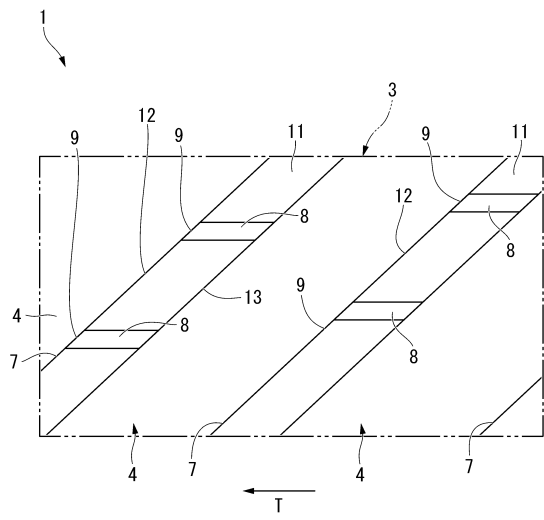
10

20

【図 3】



【図 4】

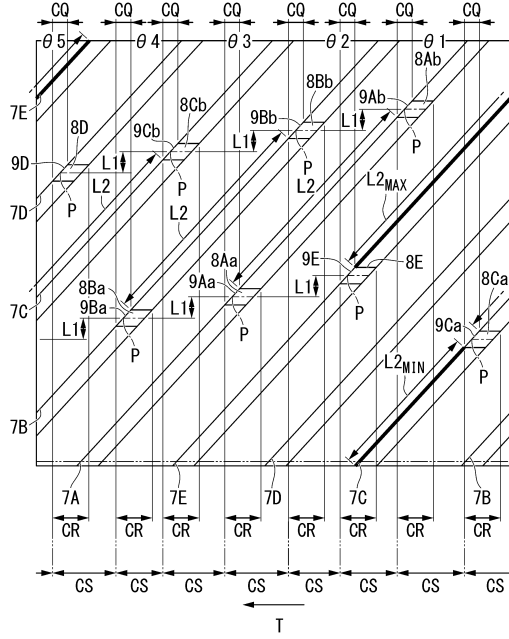


30

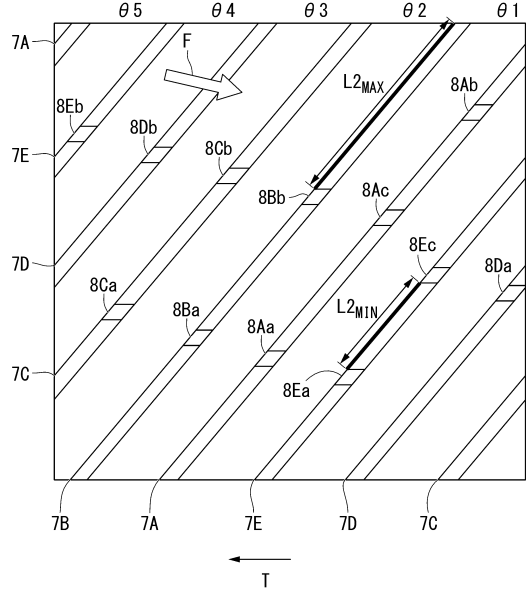
40

50

【 図 5 】



【 図 6 】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

滋賀県野洲市三上35-2 株式会社MOLDINO 野洲工場内

審査官 荻野 豪治

- (56)参考文献 特開平02-256412(JP,A)
特開平06-114621(JP,A)
特表2012-518550(JP,A)
中国実用新案第211360799(CN,U)
米国特許出願公開第2015/0158095(US,A1)
米国特許出願公開第2002/0090273(US,A1)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
B23C 5/10