

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局

(43) 国際公開日  
2022年12月8日(08.12.2022)



(10) 国際公開番号

WO 2022/255296 A1

- (51) 国際特許分類:  
B23C 5/10 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2022/021921
- (22) 国際出願日: 2022年5月30日(30.05.2022)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:  
特願 2021-091625 2021年5月31日(31.05.2021) JP
- (71) 出願人: 株式会社 M O L D I N O  
(MOLDINO TOOL ENGINEERING, LTD.) [JP/  
JP]; 〒1300026 東京都墨田区両国四丁目  
3 1 番 1 1 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 齊藤 博斗(SAITOH Hiroto); 〒5202323  
滋賀県野洲市三上 3 5 - 2 株式会社 M O L D

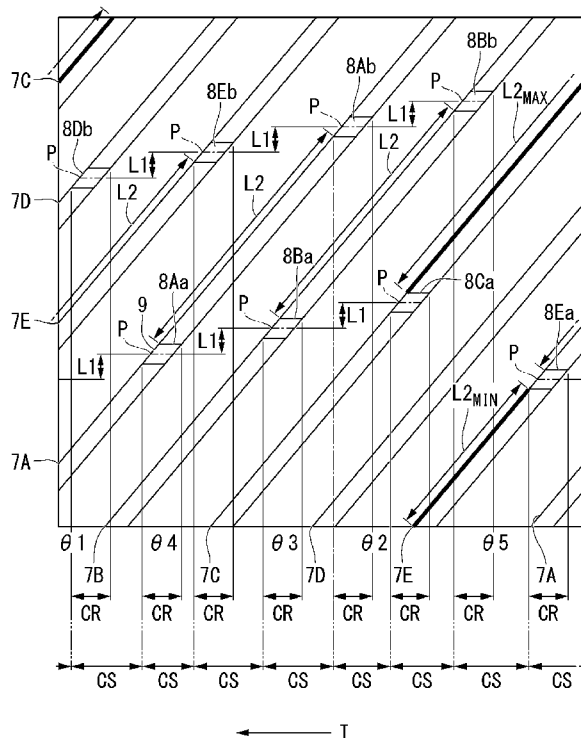
I N O 野洲工場内 Shiga (JP). 芳賀 佑太(HAGA Yuta); 〒5202323 滋賀県野洲市三上 3 5 - 2 株式会社 M O L D I N O 野洲工場内 Shiga (JP).

(74) 代理人: 松沼 泰史, 外(MATSUNUMA Yasushi et al.); 〒1006620 東京都千代田区丸の内一丁目9番2号 Tokyo (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD,

(54) Title: END MILL

(54) 発明の名称: エンドミル



(57) Abstract: Provided is an end mill having: an end mill body capable of rotating about an axis; a chip discharge groove extending from the axial-direction distal end of the end mill body toward the axial-direction rear-end side thereof while twisting about the axis; and an outer peripheral edge formed on an intersection ridgeline part between the chip discharge groove and an outer peripheral flank surface, the intersection ridgeline part being located on the rotational-direction forward side. At least one outer peripheral edge has a plurality of notches that make the outer peripheral edge non-continuous. None of the circumferential-direction positions of the notches in the end mill body overlap each other.

(57) 要約: 軸線回りに回転可能なエンドミル本体と、前記軸線回りに捩れながら前記エンドミル本体の軸方向先端から軸方向後端側へ向かって延びる切屑排出溝と、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る外周刃とを有するエンドミル。少なくとも1つの前記外周刃は、前記外周刃を不連続にする複数の切欠部を有する。前記エンドミル本体内の全ての前記切欠部の周方向位置は互いに重なっていない。



WO 2022/255296 A1

SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT,  
TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

- 一 国際調査報告 (条約第21条(3))

## 明 細 書

**発明の名称**：エンドミル

### 技術分野

- [0001] 本発明は、外周刃に切欠部（ニック）を設けた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] 従来、高能率な加工を行なう場合、外周刃の一部に切り屑を分断させる切欠部（ニック）を有した構成が知られている。  
このような切欠部付きのエンドミルにおいては、外周刃に設けられた切欠部によって切り屑の長さを短く分断できるため、切り屑の排出性が良くなる点において有利である。

### 先行技術文献

#### 特許文献

- [0003] 特許文献1：特開2011-000696号公報

### 発明の概要

#### 発明が解決しようとする課題

- [0004] 特に、加工能率を向上させるニーズが高まっており、軸方向の切り込み量、切削速度、送り速度などが著しく大きな切削を行なう場合や、刃径に対する刃長の割合を大きくする場合、従来の切欠部（ニック）付きエンドミルではびびり振動やチッピングを十分に抑制することができず、エンドミル全体が短寿命になるおそれがあった。  
[0005] 本発明は、このような背景の下になされたもので、高能率に安定した切削を行うことが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] 本発明に係る一態様のエンドミルは、軸線回りに回転可能なエンドミル本体と、前記軸線回りに振れながら前記エンドミル本体の軸方向先端側から軸

方向後端側へ向かって延びる切屑排出溝と、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る外周刃とを有するエンドミルであって、少なくとも1つの前記外周刃は、前記外周刃を不連続にする複数の切欠部を有し、前記エンドミル本体内の全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。

[0007] 外周刃に切欠部を設けると、切屑長さを減少させることができ、切屑の噛み込みによるチップングの発生を抑制することができる。そのため、切欠部の数を増やすと、より一層高能率な加工を行なうことができる。

一方で、切欠部は外周刃の延長線上に被削材と接触しない非切削領域を有するため、切削抵抗を低下させる箇所であり、言い換えると、切削中に切削抵抗を変動させる箇所である。

本発明者らは、エンドミル本体内の切欠部の数が増えるほど、エンドミル本体内の切欠部どうし（例えば、異なる外周刃に設けられている切欠部どうし）の位置が、意図せず軸方向に整列（周方向位置が重複）しやすくなり、切削中、切削抵抗の変動が局所的に大きい箇所（切欠部が集中し、切削抵抗が局所的に小さくなる箇所）が増え、振動を促すことを見出した。

[0008] 上記構成では、少なくとも1つの外周刃が複数の切欠部を有するとともに、エンドミル本体内の全ての切欠部は、それらの周方向位置が互いに重ならないように配置されている。そのため、著しく高能率な切削を行なったとしても、十分な切屑分断性を確保して、切屑の噛み込みによるチップングを抑制することができる。また周方向において複数の切欠部が分散配置されることで、エンドミル本体内の切欠部の数によらず、切削中、切削抵抗の変動を小さく抑えつつ、変動が起きるタイミングを分散させ、びびり振動の発生も抑制することができる。

したがって、本発明では、少なくとも1つの外周刃が複数の切欠部を有することと、エンドミル本体内の全ての切欠部の周方向位置が互いに重なっていないこととの相乗効果により、びびり振動やチップングを抑制し、安定した高能率加工を可能にする。

[0009] 前記周方向で隣り合う2つの前記切欠部の回転方向前端間の間隔のうち少なくとも1つの前記間隔は、他の前記間隔と異なってもよい。

この構成によれば、エンドミル本体内の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る。びびり振動や外周刃のチップングを抑制し、より一層安定した高能率な切削を可能にする。

[0010] 従来、外周刃の軸方向長さ（刃長）が長いほど高能率な切削が可能となるが、びびり振動が発生しやすかった。そこで、少なくとも1つの外周刃が複数の切欠部を有し、刃長を刃径の2倍以上にするとともに、エンドミル本体内の全ての切欠部の周方向位置が互いに重ならないように配置してもよい。

このような構成とすることで、軸方向の切り込み量が大きく、従来よりも著しく高能率な加工条件で切削を行なったとしても、切削中、切削抵抗の変動は小さく、変動が起きるタイミングは分散される。そのため、びびり振動や外周刃のチップングを抑制し、より一層安定した高能率な加工が可能となる。

[0011] 前記外周刃は5つ以上設けられている構成であってもよい。

従来、刃数を増やすほど高能率な切削が可能となるが、びびり振動が発生しやすかった。

一方、この構成では、少なくとも1つの外周刃が複数の切欠部を有し、5つ以上の外周刃設けるとともに、エンドミル本体内の全ての切欠部の周方向位置が互いに重ならないように配置されている。これにより、送り速度が著しく大きいなどの高能率な加工条件で切削を行なったとしても、切屑の噛み込みが起きにくくなるとともに、切削中、切削抵抗の変動は小さく、変動が起きるタイミングは分散される。そのため、びびり振動や外周刃のチップングを抑制し、より一層安定した高能率な加工が可能となる。

[0012] 全ての前記外周刃のねじれ角は、 $35^{\circ}$ 以上である構成としてもよい。

ねじれ角を $35^{\circ}$ 以上とし、少なくとも1つの外周刃が複数の切欠部を有するとともに、エンドミル本体内の全ての切欠部の周方向位置が互いに重なっていないことで、送り速度が著しく大きいなどの高能率な加工条件で切削

を行なったとしても、切削中、切削抵抗の変動は小さく、変動が起きるタイミングは分散される。そのため、びびり振動や外周刃のチップングを抑制しつつ、より一層安定した高能率な加工が可能となる。

[0013] 前記切欠部は、前記外周刃の延在方向に連続する連続切刃長さのうち、前記エンドミル本体内で最大の連続切刃長さが刃径の3倍以下となるように配置されている構成としてもよい。

従来、外周刃のエンドミル本体内で最大の連続切刃長さが刃径の3倍以下となるほど多くの切欠部をエンドミル本体内に設けた場合、びびり振動やチップングが発生しやすかった。

そこで、少なくとも1つの外周刃が複数の切欠部を有し、エンドミル本体内で最大の連続切刃長さが刃径の3倍以下となるように十分な数の切欠部を設けるとともに、エンドミル本体内の全ての切欠部の周方向位置が互いに重なっていない構成とすることで、切屑の噛み込みを十分に抑制できるとともに、切削中、切削抵抗の変動は小さく、変動が起きるタイミングは分散される。そのため、びびり振動や外周刃のチップングを抑制し、より一層安定した高能率な加工が可能となる。

[0014] 前記切欠部は、前記外周刃の延在方向に連続する連続切刃長さのうち、前記エンドミル本体内で最小の連続切刃長さが刃径の0.6倍以上となるように、配置されている構成であってもよい。切欠部の数が過多となることを抑制でき、切削抵抗の変動箇所が過多となることを防ぐことができる。これにより、より一層安定した高能率な加工が可能となる。

[0015] 全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。

この構成によれば、より簡便な構成で、外周刃のチップングを抑制しながら、高能率な切削が可能となる。

従来、高能率な加工を行なうにあたって、びびり振動の発生を抑制するために、外周刃間でねじれ角を変えろという複雑な外周刃を形成していた。

この構成では、少なくとも1つの外周刃が複数の切欠部を有し、全ての切欠部の周方向位置が互いに重なっていないため、全ての外周刃のねじれ角を

等しくさせても、切屑の噛み込みが起きにくくなるとともに、切削中、切削抵抗の変動は小さく、変動が起きるタイミングは分散される。そのため、びびり振動や外周刃のチッピングを抑制し、安定した高能率な切削が可能となる。

[0016] 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、周方向における切欠部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より発生しにくくなり、びびり振動が起きにくくなる。より一層安定した高能率な切削が可能となる。

[0017] 前記外周刃は右ねじれであり、全ての前記切欠部は、軸方向位置が隣り合う2つの前記切欠部のうち、軸方向後端側に位置する前記切欠部は、軸方向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。

この構成によれば、右ねじれ工具において、外周刃のねじれの向きとは逆向きに、切欠部をエンドミル本体内に配置することで、切欠部をエンドミル本体内により高密度に配置することができる。その結果、エンドミル本体内の全ての切欠部の周方向位置を重ならせることなく、エンドミル本体内に配置可能な切欠部の数を増やすことができる。したがって、この構成によれば、より一層安定した高能率な加工が可能となる。特に、刃径に対する刃長が大きくなるほど有利となる。

### 発明の効果

[0018] 本発明の一態様によれば、高能率に安定した切削を行うことが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

[0019] [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刃部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の外周面全体を示す展開図である。

[図4]図4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5]図5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模式的に示す展開図である。

[図6]図6は、実施例1及び比較例1の周波数解析結果を示すグラフである。

### 発明を実施するための形態

[0020] 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。

[0021] [第1実施形態]

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は、第1実施形態におけるエンドミルの刃部構成を示す斜視図である。図3は、第1実施形態におけるエンドミル本体の切刃部の外周面全体を示す展開図である。図4は、第1実施形態におけるエンドミルの軸直角断面図である。

[0022] 図1に示す本実施形態のエンドミル10は、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）は円柱状のままのシャンク部2とされるとともに、先端部分（図1において下側部分）は切刃部3とされている。

[0023] 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。

[0024] 切刃部3の外周には、エンドミル本体1の軸方向先端から後端側（シャンク部2）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振れる切屑排出溝4が複数形成されている。本実施形態では、5つの切屑排

出溝 4 がエンドミル回転方向 T（軸線回り）に間隔を開けて形成されている。

[0025] 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 1 2 と、すくい面 1 2 に隣接する切刃部 3 の外周面である外周逃げ面 1 1 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。本実施形態では、5 つの外周刃 7 がエンドミル回転方向 T にそれぞれ所定の間隔を開けて形成されている。5 つの外周刃 7 のうち少なくとも 1 つの外周刃 7 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。本実施形態において、全ての外周刃 7 は、外周刃 7 の延在方向において当該外周刃 7 を不連続にさせて切り屑を分断させる切欠部 8 を 1 つ以上有している。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 は軸線 O 回りの螺旋状に延在している。

[0026] 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。

[0027] 図 1 及び図 2 に示すように、本実施形態のエンドミル本体 1 には、5 つの外周刃 7 それぞれに 1 つ以上の切欠部 8 が形成されている。具体的には、5 つの外周刃 7 のうち、3 つの外周刃 7 には 2 つの切欠部 8 がそれぞれ形成され、残り 2 つの外周刃 7 には 1 つの切欠部 8 がそれぞれ形成されている。各切欠部 8 は、一方の切屑排出溝 4 から他方の切屑排出溝 4 へ周方向に延びるとともに、径方向内側へ窪んだ凹溝である。各切欠部 8 は、すくい面 1 2 における形状が互いに等しい形状をなす。例えば、切欠部 8 は、すくい面 1 2 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

部分的に断面円弧状をなす。

[0028] 図2に示すように、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ている。言い換えると、切欠部8の回転方向前方側は、一方の切屑排出溝4のすくい面12に開口し、切欠部8の回転方向後方側は、別の切屑排出溝4に開口する。また、各切欠部8は、軸直角方向に延びている。切欠部8は、軸線回りの周方向に延びている。

本実施形態の切欠部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ているが、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、周方向の長さを有していてもよい。例えば、切欠部8は他方の切屑排出溝4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。

[0029] 図3は、エンドミル本体1の切刃部3の外周面全体を示す展開図である。つまり、図3の右端は図3の左端に連続し、図3の上端は切刃部3の軸方向後端を意味し、図3の下端は切刃部3の軸方向先端を意味する。図3に図示するように、エンドミル本体1内における全ての切欠部8は、それらの周方向位置CRが互いに重ならないように配置されている。これは、切削中、複数の切欠部8が同時に被削材と相対さないようにすることを意図している。そのため、本実施形態における切欠部8の周方向位置CRは、軸線の延在方向から見て、エンドミル本体内の各切欠部8の領域（回転方向前端から後端まで）を同一軸直角平面上に投影した場合に、各切欠部8が占有する領域の位置を意味する。

「周方向位置が互いに重なっていない」配置とは、複数の切欠部8が占有する領域の位置が互いに重複していない配置であり、上記領域どうしが互いに離間または隣接している配置である。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 $10^{\circ} \sim 15^{\circ}$  というように、角度範囲で表わすこともできる。

[0030] また、切欠部8は、外周刃7の延長線上に位置する非切削領域9を有する。非切削領域9は、外周刃7の延在方向において、外周刃7が不連続となる部位である。エンドミル本体1内における全ての非切削領域9の周方向位置も互いに重なっていない。非切削領域9の周方向位置だけでなく、切欠部8の周方向位置を互いに重ならない配置とすることで、著しく高能率な加工においても、びびり振動の誘発を抑制することができる。

[0031] 図3に示すように、周方向に並ぶ5つの外周刃7を、エンドミル回転方向Tの後方側へ向かって、第1外周刃7A、第2外周刃7B、第3外周刃7C、第4外周刃7D、第5外周刃7Eとしたとき、第1外周刃7A、第2外周刃7B及び第5外周刃7Eには、切欠部8が2つずつ形成され、第3外周刃7Cおよび第4外周刃7Dには、切欠部8が1つずつ形成されている。

より具体的には、第1外周刃7Aには先端側切欠部8Aaと後端側切欠部8Ab、第2外周刃7Bには、先端側切欠部8Baと後端側切欠部8Bb、第5外周刃7Eには、先端側切欠部8Eaと後端側切欠部8Ebが形成され、第3外周刃7Cには切欠部8Ca、第4外周刃7Dには8Dbが形成されている。

[0032] 図3に示すように、本実施形態では、エンドミル本体1内の全ての切欠部8Aa~8Ebの配置を同一の軸直角平面上に投影した場合、各切欠部8Aa~8Ebの周方向位置CRは互いに重ならない。即ち、エンドミル本体1内における全ての切欠部8Aa~8Ebの周方向位置CRは、周方向（例えばエンドミル回転方向T）で単にずれているだけでなく、周方向で重ならない。

尚、重ならない配置とは、重複する配置を含まず、離間する配置と隣接する配置を含む。また、切欠部8Aa~8Ebの周方向位置CRの長さは同じであっても、異なってもよい。

[0033] 本実施形態における切欠部8Aa~8Ebの周方向位置CR（同一の軸直

角平面上に投影した位置)の具体的な並び順は、第1外周刃7Aの切欠部8Aaから順に回転方向後方へ向かって、8Eb、8Ba、8Ab、8Ca、8Bb、8Ea、8Dbである。そして、切欠部8Aaの周方向位置CR、切欠部8Ebの周方向位置CR、切欠部8Baの周方向位置CR、切欠部8Abの周方向位置CR、切欠部8Caの周方向位置CR、切欠部8Bbの周方向位置CR、切欠部8Eaの周方向位置CR、および切欠部8Dbの周方向位置CRは、それぞれ互いに重なっていない。

[0034] このように少なくとも1つの外周刃7が複数の切欠部8を有することで、切屑断断性を高め、外周刃7の切屑の噛み込みによるチッピングを起きにくくすることができる。これに加えて、エンドミル本体1内の全ての切欠部8の周方向位置CRを互いに異ならせることによって、エンドミル本体1内の切欠部8の数によらず、言い換えると、多くの切欠部8を設けたとしても、切削中、切削抵抗の大きな変動が局所的に起きることを回避することができる。切削抵抗の変動量を小さく、かつ変動するタイミングを分散させることで、びびり振動も起きにくくすることができる。

したがって、本実施形態では、少なくとも1つの外周刃7が複数の切欠部8を有することと、エンドミル本体1内の全ての切欠部8の周方向位置が互いに重なっていないこととの相乗効果により、極めて高能率な加工においても、外周刃7のチッピングの発生を抑制できるだけでなく、びびり振動も抑えた、より一層安定した高能率な加工が可能となる。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( $V_c$ ) $250\text{ m/min}$ 以上である切削条件、または刃径 $10\text{ mm}$ のときに切屑排出量(Q) $250\text{ cm}^3/\text{min}$ 以上である切削条件、あるいは、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。

[0035] 図3に示すように、周方向位置CRが隣り合う2つの切欠部8(例えば8Aaと8Eb)の回転方向前端間の間隔のうち、少なくとも1つの間隔CSは、他の間隔CSと異なっている。このようにすることで、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。その結果、極めて高能率な加工においても、びびり振動やチッピングの発生を抑えた安定した高能率な加工が可能となる。

[0036] 図1に示す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10mm、刃長(H)が約30mm(3D)である。外周刃7の軸方向長さH(外周刃7を軸線と平行な直線上に投影したときの長さ)を大きくするほど、軸方向の切り込み量を大きくすることができ、より高能率な切削が可能となる。一方で、外周刃7の軸方向長さH(刃長)が長いほど、加工能率は向上するものの、びびり振動が発生しやすくなる。特に、刃径Dに対する外周刃の刃長Hの割合( $H/D$ )が大きくなるほど、例えば2倍以上( $H/D \geq 2$ )、とりわけ3倍以上( $H/D \geq 3$ )の場合、切屑長さを短縮させるため、外周刃7に切欠部8を設けることが多い。

[0037] 本実施形態では、少なくとも1つの外周刃7が複数の切欠部8を有し、刃長Hを刃径Dの2倍以上とするとともに、エンドミル本体1内の全ての切欠部8の周方向位置CRが互いに重ならないように配置されている。この構成により、より高能率な切削が可能になるとともに、刃長Hを長くしたとしても、外周刃7による切屑の噛み込みが起きにくくなる。さらに、切削中、切削抵抗の変動が小さく、かつ変動のタイミングが分散するため、びびり振動も起きにくくなる。したがって、これらの相乗効果により、より一層高能率で安定な加工が可能となる。

[0038] 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。このように外周刃7の数を5つ以上設けることで、送り速度を大きくすることができ、より高能率な切削が可能になる。その一方で、送り速度を大きくすることで、切屑の噛み込みが起きやすくなるため、切欠部の数を増やすと、びびり振動が発生しやすくなる。

[0039] 本実施形態では、エンドミル本体1内の全ての切欠部8を周方向位置CRが互いに重ならないように配置することで、刃数や切欠部を増やしたとしても、切削中、切削抵抗の変動が小さく、かつ変動の起きるタイミングが分散

されるため、びびり振動も発生しにくい。その結果、この相乗効果により、より一層安定した高能率な加工が可能となる。

[0040] 本実施形態では、全ての外周刃7のねじれ角は $40^\circ$ である。本実施形態においては、全てのねじれ角を $40^\circ$ としたが、全てのねじれ角が $35^\circ$ 以上であれば、外周刃7間でねじれ角が異なっても構わない。

[0041] 本実施形態では、エンドミル本体1内の全ての切欠部8の周方向位置が重ならないように、切欠部8を配置することで、ねじれ角を大きくした場合でも、切削中、切削抵抗の変動が小さく、かつ変動の起きるタイミングが分散されるため、びびり振動も発生しにくい。その結果、この相乗効果により、より一層安定した高能率な加工が可能となる。

[0042] また、図3に示すように、外周刃7内において、切欠部8に分断されることなく外周刃7の延在方向に連続する部分の連続切刃長さ $L_2$ は、切り屑長さに相当する。言い換えれば、連続切刃長さ $L_2$ は、外周刃7の先端から、外周刃延在方向で最も先端側に位置する切欠部8までの長さ、あるいは同一外周刃内で隣り合う切欠部8間の長さ、または外周刃7の後端から外周刃延在方向で最も後端側に位置する切欠部8までの長さである。各外周刃7に設ける切欠部8の数及び間隔によって、切削時の切り屑長さを変更することが可能である。例えば、第1外周刃7Aのうち先端部分において切削された切り屑は、先端側切欠部8Aaにおいて分断され、先端側切欠部8Aaと後端側切欠部8Abとの間の中央部分において切削された切り屑は、後端側切欠部8Abにおいて分断される。

[0043] 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の連続切刃長さ $L_2$ のうち、エンドミル本体1内において最大の連続切刃長さ $L_{2MAX}$ （即ち、最大切り屑長さ）は、図3にて太線で示すように、第3外周刃7Cに設けられた切欠部8Caから第3外周刃7Cの後端までの距離である $24.8\text{mm}$ （ $2.5D$ ）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の連続切刃長さ $L_2$ のうち、エンドミル本体1内において最小の連続切刃長

さ $L_{2\text{MIN}}$ は、図3にて太線で示すように、第5外周刃7Eの先端から先端側切欠部8Eaまでの距離である $9.1\text{mm}$  ( $0.9D$ )である。

[0044] このように、最大の連続切刃長さ $L_{2\text{MAX}}$ がエンドミル本体1の刃径 $D$ の3倍以下 ( $3D$ 以下)の長さとなるように、切欠部8を配置する。これにより、エンドミル本体内の全ての切欠部8の周方向配置が重ならないようにするだけでなく、切屑長さが過度に大きくなってしまいう切刃箇所をなくすことで、切削時に切り屑の噛み込みが生じにくくなり、外周刃7のチッピングが抑制される利点がある。一方で、従来は、エンドミル内の最大の連続切刃長さ $L_{2\text{MAX}}$ が刃径 $D$ の3倍以下となるほど多くの切欠部8をエンドミル本体1内に設けると、切欠部8どうし (例えば、異なる外周刃7に設けられている切欠部8どうし) が軸方向に整列 (周方向位置が重複) しやすくなり、切削中、切削抵抗の変動が局所的に大きい箇所 (切欠部が集中する箇所) が現れ、びびり振動を発生させてしまうおそれがあった。

[0045] 本実施形態では、全ての切欠部8の周方向位置 $CR$ が互いに重ならないようにするとともに、エンドミル内の最大の連続切刃長さ $L_{2\text{MAX}}$ が刃径 $D$ の3倍以下となるように切欠部8を配置することで、より一層安定した高能率な加工が可能となる。

[0046] 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を配置することで、切欠部8の数が過多となることを抑制でき、切削抵抗の変動箇所が過多となることを防ぐことができる。

よって、全ての切欠部8の周方向位置 $CR$ が互いに重ならないようにするとともに、最小の連続切刃長さ $L_{2\text{MIN}}$ が刃径 $D$ の $0.6$ 倍以上の長さとなるように、エンドミル本体内の切欠部8を配置することで、より一層安定した高能率な加工が可能となる。

[0047] 更に、最大の連続切刃長さ $L_{2\text{MAX}}$ が刃径の3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、エンドミル本体内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、びびり振動の更なる抑制につながる。

よって、全ての切欠部 8 の周方向位置  $C R$  が互いに重ならないようにするとともに、最大の連続切刃長さ  $L 2_{MAX}$  が刃径  $D$  の 3 倍以下の長さ、かつ最小の連続切刃長さ  $L 2_{MIN}$  が刃径の 0.6 倍以上の長さとなるように、エンドミル本体内の切欠部 8 を配置することで、より一層安定した高能率な加工が可能となる。

[0048] 切欠部 8 のうち、すくい面 12 上において、外周刃 7 の延在方向に対して直交する方向に最も深い場所を最深部  $P$  と名付ける。図 3 に図示するように、エンドミル本体 1 内で軸方向位置が隣り合う（最も近い）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、エンドミル本体 1 内で軸方向位置が隣り合う 6 ヶ所の最深部  $P$  間の軸方向間隔  $L 1$  が、1.5 mm とされている。エンドミル本体 1 内で軸方向位置が隣り合う切欠部 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。

[0049] 本実施形態では、これら全ての外周刃 7 は、エンドミル本体 1 の軸方向の先端から後端側へわたって一定のねじれ角で延びるとともに、全ての外周刃 7 のねじれ角が互いに等しい。

[0050] 従来、びびり振動の発生を抑制するために、外周刃 7 間でねじれ角を異ならせるという複雑な構成が知られている。本実施形態では、少なくとも 1 つの外周刃 7 が複数の切欠部 8 を有するとともに、全ての切欠部 8 の周方向位置が互いに重なっていない。そのため、本実施形態では、全ての外周刃 7 のねじれ角を等しくしても、切屑の噛み込みが起きにくい。また本実施形態では、切削中、切削抵抗の変動が小さく、変動が起きるタイミングが分散されるため、びびり振動が発生しにくい。したがって、本実施形態によれば、より一層簡便な構成で、外周刃 7 のチップングを抑制しながら、高能率な切削が可能となる。

[0051] 図 3 に示すように、全ての切欠部 8 は、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、異なる切欠部 8 となるように配置されている。例えば、切欠部 8 B a にとって、軸方向位置が最も近い切欠部は 8 A a および 8 C a であるが、周方向位置が最も近い切欠部は 8 E b および 8 A b であり、両者は異なる切欠部である。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けることができ、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。

[0052] エンドミル本体 1 内で最も軸方向先端側に位置する切欠部 8（図 3 における第 5 外周刃 7 E に設けられた切欠部 8）は、エンドミル本体 1 の先端縁からは軸方向内側へある程度距離をおいた位置に形成されていることが好ましい。その理由として、エンドミル本体 1 の先端縁に近い位置に切欠部 8 を設けたとしても切削初めの短い切り屑しか切れなくなり、長い切り屑を短くする効果が小さくなってしまふことが挙げられる。同様に、軸方向で最も後端側に位置する切欠部 8 においてもエンドミル本体 1 の後端縁よりも軸方向内側へある程度距離をおいた位置に形成されていることが好ましい。

したがって、各外周刃 7 に形成された複数の切欠部 8 を切刃部 3 の比較的中央付近に形成することで、少ない切欠部 8 で効率良く切り屑を短くすることができる。

[0053] 本実施形態のエンドミル本体 1 は、軸直角断面において周方向（エンドミル回転方向 T）で隣り合う外周刃 7 どうしのすべての周方向間隔が互いに異なる不等分割エンドミルである。即ち、図 4 に示すように、軸線 O に直交する断面視において、5 つの外周刃 7 が軸回りで等分割な配置ではなく、互いに異なる分割角度で配置されている。このように軸直角断面における外周刃 7 間の周方向間隔を異ならせることにより、びびり振動をより抑制することができる。

[0054] 本実施形態においては、図 4 に示すように、軸直角断面において、ある外周刃 7 と軸線 O とを結ぶ直線と、その外周刃 7 と周方向で隣り合う外周刃 7 と軸線 O とを結ぶ直線とがなす角度（分割角度  $\theta$ ）は、 $\theta 1$  が最も小さく、

$\theta 1 < \theta 2 < \theta 3 < \theta 4 < \theta 5$ の順に大きくなっている。すなわち、軸直角平面において、第1外周刃7Aと、当該第1外周刃7Aよりもエンドミル回転方向Tとは反対側に位置する第2外周刃7Bとの間隔が最も小さい。また、軸直角断面において、第1外周刃7Aと、当該第1外周刃7Aのエンドミル回転方向Tの前方側に位置する第5外周刃7Eとの間隔が最も大きい。

[0055] 本実施形態では、5つの外周刃7の周方向に隣り合う周方向間隔、即ち分割角度 $\theta$  ( $\theta 1 \sim \theta 5$ )は全て異なっているが、それらの一部に同じ分割角度 $\theta$ が存在していてもよい。

[0056] 図3、図4に図示するように、本実施形態では、エンドミル本体1内の切欠部8のうち、軸方向で最も後端側に位置する切欠部8Bbは、5つの外周刃7のうち、切刃部3の最後端における軸直角平面において、回転方向前方にて隣り合う外周刃7までの周方向間隔（分割角度）が最も小さい外周刃7Bに設けられている。つまり、エンドミル本体1内の切欠部8のうち、軸方向で最も後端側に位置する切欠部8Bbを、仕事量が最も小さい外周刃7Bに設けることで、外周刃後端付近でのチップングを効果的に抑制することができる。

[0057] 切欠部8は外周刃7における不連続箇所であるため、応力が集中しやすく、チップングが起きやすい。その上、把持部（即ちシャンク部2）に近い位置では応力が逃げにくい。そのため、軸方向で最も後端側に位置する切欠部8を、最も仕事量が小さい（分割角度が小さい）外周刃7に設けることで、応力集中を緩和させ、外周刃7のチップングをより抑制することができる。

[0058] [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5は、第2実施形態のエンドミル本体21の切刃部3の外周面全体の展開図である。第2実施形態においても、第1実施形態と同様に、エンドミル本体21内の全ての切欠部8の周方向位置CR（図3）は互いに重なっていない。また、ねじれ角や外周刃7間の間隔（分割角度）などは第1実施形態と等しい。本実施形態のエンドミル本体21は、刃径D（図1）が約20mm、刃長（H）が

約60mmである。

[0059] 第1実施形態と異なる点として、第1外周刃7A、第4外周刃7D、第5外周刃7Eにはそれぞれ2つの切欠部8が設けられており、第2外周刃7Bと第3外周刃7Cには3つの切欠部8が設けられている。また、最大の連続切刃長さ $L_{2MAX}$ は1.5D、最小の連続切刃長さ $L_{2MIN}$ は0.8Dである。

[0060] 上記第1実施形態では図3に示すように、エンドミル本体1内の全ての切欠部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のほうが、先端側に位置する切欠部8よりも、周方向位置が回転方向後方に位置するように配置されている（右上がりの配置）。これに対して本実施形態では図5に示すように、エンドミル本体21内の全ての切欠部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、周方向位置が回転方向前方に位置するように配置されている（右下がりの配置）。つまり、図5中の矢印Fで示すように、外周刃7の傾斜方向とは逆になる傾斜方向（右下がり）で、全ての切欠部8は配置されている。このように、切欠部8を外周刃のねじれの向きと逆向きに並べることで、周方向位置が隣り合う切欠部8の周方向（エンドミル回転方向T）間隔をより小さくすることができるので、切欠部8をより高密度に配置でき、より多くの切欠部8を配置することができる。

[0061] 特に、エンドミル本体21の刃径D（図1）が大きいと、必要な数の切欠部8を形成するために、全切欠部8を外周刃のねじれの向きと逆向きの配置でエンドミル本体内に配置（図5のように外周刃が右ねじれの場合、右下がりの配置）することが好ましい。特に、刃径Dが12mm以上の場合、全切欠部8を外周刃のねじれの向きと逆向きのねじれ配置にすることが好ましい。さらに、刃径Dに対する刃長Hの割合が大きくなるほど、十分な切屑分断性を確保するために、必要な切欠部8の数も増えるため、全切欠部8を外周刃のねじれの向きと逆向きの配置とすることが好ましい。切欠部8をこのように配置することにより、切刃部3の軸方向全体（刃長）に亘ってエンド

ミル回転方向Tにおいて各切欠部8の周方向位置が他の切欠部8の周方向位置と重畳せずに、より多くの切欠部8を配置することができる。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。

[0062] 切欠部8は外周刃7における不連続箇所であるため、応力が集中しやすく、チップングが起きやすい。その上、把持部（即ちシャンク部2）側ほど応力が逃げにくい。

本実施形態では、図5に示すように、回転方向前方にて隣り合う他の外周刃7までの周方向間隔（分割角度）が最も小さい外周刃7Bに、エンドミル本体21内の全ての切欠部8の中で最も軸方向後端側に位置する切欠部8が設けられている。このように、エンドミル本体21内の全ての切欠部8のうち最も軸方向後端側に位置する切欠部8を、切削量が最も少ない外周刃7Bに配置することで、軸方向後端側における外周刃7のチップングを抑制することができる。

[0063] 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。

[0064] 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。

[0065] 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

[0066] 本発明の実施例1（第1実施形態）、比較例1、比較例2の刃径10mmのラジラスエンドミルについて、それぞれ工作機械の主軸に把持させ、以下

の切削条件にて軸線Oの軸回りであるエンドミル回転方向Tへと回転させて、30HRCの被削材を、下記の切削条件にてDMG森精機社製（HSK-A63）の工作機械を用い、トロコイド加工にて、120分間ポケット加工を行なった。そして、切削時の振動周波数を解析し、びびり振動の有無や、外周刃のチッピングの有無を検証した。

[0067] （切削条件）

- ・切削速度（ $V_c$ ）：300m/min
- ・回転数（ $n$ ）：9549min<sup>-1</sup>
- ・送り速度（ $v_f$ ）：9549mm/min
- ・一刃送り量（ $f_z$ ）：0.2mm/t
- ・軸方向切り込み量（ $a_p$ ）：29mm
- ・径方向切り込み量（ $a_e$ ）：1mm
- ・切屑排出量 $Q$ ：277cm<sup>3</sup>/min

[0068] 実施例1のエンドミルは第1実施形態のエンドミルであり、上述したように5枚刃の不等分割エンドミルであり、3つの外周刃7にはそれぞれ2つつ切欠部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つつ切欠部8が設けられている。また、エンドミル本体1内における全ての切欠部8の周方向位置CRは互いに重なっていない。比較例1も5枚刃の不等分割エンドミルであり、分割角度は第1実施形態と同じである。しかしながら、比較例1では、全ての外周刃7がそれぞれ2つの切欠部8を有し、図6に模式図を示すように、複数の切欠部8の周方向位置CRが重なっている。比較例2は、全ての外周刃7がそれぞれ1つのみ切欠部8を有し、エンドミル本体1内の全ての切欠部8の周方向位置CRが重なっていない。

[0069] 過去に行なった実験から、加工時の加工音が高いほど、また、加工後の加工面に目視で観察されるうねりが大きいほど、4000Hz～5000Hzの周波数域に周期性のない振動強度が大きく表れていた。また、加工音や目視での加工面の状態の差異が小さい場合でも、その僅かなびびり振動が周期性のない振動強度として表れることから、高能率な加工における加工の安定

性を評価するために、周波数解析を用いてびびり振動を評価した。

[0070] 図6は、実施例1および比較例1の周波数解析結果を示すグラフである。図6の横軸に被削材の切削時に発生するエンドミル本体1の振動周波数（回転周波数）を示し、縦軸に強度を示す。なお、図6中の実施例1の展開図は、上述した第1実施形態の切刃部3の展開図（図3）に相当し、図3の展開図を模式的に記載したものである。図6において黒丸で示す箇所は切欠部8を意味しており、実施例1は、エンドミル内の全て切欠部8の周方向位置が、互いに重なっていないことを示しており、比較例1は、複数の切欠部8の周方向位置が重なっていることを示している。

[0071] 図6に示すように、外周刃に1つまたは2つの切欠部8が形成され、全ての切欠部8の周方向位置CRが重ならないように配置された第1実施形態では、約4000Hz～5000Hzの周波数域に振動の強度はほとんど確認されなかった。一方、各外周刃に切欠部8が2個ずつ設けられ、複数の切欠部8の周方向位置が重なり合う比較例1では、約4000Hz～5000Hzの周波数域に、周期性のないある程度の強度の振動が生じている。また、比較例2も、比較例1よりは強度が小さいものの、振動が確認された。

[0072] また、実施例1と比較例1は、上記のような軸方向の切り込み量が大きく、かつ切削速度も大きな高能率な加工を120分間行なっても、外周刃にチッピングが発生しなかったが、比較例2は、切削開始から30分後、外周刃にチッピングが発生した。

[0073] 以上のことから、実施例1は、極めて高能率な側面切削を行なっても、長時間安定して切削を行なえることが分かった。

## 符号の説明

[0074] 1…エンドミル本体  
4…切屑排出溝  
7（7A，7B，7C，7D，7E）…外周刃  
8（8Ab，8Ba，8Bb，8Ca，8Db，8Ea，8Eb）…切欠部

9…非切削領域

10…エンドミル

11…外周逃げ面

12…すくい面

CR…切欠部8の周方向位置

CS…周方向で隣り合う2つの切欠部8の回転方向前端間隔

D…刃径

H…刃長

L1…軸方向位置が隣り合うすくい面上における最深部間の軸方向間隔

L2…外周刃の延在方向に連続する外周刃の連続切刃長さ

P…最深部

O…軸線

T…エンドミル回転方向

$\theta$ …分割角度

## 請求の範囲

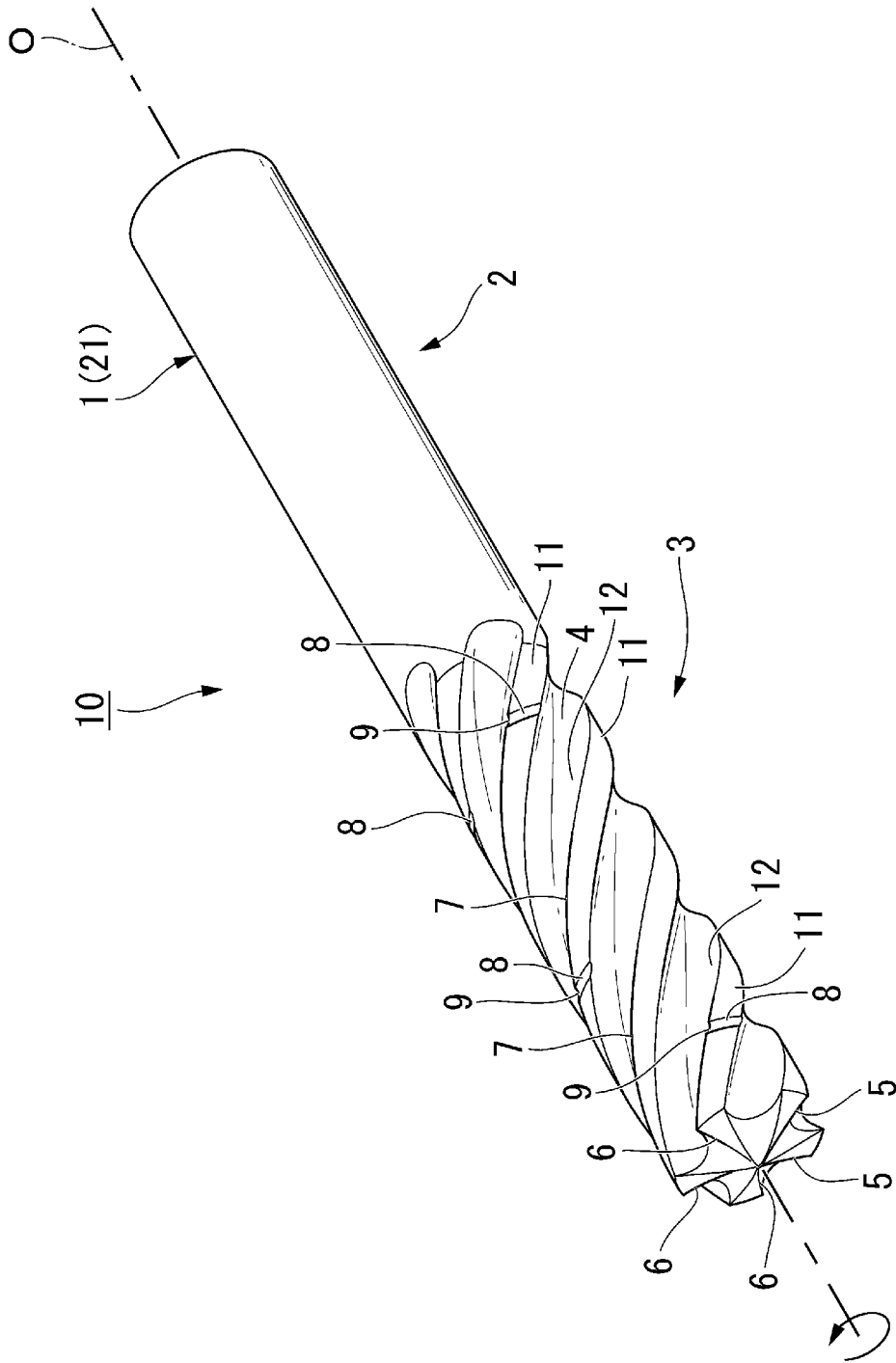
- [請求項1] 軸線回りに回転可能なエンドミル本体と、前記軸線回りに振れながら前記エンドミル本体の軸方向先端側から軸方向後端側へ向かって延びる切屑排出溝と、前記切屑排出溝と外周逃げ面との回転方向前方側の交差稜線部に形成される外周刃とを有するエンドミルであって、  
少なくとも1つの前記外周刃は、前記外周刃を不連続にする複数の切欠部を有し、  
前記エンドミル本体内の全ての前記切欠部の周方向位置は互いに重なっていないことを特徴とする、エンドミル。
- [請求項2] 前記周方向に隣り合う2つの前記切欠部の回転方向前端間の間隔のうち少なくとも1つの前記間隔は、他の前記間隔と異なっていることを特徴とする、請求項1に記載のエンドミル。
- [請求項3] 刃長は、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4] 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から3のいずれか1項に記載のエンドミル。
- [請求項5] 全ての前記外周刃のねじれ角は、 $35^\circ$ 以上であることを特徴とする、請求項1から4のいずれか1項に記載のエンドミル。
- [請求項6] 前記切欠部は、前記外周刃の延在方向に連続する連続切刃長さのうち、前記エンドミル本体内で最大の連続切刃長さが工具径の3倍以下となるように、配置されていることを特徴とする、請求項1から5のいずれか1項に記載のエンドミル。
- [請求項7] 前記切欠部は、前記外周刃の延在方向に連続する連続切刃長さのうち、前記エンドミル本体内で最小の連続切刃長さが刃径の0.6倍以上となるように、配置されていることを特徴とする、請求項1から6のいずれか1項に記載のエンドミル。
- [請求項8] 全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から7のいずれか1項に記載のエンドミル。

[請求項9] 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から8のいずれか1項に記載のエンドミル。

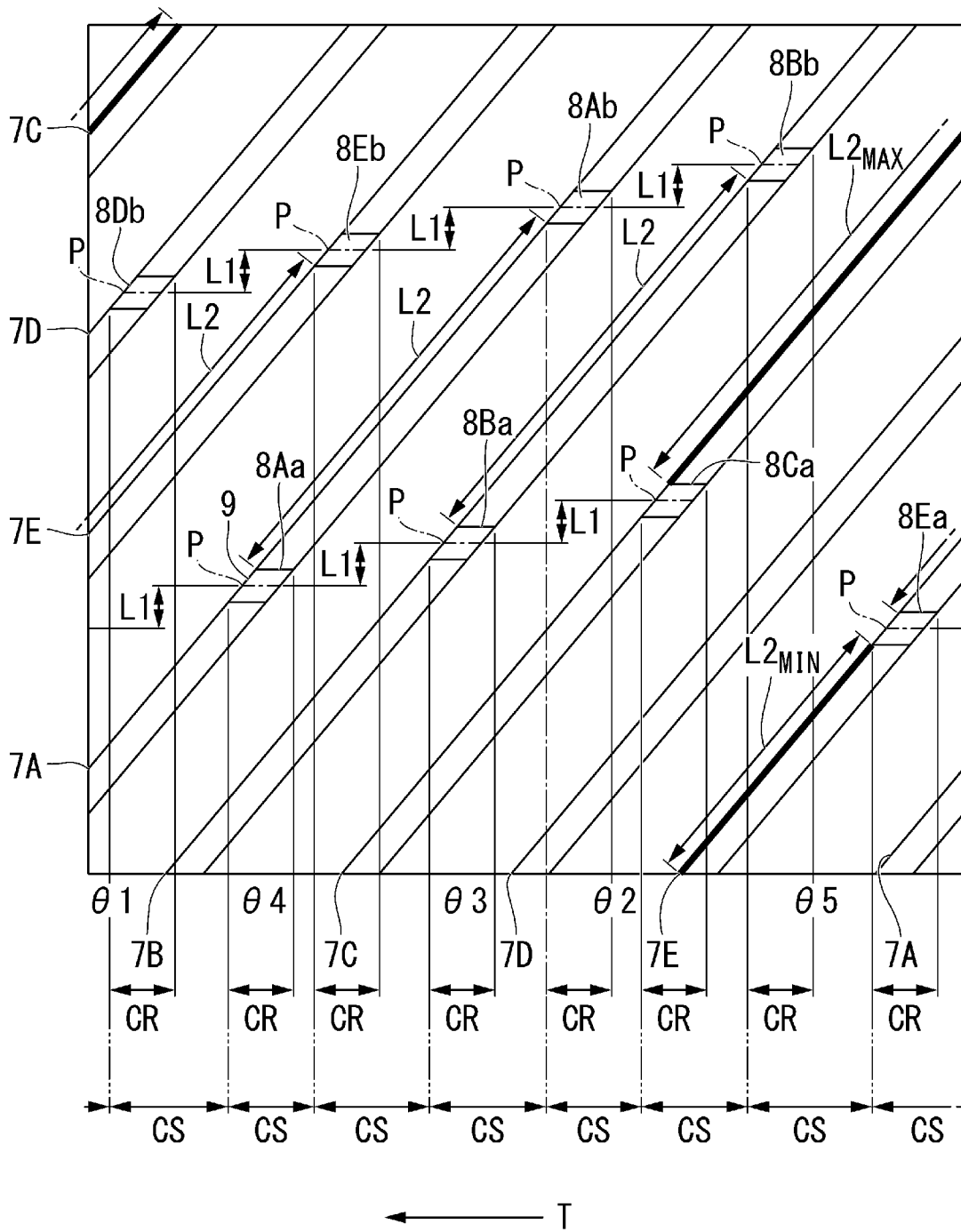
[請求項10] 前記外周刃は右ねじれであり、全ての前記切欠部は、軸方向位置が隣り合う2つの前記切欠部のうち、後端側に位置する前記切欠部は、先端側に位置する前記切欠部よりも回転方向前方に位置するように配置されていることを特徴とする、請求項1から9のいずれか1項に記載のエンドミル。



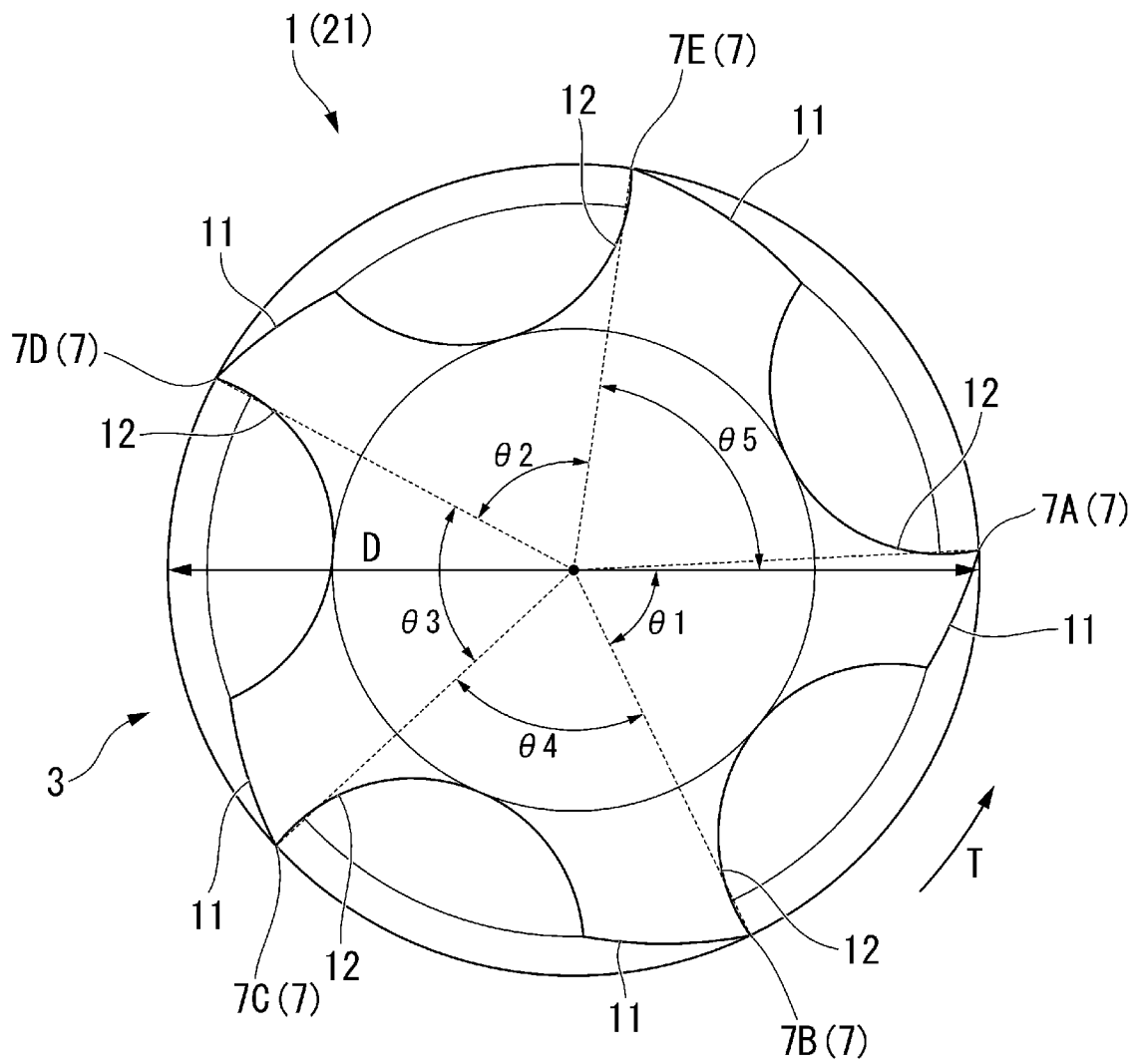
[図2]



[図3]

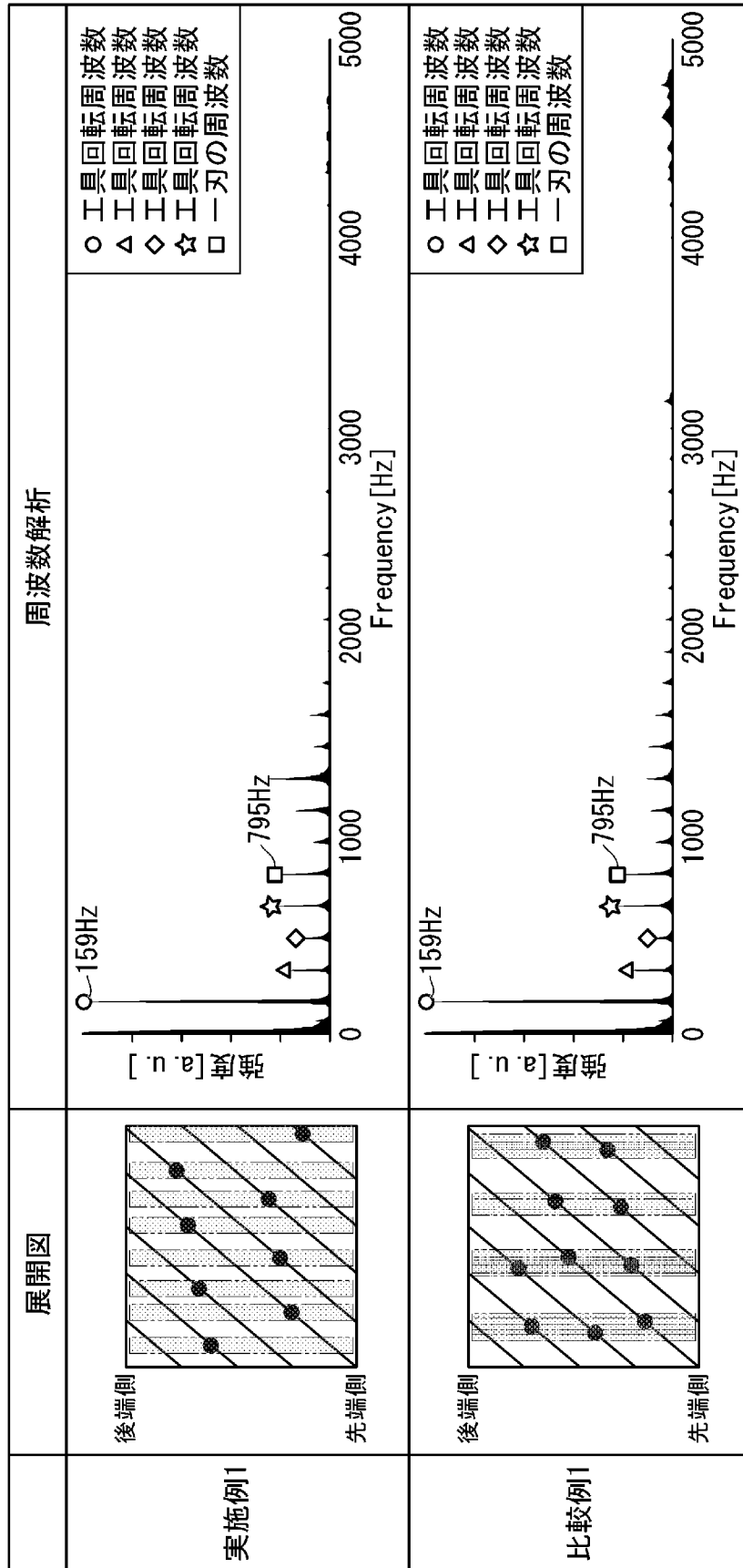


[図4]





[図6]



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2022/021921

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b>		
<i>B23C 5/10</i> (2006.01)i FI: B23C5/10 Z		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b>		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) B23C5/10		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Published examined utility model applications of Japan 1922-1996 Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2022 Registered utility model specifications of Japan 1996-2022 Published registered utility model applications of Japan 1994-2022		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 6-114621 A (O S G KK) 26 April 1994 (1994-04-26) paragraphs [0009]-[0025], fig. 1, 3	1-10
X	JP 2012-206197 A (MITSUBISHI MATERIALS CORP) 25 October 2012 (2012-10-25) paragraphs [0016]-[0033], fig. 1-2, 4	1-7, 9-10
A	JP 2011-20248 A (HITACHI TOOL ENGINEERING LTD) 03 February 2011 (2011-02-03) entire text, all drawings	1-10
A	JP 2006-981 A (SANKO SEISAKUSHO KK) 05 January 2006 (2006-01-05) entire text, all drawings	1-10
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search <b>06 July 2022</b>		Date of mailing of the international search report <b>19 July 2022</b>
Name and mailing address of the ISA/JP <b>Japan Patent Office (ISA/JP) 3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915 Japan</b>		Authorized officer  Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
**Information on patent family members**

International application No.

**PCT/JP2022/021921**

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP 6-114621 A	26 April 1994	(Family: none)	
JP 2012-206197 A	25 October 2012	(Family: none)	
JP 2011-20248 A	03 February 2011	(Family: none)	
JP 2006-981 A	05 January 2006	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） B23C 5/10(2006.01)i FI: B23C5/10 Z		
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC）） B23C5/10 最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2022年 日本国実用新案登録公報 1996-2022年 日本国登録実用新案公報 1994-2022年		
国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）		
C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X	JP 6-114621 A（オーエスジー株式会社）26.04.1994（1994-04-26） [0009]-[0025], 図1, 3	1-10
X	JP 2012-206197 A（三菱マテリアル株式会社）25.10.2012（2012-10-25） [0016]-[0033], 図1-2, 4	1-7, 9-10
A	JP 2011-20248 A（日立ツール株式会社）03.02.2011（2011-02-03） 全文、全図	1-10
A	JP 2006-981 A（株式会社三興製作所）05.01.2006（2006-01-05） 全文、全図	1-10
<input type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input checked="" type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。		
* 引用文献のカテゴリー “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの “E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの “L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す） “O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 “P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献 “T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの “X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの “Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの “&” 同一パテントファミリー文献		
国際調査を完了した日 06.07.2022	国際調査報告の発送日 19.07.2022	
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	権限のある職員（特許庁審査官） 大光 太朗 3C 3423 電話番号 03-3581-1101 内線 3324	

国際調査報告  
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2022/021921

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 6-114621 A	26.04.1994	(ファミリーなし)	
JP 2012-206197 A	25.10.2012	(ファミリーなし)	
JP 2011-20248 A	03.02.2011	(ファミリーなし)	
JP 2006-981 A	05.01.2006	(ファミリーなし)	