

(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
2013年4月11日(11.04.2013)

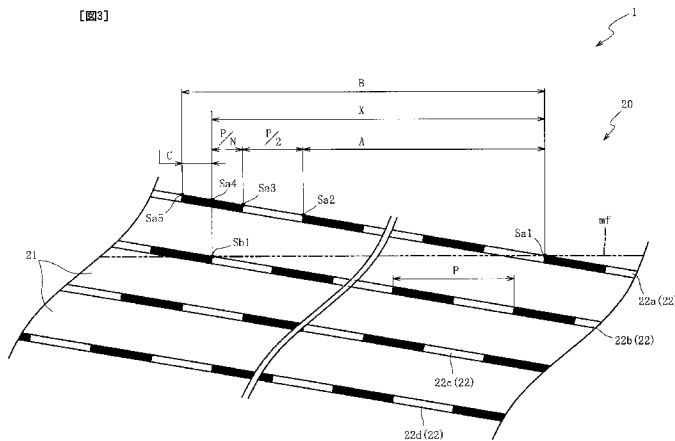


(10) 国際公開番号
WO 2013/051132 A1

- (51) 国際特許分類:
B23C 5/10 (2006.01)
 - (21) 国際出願番号: PCT/JP2011/073101
 - (22) 国際出願日: 2011年10月6日(06.10.2011)
 - (25) 国際出願の言語: 日本語
 - (26) 国際公開の言語: 日本語
 - (71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): オーエスジー株式会社(OSG CORPORATION) [JP/JP]; 〒4420005 愛知県豊川市本野ヶ原三丁目2番地 Aichi (JP).
 - (72) 発明者: および
 - (75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 今泉 英明 (IMAIZUMI, Hideaki) [JP/JP]; 〒4411231 愛知県豊川市一宮町宮前1-4-9 オーエスジー株式会社内 Aichi (JP). 足立 哲也(ADACHI, Tetsuya) [JP/JP]; 〒4411231 愛知県豊川市一宮町宮前1-4-9 オーエスジー株式会社内 Aichi (JP).
 - (74) 代理人: 特許業務法人しんめいセンチュリー (PATENT FIRM SHINMEI CENTURY); 〒4400805 愛知県豊橋市大手町9番地あいおいニッセイ同和損保豊橋ビル7F Aichi (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, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, 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, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, 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, ML, MR, NE, SN, TD, TG).
- 添付公開書類:
— 国際調査報告(条約第21条(3))

(54) Title: TOOL

(54) 発明の名称: 工具



(57) Abstract: A tool that is capable of reducing the maximum value of a cutting resistance when adjacent peripheral cutting edges are simultaneously cutting a workpiece is provided. The lead (L) of a helical flute (21), the pitch (P) of a waveform, the number (N) of peripheral cutting edges (22), and a natural number (m), are set so as to satisfy, $L/N = m \times P - P/N \pm P/2$ or $L/N = m \times P + P/N \pm P/2$. Therefore, when adjacent peripheral cutting edges (22) are simultaneously cutting a workpiece, adjacent waveforms that simultaneously come into contact with the workpiece are capable of forming an anti-phase relationship. Consequently, the lengths of the cutting edges that simultaneously come into contact with the workpiece are reduced, enabling the maximum value of a cutting resistance to be reduced.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2013/051132 A1



隣り合う外周刃が被加工物を同時に切削する際に、切削抵抗の最大値を低減することができる工具を提供する。ねじれ溝 21 のリード L と、波形のピッチ P と、外周刃 22 の刃数 N と、自然数 m とが、 $L/N = m \times P - P/N \pm P/2$ または $L/N = m \times P + P/N \pm P/2$ を満たすように設定されるので、隣り合う外周刃 22 が被加工物を同時に切削する際に、被加工物に同時に接触する隣り合う波形を逆位相の関係とすることができる。よって、被加工物に同時に接触する切れ刃の長さを短縮して、切削抵抗の最大値を低減することができる。

明 細 書

発明の名称： 工具

技術分野

[0001] 本発明は、工具に関し、特に、隣り合う外周刃が被加工物を同時に切削する際に、切削抵抗の最大値を低減することができる工具に関するものである。

背景技術

[0002] 外周刃によって被加工物の切削加工を行う工具、例えば、エンドミルやフライスなどでは、波状のラフィング切れ刃や一定間隔でニックを設けたニック切れ刃を外周刃に採用することで、被加工物に接触する切れ刃の長さを短くして、その分、切削抵抗の低減を図る技術が知られている。なお、これらラフィング切れ刃やニック切れ刃の波形の軸方向における位相は、隣接する外周刃の間でずらされている。この位相のずれ量は、通常、波形のピッチを刃数で除算した一定値に設定され、互いに隣接する外周刃の間でその一定値ずつ位相がずらされる。即ち、任意の軸直角断面において1周で1ピッチがずらされる（特許文献1の第9図を参照）。

[0003] この場合、特許文献1には、上述のように、ずれ量を一定値として、1周で1ピッチがずらされる構成では、工具寿命の延長や加工能率の向上が不十分であるとして、ずれ量を所定の関係式で規定することで、任意の軸直角断面上に同一寸法、同一形状の2以上の切れ刃を現出させる技術が開示される。また、特許文献2には、上述のように、互いに隣接する外周刃の間における位相のずれが均等であると、びびり振動が発生するとして、そのずれ量を不均等にする技術が開示される。

[0004] 一方、特許文献3には、ラフィング切れ刃やニック切れ刃の波形が、1の外周刃の全長に亘って一定の寸法で周期的に設けられていると、びびり振動が発生するとして、波形のピッチ等を所定の周期で増減させる技術が開示される。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開昭63-34010号公報（第4頁右下欄第3から第16行、第3図など）

特許文献2：特開平1127214号公報（第3頁右上欄第3から第11行、第2図など）

特許文献3：特開2002-233910号公報（段落[0009]など）

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] しかしながら、特許文献1の技術では、任意の軸直角断面における各切れ刃の径寸法の関係が規定され、また、特許文献2, 3では、1の外周刃が被加工物を切削する際の切削態様を変化させるように波形のピッチが規定されるが、隣り合う外周刃が被加工物を同時に切削する際に被加工物に同時に接触する波形の間の関係については何ら規定されていない。そのため、被加工物に同時に接触する切れ刃の長さが無作為に決定されることになるため、ラフィング切れ刃やニック切れ刃を採用することにより得られるはずの被加工物に接触する切れ刃の長さの短縮が十分になされない場合があり、切削抵抗の最大値を低減する効果が不十分であるという問題点があった。

[0007] 本発明は、上述した問題点を解決するためになされたものであり、隣り合う外周刃が被加工物を同時に切削する際に、切削抵抗の最大値を確実に低減することができる工具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および発明の効果

[0008] 請求項1又は2に記載の工具によれば、ねじれ溝のリード L と、波形のピッチ P と、外周刃の刃数 N と、自然数 m とが、 $L/N = m \times P - P/N \pm P/2$ または $L/N = m \times P + P/N \pm P/2$ を満たすように設定されるので、隣り合う外周刃が被加工物を同時に切削する際に、被加工物に同時に接触する隣り合う波形を逆位相の関係とすることができる。よって、被加工物に

同時に接触する切れ刃の長さを短縮して、切削抵抗の最大値を確実に低減することができるという効果がある。

[0009] また、請求項 1 又は 2 によれば、リード L、ピッチ P 及び刃数 N が上記関係式を満たすように設定されることで、上記効果を得つつ、各外周刃の波形を同一形状かつ同ピッチで形成することができる。よって、その加工を容易として、その分、製造コストの削減を図ることができるという効果がある。

図面の簡単な説明

[0010] [図1]本発明の第 1 実施の形態におけるラフィングエンドミルの正面図である。

[図2]外周刃の展開模式図である。

[図3]刃部の平面展開図である。

[図4]第 2 実施の形態におけるラフィングエンドミルの刃部の平面展開図である。

[図5]第 3 実施の形態におけるラフィングエンドミルの刃部の平面展開図である。

[図6]外周刃の展開模式図である。

[図7]ニック付きエンドミルの正面図である。

発明を実施するための形態

[0011] 以下、本発明の好ましい実施の形態について添付図面を参照して説明する。図 1 は、本発明の第 1 実施の形態におけるラフィングエンドミル 1 の正面図である。

[0012] 図 1 に示すように、ラフィングエンドミル 1 は、一端側に形成されるシャンク 10 がマシニングセンターなどの加工機械に保持され、軸 O まわりに回転駆動されつつ被加工物（図示せず）に対して軸 O と交差する方向に相対移動させられることで、刃部 20 により、側面切削や溝切削などの切削加工を行う工具である。

[0013] 刃部 20 には、軸 O まわりに等間隔で 4 本のねじれ溝 21 が形成され、それら各ねじれ溝 21 に沿って軸 O まわりにねじれた 4 枚の外周刃 22 が形成

される。また、刃部20の先端には、各外周刃22に連続して、4枚の底刃23が形成される。なお、本実施の形態では、外周刃22がラフィング切れ刃として形成される（図2参照）。

[0014] 次いで、図2及び図3を参照して、隣り合う外周刃22における波形の位相関係について説明する。図2は、外周刃22の展開模式図であり、外周刃22をすくい面側（即ち、ねじれ溝21側）から視た図（外周刃22を軸Oまわりの同じ位置に展開した図）に対応する。

[0015] 図2に示すように、外周刃22は、同一形状の波形（本実施の形態では、円弧状の凸と凹とが連なる形状）が同一ピッチで繰り返し連続して形成されることで、刃径が周期的に滑らかに変化するラフィング切れ刃として形成される。

[0016] ここで、以下においては、図面を簡略化して、理解を容易とするために、外周刃22の波形を、白黒が交互に連続する矩形形状に置き換えて図示する。即ち、外周刃22の波形の半ピッチを白色の矩形形状に、外周刃22の波形の残りの半ピッチを黒色の矩形形状に、それぞれ対応付けて図示する。

[0017] 図3は、刃部20の平面展開図であり、外周刃22により構成される円筒面を平面に展開した図に対応する。なお、図3では、被加工物の加工面mfが二点鎖線を用いて模式的に図示されると共に、外周刃22が、図2において説明した白黒の矩形形状を用いて図示される。また、説明の便宜上、4枚の外周刃22にそれぞれ符号「22a～22d」を付して区別して説明する。

[0018] 図3に示すように、刃部20は、外周刃22a～22dが右刃（シャンク10側（図3右側）から見て切れ刃が右側にある）として形成され、ねじれ溝21のねじれの向き（ねじれ方向）が右ねじれとされる。この場合、外周刃22a～22dの波形の軸O方向（図3左右方向）における位相は、隣接する外周刃22a～22dとの間でねじれ溝21のねじれ方向と逆方向にずれて配置される。

[0019] なお、外周刃22a～22dの波形のピッチをPとし、外周刃22a～2

2 dの刃数をNとすると、この波形の軸O方向における位相のずれ量は、ピッチPを刃数Nで除算した値 (P/N 、図3参照) に設定される。即ち、波形の軸O方向における位相は、互いに隣接する外周刃22 a~22 dの間で P/N ずつ位相がずらされることで、1周で1ピッチがずらされる。

[0020] ここで、刃部20は、ねじれ溝21のリード(溝リード)をL、自然数をm、とそれぞれ定義すると、これら各値L、m及び波形のピッチP、刃数Nが、関係式： $L/N = m \times P + P/N + P/2$ 、又は、 $L/N = m \times P + P/N - P/2$ を満たすように構成される。

[0021] これにより、外周刃22 a~22 dの内の隣り合う外周刃22 a~22 d (図3では、外周刃22 a及び外周刃22 b) が被加工物の加工面mfを同時に切削する際に、被加工物の加工面mfに同時に接触する隣り合う波形 (図3では、外周刃22 aの位置S a 1及び外周刃22 bの位置S b 1) を逆位相の関係とすることができる。即ち、位置S a 1では、波形の凸の部分が加工面mfに接触される一方、位置S b 1では波形の凹の部分(即ち、位置S a 1の逆位相となる部分)が加工面mfに接触される。よって、被加工物の切削面mfに同時に接触する切れ刃の長さを短縮して、切削抵抗の最大値を確実に低減することができる。

[0022] ここで、上述の第2実施の形態における関係式について説明する。位置S a 1及び位置S b 1(即ち、被加工物の加工面mfに同時に接触する位置)の間の軸O方向の距離をXとする。外周刃22 a~22 dが周方向等間隔に形成されることから、隣り合う外周刃22 a~22 dの軸O方向の間隔である距離Xは、リードLと刃数Nとから、 $X = L/N$ として表される。

[0023] 一方、本発明では、位置S a 1と位置S b 1とにおいて波形の位相が逆位相となるので、距離Xが次の関係(第1の関係または第2の関係のいずれか)を満たす必要がある。

[0024] 位置S a 1と位置S a 2との間の軸O方向の距離Aは、自然数mと波形のピッチPとから、 $A = m \times P$ として表される(但し、mは、位置S a 2が軸O方向において位置S b 1を越えない(図3において位置S b 1よりも左側

に位置しない) 範囲での最大値である)。

[0025] 位置S a 2と位置S a 3との間の軸O方向の距離は、波形のピッチPの半分の距離であるから、 $P/2$ となり、位置S a 3と位置S a 4との間の軸O方向の距離は、上述したように波形の位相のずれ量が1周で1ピッチとなる(即ち、互いに隣接する外周刃22a~22dの間で P/N ずつ位相がずらされる)ことから、 P/N となる。

[0026] よって、位置S a 1と位置S a 4との間の軸O方向の距離を、距離Aを用いて表すと、 $A + P/2 + P/N = m \times P + P/2 + P/N$ となる。この距離は、位置S a 1と位置S b 1との間の軸O方向の距離(即ち、距離X(= L/N))に等しいので、距離Xの第1の関係式として、 $L/N = m \times P + P/N + P/2$ が導かれる。

[0027] 同様に、位置S a 1と位置S a 5との間の軸O方向の距離Bは、自然数mと波形のピッチPとから、 $B = m \times P$ として表される(但し、mは、位置S a 5が軸O方向において位置S b 1を越える(図3において位置S b 1よりも左側に位置する)範囲での最小値である。即ち、第1の関係式における自然数mよりも「1」大きな値)。

[0028] 位置S a 4と位置S a 5との間の軸O方向の距離Cは、波形のピッチPの半分の距離(即ち、位置S a 3と位置S a 5との間の軸O方向の距離)から P/N (即ち、位置S a 3と位置S a 4との間の軸O方向の距離)を減算して得られる距離であるから、 $C = P/2 - P/N$ となる。

[0029] よって、位置S a 1と位置S a 4との間の軸O方向の距離を、距離Bを用いて表すと、 $B - C = m \times P - (P/2 - P/N) = m \times P - P/2 + P/N$ となる。この距離は、位置S a 1と位置S b 1との間の軸O方向の距離(即ち、距離X(= L/N))に等しいので、距離Xの第2の関係式として、 $L/N = m \times P + P/N - P/2$ が導かれる。

[0030] 次いで、図4を参照して、第2実施の形態におけるラフィングエンドミル201について説明する。図4は、第2実施の形態におけるラフィングエンドミル201の刃部220の平面展開図であり、外周刃222により構成さ

れる円筒面を平面に展開した図に対応する。なお、図4では、図3の場合と同様に、被加工物の加工面m fが二点鎖線を用いて模式的に図示されると共に、外周刃222が、図2において説明した白黒の矩形形状を用いて図示される。また、説明の便宜上、4枚の外周刃222にそれぞれ符号「222a～222d」を付して区別して説明する。

[0031] 第1実施の形態では、隣り合う外周刃22の間において、波形の軸O方向における位相がねじれ溝21のねじれ方向と逆方向にずれて配置される場合を説明したが、第2実施の形態における波形は、軸O方向における位相がねじれ溝21のねじれ方向と同方向にずれて配置される。なお、上述した第1実施の形態と同一の部分には同一の符号を付して、その説明は省略する。

[0032] 図4に示すように、第2実施の形態における刃部220は、第1実施の形態の場合と同様に、外周刃222a～222dが右刃として形成され、ねじれ溝21のねじれの向き（ねじれ方向）が右ねじれとされる。一方、第2実施の形態における刃部220は、外周刃222a～222dの波形の軸O方向（図4左右方向）における位相が、第1実施の形態の場合とは逆に、隣接する外周刃222a～222dとの間でねじれ溝21のねじれ方向と同方向にずれて配置される。

[0033] なお、波形の軸O方向における位相のずれ量は、第1実施の形態の場合と同様に、ピッチPを刃数Nで除算した値（ P/N 、図4参照）に設定される。即ち、波形の軸O方向における位相は、互いに隣接する外周刃222a～222dの間で P/N ずつ位相がずらされることで、1周で1ピッチがずらされる。

[0034] ここで、第2実施の形態における刃部220は、リードL、自然数m、ピッチP及び刃数Nが、関係式： $L/N = m \times P - P/N + P/2$ 、又は、 $L/N = m \times P - P/N - P/2$ を満たすように構成される。

[0035] これにより、外周刃222a～222dの内の隣り合う外周刃222a～222d（図4では、外周刃222a及び外周刃222b）が被加工物の加工面m fを同時に切削する際に、被加工物の加工面m fに同時に接触する隣

り合う波形（図4では、外周刃222aの位置S a 2 1及び外周刃222bの位置S b 2 1）を、第1実施の形態の場合と同様に、逆位相の関係とすることができる。よって、被加工物に同時に接触する切れ刃の長さを短縮して、切削抵抗の最大値を確実に低減することができる。

[0036] ここで、上述の関係式について説明する。位置S a 2 1及び位置S b 2 1（被加工物の加工面m fに同時に接触する位置）の間の軸O方向の距離をXとする。外周刃222a～222dが周方向等間隔に形成されることから、隣り合う外周刃222a～222dの軸O方向の間隔である距離Xは、リードLと刃数Nとから、 $X = L / N$ として表される。

[0037] 一方、本発明では、位置S a 2 1と位置S b 2 1とにおいて波形の位相が逆位相となるので、距離Xが次の関係（第3の関係または第4の関係のいずれか）を満たす必要がある。

[0038] 位置S a 2 1と位置S a 2 2との間の軸O方向の距離Aは、自然数mと波形のピッチPとから、 $A = m \times P$ として表される（但し、mは、位置S a 2 2が軸O方向において位置S b 2 1を越えない（図4において位置S b 2 1よりも左側に位置しない）範囲での最大値である）。

[0039] 位置S a 2 3と位置S a 2 4との間の軸O方向の距離は、上述したように波形の位相のずれ量が1周で1ピッチとなる（即ち、互いに隣接する外周刃222a～222dの間で P / N ずつ位相がずらされる）ことから、 P / N となる。位置S a 2 2と位置S a 2 3との間の軸O方向の距離Cは、波形のピッチPの半分の距離（即ち、位置S a 2 2と位置S a 2 4との間の軸O方向の距離）から P / N （即ち、位置S a 2 3と位置S a 2 4との間の軸O方向の距離）を減算して得られる距離であるから、 $C = P / 2 - P / N$ となる。

[0040] よって、位置S a 2 1と位置S a 2 3との間の軸O方向の距離を、距離Aを用いて表すと、 $A + C = m \times P + P / 2 - P / N$ となる。この距離は、位置S a 2 1と位置S b 2 1との間の軸O方向の距離（即ち、距離X（ $= L / N$ ））に等しいので、距離Xの第3の関係式として、 $L / N = m \times P - P /$

$N + P / 2$ が導かれる。

[0041] 同様に、位置 $S a 2 1$ と位置 $S a 2 5$ との間の軸 O 方向の距離 B は、自然数 m と波形のピッチ P とから、 $B = m \times P$ として表される（但し、 m は、位置 $S a 2 5$ が軸 O 方向において位置 $S b 2 1$ を越える（図 4 において位置 $S b 2 1$ よりも左側に位置する）範囲での最小値である。即ち、第 3 の関係式における自然数 m よりも「1」大きな値）。

[0042] 位置 $S a 2 3$ と位置 $S a 2 4$ との間の軸 O 方向の距離は、上述したように、 P / N となり、位置 $S a 2 4$ と位置 $S a 2 5$ との間の軸 O 方向の距離は、波形のピッチ P の半分の距離であるから、 $P / 2$ となる。

[0043] よって、位置 $S a 2 1$ と位置 $S a 2 3$ との間の軸 O 方向の距離を、距離 B を用いて表すと、 $B - (P / 2 + P / N) = m \times P - (P / 2 + P / N) = m \times P - P / 2 - P / N$ となる。この距離は、位置 $S a 2 1$ と位置 $S b 2 1$ との間の軸 O 方向の距離（即ち、距離 $X (= L / N)$ ）に等しいので、距離 X の第 4 の関係式として、 $L / N = m \times P - P / N - P / 2$ が導かれる。

[0044] 次いで、図 5 を参照して、第 3 実施の形態におけるラフィングエンドミル 301 について説明する。図 5 は、第 3 実施の形態におけるラフィングエンドミル 301 の刃部 320 の平面展開図であり、外周刃 322 により構成される円筒面を平面に展開した図に対応する。なお、図 5 では、図 3 の場合と同様に、被加工物の加工面 $m f$ が二点鎖線を用いて模式的に図示される。

[0045] ここで、第 3 実施の形態におけるラフィングエンドミル 301 は、複数条（本実施の形態では 4 条）のねじれ溝 21 を有し、それら各ねじれ溝 21 に沿う各外周刃 322 が着脱可能な複数のチップ（インデキサブルインサート）から形成される刃先交換式のエンドミルであって、かつ、チップの配列が、ニック付きの外周刃と同じ効果を奏するように、階段状に設定されたラフィングエンドミルとして構成される（図 6 参照）。

[0046] なお、図 5 では、外周刃 322 を、図 2 において説明した白黒の矩形形状を用いて図示する。ここで、図 6 を参照して、第 3 実施の形態における外周刃 322 と白黒の矩形形状との関係について説明する。図 6 は、外周刃 32

2の展開模式図であり、外周刃322をすくい面側（即ち、ねじれ溝21側）から視た図（即ち、チップCにより形成される外周刃322を軸Oまわりの同じ位置に展開した図）に対応する。

[0047] 図6に示すように、外周刃322は、複数のチップCがそれぞれ一定の間隔を隔てつつ配設されることで、同一形状の波形が同一ピッチで繰り返し連続する形状に形成される。この場合、本実施の形態では、白黒の矩形形状を一単位とし、この一単位を、1のチップC及び1の間隙からなる波形の1ピッチに置き換えて図示する。

[0048] 図5に戻って説明する。図5では、説明の便宜上、4条のねじれ溝21に沿って形成される4枚の外周刃322にそれぞれ符号「322a～322d」を付して区別して説明する。

[0049] 第1実施の形態では、隣り合う外周刃22の間において、波形の軸O方向における位相がねじれ溝21のねじれ方向と逆方向にずれて配置される場合を説明したが、第3実施の形態における波形は、軸O方向における位相が隣り合う外周刃322の間において同位相（ずれを有さず）に配置される。なお、上述した第1実施の形態と同一の部分には同一の符号を付して、その説明は省略する。

[0050] 図5に示すように、第3実施の形態における刃部320は、第1実施の形態の場合と同様に、外周刃322a～322dが右刃として形成され、ねじれ溝21のねじれの向き（ねじれ方向）が右ねじれとされる。一方、第3実施の形態における刃部320は、隣り合う外周刃322a～322dにおいて、波形の軸O方向（図5左右方向）における位相が同位相（即ち、ずれ量が0）に配置される。

[0051] ここで、第3実施の形態における刃部320は、リードL、自然数m、ピッチP及び刃数Nが、関係式： $L/N = m \times P + P/2$ 、又は、 $L/N = m \times P - P/2$ を満たすように構成される。

[0052] これにより、外周刃322a～322dの内の隣り合う外周刃322a～322d（図5では、外周刃322a及び外周刃322b）が被加工物の加

工面 m f を同時に切削する際に、被加工物の加工面 m f に同時に接触する隣り合う波形（図 5 では、外周刃 3 2 2 a の位置 S a 3 1 及び外周刃 3 2 2 b の位置 S b 3 1）を、第 1 実施の形態の場合と同様に、逆位相の関係とすることができる。よって、被加工物の加工面 m f に同時に接触する切れ刃の長さを短縮して、切削抵抗の最大値を確実に低減することができる。

[0053] ここで、上述の第 3 実施の形態における関係式について説明する。位置 S a 3 1 及び位置 S b 3 1（被加工物の加工面 m f に同時に接触する位置）の間の軸 O 方向の距離を X とする。外周刃 3 2 2 a ~ 3 2 2 d が周方向等間隔に形成されることから、隣り合う外周刃 3 2 2 a ~ 3 2 2 d の軸 O 方向の間隔である距離 X は、リード L と刃数 N とから、 $X = L / N$ として表される。

[0054] 一方、本発明では、位置 S a 3 1 と位置 S b 3 1 とにおいて波形の位相が逆位相となるので、距離 X が次の関係（第 5 の関係または第 6 の関係のいずれか）を満たす必要がある。

[0055] 位置 S a 3 1 と位置 S a 3 2 との間の軸 O 方向の距離 A は、自然数 m と波形のピッチ P とから、 $A = m \times P$ として表される（但し、m は、位置 S a 3 2 が軸 O 方向において位置 S b 3 1 を越えない（図 5 において位置 S b 3 1 よりも左側に位置しない）範囲での最大値である）。

[0056] 位置 S a 3 2 と位置 S a 3 3 との間の軸 O 方向の距離は、波形のピッチ P の半分の距離であるから、 $P / 2$ となる。よって、位置 S a 3 1 と位置 S a 3 3 との間の軸 O 方向の距離を、距離 A を用いて表すと、 $A + P / 2 = m \times P + P / 2$ となる。この距離は、位置 S a 3 1 と位置 S b 3 1 との間の軸 O 方向の距離（即ち、距離 X（ $= L / N$ ））に等しいので、距離 X の第 5 の関係式として、 $L / N = m \times P + P / 2$ が導かれる。

[0057] 同様に、位置 S a 3 1 と位置 S a 3 4 との間の軸 O 方向の距離 B は、自然数 m と波形のピッチ P とから、 $B = m \times P$ として表される（但し、m は、位置 S a 3 4 が軸 O 方向において位置 S b 3 1 を越える（図 5 において位置 S b 3 1 よりも左側に位置する）範囲での最小値である。即ち、第 5 の関係式における自然数 m よりも「1」大きな値）。

- [0058] 位置 S a 3 3 と位置 S a 3 4 との間の軸 O 方向の距離は、波形のピッチ P の半分の距離であるから、 $P/2$ となる。よって、位置 S a 3 1 と位置 S a 3 3 との間の軸 O 方向の距離を、距離 B を用いて表すと、 $B - P/2 = m \times P - P/2$ となる。この距離は、位置 S a 3 1 と位置 S b 3 1 との間の軸 O 方向の距離（即ち、距離 X ($=L/N$)）に等しいので、距離 X の第 6 の関係式として、 $L/N = m \times P - P/2$ が導かれる。
- [0059] 次いで、上述したラフィングエンドミル 1 を使用して行った切削試験の試験結果について説明する。切削試験は、ラフィングエンドミル 1 を使用して被加工物の切削加工を行い、その切削加工の際に発生する切削抵抗（送り方向に働く送り分力（水平分力）、この送り分力と垂直な方向に働く主分力（垂直分力）、及び、軸方向に働く背分力（軸方向分力）の合力）の最大値を測定する試験である。
- [0060] 切削試験の詳細諸元は、被加工物：J I S - S 5 0 C、切削方法：側面切削（ダウンカット）、切削油材：不使用（エアブローによる乾式切削）、使用機械：縦型マシニングセンター、切削速度：4 0 . 8 m / m i n、送り速度：3 6 0 m m / m i n（0 . 1 4 m m / 回転）、軸方向切り込み深さ：3 0 m m、径方向切り込み深さ：5 m m である。
- [0061] また、ラフィングエンドミル 1（以下、「発明品」と称す）は、第 1 実施の形態において説明した工具であり、その詳細諸元は、工具材質：高速度工具鋼、外径：2 0 m m、刃数 N：4 枚、溝リード L：1 0 7 . 5 m m、波形のピッチ P：2 . 5 m m、外周刃の向き：右刃、ねじれの向き：右ねじれ、波形のずれ方向：ねじれ溝のねじれ方向と逆方向、である。
- [0062] また、切削試験は、発明品の他に、発明品と緒元は同一であるが、発明品に対し溝リード L の値のみが異なるラフィングエンドミル（以下、「従来品」と称す）についても行った。なお、従来品の溝リード L は、1 1 2 m m である。
- [0063] なお、発明品は、上述した第 1 の関係式において自然数 m が 1 0 に設定される、又は、第 2 の関係式において自然数 m が 1 1 に設定されることで、こ

れら第1の関係式および第2の関係式を満たす工具である。よって、切削試験においては、隣り合う外周刃22が被加工物の加工面mfを同時に切削する際に、被加工物の加工面mfに同時に接触する隣り合う波形が逆位相の関係となる(図3参照)。

[0064] 一方、従来品は、上述した第1の関係式および第2の関係式を満たさず、切削試験においては、隣り合う外周刃22が被加工物の加工面mfを同時に切削する際に、被加工物の加工面mfに同時に接触する隣り合う波形が同位相の関係となる。

[0065] よって、切削試験においては、加工物の切削面mfに同時に接触する切れ刃の長さが、発明品で最も短くなり、従来品で最も長くなる。

[0066] 切削試験の結果、切削抵抗(送り分力、主分力および背分力の合力)の最大値は、従来品が3269[N]であったのに対し、発明品では3056[N]となり、約6.5%の低減が確認された。

[0067] また、この切削試験に対し、軸方向切り込み深さおよび径方向切り込み深さのみを変更し、他の緒元は同じとする切削試験(以下、「第2切削試験」「第3切削試験」と称す)を行った。第2切削試験は、軸方向切り込み深さ:30mm、径方向切り込み深さ:3mmに設定され、第3切削試験は、軸方向切り込み深さ:35mm、径方向切り込み深さ:3mmに設定される。

[0068] 第2切削試験では、切削抵抗の最大値は、従来品が2116[N]であったのに対し、発明品では2060[N]となり、約2.7%の低減が確認された。また、第3切削試験では、切削抵抗の最大値は、従来品が3155[N]であったのに対し、発明品では2896[N]となり、約9.3%の低減が確認された。

[0069] 以上のように、隣り合う外周刃が被加工物の加工面mfを同時に切削する際に、その被加工物の加工面mfに同時に接触する隣り合う波形を逆位相の関係とすることで、被加工物の切削面mfに同時に接触する切れ刃の長さを短縮することができ、その結果、切削抵抗の最大値を低減できることが確認された。

[0070] 以上、実施の形態に基づき本発明を説明したが、本発明は上記実施の形態に何ら限定されるものではなく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲内で種々の改良変形が可能であることは容易に推察できるものである。

[0071] 例えば、上記実施の形態で挙げた数値は一例であり、他の数値を採用することは当然可能である。

[0072] 上記各実施の形態ではその説明を省略したが、各値（溝リード L 、自然数 m 、波形のピッチ P 及び刃数 N ）を、上記第1から第6の関係式のいずれかを満たすように設定する場合には、各値に許容範囲を持たせることは当然可能である。例えば、各関係式を満たす値（ L/N ）の許容値を、 $\pm(0.1 \times P/N)$ に設定することが例示される。この許容値を採用することで、切削抵抗の最大値の低減と工具の製造コストの削減との両立を図ることができる。

[0073] 上記第1実施の形態および第2実施の形態では、ねじれ溝21のねじれの向き（ねじれ方向）が右ねじれとされる場合を説明したが、必ずしもこれに限られるものではなく、左ねじれとすることは当然可能である。なお、この場合、各値（溝リード L 等）は、外周刃の波形の軸 O 方向における位相が、隣接する外周刃との間でねじれ溝21のねじれ方向と逆方向にずれて配置される場合には、上述した第1の関係式または第2の関係式を満たすように、隣接する外周刃との間でねじれ溝21のねじれ方向と同方向にずれて配置される場合には、上述した第3の関係式または第4の関係式を満たすように、それぞれ設定すれば良い。

[0074] 上記第1実施および第2実施の形態では、ラフィング切れ刃を有する工具を例に説明したが、必ずしもこれに限られるものではなく、他の工具に本発明の技術思想を適用することは当然可能である。他の工具としては、外周刃にニックを設けたニック切れ刃を有するニック付きエンドミル、複数条の外周刃を有するねじ切りフライス、或いは、複数条の外周刃を有する総形フライスなどが例示される。

[0075] なお、本発明の適用対象の一例として、ニック切れ刃を有するニック付き

エンドミルを図7に示す。図7に示すように、ニック付きエンドミルにおいても、その外周刃には、同一形状の波形が同一ピッチで繰り返し連続して形成される。よって、上記各実施の形態の場合と同様に、各値L、m及び波形のピッチP、刃数Nを、上記関係式を満たすように設定することで、被加工物に同時に接触する隣り合う波形を逆位相の関係とすることができ、その結果、被加工物に同時に接触する切れ刃の長さを短縮して、切削抵抗の最大値を低減することができる。

符号の説明

[0076]	1, 2 0 1, 3 0 1	ラフィングエンドミル (工具)
	2 1	ねじれ溝
	2 2, 2 2 2, 3 2 2	外周刃
	2 2 a ~ 2 2 d, 2 2 2 a ~ 2 2 2 d, 3 2 2 a ~ 3 2 2 d	外周刃
	L	溝リード (リード)
	P	波形のピッチ
	N	刃数
	m	自然数
	O	軸

請求の範囲

[請求項1]

所定のリードでねじれて形成される複数のねじれ溝と、それら各ねじれ溝に沿って形成される複数の外周刃とを備える共に、前記外周刃には同一形状の波形が所定のピッチで繰り返し形成され、軸まわりに回転駆動されることで、被加工物を前記外周刃により切削加工する工具において、

前記外周刃の波形の軸方向における位相が隣接する外周刃との間で前記ねじれ溝のねじれ方向と同じ方向にずらされて配置され、

前記ねじれ溝のリードをLと、前記波形のピッチをPと、前記外周刃の刃数をNと、自然数をmとした場合に、

$$L/N = m \times P - P/N + P/2、又は、L/N = m \times P - P/N - P/2$$

を満たすことを特徴とする工具。

[請求項2]

所定のリードでねじれて形成される複数のねじれ溝と、それら各ねじれ溝に沿って形成される複数の外周刃とを備える共に、前記外周刃には同一形状の波形が所定のピッチで繰り返し形成され、軸まわりに回転駆動されることで、被加工物を前記外周刃により切削加工する工具において、

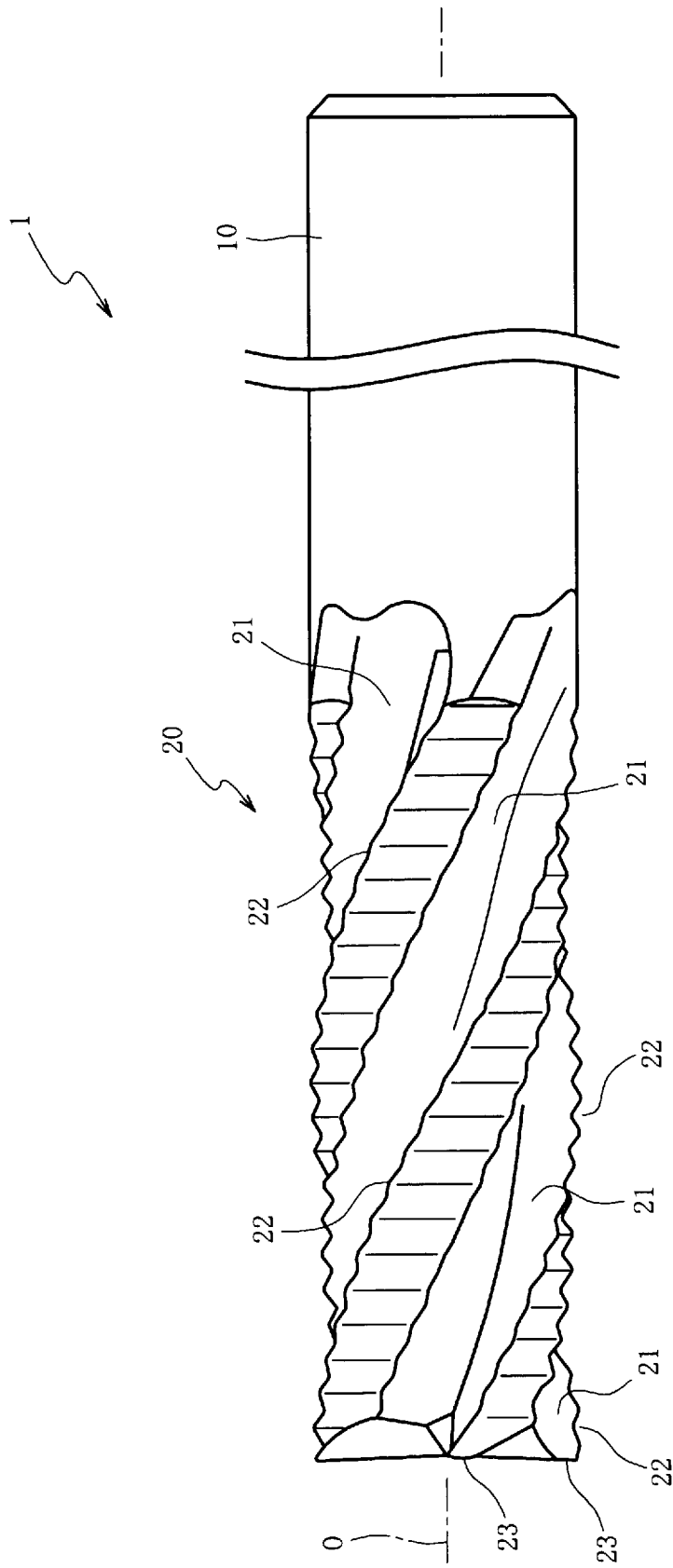
前記外周刃の波形の軸方向における位相が隣接する外周刃との間で前記ねじれ溝のねじれ方向と逆方向にずらされて配置され、

前記ねじれ溝のリードをLと、前記波形のピッチをPと、前記外周刃の刃数をNと、自然数をmとした場合に、

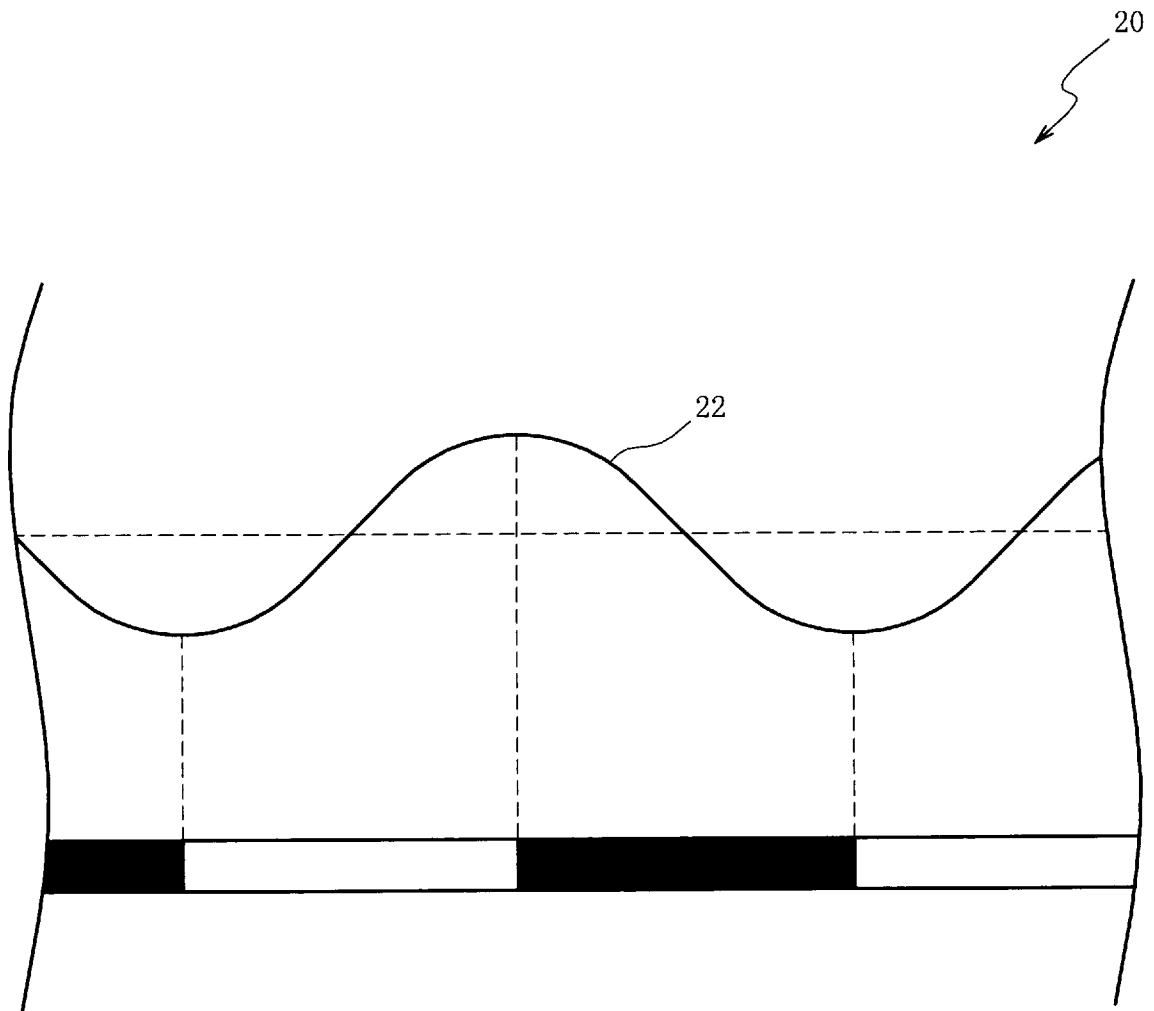
$$L/N = m \times P + P/N + P/2、又は、L/N = m \times P + P/N - P/2$$

を満たすことを特徴とする工具。

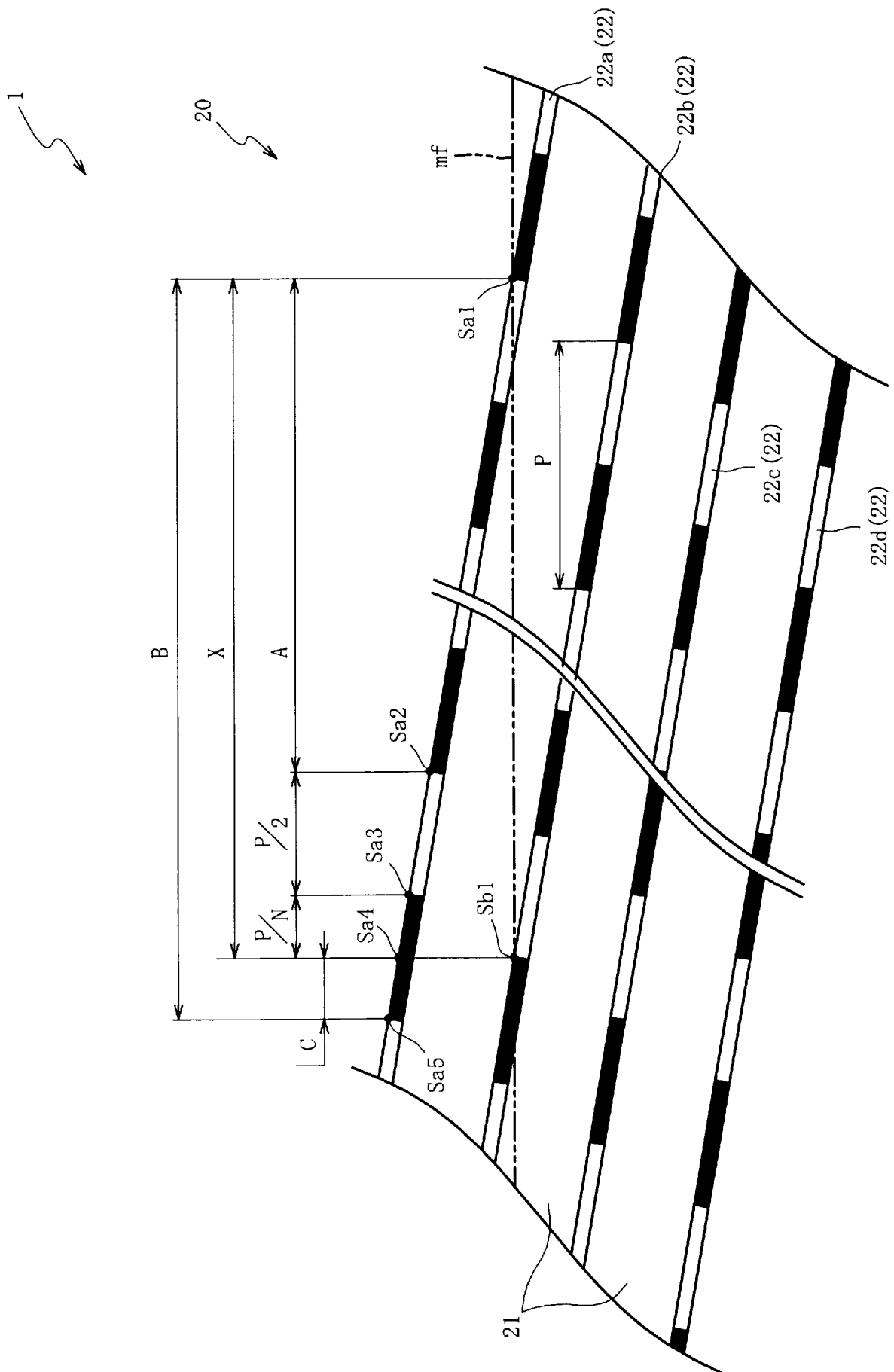
[図1]



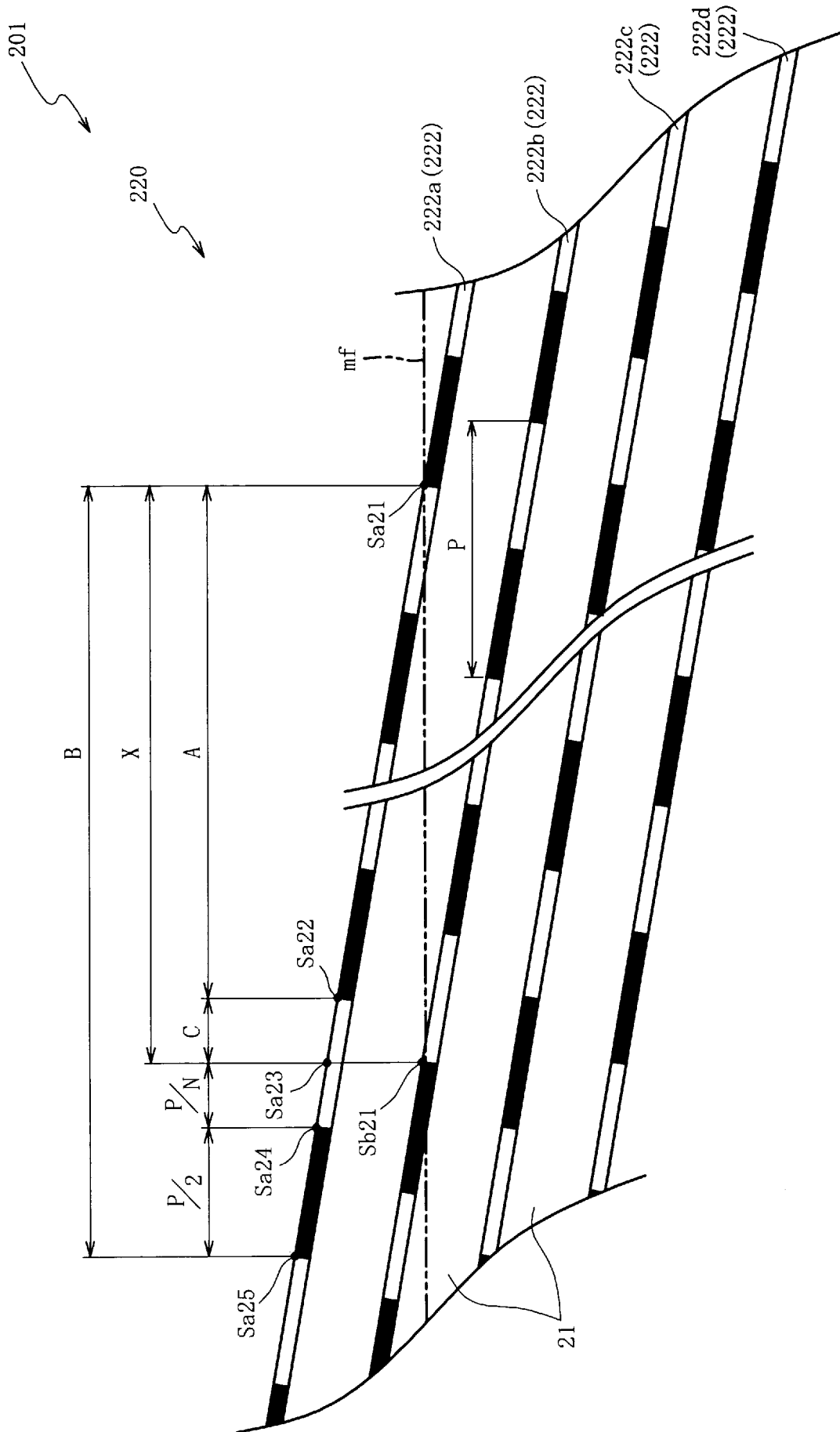
[図2]



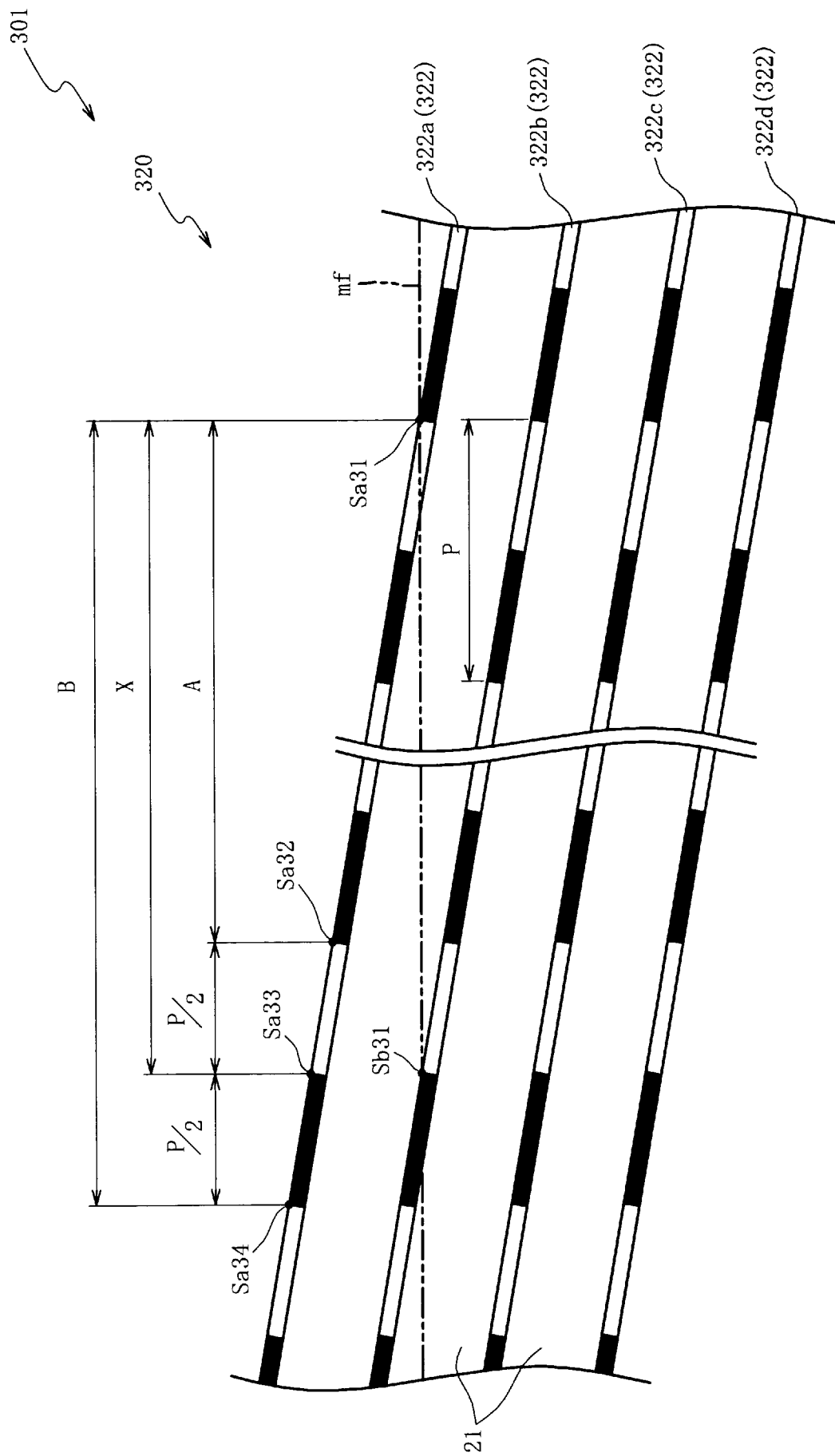
[図3]



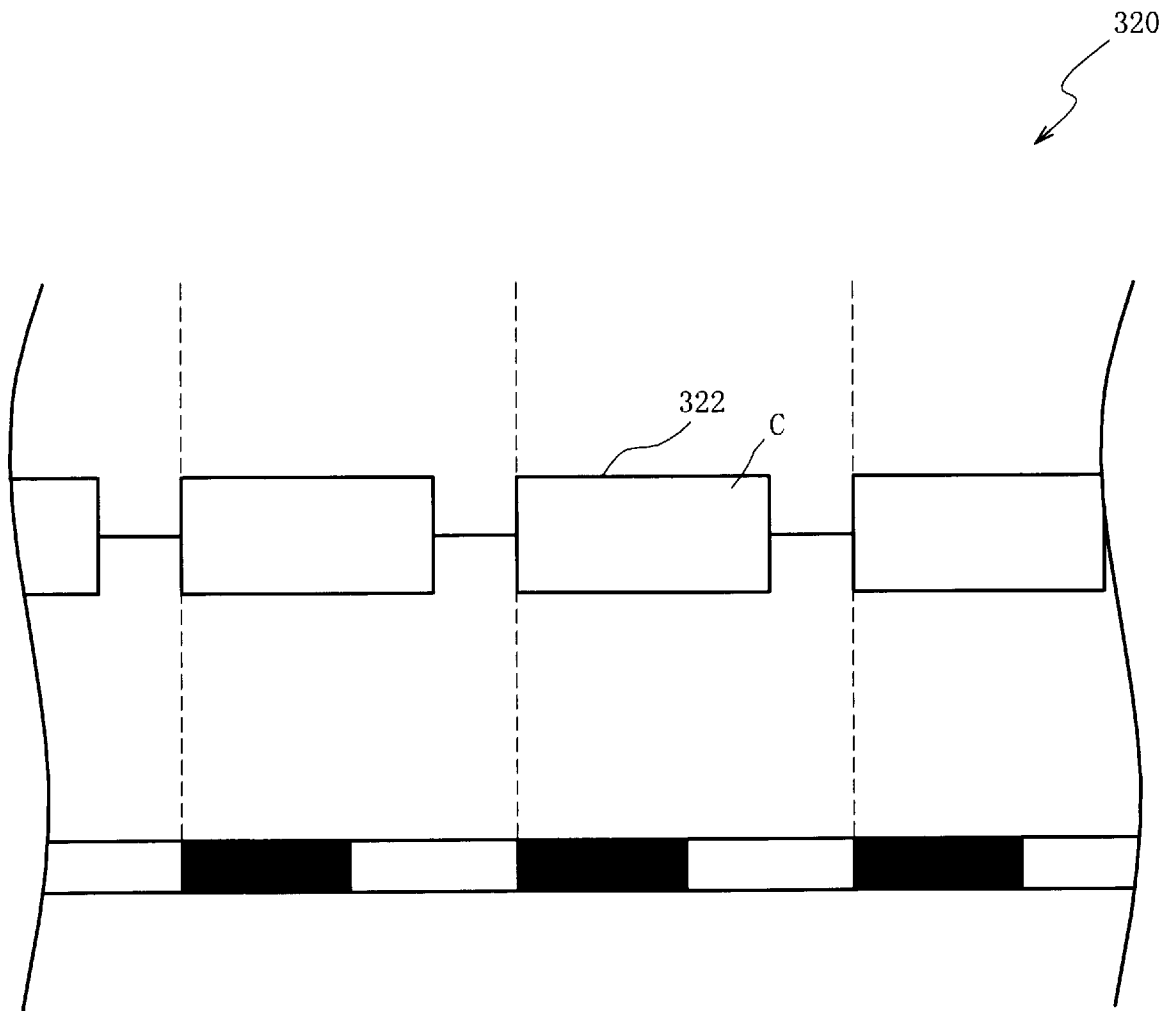
[図4]



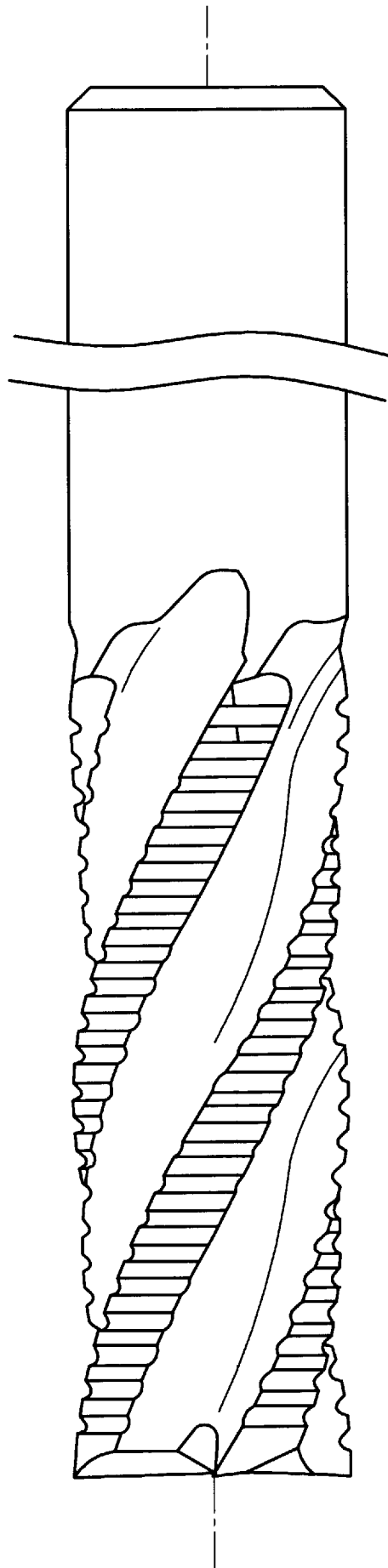
[図5]



[図6]



[図7]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/073101

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER B23C5/10 (2006.01) i		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED		
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 Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2011 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2011 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2011		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2011-083891 A (Hitachi Tool Engineering Ltd.), 28 April 2011 (28.04.2011), paragraphs [0049] to [0067]; fig. 4 to 10 & JP 2011-20257 A & WO 2010/137429 A1	1,2
A	JP 61-284313 A (Nachi-Fujikoshi Corp.), 15 December 1986 (15.12.1986), entire text; all drawings (Family: none)	1,2
A	JP 2002-233910 A (OSG Corp.), 20 August 2002 (20.08.2002), entire text; all drawings (Family: none)	1,2
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input 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 18 October, 2011 (18.10.11)		Date of mailing of the international search report 01 November, 2011 (01.11.11)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office		Authorized officer
Facsimile No.		Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/073101

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 63-034010 A (Nachi-Fujikoshi Corp.), 13 February 1988 (13.02.1988), entire text; all drawings (Family: none)	1, 2

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. B23C5/10(2006.01)i		
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)) Int.Cl. 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 1971-2011年 日本国実用新案登録公報 1996-2011年 日本国登録実用新案公報 1994-2011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
A	JP 2011-083891 A (日立ツール株式会社) 2011.04.28, 段落【0049】-【0067】, 図4-10 & JP 2011-20257 A & W0 2010/137429 A1	1,2
A	JP 61-284313 A (株式会社不二越) 1986.12.15, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1,2
A	JP 2002-233910 A (オーエスジー株式会社) 2002.08.20, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1,2
A	JP 63-034010 A (株式会社不二越) 1988.02.13, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1,2
<input type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input 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矛盾するものではなく、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 18.10.2011	国際調査報告の発送日 01.11.2011	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/J P) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官 (権限のある職員) 中野 裕之 電話番号 03-3581-1101 内線 3324	3C 4418