

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6609638号  
(P6609638)

(45) 発行日 令和1年11月20日(2019.11.20)

(24) 登録日 令和1年11月1日(2019.11.1)

(51) Int.Cl.		F I			
<b>B 2 3 B</b>	<b>51/00</b>	<b>(2006.01)</b>	B 2 3 B	51/00	T
<b>B 2 3 B</b>	<b>27/14</b>	<b>(2006.01)</b>	B 2 3 B	27/14	C
B 2 3 B	27/22	(2006.01)	B 2 3 B	27/22	

請求項の数 13 (全 19 頁)

(21) 出願番号	特願2017-550334 (P2017-550334)	(73) 特許権者	000006633
(86) (22) 出願日	平成28年11月8日 (2016.11.8)		京セラ株式会社
(86) 国際出願番号	PCT/JP2016/083109		京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町6番地
(87) 国際公開番号	W02017/082251	(74) 代理人	100104318
(87) 国際公開日	平成29年5月18日 (2017.5.18)		弁理士 深井 敏和
審査請求日	平成30年5月1日 (2018.5.1)	(72) 発明者	石 寛久
(31) 優先権主張番号	特願2015-219049 (P2015-219049)		京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町6番地
(32) 優先日	平成27年11月9日 (2015.11.9)		京セラ株式会社内
(33) 優先権主張国・地域又は機関	日本国 (JP)	審査官	村上 哲

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 切削工具及び切削加工物の製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

回転軸に沿って延びる棒形状のホルダと、  
 前記ホルダの先端であって、内周側に装着された第1切削インサートと、  
 前記ホルダの前記先端であって、外周側に装着された第2切削インサートと、を備え、  
 前記ホルダは、前記第1切削インサート及び前記第2切削インサートのそれぞれから後端側に向かって前記回転軸の周りを螺旋状に延びる切屑排出溝を有し、  
 前記第2切削インサートは、  
 互いに隣接する第1角部及び第2角部を有する上面と、  
 前記上面の反対側に位置する下面と、  
 前記上面及び前記下面の間に位置する側面と、  
 前記第1角部及び前記第2角部の間、かつ、前記上面と前記側面とが交差する領域であって、前記ホルダの前記先端側に位置する切刃と、を備え、  
 前記切刃は、前記第1角部側に位置する第1切刃、前記第2角部側に位置する第2切刃、前記第1切刃及び前記第2切刃の間に位置する第3切刃を有しているとともに、側面視において、前記第1角部及び前記第2角部のそれぞれから前記切刃の中央に向かうにつれて前記下面側に窪んだ曲線形状であり、  
 側面視における前記第1切刃の曲率半径 R1 及び前記第2切刃の曲率半径 R2 がいずれも、側面視における前記第3切刃の曲率半径 R3 よりも小さく、  
 前記第2切刃は、前記第1切刃及び前記第3切刃よりも前記回転軸から離れて位置し、

前記第 1 切刃の前記曲率半径 R 1 が、前記第 2 切刃の前記曲率半径 R 2 よりも大きい、切削工具。

【請求項 2】

前記切刃は、上面視において、前記第 1 角部及び前記第 2 角部のそれぞれから前記切刃の前記中央に向かうにつれて前記上面の中心に向かって窪んだ曲線形状であって、

上面視における前記第 1 切刃の曲率半径 R 4 は、前記第 1 切刃の前記曲率半径 R 1 よりも大きく、

上面視における前記第 2 切刃の曲率半径 R 5 は、前記第 2 切刃の前記曲率半径 R 2 よりも大きく、

上面視における前記第 3 切刃の曲率半径 R 6 は、前記第 3 切刃の前記曲率半径 R 3 よりも大きい、請求項 1 に記載の切削工具。 10

【請求項 3】

前記上面は、前記切刃よりも内側に位置して、前記切刃から離れるにつれて下り傾斜である第 1 傾斜面と、前記第 1 傾斜面よりも内側に位置して、前記第 1 傾斜面から離れるにつれて上り傾斜である第 2 傾斜面とを更に有し、

上面視において、前記第 3 切刃と前記第 2 傾斜面との間隔 D 3 が、前記第 1 切刃と前記第 2 傾斜面との間隔 D 1 及び前記第 2 切刃と前記第 2 傾斜面との間隔 D 2 よりも大きい、請求項 1 又は 2 に記載の切削工具。

【請求項 4】

前記第 2 傾斜面は、前記第 2 角部側に位置する第 2 頂部を有する、請求項 3 に記載の切削工具。 20

【請求項 5】

前記第 2 傾斜面は、前記第 1 角部側に位置する第 1 頂部を更に有しており、

前記第 1 頂部と前記第 2 頂部のそれぞれの高さは同じである、請求項 4 に記載の切削工具。

【請求項 6】

側面視において、前記第 3 切刃の幅 W 3 が、前記第 1 切刃の幅 W 1 及び前記第 2 切刃の幅 W 2 よりも広い、請求項 1 ~ 5 のいずれかに記載の切削工具。

【請求項 7】

側面視において、前記第 1 切刃、前記第 2 切刃及び前記第 3 切刃はいずれも、円弧状であり、 30

側面視において、前記第 3 切刃の円弧の中心 O 3 は、前記第 1 切刃よりも前記第 2 切刃の近くに位置している、請求項 1 ~ 6 のいずれかに記載の切削工具。

【請求項 8】

側面視において、前記第 1 切刃、前記第 2 切刃及び前記第 3 切刃はいずれも、円弧状であり、

側面視において、前記第 2 切刃の円弧の中心 O 2 は、前記第 1 切刃の円弧の中心 O 1 よりも前記第 3 切刃の円弧の中心 O 3 から離れて位置している、請求項 1 ~ 7 のいずれかに記載の切削工具。

【請求項 9】 40

前記切刃は、前記第 1 角部と前記第 1 切刃との間に位置する第 4 切刃と、前記第 2 角部と前記第 2 切刃との間に位置する第 5 切刃と、を更に有し、

側面視において、前記第 4 切刃及び前記第 5 切刃はいずれも、上方に凸状の曲線形状である、請求項 1 ~ 8 のいずれかに記載の切削工具。

【請求項 10】

側面視において、前記第 4 切刃及び前記第 5 切刃はいずれも、円弧状である、請求項 9 に記載の切削工具。

【請求項 11】

前記切刃は、前記第 1 角部と前記第 4 切刃との間に位置する第 6 切刃を更に有し、

前記第 6 切刃は、側面視において、前記下面に平行な直線状であり、上面視において、 50

外方に凸の曲線状である、請求項 9 又は 10 に記載の切削工具。

【請求項 12】

前記第 1 切削インサートの切刃の回転軌跡が、前記第 2 切削インサートの前記第 1 切刃の外周側端部における回転軌跡と交差する、請求項 1 に記載の切削工具。

【請求項 13】

請求項 1 ~ 12 のいずれか 1 つに記載の切削工具を、前記回転軸を中心に回転させる工程と、

回転している前記切削工具を被削材に接触させる工程と、

前記切削工具を前記被削材から離す工程と、を備える、切削加工物の製造方法。

【発明の詳細な説明】

10

【技術分野】

【0001】

本開示は、切削インサート、切削工具及び切削加工物の製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、切削工具として穿孔加工に用いられるドリルが知られている（例えば、特許文献 1 参照）。特許文献 1 に記載の工具は、軸線を有する基体（ホルダ）と、基体に取り付けられた 2 つのチップ（内刃用インサート及び外刃用インサート）とを有している。

【0003】

内刃用インサートと外刃用インサートとでは、工具の軸線からの距離が互いに異なる。そのため、内刃用インサートで生じる切屑の形状は、外刃用インサートで生じる切屑の形状と異なる。具体的には、内刃用インサートによって生じる切屑の形状は、外刃用インサートによって生じる切屑よりも短いピッチで螺旋状に延びており、まとまりやすい。一方、外刃用インサートによって生じる切屑の形状は、工具の軸線から離れているため、内刃用インサートによって生じる切屑よりも長いピッチとなり、まとまりにくい。このように内刃用インサートと外刃用インサートとでは生じる切屑の形状に違いがあるために、形状に合った切屑排出が要求される。例えば、外刃用インサートによって生じた切屑は、適度な長さで分断されずに過度に延びてしまうと、切屑の詰まりが生じる場合がある。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

30

【0004】

【特許文献 1】国際公開 2010 - 137701 号

【発明の概要】

【0005】

本開示の切削インサートは、互いに隣接する第 1 角部及び第 2 角部を有する上面と、前記上面の反対側に位置する下面と、前記上面及び前記下面の間に位置する側面と、前記第 1 角部及び前記第 2 角部の間、かつ、前記上面と前記側面とが交差する領域に位置する切刃と、を備える。前記切刃は、前記第 1 角部側に位置する第 1 切刃、前記第 2 角部側に位置する第 2 切刃、前記第 1 切刃及び前記第 2 切刃の間に位置する第 3 切刃を有しているとともに、側面視において、前記第 1 角部及び前記第 2 角部のそれぞれから前記切刃の中央に向かうにつれて前記下面側に窪んだ曲線形状である。側面視における前記第 1 切刃の曲率半径  $R_1$  及び前記第 2 切刃の曲率半径  $R_2$  がいずれも、側面視における前記第 3 切刃の曲率半径  $R_3$  よりも小さい。

40

【0006】

本開示の切削工具は、回転軸に沿って延びる棒形状のホルダと、前記ホルダの先端に装着された、上述した本開示に係る切削インサートと、を備える。前記ホルダは、前記切削インサートから後端側に向かって前記回転軸の周りを螺旋状に延びる切屑排出溝を有する。

【0007】

本開示の切削加工物の製造方法は、上述した本開示に係る切削工具を前記回転軸を中心

50

に回転させる工程と、回転している前記切削工具を被削材に接触させる工程と、前記切削工具を前記被削材から離す工程と、を備える。

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図1】図1は、本開示の一実施形態に係る切削インサートを示す斜視図である。

【図2】図2は、図1に示す切削インサートの上面図である。

【図3】図3は、図1に示す切削インサートの側面図である。

【図4】図4は、図2におけるA1断面図である。

【図5】図5は、図2におけるA2断面図である。

【図6】図6は、図2におけるA3断面図である。

10

【図7】図7は、本開示の一実施形態に係る切削工具（ドリル）を示す斜視図である。

【図8】図8は、図7に示す切削工具の先端部分を拡大した拡大図である。

【図9】図9は、図7に示す切削工具を先端側から見た先端図である。

【図10】図10は、図9に示す切削工具をB1方向から見た側面図である。

【図11】図11は、図9に示す切削工具をB2方向から見た側面図である。

【図12】図12は、本開示の一実施形態に係る切削加工物の製造方法の一工程を示す概略図である。

【図13】図13は、本開示の一実施形態に係る切削加工物の製造方法の一工程を示す概略図である。

【図14】図14は、本開示の一実施形態に係る切削加工物の製造方法の一工程を示す概略図である。

20

【発明を実施するための形態】

【0009】

以下、本開示の一実施形態に係る切削インサート（以下、インサートともいう）及びこれを備えた切削工具について、図面を用いて詳細に説明する。具体的には、切削工具として刃先交換式のドリルについて説明する。切削工具としては、刃先交換式のドリル以外にも、例えば、エンドミルなどが挙げられる。また、インサートとして、このドリルにおける外刃用インサートについて説明する。

【0010】

但し、以下で参照する各図は、説明の便宜上、実施形態を説明する上で必要な主要部材のみを簡略化して示したものである。従って、本開示のインサート及び切削工具は、参照する各図に示されていない任意の構成部材を備え得る。また、各図中の部材の寸法は、実際の構成部材の寸法及び各部材の寸法比率などを忠実に表したのではない。これらの点は、後述する切削加工物の製造方法においても同様である。

30

【0011】

<切削インサート>

まず、一実施形態のインサート1について図面を用いて説明する。本実施形態のインサート1は、刃先交換式のドリルにおける外刃用インサートとして好適に用いられる。インサート1は、例えば、図1に示すように、上面3、下面5、側面7、切削刃9及び貫通孔11を備えている。

40

【0012】

なお、図1に示す斜視図において上方に位置している面を便宜的に上面3としている。従って、切削工具に装着された状態、又は、切削加工を行っている状態では、上面3は必ずしも上方に位置しているとは限られない。また、図1に示す斜視図において下方に位置している面を便宜的に下面5としている。従って、切削工具に装着された状態、又は、切削加工を行っている状態では、下面5は必ずしも下方に位置しているとは限られない。

【0013】

インサート1の材質としては、例えば、超硬合金又はサーメットなどが挙げられる。超硬合金の組成としては、例えば、WC-Co、WC-TiC-Co又はWC-TiC-TaC-Coなどが挙げられる。WC-Coは、炭化タングステン(WC)にコバルト(C

50

o)の粉末を加えて焼結して生成される。WC - TiC - Coは、WC - Coに炭化チタン(TiC)を添加したものである。WC - TiC - TaC - Coは、WC - TiC - Coに炭化タンタル(TaC)を添加したものである。

【0014】

また、サーメットは、セラミック成分に金属を複合させた焼結複合材料である。具体的には、サーメットとして、炭化チタン(TiC)又は窒化チタン(TiN)などのチタン化合物を主成分としたものが挙げられる。

【0015】

インサート1の表面は、化学蒸着(CVD)法、又は物理蒸着(PVD)法を用いて被膜でコーティングされていてもよい。被膜の組成としては、例えば、炭化チタン(TiC)、窒化チタン(TiN)、炭窒化チタン(TiCN)又はアルミナ(Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)などが挙げられる。

10

【0016】

上面3は、多角形状であって、角部3a及び辺3bを有している。本実施形態における上面3は、略四角形の形状となっている。なお、多角形状とは、厳密に多角形の形状であることを意味するものではない。例えば、本実施形態での上面3における4つの角部3aは、それぞれ厳密な角となっておらず、上面視において丸みを帯びた形状となっている。また、4つの辺3bは、それぞれ厳密な直線状とはなっていない。なお、上面視とは、インサート1を上面3に向かって見た状態のことである。

【0017】

下面5は、上面3とは反対側に位置する面であり、インサート1をホルダに取り付ける際に着座面として機能する。本実施形態における下面5は、上面3と同様に多角形状であるが、上面3よりも一回り小さい平坦な面形状になっている。そのため、図2に示す上面図においては、下面5の外周縁は、上面3によって見えなくなっている。

20

【0018】

なお、上面3及び下面5の形状としては、上記の形態に限定されるものではない。本実施形態のインサート1においては上面3及び下面5の形状が略四角形であるが、例えば、上面視した場合の上面3及び下面5の形状がそれぞれ三角形、五角形、六角形又は八角形などであってもよい。また、本実施形態における上面3は概ね正方形であるが、四角形の形状としてはこのような形状に限られず、例えば、菱形又は長方形などであってもよい。

30

【0019】

本実施形態のインサート1は、上面3及び下面5において開口する貫通孔11を有している。貫通孔11は、インサート1をドリルのホルダにネジ止め固定する際にネジを挿入するために設けられている。本実施形態における下面5は平坦な面であり、貫通孔11の中心軸X1の延びる方向、言い換えれば貫通方向は下面5に対して直交している。なお、本実施形態では、貫通孔11の中心軸X1が、インサート1の中心軸と一致している。従って、貫通孔11の中心軸X1を、インサート1の中心軸と置き換えてもよい。インサート1の中心軸とは、上面3及び下面5の間を貫通する軸であり、上面視においてインサート1を回転させたときに回転軸となる軸である。

【0020】

本実施形態における上面3では、図2において、中心軸X1を中心に90°の回転対称となるように4つの角部3a及び4つの辺3bが位置している。また、特に図示はしないが、本実施形態における下面5は、下面視において、中心軸X1を中心に90°の回転対称となっている。下面視とは、インサート1を下面5に向かって見た状態のことである。

40

【0021】

側面7は、上面3と下面5との間に位置しており、上面3及び下面5に接続されている。上記の通り、下面5が上面3よりも一回り小さい形状であることから、側面7は上面3の側から下面5の側に向かうにつれて中心軸X1に近付くように傾斜している(図3参照)。

【0022】

50

本実施形態のインサート 1 における上面 3 を上面視した場合の最大幅は、例えば、6 ~ 25 mm である。また、下面 5 から上面 3 までの高さは、例えば、1 ~ 10 mm である。ここで、下面 5 から上面 3 までの高さとは、側面視において、上面 3 の上端（最も高い部分）と下面 5 との間における中心軸 X 1 に平行な方向での長さのことである。本実施形態において側面視とは、平坦な下面 5 に対して平行な方向からインサート 1 を見た状態のことである。但し、下面 5 が平坦な面形状でない場合などにおいては、貫通孔 11 の中心軸 X 1 に直交する方向からインサート 1 を見ることを側面視としてもよい。

**【 0 0 2 3 】**

なお、上面 3、下面 5 及び側面 7 の構成としては、上記の構成に限定されない。例えば、下面 5 が上面 3 と同じ形状であって、平面透視した場合に、下面 5 の外周縁が上面 3 の外周縁と重なり合っている場合もよい。この場合には、側面 7 は、下面 5 に対して直交するように設けられる。

**【 0 0 2 4 】**

切刃 9 は、上面 3 において隣に位置する角部 3 a 同士の間、かつ、上面 3 と側面 7 とが交差する領域の少なくとも一部に位置している。切刃 9 は切削加工において被削材を切削するために用いられる。本実施形態においては、図 2 及び図 3 に示すように、上面 3 と側面 7 とが交差する領域のうち少なくとも上面 3 における 1 つの辺 3 b 1 に位置する部分が切刃 9 である。以下、切刃 9 として上面 3 における 1 つの辺 3 b 1 に位置する部分について説明する。

**【 0 0 2 5 】**

上面 3 における 1 つの辺 3 b 1 に位置する切刃 9 は、第 1 切刃 1 3、第 2 切刃 1 5 及び第 3 切刃 1 7 を有している。上面 3 において互いに隣接する第 1 角部 3 a a 及び第 2 角部 3 a b の間のうち、第 1 切刃 1 3 は、第 1 角部 3 a a 側に位置しており、第 2 切刃 1 5 は、第 2 角部 3 a b 側に位置している。第 3 切刃 1 7 は、第 1 切刃 1 3 と第 2 切刃 1 5 との間に位置している。なお、ここで隣接するとは、第 1 角部 3 a a と第 2 角部 3 a b とが厳密に隣につづくというのではなく、上面 3 において、第 1 角部 3 a a と第 2 角部 3 a b が辺 3 b 1 を介して位置している状態のことである。

**【 0 0 2 6 】**

本実施形態のようにインサート 1 をドリルにおける外刃用インサートとして用いる場合においては、第 1 切刃 1 3 が第 2 切刃 1 5 及び第 3 切刃 1 7 よりもドリルの回転軸に近くなるようにホルダに装着される。このとき、第 2 切刃 1 5 は、第 1 切刃 1 3 及び第 3 切刃 1 7 よりもドリルの回転軸から離れるようにインサート 1 がホルダに装着される。

**【 0 0 2 7 】**

上面 3 における 1 つの辺 3 b 1 に位置する切刃 9 は、図 3 に示すように、側面視において、第 1 角部 3 a a 及び第 2 角部 3 a b のそれぞれから切刃 9 の中央 M に向かうにつれて下面 5 側に窪んだ曲線形状となっている。そのため、第 1 切刃 1 3、第 2 切刃 1 5 及び第 3 切刃 1 7 は、それぞれ凹曲線形状となっている。下面 5 側に窪んだ曲線形状、すなわち凹曲線形状としては、例えば、円弧状などが挙げられる。なお、切刃 9 は、厳密に、側面視において、第 1 角部 3 a a 及び第 2 角部 3 a b のそれぞれから中央 M に向かうにつれて窪んだ曲線形状でなくてもよい。すなわち、本実施形態においては、切刃 9 の最も低い位置が切刃 9 の中央 M となっているが、切刃 9 は、側面視において凹曲線形状であればよく、切刃 9 の最も低い位置は厳密に切刃 9 の中央 M でなくてもよい。

**【 0 0 2 8 】**

このように切刃 9 が下面 5 側に窪んだ曲線形状であることから、本実施形態のインサート 1 を用いて切削加工を行った際に生じる切屑の形状は、切刃 9 の形状に対応するように湾曲した形状になる。切屑は、切刃 9 に概ね直交する方向に流れることから、切屑の流れる方向に対して直交する方向で切刃 9 の形状に対応するように湾曲した形状になる。

**【 0 0 2 9 】**

切刃 9 で生じた切屑は、側面 7 ではなく上面 3 の上を流れる。このとき、切屑は上面 3 に接触することによって、切屑の流れる方向に沿った方向にも湾曲する。切屑の流れる方

10

20

30

40

50

向に沿った方向に湾曲した切屑は、ホルダなどに接触して折れ曲がる。そのため、切屑は凸曲線形状のものが切屑の流れる方向に沿って連なった形状になる。切屑は上記の折れ曲がる箇所において分断され易い。

【0030】

そして、本実施形態のインサート1においては、第3切刃17が第1切刃13と第2切刃15との間に位置しており、側面視において、第1切刃13及び第2切刃15の曲率半径がいずれも、第3切刃17の曲率半径よりも小さい。すなわち、側面視において、第1切刃13の曲率半径を $R_1$ 、第2切刃15の曲率半径を $R_2$ 、第3切刃17の曲率半径を $R_3$ とした場合に、 $R_1 < R_3$ かつ $R_2 < R_3$ である。

【0031】

側面視における第1切刃13の曲率半径 $R_1$ 及び第2切刃15の曲率半径 $R_2$ がいずれも、側面視における第3切刃17の曲率半径 $R_3$ よりも小さいため、第3切刃17で生じる切屑と比較して第1切刃13及び第2切刃15で生じる切屑が大きく湾曲する。そのため、切屑は、切屑の伸びる方向に対して直交する方向に沿った両端部分において大きく湾曲する。そして、切屑がホルダなどに接触して折れ曲がる際に、上記の両端部分の変形が大きくなる。これにより、この両端部分で切屑に亀裂が生じ易くなる。

【0032】

切屑の伸びる方向に対して直交する方向に沿った両端部分から切屑に亀裂が生じ易くなっているため、切屑が過度に伸びる可能性が小さくなり、適度な長さで切屑が分断され易くなる。これにより、切屑がホルダに絡まる可能性が小さくなり、切屑が詰まりにくくなり良好に切屑を排出できる。

【0033】

また、第3切刃17の曲率半径 $R_3$ が第1切刃13の曲率半径 $R_1$ 及び第2切刃15の曲率半径 $R_2$ よりも大きな値であることによって、第3切刃17から下面5までのインサート1の厚みを大きく確保し易くなる。そのため、インサート1の耐久性を高めることもできる。その結果、切屑排出性及びインサート1の耐久性の両方を高めることができる。

【0034】

さらに本実施形態のインサート1は、側面視において、第1切刃13の曲率半径 $R_1$ が第2切刃15の曲率半径 $R_2$ よりも大きくてもよい。すなわち、 $R_2 < R_1$ の関係となってもよい。上記の通り、本実施形態のようにインサート1をドリルにおける外刃用インサートとして用いる場合においては、第2切刃15が第1切刃13及び第3切刃17よりもドリルの回転軸から離れるようにインサート1がホルダに装着される。

【0035】

そのため、第2切刃15で生じる切屑は第1切刃13及び第3切刃17で生じる切屑よりも長くなり易い。 $R_2 < R_1$ の関係である場合には、第2切刃15で生じる切屑が大きく湾曲し易くなるので、この部分で切屑に亀裂が生じ易くなる。結果として、適度な長さで切屑がさらに分断され易くなる。

【0036】

また、第1切刃13、第2切刃15及び第3切刃17によって構成される切刃9の部分は、図2に示すように、上面視において、第1角部3a a及び第2角部3a bのそれぞれから切刃9の中央Mに向かうにつれて上面3の中心 $X_2$ に向かって窪んだ曲線形状である。本実施形態では、上面3の中心 $X_2$ が、中心軸 $X_1$ と一致している。上記した曲線形状としては、例えば、円弧状などが挙げられる。なお、切刃9は、厳密に、上面視において、第1角部3a a及び第2角部3a bのそれぞれから中央Mに向かうにつれて窪んだ曲線形状でなくてもよい。すなわち、本実施形態においては、切刃9の最も内側に位置する点が切刃9の中央Mとなっているが、切刃9は、上面視において凹曲線形状であればよく、切刃9の最も内側に位置する点は厳密に切刃9の中央Mでなくてもよい。

【0037】

そして、上面視における第1切刃13の曲率半径 $R_4$ 、上面視における第2切刃15の曲率半径 $R_5$ 及び上面視における第3切刃17の曲率半径 $R_6$ は、以下の関係を満たして

10

20

30

40

50

いてもよい。すなわち、上面視における第1切刃13の曲率半径R4は、側面視における第1切刃13の曲率半径R1よりも大きいてもよい。また、上面視における第2切刃15の曲率半径R5は、側面視における第2切刃15の曲率半径R2よりも大きいてもよい。また、上面視における第3切刃17の曲率半径R6は、側面視における第3切刃17の曲率半径R3よりも大きいてもよい。

**【0038】**

上記した通り、切刃9で生じる切屑は、側面視した場合における切刃9の形状に対応するように湾曲する。一方、被削材がせん断変形することによって切屑は生成されるため、切屑には、上面視した場合における切刃9の形状に対応するようにせん断面が現れる。そこで、上面視における第1切刃13、第2切刃15及び第3切刃17の曲率半径R4、R5、R6が、側面視における第1切刃13、第2切刃15及び第3切刃17の曲率半径R1、R2、R3よりも大きい場合 ( $R4 > R1$ 、 $R5 > R2$ 、 $R6 > R3$ ) には、せん断面の湾曲が小さく抑えられるので、亀裂が安定して進行し易くなる。結果として、切屑がさらに分断され易くなるので、切屑が過度に延びてしまう可能性を小さくすることができる。なお、本実施形態のインサート1は、上面視における第1切刃13の曲率半径R4及び第2切刃15の曲率半径R5がいずれも、上面視における第3切刃17の曲率半径R6よりも小さい構成となってもよい。すなわち、 $R4 < R6$ かつ $R5 < R6$ の関係となってもよい。

10

**【0039】**

側面視における曲率半径R1、R2、R3及び上面視における曲率半径R4、R5、R6は、次のような値に設定できる。R1は、例えば、3~20mmである。R2は、例えば、2~15mmである。R3は、例えば、15~60mmである。R4は、例えば、50~150mmである。R5は、例えば、50~150mmである。R6は、例えば、150~400mmである。

20

**【0040】**

本実施形態における上面3は、第1傾斜面19及び第2傾斜面21を有してもよい。ここで、第1傾斜面19は、切刃9よりも内側に位置して、切刃9から離れるにつれて下面5に近付くように下っている下り傾斜の傾斜面である(図4~図6参照)。また、第2傾斜面21は、第1傾斜面19よりも内側に位置して、第1傾斜面19から離れるにつれて下面5から離れるように上っている上り傾斜の傾斜面である。内側とは、貫通孔11側(中心軸X1側)のことである。

30

**【0041】**

上記した通り、切刃9で生じた切屑は、上面3の上を流れる。第1傾斜面19は、切屑が流れるすくい面として機能させることができる。また、第2傾斜面21は、切屑をカーンさせるブレーカ壁面として機能させることができる。このとき、側面7の少なくとも一部は、いわゆる逃げ面として機能する。

**【0042】**

そして、本実施形態のインサート1では、図2に示すように、上面視において、第3切刃17と第2傾斜面21との間隔D3が、第1切刃13と第2傾斜面21との間隔D1及び第2切刃15と第2傾斜面21との間隔D2よりも大きいてもよい。このような関係を満たすときは、切刃9から第2傾斜面21へと流れる切屑において、第1切刃13及び第2切刃15で生じた切屑の部分が相対的に先に第2傾斜面21に当たる。また、第1切刃13及び第2切刃15の間に位置する第3切刃17で生じた切屑の部分が相対的に後に第2傾斜面21に当たる。

40

**【0043】**

このような場合には、切屑の進行方向を第2傾斜面21において安定させることができる。また、側面視した場合における切刃9の形状に対応するように湾曲する切屑を、第2傾斜面21においてさらに大きく湾曲させることができる。言い換えれば、第2傾斜面21において、切屑の流れる方向に対して直交する方向に切屑を絞り込むことができる。そのため、切屑での亀裂の発生がより促される。なお、間隔D1、D2、D3は、次のよう

50

な値に設定できる。D 1 は、例えば、0.3 ~ 1 mm である。D 2 は、例えば、0.2 ~ 2 mm である。D 3 は、例えば、0.3 ~ 1 mm である。

【0044】

第2傾斜面21は、図2及び図6に示すように、第2角部3ab側に位置する第2頂部22bを有していてもよい。第2傾斜面21が上記の構成である場合には、切屑の進行方向を第2傾斜面21においてさらに安定させることができ、また、第2傾斜面21において切屑をより大きく湾曲させ易くなる。なお、第2頂部22bは、第2傾斜面21のうち第2切刃15の内側に対応する部分に位置していてもよい。

【0045】

第2傾斜面21は、図2及び図4に示すように、第1角部3aa側に位置する第1頂部22aを更に有していてもよい。そして、第1頂部22aと第2頂部22bのそれぞれの高さが、同じであってもよい。このような構成によれば、第1頂部22aによる効果と相まって、切屑の進行方向を第2傾斜面21においてさらに安定させることができ、また、第2傾斜面21において切屑をより大きく湾曲させ易くなる。なお、第1頂部22aは、第2傾斜面21のうち第1切刃13の内側に対応する部分に位置していてもよい。

【0046】

上記した高さとは、平坦な下面5からの距離のことである。なお、下面5が平坦な面形状でない場合などにおいては、貫通孔11の中心軸X1に直交する仮想面からの距離を上記の高さとして評価してもよい。また、頂部とは、第2傾斜面21の上記の部分において最も高さの高い部分のことである。

【0047】

また、本実施形態では、図3に示すように、側面視において、第3切刃17の幅W3が、第1切刃13の幅W1及び第2切刃15の幅W2よりも広くてもよい。ここで幅とは、側面視した場合における下面5に平行、又は、貫通孔11の中心軸X1に直交する方向での長さのことである。第3切刃17の幅W3が広い場合には、第1切刃13の幅W1及び第2切刃15の幅W2を相対的に狭くできる。そのため、切刃9の上下方向での高さの変化が過度に大きくなる可能性を小さくすることができる。そして、切刃9から下面5までのインサート1の厚みを大きく確保し易くなる。その結果、インサート1の耐久性を高め易くなる。なお、幅W1、W2、W3は、次のような値に設定できる。辺3b1の長さをSとしたとき、W1、W2は、例えば、0.15S ~ 0.35Sであり、W3は、例えば

【0048】

図3に示すように、側面視において、第1切刃13、第2切刃15及び第3切刃17はいずれも、円弧状であってもよい。そして、このとき、側面視において、第3切刃17の円弧の中心O3が、第1切刃13よりも第2切刃15の近くに位置していてもよい。言い換えれば、側面視において、第3切刃17の円弧の中心O3が、第3切刃17の中点Pを通り下面5に垂直な線Lよりも、第2切刃15側に位置していてもよい。インサート1を外刃用インサートとして用いた場合に生成される切屑の幅は、内刃用インサートとの関係により、辺3b1の長さのうち第2角部3abの近傍から第1切刃13と第3切刃17との境界近傍までの長さに相当する。すなわち、インサート1を外刃用インサートとして用いた場合に生成される切屑の幅の中心は、線Lに対して第2角部3ab側に位置している。従って、第3切刃17の円弧の中心O3が上記のような位置にあることで、切刃9に沿う方向に湾曲した切屑において、切屑の中央部分が厚みの大きい部分となる。そのため、切屑をより安定してコントロールすることができる。その結果、切屑が詰まる可能性を一層低減でき、切屑排出性が向上する。

【0049】

また、側面視において、第1切刃13、第2切刃15及び第3切刃17はいずれも、円弧状であってもよい。そして、このとき、側面視において、第2切刃15の円弧の中心O2が、第1切刃13の円弧の中心O1よりも第3切刃の円弧の中心O3から離れて位置していてもよい。言い換えれば、側面視において、第2切刃15の円弧の中心O2が、第1

10

20

30

40

50

切刃 1 3 の円弧の中心 O 1 よりも線 L から離れて位置していてもよい。これらの構成によれば、第 1 切刃 1 3 で生じる切屑よりも第 2 切刃 1 5 で生じる切屑を湾曲させる効果が高まり、切屑の分断をより促進することができる。

【 0 0 5 0 】

本実施形態のインサート 1 では、上面 3 における 1 つの辺 3 b 1 に位置する切刃 9 が、第 1 切刃 1 3、第 2 切刃 1 5 及び第 3 切刃 1 7 に加えて第 4 切刃 2 3 及び第 5 切刃 2 5 を有していてもよい。このとき、第 4 切刃 2 3 は、上面 3 の第 1 角部 3 a a と第 1 切刃 1 3 との間に位置しており、側面視した場合に上方に凸状の曲線形状であってもよい。また、第 5 切刃 2 5 は、上面 3 の第 2 角部 3 a b と第 2 切刃 1 5 との間に位置しており、側面視した場合に上方に凸状の曲線形状であってもよい。なお、側面視において、第 4 切刃 2 3 及び第 5 切刃 2 5 はいずれも、円弧状であってもよい。

10

【 0 0 5 1 】

例えば、切刃 9 が上面 3 の角部 3 a にも位置して角部 3 a を切削加工に用いる場合には、第 4 切刃 2 3 及び第 5 切刃 2 5 によって、第 1 切刃 1 3 及び第 2 切刃 1 5 と上面 3 の角部 3 a とをそれぞれ滑らかに接続することができる。そのため、切刃 9 の耐久性を高めることができる。

【 0 0 5 2 】

なお、本実施形態においては第 4 切刃 2 3 及び第 5 切刃 2 5 を切刃 9 の一部として切削加工に用いることができるが、このような構成に限定されるものではない。例えば、第 4 切刃 2 3 及び第 5 切刃 2 5 に相当する部分が切刃 9 として用いられない場合においては、第 4 切刃 2 3 及び第 5 切刃 2 5 に相当する部分が単に上面 3 と側面 7 とが交差する稜線によって構成されていてもよい。

20

【 0 0 5 3 】

本実施形態のインサート 1 では、切刃 9 が、第 1 角部 3 a a と第 4 切刃 2 3 との間に位置する第 6 切刃 2 6 を更に有していてもよい。このとき、第 6 切刃 2 6 は、側面視において、下面 5 に平行な直線状であり、上面視において、外方に凸の曲線状であってもよい。これらの構成によれば、本実施形態のように複数の辺 3 b に同じ構成の切刃 9 がそれぞれ形成される場合に、第 6 切刃 2 6 が好適にさらい刃として機能することができる。すなわち、例えば、第 1 角部 3 a a 及び第 2 角部 3 a b の間に位置する 1 つの辺 3 b 1 の切刃 9 を主切刃として用いる場合に、1 つの辺 3 b 1 の隣にある他の辺 3 b に位置する切刃 9 の第 6 切刃 2 6 がさらい刃として好適に機能する。その結果、加工面精度の向上が図れる。

30

【 0 0 5 4 】

上面 3 と側面 7 とが交差する領域であって切刃 9 が形成されている部分には、いわゆるホーニング加工が施されていてもよい。すなわち、上面 3 と側面 7 とが交差する稜線は、2 つの面が交差することによる厳密な線形状でなくてもよい。上面 3 と側面 7 とが交差する領域にホーニング加工が施されていると、切刃 9 の強度が低下するのを低減することができる。ホーニング加工としては、例えば、上記した領域が曲面形状となる R ホーニング加工などが挙げられる。

【 0 0 5 5 】

本実施形態における切刃 9 は、上記の第 1 切刃 1 3、第 2 切刃 1 5、第 3 切刃 1 7、第 4 切刃 2 3、第 5 切刃 2 5 及び第 6 切刃 2 6 を有しているが、切刃 9 はこれらの部分のみによって構成されるものには限定されない。具体的には、各切刃部分の間にこれらの部分を滑らかに接続する接続部分（不図示）が設けられていてもよい。例えば、第 1 切刃 1 3 と第 3 切刃 1 7 との間にこれらの切刃 9 を接続する直線状の切刃部分を有していてもよい。また、例えば、切刃 9 が、第 4 切刃 2 3、第 5 切刃 2 5 及び第 6 切刃 2 6 を有しておらず、第 1 切刃 1 3、第 2 切刃 1 5 及び第 3 切刃 1 7 によって構成されているときは、第 1 切刃 1 3 が第 1 角部 3 a a に接続し、第 2 切刃 1 5 が第 2 角部 3 a b に接続していてもよい。

40

【 0 0 5 6 】

< 切削工具（ドリル） >

50

次に、一実施形態のドリル 101 について図面を用いて説明する。

【0057】

本実施形態のドリル 101 は、図 7 ~ 図 11 に示すように、回転軸 Y1 に沿って延びる棒形状のホルダ 103 と、ホルダ 103 の先端 103a に装着された内刃用インサート 105 及び外刃用インサート 107 とを備えており、例えば、穿孔加工に用いられる。本実施形態では、外刃用インサート 107 として上記の実施形態のインサート 1 を用いている。また、本実施形態では、内刃用インサート 105 として上記の実施形態のインサート 1 とは異なるインサート（第 1 インサート）を用いている。なお、外刃用インサート 107 に加えて内刃用インサート 105 として上記の実施形態のインサート 1 を用いてもよい。

【0058】

ホルダ 103 は、本体部 109 と、第 1 切屑排出溝 111（以下、単に第 1 溝 111 ともいう）と、第 2 切屑排出溝 113（以下、単に第 2 溝 113 ともいう）とを有している。本体部 109 は、回転軸 Y1 に沿って延びる棒形状である。本体部 109 は切削加工時において回転軸 Y1 を中心に回転する。

【0059】

本実施形態における本体部 109 は、工作機械（不図示）の回転するスピンドルなどで把持される、シャンク（shank）と呼ばれる把持部 115 と、把持部 115 よりも先端側に位置する、ボデー（body）と呼ばれる切削部 117 とを有している。把持部 115 は、工作機械におけるスピンドルなどの形状に応じて設計される部位である。切削部 117 は、先端にインサート 105、107 が装着される部位であり、被削材の切削加工において主たる役割を有する部位である。なお、矢印 Y2 は、本体部 109 の回転方向を示している。

【0060】

本体部 109 における切削部 117 の先端には、内刃用ポケット 119 及び外刃用ポケット 121 が設けられている。内刃用ポケット 119 は、切削部 117 の先端における内周側に設けられた凹部であり、内刃用インサート 105 が装着される部分である。外刃用ポケット 121 は、切削部 117 の先端における外周側に設けられた凹部であり、外刃用インサート 107 が装着される部分である。外刃用ポケット 121 は、図 9 に示すように、内刃用ポケット 119 よりも回転軸 Y1 から離れて位置している。そして、内刃用インサート 105 と外刃用インサート 107 が接触しないように、内刃用ポケット 119 及び外刃用ポケット 121 は、互いに離れて設けられている。なお、内周側とは、回転軸 Y1 に近い方のことであり、外周側とは、回転軸 Y1 から遠い方のことである。

【0061】

内刃用インサート 105 及び外刃用インサート 107 は、内刃用ポケット 119 及び外刃用ポケット 121 にそれぞれ着脱可能に装着される。言い換えれば、内刃用インサート 105（第 1 インサート）が、ホルダ 103 の先端 103a であって内周側に装着され、外刃用インサート 107（インサート 1）が、ホルダ 103 の先端 103a であって外周側に装着される。このとき、図 8 及び図 9 に示すように、内刃用インサート 105 における切削刃 106 が回転軸 Y1 と交差するように内刃用インサート 105 は装着される。

【0062】

また、図 9 に示すように、先端視した場合において、内刃用インサート 105 における切削刃 106 の回転軌跡及び外刃用インサート 107 における切削刃 9 の回転軌跡は、一部が互いに重なり合っている。そして、先端視した場合において、内刃用インサート 105 における切削刃 106 の回転軌跡及び外刃用インサート 107 における切削刃 9 の回転軌跡が、本体部 109 の切削部 117 の全体と重なり合っている。このように配置された内刃用インサート 105 の切削刃 106 及び外刃用インサート 107 の切削刃 9 によって、本体部 109 の切削部 117 の外径を有した孔あけ加工が可能となっている。

【0063】

本実施形態では、内刃用インサート 105（第 1 インサート）の切削刃 106 の回転軌跡 T1 が、外刃用インサート 107（インサート 1）の第 1 切削刃 13 の外周側端部 13a に

10

20

30

40

50

おける回転軌跡 T 2 と交差する。このような構成によれば、ホルダ 103 の径方向において、外刃用インサート 107 (インサート 1) が、内刃用インサート 105 に対して異なる位置に装着された場合であっても、両方のインサートにかかる切削抵抗のバランスが良好となりやすい。その結果、インサート 1 を複数の異なる加工径のホルダ 103 で用いることが可能となり、経済性が向上する。

【0064】

なお、先端視とは、ドリル 101 をホルダ 103 の先端 103a に向かって見た状態のことである。第 1 切刃 13 の外周側端部 13a は、第 1 切刃 13 の両端部のうち第 3 切刃 17 側の端部に相当する。

【0065】

第 1 溝 111 は、図 11 に示すように、内刃用インサート 105 からホルダ 103 の後端 103b 側に向かって回転軸 Y1 の周りを螺旋状に延びている。また、第 2 溝 113 は、図 10 に示すように、外刃用インサート 107 からホルダ 103 の後端 103b 側に向かって回転軸 Y1 の周りを螺旋状に延びている。本実施形態においては、第 1 溝 111 及び第 2 溝 113 は本体部 109 における切削部 117 に設けられており、把持部 115 には設けられていない。

【0066】

本実施形態のドリル 101 は、例えば、切削部 117 の外径が 6mm ~ 42.5mm に設定される。また、本実施形態のドリル 101 は、例えば、軸線の長さ (切削部 117 の長さ) を E とし、径 (切削部 117 の外径) を F とするとき、 $E = 2F \sim 12F$  に設定される。

【0067】

本体部 109 の材質としては、例えば、鋼、鋳鉄、アルミニウム合金などを用いることができる。本実施形態における本体部 109 は、これらの部材の中で靱性の高い鋼を用いている。

【0068】

第 1 溝 111 は、内刃用インサート 105 の切刃 106 によって生成される切屑を排出することを主な目的としている。切削加工時において、内刃用インサート 105 で形成された切屑は、第 1 溝 111 を通って本体部 109 の後端側へと排出される。また、第 2 溝 113 は、外刃用インサート 107 の切刃 9 によって生成される切屑を排出することを主な目的としている。切削加工時において、外刃用インサート 107 で形成された切屑は、第 2 溝 113 を通って本体部 109 の後端側へと排出される。

【0069】

第 1 溝 111 及び第 2 溝 113 のそれぞれの深さとしては、例えば、切削部 117 の外径に対して 10 ~ 40% 程度に設定できる。ここで、第 1 溝 111 及び第 2 溝 113 の深さとは、回転軸 Y1 に直交する断面において、第 1 溝 111 及び第 2 溝 113 の底と回転軸 Y1 との距離を切削部 117 の半径から引いた値のことである。芯厚 (web thickness) の直径としては、例えば、切削部 117 の外径に対して 20 ~ 80% 程度に設定される。芯厚の直径は、回転軸 Y1 に直交する切削部 117 の断面において形成可能な最大の円 (内接円) の直径に相当する。具体的には、例えば、切削部 117 の外径 D が 20mm である場合、第 1 溝 111 及び第 2 溝 113 の深さは 2 ~ 8mm 程度に設定できる。

【0070】

< 切削加工物 (machined product) の製造方法 >

次に、本開示の一実施形態に係る切削加工物の製造方法について、上述の実施形態に係るドリル 101 を用いる場合を例に挙げて、図 12 ~ 図 14 を参照しつつ説明する。なお、図 12 ~ 図 14 において、ドリル 101 の把持部 115 における後端側の部分を省略している。

【0071】

本実施形態の切削加工物の製造方法は、以下の (1) ~ (4) の工程を備える。

(1) 準備された被削材 201 に対して上方にドリル 101 (切削工具) を配置する工

10

20

30

40

50

程（図 1 2 参照）。

（ 2 ）ドリル 1 0 1 を、回転軸 Y 1 を中心に矢印 Y 2 の方向に回転させるとともに、被削材 2 0 1 に向かって Z 1 方向にドリル 1 0 1 を近付ける工程（図 1 2 及び図 1 3 参照）。

（ 3 ）ドリル 1 0 1 をさらに被削材 2 0 1 に近付けることによって、回転しているドリル 1 0 1 の切刃を、被削材 2 0 1 の表面の所望の位置に接触させて、被削材 2 0 1 に加工孔 2 0 3 を形成する工程（図 1 3 参照）。

（ 4 ）ドリル 1 0 1 を被削材 2 0 1 から Z 2 方向に離す工程（図 1 4 参照）。

【 0 0 7 2 】

（ 1 ）の工程において準備される被削材 2 0 1 の材質としては、例えば、アルミニウム、炭素鋼、合金鋼、ステンレス、鋳鉄、又は非鉄金属などが挙げられる。

10

【 0 0 7 3 】

（ 2 ）の工程は、例えば、被削材 2 0 1 を、ドリル 1 0 1 を取り付けられた工作機械のテーブル上に固定し、ドリル 1 0 1 を回転した状態で被削材 2 0 1 に近付けることにより行うことができる。なお、本工程では、被削材 2 0 1 とドリル 1 0 1 とは相対的に近付けばよく、被削材 2 0 1 をドリル 1 0 1 に近付けてもよい。

【 0 0 7 4 】

（ 3 ）の工程において、良好な仕上げ面を得る観点から、ドリル 1 0 1 の切削部のうち後端側の一部の領域が被削材 2 0 1 に接触しないように設定してもよい。すなわち、上記の一部の領域を切屑排出のための領域として機能させることで、上記の領域を介して優れた切屑排出性を奏することが可能となる。

20

【 0 0 7 5 】

（ 4 ）の工程においても、上述の（ 2 ）の工程と同様に、被削材 2 0 1 とドリル 1 0 1 とは相対的に離隔すればよく、例えば、被削材 2 0 1 をドリル 1 0 1 から離してもよい。

【 0 0 7 6 】

以上のような工程を経ることによって、加工孔 2 0 3 を有する切削加工物を得ることができる。本実施形態に係る切削加工物の製造方法によれば、ドリル 1 0 1 を使用することから、切屑をスムーズに排出しつつ切削加工を行うことができ、結果として精度が高い加工孔 2 0 3 を有する切削加工物を得ることができる。

【 0 0 7 7 】

なお、以上に示したような被削材 2 0 1 の切削加工を複数回行う場合、例えば、1つの被削材 2 0 1 に対して複数の加工孔 2 0 3 を形成する場合には、ドリル 1 0 1 を回転させた状態を保持しつつ、被削材 2 0 1 の異なる箇所にもドリル 1 0 1 の切刃を接触させる工程を繰り返せばよい。

30

【 0 0 7 8 】

以上、本開示に係る実施形態について例示したが、本開示は上述した実施形態に限定されるものではなく、本開示の要旨を逸脱しない限り任意のものとすることができることはいうまでもない。

【 符号の説明 】

【 0 0 7 9 】

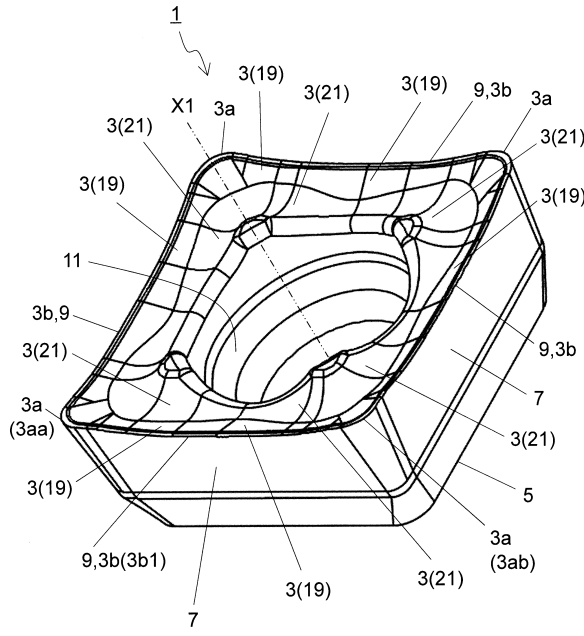
- 1 . . . 切削インサート
- 3 . . . 上面
- 3 a . . . 角部
- 3 a a . . . 第 1 角部
- 3 a b . . . 第 2 角部
- 3 b . . . 辺
- 3 b 1 . . . 辺
- 5 . . . 下面
- 7 . . . 側面
- 9 . . . 切刃

40

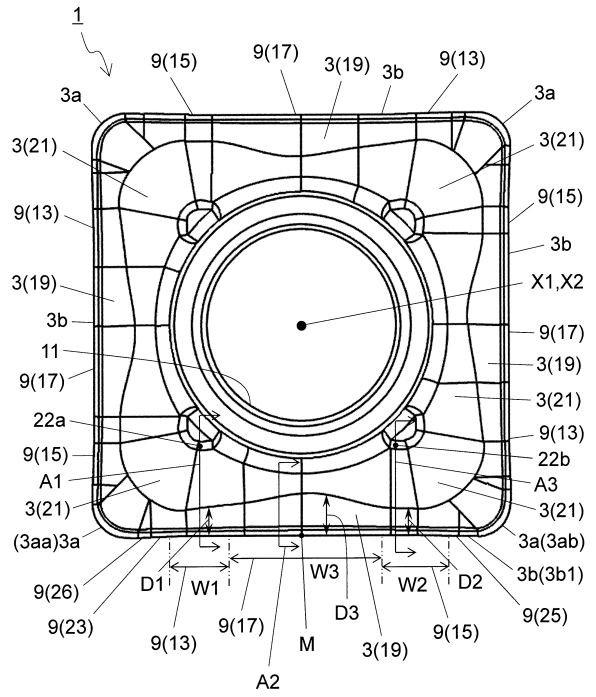
50

1 1 . . . 貫通孔	
1 3 . . . 第 1 切刃	
1 3 a . . . 外周側端部	
1 5 . . . 第 2 切刃	
1 7 . . . 第 3 切刃	
1 9 . . . 第 1 傾斜面	
2 1 . . . 第 2 傾斜面	
2 2 a . . . 第 1 頂部	
2 2 b . . . 第 2 頂部	
2 3 . . . 第 4 切刃	10
2 5 . . . 第 5 切刃	
2 6 . . . 第 6 切刃	
1 0 1 . . . ドリル	
1 0 3 . . . ホルダ	
1 0 3 a . . . 先端	
1 0 3 b . . . 後端	
1 0 5 . . . 内刃用インサート ( 第 1 切削インサート )	
1 0 6 . . . 切刃	
1 0 7 . . . 外刃用インサート	
1 0 9 . . . 本体部	20
1 1 1 . . . 第 1 切屑排出溝 ( 第 1 溝 )	
1 1 3 . . . 第 2 切屑排出溝 ( 第 2 溝 )	
1 1 5 . . . 把持部	
1 1 7 . . . 切削部	
1 1 9 . . . 内刃用ポケット	
1 2 1 . . . 外刃用ポケット	
2 0 1 . . . 被削材	
2 0 3 . . . 加工孔	

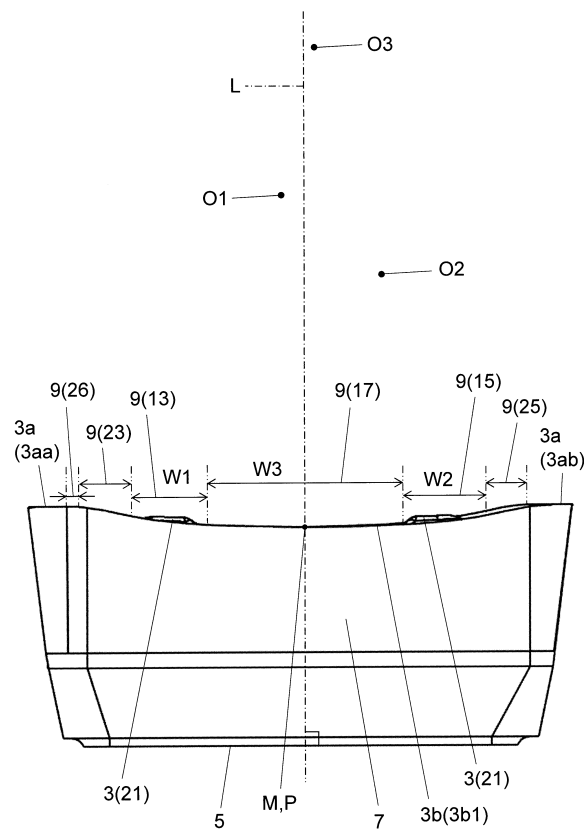
【 図 1 】



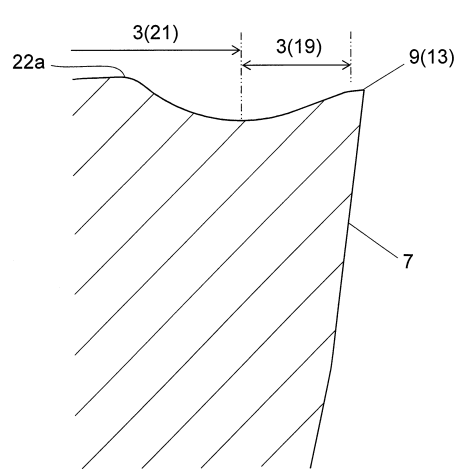
【 図 2 】



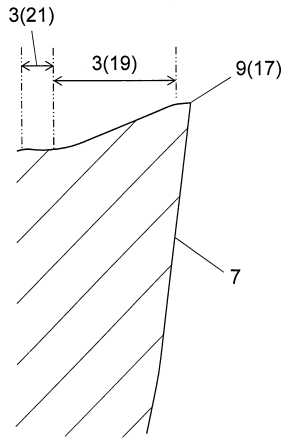
【 図 3 】



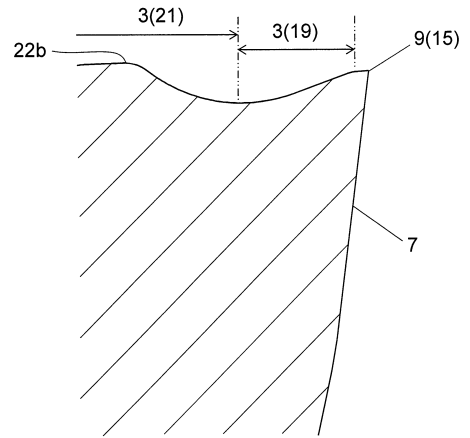
【 図 4 】



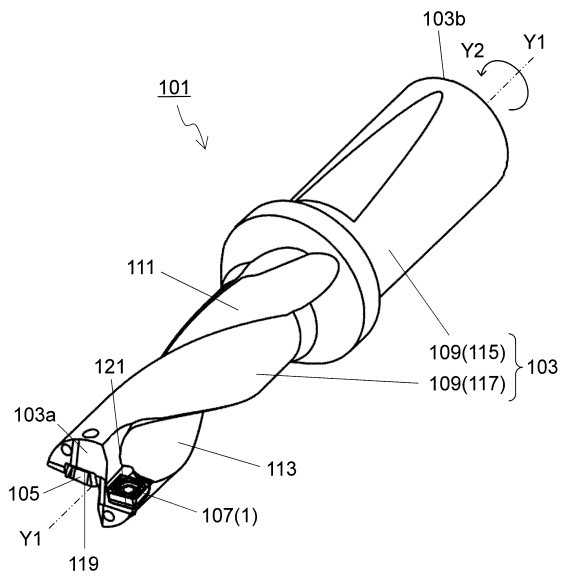
【 図 5 】



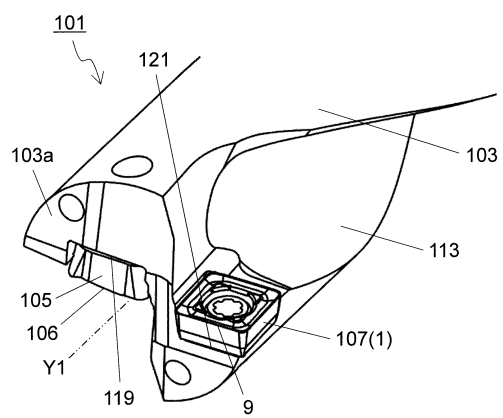
【 図 6 】



【 図 7 】

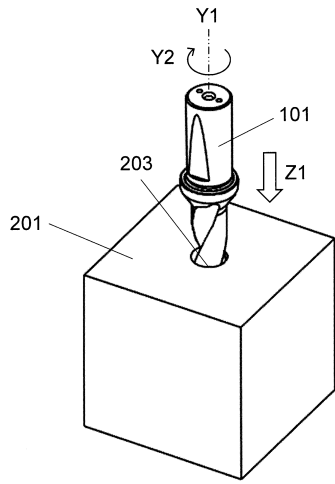


【 図 8 】

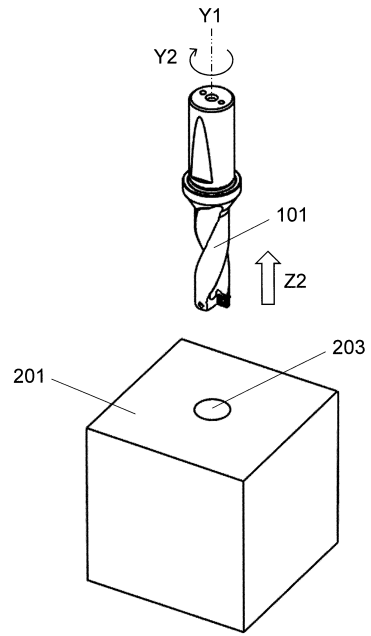




【 図 1 3 】



【 図 1 4 】



---

フロントページの続き

- (56)参考文献 国際公開第2009/142323(WO, A1)  
米国特許出願公開第2012/0051855(US, A1)  
国際公開第2015/076232(WO, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B23B 51/00  
B23B 27/14  
B23B 27/22  
WPI