

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7313599号
(P7313599)

(45)発行日 令和5年7月25日(2023.7.25)

(24)登録日 令和5年7月14日(2023.7.14)

(51)国際特許分類		F I	
B 2 2 F	7/00 (2006.01)	B 2 2 F	7/00 H
B 2 3 B	51/00 (2006.01)	B 2 3 B	51/00 M
B 2 3 C	5/16 (2006.01)	B 2 3 C	5/16
B 2 3 B	27/14 (2006.01)	B 2 3 B	27/14 B
B 2 3 B	27/20 (2006.01)	B 2 3 B	27/20
請求項の数 14 (全35頁) 最終頁に続く			
(21)出願番号	特願2019-61639(P2019-61639)	(73)特許権者	000006264
(22)出願日	平成31年3月27日(2019.3.27)		三菱マテリアル株式会社
(65)公開番号	特開2020-158852(P2020-158852 A)		東京都千代田区丸の内三丁目2番3号
(43)公開日	令和2年10月1日(2020.10.1)	(74)代理人	100149548
審査請求日	令和3年9月30日(2021.9.30)		弁理士 松沼 泰史
前置審査		(74)代理人	100175802
			弁理士 寺本 光生
		(74)代理人	100142424
			弁理士 細川 文広
		(74)代理人	100140774
			弁理士 大浪 一徳
		(72)発明者	越山 将行
			茨城県那珂市向山1002-14 三菱
			マテリアル株式会社 中央研究所内
		(72)発明者	松尾 俊彦
			最終頁に続く

(54)【発明の名称】 硬質焼結体用の基材、硬質焼結体および切削工具

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

中心軸を有し、前記中心軸の軸方向に延びる柱部を備える硬質焼結体用の基材であって、前記柱部は、
前記柱部の外周部に配置され、前記外周部の一部を構成する第1外周部と、
前記柱部の外周部に配置され、前記外周部の一部を構成する第2外周部と、
前記中心軸に垂直な横断面視において互いに繋がる前記第1外周部と前記第2外周部との接続部分に位置し、軸方向に延びる基材凸条部と、を有し、
前記横断面視で、周方向または径方向に延びる前記第1外周部のうち一方側部分は、他方側部分よりも径方向内側に位置し、
前記横断面視で、周方向または径方向に延びる前記第2外周部のうち一方側部分は、他方側部分よりも径方向外側に位置し、
前記基材凸条部は、前記第1外周部の他方側部分と前記第2外周部の一方側部分との接続部分に位置して径方向外側に突出し、
前記横断面視で、前記第1外周部の径方向外端部および前記中心軸を通り径方向に延びる第1直線と直交し前記第1外周部の径方向外端部上を通る第2直線に対して、前記第1外周部が傾斜する角度が、4°以上90°以下であり、
前記横断面視で、前記第1外周部が、凹曲線状であり、前記第2外周部が、凹曲線状である、
硬質焼結体用の基材。

【請求項 2】

前記角度が、 10° 以上 30° 以下である、
請求項 1 に記載の硬質焼結体用の基材。

【請求項 3】

前記横断面視で、前記基材凸条部は、凸曲線状である、
請求項 1 に記載の硬質焼結体用の基材。

【請求項 4】

前記第 1 外周部は、複数設けられ、
前記第 2 外周部は、複数設けられ、
前記基材凸条部は、周方向に互いに間隔をあけて複数設けられ、
前記横断面視において複数の前記基材凸条部が、前記中心軸を中心として回転対称に配置される、
請求項 1 から 3 のいずれか 1 項に記載の硬質焼結体用の基材。

10

【請求項 5】

前記柱部は、前記横断面視において互いに繋がる前記第 1 外周部と前記第 2 外周部との接続部分に位置し、軸方向に延びる基材凹条部を有し、
前記基材凹条部は、前記第 1 外周部の一方側部分と前記第 2 外周部の他方側部分との接続部分に位置して径方向内側に窪む、
請求項 1 から 4 のいずれか 1 項に記載の硬質焼結体用の基材。

【請求項 6】

前記横断面視で、前記柱部は、正多角形状であり、
前記第 1 外周部の数が、6 以上 18 以下である、
請求項 1 から 5 のいずれか 1 項に記載の硬質焼結体用の基材。

20

【請求項 7】

中心軸を有し、前記中心軸の軸方向に延びる柱部を備える硬質焼結体用の基材と、
前記柱部を径方向外側から覆う筒状であり、前記硬質焼結体用の基材よりも線膨張係数が小さく、かつ硬度が高く、前記硬質焼結体用の基材と一体に焼結された筒部と、を備え、
前記柱部は、
前記柱部の外周部に配置され、前記外周部の一部を構成する第 1 外周部と、
前記柱部の外周部に配置され、前記外周部の一部を構成する第 2 外周部と、
前記中心軸に垂直な横断面視において互いに繋がる前記第 1 外周部と前記第 2 外周部との接続部分に位置し、軸方向に延びる基材凸条部と、を有し、
前記横断面視で、周方向または径方向に延びる前記第 1 外周部のうち一方側部分は、他方側部分よりも径方向内側に位置し、
前記横断面視で、周方向または径方向に延びる前記第 2 外周部のうち一方側部分は、他方側部分よりも径方向外側に位置し、
前記基材凸条部は、前記第 1 外周部の他方側部分と前記第 2 外周部の一方側部分との接続部分に位置して径方向外側に突出し、
前記筒部は、
前記筒部の内周部に配置され、前記内周部の一部を構成する第 1 内周部と、
前記筒部の内周部に配置され、前記内周部の一部を構成する第 2 内周部と、
前記横断面視において互いに繋がる前記第 1 内周部と前記第 2 内周部との接続部分に位置し、軸方向に延びる筒部凹条部と、を有し、
前記横断面視で、周方向または径方向に延びる前記第 1 内周部のうち一方側部分は、他方側部分よりも径方向内側に位置し、
前記横断面視で、周方向または径方向に延びる前記第 2 内周部のうち一方側部分は、他方側部分よりも径方向外側に位置し、
前記筒部凹条部は、前記第 1 内周部の他方側部分と前記第 2 内周部の一方側部分との接続部分に位置して径方向外側に窪み、
前記第 1 外周部と前記第 1 内周部とが、互いに接合され、

30

40

50

前記第 2 外周部と前記第 2 内周部とが、互いに接合され、
前記基材凸条部と前記筒部凹条部とが、互いに接合され、

前記横断面視で、前記第 1 外周部の径方向外端部および前記中心軸を通り径方向に延びる第 1 直線と直交し前記第 1 外周部の径方向外端部上を通る第 2 直線に対して、前記第 1 外周部が傾斜する角度が、 4° 以上 90° 以下であり、

前記横断面視で、前記第 1 外周部が、凹曲線状であり、前記第 2 外周部が、凹曲線状である、

硬質焼結体。

【請求項 8】

前記角度が、 10° 以上 30° 以下である、

請求項 7 に記載の硬質焼結体。

【請求項 9】

前記第 1 外周部は、周方向に互いに間隔をあけて複数設けられ、

前記横断面視において、複数の前記第 1 外周部の各前記角度が、互いに等しい、

請求項 7 または 8 に記載の硬質焼結体。

【請求項 10】

前記硬質焼結体用の基材は、ヤング率が 300 GPa 以上であり、

前記筒部は、ヤング率が 600 GPa 以上である、

請求項 7 から 9 のいずれか 1 項に記載の硬質焼結体。

【請求項 11】

前記硬質焼結体用の基材は、超硬合金製、サーメット製およびセラミクス製のいずれかであり、

前記筒部は、多結晶ダイヤモンド製および多結晶立方晶窒化ホウ素製のいずれかである、

請求項 7 から 10 のいずれか 1 項に記載の硬質焼結体。

【請求項 12】

請求項 7 から 11 のいずれか 1 項に記載の硬質焼結体の外周部に、軸方向に延びる切屑排出溝および切刃が設けられた刃部と、

前記刃部と軸方向に接続されるシャンクと、を備え、

前記切刃は、前記筒部に配置される、

切削工具。

【請求項 13】

径方向から見て、前記第 1 外周部の他方側部分と前記切刃とが交わる、

請求項 12 に記載の切削工具。

【請求項 14】

前記第 1 外周部は、周方向に互いに間隔をあけて複数設けられ、

前記切刃は、1 つ以上設けられ、

前記第 1 外周部の数が、前記切刃の数よりも多い、

請求項 12 または 13 に記載の切削工具。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、硬質焼結体用の基材、硬質焼結体および切削工具に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、例えばエンドミル、リーマおよびドリル等の切削工具が知られている。切削工具は、円柱状の工具素材に研削加工を施して、切屑排出溝や切刃等を形成し製造される。工具素材は、刃部を構成する硬質焼結体と、超硬合金製のシャンクとをロウ付けにより接合し製作される。

【0003】

硬質焼結体は、多段円柱状の基材と、基材の小径部を覆う円筒状の筒部と、を備える。

10

20

30

40

50

基材は超硬合金製であり、筒部は多結晶ダイヤモンド（PCD）製や多結晶立方晶窒化ホウ素（PCBN）製である。基材と筒部とは一体に焼結されて、硬質焼結体とされる。従来の硬質焼結体として、例えば特許文献1、2が知られている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【文献】特許第5906355号公報

特許第3055803号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

従来の硬質焼結体を、例えばエンドミル、リーマおよびドリル等の切削工具（回転切削工具）に用いた場合に、基材と筒部との界面近傍に亀裂や欠けが生じるおそれがあった。詳しくは、切削加工時に切削工具にかかる負荷のうち、工具の中心軸に対して垂直方向にかかる負荷が、基材と筒部との界面に沿っており、せん断方向の力が作用するため、上記の不具合が生じるものと考えられる。

例えば、切削加工時の送り量を小さくするなど、切削条件を調整して切削工具への負荷を低減させれば、加工能率は低下する。また、例えば炭素繊維強化プラスチック（carbon fiber reinforced plastic：CFRP）等の難削材の加工需要は増える傾向にあり、切削工具への負荷もより大きくなることが見込まれている。

【0006】

本発明は、上記事情に鑑み、基材と筒部との界面近傍に亀裂や欠けが生じることを抑制できる硬質焼結体用の基材、硬質焼結体および切削工具を提供することを目的の一つとする。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明の一つの態様は、中心軸を有し、前記中心軸の軸方向に延びる柱部を備える硬質焼結体用の基材であって、前記柱部は、前記柱部の外周部に配置され、前記外周部の一部を構成する第1外周部と、前記柱部の外周部に配置され、前記外周部の一部を構成する第2外周部と、前記中心軸に垂直な横断面視において互いに繋がる前記第1外周部と前記第2外周部との接続部分に位置し、軸方向に延びる基材凸条部と、を有し、前記横断面視で、周方向または径方向に延びる前記第1外周部のうち一方側部分は、他方側部分よりも径方向内側に位置し、前記横断面視で、周方向または径方向に延びる前記第2外周部のうち一方側部分は、他方側部分よりも径方向外側に位置し、前記基材凸条部は、前記第1外周部の他方側部分と前記第2外周部の一方側部分との接続部分に位置して径方向外側に突出し、前記横断面視で、前記第1外周部の径方向外端部および前記中心軸を通り径方向に延びる第1直線と直交し前記第1外周部の径方向外端部上を通る第2直線に対して、前記第1外周部が傾斜する角度が、 4° 以上 90° 以下であり、前記横断面視で、前記第1外周部が、凹曲線状であり、前記第2外周部が、凹曲線状である。

【0008】

本発明の硬質焼結体用の基材は、径方向外側に突出する基材凸条部を有する。また、基材と一体に焼結される筒部には、基材凸条部と接合される部分（後述する筒部凹条部）が設けられる。このため、基材と筒部とが焼結された硬質焼結体を、切削工具の刃部に用い切削加工を行う際、切削工具にかかる周方向の負荷を、基材凸条部で受けることができる。これにより、切削加工時に切削工具にかかる負荷のうち、工具の中心軸に対して垂直方向にかかる負荷が、基材と筒部との界面に沿って作用することを抑えることができ、つまり界面に沿うせん断力を低減させることができ、基材と筒部との界面近傍に亀裂や欠けが生じることを抑制できる。したがって、この硬質焼結体を用いて製作される切削工具の耐欠損性を向上させることができ、工具寿命を延ばすことができる。

上記硬質焼結体用の基材において、前記角度が、 10° 以上 30° 以下であることとし

10

20

30

40

50

てもよい。

【0011】

上記硬質焼結体用の基材において、前記横断面視で、前記基材凸条部は、凸曲線状であることとしてもよい。

【0012】

この場合、基材と筒部とが焼結された硬質焼結体を切削工具の刃部に用い、切削加工を行う際、基材凸条部において先端（径方向外端）に荷重が集中することを抑えられる。このため、基材凸条部近傍に亀裂や欠けが生じることを抑制しやすくなる。

【0013】

上記硬質焼結体用の基材において、前記第1外周部は、複数設けられ、前記第2外周部は、複数設けられ、前記基材凸条部は、周方向に互いに間隔をあけて複数設けられ、前記横断面視において複数の前記基材凸条部が、前記中心軸を中心として回転対称に配置されることが好ましい。

10

【0014】

この場合、基材と筒部とが焼結された硬質焼結体を切削工具の刃部に用い、切削加工を行う際、切削工具の周方向の複数箇所において、上述した基材凸条部による機能が得られる。したがって、基材と筒部との界面近傍に亀裂や欠けが生じることを安定して抑制でき、切削工具の耐欠損性をより向上させることができる。

【0016】

また、基材と筒部とが焼結された硬質焼結体を切削工具の刃部に用い、切削加工を行う際、各基材凸条部に均等に荷荷が作用する。すなわち、特定の基材凸条部に大きな荷荷が連続して作用することを抑制でき、基材と筒部との界面近傍に亀裂や欠けが生じることをより安定して抑制できる。

20

【0017】

上記硬質焼結体用の基材において、前記柱部は、前記横断面視において互いに繋がる前記第1外周部と前記第2外周部との接続部分に位置し、軸方向に延びる基材凹条部を有し、前記基材凹条部は、前記第1外周部の一方側部分と前記第2外周部の他方側部分との接続部分に位置して径方向内側に窪むことが好ましい。

【0018】

この場合、基材凹条部が設けられることで、第1外周部を周方向へ向けて正対しやすくなることができる。このため、基材と筒部とが焼結された硬質焼結体を切削工具の刃部に用い、切削加工を行う際、第1外周部において荷重をより受けやすくなることができる。また基材において、基材凸条部や第1外周部を配置する自由度が増し、各種の切削工具に用いられる各種の硬質焼結体に容易に対応可能である。

30

【0019】

上記硬質焼結体用の基材において、前記横断面視で、前記柱部は、正多角形状であり、前記第1外周部の数が、6以上18以下であることが好ましい。

【0020】

この場合、本発明の構成を簡単に実現でき、製造が容易である。

【0021】

また、本発明の硬質焼結体の一つの態様は、中心軸を有し、前記中心軸の軸方向に延びる柱部を備える硬質焼結体用の基材と、前記柱部を径方向外側から覆う筒状であり、前記硬質焼結体用の基材よりも線膨張係数が小さく、かつ硬度が高く、前記硬質焼結体用の基材と一体に焼結された筒部と、を備え、前記柱部は、前記柱部の外周部に配置され、前記外周部の一部を構成する第1外周部と、前記柱部の外周部に配置され、前記外周部の一部を構成する第2外周部と、前記中心軸に垂直な横断面視において互いに繋がる前記第1外周部と前記第2外周部との接続部分に位置し、軸方向に延びる基材凸条部と、を有し、前記横断面視で、周方向または径方向に延びる前記第1外周部のうち一方側部分は、他方側部分よりも径方向内側に位置し、前記横断面視で、周方向または径方向に延びる前記第2外周部のうち一方側部分は、他方側部分よりも径方向外側に位置し、前記基材凸条部は、

40

50

前記第1外周部の他方側部分と前記第2外周部の一方側部分との接続部分に位置して径方向外側に突出し、前記筒部は、前記筒部の内周部に配置され、前記内周部の一部を構成する第1内周部と、前記筒部の内周部に配置され、前記内周部の一部を構成する第2内周部と、前記横断面視において互いに繋がる前記第1内周部と前記第2内周部との接続部分に位置し、軸方向に延びる筒部凹条部と、を有し、前記横断面視で、周方向または径方向に延びる前記第1内周部のうち一方側部分は、他方側部分よりも径方向内側に位置し、前記横断面視で、周方向または径方向に延びる前記第2内周部のうち一方側部分は、他方側部分よりも径方向外側に位置し、前記筒部凹条部は、前記第1内周部の他方側部分と前記第2内周部の一方側部分との接続部分に位置して径方向外側に窪み、前記第1外周部と前記第1内周部とが、互いに接合され、前記第2外周部と前記第2内周部とが、互いに接合され、前記基材凸条部と前記筒部凹条部とが、互いに接合され、前記横断面視で、前記第1外周部の径方向外端部および前記中心軸を通り径方向に延びる第1直線と直交し前記第1外周部の径方向外端部上を通る第2直線に対して、前記第1外周部が傾斜する角度が、 4° 以上 90° 以下であり、前記横断面視で、前記第1外周部が、凹曲線状であり、前記第2外周部が、凹曲線状である。

10

また、本発明の切削工具の一つの態様は、上述の硬質焼結体の外周部に、軸方向に延びる切屑排出溝および切刃が設けられた刃部と、前記刃部と軸方向に接続されるシャンクと、を備え、前記切刃は、前記筒部に配置される。

【0022】

本発明の硬質焼結体および切削工具は、中心軸に垂直な横断面視において、基材の第1外周部のうち一方側部分が、他方側部分よりも径方向内側に位置しており、つまり第1外周部は周方向を向いている。またこの横断面視で、筒部の第1内周部のうち一方側部分が、他方側部分よりも径方向内側に位置しており、つまり第1内周部は周方向を向いている。そして、周方向を向く第1外周部と第1内周部とが、互いに接合されている。

20

この硬質焼結体を切削工具の刃部に用い切削加工を行う際、第1外周部が工具回転方向を向く姿勢とすることにより、切削工具にかかる周方向の負荷を、基材の第1外周部で受けることができる。これにより、切削加工時に切削工具にかかる負荷のうち、工具の中心軸に対して垂直方向にかかる負荷が、基材と筒部との界面に沿って作用することを抑えることができ、つまり界面に沿うせん断力を低減させることができ、基材と筒部との界面近傍に亀裂や欠けが生じることを抑制できる。したがって、この硬質焼結体を用いて製作される切削工具の耐久損性を向上させることができ、工具寿命を延ばすことができる。

30

上記硬質焼結体において、前記角度が、 10° 以上 30° 以下であることとしてもよい。

【0026】

また、基材が、径方向外側に突出する基材凸条部を有し、この基材凸条部に、筒部の筒部凹条部が接合されている。このため、硬質焼結体を切削工具の刃部に用い、切削加工を行う際、切削工具にかかる周方向の負荷を基材凸条部で受けることができる。これにより、切削加工時に切削工具にかかる負荷のうち、工具の中心軸に対して垂直方向にかかる負荷が、基材と筒部との界面に沿って作用することを抑えることができ、基材と筒部との界面近傍に亀裂や欠けが生じることをより抑制できる。

【0030】

上記硬質焼結体において、前記第1外周部は、周方向に互いに間隔をあけて複数設けられ、前記横断面視において、複数の前記第1外周部の各前記角度が、互いに等しいことが好ましい。

40

【0031】

この場合、基材と筒部とが焼結された硬質焼結体を切削工具の刃部に用い、切削加工を行う際、切削工具の周方向の複数箇所において、上述した第1外周部による機能が得られ、かつ、各第1外周部に均等に負荷が作用する。すなわち、特定の第1外周部に大きな負荷が連続して作用することを抑制でき、基材と筒部との界面近傍に亀裂や欠けが生じることをより安定して抑制できる。

【0032】

50

上記硬質焼結体において、前記硬質焼結体用の基材は、ヤング率が300GPa以上であり、前記筒部は、ヤング率が600GPa以上であることが好ましい。

【0033】

硬質焼結体用の基材のヤング率が300GPa以上であると、この基材を例えばエンドミル等の切削工具に用いた場合に、安定して剛性を確保できる。

また、筒部のヤング率が600GPa以上であると、この筒部を例えばエンドミル等の切削工具に用いた場合に、安定して耐摩耗性を確保できる。

【0034】

上記硬質焼結体において、前記硬質焼結体用の基材は、超合金製、サメット製およびセラミクス製のいずれかであり、前記筒部は、多結晶ダイヤモンド製および多結晶立方晶窒化ホウ素製のいずれかであることが好ましい。

【0035】

上記切削工具において、径方向から見て、前記第1外周部の他方側部分と前記切刃とが交わることが好ましい。

【0036】

この場合、切削工具で切削加工を行う際、切刃にかかる周方向の負荷を、基材の第1外周部でより受けやすくすることができる。このため、基材と筒部との界面近傍に亀裂や欠けが生じることを抑制でき、切削工具の耐欠損性を向上させることができ、工具寿命を延ばすことができる。

【0037】

上記切削工具において、前記第1外周部は、周方向に互いに間隔をあけて複数設けられ、前記切刃は、1つ以上設けられ、前記第1外周部の数が、前記切刃の数よりも多いことが好ましい。

【0038】

この場合、径方向から見て、切刃に第1外周部が交差して配置されやすくなる。切削工具で切削加工を行う際、各切刃にかかる周方向の負荷を、基材の各第1外周部で安定して受けやすくすることができる。このため、基材と筒部との界面近傍に亀裂や欠けが生じることを抑制でき、切削工具の耐欠損性を向上させることができ、工具寿命を延ばすことができる。

【発明の効果】

【0039】

本発明の一つの態様の硬質焼結体用の基材、硬質焼結体および切削工具によれば、基材と筒部との界面近傍に亀裂や欠けが生じることを抑制できる。

【図面の簡単な説明】

【0040】

【図1】図1(a)は、第1実施形態の硬質焼結体を示す横断面図であり、図1(b)は、第1実施形態の硬質焼結体を示す縦断面図（硬質焼結体用の基材の側面図および筒部の縦断面図）である。

【図2】図2は、第1実施形態の硬質焼結体用の基材を示す斜視図である。

【図3】図3は、第1実施形態の硬質焼結体の一部を拡大して示す横断面図である。

【図4】図4は、第1実施形態の切削工具を示す側面図である。

【図5】図5は、第1実施形態の硬質焼結体用の基材の第1変形例を示す横断面図である。

【図6】図6は、第1実施形態の硬質焼結体用の基材の第2変形例を示す横断面図である。

【図7】図7は、第1実施形態の硬質焼結体用の基材の第3変形例を示す横断面図である。

【図8】図8は、第1実施形態の硬質焼結体用の基材の第4変形例を示す横断面図である。

【図9】図9は、第1実施形態の硬質焼結体用の基材の第5変形例を示す横断面図である。

【図10】図10は、第1実施形態の硬質焼結体用の基材の第6変形例を示す横断面図である。

【図11】図11は、第1実施形態の硬質焼結体用の基材の第7変形例を示す横断面図である。

10

20

30

40

50

【図 1 2】図 1 2 は、第 1 実施形態の硬質焼結体用の基材の第 8 変形例を示す横断面図である。

【図 1 3】図 1 3 は、第 1 実施形態の硬質焼結体用の基材の第 9 変形例を示す横断面図である。

【図 1 4】図 1 4 は、第 1 実施形態の硬質焼結体の第 1 0 変形例を示す横断面図である。

【図 1 5】図 1 5 (a) は、第 1 実施形態の硬質焼結体の第 1 1 変形例を示す横断面図であり、図 1 5 (b) は、第 1 実施形態の硬質焼結体の第 1 1 変形例を示す縦断面図（硬質焼結体用の基材の側面図および筒部の縦断面図）である。

【図 1 6】図 1 6 は、第 1 実施形態の硬質焼結体用の基材の第 1 2 変形例を示す斜視図である。

【図 1 7】図 1 7 (a) は、第 1 実施形態の硬質焼結体の第 1 3 変形例を示す横断面図であり、図 1 7 (b) は、第 1 実施形態の硬質焼結体の第 1 3 変形例を示す縦断面図（硬質焼結体用の基材の側面図および筒部の縦断面図）である。

【図 1 8】図 1 8 (a) は、第 1 実施形態の硬質焼結体の第 1 4 変形例を示す横断面図であり、図 1 8 (b) は、第 1 実施形態の硬質焼結体の第 1 4 変形例を示す縦断面図（硬質焼結体用の基材の側面図および筒部の縦断面図）である。

【図 1 9】図 1 9 (a) は、第 1 実施形態の硬質焼結体の第 1 5 変形例を示す横断面図であり、図 1 9 (b) は、第 1 実施形態の硬質焼結体の第 1 5 変形例を示す縦断面図（硬質焼結体用の基材の側面図および筒部の縦断面図）である。

【図 2 0】図 2 0 は、第 2 実施形態の硬質焼結体を示す横断面図である。

【図 2 1】図 2 1 は、第 2 実施形態の硬質焼結体の第 1 変形例を示す横断面図である。

【図 2 2】図 2 2 は、第 2 実施形態の硬質焼結体の第 2 変形例を示す横断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0041】

<第 1 実施形態>

以下、本発明の第 1 実施形態の硬質焼結体用の基材 1 A (1)、硬質焼結体 1 0 および切削工具 5 0 について、図 1 ~ 図 4 を参照して説明する。図 1 および図 3 は、本実施形態の硬質焼結体 1 0 を示す。図 2 は、本実施形態の硬質焼結体用の基材 1 A を示す。図 4 は、本実施形態の切削工具 5 0 を示す。

なお以下の説明では、硬質焼結体用の基材 1 A を、単に基材 1 A と呼ぶ場合がある。また硬質焼結体 1 0 は、超硬質焼結体 1 0 や超高硬度焼結体 1 0 と言い換えてもよい。

【0042】

図 1 (a) および図 1 (b) に示すように、硬質焼結体 1 0 は、硬質焼結体用の基材 1 A と、硬質焼結体用の基材 1 A と一体に焼結された筒部 2 0 と、を備える。基材 1 A は、ヤング率が 3 0 0 G P a 以上である。基材 1 A は、超硬合金製、サーメット製およびセラミクス製のいずれかである。筒部 2 0 は、ヤング率が 6 0 0 G P a 以上である。筒部 2 0 は、多結晶ダイヤモンド (P C D) 製および多結晶立方晶窒化ホウ素 (P c B N) 製のいずれかである。筒部 2 0 は、基材 1 A よりも線膨張係数 (熱膨張係数) が小さく、かつ硬度が高い。

硬質焼結体 1 0 は、図示しない円筒状のカプセルに、圧粉成形体とされた基材 1 A 原料と、粉末状の筒部 2 0 原料とを充填し、超高温超高压条件下で焼結することにより製造される。

【0043】

図 1 ~ 図 3 に示すように、基材 1 A は、中心軸 C を中心とする多段柱状である。基材 1 A は、小径部 2 と、大径部 3 と、基材端面 4 と、を備える。小径部 2 は、本発明の構成要素の「柱部」であり、以下の説明では柱部 2 と呼ぶ場合がある。小径部 2 は、中心軸 C を有し、中心軸 C の軸方向に延びる。大径部 3 は、中心軸 C を中心として中心軸 C の軸方向に延びる。

【0044】

本実施形態では、中心軸 C が延びる方向 (中心軸 C に沿う方向) を、軸方向と呼ぶ。軸

10

20

30

40

50

方向において、小径部 2 と大径部 3 とは互いに異なる位置に配置されている。軸方向のうち、大径部 3 から小径部 2 へ向かう方向を軸方向一方側と呼び、小径部 2 から大径部 3 へ向かう方向を軸方向他方側と呼ぶ。

中心軸 C に直交する方向を径方向と呼ぶ。径方向のうち、中心軸 C に近づく方向を径方向内側と呼び、中心軸 C から離れる方向を径方向外側と呼ぶ。

中心軸 C 回りに周回する方向を周方向と呼ぶ。周方向のうち、所定の回転方向を周方向一方側 R 1 と呼び、これとは反対の回転方向を周方向他方側 R 2 と呼ぶ。

【0045】

基材 1 A の中心軸 C、硬質焼結体 10 の中心軸 C および切削工具 50 の中心軸 C は、共通軸であり、互いに同軸に配置される。

10

軸方向一方側は、図 4 に示す切削工具 50 において先端側（図 4 の上側）に相当する。軸方向他方側は、切削工具 50 において後端側（図 4 の下側）に相当する。

周方向のうち、切削加工時に工作機械の主軸等により切削工具 50 が回転させられる向きを工具回転方向 T と呼び、これとは反対の回転方向を、工具回転方向 T とは反対方向（反工具回転方向）と呼ぶ場合がある。本実施形態において周方向一方側 R 1 は、工具回転方向 T に相当し、周方向他方側 R 2 は、工具回転方向 T とは反対方向に相当する。

【0046】

図 1～図 3 において、小径部（柱部）2 は、軸方向に延びる柱状である。本実施形態では柱部 2 が、多角形柱状である。図 1（a）に示すように、中心軸 C に垂直な横断面視で、柱部 2 は、多角形状である。本実施形態では柱部 2 が、正多角形状であり、具体的には正 8 角形状である。

20

柱部 2 は、第 1 外周部 11 と、第 2 外周部 12 と、基材凸条部 13 と、を有する。

【0047】

第 1 外周部 11 は、柱部 2 の外周部に配置され、柱部 2 の外周部の一部を構成する。第 1 外周部 11 は、柱部 2 の外周面の周方向の一部を構成する。第 1 外周部 11 は、周方向に互いに間隔をあけて複数設けられる。

図 3 に示す横断面視で、第 1 外周部 11 は、周方向または径方向に延びる。本実施形態では各第 1 外周部 11 が、周方向に延びる。具体的に各第 1 外周部 11 は、柱部 2 の外接円上に位置する各頂点（各基材凸条部 13）から周方向一方側 R 1 へ向けて、それぞれ延びる。柱部 2 の各頂点は、柱部 2 の外周面上に位置する。図 3 に符号 B で示す直線は、柱部 2 の周方向に隣り合う一対の頂点と、中心軸 C とを結ぶ一対の直線同士の間角の二等分線 B である。第 1 外周部 11 は、周方向において柱部 2 の頂点と二等分線 B との間に位置する。第 1 外周部 11 は、柱部 2 の頂点から周方向一方側 R 1 へ向けて、二等分線 B まで延びる。図 3 に示す横断面視において、本実施形態では第 1 外周部 11 が、直線状である。第 1 外周部 11 は、柱部 2 の周方向に隣り合う一対の頂点同士を結ぶ直線上に位置する。

30

【0048】

図 3 の横断面視で、第 1 外周部 11 のうち一方側部分（第 1 端部）11a は、他方側部分（第 2 端部）11b よりも径方向内側に位置する。第 1 外周部 11 の一方側部分 11a は、二等分線 B 上に位置する部分を含む。第 1 外周部 11 の他方側部分 11b は、柱部 2 の頂点上に位置する部分を含む。第 1 外周部 11 は、周方向一方側 R 1 へ向かうに従い径方向内側に位置する。つまり第 1 外周部 11 は、周方向一方側 R 1 へ向かうに従い径方向内側へ向けて延びる。

40

【0049】

第 1 外周部 11 の一方側部分 11a は、第 1 外周部 11 における周方向一方側 R 1 の端部を含む。第 1 外周部 11 の他方側部分 11b は、第 1 外周部 11 における周方向他方側 R 2 の端部を含む。第 1 外周部 11 の一方側部分 11a は、第 1 外周部 11 における径方向内側の端部、つまり径方向内端部を含む。第 1 外周部 11 の他方側部分 11b は、第 1 外周部 11 における径方向外側の端部、つまり径方向外端部を含む。

【0050】

50

図3の横断面視において、符号L1で示す直線は、第1外周部11の径方向外端部および中心軸Cを通り径方向に延びる第1直線L1である。第1直線L1は、柱部2の頂点（基材凸条部13）および中心軸Cを通る直線でもある。符号L2で示す直線は、第1直線L1と直交し第1外周部11の径方向外端部上を通る第2直線L2である。第2直線L2は、第1直線L1と直交し柱部2の頂点上を通る直線でもある。第2直線L2は、第1外周部11の径方向外端部（基材凸条部13）を通る柱部2の外接円の接線に相当する。

【0051】

本実施形態では、図3の横断面視で、第2直線L2に対して第1外周部11が傾斜する角度 θ が、 4° 以上である。具体的にこの横断面視において、角度 θ は、第1外周部11の他方側部分11bと、第2直線L2との間の角度である。つまり角度 θ は、第2直線L2から周方向一方側R1の回転方向に第1外周部11が傾斜する角度である。この横断面視で、複数の第1外周部11の各角度 θ は、互いに等しい。

10

なお、本実施形態では第1外周部11が径方向外側を向いており、具体的には第1外周部11が、第1外周部11の径方向外端部（基材凸条部13）から周方向一方側R1へ向けて延びており、この場合の角度 θ は、図3の横断面視において、第2直線L2と第1外周部11とが交差して形成される鋭角および鈍角のうち、鋭角の角度を指す。なお、角度 θ のより好ましい範囲は、 5° 以上 60° 以下である。

【0052】

第2外周部12は、柱部2の外周部に配置され、柱部2の外周部の一部を構成する。第2外周部12は、柱部2の外周面のうち、第1外周部11とは異なる周方向の一部を構成する。第2外周部12は、周方向に互いに間隔をあけて複数設けられる。

20

図3に示す横断面視で、第2外周部12は、周方向または径方向に延びる。本実施形態では各第2外周部12が、周方向に延びる。具体的に各第2外周部12は、柱部2の外接円上に位置する各頂点（各基材凸条部13）から周方向他方側R2へ向けて、それぞれ延びる。第2外周部12は、周方向において柱部2の頂点と二等分線Bとの間に位置する。第2外周部12は、柱部2の頂点から周方向他方側R2へ向けて、二等分線Bまで延びる。図3に示す横断面視において、本実施形態では第2外周部12が、直線状である。第2外周部12は、柱部2の周方向に隣り合う一対の頂点同士を結ぶ直線上に位置する。すなわち、本実施形態では、柱部2の周方向に隣り合う一対の頂点同士を結ぶ直線上に、第1外周部11と第2外周部12とが、二等分線Bを中心として周方向両側に隣り合って配置される。

30

【0053】

図3の横断面視で、第2外周部12のうち一方側部分（第1端部）12aは、他方側部分（第2端部）12bよりも径方向外側に位置する。第2外周部12の一方側部分12aは、柱部2の頂点上に位置する部分を含む。第2外周部12の他方側部分12bは、二等分線B上に位置する部分を含む。第2外周部12は、周方向一方側R1へ向かうに従って径方向外側に位置する。つまり第2外周部12は、周方向一方側R1へ向かうに従って径方向外側へ向けて延びる。

【0054】

第2外周部12の一方側部分12aは、第2外周部12における周方向一方側R1の端部を含む。第2外周部12の他方側部分12bは、第2外周部12における周方向他方側R2の端部を含む。第2外周部12の一方側部分12aは、第2外周部12における径方向外側の端部、つまり径方向外端部を含む。第2外周部12の他方側部分12bは、第2外周部12における径方向内側の端部、つまり径方向内端部を含む。

40

【0055】

本実施形態では、中心軸Cに垂直な横断面視において柱部2が正多角形状であるため、図3の横断面視で、第2直線L2に対して第2外周部12が傾斜する角度は、上述した角度 θ と同じ値である。具体的にこの横断面視において、前記角度は、第2外周部12の一方側部分12aと、第2直線L2との間の角度である。この横断面視で、複数の第2外周部12の各前記角度は、互いに等しい。

50

【0056】

複数の第1外周部11と複数の第2外周部12とは、周方向に交互に配置される。図3に示す横断面視において、第1外周部11と第2外周部12とは、互いに繋がる。第1外周部11と第2外周部12とは、周方向において互いに接続する。

周方向に隣り合う第1外周部11と第2外周部12とは、柱部2の頂点上において互いに接続する。すなわち、第1外周部11の他方側部分11bと、第2外周部12の一方側部分12aとは、柱部2の頂上で繋がる。周方向に隣り合う第1外周部11と第2外周部12とは、二等分線B上において互いに接続する。すなわち、第1外周部11の一方側部分11aと、第2外周部12の他方側部分12bとは、二等分線B上で繋がる。

【0057】

基材凸条部13は、図3に示す横断面視において互いに繋がる第1外周部11と第2外周部12との接続部分に位置し、軸方向に延びる。基材凸条部13は、第1外周部11の他方側部分11bと第2外周部12の一方側部分12aとの接続部分に位置して径方向外側に突出する。本実施形態では基材凸条部13が、基材凸条部13の径方向外端に尖った角を有する。

【0058】

図1(b)および図2に示すように、本実施形態では基材凸条部13が、中心軸Cに沿って軸方向に延びる。基材凸条部13は、周方向に互いに間隔をあけて複数設けられる。図3の横断面視において複数の基材凸条部13は、中心軸Cを中心として回転対称(点对称)に配置される。つまり複数の基材凸条部13は、周方向に等ピッチで配置される。

【0059】

図1および図2に示すように、大径部3は、軸方向に延びる円柱状である。大径部3は、小径部(柱部)2よりも外径が大きい。大径部3の外径(直径)は、例えば、小径部2の外径の略2倍である。大径部3は、小径部2よりも軸方向の長さが小さい。大径部3の軸方向他方側を向く端面3aは、中心軸Cに垂直な方向に広がる平面状である。端面3aは、円形状である。

【0060】

基材端面4は、大径部3の外周面の軸方向一方側の端部と小径部2の軸方向他方側の端部との間に位置し、軸方向一方側を向く。基材端面4は、大径部3の外周面の軸方向一方側の端部と、小径部2の外周面の軸方向他方側の端部との間に配置される。基材端面4は、中心軸Cを中心とする円形環状である。本実施形態では基材端面4が、中心軸Cに垂直な方向に広がる平面状である。

【0061】

図1(a)および図1(b)に示すように、筒部20は、小径部(柱部)2を径方向外側から覆う筒状である。筒部20は、中心軸Cを中心とする円筒状であり、軸方向に延びる。本実施形態では筒部20が、有頂筒状である。筒部20は、周壁部21と、頂壁部22と、筒部端面23と、を有する。

【0062】

周壁部21は、軸方向に延びる円筒状である。周壁部21は、径方向において柱部2を外側から囲う。図1(a)に示す横断面視で、周壁部21の内周面は、多角形状である。本実施形態では周壁部21の内周面が、正多角形状であり、具体的には正8角形状である。周壁部21の内周面は、柱部2の外周面と固定される。周壁部21の内周面(つまり筒部20の内周面)は、柱部2の外周面と接合されている。

周壁部21は、第1内周部31と、第2内周部32と、筒部凹条部33と、を有する。つまり筒部20は、第1内周部31と、第2内周部32と、筒部凹条部33と、を有する。

【0063】

第1内周部31は、周壁部21の内周部に配置される。すなわち第1内周部31は、筒部20の内周部に配置され、筒部20の内周部の一部を構成する。第1内周部31は、周壁部21(筒部20)の内周面の周方向の一部を構成する。第1内周部31は、周方向に互いに間隔をあけて複数設けられる。

図3に示す横断面視で、第1内周部31は、周方向または径方向に延びる。本実施形態では各第1内周部31が、周方向に延びる。具体的に各第1内周部31は、周壁部21の内周面上に位置する各頂点（各筒部凹条部33）から周方向一方側R1へ向けて、それぞれ延びる。上述した二等分線Bは、周壁部21の内周面において周方向に隣り合う一对の頂点と、中心軸Cとを結ぶ一对の直線同士の間々の角の二等分線Bでもある。第1内周部31は、周方向において、周壁部21の内周面の頂点と二等分線Bとの間に位置する。第1内周部31は、周壁部21の頂点から周方向一方側R1へ向けて、二等分線Bまで延びる。図3に示す横断面視において、本実施形態では第1内周部31が、直線状である。第1内周部31は、周壁部21の内周面において周方向に隣り合う一对の頂点同士を結ぶ直線上に位置する。

10

【0064】

図3の横断面視で、第1内周部31のうち一方側部分（第1端部）31aは、他方側部分（第2端部）31bよりも径方向内側に位置する。第1内周部31の一方側部分31aは、二等分線B上に位置する部分を含む。第1内周部31の他方側部分31bは、周壁部21の内周面の頂点上に位置する部分を含む。第1内周部31は、周方向一方側R1へ向かうに従い径方向内側に位置する。つまり第1内周部31は、周方向一方側R1へ向かうに従い径方向内側へ向けて延びる。

【0065】

第1内周部31の一方側部分31aは、第1内周部31における周方向一方側R1の端部を含む。第1内周部31の他方側部分31bは、第1内周部31における周方向他方側R2の端部を含む。第1内周部31の一方側部分31aは、第1内周部31における径方向内側の端部、つまり径方向内端部を含む。第1内周部31の他方側部分31bは、第1内周部31における径方向外側の端部、つまり径方向外端部を含む。

20

【0066】

上述した第1直線L1は、第1内周部31の径方向外端部および中心軸Cを通り径方向に延びる直線でもある。第1直線L1は、周壁部21の内周面の頂点（筒部凹条部33）および中心軸Cを通る直線でもある。上述した第2直線L2は、第1直線L1と直交し第1内周部31の径方向外端部上を通る直線でもある。第2直線L2は、第1直線L1と直交し周壁部21の内周面の頂点上を通る直線でもある。

本実施形態では、図3の横断面視で、第2直線L2に対して第1内周部31が傾斜する角度 θ が、 4° 以上である。具体的にこの横断面視において、角度 θ は、第1内周部31の他方側部分31bと、第2直線L2との間の角度である。この横断面視で、複数の第1内周部31の各角度 θ は、互いに等しい。

30

【0067】

各第1内周部31は、各第1外周部11と接触する。第1外周部11と第1内周部31とは、互いに接合される。第1外周部11の一方側部分11aと、第1内周部31の一方側部分31aとは、径方向に対向し、互いに接合されている。第1外周部11の他方側部分11bと、第1内周部31の他方側部分31bとは、径方向に対向し、互いに接合されている。

【0068】

第2内周部32は、周壁部21の内周部に配置される。すなわち第2内周部32は、筒部20の内周部に配置され、筒部20の内周部の一部を構成する。第2内周部32は、周壁部21の内周面のうち、第1内周部31とは異なる周方向の一部を構成する。第2内周部32は、周方向に互いに間隔をあけて複数設けられる。

40

図3に示す横断面視で、第2内周部32は、周方向または径方向に延びる。本実施形態では各第2内周部32が、周方向に延びる。具体的に各第2内周部32は、周壁部21の内周面上に位置する各頂点（各筒部凹条部33）から周方向他方側R2へ向けて、それぞれ延びる。第2内周部32は、周方向において、周壁部21の内周面の頂点と二等分線Bとの間に位置する。第2内周部32は、周壁部21の頂点から周方向他方側R2へ向けて、二等分線Bまで延びる。図3に示す横断面視において、本実施形態では第2内周部32

50

が、直線状である。第2内周部32は、周壁部21の内周面において周方向に隣り合う一対の頂点同士を結ぶ直線上に位置する。すなわち、本実施形態では、周壁部21の内周面の周方向に隣り合う一対の頂点同士を結ぶ直線上に、第1内周部31と第2内周部32とが、二等分線Bを中心として周方向両側に隣り合って配置される。

【0069】

図3の横断面視で、第2内周部32のうち一方側部分(第1端部)32aは、他方側部分(第2端部)32bよりも径方向外側に位置する。第2内周部32の一方側部分32aは、周壁部21の内周面の頂点上に位置する部分を含む。第2内周部32の他方側部分32bは、二等分線B上に位置する部分を含む。第2内周部32は、周方向一方側R1へ向かうに従い径方向外側に位置する。つまり第2内周部32は、周方向一方側R1へ向かうに従い径方向外側へ向けて延びる。

10

【0070】

第2内周部32の一方側部分32aは、第2内周部32における周方向一方側R1の端部を含む。第2内周部32の他方側部分32bは、第2内周部32における周方向他方側R2の端部を含む。第2内周部32の一方側部分32aは、第2内周部32における径方向外側の端部、つまり径方向外端部を含む。第2内周部32の他方側部分32bは、第2内周部32における径方向内側の端部、つまり径方向内端部を含む。

【0071】

本実施形態では、中心軸Cに垂直な横断面視において周壁部21の内周面が正多角形状であるため、図3の横断面視で、第2直線L2に対して第2内周部32が傾斜する角度は、上述した角度 θ と同じ値である。具体的にこの横断面視において、前記角度は、第2内周部32の一方側部分32aと、第2直線L2との間の角度である。この横断面視で、複数の第2内周部32の各前記角度は、互いに等しい。

20

【0072】

複数の第1内周部31と複数の第2内周部32とは、周方向に交互に配置される。図3に示す横断面視において、第1内周部31と第2内周部32とは、互いに繋がる。第1内周部31と第2内周部32とは、周方向において互いに接続する。

周方向に隣り合う第1内周部31と第2内周部32とは、周壁部21の内周面の頂点上において互いに接続する。すなわち、第1内周部31の他方側部分31bと、第2内周部32の一方側部分32aとは、周壁部21の頂点上で繋がる。周方向に隣り合う第1内周部31と第2内周部32とは、二等分線B上において互いに接続する。すなわち、第1内周部31の一方側部分31aと、第2内周部32の他方側部分32bとは、二等分線B上で繋がる。

30

【0073】

各第2内周部32は、各第2外周部12と接触する。第2外周部12と第2内周部32とは、互いに接合される。第2外周部12の一方側部分12aと、第2内周部32の一方側部分32aとは、径方向に対向し、互いに接合されている。第2外周部12の他方側部分12bと、第2内周部32の他方側部分32bとは、径方向に対向し、互いに接合されている。

【0074】

筒部凹条部33は、図3に示す横断面視において互いに繋がる第1内周部31と第2内周部32との接続部分に位置し、軸方向に延びる。筒部凹条部33は、第1内周部31の他方側部分31bと第2内周部32の一方側部分32aとの接続部分に位置して径方向外側に窪む。

40

【0075】

本実施形態では筒部凹条部33が、中心軸Cに沿って軸方向に延びる。筒部凹条部33は、周方向に互いに間隔をあけて複数設けられる。図3の横断面視において複数の筒部凹条部33は、中心軸Cを中心として回転対称に配置される。つまり複数の筒部凹条部33は、周方向に等ピッチで配置される。

各筒部凹条部33は、各基材凸条部13と接触する。基材凸条部13と筒部凹条部33

50

とは、互いに接合される。

【0076】

図1(b)に示すように、頂壁部22は、周壁部21の軸方向一方側の端部に接続する。頂壁部22は、中心軸Cを中心とする円板状である。頂壁部22の一对の板面は、軸方向を向く。頂壁部22の軸方向他方側を向く板面は、柱部2の軸方向一方側を向く端面2aと固定される。柱部2の軸方向一方側を向く端面2aは、中心軸Cに垂直な平面状である。柱部2の軸方向一方側を向く端面2aは、多角形状である。頂壁部22の軸方向他方側を向く板面は、柱部2の軸方向一方側を向く端面2aと接合されている。

【0077】

筒部端面23は、周壁部21の軸方向他方側の端部に位置し、軸方向他方側を向く。筒部端面23は、中心軸Cを中心とする円形環状である。本実施形態では筒部端面23が、中心軸Cに垂直な方向に広がる平面状である。筒部端面23は、基材端面4と固定される。筒部端面23は、基材端面4と接合されている。

【0078】

切削工具50は、回転切削工具（転削工具）であり、具体的にはエンドミル、リーマおよびドリル等である。図4に示すように、本実施形態の切削工具50は、エンドミルである。

【0079】

切削工具50は、上述した硬質焼結体10の外周部に、軸方向に延びる切屑排出溝55および切刃（外周刃）56が設けられた刃部51と、刃部51と軸方向に接続されるシャンク52と、を備える。すなわち、刃部51は、硬質焼結体10の外周部に、研削砥石等により切屑排出溝55および切刃56が研削加工されることで製作される。つまり硬質焼結体10は、刃部51を製作するための素材であり、切削工具50の製造過程で製作される刃部51の中間体である。刃部51の外周面は、筒部20の周壁部21に配置される。

【0080】

シャンク52は、超合金製である。シャンク52は、軸方向に延びる円柱状である。刃部51とシャンク52とは、例えばAgロウを用いた真空下における誘導加熱でのロウ付けにより、互いに接合される。すなわち、刃部51の軸方向他方側を向く端面（大径部3の端面）3aと、シャンク52の軸方向一方側を向く端面52aとが、ロウ付けにより互いに接合されている。

【0081】

切削工具50は、シャンク52が図示しない工作機械の主軸等に着脱可能に取り付けられ、工作機械の主軸等により中心軸C回りに回転させられて、被削材を切削加工（転削加工）する。本実施形態の切削工具50は、被削材として、例えば、非鉄材料のチタン合金やアルミニウム合金、炭素繊維強化プラスチック（carbon fiber reinforced plastic: CFRP）、C-Cコンポジットと呼ばれる炭素繊維強化炭素複合材料等の難削材などを切削加工するのに適している。

【0082】

切屑排出溝55は、切削工具50の外周面から径方向内側に窪み、軸方向に延びる。本実施形態では切屑排出溝55が、切削工具50の軸方向一方側の端部（先端部）から軸方向他方側（後端側）へ向かうに従い工具回転方向Tとは反対方向へ向けて、螺旋状に延びる。

【0083】

切屑排出溝55は、切削工具50に1つ以上設けられる。本実施形態では切屑排出溝55が、複数設けられる。複数の切屑排出溝55は、周方向に互いに間隔をあけて配置される。本実施形態では複数の切屑排出溝55が、中心軸Cに関して回転対称位置となるように、切削工具50の外周に周方向に互いに等間隔をあけて（等ピッチで）配置される。なお、複数の切屑排出溝55は、周方向に互いに不等間隔をあけて（不等ピッチで）配置されてもよい。

【0084】

切刃 5 6 は、刃部 5 1 に配置されて軸方向に延びる。切刃 5 6 は、切屑排出溝 5 5 の工具回転方向 T を向く壁面と、刃部 5 1 の外周面と、の交差稜線に形成される。切刃 5 6 は、刃部 5 1 の軸方向一方側の端部（先端部）から軸方向他方側へ向かうに従い工具回転方向 T とは反対方向へ向けて、螺旋状に延びる。

【0085】

切刃 5 6 は、1 つ以上設けられる。切刃 5 6 の数は、切屑排出溝 5 5 の数と同じである。本実施形態では切刃 5 6 が、複数設けられる。各切刃 5 6 は、各切屑排出溝 5 5 に沿って延びる。本実施形態では複数の切刃 5 6 が、中心軸 C に関して回転対称位置となるように、刃部 5 1 の外周に周方向に互いに等間隔をあけて（等ピッチで）配置される。なお、複数の切刃 5 6 は、周方向に互いに不等間隔をあけて（不等ピッチで）配置されてもよい。

10

【0086】

切刃 5 6 は、硬質焼結体 1 0 の筒部 2 0 の周壁部 2 1 に配置されて、刃部 5 1 の外周部の一部を構成する。

切屑排出溝 5 5 は、筒部 2 0 の周壁部 2 1 および柱部 2 にわたって配置される。切屑排出溝 5 5 の工具回転方向 T を向く壁面のうち、切刃 5 6 に隣接する外周部、つまり切刃 5 6 のすくい面は、筒部 2 0 の周壁部 2 1 に配置される。

刃部 5 1 の外周面のうち、切刃 5 6 に隣接する部分、つまり切刃 5 6 の逃げ面は、筒部 2 0 の周壁部 2 1 に配置される。

【0087】

図 4 に示すように径方向から見て、基材 1 A の第 1 外周部 1 1 の他方側部分 1 1 b と、切刃 5 6 とは、交わる。径方向から見て、基材凸条部 1 3 と切刃 5 6 とは、交差する。本実施形態では第 1 外周部 1 1 の数が、切刃 5 6 の数以上である。基材凸条部 1 3 の数は、切刃 5 6 の数以上である。

20

【0088】

本実施形態の刃部 5 1 は、切屑排出溝 5 5 および切刃 5 6 以外に、ギャッシュ 5 7 と、底刃 5 8 と、を有する。ギャッシュ 5 7 は、切屑排出溝 5 5 の軸方向一方側の端部に位置する。ギャッシュ 5 7 は、径方向に延びる溝状である。ギャッシュ 5 7 は、複数の切屑排出溝 5 5 にそれぞれ設けられる。

底刃 5 8 は、刃部 5 1 の軸方向一方側の端部に配置されて、径方向に延びる。底刃 5 8 は、周方向に互いに間隔をあけて複数設けられる。底刃 5 8 は、筒部 2 0 の頂壁部 2 2 に配置されてもよい。

30

【0089】

以上説明した本実施形態の硬質焼結体用の基材 1 A は、径方向外側に突出する基材凸条部 1 3 を有する。また、基材 1 A と一体に焼結される筒部 2 0 には、基材凸条部 1 3 と接合される部分（筒部凹条部 3 3）が設けられる。このため、基材 1 A と筒部 2 0 とが焼結された硬質焼結体 1 0 を、切削工具 5 0 の刃部 5 1 に用い切削加工を行う際、切削工具 5 0 にかかる周方向の負荷を、基材凸条部 1 3 で受けることができる。これにより、切削加工時に切削工具 5 0 にかかる負荷のうち、工具の中心軸 C に対して垂直方向にかかる負荷が、基材 1 A と筒部 2 0 との界面に沿って作用することを抑えることができ、つまり界面に沿うせん断力を低減させることができ、基材 1 A と筒部 2 0 との界面近傍に亀裂や欠けが生じることを抑制できる。したがって、この硬質焼結体 1 0 を用いて製作される切削工具 5 0 の耐欠損性を向上させることができ、工具寿命を延ばすことができる。

40

【0090】

また本実施形態では、基材凸条部 1 3 が、径方向外端に尖った角を有するので、上述した基材凸条部 1 3 による機能（作用）がより高められる。

【0091】

また本実施形態では、基材凸条部 1 3 が、周方向に互いに間隔をあけて複数設けられる。

この場合、基材 1 A と筒部 2 0 とが焼結された硬質焼結体 1 0 を切削工具 5 0 の刃部 5 1 に用い、切削加工を行う際、切削工具 5 0 の周方向の複数箇所において、上述した基材凸条部 1 3 による機能が得られる。したがって、基材 1 A と筒部 2 0 との界面近傍に亀裂

50

や欠けが生じることを安定して抑制でき、切削工具 50 の耐欠損性をより向上させることができる。

【0092】

また本実施形態では、中心軸 C に垂直な横断面視において、複数の基材凸条部 13 が、中心軸 C を中心として回転対称に配置される。

この場合、基材 1A と筒部 20 とが焼結された硬質焼結体 10 を切削工具 50 の刃部 51 に用い、切削加工を行う際、各基材凸条部 13 に均等に負荷が作用する。すなわち、特定の基材凸条部 13 に大きな負荷が連続して作用することを抑制でき、基材 1A と筒部 20 との界面近傍に亀裂や欠けが生じることをより安定して抑制できる。

【0093】

また本実施形態では、中心軸 C に垂直な横断面視で、柱部 2 が多角形状である。

この場合、本実施形態の構成を簡単に実現でき、製造が容易である。

【0094】

また本実施形態の硬質焼結体 10 および切削工具 50 は、中心軸 C に垂直な横断面視において、基材 1A の第 1 外周部 11 のうち一方側部分 11a が、他方側部分 11b よりも径方向内側に位置しており、つまり第 1 外周部 11 は周方向（周方向一方側 R1）を向いている。またこの横断面視で、筒部 20 の第 1 内周部 31 のうち一方側部分 31a が、他方側部分 31b よりも径方向内側に位置しており、つまり第 1 内周部 31 は周方向（周方向他方側 R2）を向いている。そして、周方向を向く第 1 外周部 11 と第 1 内周部 31 とが、互いに接合されている。

この硬質焼結体 10 を切削工具 50 の刃部 51 に用い切削加工を行う際、第 1 外周部 11 が工具回転方向 T を向く姿勢とすることにより、切削工具 50 にかかる周方向の負荷を、基材 1A の第 1 外周部 11 で受けることができる。これにより、切削加工時に切削工具 50 にかかる負荷のうち、工具の中心軸 C に対して垂直方向にかかる負荷が、基材 1A と筒部 20 との界面に沿って作用することを抑えることができ、つまり界面に沿うせん断力を低減させることができ、基材 1A と筒部 20 との界面近傍に亀裂や欠けが生じることを抑制できる。したがって、この硬質焼結体 10 を用いて製作される切削工具 50 の耐欠損性を向上させることができ、工具寿命を延ばすことができる。

【0095】

また本実施形態では、第 1 外周部 11 が、周方向一方側 R1 へ向かうに従い径方向内側に位置し、第 1 内周部 31 が、周方向一方側 R1 へ向かうに従い径方向内側に位置する。

この場合、基材 1A の第 1 外周部 11 は、周方向一方側 R1 を向く。この硬質焼結体 10 を切削工具 50 の刃部 51 に用い切削加工を行う際、周方向一方側 R1 を工具回転方向 T とすることにより、切削工具 50 にかかる周方向の負荷を、基材 1A の第 1 外周部 11 で受けることができる。これにより、切削加工時に切削工具 50 にかかる負荷のうち、工具の中心軸 C に対して垂直方向にかかる負荷が、基材 1A と筒部 20 との界面に沿って作用することを抑えることができ、基材 1A と筒部 20 との界面近傍に亀裂や欠けが生じることを抑制できる。

【0096】

また本実施形態の硬質焼結体 10 は、基材 1A が、径方向外側に突出する基材凸条部 13 を有し、この基材凸条部 13 に、筒部 20 の筒部凹条部 33 が接合されている。このため、硬質焼結体 10 を切削工具 50 の刃部 51 に用い、切削加工を行う際、切削工具 50 にかかる周方向の負荷を基材凸条部 13 で受けることができる。これにより、切削加工時に切削工具 50 にかかる負荷のうち、工具の中心軸 C に対して垂直方向にかかる負荷が、基材 1A と筒部 20 との界面に沿って作用することを抑えることができ、基材 1A と筒部 20 との界面近傍に亀裂や欠けが生じることをより抑制できる。

【0097】

また本実施形態では、中心軸 C に垂直な横断面視で、第 1 外周部 11 の径方向外端部（基材凸条部 13）上を通る第 2 直線 L2（柱部 2 の外接円の接線）に対して、第 1 外周部 11 が傾斜する角度 θ が、 4° 以上である。

10

20

30

40

50

中心軸 C に垂直な横断面視において第 2 直線 L 2 に対して第 1 外周部 1 1 が傾斜する角度 θ が、 4° 以上であると、基材 1 A と筒部 2 0 とが焼結された硬質焼結体 1 0 を切削工具 5 0 の刃部 5 1 に用い、切削加工を行う際、第 1 外周部 1 1 が工具回転方向 T を向く姿勢とすることにより、切削工具 5 0 にかかる周方向の負荷を、基材 1 A の第 1 外周部 1 1 で安定して受けることができる。これにより、切削加工時に切削工具 5 0 にかかる負荷のうち、工具の中心軸 C に対して垂直方向にかかる負荷が、基材 1 A と筒部 2 0 との界面に沿って作用することを抑えることができ、基材 1 A と筒部 2 0 との界面近傍に亀裂や欠けが生じることをより抑制できる。なお、切削工具 5 0 にかかる周方向の負荷を第 1 外周部 1 1 でより安定して受けるには、角度 θ が 5° 以上であることが望ましい。

【0098】

また本実施形態のように、第 1 外周部 1 1 が、周方向に互いに間隔をあけて複数設けられる場合、中心軸 C に垂直な横断面視で、第 2 直線 L 2 に対して第 1 外周部 1 1 が傾斜する角度 θ が 60° 以下であると、基材 1 A における第 1 外周部 1 1 近傍の肉厚が確保され、基材 1 A の剛性が確保される。

【0099】

また本実施形態では、中心軸 C に垂直な横断面視において、複数の第 1 外周部 1 1 の各角度 θ が、互いに等しい。

この場合、基材 1 A と筒部 2 0 とが焼結された硬質焼結体 1 0 を切削工具 5 0 の刃部 5 1 に用い、切削加工を行う際、切削工具 5 0 の周方向の複数箇所において、上述した第 1 外周部 1 1 による機能が得られ、かつ、各第 1 外周部 1 1 に均等に負荷が作用する。すなわち、特定の第 1 外周部 1 1 に大きな負荷が連続して作用することを抑制でき、基材 1 A と筒部 2 0 との界面近傍に亀裂や欠けが生じることをより安定して抑制できる。

【0100】

また本実施形態では、硬質焼結体用の基材 1 A のヤング率が 300 GPa 以上であり、焼結後の筒部 2 0 のヤング率が 600 GPa 以上である。

硬質焼結体用の基材 1 A のヤング率が 300 GPa 以上であると、この基材 1 A を本実施形態のようにエンドミル等の切削工具 5 0 に用いた場合に、安定して剛性を確保できる。

また、筒部 2 0 のヤング率が 600 GPa 以上であると、この筒部 2 0 を本実施形態のようにエンドミル等の切削工具 5 0 に用いた場合に、安定して耐摩耗性を確保できる。

【0101】

また本実施形態の切削工具 5 0 は、径方向から見て、第 1 外周部 1 1 の他方側部分 1 1 b (基材凸条部 1 3) と切刃 5 6 とが交わる。

この場合、切削工具 5 0 で切削加工を行う際、切刃 5 6 にかかる周方向の負荷を、基材 1 A の第 1 外周部 1 1 でより受けやすくすることができる。このため、基材 1 A と筒部 2 0 との界面近傍に亀裂や欠けが生じることを抑制でき、切削工具 5 0 の耐欠損性を向上させることができ、工具寿命を延ばすことができる。

【0102】

また本実施形態では、第 1 外周部 1 1 の数が、切刃 5 6 の数以上である。

この場合、径方向から見て、切刃 5 6 に第 1 外周部 1 1 が交差して配置されやすくなる。切削工具 5 0 で切削加工を行う際、各切刃 5 6 にかかる周方向の負荷を、基材 1 A の各第 1 外周部 1 1 で安定して受けやすくすることができる。このため、基材 1 A と筒部 2 0 との界面近傍に亀裂や欠けが生じることを抑制でき、切削工具 5 0 の耐欠損性を向上させることができ、工具寿命を延ばすことができる。

【0103】

図 5 は、本実施形態の第 1 変形例の硬質焼結体用の基材 1 B (1) を示す。この第 1 変形例では、図 5 に示す中心軸 C に垂直な横断面視で、基材凸条部 1 3 が、凸曲線状である。すなわちこの横断面視で、基材凸条部 1 3 は、径方向外側に突出する凸曲線状である。この横断面視で、第 1 外周部 1 1 の他方側部分 1 1 b のうち周方向他方側 R 2 の端部は、凸曲線状であり、第 2 外周部 1 2 の一方側部分 1 2 a のうち周方向一方側 R 1 の端部は、凸曲線状である。

10

20

30

40

50

【0104】

図6は、本実施形態の第2変形例の硬質焼結体用の基材1C(1)を示す。この第2変形例では、図6に示す中心軸Cに垂直な横断面視で、第1外周部11が、凹曲線状であり、第2外周部12が、凹曲線状である。すなわちこの横断面視で、第1外周部11は、径方向内側に窪む凹曲線状であり、第2外周部12は、径方向内側に窪む凹曲線状である。

第1外周部11と第2外周部12とは、柱部2の周方向に隣り合う一対の頂点(基材凸条部13)を通る1つの凹曲線上に位置し、周方向に互いに隣り合って配置される。

【0105】

第1外周部11は、周方向の単位長さあたりの径方向への変位量(つまり周方向に対する傾き)が、周方向他方側R2へ向かうに従い大きくなる。すなわち、第1外周部11のうち周方向他方側R2の端部を含む他方側部分11bにおける周方向の単位長さあたりの径方向への変位量は、第1外周部11のうち周方向一方側R1の端部を含む一方側部分11aにおける周方向の単位長さあたりの径方向への変位量よりも大きい。

【0106】

第2外周部12は、周方向の単位長さあたりの径方向への変位量が、周方向一方側R1へ向かうに従い大きくなる。すなわち、第2外周部12のうち周方向一方側R1の端部を含む一方側部分12aにおける周方向の単位長さあたりの径方向への変位量は、第2外周部12のうち周方向他方側R2の端部を含む他方側部分12bにおける周方向の単位長さあたりの径方向への変位量よりも大きい。

【0107】

図7は、本実施形態の第3変形例の硬質焼結体用の基材1D(1)を示す。この第3変形例では、図7に示す中心軸Cに垂直な横断面視で、第1外周部11が、凹曲線状であり、第2外周部12が、凹曲線状である。またこの横断面視で、基材凸条部13が、凸曲線状である。

【0108】

図5の基材1Bおよび図7の基材1Dは、中心軸Cに垂直な横断面視で、基材凸条部13が凸曲線状である。

この場合、基材1と筒部20とが焼結された硬質焼結体10を切削工具50の刃部51に用い、切削加工を行う際、基材凸条部13において先端(径方向外端)に荷重が集中することを抑えられる。このため、基材凸条部13近傍に亀裂や欠けが生じることを抑制しやすくできる。

【0109】

図6の基材1Cおよび図7の基材1Dは、第1外周部11の周方向の単位長さあたりの径方向への変位量が、周方向他方側R2へ向かうに従い大きくなる。

この場合、第1外周部11のうち周方向他方側R2の端部を含む他方側部分11bが、周方向一方側R1へ向けて正対しやすくなる。このため、基材1と筒部20とが焼結された硬質焼結体10を切削工具50の刃部51に用い、切削加工を行う際、第1外周部11の他方側部分11bにおいて荷重をより受けやすくなることができる。したがって、基材1と筒部20との界面近傍に亀裂や欠けが生じることを安定して抑制でき、切削工具50の耐欠損性をより向上させることができる。

【0110】

図8は、本実施形態の第4変形例の硬質焼結体用の基材1E(1)を示す。図9は、本実施形態の第5変形例の硬質焼結体用の基材1F(1)を示す。図10は、本実施形態の第6変形例の硬質焼結体用の基材1G(1)を示す。

第4～第6変形例では、柱部2が、基材凹条部14を有する。基材凹条部14は、図8～図10に示す中心軸Cに垂直な横断面視において、互いに繋がる第1外周部11と第2外周部12との接続部分に位置し、軸方向に延びる。基材凹条部14は、第1外周部11の一方側部分11aと第2外周部12の他方側部分12bとの接続部分に位置して径方向内側に窪む。特に図示しないが、基材凹条部14は、中心軸Cに沿って軸方向に延びる。

【0111】

基材凹条部 1 4 は、周方向に互いに間隔をあけて複数設けられる。基材凹条部 1 4 の数は、基材凸条部 1 3 の数と同じであり、具体的には 8 つである。図 8 ～図 1 0 の各横断面視において、複数の基材凹条部 1 4 は、中心軸 C を中心として回転対称に配置される。つまり複数の基材凹条部 1 4 は、周方向に等ピッチで配置される。基材凹条部 1 4 は、二等分線 B 上に位置する（図 3 参照）。

【0112】

特に図示しないが、基材 1 E、1 F、1 G と一体に焼結される各筒部 2 0 は、筒部凸条部を有する（図 2 1 に示す筒部凸条部 3 4 を参照）。筒部凸条部は、中心軸 C に垂直な横断面視において互いに繋がる第 1 内周部 3 1 と第 2 内周部 3 2 との接続部分に位置し、軸方向に延びる。筒部凸条部は、第 1 内周部 3 1 の一方側部分 3 1 a と第 2 内周部 3 2 の他方側部分 3 2 b との接続部分に位置して径方向内側に突出する。筒部凸条部は、中心軸 C に沿って軸方向に延びる。

10

【0113】

筒部凸条部は、周方向に互いに間隔をあけて複数設けられる。複数の筒部凸条部は、中心軸 C を中心として回転対称に配置される。つまり複数の筒部凸条部は、周方向に等ピッチで配置される。筒部凸条部は、二等分線 B 上に位置する。

筒部凸条部は、基材凹条部 1 4 と接触する。基材凹条部 1 4 と筒部凸条部とは、互いに接合される。

【0114】

図 8 ～図 1 0 の基材 1 E、1 F、1 G によれば、基材凹条部 1 4 が設けられることで、第 1 外周部 1 1 を周方向へ向けて正対しやすくすることができる。このため、基材 1 と筒部 2 0 とが焼結された硬質焼結体 1 0 を切削工具 5 0 の刃部 5 1 に用い、切削加工を行う際、第 1 外周部 1 1 において荷重をより受けやすくすることができる。また基材 1 において、基材凸条部 1 3 や第 1 外周部 1 1 を配置する自由度が増し、各種の切削工具 5 0 に用いられる各種の硬質焼結体 1 0 に容易に対応可能である。

20

【0115】

図 1 1 は、本実施形態の第 7 変形例の硬質焼結体用の基材 1 H（1）を示す。この変形例では、図 1 1 に示す中心軸 C に垂直な横断面視で、柱部 2 が五角形状であり、具体的には正五角形状である。つまり柱部 2 の頂点（基材凸条部 1 3）の数が、8 つ未満である。

この場合、中心軸 C に垂直な横断面視で柱部 2 が例えば八角形状である場合と比べて、各第 1 外周部 1 1 を周方向へ向けてより正対しやすくすることができる。

30

【0116】

図 1 2 は、本実施形態の第 8 変形例の硬質焼結体用の基材 1 I（1）を示す。図 1 3 は、本実施形態の第 9 変形例の硬質焼結体用の基材 1 J（1）を示す。

第 8 変形例および第 9 変形例では、柱部 2 が基材凹条部 1 4 を有しており、基材凹条部 1 4 の数が、8 つ未満である。

この場合、基材凸条部 1 3 や第 1 外周部 1 1 を配置する自由度が増し、各種の切削工具 5 0 に用いられる各種の硬質焼結体 1 0 に対応可能である。

【0117】

図 1 4 は、本実施形態の第 1 0 変形例の硬質焼結体 1 0 およびその硬質焼結体用の基材 1 K（1）を示す。この第 1 0 変形例では、柱部 2 が、第 3 外周部 1 5 と、第 4 外周部 1 6 と、を有する。また周壁部 2 1（筒部 2 0）が、第 3 内周部 3 5 と、第 4 内周部 3 6 と、を有する。

40

【0118】

第 3 外周部 1 5 は、柱部 2 の外周部に配置され、柱部 2 の外周部の一部を構成する。第 3 外周部 1 5 は、柱部 2 の外周面の周方向の一部を構成する。第 3 外周部 1 5 は、周方向に互いに間隔をあけて複数設けられる。

図 1 4 に示す横断面視で、第 3 外周部 1 5 は、周方向または径方向に延びる。本実施形態では各第 3 外周部 1 5 が、周方向に延びる。具体的に各第 3 外周部 1 5 は、第 1 外周部 1 1 の一方側部分 1 1 a の周方向一方側 R 1 の端部から周方向一方側 R 1 へ向けて、それ

50

それ延びる。第3外周部15は、周方向において第1外周部11の一方側部分11aの周方向一方側R1の端部と二等分線Bとの間に位置する。第3外周部15は、第1外周部11の一方側部分11aから周方向一方側R1へ向けて、二等分線Bまで延びる。図14に示す横断面視において、本実施形態では第3外周部15が、直線状である。第3外周部15は、周方向に隣り合う第1外周部11の一方側部分11aの周方向一方側R1の端部と第2外周部12の他方側部分12bの周方向他方側R2の端部とを結ぶ直線上に位置する。

【0119】

図14の横断面視で、第3外周部15のうち一方側部分（第1端部）15aは、他方側部分（第2端部）15bよりも径方向内側に位置する。第3外周部15の一方側部分15aは、二等分線B上に位置する部分を含む。第3外周部15の他方側部分15bは、第1外周部11の一方側部分11aと接続する。第3外周部15は、周方向一方側R1へ向かうに従い径方向内側に位置する。つまり第3外周部15は、周方向一方側R1へ向かうに従い径方向内側へ向けて延びる。

【0120】

第3外周部15の一方側部分15aは、第3外周部15における周方向一方側R1の端部を含む。第3外周部15の他方側部分15bは、第3外周部15における周方向他方側R2の端部を含む。第3外周部15の一方側部分15aは、第3外周部15における径方向内側の端部、つまり径方向内端部を含む。第3外周部15の他方側部分15bは、第3外周部15における径方向外側の端部、つまり径方向外端部を含む。

【0121】

第1外周部11の周方向の単位長さあたりの径方向への変位量（つまり周方向に対する傾き）は、第3外周部15の周方向の単位長さあたりの径方向への変位量よりも大きい。

【0122】

第4外周部16は、柱部2の外周部に配置され、柱部2の外周部の一部を構成する。第4外周部16は、柱部2の外周面の周方向の一部を構成する。第4外周部16は、周方向に互いに間隔をあけて複数設けられる。

図14に示す横断面視で、第4外周部16は、周方向または径方向に延びる。本実施形態では各第4外周部16が、周方向に延びる。具体的に各第4外周部16は、第2外周部12の他方側部分12bの周方向他方側R2の端部から周方向他方側R2へ向けて、それぞれ延びる。第4外周部16は、周方向において第2外周部12の他方側部分12bの周方向他方側R2の端部と二等分線Bとの間に位置する。第4外周部16は、第2外周部12の他方側部分12bから周方向他方側R2へ向けて、二等分線Bまで延びる。図14に示す横断面視において、本実施形態では第4外周部16が、直線状である。第4外周部16は、周方向に隣り合う第1外周部11の一方側部分11aの周方向一方側R1の端部と第2外周部12の他方側部分12bの周方向他方側R2の端部とを結ぶ直線上に位置する。すなわち、本実施形態では、周方向に隣り合う第1外周部11の一方側部分11aと第2外周部12の他方側部分12bとを結ぶ直線上に、第3外周部15と第4外周部16とが、二等分線Bを中心として周方向両側に隣り合って配置される。

【0123】

図14の横断面視で、第4外周部16のうち一方側部分（第1端部）16aは、他方側部分（第2端部）16bよりも径方向外側に位置する。第4外周部16の一方側部分16aは、第2外周部12の他方側部分12bと接続する。第4外周部16の他方側部分16bは、二等分線B上に位置する部分を含む。第4外周部16は、周方向一方側R1へ向かうに従い径方向外側に位置する。つまり第4外周部16は、周方向一方側R1へ向かうに従い径方向外側へ向けて延びる。

【0124】

第4外周部16の一方側部分16aは、第4外周部16における周方向一方側R1の端部を含む。第4外周部16の他方側部分16bは、第4外周部16における周方向他方側R2の端部を含む。第4外周部16の一方側部分16aは、第4外周部16における径方向外側の端部、つまり径方向外端部を含む。第4外周部16の他方側部分16bは、第4

外周部 1 6 における径方向内側の端部、つまり径方向内端部を含む。

【0125】

図 1 4 に示す横断面視において、第 3 外周部 1 5 と第 4 外周部 1 6 とは、互いに繋がる。第 3 外周部 1 5 と第 4 外周部 1 6 とは、周方向において互いに接続する。

周方向に隣り合う第 3 外周部 1 5 と第 4 外周部 1 6 とは、二等分線 B 上において互いに接続する。すなわち、第 3 外周部 1 5 の一方側部分 1 5 a と、第 4 外周部 1 6 の他方側部分 1 6 b とは、二等分線 B 上で繋がる。

【0126】

第 2 外周部 1 2 の周方向の単位長さあたりの径方向への変位量は、第 4 外周部 1 6 の周方向の単位長さあたりの径方向への変位量よりも大きい。

10

【0127】

第 3 内周部 3 5 は、周壁部 2 1 の内周部に配置される。すなわち第 3 内周部 3 5 は、筒部 2 0 の内周部に配置され、筒部 2 0 の内周部の一部を構成する。第 3 内周部 3 5 は、周壁部 2 1 (筒部 2 0) の内周面の周方向の一部を構成する。第 3 内周部 3 5 は、周方向に互いに間隔をあけて複数設けられる。

図 1 4 に示す横断面視で、第 3 内周部 3 5 は、周方向または径方向に延びる。本実施形態では各第 3 内周部 3 5 が、周方向に延びる。具体的に各第 3 内周部 3 5 は、第 1 内周部 3 1 の一方側部分 3 1 a の周方向一方側 R 1 の端部から周方向一方側 R 1 へ向けて、それぞれ延びる。第 3 内周部 3 5 は、周方向において、第 1 内周部 3 1 の一方側部分 3 1 a の周方向一方側 R 1 の端部と二等分線 B との間に位置する。第 3 内周部 3 5 は、第 1 内周部 3 1 の一方側部分 3 1 a から周方向一方側 R 1 へ向けて、二等分線 B まで延びる。図 1 4 に示す横断面視において、本実施形態では第 3 内周部 3 5 が、直線状である。第 3 内周部 3 5 は、周方向に隣り合う第 1 内周部 3 1 の一方側部分 3 1 a の周方向一方側 R 1 の端部と第 2 内周部 3 2 の他方側部分 3 2 b の周方向他方側 R 2 の端部とを結ぶ直線上に位置する。

20

【0128】

図 1 4 の横断面視で、第 3 内周部 3 5 のうち一方側部分 (第 1 端部) 3 5 a は、他方側部分 (第 2 端部) 3 5 b よりも径方向内側に位置する。第 3 内周部 3 5 の一方側部分 3 5 a は、二等分線 B 上に位置する部分を含む。第 3 内周部 3 5 の他方側部分 3 5 b は、第 1 内周部 3 1 の一方側部分 3 1 a と接続する。第 3 内周部 3 5 は、周方向一方側 R 1 へ向かうに従い径方向内側に位置する。つまり第 3 内周部 3 5 は、周方向一方側 R 1 へ向かうに従い径方向内側へ向けて延びる。

30

【0129】

第 3 内周部 3 5 の一方側部分 3 5 a は、第 3 内周部 3 5 における周方向一方側 R 1 の端部を含む。第 3 内周部 3 5 の他方側部分 3 5 b は、第 3 内周部 3 5 における周方向他方側 R 2 の端部を含む。第 3 内周部 3 5 の一方側部分 3 5 a は、第 3 内周部 3 5 における径方向内側の端部、つまり径方向内端部を含む。第 3 内周部 3 5 の他方側部分 3 5 b は、第 3 内周部 3 5 における径方向外側の端部、つまり径方向外端部を含む。

【0130】

第 1 内周部 3 1 の周方向の単位長さあたりの径方向への変位量 (つまり周方向に対する傾き) は、第 3 内周部 3 5 の周方向の単位長さあたりの径方向への変位量よりも大きい。

40

【0131】

各第 3 内周部 3 5 は、各第 3 外周部 1 5 と接触する。第 3 外周部 1 5 と第 3 内周部 3 5 とは、互いに接合される。第 3 外周部 1 5 の一方側部分 1 5 a と、第 3 内周部 3 5 の一方側部分 3 5 a とは、径方向に対向し、互いに接合されている。第 3 外周部 1 5 の他方側部分 1 5 b と、第 3 内周部 3 5 の他方側部分 3 5 b とは、径方向に対向し、互いに接合されている。

【0132】

第 4 内周部 3 6 は、周壁部 2 1 の内周部に配置される。すなわち第 4 内周部 3 6 は、筒部 2 0 の内周部に配置され、筒部 2 0 の内周部の一部を構成する。第 4 内周部 3 6 は、周

50

壁部 2 1 の内周面の周方向の一部を構成する。第 4 内周部 3 6 は、周方向に互いに間隔をあけて複数設けられる。

図 1 4 に示す横断面視で、第 4 内周部 3 6 は、周方向または径方向に延びる。本実施形態では各第 4 内周部 3 6 が、周方向に延びる。具体的に各第 4 内周部 3 6 は、第 2 内周部 3 2 の他方側部分 3 2 b の周方向他方側 R 2 の端部から周方向他方側 R 2 へ向けて、それぞれ延びる。第 4 内周部 3 6 は、周方向において、第 2 内周部 3 2 の他方側部分 3 2 b の周方向他方側 R 2 の端部と二等分線 B との間に位置する。第 4 内周部 3 6 は、第 2 内周部 3 2 の他方側部分 3 2 b から周方向他方側 R 2 へ向けて、二等分線 B まで延びる。図 1 4 に示す横断面視において、本実施形態では第 4 内周部 3 6 が、直線状である。第 4 内周部 3 6 は、周方向に隣り合う第 1 内周部 3 1 の一方側部分 3 1 a の周方向一方側 R 1 の端部と第 2 内周部 3 2 の他方側部分 3 2 b の周方向他方側 R 2 の端部とを結ぶ直線上に位置する。すなわち、本実施形態では、周方向に隣り合う第 1 内周部 3 1 の一方側部分 3 1 a と第 2 内周部 3 2 の他方側部分 3 2 b とを結ぶ直線上に、第 3 内周部 3 5 と第 4 内周部 3 6 とが、二等分線 B を中心として周方向両側に隣り合って配置される。

【0133】

図 1 4 の横断面視で、第 4 内周部 3 6 のうち一方側部分（第 1 端部）3 6 a は、他方側部分（第 2 端部）3 6 b よりも径方向外側に位置する。第 4 内周部 3 6 の一方側部分 3 6 a は、第 2 内周部 3 2 の他方側部分 3 2 b と接続する。第 4 内周部 3 6 の他方側部分 3 6 b は、二等分線 B 上に位置する部分を含む。第 4 内周部 3 6 は、周方向一方側 R 1 へ向かうに従い径方向外側に位置する。つまり第 4 内周部 3 6 は、周方向一方側 R 1 へ向かうに従い径方向外側へ向けて延びる。

【0134】

第 4 内周部 3 6 の一方側部分 3 6 a は、第 4 内周部 3 6 における周方向一方側 R 1 の端部を含む。第 4 内周部 3 6 の他方側部分 3 6 b は、第 4 内周部 3 6 における周方向他方側 R 2 の端部を含む。第 4 内周部 3 6 の一方側部分 3 6 a は、第 4 内周部 3 6 における径方向外側の端部、つまり径方向外端部を含む。第 4 内周部 3 6 の他方側部分 3 6 b は、第 4 内周部 3 6 における径方向内側の端部、つまり径方向内端部を含む。

【0135】

図 1 4 に示す横断面視において、第 3 内周部 3 5 と第 4 内周部 3 6 とは、互いに繋がる。第 3 内周部 3 5 と第 4 内周部 3 6 とは、周方向において互いに接続する。

周方向に隣り合う第 3 内周部 3 5 と第 4 内周部 3 6 とは、二等分線 B 上において互いに接続する。すなわち、第 3 内周部 3 5 の一方側部分 3 5 a と、第 4 内周部 3 6 の他方側部分 3 6 b とは、二等分線 B 上で繋がる。

【0136】

第 2 内周部 3 2 の周方向の単位長さあたりの径方向への変位量は、第 4 内周部 3 6 の周方向の単位長さあたりの径方向への変位量よりも大きい。

【0137】

各第 4 内周部 3 6 は、各第 4 外周部 1 6 と接触する。第 4 外周部 1 6 と第 4 内周部 3 6 とは、互いに接合される。第 4 外周部 1 6 の一方側部分 1 6 a と、第 4 内周部 3 6 の一方側部分 3 6 a とは、径方向に対向し、互いに接合されている。第 4 外周部 1 6 の他方側部分 1 6 b と、第 4 内周部 3 6 の他方側部分 3 6 b とは、径方向に対向し、互いに接合されている。

【0138】

この第 10 変形例によれば、基材 1 K が第 3 外周部 1 5 および第 4 外周部 1 6 を有するので、例えば図 1 3 に示す基材 1 J に比べて、柱部 2 の肉厚を確保でき、柱部 2 の剛性が確保される。そして、第 1 外周部 1 1 を周方向へ向けて正対しやすくすることができる。また、基材 1 K と筒部 2 0 とが焼結された硬質焼結体 1 0 を切削工具 5 0 の刃部 5 1 に用い、切削加工を行う際、第 1 外周部 1 1 および第 3 外周部 1 5 により、荷重を受けやすくすることができる。したがって、基材 1 K と筒部 2 0 との界面近傍に亀裂や欠けが生じることを安定して抑制でき、切削工具 5 0 の耐欠損性をより向上させることができる。

【0139】

図15(a)および図15(b)は、本実施形態の第11変形例の硬質焼結体10およびその硬質焼結体用の基材1L(1)を示す。この第11変形例では、図15(a)に示す中心軸Cに垂直な横断面視で、基材1Lの柱部2が16角形状であり、具体的には正16角形状である。つまり柱部2の頂点(基材凸条部13)の数が、8つを超える。

この場合、中心軸Cに垂直な横断面視で柱部2が例えば8角形状である場合と比べて、第1外周部11および基材凸条部13を切刃56の直下へより配置しやすくすることができる。つまり径方向から見て、第1外周部11および基材凸条部13と、切刃56とが、より交差しやすくなる。これにより、切削加工時に、第1外周部11および基材凸条部13において負荷をより受けやすくなることができる。したがって、基材1Lと筒部20との界面近傍に亀裂や欠けが生じることを安定して抑制でき、切削工具50の耐欠損性をより向上させることができる。

【0140】

図16は、本実施形態の第12変形例の硬質焼結体用の基材1M(1)を示す。この第12変形例では、基材凸条部13が、軸方向へ向かうに従い周方向へ向けて延びる。すなわち基材凸条部13は、中心軸Cを中心として螺旋状にねじれて延びる。具体的には基材凸条部13が、軸方向一方側へ向かうに従い周方向一方側R1へ向けて延びる。

特に図示しないが、この基材1Mと一体に焼結される筒部20は、周壁部21に筒部凹条部33を有する。筒部凹条部33は、軸方向へ向かうに従い周方向へ向けて延びる。すなわち筒部凹条部33は、中心軸Cを中心として螺旋状にねじれて延びる。具体的には筒部凹条部33が、軸方向一方側へ向かうに従い周方向一方側R1へ向けて延びる。

【0141】

この第12変形例によれば、例えば、切削工具50がリーマ等であり、切刃56が中心軸Cに沿って延びるいわゆる直刃であっても、径方向から見て、第1外周部11の他方側部分11b(基材凸条部13)と、切刃56とを安定して交差させやすくなることができる。このため、切削工具50で切削加工を行う際、切刃56にかかる周方向の負荷を、基材1Mの第1外周部11および基材凸条部13でより受けやすくなることができる。基材1Mと筒部20との界面近傍に亀裂や欠けが生じることを抑制でき、切削工具50の耐欠損性を向上させることができ、工具寿命を延ばすことができる。

【0142】

なおこの第12変形例を、中心軸Cを中心に螺旋状にねじれて延びる切刃56を有するエンドミル等の切削工具50に用いる場合は、基材1Mの第1外周部11の他方側部分11b(基材凸条部13)が、切刃56の直下、つまり径方向から見て切刃56と略重なる位置に配置されて、切刃56と等しいねじれ角で中心軸Cを中心に螺旋状にねじれて延びる構成としてもよい。

また、基材凸条部13がねじれる向きを、切刃56がねじれる向きとは反対方向としてもよい。すなわち、切刃56が軸方向一方側へ向かうに従い周方向一方側R1に向けて延びる場合には、基材凸条部13が、軸方向一方側へ向かうに従い周方向他方側R2に向けて延びる構成としてもよい。この場合、径方向から見て、第1外周部11の他方側部分11b(基材凸条部13)と切刃56とが、より安定して交差させられる。

【0143】

図17(a)および図17(b)は、本実施形態の第13変形例の硬質焼結体10およびその硬質焼結体用の基材1N(1)を示す。この第13変形例では、基材1Nが、小径部(柱部)2を有し、大径部3および基材端面4を有さない。柱部2の軸方向他方側を向く端面2bは、軸方向他方側に露出される。柱部2の軸方向他方側を向く端面2bは、中心軸Cに垂直な平面状である。柱部2の軸方向他方側を向く端面2bは、多角形状である。筒部20の筒部端面23は、柱部2の軸方向他方側を向く端面2bと面一に配置される。筒部端面23は、軸方向他方側に露出される。

【0144】

図18(a)および図18(b)は、本実施形態の第14変形例の硬質焼結体10およ

10

20

30

40

50

びその硬質焼結体用の基材 1 P (1) を示す。この第 1 4 変形例では、筒部 2 0 が、周壁部 2 1 および筒部端面 2 3 を有し、頂壁部 2 2 を有さない。柱部 2 の軸方向一方側を向く端面 2 a は、軸方向一方側に露出される。周壁部 2 1 の軸方向一方側を向く端面 2 1 a は、中心軸 C を中心とする円形環状である。周壁部 2 1 の軸方向一方側を向く端面 2 1 a は、中心軸 C に垂直な平面状である。周壁部 2 1 の軸方向一方側を向く端面 2 1 a は、柱部 2 の軸方向一方側を向く端面 2 a と面一に配置される。周壁部 2 1 の軸方向一方側を向く端面 2 1 a は、軸方向一方側に露出される。

【0145】

図 1 9 (a) および図 1 9 (b) は、本実施形態の第 1 5 変形例の硬質焼結体 1 0 およびその硬質焼結体用の基材 1 Q (1) を示す。この第 1 5 変形例では、筒部 2 0 が、柱部 2 (基材 1 Q) を径方向外側から覆い、かつ軸方向両側から覆う。筒部 2 0 は、周壁部 2 1 と、頂壁部 2 2 と、底壁部 2 4 と、を有する。底壁部 2 4 は、周壁部 2 1 の軸方向他方側の端部に接続する。底壁部 2 4 は、中心軸 C を中心とする円板状である。底壁部 2 4 の一対の板面は、軸方向を向く。底壁部 2 4 の軸方向一方側を向く板面は、柱部 2 の軸方向他方側を向く端面 2 b と固定される。底壁部 2 4 の軸方向一方側を向く板面は、柱部 2 の軸方向他方側を向く端面 2 b と接合されている。

【0146】

<第 2 実施形態>

次に、本発明の第 2 実施形態の硬質焼結体 3 0 および切削工具 5 0 について、図 2 0 を参照して説明する。なお第 2 実施形態では、第 1 実施形態と同じ構成要素については同じ符号を付して、その説明を省略する。

【0147】

本実施形態の硬質焼結体 3 0 は、基材 1 R (1) と、基材 1 R と一体に焼結された筒部 2 0 と、を備える。

基材 1 R は、柱部 2 を有する。柱部 2 は、1 つの第 1 外周部 1 1 と、1 つの第 2 外周部 1 2 と、を有する。筒部 2 0 は、周壁部 2 1 を有する。周壁部 2 1 は、1 つの第 1 内周部 3 1 と、1 つの第 2 内周部 3 2 と、を有する。

第 1 外周部 1 1 と第 1 内周部 3 1 とは、互いに接合される。第 2 外周部 1 2 と第 2 内周部 3 2 とは、互いに接合される。

【0148】

本実施形態の切削工具 5 0 は、上述した硬質焼結体 3 0 の外周部に、軸方向に延びる切屑排出溝 5 5 および切刃 5 6 が設けられた刃部 5 1 と、刃部 5 1 と軸方向に接続されるシャンク 5 2 と、を備える (図 4 を参照)。

【0149】

本実施形態によれば、硬質焼結体 3 0 を切削工具 5 0 の刃部 5 1 に用い切削加工を行う際、第 1 外周部 1 1 が工具回転方向 T を向く姿勢とすることにより、切削工具 5 0 にかかる周方向の負荷を、基材 1 R の第 1 外周部 1 1 で受けることができる。これにより、切削加工時に切削工具 5 0 にかかる負荷のうち、工具の中心軸 C に対して垂直方向にかかる負荷が、基材 1 R と筒部 2 0 との界面に沿って作用することを抑えることができ、つまり界面に沿うせん断力を低減させることができ、基材 1 R と筒部 2 0 との界面近傍に亀裂や欠けが生じることを抑制できる。したがって、この硬質焼結体 3 0 を用いて製作される切削工具 5 0 の耐欠損性を向上させることができ、工具寿命を延ばすことができる。

【0150】

図 2 1 は、本実施形態の第 1 変形例の硬質焼結体 3 0 およびその硬質焼結体用の基材 1 S (1) を示す。この第 1 変形例では、基材 1 S の柱部 2 が、周方向に互いに間隔をあけて配置される複数の第 1 外周部 1 1 と、周方向に互いに間隔をあけて配置される複数の第 2 外周部 1 2 と、周方向に互いに間隔をあけて配置される複数の基材凹条部 1 4 と、を有する。筒部 2 0 の周壁部 2 1 は、周方向に互いに間隔をあけて配置される複数の第 1 内周部 3 1 と、周方向に互いに間隔をあけて配置される複数の第 2 内周部 3 2 と、周方向に互いに間隔をあけて配置される複数の筒部凸条部 3 4 と、を有する。

各第1外周部11と各第1内周部31とは、互いに接合される。各第2外周部12と各第2内周部32とは、互いに接合される。各基材凹条部14と各筒部凸条部34とは、互いに接合される。

【0151】

この第1変形例によれば、基材1Sと筒部20とが焼結された硬質焼結体30を切削工具50の刃部51に用い、切削加工を行う際、切削工具50の周方向の複数箇所において、上述した第1外周部11による機能が得られる。したがって、基材1Sと筒部20との界面近傍に亀裂や欠けが生じることを安定して抑制でき、切削工具50の耐久損性をより向上させることができる。

また基材凹条部14が設けられることで、第1外周部11を周方向へ向けて正対しやすくすることができる。このため、硬質焼結体30を切削工具50の刃部51に用い切削加工を行う際、第1外周部11において荷重をより受けやすくすることができる。

【0152】

図22は、本実施形態の第2変形例の硬質焼結体30およびその硬質焼結体用の基材1T(1)を示す。この第2変形例では、基材1Tの柱部2が、周方向に互いに間隔をあけて配置される複数の溝部17と、複数の第1外周部11と、を有する。溝部17は、柱部2の外周面から径方向内側に窪み、軸方向に延びる。第1外周部11は、溝部17の周方向一方側R1を向く壁面に配置される。第1外周部11は、柱部2の外周部（つまり径方向外端部）に配置され、柱部2の外周部の一部を構成する。

【0153】

図22に示す中心軸Cに垂直な横断面視で、第1外周部11のうち一方側部分（第1端部）11aは、他方側部分（第2端部）11bよりも径方向内側に位置する。第1外周部11の他方側部分11bは、柱部2の外周面上に位置する部分を含む。第1外周部11は、周方向他方側R2へ向かうに従い径方向内側に位置する。つまり第1外周部11は、周方向他方側R2へ向かうに従い径方向内側へ向けて延びる。

【0154】

第1外周部11の一方側部分11aは、第1外周部11における周方向他方側R2の端部を含む。第1外周部11の他方側部分11bは、第1外周部11における周方向一方側R1の端部を含む。第1外周部11の一方側部分11aは、第1外周部11における径方向内側の端部、つまり径方向内端部を含む。第1外周部11の他方側部分11bは、第1外周部11における径方向外側の端部、つまり径方向外端部を含む。

【0155】

筒部20の周壁部21は、周方向に互いに間隔をあけて配置される複数の挿入部37と、複数の第1内周部31と、を有する。挿入部37は、周壁部21の内周面から径方向内側に突出し、軸方向に延びる。各挿入部37は、各溝部17内に配置される。各挿入部37は、各溝部17と接合される。第1内周部31は、挿入部37の周方向他方側R2を向く壁面に配置される。第1内周部31は、筒部20の内周部（つまり径方向内端部）に配置され、筒部20の内周部の一部を構成する。

【0156】

図22に示す中心軸Cに垂直な横断面視で、第1内周部31のうち一方側部分（第1端部）31aは、他方側部分（第2端部）31bよりも径方向内側に位置する。第1内周部31の他方側部分31bは、周壁部21の内周面上に位置する部分を含む。第1内周部31は、周方向他方側R2へ向かうに従い径方向内側に位置する。つまり第1内周部31は、周方向他方側R2へ向かうに従い径方向内側へ向けて延びる。

【0157】

第1内周部31の一方側部分31aは、第1内周部31における周方向他方側R2の端部を含む。第1内周部31の他方側部分31bは、第1内周部31における周方向一方側R1の端部を含む。第1内周部31の一方側部分31aは、第1内周部31における径方向内側の端部、つまり径方向内端部を含む。第1内周部31の他方側部分31bは、第1内周部31における径方向外側の端部、つまり径方向外端部を含む。

第1外周部11と第1内周部31とは、互いに接合される。

【0158】

図22の横断面視で、第1外周部11の径方向外端部および中心軸Cを通り径方向に延びる第1直線L1と直交し第1外周部11の径方向外端部上を通る第2直線L2に対して、第1外周部11が傾斜する角度 θ' は、 170° 以下である。角度 θ' は、第2直線L2から周方向他方側R2の回転方向に第1外周部11が傾斜する角度である。この横断面視で、複数の第1外周部11の各角度 θ' は、互いに等しい。

なお、この第2変形例では第1外周部11が径方向内側を向いており、具体的には第1外周部11が、第1外周部11の径方向外端部から周方向他方側R2へ向けて延びており、この場合の角度 θ' は、図22の横断面視において、第2直線L2と第1外周部11とが交差して形成される鋭角および鈍角のうち、鈍角の角度を指す。

10

中心軸Cに垂直な横断面視において第2直線L2に対して第1外周部11が傾斜する角度 θ' が、 170° 以下であると、基材1Tにおける第1外周部11近傍の肉厚が確保され、基材1Tの剛性が確保される。例えば、基材1Tが部分的に薄肉になって亀裂の起点となるような不具合が抑えられる。このため、第1外周部11による機能が安定する。

【0159】

なお、本発明は前述の実施形態に限定されず、例えば下記に説明するように、本発明の趣旨を逸脱しない範囲において構成の変更等が可能である。

【0160】

前述の実施形態では、切削工具50がエンドミルである例を挙げたが、これに限らない。切削工具50は、エンドミル以外のリーマ、ドリルおよびそれ以外の回転切削工具等であってもよい。例えば、切削工具50がドリルの場合、刃部51は、切屑排出溝55および切刃56以外に、先端刃、シンニング、マージンおよび二番取り面等を備える。

20

【0161】

前述の実施形態および変形例では、図3に示すように第1外周部11が径方向外側を向く場合には、角度 θ が 90° 未満であり、図22に示すように第1外周部11が径方向内側を向く場合には、角度 θ' が 90° を超えるが、これらに限らない。すなわち、中心軸Cに垂直な横断面視で、第1外周部11の径方向外端部および中心軸Cを通り径方向に延びる第1直線L1と直交し第1外周部11の径方向外端部上を通る第2直線L2に対して、第1外周部11が傾斜する角度は、 90° でもよい。なお前記角度は、第2直線L2に対して第1外周部11が交差する角度と言い換えてもよい。この場合、中心軸Cに垂直な横断面視で、第1外周部11は、径方向に沿って延びる。

30

【0162】

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

【実施例】

【0163】

以下、本発明を実施例により具体的に説明する。ただし本発明はこの実施例に限定されない。

40

【0164】

本発明の実施例、および、比較例として、硬質焼結体をそれぞれ用意した。硬質焼結体の基材は超硬合金製であり、筒部はPCD製である。実施例および比較例ともに、焼結後の基材のヤング率は、 570 GPa であり、筒部のヤング率は、 920 GPa である。

本発明の実施例では、硬質焼結体10の基材1は、中心軸Cに垂直な横断面視で、柱部2が正多角形状である。柱部2の中心軸Cから基材凸条部13（第1外周部11の径方向外端部）までの距離、つまり半径は、 5 mm とし、中心軸Cから筒部20の外周面までの距離つまり半径は、 7 mm とした。柱部2の横断面形状、第1外周部11の数および角度 θ については、下記表1の通りとした。基材1と筒部20とを一体に焼結し製作した硬質

50

焼結体 10 に、超硬合金製のシャンク 52 を A g ロウ材を用いてロウ付けにより接合した。この硬質焼結体 10 に研削加工を施して、3 枚刃エンドミルの刃部 51 とした。なお刃部 51 の直径（刃径）は、12 mm とした。

【0165】

比較例では、硬質焼結体の基材は、中心軸に垂直な横断面視で、柱部が円形状である。つまり比較例の基材は、柱部が円柱状であり、第 1 外周部 11 を有さない。柱部の半径は 5 mm とし、筒部の半径は 7 mm とした。基材と筒部とを一体に焼結し製作した硬質焼結体に、超硬合金製のシャンクを A g ロウ材を用いてロウ付けにより接合した。この硬質焼結体に上記実施例と同様に研削加工を施して、3 枚刃エンドミルの刃部とした。刃部の直径（刃径）は、12 mm とした。

10

【0166】

実施例および比較例ともに、下記の切削条件にて切削試験を行った。

<切削条件>

- ・被削材：CFRP（板厚 5 mm）
- ・切削速度：300 m/min
- ・送り速度：955 mm/min
- ・切り込み量：5 mm
- ・乾式切削（エアブロー）

そして一定の切削長毎に、基材と筒部との界面や筒部に亀裂や欠けが有るか無いかを観察し、有った場合には、切削開始からその時までの総切削長を寿命（寿命切削長）と判断した。なお観察には、光学顕微鏡または電子顕微鏡を用いた。結果を表 1 に示す。

20

【0167】

30

40

50

【表 1】

	柱部2の横断面形状	第1外周部11の数	角度 θ ($^{\circ}$)	基材1の ヤング率	筒部20の ヤング率	寿命切削長 (m)
実施例1	正3角形	3	60	570GPa	920GPa	16
実施例2	正6角形	6	30	570GPa	920GPa	24
実施例3	正8角形	8	22.5	570GPa	920GPa	30
実施例4	正12角形	12	15	570GPa	920GPa	26
実施例5	正18角形	18	10	570GPa	920GPa	22
実施例6	正24角形	24	7.5	570GPa	920GPa	19
比較例	円形	0	-	570GPa	920GPa	12

【0168】

表1に示すように、本発明の実施例1～6は、寿命切削長がすべて16m以上であり、比較例に比べて、基材と筒部との界面や筒部に亀裂や欠けが生じることを抑制でき、工具寿命が延びることが確認された。その中でも実施例2～5は、寿命切削長が22m以上と優れており、実施例3は、寿命切削長が30mと特に優れていた。

【産業上の利用可能性】

【0169】

本発明の硬質焼結体用の基材、硬質焼結体および切削工具によれば、基材と筒部との界面近傍に亀裂や欠けが生じることを抑制できる。したがって、産業上の利用可能性を有する。

【符号の説明】

【0170】

1 (1A, 1B, 1C, 1D, 1E, 1F, 1G, 1H, 1I, 1J, 1K, 1L, 1M, 1N, 1P, 1Q, 1R, 1S, 1T) …基材、2 …小径部 (柱部)、10, 30 …

硬質焼結体、11…第1外周部、11a…第1外周部の一方側部分、11b…第1外周部の他方側部分、12…第2外周部、12a…第2外周部の一方側部分、12b…第2外周部の他方側部分、13…基材凸条部、14…基材凹条部、20…筒部、31…第1内周部、31a…第1内周部の一方側部分、31b…第1内周部の他方側部分、32…第2内周部、32a…第2内周部の一方側部分、32b…第2内周部の他方側部分、33…筒部凹条部、50…切削工具、51…刃部、52…シャンク、55…切屑排出溝、56…切刃、C…中心軸、L1…第1直線、L2…第2直線、R1…周方向一方側、R2…周方向他方側、 θ 、 θ' …角度

【図面】

【図1】

【図2】

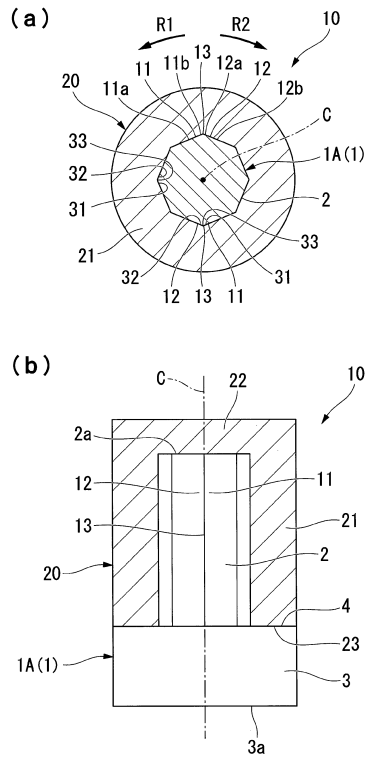


図1

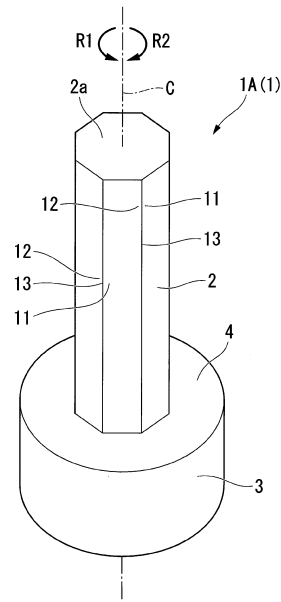


図2

10

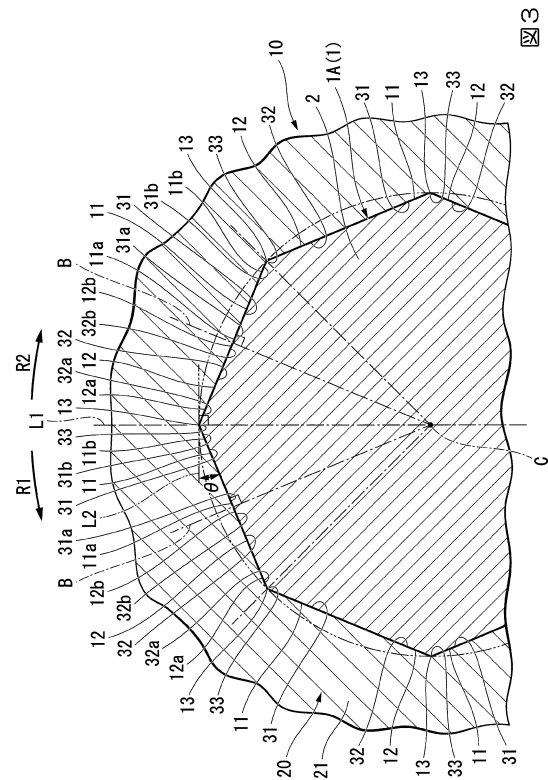
20

30

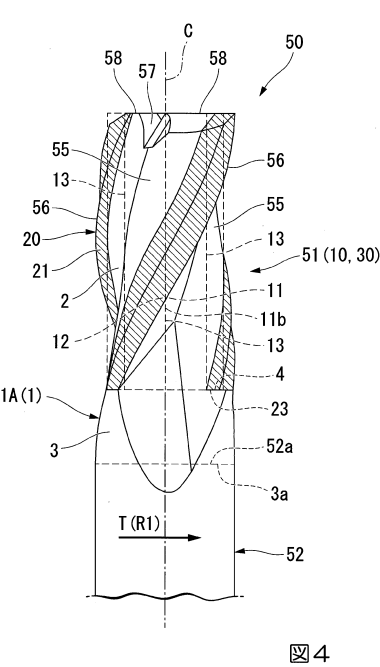
40

50

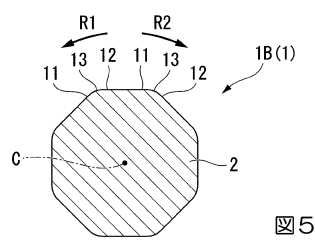
【図 3】



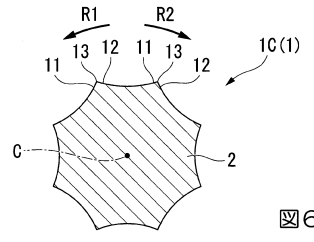
【図 4】



【図 5】



【図 6】



10

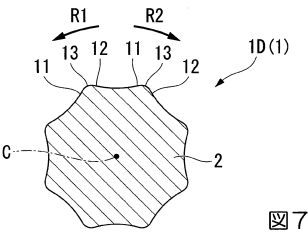
20

30

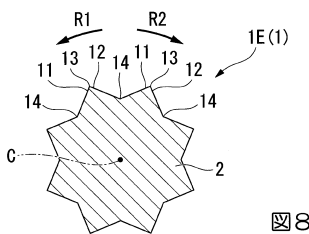
40

50

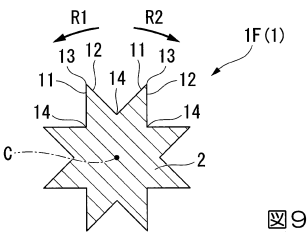
【図 7】



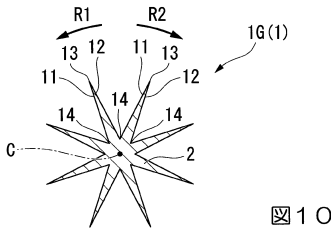
【図 8】



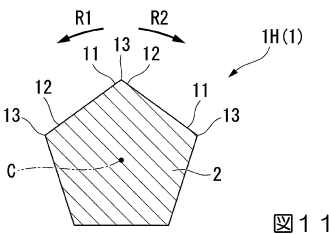
【図 9】



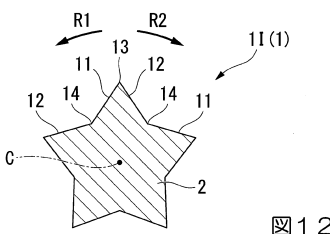
【図 10】



【図 11】



【図 12】



10

20

30

40

50

【図 1 3】

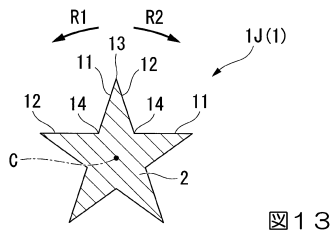


図 1 3

【図 1 4】

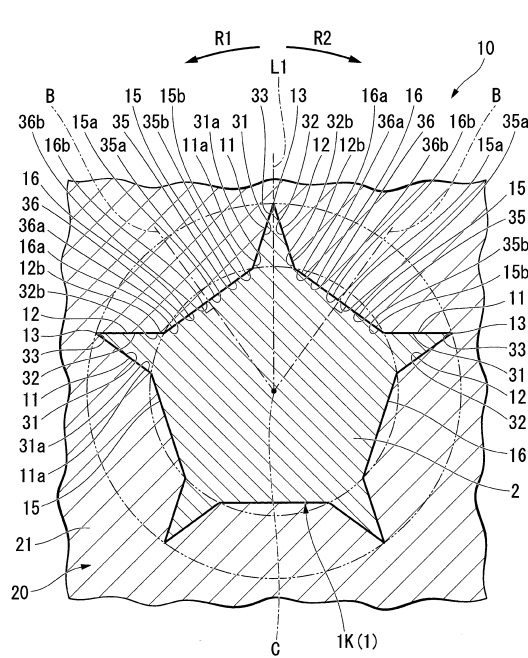


図 1 4

【図 1 5】

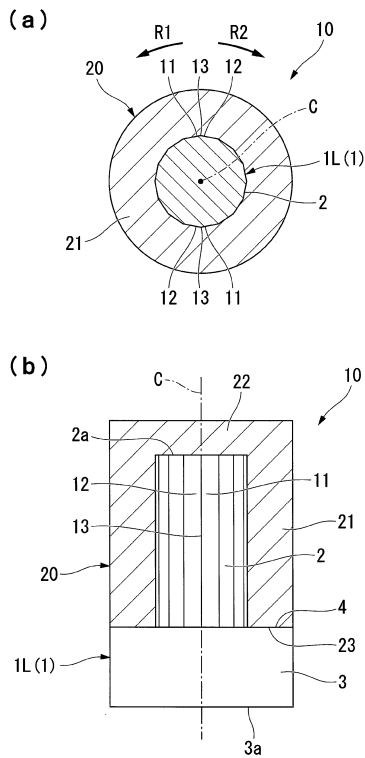


図 1 5

【図 1 6】

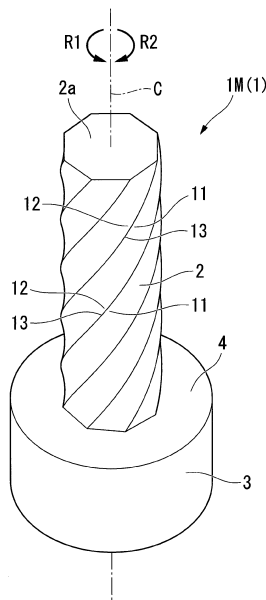


図 1 6

10

20

30

40

50

【図 17】

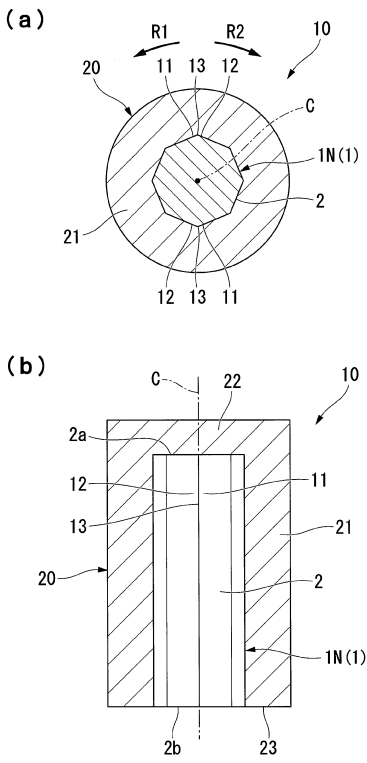


図 17

【図 18】

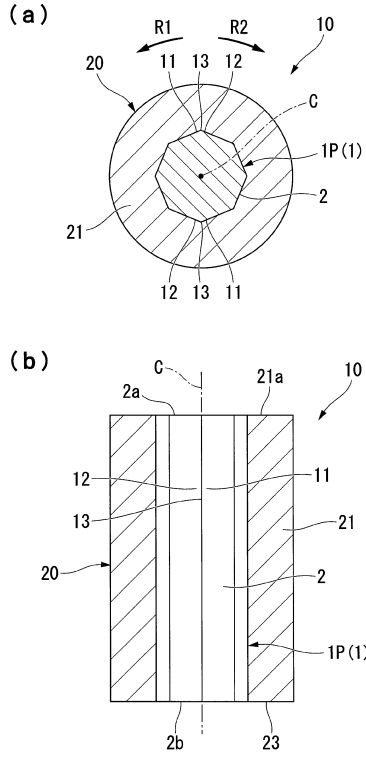


図 18

【図 19】

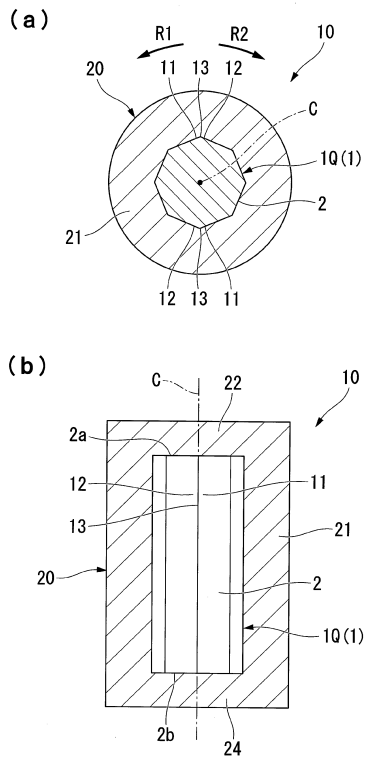


図 19

【図 20】

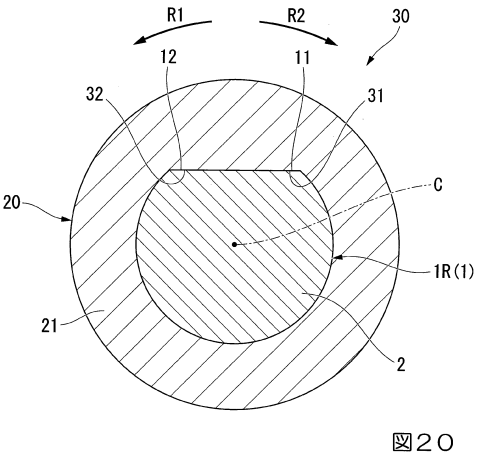


図 20

10

20

30

40

50

フロントページの続き

(51)国際特許分類 F I
B 2 2 F 7/00 K

茨城県那珂市向山 1 0 0 2 - 1 4 三菱マテリアル株式会社 中央研究所内

(72)発明者 深田 耕司
東京都千代田区丸の内三丁目 2 番 3 号 三菱マテリアル株式会社 加工事業カンパニー内

(72)発明者 浜田 陽一
東京都千代田区丸の内三丁目 2 番 3 号 三菱マテリアル株式会社 加工事業カンパニー内

審査官 池田 安希子

(56)参考文献 国際公開第 2 0 1 8 / 0 6 6 2 3 1 (WO, A 1)
国際公開第 2 0 1 8 / 1 2 2 1 6 6 (WO, A 1)
特表 2 0 0 3 - 5 1 1 2 5 3 (JP, A)

(58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
B 2 2 F 7 / 0 0
B 2 3 B 5 1 / 0 0
B 2 3 C 5 / 1 6
B 2 3 B 2 7 / 1 4
B 2 3 B 2 7 / 2 0