(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第6835246号
(P6835246)
(45)発行日　令和3年2月24日(2021.2.24)　(24)登録日　令和3年2月8日(2021.2.8)

(51)Int.Cl.　　F I
B23C 5/10 (2006.01)　　B23C 5/10 C
B23C 5/22 (2006.01)　　B23C 5/22

請求項の数 8　(全 26 頁)

(21)出願番号　特願2019-551118(P2019-551118)
(86)(22)出願日　平成30年10月22日(2018.10.22)
(86)国際出願番号　PCT/JP2018/039190
(87)国際公開番号　WO2019/082843
(87)国際公開日　令和1年5月2日(2019.5.2)
審査請求日　令和2年1月27日(2020.1.27)
(31)優先権主張番号　特願2017-207980(P2017-207980)
(32)優先日　平成29年10月27日(2017.10.27)
(33)優先権主張国・地域又は機関
日本国(JP)

(73)特許権者　000233066
株式会社ＭＯＬＤＩＮＯ
東京都墨田区両国四丁目３１番１１号
(74)代理人　100149548
弁理士　松沼　泰史
(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　永渕　憲二
千葉県成田市新泉１３番地の２　三菱日立ツール株式会社成田工場内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】切削インサートおよび刃先交換式ボールエンドミル

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
軸線回りに回転される刃先交換式ボールエンドミルのエンドミル本体の先端部に形成されたインサート取付座に着脱可能に取り付けられる切削インサートであって、
上記エンドミル本体の回転方向に向けられるすくい面と、上記すくい面とは反対側を向いて上記インサート取付座の底面に着座される着座面と、これらすくい面と着座面との周囲に延びる逃げ面とを備え、
上記すくい面と上記逃げ面との交差稜線部には、上記すくい面に対向する方向から見た平面視において円弧状に延びる円弧状切刃部と、上記円弧状切刃部に接するように延びる直線状切刃部とをそれぞれ備えた２つの切刃が、上記円弧状切刃部と直線状切刃部を上記すくい面の周方向に交互に位置させて形成されるとともに、
上記着座面には、上記インサート取付座の底面から突出する凸部に当接可能な壁面を有する２つの溝部が、上記２つの切刃で互いに一方の切刃の直線状切刃部側から他方の切刃の円弧状切刃部側に延びるように形成されており、
上記２つの溝部は、該溝部が延びる方向の一端側から他端側に向かうに従い溝幅が狭くなる幅狭部をそれぞれ有し、
上記２つの切刃のうち一方は主切刃とされるとともに他方は副切刃とされ、
上記副切刃の円弧状切刃部は、上記主切刃の円弧状切刃部に対して等しい半径で周長が短く形成されていることを特徴とする切削インサート。
【請求項２】

上記２つの溝部はそれぞれ、上記一方の切刃の直線状切刃部側が上記一端側とされるとともに、上記他方の切刃の円弧状切刃部側が上記他端側とされていることを特徴とする請求項１に記載の切削インサート。

【請求項４】

上記２つの溝部のうち上記副切刃の円弧状切刃部側を上記他端側とする溝部は、上記副切刃の円弧状切刃部に連なる上記逃げ面に開口しているとともに、

上記副切刃の円弧状切刃部は、該副切刃の直線状切刃部から離れるに従い上記着座面側から離れた後に該着座面側に近づく凸曲線状に形成されており、

上記副切刃の円弧状切刃部に連なる上記逃げ面への上記溝部の開口部は、上記副切刃の円弧状切刃部が上記着座面に対して最も凸となる最凸点よりも該副切刃の直線状切刃部側に位置していることを特徴とする請求項１に記載の切削インサート。

【請求項５】

上記着座面に対向する方向から見た底面視において、

上記最凸点と上記副切刃の円弧状切刃部の中心とを結ぶ直線と、

上記副切刃の円弧状切刃部に連なる逃げ面に開口する上記溝部の該副切刃の直線状切刃部側を向く壁面と上記逃げ面との交差稜線部の上記着座面側への端部と、上記副切刃の円弧状切刃部の中心とを結ぶ直線とがなす第１の交差角が、５°～６０°の範囲とされていることを特徴とする請求項４に記載の切削インサート。

【請求項６】

上記着座面に対向する方向から見た底面視において、

上記最凸点と上記副切刃の円弧状切刃部の中心とを結ぶ直線と、

上記副切刃の円弧状切刃部側への該副切刃の直線状切刃部の延長線とがなす第２の交差角が、１０°～５０°の範囲とされていることを特徴とする請求項４または請求項５に記載の切削インサート。

【請求項１０】

上記溝部における上記幅狭部の他端における溝幅が、上記着座面に対向する方向から見た上記切刃の上記円弧状切刃部の半径ｒに対して０．０５×ｒ～０．１８×ｒの範囲とされていることを特徴とする請求項１、請求項２、および請求項４から請求項６のうちいずれか一項に記載の切削インサート。

【請求項１１】

請求項１、請求項２、請求項４から請求項６、および請求項１０のうちのいずれか一項に記載の切削インサートが、軸線回りに回転されるエンドミル本体の先端部に形成されたインサート取付座に、上記インサート取付座の底面から突出する凸部に上記溝部の壁面を当接させて着脱可能に取り付けられていることを特徴とする刃先交換式ボールエンドミル。

【請求項１２】

上記凸部は、上記溝部の上記幅狭部が当接する部分では、該溝部が延びる方向の上記他端側から上記一端側に向かうに従い幅広となるように形成されていることを特徴とする請求項１１に記載の刃先交換式ボールエンドミル。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

本発明は、刃先交換式ボールエンドミルのエンドミル本体の先端部に形成されたインサート取付座に着脱可能に取り付けられる切削インサート、およびこのような切削インサートを着脱可能に取り付けた刃先交換式ボールエンドミルに関するものである。

本願は、２０１７年１０月２７日に日本に出願された特願２０１７－２０７９８０号について優先権を主張し、その内容をここに援用する。

【背景技術】

【０００２】

このような刃先交換式ボールエンドミルに用いられる切削インサートにおいて、２つの

円弧状切刃部がすくい面の周方向に互いに反対側に形成されたものでは、これらの円弧状切刃部に連なって逃げ面となる切削インサートの側面が凸湾曲することになるため、切削加工時の切削負荷により、切削に使用される円弧状切刃部とは反対側の円弧状切刃部に連なる逃げ面の湾曲に沿って切削インサートがずれ動き易い。そこで、例えば特許文献１、２には、インサート取付座の底面に突出する凸部を形成するとともに、切削インサートの着座面には、この凸部に当接可能な壁面を備えた溝部を形成することにより、このような切削インサートのずれ動きを防止することが記載されている。

【０００３】

特許文献１においては、溝部の対向する２つの壁面のうち１つだけを凸部の１つの側面に当接させることが記載されている。また、特許文献２には、円弧状切刃部と直線状切刃部とをそれぞれ備えた主切刃と副切刃を形成し、これら主切刃と副切刃とを非対称とすることにより、同形同大の１種２つの切削インサートの円弧状切刃部によって、エンドミル本体先端の軸線付近から外周にかけての切削と、この軸線から離れた位置から外周にかけての切削を行うことが記載されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【０００４】

【特許文献１】特開平９－１７４３２２号公報

【特許文献２】特開平１１－１９７９３３号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【０００５】

ところで、これら特許文献１、２の図面に記載された切削インサートでは、上記溝部の対向する２つの壁面が互いに平行に延びるように示されているが、こうして溝部の壁面が平行に延びている場合に、エンドミル本体の凸部の剛性を高めて切削インサートのずれ動きに対する強度を確保するためにこの凸部の幅を大きくすると、切削インサートの溝部の幅も大きくなり、切削インサートの強度の低下を招いて切削加工時の負荷により損傷を生じ易くなるおそれがある。その一方で、切削インサートの強度を確保するために溝部の幅を小さくすると、エンドミル本体の凸部の幅も小さくせざるを得なくなって切削インサートの取付剛性を確保できず、切削加工時の負荷による切削インサートのずれ動きを確実に防止することができなくなるおそれが生じる。

【０００６】

本発明は、このような背景の下になされたもので、切削インサートの強度を損なうことなく、その切削加工時のずれ動きを確実に防止することが可能な切削インサートおよび該切削インサートを着脱可能に取り付けた刃先交換式ボールエンドミルを提供することを目的としている。

【課題を解決するための手段】

【０００７】

上記課題を解決して、このような目的を達成するために、本発明の切削インサートは、軸線回りに回転される刃先交換式ボールエンドミルのエンドミル本体の先端部に形成されたインサート取付座に着脱可能に取り付けられる切削インサートであって、上記エンドミル本体の回転方向に向けられるすくい面と、このすくい面とは反対側を向いて上記インサート取付座の底面に着座される着座面と、これらすくい面と着座面との周囲に延びる逃げ面とを備え、上記すくい面と上記逃げ面との交差稜線部には、上記すくい面に対向する方向から見た平面視において円弧状に延びる円弧状切刃部と、この円弧状切刃部に接するように延びる直線状切刃部とをそれぞれ備えた２つの切刃が、上記円弧状切刃部と直線状切刃部を上記すくい面の周方向に交互に位置させて形成されるとともに、上記着座面には、上記インサート取付座の底面から突出する凸部に当接可能な壁面を有する２つの溝部が、上記２つの切刃で互いに一方の切刃の直線状切刃部側から他方の切刃の円弧状切刃部側に延びるように形成されており、上記２つの溝部は、該溝部が延びる方向の一端側から他端

側に向かうに従い溝幅が狭くなる幅狭部をそれぞれ有している。

【０００８】

また、本発明の刃先交換式ボールエンドミルは、このような切削インサートが、軸線回りに回転されるエンドミル本体の先端部に形成されたインサート取付座に、このインサート取付座の底面から突出する凸部に上記溝部の壁面を当接させて着脱可能に取り付けられている。

【０００９】

このような構成の切削インサートおよび刃先交換式ボールエンドミルに係る切削インサートの溝部は、該溝部が延びる方向の一端側から他端側に向けて溝幅が狭くなる幅狭部を有しているので、この幅狭部の溝幅が狭くなる他端側においては切削インサートの肉厚を確保して応力を分散し、強度の向上を図ることができる。一方、逆に幅狭部の一端側では溝幅が広くなるので、刃先交換式ボールエンドミルにおいて、上記凸部を、上記溝部の上記幅狭部が当接する部分で、該溝部が延びる方向の上記他端側から上記一端側に向かうに従い幅広となるように形成することにより、切削加工時の負荷に対する取付剛性を高めて切削インサートのずれ動きを確実に防止することが可能となる。

【００１０】

このような切削インサートおよび刃先交換式ボールエンドミルでは、上記切刃のうち円弧状切刃部が専ら切削に使用される。上記２つの溝部をそれぞれ、上記一方の切刃の直線状切刃部側を上記一端側とするとともに、上記他方の切刃の円弧状切刃部側を上記他端側とする。他方の切刃が切削に使用される場合に、その円弧状切刃部に作用する切削負荷に対しては、幅狭部の幅狭となった他端側において切削インサートの強度を確保することができるとともに、切削に使用されない切刃の円弧状切刃部に沿った切削インサートのずれ動きは、この切刃の円弧状切刃部から離れた幅広となる幅狭部の一端側で確実に防止することが可能となる。

【００１１】

本発明の切削インサートでは、第１に、上記２つの切刃のうち一方は主切刃とし、他方は副切刃とする。上記副切刃の円弧状切刃部は、上記主切刃の円弧状切刃部に対して等しい半径で周長が短く形成されていて、切削インサートが特許文献２に記載されているように非対称形状とされている。この同形同大の１種２つの切削インサートにより、主切刃の円弧状切刃部によってエンドミル本体先端の軸線付近から外周にかけての切削を行うことが可能となるとともに、この軸線から離れた位置から外周にかけての切削を副切刃の円弧状切刃部によって行うことが可能となり、切削インサートの管理が容易となるとともに経済的である。

【００１２】

従って、この場合には、上記２つの溝部のうち上記副切刃の円弧状切刃部側を上記他端側とする溝部は、この副切刃の円弧状切刃部に連なる上記逃げ面に開口していてもよい。

上記副切刃の円弧状切刃部が、該副切刃の直線状切刃部から離れるに従い上記着座面側から離れた後に該着座面側に近づく凸曲線状に形成されていれば、この副切刃の円弧状切刃部は、その上記着座面に対して最も凸となる最凸点から徐々に被削材に切り込むことになるので、切削抵抗の低減を図ることができる。

【００１３】

すなわち、刃先交換式ボールエンドミルに用いられる切削インサートにおいて、切削加工時には、円弧状切刃部の先端部や、これに連なる逃げ面やインサート本体の側面には大きな切削負荷が印加される。そこで、この切削負荷を軽減することや、切屑の排出性を考慮した切刃形状が望まれている。本発明では、円弧状切刃部と被削材との接触形態を制御することにも着目した。

【００１４】

例えば、切削加工方法として等高線加工を選択した場合には、切刃が被削材に食い付く領域として、切屑厚みが薄くなる切刃先端側を設定することが望ましい。円弧状切刃部を上述のような凸曲線状で形成することによって、切刃が捩れ形状となり、切刃に作用する

衝撃を軽減することができるので、より好ましい切刃形状となる。

【００１５】

一方、切削加工方法として走査線加工を選択した場合には、エンドミル本体の軸線方向への切り込みの際に、切屑厚みが厚くなる円弧状切刃部の先端部側より被削材に食い付くため、先端部に大きな切削負荷が印加される。そこで、円弧状切刃部を凸曲線状として最凸点を設けて厚肉化することにより、切刃強度の向上を図ることができる。

【００１６】

溝部が副切刃の円弧状切刃部に連なる逃げ面に開口し、この副切刃の円弧状切刃部が凸曲線状に形成されている場合には、上記副切刃の円弧状切刃部に連なる上記逃げ面への上記溝部の開口部は、この副切刃の円弧状切刃部が上記着座面に対して最も凸となる最凸点よりも該副切刃の直線状切刃部側に位置する。これにより、最凸点から副切刃の円弧状切刃部が被削材に食い付いて切り込む際の衝撃によって溝部の開口部から切削インサートに損傷が生じるのを防ぐことができる。

【００１７】

具体的には、上記着座面に対向する方向から見た底面視において、上記最凸点と上記副切刃の円弧状切刃部の中心とを結ぶ直線と、この副切刃の円弧状切刃部に連なる逃げ面に開口する上記溝部の該副切刃の直線状切刃部側を向く壁面と上記逃げ面との交差稜線部の上記着座面側への端部と上記副切刃の円弧状切刃部の中心とを結ぶ直線とがなす第１の交差角が、５°～６０°の範囲とされていることが望ましい。

【００１８】

この第１の交差角が５°を下回るほど小さいと、副切刃の円弧状切刃部に連なる逃げ面への溝部の開口部が最凸点に近づきすぎて副切刃の円弧状切刃部の食い付き時に切削インサートが損傷するおそれがある。その一方で、この第１の交差角が６０°を上回るほど大きいと、切削インサートに形成した取付孔にクランプネジを挿通してインサート取付座のネジ孔にねじ込むことにより切削インサートを取り付ける場合に、溝部や凸部が取付孔やネジ孔と干渉するおそれが生じる。

【００１９】

また、同じく上述のように溝部が副切刃の円弧状切刃部に連なる逃げ面に開口し、この副切刃の円弧状切刃部が凸曲線状に形成されている場合に、上記着座面に対向する方向から見た底面視において、上記最凸点と上記副切刃の円弧状切刃部の中心とを結ぶ直線と、上記副切刃の円弧状切刃部側への該副切刃の直線状切刃部の延長線とがなす第２の交差角は、１０°～５０°の範囲とされていることが望ましい。

【００２０】

この第２の交差角が１０°を下回るほど小さいと、副切刃が切削に使用される場合に最凸点がエンドミル本体の軸線に近づきすぎてしまい、軸線回りの回転速度が小さい部分から副切刃の円弧状切刃部が被削材に切り込むことになって、切削抵抗を低減する効果が損なわれるおそれがある。一方、この第２の交差角が５０°を上回るほど大きいと、上述のように溝部の開口部を副切刃の円弧状切刃部に連なる逃げ面において最凸点よりも副切刃の直線状切刃部側に位置させようとしたときに、やはり溝部や凸部が切削インサートの取付孔やインサート取付座のネジ孔と干渉するおそれが生じる。

【００２１】

本発明の切削インサートは、第２に、上述のように非対称形状ではなく、例えば特許文献１に記載された切削インサートと同じように、上記すくい面の中心と上記着座面の中心とを結ぶインサート中心線に関して該すくい面の周方向に１８０°回転対称形状に形成されていてもよい。

【００２２】

この第２の場合には、例えば周長が１／４円弧状をなす円弧状切刃部を備えた主切刃を２つ有する切削インサートと、この切削インサートと半径が等しくて周長が短い円弧状切刃を備えた副切刃を２つ有する切削インサートとを用意して、主切刃の円弧状切刃部によってエンドミル本体先端の軸線付近から外周にかけての切削を行うとともに、この軸線か

ら離れた位置から外周にかけての切削を副切刃の円弧状切刃部によって行うことが可能である。

【００２３】

この第２の場合でも、上記溝部の他端は上記円弧状切刃部に連なる上記逃げ面に開口していてもよい。また、上記切刃は、上記円弧状切刃部側から上記直線状切刃部側に向かうに従い上記着座面側から離れた後に該着座面側に近づく凸曲線状に形成されていてもよい。ただし、この第２の場合には、上記円弧状切刃部に連なる上記逃げ面への上記溝部の開口部は、上記切刃が上記着座面に対して最も凸となる最凸点よりも該切刃の上記円弧状切刃部側に位置していることが望ましい。

【００２４】

具体的には、上記着座面に対向する方向から見た底面視において、上記切刃の上記最凸点とこの切刃の上記円弧状切刃部の中心とを結ぶ直線と、この切刃の上記円弧状切刃部と直線状切刃部との接点と上記円弧状切刃部の中心とを結ぶ直線とがなす第３の交差角が４０°以下の範囲とされているのが望ましい。第３の交差角がこの範囲を上回るほど大きくなると、やはり円弧状切刃部に連なる逃げ面への溝部の開口部が最凸点に近づきすぎて、切刃が最凸点から被削材に食い付いたときに切削インサートが損傷するおそれがある。

【００２５】

また、この第２の場合や上述した第１の場合のように、１つの切削インサートに形成される２つの切刃の円弧状切刃部の半径が互いに等しくなる。この場合には、上記溝部における上記幅狭部の他端における溝幅は、上記着座面に対向する方向から見た上記切刃の上記円弧状切刃部の半径ｒに対して０．０５×ｒ～０．１８×ｒの範囲とされていることが望ましい。

【００２６】

幅狭部において最も幅狭となる他端における溝幅が上記範囲を下回るほど狭いと、インサート取付座の凸部の幅も小さくせざるを得ず、確実に剛性を確保することが困難となるおそれがある。その一方で、この幅狭部の他端における溝幅が上記範囲を上回るほど広くて、溝部の壁面が互いに平行な状態に近くなると、幅狭部の他端側において肉厚を確保することにより応力を分散して切削インサートの強度を維持することができなくなるおそれがある。

【発明の効果】

【００２７】

以上説明したように、本発明によれば、切削インサートの着座面に形成された溝部の幅狭部により、溝幅が狭くなる他端側においては切削インサートの肉厚を確保して応力を分散し、強度の向上を図ることができ、切削加工時の負荷による切削インサートの損傷を防止することができる。その一方で、一端側では幅狭部の溝幅が広くなるので、刃先交換式ボールエンドミルの凸部を幅広に形成することができ、切削インサートの取付剛性を高めてずれ動きを確実に防止することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【００２８】

【図１】本発明の切削インサートの第１の実施形態を示す斜視図である。

【図２】図１に示す実施形態の平面図である。

【図３】図１に示す実施形態の底面図である。

【図４】図２および図３における矢線Ａ方向視の側面図である。

【図５】図２および図３における矢線Ｂ方向視の側面図である。

【図６】図２および図３における矢線Ｃ方向視の側面図である。

【図７】図２および図３における矢線Ｄ方向視の側面図である。

【図８】第１の実施形態の切削インサートが着脱可能に取り付けられる本発明の刃先交換式ボールエンドミルの第１の実施形態におけるエンドミル本体の先端部を示す斜視図である。

【図９】図８に示すエンドミル本体の先端部の正面図である。

【図１０】図９における矢線Ａ方向視の平面図である。
【図１１】図９における矢線Ｂ方向視の側面図である。
【図１２】図９における矢線Ｃ方向視の底面図である。
【図１３】図９における矢線Ｄ方向視の側面図である。
【図１４】本発明の刃先交換式ボールエンドミルの第１の実施形態の先端部を示す斜視図である。
【図１５】図１４に示す実施形態の正面図である。
【図１６】図１５における矢線Ａ方向視の平面図である。
【図１７】図１５における矢線Ｂ方向視の側面図である。
【図１８】図１５における矢線Ｃ方向視の底面図である。
【図１９】図１５における矢線Ｄ方向視の側面図である。
【図２０Ａ】溝部における幅狭部の他端の溝幅を変化させた場合のシミュレーション解析による応力の分散状態を示す図であって、溝幅が一定の場合である。
【図２０Ｂ】溝部における幅狭部の他端の溝幅を変化させた場合のシミュレーション解析による応力の分散状態を示す図であって、幅狭部を有して円弧状切刃部の半径ｒに対する幅狭部の他端の溝幅が０．１３３×ｒの場合である。
【図２０Ｃ】溝部における幅狭部の他端の溝幅を変化させた場合のシミュレーション解析による応力の分散状態を示す図であって、幅狭部を有して円弧状切刃部の半径ｒに対する幅狭部の他端の溝幅が０．０６７×ｒの場合である。
【図２１】本発明の切削インサートの第２の実施形態を示す斜視図である。
【図２２】図２１に示す実施形態の平面図である。
【図２３】図２１に示す実施形態の底面図である。
【図２４】図２２および図２３における矢線Ａ方向視の側面図である。
【図２５】図２２および図２３における矢線Ｂ方向視の側面図である。
【図２６】第２の実施形態の切削インサートが着脱可能に取り付けられる本発明の刃先交換式ボールエンドミルの第２の実施形態におけるエンドミル本体の先端部を示す斜視図である。
【図２７】図２６に示すエンドミル本体の先端部の正面図である。
【図２８】図２７における矢線Ａ方向視の平面図である。
【図２９】図２７における矢線Ｂ方向視の側面図である。
【図３０】図２７における矢線Ｃ方向視の底面図である。
【図３１】図２７における矢線Ｄ方向視の側面図である。
【図３２】本発明の刃先交換式ボールエンドミルの第２の実施形態の先端部を示す斜視図である。
【図３３】図３２に示す実施形態の正面図である。
【図３４】図３３における矢線Ａ方向視の平面図である。
【図３５】図３３における矢線Ｂ方向視の側面図である。
【図３６】図３３における矢線Ｃ方向視の底面図である。
【図３７】図３３における矢線Ｄ方向視の側面図である。
【発明を実施するための形態】
【００２９】
《第１の実施形態》
図１ないし図７は、本発明の第１の実施形態の切削インサート１を示すものである。また、図８ないし図１３は、この第１の実施形態の切削インサート１が着脱可能に取り付けられる本発明の刃先交換式ボールエンドミルの第１の実施形態におけるエンドミル本体１１の先端部を示すものであり、図１４ないし図１９は、このエンドミル本体１１のインサート取付座１２に第１の実施形態の切削インサート１が着脱可能に取り付けられた本発明の刃先交換式ボールエンドミルの第１の実施形態の先端部を示すものである。
【００３０】
本実施形態の切削インサート１は、超硬合金等の硬質材料により形成されて、図２に示

すような平面視において木の葉形の板状をなしている。切削インサート１の上面が上述のような木の葉形のすくい面２である。このすくい面２とは反対側を向く下面は、すくい面２と略相似形の木の葉形であり、上記インサート取付座の底面に着座する平坦な着座面３である。これらすくい面２と着座面３との間において周囲に延びる側面は逃げ面４である。

【００３１】

すくい面２と逃げ面４との交差稜線部には、すくい面２に対向する方向から見た平面視において図２に示すように円弧状に延びる円弧状切刃部５ａ、６ａと、この円弧状切刃部５ａ、６ａに接するように延びる直線状切刃部５ｂ、６ｂとをそれぞれ備えた２つの切刃が、これら円弧状切刃部５ａ、６ａと直線状切刃部５ｂ、６ｂをすくい面２の周方向に交互に位置させて形成されている。これら２つの切刃のうち一方の切刃は主切刃５とされ、他方の切刃は副切刃６とされる。

【００３２】

また、逃げ面４は、すくい面２から着座面３側に向かうに従い切削インサート１の内周側に向かうように傾斜しており、本実施形態の切削インサート１はポジティブタイプとされている。さらに、すくい面２と着座面３の中央部には、切削インサート１を貫通するように形成された断面円形の取付孔７が開口しており、この取付孔７のすくい面２側は着座面３側に向かうに従い縮径するように形成されている。

【００３３】

上記平面視において、主切刃５の円弧状切刃部５ａは略１／４円弧状をなしているのに対し、副切刃６の円弧状切刃部６ａは、主切刃５の円弧状切刃部５ａと等しい半径で、ただし周長は主切刃５の円弧状切刃部５ａよりも短くされている。すなわち、円弧状切刃部６ａは、１／４円弧よりも短い円弧状に形成されている。これに伴い、主切刃５の直線状切刃部５ｂは、逆に副切刃６の直線状切刃部６ｂよりも短くされている。すなわち、本実施形態の切削インサート１は、図２および図３に示すように取付孔７の中心線であるインサート中心線Ｘ回りに１８０°回転対称とはされておらず、非対称とされている。

【００３４】

これら主切刃５と副切刃６の直線状切刃部５ｂ、６ｂは、上記平面視において主切刃５の円弧状切刃部５ａと副切刃６の直線状切刃部６ｂとが交差するすくい面２の第１の端部２ａから主切刃５の直線状切刃部５ｂと副切刃６の円弧状切刃部６ａとが交差するすくい面２の第２の端部２ｂに向かうに従い互いに近づくように延びている。また、これら第１、第２の端部２ａ、２ｂは、主切刃５と副切刃６の円弧状切刃部５ａ、６ａと直線状切刃部５ｂ、６ｂとに鈍角に交差する面取り状に形成されている。第１の端部２ａは、第２の端部２ｂよりも着座面３の近くに位置している。

【００３５】

これら主切刃５と副切刃６の円弧状切刃部５ａ、６ａは、それぞれの直線状切刃部５ｂ、６ｂから離れるに従い上記着座面３側から離れた後に該着座面３側に近づく凸曲線状に形成されており、このうち副切刃６の円弧状切刃部６ａがなす凸曲線が着座面３に対して最も離れて凸となる点が、この副切刃６の円弧状切刃部６ａの最凸点Ｓとなる。

主切刃５と副切刃６の直線状切刃部５ｂ、６ｂは、逃げ面４に対向する方向から見た側面視においても、図４および図６に示すように円弧状切刃部５ａ、６ａがなす凸曲線に接して、円弧状切刃部５ａ、６ａから離れるに従い着座面３側に近づく略直線状に延びている。

【００３６】

すくい面２の中央部における上記取付孔７の開口部の周辺には、主切刃５や副切刃６よりも着座面３から離れる方向に突出した上記平面視に略楕円状をなす突部２ｃが形成されている。この突部２ｃの上端面は着座面３と平行な平坦面とされていて、取付孔７はこの突部２ｃの上端面に開口している。この突部２ｃの外周面は、上記上端面側に向かうに従いすくい面２の内側に向かうように傾斜している。また、すくい面２は、主切刃５および副切刃６から離れて該すくい面２の内側に向かうに従い着座面３側に延びた後に凹曲面状

をなして突部２ｃの上記外周面に連なっている。

【００３７】

主切刃５と副切刃６の直線状切刃部５ｂ、６ｂに連なる逃げ面４は、上述のように傾斜する平面状に形成されている。一方、主切刃５と副切刃６の円弧状切刃部５ａ、６ａに連なる逃げ面４は、すくい面２側ではこれら円弧状切刃部５ａ、６ａに沿って切削インサート１の周方向に湾曲しているが、着座面３側には上述のように傾斜しつつ平面状に切り欠かれた平面部４ａを有している。

【００３８】

一方、図３に示すように、上記着座面３には溝部８が形成されている。本実施形態では、着座面３に垂直に対向する方向から見た底面視において、図３に示すように、第１、第２の２つの溝部８Ａ、８Ｂが、着座面３における取付孔７の開口部と間隔をあけて、この開口部を間にして互いに反対側に形成されている。第１の溝部８Ａは、取付孔７の開口部よりもすくい面２の第１の端部２ａ側に形成され、第２の溝部８Ｂは、すくい面２の第２の端部２ｂ側に形成されている。

【００３９】

これらの溝部８は、該溝部８が延びる方向に直交する断面が、取付孔７が延びるインサート中心線Ｘ方向に偏平した略長方形状に形成されている。すなわち、溝部８は、着座面３に略垂直な方向に延びて互いに対向する第１、第２の２つの壁面８ａ、８ｂと、これら第１、第２の壁面８ａ、８ｂの間に延びる着座面３に平行な底面８ｃとを備えている。各溝部８の第１の壁面８ａはすくい面２の第１の端部２ａ側を向いており、第２の壁面８ｂはすくい面２の第２の端部２ｂ側を向いている。第１、第２の壁面８ａ、８ｂと着座面３との交差稜線部は凸曲面によって面取りされ、第１、第２の壁面８ａ、８ｂと底面８ｃとが交差する隅角部は凹曲面状に形成されている。

【００４０】

これら第１、第２の溝部８Ａ、８Ｂは、該第１、第２の溝部８Ａ、８Ｂがそれぞれ延びる方向の一端側から他端側に向けて溝幅が狭くなる幅狭部９を有している。本実施形態では、副切刃６と主切刃５の直線状切刃部６ｂ、５ｂに連なる逃げ面４側が第１、第２の溝部８Ａ、８Ｂの一端側とされるとともに、主切刃５と副切刃６の円弧状切刃部５ａ、６ａに連なる逃げ面４側が他端側とされている。さらに、図３に示すように第１、第２の溝部８Ａ、８Ｂは、その全体がこの幅狭部９とされている。

【００４１】

この幅狭部９は、本実施形態では溝幅が狭くなる割合が第１、第２の溝部８Ａ、８Ｂの一端側から他端側に向けて一定とされる。すなわち、幅狭部９は、第１、第２の溝部８Ｂの第１、第２の壁面８ａ、８ｂは上記底面視において一端側から他端側に向かうに従い直線状をなして互いに接近するように形成されている。これら第１、第２の溝部８Ａ、８Ｂは、本実施形態では副切刃６と主切刃５の直線状切刃部６ｂ、５ｂに連なる逃げ面４と主切刃５と副切刃６の円弧状切刃部５ａ、６ａに連なる逃げ面４との双方に開口する貫通溝状に形成されている。

【００４２】

上記副切刃６の円弧状切刃部６ａに連なる逃げ面４への第２の溝部８Ｂの開口部は、側面視に凸曲線状をなすこの副切刃６の円弧状切刃部６ａが着座面３に対して最も凸となる上記最凸点Ｓよりも副切刃６の直線状切刃部６ｂ側に位置している。具体的には、上記底面視において図３に示すように、上記最凸点Ｓと副切刃６の円弧状切刃部６ａがなす円弧の中心Ｐとを結ぶ直線Ｌ１と、副切刃６の直線状切刃部６ｂ側を向く第２の溝部８Ｂの第１の壁面８ａと逃げ面４との交差稜線部（面取り部分を除く）の着座面３側への端部Ｑと上記中心Ｐとを結ぶ直線Ｌ２とがなす第１の交差角θ１が５°～６０°の範囲とされている。

【００４３】

同じく上記底面視において、上記最凸点Ｓと副切刃６の円弧状切刃部６ａの中心Ｐとを結ぶ上記直線Ｌ１と、副切刃６の円弧状切刃部６ａ側への該副切刃６の直線状切刃部６ｂ

の延長線Ｌ３とがなす第２の交差角θ２は１０°～５０°の範囲とされている。
本実施形態では、副切刃６の円弧状切刃部６ａの逃げ面４に開口する第２の溝部８Ｂの他端における幅狭部９の溝幅Ｗ１は、この幅狭部９を第２の溝部８Ｂの他端側に位置する副切刃６の円弧状切刃部６ａの着座面３側から見た半径ｒに対して０．０５×ｒ～０．１８×ｒの範囲とされる。例えば、溝幅Ｗ１は、１ｍｍ～７ｍｍの範囲とされている。ただし、図３において、円弧状切刃部６ａの着座面３側から見た形状が円弧からずれた形状になっている場合は、そのずれた形状に対して最も近接した円弧を仮想的に描いて、この仮想の円弧から半径ｒを求めることにする。

【００４４】

これに対して、幅狭部９の一端における溝幅Ｗ２は、Ｗ２＞Ｗ１である。溝幅Ｗ２は、幅狭部９を有する溝部（第２の溝部８Ｂ）の他端側に位置する円弧状切刃部（副切刃６の円弧状切刃部６ａ）の着座面３側から見た底面視、またはすくい面２側から見た平面視の半径ｒに対して０．１０×ｒ～０．３０×ｒの範囲で、主切刃５の直線状切刃部５ｂの上記平面視または底面視における長さＲに対しては０．１０×Ｒ～０．３２×Ｒの範囲とされている。これらの溝幅Ｗ１、Ｗ２は、第１、第２の壁面８ａ、８ｂが着座面３に対向する方向から見た底面視において直線状に延びている場合は、これら第１、第２の壁面８ａ、８ｂがなす直線の二等分線に垂直な方向の幅である。

【００４５】

上記底面視において、第２の溝部８Ｂの第２の壁面８ｂの他端側への延長面がなす直線Ｌ４が、副切刃６の円弧状切刃部６ａ側への該副切刃６の直線状切刃部６ｂの延長線Ｌ３に対してなす傾斜角αは、４５°～９０°の範囲とされている。同じく上記底面視において、第２の溝部８Ｂの第１の壁面８ａの延長面がなす直線Ｌ５が主切刃５の直線状切刃部５ｂに対してなす傾斜角βは４５°～９０°の範囲とされ、第２の溝部８Ｂの第２の壁面８ｂの延長面がなす直線Ｌ４が主切刃５の直線状切刃部５ｂに対してなす傾斜角γは上記傾斜角βよりも小さくされている。本実施形態では、上記底面視において、第１の溝部８Ａは第１の端部２ａ側で副切刃６の直線状切刃部６ｂと鋭角に交差する方向に延びるとともに、第２の溝部８Ｂは第２の端部２ｂ側で主切刃５の直線状切刃部５ｂと鋭角に交差する方向に延びている。これらの溝幅Ｗ１、Ｗ２や第１、第２の交差角θ１、θ２、傾斜角α～γは、同じ幅狭部９を有する第１の溝部８Ａに同様に適用されてもよい。

【００４６】

このような第１の実施形態の切削インサート１は、上述のように図８ないし図１３に示すエンドミル本体１１の先端部に形成されたインサート取付座１２に着脱可能に取り付けられ、図１４ないし図１９に示す本発明の刃先交換式ボールエンドミルの第１の実施形態を構成する。このエンドミル本体１１は、鋼材等の金属材料により形成され、その先端部は、基端側が軸線Ｏを中心とした円柱状とされるとともに、先端側は軸線Ｏ上に中心を有する基端側の円柱と等しい半径の凸半球状とされている。本実施形態の刃先交換式ボールエンドミルは、このエンドミル本体１１が軸線Ｏ回りにエンドミル回転方向Ｔに回転させられつつ該軸線Ｏに交差する方向に送り出されることにより、インサート取付座１２に取り付けられた切削インサート１によって被削材に切削加工を施す。

【００４７】

本実施形態では、エンドミル本体１１の先端部外周を切り欠くようにして２つのチップポケット１３が形成されており、これらのチップポケット１３のエンドミル回転方向Ｔを向く底面に、それぞれインサート取付座１２が周方向に間隔をあけて互いに反対側に形成されている。そして、これら２つのインサート取付座１２には、第１の実施形態に基づく同形同大の１種の第１、第２の切削インサート１Ａ、１Ｂがそれぞれ取り付けられる。

【００４８】

これらのインサート取付座１２は、エンドミル回転方向Ｔを向く平坦な底面１２ａと、この底面１２ａからエンドミル回転方向Ｔに延びてエンドミル本体１１の外周側を向く先端内周側の壁面１２ｂおよび先端外周側を向く後端外周側の壁面１２ｃとを備えている。

壁面１２ｂ、１２ｃは、底面１２ａから離れるに従いインサート取付座１２の外側に傾

斜する平面状に形成され、底面１２ａに切削インサート１の着座面３を着座させた状態で、主切刃５と副切刃６の直線状切刃部５ｂ、６ｂに連なる平面状の逃げ面４と円弧状切刃部５ａ、６ａに連なる逃げ面４の着座面３側の平面部４ａに当接可能とされている。

【００４９】

これらの壁面１２ｂ、１２ｃの間には、切削インサート１の湾曲した逃げ面４との接触を避けるために凹んだ凹部１２ｄが形成されている。底面１２ａには、切削インサート１の取付孔７に挿通される図示されないクランプネジがねじ込まれるネジ孔１２ｅが形成されている。このネジ孔１２ｅの中心線は、上述のように切削インサート１の着座面３を底面１２ａに着座させて、主切刃５と副切刃６の直線状切刃部５ｂ、６ｂに連なる平面状の逃げ面４と円弧状切刃部５ａ、６ａに連なる逃げ面４の着座面３側の平面部４ａを壁面１２ｂ、１２ｃに当接させた状態で、切削インサート１の取付孔７の中心線よりも凹部１２ｄ側に僅かに偏心するようにされている。

【００５０】

これら２つのインサート取付座１２のうち第１のインサート取付座１２Ａは、図９および図１０に示すようにエンドミル本体１１の先端部を、先端側で軸線Ｏを含む範囲まで切り欠くように形成されている。この第１のインサート取付座１２Ａには、第１の切削インサート１Ａが、主切刃５の円弧状切刃部５ａを軸線Ｏ近傍から延びて該軸線Ｏ上に中心を有する凸半球上に位置させるとともに、主切刃５の直線状切刃部５ｂをこの凸半球に接する軸線Ｏを中心とした円筒面上に位置させるようにして取り付けられる。従って、第１のインサート取付座１２Ａの壁面１２ｂには第１の切削インサート１Ａにおける副切刃６の直線状切刃部６ｂに連なる平面状の逃げ面４が当接させられ、壁面１２ｃには第１の切削インサート１Ａにおける副切刃６の円弧状切刃部６ａの逃げ面４の平面部４ａが当接させられる。

【００５１】

そして、この第１のインサート取付座１２Ａの底面１２ａには、第１の切削インサート１Ａの着座面３に形成された第１の溝部８Ａが当接可能な第１の凸部１４Ａが、ネジ孔１２ｅよりも先端側に突出して、エンドミル本体１１の先端部の外周面から上記壁面１２ｃに向けて延びるように形成される。さらにこの第１のインサート取付座１２Ａの底面１２ａには、第２の溝部８Ｂが当接可能な第２の凸部１４Ｂが、ネジ孔１２ｅと壁面１２ｃとの間に突出してエンドミル本体１１の先端部の外周面から上記凹部１２ｄに向けて延びるように形成されている。本実施形態では、第１の凸部１４Ａは上記壁面１２ｃに達する半島状に形成される一方、第２の凸部１４Ｂは凹部１２ｄと間隔をあけて該凹部１２ｄには達しない離島状に形成されている。

【００５２】

これら第１、第２の凸部１４Ａ、１４Ｂは、該第１、第２の凸部１４Ａ、１４Ｂが延びる方向に直交する断面がエンドミル回転方向Ｔに偏平した略長方形状をなしている。このうち第１の凸部１４Ａは、全体が幅狭部９とされた第１の溝部８Ａに対して、この第１の溝部８が延びる方向の上記他端側から一端側（エンドミル本体１１の外周側から内周側）に向かうに従い、壁面１２ｃとの接続部がくびれている以外は幅広となるように形成される。第２の凸部１４Ｂは同じく全体が幅狭部９とされた第２の溝部８Ｂに対して、この第２の溝部８Ｂが延びる方向の上記他端側から上記一端側（エンドミル本体１１の内周側から外周側）に向かうに従い全体的に幅広となるように形成されている。

【００５３】

これら第１、第２の凸部１４Ａ、１４Ｂの幅（第１、第２の凸部１４Ａ、１４Ｂが延びる方向に直交する方向の幅）は、第１、第２の溝部８Ａ、８Ｂが延びる方向において第１、第２の凸部１４Ａ、１４Ｂに当接する位置での幅（第１、第２の溝部８Ａ、８Ｂが延びる方向に直交する方向での幅）よりも僅かに小さい。第１、第２の凸部１４Ａ、１４Ｂの底面１２ａからの突出高さも第１の切削インサート１Ａの着座面３からの第１、第２の溝部８Ａ、８Ｂの深さよりも僅かに小さい。

【００５４】

２つのインサート取付座１２のうち第２のインサート取付座１２Ｂは、図９および図１２に示すようにエンドミル本体１１の先端側で軸線Ｏから外周側に僅かに離れた位置から形成されている。この第２のインサート取付座１２Ｂには第２の切削インサート１Ｂが、その副切刃６の円弧状切刃部６ａを軸線Ｏから離れた位置から第１の切削インサート１Ａの主切刃５の円弧状切刃部５ａが位置する上記凸半球上に位置させるとともに、この副切刃６の直線状切刃部６ｂを第１の切削インサート１Ａの主切刃５の直線状切刃部５ｂが位置する上記円筒面上に位置させるようにして取り付けられる。従って、第２のインサート取付座１２Ｂの壁面１２ｂには第２の切削インサート１Ｂの主切刃５の直線状切刃部５ｂに連なる平面状の逃げ面４が当接させられ、壁面１２ｃには第２の切削インサート１Ｂの主切刃５の円弧状切刃部５ａの逃げ面４の平面部４ａが当接させられる。

【００５５】

そして、この第２のインサート取付座１２Ｂの底面１２ａには、ネジ孔１２ｅよりも先端側に第３の凸部１４Ｃが形成されるとともに、ネジ孔１２ｅと壁面１２ｃとの間には第４の凸部１４Ｄが形成されている。これら第３、第４の凸部１４Ｃ、１４Ｄも、エンドミル本体１１の先端部の外周面から内周側に向かって延びて、第３の凸部１４Ｃは第２のインサート取付座１２Ｂの壁面１２ｂの手前にまで該壁面１２ｂと間隔をあけ、また第４の凸部１４Ｄは第２のインサート取付座１２Ｂの凹部１２ｄの手前にまで該凹部１２ｄと間隔をあけて形成されている。従って、第３の凸部１４Ｃには第２の切削インサート１Ｂの第２の溝部８Ｂが当接し、第４の凸部１４Ｄには第２の切削インサート１Ｂの第１の溝部８Ａが当接する。

【００５６】

また、これら第３、第４の凸部１４Ｃ、１４Ｄも、第３、第４の凸部１４Ｃ、１４Ｄが延びる方向に直交する断面がエンドミル回転方向Ｔに偏平した略長方形状をなしており、このうち第３の凸部１４Ｃは、当接する第２の切削インサート１Ｂの第２の溝部８Ｂの全体が幅狭部９とされているのに対して、この第２の溝部８Ｂが延びる方向の上記他端側から上記一端側（エンドミル本体１１の外周側から内周側）に向かうに従い全体的に幅広となるように形成され、第４の凸部１４Ｄの幅は、第１の溝部８Ａが延びる方向の上記他端側から上記一端側（エンドミル本体１１の内周側から外周側）に向かうに従い全体的に幅広となるように形成されている。

【００５７】

さらに、これら第３、第４の凸部１４Ｃ、１４Ｄの幅（第３、第４の凸部１４Ｃ、１４Ｄが延びる方向に直交する方向の幅）も、第２、第１の溝部８Ｂ、８Ａが延びる方向において第３、第４の凸部１４Ｃ、１４Ｄに当接する位置での幅（第２、第１の溝部８Ｂ、８Ａが延びる方向に直交する方向での幅）よりも僅かに小さくされている。また、第２のインサート取付座１２Ｂの底面１２ａからの第３、第４の凸部１４Ｃ、１４Ｄの突出高さも第２の切削インサート１Ｂの着座面３からの第２、第１の溝部８Ｂ、８Ａの深さよりも僅かに小さくされている。

【００５８】

このような第１、第２のインサート取付座１２Ａ、１２Ｂに第１、第２の切削インサート１Ａ、１Ｂが上述のように着座させられて、倒立した円錐台状の頭部を有するクランプネジを取付孔７に挿通してネジ孔１２ｅにねじ込んでゆくと、このネジ孔１２ｅの中心線が切削インサート１の取付孔７の中心線よりも凹部１２ｄ側に僅かに偏心していることから、切削インサート１は凹部１２ｄ側に押し付けられる。

【００５９】

このとき、第１のインサート取付座１２Ａにおいては、第１の切削インサート１Ａの副切刃６の直線状切刃部６ｂに連なる逃げ面４と円弧状切刃部６ａに連なる逃げ面４の平面部４ａが壁面１２ｂ、１２ｃにそれぞれ押圧される。また、第２のインサート取付座１２Ｂにおいては、第２の切削インサート１Ｂの主切刃５の直線状切刃部５ｂに連なる逃げ面４が壁面１２ｂに押圧され、主切刃５の円弧状切刃部５ａに連なる逃げ面４の平面部４ａが壁面１２ｃに押圧される。

【００６０】
そして、これとともに、第１のインサート取付座１２Ａにおいては、第１、第２の凸部１４Ａ、１４Ｂに第１の切削インサート１Ａの第１、第２の溝部８Ａ、８Ｂがエンドミル本体１１の先端側から当接する。従って、これら第１、第２の凸部１４Ａ、１４Ｂには、そのエンドミル本体１１の先端側を向く側面１４ａに第１の切削インサート１Ａの第１、第２の溝部８Ａ、８Ｂにおける第２の壁面８ｂが当接し、第１、第２の溝部８Ａ、８Ｂにおける第１の壁面８ａおよび底面８ｃと第１の凸部１４Ａとの間には僅かな間隔があけられることになる。
【００６１】
また、第２のインサート取付座１２Ｂにおいては、第３、第４の凸部１４Ｃ、１４Ｄに第２の切削インサート１Ｂの第２、第１の溝部８Ｂ、８Ａが同じくエンドミル本体１１の先端側から当接する。従って、これら第３、第４の凸部１４Ｃ、１４Ｄには、そのエンドミル本体１１の先端側を向く側面１４ａに第２、第１の溝部８Ｂ、８Ａの第１の壁面８ａがそれぞれ当接し、第２、第１の溝部８Ｂ、８Ａの第２の壁面８ｂと第３、第４の凸部１４Ｃ、１４Ｄとの間には僅かな間隔があけられる。このように、第１ないし第４の凸部１４Ａ～１４Ｄに第１、第２の溝部８Ａ、８Ｂが当接することにより、切削加工時の負荷による切削インサート１のずれ動きを防止することができる。
【００６２】
そして、上記構成の切削インサート１および刃先交換式ボールエンドミルにおいては、切削インサート１の第１、第２の溝部８Ａ、８Ｂが、これら第１、第２の溝部８Ａ、８Ｂが延びる方向の一端側から他端側に向けて溝幅が狭くなる幅狭部９を有しており、幅狭部９の溝幅が小さくなる第１、第２の溝部８Ａ、８Ｂの他端側では、切削インサート１の肉厚を大きく確保して強度を向上させることができる。このため、切削加工時に過大な負荷が切削インサート１に作用しても、第１、第２の溝部８Ａ、８Ｂから切削インサート１に損傷が生じるのを防止することができる。
【００６３】
その一方で、第１、第２の溝部８Ａ、８Ｂが延びる方向の一端側では幅狭部９は逆に広くなるので、刃先交換式ボールエンドミルのエンドミル本体１１においては、第１、第２の溝部８Ａ、８Ｂの一端側が当接する部分における第１ないし第４の凸部１４Ａ～１４Ｄを幅広に形成することができる。このため、切削加工時の負荷に対する切削インサート１の取付剛性を高めることができ、切削インサート１のずれ動きをさらに確実に防止して精度の高い切削加工を行うことができる。
【００６４】
また、本実施形態の切削インサート１においては、第１、第２の切削インサート１Ａ、１Ｂが同形、同大であって、主切刃５と副切刃６の円弧状切刃部５ａ、６ａの半径も等しくされており、幅狭部９の最も幅狭となる他端における溝幅Ｗ１が、この円弧状切刃部５ａ、６ａの着座面３側から見た半径ｒに対して０．０５×ｒ～０．１８×ｒの範囲とされていて、これによってもさらに確実に切削インサート１の強度を向上しつつ取付剛性を高めることができる。すなわち、この幅狭部９の他端における溝幅Ｗ１が上記範囲を下回るほど狭いと、インサート取付座１２における第１ないし第４の凸部１４Ａ～１４Ｄの幅も狭くせざるを得なくなって切削インサート１の取付剛性を高めることができなくなるおそれがある一方、幅狭部９の他端における溝幅Ｗ１が上記範囲を上回るほど広くて、第１、第２の溝部８Ａ、８Ｂの第１、第２の壁面８ａ、８ｂが平行に近いと、これら第１、第２の溝部８Ａ、８Ｂの他端側で切削インサート１の肉厚を大きく確保して切削インサート１の強度を確保することができなくなり、過大な負荷が作用したときに損傷を生じるおそれがある。
【００６５】
図２０Ａから図２０Ｃは、溝部８の他端における溝幅Ｗ１を変化させた場合のシミュレーション解析による応力の分散状態を示す図であって、溝部８の他端側に位置する円弧状切刃部（例えば、副切刃６の円弧状切刃部６ａ）の半径ｒが１５．０ｍｍのとき、図２０

Ａは溝幅Ｗ１が溝部の全長に亙って３．０ｍｍで一定の場合（幅狭部９を有さない場合）、図２０Ｂは幅狭部９を有して円弧状切刃部６ａの半径ｒに対する他端の溝幅Ｗ１が２．０ｍｍ（０．１３３×ｒ）の場合、図２０Ｃも幅狭部９を有して円弧状切刃部６ａの半径ｒに対する他端の溝幅Ｗ１が１．０ｍｍ（０．０６７×ｒ）の場合である。解析は、エンドミル本体１１の回転数が２５００ｍｉｎ$^{-1}$、回転速度が２３０ｍ／ｍｉｎ、送り速度が１５００ｍｍ／ｍｉｎ（１刃当たりの送り量は０．３ｍｍ／１刃）、切り込み量と切削幅はともに１５ｍｍ、被削材はＳ４５Ｃ（硬さ２２０ＨＢ）、エンドミル本体の材料はＳＫＤ６１（硬さ４５ＨＲＣ、引っ張り強度１６００ＭＰａ、疲労強度５００ＭＰａ）を想定し、ミーゼス応力で評価した。

【００６６】

この図２０において、着座面３に白く描かれた部分の溝部側の領域が、応力が集中している範囲となる。すると、溝幅が一定で幅狭部９を有することのない図２０Ａの結果よりも、幅狭部９を有する図２０Ｂ、Ｃの方が白く描かれた部分が小さくて応力が分散しており、特に溝幅Ｗ１が小さい図２０Ｃが最も応力が集中している範囲が小さくなっている。この結果より、幅狭部９を設けることによって応力を分散して切削インサート１の強度を確保することができ、また溝幅Ｗ１が０．０５×ｒ～０．１８×ｒの範囲とされるのが望ましいことが分かる。

【００６７】

この溝幅Ｗ１は０．０６×ｒ～０．１７×ｒの範囲がより望ましく、０．０６５×ｒ～０．１６×ｒの範囲がさらに望ましい。溝幅Ｗ１は、幅狭部９の一端における溝幅Ｗ２に対しては、０．２５×Ｗ２～０．９０×Ｗ２の範囲とされるのが望ましく、０．３０×Ｗ２～０．８５×Ｗ２の範囲とされるのがより望ましく、０．３２×Ｗ２～０．８０×Ｗ２の範囲とされるのがさらに望ましい。一方、この幅狭部９の一端における溝幅Ｗ２は、上記半径ｒに対して０．１０×ｒ～０．３０×ｒの範囲が望ましく、０．１２×ｒ～０．２８×ｒの範囲がより望ましく、０．１５×ｒ～０．２６×ｒの範囲がさらに望ましい。

【００６８】

本実施形態の切削インサート１は、副切刃６の円弧状切刃部６ａが主切刃５の円弧状切刃部５ａと等しい半径で、ただし周長は短くされており、すなわち非対称に形成されている。そして、これに伴い、本実施形態の刃先交換式ボールエンドミルにおいても、第１のインサート取付座１２Ａはエンドミル本体１１の先端部を先端側で軸線Ｏを含む範囲まで切り欠くように形成されているのに対して、第２のインサート取付座１２Ｂは軸線Ｏから外周側に僅かに離れた位置から形成されている。これら第１、第２のインサート取付座１２Ａ、１２Ｂに同形同大の１種２つの切削インサート１が、第１の切削インサート１Ａは主切刃５の円弧状切刃部５ａをエンドミル本体１１先端の軸線Ｏ付近から延びるように、また第２の切削インサート１Ｂは副切刃６の円弧状切刃部６ａを軸線Ｏから離れた位置から延びるようにして、同一の凸半球面状に位置させている。

【００６９】

このため、１種の切削インサート１によってエンドミル本体１１の先端の軸線Ｏ付近から外周にかけての切削と、軸線Ｏから離れた位置から外周にかけての切削を行うことができ、切削インサート１の管理を容易にすることができるとともに、切削インサート１を製造するための金型も１種で済む。また、第１の切削インサート１Ａの主切刃５と第２の切削インサート１Ｂの副切刃６に切削によって摩耗等が生じた場合には、これらの切削インサート１を反対側のインサート取付座１２に取り付け直すことにより、第１の切削インサート１Ａを第２の切削インサート１Ｂとして、また第２の切削インサート１Ｂを第１の切削インサート１Ａとして再使用することができるので、経済的である。

【００７０】

さらに、本実施形態では、一端側が幅広とされるとともに他端側が幅狭とされる幅狭部９を有する第２の溝部８Ｂが、副切刃６の円弧状切刃部６ａ側から主切刃５の直線状切刃部５ｂ側に向けて延びている。幅狭部９は、このうち主切刃５の直線状切刃部５ｂ側が上記一端側とされるとともに、副切刃６の円弧状切刃部６ａ側が上記他端側とされて、幅狭

となるようにされている。このため、第２の切削インサート１Ｂとして副切刃６を切削に使用する場合には、本実施形態のように第２の溝部８Ｂが副切刃６の円弧状切刃部６ａに連なる逃げ面４に開口していても、この副切刃６に作用する負荷を幅狭となった第２の溝部８Ｂの幅狭部９の他端側で受け止めることができて強度を確保することが可能である。切削に使用されない主切刃５の円弧状切刃部５ａに沿った第２の切削インサート１Ｂのずれ動きは、この円弧状切刃部５ａから離れた第２の溝部８Ｂの幅狭部９の幅広の一端側で確実に防止することができる。これは、切削インサート１を第１の切削インサート１Ａとして使用する場合でも同様である。

【００７１】

本実施形態では、主切刃５の円弧状切刃部５ａおよび副切刃６の円弧状切刃部６ａが、直線状切刃部５ｂ、６ｂから離れるに従い着座面３側から離れた後に再び着座面３側に近づく凸曲線状に形成されている。従って、円弧状切刃部５ａ、６ａは、切削の際に着座面３に対して最も離れて凸となる上記最凸点Ｓから徐々に被削材に食い付いて切り込むことになるので、切削抵抗を低減することができる。切削インサート１の着座面３に形成された第２の溝部８Ｂの溝幅Ｗ１が狭くなる他端側においては、最凸点Ｓにおける肉厚を確保して強度の向上を図ることができ、切削加工時の負荷による切削インサート１の損傷を防止することができる。最凸点Ｓにおける肉厚とは、図４に符号ｔで示すように着座面３に垂直な方向における着座面３から最凸点Ｓまでの距離である。第２の溝部８Ｂの他端側の幅狭部９において、最凸点Ｓにより切削インサート１の肉厚が確保される範囲は、図４、図７において符号Ｕで示される領域である。符号Ｕで示される領域におけるインサート肉厚の値は、上記ｔ値に対して０．６５×ｔ～１．００×ｔの範囲が望ましく、０．７０×ｔ～１．００×ｔの範囲がより望ましく、０．７５×ｔ～１．００×ｔの範囲がさらに望ましい。

【００７２】

本実施形態では、こうして円弧状切刃部５ａ、６ａが凸曲線状に形成されている。第２の溝部８Ｂは、上述のように副切刃６の円弧状切刃部６ａに連なる逃げ面４に開口しているものの、この第２の溝部８Ｂの逃げ面４への開口部は、副切刃６の円弧状切刃部６ａの最凸点Ｓよりも副切刃６の直線状切刃部６ｂ側に位置している。従って、この最凸点Ｓから副切刃６の円弧状切刃部６ａが被削材に食い付いて切り込む際の衝撃が第２の溝部８Ｂの開口部に直接伝播するのを避けることができ、このような衝撃によって第２の溝部８Ｂの開口部から切削インサート１が損傷するのも防ぐことができる。

【００７３】

このような衝撃による切削インサート１の損傷を確実に防ぐには、本実施形態のように、上記底面視において、最凸点Ｓと副切刃６の円弧状切刃部６ａの中心Ｐとを結ぶ直線Ｌ１と、副切刃６の直線状切刃部６ｂ側を向く第２の溝部８Ｂの第１の壁面８ａと逃げ面４との交差稜線部の着座面３側への端部Ｑと副切刃６の円弧状切刃部６ａの中心Ｐとを結ぶ直線Ｌ２とがなす第１の交差角θ１が、５°～６０°の範囲とされていることが望ましい。これは、図示は略してあるが主切刃５の円弧状切刃部５ａと第１の溝部８Ａの他端側の開口部についても同様である。

【００７４】

この第１の交差角θ１が５°を下回るほど小さいと、第２の溝部８Ｂの逃げ面４への開口部が、この逃げ面４が連なる副切刃６の円弧状切刃部６ａの最凸点Ｓに近づきすぎ、この円弧状切刃部６ａが最凸点Ｓから被削材に食い付く際の衝撃によって切削インサート１に損傷が生じるおそれがある。逆に、この第１の交差角θ１が６０°よりも大きいと、本実施形態のように切削インサート１の取付孔７に挿通したクランプネジをインサート取付座１２のネジ孔１２ｅにねじ込んで切削インサート１を取り付ける場合には、第２の溝部８Ｂや第１、第２の凸部１４Ａ、１４Ｂが取付孔７やネジ孔１２ｅと干渉するおそれが生じる。第１の交差角θ１は、５°～３０°の範囲とされるのがより望ましく、５°～１５°の範囲とされるのがさらに望ましい。

【００７５】

本実施形態では、同じく上記底面視において、副切刃６の円弧状切刃部６ａの上記最凸点Ｓとこの円弧状切刃部６ａの中心Ｐとを結ぶ直線Ｌ１と、副切刃６の円弧状切刃部６ａ側への該副切刃６の直線状切刃部６ｂの延長線Ｌ３とがなす第２の交差角θ２が１０°～５０°の範囲とされており、これによっても第２の溝部８Ｂや第１、第２の凸部１４Ａ、１４Ｂと取付孔７やネジ孔１２ｅとの干渉を防ぎつつ、副切刃６の凸曲線状の円弧状切刃部６ａによって確実な切削抵抗の低減を図ることができる。これも、図示は略してあるが主切刃５の円弧状切刃部５ａについても同様である。

【００７６】

すなわち、上記延長線Ｌ３は、切削インサート１を第２の切削インサート１Ｂとして第２のインサート取付座１２Ｂに取り付けたときには、この第２の切削インサート１Ｂの着座面３に対向する上記底面視、または取付孔７の中心線に沿ってすくい面２に対向する方向から見た平面視において、エンドミル本体１１の軸線Ｏと略平行になる。このため、上記第２の交差角θ２は、軸線Ｏ上に位置した円弧状切刃部６ａの中心Ｐと最凸点Ｓとを結ぶ上記直線Ｌ１と、軸線Ｏとがなす交差角と略等しくなる。ただし、直線状切刃部５ｂ、６ｂは、切削インサート１をエンドミル本体１１に取り付けたときに若干のバックテーパー角度をもっていてもよく、従って交差角θ２は厳密に直線Ｌ１と軸線Ｏとがなす交差角と等しくなくてもよい。

【００７７】

従って、この第２の交差角θ２が５０°よりも大きいと、第１の交差角θ１を上述のような範囲としたときに、第２の溝部８Ｂや第１、第２の凸部１４Ａ、１４Ｂが取付孔７やネジ孔１２ｅと干渉するおそれが生じる。また、この第２の交差角θ２が１０°を下回るほど小さいと、第２の切削インサート１Ｂの円弧状切刃部６ａにおいて最凸点Ｓが軸線Ｏに近づきすぎ、軸線Ｏ回りの回転速度が小さい部分から副切刃６の円弧状切刃部６ａが被削材に切り込むことになって、切削抵抗を低減する効果が損なわれるおそれがある。この第２の交差角θ２は、２０°～５０°の範囲とされるのがより望ましく、３５°～５０°の範囲とされるのがさらに望ましい。

【００７８】

《第２の実施形態および第３の実施形態》

次に、図２１ないし図２５は、本発明の切削インサートの第２の実施形態を示すものであり、図２６ないし図３１は、この第２の実施形態の切削インサート２１と第３の実施形態の切削インサート３１が着脱可能に取り付けられる本発明の刃先交換式ボールエンドミルの第２の実施形態におけるエンドミル本体４１の先端部を示すものであり、図３２ないし図３７は、このエンドミル本体４１の第３、第４のインサート取付座１２Ｃ、１２Ｄに第２、第３の実施形態の切削インサート２１、３１が着脱可能に取り付けられた本発明の刃先交換式ボールエンドミルの第２の実施形態の先端部を示すものである。これら図２１ないし図３７に示す実施形態において、図１ないし図１９に示した実施形態と共通する要素には同一の符号を配して説明を省略するとともに、溝幅Ｗ１、Ｗ２や第１、第２の交差角θ１、θ２、傾斜角α～γ等も共通するので図示を省略する。

【００７９】

第１の実施形態の切削インサート１が周長の異なる円弧状切刃部５ａ、６ａを主切刃５と副切刃６に備えて取付孔７の中心を通るインサート中心線Ｘに関して非対称であったのに対し、これら第２、第３の実施形態の切削インサート２１、３１は、インサート中心線Ｘに関してすくい面２の周方向に１８０°回転対称形状に形成されていることを特徴とする。

【００８０】

また、第２の実施形態の切削インサート２１は、第１の実施形態の切削インサート１の主切刃５と同じく略１／４円弧状の円弧状切刃部５ａとこれに接する直線状切刃部５ｂとをすくい面２の周方向に交互に２つ有する。第３の実施形態の切削インサート３１は、第１の実施形態の切削インサート１の副切刃６と同じく１／４円弧状よりも短い周長の円弧状切刃部６ａとこれに接する直線状切刃部６ｂとをすくい面２の周方向に交互に２つ有し

ている。これら第２の実施形態の主切刃５における円弧状切刃部５ａと第３の実施形態の副切刃６における円弧状切刃部６ａの半径は互いに等しくされている。

【００８１】

従って、第２の実施形態の切削インサート２１の２つの主切刃５の直線状切刃部５ｂ同士と、第３の実施形態の切削インサート３１の２つの副切刃６の直線状切刃部６ｂ同士はそれぞれ互いに平行である。また、第２の実施形態の切削インサート２１の２つの主切刃５の直線状切刃部５ｂ同士の間隔は、第３の実施形態の切削インサート３１の２つの副切刃６の直線状切刃部６ｂ同士の間隔よりも大きい。

【００８２】

これら第２、第３の実施形態の切削インサート２１、３１においても、その着座面３には、エンドミル本体４１の第３、第４のインサート取付座１２Ｃ、１２Ｄの底面１２ａから突出する凸部に当接可能な壁面を有する２つの溝部８が、上記２つの切刃（主切刃５および副切刃６）で互いに一方の切刃の直線状切刃部５ｂ、６ｂ側から他方の切刃の円弧状切刃部５ａ、６ａ側に延びるように形成されている。これら２つの溝部８は、該溝部８が延びる方向の一端側から他端側に向かうに従い溝幅が狭くなる幅狭部９をそれぞれ有している。これら第２、第３の実施形態においても、幅狭部９はそれぞれ直線状切刃部５ｂ、６ｂ側が一端側とされるとともに、円弧状切刃部５ａ、６ａ側が他端側とされる。

【００８３】

これら第２、第３の実施形態においても、第１の実施形態と同じく溝部８はその他端が円弧状切刃部５ａ、６ａに連なる逃げ面４に開口しているとともに、一端も直線状切刃部５ｂ、６ｂに連なる逃げ面４に開口している。これら第２、第３の実施形態では、図２１および図２５に示すように上記２つの切刃（主切刃５および副切刃６）が全体的に、円弧状切刃部５ａ、６ａ側から直線状切刃部５ｂ、６ｂ側に向かうに従い着座面３側から離れた後に着座面３側に近づく凸曲線状に形成されている。円弧状切刃部５ａ、６ａに連なる逃げ面４への溝部８の開口部は、主切刃５および副切刃６が着座面３に対して最も凸となる最凸点Ｓよりも円弧状切刃部５ａ、６ａ側に位置している。

【００８４】

具体的には、着座面３に対向する方向から見た底面視において図２３に示すように、切刃（図３では主切刃５）の最凸点Ｓとこの主切刃５の円弧状切刃部５ａの中心Ｐ１とを結ぶ直線Ｌ６と、この主切刃５の円弧状切刃部５ａと直線状切刃部５ｂとの接点Ｖと中心Ｐ１とを結ぶ直線Ｌ７とがなす第３の交差角θ３が４０°以下の範囲とされているのが望ましい。勿論、この第３の交差角θ３は０°でもよく、すなわち直線Ｌ６と直線Ｌ７が重なっていてもよい。

【００８５】

第２の実施形態の切削インサート２１は、その主切刃５の円弧状切刃部５ａをエンドミル本体４１先端部における軸線Ｏ近傍から延びて該軸線Ｏ上に中心を有する凸半球上に位置させるとともに、主切刃５の直線状切刃部５ｂをこの凸半球に接する軸線Ｏを中心とした円筒面上に位置させるようにして第３のインサート取付座１２Ｃに取り付けられる。第３の実施形態の切削インサート３１は、その副切刃６の円弧状切刃部６ａを軸線Ｏから離れた位置から第２の実施形態の切削インサート２１の主切刃５の円弧状切刃部５ａが位置する上記凸半球上に位置させるとともに、この副切刃６の直線状切刃部６ｂを第２の実施形態の切削インサート２１の主切刃５の直線状切刃部５ｂが位置する上記円筒面上に位置させるようにして第４のインサート取付座１２Ｄに取り付けられる。

【００８６】

これら第３、第４のインサート取付座１２Ｃ、１２Ｄの底面１２ａにも、第１ないし第４の凸部１４Ａ～１４Ｄが形成されている。第２、第３の実施形態の切削インサート２１、３１の着座面３に形成された幅狭部９を有する溝部８は、これら第１ないし第４の凸部１４Ａ～１４Ｄに当接させられて取り付けられる。第２の実施形態の刃先交換式ボールエンドミルにおけるエンドミル本体４１の第３のインサート取付座１２Ｃの先端側の第１の凸部１４Ａは、半島状であった第１の実施形態とは異なり、他の第２ないし第４の凸部１

４Ｂ～１４Ｄと同じく離島状に形成されている。

【００８７】

このような第２、第３の実施形態の切削インサート２１、３１および第２の実施形態の刃先交換式ボールエンドミルにおいても、切削インサート２１、３１の着座面３に幅狭部９を有する溝部８が形成されている。この溝部８は、インサート取付座１２Ｃ、１２Ｄに形成された凸部１４Ａ～１４Ｄに当接可能とされているので、第１の実施形態の切削インサート１および刃先交換式ボールエンドミルと同様に、切削インサート２１、３１の強度を向上させて損傷を防止することができるとともに、切削加工時の切削インサート２１、３１のずれ動きを防いで高精度の加工を行うことができる。

【００８８】

これら第２、第３の実施形態の切削インサート２１、３１では、主切刃５および副切刃６が円弧状切刃部５ａ、６ａ側から直線状切刃部５ｂ、６ｂ側に向かうに従い着座面３側から離れた後に着座面３側に近づく凸曲線状に形成されているので、その最凸点Ｓから徐々に主切刃５および副切刃６を被削材に食い付かせることができ、切削抵抗の低減を図るとともに、厚肉化による切刃強度の向上を促すことができる。

【００８９】

しかも、これら第２、第３の実施形態の切削インサート２１、３１では、溝部８の他端は円弧状切刃部５ａ、６ａに連なる逃げ面４に開口しているのに対し、この溝部８の開口部が、主切刃５および副切刃６が着座面３に対して最も凸となる最凸点Ｓよりも円弧状切刃部５ａ、６ａ側に位置しているので、やはり第１の実施形態と同様に最凸点Ｓが食い付く際の衝撃がインサート中心線Ｘ方向に溝部８の開口部に直接伝播するのを避けることができ、このような衝撃によって溝部８の開口部から切削インサート２１、３１が損傷するのも防ぐことができる。

【００９０】

このように溝部８の他端が円弧状切刃部５ａ、６ａに開口している場合や、これら第２、第３の実施形態の切削インサート２１、３１のように溝部８の一端も直線状切刃部５ｂ、６ｂに連なる逃げ面４に開口している場合には、着座面３に対向する方向から見た底面視において、主切刃５および副切刃６の上記最凸点Ｓと円弧状切刃部５ａ、６ａの中心Ｐ１とを結ぶ直線Ｌ６と、主切刃５および副切刃６の円弧状切刃部５ａ、６ａと直線状切刃部５ｂ、６ｂとの接点Ｖと円弧状切刃部５ａ、６ａの中心ｐ１とを結ぶ直線Ｌ７とがなす第３の交差角θ３が大きすぎると、逃げ面４への溝部８の開口部に最凸点Ｓが近づきすぎて、上述のように切削インサート２１、３１の損傷を確実に防ぐことができなくなるそれが生じる。このため、上記第３の交差角θ３は４０°以下の範囲とされているのが望ましく、３７°以下の範囲とされるのがより望ましく、３５°以下の範囲とされるのがさらに望ましい。

【００９１】

また、これら第２、第３の実施形態の切削インサート２１、３１は、上述のように取付孔７の中心線であるインサート中心線Ｘに関してすくい面２の周方向に１８０°回転対称形状に形成されている。このため、第３、第４のインサート取付座１２Ｃ、１２Ｄに取り付けられた状態で切削に使用された切削インサート２１、３１のそれぞれ一方の主切刃５および副切刃６に摩耗等が生じて寿命に達したなら、切削インサート２１、３１を一旦取り外してインサート中心線Ｘ回りに１８０°回転させ、第３、第４のインサート取付座１２Ｃ、１２Ｄに取り付け直すことにより、第１の実施形態と同様に１つの切削インサート２１、３１でそれぞれ２回の使用が可能である。

【産業上の利用可能性】

【００９２】

本発明によれば、切削インサートの着座面に形成された溝部の幅狭部により、溝幅が狭くなる他端側においては切削インサートの肉厚を確保して応力を分散し、強度の向上を図ることができ、切削加工時の負荷による切削インサートの損傷を防止することができる。溝部の一端側では幅狭部の溝幅が広くなるので、刃先交換式ボールエンドミルの凸部を幅

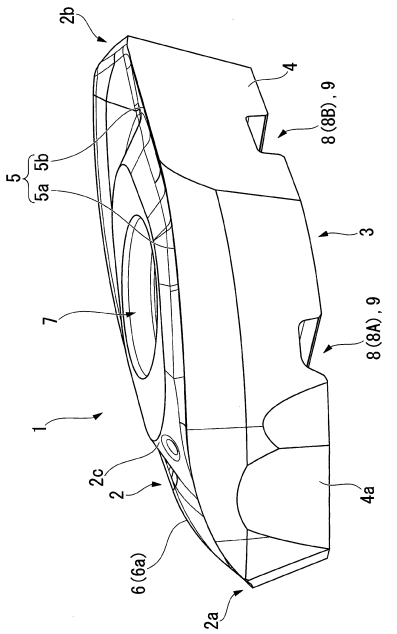
広に形成することができ、切削インサートの取付剛性を高めてずれ動きを確実に防止することが可能となる。

【符号の説明】

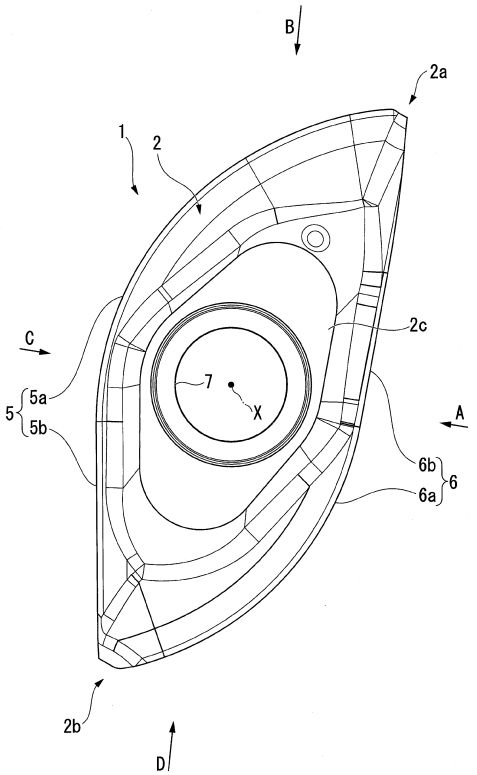
【００９３】

１（１Ａ、１Ｂ）、２１、３１　切削インサート
２　すくい面
３　着座面
４　逃げ面
５　主切刃
５ａ　主切刃５の円弧状切刃部
５ｂ　主切刃５の直線状切刃部
６　副切刃
６ａ　副切刃６の円弧状切刃部
６ｂ　副切刃６の直線状切刃部
７　取付孔
８、８Ａ、８Ｂ　溝部
９　幅狭部
１１、４１　エンドミル本体
１２（１２Ａ～１２Ｄ）　インサート取付座
１４Ａ～１４Ｄ　凸部
ｒ　溝部（第２の溝部８Ｂ）における幅狭部９の他端側に位置する円弧状切刃部（６ａ）の半径
Ｐ　底面視において副切刃６の円弧状切刃部６ａがなす円弧の中心
Ｐ１　底面視において主切刃５の円弧状切刃部５ａがなす円弧の中心
Ｑ　副切刃６の直線状切刃部６ｂ側を向く第２の溝部８Ｂの第１の壁面８ａと逃げ面４との交差稜線部の着座面３側への端部
Ｓ　最凸点
ｔ　最凸点Ｓにおける切削インサート１の肉厚
Ｕ　最凸点Ｓにより切削インサート１の肉厚が確保される範囲
Ｖ　底面視における主切刃５の円弧状切刃部５ａと直線状切刃部５ｂとの接点
Ｌ１　底面視において中心Ｐと最凸点Ｓとを結ぶ直線
Ｌ２　底面視において中心Ｐと端部Ｑとを結ぶ直線
Ｌ３　底面視において副切刃６の円弧状切刃部６ａ側への副切刃６の直線状切刃部６ｂの延長線
Ｌ６　底面視において主切刃５の最凸点Ｓと中心Ｐ１とを結ぶ直線
Ｌ７　底面視において中心Ｐ１と接点Ｖとを結ぶ直線
Ｗ１　幅狭部９の他端における溝幅
Ｗ２　幅狭部９の一端における溝幅
Ｘ　インサート中心線
Ｏ　エンドミル本体１１、４１の軸線
Ｔ　エンドミル回転方向
θ１　第１の交差角
θ２　第２の交差角
θ３　第３の交差角

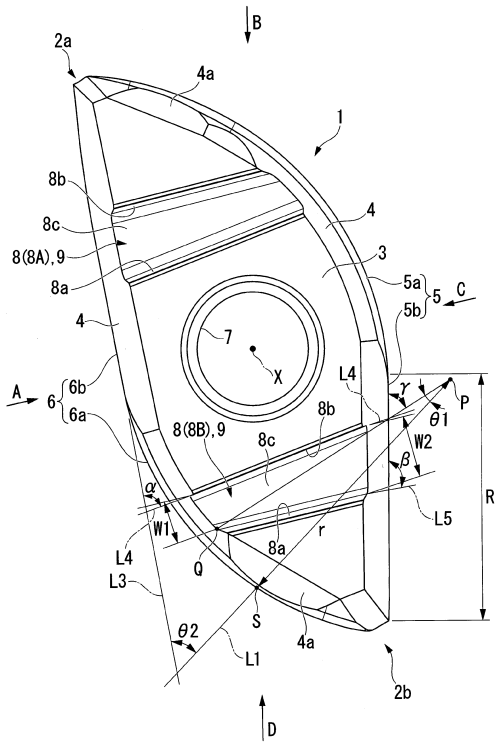
【図１】


2b
4
8(8B),9
5
5b
5a
3
7
8(8A),9
1
2c
2
4a
6(6a)
2a

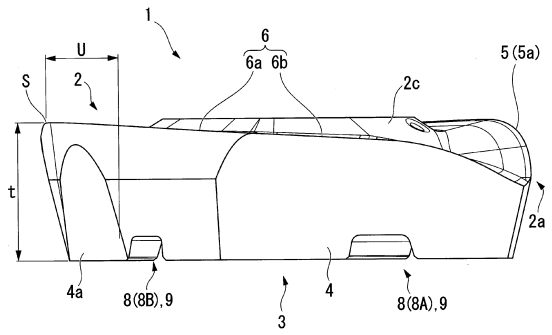
【図２】


B
2a
1
2
C
2c
7
X
5
5a
5b
A
6b
6
6a
2b
D

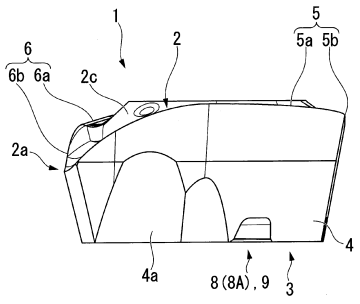
【図３】


B
2a
4a
1
8b
8c
8(8A),9
8a
4
3
5a
5
C
5b
7
X
A
6
6b
6a
L4
γ
P
θ1
8(8B),9
8c
8b
W2
β
α
W1
L5
R
L4
L3
Q
8a
r
S
4a
θ2
L1
2b
D

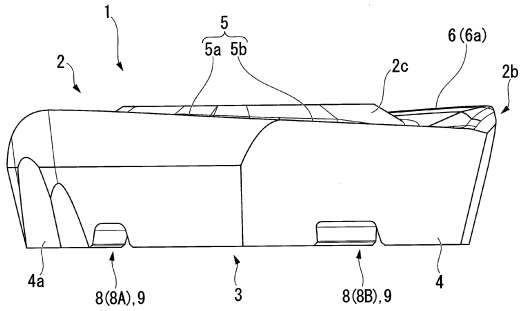
【図４】


1
U
6
6a 6b
5(5a)
S
2
2c
t
2a
4a
8(8B),9
3
4
4
8(8A),9

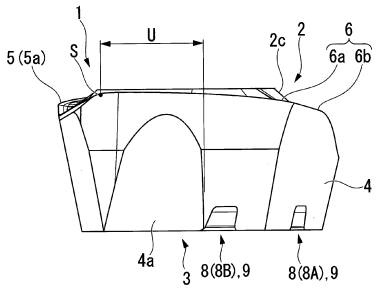
【図５】


1
2
5
5a 5b
6
6b 6a
2c
2a
4
4a
8(8A),9
3

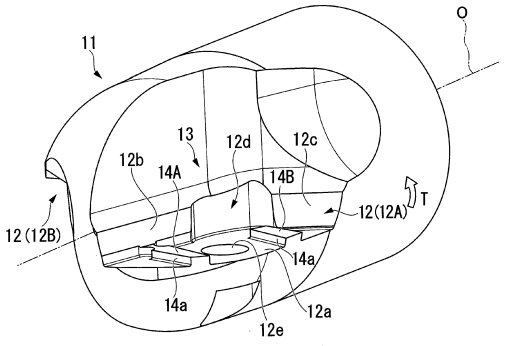
【図６】



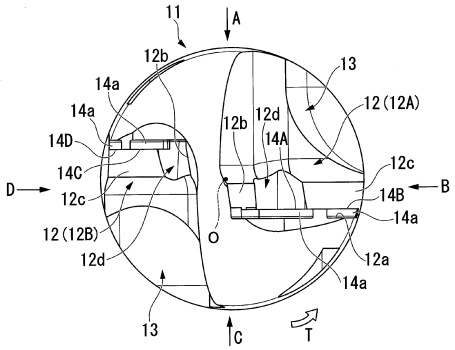
【図７】



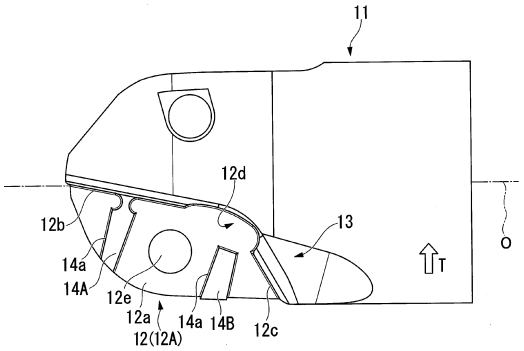
【図８】



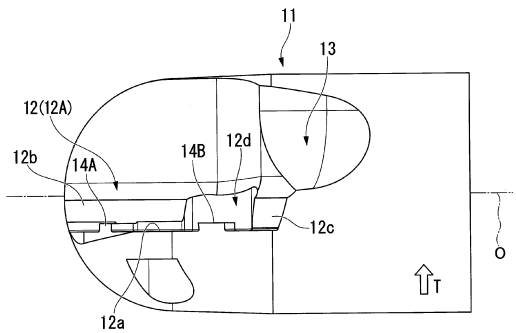
【図９】



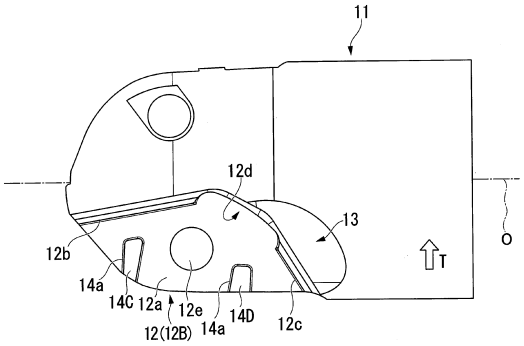
【図１０】



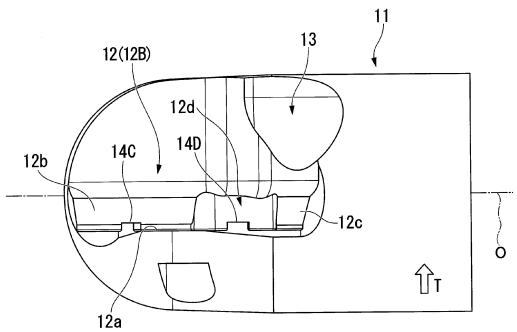
【図１１】



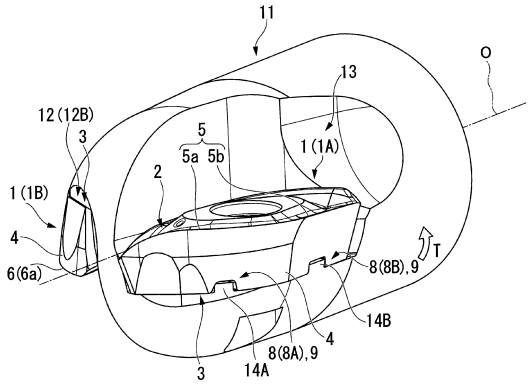
【図１２】



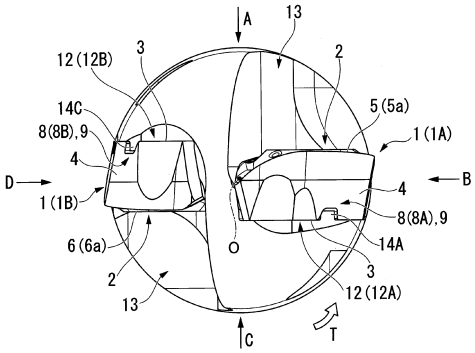
【図１３】



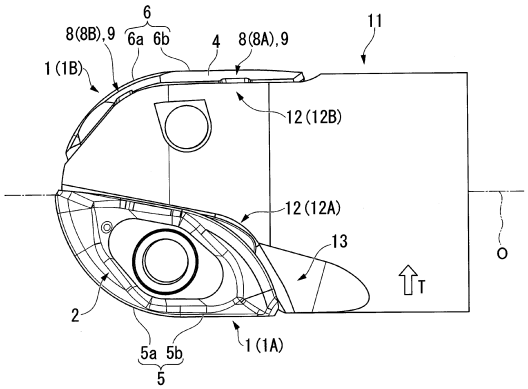
【図１４】



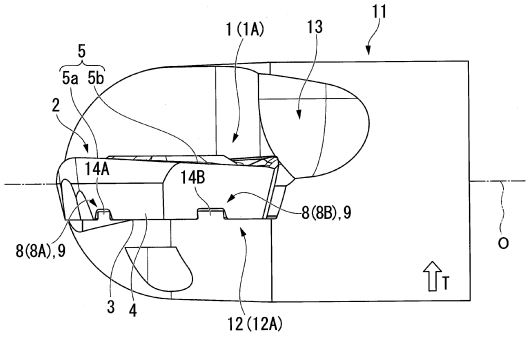
【図１５】



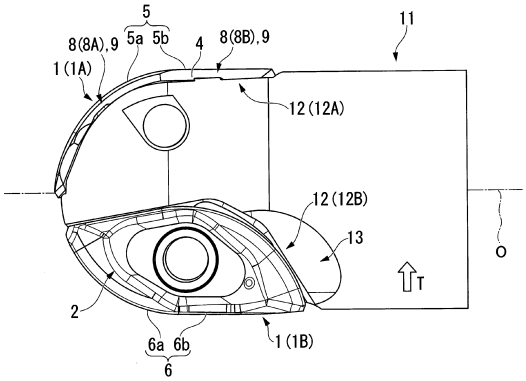
【図１６】



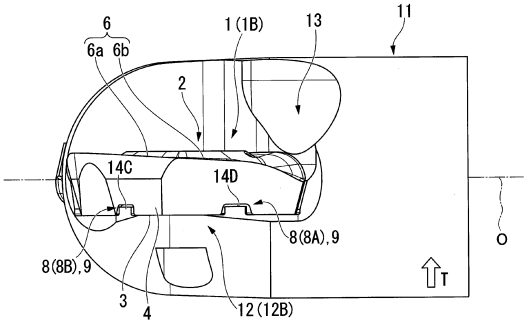
【図１７】



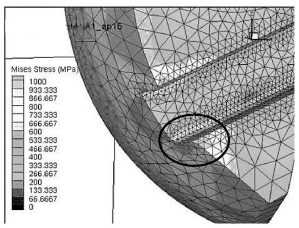
【図１８】



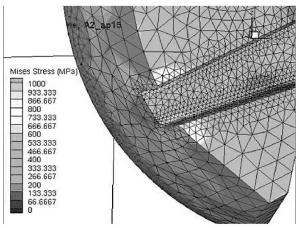
【図１９】



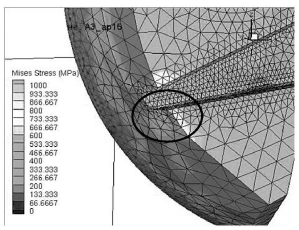
【図２０Ａ】



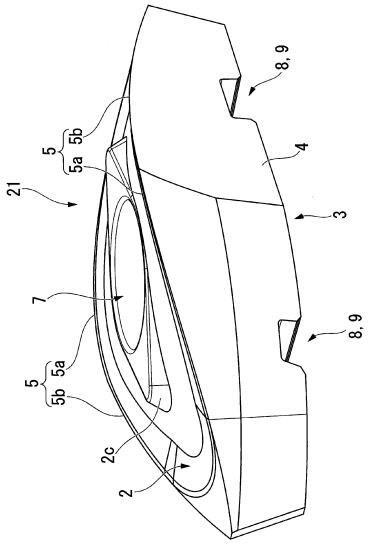
【図２０Ｂ】



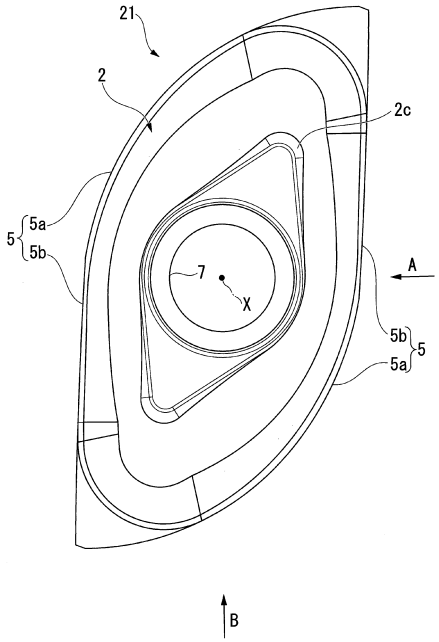
【図２０Ｃ】



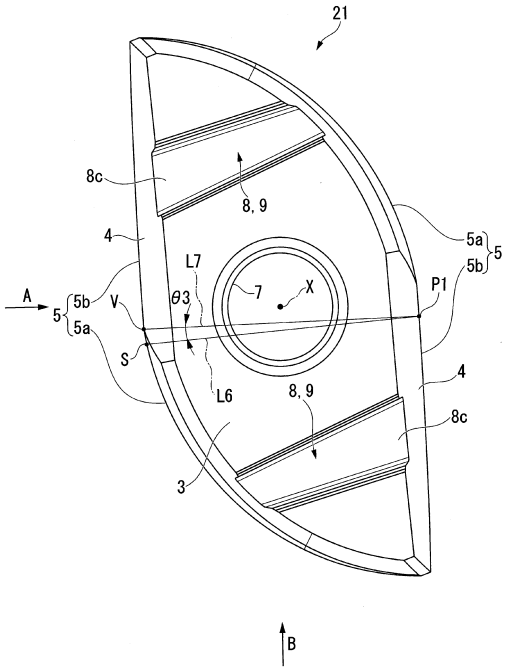
【図２１】



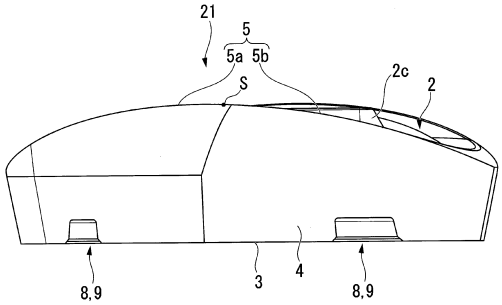
【図２２】



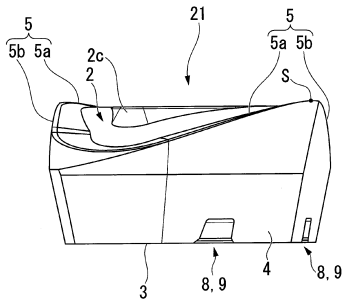
【図２３】



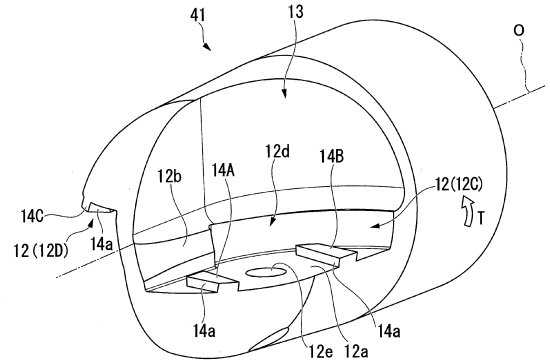
【図２４】



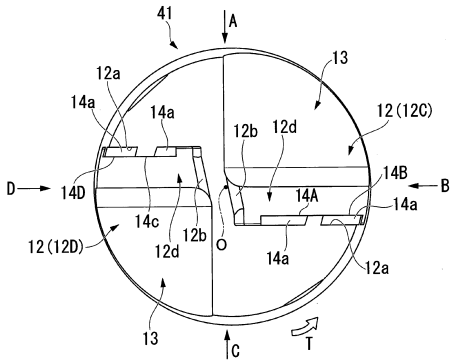
【図２５】



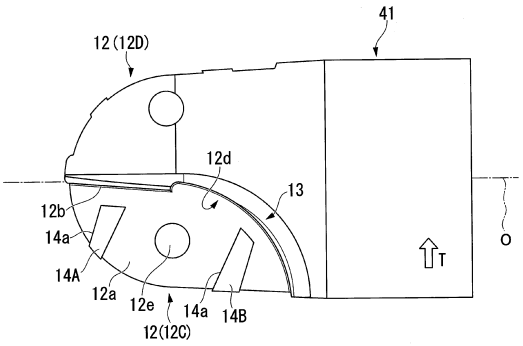
【図２６】



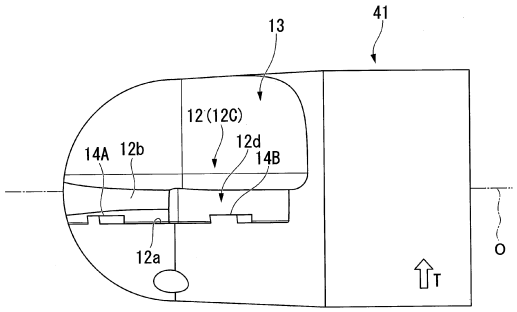
【図２７】



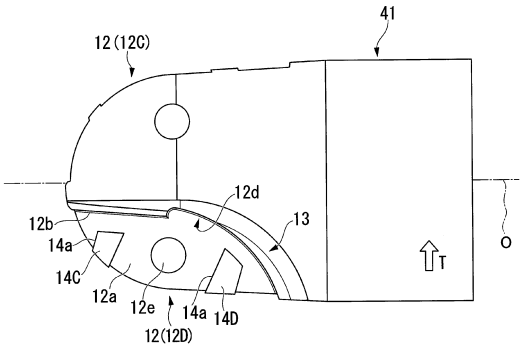
【図２８】



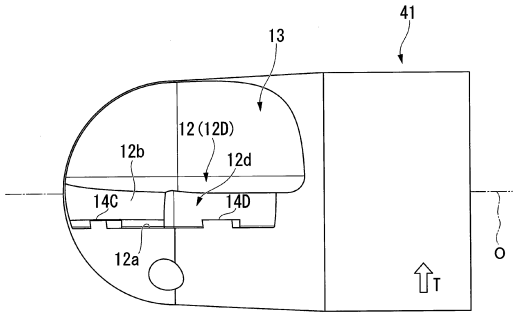
【図２９】



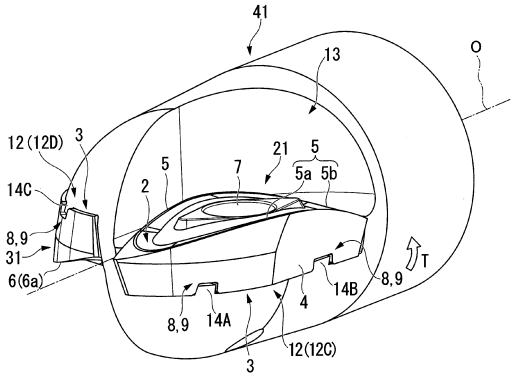
【図３０】



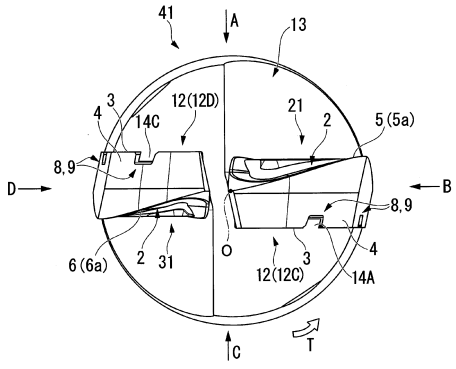
【図３１】



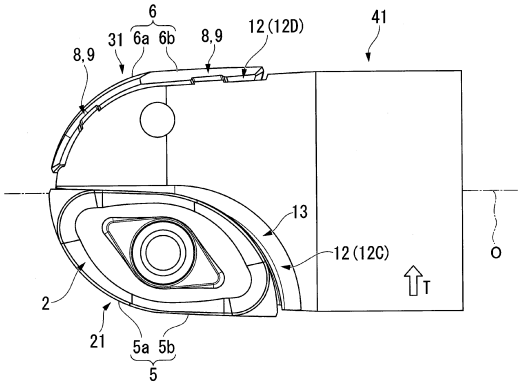
【図３２】



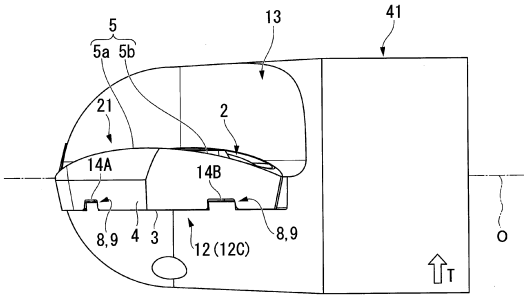
【図３３】



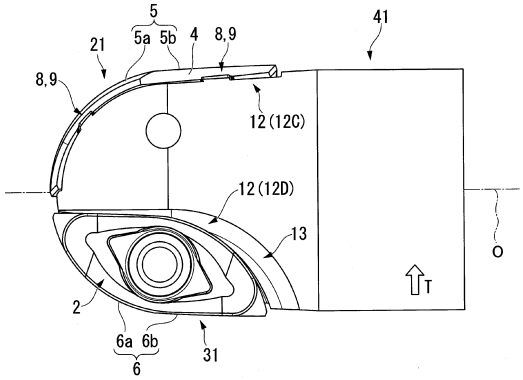
【図３４】



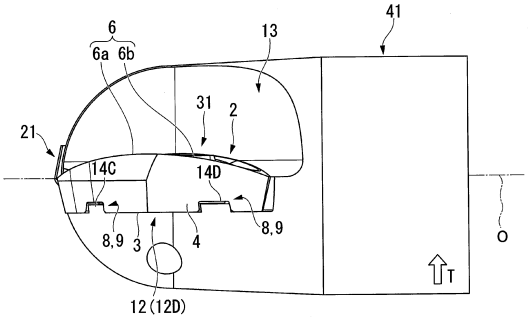
【図３５】



【図３６】



【図３７】



フロントページの続き

(72)発明者　木内　康博
千葉県成田市新泉１３番地の２　三菱日立ツール株式会社成田工場内
(72)発明者　小林　由幸
千葉県成田市新泉１３番地の２　三菱日立ツール株式会社成田工場内

審査官　久保田　信也

(56)参考文献　特開平１１－１９７９３３（ＪＰ，Ａ）
特表２０１６－５０１７３２（ＪＰ，Ａ）
特開２００２－３５５７１６（ＪＰ，Ａ）
米国特許出願公開第２００６／００５６９２８（ＵＳ，Ａ１）
国際公開第２０１６／０８９１８８（ＷＯ，Ａ１）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｂ２３Ｃ　　１／００　－　９／００