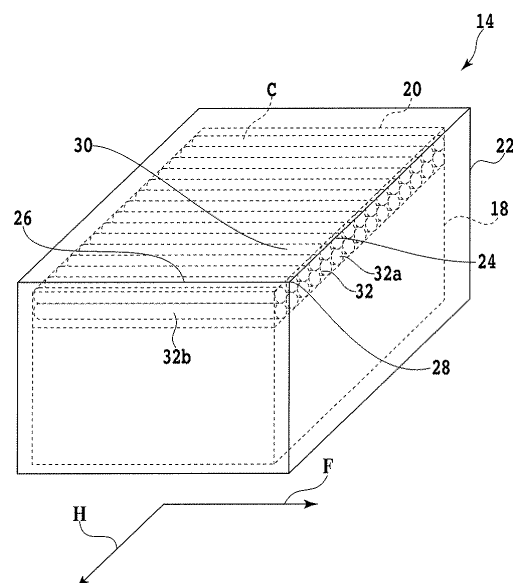




【特許請求の範囲】

【請求項 1】

基材部を有する切削用チップにおいて、
前記基材部上に、黒鉛結晶構造を有する炭素系物質を設け、
切れ刃に対して所定方向において、前記炭素系物質の熱伝導率が、前記基材部の熱伝導率よりも高くなるように、前記炭素系物質は配置されていることを特徴とする切削用チップ。

【請求項 2】

前記所定方向は、切れ刃に対して直交する方向であることを特徴とする請求項 1 に記載の切削用チップ。

【請求項 3】

前記炭素系物質は複数本の炭素繊維を含み、
該複数本の炭素繊維は、その繊維軸方向が前記所定方向に揃えられて、整列されていることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の切削用チップ。

【請求項 4】

前記切削用チップが、前記基材部と、中間層部と、表面層部とを有するとき、
該中間層部に、前記炭素系物質が設けられることを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれかに記載の切削用チップ。

【請求項 5】

切削用チップを備える切削工具において、
前記切削用チップの基材部上に、黒鉛結晶構造を有する炭素系物質を設け、
切れ刃に対して所定方向において、前記炭素系物質の熱伝導率が、前記基材部の熱伝導率よりも高くなるように、前記炭素系物質は配置されていることを特徴とする切削工具。

【請求項 6】

基材部を有する切削用チップの作製方法において、
黒鉛結晶構造を有する複数本の炭素繊維を、それらの繊維軸方向を揃えて、前記基材部上に配置する第 1 工程と、
該第 1 工程で配置された前記複数本の炭素繊維を、前記基材部上に固定する第 2 工程と、
を備え、
前記第 1 工程では、前記複数本の炭素繊維の繊維軸方向が切れ刃に対して所定方向になるように、前記複数本の炭素繊維が配置されることを特徴とする切削用チップの作製方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、刃先温度の温度上昇を抑制する切削用チップ、およびそれを有する切削工具、並びにその切削用チップの作製方法に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、環境問題を考慮して切削油等を用いないドライ加工の必要性が向上してきている。また、加工能率の向上等から切削速度の高速化などが生じている。これらより、切削時における切削工具の刃先温度はますます高温になり、その寿命が短くなる傾向にある。そこで、そのような刃先温度の上昇を抑制するべく、種々の提案がなされている。

【0003】

例えば、特許文献 1 には、高熱伝導性被覆工具が開示されている。この工具は、基材上に、ダイヤモンド、ダイヤモンド状カーボンおよび立方晶窒化ホウ素の中の種類以上を含む高熱伝導物質（以下、「ダイヤモンド等」と称する。）を被覆して内層とし、この内層の表面に第 1 外層と第 2 外層とを被覆してなる高熱伝導性被覆工具である。

10

20

30

40

50

【0004】

あるいは、特許文献2には、刃先を形成する最上部の材質を超硬材料とし、最上部から離れて工具ホルダへ向かうにつれて、熱伝導性が良く且つ靱性を有する材料の配合組成を傾斜させて段階的に多くした、傾斜機能性超硬チップが開示されている。

【0005】

さらに、特許文献3には、基材と表面層との間に中間層を有し、前記中間層の熱伝導率が前記表面層の熱伝導率よりも低くなるようにした表面被覆工具が開示されている。この中間層は、酸素、ZrまたはHfの少なくともいずれかを含有する物質から構成され、表面層がAlNやCuといった $35\text{ W/m}\cdot\text{K}$ 以上の熱伝導率を有する物質から構成されるのに対して、その熱伝導率を $24\text{ W/m}\cdot\text{K}$ 以下とするのが好適とされている。このような中間層を、基材上の全面または部分に対して、CVD法、PVD法、スパッタリング法、湿式めっき法、溶射法、電析法、焼付け塗装法（以下、CVD法など）によって形成することが出来るとされている。

10

【0006】

【特許文献1】特開平8-25112号公報

【特許文献2】特開平10-156605号公報

【特許文献3】特開2005-212025号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

20

上記特許文献1に記載の工具では、ダイヤモンド等を内層の材料としているので、それらを基材の上に設けるには、被覆することが必要とされている。例えば、被覆では被覆により形成される層の厚さを厚く出来ないなど、被覆によっては内層の設計の自由度は制限される。それ故、ダイヤモンド等に代わる内層用材料が望まれる。

【0008】

また、特許文献2に記載のチップでは、被削材との接触部およびその近傍であり、高熱になる最上部が超硬材料から構成されていて、最上部の熱を工具ホルダ側へ逃がすには、超硬材料の厚さ方向に熱を伝えることが必要である。その結果、刃先に生じる切削熱を迅速に工具ホルダ側へ伝達して逃がすことに問題がある。

【0009】

30

さらに、特許文献3に記載の工具では、基材と表面層との間に設けられる中間層がCVD法などによって形成されるので、例えばその中間層を厚くすることが難しく、中間層の設計の自由度は制限される。

【0010】

そこで、本発明は、設計の自由度を高め、且つ、被削材との接触部およびその近傍から熱をより早く分散させて、刃先温度の温度上昇を抑制することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0011】

上記目的を達成するために、本発明の切削用チップは、基材部を有する切削用チップにおいて、前記基材部上に、黒鉛結晶構造を有する炭素系物質を設け、切れ刃に対して所定の方向において、前記炭素系物質の熱伝導率が、前記基材部の熱伝導率よりも高くなるように、前記炭素系物質は配置されていることを特徴とする。この構成によれば、基材部上に黒鉛結晶構造を有する炭素系物質が設けられるので、この炭素系物質の設計の自由度を生かして、切削用チップの設計の自由度を高めることが可能になる。さらに、前記炭素系物質の熱伝導率が、切れ刃に対して所定の方向において、前記基材部の熱伝導率よりも高くなるように、炭素系物質が配置されるので、切れ刃を含む刃先から熱を適切に逃がすことが可能になる。すなわち、本発明の切削用チップによれば、被削材との接触部およびその近傍から熱をより早く分散させ、刃先温度の温度上昇を抑制することが可能になる。

40

【0012】

好ましくは、前記所定の方向は、切れ刃に対して直交する方向である。これにより、種

50

々の切れ刃、あるいは切れ刃近傍から熱を適切に逃がすことが可能になる。さらに好ましくは、前記炭素系物質は複数本の炭素繊維を含み、該複数の炭素繊維は、その繊維軸方向が前記所定方向に揃えられて、整列されている。炭素繊維の繊維軸方向は高熱伝導率を有し、炭素繊維はその繊維軸方向に熱を伝達し易いので、炭素繊維を介して熱を適切に逃がすことが可能になる。

【0013】

例えば、上記切削用チップが、前記基材部と、中間層部と、表面層部とを有するとき、該中間層部に、前記炭素系物質が設けられると良い。このようにすることで、炭素系物質が、基材部上に設けられる。

【0014】

また、上記目的を達成するために、本発明の切削工具は、切削用チップを備える切削工具において、前記切削用チップの基材部上に、黒鉛結晶構造を有する炭素系物質を設け、切れ刃に対して所定方向において、前記炭素系物質の熱伝導率が、前記基材部の熱伝導率よりも高くなるように、前記炭素系物質は配置されていることを特徴とする。この構成によれば、切削用チップの基材部上に黒鉛結晶構造を有する炭素系物質が設けられるので、この炭素系物質の設計の自由度を生かして、切削用チップ、ひいては切削工具の設計の自由度を高めることが可能になる。さらに、前記炭素系物質の熱伝導率が、切れ刃に対して所定方向において、前記基材部の熱伝導率よりも高くなるように、炭素系物質が配置されるので、刃先から熱を適切に逃がすことが可能になる。すなわち、本発明の切削工具によれば、被削材との接触部およびその近傍から熱をより早く分散させ、刃先温度の温度上昇を抑制することが可能になる。

【0015】

さらに、上記目的を達成するために、本発明の切削用チップの作製方法は、基材部を有する切削用チップの作製方法において、黒鉛結晶構造を有する複数本の炭素繊維を、それらの繊維軸方向を揃えて、前記基材部上に配置する第1工程と、該第1工程で配置された前記複数本の炭素繊維を、前記基材部上に固定する第2工程と、を備え、前記第1工程では、前記複数本の炭素繊維の繊維軸方向が切れ刃に対して所定方向になるように、前記複数本の炭素繊維が配置されることを特徴とする。この方法によれば、黒鉛結晶構造を有する複数本の炭素繊維はそれらの繊維軸方向が揃えられて基材部上に配置され、そして基材部上に固定される。このようにして作製された切削用チップは、複数本の炭素繊維を備え、これら複数本の炭素繊維を配置することに関しては高い設計の自由度を有する。したがって、切削用チップの設計の自由度を高めることが可能になる。さらに、上記方法によれば、前記複数本の炭素繊維の繊維軸方向が切れ刃に対して所定方向になるように、前記複数本の炭素繊維が配置された切削用チップが得られるので、その刃先から熱を適切に逃がすことが可能になり、刃先温度の温度上昇を抑制することが可能になる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0016】

以下、本発明の実施形態について、添付図面を参照しつつ詳細に説明する。まず、第一実施形態について、図面に基づいて説明する。

【0017】

本第一実施形態の切削工具であるバイト10は、図1にバイト10の作動状態を概念的に示すように、自転している被削材（工作物）12の外周などを切削する、旋削用のバイトである。バイト10は、図2に模式的に示すように、刃先を有する刃部を構成する切削用チップ（以下、チップ）14を備えている。第一実施形態のチップ14は、保持部であるシャンク16にろう付けされている。

【0018】

図3にチップ14の拡大透視図を模式的に示すが、図3では、切れ刃、チップブレーカ等の形状を明確にせず、チップ14のチップ形状を概ね直方体として表している。バイト10に備えられるチップ14は、基材部18と、中間層部20と、表面層部22とからなっている。基材部18の上部に中間層部20が配置されていて、これら基材部18と中間

10

20

30

40

50

層部 20 との周囲を表面層部 22 が覆っている。後述するように、本第一実施形態では、基材部 18 と、中間層部 20 とは、それぞれ別体として作製される。そして、基材部 18 と中間層部 20 とを重ねた状態で、これらに表面層部 22 が被覆により形成されることで、一体のチップ 14 が作製される。

【0019】

基材部 18 は、WC 基超硬合金により作製されている。より詳細には、それは WC-C 系の WC 基超硬合金製である。そして、その表面は、表面処理されている。なお、超硬合金とは、周期律表の 2a、3a、4a 族金属 (Ti、Zr、Hf、V、Nb、Ta、Cr、Mo、W) の炭化物粒子を、鉄族金属 (Fe、Co、Ni) を結合材に用いて焼結した複合合金のことであり、WC 基超硬合金には、WC-C 系、WC-TiC-C 系、WC-TiC-Ta(Nb)C-C 系などの合金がある。

10

【0020】

基材部 18 は、如何なるものを用いて作製および構成されても良い。具体的には、上記超硬合金 (WC 基超硬合金を含む。)、サーメット (TiC-Ni 系合金)、高速度鋼、セラミックス、立方晶型窒化硼素焼結体、ダイヤモンド焼結体、窒化ケイ素焼結体、または酸化アルミニウムと炭化チタンとからなる混合体のいずれかを用いるのが良い。ただし、この基材部 18 の熱伝導率は、所定の方角に関しては後述する中間層部 20 の熱伝導率よりも実質的に低くされている。

【0021】

基材部 18 は、1 層のみの単独層として形成されている。しかしながら、基材部 18 を、2 層以上の層を積層させた複数層として形成することも出来る。この場合には、複数層の組成が傾斜的に変化するように、組成を段階的に調整しても良い。なお、基材部 18 の表面の全部あるいは一部は、表面改質されていても良く、あるいはコーティングされていても良い。

20

【0022】

中間層部 20 は、図 3 に示すように、複数本の炭素繊維 C を含んでいる。換言すると、中間層部 20 に、複数本の炭素繊維 C が設けられている。炭素繊維 C は、数十 μm 以下の直径を有している。なお、炭素繊維 C の直径は 10 μm ~ 20 μm 程度が好ましい。炭素繊維 C は、黒鉛結晶構造をもつ繊維状の炭素系物質である。そこで、中間層部 20 は、黒鉛結晶構造を有する炭素系物質を含む炭素系物質層と称され得る。

30

【0023】

炭素繊維 C などの黒鉛結晶構造を有する炭素系物質は、ダイヤモンド、ダイヤモンド状カーボン (DLC) などと同じく炭素系物質である。しかしながら、ダイヤモンドの結晶構造がダイヤモンド構造であり、ダイヤモンド状カーボンの結晶構造が非晶質 (アモルファス) であるのに対して、黒鉛結晶構造を有する炭素系物質の結晶構造は、当然の如く、黒鉛結晶構造、すなわち六方晶系 (結晶対称性は $P6_3/mmc$)、六角板状結晶構造 (層状の六方晶構造) であるので、黒鉛結晶構造を有する炭素系物質は、ダイヤモンドやダイヤモンド状カーボンとは相違する。なお、この第一実施形態の炭素繊維 C はピッチ系炭素繊維であるが、例えば炭素繊維 C は PAN 系炭素繊維であっても良い。ただし、PAN 系炭素繊維とは、PAN プリカーサー (ポリアクリロニトリル繊維) を炭素化して得られる炭素繊維であり、ピッチ系炭素繊維とは、ピッチプリカーサー (コールタールまたは石油重質分を原料として得られるピッチ繊維) を炭素化して得られる炭素繊維である。

40

【0024】

基材部 18 上の中間層部 20 において、炭素繊維 C は、その繊維軸方向が所定の方角を向くように並べられ、規則正しく整列されている (図 3 参照)。中間層部 20 において、炭素繊維 C は密に並べられている。そして、複数本の炭素繊維 C は、その各々が中間層部 20 の全幅に近い長さを有して、層状に重ねられて並べられている。第一実施形態では炭素繊維 C の繊維軸方向がバイト 10 のチップ 14 の送り方向 F にほぼ平行になるように、炭素繊維 C は配置されている。一般的に炭素繊維 C はその長手方向に高い熱伝導率を有しているので、バイト 10 の送り方向 F に、中間層部 20 の炭素繊維 C は高い熱伝導率

50

を有することになる。なお、炭素繊維 C の長手方向の熱伝導率は上記基材部 18 の熱伝導率よりも高いので、実質的に、炭素繊維 C の長手方向において、中間層部 20 の熱伝導率は、基材部 18 の熱伝導率よりも高くなる。

【0025】

基材部 18 上に設けられる炭素繊維 C の長さ、太さ、量、その配列方向、その配置位置等は自由に制御され得る。したがって、中間層部 20 の熱伝導率を任意に設定することができる。すなわち、中間層部 20 は、高い設計の自由度を有することになる。本第一実施形態では、複数本の炭素繊維 C はほぼ同じ形状、特性を有する炭素繊維のみからなるが、中間層部 20 における複数本の炭素繊維 C は、同一の形状および特性を有する同一の炭素繊維のみからなることに本発明では限定されず、例えば、長さ、太さ等の異なる炭素繊維の組合せからなっても良い。炭素繊維 C として、例えば黒鉛結晶構造を有するカーボンナノチューブやカーボンナノファイバも用いることができる。

10

【0026】

図 1 から図 3 では明確にしていないが、中間層部 20 では、炭素繊維 C 同士の隙間や炭素繊維 C の周りに A1 合金の粉末が用いられて、複数の炭素繊維 C は一体になるように固められている。A1 合金の粉末は、炭素繊維 C 同士の結合・一体化を促すバインダーとしての役割のみならず、中間層部 20 の形状画定を担う。複数本の炭素繊維 C を配列させ、それらの隙間や周囲に A1 合金の粉末を配置して、所定の条件の下で焼結させることで、中間層部 20 は作製される。

【0027】

中間層部 20 には、複数本の炭素繊維 C が含有されているが、炭素繊維 C 同士の隙間や、それらの周囲に用いられるのは、A1 合金のみならず、Cu 合金、Ni 合金、Co 合金、WC 合金などでも良い。これらの内の複数の合金を適宜組み合わせ用いても良い。A1 合金や Cu 合金は、熱伝導性に優れているので、これらの合金を用いることで中間層部 20 の熱伝導性が向上される。また、Ni 合金、Co 合金、WC 合金は、上記した基材部 18 の超硬合金などとの濡れ性、結合性が良いので、これらの合金を用いることで中間層部 20 を基材部 18 に一体化したときの接合強度などが向上される。中間層部 20 における、炭素繊維 C の量、配置位置、分散度合い、および A1 合金などの繋ぎに用いる金属の量などを調節することで、中間層部 20 の熱膨張率などを調節することが可能である。なお、中間層部 20 は、複数本の炭素繊維 C のみから構成されても良い。中間層部 20 は、1 層のみの単独層として形成され得るが、2 層以上の層を積層させた複数層として形成されても良い。複数層にする場合には、層ごとの炭素繊維 C の並びを同じにしても良いし、層ごとに炭素繊維 C の配向方向を異ならせても良い。なお、中間層部 20 の厚みは任意であり、どのような厚みに設定することも可能である。中間層部 20 は、1 ~ 500 μm の厚みを有することが好ましい。

20

30

【0028】

なお、本第一実施形態のチップ 14 においては、前記基材部 18 と中間層部 20 との間に下地層を有していない。しかしながらチップ 14 が下地層を有することを、本発明は排除するものではない。下地層を設ける場合には、それは 4a 族元素、5a 族元素、Al、Si、および B からなる群から選ばれる 1 以上の元素と、B、C、N および O からなる群から選ばれる 1 以上の元素とからなる化合物で構成されると良い。

40

【0029】

表面層部 22 は、基材部 18 および中間層部 20 の外周の全表面に被覆により形成される。表面層部 22 は、TiN 化合物により構成されている。表面層部 22 は、炭素繊維 C の長手方向の熱伝導率よりも低い熱伝導率を有している。しかしながら、表面層部 22 もある程度の熱伝導率を有している。そして、切削加工中に表面層部 22 の一部の温度が高くなると、表面層部 22 から中間層部 20 に熱が適切に伝達され、中間層部 20 の炭素繊維 C により炭素繊維 C の繊維軸方向に熱は迅速に逃がされる。また、表面層部 22 が形成されることで、チップ 14 の表面の高い硬さが達成される。したがって、中間層部 20 は表面層部 22 によりガードされることになる。さらに、それにより、チップ 14 の被削材

50

12への耐反応性が高められる。

【0030】

表面層部22は、従来から用いられている材料を用いて構成されても良く、例えば、AlN、Cu、Al₂O₃等から構成されても良い。これらはいずれも熱伝導率が高い物質であり、放熱効果に優れている。さらに、切削時の高温状況における摩擦係数も低い。表面層部22は、0.01~10μmの厚みを有することが好ましい。このような表面層部22は、化学的蒸着法(CVD法)、物理的蒸着法(PVD法)、スパッタリング法、湿式めっき法、溶射法、電析法、焼付け塗装法等のいずれの方法によっても形成することができる。表面層部22を設ける場合には、表面層部22は、上記の如く、チップ14の全体に被覆形成されても良いが、チップ14の全体に被覆形成されることに制限されない。例えば、表面層部22は上記中間層部20の外表面を少なくとも覆うように、チップ14の上部外表面にのみ設けられ得る。 10

【0031】

表面層部22は、基材部18上に中間層部20が積層された状態で、基材部18および中間層部20を包むように形成される。したがって、表面層部22により、中間層部20は基材部18と強固に一体にされる。また、表面層部22は上記方法による被覆により薄い層、すなわち膜状に形成されるので、中間層部20の表面近傍にまで設けられた炭素繊維Cは表面層部22の表面、すなわちチップ14の表面近傍にその端部を有する。

【0032】

次に、バイト10のチップ14の作製工程について説明する。まず、基材部18は、上記の如く、WC基超硬合金粉末を混合し、その後乾燥させ、冷間プレスにより、所望の形状にし、さらに所定の条件の下でそれを焼結させて得られる。なお、その仕上げでは、基材部18の整形用に研磨などを行う。これとは別に、複数本の炭素繊維Cを、それらの繊維軸方向が揃うようにして所定の型内に配列し、その周囲などにAl合金の粉末を隙間なく充填する。そして、これを焼結して、中間層部20が、すなわち炭素系物質層が作製される。得られた基材部18の上部に中間層部20が積層配置される。ただし、複数本の炭素繊維Cの繊維軸方向が所定の切れ刃に対して所定の方向になるように、複数本の炭素繊維Cが配置されるべく、中間層部20は基材部18上に設けられる。この状態で、基材部18および中間層部20の全表面にTiNが蒸着される。その結果、基材部18上に複数本の炭素繊維Cが固定された状態のチップとして、基材部18と、中間層部20と、表面層部22とを有するチップ14が得られることになる。 20 30

【0033】

なお、チップ14の作製過程では、所定の形状の切れ刃を含む刃先などが形成されるように、基材部18および中間層部20は成形され、および研磨される。さらには、そのような刃先が形成されるように、表面層部22にも研磨等がなされる。

【0034】

なお、基材部18と中間層部20とを重ね合わせて、これらを焼結などにより一体化した後、表面層部22を形成しても良い。この場合には、基材部18および中間層部20との間に、ろう材などからなる上記下地層を設けるのが好ましい。

【0035】

上記の如く、基材部18の上部に中間層部20を配置する、すなわち炭素系物質層を形成するとき、基材部18と中間層部20との少なくともいずれか一方の接合面を、荒らすことが好ましい。これにより、基材部18と中間層部20との密着力を高めることが可能になる。なお、基材部18あるいは中間層部20のいずれかの表面を荒らすことを、やすり、ブラストなどを用いて機械的に行っても良いし、特定成分のみを薬品などを用いて化学的に溶解させることで行っても良い。このようにして基材部18と中間層部20の接合面の少なくとも一方の表面粗さを大きくすることは、基材部18上に直接に中間層部20としての炭素繊維Cを設ける場合にも有効である。 40

【0036】

チップ14の作製において、中間層部20は、上記の如く、別途作製されなくても良い 50

。例えば、所定の型の中で、基材部 18 の上部に複数本の炭素繊維 C を配置し、これら炭素繊維 C の周囲などに、必要に応じて A 1 合金などの粉末を充填して、これらを一体にすべく焼結しても良い。これにより、先に作製した基材部 18 に一体にされた中間層部 20 が得られることになる。

【0037】

また、上記では複数本の炭素繊維 C を型内に配列し、A 1 合金の粉末をそれらの周囲などに充填するとしたが、炭素繊維 C の周囲に A 1 合金の粉末を付着させて混合物とし、基材部 18 上にその混合物を配置しても良い。このとき、上記の如く、複数本の炭素繊維 C の繊維軸方向が所定方向に揃うように、複数本の炭素繊維 C と A 1 合金の粉末との混合物を配置することが必要である。そして、基材部 18 上に、複数本の炭素繊維 C と A 1 合金との混合物を配置した状態で、それを真空中または不活性雰囲気中で、所定の温度、所定の圧力下で焼結させ、複数本の炭素繊維 C を基材部 18 上に固定することができる。

【0038】

さらに、基材部 18 や中間層部 20 の焼結、ひいては炭素繊維 C の基材部 18 上への固定に際しては、高温高圧下で焼結を行うホットプレス法やHIP法のみならず、プラズマ放電焼結法（SPS法）を用いても良い。SPS法では、例えばグラファイトダイや、超硬合金製のダイが用いられる。それらダイの中に基材部 18 や中間層部 20 の原材料を充填して、所定の温度で所定の圧力を及ぼし、それらのダイにパルス電圧を所定時間かけることで、基材部 18 や中間層部 20 が得られる。なお、基材部 18 と中間層部 20 との接合は、その他の如何なる焼結、被覆、溶射、接着によってなされても良い。ただし、基材部 18 や中間層部 20 などの焼結は、真空中または不活性雰囲気（Heガス、Arガスなど）中でなされるのが好ましい。

【0039】

以上のように、中間層部 20 は各種の接合技術により基材部 18 上に固定されるので、中間層部 20 における炭素繊維 C の設計の自由度が高くなる。すなわち、炭素繊維 C を任意の配列、および配置で基材部 18 上に設けて固定することが可能になる。また、炭素繊維 C をそのまま基材部 18 上に接合して配置することも出来、これにより炭素繊維 C のみからなる炭素系物質層を設けることができるので、中間層部の設計の自由度はさらに高いものになる。さらに、上記の如く、炭素繊維 C においては、長さや太さ等の形状が任意に設定可能であり、それ自体の設計の自由度が高いので、中間層部 20 の設計の自由度が高くなる。したがって、中間層部 20 を含む切削用チップ 14 の設計の自由度は高い。

【0040】

バイト 10 のチップ 14 は、図 1 などに示す如く、横切れ刃（主切れ刃）24 と、前切れ刃（副切れ刃）26 とを有している。横切れ刃 24 と前切れ刃 26 とは、コーナー切れ刃 28 で交わっている。切削時、横切れ刃 24 は、バイト 10 のチップ 14 の被削材 12 への切り込み方向 H に概ね平行であり、送り方向 F に概して直交する。また、切削時、前切れ刃 26 は、バイト 10 のチップ 14 の被削材 12 への切り込み方向 H に概ね直交し、送り方向 F に概して平行である。そして、横切れ刃 24 と前切れ刃 26 とから延在するチップ 14 の上面がすくい面 30 を形成し、その側面が逃げ面 32（横逃げ面（主逃げ面）32a および前逃げ面（副逃げ面）32b）を形成している。これより、中間層部 20 は、概ねすくい面 30 と平行に配置されていることが理解される。すなわち、中間層部 20 は、コーナー切れ刃 28 などを含む刃先近傍から、概ねすくい面 30 に沿って延在している。また、図 3 に示すように、炭素繊維 C の配列方向、すなわちその繊維軸方向は送り方向 F に概ね平行である。換言すると、炭素繊維 C の配向方向は横切れ刃 24 に対して概ね直交する方向であり、このような炭素繊維 C の配向方向が実現されるように、中間層部 20 は基材部 18 上に配置されている。

【0041】

なお、炭素繊維 C の配列方向は、上記の如く、種々の方向に設定できる。第一実施形態では、それは送り方向 F に概ね平行であるが、例えば切り込み方向 H に概ね平行にしても良い。ただし、少なくとも炭素繊維 C は、その繊維軸方向がいずれかの切れ刃に対して概

ね直交する方向に揃えられて設けられるのが好ましい。

【0042】

図1に示すように使用されるバイト10においては、コーナー切れ刃28近傍の刃先領域Sが、切削時に高温になる。切削加工時、すくい面30上を切りくずが滑りながら出ていくので、すくい面30と切りくずとの接触部（領域）は高温になりやすく、この接触部が概ね刃先領域Sに相当する。その刃先領域Sは、概念的に捉えると、コーナー切れ刃28を含むすくい面30上の先端部領域に相当することが多い。この刃先領域Sは、切り込みや送りなどの切削条件にもよるが、多くの場合、概ね矩形をしている。本第一実施形態のバイト10のチップ14は、横切れ刃24に平行な刃先領域Sの端縁の方が、前切れ刃26に平行な刃先領域Sの端縁よりも概ね長い場合に特に有効であるように（図1参照）、完成されている。すなわち、本第一実施形態のバイト10は、刃先領域Sの形状が長方形であり、その長辺が横切れ刃24に概して平行であり、その短辺が前切れ刃26に概して平行であるときに、刃先領域Sに生じる熱をより適切に逃がすことができる。したがって、刃先の温度（刃先温度）の温度上昇をより適切に抑制することが可能になる。これにより、チップ14あるいはバイト10の寿命を延ばし、またそれらの切削性能を高めることが可能になる。例えば、より高速での切削が可能になる。なお、ここでの刃先とは、被削材を切削する上で機能する部分をいい、作動している切れ刃を含む部分である。

10

【0043】

第一実施形態のバイト10による効果を検証すべく、コンピュータシミュレーションを行った。この結果を、以下に述べる。

20

【0044】

まず、シミュレーションの条件を述べる。初めに、図4に示す、構築したモデルを説明する。このモデルにおいて、バイト10に対応するバイト42は、チャック40上に取り付けられている。そして、バイト42およびチャック40は共に、所定の空間Vに配置されている。チャック40の温度は30℃であり、所定の空間Vの外側の温度は20℃であるとした。

【0045】

バイト42は、シャンク44と、チップ46とからなっている。シャンク44は、鉄系材料から作製されているとして、その熱伝導率を36W/mKとした。チップ46は、シャンク44に取り付けられていて、チップ46とシャンク44とは連続した物体であるとした。

30

【0046】

バイト42のチップ46の拡大図を図5に示す。チップ46は、上記のチップ14の如く、基材部48と、中間層部50と、表面層部52とからなり、基材部48の上に中間層部50が積層され、一体化された基材部48および中間層部50の回り全体を表面層部52が覆っている。三次元直交座標（xyz）系において、チップ46は、12.7mmのx軸方向の幅X、12.7mmのy軸方向の幅Y、4.76mmのz軸方向の高さZを有する直方体であるとした。チップ46において、表面層部52の厚さを5μmとし、中間層部50のz軸方向の厚さtを任意に設定可能にした。第一実施形態のバイト10の刃先領域Sの如く、チップ46の熱発生源の領域である刃先領域S1は、1.5mmのx軸方向の幅、0.2mmのy軸方向の幅の大きさを有する長方形の形状をしているとした。さらに、チップ46の熱発生源の領域として、刃先領域S2をも用いた。刃先領域S2は、0.2mmのx軸方向の幅、1.5mmのy軸方向の幅の大きさを有する長方形の形状をしているとした。そして、この刃先領域S1（あるいはS2）全体に、50Wを無限時間の間及ぼして、チップ46における温度上昇を調べた。なお、中間層部50は、複数本の炭素繊維C1を有し、炭素繊維C1の長手方向の中間層部50の熱伝導率を600W/mK、その他の二方向への熱伝導率を50W/mKとした。そして、基材部48は、超硬合金からなるとして、その熱伝導率を96.4W/mKとした。表面層部52は、TiN膜からなるとして、その熱伝導率を66.8W/mKとした。

40

【0047】

50

そして、中間層部 50 における炭素繊維 C 1 の配向方向をかえて炭素繊維の配向方向による温度上昇の違いを調べた。炭素繊維 C 1 の配向方向に関しては、図 5 に示すように、x 軸に平行に炭素繊維 C 1 を整列させた場合と、y 軸に平行に炭素繊維 C 1 を整列させた場合と、z 軸に平行に炭素繊維 C 1 を整列させた場合の、三つの場合に分けて調べた。なお、図 5 では、x 軸に平行に配置した炭素繊維 C 1 x と、y 軸に平行に配置した炭素繊維 C 1 y と、z 軸に平行に配置した炭素繊維 C 1 z とを、各 1 本ずつ例示しているが、図 3 の第一実施形態のバイト 10 のチップ 14 の如く、炭素繊維 C 1 は中間層部 50 に密に並べられているものとする。さらに、中間層部 50 の厚さ t を変化させた場合についても調べた。

【0048】

まず、中間層部 50 における炭素繊維 C 1 の配向方向の影響についてのシミュレーション結果を表 1 に基づいて説明する。表 1 の結果は、刃先領域が領域 S 1 であるときの結果である。ただし、この場合においては、中間層部 50 の z 軸方向の厚さ t を、0.03 mm とした。なお、表 1 において、炭素繊維 C 1 の長手方向軸の配列方向を用いて、条件を示している。また、このシミュレーションでは、中間層部 50 を設けずに、すなわち中間層部 50 の厚さ t を「0」とし、基材部 48 の周りに表面層部 52 を被覆したチップ（表 1 において「中間層部なし」と表示）を備えたバイトを比較のために用いた。

【0049】

【表 1】

中間層部 (炭素繊維の配列)	最高温度
中間層部なし	973℃
x 軸方向に配列	999℃
y 軸方向に配列	845℃
z 軸方向に配列	969℃

【0050】

各シミュレーションにおいて、刃先領域 S 1（あるいは S 2）で最高温度が認められた。表 1 に示されているように、熱発生源として刃先領域 S 1 を用いた場合には、中間層部 50 を設け、中間層部 50 に複数本の炭素繊維 C 1 が y 軸に平行な方向に配列されているときに、チップ 46 の最高温度が最も低かった。また、熱発生源として刃先領域 S 1 を 90 度回転した刃先領域 S 2 を用いた場合には、x 軸に平行な方向に炭素繊維 C 1 を配列させたときの最高温度が最も低かった。この結果は、表 1 の結果において、「x 軸方向に配列」の最高温度と、「y 軸方向に配列」の最高温度を入れ替えたものに対応している。以上より、刃先領域の形状が長方形と仮定できる場合、長方形の長辺に直交する方向であり、中間層部の幅方向に炭素繊維 C 1 が配列されているときに、チップ 46 の刃先温度が最も下がることが明らかになった。

【0051】

次に、中間層部 50 の z 方向の厚み t の影響についてのシミュレーション結果を表 2 に基づいて説明する。ただし、この場合においては、熱発生源を刃先領域 S 1 とし、中間層部 50 内の炭素繊維 C 1 は y 軸に平行な方向に配列されているものとした。

【0052】

【表 2】

中間層部の厚さ t	最高温度
0.03 mm	845℃
0.05 mm	811℃
0.10 mm	771℃

10

20

30

40

50

【0053】

表2によれば、中間層部50の厚さtが増すほど、チップ46の最高温度が低下することが理解できる。したがって、中間層部50の厚さtを厚くするほど、最高温度が低下することが明らかになった。

【0054】

以上、シミュレーション結果より、上記第一実施形態のチップ14では、刃先温度の温度上昇を適切に抑制できることが示された。

【0055】

以上、本発明を、上記第一実施形態に基づいて説明したが、本発明では、種々の変更や修正が可能である。

【0056】

上記第一実施形態では、チップ14をシャンク16にろう付けして一体化したが、チップ14を交換可能なバイトも本願発明の範囲に含まれる。すなわち、チップ14は、(シャンクの)ホルダにねじなどの固定手段あるいは取付手段により交換可能に固定される、旋削用刃先交換型チップであっても良い。また、チップ14には、複数の刃先が形成されても良い。例えば、チップ14のコーナーごとに刃先を形成し、割出可能にしても良い。

【0057】

チップ14が、割出可能である場合には、各刃先ごとに適切に配列された中間層部を有することが好ましい。例えば、チップ14の上面の各コーナーに刃先が形成されている場合には、図6(a)、(b)に模式的に示すように、コーナーの数に対応した中間層部20'、20''を用意し、それぞれの刃先で所定の切れ刃に対して炭素繊維Cが直交配列されるように、中間層部20'、20''を配置するのが好ましい。すなわち、切れ刃など刃先の各々に対して、上記第一実施形態で示した如く効果が奏されるように炭素繊維が所定の方向に配列されれば、刃先の各々に対する炭素繊維は、中間層部の一部にのみ配置されても良い。なお、図6(a)の中間層部20'と図6(b)の中間層部20''とは、基材部18の最上面の全体を覆うか否かが相違する。この内のいずれかの選択は、切削条件により選定されるのが好ましい。ただし、図6では、基材部18に対しての、中間層部20'、20''の配置等を模式的に表しているに過ぎず、表面層部22は省かれている。

【0058】

さらに、上記第一実施形態のバイト10では、中間層部20に複数本の炭素繊維Cを用いたが、炭素繊維Cにかえて、黒鉛結晶構造を有する炭素系物質を含む炭素系シートCaを用いても良い。図7(a)に示す中間層部20aは、炭素系シートCaからなっている。この炭素系シートCaは、黒鉛結晶構造を有すれば良いので、複数本の炭素繊維Cを編み込んだものでも良いし、複数本の炭素繊維Cを焼結などして一体化したものでも良い。あるいは、複数本の炭素繊維Cにかえて、黒鉛結晶構造を有する炭素系物質からなる、複数の粉状体や、複数のフレーク状片Cbを用いても良い。図7(b)に示す中間層部20bは、複数のフレーク状片Cbを有している。ただし、図7(a)、(b)に示した場合にも、切れ刃に対して直交する、少なくとも上記所定の方向において、炭素系物質Ca、Cbの熱伝導率が、基材部18の熱伝導率よりも高く、その結果、その方向において、中間層部20a、20bの熱伝導率が、基材部18の熱伝導率よりも高いことが必要である。

【0059】

ところで、上記第一実施形態では、チップ14が基材部18と、中間層部20と、表面層部22とを有するとしたが、本発明は、この表面層部22を有する形態に限定されない。すなわち、本発明に係るチップには、表面層部の有無に関係なく、基材部上に炭素繊維などの炭素系物質が切れ刃に対して所定の方向に高い熱伝導性を有するように設けられる他の形態が含まれる。そこで、次に、第二実施形態として、上記チップ14から表面層部22を省いたチップ114を備えたバイト110について説明する。ただし、上記第一実施形態のバイト10に対して、第二実施形態のバイト110は、チップのみが異なる。そ

10

20

30

40

50

ここで以下では相違点である、第二実施形態のチップ 1 1 4 についてのみ説明する。なお、第二実施形態のチップ 1 1 4 は、第一実施形態のチップ 1 4 に対して、表面層部を有しないこと、上記中間層部に相当する炭素系物質層が直接被削材に接するので、その炭素系物質層に切れ刃を有していることなど違いを有するが、その他の構成およびその作製方法は実質同一である。そこで、上で説明した構成要素と互いに対応関係にある同じ構成要素には同じ符号を付して説明を省略する。なお、上記第一実施形態のバイト 1 0 およびチップ 1 4 について述べたのと同様の変更や修正が、第二実施形態のバイト 1 1 0 およびチップ 1 1 4 に対しても可能であることをここで述べ、この説明を以下では省略する。

【0060】

本第二実施形態のバイト 1 1 0（不図示）に備えられるチップ 1 1 4 の透視図を概念的に図 8 に示す。チップ 1 1 4 は、基材部 1 8 と、中間層部 2 0 に対応する層とから構成されている。ここで、第二実施形態では、上記チップ 1 4 の如く表面層部 2 2 がないので、中間層部 2 0 は表面に露出している。それ故、「中間層部」という用語は適切でない。そこで、本第二実施形態では、上記中間層部 2 0 に対応する層を、上記の如く「炭素系物質層」と称し、符号「1 2 0」を付す。

10

【0061】

基材部 1 8 は WC 基超硬合金により作製されている。基材部 1 8 上に積層される炭素系物質層 1 2 0 は、上記中間層部 2 0 と同じ構成であり、上述の如く配列された複数本の上記炭素繊維 C を含んで構成され、それらのバインダとして A 1 合金が用いられている。

【0062】

チップ 1 1 4 の炭素系物質層 1 2 0 は、基材部 1 8 の上部全体を覆うように設けられている。炭素系物質層 1 2 0 は、その縁部に横切れ刃 2 4 と、前切れ刃 2 6 とを有し、その横切れ刃 2 4 と前切れ刃 2 6 とはコーナー切れ刃 2 8 で交わっている。切削時、横切れ刃 2 4 は、バイト 1 1 0 のチップ 1 1 4 の被削材 1 2 への切り込み方向 H に概ね平行であり、送り方向 F に概して直交する。また、切削時、前切れ刃 2 6 は、バイト 1 1 0 のチップ 1 1 4 の被削材 1 2 への切り込み方向 H に概ね直交し、送り方向 F に概して平行である。そして、横切れ刃 2 4 と前切れ刃 2 6 とから延在するチップ 1 1 4 の上面が、すくい面 3 0 を形成し、その側面が逃げ面 3 2（横逃げ面 3 2 a および前逃げ面 3 2 b）を形成している。

20

【0063】

このような構成のチップ 1 1 4 の寿命を検討するべく、実験を行った。実験用に、炭素系物質層 1 2 0 の厚さを 0.2 mm としたチップ 1 1 4 を作製した。このチップ 1 1 4 を備えたバイトで、Ti 合金（組成：Ti-6 Al-4 V）を乾式で旋削加工した。旋削加工は、切削速度を 100 m/min、送り量を 0.1 mm/rev、切り込みを 0.5 mm として行った。なお、チップ 1 1 4 上の逃げ面 3 2 に形成される逃げ面摩耗の摩耗量（摩耗深さ） V_B が所定量よりも大きくなったとき、チップ 1 1 4 が寿命に至ったとした。その所定量を、本実験では 0.2 mm とした。

30

【0064】

図 9（a）のグラフに、チップ 1 1 4 を用いて行った実験結果と共に、比較用の 2 つのチップを用いての実験結果を併せて示す。図 9（a）には、切削時間に対して、逃げ面摩耗の摩耗量の変化を示す。また、炭素繊維の配列方向を説明するために、図 9（b）にチップを上部から見た平面図を概念的に示す。本実験では、送り方向 F に対して概ね直交方向に延びた横切れ刃 2 4 と平行な長辺を有する長方形の領域を熱発生源となる刃先領域 S 3 と定め、横切れ刃 2 4 に対して炭素繊維 C の配向方向を定めた。図 9（a）中、丸記号を結んだ折れ線 L 1 が、横切れ刃 2 4 に対して 90°をなすように複数本の炭素繊維 C を配列させた、上記チップ 1 1 4 を用いての実験結果を表している。これに対して、四角記号を結んだ折れ線 L 2 は、横切れ刃 2 4 に対して 0°をなすように、すなわち平行になるように複数の炭素繊維 C を配列させたチップを用いての実験結果を表している。さらに、図 9（a）中、三角記号を結んだ折れ線 L 3 が、基材部 1 8 のみからなるチップを用いての実験結果を表している。

40

50

【0065】

図9から、比較用のチップの寿命よりも、チップ114の寿命の方が長いことが明らかであり、本発明により優れた効果が奏されることが示された。この結果と、上記第一実施形態におけるシミュレーション結果とに鑑みると、熱発生源である略長方形形状の刃先領域S3（図9（b）参照）の長辺に平行な切れ刃24に対して概ね90°をなす方向に炭素繊維Cを配列させて、刃先から熱を逃がすことで、刃先領域S3からの熱の発散（放熱）が促進されて摩耗（逃げ面摩耗）の進行が抑制され、逃げ面32が摩耗するのが抑制されたと考えられる。したがって、チップ114の寿命が長くなったと考えられる。

【0066】

しかしながら、上記の如く、炭素系物質層120に切れ刃24、26が設けられている場合、切削加工を行うと、被削材12に炭素系物質層120が直接に接触することに起因して、炭素系物質層120が部分的に剥離したり、折損したりするので、その分、チップ114の寿命は短くなる。そこで、炭素系物質層120のこのような損傷を防ぐようにした、チップ214を備えたバイト210を第三実施形態として次に説明する。ただし、第三実施形態のバイト210は、上記第二実施形態のバイト110と、チップのみが異なる。それ故、以下では、相違点である、第三実施形態のチップ214のみについて説明する。そして、上で説明したのと同じ構成要素には同じ符号を付して説明を省略する。なお、上記第一および第二実施形態について述べたのと同様の変更や修正が、第三実施形態に対しても可能であることをここで述べ、この説明を以下では省略する。

【0067】

図10に本第三実施形態のチップ214の透視図を概念的に示す。基材部18の上部に、上記炭素系物質層120が設けられている。ただし、炭素系物質層120は、基材部18の上面18u全体を覆うように設けられるのではなく、その上面18uの切れ刃24、26近傍を除いた一部の領域を覆うように配置される。

【0068】

炭素系物質層120は、基材部18に形成された切れ刃24、26から所定の距離離されて、基材部18上に配置されている。その結果、炭素系物質層120により覆われていない部分（領域）18cが基材部18の上面18uに存在する。その部分18cはすくい面30を形成し、その一部に凹形状のチップブレイカ30aが形成されている。

【0069】

図11に、チップ214の側面図を概念的に示すと共に、チップ214を用いて切削したときに被削材12から排出される切りくず12aの流れを模式的に示す。なお、図11では、図10とは異なり、炭素系物質層120の端面120aを、チップブレイカ30aに滑らかに連続するより好ましい形状に描いている。切れ刃24、26近傍に形成されたチップブレイカ30aにより方向付けられた切りくず12aは、炭素系物質層120の端面120aに触れるように流れる。また、切れ刃24、26と炭素系物質層120との間の距離はさほど小さくなく、切れ刃後方のすくい面30に形成される熱発生源、すなわち刃先領域の端部に概ね炭素系物質層120は至っている、あるいは隣接している。これにより、上記第一および第二実施形態のチップ14、114と同様に、切れ刃24、26近傍の熱発生源である刃先領域から熱を適切に逃がすことが可能になる。

【0070】

なお、図12に示すように、上記第三実施形態のチップ214の上部表面を覆うように、板状のチップブレイカ222を設け、炭素系物質層120の損傷をさらに防ぐようにしても良い。これにより、チップ214の寿命がさらに長くなる。あるいは、図12においてチップブレイカ222としている部分を、上記第一実施形態の表面層部の如き被覆層としても良い。

【0071】

なお、チップが基材部のみからなるときなどには、別体で製作した炭素系物質層のみからなるシートを基材部の上部表面に設置して貼り付け、あるいはチップブレイカ222、押え駒などを用いて固定することで、本発明の如き効果を奏させることも可能である。

【0072】

次に、本発明に係る第四実施形態を説明する。切削工具であるフライスカッター310は、フライス用の交換可能なチップ314を備えている。チップ314は、基材部318と、中間層部320と、表面層部322とを備えている。チップ314の基材部318と、中間層部320と、表面層部322とは、それぞれ上記第一実施形態のバイト10のチップ14における基材部18と、中間層部20と、表面層部22と概ね同じ構成である。なお、本第四実施形態のチップ314においても、上記第一から第三実施形態に関して述べたのと、同様の形態、および同様の修正や変更が可能である。

【0073】

フライスカッター310を、図13に概念的に示す。フライスカッター310は、四つの刃部334を有していて、それぞれの刃部334にチップ314が交換可能に設けられている。例えば、図13において上から下に向けて、フライスカッター310が被削材に押し付けられて平面上で動かされる間、チップ314は所定の切り込みで被削材を削る。そして、回転方向Rの方向に回転されている底部切れ刃336および側部切れ刃338によって、不図示の被削材は切削される。

【0074】

図13の円Aで囲った領域にあるチップ314の拡大模式図を図14に示す。チップ314は、上記の如く、基材部318と、中間層部320と、表面層部322とを備えているが、図14では、チップ314の表面に中間層部320の炭素繊維Cをその配置領域および配列方向のみが分かるように概念的に表している。チップ314では、その中間層部320の全体ではなく、一部に炭素繊維Cが配置されている。しかしながら、例えば上記第一実施形態の如く、その中間層部320の全体に炭素繊維Cが配置されても良い。また、チップ314では、その中間層部320の炭素繊維Cは、底部切れ刃336に直交する方向に配列されている。換言すると、チップ314の炭素繊維Cは、フライスカッター310の回転軸に概ね平行な方向に配列されている。これは、フライスカッター310において、刃先領域S4が図14に示すような長方形の形状のときに、特に優れた効果が奏されるべくなされている。図14に示すように、刃先領域S4は、長辺が底部切れ刃336に平行であり、短辺が側部切れ刃338に平行であり、底部切れ刃336と側部切れ刃338とにより境界が定められている。炭素繊維Cの配列方向（配向方向）は、上記第一実施形態の表1に表したシミュレーション結果に基づいている。それ故、刃先領域S4に対して、その長方形の長辺に直交する方向に炭素繊維Cが配向されて、中間層部320の幅方向に炭素繊維Cが配列されるので、チップ314の温度は最も低くなる。

【0075】

なお、チップ314にほぼ正方形の刃先領域S5が定められる場合には、図15に示すように、炭素繊維Cを底部切れ刃336に対してのみならず、それを側部切れ刃338に対しても直交するように、炭素繊維Cを網目状に配列させることもできる。これにより、刃先領域S5から炭素繊維Cを介して、熱を適切に逃がすことが可能になる。なお、このような配置は、上記第一から第三実施形態のチップ14、114、214にも適用できる。

【0076】

なお、本発明は、上記第一実施形態から第四実施形態の如く、切削用チップが独立して形成され、この切削用チップが各種の保持手段などにより取り付けられた、切削用チップを備える切削工具を提供するのみならず、切削用チップに相当する刃部を有する切削工具を含むものとしても良い。すなわち、切削工具の基材部の上部に、黒鉛結晶構造を有する炭素系物質を、切れ刃に対して所定の方向において前記炭素系物質の熱伝導率が前記基材部の熱伝導率よりも高くなるように設けた切削工具も好ましくは本発明に含まれる。

【0077】

以上、本発明を上記第一から第四実施形態、ならびにそれらの変形例などに基づいて説明したが、本発明はこれらに限定されず、様々な修正や変更を許容する。本発明の切削用チップは、旋削用チップ、旋削用刃先交換型チップ、フライス加工用刃先交換型チップ、

10

20

30

40

50

エンドミル用チップ、穴あけ加工用チップなどの各種の切削用チップに適用できる。また、本発明の切削用チップは、平面図におけるその形状が円形、楕円形、三角形、長方形、菱形、正方形、多角形などであるチップ、および割出可能な刃部を複数有するチップなどに適用できる。また、本発明の切削工具は、旋削や、フライス削り、穴あけなどに用いられる各種の切削工具に適用できる。さらに、本発明では、刃先領域の種々の形状に対応すべく、炭素繊維等の炭素系物質の種々の配列、配置を許容する。例えば、炭素繊維 C の配列方向は上記実施形態に限定されず、種々の切削条件、例えば、切り込み量、送り量、切削速度に応じて、いずれの切れ刃に対して直交する方向に揃えられるのか、炭素繊維 C の配列方向は、ユーザにより選定されるようにして良い。

【図面の簡単な説明】

10

【0078】

【図1】第一実施形態に係る切削工具であるバイトの作動状態を示す概念図である。

【図2】図1のバイトの概念的な模式図である。

【図3】図1のバイトのチップの概念的な拡大透視図である。

【図4】第一実施形態のバイトに対するシミュレーションモデルである。

【図5】図4のチップの拡大図である。

【図6】第一実施形態に係るチップの変形例を説明するための図である。

【図7】第一実施形態に係るチップの変形例を説明するための図である。

【図8】第二実施形態のバイトに備えられるチップの概念的な透視図である。

【図9】(a)は第二実施形態のチップを用いての実験結果を表したグラフであり、(b)は実験に用いたチップの炭素繊維の配列方向を説明するための図である。 20

【図10】第三実施形態のバイトに備えられるチップの概念的な透視図である。

【図11】第三実施形態のチップの概念的な側面図であり、切りくずの流れを説明するための図である。

【図12】第三実施形態のチップ上に、板状のチップブレーカを設けたところを示す側面図である。

【図13】第四実施形態に係る切削工具であるフライスカッターの概念図である。

【図14】図13の円Aで囲った領域にあるチップの概念的な拡大図である。

【図15】第四実施形態に係るチップの変形例を説明するための図である。

【符号の説明】

30

【0079】

10 バイト

310 フライスカッター

14、114、214、314 チップ

18 基材部

20 中間層部

22 表面層部

24 横切れ刃

26 前切れ刃

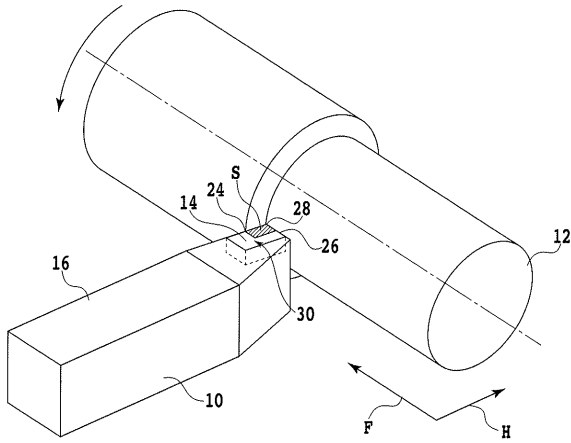
28 コーナー切れ刃

40

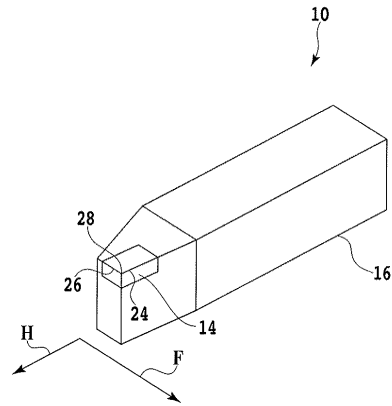
120 炭素系物質層

C 炭素繊維

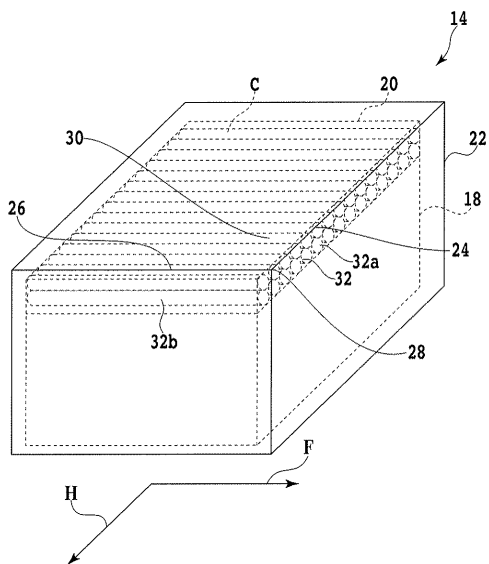
【図 1】



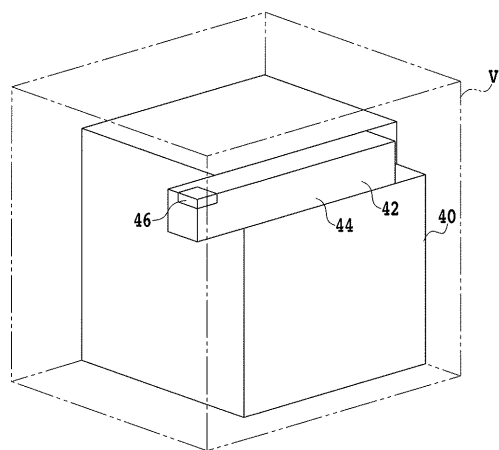
【図 2】



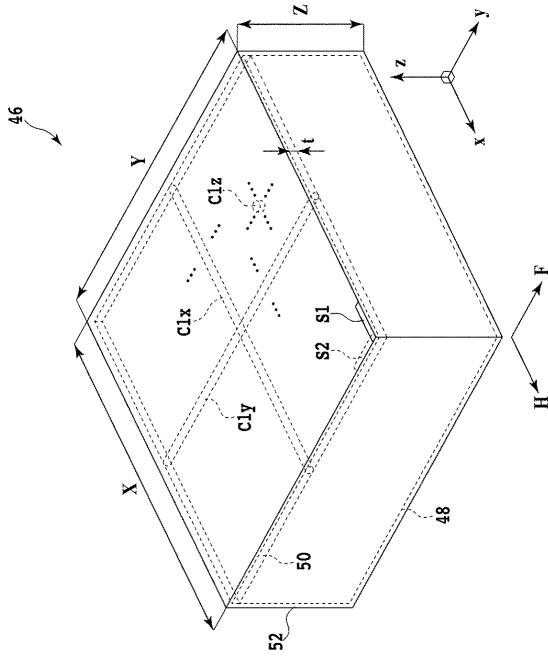
【図 3】



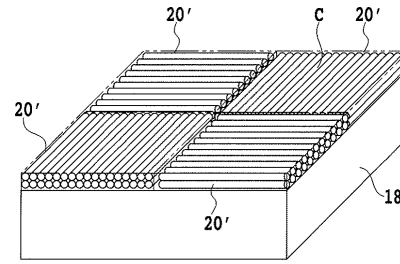
【図 4】



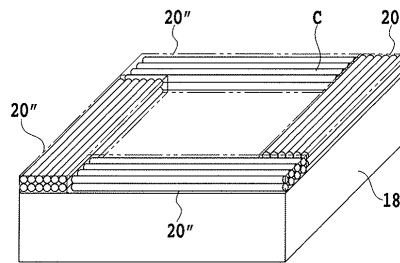
【図 5】



【図 6】

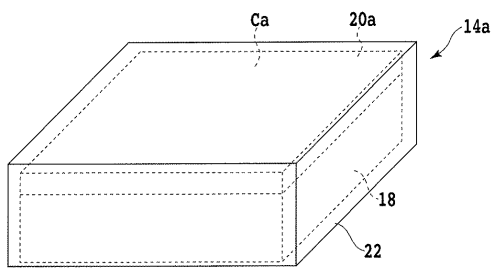


(a)

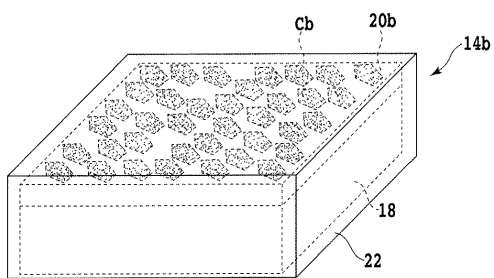


(b)

【図 7】

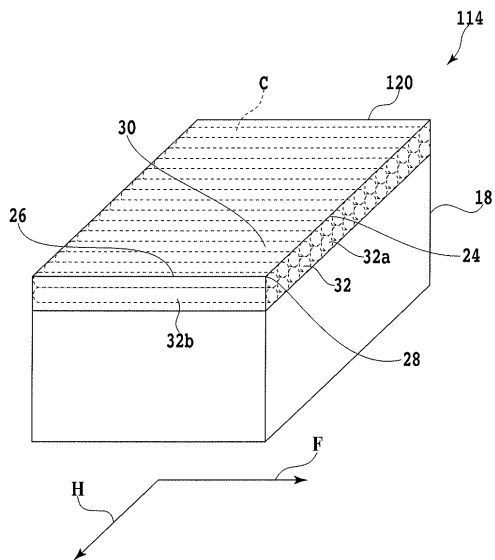


(a)

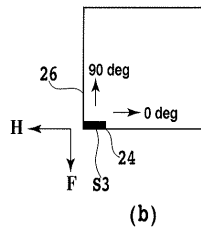
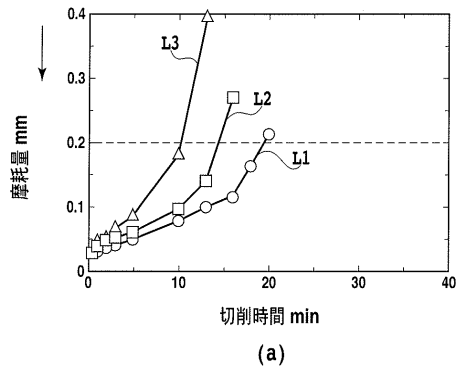


(b)

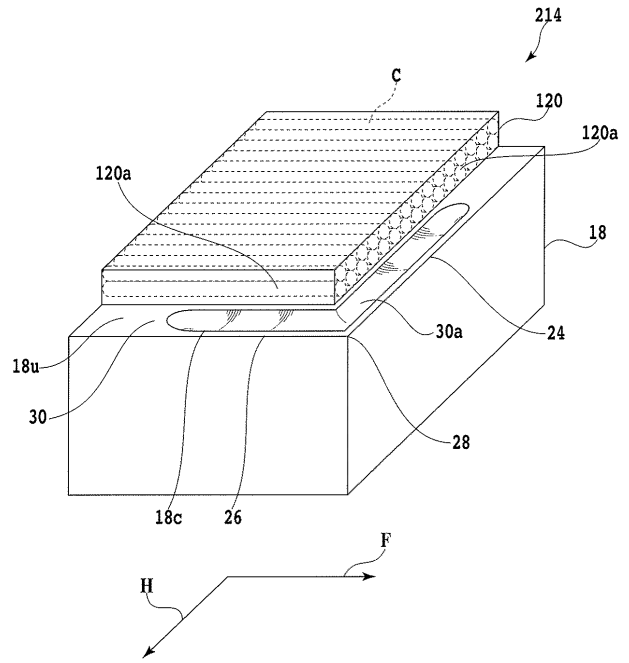
【図 8】



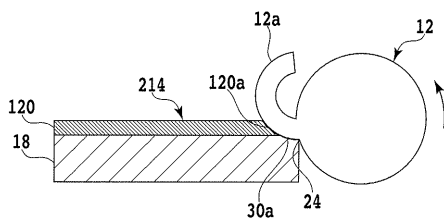
【図 9】



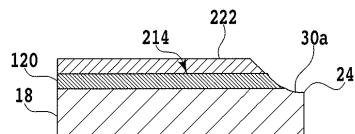
【図 10】



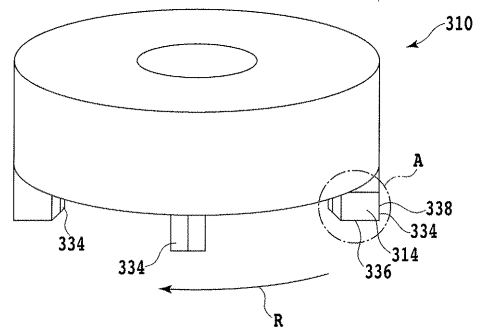
【図 11】



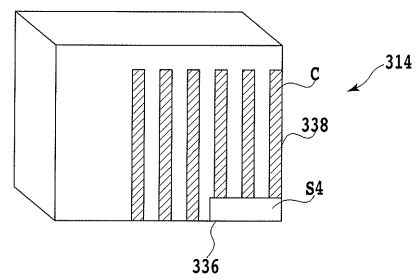
【図 12】



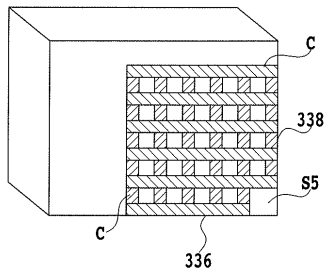
【図 13】



【図 14】



【図 15】



フロントページの続き

(72)発明者 臼杵 年

島根県松江市西川津町 1 0 6 0 国立大学法人島根大学総合理工学部内

Fターム(参考) 3C046 FF02 FF09 FF16

4G146 AA02 AB06 AD16 AD40 BA42 BC05