

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6724928号
(P6724928)

(45) 発行日 令和2年7月15日 (2020.7.15)

(24) 登録日 令和2年6月29日 (2020.6.29)

(51) Int. Cl. F I
CO 1 B 32/25 (2017.01) CO 1 B 32/25
CO 1 B 32/15 (2017.01) CO 1 B 32/15

請求項の数 1 (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願2017-547710 (P2017-547710)	(73) 特許権者	000002130
(86) (22) 出願日	平成28年10月7日 (2016.10.7)		住友電気工業株式会社
(86) 国際出願番号	PCT/JP2016/079937		大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号
(87) 国際公開番号	W02017/073296	(74) 代理人	110001195
(87) 国際公開日	平成29年5月4日 (2017.5.4)		特許業務法人深見特許事務所
審査請求日	平成31年3月22日 (2019.3.22)	(72) 発明者	角谷 均
(31) 優先権主張番号	特願2015-214035 (P2015-214035)		兵庫県伊丹市昆陽北一丁目1番1号 住友
(32) 優先日	平成27年10月30日 (2015.10.30)		電気工業株式会社 伊丹製作所内
(33) 優先権主張国・地域又は機関	日本国 (JP)	(72) 発明者	佐藤 武
			兵庫県伊丹市昆陽北一丁目1番1号 住友
			電気工業株式会社 伊丹製作所内
		審査官	廣野 知子

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 複合多結晶体

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ダイヤモンド粒子が互いに直接結合して形成される多結晶ダイヤモンドと、前記多結晶ダイヤモンド中に分散される非ダイヤモンド状炭素と、を含み、

含有水素濃度が1000ppm以下であり、

前記多結晶ダイヤモンドの相が三次元的に連続しており、

前記多結晶ダイヤモンドを形成する前記ダイヤモンド粒子の平均粒径が10nm以上500nm以下であり、

前記非ダイヤモンド状炭素の平均粒径が10nm以上500nm以下であり、

複合多結晶体の全体に対する前記非ダイヤモンド状炭素の占める割合は、前記複合多結晶体のX線回折プロファイルにおいて前記非ダイヤモンド状炭素の(002)面に由来するX線回折ピークの面積をI_g(002)とし前記多結晶ダイヤモンドの(111)面に由来するX線回折ピークの面積をI_d(111)とするときの100×I_g(002)/{I_d(111)+I_g(002)}の値が、0.1%以上30%以下であり、

前記非ダイヤモンド状炭素がグラファイトおよびアモルファスカーボンのいずれかであり、

ヌープ硬度が50GPa以上である複合多結晶体。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

10

20

本発明は、複合多結晶体に関する。本出願は、2015年10月30日に出願した日本特許出願である特願2015-214035号に基づく優先権を主張し、当該日本特許出願に記載された全ての記載内容を援用するものである。

【背景技術】

【0002】

ダイヤモンドは地上に存在する物質の中で最も高硬度の物質であるため、ダイヤモンドを含む焼結体あるいは多結晶体は、耐摩耗工具、切削工具などの材料として用いられている。

【0003】

特開2003-292397号公報（特許文献1）は、超高压高温下でグラファイト型層状構造の炭素物質から焼結助剤や触媒の添加なしに変換焼結されたダイヤモンドからなる多結晶体であって、ダイヤモンドの平均粒径が100nm以下であり、純度が99%以上のダイヤモンド多結晶体を開示する。また、間接的に加熱する手段を備えた圧力セルに非ダイヤモンド炭素物質を入れ、加熱および加圧を行なうことにより、焼結助剤や触媒の添加なしに直接変換でダイヤモンド多結晶体を製造する方法を開示する。

10

【0004】

国際公開第2009/099130号（特許文献2）は、超高压高温下で非ダイヤモンド型炭素から焼結助剤や触媒の添加なしに変換焼結されて得られたダイヤモンド多結晶体であって、該ダイヤモンド多結晶体を構成する焼結ダイヤモンド粒子の平均粒径が50nmより大きく2500nm未満であり、純度が99%以上であり、かつ、ダイヤモンドのD90粒径が（平均粒径+平均粒径×0.9）以下であることを特徴とするダイヤモンド多結晶体を開示する。

20

【0005】

特開平9-142933号公報（特許文献3）は、希土類元素の酸化物および／または炭酸化物および／または炭化物からなる物質を0.1～30体積%含み残部がダイヤモンドであることを特徴とするダイヤモンド多結晶体を開示する。

【0006】

特開2005-239472号公報（特許文献4）は、平均粒径が2μm以下の焼結ダイヤモンド粒子と、残部の結合相とを備えた高強度・高耐摩耗性ダイヤモンド焼結体であって、ダイヤモンド焼結体中の焼結ダイヤモンド粒子の含有率は80体積%以上98体積%以下であり、結合相中の含有率が0.5質量%以上50質量%未満であるチタン、ジルコニウム、ハフニウム、バナジウム、ニオブ、タンタル、クロム、およびモリブデンからなる群より選らばれる少なくとも1種以上の元素と、結合相中の含有率が50質量%以上99.5質量%未満であるコバルトと、を結合相は含み、チタン、ジルコニウム、ハフニウム、バナジウム、ニオブ、タンタル、クロム、およびモリブデンからなる群より選らばれる少なくとも1種以上の元素の一部または全部が平均粒径0.8μm以下の炭化物粒子として存在し、炭化物粒子の組織は不連続であり、隣り合う焼結ダイヤモンド粒子同士は互いに結合していることを特徴とする高強度・高耐摩耗性ダイヤモンド焼結体を開示する。

30

【先行技術文献】

40

【特許文献】

【0007】

【特許文献1】特開2003-292397号公報

【特許文献2】国際公開第2009/099130号

【特許文献3】特開平9-142933号公報

【特許文献4】特開2005-239472号公報

【発明の概要】

【0008】

本開示の複合多結晶体は、ダイヤモンド粒子が互いに直接結合して形成される多結晶ダイヤモンドと、多結晶ダイヤモンド中に分散される非ダイヤモンド状炭素と、を含み、含

50

有水素濃度が1000ppm以下である。

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1】図1は、本発明のある態様にかかる複合多結晶体の概略断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0010】

[本開示が解決しようとする課題]

特開2003-292397号公報（特許文献1）および国際公開第2009/099130号（特許文献2）に開示されるダイヤモンド多結晶体は、耐摩耗工具である伸線ダイスに適用すると、局所摩耗により伸線時の引抜抵抗が増大し伸後の線径が小さくなり断線が多くなり、切削工具であるスクライブホイールや掘削用ビットに適用すると、局所摩耗、衝撃による欠けなどにより工具寿命が短くなるという問題点があった。

10

【0011】

特開平9-142933号公報（特許文献3）および特開2005-239472号公報（特許文献4）に開示されるダイヤモンド多結晶体または焼結体は、耐摩耗工具である伸線ダイスに適用すると、含まれる金属の酸化物および金属により摩擦係数が高くなるため伸線抵抗が増大し伸後の線径が小さくなり断線が多くなり、切削工具であるスクライブホイールや掘削用ビットに適用すると、含まれる金属の酸化物および金属により摩擦係数が高くなるため切削抵抗が大きくなり、また含まれる金属の熱膨張による内部破壊により、工具寿命が短くなるという問題点があった。

20

【0012】

上記のように、工具寿命が短くなるという問題点は、いずれもダイヤモンド多結晶体または焼結体の摩耗に関わっていた。そこで、耐摩耗工具、切削工具などの材料として好適に用いられる耐摩耗性の高い、多結晶ダイヤモンドと非ダイヤモンド状炭素とを含む複合多結晶体を提供することを目的とする。

[本開示の効果]

かかる態様によれば、耐摩耗工具、切削工具などの材料として好適に用いられる耐摩耗性の高い、多結晶ダイヤモンドと非ダイヤモンド状炭素とを含む複合多結晶体を提供できる。かかる複合多結晶体は、耐摩耗性が高いことから、摩耗により工具寿命が短くなるのを防ぐため、工具寿命を延ばすことができる。

30

【0013】

[本発明の実施形態の説明]

本発明のある実施形態である複合多結晶体は、ダイヤモンド粒子が互いに直接結合して形成される多結晶ダイヤモンドと、多結晶ダイヤモンド中に分散される非ダイヤモンド状炭素とを含み、含有水素濃度が1000ppm以下である。本実施形態の複合多結晶体は、含有水素濃度が1000ppm以下であるため、耐摩耗性が高い。

【0014】

本実施形態の複合多結晶体は、多結晶ダイヤモンドの相が三次元的に連続していることが好ましい。かかる複合多結晶体は、耐摩耗性がより高い。

【0015】

本実施形態の複合多結晶体は、多結晶ダイヤモンドを形成するダイヤモンド粒子の平均粒径が10nm以上500nm以下であることが好ましい。かかる複合多結晶体は、耐摩耗性がより高い。

40

【0016】

本実施形態の複合多結晶体は、非ダイヤモンド状炭素の平均粒径が10nm以上500nm以下であることが好ましい。かかる複合多結晶体は、耐摩耗性がより高い。

【0017】

本実施形態の複合多結晶体の全体に対する非ダイヤモンド状炭素の占める割合は、複合多結晶体のX線回折プロファイルにおいて非ダイヤモンド状炭素の（002）面に由来するX線回折ピークの面積をI_g（002）とし多結晶ダイヤモンドの（111）面に由来

50

するX線回折ピークの面積を $I_d(111)$ とするときの $100 \times I_g(002) / \{I_d(111) + I_g(002)\}$ の値が、0.1%以上30%以下であることが好ましい。かかる複合多結晶体は、耐摩耗性がより高い。

【0018】

本実施形態の複合多結晶体は、非ダイヤモンド状炭素がグラファイトであることが好ましい。かかる複合多結晶体は、耐摩耗性がより高い。

【0019】

本実施形態の複合多結晶体は、非ダイヤモンド状炭素がアモルファスカーボンであることが好ましい。かかる複合多結晶体は、耐摩耗性がより高い。

【0020】

本実施形態の複合多結晶体は、ヌープ硬度が50GPa以上であることが好ましい。かかる複合多結晶体は、耐摩耗性がより高い。

【0021】

本実施形態の複合多結晶体は、ダイヤモンド粒子が互いに直接結合して形成される多結晶ダイヤモンドと、多結晶ダイヤモンド中に分散される非ダイヤモンド状炭素と、を含み、含有水素濃度が1000ppm以下であり、多結晶ダイヤモンドの相が三次元的に連続しており、多結晶ダイヤモンドを形成するダイヤモンド粒子の平均粒径が10nm以上500nm以下であり、非ダイヤモンド状炭素の平均粒径が10nm以上500nm以下であり、複合多結晶体の全体に対する非ダイヤモンド状炭素の占める割合は、複合多結晶体のX線回折プロファイルにおいて非ダイヤモンド状炭素の(002)面に由来するX線回折ピークの面積を $I_g(002)$ とし多結晶ダイヤモンドの(111)面に由来するX線回折ピークの面積を $I_d(111)$ とするときの $100 \times I_g(002) / \{I_d(111) + I_g(002)\}$ の値が、0.1%以上30%以下であり、非ダイヤモンド状炭素がグラファイトおよびアモルファスカーボンのいずれかであり、ヌープ硬度が50GPa以上である。かかる複合多結晶体は、耐摩耗性がさらに高い。

【0022】

[本発明の実施形態の詳細]

(複合多結晶体)

図1を参照して、本実施形態の複合多結晶体10は、ダイヤモンド粒子が互いに直接結合して形成される多結晶ダイヤモンド11と、多結晶ダイヤモンド11中に分散される非ダイヤモンド状炭素12とを含み、含有水素濃度が1000ppm以下である。本実施形態の複合多結晶体は、耐摩耗性が高い観点から、含有水素濃度が1000ppm以下であり、500ppm以下が好ましく、300ppm以下がより好ましい。

【0023】

複合多結晶体10に含まれる多結晶ダイヤモンド11および非ダイヤモンド状炭素12は、SEM(走査型電子顕微鏡)またはTEM(透過型電子顕微鏡)で観察する。SEM観察またはTEM観察において、多結晶ダイヤモンド11は明視野として、非ダイヤモンド状炭素12は暗視野として確認される。また、複合多結晶体10の含有水素濃度は、SIMS(二次イオン質量分析法)により測定する。

【0024】

複合多結晶体10の多結晶ダイヤモンド11において、ダイヤモンド粒子が互いに直接結合するとは、ダイヤモンド粒子同士が互いに直接接触するように結合することをいい、たとえば、ダイヤモンド粒子がバインダーなどの他の異粒子を介在させずに互いに結合することをいう。ダイヤモンド粒子が互いに直接結合することは、SEM観察またはTEM観察により確認する。

【0025】

本実施形態の複合多結晶体10は、耐摩耗性がより高い観点から、多結晶ダイヤモンド11の相が三次元的に連続していることが好ましい。ここで、多結晶ダイヤモンド11の相が三次元的に連続しているとは、多結晶ダイヤモンド11の相が三次元空間において途切れなく続いて存在する連続相であることをいう。

【0026】

本実施形態の複合多結晶体10は、耐摩耗性がより高い観点から、多結晶ダイヤモンド11を形成するダイヤモンド粒子の平均粒径が10nm以上500nm以下が好ましく、30nm以上300nm以下がより好ましい。

【0027】

本実施形態の複合多結晶体10は、耐摩耗性がより高い観点から、非ダイヤモンド状炭素12の平均粒径が10nm以上500nm以下が好ましく、30nm以上300nm以下がより好ましい。

【0028】

複合多結晶体10における多結晶ダイヤモンドを形成するダイヤモンド粒子の平均粒径および非ダイヤモンド状炭素の平均粒径とは、それぞれの粒子の平均の断面積に等しい面積の直径を意味する。

10

【0029】

本実施形態の複合多結晶体10の全体に対する非ダイヤモンド状炭素12の占める割合は、複合多結晶体10の耐摩耗性がより高い観点から、複合多結晶体10のX線回折プロファイルにおいて非ダイヤモンド状炭素12の(002)面に由来するX線回折ピークの面積を $I_g(002)$ とし多結晶ダイヤモンド11の(111)面に由来するX線回折ピークの面積を $I_d(111)$ とするときの $100 \times I_g(002) / \{I_d(111) + I_g(002)\}$ の値が、0.1%以上30%以下が好ましく、0.5%以上25%以下がより好ましい。

20

【0030】

複合多結晶体10のX線回折プロファイルは、線源をCuのK α 線として、2 θ スキャン法により測定する。

【0031】

本実施形態の複合多結晶体10は、耐摩耗性がより高い観点から、非ダイヤモンド状炭素12がグラファイトであることが好ましい。

【0032】

本実施形態の複合多結晶体10は、耐摩耗性がより高い観点から、非ダイヤモンド状炭素12がアモルファスカーボンであることが好ましい。

【0033】

30

本実施形態の複合多結晶体10は、耐摩耗性がより高い観点から、ヌープ硬度が50GPa以上が好ましく、60GPa以上がより好ましい。

【0034】

本実施形態の複合多結晶体10は、耐摩耗性がさらに高い観点から、ダイヤモンド粒子が互いに直接結合して形成される多結晶ダイヤモンド11と、多結晶ダイヤモンド11中に分散される非ダイヤモンド状炭素12と、を含み、含有水素濃度が1000ppm以下であり、多結晶ダイヤモンド11の相が三次元的に連続しており、多結晶ダイヤモンド11を形成するダイヤモンド粒子の平均粒径が10nm以上500nm以下であり、非ダイヤモンド状炭素12の平均粒径が10nm以上500nm以下であり、複合多結晶体10の全体に対する非ダイヤモンド状炭素12の占める割合は、複合多結晶体10のX線回折プロファイルにおいて非ダイヤモンド状炭素12の(002)面に由来するX線回折ピークの面積を $I_g(002)$ とし多結晶ダイヤモンド11の(111)面に由来するX線回折ピークの面積を $I_d(111)$ とするときの $100 \times I_g(002) / \{I_d(111) + I_g(002)\}$ の値が、0.1%以上30%以下であり、非ダイヤモンド状炭素12がグラファイトおよびアモルファスカーボンのいずれかであり、ヌープ硬度が50GPa以上である。

40

【0035】

(複合多結晶体の製造方法)

本実施形態の複合多結晶体10の製造方法は、特に制限はないが、耐摩耗性の高い複合多結晶体10を効率よくかつ低コストで製造する観点から、原料として非ダイヤモンド状

50

炭素を準備する原料準備工程と、上記原料をダイヤモンド相が形成される温度および圧力の条件で焼結することにより複合多結晶体10を形成する複合多結晶体形成工程と、を含むことが好ましい。

【0036】

原料準備工程において準備される原料非ダイヤモンド状炭素は、粉末であっても成形体であってもよい。粉末の平均粒径、あるいは成形体を形成する粒子の平均粒径は、得られる複合多結晶体の耐摩耗性がより高くなる観点から、10nm以上が好ましく、30nm以上がより好ましく、また、1000nm以下が好ましく、300nm以下がより好ましい。また、原料非ダイヤモンド状炭素は、高品質かつ高純度の複合多結晶体を形成する観点から、グラファイトであることが好ましく、グラファイトの純度は99質量%以上が好ましく、99.5質量%以上がより好ましい。また、原料非ダイヤモンド状炭素は、得られるダイヤモンド複合多結晶体の耐摩耗性を高くする観点から、含有水素濃度が1000ppm以下が好ましく、500ppm以下がより好ましい。なお、原料非ダイヤモンド状炭素であるグラファイトの含有水素濃度は、昇温脱離ガス分析法などで測定する。

10

【0037】

複合多結晶体形成工程において、焼結条件は、ダイヤモンド相が形成される温度および圧力の条件であれば特に制限はないが、効率よくダイヤモンド相を形成しかつ非ダイヤモンド状炭素の相の占める割合を調節しやすい観点から、1800℃以上2500℃以下の温度かつ8GPa以上15GPa以下の圧力の条件が好ましい。この条件範囲の中で、たとえば、9GPaでは、2200℃以上2500℃以下、12GPaでは1900℃以上2400℃以下、15GPaでは1800℃以上2200℃以下がより好ましい。かかる高温および高圧を発生させる高温高圧発生装置は、特に制限はなく、ベルト型、キュービック型、分割球型などが挙げられる。

20

【実施例】

【0038】

以下、実施例を挙げて本発明をより詳細に説明するが、本発明はこれらに限定されるものではない。

【0039】

(実施例1～5)

実施例1～5に関わる複合多結晶体を以下の方法で作製した。まず、出発物質として、平均粒径50～200nmのグラファイト粒子を型押し成形された、密度1.85g/cm³、純度99.95質量%以上のグラファイト成形体を準備した(原料準備工程)。次いで、上記で準備したグラファイト成形体を高融点金属からなるカプセルに入れ、高圧発生装置を用いて、表1(「合成条件」の欄)に記載した温度および圧力において20分間保持することにより、グラファイト成形体をダイヤモンドに変換させ、かつ焼結させた(複合多結晶体形成工程)。これにより各種の複合多結晶ダイヤモンドを得た。

30

【0040】

(比較例1)

比較例1に関わる複合多結晶体を以下の方法で作製した。まず、出発物質として、平均粒径200nmのグラファイト粒子を型押し成形された、密度1.85g/cm³、純度99.95質量%のグラファイト成形体を準備した(原料準備工程)。次いで、上記で準備したグラファイト成形体を高融点金属からなるカプセルに入れ、高圧発生装置を用いて、表1(「合成条件」の欄)に記載した温度および圧力において20分間保持することにより、グラファイト成形体をダイヤモンドに変換させ、かつ焼結させた(複合多結晶体形成工程)。

40

【0041】

(比較例2)

比較例2に関わる複合多結晶体を以下の方法で作製した。まず、出発物質として、グラファイト粉末を、遊星ボールミルで平均粒径10nm未満に微粉碎したものを型押し成形して、密度1.80g/cm³、純度99.5質量%のグラファイト成形体を準備した(

50

原料準備工程)。次いで、上記で準備したグラファイト成形体を高融点金属からなるカプセルに入れ、高圧発生装置を用いて、表1(「合成条件」の欄)に記載した温度および圧力において20分間保持することにより、グラファイト成形体をダイヤモンドに変換させ、かつ焼結させた(複合多結晶体形成工程)。

【0042】

上記の様にして得られた実施例1～5および比較例1および2の複合多結晶体の多結晶ダイヤモンドのダイヤモンド粒子および非ダイヤモンド状炭素の存在およびそれらの平均粒径の測定を下記の手法で行なった。

【0043】

複合多結晶体の一断面のSEM観察またはTEM観察によるコントラスト解析により、複合多結晶体中の多結晶ダイヤモンド相(多結晶ダイヤモンドの相)および非ダイヤモンド状炭素相(非ダイヤモンド状炭素の相)を確認した。実施例1～5および比較例1および2の複合多結晶体のいずれにおいても、複合多結晶体中の多結晶ダイヤモンド相においてダイヤモンド粒子が互いに直接結合していること、および多結晶ダイヤモンド相が三次元的に連続していることを確認した。

【0044】

上記SEM観察またはTEM観察において粒界が見分けられる条件で撮影した後、画像処理(二値化)を行い、多結晶ダイヤモンド相を形成するダイヤモンド粒子および非ダイヤモンド状炭素相を形成する非ダイヤモンド状炭素の面積の平均を算出し、その面積と同じ面積を有する円の直径を算出し、ダイヤモンド粒子の平均粒径および非ダイヤモンド状炭素の平均粒径を得た。

【0045】

実施例1～3における非ダイヤモンド状炭素がグラファイトであったこと、実施例4、5および比較例2における非ダイヤモンド状炭素がアモルファスカーボンであったことは、後述のX線回折プロファイルにおけるX線回折ピークの発現位置および半値幅により識別した。このように、原料としてグラファイト成形体を用いても、合成条件によって、非ダイヤモンド状炭素として、グラファイトが得られる場合とアモルファスカーボンが得られる場合とがあった。

【0046】

また、複合多結晶体のX線回折プロファイルを、線源をCuのK α 線とするX線を用いて、2 θ スキャン法により測定し、非ダイヤモンド状炭素12の(002)面に由来するX線回折ピークの面積をI_g(002)とし多結晶ダイヤモンド11の(111)面に由来するX線回折ピークの面積をI_d(111)とするときの $100 \times I_g(002) / \{ I_d(111) + I_g(002) \}$ の値を算出した。

【0047】

また、実施例1～5および比較例1および2の複合多結晶体の水素含有量を、SIMSにより計測した。

【0048】

また、実施例1～5および比較例1および2の複合多結晶体のヌープ硬度を、ダイヤモンド製ヌープ型圧子を用いて微小硬度計にて、荷重4.9Nで測定した。

【0049】

さらに、実施例1～5および比較例1および2の複合多結晶体の耐摩耗性を、下記のように評価した。まず、複合多結晶体の試料を直径 ϕ 2mm $\times$ 高さ2mmとなるように加工して、試料ホルダに活性ロウ材により接合し、先端角120°の円錐形状に加工して、その円錐の先端に試験面となる直径 ϕ が 0.3 ± 0.005 mmの平坦面をスカ이프研磨により形成することにより、円錐台形状のダイヤモンド試料片を作製した。次いで、この試料片をマシニングセンターの主軸に取り付けてツールとし、エアーシリンダーを使用してエアー圧0.3MPaで試料片に一定荷重をかけて、アルミナ(Al₂O₃)焼結体板(粒径:数ミクロン、純度:99.9%)に押し付けて摺動させた。このAl₂O₃焼結体板の大きさは100 $\times$ 100 $\times$ 0.1mmとし、試料片が渦巻模様を描くようにツールの軌道

を設定した。ツールの移動速度は5 m/min、摺動距離10 km、摺動時間2000 minとした。摺動試験後の先端径の広がりを計測して摩耗量を算出した。上記の結果を表1にまとめた。

【0050】

【表1】

ダイヤモンド多結晶体										
原料 グラファイト 成形体の グラファイト 粒子の 平均粒径 (nm)	合成条件		多結晶ダイ ヤモンドのダ イヤモンド粒 子の平均 粒径 (nm)	非ダイヤモンド炭素			含有 水素 濃度 (ppm)	スプレッド 硬度 (GPa)	アルミナに対する 摺動試験結果 摩耗量 ($\times 10^{-4}$ mm ³)	
	圧力 (GPa)	温度 (℃)		物質	占有割合 (X線回折 ピーク面積 比、%)	平均粒径 (nm)				
実施例 1	200	10	2500	300	グラファイト	22	400	80	70	0.8
実施例 2	100	12	2400	150	グラファイト	5	200	150	85	1.2
実施例 3	100	13	2000	15	グラファイト	25	80	200	57	1.0
実施例 4	50	13	2300	100	アモルファスカーボン	0.8	50	250	105	1.5
実施例 5	50	10	2200	80	アモルファスカーボン	10	30	400	80	1.2
比較例 1	200	15	2300	120	なし	0	-	150	128	8.5
比較例 2	<10	10	1800	<10	アモルファスカーボン	10	10	1600	45	15

【0051】

表1を参照して、実施例1～5に示すように、ダイヤモンド粒子が直接結合して形成される多結晶ダイヤモンドと、多結晶ダイヤモンド中に分散される非ダイヤモンド炭素とを含み、含有水素濃度が1000 ppm以下である複合多結晶体は、耐摩耗性が高くなった。

【0052】

今回開示された実施の形態および実施例はすべての点で例示であって制限的なものでは

10

20

30

40

50

ないと考えられるべきである。本発明の範囲は上記した説明ではなくて請求の範囲によって示され、請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

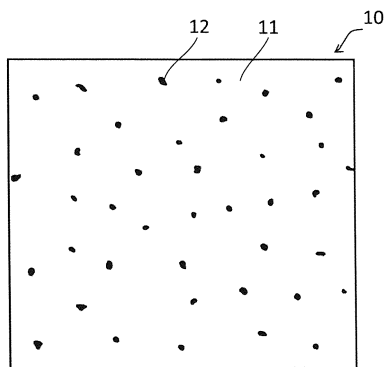
【符号の説明】

【0053】

10 複合多結晶体、11 多結晶ダイヤモンド、12 非ダイヤモンド状炭素。

【図1】

FIG.1



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開昭50-133993 (JP, A)
特開2011-011920 (JP, A)
特開2007-022888 (JP, A)
特開2011-195407 (JP, A)
特開2008-180568 (JP, A)
特開2007-055819 (JP, A)
国際公開第2009/099130 (WO, A1)
特開2004-168554 (JP, A)
特開2004-131336 (JP, A)
特開2003-292397 (JP, A)
角谷均, 入舩徹男, 各種炭素材料からの直接変換による高純度多結晶ダイヤモンドの合成とその特性, 高圧力の科学と技術, 日本, 日本高圧力学会, 2006年 8月20日, 第16巻, 第3号, 第207-215頁

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
C01B 32/00-32/991
C04B 35/52-35/54
B32B 7/00-29/34
JSTPlus (JDreamIII)
JST7580 (JDreamIII)
JSTChina (JDreamIII)