

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5565630号
(P5565630)

(45) 発行日 平成26年8月6日 (2014.8.6)

(24) 登録日 平成26年6月27日 (2014.6.27)

(51) Int. Cl.	F 1	
B 2 3 D 43/02	(2006.01)	B 2 3 D 43/02
C 2 3 C 14/06	(2006.01)	C 2 3 C 14/06 A
B 2 3 B 27/14	(2006.01)	B 2 3 B 27/14 A

請求項の数 3 (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2010-253617 (P2010-253617)	(73) 特許権者	000006264
(22) 出願日	平成22年11月12日 (2010.11.12)		三菱マテリアル株式会社
(65) 公開番号	特開2012-101337 (P2012-101337A)		東京都千代田区大手町一丁目3番2号
(43) 公開日	平成24年5月31日 (2012.5.31)	(74) 代理人	100139240
審査請求日	平成25年9月27日 (2013.9.27)		弁理士 影山 秀一
		(74) 代理人	100076679
			弁理士 富田 和夫
		(74) 代理人	100119921
			弁理士 三宅 正之
		(72) 発明者	田中 耕一
			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	田中 裕介
			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
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 耐摩耗性と仕上げ面精度に優れた表面被覆ブローチ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

超合金焼結体あるいはサーメットあるいは高速度鋼からなるブローチ基体の上に、直接または中間層を介して、

最表面に粒径制御層として $(Cr_{1-x}Al_x)N$ $\{x=0.2\sim0.6\}$ の成分系からなる層厚 $0.2\sim5\mu m$ の硬質被覆層が存在する表面被覆ブローチにおいて、

前記ブローチを構成する切れ刃のうち、先端の切れ刃の硬質被覆層断面の結晶粒径状を観察したとき、前記粒径制御層を構成する結晶粒が幅 $15\sim120nm$ 、高さ $0.2\sim1.8\mu m$ の柱状晶からなり、かつ、前記ブローチを構成する切れ刃のうち、ブローチの先端切れ刃から後端に向けて、皮膜断面の結晶粒径状を観察した際の前記粒径制御層を構成する結晶粒の平均アスペクト比が、 $1\sim100$ の範囲で先端切れ刃における結晶粒の平均アスペクト比の $\frac{1}{3}$ まで漸次減少する領域がブローチの長さ方向に工具切れ刃部の全長の $\frac{2}{3}$ 以上の長さに亘り存在することを特徴とする、優れた耐摩耗性と高い仕上げ面精度を長期間に亘り発揮する表面被覆ブローチ。

【請求項 2】

前記粒径制御層の層厚が、最もブローチ先端に近い位置から後方にかけて、 $0.2\sim5.0\mu m$ の範囲で漸次増加することを特徴とする請求項 1 に記載の表面被覆ブローチ。

【請求項 3】

前記中間層が、Ti の窒化物または炭化物、炭窒化物、または、Ti と Al からなる複合窒化物、Ti と Al と Si からなる複合窒化物、Cr と Al からなる複合窒化物のうち

、いずれかの単層または前記硬質膜群から選ばれる複数の層構造からなる積層構造を有し、層厚 $5\text{ }\mu\text{m}$ 以下であることを特徴とする、請求項 1 または請求項 2 に記載の表面被覆ブローチ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、金属のブローチ加工において、歯の欠損などを生じやすい高硬度材の高速ブローチ加工において、長期間に亘り高い耐摩耗性と高い切りくず排出性、高い仕上げ面精度を維持する、長い工具寿命を実現する表面被覆ブローチを提供する。

【背景技術】

10

【0002】

このようなブローチとしては、軸線を中心として該軸線回りにブローチ回転方向に回転される概略円柱状のブローチ本体の先端側が切刃部とされ、この切刃部の外周に一对の切屑排出溝が、軸線に関して互いに対称となるように、該切刃部の先端面、すなわちブローチ本体の先端逃げ面から後端側に向かうに従い軸線回りにブローチ回転方向の後方側に振れる螺旋状に形成され、これらの切屑排出溝の内周面のうちブローチ回転方向を向く部分の先端側の前記先端逃げ面との交差稜線部に切刃が形成された、いわゆる 2 枚刃のソリッドブローチが知られている。従って、このようなソリッドブローチでは、前記切屑排出溝内周面のブローチ回転方向を向く部分の先端側がこの切刃のすくい面となり、切刃によって生成された切屑は、このすくい面から切屑排出溝の内周面を摺接しつつ、該切屑排出溝の振れによって後端側に送り出されて排出されることとなる。そして、さらにこのようなブローチでは、ブローチ本体の耐摩耗性の向上のために種々の方法が採用されている。

20

【0003】

例えば、特許文献 1 においては、一般式 $(M, Al)(C, N)$ (M は、4, 5, 6 族元素、 Si および希土類元素から選ばれる少なくとも 1 種の金属元素を示す。) で表される被覆層を 2 層積層し、前記被覆層のうち、基体表面に被覆された第 1 被覆層は、層厚が $0.1 \sim 1\text{ }\mu\text{m}$ で平均結晶径が $0.01 \sim 0.1\text{ }\mu\text{m}$ の粒状結晶にて構成され、前記被覆層のうち、第 1 被覆層の表面に被覆された第 2 被覆層は、層厚が $0.5 \sim 5\text{ }\mu\text{m}$ で前記基体に対して垂直な方向に成長した柱状結晶からなり、該柱状結晶の前記基体に対して平行な方向の平均結晶幅が $0.05 \sim 0.3\text{ }\mu\text{m}$ であり、かつ、前記第 2 被覆層の平均結晶幅が前記第 1 被覆層の平均結晶径より大きい表面被覆工具が開示されている。

30

【0004】

また、特許文献 2 においては、炭化タングステン基超合金で構成されたブローチ本体の表面に下部層として Ti と Al と Si の複合酸化膜からなると共に、 $1 \sim 3\text{ }\mu\text{m}$ の平均層厚を有する硬質被覆層、上部層として W と Ti と窒素を含有し、残りが炭素と不可避不純物からなる組成を有すると共に、炭素系非晶質体の素地に、結晶質炭窒化チタン系化合物の微粒が分散分布した組織を示し、かつ $1 \sim 3\text{ }\mu\text{m}$ の平均層厚を有する潤滑性非晶質炭素系被膜を蒸着してなる表面被覆超合金製ブローチが開示されている。

【0005】

また、特許文献 3 においては、イオンプレーティング法において硬質被覆層を被覆してなる、ハイス、超合金、サーメット等の超合金を基体とする工具において、周期律表の 4a、5a、6a 族及び Al の炭化物及び／または窒化物の 1 種または 2 種以上からなる第一の層と、周期律表の 4a、5a、6a 族及び Al の炭化物及び／または窒化物の 1 種または 2 種以上と酸素を含有する第二の層を交互に積層させ、かつ、炭化物、窒化物からなる第一の層とその間に介在する酸素を含有する第二の層が結晶の連続性を有することを特徴とする被覆硬質工具が開示されている。

40

【0006】

また、特許文献 4 においては、ブローチの最終仕上げ刃 1 と隣接する少なくとも 1 枚以上の仕上げ刃 2 の刃先 1、2 にダイヤモンド等のコーティング被膜 3 を形成し、コーティング被膜で形成された刃先に逃げ面 5 と、すくい面 4 と逃げ面との間に所定寸法に機械加

50

工されたストレートランド6を設けたブローチが開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

【特許文献1】国際公開第2007/111301号パンフレット

【特許文献2】特開2006-116643号公報

【特許文献3】特開平11-264066公報

【特許文献4】特開平11-138330公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

10

【0008】

近年のブローチ加工装置のFA化はめざましく、加えてブローチ加工に対する省力化、省エネ化、低コスト化さらに効率化の要求も強く、これに伴い、高速などより高効率のブローチ加工が要求される傾向にあるが、特許文献1、特許文献2、特許文献3に例示されている従来表面被覆工具や従来表面被覆ブローチにおいては、各種の鋼や鋳鉄を通常条件下でブローチ加工した場合に特段の問題は生じないが、耐摩耗性が必要とされるとともに高い仕上げ面精度が必要となる、高速ブローチ加工に用いた場合には、表面皮膜のすべり特性が十分でなく、チップング剥離や切り屑のつまりが原因で、比較的短時間で使用寿命に至る、あるいは摩耗の進行による早期の仕上げ面精度の低下が避けられないのが現状である。また、特許文献4に例示されている従来表面被覆ブローチでは、高い仕上げ面精度を維持できるものの、その製造方法は、蒸着形成した立方晶窒化ほう素やダイヤモンドからなる著しく硬い表面被覆層を機械研磨により除去してストレートランド部を形成する工程からなり、所望の工具を製造するために多大な苦労を要することから、決して効率的であるとは言えない。

20

【課題を解決するための手段】

【0009】

そこで、本発明者らは、前述のような観点から、高速・乾式の深穴用ブローチ加工に用いられた場合にもすぐれた耐摩耗性と切屑排出性を示し表面被覆ブローチの長寿命化を図るべく、ブローチ表面を、例えば、 $(Cr_{1-x}Al_x)N$ $\{x=0.2\sim0.6\}$ の成分系からなる硬質被覆層で構成するとともに、該硬質被覆層の結晶粒組織に着目し鋭意研究を行った結果、次のような知見を得た。

30

【0010】

(a) 硬質被覆層として、例えば $(Cr_{1-x}Al_x)N$ $\{x=0.2\sim0.6\}$ の成分系からなる層の形成を、例えば、図1の概略説明図に示される物理蒸着装置の1種である圧力勾配型Arプラズマガンを利用したイオンプレーティング装置にブローチ基体を装着し、例えば、

工具基体温度：380～420℃、

蒸発源1：金属Cr

蒸発源1に対するプラズマガン放電電力：9～13kW、

蒸発源2：金属Al

40

蒸発源2に対するプラズマガン放電電力：6～11kW、

反応ガス流量：窒素(N_2)ガス 75～100sccm

放電ガス：アルゴン(Ar)ガス 45～60sccm、

ブローチ基体に印加する直流バイアス電圧：+3～+10V、

という特定の条件下で、かつ、成膜速度がブローチ基体の先端からの距離に沿って漸次増加するように調整された成膜条件で反応性蒸着形成した場合、この結果形成された硬質被覆層を備えた表面被覆ブローチは、従来の表面被覆ブローチに比して、高速・乾式の深穴加工において、すぐれた耐摩耗性および高い仕上げ面精度を示すことを見出した。

【0011】

(b) 前記硬質被覆層の断面組織を透過型電子顕微鏡で観察したところ、図2の断面斜視

50

図に示すように、層厚方向の縦断面においては、ブローチ先端部で、ブローチ基体表面に対して直立方向に成長した柱状晶の結晶粒が形成され、また、結晶粒の平均アスペクト比が、ブローチ先端から後方に向けて、1～100の範囲で先端切れ刃における平均アスペクト比の3分の1まで漸次減少する領域が切れ刃部全体の2分の1の長さまで存在することを確認した。

【0012】

(c)そして、表面被覆ブローチの硬質被覆層を、前記結晶粒組織を持つ硬質被覆層（以下、粒径制御層）で構成すると以下のような効果を発揮する。すなわち、工具先端部における切れ刃逃げ面は高熱・高負荷がかかるため、高アスペクト比の柱状晶の皮膜にて構成し高い耐摩耗性を実現するとともに、後端部の切れ刃は長期間に亘り仕上げ面を維持する目的で、低アスペクト比の粒状晶にて構成し、かつ、先端部切れ刃から後方切れ刃にかけて、熱および機械的負荷の漸次減少に対応してアスペクト比が漸次減少する様な構造を実現することで、所望の仕上げ面精度を維持したまま優れた耐摩耗性を長期に亘り発揮する。

10

【0013】

本発明は、前記知見に基づいてなされたものであって、

「(1) 超硬合金焼結体あるいはサーメットあるいは高速度鋼からなるブローチ基体の上に直接または中間層を介して、最表面に粒径制御層として $(Cr_{1-x}Al_x)N$ { $x=0.2\sim0.6$ }の成分系からなる層厚 $0.2\sim5\mu m$ の硬質被覆層が存在する表面被覆ブローチにおいて、

20

前記ブローチを構成する切れ刃の膜断面の結晶粒径状を観察したとき、前記粒径制御層を構成する結晶粒が幅 $15\sim120nm$ 、高さ $0.2\sim5\mu m$ の柱状晶からなり、かつ、前記ブローチを構成する切れ刃のうち、ブローチの先端切れ刃から後端に向けて、皮膜断面の結晶粒径状を観察した際の前記粒径制御層を構成する結晶粒の平均アスペクト比が、1～100の範囲で先端切れ刃における結晶粒の平均アスペクト比の3分の1まで漸次減少する領域がブローチの長さ方向に工具切れ刃部の2分の1以上の長さに亘り存在することを特徴とする、すぐれた耐摩耗性と高い仕上げ面精度を長期間に亘り発揮する表面被覆ブローチ。

(2) 前記粒径制御層の層厚が、最もブローチ先端に近い位置から後方にかけて、 $0.2\sim5.0\mu m$ の範囲で漸次増加することを特徴とする(1)に記載の表面被覆ブローチ。

30

(3) 前記中間層が、Tiの窒化物または炭化物、炭窒化物、または、TiとAlからなる複合窒化物、TiとAlとSiからなる複合窒化物、CrとAlからなる複合窒化物のうち、いずれかの単層または前記硬質膜群から選ばれる複数の層構造からなる積層構造を有し、層厚 $5\mu m$ 以下であることを特徴とする(1)または(2)に記載の表面被覆ブローチ。」

に特徴を有するものである。

【0014】

本発明について、以下に説明する。

【0015】

本発明表面被覆ブローチの硬質被覆層の最表面を構成する粒径制御層において、ブローチ先端部の逃げ面の被膜断面の結晶粒形状を観察した時、粒径制御層を構成する結晶粒が幅 $15\sim120nm$ 、高さ $0.2\sim5\mu m$ の柱状晶とする。ここで、幅が $15nm$ 以下では強度維持が困難であり、 $120nm$ 以上では粗大になり欠損の原因となるため、幅は $15\sim120nm$ と定めた。また、高さが $0.2\mu m$ 以下では耐摩耗性が足りず、 $5\mu m$ 以上では残留応力による欠損が生じやすくなり、十分な工具性能を発揮できないため、高さは $0.2\sim5\mu m$ と定めた。また、組成 $(Cr_{1-x}Al_x)N$ のうちCrとAlの含量に占めるAlの含有割合であるxの値が0.6を超えると、NaCl型結晶から六方晶組織へと変化し所望の特異な構造を具備することが出来ず、十分な耐摩耗性を維持することが難しい。一方、xの値が0.2未満であるとAlの耐熱特性が発揮されないため好まし

40

50

くない。したがって、 x の値を $x = 0.2 \sim 0.6$ と定めた。また、前記切れ刃のアスペクト比の漸次減少する領域が2分の1未満では低アスペクト比の結晶粒構造が持つ高い切り屑排出性が維持されず、所望の工具性能を具備することが出来ないため、2分の1以上と定めた。また、前記切れ刃のアスペクト比の漸次減少する割合は、前記漸次減少領域の最も先端に存在する切れ刃で測定したアスペクト比を、最も後端に存在する切れ刃のアスペクト比で除した値が、3、望ましくは5、を超えるものとする。

そして、本発明者らは、粒径制御層を蒸着形成するための数多くの試験を行った結果、圧力勾配型プラズマガンを用いて、Arプラズマを原料が入ったハースに照射して蒸発させ、基板上に皮膜を物理蒸着させる反応性蒸着法を用いて、ブローチ基体上での成膜速度がブローチ基体の先端からの距離に沿って漸次増加するように調整された成膜条件で反応性蒸着を行うと、ブローチを構成する切れ刃のうち、ブローチ基体の先端から後端にかけて、被膜断面の結晶粒形状を観察した際、図2に示す通り、ブローチ先端部では、粒径制御層が、幅15～120nm、高さが層厚相当となる高アスペクト比の柱状晶によって構成される一方で、例えば、ブローチを構成する切れ刃のうち、ブローチ後端の位置においては、粒径制御層が、幅15～120nm、高さが層厚以下の縦長の柱状から粒状の結晶粒によって構成されており、かつ、そのアスペクト比がブローチ先端からブローチ後端に向かって、1～100の範囲で、先端切れ刃における平均アスペクト比の3分の1まで漸次減少する領域が工具切れ刃全体の長さの2分の1以上に亘り存在することを見出した。

【0016】

なお、ここでいう「アスペクト比」とは、個々の結晶粒の測定された最大径を示す線分である長辺の値を、長辺に対して垂直方向の最小径を示す短辺の値で除した値であり、「平均アスペクト比」とは、皮膜の断面観察における高さ膜厚相当×幅50μmの領域内に存在する結晶粒のアスペクト比の算術平均値を指す。

また、結晶粒の「幅」とは粒径制御層を断面から観察した際に、ブローチ基材と略平行に、膜厚の2分の1の高さに引いた長さ10μmの線分が結晶粒界によって区分される、線分の両端を除いた区分のそれぞれの長さの平均値を指す。

また、結晶粒の「高さ」とは結晶粒層を断面から観察した際に、ブローチ基材と略平行な線分に対して垂直に、0.1μmの間隔で引いた10本の、長さ膜厚相当の線分が結晶粒界によって区分される、各線分の両端を除いた区分のそれぞれの長さの平均値を指す。

また、「結晶粒のアスペクト比がブローチ先端から後端に向かって、1～100の範囲で漸次減少する」とは、特定位置を中心として幅1mmの領域の中の任意の点において前記内容により定義された数値と、特定位置からブローチ後端方向へ少なくとも5mmを超えて離れた位置を中心として幅1mmの領域の中の任意の点において同様に定義された数値を比較した場合に、先端側よりも後端側の測定点で定義された数値の方が小さいという相関関係を指す。すなわち、前記条件を満たすならば、例えば、前記幅1mmの領域中で測定した結晶粒のアスペクト比が漸次減少していなくとも、本発明の範囲を外れるものではない。

【発明の効果】

【0017】

本発明表面被覆ブローチは、超硬合金焼結体あるいは立方晶窒化硼素焼結体あるいはサーメットあるいは高速度鋼からなるブローチ基体の上に直接または中間層を介して、最表面に最表面に粒径制御層として $(Cr_{1-x}Al_x)N$ { $x = 0.2 \sim 0.6$ } からなる層厚0.2～5μmの硬質層が存在する表面被覆ブローチであって、前記ブローチ先端部の逃げ面の被膜断面の結晶粒形状を観察した時、粒径制御層を構成する結晶粒が幅15～120nm、高さ層厚相当の柱状晶からなり、かつ、前記ブローチの切り屑排出溝のうち、先端からブローチ基体の長さに沿ってブローチ後端までの領域において、被膜断面の結晶粒形状を観察した際、粒径制御層を構成する結晶粒の平均アスペクト比が、ブローチ先端から後端に向けて工具切れ刃部全体の2分の1以上の長さ領域に亘って、1～100の範囲で3分の1以下に漸次減少していることから、すぐれた耐摩耗性と高い仕上げ面精度が実現できる。

【図面の簡単な説明】

【0018】

【図1】本発明表面被覆ブローチの硬質被覆層（粒径制御層）を蒸着形成するための圧力勾配型Arプラズマガンを利用したイオンプレーティング装置の概略図を示す。

【図2】本発明表面被覆ブローチの硬質被覆層（粒径制御層）の断面斜視図を示す。

【図3】本発明表面被覆ブローチの先端切れ刃からの距離と硬質被覆層（粒径制御層）の結晶粒アスペクト比との関係を示す。

【図4】本発明表面被覆ブローチの先端切れ刃からの距離と硬質被覆層（粒径制御層）の結晶粒アスペクト比の関係を示す。

【図5】本発明表面被覆ブローチの先端切れ刃からの距離と硬質被覆層（粒径制御層）のアスペクト比を先端切れ刃のアスペクト比で除した値との関係を示す。 10

【図6】比較表面被覆ブローチの先端切れ刃からの距離と硬質被覆層（粒径制御層）のアスペクト比を先端切れ刃の結晶粒アスペクト比の関係を示す。

【図7】比較表面被覆ブローチの先端切れ刃からの距離と硬質被覆層（粒径制御層）のアスペクト比を先端切れ刃のアスペクト比で除した値との関係を示す。

【発明を実施するための形態】

【0019】

つぎに、本発明表面被覆ブローチを実施例により具体的に説明する。

【実施例】

【0020】 20

原料粉末として、平均粒径0.8μmのWC粉末、同2.3μmのCr₃C₂粉末、同1.5μmのVC粉末および同1.8μmのCo粉末を用意し、これら原料粉末をそれぞれ表1に示される配合組成に配合し、さらにワックスを加えてアセトン中で24時間ボールミル混合し、減圧乾燥した後、100MPaの圧力で所定形状の各種の圧粉体にプレス成形し、これらの圧粉体を、6Paの真空雰囲気中、7℃/分の昇温速度で1370～1470℃の範囲内の所定の温度に昇温し、この温度に1時間保持後、炉冷の条件で焼結して、工具基体形成用丸棒焼結体を形成し、さらに前記の丸棒焼結体から、研削加工にて、直径：50mmラ長さ：1000mmの超硬ブローチ本体形成用丸棒焼結体を形成し、さらに前記の丸棒焼結体から、研削加工にて、切刃部最大径：40mmラ切刃部長さ：600mmラ全長：800mmの寸法および図2に示される形状を有し、かつ21歯のスプライン形状を有する荒刃25刃、仕上げ刃25刃、を持つWC基超硬合金製のブローチ基体D-1～D-4をそれぞれ製造した。 30

【0021】

ついで、これらのブローチ基体D-1～D-4の切刃に、ホーニングを施し、アセトン中で超音波洗浄し、乾燥した状態で、図1の概略図に示される物理蒸着装置の1種である圧力勾配型Arプラズマガンを利用したイオンプレーティング装置に装着し、

工具基体温度：380～420℃、

蒸発源1：金属Cr

蒸発源1に対するプラズマガン放電電力：9～13kW、

蒸発源2：金属Al 40

蒸発源2に対するプラズマガン放電電力：6～11kW、

反応ガス流量：窒素（N₂）ガス 75～100sccm、

放電ガス：アルゴン（Ar）ガス 45～60sccm、

ブローチ基体に印加する直流バイアス電圧：+3～+10V、

という特定の条件（表2）下、ブローチ基体上での成膜速度がブローチ基体の先端からの距離に沿って漸次増加するように調整する目的で、ブローチ基体を、例えば、図1に示すように、ブローチ基体の先端部を水平から上方に向け、かつ、ハース載置平面の鉛直方向の軸に対して、表3に示す角度を保ったまま自転させると同時に、該鉛直方向の軸を回転中心軸として公転させながら反応性蒸着をして、表3に示される組成および組織を有する粒径制御層を形成した本発明表面被覆ブローチ1～12をそれぞれ製造した。 50

【0022】

また、比較の目的で、前記ブローチ基体D-1～D-4の表面に、ホーニングを施し、アセトン中で超音波洗浄し、乾燥した状態で、同じく図1に示される圧力勾配型Arプラズマガンを利用したイオンプレーティング装置にブローチ基体の全域に亘って均一な硬質被覆層を形成する目的で、ブローチ基体を、ハース載置平面と平行を保ったまま自転させる（図示せず）と同時に、該鉛直方向の軸を回転中心軸として公転させながら反応性蒸着をして、ブローチ基体D-1～D-4の表面に、表4に示される均一な組成および組織を有する従来層を形成した比較表面被覆ブローチ1～12をそれぞれ製造した。

【0023】

つぎに、前記本発明表面被覆ブローチ1～12および比較表面被覆ブローチ1～12について、

被削材：外径80mm 中心穴径40mm、厚さ40mm、JIS S55Cの貫通孔あき材

引き抜き速度： 9m/min.、

寿命判断条件： 切れ刃の欠損または逃げ面摩耗幅が0.15mmを超えるまでの条件での炭素鋼の乾式高速穴加工試験（通常の引き抜き速度は5m/min.）を行い、工具寿命に至るまでの加工数を測定した。この測定結果を表3、4にそれぞれ示した。

【0024】

【表1】

種 別		配合組成(質量%)			
		Co	Cr ₃ C ₂	VC	WC
超(ブローチ 硬基体)	D-1	6	—	—	残
	D-2	6	0.5	—	残
	D-3	8	0.5	—	残
	D-4	10	1	0.2	残

【0025】

10

20

30

【表 2】

圧力勾配型Arプラズマガンを利用したイオンプレーティング条件									
形成 記号	中間層	プラズマガン1の 放電出力 (KW)		プラズマガン2の 放電出力 (KW)		反応ガス (N ₂) 流量 (sccm)	放電ガス (Ar) 流量 (sccm)	バイアス 電圧 (V)	工具 基体 温度 (°C)
		蒸発源 1の 種類	蒸発源1に 対して	蒸発源 2の 種類	蒸発源2に 対して				
A	無	Cr	11	Al	6	100	45	+5	380
B	無	Cr	11	Al	9	100	45	+5	380
C	無	Cr	10	Al	10	80	50	+5	380
D	無	Cr	9	Al	11	80	50	+5	380
E	無	Cr	13	Al	7	100	45	+8	400
F	無	Cr	13	Al	9	100	45	+8	400
G	無	Cr	12	Al	11	80	50	+8	400
H	無	Cr	12	Al	10	75	50	+8	420
I	無	Cr	12	Al	10	100	50	+10	420
J	(Ti,Al)N 1.0 μm	Ti(C,N) 0.5 μm (Cr,Al)N 0.5 μm (Ti,Al,Si)N 1.5 μm	Ti(C,N) 0.5 μm (Cr,Al)N 0.5 μm (Ti,Al,Si)N 1.5 μm	Cr	12	100	60	+3	390
K	(Ti,Al)N 1.0 μm			Cr	12	95	60	+3	390
L	(Ti,Al,Si)N 1.5 μm			Cr	12	95	60	+3	390

【表 3】

種別	工具 基体 記号	中間層の組成・膜厚	形成 記号	ハース面の鉛 直方向に對す る工具の傾斜 角度(度)	目標組成比 (原子比) CrとAlの含量 に占めるAlの 含有割合(%)	硬質被覆層(粒徑制御層)																加工 数 (シ ョ ッ ト)
						プローチ先端の第一切れ刃の粒徑制御 層の結晶粒徑状と膜厚				プローチ先端から0.5Lの位置における 切れ刃の粒徑制御層の結晶粒徑状と膜 厚				プローチ先端から0.7Lの位置における 切れ刃の粒徑制御層の結晶粒徑状と膜 厚				アプローチ後端における最終切れ刃の粒 徑制御層の結晶粒徑状と膜厚				
						短辺 (nm)	長辺 (nm)	アスペ クト比	目標平均 膜厚 (nm)	短辺 (nm)	長辺 (nm)	アスペ クト比	目標平均 膜厚 (nm)	短辺 (nm)	長辺 (nm)	アスペ クト比	目標平均 膜厚 (nm)	短辺 (nm)	長辺 (nm)	アスペ クト比	目標平均 膜厚 (nm)	
1	D-1	無	A	12	0.2	30	200	6.7	200	34	154	4.5	740	19	67	3.5	930	21	26	1.2	1340	1910
2	D-2	無	B	12	0.3	32	210	6.6	230	34	145	4.3	760	35	78	2.2	960	25	31	1.2	1500	1984
3	D-3	無	C	12	0.4	24	741	30.9	750	26	324	12.5	1350	28	162	5.8	1800	26	27	1.0	2600	2031
4	D-4	無	D	12	0.6	16	745	46.6	750	16	340	21.3	1340	17	174	10.2	1850	14	16	1.1	2600	1940
5	D-1	無	E	15	0.2	110	982	8.9	1000	121	574	4.7	1900	121	302	2.5	2700	124	134	1.1	3400	2210
6	D-2	無	F	15	0.3	84	970	11.5	1000	80	549	6.9	1800	82	315	3.8	2650	79	82	1.0	3600	2346
7	D-3	無	G	15	0.4	67	1620	24.2	1700	64	804	12.6	2400	64	396	6.2	3200	67	79	1.2	4800	2610
8	D-4	無	H	15	0.6	49	1670	34.1	1700	45	821	18.2	2400	46	405	8.8	3200	50	54	1.1	4700	2550
9	D-4	無	I	17	0.5	120	1405	11.7	1500	115	902	7.8	2400	127	426	3.4	3100	119	204	1.7	4900	2450
10	D-4	(Ti,Al)N 1.0μm Ti(C,N) 0.5μm	J	15	0.4	21	1640	78.1	1700	20	860	43.0	2500	20	432	21.6	3200	21	189	9.0	4800	2650
11	D-4	(Ti,Al)N 1.0μm (Cr,Al)N 0.5μm	K	15	0.4	19	1740	91.6	1800	21	849	40.4	2700	21	410	19.5	3500	22	176	8.0	5000	2920
12	D-4	(Ti,Al,Si)N 1.5μm -	L	15	0.4	51	1720	33.7	1800	53	850	16.0	2600	53	390	7.4	3400	50	190	3.8	5000	2550

※Lとは、工具切れ刃部の全長を指す

【表 4】

種類	工具 基体 記号	中間層の組成・膜厚	形成 記号	ハース面の鉛 直方向に對す る工具の傾斜 角度(度)	目標組成比 (原子比)	硬質被覆層(従来層)												加工 数 (シ ョ ット)
						ブローチ先端の第一切れ刃の従来層の 結晶粒径状と膜厚				ブローチ先端から0.5Lの位置における 切れ刃の従来層の結晶粒径状と膜厚				ブローチ先端から0.7Lの位置における 切れ刃の従来層の結晶粒径状と膜厚				
						短辺 (nm)	長辺 (nm)	アスペ クト比	目標平均 膜厚 (nm)	短辺 (nm)	長辺 (nm)	アスペ クト比	目標平均 膜厚 (nm)	短辺 (nm)	長辺 (nm)	アスペ クト比	目標平均 膜厚 (nm)	
1	D-1	無	A	12	0.2	21	62	3.0	930	22	65	3.0	930	21	69	3.3	930	840
2	D-2	無	B	12	0.3	34	70	2.1	960	35	79	2.3	960	37	80	2.2	960	860
3	D-3	無	C	12	0.4	26	164	6.3	1800	29	170	5.9	1800	30	170	5.7	1800	940
4	D-4	無	D	12	0.6	19	162	8.5	1850	18	172	9.6	1850	19	169	8.9	1850	910
5	D-5	無	E	15	0.2	130	302	2.3	2700	126	295	2.3	2700	134	305	2.3	2700	1150
6	D-1	無	F	15	0.3	92	330	3.6	2650	82	320	3.9	2650	80	324	4.1	2650	1210
7	D-2	無	G	15	0.4	68	420	6.2	3200	65	410	6.3	3200	66	400	6.1	3200	1295
8	D-3	無	H	15	0.6	43	416	9.7	3200	46	420	9.1	3200	50	403	8.1	3200	1256
9	D-4	無	I	17	0.5	112	432	3.9	3100	134	415	3.1	3100	124	431	3.5	3100	1201
10	D-4	(Ti,Al)N 1.0μm	J	15	0.4	25	422	16.9	3200	24	436	18.2	3200	24	415	17.3	3200	1313
11	D-4	(Ti,Al)N 1.0μm	K	15	0.4	24	410	17.1	3500	22	425	19.3	3500	26	420	16.2	3500	1320
12	D-4	(Ti,Al,Si)N 1.5μm	L	15	0.4	51	405	7.9	3400	52	415	8.0	3400	57	410	7.2	3400	1333

※Lとは、工具切れ刃部の全長を指す

この結果得られた本発明表面被覆ブローチ 1 ～ 1 2 の硬質被覆層を構成する粒径制御層、さらに、比較表面被覆ブローチ 1 ～ 1 2 の硬質被覆層を構成する従来層の組成を、透過型電子顕微鏡を用いてのエネルギー分散 X 線分析法により測定したところ、それぞれ目標組成と実質的に同じ組成を示した。

【0029】

また、前記の硬質被覆層の平均層厚を、走査型電子顕微鏡を用いて断面測定したところ、いずれも目標層厚と実質的に同じ平均値（5ヶ所の平均値）を示した。

【0030】

表 3、4 に示される結果から、本発明表面被覆ブローチは、ブローチ先端部の逃げ面の被膜断面の結晶粒形状を観察した時、粒径制御層を構成する結晶粒が幅 1 5 ～ 1 2 0 n m、高さ層厚相当の柱状晶からなり、かつ、ブローチを構成する切れ刃の被膜断面の結晶粒形状を観察した際、粒径制御層を構成する結晶粒の平均アスペクト比が、ブローチ先端から後端に向けて工具切れ刃部全体の 2 分の 1 以上の長さ領域に亘って、1 ～ 1 0 0 の範囲で 3 分の 1 以下に漸次減少していることから、すぐれた耐摩耗性と高い仕上げ面精度が実現できる。

10

これに対して、硬質被覆層を構成する結晶粒の平均アスペクト比が、ブローチ先端から後方に向けて変化しない従来層を有する比較表面被覆ブローチにおいては、耐摩耗性が十分でないために、チッピング、欠損、剥離の発生等により、比較的短時間で使用寿命に至ることが明らかである。

また、本発明表面被覆ブローチ 1 および 2 について、先端からの距離（切れ刃が存在する範囲の長さを 1 とする）と切れ刃の粒径制御層の結晶粒径状と膜厚との関係を表 5 に示した。

20

【0031】

【表 5】

種別	先端からの距離 (切れ刃が存在する範囲の長さを1とする)	切れ刃の粒径制御層の結晶粒径状と膜厚					
		短辺 (nm)	長辺 (nm)	アスペクト比	結晶粒のアスペクト比を先端のアスペクト比で除した値	目標平均膜厚 (nm)	
本発明表面被覆ブローチ1	0	30	200	6.7	1.00	200	本発明における漸次減少領域
	0.1	30	190	6.4	0.96	340	
	0.2	29	180	6.2	0.93	400	
	0.3	29	172	6.0	0.90	520	
	0.4	30	164	5.5	0.83	640	
	0.5	34	154	4.5	0.68	740	
	0.6	22	92	4.2	0.63	820	
	0.7	19	67	3.5	0.53	930	
	0.8	19	52	2.8	0.42	1100	
	0.9	20	32	1.6	0.24	1200	
	1	21	26	1.2	0.19	1340	-
							-
本発明表面被覆ブローチ2	0	32	210	6.6	1.00	230	本発明における漸次減少領域
	0.1	22	189	6.2	0.94	360	
	0.2	30	172	5.7	0.87	420	
	0.3	30	162	5.4	0.82	530	
	0.4	33	156	4.8	0.73	650	
	0.5	34	145	4.3	0.65	760	
	0.6	34	108	3.2	0.49	860	
	0.7	35	78	2.2	0.34	960	
	0.8	38	68	1.8	0.27	1150	-
	0.9	26	42	1.6	0.24	1320	-
	1	25	31	1.2	0.19	1500	-
							-

【産業上の利用可能性】

【0032】

前述のように、本発明の表面被覆ブローチは、硬質被覆層（粒径制御層）を構成する結晶粒の平均アスペクト比が、ブローチ先端から後方に向けて、工具切れ刃部全体の2分の1以上の長さ領域に亘って、1～100の範囲で3分の1以下に漸次減少していることから、高い仕上げ面精度を備えており、そして、この高い仕上げ面精度は、高速・乾式の深穴用ブローチ加工条件においても、長期間にわたり高い耐摩耗性を維持するものである。

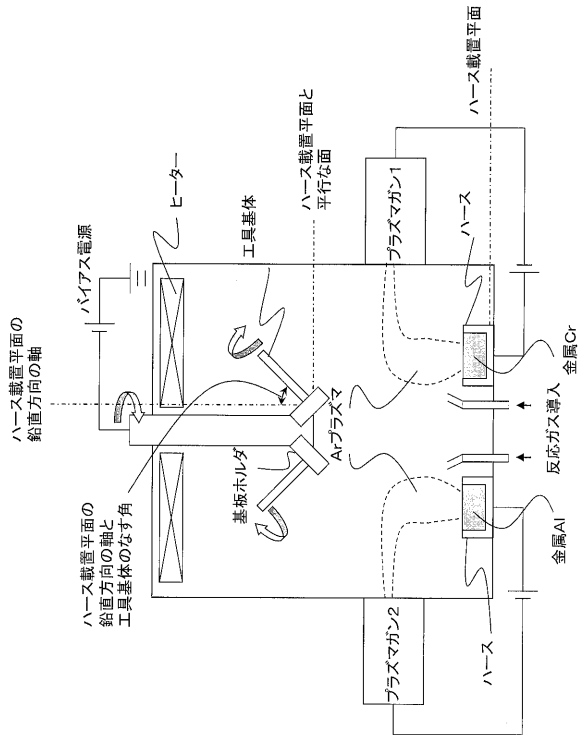
10

20

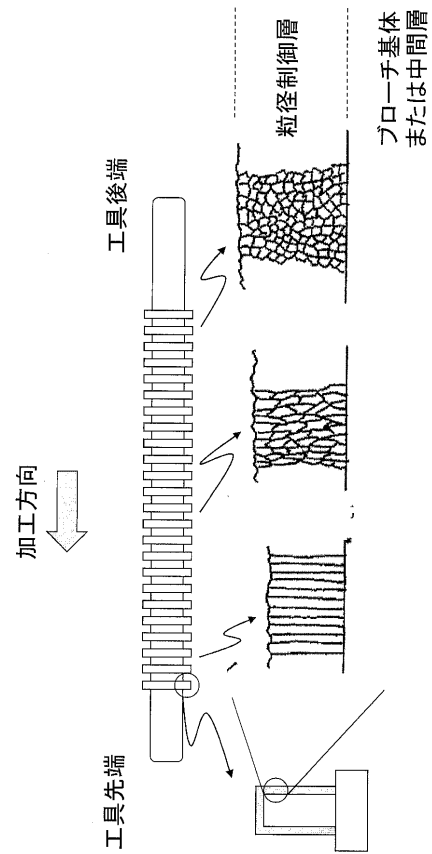
30

40

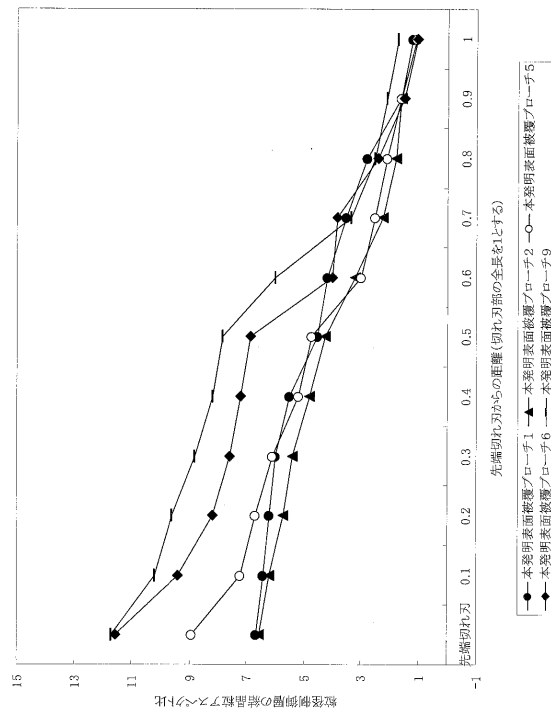
【図 1】



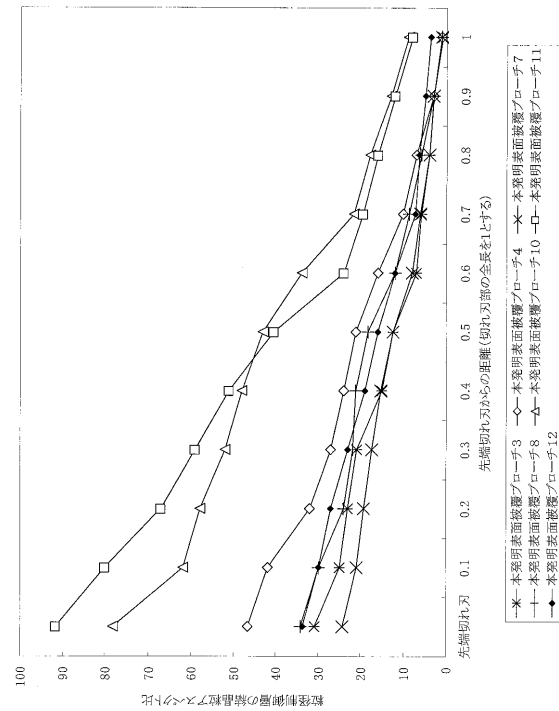
【図 2】



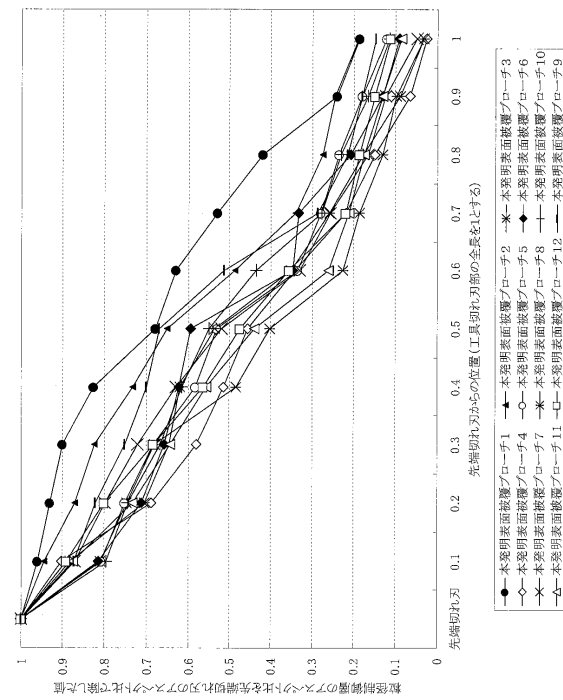
【図 3】



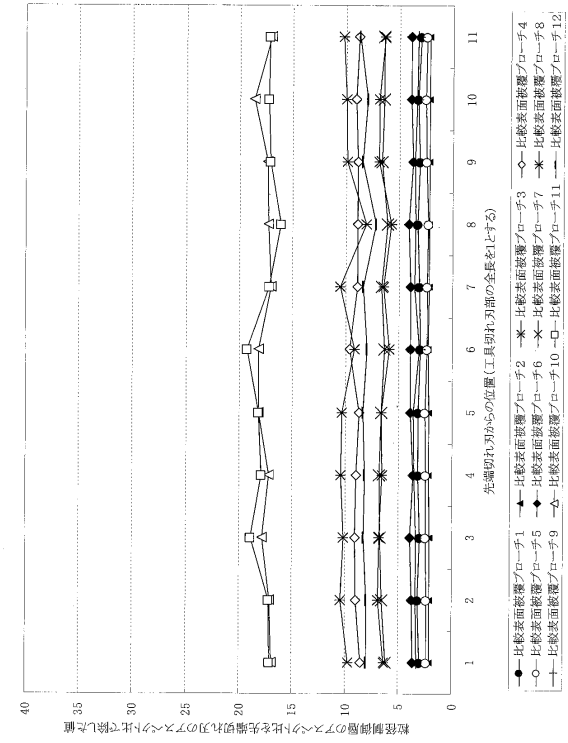
【図 4】



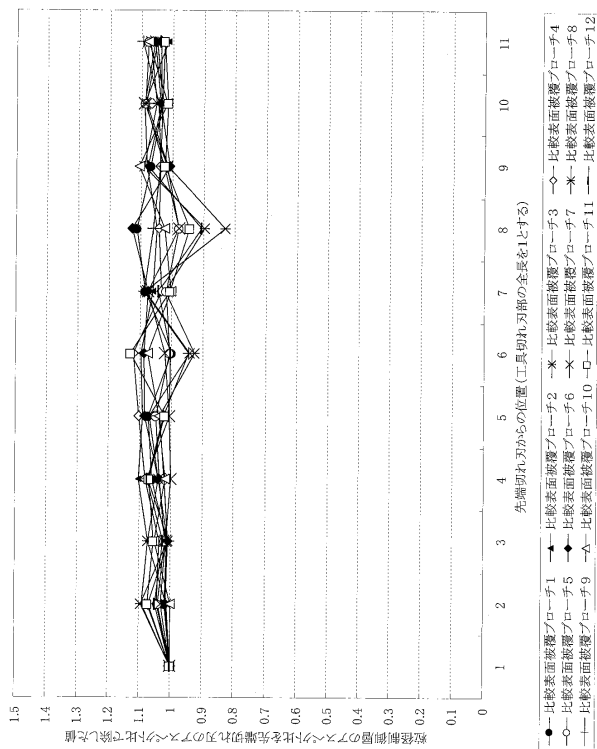
【図 5】



【図 6】



【図 7】



フロントページの続き

審査官 山本 忠博

- (56)参考文献 特開2006-326688 (JP, A)
特開2010-207921 (JP, A)
国際公開第2010/050374 (WO, A1)
米国特許出願公開第2011/0206470 (US, A1)
特開平10-015707 (JP, A)
特開2002-160129 (JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
B23D 43/00-43/08,
B23B 27/14, 51/00-51/14,
B23C 5/16- 5/24,
C23C 14/06