

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2012-166295

(P2012-166295A)

(43) 公開日 平成24年9月6日(2012.9.6)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
B 2 3 B 51/00 (2006.01)	B 2 3 B 51/00 J	3 C 0 3 7
C 2 3 C 14/06 (2006.01)	C 2 3 C 14/06 A	4 K 0 2 9
	C 2 3 C 14/06 P	

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2011-28439 (P2011-28439)	(71) 出願人	000006264
(22) 出願日	平成23年2月14日 (2011. 2. 14)		三菱マテリアル株式会社
			東京都千代田区大手町一丁目3番2号
		(74) 代理人	100139240
			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

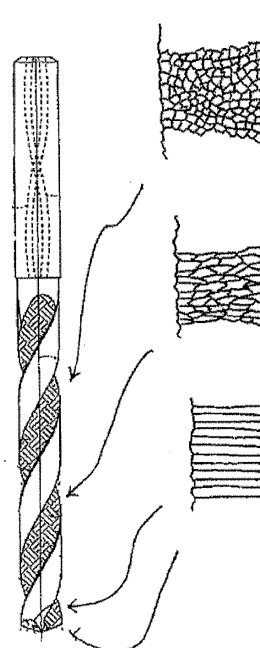
(54) 【発明の名称】 耐摩耗性と切屑排出性に優れた表面被覆ドリル

(57) 【要約】

【課題】 高送り・乾式の深穴用ドリル加工条件においても硬質被覆層がすぐれた耐摩耗性と切屑排出性を発揮する表面被覆ドリルを提供する。

【解決手段】 ドリル先端部の逃げ面の皮膜断面の結晶粒形状を観察したとき、粒径制御層を構成する結晶粒が幅10～100nm、高さ0.2～6.0μmの柱状晶からなり、かつ、ドリルの切屑排出溝のうち、ドリル先端部からドリル基体の長さに沿ってドリル径の5倍の長さまでの領域において、粒径制御層を構成する切れ刃の皮膜断面の結晶粒形状を観察したとき、粒径制御層を構成する結晶粒の平均アスペクト比が、ドリル先端から後方に向けて、1～100の範囲で漸次減少し、かつ、ドリル先端部から直径の0.01倍の位置における平均アスペクト比が直径の5倍の位置における平均アスペクト比の2倍以上である。

【選択図】 図3



【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ドリル基体の上に、直接または中間層を介し、最表面に粒径制御層として $(Ti_{1-x-y}Al_xSi_y)N$ { $x=0.2\sim0.6$ 、 $y=0.1\sim0.3$ } の成分系からなる層厚 $0.2\sim6.0\mu m$ の硬質被覆層が存在する表面被覆ドリルにおいて、

前記ドリル先端部の逃げ面の皮膜断面の結晶粒形状を観察したとき、粒径制御層を構成する結晶粒が幅 $10\sim100nm$ 、高さ $0.2\sim6.0\mu m$ の柱状晶からなり、かつ、

前記ドリルの切屑排出溝のうち、前記ドリル先端部からドリル基体の長さに沿ってドリル径の5倍の長さまでの領域において、粒径制御層を構成する切れ刃の皮膜断面の結晶粒形状を観察したとき、粒径制御層を構成する結晶粒の平均アスペクト比が、ドリル先端から後方に向けて、 $1\sim100$ の範囲で漸次減少し、かつ、ドリル先端部から直径の 0.01 倍の位置における平均アスペクト比が直径の5倍の位置における平均アスペクト比の2倍以上であることを特徴とする優れた耐摩耗性と切屑排出性を長期に亘り発揮する表面被覆ドリル。

10

【請求項2】

前記粒径制御層の層厚が、最もドリル先端に近い位置から後方にかけて、 $0.2\sim6.0\mu m$ の範囲で漸次増加することを特徴とする請求項1に記載の表面被覆ドリル。

【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、CrとAlからなる複合窒化物のうち、何れか一つの単層または複数から選ばれる積層構造を有し、層厚 $6\mu m$ 以下であることを特徴とする請求項1または請求項2に記載の表面被覆ドリル。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ドリル本体の先端部外周に切屑排出溝が形成されるとともに、この切屑排出溝のドリル回転方向を向く内周面の先端に切刃が設けられ、主として金属材よりなる加工物に穴明け加工をするのに用いられる長期に亘り優れた耐摩耗性と切屑排出性を維持する表面被覆ドリルに関するものである。

30

【背景技術】

【0002】

このようなドリルとしては、軸線を中心として該軸線回りにドリル回転方向に回転される概略円柱状のドリル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、すなわちドリル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ドリル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ドリル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枚刃のソリッドドリルが知られている。従って、このようなソリッドドリルでは、前記切屑排出溝内周面のドリル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、さらにこのようなドリルでは、ドリル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。

40

【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 $0.1\sim1\mu m$ で平均結晶径が $0.01\sim0.1\mu m$ 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 $0.5\sim5\mu m$ 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

50

な方向の平均結晶幅が $0.05 \sim 0.3 \mu\text{m}$ 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。

【0004】

また、特許文献 2 においては、 $5 \sim 50 \text{ nm}$ の厚さの粒状 TiN 層の上に $1 \sim 8 \mu\text{m}$ の厚さの柱状 TiCN 層を形成した表面被覆切削工具が開示されている。

【0005】

また、特許文献 3 においては、切刃の外周端から後端側に向けて切刃の外径 D に対して $3D$ 以内の長さの範囲まで硬質被膜を被覆したドリルが開示されている。

【0006】

また、特許文献 4 においては、ドリル本体の先端部の表面には硬質被膜を被覆し、さらに切屑排出溝の内周面には、硬質被膜を被覆した後にポリッシュ加工を施したドリルが開示されている。

【0007】

また、特許文献 5 においては、硬質被覆層のうち、切屑排出溝の領域を研磨し母材を露出したドリルが開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0008】

【特許文献 1】国際公開第 2007/111301 号パンフレット

【特許文献 2】特開平 6-108254 号公報

【特許文献 3】特開 2003-275909 号公報

【特許文献 4】特開 2003-275910 号公報

【特許文献 5】特開平 8-174341 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

近年のドリル加工装置の FA 化はめざましく、加えてドリル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、高送り、高切り込みなどより高効率の深穴用ドリル加工が要求される傾向にあるが、前記従来表面被覆ドリルにおいては、各種の鋼や鋳鉄を通常条件下でドリル加工した場合に特段の問題は生じないが、耐摩

【課題を解決するための手段】

【0010】

そこで、本発明者らは、前述のような観点から、高送り・乾式の深穴用ドリル加工に用いられた場合にも優れた耐摩耗性と切屑排出性を示し表面被覆ドリルの長寿命化を図るべく、ドリル表面を、例えば、 $(\text{Ti}_{1-x-y}\text{Al}_x\text{Si}_y)\text{N}$ $\{x=0.2 \sim 0.6, y=0.1 \sim 0.3\}$ の成分系からなる硬質被覆層で構成するとともに、該硬質被膜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。

(a) 硬質被覆層として、例えば $(\text{Ti}_{1-x-y}\text{Al}_x\text{Si}_y)\text{N}$ $\{x=0.2 \sim 0.6, y=0.1 \sim 0.3\}$ 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ドリル基体を装着し、例えば、

工具基体温度： $380 \sim 420^\circ\text{C}$ 、

蒸発源 1：金属 Ti 、

蒸発源 1 に対するプラズマガン放電電力： $9 \sim 11 \text{ kW}$ 、

蒸発源 2：金属 Al 、

蒸発源 2 に対するプラズマガン放電電力： $7 \sim 12 \text{ kW}$ 、

蒸発源 3：金属 Si 、

蒸発源 3 に対するプラズマガン放電電力：7～12 kW、
反応ガス流量：窒素（N₂）ガス 75～80 sccm、
放電ガス：アルゴン（Ar）ガス 45～50 sccm、
ドリル基体に印加する直流バイアス電圧：-3～+6 V、

という特定の条件下で、かつ、ドリル基体上での成膜速度がドリル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ドリルは、従来の表面被覆ドリルに比して、高速・乾式の深穴加工において、すぐれた耐摩耗性および切屑排出性を示すことを見出した。

（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 の断面斜視図に示すように、層厚方向の縦断面においては、ドリル先端部で、ドリル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、ドリル先端からドリル基体の長さ方向に沿ってドリル直径の 5 倍の長さまでの領域において、ドリル先端から後方に向けて、1～100 の範囲で漸次減少し、かつ、ドリル先端部から直径の 0.01 倍の位置における平均アスペクト比が直径の 5 倍の位置における平均アスペクト比の 2 倍以上であることを確認した。

（c）そして、表面被覆ドリルの硬質被覆層を、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、ドリル先端部の逃げ面は高熱・高負荷がかかるため、柱状晶の皮膜にて構成し、高い耐摩耗性を実現する。さらに、切屑排出溝のうち、熱的・力学的負荷が大きい先端部には耐摩耗性を実現する柱状晶を、一方、切屑が送られにくくなる後方部には低すべり抵抗を長期間にわたり維持するため、1～100 の範囲で漸次減少し、かつ、ドリル先端部から直径の 0.01 倍の位置における平均アスペクト比が直径の 5 倍の位置における平均アスペクト比の 2 倍以上とすることで長時間に亘り切屑を排出する機構を実現し、高速・乾式の深穴加工においても耐摩耗性を維持したまま切屑排出性を高めることができることを見出したのである。

【0011】

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ドリル基体の上に、直接または中間層を介し、最表面に粒径制御層として（Ti_{1-x-y}Al_xSi_y）N {x=0.2～0.6、y=0.1～0.3} の成分系からなる層厚 0.2～6.0 μm の硬質被覆層が存在する表面被覆ドリルにおいて、

前記ドリル先端部の逃げ面の皮膜断面の結晶粒形状を観察したとき、粒径制御層を構成する結晶粒が幅 10～100 nm、高さ 0.2～6.0 μm の柱状晶からなり、かつ、

前記ドリルの切屑排出溝のうち、前記ドリル先端部からドリル基体の長さに沿ってドリル径の 5 倍の長さまでの領域において、粒径制御層を構成する切れ刃の皮膜断面の結晶粒形状を観察したとき、粒径制御層を構成する結晶粒の平均アスペクト比が、ドリル先端から後方に向けて、1～100 の範囲で漸次減少し、かつ、ドリル先端部から直径の 0.01 倍の位置における平均アスペクト比が直径の 5 倍の位置における平均アスペクト比の 2 倍以上であることを特徴とする優れた耐摩耗性と切屑排出性を長期に亘り発揮する表面被覆ドリル。

（2） 前記粒径制御層の層厚が、最もドリル先端に近い位置から後方にかけて、0.2～6.0 μm の範囲で漸次増加することを特徴とする（1）に記載の表面被覆ドリル。

（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積層構造を有し、層厚 6 μm 以下であることを特徴とする（1）または（2）に記載の表面被覆ドリル。」

に特徴を有するものである。

【0012】

本発明について、以下に説明する。

【0013】

本発明の表面被覆ドリルの硬質被覆層を構成する粒径制御層において、ドリル先端部の

逃げ面の皮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10～100nm、高さ0.2～6.0μmの柱状晶とする。ここで、幅が10nm以下では強度維持が困難であり、100nm以上では粗大になり欠損の原因となるため、幅は10～100nmと定めた。また、高さが0.2μm以下では耐摩耗性が足りず、6.0μm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0.2～6.0μmと定めた。

【0014】

また、結晶粒のアスペクト比が100を超えると、結晶の異方性が大きくなり、せん断応力に対する結晶の抗斥力が低下し、所望の強度を得られず、また前記アスペクト比がドリル後端に向けて漸次減少し、かつ、先端から直径の0.01倍の距離におけるアスペクト比が直径の5倍の位置におけるアスペクト比の2倍以上でないと、力学的負荷の高い先端部で十分な耐摩耗性を実現できず、すべり特性の要求される後端部で十分なすべり特性を実現できないため、粒径制御層を構成する結晶粒の平均アスペクト比を、ドリル先端から後方に向けて、1～100の範囲で漸次減少し、かつ、ドリル先端部から直径の0.01倍の位置における平均アスペクト比が直径の5倍の位置における平均アスペクト比の2倍以上であるものと限定した。

【0015】

また、中間層の層厚が6.0μmを超えると、応力によるチッピングが生じるため、中間層の層厚を6.0μm以下と限定した。

【0016】

また、組成を $(Ti_{1-x-y}Al_xSi_y)N$ とした時の組成比 x （但し、原子比）の値が0.2より小さいとAl添加による強度の増加が小さく、所定の強度が得られず、また、組成比 y （但し、原子比）の値が0.1より小さいとSiの添加に伴う切削中の酸化物形成効果が低下するため好ましくなく、一方、 x または y （但し、原子比）の値が0.6または0.3を超えると結晶構造が変化し所望の構造を得られない。したがって、 x の値を0.2～0.6、 y の値を0.1～0.3と定めた。

【0017】

また、粒径制御層の層厚は、最もドリル先端に近い位置から後方にかけて、0.2～6.0μmの範囲で漸次増加していることにより、ドリルの送りにしたがって、穴が漸次拡張しながら形成されるため、ドリルと被削材との引っかかりが少なく高速・乾式の深穴加工においても耐摩耗性を維持したまま切屑排出性を高めることができる。しかしながら、漸次増加の範囲が0.2～6.0μmの範囲の下限が0.2μmを下回ると、粒径制御層の層厚が十分でなく、所望の耐摩耗性が得られない。一方、上限が6.0μmを超えると粒径制御層の耐剥離性が低下するため好ましくない。そこで、粒径制御層の層厚は、最もドリル先端に近い位置から後方にかけて、0.2～6.0μmの範囲で漸次増加すると定めた。

【0018】

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、ドリル基体上での成膜速度がドリル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、ドリルの切屑排出溝のうち、先端からドリル基体の長さに沿って直径の5倍の長さまでの領域において、粒径制御層を構成する切れ刃の皮膜断面の結晶粒形状を観察したとき、図3に示す通り、ドリル先端部では、粒径制御層が、幅10～100nm、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、ドリル基体の切屑排出溝のうち、ドリル先端から直径の5倍の位置においては、粒径制御層が、アスペクト比の低い粒状の結晶粒によって構成されており、かつ、その平均アスペクト比が、ドリル先端から後方に向けて、1～100の範囲で漸次減少し、かつ、ドリル先端部から直径の0.01倍の位置における平均アスペクト比が直径の5倍の位置における平均アスペクト比の2倍以上であることを見出した。

【0019】

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る。

【0020】

また、「先端からドリル基体の長さに沿って直径の5倍の長さまでの領域」とは、ドリルの中心軸と平行にドリル切れ刃部先端を起点に後方すなわちシャンクの方向へ計測して、ドリルの中心軸に垂直な平面内の最大直径の5倍の長さまでの領域をいう。

【0021】

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、ドリル基体と略平行に、膜厚の2分の1の高さに引いた長さ10 μm 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。

10

【0022】

また、結晶粒の「高さ」とは粒径制御層を断面から観察した際に、ドリル基体と略平行な線分に対して垂直に、0.1 μm 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。なお、「結晶粒の平均アスペクト比が、ドリル先端から後方に向けて、1～100の範囲で漸次減少する」とは、任意の点において前記内容により定義されたアスペクト比が、前記任意の点からドリル先端方向へ少なくとも5mmを超えて離れた位置において定義されたアスペクト比よりも小さいことを指す。

【発明の効果】

20

【0023】

本発明の表面被覆ドリルは、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ドリル基体の上に、直接または中間層を介し、最表面に粒径制御層として($\text{Ti}_{1-x-y}\text{Al}_x\text{Si}_y$)N { $x=0.2\sim0.6$, $y=0.1\sim0.3$ }の成分系からなる層厚0.2～5.0 μm の硬質被覆層が存在する表面被覆ドリルにおいて、前記ドリル先端部の逃げ面の皮膜断面の結晶粒形状を観察したとき、粒径制御層を構成する結晶粒が幅10～100nm、高さ0.2～6.0 μm の柱状晶からなり、かつ、前記ドリル先端部からドリル基体の長さに沿ってドリル径の5倍の長さまでの領域において、粒径制御層を構成する切れ刃の皮膜断面の結晶粒形状を観察したとき、粒径制御層を構成する結晶粒が幅10～100nm、高さ0.2～6.0 μm の柱状晶からなり、かつ、前記ドリルの切屑排出溝のうち、先端からドリル基体の長さに沿って直径の5倍の長さ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、ドリル先端から後方に向けて、1～100の範囲で漸次減少し、かつ、ドリル先端部から直径の0.01倍の位置における平均アスペクト比が直径の5倍の位置における平均アスペクト比の2倍以上であることを特徴とする優れた耐摩耗性と切屑排出性を長期に亘り発揮する表面被覆ドリルに特徴を有するものである。

30

【図面の簡単な説明】

【0024】

【図1】本発明の表面被覆ドリルの硬質被覆層（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平面概略図を示す。

40

【図2】図1に示した圧力勾配型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正面概略図を示す。

【図3】本発明の表面被覆ドリルの硬質被覆層（粒径制御層）の断面斜視図を示す。

【発明を実施するための形態】

【0025】

つぎに、本発明の表面被覆ドリルを実施例により具体的に説明する。

【実施例】

【0026】

原料粉末として、平均粒径0.8 μm のWC粉末、同2.3 μm の Cr_3C_2 粉末、同1.5 μm のVC粉末および同1.8 μm のCo粉末を用意し、これら原料粉末をそれぞ

50

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、100 MPa 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、6 Pa の真空雰囲気中、7 °C / 分の昇温速度で 1370 ~ 1470 °C 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、溝形成部の直径×長さが 8 mm × 64 mm の寸法、並びにねじれ角 30 度の 2 枚刃形状をもった WC 基超硬合金製のドリル基体 D-1 ~ D-4 をそれぞれ製造した。

【0027】

ついで、これらのドリル基体 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 および図 2 の概略図に示される物理蒸着装置の 1

10

工具基体温度：380 ~ 420 °C、

蒸発源 1：金属 Ti、

蒸発源 1 に対するプラズマガン放電電力：9 ~ 11 kW、

蒸発源 2：金属 Al、

蒸発源 2 に対するプラズマガン放電電力：7 ~ 12 kW、

蒸発源 3：金属 Si、

蒸発源 3 に対するプラズマガン放電電力：7 ~ 12 kW、

反応ガス流量：窒素 (N₂) ガス 75 ~ 80 sccm、

放電ガス：アルゴン (Ar) ガス 45 ~ 50 sccm、

20

ドリル基体に印加する直流バイアス電圧：-3 ~ +6 V、

という表 2 に示される特定の条件下、ドリル基体上での成膜速度がドリル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、ドリル基体を、例えば、図 1 に示すように、ドリル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 に示される所定の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 2 に示される組成、および表 3 に示される目標平均膜厚、平均アスペクト比を有する改質粒径制御層を形成した本発明表面被覆ドリル 1 ~ 15 をそれぞれ製造した。

【0028】

また、比較の目的で、前記ドリル基体 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ドリル基体の全域に亘って均一な硬質被覆層が形成する目的で、ドリル基体を水平方向に倒した状態で保持し、ハース載置平面の鉛直方向の軸に対して、90 度の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、ドリル基体 D-1 ~ D-4 の表面に、表 2 に示される組成、および、表 4 に示される均一なアスペクト比、目標平均膜厚を有する従来層を形成した比較表面被覆ドリル 1 ~ 15 をそれぞれ製造した。

30

【0029】

つぎに、前記本発明表面被覆ドリル 1 ~ 15 および比較表面被覆ドリル 1 ~ 15 について、

40

被削材—平面寸法：100 mm × 250 mm、厚さ：50 mm の、JIS・SCM440 (HRC35) の板材、

切削速度：50 m/min、

送り：0.18 mm/rev、

穴深さ：32 mm、

の条件での合金鋼の湿式高速深穴あけ切削加工試験（通常の、加工穴深さ 4 D の切削速度および送りは、それぞれ、42 m/min および 0.14 mm/rev、）を行い、先端切刃面の逃げ面摩耗幅が 0.3 mm に至るまで、若しくは工具の欠損に至るまでの穴あけ加工数を測定した。この測定結果を表 3、4 にそれぞれ示した。

【0030】

50

【表 1】

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

【 0 0 3 1 】

【 0 0 3 2 】

形成 記号	中間層	組成 Ti、Al、Siの含量 を1としたときの 原子比			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)		プラズマガン3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)
		Al	Si	Ti	蒸発源 1の 種類	蒸発源 2に 対して	蒸発源 3に 対して							
A	無	0.2	0.1	残	Ti	11	Al	8	Si	9	80	45	+6	380
B	無	0.2	0.2	残	Ti	11	Al	8	Si	12	80	45	+6	380
C	無	0.4	0.1	残	Ti	11	Al	9	Si	9	80	45	+4	380
D	無	0.4	0.15	残	Ti	11	Al	9	Si	11	75	45	+4	380
E	無	0.5	0.15	残	Ti	10	Al	10	Si	11	75	45	+3	380
F	無	0.5	0.3	残	Ti	10	Al	10	Si	12	75	45	+3	380
G	無	0.6	0.2	残	Ti	9	Al	12	Si	11	75	45	+3	420
H	無	0.6	0.3	残	Ti	9	Al	12	Si	11	75	45	+3	420
I	無	0.4	0.2	残	Ti	9	Al	7	Si	8	80	50	+3	400
J	無	0.4	0.15	残	Ti	9	Al	7	Si	7	80	50	+3	400
K	無	0.4	0.15	残	Ti	10	Al	8	Si	7	80	50	+4	400
L	無	0.4	0.15	残	Ti	11	Al	9	Si	7	80	50	+5	400
M	(Ti:Al:N) 3.0 μm	0.4	0.2	残	Ti	11	Al	9	Si	12	80	45	-3	380
N	(Ti:Al:N) 3.0 μm	0.4	0.2	残	Ti	11	Al	9	Si	12	80	45	-3	380
O	(Ti:Al:Si:N) 2.5 μm	0.4	0.2	残	Ti	11	Al	9	Si	12	80	45	-3	380

【表 3】

種別	工具 基体 記号	中間層の組成・膜厚	硬質被覆層（粒徑制御層）												穴あけ加工数（穴）						
			形成 記号	工具軸と ハース傾 線の法 線がなす 角度(°)	ドリル先端部の逃げ面における粒徑制 御層の結晶粒形状と膜厚				切り屑排出溝のうちドリル先端から0.0 1Dの距離における粒徑制御層の結晶粒 形状と膜厚				切り屑排出溝のうちドリル先端から2.5 Dの距離における粒徑制御層の結晶粒形状 と膜厚								
					結晶粒 の幅 (nm)	結晶粒 の高さ (nm)	平均アス ペクト比	目標平 均膜厚 (nm)	結晶粒 の幅 (nm)	結晶粒 の高さ (nm)	平均アス ペクト比	目標平 均膜厚 (nm)	結晶粒 の幅 (nm)	結晶粒 の高さ (nm)		平均アス ペクト比	目標平 均膜厚 (nm)				
1	D-1	無	A	25	16	200	12.5	200	17	204	12.0	200	19	162	8.5	500	14	62	4.4	1000	950
2	D-2	無	B	25	17	210	12.4	200	18	210	11.7	200	17	164	9.6	500	16	56	3.5	1000	970
3	D-3	無	C	25	24	412	17.2	400	23	395	17.2	400	24	248	10.3	700	30	56	1.9	1300	1000
4	D-4	無	D	25	26	408	15.7	400	25	405	16.2	400	26	246	9.5	700	28	57	2.0	1300	1010
5	D-1	無	E	25	31	605	19.5	600	35	586	16.7	600	35	269	7.7	1600	36	45	1.3	3500	1110
6	D-2	無	F	25	32	592	18.5	600	34	590	17.4	600	34	247	7.3	1600	35	45	1.3	3500	1120
7	D-3	無	G	25	87	953	11.0	1000	86	986	11.5	1000	84	348	4.1	3400	52	56	1.1	5000	1060
8	D-4	無	H	25	95	960	10.1	1000	80	1002	12.5	1000	85	345	4.1	3400	54	55	1.0	5000	1040
9	D-1	無	I	25	12	1032	86.0	1000	11	1042	94.7	1000	13	530	40.8	3400	15	62	4.1	5000	960
10	D-2	無	J	25	14	1024	73.1	1000	13	1041	80.1	1000	14	542	38.7	3400	16	64	4.0	5000	970
11	D-3	無	K	35	34	3012	88.6	3000	42	3120	74.3	3000	38	1130	29.7	4200	42	64	1.5	5400	970
12	D-4	無	L	50	51	4950	97.1	5000	51	4860	95.3	5000	52	1240	23.8	5600	54	65	1.2	6000	960
13	D-4	(Ti,Al)N 1.0 μm Ti(C,N) 0.5 μm	M	25	42	602	14.3	600	39	546	14.0	600	36	240	6.7	1600	40	65	1.6	3500	1160
14	D-4	(Ti,Al)N 1.0 μm (Cr,Al)N 0.5 μm	N	25	43	612	14.2	600	36	575	16.0	600	42	256	6.1	1600	38	65	1.7	3500	1180
15	D-4	(Ti,Al,Si)N 1.5 μm -	O	25	42	610	14.5	600	34	566	16.6	600	42	260	6.2	1600	40	62	1.6	3500	1170

Dは、ドリルの直径

本発明表面被覆ドリル

【表 4】

種別	工具 基体 記号	中間層の組成・膜厚	形成 記号	工具軸とハース 模載面の法線が なす角度(°)	硬質被覆層(従来層)												穴 あけ 加工 数 (穴)				
					先端切れ刃の逃げ面における従来層の 結晶粒形状と膜厚				切り屑排出溝のうちドリル先端から0.0 1Dの距離における従来層の結晶粒形状 と膜厚				切り屑排出溝のうちドリル先端から2.5 Dの距離における従来層の結晶粒形状 と膜厚								
					結晶粒 の幅 (nm)	結晶粒 の高さ (nm)	平均アス ペクト比	目標平 均膜厚 (nm)	結晶粒 の幅 (nm)	結晶粒 の高さ (nm)	平均アス ペクト比	目標平 均膜厚 (nm)	結晶粒 の幅 (nm)	結晶粒 の高さ (nm)	平均アス ペクト比	目標平 均膜厚 (nm)					
1	D-1	無	A	90	15	260	17.3	500	15	270	18.0	500	13	260	20.0	500	500	470			
2	D-2	無	B	90	15	256	17.1	500	16	280	17.5	500	13	280	21.5	500	500	480			
3	D-3	無	C	90	25	254	10.2	700	25	268	10.7	700	25	259	10.4	700	700	500			
4	D-4	無	D	90	24	265	11.0	700	26	292	11.2	700	26	260	10.0	700	700	500			
5	D-1	無	E	90	33	256	7.8	1600	38	275	7.2	1600	36	270	7.5	1600	1600	520			
6	D-2	無	F	90	35	254	7.3	1600	36	245	6.8	1600	35	256	7.3	1600	1600	530			
7	D-3	無	G	90	89	348	3.9	3400	88	358	4.1	3400	80	257	3.2	3400	87	345	4.0	3400	460
8	D-4	無	H	90	95	384	4.0	3400	92	360	3.9	3400	89	256	2.9	3400	88	360	4.1	3400	440
9	D-1	無	I	90	13	541	41.6	3400	13	524	40.3	3400	13	538	41.4	3400	13	520	40.0	3400	370
10	D-2	無	J	90	14	563	40.2	3400	14	521	37.2	3400	14	552	39.4	3400	14	542	38.7	3400	360
11	D-3	無	K	90	34	1140	33.5	4200	34	1152	33.9	4200	36	1130	31.4	4200	41	1152	28.1	4200	710
12	D-4	無	L	90	51	1150	22.5	5600	51	1165	22.8	5600	52	1240	23.8	5600	54	1126	20.9	5600	720
13	D-4	TiAlN 1.0 μm Ti(C,N) 0.5 μm	I	90	39	245	6.3	1600	39	240	6.2	1600	36	286	7.9	1600	45	261	5.8	1600	860
14	D-4	TiAlN 1.0 μm CrAlN 0.5 μm	J	90	40	254	6.4	1600	40	256	6.4	1600	42	245	5.8	1600	41	266	6.5	1600	870
15	D-4	TiAlSiN 1.5 μm	K	90	40	262	6.6	1600	42	274	6.5	1600	42	258	6.1	1600	45	280	6.2	1600	870

※比較表面被覆は10μmの寿命運用は切り戻すに
※比較表面被覆は10μmの寿命運用は切り戻すに

※比較表面被覆ドリルの寿命理由は切り屑つまりに

この結果得られた本発明表面被覆ドリル 1～15 の硬質被覆層を構成する改質粒径制御

10

20

30

40

50

層、さらに、比較表面被覆ドリル 1～15 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。

【0034】

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。

【0035】

表 3、4 に示される結果から、本発明表面被覆ドリルは、ドリル先端部の逃げ面の皮膜断面の結晶粒形状を観察したとき、粒径制御層を構成する結晶粒が幅 10～100 nm、高さ 0.2～6.0 μm の柱状晶からなり、かつ、ドリル先端部からドリル基体の長さに沿ってドリル径の 5 倍の長さまでの領域において、粒径制御層を構成する切れ刃の皮膜断面の結晶粒形状を観察したとき、粒径制御層を構成する結晶粒が幅 10～100 nm、高さ 0.2～6.0 μm の柱状晶からなり、かつ、前記ドリルの切屑排出溝のうち、先端からドリル基体の長さに沿って直径の 5 倍の長さ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、ドリル先端から後方に向けて、1～100 の範囲で漸次減少し、かつ、ドリル先端部から直径の 0.01 倍の位置における平均アスペクト比が直径の 5 倍の位置における平均アスペクト比の 2 倍以上であることを特徴とする優れた耐摩耗性と切屑排出性を長期に亘り発揮する表面被覆ドリル。

【0036】

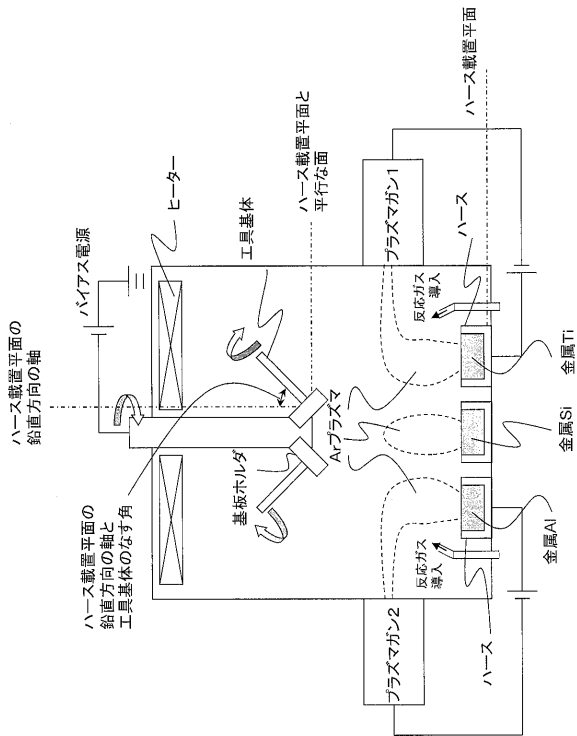
これに対して、硬質被覆層を構成する結晶粒の平均アスペクト比が、ドリル先端から後方に向けて変化しない従来層を有する比較表面被覆ドリルにおいては、切屑排出性が十分でないために、チッピング、欠損、剥離の発生等により、比較的短時間で使用寿命に至ることが明らかである。

【産業上の利用可能性】

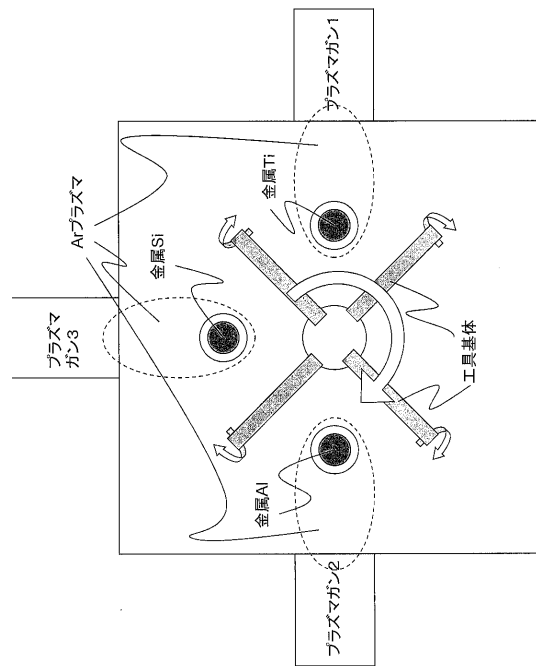
【0037】

前述のように、本発明の表面被覆ドリルは、ドリル先端部の逃げ面の皮膜断面の結晶粒形状を観察したとき、粒径制御層を構成する結晶粒が幅 10～100 nm、高さ 0.2～6.0 μm の柱状晶からなり、かつ、ドリル先端部からドリル基体の長さに沿ってドリル径の 5 倍の長さまでの領域において、粒径制御層を構成する切れ刃の皮膜断面の結晶粒形状を観察したとき、粒径制御層を構成する結晶粒が幅 10～100 nm、高さ 0.2～6.0 μm の柱状晶からなり、かつ、前記ドリルの切屑排出溝のうち、先端からドリル基体の長さに沿って直径の 5 倍の長さ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、ドリル先端から後方に向けて、1～100 の範囲で漸次減少し、かつ、ドリル先端部から直径の 0.01 倍の位置における平均アスペクト比が直径の 5 倍の位置における平均アスペクト比の 2 倍以上であることから、優れた切屑排出性を備えており、そして、この優れた切屑排出性は、高送り・乾式の深穴用ドリル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。

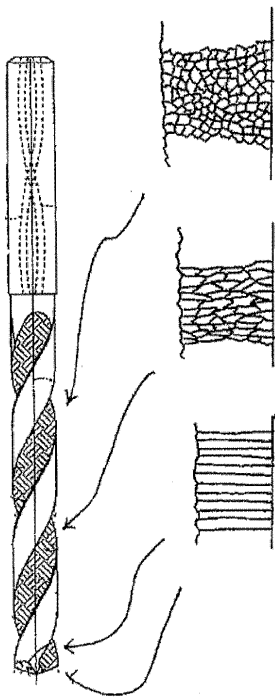
【図 1】



【図 2】



【図 3】



フロントページの続き

Fターム(参考) 3C037 CC01 CC02 CC04 CC09 CC11
4K029 AA02 AA04 AA21 BA58 BA60 BB02 BC02 BD05 CA04 CA13
DD05 EA01 JA03