

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5850393号  
(P5850393)

(45) 発行日 平成28年2月3日(2016.2.3)

(24) 登録日 平成27年12月11日(2015.12.11)

(51) Int.Cl.		F I	
<b>B 2 3 B</b>	<b>27/14</b>	<b>(2006.01)</b>	B 2 3 B 27/14 A
<b>B 2 3 B</b>	<b>51/00</b>	<b>(2006.01)</b>	B 2 3 B 51/00 J
<b>B 2 3 C</b>	<b>5/16</b>	<b>(2006.01)</b>	B 2 3 C 5/16
<b>C 2 3 C</b>	<b>14/06</b>	<b>(2006.01)</b>	C 2 3 C 14/06 A

請求項の数 2 (全 18 頁)

(21) 出願番号	特願2011-239627 (P2011-239627)	(73) 特許権者	000006264 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
(22) 出願日	平成23年10月31日(2011.10.31)	(74) 代理人	100139240 弁理士 影山 秀一
(65) 公開番号	特開2013-94897 (P2013-94897A)	(74) 代理人	100076679 弁理士 富田 和夫
(43) 公開日	平成25年5月20日(2013.5.20)	(74) 代理人	100119921 弁理士 三宅 正之
審査請求日	平成26年9月26日(2014.9.26)	(72) 発明者	仙北屋 和明 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】 表面被覆切削工具

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

炭化タングステン基超硬合金で構成された工具基体の表面に、AlとCrの複合窒化物からなる硬質被覆層が形成された表面被覆切削工具において、

(a) 上記硬質被覆層は柱状結晶組織を有し、刃先の柱状結晶組織の成長軸線方向は、工具基体表面の垂直方向に対して傾斜しており、

(b) 刃先の逃げ面における柱状結晶組織の成長軸線方向の傾斜角度は、工具基体表面の垂直方向から、逃げ面延長線とすくい面延長線上の交点に向かって $18 \pm 5^\circ$ であり、

(c) 刃先のすくい面における柱状結晶組織の成長軸線方向の傾斜角度は、工具基体表面の垂直方向から、逃げ面延長線とすくい面延長線上の交点に向かって $30 \pm 5^\circ$ であることを特徴とする表面被覆切削工具。

【請求項2】

逃げ面における柱状結晶組織の成長軸線方向の傾斜角度は、刃先から $50 \mu\text{m}$ までの範囲においては平均 $16.5 \pm 5^\circ$ であり、かつ、その範囲内での傾斜角度の最大値と最小値との差は $10 \pm 5^\circ$ であり、また、すくい面における柱状結晶組織の成長軸線方向の傾斜角度は、刃先から $50 \mu\text{m}$ までの範囲においては平均 $29 \pm 5^\circ$ であり、かつ、その範囲内での傾斜角度の最大値と最小値との差は $11 \pm 5^\circ$ であることを特徴とする請求項1に記載の表面被覆切削工具。

【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

この発明は、炭素鋼、合金鋼などの切削加工を、高熱発生を伴う高速切削条件で行った場合にも、硬質被覆層がすぐれた耐チップング性、耐摩耗性を発揮する表面被覆切削工具に関するものであり、特に、切削開始初期段階において、結晶粒界でのすべりによるチップング、摩耗の発生を抑制することができる硬質被覆層を蒸着形成した表面被覆切削工具（以下、被覆工具という）に関するものである。

## 【背景技術】

## 【0002】

一般に、表面被覆切削工具には、各種の鋼や鋳鉄などの被削材の旋削加工や平削り加工にバイトの先端部に着脱自在に取り付けて用いられるスローアウェイチップ、前記被削材の穴あけ切削加工などに用いられるドリルやミニチュアドリル、さらに前記被削材の面削加工や溝加工、肩加工などに用いられるソリッドタイプのエンドミルなどがあり、また前記スローアウェイチップを着脱自在に取り付けて前記ソリッドタイプのエンドミルと同様に切削加工を行うスローアウェイエンドミル工具などが知られている。

10

## 【0003】

例えば、特許文献1に示すように、表面被覆切削工具として、炭化タングステン（以下、WCで示す）基超硬合金で構成された基体（以下、工具基体という）の表面に、AlとCrの複合窒化物〔以下、(Al, Cr)Nで示す〕層からなる硬質被覆層を蒸着形成してなる被覆工具が知られており、かかる従来の被覆工具においては、硬質被覆層を構成する前記(Al, Cr)N層が、すぐれた高温硬さ、耐熱性、高温強度、高温耐酸化性等を有することから、すぐれた切削性能を発揮することが知られている。

20

そして、上記従来の被覆工具は、例えば、図1に示すように、物理蒸着装置の1種であるアークイオンプレーティング装置に上記の工具基体を装入し、ヒータで工具基体を500の温度に加熱した状態で、アノード電極と所定組成のAl-Cr合金がセットされたカソード電極との間に、電流：90Aの条件でアーク放電を発生させ、同時に装置内に反応ガスとして窒素ガスを導入して、2Paの反応雰囲気とし、一方、上記工具基体には、-100Vのバイアス電圧を印加した条件で、前記工具基体の表面に、上記(Al, Cr)N層を蒸着形成することにより製造し得ることも知られている。

## 【0004】

30

ところで、表面被覆切削工具においては、その切削性能、特に、耐チップング性、耐摩耗性等、の改善を図るべく、硬質被覆層の組織構造について種々の提案がなされている。

例えば、特許文献2には、被覆工具の硬質被覆層の組織構造について、刃先稜線から逃げ面方向0.2mm以内の領域と、すくい面方向0.5mm以内の領域において、硬質被覆層を構成する結晶粒の成長軸線方向が基材に対して実質的に垂直であり、結晶粒の粒界の2等分線に対して±2°以内である被覆工具が記載されており、この被覆工具によれば、耐摩耗性と耐欠損性とを両立を図り得ることが記載されている。

また、例えば、特許文献3には、工具基体の表面に、第1被覆層と第2被覆層とを順次被覆した被覆工具において、第2被覆層を柱状結晶で構成するとともに該柱状結晶の成長軸線方向を工具基体表面の垂直方向に対して平均で1~15°傾斜させた被覆工具が記載されており、この被覆工具によれば、硬質被覆層に衝撃がかかっても、第2被覆層によって、第1被覆層および工具基体への衝撃の伝播を緩和することができ、また、クラックの進展を抑制することができるため、耐チップング性と耐欠損性とを改善できることが記載されている。

40

## 【先行技術文献】

## 【特許文献】

## 【0005】

【特許文献1】特許第3969230号明細書

【特許文献2】特開2001-277006号公報

【特許文献3】特開2008-105164号公報

50

## 【発明の概要】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0006】

近年の切削加工装置の高性能化はめざましく、一方で切削加工に対する省力化および省エネ化、さらに低コスト化の要求は強く、これに伴い、切削加工は一段と厳しい切削条件下で行われるようになってきている。

上記従来の被覆工具においては、ある程度の耐チップング性、耐欠損性、耐摩耗性の改善は図り得るものの、これを炭素鋼、合金鋼などの、高熱発生を伴う高速切削加工に用いた場合には、溶着が生じやすく、また、特に、切削開始初期段階においては、結晶粒界でのすべりによるチップング、摩耗が発生しやすく、これを原因として、比較的短時間で使用寿命に至るのが現状である。

10

## 【課題を解決するための手段】

## 【0007】

そこで、本発明者等は、炭素鋼、合金鋼などの高速切削加工において、特に、切削開始初期段階におけるチップング、摩耗の発生を抑制し、もって、長期の使用に亘ってすぐれた切削性能を発揮する被覆工具を提供すべく、硬質被覆層の結晶組織構造について鋭意研究を行った結果、以下の知見を得た。

## 【0008】

従来、被覆工具を作製するにあたり、硬質被覆層の形成手段としては、CVD法、PVD法等が一般的に採用されており、そして、例えば、PVD法の一つであるアークイオンプレATING法（以下、AIP法という）により（Al, Cr）Nからなる硬質被覆層を成膜する際には、特許文献1として示したように、工具基体を装置内に装入し、所定のバイアス電圧を印加するとともに、装置内を所定温度に加熱した状態で、アノード電極と所定組成のAl - Cr合金ターゲットとの間にアーク放電を発生させ、同時に装置内に反応ガスとして窒素ガスを導入し、所定圧の反応雰囲気中で蒸着することによって、硬質被覆層を成膜していた（図1参照）。

20

## 【0009】

本発明者らは、上記従来のAIP法による硬質被覆層の成膜に際し、工具基体とターゲット間に磁場をかけ、硬質被覆層の組織構造に及ぼす磁場の影響を調査検討したところ、AIP法による硬質被覆層の成膜を所定強度の磁場中で行うことによって、硬質被覆層を構成する結晶粒の成長軸線方向を制御することができること、さらに、工具基体とターゲットの成膜時の位置関係を調節することによって、切れ刃近傍のすくい面、逃げ面の結晶粒の成長軸線方向を、工具基体表面の垂直方向に対して所定の傾斜角度とすることができること、さらに、制御された結晶粒成長軸線方向からなる組織構造を備えた硬質被覆層を有する被覆工具は、難削材の高速切削加工において、特に、切削開始初期段階におけるチップング、摩耗の発生が抑制され、長期の使用に亘ってすぐれた切削性能を発揮することを見出したのである。

30

## 【0010】

この発明は、上記の知見に基づいてなされたものであって、

「(1) 炭化タングステン基超硬合金で構成された工具基体の表面に、AlとCrの複合窒化物からなる硬質被覆層が形成された表面被覆切削工具において、

40

(a) 上記硬質被覆層は柱状結晶組織を有し、刃先の柱状結晶組織の成長軸線方向は、工具基体表面の垂直方向に対して傾斜しており、

(b) 刃先の逃げ面における柱状結晶組織の成長軸線方向の傾斜角度は、工具基体表面の垂直方向から、逃げ面延長線とすくい面延長線上の交点に向かって $18 \pm 5^\circ$ であり、

(c) 刃先のすくい面における柱状結晶組織の成長軸線方向の傾斜角度は、工具基体表面の垂直方向から、逃げ面延長線とすくい面延長線上の交点に向かって $30 \pm 5^\circ$ であることを特徴とする表面被覆切削工具。

(2) 逃げ面における柱状結晶組織の成長軸線方向の傾斜角度は、刃先から $50 \mu\text{m}$ までの範囲においては平均 $16.5 \pm 5^\circ$ であり、かつ、その範囲内での傾斜角度の最大

50

値と最小値との差は  $10 \pm 5^\circ$  であり、また、すくい面における柱状結晶組織の成長軸線方向の傾斜角度は、刃先から  $50 \mu\text{m}$  までの範囲においては平均  $29 \pm 5^\circ$  であり、かつ、その範囲内での傾斜角度の最大値と最小値との差は  $11 \pm 5^\circ$  であることを特徴とする前記(1)に記載の表面被覆切削工具。」

に特徴を有するものである。

#### 【0011】

つぎに、この発明の被覆工具について詳細に説明する。

硬質被覆層の種別、平均層厚：

この発明の硬質被覆層は、AlとCrの複合窒化物層((Al, Cr)N層)からなる

。上記(Al, Cr)N層は、Al成分が高温硬さと耐熱性を向上させ、Cr成分が高温強度を向上させ、さらにCrとAlの共存含有によって高温耐酸化性が向上することから、高温硬さ、耐熱性、高温強度及び高温耐酸化性にすぐれた硬質被覆層として既によく知られている。

本発明では、(Al, Cr)N層の成分割合は特に規定しないが、Alとの含量に占めるCrの含有割合(原子比、以下同じ)が0.2未満では、高速切削加工時の高温強度を確保することが困難となり、一方、Alとの含量に占めるCrの含有割合(原子比)が0.5を越えると、相対的にAlの含有割合が少なくなり、高温硬さの低下、耐熱性の低下を招き、その結果、偏摩耗の発生、熱塑性変形の発生等により耐摩耗性が劣化することから、Alとの含量に占めるCrの含有割合(原子比)は、0.2~0.5であることが好ましい。

また、(Al, Cr)N層からなる硬質被覆層の平均層厚は、 $1 \mu\text{m}$ 未満では、すぐれた耐摩耗性を長期に亘って発揮することができず、工具寿命短命の原因となり、一方、その平均層厚が $10 \mu\text{m}$ を越えると、刃先部にチップングが発生し易くなることから、その平均層厚は $1 \sim 10 \mu\text{m}$ とすることが好ましい。

#### 【0012】

(Al, Cr)N層からなる硬質被覆層の結晶成長組織構造：

本発明では、上記(Al, Cr)N層からなる硬質被覆層を柱状結晶として成膜し、さらに、逃げ面、すくい面では、それぞれの柱状結晶の成長軸線方向が、工具基体表面の垂直方向に対して所定の傾斜角度範囲内となるように成膜する。

#### 【0013】

(a) 逃げ面の刃先及びすくい面の刃先における柱状結晶の成長軸線方向

逃げ面の刃先においては、硬質被覆層の柱状結晶の成長軸線方向が、工具基体表面の垂直方向から、逃げ面延長線とすくい面延長線上の交点に向かって $18 \pm 5^\circ$ 傾斜するように成膜し、また、すくい面の刃先においては、硬質被覆層の柱状結晶の成長軸線方向が、工具基体表面の垂直方向から、逃げ面延長線とすくい面延長線上の交点に向かって $30 \pm 5^\circ$ 傾斜するように成膜するが、その理由は、以下のとおりである。

上記傾斜角度は、磁場中でのAIP法による空間磁場の大きさによって影響される(磁場中でのAIP法による成膜については後記する)が、基体表面の垂直方向に対する、逃げ面の刃先における硬質被覆層の柱状結晶の成長軸線方向の傾斜角度が $18 - 5^\circ$ 未満(即ち、 $13^\circ$ 未満)、または、すくい面の刃先における硬質被覆層の柱状結晶の成長軸線方向の傾斜角度が $30 - 5^\circ$ 未満(即ち、 $25^\circ$ 未満)であると、磁場中AIP法による成膜時、プラズマ中のイオンの価数の上昇が起こり、工具基体に付加したバイアスによるイオンの引き込み効果が高くなるため、硬質被覆層中の圧縮残留応力が高くなりチップングを発生しやすくなる。

一方、基体表面の垂直方向に対する、逃げ面の刃先における硬質被覆層の柱状結晶の成長軸線方向の傾斜角度が $18 + 5^\circ$ を超える(即ち、 $23^\circ$ を超える)場合、または、すくい面の刃先における硬質被覆層の柱状結晶の成長軸線方向の傾斜角度が $30 + 5^\circ$ を超える(即ち、 $35^\circ$ を超える)場合には、磁場中AIP法による成膜時、プラズマ中のイオンの価数の低下が起こり、工具基体に付加したバイアスによるイオンの引き込み効果が

10

20

30

40

50

低下し、結晶粒成長軸線方向が刃先で一様になるため、難削材の高速切削加工時に、結晶粒界に沿って剥離が発生し、その結果、摩耗量が多くなる。

以上の理由から、逃げ面の刃先における柱状結晶の成長軸線方向は、工具基体表面の垂直方向から、逃げ面延長線とすくい面延長線上の交点に向かって  $18 \pm 5^\circ$  と、また、すくい面の刃先における柱状結晶の成長軸線方向は、工具基体表面の垂直方向から、逃げ面延長線とすくい面延長線上の交点に向かって  $30 \pm 5^\circ$  と定めた。

なお、本発明でいう「刃先」とは、「切れ刃先端のコーナー部の円錐形状となっている部分を除いた、直線状切れ刃の最も先端に近い部分」とであると定義する。

#### 【0014】

(b) 刃先から  $50 \mu\text{m}$  の範囲における逃げ面の硬質被覆層の柱状結晶の成長軸線方向の平均傾斜角度、及び、刃先から  $50 \mu\text{m}$  の範囲におけるすくい面の硬質被覆層の柱状結晶の成長軸線方向の平均傾斜角度

10

本発明では、刃先から  $50 \mu\text{m}$  の範囲における逃げ面の硬質被覆層の柱状結晶の成長軸線方向の平均傾斜角度が  $16.5 \pm 5^\circ$  になるように、また、刃先から  $50 \mu\text{m}$  の範囲におけるすくい面の硬質被覆層の柱状結晶の成長軸線方向の平均傾斜角度が  $29 \pm 5^\circ$  になるように硬質被覆層を成膜するが、その理由は、以下のとおりである。

すなわち、刃先から  $50 \mu\text{m}$  の範囲における逃げ面の硬質被覆層の柱状結晶の成長軸線方向の平均傾斜角度が  $16.5 - 5^\circ$  (即ち、 $11.5^\circ$ ) 未満になると、あるいは、刃先から  $50 \mu\text{m}$  の範囲におけるすくい面の硬質被覆層の柱状結晶の成長軸線方向の平均傾斜角度が  $29 - 5^\circ$  (即ち、 $24^\circ$ ) 未満になると、前記(a)の場合と同様に、硬質被覆層中の圧縮残留応力が高くなりチッピングが発生しやすくなる。

20

一方、刃先から  $50 \mu\text{m}$  の範囲における逃げ面の硬質被覆層の柱状結晶の成長軸線方向の平均傾斜角度が  $16.5 + 5^\circ$  (即ち、 $21.5^\circ$ ) を超える場合、あるいは、刃先から  $50 \mu\text{m}$  の範囲におけるすくい面の硬質被覆層の柱状結晶の成長軸線方向の平均傾斜角度が  $29 + 5^\circ$  (即ち、 $34^\circ$ ) を超える場合には、前記(b)の場合と同様に、工具基体に付加したバイアスによるイオンの引き込み効果が低下し、逃げ面、すくい面共に刃先では結晶粒成長軸線方向が刃先の方に傾斜し、刃先から離れるに連れバイアスの効果により、結晶粒の成長軸線方向が工具基体表面に対して垂直方向になるため、傾斜角度の最大値と最小値との差が大きくなり、硬質被覆層の特性にばらつきが生じる。

したがって、この発明では、刃先から  $50 \mu\text{m}$  の範囲における逃げ面の硬質被覆層の柱状結晶の成長軸線方向の平均傾斜角度が  $16.5 \pm 5^\circ$  になるように、また、刃先から  $50 \mu\text{m}$  の範囲におけるすくい面の硬質被覆層の柱状結晶の成長軸線方向の平均傾斜角度が  $29 \pm 5^\circ$  になるように硬質被覆層を成膜する。

30

そして、上記のように成膜した場合、硬質被覆層の結晶粒の成長軸線方向に大きなばらつきは生じることもないから、均一な特性の硬質被覆層を成膜することができる。

より具体的にいえば、刃先から  $50 \mu\text{m}$  までの範囲においては、逃げ面における柱状結晶組織の成長軸線方向の傾斜角度の最大値と最小値との差は  $10 \pm 5^\circ$  であり、また、刃先から  $50 \mu\text{m}$  までの範囲においては、すくい面における柱状結晶組織の成長軸線方向の傾斜角度の最大値と最小値との差は  $11 \pm 5^\circ$  である。

#### 【0015】

40

##### (c) 硬質被覆層の蒸着形成

この発明の硬質被覆層は、図4(a)、(b)に示すようなアークイオンプレーティング装置(AIP装置)を用い、工具基体をAIP装置内で自公転させ、ターゲット表面中心とターゲットに最近接した工具基体間に所定の磁場(積算磁力が  $65 \sim 270 \text{ mT} \times \text{m}$ )を印加し、かつ、工具基体がターゲットに最接近した際には、逃げ面の一部又は全部とターゲット面が水平となるように工具基体を支持して蒸着することによって、形成することができる。

例えば、AIP装置の一方には基体洗浄用のTi電極からなるカソード電極、他方には  $70 \text{ at} \% \text{ Al} - 30 \text{ at} \% \text{ Cr}$  合金からなるターゲット(カソード電極)を設け、

まず、炭化タングステン(WC)基超硬合金からなる工具基体を洗浄・乾燥し、AIP

50

装置内の回転テーブル上に装着し、真空中で基体洗浄用のTi電極とアノード電極との間に100Aのアーク放電を発生させて、工具基体に-1000Vのバイアス電圧を印加しつつ工具基体表面をボンバード洗浄し、

ついで、Al-Cr合金ターゲットの表面中心からターゲットに最近接した工具基体までの積算磁力が65~270mT×mmなる磁場を印加し、

ついで、装置内に反応ガスとして窒素ガスを導入し9.3Paの雰囲気圧力とし、工具基体に-50Vのバイアス電圧を印加しつつ、Al-Cr合金ターゲット(カソード電極)とアノード電極との間に100Aのアーク放電を発生させ、工具基体がターゲットに最近接した際には、逃げ面の一部又は全部とターゲット面が水平となるように工具基体を支持して自公転させつつ蒸着することによって、本発明の結晶成長組織構造を有する(Al, Cr)N層からなる硬質被覆層を蒸着形成することができる。

10

なお、上記のAl-Cr合金ターゲットと工具基体間での磁場の印加は、例えば、カソード周辺に磁場発生源である電磁コイル又は永久磁石を設置する、あるいは、AIP装置の内部に永久磁石を配置する等、任意の手段で磁場を形成することができる。

【発明の効果】

【0016】

この発明の表面被覆切削工具は、硬質被覆層を構成する(Al, Cr)N層が、刃先あるいは刃先から50μmの範囲内において、特定の結晶成長組織構造を有することによって、炭素鋼、合金鋼などの高熱発生を伴う高速切削加工の、特に、切削開始初期段階において、結晶粒界でのすべり発生に起因するチッピング、摩耗が抑制されるため、その結果、長期の使用に亘ってすぐれた切削性能を発揮するものである。

20

【図面の簡単な説明】

【0017】

【図1】従来のAIP装置の概略説明図を示す。

【図2】本発明の表面被覆切削工具の縦断面概略説明図を示す。

【図3】本発明の表面被覆切削工具の成長軸線の定義図を示す。

【図4】本発明の表面被覆切削工具を作製するための、AIP装置の概略説明図を示し、(a)は平面図、(b)は側面図を示す。

【発明を実施するための形態】

【0018】

つぎに、この発明の被覆工具を実施例により具体的に説明する。

30

【実施例1】

【0019】

原料粉末として、いずれも1~3μmの平均粒径を有するWC粉末、TiC粉末、ZrC粉末、VC粉末、TaC粉末、NbC粉末、Cr<sub>3</sub>C<sub>2</sub>粉末、TiN粉末、Ta<sub>2</sub>N粉末、およびCo粉末を用意し、これら原料粉末を、表1に示される配合組成に配合し、ボールミルで72時間湿式混合し、乾燥した後、100MPaの圧力で圧粉体にプレス成形し、この圧粉体を6Paの真空中、温度:1400に1時間保持の条件で焼結し、焼結後、刃先部分にR:0.03のホーニング加工を施してISO規格・SNGA120408のインサート形状をもったWC基超硬合金製の工具基体1~5を形成した。

40

【0020】

(a)上記の工具基体1~5のそれぞれを、アセトン中で超音波洗浄し、乾燥した状態で、図4に示すAIP装置の回転テーブル上の中心軸から半径方向に所定距離離れた位置に外周部にそって装着し、AIP装置の一方にボンバード洗浄用のTiカソード電極を、他方側に70at%Al-30at%Cr合金からなるターゲット(カソード電極)を配置し、

(b)まず、装置内を排気して真空中に保持しながら、ヒーターで工具基体を500に加熱した後、前記回転テーブル上で自転しながら回転する工具基体に-1000Vの直流バイアス電圧を印加し、かつ、Tiカソード電極とアノード電極との間に100Aの電流を流してアーク放電を発生させ、もって工具基体表面をボンバード洗浄し、

50

(c) ついで、上記 Al - Cr 合金ターゲットの表面中心から工具基体までの積算磁力が 65 ~ 270 mT × mm の範囲内となるように種々の磁場を印加し、

(d) ついで、装置内に反応ガスとして窒素ガスを導入して 9.3 Pa の反応雰囲気とすると共に、前記回転テーブル上で自転しながら回転する工具基体に -50 V の直流バイアス電圧を印加し、かつ前記 Al - Cr 合金ターゲットとアノード電極との間に 100 A の電流を流してアーク放電を発生させ、もって前記工具基体の表面に、表 2 に示される組成および目標平均層厚の (Al, Cr) N 層からなる硬質被覆層を蒸着形成することにより、

本発明被覆工具としての表面被覆インサート 1 ~ 5 (以下、本発明 1 ~ 5 という) をそれぞれ製造した。

10

なお、図 4 に示す AIP 装置では、工具基体が Al - Cr 合金ターゲットに最接近する際に、逃げ面の一部又は全部と Al - Cr 合金ターゲット面が水平となるように装着支持されている。

#### 【0021】

比較例 1 :

比較の目的で、上記実施例 1 における (c) の条件を変更し (即ち、Al - Cr 合金ターゲットの表面中心から工具基体までの積算磁力を 65 ~ 270 mT × mm の範囲外として)、それ以外の条件 (即ち、上記 (a)、(b)、(d)) については実施例 1 と同一の条件で、比較例被覆工具としての表面被覆インサート 1 ~ 5 (以下、比較例 1 ~ 5 という) をそれぞれ製造した。

20

#### 【0022】

上記で作製した本発明 1 ~ 5 および比較例 1 ~ 5 について、その縦断面の硬質被覆層の結晶成長組織構造を走査型電子顕微鏡 (SEM) で観察したところ、本発明 1 ~ 5 および比較例 1 ~ 5 のいずれも、硬質被覆層の結晶粒は柱状結晶であった。

#### 【0023】

上記で作製した本発明 1 ~ 5 および比較例 1 ~ 5 について、その縦断面の硬質被覆層を、同じく走査型電子顕微鏡 (SEM) で観察し、結晶粒の成長軸線方向を求めた。

即ち、刃先の逃げ面における柱状結晶組織の成長軸線方向の傾斜角度、刃先のすくい面における柱状結晶組織の成長軸線方向の傾斜角度を測定し、さらに、それぞれの面の刃先から 50 μm の範囲において、刃先から 10 μm 毎に傾斜角度を測定し、最大傾斜角度、最小傾斜角度を抽出し、その平均傾斜角度を算出した。

30

なお、上記でいう傾斜角度とは、工具基体表面の垂直方向に対して、硬質被覆層の結晶粒の成長軸線方向が、逃げ面延長線とすくい面延長線上の交点に向かってなす傾斜角度である。

表 2、表 3 に、上記で測定・算出したそれぞれの値を示す。

#### 【0024】

上記の測定・算出方法をより具体的にいえば、以下のとおりである。

断面 SEM 像から、結晶の配向の違いによりコントラストが現れるため、各結晶粒が判別できるため、結晶粒界に沿って線を引く。その線と工具基体表面の垂直方向との傾斜角を算出する。

40

#### 【0025】

【表 1】

種 別		配 合 組 成 (質量%)						
		Co	TiC	ZrC	TaC	NbC	Cr <sub>3</sub> C <sub>2</sub>	WC
工具基体 (インサート)	1	10.5	8	—	8	1.5	—	残
	2	7	—	—	—	—	—	残
	3	5.7	—	—	1.5	0.5	—	残
	4	5.7	—	—	—	—	1	残
	5	8.5	—	0.5	—	—	0.5	残

【 0 0 2 6 】



【 表 2 】

種別	工具 基体 記号	積算磁力 (ミリテスラ × mm)	(Al, Cr)N層		傾斜角度(°)							
			組成 (原子比)	平均 層厚 (μm)	逃げ面 刃先	逃げ面刃先から 50μmの範囲			すくい面 刃先	すくい面刃先から 50μmの範囲		
						最大 傾斜 角度	最小 傾斜 角度	平均 傾斜 角度		最大 傾斜 角度	最小 傾斜 角度	平均 傾斜 角度
1	1	70.5	70Al30Cr	3.3	23	17	19	34	34	28	30	
2	2	141.8	70Al30Cr	3.4	21	17	18	33	33	25	30	
3	3	200.3	70Al30Cr	3.3	20	18	20	30	30	22	26	
4	4	259.0	70Al30Cr	3.8	16	14	15	28	28	21	25	
5	5	200.3	60Al40Cr	3.7	21	16	18	31	31	21	27	

【 0 0 2 7 】

10

20

30

40

【表 3】

種別	工具 基体 記号	積算磁力 (ミリテスラ ×mm)	(Al, Cr)N層		傾斜角度(°)							
			組成 (原子比)	平均 層厚 (μm)	逃げ面 刃先	逃げ面刃先から 50μmの範囲			すくい面 刃先	すくい面刃先から 50μmの範囲		
						最大 傾斜 角度	最小 傾斜 角度	平均 傾斜 角度		最大 傾斜 角度	最小 傾斜 角度	平均 傾斜 角度
1	1	0.0	70Al30Cr	3.7	43	36	38	44	48	43	47	
2	2	21.0	70Al30Cr	3.6	38	30	34	40	40	23	34	
3	3	41.9	70Al30Cr	3.6	34	23	26	39	42	16	33	
4	4	420.0	70Al30Cr	3.5	11	2	6	18	18	13	15	
5	5	41.9	60Al40Cr	3.4	36	29	33	39	39	15	33	
比較例												

【0028】

つぎに、上記本発明1～5、比較例1～5の被覆インサートを、いずれも工具鋼製バイトの先端部に固定治具にてネジ止めした状態で、

被削材：JIS・SCM440の丸棒、

切削速度：120m/min、

切り込み：1.5mm、

送り：0.3mm/rev、

切削時間：3分、

の条件（切削条件Aという）での合金鋼（クロムモリブデン鋼）の乾式連続高速切削加工試験を実施し、切刃の逃げ面摩耗幅を測定した。

10

20

30

40

50

この測定結果を表 4 に示した。

【 0 0 2 9 】

【表 4】

種 別		逃げ面 摩耗幅 (mm)	種 別		切削 試験 結果 (分)
		切削 条件 (A)			切削 条件 (A)
本 発 明	1	0.18	比 較 例	1	1
	2	0.17		2	2
	3	0.16		3	2.5
	4	0.14		4	2
	5	0.16		5	2

(表中、比較被覆チップの欄は、チッピングが原因で使用寿命に至るまでの切削時間(分))

【実施例 2】

【 0 0 3 0 】

原料粉末として、平均粒径：5.5 μmを有する中粗粒WC粉末、同0.8 μmの微粒WC粉末、同1.3 μmのTaC粉末、同1.2 μmのNbC粉末、同1.2 μmのZrC粉末、同2.3 μmのCr<sub>3</sub>C<sub>2</sub>粉末、同1.5 μmのVC粉末、同1.0 μmの(Ti, W)C [質量比で、TiC/WC = 50/50]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れ表 5 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 /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、直径が8 mmおよび13 mmの2種の工具基体形成用丸棒焼結体を形成し、さらに前記の2種の丸棒焼結体から、研削加工にて、表 5 に示される組合せで、切刃部の直径×長さがそれぞれ6 mm×13 mmおよび10 mm×22 mmの寸法、並びにいずれもねじれ角30度の2枚刃ボール形状をもったWC基超硬合金製の工具基体(エンドミル)6 ~ 8 及び、2枚刃スクエア形状をもったWC基超硬合金

製の工具基体（エンドミル）9～10をそれぞれ製造した。

【0031】

ついで、これらの工具基体（エンドミル）6～10の表面をアセトン中で超音波洗浄し、乾燥した状態で、同じく図4に示すAIP装置に装入し、上記実施例1と同一の条件で、表6に示される組成および目標平均層厚の（Al, Cr）N層からなる硬質被覆層を形成することにより、

本発明被覆工具としての本発明被覆超硬エンドミル（以下、本発明6～10という）をそれぞれ製造した。

【0032】

比較例2：

比較の目的で、上記の工具基体（エンドミル）6～10に対して、上記比較例1と同一の条件で、表7に示される組成および目標平均層厚の（Al, Cr）N層からなる硬質被覆層を形成することにより、

比較例被覆工具としての比較例被覆超硬エンドミル（以下、比較例6～10という）をそれぞれ製造した。

【0033】

上記で作製した本発明6～10および比較例6～10について、その縦断面の硬質被覆層の結晶成長組織構造を走査型電子顕微鏡（SEM）で観察したところ、いずれも、硬質被覆層の結晶粒は柱状結晶であった。

また、上記で作製した本発明6～10および比較例6～10について、本発明1～5、比較例1～5の場合と同様に結晶粒の成長軸線方向を求めた。

即ち、逃げ面の刃先の傾斜角度、すくい面の刃先の傾斜角度、それぞれの面の刃先から50μmの範囲における最大傾斜角度、最小傾斜角度を測定し、その平均傾斜角度を算出した。

表6、表7に、上記で測定・算出したそれぞれの値を示す。

【0034】

【表5】

種別	配合組成（質量％）								切刃部の直径×長さ（mm）	
	Co	(Ti, W)C	TaC	NbC	ZrC	Cr <sub>3</sub> C <sub>2</sub>	VC	WC		
（エンドミル） 工具基体	6	5	5	—	—	—	—	—	中粗粒：残	6×13
	7	6	—	1	0.5	—	—	—	微粒：残	6×13
	8	6	—	1	—	1	0.5	0.5	微粒：残	6×13
	9	8	—	—	—	—	0.5	0.5	微粒：残	10×22
	10	9	25	10	1	—	—	—	中粗粒：残	10×22

【0035】

【表6】

種別	工具基体記号	積算磁力（ミリテスラ×mm）	(Al, Cr)N層		傾斜角度（°）							
			組成（原子比）	平均層厚（μm）	逃げ面刃先	逃げ面刃先から50μmの範囲			すくい面刃先	すくい面刃先から50μmの範囲		
						最大傾斜角度	最小傾斜角度	平均傾斜角度		最大傾斜角度	最小傾斜角度	平均傾斜角度
本発明	6	6	70Al30Cr	7.2	22	22	13	19	34	34	28	30
	7	7	70Al30Cr	7.4	20	20	12	16	33	34	28	32
	8	8	70Al30Cr	7.0	17	18	13	16	33	33	25	31
	9	9	70Al30Cr	7.5	15	16	12	14	29	29	22	27
	10	10	60Al40Cr	6.9	18	18	14	16	32	32	25	30

10

20

30

40

50

【 0 0 3 6 】

【 表 7 】

種別	工具 基体 記号	積算磁力 (ミリテスラ ×mm)	(Al, Cr)N層		傾斜角度(°)								
			組成 (原子比)	平均 層厚 (μm)	逃げ面 刃先	逃げ面刃先から 50μmの範囲			すくい面 刃先	すくい面刃先から 50μmの範囲			
						最大 傾斜 角度	最小 傾斜 角度	平均 傾斜 角度		最大 傾斜 角度	最小 傾斜 角度	平均 傾斜 角度	
比較 例	6	6	0	70Al30Cr	7.0	37	37	14	17	39	39	34	38
	7	7	21.0	70Al30Cr	7.2	35	35	16	26	40	40	32	36
	8	8	41.9	70Al30Cr	6.8	32	32	18	22	44	46	33	40
	9	9	420.0	70Al30Cr	7.4	12	12	2	7	18	18	14	16
	10	10	41.9	60Al40Cr	7.0	32	32	17	22	40	42	34	38

10

【 0 0 3 7 】

つぎに、上記本発明 6 ~ 10 および比較例 6 ~ 10 のエンドミルのうち、  
本発明 6 ~ 8 および比較例 6 ~ 8 については、

被削材 - 平面寸法：100mm × 250mm、厚さ：50mm の J I S ・ S 5 5 C の板  
材、

切削速度：284 m/min、  
溝深さ(切り込み)：2.0 mm、  
切削幅：0.3 mm  
送り：2000 mm/min、  
切削長：340m、

20

の条件(切削条件 B という)での炭素鋼の高速溝切削加工試験を実施し、  
また、本発明 9, 10 および比較例 9, 10 については、

被削材 - 平面寸法：100mm × 250mm、厚さ：50mm の  
J I S ・ S 5 5 C の板材、

切削速度：100m/min、  
溝深さ(切り込み)：10mm、  
切削幅：1mm  
送り：450mm/min、  
切削長：90m、

30

の条件(切削条件 C という)での炭素鋼の高速溝切削加工試験を実施し、  
いずれの高速溝切削加工試験でも切削刃の逃げ面摩耗幅を測定した。

この測定結果を表 8 にそれぞれ示した。

【 0 0 3 8 】

【表 8】

種 別	逃げ面 摩耗幅 (mm)		種 別	切削試験 結果(m)	
	切削 条件 (B)	切削 条件 (C)		切削 条件 (B)	切削 条件 (C)
本 発 明	6	0.09	比 較 例	6	200
	7	0.08		7	100
	8	0.06		8	100
	9	—		9	—
	10	—		10	—
					30
					30

(表中、比較例の欄は、チップングが  
原因で使用寿命に至るまでの切削長(m))

## 【0039】

表4, 8に示される結果から、本発明被覆工具は、(Al, Cr)N層からなる硬質被覆層の柱状結晶粒が、特定の成長軸線方向(即ち、刃先の逃げ面においては、逃げ面延長線とすくい面延長線上の交点に向かって $18 \pm 5^\circ$ 傾斜する成長軸線方向、また、刃先のすくい面においては、逃げ面延長線とすくい面延長線上の交点に向かって $30 \pm 5^\circ$ 傾斜する成長軸線方向を有し、さらに、逃げ面における成長軸線方向の傾斜角度は、刃先から $50 \mu\text{m}$ までの範囲においては平均 $16.5 \pm 5^\circ$ であり、かつ、その範囲内での傾斜角度の最大値と最小値との差は $10 \pm 5^\circ$ であり、また、すくい面における成長軸線方向の傾斜角度は、刃先から $50 \mu\text{m}$ までの範囲においては平均 $29 \pm 5^\circ$ であり、かつ、その範囲内での傾斜角度の最大値と最小値との差は $11 \pm 5^\circ$ である)を有していることから、炭素鋼、合金鋼などの高熱発生を伴う高速切削加工の、特に、切削開始初期段階において、結晶粒界でのすべり発生に起因するチップング、摩耗が抑制されるため、その結果、長期の使用に亘ってすぐれた切削性能を発揮するものである。

これに対して、硬質被覆層の柱状結晶粒が特定の成長軸線方向を有していない比較例被覆工具では、難削材の高速切削加工で切削初期段階でチップングを発生し、また、その際の摩耗量も大きいため、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】

## 【0040】

上述のように、この発明の被覆工具は、炭素鋼、合金鋼などの高速切削加工ばかりでなく、一般鋼などの通常条件での切削加工に供した場合でも長期に亘ってすぐれた切削性能を示すものであるから、切削加工装置のFA化、並びに切削加工の省力化および省エネ化、さらに低コスト化に十分満足に対応できるものである。

10

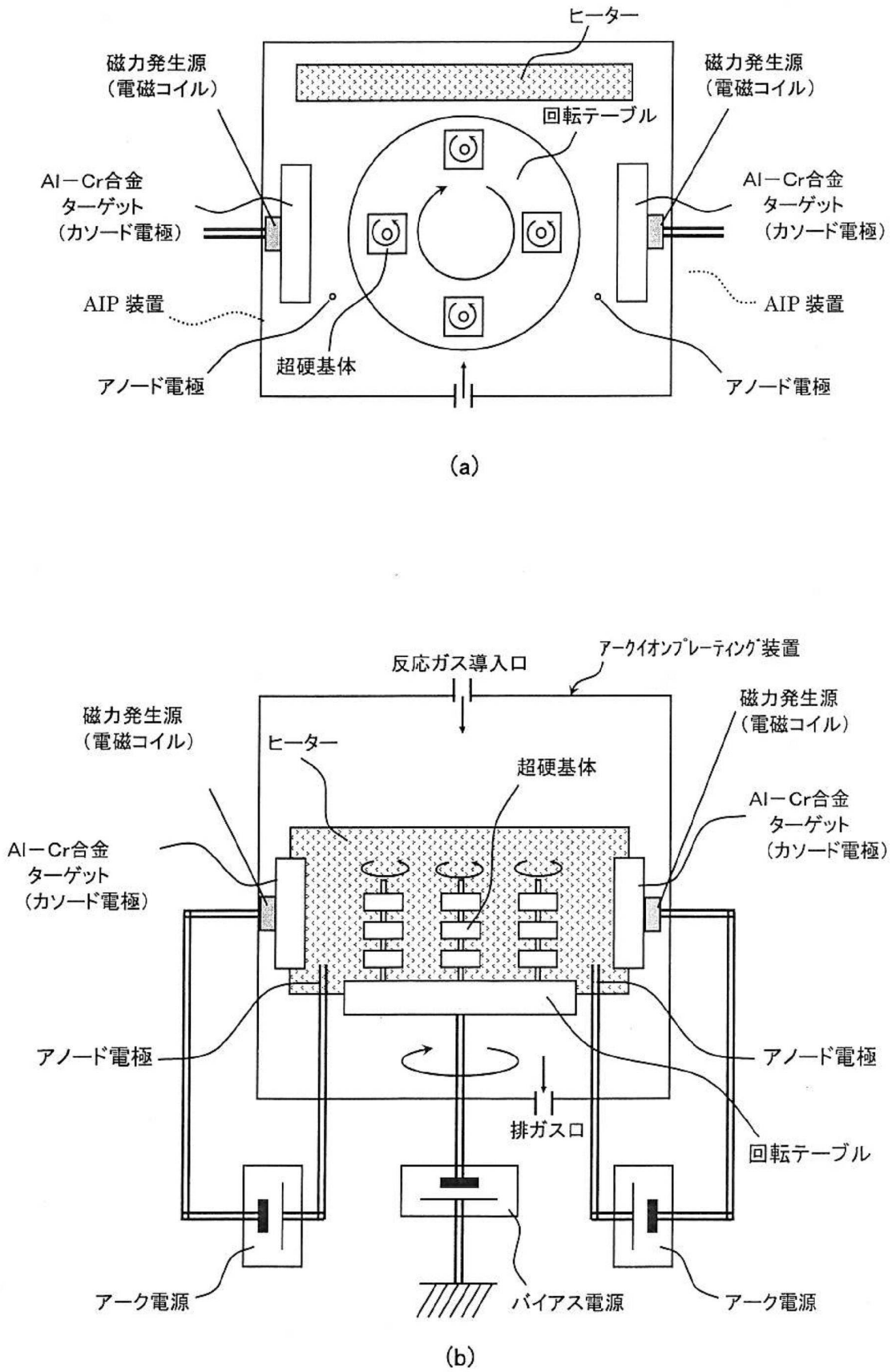
20

30

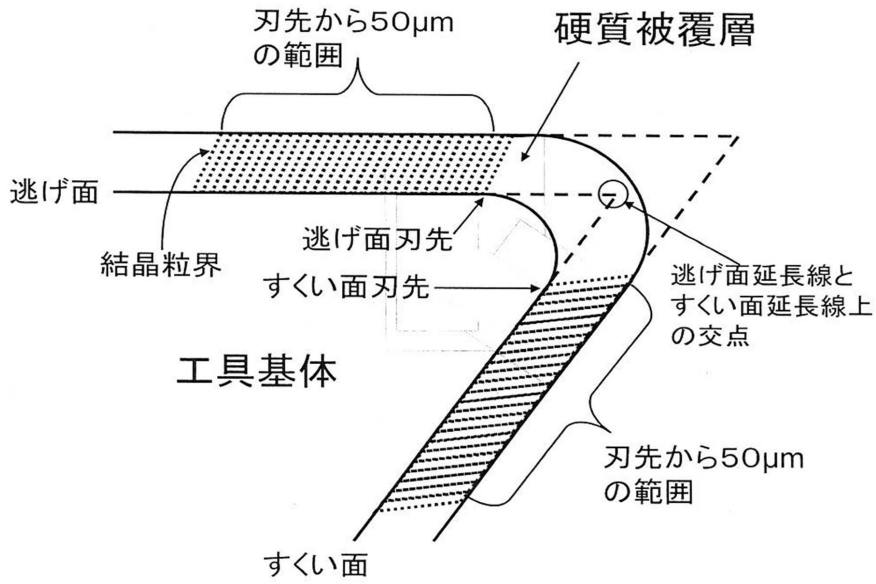
40

50

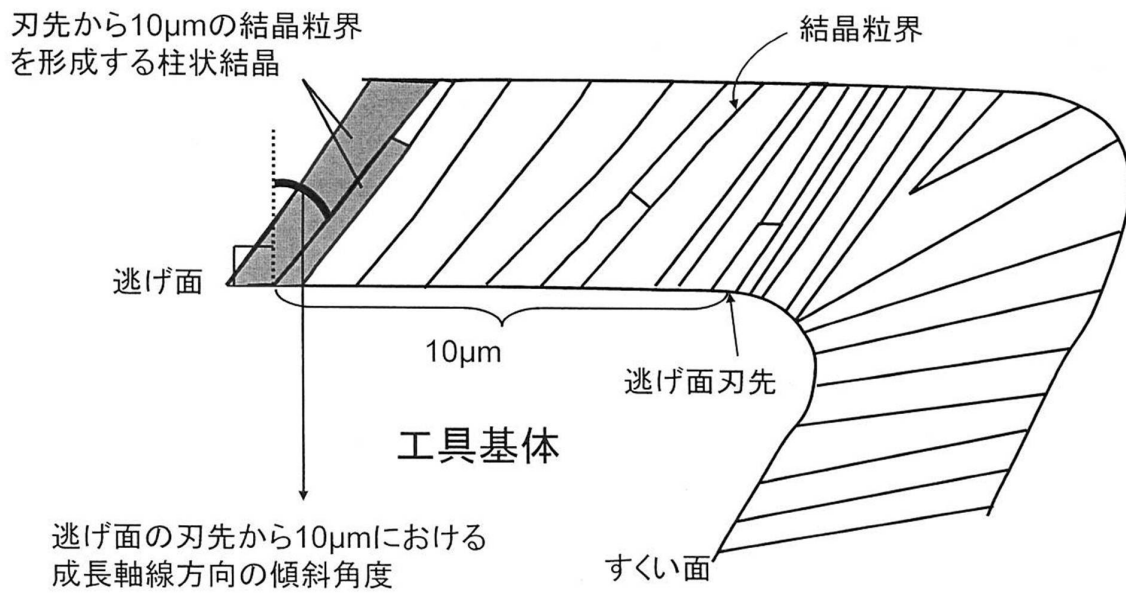
【図1】



【図2】

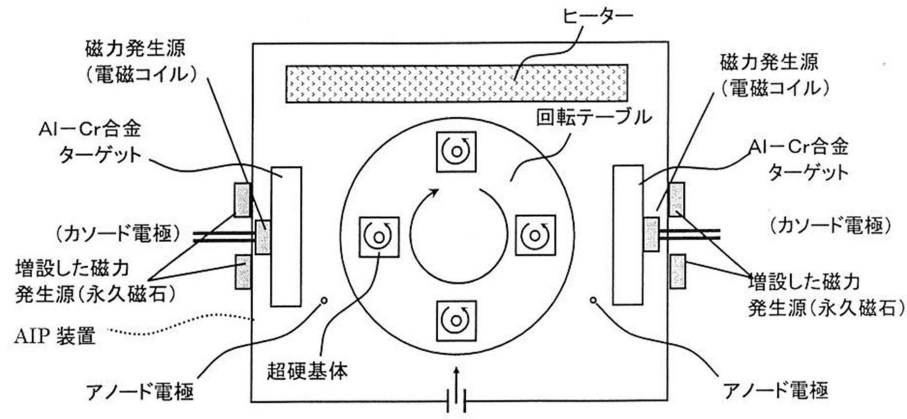


【図3】

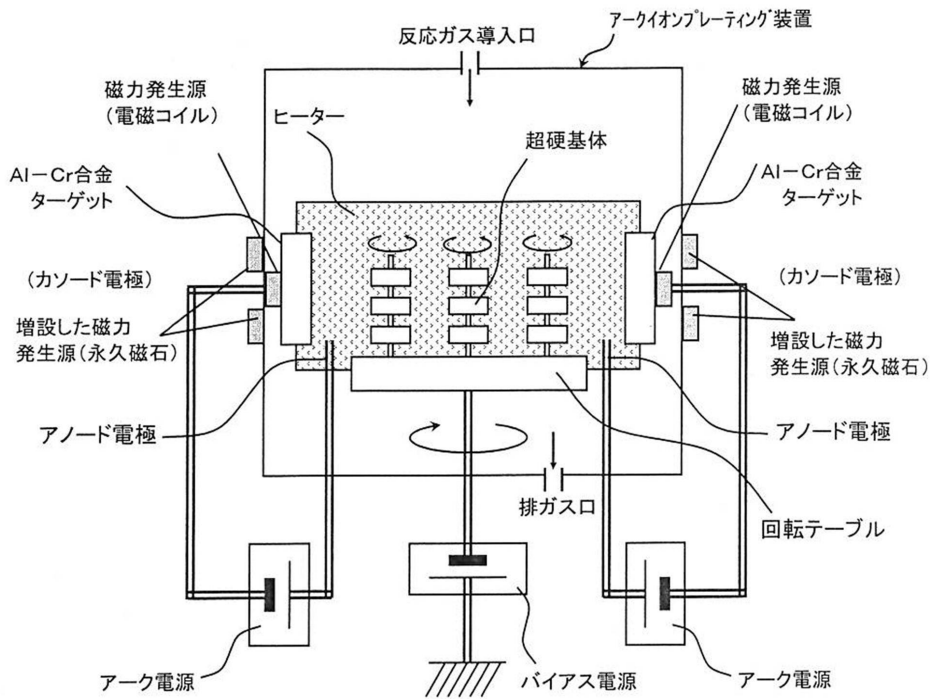




【図4】



(a)



(b)

---

フロントページの続き

審査官 五十嵐 康弘

- (56)参考文献 特開平10-081955(JP,A)  
特開2001-277006(JP,A)  
特開2004-050381(JP,A)  
特開2004-298972(JP,A)  
特開2008-105164(JP,A)  
特開2009-066673(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B23B 27/14  
B23B 51/00  
B23C 5/16  
C23C 14/00 - 14/58