

(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2017-226018

(P2017-226018A)

(43) 公開日 平成29年12月28日(2017.12.28)

| (51) Int.Cl.                   | F I             | テーマコード (参考) |
|--------------------------------|-----------------|-------------|
| <b>B 2 3 B</b> 27/14 (2006.01) | B 2 3 B 27/14 A | 3 C 0 4 6   |
| <b>C 2 3 C</b> 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 1 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願2016-121349 (P2016-121349)  
 (22) 出願日 平成28年6月20日 (2016.6.20)

(71) 出願人 000003207  
 トヨタ自動車株式会社  
 愛知県豊田市トヨタ町1番地  
 (74) 代理人 110000947  
 特許業務法人あーく特許事務所  
 (72) 発明者 松田 晃幸  
 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内  
 Fターム(参考) 3C046 FF09 FF10 FF13 FF16  
 4K029 AA02 BA58 BB02 BD05 CA03  
 CA13 DB05 DD06 EA01 JA02

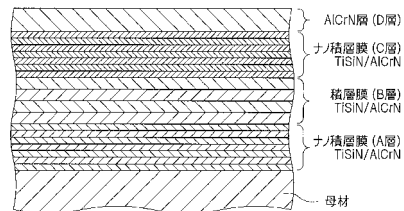
(54) 【発明の名称】 切削工具

(57) 【要約】

【課題】被覆層によって被覆された切削工具の長寿命化を図る。

【解決手段】切削工具の被覆層を、母材表面から、TiSi系窒化物とAlCr系窒化物とのナノ積層膜で成るA層、TiSi系窒化物とAlCr系窒化物との積層膜で成るB層、TiSi系窒化物とAlCr系窒化物とのナノ積層膜で成るC層、AlCr系窒化物で成るD層の順で積層された構成とする。各層の厚みの比であるA層の厚み：B層の厚み：C層の厚み：D層の厚みを、1：1：1：0.5とする。これにより、各層間の密着性を十分に確保することができ、切削加工時の応力を十分に分散させることができる。その結果、積層間の剥離を防止できて、切削工具の長寿命化を図ることができる。

【選択図】 図3



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

母材表面が被覆層によって被覆された切削工具において、

前記被覆層は、前記母材表面から、TiSi系窒化物とAlCr系窒化物とのナノ積層膜で成るA層、TiSi系窒化物とAlCr系窒化物との積層膜で成るB層、TiSi系窒化物とAlCr系窒化物とのナノ積層膜で成るC層、AlCr系窒化物で成るD層の順で積層されて成り、各層の厚みの比であるA層の厚み：B層の厚み：C層の厚み：D層の厚みが、1：1：1：0.5とされていることを特徴とする切削工具。

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】**

10

**【0001】**

本発明は切削工具に係る。特に、本発明は、母材表面が被覆層によって被覆された切削工具に関する。

**【背景技術】****【0002】**

従来、母材表面が硬質の被覆層によって被覆された切削工具が知られている。特許文献1には、耐摩耗性の改善を目的として、薄層Aと薄層Bとが交互に積層された複層領域と、単層にて構成された単層領域との交互積層構造からなる硬質被覆層を蒸着形成した切削工具が開示されている。また、この特許文献1において、前記薄層AはAlCr（アルミニウム・クロム）系窒化物の層、前記薄層BはTiSi（チタン・ケイ素）系窒化物の層でそれぞれ構成され、前記単層は、前記薄層Aと同一種の層で構成されている。また、最表層にはAlCr系窒化物の単層が設けられている。

20

**【先行技術文献】****【特許文献】****【0003】****【特許文献1】特開2011-235393号公報****【発明の概要】****【発明が解決しようとする課題】****【0004】**

しかしながら、特許文献1に開示されている被覆層にあっては、切削加工時に、この被覆層に作用する応力を十分に分散させることができず、また、AlCr系窒化物の層とTiSi系窒化物の層との積層間の密着力を十分に確保することが難しい。このため、積層間に剥離が生じる可能性があり、切削工具の長寿命化を図るには限界があった。

30

**【0005】**

本発明は、かかる点に鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、被覆層によって被覆された切削工具の長寿命化を図ることにある。

**【課題を解決するための手段】****【0006】**

前記の目的を達成するための本発明の解決手段は、母材表面が被覆層によって被覆された切削工具を前提とする。そして、この切削工具は、前記被覆層が、前記母材表面から、TiSi系窒化物とAlCr系窒化物とのナノ積層膜で成るA層、TiSi系窒化物とAlCr系窒化物との積層膜で成るB層、TiSi系窒化物とAlCr系窒化物とのナノ積層膜で成るC層、AlCr系窒化物で成るD層の順で積層されて成り、各層の厚みの比であるA層の厚み：B層の厚み：C層の厚み：D層の厚みが、1：1：1：0.5とされていることを特徴とする。

40

**【0007】**

この特定事項により、前記ナノ積層膜が密着層となることで、母材表面とB層、B層とD層の密着性が十分に確保されることになる。また、切削加工時に、この被覆層に作用する応力を十分に分散させることができる。このため、積層間の剥離を防止できて、切削工具の長寿命化を図ることができる。

50

## 【発明の効果】

## 【0008】

本発明では、切削工具の被覆層を、母材表面から、TiSi系窒化物とAlCr系窒化物とのナノ積層膜で成るA層、TiSi系窒化物とAlCr系窒化物との積層膜で成るB層、TiSi系窒化物とAlCr系窒化物とのナノ積層膜で成るC層、AlCr系窒化物で成るD層の順で積層して構成し、A層の厚み：B層の厚み：C層の厚み：D層の厚みを、1：1：1：0.5としている。これにより、各層間の密着性を十分に確保することができ、切削加工時の応力を十分に分散させることができる。その結果、積層間の剥離を防止できて、切削工具の長寿命化を図ることができる。

## 【図面の簡単な説明】

## 【0009】

【図1】アークイオンプレーティング装置の概略構成を示す図である。

【図2】アークイオンプレーティング法の原理を説明するための図である。

【図3】被覆層の断面の模式図である。

【図4】実施形態に係る被覆層および比較例に係る被覆層それぞれにおける、密着力および膜脱落率それぞれの試験結果を示す図である。

【図5】実施形態に係る被覆層および比較例に係る被覆層それぞれにおける、すくい面摩耗、ランド摩耗、VB摩耗それぞれの試験結果を示す図である。

## 【発明を実施するための形態】

## 【0010】

以下、本発明の実施の形態を図面に基づいて説明する。

## 【0011】

- アークイオンプレーティング装置 -

先ず、切削工具の母材表面に被覆層を形成するためのアークイオンプレーティング装置および被覆層の形成動作の概略について説明する。

## 【0012】

図1は、アークイオンプレーティング装置1の概略構成を示す図である。この図1に示すように、アークイオンプレーティング装置1は、真空チャンバ2、カソード3、ロータリテーブル4、アーク電源5、バイアス電源6、ヒータ7、フィラメント8等を備えている。

## 【0013】

真空チャンバ2は、密閉性のある筐体により構成され、ガス供給口21および真空排気口22がそれぞれ形成されている。ガス供給口21は、被覆層形成時等に不活性ガスを真空チャンバ2内に供給するために設けられており、不活性ガスを供給するための配管設備（不図示）が接続されている。真空排気口22は、真空チャンバ2内の残存気体を排気して真空度を高めるために設けられており、配管設備（不図示）によって真空ポンプ等の真空排気設備（不図示）と接続されている。

## 【0014】

カソード3は、ターゲット（皮膜形成材料）となる材質によって形成される陰極部であり、アーク電源5に接続されている。

## 【0015】

ロータリテーブル4は、被覆層の形成対象物であるワーク（本発明にあっては切削工具）W，Wを支持する部位であり、回転可能な構成とされ、真空アーク放電によってカソード3から放出される金属イオンをワークW，Wの表面にムラなく堆積させるようになっている。また、ロータリテーブル4は前記バイアス電源6に接続されており、ロータリテーブル4を介してワークW，Wに対しバイアス電圧を印加できるようになっている。

## 【0016】

ヒータ7は真空チャンバ2内の温度を上昇させるものである。真空チャンバ2内の温度を上昇させることによって、カソード3の表面等の各部に吸着している余分なガス（吸着ガス）を放出させることができる。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 1 7 】

フィラメント 8 は真空チャンバ 2 内に熱電子を放出するものである。

## 【 0 0 1 8 】

次に、アークイオンプレーティング法による被覆層の形成動作について説明する。図 2 は、アークイオンプレーティング法の原理を説明するための図である。

## 【 0 0 1 9 】

まず、真空チャンバ 2 内を真空排気し、残存気体を減少させて真空度を高める。

## 【 0 0 2 0 】

次に、ヒータ 7 によって予熱を行い、真空チャンバ 2 内の温度を上昇させる。真空チャンバ 2 内の温度が上昇すると、カソード 3 の表面等に吸着しているガスが放出される。このとき、放出されたガス等に起因して真空チャンバ 2 内の圧力が一旦は上昇に転じるが、真空排気を継続して行うことにより、放出されたガスは真空排気口 2 2 から排出される。これにより、真空チャンバ 2 内の真空度を再び高める。

10

## 【 0 0 2 1 】

次に、ヒータ 7 による予熱を停止して、さらに継続して真空排気を行い、真空チャンバ 2 内の圧力を、所望する真空度まで高める。

## 【 0 0 2 2 】

次に、この真空チャンバ 2 内の真空状態を保持したまま、ロータリテーブル 4 を回転させ、真空チャンバ 2 内の圧力を調整しながら、ガス供給口 2 1 から不活性ガス（例えば窒素等）を供給し、真空チャンバ 2 内を不活性ガス雰囲気にする。そして、アーク電源 5 からカソード 3 に電力を供給し、図示しないストライカロッドによりカソード 3 上にアークスポットを形成する。これにより、カソード 3 の表面から皮膜形成材料を蒸発させてイオン化させる。この際に放出される金属イオンと電子とからプラズマが構成される。また、バイアス電源 6 によって、ワーク W, W に負のバイアス電圧を印加する。このとき、正の金属イオンは、負の電位が付与されたワーク W, W によって引き寄せられるとともに、金属イオンを不活性ガスと反応させて硬質皮膜化させることにより、ワーク W, W の母材（例えば高速度工具鋼等）の表面に硬質皮膜が形成される。

20

## 【 0 0 2 3 】

このような被覆層の形成動作が連続して行われ、ワーク W, W の母材表面に硬質皮膜を形成する皮膜形成材料を切り替えていくことにより、後述する被覆層によって被覆された切削工具が得られることになる。

30

## 【 0 0 2 4 】

- 被覆層 -

次に、本実施形態において特徴とする切削工具の母材表面を被覆している被覆層について説明する。図 3 は、この被覆層の断面の模式図である。

## 【 0 0 2 5 】

この図 3 に示すように、被覆層は、母材表面から、A 層、B 層、C 層、D 層の順で積層されて成っている。

## 【 0 0 2 6 】

A 層は、TiSi 系窒化物 (TiSiN) と AlCr 系窒化物 (AlCrN) とのナノ積層膜で成る。この A 層は、母材との密着層として機能する。

40

## 【 0 0 2 7 】

B 層は、TiSi 系窒化物 (TiSiN) と AlCr 系窒化物 (AlCrN) との積層膜で成る。この B 層は、切削加工時に被覆層に作用する応力を緩和する機能および割れを防止する機能を備えている。

## 【 0 0 2 8 】

C 層は、前記 A 層と同様に、TiSi 系窒化物 (TiSiN) と AlCr 系窒化物 (AlCrN) とのナノ積層膜で成る。この C 層は、B 層と D 層との密着層として機能する。

## 【 0 0 2 9 】

D 層（最表層）は、AlCr 系窒化物 (AlCrN) の単層で成る。この D 層は、酸素

50

バリア膜として機能する。

【0030】

このように被覆層が構成されていることで、前述した如く、前記B層は、単層ではなく、TiSi系窒化物とAlCr系窒化物との積層膜で成っており、切削加工時に被覆層に作用する応力を緩和することで（応力を分散させ）、最表層のD層の密着力を高めている。

【0031】

また、各層に使用されているAlCr系窒化物の成分は、Alが60%以上のアルミリッチとなっており、TiSi系窒化物の成分は、5%以上のSiを添加したものとなっている。これら成分の上限値は実験等に基づいて適宜設定される。

10

【0032】

積層膜であるB層は、TiSi系窒化物およびAlCr系窒化物それぞれの膜厚さが約0.1 $\mu$ mに設定されている。

【0033】

ナノ積層膜であるA層およびC層は、TiSi系窒化物およびAlCr系窒化物それぞれの膜厚さが約0.04 $\mu$ m以下に設定されている。これら膜厚さの下限値は実験等に基づいて適宜設定される。

【0034】

総膜厚は3 $\mu$ mとなっており、A層の膜厚が800~900nm、B層の膜厚が800~900nm、C層の膜厚が800~900nm、D層の膜厚が350~500nmとなっている。このため、各層の厚みの比であるA層の厚み：B層の厚み：C層の厚み：D層の厚みが、1：1：1：0.5程度とされている。これにより、クラックや割れが抑制でき、また、安定した密着強度が得られている。

20

【0035】

つまり、中間層に単層を使用する従来技術の場合には、切削加工時に被覆層に作用する応力を緩和することが難しくなるため、応力の増大によってクラックや割れが発生しやすく、積層間に剥離が生じる可能性があった。

【0036】

これに対し、本実施形態では、TiSi系窒化物、AlCr系窒化物といった高硬度皮膜をナノ積層（最下層）で応力を分散させ、最表層のAlCr系窒化物の層に向けて積層膜を間に入れることで、より密着強度を高めている。

30

【0037】

このように、TiSi系窒化物とAlCr系窒化物とを積層し、耐酸化性および耐熱性を向上させ、高硬度化している。このため、例えばエンジン用のクランクシャフトの油孔の加工に使用するMQL（Minimum Quantity Lubrication）ドリル等の高速ミスト加工において効果を発揮することができる。

【0038】

- 試験例 -

次に、本実施形態に係る被覆層による効果を確認するために行った試験例およびその結果について説明する。

40

【0039】

図4は、実施形態に係る被覆層および比較例に係る被覆層それぞれにおける、密着力および膜脱落率それぞれの試験結果を示す図である。

【0040】

比較例1は、TiAlN（TiAl系窒化物）層を被覆層としたものである。比較例2は、Cr系の被覆層を積層したものである。比較例3は、TiSiN層とTiAlCrN層を被覆層としたものである。比較例4は、TiSiN層を積層したものである。これら比較例1~4の各層の膜厚比および全体の膜厚は図4に示すとおりである。これら比較例において、図4に示す膜厚比は、最表層から最下層に亘る各層の膜厚比を表している。

【0041】

50

また、比較例 5 は、前記実施形態のものと同様の A 層～D 層を積層したものであるが、各層の厚みの比を、0.5 : 1 : 2 : 0.25 としたものである。また、比較例 6 は、前記実施形態のものと同様の A 層～D 層を積層したものであるが、各層の厚みの比を、1 : 1 : 0.5 : 2 としたものである。また、比較例 7 は、前記実施形態のものと同様の A 層～D 層のうちの 3 層を積層したものであり、各層の厚みの比を、1 : 1 : 3 としたものである。これら比較例においても、図 4 に示す膜厚比は、最表層から最下層に亘る各層の膜厚比を表している。また、図 4 に示す実施形態の膜厚比も、最表層から最下層に亘る各層の膜厚比 (D 層 : C 層 : B 層 : A 層) を表している。

【0042】

これら比較例にあつては、何れも、十分な密着力の確保と、低い膜脱落率とを両立することはできていない。具体的には、密着力として 40 N 以上を確保しながら、膜脱落率を 0 % とするものとはなっていない。

10

【0043】

特に、比較例 1、比較例 3 および比較例 7 のものでは刃先部分での膜脱落率が高く、比較例 2 および比較例 4 のものでは早期にチッピングが発生してしまい、比較例 5 のものではエッジ部分での膜割りが発生し、比較例 6 のものでは靱性が低くなるといった結果が得られた。

【0044】

これに対し、実施形態のものでは、密着力は 42.5 N であり、膜脱落率は 0 % となっている。つまり、十分な密着力 (40 N 以上の密着力) の確保と、低い膜脱落率 (膜脱落率 0 %) とを両立することができていることが確認された。

20

【0045】

図 5 は、実施形態に係る被覆層および従来例 (例えば前記比較例 1 のもの) に係る被覆層それぞれにおける、すくい面摩耗、ランド摩耗、VB 摩耗それぞれの試験結果を示す図である。

【0046】

本実施形態のものにあつては、加工数が所定の加工定数に達した場合であっても、従来例のものに比べて、すくい面摩耗、ランド摩耗、VB 摩耗の何れも摩耗量は半分程度となっており、耐摩耗性が十分に確保されていることが確認された。つまり、従来例の場合には、加工定数に達した時点で摩耗量が限界に達しているのに対し、本実施形態のものでは、この加工定数に達した後であっても良好な加工性能が維持されていることが確認された。

30

【0047】

以上説明したように、本実施形態では、切削工具の母材表面から、TiSi 系窒化物と AlCr 系窒化物とのナノ積層膜で成る A 層、TiSi 系窒化物と AlCr 系窒化物との積層膜で成る B 層、TiSi 系窒化物と AlCr 系窒化物とのナノ積層膜で成る C 層、AlCr 系窒化物で成る D 層の順で積層し、各層の厚みの比である A 層の厚み : B 層の厚み : C 層の厚み : D 層の厚みを、1 : 1 : 1 : 0.5 としている。これにより、各層間の密着性を十分に確保することができて切削加工時の応力を十分に分散させることができ、積層間の剥離を防止できて、切削工具の長寿命化を図ることができる。

40

【0048】

- 他の実施形態 -

以上説明した実施形態における各層 (A 層～D 層) それぞれの膜厚は一例であつて、前述した各層の厚みの比が確保されておれば、各層 (A 層～D 層) それぞれの膜厚は前述した値に限定されることなく、適宜設定可能である。

【0049】

また、本発明では、各層 (A 層～D 層) の厚みの比としては、前述の発明の効果を奏するものであればよく、1 : 1 : 1 : 0.5 程度のもも発明の範疇である。

【産業上の利用可能性】

【0050】

50

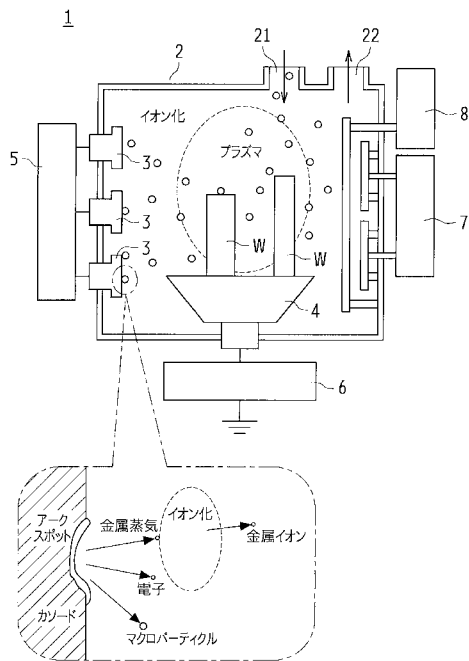
本発明は、母材表面が被覆層によって被覆された切削工具に適用可能である。

【符号の説明】

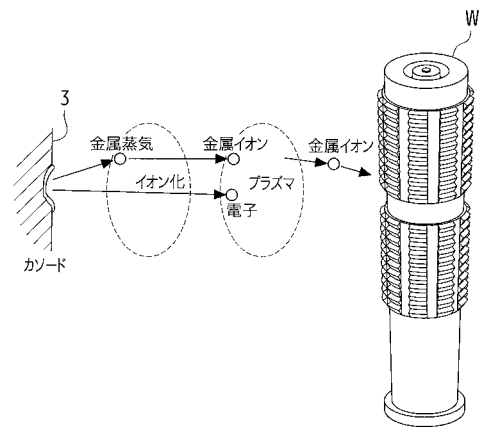
【0051】

- 1        アークイオンプレーティング装置
- W        ワーク（切削工具）

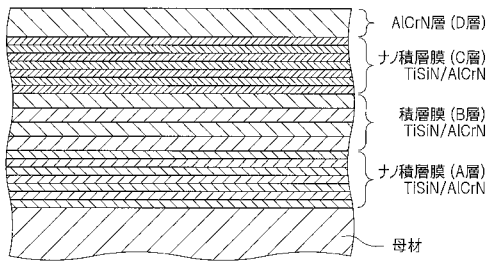
【図1】



【図2】



【 図 3 】



【 図 4 】

|      | 膜厚比          | 膜厚         | 密着力(チップング) | 膜脱落率 |
|------|--------------|------------|------------|------|
| 比較例1 | 10:0.1:0.1   | 2.3 $\mu$  | 40.96N     | 100% |
| 比較例2 | 1:1:10       | 4.1 $\mu$  | 3.26N      | 100% |
| 比較例3 | 1:1:3        | 3.27 $\mu$ | 24.27N     | 40%  |
| 比較例4 | 1:1          | 2.07 $\mu$ | 8.89N      | 20%  |
| 比較例5 | 0.5:1:2:0.25 | 3.7 $\mu$  | 30.6N      | 30%  |
| 比較例6 | 1:1:0.5:2    | 3.2 $\mu$  | 7.3N       | 80%  |
| 比較例7 | 1:1:3        | 3.4 $\mu$  | 36.8N      | 40%  |
| 実施形態 | 0.5:1:1:1    | 3 $\mu$    | 42.5N      | 0%   |

【 図 5 】

