



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 109304489 B

(45) 授权公告日 2021.04.02

(21) 申请号 201810761596.5

(22) 申请日 2018.07.12

(65) 同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 109304489 A

(43) 申请公布日 2019.02.05

(30) 优先权数据  
2017-147143 2017.07.28 JP

(73) 专利权人 株式会社泰珂洛  
地址 日本福岛县磐城市好间工业团地11-1

(72) 发明人 片桐隆雄

(74) 专利代理机构 广州三环专利商标代理有限公司 44202  
代理人 郝传鑫 梁婷

(51) Int.Cl.

B23B 27/14 (2006.01)

B23B 27/00 (2006.01)

B32B 33/00 (2006.01)

(56) 对比文件

WO 2012005275 A1, 2012.01.12

CN 105517738 A, 2016.04.20

CN 105473261 A, 2016.04.06

US 2015232978 A1, 2015.08.20

审查员 孙志良

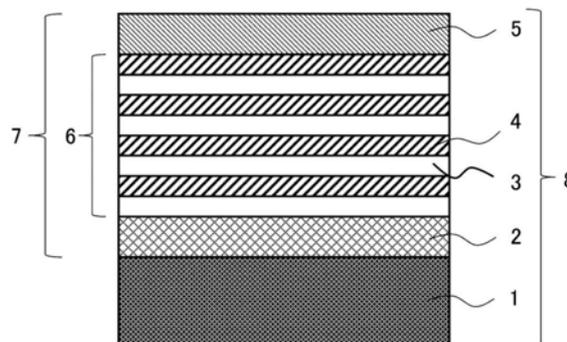
权利要求书2页 说明书18页 附图1页

(54) 发明名称

被覆切削工具

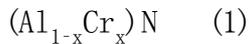
(57) 摘要

本发明提供一种包含基材和形成于上述基材上的被覆层的被覆切削工具,上述被覆层具有由第1复合氮化物层和第2复合氮化物层交替地层叠而成的交替层叠结构,上述第1复合氮化物层含有具有下述式(1):  $(Al_{1-x}Cr_x)N$  (1) (式中,x表示Cr元素相对Al元素和Cr元素的总量的原子比,并满足 $0.10 \leq x \leq 0.50$ ) 所表示的组成的化合物,上述第2复合氮化物层含有具有下述式(2):  $(Ti_{1-y}Si_y)N$  (2) (式中,y表示Si元素相对Ti元素和Si元素的总量的原子比,并满足 $0.00 < y < 1.00$ ) 所表示的组成的化合物,上述第1复合氮化物层的每一层的平均厚度为70nm以上300nm以下,上述第2复合氮化物层的每一层的平均厚度为70nm以上300nm以下,上述交替层叠结构的硬度H相对上述交替层叠结构的弹性模量E之比 [H/E] 为0.06以上0.08以下。



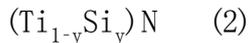
1. 一种被覆切削工具,其包含基材、和形成于所述基材上的被覆层,  
所述被覆层具有由第1复合氮化物层和第2复合氮化物层交替地层叠而成的交替层叠结构,

所述第1复合氮化物层含有具有下述式(1)所表示的组成的化合物,



式中,x表示Cr元素相对Al元素和Cr元素的总量的原子比,并满足 $0.10 \leq x \leq 0.50$ ,

所述第2复合氮化物层含有具有下述式(2)所表示的组成的化合物,



式中,y表示Si元素相对Ti元素和Si元素的总量的原子比,并满足 $0.05 \leq y \leq 0.30$ ,

所述第1复合氮化物层的每一层的平均厚度为70nm以上300nm以下,所述第2复合氮化物层的每一层的平均厚度为70nm以上300nm以下,

所述交替层叠结构的硬度H相对所述交替层叠结构的弹性模量E之比H/E为0.060以上0.080以下,所述交替层叠结构的硬度H和弹性模量E的单位为GPa。

2. 如权利要求1所述的被覆切削工具,其中,

所述交替层叠结构的所述硬度H为33GPa以上40GPa以下。

3. 如权利要求1或2所述的被覆切削工具,其中,

所述交替层叠结构的所述弹性模量E为500GPa以上550GPa以下。

4. 如权利要求1或2所述的被覆切削工具,其中,

所述第2复合氮化物层的晶系为立方晶,X射线衍射分析中的所述第2复合氮化物层的(200)面的峰强度I(200)相对所述第2复合氮化物层的(111)面的峰强度I(111)之比I(200)/I(111)为1.0以上20以下。

5. 如权利要求1或2所述的被覆切削工具,其中,

在所述第2复合氮化物层中,X射线衍射中的(200)面的半峰宽为 $0.4^\circ$ 以上 $1.0^\circ$ 以下。

6. 如权利要求1或2所述的被覆切削工具,其中,

所述交替层叠结构的平均厚度为 $1.50\mu\text{m}$ 以上 $12.00\mu\text{m}$ 以下。

7. 如权利要求1或2所述的被覆切削工具,其中,

所述被覆层在所述基材和所述交替层叠结构之间具有下部层,

所述下部层为由选自由Ti、Zr、Hf、V、Nb、Ta、Cr、Mo、W、Al、Si以及Y组成的群组中的至少一种元素、和选自由C、N、O以及B组成的群组中的至少一种元素组成的化合物的单层或层叠体,

所述下部层的平均厚度为 $0.1\mu\text{m}$ 以上 $3.5\mu\text{m}$ 以下。

8. 如权利要求1或2所述的被覆切削工具,其中,

所述被覆层在所述交替层叠结构的表面具有上部层,

所述上部层为由选自由Ti、Zr、Hf、V、Nb、Ta、Cr、Mo、W、Al、Si以及Y组成的群组中的至少一种元素、和选自由C、N、O以及B组成的群组中的至少一种元素组成的化合物的单层或层叠体,

所述上部层的平均厚度为 $0.1\mu\text{m}$ 以上 $3.5\mu\text{m}$ 以下。

9. 如权利要求1或2所述的被覆切削工具,其中,

所述被覆层整体的平均厚度为 $1.5\mu\text{m}$ 以上 $15.0\mu\text{m}$ 以下。

10. 如权利要求1或2所述的被覆切削工具,其中,  
所述基材为硬质合金、金属陶瓷、陶瓷或立方晶氮化硼烧结体中的任一种。

## 被覆切削工具

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种被覆切削工具。

### 背景技术

[0002] 以往,在钢、铸铁、不锈钢、耐热合金等的切削加工中,在由硬质合金、金属陶瓷、立方晶氮化硼(cBN)等构成的基材表面包含1层或2层以上的TiN膜、TiAlN膜等硬质被覆层的表面被覆切削工具被广泛地使用。

[0003] 例如,在专利文献1中提出了一种具备多层磨损保护涂层的工具,该多层磨损保护涂层具有层(A)和层(B),该层(A)为在由硬质合金、金属陶瓷、陶瓷、钢、或高速钢制造的主体上通过TiAlN形成的厚度为20nm~3 $\mu$ m的层,该层(B)为TiSiN以及AlCrN的一系列的至少四个交替地层叠而成的子层,且子层的厚度为0.5nm~15nm。

[0004] 专利文献

[0005] 专利文献1:日本专利特表2015-530270号

### 发明内容

[0006] 在近年来的切削加工中,高速化、高进给化以及深进刀化更加显著,人们谋求使工具的耐缺损性与以往相比进一步提高。特别地,在高速进行加工的切削条件下,切削加工时的载荷使得切削刃发生龟裂。该龟裂会导致工具有发生缺损的倾向。这成为诱因,导致存在无法延长工具寿命的问题。针对这种问题,人们寻求进一步提高如专利文献1所记载的被覆切削工具的耐缺损性。

[0007] 本发明是为了解决这些问题而完成的,其目的在于提供一种通过具有优异的耐缺损性,从而可延长工具寿命的被覆切削工具。

[0008] 本发明人对被覆切削工具的工具寿命的延长反复地进行了研究,发现通过对被覆层的层结构和组成进行改良,进而,使指定的层结构的弹性模量和硬度之比处于指定范围,能够提高耐缺损性,其结果为,能够延长被覆切削工具的工具寿命,从而完成了本发明。

[0009] 即,本发明的主旨如下所述。

[0010] (1)一种被覆切削工具,其包含基材、和形成于上述基材上的被覆层,

[0011] 上述被覆层具有由第1复合氮化物层和第2复合氮化物层交替地层叠而成的交替层叠结构,

[0012] 上述第1复合氮化物层含有具有下述式(1):

[0013]  $(Al_{1-x}Cr_x)N$  (1)

[0014] (式中,x表示Cr元素相对Al元素和Cr元素的总量的原子比,并满足 $0.10 \leq x \leq 0.50$ )

[0015] 所表示的组成的化合物,

[0016] 上述第2复合氮化物层含有具有下述式(2):

[0017]  $(Ti_{1-y}Si_y)N$  (2)

- [0018] (式中, $y$ 表示Si元素相对Ti元素和Si元素的总量的原子比,并满足 $0.00 < y < 1.00$ )
- [0019] 所表示的组成的化合物,
- [0020] 上述第1复合氮化物层的每一层的平均厚度为70nm以上300nm以下,上述第2复合氮化物层的每一层的平均厚度为70nm以上300nm以下,
- [0021] 上述交替层叠结构的硬度H(单位:GPa)相对上述交替层叠结构的弹性模量E(单位:GPa)的比H/E为0.060以上0.080以下。
- [0022] (2)如(1)所述的被覆切削工具,其中,在上述式(2)中, $y$ 满足 $0.05 \leq y \leq 0.30$ 。
- [0023] (3)如(1)或(2)所述的被覆切削工具,其中,上述交替层叠结构的上述硬度H为33GPa以上40GPa以下。
- [0024] (4)如(1)~(3)中任一项所述的被覆切削工具,其中,上述交替层叠结构的上述弹性模量E为500GPa以上550GPa以下。
- [0025] (5)如(1)~(4)中任一项所述的被覆切削工具,其中,上述第2复合氮化物层的晶系为立方晶,X射线衍射分析中的上述第2复合氮化物层的(200)面的峰强度I(200)相对上述第2复合氮化物层的(111)面的峰强度I(111)之比I(200)/I(111)为1.0以上20以下。
- [0026] (6)如(1)~(5)中任一项所述的被覆切削工具,其中,在上述第2复合氮化物层中,X射线衍射中的(200)面的半峰宽(full-width at half maximum)为 $0.4^\circ$ 以上 $1.0^\circ$ 以下。
- [0027] (7)如(1)~(6)中任一项所述的被覆切削工具,其中,上述交替层叠结构的平均厚度为 $1.5\mu\text{m}$ 以上 $12.0\mu\text{m}$ 以下。
- [0028] (8)如(1)~(7)中任一项所述的被覆切削工具,其中,
- [0029] 上述被覆层在上述基材和上述交替层叠结构之间具有下部层,
- [0030] 上述下部层为由选自由Ti、Zr、Hf、V、Nb、Ta、Cr、Mo、W、Al、Si以及Y组成的群组中的至少一种元素、和选自由C、N、O以及B组成的群组中的至少一种元素组成的化合物的单层或层叠体,
- [0031] 上述下部层的平均厚度为 $0.1\mu\text{m}$ 以上 $3.5\mu\text{m}$ 以下。
- [0032] (9)如(1)~(8)中任一项所述的被覆切削工具,其中,
- [0033] 上述被覆层在上述交替层叠结构的表面具有上部层,
- [0034] 上述上部层为由选自由Ti、Zr、Hf、V、Nb、Ta、Cr、Mo、W、Al、Si以及Y组成的群组中的至少一种元素、和选自由C、N、O以及B组成的群组中的至少一种元素组成的化合物的单层或层叠体,
- [0035] 上述上部层的平均厚度为 $0.1\mu\text{m}$ 以上 $3.5\mu\text{m}$ 以下。
- [0036] (10)如(1)~(9)中任一项所述的被覆切削工具,其中,
- [0037] 上述被覆层整体的平均厚度为 $1.5\mu\text{m}$ 以上 $15.0\mu\text{m}$ 以下。
- [0038] (11)如(1)~(10)中任一项所述的被覆切削工具,其中,
- [0039] 上述基材为硬质合金、金属陶瓷、陶瓷或立方晶氮化硼烧结体中的任一种。
- [0040] 根据本发明,能够提供通过具有优异的耐缺损性而可延长工具寿命的被覆切削工具。

## 附图说明

- [0041] 图1为表示本发明的被覆切削工具的一个例子的模式图。

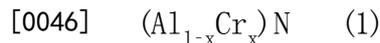
## 具体实施方式

[0042] 下面,对用于实施本发明的方式(以下,简称为“本实施方式”)进行详细说明,但本发明不限于下述本实施方式。本发明在不脱离其主旨的范围内可进行各种各样的变形。

[0043] 本实施方式的被覆切削工具包含基材和形成于该基材的表面的被覆层。本实施方式中所使用的基材只要能够用作被覆切削工具的基材,则没有特别的限定。作为基材的例子,可列举硬质合金、金属陶瓷、陶瓷、立方晶氮化硼烧结体、金刚石烧结体、以及高速钢。在它们当中,如果基材为选自由硬质合金、金属陶瓷、陶瓷以及立方晶氮化硼烧结体组成的群组中的一种以上,则耐缺损性更加优异,故进一步优选。

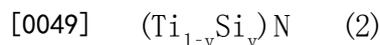
[0044] 在本实施方式的被覆切削工具中,如果被覆层整体的平均厚度为 $1.5\mu\text{m}$ 以上,则耐磨性趋于进一步提高。另一方面,如果被覆层整体的平均厚度为 $15.0\mu\text{m}$ 以下,则耐缺损性趋于进一步提高。因此,被覆层整体的平均厚度优选为 $1.5\mu\text{m}$ 以上 $15.0\mu\text{m}$ 以下。其中,从与上述相同的观点出发,如果被覆层整体的平均厚度为 $2.0\mu\text{m}$ 以上 $10.0\mu\text{m}$ 以下则更为优选,如果为 $3.0\mu\text{m}$ 以上 $9.0\mu\text{m}$ 以下则进一步优选。

[0045] 本实施方式中所使用的被覆层具有将组成不同的2种或3种以上的层交替地层叠而成的交替层叠结构。在该交替层叠结构中至少1层包含以下说明的指定的层(以下,称为“第1复合氮化物层”)。本实施方式中所使用的第1复合氮化物层含有具有下述式(1):



[0047] 所表示的组成的化合物。在本实施方式中所使用的第1复合氮化物层中,具有上述式(1)所表示的组成的化合物优选为含有立方晶、或立方晶与六方晶。应予说明,在上述式(1)中, $x$ 表示Cr元素相对Al元素和Cr元素的总量的原子比,并满足 $0.10 \leq x \leq 0.50$ 。如果Cr元素的原子比 $x$ 为0.10以上,则能够抑制形成六方晶的Al的氮化物,其结果为,耐磨性优异。另一方面,如果Cr元素的原子比 $x$ 为0.50以下,则由于能够抑制形成Cr的氮化物,因而耐磨性优异,并且,由于能够抑制第1复合氮化物层的残余应力降低,因而耐缺损性优异。其中,如果 $x$ 为0.15以上0.50以下,则由于耐磨性和耐缺损性的平衡更为优异,故优选。

[0048] 本实施方式中所使用的被覆层的交替层叠结构中的至少1层包含以下说明的指定的层(以下,称为“第2复合氮化物层”)。本实施方式中所使用的第2复合氮化物层含有具有下述式(2):



[0050] 所表示的组成的化合物。在本实施方式中所使用的第2复合氮化物层中具有上述式(2)所表示的组成的化合物优选为包含立方晶。 $y$ 表示Si元素相对Ti元素和Si元素的总量的原子比,并满足 $0.00 < y < 1.00$ ,优选为满足 $0.01 \leq y \leq 0.50$ ,更优选为满足 $0.05 \leq y \leq 0.30$ 。如果Si元素的原子比 $y$ 超过0.00,则硬度趋于提高,特别地如果原子比 $y$ 为0.01以上、更优选为0.05以上,则由于硬度进一步提高,因而耐磨性更加优异。另一方面,如果Si元素的原子比 $y$ 不足1.00,则由于能够抑制形成无定形相(amorphous phase),因而耐磨性优异,并且,由于能够抑制被覆层中的残余压应力,因而粘着性优异。从相同的观点出发,如果原子比 $y$ 为0.50以下则优选,为0.30以下则更优选。其中,如果 $y$ 为0.10以上0.25以下,由于耐磨性和粘着性的平衡更加优异,故优选。

[0051] 应予说明,在本实施方式中,当将各复合氮化物层的组成表示为 $(\text{Al}_{0.70}\text{Cr}_{0.30})\text{N}$ 时,

意味着Al元素相对Al元素和Cr元素的总量的原子比为0.70,Cr元素相对Al元素和Cr元素的总量的原子比为0.30。即,意味着Al元素的量相对Al元素和Cr元素的总量为70原子%,Cr元素的量相对Al元素和Cr元素的总量为30原子%。

[0052] 在本实施方式的被覆切削工具中,第1复合氮化物层以及第2复合氮化物层的每一层的平均厚度如果分别为70nm以上,则由于能够抑制被覆层的内部应力变高,因而耐缺损性提高。另一方面,第1复合氮化物层以及第2复合氮化物层的每一层的平均厚度如果分别为300nm以下,则由于能够取得抑制龟裂朝向基材扩展的效果,因而耐缺损性提高。从相同的观点出发,第1复合氮化物层以及第2复合氮化物层的每一层的平均厚度优选为100nm以上300nm以下,更优选为150nm以上250nm以下。

[0053] 在本实施方式中,在第1复合氮化物层和第2复合氮化物层各形成一层的情况下,“重复次数”为1次,本实施方式中所使用的交替层叠结构也包含重复次数为1次的方式。图1为表示本实施方式的被覆切削工具的剖面组织的一个例子的模式图,下面,利用图1对重复次数进行说明。该被覆切削工具8具备基材1、和形成于基材1的表面的被覆层7。被覆层7为从基材1侧按顺序层叠后述的下部层2、交替层叠结构6、和后述的上部层5而成。交替层叠结构6为从下部层2侧向上部层5侧按顺序交替层叠第1复合氮化物层3和第2氮化物层4而成,分别各具有四层第1复合氮化物层3以及第2复合氮化物层4。在这种情况下,重复次数为4次。此外,例如,在对于第1复合氮化物层3以及第2复合氮化物层4,以从下部层2侧向上部层5侧按顺序形成第1复合氮化物层3、第2复合氮化物层4、第1复合氮化物层3、第2复合氮化物层4、第1复合氮化物层3、第2复合氮化物层4、第1复合氮化物层3、第2复合氮化物层4、第1复合氮化物层3、第2复合氮化物层4的方式分别形成五层第1复合氮化物层、五层第2复合氮化物层的情况下,则重复次数为5次。此外,虽然在图1中被覆层7具备下部层2以及上部层5这两层,但被覆层也可仅具备下部层2和上部层5中的任意一层,也可不具备这两层。

[0054] 在本实施方式的被覆切削工具中,交替层叠结构的平均厚度如果为1.50 $\mu\text{m}$ 以上则耐磨性进一步提高,如果为12.00 $\mu\text{m}$ 以下则耐缺损性进一步提高。因此,交替层叠结构的平均厚度如果为1.50 $\mu\text{m}$ 以上12.00 $\mu\text{m}$ 以下则优选,如果为3.00 $\mu\text{m}$ 以上9.00 $\mu\text{m}$ 以下则更为优选。

[0055] 在本实施方式的被覆切削工具中,特别地,通过将交替层叠结构的硬度H(单位:GPa)相对弹性模量E(单位:GPa)之比[H/E]设为0.06以上0.08以下,将提高耐缺损性,稳定被覆切削工具的寿命。认为其主要原因如下。即,通过将比[H/E]设为0.06以上,硬度相对于弹性模量升高至0.06以上,主要基于该原因,即使向被覆切削工具施力也难以发生龟裂,并且,弹性模量相对于硬度降低为1/0.06以下,主要基于该原因,即使发生龟裂也能够缓和施加于交替层叠结构的力,从而能够抑制该龟裂的扩展。像这样能够抑制龟裂的发生或龟裂的扩展,因而耐缺损性提高。另一方面,如果比[H/E]为0.08以下,则被覆切削工具的塑性变形被抑制,主要基于该原因,龟裂的发生被抑制。此外,主要由于硬度较高,耐磨性优异。而且,如果龟裂的发生被抑制,则耐磨性优异,主要基于该原因,硬度和韧性的平衡优异,因而被覆切削工具的寿命稳定,并且能够稳定地制造被覆切削工具。但是,主要原因不限于于此。从以上观点出发,比[H/E]为0.060以上0.080以下,优选为0.063以上0.078以下,更优选为0.065以上0.078以下。应予说明,在本说明书中,交替层叠结构的弹性模量E以及硬度H为在室温下的数值。

[0056] 在本实施方式的被覆切削工具中,如果交替层叠结构的硬度H为33GPa以上,则耐

磨性进一步提高,如果为40GPa以下,则耐缺损性进一步提高。因此,交替层叠结构的硬度优选为33GPa以上40GPa以下,更优选为34GPa以上39GPa以下,进一步优选为35GPa以上38GPa以下。

[0057] 交替层叠结构的硬度H例如能够使用动态硬度计(例如,MTS公司制造的商品名为“ナノインデントー(Nanoindenter)”)通过纳米压痕(Nanoindentation)法进行测定。

[0058] 在本实施方式的被覆切削工具中,交替层叠结构的弹性模量E如果为500GPa以上,则耐磨性进一步提高,如果为550GPa以下,则耐缺损性进一步提高。因此,交替层叠结构的弹性模量E优选为500GPa以上550GPa以下,更优选为520GPa以上545GPa以下,进一步优选为525GPa以上540GPa以下。

[0059] 交替层叠结构的弹性模量E例如能够使用动态硬度计(例如,MTS公司制造的商品名为“ナノインデントー”)通过纳米压痕法进行测定。

[0060] 如果第2复合氮化物层的X射线衍射强度比 $I(200)/I(111)$ 为1以上,则能够抑制被覆层的残余压应力而提高粘着性。另一方面,如果第2复合氮化物层的X射线衍射强度比 $I(200)/I(111)$ 为20以下,则能稳定地制造。因此,第2复合氮化物层的X射线衍射强度比 $I(200)/I(111)$ 优选为1以上20以下,更优选为1.2以上15以下,进一步优选为1.3以上13以下。

[0061] 在本实施方式中, $I(200)$ 是指第2复合氮化物层的X射线衍射中的(200)面的峰强度, $I(111)$ 是指第2复合氮化物层的X射线衍射中的(111)面的峰强度。

[0062] 第2复合氮化物层的各晶面的峰强度可通过使用市售的X射线衍射装置进行测定。例如,如果使用株式会社リガク制造的X射线衍射装置、型号为:RINT TTRIII,在下列条件下进行利用Cu-K $\alpha$ 射线的 $2\theta/\theta$ 聚焦方法光学系统的X射线衍射测定,即可测得各晶面的峰强度。测定条件为:输出功率:50kV、250mA,入射侧梭拉狭缝:5°,发散纵狭缝:2/3°,发散纵向限位狭缝:5mm,散射狭缝:2/3°,受光侧梭拉狭缝:5°,受光狭缝:0.3mm,BENT单色器,受光单色狭缝:0.8mm,取样宽度:0.01°,扫描速度:4°/min, $2\theta$ 测定范围:20~140°。在根据X射线衍射图谱求取各晶面的峰强度时,也可使用X射线衍射装置附带的分析软件。在分析软件中,通过采用三次样条逼近(cubic spline)进行背景处理和除去K $\alpha_2$ 峰,并使用Pearson-VII函数进行峰形拟合,能够求得各峰强度。应予说明,当在第2复合氮化物层和基材之间形成有各种层时,为了不受该层的影响,可通过薄膜X射线衍射法测定各峰强度。此外,当在第2复合氮化物层的与基材侧相反的一侧形成有各种层时,可通过抛光(buffing)除去各种层,然后,进行X射线衍射测定。

[0063] 在本实施方式的被覆切削工具中,如果第2复合氮化物层的X射线衍射中的(200)面的半峰宽为0.4°以上,则耐缺损性进一步提高。另一方面,如果第2复合氮化物层的X射线衍射中的(200)面的半峰宽为1.0°以下,则耐磨性进一步提高。因此,(200)面的半峰宽优选为0.4°以上1.0°以下,更优选为0.6°以上1.0°以下,进一步优选为0.7°以上1.0°以下。

[0064] 第2复合氮化物层的X射线衍射中的(200)面的半峰宽可按照以下的测定条件进行测定。

[0065] 标识X射线:CuK $\alpha$ 射线,单色器:Ni,发散狭缝:1/2°,散射狭缝:2/3°,受光狭缝:0.15mm,取样宽度:0.01°。

[0066] 本实施方式中所使用的被覆层可仅由各复合氮化物层的交替层叠结构构成,但如

果在基材和交替层叠结构之间(即,交替层叠结构的下层)具有下部层,则基材和交替层叠结构的粘着性进一步提高,因此优选。其中,从与上述相同的观点出发,如果下部层包含由选自自由Ti、Zr、Hf、V、Nb、Ta、Cr、Mo、W、Al、Si以及Y组成的群组中的至少一种元素、和选自自由C、N、O以及B组成的群组中的至少一种元素组成的化合物,则优选,如果包含由选自自由Ti、V、Nb、Ta、Cr、Mo、W、Al、Si以及Y组成的群组中的至少一种元素、和选自自由C、N、O以及B组成的群组中的至少一种元素组成的化合物,则更为优选,如果包含由选自自由Ti、Ta、Cr、W、Al、Si以及Y组成的群组中的至少一种元素、和N组成的化合物,则进一步优选。此外,下部层可为单层也可为两层以上的多层。

[0067] 在本实施方式中,如果下部层的平均厚度为 $0.1\mu\text{m}$ 以上 $3.5\mu\text{m}$ 以下,则基材和被覆层的粘着性显示出进一步提高的倾向,因此优选。从相同的观点出发,如果下部层的平均厚度为 $0.2\mu\text{m}$ 以上 $3.0\mu\text{m}$ 以下则更为优选,如果为 $0.3\mu\text{m}$ 以上 $2.5\mu\text{m}$ 以下则进一步优选。

[0068] 本实施方式中所使用的被覆层也可在交替层叠结构的与基材相反的一侧(即,交替层叠结构的上层)、优选为在交替层叠结构的表面具有上部层。上部层如果包含由选自自由Ti、Zr、Hf、V、Nb、Ta、Cr、Mo、W、Al、Si以及Y组成的群组中的至少一种元素、和选自自由C、N、O以及B组成的群组中的至少一种元素组成的化合物,则耐磨性更加优异,故进一步优选。此外,从与上述相同的观点出发,如果上部层包含由选自自由Ti、Zr、Hf、V、Nb、Ta、Cr、Mo、W、Al、Si以及Y组成的群组中的至少一种元素、和选自自由C、N、O以及B组成的群组中的至少一种元素组成的化合物,则优选,如果包含由选自自由Ti、V、Nb、Ta、Cr、Mo、W、Al、Si以及Y组成的群组中的至少一种元素、和选自自由C、N、O以及B组成的群组中的至少一种元素组成的化合物,则更为优选,如果包含由选自自由Ti、Nb、Ta、Cr、W、Al、Si以及Y组成的群组中的至少一种元素、和N组成的化合物,则进一步优选。此外,上部层可为单层也可为两层以上的多层。

[0069] 在本实施方式中,如果上部层的平均厚度为 $0.1\mu\text{m}$ 以上 $3.5\mu\text{m}$ 以下,则耐磨性显示出更加优异的倾向,因此优选。从相同的观点出发,如果上部层的平均厚度为 $0.2\mu\text{m}$ 以上 $3.0\mu\text{m}$ 以下则更为优选,如果为 $0.3\mu\text{m}$ 以上 $2.5\mu\text{m}$ 以下则进一步优选。

[0070] 本实施方式的被覆切削工具中的被覆层的制造方法没有特别的限定,例如,可列举离子镀法、电弧离子镀法、溅射法以及离子混合法等物理气相沉积法。如果使用物理气相沉积法来形成被覆层,则能够形成锐边,因此优选。其中,电弧离子镀法因被覆层和基材的粘着性更加优异而更为优选。

[0071] 下面使用具体例对本实施方式的被覆切削工具的制造方法进行说明。应予说明,本实施方式的被覆切削工具的制造方法只要能够实现该被覆切削工具的结构,就没有特别的限制。

[0072] 首先,将加工为工具形状的基材收容于物理气相沉积装置的反应容器内,并将金属蒸发源设置于反应容器内。然后,对反应容器内进行抽真空直至其压力达到 $1.0 \times 10^{-2}\text{Pa}$ 以下的真空,并通过反应容器内的加热器将基材加热至其温度为 $200^\circ\text{C} \sim 700^\circ\text{C}$ 。加热后,向反应容器内导入Ar气体,使反应容器内的压力为 $0.5\text{Pa} \sim 5.0\text{Pa}$ 。在压力为 $0.5\text{Pa} \sim 5.0\text{Pa}$ 的Ar气体环境下,对基材施加 $-500\text{V} \sim -350\text{V}$ 的偏压,使 $40\text{A} \sim 50\text{A}$ 的电流通过反应容器内的钨丝,并对基材的表面实施利用Ar气体的离子轰击处理。在对基材的表面施加离子轰击处理后,对反应容器内进行抽真空直至其压力达到 $1.0 \times 10^{-2}\text{Pa}$ 以下的真空。

[0073] 在形成本实施方式中所使用的下部层的情况下,将基材加热至其温度达到 $400^\circ\text{C}$

~600℃。加热后,向反应容器内导入气体,使反应容器内的压力为0.5Pa~5.0Pa。作为气体,例如,在下部层由选自Ti、Zr、Hf、V、Nb、Ta、Cr、Mo、W、Al、Si以及Y组成的群组中的至少一种元素、和N组成的化合物构成的情况下,可列举N<sub>2</sub>气体,如果在下部层由选自Ti、Zr、Hf、V、Nb、Ta、Cr、Mo、W、Al、Si以及Y组成的群组中的至少一种元素、和由N以及C组成的化合物构成的情况下,可列举N<sub>2</sub>气体和C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>气体的混合气体。作为混合气体的体积比例,没有特别的限定,例如,也可N<sub>2</sub>气体:C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>气体=95:5~85:15。接着,对基材施加-80V~-40V的偏压,通过电弧电流100A~200A的电弧放电,使对应各层的金属成分的金属蒸发源蒸发而形成下部层即可。

[0074] 在形成本实施方式中所使用的第1复合氮化物层的情况下,控制基材使其温度达到400℃~600℃,向反应容器内导入氮气(N<sub>2</sub>),使反应容器内的压力为0.5~5.0Pa。然后,对基材施加-80V~-40V的偏压,通过设为100A~200A的电弧放电,使对应第1复合氮化物层的金属成分的金属蒸发源蒸发,从而形成第1复合氮化物层即可。

[0075] 在形成本实施方式中所使用的第2复合氮化物层的情况下,控制基材使其温度达到400℃~600℃。应予说明,如果将该基材的温度设为与形成第1复合氮化物层时的基材的温度相同,则能够连续形成第1复合氮化物层和第2复合氮化物层,因此优选。在控制温度后,向反应容器内导入N<sub>2</sub>气体,使反应容器内的压力为0.5Pa~5.0Pa。接着,对基材施加-80V~-40V的偏压,通过电弧电流100A~200A的电弧放电,使对应第2复合氮化物层的金属成分的金属蒸发源蒸发,从而形成第2复合氮化物层即可。

[0076] 为了形成第1复合氮化物层和第2复合氮化物层的交替层叠结构,通过电弧放电使2种以上的金属蒸发源在上述条件下交替地蒸发,从而交替地形成各复合氮化物层即可。通过分别调整金属蒸发源的电弧放电时间,能够对构成交替层叠结构的各复合氮化物层的厚度进行控制。

[0077] 为了将本实施方式中所使用的交替层叠结构中的硬度H相对弹性模量E之比[H/E]设为指定的值,在形成交替层叠结构时,对偏压进行调整、对层叠间隔进行调整、或对第1复合氮化物层所含有的式(1)所表示的化合物中的Cr的比例进行调整即可。更具体而言,施加越高的负的偏压,交替层叠结构的硬度H越高。另一方面,如果增厚各复合氮化物层的厚度(也称为“层叠间隔”)、或减少式(1)所表示的化合物中的Cr的比例,则交替层叠结构的弹性模量E会变小。

[0078] 为了将本实施方式中所使用的第2复合氮化物层中的X射线衍射强度比I(200)/I(111)设为指定的值,对第2复合氮化物层的厚度进行控制、对第1复合氮化物层所含有的式(1)所表示的化合物中的Al的比例进行调整、或对第2复合氮化物层所含有的式(2)所表示的化合物中的Si的比例进行调整即可。更具体而言,如果减薄第2复合氮化物层的厚度,或减少式(1)所表示的化合物中的Al的比例、减少式(2)所表示的化合物中的Si的比例,则I(200)会变小。

[0079] 要将本实施方式中所使用的第2复合氮化物层中的X射线衍射中的(200)面的半峰宽设为指定的值,在形成交替层叠结构时,对成膜温度进行调整、对偏压进行调整、或对层叠间隔进行调整即可。更具体而言,如果使成膜温度更低、施加更高的负的偏压、或增厚层叠间隔,则(200)面的半峰宽的值会变大。

[0080] 在形成本实施方式中所使用的上部层的情况下,通过与上述下部层相同的制造条

件来形成即可。即,首先,将基材加热至其温度为 $400^{\circ}\text{C}\sim 600^{\circ}\text{C}$ 。加热后,向反应容器内导入气体,使反应容器内的压力为 $0.5\text{Pa}\sim 5.0\text{Pa}$ 。作为气体,例如,在上部层由选自Ti、Zr、Hf、V、Nb、Ta、Cr、Mo、W、Al、Si以及Y组成的群组中的至少一种元素、和N组成的化合物构成的情况下,可列举 $\text{N}_2$ 气体,如果在上部层由选自Ti、Zr、Hf、V、Nb、Ta、Cr、Mo、W、Al、Si以及Y组成的群组中的至少一种元素、和N以及C组成的化合物构成的情况下,可列举 $\text{N}_2$ 气体和 $\text{C}_2\text{H}_2$ 气体的混合气体。作为混合气体的体积比例没有特别的限定,例如,也可为 $\text{N}_2$ 气体: $\text{C}_2\text{H}_2$ 气体=95:5~85:15。接着,对基材施加-80V~-40V的偏压,并通过电弧电流100A~200A的电弧放电,使对应各层的金属成分的金属蒸发源蒸发而形成上部层即可。

[0081] 构成本实施方式的被覆切削工具中的被覆层的各层的厚度可通过使用光学显微镜、扫描型电子显微镜(SEM)、透射型电子显微镜(TEM)等从被覆切削工具的剖面组织进行测定。应予说明,本实施方式的被覆切削工具中的各层的平均厚度可通过从与金属蒸发源相对的面的刀尖棱线部朝向该面的中心部 $50\mu\text{m}$ 的位置附近的3处以上的剖面来测定各层的厚度,并计算其平均值(算术平均值)而求得。

[0082] 此外,构成本实施方式的被覆切削工具中的被覆层的各层的组成可通过使用能量分散型X射线分析装置(EDS)或波长分散型X射线分析装置(WDS)等从本实施方式的被覆切削工具的剖面组织来进行测定。

[0083] 认为本实施方式的被覆切削工具主要由于耐缺损性优异,从而产生与以往相比可延长工作寿命的效果(但是,可延长工作寿命的主要原因不限于上述原因)。作为本实施方式的被覆切削工具的种类,具体而言,可列举用于铣削加工或车削加工的刀尖交换型切削刀片、钻头和立铣刀等。

[0084] [实施例]

[0085] 下面,通过实施例进一步详细地对本发明进行说明,但本发明并不限于这些实施例。

[0086] (实施例1)

[0087] 作为基材,准备加工为DMP120的刀片形状(株式会社タンガロイ制造),且具有89.6%WC-9.8%Co-0.6% $\text{Cr}_3\text{C}_2$ (以上为质量%)的组成的硬质合金。在电弧离子镀装置的反应容器内配置金属蒸发源以形成如表1以及表2所示的各层的组成。将准备好的基材固定于反应容器内的旋转工作台的固定配件上。

[0088] 然后,对反应容器内进行抽真空至其压力为 $5.0\times 10^{-3}\text{Pa}$ 以下的真空。抽真空后,通过反应容器内的加热器将基材加热至其温度达到 $450^{\circ}\text{C}$ 。加热后,向反应容器内导入Ar气体使其压力为2.7Pa。

[0089] 在压力为2.7Pa的Ar气体环境下,对基材施加-400V的偏压,并使40A的电流流过反应容器内的钨丝,对基材的表面施加30分钟的利用Ar气体的离子轰击处理。在离子轰击处理完毕后,对反应容器内进行抽真空至其压力达到 $5.0\times 10^{-3}\text{Pa}$ 以下的真空。

[0090] 对于发明品1~30,抽真空后,控制基材使其温度为表3所示温度(开始成膜时的温度),将氮气( $\text{N}_2$ )导入反应容器内,并将反应容器内调整为设为表3所示压力的气体条件。然后,对于发明品1~30,对基材施加表3所示偏压,通过表3所示的电弧电流的电弧放电,使表1所示组成的第1复合氮化物层和第2复合氮化物层的金属蒸发源交替地蒸发,从而在基材的表面交替地形成第1复合氮化物层和第2复合氮化物层。此时控制为表3所示的反应容器

内的气体条件和压力。并且,调整控制各自的电弧放电时间,使第1复合氮化物层的厚度和第2复合氮化物层的厚度达到表1所示厚度。

[0091] 对于比较品1以及2,抽真空后,控制基材使其温度为表4所示温度(开始成膜时的温度),将表4所示组成的气体导入反应容器内,将反应容器内调整为设为表4所示压力的气体条件。然后,对基材施加表4所示的偏压,通过表4所示的电弧电流的电弧放电,使表2所示组成的金属蒸发源蒸发,从而在基材的表面形成具有表2所示厚度的单层(A层或B层)。

[0092] 对于比较品3~11,抽真空后,控制基材使其温度为表4所示温度(开始成膜时的温度),将表4所示组成的气体导入反应容器内,将反应容器内调整为设为表4所示压力的气体条件。然后,对基材施加表4所示偏压,通过表4所示电弧电流的电弧放电,使表2所示组成的A层和B层的金属蒸发源交替地蒸发,从而在基材的表面交替地形成A层和B层。此时控制为表4所示的反应容器内的气体条件和压力。并且,调整控制各自的电弧放电时间,使A层的厚度和B层的厚度为表2所示厚度。

[0093] 在基材的表面形成各层以达到表1以及表2所示的指定的平均厚度后,切断加热器的电源,当试样温度达到100℃以下后,从反应容器内取出试样。

[0094] [表1]

[0095]

试样编号	被覆层						
	交替层叠结构						被覆层整体的平均厚度 (μm)
	第 1 复合氮化物层		第 2 复合氮化物层		重复次数 (次)	平均厚度 (μm)	
	组成	每一层的平均厚度 (nm)	组成	每一层的平均厚度 (nm)			
发明品 1	(Al <sub>0.70</sub> Cr <sub>0.30</sub> )N	150	(Ti <sub>0.80</sub> Si <sub>0.20</sub> )N	150			
发明品 2	(Al <sub>0.70</sub> Cr <sub>0.30</sub> )N	150	(Ti <sub>0.80</sub> Si <sub>0.20</sub> )N	150	10	3.00	3.00
发明品 3	(Al <sub>0.70</sub> Cr <sub>0.30</sub> )N	150	(Ti <sub>0.80</sub> Si <sub>0.20</sub> )N	150	10	3.00	3.00
发明品 4	(Al <sub>0.70</sub> Cr <sub>0.30</sub> )N	100	(Ti <sub>0.80</sub> Si <sub>0.20</sub> )N	100	15	3.00	3.00
发明品 5	(Al <sub>0.70</sub> Cr <sub>0.30</sub> )N	70	(Ti <sub>0.80</sub> Si <sub>0.20</sub> )N	70	22	3.08	3.08
发明品 6	(Al <sub>0.70</sub> Cr <sub>0.30</sub> )N	250	(Ti <sub>0.80</sub> Si <sub>0.20</sub> )N	250	6	3.00	3.00
发明品 7	(Al <sub>0.85</sub> Cr <sub>0.15</sub> )N	150	(Ti <sub>0.80</sub> Si <sub>0.20</sub> )N	150	10	3.00	3.00
发明品 8	(Al <sub>0.85</sub> Cr <sub>0.15</sub> )N	150	(Ti <sub>0.80</sub> Si <sub>0.20</sub> )N	150	10	3.00	3.00
发明品 9	(Al <sub>0.85</sub> Cr <sub>0.15</sub> )N	150	(Ti <sub>0.80</sub> Si <sub>0.20</sub> )N	150	10	3.00	3.00
发明品 10	(Al <sub>0.85</sub> Cr <sub>0.15</sub> )N	100	(Ti <sub>0.80</sub> Si <sub>0.20</sub> )N	100	15	3.00	3.00
发明品 11	(Al <sub>0.85</sub> Cr <sub>0.15</sub> )N	300	(Ti <sub>0.80</sub> Si <sub>0.20</sub> )N	300	5	3.00	3.00
发明品 12	(Al <sub>0.70</sub> Cr <sub>0.30</sub> )N	150	(Ti <sub>0.90</sub> Si <sub>0.10</sub> )N	150	10	3.00	3.00
发明品 13	(Al <sub>0.70</sub> Cr <sub>0.30</sub> )N	150	(Ti <sub>0.90</sub> Si <sub>0.10</sub> )N	150	10	3.00	3.00
发明品 14	(Al <sub>0.70</sub> Cr <sub>0.30</sub> )N	150	(Ti <sub>0.90</sub> Si <sub>0.10</sub> )N	150	10	3.00	3.00
发明品 15	(Al <sub>0.50</sub> Cr <sub>0.50</sub> )N	150	(Ti <sub>0.80</sub> Si <sub>0.20</sub> )N	150	10	3.00	3.00
发明品 16	(Al <sub>0.50</sub> Cr <sub>0.50</sub> )N	150	(Ti <sub>0.80</sub> Si <sub>0.20</sub> )N	150	10	3.00	3.00
发明品 17	(Al <sub>0.50</sub> Cr <sub>0.50</sub> )N	150	(Ti <sub>0.80</sub> Si <sub>0.20</sub> )N	150	10	3.00	3.00
发明品 18	(Al <sub>0.70</sub> Cr <sub>0.30</sub> )N	150	(Ti <sub>0.70</sub> Si <sub>0.30</sub> )N	150	10	3.00	3.00
发明品 19	(Al <sub>0.70</sub> Cr <sub>0.30</sub> )N	150	(Ti <sub>0.70</sub> Si <sub>0.30</sub> )N	150	10	3.00	3.00
发明品 20	(Al <sub>0.70</sub> Cr <sub>0.30</sub> )N	150	(Ti <sub>0.70</sub> Si <sub>0.30</sub> )N	150	10	3.00	3.00
发明品 21	(Al <sub>0.70</sub> Cr <sub>0.30</sub> )N	150	(Ti <sub>0.80</sub> Si <sub>0.20</sub> )N	150	30	9.00	9.00
发明品 22	(Al <sub>0.70</sub> Cr <sub>0.30</sub> )N	100	(Ti <sub>0.80</sub> Si <sub>0.20</sub> )N	100	30	6.00	6.00
发明品 23	(Al <sub>0.70</sub> Cr <sub>0.30</sub> )N	200	(Ti <sub>0.80</sub> Si <sub>0.20</sub> )N	200	5	2.00	2.00
发明品 24	(Al <sub>0.85</sub> Cr <sub>0.15</sub> )N	150	(Ti <sub>0.90</sub> Si <sub>0.10</sub> )N	150	10	3.00	3.00
发明品 25	(Al <sub>0.50</sub> Cr <sub>0.50</sub> )N	150	(Ti <sub>0.90</sub> Si <sub>0.10</sub> )N	150	10	3.00	3.00
发明品 26	(Al <sub>0.85</sub> Cr <sub>0.15</sub> )N	200	(Ti <sub>0.90</sub> Si <sub>0.10</sub> )N	200	15	6.00	6.00
发明品 27	(Al <sub>0.50</sub> Cr <sub>0.50</sub> )N	200	(Ti <sub>0.90</sub> Si <sub>0.10</sub> )N	200	15	6.00	6.00
发明品 28	(Al <sub>0.70</sub> Cr <sub>0.30</sub> )N	150	(Ti <sub>0.95</sub> Si <sub>0.05</sub> )N	150	10	3.00	3.00
发明品 29	(Al <sub>0.70</sub> Cr <sub>0.30</sub> )N	150	(Ti <sub>0.95</sub> Si <sub>0.05</sub> )N	150	10	3.00	3.00
发明品 30	(Al <sub>0.70</sub> Cr <sub>0.30</sub> )N	150	(Ti <sub>0.95</sub> Si <sub>0.05</sub> )N	150	10	3.00	3.00

[0096]

[表2]

[0097]

试样编号	被覆层						
	交替层叠结构						被覆层整体的平均厚度 (μm)
	A 层		B 层		重复次数 (次)	平均厚度 (μm)	
	组成	每一层的平均厚度 (nm)	组成	每一层的平均厚度 (nm)			
比较品 1	(Al <sub>0.70</sub> Cr <sub>0.30</sub> )N	3000	-	-			
比较品 2	-	-	(Ti <sub>0.80</sub> Si <sub>0.20</sub> )N	3000	1	3.00	3.00
比较品 3	(Al <sub>0.70</sub> Cr <sub>0.30</sub> )N	150	(Ti <sub>0.80</sub> Si <sub>0.20</sub> )N	150	10	3.00	3.00
比较品 4	(Al <sub>0.70</sub> Cr <sub>0.30</sub> )N	30	(Ti <sub>0.80</sub> Si <sub>0.20</sub> )N	30	50	3.00	3.00
比较品 5	AlN	150	(Ti <sub>0.80</sub> Si <sub>0.20</sub> )N	150	10	3.00	3.00
比较品 6	(Al <sub>0.70</sub> Cr <sub>0.30</sub> )N	150	TiN	150	10	3.00	3.00
比较品 7	(Al <sub>0.70</sub> Cr <sub>0.30</sub> )N	150	(Ti <sub>0.60</sub> Si <sub>0.40</sub> )N	150	10	3.00	3.00
比较品 8	(Al <sub>0.70</sub> Cr <sub>0.30</sub> )N	500	(Ti <sub>0.80</sub> Si <sub>0.20</sub> )N	500	3	3.00	3.00
比较品 9	(Al <sub>0.85</sub> Cr <sub>0.15</sub> )N	300	(Ti <sub>0.80</sub> Si <sub>0.20</sub> )N	300	5	3.00	3.00
比较品 10	(Ti <sub>0.50</sub> Al <sub>0.50</sub> )N	150	(Ti <sub>0.80</sub> Si <sub>0.20</sub> )N	150	10	3.00	3.00
比较品 11	(Al <sub>0.70</sub> Cr <sub>0.30</sub> )N	150	(Ti <sub>0.50</sub> Al <sub>0.50</sub> )N	150	10	3.00	3.00

[0098] [表3]

试样编号	成膜温度 (°C)	压力 (Pa)	气体条件		偏压 (V)	电弧电流 (A)
			第1复合 氮化物层	第2复合 氮化物层		
			N <sub>2</sub> (vol%)	N <sub>2</sub> (vol%)		
发明品 1	500	3.0	100	100	-60	200
发明品 2	500	3.0	100	100	-40	200
发明品 3	500	3.0	100	100	-80	200
发明品 4	500	3.0	100	100	-60	180
发明品 5	500	3.0	100	100	-60	180
发明品 6	500	3.0	100	100	-60	180
发明品 7	500	3.0	100	100	-60	200
发明品 8	500	3.0	100	100	-40	200
发明品 9	500	3.0	100	100	-80	200
发明品 10	500	3.0	100	100	-60	150
发明品 11	500	3.0	100	100	-60	150
发明品 12	400	3.0	100	100	-60	150
[0099] 发明品 13	400	3.0	100	100	-40	200
发明品 14	400	3.0	100	100	-80	200
发明品 15	500	3.0	100	100	-60	200
发明品 16	500	3.0	100	100	-40	200
发明品 17	500	3.0	100	100	-80	200
发明品 18	500	3.0	100	100	-60	200
发明品 19	500	3.0	100	100	-40	200
发明品 20	500	3.0	100	100	-80	200
发明品 21	500	3.0	100	100	-40	180
发明品 22	500	3.0	100	100	-40	200
发明品 23	500	3.0	100	100	-80	200
发明品 24	500	3.0	100	100	-40	200
发明品 25	500	3.0	100	100	-60	200
发明品 26	500	3.0	100	100	-40	200
发明品 27	500	3.0	100	100	-60	200
发明品 28	400	3.0	100	100	-60	150
发明品 29	400	3.0	100	100	-40	200
发明品 30	400	3.0	100	100	-80	200

[0100] [表4]

试样编号	成膜温度 (°C)	压力 (Pa)	气体条件		偏压 (V)	电弧电流 (A)
			A 层	B 层		
			N <sub>2</sub> (vol%)	N <sub>2</sub> (vol%)		
比较品 1	500	3.0	100	-	-60	200
比较品 2	500	3.0	-	100	-60	200
比较品 3	500	3.0	100	100	-30	200
[0101] 比较品 4	500	3.0	100	100	-60	200
比较品 5	500	3.0	100	100	-60	200
比较品 6	500	3.0	100	100	-60	200
比较品 7	500	3.0	100	100	-60	200
比较品 8	500	3.0	100	100	-60	200
比较品 9	500	3.0	100	100	-90	150
比较品 10	500	3.0	100	100	-60	200
比较品 11	500	3.0	100	100	-60	200

[0102] \*在“A层”以及“B层”的“N<sub>2</sub>”栏中的“-”是指分别没有形成A层或B层。

[0103] 所得试样的各层的平均厚度通过以下方法求得：在从被覆切削工具的与金属蒸发源相对的面的刀尖棱线部朝向该面的中心部50μm的位置附近中，对3处的剖面进行TEM观察，测定各层的厚度，并计算其平均值（算术平均值）。将这些结果也一并示于表1以及表2。

[0104] 所得试样的各层的组成通过以下方法测定：在从被覆切削工具的与金属蒸发源相对的面的刀尖棱线部朝向该面的中心部50μm的位置附近的剖面中，使用附属于TEM的EDS来进行测定。将这些结果也一并示于表1以及表2。应予说明，表1以及表2的各层的金属元素的组成比表示构成各层的金属化合物中的各金属元素相对金属元素整体的原子比。

[0105] 对于所得试样的硬度H，使用动态硬度计（例如，MTS公司制造的商品名为“ナノインデントー”）进行测定。对于所得试样的弹性模量E也使用动态硬度计（例如，MTS公司制造的商品名为“ナノインデントー”）进行测定。对于所得试样的I(200)/I(111)，采用株式会社リガク制造的X射线衍射装置、型号：RINTTTRIII，在下列条件下进行利用Cu-Kα射线的2θ/θ聚焦方法光学系统的X射线衍射测定，从而测定I(200)以及I(111)，由此计算出I(200)/I(111)。测定条件：输出功率：50KV、250mA，入射侧梭拉狭缝：5°，发散纵狭缝：2/3°，发散纵向限位狭缝：5mm，散射狭缝：2/3°，受光侧梭拉狭缝：5°，受光狭缝：0.3mm，BENT单色器，受光单色狭缝：0.8mm，取样宽度：0.01°，扫描速度：4°/min，2θ测定范围：20~140°。所得试样的(200)面的半峰宽根据以下测定条件进行测定。

[0106] 标识X射线：CuKα射线，单色器：Ni，发散狭缝：1/2°，散射狭缝：2/3°，受光狭缝：0.15mm，取样宽度：0.01°。

[0107] 将其结果表示于表5以及表6。对于比较品，对A层和B层的硬度H、弹性模量E、I(200)/I(111)、以及(200)面的半峰宽进行测定。

[0108] [表5]

[0109]

试样编号	交替层叠结构			第 2 复合氮化物层	第 2 复合氮化物层
	硬度 H (GPa)	弹性模量 E (GPa)	H/E	I(200)/I(111)	(200)面的半峰宽(°)
发明品 1	37	525	0.070	4.8	0.7
发明品 2	34	525	0.065	4.8	0.6
发明品 3	40	525	0.076	4.8	0.8
发明品 4	36	545	0.066	3.2	0.8
发明品 5	37	570	0.065	2.0	1.0
发明品 6	36	500	0.072	6.6	0.6
发明品 7	36	500	0.072	2.5	0.9
发明品 8	34	500	0.068	2.0	0.8
发明品 9	39	500	0.078	4.0	1.0
发明品 10	36	530	0.068	2.0	1.0
发明品 11	37	490	0.076	6.8	0.8
发明品 12	34	525	0.065	2.5	0.9
发明品 13	32	525	0.061	2.5	0.8
发明品 14	38	525	0.072	2.5	1.0
发明品 15	37	540	0.069	3.3	0.7
发明品 16	34	540	0.063	3.3	0.6
发明品 17	40	540	0.074	3.3	0.8
发明品 18	38	525	0.072	12.6	0.8
发明品 19	35	525	0.067	12.6	0.7
发明品 20	40	525	0.076	12.6	1.0
发明品 21	34	525	0.065	4.8	0.7
发明品 22	33	545	0.061	3.2	1.1
发明品 23	40	525	0.076	4.8	0.6
发明品 24	34	500	0.068	1.5	0.6
发明品 25	33	540	0.061	1.3	0.7
发明品 26	34	480	0.071	2.1	0.8
发明品 27	33	520	0.063	2.4	0.8
发明品 28	33	525	0.063	1.8	0.9
发明品 29	32	525	0.061	1.8	0.8
发明品 30	36	525	0.069	1.8	1.0

[0110] [表6]

试样编号	交替层叠结构			第 2 复合氮化物层	第 2 复合氮化物层
	硬度 H (GPa)	弹性模量 E (GPa)	H/E	I(200)/I(111)	(200)面的半峰宽(°)
比较品 1	32	530	0.060	-	-
比较品 2	37	515	0.072	23.0	0.5
比较品 3	31	525	0.059	4.8	0.4
[0111] 比较品 4	41	590	0.069	22.0	1.2
比较品 5	34	500	0.068	5.0	0.7
比较品 6	30	525	0.057	-	-
比较品 7	30	525	0.057	21.0	0.7
比较品 8	36	490	0.073	11.0	0.9
比较品 9	40	490	0.082	10.2	1.0
比较品 10	35	560	0.063	8.0	0.7
比较品 11	29	570	0.051	-	-

[0112] 使用所得试样进行以下的切削试验并评价。

[0113] [切削试验]

[0114] 被削材料:S55C (200HB) ,

[0115] 被削材料形状:150mm×200mm×40mm的长方体块,

[0116] 加工形态:盲孔,

[0117] 切削速度:100m/min,

[0118] 每旋转的进给量:0.25mm/rev,

[0119] 冷却液:水溶性(内部供油方式),

[0120] 评价项目:以横刃发生缺损(横刃出现缺口)时、边缘部产生走刀痕迹时、或后刀面磨损达到0.3mm时作为工具寿命,测定到达工具寿命为止的加工长度。

[0121] 应予说明,对于耐缺损性试验的到达工具寿命为止的加工长度,将100m以上的设为“A”,70m以上且不足100m的设为“B”,不足70m设为“C”,进行评价。在该评价中,“A”意味着最优,其次“B”为优,“C”为最差,具有越多的“A”或“B”的评价意味着切削性能越优异。具体而言,加工长度较长意味着耐缺损性以及耐磨性优异。将所得评价的结果表示于表7。

[0122] [表7]

[0123]

试样编号	切削试验	
	加工长度 (m)	评价
发明品 1	148	A
发明品 2	130	A
发明品 3	166	A
发明品 4	109	A
发明品 5	80	B
发明品 6	164	A
发明品 7	141	A
发明品 8	123	A
发明品 9	157	A
发明品 10	99	B
发明品 11	86	B
发明品 12	126	A
发明品 13	95	B
发明品 14	150	A
发明品 15	145	A
发明品 16	124	A
发明品 17	166	A
发明品 18	139	A
发明品 19	118	A
发明品 20	160	A
发明品 21	203	A
发明品 22	92	B
发明品 23	102	A
发明品 24	90	B
发明品 25	78	B
发明品 26	73	B
发明品 27	126	A
发明品 28	113	A
发明品 29	91	B
发明品 30	130	A
比较品 1	12	C
比较品 2	10	C
比较品 3	50	C
比较品 4	60	C
比较品 5	18	C
比较品 6	20	C
比较品 7	32	C
比较品 8	29	C
比较品 9	33	C
比较品 10	25	C
比较品 11	37	C

[0124] 根据表7所示结果,发明品的耐缺损性试验的评价均为“A”或“B”的评价,比较品的评价全部为“C”。

[0125] 根据以上的结果可知,通过提高耐缺损性,发明品的工具寿命变长。

[0126] [实施例2]

[0127] 作为基材,准备加工为DMP120的刀片形状(株式会社タンガロイ制造),且具有89.6%WC-9.8%Co-0.6%Cr<sub>3</sub>C<sub>2</sub>(以上为质量%)的组成的硬质合金。在电弧离子镀装置的反应容器内配置金属蒸发源以形成表8所示的各层的组成。将准备好的基材固定于反应容器内的旋转工作台的固定配件上。

[0128] 然后,对反应容器内进行抽真空至其压力为 $5.0 \times 10^{-3}$ Pa以下的真空。抽真空后,通过反应容器内的加热器,将基材加热至其温度达到450℃。加热后,向反应容器内导入Ar气体使其压力为2.7Pa。

[0129] 在压力为2.7Pa的Ar气体环境下,对基材施加-400V的偏压,使40A的电流流过反应容器内的钨丝,并对基材的表面施加30分钟的利用Ar气体的离子轰击处理。在离子轰击处理完毕后,对反应容器内进行抽真空至其压力为 $5.0 \times 10^{-3}$ Pa以下的真空。

[0130] 对于发明品31、32、34~44,抽真空后,将基材加热至其温度为表9所示温度(开始成膜时的温度),并将气体导入反应容器内使反应容器内的压力变为3.0Pa。此时,对于发明品31、32、34~39、以及41~44,导入N<sub>2</sub>气体作为气体,对于发明品40,作为气体,将N<sub>2</sub>气体和C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>气体的混合气体以90:10的体积比例混合并导入。然后,对基材施加表9所示的偏压,通过表9所示的电弧电流的电弧放电,使表8所示组成的金属蒸发源蒸发,从而形成下部层。

[0131] 接着,对于发明品31~33,采用与发明品1的交替层叠结构的制造条件相同的条件,对于发明品34~36,采用与发明品12的交替层叠结构的制造条件相同的条件,对于发明品37~40,采用与发明品23的交替层叠结构的制造条件相同的条件,对于发明品41~44,采用与发明品27的交替层叠结构的制造条件相同的条件,在下部层的表面交替地形成第1复合氮化物层和第2复合氮化物层。

[0132] 应予说明,表8中的各发明品31~44的交替层叠结构所记载的试样编号指各发明品31~44的交替层叠结构和对应的试样编号的交替层叠结构相同。例如,发明品31的交替层叠结构与发明品1的交替层叠结构相同。

[0133] 接着,对于发明品32~34、以及36~44,抽真空后,将基材加热至其温度为表9所示温度(开始成膜时的温度),并将气体导入反应容器内使反应容器内的压力为表9所示的压力。在此,对于发明品32~34、36、以及38~44,导入N<sub>2</sub>气体作为气体,对于发明品37,作为气体,将N<sub>2</sub>气体和C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>气体的混合气体以90:10的体积比例混合并导入。然后,对基材施加表9所示的偏压,通过表9所示的电弧电流的电弧放电,使表8所示组成的金属蒸发源蒸发,从而形成上部层。

[0134] 在基材的表面形成各层以达到表8以及表9所示的指定的平均厚度后,切断加热器的电源,当试样温度达到100℃以下后,从反应容器内取出试样。

[0135] [表8]

试样编号	被覆层						被覆层整体的平均厚度(μm)
	下部层		交替层压结构		上部层		
	组成	平均厚度(μm)	试样编号	平均厚度(μm)	组成	平均厚度(μm)	
发明品 31	(Ti <sub>0.40</sub> Al <sub>0.60</sub> )N	0.5	发明品 1	3.0	-	-	3.5
发明品 32	(Ti <sub>0.60</sub> Al <sub>0.40</sub> )N	1.0	发明品 1	3.0	(Ti <sub>0.50</sub> Al <sub>0.50</sub> )N	0.3	4.3
发明品 33	-	-	发明品 1	3.0	(Ti <sub>0.50</sub> Al <sub>0.30</sub> Cr <sub>0.15</sub> Si <sub>0.05</sub> )N	3.0	6.0
发明品 34	TiN	2.0	发明品 12	3.0	AlN	1.0	6.0
发明品 35	(Ti <sub>0.90</sub> W <sub>0.10</sub> )N	3.0	发明品 12	3.0	-	-	6.0
发明品 36	(Ti <sub>0.50</sub> Al <sub>0.30</sub> Cr <sub>0.15</sub> Si <sub>0.05</sub> )N	0.5	发明品 12	3.0	(Ti <sub>0.60</sub> Al <sub>0.40</sub> )N	2.5	6.0
发明品 37	(Ti <sub>0.70</sub> Al <sub>0.20</sub> W <sub>0.10</sub> )N	1.0	发明品 23	2.0	TiCN	1.5	4.5
发明品 38	(Ti <sub>0.60</sub> Al <sub>0.35</sub> Y <sub>0.05</sub> )N	0.5	发明品 23	2.0	(Ti <sub>0.80</sub> Nb <sub>0.20</sub> )N	1.0	3.5
发明品 39	AlN	2.0	发明品 23	2.0	(Ti <sub>0.90</sub> Nb <sub>0.10</sub> )N	0.3	4.3
发明品 40	TiCN	1.0	发明品 23	2.0	(Ti <sub>0.40</sub> Al <sub>0.40</sub> Nb <sub>0.20</sub> )N	1.0	4.0
发明品 41	(Ti <sub>0.50</sub> Al <sub>0.50</sub> )N	0.5	发明品 27	6.0	TiN	0.5	7.0
发明品 42	(Ti <sub>0.50</sub> Al <sub>0.40</sub> Si <sub>0.10</sub> )N	0.5	发明品 27	6.0	(Ti <sub>0.90</sub> W <sub>0.10</sub> )N	0.5	7.0
发明品 43	(Ti <sub>0.90</sub> W <sub>0.10</sub> )N	0.5	发明品 27	6.0	(Ti <sub>0.50</sub> Al <sub>0.40</sub> Si <sub>0.10</sub> )N	0.5	7.0
发明品 44	(Ti <sub>0.50</sub> Al <sub>0.40</sub> Ta <sub>0.10</sub> )N	0.5	发明品 27	6.0	AlN	1.0	7.5

[0137] [表9]

试样编号	成膜温度(°C)	压力(Pa)	偏压(V)	电弧电流(A)
发明品 31	500	3.0	-60	150
发明品 32	500	3.0	-60	150
发明品 33	500	3.0	-60	150
发明品 34	500	3.0	-40	150
发明品 35	500	3.0	-40	150
发明品 36	500	3.0	-40	150
发明品 37	400	3.0	-60	150
发明品 38	400	3.0	-60	150
发明品 39	400	3.0	-60	150
发明品 40	400	3.0	-60	150
发明品 41	500	3.0	-80	150
发明品 42	500	3.0	-80	150
发明品 43	500	3.0	-80	150
发明品 44	500	3.0	-80	150

[0139] 所得试样的各层的平均厚度通过以下方法求得：在从被覆切削工具的与金属蒸发源相对的面的刀尖棱线部朝向该面的中心部50μm的位置附近中，对3处的剖面进行TEM观察，测定各层的厚度，并计算其平均值(算术平均值)。将其结果也一并表示于表8。

[0140] 所得试样的各层的组成通过以下方法测定：在从被覆切削工具的与金属蒸发源相对的面的刀尖棱线部朝向中心部50μm的位置附近的剖面中，使用附属于TEM的EDS进行测定。将其结果一并表示于表8。应予说明，表8的各层的金属元素的组成比表示构成各层的金属化合物中的各金属元素相对金属元素整体的原子比。

[0141] 对于各发明品31~44的交替层叠结构的特性，即硬度H、弹性模量E、H/E、第2复合氮化物层中的I(200)/I(111)、以及(200)面的半峰宽(°)、和平均厚度，与对应的交替层叠

结构所记载的试样编号的交替层叠结构的特性相同。

[0142] 使用所得试样,进行与实施例1相同的切削试验并评价。对于耐缺损性试验的到达工具寿命为止的加工长度,将100m以上的设为“A”,70m以上且不足100m的设为“B”,不足70m设为“C”,进行评价。在该评价中,“A”意味着最优,其次“B”为优,“C”为最差,具有越多的“A”或“B”的评价意味着切削性能越优异。具体而言,加工长度较长意味着耐缺损性以及耐磨性优异。将所得评价的结果表示于表10。

[0143] [表10]

试样编号	切削试验	
	加工长度 (m)	评价
发明品 31	152	A
发明品 32	158	A
发明品 33	167	A
发明品 34	142	A
发明品 35	149	A
[0144] 发明品 36	155	A
发明品 37	121	A
发明品 38	114	A
发明品 39	118	A
发明品 40	120	A
发明品 41	136	A
发明品 42	138	A
发明品 43	138	A
发明品 44	139	A

[0145] 根据表10所示结果,耐缺损性试验的评价均为“A”的评价。

[0146] 因此可知,发明品即使具有上部层和/或下部层,其耐缺损性也优异,并且工具寿命变长。

[0147] 产业上的可利用性

[0148] 本发明的被覆切削工具由于耐缺损性优异,与以往相比可延长工具寿命,因此,在该点上产业上的可利用性较高。

[0149] 符号说明

[0150] 1…基材,2…下部层,3…第1复合氮化物层,4…第2复合氮化物层,5…上部层,6…交替层叠结构,7…被覆层,8…被覆切削工具。

