



(10) 授权公告号 CN 115297981 B

(45) 授权公告日 2025. 06. 13

(21) 申请号 202180022498.X

(22) 申请日 2021.03.25

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 115297981 A

(43) 申请公布日 2022.11.04

(30) 优先权数据
2020-059024 2020.03.27 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日
2022.09.19

(86) PCT国际申请的申请数据
PCT/JP2021/012688 2021.03.25

(87) PCT国际申请的公布数据
W02021/193860 JA 2021.09.30

(73) 专利权人 京瓷株式会社

地址 日本京都府

(72) 发明人 森聪史

(74) 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任
公司 11021

专利代理师 吴克鹏

(51) Int.Cl.

B23B 27/14 (2006.01)

C23C 14/06 (2006.01)

(56) 对比文件

JP 2006152321 A, 2006.06.15

WO 2019189775 A1, 2019.10.03

审查员 陈赵勤

权利要求书1页 说明书9页 附图7页

(54) 发明名称
涂层刀具和切削刀具

(57) 摘要

本发明的涂层刀具,具有基体和涂层。基体由硬质合金或金属陶瓷形成。涂层位于基体之上。另外,从涂层的表面,一边使压头的压入载荷变化一边将压头压入到涂层的20%的深度而测量硬度时,以硬度之中最小硬度作为第1硬度,最大硬度作为第2硬度,并以第1硬度的深度作为第1硬度深度,第2硬度的深度作为第2硬度深度时,第2硬度深度比第1硬度深度浅,第1硬度与第2硬度之差大于7GPa。

试样	涂层									
	基体		第1金属氮化物层		第2金属氮化物的层		第3金属氮化物层		第4金属氮化物层	
	种类	厚度 (μm)	种类	厚度 (μm)	种类	厚度 (μm)	种类	厚度 (μm)	种类	厚度 (μm)
基体	硬质合金	-	TiAlN	50	AlON	0.5	TiAlN	2	-	-
第1金属氮化物层	Al ₂ O ₃	0.2	-	-	-	-	-	-	-	-
第2金属氮化物的层	Al ₂ O ₃	-	-	-	-	-	-	-	-	-
第3金属氮化物层	Al ₂ O ₃	-	-	-	-	-	-	-	-	-
第4金属氮化物层	Al ₂ O ₃	0.2	-	-	-	-	-	-	-	-

1. 一种涂层刀具,其具有:由硬质合金或金属陶瓷形成的基体、和位于所述基体之上的涂层,

所述涂层包括:硬质层;位于所述基体与所述硬质层之间的金属层,

所述硬质层具有:位于所述金属层之上并且由第1金属氮化物层与第2金属氮化物层交替地层叠而成的层叠部;位于所述层叠部之上的第3金属氮化物层,

所述金属层含有Al和Cr,所述第1金属氮化物层含有AlTiN,所述第2金属氮化物层含有AlCrN,所述第3金属氮化物层含有AlTiN,

所述金属层的厚度比所述层叠部的厚度薄,所述第3金属氮化物层的厚度,比所述层叠部的厚度厚,

从所述涂层的表面,一边使压头的压入载荷变化一边将所述压头压入到所述涂层的20%的深度为止而测量硬度时,

以所述硬度之中最小硬度作为第1硬度、最大硬度作为第2硬度,以所述第1硬度的深度作为第1硬度深度、所述第2硬度的深度作为第2硬度深度时,

所述第2硬度深度比所述第1硬度深度浅,

所述第1硬度与所述第2硬度之差大于7GPa。

2. 根据权利要求1所述的涂层刀具,其中,所述第1硬度深度大于100nm。

3. 根据权利要求1所述的涂层刀具,其中,以所述深度为100nm时的所述硬度作为第3硬度时,在100nm与所述第1硬度深度之间,具有硬度比所述第3硬度低的第4硬度。

4. 根据权利要求1~3中任一项所述的涂层刀具,其中,所述基体是硬质合金,

所述第1硬度深度为300nm以上且600nm以下。

5. 根据权利要求1~3中任一项所述的涂层刀具,其中,所述金属层含有以总量计为95原子%以上的Al和Cr。

6. 根据权利要求1~3中任一项所述的涂层刀具,其中,所述基体具有粘结相。

7. 根据权利要求1所述的涂层刀具,其中,所述第1金属氮化物层和所述第2金属氮化物层的各厚度为50nm以下。

8. 根据权利要求1~3中任一项所述的涂层刀具,其中,

所述硬质层具有:

包括多个所述第1金属氮化物层和多个所述第2金属氮化物层,所述第1金属氮化物层与所述第2金属氮化物层交替层叠而成的层叠部;

位于相比所述层叠部远离所述基体的位置的所述第3金属氮化物层,

所述第3金属氮化物层的厚度,比所述第1金属氮化物层和所述第2金属氮化物层的各厚度厚。

9. 一种切削刀具,其具有:

在端部具有卡槽的棒状的刀柄;

位于所述卡槽内的权利要求1~8中任一项所述的涂层刀具。

涂层刀具和切削刀具

技术领域

[0001] 本发明涉及涂层刀具和切削刀具。

背景技术

[0002] 作为车削加工或铣削加工等切削加工中所用的刀具,已知有用涂层被覆硬质合金、金属陶瓷、陶瓷等基体的表面,从而使耐磨耗性等提高的涂层刀具(参照专利文献1)。

[0003] 现有技术文献

[0004] 专利文献

[0005] 专利文献1:日本专利第5160231号公报

发明内容

[0006] 本发明的一个方式的涂层刀具,具有基体和涂层。基体由硬质合金或金属陶瓷形成。涂层位于基体之上。另外,从涂层的表面,一边使压头的压入载荷变化一边将压头压入至涂层的20%的深度而测量硬度时,设硬度之中最小硬度为第1硬度,最大硬度为第2硬度,设第1硬度的深度为第1硬度深度,第2硬度的深度为第2硬度深度时,第2硬度深度比第1硬度深度浅,第1硬度与第2硬度之差大于7GPa。

附图说明

[0007] 图1是表示实施方式的涂层刀具的一例的立体图。

[0008] 图2是表示实施方式的涂层刀具的一例的侧剖视图。

[0009] 图3是表示实施方式的涂层的一例的剖视图。

[0010] 图4是图3所示的H部的示意放大图。

[0011] 图5是表示实施方式的切削刀具的一例的主视图。

[0012] 图6是表示各试样的构成的表。

[0013] 图7是表示对于各试样进行的压入硬度试验结果的表。

[0014] 图8是表示对于有金属层硬质和无金属层硬质的压入硬度试验的结果的图。

[0015] 图9是表示对于有金属层金属陶瓷和无金属层金属陶瓷的压入硬度试验的结果的图。

[0016] 图10是表示使金属层的膜厚变化时的、涂层的残余应力变化的图。

具体实施方式

[0017] 以下,一边参照附图,一边对用于实施本发明的涂层刀具和切削刀具的方式(以下,记述为“实施方式”)详细说明。还有,本发明的涂层刀具和切削刀具不受此实施方式限定。另外,各实施方式可以在处理内容不发生矛盾的范围内适宜组合。另外,在以下的各实施方式中,对相同部位附加同一符号,并省略重复的说明。

[0018] 另外,在以下所示的实施方式中,有使用“一定”、“正交”、“垂直”或“平行”这样的

表现形式的情况,但这些表现不需要是严格意义上的“一定”、“正交”、“垂直”或“平行”。即,上述的各表现允许例如制造精度、设置精度等有所偏差。

[0019] 在上述的现有技术中,在使涂层与基体的粘附性提高这方面有进一步改善的余地。

[0020] 本发明鉴于上述提出,提供一种能够使涂层与基体的粘附性提高的涂层刀具和切削刀具。

[0021] <涂层刀具>

[0022] 图1是表示实施方式的涂层刀具的一例的立体图。另外,图2是表示实施方式的涂层刀具的一例的侧剖视图。如图1所示,实施方式的涂层刀具1具有刀片主体2。

[0023] (刀片主体2)

[0024] 刀片主体2,例如,具有上表面和下表面(与图1所示的Z轴相交的面)的形状是平行四边形的六面体形状。

[0025] 刀片主体2的1个角部,作为刃口部发挥功能。刃口部具有第1面(例如上表面)、和与第1面相连接的第2面(例如侧面)。在实施方式中,第1面作为刮掉由切削产生的切屑的“前刀面”发挥功能,第2面作为“后刀面”发挥功能。刃口位于第1面与第2面相交的棱线的至少一部分上,涂层刀具1通过用这一刃口与被切削材接触而切削被切削材。

[0026] 在刀片主体2的中央部,设置有上下贯通刀片主体2的贯通孔5。在贯通孔5中,插入用于在后述的刀柄70上安装涂层刀具1的螺栓75(参照图5)。

[0027] 如图2所示,刀片主体2具有基体10和涂层20。

[0028] (基体10)

[0029] 基体10,例如由硬质合金形成。硬质合金含有W(钨),具体来说含有WC(碳化钨)。另外,硬质合金也可以含有Ni(镍)和Co(钴)。另外,基体10也可以由金属陶瓷形成。金属陶瓷例如含有Ti(钛),具体来说含有TiC(碳化钛)或TiN(氮化钛)。另外,金属陶瓷也可以含有Ni和Co。关于涂层20后述。

[0030] (涂层20)

[0031] 涂层20,例如以提高基体10的耐磨耗性、耐热性等为目的而被覆于基体10。在图2的例子中,涂层20整体性地被覆基体10。涂层20至少位于基体10之上即可。涂层20位于基体10的第1面(在此为上表面)时,第1面的耐磨耗性、耐热性高。涂层20位于基体10的第2面(在此为侧面)时,第2面的耐磨耗性、耐热性高。

[0032] 在此,参照图3对于涂层20的具体构成进行说明。图3是表示实施方式的涂层20的一例的剖视图。

[0033] 如图3所示,涂层20具有硬质层21。硬质层21是与后述的金属层22比较耐磨耗性优异的层。硬质层21具有1层以上的金属氮化物层。硬质层21也可以是1层。另外,也可以像图3所示这样重叠多个金属氮化物层。另外,硬质层21也可以具有多个金属氮化物层层叠而成的层叠部23、和位于层叠部23之上的第3金属氮化物层24。关于这样的硬质层21的构成后述。

[0034] (金属层22)

[0035] 另外,涂层20具有金属层22。金属层22位于基体10与硬质层21之间。具体来说,金属层22,在一个面(这里是下表面)与基体10的上表面相接,并且,在另一个面(这里为上表

面)与硬质层21的下表面相接。

[0036] 金属层22与基体10的粘附性比硬质层21高。作为具有这种特性的金属元素,例如,可列举Zr、Hf、V、Nb、Ta、Cr、Mo、W、Al、Si、Y、Ti。金属层22含有上述金属元素之中至少1种以上的金属元素。

[0037] 还有,Ti单质、Zr单质、V单质、Cr单质和Al单质不作为金属层22使用。这是因为它们均是熔点低、耐氧化性低,所以不适合面向切削刀具使用。另外,Hf单质、Nb单质、Ta单质、Mo单质与基体10的粘附性低。但是,关于含Ti、Zr、V、Cr、Ta、Nb、Hf、Al的合金,则没有此限。

[0038] 金属层22也可以是含有Al—Cr合金的Al—Cr合金层。这样的金属层22由于与基体10的粘附性特别高,所以提高基体10与涂层20的粘附性的效果高。

[0039] 金属层22是Al—Cr合金层时,金属层22中的Al的含量,可以比金属层22中的Cr的含量多。例如,金属层22中的Al与Cr的组成比(原子%)可以为70:30。通过成为这样的组成比率,基体10与金属层22的粘附性更高。

[0040] 金属层22,也可以含有上述金属元素(Zr、Hf、V、Nb、Ta、Cr、Mo、W、Al、Si、Y、Ti)以外的成分。但是,从与基体10的粘附性的观点出发,金属层22可以含有上述金属元素以总量计至少为95原子%以上。更优选金属层22可以含有上述金属元素以总量计为98原子%以上。例如,金属层22是Al—Cr合金层时,金属层22可以至少含有Al和Cr以总量计为95%以上。此外金属层22也可以至少含有Al和Cr以总量计为98%以上。还有,金属层22中的金属成分的比例,例如,可以通过使用了EDS(能量色散型射线光谱仪)的分析来特定。

[0041] 基体10可以具有Co等粘结相。由金属构成的粘结相,与金属层22的亲合性高。因此,通过在基体10上设置粘结相,能够进一步提高基体10与金属层22的粘附性。

[0042] 如此,在实施方式的涂层刀具1中,通过在基体10与硬质层21之间设置与基体10润湿性比硬质层21高的金属层22,能够提高基体10与涂层20的粘附性。还有,因为金属层22与硬质层21的粘附性也高,所以也难以发生硬质层21从金属层22剥离的情况。

[0043] 另外,涂层刀具1,可以在基体10与金属层22的界面F,具有含有基体10所含有的金属元素、和金属层22所含有的金属元素的化合物。

[0044] 例如,基体10是硬质合金,金属层22可以是含有Ti和Si的TiSi层。这种情况下,涂层刀具1,可以在基体10与金属层22的界面F,具有TiW(钛钨)。

[0045] 像这样通过在基体10与金属层22的界面F存在含有基体10所含有的金属元素、和金属层22所含有的金属元素的化合物,能够提高基体10与金属层22的结合力。因此,根据涂层刀具1,能够使涂层20与基体(在此为基体10)的粘附性提高。

[0046] 金属层22,使用电弧离子镀法(AIP法)成膜。AIP法是在真空气氛中利用电弧放电而使靶材金属蒸发,通过与N₂气结合而成膜金属氮化物的方法。这时,施加于作为被涂覆物的基体10的偏压可以是400V以上。后述的硬质层21也可以通过AIP法成膜。

[0047] (硬质层21)

[0048] 接着,参照图4对于硬质层21的构成进行说明。图4是图3所示的H部的示意放大图。

[0049] 如图4所示,硬质层21,具有位于金属层22之上的层叠部23、和位于层叠部23之上的第3金属氮化物层24。

[0050] 层叠部23,具有多个第1金属氮化物层23a和多个第2金属氮化物层23b。层叠部23具有第1金属氮化物层23a与第2金属氮化物层23b交替地层叠而成的结构。

[0051] 第1金属氮化物层23a和第2金属氮化物层23b的厚度,可以分别为50nm以下。像这样薄地形成第1金属氮化物层23a和第2金属氮化物层23b,第1金属氮化物层23a和第2金属氮化物层23b的残余应力小。由此,例如,第1金属氮化物层23a和第2金属氮化物层23b的剥离和裂纹等难以发生,因此涂层20的耐久性高。

[0052] 第1金属氮化物层23a是与金属层22相接的层,第2金属氮化物层23b形成于第1金属氮化物层23a上。

[0053] 第1金属氮化物层23a和第2金属氮化物层23b,可以含有金属层22所包含的金属。

[0054] 例如,金属层22中包含2种金属(在此为“第1金属”、“第2金属”)。这种情况下,第1金属氮化物层23a,含有第1金属和第3金属的氮化物。第3金属是金属层22中不包含的金属。另外,第2金属氮化物层23b,含有第1金属和第2金属的氮化物。

[0055] 例如,在实施方式中,金属层22可以含有Al和Cr。这种情况下,第1金属氮化物层23a可以含有Al。具体来说,第1金属氮化物层23a,可以是含有作为Al和Ti的氮化物的AlTiN的AlTiN层。另外,第2金属氮化物层23b,可以是含有作为Al和Cr的氮化物的AlCrN的AlCrN层。

[0056] 像这样,通过使含有金属层22所包含的金属的第1金属氮化物层23a位于金属层22之上,金属层22与硬质层21的粘附性高。由此,因为硬质层21难以从金属层22剥离,所以涂层20的耐久性高。

[0057] 第1金属氮化物层23a即AlTiN层,除了与上述金属层22的粘附性以外,例如耐磨耗性也优异。另外,第2金属氮化物层23b即AlCrN层,例如耐热性、抗氧化性优异。如此,涂层20通过包括组成互不相同的第1金属氮化物层23a和第2金属氮化物层23b,能够控制硬质层21的耐磨耗性和耐热性等特性。由此,能够延长涂层刀具1的刀具寿命。例如,在实施方式的硬质层21中,能够维持AlCrN拥有的优异的耐热性,同时提高与金属层22的粘附性和耐磨耗性这样的力学特性。

[0058] 第3金属氮化物层24可以位于层叠部23之上。具体来说,第3金属氮化物层24,与层叠部23之中第2金属氮化物层23b相接。第3金属氮化物层24,例如,与第1金属氮化物层23a同样,是含有Ti和Al的金属氮化物层(AlTiN层)。

[0059] 第3金属氮化物层24的厚度,可以厚于第1金属氮化物层23a和第2金属氮化物层23b的各厚度。具体来说,如上述第1金属氮化物层23a和第2金属氮化物层23b的厚度为50nm以下时,第3金属氮化物层24的厚度可以为1 μ m以上。例如,第3金属氮化物层24的厚度也可以为1.2 μ m。

[0060] 由此,例如,第3金属氮化物层24的摩擦系数低时,能够使涂层刀具1的抗粘结性提高。另外,例如,第3金属氮化物层24的硬度高时,能够使涂层刀具1的耐磨耗性提高。另外,例如,如果第3金属氮化物层24的氧化开始温度高,则能够提高涂层刀具1的抗氧化性。

[0061] 另外,第3金属氮化物层24的厚度,也可以厚于层叠部23的厚度。具体来说,在实施方式中,层叠部23的厚度为0.5 μ m以下时,第3金属氮化物层24的厚度可以为1 μ m以上。例如,层叠部23的厚度为0.3 μ m时,第3金属氮化物层24的厚度可以为1.2 μ m。如此,通过使第3金属氮化物层24比层叠部23厚,上述抗粘结性、耐磨耗性等的提高效果更高。

[0062] 还有,金属层22的厚度,例如可以在0.1 μ m以上,并低于0.6 μ m。即,金属层22可以厚

于第1金属氮化物层23a和第2金属氮化物层23b各自的厚度,并且,也可以比层叠部23薄。

[0063] 金属层22是TiSi层时,第1金属氮化物层23a可以是含有Al、Cr和Si的氮化物层(AlCrSiN层),第2金属氮化物层23b可以是含有Ti和Si的氮化物层(TiSiN层)。

[0064] 第1金属氮化物层23a是AlCrSiN层时,优选第1金属氮化物层23a中的Cr的组成比率,多于第1金属氮化物层23a中的Al的组成比率。即,第1金属氮化物层23a优选为富Cr。例如,AlCrSiN层中的Al与Cr的组成比(原子%),优选为40:50。通过作为这样的组成比率,与富Al的情况比较,能够使涂层20的耐剥离性提高。

[0065] <切削刀具>

[0066] 接下来,参照图5,对于具备上述涂层刀具的切削刀具的结构进行说明。图5是表示实施方式的切削刀具的一例主视图。

[0067] 如图5所示,实施方式的切削刀具100,具有涂层刀具1、和用于固定涂层刀具1的刀柄70。

[0068] 刀柄70,是从第1端(图5中的上端)朝向第2端(图5中的下端)延伸的棒状构件。刀柄70,例如是钢、铸铁制。这些构件之中,特别是优选使用韧性高的钢。

[0069] 刀柄70在第1端侧的端部具有卡槽73。卡槽73是安装涂层刀具1的部分,具有与被切削材的旋转方向交叉的支承面、和相对于支承面倾斜的限制侧面。在支承面上,设有使后述螺栓75拧紧的螺栓孔。

[0070] 涂层刀具1位于刀柄70的卡槽73,由螺栓75安装在刀柄70上。即,在涂层刀具1的贯通孔5中插入螺栓75,将该螺栓75的前端插入形成于卡槽73的支承面的螺栓孔,使螺纹部之间拧紧。由此,涂层刀具1以刃口部分从刀柄70向外方突出的方式被安装在刀柄70上。

[0071] 在实施方式中,例示的是用于所谓车削加工的切削刀具。作为车削加工,例如,可列举内径加工、外径加工和开槽加工。还有,作为切削刀具,不限定于车削加工。例如,用于铣削加工的切削刀具也可以使用涂层刀具1。

[0072] 例如,被切削材的切削加工包括:(1)使被切削材旋转的工序;(2)使涂层刀具1的刃口与旋转的被切削材接触而对被切削材进行切削的工序;和(3)使涂层刀具1离开被切削材的工序。还有,作为被切削材的材质的代表例,可列举碳钢、合金钢、不锈钢、铸铁或有色金属等。

[0073] (实施例1:压入硬度试验)

[0074] 本申请发明人,分别对于在硬质合金上形成有涂层的试样、和在金属陶瓷上形成有涂层的试样,进行了压入硬度试验。

[0075] 试样为以下4个种类。

[0076] (1a) 将具有金属层的涂层形成在硬质合金上的试样(以下,记为“有金属层硬质”)

[0077] (1b) 将没有金属层的涂层形成在硬质合金上的试样(以下,记为“无金属层硬质”)

[0078] (2a) 将具有金属层的涂层形成在金属陶瓷上的试样(以下,记为“有金属层金属陶瓷”)

[0079] (2b) 将没有金属层的涂层形成在金属陶瓷上的试样(以下,记为“无金属层金属陶瓷”)

[0080] 参照图6对于各试样的具体构成进行说明。图6是表示各试样构成的表。

[0081] 如图6所示,有金属层硬质,在由硬质合金形成的基体之上,具有包含金属层和硬

质层的涂层。具体来说,在基体之上设置金属层,在金属层之上设置硬质层。另一方面,无金属层硬质,在由硬质合金形成的基体之上,具有包含硬质层的涂层。同样,有金属层金属陶瓷,在由金属陶瓷形成的基体之上,具有包含金属层和硬质层的涂层,无金属层金属陶瓷,在由金属陶瓷形成的基体之上,具有包含硬质层的涂层。

[0082] 有金属层硬质和有金属层金属陶瓷中的金属层,含有Al和Cr。这样的金属层的具体组成是 $Al_{70}Cr_{30}$ 。即,金属层含有Al为70原子%,Cr为30原子%。另外,金属层的厚度为0.2 μm 。

[0083] 各试样的硬质层,具有第1金属氮化物层、第2金属氮化物层和第3金属氮化物层。第1金属氮化物层和第2金属氮化物层交替层叠。另外,第3金属氮化物层位于交替层叠的第1金属氮化物层和第2金属氮化物层之上。

[0084] 在图6中记述为TiAlNbWSiN的第1金属氮化物层的仅金属成分的比率中,Ti为42原子%,Al为48原子%,Nb为3原子%,W为4原子%,Si为3原子%。另外,第1金属氮化物层中,相对于金属成分的100原子%大约含有100原子%的N。1个第1金属氮化物层的厚度为50nm。

[0085] 在图6中记述为AlCrN的第2金属氮化物层的仅金属成分的比率中,Al为70原子%,Cr为30原子%。另外,第2金属氮化物层中,相对于金属成分的100原子%大约含有100原子%的N。1个第2金属氮化物层的厚度为50nm。

[0086] 多个第1金属氮化物层和多个第2金属氮化物层的合计厚度为0.5 μm 。

[0087] 第3金属氮化物层的组成,与第1金属氮化物层的组成相同。第3金属氮化物层的厚度为2 μm 。

[0088] 对这种试样的压入硬度试验的结果显示在图7~图9中。图7是表示对各试样的压入硬度试验的结果的表。另外,图8是表示对有金属层硬质和无金属层硬质的压入硬度试验的结果的图,图9是表示对有金属层金属陶瓷和无金属层金属陶瓷的压入硬度试验的结果的图。

[0089] 还有,本试验使用微压痕硬度试验机“ENT-1100b/a”(株)Elionix制)进行。

[0090] 在测量硬度之前,在与基体表面正交的基体的截面中测量涂层的厚度。涂层的厚度在具有金属层时为2.7 μm 。在没有金属层时,涂层的厚度为2.5 μm 。从涂层的表面,将压头压入涂层厚度的20%的量。压头向涂层表面的压入,大约每次增加0.02 μm 。此压入深度能够通过使压入载荷增加而加深。所谓使压入深度每次增加0.02 μm ,换言之等同于使压入载荷大致每次增加5mN。

[0091] 在本试验中,若将压头压入至涂层厚度的20%的深度,则基本上能够从涂层的表面测量基体表面附近的硬度。在本发明中,所谓涂层的硬度,如上述,就是从涂层的表面,一边使压头的压入载荷变化一边使压头压入到涂层的20%的深度所得到的硬度。在压入硬度试验中,压入深度越深,则可以测量到距涂层表面越深的区域的硬度。

[0092] 在图8中,以空白圆圈表示有金属层硬质的测量结果,以涂黑的三角表示无金属层硬质的测量结果。另外,在图9中,以空白圆圈表示有金属层金属陶瓷的测量结果,以涂黑的三角表示无金属层金属陶瓷的测量结果。

[0093] 如图8所示,可知有金属层硬质与无金属层硬质比较,整体上硬度变高。此硬度的上升在压入深度100nm以上且200nm以下的区域显著。压入深度100nm以上且200nm以下的硬度表示硬质层的硬度。由此可知,有金属层硬质与无金属层硬质比较,硬质层的硬度变高。

[0094] 该倾向在有金属层金属陶瓷中也同样。即,如图9所示,可知有金属层金属陶瓷与无金属层金属陶瓷比较,硬质层的硬度也变高。

[0095] 参照图10对于这一点进行说明。图10是表示使金属层的膜厚变化时,涂层的残余应力变化的图。

[0096] 在图10中,显示基于成膜了有金属层的涂层的不锈钢板的翘曲量而测量涂层的残余应力的结果。在图10中,膜厚 $0\mu\text{m}$ 的结果,表示无金属层的涂层,即只有硬质层的涂层的残余应力。另外,膜厚 $0.2\mu\text{m}$ 、 $0.4\mu\text{m}$ 、 $0.6\mu\text{m}$ 的结果表示有金属层的涂层的残余应力。

[0097] 如图10所示,有金属层的涂层与无金属层的涂层相比,可知残余应力变高。残余应力越高,涂层的硬度越高。因此,可知通过形成金属层,涂层的硬度提高。

[0098] 作为在金属层作用下涂层的残余应力提高的理由之一,认为例如有以下原因。即,在PVD涂覆中,对于被成膜对象物(硬质合金等)施加偏压,成膜金属层,从而施加偏压时有更多的离子被成膜对象物吸引。其结果认为,与无金属层的涂层比较,有金属层的涂层中发生更大的残余应力。

[0099] 还有,使金属层的膜厚为 $0.6\mu\text{m}$ 时,涂层的剥离发生,残余应力降低。据此结果,金属层的膜厚优选为 $0.1\mu\text{m}$ 以上且低于 $0.6\mu\text{m}$ 。

[0100] 另外,如图8和图9所示,有金属层硬质和有金属层金属陶瓷,在压入深度 $300\sim 350\text{nm}$ 附近具有硬度的谷。这是在没有金属层硬质和没有金属层金属陶瓷中看不到的特征。压入深度 $300\sim 350\text{nm}$ 附近的硬度,表示金属层的硬度,由于金属层与硬质层相比较软,所以认为会造成这种硬度的谷。

[0101] 图7所示的结果之中,所谓“最大硬度”,是测量范围(从涂层的表面至涂层深度的20%的范围)的硬度的最大值,所谓“最小硬度”,是上述测量范围的硬度的最小值。所谓“最大硬度载荷”,是最大硬度的压头的压入载荷,所谓“最大硬度深度”,是最大硬度的压头的压入深度。所谓“最小硬度载荷”,是最小硬度的压头的压入载荷,所谓“最小硬度深度”,是最小硬度的压头的压入深度。

[0102] 所谓“最大硬度差”,是最大硬度与最小硬度之差。所谓“平均硬度”,是测量范围的硬度的平均值。

[0103] 在此,关于有金属层硬质和有金属层金属陶瓷,分别将最小硬度记为“第1硬度”,将最大硬度记为“第2硬度”。另外,将第1硬度的压入深度记为“第1硬度深度”,将第2硬度的压入深度记为“第2硬度深度”。

[0104] 如图8和图9所示,可知在有金属层硬质和有金属层金属陶瓷中,第2硬度深度均比第1硬度深度浅。即,在有金属层硬质和有金属层金属陶瓷中,在涂层的表层侧均具有最大硬度。另外,在有金属层硬质和有金属层金属陶瓷中,第1硬度与第2硬度之差(最大硬度差)均大于 7GPa 。

[0105] 如此,涂层也可以具有硬度高的区域和硬度低的区域。另外,硬度高的区域相比高度低的区域而位于涂层的表面侧,其差可以大于 7GPa 。这种情况下,硬度高的区域具有高耐磨耗性,硬度低的区域具有高耐崩损性。因此,具有这样的涂层的涂层刀具具有长寿命。

[0106] 另外,在有金属层硬质和有金属层金属陶瓷中,第1硬度深度大于作为压入深度的最小值的 100nm 。

[0107] 这种情况下,具有比第1硬度低的硬度的区域位于涂层的表面侧。因此,具有这种

涂层的涂层刀具,在表面侧的韧性比较高,难以发生初始缺陷。

[0108] 另外,在有金属层硬质和有金属层金属陶瓷中,将压入深度的最小值(100nm)作为“第3硬度深度”,第3硬度深度的硬度作为“第3硬度”。这种情况下,有金属层硬质,在第3载荷与第1载荷之间,具有硬度比第3硬度低的第4硬度。

[0109] 如此,具有硬度低的区域与硬度高的区域交替设置的涂层的涂层刀具,具有长寿命。

[0110] 有金属层硬质的第1硬度深度可以为300nm以上且600nm以下。

[0111] 这种情况下,硬度高的区域位于涂层的表面附近,在比较早的时刻就露出耐磨耗性最优异的区域。因此,具有这种涂层的涂层刀具,具有长寿命。

[0112] (实施例2:划痕试验和剥离试验)

[0113] 另外,本申请发明人,对于上述的无金属层硬质、有金属层硬质、无金属层金属陶瓷和有金属层金属陶瓷的各试样,进行划痕试验和剥离试验。划痕试验由剥离载荷的大小进行评价,剥离载荷越大,越难以剥离。另外,剥离时间越长越难以剥离。

[0114] 划痕试验,以使R(曲率半径)为200 μ m的前端形状的金钢石压头为10mm/分的速度和1分钟100N的载荷速度的条件进行。

[0115] 剥离试验,对于被加工材SCM415的淬火材,使用CNGA120408S01225的刀具形状的试料,以切削速度:150m/分钟,进刀速度:0.1mm/圈,切削深度:0.2mm的加工条件进行,评价截至硬质层剥离的时间。

[0116] 若比较无金属层硬质和有金属层硬质,则有金属层硬质与无金属层硬质比较,剥离载荷变大,剥离时间也大幅变长。另外,若比较无金属层金属陶瓷和有金属层金属陶瓷,则有金属层金属陶瓷与无金属层金属陶瓷比较,剥离载荷变大,剥离时间也大幅变长。如此,有金属层硬质和有金属层金属陶瓷,与无金属层硬质和无金属层金属陶瓷相比较,涂层的剥离更难以发生,即,涂层的耐久性高。

[0117] <变形例>

[0118] 在上述实施方式中,显示了涂层刀具1的上表面和下表面的形状是平行四边形时的例子,但涂层刀具1的上表面和下表面的形状也可以是菱形或正方形等。另外,涂层刀具1的上表面和下表面的形状,也可以是三角形、五边形、六边形等。

[0119] 另外,涂层刀具1的形状,可以是正型或负型。正型是相对于通过涂层刀具1上表面的中心和下表面的中心的中心轴,侧面倾斜的类型,负型是侧面相对于上述中心轴平行的类型。

[0120] 在上述实施方式中,说明的是涂层刀具1用于切削加工,但本申请的涂层刀具,例如也可以应用于挖掘用工具或有刃物等切削刀具以外的工具。

[0121] 更多的效果和变形例,能够由本领域技术人员轻易导出。因此,本发明的更广泛的方式,不受如以上这样表述且所记述的特定详情和代表性的实施方式限定。因此,可以不脱离附加的权利要求范围及其均等物所定义的总体性的发明概念的精神或范围而进行各种变更。

[0122] 符号说明

[0123] 1 涂层刀具

[0124] 2 刀片主体

[0125]	5	贯通孔
[0126]	10	基体
[0127]	20	涂层
[0128]	21	硬质层
[0129]	22	金属层
[0130]	23	层叠部
[0131]	23a	第1金属氮化物层
[0132]	23b	第2金属氮化物层
[0133]	24	第3金属氮化物层
[0134]	70	刀柄
[0135]	73	卡槽
[0136]	75	螺栓
[0137]	100	切削刀具

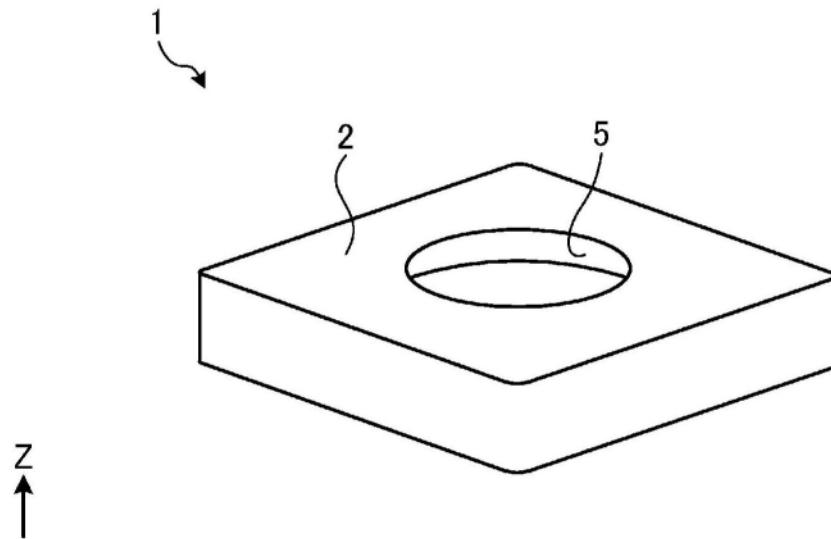


图1

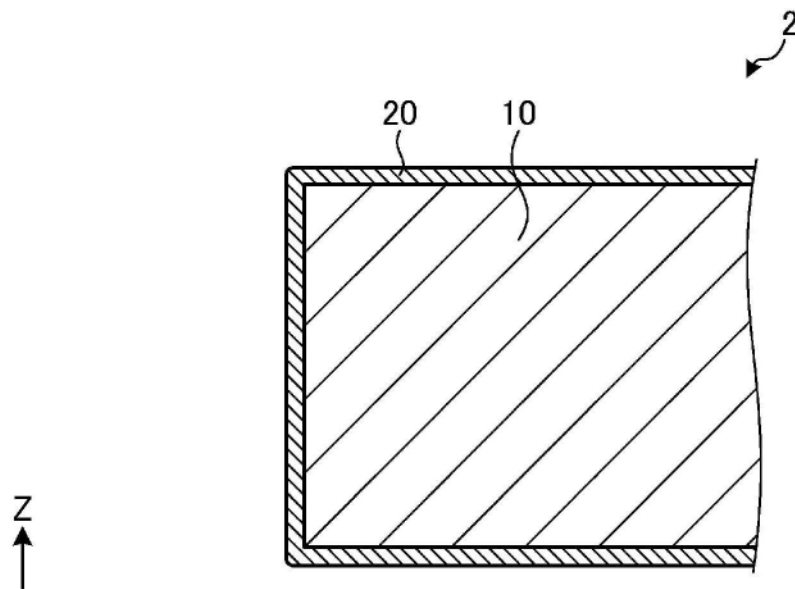


图2

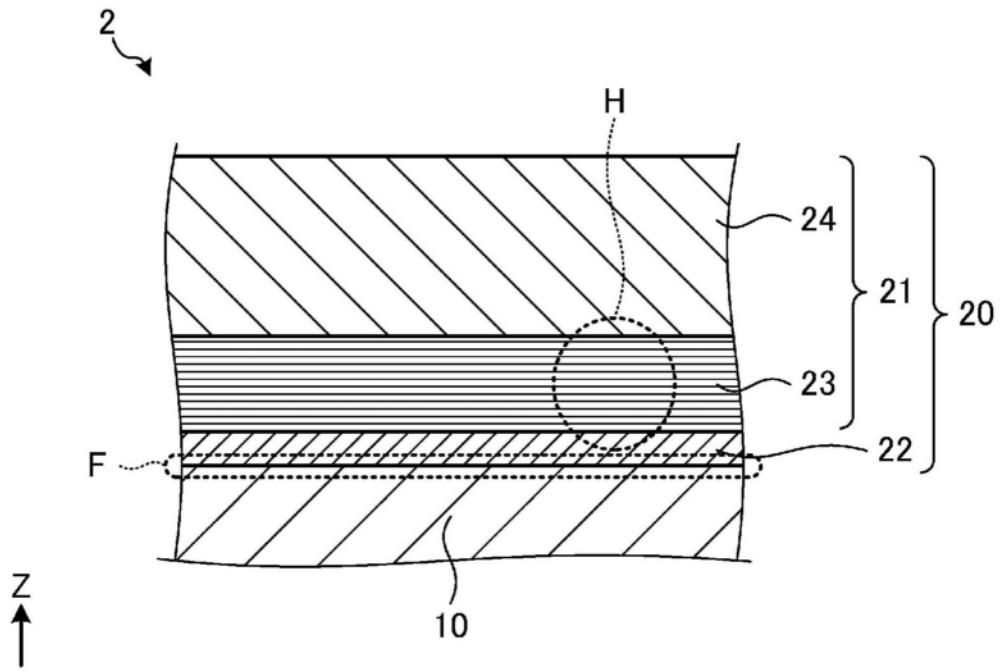


图3

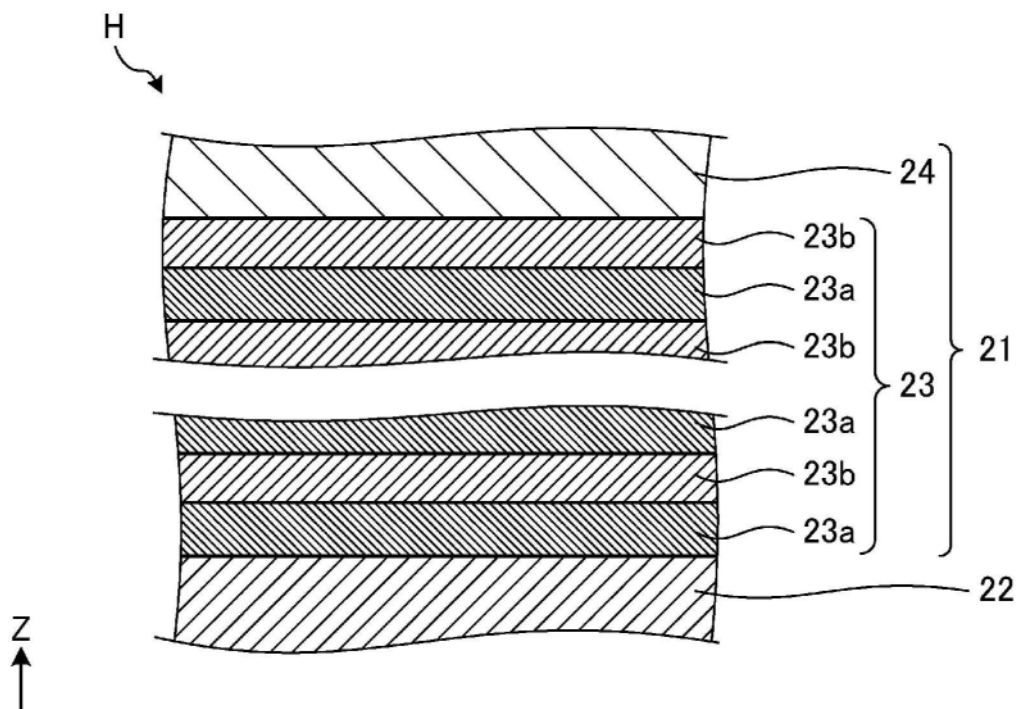


图4

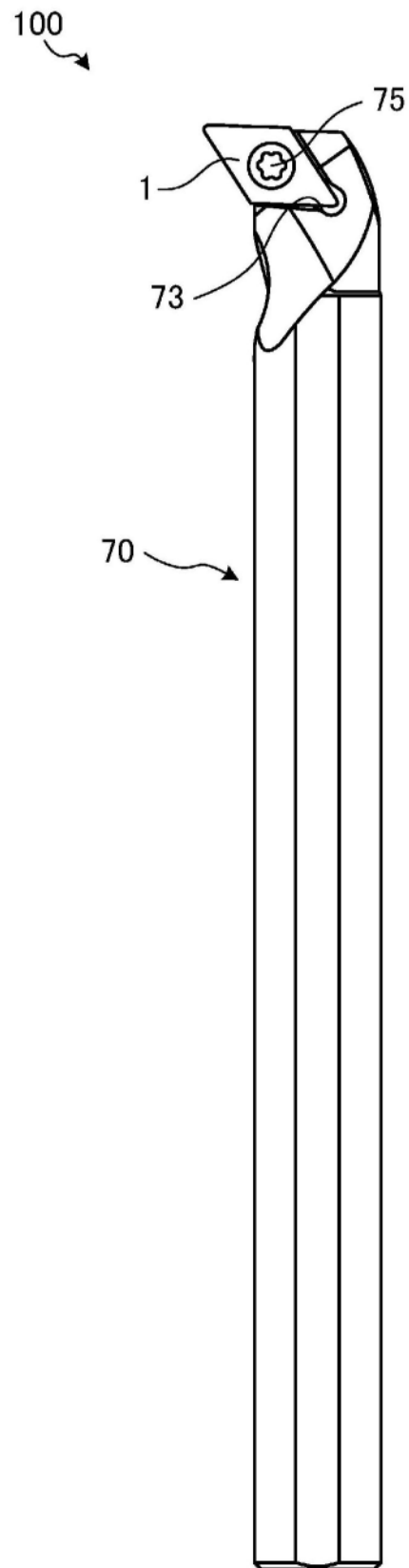


图5

涂层												
试样		基体	金属层		硬质层							
			种类	厚度 (μm)	第1金属氮化物物层		第2金属氮化的层		第1金属氮化物物层 + 第2金属氮化的层		第3金属氮化物物层	
					种类	厚度 (nm)	种类	厚度 (nm)	种类	厚度 (μm)	种类	厚度 (μm)
无金属层 硬质	硬质合金		-	-	TiAlNbWSiN	50	AlCrN	50	0.5	TiAlNbWSiN	2	
			Al ₇₀ Cr ₃₀	0.2								
无金属层 金属陶瓷	金属陶瓷		-	-								
			Al ₇₀ Cr ₃₀	0.2								

图6

试样	最大硬度 (GPa)	最大硬度 载荷 (mN)	最大硬度 深度 (nm)	最小硬度 (GPa)	最小硬度 载荷 (mN)	最小硬度 深度 (nm)	最大硬度 差 (GPa)	平均硬度 (GPa)	平均硬度 与 最大硬度 之差 (GPa)	平均硬度 与 最小硬度 之差 (GPa)
无金属层 硬质	35.3	25	203.7	24.1	5	92.3	11.2	28.7	6.6	4.6
有金属层 硬质	35.1	20	183.6	24.5	80	562.2	10.6	28.8	6.3	4.3
无金属层 金属陶瓷	29.1	55	349.4	21.5	80	559.6	7.6	24.9	4.2	3.4
有金属层 金属陶瓷	30.8	30	245	23.6	40	353.5	7.2	25.2	5.6	1.6

图7

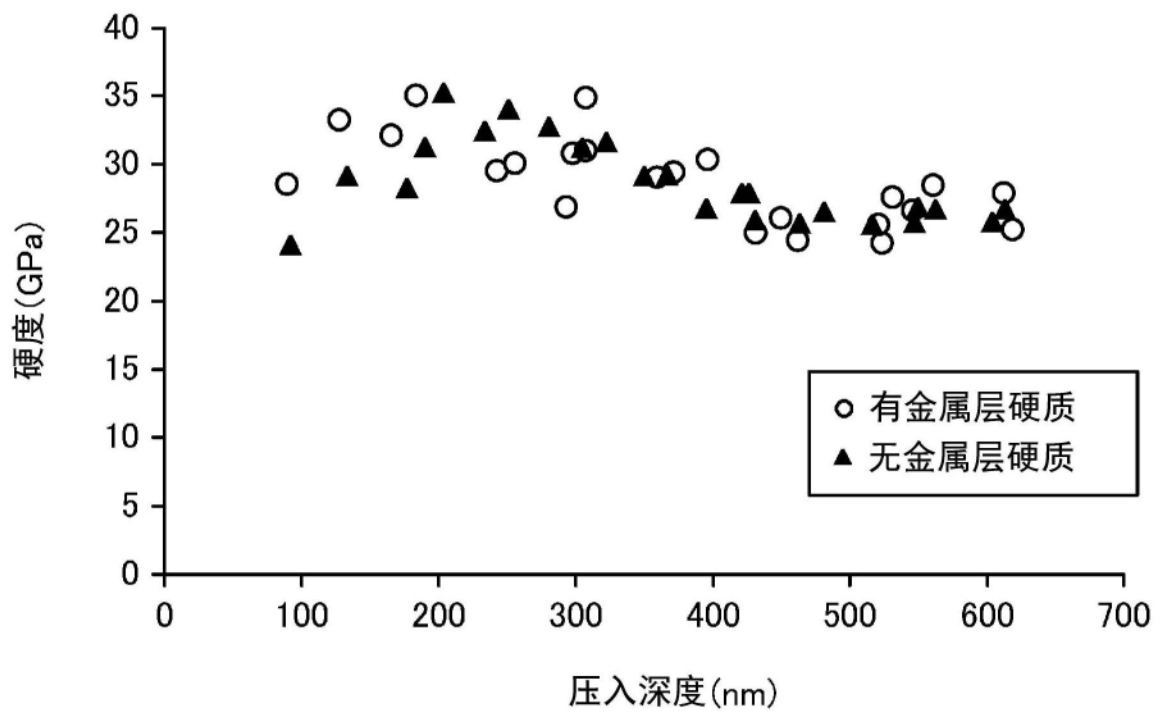


图8

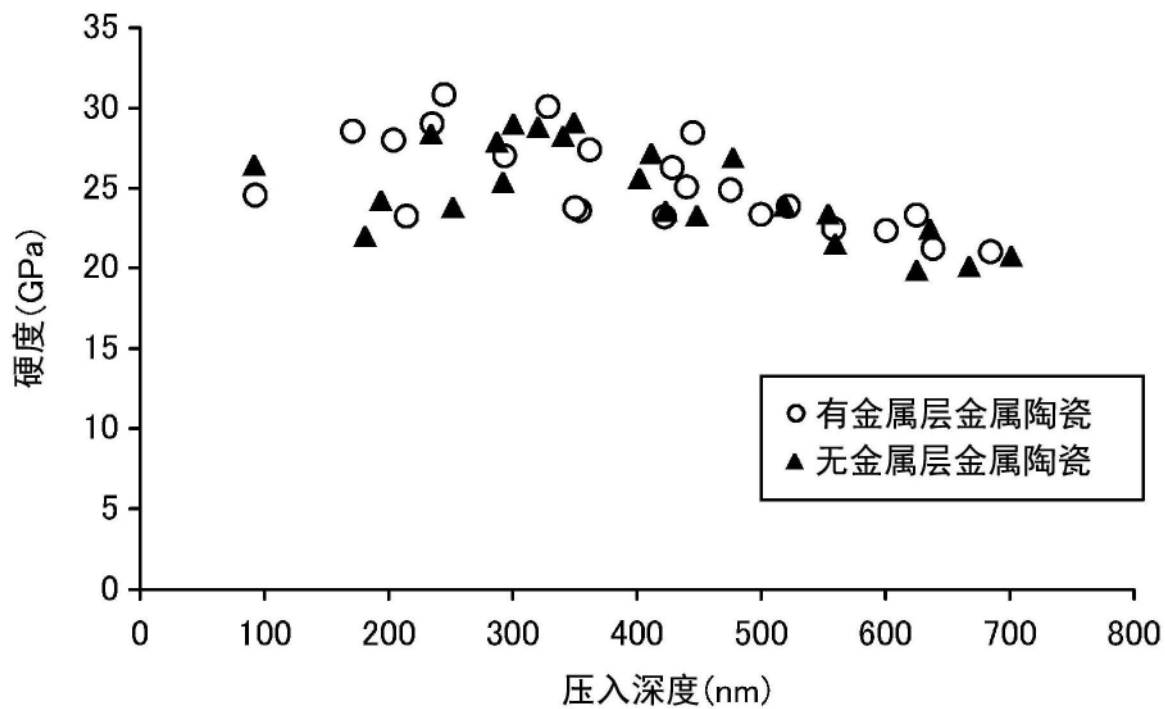


图9

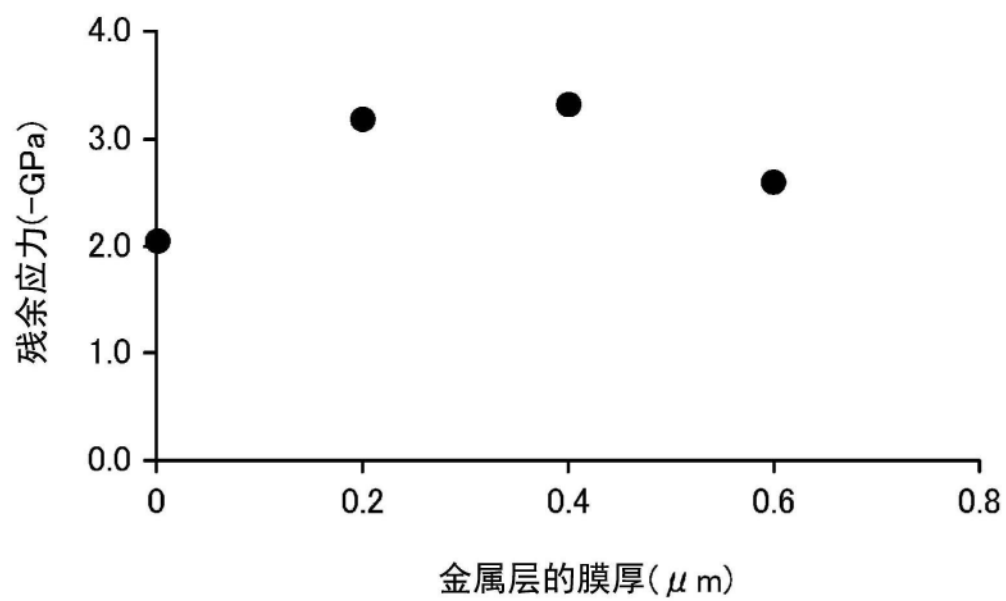


图10