



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 110072658 B

(45) 授权公告日 2020.10.20

(21) 申请号 201780077661.6

(22) 申请日 2017.01.16

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 110072658 A

(43) 申请公布日 2019.07.30

(85) PCT国际申请进入国家阶段日
2019.06.14

(86) PCT国际申请的申请数据
PCT/JP2017/001275 2017.01.16

(87) PCT国际申请的公布数据
W02018/131166 JA 2018.07.19

(73) 专利权人 OSG株式会社
地址 日本爱知县

(72) 发明人 羽生博之 福井康雄

(74) 专利代理机构 北京康信知识产权代理有限
责任公司 11240

代理人 李罡

(51) Int.Cl.
B23C 5/18 (2006.01)
B23B 27/14 (2006.01)
B23B 51/00 (2006.01)
B23P 15/28 (2006.01)
C23C 16/27 (2006.01)

(56) 对比文件

Xuelin Lei, etc..Effect of Boron-Doped
Diamond Interlayer on Cutting Performance
of Diamond Coated Micro Drills for
Graphite Machining.《Materials》.2013,第6卷
(第8期),第3128-3138页.

审查员 张仕聪

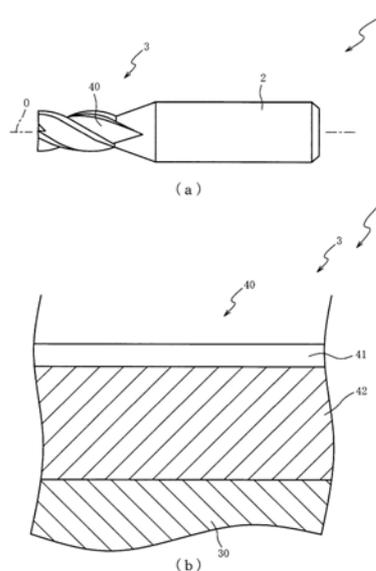
权利要求书1页 说明书8页 附图4页

(54) 发明名称

工具

(57) 摘要

为了解决提供一种即使在形成了含有硼的
金刚石涂层的情况下也能够提高耐久性的工具
这样的课题,金刚石涂层(40)具备:第一层(41),
作为该金刚石涂层(40)的表层侧的层而形成,并
且设为不含硼;以及第二层(42),作为位于比该
第一层(41)靠母材(30)侧的位置的层而形成,并
且含有至少1000ppm以上的硼。第一层(41)设为
不含硼,所以压缩应力变得比含有硼的第二层
(42)大。即,压缩应力大的第一层(41)形成于金
刚石涂层(40)的表层,所以能够抑制在加工时从
金刚石涂层(40)的表层侧产生裂纹。由此,即使
在已形成含有1000ppm以上的硼的金刚石涂层
(40)的情况下,也能够使工具(1)的耐久性提高。



1. 一种工具,具备母材和金刚石涂层,所述金刚石涂层形成于所述母材的表面,并且作为至少部分地含有硼的金刚石的涂层而形成,所述工具的特征在于,

所述金刚石涂层具备:

第一层,作为所述金刚石涂层的表层侧的层而形成,并且含有小于1000ppm的所述硼,或者不含所述硼;以及

第二层,作为所述金刚石涂层的位于比所述第一层靠所述母材侧的位置的层而形成,并且含有至少1000ppm以上的所述硼

所述第二层层叠有多层,并且与位于所述母材侧的所述第二层相比,越是位于表层侧的所述第二层,所述硼的含量设定得越多。

2. 根据权利要求1所述的工具,其特征在于,

所述第一层的膜厚设定为所述金刚石涂层的膜厚的尺寸的10%以上且50%以下的尺寸。

3. 根据权利要求1所述的工具,其特征在于,

所述第一层设为不含所述硼。

4. 根据权利要求3所述的工具,其特征在于,

所述金刚石涂层层叠有多层。

5. 根据权利要求4所述的工具,其特征在于,

与位于所述母材侧的所述金刚石涂层的所述第二层相比,越是位于表层侧的所述金刚石涂层的所述第二层,所述硼的含量设定得越多。

6. 根据权利要求5所述的工具,其特征在于,

多层所述金刚石涂层的所述第一层及所述第二层的膜厚以从所述母材侧到表层侧逐渐变薄的方式形成。

7. 根据权利要求4至6中任一项所述的工具,其特征在于,

多层所述金刚石涂层中的位于最靠所述母材侧的位置的所述金刚石涂层具备第三层,所述第三层作为所述母材与所述第二层之间的层而形成,并且设为不含所述硼。

8. 根据权利要求4至6中任一项所述的工具,其特征在于,

所述第一层的膜厚设定为小于所述第二层的膜厚的尺寸的100%的尺寸。

9. 根据权利要求7所述的工具,其特征在于,

所述第一层的膜厚设定为小于所述第二层的膜厚的尺寸的100%的尺寸。

10. 根据权利要求8所述的工具,其特征在于,

所述第一层的膜厚设定为所述第二层的膜厚的25%以上的尺寸。

11. 根据权利要求9所述的工具,其特征在于,

所述第一层的膜厚设定为所述第二层的膜厚的25%以上的尺寸。

工具

技术领域

[0001] 本发明涉及工具,特别涉及即使在已形成含有硼的金刚石涂层的情况下也能够使耐久性提高的工具。

背景技术

[0002] 已知有向形成于工具的母材的表面的金刚石涂层掺杂硼、使金刚石涂层的耐氧化性及润滑性提高的技术。例如,在专利文献1中,公开了将具备硼的掺杂量少的低掺杂层和硼的掺杂量多的高掺杂层的金刚石涂层形成于母材的表面的金刚石涂层加工工具。根据该金刚石涂层加工工具,在表层形成有硼的掺杂量多的高掺杂层,所以能够使工具的耐氧化性及润滑性提高。

[0003] 现有技术文献

[0004] 专利文献

[0005] 专利文献1:特开2006-152423号公报(例如,第0029段、图11)

发明内容

[0006] 发明要解决的课题

[0007] 然而,在上述的现有的技术中,在金刚石涂层的表层形成有硼的掺杂量多的高掺杂层,所以表层中的压缩的残留应力减小,在对被加工物加工时容易从表层侧产生裂纹。由此,存在工具耐久性降低的问题。

[0008] 本发明是为了解决上述的问题而完成的,其目的在于提供一种即使在已形成含有硼的金刚石涂层的情况下也能够使耐久性提高的工具。

[0009] 用于解决课题的技术方案

[0010] 为了达成该目的,本发明的工具中,金刚石涂层具备:第一层,作为该金刚石涂层的表层侧的层而形成,并且含有小于1000ppm的所述硼,或者不含所述硼;以及第二层,作为所述金刚石涂层的位于比所述第一层靠所述母材侧的位置的层而形成,并且含有至少1000ppm以上的所述硼。

[0011] 发明效果

[0012] 根据技术方案1所述的工具,金刚石涂层具备:第一层,作为该金刚石涂层的表层侧的层而形成,并且含有小于1000ppm的硼,或者设为不含硼;以及第二层,作为第二层金刚石涂层的位于比第一层靠母材侧位置的层而形成,并且含有至少1000ppm以上的硼。第一层设为硼的含量小于1000ppm、或者不含硼,所以压缩的残留应力变得比含有1000ppm以上的硼的第二层大。

[0013] 即,在金刚石涂层的表层形成有压缩的残留应力大的第一层,所以能够抑制在对被加工物进行加工时从金刚石涂层的表层侧产生裂纹。由此,具有即使在已形成含有1000ppm以上的硼的金刚石涂层的情况下也能够提高工具的耐久性的效果。

[0014] 进而,通过在第一层的母材侧形成有第二层,能够通过第二层缓和第一层的压缩

的残留应力变得过度,并且通过该第二层所含有的硼提高金刚石涂层的抗氧化性及润滑性。由此,具有工具的耐久性提高的效果。

[0015] 根据技术方案2所述的工具,除了技术方案1所述的工具起到的效果,层叠有多层第二层,并且与位于母材侧的第二层相比,越是位于表层侧的第二层,硼的含量设定得越多,所以能够提高金刚石涂层的表层侧的抗氧化性及润滑性,并且增大金刚石涂层的母材侧的压缩的残留应力。由此,能够提高金刚石涂层的表层侧的耐磨损性,并且抑制从母材侧产生裂纹而提高金刚石涂层的向母材的紧贴性。由此,具有工具的耐久性提高的效果。

[0016] 根据技术方案3所述的工具,除了技术方案1或2所述的工具起到的效果,第一层的膜厚设定为金刚石涂层的膜厚的尺寸的10%以上且50%以下的尺寸,所以能够抑制金刚石涂层的表层中的压缩的残留应力过度增大或者减小。由此,能够抑制金刚石涂层的表层屈曲或从表层侧产生裂纹,所以具有工具的耐久性提高的效果。

[0017] 根据技术方案4所述的工具,除了技术方案1所述的工具起到的效果,第一层设为不含硼,所以能够更可靠地抑制从金刚石涂层的表层侧产生裂纹。由此,具有工具的耐久性提高的效果。

[0018] 根据技术方案5所述的工具,除了技术方案4所述的工具起到的效果,层叠有多层金刚石涂层,所以在压缩的残留应力小的第二层的各层之间层叠有压缩的残留应力大的第一层。由此,能够提高多层金刚石涂层整体的韧性,并且即使是在第二层上产生了裂纹的情况下,也能够通过第一层的压缩的残留应力抑制该裂纹扩大。由此,具有工具的耐久性提高的效果。

[0019] 根据技术方案6所述的工具,除了技术方案5所述的工具起到的效果,与位于母材侧的金刚石涂层的第二层相比,越是位于表层侧的金刚石涂层的第二层,硼的含量设定得越多,所以能够提高表层侧处的抗氧化性及润滑性,并且提高母材侧处的压缩的残留应力而抑制从母材侧产生裂纹。在该情况下,通过在位于最靠表层侧的位置的金刚石涂层的第二层含有较多的硼,压缩的残留应力降低,但在该第二层的上下层叠有第一层,所以能够抑制从表层侧产生裂纹。由此,具有工具的耐久性提高的效果。

[0020] 根据技术方案7所述的工具,除了技术方案6所述的工具起到的效果,多层金刚石涂层的第一层及第二层的膜厚以从母材侧到表层侧逐渐变薄的方式形成,所以能够增加表层侧的每单位体积的第一层及第二层的层数而提高韧性。进而,母材侧的第二层的硼的含量比表层侧少,所以通过减少该母材侧的每单位体积的第一层及第二层的层数,能够增大母材侧的压缩的残留应力。由此,能够提高表层侧的金刚石涂层的韧性,并且抑制从母材侧产生裂纹而提高金刚石涂层的向母材的紧贴性。由此,具有工具的耐久性提高的效果。

[0021] 根据技术方案8所述的工具,除了技术方案5至7中任一项所述的工具起到的效果,多层金刚石涂层中的位于最靠母材侧的位置的金刚石涂层具备第三层,所述第三层作为母材与第二层之间的层而形成,并且设为不含硼,所以在金刚石涂层(位于最靠母材侧的位置的金刚石涂层)与母材之间形成有设为不含硼的第三层。由此,能够增大该金刚石涂层的母材侧的压缩应力,所以能够抑制从母材侧产生裂纹。由此,能够提高金刚石涂层的向母材的紧贴性,所以具有工具的耐久性提高的效果。

[0022] 根据技术方案9所述的工具,除了技术方案5至8中任一项所述的工具起到的效果,第一层的膜厚设定为小于第二层的膜厚的尺寸的100%的尺寸,所以能够抑制第一层的压

缩的残留应力过度增大。由此,能够抑制在对被加工物进行加工时金刚石涂层屈曲,所以具有工具的耐久性提高的效果。

[0023] 根据技术方案10所述的工具,除了技术方案9所述的工具起到的效果,第一层的膜厚设定为第二层的膜厚的25%以上的尺寸,所以能够抑制第一层的压缩的残留应力降低。由此,能够抑制从位于最靠表层侧位置的金刚石涂层的第一层产生裂纹,同时提高多层金刚石涂层整体的韧性,所以具有工具的耐久性提高的效果。

附图说明

[0024] 图1的(a)是本发明的第一实施方式中的工具的侧视图,图1的(b)是工具的局部放大剖视图。

[0025] 图2的(a)是第二实施方式中的工具的局部放大剖视图,图2的(b)是第三实施方式中的工具的局部放大剖视图。

[0026] 图3的(a)是第四实施方式中的工具的局部放大剖视图,图3的(b)是第五实施方式中的工具的局部放大剖视图。

[0027] 图4是表示验证试验的试验结果的表。

具体实施方式

[0028] 以下,参照附图对本发明的优选的实施方式进行说明。首先,参照图1,对第一实施方式的工具1的构成进行说明。图1的(a)是本发明的第一实施方式中的工具1的侧视图,图1的(b)是工具1的局部放大剖视图。此外,在图1的(b)中,图示出在包含工具1的轴心0的平面上切断的截面,将第一层41的阴影省略。

[0029] 如图1所示,工具1(在本实施方式中为立铣刀)是用于通过经由支架(未图示)从加工设备(例如加工中心)传递过来的旋转力而进行被加工物的切削加工的工具,具备围绕其轴心0旋转的主体部2和配设于该主体部2的前端侧(图1的(a)的左侧)的刃部3。

[0030] 主体部2由超硬合金形成为圆柱状,刃部3通过经由该主体部2从加工设备传递过来的旋转力而旋转,由此进行切削加工。

[0031] 刃部3具备:由超硬合金形成的母材30;和金刚石涂层40,其形成于该母材30的表面,并且被形成为至少部分地含有硼的金刚石涂层。

[0032] 金刚石涂层40具备:第一层41,其形成该金刚石涂层40的表层,并且含有小于1000ppm(百万分比浓度)的硼;和第二层42,其层叠有该第一层41,并且含有1000ppm以上且小于50000ppm(在本实施方式中为10000ppm)的硼。

[0033] 该含有硼的金刚石涂层40(即,掺杂有硼的金刚石涂层)的成膜通过CVD法(化学气相沉积法)进行,在本实施方式中,使用微波等离子体CVD法(微波等离子体化学气相沉积法),但也可以使用其他的CVD法(例如热丝CVD法(热丝化学气相沉积法)或等离子体CVD法(等离子体化学气相沉积法))。由此,金刚石涂层40的成膜方法(第一层41及第二层42的层叠方法)能够采用公知的方法,所以其详细的说明省略。

[0034] 第一层41被形成为含有小于1000ppm的硼的金刚石涂层,就是被形成为实质上不含硼的层。即,在例如通过微波等离子体CVD法装置(未图示)形成了含有10000ppm的硼的第二层42后、通过相同装置形成设为不含硼的第一层41的情况下,有时由于残存于装置内的

硼(污染)而在第一层41中混入小于1000ppm的硼。由此,作为那样的杂质而含有的(例如小于1000ppm的)硼定义为实质上不含硼。

[0035] 第一层41的膜厚被设定为 $0.5\mu\text{m}\sim 3\mu\text{m}$ (在本实施方式中为 $3\mu\text{m}$),第二层42的膜厚被设定为 $2\mu\text{m}\sim 40\mu\text{m}$ (在本实施方式中为 $15\mu\text{m}$),金刚石涂层40的整体的膜厚被设定为 $2.5\mu\text{m}\sim 43\mu\text{m}$ (在本实施方式中为 $18\mu\text{m}$)。

[0036] 在这里,含有10000ppm的硼的第二层42的压缩的残留应力(残留于通过CVD法形成的涂层的压缩应力。以下简称为“压缩应力”)比含有小于1000ppm的硼的(设为不含硼)第一层41的所述残留应力减小。由此,在例如将第二层42形成于金刚石涂层40的表层侧时,由于对被加工物加工时(以下简称为“加工时”)向金刚石涂层40施加的载荷或金刚石涂层40的热膨胀,容易从其表层侧产生裂纹。

[0037] 对此,根据本实施方式的工具1,在含有10000ppm的硼的第二层42上,层叠有含有小于1000ppm的硼的(设为不含硼)第一层41,所以能够增大金刚石涂层40的表层中的压缩应力。由此,能够抑制在加工时从金刚石涂层40的表层侧产生裂纹。进而,通过在第一层41的母材30侧形成有第二层42,能够通过第二层42缓和第一层41的压缩应力变得过度,并且通过该第二层42中含有的硼使金刚石涂层40的耐氧化性及润滑性提高。即,能够通过第二层42确保金刚石涂层40的耐氧化性及润滑性,同时通过第一层41使耐磨损性提高,所以能够使工具1的耐久性提高。

[0038] 在该情况下,第一层41的膜厚优选设定为金刚石涂层40的膜厚的10%以上且50%以下的尺寸。如果将第一层41的膜厚设定为小于金刚石涂层40的膜厚的10%的尺寸,则金刚石涂层40的表层中的压缩应力降低,在加工时容易从表层侧产生裂纹。另外,如果将第一层41的膜厚设定为比金刚石涂层40的膜厚的50%大的尺寸,则金刚石涂层40的表层中的压缩应力过度升高,在加工时金刚石涂层40的表层容易屈曲。

[0039] 由此,通过将第一层41的膜厚设定为金刚石涂层40的膜厚的10%以上且50%以下的尺寸,能够抑制在加工时从金刚石涂层40表层侧产生裂纹,同时抑制金刚石涂层40的表层屈曲。

[0040] 接下来,参照图2的(a),对第二实施方式进行说明。在第一实施方式中,对形成有1层第二层42、在该第二层42中含有10000ppm的硼的情况已进行说明,在第二实施方式中,对形成有多层第二层242并且这些多层第二层242的硼的含量从母材30侧到金刚石涂层240的表层侧渐增的情况进行说明。此外,对于与上述的第一实施方式相同部分赋予相同附图标记而将其说明省略。

[0041] 图2的(a)是第二实施方式中的工具201的局部放大剖视图。此外,在图2的(a)中,通过阴影的浓淡表示第二层242中含有的硼的含量,在图2的(b)以后也同样。另外,多层第二层242的硼的含量分别不同,但为了使附图简化,赋予相同附图标记进行说明。

[0042] 如图2的(a)所示,第二层242形成有多层(在本实施方式中为10层)。这些多层第二层242中的位于最靠母材30侧(图2的(a)的下侧)的位置的第二层242的硼的含量被设定为1000ppm~10000ppm(在本实施方式中为1000ppm),位于最靠金刚石涂层240的表层侧(图2的(a)的上侧)的位置的第二层242的硼的含量被设定为10000~50000ppm(在本实施方式中为10000ppm)。另外,多层第二层242各自的膜厚被设定为一定(在本实施方式中为 $1.5\mu\text{m}$)。

[0043] 这些多层第二层242的硼的含量被设定为从母材30侧到金刚石涂层240的表层侧

逐渐增加(即,与位于母材30侧的第二层242相比,越是位于表层侧的第二层242,硼的含量越多)。由此,能够提高金刚石涂层240的表层侧的第二层242的耐氧化性及润滑性,同时增大母材30侧的第二层242的压缩应力。即,能够提高金刚石涂层240中的表层侧(进行加工一侧)的耐磨损性,并且抑制从母材30侧产生裂纹,提高金刚石涂层240相对于母材30的紧贴性。由此,工具201的耐久性提高。

[0044] 接下来,参照图2的(b),对第三实施方式进行说明。在第一实施方式中,对形成1层金刚石涂层40的情况已进行说明,但在第三实施方式中,对层叠多层金刚石涂层340的情况进行说明。此外,对于与上述的第一实施方式相同部分赋予相同附图标记而将其说明省略。

[0045] 图2的(b)是第三实施方式中的工具301的局部放大剖视图。此外,多层金刚石涂层340的第二层342的硼的含量分别不同,但为了将附图简化,赋予相同附图标记进行说明。

[0046] 如图2的(b)所示,金刚石涂层340分别以一定的膜厚层叠有多层(在本实施方式中为12层)(在本实施方式中,第一层341及第二层342的膜厚被分别设定为 $0.8\mu\text{m}$,多层金刚石涂层340的膜厚被分别设定为 $1.6\mu\text{m}$)。

[0047] 由此,在压缩的残留应力小的第二层342的各层之间分别层叠有压缩的残留应力大的第一层341,所以能够提高多层金刚石涂层340整体的韧性。进而,即使是在加工时在第二层342产生了裂纹的情况下,也能够通过第一层341的压缩应力而抑制该裂纹扩大。

[0048] 另外,在本实施方式中,与第二实施方式同样,位于最靠母材30侧的位置的第二层342的硼的含量被设定为 $1000\text{ppm}\sim 10000\text{ppm}$ (在本实施方式中为 1000ppm),位于最靠表层侧的位置的第二层342的硼的含量被设定为 $10000\sim 50000\text{ppm}$ (在本实施方式中为 10000ppm)。另外,这些多层第二层342所含有的硼的含量被设定为从母材30侧到表层侧逐渐增加(即,与位于母材30侧的金刚石涂层340的第二层342相比,越是位于表层侧的金刚石涂层340的第二层342,硼的含量越多)。

[0049] 由此,能够提高位于表层侧的金刚石涂层340的耐氧化性及润滑性。进而,能够增大位于母材30侧的金刚石涂层340的压缩应力,所以能够抑制从母材30侧产生裂纹,提高金刚石涂层340相对于母材30的紧贴性。

[0050] 在这里,如果在位于表层侧的金刚石涂层340的第二层342中含有较多的硼,则压缩应力相应降低从而在加工时容易产生裂纹。对此,根据本实施方式的工具301,在第二层342的上下层叠有第一层341,所以即使在加工时在第二层342上产生裂纹,也能够通过第一层341的压缩应力抑制该裂纹扩大。由此,能够提高表层侧的耐氧化性及润滑性,同时更可靠地抑制从表层侧产生裂纹,所以工具301的耐久性提高。

[0051] 接下来,参照图3的(a),对第四实施方式进行说明。在第三实施方式中,对多层金刚石涂层340分别设定为一定膜厚的情况已进行说明,但在第四实施方式中,对多层金刚石涂层440的膜厚被设定为从母材30侧到表层侧逐渐变薄的情况进行说明。此外,对于与上述的第三实施方式相同部分赋予相同附图标记而将其说明省略。

[0052] 图3的(a)是第四实施方式中的工具401的局部放大剖视图。此外,多层金刚石涂层440的第一层441及第二层442各自的膜厚或硼的含量分别不同,但为了将附图简化,赋予相同附图标记进行说明。

[0053] 如图3的(a)所示,金刚石涂层440层叠有多层(在本实施方式中为15层)。这些多层金刚石涂层440中的位于最靠母材30侧的位置的第二层442的硼的含量被设定为 $1000\text{ppm}\sim$

10000ppm(在本实施方式中为1000ppm)。

[0054] 另外,位于最靠表层侧的位置的第二层442的硼的含量被设定为10000~50000ppm(在本实施方式中为10000ppm),这些多层第二层442所含有的硼的含量被设定为从母材30侧到表层侧逐渐增加(即,与位于母材30侧的金刚石涂层440的第二层442相比,越是位于表层侧的金刚石涂层440的第二层442,硼的含量越多)。

[0055] 另外,多层金刚石涂层440中的形成母材30侧的下层部的5层(从母材30侧数5层)中,第一层441及第二层442的膜厚被分别设定为0.8 μ m,形成中层部的5层(从母材30侧数第六层~第十层)中,第一层441及第二层442的膜厚被分别设定为0.6 μ m。另外,多层金刚石涂层440中的形成表层侧的上层部的5层(从母材30侧数第11层~第15层)中,第一层441及第二层442的膜厚被分别设定为0.4 μ m。

[0056] 即,多层金刚石涂层440的第一层441及第二层442以其膜厚从母材30侧到表层侧逐渐变薄的方式形成。由此,能够增加表层侧的每单位体积的第一层441及第二层442的层数,所以能够提高表层侧的金刚石涂层440的韧性。

[0057] 进而,母材30侧的第二层442的硼的含量比表层侧少,所以通过减少该母材30侧的每单位体积的第一层441及第二层442的层数(将膜厚设定得厚),能够增大母材30侧的压缩应力。由此,能够抑制从母材30侧产生裂纹,所以能够提高金刚石涂层440相对于母材30的紧贴性。由此,工具401的耐久性提高。

[0058] 接下来,参照图3的(b),对第五实施方式进行说明。在第四实施方式中,对在多层金刚石涂层440上分别形成有第一层441及第二层442的情况已进行说明,但在第五实施方式中,对在位于最靠母材30侧的位置的金刚石涂层540上形成有第三层543的情况进行说明。此外,对于与上述的第四实施方式相同部分赋予相同附图标记而将其说明省略。

[0059] 图3的(b)是第五实施方式中的工具501的局部放大剖视图。如图3的(b)所示,位于最靠母材30侧的位置的金刚石涂层540在母材30与第二层442之间形成有第三层543。

[0060] 该第三层543被形成为含有小于1000ppm的硼的(设为不含硼)层,其膜厚被设定为5~15 μ m(在本实施方式中为5 μ m)。由此,在金刚石涂层540与母材30之间形成有不含硼的第三层543,所以能够增大金刚石涂层540的母材30侧的压缩应力。由此,能够抑制从母材30侧产生裂纹,提高金刚石涂层540相对于母材30的紧贴性,所以工具501的耐久性提高。

[0061] 接下来,参照图4,对使用上述的第一~第四实施方式中的工具1、201、301、401而进行的验证试验进行说明。图4是表示验证试验的试验结果的表。

[0062] 在验证试验中,使用第一、二、三、四实施方式的工具1、201、301、401(以下分别称为“本发明品A、B、C、D”)、在母材30的表面上已形成硼的含量被设定为10000ppm的金刚石涂层的工具(以下称为“现有品A”)、以及在母材30的表面上已形成硼的含量被设定为小于1000ppm(不含)的金刚石涂层的工具(以下称为“现有品B”),进行了耐氧化性试验、摩擦系数试验、切削耐久性试验及紧贴性试验。

[0063] 耐氧化性试验是分别测定将现有品A、B及本发明品A、B、C、D在600 $^{\circ}$ C的氧化气氛下放置1小时后的金刚石涂层重量的减少率(%)、及在700 $^{\circ}$ C的氧化气氛下放置10分钟后的金刚石涂层重量的减少率(%)的试验。

[0064] 摩擦系数试验是这样的试验:在与母材30相同材质的销上形成与分别形成于现有品A、B及本发明品A、B、C、D的金刚石涂层相同涂层,通过销对盘(pin on disk)试验装置测

定形成于该销的涂层的摩擦系数。该摩擦系数试验的详细各要素为,销(抵接于对方件的前端曲面的曲率半径):R5,盘(对方件):ADC12,线速度:20m/min,按压载荷:100gf。

[0065] 切削耐久性试验是这样的试验:使用现有品A、B及本发明品A、B、C、D进行被加工物的切削加工,测定直到不能加工为止(金刚石涂层剥离,母材露出)的切削长度(m)。该切削耐久性试验的详细各要素为,被加工物:CFPR(碳纤维强化塑料),切削方法:侧面切削(向上切削),切削油:不使用(干式切削),使用设备:立式加工中心,旋转速度:4000转/min,进料速度:1524/min,切入深度:11.5mm,切入宽度:5mm。此外,在图4中,表示进行了2次切削耐久性试验的平均值。

[0066] 紧贴性试验是这样的试验:向现有品A、B及本发明品A、B、C、D抛掷磨料,测定直到金刚石涂层剥离为止的时间(秒)。该紧贴性试验的详细各要素为,磨料:#120的SiC(碳化硅),抛掷压力:5kgf/平方cm。

[0067] 如图4所示,在切削耐久性试验中,在表层形成有含有10000ppm的硼的层的现有品A在切削了2.5m的时间点,金刚石涂层剥离;在表层形成有设为不含硼的层的现有品B在切削了4.5m切削的时间点,金刚石涂层剥离。现有品A的金刚石涂层的表层的压缩应力低,可以推测原因是在初期从表层侧产生了裂纹。现有品B的金刚石涂层的表层的压缩应力过高,可以推测原因是表层在初期屈曲。

[0068] 对此,本发明品A、B、C、D能够切削12.5m以上。可以推测,通过在含有硼的第二层42、242、342、442上层叠有含有小于1000ppm的硼的(设为不含硼)第一层41、341、441,通过第二层42、242、342、442确保耐氧化性及润滑性,同时通过第一层41、341、441提高了金刚石涂层40、240、340、440的表层侧的耐磨损性,所以抑制了从表层侧产生裂纹。

[0069] 特别是,本发明品B、C、D在结束了42m的切削后还处于能够在金刚石涂层240、340、440上不产生剥离地继续进行切削的状态。进而,也确认到本发明品B、C、D表现出与在表层形成有含有10000ppm的硼的层的现有品A同等的耐氧化性及摩擦系数。

[0070] 另外,确认到本发明品B、C、D在切削耐久性试验中都能够进行42m以上的切削,但在紧贴性试验中,本发明品B的金刚石涂层240到剥离为止的时间为85秒,而本发明品C的金刚石涂层340为178秒,本发明品D的金刚石涂层440为325秒。由此,确认到本发明品C的耐久性比本发明品B高,进而本发明品D的耐久性比本发明品C高。可以推测这些本发明品A、B、C、D的验证试验的结果基于上述的本发明的效果。

[0071] 以上,基于实施方式对本发明已进行说明,但能够容易地推定出,本发明并不限定于上述的实施方式,在不脱离本发明的宗旨的范围内可以进行各种改良变更。

[0072] 例如,在上述各实施方式中列举的数值为一例,当然可以采用其他的数值。特别是,通过指定下限及上限的数值范围而特定的值,只要位于该数值范围内,就可以采用任意的值。

[0073] 另外,对第一层及第二层的硼的含量向表层侧渐增的情况或膜厚向表层侧渐减的情况进行了说明,但当然可以将渐增的部分置换为渐减或将渐减的部分置换为渐增。另外,可以是硼的含量或膜厚在各层之间连续地变化的构成,也可以是断续地变化的构成。

[0074] 在上述各实施方式中,作为工具的一例列举立铣刀已进行说明,但并不限于此。例如,也可以将本发明适用于其他的切削工具或抛光工具(例如,车刀、铣刀、钻头、铰刀、丝锥、滚刀、插齿刀、板牙、拉刀、不重磨刀片)。

[0075] 在上述各实施方式中,对工具1、201、301、401、501由超硬合金形成的情况已进行说明,但并不限于此。例如,也可以由金属陶瓷形成工具1、201、301、401、501。

[0076] 在上述第三~第五实施方式中,对将第一层341、441及第二层342、442的膜厚分别设定为相同尺寸的情况已进行说明,但并不限于此。第一层341、441的膜厚优选设定为小于第二层342、442的膜厚的尺寸的100%的尺寸。由此,能够抑制第一层341、441的压缩应力过度增大。由此,能够抑制在加工时金刚石涂层340、440屈曲,所以工具301、401、501的耐久性提高。

[0077] 另外,在该情况下,更优选将第一层341、441的膜厚设定为相对于第二层342、442的膜厚的25%以上的尺寸。由此,能够抑制从位于最靠表层侧的位置的金刚石涂层340、440的第一层341、441产生裂纹,同时能够提高多层金刚石涂层340、440整体的韧性,所以工具301、401、501的耐久性提高。

[0078] 在上述第四实施方式中,对下述情况已进行说明:关于第一层441及第二层442的膜厚,将多层金刚石涂层440中的形成母材30侧的下层部的5层的膜厚设定为 $0.8\mu\text{m}$,将形成中层部的5层的膜厚设定为 $0.6\mu\text{m}$,将形成上层部的5层的膜厚设定为 $0.4\mu\text{m}$ 。即,对从母材30侧到表层侧、膜厚在各层断续地减小的情况已进行说明,但也可以是膜厚在各层连续地减小的构成。

[0079] 在上述第五实施方式中,对于在位于最靠母材30侧的位置的金刚石涂层540上形成有第三层543的情况已进行说明,但并不限于此。例如,也可以在第一~第三实施方式中的金刚石涂层40、240、340(位于最靠母材30侧的位置的金刚石涂层240、340)与母材30之间形成与第三层543相同构成的层。在该情况下,也能够抑制从母材30侧产生裂纹,所以能够提高金刚石涂层40、240、340相对于母材30的紧贴性。

[0080] 附图标记说明

[0081] 1、201、301、401、501 工具

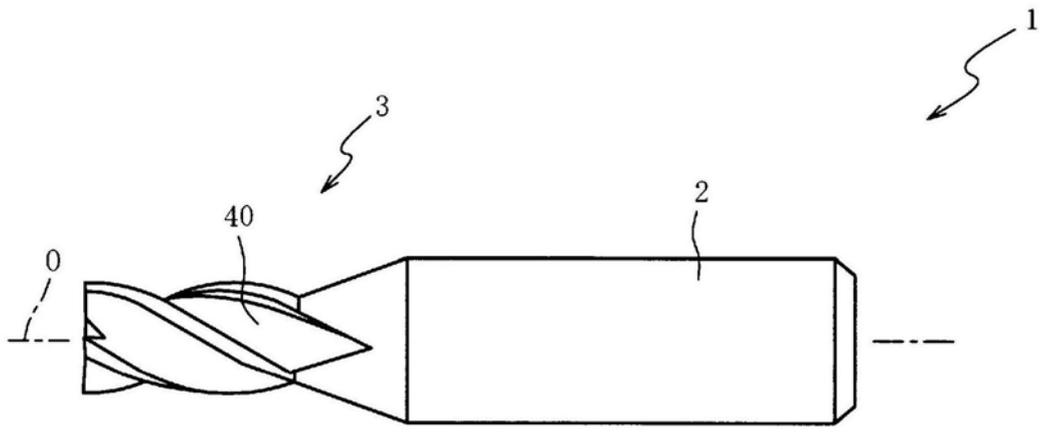
[0082] 30 母材

[0083] 40、240、340、440、540 金刚石涂层

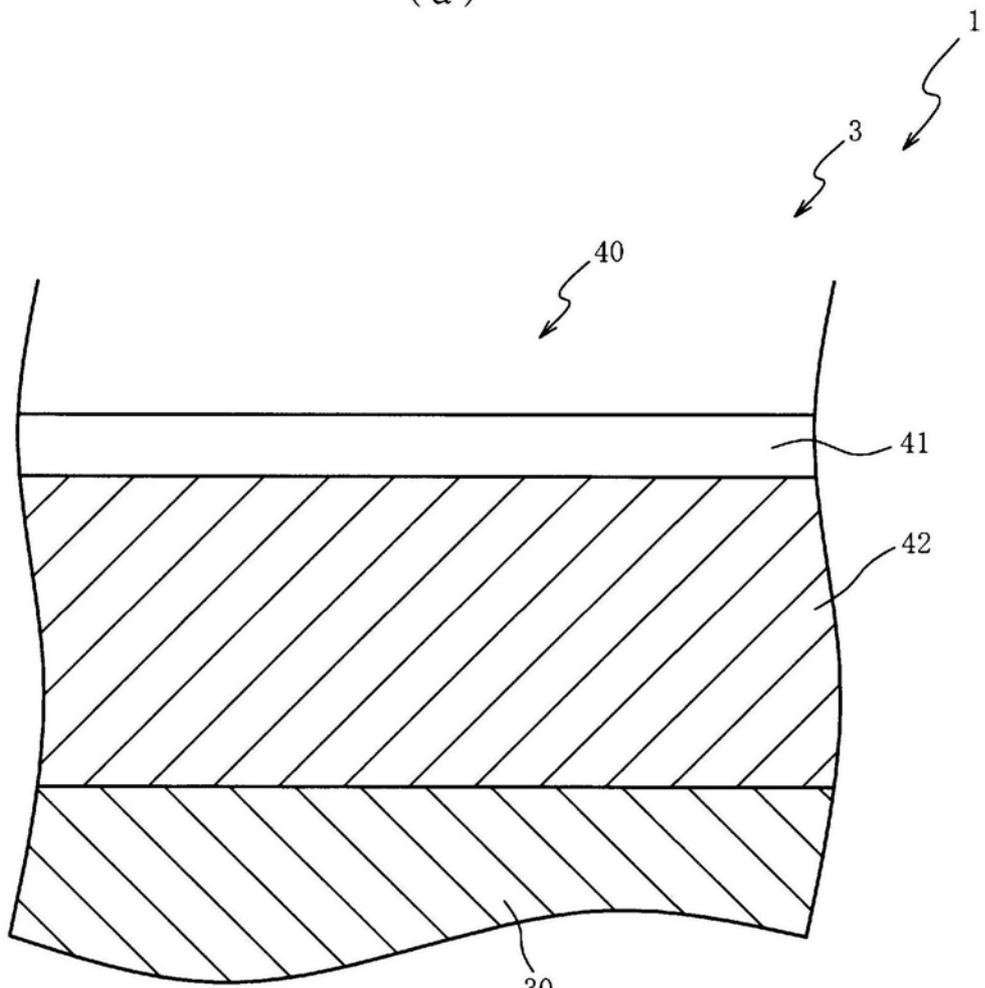
[0084] 41、341、441 第一层

[0085] 42、242、342、442 第二层

[0086] 543 第三层。



(a)



(b)

图1

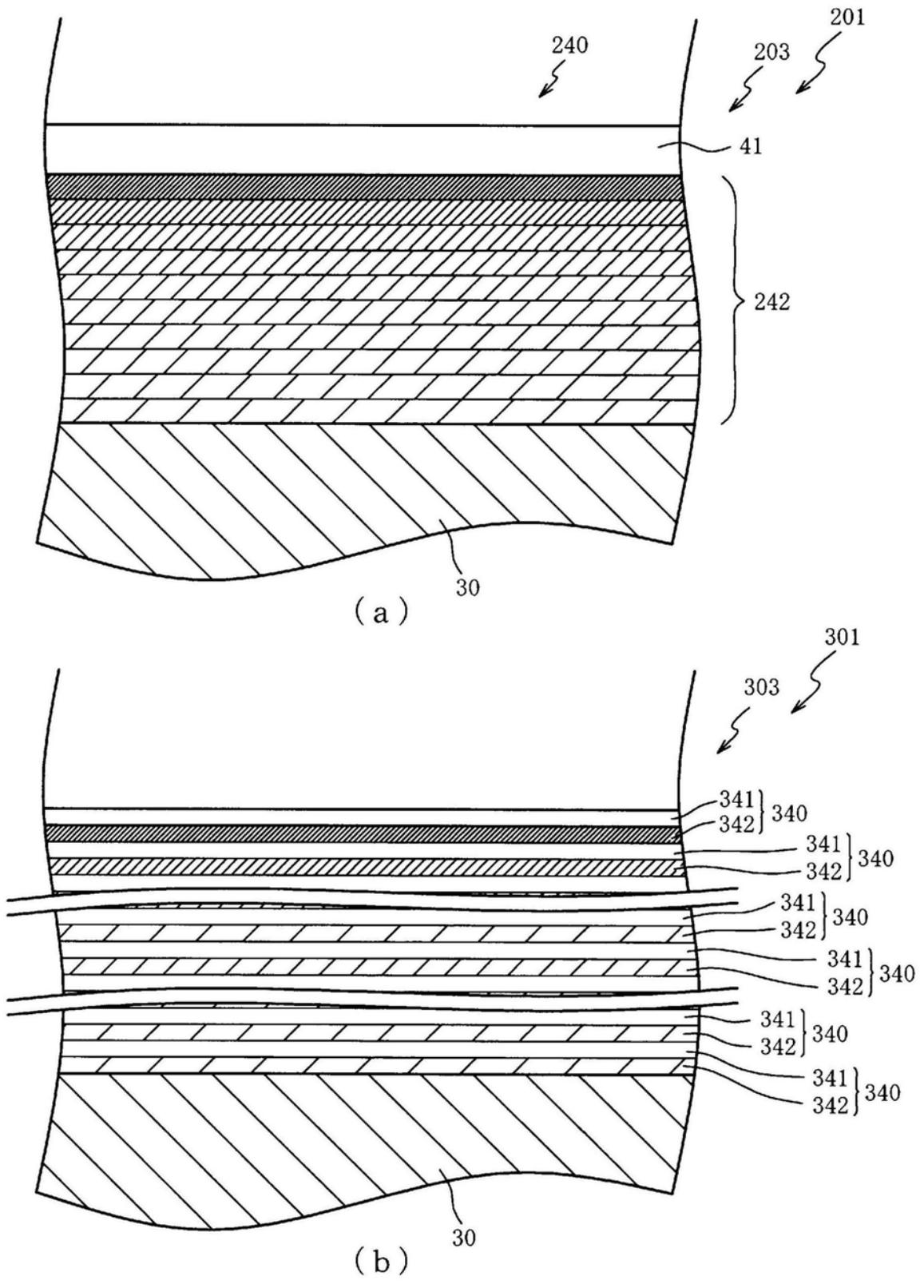


图2

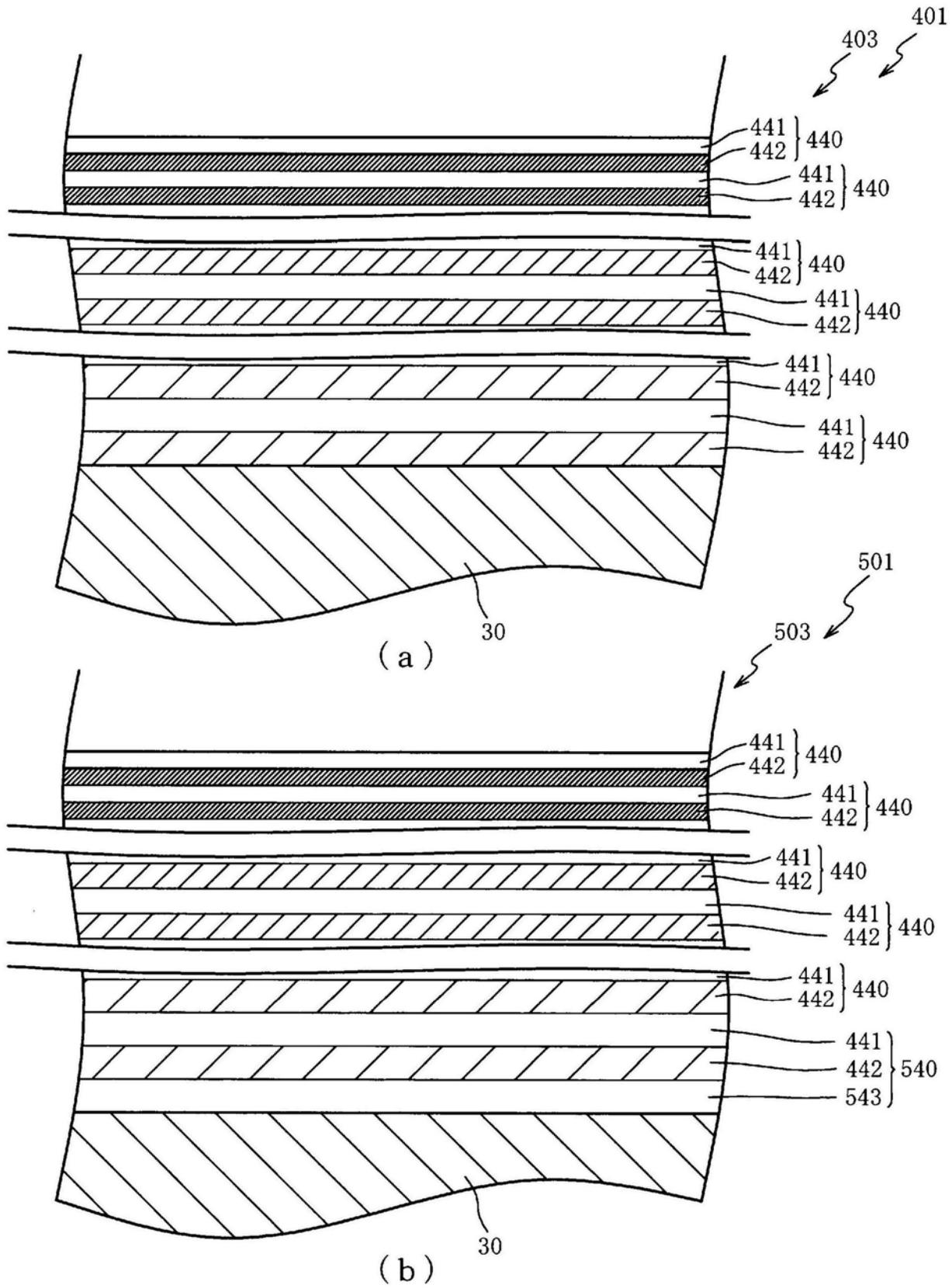


图3

	耐氧化性		摩擦系数	切削耐久性	紧贴性
	600°C	700°C			
现有品A	0.3%	11.8%	0.22	2.5m	1秒
现有品B	5.4%	48.0%	0.33	4.5m	1秒
本发明品A	3.8%	23.0%	0.32	12.5m	15秒
本发明品B	0.4%	12.5%	0.23	42m以上	85秒
本发明品C	0.4%	12.0%	0.25	42m以上	178秒
本发明品D	0.4%	8.0%	0.23	42m以上	325秒

图4