(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 1974473 B
(45)授权公告日 2010.06.02

(21)申请号 200610163381.0

(22)申请日 2006.12.04

(30)优先权数据
2005-349547 2005.12.02 JP

(73)专利权人 TDK 株式会社
地址 日本东京

(72)发明人 杉浦启 川口行雄

(74)专利代理机构 北京尚诚知识产权代理有限公司 11322
代理人 龙淳

(51)Int.Cl.
*C04B 35/10*(2006.01)
*C04B 35/56*(2006.01)
*C04B 35/622*(2006.01)

(56)对比文件
JP 57082172 A,1982.05.22, 全文.
JP 1052213 A,1989.02.28, 全文.
JP 2199808 A,1990.08.08, 全文.
JP 63222317 A,1988.09.16, 全文.
JP 2004326964 A,2004.11.18, 全文.
US 6449123 B,2002.09.10, 全文.
JP 60050904 A,1985.03.22, 全文.

审查员 焦磊

权利要求书 2 页 说明书 9 页 附图 8 页

(54)发明名称

磁头滑块用烧结体、磁头滑块和磁头滑块用烧结体的制造方法

(57)摘要

本发明涉及一种磁头滑块用烧结体，其具有：TiC和XC的至少一种、含有Ti和X的碳化物、$Al_2O_3$和游离碳，相对于100体积份的$Al_2O_3$，含有TiC和XC的至少一种、以及、含有Ti和X的碳化物的合计总碳化物25～160体积份，相对于$Al_2O_3$和总碳化物的合计100体积份，含有1～15体积份的游离碳，其中，X是选自Ta、W、Mo、Nb、Zr、V和Cr的至少一种元素。

CN 1974473 B

1. 一种磁头滑块用烧结体，其特征在于，

具有：TiC 和 XC 的至少一种、含有 Ti 和 X 的碳化物、$Al_2O_3$ 和游离碳，

相对于 100 真实体积份的 $Al_2O_3$，含有 TiC 和 XC 的至少一种以及含有 Ti 和 X 的碳化物的合计总碳化物 25 ～ 160 真实体积份，

相对于 $Al_2O_3$ 和总碳化物的合计 100 真实体积份，含有 1 ～ 15 真实体积份的游离碳，

其中，X 是选自 Ta、W、Mo、Nb、Zr、V 和 Cr 的至少一种元素。

2. 如权利要求 1 所述的磁头滑块用烧结体，其特征在于，

相对于 $Al_2O_3$ 和总碳化物的合计 100 真实体积份，含有 3 ～ 7 真实体积份的游离碳。

3. 如权利要求 1 或 2 所述的磁头滑块用烧结体，其特征在于，

总碳化物中的 X 与 Ti 的摩尔比为 1 ： 3 ～ 3 ： 1。

4. 如权利要求 1 或 2 所述的磁头滑块用烧结体，其特征在于，

相对于 100 真实体积份的 $Al_2O_3$ 含有 70 ～ 160 真实体积份的总碳化物，

总碳化物中的 X 与 Ti 的摩尔比是 1 ： 10 ～ 3 ： 1。

5. 一种磁头滑块，其特征在于，

具备：由烧结体制成的基板，和在所述基板上形成的含有薄膜磁头的层压体，

所述烧结体具有：TiC 和 XC 的至少一种、含有 Ti 和 X 的碳化物、$Al_2O_3$ 和游离碳，

相对于 100 真实体积份的 $Al_2O_3$，含有 TiC 和 XC 的至少一种以及含有 Ti 和 X 的碳化物的合计总碳化物 25 ～ 160 真实体积份，

相对于 $Al_2O_3$ 和总碳化物的合计 100 真实体积份，含有 1 ～ 15 真实体积份的游离碳，

其中，X 是选自 Ta、W、Mo、Nb、Zr、V 和 Cr 的至少一种元素。

6. 如权利要求 5 所述的磁头滑块，其特征在于，

所述烧结体相对于 $Al_2O_3$ 和总碳化物的合计 100 真实体积份，含有 3 ～ 7 真实体积份的游离碳。

7. 如权利要求 5 或 6 所述的磁头滑块，其特征在于，

在所述烧结体中，总碳化物中的 X 与 Ti 的摩尔比为 1 ： 3 ～ 3 ： 1。

8. 如权利要求 5 或 6 所述的磁头滑块，其特征在于，

相对于 100 真实体积份的 $Al_2O_3$ 含有 70 ～ 160 真实体积份的总碳化物，

总碳化物中的 X 与 Ti 的摩尔比是 1 ： 10 ～ 3 ： 1。

9. 一种磁头滑块用烧结体的制造方法，其特征在于，

包括在非氧化性气氛中烧结粉末的成形体的工序，该粉末的成形体含有 $Al_2O_3$、TiC、XC 和碳，相对于 100 真实体积份的 $Al_2O_3$ 含有 TiC 和 XC 合计 25 ～ 160 真实体积份，相对于 $Al_2O_3$、TiC 和 XC 的合计 100 真实体积份，含有 1 ～ 15 真实体积份的碳，

其中，X 是选自 Ta、W、Mo、Nb、Zr、V、Cr 的 1 种或多种元素。

10. 如权利要求 9 所述的磁头滑块用烧结体的制造方法，其特征在于，

所述成形体相对于 $Al_2O_3$、TiC 和 XC 的合计 100 真实体积份，含有 3 ～ 7 真实体积份的碳。

11. 如权利要求 9 或 10 所述的磁头滑块用烧结体的制造方法，其特征在于，

在所述成形体中 XC 与 TiC 的摩尔比为 1 ： 3 ～ 3 ： 1。

12. 如权利要求 9 或 10 所述的磁头滑块用烧结体的制造方法，其特征在于，

在所述成形体中，相对于 100 真实体积份的 $Al_2O_3$ 含有 TiC 和 XC 合计 70 ～ 160 真实体积份，XC 与 TiC 的摩尔比为 1 ： 10 ～ 3 ： 1。

13. 如权利要求 9 或 10 所述的磁头滑块用烧结体的制造方法，其特征在于，

还包括对含有 $Al_2O_3$、TiC、XC 和碳的混合粉末进行成形而形成所述成形体的工序。

14. 如权利要求 9 或 10 所述的磁头滑块用烧结体的制造方法，其特征在于，还包括以下工序：

混合 $Al_2O_3$、TiC、XC 和有机物得到混合物，通过在非氧化性气氛中热处理所述混合物来炭化所述混合物中的有机物得到混合粉末，对所述混合粉末进行成形形成所述成形体。

15. 如权利要求 9 或 10 所述的磁头滑块用烧结体的制造方法，其特征在于，还包括以下工序：

混合 $Al_2O_3$、TiC、XC 和有机物得到混合物，对所述混合物进行成形，通过在非氧化性气氛中热处理被成形的混合物来炭化所述混合物中的有机物得到所述成形体。

16. 如权利要求 9 或 10 所述的磁头滑块用烧结体的制造方法，其特征在于，

在对所述成形体进行烧结的工序中通过 HIP 法进行烧结。

# 磁头滑块用烧结体、磁头滑块和磁头滑块用烧结体的制造方法

## 技术领域

[0001] 本发明涉及磁头滑块用烧结体、磁头滑块和磁头滑块用烧结体的制造方法。

## 背景技术

[0002] 含有薄膜磁头的磁头滑块在1979年首次被用于硬盘装置，但那时的磁头滑块一般称作小型滑块(Mini-Slider，100％滑块)。之后，磁头滑块经过小型滑块的约70％大小的微型滑块(Micro-Slider，70％滑块)，向着小型滑块的约50％大小的纳米滑块(Nano-Slider，50％滑块)的小型化发展。

[0003] 该磁头滑块一般在基板上具有含薄膜磁头的层压体。这样的磁头滑块是通过以下操作而得到的：在基板上层叠含薄膜磁头的层压体制成层压结构体，之后，平行于层叠方向地切断该层压结构体而形成薄膜磁头的露出面，抛光(研磨)该露出面使其成为空气轴承面。

[0004] 并且，在制造现有的磁头滑块时，例如，如下述日本特开昭57-82172号公报所记载，使用以氧化铝和碳化钛为主要成分的高强度烧结体，即所谓的铝钛碳(AlTiC)烧结体作为磁头滑块的基板。

[0005] 现在成为主流的是小型滑块的约30％大小的被称作皮米滑块(Pico-Slider，30％滑块)的磁头滑块，今后，伴随着硬盘装置的小型化、低成本化，磁头滑块将会变得更小型化，预计将来会向小型滑块的约20％大小的飞米滑块(Femto-Slider，20％滑块)过渡。

[0006] 随着这种磁头滑块的小型化，在形成空气轴承面时的研磨工序中，要求降低由于基板与层叠在基板上的层压体的研磨量的不同而产生的空气轴承面的阶梯差。并且也要求充分提高被研磨了的空气轴承面上的基板的表面平滑性。

## 发明内容

[0007] 本发明是鉴于上述课题而做出的，其目的在于提供可实现空气轴承面的阶梯差的降低，且研磨面具有足够的表面平滑性的磁头滑块用烧结体，和使用它的磁头滑块，以及磁头滑块用烧结体的制造方法。

[0008] 本发明者进行了专心研究，结果发现，作为现有的磁头滑块的基板使用的铝钛碳烧结体的研磨速度，与包含薄膜磁头的层压体的研磨速度相比极低，由此，在研磨时层压体的研磨量与基板的研磨量相比变得过大而产生大的阶梯差。并且，本发明者们发现，含有TiC和XC的至少一种和含有Ti和X的碳化物，以及$Al_2O_3$和游离碳，且具有规定的组成的烧结体(其中，X是选自Ta、W、Mo、Nb、Zr、V和Cr的至少一种元素)的研磨速度，远远高于现有的铝钛碳烧结体的研磨速度，并且研磨面变得非常平滑，从而想到了本发明。

[0009] 本发明的磁头滑块用烧结体，具有：TiC和XC的至少一种、含有Ti和X的碳化物、$Al_2O_3$和游离碳，相对于100体积份的$Al_2O_3$，含有TiC和XC的至少一种、以及、含有Ti和X

的碳化物的合计总碳化物 25 ～ 160 体积份，相对于 $Al_2O_3$ 和总碳化物的合计 100 体积份，含有 1 ～ 15 体积份的游离碳（其中，X 是选自 Ta、W、Mo、Nb、Zr、V 和 Cr 的至少一种元素）。

[0010] 此外，本发明的磁头滑块具备由烧结体制成的基板，和在所述基板上形成的含有薄膜磁头的层压体，烧结体具有 TiC 和 XC 的至少一种和含有 Ti 和 X 的碳化物，以及 $Al_2O_3$ 和游离碳，相对于 100 体积份的 $Al_2O_3$，含有 TiC 和 XC 的至少一种以及含有 Ti 和 X 的碳化物的合计总碳化物 25 ～ 160 体积份，相对于 $Al_2O_3$ 和总碳化物的合计 100 体积份，含有 1 ～ 15 体积份的游离碳（其中，X 是选自 Ta、W、Mo、Nb、Zr、V 和 Cr 的至少一种元素）。

[0011] 根据这些发明，该烧结体相比于现有的用于磁头滑块用烧结体的铝钛碳烧结体研磨速度快，因此，与现有技术相比，充分减少了使用该磁头滑块用烧结体的基板的研磨速度，与含有薄膜磁头的层压体的研磨速度之差。由此，在制造磁头滑块时，详细地说，在由该磁头滑块用烧结体制成的基板上层叠含有薄膜磁头的层压体来制成层叠构造体，对平行于该层叠构造体的层叠方向的断面进行研磨以制造磁头滑块时，在由研磨而形成的空气轴承面上，在层压体与基板之间难以产生阶梯差。此外，该磁头滑块用烧结体，其研磨面具有足够的表面平滑性。

[0012] 在烧结体不含有 Ti 和 X 的碳化物和 XC 而只含有 TiC 时，有表面平滑性不充分的倾向。此外，TiC 和 XC 的至少一种、以及、含有 Ti 和 X 的碳化物的合计总碳化物的浓度达不到上述下限时，研磨速度和表面平滑性有不充分的倾向。此外，总碳化物的浓度超过上述上限时，有烧结性变差的倾向。此外，游离碳的浓度不到上述下限时，研磨速度不够，游离碳的浓度超过上述上限时，表面平滑性不够。

[0013] 虽然得到这种倾向的原因不明确，但例如可以考虑如下。若在含有 $Al_2O_3$ 和 TiC 的烧结体中添加游离碳，则可以抑制烧结时的 $Al_2O_3$ 或 TiC 等的晶粒的生长，由此，烧结体的研磨速度得到了提高。此外，若在该烧结体中添加元素 X，即选自 Ta、W、Mo、Nb、Zr、V 和 Cr 的 1 种或多种元素，则该元素的一部分可以固溶于 TiC，可以形成金属碳化物的固溶体，所以认为也可以实现表面粗糙度的改善。即，X 是可以与 TiC 固溶的元素。

[0014] 这里，在磁头滑块用烧结体和磁头滑块中，优选相对于 $Al_2O_3$ 和总碳化物的合计 100 体积份，含有 3 ～ 7 体积份的游离碳。这样可以得到更充分的研磨速度和研磨面的平滑性。

[0015] 此外，总碳化物中的 X 与 Ti 的摩尔比优选为 1 ： 3 ～ 3 ： 1。这样可以充分提高表面平滑性。此外，当相对于 100 体积份的 $Al_2O_3$ 含有 70 ～ 160 体积份的总碳化物时，总碳化物中的 X 与 Ti 的摩尔比也可以是 1 ： 10 ～ 3 ： 1。这样的话容易提高研磨速度。

[0016] 本发明的磁头滑块用烧结体的制造方法，包括在非氧化性气氛中烧结粉末的成形体的工序，该粉末的成形体含有 $Al_2O_3$、TiC、XC 和碳，相对于 100 体积份的 $Al_2O_3$，含有 TiC 和 XC 的合计 25 ～ 160 体积份，相对于 $Al_2O_3$、TiC 和 XC 的合计 100 体积份，含有 1 ～ 15 体积份的碳。其中，X 是选自 Ta、W、Mo、Nb、Zr、V、Cr、Si 的 1 种或多种元素。

[0017] 由此，可以适当地制造上述磁头滑块用烧结体。

[0018] 在这里，成形体优选相对于 $Al_2O_3$、TiC 和 XC 的合计 100 体积份含有 3 ～ 7 体积份的碳。此外，在成形体中优选 XC 与 TiC 的摩尔比为 1 ： 3 ～ 3 ： 1。此外，优选相对于 100 体积份的 $Al_2O_3$ 含有 70 ～ 160 体积份的总碳化物，且总碳化物中的 X 与 Ti 的摩尔比为 1 ： 10 ～ 3 ： 1。

[0019] 此外，在上述制造方法中可以还包括，对含有 $Al_2O_3$、TiC、XC 和碳的混合粉末进行成形而形成前述成形体的工序。

[0020] 此外，还可以包括以下工序：混合 $Al_2O_3$、TiC、XC 和有机物而得到混合物，通过在非氧化性气氛中热处理所述混合物来炭化上述混合物中的有机物得到混合粉末，对前述混合粉末进行成形以形成前述成形体。

[0021] 并且，还可以包括以下工序：混合 $Al_2O_3$、TiC、XC 和有机物来得到混合物，对前述混合物进行成形，通过在非氧化性气氛中对被成形的混合物进行热处理来炭化上述混合物中的有机物，得到上述成形体。

[0022] 根据本发明可以实现空气轴承面具有足够的表面平滑度且空气轴承面的阶梯差降低了的磁头滑块。由此，可以制造更小尺寸的磁头滑块，可以实现进一步的高密度化。

## 附图说明

[0023] 图 1 是本发明的实施方式的磁头滑块的立体图。

[0024] 图 2 是图 1 的磁头滑块中的 II-II 向视图。

[0025] 图 3 是用于说明本发明的实施方式的磁头滑块的制造方法的立体图。

[0026] 图 4(a)、图 4(b) 是用于说明本发明的实施方式的磁头滑块的制造方法的接着图 3 的立体图。

[0027] 图 5 是表示将图 4(b) 的条研磨了的状态的截面示意图。

[0028] 图 6 是表示实施例 1 ～ 9 和比较例 1 ～ 10 的磁头用基板制作时的成形体的配合量的表。

[0029] 图 7 是表示在实施例 1 ～ 9 和比较例 1 ～ 10 中制作的磁头用基板的特性的表。

[0030] 图 8 是关于实施例 1、2 的烧结体的 XRD 数据，(a) 是关于热压轴方向的面的 XRD 数据，(b) 是关于垂直于热压轴方向的面的 XRD 数据。

[0031] 符号说明

[0032] 10 薄膜磁头、11 磁头滑块、13 基板、14 层压体、50 涂层、D 阶梯差、S 空气轴承面。

## 具体实施方式

[0033] 下面，参照附图详细说明本发明的合适的实施方式。另外，在附图说明中对相同或相当的要素使用相同符号，并省略重复的说明。

[0034] （磁头滑块用烧结体）

[0035] 首先，对本实施方式的磁头滑块用烧结体进行说明。

[0036] 本实施方式的磁头滑块用烧结体为含有 TiC 和 XC 的至少一种，和含有 Ti 和 X 的碳化物即 (Ti，X)C，以及 $Al_2O_3$ 和游离碳 (C) 的烧结体。其中，X 是选自 Ta、W、Mo、Nb、Zr、V 和 Cr 的至少 1 种元素。该 X 为可与 TiC 形成固溶体的元素组。并且，X 中优选的元素为 Ta、W、Mo、Nb、Zr、V，更优选的元素为 Ta、W、Mo、Nb，特别优选的为 W。

[0037] 这里，在烧结体中 $Al_2O_3$、TiC、XC、(Ti，X)C 分别形成结晶粒。另外，(Ti，X)C 是 Ti 和 X 的碳化物，是固溶体。

[0038] 此外，在烧结体中游离碳是不与 $Al_2O_3$ 或碳化物化学结合的游离成分，主要存在于 $Al_2O_3$ 或碳化物的结晶的晶粒边界。

[0039] 这里，该磁头滑块用烧结体中的总碳化物，即合计了 TiC 和 XC 的至少一种和 (Ti，X)C 的总碳化物的浓度为，相对于 100 体积份的 $Al_2O_3$ 的 25 ～ 160 体积份。TiC、XC 和 (Ti，X)C 之间的体积比率没有特别限定，但是因为 (Ti，X)C 的配合量多时表面平滑性变高，所以优选。另外，TiC、XC 和 (Ti，X)C 中的 (Ti，X)C 的体积比率，有随着烧结温度的提高而增高的倾向。此外，虽然在烧结体中只要含有 TiC 和 XC 的至少任意一方就可以，但通常情况下包含二者的较多。

[0040] 此外，该磁头滑块用烧结体中的游离碳的浓度，相对于 $Al_2O_3$ 和总碳化物的合计 100 体积份，为 1 ～ 15 体积份。此外，优选游离碳的浓度为 3 ～ 7 体积份。

[0041] 此外，烧结体中的各化合物和游离碳的体积比可以容易地从烧结体的断面照片中的各成分的面积比取得。

[0042] 这里，当烧结体不含有含 X 和 Ti 的碳化物或 XC 而只含 TiC 时，有表面平滑性变得不充分的倾向。此外，当合计了 TiC 和 XC 的至少一方和含有 Ti 和 X 的碳化物的总碳化物的浓度不到上述下限时，有研磨速度或表面平滑性变得不充分的倾向。此外，总碳化物的浓度超过上述上限时，有烧结性变差的倾向。此外，C 的浓度不到上述下限时研磨速度变得不足够，碳浓度超过上述上限时表面平滑性变得不充分。

[0043] 此外，总碳化物中的 X 与 Ti 的摩尔比优选为 1 ： 10 ～ 3 ： 1。并且，更优选相对于 100 体积份的 $Al_2O_3$ 含有 70 ～ 160 体积份的总碳化物，总碳化物中的 X 与 Ti 的摩尔比为 1 ： 3 ～ 3 ： 1。

[0044] 另外，该磁头滑块用烧结体还可以含有二氧化钛 ($TiO_2$)。二氧化钛的合适的浓度，在以 $Al_2O_3$ 计为 100 体积份时，为 0.5 ～ 10 体积份。如果磁头滑块用烧结体含有二氧化钛，则烧结性提高，容易实现高强度化。

[0045] 另外，本实施方式的磁头滑块用烧结体在不影响其特性的程度上也可以含有其他成分。

[0046] （磁头滑块用烧结体的制造方法）

[0047] 接着，对这样的磁头滑块用烧结体的第一制造方法进行说明。

[0048] 首先，准备 $Al_2O_3$ 粉末、TiC 粉末、XC（金属 X 的碳化物）粉末（这里，X 是从 Ta、W、Mo、Nb、Zr、V、Cr、Si 构成的元素组选择的 1 种或多种元素）、碳粉末、以及根据需要作为添加物的二氧化钛粉末。

[0049] 这里，原料 $Al_2O_3$ 粉末的平均粒径优选为 0.1 ～ 1μm，更优选为 0.4 ～ 0.6μm。

[0050] 另外，TiC 粉末和 XC 粉末的平均粒径优选为 0.1 ～ 3μm，更优选为 0.1 ～ 0.5μm。TiC 粉末和 XC 粉末也可以含有碳。

[0051] 另外，碳粉末的平均粒径优选为 20 ～ 100nm。作为碳粉末可以使用例如碳黑、乙烯黑等的由碳构成的粉末。

[0052] 另外，二氧化钛粉末的平均粒径优选为 0.1 ～ 3μm，更优选为 0.5 ～ 1μm。

[0053] 然后，在例如乙醇、IPA、95％改性乙醇等的有机溶剂中混合这些粉末，得到混合粉末。另外，若使用水作为溶剂，则溶剂与 TiC 会发生化学反应导致 TiC 粉末被氧化，所以不能使用水。

[0054] 这里，在混合粉末中配合 $Al_2O_3$ 粉末、TiC 粉末、XC 粉末、碳粉末，并使得相对于 100 体积份的 $Al_2O_3$，合计含有 25 ～ 160 体积份的 TiC 和 XC，且相对于 $Al_2O_3$、TiC 和 XC 的合计

100 体积份，含有 1 ～ 15 体积份的碳。此外，这里的体积不是松密度等的粉体的表观体积，而是各物质的真实体积。通过基于各物质的重量和各物质的真实密度容易地计算出各物质的真实体积。

[0055] 此外，在 TiC 和 XC 等的金属碳化物粉末中通常含有游离碳 1 ～ 0.5wt％左右。上述碳的量是含有该游离碳的碳的量。

[0056] 这里，相对于 $Al_2O_3$、TiC、XC 的合计 100 体积份，优选含有 3 ～ 7 体积份的碳。此外，TiC 和 XC 都是必须成分。这里，优选 XC 与 TiC 的摩尔比为 1 ： 3 ～ 3 ： 1。此外，相对于 100 体积份的 $Al_2O_3$，当合计含有 70 ～ 160 体积份的 TiC 和 XC 时，XC 与 TiC 的摩尔比也可以是 1 ： 10 ～ 3 ： 1。此外，也可以根据需要添加二氧化钛等的添加剂。

[0057] 在这里，粉末的混合优选在球磨机或超微磨碎机中进行。另外，粉末的混合优选进行 10 ～ 100 小时左右。另外，作为球磨机和超微磨碎机中的混合介质，优选使用例如直径为 1 ～ 20mm 左右的氧化铝球等。

[0058] 然后，对混合粉末进行喷雾造粒。这里，例如，只要在几乎不含氧的氮或氩等的惰性气体的 60 ～ 200℃左右的热风中进行喷雾干燥即可，由此可以得到上述组成的混合粉末的造粒物。在这里，例如，造粒物的粒径优选为 50μm ～ 200μm 左右。

[0059] 接着，根据需要添加上述有机溶剂对造粒物的液体含有量进行调节，使造粒物中含 0.1 ～ 10 重量％左右的有机溶剂。作为用于调节液体含有量的有机溶剂，可举出例如，乙醇、IPA、95％改性乙醇等的有机溶剂，通常使用在混合粉末时使用的有机溶剂。另外在这里如果用水作为溶剂使用，溶剂与碳化钛会起化学反应导致碳化钛粉末会被氧化，所以不能使用水。

[0060] 接着，将该造粒物填充到规定的模具内，通过冷压进行一次成形得到成形体。在这里也可以例如将造粒物填充在内径 150mm 的圆板形成用的金属制或碳制的模具内，在例如 5 ～ 15MPa（约 50 ～ 150kgf/$cm^2$）左右的压力下进行冷压。

[0061] 然后，对得到的成形体进行热压（HIP）而得到烧结体。在这里例如将烧结温度设为 1200 ～ 1750℃，压力设为 10 ～ 50MPa（约 100 ～ 500kgf/$cm^2$），使气氛设为真空、氮、氩等的非氧化气氛中。另外，设为非氧化性气氛是为了抑制碳化钛的氧化。另外，在混合粉体的成形中优选使用碳制的模具。另外，成形体的烧结时间优选在 1 ～ 3 小时左右。另外，由于在烧结体中增加 (Ti，X)C 成分即固溶体成分，有提高表面平滑性的倾向，所以优选烧结温度为 1650 ～ 1750℃。

[0062] 由此，完成磁头滑块用烧结体。这里，磁头滑块用烧结体的形状没有特别的限定，例如，可以为直径 6 英寸、厚度为 2.5mm 的圆板状的基板、矩形基板。

[0063] 接着，对这样的磁头滑块用烧结体的第二制造方法进行说明。

[0064] 在上述第一制造方法中使用了碳粉末，而在第 2 制造方法中取而代之使用有机物。具体来讲，首先混合 $Al_2O_3$ 粉末、TiC 粉末、XC 粉末以及有机物得到混合物。这里，有机物没有特别限定，例如可以示例聚乙烯醇、丙烯酸树脂、丁醛树脂等。另外，在混合物中也可以根据需要添加二氧化钛粉末等添加物。

[0065] 然后，通过在真空气氛、氮气气氛等的非氧化性气氛下对该混合物进行热处理，使混合物中的有机物碳化。在这里，碳化条件可以根据有机物的种类等而任意并且合适地设定，例如，在真空干燥炉等中，通过进行 600℃、5 小时左右的热处理，可以得到含有 $Al_2O_3$、

TiC、XC 和碳、且根据需要还含有二氧化钛等的混合粉末。

[0066] 然后，可以与第一制造方法同样地对该混合粉末进行成形、烧结。

[0067] 这样用有机物进行制造时，可以均匀地分散碳，从而可以缩短碳分散所需要的时间。在这里，被碳化了的有机物也包含在上述的成形体中的碳成分中。

[0068] 为了得到致密的磁头滑块用烧结体，优选如上所述将有机物碳化后进行成形，但也可以在成形后碳化有机物。

[0069] 具体来讲，在得到含有 $Al_2O_3$ 粉末、TiC 粉末、XC 粉末以及有机物等的混合物后，在碳化前与第一制造方法同样地对该混合物进行成形。之后，可以对含该有机物的混合物的成形体实施如上所述的热处理，使有机物碳化，得到含有 $Al_2O_3$、TiC、XC 和碳等的成形体。

[0070] 在这里，在第 2 制造方法中，在混合 $Al_2O_3$ 粉末、TiC 粉末、XC 粉末以及有机物且根据需要还混合二氧化钛粉末等来制作混合物时的各粉末的浓度，只要预先设定为使得在碳化这些混合物后的混合粉末或成形体中的 $Al_2O_3$、TiC、XC、碳、二氧化钛的量，成为第一制造方法中所规定的浓度即可。由此，可以得到与第一制造方法同样的组成的成形体。

[0071] （磁头滑块）

[0072] 下面，参照图 1 对使用该磁头滑块用烧结体的磁头滑块进行说明。

[0073] 本实施方式的磁头滑块 11 有薄膜磁头 10，其搭载于具备硬盘的硬盘装置（未图示）。该硬盘装置在高速旋转的硬盘的记录面上通过薄膜磁头 10 记录以及再生磁信息。

[0074] 本发明的实施方式的磁头滑块 11 呈大致长方体形状。在图 1 中，磁头滑块 11 上的前面侧的面是与硬盘的记录面相向配置的记录介质相对面，被称作空气轴承面 (ABS :Air Bearing Surface)S。另外，在空气轴承面上，在垂直于磁道宽度方向的方向上形成有槽 11a。

[0075] 硬盘旋转时，由于伴随着该旋转的空气流磁头滑块 11 上浮，空气轴承面 S 从硬盘的记录面隔离。也可以对空气轴承面 S 实施 DLC（类金刚石碳，Diamond Like Carbon）等的涂布。

[0076] 该磁头滑块 11 具备由上述磁头滑块用材料制作的基板 13，和形成在该基板 13 上的同时含有薄膜磁头 10 的层压体 14。更详细地来说，在本实施方式中基板 13 具有长方体形状，在基板 13 的侧面上形成有层压体 14。

[0077] 层压体 14 的上面 14a 形成磁头滑块 11 的端面，在该层压体 14 的上面 14a 上安装有与薄膜磁头 10 连接的记录用垫片 18a、18b 及再生用垫片 19a、19b。另外，薄膜磁头 10 设在层压体 14 内，其一部分从空气轴承面 S 向外部露出。另外，在图 1 中，考虑到识别的容易性，用实线表示埋设在层压体 14 内的薄膜磁头 10。

[0078] 这样的磁头滑块 11 搭载在万向架 12 上，通过与未图示的悬架系统定位臂 (suspension arm) 连接，构成磁头万向架组件。

[0079] 图 2 是垂直于磁头滑块 11 上的空气轴承面 S，并垂直于磁道宽度方向的方向的剖面示意图（图 1 的 II-II 剖面示意图）。如上所述，磁头滑块 11 具有大致矩形板状的基板 13，和层叠在该基板 13 的侧面上的层压体 14。层压体 14 具有薄膜磁头 10 和围绕该薄膜磁头 10 的涂层 50。

[0080] 薄膜磁头 10 从基板 13 附近的一侧起依次具有，作为读取硬盘的磁信息的读取元件的 GMR（巨磁阻效应 ;Giant Magneto Resistive）元件 40，和作为将磁信息写入到硬盘的

写入元件的感应型电磁变换元件 60，成为所谓的复合型薄膜磁头。

[0081] 电磁变换元件 60 是采用了所谓面内记录方式的电磁变换元件，从基板 13 的一侧起依次具备下部磁极 61 和上部磁极 64，同时还具备薄膜线圈 70。

[0082] 下部磁极 61 和上部磁极 64 的空气轴承面 S 侧的端部，在空气轴承面 S 上露出，下部磁极 61 和上部磁极 64 的各露出部以规定距离隔开，形成记录间隙 G。另一方面，上部磁极 64 的远离空气轴承面 S 的一侧的端部 64B 向着下部磁极 61 弯曲，该端部 64B 与下部磁极 61 的远离空气轴承面 S 的一侧的端部磁连接。由此，通过上部磁极 64 和下部磁极 61 形成了夹着间隙 G 的磁回路。

[0083] 薄膜线圈 70 以包围上部磁极 64 的端部 64B 的方式配置，通过电磁感应在记录间隙 G 间产生磁场，由此在硬盘的记录面上记录磁信息。

[0084] GMR 元件 40 具有省略图示的多层结构且在空气轴承面 S 上露出，利用磁阻效应检测出来自硬盘的磁场的变化，读出磁信息。

[0085] GMR 元件 40 与电磁变换元件 60 之间，上部磁极 64 与下部磁极 61 之间，分别通过绝缘性的涂层 50 被隔开。另外，除了空气轴承面 S，薄膜磁头 10 自身也被涂层 50 覆盖着。涂层 50 主要由氧化铝等绝缘材料形成。具体来讲，通常使用由溅射等形成的氧化铝层。这样的氧化铝层通常具有无定形结构。

[0086] 另外，也可以使薄膜磁头 10 不是面内记录方式而是垂直记录方式。另外，作为 GMR 元件 40 替代，也可以使用利用各向异性磁阻效应的 AMR(Anisotropic Magneto Resistive) 元件、利用由隧道结产生的磁阻效应的 TMR(Tunnel-type Magneto Resistive) 元件等。

[0087] 进一步，在涂层 50 内也可以还含有使 GMR 元件 40 与电磁变换元件 60 之间磁绝缘的磁性层等。

[0088] 接着，对如上所述的磁头滑块 11 的制造方法进行说明。

[0089] 首先，如前所述，如图 3 所示，准备将上述磁头滑块用烧结体形成为圆板晶片状的基板 13。然后，如图 4(a) 所示，在该基板 13 上用公知的方法层叠含有薄膜磁头 10 和涂层 50 的层压体 14。这里，以在层压体 14 中多个薄膜磁头 10 排列成行列状的方式形成层压体 14。

[0090] 然后，将层叠有层压体 14 的基板 13 切断成规定的形状和大小。在这里，例如，通过沿图 4(a) 中所示的虚线进行切断，形成如图 4(b) 所示的方式配置的条 100B，即，多个薄膜磁头 10 排列成一列并且这些薄膜磁头 10 分别露出在侧面 100BS。

[0091] 然后，对该条 100B 的侧面 100BS 进行研磨形成空气轴承面 S，即进行所谓研磨工序。在该研磨工序中，对基板 13 和层叠在其上的层压体 14，同时并且沿着与层叠方向交叉的方向（图 2 的箭头 X 的方向）进行研磨。

[0092] 这里，在本实施方式中，基板 13 由前述的磁头滑块用烧结体制成。所以，该基板 13 的研磨速度比由现有的铝钛碳烧结体制作的基板的研磨速度高很多，该基板 13 的研磨速度达到与含有薄膜磁头 10 的层压体 14 的研磨速度相同的程度。

[0093] 所以，在研磨时层压体 14 与基板 13 之间的研磨量之差极小，层压体 14 与基板 13 之间的阶梯差 D（参照图 5）也显著地小于现有技术。由此，例如可以使空气轴承面 S 成为几乎平坦的状态。具体来讲，例如可以使阶梯差 D 在 1.2nm 以下。

[0094] 此外，该烧结体也可以使研磨面的最大高度 Rmax(JISB0601-1982) 充分小，使表

面的平滑性极高。

[0095] 所以，可以合适地制作飞米滑块和其以下大小的滑块，更高密度记录化变得容易。进一步，本实施方式的基板 13 由于具有足够的强度所以也非常可靠性。

[0096] （实施例）

[0097] 下面，列举实施例及比较例对本发明作更详细的说明，但本发明并不限定于这些实施例。

[0098] 在本实施例中制造了多个构成材料不同的磁头滑块用烧结体的基板，并分别测定了研磨速度和表面粗糙度。

[0099] （实施例 1 ～ 9）

[0100] 首先，分别称量规定量的 $Al_2O_3$ 粉末（平均粒径 0.5μm）、TiC 粉末（平均粒径 0.3μm，含碳 0.1 重量％）、WC 粉末（平均粒径 0.1μm，含碳 0.1 重量％）、$TiO_2$ 粉末（平均粒径 0.6μm）、碳粉末（碳黑，平均粒径 35nm），在球磨机中与 IPA（异丙醇；沸点 82.4℃）一起粉碎 30 分钟并进行混合，然后，在氮中、150℃下喷雾造粒，得到了造粒物。

[0101] 在这里 $Al_2O_3$ 粉末、TiC 粉末、WC 粉末、碳粉末以及 $TiO_2$ 粉末，以在造粒物中满足图 6 的条件的浓度被混合。另外，体积比和摩尔比是从重量比基于真实密度和分子量换算得到的数据。另外，$Al_2O_3$、TiC、WC、$TiO_2$、碳的真实密度分别为 3990、4920、15770、4260、2000kg/$m^3$。

[0102] 接着，将得到的造粒物在约 0.5MPa(50kgf/$cm^2$) 的压力下进行一次成形，其后用热压法在真空气氛、规定的烧结温度、压力机压力约 30MPa（约 300kgf/$cm^2$）下进行烧结 1 小时，得到了各实施例的磁头滑块用烧结体。另外，实施例 1 的烧结温度为 1720℃，实施例 2 ～ 8 的烧结温度为 1700℃。

[0103] 然后，将它们分别切成 20×20×1.8mm 程度的切片，对该切片的表面在 2000# 的树脂平台上使用油进行 10 分钟的预研磨后，使用包含 0.1μm 直径的钻石粒子的浆料，用单面研磨机对该切片进行主研磨。在这里，主研磨的研磨条件是：锡盘的旋转数 37.5 转 / 分钟，负荷 2550g，奥斯卡电动机 (Oscar Motor) 的旋转数为 55 转 / 分钟，研磨时间 40 分钟。并且测定研磨前后的厚度，通过厚度变化除以研磨时间取得了各实施例的研磨速度。另外，通过表面粗度测定装置 (AFM) 测定了研磨后的烧结体表面的表面粗糙度 Ra、Rmax(JIS B 0601-1982)。

[0104] （比较例 1 ～ 10）

[0105] 除了不添加碳粉末以外，比较例 1 与实施例 3 相同。除了使碳粉末的添加量为 34.6 体积份以外，在比较例 2 与实施例 3 相同。

[0106] 在比较例 3、4 中，除了将 WC 和 TiC 的合计量和碳量设为图 6 那样以外，与实施例 3 同样。

[0107] 在比较例 5 中，除了不添加二氧化钛并且将 WC 和 TiC 的合计量和碳量设为图 6 那样以外，与实施例 3 同样。

[0108] 在比较例 6、7 中，除了用 SiC 取代 WC 并且将 SiC、TiC、C 的量设为图 6 那样以外，与实施例 3 同样。

[0109] 在比较例 8、9 中，除了不添加 WC 并且将 TiC、$TiO_2$、C 的量设为图 6 那样以外，与实施例 3 同样。

[0110] 在比较例 10 中，除了不添加 WC、碳和二氧化钛并且将 TiC 的量设为图 6 那样以外，与实施例 3 同样。

[0111] 分别在图 6 中表示这些条件，在图 7 中表示制成的烧结体的特性。另外，研磨速度是，将比较例 10 的研磨速度计为 100，以各实施例和比较例的研磨速度相对于比较例 10 的研磨速度的比值来表示。在这里，比较例 10 的研磨速度为 1.7μm/10min。

[0112] 实施例 1 ～ 9 的切片上可以得到足够高的研磨速度 (120 以上)，此外，表面平滑性也足够 (Rmax 为 20nm 以下)。另一方面，在组成不满足上述条件的比较例 1 ～ 10 中，研磨速度和表面平滑性不足够。

[0113] 另外，在图 8 的 (a) 中表示对于热压轴方向的面的实施例 1、2 的 XRD 数据，在图 8 的 (b) 中表示对于垂直于热压轴方向的面的实施例 1、2 的 XRD 数据。在相比于实施例 2 温度较高的实施例 1 中，显示了 WC 的峰减少，表示固溶体的增加。通过 TEM 也确认了固溶体的存在。

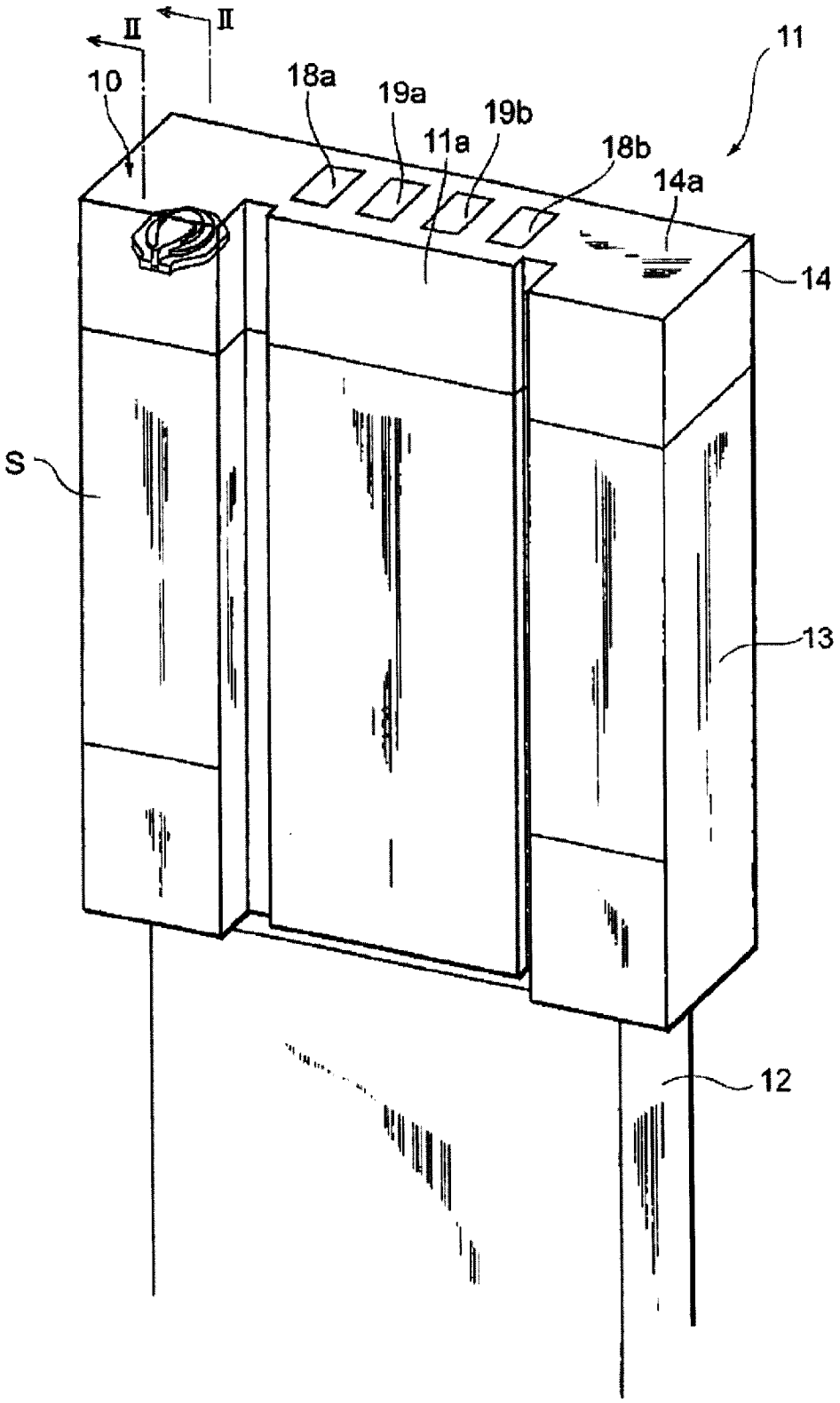



图 1

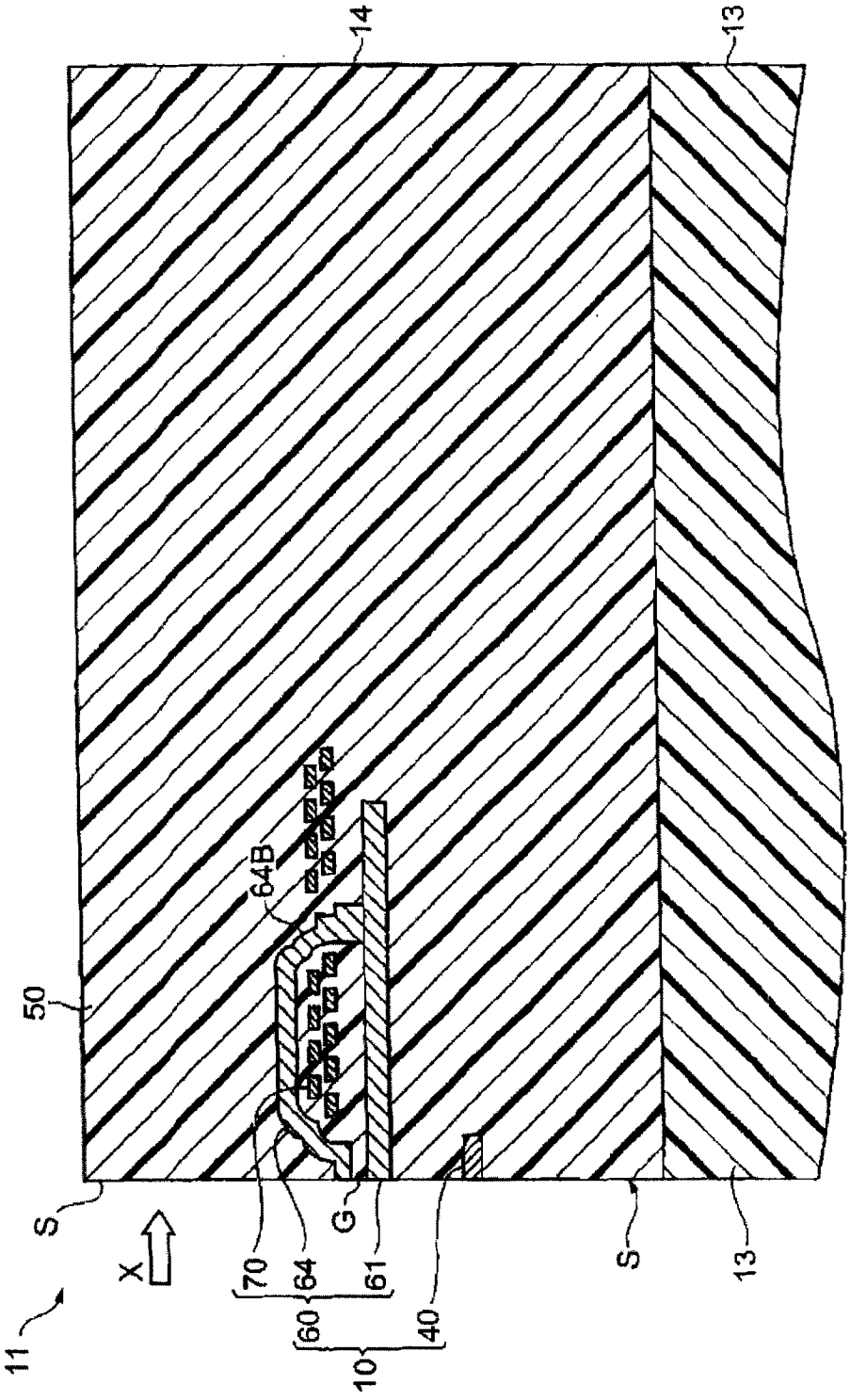



图 2

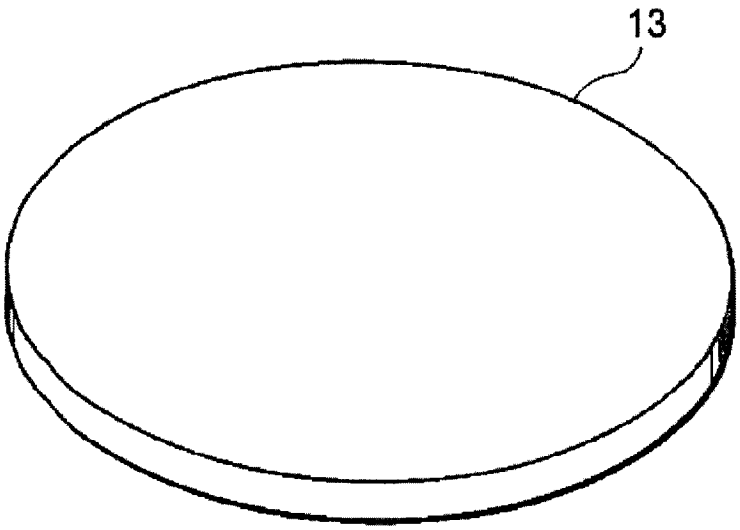
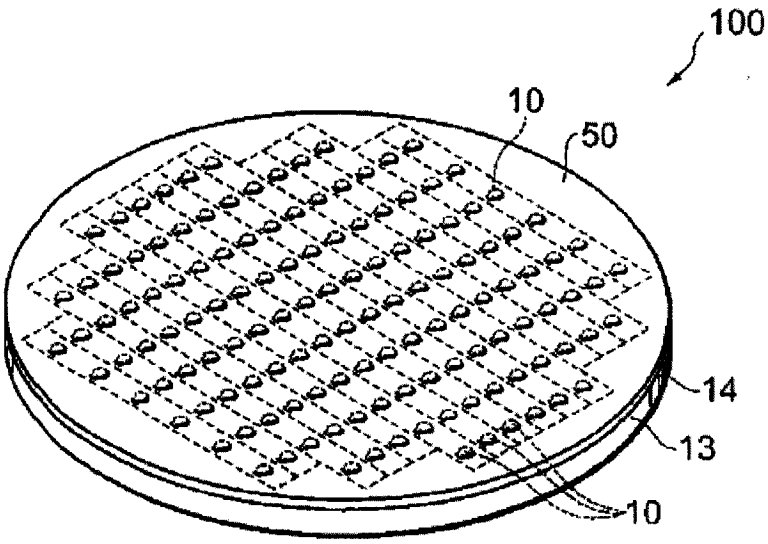



图 3

(a)




(b)

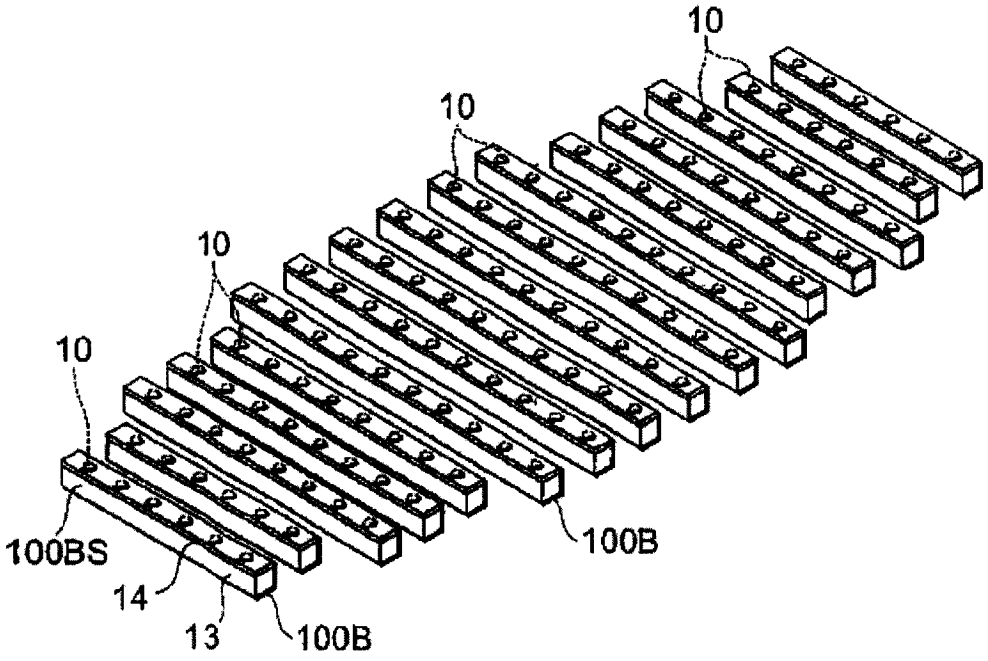



图 4

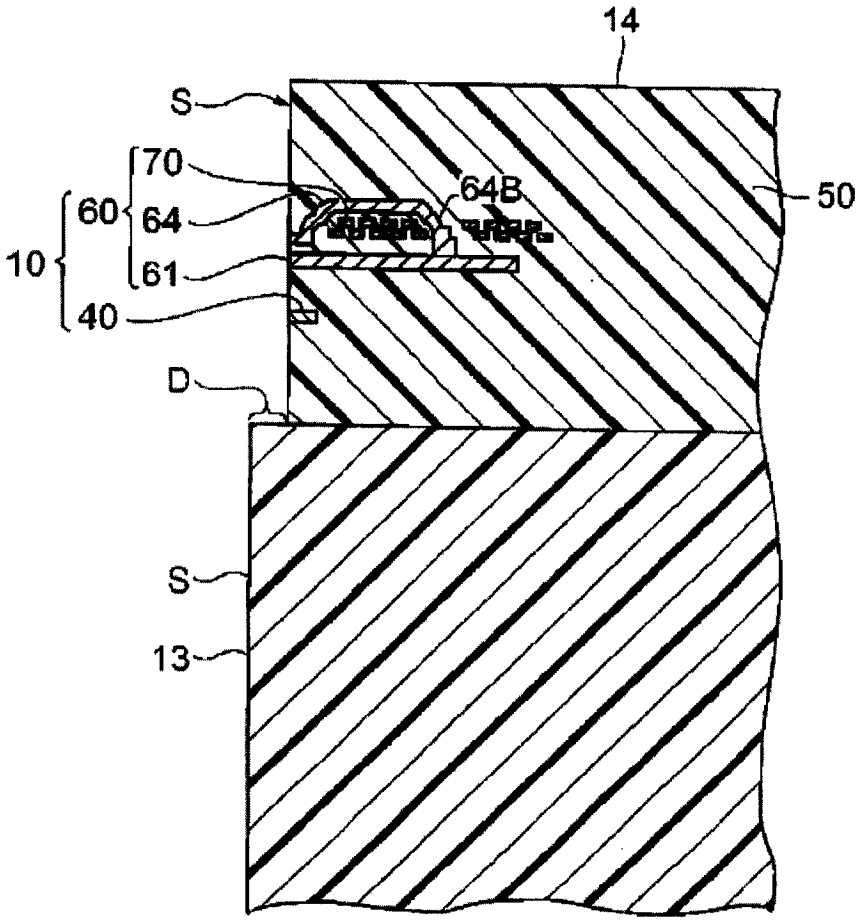
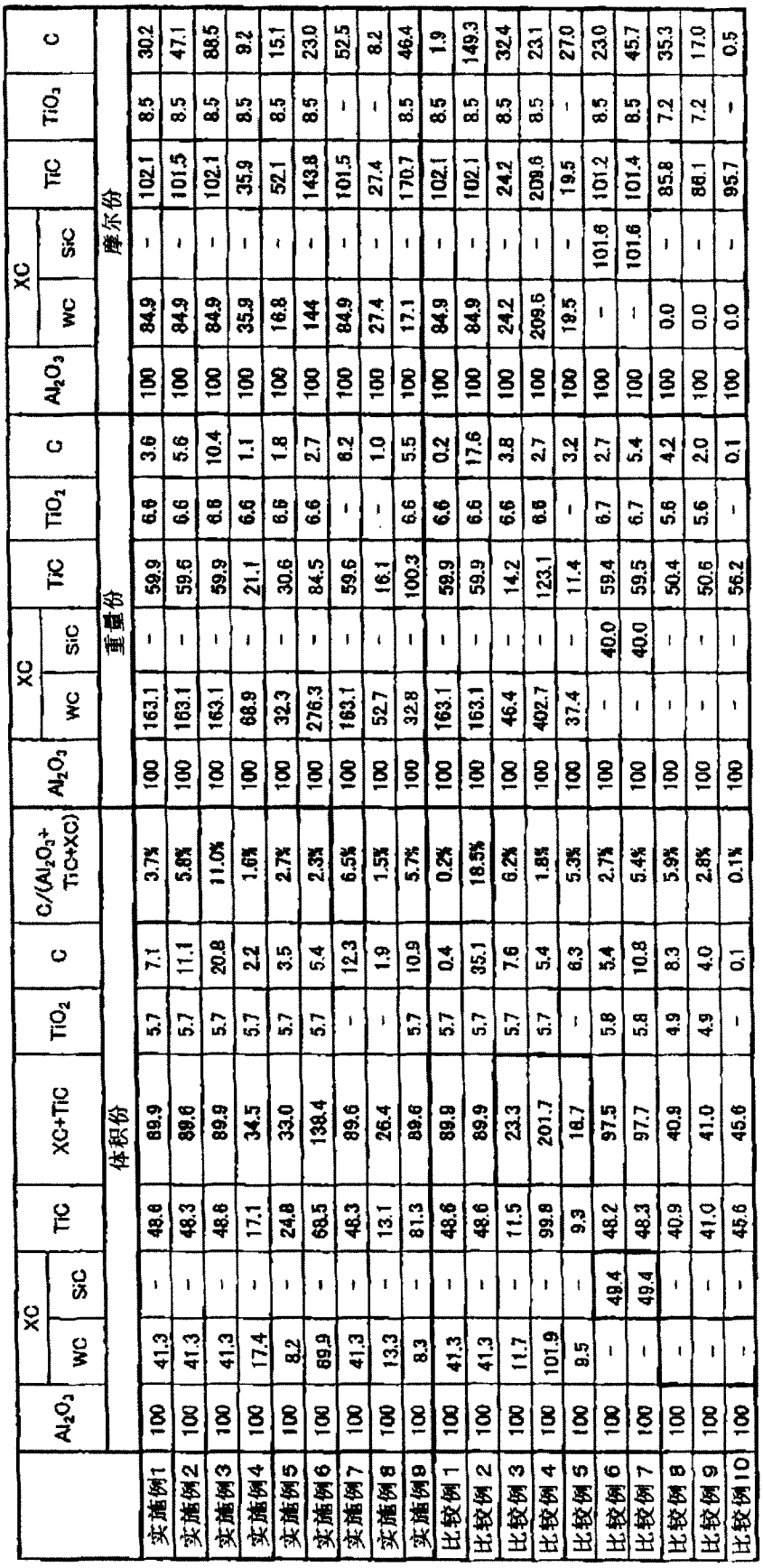



图 5



| | 体积份 | | | | | | | | 重量份 | | | | | | | | 摩尔份 | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $Al_2O_3$ | XC | | TiC | XC+TiC | $TiO_2$ | C | C/($Al_2O_3$+TiC+XC) | $Al_2O_3$ | XC | | TiC | $TiO_2$ | C | $Al_2O_3$ | XC | | TiC | $TiO_2$ | C |
| | | WC | SiC | | | | | | | WC | SiC | | | | | WC | SiC | | | |
| 实施例1 | 100 | 41.3 | - | 48.6 | 89.9 | 5.7 | 7.1 | 3.7% | 100 | 163.1 | - | 59.9 | 6.6 | 3.6 | 100 | 84.9 | - | 102.1 | 8.5 | 30.2 |
| 实施例2 | 100 | 41.3 | - | 48.3 | 89.6 | 5.7 | 11.1 | 5.8% | 100 | 163.1 | - | 59.6 | 6.6 | 5.6 | 100 | 84.9 | - | 101.5 | 8.5 | 47.1 |
| 实施例3 | 100 | 41.3 | - | 48.6 | 89.9 | 5.7 | 20.8 | 11.0% | 100 | 163.1 | - | 59.9 | 6.6 | 10.4 | 100 | 84.9 | - | 102.1 | 8.5 | 88.5 |
| 实施例4 | 100 | 17.4 | - | 17.1 | 34.5 | 5.7 | 2.2 | 1.6% | 100 | 68.9 | - | 21.1 | 6.6 | 1.1 | 100 | 35.9 | - | 35.9 | 8.5 | 9.2 |
| 实施例5 | 100 | 8.2 | - | 24.8 | 33.0 | 5.7 | 3.5 | 2.7% | 100 | 32.3 | - | 30.6 | 6.6 | 1.8 | 100 | 16.8 | - | 52.1 | 8.5 | 15.1 |
| 实施例6 | 100 | 69.9 | - | 68.5 | 138.4 | 5.7 | 5.4 | 2.3% | 100 | 276.3 | - | 84.5 | 6.6 | 2.7 | 100 | 144 | - | 143.8 | 8.5 | 23.0 |
| 实施例7 | 100 | 41.3 | - | 48.3 | 89.6 | - | 12.3 | 6.5% | 100 | 163.1 | - | 59.6 | - | 8.2 | 100 | 84.9 | - | 101.5 | - | 52.5 |
| 实施例8 | 100 | 13.3 | - | 13.1 | 26.4 | - | 1.9 | 1.5% | 100 | 52.7 | - | 16.1 | - | 1.0 | 100 | 27.4 | - | 27.4 | - | 8.2 |
| 实施例9 | 100 | 8.3 | - | 81.3 | 89.6 | 5.7 | 10.9 | 5.7% | 100 | 32.8 | - | 100.3 | 6.6 | 5.5 | 100 | 17.1 | - | 170.7 | 8.5 | 46.4 |
| 比较例1 | 100 | 41.3 | - | 48.6 | 89.9 | 5.7 | 0.4 | 0.2% | 100 | 163.1 | - | 59.9 | 6.6 | 0.2 | 100 | 84.9 | - | 102.1 | 8.5 | 1.9 |
| 比较例2 | 100 | 41.3 | - | 48.6 | 89.9 | 5.7 | 35.1 | 18.5% | 100 | 163.1 | - | 59.9 | 6.6 | 17.6 | 100 | 84.9 | - | 102.1 | 8.5 | 149.3 |
| 比较例3 | 100 | 11.7 | - | 11.5 | 23.3 | 5.7 | 7.6 | 6.2% | 100 | 46.4 | - | 14.2 | 6.6 | 3.8 | 100 | 24.2 | - | 24.2 | 8.5 | 32.4 |
| 比较例4 | 100 | 101.9 | - | 99.8 | 201.7 | 5.7 | 5.4 | 1.8% | 100 | 402.7 | - | 123.1 | 6.6 | 2.7 | 100 | 209.6 | - | 209.6 | 8.5 | 23.1 |
| 比较例5 | 100 | 8.5 | - | 9.3 | 18.7 | - | 6.3 | 5.3% | 100 | 37.4 | - | 11.4 | - | 3.2 | 100 | 19.5 | - | 19.5 | - | 27.0 |
| 比较例6 | 100 | - | 49.4 | 48.2 | 97.5 | 5.8 | 5.4 | 2.7% | 100 | - | 40.0 | 59.4 | 6.7 | 2.7 | 100 | - | 101.6 | 101.2 | 8.5 | 23.0 |
| 比较例7 | 100 | - | 49.4 | 48.3 | 97.7 | 5.8 | 10.8 | 5.4% | 100 | - | 40.0 | 59.5 | 6.7 | 5.4 | 100 | - | 101.6 | 101.4 | 8.5 | 45.7 |
| 比较例8 | 100 | - | - | 40.9 | 40.9 | 4.9 | 8.3 | 5.9% | 100 | - | - | 50.4 | 5.6 | 4.2 | 100 | 0.0 | - | 85.8 | 7.2 | 35.3 |
| 比较例9 | 100 | - | - | 41.0 | 41.0 | 4.9 | 4.0 | 2.8% | 100 | - | - | 50.6 | 5.6 | 2.0 | 100 | 0.0 | - | 86.1 | 7.2 | 17.0 |
| 比较例10 | 100 | - | - | 45.6 | 45.6 | - | 0.1 | 0.1% | 100 | - | - | 56.2 | - | 0.1 | 100 | 0.0 | - | 95.7 | - | 0.5 |

图 6

| | 研磨速度 | Ra (nm) | Rmax (nm) |
|---|---|---|---|
| 实施例1 | 185 | 0.45 | 4.37 |
| 实施例2 | 219 | 0.28 | 4.91 |
| 实施例3 | 294 | 1.32 | 15.92 |
| 实施例4 | 150 | 0.58 | 6.01 |
| 实施例5 | 140 | 0.5 | 18.9 |
| 实施例6 | 154 | 0.44 | 6.12 |
| 实施例7 | 220 | 0.45 | 8.23 |
| 实施例8 | 130 | 0.62 | 8.26 |
| 实施例9 | 205 | 0.64 | 18.3 |
| 比较例1 | 110 | 0.33 | 5.73 |
| 比较例2 | 269 | 1.34 | 35.33 |
| 比较例3 | 95 | 1.66 | 40.3 |
| 比较例4 | - | - | >1000 |
| 比较例5 | 84 | 1.58 | 33.2 |
| 比较例6 | 172 | 0.35 | 21.35 |
| 比较例7 | 202 | 1.04 | 68.7 |
| 比较例8 | 207 | 0.97 | 60.4 |
| 比较例9 | 194 | 0.38 | 28.63 |
| 比较例10 | 100 | 0.43 | 9.08 |

图 7

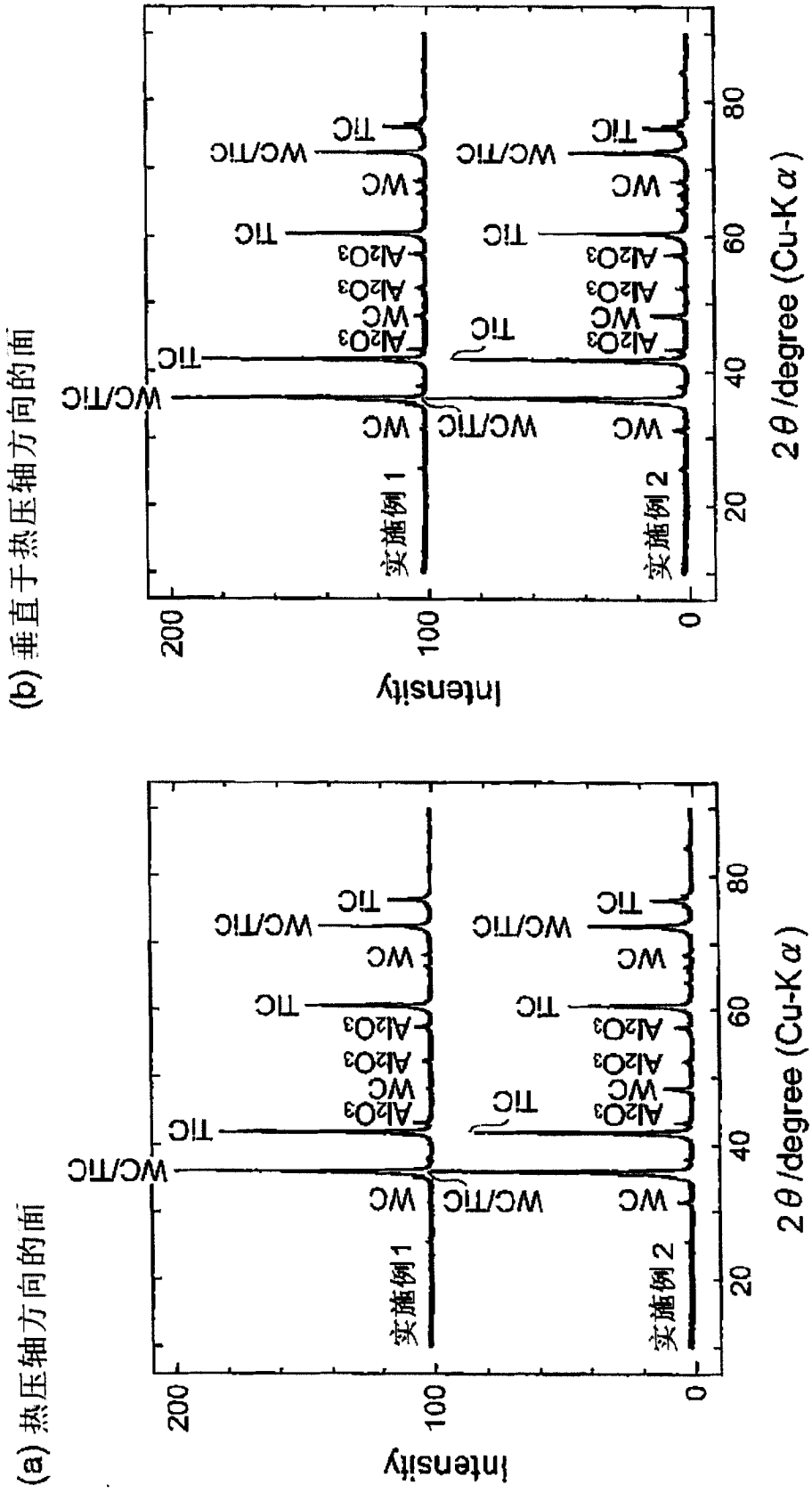

(b) 垂直于热压轴方向的面
(a) 热压轴方向的面
Intensity
2θ /degree (Cu-Kα)
实施例 1
实施例 2
WC/TiC
WC
TiC
Al2O3
0
100
200
20
40
60
80

图 8