

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl<sup>7</sup>

G11B 5/187

G11B 21/21



# [12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 99801212.2

[45] 授权公告日 2003 年 7 月 16 日

[11] 授权公告号 CN 1114901C

[22] 申请日 1999.7.23 [21] 申请号 99801212.2

[30] 优先权

[32] 1998. 7. 24 [33] JP [31] 225428/1998

[32] 1998. 8. 31 [33] JP [31] 262399/1998

[32] 1998. 11. 25 [33] JP [31] 334498/1998

[32] 1999. 4. 1 [33] JP [31] 94775/1999

[86] 国际申请 PCT/JP99/03945 1999.7.23

[87] 国际公布 WO00/05711 英 2000.2.3

[85] 进入国家阶段日期 2000.3.24

[71] 专利权人 住友特殊金属株式会社

地址 日本大阪

[72] 发明人 藤井博满 行方武彦 横内伸

中村克弘

[56] 参考文献

US - 5052099 1991.10.01 G11B5/42

US - 5079657 1992.01.07 G11B5/187

US - 5695387 1997.12.09 G11B21/21

特开平 8 - 36852 1996.02.06 G11B21/21

IEEE TRANS... MAG, VOL. 26. NO. 5 1990 - 01 - 01 d. r. fREDKIN numerica micromagnetics rectangular parallelepipeds

审查员 马美红

[74] 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利  
商标事务所

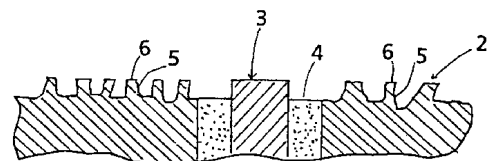
代理人 龙传红

权利要求书 2 页 说明书 18 页 附图 3 页

[54] 发明名称 磁头及其制造方法

[57] 摘要

提供一种磁头和具有良好生产效率的磁头生产方法，该磁头具有磁芯件，所述磁芯件的面对磁记录介质的支承表面的是中心线平均粗糙度 Ra 为 3.0nm 或更小的光滑表面，滑动件的面对磁记录介质的支承表面采用带有细小不规则突起的表面，并且各个突起的顶端几乎是平面，该支承表面的中心线平均粗糙度 Ra 超过 3.0nm，并且各个突起的顶端的表面的平均直径 Da 为 2 - 10 μ m，磁芯件表面的高度与滑动件每个突起顶端的平面高度处于同一表面，各个突起的顶端表面的总的表面面积与滑动件的支承表面的总的表面面积的比率 Sa 为 10% - 70%。



ISSN 1008-4274

1. 一种磁头，具有磁芯件和由多晶非磁性陶瓷制成的滑动件，其中所述多晶非磁性陶瓷具有至少两个不同蚀刻性能的化合物相，所述磁芯件的面对磁记录介质的支承表面的是中心线平均粗糙度  $R_a$  为 3.0nm 或更小的光滑表面，滑动件的面对磁记录介质的支承表面采用带有细小不规则突起的表面，并且各个突起的顶端几乎是平面，该支承表面的中心线平均粗糙度  $R_a$  超过 3.0nm，并且各个突起的顶端的表面的平均直径  $D_a$  为 2 - 10 $\mu$ m，磁芯件表面的高度与滑动件每个突起顶端的平面高度处于同一表面，各个突起的顶端表面的总的表面面积与滑动件的支承表面的总的表面面积的比率  $S_a$  为 10%—70%。

2. 根据权利要求 1 的磁头，其特征在于磁芯件的面对磁记录介质的支承表面具有  $R_a$  为 2.0nm 或更小的平均粗糙度。

3. 根据权利要求 1 的磁头，其特征在于多晶非磁性陶瓷是  $\text{CaO-TiO}_2$ 、 $\text{AlTiC}$ 、 $\text{MnO-NiO}$ 、 $\text{CaTiO}_3\text{-NiO}$ 、 $\text{CaO-MgO-TiO}_2$ 、 $\text{CaO-MgO-TiO}_2\text{-SiO}_2$ 、和  $\text{CaO-MgO-TiO}_2\text{-SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3$  中的任何一种。

4. 一种磁头制造方法，包括以下步骤：

提供一个具有磁芯件和由多晶非磁性陶瓷制成的滑动件的磁头，其中所述多晶非磁性陶瓷具有至少两个不同蚀刻性能的化合物相，

使所述滑动件面对磁记录介质的支承表面与一种由氧化剂、酸和碱形成的蚀刻水溶液接触从而在该支承表面提供细小不规则的突起，并且各个突起的顶端几乎是平面，所述磁芯件的面对磁记录介质的支承表面的是中心线平均粗糙度  $R_a$  为 3.0nm 或更小的光滑表面，滑动件面对磁记录介质的支承表面的中心线平均粗糙度  $R_a$  超过 3.0nm，并且各个突起的顶端的表面的平均直径  $D_a$  为 2 - 10 $\mu$ m，磁芯件表面的高度与滑动件每个突起顶端的平面高度处于同一表面，各个突起的顶端表面的总的表面面积与滑动件的支承表面的总的表面面积的比率  $S_a$  为 10%—70%。

5. 一种磁头制造方法，包括以下步骤：

提供一个具有磁芯件和由多晶非磁性陶瓷制成的滑动件的磁头，其中所述多晶非磁性陶瓷具有至少两个不同蚀刻性能的化合物相，

使所述滑动件面对磁记录介质的支承表面与一种蚀刻溶液和整合试剂接触从而在该支承表面提供细小不规则突起, 并且各个突起的顶端几乎是平面, 所述蚀刻溶液选自含氧化剂的溶液、含氧化剂和酸的溶液、含氧化剂和碱的溶液、或者含氧化剂和酸和碱的溶液, 所述磁芯件的面对磁记录介质的支承表面的是中心线平均粗糙度 Ra 为 3.0nm 或更小的光滑表面, 滑动件面对磁记录介质的支承表面的中心线平均粗糙度 Ra 超过 3.0nm, 并且各个突起的顶端的表面的平均直径 Da 为 2-10 $\mu$ m, 磁芯件表面的高度与滑动件每个突起顶端的平面高度处于同一表面, 各个突起的顶端表面的总的表面面积与滑动件的支承表面的总的表面面积的比率 Sa 为 10%—70%。

6. 根据权利要求 4 或 5 的磁头制造方法, 其特征在于在磁芯件和滑动件的面对磁记录介质的支承表面已经被抛光到 3.0nm 或更小的平均粗糙度 Ra 后实施化学蚀刻。

7. 根据权利要求 6 的磁头制造方法, 其特征在于用金刚石游离研磨粒子来进行两步研磨作为抛光方式以获得磁芯件的 2.0nm 或更小的平均粗糙度 Ra 并移除研磨残留层。

8. 根据权利要求 7 的磁头制造方法, 其特征在于抛光中的第二步研磨期间金刚石研磨粒子的平均粒径是 0.5 $\mu$ m 或更小。

9. 根据权利要求 4 或 5 的磁头制造方法, 其特征在于多晶非磁性陶瓷用至少由原材料 A 和原材料 B 组成的初始粉末来制成, 原材料 A 作为在加热期间进行扩散的扩散成分, 原材料 B 作为在加热期间扩散成分向其中进行扩散的成分, 并且所述陶瓷通过粉末冶金方法制得, 原材料 A 的平均粒径大于原材料 B 的平均粒径。

10. 根据权利要求 9 的磁头制造方法, 其特征在于原材料 A 的平均粒径是原材料 B 的平均粒径的 2 倍或更大。

11. 根据权利要求 9 的磁头制造方法, 其特征在于, 原材料 A 与 B 是不同的, 原材料 A 是从 CaO、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、MnO、NiO、MgO 和/或上述氧化物的衍生物中选择的至少一种, 原材料 B 是从 TiO<sub>2</sub>、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、SiO<sub>2</sub>、C 和/或上述氧化物和元素的衍生物中选择的至少一种。

## 磁头及其制造方法

### 技术领域

本发明涉及相对于磁记录介质如软盘、硬盘等用作接触型或浮动型结构的磁头的改进。本发明的特征在于带有细小的不规则突起的表面是通过应用具有所需成分的蚀刻溶液进行化学蚀刻而不改变通过抛光完成的磁芯件的光滑表面的性能而形成的，其中包括多晶非磁性陶瓷的滑动件中面对磁记录介质的支承表面的表面处只有突起的顶端几乎是一个平面。本发明提供一种磁头和高生产率的磁头制造方法，期望用它得到对磁记录介质不产生损害的滑动性能的改进并且保持磁芯件的光滑表面，没有电磁性能的恶化。

### 背景技术

除了传统的记录容量的软盘外，作为改进的记录介质的结果，大容量高密度软盘正被使用，并且正在开发超过 100MB 的大容量软盘。

支承表面的镜面光洁度对过去用在 FD 驱动器中的接触型磁头的电磁性能是很重要的，但是当使用时，由于记录介质的旋转负载增加会出现问题，可以看见吸附现象等。为了防止这种吸附等，（粘附），必须提高驱动扭矩。但是，因为目前为省电正使用低扭矩马达，上述问题变得越来越严重。

多晶非磁性陶瓷如  $\text{CaO-TiO}_2$  体系、 $\text{AlTiC}$  体系、 $\text{MnO-NiO}$  体系、 $\text{CaTiO}_3\text{-NiO}$  体系、 $\text{CaO-MgO-TiO}_2$  体系、 $\text{CaO-MgO-TiO}_2\text{-SiO}_2$  体系、 $\text{CaO-MgO-TiO}_2\text{-SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3$  体系等正被用于当今的磁头的滑动件以响应于密度的提高而提高电磁性能。

而且，具有一种结构从而在盘高速旋转时并被用于硬盘驱动器等中时飘浮起来的面对浮动型磁头的盘的支承表面必须具有高准确度的镜面光洁度，并且必须保证它的浮动性能。但是，在镜面光洁度更完美时出现了在驱动停止时互相接触的盘和磁头的支承表面之间的吸附现象或所谓

的滑动性能问题，结果磁头的 CSS 性能被降低。

简言之，如果支承表面，即磁头的面对记录介质的表面被抛光到一种程度使得原来过程中产生的研磨残留层全部被移除，在接触时就有上述吸附等问题。

各种结构，如磁芯件被插入滑动件的结构或磁芯件被附接或埋置于滑动件的结构被用于磁头结构。为了实现良好的电性能和滑动性能的目的，所有传统结构使用下面的两个方法来防止上述吸附问题等。即，已经使用的方法是滑动件的支承表面和面对磁记录介质的磁头的磁芯件同时被抛光到在[它们]被抛光到镜面光洁度时不发生上述吸附问题的一种程度，或者是在上述抛光到镜面光洁度后仅使滑动件的支承表面粗糙化到一定程度。

在包括氧化铝和氧化钛的陶瓷滑动件上实施反应离子蚀刻以除去钛成分并且产生凹坑的该方法公开在日本专利 No. 63-55157 中。但是，除了蚀刻环境需要特定的真空环境并且需要特殊的设备这一事实外，非磁性陶瓷材料的所述离子蚀刻还有生产过程时间长生产率低的问题。

而且，日本专利 No. 04-34203 提出一种方法，从而一旦由 Mn-Zn 铁氧体或 Ni-Zn 铁氧体制成的滑动件的支承表面被抛光到镜面光洁度，实施反应离子蚀刻以获得需要的粗糙表面。而且，日本专利申请公开 No. 02-276074 公开一种方法，从而在由 Mn-Zn 铁氧体制成的滑动件的滑动表面已经达到镜面光洁度后，实施反溅射以得到 50 到 100Å 深的凹坑。但是，这种方法不能被用在多晶非磁性陶瓷材料上，并且有上述的生产过程时间长和生产率低的问题。

日本专利特许公开 No. 02-310869 公开一种方法，从而由磁性陶瓷如 Mn-Zn 铁氧体、Ni-Zn 铁氧体等制成的滑动件的支承表面用盐酸蚀刻溶液被粗糙化。由于滑动件和磁芯件均被粗糙化，这种方法由于得到研磨残留层而出现问题，在磁芯连接时产生缺陷和刮伤，导致磁性能恶化，并且花费时间来在磁芯连接处进行对齐，导致低的生产效率。

而且，日本专利申请公开 No. 08-36852 公开一种方法，从而由非磁性陶瓷如  $\text{CaTiO}_3$  或  $\text{AlTiC}$  等制成的滑动件的支承表面用包括氧化剂和酸或

氧化剂和碱的含水蚀刻溶液处理，从而该支承表面被粗糙化，同时不侵蚀具有镜面光洁度的磁芯件。

使用简单的装置，从而用包括氧化剂和酸或氧化剂和碱的含水溶液蚀刻的上述方法得到良好的生产率。但是，由于面对所获得的磁记录介质的支承表面具有带有不规则突起的粗糙表面，这些不规则突起具有尖锐的峰和深陷的缺口，这些突起的顶端是尖锐的峰，会出现磁记录介质容易被损坏的问题，并且没有获得足够的空气流动的良好滑动性能的改进是不合乎需要的。尤其，出现由包括氧化剂和酸或氧化剂和碱的含水溶液构成的蚀刻溶液溶解非磁性陶瓷成分的问题，从而蚀刻性能容易饱和。

#### 发明内容

本发明的目的旨在提供具有良好的电磁性能和滑动性能的磁头。而且，本发明的另一个目的是直到原来过程产生的研磨残留层全部被移除时给面对磁记录材料的支承表面提供镜面光洁度，并且然后仅在滑动件的面对磁记录介质的支承表面处形成带有细小不规则突起的表面以得到改变通过抛光已经抛光完成的上述磁芯件的光滑表面的性能好的空气流动路径。本发明的另一个目的是提供一种磁头和良好的生产效率的磁头的生产方法，由于已经形成的带有细小不规则突起的表面不损坏磁记录介质，用这种方法可实现对滑动性能的改进和对磁性能的改进。

发明人感到在滑动期间在记录介质和磁头之间必须具有良好的空气流动才能改进滑动性能。他们还感到为实现这种良好的空气流动，必须在滑动件的支承表面处在深度方向上改进横截面的形状。因此，他们感到尽管相对于磁记录介质形成带有传统磁头的滑动件的不规则突起的粗糙表面的突起的顶端是与接下来的深陷的缺口相关的尖锐的峰，这些突起的顶端应几乎是一个平面。

本发明的第一方面提供了一种磁头，具有磁芯件和由多晶非磁性陶瓷制成的滑动件，其中所述多晶非磁性陶瓷具有至少两个不同蚀刻性能的化合物相，所述磁芯件的面对磁记录介质的支承表面的是中心线平均粗糙度  $R_a$  为 3.0nm 或更小的光滑表面，滑动件的面对磁记录介质的支承表面采用带有细小不规则突起的表面，并且各个突起的顶端几乎是平面，该支承表面的中心线平均粗糙度  $R_a$  超过 3.0nm，并且各个突起的顶端的

表面的平均直径  $D_a$  为  $2 - 10\mu\text{m}$ ，磁芯件表面的高度与滑动件每个突起顶端的平面高度处于同一表面，各个突起的顶端表面的总的表面面积与滑动件的支承表面的总的表面面积的比率  $S_a$  为  $10\% - 70\%$ 。

本发明的第二方面提供了一种磁头制造方法，包括以下步骤：

提供一个具有磁芯件和由多晶非磁性陶瓷制成的滑动件的磁头，其中所述多晶非磁性陶瓷具有至少两个不同蚀刻性能的化合物相，

使所述滑动件面对磁记录介质的支承表面与一种由氧化剂，酸和碱形成的蚀刻水溶液接触从而在该支承表面提供细小不规则的突起，并且各个突起的顶端几乎是平面，所述磁芯件的面对磁记录介质的支承表面的是中心线平均粗糙度  $R_a$  为  $3.0\text{nm}$  或更小的光滑表面，滑动件面对磁记录介质的支承表面的中心线平均粗糙度  $R_a$  超过  $3.0\text{nm}$ ，并且各个突起的顶端的表面的平均直径  $D_a$  为  $2 - 10\mu\text{m}$ ，磁芯件表面的高度与滑动件每个突起顶端的平面高度处于同一表面，各个突起的顶端表面的总的表面面积与滑动件的支承表面的总的表面面积的比率  $S_a$  为  $10\% - 70\%$ 。

本发明的第三方面，提供了一种磁头制造方法，包括以下步骤：

提供一个具有磁芯件和由多晶非磁性陶瓷制成的滑动件的磁头，其中所述多晶非磁性陶瓷具有至少两个不同蚀刻性能的化合物相，

使所述滑动件面对磁记录介质的支承表面与一种蚀刻溶液和螯合试剂接触从而在该支承表面提供细小不规则的突起，并且各个突起的顶端几乎是平面，所述磁芯件的面对磁记录介质的支承表面的是中心线平均粗糙度  $R_a$  为  $3.0\text{nm}$  或更小的光滑表面，滑动件面对磁记录介质的支承表面的中心线平均粗糙度  $R_a$  超过  $3.0\text{nm}$ ，并且各个突起的顶端的表面的平均直径  $D_a$  为  $2 - 10\mu\text{m}$ ，磁芯件表面的高度与滑动件每个突起顶端的平面高度处于同一表面，各个突起的顶端表面的总的表面面积与滑动件的支承表面的总的表面面积的比率  $S_a$  为  $10\% - 70\%$ 。

发明人进行各种蚀刻溶液成分的研究，这将可能形成带有细小不规则突起的表面，其中为形成好的空气流动路径，滑动件的支承表面的突起的顶端几乎是平面，结果他们发现在材料是至少 2 个化合物相的混合物如  $\text{CaO-TiO}_2$  多晶非磁性陶瓷时蚀刻性能在相之间变化。

发明人进行进一步的研究，发现如果蚀刻溶液是包括氧化剂和碱的含水溶液，滑动件的支承表面中的突起的顶端将是尖锐的峰，磁芯的连接被包括氧化剂和酸的含水溶液腐蚀，但是，突起的顶端可制成几乎是平面，并且通过抛光已经完成的磁芯件的表面不被由包括氧化剂和酸和碱的含水溶液的蚀刻液体改变。

发明人发现由于在支承表面等处滑动件和磁记录介质之间的吸附问题可通过本发明的上述蚀刻解决，可能提供所述支承表面更高的镜面光洁度并且完全移除磁芯件的研磨残留层来改进磁头的性能。

即，本发明的特征在于由多晶非磁性陶瓷，尤其是由至少2种或更多不同蚀刻性能的化合物相制得的多晶非磁性陶瓷构成的滑动件的面对磁记录介质的支承表面在支承表面与磁芯件一起被抛光到镜面光洁度后用由包括氧化剂和酸和碱的含水溶液构成的蚀刻液体蚀刻到一种程度，从而磁芯件上研磨残留层可完全被移除。

本发明可能由上述蚀刻得到特殊表面改形，即，形成由带有细小不规则突起的表面制成的支承表面，其中滑动件中的突起的顶端几乎是平面，但保持磁芯件的镜面光洁度并实现良好的电磁性能和滑动性能。

为有效进行上述化学蚀刻发明人进行进一步的研究，并且集中在蚀刻并非简单的陶瓷与各种化学品之间的反应而是几个平行的反应这一事实，他们感到仅促进有效反应并禁止那些不必要或具有相反作用或干扰有效反应体系的反应对提高蚀刻化学反应速率、把反应中的波动降低到最小和使反应稳定是必不可少的。

因此，作为蚀刻溶液成分的各种研究的结果，发明人发现当使用含有要求数量的螯合剂，并且在蚀刻期间产生的阳离子将捕集在溶液中（螯合）的蚀刻溶液（该溶液为所述陶瓷的特殊的表面改形而选择）时，所需的表面改形的产生效率被改进，并且这种蚀刻反应可被控制。

而且，为利用作为至少2种类型化合物相组成的混合物的上述材料的相之间在蚀刻性能上存在不同这一事实更有效地使带有不规则突起的粗糙表面的各个突起的顶端几乎成为平面，发明人研究了适当的陶瓷。结果，他们发现通过控制各个原材料：将扩散的扩散成分和在预焙烧和烧

结期间（如由粉末冶金技术生产陶瓷所需的那样）扩散成分将在其中扩散的成分的平均粒径，可获得至少 2 种带有不同蚀刻性能的化合物相的混合物的陶瓷，并制造所要求的磁头。

即，本发明是一种生产磁头的方法，其特征在于通过由传统粉末冶金方式构成的生产方法，即包括混合、预焙烧、破碎、压制、烧结等的过程，非磁性陶瓷从开始的粉末制得，该粉末由至少作为在加热期间扩散的扩散成分的原材料 A 和作为在加热期间扩散成分将扩散进入其中的成分的原材料 B 构成，其中原材料 A 的平均粒径大于原材料 B 的，优选地为其 2 倍或更大，通过粉末冶金将上述原料制成用于磁头的滑动件的陶瓷。

#### 附图简要说明

图 1A 是表示本发明的磁头结构的示例的剖面图，图 1B 是轮廓图；

图 2 是本发明的磁头的滑动件的支承表面的表面状态从顶端看的 AFM 显微照片；

图 3 是表示沿图 2 的表面中心线的轮廓状态的表面高度的曲线；

图 4 是表示传统磁头的滑动件的支承表面的表面状态的顶端看去的 AFM 显微照片；

图 5 是表示在图 4 的表面的中心线处的表面轮廓状态的表面高度的曲线。

#### 实施本发明的最佳方案

任何磁芯件和滑动件面对磁记录介质的传统结构，如被组装来使得磁芯件被插入滑动件的结构、滑动件被附接在特定位置的结构等都可被用于本发明的磁头结构，并且磁芯件也根据上述结构和滑动件材料等的需要来选择。

当描述制造磁头的过程的示例时，在图 1A 中的磁头的块状滑动件 1 的滑动面 2 中制作所需的缺口或孔，并且按要求组装的磁芯件 3 用固定剂 4 被固紧到这些缺口或孔的内部，从而可以看到面对记录介质的磁芯件的表面。

当滑动件 1 和磁芯件 3 被完全固紧在一起时，研磨支承表面 2 以除去

例如 100 到 200  $\mu\text{m}$  的数量, 从而面对记录介质的磁芯件 3 的表面与支承表面 2 同样高。在研磨后, 使用相对大的粒径的金刚石研磨粒子作为游离研磨粒子来实施粗研磨以除去 10 到 50  $\mu\text{m}$  的数量, 然后使用细小金刚石研磨粒子作为游离研磨粒子进行终研磨以除去例如几个  $\mu\text{m}$  的数量。结果, 把产品最终抛光到一表面粗糙度, 即, 3.0nm 或更小的平均粗糙度 Ra。然后使用本发明实施化学蚀刻。任何传统的方法可被用于本发明的支承表面的研磨和抛光。例如, 使用金刚石研磨粒子作为游离研磨粒子的研磨和抛光、机械化学抛光、使用细小金刚石研磨粒子作为静止研磨粒子的带抛光、镜面抛光如电解抛光等可被使用。

而且, 使用金刚石粒子作为游离粒子的研磨使用简单的设备并且具有良好的工作准确性和效率。使用 2-6  $\mu\text{m}$  的平均粒径来进行首先的粗研磨, 使用 0.5  $\mu\text{m}$  或更小的优选为 0.15  $\mu\text{m}$  或更小的平均粒径来进行终研磨。

磁芯件的平均粗糙度 Ra 应被终抛光到 3.0nm 或更小, 优选是 2.0nm 或更小, 进一步优选是 1.0nm 或更小, 这是因为在原来的过程中形成的研磨残留层有可能保留下来。即, 在抛光后表面粗糙度 Ra 将被终抛光到 0.1-2.0nm, 原来的过程的研磨残留层完全被移除。

上述由至少带有不同蚀刻性能的 2 相或多相构成的多晶非磁性陶瓷被用于作为本发明的主题的磁头的滑动件, 并且因此, 在带有细小不规则突起的所需表面用化学蚀刻制造时, 在支承表面中各个突起的顶端可制成几乎是平面。

多晶非磁性陶瓷如 CaO-TiO<sub>2</sub> 体系、AlTiC 体系、MnO-NiO 体系、CaTiO<sub>3</sub>-NiO 体系、CaO-MgO-TiO<sub>2</sub> 体系、CaO-MgO-TiO<sub>2</sub>-SiO<sub>2</sub> 体系、CaO-MgO-TiO<sub>2</sub>-SiO<sub>2</sub>-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 体系等可被用于作为本发明的主题的磁头的滑动件。

而且, 优选的滑动件, 即由至少带有不同蚀刻性能的 2 相或多相构成的多晶非磁性陶瓷, 是用于磁头的滑动件的陶瓷, 该磁头是通过按需要控制具有随加热而扩散的扩散成分的原材料 A 的平均粒径和作为扩散成分随加热而扩散到那里的成分的原材料 B 的平均粒径应用粉末冶金而产生的。

CaO、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、MnO、NiO、MgO 和/或上述氧化物的衍生物中的一种、两

种或多种可被用于滑动件的陶瓷的具有随加热而扩散的扩散成分的原材料 A,  $\text{TiO}_2$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{SiO}_2$ 、C 和/或上述氧化物和元素的衍生物中的一种、两种或多种可被用于具有扩散成分随加热而扩散到那里的成分的原材料 B (假设原材料 A 与 B 是不同的)。

对本发明而言, 氧化物和元素的衍生物可以是任何化合物, 只要例如在 CaO 的情况下, CaO 是通过加热如  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 、 $\text{CaCO}_3$ 、 $\text{CaSO}_4$  等产生的, 并且不对上述陶瓷的最终成分产生任何影响。

例如, 在其最终成分是 CaO 和  $\text{TiO}_2$  的 CaO- $\text{TiO}_2$  陶瓷中可出现几种类型的化合物, 并且在通过 CaO 经 CaO 晶粒与  $\text{TiO}_2$  晶粒接触的接触点向  $\text{TiO}_2$  侧的单向扩散的粉末冶金方式的预焙烧和烧结过程期间可促进产生这些化合物的反应。根据  $\text{TiO}_2$  晶粒内 CaO 的浓度梯度连续产生化合物。但是, 生产状态受在粉末冶金方式的混合过程期间 CaO 和  $\text{TiO}_2$  的混合状态和这几种类型的化合物的热力学稳定性的影响。

通过上述结构, 估计如果  $\text{TiO}_2$  的粒径小于 CaO 的粒径, 若没有相对多的  $\text{TiO}_2$  晶粒, 将有很多不与 CaO 晶粒接触的  $\text{TiO}_2$  晶粒, 结果扩散成分 CaO 将经这些  $\text{TiO}_2$  晶粒扩散, 上述浓度梯度在接触点处是不连续的, 因此上述许多  $\text{TiO}_2$  晶粒的每一个的 CaO 浓度将具有分级结构, 从而这种 CaO- $\text{TiO}_2$  陶瓷的几个化合物将容易表现为各个独立的晶粒。

换言之, 当 CaO, 即包括扩散成分的原材料 A 的粒径较大, 优选比  $\text{TiO}_2$ , 即包括扩散成分将扩散到那里的成分的原材料 B 的粒径大 2 倍或多倍时, 由几种化合物的相组成的晶粒形成在 CaO- $\text{TiO}_2$  陶瓷中, 这些化合物相的每一个理论上将具有不同的蚀刻性能。

用于磁头的滑动件的陶瓷, 其中由几种类型的化合物的晶粒制成的相被混合, 如前面所述来获得, 并且由于几个化合物相因其化学键的稳定性而具有不同的蚀刻性能, 当这种陶瓷被用于滑动件并进行已经达到镜面光洁度的滑动表面的蚀刻时, 可容易地形成带有不规则突起的粗糙表面, 该不规则突起中各个突起的顶端几乎是平面。因此, 在滑动件和磁头记录介质彼此面对的支承表面处滑动期间有良好的空气流动, 可实现用于滑动件的陶瓷的改进的滑动性能。

对本发明而言，上述原材料 A 是扩散成分，并且其扩散到接收扩散成分的成分的晶体原材料 B 中，并且因此原材料 B 的晶粒通过这种数量的扩散而变大。由于这种效果对更小的原材料 B 的粒径更明显，0.1-10  $\mu\text{m}$  的原材料 B 的粒径就足够获得用于滑动件所需的陶瓷的粒径 1-10  $\mu\text{m}$ 。

在本发明中，例如  $\text{H}_2\text{O}_2$  可用作氧化剂，醋酸 ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ )、甲酸 ( $\text{HCOOH}$ )、硫酸 ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) 等可用作酸，氨 ( $\text{NH}_3$ )、碳酸钠 ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ )、碳酸钾 ( $\text{K}_2\text{CO}_3$ ) 等可用作蚀刻溶液的碱，该蚀刻溶液由包括本发明的氧化剂、酸和碱的含水溶液构成，也可按需要使用用于蚀刻的其它酸和碱的组合。

如果作为蚀刻溶液的氧化剂的过氧化氢的成分比率为 1，含水溶液中以 100% 纯度考虑的酸的优选比率在醋酸的情况下是 0.2-1.2，在甲酸的情况下是 0.1-0.3，在硫酸的情况下是 0.25-0.5，含水溶液中的碱优选比率在氨的情况下是 0.2-1.2，在碳酸钠的情况下是 0.7-3.5，在碳酸钾的情况下是 0.8-4.5。这些成分比率是根据要被蚀刻的材料按需要选择的并根据用于蚀刻的可加入的传统酸碱溶液选择的。

在本发明中，优选化学蚀刻条件根据要被蚀刻的材料、蚀刻溶液的类型和蚀刻溶液的成分比率按需要选择。尤其，上述条件可在面对磁记录介质的滑动件的支承表面处的带有细小不规则突起的表面的各个突起的顶端几乎是平面时根据几乎是平面的必备特性来选择。

即，在滑动件的滑动表面中带有细小不规则突起的表面处该平面不必要是完全的平面，并且可以是平整到一定程度使得滑动性能在不对磁记录介质产生损坏的情况下得到改进。

相对于化学蚀刻后的磁芯的表面粗糙度，终抛光后表面粗糙度 Ra 保持原值例如 0.1-2.0nm。与此对比，滑动件的滑动表面的粗糙度 Ra 超过 3.0nm 并可被控制到 50nm，因此可形成所需要的良好空气流动路径，如图 1B 所示，滑动表面 1 的带有不规则突起的表面中突起 5 的顶端处几乎是平面的平面 6 的高度和磁芯件 3 的表面高度基本处于同一表面上。

在本发明中，当上述滑动件的滑动表面通过化学蚀刻被制成带有细小不规则突起的表面并且各个突起的顶端被制成几乎是平面的表面时，细小不规则突起可依据所用的多晶非磁性陶瓷类型和它的晶体和化合物相

而相对变化。

即，带有细小不规则突起的表面中突起的顶端几乎是平面，如示例所示，整个表面的平均中心线粗糙度  $R_a$  (nm) 可依据陶瓷类型和它的晶体和化合物相而相对变化，从而可看到各种形态，如上述突起顶端的表面是一个平面、而一个或两个侧边是弯曲的，整个顶端表面向一侧倾斜，顶端表面中的一部分或全部又有更细小的不规则突起之处等。

在任何情况中，带有细小不规则突起的表面的突起的顶端中的上述倾斜和缺口是整个高度的  $1/2$  或更少，优选是整个高度的  $1/3$  或更少。而且，各个突起的顶端的表面的总的表面面积与滑动件的滑动表面的总的表面面积的比率  $S_a$  应处于  $10\%—70\%$  的范围内，而突起的各个顶端的端部的平均直径应处于  $1—10\mu\text{m}$  的范围内。

在本发明中，如果各个突起的顶端的表面的总的表面面积与滑动件的滑动表面的总的表面面积的比率  $S_a$  小于  $10\%$ ，将有可能使磁头施加于磁记录介质的压力在很窄的表面面积内被集中，磁记录介质将被损坏，而如果比率超过  $70\%$ ，空气流动路径变窄，很小空气流动路径，从而空气流动变差。因此上述范围之外的  $S_a$  是不希望的，优选的比率是  $15\%—50\%$ 。

通过本发明，如果突起的顶端的表面处平均直径  $D_a$  小于  $1\mu\text{m}$ ，不能获得有效的平面表面并且顶端将成为损坏磁记录介质的尖锐的峰，而如果该直径超过  $10\mu\text{m}$ ，端面形状将多样化，流动路径和空气流动中会产生波动。因此上述范围之外的  $D_a$  是不希望的，优选的  $D_a$  是  $2—7\mu\text{m}$ 。

而且，在本发明中，通过用螯合试剂捕集溶液中蚀刻所产生的阳离子并实施刻蚀提高所需表面改形的效率。因此，刻蚀溶液根据表面改形的目的而从包含氧化剂的溶液、包含氧化剂和酸的溶液、包含氧化剂和碱的溶液以及包含氧化剂、酸和碱的溶液等中选择。蚀刻溶液和螯合试剂的这些溶液可用作陶瓷表面改形的作用剂。

根据发明人进行的实验，蚀刻溶液和蚀刻溶液中化学品如氧化剂、酸、碱等的比率应为化学品/蚀刻溶液 =  $1 \times 10^{-2}$  到  $1$  (重量比) 的数量，或者螯合试剂和蚀刻溶液的比率应在螯合试剂/蚀刻溶液 =  $1 \times 10^{-5}—10 \times 10^{-1}$  (摩尔浓度  $M$ ) 的数量的范围内选择。

由本发明的蚀刻溶液和螯合试剂构成的表面改形剂可通过按需要简单地控制化学成分并按需要摇动和混合化学成分而不必要提高处理温度或提高浓度来获得。

通过本发明，考虑包括讨论中的陶瓷的成分、表面改形的条件和程度、使用的蚀刻溶液、蚀刻条件等的各种条件按需要从各种化学物质中选择螯合试剂。例如下面的化学药品与金属原子形成螯合剂：

乙酰丙酮

乙二胺四乙酸 (EDTA) 和碱金属盐

2, 2', 2''-三吡啶

新钍试剂 (Neothorin)

亚硝基苯胍胺盐 (铜铁灵)

二乙基二硫代氨基甲酸和碱金属盐

钍试剂 (也称为 Thoron)

4, 7-二苯基-1, 10-菲咯啉 (红菲绕啉)

Bismuthiol II

1, 10-菲咯啉

berrilon II

8-羟基喹啉

次氨基三乙酸和碱金属盐

环己二胺四乙酸 (CyDTA) 和碱金属盐

N-氧乙基乙二胺三乙酸 (HEDTA) 和碱金属盐

乙二醇二(β-氨基乙醚)四乙酸 (GEDTA) 和碱金属盐

乙二胺四丙酸 (EDTP) 和碱金属盐

### 实施例 1

在 50 度下在已经被抛光到镜面光洁度的 CaO-MgO-TiO<sub>2</sub> 滑动件上应用具有包含过氧化氢、氨和醋酸并且以 100% 纯度算比例为 1:1:0.25 的含水溶液的成分的蚀刻溶液实施 3 分钟的化学蚀刻。确定在蚀刻处理之前和之后的中心线的平均粗糙度 Ra (nm)。

而且，为评估带有滑动件的磁头的滑动性能，使磁头与磁记录介质接

触，并且确定开始扭矩来证实开始扭矩  $T$  的降低，即，使用扭矩驱动器改进滑动性能。结果如表 1 所示。

### 比较例 1

而且，作为比较，在 50 度温度下应用具有包含过氧化氢和氨气并且以 100%纯度算比例为 10:1 的含水溶液的成分的蚀刻溶液实施 3 分钟的化学蚀刻。类似地确定中心线的平均粗糙度  $R_a$  (nm) 和开始扭矩  $T$  并将之示出于表 1 中。

另外，用 AFM (数字设备公司制造的内原子力显微镜 NanoScope 3) 检查支承表面的表面状态并且在该中心线的方向上确定的长度  $L$  的部分从作为结果得到的粗糙度曲线抽样。该样本的中心线用作  $X$  轴，并且它的轴向振幅用作  $Y$  轴。当粗糙度曲线以函数  $y=f(x)$  表示时，中心线的平均粗糙度  $R_a$  (nm) 以下面公式表示。而且，突起的各个顶端的总的表面面积与滑动表面的总的表面面积的比率  $S_a$  和突起的顶端的表面的平均直径  $D_a$  应用 AFM 确定。确定结果如表 1 所示。

$$R_a = \frac{1}{L} \int_0^L |f(x)| dx$$

### 实施例 2

在 30 度下在已经被抛光到镜面光洁度的  $\text{CaO-TiO}_2$  滑动件上应用具有包含过氧化氢、氨气和甲酸并且以 100%纯度算比例为 1:0.25:0.20 的含水溶液的成分的蚀刻溶液实施 3 分钟的化学蚀刻。如实施例 1 一样确定中心线的平均粗糙度  $R_a$  (nm)。带有滑动件的磁头与磁记录介质接触，并且使用扭矩驱动器确定开始扭矩  $T$ 。结果如表 1 所示。

表 1

	$R_a$ (nm)	$T$ (g · cm)	$D_a$ ( $\mu$ m)	$S_a$ (%)
未处理	1.0	180	—	—
比较例 1	4.4	130	0.8	10
实施例 1	4.1	100	4.0	30
实施例 2	3.9	100	3.0	45

### 实施例 3

应用  $\text{CaO-MgO-TiO}_2$  非磁性陶瓷作为滑动件并且  $\text{Mn-Zn}$  磁性材料作为

磁芯件来组装图 1A 所示的磁头 4, 并且然后实施应用细小金刚石研磨粒子 ( $3\mu\text{m}$  的平均粒径) 作为游离研磨粒子的粗研磨以及应用细小金刚石研磨粒子 ( $0.5\mu\text{m}$  的平均粒径) 作为游离研磨粒子进行的终研磨。使中心线的平均粗糙度  $Ra(\text{nm})$  为  $2.0\text{nm}$ 。

在  $50$  度的温度下在已经得到的磁头上应用具有包含过氧化氢、氨和醋酸并且以  $100\%$  纯度算比例为  $1:1:0.25$  的含水溶液的成分的蚀刻溶液实施  $5$  分钟的化学蚀刻。

确定在蚀刻处理之前和之后的中心线的平均粗糙度  $Ra(\text{nm})$ , 而且, 为评估带有滑动件的磁头的滑动性能, 使磁头与磁记录介质接触, 并且使用扭矩驱动器确定开始扭矩  $T$ 。结果如表 2 所示。

#### 比较例 2

作为比较, 通过保持陶瓷在  $50$  度温度下应用具有包含过氧化氢和氨并且以  $100\%$  纯度算比例为  $10:1$  的含水溶液的成分的蚀刻溶液实施  $5$  分钟的化学蚀刻。类似地确定中心线的平均粗糙度  $Ra(\text{nm})$  和开始扭矩  $T$  并将之示出于表 2 中。中心线的平均粗糙度  $Ra(\text{nm})$  的确定与实施例 1 中的方法相同。

表 2

	磁芯件 $Ra(\text{nm})$	滑动件 $Ra(\text{nm})$	$T(\text{g} \cdot \text{cm})$	$Da(\mu\text{m})$	$Sa(\%)$
未处理	2.0	2.0	170	-	-
比较例 2	2.0	4.6	130	0.8	10
实施例 3	2.0	7.6	90	4.0	35

通过实施例 3 与比较例的对比, 表 2 证实降低了开始扭矩  $T$ , 即, 滑动性能改进了。

而且, 实施例 3 和比较例中的样品用 AFM 进行观察, 对于实施例 3 在图 2 和 3 中表示出表示表面状态 (图中条带的垂直跨度是  $10\mu\text{m}$ ) 的顶表面的显微形态和表示表面中心线 (该垂直宽度的中心) 的轮廓状态的表面高度形貌, 而对于比较例则在图 4 和 5 中表示这些。实施例 3 的表面从平面岛 (残留突起) 之间的沟槽得到, 并且很明显岛的平整度和各个

岛的高度是很均匀的。另一方面，很清楚比较例在小岛之间有很宽间隔，并且有许多具有尖锐的峰的小岛，尖锐的峰的高度是不均匀的。

#### 实施例 4

应用用于滑动件的 CaO-TiO<sub>2</sub> 非磁性陶瓷及用于磁芯件的 Mn-Zn 磁性材料来组装图 1A 所示的磁头 4，并且实施应用细小金刚石研磨粒子（3 μm 的平均粒径）作为游离研磨粒子的初步研磨以及应用具有表 3（平均粒径）中的粒径的细小金刚石研磨粒子作为游离研磨粒子进行的终研磨。

然后在 50 度的温度下在已经得到的磁头上应用具有包含过氧化氢、氨和醋酸并且以 100%纯度算比例为 1:0.5:0.2 的含水溶液的成分的蚀刻溶液实施 3 分钟的化学蚀刻。化学蚀刻之后的 Ra (nm) 如表 3 所示。

而且，为了比较，没有被蚀刻的未处理样品和在上述终研末后应用金刚石研磨粒子传统粗糙化处理的样品表示于表 3 中。

通过本发明的化学蚀刻方法，磁芯的支承表面在蚀刻后保持与蚀刻前同样的表面粗糙度，滑动件的支承表面蚀刻后的表面粗糙度仅在实施例 4-1 到 4-3 中提高了，而形成在滑动件的滑动表面上带有细小不规则突起的表面的突起的顶端处的几乎是平面。

表 3

	金刚石研磨粒子 平均粒径 (μm)	磁芯件 Ra (nm)		滑动件 Ra (nm)	
		蚀刻前	蚀刻后	蚀刻前	蚀刻后
实施例 4-1	0.15	0.5	0.5	0.5	8.0
实施例 4-2	0.3	1.0	1.0	1.0	8.0
实施例 4-3	0.5	2.0	2.0	2.0	8.0
未处理样品	0.5	2.0		2.0	
传统粗糙样品	3	6.0		6.0	

#### 实施例 5

实施例 4 得到的磁头的滑动性能与磁性能（输出、分辨率）被确定并表示在表 4 中。实施例 4-1 到 4-3 中的所有磁头具有与不蚀刻的未处理样品相同的或更好的电特性，并且滑动性能都比未处理的传统地粗糙化

的样品显著地改进了。

表 4

	输出 (%)	分辨率 (%)	开始扭矩 (g·cm)
例 4-1	105	105	90
例 4-2	103	103	90
例 4-3	100	100	90
未处理样品	100 (参考)	100 (参考)	170
传统粗糙样品	95	93	100

### 实施例 6

在 50 度温度下应用由表 5 中的蚀刻溶液和表 6 中的螯合剂构成的表面改形剂对表 5 中的已经被抛光到镜面光洁度的陶瓷实施 5 分钟的表面改形。为了评估表面改形程度，表面改形之前和之后的中心线平均粗糙度 Ra(nm)表示于表 6 中。中心线平均粗糙度 Ra(nm)以和实施例 1 相同的方法确定。

### 比较例 3

为了比较，在除了改形剂中不包含螯合剂这一点外实施与实施例 6 相同的处理时，确定 Ra(nm)并将其表示在表 5 中。这里表中的 0 表示表面改形之前，●表示比较例。蚀刻溶液是包含各种化学品的含水溶液，并且制备来使得包含溶液的化学品以纯度 100%算处于括号内所示的成分比率。螯合剂的成分比率和使用的化学品及蚀刻溶液一样在括号中表示。

从表 5 中明显看到带有本发明的包含螯合试剂的表面改形剂使 Ra 与仅带有蚀刻溶液的表面改形相比，即与比较例的 Ra 相比，有明显的改进。

表 5

序号		陶瓷材料	蚀刻溶液
6-1	0	CaO-MgO-TiO <sub>2</sub> 陶瓷	
6-2	●	CaO-MgO-TiO <sub>2</sub> 陶瓷	过氧化氢 (1)、醋酸 (0.3)、氨 (0.8)
6-3		CaO-MgO-TiO <sub>2</sub> 陶瓷	过氧化氢 (1)、醋酸 (0.3)、氨 (0.8)
6-4		CaO-MgO-TiO <sub>2</sub> 陶瓷	过氧化氢 (1)、气 (0.5)

表 6

序号		螯合剂*	蚀刻溶液
6-1	0	—	0.8
6-2	●	—	5.0
6-3		Bismuthiol II (1/5000) (C <sub>8</sub> H <sub>5</sub> KN <sub>2</sub> S <sub>3</sub> )	12.5
6-4		柠檬酸 (1/20)	11.0

### 实施例 7

平均粒径为 3.5 μm 的 40 重量份的碳酸钙和平均粒径为 4.0 μm 的 4 重量份的碳酸镁作为包括扩散成分的原材料 A，平均粒径为 0.8 μm 的 46 重量份的碳酸钛作为包括扩散成分向那里扩散的成分的原材料 B，称出它们，然后由粉末冶金方式通过混合、预焙烧、破碎模压及烧结制成 CaO-MgO-TiO<sub>2</sub> 陶瓷。此时主要产品和它们的数量被表示于表 7。

而且，一旦上述陶瓷的指定表面被抛光到镜面光洁度，在 50 度温度下应用具有包含过氧化氢、氨和醋酸并且以 100% 纯度算成分比例为 1:1:0.25 的含水溶液的成分的蚀刻溶液实施 3 分钟的化学蚀刻。

应用 AFM (数字设备公司制造的内原子力显微镜 NanoScope 3) 检查滑动表面的表面状态并且确定各个突起的顶端的表面的总的表面面积与支承表面的总的表面面积的比率 Sa 和突起的顶端的表面的平均直径 Da。

确定结果如表 7 所示。

#### 比较例 4

平均粒径为  $1.5\mu\text{m}$  的 58 重量份的碳酸钙作为原材料 A，平均粒径为  $1.5\mu\text{m}$  的 42 重量份的碳酸钛作为原材料 B，称出它们，然后由与例 7 同样的粉末冶金方式得到用于滑动件的陶瓷。此时主要产品和它们的数量被表示于表 7。

从表 7 明显看到，本发明的陶瓷使用带有至少两种在蚀刻中具有不同蚀刻性能的化合物相的陶瓷，并且尤其可能使在已经达到镜面光洁度的支承表面中形成的不规则突起表面中的各个突起的顶端几乎是平面并可能在使用  $\text{CaO-MgO-TiO}_2$  陶瓷滑动期间在滑动件和磁记录介质之间获得良好的空气流动，因此在磁记录介质以高速旋转时可实现高密度 FDD 和 HDD 的良好的磁性能和滑动性能。

表 7

产品	产生量 (%)	
	例 7	比较例
$\text{CaTiO}_3$	83	100
$\text{CaTi}_2\text{O}_5$	1	0
$\text{CaTi}_4\text{O}_9$	5	0
$\text{MgTiO}_3$	3	-
$\text{MgTi}_2\text{O}_5$	8	-
Da	5.0	-
Sa	17	-

#### 工业实用性

通过本发明，一旦磁头被组装起来并且磁芯件和滑动件的面对磁记录介质的支承表面已经被抛光到镜面光洁度以使平均粗糙度 Ra 达到例如  $2.0\text{nm}$  或更小，通过用由包含氧化剂、酸和碱的含水溶液构成的蚀刻溶液进行的化学蚀刻，可在滑动件的支承表面处形成带有细小不规则突起的表面，并可能使带有细小不规则突起的表面的各个突起的顶端几乎是平面，而同时在磁芯的已经被抛光并研磨来移除研磨残留层的光滑表面的

特性上没有任何改变。

即，可能在使用本发明的磁头进行滑动期间改进支承表面与磁记录介质之间的空气流动，其中带有细小不规则突起的表面的各个突起的顶端几乎是平面，并且尤其可能在记录介质高速旋转的高密度 FD 驱动器中获得良好的磁性能和滑动性能。

而且，通过控制由在预焙烧和烧结期间扩散的扩散成分和扩散成分按需要扩散到那里的成分组成的原材料的平均粒径并通过粉末冶金将它们制成陶瓷，有可能获得滑动件用的陶瓷，其中该陶瓷中有至少两种不同蚀刻性能的化合物相出现。

因此，几种类型的化合物相的混合的陶瓷由于各个化合物相的化学键的稳定性不同而具有不同的蚀刻性能，并且当已经被抛光到镜面光洁度的支承表面被蚀刻时，可容易形成各个突起顶端几乎是平面的不规则突起粗糙表面，使得在滑动件和磁记录介质彼此面对的滑动表面处滑动期间得到良好的空气流动，并且也使得用于滑动件的陶瓷的滑动性能得到改进。

而且，通过把特定数量的整合剂加入到本发明的蚀刻溶液中并实施蚀刻从而使在蚀刻期间产生的阳离子由整合试剂捕集在溶液中，就能提高想要的表面改形的效率。

图 1A

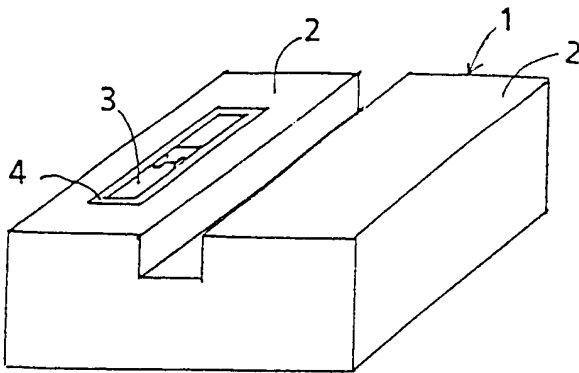


图 1B

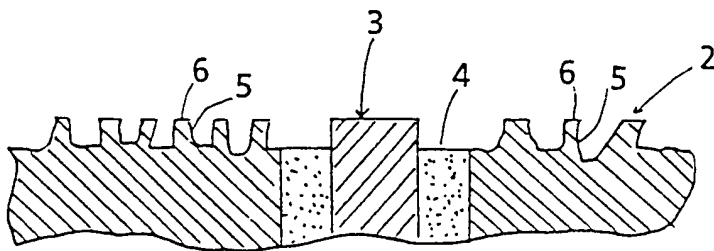


图 2



图 3

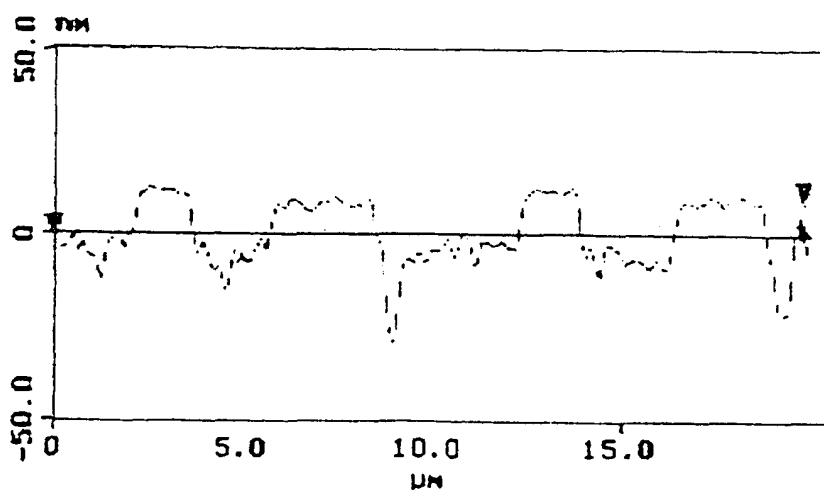


图 4

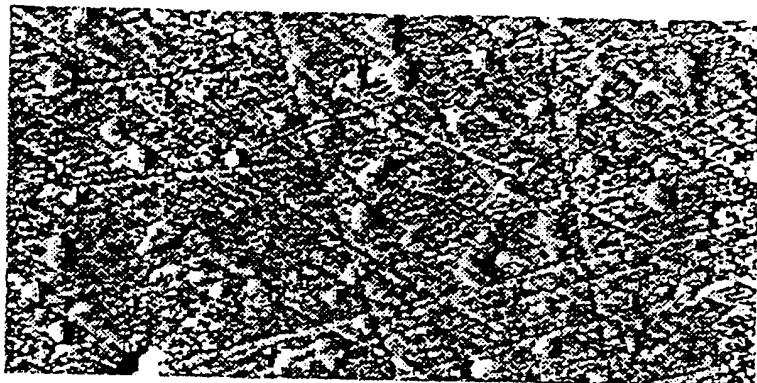


图 5

