[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl[7]
G11B 5/66

[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 200410057792.2

[43] 公开日 2005 年 11 月 16 日

[11] 公开号 CN 1697028A

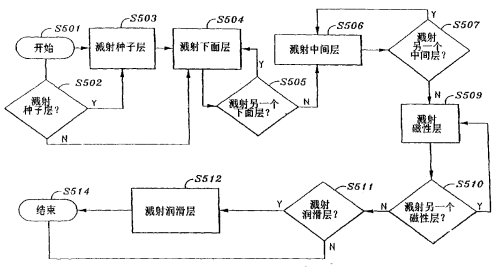
[22] 申请日 2004.8.19
[21] 申请号 200410057792.2
[30] 优先权
[32] 2004. 5.10 [33] US [31] 10/841,556
[71] 申请人 黑罗伊斯有限公司
地址 美国亚利桑那州
[72] 发明人 程远达 史蒂文·罗格·肯尼迪
迈克尔·吉恩·拉辛
[74] 专利代理机构 中原信达知识产权代理有限责任公司
代理人 顾红霞 钟 强

权利要求书 3 页 说明书 13 页 附图 5 页

[54] 发明名称 改善的磁记录介质的晶粒结构

[57] 摘要

一种制造磁记录介质的方法。该方法包括如下步骤：在衬底上面溅射至少第一下面层，其中该第一下面层包括铬基合金，以及在该第一下面层上面溅射至少第一中间层，其中该第一中间包括钴基合金。该方法还包括下述步骤：在该第一中间层上面溅射至少第一上面层，其中该第一上面层包括钴基合金。该第一下面层，该第一中间层和/或该第一上面层中的至少一层掺杂有 X，其中，X 是氧化电位小于 -0.6 电子伏特的金属。该第一下面层，该第一中间层和/或该第一上面层中的至少一层是在有氧的情况下反应性地溅射成的。



ISSN1008-4274

1. 一种磁记录介质，包括：

衬底；

形成在所述衬底上面的至少一个第一下面层，其中，所述第一下面层包括铬基合金；

形成在所述第一下面层上面的至少一个第一中间层，其中，所述第一中间层包括钴基合金；以及

形成在所述第一中间层上面的至少一个第一上面层，其中，所述第一上面层包括钴基合金，

其中，所述第一下面层、所述第一中间层和/或所述第一上面层中的至少一层掺杂有 X 氧化物，且其中 X 是氧化电位小于-0.6 电子伏特的金属。

2. 根据权利要求 1 的磁记录介质，还包括：

形成在所述第一上面层上面的润滑层，所述润滑层包括碳或碳基合金。

3. 根据权利要求 1 的磁记录介质，还包括：

形成在所述衬底和所述第一下面层之间的种子层。

4. 根据权利要求 1 的磁记录介质，其中，所述第一下面层、所述第一中间层和/或所述第一上面层中的至少一层包括少于 4 原子%的 X 氧化物。

5. 根据权利要求 1 的磁记录介质，其中，X 选自下面的一组：Li、Na、K、Ca、Sr、Mg、Sc、Y、La、Ti、Zr、V、Nb 和 Mn。

6. 一种制造磁记录介质的方法，包括如下步骤：

在衬底层上面溅射至少一个第一下面层，其中，该第一下面层包

括铬基合金；

在该第一下面层上面溅射至少一个第一中间层，其中，该第一中间包括钴基合金；以及

在第一中间层上面溅射至少一个第一上面层，其中，该第一上面层包括钴基合金，

其中，该第一下面层、第一中间层和/或第一上面层中的至少一层掺杂有 X，

其中，X 是氧化电位小于-0.6 电子伏特的金属，且

其中，该第一下面层、第一中间层和/或第一上面层中的至少一层是在有氧的情况下反应性地溅射成的。

7. 根据权利要求 6 的制造磁记录介质的方法，还包括下述步骤：

在该第一下面层下、在该衬底上溅射种子层。

8. 根据权利要求 6 的制造磁记录介质的方法，其中，该第一下面层、第一中间层和/或第一上面层中的至少一层包括少于 4 原子％的 X。

9. 根据权利要求 6 的制造磁记录介质的方法，其中，X 选自下面的一组：Li、Na、K、Ca、Sr、Mg、Sc、Y、La、Ti、Zr、V、Nb 和 Mn。

10. 一种制造磁记录介质的方法，包括如下步骤：

在衬底上面溅射至少一个第一下面层，其中，该第一下面层包括铬基合金；

在该第一下面层上面溅射至少一个第一中间层，其中，该第一中间层包括钴基合金；以及

在该第一中间层上面溅射至少一个第一上面层，其中，该第一上面层包括钴基合金，

其中，该第一下面层、第一中间层和/或第一上面层中的至少一层掺杂有 X 氧化物，且其中 X 是氧化电位小于-0.6 电子伏特的金属。

11. 根据权利要求 10 的制造磁记录介质的方法，还包括下述步骤：

在该衬底上溅射种子层。

12. 根据权利要求 10 的制造磁记录介质的方法，其中，该第一下面层、第一中间层和/或第一上面层中的至少一层包括少于 4 原子%的 X 氧化物。

13. 根据权利要求 10 的制造磁记录介质的方法，其中，X 选自下面的一组：Li、Na、K、Ca、Sr、Mg、Sc、Y、La、Ti、Zr、V、Nb 和 Mn。

14. 一种磁记录介质，包括

形成在衬底上面的至少一个第一下面层，其中，所述第一下面层包括铬基合金；

形成在所述第一下面层上面的至少一个第一中间层，其中，所述第一中间层包括钴基合金；以及

形成在所述第一中间层上面的至少一个第一上面层，其中，所述第一上面层包括钴基合金，

其中，所述第一下面层、所述第一中间层和/或所述第一上面层中的至少一层掺杂有 X 氧化物，且其中 X 是氧化电位小于-0.6 电子伏特的金属。

改善的磁记录介质的晶粒结构

技术领域

本发明总的涉及溅射领域，特别是涉及对于采用掺杂有成核氧化物颗粒的薄膜材料的磁记录介质的晶粒结构进行细化。

背景技术

溅射工艺广泛用于各种领域，以提供精确控制厚度的具有原子级光滑表面的薄膜材料沉积，例如涂覆半导体和/或在磁记录介质表面上形成薄膜。在溅射工艺中，阴极溅射靶设置在部分地充有惰性气体的真空室中，并暴露于电场中以产生等离子体。在等离子体中的离子撞击溅射靶的表面，使溅射靶从其表面放射原子。该阴极溅射靶和和要涂覆的阳极表面之间的电位差使放射的原子在衬底表面上形成所希望的薄膜。

在常规的磁记录介质产生期间，薄膜层由多个溅射靶顺序地溅射在衬底上，其中每个溅射靶由不同的材料构成，结果形成薄膜“叠层”形式的沉积。图 1 示出典型的用于常规的磁记录介质的薄膜叠层。在该叠层的基部是非磁性衬底 101，其通常是铝或玻璃。种子层 102，即第一沉积层，通常强制下面层的形状和取向，该下面层通常是铬基合金，例如 CrMo 或 CrTi。包括一层或两个分开的层的中间层 105 形成在下面层 104 的上面，其中，中间层 105 是钴基的并稍具磁性。磁性的上面层 106 可以包括两个或三个分开的层，并设置在中间层 105 的顶上，而碳润滑层 108 形成在上面层 106 的上面。

磁记录介质上单位面积存储数据的量与上面层微结构的大小成反比。微结构的大小对应于薄膜晶粒的大小，其中晶粒是通常包含 20 至 50 个原子的分子的集合。微结构的均匀性，同时也是晶粒的物理

偏析的一个度量标准，也有助于增加数据存储的潜力。

用于细化晶粒尺寸并因而增加磁记录介质的存储潜力的一种已知技术是通过利用在种子层的氧化的晶粒成核位置。如图 2 所示，在衬底上沉积的作为种子层的氧化物颗粒用作随后沉积层的成核位置，减小晶粒尺寸并增加数据存储的潜力。由于溅射靶制造工艺的复杂性，很难向铸造的靶中增加氧化物，因为在熔化和铸造过程中氧化物颗粒从母金属中释出。因此十分需要在衬底上沉积氧化物颗粒薄膜以减小其晶粒大小的另一种技术。

美国专利 6,524,724 和 6,620,531 描述了通过沉积氧化物颗粒薄膜作为下面层下面的种子层以减小在上面层的晶粒尺寸的技术。如图 3 所示，随着附加的薄膜层沉积在氧化物颗粒浓集的种子层上，并随着到种子层的距离增加，附加层上的晶粒尺寸也增大，并且晶粒之间的物理偏析减小。利用这些氧化物颗粒加晶种技术，在下面层的晶粒尺寸可以减小，但是在上面层的晶粒尺寸往往相当大。因此，用于减小晶粒尺寸的现有技术在薄膜叠层的邻近种子层的层上具有有益效果，但是氧化物掺杂入种子层的有益效果在上面层减弱了，而在上面层的晶粒尺寸是关键性的。

因此非常希望提供在上面层具有致密晶粒结构的磁记录介质，以增加潜在的数据存储能力。特别是，希望提供溅射薄膜叠层的方法，其中晶粒结构是受控的并且在薄膜叠层的位于种子层上面的各个层上的晶粒结构是均匀致密的。

发明内容

磁记录介质上单位面积存储的数据量相应于磁性上面层的晶粒密度。虽然成核的氧化物颗粒已经表明能够有效地细化种子层附近的薄膜的微结构，但是存在若干问题。就这一点而言，本发明的目的是消除现有溅射靶和溅射靶制造方法中的缺点，具体说，这些缺点涉及掺

杂有氧化物的薄膜的沉积和磁记录介质的磁性上面层的晶粒的致密化。

根据一方面，本发明是一种磁记录介质。该磁记录介质包括一衬底，以及至少一个形成在该衬底上面的第一下面层，其中，该第一下面层包括铬基合金，如 CrMo 或 CrTi。该磁记录介质还包括：形成在该第一下面层上面的至少第一中间层，其中，该第一中间层包括钴基合金；以及形成在该第一中间层上面的至少第一上面层，其中该第一上面层是磁性的并包括钴基合金。该第一下面层、第一中间层和/或第一上面层中的至少一层掺杂有 X 氧化物，其中，X 是氧化电位小于-0.6eV 的金属。

本发明的磁记录介质包括细化的微结构，该微结构具有薄膜叠层内含有的成核的氧化物位置，其中，该薄膜是由掺杂氧化物的溅射靶溅射成的。可以对该磁性叠层的所有层实行晶粒细化，包括下面层、中间层和/或上面层的任何一层或多层。在这些情况的每种情况下，成核位置能够作为（"flash" seed layer）而溅射，该“溢料”种子层能够细化要溅射在上方的薄膜，或成核位置也可以包含在薄膜自身内。这种类型的细化能够用于标准的纵向介质、垂直介质和反铁磁性耦合（“AFC”）介质，在大多数场合增加储存密度。

润滑层形成在第一上面层的上面，其中润滑层包括碳和碳基合金。润滑层保护上面层免受读写头和上面层本身之间的物理接触所引起的损坏，该上面层可以以每分钟数千转的速度转动。

种子层形成在该衬底和第一下面层之间。种子层通过强制随后的沉积层的晶粒结构的形状和取向能够进一步减小晶粒的尺寸并实现晶粒的均匀物理偏析。一般的种子层包括 NiP 或 NiAl。

该第一下面层，第一中间层和/或第一上面层中的至少一层含有

少于 4 原子%的 X 氧化物。本发明的一个优点是成核的氧化物材料最多仅需要占据薄膜的一个小原子百分比，同时确保薄膜金属或合金的其余部分的物理性质不受影响。

X 是具有高氧化电位的金属，选自下面的一组：Li 、Na、K、Ca、Sr、Mg、Sc、Y、La、Ti、Zr、V、Nb 和 Mn。掺杂物和晶粒增长停滞（stunting）的整个效果对于包含成核的氧化物材料的叠层中的每层都是一样的。在掺杂有 X 金属氧化物的溅射靶被用于溅射成核氧化物材料的情况下，溅射室不需要附加的氧气环境，因为氧化物随着母金属或母合金沉积，促使晶粒更容易并且数量更多地成核。

根据本发明的第二方面，通过下述步骤制造磁记录介质：在衬底层上面溅射至少一个第一下面层，其中，第一下面层包括铬基合金；并在该第一下面层上面溅射至少第一中间层，其中，该第一中间层包括钴基合金，例如 CoCrTa。而且，还通过在第一中间层上面溅射至少一个第一上面层制造该磁记录介质，其中，该第一上面层是磁性的并包括钴基合金，例如 CoCrPtB。该第一下面层，第一中间层和/或第一上面层中的至少一层掺杂有 X，其中，X 是氧化电位小于-0.6eV 的金属。在有氧的情况下反应性地溅射成该第一下面层、第一中间层和/或第一上面层中的至少一层。

反应溅射是一种沉积工艺，其中，溅射出该靶材料的物质（species） 与气体混合物中的其他物质（species）发生化学反应以形成要沉积的化合物，例如在 Si 在含有氧的等离子体中被溅射的情况下，结果形成 SiO_2 的沉积物。用本发明的制造方法，利用在溅射室环境中自然潜在的氧，或者通过控制释放到溅射室的氧的量，包含具有高氧化电位的金属的溅射靶被溅射变成薄膜中的微晶粒的氧化物。在薄膜内的微细氧化物颗粒使沉积成的薄膜能够具有细化的晶粒尺寸。

根据本发明的第三方面，通过下述步骤造磁记录介质：在衬底上

面溅射至少一个第一下面层，其中，第一下面层包括铬基合金；并在该第一下面层上面溅射至少一个第一中间层，其中，该第一中间包括钴基合金。而且，通过在第一中间层上面溅射至少一个第一上面层制造该磁记录介质，其中，该第一上面层是磁性的并包括钴基合金。该第一下面层，第一中间层和/或第一上面层中的至少一层掺杂有 X 氧化物，其中，X 是氧化电位小于-0.6eV 的金属。

根据本发明的第四方面，本发明是一种磁记录介质。该磁记录介质包括形成于衬底上面的至少一个第一下面层，其中，该第一下面层包括铬基合金，例如 CrMo 或 CrTi。该磁记录介质还包括：形成在该第一下面层上面的至少一个第一中间层，其中，该第一中间层包括钴基合金；以及形成在该中间层上面的至少一个第一上面层，其中，该第一上面层是磁性的并包括钴基合金。该第一下面层、第一中间层和/或第一上面层中的至少一层掺杂有 X 氧化物，其中，X 是氧化电位小于-0.6eV 的金属。

在下面的优选实施例的描述中，参考了构成其一部分的附图，并且其中以说明的方式示出实践本发明的具体实施例。应当明白，也可以使用其他实施例并且在不脱离本发明范围的情况下可以进行变化。

附图说明

现在参考附图，其中同样的附图标记在整个附图中表示相应的零部件：

图 1 示出用于常规磁记录介质的一般的薄膜叠层；

图 2 示出掺杂有常规氧化物颗粒的种子层对晶粒尺寸的影响；

图 3 示出与掺杂有氧化物颗粒的种子层相距的距离对晶粒尺寸的影响；

图 4 示出根据本发明的一方面的薄膜叠层；

图 5 是根据本发明的另一方面制造磁记录介质的方法的流程图；

图 6 示出反应溅射对薄膜沉积物的影响，反应溅射利用掺杂有高

氧化电位的金属的溅射靶在富氧环境中溅射。

具体实施方式

本发明通过向沉积在种子层上面的薄膜叠层的各层中掺杂氧化物颗粒，细化上面层的晶粒尺寸，能够增加磁记录介质的数据存储量。

图 4 示出根据本发明一个实施例的磁记录介质的薄膜叠层。简言之，该磁记录介质包括一个衬底，和形成在该衬底上面的至少一个下面层，其中，该第一下面层包括铬基合金，例如 CrMo 或 CrTi。该磁记录介质还包括：形成在该下面层上面的至少一个中间层，其中，该中间层包括钴基合金；以及形成在该中间层上面的至少一个上面层，其中该上面层是磁性的并包括钴基合金。该下面层、中间层和/或上面层中的至少一层掺杂有 X 氧化物，其中，X 是氧化电位小于-0.6eV 的金属。

更详细地说，磁记录介质 400 包括衬底 401，其通常为铝或玻璃。种子层 402 形成在该衬底 401 的上面，其中该种子层 402 强制随后沉积的薄膜层的晶粒结构的形状和取向。通常种子层 402 包括 NiP 或 NiAl。在本发明的另一种设置中，种子层 402 被略去。

下面层 404 形成在种子层 402 的上面，或如果没有种子层 402 则形成在衬底 401 上。虽然下面层 404 被示出为一层，根据本发明的另一方面，下面层 404 是三层。下面层 404 包括铬基合金，例如 CrMo 或 CrTi，并且还可以包括氧化物。

中间层 405 形成在下面层 404 的上面。中间层 405 示出为一层，但是在另一种设置中，中间层 405 是三层。中间层 405 包括钴基合金，例如 CoCrTa，并且还可以包括氧化物。中间层 405 稍具磁性。

上面层 406 形成在中间层 405 上面。在图 4 中，上面层 406 示出

为一层。在本发明的另一个方面，上面层 406 是三层。上面层 406 包括钴基合金，例如 CoCrPtB，并且也可以进一步包括氧化物。

碳润滑层 408 形成在上面层 406 的上面，其中该润滑层包括碳或碳基合金。碳润滑层 408 保护上面层免受读写头（未示出）和该上面层本身之间的物理接触所引起的损坏。在本发明的另一方面，碳润滑层 408 被略去。

下面层 404、中间层 405 和/或上面层 406 中的至少一层掺杂有 X 氧化物，其中，X 是对氧化有高亲和性的金属。对氧化有高亲和性的金属是氧化电位小于-0.6eV 的金属。这些金属通过在薄膜内沉积出掺杂有氧化物的成核位置而实现晶粒生长的停滞。通过向种子层上面的薄膜层掺杂氧化物，晶粒生长停滞的有益效果不限于邻近掺杂有氧化物的种子层的各层。

表 1 列出了对氧化具有高亲和性的稳定的并且可买到的金属的各种例子。表 1 不是穷举的列表，但是本领域的普通技术人员将会明白，具有与下述金属类似特性的金属也可以作为对氧化具有高亲和性的金属。

表 1

元素	氧化电位（E° /V）
Li(到 Li^+)	-1.96
Na(到 Na^+)	-2.71
K(到 K^+)	-2.931
Ca(到 Ca^{2+})	-2.868
Sr(到 Sr^{2+})	-2.899
Mg(到 Mg^{2+})	-2.372
Sc(到 Sc^{3+})	-2.077
Y(到 Y^{3+})	-2.372
La(到 La^{3+})	-2.379
Ti(到 Ti^{2+})	-1.630
Zr(到 Zr^{4+})	-1.45
V(到 V^{2+})	-1.175
Nb(到 Nb^{3+})	-1.099
Mn(到 Mn^{2+})	-1.185

磁记录介质包括致密晶粒结构，该晶粒结构具有包含在种子层上面的薄膜叠层内的成核氧化物位置，其中该薄膜由掺杂有氧化物的溅射靶溅射而成。可以对磁性叠层的所有层进行晶粒细化，包括下面层、中间层和/或上面层中的任何层。在这些情况的每种情况下，成核位置能够作为“溢料”种子层而溅射，该“溢料”种子层细化要溅射在其上的薄膜，或成核位置可以包含在薄膜自身内。这种类型的细化可以用于标准的纵向介质、垂直介质和 AFC 介质，在大多数场合增加储存密度。

上述薄膜由掺杂有 X 氧化物的溅射靶利用材料科学领域的技术人员熟知的溅射工艺沉积在衬底上。利用粉末冶金生产这些掺杂有 X 氧化物的溅射靶，以避免在熔化或铸造过程中氧从母金属中释出的问题。利用粉末冶金，使一定量的粉末形成一定形状或者说是“罐”状

("can"), 然后使粉末固结以形成颗粒之间的冶金结合（metallurgical bond)。更具体地说，包括 X 氧化物粉末的元素粉末相互混合以产生同质的混合物，该粉末封装在金属容器内，并且该容器是脱气的（out-gassed）以避免被任何剩余气体对材料的污染。对容器进行热等静压（HIP)，其中，热和等静压力被施加在容器上以压实该粉末，将松散的粉末变成被称为“热等静压罐（HIP'ed can)”的密实的物质。然后对该热等静压罐进行机械加工，以形成多个掺杂有 X 氧化物的靶，之后将这些靶溅射。

在溅射过程中，氧分子暂时从 X 中析出并保留在真空室内。当 X 作为薄膜沉积在衬底时，释出的氧分子由于高氧化电位被吸引到 X，并且在该薄膜的表面重新形成 X 氧化物。在掺杂有 X 氧化物的溅射靶被用来溅射成核氧化物材料的情况下，该溅射室不需要附加的氧环境，因为氧化物随着母金属或母合金沉积，迫使晶粒更容易成核并且数量较多。

X 选自下面的一组：Li 、Na、K、Ca、Sr、Mg、Sc、Y、La、Ti、Zr、V、Nb 和 Mn。具有高氧化电位的金属更容易保持氧化物的形式，使晶粒的生长停滞而不是被吸收进入母相的总体中。掺杂物和晶粒生长停滞的总效果对于含有成核氧化物材料的叠层中的每层是一样的。

金属氧化物能够加入到现存的合金中的量根据要溅射的薄膜和掺杂物的成分从 100ppm 到若干体积百分点不等。具体说，一些合金只需要很少量的掺杂物来使晶粒成核并使晶粒生长停滞，而另一些合金需要大量掺杂物才能得到同样的效果。掺杂有 X 氧化物的下面层、中间层和/或上面层或多个层包含少于 4 原子%的 X 氧化物。参杂物和晶粒生长停滞的总效果对于含有成核氧化物材料的叠层中的每层是一样的。

由于大量的小晶粒，晶粒生长减慢，限制每个单个的晶粒长大到

60Å 以下。而且，业已表明，由于氧化物颗粒覆盖了晶粒表面，造成了更好的晶粒隔离，成核氧化物材料能够改善磁性合金的信噪比（“SNR”）。

图 5 是根据本发明的第二方面示出制造磁记录介质的方法的流程图。简要的说，通过下述过程制造磁记录介质，在衬底上溅射至少一个下面层，其中，该下面层包括铬基合金；在该下面层的上面溅射至少一个中间层，其中，该中间存层包括钴基合金。而且，在通过在该中间层的上面溅射至少一个上面层来制造磁记录介质，其中，该上面层包括钴基合金。该下面层、中间层和/或上面层中的至少一层掺杂有 X，其中 X 是氧化电位小于-0.6eV 的金属。掺杂有 X 的一层或多层是在有氧的情况下反应性地溅射成的。

更具体地说，制造过程开始（步骤 S501），并判定是否应该沉积种子层（步骤 S502）。通常包括 NiP 或 NiAl 的种子层有益于强制随后沉积的各层的晶粒的形状和取向。如果希望有种子层，则在衬底上溅射种子层（步骤 S503）。如果不希望有种子层，则不溅射种子层，并且过程继续到步骤 S504。

在种子层上面溅射下面层，其中下面层包括铬基合金，例如 CrMo 或 CrTi（步骤 S504）。由于薄膜叠层经常包含多至三层的下面层，在溅射了下面层之后，判定是否应该沉积附加的下面层（步骤 S505），如果要沉积另外的下面层，则溅射附加的下面层（步骤 S504）。

如果不沉积更多的下面层（步骤 S505），则溅射中间层（步骤 S506），中间层是钴基的，并稍具磁性。由于薄膜叠层通常包括两层中间层，沉积出该中间层之后，判定是否应该沉积附加的中间层（步骤 S507），如果要沉积另一个中间层，则溅射附加的中间层（步骤 S506）。

如果不沉积更多的中间层，则溅射上面层（步骤 S509）。通常，给每个磁记录介质溅射两个或三个钴基的上面层。如果要沉积另一个上面层（步骤 S510），则溅射附加的上面层（步骤 S509）。否则，判定是否应该沉积润滑层（步骤 S511）。

如果希望有润滑层，则溅射润滑层（步骤 S512）。润滑层形成在第一上面层的上面，其中，润滑层包括碳或碳基合金。润滑层保护上面层免受读写头和上面层本身之间的物理接触所引起的损坏，该上面层可以以每分钟数千转的速度转动。如果不希望有润滑层，或如果沉积了润滑层，则过程结束（步骤 S514）。

下面层、中间层和/或上面层中的至少一层掺杂有 X 氧化物，其中，X 是氧化电位小于-0.6eV 的金属。该掺杂有氧化物的一层或多层是在有氧的情况下反应性地溅射成的。

反应溅射是一种沉积工艺，其中，例如 X 的物质溅射出该靶材料，并与气体混合物中的其他物质，例如氧，发生化学反应以形成要沉积的化合物。利用本发明，利用在溅射室中自然存在的环境中的或潜在的氧，或者通过控制释放到溅射室中的氧的量，将含有对氧化具有高亲和性的金属的溅射靶溅射成薄膜中的微细晶粒的氧化物。在薄膜中的微细的氧化物颗粒，使形成的沉积的薄膜能够具有细化的晶粒尺寸。由于熔化和铸造技术的限制很难向合金中掺杂氧化物颗粒，本发明使得在磁记录介质的薄膜中掺杂高氧化物质变得容易。

如图 6 所示，具有高氧化电位的一种或多种金属，例如表 1 中所列的金属，以 100ppm 到多至几个百分点的量级作为掺杂物被包含在母合金或母金属中。利用在溅射室自然发现的环境中的或潜在的少量的氧，或者通过控制释放到溅射室中的氧的量，这些金属在溅射时转化为微细晶粒的氧化物形式。对于潜在的溅射室中的氧或加入的氧的利用是由所用的掺杂物的类型决定的，对于容易氧化的金属，例如 Sr

或 Ca，需要较少量的氧来发生反应。

不掺杂 X 的层可以用常规的非反应溅射技术来溅射。

对氧化具有高亲和性的、或具有高氧化电位的金属通过在薄膜内沉积掺杂有氧化物的成核位置来实现晶粒生长的停滞。通过向种子层之上的薄膜层掺杂氧化物，晶粒生长停滞的有益效果就不限于与掺杂有氧化物的种子层邻近的层。由于这些优点，高晶粒密度使得晶粒生长减慢，将每个单个晶粒的生长限制在 60Å 以下。

该下面层、中间层和/或上面层的掺杂有 X 氧化物的至少一层包括少于 4 原子%的 X 氧化物。更优选地，X 选自下面的一组：Li、Na、K、Ca、Sr、Mg、Sc、Y、La、Ti、Zr、V、Nb 和 Mn。

这种方法的总的结果是，在种子层中衬底表面上或在母薄膜本身中出现非常小的成核氧化物颗粒，包含反应形成的氧化物颗粒，这能够细化晶粒的尺寸。在 Cr 下面层薄膜沉积在反应溅射成的、掺杂有 X 的 Cr 种子层上的情况下，柱状晶粒明显地细化。如果薄膜是掺杂有 X 的，包括在母薄膜内的反应物，则可以改善晶粒结构，且具有改善晶粒偏析和改善 SNR 的额外优点。

根据本发明的第三方面，通过下述步骤制造磁记录介质：在衬底上面溅射至少一个下面层，其中，该下面层包括铬基合金；并在该下面层上面溅射至少一个中间层，其中，该中间层包括钴基合金。而且，通过在该中间层的上面溅射至少一个上面层制造该磁记录介质，其中，该上面层包括钴基合金。该下面层、中间层和/或上面层中的至少一层掺杂有 X 氧化物，其中，X 是氧化电位小于-0.6eV 的金属。

润滑层形成在该第一上面层上面，其中润滑层包括碳和碳基合金。种子层形成在衬底和第一下面层之间。第一下面层、第一中间层

和/或第一上面层中的至少一层包括少于 4 原子%的 X 氧化物。掺杂物和晶粒生长停滞的总体效果对于含有成核氧化物材料的叠层中的每一层是一样的。

X选自下面的一组：Li、Na、K、Ca、Sr、Mg、Sc、Y、La、Ti、Zr、V、Nb 和 Mn。这些金属通过在薄膜内沉积掺杂有氧化物的成核位置来实现晶粒生长的停滞。通过向种子层上面的薄膜层掺杂氧化物，晶粒生长停滞的有益效果就不限于与掺杂有氧化物的种子层邻近的各层。

根据本发明的第四方面，本发明是一种磁记录介质。该磁记录介质包括形成于衬底上面的至少一个第一下面层，其中，该第一下面层包括铬基合金，例如 CrMo 或 CrTi。该磁介质还包括：形成在该第一下面层上面的至少一个第一中间层，其中，该第一中间层包括钴基合金；以及形成在该中间层上面的至少一个第一上面层，其中，该第一上面层是磁性的并包括钴基合金。该第一下面层、第一中间层和/或第一上面层中的至少一层掺杂有 X 氧化物，其中，X 是氧化电位小于-0.6eV 的金属。

以上已经用具体实施例描述了本发明。应当明白，本发明不限于上面描述的实施例并且在不脱离本发明精神实质和范围的前提下，本领域的普通技术人员能够进行各种变化和修改。

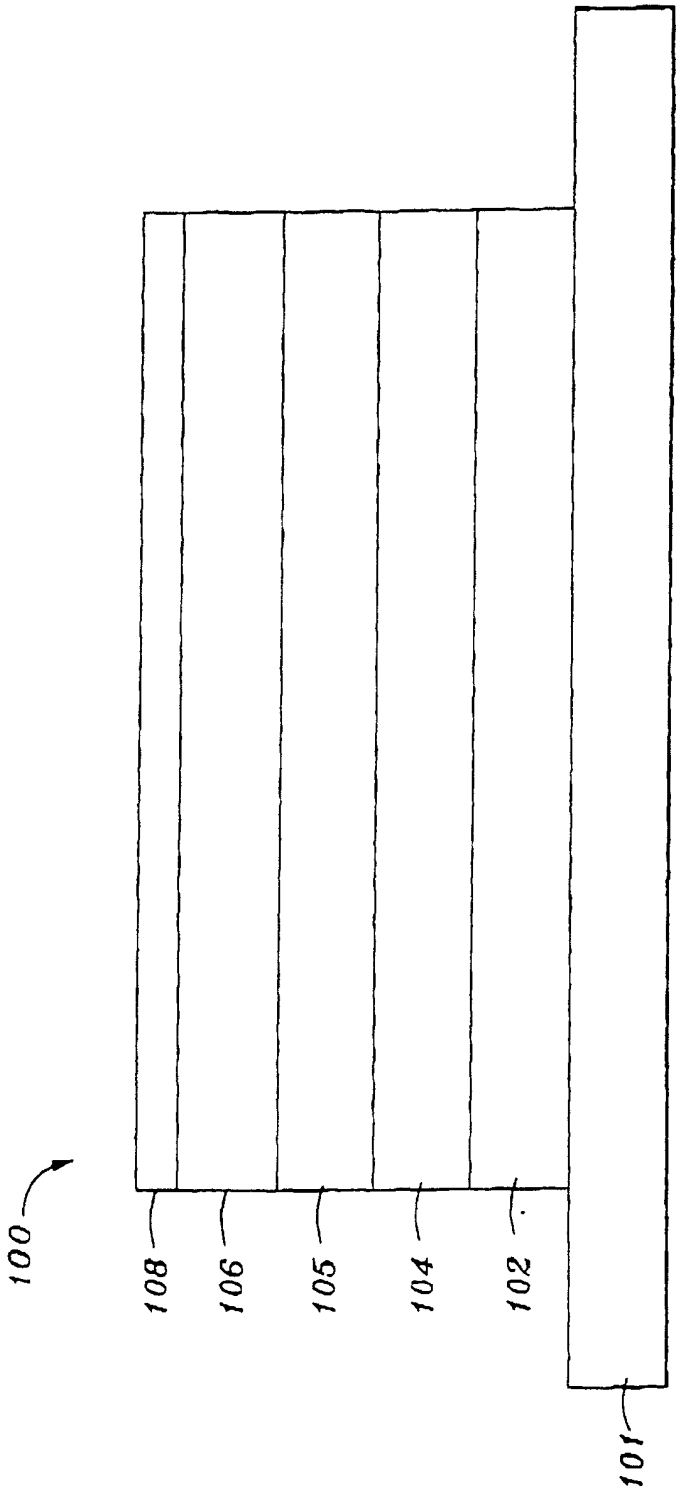


图1
现有技术

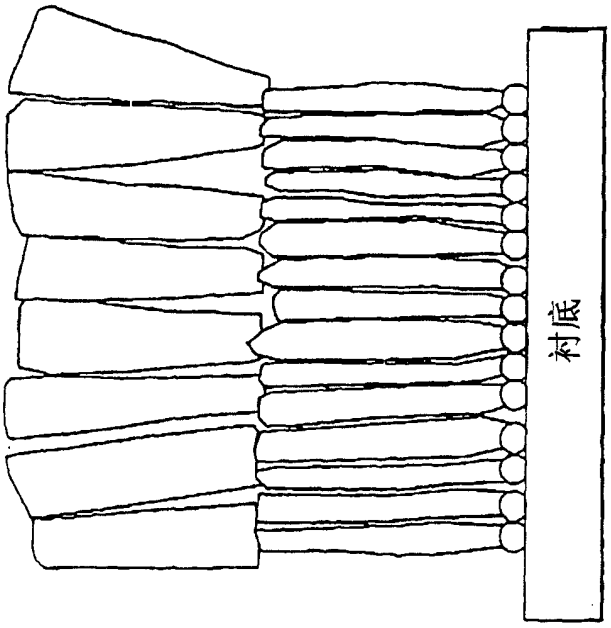


图3
现有技术

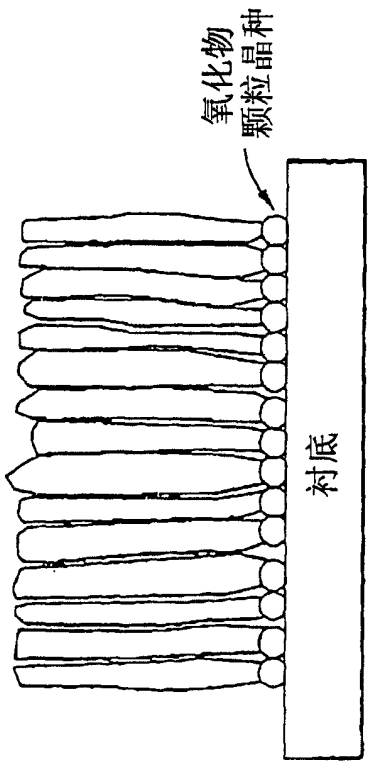


图2
现有技术

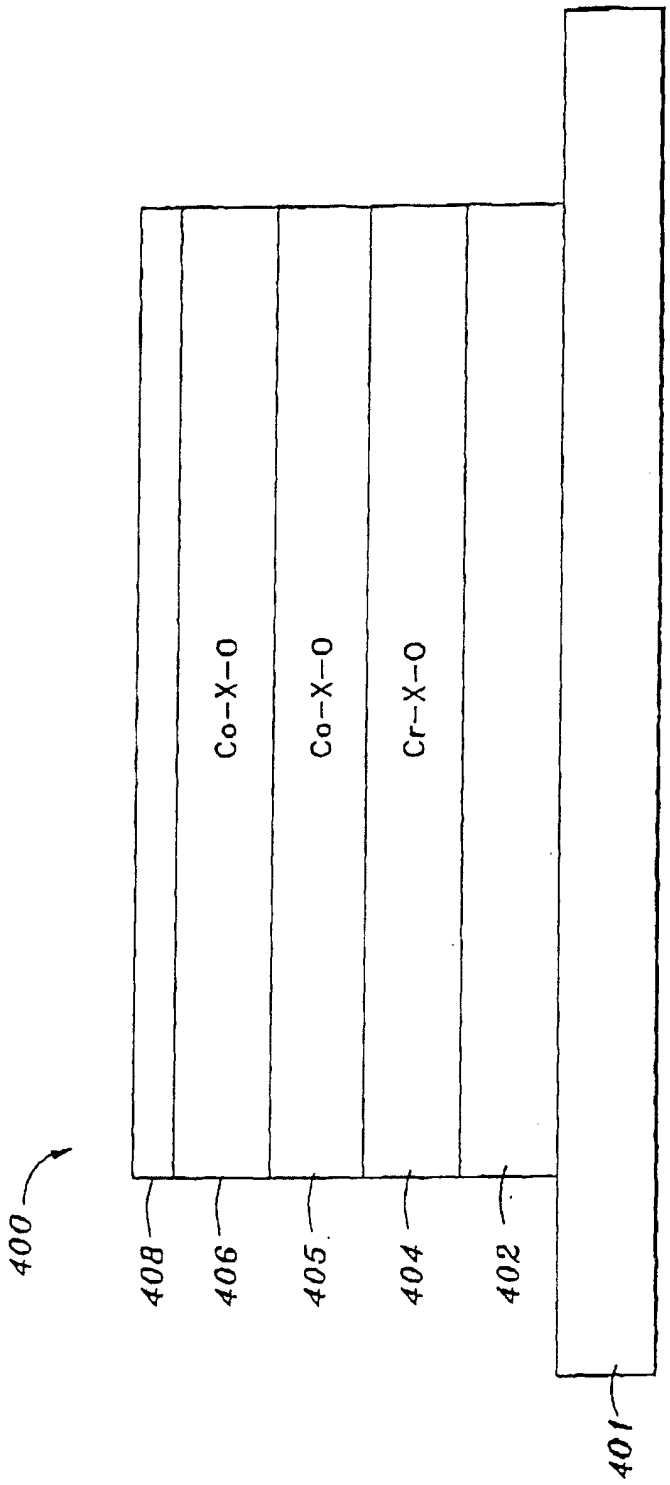


图4

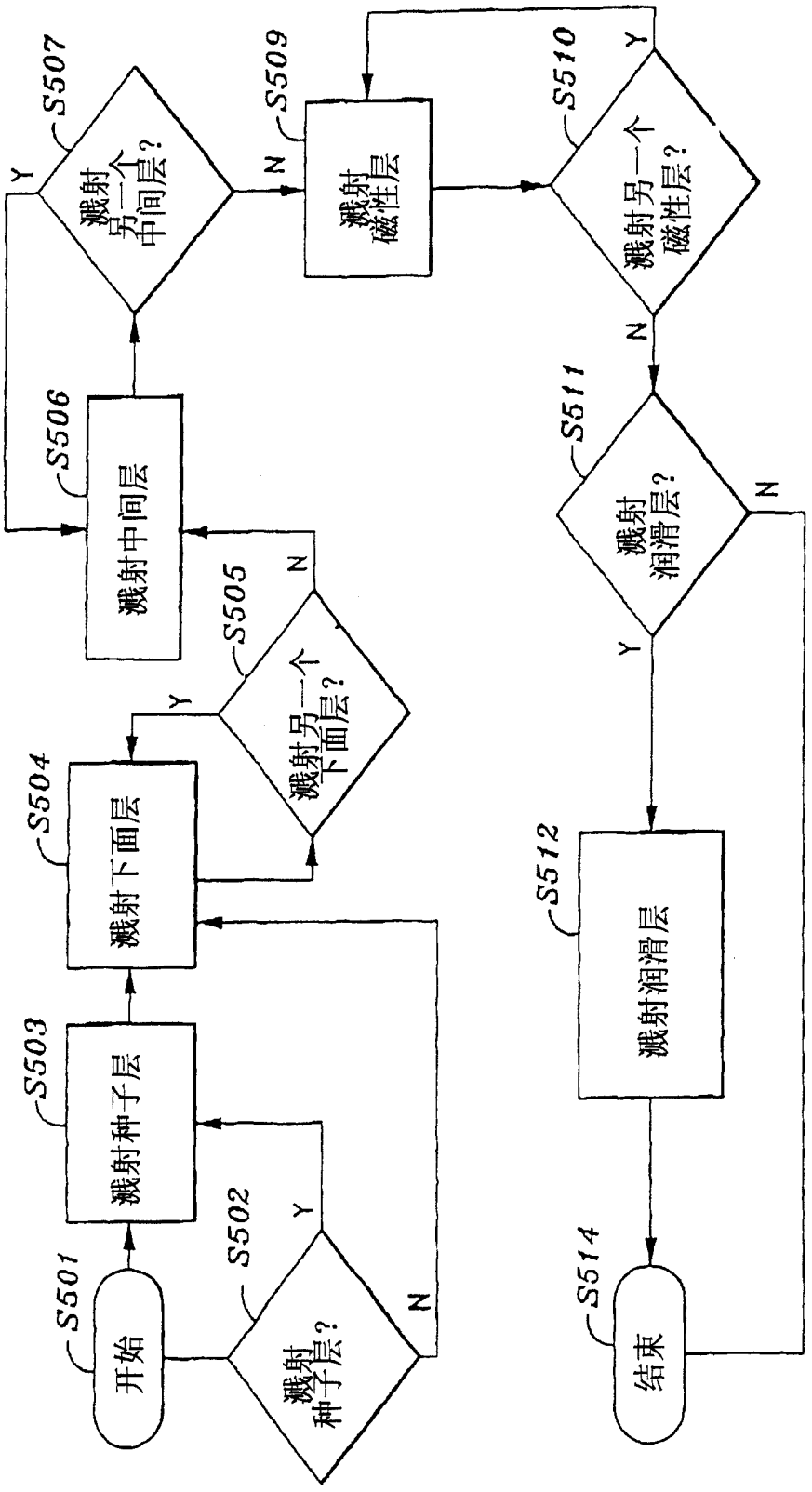

S501
开始
S502
溅射种子层?
Y
N
S503
溅射种子层
S504
溅射下面层
S505
溅射另一个下面层?
Y
N
S506
溅射中间层
S507
溅射另一个中间层?
Y
N
S509
溅射磁性层
S510
溅射另一个磁性层?
Y
N
S511
溅射润滑层?
Y
N
S512
溅射润滑层
S514
结束

图5

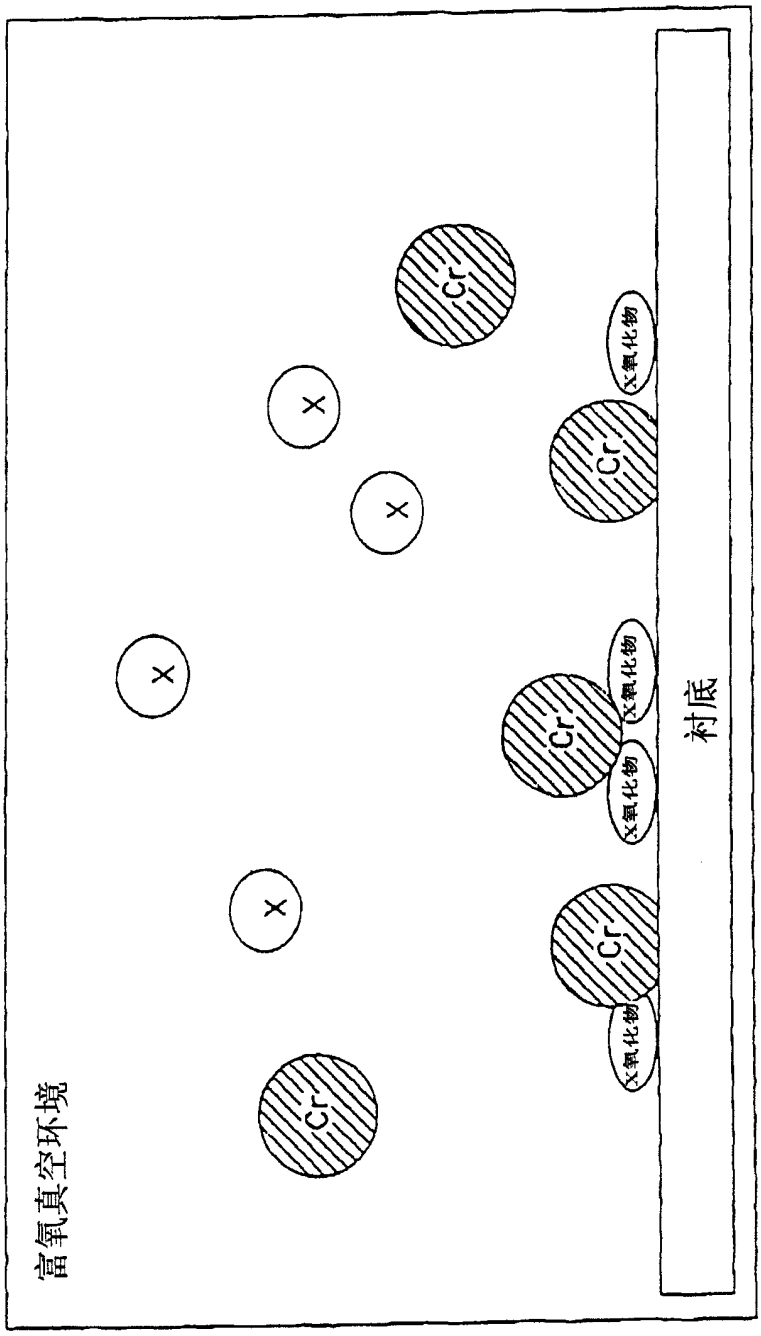


图6