



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 103514898 B

(45)授权公告日 2018.08.24

(21)申请号 201310245104.4

(51) Int.Cl.

(22)申请日 2013.06.19

G11B 5/66(2006.01)

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 103514898 A

(56)对比文件

US 8040761 B2, 2011.10.18,

JP 2007242788 A, 2007.09.20,

(43)申请公布日 2014.01.15

CN 102362310 A, 2012.02.22.

(30) 优先权数据

CN 101425296 A, 2009.05.06.

13/537,758 2012.06.29 US

EP 0753842 A2, 1997.01.15,

(73)专利权人 希捷科技有限公司

审查员 姚宗妮

地址 美国加利福尼亚州

(72)发明人 赵彤 M·C·考茨基

M · A · 西格勒 赵永军

J·杰亚杉卡 黄晓岳

(74) 专利代理机构 上海专利商标事务所有限公

司 31100

代理人 钱慰民

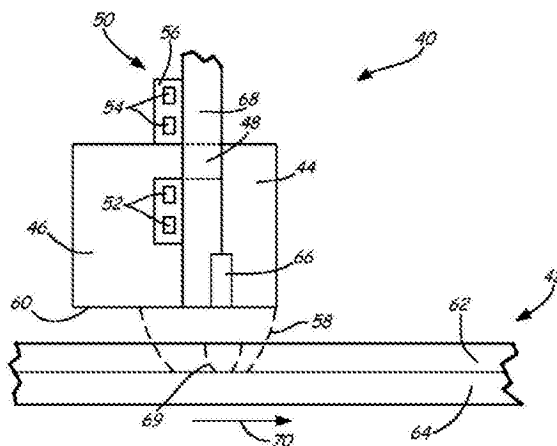
权利要求书2页 说明书6页 附图8页

(54)发明名称

包括NFT和包覆层的装置的间层

(57)摘要

本发明公开了包括NFT和包覆层的装置的间层。一种装置,其包括:近场换能器(NFT);位于NFT附近的至少一个包覆层;以及位于NFT和至少一个包覆层之间的不连续金属层。



1. 一种装置,包括:

近场换能器 (NFT), 其中所述近场换能器 (NFT) 包括第一NFT子部分和第二NFT子部分;

在所述NFT附近的多个包覆层, 其中所述多个包覆层包括第一前包覆层和第二前包覆层; 以及

位于所述NFT和所述多个包覆层之间的不连续金属层, 其中所述不连续金属层被用来指示一个以上的结构或层, 其中所述不连续金属层包括多个部分, 所述多个部分包括第一部分和第二部分, 并且其中所述第一部分位于所述第一前包覆层与所述第一NFT子部分之间, 而所述第二部分位于所述第二前包覆层与所述第二NFT子部分之间。

2. 如权利要求1所述的装置, 其特征在于, 所述NFT包括金 (Au)、掺杂另一材料的金 (Au)、银 (Ag)、掺杂另一材料的银 (Ag)、铜 (Cu) 或铝 (Al)。

3. 如权利要求1所述的装置, 其特征在于, 所述NFT包括金。

4. 如权利要求1所述的装置, 其特征在于, 所述不连续金属层具有从大约2.5Å至大约50Å的平均厚度。

5. 如权利要求1所述的装置, 其特征在于, 所述不连续金属层具有从大约5Å至大约30Å的平均厚度。

6. 如权利要求1所述的装置, 其特征在于, 所述不连续金属层具有从大约5Å至大约20Å的平均厚度。

7. 如权利要求1所述的装置, 其特征在于, 所述不连续金属层包括早期3D过渡金属, 所述早期3D过渡金属在费米能级具有大的未填充状态总数。

8. 如权利要求1所述的装置, 其特征在于, 所述不连续金属层包括从下面选取的材料: Zr、Ti、Y、Sc、Al、Ru、V、Si、Ge、Ta和Sn。

9. 如权利要求1所述的装置, 其特征在于, 所述不连续金属层包括Zr。

10. 一种装置, 包括:

能量源;

近场换能器 (NFT), 所述NFT被配置成从所述能量源接收能量, 其中所述NFT包括第一NFT子部分和第二NFT子部分;

在所述NFT附近的多个包覆层, 其中所述多个包覆层包括第一前包覆层和第二前包覆层; 以及

位于所述NFT和所述多个包覆层之间的不连续金属层, 其中所述不连续金属层被用来指示一个以上的结构或层, 其中所述不连续金属层包括多个部分, 所述多个部分包括第一部分和第二部分, 并且其中所述第一部分位于所述第一前包覆层与所述第一NFT子部分之间, 而所述第二部分位于所述第二前包覆层与所述第二NFT子部分之间。

11. 如权利要求10所述的装置, 其特征在于, 所述能量源包括激光器。

12. 如权利要求10所述的装置, 其特征在于, 所述NFT包括金 (Au)、掺杂另一材料的金 (Au)、银 (Ag)、掺杂另一材料的银 (Ag)、铜 (Cu) 或铝 (Al)。

13. 如权利要求10所述的装置, 其特征在于, 所述不连续金属层具有从大约2.5Å至大约50Å的平均厚度。

14. 如权利要求10所述的装置, 其特征在于, 所述不连续金属层具有从大约5Å至大约

20Å的平均厚度。

15. 如权利要求10所述的装置,其特征在于,所述不连续金属层包括从下面选取的材料:Zr、Ti、Y、Sc、Al、Ru、V、Si、Ge、Ta和Sn。

16. 如权利要求10所述的装置,其特征在于,所述不连续金属层包括Zr。

17. 如权利要求10所述的装置,其特征在于,还包括波导,所述波导被配置成从所述能量源接收能量并将所述能量耦合入所述NFT。

18. 一种装置,包括:

近场换能器(NFT),其中所述近场换能器(NFT)包括第一NFT子部分和第二NFT子部分;
在所述NFT附近的前包覆层;以及

位于所述NFT和所述前包覆层之间的不连续金属层,其中所述不连续金属层被用来指示一个以上的结构或层,其中所述不连续金属层包括多个部分,所述多个部分包括第一部分和第二部分,并且其中所述第一部分位于所述第一前包覆层与所述第一NFT子部分之间,而所述第二部分位于所述第二前包覆层与所述第二NFT子部分之间。

19. 如权利要求18所述的装置,其特征在于,所述不连续金属层具有从大约2.5Å至大约20Å的平均厚度。

20. 如权利要求18所述的装置,其特征在于,所述NFT包括Au,所述前包覆层包括SiO₂或Al₂O₃,而所述不连续金属层包括Zr。

包括NFT和包覆层的装置的间层

[0001] 背景

[0002] 热辅助磁记录(在本文中称其为“HAMR”)技术是一种将存储密度增加至1T比特/英寸²以上的很有前途的方法。HAMR头可利用近场换能器(NFT)来加热磁记录层。HAMR头中的NFT材料和周围结构的材料之间糟糕的粘附可能在处理或使用过程中导致故障。因此,仍然需要减少这些故障。

[0003] 概述

[0004] 披露了一种装置,该装置包括:近场换能器(NFT);位于NFT附近的至少一个包覆层;以及位于NFT和至少一个包覆层之间的不连续金属层。

[0005] 另外披露了一种装置,该装置包括:能量源;配置成从能量源接收能量的近场换能器(NFT);位于NFT附近的至少一个包覆层;以及位于NFT和至少一个包覆层之间的不连续金属层。

[0006] 还披露了一种装置,该装置包括:近场换能器(NFT);位于NFT附近的前、后包覆层;以及位于NFT和前包覆层以及NFT和后包覆层之间的不连续金属层。

[0007] 附图简述

[0008] 图1是可包括HAMR装置的磁盘驱动器的立体图。

[0009] 图2是垂直的HAMR磁记录头和相关的记录介质的横截面图。

[0010] 图3是包括所披露的不连续金属层的磁性装置的一部分的立体图。

[0011] 图4示出当暴露于粘附测试时以潜在的不连续钨层的厚度为函数的残留金膜的百分比。

[0012] 图5A和5B示出在对没有不连续金属层(图5A)和具有不连续2.5Å Zr层(图5B)的金NFT的下游化学机械抛光(CMP)加工之后的横截面扫描电子显微镜(SAEM)图像。

[0013] 图6A示出折射率(n)而图6B示出在从400nm至1000nm的波长范围中Zr不连续层/Au层膜叠层以退火温度为函数的消光系数(κ)。

[0014] 图7A和图7B是随着多种Zr厚度的增加(图7A)和在300°C下退火之后(图7B)的Zr/Au膜叠层的 $\theta \sim 2\theta$ 扫描。

[0015] 图8A-8D示出在退火之前和之后没有和具有不连续Zr层的150nm Au膜的原子力显微镜(AFM)图像。

[0016] 图9A和图9B描绘出Zr厚度对Au(111)总数(图9A)和Au颗粒尺寸(图9B)的影响。

[0017] 图10A和图10B示出在膜被加热时没有(图10A)和具有(图10B)所披露的不连续金属层的Au膜中产生的热应力。

[0018] 图11是示出在其附近具有多种厚度的不连续Zr膜的150nm厚Au膜的归一化纳米压痕硬度的曲线图。

[0019] 这些附图不一定按比例示出。附图中所使用的相同数字表示相同组件。然而,应当理解,在给定附图中使用数字表示组件并不旨在限制在另一附图中用相同数字标记该组件。

[0020] 详细说明

[0021] 在以下描述中,参照构成本说明书一部分的一组附图,其中通过解说示出了若干具体实施例。应当理解,可构想并作出其他实施例而不背离本公开的范围或精神。因此,以下详细描述不具有限制性含义。

[0022] 除非另有规定,否则在说明书和权利要求书中使用的表示特征大小、量和物理性质的所有数字应当理解为在任何情况下均由术语“大约”修饰。因此,除非相反地指出,否则在上述说明书和所附权利要求中阐述的数值参数是近似值,这些近似值可利用本文中公开的教导根据本领域技术人员所寻求获得的期望性质而变化。

[0023] 借由端点对数值范围的陈述包括归入该范围内的所有数字(例如,1至5包括1、1.5、2、2.75、3、3.80、4和5)以及该范围内的任何范围。

[0024] 如本说明书和所附权利要求书中所使用的,单数形式“一”、“一个”和“该”涵盖具有复数引用物的实施例,除非该内容另外明确地指出。如本说明书和所附权利要求书中所使用的,术语“或”一般以包括“和/或”的含义来使用,除非该内容另外明确地指出。

[0025] “包括”、“包含”或类似术语表示涵盖但不受限于,即表示包括但不是排他的。应该注意到,“顶部”和“底部”(或类似“上”和“下”的其它术语)被严格地用于相对的描述,并不暗示所描述的要素所处的物件的任何总体取向。

[0026] 图1是包括用于将滑块12定位在磁性介质16的轨道14上的致动系统的盘驱动器10的立体图。盘驱动器10的具体配置被示出以便于描述,并且它无论如何不旨在对本公开的范围构成限制。盘驱动器10包括音圈电机18,该音圈电机18被配置成使致动臂20在主轴上围绕轴线22转动。负载梁24在头安装块26处连接至致动臂20。悬置件28连接至负载梁24的一端,并且滑块12被附连至悬置件28。磁性介质16绕轴线30转动,由此滑块12遭遇到空气阻力以使其保持在高于磁性介质16表面的一段小距离上。磁性介质16的每个轨道14格式化有数据存储单元的阵列以存储数据。滑块12带有磁性装置或换能器(图1中未示出),用以在磁性介质16的轨道14上读和/或写数据。磁性换能器利用额外的电磁能来加热介质16的表面以便通过名为热辅助磁记录(HAMR)的过程进行记录。

[0027] HAMR换能器包括:磁写入器,用于产生磁场以对磁性介质(例如磁性介质16)进行写入;以及光学装置,用于加热磁性介质在写磁场附近的区域。图2是一部分磁性装置的横截面图,例如HAMR磁性装置40和一部分相关的磁性存储介质42。HAMR磁性装置40包括通过轴架48耦合的写极44和返回极46。由导体52、54构成的线圈50围绕轴架并由绝缘体56支承。如图所示,磁性存储介质42是垂直的磁性介质,它包括硬磁存储层62和软磁下层64,但也可以是其它形式的介质,例如经图案化的介质。线圈中的电流在轴架和极中感应出磁场。磁通58在空气承载表面(ABS)60离开记录头,并用于改变存储介质42的硬磁层62被包围在区域58中的部分的磁化。近场换能器66位于写极44附近,靠近空气承载表面60。近场换能器66耦合至波导68,该波导68从诸如激光器之类的能量源接收电磁波。在近场换能器66端部的电场被用来加热硬磁层62的一部分69以降低矫顽力,由此来自写极的磁场能影响存储介质的磁化。

[0028] 本文披露的磁性装置也可包括其它结构。本文披露的磁性装置也可被纳入到较大的装置中。例如,滑块可包括本文披露的磁性装置。示例性滑块可包括滑块本体,该滑块本体具有前缘、后缘和空气承载表面。写极、读极、光学近场换能器和接触垫(和可选用的散热器)则可位于滑块本体之上(或之内)。这些示例性滑块可附连至悬置件,该悬置件可例如被

纳入到盘驱动器中。

[0029] 图3示出磁性装置的一部分的局部立体图。磁性装置300可包括写极305(它可具有前述的特征)以及近场换能器(NFT)310。图3中描绘的NFT310可描述为具有两部分结构,但应当理解,所描述的实施例可利用于任何类型或结构的NFT(例如等离子体间隙式NFT或桩和盘式NFT,它也可被称为“棒糖”式NFT)。典型地,NFT310可由下列材料制成,例如金(Au)、掺杂有另一材料的金(Au)(例如AuGe)、银(Ag)、掺杂有另一材料的银(Ag)(例如AgGe)、铜(Cu)以及铝(Al)。在一些实施例中,NFT310也可由2011年2月23日提交的题为“HAMR NFT Materials with Improved Thermal Stability(具有改善的热稳定性的HAMR NFT材料)”的美国专利公告2011/0205863中列出的材料制成,该文献的公开内容援引包含于此。

[0030] 所披露的磁性装置也包括至少一个包覆层。该示例性磁性装置300包括前包覆315和320、底包覆325以及顶包覆330。通常,在描述的实施例中,NFT310完全由包覆材料围住。该至少一个包覆层(在本实施例中是前包覆315和320、底包覆325以及顶包覆330)通常可由具有低(相对于NFT的材料)折射率的电介质材料形成。示例性材料包括Ta₂O₅、Al₂O₃、SiO₂、MgO、MgF₂、Si₃N₄、SiON和TaSiO_x。对于前包覆315和320、底包覆325、顶包覆330或其一些组合,也可利用2011年2月23日提交的题为“Optical Waveguide Clad Material(光波导包覆材料)”的美国专利公告No.2011/0205864中披露的材料,该文献的内容援引包含于此。在诸实施例中,包覆层例如由Al₂O₃或SiO₂制成。

[0031] 常常难以使NFT310良好地粘附于周围的包覆层。如果NFT310对其周围的材料不具有良好的粘附,则磁性装置可能在其处理过程中或工作过程中失效。所披露的磁性装置还包括不连续的金属层335。应当注意,不连续金属层可以——但不一定——是单层。可利用术语“不连续金属层”来指示位于NFT和周围包覆层之间的一个以上的结构或层。所披露的不连续金属层通常可位于NFT的表面和相邻的周围包覆层之间。在诸实施例中,不连续金属层可位于NFT的每个表面和每个周围的包覆层之间;并且在诸实施例中,不连续金属层可位于比NFT的每个表面少的表面和周围的包覆层之间。在诸实施例中,不连续金属层可位于NFT与前包覆层315和320、底包覆层325、顶包覆层330或其一些组合接触的表面之间。在一些实施例中,不连续金属层可基本与前包覆层315和320接触,并基本与所有底包覆层325接触。在一些实施例中,可控制沉积过程以使不连续金属层330优先地接触各包覆层的一些或全部表面。

[0032] 所披露的不连续金属层通常由一类材料形成,这类材料能够提供与包覆层增强的化学键合、没有界面反应或具有有限的界面反应、具有可接受程度的NFT耦合效率损失或其一些组合。

[0033] 可提供与包覆层的增强化学键合的材料也可描述为具有至少部分填充的导带的材料,或在一些实施例中是空导带。空导带使材料更易于接受额外的电子并形成与(来自包覆层的)氧的化学键。材料也可描述为那些早期3d过渡金属,它在费米能级下具有大总数的未填充状态并能参与施主-受主型键合(来自包覆材料(例如氧化物阴离子(氧)原子)的电子可被转化至不连续金属层的未填充3d状态)。可提供与包覆层增强的化学键合的材料也可被描述为具有其氧化物成形的较大负热的材料。这些材料具有更好的机会良好地粘附于氧化物衬底,因为这种粘合是热力理想的。这些材料可包括例如锆(Zr)、钛(Ti)、钇(Y)、铪(Hf)、钪(Sc)、铝(Al)、钌(Ru)、钒(V)、硅(Si)、锗(Ge)、钽(Ta)和锡(Sn)。

[0034] 不具有界面反应或具有有限界面反应的材料包括一般不具有或具有最小的进入 NFT 和/或包覆材料的扩散。这些材料也通常不具有金属间化合物构成物。该材料理想地在高达大约 400℃ 的温度下维持这些特征。这允许 (或确保) NFT 材料的光学性质的最小退化以及良好的热稳定性。

[0035] 提供可接受程度的 NFT 耦合效率损失的材料也是合需的。不连续金属层的不连续性质也有利于可接受程度的耦合效率损失。这些材料通常具有相对高的折射率。在 NFT 材料和包覆材料层的界面处例如不连续金属层的非等离子体金属层的存在被认为“削弱”界面支持表面等离子体的能力,这可能导致从 NFT 射出较弱的电场。通常对基于谐振的 NFT 来说,效率的品质因数 (FOM) 可被认为是复数的光电容率的实部与虚部之比。将具有要么小负要么正的实部和/或较大的正虚部的非等离子体金属引入可使净 FOM 降级。FOM 的降级可通过减小层的厚度而被最小化。

[0036] 在一些实施例中,所披露的不连续金属层可由锆 (Zr)、钛 (Ti)、钇 (Y)、钪 (Sc)、铝 (Al)、钌 (Ru)、钒 (V)、硅 (Si) 或锗 (Ge)、钽 (Ta) 和锡 (Sn) 形成。在一些实施例中,所披露的不连续金属层可由 Zr 形成。

[0037] 所披露的不连续金属层可被描述为由众多金属材料“岛屿”组成。这些岛屿可以——但不一定——具有不同的尺寸和形状。这些岛屿可以——但不一定——是天生完全不规则的。所披露的不连续金属层可被描述为小于单层厚,或具有小于单层厚的平均厚度。所披露的不连续金属层可由平均厚度描述。要理解,所披露的不连续金属层的材料一般不会横跨整个层出现。在诸实施例中,所披露的不连续金属层可具有从 2.5Å 至 50Å、从 5Å 至 30Å 或从 5Å 至 20Å 的平均厚度。

[0038] 不连续金属层的平均厚度可通过例如透射电子显微术 (TEM) 或 x 射线光电子光谱法 (XPS) 测得。可使用来自具有已知厚度的标准样本的校正来确定厚度。

[0039] 形成所披露的不连续金属层的示例性方法可包括使用超慢沉积速率的磁控溅射。通常,该工艺被设置成面向小于金属单层厚度的厚度,并形成不连续层。形成所披露的不连续金属层的一种示例性方法是原位沉积,其中不打破真空地沉积不连续金属层和 NFT 层。这一方法可阻挠不连续金属层的氧化,这会使其粘附特性打折扣。形成所披露的不连续金属层的另一示例性方法可包括低能量工艺,例如化学气相沉积 (CVD) 或原子层沉积 (ALD)。当使用这些技术时,被吸附原子迁移性的缺乏和相对于包覆层材料的高金属表面自由能造成要生长的小直径岛屿的某一程度 (或在实施例中非常) 规则的分布。这促进了在 NFT/包覆层界面处的地形互锁。岛屿状膜结构也可使用材料的“活性去湿”来形成,其中环境金属沉积紧随有快速热退火以促使膜偏析成岛屿。

[0040] 不连续金属层被认为提供增强的化学键合、纳米比例地形、有限的界面反应 (扩散、金属间化合物形成) 或其某些组合以改善 NFT 和至少一个包覆层之间的粘附。由于不连续金属层的不连续性质,不连续金属层的材料仅占据 NFT 的活性等离子体界面的一小部分。这允许提高粘附而不会有害地影响 NFT 的光学性质。

[0041] 形成不连续金属层的工艺能容易地整合入磁性装置的总体制造工艺中。总体上说,使用所披露的不连续金属层将减少或消灭由于 NFT 的分层引起的收得率损失,并有利于增加在磁性装置的工作期间的 NFT 使用寿命,并且对磁性装置的当前成形工艺具有非常小的影响。

[0042] 还发现,使用所披露的不连续金属层通过修正NFT材料的晶体结构而提高NFT材料的机械强度。例如,在NFT由金制成的实施例中,使用所披露的不连续金属层增加了Au (111) 总数,这将Au颗粒稳定性和应力松弛阻抗提高到高达约300℃。这有助于NFT乃至整个磁性装置的长期稳定性。在诸实施例中,不连续金属层的引入可增加相邻层(例如金NFT层)的机械强度,这最终导致在诸如包括所披露的不连续金属层的热辅助磁记录(HAMR)头的机械装置中增强的性能、稳定性和长期可靠性。

[0043] 示例

[0044] 尽管本公开不限于此,但通过讨论以下所提供的示例将获得对本公开的各个方面的理解。

[0045] 与不连续金属层的粘附

[0046] 制造 $\text{SiO}_2/x \text{ \AA} \text{ Zr} / 2500 \text{ \AA} \text{ Au}$ 的三层结构。首先在真空腔内使用氩(Ar)离子蚀刻预蚀刻衬底以清洗衬底表面。然后通过直流(DC)磁控溅射从锆(Zr)靶形成Zr膜。在该结构上执行薄片膜带试验以确定残留膜的百分比。薄片膜试验是通过在晶片上沉积膜然后将带(粘性侧朝下)施加于膜上并将膜撕离来完成的。强粘附的膜将保持粘合于衬底并且带将撕离而不带走膜片段。糟糕粘附的膜将与带一起被撕离。图4示出作为200W和500W下锆(Zr)厚度的函数的残留百分比。如图4所示,没有不连续Zr层的话,金不良好地粘附并且100%的金膜被撕离。随着增设平均1.25 Å的不连续Zr层,金对 SiO_2 的粘附被增强,如在带试验中残存的结构证明的那样。

[0047] 具有NFT结构的不连续金属层

[0048] 图5A和5B示出在对没有不连续金属层(图5A)和具有不连续2.5Å Zr层(图5B)的情况下在金NFT的下游化学机械抛光(CMP)加工之后的横截面扫描电子显微镜(SEM)图像。如图5A所示,没有披露的不连续金属层的话,金NFT从包覆层中的沟槽中被拉起。通过2.5 Å Zr层,如图5B所示,金NFT即便在CMP之后也保持牢固地粘附于包覆层中的沟槽中。

[0049] 光学性质

[0050] 通过在沉积时和在多种条件下退火之后在400nm至1000nm的波长下测量折射率(n)和消光系数(κ)来估计包括所披露的不连续金属层的结构的光学性质。图6A示出折射率(n)而图6B示出消光系数(κ),其中包括在200℃下退火两分钟之后、在300℃下退火两分钟之后和在400℃下退火两分钟之后包括在2.5Å Zr顶上生长100nm的Au层的结构从400nm至1000nm的情形。如图6A所示,这里没有光降解,这表示Zr/Au界面在高达400℃下化学稳定。

[0051] 化学稳定性

[0052] 也可使用x射线衍射来研究界面的化学稳定性。可在图7A和图7B中看到所生长的具有不同Zr厚度的Zr/Au膜叠层的 $\theta \sim 2\theta$ 扫描(图7A)和在300℃下退火之后的 $\theta \sim 2\theta$ 扫描(图7B)。如这两幅图中所示,Au大多数出现在(111)取向,但没有不连续Zr层的话也存在于取向(200)和(311)。具有不连续Zr层的话,非(111)取向大多数已被消灭。应当注意,对于面心立方(fcc)金属,(111)通常是最能量稳定的取向,因为它是出现在膜/环境界面处的最低能面向。通过比较图7A和图7B,可以看出在膜叠层中没有附加的相成形,这表示两种材料之间具有最小化学反应。

[0053] Au层的机械强度

[0054] 图8A-8D示出在退火之前和之后没有和具有5Å不连续Zr层的150m Au薄膜的原子力显微镜 (AFM) 图像。通过比较图8A和图8B, 可以看出不具有相邻的不连续Zr层的金层在200°C下退火之后经历显著的颗粒生长。比较图8C和图8D可以看出, 具有5Å Zr层的话, 颗粒生长明显减慢, 甚至在400°C退火后也是如此。此外, 看上去Zr厚度对Au (111) 总数 (图9A) 和Au颗粒尺寸 (图9B) 以及稳定性都有影响。如前面图7A所示, Au (111) 取向总数随着Zr厚度而增加, 并在5Å厚的Zr下达到峰值。总地来说, 在更强的机械强度和Au (111) 取向之间存在关联。这很可能是因为与较少颗粒生长/重取向相关的机械软化机制。图7B示出以不同退火温度下的Zr厚度为函数的Au颗粒尺寸。颗粒生长是机械软化机制之一并且在升高的温度下使其减慢将增加机械强度。5Å的Zr看上去在高达400°C下促成了最小Au颗粒尺寸和最小颗粒生长。

[0055] 机械稳定性

[0056] 前面观察到的Au (111) 取向和Au颗粒稳定性的改善图示为演变成改善的应力松弛温度, 它是机械稳定的度量, 即塑性变形或蠕变。这种现象是通过加热膜并监视所产生的应力测得的。一旦加热, 由于Au膜和Si衬底之间的热膨胀系数的失配, 在Au膜中将产生压应力。该温度在每个温度下保持恒定 (图中的阶梯线) 以测量Au膜中的应力演变。图10A示出若没有不连续Zr层Au在100°C那样低的温度下开始松弛时所产生的热应力, 这表示塑性变形从该温度开始。图10B示出具有5Å Zr不连续层时, 这种松弛不发生直到250°C-300°C为止, 这表示对塑性变形的抗性增加以及机械稳定性, 这最终提高了包括带不连续层的NFT的装置的稳定性。

[0057] Au膜因不连续层的机械强度提高通过纳米压痕硬度测量被进一步确认。如图11所示, 通过2.5Å那么薄的不连续Zr层, 金的硬度被提高大约70%。

[0058] 由此, 披露了包括NFT和包覆层的装置的间层的实施例。上述实现及其他实现落在以下权利要求书的范围内。本领域技术人员应当理解, 本公开可用除所披露的实施例以外的实施例来实施。所揭示的实施例被呈现, 是为了示出而非为了限制。

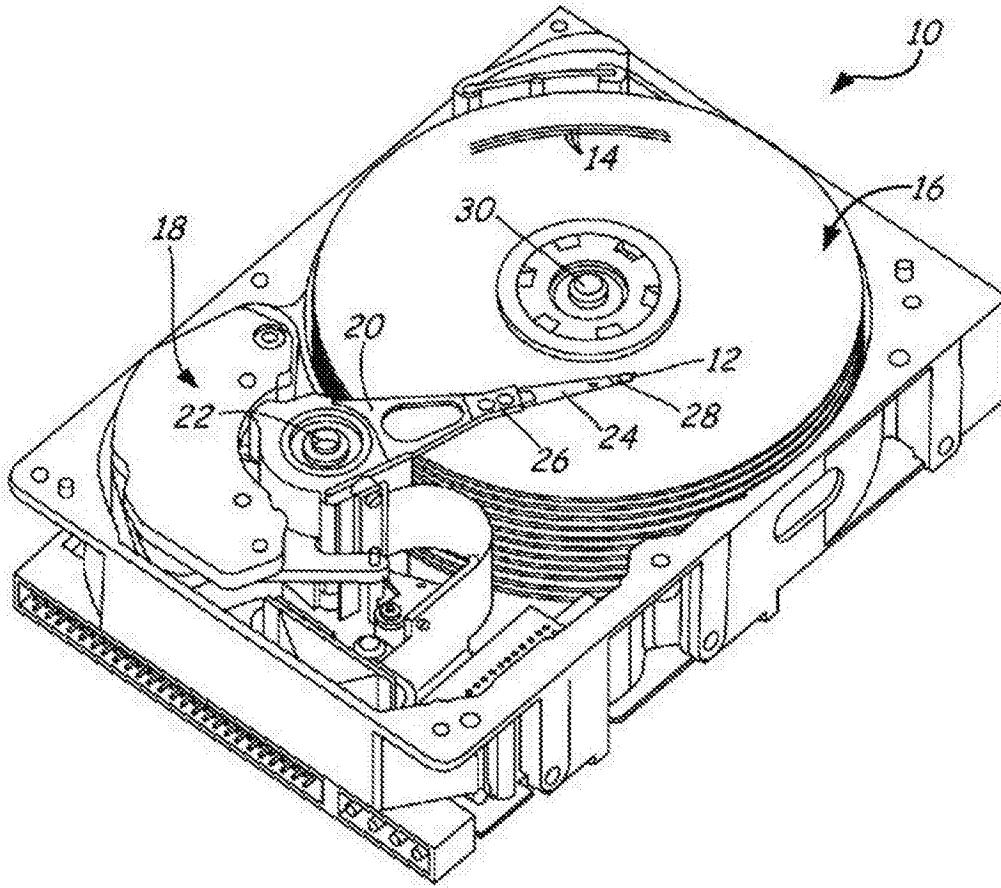


图1

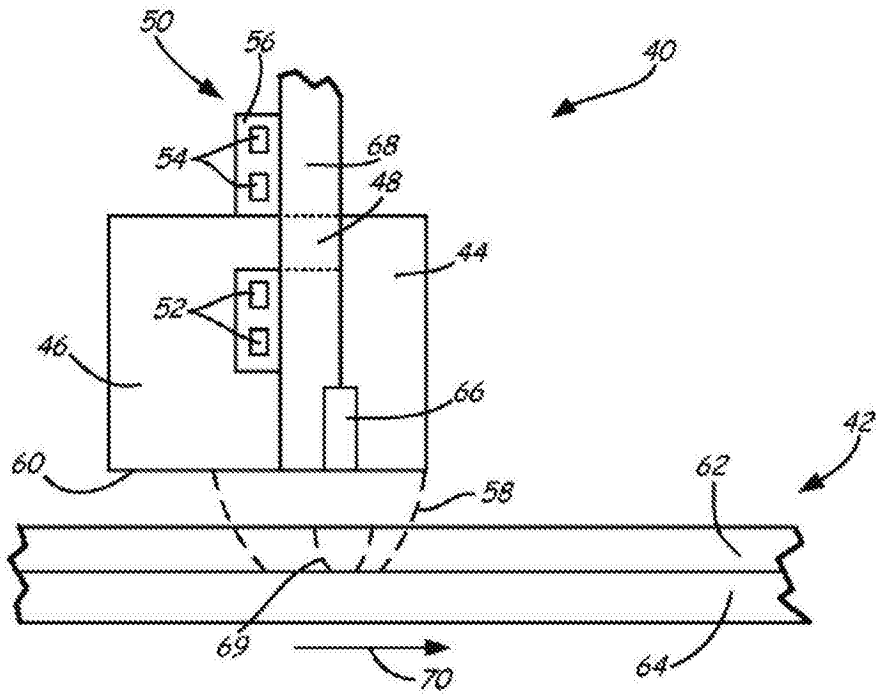


图2

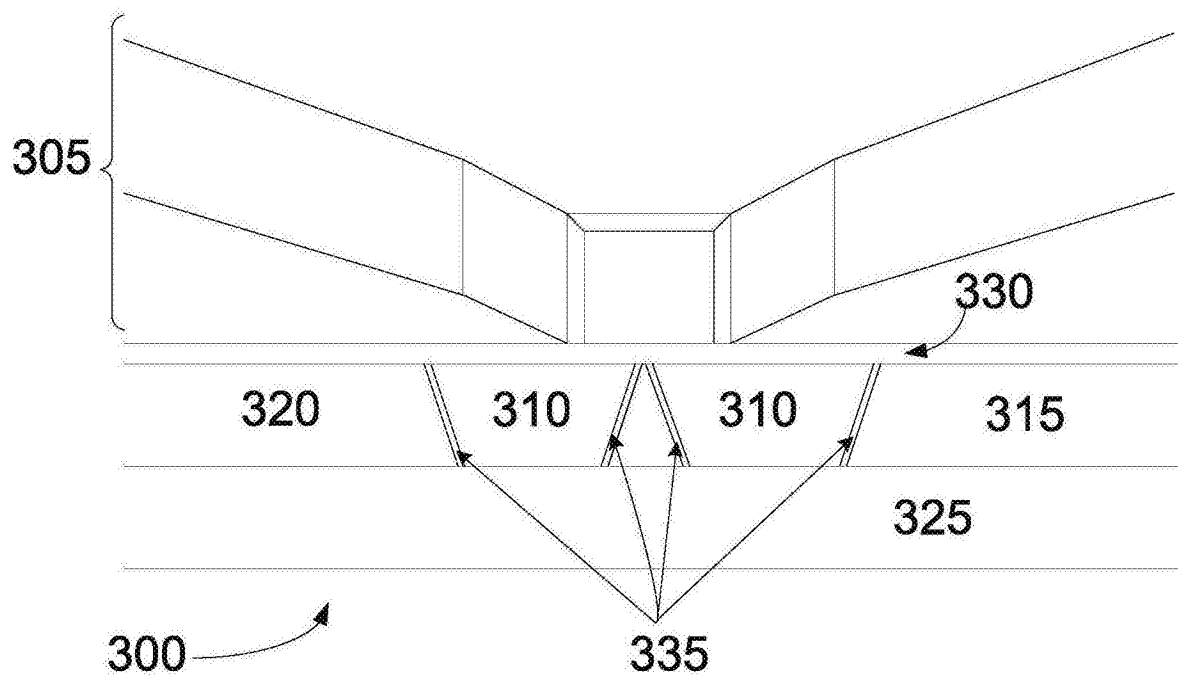


图3

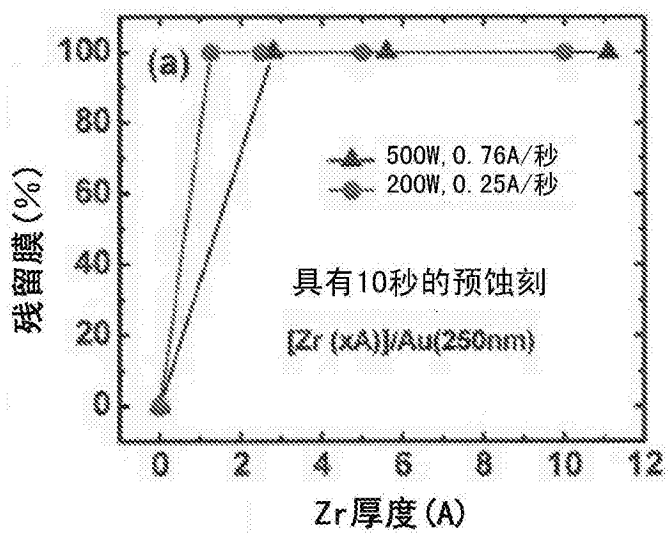


图4

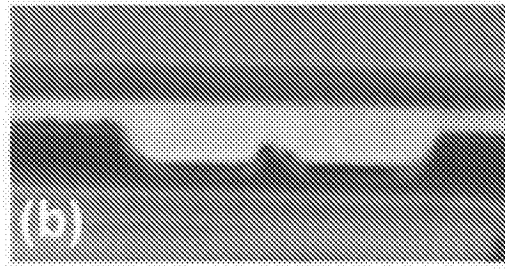


图5A

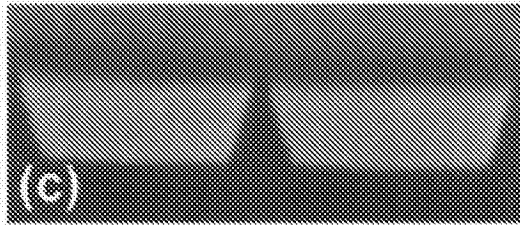


图5B

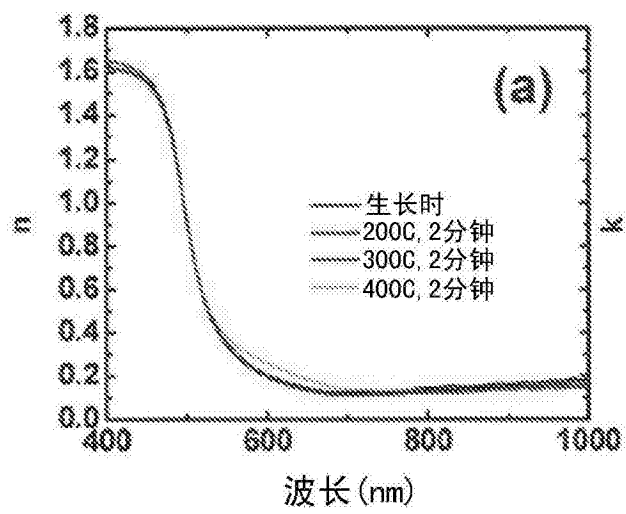


图6A

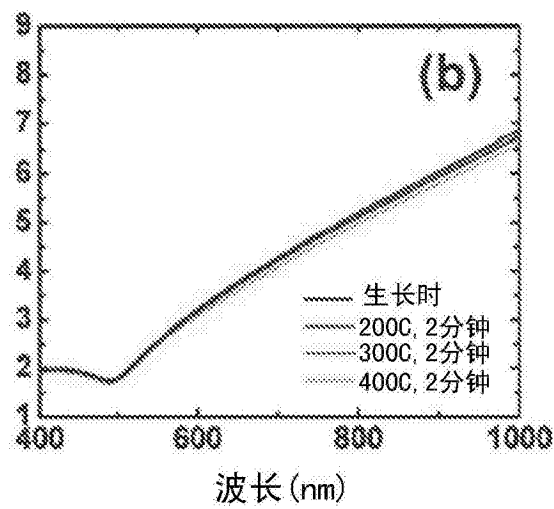


图6B

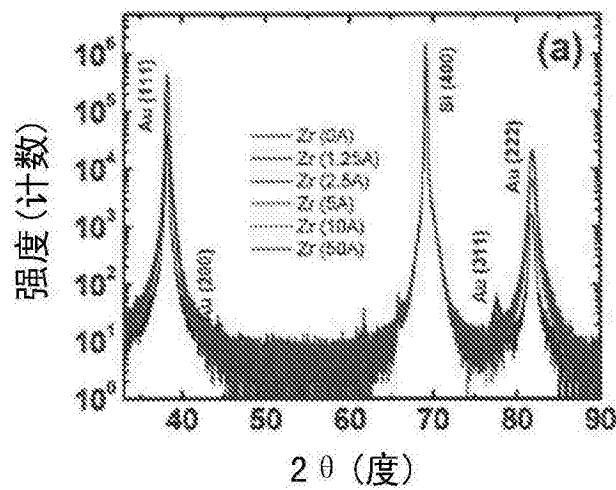


图7A

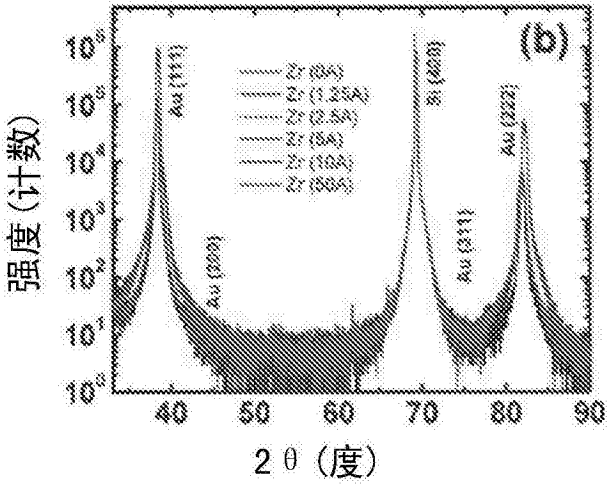


图7B

图 8A

图 8B

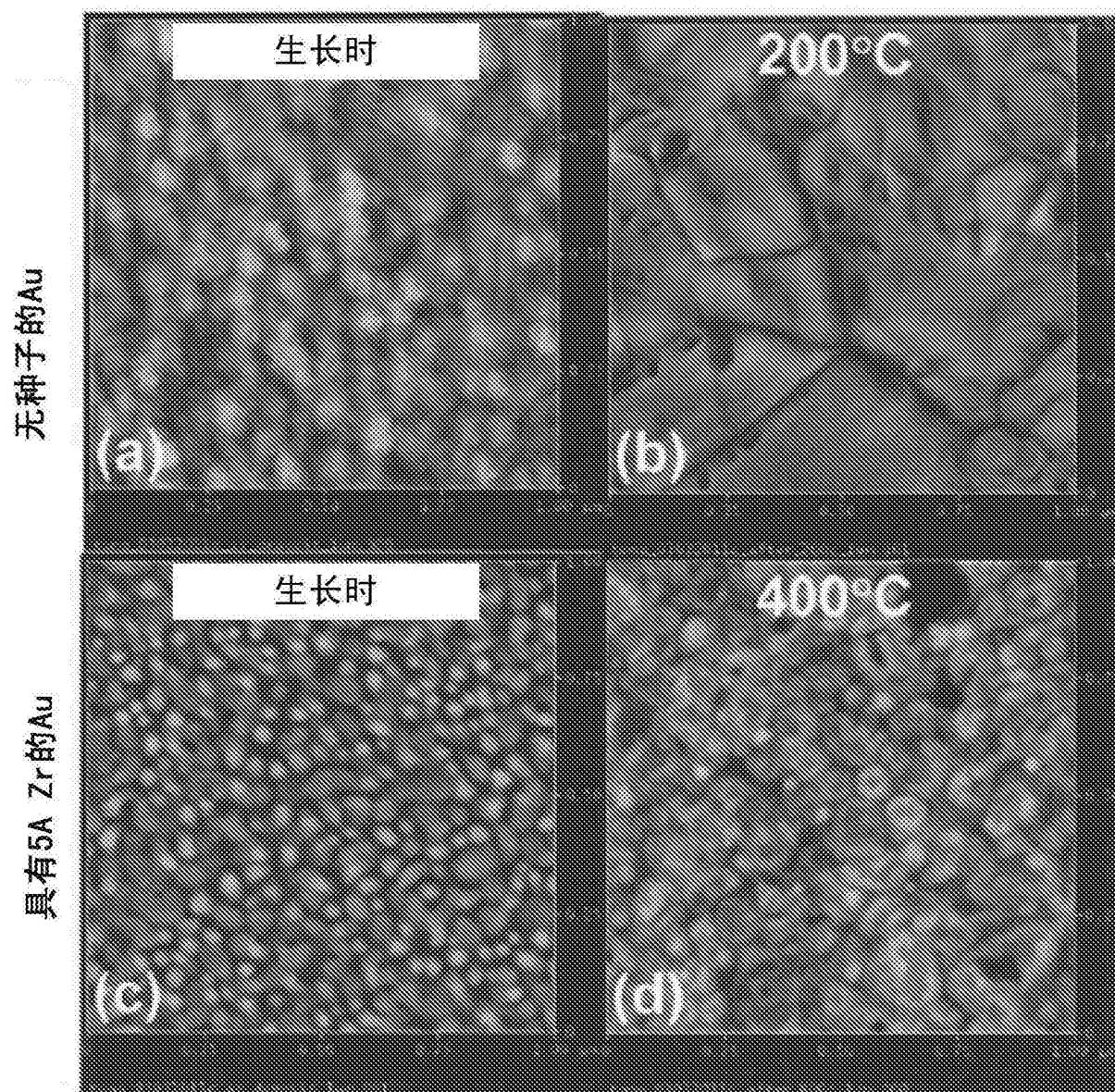


图 8C

图 8D

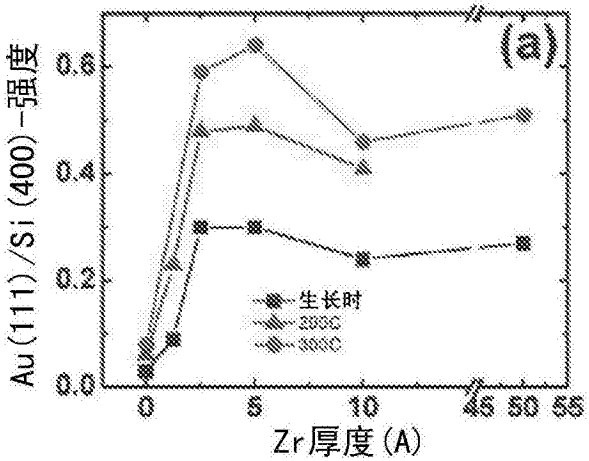


图9A

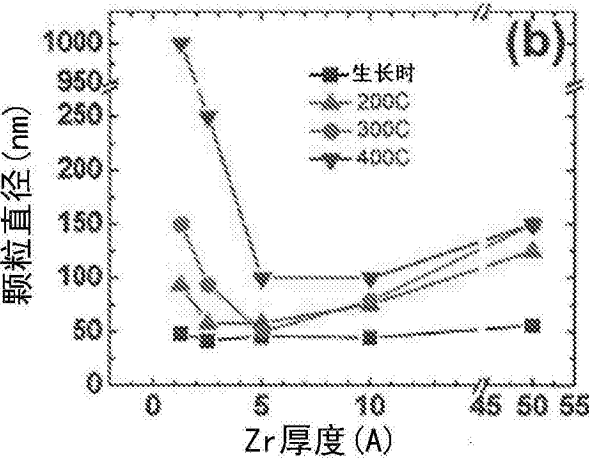


图9B

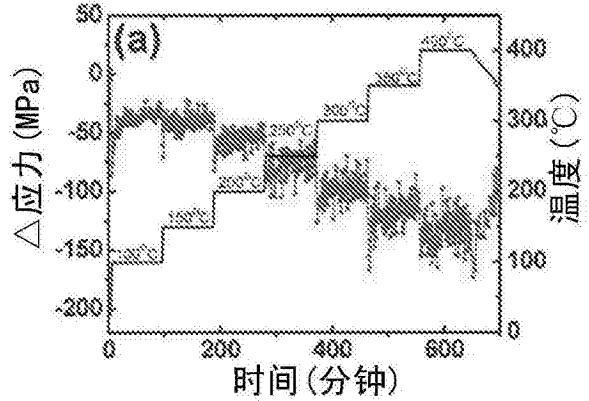


图10A

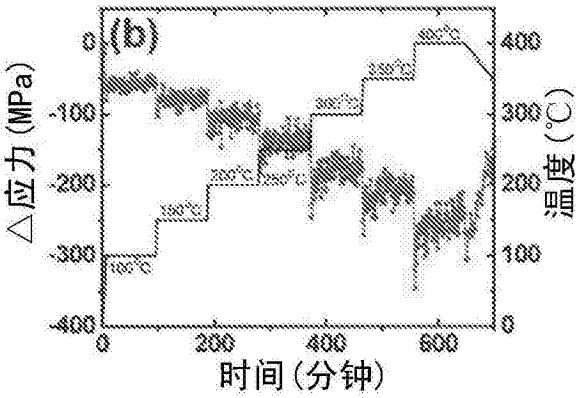


图10B

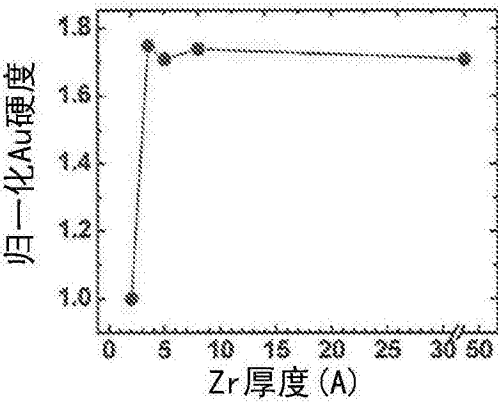


图11