



## (12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106024019 B

(45)授权公告日 2019.08.20

(21)申请号 201610157325.X

(22)申请日 2016.03.18

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 106024019 A

(43)申请公布日 2016.10.12

(30)优先权数据

62/136,555 2015.03.22 US

62/167,314 2015.05.28 US

15/060,914 2016.03.04 US

(73)专利权人 希捷科技有限公司

地址 美国加利福尼亚州

(72)发明人 S·萨胡 M·G·布拉伯

H·布里克纳 T·赵 程宇航

J·C·杜达 T-W·李

(74)专利代理机构 上海专利商标事务所有限公司 31100

代理人 李玲

(51)Int.Cl.

G11B 5/127(2006.01)

G11B 5/40(2006.01)

(56)对比文件

US 2014050058 A1,2014.02.20,

US 2014050058 A1,2014.02.20,

US 2006114607 A1,2006.06.01,

CN 101770780 A,2010.07.07,

CN 103514898 A,2014.01.15,

CN 103514894 A,2014.01.15,

US 2012045662 A1,2012.02.23,

US 2014050057 A1,2014.02.20,

审查员 李珊珊

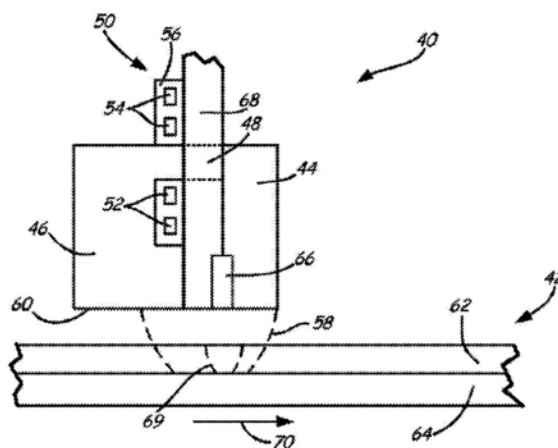
权利要求书2页 说明书9页 附图7页

(54)发明名称

包括扩散势垒层的设备

(57)摘要

公开了包括扩散势垒层的设备,具有空气轴承表面(ABS),所述设备包括:写入极;近场换能器(NFT),所述近场换能器包括轴柱和盘,其中,所述轴柱位于所述设备的所述ABS处;散热器,所述散热器位于所述NFT的所述盘的附近;电介质间隔,所述电介质间隔在所述设备的所述ABS处的所述NFT的所述轴柱附近;以及保形扩散势垒层,所述保形扩散势垒层位于所述写入极和所述电介质间隔、所述盘以及所述散热器之间,其中,所述保形扩散势垒层形成不大于 $135^\circ$ 的至少一个角度。



1. 一种具有空气轴承表面ABS的设备,所述设备包括:  
写入极;  
近场换能器NFT,所述近场换能器包括轴柱和盘,其中,所述轴柱位于所述设备的所述ABS处;  
散热器,所述散热器位于所述NFT的所述盘的附近;  
电介质间隔,所述电介质间隔在所述设备的所述ABS处位于所述NFT的所述轴柱附近;  
以及  
保形扩散势垒层,所述保形扩散势垒层位于所述写入极和所述电介质间隔之间、所述写入极和所述盘之间以及所述写入极和所述散热器之间,其中,所述保形扩散势垒层形成不大于 $135^{\circ}$ 的至少一个角度。
2. 根据权利要求1所述的设备,其中,所述保形扩散势垒层包括钼(Mo)、钽(Ta)、铌(Nb)、铪(Hf)、钕(Nd)、钬(Ho)、钼(Mo)、钨(W)、铱(Ir)、铑(Rh)、钌(Ru)、铼(Re)、钛(Ti)、锆(Zr)、镍(Ni)、铀(U)、钇(Y)、钒(V)或其组合。
3. 根据权利要求1所述的设备,其中,所述保形扩散势垒层包括钌(Ru)、铱(Ir)、钽(Ta)、锆(Zr)、铌(Nb)、铪(Hf)或其组合。
4. 根据权利要求1所述的设备,其中,所述保形扩散势垒层包括钌(Ru)、铱(Ir)、钽(Ta)、锆(Zr)或其组合。
5. 根据权利要求1所述的设备,其中,所述保形扩散势垒层紧挨着所述写入极。
6. 根据权利要求1所述的设备,其中,所述保形扩散势垒层具有从5纳米nm到30nm的厚度。
7. 根据权利要求1所述的设备,进一步包括轴柱耦合层,所述轴柱耦合层位于所述保形扩散势垒层和所述电介质间隔之间、所述保形扩散势垒层和NFT之间以及所述保形扩散势垒层和散热器之间。
8. 根据权利要求7所述的设备,其中,所述轴柱耦合层包括金(Au)或其合金。
9. 根据权利要求7所述的设备,其中,所述轴柱耦合层具有从8nm到25nm的厚度。
10. 根据权利要求1所述的设备,进一步包括蚀刻停止层,所述蚀刻停止层在所述写入极的相反的一侧位于所述保形扩散势垒层附近。
11. 根据权利要求10所述的设备,其中,所述蚀刻停止层包括钽(Ta)、钛(Ti)、铬(Cr)、氮化钽(TaN)、氮化钛(TiN)或其组合。
12. 一种具有空气轴承表面ABS的设备,所述设备包括:  
写入极;  
近场换能器NFT,所述近场换能器包括轴柱和盘,其中,所述轴柱位于所述设备的所述ABS处;  
散热器,所述散热器位于所述NFT的所述盘的附近;  
电介质间隔,所述电介质间隔在所述设备的所述ABS处位于所述NFT的所述轴柱附近;  
以及  
保形扩散势垒层,所述保形扩散势垒层位于所述写入极和所述电介质间隔之间、所述写入极和所述盘之间以及所述写入极和所述散热器之间,其中,所述保形扩散势垒层形成不大于 $110^{\circ}$ 的至少一个角度,并且包括钼(Mo)、钽(Ta)、铌(Nb)、铪(Hf)、钕(Nd)、钬(Ho)、钼

(Mo)、钨(W)、铱(Ir)、铑(Rh)、钌(Ru)、铼(Re)、钛(Ti)、锆(Zr)、镍(Ni)、铀(U)、钇(Y)、钒(V)或其组合。

13. 根据权利要求12所述的设备,其中,所述保形扩散势垒层包括锆(Zr)、钌(Ru)或其组合。

14. 根据权利要求12所述的设备,其中,所述NFT包括金(Au)或其合金。

15. 根据权利要求12所述的设备,其中,所述保形扩散势垒层具有从5nm到30nm的厚度。

16. 根据权利要求12所述的设备,进一步包括轴柱耦合层,所述轴柱耦合层位于所述保形扩散势垒层和所述电介质间隔之间、所述保形扩散势垒层和NFT之间以及所述保形扩散势垒层和散热器之间。

17. 根据权利要求12所述的设备,进一步包括蚀刻停止层,所述蚀刻停止层在所述写入极的相反的一侧位于所述保形扩散势垒层附近。

18. 一种具有空气轴承表面ABS的设备,所述设备包括:

写入极;

近场换能器NFT,所述近场换能器包括轴柱和盘,其中,所述轴柱位于所述设备的所述ABS处;

散热器,所述散热器位于所述NFT的所述盘的附近;

电介质间隔,所述电介质间隔在所述设备的所述ABS处位于所述NFT的所述轴柱附近;  
以及

保形扩散势垒层,所述保形扩散势垒层位于所述写入极和所述电介质间隔之间、所述写入极和所述盘之间以及所述写入极和所述散热器之间并且紧挨着所述电介质间隔、所述盘以及所述散热器,其中,所述保形扩散势垒层包括铼(Re)、钒(V)或其组合。

19. 根据权利要求18所述的设备,其中,所述保形扩散势垒层形成不大于 $160^\circ$ 的至少一个角度。

20. 根据权利要求18所述的设备,其中,所述保形扩散势垒层具有从8nm到15nm的厚度。

## 包括扩散势垒层的设备

[0001] 优先权

[0002] 本申请要求在2015年3月22日提交的标题为“HAMR DEVICES INCLUDING DIFFUSION BARRIERS”的美国临时申请NO.62/136,555和在2015年5月28日提交的标题为“NFTS INCLUDING DIFFUSION BARRIER LAYERS”的62/167,314的优先权,这些申请以引用的方式并入本文中。

### 发明内容

[0003] 公开了具有空气轴承表面(ABS)的设备,所述设备包括:写入极;近场换能器(NFT),所述近场换能器包括轴柱(peg)和盘,其中,所述轴柱位于所述设备的所述ABS处;散热器,所述散热器位于所述NFT的所述盘的附近;电介质间隔,所述电介质间隔在所述设备的所述ABS处的所述NFT的所述轴柱附近;以及保形扩散势垒层,所述保形扩散势垒层位于所述写入极和所述电介质间隔、所述盘以及所述散热器之间,其中,所述保形扩散势垒层形成不大于135°的至少一个角度。

[0004] 还公开了具有空气轴承表面(ABS)的设备,所述设备包括:写入极;近场换能器(NFT),所述近场换能器包括轴柱和盘,其中,所述轴柱位于所述设备的所述ABS处;散热器,所述散热器位于所述NFT的所述盘的附近;电介质间隔,所述电介质间隔在所述设备的所述ABS处位于所述NFT的所述轴柱附近;以及保形扩散势垒层,所述保形扩散势垒层位于所述写入极和所述电介质间隔、所述盘以及所述散热器之间,其中,所述保形扩散势垒层形成不大于110°的至少一个角度,并且包括钼(Mo)、钽(Ta)、铌(Nb)、铪(Hf)、钕(Nd)、钬(Ho)、钼(Mo)、钨(W)、铱(Ir)、铑(Rh)、钌(Ru)、铼(Re)、钛(Ti)、锆(Zr)、镍(Ni)、铀(U)、钇(Y)、钒(V),或其组合。

[0005] 还公开了具有空气轴承表面(ABS)的设备,所述设备包括:写入极;近场换能器(NFT),所述近场换能器包括轴柱和盘,其中,所述轴柱位于所述设备的所述ABS处;散热器,所述散热器位于所述NFT的所述盘的附近;电介质间隔,所述电介质间隔在所述设备的所述ABS处位于所述NFT的所述轴柱附近;以及保形扩散势垒层,所述保形扩散势垒层位于所述写入极和所述电介质间隔、所述盘以及所述散热器之间,其中,所述保形扩散势垒层包括铼(Re)、钒(V),或其组合。

[0006] 本发明的上面的概述不打算描述本发明的每一个所公开的实施例或每一实现。随后的描述更具体地示范了说明性实施例。在本申请中的多个位置,通过示例的列表,提供了引导,示例可以以各种组合使用。在每一情况下,列举的列表只作为代表性的组,不应该被解释为排它性列表。

### 附图说明

[0007] 图1是可包括HAMR设备的磁盘驱动器的透视图。

[0008] 图2是垂直HAMR磁记录头和相关联的记录介质的剖面视图。

[0009] 图3是包括此处所公开的扩散势垒层的说明性HAMR磁记录头的一部分的截面图。

[0010] 图4是包括此处所公开的扩散势垒层和可选的轴柱耦合层的说明性HAMR磁记录头的一部分的截面图。

[0011] 图5是包括此处所公开的扩散势垒层、可选的轴柱耦合层和可选的蚀刻停止层的说明性HAMR磁记录头的一部分的截面图。

[0012] 图6是在此处的示例中形成并使用的结构的示意图。

[0013] 图7A到7E示出了控制结构(在界面处无层)的扫描电子显微镜(SEM)图像,标识了结构(图7A)、在以20nm放大率进行测试之前(图7B)、在以20nm放大率在300℃进行3小时退火之后(图7C)以及以20nm放大率在400℃进行3小时退火之后(图7D)以及以100nm放大率使用能量散射X-ray(EDX)光谱术的量的区域(图7E)。

[0014] 图8是包括钽(Ta)扩散势垒层的说明性结构的SEM图像。

[0015] 图9是包括锆(Zr)扩散势垒层的说明性结构的SEM图像。

[0016] 图10是包括钌(Ru)扩散势垒层的说明性结构的SEM图像。

[0017] 图不一定是按比例。图形中所使用的相同的编号表示相同组件。然而,可以理解,使用数字来表示给定图形中的组件不打算利用相同编号标记的另一图形中的组件。

## 具体实施方式

[0018] 热辅助磁性记录(简称为HAMR)使用例如来自激光器的辐射将介质加热到高于其居里温度的温度,实现磁性记录。为了将辐射(例如,激光束)提供到介质的小区域(例如,大约20到50nm的量级),使用了NFT。在磁性记录操作过程中,NFT吸收来自激光器的能量,并将它聚焦于非常小的区域;这会导致NFT的温度上升。NFT的温度可以被提升到高达大约400℃或更高。

[0019] NFT和周围的结构在操作过程中到达的高温会因界面处的相对高的扩散系数而导致写入极的材料(例如,铁(Fe)和钴(Co)原子)通过许多界面中的任何一个界面朝着NFT扩散。写入极材料(例如,Fe和Co)沿着界面的扩散将改变其组分,因此,将改变轴柱、在该极处包围NFT的覆层(例如,NFT到极空间即“NPS”)以及在波导的芯处包围NFT的覆层(例如,芯到NFT空间即“CNS”)的光学性质。这些改变的组分将会降低HAMR头的性能,并可能会导致NFT很早出故障。

[0020] 所公开的设备包括被设计为并被配置成最小化或消除写入极材料沿着界面的扩散的扩散势垒。具体而言,可以将扩散势垒层添加到极/NPS界面、极/NFT界面或两者的至少一部分中,以防止或最小化写入极材料通过NPS/极和NPS/NFT界面的扩散。由于其密度、保形性或其组合,扩散势垒可以作为扩散势垒提供有利的功能。所公开的扩散势垒可以通过不提供用于极材料的扩散的新路径而更有利。相对来说不密、不保形或其组合的扩散势垒的沉积简单地提供可以被写入极原子用来扩散到NFT的新路径。

[0021] 图1是包括用于将滑动块12定位在磁性介质16的磁道14上的致动系统的磁盘驱动器10的透视图。图1和2中所描绘的系统可包括所公开的结构和多层气体势垒层。所示出的磁盘驱动器10的特定配置是为便于描述,并不打算以任何方式对本发明的范围作出限制。磁盘驱动器10包括配置为使主轴上的致动臂20围绕轴线22旋转的音圈电动机18。负载横杆24在头安装架26处连接到致动臂20。悬置件28连接到负载横杆24的末端,而滑动块12附接到悬置件28。磁性介质16围绕轴线30旋转,以与滑动块12形成游隙,从而将其保持在磁性介

质16的表面上方的一小距离处。磁性介质16的每一个磁道14都利用用于存储数据的数据存储单元的阵列进行格式化。滑动块12携带用于在磁性介质16的磁道14上读和/或写数据的磁性设备或换能器(图1中未示出)。磁换能器利用附加的电磁能来对介质16的表面进行加热,从而通过被称为“热辅助磁性记录(HAMR)”的过程来促进记录。

[0022] HAMR换能器包括:用于生成写入到磁性介质(例如,磁性介质16)的磁场的磁性写入器,以及加热写入场附近的磁性介质的一部分的光学设备。图2是磁性设备(例如,HAMR磁性设备40)的一部分以及相关磁存储介质42的一部分的剖面视图。HAMR磁性设备40包括通过基座48耦合的写入极44和返回极46。包括导体52和54的线圈50围绕该基座,并由绝缘体56支撑。如图所示,磁存储介质42是包括硬磁存储层62和软磁底层64的垂直磁性介质,但是,可以是其他形式的介质,诸如图案化的介质。线圈中的电流在基座和极中感应出磁场。磁通量58在空气轴承表面(ABS)60处退出记录头,并被用来改变存储介质42的硬磁层62的封闭在区域58内的那些部分的磁化。近场换能器66位于空气轴承表面60附近处的写入极44附近。近场换能器66耦合到从诸如激光之类的能量源接收电磁波的波导68。位于近场换能器66的末端的电场被用来对硬磁层62的一部分69进行加热,以降低矫顽磁性,从而来自写入极的磁场可以影响存储介质的磁化。在图2中可以看出,近场换能器的一部分位于设备的ABS 60处。

[0023] 此处所公开的设备也可以包括其他结构。此处所公开的设备可以被包括到较大的设备中。例如,滑块可包括如此处所公开的设备。示例性滑块可包括具有前导边、尾边,以及空气轴承表面的滑块体。然后,可以将写入极、读取极、光学近场换能器和接触垫(以及可选的散热器)定位在滑块体中。可以将这样的示例性滑块附接到可以被包括到例如磁盘驱动器中的悬置件。还应注意,所公开的设备可以被用于诸如图1和2中所描绘的磁盘驱动器之类的磁盘驱动器之外的系统中。

[0024] 图3示出了HAMR磁记录头的一部分的放大图。记录头包括可以例如由CoFe制成的磁极110。空气轴承表面(ABS)113可以被外涂层(在图3中未描绘)覆盖或可以由外涂层进行定义。头部也可以包括波导102,该波导102可包括夹在包层之间的芯层。例如,在芯层之下可以有第二包层,它上面可以有第一包层。在波导102和NFT 106之间有介电材料,它也可以被称为芯到NFT空间或CNS 104。CNS 104可以可任选地是波导的一部分,例如,第一包层,可以由与介电材料(CNS 104)相同或类似的材料(或其组合)制成。在空气轴承表面113和NFT 106附近,是介电材料或电介质间隔115。电介质间隔115也可以构成NFT到极空间即NPS 112的一部分。近场换能器(NFT)106可以被视为由两个部分(轴柱107和盘109)构成。设备也可以包括散热器111。散热器111可以是与NFT的盘109相同材料或不同的材料。在某些实施例中,散热器111和盘109可以是相同材料,可以是连续的或基本上连续的,或其组合。

[0025] 设备也包括扩散势垒层120。在ABS处,电介质间隔115和扩散势垒层120形成NFT到极空间即NPS 112。在某些实施例中,扩散势垒层120可以起作用,以减少写入极的材料向NFT 106(具体地,向NFT 106的轴柱107)的扩散。在某些实施例中,扩散势垒层120可以起作用,以减少写入极的材料沿着NPS和NFT的界面的扩散。反向延伸(远离ABS)至电介质间隔115和盘109之间的界面后面的一距离的扩散势垒可以缩小或防止极材料沿着电介质间隔115和盘109之间的界面的扩散。材料从极向设备的各种其他部分的扩散会导致NPS、轴柱,CNS或其任何组合的组分发生改变。这会导致NFT的故障或头性能降低,或两者。

[0026] 在某些实施例中,扩散势垒层120可以被置于至少在电介质间隔115和极120之间。在某些实施例中,扩散势垒层120可以置于至少在电介质间隔115和极120之间,在极110和盘109之间,电介质间隔115和盘109之间的界面后面(在与ABS相反的方向)至少某个距离。在某些实施例中,扩散势垒层120可以置于至少在电介质间隔115和极120之间,在极110和盘109之间,电介质间隔115和盘109之间,以及在盘109的至少某个部分和极110之间的界面后面(在与ABS相反的方向)至少某个距离。在某些实施例中,扩散势垒层120可以置于至少在电介质间隔115和极120之间,在极110和盘109之间,在电介质间隔115和盘109之间,在盘109的至少某个部分和极110之间,以及在散热器111的至少某个部分和写入极110之间的界面后面(在与ABS相反的方向)至少某个距离。在某些实施例中,扩散势垒层120可以置于至少在电介质间隔115和极120之间,在极110和盘109之间,在电介质间隔115和盘109之间,在盘109的至少某个部分和极110之间,以及在散热器111的具有基本上平行于ABS的表面的至少大部分和写入极110之间的界面后面(在与ABS相反的方向)至少某个距离。在某些实施例中,扩散势垒层120可以置于至少在电介质间隔115和极120之间,在极110和盘109之间,在电介质间隔115和盘109之间,在盘109的至少某个部分和极110之间,以及在散热器111的具有基本上平行于ABS的表面的基本上全部部分和写入极110之间的界面后面(在与ABS相反的方向)至少某个距离。在某些实施例中,扩散势垒层120可以置于至少在电介质间隔115和极120之间,在极110和盘109之间,在电介质间隔115和盘109之间,在盘109的至少某个部分和极110之间,以及在基本上所有散热器111和写入极110之间的界面后面(在与ABS相反的方向)至少某个距离。在图3中描绘了后一实施例。

[0027] 在某些实施例中,扩散势垒层可被称为非平面的扩散势垒层。非平面的扩散势垒是不简单地两个其他基本上平的层之间的基本上平的层的那一个。在某些实施例中,扩散势垒层可被称为保形扩散势垒层。保形扩散势垒层是与它位于其之间的表面一致的那一个。在某些实施例中,保形扩散势垒可包括至少在电介质间隔115和写入极110之间至少在某种程度上是平面的部分,在盘109和写入极110之间并且可以或可以不是基本上平面的可选部分,在盘111和写入极110之间并且可以或可以不是基本上平面的可选部分。非平面的,保形(或两者)扩散势垒层可包括本身基本上是一个以上的部分。例如,非平面的并且保形扩散势垒层可包括在电介质间隔115和写入极110之间基本上是内部地平面的部分,在盘109和写入极110之间的是基本上内部地平面的另一部分,以及在散热器111的至少一部分和写入极110之间的是基本上内部地平面的另一部分。虽然这些部分可以本身是内部地平面的,但是,它们不会形成平面整体。

[0028] 在某些实施例中,非平面的扩散势垒层可包括不大于 $160^{\circ}$ 、不大于 $135^{\circ}$ ,或不大于 $110^{\circ}$ 的至少第一角度。在某些实施例中,非平面的扩散势垒层可包括从 $70^{\circ}$ 到 $110^{\circ}$ ,从 $80^{\circ}$ 到 $100^{\circ}$ ,或从 $85^{\circ}$ 到 $95^{\circ}$ 的至少第一角度。在某些实施例中,扩散势垒层中的此第一角度可以由扩散势垒层的靠近盘109和散热器111的部分形成。在图3中,此角度被描绘为116。在图3所示出的特定图示中,角度大约是 $90^{\circ}$ 。

[0029] 可以通过其厚度,描述扩散势垒层。在某些实施例中,扩散势垒层可以具有足以产生最小化或防止扩散的势垒层的厚度,因此,层必须跨势垒层的跨度,至少恒定。在某些实施例中,扩散势垒层可以具有不如此大以致于NPS变得太大难以提供设备的所希望的功能的厚度。在某些说明性实施例中,扩散势垒层可以具有不小于5纳米(nm)、不小于8nm、不小

于10nm,或不小于12nm的厚度。在某些说明性实施例中,扩散势垒层可以具有不大于大于50nm、不大于30nm、不大于25nm,或不大于15nm的厚度。

[0030] 为了使所公开的扩散势垒层更有效地降低或防止极材料扩散到NFT(例如),构成扩散势垒层的材料的本质重要。提供各种属性或其组合的材料的体积性质、材料的身份,在确定扩散势垒层如何有效地最小化或防止扩散时都相关。

[0031] 在某些实施例中,对在最小化或防止扩散中扩散势垒层的有效性如何起作用的材料的一个体积或物理特性包括材料的密度。不充分密的扩散势垒层可以允许扩散的路径,而相比之下,充分密的扩散势垒层不包括扩散路径。在某些实施例中,扩散势垒层可以至少80%密、至少90%密、至少95%密,或大约100%密。

[0032] 由于所公开的扩散势垒层的一些实施例的非平面的本质以及具有充分密的扩散势垒层的愿望,形成扩散势垒层的方法可以重要。在某些实施例中,可以使用提供保形、相对均匀覆盖的沉积的方法。在某些实施例中,有用的沉积方法可包括,例如,汽相沉积方法,诸如化学气相沉积(CVD)、原子层沉积(ALD)、离子束沉积(IBD)(例如,带有相对于法线的受控制的角度),脉冲尖头磁控管(2PCM)物理汽相沉积(PVD)、角形PVD(例如,4PVD/5PVD)、电沉积方法以及溅射,以及其它。在某些实施例中,可以使用CVD或ALD。在某些实施例中,可以使用CVD。

[0033] 可以用作扩散势垒层材料的材料可包括在NFT的材料中溶解度低的那些,写入极的材料,或两者;带有低耐氧化性的那些;或其组合。在某些实施例中,选择的特定材料可以在写入极、NFT或两者中具有相对低的溶解度。在某些实施例中,选择的特定材料可以在写入极、NFT或两者中甚至在高温(例如,大于或等于大约100°C)下具有相对低的溶解度。可另选地,或另外,可以考虑可能的扩散势垒层材料的热稳定性。在某些实施例中,用于扩散势垒层的一种材料或多种材料可以具有相对较高的热稳定性,以便层可以维持或基本上维持其物理形状和尺寸。在某些实施例中,用于扩散势垒层的一种或多种材料可以具有相对较高的熔点。也可以考虑用于扩散势垒层的材料的导热率。在极和NFT之间添加扩散势垒层可能会影响从NFT到极的导热性,这可能会显著地影响HAMR头部的可靠性。可以通过让扩散势垒层只覆盖NFT的一部分,仍使NFT,或更具体地,NFT的散热器与极直接热接触以允许热量散发到极,来至少部分地对此进行补偿另外,或代替,扩散势垒层材料可以是具有相对较高的导热率以允许热量散发到扩散势垒层材料的材料。

[0034] 可另选地,或另外,可以考虑用于扩散势垒层的可能的材料的耐氧化性。在HAMR写入过程中,反应性气体(例如, $O_2$ 、 $H_2O$ 、HF,或其它)可以渗透入外涂层,并与扩散势垒层起反应。这样的反应可能会改变扩散势垒层的机械、物理以及化学性质,生成内应力,在层中产生缺陷,或其组合。因此,相对来说能抵御与反应性气体(例如, $O_2$ 、 $H_2O$ 、HF,或其它)的材料的反应的材料可以有用。

[0035] 也可以基于光学性质,选择扩散势垒层的材料。在某些实施例中,用于扩散势垒层的一种或多种材料可以具有相对低的n和相对高的k,以减少由扩散势垒层所吸收的光量。

[0036] 通过考虑上面指出的属性,此处未讨论的额外的属性,或其组合,可以选择扩散势垒层的材料。

[0037] 在某些实施例中,扩散势垒层可包括一种或多种金属。可以用于扩散势垒层的说明性金属可包括钼(Mo)、钽(Ta)、铌(Nb)、铪(Hf)、钕(Nd)、钬(Ho)、钼(Mo)、钨(W)、铱(Ir)、



铑(Rh)、钌(Ru)、铼(Re)、钛(Ti)、锆(Zr)、镍(Ni)、铀(U)、钇(Y)、钒(V),或其组合。在某些实施例中,此处所公开的扩散势垒层可包括Ru、Ir、Ta、Zr、Nb、Hf,或其组合。在某些实施例中,此处所公开的扩散势垒层可包括Ta、Ir、Ru、Zr,或其组合。

[0038] Mo、Nb、Ni、Nd、Ho、Zr、Y,以及Ir由于它们的相对高的熔点、相对高的耐氧化性、对金的相对低的溶解度以及相对好的导热率,可以有用。类似地,Mo、W、Nb、Nd、Ni、Ho、Zr以及Y由于它们在金(Au)和铁(Fe)中具有相对低的溶解度,可以有用。类似地,Ir在Au中也具有低溶解度。在某些实施例中,Ta、W、Ti、Rh、或Ru也可以用于扩散势垒层中。Ta、W、Ti、Rh,以及Ru中的任何一个由于它们的相对高的熔点、相对高的耐氧化性、在金中的相对低的溶解度以及相对好的导热率,可以有用。

[0039] 可任选地,可以在扩散势垒层和电介质间隔115、盘109、散热器111,或其任何组合之间添加一层,以提高热梯度、提高面密度,或其组合。此可选层可被称为轴柱耦合层。图4示出了包括扩散势垒层120和轴柱耦合层122的磁记录头的一部分。在某些实施例中,轴柱耦合层122可以起作用,以提高,例如,扩散势垒层120和电介质间隔115、盘109、散热器111,或其任何组合之间的热梯度。可选轴柱耦合层可包括各种材料,包括,例如,轴柱、盘,或散热器的材料。在某些实施例中,可选轴柱耦合层可包括等离激元元素或包含等离激元元素的合金。在某些实施例中,可选轴柱耦合层可包括,例如,金(Au)、或Au的合金。可选轴柱耦合层可以具有,例如,不小于5nm、不小于8nm,或不小于10nm的厚度。在某些实施例中,可选轴柱耦合层可以具有不大于25nm、不大于20nm,或不大于15nm的厚度。应该指出的是,不大于50nm的最大希望的NPS可以对可选轴柱耦合层的厚度的上限有贡献。

[0040] 在某些实施例中,有关轴柱耦合层的细节可以在在2015年10月19日提交的标题为“STRUCTURE POSITIONED BETWEEN MAGNETIC POLE AND NEAR-FIELD TRANSDUCER”的具有代理人案号STB.162.U1的,发明人为Tae-Woo Lee和David Grundman的共同转让的美国专利申请NO.14/886,524中找到;这些专利申请以引用的方式并入本文中。

[0041] 可任选地,也可以包括额外的或替代的层,蚀刻停止层。蚀刻停止层可以起作用,以启用制造所公开的设备或使得制造所公开的设备更加容易、更有效率,或更可靠地可控的过程。例如,蚀刻停止层可以起作用,以允许对写入极进行蚀刻,具体地,蚀刻停止层提供控制对写入极的蚀刻的方法。图5示出了包括扩散势垒层120、蚀刻停止层124和轴柱耦合层122的磁记录头的一部分。在某些实施例中,蚀刻停止层可包括具有与写入极材料显著不同的(在蚀刻的相关类型)蚀刻速率的任何材料。在某些实施例中,可选蚀刻停止层可包括钽(Ta)、钛(Ti)、铬(Cr),或包含诸如,例如,TaN和TiN之类的这些元素中的任何一种,或其组合的材料。可选蚀刻停止层可以具有,例如,不小于5nm、不小于8nm,或不小于10nm的厚度。在某些实施例中,可选蚀刻停止层可以具有不大于25nm、不大于20nm,或不大于15nm的厚度。应该指出的是,不大于50nm的最大希望的NPS可以对可选蚀刻停止层的厚度的上限有贡献。在某些实施例中,扩散势垒层本身也可以充当蚀刻停止层,在这样的情况下,额外的蚀刻停止层可能不需要。在某些实施例中,蚀刻停止层本身也可以充当轴柱耦合层,在这样的情况下,额外的轴柱耦合层可能不需要。

[0042] 应该指出的是,各实施例可只包括蚀刻停止层和轴柱耦合层中的一层(而不是如在图5中描绘的,两层),蚀刻停止层或轴柱耦合层中的任一层,或蚀刻停止层和轴柱耦合层中的两层。

[0043] 在某些实施例中,NFT、或更具体地,轴柱、盘、散热器或其任何组合可以由等离激元材料制成。说明性NFT材料可包括等离激元材料,诸如金(Au)、银(Ag)、铝(Al)、铜(Cu)、钌(Ru)、铑(Rh)、铱(Ir),或其合金;氮化钛(TiN)、二氮化锆(ZrN),或其组合;导热氧化物;氧化铟锡(ITO);以及其组合。在某些实施例中,说明性NFT材料也可以包括在美国专利出版物No.2013/0286799;以及美国专利Nos.8,830,800,8,427,925,以及8,934,198中所公开的那些;这些专利申请以引用的方式并入本文中。

[0044] 波导104的CNS 104、电介质间隔115,以及包层,或其任何组合可以由相同或不同的材料制成。包层或结构中的任何一个可以一般由具有低(相对于NFT的材料)折射率的介电材料制成。说明性材料可包括Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、SiO<sub>2</sub>、MgO、MgF<sub>2</sub>、Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>、SiON,以及TaSiO<sub>x</sub>。在2011年2月23日提交的标题为“Optical Waveguide Clad Material”的美国专利出版物No.2011/0205864中所公开的材料也可以用于包层或结构中的任何一个,在不会引起冲突的范围内将该专利以引用的方式并入本文中。在各实施例中,包层或结构可以由,例如,Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>或SiO<sub>2</sub>制成。

[0045] 示例

[0046] 图6示出了为了检查扩散势垒层的效果而形成的结构。电介质间隔由AlO制成(使用ALD或PVD沉积),轴柱和盘由金制成(使用2PCM PVD沉积),极由FeCo制成(使用电镀/电极沉积来沉积),电介质是AlO。应该指出的是,在表面的上方添加电介质仅仅是为防止FeCo的氧化。结构在界面处没有层,带有10nm的锆(Zr)层(使用5PVD或2PCM沉积)、10nm的钽(Ta)层(使用PVD沉积),以及10nm的钌(Ru)层(使用CVD沉积)。在在300℃3小时退火之后,以及在在400℃3小时退火之后,首先对结构进行聚焦的离子束(FIB)分析。

[0047] 图7A到7E示出了控制结构(在界面处无层)的扫描电子显微镜(SEM)图像,标识了结构(图7A)、在以20nm放大率进行测试之前(图7B)、在以20nm放大率在300℃进行3小时退火之后(图7C),以及在以20nm放大率在400℃进行3小时退火之后(图7D),以及以100nm放大率使用能量散射X-ray(EDX)光谱学的量化的区域(图7E)。

[0048] 图8示出了在界面处包括10nm Ta的结构SEM图像。图9示出了在界面处包括10nm Zr的结构SEM图像。图10示出了在界面处包括10nm Ru的结构SEM图像。下面的表1示出了结构的量化框(如在图7E、8、9,以及10)内氧、铝、铁、钴、镍和金的重量百分数。

[0049] 表1

[0050]

	控制		带有 10 nm Ta		带有 10 nm Zr		带有 10 nm Ru	
	W t%	W t% Σ	W t%	W t% Σ	Wt %	Wt % Σ	Wt %	Wt % Σ
氧 (O)	1 1.37	1. 49	8 .34	1. 43	11. 57	1.4 4	12 .3	1. 52
铝 (Al)	1 5.12	1. 34	1 0.3	1. 46	16. 5	1.3 8	16 .8	1. 52
铁 (Fe)	5. 48	0. 86	0 .22	0. 15	0	0	0	0
钴 (Co)	0. 00	0. 00	0	0	0	0	0	0
镍 (Ni)	0. 00	0. 00	0	0	0	0	0	0

[0051]

金 (Au)	6 8.03	2. 24	7 8	3. 24	62	2.4 4	72	2. 48
--------	-----------	----------	--------	----------	----	----------	----	----------

[0052] 除非另作说明,此处所使用的所有科学和技术术语具有在当前技术中通常所使用的含义。此处所提供的定义是促进对此处频繁地使用的某些术语的理解,并不打算限制本发明的范围。

[0053] 如本说明书以及所附权利要求书中所使用的,“上面”以及“底部”(或其他术语,诸如“上”以及“下”)严格地用于相对描述,并不暗示所描述的元件所在的制品的任何总的朝向。

[0054] 如在说明书和所附权利要求书中所使用的,单数形式“一(a、an)”以及“该”也包含各实施例具有多个涉及的对象,除非内容明确地特别指出。

[0055] 如本说明书和所附权利要求书中所使用的,术语“或”在其意义中一般地使用,包括“和/或”,除非内容明确地特别指出。术语“和/或”表示所列出的元件中的一个或全部或所列出的元件中的任何两个或更多的组合。

[0056] 如此处所使用的,“具有”、“包括”等等在它们的非限制性的意义上使用,一般性地表示“包括,但不限于”。可以理解“基本上由...构成”、“由...构成”等等包含在“包括”等等内。例如,“包括”银的导电迹线可以是“由银构成”或“基本上由银构成”的导电迹线。

[0057] 如此处所使用的,“基本上由...构成”,当它涉及组分、设备、系统,方法等等,是指结构、设备、系统、方法等等的组件仅限于枚举的组件以及不会实质上影响成份、设备、系统、方法的基本的并且新颖的特征的任何其他组件。

[0058] 词语“首选的”以及“优选地”是指在某些情况下可以提供某些优点的实施例。然而，在相同或其他情况下，其他实施例也可以是首选的。进一步地，一个或多个优选实施例的列举并不意味着其他实施例没有用，不打算从本发明（包括权利要求书）的范围中排除其他实施例。

[0059] 通过端点对数值范围的列举包括该范围内包含的所有数字（例如，1到5包括1，1.5，2，2.75，3，3.80，4，5，等等或10或较小包括10，9.4，7.6，5，4.3，2.9，1.62，0.3等等）。在值范围“高达”特定值的情况下，该值被包括在该范围内。

[0060] 在上面的描述中以及随后的权利要求书中“第一”、“第二”等等的使用不一定打算表明存在枚举的数量的对象。例如，“第二”衬底只打算与另一注入设备（诸如“第一”衬底）区别开来。在上面的描述中以及随后的权利要求书中“第一”、“第二”等等的使用也不一定打算表明一个比另一个早。

[0061] 如此处所使用的，“大约”或“大致”一般是指在给定值或范围的20%、10%，或5%内。在某些实施例中，“大约”也可以暗示通过测量值限定的范围。除在各示例中以外，或在以别的方式表明的情况下，所有数字都将被理解为在一切情况下被术语“大约”修改。

[0062] 如此，公开了包括扩散势垒层的设备的各实施例。上文所描述的实现及其他实现下面权利要求书的范围内。本领域技术人员将理解，可以利用除所公开的那些实施例以外的实施例来实施本发明。所公开的各实施例只是为了说明，而不作为限制。

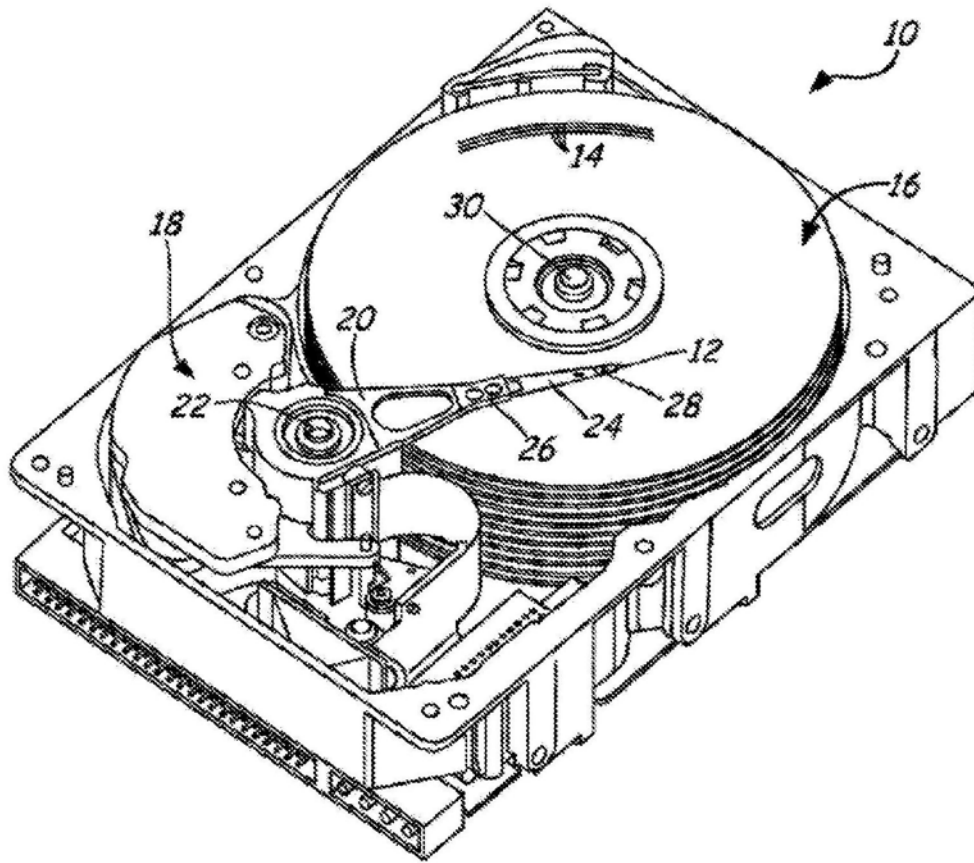


图1

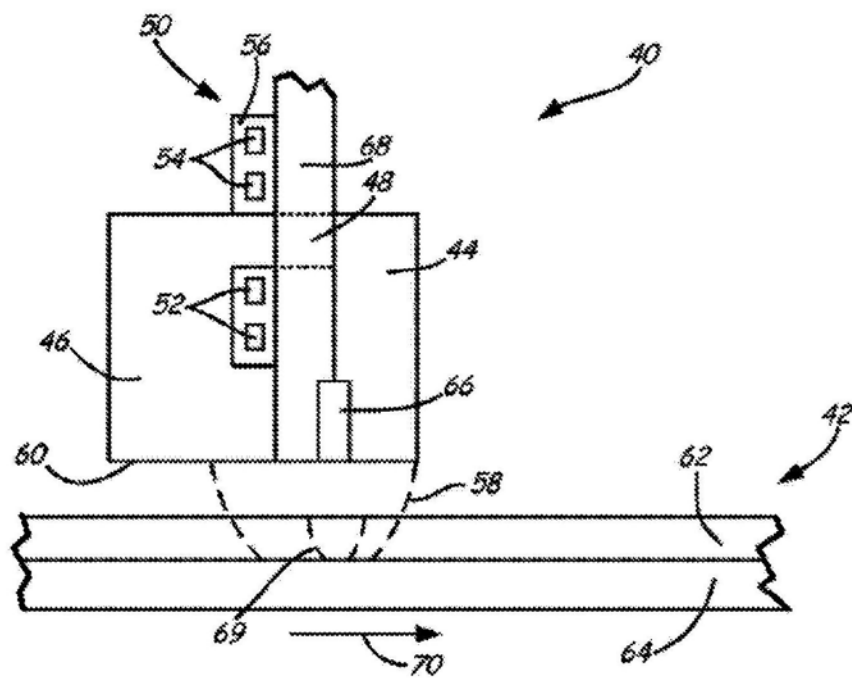


图2

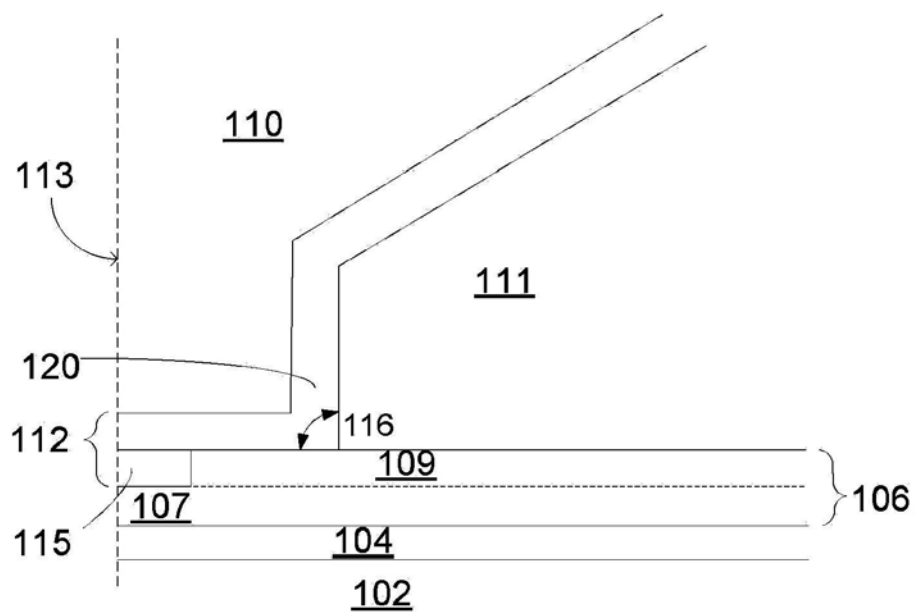


图3

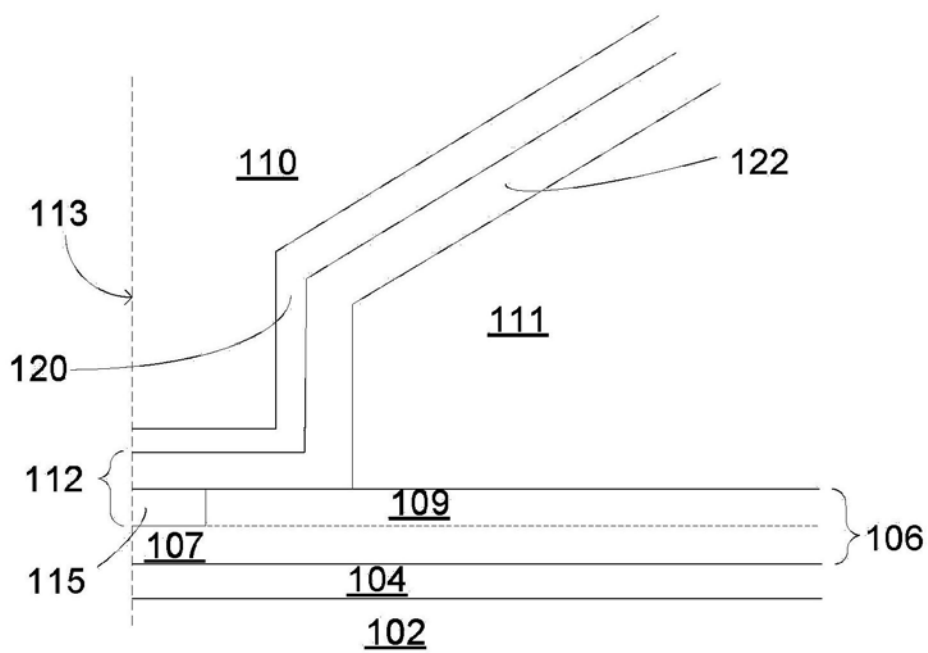


图4

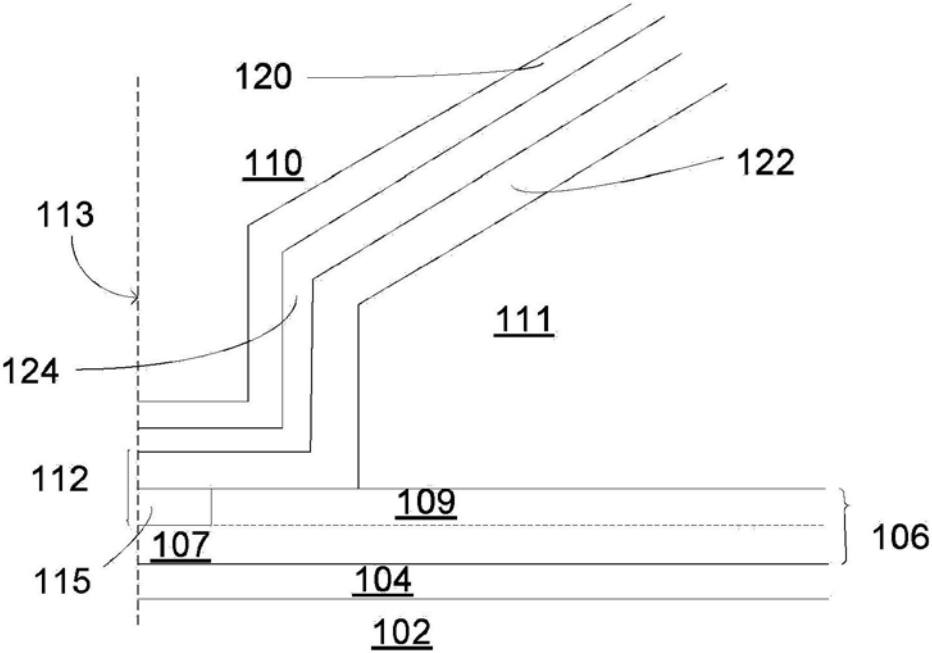


图5

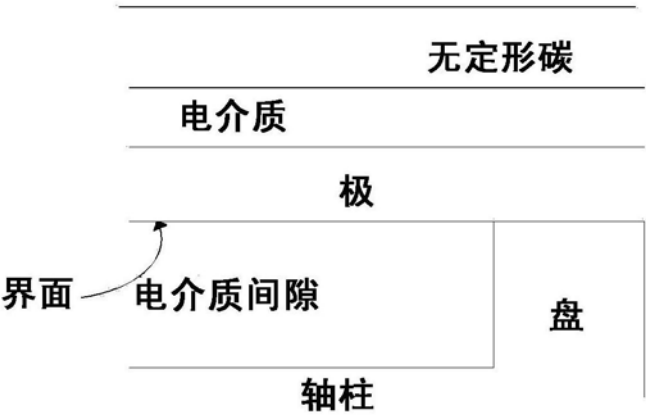


图6

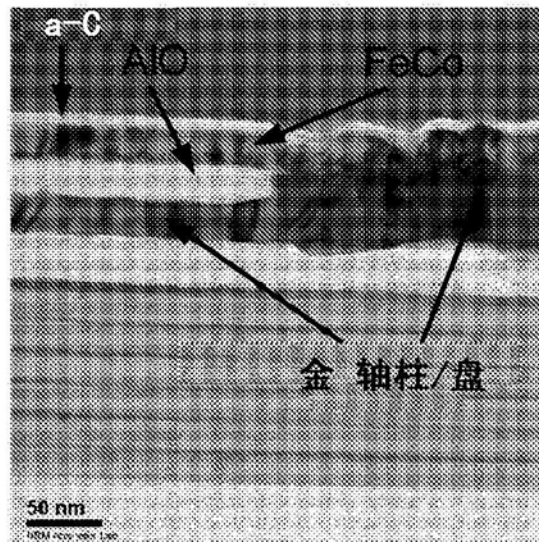


图7A

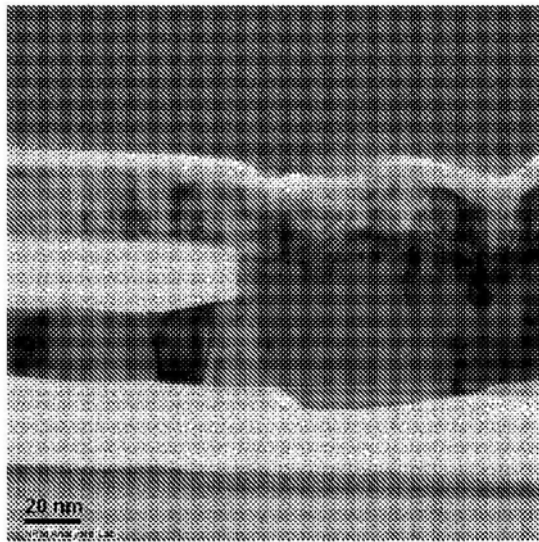


图7B



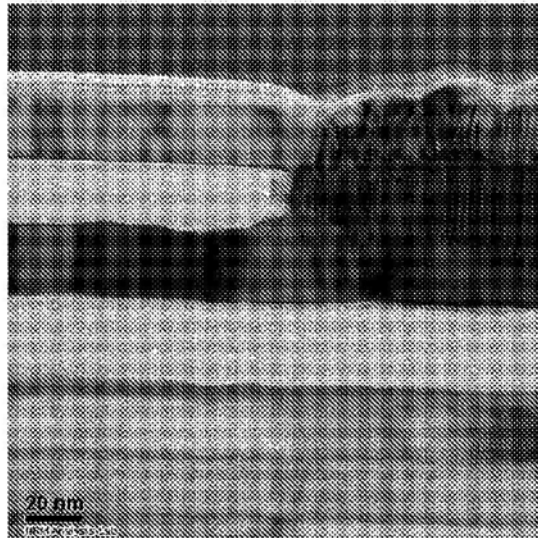


图7C

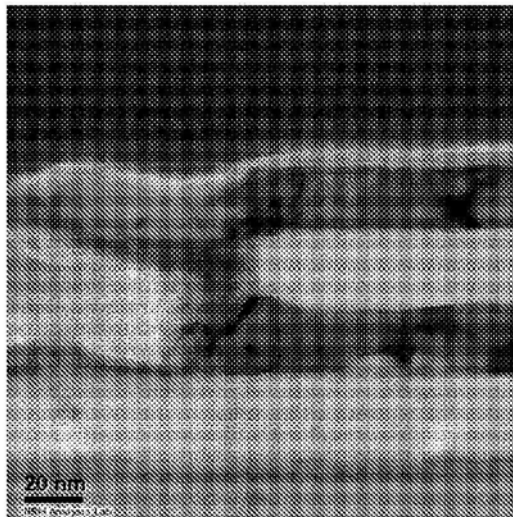


图7D

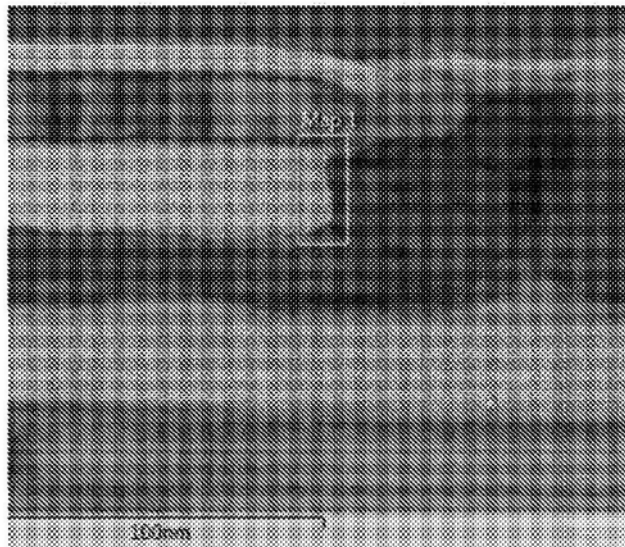


图7E

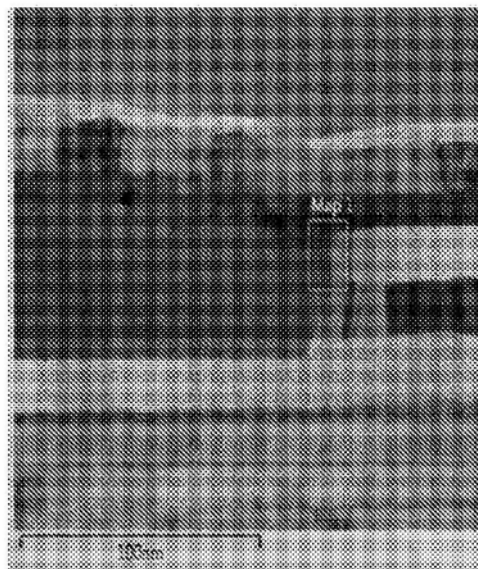


图8

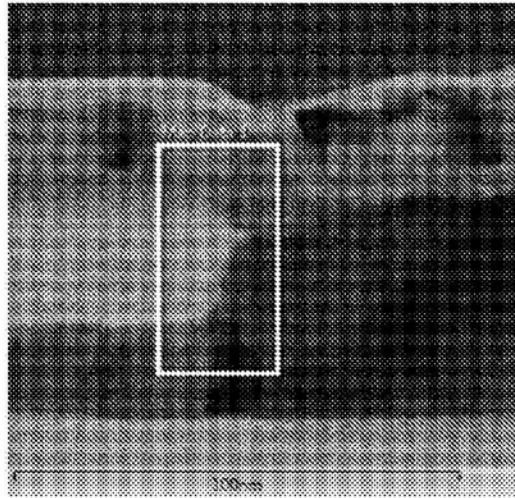


图9

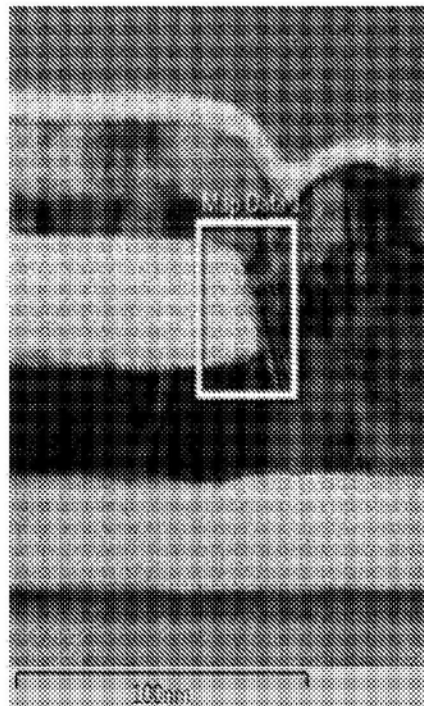


图10