



## (12)发明专利

(10)授权公告号 CN 103886874 B

(45)授权公告日 2018.07.27

(21)申请号 201310713699.1

(22)申请日 2013.12.20

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 103886874 A

(43)申请公布日 2014.06.25

(30)优先权数据

61/740,514 2012.12.21 US

13/790,022 2013.03.08 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 E·F·雷吉达 J·M·斯蒂芬

T·N·奴炎 N·朱克曼

G·J·昆克尔 D·H·科尔

M·A·西格勒 C·瑞

(74)专利代理机构 上海专利商标事务所有限公司 31100

代理人 何焜

(51)Int.Cl.

G11B 5/48(2006.01)

G11B 5/667(2006.01)

(56)对比文件

US 2010265618 A1,2010.10.21,

CN 101887730 A,2010.11.17,

CN 1177169 A,1998.03.25,

US 2010265618 A1,2010.10.21,

US 5768055 A,1998.06.16,

US 2006092570 A1,2006.05.04,

US 6433965 B1,2002.08.13,

US 2003198146 A1,2003.10.23,

审查员 严逸飞

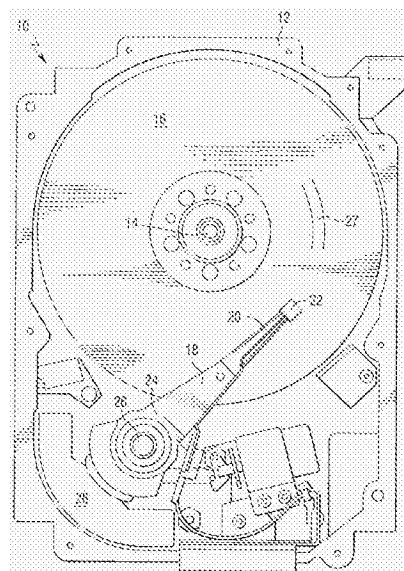
权利要求书1页 说明书9页 附图12页

(54)发明名称

具有可变外覆结构的磁性装置

(57)摘要

本申请公开了具有可变外覆结构的磁性装置。一种磁性装置,包括:磁读取器;磁写入器;以及可变外覆结构,可变外覆结构至少定位在磁读取器和写入器之上,可变外覆结构具有外覆层,外覆层具有基本恒定的厚度和材料;以及至少一个不同外覆部,不同外覆部具有与外覆层不同的厚度、不同的材料、或不同的厚度和材料。



1. 一种磁性装置,包括:

磁读取器;

磁写入器;以及

可变外覆结构,所述可变外覆结构至少定位在所述磁读取器和写入器之上,所述可变外覆结构包括:

外覆层,所述外覆层具有恒定的厚度和材料;以及

至少一个不同外覆部,所述不同外覆部定位在所述磁写入器上但不在所述磁读取器上,具有比所述外覆层大的厚度、与所述外覆层不同的材料。

2. 如权利要求1所述的磁性装置,其特征在于,所述不同外覆部为50 Å厚,以及所述外覆层为25 Å厚。

3. 如权利要求1所述的磁性装置,其特征在于,所述外覆层和所述至少一个不同外覆部两者包括类金刚石碳(DLC)。

4. 如权利要求3所述的磁性装置,其特征在于,所述不同外覆部进一步包括TaO<sub>x</sub>。

5. 一种用于形成磁性结构的方法,包括:

在结构的整个表面上沉积第一层,所述结构包括磁读取器和磁写入器,其特征在于,所述磁读取器和磁写入器在衬底上彼此毗邻定位;

去除至少所述磁读取器上的第一层的一部分;以及

在所述第一层的整个表面上沉积第二层,

其中所述第一层和第二层包括可变外覆结构,所述可变外覆结构具有在所述磁写入器上的外覆层和不同外覆区域,且所述不同外覆区域的厚度大于所述外覆层的厚度,所述第一层和所述第二层包括不同材料。

6. 如权利要求5所述的方法,其特征在于,所述第一层包括类金刚石碳(DLC)。

7. 如权利要求5所述的方法,其特征在于,进一步包括在所述第一层的一部分被去除之前在磁写入器上形成保护结构。

8. 一种用于形成磁性结构的方法,包括:

在结构的整个表面上沉积第一层,所述结构包括磁读取器和磁写入器,其中所述磁读取器和磁写入器在衬底上彼此毗邻定位;

对所述表面的区域进行掩模以形成暴露和未暴露区域;

在所述暴露和未暴露区域的表面上沉积第二层;以及

去除所述未暴露区域和所述未暴露区域上的第二层,

其中不同外覆区域包括所述第一层的一部分和所述第二层,所述不同外覆区域定位在所述磁写入器上但不在所述磁读取器上,所述第一层和所述第二层包括不同材料。

9. 如权利要求8所述的方法,其特征在于,所述第一层包括类金刚石碳(DLC)。

10. 如权利要求9所述的方法,其特征在于,所述第二层包括TaO<sub>x</sub>。

11. 如权利要求9所述的方法,其特征在于,利用光刻技术完成对所述表面的区域进行掩膜以形成暴露和未暴露区域的步骤。

12. 如权利要求8所述的方法,其特征在于,所述第二层具有从40 Å至100 Å的厚度。

13. 如权利要求10所述的方法,其特征在于,所述第二层具有60 Å的厚度。

## 具有可变外覆结构的磁性装置

[0001] 优先权

[0002] 本申请要求2012年12月21日提交的具有案卷号430.17293000的题为“MAGNETIC DEVICES HAVING VARIABLE OVERCOATS ON WRITER AND READER(具有在写入器和读取器上的可变外覆结构的磁性装置)”的美国临时申请号61/740,514的优先权,其公开内容通过引用结合于此。

### 背景技术

[0003] 热辅助的磁记录(HAMR)过程可涉及由于高温和暴露于腐蚀性化学品而可能腐蚀性极强的环境。并且,利用靠近头-介质间距的设计将经历任何狭窄、凸出的特征(例如,写入极)的更快速磨损。由于恶劣环境和对保护一些更精密的结构(例如近场换能器(NFT)和写入极)的需求,仍然需要不同类型的外覆结构。

### 发明内容

[0004] 一种磁性装置,包括:磁读取器;磁写入器;以及可变外覆结构,可变外覆结构至少定位在磁读取器和写入器之上,可变外覆结构具有外覆层,外覆层具有基本恒定的厚度和材料;以及至少一个不同外覆部,不同外覆部具有与外覆层不同的厚度、不同的材料,或不同的厚度和材料。

[0005] 一种方法包括在结构的整个表面上沉积第一层,该结构具有磁读取器和磁写入器,其中磁读取器和磁写入器在衬底上彼此毗邻地定位;去除至少磁读取器上的第一层的一部分;以及在第一层的整个表面上沉积第二层,其中第一层和第二层组成可变外覆结构,可变外覆结构具有在磁写入器上的不同外覆区域。

[0006] 一种方法包括在结构的在整个表面上沉积第一层,该结构包括磁读取器和磁写入器,其中磁读取器和磁写入器在衬底上彼此毗邻地定位;对表面的区域进行掩模以形成暴露和未暴露的区域;在暴露和未暴露的表面上沉积第二层;以及去除未暴露区域和未暴露区域上的第二层。

[0007] 以上本公开的发明内容并不旨在描述本公开的每个所公开的实施例或者每个实现。下面的描述中更具体地举例说明说明性实施例。在贯穿本申请的若干位置中,通过一系列示例提供指导,其中的示例可按照各种组合使用。在每个实例中,列出的清单仅用作代表性组并且不应当被解释为排他清单。

### 附图说明

[0008] 图1为以磁盘驱动器形式的数据存储装置的图形表示,该磁盘驱动器可包括根据本公开的方面构造的记录头。

[0009] 图2为根据本发明的方面构造的记录头的侧视图。

[0010] 图3为从空气承载表面(ABS)看的装置的示意图。

[0011] 图4A为从空气承载表面(ABS)看的装置的示意图,该示意图描绘了磁写入器上的

不同外覆区域。

[0012] 图4B为从跨道方向的图4A的装置的一部分的示意图的侧视图。

[0013] 图5A为从空气承载表面 (ABS) 看的装置的示意图, 该示意图描绘了两个不同外覆区域。

[0014] 图5B为从跨道方向的图5A的装置的一部分的示意图的侧视图。

[0015] 图6A至6E描绘了处于完成所公开的方法的各个阶段的物品的截面图。

[0016] 图7A至7D描绘了处于完成所公开的方法的各个阶段的物品的截面图。

[0017] 图8A、8B和8C示出了具有所公开的不同外覆区域的装置的光学显微镜图像。

[0018] 图9A至9D描绘了处于完成所公开的方法的各个阶段的物品的截面图。

[0019] 图10A至10D描绘了处于完成所公开的方法的各个阶段的物品的截面图。

[0020] 图11A、11B和11C为处于制造的各个阶段的物品的原子力显微 (AMF) 图像。

[0021] 图12为可利用本文中所公开的各种方法形成的物品的图示。

[0022] 附图不一定按比例。附图中使用的相同数字表示相同部件。然而, 将理解在给定附图中使用数字来指代部件不旨在限制另一附图中用同一数字标记的部件。

## 具体实施方式

[0023] 在以下描述中, 参照形成本说明书一部分的附图集, 其中通过图示示出了若干特定实施例。应当理解的是, 可构想和作出其他实施例, 而不背离本公开内容的范围或精神。因此, 以下详细描述不应按照限制的意义来理解。

[0024] 通过术语“约”, 在说明书和权利要求中使用的表示部件大小、量以及物理性质的所有数字应被理解为在任何情况下被修改, 除非另外指明。因此, 除非相反地指明, 否则在上述说明书和所附权利要求中陈述的数值参数是近似值, 这些近似值可根据利用本文中公开的示教的本领域技术人员所寻求获得的性质而变化。

[0025] 通过端点对数值范围的陈述包括包含在该范围内的所有数值 (例如1到5包括1、1.5、2、2.75、3、3.80、4以及5) 以及该范围内的任何范围。

[0026] 如说明书以及所附权利要求书中所使用地, 单数形式的“一”、“一个”以及“该”包括具有多个指代对象的实施例, 除非该内容另外明确地指出。如说明书以及所附权利要求书中所使用地, 术语“或”一般以包括“和/或”的意义来使用, 除非该内容另有规定。

[0027] “包括”、“包含”等术语意指包含但不限于此, 即, 包括但不排他。应当注意, “顶部”和“底部” (或其他术语如“上部”和“下部”) 严格用于相对描述并且不隐含所描述要素所位于的物品的任何总体朝向。

[0028] 所公开的装置可提供从能量源到将被加热的磁存储介质的能量的更有效的传递、在加热点处的更小焦点、或它们的一些组合的优点。在一些实施例中, 可在诸如磁记录头, 更具体地, 热或热辅助磁记录 (HAMR) 头, 或包括这种装置的磁盘驱动器的之类的其他设备或系统中使用所公开的装置。

[0029] 本文中公开了NFT和包括这种NFT的装置。图1为以可利用所公开的NFT的磁盘驱动器10的形式的数据存储装置的图形表示。磁盘驱动器10包括大小设计并配置成包含磁盘驱动器的各个部件的壳体12 (在该图中壳体的上部被去除而下部可见)。磁盘驱动器10包括用于旋转壳体中至少一个磁存储介质16的主轴电机14。至少一个臂18包含在壳体12中, 并且

每个臂18具有带有记录头或滑块22的第一端20,以及通过轴承26枢转地安装在轴上的第二端24。致动器电机28位于臂的第二端24处,用于枢转臂18以将记录头22定位在磁盘16的所需扇区或磁道27上。致动器电机28通过控制器调节,控制器在该图中未示出并且是本领域公知的。存储介质可包括例如连续介质或位规则介质。

[0030] 对于热辅助磁介质(HAMR),电磁辐射(例如可见光,红外光或紫外光)被引导到数据存储介质上以提高介质的局部区域的温度,从而便于区域的磁化的切换。HAMR记录头的最近设计包括滑块上的用于引导光朝向存储介质的薄膜波导和用于将光聚焦成比衍射极限更小的光斑大小的近场换能器。虽然图1示出了磁盘驱动器,但是所公开的NFT可用于包括近场换能器的其他装置。

[0031] 图2为可包括所公开的NFT的记录头的侧视图;记录头靠近存储介质定位。记录头30包括衬底32、衬底上的底部涂层34、底部涂层上的底部极36、以及通过轭或基座40磁性耦合至底部极的顶部极38。波导42定位在顶部极和底部极之间。波导包括核心层44和在核心层的相对两侧上的包覆层46和48。反射镜50毗邻包覆层中的一个定位。顶部极为两片式极,包括第一部分(或极主体52)和第二部分(或倾斜的极片58),第一部分具有与空气承载表面56间隔开的第一端54,第二部分从第一部分延伸并且以朝向底部极的方向倾斜。第二部分被构造成包括毗邻记录头的空气承载表面56的端,并且该端比顶部极的第一部分更靠近波导。平面线圈60还在顶部和底部极之间并且绕着基座延伸。在该示例中,顶部极用作写极,而底部极用作返回极。

[0032] 绝缘材料62将线圈匝分开。在一个示例中,衬底可以为AlTiC,核心层可以为Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub>,以及包覆层(和其他绝缘层)可以为Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>。绝缘材料63的顶层可在顶部极上形成。热沉64毗邻倾斜的极片58定位。例如,热沉可由诸如Au之类的非磁性材料构成。

[0033] 如图2所示,记录头30包括用于加热最接近于其中写极58将磁写场H施加至存储介质16处的磁存储介质16。在该示例中,介质16包括衬底68、热沉层70、磁记录层72、以及保护层74。然而,可使用其他类型的介质,诸如位规则介质。由线圈60中的电流产生的磁场H被用于控制介质的记录层中的位76的磁化方向。

[0034] 存储介质16毗邻记录头30定位或定位于记录头30之下。波导42传导来自电磁辐射的源78的光,电磁辐射的可以是例如紫外光、红外光或可见光。源可以为,例如,激光二极管,或用于引导光束80朝向波导42的其他合适的激光光源。特定示例性类型的光源78可包括,例如激光二极管、发光二极管(LED)、边缘发射激光二极管(EEL)、垂直腔表面发射激光器(VCSEL)、以及表面发光二极管。在一些实施例中,例如,光源可产生具有波长为830nm的能量。可使用已知的用于将光束80耦入到波导42中的各种技术。一旦光束80被耦入到波导42中,光通过波导42向毗邻记录头30的空气承载表面(ABS)形成的波导42的截断端传播。当介质如箭头82所示相对于记录头移动时,光离开波导的端并加热介质的一部分。通过NFT84传递的能量是加热介质的主要手段。近场换能器(NFT)84在波导中或毗邻波导定位,并且在空气承载表面处或靠近空气承载表面定位。设计可包含由导热材料制成的热沉,热沉与NFT84成整体或接触,并且选择成使热沉不妨碍电磁能量耦入和耦出NFT84。热沉可由单个结构或多个连接的结构组成,并且定位成使它们可将热量传递至头中的其他金属特征和/或记录头之外的气流。

[0035] 虽然图2的示例示出了垂直磁记录头和垂直磁存储介质,将理解本公开还可协同

其他类型的记录头和/或存储介质使用。还应当注意,所公开的装置还可用于磁记录装置而不是HAMR装置。

[0036] 图3描绘了装置300的在空气承载表面(ABS)处向下看的视图。装置300可包括磁读取器305和磁写入器310。磁读取器305和磁写入器310可具有诸如上述所讨论的细节。在一些实施例中,磁写入器310还可包括诸如上面所讨论的NFT。装置还可包括可变外覆结构。可变外覆结构至少定位在磁读取器和写入器之上。在一些实施例中,可变外覆结构可不仅仅定位在磁读取器和写入器之上。可变外覆结构可以为连续层或非连续层,可变外覆结构定位在装置的空气承载表面上的装置的至少一部分上。在一些实施例中,可变外覆结构还可包括为连续和非连续区域的区域,这种可变外覆结构在本文中被描述为非连续的。

[0037] 可变外覆结构可被描述为包括外覆层和至少一个不同外覆部。外覆层可一般被描述为具有基本恒定的厚度,在一些实施例中,具有 $\pm 5 \text{ \AA}$ 内的厚度的外覆层可被认为具有基本恒定的厚度。外覆层还可被描述为在整个外覆层上由基本相同的材料构成。所公开的可变外覆结构还通常包括至少一个不同外覆部。不同外覆部为可变外覆结构的一部分,该部分可具有与外覆层显著不同的厚度。显著不同的厚度为比外覆层的平均厚度至少厚或薄 $5 \text{ \AA}$ 的厚度。至少一个不同外覆部可以是离散不连续部分或它可以是可变外覆结构的连续部分。所公开的可变外覆结构可包括一个或一个以上不同外覆部。

[0038] 装置的特定公开实施例可包括可变外覆结构,该可变外覆结构包括定位在磁写入器/NFT之上的不同外覆部。图4A中示出了此类装置的示意图。图4A中的装置400包括磁读取器405、磁写入器410、不同外覆部415、以及外覆层420。不同外覆部415和外覆层420组成可变外覆层。不同外覆部可包括与外覆层不同的材料、可包括与外覆层相同但具有不同厚度的材料、或可包括至少一种与外覆层不同并且具有不同厚度的材料。

[0039] 图4B示出了从跨道看的装置的侧视图,并且ABS在图像的顶部。装置400包括写入器410,装置400未以任何细节示出并且可包括写入器和/或NFT,以及包括外覆层420和至少一个不同外覆区域415的可变外覆层。外覆层420可通过如图4B所示的平均高度、或厚度 $t$ 描述。在一些实施例中,例如,外覆层可具有从 $5 \text{ \AA}$ 至 $100 \text{ \AA}$ 的厚度 $t$ 。图4B还示出了不同外覆区域415的高度 $h$ 。不同外覆区域的高度 $h$ 可独立地表征或可相对于外覆层的厚度 $t$ (或如比外覆层厚 $x$ 倍)来表征。可基于多个不同因素选择不同外覆区域的特定高度 $h$ 。在一些实施例中,例如,诸如在图4A和4B所描绘的不同外覆区域可具有从 $5 \text{ \AA}$ 到 $60 \text{ \AA}$ 的厚度。

[0040] 此类实施例在HAMR装置中可能是有用的。HAMR记录过程可涉及由于高温和暴露于腐蚀性化学品而产生的腐蚀性极强的环境。通常,类金刚石碳(DLC)已用于保护写极材料不受腐蚀。DLC还可保护特征不受由于机械磨损引起的侵蚀。已从示例中看出DLC不能完全减轻写极腐蚀。此外,在HAMR记录过程中的局部热突出可使写入器区域经受显著抛光,这又可去除保护头外覆结构并且加速腐蚀过程。侵略性HAMR环境还可导致NFT装置上的DLC故障,这可允许NFT材料的迁移和最终的装置故障。磁写入器/NFT上的不同外覆部可起作用以改进局部写入器和NFT区域中的热、化学和机械可靠性。这种不同外覆部也可能是有利的,因为它不增加读取器上的外覆层的厚度,这增加了导致显著的性能损失的头-介质间距(HMS)。

[0041] 在写入器/NFT上具有不同外覆部的一些实施例中,不同外覆部可具有比外覆层大的厚度。在一些实施例中,不同外覆部可为外覆层的大约两倍厚。在一些实施例中,不同外

覆部可具有从30 Å到70 Å的厚度,以及外覆层可具有从5 Å到45 Å的厚度。在一些实施例中,不同外覆部可具有从40 Å到60 Å的厚度,以及外覆层可具有从15 Å到35 Å的厚度。在一些实施例中,不同外覆部可具有50 Å的厚度;以及外覆层可具有25 Å的厚度。

[0042] 在写入器/NFT上具有不同外覆部的一些实施例中,不同外覆部可包括与外覆层不同的材料。在一些实施例中,不同外覆部和外覆层可包括相同的材料,但它们中的一个还可包括不同材料。不同材料可分布在不同外覆部(或外覆层)的整个厚度上或可在不同外覆部(或外覆层)的不同层中。在一些实施例中,不同外覆部和外覆层两者可包括类金刚石碳(DLC)并且它们中的一个还可包括附加的材料。在一些实施例中,不同外覆部和外覆层两者可包括类金刚石碳(DLC)并且不同外覆部还可包括第二材料。在一些实施例中,不同外覆部和外覆层两者可包括类金刚石碳(DLC)并且不同外覆部还可包括钽、钛、镁、镍、铬、铍、锆、硅的氧化物、氮化物、碳化物或硼化物、或类似材料。在一些实施例中,不同外覆部可包括TaO<sub>x</sub>。

[0043] 其中不同外覆区域位于写入器上的此类实施例可基本通过图案化写入器区域(在一些实施例中,写入器/NFT区域)使得写入器区域可被访问、同时读取器和ABS的剩余部分被保护来制造。一般而言,可利用光刻和沉积技术的各种组合。工艺流程的具体示例在以下本文所公开的方法的讨论中说明。

[0044] 在写入器/NFT上具有不同外覆部的一些实施例中,不同外覆部可具有比外覆层大的厚度。在一些实施例中,不同外覆部可为外覆层的大约两倍厚。在一些实施例中,不同外覆部可具有从30 Å到70 Å的厚度,以及外覆层可具有从5 Å到45 Å的厚度。在一些实施例中,不同外覆部可具有从40 Å到60 Å的厚度,以及外覆层可具有从15 Å到35 Å的厚度。在一些实施例中,不同外覆部可具有50 Å的厚度;以及外覆层可具有25 Å的厚度。

[0045] 在写入器/NFT上具有不同外覆部的一些实施例中,不同外覆部可包括与外覆层不同的材料。在一些实施例中,不同外覆部和外覆层可包括相同的材料,但它们中的一个还可包括不同材料。不同材料可分布在不同外覆部(或外覆层)的整个厚度上或可在不同外覆部(或外覆层)的不同层中。在一些实施例中,不同外覆部和外覆层两者可包括类金刚石碳(DLC),并且它们中的一个还可包括附加的材料。在一些实施例中,不同外覆部和外覆层两者可包括类金刚石碳(DLC)并且不同外覆部还可包括第二材料。在一些实施例中,不同外覆部和外覆层两者可包括类金刚石碳(DLC)并且不同外覆部还可包括钽、钛、镁、镍、铬、铍、锆、硅、或类似材料的氧化物、氮化物、碳化物、或硼化物。在一些实施例中,不同外覆部可包括TaO<sub>x</sub>。

[0046] 在一些实施例中,至少一个不同外覆部可远离读取器和写入器定位。图5A示出了这种实施例的示例的示意图。装置500包括读取器505、写入器510和由外覆层525和两个不同外覆区域515和520组成的可变外覆结构。如图5A所示,不同外覆区域都不位于写入器或读取器之上。在该装置中的不同外覆区域510和520可被描述为在下道(downtrack)方向中位于磁写入器的任一侧上。

[0047] 图5B示出了从跨道看的装置的侧视图,并且ABS在图像的顶部。装置500包括换能器508,换能器508未详细示出并且可包括写入器和/或NFT,以及包括外覆层525和至少一个不同外覆区域521的可变外覆层。外覆层525可通过如图5B所示的平均高度、或厚度t描述。

在一些实施例中,例如,外覆层可具有从5 Å至100 Å的厚度 $t$ 。应当注意,至少一个不同外覆区域521实际上隐藏第二不同外覆区域,第二不同外覆区域在跨道方向中位于可以看见的不同外覆区域的后面。图5B还示出了不同外覆区域的高度 $h$ 。不同外覆区域的高度 $h$ 可独立地表征或可相对于外覆层的厚度(或如比外覆层厚 $x$ 倍)来表征。可基于多个因素选择不同外覆区域的特定高度 $h$ 。在一些实施例中,例如,诸如在图5A和5B所描绘的不同外覆区域可具有从5 Å到80 Å的高度。

[0048] 诸如这些的不同外覆区域可起类似着陆垫(landing pad)或类缓冲器(bumper-like)表面的作用。着陆垫起作用以在记录头启动时接触磁盘。着陆垫可在换能器元件(读取器、写入器、NFT等)接触磁盘表面时或之前接触磁盘表面。替代地或附加地,它们可起作用以防止读取器、写入器或NFT不完全接触磁盘表面。因此,着陆垫可承受摩擦负载、增加总体接触区域、减低磨损率、有助于接触检测信号的产生、或它们的一些组合。

[0049] 位于远离读取器和写入器两者的不同外覆区域还可具有其他附加的或可任选的功能。不同外覆区域具有选择成或设计成控制换能器区域中的润滑油和/或污染物颗粒的移动的形状或轮廓。它们可被安排成改变局部加压,从而改变表面的冷却,可提高局部加热器效率。它们可在接触之后共享负载和ABS上的其他特征。它们可具有由于接触引起扩散到它们的磨损,以最小化更精密特征的磨损。

[0050] 不同外覆区域的示例性设计可包括在图5A中描绘的位于头中心线侧面和/或位于换能器特征侧面设置的区域、上道或下道区域(可类似地成形并设计成原来使用的接触焊垫,该接触焊垫为晶片本身的一部分)、或围绕NFT的具有环形或箱形的图案化区域。在一些实施例中,不同外覆区域可相对接近于将由不同外覆区域保护的区域或特征而定位。在一些实施例中,不同外覆区域可按照处理允许尽可能靠近将被保护的特征而定位。在一些实施例中,不同外覆区域可被定位和设计(形状和大小),使得将由于工作的热量引起的ABS的突出考虑在内。在一些实施例中,不同外覆区域可被定位和设计,使得在头被抛光后获得最终的形状和大小。

[0051] 在一些实施例中,可变外覆层的各个部分可包括多种材料。例如,可变外覆层的一个或多个部分可包括由于它们的保护性能(例如,诸如耐磨损性和耐腐蚀性)被选择的材料、由于它们的粘附力促进性能被选择的材料、由于它们的光学性能被选择的材料。在一些实施例中,还可使用可提供结合光学性能和耐磨性的可起介电材料作用的材料。可具有保护性能的示例性材料可包括类金刚石碳(DLC)。可具有粘附力促进性能的示例性材料可包括钽(Ta)、钛(Ti)、铬(Cr)、锆(Zr)、它们的氧化物或氮化物、或它们的组合。

[0052] 可利用多种技术制造所公开的装置。例如,可利用光刻和沉积技术的各种组合。可被选择成制造该装置的方法可取决于外覆层和不同外覆部之间的区别、不同外覆部的位置、外覆层和不同外覆部的材料、本文未考虑的各种其他考虑、或它们的组合。

[0053] 所公开的方法的示例性实施例可包括例如在衬底的表面的至少一部分上沉积第一层的步骤;对表面的至少一个区域进行掩模以形成图案化的暴露区域的步骤;将第二层沉积到表面上的步骤;以及去除掩模和第二层(除了暴露区域上的掩模和第二层)的步骤。图6A至6D描绘了经历这种方法的装置的示例性示意图。应当注意,图6A至6D显示衬底601。衬底601可包括形成于衬底中和衬底上的器件和结构,例如,衬底可包括磁读取器、磁写入器、NFT、或它们的组合。



[0054] 图6A描绘了包括具有沉积在衬底601上的第一层603的衬底601的物品602。可利用包括例如溅射沉积、等离子体气相沉积(PVD)、化学气相沉积(CVD)以及蒸发方法的多种方法来沉积第一层603。第一层603可包括多种材料。在一些实施例中,第一层603可以是可起作用以保护在其下方的结构或层的材料。同样,第一层603可包括例如类金刚石碳(DLC)、TaO<sub>x</sub>、CSiN。在一些实施例中,第一层603可包括DLC。

[0055] 图6B描绘了在沉积掩模层605后的物品620。掩模层605可被沉积在第一层603的整个表面上或可被沉积在第一层603的一些部分上。掩模层605可包括多种材料。在一些实施例中,掩模层605可以为可被图案化以形成孔洞,从而最终提供各种所需结构。同样,例如掩模层605可包括光致抗蚀剂和氧化铝。在一些实施例中,掩模层605可包括光致抗蚀剂。

[0056] 图6C描绘了在以下步骤之后的物品604:曝光掩模层605的表面的至少一个区域以形成经掩模部分和暴露部分。在图6B和6C所描绘的步骤为进行“对表面的区域进行掩模以形成至少一个暴露区域”的步骤的一个方法。物品604包括在第一层603的表面上形成的经掩模部分605a和605b。在曝光后,在示例性物品中的掩模部分605a和605b形成未暴露区域615a和615b以及暴露区域616。多个可任选的掩模区域可在第一层603的表面上形成任何所需图案和形状。例如,可使用光刻技术形成经掩模部分605a和605b。可使用多种光刻技术形成经掩模部分605a和605b。

[0057] 图6D示出了将第二层沉积到表面上的下一步骤后的物品606。物品606包括在物品的表面上形成的第二层607。在一些实施例中,可在物品的整个表面上形成第二层607。可利用包括例如溅射沉积、等离子体气相沉积(PVD)、化学气相沉积(CVD)以及蒸发方法的多种方法来沉积第二层607。第二层607可包括多种材料。在一些实施例中,可基于材料的保护性能选择第二层607。同样,第二层607可包括例如类金刚石碳(DLC)、TaO<sub>x</sub>、CSiN。在一些实施例中,第二层607可包括DLC。

[0058] 图6E示出了在去除未暴露部分和形成于未暴露部分上的第二层,或换句话说,去除掩模和第二层(除暴露区域处的掩模和第二层)的下一步骤后的物品608。例如,可利用抗剥离技术完成该去除步骤。在该步骤之后,物品608包括具有在衬底601上的第一层603的衬底601,第一层603还具有形成于第一层603的一部分上的第二层611。第一层609的一部分和第二层611的一部分的双层结构可形成不同外覆区域。第一层603的剩余部分可形成可变外覆结构的外覆层。

[0059] 图7A至7D示出了处于诸如在图6A至6E中所描绘的更具体的方法的各个阶段的物品。图7A中的物品702以具有换能器703的衬底701开始,衬底701可包括读取器、写入器、NFT、或它们的一些组合。沉积在该衬底的表面上的是第一层705。第一层705可包括可提供保护性质的材料,例如,第一层705可包括DLC。接着,对区域进行掩模和曝光以产生未暴露和暴露区域。图7B描绘了在该步骤完成之后的物品。物品710包括图7A中标记的部件和图案化掩模层,图案化掩模层包括暴露区域713a和713b和未暴露区域711。可利用多次光刻工艺来完成该步骤,这些光刻工艺本身可以是多步骤工艺。接着,在整个表面上沉积第二层。图7C描绘了在该步骤完成之后的物品。物品720包括图7A和7B中标记的部件以及未暴露区域711上的第二层721和第二层沉积物723a和723b,第二层沉积物723a和723b一般定位在暴露区域713a和713b中。还可能存在位于暴露区域713a和713b孔洞的侧面上的第二层721的边缘上的第二层材料。第二层721和第二层沉积物723a和723b一般为相同材料并且可在一个

步骤中全部被沉积。在一些实施例中,第二层721可沉积成20 Å至120 Å的厚度。在一些实施例中,第二层721可沉积成40 Å至100 Å的厚度。在一些实施例中,第二层721可沉积成60 Å的厚度。该材料可包括可提供保护性质的材料,例如DLC。图7D显示在去除图案化的掩模层和第二层的一部分的下一步骤之后的物品。如图7D所示,仅保留的那部分第二层为第二层沉积物723a和723b。该步骤可利用单个或多个步骤工艺完成并且可包括各种抗剥离技术。

[0060] 图8A、8B和8C示出了构建有可变外覆结构的装置的光学显微图像,该可变外覆结构包括具有40Å (图8A)、60Å (图8B)、以及80Å (图8C)的厚度的不同外覆区域。通过图像中的每一个中的箭头示出了不同外覆区域。这些不同外覆区域利用诸如图7A至7D所描绘的方法制造。

[0061] 可利用上述公开的方法制造各种类型的可变外覆结构。在一些实施例中,可利用上述公开的方法制造具有远离磁读取器和磁写入器两者定位的至少一个不同外覆结构的可变外覆结构。然而,应当注意,可利用特定的方法和其中的概念来制造具有位于磁写入器上的至少一个不同外覆区域的不同外覆结构。

[0062] 在一些实施例中,可利用多种方法制造具有位于磁写入器上的至少一个不同外覆区域的可变外覆结构。制造此类装置的方法可被简单化地分类为在不同区域上产生不同孔洞或填充它们,或形成层并不同地蚀刻。这两个概念可通过利用光刻技术的组合以不同方式完成。

[0063] 一个示例性的方法包括形成或获得结构,该结构具有磁读取器和磁写入器,其中磁读取器和磁写入器在衬底上彼此毗邻定位。图9A描绘了这种物品。物品902包括衬底904,衬底904具有定位在衬底上或衬底中的磁读取器906和磁写入器908。图9B描绘了在结构的整个表面上沉积第一层的下一步骤后的物品910。物品910包括图9A上标记的部件和第一层912。第一层912可包括可提供保护性质的材料,例如DLC。替代地,第一层912可包括设计成增加后来沉积层的粘附力的材料。在一些此类实施例中,第一层可包括TaO<sub>x</sub>。在一些此类实施例中,第一层可具有可稍后被去除(在下一步骤中)的35 Å和25 Å的厚度。在其他实施例中,第一层可具有可稍后被去除(在下一步骤中)的60 Å和50 Å的厚度。图9C示出了在去除磁读取器上的第一层的一部分的下一步骤后的物品920。物品920包括上面标记的部件和第一层922的经改变部分。第一层922的经改变部分至少定位在磁读取器906上。可利用包括例如光刻技术的多种掩模和蚀刻步骤完成该步骤。图9D描绘了在第一层的整个表面上沉积第二层的下一步骤后的物品930。物品930包括上面标记的部件和第二层932。第二层932可包括可提供保护性质的材料,例如DLC。第二层932形成定位在磁写入器908上的不同外覆区域936。第二层932的剩余部分形成比可变外覆区域936薄的外覆层934。

[0064] 另一示例性方法包括形成或提供结构,该结构具有在衬底上或衬底中的至少磁写入器。图10A描绘了这种物品。物品1000可包括衬底1002,衬底1002具有定位在衬底中或衬底上的磁写入器1004。下一步骤可包括在结构的整个表面上沉积第一层。图10A中描绘的物品包括定位在衬底1002和写入器1004的整个表面上的第一层1006。第一层1006可包括可提供保护性质的材料,例如DLC。下一步骤可包括去除所有部件上的第一层的一部分(除磁写入器上的第一层的一部分之外)。图10B中描绘的物品1010描绘了进行该步骤的一个方法:

通过采用掩模1012对写入器1004上的第一层1006的一部分进行掩模。这可利用多种光刻技术完成。例如,掩模1012可包括诸如光致抗蚀剂、或氧化铝的材料。图10C描绘了在第一层的剩余部分被去除后的物品1020,其中留下掩模1012和磁写入器1004之间的第一层1022的一部分。该步骤可利用多种蚀刻技术完成。下一步骤可包括在结构上沉积第二层。图10D示出了该步骤完成后的物品。物品1030可包括图10C上示出的部件和第二层1032。第二层1032可包括可提供保护性质的材料,例如DLC。第二层起作用以形成包括不同外覆区域1034和外覆层(第二层1032的剩余部分)的可变外覆层。在该示例中的不同外覆区域1034可包括第一层1022的一部分、掩模1012以及第二层1032的一部分。应当注意,掩模1012可在沉积第二层1032之前被去除,以产生将包括第一层1022的一部分和第二层1032的一部分的不同外覆区域。

[0065] 一个具体实施例性方法如下。第一步骤用于限定读取器/写入器/NFT尺寸并完成ABS表面。这可通过例如亲近研磨(kisslapping)来完成。接着,将诸如类金刚石碳(DLC)的外覆层沉积在读取器/写入器/NFT上。例如,DLC层可约2nm厚。然后,在DLC层上沉积硬掩模。示例性的硬掩模包括氧化铝( $\text{Al}_2\text{O}_3$ )。接着,利用光图案化技术保护读取器不受进一步处理,意指已施加的DLC层将最终为读取器上的硬掩模。这些步骤的效果在于,在读取器区域上构建保护结构,使写入器/NFT区域打开以用于形成附加层。图11A示出了在已在读取器上构建保护结构但还未从写入器/NFT区域蚀刻掉DLC的点处的物品。图11B示出了紧接在已从写入器/NFT区域去除DLC之后的物品。接着,在写入器/NFT区域上沉积替代的外覆层(按照不同厚度的相同材料、按照相同厚度的不同材料、或按照不同厚度的不同材料)。一旦已沉积替代的外覆层,然后就可去除读取器区域上的保护结构。图11C示出了在该步骤之后的物品。

[0066] 另一具体实施例性方法如下。例如,采用TaOx层来毯覆该装置。该TaOx层可具有从约25 Å到约75 Å的厚度。在一些实施例中,该TaOx层可具有从约35 Å到约60 Å的厚度。图12中示出了该装置(已完成的)。图12中的装置包括在读取器(R)和写入器(W)两者上的TaO毯覆层。可任选地,可在TaO毯覆层上沉积DLC覆盖层(这在图12中未示出)。DLC覆盖层(如果存在)可具有从约5 Å到约15 Å的厚度。在一些实施例,DLC覆盖层可具有约10 Å的厚度。接着,在写入器/NFT区域上构建保护结构。例如,这可利用光图案化技术完成。在一些实施例中,保护结构可以为 $60\mu\text{m} \times 5\mu\text{m}$ 特征的单层抗蚀剂。接着,蚀刻掉所有部件处的TaO层的一部分(除保护结构所在处之外)。然后,去除保护结构。这产生写入器上的TaOx层,该TaOx层比读取器上的TaOx层厚。这可从图12看出,其中TaO台阶为写入器上的较厚部分。在此之后,在整个结构上应用DLC的毯覆涂层。图12中描绘了根据该方法的完成物品。

[0067] 因此,公开了包括可变外覆层的磁性装置的实施例。上述实现以及其它实现在所附权利要求的范围内。本领域技术人员将理解本发明可利用除所公开内容之外的实施例来实施。所公开的实施例是为了说明而非限制的目的而给出。

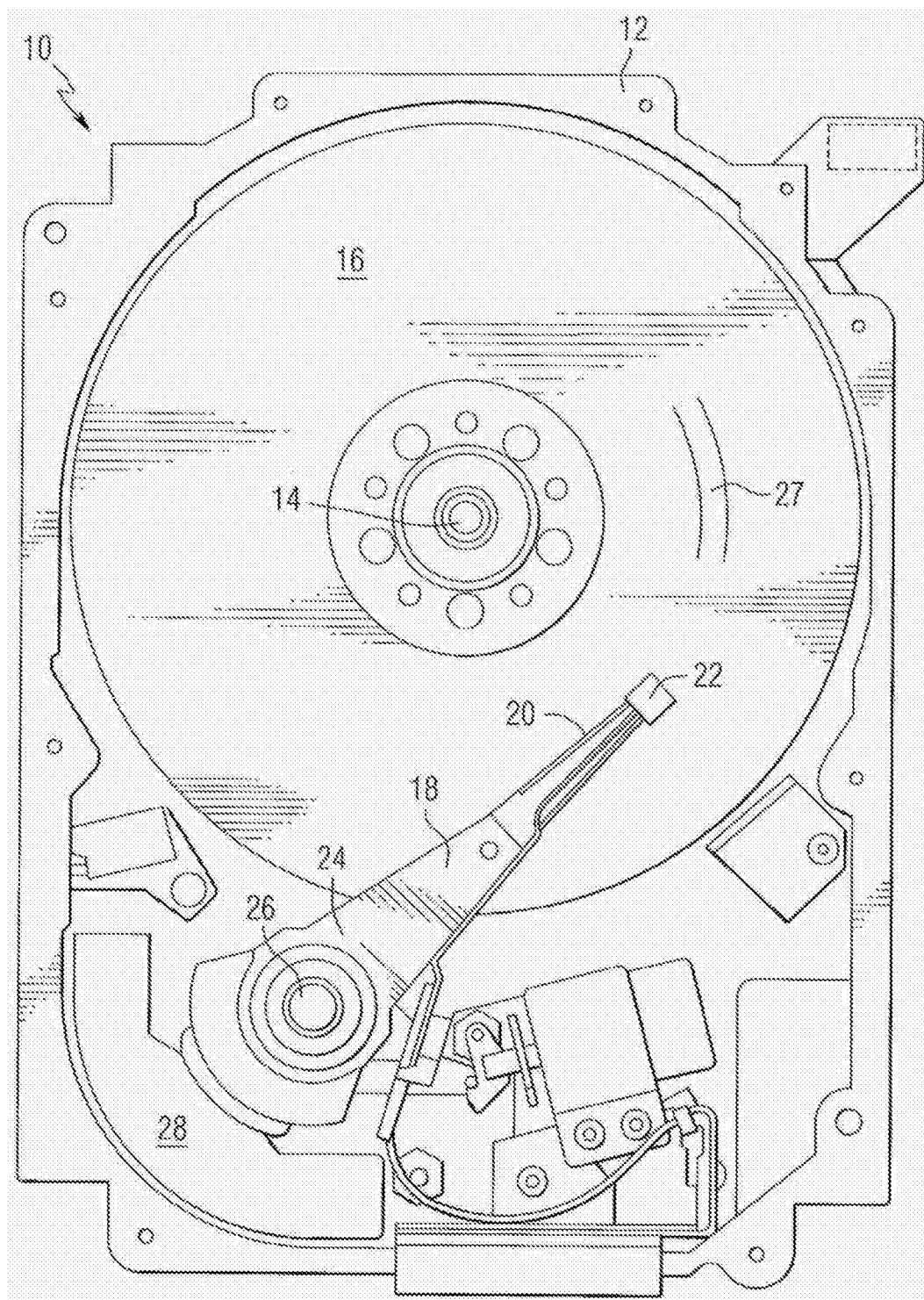


图1

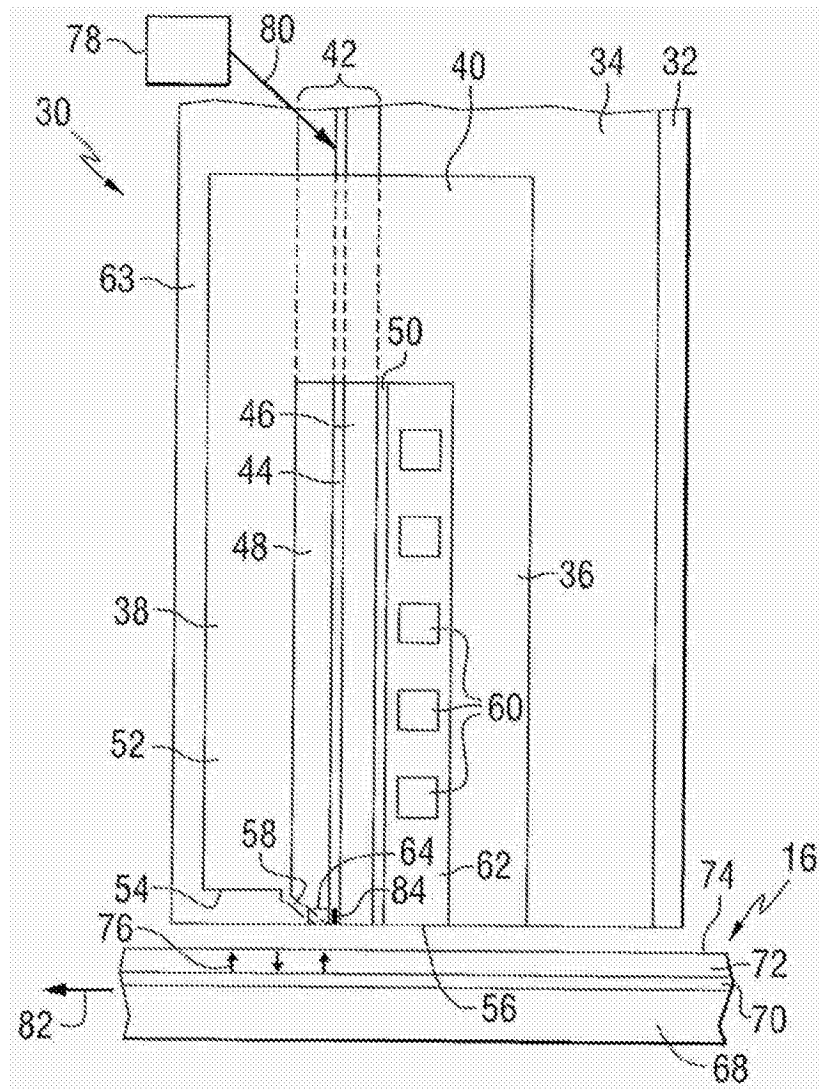


图2

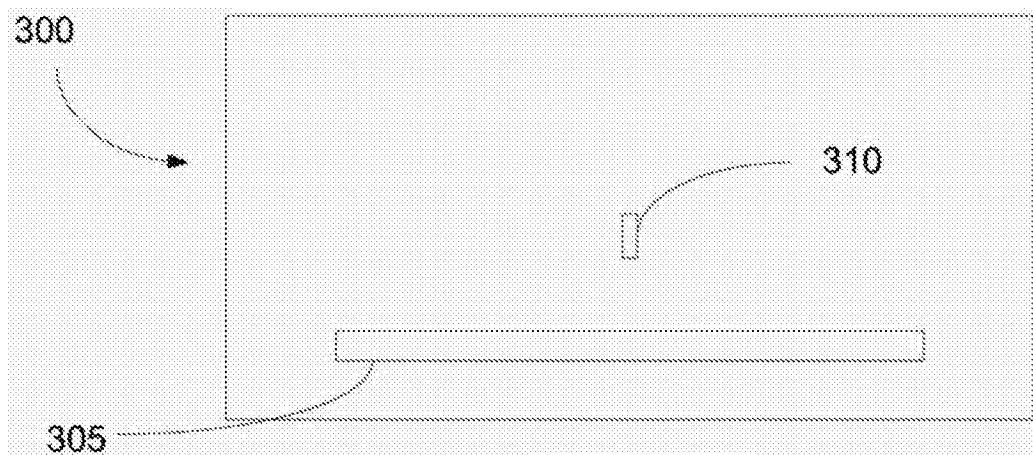


图3

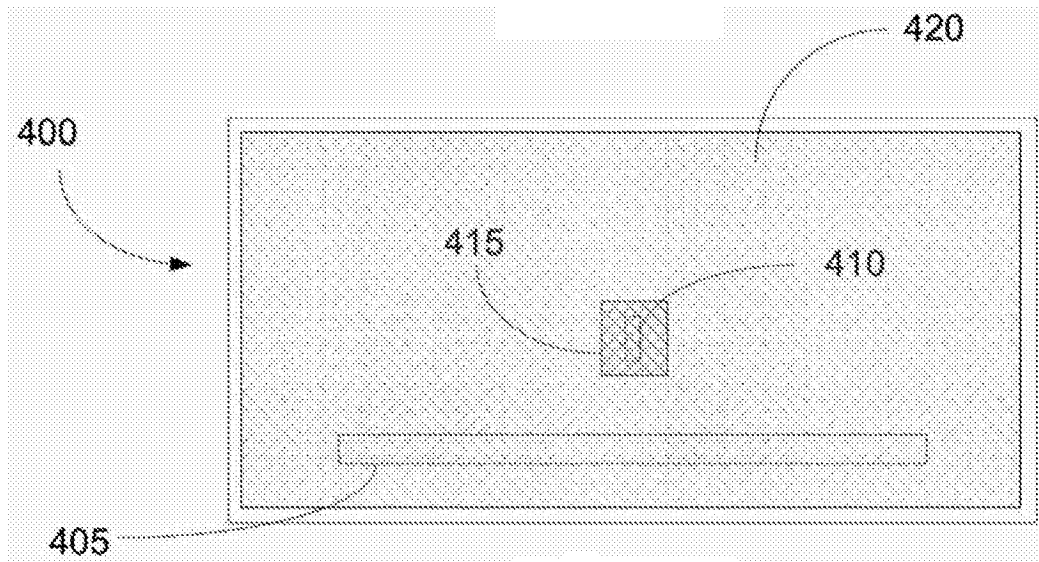


图4A

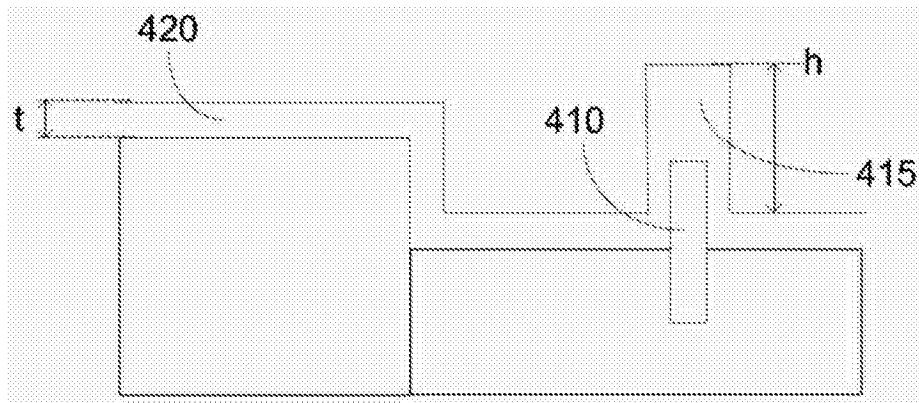


图4B

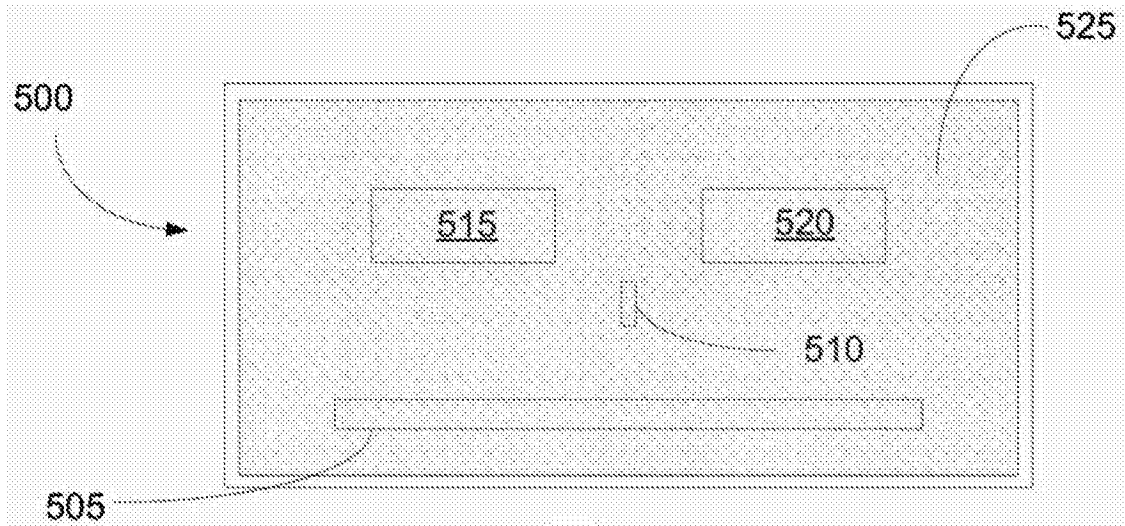


图5A

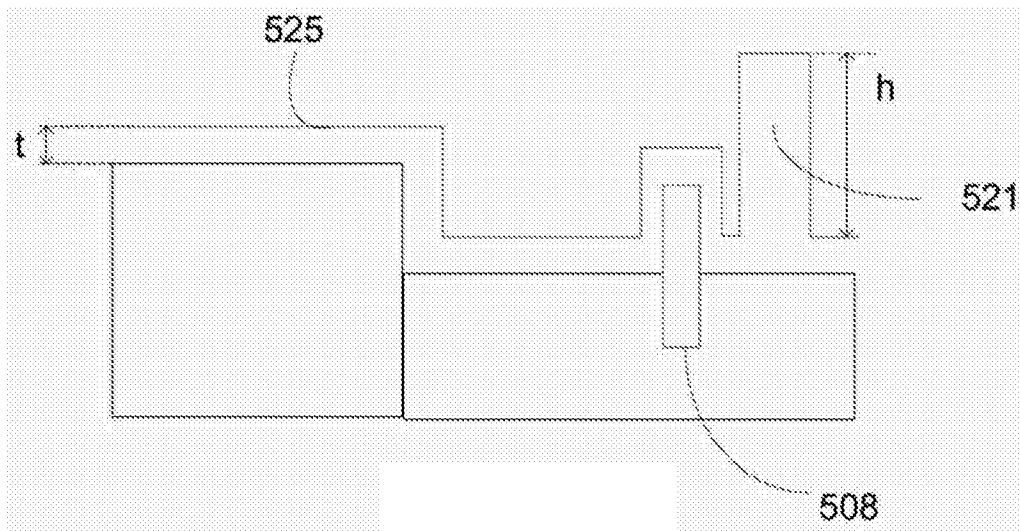


图5B

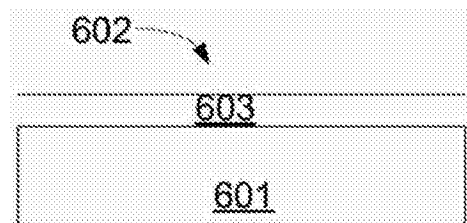


图6A

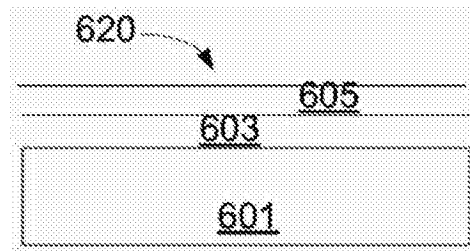


图6B

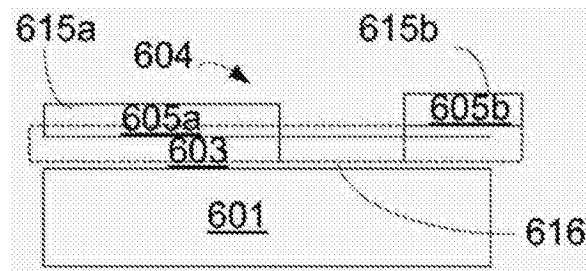


图6C

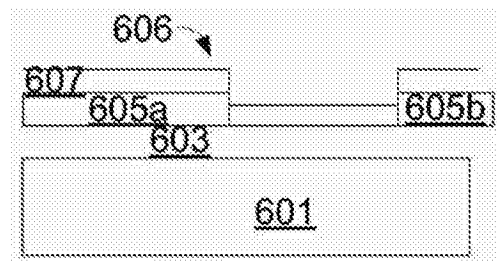


图6D

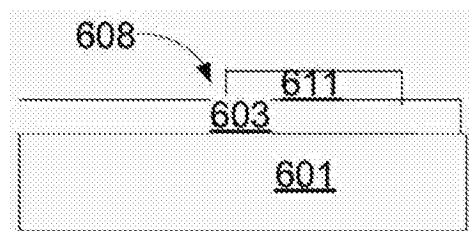


图6E



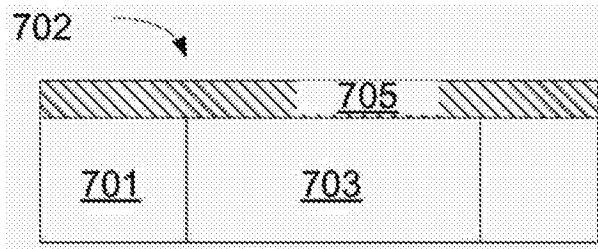


图7A

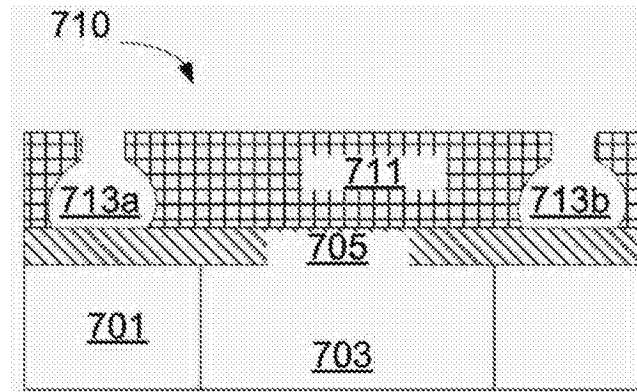


图7B

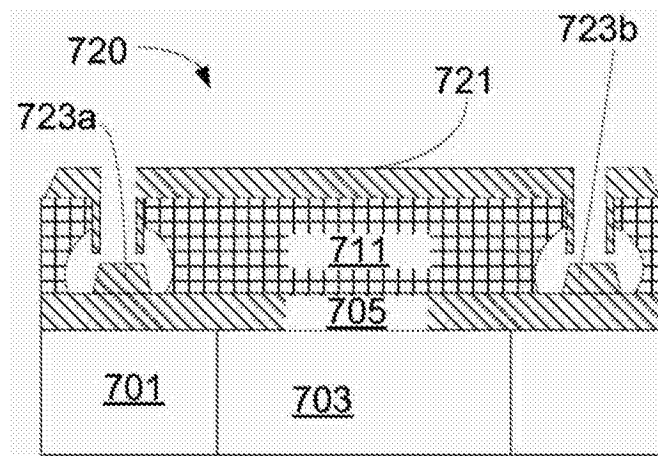


图7C

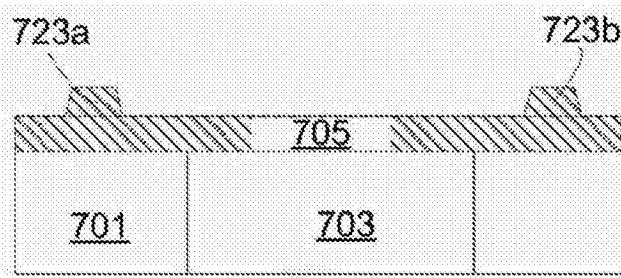


图7D

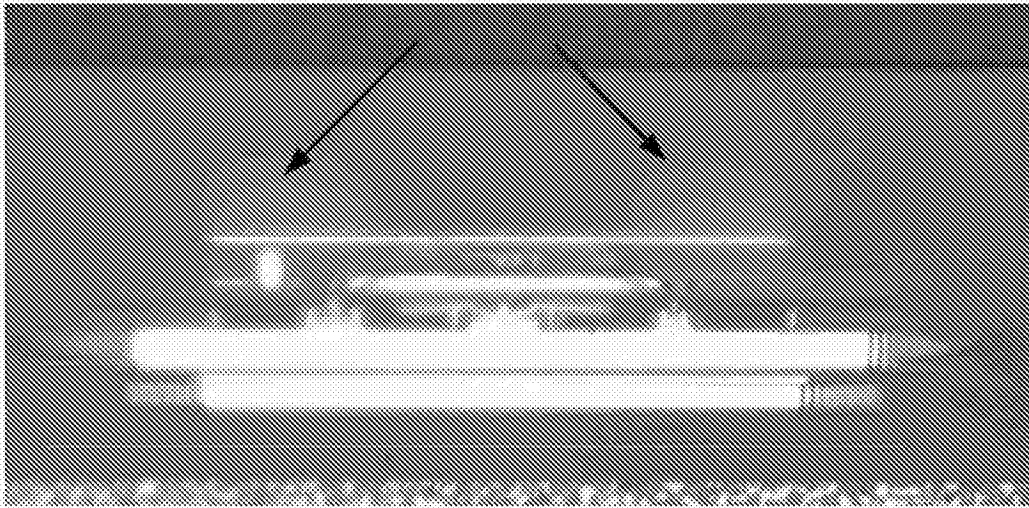


图8A

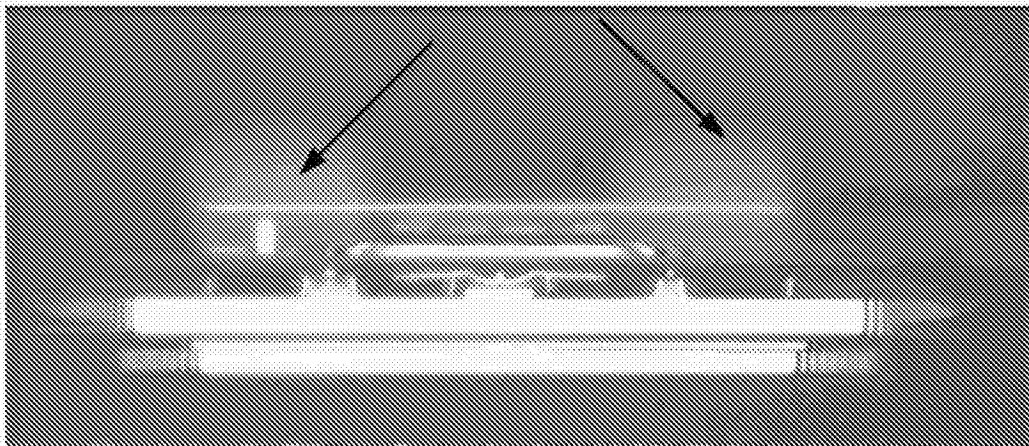


图8B

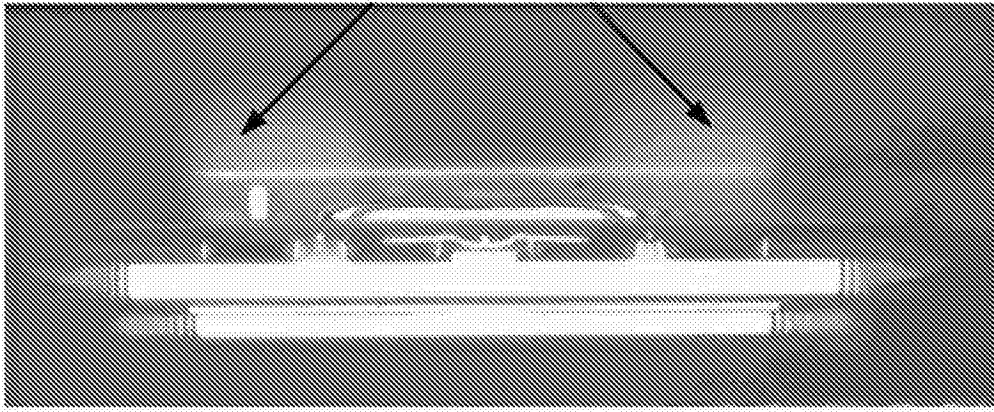


图8C

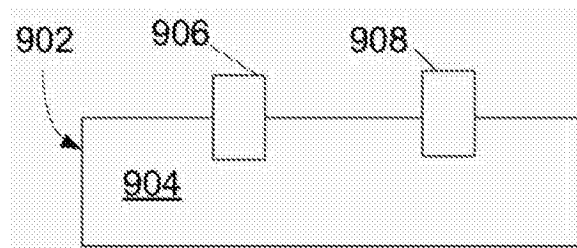


图9A

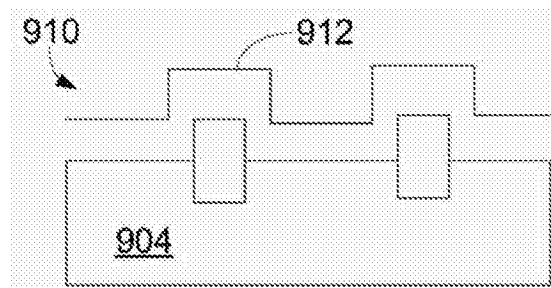


图9B

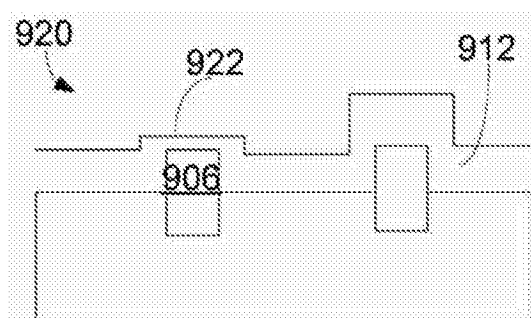


图9C

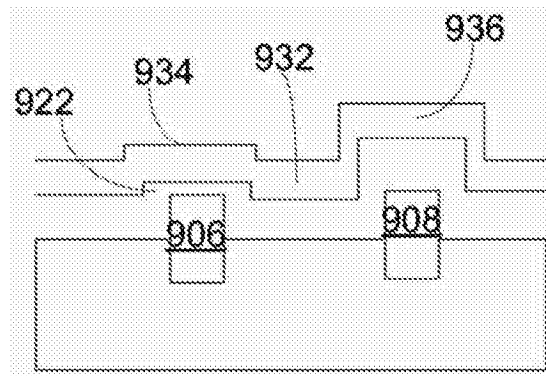


图9D

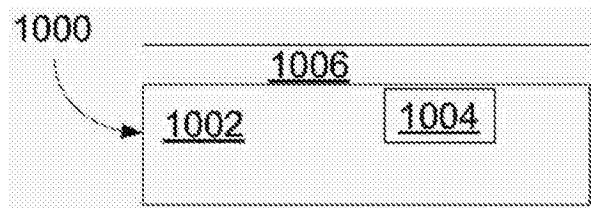


图10A

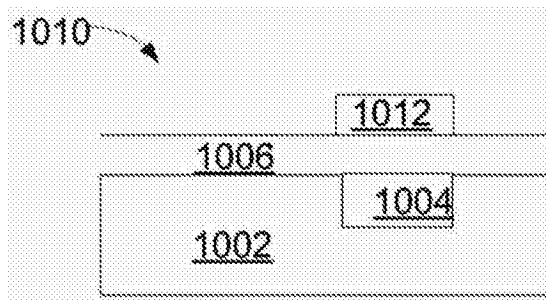


图10B

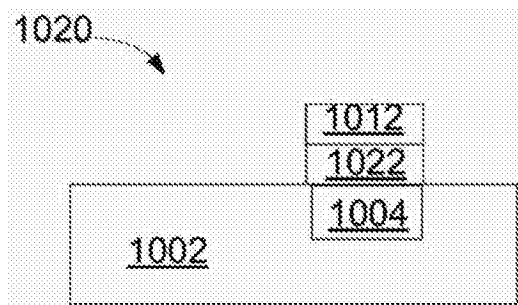


图10C

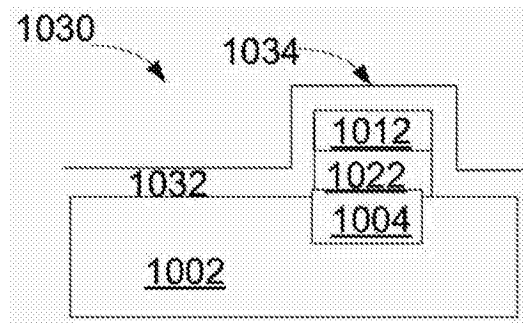


图10D

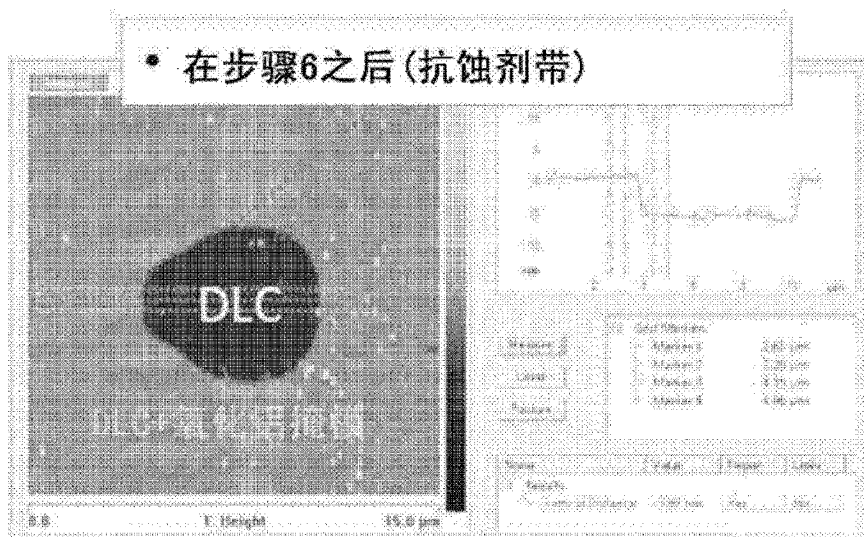


图 11A

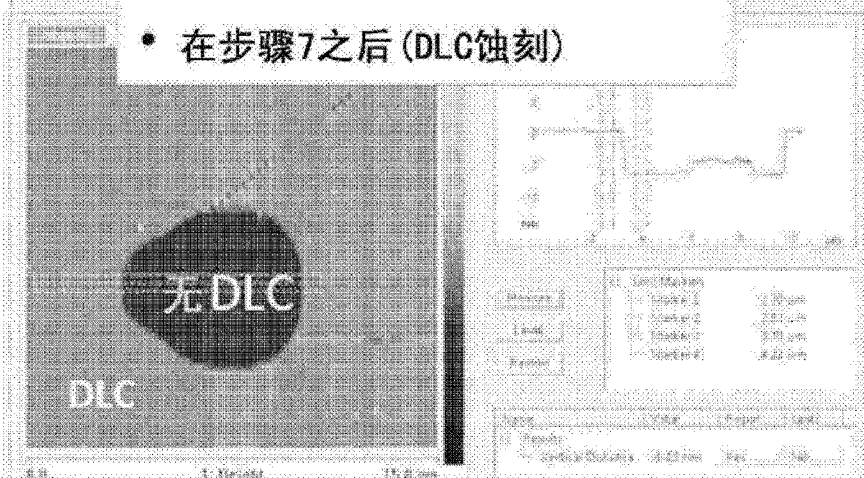


图 11B

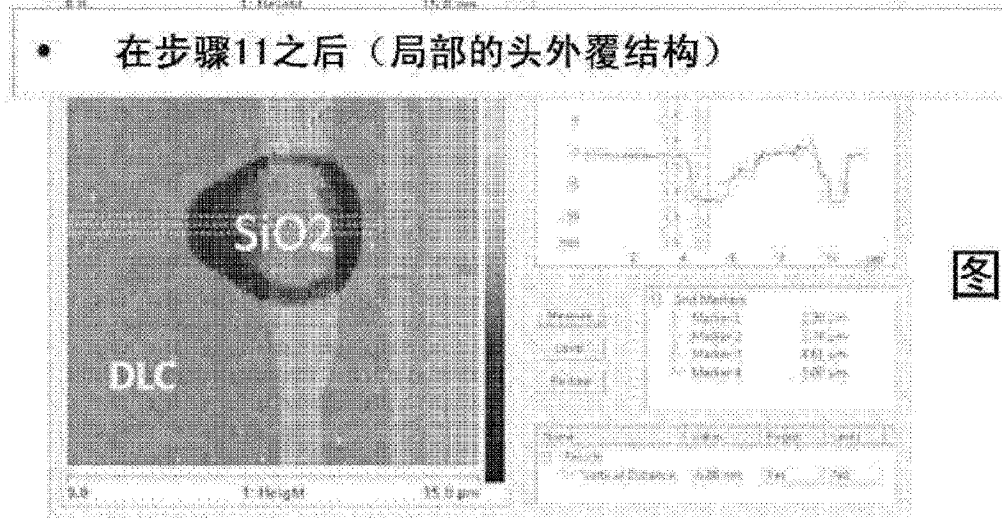


图 11C

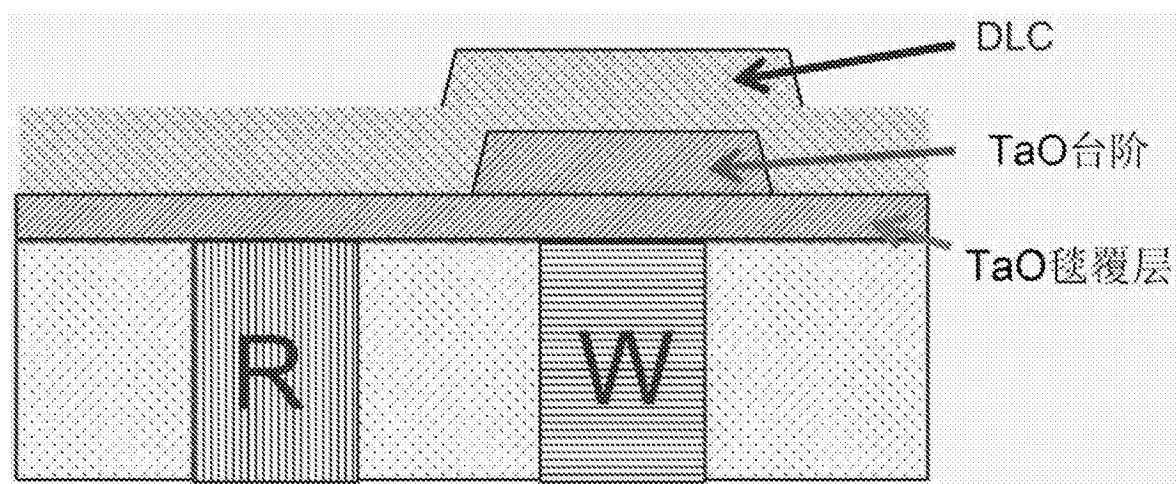


图12