



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104050986 B

(45)授权公告日 2018.06.19

(21)申请号 201410086587.2

(22)申请日 2014.03.11

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 104050986 A

(43)申请公布日 2014.09.17

(30)优先权数据

13/796,951 2013.03.12 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 田伟 V·R·印图瑞 D·林

H·殷 邱教明

(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 5/60(2006.01)

(56)对比文件

US 6724569 B1, 2004.04.20, 说明书第3栏第55-65行, 第5栏第35-55行, 附图1-3.

US 6724569 B1, 2004.04.20, 说明书第3栏第55-65行, 第5栏第35-55行, 附图1-3.

US 2004174634 A1, 2004.09.09, 权利要求3, 说明书第43段.

US 8259540 B1, 2012.09.04, 说明书第4栏第8-21行.

CN 1822098 A, 2006.08.23, 全文.

US 7343668 B2, 2008.03.18, 全文.

审查员 严逸飞

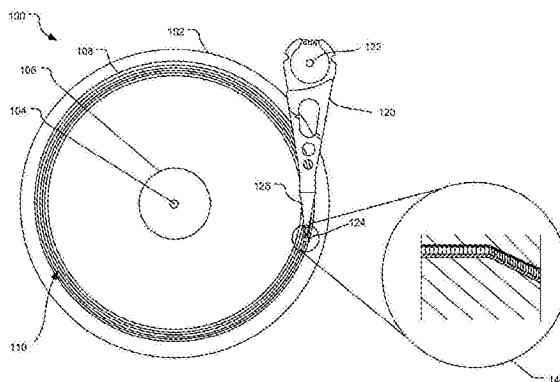
权利要求书2页 说明书5页 附图11页

(54)发明名称

用于磁记录的装置和在两个磁性材料之间形成间隙的方法

(57)摘要

本申请公开了磁性材料之间的间隙。根据一个实施例,一种方法可通过如下实施:在磁性材料的主磁极层上沉积材料的非磁性间隙层;在材料的非磁性间隙层上沉积材料的牺牲层;蚀刻所述材料的牺牲层的部分,并不完全去除所述材料的牺牲层;并将其他的牺牲材料沉积到所蚀刻的牺牲层。



1. 一种用于磁记录的装置,包括:
磁性主磁极;
所述磁性主磁极上面的非磁性间隙层;
在所述非磁性间隙层之上的蚀刻第一牺牲层,以及
直接在所述蚀刻第一牺牲层之上并且与所述蚀刻第一牺牲层相邻的与所述蚀刻第一牺牲层材料相同的第二牺牲层,
其中所述非磁性间隙层是具有第一间隙层和第二间隙层的多层间隙层。
2. 如权利要求1所述的装置,以及进一步包括:在第二牺牲层之上的前屏蔽层。
3. 如权利要求2所述的装置,进一步包括:磁性主磁极和前屏蔽层之间的实质均匀的间隙。
4. 如权利要求1所述的装置,所述非磁性间隙层的第一间隙层与所述磁性主磁极相邻且包括钉。
5. 如权利要求4所述的装置,其中所述非磁性间隙层的第二间隙层包括 Al_2O_3 。
6. 如权利要求1所述的装置,其中所述蚀刻第一牺牲层包括钉。
7. 如权利要求1所述的装置,其中所述蚀刻第一牺牲层是非磁性材料。
8. 如权利要求7所述的装置,其中所述非磁性材料包括Cu。
9. 如权利要求1所述的装置,其中第二牺牲层材料采用非磁性的晶种材料。
10. 一种用于磁记录的装置,包括:
磁性主磁极;
所述磁性主磁极上面的非磁性间隙层;
在所述非磁性间隙层之上的蚀刻第一牺牲层,以及
直接在所述蚀刻第一牺牲层之上并且与所述蚀刻第一牺牲层相邻的与所述蚀刻第一牺牲层材料相同的第二牺牲层,
其中所述非磁性间隙层是具有第一间隙层和第二间隙层的多层间隙层,其中所述蚀刻第一牺牲层和所述第二牺牲层都包括NiRu。
11. 一种在两个磁性材料之间形成均匀间隙的方法,所述方法包括:
在磁性材料的主磁极层上沉积材料的非磁性间隙层;
在所述材料的非磁性间隙层上沉积第二材料的牺牲层;
蚀刻所述第二材料的牺牲层的部分,并且不完全去除所述牺牲层;
将其他的第二材料沉积到所蚀刻的牺牲层以形成恢复的牺牲层;以及
在所述恢复的牺牲层上沉积前屏蔽层。
12. 如权利要求11所述的方法,以及进一步包括:在所述主磁极层与所述前屏蔽层之间形成实质均匀的间隙。
13. 如权利要求11所述的方法,其中所述非磁性间隙层包括 Al_2O_3 和/或钉。
14. 如权利要求11所述的方法,其中所述第二材料包括钉、NiRu或镍铬。
15. 如权利要求11所述的方法,其中所述恢复的牺牲层的材料是非磁性的晶种材料,用于第二磁性层,所述第二磁性层沉积在所述恢复的牺牲层上。
16. 一种形成写头的方法,所述方法包括:
提供具有倾斜边缘的磁性主磁极;

在所述主磁极上沉积第一非磁性间隙层,包括在所述倾斜边缘上沉积第一非磁性间隙层;

在所述第一非磁性间隙层上沉积第二非磁性间隙层;

在所述第二非磁性间隙层上沉积第一牺牲层;

蚀刻所述第一牺牲层的部分;

在经蚀刻的牺牲层上沉积第二牺牲层以形成恢复的牺牲层,所述第一牺牲层和所述第二牺牲层包括相同的材料;以及

在所述恢复的牺牲层上沉积前屏蔽层。

17. 如权利要求16所述的方法,其中所述第一非磁性间隙层包括钌。

18. 如权利要求16所述的方法,其中所述第二非磁性间隙层包括 Al_2O_3 。

19. 如权利要求16所述的方法,其中所述第一牺牲层和所述第二牺牲层包括钌、NiRu或镍铬。

用于磁记录的装置和在两个磁性材料之间形成间隙的方法

[0001] 发明背景

[0002] 处理步骤通常用来形成磁性元件,诸如在盘驱动器工业中使用的磁性记录头。磁性元件的性能可受到取向和相对于其他磁性元件的分离的影响。因为磁性元件接近彼此,该情况特别可是真实的。

[0003] 发明概述

[0004] 提供本概述以采用简化形式介绍理论的选择,该理论在详细说明中进一步描述。本概述并不旨在标识所要求保护主题的关键特征或必要特征,也不旨在用于限制所要求保护主题的范围。根据各种实施方式的以下更具体的书面详细描述,其他特征、细节、使用和所要求保护主题的优点可将变得明显,所述各种实施方式在附图中进一步示出并在所附权利要求中限定。

[0005] 根据一个实施例,一种在两磁性材料之间形成实质上均匀间隙的方法可以包括:在磁性材料的主磁极层上沉积材料的非磁性间隙层;蚀刻所述材料的牺牲层的一部分,并同时不完全去除材料的牺牲层;将其他的牺牲材料沉积到所蚀刻的牺牲层。

[0006] 根据另一实施例,一种装置可以包括:磁性材料的主磁极层;主磁极层上面的材料的非磁性间隙层;材料的非磁性间隙层之上蚀刻的材料的第一牺牲层;以及在材料的第一牺牲层上蚀刻材料的第二牺牲层。

[0007] 这些和各种其它特征将从下面详细描述中变得显而易见。

[0008] 附图简述

[0009] 可通过参考附图进一步地理解本技术的性质和优点,附图将在说明书的剩余部分中描述。

[0010] 图1示出根据一个实施例的实质均匀写入间隙的横截面的盘驱动系统的示例示意图;

[0011] 图2A示出根据一个实施例,用于形成主磁极的磁性材料的初始层;

[0012] 图2B示出根据一个实施例,在磁性材料的初始层上形成的倾斜边缘;

[0013] 图2C示出根据一个实施例,用于材料的两个磁性层之间间隙的材料的初始层;

[0014] 图2D示出根据一个实施例,用于材料的两个磁性层之间间隙的材料的第二层;

[0015] 图2E示出根据一个实施例,置于初始间隙材料之上的材料的牺牲层;

[0016] 图2F示出根据一个实施例,在已发生处理后的牺牲层,所述处理建立对于牺牲层产生不平的表面;

[0017] 图2G示出根据一个实施例,进一步沉积牺牲层材料以对牺牲层形成均匀的顶表面;

[0018] 图2H示出根据一个实施例,置于所述牺牲层上的第二磁性体层;

[0019] 图3示出根据一个实施例,形成实质均匀的间隙层的方法的流程图;

[0020] 图4示出根据一个实施例,形成间隙层的另一实施例的流程图;

[0021] 图5示出根据一个实施例,利用非磁性晶种层的方法的流程图;

[0022] 图6示出根据一个实施例,利用非磁性晶种层的另一实施例的流程图;

[0023] 图7示出根据一个实施例的写入磁头的写入间隙的横截面,所述写入磁头在写入

间隙中具有至少两层非磁性材料；

[0024] 发明详述

[0025] 本文在用于盘驱动器系统的环境中公开当前技术的实施例。然而，应当理解：本技术不限于盘驱动器系统并也可容易地应用到其它的技术系统。

[0026] 随着磁性记录介质的面密度增加，越来越多的信息位被存储在磁性介质上。因此，需要在比之前所用的更小存储位置存储每个信息位。结果，盘驱动器的写入磁头需要能记录磁性介质上的位，而不破坏存储在相邻位位置的信息。

[0027] 如果在写入磁极的磁性材料和前屏蔽的磁性材料之间缺少均匀间隙，写入磁头可是低效的。这种非均匀性使得在写操作过程中更多的磁通量从写磁极泄漏到前屏蔽-而不是通过有针对性的位位置被定向。结果，当该泄漏发生时，写入磁极在它的写操作中是效率较低的。发散而非收敛的更均匀的间隙或平滑间隙（从朝着空气轴承表面的角度观察时）将导致更少的泄漏发生。

[0028] 根据一个实施例，公开一种新的处理，允许形成两个磁性材料之间实质上均匀的写入间隙，并产生用于记录头的写入结构。紧随沉积材料的任何写入间隙层之后，也可以是非磁性写入间隙上形成具有合适品种（磁性或非磁性）的磁性覆层。写入间隙以及磁性覆层可以一起进行定制以形成唯一结构。按照一个实施例，该处理可用于形成实质均匀的写入间隙，以减小间隙的厚度标准差，并改进具有窄的写入间隙的写入磁头的写入性能。故意选择的非磁性品种可用于使高磁矩层直接接触写入间隙，而不会牺牲高磁矩材料的磁柔软性。此外，在缝隙两侧上配置材料以具有高磁矩而不改变磁性材料的磁柔软性有助于实现改进的可写性。虽然描述为本文示例的实施例使用写入磁头作为示例，但该方法和结构也可以应用到由材料间隙隔开的其它磁性层。

[0029] 现在参考图1，示出了盘驱动系统的示例。盘驱动器系统仅是可使用所公开技术的一个示例。图1示出示例的透视图100。盘102在操作过程中绕主轴中心或盘旋转轴104旋转。盘102包括之间是多个同心数据轨道110的内径106和外径108，由圆线表示。数据轨道110实质上是圆形的。

[0030] 信息可以被写入在盘102上的不同的数据轨道110中的位和从位中读出。换能器头124在旋转致动轴122的远端安装在致动组件120上，以及换能器头124在操作过程中接近盘102的表面上方飞转。致动器组件120在搜索操作期间围绕相邻盘102的旋转致动轴122旋转。查找操作在数据轨道110的目标数据轨道上定位换能器头124。

[0031] 分解图140示出了换能器头124（未按比例）的一部分的横截面。横截面示出实质均匀的写入间隙可以根据实施例来配置。

[0032] 随着磁性记录介质的面密度增加，信息可以存储在越来越小的位置。这要求读取磁头和写入磁头能分别从这些位置读取和写入。写入间隙是在写入磁头中分割主写入磁极和前屏蔽的非磁性间隙。写入间隙与邻近写入间隙的磁性材料的厚度对于可写性和后缘（TE）场梯度有很大影响。迄今为止，写入间隙厚度在约30nm的范围内。

[0033] 在形成写入间隙的过程中，在沉积的写入间隙材料上执行光刻和蚀刻工艺并不少见。这将导致写入间隙在其整个表面极度不均匀。写入间隙包含斜边，一个结果是，写入间隙可在接近锥点上方成为锥形或挤压。因此，非均匀的写入间隙通常由这些光刻和蚀刻步骤进行制备。非均匀写入间隙可导致在操作过程中更多的磁通从主写入磁极分流到前屏

蔽。该磁通损失使得写操作效率较低并可能损坏。它可以被称为抑制可写性。

[0034] 现在参照图2A、2B、2C、2D、2E、2F、2G和2H,示出根据一个实施例的用于形成更均匀的写入间隙的方法。该过程也可以用于减少写入间隙西格玛。从如下描述可以理解:该过程使得替代晶种(诸如,钌)也可以用作前屏蔽的2.4T FeCo的晶种层。而且,该晶种层允许FeCo磁性层紧密接触写入间隙以提供增强的TE场梯度。

[0035] 在图2A中,第一层磁性材料204被沉积。磁性材料可例如由FeCo形成。该层磁性材料最终可在写入磁头的操作期间用作主写入磁极。为了形成主写入磁极,我们可以倾斜磁性材料层204以形成斜面边缘208和斜角点212,如图2B所示。斜面可例如通过打磨磁性层形成。

[0036] 在图2C中,第一层间隙材料216如所示沉积在磁性材料层204上。可以利用的一种材料类型是钌。钌是可作为间隙材料表现良好的非磁性材料。它也可以作为第二层间隙材料的晶种层。

[0037] 在图2D中,第二层间隙材料220被示为沉积在第一层间隙材料的顶部。可用于作为间隙材料的一种材料是 Al_2O_3 ,也称为氧化铝。

[0038] 在图2E中,第一层牺牲材料被示出沉积在第二层间隙材料的顶部。通常情况下,我们会选择在沉积最后一层磁性材料之前执行光刻和蚀刻步骤。这些处理步骤可影响之前已沉积的材料间隙的均匀性-特别是在斜面边缘区域。可发生的一个非均匀性是写入间隙在斜面点成为锥形。如前面所指出的,这可导致完成的写入磁头中的不均匀写入间隙,将引起写入磁头的性能降低。经常执行的处理步骤的示例包括:在蚀刻步骤后的光刻步骤。其它处理步骤可替代地被执行。无论如何,结果是写入间隙保持在不均匀状态。通过利用由沉积其他的牺牲材料翻新的牺牲层,在破坏性处理步骤之后可实质恢复所述间隙的均匀性。因此,图2F示出牺牲层224上的破坏性处理步骤的影响。如可以看到的,破坏性的处理步骤将牺牲层留在不均匀状态,而底层的间隙层是完好无损。应当指出的是:牺牲层可以由晶种层被晶种化。晶种层材料的一个选择是钌。除了钌的其它非磁性晶种材料也可被使用。

[0039] 在图2G中,其他的牺牲材料可被沉积,以便牺牲层恢复到实质均匀的厚度。还原的牺牲层在图2G中被称为层226。牺牲层也可以被选择,以用于后续磁性层的晶种层。

[0040] 一旦该间隙恢复到实质均匀的厚度,可沉积第二层磁性材料。例如,图2H示出了可以被用作写入磁头的前屏蔽的第二层磁性材料228。我们可例如利用FeCo或FeNiCo固体溶液作为磁性材料。厚度可以在几纳米到几百纳米的范围内。按照一个实施例,可以使用5-50纳米的厚度。

[0041] 从图2H可以看出,由此产生的写入间隙实质上是均匀的,并且不受到在沉积第二层磁性材料之前发生的中间光刻和蚀刻步骤的影响。

[0042] 现在参照图3,可以看出示出了上述过程的各方面的流程图300。在块302,材料的非磁性间隙层可沉积在磁性材料的主磁极层上。在块304,材料的牺牲层可以沉积在材料的非磁性间隙层之上。在块306,牺牲层的一部分可以例如通过蚀刻工艺处理,而不是完全去除材料的牺牲层。并且,在块308,其他的牺牲材料可沉积于经蚀刻的牺牲层。

[0043] 在图4中,流程图400示出更为详细的实施例。在块402,材料的非磁性层沉积在磁性材料的主磁极层上。磁性材料的主磁极层可已具有倾斜配置。应当理解的是:多个层和不同材料可用于形成间隙。块404示出了材料的牺牲层可以沉积在材料的顶非磁性间隙层的

顶部上。

[0044] 根据块406,蚀刻或其它处理步骤可在结构上执行。该处理可以去除牺牲层的部分,而不必拆卸整个牺牲层,以便露出任何下面的层,特别是沿该斜面边缘区域。蚀刻或其它处理的结果将是牺牲层是不均匀的。因此,在块408,其他的牺牲材料可被沉积在蚀刻的牺牲层上。沉积可被控制,以便在主磁极层和随后施加的前屏蔽层之间形成实质均匀的间隙,如块410所示。然后,可以在牺牲层的顶部应用材料的前屏蔽层。

[0045] 根据另一个实施例,可以实现不同用法。即,目前方法通常利用磁性材料(诸如NiFe)作为沉积磁性材料层(诸如FeCo)为前屏蔽之前的籽晶层。该NiFe有大约1.0T磁矩。使用磁性材料作为晶种层可以降低后缘(TE)场梯度,从而降低了记录头的性能。

[0046] 为了解决该问题,实施方案采用了非磁性材料作为籽晶层,用于前屏蔽层中使用的磁性材料。与磁性材料(诸如NiFe)相反,该非磁性材料允许取得较好的场梯度。不同的材料可用作非磁性材料晶种层。但是,一个可能的选择是钌。其他可能的材料是NiRu、镍铬、铜、和例如使用Fe、Ni和Co合金组合的高力矩材料。所述晶种层的厚度可以例如在1-10纳米范围内。

[0047] 沉积过程可类似于相对于图2A至2H中所示,其中非磁性晶种层用于第二层的非磁性晶种层。此外,图5示出展示了各个方面的流程图。

[0048] 在图5的流程图500中,块502示出了该磁性材料的主磁极层被沉积。在块504中,沉积材料的至少两个非磁性间隙层。并且,在块506中,沉积第二层磁性材料。值得注意的是:第二层磁性材料直接相邻地沉积在非磁性间隙材料层之上。这使得非磁性间隙材料作为第二层磁性材料的晶种层。

[0049] 图6示出较为详细的实施例。在图6的流程图600中,在块602中,沉积磁性材料的主磁极层。在块604中,沉积材料中的至少两个非磁性间隙层。如较早的实施例中所指出的,间隙可以由多层(诸如第一层钌,然后一层氧化铝,并且随后钌的籽晶层)形成。

[0050] 在块606中,沉积第二层磁性材料。该层可例如用于写入磁头的前屏蔽。该第二层可直接相邻地沉积到非磁性间隙材料,以便形成足够的梯度。此外,该非磁性间隙材料也可以用作晶种层,用于第二层磁性材料,如由块608所示。如由块610所示,FeCo可用于第二层磁性材料的材料。块612示出了第二层磁性材料可形成为用于写入磁头的前屏蔽。

[0051] 图7示出了由非磁性材料的两个或多个间隙层形成的间隙层的示例。图7示出作为写入磁头的第一层磁性材料702。FeCo是可用于第一磁性层的磁性材料的一种类型。非磁性材料704的第一间隙层示出置于磁性材料之上并与之直接相邻。可以使用的一种材料例如是钌。非磁性体706的第二间隙层示出置于第一间隙层之上并与之直接邻近。例如,Al₂O₃是可用于该材料的一种类型的材料。非磁性材料708的第三间隙层示出置于第二间隙层之上并与之直接邻近。材料钌可用于该层以提供对称的第一间隙层。此外,钌用于作为第二层磁性材料710的晶种层。该层710被示出置于第三间隙层之上并与之直接邻近。FeCo是可用于层710的磁性材料的一个示例,用于作为主磁极的前屏蔽。

[0052] 值得注意的是:本文引用的许多结构、材料和操作可以作为用于执行功能的装置或用于执行功能的步骤。因此,应当理解:该语言有权覆盖本说明书和它们的等价物公开的所有这些结构、材料或操作,包括通过引用并入的任何物质。

[0053] 据认为,从本说明书中将可以理解本文所述实施例的装置和方法。虽然以上描述

的是具体实施例的完整描述,但以上描述不应被视为限制由权利要求书所限定的本专利范围。

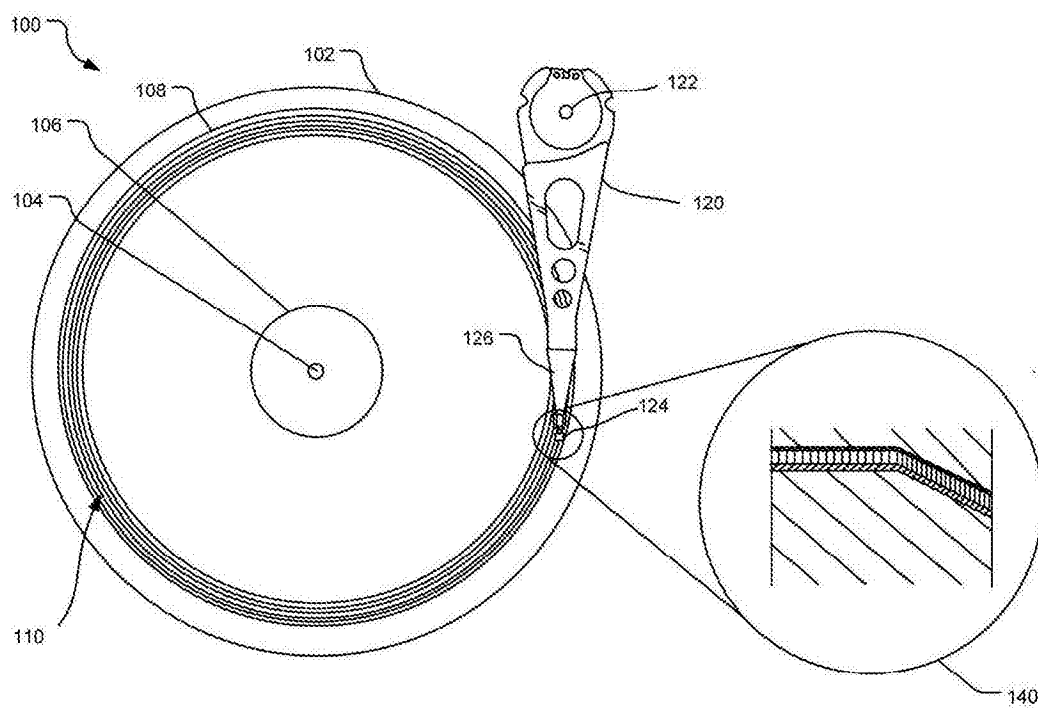


图1

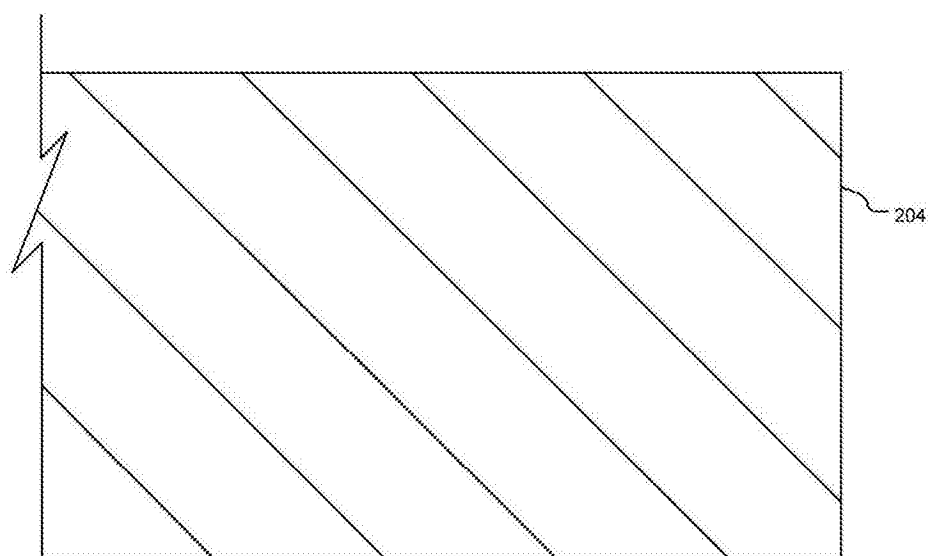


图2A

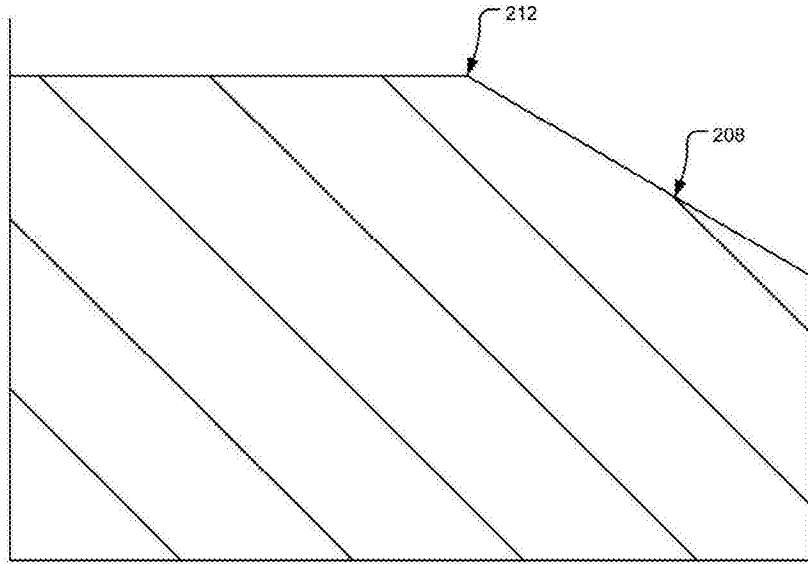


图2B

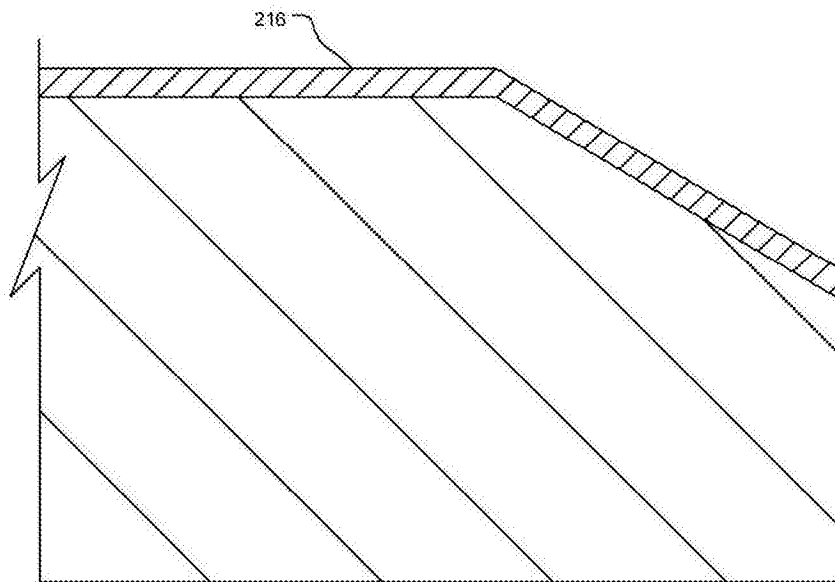


图2C

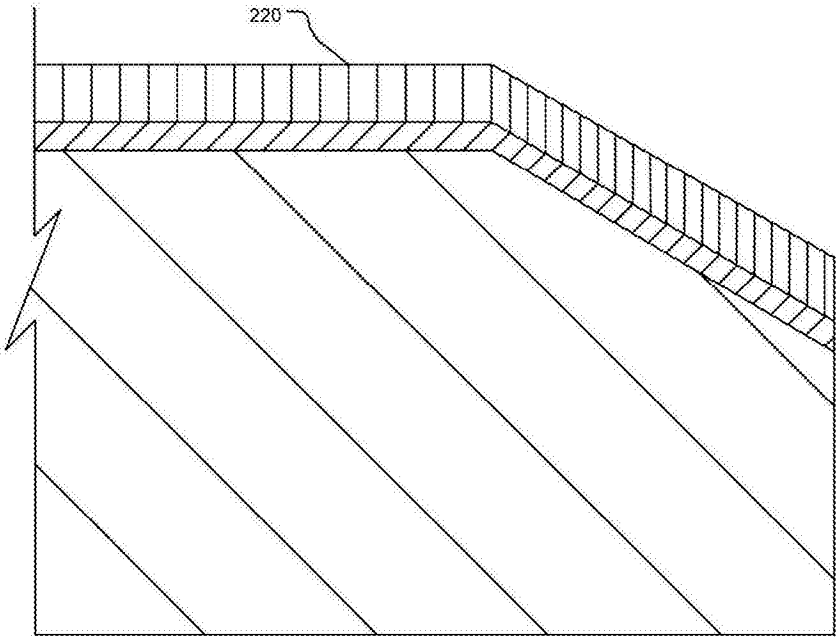


图2D

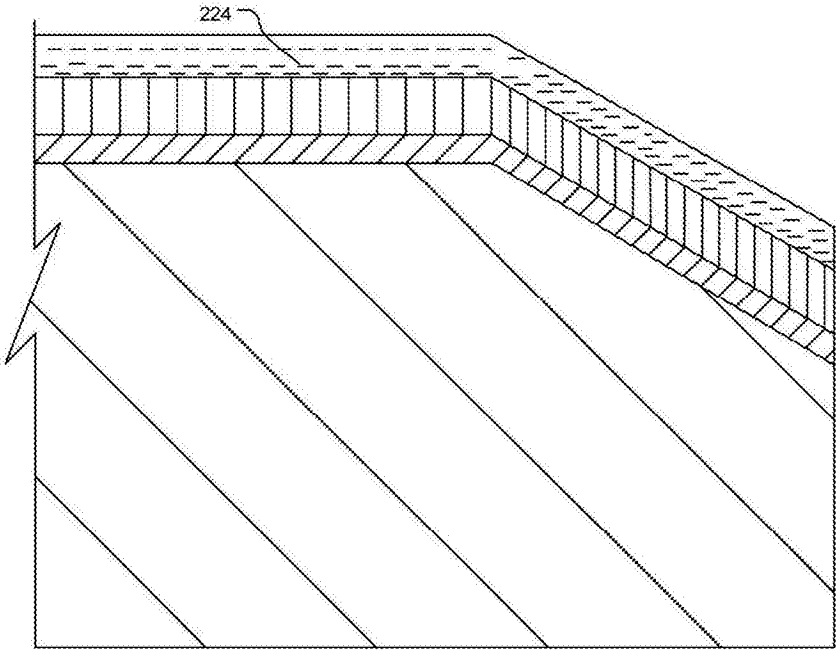


图2E

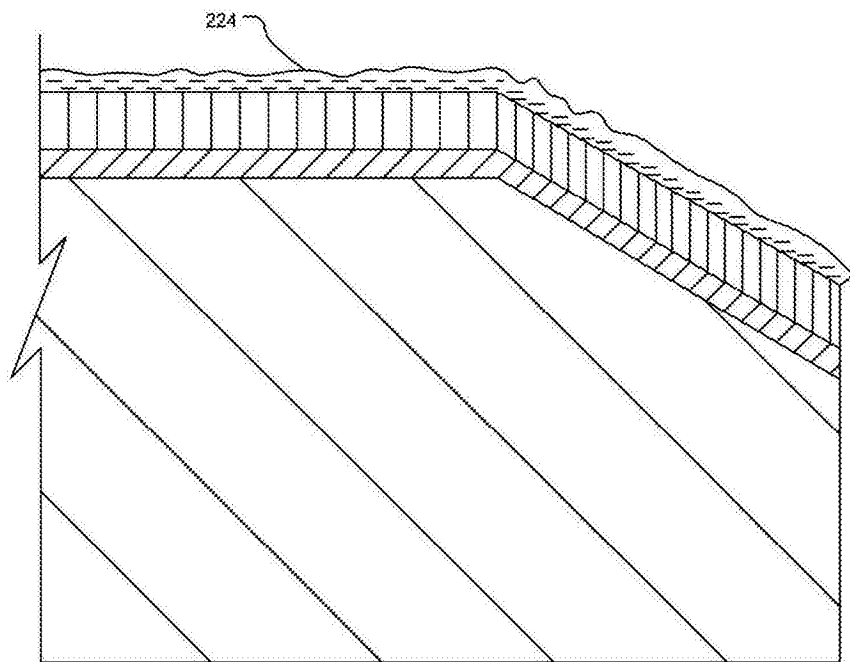


图2F

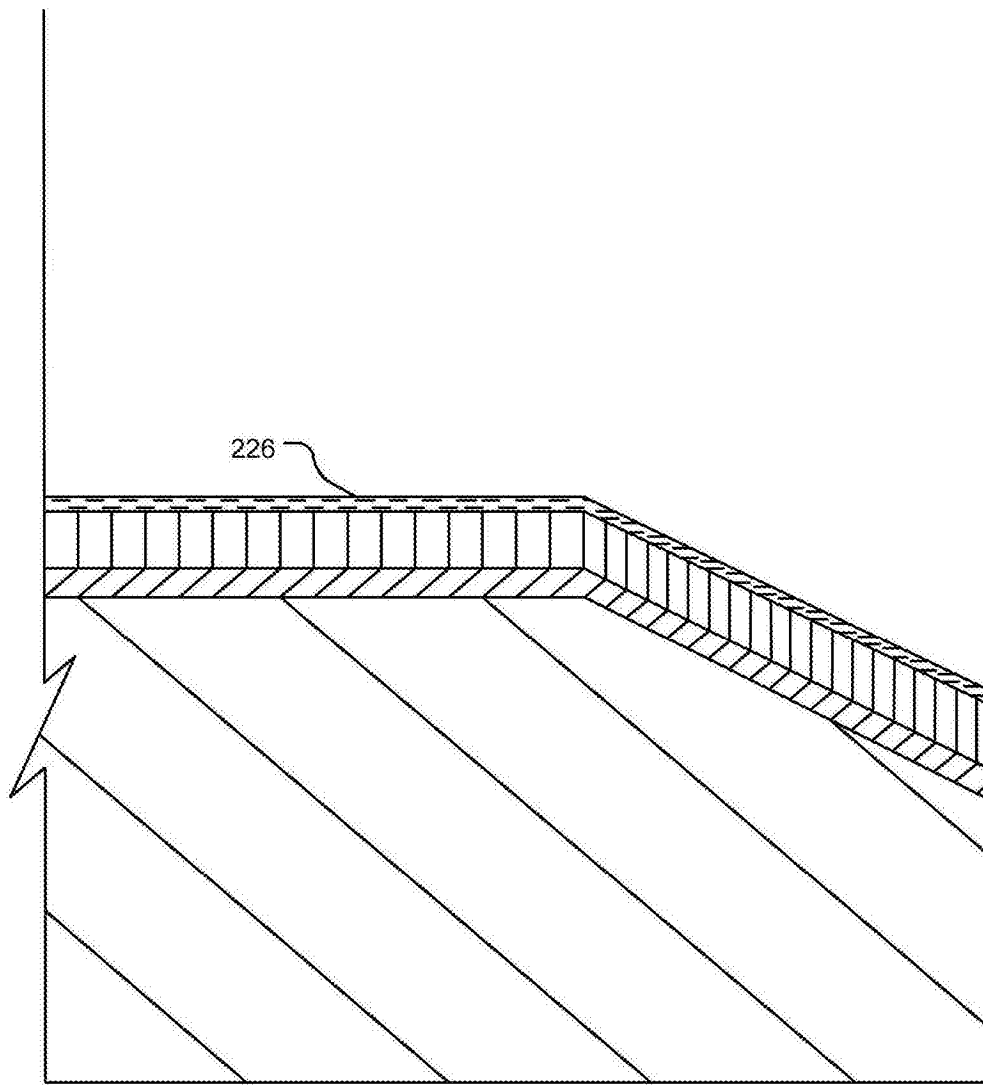


图2G

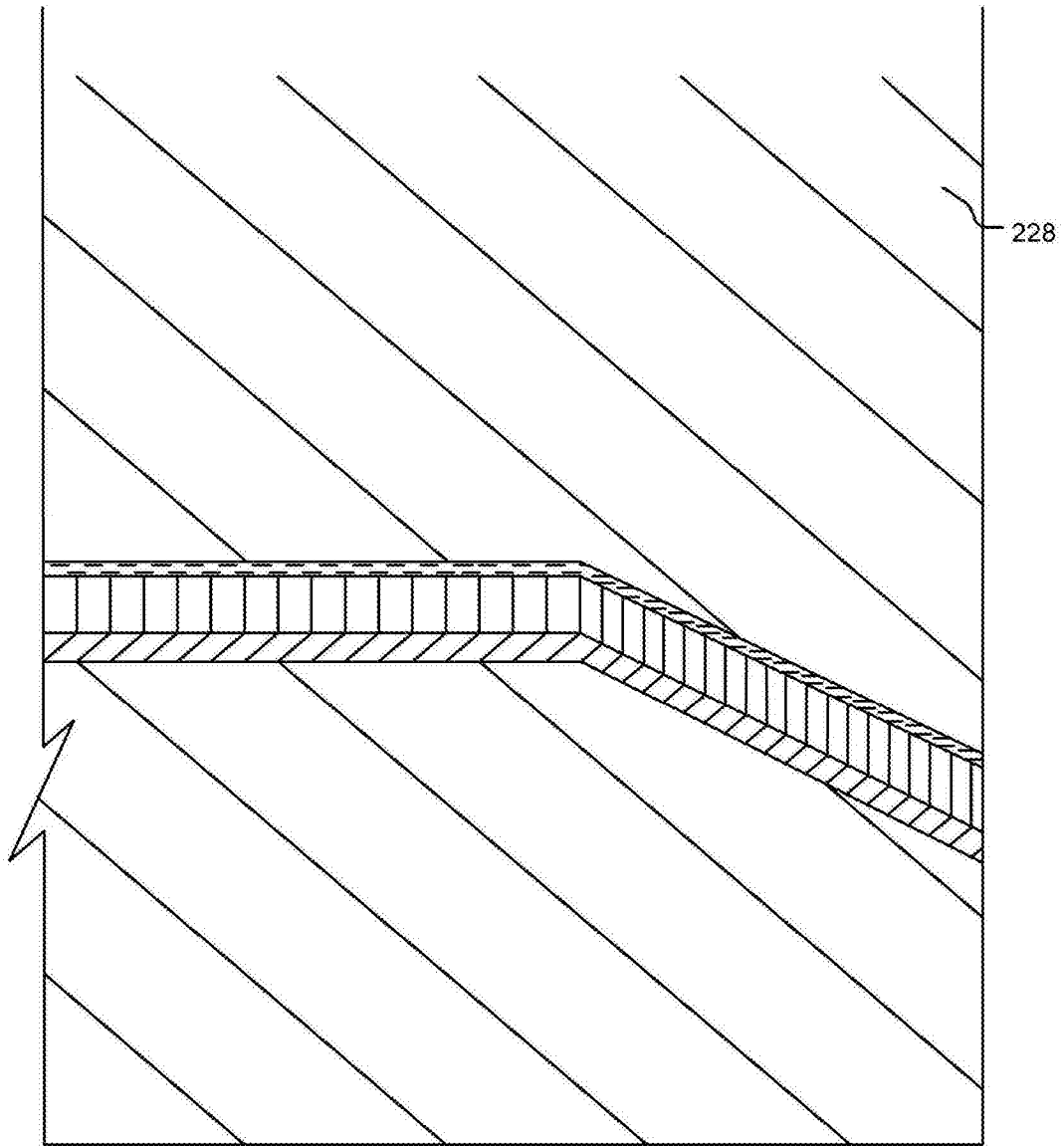


图2H

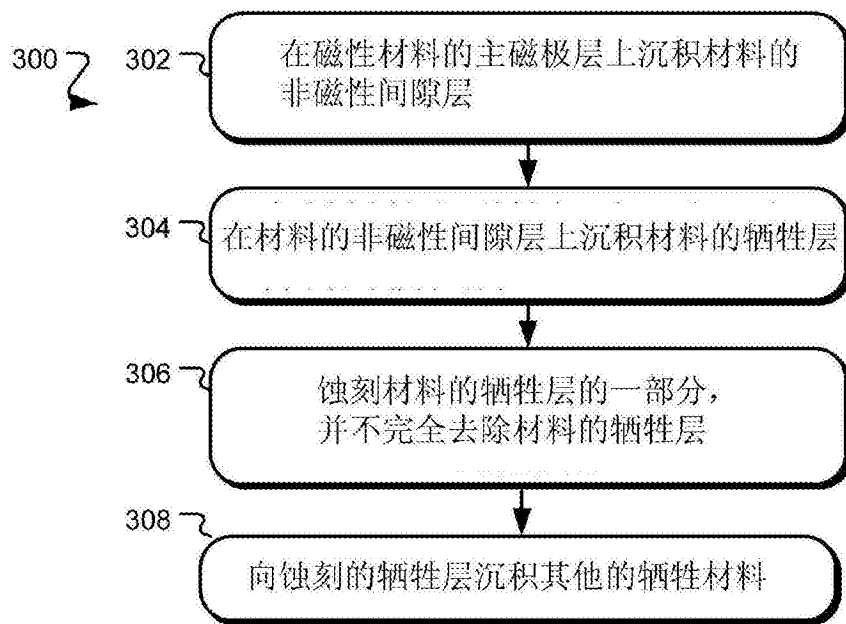


图3

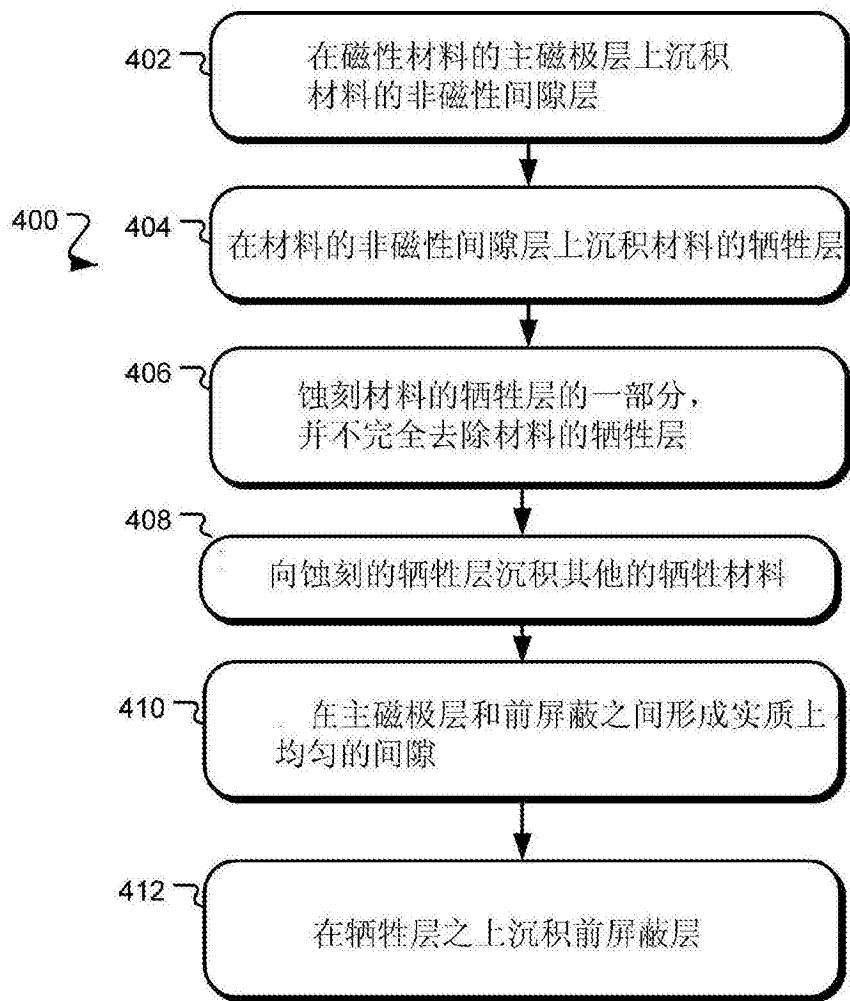


图4

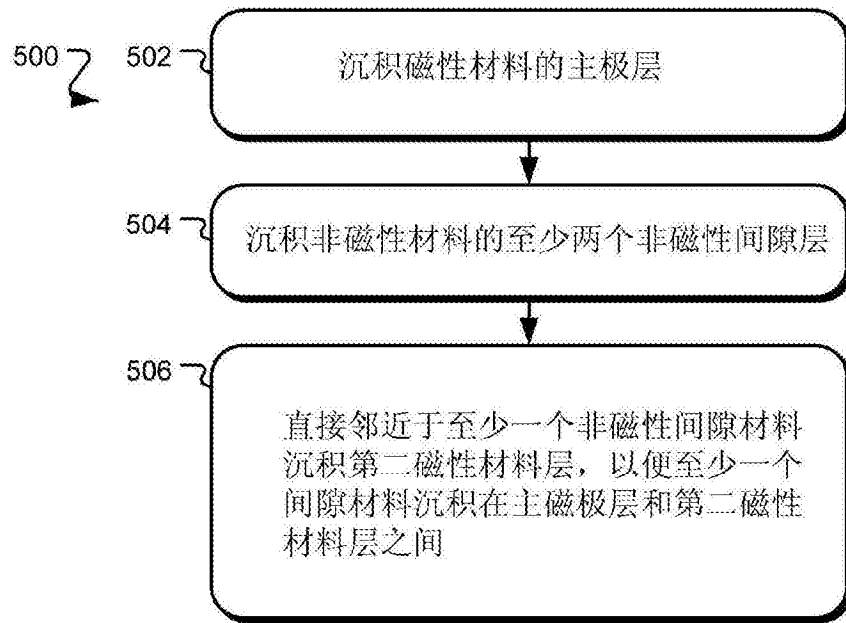


图5

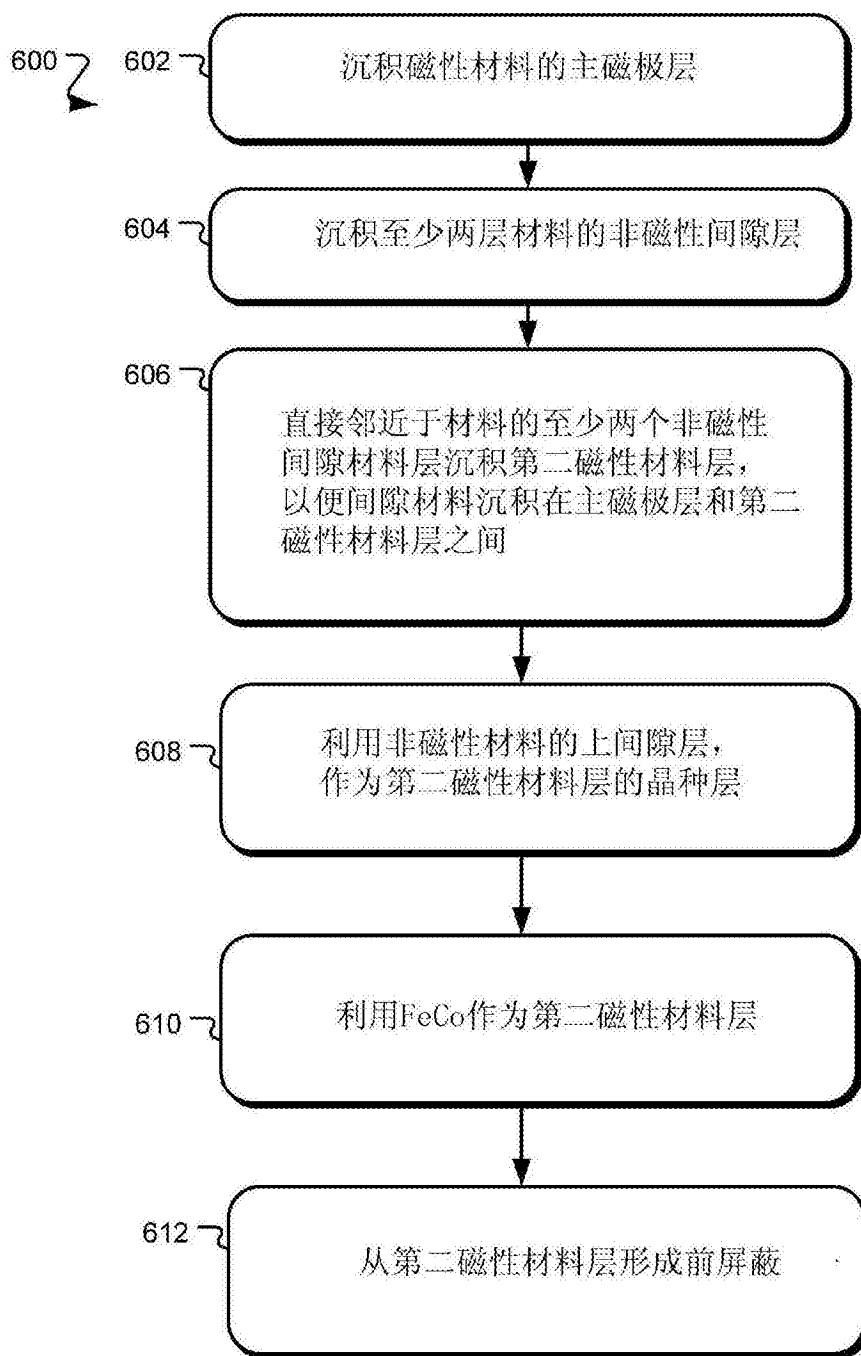


图6

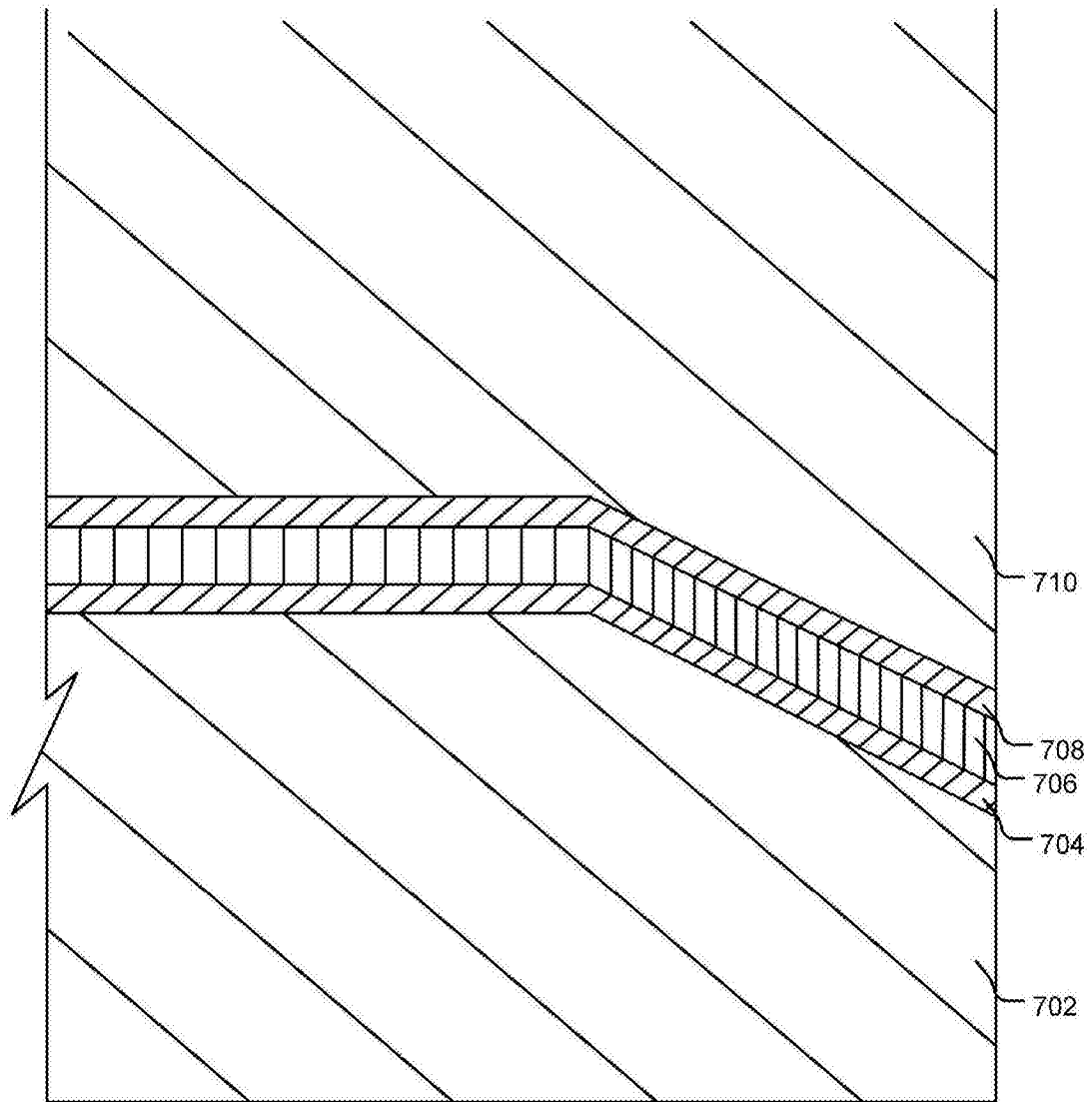


图7