



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 103065644 B

(45)授权公告日 2016.12.21

(21)申请号 201210478643.8

(22)申请日 2012.09.21

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 103065644 A

(43)申请公布日 2013.04.24

(30)优先权数据

13/239,010 2011.09.21 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 M·W·科温顿 M·T·凯夫

丁元俊

(74)专利代理机构 上海专利商标事务所有限公

司 31100

代理人 毛力

(51)Int.Cl.

G11B 5/265(2006.01)

(56)对比文件

US 2009237839 A1, 2009.09.24,

WO 2009154009 A1, 2009.12.23,

US 2009034133 A1, 2009.02.05,

US 7035062 B1, 2006.04.25,

US 2003086217 A1, 2003.05.08,

审查员 王芳

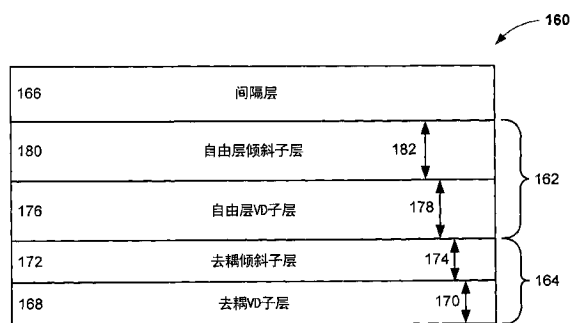
权利要求书1页 说明书5页 附图5页

(54)发明名称

磁传感器子层中的变化形态

(57)摘要

多个实施例一般地涉及使用具有预定第一形态的去耦层来构建的磁传感器。磁性自由层可被沉积为接触地邻近于去耦层,磁性自由层被配置为具有预定第二形态的至少第一子层。



1. 一种磁性检测设备,包括:

具有去耦形态的去耦层,所述去耦形态是由第一和第二去耦子层提供,每一个去耦子层分别具有不同的厚度、形态强度和形态方向;和

接触地邻近去耦层且具有与去耦形态不同的自由形态的磁性自由层,该磁性自由层被配置为具有第一和第二磁性自由子层,每一个自由子层分别具有不同的厚度、形态强度和形态方向。

2. 根据权利要求1所述的设备,其中第一去耦子层的厚度是第二去耦子层的厚度的三倍。

3. 根据权利要求1所述的设备,其中去耦层是钽。

4. 根据权利要求1所述的设备,其中去耦层是MgO。

5. 根据权利要求1所述的设备,其中第一和第二自由子层都是CoFeB合金。

6. 根据权利要求1所述的设备,其中自由形态对应于第一磁性自由子层的厚度、物理气相沉积以及第二磁性自由子层的厚度、倾斜入射溅射沉积,并且去耦形态对应于第一去耦子层的厚度、物理气相沉积以及第二去耦子层的厚度、倾斜入射溅射沉积。

7. 根据权利要求1所述的设备,其中第二磁性自由子层的形态基本上在交叉轨迹方向上穿过第二磁性自由子层,该交叉轨迹方向基本平行于磁性自由层的空气轴承表面。

8. 一种传感器,包括通过偏置磁铁偏置到预定默认磁化的磁响应叠层,该磁响应叠层具有由非磁性间隔层所隔开的至少第一和第二磁性自由层,至少一个磁性自由层接触地邻近去耦层,所述去耦层包括第一和第二去耦子层,每一个去耦子层分别具有不同的厚度、形态强度和形态方向,这些去耦子层提供去耦形态,至少一个磁性自由层具有第一和第二磁性自由子层,每一个磁性自由子层分别具有不同的厚度、形态强度和形态方向,这些磁性自由子层提供与去耦形态不同的自由形态。

9. 根据权利要求8所述的传感器,其中由非磁性间隔层所隔开的至少第一和第二磁性自由层的被表征为三层磁性元件,所述三层磁性元件具有仅由偏置磁铁提供的预定默认磁化。

10. 根据权利要求8所述的传感器,其中第二磁性自由子层的形态被调节以对应于第一和第二磁性自由层之间的预定隧道型磁阻比率。

11. 根据权利要求8所述的传感器,其中偏置磁体被形成在配置成具有一形态的种子层上。

12. 根据权利要求11所述的传感器,其中偏置磁体被配置成具有至少两个偏置子层,每一个偏置子层具有不同的形态。

13. 根据权利要求11所述的传感器,其中偏置磁体被配置有不同于去耦形态和自由形态的偏置形态。

磁传感器子层中的变化形态

[0001] 概要

[0002] 磁传感器可以构建有具有预定第一形态的去耦层。磁性自由层可被沉积为接触地邻近去耦层,并且该磁性自由层被配置有具有预定第二形态的至少第一子层。

[0003] 附图简要说明

[0004] 图1是示例数据存储装置的透视图。

[0005] 图2A和2B示出了能够用于不同实施例的示例磁传感器的不同视图。

[0006] 图3显示了根据不同实施例所构造和操作的示例磁传感器的一部分。

[0007] 图4绘制了不同磁传感器实施例的操作特性。

[0008] 图5描绘了根据不同实施例来调整的磁传感器的操作特性。

[0009] 图6概括地说明了能够用于不同实施例的示例磁传感器的一部分。

[0010] 图7提供了根据本发明不同实施例执行的传感器制造例程的流程图。

[0011] 详细说明

[0012] 为了满足对更大的数据容量和更快的数据传输率的加剧的产业需求,一般公开了一种具有变化形态的增强型数据检测性能的磁传感器。增加的数据容量可以对应于各种数据存储部件(,例如读取元件和屏蔽元件)的减小的外形规格。这种较小的磁部件可能具有磁稳定难题,特别是可以满足高线性数据密度应用中的精确屏蔽-对-屏蔽间隔标准。因此,在产业中,对可以保持读取元件的磁性取向和灵敏度以提高数据检测性能的减小规格的磁传感器的构建存在增长的需求。

[0013] 这样的产业需求可以通过构建如下的磁传感器得到满足,该磁传感器具有接触地邻近磁性自由层的去耦层,磁性自由层具有第一和第二子层,第一和第二子层各自的形态不同于去耦层形态。可变形态的使用可以对被钉扎的偏置磁化影响的磁性叠层的操作磁化提供提高的控制。特别是在减小的外形规格的磁传感器中,调节不同形态以提高磁化控制的能力可以通过减小磁化不对称性来增强数据检测,同时提高磁稳定性和数据信号幅值。

[0014] 在图1中,概要地提供了在非限制性环境中的数据存储装置100的实施例的部件分解图,在该非限制性环境中可以实施本发明的不同实施例。装置100包括基本密封的外壳102,其由底板104和顶盖106形成。内置的主轴马达108被配置为旋转多个磁存储介质110。通过相应的数据换能器阵列(读/写头)来存取该介质110,数据换能器阵列中的每一个都由磁头悬浮组件(HGA)112支承。

[0015] 每个HGA 112可以由包括柔性悬浮件116的磁头组组件114(“致动器”)所支承,这样,柔性悬浮件116进而由刚性的致动器臂118所支承。通过施加电流给音圈马达(VCM)122,该致动器114可以围绕芯座轴承组件120枢转。通过这种方式,VCM 122的受控操作使得换能器(以数字124表示)与在介质表面定义的轨道(未示出)对准,以在其上存储数据或从其上检索数据。

[0016] 图2A和2B分别示出了能够用于不同实施例的示例磁传感器130的框图表示的截面图和顶视图。传感器130可以由位于空气轴承表面134(ABS)和后偏置磁体136之间的磁性叠层132所构成。图2A说明了磁性叠层132如何被配置有由非磁间隔层140所隔开的一对磁性

自由层138。每个磁性自由层138的磁灵敏度可以通过去耦层142得到缓和,去耦层142可抑制磁干扰到达该自由层138或从自由层138扩散至邻近部件,诸如磁屏蔽。

[0017] 在存在磁性自由层138,但在磁性叠层132中不存在固定磁化作为参考,该叠层132可以被特征化为三层读取元件,归因于双自由层138和间隔层140。这样的三层读取元件可以利用后偏置磁体136以在自由层138上施加磁偏置力并且设置默认磁化,这允许在磁性叠层132不存在被钉扎磁化的情况下对通过ABS 134的数据比特的精确检测。当三层读取元件被显示在磁性叠层132中时,叠层132的构建并不限于这样的结构并且可以是任意数量和类型的、具有任意可磁化响应的磁性取向的层的叠片。

[0018] 在可以包括或可以不包括三层读取元件的不同的实施例,磁传感器130可被调节为以预定的性能特征(例如,信号幅值和不对称性)来操作,以在最小化传感器130的屏蔽-对-屏蔽间距(SSS)144的同时检测数据比特。通过调整叠层132和偏置磁体136的尺寸和磁化,可以进一步调节该磁传感器130,如图2B的顶视图中所示的。

[0019] 可以调节偏置磁体的厚度146以及离开叠层132的偏置距离148,以在自由层138上提供预定量的磁影响,其可以对应于叠层132的增强的磁化旋转和数据检测操作。与偏置距离148一起,沿着Z轴平行于ABS所测量得到的分别的叠层和偏置磁体宽度150和152可被调节为类似的或相异的,并且对应于各自的叠层和偏置磁体条带高度154和156。叠层132和偏置磁体136的宽度和条带高度可以被调节以对预定的默认磁化配置 M_{FL1} 和 M_{FL2} 提供影响叠层132各自的磁性自由层138的具有预定强度和角度取向的 M_{PM} 磁化值。

[0020] 同样地,叠层132和偏置磁体136的不同尺寸、厚度和磁性取向可容许调整和优化,以适应任意数量的预定操作和环境条件同时保持减小的外形规格。但是,叠层132,特别是包括三层读取元件的减小外形规格的叠层,其精确偏置是存在问题的,因为自由层138缺少对设定磁化值(例如 M_{PM})的直接接触。

[0021] 因此,通过调节叠层132和偏置磁体136的形态以增加由偏置磁体136所提供的偏置磁化,可以提高自由层138的磁性取向和操作。图3示出了能够用于不同实施例的示例磁性叠层160的一部分的横截面框图表示。该叠层160被构建成与图2A中的叠层132非常相似,具有位于去耦层164和非磁性间隔层166之间并且与去耦层164和非磁性间隔层166直接接触的磁性自由层162。

[0022] 叠层160中的多个层的结构没有被限定为特定设计,但是多个实施例将汽相沉积(例如,物理或化学蒸镀)的子层与倾斜沉积的子层相结合,以精确控制和调节形态,这可以沿着预定的默认单轴方向增强自由层162的磁化,如图2B中所示的。去耦层164和自由层162中都示出了这样的结构,以允许与唯一的预定磁化特性相对应的单个形态。

[0023] 如图所示,该去耦层164具有去耦VD(汽相沉积)子层168,去耦VD子层168是通过产生具有最小方向和强度的预定第一厚度170的汽相沉积制程来沉积的。然后,采用倾斜沉积制程形成具有预定的第二厚度174以及经设计的不同于去耦VD子层168的形态方向与强度的去耦倾斜子层172。在连续子层168和172上的汽相沉积和倾斜沉积的结合可以提供对磁性层中总的形态方向和强度的精确调节。也就是说,通过调节每个子层168和172的厚度170和174,可精细地调整整个去耦层164的形态,以提供总的形态。

[0024] 虽然是非必须或限定的,磁性自由层162可以被形成为具有预定第三厚度178的自由VD子层176,其直接耦合到具有预定第四厚度182的自由层倾斜子层180。与去耦层168和

172的结构非常相似,自由层子层176和180可具有被调节的厚度178和182,其与相互之间不同但相互补充的形态方向和强度相对应,以当存在已检测的数据比特时提供增强的磁化保持力和旋转。需要注意的是,但没有限定于任意方式,倾斜沉积和标准沉积的次序可以相互交换,使得倾斜沉积的子层180接触地邻近倾斜沉积的去耦子层172。

[0025] 图4描绘了具有经调节的倾斜子层百分比的示例性磁性叠层的形态特性,该百分比可对应于倾斜沉积的子层厚度与垂直沉积的子层厚度之比。实线190示出了磁性自由层的总形态如何不但通过调节自由层子层的厚度来调节,而且通过去耦子层厚度来调节,例如图3中的子层厚度170和174,其被表示为 $20\text{\AA}$ 的物理汽相沉积子层厚度和 $20\text{\AA}$ 的可控入射溅射(CIS)子层厚度。

[0026] 类似地,分段的线段192表示具有如下形态特性:具有变化厚度的磁性自由层形成在具有 $30\text{\AA}$ 物理汽相沉积子层厚度和 $10\text{\AA}$ 可控入射溅射(CIS)子层厚度的去耦层的顶上。虽然通过使用CIS单独形成磁性自由层的方式可获得更高的形态强度,通过连续地沉积具有不同形态强度的子层来调节形态的能力允许磁性叠层针对广泛而多样的环境和性能特征来优化,例如,高信号幅值和磁化稳定性。

[0027] 磁传感器不同方面的调节和优化并不限于沉积技术和厚度,因为可以进一步调节多个特征以增强传感器性能。一个这样的特征就是用于倾斜沉积子层的沉积角度,其在一些实施例中可以在 60° 和 75° 之间变化以提供预定的形态强度。另一个可以调节和优化的沉积特征是入射倾斜量相对于下面的基板(即,晶片基准)的方向,其可以设定具有预定基板平面的感应形态的方向。

[0028] 多个实施例可以改变子层的次序,例如倾斜沉积的子层先于汽相沉积沉积子层,以控制传感器操作和性能。可以调节的这种沉积特征和配置的变化可提供适用于预定结构(外形规格)和操作(检测精确度)标准的特定偏置磁化方案。

[0029] 图5示出了根据不同实施例的综合调节磁性叠层多个方面的结构示例。由实线200连接的实点说明了磁性自由层厚度如何影响磁性自由层子层配置,磁性自由层子层配置由倾斜沉积去耦层来调节,倾斜沉积去耦层由钽制成。相反,连接空点的实线202表示由 SiO_2 去耦子层调节的磁性自由层配置的形态特性。最后,分段的线段204对应于具有8nm厚度的钽去耦子层。

[0030] 可以理解的是,可以在各种不同的磁传感器配置中使用大范围的磁性自由层厚度和形态强度,以提供被调节特别用于不同预定应用的优化性能。但是,对调节的子层的应用并没有限制于磁性叠层的诸个部分,因为偏置磁铁以及头部、尾部和侧部屏蔽可同样形成有提供优化偏置磁化和增强的数据检测性能的子层。

[0031] 图6概括地说明了示例磁传感器210的一部分的横截面视图的框图表示,磁传感器210具有沉积在倾斜沉积种子子层214上的磁屏蔽层212。该种子子层214和屏蔽层212的倾斜沉积可被调节为具有可通过控制沉积的倾斜角度来调节的类似或相异的形态,以对屏蔽层212提供增强的磁稳定性,因为该形态促进了穿过屏蔽层212的紧密磁化分布。

[0032] 随后,在屏蔽层212上形成具有预定条带高度218的倾斜沉积去耦层216,预定条带高度218可以沿着传感器的条带高度219延伸任意长度。但是,在图6的示例性实施例中,条带高度218在ABS的远端并且远离ABS,在磁传感器210的后偏置区域222经过磁性叠层220,在这里可形成偏置磁体224,以利用预定形态的去耦层216以促进磁稳定性和一致的偏置磁

化。不管偏置磁体224的形态的强度或方向,在去耦层216上的沉积可以提供改进的磁稳定性,部分由于在其间的直接耦合。

[0033] 如以上讨论的,磁性叠层220可被形成到去耦层216上,以同样地利用与去耦层216的形态相关的好处。在图6所示的磁性叠层结构中,第一和第二磁性自由层226和228以不同的子层沉积次序来构建,不同的子层沉积次序可通过控制偏置磁体对每个自由层226和228的默认磁化上的影响来调节磁传感器210性能。

[0034] 特别地,第一磁性自由层226包括位于去耦层216和汽相沉积子层232之间的倾斜沉积子层230,而第二磁性自由层228具有相对的取向,因为汽相沉积子层既与非磁性间隔层234又与倾斜沉积子层236接触。图6中所示的不同的层配置可以分别地或集合地沉积并以预定的形态来调节,预定的形态被放置为不同的方向并且从可忽略到大量的强度范围,而形成有凝聚性的磁传感器,该有凝聚性的磁传感器展现可对应于增强的数据检测性能的优化磁稳定性。

[0035] 图7提供了根据不同实施例推导出的传感器制造例程250的示例流程图,以调节磁传感器的多个部分以提供预定优化性能。例程250通过在判决框252中评估倾斜磁屏蔽是否被包含在磁传感器中而开始。如果是,判决框254确定倾斜种子层是否先于屏蔽的沉积而形成。不管在判决框254中选择哪种沉积制程,步骤256形成种子层,该种子层具有对应于汽相沉积层的最小形态或具有与来自特定角度的倾斜沉积相关的预定形态取向和强度。

[0036] 随着在步骤256中形成种子层,随后在步骤258中形成屏蔽层,其具有与下层的种子层不同或相同的形态。其次,判决框260评估去耦层是否将被倾斜沉积,这使得例程250前进到判决框262,判决框262确定去耦层的条带的高度。然后,在步骤264中,利用沉积步骤形成具有预定带的高度和形态的去耦层。可理解的是,作为步骤264的结果,去耦层可以被配置为与图6中的层216相似或与图2A中的层140相似,这两个层都可以根据对沉积技术和层厚度的选择被调节到指定形态标准。

[0037] 在利用三层读取元件的情况下,或在利用任意其它在叠层中没有被钉扎磁化的读取元件的情况下,后偏置磁体可以被形成为给予偏置磁化,偏置磁化设定磁性叠层中的默认磁化。判决框266和随后的步骤268确定偏置磁体的调节特征并且根据预定标准来构建组件。磁传感器的磁性叠层部分接下来根据判决框270和272来设计,判决框270和272确定磁性自由层的数量、材料、次序、子层厚度和形态特征,其在步骤274中完成成为叠片的磁性自由层。

[0038] 虽然例程250可以中止为单个自由层,但判决框276评估是否构建第二自由层叠片。如果是,在步骤278中沉积非磁性间隔层并且例程250返回到判决框270,其中评估第二磁性自由层并实施由此产生的设计。

[0039] 可以理解的是,通制例程250可以构建磁传感器的大量变形,其展现不同的结构和操作特征,例如,变化的形态、厚度和偏置磁化影响。但是,例程250不仅仅限于图7中提供的步骤和判决,因为可以增加、删减和修改任意数量的步骤和决定以适应精确调节的磁传感器的制造,精确调节的磁传感器利用变化的形态以提供增强的磁数据检测。例如,判决框266和在步骤268中相应的偏置磁体的形成可以在叠层构建之后执行,该叠层可以包括由间隔层隔开的多个子层。

[0040] 进一步需要注意的是,在例程250中不需要特定沉积和形成步骤以沉积不同层。例

如,原子层沉积可用于一些层,而汽相沉积层沉积可用于其它层。同样地,不需要倾斜的沉积角度。这种使用不同形成制程的能力可以允许进一步调节具有改进的制造效率和可靠性的磁传感器制作能力。

[0041] 可以理解的是,本发明描述的磁传感器的结构和材料特征在用于逐渐减小的外观规格的数据存储装置时允许增强的数据读取性能。使用变化的形态可以增加在磁传感器的不同被钉扎和自由磁层中的磁稳定性。而且,通过使用子层而选择地调节形态的能力允许对磁传感器操作的精确控制,其对应于对特定环境和操作特性的磁化优化。另外,虽然诸个实施例关注于磁性检测,可以理解的是,所要求保护的本发明可以容易地使用在任意数量的其它应用中,包括数据存储装置应用。

[0042] 可以理解的是,尽管在前面的描述中已经提出了本发明不同实施例的许多特征和结构,以及本发明不同实施例的结构和功能的细节,该细节的描述仅仅是说明性的,并且在细节上特别是在本发明原理中的诸个部分的结构和配置上可以进行改变,直至对由附加的权利要求所表述的术语广泛全面含义所表示的完全范围。例如,在没有偏离本发明的精神和范围内,特定元件可以取决于特定用于而变化。

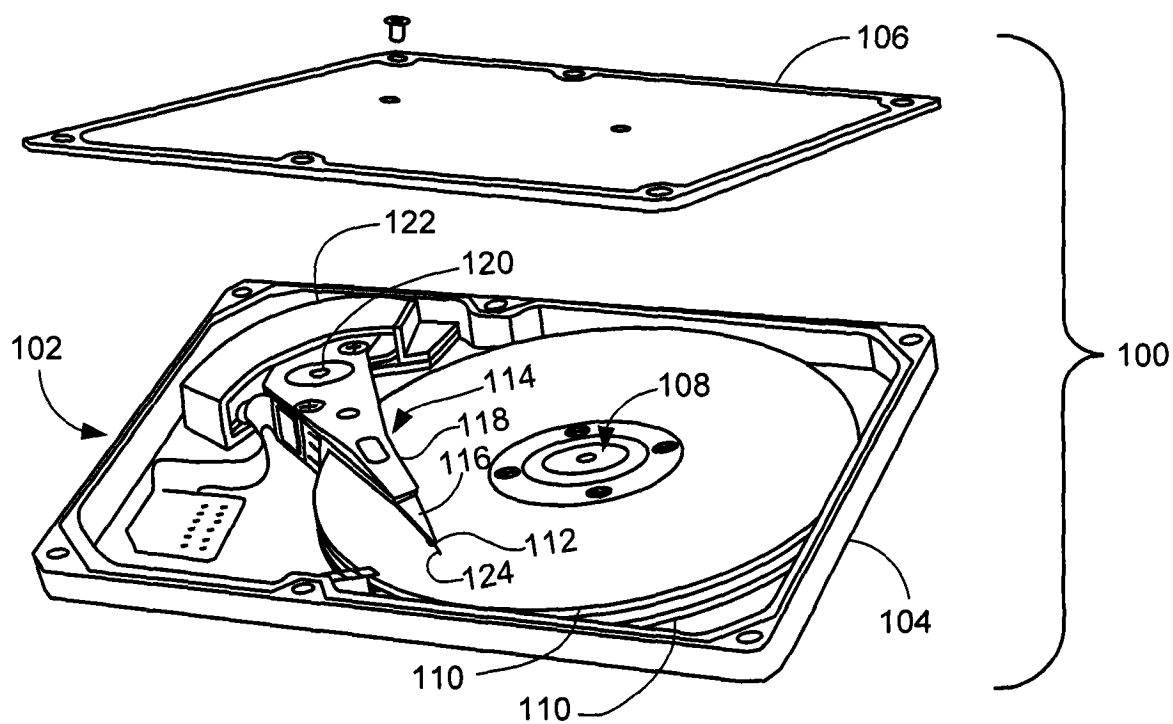


图 1

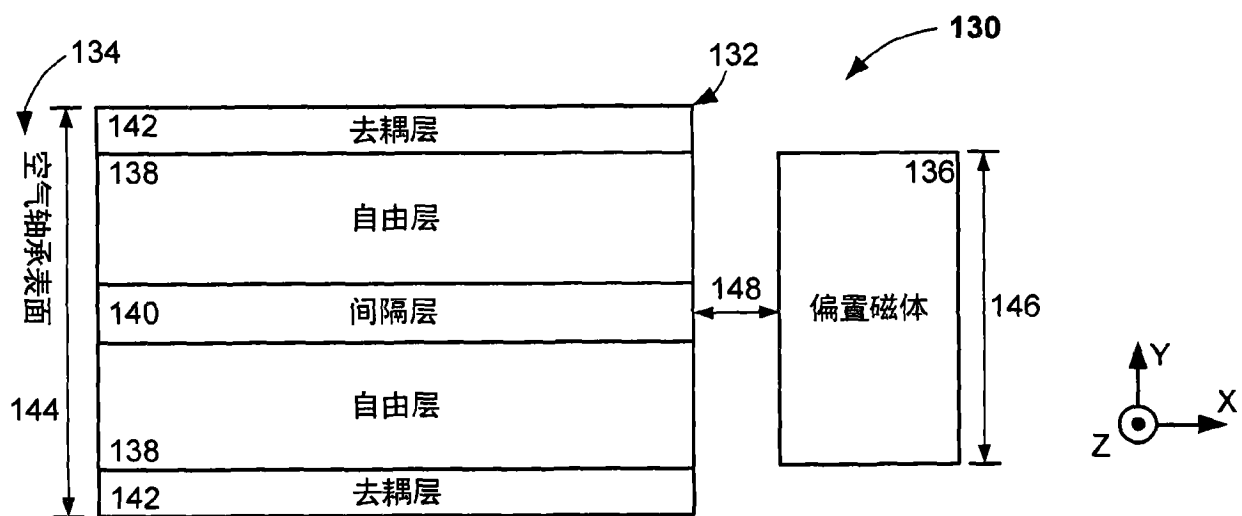


图2A

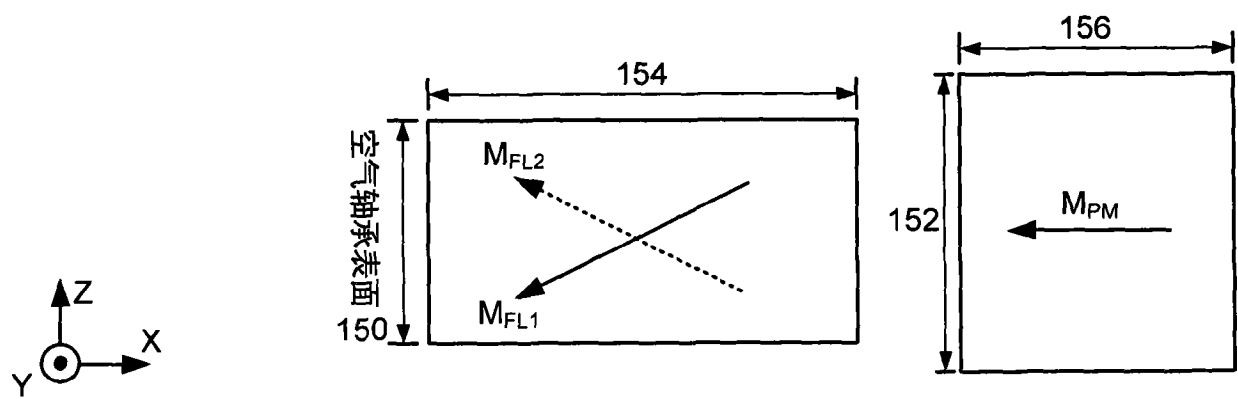


图2B

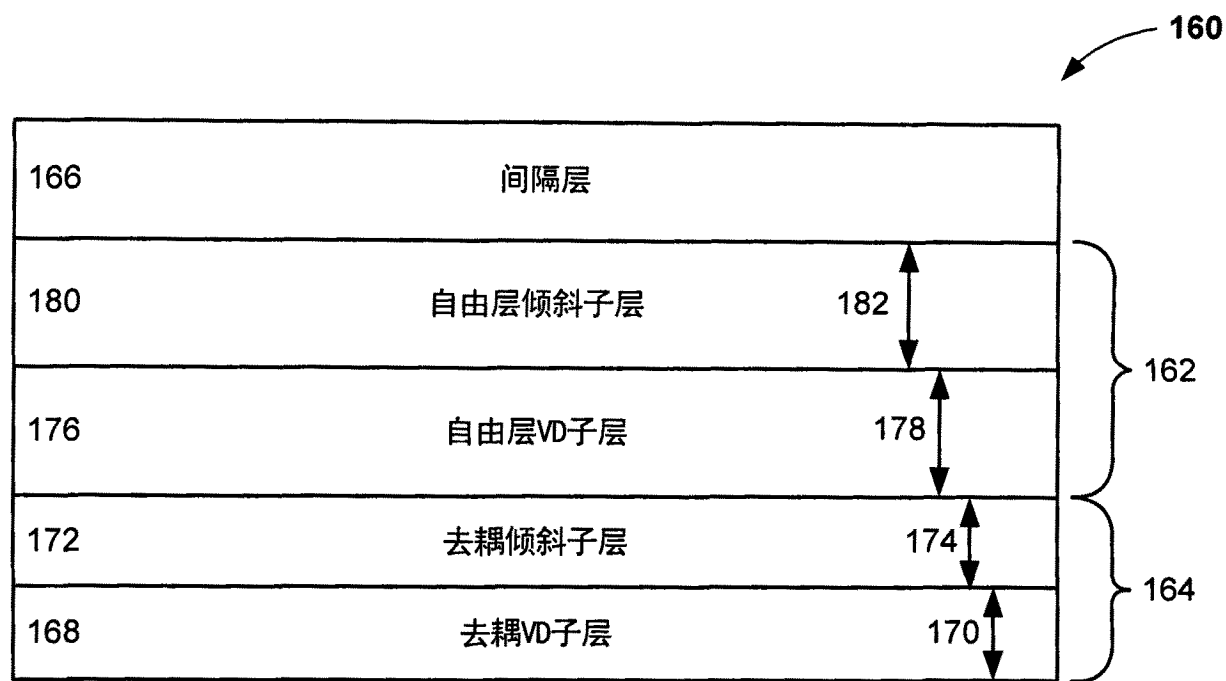


图3

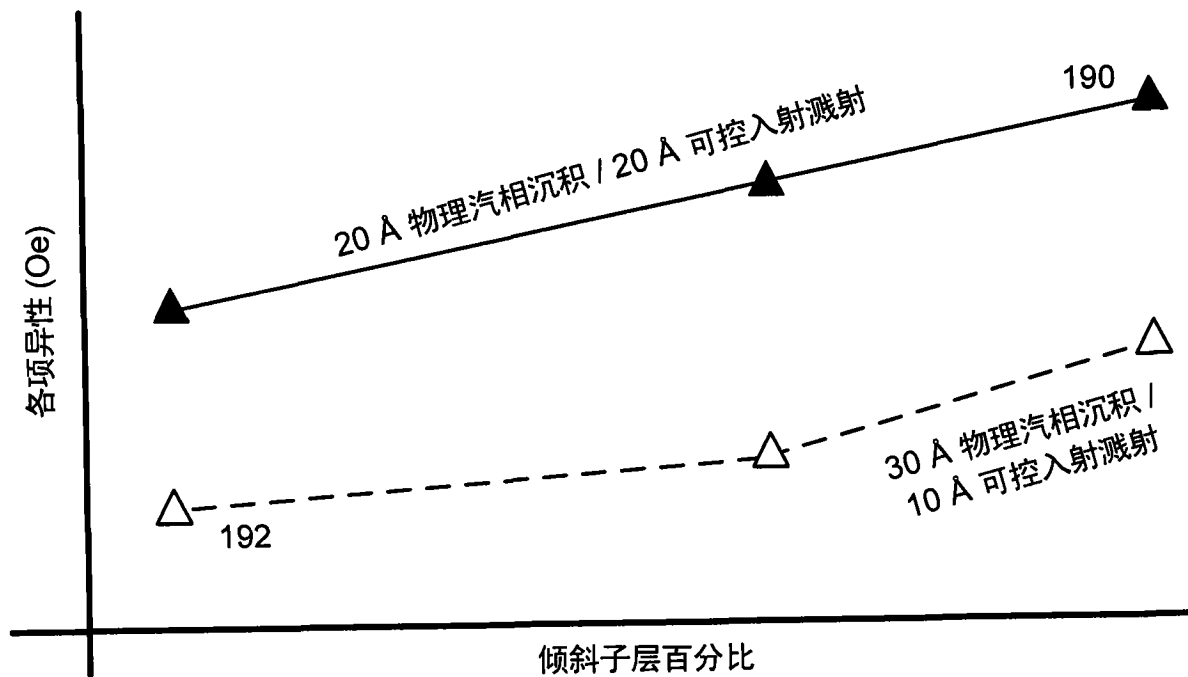


图4

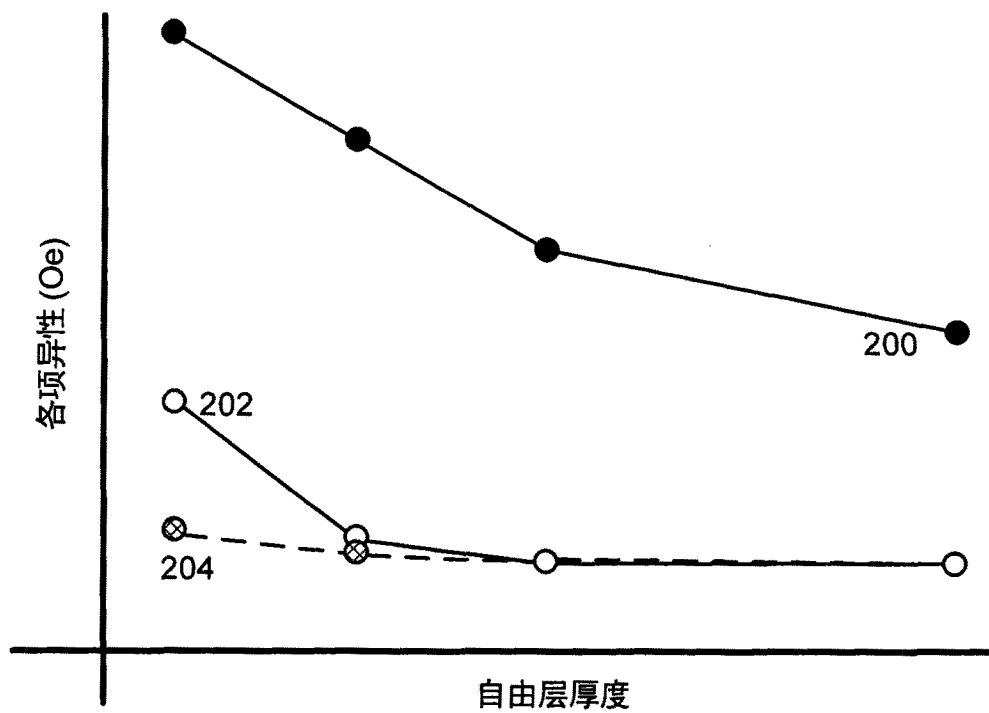


图5

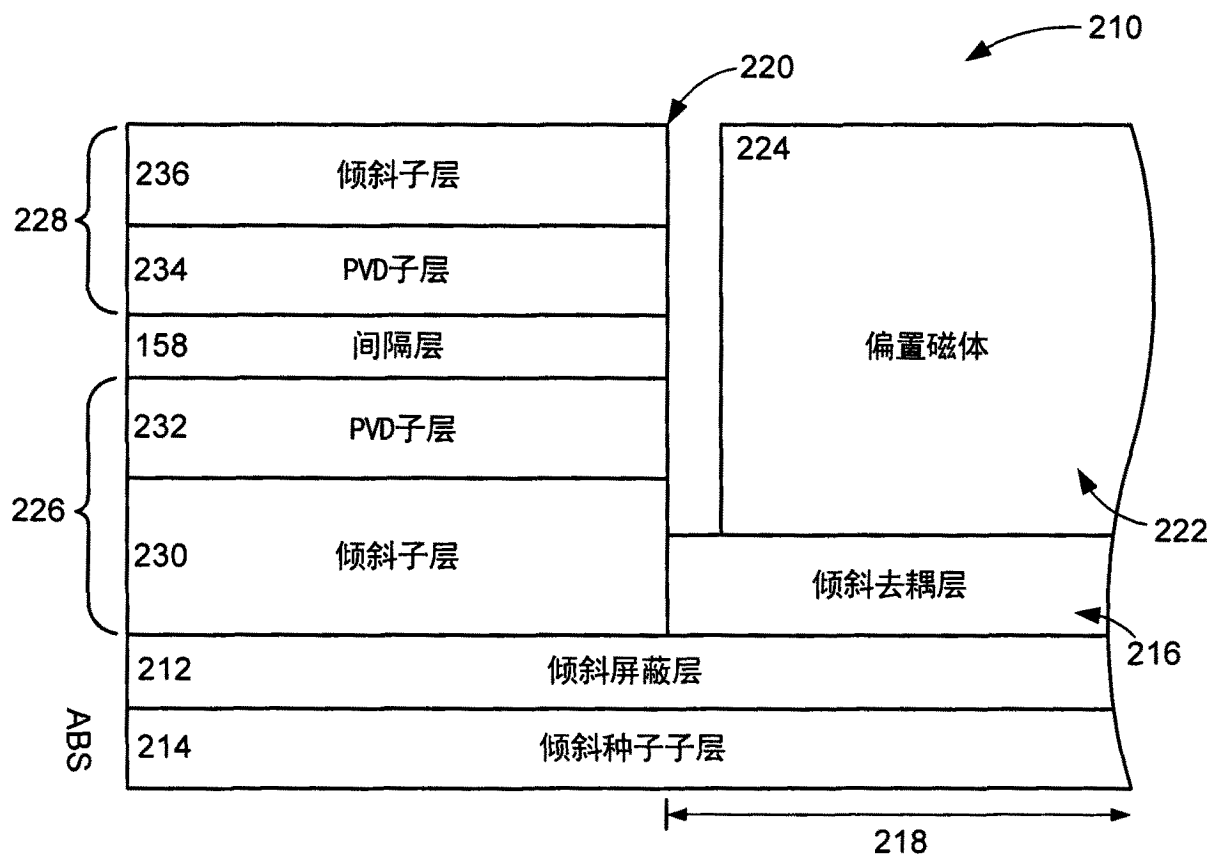


图6

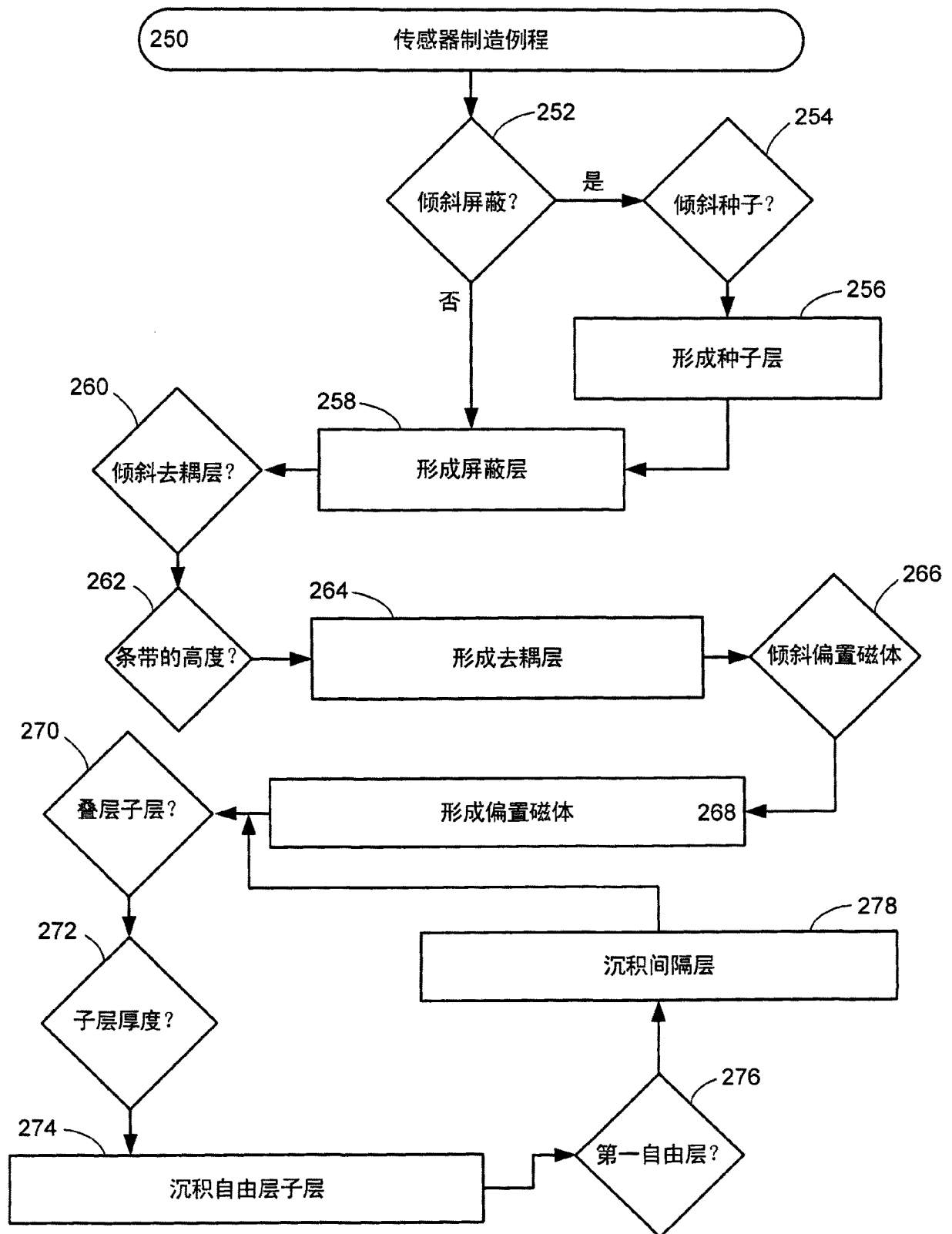


图7