



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104143345 B

(45)授权公告日 2018.02.23

(21)申请号 201410186034.4

(22)申请日 2014.05.05

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 104143345 A

(43)申请公布日 2014.11.12

(30)优先权数据

13/887,900 2013.05.06 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 X·曹 F·P·麦艾辛尼 J·许

M·W·奥姆斯顿

(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

CN 1983659 A,2007.06.20,

CN 1983659 A,2007.06.20,

CN 102169728 A,2011.08.31,

US 2006196040 A1,2006.09.07,

GB 0408139 D0,2004.05.19,

CN 101473372 A,2009.07.01,

US 2004061986 A1,2004.04.01,

US 2011216890 A1,2011.09.08,

审查员 李珊珊

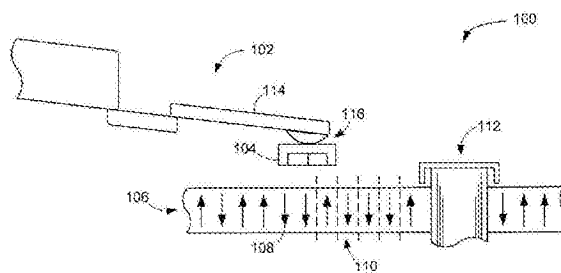
权利要求书2页 说明书5页 附图4页

(54)发明名称

具有下降边表面的数据读取器及用于其的方法

(57)摘要

本申请公开了具有下降边表面的数据读取器。一种数据读取器能够配置有至少磁响应层压件,所述磁响应层压件具有与空气承载表面(ABS)相距第一带条高度的第一部分以及与所述ABS相距不同的第二带条高度的第二部分。所述第一部分能够构造成具有借助下降边特征相对于ABS成预定角度定形的下降边表面。



1. 一种包括磁响应层压件的装置,所述磁响应层压件具有与空气承载表面 (ABS) 相距第一带条高度的第一部分以及与所述ABS相距不同的第二带条高度的第二部分,所述第一部分具有下降边表面,所述下降边表面借助下降边特征相对于所述ABS成预定角度定形,所述下降边特征包括多个硬掩模层,每个硬掩模层以所述第二带条高度从所述ABS连续地延伸。

2. 如权利要求1所述的装置,其中所述第一部分包括铁磁性磁自由层和电极帽。

3. 如权利要求2所述的装置,其中所述第二部分包括钉扎磁基准结构。

4. 如权利要求3所述的装置,其中所述钉扎磁基准结构包括合成反铁磁体。

5. 如权利要求1所述的装置,其中所述下降边特征包括第一和第二硬掩模层。

6. 如权利要求5所述的装置,其中所述第一硬掩模层接触所述第一部分并且所述第二硬掩模层与所述第一部分分离。

7. 如权利要求5所述的装置,其中所述硬掩模层包括钽并且所述第二硬掩模层包括无定形碳。

8. 如权利要求5所述的装置,其中所述第一和第二硬掩模层具有平行于空气承载表面而测量到的不同厚度。

9. 如权利要求5所述的装置,其中所述第一和第二硬掩模层具有平行于空气承载表面而测量到的共同厚度。

10. 如权利要求1所述的装置,其中电子研磨终止标记与所述下降边特征并排定位并且侧屏蔽件连续地延伸到所述第二带条高度。

11. 如权利要求1所述的装置,其中所述预定角度平行于空气承载表面。

12. 如权利要求1所述的装置,其中所述预定角度是相对于空气承载表面的 45° 。

13. 一种用于具有下降边表面的数据读取器的方法,包括:

提供磁响应层压件,所述磁响应层压件具有与空气承载表面 (ABS) 相距第一带条高度的第一部分以及与所述ABS相距不同的第二带条高度的第二部分;

沉积多个硬掩模层,每个硬掩模层以所述第二带条高度从所述ABS连续地延伸,以形成下降边特征;以及

借助所述下降边特征将所述第一部分的下边表面相对于所述ABS成一预定角度定形。

14. 如权利要求13所述的方法,其中所述下降边特征与预定的材料去除时间和下降边表面距离相关联,该预定的材料去除时间大于第一部分单独的材料去除时间。

15. 如权利要求14所述的方法,其中所述第一带条高度是在侧屏蔽件沉积之前形成的,并且所述第二带条高度是在所述侧屏蔽件沉积之后形成的。

16. 如权利要求13所述的方法,其中在去除所述下降边特征且对所述第一部分抛光之后,将多个第二硬掩模层沉积到所述第一部分之上。

17. 如权利要求13所述的方法,其中所述定形步骤是在侧屏蔽件沉积之前发生的。

18. 如权利要求13所述的方法,其中所述定形步骤是在所述磁响应层压件被构造成梯形形状之前发生的。

19. 一种用于具有下降边表面的数据读取器的方法,包括:

提供磁响应层压件,所述磁响应层压件具有与空气承载表面 (ABS) 相距第一带条高度

的第一部分以及与所述ABS相距不同的第二带条高度的第二部分；

沉积多个硬掩模层，每个硬掩模层以所述第二带条高度从所述ABS连续地延伸，以形成下降边特征；

借助所述下降边特征将所述第一部分的第一下降边表面相对于所述ABS成预定角度定形；以及

形成所述第二部分的第二下降边表面。

20. 如权利要求19所述的方法，其中所述第一下降边表面延伸至布置在所述第一和第二部分之间的非磁性间隔件层，并且所述第二下降边表面从所述第二部分延伸通过所述非磁性间隔件。

具有下降边表面的数据读取器及用于其的方法

[0001] 发明概述

[0002] 本公开的各个实施方案一般涉及能够感应来自可旋转介质的数据的数据读取器。

[0003] 依照一些实施方案,磁响应层压件具有与空气承载表面 (ABS) 相距第一带条高度的第一部分以及与ABS相距不同的第二带条高度的第二部分。第一部分构造成具有下降边表面,所述下降边表面借助下降边特征相对于ABS成一预定角度定形。

附图说明

[0004] 图1是数据存储设备的实施例部分的框图表示。

[0005] 图2A和2B分别提供了能够在图1的数据存储设备中使用的传感元件的部分的前视图和剖面图框图表示。

[0006] 图3A和3B分别示出了依照各个实施方案构造的数据读取器的部分的前视图和剖面图框图表示。

[0007] 图4显示出依照一些实施方案布构造的实施例数据读取器的部分的剖面框图表示。

[0008] 图5提供了依照各个实施方案构造的各制造工艺的各阶段中的多个实施例数据读取器。

[0009] 图6提供了依照一些实施方案构造的数据读取器制作例程的流程图。

[0010] 发明详述

[0011] 诸如传感层压件和屏蔽件的数据感测部件的微型化已经对材料的物理限制和常规沉积工艺施加了压力。对于数据感测层压件,读取器宽度以及屏蔽件间间距已经持续减小以跟得上不断增加的数据存储密度。然而,由于感测层压件的磁性层的体积减小,读取器的磁稳定性下降。对于数据感测层压件的各个区域而言与空气承载面相距不同带条高度的使用能够提供使得层压件的磁性操作稳定的形状各向异性。然而,这种纳米级的不同带条高度的制造会不精确并且导致数据感测性能下降。因此,本行业对于能够根据设计规格而在纳米级上可靠构造的数据感测层压件存在持续的需求。

[0012] 因此,数据读取器可构造有至少磁响应层压件,所述磁响应层压件具有与空气承载表面 (ABS) 相距第一带条高度的第一部分以及与ABS相距不同的第二带条高度的第二部分,所述第一部分具有借助下降边特征相对于ABS成预定角度定形的下降边表面。具有下降边特征的下降边表面的定形允许有更多的制造处理时间来以预定角度精确地定形下降边表面。该下降边特征能够在磁感应层压件用于数据存储设备之前选择性地应用和去除,这样能够保持减小的层压件可读和屏蔽件间间距。

[0013] 图1概括地示出了依照各个实施方案能够使用具有定形的下降边表面的磁响应层压件的实施例的数据存储设备100的俯视图框图表示。数据存储设备100是以非限制构造示出的,其具有致动组件102,致动组件102将传感头104定位在磁存储介质106之上,在磁存储介质106中一个或多个数据位108存储在预定数据磁道110上。存储介质106能够附接到主轴电动机112,主轴电动机112在使用期间旋转以生成空气承载表面 (ABS),在ABS上,致动组件

102的滑块部114飞行以将包括传感头104的头万向常平架组件(HGA)116定位到介质106的预定部分之上。

[0014] 传感头104能够配置有一个或多个传感元件,诸如磁写入器、磁响应读取器以及磁屏蔽件,这些传感元件工作以分别对数据进行规划以及从存储介质106的所选数据磁道110读取数据。这样,致动组件102的受控运动致使传感器与限定在存储介质表面上的数据磁道110对准从而写数据、读数据以及重写数据。随着数据位108变得更稠密地定位在数据磁道110中,数据介质106的容量增加,这会导致传感器不稳定性增加,因为杂散磁场更占优。

[0015] 可以通过使用形状各向异性和调谐材料选择来缓解由于缩小的传感器尺寸引起的更杂散磁场和热不稳定性的效应,如图2A和图2B中的实施例的传感元件120的相应的剖面图和ABS框图表示图大体示出的。如图2A所示,传感元件120具有自由层122,自由层122具有从下降边表面126与ABS正交地连续延伸的第一带条高度124。基准结构128具有也与ABS正交地连续延伸的第二带条高度130。

[0016] 将第二带条高度130构造为大于自由层带条高度124允许通过形状各向异性来稳定基准结构128的磁性。虽然基准结构128显示为单个连续层,但是该构造不是必要的,因为基准结构128可以是跨非磁性间隔件132为自由层122提供磁阻(MR)效应的各种不同的磁层压件。例如,基准结构128可具有固定磁性,其不响应于所遇到的数据位并且构造为接触通过反铁磁性/预定磁性钉扎的反铁磁体或合成反铁磁体(SAF)的钉扎铁磁层。类似地,非磁性间隔件132能够针对材料进行调谐从而提供不同类型的数据传感器,诸如自旋阀、抵接接合、GMR和TMR。

[0017] 无论非磁性间隔件132和基准结构128的材料构造如何,较长的第二带条高度130能够利用形状各向异性来保持基准结构128的磁性,即使杂散磁场的存在率增加。而且,较长的第二带条高度130能够增加基准结构128的体积和热稳定性。这种调谐的基准结构128的形状各向异性不妨碍自由层122的灵敏度和精确度,因为非磁性绝缘体134从下降边表面126连续地延伸到第二带条高度130,从而减少分流并且增加数据信号振幅。

[0018] 自由层122、间隔件132和基准结构128能够统一地布置在可充当电极的种层136和帽层138之间并且分别缓冲自由层122和基准结构128的磁性免于前屏蔽件140和后屏蔽件142。在各个实施方案中,种层136、基准结构128、间隔件132、自由层122和帽层138统一地特征化为磁层叠件144,但是这些结构描述可在其他实施方案中使用而仅描述用于产生MR数据信号的自由层122、间隔件132和基准结构128。

[0019] 图2A的调谐后带条高度构造可用于稳定内部磁性,而前屏蔽件140和后屏蔽件142缓解上磁道和下磁道磁场,但是高数据位密度的数据存储介质的增加的杂散磁场能够使得附加的屏蔽成为必然。图2B显示了布置在侧屏蔽件146之间的磁层叠件144的ABS视图,侧屏蔽件146能够与前屏蔽件140和后屏蔽件142一起起到限定磁层叠件144的预定磁性范围的作用。通过在侧屏蔽件146与磁层叠件144之间包含非磁性绝缘体148,可以进一步保护磁层叠件144免于磁分流和数据信号振幅损失。

[0020] 通过统一的屏蔽和调谐带条高度,传感元件120能够在各种数据位密度的数据存储环境中提供最优化的数据感测性能。然而,这种纳米级上的调谐材料、尺寸和位置的构造会遭遇公差设计用于较大尺寸的传感元件(诸如数据写入器和微米的数据读取器)的处理技术。

[0021] 图3A和3B分别显示了依照一些实施方案的处理技术构造的实施例的纳米级数据读取器160的剖面图和ABS视图框图表示。当磁层叠件和侧屏蔽件是在下降边表面162定形之前形成时,在限定下降边表面162的同时将类似于电子研磨终止标记(ELG)的处理特征图案化,这会导致差地限定ELG特征。另外,当诸如图2B的148的绝缘间隙材料和侧屏蔽件存在时下降边表面162的限定会由于招致刻蚀期间的阴影效应而妨碍自由层材料去除,刻蚀期间的阴影效应将妨碍自由层的完全去除和下降边表面162的限定。

[0022] 与限定下降边表面162和ELG特征相关联的处理时间能够与在诸如铣削或刻蚀的至少一种材料去除操作中被去除的层叠件帽层和自由层的厚度相对应。在相对薄的自由层164和帽层厚度的情况可用的去除材料去除时间能够产生限定不太好的下降边表面162和ELG特征,这会限制自由层164的磁稳定性和操作。

[0023] 在下降边表面162限定之前侧磁屏蔽件的形成会进一步导致存在残留侧屏蔽材料170和读取器层叠件160的磁稳定性的降级,如图3B的ABS视图所图示的。虽然残留的侧屏蔽材料170部分地或完全地被绝缘材料172所围绕,但是在ABS的远处类似于高矫顽性和磁饱和材料的侧磁屏蔽材料的存在会招致磁挥发性并且降低读取器160的性能。

[0024] 通过牢记这些限定处理考虑,下降边特征能够用于增加限定下降边表面164可用的时间并且允许在磁层叠件构造之后形成侧屏蔽材料从而消除过剩的侧屏蔽材料。图4提供了依照一些实施方案的构造有在侧磁屏蔽沉积之前使用的下降边特征182的实施例数据读取器180的大体剖面框图表示。虽然下降边特征182能够以不受限制的各种材料和层数来构造,但是图4所示的实施方案具有不同的第一硬掩模材料184和第二硬掩模材料186,诸如可以是抛光阻止层的无定形碳以及可以是硬掩模层的类似于钽和钨的非磁性金属。

[0025] 构成的硬掩模层184和186可以分别调谐而具有第一厚度188和第二厚度190,第一和第二厚度沿着基准结构194、非磁性间隔件196、未处理自由层198和未处理帽200的整个带条高度192连续地延伸。这种调谐后厚度188和190提供了沿着与ABS相距预定距离定位的平面的预定下降边厚度202,该预定距离与自由层198的后处理带条高度相对应。

[0026] 由下降边特征182所提供的增加的下降边厚度202能够使得自由层198的下降边表面和ELG特征为均匀的和限定良好的,因为硬掩模184和186允许有更多的处理裕度来进行妨碍材料去除的至少部分由于诸如读取器接合侧壁隔离材料和侧屏蔽材料的材料的缺少而去除ABS远处的读取器材料的操作。这种调谐后的下降边厚度202和硬掩模材料选择能够充当了确保在读取器侧壁和侧屏蔽件形成之前数据读取器180的上表面充分平坦的抛光阻止层。

[0027] 由下降边特征182所提供的增加的材料去除时间能够进一步使得自由层198的下降边表面的定形复杂化。一些实施方案将下降边表面定形成沿着Y轴与ABS平行,而其他实施方案将下降边表面定位成预定角度,诸如相对于ABS和Y轴的 45° ,如线段204所示。增大间隔件196与下降边特征12的上表面之间的距离的能力是由硬掩模层184和186的调谐后材料选择从而提供允许建立定形的下降边表面构造的预定铣削时间来互补的。

[0028] 图5示出了依照各个实施方案构造的实施例数据读取器的构造的实施例处理流程。如示例性的数据读取器220的剖面图和ABS视图所示,基准结构222、非磁性间隔件层224、磁自由层226和电极帽228的数据感测层叠件接连地形成有预定的材料、厚度和沿着X轴距ABS的带条高度。在一些实施方案中,数据感测层叠件的构造明确地不将感测层叠件各层定

形和处理成可与读取器和侧屏蔽件侧壁定形对应的数据读取接合部。这种在读取器侧壁和侧屏蔽件形成之前下降边层230和232的形成能够提供比沿着Y轴平行于ABS测量到的自由层226和帽228的总计厚度大的下降边距离 234。

[0029] 将诸如光阻材料的图案236放置到下降边层230和232之上能够定位距ABS的下降边表面带条高度,随后能够借助下降边特征层230和232以及帽层228和自由层226的在ABS远处的部分的预定材料去除来限定ABS。同时,能够通过相同的材料去除步骤来限定ELG特征。依照一些实施方案,下降边特征层230和232分别构造为使得高精度地进行下降边表面238的限定的钽和C无定形碳。

[0030] 能够调谐下降边特征层230和232的调谐材料和厚度以提供用于读取器下降边和ELG特征的足够刻蚀时间,从而提供优化的下降边表面238和优化的ELG特征图案化。还可以调谐层230和232以在后续CMP阶段提供充分的CMP阻止,同时一旦层230和232去除而不招致明显的表面台阶。

[0031] 总之,与下降边距离234仅包括自由层226和帽层228相比,提供预定密度、铣削和刻蚀特性的增加的下降边距离234和下降边特征层230和232材料的选择能够使得有更多的制造时间。数据读取器250图示出在经过了类似于敲除铣削的一种或多组材料去除操作之后下降边表面238如何能够定形成与ABS相距均匀的带条高度而基本垂直。

[0032] 数据读取器250的剖面视图和ABS视图示出了类似于氧化铝的反向填充绝缘层252的位置,反向填充绝缘层252从下降边表面238连续地延伸到基准结构222和间隔件层224的带条高度,同时具有与自由层226和帽层228的总计匹配的厚度。绝缘层252的反向填充能够提供平面型表面,多个硬掩模层254、256、258和260接连地形成在平面型表面上。相应的硬掩模层的材料和厚度能够相同或不同,不进行限制,从而允许对数据读取器侧壁262和侧屏蔽件264进行处理,如数据读取器270所显示的。

[0033] 数据读取器270进一步显示了示例性实施例,其中基准结构222、间隔件224、自由层226和帽228统一地定形成在空气承载表面(ABS)处成梯形形状,具有通过与读取器侧壁262相邻但是通过非磁性间隙层266与读取器侧壁262分离的侧屏蔽件264侧壁匹配的非法向侧壁角取向。独立于下降边表面238的限定且在下降边表面238的限定之后进行的读取器侧壁262的定形和侧屏蔽件264的形成阻止了残留屏蔽材料位于ABS的远处以及不利地影响基准结构222和自由层226的下降边表面限定和可操作磁性。在各个实施方案中,读取器侧壁262的定形可以与随着去除以及在非磁性材料的反向填充越过与ABS间隔预定距离的平面270之后对基准结构222和间隔件224带条高度的限定相对应。

[0034] 从图5的示例性处理流程中能够理解,通过控制如何制造数据读取器,能够调谐类似于带条高度、下降边特征材料和下降边表面形状的各种结构参数。图6提供了依照制造具有精确结构特征的纳米级数据感测元件的各个实施方案进行的示例性数据读取器制作例程280。例程280可以各种非限制方式开始,诸如步骤282,其中具有至少基准结构、空间、自由层和帽的数据感测层叠件接连地沉积到底部屏蔽件上。

[0035] 如之前所论述的,基准结构可以是任何数量的固定磁性层压件,类似于钉扎铁磁层或钉扎SAF,其允许进行外部数据位以及铁磁性自由层的磁阻感测。与在自由层和基准结构的不同带条高度形成之前来形成读取器侧壁和读取器接合部相对比,步骤282进行到步骤284,而不通过定形读取器侧壁或沉积任何侧屏蔽件来形成读取器接合部。这种未处理的

数据感测层叠件随后可具有在步骤284中形成的下降边特征,具有至少一个硬掩模抛光阻止层,类似于无定形碳,以及至少一个硬掩模层,类似于钽,沉积有预定厚度从而提供预定的下降边距离和材料去除时间,如图4和图5所图示的。

[0036] 在步骤284中下降边特征的形成能够与诸如从刻蚀、研磨终止标记和铣削提供特定材料去除时间相对应。步骤286进行以通过将ELG材料的形状图案化、刻蚀图案之外的材料、沉积ELG材料和剥离图案而将ELG材料与下降边特征并排定位。通过使ELG材料在适当位置上,步骤288接着限定具有光阻图案的下降边表面以及也是在非磁性材料反向填充到读取传感器的先前去除的区域中之前限定ELG特征的关联的材料去除刻蚀。

[0037] 各个实施方案利用步骤288来定形具有非法向角构造的下降边表面,诸如相对于ABS为 45° 且为连续曲线,这可以增加自由层磁稳定性和性能。接着,在步骤292将诸如TaN和无定形碳的多个硬掩模层沉积到平面化表面上之前,如图5所示,步骤290通过化学机械抛光和剥离工艺将从步骤288降至硬掩模层的反向填充材料平面化。能够选择各种硬掩模层的数量、材料和厚度以允许在步骤294中高效形成读取器侧壁和基准结构带条高度。也就是,硬掩模层能够提供允许类似于铣削的处理技术以纳米级形成精确特征的预定的密度和材料去除速率。

[0038] 一种这样的精确特征可以是在步骤294中形成梯形层叠形状的成角度的感测层叠件侧壁。成角度的侧壁可进一步涂有连续非磁性间隙层,其也是在294中定形而具有以匹配读取器侧壁的取向成角度的侧壁。无论读取器和非磁性间隙层侧壁的形状如何,步骤296继续进行以将侧屏蔽件沉积到数据感测层叠件的相对侧上。侧磁屏蔽件能够连续地仅延伸到由第二带条高度限定的预定带条高度,从而在步骤296中限定感测层叠件侧壁和侧屏蔽件之前限定下降边表面。

[0039] 通过各种磁感应层、屏蔽件和处理层的调谐沉积,例程280能够提供优化的下降边表面限定,尽管自由层和帽层具有纳米级厚度。然而,例程280不限制为图6中所示的各个步骤,因为任何部分能够省去、改变和添加,而不受限制。例如,例程280能够使用敲除铣削和CMP工艺在侧屏蔽件沉积之后来从读取器层叠件的顶部去除不想要的材料。此外,例程280能够进一步去除基准结构的部分以限定比自由层下降边表面距ABS更远的第二下降边表面。

[0040] 增强由于自由层和侧屏蔽件具有不同带条高度所提供的磁性能的能力是通过在读取器侧壁和侧屏蔽件之前限定自由层下降边表面来实现的。在读取器的空气承载部分之前形成下降边的下降边处理流程能够使得侧屏蔽材料沿着基准结构完全覆盖,同时完全去除侧屏蔽件尾部。经调谐的材料和下降边特征的厚度能够提供与增加的处理时间和更精确限定的下降边表面和ELG特征相对应的更大的下降边距离。这种经调谐的下降边特征材料可以进一步充当抛光阻止层以确保在读取器侧壁和侧屏蔽件形成之前的晶片平坦性。因此,通过增大用于限定自由层的下降边表面的处理裕度,能够优化数据读取器。

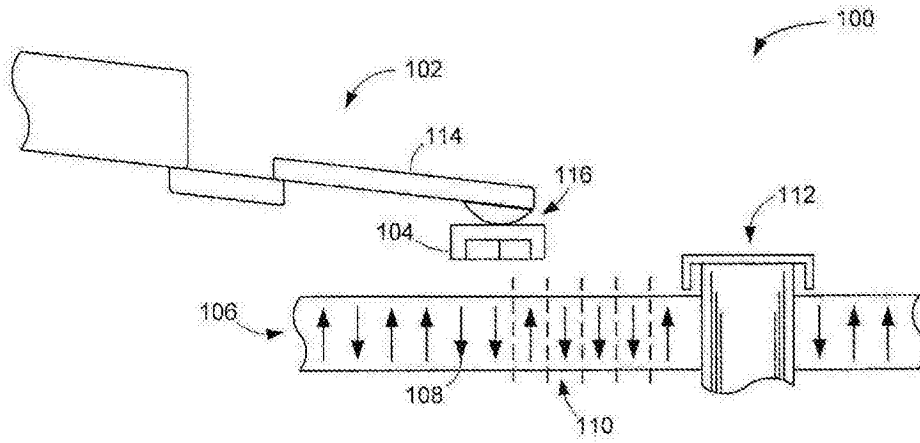


图1

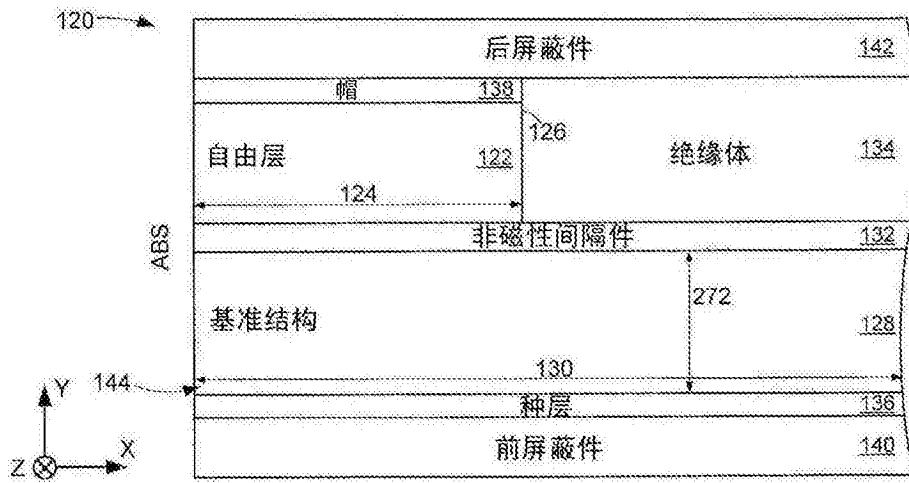


图2A

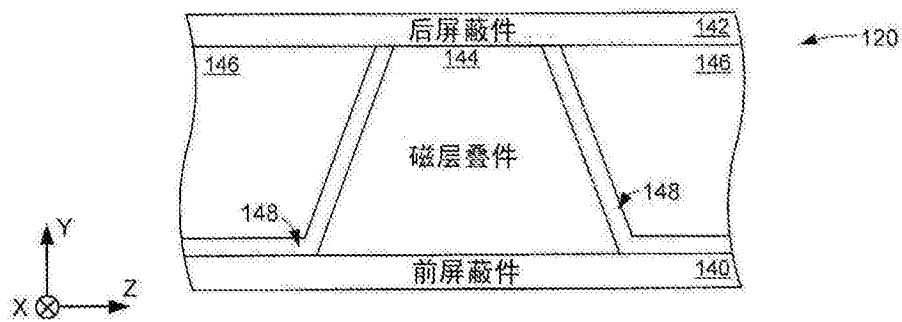


图2B

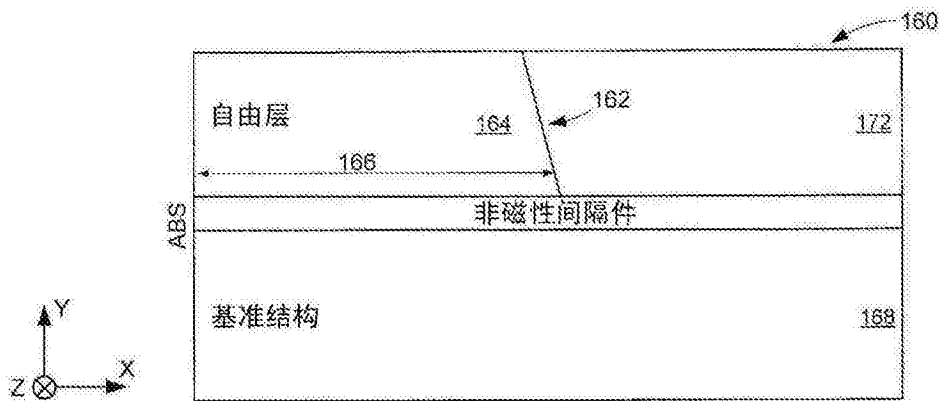


图3A



图3B

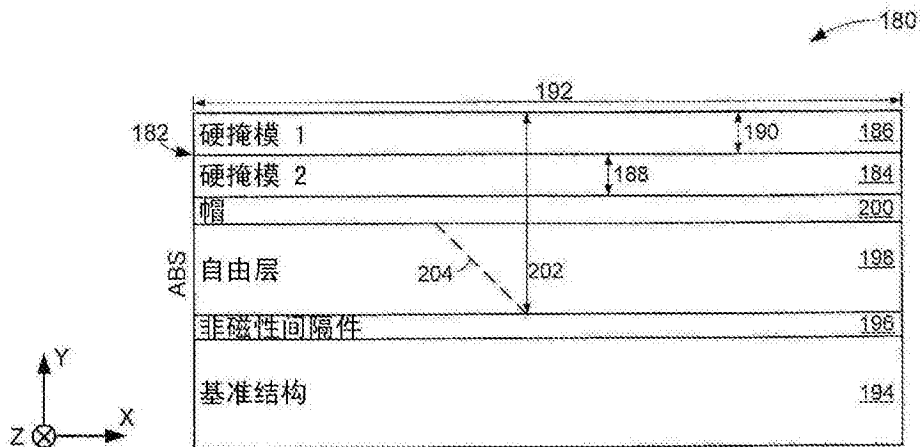


图4

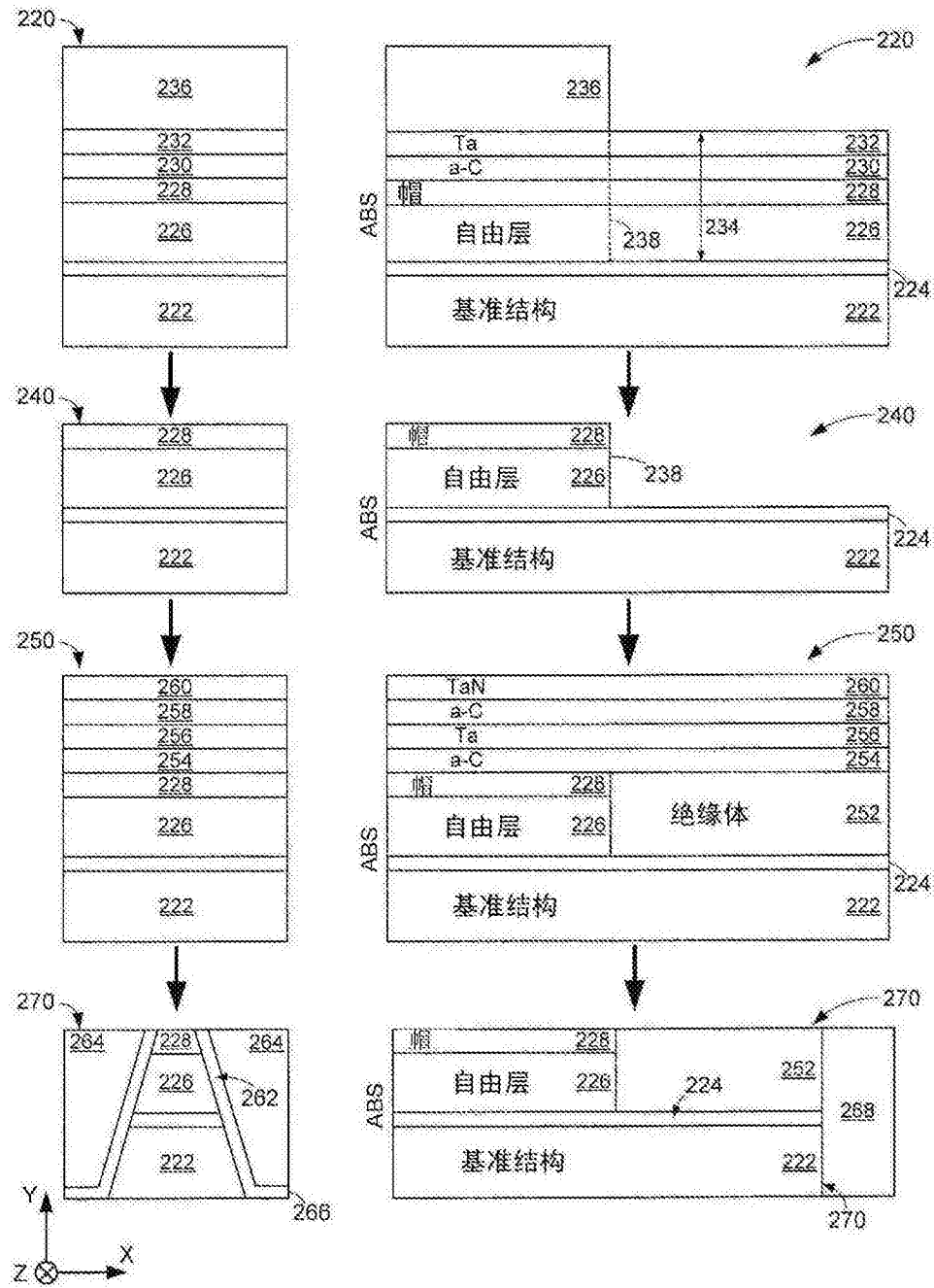


图5

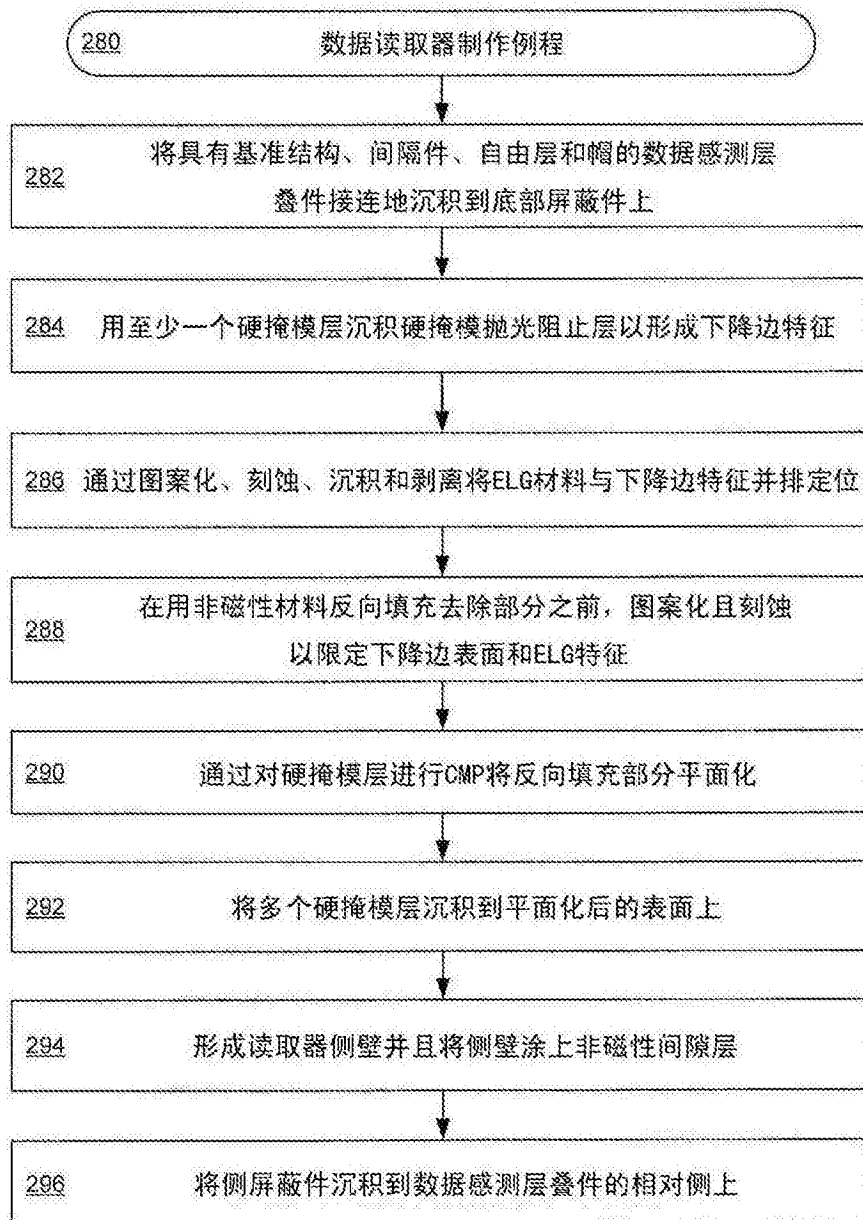


图6