



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 103794223 B

(45)授权公告日 2018.06.01

(21)申请号 201310525921.5

(22)申请日 2013.10.29

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 103794223 A

(43)申请公布日 2014.05.14

(30)优先权数据

13/665,505 2012.10.31 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

(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 5/11(2006.01)

G11B 5/127(2006.01)

(56)对比文件

US 2012/0268847 A1,2012.10.25,

US 2012/0268847 A1,2012.10.25,

US 7154713 B2,2006.12.26,

CN 1405754 A,2003.03.26,

US 2010/0053818 A1,2010.03.04,

CN 102298932 A,2011.12.28,

审查员 付小璞

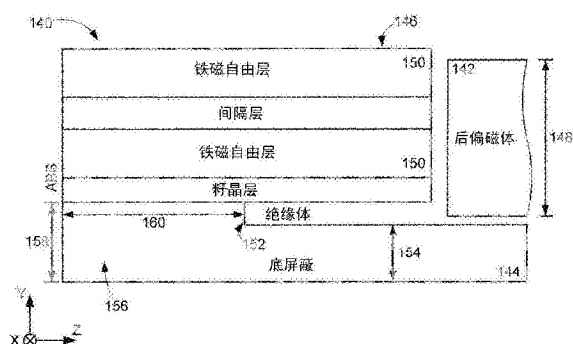
权利要求书2页 说明书5页 附图4页

(54)发明名称

具有电流集中特征的磁性元件

(57)摘要

一种具有电流集中特征的磁性元件可以大体上涉及在各种数据存储环境中的数据比特感测。一种实例磁性元件可被配置成具有至少一个接触磁屏蔽的磁堆,所述磁屏蔽具有被配置成使电流从水平方向转变到邻近空气轴承表面(ABS)的垂直方向的电流集中特征。



1. 一种设备,包括磁堆,该磁堆距离空气轴承表面 (ABS) 有第一条高度,所述磁堆接触层叠的磁屏蔽,该磁屏蔽具有电流集中特征,该电流集中特征被配置为距离所述ABS有第二条高度且包括多个铁磁层,该多个铁磁层由平行于所述ABS而取向的至少一个侧壁隔离,所述第二条高度小于所述第一条高度,且所述至少一个侧壁取向为使电流从水平方向转变到邻近所述ABS的竖直方向。

2. 根据权利要求1所述的设备,其中所述磁堆包括没有固定的磁化参考结构的第一和第二磁自由层。

3. 根据权利要求2所述的设备,其中所述第一和第二磁自由层通过所述ABS的末端所布置的后偏磁体被设定至默认磁化。

4. 根据权利要求3所述的设备,其中如平行于所述ABS所测量的,所述后偏磁体具有比所述磁堆的堆厚更大的偏厚度。

5. 根据权利要求1所述的设备,其中所述磁屏蔽距离所述ABS有第三条高度,该第三条高度大于所述第一和第二条高度,所述磁屏蔽仅在具有所述第三条高度的预定宽度的所述电流集中特征处接触所述磁堆。

6. 根据权利要求1所述的设备,其中所述磁屏蔽包括由转变区限定的ABS末端的减少厚度部分。

7. 根据权利要求6所述的设备,其中所述转变区被配置为具有连续曲线形状。

8. 根据权利要求6所述的设备,其中所述电流集中特征被配置成具有比所述减少厚度部分更大厚度的提高厚度部分。

9. 根据权利要求6所述的设备,其中所述减少厚度部分的厚度减少方向与所述电流的水平方向相对应。

10. 根据权利要求6所述的设备,其中绝缘材料被放置在所述磁堆和所述减少厚度部分之间。

11. 根据权利要求8所述的设备,其中所述电流集中特征从所述ABS连续延伸所述第二条高度。

12. 一种磁性元件,包括磁堆,该磁堆距离空气轴承表面 (ABS) 有第一条高度,所述磁堆接触层叠的磁屏蔽,该磁屏蔽具有电流集中特征,该电流集中特征被配置为距离所述ABS有第二条高度且包括多个金属铁磁层,该多个金属铁磁层由平行于所述ABS而取向的至少一个侧壁隔离,所述第二条高度小于所述第一条高度以使电流从水平方向转变到邻近所述ABS的竖直方向。

13. 如权利要求12所述的磁性元件,其中所述电流集中特征包括平行于所述ABS而取向的至少一个侧壁和关于所述ABS成角度的至少一个侧壁。

14. 根据权利要求12所述的磁性元件,其中所述磁屏蔽包括具有不同的电阻率的第一和第二屏蔽层。

15. 根据权利要求13所述的磁性元件,其中所述第一和第二屏蔽层具有不同的厚度。

16. 根据权利要求13所述的磁性元件,其中所述第一和第二屏蔽层每个都具有变化的厚度,所述第一屏蔽层在所述电流集中特征处具有第一厚度,所述第一厚度大于所述第二屏蔽层在所述电流集中特征处的第二厚度。

17. 根据权利要求13所述的磁性元件,其中每个屏蔽层都包括转变区,所述转变区用于

限定所述ABS的近端的所述电流集中特征和所述ABS的远端的减少厚度区。

18. 根据权利要求17所述的磁性元件,其中磁绝缘层沿所述减少厚度区将所述磁屏蔽与所述第一和第二条高度之间的所述磁堆和后偏磁体隔离。

19. 一种数据传感器,包括:

磁堆,该磁堆距离空气轴承表面(ABS)有第一条高度,所述磁堆接触磁屏蔽,该磁屏蔽具有电流集中特征,该电流集中特征距离所述ABS有小于所述第一条高度的第二条高度以及多个金属铁磁层,该多个金属铁磁层由平行于所述ABS而取向的至少一个侧壁隔离;和
用于使电流从水平方向转变到所述ABS的近端的竖直方向的装置。

20. 根据权利要求19所述的数据传感器,其中用于转变的装置包括分别用第一和第二转变区来改变第一和第二金属屏蔽层的厚度。

具有电流集中特征的磁性元件

技术领域

[0001] 本公开涉及具有电流集中特征的磁性元件。

背景技术

[0002] 因为数据存储行业连续谋求更高的数据容量、更快的数据存取时间和减小的形状因素,所以更小的数据存储部件和更紧密的尺寸容差已经变得更加普遍。这种精确的结构配置能够导致静态偏压的不稳定性以及抑制数据信号振幅和有效数据存取的噪音。数据存储部件的强磁通量和紧密物理接近的组合能够导致不益于精确和快速数据传感的不规律磁行为。同样地,存在一种对在减小形状因素、高数据比特密度存储装置中磁不稳定性减缓的持续行业的需求。

发明内容

[0003] 本公开的各种实施例大体上涉及能够进行数据传感的磁性元件。

[0004] 根据一些实施例,磁性元件可被配置为具有至少一个接触磁屏蔽的磁堆,该磁屏蔽具有被配置为使电流从水平方向转变到邻近空气轴承表面 (ABS) 的竖直方向的电流集中特征。

附图说明

[0005] 图1是数据存储装置的实例部分的方框图表示。

[0006] 图2提供了图1中显示的数据存储装置的一部分的横截面方框图表示。

[0007] 图3示出了根据各种实施例构造的实例磁性元件的一部分的横截面方框图表示。

[0008] 图4显示了根据一些实施例构造的实例磁性元件的一部分的横截面方框图表示。

[0009] 图5是根据各种实施例构造的实例磁性元件的一部分的横截面方框图表示。

[0010] 图6标绘了根据一些实施例构造及操作的实例磁性元件的操作数据。

[0011] 图7提供了根据各种实施例构造的磁性元件制造程序的流程图。

具体实施方式

[0012] 为了克服现有技术中的技术缺陷,磁性元件可被配置为具有接触磁屏蔽的磁堆,该磁屏蔽具有被配置成使电流从水平方向转变到邻近空气轴承表面 (ABS) 的竖直方向的电流集中器件。调谐该电流集中特征从而将竖直导向的电流提供到邻近该ABS的磁堆的预定区竖直的能力约束电流流向磁堆能够产生磁噪音、不规律磁行为和对媒体通量的响应性差的部分。可进一步调谐该电流集中特征,从而提供ABS远端的额外空间,其能够允许数据存储部件更有力的磁和电绝缘。

[0013] 虽然可在多种非限制环境中实践经调谐的电流集中特征,但是图1大体示例了根据各种实施例能够利用精调谐的磁性元件的实例数据存储装置100的顶视图方框图表示。在非限制配置中示出数据存储装置100,在该配置中致动组件102能够将放置转换磁头104

在磁存储媒体106的许多位置上方,在这里存储数据比特108位于预定数据磁道110上。该存储媒体106能够被连到一个或者更多主轴马达112,其在用于产生空气轴承表面 (ABS) 的使用期间旋转,致动组件102的滑动触点部分114在该ABS上飞行,以将包括该转换磁头104 的磁头万向架组件 (HGA) 116放置在该媒体106预定部分上方。

[0014] 该转换磁头104能够被配置为具有一个或者更多转换元件,诸如磁记录器、磁响应读出器、和磁屏蔽,其运行以分别编程并读取来自该存储媒体106 的所选数据磁道110的数据。以这种方式,致动组件102的受控运动对应于该换能器与在该存储媒体表面上限定的数据磁道110的校准,以写入、读取、并且改写数据。

[0015] 随着数据比特108越来越紧密地被放置在数据磁道110中,由于将电流不经意传过该磁头104的转换区的不良部分,所以该磁头104可变得不稳定,并且提供不规律的数据信号。更确切地说,该磁头104的磁传感方面的物理尺寸可提供通过磁性元件的磁不稳定或者不响应非最优化部分的许多电流路径。考虑到该不经意的行为,能够将这样的器件建立到磁性元件中,该器件将电流指引到为了有效和精确的数据存取而被磁优化的预定区。

[0016] 贯穿本公开的术语“堆”意味着非限制术语,其能够是一个或者更多能够磁屏蔽、读取和写入的接触磁性和非磁性层。同样地,该术语“堆”将被理解为相应于ABS上设置的部件,以根据诸如提供磁阻效应的预定特性传导磁通量和电流,引发到邻近的数据存储媒体上的磁极,并且引导磁通量远离磁性元件的数据传感区。

[0017] 图2显示了实例磁性元件120的横截面方框图表示,该磁性元件120能够被用于图1的数据存储装置100中,并且并入经调谐的电流集中特征。如按照一些实施例所配置的示出该磁性元件120,其中磁堆 122被置于籽晶层124和保护层126之间,并且磁屏蔽128在空气轴承表面 (ABS) 上。

[0018] 该磁堆122能够被配置为多种不同的数据比特传感迭片结构,诸如磁阻、穿隧磁阻和自旋阀,但是在图2中所示的实施例中,该磁堆122被构造为“三层”传感器,其双重铁磁自由层130被非磁性间隔层132隔离的。该三层磁堆 122能够特点在于一对磁传感铁磁层,与固定磁化参考结构接触相反,该铁磁层通过邻近、但物理隔离的后偏磁体134偏置至默认磁化。也就是说,该磁堆 122缺少任何固定的磁化,其减少了屏蔽-屏蔽间距136和在竖直屏蔽128和侧屏蔽上的磁应力。

[0019] 当通过层的磁化在静态和动态之间转移的剪裁机制来改变一个或者两个自由层130的预定的默认磁化时遇到外部数据比特的时候,该自由层130的磁性取向可以用于提供可测量的磁阻效应。后偏磁体134的尺寸、布置和磁矫顽力可以被调谐并配置为提供预定偏磁化,该预定偏磁化协同铁磁自由层130的各向异性起作用,以在自由层130中强劲地设定相似或者相异的静磁化。

[0020] 如沿着Z轴从该ABS所测量的,能够相对于该磁堆122的条高度138来调谐后偏磁体134的使用,并且该自由层130的各向异性允许该自由层130的精确磁操作,以感测数据比特。然而,更大的偏磁体强度可以对应于更强的磁偏,以在紧密压缩的数据比特之间区分。更大的偏磁体的构造可以提供增高的数据比特分辨率,但是随着通量不经意地经过邻近的磁屏蔽128,而不是该磁堆122,该偏磁体构造能够提供磁通量损失和磁不稳定性。

[0021] 为了示出如何可以减轻这种偏磁化,图3示出了实例磁性元件140的一部分的方框图表示,其大体示例了根据各种实施例,关于磁屏蔽144和磁堆146 的构造,能够如何调谐

后偏磁体142。后偏磁体142能够被配置为具有提供剩余磁化 (M_{PM}) 的磁矫顽力,该剩余磁化引起与自由层150相呼应的各向异性的偏场,以将默认磁化放到各自的自由层150中。尽管矩形磁屏蔽144的形状能够约束与ABS相反并面向磁堆146的自由层150的后表面148,但是各种实施例将转变区152设置在磁屏蔽144中,以提供沿着减少的厚度154部分增大的屏蔽-屏蔽间距,这与沿着该磁屏蔽144的升高厚度156部分更小的屏蔽-屏蔽间隔相反。

[0022] 由减少的屏蔽厚度154提供的屏蔽-屏蔽间距的增加能够允许更大的偏磁体厚度148,其沿着平行于ABS的Y轴延伸超过该磁堆146的范围,这能够产生用于自由层150的额外的偏磁化。通过改变转变区152的形状和尺寸来调谐该减少的屏蔽厚度154,能够进一步在屏蔽144和偏磁体142之间提供物理空间,该空间能够用电和磁绝缘材料填充,以增加该后偏磁体142的绝缘,并且减少偏磁化通过底屏蔽144的损失。

[0023] 尽管调谐转变区152和后偏磁体142能够促进偏磁化有效地达到磁堆146 而非泄漏到该屏蔽144,但是用增加绝缘、偏磁体厚度148、和屏蔽-屏蔽间距配置该磁性元件140能够对应于被约束为仅流向自由层150的部分的电流,但是与由于接近该后偏磁体可以不响应数据比特的自由层150的非优化部分相反,该自由层150被配置为以诸如通过剪裁的预定方式响应邻近的数据比特。

[0024] 用在该ABS处的预定厚度158和从该ABS的条高度160调谐的集中特征 156来配置该底屏蔽144,允许增加到接近该ABS的磁堆146的区的电流控制,但是这种调谐的配置不可能转化为增强的静磁偏置和数据读取信号振幅,由于电流流过导致不稳定和弱的数据回读信号产生的该磁堆146的不经意部分,该数据读取信号振幅伴随高数据比特密集数据存储环境。图4提供了根据各种实施例构造的实例磁性元件170的一部分的横截面方框图表示,从而控制电流流动并且减轻磁不稳定性。

[0025] 通过调谐该底磁屏蔽172,从而提供该ABS近端的电流集中特征174,许多磁屏蔽层176、178、180、182和184能够被共同地或者唯一地成形,以控制流过该磁堆186的电流。在一些实施例中,该调谐的集中特征174的配置能够包括以关于ABS的预定取向 θ_1 和 θ_2 成角度的屏蔽侧壁188的形成,其逐渐地将电流聚焦至磁堆186的预定部分。在图4所示的实例实施例中,该集中特征174的屏蔽侧壁188以有角度的方向渐进地减少,以提供每个屏蔽层176、178、180和182在该屏蔽172和磁堆186之间的界面处的减少的宽度。

[0026] 与该ABS远端的该屏蔽172的部分相反,预定厚度不同于在该集中器件 174处的该磁屏蔽层176-184的调谐,能够用来将磁堆186的电流入口与自由层190的磁配置和运行匹配,但是也可以在该电流集中特征174处沿第二厚度 192将电流从水平方向重新指向竖直方向,以提供以形状各向异性能够更快和更精确地将数据比特感测为形状各向异性的电流,并且该电流集中特征174的尺寸能够使电流方向旋转,以更有效地通过该磁堆186,并且提供更高振幅的数据回读信号。

[0027] 尽管侧壁188的角取向、长度和磁层厚度能够被调节为控制电流通过该集中特征174,但是这种调谐的配置可以通过调谐各种磁层176-184的材料组成物来进一步控制电流和电流密度。图5大体上示例了根据一些实施例调谐的一部分实例磁性元件200,从而通过将该底磁屏蔽202配置为层204、206和208 的迭片结构,来控制电流密度,其中层204、206、和208被分别成形,以提供电流集中特征210,从而提供靠近该ABS的预定宽度212。

[0028] 在各种实施例中,该磁屏蔽202被调谐用于材料、层数和各自的层厚度 214和216,

以防止电流流过该磁堆218的部分,在这里该磁自由层220被偏置为不益于有效产生数据回读信号的磁化,这至少是由于邻近后偏磁体222和该各自自由层220的各向异性。

[0029] 调谐具有多个金属铁磁层204、206和208的磁屏蔽202,允许通过该各自屏蔽层的材料组成物的电流密度操纵,诸如电阻率。作为非限制实例,第一金属屏蔽层204能够被构造有第一厚度204和电阻率低于该第二金属屏蔽层 206的不同的第二厚度216和材料。这种屏蔽202配置能够将电流集中在具有更低电阻率的第一金属层中,其进一步将电流向该ABS聚焦。

[0030] 调谐该金属层204、206和208的材料和尺寸以控制电流传输的非限制能力能够进一步需要使电流集中特征210成形,该电流集中特征210具有变化的竖直厚度224和226,被平行于该ABS定向的层侧壁228分隔开。厚度224 和226以及厚度214和216之间的差异能够在预定宽度212处将电流转变至竖直方向。通过使每个金属屏蔽层204、206、208的转变区230成形,也可以剪裁预定宽度212和电流集中特征210,诸如图5所示的连续的曲线转变、图4 的变化转变、和有斜面的转变,从而更有效地使电流沿Z轴在预定宽度212 处从水平方向重新指向竖直方向。

[0031] 通过磁屏蔽202和电路集中特征210的多种可调特性,电流密度能够在预定宽度212处被控制为均匀或非均匀,以提供用于邻近ABS的磁堆218的预定电流密度。具有电流集中特征210和该ABS近端减少的屏蔽-屏蔽间距的磁屏蔽202的调谐的配置可以通过相似或相异配置的顶屏蔽实现,诸如图2的顶屏蔽,该配置在顶屏蔽和磁堆218之间的接触面处提供预定电流宽度。例如,顶屏蔽可以是单个连续层,其限定具有转变区的电流集中特征,更像是图3的屏蔽144,同时底屏蔽具有多个金属层,就像图4的屏蔽172。

[0032] 不管磁性元件顶和底屏蔽的匹配或者相异调谐的配置,一个或者更多电流集中特征的存在能够确保电流通过预定优化部分的磁屏蔽218,其中能够利用提高的数据信号和对遇到的数据比特的响应。图6用曲线表示了调谐的实例磁性元件的运行数据,以提供具有预定电流密度的电流集中特征。线240示例能够如何提高作为电流集中特征的形状、材料和多种阻抗系数的结果的、ABS近端的电流密度,同时限制电流沿长条高度蔓延。

[0033] 该ABS远端的磁堆的部分中的电流的减轻允许该磁堆的对磁力最敏感的部分由电流供应,以产生具有提高振幅和优化稳定性的数据信号。多种可调特性允许迎合磁性元件,以提供预定电流、磁偏和磁屏蔽。图7提供了根据各种实施例的实例磁性元件制造程序250,其被引导以调谐磁堆。最初,决定252 通过确定底磁屏蔽层叠构造或者单层构造开始程序250。

[0034] 在步骤252中选择层叠的底屏蔽使程序250前进至步骤254,其中第一屏蔽层被沉积并且接下来被加工,以提供电流集中特征。步骤252不限制诸如斜入射溅射的具体沉积方法或者诸如刻蚀的具体沉积后处理手段,以使具有转变区的第一屏蔽层成形,该转变区限定不同的水平和竖直厚度和电流集中特征的部分。步骤256接下来沉积并且处理第二屏蔽层,以完成电流集中特征并且提供邻近磁屏蔽ABS端的预定宽度。

[0035] 如果从决定252中选择连续单个的层底屏蔽,步骤258沉积并且处理单个磁材料,该材料具有ABS末端的减少厚度腔和由形成的转变区限定的电流集中特征。不管该底屏蔽中的层数量,步骤260通过相继形成的磁堆层,接着构造该底电流集中特征。步骤260不限于具体的磁堆类型或者堆层沉积手段,但是在一些实施例中,该磁堆为具有双重铁磁层的三

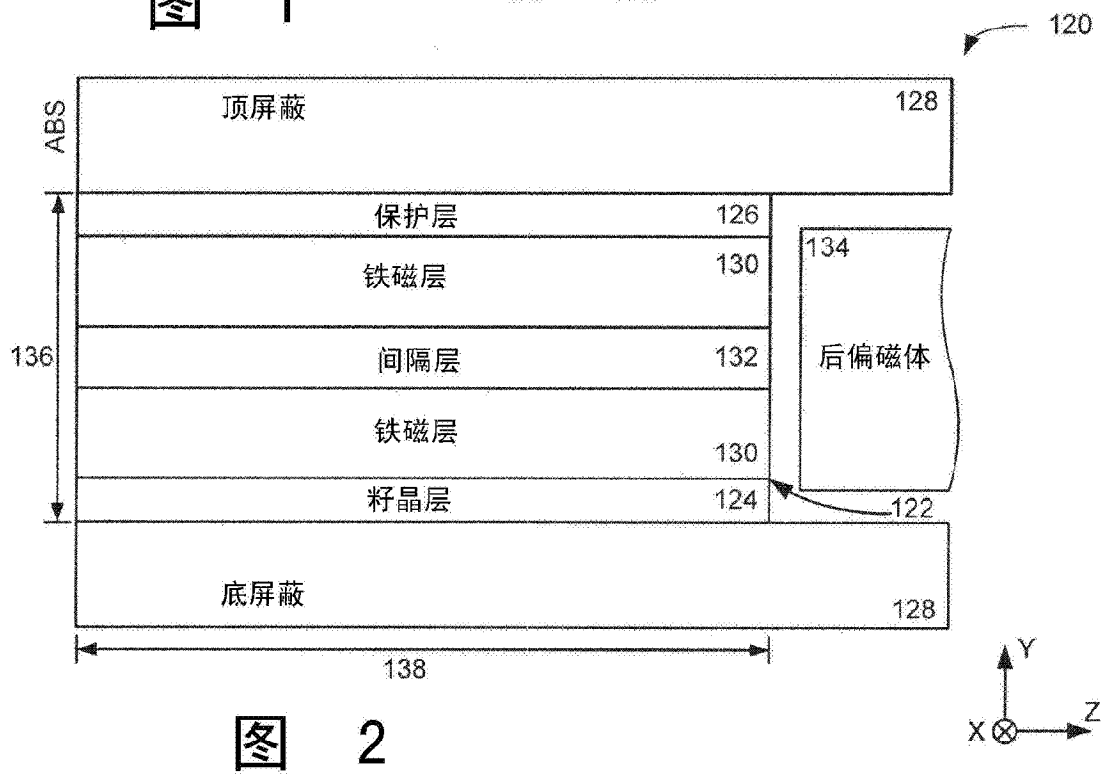
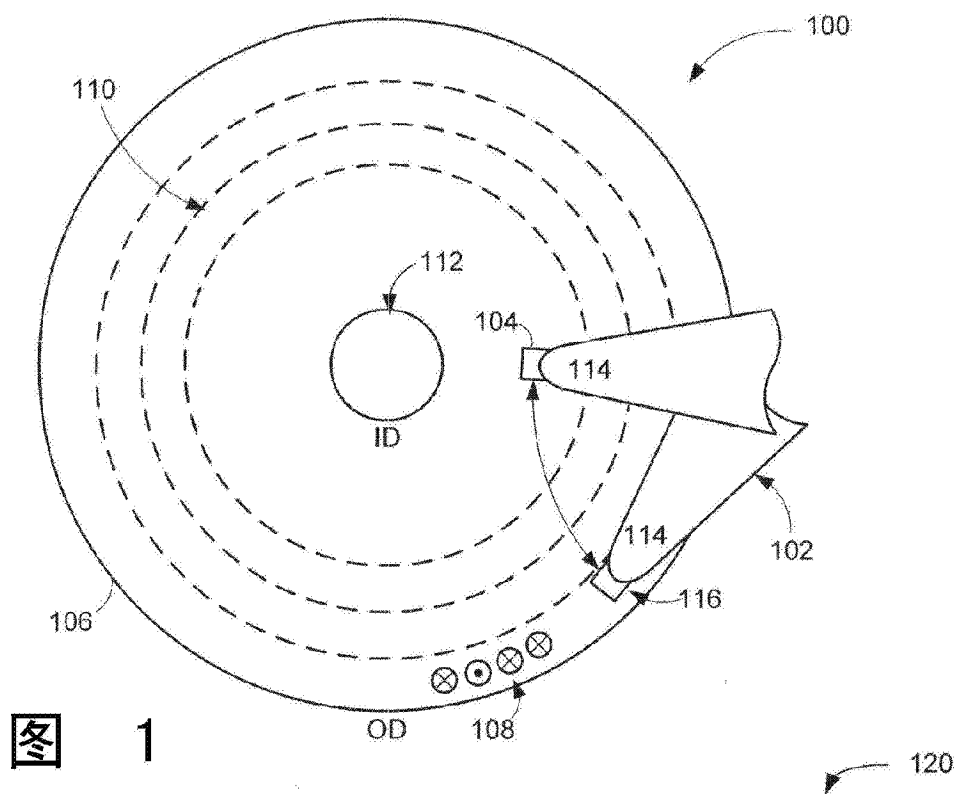
层堆,并且没有固定的磁化参考结构。

[0036] 通过形成磁堆,以仅在该电流集中特征的预定宽度处解除该磁堆,决定 262评估如何配置顶磁屏蔽。像决定252,但是不要求匹配该底屏蔽的构造,可能以如下方式配置该决定262,即多个金属层的迭片结构,其在步骤264和 266中沉积和处理;或者单个连续层,其在步骤268中沉积和处理。通过构造各种屏蔽层,能够调节许多调谐的特性,诸如厚度、材料、转变区形状和预定宽度尺寸,以提供预定电流流量和密度,同时允许后偏磁体屏蔽-屏蔽间距更大,并且通过绝缘材料与屏蔽隔离。

[0037] 程序250的各种可调特性可产生多种不同的电流集中特征,其能够增大磁响应和稳定性。然而,程序250不由各种步骤限制,并且决定能够被省略、改变和增加。例如,增加步骤,以构造后偏磁体邻近该磁堆并且与该磁堆物理隔离。关于另一非限制实例,在顶和底磁屏蔽一个或者两者上,增加超过两个屏蔽层的步骤可被增加到程序250。

[0038] 调谐一个或者更多磁屏蔽以提供电流集中特征,能够确保具有预定电流密度的电流显著地通过部分ABS磁堆,以增大磁阻传感振幅和稳定性。该电流集中特征的调谐的配置能够进一步提供增大的ABS末端的屏蔽-屏蔽间距,以允许绝缘材料将偏通量从后偏磁体聚焦至该磁堆,而不泄露该磁屏蔽。通过这样调谐的磁行为,磁性元件能够更有效和更精确,尤其是在减少的物理尺寸和形状、高数据比特密集数据存储装置中。

[0039] 应当理解,即使与各种实施例的结构和功能的细节一起,已经在上述说明书中阐述了本公开的各种实施例的许多特性和优点,但是该详细的说明书仅仅是示例性的,并且可以详细进行改变,尤其是通过表示权利要求的术语的广泛意义所指示的全部范围上,在本公开的原则内的零件的结构和设置问题的改变。例如,在不脱离本技术的精神和保护范围内,可以取决于具体的应用,来改变具体的元件。



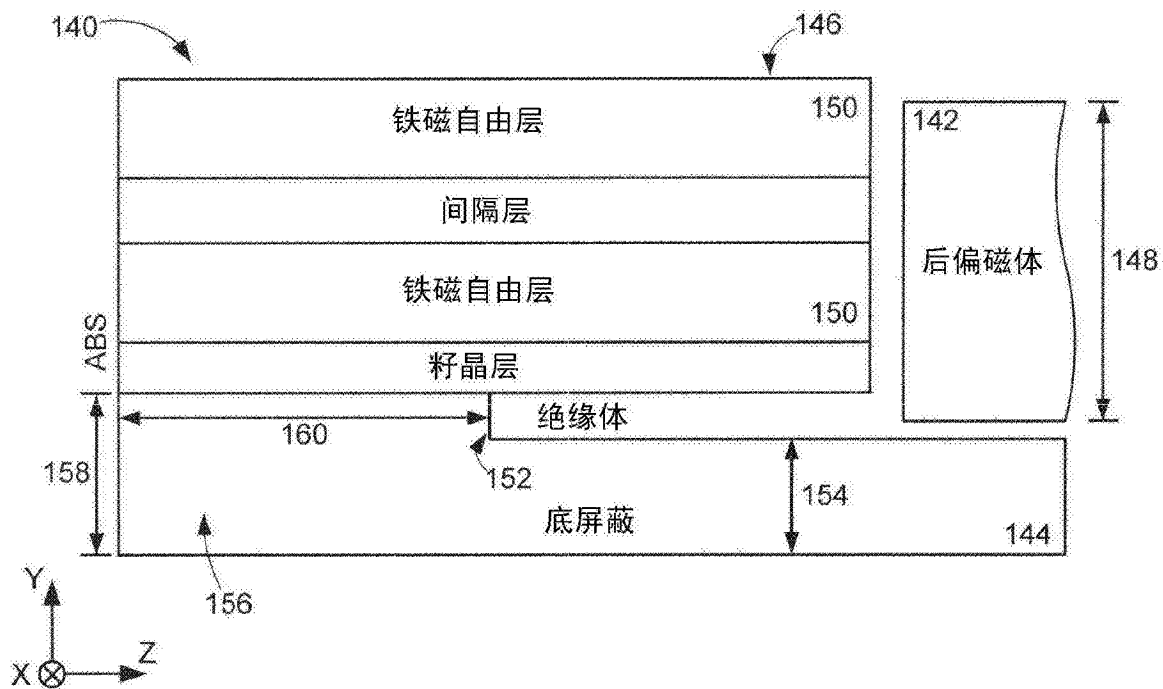


图3

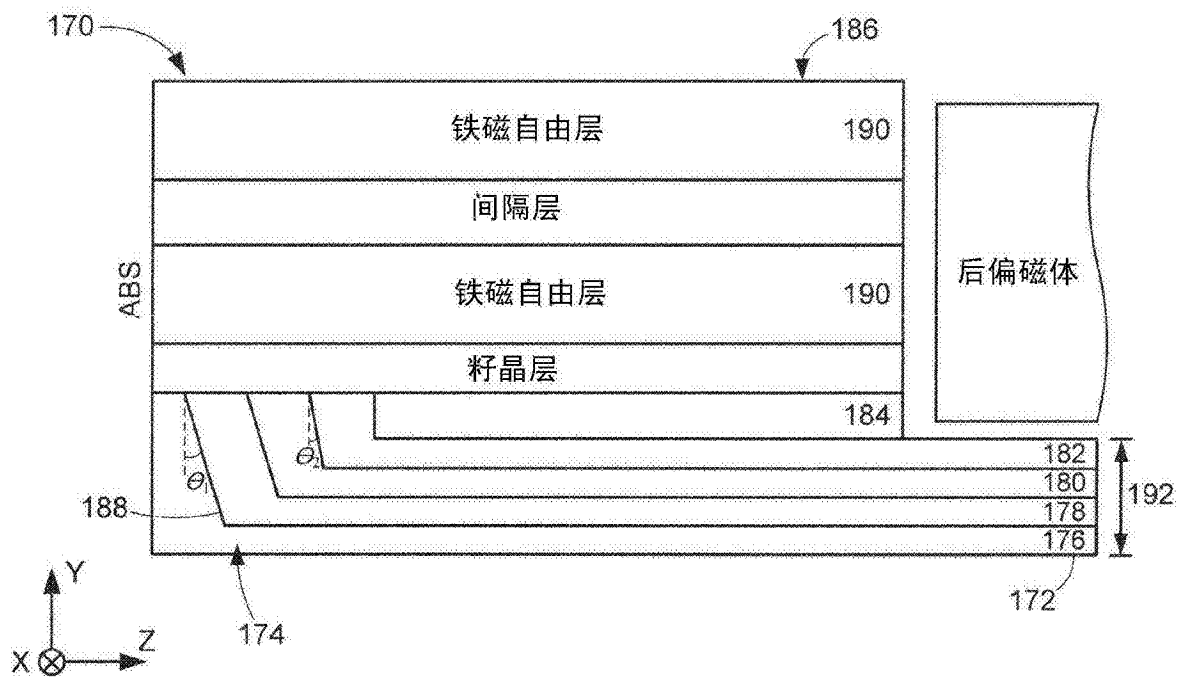


图4

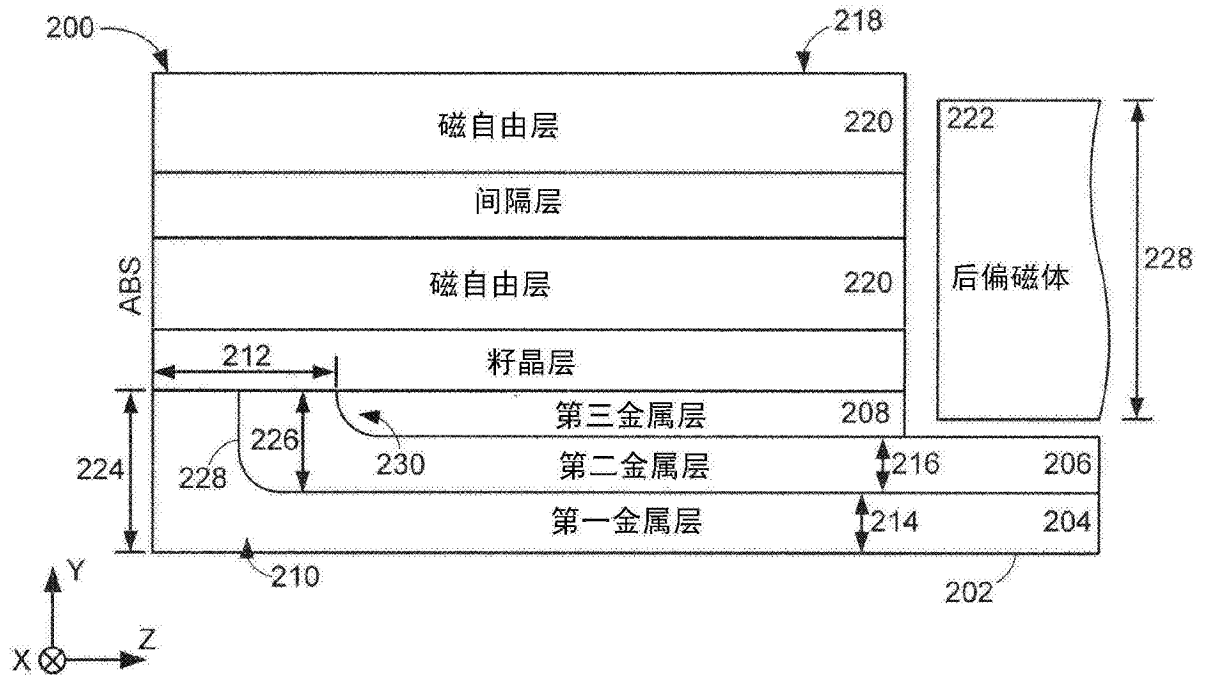


图5

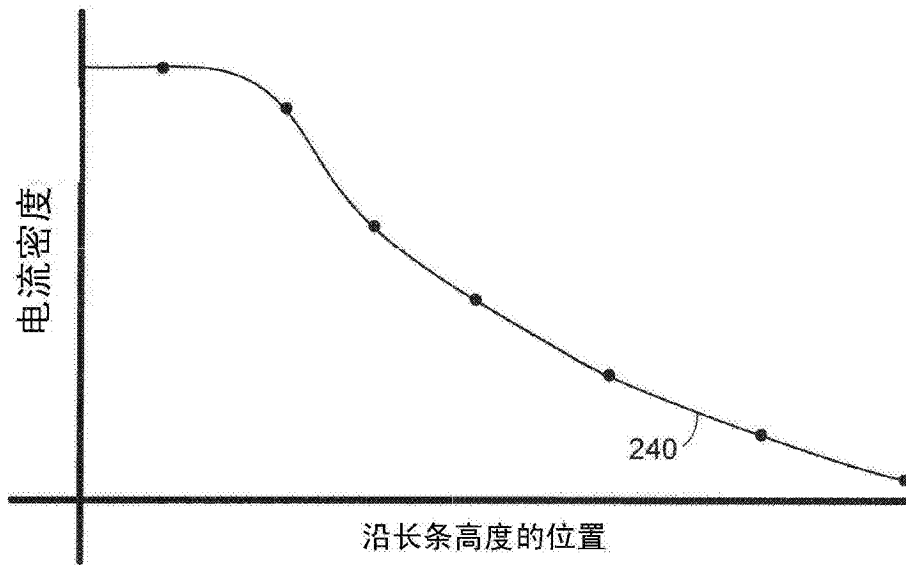


图6

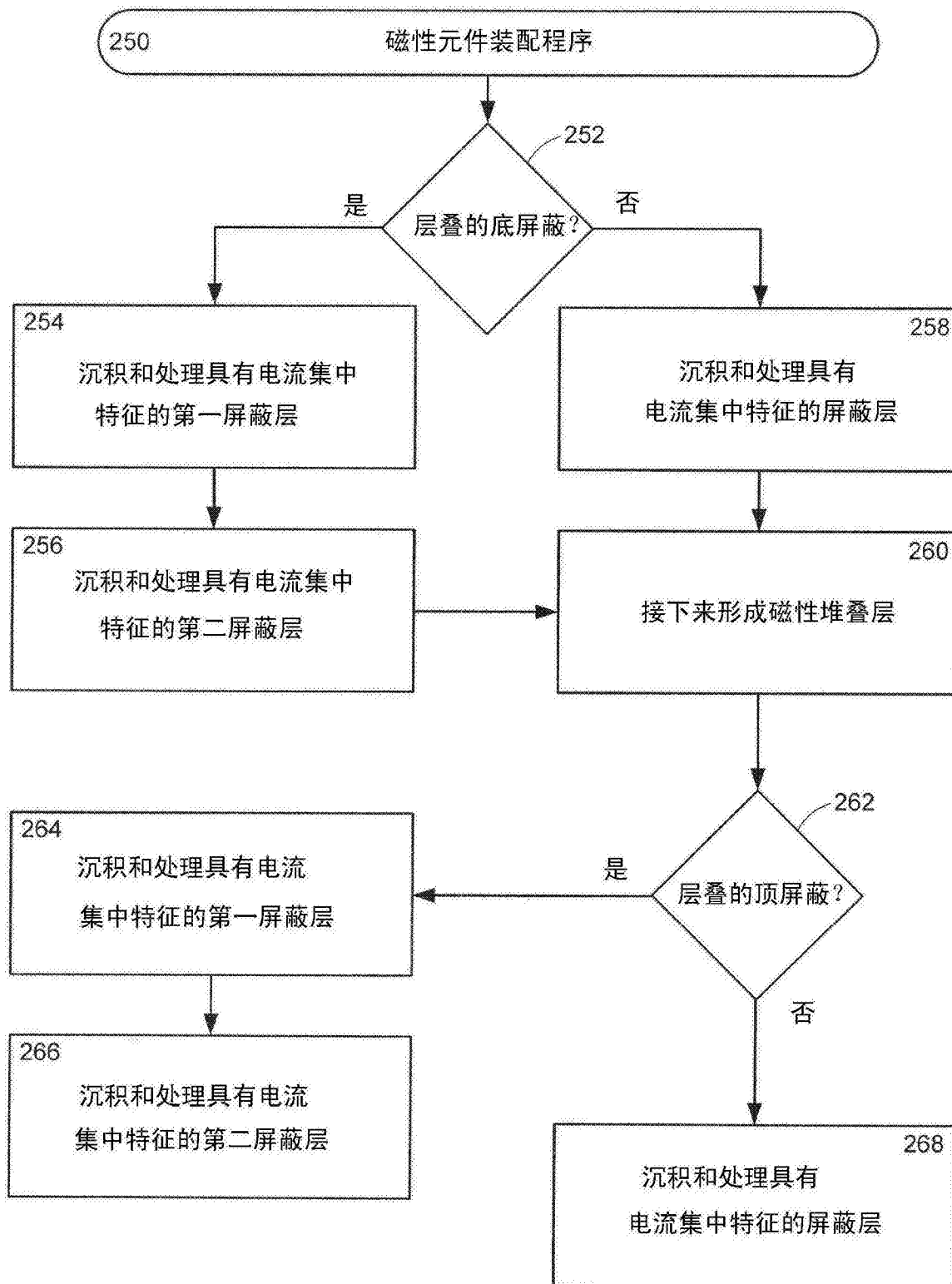


图7