



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 103383848 B

(45)授权公告日 2017.03.01

(21)申请号 201310281851.3

(22)申请日 2013.05.02

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 103383848 A

(43)申请公布日 2013.11.06

(30)优先权数据

13/460,058 2012.04.30 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·W·辛格尔顿 李宰荣

K·尼古拉维

V·B·萨波日尼科夫

S·C·威克姆 S·E·麦肯雷

(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 5/39(2006.01)

(56)对比文件

US 2007/0035893 A1, 2007.02.15,

US 2007/0035893 A1, 2007.02.15,

US 2006/0007605 A1, 2006.01.12,

US 2008/0253036 A1, 2008.10.16,

US 2007/0133133 A1, 2007.01.14,

US 2007/0253117 A1, 2007.11.01,

US 2007/0253117 A1, 2007.11.01,

US 2007/0035888 A1, 2007.02.15,

US 2007/0035888 A1, 2007.02.15,

审查员 付小璞

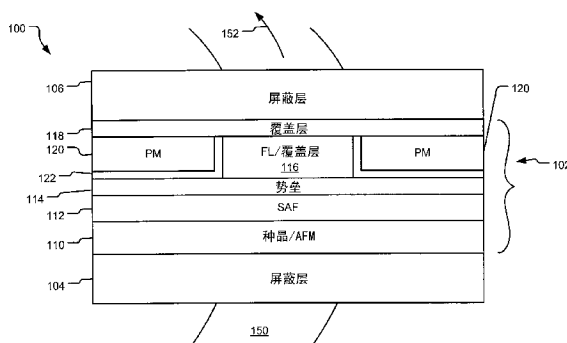
权利要求书2页 说明书7页 附图11页

(54)发明名称

具有宽种晶层的叠层

(57)摘要

本发明公开了一种具有宽种晶层的叠层。一种叠层,包括:种晶层结构,具有第一部分,该第一部分具有第一跨轨道宽度;以及自由层,被沉积在种晶层结构上并具有第二跨轨道宽度,其中第一跨轨道宽度大于第二跨轨道宽度。在一个实现中,种晶层结构进一步包括反铁磁(AFM)层和合成反铁磁(SAF)层。在一个可选实现中,种晶层结构的跨轨道宽度基本上等于自由层的跨轨道宽度和两个永磁体的跨轨道宽度的和。



1. 一种磁传感器叠层, 包括:

种晶层结构, 具有第一部分, 所述第一部分具有第一跨轨道宽度; 以及

自由层, 被沉积在种晶层结构上并且具有第二跨轨道宽度, 其中所述种晶层结构包括反铁磁AFM层, 并且所述反铁磁AFM层和所述自由层在跨轨道方向上不重叠, 其中第一跨轨道宽度大于第二跨轨道宽度。

2. 根据权利要求1的磁传感器叠层, 其特征在于, 所述种晶层结构的高度大于第一跨轨道宽度。

3. 根据权利要求1的磁传感器叠层, 其特征在于, 自由层位于两个永磁体之间, 并且其中第一跨轨道宽度基本上等于两个永磁体的跨轨道宽度和第二跨轨道宽度的和。

4. 根据权利要求1的磁传感器叠层, 其特征在于, 进一步包括两个永磁体和所述两个永磁体之间的自由层。

5. 根据权利要求1的磁传感器叠层, 其特征在于, 所述种晶层结构的第一部分是合成反铁磁SAF层。

6. 根据权利要求1的磁传感器叠层, 其特征在于, 所述种晶层结构进一步包括具有锥形化的跨轨道宽度的反铁磁AFM层。

7. 根据权利要求1的磁传感器叠层, 其特征在于, 所述种晶层结构进一步包括具有梯形形状的反铁磁AFM层。

8. 一种磁传感器叠层, 包括:

两个屏蔽层;

用于减小两个屏蔽层之间的屏蔽到屏蔽间距的装置, 使得叠层的不对称性减小到4%或低于4%,

所述用于减少屏蔽到屏蔽间距的装置进一步包括种晶层结构和自由层, 所述种晶层结构具有第一部分, 所述第一部分具有第一跨轨道宽度, 所述自由层被沉积在所述种晶层结构上并具有第二跨轨道宽度, 其中所述种晶层结构包括反铁磁AFM层, 并且所述反铁磁AFM层和所述自由层在跨轨道方向上不重叠, 其中第一跨轨道宽度大于第二跨轨道宽度。

9. 一种磁传感器叠层, 包括:

自由层, 位于第一永磁体和第二永磁体之间;

反铁磁AFM层结构, 其中反铁磁AFM层结构在跨轨道方向上不自由层重叠, 其中反铁磁AFM层结构的至少一部分的跨轨道宽度大于自由层的跨轨道宽度, 以及

隧道势垒层, 位于自由层和永磁体的组合与反铁磁AFM层结构之间。

10. 根据权利要求9的磁传感器叠层, 其特征在于, 反铁磁AFM层结构的跨轨道宽度基本上等于自由层和永磁体的组合跨轨道宽度。

11. 根据权利要求9的磁传感器叠层, 其特征在于, 反铁磁AFM层结构进一步包括:

合成反铁磁SAF层, 相邻于隧道势垒层; 以及

包括反铁磁AFM材料的种晶层。

12. 根据权利要求11的磁传感器叠层, 其特征在于, 合成反铁磁SAF层的至少部分相邻于屏蔽层。

13. 根据权利要求12的磁传感器叠层, 其特征在于, 合成反铁磁SAF层的相邻于屏蔽层的部分的跨轨道宽度基本上等于自由层的跨轨道宽度。

14. 根据权利要求9的磁传感器叠层,其特征在于,反铁磁AFM层结构的高度大于反铁磁AFM层结构的跨轨道宽度。

15. 根据权利要求9的磁传感器叠层,其特征在于,反铁磁AFM层结构的高度大于自由层的跨轨道宽度。

16. 一种磁传感器装置,包括:

自由层;

合成反铁磁SAF层;以及

反铁磁AFM层结构,其中所述自由层沉积在反铁磁AFM层上,反铁磁AFM层结构的至少部分的跨轨道宽度大于自由层的跨轨道宽度,其中反铁磁AFM层结构在跨轨道方向上不与自由层重叠。

17. 根据权利要求16的磁传感器装置,其特征在于,反铁磁AFM层结构位于屏蔽层上,其中屏蔽层的至少部分沿着跨轨道方向位于反铁磁AFM层结构的部分之间。

18. 根据权利要求16的磁传感器装置,其特征在于,自由层沿着跨轨道方向位于第一永磁体和第二永磁体之间。

具有宽种晶层的叠层

技术领域

[0001] 本申请一般地涉及磁传感器,更具体地涉及具有宽种晶层的磁传感器叠层。

背景技术

[0002] 在磁数据存储和读取系统中,磁读/写头包括具有用来读取存储在磁盘上的磁编码信息的磁阻(MR)传感器的读取器部分。来自盘表面的磁通量使得MR传感器的感测层的磁化矢量旋转,依次使得MR传感器的电阻率产生变化。通过对MR传感器通电流并测量通过MR传感器的电压,可检测到MR传感器的电阻率的变化。外部电路然后将电压信息转换为适当的格式并操纵该信息来恢复编码在盘上的信息。

发明内容

[0003] 此处描述和要求的实现提供一种叠层,该叠层具有种晶层结构和沉积在种晶层结构上的自由层,该种晶层结构具有第一部分,该第一部分具有第一跨轨道宽度,该自由层具有第二跨轨道宽度,其中第一跨轨道宽度大于第二跨轨道宽度。在一个可选的实现中,种晶层结构的跨轨道宽度基本等于自由层的跨轨道宽度以及两个永磁体的跨轨道宽度的和。

[0004] 本发明的一个或多个实施例的细节在附图和下面的描述中被说明。通过阅读下面的细节描述,这些以及各种其他特征和用途将会是明显的。

附图说明

[0005] 图1显示了示出包括磁阻传感器的示例读取头的示意性框图。

[0006] 图2显示了示出包括磁阻传感器的示例读取头的可选示意性框图。

[0007] 图3-5显示了制造包括磁阻传感器的示例读取头的多个阶段。

[0008] 图6显示了示出包括磁阻传感器的示例读取头的可选示意性框图。

[0009] 图7显示了示出包括磁阻传感器的示例读取头的可选示意性框图。

[0010] 图8显示了示出包括磁阻传感器的示例读取头的可选示意性框图。

[0011] 图9显示了示出包括磁阻传感器的示例读取头的可选示意性框图。

[0012] 图10显示了示出包括磁阻传感器的示例读取头的可选示意性框图。

[0013] 图11显示了示出制造包括磁阻传感器的读取头的示例操作。

具体实施方式

[0014] 存在对高数据密度以及从磁介质读取数据的灵敏传感器的递增的需求。具有增强的灵敏度的巨磁阻(GMR)传感器由两个软磁性层组成,这两个软磁性层被薄的导电的非磁性间隔层(例如铜)分隔开。隧道磁阻(TMR)传感器提供对GMR的扩展,其中电子运动穿过薄绝缘隧道势垒,其自旋方向垂直于层。反铁磁(AFM)材料(被称作“钉扎层(PL)”)被放置与第一软磁性层相邻来防止其旋转。显示了这一属性的AFM材料被称作“钉扎材料”。伴随着其旋转被禁止,该第一软层被称作“被钉扎层”。第二软层响应于外部场自由地旋转,被称作“自

由层(FL)”。

[0015] 为了正确地操作MR传感器,由于磁畴壁的移动会导致电子噪声使得数据恢复变难,传感器应针对边缘磁畴的形成而稳定。达到稳定的一个通常方式是通过永磁体相邻连接设计。在这一方案中,具有高矫顽磁场的永磁体(即,硬磁体)被放置在传感器的每个末端。来自永磁体的场稳定了传感器,并防止边缘磁畴的形成,同时提供了适当的偏置。为了提高PL的硬度,在PL中使用合成反铁磁(SAF)。AFM/PL的使用允许SAF结构的一致并且可预测的定向。此外,AFM/PL的使用同样提供了稳定的结构来实现使用MR传感器的读取器的高振幅线性响应。

[0016] 然而,使用AFM/PL结构增大了读取器的屏蔽到屏蔽的间距(SSS)。由于磁传感器的脉宽波动PW50取决于头的SSS,其确定记录系统中的信噪比(SNR),因此获得较低的SSS允许减少记录系统的SNR。如建模和实验所揭示的PW50和SSS之间的关系的示例可如下给出:

$$[0017] \quad \Delta PW50 \approx 0.3 * \Delta SSS$$

[0018] 因此,减少SSS导致减少PW50的值,由此提高记录系统的SNR值。因此,通过减小SSS可实现读取器的更高的线密度。此外,更小的SSS同样改善了介质读取器的跨轨道的分辨率,并且跨轨道的分辨率的减小对进一步改善由介质读取器达到的面密度是有贡献的。

[0019] 此处公开的传感器叠层组件提供了读取器的减少的SSS。特别是,传感器叠层包括相对于自由层FL具有宽面积范围的SAF/AFM结构。减少的SSS导致减少的脉冲宽度,因此,提高使用例如AFM/PL结构的读取器的线密度能力。此外,减少SSS同样改善了读取器的跨轨道的分辨率并因此改善读取器的面密度能力。

[0020] 此外,AFM/PL系统的磁漏同样对在多种读取器中占优势的磁噪声有贡献。除去AFM使得PL磁性的软单轴属性被优化,导致噪声的减少。另一方面,AFM/PL系统允许SAF结构的一致、可预测的定向。此处公开的传感器叠层组件提供了SAF/AFM结构,SAF/AFM结构具有相对于自由层(FL)的宽面积范围。在传感器叠层组件的一个实现中,SAF/AFM宽度与邻近的永磁体(PM)一致。

[0021] 此处公开的传感器叠层组件的可选实现包括SAF/AFM结构,其中SAF/AFM条的高度比SAF/AFM条的宽度长(因此具有高的纵横比)。在另一个可选实现中,从与包括FL的传感器的区域直接相邻的区域移除AFM,然而,AFM在比FL宽的区域中出现(也就是远离FL的区域)。这一实现提供稳定的SAF构造和减少的SSS,导致PW50的改善。在另一个可选实施例中,使用势垒层将FL和SAF彼此解耦。

[0022] 在另一个可选实施例中,AFM的高度大于FL的宽度(AFM的高度可能小于AFM的宽度)。例如,在这一实现中,从在FL正下方的区域移除AFM。由于对多种个体AFM部分,AFM的高度大于AFM的宽度,甚至在AFM部分的高度小于两个AFM部分的总宽度和的情况下,这一实现提供有利的AFM形状各向异性。

[0023] 图1显示了示出包括磁阻传感器102的示例读取头100的示意性框图。传感器102的实现可被用在盘驱动器的磁读/写头中。读取头100使用磁阻来从盘驱动器中的数据盘中读取数据。由于读取头100的精确性质可能广泛变化,隧道磁阻(MR)读取头100被描述作为可与此处描述的实现具有SAF和种晶层的读取头100的一个例子。然而,SAF和种晶层可被用于任意可用的读取头100,例如,电流垂直于平面(CPP)巨磁阻头,巨磁阻头等等。

[0024] 在一个实现中,读取头100在由数据盘的旋转产生的空气承载上飞越盘驱动器数

据盘的表面。数据盘具有多个数据轨道150,在图1中显示了其中一个。轨道150被划分为多个位(bit)。当盘按照箭头152的方向旋转时,读取头100跟随数据轨道150并当其在磁阻传感器102下经过时读取一个或多个位。

[0025] 读取头100包括第一屏蔽层104以及第二屏蔽层层106。磁阻传感器102放置在第一屏蔽层104和第二屏蔽层106之间。由具有高磁导率的材料制作的第一屏蔽层104和第二屏蔽层106减少或基本阻止外部磁场,例如,那些来自数据磁盘上的相邻位的将影响磁阻传感器102的外部磁场,从而改善磁阻传感器102的性能。在一个实施例中,第一屏蔽层104和第二屏蔽层106允许来自在磁阻传感器102正下方的位的磁场来影响磁阻传感器102,并因此被读取。因此,当位的物理尺寸持续减小,屏蔽到屏蔽间距(SSS)同样需要被减小。

[0026] 磁阻传感器102包括多个层,包括反铁磁(AFM)种晶层110、合成反铁磁(SAF)层112、隧道势垒层114、自由层116以及覆盖层118。在一个实现中,AFM层110电耦合到第一电极,覆盖层118电耦合到第二电极。在磁阻传感器102的一个实现中,自由层116同样包括第二覆盖层,其被放置在一对永磁体120之间。

[0027] 在一个实现中,SAF层112包括被钉扎层以及参考层。被钉扎层和参考层的每一个的磁矩不允许在受关注范围内的磁场(例如,由存储在数据盘中的数据位产生的磁场)下旋转。参考层和被钉扎层的磁矩大致被定向成垂直于图1的平面,并且相互之间反向平行。

[0028] 在一个实现中,自由层116不与反铁磁体交换耦合。作为结果,自由层116的磁矩在受关注范围内应用的磁场的影响下自由地旋转。读取头100进一步包括一对永磁体(PM)120,其产生偏置自由层116的磁场,其磁矩平行于图的平面并大致水平地定向。这一偏置防止自由层116的磁矩由于(例如)热能量而漂移,该磁矩漂移在由读取头100感测的数据中引入噪声。然而,该偏置充分小,使得自由层116的磁矩可以响应于应用的磁场(例如存储在数据磁盘中的数据位的磁场)而改变。磁阻传感器102通过包括绝缘材料的隔离层122与永磁体120分离并且电隔离。

[0029] 隧道势垒层114分离SAF 112和自由层116。隧道势垒层114充分薄,使得在SAF 112的参考层和自由层116之间产生量子力学电子隧道。电子隧道与电子自旋相关,使得磁阻传感器102的磁响应是SAF 112和自由层116的相对方向和自旋极化的函数。当SAF 112和自由层116的磁矩平行时,出现电子隧道的概率最大,当SAF 112和自由层116的磁矩反向平行时,出现电子隧道的概率最小。相应的,磁阻传感器102的电阻响应于应用的磁场而改变。在盘驱动器中的数据盘上的数据位在垂直于图1的平面的方向上被磁化,可以是进入图的平面或者远离图的平面的方向。因此,当磁阻传感器102经过数据位时,自由层116的磁矩被旋转到进入图1的平面或者远离图1的平面的方向上,从而改变磁阻传感器102的电阻。由磁阻传感器102感测的位的值(例如,1或0)可因此基于从连接至磁阻传感器102的第一电极到第二电极的电流而被确定。

[0030] 为了提高磁数据存储设备例如盘驱动器的存储容量,在数据磁盘上的磁定向磁畴(位)的尺寸持续被制造的更小来产生更高的数据密度。相应的,读取头100的尺寸可被制造的更小,特别是,屏蔽到屏蔽间距(SSS)可被减小,使得磁阻传感器102可以与在数据轨道150上的相邻位的磁场基本隔离。为了减小SSS,在磁阻传感器102的一个实现中,种晶/AFM层110以及SAF层112的跨轨道宽度大于自由层116的跨轨道宽度。在一个可选的实现中,包括AFM层110以及SAF层112的种晶层结构的跨轨道宽度大于自由层116的跨轨道宽度。对于

在图1中显示的磁阻传感器102,AFM层110与SAF层的跨轨道宽度基本相似。此外,AFM层110与SAF层的跨轨道宽度与自由层116和永磁体120的跨轨道宽度的和基本相似。

[0031] 尽管图1图示的实现显示的整个AFM层110的跨轨道宽度显著大于自由层116的跨轨道宽度,但在可选的实现中,AFM层110的部分具有大于自由层116的跨轨道宽度的跨轨道宽度。例如,在这样一个实现中,AFM层110可以是渐变的(未示出),其中AFM层110的至少部分具有与自由层116的跨轨道宽度基本相似的跨轨道宽度。例如,在一个实现中,邻近于SAF层112的AFM层110的跨轨道宽度大于邻近于屏蔽层104的AFM层110的跨轨道宽度,反之亦然。相似的,在一个可选实现中,SAF层112的部分具有大于自由层116的跨轨道宽度的跨轨道宽度。例如,在这样一个实现中,SAF层112可以是渐变的(未示出),其中SAF层112的至少部分具有与自由层116的跨轨道宽度基本相似的跨轨道宽度。在磁阻传感器102的另一个实现中,种晶层结构(AF层110和SAF层112的组合)的高度大于种晶层结构的跨轨道宽度。在图示的实现中,种晶层结构的高度由到图1的表面的深度来表示。

[0032] 图2显示了示出包括一个磁阻传感器202的示例读取头200的一个可选示意性框图。在图示的实现中,读取头200的许多方面与读取头100的相应方面是基本类似的。例如,读取头200包括第一屏蔽层204和第二屏蔽层206。磁阻传感器202被放置在第一屏蔽层204和第二屏蔽层206之间。磁阻传感器202包括多个层,包括反铁磁(AFM)种晶层210、合成反铁磁(SAF)层212、隧道势垒层214、自由层216以及覆盖层218。在一个实现中,AFM层210电耦合到第一电极,覆盖层218电耦合到第二电极。在磁阻传感器202的一个实现中,自由层216同样包括第二覆盖层,其被放置在一对永磁体220之间。

[0033] 在一个实现中,SAF层212包括被钉扎层以及参考层。被钉扎层和参考层的每一个的磁矩不允许在受关注范围内的磁场(例如,由存储在数据盘中的数据位产生的磁场)下旋转。参考层和被钉扎层的磁矩大致垂直于图2的平面定向,并且相互之间反向平行。

[0034] 在一个实现中,自由层216不与反铁磁体交换耦合。作为结果,自由层216的磁矩在受关注范围应用的磁场的影响下自由地旋转。读取头200进一步包括一对永磁体(PM)220,其产生偏置自由层216的磁场,其磁矩平行于图的平面并且大致水平地定向。这一偏置防止自由层216的磁矩的由于热能量而漂移,该磁矩漂移在由读取头200感测的数据中引起噪声。然而,偏置基本上较小,使得自由层216的磁矩可以响应于应用的磁场(例如存储在数据盘中的数据位的磁场)而改变。磁阻传感器202通过包括绝缘材料的隔离层222与永磁体220分离并且电隔离。

[0035] 隧道势垒层214分离SAF 212和自由层216。隧道势垒层214充分薄,使得在SAF 212的参考层和自由层216之间产生量子力学电子隧道。电子隧道与电子自旋相关,使得磁阻传感器202的磁响应是SAF 212和自由层216的相对方向和自旋极化的函数。当SAF 212和自由层216的磁矩平行时,出现电子隧道的概率最大,当SAF 212和自由层216的磁矩反向平行时,出现电子隧道的概率最小。相应的,磁阻传感器202的电阻响应于应用的磁场而改变。在盘驱动器中的数据盘上的数据位在垂直于图2的平面的方向上被磁化,可以是进入图的平面或者远离图的平面的方向。因此,当磁阻传感器202经过数据位时,自由层216的磁矩旋转到进入图2的平面或者远离图2的平面,从而改变磁阻传感器202的电阻。由磁阻传感器202感应的位的值(例如,1或0)可因此基于从连接到磁阻传感器202的第一电极到第二电极的电流而被确定。

[0036] 为了提高磁数据存储设备例如盘驱动器的存储容量,在数据盘上的磁定向磁畴(位)的尺寸持续被制造的更小来产生更高的数据密度。相应的,读取头200的尺寸可被制造的更小,特别是,屏蔽到屏蔽间距(SSS)可被减小,使得磁阻传感器202可以与数据轨道上的相邻位的磁场基本隔开。

[0037] 为了通过减少噪声来改善SNR,在磁阻传感器202的一个实现中,种晶/AFM层210以及SAF层212的跨轨道宽度大于自由层216的跨轨道宽度。特别是,SAF/AFM结构的增加的宽度改善磁阻传感器202的稳定性,因此导致噪声的减少。在可选的实现中,包括AFM层210以及SAF层212的种晶层结构的跨轨道宽度大于自由层216的跨轨道宽度。对于在图2中显示的磁阻传感器202,SAF层212的跨轨道宽度与自由层216和永磁体220的跨轨道宽度的和基本相似。在可选实现中,除具有更宽的SAF/AFM结构之外,FL放置处的AFM区域同样被移除,或渐变,其导致SSS的减少。因此,宽的SAF/AFM结构和移除FL放置处的AFM部分的组合结构导致SSS的减少,同样改善稳定性和减少噪声。

[0038] 读取头200的AFM层210被配置来使得AFM层210的跨轨道表面基本被限于永磁体220的跨轨道表面。例如,如图2所示,AFM层210的内边缘基本上与永磁体220的内边缘相对齐。AFM层210的这一结构允许磁阻传感器202被构造成具有更小的屏蔽到屏蔽间距(SSS)。

[0039] 尽管图2图示的实现显示的整个AFM层210的跨轨道宽度显著大于自由层216的跨轨道宽度,但在可选的实现中,AFM层210的部分具有大于自由层216的跨轨道宽度的跨轨道宽度。例如,在这样一个实现中,AFM层210可渐变(未示出),其中AFM层210的至少部分具有与自由层216的跨轨道宽度基本相似的跨轨道宽度。相似的,在一个可选实现中,SAF层212的部分具有大于自由层216的跨轨道宽度的跨轨道宽度。例如,在这样一个实现中,SAF层212可渐变(未示出),其中SAF层212的至少部分具有与自由层216的跨轨道宽度基本相似的跨轨道宽度。在磁阻传感器202的另一个实现中,种晶层结构(AFM层210和SAF层212的组合)的高度大于种晶层结构的跨轨道宽度。在图示的实现中,种晶层结构的高度由到图2的表面的深度来表示。

[0040] 在读取头200的一个可选实现中,第一屏蔽层204的更靠近磁阻传感器202的部分具有与磁阻传感器202的宽度相等的宽度。然而,在可选的实现中,第一屏蔽层204的更靠近磁阻传感器202的部分的宽度小于或大于磁阻传感器202的宽度。第一屏蔽层204的靠近磁阻传感器202的部分的宽度和磁阻传感器202的宽度之比影响SAF的稳定性和有效SSS。换句话说,该比率允许设计者在SAF的稳定性和SSS的有效减少之间做出权衡。第一屏蔽层204的更靠近磁阻传感器202的部分的宽度越小,SAF的稳定性就越高,有效SSS越高,反之亦然。

[0041] 磁阻传感器102和202的实现消除了关于在AFM图案化过程中切割AFM颗粒和因此创建特别的小AFM颗粒的问题。这些减小尺寸的颗粒较小并且通常不稳定。远离自由层切割用于磁阻传感器102和202的推荐实现的AFM颗粒,使得减小尺寸的AFM颗粒的不稳定不会影响磁阻传感器102和202。此外,永磁体120和220越薄,产生越少的SAF偏置,因此减少永磁体对SAF的扭矩并因此允许平衡SAF使其更稳定。磁阻传感器202的实现还在自由层216处减少了屏蔽到屏蔽间距(SSS),因此改善了PW50达 $0.3 \times \text{AFM}$ 。

[0042] 图3-9显示了制造包括磁阻传感器的示例读取头的多个阶段。形成磁阻传感器的方法的实现包括诸如掩模层和离子研磨以移除之前放置的材料之类的技术。此外,端点检测技术被用于在读取头的宽度形成期间移除自由层而不移除SAF/AFM层来保证SAF层不受

影响。在磁阻传感器的可选实现中,PM的厚度相对于相邻连接的传感器设计的其他实现被减小。PM的这一实现减小了可用于稳定自由层(FL)的通量。此外,在一个可选实现中,在PM和FL之间的隔离层的厚度也被充分减少。

[0043] 特别地,图3图示了包括种晶/AFM层310、SF层312、隧道势垒层314以及自由层322的磁阻传感器叠层300的层的空气承载表面(ABS)视图。磁阻传感器叠层300被用来作为制造此处公开的磁阻传感器的开始配置。

[0044] 图4图示了掩模操作400,其中掩模430被提供在自由层422上。部分形成的磁阻传感器402包括种晶层410、SAF层412、势垒层414以及自由层422。如图4所示,掩模430被放置在自由层422的有限的中间部分上。在一个实现中,掩模层430的宽度定义了磁阻传感器的读取头的宽度。在一个可选实现中,掩模430包括图像转移层以及沉积在图像转移层上的光刻胶层(未示出)。图像转移层可以是可溶性聚合物,诸如或一些其他类似的、合适的材料。例如但不限于一个或多个硬掩模层、底部抗反射涂层和/或释放层可同样被设置在掩模430中。

[0045] 图5图示了制造磁阻传感器的后续操作500。特别地,如图5所示,通过离子研磨和/或反应蚀刻操作502进一步限定自由层522。对自由层522的蚀刻相对于没有被掩模层530覆盖的自由层522的部分暴露了隧道势垒层514的至少一部分。在一个实现中,离子/研磨和/或反应蚀刻操作502不影响SAF层512和AFM层510。在一个可选实现中,离子研磨和/或反应蚀刻操作502同样在自由层522没有被掩模层530覆盖的位置移除势垒层514和SAF层512。

[0046] 在操作500之后作为结果的磁阻传感器进一步使用一系列操作被处理,包括沉积PM、移除掩模530等等,来生成如图6所示的磁阻传感器602,其基本类似于如图1所示的磁阻传感器102。此外,添加底屏蔽层604和顶屏蔽层606来制造磁读取头600。

[0047] 图7显示了示出包括磁阻传感器702的示例读取头700的可选示意性框图。特别地,磁阻传感器702包括放置在势垒层714上的侧屏蔽部710和侧屏蔽部712。在一个实现中,侧屏蔽部710和侧屏蔽部712由铁磁材料制造。此外,增加底屏蔽层704和顶屏蔽层706来制造磁读取头700。

[0048] 图8显示了示出包括磁阻传感器802的示例读取头800的可选示意性框图。特别地,磁阻传感器802包括位于势垒层814上的侧屏蔽部810和侧屏蔽部812。此外,增加底屏蔽层804和顶屏蔽层806来制造磁读取头800。在一个实现中,侧屏蔽部810和侧屏蔽部812由铁磁材料制造,并且与顶屏蔽层806相邻。

[0049] 图9显示了示出包括磁阻传感器902的示例读取头900的可选示意性框图。此外,增加底屏蔽层904和顶屏蔽层906来制造磁读取头900。磁阻传感器902包括第一种晶/AFM层910以及第二种晶/AFM层912,其中种晶/AFM层910和912是渐变的,使得屏蔽层层904的至少一部分具有与自由层916的跨轨道宽度基本相似的跨轨道宽度。因此,种晶/AFM层910和912不与自由层916重叠。这一结构消除了AFM图案化过程中切割AFM层颗粒和创建特别的小AFM颗粒的问题。这些减小尺寸的颗粒较小并且通常不稳定。此处公开的结构允许AFM颗粒远离自由层来减少与减小尺寸的AFM颗粒相关的稳定性。

[0050] 图10显示了示出包括磁阻传感器1002的示例读取头1000的可选示意性框图。此外,增加底屏蔽层1004和顶屏蔽层1006来制造磁读取头1000。磁阻传感器1002包括种晶/AFM层1010,其中该种晶/AFM层1010具有梯形形状,其宽边与自由层1016相邻。特别地,种

晶/AFM层1010是渐变的,使得种晶/AFM层1010的至少一部分具有与自由层1016的跨轨道宽度基本相似的跨轨道宽度。

[0051] 图11显示了可由包括磁阻传感器的读取头达到的不对称性降低的图表。特别地,图11图示了读取头的横向转换曲线的曲线图。实曲线1110图示了其SAF层具有与自由层的跨轨道宽度基本相似的跨轨道宽度的磁阻传感器的横向转换曲线。另一方面,虚曲线1112图示了其SAF层具有显著大于自由层的跨轨道宽度的跨轨道宽度的磁阻传感器的横向转换曲线。如图所示,具有更宽SAF的磁阻传感器在不对称性上存在显著的减少。特别地,实曲线1110图示了SAF跨轨道宽度为40nm和PM跨轨道宽度为8nm的叠层的横向转换曲线,其导致的不对称性约为14%。与此对照的是,虚曲线1112图示了SAF跨轨道宽度为200nm并且PM跨轨道宽度为8nm的叠层的横向转换曲线,其导致的不对称性约为4%。

[0052] 上面的描述、例子和数据提供了本发明的示例实现的结构和使用的完整说明。由于本发明的许多实现可在不背离本发明的精神和范围的情况下被做出,本发明存在于所附权利要求中。此外,不同实现的结构特征可在其他的实现中被组合而不背离所记载的权利要求。上面描述的实现和其他实现在所附权利要求的范围中。

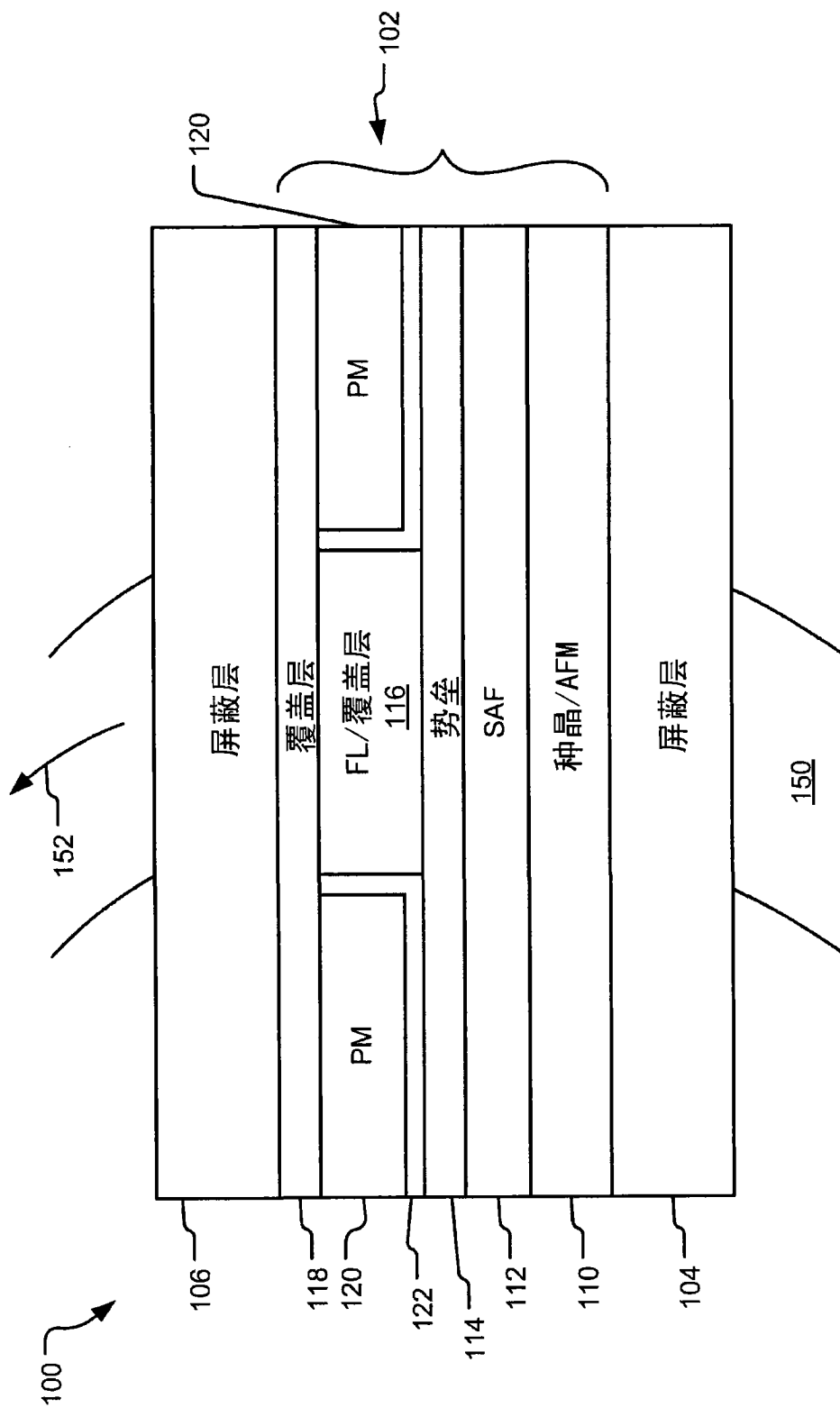


图1

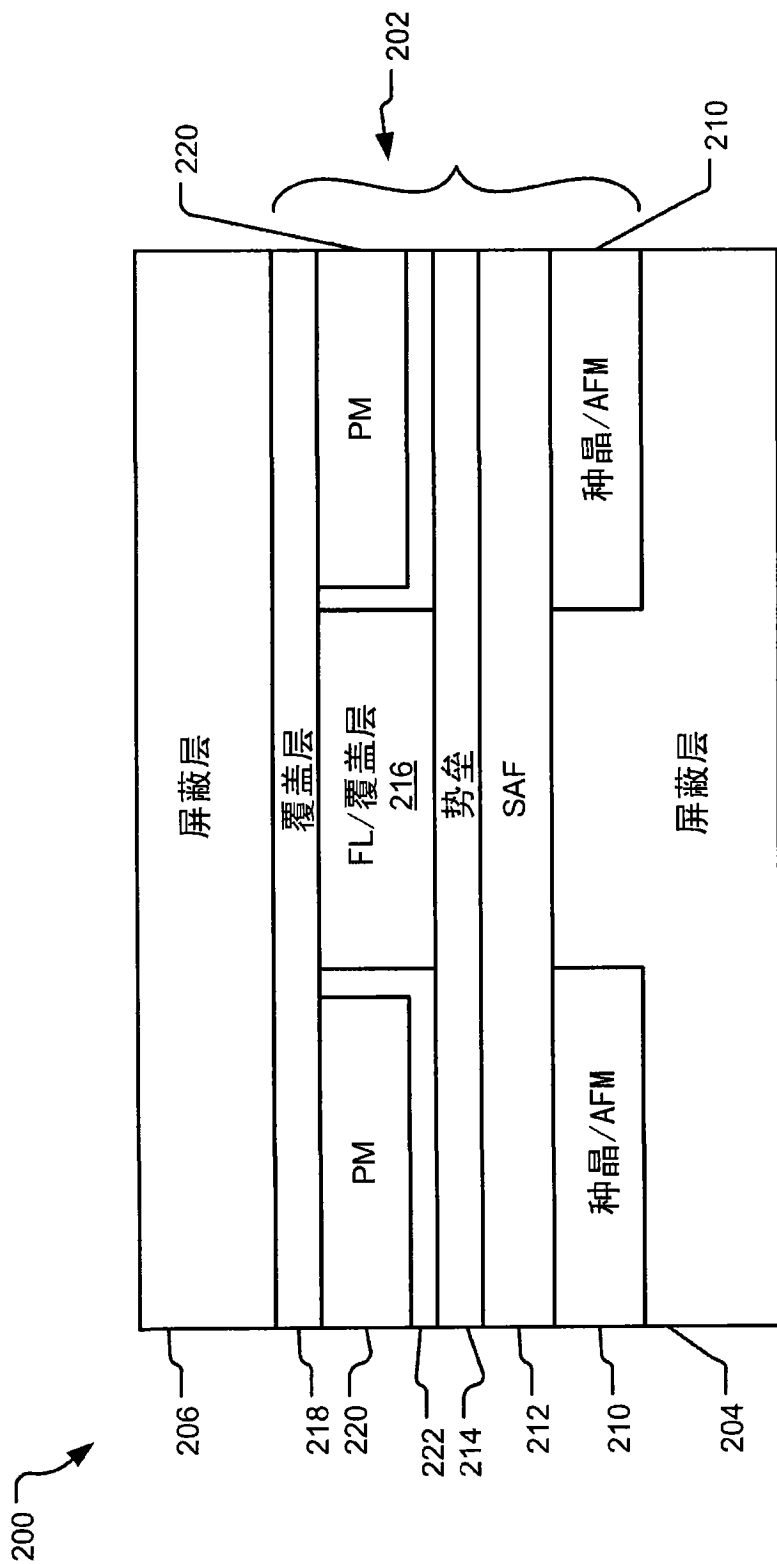


图2

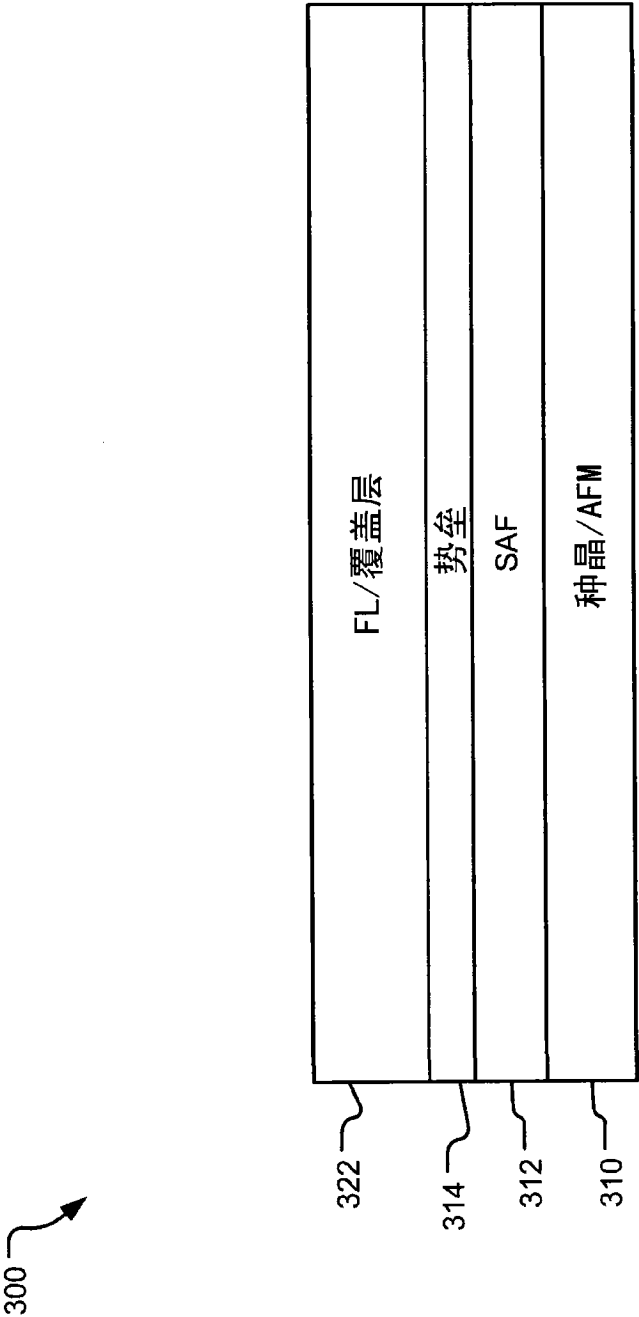


图3

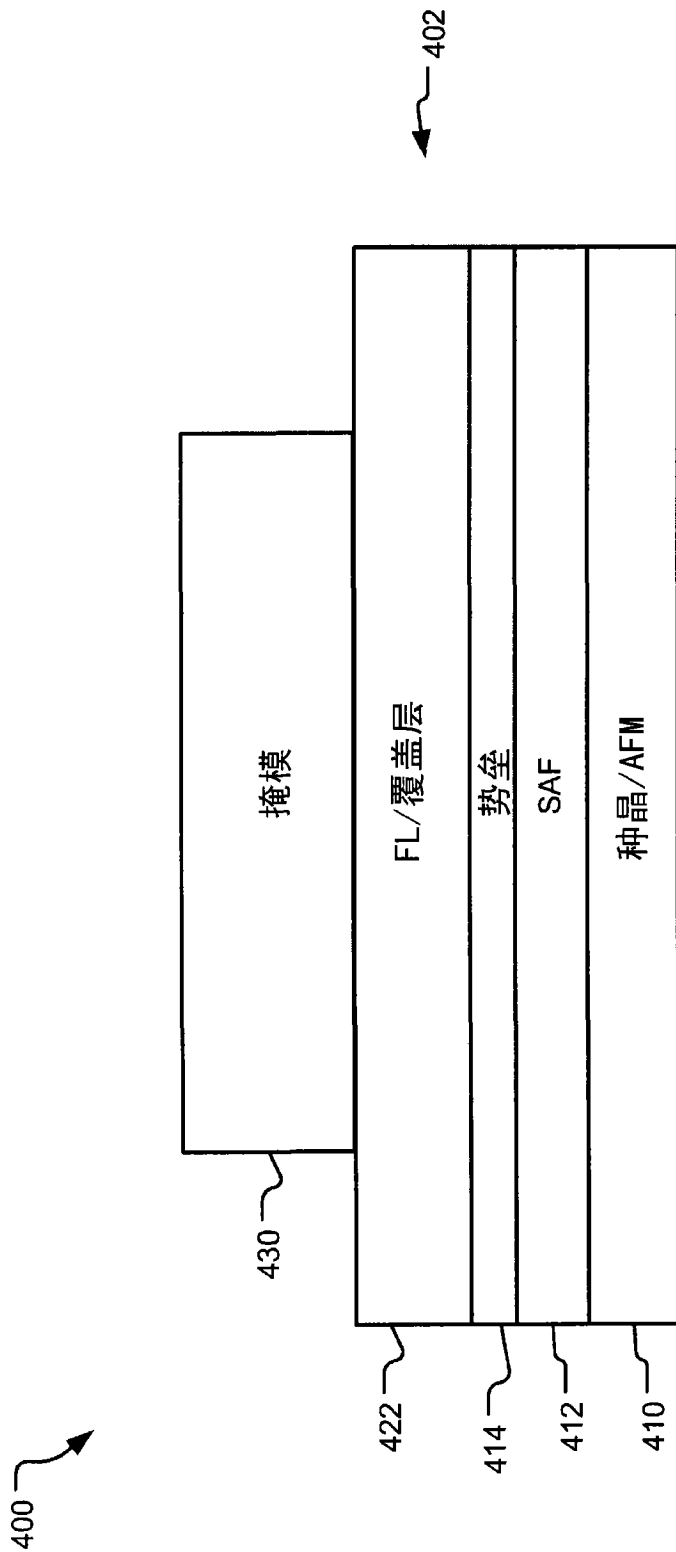


图4

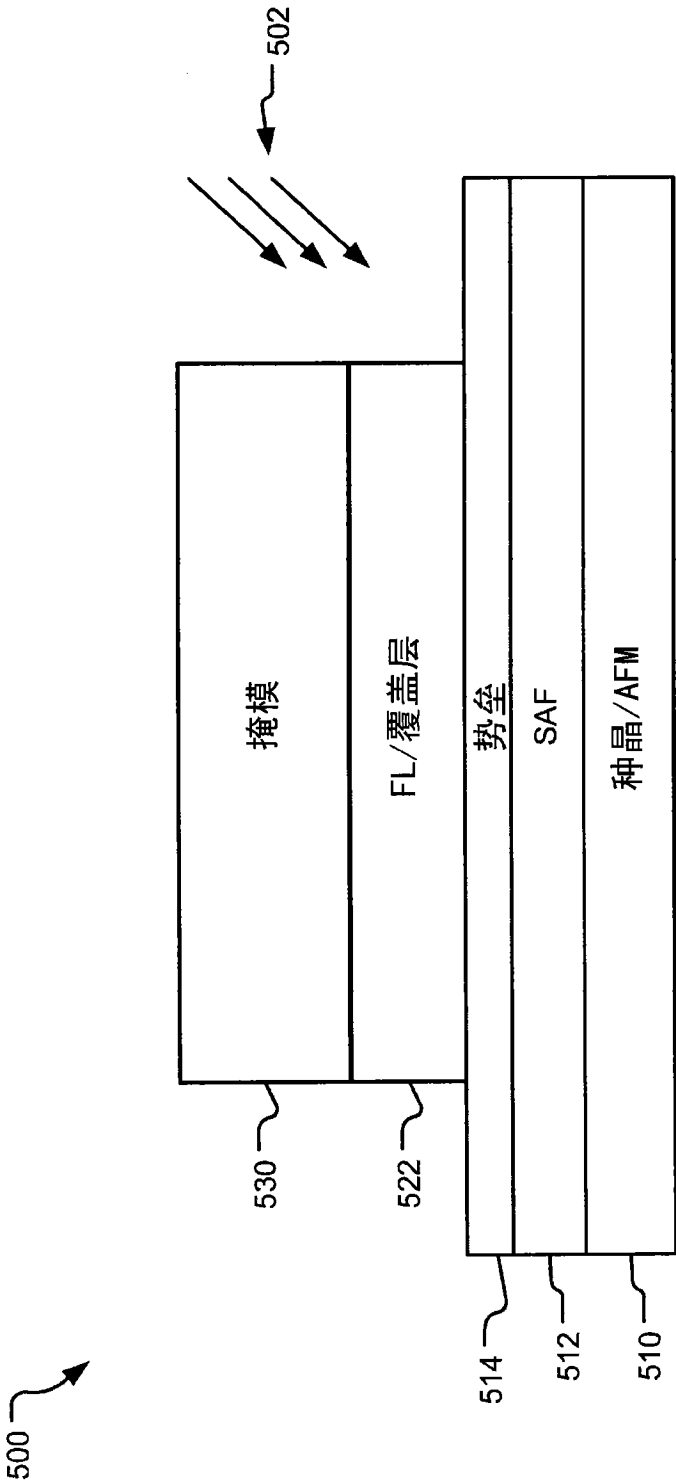


图5

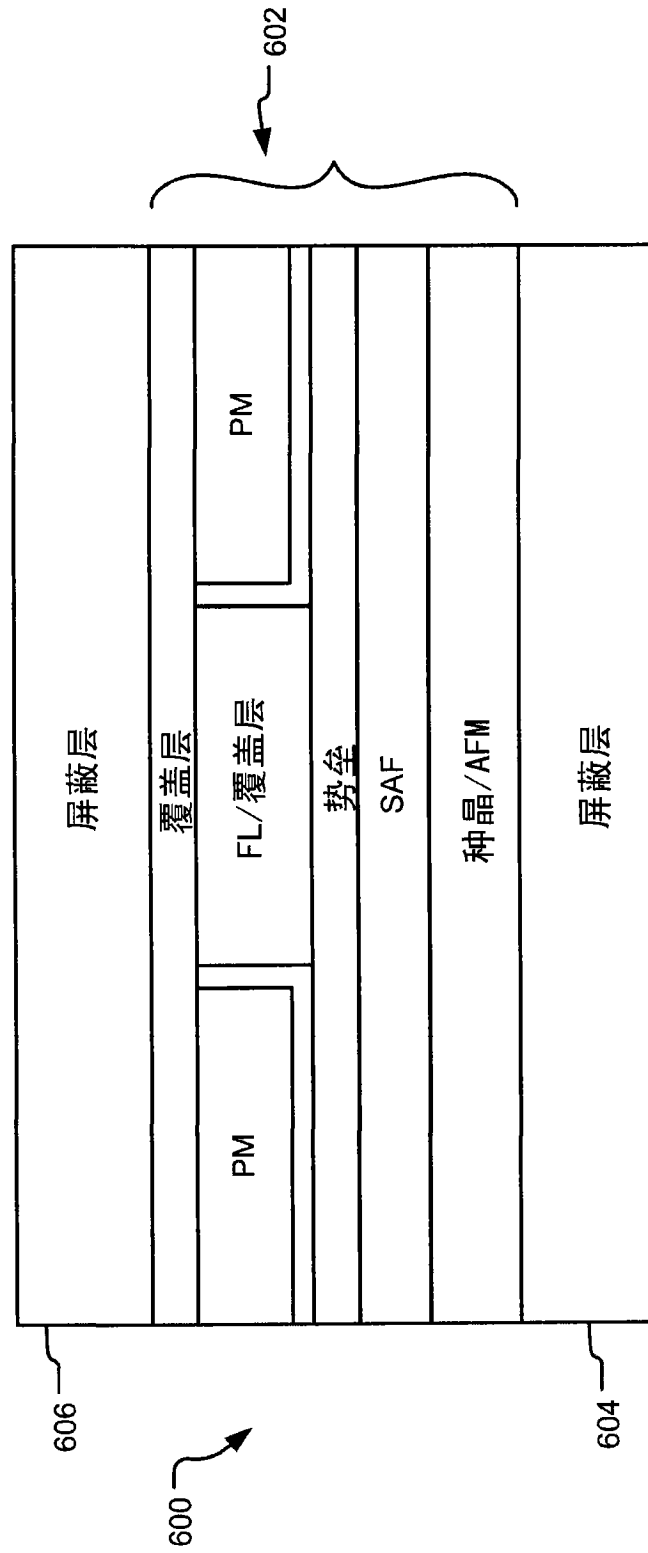


图6

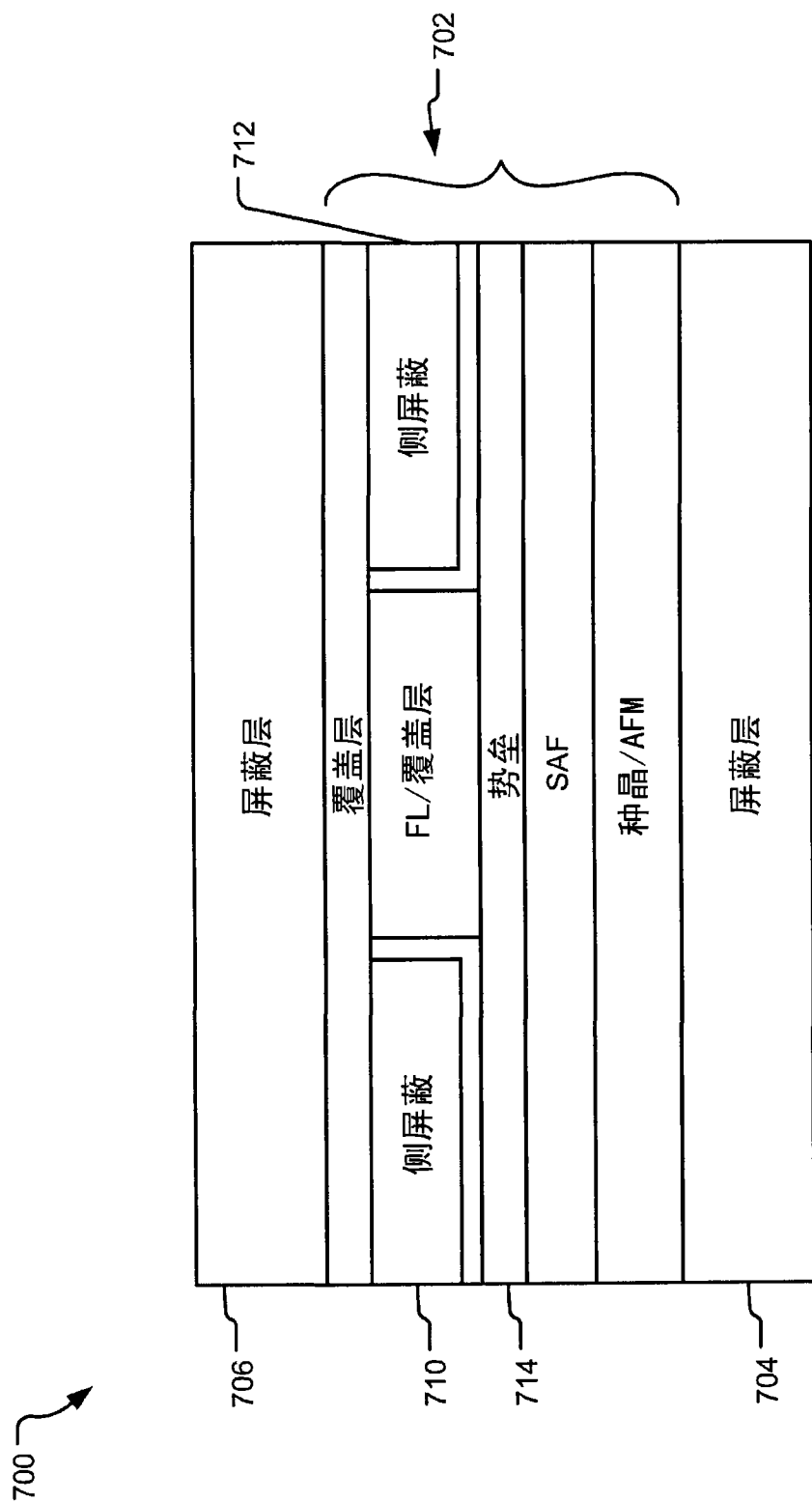


图7

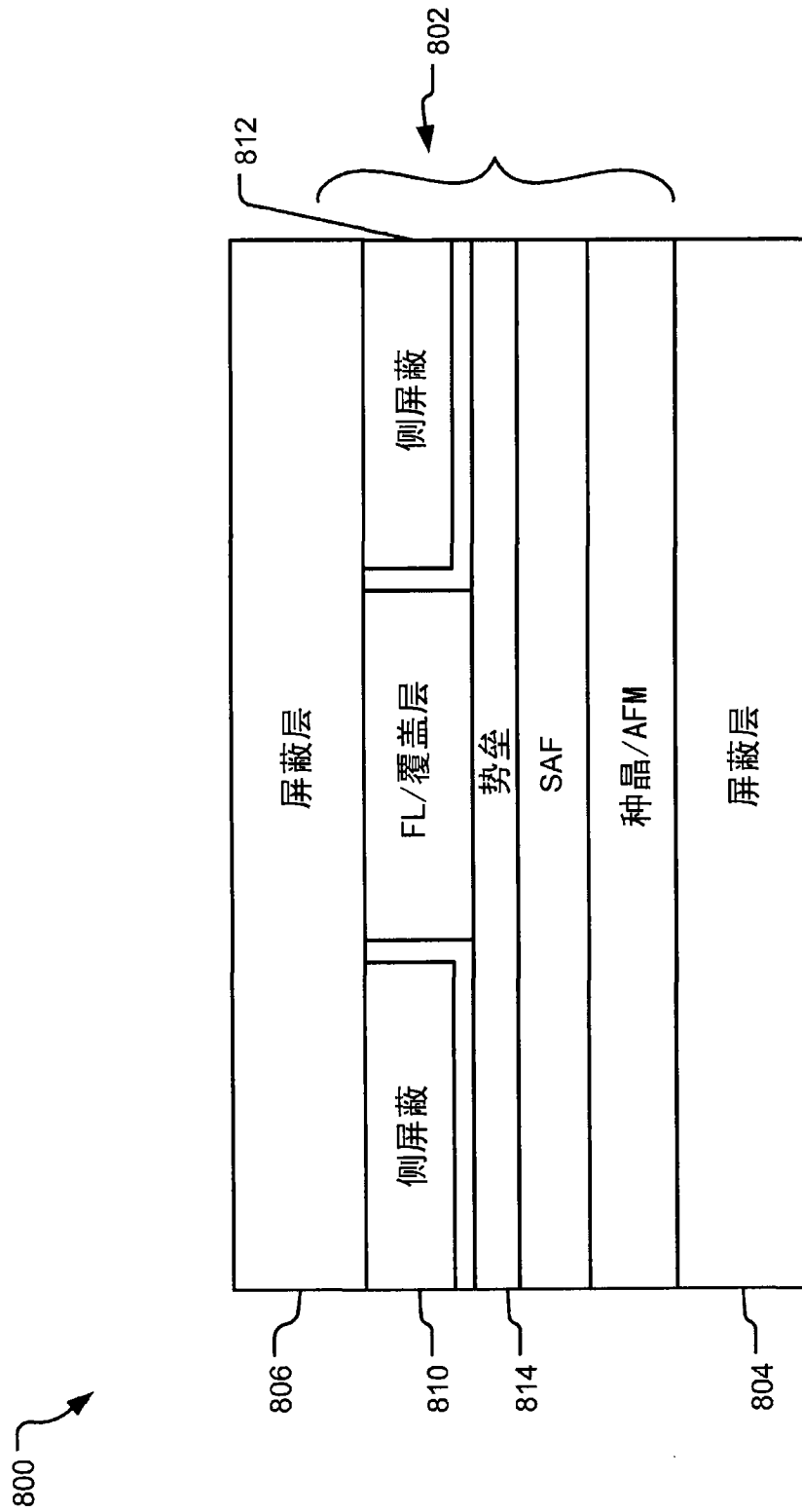


图8

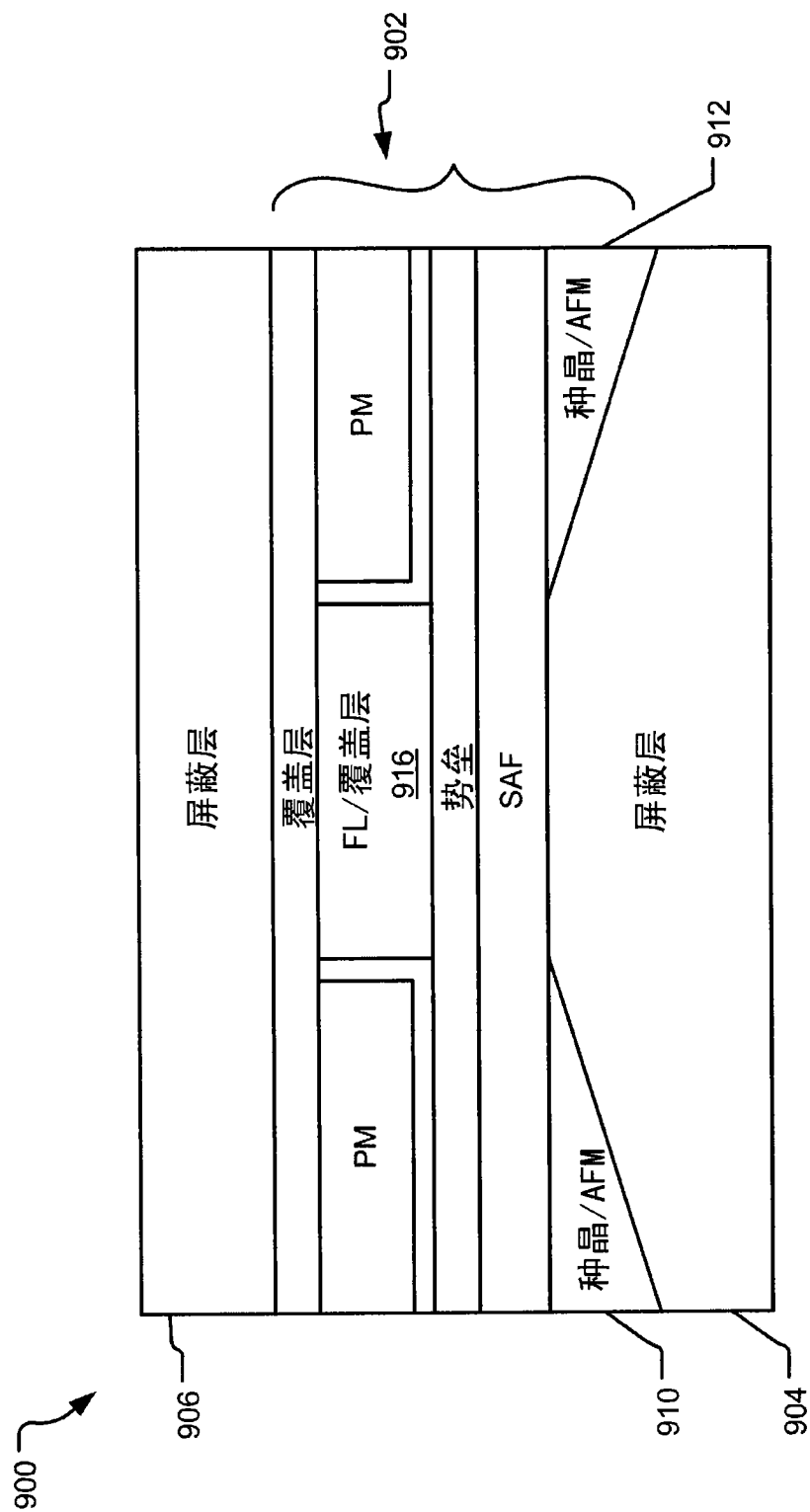


图9

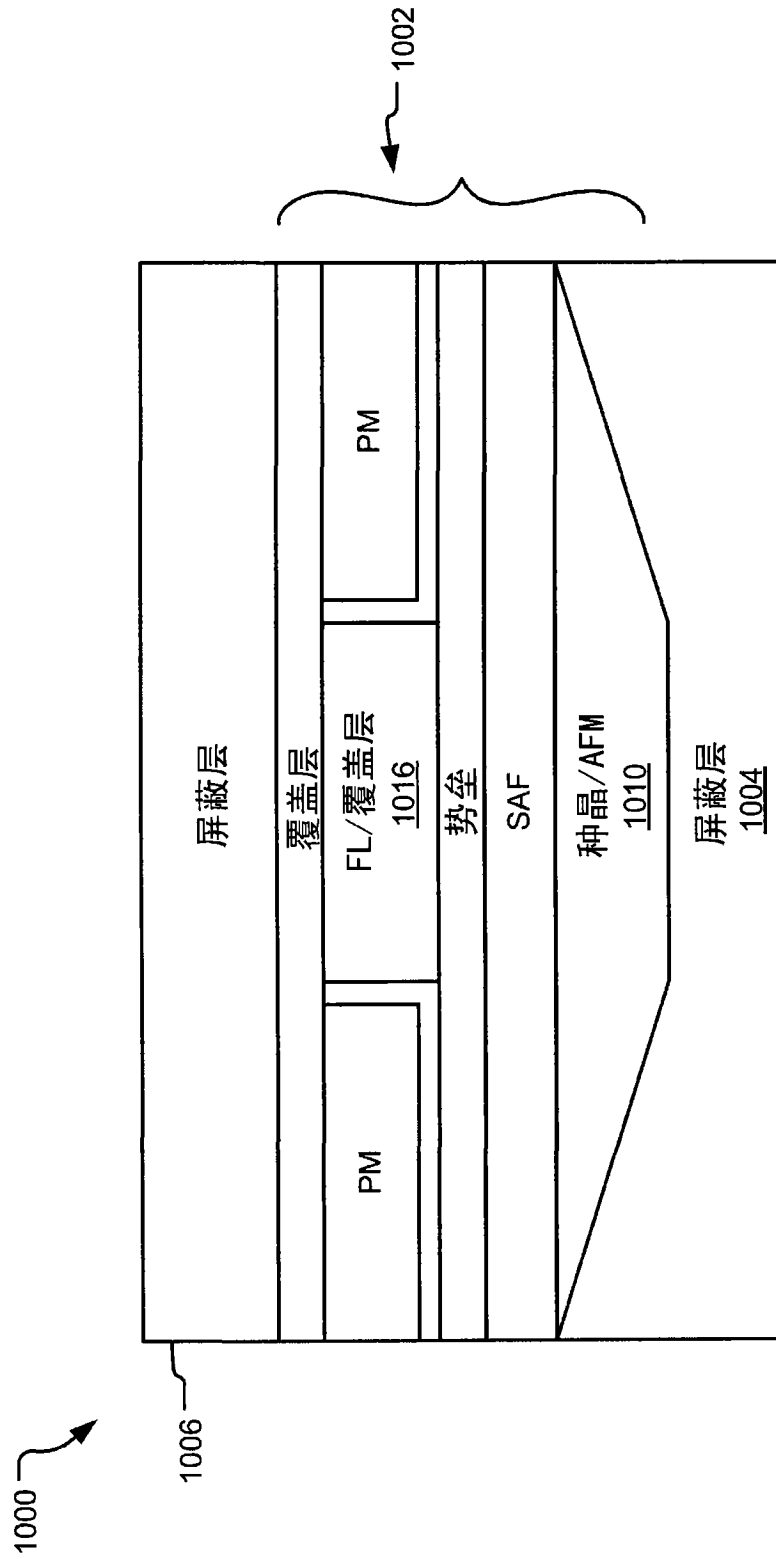


图10

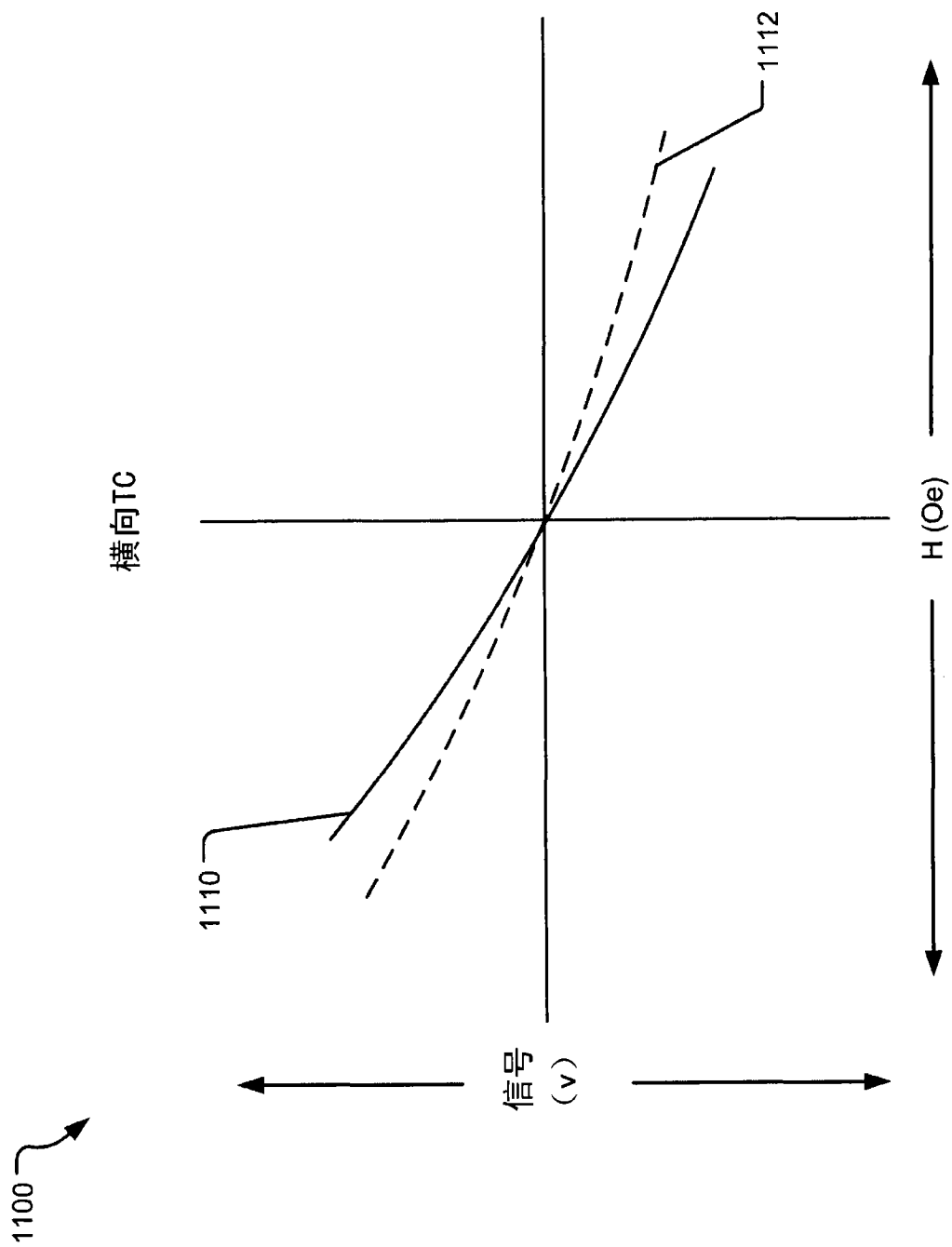


图11