



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104424961 B

(45)授权公告日 2018.07.03

(21)申请号 201410436160.0

(22)申请日 2014.08.29

(65)同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 104424961 A

(43)申请公布日 2015.03.18

(30)优先权数据  
14/014,597 2013.08.30 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 V·B·萨波日尼科夫  
H·埃德尔曼 M·S·U·帕特瓦瑞

(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 5/39(2006.01)

(56)对比文件

US 2002/0067580 A1,2002.06.06,说明书  
第0032-0043段,图4.

CN 102148038 A,2011.08.10,全文.

审查员 罗婷

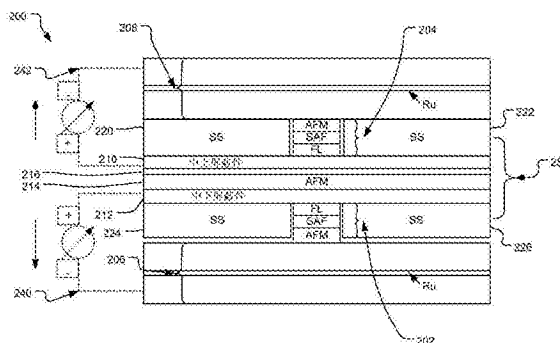
权利要求书2页 说明书5页 附图4页

(54)发明名称

双读取器结构

(57)摘要

本申请公开了双读取器结构。本文所描述和  
主张的实施方案提供了具有下传感器叠层和上  
传感器叠层的层叠式双读取器,其中所述下传感  
器叠层和上传感器叠层沿着下磁道方向成镜像。



1. 一种用于磁记录的装置,包括:

层叠的双读取器,其具有通过中屏蔽件隔开的下传感器叠层和上传感器叠层,其中所述下传感器叠层和所述上传感器叠层沿下磁道方向成镜像,所述下传感器叠层布置在下屏蔽件与所述中屏蔽件之间,所述上传感器叠层布置在上屏蔽件与所述中屏蔽件之间,所述下屏蔽件与所述中屏蔽件之间的引线中的电流方向和所述上屏蔽件与所述中屏蔽件之间的引线中的电流方向相反。

2. 如权利要求1所述的装置,其中所述中屏蔽件包括中上屏蔽件和中下屏蔽件,所述下传感器叠层布置在所述下屏蔽件与中下屏蔽件之间,下传感器的自由层邻近所述中下屏蔽件,并且其中所述上传感器叠层布置在所述上屏蔽件与中上屏蔽件之间,所述上传感器叠层的自由层邻近所述中上屏蔽件。

3. 如权利要求2所述的装置,还包括在所述中下屏蔽件与所述中上屏蔽件之间的绝缘层。

4. 如权利要求2所述的装置,其中所述中下屏蔽件还包括反铁磁AFM层。

5. 如权利要求2所述的装置,其中所述上屏蔽件是合成反铁磁SAF屏蔽件,并且所述下屏蔽件是合成反铁磁SAF屏蔽件。

6. 如权利要求2所述的装置,还包括上信号读取器电路和下信号读取器电路,所述上信号读取器电路配置在所述中上屏蔽件与所述上屏蔽件之间,所述下信号读取器电路配置在所述中下屏蔽件与所述下屏蔽件之间,其中所述上信号读取器电路和所述下信号读取器电路中的电流方向是反向平行的。

7. 如权利要求6所述的装置,其中所述上信号读取器信号的连接到所述中上屏蔽件的端部的极性与所述下信号读取器电路的连接到所述中下屏蔽件的端部的极性相同。

8. 如权利要求2所述的装置,其中所述上传感器叠层的自由层与所述下传感器叠层的自由层之间的下磁道距离近似在10nm至40nm的范围内。

9. 如权利要求2所述的装置,其中所述中下屏蔽件的极性与所述中上屏蔽件的极性相同。

10. 双读取器,包括:

通过单个中屏蔽件隔开的下传感器叠层和上传感器叠层,所述下传感器叠层布置在下屏蔽件与所述中屏蔽件之间,所述上传感器叠层布置在上屏蔽件与所述中屏蔽件之间,所述下屏蔽件与所述中屏蔽件之间的引线中的电流方向和所述上屏蔽件与所述中屏蔽件之间的引线中的电流方向相反。

11. 如权利要求10所述的双读取器,其中所述下传感器叠层和所述上传感器叠层沿着下磁道方向成镜像。

12. 如权利要求11所述的双读取器,其中所述下传感器叠层包括与所述下屏蔽件相接触的反铁磁AFM层,并且所述上传感器叠层包括与所述上屏蔽件相接触的反铁磁AFM层。

13. 如权利要求11所述的双读取器,其中在所述下传感器叠层与所述上传感器叠层之间不存在绝缘层。

14. 如权利要求11所述的双读取器,其中所述上传感器叠层的自由层与所述下传感器叠层的自由层之间的所述下磁道距离近似在10nm至40nm的范围内。

15. 如权利要求12所述的双读取器,还包括配置为从所述双读取器读取信号的三引线

前置放大器电路。

16. 如权利要求15所述的双读取器,其中所述三引线前置放大器电路的第一引线连接到所述上屏蔽件,所述三引线前置放大器电路的第二引线连接到所述中屏蔽件,并且所述三引线前置放大器电路的第三引线连接到所述下屏蔽件。

17. 存储设备,包括:

磁介质;以及

双读取器,其包括下传感器叠层和上传感器叠层,所述上传感器叠层和所述下传感器叠层由单个中屏蔽件隔开,所述下传感器叠层布置在下屏蔽件与所述中屏蔽件之间,所述上传感器叠层布置在上屏蔽件与所述中屏蔽件之间,所述下屏蔽件与所述中屏蔽件之间的引线中的电流方向和所述上屏蔽件与所述中屏蔽件之间的引线中的电流方向相反,其中所述下传感器叠层和所述上传感器叠层中的每一个构造为从所述磁介质读取数据,并且所述上传感器叠层的下磁道极性与所述下传感器叠层的下磁道极性相反。

18. 如权利要求17所述的存储设备,其中所述下传感器叠层产生的信号的下磁道极性与所述上传感器磁道产生的信号的下磁道极性相反。

19. 如权利要求17所述的存储设备,其中通过三引线前置放大器电路来读取所述双读取器所产生的信号。

## 双读取器结构

### 背景技术

[0001] 在磁数据存储和取回系统中,磁读/写头通常包括读取器部分,读取器部分具有磁阻(MR)传感器,用于取回存储在磁盘上的磁编码信息。来自磁盘表面的磁通使得MR传感器的传感层的磁化矢量旋转,这依次引起MR传感器的电阻率的变化。通过使电流流过MR传感器且测量MR传感器两端的电压,能够检测到MR传感器的电阻率的变化。然后,外部电路系统将电压信息转换成适当的格式并且根据需要操纵该信息以恢复在磁盘上编码的信息。

### [0002] 发明概述

[0003] 本文所描述和主张的实现方式提供了具有下传感器叠层和上传感器叠层的层叠式双读取器,其中所述下传感器叠层和所述上传感器叠层沿下磁道方向成镜像。

[0004] 提供该概述是以简化形式引入构思的选择,下面将在详细说明中进一步描述这些构思。该概述不意在鉴定权利要求主题的关键特征或必要特征,也不意在用于限制权利要求主题的范围。这些以及各种其他特征和优点将通过阅读下面的详细说明而更明晰。

### 附图说明

[0005] 通过描述了结合附图阅读的各个实现方式的以下发明详述中最佳地理解所描述的技术。

[0006] 图1示出了图示出在执行器组件的端部实现的实施例的读传感器结构的实施例框图。

[0007] 图2示出了根据本文所公开的实现方式的层叠式双读取器的实施例框图。

[0008] 图3示出了根据本文所公开的可选实现方式的层叠式双读取器的局部框图。

[0009] 图4示出了用于制成根据本文所公开的实现方式的层叠式双读取器的实施例操作。

### [0010] 发明详述

[0011] 在磁数据存储和取回系统中,磁记录头通常包括读取器部分,读取器部分具有磁阻(MR)传感器,其用于取回存储在磁盘上的磁编码信息。来自磁盘表面的磁通引起MR传感器的一个或多个传感层的磁化矢量的旋转,这依次引起MR传感器的电阻率的变化。传感层通常称为“自由”层,因为传感层的磁化矢量响应于外部磁通而自由旋转。通过使电流流经MR传感器并且测量MR传感器两端的电压,能够检测到MR传感器的电阻率的变化。然后,外部电路系统将电压信号转换成适当的格式并且根据需要操纵该信息以恢复在磁盘上编码的信息。

[0012] 已经开发出MR传感器,其特征在于三种普通类型:(1)非均质磁阻(AMR)传感器,(2)巨磁阻(GMR)传感器,包括自旋阀传感器和多层GMR传感器,以及(3)隧道巨磁阻(TGMR)传感器。

[0013] 隧道GMR(TGMR)传感器具有一系列交替的磁性层和非磁性层,类似于GMR传感器,除了传感器的磁性层由足够薄以允许磁性层之间的电子隧道的绝缘膜隔开之外。TGMR传感器的电阻取决于磁性层的磁化的相对取向,对于磁性层的磁化平行的构造展现出最小值且

对于磁性层的磁化反向平行的构造展现出最大值。

[0014] 对于所有类型的MR传感器,响应于来自磁盘的磁通而发生磁化旋转。随着磁盘的记录密度持续增加,磁道的宽度以及磁盘上的位数必须减小。这使得越来越小的MR传感器以及越来越窄的屏蔽件间距(SSS)成为必然。传感器的SSS确定了相对于较低信噪比(SNR)具有较高SSS的SNR。因此,SSS的减小导致PW50的值减小,因此,导致记录系统的SNR的值增加。

[0015] 层叠式双读取器有望显著提高磁道密度能力求和数据率。在层叠式双读取器中,两个传感器叠层沿下磁道方向堆叠在上屏蔽件和下屏蔽件之间。两个传感器叠层由中屏蔽件沿着下磁道方向隔开。此外,传感器叠层沿交叉磁道方向定位在侧屏蔽件之间。上屏蔽件和中屏蔽件之间的距离以及中屏蔽件与下屏蔽件之间的距离分别确定了上读取器和下读取器中的PW50的值。两个传感器叠层之间的距离还确定了存在不齐量的情况下层叠式双读取器的性能,两个传感器之间的较小距离使得在存在不齐量的情况下有更佳的性能。

[0016] 层叠式双读取器还包括沿下磁道方向位于两个传感器叠层之间的中屏蔽件。中屏蔽件连接到读取跨传感器叠层的电压的引线。如果跨两个传感器叠层在引线中流动的电流沿相同的方向,也即,沿下磁道方向从层叠式双读取器的上部到下部或者沿下磁道方向从层叠式双读取器的下部到上部,在两电流沿有利于自旋力矩传递(SMT)的方向上流动时,在层叠式双读取器工作过程中,层叠式双读取器展现出较高的稳定性和较低的噪声。因此,在层叠式双读取器的一种实现方式中,连接到中屏蔽件的两个引线具有相反的极性。

[0017] 然而,这种相反的极性增加了跨两个中屏蔽件泄漏的可能性并且因此需要在中屏蔽件之间有厚的绝缘体。反过来,这种增加的绝缘体的厚度增加了两个传感器之间的距离,使得在存在不齐量的情况下层叠式双读取器的性能差。此外,增加的绝缘体厚度还增加了上屏蔽件与中屏蔽件之间的距离以及中屏蔽件与下屏蔽件之间的距离,从而使得分别在上读取器和下读取器中具有较高的PW50值。

[0018] 通过使两个传感器叠层沿下磁道方向成镜像而使得两个传感器叠层的自由层(FL)彼此更加靠近,本文公开的层叠式双读取器的实现方式减小了上屏蔽件与下屏蔽件之间的SSS以及两个传感器之间沿下磁道方向的距离。换言之,在本文公开的实现方式中,与两个传感器叠层的合成反向铁磁(SAF)层相比,两个传感器叠层中的每一个的FL更靠近隔开两个传感器的中屏蔽件。层叠式双读取器的实现方式提供了附接到中屏蔽件而具有相同极性的引线。

[0019] 图1示出了图示出在执行器组件100的端部上实现的实施例的读传感器结构的实施例框图。具体地,图1示出了磁盘102的实现方式的平面图,换能器头104位于执行器组件106的端部上。磁盘102在运行过程中绕磁盘旋转轴线108旋转。此外,磁盘102包括外径110和内径112,在外径与内径之间有多个数据磁道114,其通过环形虚线表示出。数据磁道114大致为环形的,并且由规则分隔开的模式位构成。

[0020] 可以通过执行器组件106的使用而将信息写入到数据磁道114上的模式位上以及从数据磁道114上的模式位读取,在数据磁道114寻求绕着邻近磁盘102定位的执行器旋转轴线116运行的过程中,执行器组件106旋转。在磁盘操作过程中,在执行器旋转轴线116的远侧的端处安装到执行器组件106上的换能器头104紧靠近磁盘102的表面上方飞过。换能器头104包括记录头,记录头包括读传感器和写入极,读传感器用于从磁道114读取数据,写

入极用于将数据写入磁道114。

[0021] 为了从磁盘102读取数据,在磁盘102的磁道114上的过渡部产生了磁场。随着读取器传感器经过过渡部,过渡部的磁场调制读传感器的电阻。通过使传感电流经过读传感器且然后测量跨读传感器的电压变化,来检测读传感器的电阻变化。所得到的基于电阻的电压信号用于恢复在磁盘102的磁道上编码的数据。

[0022] 图1还图示出读传感器130的部分剖面构造的扩展的气浮表面(ABS)视图,其中读传感器可定位在换能器头104上。具体地,读传感器130是层叠式双传感器,包括沿下磁道方向位于上屏蔽件136与下屏蔽件138之间的下传感器叠层132和上传感器叠层134。下传感器叠层132和上传感器叠层134中的每一个都包括FL、SAF和AFM。此外,上传感器叠层134布置在上方侧屏蔽件142与144之间,而下传感器叠层132布置在下方侧屏蔽件146与148之间。

[0023] 在图示的实现方式中,下传感器叠层132和上传感器叠层134具有沿下磁道方向的相反布置的各层。因此,例如,虽然下传感器叠层132包括布置成使得AFM更靠近下屏蔽件138的FL、SAF和AFM,上传感器叠层134包括布置成使得AFM更靠近上屏蔽件136的FL、SAF和AFM。换言之,沿着下磁道方向,下传感器叠层132中的各层的次序与上传感器叠层134中的各层的次序相反。

[0024] 上传感器132和下传感器134借助中上屏蔽件152和中下屏蔽件154而沿下磁道方向彼此隔开。中屏蔽件152和154中的每一个可由坡莫合金材料制成。在一种实现方式中,AFM层156沿下磁道方向将中上屏蔽件152与中下屏蔽件154隔开。此外,AFM层156通过绝缘层160与中上屏蔽件152绝缘。

[0025] 以图1所示的方式布置下传感器132和上传感器134使得下传感器132的FL与上传感器134的FL之间的距离较小。由于在从磁介质读取磁信息方面利用FL的磁化,两个FL之间的距离较小使得在存在不齐量的情况下层叠式双读取器的性能更佳。在一种实现方式中,上传感器134的自由层与下传感器132的自由层之间的下磁道距离近似在10nm至40nm的范围内。

[0026] 在上传感器叠层和下传感器叠层两者中的层的顺序相同的层叠式双读取器的实现方式中(未披露),存在两种可能性:(1)在绝缘层的两侧的电流极性相反。SMT产生的噪声和不稳定性的视角看这是有利的情况,但是其对薄的绝缘层产生了应力。(2)可选地,在绝缘层的两侧上的电流极性相同。这减少了绝缘层上的应力,但是会由于SMT而产生噪声和不稳定性。

[0027] 与此相比,在图1所示的实现方式中,在同一设计中实现了降低噪声和不稳定性以及减小绝缘层上的应力的有益效果。在绝缘层160的两侧的电流极性相同,这样减小了绝缘层160上的应力。此外,电流的极性能够选择而使得在两个读取器中其基本降低了来自于可能由于层顺序与附接到层的电极极性之间的失配而产生的自旋力矩传递(SMT) De噪声和不稳定性。

[0028] 虽然层叠式双读取器130的实现方式包括了中下屏蔽件154、AFM层156和中上屏蔽件152,但是在可选的实现方式中,仅可设置中下屏蔽件154和AFM层156。这种具有单个中屏蔽件的实现方式进一步减小了下传感器132的FL与上传感器134的FL之间的距离,在存在不齐量的情况下进一步提高了层叠式双读取器130的性能。而且,具有单个中屏蔽件的实现方式还免除了对于中屏蔽件的AFM层156与中上屏蔽件152之间的绝缘体层之间的需要。

[0029] 图2图示出根据本文公开的实现方式的层叠式双读取器200的实施例框图。层叠式双读取器200包括下传感器叠层202和上传感器叠层204,其沿着下磁道方向布置在下屏蔽件206与上屏蔽件208之间。下传感器磁道202布置在下屏蔽件206与中下屏蔽件210之间,而上传感器磁道204布置在上屏蔽件208与中上屏蔽件212之间。此外,上传感器叠层204沿交叉磁道方向布置在上方侧屏蔽件220和222之间。下传感器叠层202布置在下方侧屏蔽件224与226之间。下传感器叠层202和上传感器叠层204中的每一个包括自由层(FL)、SAF层和AFM层。

[0030] 下屏蔽件206和上屏蔽件208中的每一个可配置成合成反向铁磁(SAF)结构。因此,上屏蔽件208包括基准层(RL)和钉扎层(PL),通过诸如钌(Ru)薄层的非磁性材料隔开RL和PL以提供RL与PL之间的RKKY耦合。类似地,下屏蔽件206还包括基准层(RL)和钉扎层(PL),通过诸如钌(Ru)薄层的非磁性材料隔开RL和PL以提供RL与PL之间的RKKY耦合。上屏蔽件208和下屏蔽件206中的RL层与PL层中的磁化方向彼此反向平行。

[0031] 层叠式双读取器200还包括与中下屏蔽件212邻近的中屏蔽件AFM层214和沿下磁道方向在中屏蔽件AFM层214与中上屏蔽件210之间的绝缘层216。在一种实现方式中,中屏蔽件210和212可由坡莫合金材料制成。

[0032] 利用附接到下屏蔽件206和中下屏蔽件212的下方电引线240来读取下传感器叠层202所产生的信号。另一方面,利用附接到上屏蔽件208和中上屏蔽件210的上方电引线242来读取上传感器叠层204所产生的信号。因为与上传感器叠层204相比下传感器叠层202中的成镜像的层顺序,在两个传感器叠层中产生的电流的方向也沿下磁道方向相反。结果,绝缘层216的两侧的两层,即中上屏蔽件210和中下屏蔽件212具有相同的极性(在图示的实现方式中为正)。这减少可能在绝缘层216上产生的应力,并且因此,可以在层叠式双读取器200中使用较薄的绝缘层216。此外,由于能够附接到层叠式双读取器的层的电极的极性有利于两个叠层,所以能够在两个读取器中减弱与SMT有关的性能降级。

[0033] 此外,由于传感器叠层的镜像布置,上传感器叠层204的FL与下传感器叠层202的FL彼此更加靠近,实际上减小了两个FL之间的距离250。距离250的减小使得在存在不齐量的情况下层叠式双读取器200的性能更佳。

[0034] 图3示出了根据本文公开的实现方式的层叠式双读取器300的实施例框图。层叠式双读取器300包括下传感器叠层302和上传感器叠层304,它们沿下磁道方向布置在下屏蔽件306与上屏蔽件308之间。下传感器叠层302布置在下屏蔽件306与中屏蔽件310之间,而上传感器叠层304布置在上屏蔽件308与中屏蔽件310的AFM层312之间。此外,上传感器叠层304沿交叉磁道方向布置在上方侧屏蔽件320与322之间。下传感器叠层302布置在下方侧屏蔽件324与326之间。下传感器叠层302与上传感器叠层304中的每一个都包括自由层(FL)、SAF层和AFM层。

[0035] 在上传感器叠层304和下传感器叠层302中层顺序的颠倒(沿下磁道方向)允许使用单个中屏蔽层310,而在两个传感器叠层之间无任何绝缘层。结果,三引线前置放大器电路可以用来采集来自层叠式双读取器300的两个传感器的信号。利用三引线前置放大器电路340减少了连接到层叠式双读取器300的电极数量,从而降低了SMT相关的噪声。此外,绝缘层的去除进一步减小两个传感器叠层的FL之间的距离350,从而在存在不齐量的情况下提高了层叠式双读取器的性能。在一种实现方式中,上传感器叠层304的自由层与下传感器

叠层302的自由层之间的下磁道距离近似在10nm至40nm的范围内。

[0036] 图4示出了根据本文公开的实现方式用于制成层叠式双读取器的实施例操作400。具体地,各操作402至424公开了本文形成所披露的层叠式双读取器的一种顺序。虽然这些操作公开了一种顺序,这些操作中的一个或多个可以按可选的次序执行。操作402形成SAF下屏蔽件,其可以包括形成由诸如钌(Ru)的薄层的非磁性材料隔开的基准层(RL)和钉扎层(PL)。操作404-408形成下传感器叠层,包括形成下传感器叠层的AFM层(404)、下传感器叠层的SAF层(406),以及形成下传感器叠层的FL(408)。注意的是,在可选实现方式中,下传感器叠层还可以包括其他层,诸如在FL之上的覆盖层,等等。

[0037] 随后,通过操作410,下读取器的侧屏蔽件形成在下传感器叠层的两侧(沿交叉磁道方向)上。操作412和414分别形成第一中屏蔽件和中屏蔽件AFM。在可选的实施方式中,第二中屏蔽件还可以形成为邻近中屏蔽件AFM。

[0038] 操作416-420形成了上传感器叠层,包括形成上传感器叠层的FL(416),上传感器叠层的AFM层(418)以及上传感器叠层的SAF层(420)。上传感器叠层的各层的次序与形成下传感器的各层的次序相比而言是相反的。此外,在可选的实现方式中,上传感器叠层还可以包括其他层,诸如在FL之上(位于FL和中屏蔽层之间)的覆盖层,等等。随后,操作422将上读取器的侧屏蔽件形成在上传感器叠层的两侧(沿交叉磁道方向)上,并且操作424形成SAF上屏蔽件。

[0039] 上述的说明、实施例和数据提供了本发明的实施例实现方式的结构和使用的完整描述。因为能够在不偏离本发明的精神和范围的情况下实现本发明的多种实现方式,本发明在于下面随附的权利要求书。此外,不同的实现方式的结构特征可以在另一实现方式中结合,而不偏离所记述的权利要求。上述的实现方式以及其他的实现方式都在随附权利要求书的范围之内。

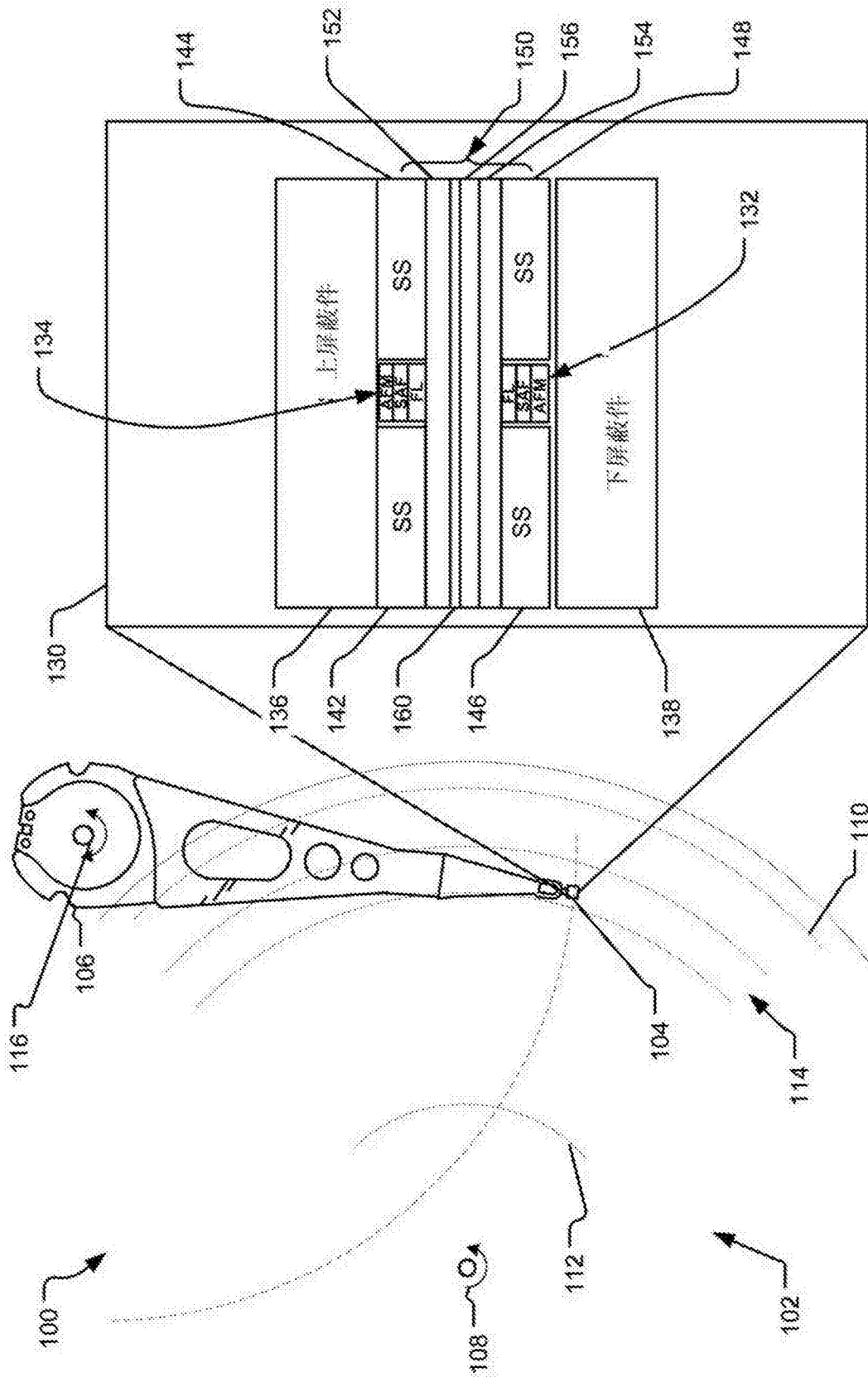


图1

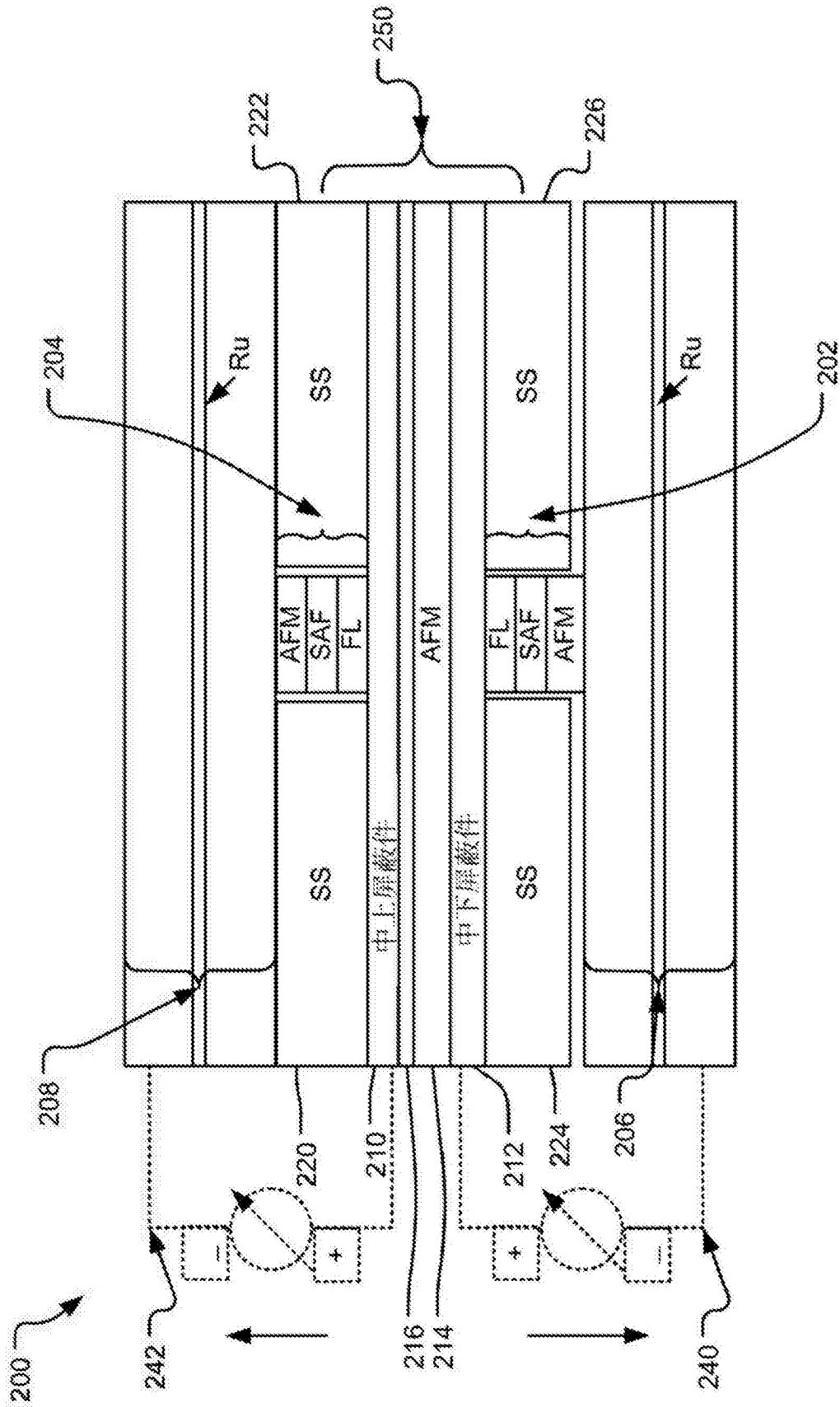


图2

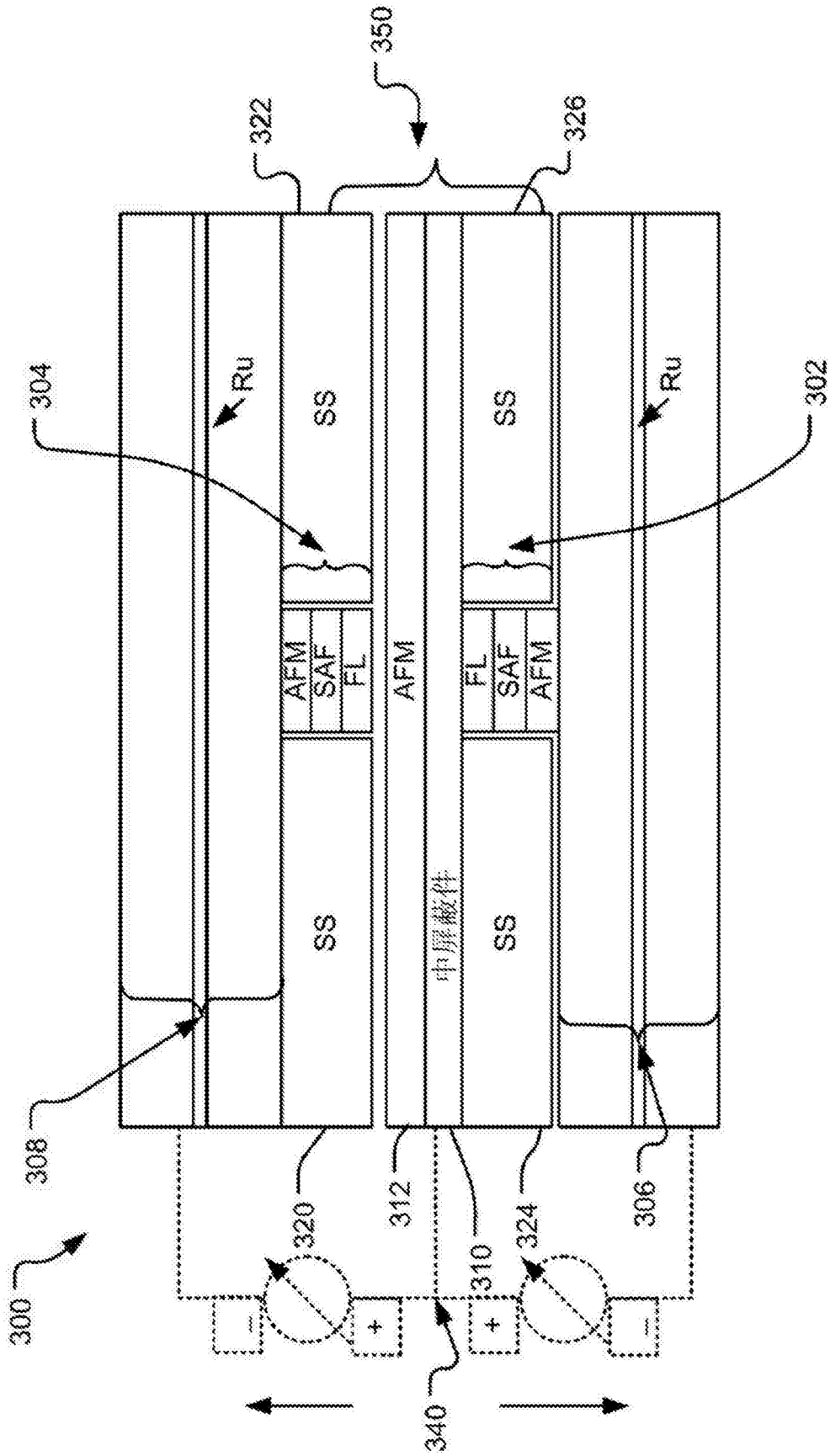


图3



图4