



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 103854665 B

(45)授权公告日 2018.04.10

(21)申请号 201310625340.9

(51) Int.Cl.

(22)申请日 2013.11.28

G11B 5/11(2006.01)

(65)同一申请的已公布的文献号

G11B 5/127(2006.01)

申请公布号 CN 103854665 A

审查员 罗婷

(43)申请公布日 2014.06.11

(30) 优先权数据

13/689,337 2012.11.29 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·S·里维利 J·薛

E·R·麦洛克 H·殷 陈永华

(74)专利代理机构 上海专利商标事务所有限公

司 31100

代理人 钱慰民

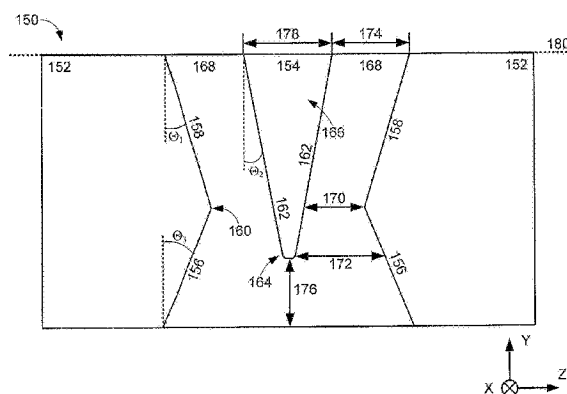
权利要求书2页 说明书6页 附图7页

(54)发明名称

具有锥形侧屏蔽侧壁的数据写入器

(57)摘要

一种数据写入器,一般至少配置有写极,该写极具有极侧壁以及连接前缘和后缘的连续的第一锥角。该写极可毗邻于侧屏蔽地定位,该侧屏蔽配置有削锥至屏蔽末梢的第一和第二屏蔽侧壁,该屏蔽末梢是写极和侧屏蔽之间的最近点。



1. 一种用于写数据的装置,包括具有极侧壁的写极,所述极侧壁具有连接前缘和后缘的连续的第一锥角,所述写极毗邻于配置有削锥至屏蔽末梢的第一和第二屏蔽侧壁的侧屏蔽,所述屏蔽末梢包括连接所述第一和第二屏蔽侧壁的具有预定长度的直线形侧壁,所述直线形侧壁与所述写极的后缘正交地取向。

2. 如权利要求1所述的装置,其特征在于,所述屏蔽末梢被定位在所述前缘和后缘之间。

3. 如权利要求1所述的装置,其特征在于,所述第一和第二屏蔽侧壁以相反角度从所述屏蔽末梢延伸出。

4. 如权利要求1所述的装置,其特征在于,所述第一和第二屏蔽侧壁中的至少一个连续地延伸超出所述写极的前缘和后缘。

5. 如权利要求1所述的装置,其特征在于,所述第一和第二屏蔽侧壁以不同的第二和第三锥角从所述屏蔽末梢延伸出。

6. 如权利要求1所述的装置,其特征在于,所述屏蔽末梢被定位成接近所述前缘。

7. 如权利要求1所述的装置,其特征在于,所述直线形侧壁被完全地定位在所述前缘和后缘之间。

8. 如权利要求1所述的装置,其特征在于,所述屏蔽末梢被定位成与所述前缘相隔第一距离并与所述后缘相隔第二距离,所述第一距离小于所述后缘。

9. 一种磁性元件,包括具有极侧壁的写极,所述极侧壁具有连接前缘和后缘的连续的第一锥角,所述写极设置在第一侧屏蔽和第二侧屏蔽之间并与之分离,所述第一侧屏蔽和第二侧屏蔽中的每一个配置有削锥至屏蔽末梢的第一和第二屏蔽侧壁,所述屏蔽末梢包括连接所述第一和第二屏蔽侧壁的具有预定长度的直线形侧壁,所述直线形侧壁与所述写极的后缘正交地取向。

10. 如权利要求9所述的磁性元件,其特征在于,所述第一和第二侧屏蔽具有不同的屏蔽侧壁总数。

11. 如权利要求9所述的磁性元件,其特征在于,所述侧屏蔽中的至少一个包括具有不同磁矩的多个层。

12. 如权利要求11所述的磁性元件,其特征在于,所述多个层具有不同的厚度。

13. 如权利要求11所述的磁性元件,其特征在于,所述多个层中的第一层具有位于所述前缘附近的第一磁矩,所述第一磁矩大于所述多个层中的第二层的第二磁矩。

14. 如权利要求9所述的磁性元件,其特征在于,第一和第二侧屏蔽两者的所述第一屏蔽侧壁延伸超出所述后缘以形成邮箱体。

15. 如权利要求9所述的磁性元件,其特征在于,第一和第二侧屏蔽中的至少一个的所述第二屏蔽侧壁从所述前缘延伸至下道的平面。

16. 一种数据写入器,包括具有极侧壁的写极,所述极侧壁具有连接前缘和后缘的连续的第一锥角,所述写极设置在第一侧屏蔽和第二侧屏蔽之间并与之分离,所述第一侧屏蔽和第二侧屏蔽中的每一个配置有削锥至屏蔽末梢并提供位于所述后缘附近的邮箱体的第一和第二屏蔽侧壁,所述屏蔽末梢包括连接所述第一和第二屏蔽侧壁的具有预定长度的直线形侧壁,所述直线形侧壁与所述写极的后缘正交地取向。

17. 如权利要求16所述的数据写入器,其特征在于,所述邮箱体具有比所述写极的极宽

度更大的预定宽度。

18. 如权利要求16所述的数据写入器,其特征在于,所述邮箱体是由至少一个侧屏蔽和后缘屏蔽的联合体形成的。

具有锥形侧屏蔽侧壁的数据写入器

发明内容

[0001] 各实施例总地涉及能用于高数据位密度数据存储环境的数据写入器。

[0002] 根据各实施例,一写极可具有极侧壁以及连接前缘和后缘的连续的第一锥角。该写极可毗邻于侧屏蔽地定位,该侧屏蔽配置有削锥至屏蔽末梢的第一和第二屏蔽侧壁,该屏蔽末梢是写极和侧屏蔽之间的最近点。

附图说明

[0003] 图1是根据各实施例构造和操作的示例数据存储设备的俯视框图。

[0004] 图2例示了能被用在图1的数据存储设备中的示例磁性元件的横截面示意框图。

[0005] 图3显示了根据一些实施例构造的示例磁性元件的一部分的ABS视角示意框图。

[0006] 图4例示了根据各个实施例构造的示例磁性元件的一部分的ABS视角示意框图。

[0007] 图5例示了根据各个实施例构造的示例磁性元件的一部分的ABS视角示意框图。

[0008] 图6是根据一些实施例构造的示例磁性元件的一部分的ABS视角示意框图。

[0009] 图7给出了根据各实施例执行的示例性磁性元件制造例程的流程图。

具体实施方式

[0010] 由于数据存储设备向更大数据存储容量和更快数据存取速率发展,随着各设备组件的物理尺寸和公差减小,对歧途磁通的磁屏蔽成为制造和操作性能困难的剧烈来源。尽管对其上安置数据位的数据磁道的最小化能解决以毗邻磁道干扰(ATI)形式出现的特定操作困难,然而将侧向磁屏蔽毗邻于磁存取特征(例如写极和磁阻叠层)而定位可通过减小存取特征的磁范围而减轻ATI。然而,增设侧向磁屏蔽可能遭受磁场和磁梯度损失,因为磁屏蔽随着磁存取特征所意欲的磁化而饱和。因此,对能够不减小磁场和梯度地实现在形状因数减小的数据存储设备中的磁屏蔽配置存在一种持续的产业需求。

[0011] 因此,各实施例总体涉及用写极来配置磁性元件,该写极具有极侧壁和连接前缘和后缘的连续第一锥角,其中写极被定位在毗邻侧屏蔽的位置,该侧屏蔽配置有削锥至屏蔽末梢的第一和第二屏蔽侧壁,该屏蔽末梢是写极和侧屏蔽之间的最近点。可选择性地调谐屏蔽末梢的位置和来自屏蔽末梢的屏蔽侧壁相对于写极的角取向以提供预定的磁范围。这类经调谐的磁屏蔽配置可额外地减轻使屏蔽饱和的磁通,而不是对数据位存取作出贡献。

[0012] 尽管可在无限制的各个环境中实践至少一个经调谐的磁屏蔽,但是图1一般地例示了可根据各个实施例利用经调谐的磁性元件的示例数据存储装置100的俯视示意框图。数据存储装置100是在非限定性配置中示出的,其中致动组件102能将换能头104定位在磁性存储介质106上的各个位置之上,在该磁性存储介质106上,所存储的数据位108位于预定的数据磁道110上。存储介质106可被附接至一个或多个主轴电机112,该主轴电机112在使用过程旋转以产生空气承载表面(ABS),致动组件102的滑块部分114在ABS上飞行以将包括换能头104的头万向节组件(HGA)116定位在介质106的预定部分之上。

[0013] 换能头104可被配置有一个或多个换能元件,如磁写入器、磁响应读取器和磁屏蔽,它们操作以分别对存储介质106的所选数据磁道110进行编程和读取数据。如此,致动组件102的受控运动对应于换能器与存储介质表面上界定的数据磁道110的对准,以写入、读取和重写数据。随着数据位108变得更密集地定位在具有较小径向宽度的数据磁道110内,头104可能非有意地接收来自毗邻数据磁道110上的数据位的磁通,这会诱发使数据存储设备100的性能降级的磁噪声和干扰。

[0014] 图2示出构造有磁屏蔽以减轻形状因子减小的数据磁道和更密集充填的数据位的影响的示例磁性元件120的横截面示意框图。如图所示,磁性元件120可具有一个或多个数据存取元件,例如磁读取器122和写入器124,它们可以单独地或同时地操作以向毗邻的存储介质(诸如图1的介质106)写数据或从中检索数据。每个磁性元件122、124由多种屏蔽和换能元件构成,这些屏蔽和换能元件作用以将数据沿数据磁道126读取自/写入至相应的数据介质。

[0015] 磁读取元件122具有位于前缘屏蔽和后缘屏蔽132和134之间的磁阻层130。同时,写入元件124具有写入极136和至少一个返回极138,写入极136和至少一个返回极138建立写入电路,以给予毗邻的存储介质预定的磁取向。在图2所示的写入元件124的非限定性配置中,两个返回极138各自接触地毗邻于非磁性间隙层140和后缘屏蔽142,非磁性间隙层140和后缘屏蔽142防止来自极136、138的磁通延伸超出写入元件124的边界。每个返回极138进一步接触绝缘材料144,该绝缘材料144维持写极136、138的磁隔离。

[0016] 磁性元件120的屏蔽可由其相对于遇到外部位(诸如图1的位108)的时间的位置来表征。换言之,在换能元件122和124之前遇到外部位的屏蔽是“前缘”屏蔽,而在换能元件之后看到位的屏蔽是“后缘”屏蔽。这样的表征延及换能元件“上道”或“下道”之间的差,因为根据磁性元件120和外部位的行进方向,屏蔽可以是前缘的或者是后缘的,或者是上道的或者下道的。

[0017] 尽管磁性元件120具有驱逐磁通使之不到达上道和下道磁位的沿Y轴定位的多个屏蔽层,然而增加的数据位密度已导致与沿Z轴的附加屏蔽对应的更紧数据磁道126。相对于写极136沿Z轴添加侧屏蔽可迎合写极136的磁范围以适应减小的数据磁道126宽度,但这种添加可能减小磁场振幅和梯度,因为磁化使侧屏蔽饱和而不是流过写极。磁场的减小可在操作上降低写极136的磁灵敏性和数据编程效率,这在写极非有意地对毗邻数据磁道126的数据位编程时可能导致降级的线性数据位密度容量和增加的侧道擦除几率。

[0018] 图3给出根据各实施例的示例性磁性元件150的一部分的ABS视角示意框图,该示例性磁性元件150在写极154的相对两侧上采用经调谐的侧屏蔽152。每个侧屏蔽152配置有削锥至屏蔽末梢160的第一屏蔽侧壁156和第二屏蔽侧壁158,而写极154具有极侧壁162,该极侧壁162削锥至位于极本体166上道的极末梢164。要理解,图3总地图示为与预定磁道对准,在该预定磁道,磁性元件150的底部是上道并在元件150的顶平面处在下道部分之前遇到数据位。

[0019] 通过配置屏蔽侧壁158角($\Theta 1$)使之匹配极侧壁162角($\Theta 2$)以使侧屏蔽152从极本体166至极末梢164配置有均一的写间隙168,这样做能为写极154提供受控制的磁范围,但也可提供磁通管道(conduit)以使侧屏蔽152饱和而不是传输通过写极154。考虑到这些磁因素,可如图所示地构造一个或多个侧屏蔽152,以使屏蔽末梢160是写极154和侧屏蔽152

之间的最近点。调谐屏蔽末梢160沿Y轴的垂直位置和相应屏蔽侧壁156、158的锥角($\Theta 1$ 和 $\Theta 3$)的能力能控制写极154的磁范围而不会在写极154和侧屏蔽152之间提供易磁化管道。

[0020] 作为非限定例子,每个侧屏蔽152可被配置成使屏蔽末梢160位于可被表征为前缘的极末梢164和可被表征为后缘的极本体166之间,并且屏蔽侧壁156、158从屏蔽末梢160开始各自沿不同方向和角($\Theta 1$ 和 $\Theta 3$)延伸,以使从极侧壁162至屏蔽末梢160的距离170小于从极侧壁162至第一屏蔽侧壁156或至第二屏蔽侧壁158的距离172、174中的任何一个。各实施例将距离174调谐至距离170的两倍并大于距离172,从而配置写极154的磁范围以既减少侧道擦除又减小毗邻磁道干扰。

[0021] 邻近于极末梢164存在边缘磁场可能是在侧道擦除情况下对毗邻数据磁道的非有意编程的一个动因。可至少通过调节屏蔽侧壁156的长度以使上道从极末梢164延伸预定距离176而缓解这种情况,该预定距离176可大于极本体166在平面180的预定宽度178。通过很多种类的可调谐磁性元件特征,比如屏蔽156、158和极侧壁162的锥角($\Theta 1$ 、 $\Theta 2$ 和 $\Theta 3$)以及屏蔽末梢160的位置,可将写极154的磁范围调控成数种不同的形状,这些形状能提高数据写入性能,尤其是在形状因数减小的高数据位密度存储设备中。

[0022] 图4示出根据一些实施例以多种结构特征调谐的示例性磁性元件190的一部分的ABS视角示意框图。磁性元件190具有设置在侧屏蔽194和后缘屏蔽196之间的写极192,侧屏蔽194和后缘屏蔽196中的每一个配置有磁范围改变特征,例如邮箱体(letterbox)198、屏蔽侧壁200和202以及极侧壁204。写极192配置有直线形后缘204和弯曲的前缘极末梢206,屏蔽末梢208定位在两者之间并且屏蔽侧壁200、202从屏蔽末梢208延伸相应的长度,这些长度使每个侧壁200、202超出前缘206和后缘204的边界。

[0023] 如同图3的屏蔽和极侧壁,各侧壁200、202和204可被调谐至无限多个角($\Theta 1$ 、 $\Theta 2$ 和 $\Theta 3$),这些角允许在前缘206、后缘204和屏蔽末梢208处具有不同的屏蔽-极距离。不管各侧壁的调谐角和侧屏蔽194和写极192之间的间隙的尺寸如何,在写极192的下道引入邮箱体198能在最小化来自极192的磁通损失的同时提供充分的磁屏蔽,这增加了写场梯度、振幅和增益。邮箱体198被图示为部分地形成在侧屏蔽194和后缘屏蔽196之外,但可随意地改变这种配置以完全地将邮箱体纳入作为侧屏蔽194或后缘屏蔽196的一部分。

[0024] 在多个实施例中可调谐邮箱体198的位置和形状以提供写极192的磁屏蔽和写场增益以及梯度之间的平衡。也就是说,可连同诸如连续曲线和矩形的总体形状调谐与写极192的宽度210和距离212,以为写极192提供预定的屏蔽和磁表现特性。调谐的邮箱体198的添加可减少磁过冲,因为杂散场至少部分地通过由具有最接近写极192的最长侧壁的经调谐屏蔽侧壁200、202提供的形状各向异性而减少。邮箱体198可由屏蔽末梢208的经调谐位置补足,所述经调谐位置由屏蔽末梢208与写极192的前缘206和后缘204的前缘距离214和后缘距离216提供以减少侧道擦除并增加磁过渡曲率。

[0025] 尽管侧屏蔽194、写极192和邮箱体198的配置可将屏蔽材料定位在与写极192的选定部分具有预定接近度的位置并允许磁性绝缘材料被设置在屏蔽194、196和写极192之间,然而可进一步对磁性元件190的各个组件的形状、材料、尺寸和位置进行调谐以在提供优化的磁写场的同时操控写极192的磁范围。图5大体示出根据各实施例调谐的示例性磁性元件220的一部分的ABS视角示意框图。磁性元件220具有设置在两个侧屏蔽224之间的写极222,这两个侧屏蔽224各自被调谐以提供两个以上的屏蔽侧壁。

[0026] 如图所示,写极222具有基本梯形形状,其中相反朝向的极侧壁226连接前缘228和后缘230。每个侧屏蔽224配置有第一屏蔽侧壁232和第二屏蔽侧壁234,它们从由末梢侧壁238构成的屏蔽末梢236开始以预定角度削锥。相比图4的屏蔽末梢208,屏蔽末梢236不是两个表面的交汇点,而是连接另外两个屏蔽侧壁232、234的具有预定长度240的表面。末梢侧壁238的直线形表面或在一些实施例中连续曲线形表面的使用提供另一可调谐结构性表面,该可调谐结构性表面允许写极222和侧屏蔽224之间的写间隙在相对于极侧壁226的预定距离242、244下变化。

[0027] 末梢侧壁238的形状和位置可使第一屏蔽侧壁232和第二屏蔽侧壁234以一些角度削锥和延伸,这些角度在屏蔽侧壁232、234交汇在一点的情况下将使屏蔽侧壁过分靠近写极222。例如,末梢侧壁238的长度可使第二屏蔽侧壁以比如果末梢侧壁238的长度240不存在时更小的角度从屏蔽末梢236延伸出以提供至写极222的后缘230的预定距离。在一些实施例中,可利用这种更小的屏蔽侧壁角以形成预定侧屏蔽宽度246以及距离写极222的预定下道距离248,这可产生邮箱式写场增益和梯度优化,而无需在侧屏蔽224和/或后缘屏蔽内额外地制造邮箱体。

[0028] 通过调谐各屏蔽和极侧壁可能获得的众多屏蔽配置不仅限于在写极222相对两侧上的镜像结构。图6大体示出如何能够调谐示例性磁性元件260以通过根据一些实施例构造的不同侧屏蔽264、266配置控制写极262的磁范围。磁性元件260的ABS视图示出第一侧屏蔽264,该第一侧屏蔽264被构造为具有不同磁屏蔽特性和结构取向的多种不同材料的叠层。

[0029] 在图6所示的例子中,第一侧屏蔽264具有第一屏蔽层268、第二屏蔽层270和第三屏蔽层272,每个屏蔽层具有沿Y轴不同的厚度274、276和278以及相对于极侧壁286($\odot 3$)以不同角度($\odot 1$ 和 $\odot 2$)取向的不同屏蔽侧壁280、282和284。一些实施例配置屏蔽侧壁280、282和284以提供侧屏蔽264和写极262的前缘之间的前缘距离288,该前缘距离288是侧壁264和写极262的后缘之间的后缘距离290的一半。将前缘距离288配置成后缘距离290的一半能提供针对最小毗邻磁道干扰优化的写场。

[0030] 第一侧屏蔽264和写极262之间增大的写间隙可通过使用表现出不同磁矩的材料来补足。例如,第一层268可被构造有第一预定磁矩,例如2.4特斯拉,而第二层270具有不同的第二预定磁矩,例如1.4特斯拉,而第三层272配置有不同的第三预定磁矩,例如1.0特斯拉。不同层268、270和272的不同磁矩可最小化写场损失,因为杂散磁场受到控制,尤其是在接近前缘极末梢292的位置。调谐写极262的尺寸、位置以及各侧屏蔽264叠层的材料的能力提供额外的调谐方面,这些调谐方面能允许对写极262的磁范围和磁性质的精确表述(articulation)。

[0031] 尽管多个不同屏蔽层268、270和272和材料的使用可提供精确的调谐能力,然而额外的制造复杂性和处理可能抵消叠层侧屏蔽配置的效果。第二侧屏蔽266示出如何将单个层和材料构造成多个屏蔽侧壁294、296、298和300,这些屏蔽侧壁294、296、298、300以不同的角取向($\odot 4$ 、 $\odot 5$ 、 $\odot 6$ 和 $\odot 7$)被构造以产生作为写极262和第二侧屏蔽266之间的最接近点的屏蔽末梢302。

[0032] 屏蔽末梢302的位置可位于极侧壁286的任何预定部分附近,但当侧屏蔽从前缘极末梢292向下道延伸一平面时这种预定部分可以更朝向写极262的后缘部。也就是说,可响应侧屏蔽266延伸过的下道距离304选择屏蔽末梢302的位置。该下道距离304可进一步改变

前缘距离306、末梢距离308和后缘距离310,以用写场增益和梯度平衡磁屏蔽,从而提供预定的毗邻磁道干扰和侧道擦除缓解。

[0033] 通过多种可能优化写场和数据位编程性能的非限定性侧屏蔽配置,磁性元件的构造可能经历一系列一般和特殊的判决以对磁性操作进行调谐。图7给出根据各实施例执行的示例性磁性元件制造例程330以调谐磁性元件的磁屏蔽和磁写入场性能。一开始,例程330在步骤332构造具有预定形状、侧壁和极末梢的写极。

[0034] 判决334确定是否侧屏蔽中的一个或其两者被构造成多层叠层。如果从判决334得出多个不同的侧屏蔽层被利用,则步骤336连续地形成具有预定材料、厚度和屏蔽侧壁角取向的每个侧屏蔽层。相反,步骤338沉积单侧屏蔽层并形成屏蔽末梢,从该屏蔽末梢延伸出预定数量的屏蔽侧壁。多个实施例配置屏蔽侧壁以使其延伸超出写极的前缘和后缘,而其它实施例将屏蔽末梢定位成毗邻于写极的预定部分,例如极侧壁距离前缘的长度的10%、30%或50%。

[0035] 应当注意,写极相对两侧上的侧屏蔽的形成可通过一次或多次地执行步骤336、338中的任何一个来达成。在写极的相对两侧上形成侧屏蔽使例程330进至判决340,在判决340考虑将例如图4的邮箱体198的邮箱体并入。步骤342形成邮箱体,该邮箱体具有例如矩形、梯形和矩形形状的预定形状和预定尺寸以及与写极的预定距离。这种邮箱体构造可引入对之后在步骤344沉积的侧屏蔽和后缘屏蔽中的一者或两者的处理。也就是说,邮箱体可被完全地纳入到侧屏蔽或后缘屏蔽中,或由通过侧屏蔽和后缘屏蔽两者提供的表面组合构成。

[0036] 在判决340不将邮箱体纳入磁性元件的情况下,步骤344沉积后缘屏蔽达与写极的预定距离,而不形成内邮箱体开口。通过例程330的各个判决和步骤,可通过各侧屏蔽侧壁、距离和屏蔽末梢位置的经调谐配置用写场性能平衡磁屏蔽,从而对磁性元件的性能进行优化。例如,锥形屏蔽侧壁和屏蔽末梢的位置可被配置在相对于写极的多个位置,以提供与减少或最小化的非有意表现特性(例如侧道擦除和毗邻磁道干扰)的风险结合的更多或更少磁屏蔽。

[0037] 然而,应当注意,图7中所示的例程330的各个步骤和判决并非是必须或构成限制的,因为可省去、改变和添加各个判决和步骤。在一个例子中,判决334和步骤336、338可具有相同或不同结果地多次执行以构造位于写极两相对侧上的侧屏蔽。

[0038] 可被调谐以提供预定磁屏蔽和数据位编程性能的侧屏蔽结构参数的过剩反映了能够控制写极的磁范围的众多可能的侧屏蔽配置。这些侧屏蔽配置可被调谐以提供具有优化写场增益和梯度的提高的磁场性能,而其它配置可被调谐以使源自歧途磁场和侧屏蔽磁饱和的非有意性能状态最小化。通过相对于写极调谐侧屏蔽的各个结构性方面平衡这些多个表现特性的能力传达侧屏蔽构造的多样性,尤其是关于适配至增加的数据位密度、形状因数减小的数据存储设备。

[0039] 另外,尽管各个实施例已涉及磁编程,但应当理解,所要求保护的本发明可易于在任意数量的其他应用(包括数据存储设备应用)中使用。将理解,尽管在先前描述中连同各实施例的结构和功能的细节一起阐述了本公开的各实施例的许多特性和配置,但是此详细描述仅仅是示例性的,并且可以在细节上作出修改,尤其在由表达所附权利要求的术语的宽泛的一般含义所指示的尽可能范围内在本公开的原理内对部件的结果和布置的诸方面

作出修改。例如,在不偏离本发明技术的精神和范围的情况下,特定元件可以取决于特定应用而变化。

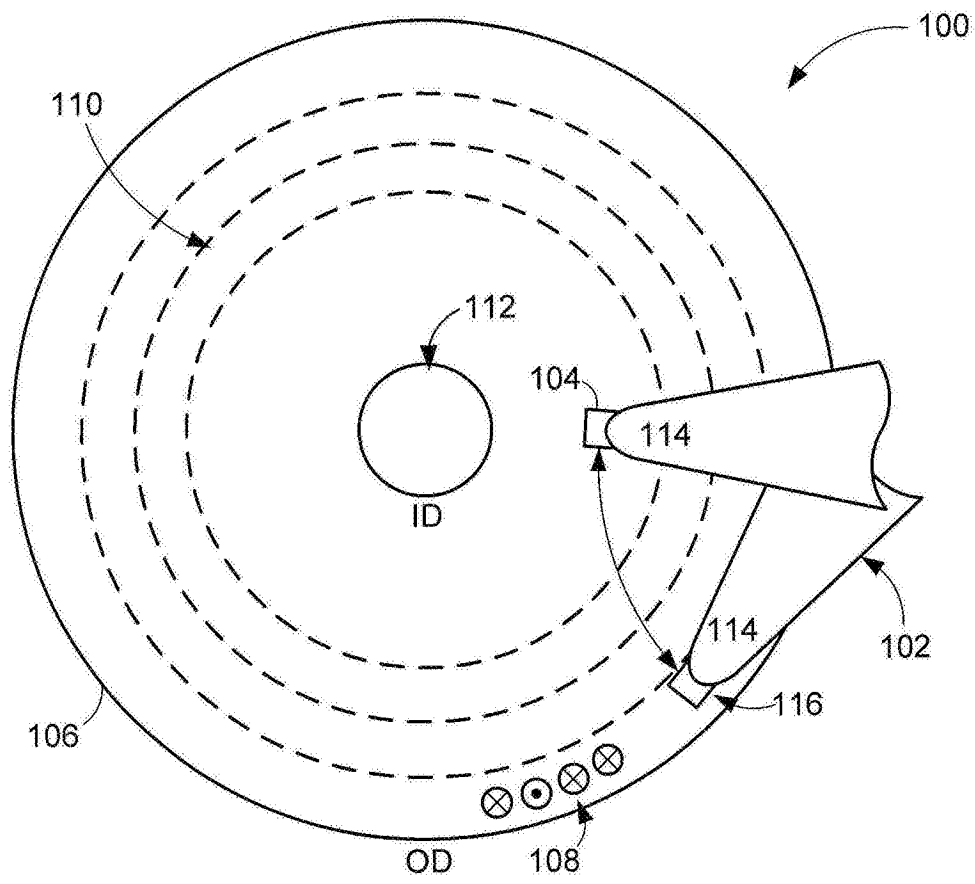


图1

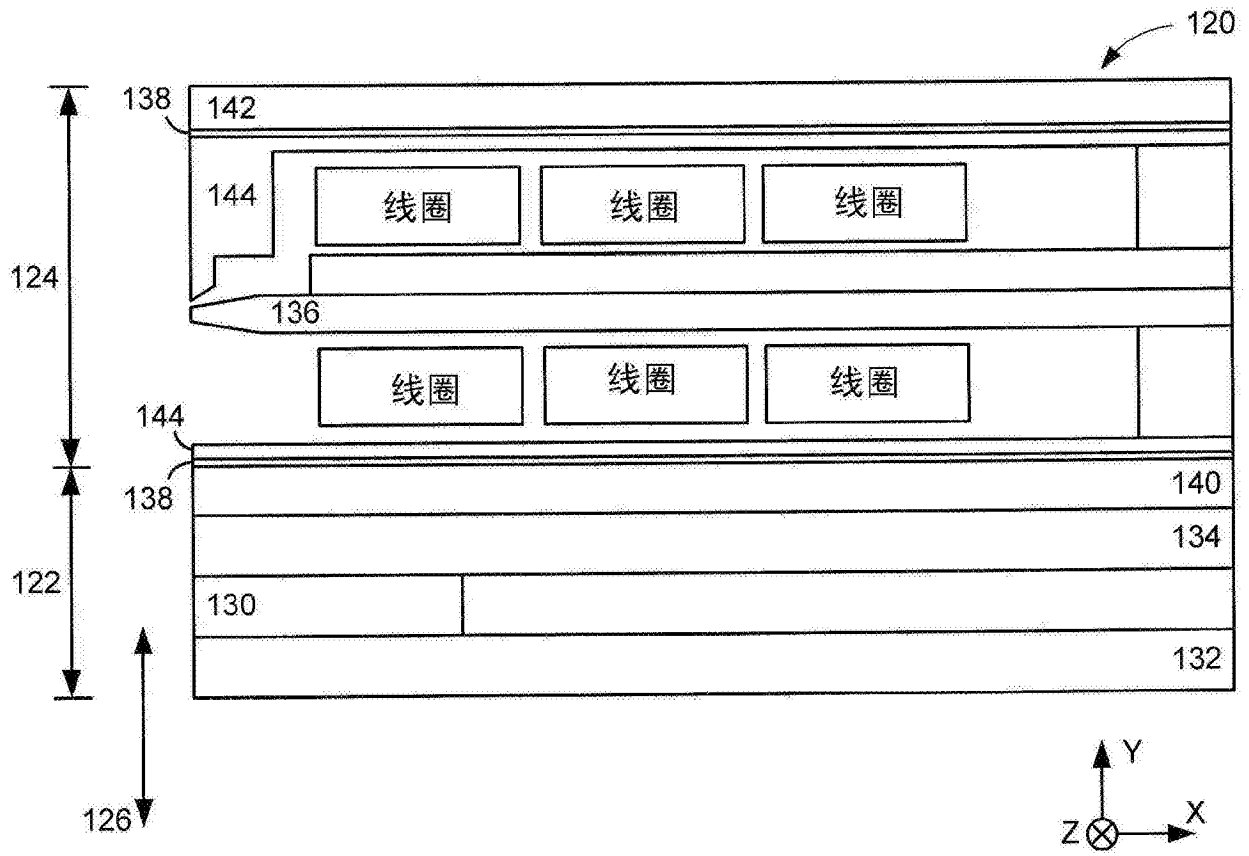


图2

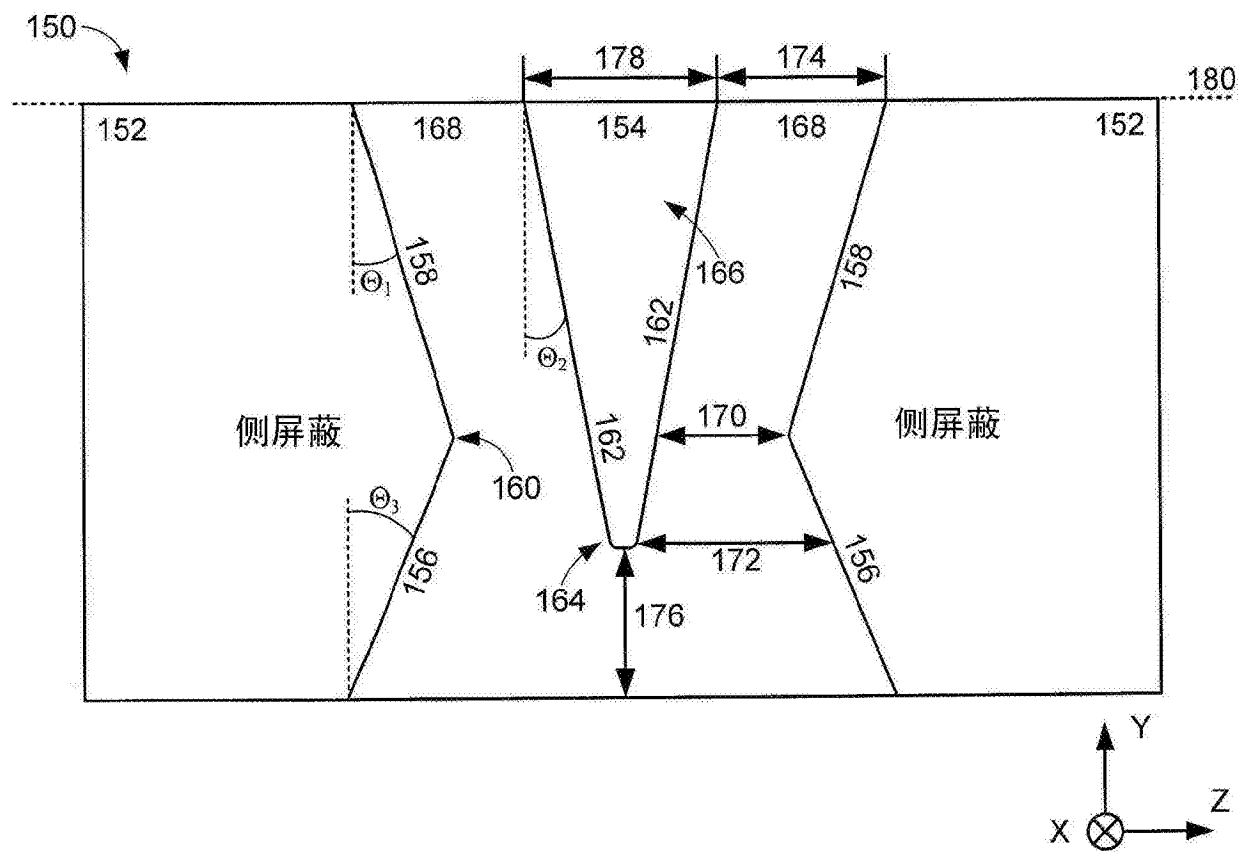


图3

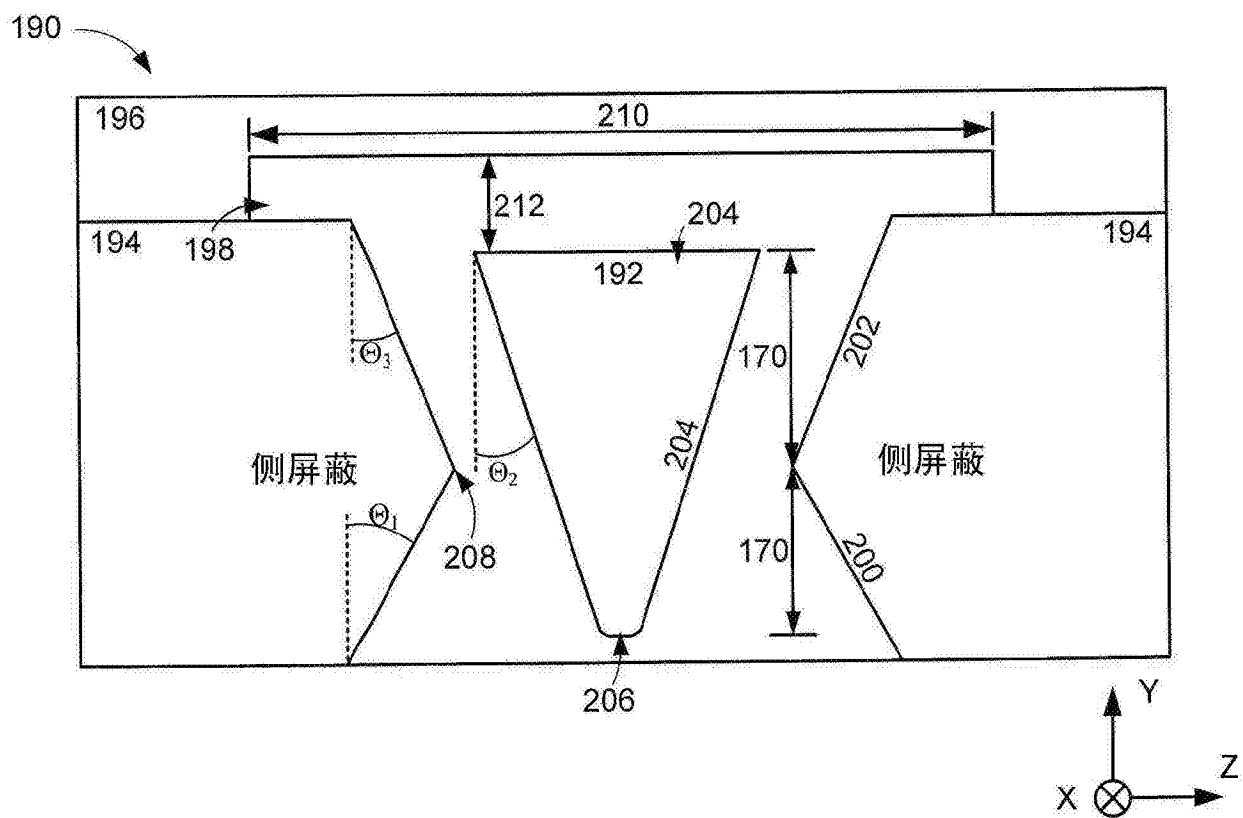


图4

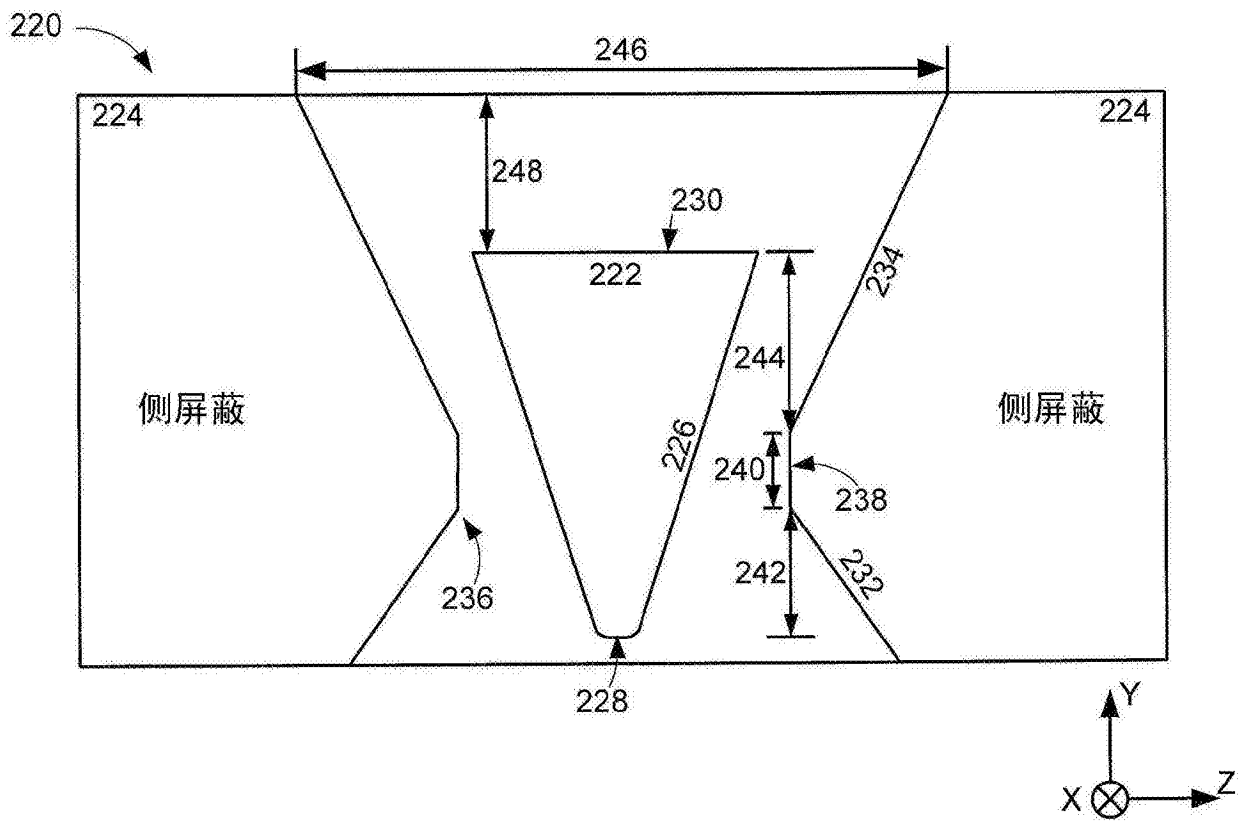


图5

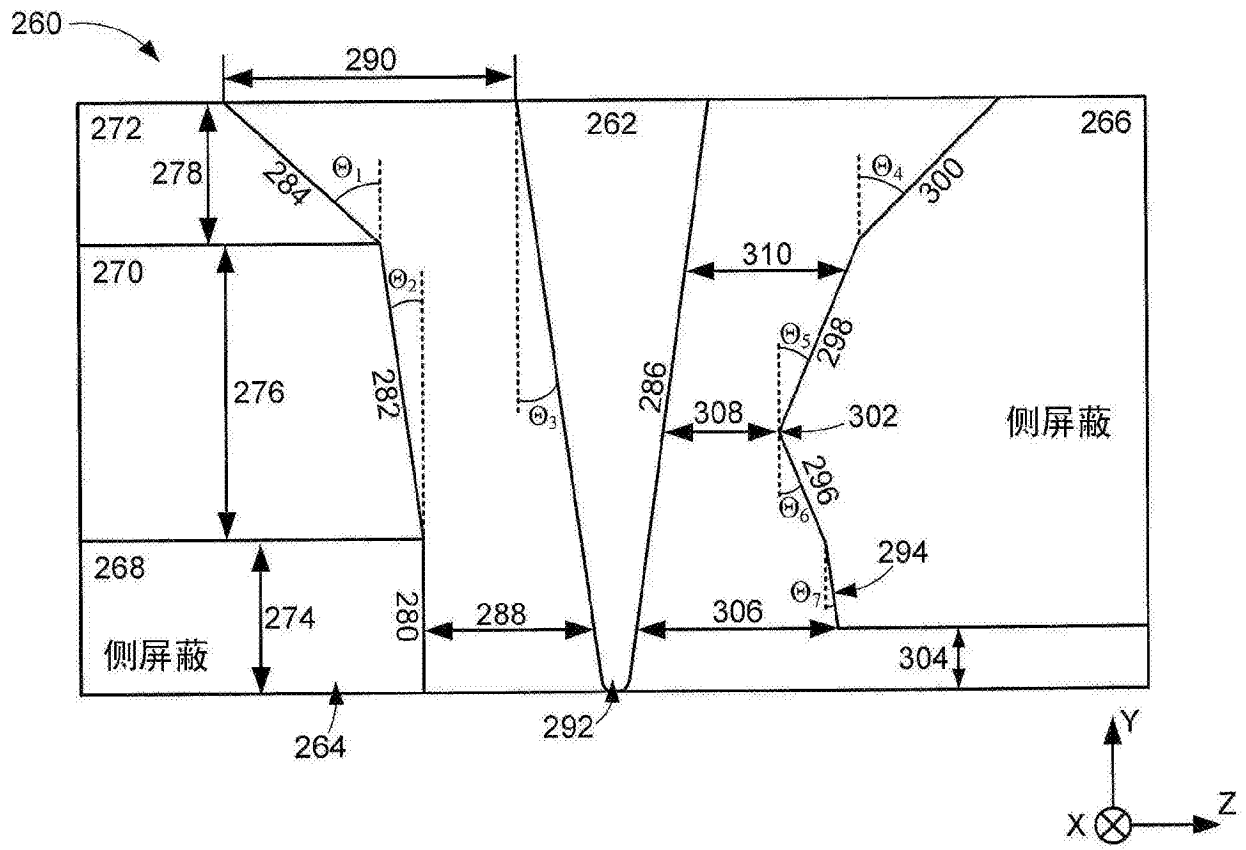


图6

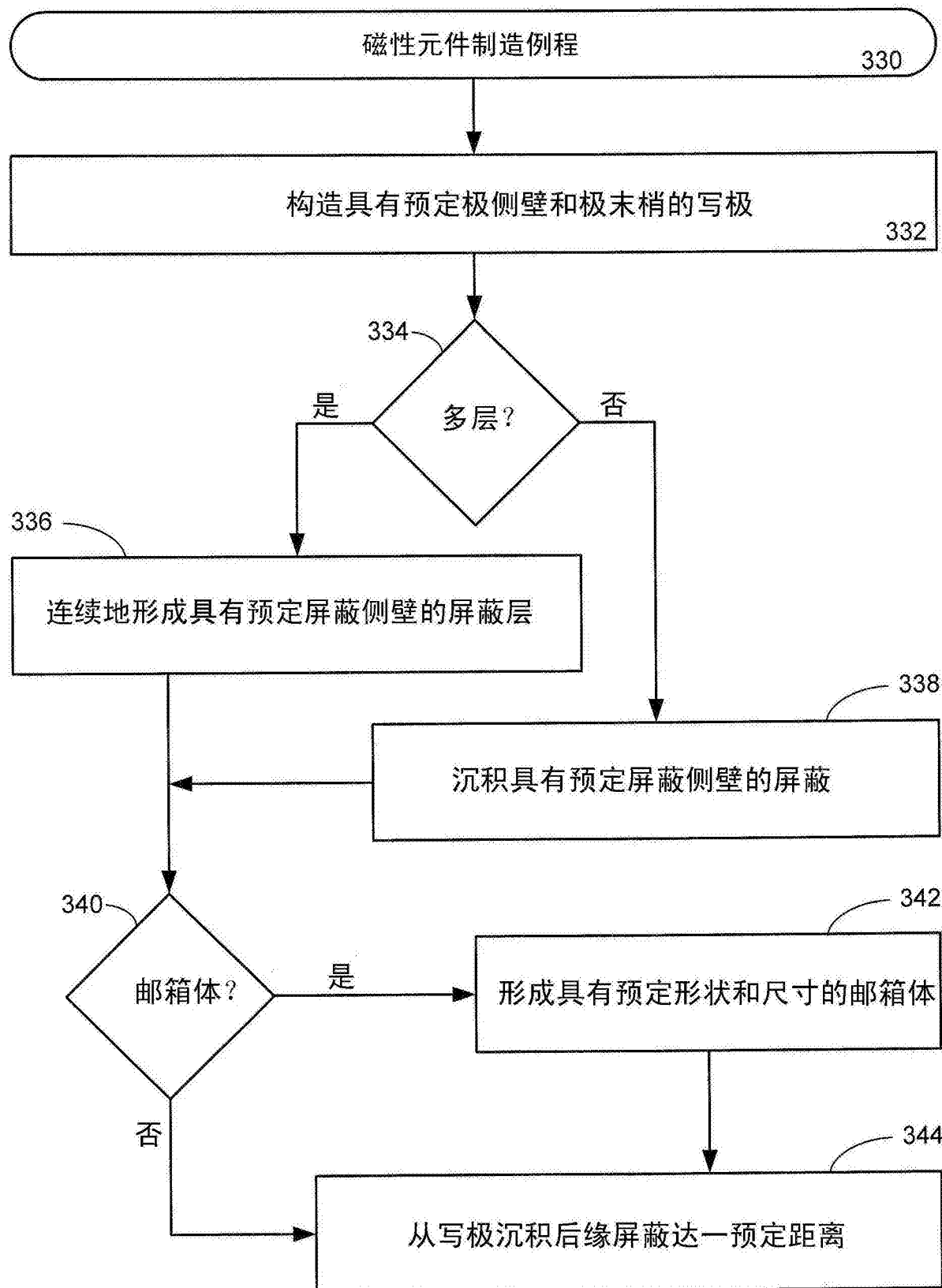


图7