



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101923863 B

(45) 授权公告日 2013. 11. 06

(21) 申请号 201010239754. 4

(22) 申请日 2010. 05. 17

(30) 优先权数据

12/467, 736 2009. 05. 18 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 P·E·安德森

(74) 专利代理机构 上海专利商标事务所有限公

司 31100

代理人 姬利永

(51) Int. Cl.

G11B 5/127(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 1822098 A, 2006. 08. 23, 说明书第 6 页第 9 行 - 第 7 页第 13 行, 图 4-9.

CN 101064112 A, 2007. 10. 31, 全文.

US 2006/0250726 A1, 2006. 11. 09, 全文.

审查员 刘竞滢

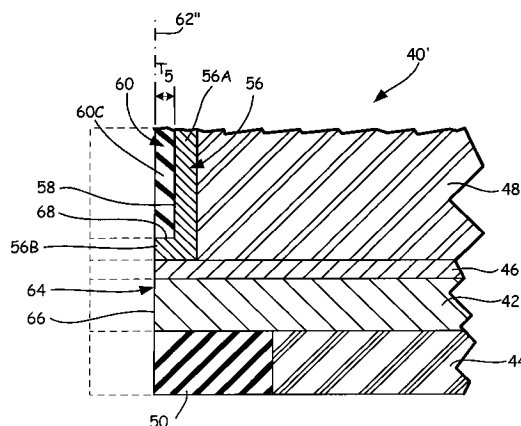
权利要求书2页 说明书6页 附图8页

(54) 发明名称

用于垂直写入器的受控前屏蔽厚度的方法和装置

(57) 摘要

一种用于形成具有磁写入器的换能头的方法, 包括: 形成与写入器极和间隙层相邻的底座, 在底座上沉积前屏蔽, 蚀刻所述前屏蔽, 以及在蚀刻后的前屏蔽上沉积回填层。所述前屏蔽在蚀刻时具有受控厚度。



1. 一种用于形成具有磁写入器的换能头的方法,所述方法包括:  
形成与间隙层相邻的底座;  
在所述底座上沉积前屏蔽;  
蚀刻所述前屏蔽,其中所述前屏蔽在蚀刻时具有受控厚度;  
以及  
在蚀刻之后在所述前屏蔽上沉积回填物层,其中所述前屏蔽的第一部分定位在回填物层与底座之间。
2. 如权利要求 1 所述的方法,其特征在于,还包括:  
研磨所述换能头,以限定气垫表面,其中研磨所述换能头去除所述回填物层的至少一部分。
3. 如权利要求 2 所述的方法,其特征在于,研磨所述换能头将所述前屏蔽暴露于气垫表面。
4. 如权利要求 2 所述的方法,其特征在于,在研磨之前限定所述前屏蔽的厚度,并且在研磨期间保持不变。
5. 如权利要求 2 所述的方法,其特征在于,研磨所述换能头留下气垫表面和前屏蔽之间的回填物层的一部分。
6. 如权利要求 1 所述的方法,其特征在于,使用离子束沉积技术来沉积所述前屏蔽。
7. 如权利要求 1 所述的方法,其特征在于,使用等离子体气相沉积技术来沉积所述前屏蔽。
8. 如权利要求 1 所述的方法,其特征在于,使用离子研磨技术来蚀刻所述前屏蔽。
9. 如权利要求 1 所述的方法,其特征在于,使用反应离子蚀刻技术来蚀刻所述前屏蔽。
10. 如权利要求 1 所述的方法,其特征在于,使用反应离子束蚀刻技术来蚀刻所述前屏蔽。
11. 如权利要求 1 所述的方法,其特征在于,还包括:  
形成写入器极;以及  
形成与写入器极相邻的间隙层,其中所述间隙层在所述写入器极和所述底座之间延伸。
12. 一种用于形成具有磁写入器的换能头的方法,所述方法包括:  
形成与间隙层相邻的底座;  
在所述底座上沉积前屏蔽;  
在所述前屏蔽上沉积回填物层,其中所述前屏蔽的第一部分定位在回填物层与底座之间;以及  
研磨所述换能头,以限定气垫表面,其中研磨所述换能头去除所述回填物层的至少一部分。
13. 如权利要求 12 所述的方法,其特征在于,使用原子层沉积技术来沉积所述前屏蔽。
14. 如权利要求 13 所述的方法,其特征在于,所述前屏蔽在沉积时具有受控厚度。
15. 如权利要求 12 所述的方法,其特征在于,还包括:  
在沉积回填物层之前蚀刻所述前屏蔽,其中蚀刻所述前屏蔽限定前屏蔽的厚度。
16. 如权利要求 15 所述的方法,其特征在于,使用选自下组的技术蚀刻所述前屏蔽,该

组包括：离子研磨、反应离子蚀刻和反应离子束蚀刻。

17. 如权利要求 12 所述的方法，其特征在于，研磨所述换能头将所述前屏蔽暴露于气垫表面。

18. 如权利要求 12 所述的方法，其特征在于，研磨所述换能头留下气垫表面和前屏蔽之间的回填物层的一部分。

19. 一种用于换能头的磁写入器，所述磁写入器包括：

写入器极，所述写入器极将极尖限定在所述换能头的气垫表面上；

间隙层；

底座，其中所述间隙层在所述写入器极和所述底座之间延伸；

前屏蔽，所述前屏蔽与所述底座和所述间隙层相邻定位；以及

回填物层，所述回填物层定位在气垫表面上，其中所述前屏蔽的第一部分定位在回填物层与底座之间，并且与气垫表面间隔开。

20. 如权利要求 19 所述的写入器，其特征在于，所述前屏蔽的第二部分从所述前屏蔽的第一部分延伸到所述气垫表面。

## 用于垂直写入器的受控前屏蔽厚度的方法和装置

### 背景技术

[0001] 硬盘驱动器 (HDD) 典型地包括一个或多个磁介质盘或其他磁存储介质, 其中的每个都具有用于存储数据的同心数据磁道。在使用多个盘时, 由具有基本相同直径的同轴盘形成堆叠。由滑块携带的换能头用于读写给定盘上的数据磁道。所述滑块由头臂组件 (HAA) 携带, 该头臂组件包括致动器臂以及悬吊组件, 该滑块可包括负载梁和万向节。该万向节可以是固定至负载梁的独立金属元件以支承其上的滑块, 或者可以与负载梁整体地形成。操作期间, 当相关联的盘旋转时, 滑块在盘表面的小气垫上滑动。致动器臂具有枢纽, 以便相对于盘可移动地定位滑块。可包括微致动器组件, 以提供悬吊组件和滑块的附加精确定位。电连接沿着悬吊延伸, 以将换能头电连接到位于致动器臂上或其附近的组件。这些电连接可形成于悬吊本身上, 或可位于相对悬吊支承的独立互连结构上, 例如折叠 (flex-on) 悬吊 (FOS)。

[0002] 磁存储介质可将数据存储为比特, 且磁化方向在介质平面内, 或者垂直于介质平面。更大的存储密度通常可通过垂直记录获得。

[0003] 滑块包括滑块体和包括换能头的外套。该外套是电绝缘的。多个接合盘形成在滑块上, 例如在滑块的后边缘或顶面上, 以便将换能头的元件穿过外套电连接到外部电路。

[0004] 换能头典型地包括写入器和读取器。读取器包括用于检索存储在盘 (或其他磁存储介质) 上的磁编码信息的传感器。来自盘表面的磁通量造成了传感器的一个或多个传感层的磁性向量的旋转, 这进而造成传感器电属性的变化, 该变化可以通过使电流穿过传感器并测量传感器两端的电压而检测到。取决于传感器的几何结构, 传感电流可在传感器层的平面 (CIP) 内或者垂直于传感器层的平面 (CPP) 穿过。然后外部电路将电压信息转换为适当格式, 并且按需处理该信息, 以恢复盘上的编码信息。

[0005] 用于垂直记录换能头的写入器典型地包括主极和返回极, 它们在换能头的气垫表面 (ABS) 被间隙层彼此分开。返回极可包括沿着 ABS 延伸的前屏蔽 (或后屏蔽) 部分。前屏蔽可用于向写入器提供改进的磁场梯度, 用以提高线性记录密度。主极和返回极可通过后间隙闭合器或后通孔在远离 ABS 的区域互相连接。一层或多层导电线圈被放置在主极和返回极之间, 并由电绝缘层包封。导电线圈可具有不同的构造, 例如螺旋或薄饼形构造。为了向盘 (或其他磁存储介质) 写入数据, 电流被施加到导电线圈以在主极的极尖下的盘内生成磁场。通过反转经过线圈的电流的方向, 写入到磁存储介质的数据极性被反转, 并且磁转变被写入到磁存储介质的两个相邻比特之间。

[0006] 磁记录头技术的进步主要是由增加 HDD 的记录密度的需求驱动的。随着记录密度的增长, 磁存储介质的数据磁道的磁道宽度趋于变小, 也就是说, 磁道间距增加了。现代垂直磁记录头的性能与可提供用于写入垂直介质的磁写入场相关, 其当磁道间距相对高时趋于减小。换能头的组件配置可相对于能生成的写入场影响性能。例如, 相对高的磁道间距趋于限制写入器极尖的尺寸, 特别是极尖宽度, 并减小主极和前屏蔽之间 (以及主极和返回极之间) 的间隙层尺寸。所有这些因素趋于弱化写入器的性能。前屏蔽的存在也趋于在写入器可提供的磁场大小方面弱化写入器的性能。

### [0007] 发明概述

[0008] 一种根据本发明的用于形成具有磁写入器的换能头的方法,包括:形成与写入器极和间隙层相邻的底座,在底座上沉积前屏蔽,蚀刻前屏蔽,以及在蚀刻后的前屏蔽上沉积回填层。所述前屏蔽在蚀刻时具有受控厚度。

### 附图说明

[0009] 图 1-3 为根据本发明的换能头的一部分在各种制造阶段期间的横截面视图。

[0010] 图 4 为图 1-3 中的换能头的该部分在制造完成后的实施例的横截面视图。

[0011] 图 5 为图 1-3 中的换能头的该部分在制造后的实施例的横截面视图。

[0012] 图 6 为换能头的实施例的一部分在各种制造阶段期间的横截面视图。

[0013] 图 7 为图 6 中的换能头的该部分在制造完成后的实施例的横截面视图。

[0014] 图 8 为根据本发明的换能头的制造方法的流程图。

[0015] 图 9 为换能头的制造方法的实施例的流程图。

### 具体实施方式

[0016] 一般而言,本发明提供了一种用于硬盘驱动器 (HDD) 的换能头中的磁写入器的前屏蔽(或后屏蔽)的受控厚度的方法和装置。前屏蔽的厚度(具有一般沿喉部高度方向限定的厚度)在限定喉部高度是显著的,并且在确定磁写入器性能方面是一个重要的参数。在现有技术中,前屏蔽的厚度已在形成换能头的气垫表面(ABS)的研磨过程期间限定。然而,研磨操作往往具有一些变量,这可能导致前屏蔽厚度的变化。取决于所期望的前屏蔽厚度、用于研磨的设备以及用于控制研磨的技术,研磨的变化可以代表前屏蔽的总厚度的一个显著部分。研磨变化的显著性随着更大的面记录密度而增加。制造期间的研磨变化也可引入相同设计的换能头之间的性能变化。因此,喉部高度的控制对于写入器性能,特别是相对高磁道间距的写入器的性能非常重要。本发明提供一种在研磨操作之前且独立于研磨操作限定前屏蔽厚度的方法。将通过查看以下描述而更好的理解本发明的细节以及本发明的进步和优点。

[0017] 滑块典型地通过这样的过程形成,该过程包括处理包括稍后分离为单个滑块的多个滑块/换能头组件的晶片,尽管不使用晶片而单独形成滑块仍然是可能的。在单个滑块分离之前,晶片的处理一般被称为晶片级制造。晶片级制造可包括在滑块体上各层的选择性沉积、图案化以及材料的去除以及其他处理步骤。在许多情况下,可以同时处理晶片的所有滑块/换能头组件。图 1-3 为根据本发明的换能头 40 的一部分在晶片级制造的各阶段期间的横截面视图。尽管图 1-3 中未示出,但滑块体可位于朝向换能头 40 所示部分的底部。此外,应该注意到,换能头 40 可包括其他结构,例如图中为简化而没有示出的读取器组件。

[0018] 图 1 为在晶片级制造期间换能头 40 的写入器的一部分的横截面视图。该换能头 40 包括主写入器极 42、轭层 44、间隙层 46、底座 48 及回填物 50。轭层 44 以及主写入器极 42 由磁通传导材料制成,并被安排成互相接触。主写入器极 42 以及轭 44 可具有任意适当的构造,并可使用常规方法形成。尽管未示出,但本领域普通技术人员可以理解,线圈磁耦合到主写入器极 42,以便在主写入器极内生成磁场,用来以众所周知的方式进行写入操作。

回填物 50 可用于填充位于与换能头 40 的写入器组件相邻的区域,且可以是电绝缘的材料。通常,回填物 50 用于填充在制造过程中由于图案化和其他结构部分的去除而留下的空隙。如图 1 的实施例所示,回填物 50 位置同时与主写入器极 42 和轭 44 相邻。

[0019] 间隙层 46 与轭 44 相对位于主写入器极 42 上方并与其相邻的位置。间隙层 46 典型地由非铁磁材料制成。间隙层 46 的厚度  $T_1$  可根据特定应用的需要而变化。降低厚度  $T_1$  可有助于增加换能头 40 的线性记录密度能力。

[0020] 底座 48 与主写入器极 42 相对位于间隙层 46 上方并与其相邻的位置。底座 48 以相对于间隙层 46 的相邻表面 54 成角  $\alpha$  限定边缘 52。角  $\alpha$  可以为  $90^\circ$ 。在可选实施例中,角  $\alpha$  可以小于  $90^\circ$ 。底座 48 的边缘 52 可以从间隙层 46 的表面 54 延伸经过底座 48 的整个厚度,并可使用常规的图案化(例如光刻)和蚀刻技术(例如离子研磨、反应离子蚀刻、反应离子束蚀刻等)形成。底座 48 可由碳、SiC、 $Al_2O_3$ 、硬化光刻胶材料、Ta 或其他合适的材料制成。

[0021] 在沉积间隙层 46 和底座 48 并且限定边缘 52 之后,可与底座 48 的边缘 52 和间隙层 46 的表面 54 相邻沉积前屏蔽材料 56。前屏蔽材料 56 可以是磁通传导材料,典型地为诸如 NiFe 之类的铁磁材料。在所示实施例中,前屏蔽材料 56 可使用离子束沉积 (IBD)、等离子体气相沉积 (PVD)、原子层沉积 (ALD) 或其他合适的共形沉积技术来沉积。

[0022] 如图 1 所示,前屏蔽材料 56 限定了前屏蔽第一部分 56A、前屏蔽第二部分 56B 和前屏蔽第三部分 56C。前屏蔽第一部分 56A 具有厚度  $T_2$ 。前屏蔽第二部分 56B 沿着间隙层 46 的表面 54 延伸并且具有厚度  $T_3$ 。前屏蔽第三部分 56C 沿着底座 48 部分延伸,并且可具有与前屏蔽第二部分 56B 几乎相同的厚度  $T_3$ 。

[0023] 图 2 为在晶片级制造期间,图 1 所示阶段之后的阶段中换能头 40 的写入器的该部分的横截面视图。在沉积前屏蔽材料 56 之后,可以蚀刻前屏蔽材料 56,以便限定前屏蔽第一部分 56A 的表面 58,并调节厚度  $T_2$  和  $T_3$ 。蚀刻可以改变厚度  $T_2$  和  $T_3$  的比率,并可完全去除前屏蔽材料 56 被选择的部分。应该注意的是,蚀刻可以通过这样的方式选择性地执行:增加前屏蔽第一部分 56A 的厚度  $T_2$ ,但再沉积从屏蔽第二部分 56B 去除的材料。用于去除前屏蔽材料 56 的一部分的蚀刻技术可包括离子研磨、反应离子蚀刻、反应离子束蚀刻以及其他合适的蚀刻工艺。蚀刻过程可按角度  $\alpha$  执行(见图 1),基本平行于底座 48 的边缘 52,以便形成基本平行于边缘 52 的前屏蔽第一部分 56A 的表面 58。蚀刻之后,表面 58 基本为平面,并且安排为基本平行于底座 48 的边缘 52。如图 2 所示,蚀刻操作已经完全去除了前屏蔽第二部分 56B 和前屏蔽第三部分 56C(去除的前屏蔽的第二部分 56B 和第三部分 56C 在图 2 中显示为假想线),留下了可表示完整的换能头 40 的前屏蔽结构的前屏蔽第一部分 56A。

[0024] 表面 58 的形成导致厚度  $T_2$  的最大值的限定。在所示实施例中,第一部分 56A 的横截面基本为矩形,并且接触间隙层 46 表面 54。间隙层 46 的表面 54 的一部分通过假象线所示的前屏蔽材料 56 的一部分的去除而暴露出来。在蚀刻时,厚度  $T_2$  可大于约 10nm,例如在约 10-100nm 的范围之内,并且在另一个实施例中可以为约 50-100nm,并且在另一个实施例中可以为约 50nm。厚度  $T_2$  的具体值可以按照特定应用的需要而变化。

[0025] 图 3 为在晶片级制造期间,图 2 所示阶段之后的阶段的换能头 40 的写入器的该部分的横截面视图。如图 3 所示,与前屏蔽第一部分 56A 的表面 58 以及间隙层 46 表面 54 相

邻沉积回填料 60。回填料 60 可以是诸如 Ta 之类的非铁磁材料,并且可以是与回填料 50 相同或不同的材料。在沉积回填料 60 之后,可以执行研磨操作,从而限定换能头 40 的 ABS。

[0026] 图 4 为换能头 40 的该部分的实施例在研磨操作完成后——也就是在图 3 所示阶段之后的阶段晶片级制造完成或接近完成——的横截面视图。换能头 40 被研磨操作去除的部分以假象线显示。研磨目标 62 在期望的 ABS 位置建立。研磨操作可以以常规的方式使用公知的技术和设备进行。如图 4 所示,研磨在与研磨目标 62 位置相对应的位置限定 ABS 64。研磨还在 ABS 64 处限定主写入器极 42 的极尖。在所示实施例中,ABS 64 与前屏蔽第一部分 56A 的表面 58 对齐并暴露该表面,并且回填料 60 已经被完全去除,但研磨操作并未改变前屏蔽第一部分 56A 的厚度  $T_2$ 。研磨操作通常包括离开给定研磨目标的一些偏差。例如,在使用常规设备和技术的条件下,研磨偏差在约正负 15nm(或更小)范围内都是正常的。但是,由于厚度  $T_2$  的最大值在研磨操作之前限定,所以研磨偏差将无法增加所完成的换能头 40 的厚度  $T_2$ ,这将有助于提供更一致的性能特性。

[0027] 图 5 为换能头 40 的该部分的替换实施例在研磨操作完成后,也就是图 3 所示的阶段之后的阶段晶片级制造完成或接近完成时的横截面视图。换能头 40 被研磨操作去除的部分以假象线显示。如图 5 所示,替换研磨目标 62' 选择为与前屏蔽第一部分 56A 的表面 58 间隔开距离  $T_4$ 。ABS 64 限定在与研磨目标 62' 位置相对应的位置。在所示实施例中,回填料第一部分 60A 在研磨操作后仍然保留,只去除回填料 60 的一部分。回填料第一部分 60A 充当隔离物,这样前屏蔽第一部分 56A 从 ABS 64 凹入。

[0028] 如上所指出的,研磨操作通常包括离开给定研磨目标的一些偏差,并且研磨偏差在约正负 15nm 范围内都是正常的。通过将距离  $T_4$  选定为至少等于给定研磨偏差(例如,大于约 15nm),在研磨操作中厚度  $T_2$  减小的风险就可被降低或消除。如果将距离  $T_3$  选定为大于给定研磨偏差(例如,大于约 15nm),则回填料第一部分 60A 在研磨后仍然保留,而不管任何去除回填料 60 相对于研磨目标 62' 更接近于前屏蔽第一部分 56A 的附加量的研磨偏差。

[0029] 回填料第一部分 60A 的存在可提供一些优点。例如,由于 ABS 64 在使用期间受到潜在的磨损(例如由于氧化、摩擦、滑块和旋转的磁存储介质之间接触等),所以可选择回填料第一部分 60A 的材料属性以控制换能头 40 的磨损特性。回填料第一部分 60A 为“近点”,也就是说,它表示换能头 40 的写入器离开相关存储介质(例如 HDD 系统的磁盘)最小距离的部分。保持回填料第一部分 60A 随时间变化的相对恒定厚度,并且从而保持前屏蔽第一部分 56A 离开相关存储介质相对恒定距离的能力可能是有益的。此外,回填料第一部分 60A 材料属性的选择可助于控制换能头 40 接近主写入器极 42 的热机械能力。这可助于例如在换能头 40 操作期间控制极和屏蔽的衰退特性。

[0030] 根据本发明,还可以有众多替换的前屏蔽构造。图 6 为制造期间换能头 40' 的另一实施例的一部分的横截面视图。可类似于图 1 所示的换能头 40 来构造换能头 40'。然而,换能头 40' 之后的制造阶段可不同于换能头 40。如图 6 所示,给出了前屏蔽第一部分 56A 和前屏蔽第二部分 56B,其可通过适当地调节蚀刻过程,以留下整个前屏蔽第二部分 56B 的至少一部分(或通过完全省略蚀刻过程)而完成。在所示实施例中。前屏蔽第一部分 56A 和前屏蔽第二部分 56B 各自的横截面都基本为矩形,并且形成“L”形。表面 58 的形成仍然会导致限定厚度  $T_2$  最大值。

[0031] 前屏蔽第二部分 56B 限定表面 68,其可安排为基本平行于间隙层 46 的表面 54。

在所示实施例中,前屏蔽第二部分 56B 邻接前屏蔽第一部分 56A,并且间隙层 46 的表面 54 被前屏蔽材料 56 所覆盖。厚度  $T_2$  可大于约 10nm,例如在约 10-100nm 的范围之内,并且在在一个实施例中可以为约 50-100nm,并且在另一个实施例中可以为约 50nm。前屏蔽第二部分 56B 可具有大致等于  $T_2$  的厚度  $T_3$ ,尽管厚度  $T_2$  和  $T_3$  每个的特定值都可以按照特定应用的需要而独立变化。

[0032] 与前屏蔽第一部分 56A 的表面 58 以及前屏蔽第二部分 56B 的表面 68 相邻沉积回填物 60。回填物 60 可以是诸如 Ta 之类的非铁磁材料,并且可以是与回填物 50 相同或不同的材料。在沉积回填物 60 之后,可以执行研磨操作,从而限定换能头 40' 的 ABS。

[0033] 图 7 为图 6 中的换能头的该部分的一个实施例在研磨操作完成后,也就是图 6 所示的阶段之后的阶段在制造完成或接近完成时的横截面视图。换能头 40' 被研磨操作去除的部分以假想线显示。如图 7 所示,研磨目标 62" 选择为与前屏蔽第一部分 56A 的表面 58 间隔开距离  $T_5$ 。ABS 64 限定在与研磨目标 62" 位置相对应的位置。应该认识到,研磨目标 62" 的位置可按照特定应用的需要而变化。在所示实施例中,回填物部分 60C 在研磨操作后仍然保留,只去除回填物 60 中以假想线显示的部分。从而回填物部分 60C 充当隔离物,这样前屏蔽第一部分 56A 从 ABS 64 凹入。然而,前屏蔽第二部分 56B 延伸到 ABS 64,并且暴露于 ABS 64。

[0034] 如上所指出的,研磨操作通常包括离开给定研磨目标的一些偏差,并且研磨偏差在约正负 15nm 范围内都是正常的。通过将距离  $T_5$  选定为至少等于给定研磨偏差(即大于约 15nm),在研磨操作期间前屏蔽第一部分 56A 的厚度  $T_2$  减小的风险就可被降低或消除。如果将距离  $T_5$  选定为大于给定研磨偏差(例如,大于约 15nm),则回填物部分 60C 在研磨后仍然保持与前屏蔽第一部分 56A 相邻,而不管任何去除回填物 60 相对于研磨目标 62" 更接近于前屏蔽第一部分 56A 的附加量的研磨偏差。然而,在换能头 40' 的这个实施例中,前屏蔽第二部分 56B 通常延伸到 ABS 64,而不管研磨目标 62" 的位置或者研磨偏差量如何。这种构造可有助于减小由操作期间前屏蔽衰退导致的性能偏差,因为前屏蔽第二部分 56B 通常总是延伸到 ABS 64。

[0035] 图 8 为根据本发明的换能头制造方法的流程图。首先,形成轭、主写入器极和间隙层(分别为步骤 100、102 和 104)。步骤 100、102 和 104 可以按任意特定应用所需的顺序进行。应当注意的是,这些步骤可以按常规的方式执行,并可包括任何合适的沉积、图案化、材料去除或者其他所需的工艺。在此讨论步骤 100、102 和 104 仅仅是为了提供下述方法步骤的背景。因此,在替换实施例中可省略步骤 100、102 和 104,并可包括未具体提到的额外步骤。

[0036] 其次,形成底座(步骤 106)。所述底座可在间隙层上形成。应当理解的是,步骤 106 中底座的形成可包括任何合适的沉积、图案化、材料去除或者其他所需的工艺。所形成的底座通常提供随后将沉积前屏蔽材料的边缘。

[0037] 形成底座后,与底座相邻,并且通常也与间隙层的表面相邻沉积前屏蔽材料(步骤 108)。该前屏蔽材料可使用例如离子束沉积(IBD)、等离子体气相沉积(PVD)、原子层沉积(ALD)或其他合适的共形沉积技术来沉积。然后蚀刻该前屏蔽材料(步骤 110)。步骤 110 去除前屏蔽材料的一部分,并在适当的位置留下所沉积的前屏蔽材料的至少一部分。所保留的前屏蔽材料可具有任意期望的构造。蚀刻过程限定前屏蔽(沿喉部高度方向)的最



大厚度。适于去除前屏蔽材料的该部分的蚀刻技术包括离子研磨、反应离子蚀刻、反应离子束蚀刻以及其他公知的蚀刻工艺。

[0038] 在前屏蔽材料被蚀刻成所需的构造之后，与所保留的前屏蔽材料相邻沉积回填物（步骤 112）。然后执行研磨操作，以限定用于换能头的 ABS（步骤 114）。研磨可包括设置研磨目标，然后执行研磨操作，以除去材料至研磨目标。由于之前限定了前屏蔽的最大厚度，所以该厚度在研磨操作期间不会增加。此外，如果研磨目标建立在大于或等于与研磨操作相关的研磨偏差的距离处，则研磨操作期间前屏蔽的最小厚度可保持不变。另外，如果研磨目标建立在大于与研磨操作相关的研磨偏差的距离处，那么回填物的一部分将保留为所保留的前屏蔽材料和 ABS 之间的隔离物。

[0039] 图 9 为换能头制造方法的替换实施例的流程图。首先，形成轭、主写入器极和间隙层（分别为步骤 200、202 和 204）。步骤 200、202 和 204 可以按任意特定应用所需的顺序进行。应当注意的是，这些步骤可以按常规的方式执行，并可包括任何合适的沉积、图案化、材料去除或者其他所需的过程。在此讨论步骤 200、202 和 204 仅仅是为了提供下述方法步骤的背景。因此，在替换实施例中可省略步骤 200、202 和 204，并可包括未具体提到的额外步骤。

[0040] 其次，形成底座（步骤 206）。所述底座可在间隙层上形成。应当理解的是，步骤 206 中底座的形成可包括任何合适的沉积、图案化、材料去除或者其他所需的工艺。所形成的底座通常提供随后将沉积前屏蔽材料的边缘。

[0041] 形成底座后，与底座相邻，并且通常也与间隙层的表面相邻以受控厚度沉积前屏蔽材料（步骤 208）。在这一实施例中，沉积过程限定前屏蔽的最大厚度，减少或去掉了所需要的后续材料去除步骤（即蚀刻）。

[0042] 在前屏蔽材料以期望的构造形成在合适的位置之后，与前屏蔽材料相邻沉积回填物（步骤 210）。然后执行研磨操作，以限定用于换能头的 ABS（步骤 212）。研磨可包括设置研磨目标，然后执行研磨操作，以除去材料至研磨目标。由于之前限定了前屏蔽的最大厚度，所以该厚度在研磨操作期间不会增加。此外，如果研磨目标建立在大于或等于与研磨操作相关的研磨偏差的距离处，则研磨操作期间前屏蔽的最小厚度可保持不变。另外，如果研磨目标建立在大于与研磨操作相关的研磨偏差的距离处，那么回填物的一部分将保留为前屏蔽材料和 ABS 之间的隔离物。

[0043] 尽管已经参照优选实施例对本发明进行了说明，但本领域技术人员将认识到，可在不背离本发明的精神和范畴的情况下，在形式和细节方面作出改变。例如，未特别讨论的附加结构和附加制造过程也可为本发明所用。

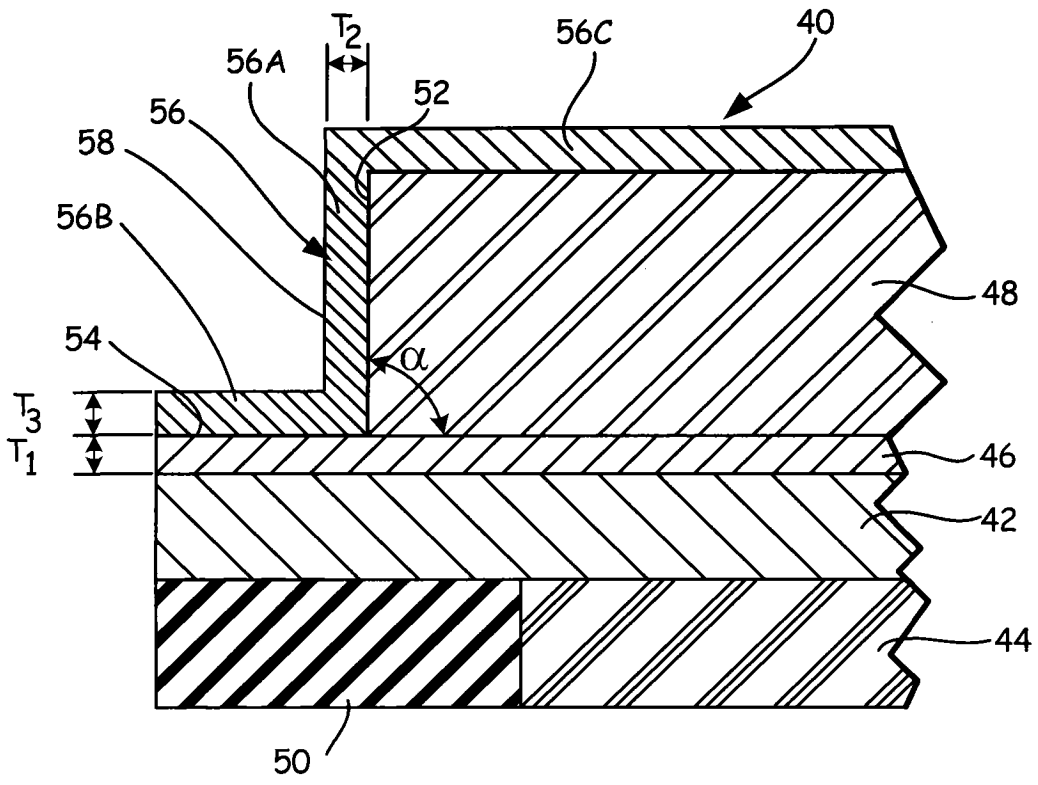


图 1

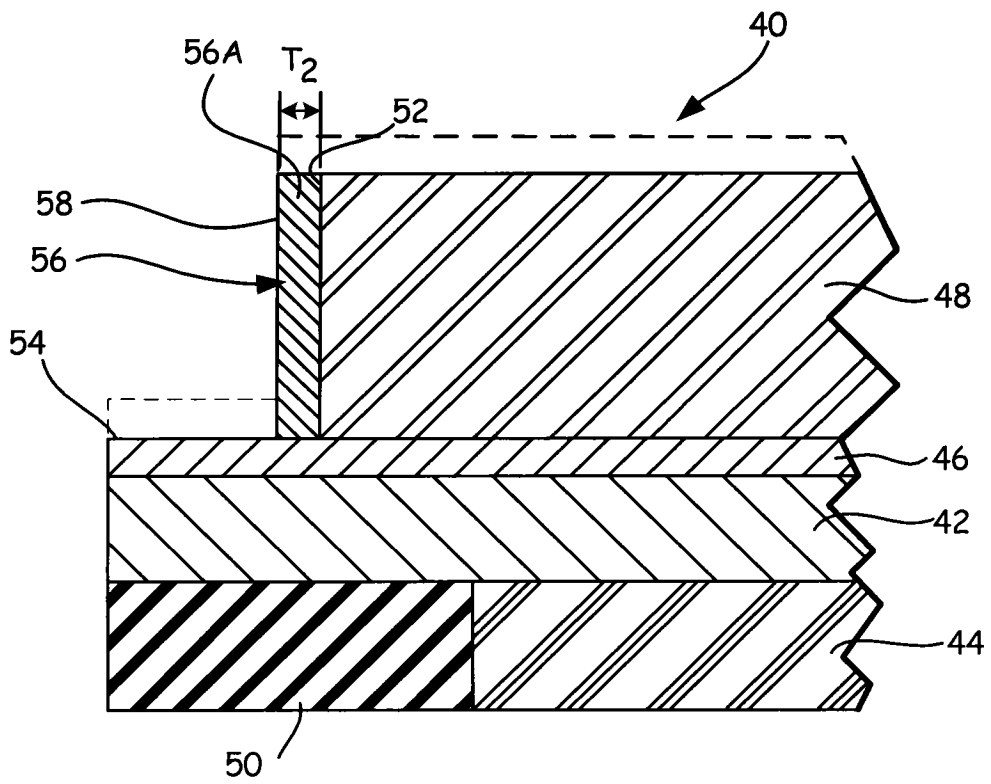


图 2

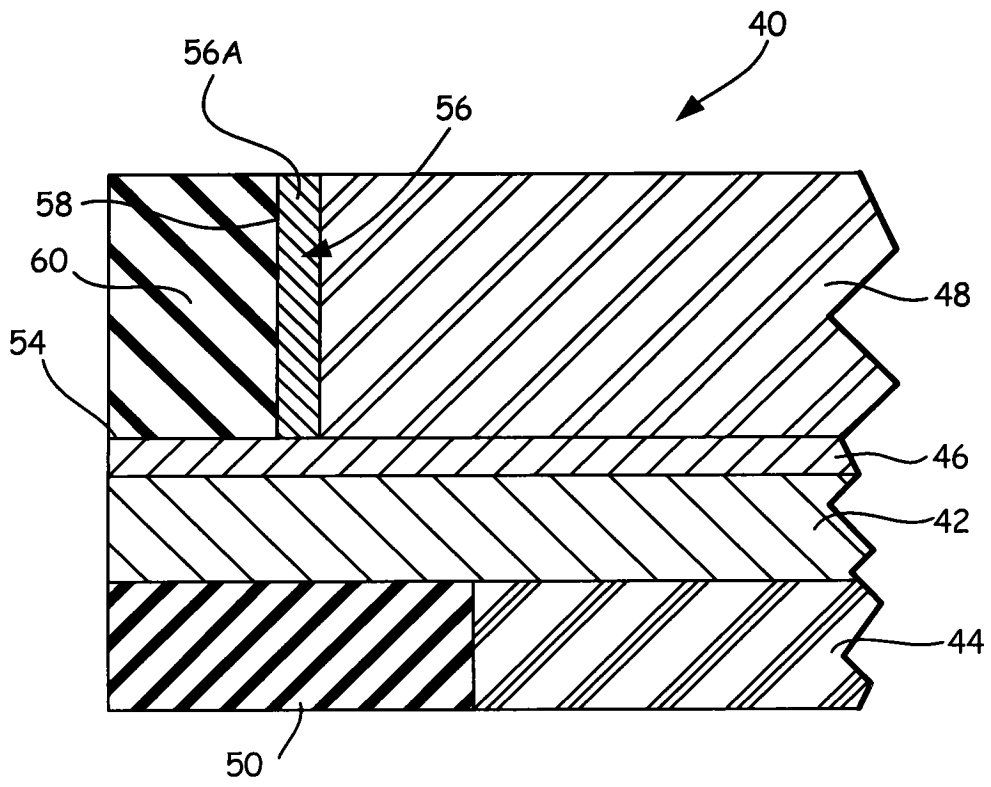


图 3



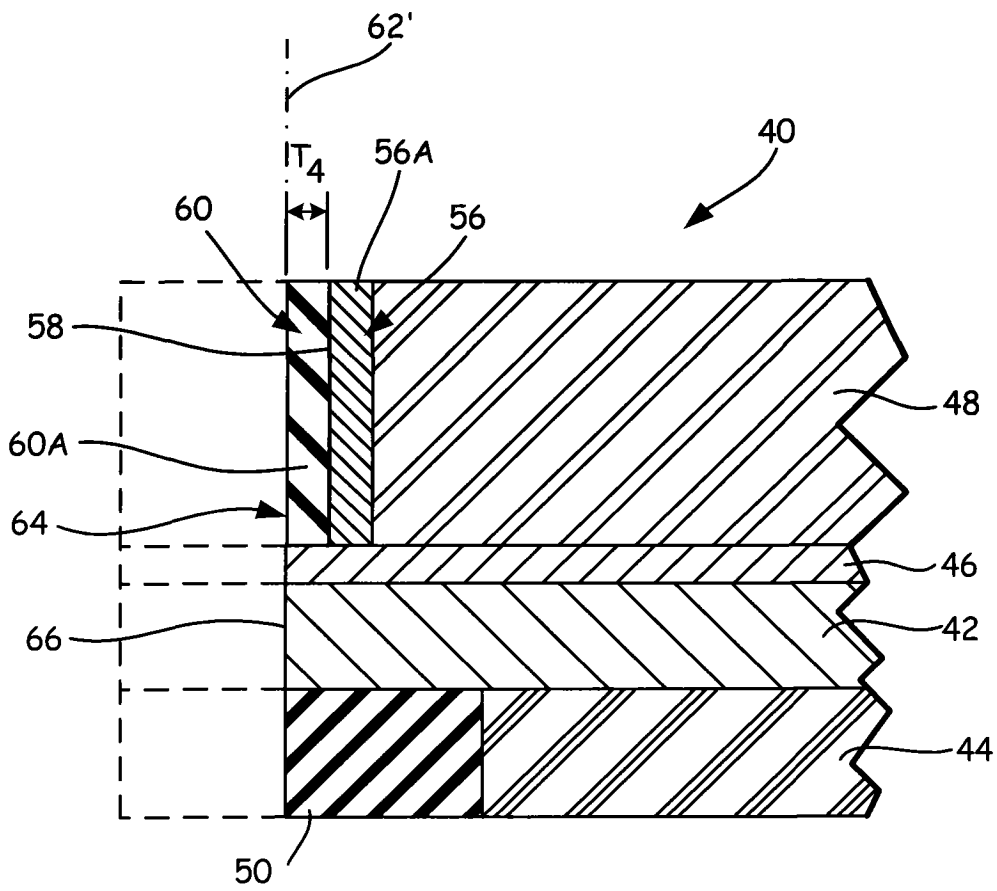


图 5

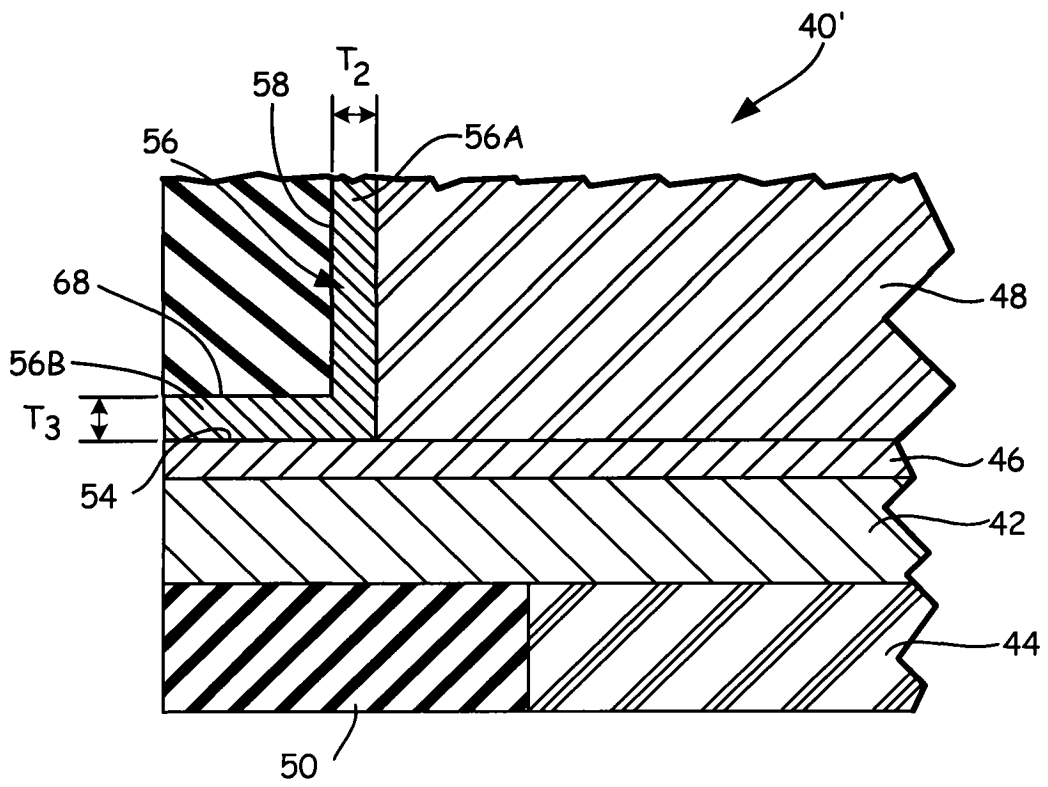


图 6

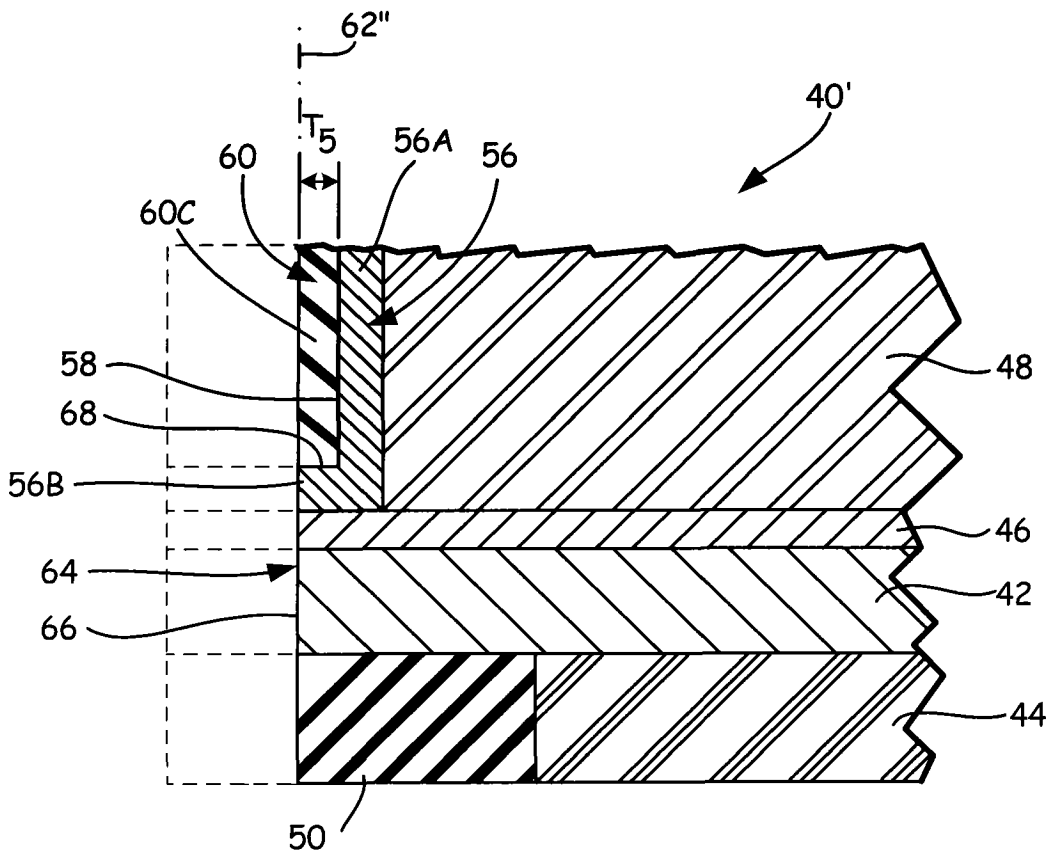


图 7

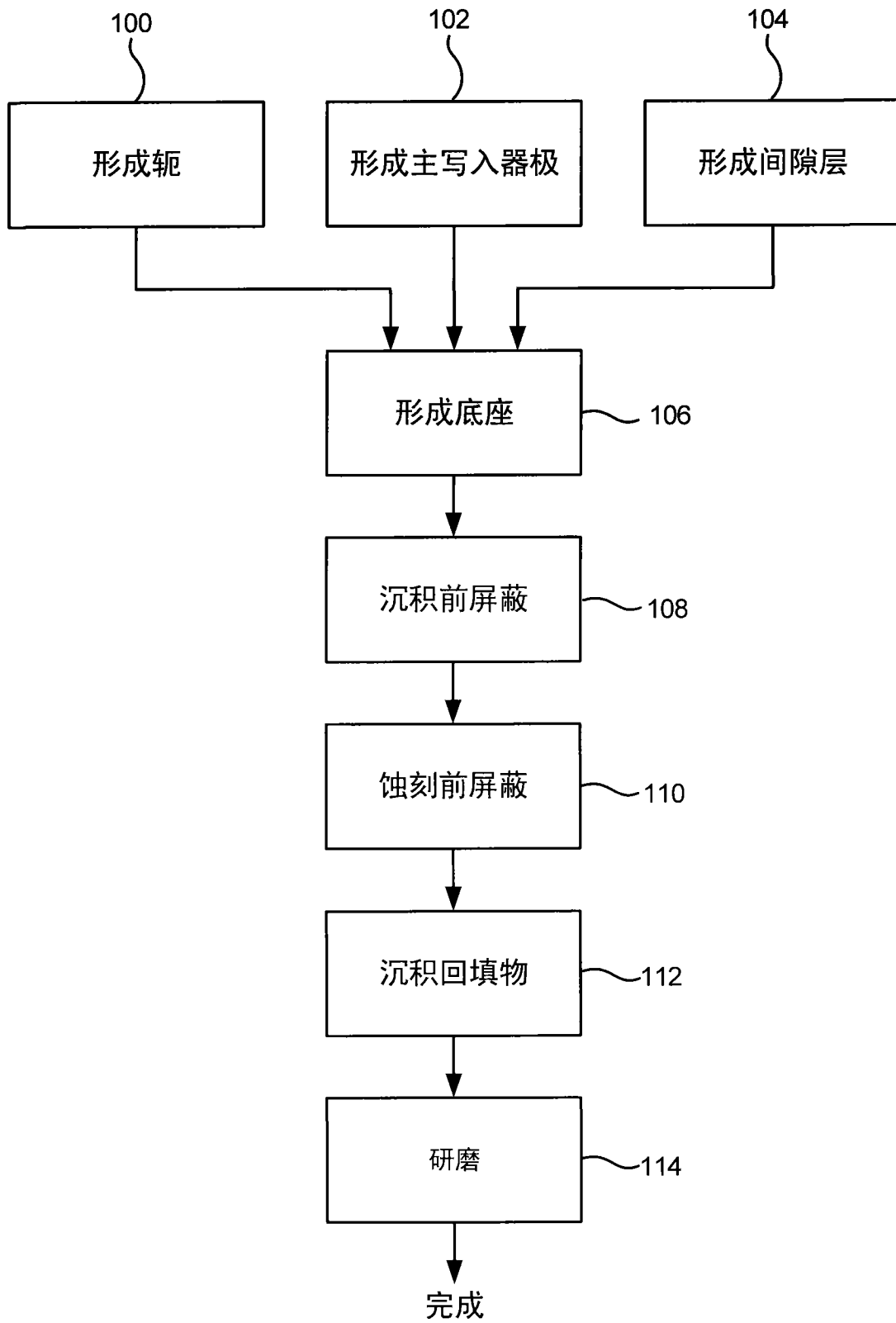


图 8



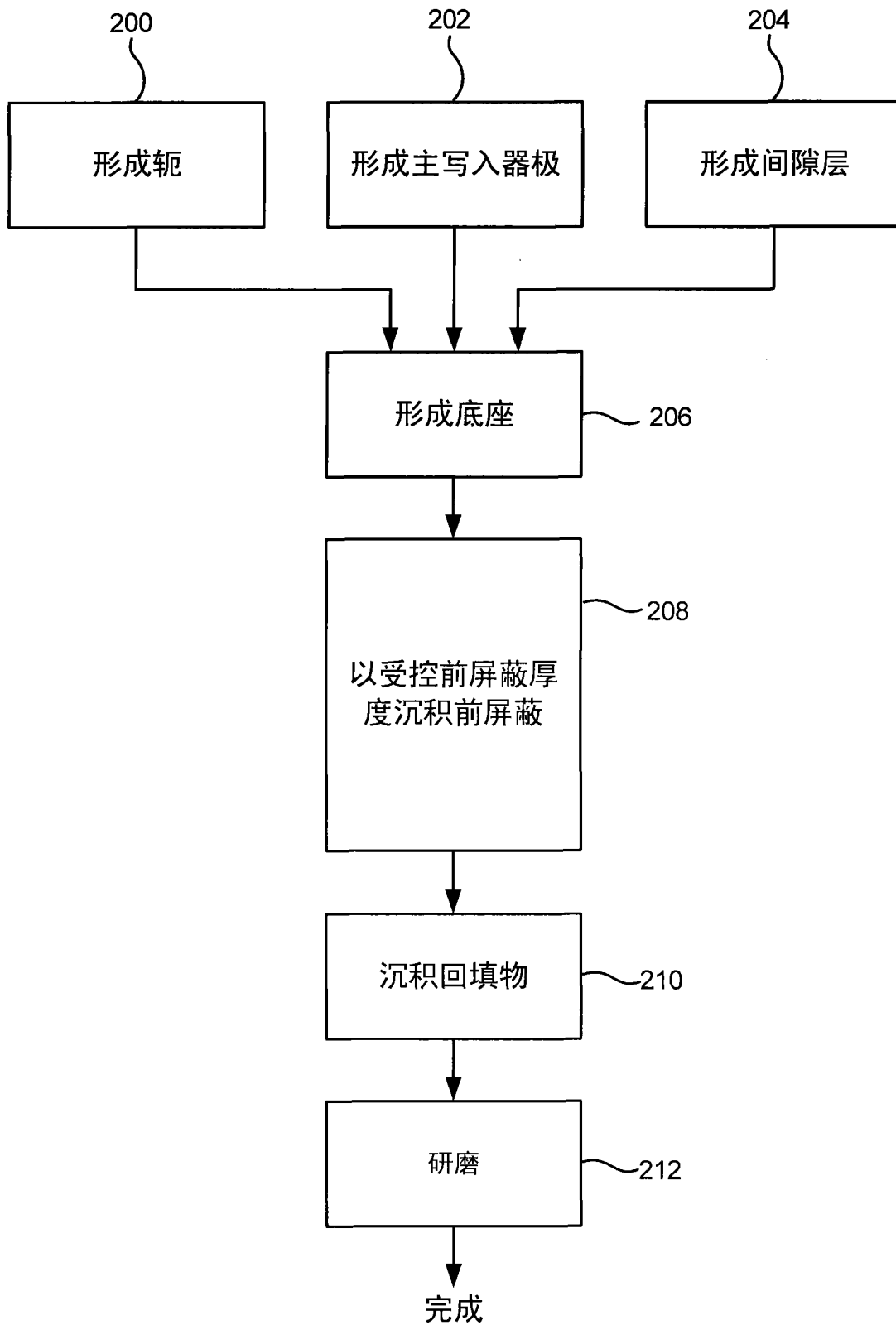


图 9