



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 1822109 B

(45) 授权公告日 2011.05.11

(21) 申请号 200610005991.8

CN 1428656 A, 2003.07.09, 全文.

(22) 申请日 2006.01.16

JP 2615120 B2, 1997.03.11, 摘要、说明书第 4 列第 42 行 - 第 5 列第 16 行、附图 1, 4.

(30) 优先权数据

2005-009944 2005.01.18 JP

US 6646662 B1, 2003.11.11, 说明书第 1 列第 15 行 - 第 2 列第 46 行、附图 1-6.

(73) 专利权人 新科实业有限公司

审查员 树奇

地址 中国香港新界沙田香港科学园科技大道东六号新科中心

(72) 发明人 伊藤善映 中田刚 上田国博

(74) 专利代理机构 广州三环专利代理有限公司
44202

代理人 郝传鑫

(51) Int. Cl.

G11B 5/60(2006.01)

G11B 5/127(2006.01)

(56) 对比文件

JP 特开平 10-228617 A, 1998.08.25, 说明书第 15-42 段、附图 10.

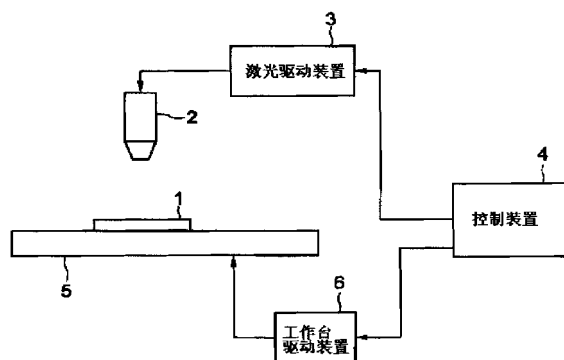
权利要求书 2 页 说明书 9 页 附图 8 页

(54) 发明名称

面形状形成方法及其装置, 磁头飞行面形成方法及其装置

(57) 摘要

本发明提供的面形状形成装置包括: 对蚀刻对象 (1) 的规定表面形成规定形状的保护层形成装置、以及对形成有保护层蚀刻对象 (1) 的规定表面进行蚀刻处理的蚀刻装置, 其中, 保护层形成装置包括: 在蚀刻对象的规定表面上附着保护层材料的保护层附着装置, 以及对该被附着的保护层材料照射根据控制器指令移动的激光束以去除一部分保护层材料从而修整成规定形状的激光照射装置 (2)。本发明的面形状形成装置可短时间、低成本的形成蚀刻对象的面形状, 并实现该形成的面形状的高精度化。



1. 一种面形状形成方法,包括:对蚀刻对象的规定表面形成规定形状的保护层形成工序、以及对所述形成有保护层的蚀刻对象的规定表面进行蚀刻处理的蚀刻工序,其特征在于:

所述保护层形成工序包括:对所述蚀刻对象的规定表面附着保护层材料的保护层附着工序,以及对该被附着的保护层材料照射根据控制装置指令移动的激光束以去除一部分保护层材料从而修整为所述规定形状的修整工序;

其中,在所述修整工序中,所述激光束不经过掩模板而直接去除所述一部分保护层材料。

2. 如权利要求1所述的面形状形成方法,其特征在于:所述修整工序利用所述激光束热分解所述一部分保护层材料并去除。

3. 如权利要求1所述的面形状形成方法,其特征在于:所述修整工序利用所述激光束升华所述一部分保护层材料并去除。

4. 如权利要求2或者3所述的面形状形成方法,其特征在于:所述保护层材料为具有耐蚀性并且可热分解或者升华的材料。

5. 如权利要求1所述的面形状形成方法,其特征在于:所述蚀刻工序之后包括另一所述修整工序与另一所述蚀刻工序。

6. 如权利要求5所述的面形状形成方法,其特征在于:所述蚀刻工序后的所述修整工序修整在之前的蚀刻工序中用于蚀刻处理的保护层,并使其成为另一不同规定形状。

7. 如权利要求1所述的面形状形成方法,其特征在于:所述保护层附着工序向所述蚀刻对象的规定表面喷射保护层材料并使其附着。

8. 如权利要求7所述的面形状形成方法,其特征在于:所述保护层附着工序通过油墨喷射方式或者泡沫喷射方式喷射所述保护层材料。

9. 一种磁头的飞行面形成方法,其特征在于:

利用权利要求1至8中任一项记载的面形状形成方法形成所述磁头的飞行面,所述蚀刻对象为磁头。

10. 一种面形状形成装置,包括:对蚀刻对象的规定表面形成规定形状的保护层形成装置、以及对所述形成有该保护层的蚀刻对象的规定表面进行蚀刻处理的蚀刻装置,其特征在于:

所述保护层形成装置包括:对所述蚀刻对象的规定表面附着保护层材料的保护层附着装置,以及对该被附着的保护层材料照射根据控制装置指令移动的激光束以去除一部分保护层材料从而修整成所述规定形状的激光照射装置;

其中,所述激光束不经过掩模板而直接去除所述一部分保护层材料。

11. 如权利要求10所述的面形状形成装置,其特征在于:所述激光照射装置用所述激光束热分解所述一部分保护层材料并去除。

12. 如权利要求10所述的面形状形成装置,其特征在于:所述激光照射装置用所述激光束升华所述一部分保护层材料并去除。

13. 如权利要求11或者12所述的面形状形成装置,其特征在于:所述保护层材料为具有耐蚀性并且可热分解或者升华的材料。

14. 如权利要求10所述的面形状形成装置,其特征在于:所述面形状形成装置包括控

制所述激光照射装置的工作的所述控制装置；

该控制装置中记录表示所述激光照射装置欲修整的规定形状的保护层形状数据，同时，基于该被记录的所述保护层形状数据控制所述激光照射装置从而修整所述保护层。

15. 如权利要求 14 所述的面形状形成装置，其特征在于：所述面形状形成装置包括可动工作台，其上放置所述蚀刻对象，同时，用所述激光照射装置修整保护层时，该工作台沿着放置面移动从而设定所述蚀刻对象的位置。

16. 如权利要求 15 所述的面形状形成装置，其特征在于：所述激光照射装置随着所述可动工作台的移动动作而移动并照射所述激光束。

17. 一种磁头的飞行面形成装置，其特征在于：

该装置包括所述权利要求 10 至 16 中的任一项所记载的面形状形成装置，并形成所述磁头的飞行面，所述蚀刻对象为磁头。

面形状形成方法及其装置,磁头飞行面形成方法及其装置

技术领域

[0001] 本发明涉及一种面形状形成方法及其装置,特别是关于一种形成保护层并通过蚀刻方式形成面形状的方法及其装置。

背景技术

[0002] 磁盘驱动装置(HDD)包括形成有对磁盘进行读写数据的磁头元件部的磁头。并且,在目前的磁盘驱动装置中,随着记录数据的高密度化,要求磁头尽量接近磁盘表面,即对磁头的低上浮化要求越来越高。

[0003] 为了实现低上浮化,在磁头飞行面上,利用磁盘旋转时流入的空气流产生适当的重压力而形成规定形状的凹凸部。并且,近年来该飞行面的形状越来越复杂化,其形成方法必备多个层次(多个循环)的蚀刻操作。

[0004] 例如,一般磁头的飞行面形成方法如下述专利文献1所揭示。参照图10说明该方法。首先,对多个磁头排成一列的长形条状晶片实施规定的研磨加工后,涂布规定图案的保护层(步骤S101)。接下来,进行修复处理(步骤S102)、曝光(步骤S103)、显像处理(步骤S104)。其次,进行干蚀刻(步骤S105)。通过以上5个工序可形成1个层次。当进一步形成层次时,去除所述涂布的保护层后(步骤S106之后、在步骤S107中否定判断),重复所述步骤S101至步骤S105的工序。由此,可形成具有多层次并复杂的凹凸形状的飞行面。

[0005] 专利文献1:日本特开平10-228617号公报

[0006] 尽管如此,在所述现有技术相关的磁头飞行面形成方法中,由于对涂布好的保护层进行曝光、显像,因此很难形成非常复杂的形状,从而很难对应今年来以及未来的越来越复杂化的飞行面形状。

[0007] 并且,形成各个层次时,对各自涂布的保护层独立进行曝光、显像操作,因此,具有越来越增加飞行面的形成工序的倾向,增加磁头制造时间,以及增加制造成本。并且,每次形成保护层时必须进行曝光、显像处理,使其位置搭配也很费工,形成的飞行面形状的精度也下降,以及进而延长制造时间。

[0008] 进而,需要准备多个规定图案的刻线(罩体),因此增加制造成本。并且,在曝光处理中,保护层厚于结像面的焦点深度时,显像后无法形成尖锐的保护层端面,并且,无法形成陡峭的通过蚀刻的凹凸部的壁面角度。从而,这样的磁头滑块很难保持稳定的飞行高度。

[0009] 发明内容

[0010] 本发明的主要目的在于提供一种短时间、低成本的形成蚀刻对象的面形状,并实现该形成的面形状的高精度化。

[0011] 本发明的一实施例相关的面形状形成方法具有:对蚀刻对象的规定表面形成规定形状的保护层形成工序、以及对所述形成有保护层蚀刻对象的规定表面进行蚀刻处理的蚀刻工序。所述保护层形成工序包括:对所述蚀刻对象的规定表面附着保护层材料的保护层附着工序,以及对被附着的保护层材料照射根据控制器指令移动的激光束以去除一部

分保护层材料从而修整成所述规定形状的修整工序；其中，在所述修整工序中，所述激光束不经过掩模板而直接去除所述一部分保护层材料。

[0012] 所述修整工序利用激光束热分解保护层材料并去除。例如，利用激光束升华保护层材料并去除。此时，作为保护层材料，优选使用具有耐蚀性并且可热分解或者升华的材料。

[0013] 根据所述发明，首先，在蚀刻对象的规定表面上，在包含全部或者一部分预定形状的广范围内，利用涂布处理等方式形成保护层形状。并且，对预定形状之外的部位上照射激光束从而去除对应部位。

[0014] 由此，可将保护层修整为规定形状。其次，通过进行蚀刻处理，未被保护层覆盖的部位上形成凹部，蚀刻对象的规定表面上可形成层次。

[0015] 由此，用可高精度地确定照射位置的激光束修整规定形状的保护层，从而可形成精度更高的面形状。并且，根据所述结构，不需要现有技术中的对涂布在规定表面的保护层进行的曝光、显像处理，从而可缩短面形状形成工序，同时，反复进行所述工序，从而可高精度地进行复杂的凹凸部。并且，由于不必进行所述曝光、显像处理，因此，不需要刻线，从而可削减成本。进而，不需要重复进行蚀刻操作时的为了曝光、显像而做的高精度的位置确定等处理，从而可进一步缩短形成工序的处理时间。

[0016] 并且，特别是，通过利用所述方法形成磁头飞行面，从而可高精度地形成具有微小而复杂的凹凸形状的飞行面。此时，可形成薄保护层，由此形成尖锐的保护层端面，从而可形成陡峭的通过蚀刻的凹凸部的壁面角度。由此，可实现磁头飞行高度的稳定化，并可提高利用该磁头进行读写的数据的可靠性。

[0017] 并且，具有上述结构的面形状形成方法，在蚀刻工序后设有修整工序与蚀刻工序。此时，蚀刻工序后的修整工序修整用于之前的蚀刻工序中的蚀刻处理的保护层，并使其成为另一规定形状。

[0018] 这样，照射激光束并进行修整工序，从而去除已形成在蚀刻对象的规定表面并且在一次蚀刻处理中用过的一部分保护层，从而形成新的保护层形状。从而可减少去除保护层的次数以及附着新的保护层的次数，从而可提高保护层的利用效率。其结果，可以降低成本及缩短处理时间。

[0019] 并且，所述保护层附着工序向蚀刻对象的规定表面喷射保护层材料并附着。例如，通过油墨喷射方式或者泡沫喷射方式喷射保护层材料。由此，在修整工序前，可以精度更高地对应预定形状而附着保护层，从而可迅速且轻易地进行之后的通过激光束照射的修整处理。

[0020] 并且，本发明另一实施例相关的面形状形成装置，该装置包括：对蚀刻对象的规定表面形成规定形状的保护层形成装置、以及对所述形成有该保护层的蚀刻对象的规定表面进行蚀刻处理的蚀刻装置，该面形状形成装置的特征在于，

[0021] 其保护层形成装置包括：在蚀刻对象的规定表面附着保护层材料的保护层附着工序，以及对被附着的保护层材料照射根据控制器指令移动的激光束以去除一部分保护层材料从而修整成规定形状的激光照射装置；其中，所述激光束不经过掩模板而直接去除所述一部分保护层材料。

[0022] 并且，所述激光照射装置的特征为，用激光束热分解保护层材料并去除，例如，用

激光束升华保护层材料并去除。在此,优选地,作为用保护层附着装置在蚀刻对象上附着的保护层材料,使用具有耐蚀性并且可热分解或者升华的材料。

[0023] 并且,该装置包括控制激光照射装置的工作的控制装置。该控制装置中记录表示通过激光照射装置修整的待修整规定形状的保护层形状数据,同时,基于该被记录的保护层形状数据控制激光照射装置从而修整保护层。

[0024] 并且,该装置包括可动工作台,其上放置蚀刻对象,同时,用激光照射装置修整保护层时,该工作台可沿着放置面移动而设定蚀刻对象的位置。此时,激光照射装置随着可动工作台的移动动作而移动,并照射激光束。

[0025] 并且,作为本发明的另一实施例的磁头飞行面形成装置为,所述蚀刻对象为磁头,并具备所述任一面形状形成装置,并形成磁头飞行面的装置。

[0026] 所述结构的面形状形成装置或者磁头的飞行面形成装置也具有与所述面形状形成方法相同的作用,因此可实现所述本发明的目的。并且,如上所述,设置可动工作台时,可提高激光照射动作的效率,可迅速且高精度地实现保护层形成处理。

[0027] 本发明通过所述结构具有现有技术中未有过的优异效果,即,不需要现有技术中的曝光、显像处理,并可简化面形状的形成工序、以及降低制造成本,同时,可高精度地形成保护层,因此,即使复杂的形状也可形成高精度的面形状。

附图说明

[0028] 图 1 为实施例 1 相关的飞行面形成装置的结构示意模块图。

[0029] 图 2 为表示实施例 1 相关的控制装置结构的功能模块图。

[0030] 图 3(a) ~ (d) 各自表示实施例 1 相关的形成飞行面时的状态示意图。

[0031] 图 4(a) ~ (d) 各自表示实施例 1 相关的形成飞行面时的状态示意图,其表示接着图 3 的示意图。

[0032] 图 5 为实施例 1 的动作流程图。

[0033] 图 6 为实施例 2 相关的飞行面形成装置的结构示意模块图。

[0034] 图 7(a) ~ (d) 各自表示实施例 2 相关的形成飞行面时的状态示意图。

[0035] 图 8(a) ~ (d) 各自表示实施例 2 相关的形成飞行面时的状态示意图,其表示接着图 7 的示意图。

[0036] 图 9 为实施例 2 的动作流程图。

[0037] 图 10 为现有技术中形成飞行面的动作流程图。

具体实施方式

[0038] 本发明的特征在于,对被涂布的保护层的一部分照射激光束并去除对应部位,从而形成规定形状的保护层。

[0039] 接下来,特别是作为形成面形状的蚀刻对象,以一个在硬盘驱动器(HDD)中对硬盘读写数据的磁头为例,对为了蚀刻其飞行面(ABS面)而形成保护层的过程进行说明。但是,利用本发明形成的面形状不仅局限于磁头的飞行面,并且,作为形成面形状的对象蚀刻对象也不仅局限于磁头。

[0040] [实施例 1]

[0041] 本发明的第一实施例如图 1 至图 5 所示。图 1 为表示磁头飞行面形成装置的结构的功能模块图。图 2 为表示控制装置结构的功能模块图。图 3 至图 4 为表示形成磁头飞行面时的状态的说明图。图 5 为面形状形成装置的动作流程图。

[0042] [构成]

[0043] 结合图 1 所示,对本发明的磁头飞行面形成装置(面形状形成装置)的结构进行说明。该飞行面形成装置包括:对磁头 1 涂布保护层材料的保护层涂布装置(保护层附着装置(保护层形成装置),图未示);对已附着的保护层材料照射激光束的激光照射装置 2、3(激光照射装置(保护层形成装置))。并且,还包括:形成保护层时,放置磁头 1,并沿着放置面驱动而设定磁头 1 的位置的工作台 5(可动工作台),驱动该工作台 5 的工作台驱动装置 6,控制激光照射装置 2、3 的激光照射动作之类的控制装置 4。该装置进一步包括:全部去除形成在磁头 1 上的不需要的保护层的保护层去除装置(图未示)。接下来,详细说明各个结构。

[0044] <磁头>

[0045] 磁头 1 为在后可搭载在磁盘驱动器而形成磁头的蚀刻对象,如图 3(a) 所示,其为具有规定厚度的矩形状。并且,其一端上形成有具备读取数据用磁阻效应元件 M 的磁头元件部 1A。另外,其另一端称磁头滑块部 1B(本体部)。并且,对所述露出磁阻效应元件 M 的磁头 1 的一面进行后述的形成保护层后的蚀刻处理,并且,通过重复进行所述处理,从而形成对磁盘实现低飞行工作的,具有规定形状的凹凸部(层次)的飞行面(ABS 面)。从而,露出有该露出磁阻效应元件 M 的表面(符号 11 所示的表面)面向上方而放置在工作台 5 之上,并实行后述的各个工序。

[0046] <工作台>

[0047] 工作台 5 上固定放置所述磁头 1。其次,用工作台驱动装置 6 支撑该工作台 5,并使其可沿着放置面(X-Y 平面上)移动。从而,可移动相对油墨喷射装置 2 的磁头 1 的 X-Y 平面上的位置。

[0048] 并且,工作台驱动装置 6 在磁头 1 上形成保护层时,后述的控制装置 4 控制工作台 5 并驱动。此时,其对应后述激光照射装置 2、3 的激光照射动作而移动,因此,其是一种对应待修整的保护层形状而移动的装置。例如,优选的,可按照 10mm/s 以上的速度移动,并具有 2 μm 以下的位置刻度。

[0049] <保护层涂布装置>

[0050] 保护层涂布装置是在作为磁头 1 飞行面的表面上涂布薄膜状保护层材料并附着的装置(图未示)。其中,涂布方法如下:例如,对放置在旋转支撑台(图未示)上的磁头 1 规定表面滴下液状保护层,并使其高速旋转从而形成薄膜状。则,如图 3(b) 所示,磁头 1 的整个飞行面上涂布有薄膜状保护层。在此,作为保护层涂布装置,把磁头 1 放置在工作台 5 上的状态下可涂布保护层的装置也可。

[0051] 此时,在本实施例中,作为该涂布的保护层材料使用具有耐蚀性并且可通过后述的激光照射的加热而被热分解的材料。例如,由包含 C、H、N 的高分子材料构成。具体来讲,可利用以 EL(乙荃乳酸(エチルラクテート))为溶媒的苯乙烯类树脂,或者以 PGMEA(丙二醇一甲(monomethyl)乙酸乙酯)为溶媒的苯乙烯类树脂。但是,作为保护层材料不仅局限于上述材料。

[0052] 在此,保护层涂布装置不仅局限于如上所述的通过涂布方式在磁头 1 表面上附着保护层材料的场合。例如,可在磁头 1 上附着带状保护层材料,也可通过其他任何方法贴付保护层材料。并且,如图 3(b) 所示,不仅局限于在整个磁头 1 上附着保护层材料,其也可以在预定形状的保护层形状的全体部位,或者,包含其一部分的范围上附着保护层材料也可。并且,通过后述激光照射装置 2、3 仅修整一部分保护层形状也可。

[0053] < 激光照射装置 >

[0054] 具体来讲,如图 1 所示,所述激光照射装置 2、3 包括:照射激光束的激光管 2,以及支撑该激光管 2 并控制激光照射动作的同时为了设定激光照射位置而移动控制激光管 2 的激光驱动装置 3。

[0055] 并且,激光管 2 是例如可输出受激准分子激光的装置,并照射涂布在磁头 1 上的保护层,从而加热一部分保护层并使保护层热分解而去除。例如,加热并升华保护层从而去除。但是,利用激光束去除一部分保护层的处理并不局限于上述方式,还可以利用激光束的照射能量以及其他原理去除保护层。

[0056] 并且,支撑激光管 2 的激光驱动装置 3 驱动控制激光管 7,例如,以 0.1mm/s 以上的速度沿着 X-Y 方向可移动,并具有 $2\mu\text{m}$ 以下的位置确定精度。并且,激光驱动装置 3 对应于控制装置 4 的控制指令,控制支撑激光管 2 的移动与激光束照射,从而将保护层修整为规定形状。

[0057] < 控制装置 >

[0058] 控制装置 4 包括:CPU 等计算装置 41,以及可重复写入并可保存被记忆的数据的 ROM 等记忆装置 45。并且,该记忆装置 45 上形成有,记住在磁头 1 上用上述油墨喷射装置 2 描画的保护层形状数据的保护层形状数据记忆部 46。该保护层形状数据是预先通过操作者被输入,并相对磁头 1 的飞行面进行蚀刻处理的每个层次(每个循环)包含不同的形状数据。例如,形成图 3、4 所示形状的飞行面时,如后所述,进行各蚀刻处理之前,为了形成图 3(b) 与图 4(a) 所示形状(挂网状),按各个阶段(循环)区别地记录两个图案相关的保护层形状数据。

[0059] 并且,计算装置 41 包括:通过预先规定的程序控制激光管 2 的动作的激光控制处理部 42,以及控制工作台 5 的动作的工作台控制处理部 43。激光控制处理部 42 从保护层形状数据记忆部 46 读取当前工序需要的保护层形状数据,并向激光驱动装置 3 传达指令使其在放置在工作台 5 上的磁头 1 的飞行面上形成规定形状的保护层。由此,激光管 2 沿着 X、Y、Z 方向移动并照射激光束,从而热分解并去除多余部位,从而使涂布的保护层修整为被指定的形状。此时,工作台控制处理部 43 与上述激光控制处理部 42 协同工作,驱动工作台驱动装置 6 并在 X-Y 平面上移动放置在工作台上的磁头 1 的位置,从而使用激光管 2 可修整成规定形状的保护层。由此,激光管 2 的移动尽可能少,并且可迅速且高精度地进行保护层形状的修整处理。并且,可抑制激光管 2 的驱动量,可抑制机械性消耗。

[0060] 另外,在本实施例中,用激光管 2 照射并修整的保护层形状,也可以通过去除如上所述的重新涂布的一部分保护层的方式而修整,并且,对进行过一次蚀刻操作的保护层,进一步去除其一部分而形成所述形状也可。即,首先,在第一循环中,通过保护层涂布装置(图未示)附着保护层,并去除保护层而进行修整,其次进行蚀刻。并且,在第二循环中,直接利用所述第一循环中利用在蚀刻操作中的保护层,并用激光去除其一部分而进行修整,

其次进行蚀刻。由此,进行第二循环的蚀刻操作。

[0061] 并且,在下面动作说明中,只进行了第二循环的蚀刻处理为止,若进行进一步的蚀刻处理时,去除被形成的保护层的一部位,接下来的蚀刻操作中形成可利用的保护层形状时,如同上述,可以通过照射激光束的方式,重复进行保护层的修整处理。

[0062] <其他构成>

[0063] 接下来,对图未示的蚀刻装置进行说明。该蚀刻装置是对上述形成有保护层的磁头 1,对该未形成有保护层的部位进行蚀刻操作的装置。例如,蚀刻装置对磁头 1 照射离子束,并进行叫做离子束蚀刻的干蚀刻操作。但是,蚀刻装置也可以通过其他任何方法进行蚀刻操作。

[0064] 并且,保护层去除装置(图未示)全部去除上述磁头 1 上形成的不需要的保护层。例如,完成各阶段(各循环)的蚀刻操作,从而形成下阶段保护层之前去除保护层。或者,结束全部蚀刻操作后去除保护层。

[0065] [动作]

[0066] 接下来,结合图 3 至图 5 说明利用磁头飞行面形成装置进行的飞行面形成方法(面形状形成方法)。图 3 至图 4 表示在磁头 1 的飞行面上形成具有凹凸部的飞行面形状的工序中的飞行面形状。即,在各示意图中的(a)~(d),其上部视图表示各个阶段上的磁头 1 的飞行面的平面图,下部视图表示其中央剖视图。并且,图 5 表示相关的磁头飞行面形成装置的动作流程图。

[0067] 首先,控制装置 4 的激光控制处理部 42 及工作台控制处理部 43 从保护层形状数据记忆部 46 中读取保护层形状数据(步骤 S1)。并且,该读取处理的前后,用保护层涂布装置在磁头 1 的飞行面上涂布保护层(步骤 S2,保护层附着工序(保护层形成工序))(图未示)。例如,在第一循环中,在图 3(a)所示的平坦的磁头 1 飞行面(符号 11 所示)上的整个部位上涂布保护层(在图 3(b)中用挂网表示)。

[0068] 接下来,用激光管 2 对涂布有保护层 A1 的磁头 1 的飞行面照射激光并去除不需要的部位(步骤 S3,修整工序(保护层形成工序))。具体来讲,基于从保护层形状数据记忆部 46 中读取的保护层形状数据中包含的第二循环的保护层形状,移动激光管 2 与工作台 5,并激光管 2 照射激光束,从而形成规定形状而去除保护层 A1 的一部位,由此修整成可蚀刻的形状。例如,如图 3(c)所示,从保护层形状 A1 中去除一部位,并形成图 3(d)所示形状的保护层 A1。即,图 3(d)的剖面图所示的点划线部位为利用激光束去除的保护层部位。

[0069] 其次,利用蚀刻装置(图未示)对形成有图 3(d)所示形状的保护层 A1 的磁头 1 飞行面进行干蚀刻(步骤 S4,蚀刻工序)。则,如图 3(的)所示,未形成有保护层 A1 的部位被侵蚀规定高度。在图 3(d)中点划线所示形状表示蚀刻前的飞行面位置。由此,蚀刻前符号 11 所示高度的表面上形成有符号 12 所示的较低高度的层次。由此,结束第一循环的蚀刻操作。

[0070] 接下来,为了形成第二个层次,进行第二循环的蚀刻处理(步骤 S5 中否定判断)。此时,在本实施例中,在第二循环中利用的保护层形状为,通过去除所述第一循环中形成的图 3(d)所示的保护层的一部位的方式可修整的形状。即,可利用地一循环中形成的保护层(步骤 S7 中肯定判断)。从而,基于第二循环的保护层形状数据对该保护层照射激光,并去除一部分保护层,从而修整成第二循环的保护层形状(步骤 S3,修整工序)。另外,当不能

利用前一循环中的保护层时（步骤 S7 中否定判断），全部去除该循环中被利用过的保护层（步骤 S8），并再次利用保护层涂布装置涂布新的保护层（步骤 S2），并照射激光束而修整成第二循环的保护层形状（步骤 S3）。则，在本实施例中，修整成图 4(a) 所示的保护层。即，图 4(a) 的剖面图所示的点划线部位为利用激光束去除的保护层部位。

[0071] 其次，利用蚀刻装置（图未示）对形成有图 4(b) 所示形状的保护层 A1 的磁头 1 飞行面进行干蚀刻（步骤 S4，蚀刻工序）。则，如图 4(c) 所示，未形成有保护层 A1 的部位被侵蚀规定高度。在图 4(c) 中点划线所示形状表示蚀刻前的飞行面位置。由此，蚀刻前具有符号 11 所示高度的面成为具有符号 12 所示的较低高度的层次，进而，蚀刻前具有符号 12 所示高度的面成为具有符号 13 所示的更低高度的层次，从而形成具有两个层次的飞行面。但是，第二循环中形成的符号 12 所示的高度并不一定相同于在第一循环中形成的符号 12 所示的高度。例如，因各循环的时刻处理时间的不同，其高度也可能不同。由此，结束第二循环的蚀刻操作。

[0072] 通过以上所述，结束本实施例相关的蚀刻处理，并完成预定飞行面的凹凸形状的形成操作（步骤 S5 中肯定判断）。从而，利用保护层去除装置（图未示）去除形成在磁头 1 上的保护层 A1（步骤 S6，保护层去除工序），如图 4(d) 所示，结束飞行面的形成操作。

[0073] 通过上述操作，即，以高精度地激光束位置确定进行激光照射，从而可形成高精度的规定形状的保护层，并通过蚀刻操作可形成高精度的磁头飞行面形状。并且，特别是，可以去除已用过的保护层一部位而形成新的保护层形状，从而可有效利用保护层，从而可降低蚀刻成本，以及缩短处理时间。

[0074] 在此，以上说明中例示了通过两个循环的蚀刻操作形成具有两个层次的飞行面形状的场合，但是，也可以进行再次形成层次的蚀刻处理。即，图 5 的步骤 S5 中进入否定判断，并重复实行步骤 S3、4 也可。

[0075] 另外，作为所述保护层涂布装置，也可使用向磁头 1 喷射保护层材料并形成保护层形状的油墨喷射装置或者泡沫喷射装置等保护层喷射装置。并且，用控制装置 4 控制保护层喷射装置的喷射动作，从而，基于记录在保护层形状数据记忆部 46 内的保护层形状，描画出比该形状略大一点形状的保护层也可。由此，由于减少通过其后的激光照射去除的保护层的量，因此，可实现通过激光的保护层形状修整处理的迅速化。并且，用所述保护层喷射装置描画的保护层的一部位与预定形状的保护层相一致时，可以免去对该部位的激光修整处理。此时，在描画好的保护层中，只针对比预定形状多出的部位进行激光照射并去除，由此修整保护层形状也可。

[0076] [实施例 2]

[0077] 接下来，结合图 6 至图 9 对本发明的第二实施例进行说明。图 6 为表示磁头飞行面形成装置的结构模块图。图 7 至图 8 为表示形成磁头飞行面时的状态的说明图。图 9 为飞行面形成装置的动作流程图。

[0078] [构成]

[0079] 本实施例相关的磁头飞行面形成装置是在上述实施例 1 的结构上进一步包括：对磁头 1 喷射形成规定形状的保护层的保护层材料的油墨喷射装置 7（保护层形成装置），驱动该油墨喷射装置 7 并进行位置确定的油墨喷射机驱动装置 8，并结合所述激光照射装置 2、3，用于保护层的形成工序上。

[0080] 油墨喷射装置 7 是利用油墨喷射方式喷射保护层材料 A 的装置,其被油墨 喷射机驱动装置 8 支撑,其对应控制装置 4 的控制命令喷射保护层材料。此时,如后述,基于控制装置 4 预先输入的保护层形状数据而控制,因此,控制其移动到按所定形状描画保护层所需的位置,同时,控制保护层材料的喷射动作。

[0081] 并且,如上所述,对应于该油墨喷射装置 7 的动作,工作台 5 的动作也受控制装置 4 的控制。即,通过协同操作油墨喷射装置 7 与工作台 5,从而可使油墨喷射装置 7 相对磁头 1 的保护层形成部位迅速移动到基于保护层形状数据的位置,并可迅速且高精度地描画出保护层。

[0082] 在此,优选的,油墨喷射装置 7 可按照 10mm/s 以上的速度移动,并具有 $2\mu\text{m}$ 以下的位置刻度。并且,保护层材料的喷射周期为 10KHz 以上,一次(一滴)喷射量为 2p1(兆分之一升(pico liter))以下为佳。进一步,其喷射量为 0.5p1 以下为佳。并且,在本实施例中,作为所喷射的保护层材料推荐使用对后述蚀刻装置的干蚀刻强硬,并且,可喷射如上所述的微小量的材料。例如,使用分子量小的 EL(乙荖乳酸(エチルラクテート))为溶媒的苯乙烯类树脂为佳。或者,也可以利用以 PGMEA(丙二醇一甲(monomethyl)乙酸乙酯)为溶媒的苯乙烯类树脂。但是,作为保护层材料不仅局限于上述材料。

[0083] 由此,油墨喷射装置 7 喷射保护层材料并描画保护层,从而可形成厚度为 $3\sim 6\mu\text{m}$ 的保护层,其比现有的通过曝光、显像处理形成的厚度为 $10\sim 20\mu\text{m}$ 的保护层薄很多,从而蚀刻后可形成陡峭的凹部壁面。

[0084] 在本实施例中,例举了用油墨喷射装置 7 向磁头 1 喷射保护层材料的场合,但是并不局限于此,也可以取代油墨喷射装置 7 而使用泡沫喷射方式喷射保护层材料的装置进行保护层的形成。进而,不仅局限于上述方式,利用具有其他结构的,通过喷射保护层材料 A 从而可描画出保护层的装置也可。

[0085] 于此相伴,本实施例相关的控制装置 4 的计算装置 41 上设置有,按照预先规定的程序控制油墨喷射装置 7 的运动的油墨喷射机控制处理部(图未示)。该油墨喷射机控制处理部从保护层形状数据记忆部 46 读取当前工序需要的保护层形状数据,并向油墨喷射机驱动装置 8 传达指令使其在放置在工作台 5 上的磁头 1 的飞行面上形成规定形状的保护层。由此,油墨喷射装置 7 向 X、Y、Z 方向移动,并喷射保护层材料,从而形成规定形状的保护层。并且,工作台控制处理部 43 与上述油墨喷射机控制处理部协同工作,并使油墨喷射装置 7 可描画出规定形状的保护层而在 X-Y 平面上移动放置在工作台上的磁头 1 的位置。由此,使油墨喷射装置 7 的移动尽可能少,并迅速进行描画处理,同时,可抑制油墨喷射装置 7 驱动时的机械性消耗。

[0086] [动作]

[0087] 接下来,结合图 7 至图 9 说明利用本实施例相关的磁头飞行面形成装置进行的飞行面形成方法(面形状形成方法)。图 7 至图 8 表示在磁头 1 的飞行面上形成具有凹凸部的飞行面形状的各个工序中的飞行面形状。并且,所示各图表示,各层次上的磁头 1 的飞行面的平面示意图与其中央剖视图。并且,图 9 表示相关的磁头飞行面形成装置的动作流程图。

[0088] 首先,控制装置 4 从保护层形状数据记忆部 46 中读取保护层形状数据(步骤 S11),并基于该数据移动油墨喷射装置 7 与工作台 5,并从油墨喷射装置 7 喷射保护层材料

A,从而描画出规定形状的保护层(步骤S12,保护层形成工序)。例如,在第一循环中,在图7(a)所示的平坦的磁头1飞行面(符号11所示)上形成图7(b)所示的挂网状保护层A1。

[0089] 接下来,利用蚀刻装置(图未示)对形成有保护层A2的磁头1飞行面进行干蚀刻操作(步骤S13,蚀刻工序)。则,如图7(c)所示,未形成有保护层A1的部位被侵蚀规定高度,并形成符号12所示的较低的层次(凹部)。由此,飞行面的具有符号11所示部位最高、符号12所示部位具有较低的阶段形状(凹状),并结束第一循环。

[0090] 接下来,本实施例相关的第二循环的保护层形成操作,如上所述,用激光管2对使用油墨喷射装置7描画并形成的保护层A1照射激光,进行去除不需要部位的操作(步骤S14、修整工序)。具体来讲,基于从保护层形状数据记忆部46中读取的保护层形状数据中包含的第二循环的保护层形状,移动激光管2与工作台5,并激光管2照射激光束,从而形成规定形状而去除保护层A1的一部位。例如,如图7(c)所示,从保护层形状A1中去除一部位,并形成图7(d)所示形状的保护层A1。即,图7(d)的剖面图所示的点划线部位为利用激光束去除的保护层部位。

[0091] 其次,利用蚀刻装置(图未示)对形成有图8(a)所示形状的保护层A1的磁头1飞行面进行干蚀刻(步骤S15,蚀刻工序)。则,如图8(b)、(c)所示,未形成有保护层A1的部位被侵蚀规定高度。在图8(b)中点划线所示形状表示蚀刻前的飞行面位置。由此,蚀刻前具有符号11所示高度的面成为具有符号12所示的较低高度的层次,进而,蚀刻前具有符号12所示高度的面成为具有符号13所示的更低高度的层次,从而形成具有两个层次的飞行面。但是,第二循环中形成的符号12所示的高度并不一定相同于在第一循环中形成的符号12所示的高度。例如,因各循环的时刻处理时间的不同,其高度也可能不同。

[0092] 其次,利用保护层去除装置(图未示)去除形成在磁头1上的保护层A1(步骤S16,保护层去除工序),如图8(d)所示,结束飞行面的形成操作。

[0093] 通过如上所述的操作,用油墨喷射装置7高精度地描画出保护层,该方法也比起现有技术可以迅速且低成本、进而高精度地形成保护层,可以高精度地形成飞行面。其次,可以去除刚描画的保护层一部位而形成新的保护层形状,从而可有效利用保护层,从而可降低蚀刻成本,以及缩短处理时间。在此,由于使用位置确定精度高的激光束修整保护层的缘故,如上所述,可高精度地进行保护层的形成工序,通过蚀刻可以高精度地形成磁头飞行面的形状。

[0094] 在此,以上说明中例示了通过两个循环的蚀刻操作形成具有两个层次的飞行面形状的场所,但是,也可以进行再次形成层次的蚀刻处理。此时,通过去除图8(c)所示的保护层形状的一部位从而形成新的保护层时,对该保护层照射如同上述的激光束并形成保护层也可。即,进一步接着图9的步骤S15进行一次或者多次重复进行步骤S14及步骤S15也可。一方面,在接下来的工序中不能使用在前蚀刻工序中利用过的保护层时,去除保护层之后(步骤S16),进而描画出保护层(步骤S12),并对其进行蚀刻处理(步骤S13)也可。

[0095] 产业上的利用可能性

[0096] 本发明相关的面形状形成装置利用在形成磁头飞行面的领域里,因此其具有产业上的可利用性。

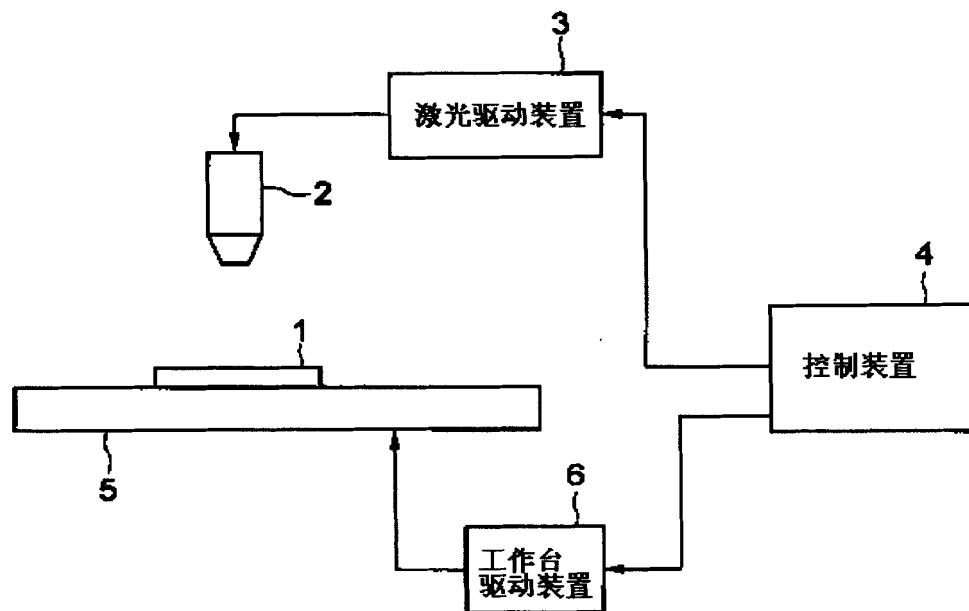


图 1

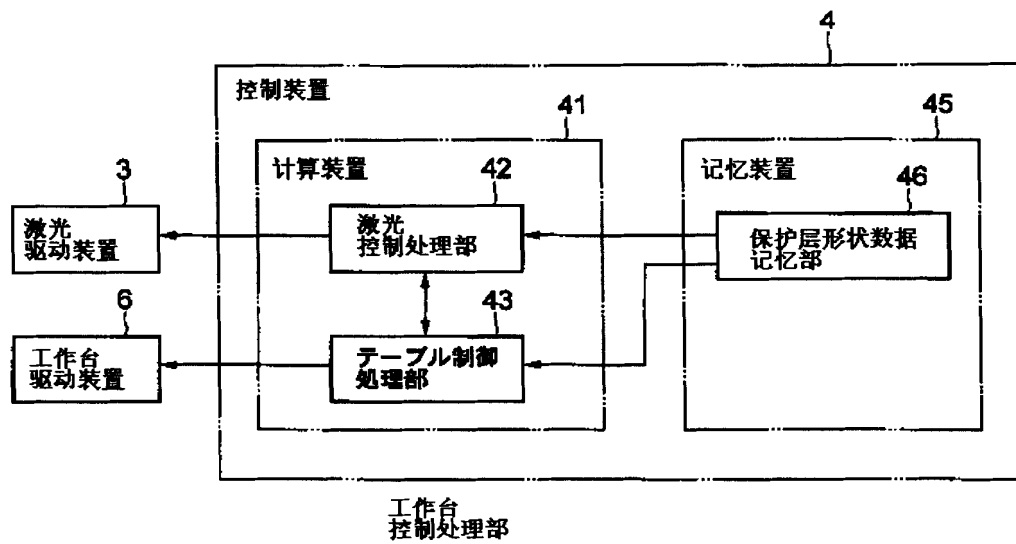


图 2

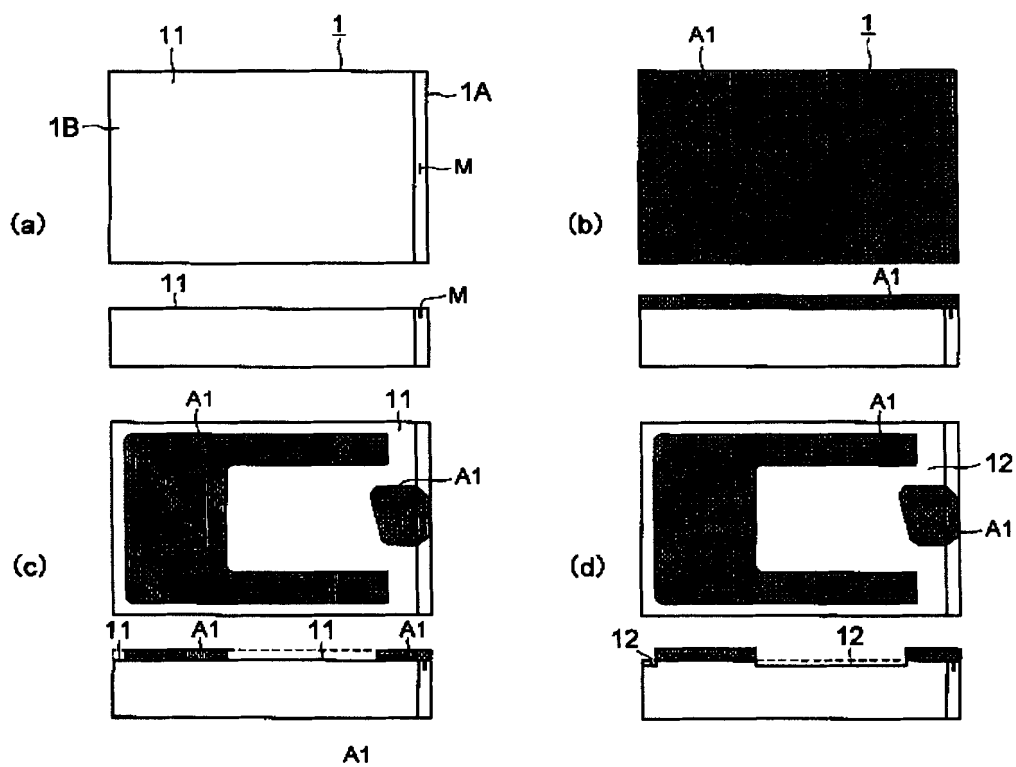


图 3

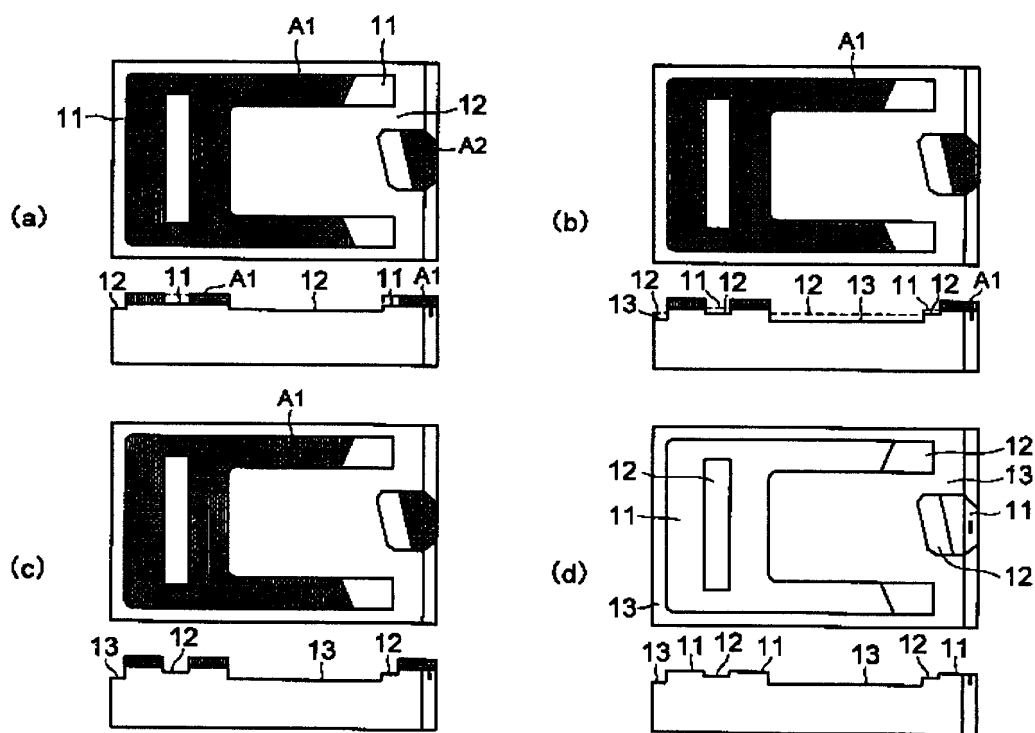


图 4

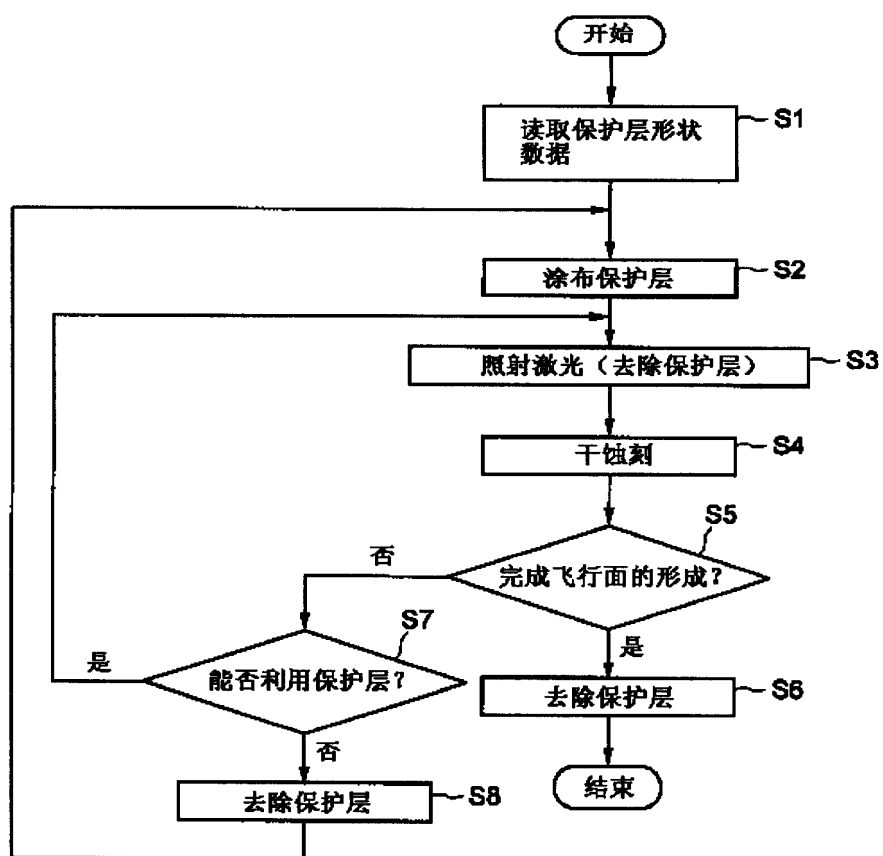


图 5

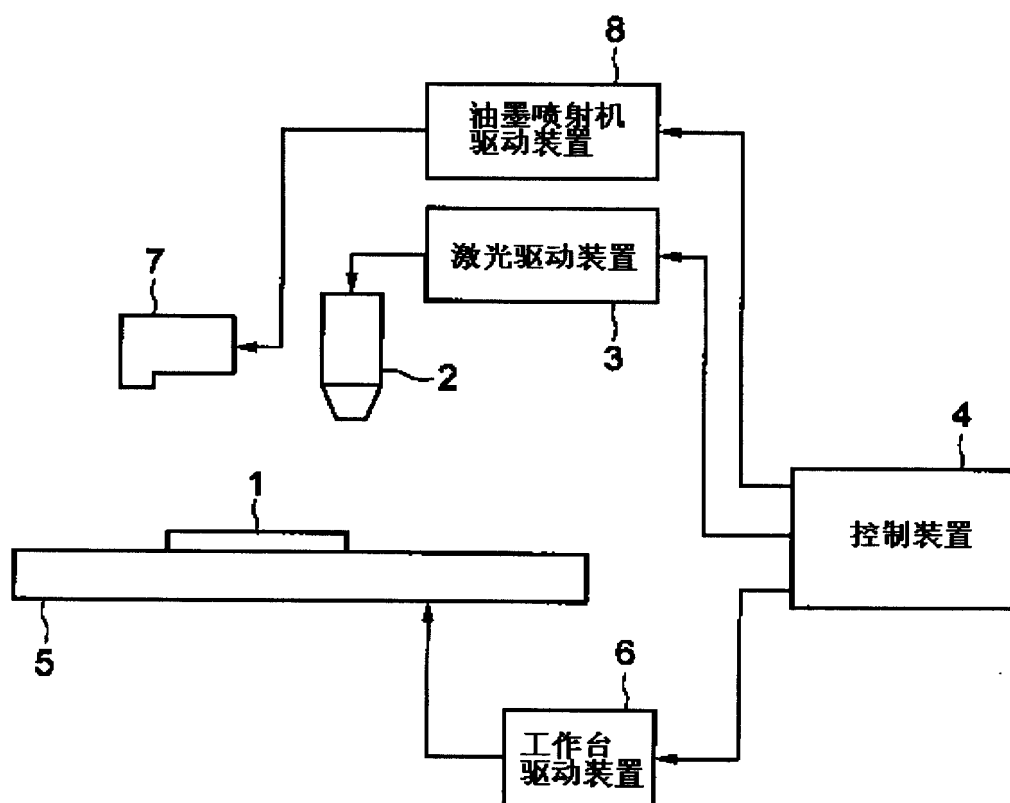


图 6

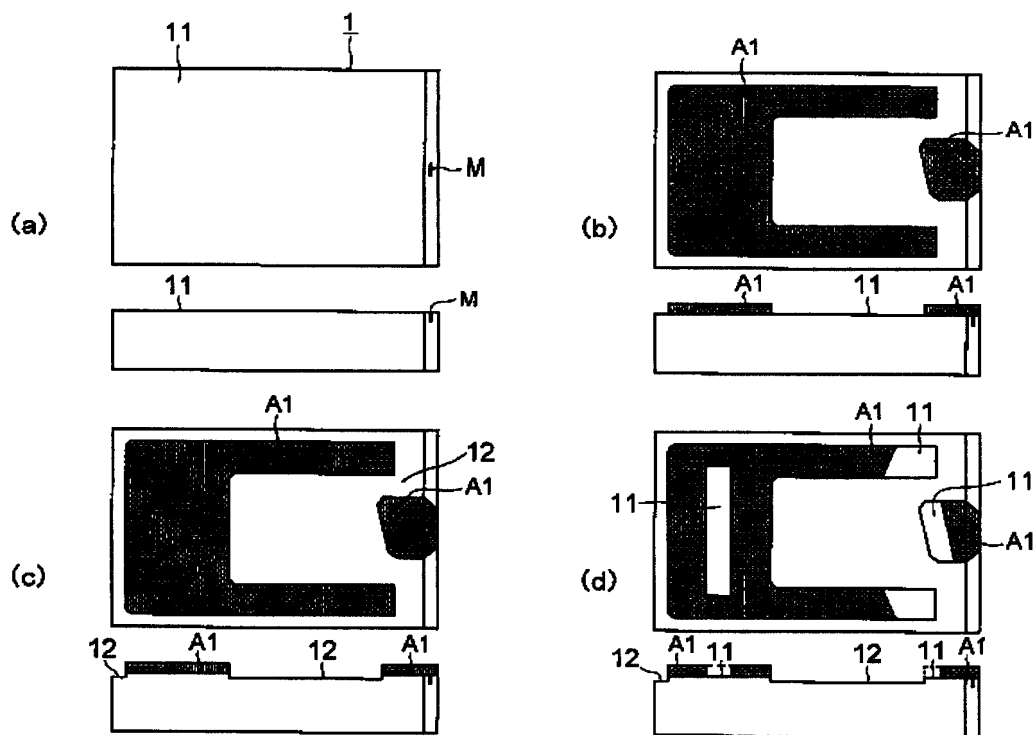


图 7

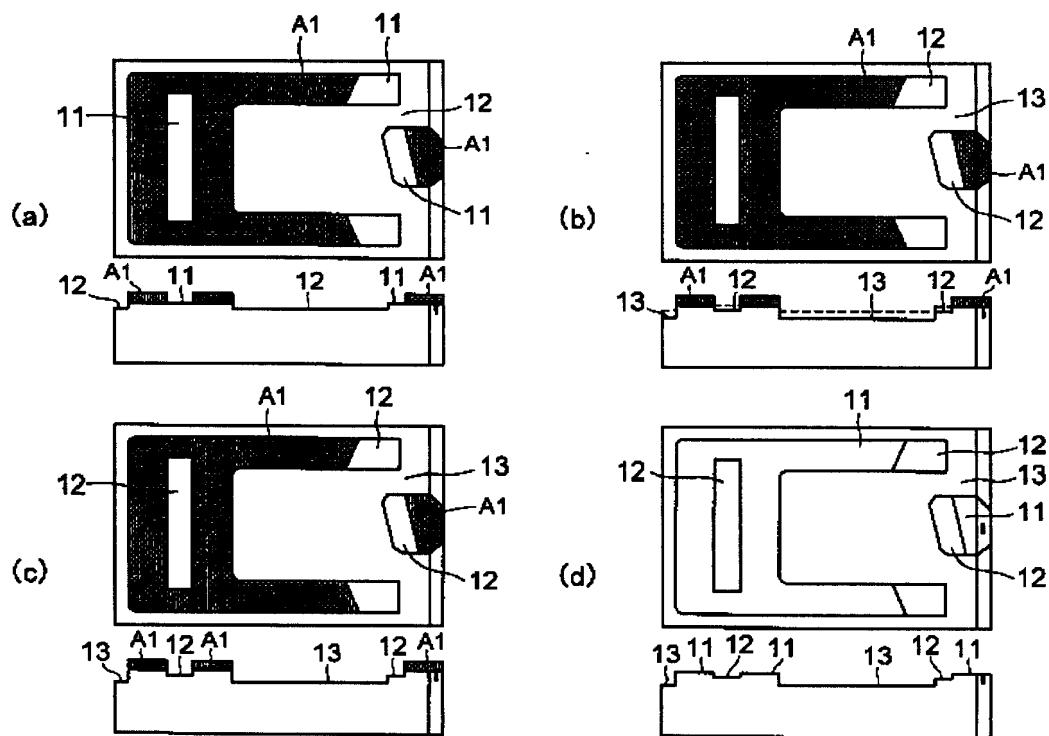


图 8

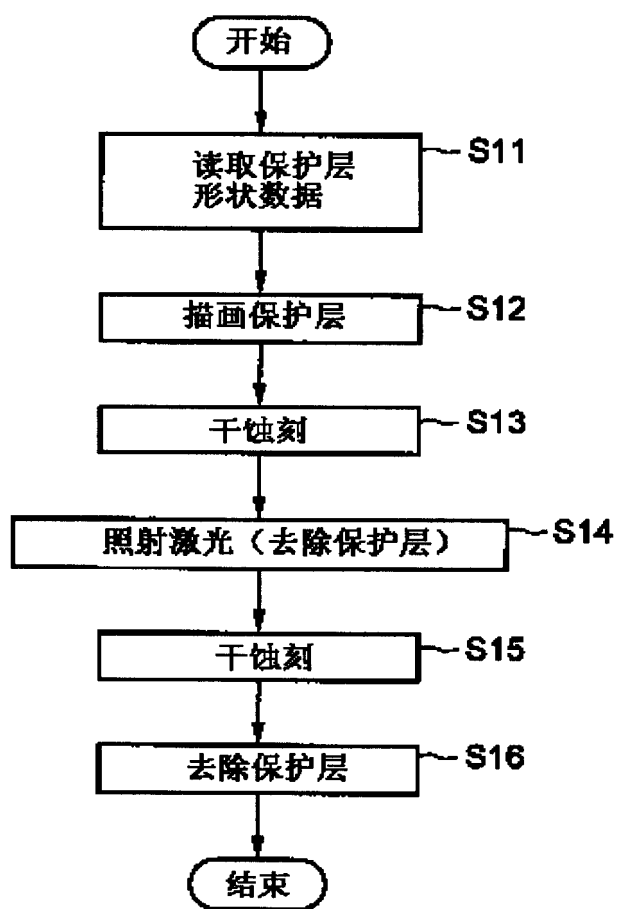


图 9

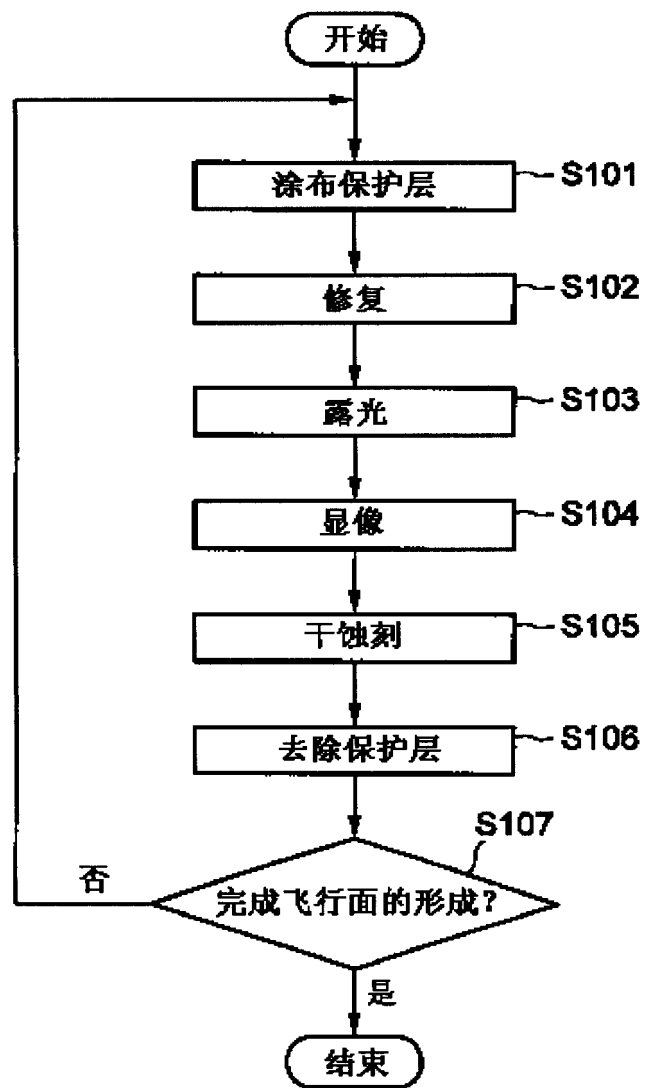


图 10