

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

G11B 5/31 (2006.01)

G11B 5/012 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200610080343.9

[45] 授权公告日 2009 年 5 月 13 日

[11] 授权公告号 CN 100487791C

[22] 申请日 2001. 3. 14

[21] 申请号 200610080343.9

分案原申请号 01111364.2

[30] 优先权

[32] 2000. 3. 14 [33] JP [31] 076333/2000

[73] 专利权人 日立环球储存科技日本有限公司

地址 日本神奈川

[72] 发明人 富山大士 滨口雄彦 原美纪

赤城文子 西田靖孝

[56] 参考文献

EP0356126A2 1990. 2. 28

CN1226053A 1999. 8. 18

US5920449A 1999. 7. 6

审查员 王 宁

[74] 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利
商标事务所

代理人 秦 晨

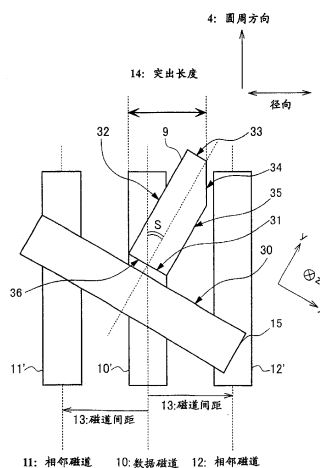
权利要求书 1 页 说明书 18 页 附图 18 页

[54] 发明名称

高可靠数据保护磁头及磁盘设备与不会误擦
除数据的方法

[57] 摘要

本发明提供磁头和磁盘设备，其中上磁极的形状为在倾斜角最大的位置处，其在磁盘径向上突出长度的最大值不大于磁盘的磁道间距，从而甚至在倾斜角大的区域中都避免了记录在相邻磁道上的信息的热松弛的加速。



1. 一种用于垂直磁记录系统的磁盘设备，包括：

具有再现头和记录头的磁头，

具有垂直磁记录层、基片和在所述垂直磁记录层和基片之间形成的软磁膜的垂直磁盘，

其中记录头具有记录磁极，

记录头具有：一对第一侧；一对第二侧，其中一个所述第二侧在记录头的后侧上与一个所述第一侧相交；以及在记录头的前导侧上与另一个第一侧和第二侧相交的第三侧，以及

沿着所述磁盘径向测量的所述记录磁极突出到磁盘表面的长度不大于所述磁盘的磁道间距。

2. 根据权利要求1的磁盘设备，其中第三侧在记录头的与再现头相邻的一侧上。

3. 根据权利要求1的磁盘设备，其中在所述磁盘上所述磁盘的旋转方向与所述记录磁极的膜厚方向之间的角度 S 为最大的位置处， $P \times \sin(S)$ 与 $W \times \cos(S)$ 的和不大于所述磁盘的磁道间距，其中 P 是所述记录磁极的膜厚度， W 是所述记录磁极的宽度。

4. 根据权利要求1的磁盘设备，其中第三侧和与记录磁道相邻的磁道不交叠。

5. 根据权利要求1的磁盘设备，其中第三侧的边缘与记录间隙相邻形成。

高可靠数据保护磁头及磁盘设备 与不会误擦除数据的方法

本申请是申请日为 2001 年 3 月 14 日的中国专利 ZL01111364.2 的分案申请。

技术领域

本发明涉及磁记录设备，尤其涉及磁盘设备和磁头。

背景技术

根据磁性膜的磁化方向把磁盘设备分类为纵向磁记录系统和垂直磁记录系统。垂直磁记录系统比纵向磁记录系统容易实现更高记录密度，并且期望在将来得到实际应用。例如在日本磁学会志期刊第 19 卷增刊第 S2 期 122 到 125 页中可看到这种磁头的例子。而且例如在 IEEE Transaction on Magnetism 的第 35 卷第 5 期 2652 (1999) 页的文章“Activation Volume and Correlation of Media Noise In High-Density Longitudinal Recording Media”和 IEEE Transaction on Magnetism 的第 35 卷第 5 期 2655 (1999) 页的文章“Rigid Disk Medium for 20 Gb/in² Recording Demonstration”中，描述了这种磁记录膜中的记录的磁化强度和外部磁场的效果与特性的依赖关系。

在上述垂直磁记录系统和纵向磁记录系统中，使用了具有相同的基本结构的磁头。下面就与本发明相关的部分说明其代表性示例。

磁头安装其上的旋转致动器的一般视图如图 1 所示并且图 2 表示磁头 1 的放大视图。图 2 是从磁头 1 的上面看去的平面图。为把磁头 1 定位在磁盘设备中，使用旋转致动器 2。磁盘 3 和磁极厚度方向 91 的由旋转方向（圆周方向）形成的角度定义为倾斜角 S。在具有旋转致动器 2 的磁盘设备中，倾斜角根据磁头在径向上的位置而改变。通

常，倾斜角 S 根据磁头径向位置在大约 20 度的范围内变化。

如图 2 所示，磁头 1 包括第一磁极 15、作为第二磁极的记录磁极 8 和再现磁头部分 6。图中所示例子是环形磁头。记录磁极 8 具有磁极膜厚 9 和写入磁道宽度 7。在诸如这个例子的记录和再现磁头的情况下，把再现磁头 6 设置成与记录磁头堆叠在一起。信号处理系统的布局等如后所述。在下面的图中，磁盘的旋转方向（圆周方向）以标号 4 表示，倾斜角以符号 S 表示。

考虑磁存储器件的磁道密度的提高，磁头的磁道宽度作得越来越小。随着记录磁头的磁道宽度 7 降低，在磁头中产生的磁通难以通过记录磁极。因此，磁头的记录磁极很容易饱和，降低了对记录媒体的泄漏磁通。因此，在使用具有小磁道宽度的磁头在记录媒体上记录信息时，要求增大记录磁头的磁极厚度 8 或增强记录磁头的磁极材料的饱和磁通密度，以从记录磁极产生足够的磁场。

发明内容

本发明提供甚至在高记录密度的磁记录中都能够确保充分稳定的记录状态的磁盘设备。尤其，本发明解决下面的难题。在磁盘设备中，在向上述倾斜角大的区域记录信息时，产生这样的状态：当把信息记录到目标磁道时，把来自写入极的磁场应用于相邻磁道。这种条件下，加速了磁道上媒体所记录信息的热衰退。反复向同一磁道再写入导致记录的信息的热衰退的进一步加速。本发明提供磁头和磁盘设备，其中，甚至在倾斜角大的区域中也不加速记录在相邻磁道中的信息的热松弛。

而且，本发明建议一种信息记录系统，使得不容易加速热衰退。

概括地说，本发明提供一种磁盘设备，包括：堆叠薄膜形成的磁头、旋转的磁盘和用于把所述磁头相对于所述旋转磁盘定位的装置，其中，所述磁头包括第一磁极和相对于所述磁盘的旋转方向设置在所述第一磁极的下游侧的第二磁极，在所述磁盘的旋转方向与所述第二磁极的膜厚方向之间的角度 S 为最大的所述磁盘上的位置处，沿着所

述磁盘径向测量所述第二磁极突出到磁盘表面的长度不大于所述磁盘的磁道间距。

本发明还提供一种磁盘设备，包括：磁头、旋转的磁盘，其中，所述磁头包括第一磁极和相对于所述磁盘的旋转方向设置在所述第一磁极的下游侧的第二磁极，所述第一和第二磁极具有面对的部分，在这二者之间形成记录间隙，所述第二磁极突出到所述磁盘表面的形状包括横截所述面对的部分的第一侧、面对所述磁性间隙或在所述磁性间隙的相对侧上的第二侧和横截所述第一和第二侧的第三侧。

本发明还提供一种磁盘设备，包括：磁头，磁头具有堆叠薄膜形成的磁极，旋转的磁盘，和用于把所述磁头相对于所述磁盘定位的装置，其中，在所述磁盘的旋转方向与构成所述磁极的所述薄膜的厚度方向之间的角度 S 为最大的记录磁盘上的位置处， $P \times \sin(S)$ 与 $W \times \cos(S)$ 的和不大于是所述磁盘的磁道间距，其中 P 是所述磁极的膜厚度， W 是所述磁极的宽度。

根据本发明的上述磁盘设备，其中所述磁头包括第一磁极和相对于所述磁盘的旋转方向设置在所述第一磁极的下游侧的第二磁极，在所述磁盘的旋转方向与所述第二磁极的膜厚方向之间的角度 S 为最大的所述磁盘上的位置处， $P \times \sin(S)$ 与 $W \times \cos(S)$ 的和不大于是所述磁盘的磁道间距，其中 P 是所述第二磁极的膜厚度， W 是所述第二磁极的宽度。

根据本发明的上述磁盘设备，其中所述磁盘设备是纵向磁记录设备。

根据本发明的上述磁盘设备，其中所述磁盘设备是垂直磁记录设备。

本发明还提供一种包括第一磁极和第二磁极的磁头，第一和第二磁极之间具有面对的部分，面对的部分之间形成磁性间隙，其中从所述磁盘的滑动表面看去所述第二磁极的形状包括横截所述面对的部分的第一侧，面对所述磁性间隙或在所述磁性间隙的相对侧上的第二侧，以及横截所述第一和第二侧的第三侧。

根据本发明的上述磁头，其中所述第三侧相对于所述磁头的移动方向被设置在下游侧。

根据本发明的上述磁头，其中所述第三侧相对于所述磁头的移动方向被设置在上游侧。

本发明还提供一种磁盘设备，包括：堆叠薄膜形成的磁头，和旋转的磁盘，其中，所述磁头包括第一磁极和相对于所述磁盘的旋转方向设置在下游侧的第二磁极，在所述磁盘的旋转方向与所述第二磁极的膜厚方向之间的角度 S 为最大的所述磁盘上的位置处，所述第二磁极突出到磁盘表面和所述磁盘的磁道宽度上的叠加区域的长度不大于所述磁道宽度的 5%。

本发明还提供一种记录信息的方法，其中在修改或附加信息时，把修改或附加的信息存储在不同于有原来记录的信息的扇区的扇区中，而不再重写入在有所述的原来记录的信息的所述扇区的整体或部分上。

根据本发明的一方面，提供一种磁盘设备，包括：至少一个用于记录的磁头、旋转的磁盘和用于把记录磁头相对于旋转磁盘定位的装置，其中，记录磁头包括相对于磁盘的旋转方向设置在上游侧的第一磁极和设置在下游侧的第二磁极，第一和第二磁极具有彼此面对的部分，把第二磁极形状设置为沿着磁盘径向测量第二磁极突出到磁盘表面的长度不大于磁盘的磁道间距。

根据本发明的另一方面，提供一种磁盘设备，包括：至少一个用于记录的磁头、旋转的磁盘和用于把记录磁头相对于旋转磁盘定位的装置，其中，记录磁头包括相对于磁头的旋转方向设置在上游侧的第一磁极和设置在下游侧的第二磁极，第一和第二磁极彼此面对，在第一和第二磁极的面对侧之间形成一个写入间隙，第二磁极形状为在横截写入间隙的第一侧和面对写入间隙的第二侧之一之间有一个第三侧。

在一个模式中把第三侧提供在第二磁极的更靠近写入间隙的一侧上，并且在另一个模式中把第三侧提供在第二磁极的更远离写入间隙

的一侧上。

而且，把磁极形状设置为在记录媒体的径向与磁极的磁道宽度方向之间形成的角度最大的径向位置处，沿着磁盘径向测量第二磁极突出到磁盘表面的长度不大于磁盘的磁道间距。

根据本发明的又一方面，提供一种磁盘设备，包括：至少一个用于记录的磁头、旋转的磁盘和用于把记录磁头相对于旋转磁盘定位的装置，其中，记录磁头包括相对于磁盘的旋转方向设置在上游侧的第一磁极和设置在下游侧的第二磁极和在第一和第二磁极之间的线圈，第一和第二磁极彼此面对，在第一和第二磁极的面对侧之间形成一个写入间隙，第二磁极形状包括一对横截写入间隙的第一侧、一对基本面对写入间隙的第二侧和设置在第一侧之一和与写入间隙基本面对的该对第二侧之一之间的第三侧。

在一个模式中把第三侧设置在第二磁极的更靠近写入间隙的一侧上，并且在另一个模式中把第三侧设置在第二磁极的更远离写入间隙的一侧上。

而且，把磁极形状设置为在倾斜角最大的位置处，沿着磁盘径向测量第二磁极突出到磁盘表面的长度不大于磁盘的磁道间距。

如上可看到，把磁盘设备分类为垂直磁记录系统和纵向磁记录系统，本发明基本上可用于两种系统。这一点在模式中或在下面示出的本发明的实施例中是相同的。

此外，把磁头分类为单极磁头、环形磁头等，本发明基本上可用于这两种类型磁头。这一点在模式中或在下面示出的本发明的实施例中也是相同的。

根据本发明的另外一方面，提供一种磁盘设备，包括：至少一个用于记录的磁头、旋转的磁盘和用于把记录磁头相对于旋转磁盘定位的装置，其中，记录磁头包括磁极和线圈，在倾斜角 S 为最大的位置处， $P \times \sin(S)$ 与 $W \times \cos(S)$ （这里 W 是磁极宽度， P 是磁极的极厚度）的和不大于是磁道间距。

根据本发明的还有一方面，提供一种磁盘设备，包括：至少一个

用于记录的磁头、旋转的磁盘和用于把记录磁头相对于旋转磁盘定位的装置，其中，记录磁头包括相对于磁记录媒体的旋转方向设置在上游侧的第一磁极和设置在下游侧的第二磁极，第一和第二磁极具有彼此面对的部分，把第二磁极形状设置成在倾斜角 S 为最大的位置处， $P \times \sin(S)$ 与 $W \times \cos(S)$ （这里 W 是磁极宽度， P 是磁极的极厚度）的和不大于是磁记录媒体的磁道间距。

作为上述本发明的两种模式的磁头，可给出下面的特定例子。在环形磁头的情况下，与传统极厚度情况相比，可使用调整第二磁极的极厚度的方法和设置第二磁极的形状来降低突出长度的方法。对于第二磁极形状，可使用对第二磁极的更靠近写入间隙的角部部分进行整形的方法以及对第二磁极的更远离写入间隙的角部部分进行整形的方法。

现在列出根据本发明的各种形式的磁头。

第一种形式是包括第一磁极、面对第一磁极的第二磁极和线圈的磁头，其中写入间隙形成在第一和第二磁极的面对侧之间，第二磁极具有位于横截写入间隙的第一侧与基本面对写入间隙的一对第二侧之一之间的第三侧。

第二种形式是包括第一磁极、面对第一磁极的第二磁极和线圈的磁头，其中写入间隙形成在第一和第二磁极的面对侧之间，第二磁极的形状包括一对横截写入间隙的第一侧和一对面对写入间隙的第二侧，还包括位于第一侧之一与面对写入间隙的该对第二侧之一之间的一个第三侧。

在一个模式中把第三侧设置在第二磁极的更靠近写入间隙的一侧上，并且还可把第三侧设置在第二磁极的更远离写入间隙的一侧上。这些模式中，其中第三侧提供在更靠近写入间隙的一侧上的前面模式在垂直磁记录系统中更有用。其中第三侧提供在更远离写入间隙的一侧上的后面模式在纵向磁记录系统中更有用。两种模式的不同来自两种系统中磁反转的记录点位置的不同。

通常，第一和第二磁极的形状基本为矩形，通常使用四边形

(tetragons)。自然，考虑加工的准确性，可使用不规则四边形和有些不规则的四边形或带有微小改变的形状。在本说明书中，包括这些不同修改后的形状的几何形状都被描述为矩形。另外，基本面对写入间隙的第二侧包括远离写入间隙的一侧和靠近写入间隙的一侧，本发明可使用这两侧的任何一侧来体现。

通过使用具有这种形状的磁头，与本申请相关的磁盘设备可构成在倾斜角最大的径向位置处，沿着磁盘径向测量第二磁极突出到磁盘表面的长度不大于磁盘的磁道间距。

作为本发明的模式，可采用下面的模式，与根据已有技术的磁盘设备相比，其在热衰退特性方面优秀。

根据本发明的模式的基本点，提供一种磁盘设备，包括至少一个用于记录的磁头、旋转的磁盘和用于把记录磁头相对于旋转磁盘定位的装置，其中，记录磁头包括相对于磁头的旋转方向设置在上游侧的第一磁极和设置在下流侧的第二磁极，第一和第二磁极具有彼此面对的部分，第二磁极形状为倾斜角最大的位置处，第二磁极突出到磁盘表面和磁盘磁道宽度上的重叠区的宽度不大于磁道宽度的10%。而且，重叠区的宽度优选不大于磁道宽度的5%。

上述模式中重要的一点是沿着磁道宽度方向测量磁极突出到磁盘表面和磁盘磁道宽度上的重叠区的宽度不大于磁道宽度的10%。而且，重叠区的宽度优选不大于磁道宽度的5%。

自然，如上所述，考虑热衰退第二磁极没有突出到磁盘表面和磁盘磁道宽度上的重叠区是最好的。

接着，参考其中热衰退不容易被加速的信息记录系统。该方法可抑制在磁盘设备上附加的信息时带来的热衰退的加速。因此，通过使用该方法和根据本发明的磁盘设备，在向磁盘设备记录时可抑制热衰退，并且反复记录带来的磁盘设备的热衰退也被有效抑制。

该方法包括在使用磁盘设备修改或附加信息时，在不同于记录数据的扇区的扇区中存储修改后或附加的信息，而不在带有记录的数据的扇区的整体或一部分上再次写入。

附图说明

图 1 是磁盘设备的部分视图;

图 2 是磁头部分的放大平面图;

图 3 表示磁盘设备的一般构成的平面图;

图 4 表示磁盘设备的一般构成的剖面图;

图 5 表示记录/再现部分的透视图;

图 6A 是从磁头的记录/再现部分的空气支承表面看去的底视图;

图 6B 是磁头的记录/再现部分的垂直剖面图;

图 7 表示根据本发明的第一实施例的磁头与写入磁道之间的位置关系的平面图;

图 8 表示图示出已有技术的问题的磁头与写入磁道之间的位置关系的平面图;

图 9 表示环形磁头中磁道中央处磁场分布的示例图;

图 10 表示环形磁头中磁道边缘处磁场分布的示例图;

图 11 表示根据本发明的第二实施例的磁头与写入磁道之间的位置关系的平面图;

图 12 表示根据本发明的第三实施例的磁头与写入磁道之间的位置关系的平面图;

图 13 表示根据本发明的第四实施例的磁头与写入磁道之间的位置关系的平面图;

图 14 表示磁记录媒体的堆积示例图;

图 15 表示在使用纵向磁记录媒体和环形磁头的情况下和使用双层垂直磁记录媒体与环形磁头的情况下磁场分布的示例图;

图 16A 是已有技术方法形成的机加工之前的磁极平面图;

图 16B 是机加工之后的磁极示例平面图;

图 17A 是已有技术方法形成的机加工之前的磁极平面图;

图 17B 是机加工之后的磁极示例平面图;

图 18A 是已有技术方法形成的机加工之前的磁极平面图;

图 18B 是机加工之后的磁极示例平面图;

图 19A 是已有技术方法形成的机加工之前的磁极平面图;

图 19B 是机加工之后的磁极示例平面图;

图 20 表示根据本发明的磁盘设备的数据修改/附加系统图;

图 21 表示根据本发明的又一实施例的磁头与写入磁道之间的位置关系的平面图。

具体实施方式

首先,描述根据本发明的磁盘设备和磁头的构成的代表示例。

图 3 表示磁盘设备的平面图,图 4 表示磁盘设备的剖面图。

磁盘以及磁盘和旋转致动器之间的关系与图 1 和图 2 所示的基本相同。

磁盘设备的示例包括磁盘 3 和用于在磁记录媒体上执行记录和/或再现的磁头 1。经旋转致动器 2 和悬臂 50 定位并安装磁头 1。旋转致动器 2 以支撑点 O 为中心执行旋转运动。图 1 所示的示例中记录部分和再现部分都安装于磁头上。感应型磁头用于记录部分,MR 用于再现部分。通常层状提供记录部分和再现部分。

作为纵向磁记录系统中的磁记录媒体,例如使用 Co-Cr 基合金,如 CoCr 合金、CoPt 合金、CoCrTa 合金、CoCrPt 合金、CoCrTaPt 合金或 Sm-Co 基合金。作为垂直磁记录系统中的磁记录媒体,使用 Co-Cr 基合金、TbFeCo 合金等。

图 4 主要表示信号处理系统。使用磁头 1 把经前置放大器 15 发送到磁头 1 的电信号转换为磁信息并将其记录在安装于旋转的磁盘 3 上的磁记录媒体中。相反在再现时,通过磁头 1 把记录在磁记录媒体中的磁信息转换为电信号,并把转换后的信息传输到前置放大器 15。经前置放大器 15 把记录或再现的信号发送到其上安装信号处理电路和控制器的插件板 16。通过音圈马达 17 驱动的旋转致动器 2 执行磁头 1 对目标磁道的定位。图 3 中,虚线上侧是封闭侧,下侧是插件板侧。在所示的例子中,磁盘 3 包括第一磁盘(3-1)、第二磁盘(3-2)和第

三磁盘(3-3)。图3和图4的符号4表示磁盘的旋转方向(圆周方向)。

图5表示信息记录/再现部分的放大图,图6A是从磁头的记录/再现部分的空气支承表面看去的底视图,图6B是磁头的记录/再现部分的垂直剖面图。参考这些图,将描述磁头示例的具体结构。如上所述,磁头1作为一个整体包括仅具有记录部分的记录磁头5和仅具有再现部分的再现磁头6。

如图5所示,记录磁头5包括记录磁极8和上屏蔽膜19,二者之间有线圈18。上屏蔽膜19还用作第一磁极。当然,屏蔽层和第一磁极可作为分离体来提供。

通过在线圈18产生交变的记录电流,在写入磁极8和上屏蔽膜19之间产生交变的磁场,从而把磁信息记录在磁记录媒体上。在图6(B)中,简示出磁场51。

再现磁头6夹在上屏蔽膜19和下屏蔽膜20之间,从而屏蔽掉来自隔壁的泄漏磁通,仅可再现直接在目标位置下面的信息。层23是屏蔽间隙(图6(A)和图6(B))。这个例子的形式正在广泛用于磁头。

在第一磁极(也用作上屏蔽)19和第二磁极(记录磁极)8之间提供例如铝氧化物层22的绝缘膜。成层第一磁极(也用作上屏蔽)19、绝缘膜22和第二磁极线圈(记录磁极)8,层状结构的一侧构成空气支承表面。如图6(B)所示,磁头1面对磁盘3。因此,绝缘膜22的一部分构成写入间隙。磁盘3包括在基片24上成层的记录媒体层25。

尽管本发明自然可用于一般磁盘设备,但对于针对不小于 10Gb/in^2 的高记录密度设计的磁盘设备更有用。当然,这是由于磁道宽度小于传统值引起的。通常,第二磁极的极厚度可几个微米,一般是3到4微米。第一磁极的厚度也是大约几个微米。作为磁道宽度,采用大约50到80%的磁道间距值。当然,根据磁盘的要求规格来确定这些特定值。

接着,说明根据本发明的磁头和记录磁道之间的位置关系。图7、图8和图11到13表示从上面看去磁极、记录磁道(数据磁道)和相

邻磁道之间的位置关系。另外，还表示出盘的旋转方向（圆周方向）和径向。在这些图中，相同组件或部件以相同符号表示，因此对于这些图的每一个的描述都省略了。而且，图 9 和图 10 表示在中央处记录磁场分布示例。

图 7 表示根据本发明的第一实施例的磁头与记录磁道之间的位置关系。该图表示出在倾斜角为 S 的情况下从上面看去数据磁道 10 和相邻磁道 11、12 的位置关系。磁道间距以序号 13 表示。作为磁头，仅图示出第一（下）磁极 15 和第二（上）磁极 9。图中符号 10'、11' 和 12' 的区域是与记录媒体层中记录磁道相应的磁化反转区域。这还应用于类似图中。

在本示例中，把上磁极 9 在盘径向上的突出长度 14 设置为不大于磁道间距。为了这一目的，如图 7 所示，切去上磁极 9 的角部，从而记录磁头的磁极不在相邻磁道部分叠加。

下面具体给出描述。在该例子中用于记录的磁头包括相对于磁盘的旋转方向设置在上游侧的第一磁极 15 和设置在下游侧的第二磁极 9。第一和第二磁极彼此面对，第一磁极 15 和第二磁极 9 的面对的侧 30、31 之间的部分构成写入间隙 36。第二磁极 9 在横截写入间隙 36 的第一侧 35 和面对写入间隙 36 的第二侧（31、33）之一（33）之间具有第三侧 34。从而把第二磁极 9 形状设置为在倾斜角（ S ）最大的位置处，沿着磁盘径向测量第二磁极 9 突出到磁盘表面的长度 14（即突出长度）不大于磁盘的磁道间距 13。

根据这种设置，不发生由于磁头磁场引起的热衰退。为确保这一点，在倾斜角最大的位置处，沿着磁盘径向测量磁极突出到磁盘表面的长度不大于磁盘的磁道间距，切去上磁极 16 的角部，切去的角度考虑记录需要的场强度来设置。

在这个例子中，第三侧 34 提供在磁头的远离写入间隙的一侧上。

当然，本发明还可应用于除所图示那些之外的各种记录磁头和磁盘设备。

可把环形磁头应用于纵向磁记录和垂直磁记录，根据记录系统不

同选择写入间隙的间隔和其它特性。纵向磁记录使用相对窄的写入间隙，垂直磁记录使用相对宽的写入间隙。在垂直磁记录中，使用磁通的垂直于记录媒体表面的分量。因此，进行磁头的设计，尤其是写入间隙的设计，使得磁头磁场的垂直分量基本在记录媒体的表面上产生。另一方面，在纵向磁记录中，使用磁通的相对平行于记录媒体表面的分量。因此，进行磁头的设计，尤其是写入间隙的设计，使得磁头磁场的平面内分量基本在记录媒体的表面上产生。因此，根据系统来不同地设计特别适合于两种记录系统的根据本发明的磁头。如图 15 所示，在纵向磁记录的情况下，在写入间隙部分处出现较大纵向分量，而在垂直磁记录的情况下，在磁极处出现较大垂直分量。因此，在纵向磁记录的情况下，媒体上最后确定的记录状态位于写入间隙部分，而在垂直磁记录的情况下，该状态位于上磁极或主磁极的尾侧上的末端部分处。

与本发明的主旨相关的特性特征是在倾斜角最大的径向位置处，沿着磁盘径向测量第二磁极突出到磁盘表面的长度不大于磁记录媒体的磁道间距，并且考虑上述背景，实现特性特征的重要一点或基本部分如下。在纵向磁记录的情况下，要注意的部分是第二磁极的远离写入间隙的部分，在垂直磁记录的情况下，要注意的部分是第二磁极的靠近写入间隙的部分。考虑这一点，图 7 表示特别适合于纵向磁记录的实施例，而图 12 表示特别适合于垂直磁记录的实施例。

接着说明本发明的效果。

图 8 类似于图 7 但不同于图 7 之处在于本发明的思想不应用于上磁极 9。在这个例子中，第二磁极在磁道表面的突出叠加在与数据磁道相邻的相邻磁道上。即，在记录磁头的极厚度大的情况下，在倾斜角最大时写入间隙 9 的尖端的一部分在相邻磁道 12 的位置上具有叠加部 17。例如，在磁道间距 13 是 1.3 微米的矩形写入磁极的情况下，上面磁极 9 的一部分叠加在倾斜角不小于 5.8 度的区域中的相邻磁道 12 的位置上。

从环形记录磁头产生的写入磁场的分布计算结果表示在图 9 和 10

中。图 9 和图 10 分别表示在磁道中央处和磁道边缘处写入磁场分布的计算结果。这里， x 轴是磁盘的圆周方向， y 轴是磁道宽度方向。此外，写入磁场的 x 分量和 y 分量分别定义为 H_x 和 H_y 。在图 9 和图 10 的每一个中，在上面部分表示出下磁极、写入间隙和上磁极的布局。 x 方向的磁场 (H_x) 分布在中间的图中表示， y 方向的磁场 (H_y) 分布在下面的图中表示。

如图 9 所示，在磁道中心， H_x 在间隙 13 的直接下面的位置处最大，并具有沿着 x 轴方向的强度分布；随着离开间隙的距离增加强度迅速降低。 H_y 的值在任何位置基本都为 0。如图 10 所示，在磁道边缘， H_y 在间隙 13 的直接下面的位置处最大，随着离开间隙的距离增加强度迅速降低。另一方面，与磁道中心的情况相比， H_y 逐渐延伸 (trail) 并且直到到达上磁极的尖端部分都具有大约几百奥斯特的值。结果，在倾斜角大的情况下，在记录信息时的磁场也被应用于相邻磁道上记录原来记录的数据。例如，在磁道末端部分，在上磁极的末端端点 A，磁场为 230Oe。当上磁极的一半在相邻磁道上叠加时，从图 10 看到在端点 $(A+B)/2$ 处磁场，即最大 810 Oe 的磁场被应用于相邻磁道。当上磁极的 $1/3$ 在相邻磁道上叠加时，在图 10 中的端点 $(2A+B)/3$ 处磁场，即最大 620Oe 的磁场被应用于相邻磁道。

在磁盘中，已经对记录状态的松弛现象以及在记录数据的热松弛现象影响下再现幅度随着时间而降低（这里称为热衰退）作了报道，如上所述。

这是由于记录媒体的周围温度的热量引起记录状态的改变导致的。外场存在对各个晶粒提供能量，如热量，从而加速热衰退。

在磁盘上的记录磁化经受热松弛，剩余磁化随时间而降低。已经说明了热松弛可由外加磁场的存在加速。通过使用 Landau-Lifschitz 方程可模拟磁记录，并且计算了 10 年后剩余磁化对施加磁场的依赖性。结果表示在表 1 中。

表 1

施加于相邻磁道的有效磁场 (Oe)	10 年后剩余磁化的理论值 (相对值)	注意
0	0.97	上磁极不叠加在相邻磁道上
200	0.955	
220	0.95	
620	0.90	上磁极的 1/3 叠加在相邻磁道上
810	0.86	上磁极的 1/2 叠加在相邻磁道上

在上磁极的末端端点 A 与相邻磁道接触时, 施加于相邻磁道的磁场为 230Oe, 当上磁极的 1/3 叠加在相邻磁道上时, 磁场为 620Oe, 当上磁极的 1/2 叠加在相邻磁道上时, 磁场为 810Oe。考虑表 1 表示的 10 年后的剩余磁化的相对值, 当上磁极的一半叠加在相邻磁道上时, 剩余磁化被降低到 0.86, 当上磁极的 1/3 叠加在相邻磁道上时, 剩余磁化被降低到 0.90。

为在倾斜角最大的径向位置处防止浮动磁场应用于相邻磁道, 满足如图 8 所示的上磁极在盘径向上突出长度 14 不大于磁道间距 13。因此, 当如上所述切去上磁极的端部 17 以使得记录磁头的磁极不叠加在相邻磁道上时, 不发生磁头磁场引起的热衰退加速。

图 11 表示根据本发明的第二实施例。该实施例表示防止记录磁头的磁极 9 的突出 14 叠加在相邻磁道上的另一个例子。为确保上磁极的突出长度不大于磁道间距, 以与第一实施例中相同的方式, 使一般矩形上磁极的形状满足下面的公式:

$$TP \geq P \times \sin(S) + W \times \cos(S)$$

其中, TP 是磁道间距, P 是上磁极的极厚度, W 是记录磁头的磁道宽度, S 是磁头的倾斜角,

这个例子不同于图 7 的例子, 并且并不是使用第三侧来定义第二

磁极的形的例子。即，在这个例子中，第二磁极的形状是四边形，其极厚度被控制。在单磁极磁头的情况下同样可使用这种思想。

图 12 表示本发明的第三实施例。以与第一实施例中相同的方式，为确保上磁极 9 的突出长度 14 不大于磁道间距 13，切去上磁极的末端部分。尽管在第一实施例中切去相对于磁盘的旋转方向位于下游侧上的上磁极 9 的末端部分，在这个实施例中，可切去间隙 36 的侧上的末端部分。在这种情况下侧 37 是第三侧。

如上所述，当磁头在旋转磁盘上记录磁化反转时，在纵向磁记录系统中，最终确定的磁化反转的位置基本上正好在间隙的下面，但是在垂直磁记录系统中，它靠近上磁极的面对的线而远离间隙。

这个实施例可被应用于纵向磁记录系统和垂直磁记录系统。

图 13 表示本发明的第四实施例。这个实施例不同于图 11 所示的第二实施例之处仅在于移动了磁化反转的记录点。

这个实施例可被应用于纵向磁记录系统和垂直磁记录系统。

现在描述垂直磁记录，特别是带有双层媒体的垂直磁记录的例子。

这种情况对本发明要求更多，并且这个例子是其中本发明的效果被更有效地显示出来的一个例子。

带有双层媒体的磁记录指的是记录媒体由 2 层磁性材料构成。如图 14 所示，磁盘通常包括盘基片 40、底层 41、Cr 合金层 42、磁记录层 43 和上保护层 44。层状结构的结构可进行各种改进或修改，但是基本构成如上所述。例如，可省略 Cr 合金层 42。用于磁记录层的材料的例子已经在上面作了说明，双层媒体包括例如在软磁膜 46 等第一磁记录层 45 下面的。由于这个技术自身是已知的，省略了对其的具体说明。

图 15 表示在环形磁头中记录间隙和磁极下面的记录场的分布示例。记录间隙和磁极的布局在图的上面部分表示出来，在向纵向磁记录媒体记录时磁头磁场的纵向分量在图的中间部分表示，在向双层垂直磁记录媒体记录时垂直磁场分量的分布在该图的下面部分中表示。在这个例子中，在向纵向磁记录媒体记录时纵向磁场的分量的分布与

上述例子相同。另一方面，在向双层垂直磁记录媒体记录时垂直磁场分量的分布不同于上述例子之处在于带有大的垂直磁场分量的区域在磁极下面延伸。

另一方面，在一般磁头的情况下，例如，图 10 的例子中， H_y 的分布在写入间隙的末端部分处具有最大值，随着更靠近磁极的末端垂直磁场分量逐渐降低。在磁极的末端部分，不存在大的分量。

由于磁场分布的这种不同，在双层媒体的例子中，对记录磁极与相邻磁道之间的举例设置有更严格的要求。即，在向双层媒体进行垂直磁记录时，磁极对相邻磁道的影响大于一般情况中。甚至磁极在相邻磁道上的很小程度的叠加将引起热衰退的很大加速。因此，应用本发明的效果在双层媒体中更显著。

接着描述制造根据本发明的磁头的方法。

图 16 (A) 到 19 (B) 表示制造根据本发明的磁头的方法的主要点的平面图。在这些图中，与上述例子一样，以环形磁头的例子来处理，仅表示出第一磁极 15 和第二磁极 9 突出到盘表面。

制造根据本发明的磁头的方法的重要点所在是关于磁极的平面形状的处理，并且仅示出这个处理的步骤。

通常，如图 6 所示，从下屏蔽膜 20 到记录磁极 8 依次被提供在非磁性基片上。在作为膜形成记录磁极 8 之后，记录磁极 8 的记录侧上的端面被弄平，以平行于再现磁头等。通过研磨、FIB (聚焦离子束) 处理等来弄平。根据本发明，一般的矩形上磁极通过这种传统方法来形成，此后，移除其突出叠加在相邻磁道上的部分。对于这种移除，可使用 FIB、溅射、离子研磨等。这种处理的工作条件可与对于相关材料的通常情况中的一样。

图 16 (A)、16 (B)、17 (A) 和 17 (B) 表示移除第二磁极的远离写入间隙的角部的例子，而图 18 (A)、18 (B)、19 (A) 和 19 (B) 表示移除第二磁极的靠近写入间隙的角部的例子。序号 34 和 37 表示第三侧。

图 16 (A) 是已有技术方法形成的磁极的平面图。图 16 (A) 所

示的盒状区域从磁头浮动侧由 FIB 来修齐，以产生图 16 (B) 所示的形状。

图 17 (A) 和 17 (B) 表示制造本发明的第一实施例使用的磁头的第二方法。图 17 (A) 表示已有技术方法形成的磁极的平面图。如图 17 (A) 所示，在倾斜方向进行 Ar 溅射或离子研磨以产生图 17 (B) 所示的形状。溅射或离子研磨优选在相对于磁道宽度方向的小于 90 度的倾斜方向进行。

图 18 (A) 和 18 (B) 表示制造本发明的第三实施例使用的磁头的另一方法。图 18 (A) 表示已有技术方法形成的磁极的平面图。如图 18 (A) 所示的盒状区域从磁头浮动侧由 FIB 来修齐，以产生图 18 (B) 所示的形状。

图 19 (A) 和 19 (B) 表示制造本发明的第三实施例使用的磁头的又一方法。图 19 (A) 表示已有技术方法形成的磁极的平面图。如图 19 (A) 所示，在倾斜方向进行 Ar 溅射或离子研磨以产生图 19 (B) 所示的形状。溅射或离子研磨优选在相对于磁道宽度方向的小于 90 度的倾斜方向进行。

以这种方法，根据溅射或研磨条件下磁极可被机械加工掉一小部分。因此以这种方法，优选控制例如功率条件，从而下磁极可被大量机械加工掉。

接着，描述本申请的另一例子。图 21 与上面图中描述的类似，表示这个例子中从上面看去磁极、数据磁道和相邻磁道之间的位置关系了。

第二磁极形状为在倾斜角最大的位置处第二磁极 9 突出到磁盘表面和磁盘的磁道宽度 12' 上的叠加部分 18 不大于磁道宽度 12' 的 10%。尤其，叠加部分 18 超出磁道宽度的 0% 到 10%，从而得到的磁头表示出比传统磁头更优秀的特性。在这个例子中，使用第三侧 34 并且第二磁极 9 到磁道表面的突出叠加在与记录磁道（数据磁道）10 相邻的磁道 12 上。

不管磁极形状如何，通过确保磁极突出到磁盘表面和磁盘的磁道

宽度上的叠加区域被设置在预定范围内，可用单磁极磁头或环形磁头来完成本发明。尽管本发明的这些点未被具体表示，当然可用具有图 7、11、12 和 13 所示的形状的磁极来体现本发明。这种磁极可以与上述方法相同的方式来制造。

接着描述向磁盘修改或附加信息的方法。

图 20 表示根据本发明向磁盘修改或附加信息的方法。在图 20 的上面部分中，表示出修改或附加数据前的记录状态。该图表示数据仅被记录在数据块 1 上。当在字处理器上修改或附加内容时，如果仅在原来记录有数据的数据块 1 上重复用于反复再写入的记录或再现，通过记录的浮动场仅反复影响相邻磁道的相同部分。为减轻这种情况，在再写入时，要求再写入的数据块中的整个数据被记录到除原来的数据块之外的数据块（如数据块 2）。这一处理的结果是避免了每次再写入时反复把记录时的浮动场应用于相邻磁道的情况，并且抑制热衰退的加速。

本发明提供甚至在高记录密度的磁记录中都能确保充分稳定的记录状态的磁盘设备。

从技术观点看，本发明提供一种磁头和磁盘设备，使得在相邻磁道中记录的数据的热松弛甚至在倾斜角大的区域中都不会被加速。

图 1

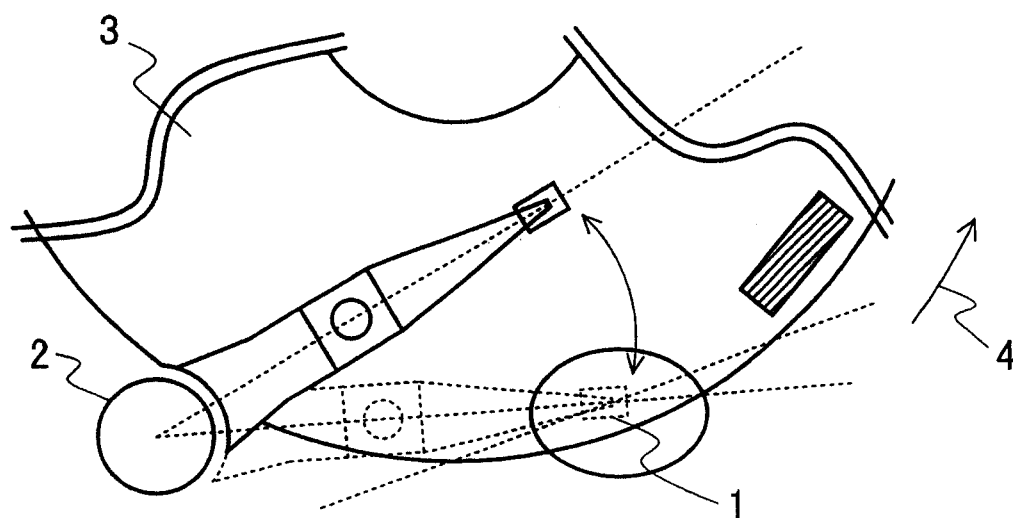


图 2

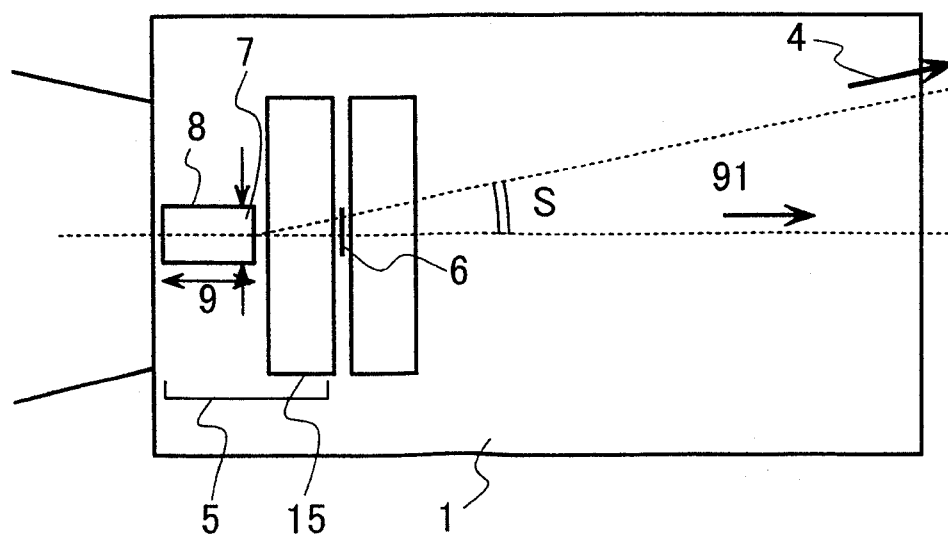


图 3

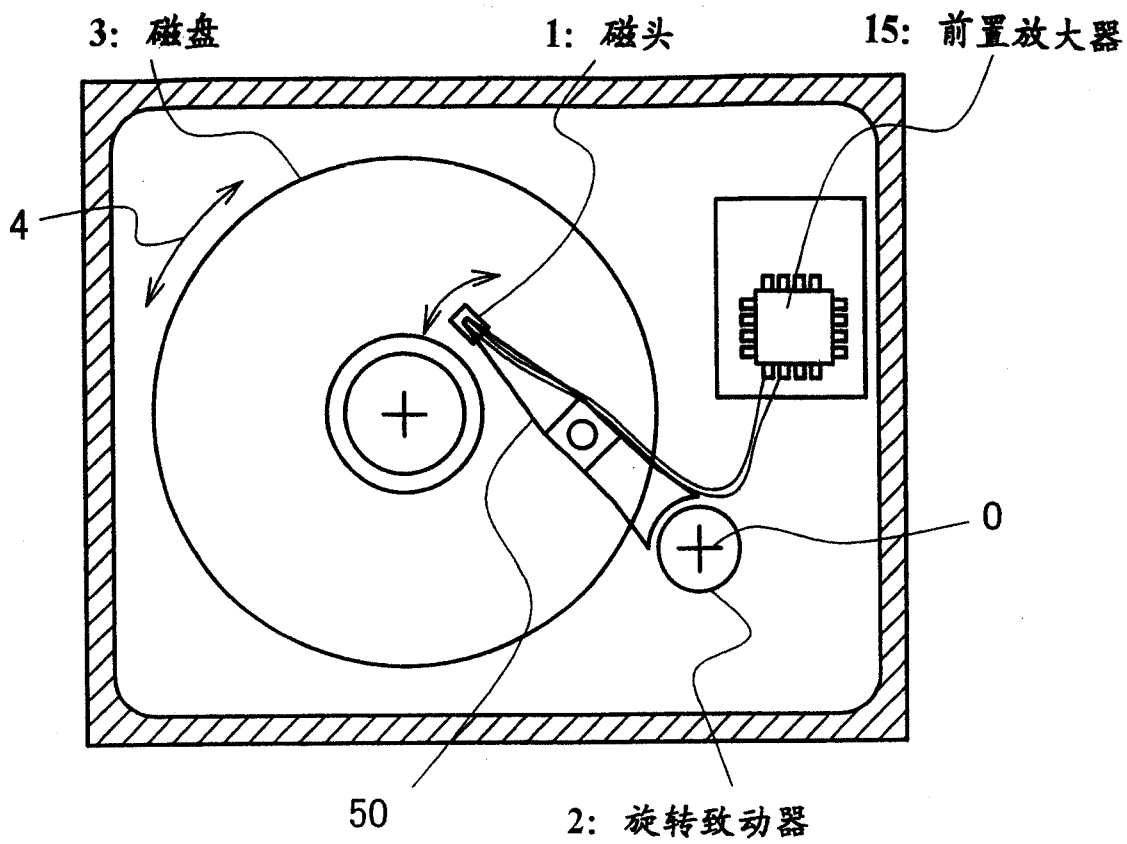


图 4

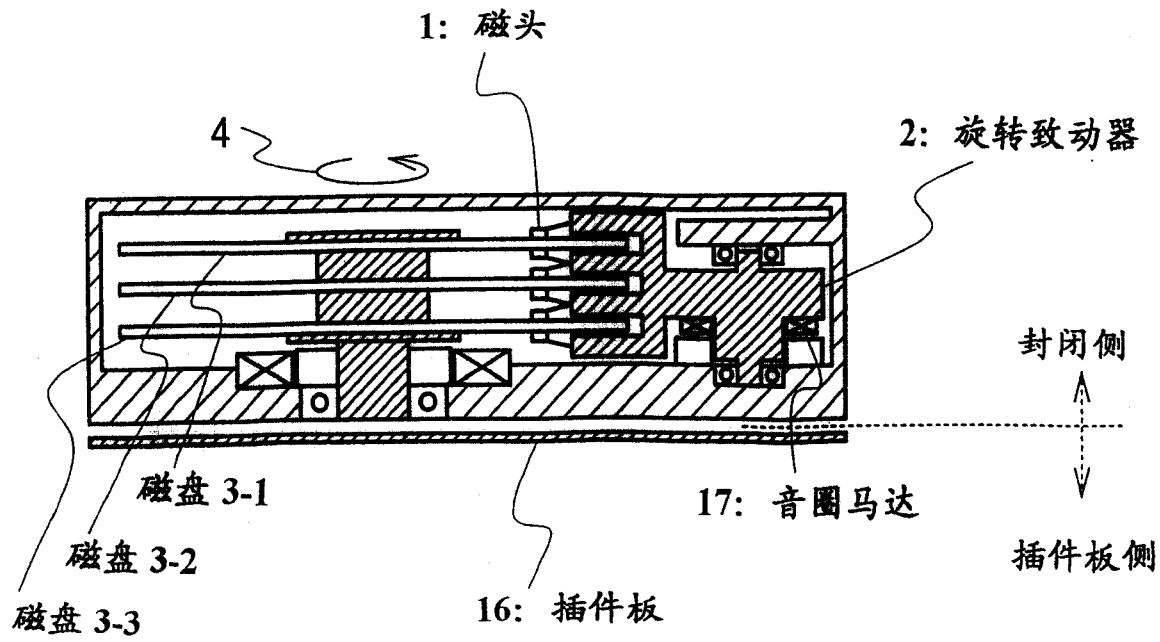


图 5

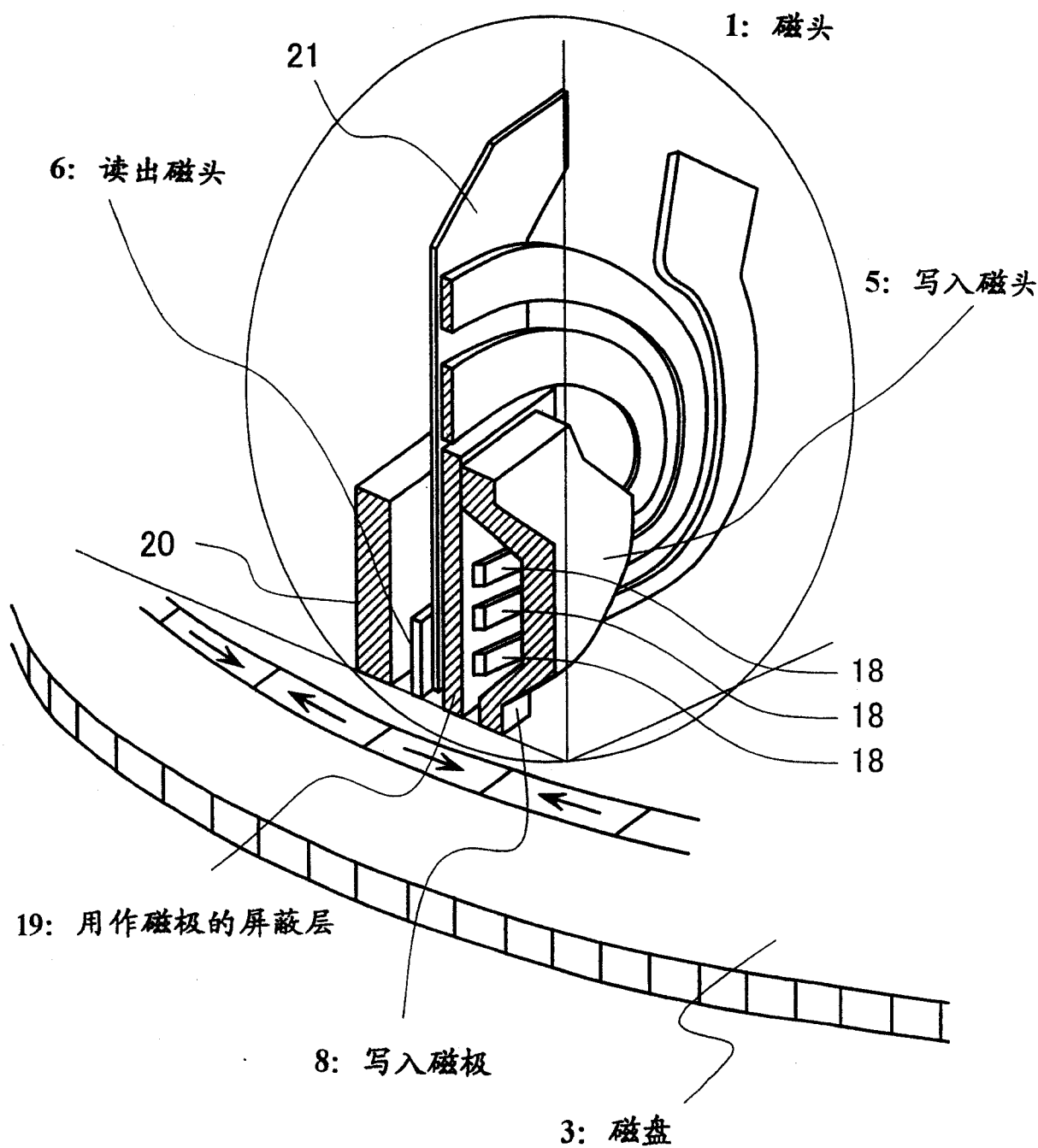


图 6A

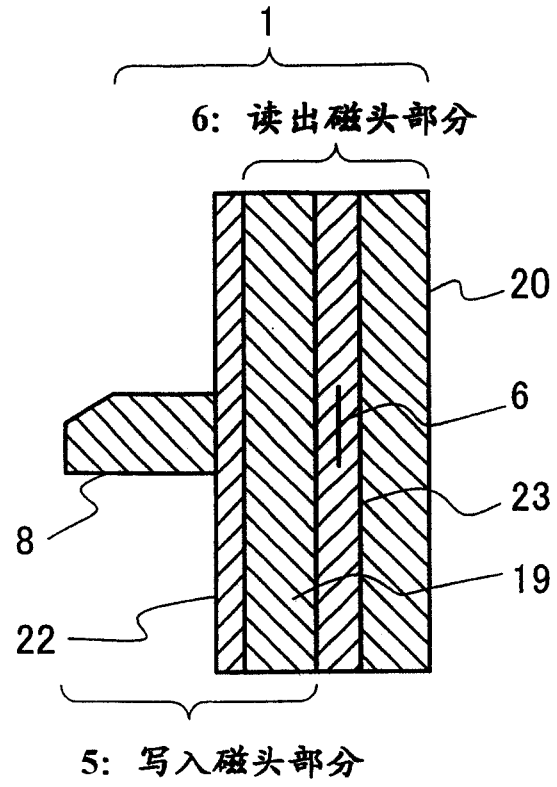


图 6B

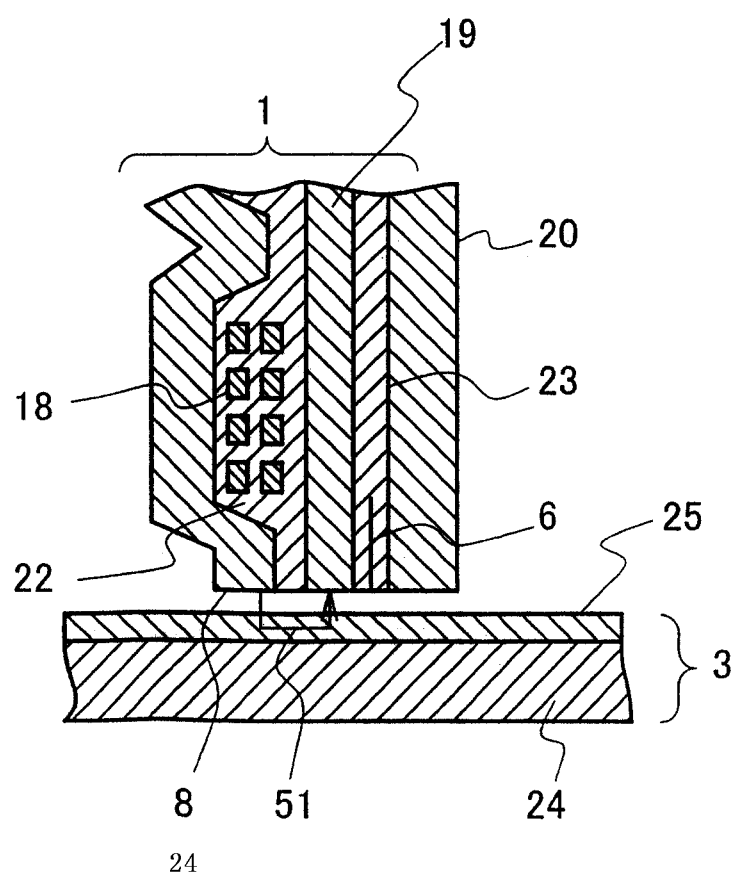


图 7

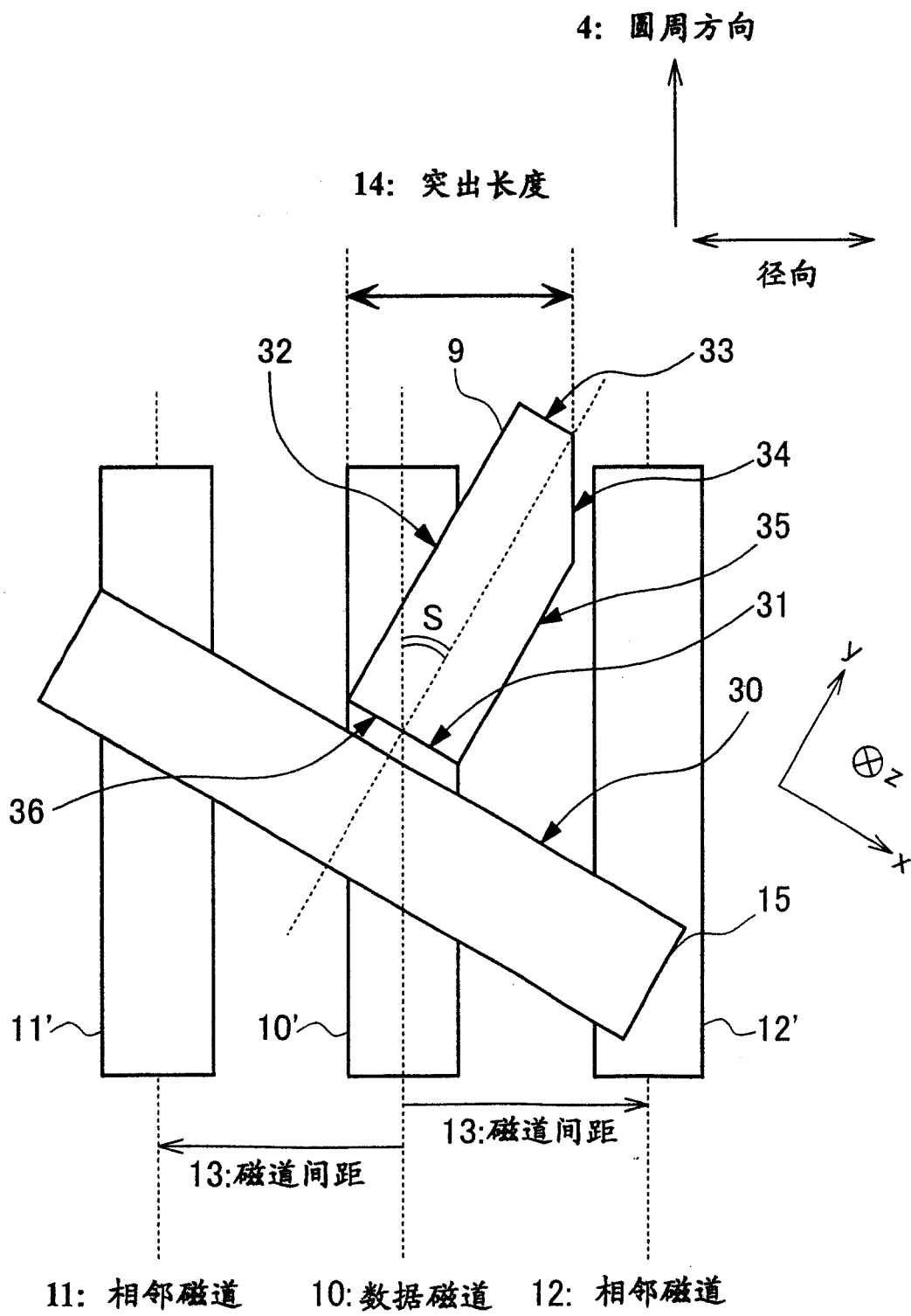
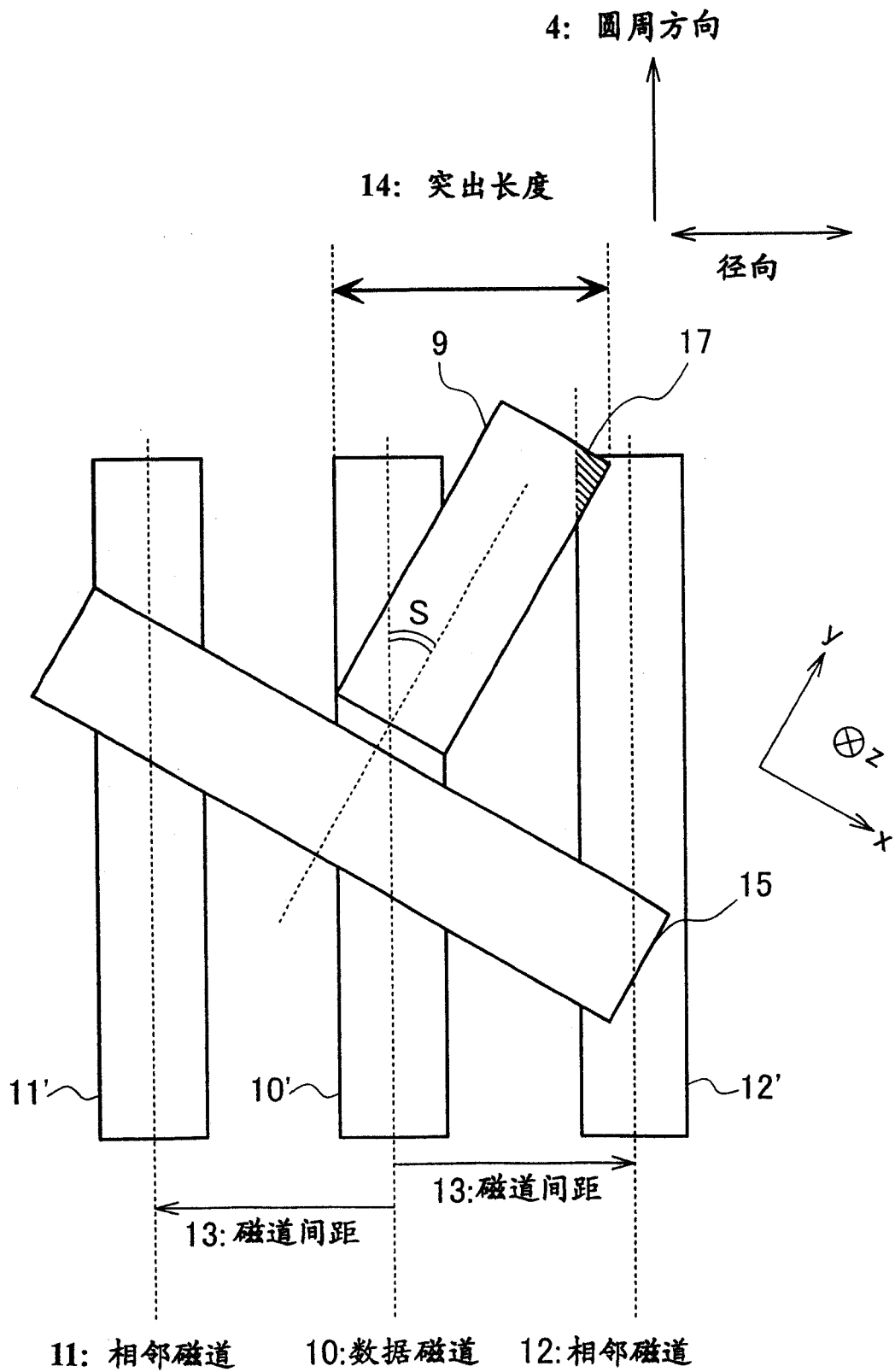


图 8



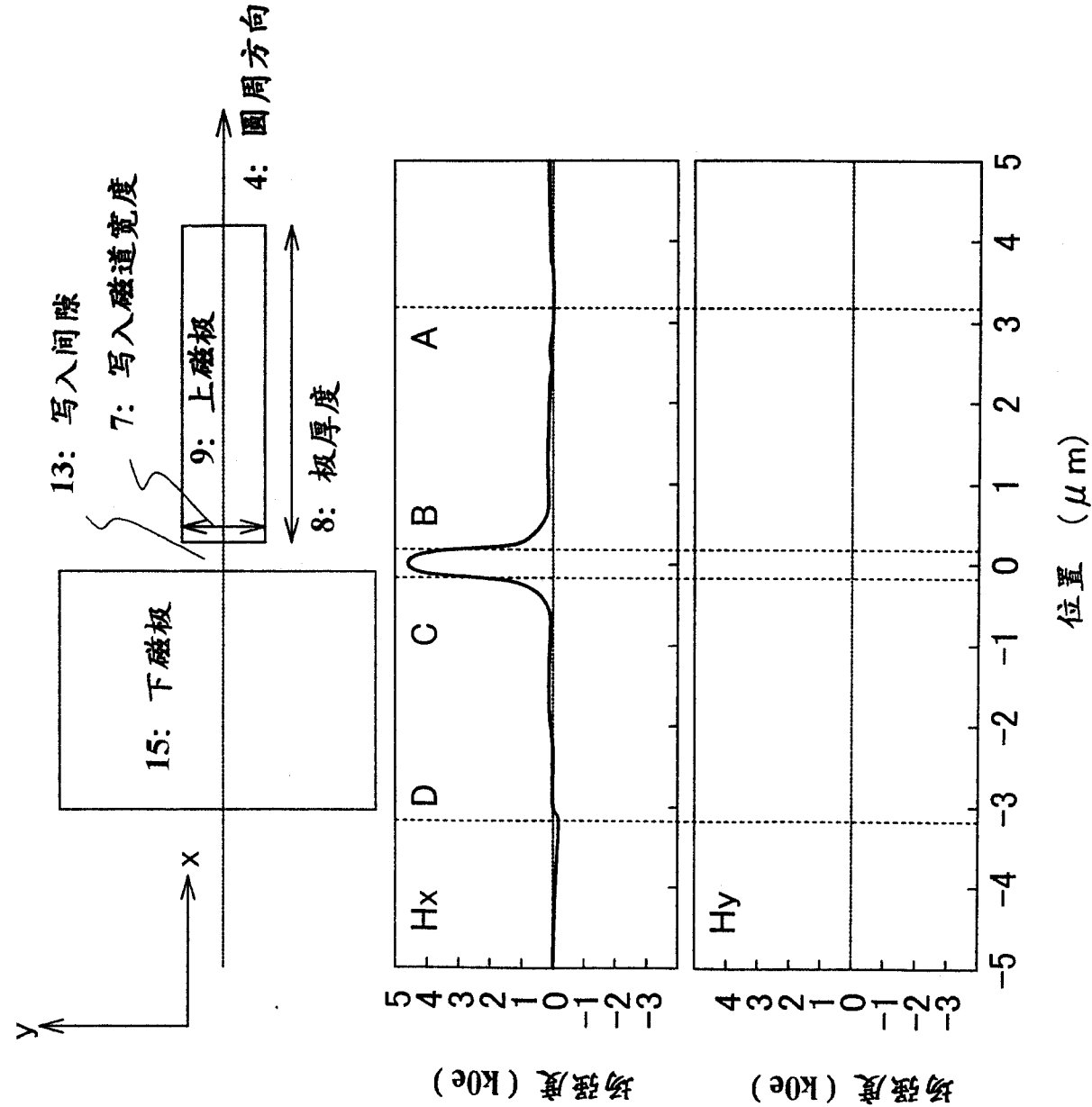


图 10

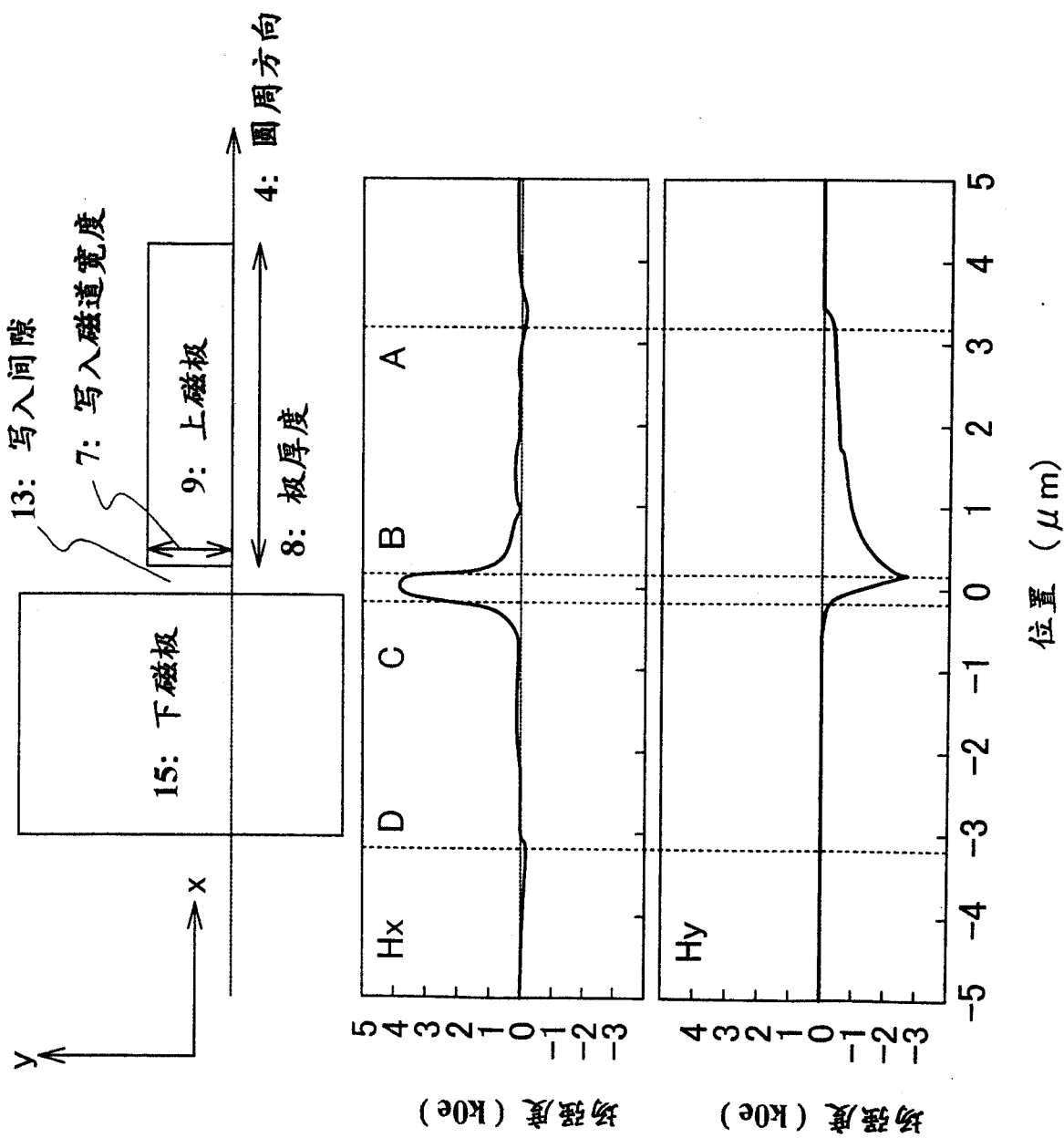


图 11

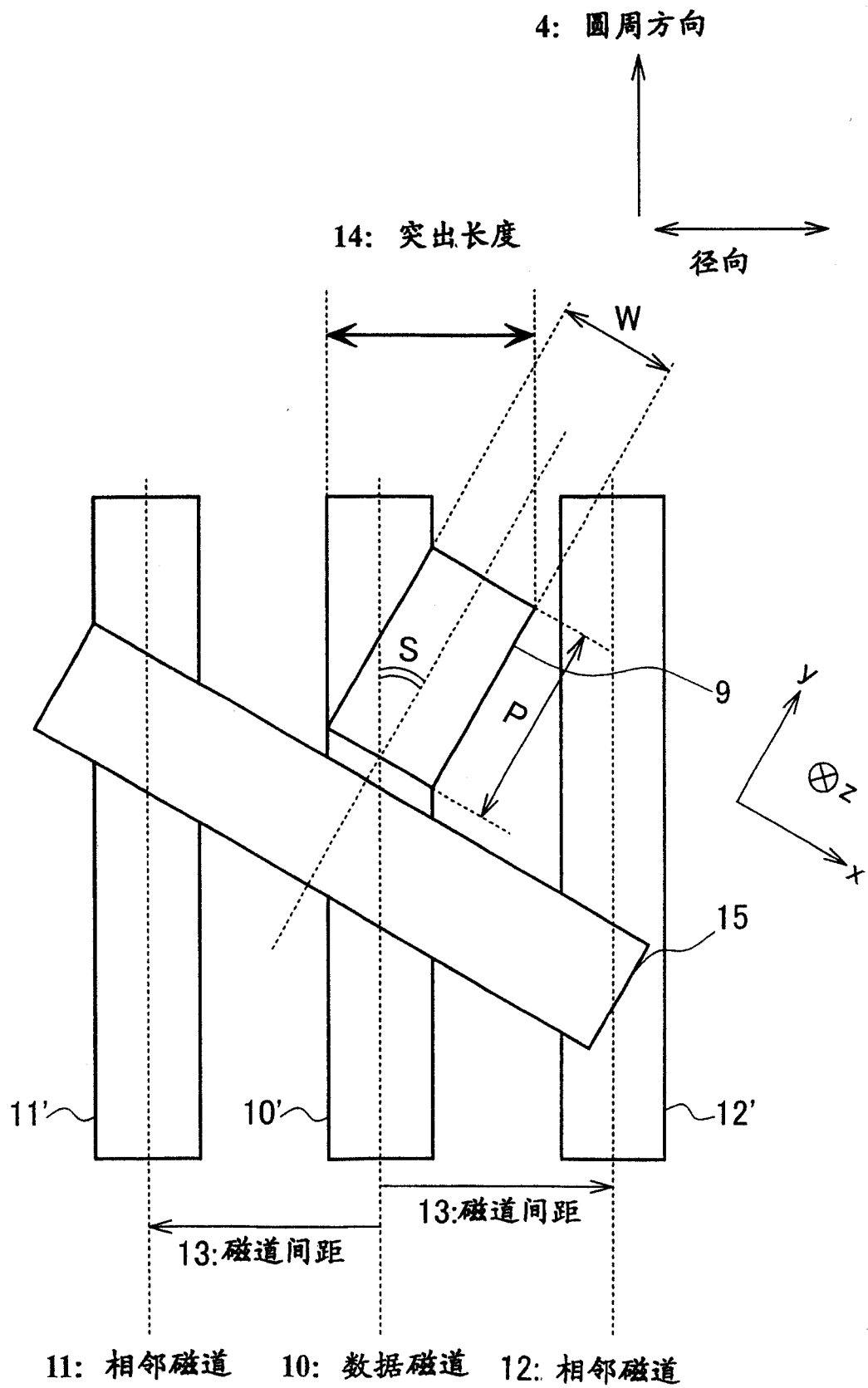


图 12

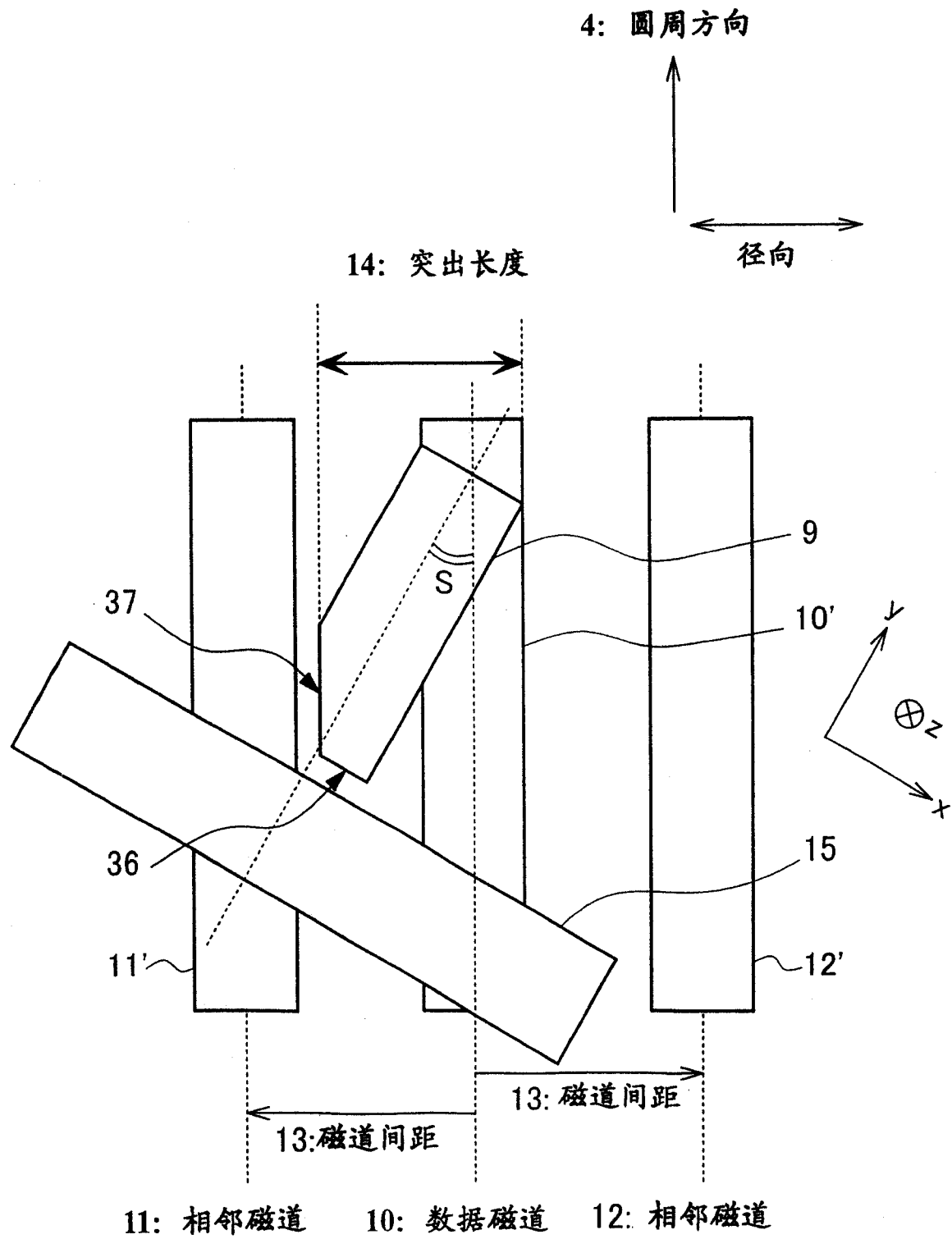


图 13

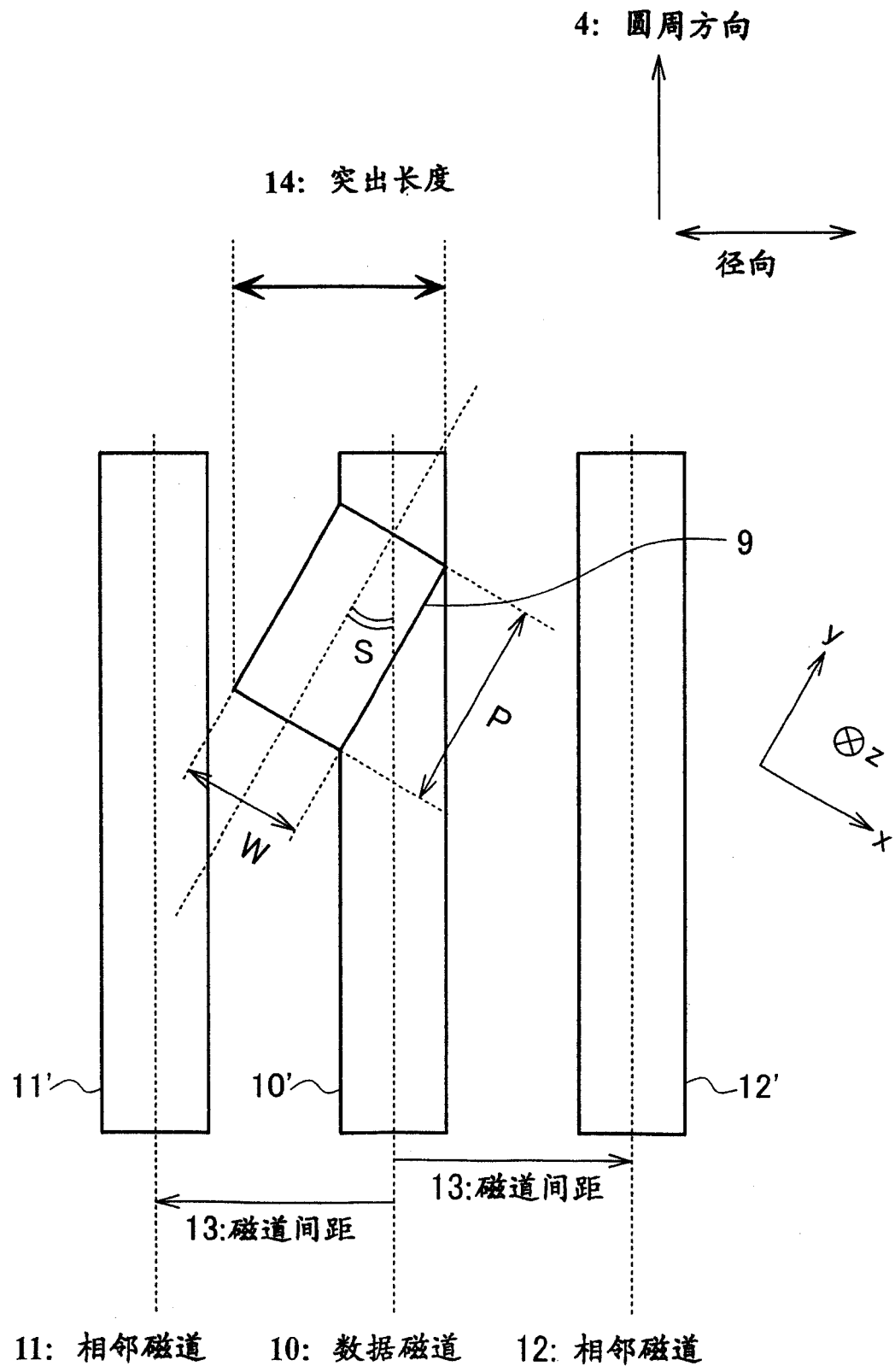


图 14

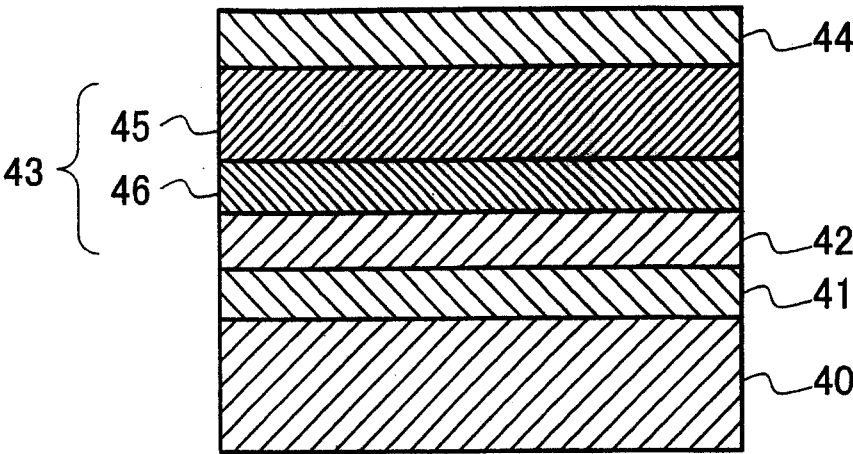


图 15

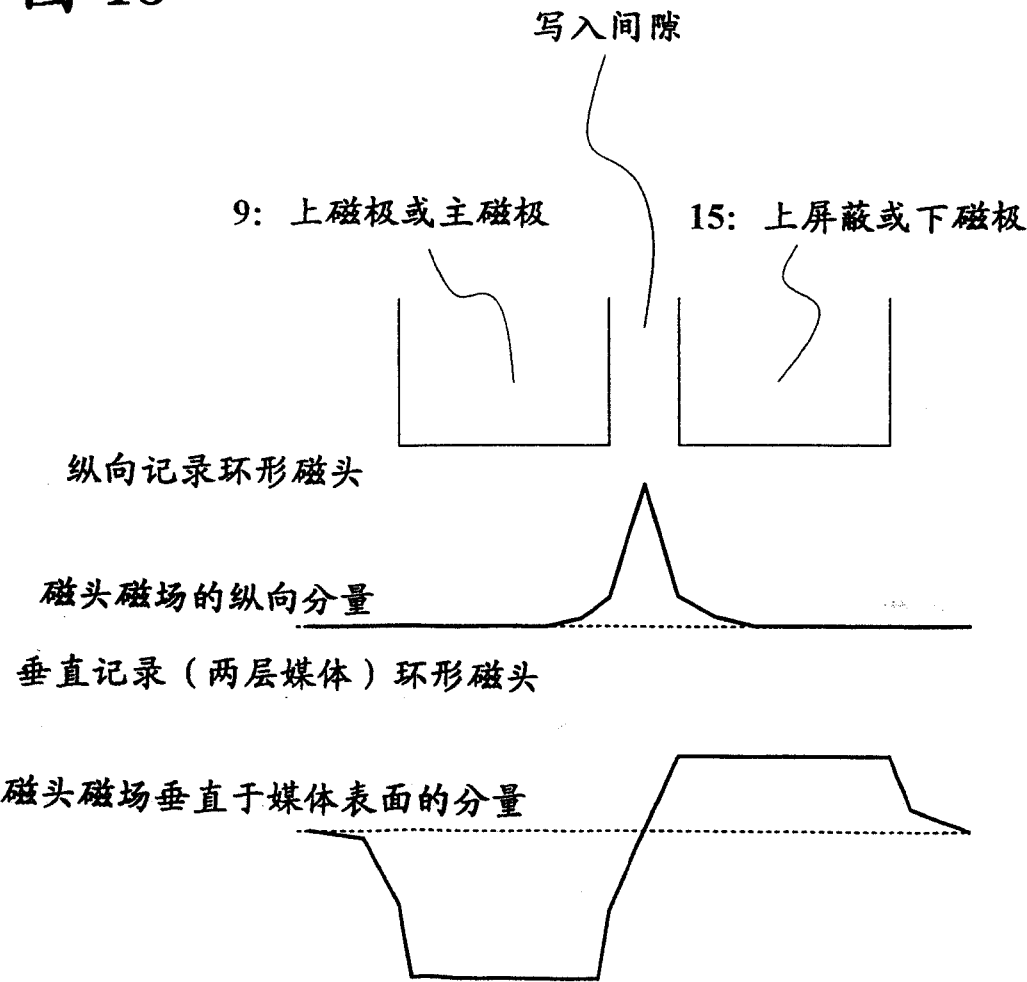


图 16A

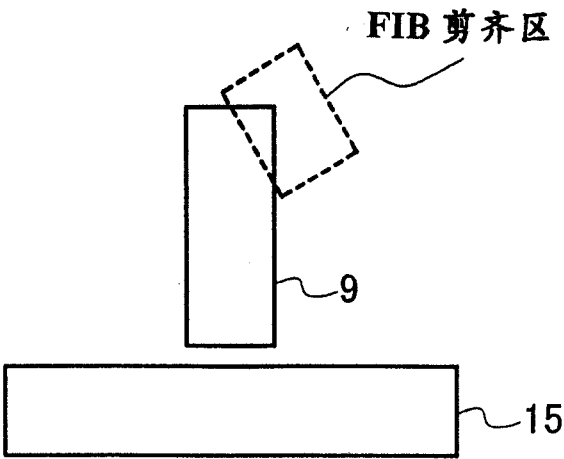


图 16B

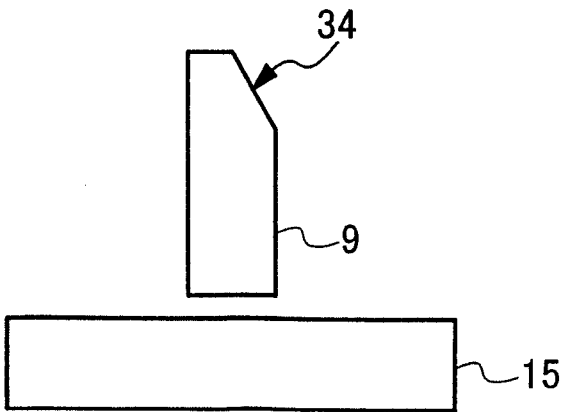


图 17A

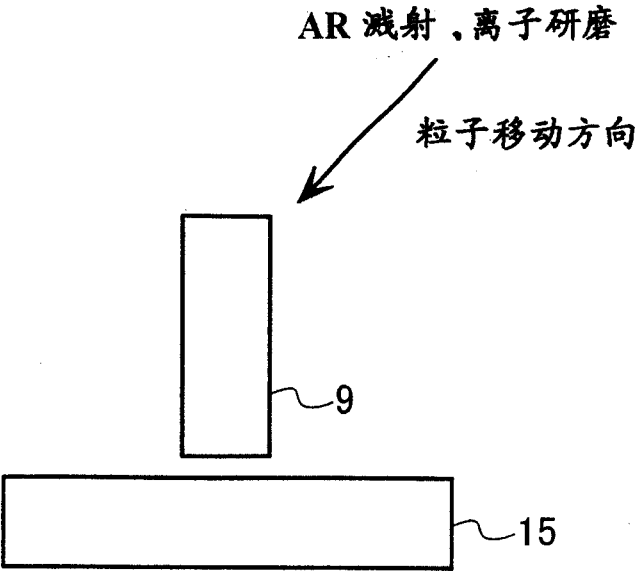


图 17B

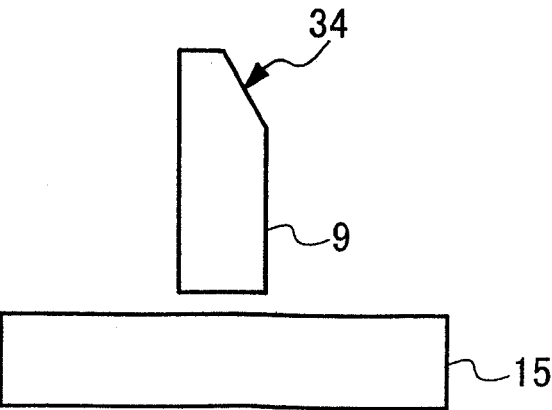


图 18A

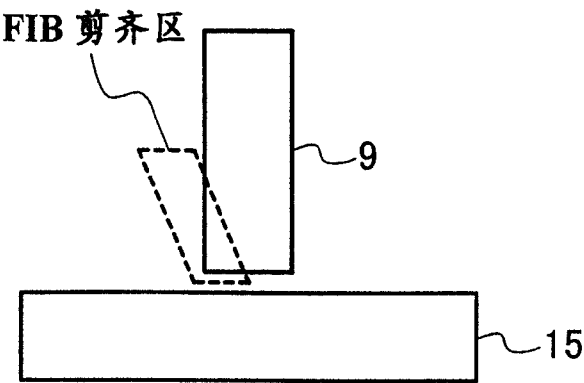


图 18B

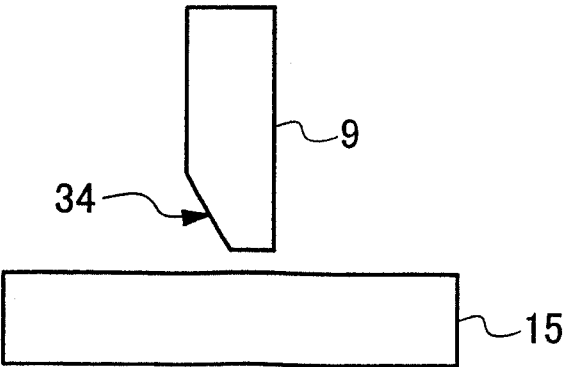


图 19A

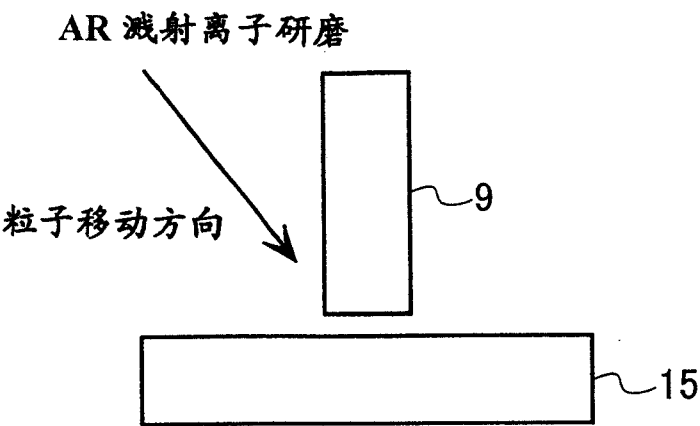


图 19B

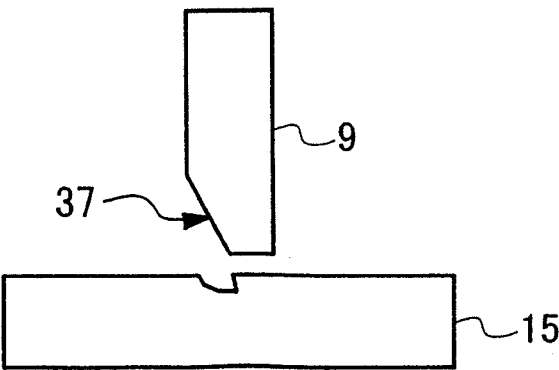


图 20

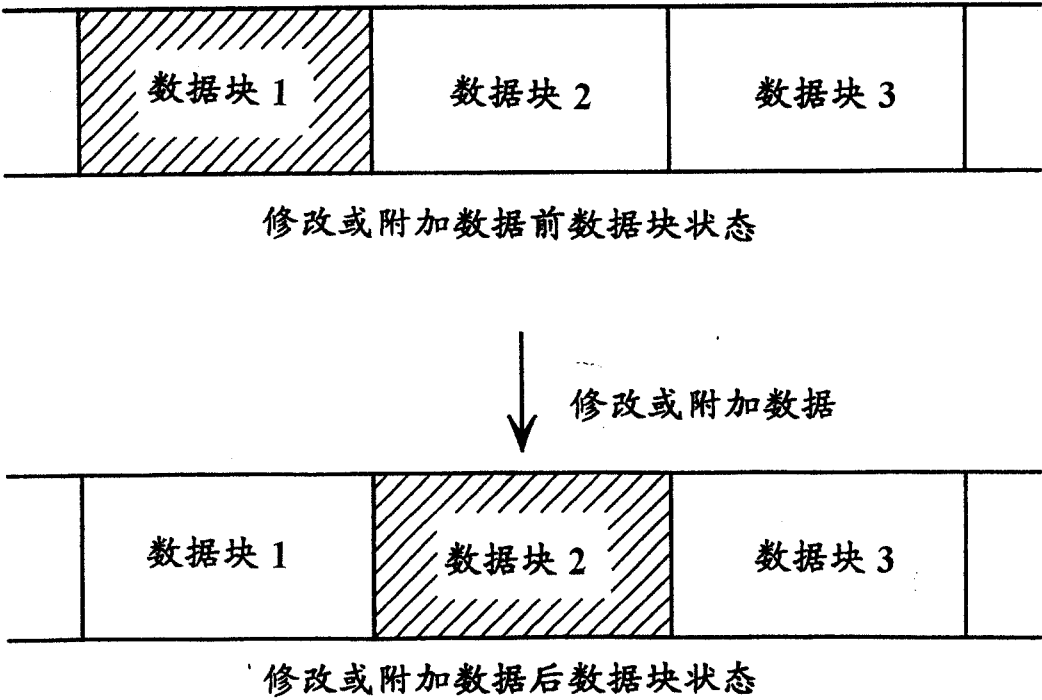


图 21

