



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104278243 B

(45)授权公告日 2018.08.14

(21)申请号 201410319170.6

(22)申请日 2014.07.04

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 104278243 A

(43)申请公布日 2015.01.14

(30)优先权数据

2013-145204 2013.07.11 JP

(73)专利权人 索尼公司

地址 日本东京

(72)发明人 佐佐木纯 阿部淳博 平塚亮一

(74)专利代理机构 北京信慧永光知识产权代理

有限责任公司 11290

代理人 褚海英 陈桂香

(51)Int.Cl.

G23C 14/35(2006.01)

(56)对比文件

US 2008296142 A1,2008.12.04,

CN 101445915 A,2009.06.03,

TW 200942632 A,2009.10.16,

US 2013020195 A1,2013.01.24,

CN 102131954 A,2011.07.20,

审查员 彭波南

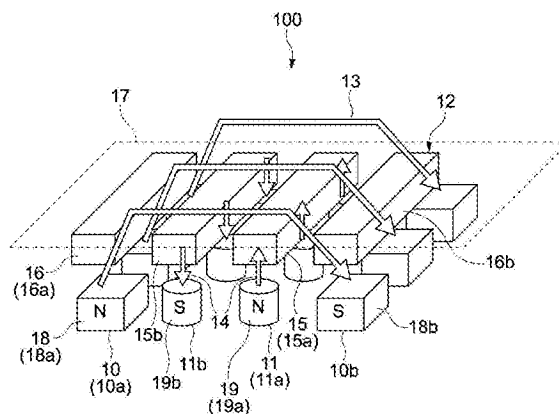
权利要求书2页 说明书12页 附图11页

(54)发明名称

磁场生成设备和溅射设备

(57)摘要

本发明提供一种能够轻易地调节磁场分布的磁场生成设备和使用所述磁场生成设备的溅射设备,所述磁场生成设备包括:两个以上主磁极部,其用于生成主磁场;一个以上副磁极部,其包括通过分割得到的多个第一分割磁体,并且生成用于对生成的主磁场进行调节的副磁场;以及轭部,其包括对应于所述一个以上副磁极部而与所述多个第一分割磁体相对的一个以上第一轭。



1. 一种磁场生成设备,其包括:

两个以上主磁极部,其用于生成主磁场;

一个以上副磁极部,其包括通过分割得到的多个第一分割磁体,并且生成用于对所生成的所述主磁场进行调节的副磁场;

背轭;以及

轭部,其包括对应于所述一个以上副磁极部而与所述多个第一分割磁体相对的一个以上第一轭,

其中:

所述两个以上主磁极部分别包括通过分割得到的多个第二分割磁体;

所述轭部包括对应于所述两个以上主磁极部而与所述多个第二分割磁体相对的两个以上第二轭;

所述背轭位于所述两个以上主磁极部和所述一个以上副磁极部的下侧;以及

所述轭部位于所述两个以上主磁极部和所述一个以上副磁极部的上侧,且所述一个以上第一轭设置在所述多个第一分割磁体的上侧,所述两个以上第二轭设置在所述多个第二分割磁体的上侧。

2. 根据权利要求1所述的磁场生成设备,其进一步包括:

生成部,其是所述主磁场的生成位置,其中:

所述两个以上主磁极部包括在所述生成部侧具有N极的第一主磁极部和在所述生成部侧具有S极的第二主磁极部;

所述一个以上副磁极部包括第一副磁极部以及第二副磁极部,所述第一副磁极部在所述第一主磁极部和所述第二主磁极部之间设置在所述第二主磁极部附近且在所述生成部侧具有N极,所述第二副磁极部在所述第一主磁极部和所述第二主磁极部之间设置在所述第一主磁极部附近且在所述生成部侧具有S极;

所述一个以上第一轭设置在所述多个第一分割磁体和所述生成部之间;以及

所述两个以上第二轭设置在所述多个第二分割磁体和所述生成部之间。

3. 根据权利要求2所述的磁场生成设备,其中:

所述生成部包括生成表面,所述生成表面生成磁场的一侧为正面,另一侧则为背面;

所述第一主磁极部环状地设置在所述生成表面的边缘部分的背面侧;

所述第二主磁极部线性地设置在所述生成表面的中央部分的背面侧;

所述第一副磁极部在围绕所述第二主磁极部的同时环状地设置;以及

所述第二副磁极部环状地设置在所述第一主磁极部的内侧。

4. 根据权利要求1~3中的任一项所述的磁场生成设备,其进一步包括:

保持部,其用于可移动地保持所述多个第一分割磁体。

5. 一种溅射设备,其包括:

真空腔;

设置在所述真空腔内的基板支持部;

与所述基板支持部相对的靶;

磁场生成部,其包括:

两个以上主磁极部,其在所述靶的正面上生成主磁场,

一个以上副磁极部,其包括通过分割得到的多个第一分割磁体,并且生成用于对所生成的所述主磁场进行调节的副磁场,背轭,以及

轭部,其包括对应于所述一个以上副磁极部而与所述多个第一分割磁体相对的一个以上第一轭;以及

电位施加部,其用于向所述靶施加负电位,

其中:

所述两个以上主磁极部分别包括通过分割得到的多个第二分割磁体;

所述轭部包括对应于所述两个以上主磁极部而与所述多个第二分割磁体相对的两个以上第二轭;

所述背轭位于所述两个以上主磁极部和所述一个以上副磁极部的下侧;以及

所述轭部位于所述两个以上主磁极部和所述一个以上副磁极部的上侧,且所述一个以上第一轭设置在所述多个第一分割磁体的上侧,所述两个以上第二轭设置在所述多个第二分割磁体的上侧。

磁场生成设备和溅射设备

技术领域

[0001] 本发明涉及一种磁场生成设备和一种使用所述磁场生成设备的溅射设备。

背景技术

[0002] 日本专利No.4845836(下文称为专利文件1)公开了一种用于在由晶片、玻璃等形成的基板表面上形成薄膜的磁控溅射设备。如专利文件1中的图1等所示,中央磁体2竖直设置在底部轭1的中央部,外围磁体3竖直设置以便围绕中央磁体2的外围。第一辅助磁体4和第二辅助磁体5竖直设置在中央磁体2和外围磁体3之间。通过具有这类结构的磁路,所形成的磁场的分布为靶7的表面上的垂直磁场分量三次穿过零值。于是,靶7可被均匀地溅射(见专利文件1的第[0020]段到第[0025]段等)。

[0003] 进一步地,日本专利申请公开号No.2006-16634(下文称为专利文件2)还公开了一种在磁控溅射设备中使用的磁场生成装置。如专利文件2中的图1等所示,提供了中间侧永磁体1和外侧永磁体2作为用于生成磁场的磁路,外侧永磁体2设置为围绕中间侧永磁体1。进一步地,由磁性材料形成的分流板6设置在中间侧永磁体1和外侧永磁体2之间,同时与靶表面平行。分流板6可设置为使靶10的表面上的垂直磁场分量在零点处或接近零点处变为平坦,或三次穿过零点。通过这种磁场,扩大了靶10被磁场侵蚀的侵蚀区域(见专利文件2的第[0021]、[0028]、[0032]段等)。

发明内容

[0004] 如上所述,在专利文件1和2公开的磁控溅射设备中,使用了一种使靶表面上的磁场分量变平坦的技术。在这类磁控溅射设备中,需要一种能够轻易地调节磁场分布的技术。

[0005] 在如上所述的情况中,需要能够轻易地调节磁场分布的磁场生成设备和使用所述磁场生成设备的溅射设备。

[0006] 根据本发明的实施例,提供了一种磁场生成设备,所述磁场生成设备包括两个以上主磁极部、一个以上副磁极部以及轭部。

[0007] 所述两个以上主磁极部用于生成主磁场。

[0008] 所述一个以上副磁极部包括通过分割得到的多个第一分割磁体,并且生成用于对生成的主磁场进行调节的副磁场。

[0009] 所述轭部包括对应于所述一个以上副磁极部而与所述多个第一分割磁体相对的一个以上第一轭。

[0010] 在所述磁场生成设备中,所述多个第一分割磁体设置为生成用于对所述主磁场进行调节的所述副磁场。例如,通过对所述多个第一分割磁体的数量、位置等进行调节,可轻易地调节所述副磁场的强度和分布。结果,可轻易地调节所述主磁场的分布。此外,所述第一轭设置为对应于所述副磁极部而与所述多个第一分割磁体相对。于是,可以防止由所述多个第一分割磁体生成的所述副磁场变得不均匀。

[0011] 所述两个以上主磁极部分别包括通过分割得到的多个第二分割磁体。在这种情况下

下,所述轭部包括对应于所述两个以上主磁极部而与所述多个第二分割磁体相对的两个以上第二轭。

[0012] 在该结构中,通过对所述多个第二分割磁体的数量、位置等进行调节,可轻易地调节例如所述主磁场的强度和分布。由于所述第二轭设置为与所述多个第二分割磁体相对,可以防止由所述多个第二分割磁体生成的所述主磁场变得不均匀。

[0013] 所述磁场生成设备进一步包括生成部,所述生成部是所述主磁场的生成位置。

[0014] 在这种情况下,所述两个以上主磁极部包括在所述生成部侧具有N极的第一主磁极部和在所述生成部侧具有S极的第二主磁极部。进一步地,所述一个以上副磁极部包括第一副磁极部以及第二副磁极部,第一副磁极部在所述第一主磁极部和所述第二主磁极部之间设置于所述第二主磁极部附近且在所述生成部侧具有N极,第二副磁极部在所述第一主磁极部和所述第二主磁极部之间设置于所述第一主磁极部附近且在所述生成部侧具有S极。此外,所述一个以上第一轭可设置在所述多个第一分割磁体和所述生成部之间,所述两个以上第二轭可设置在所述多个第二分割磁体和所述生成部之间。

[0015] 通过设置上述的主磁极部和副磁极部,可使从所述生成部生成的所述主磁场在所述生成部的上侧为平行。

[0016] 所述生成部可包括生成表面,所述生成表面生成磁场的一侧为正面,而另一侧为背面。在这种情况下,所述第一主磁极部可环状地设置在所述生成表面的边缘部分的背面侧。进一步地,所述第二主磁极部可线性地设置在所述生成表面的中央部分的背面侧。此外,所述第一副磁极部可在围绕所述第二主磁极部的同时环状地设置。此外,所述第二副磁极部可环状地设置在所述第一主磁极部的内侧。

[0017] 通过设置上述的主磁极部和副磁极部,例如可在与所述生成表面上设置的物体的正面方向平行的方向上形成所述主磁场。

[0018] 所述磁场生成设备可进一步包括保持部,所述保持部配置为可移动地保持所述多个第一分割磁体。

[0019] 在该结构中,通过恰当地操作所述保持部,可轻易调节所述多个第一分割磁体的位置。结果,可轻易调节所述主磁场的分布。

[0020] 根据本发明的实施例,提供了一种溅射设备,所述溅射设备包括:真空腔、基板支持部、靶、磁场生成部和电位施加部。

[0021] 所述基板支持部设置在所述真空腔内。

[0022] 所述靶与所述基板支持部相对。

[0023] 所述磁场生成部包括两个以上主磁极部、一个以上副磁极部以及轭部。

[0024] 所述两个以上主磁极部在所述靶的正面生成主磁场。

[0025] 所述一个以上副磁极部包括通过分割得到的多个第一分割磁体,并且生成用于对生成的主磁场进行调节的副磁场。

[0026] 所述轭部包括对应于所述一个以上副磁极部而与所述多个第一分割磁体相对的一个以上第一轭。

[0027] 所述电位施加部配置为向所述靶施加负电位。

[0028] 通过所述磁场生成部,可将磁场调节为在所述靶的正面平行。于是,可扩大靶的侵蚀区,并提高靶的使用效率。此外,由于可轻易地对通过所述磁场生成部生成的所述磁场

的分布进行调节,所以可以基于例如靶的类型等来生成最佳的磁场。

[0029] 如上所述,根据本发明的实施例,可以提供一种能够轻易地调节磁场分布的磁场生成设备和使用所述磁场生成设备的溅射设备。

[0030] 本发明的这些和其他目的、特征和优势将根据下文如附图所图示的最佳模式实施例的详细描述变得显而易见。

附图说明

[0031] 图1是用于解释磁控溅射原理的示意图;

[0032] 图2是示出了根据本发明实施例的磁场生成设备的概要的示意图;

[0033] 图3是示出了本实施例的溅射阴极的结构示例的透视图;

[0034] 图4是示出了本实施例的溅射阴极的结构示例的横截面图;

[0035] 图5是示出了本实施例的溅射阴极的结构示例的平面图;

[0036] 图6是示出了本实施例的溅射阴极的结构示例的横截面图;

[0037] 图7是示出了图1所示一般溅射阴极中电子的轨道计算的结果图;

[0038] 图8是示出了图1所示一般溅射阴极中电子的轨道计算的结果图;

[0039] 图9是示出了包括本实施例的磁场生成部的溅射阴极中靶表面上的磁通密度的测量值的图;

[0040] 图10是在使用本实施例的溅射阴极时对靶的横截面形状进行测量而得到的图;以及

[0041] 图11是解释了用于本实施例的磁场生成部的主磁场调节方法的图。

具体实施方式

[0042] 下面将参照附图对本发明的实施例进行描述。

[0043] [磁控溅射原理]

[0044] 为了对根据本发明的磁场生成设备和磁控溅射设备进行解释,首先描述磁控溅射原理。图1是用于解释磁控溅射原理的示意图,该图示出了一般磁控溅射设备的基本结构。在下文中,磁控溅射设备可简称为溅射设备。

[0045] 如图1所示,溅射设备900的基本结构包括:真空腔901、设置在真空腔中的基板支持部902、与基板支持部902相对而设置的溅射阴极903和直流电源(电位施加部)904。

[0046] 在真空腔901中,设有抽真空管和气管(未示出)。真空泵与抽真空管连接,从而可使真空腔的内部抽为真空环境。气管将处理气体(氢气、氧气、诸如氮气和氩气等惰性气体、活性气体等)引入真空腔中。

[0047] 基板支持部902对作为沉积处理的对象的诸如半导体晶片和玻璃基板等基板S进行支撑。如图1所示,基板支持部902与直流电极的正电极连接。而且,基板支持部902与地电位连接。

[0048] 溅射阴极903包括:溅射靶(下文简称靶)905、背板906、框架907和磁场生成部908。靶905呈矩形并与背板906连接。背板906经由框架907与直流电源904的负电极连接。应注意,除直流电源外,其他电源也可用作电位施加部。

[0049] 磁场生成部908包括用于在靶905的正面上生成磁场的磁路909。磁路909由背靶

910、在背板910上环形设置(呈环状)的永磁体911、在中央线性设置(呈棍状)的永磁体912构成。磁体911和912设置为使不同极性的磁极面朝背板906。

[0050] 在图1所示示例中,环状永磁体911设置为使其N极设在背板906侧上。进一步地,线性永磁体912设置为使其S极设在背板906侧上。于是,如图1所示的磁场线913形成于靶905的正面。应注意,在下文描述中,磁场和磁场线可用相同的附图标记来表示(例如,磁场线913可描述为磁场913)。

[0051] 当负电极的高电压施加到上述溅射设备900的背板906时,电子914从靶905的正面释放。电子914被位于靶905的正面上的磁场线913捕获并受洛伦兹力做螺旋式运动(次摆线运动)。通过背板906的负电位和在靶905正面上的磁场913的水平分量,被磁场线913捕获的电子914在如图1所示力的矢量方向(附图标记915所表示的矢量)上接收到力。通过接收该力,使具有小质量的电子914加速到高速。

[0052] 如图1所示在使用矩形靶905时,磁体911和912设置为使电子914呈与田径场中使用的轨道基本上相同的轨道形状而移动。因此,形成轨道状电子隧道。

[0053] 将真空腔901的内部抽真空到预定的真空度,经由气管引入氩气。通过高速移动的电子914与氩气碰撞,氩原子被激发从而生成 Ar^+ (氩离子)917。激发为 $+$ 的 Ar^+ 917被拉到作为负电位的靶905处,并与靶905的正面高速碰撞。于是,释放出包括靶905的组成材料的原子的粒子(溅射粒子)918。从靶905的正面释放出的溅射粒子918附着在相对基板S的正面,从而形成薄膜。

[0054] 通过溅射,靶905被逐渐侵蚀。一直使用靶905直到厚度超过可用范围为止,再更换新的靶。在本说明书中,在需要更换之前所使用的靶905的量称为靶905的利用率。换言之,沉积所用的靶905与未使用的靶905之比表示为靶905的利用率。如果可以提高利用率,便可有效利用靶905,从而降低产品成本等。

[0055] 靶905的侵蚀是由 Ar^+ 917与靶905的碰撞引起的。此外, Ar^+ 917是通过与电子隧道内的电子914碰撞而产生的。当电子隧道中的电子密度不均匀时,被激发的 Ar^+ 917也变得不均匀,因此靶905的侵蚀区域也不均匀。由于靶905的使用寿命由受侵蚀部的最深部分进行比率控制,因此,需要均匀地产生大面积的侵蚀以便提高靶905的利用率。因此,需要使电子密度在大范围内均匀。

[0056] 在以下根据本发明的磁场生成设备和溅射设备中,可轻易地对靶的正面生成的磁场的分布进行调节。结果,可以提高靶的利用率。

[0057] [磁场生成设备]

[0058] 图2是示出了根据本发明实施例的磁场生成设备的概要的示意图。磁场生成设备100包括两个以上主磁极部10、一个以上副磁极部11以及轭部12。两个以上主磁极部10生成主磁场13。一个以上副磁极部11生成用于对主磁场13进行调节的副磁场14。轭部12包括:设置为与一个以上副磁极部11相对应的第一轭15和设置为与两个以上主磁极部10相对应的第二轭16。

[0059] 在图2所示示例中,作为两个以上主磁极部10,设有第一主磁极部10a和第二主磁极部10b,第一主磁极部10a在作为主磁场13的生成位置的生成部17侧具有N极,第二主磁极部10b在生成部17侧具有S极。第一主磁极部10a和第二主磁极部10b各包括多个分割磁体18。换言之,第一主磁极部10a和第二主磁极部10b由小块的磁体串组成。主磁极部10中包括

的多个分割磁体18与第二分割磁体相对应。

[0060] 在图2所示示例中,第一主磁极部由多个分割磁体18a构成,磁体18a在生成部17侧具有N极。在该实施例中,设有磁极表面形状为矩形的长方体分割磁体作为多个分割磁体18a。相同的分割磁体可用作多个分割磁体18a,或者可使用不同形状或类型的分割磁体。例如,钕磁体、铁氧体磁芯磁体等用作分割磁体18a。或者,可使用电磁体等。

[0061] 第二主磁极部10b由多个分割磁体18b构成,该分割磁体18b在生成部17侧具有S极。同样,使用磁极表面为矩形的长方体磁体作为多个分割磁体18b。主磁场13由如上述设置的第一主磁极部10a和第二主磁极部10b形成,从各个分割磁体18a的N极表面朝着分割磁体18b的S极表面形成磁场线13。

[0062] 在图2所示示例中,作为一个以上副磁极部11,设有生成部17侧具有N极的第一副磁极部11a和生成部17侧具有S极的第二副磁极部11b。如图2所示,第一副磁极部11a在第一主磁极部10a和第二主磁极部10b之间设置在第二主磁极部10b附近。进一步地,第二副磁极部11b在第一主磁极部10a和第二主磁极部10b之间设置在第一主磁极部10a附近。

[0063] 第一副磁极部11a和第二副磁极部11b各包括多个分割磁体19。换言之,第一副磁极部11a和第二副磁极部11b由小块的磁体串组成。副磁极部11中包括的多个分割磁体19与第一分割磁体相对应。

[0064] 在图2所示示例中,第一副磁极部11a由多个分割磁体19a构成,分割磁体19a在生成部17侧具有N极。此外,第二副磁极部11b由多个分割磁体19b组成,分割磁体19b在生成部17侧具有S极。多个分割磁体19a和19b由圆柱状的分割磁体构成,这些分割磁体的磁极表面为圆形。可任意设置多个分割磁体19的数量、形状等。通常,副磁极部11生成用于调节主磁场13的副磁场14。因此,和设为主磁极部10的分割磁体18相比,将具有较小横截面积以及较弱磁力的磁体用作设置为副磁极部11的分割磁体19。然而,根据生成为主磁场13的磁场的分布、分割磁体的数量和位置等,磁力关系不限于这类关系。

[0065] 在图2所示示例中,主磁场13被第二副磁极部11b生成的副磁场14向下拉(从生成部17到第二副磁极部11b的方向)。换言之,在该部分,位于生成部17上侧的主磁场13的垂直分量犹如被向下拉一般而移动。另一方面,主磁场13被第一副磁极部11a生成的副磁场14向上提升(从第一副磁极部11a到生成部17的方向)。换言之,位于生成部17上侧的主磁场13中的垂直分量向上移动。于是,可使从生成部17生成的主磁场13在生成部17的上侧平行。结果,如下文的详细描述,可提高靶的利用率。

[0066] 进一步地,由于生成主磁场13的第一主磁极部10a和第二主磁极部10b由多个分割磁体18构成,所以通过恰当地调节分割磁体18的数量、位置等可轻易地对磁场线方向、磁通密度等主磁场13的分布进行调节。类似地,由于生成第二副磁场14的第一副磁极部11a和第二副磁极部11b由多个分割磁体19构成,所以通过恰当地调节分割磁体19的数量、位置等可轻易地对副磁场14的密度和分布进行调节。由于可轻易地调节副磁场14,所以也可轻易调节主磁场13。

[0067] 轭部12的第一轭15设置为对应于第一副磁极部11a和第二副磁极部11b而与多个分割磁体19相对。在图2所示示例中,一个第一轭15a在第一副磁极部11a的分割磁体19a的上侧设置在分割磁体19a和生成部17之间。进一步地,另一第一轭15b在第二副磁极部11b的分割磁体19b的上侧设置在分割磁体19b和生成部17之间。第一轭15设置为覆盖相对的分割

磁体19的设置区域。通过设置第一轭15,多个分割磁体19生成的副磁场14得以平均。因此,可防止副磁场14变得不均匀。换言之,可防止作为从生成部17生成的副磁场14的磁场线和磁通密度变得不均匀。

[0068] 轭部12的第二轭16设置为对应于第一主磁极部10a和第二主磁极部10b而与多个分割磁体18相对。在图2所示示例中,一个第二轭16a在第一主磁极部10a的分割磁体18a的上侧设置在分割磁体18a和生成部17之间。进一步地,另一第二轭16b在第二主磁极部10b的分割磁体19b的上侧设置在分割磁体18b和生成部17之间。第二轭16设置为覆盖相对的分割磁体18的设置区域。通过设置第二轭16,由多个分割磁体18生成的副磁场13得以平均。因此,可防止主磁场13变得不均匀。换言之,可防止作为由生成部17生成的主磁场13的磁场线和磁通密度变得不均匀。

[0069] 如上所述,根据本发明,多个分割磁体19和多个分割磁体18用于能够轻易地对副磁场14和主磁场13的分布和密度进行调节。第一轭15设置为与多个分割磁体19相对。此外,第二轭16设置为与多个分割磁体18相对。于是,防止由多个分割磁体19生成的副磁场14和由多个分割磁体18生成的主磁场13出现不均匀。结果,即使多个分割磁体19和多个分割磁体18的数量和位置发生了改变,也可恰当地生成均匀的副磁场14和主磁场13。

[0070] 图3~6是分别示出了本实施例中溅射阴极的结构示例的示意图。在溅射阴极500中,将已经参照图2描述了概要的磁场生成设备100设为磁场生成部200。图3是从斜方向观察到的溅射阴极500的横截面图。图4是示意性地示出了横截面的示意图。在图3中,为了对磁场生成部200的结构进行说明,省略了对靶505、背板506和轭部212的描述(注意,横截面部分中示意性地示出了位置关系)。

[0071] 图5是从上方向观察到的溅射阴极500的平面图。图6是示出了沿图5中线A-A所作横截面的横截面图。要注意,在图3和4中也示出了与沿图5中线A-A所作的横截面相对应的部分。进一步地,在图6中,为了有助于理解该图,省略了阴影线。

[0072] 溅射阴极500包括靶505、背板506、框架507、背轭510以及磁场生成部200。背板506的正面520与生成表面(下文称为生成表面520)相对应,该生成表面生成磁场的一侧为正面,另一侧为背面。靶505与生成表面520的正面连接。

[0073] 磁场生成部200包括第一主磁极部210a、第二主磁极部210b、第一副磁极部211a、第二副磁极部211b以及用于保持磁极部的分割磁体的保持部250。第一主磁极部210a环状地设置在生成表面520的边缘部分的背面侧上。如图3所示,在生成表面520下面所设置的保持部的边缘部分处,形成了一个环状的第一安装孔251。第一安装孔251沿着环状形状连续地形成。通过将多个分割磁体218a插入第一安装孔251并将它们固定来构成第一主磁极部210a。第一安装孔251是用于安装多个分割磁体218a的安装区域。

[0074] 如图3和5所示,在多个分割磁体218a的上侧,设有第二轭216a。第二轭216a设置为覆盖保持部250上形成的第一安装孔251。换言之,图5所示的第二轭216a的下侧变为分割磁体218a的安装区域,在所需位置处设置所需数量的分割磁体218a。结果,从第二轭216a朝着生成表面520的上侧生成了主磁场513。应注意,在本实施例中,第一轭215和第二轭216合并为背轭以进行安装。

[0075] 第二主磁极部210b线性地设置在生成表面520的中央部分的背面侧。如图3所示,在保持部250的中央部分,线性地形成第二安装孔252。通过将多个分割磁体218b插入第二

安装孔252并将它们固定来构成第二主磁极部210b。第二安装孔252是用于安装多个分割磁体218b的安装区域。第二轭216b设置在分割磁体218b的上侧。第二轭216b设置为覆盖第二安装孔252。从生成表面520的边缘部分朝着中央部分形成了主磁场513的磁场线。

[0076] 应注意,第一主磁极部210a和第二主磁极部210b不是必须由多个分割磁体218构成。具体地,第一主磁极部210a和第二主磁极部210b可由一个以上恒常地固定的磁体构成。即使是在这种情况下,通过多个分割磁体219构成副磁极部211从而使副磁场可调节,可轻易实现对主磁场513的调节。

[0077] 第一副磁极部211a环状地设置,以便围绕设置在中央处的第二主磁极部210b。如图2所示,在保持部250的第二安装孔252的外围,形成多个第三安装孔253。第三安装孔253为圆形,通过将圆柱形的分割磁体219a插入所需位置处的第三安装孔253来形成第一副磁极部211a。第三安装孔253的间隔是任意的,且例如基于仿真来确定。如图5所示,第一轭215a设置在分割磁体219a的上侧。第一轭215a设置为覆盖形成第三安装孔253的区域,即覆盖分割磁体219a的安装区域。

[0078] 第二副磁极部211b环状地设置在位于边缘部分的第一主磁极部210a的内侧上。如图3所示,在保持部250的第一安装孔251的内侧上形成多个第四安装孔254。第四安装孔254为圆形,通过将圆形的分割磁体219b插入所需位置处的第四安装孔254来构成第二副磁极部211b。第四安装孔254的间隔可任意设置。此外,第三安装孔253和第四连接孔254的大小可以相同,也可以不同。仅需基于插入的分割磁体219的大小便可确定第三安装孔253和第四安装孔254的大小。

[0079] 如图4所示,第一轭215b设置在分割磁体219b的上侧。第一轭215b设置为覆盖形成第四安装孔254的区域,即覆盖分割磁体219b的安装区域。如图4所示,通过如上所述构建第一主磁极部210a、第二主磁极部210b、第一副磁极部211a以及第二副磁极部211b,在靶505正面的大面积区域中可将主磁场513的垂直分量设为0。

[0080] 参照图5和6,将对本发明的溅射阴极的大小(单位:mm)和材料的示例进行描述。应注意,大小和材料不限于下列情况,可恰当地进行设置。

[0081] 第一主磁极部210a在短边方向的大小t1:89

[0082] 第一主磁极部210a在长边方向的大小t2:189

[0083] 第二主磁极部210b在长边方向的大小t3:108.7

[0084] 第一副磁极部211a在短边方向的大小t4:30.6

[0085] 第一副磁极部211a在长边方向的大小t5:130.6

[0086] 第二副磁极部211b在短边方向的大小t6:65

[0087] 第二副磁极部211b在长边方向的大小t7:165

[0088] 第一主磁极部210a的宽度t8:7.3

[0089] 第二主磁极部210b的宽度t9:8.7

[0090] 第一副磁极部211a的宽度t10:6.7

[0091] 第二副磁极部211b的宽度t11:5.7

[0092] 第一主磁极部210a和第二副磁极部211b之间的间隔t12:12

[0093] 第二主磁极部210b和第一副磁极部211a之间的间隔t13:15.3

[0094] 第一副磁极部211a和第二副磁极部211b之间的间隔t14:17.2

[0095] 背板的厚度 t_{15} (第一轭215和第二轭216的厚度):10 (基于靶的磁特性,可在5~9mm之间调节)

[0096] 分割磁体218a:10*10*20 (钕磁体)

[0097] 分割磁体218b:10*10*20 (钕磁体)

[0098] 分割磁体219a: $\phi 8*10$ (钕磁体)

[0099] 分割磁体219b: $\phi 8*10$ (钕磁体)

[0100] 背板506:无氧铜 (JIS码:C1020)

[0101] 磁体保持器 (保持部250):无氧铜 (JIS码:C1020)

[0102] 第一轭215和第二轭216:软磁材料 (软铜) (JIS码:SS400)

[0103] 背轭510:软磁材料 (软铜) (JIS码:SS400)

[0104] 靶505的材料无具体限制,可使用比如铝和铜等非磁性材料,也可使用比如钴和镍等磁性材料。在本实施例中,使用的是大小介于100*200*5~100*200*8之间的靶505,但是大小不限于此。

[0105] 本文将对靶505正面上形成的磁场和侵蚀区域进行详细描述。图7和8分别是示出了图1所示一般溅射阴极903中电子914的轨道计算结果的图。本文中,图1所示设有磁体912和911a的磁场生成部908的右半区域用作计算中的模型。

[0106] 一个电子914从设有S极的磁体912附近的起点N开始。当在图7的深度方向(x方向)上移动的同时,电子914被卷入磁场线913,并朝着设有N极的磁体911a移动。一旦移动到高度方向(z方向)上与起点N相同的位置,电子914返回到起点N。该返回以磁体912和911a之间的中间点M为中心。应注意,由于轨道计算不考虑因为与氩原子碰撞导致的衰减,所以重复相同的幅度。在图中深度方向上移动的力为洛伦兹力,该力是由施加有负电极的阴极(背板)获得的电流矢量和由磁场912和911a获得的磁场矢量的矢量积。

[0107] 在图8中,在3D图中示出了电子914的移动。在该图中,从中间点M来看,设为起点N的点位于图7所示起点N的相对侧。同样在这种情况下,电子914在被卷入磁场线913的同时以中间点M为中心返回,从而在与图7中的深度方向相对应的x方向上移动。

[0108] 接下来将描述电子914以磁体912和911a之间的中间点M为中心往复运动的原因。由于阴极为负电极且电子914具有负电位,所以通过库仑力生成了排斥力。因此,与靶正面距离最远的位置,即磁体912和911a之间的中间点M,变成移动电子914的稳定位置。结果,电子914以中间点M为往复运动的中心重复地做往复运动。应注意,电子914被卷入磁场线913的原因在于:当带电粒子在磁场内移动时,由电流矢量和磁场矢量的矢量积产生的洛伦兹力产生作用,犹如电子被卷入磁场线913中。

[0109] 如图7和8的轨道计算结果所示,由于靶905的正面上的磁场线913在图1所示一般溅射阴极903中是弯曲的,所以电子914都集中在顶部(稳定位置)。结果,被电子914激发的Ar+917也同样集中在顶部,因靶905侵蚀而产生的侵蚀区域也集中在该部分。于是,降低了靶905的利用率。

[0110] 图9是示出了在包括本实施例的磁场生成部200的溅射阴极中靶505的正面上的磁通密度测量值的图。在本文中,磁通密度是在大小和材质如图5和6所示的溅射阴极500中测量的。如图9所示的横坐标轴的原点与如图3所示的第二主磁极部210b的位置相对应。在该

位置的右手侧的区域中测量磁通密度,横坐标轴约0.05(m)处与第一主磁极部210a的位置对应。

[0111] 如图9所示,在横坐标轴上从约0.015到0.03的范围内,形成了一个磁通密度的垂直分量为零的区域。磁场线的水平分量取特定值且垂直分量为零的状态意味着磁场线与靶505的正面完全平行。在这种情况下,如图4所示,靶505正面上的磁场线513呈线性而不弯曲。在这种情况下,由于磁场线513在靶505正面上呈水平的,卷入磁场线513中的电子即使受到来自背离靶505的方向上的库仑力时也会广泛分散在磁场线513的水平区域中,而不会集中在一点。换言之,可以避免电子集中在弯曲磁场的顶部,也可以使靶505的正面上的电子密度均匀分布在大面积区域中。

[0112] 由于高速移动的电子广泛分散,所以被激发的Ar⁺也广泛分散并与靶505碰撞。于是,可使靶505的侵蚀区域在大面积区域中均匀分布,从而可提高靶505的利用率。

[0113] 图10是在使用本实施例的溅射阴极500时通过对靶505的横截面形状进行测量而得到的图。如图10所示,以第一主磁极部210a和第二主磁极部210b之间的中间点M(原点)为中心,在大面积区域中形成侵蚀区域,靶505的利用率约为60%。当本发明的发明者利用图1所示一般结构执行溅射时,利用率约为10%~25%。换言之,该利用率提高到一般结构所得到的利用率的约2.4~6倍。

[0114] 图11是解释了用于本实施例的磁场生成部200的主磁场调节方法的图。图11所示的图还示出了在磁场生成部200的右手侧区域中的磁通密度。下面将参照在图4中虚线X包围的右手侧的第一主磁极部210a和第二主磁极部210b的结构以及第一副磁极部211a和第二副磁极部211b的结构来对该调节方法进行描述。

[0115] 例如,将讨论仅设有第一主磁极部210a和第二主磁极部210b的状态。在这种情况下,如图中实线所示,靶505正面上的垂直磁场的磁通密度几乎线性地改变。当第一副磁极部211a设置在该状态中的第二主磁极部210b的附近时,垂直分量在该区域中如同被下拉似的移动(箭头H)。此外,当第二副磁极部211b设置在第一主磁极部210a附近时,垂直分量在该区域中向上移动(箭头I)。通过恰当地设置副磁极部211,可调节主磁场。

[0116] 第一副磁极部211a和第二副磁极部211b各包括多个小块的分割磁体219,分割磁体的数量和位置可恰当地调节。于是,可轻易调节主磁场,并且可形成垂直分量为零的区域。尽管在多个分隔磁体219之间设有间隔,但由于所生成的副磁场被位于副磁极部211的上侧的第一轭215平均,所以在靶505正面上的主磁场不会变得不均匀。

[0117] 当希望调节垂直磁场分量为零的区域的磁通密度或水平分量时,仅需要恰当地改变第一主磁极部210a和第二主磁极部210b等的分割磁体218的数量。对应地,仅需恰当地调节第一副磁极部211a和第二副磁极部211b从而形成垂直分量为零的区域。如上所述,由于根据本发明的磁场生成设备包括可调节主磁场的机构,所以即使在使用例如具有不同磁特性的靶505时,也可使用单个溅射阴极500来优化主磁场,从而提高靶505的利用率。

[0118] 迄今为止,在本实施例的磁场生成设备100(磁场生成部200)中,主磁极部210和副磁极部211由多个分割磁体以及与磁体相对的轭构成。例如,由磁性材料组成的轭可设置在呈小块状的磁体串上,以便形成磁体单元。通过将这类单元设为主磁极部210和副磁极部211,可将任意上表面上的磁场线的方向和磁通密度调节为所需值。

[0119] 如上所述,当这种技术应用在磁控溅射设备的靶阴极时,靶505正面上的磁场线可

轻易调节为与靶的正面平行。结果,可以扩大靶505的侵蚀区域,并且提高靶505的利用率。

[0120] 考虑到磁场线的方向和磁通密度,通过改变磁极部包括的分割磁体的数量和位置,可轻易调节所需的磁场。此外,还可通过恰当地设置分割磁体和靶的组合来调节磁场。由于磁场线穿过靶505且受靶505的磁特性的影响,所以需要各个靶505进行调节。利用根据本发明的磁场生成设备100,可通过单个溅射阴极500来处理具有不同磁特性的多个靶505。

[0121] 通过提高靶505的利用率,可以缩减开发成本和产品成本。此外,由于可处理多个靶505,可减少阴极的数量,于是降低设备成本。进一步地,可延长靶505的更换周期,可提升设备的运行率。另外,可减少用于更换靶505的任务数量。根据本发明的用作磁场调节机构的磁场生成设备100,可实现所需的磁场,而无需重制溅射阴极。此外,通过为各个磁极部设置的靶,可形成均匀且一致的磁场。

[0122] 在上述日本专利No.4845836(下文称为专利文件1)中,在靶正面的垂直磁场三次穿过零点(水平磁场约为150~200gauss,零值为 ± 10 gauss以内)。然而,在专利文件1中,与本发明的靶相对应的磁性材料并非设置在磁体上。此外,未提供用于调节磁场(磁场线方向和水平磁场的磁通密度)的机构。如专利文件1所公开,为了使垂直磁场在零值(± 10 gauss)的窄范围内三次穿过零点,需要对磁场进行细微控制。在无调节磁场的机构的结构中要实现三次穿过零点非常困难。由于设置在溅射阴极中的磁体的形状和位置是限定的,所以不能实现三次穿过零点,除非在改变磁体的磁场强度的同时重制溅射阴极多次。进一步地,由于无调节磁场的机构,所以溅射阴极不能处理具有不同磁特性的多个靶。此外,在专利文件1所公开的溅射阴极中,水平磁场的磁通密度不可调节。水平磁场的磁通密度与施加电压电源相关。因此,如果水平磁场的磁通密度改变,即使是以相同的沉积速率进行沉积处理,施加电压也改变,结果是沉积的溅射膜的膜质量也随之改变。由于施加电压明确确定为专利文件1所公开的沉积机构中设置的沉积率,所以电压不能以恒定速率改变。在膜质量受电压影响的薄膜情况下,由于电压不可控,会产生一个问题。

[0123] 在日本专利申请公开No.2006-16634(下文称为专利文件2)中,尽管在磁体之间的区域上设有分流板,但是这与本发明设有靶的目的明显不同。分流板设置为使靶表面上的垂直磁场为零,设置其的目的不是对磁体生成的磁场进行平均,对此没有进行描述或表示。由于专利文件2所公开的磁场生成设备中也无调节磁场的机构,所以也存在与专利文件1所公开的溅射阴极相同的问题。进一步地,由于靶和分流板彼此接近,随着靶侵蚀的发展,磁场极大地偏离了其理想的形状,结果,推测出靶的利用率最终没有上升多少。

[0124] 相反,在根据本发明的磁场生成设备和溅射设备中,可轻易调节磁场分布,并且当用于溅射阴极时,可有效提高靶的利用率。

[0125] (其他实施例)

[0126] 本发明不局限于上述实施例,各种其他实施例也可实现。

[0127] 在上述描述中,本发明的磁场生成设备用于调节在靶的正面上形成的主磁场为平行。然而,磁场生成设备不限于用于生成主磁场的情况。根据本发明的磁场生成设备不局限于用于溅射阴极的情况,还适用于各个领域的各种目的。利用根据本发明的磁场生成设备,可将具有期望分布的各种磁场形成为主磁场。

[0128] 为了形成作为根据本发明的磁场生成设备的所需的主磁场,仅需要设置由分割磁

体和轭构成的多个磁体单元。这时,在主磁极部和副磁极部中,所使用的每个磁体单元无需明显区分。换言之,本发明的构思包括了一种预定磁体单元既体现了主磁极部的功能也体现了副磁极部的功能的结构。仅需要提供至少用作两个以上主磁极部和一个以上副磁极部的多个磁体单元。

[0129] 通过根据本发明的磁场生成设备,不仅可以生成垂直分量为零的磁场,还可以生成如图7所示的弯曲磁场(如必要),或实现三次穿过零点。根据这些目的,可恰当地调节磁场线的方向和磁通密度。

[0130] 与根据本发明的磁场生成设备的结构有关的圆柱数量、形状等不限于图4所示。而且,主磁极部和副磁极部的设置不限于使电子呈轨道形状移动。主磁极部和副磁极部的设置形状可恰当地设为矩形、圆形、弯曲形等。而且,根据需要生成的磁场,轭无需设置在多个分隔磁体的正上方。换言之,尽管轭设置在上述分割磁体和生成部之间,但是在相对于需要生成磁场的方向稍微有一定角度的位置,轭可设置为倾斜地与多个分割磁体相对。

[0131] 进一步地,主磁极部和副磁极部无需设置在同一平面上。例如,假定第一和第二主磁极部设置在同一平面上,作为磁场施加目标的物体设置在该平面之上。在这种情况下,一个以上副磁极部可设置在物体的上侧(第一和第二主磁极部的相对侧)。进一步地,主磁极部的主磁场生成表面和副磁极部的副磁场生成表面无需设置在同一平面上。此外,副磁极部可设置在第一和第二主磁极部之间,从而例如使N极设在第一主磁极部侧上而S极设在第二主磁极部侧上。主磁极部和副磁极部之间的位置关系可任意设置。

[0132] 利用例如高斯计来执行磁场调节。此外,磁场测量方法是任意的。

[0133] 在上述描述中,如图3所示,分割磁体通过其中形成有第一~四安装孔251-254的保持部250固定在所需位置上。可提供移动地保持分割磁体的保持部来替代上述保持部。例如,可使用安装孔为可移动的结构,或可通过具有移动性的材料来保持分割磁体,分割磁体的位置在该保持状态下可改变。可采用任意结构均作为单独移动分割磁体的结构。通过恰当地操作保持部,可轻易调节分割磁体的位置,从而可轻易调节主磁场的分布。例如,利用通过从外部控制而使分割磁体的位置可改变的结构,可轻易地且高准确度地实现磁场调节,同时反馈回磁场的测量结果。

[0134] 在上述实施例所述的特征部分中,至少两个特征部分可组合。

[0135] 应注意,本发明也可能采用下列结构。

[0136] (1) 一种磁场生成设备,其包括:

[0137] 两个以上主磁极部,其用于生成主磁场;

[0138] 一个以上副磁极部,其包括通过分割得到的多个第一分割磁体,并且生成用于对所生成的所述主磁场进行调节的副磁场;以及

[0139] 轭部,其包括对应于所述一个以上副磁极部而与所述多个第一分割磁体相对的一个以上第一轭。

[0140] (2) 根据(1)所述的磁场生成设备,其中:

[0141] 所述两个以上主磁极部分别包括通过分割得到的多个第二分割磁体;以及

[0142] 所述轭部包括对应于所述两个以上主磁极部而与所述多个第二分割磁体相对的两个以上第二轭。

[0143] (3) 根据(2)所述的磁场生成设备,其进一步包括:

[0144] 生成部,其是所述主磁场的生成位置,其中:

[0145] 所述两个以上主磁极部包括在所述生成部侧具有N极的第一主磁极部和在所述生成部侧具有S极的第二主磁极部;

[0146] 所述一个以上副磁极部包括第一副磁极部以及第二副磁极部,所述第一副磁极部在所述第一主磁极部和所述第二主磁极部之间设置在所述第二主磁极部附近且在所述生成部侧具有N极,所述第二副磁极部在所述第一主磁极部和所述第二主磁极部之间设置在所述第一主磁极部附近且在所述生成部侧具有S极;

[0147] 所述一个以上第一轭设置在所述多个第一分割磁体和所述生成部之间;以及

[0148] 所述两个以上第二轭设置在所述多个第二分割磁体和所述生成部之间。

[0149] (4) 根据(3)所述的磁场生成设备,其中:

[0150] 所述生成部包括生成表面,所述生成表面生成磁场的一侧为正面,另一侧则为背面;

[0151] 所述第一主磁极部环状地设置在所述生成表面的边缘部分的背面侧;

[0152] 所述第二主磁极部线性地设置在所述生成表面的中央部分的背面侧;

[0153] 所述第一副磁极部在围绕所述第二主磁极部的同时环状地设置;以及

[0154] 所述第二副磁极部环状地设置在所述第一主磁极部的内侧。

[0155] (5) 根据(1)~(4)中的任一项所述的磁场生成设备,其进一步包括:

[0156] 保持部,其用于可移动地保持所述多个第一分割磁体。

[0157] 本领域的技术人员还应理解,在所附权利要求或其等同物的范围之内,可取决于设计需求和其他因素而做出多种修改、组合、子组合和变更。

[0158] 相关申请的交叉引用

[0159] 本申请要求于2013年7月11日提交的日本优先权专利申请JP2013-145204的权益,其全部内容通过引用的方式并入本文。

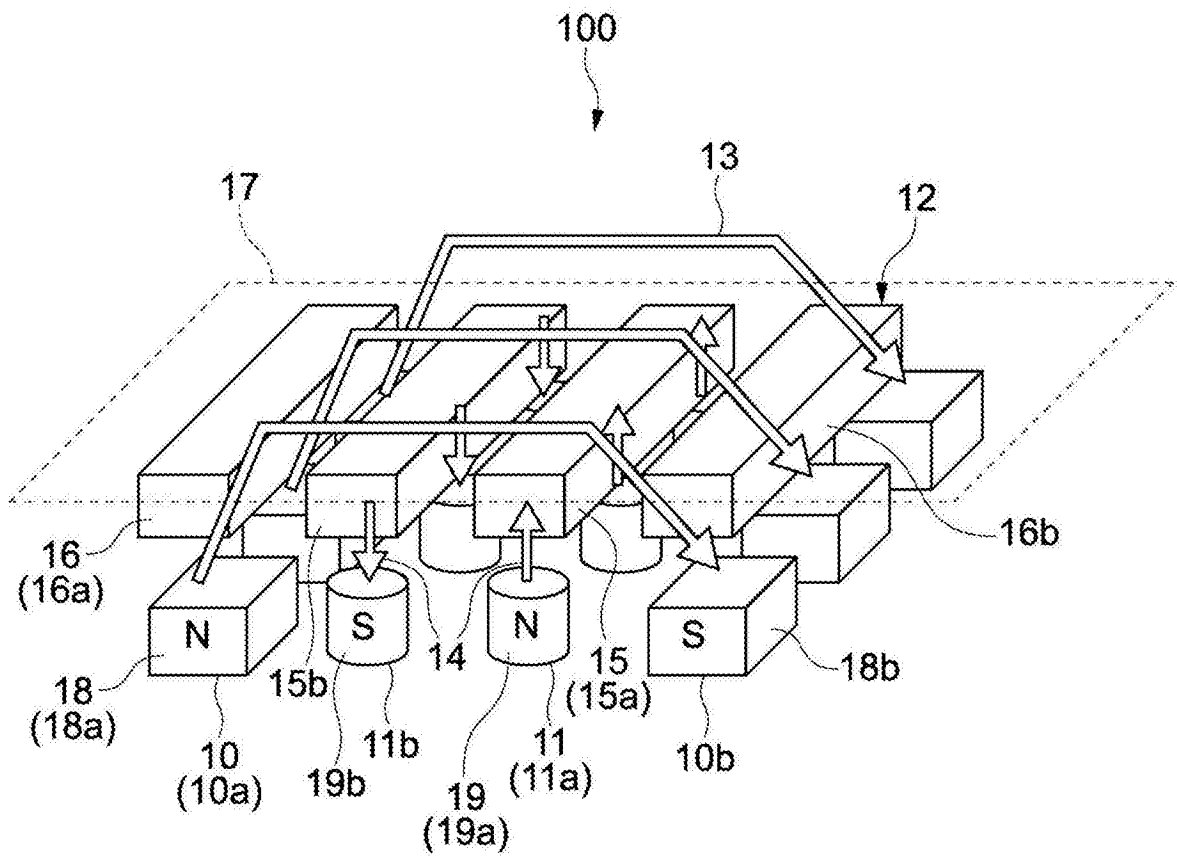


图2

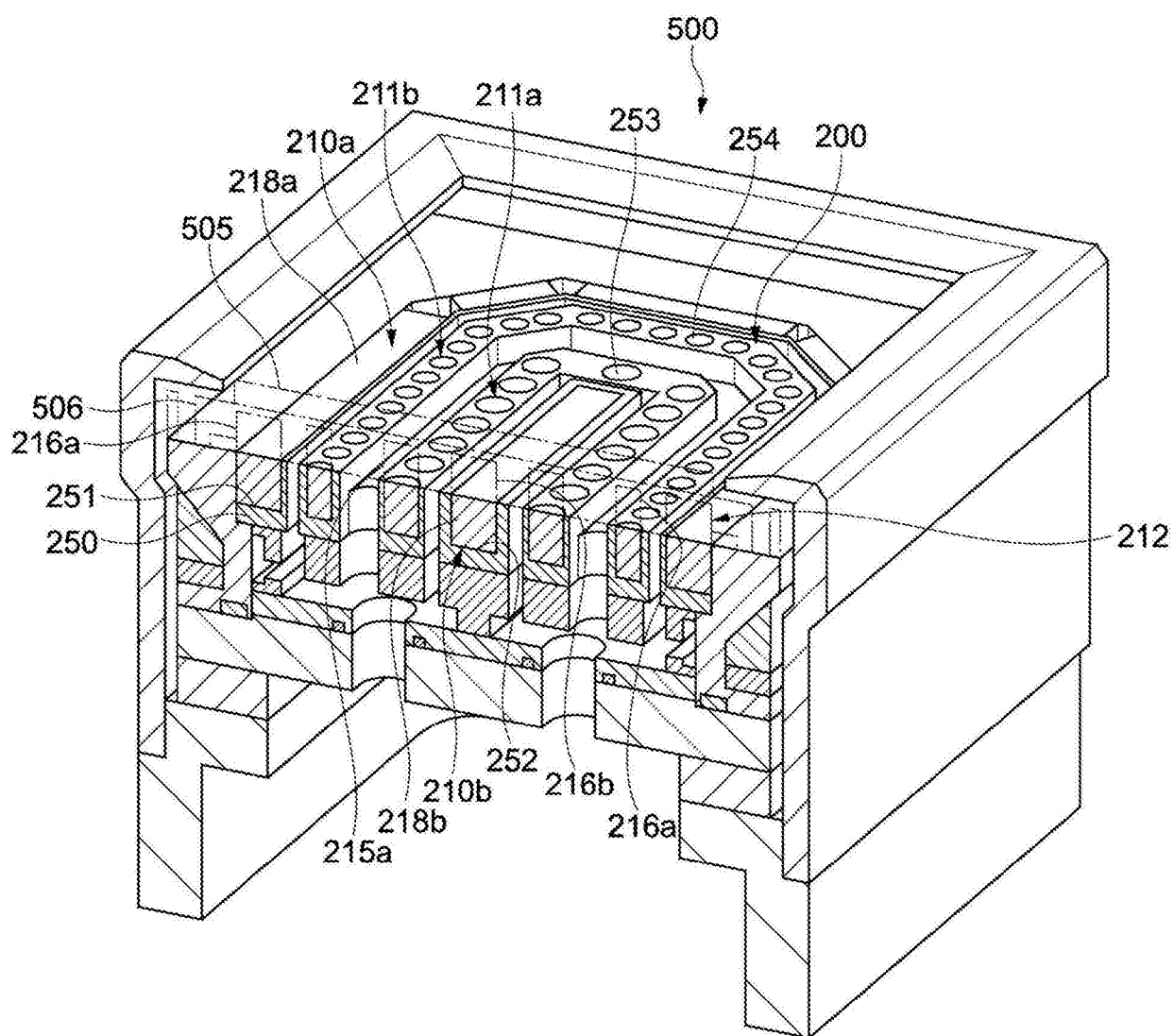


图3

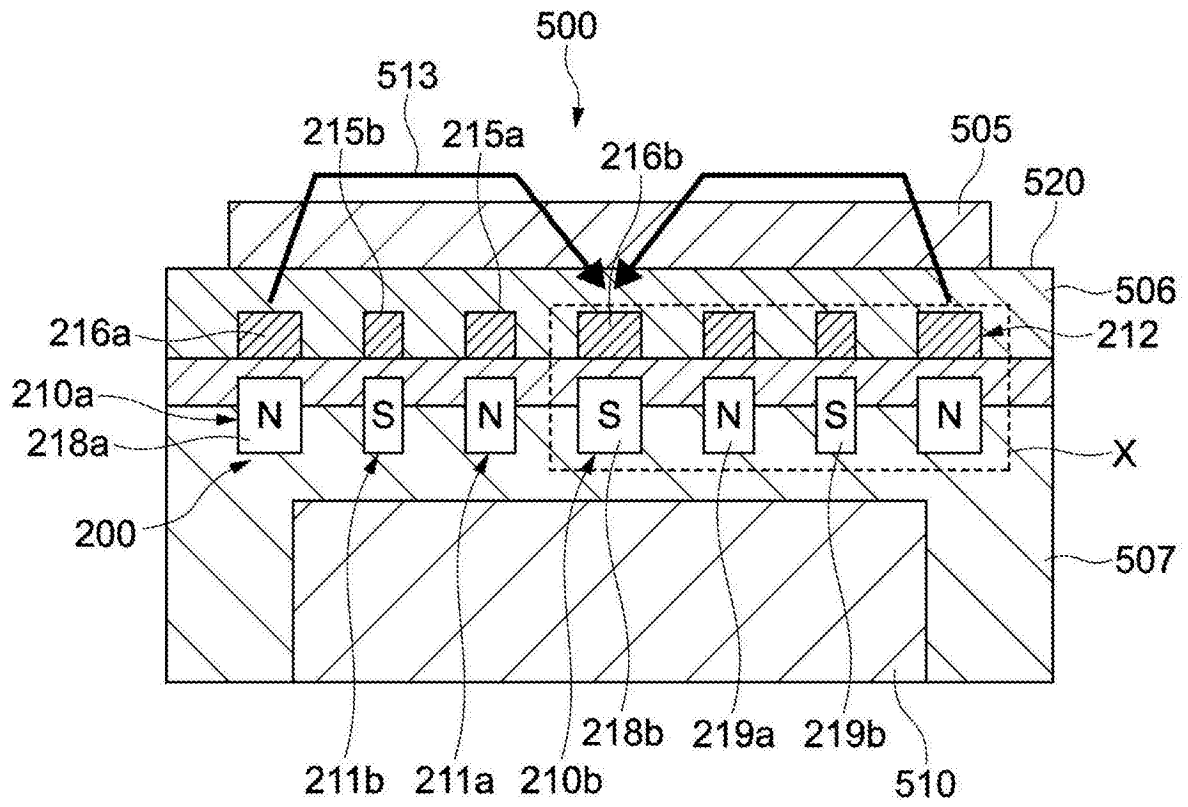


图4

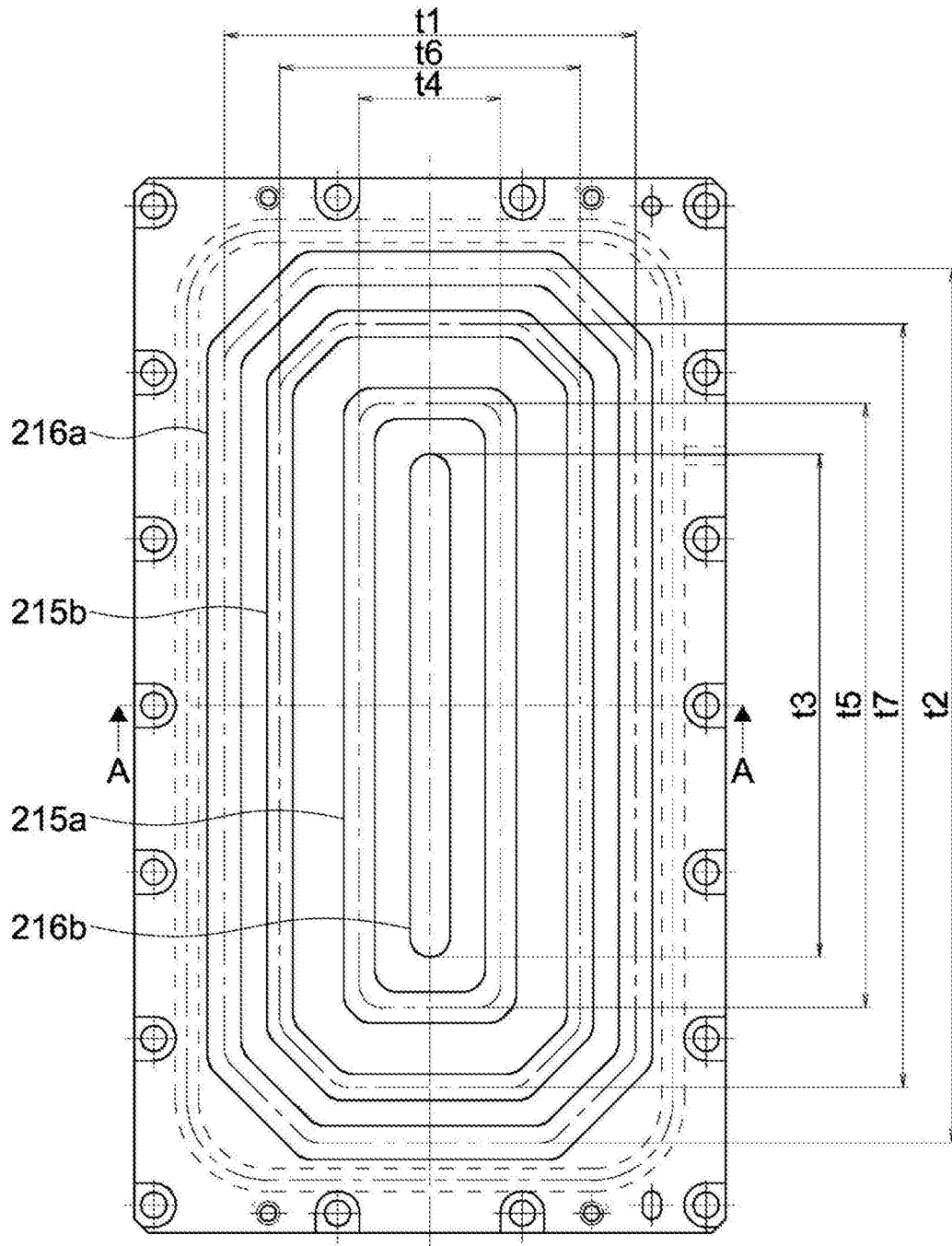


图5

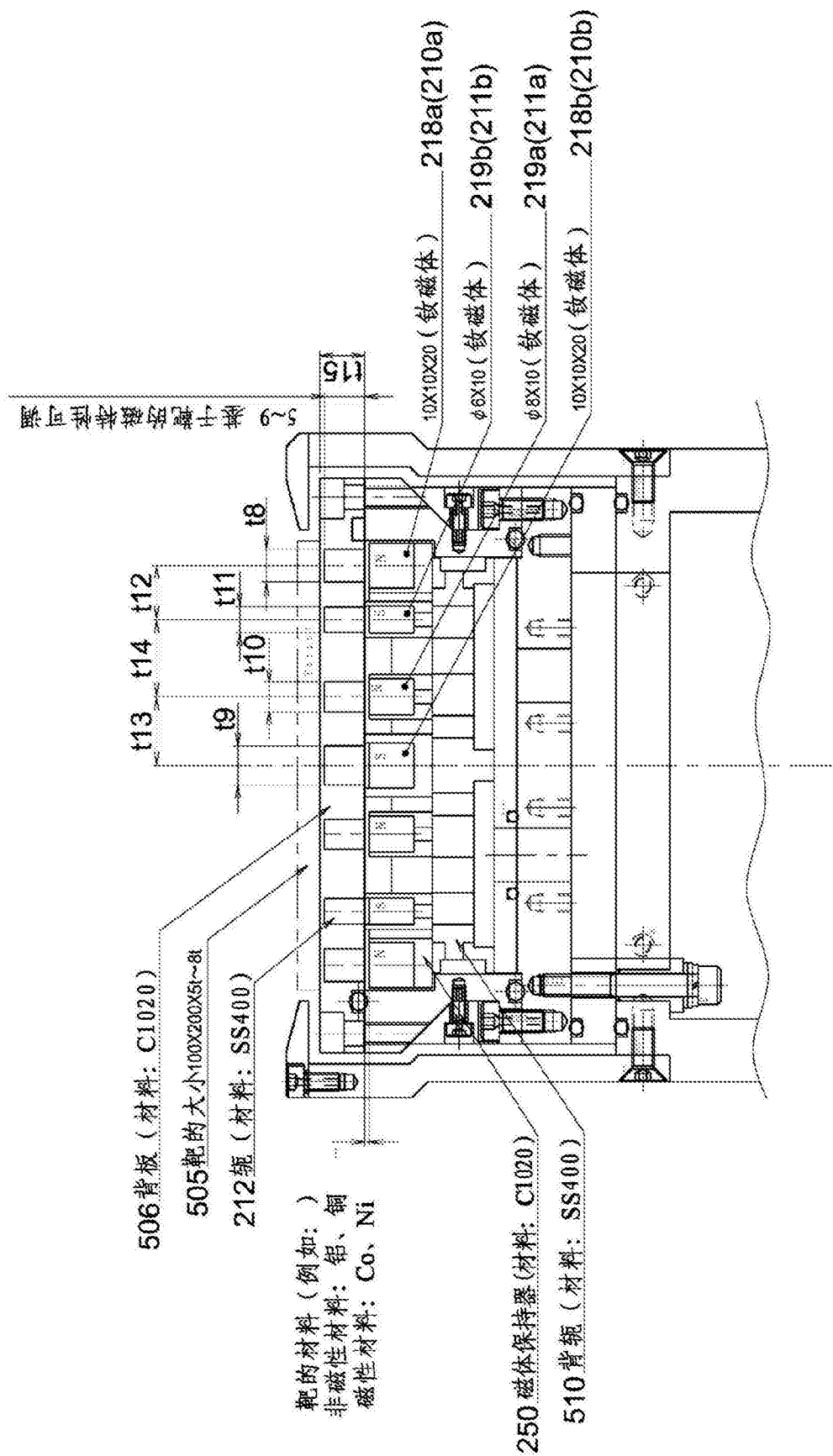


图6

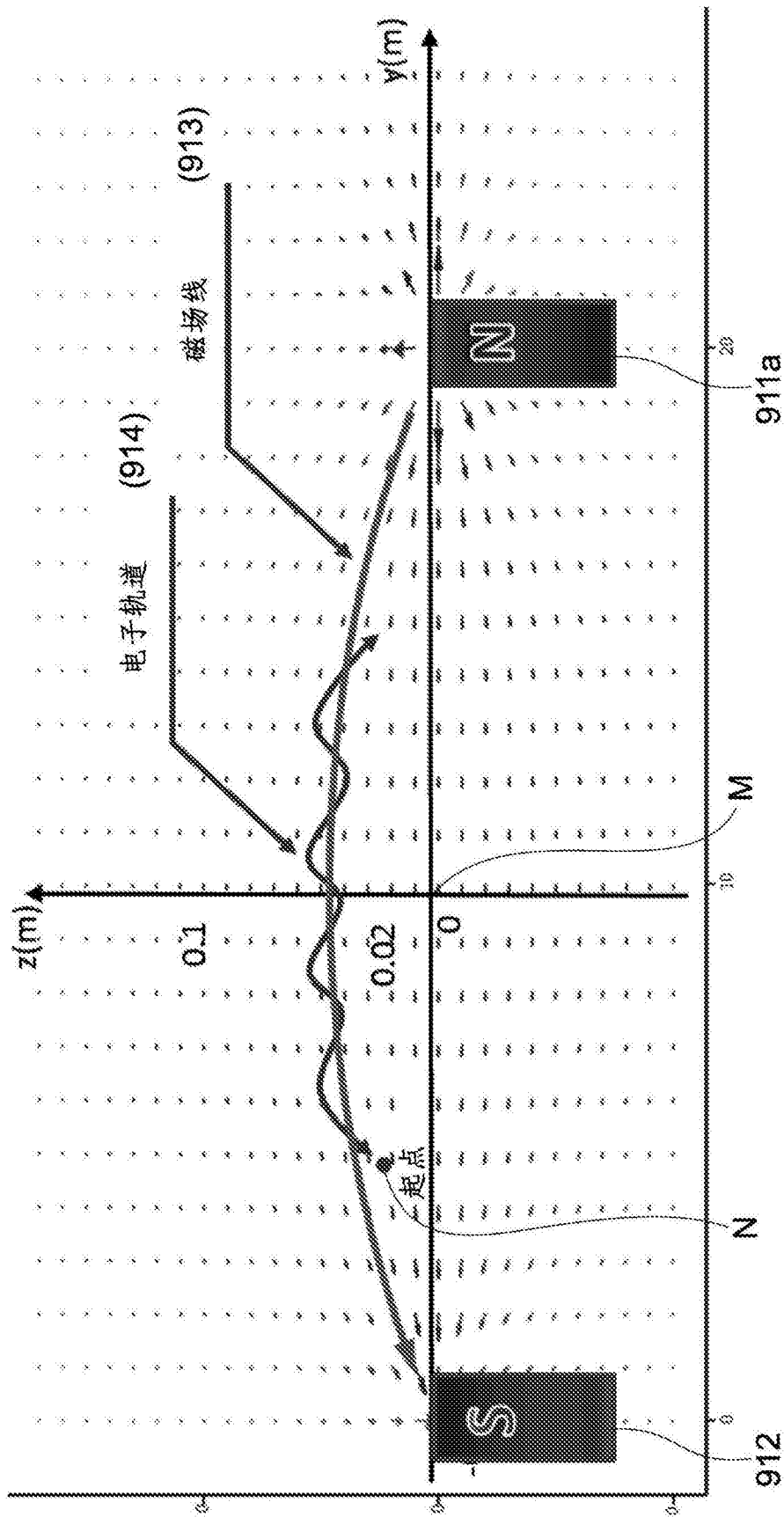


图7

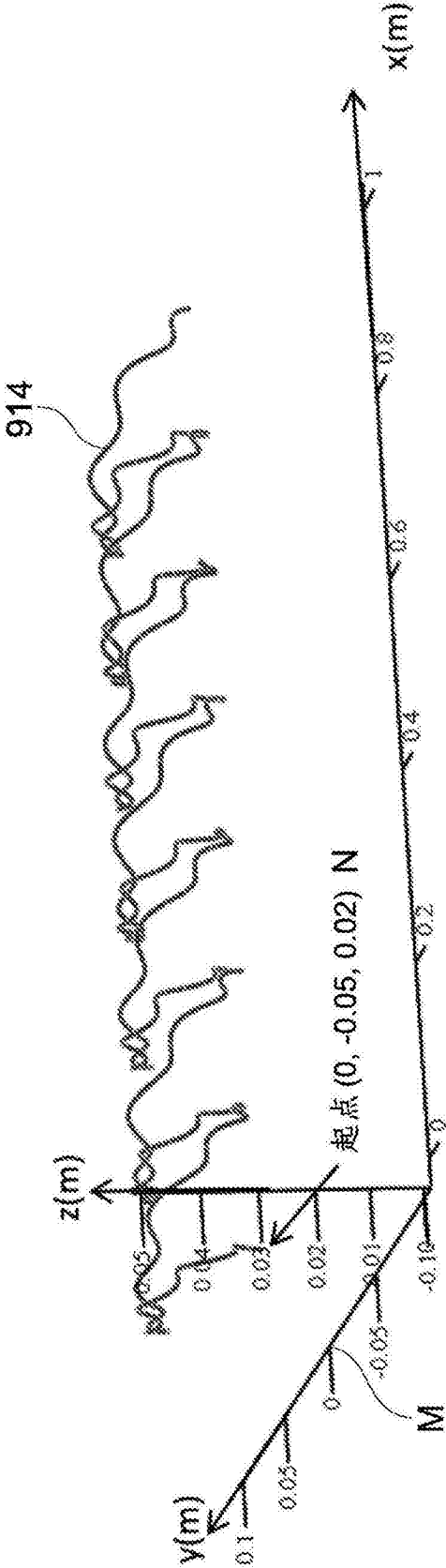


图8

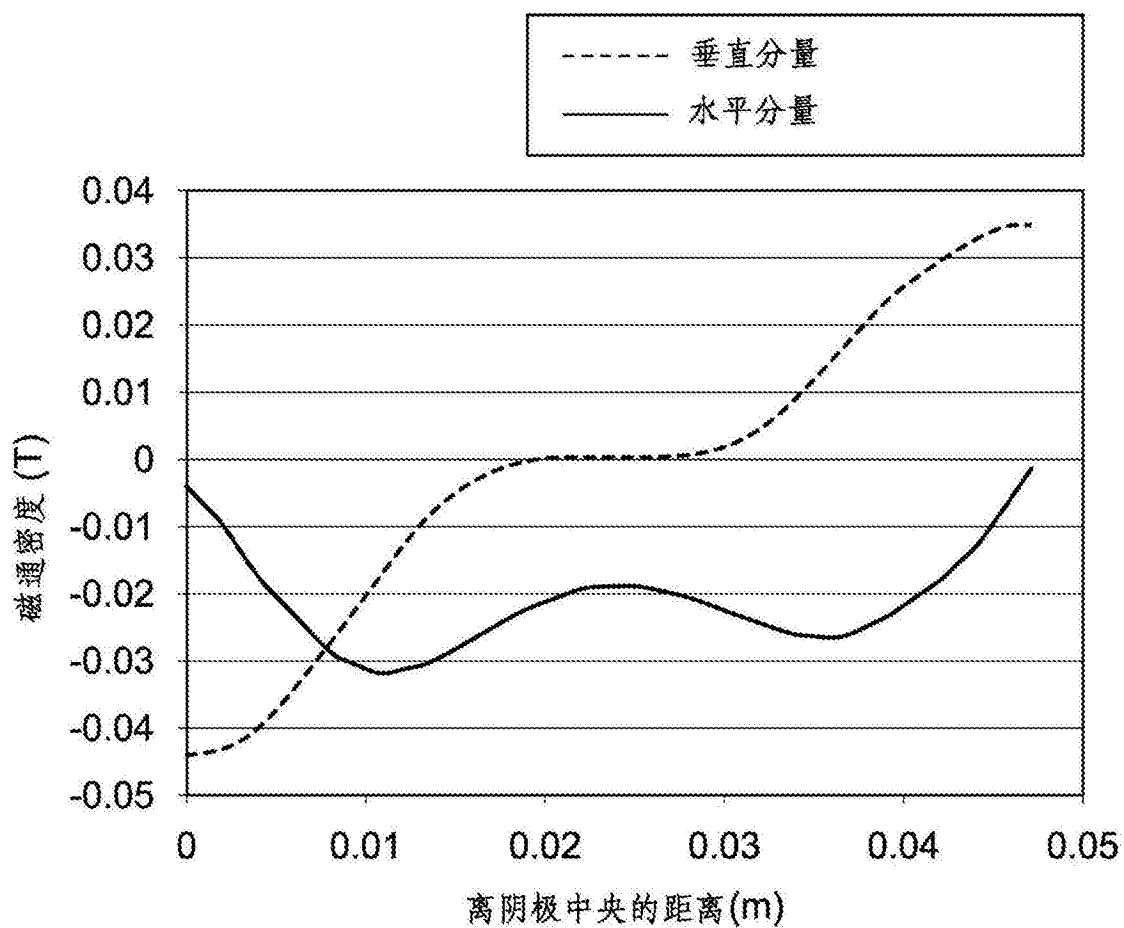


图9

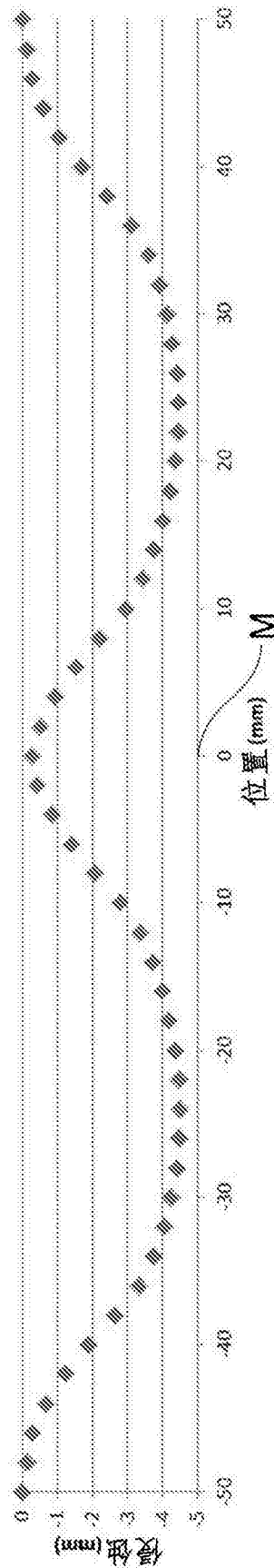


图10

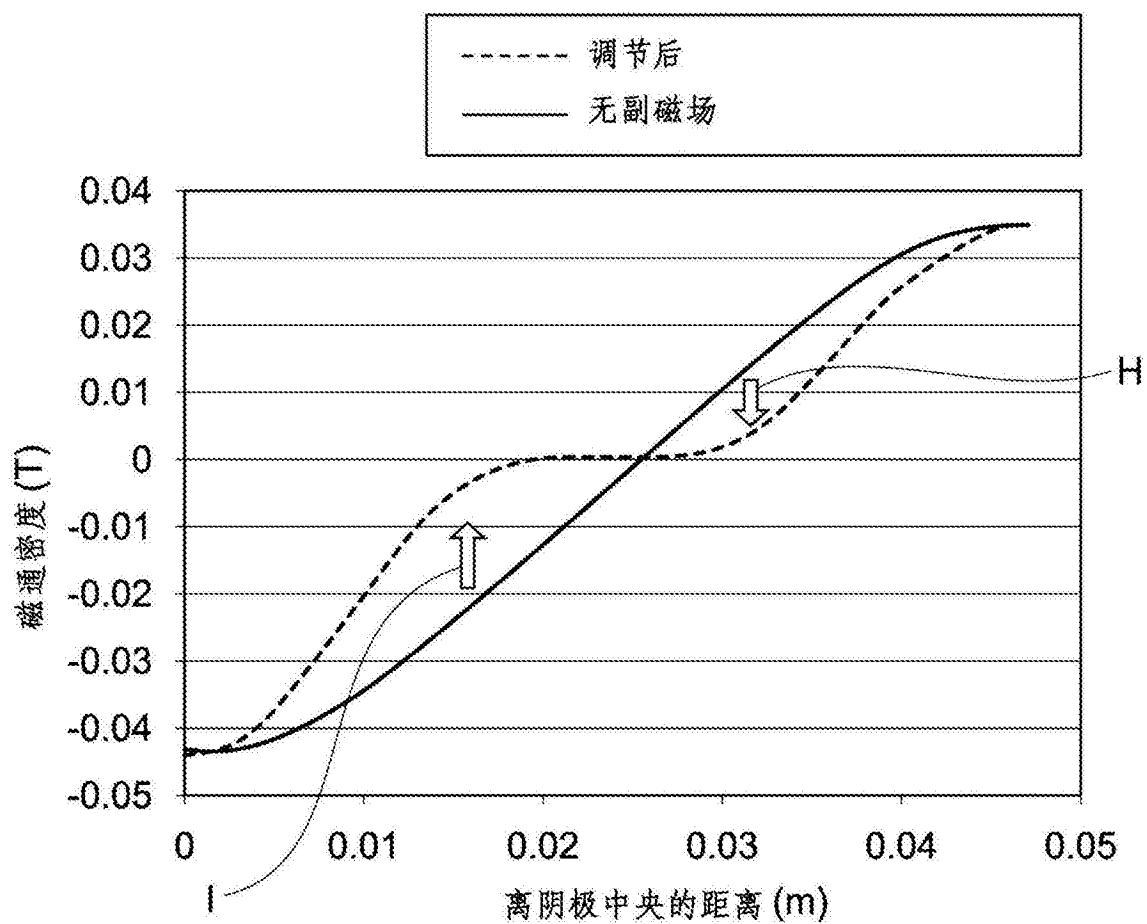


图11