



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 103996404 B

(45)授权公告日 2017.08.04

(21)申请号 201410246897.6

(22)申请日 2009.10.15

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 103996404 A

(43)申请公布日 2014.08.20

(30)优先权数据

12/255,833 2008.10.22 US

12/255,865 2008.10.22 US

(62)分案原申请数据

200980142620.6 2009.10.15

(73)专利权人 应用材料公司

地址 美国加利福尼亚州

(72)发明人 O·那拉玛苏 S·文哈弗贝

M·孚德 M·文卡特杉

N·M·克里希纳

(74)专利代理机构 上海专利商标事务所有限公
司 31100

代理人 胡林岭

(51)Int.Cl.

G11B 5/855(2006.01)

G11B 5/82(2006.01)

B82Y 10/00(2011.01)

G23C 14/04(2006.01)

G23C 14/48(2006.01)

(56)对比文件

US 2003113524 A1,2003.06.19,

CN 1275790 A,2000.12.06,

US 2008019047 A1,2008.01.24,

CN 1606107 A,2005.04.13,

WO 2008106448 A2,2008.09.04,

US 6500497 B1,2002.12.31,

US 2003113524 A1,2003.06.19,

审查员 李珊珊

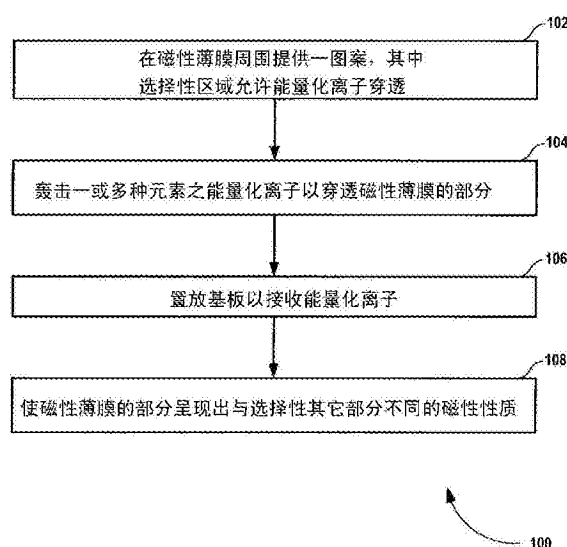
权利要求书1页 说明书10页 附图10页

(54)发明名称

磁性记录媒体和在基板上图案化薄膜的方法

(57)摘要

本发明提供一种用于在基板上图案化磁性薄膜的方法,所述方法包括:在所述磁性薄膜周围提供图案,其中所述图案的选择性区域允许一或多种元素的能量化离子的穿透。能量化离子经产生而具有足够能量以穿透选择性区域及与这些选择性区域相邻的所述磁性薄膜的部分。置放所述基板以接收这些能量化离子。可使所述磁性薄膜的所述部分经受热激发。使所述磁性薄膜的这些部分呈现出与选择性其它部分不同的磁性性质。本发明亦揭示用于图案化磁性媒体的方法,所述媒体的两侧上具有磁性薄膜。



1. 一种磁性记录媒体,包括:

基板,具有安置于所述基板上的等离子体掺杂的磁性薄膜,所述磁性薄膜包括钴合金层,所述钴合金层具有:

第一区域的图案,所述第一区域具有掺杂离子浓度,其中氦离子被植入至第一深度且硼离子被植入至第二深度,所述第二深度小于所述第一深度,且其中具有掺杂离子浓度的所述第一区域呈现出的磁性性质与相邻于所述第一区域的区域不同。

2. 如权利要求1所述的磁性记录媒体,其特征在于,所述掺杂离子为氦,并且所述掺杂离子浓度保持恒定达10纳米深度。

3. 如权利要求1所述的磁性记录媒体,其特征在于,所述等离子体掺杂的磁性薄膜包括Co-Pt。

4. 如权利要求1所述的磁性记录媒体,其特征在于,所述等离子体掺杂的磁性薄膜包括Co-Pd。

5. 如权利要求1所述的磁性记录媒体,其特征在于,所述等离子体掺杂的磁性薄膜包括CoCrPt合金。

6. 如权利要求1所述的磁性记录媒体,其特征在于,还包括柔软底层,所述柔软底层包括FeNi合金,其中所述等离子体掺杂的磁性薄膜安置于所述柔软底层上。

7. 如权利要求1所述的磁性记录媒体,其特征在于,所述掺杂离子浓度包括硼离子的第一浓度和氦离子的第二浓度。

8. 一种在基板上图案化薄膜的方法,包括:

将磁性薄膜安置在所述基板上;

将图案安置于所述磁性薄膜上方,所述图案具有允许能量化离子穿透的选择性区域;

将具有所述图案于其上的所述基板放置于腔室内;

顺序地将氦和含硼气体注入所述腔室,其中所述氦和所述含硼气体顺序地被离子化为等离子体,以将能量化的氦和硼离子植入至所述磁性薄膜的部分内,所述磁性薄膜的所述部分与安置于所述基板上的图案的选择性区域相邻,且其中所述氦离子被植入到所述磁性薄膜内的深度大于所述硼离子;及

使与所述选择性区域相邻的所述磁性薄膜的所述部分呈现出与所述磁性薄膜的选择性的其他部分不同的磁性性质。

磁性记录媒体和在基板上图案化薄膜的方法

[0001] 本申请是提交于2009年10月15日,申请号为“200980142620.6”,题为“使用能量化离子以图案化磁性薄膜的方法”的专利申请的分案申请。

技术领域

[0002] 本发明一般而言涉及磁性薄膜的图案化,且更特定而言,涉及使用能量化离子以图案化磁性记录媒体的磁性薄膜的方法。

背景技术

[0003] 曾经存在对用于计算机的较高密度信息储存媒体的需要。现在,普遍的储存媒体为硬盘驱动器(HDD)。HDD为将数字编码的数据储存于具有磁性表面的快速旋转盘片上的非挥发性储存设备。盘片为具有中心孔的圆形。盘片由非磁性材料(通常为玻璃或铝)制成,且以磁性薄膜(诸如钴的合金薄膜)涂布于一或两侧上。HDD经由以两个特定方位中的一个来磁化磁性膜的区域而记录数据,进而允许于膜中的二进制数据储存。所储存的数据经由侦测膜的磁化区域的方位来读取。

[0004] 典型HDD设计由固持一或多个盘片的轴组成,所述盘片充分间隔开以允许读写头存取一或多个盘片的一或两侧。盘片经由插入盘片中之中心孔中的夹钳固定至轴。盘片以极高的速度自旋。在盘片旋转经过读写头时,信息得以写入盘片上且自盘片读出。这些读写头移动至极紧接于磁性薄膜的表面。读写头用以侦测及/或修正紧靠其下方的材料的磁化。存在用于轴上的每一磁盘表面的读写头。臂将这些读写头移动越过自旋盘片,进而允许每一读写头存取对应盘片的几乎整个表面。

[0005] 在习知磁性媒体中,每一位单元包括数个随机分散的磁性颗粒。理想上,将所述数个磁性颗粒彼此实体分离,以提供改良的写入能力、讯杂比(SNR)及热稳定性。

[0006] 随着磁性记录媒体的磁录密度增加,每平方吋的位单元的数目增加。此减小位单元的尺寸。为有效量测转变,在位单元中要求最小数目的磁性颗粒。随着位单元的尺寸减小,必须相应地减小磁性颗粒尺寸,以在位单元中提供最小数目的磁性颗粒。若预先隔离磁性颗粒且减小磁性颗粒的尺寸以确保低噪声,则记录密度将由于热干扰而受限。

[0007] 为了改良记录密度,需要减小媒体上的记录单元尺寸,此导致由媒体产生的讯号磁场强度的减小。为了符合记录系统所要求的SNR,必须对应于讯号强度的减小来减少噪声。媒体噪声主要由磁化转变的波动造成,且所述波动与由磁性颗粒制成的磁化反转单元(unit)的尺寸成比例。因此,为减少媒体噪声,需要经由破坏磁性颗粒之间的交换相互作用来隔离磁性颗粒。

[0008] 单一经隔离磁性颗粒的磁性能量由磁各向异性能量密度与颗粒的体积的乘积得出。为了减小磁化转变宽度,需要减小媒体厚度。亦需要减小颗粒尺寸以符合低噪声的要求。减小的磁性颗粒尺寸显著降低磁性颗粒的体积,且进一步显著降低颗粒的磁性能量。若磁性媒体中的给定磁性颗粒的磁性能量是在操作温度(例如,在室温)下的热能量的数百倍,则抗热干扰性视为足够的。然而,若磁性颗粒的磁性能量小于所述热能量一百倍,则存

在以下可能性：磁性颗粒的磁化方向可因热干扰而反转，进而可能导致所记录信息的丢失。

[0009] 已提议各种替代方案以克服热干扰的问题。一种替代方案使用具有高磁各向异性的磁性材料。此等磁性材料需要来自读写头的较高记录饱和磁场以写入磁性媒体。另一种替代方案使用热辅助记录，其中使用高各向异性磁性材料且在记录期间经由光照射来加热记录部分。热使磁性颗粒的各向异性及记录饱和磁场降低。此降低允许用习知磁头来写入磁性媒体。

[0010] 随着磁录密度增加，存在每位单元仍需要的最小数目的磁性颗粒，且存在对实际上可达成何等小的磁性颗粒的限制。

[0011] 正在研究的替代磁性媒体为图案化媒体，其中磁性部分与非磁性部分交替。举例而言，位图案化媒体可具有将磁域界定为由非磁性部分围绕的岛状物的磁性部分。轨迹图案化媒体可具有（例如）由非磁性部分分离的磁性部分的同心轨迹。

[0012] 已提议各种替代方案以制造此等媒体，然而，仍需要提出划算且可与大量制造兼容的方法。在本文中，本揭示案的实施例提出所述方法。

发明内容

[0013] 本揭示案的概念及方法允许磁性媒体的大量制造，其中使磁性薄膜的一些部分呈现与磁性薄膜的其它部分不同的磁性性质。

[0014] 在一方面中，本揭示案为一种在基板上图案化磁性薄膜的方法。所述方法包括在所述磁性薄膜周围提供图案，其中所述图案的选择性区域允许一或多种元素的能量化离子穿透并撞击于所述磁性薄膜的部分上。一或多种元素的能量化离子经产生而具有足够的能量以穿透所述图案的选择性区域及与这些选择性区域相邻的所述磁性薄膜的部分。置放所述基板以接收这些能量化离子。使与这些选择性区域相邻的所述磁性薄膜的这些部分呈现出与所述磁性薄膜的选择性其它部分不同的磁性性质。

[0015] 在另一方面中，本揭示案为一种用于图案化具有两个侧面（两侧上皆具有磁性薄膜）的磁性媒体的方法。所述方法包括在所述磁性媒体的两侧上的所述磁性薄膜周围提供图案，其中所述图案的选择性区域允许一或多种元素的能量化离子穿透并撞击于所述磁性薄膜的部分上。一或多种元素的能量化离子经产生而具有足够的能量以穿透所述图案的选择性区域及与所述磁性媒体上的两侧上的这些选择性区域相邻的所述磁性薄膜的部分。置放所述磁性媒体以接收能量化离子。使与所述磁性媒体的两侧上的这些选择性区域相邻的所述磁性薄膜的这些部分呈现出与所述磁性薄膜的选择性其它部分不同的磁性性质。

附图说明

[0016] 对于本领域一般技艺人士而言，在结合附图回顾本发明的特定实施例的以下描述之后，本发明的此等及其它方面及特征将变得显而易见。

[0017] 图1为本揭示案的示范性方法的工艺流程图；

[0018] 图2为用于在磁性薄膜周围用作图案的示范性屏蔽的部分平面图；

[0019] 图3为具有安置在磁性薄膜周围的图案的示范性阻剂；

[0020] 图4为供本揭示案使用的工艺腔室的示意图，所述示意图展示本揭示案的第一盘片固持器装置；

- [0021] 图5为磁性薄膜周围的图案的截面表示图；
- [0022] 图6为离子穿透后的磁性薄膜的截面表示图；
- [0023] 图7A及图7B展示穿过阻剂及磁性薄膜的氦离子穿透分布；
- [0024] 图7C展示未经受氦离子植入的磁性膜的部分的磁化曲线；
- [0025] 图7D展示经受氦离子植入的磁性膜的部分的磁化曲线；
- [0026] 图8A及图8B展示穿过阻剂及磁性薄膜的硼离子穿透轮廓；
- [0027] 图8C展示在硼离子植入后磁性薄膜中的硼离子及钴离子的浓度；
- [0028] 图8D展示未经受硼离子植入的磁性膜的部分的磁化曲线；
- [0029] 图8E展示经受硼离子植入的磁性膜的部分的磁化曲线；
- [0030] 图9A展示穿过磁性薄膜的硅离子穿透轮廓；及
- [0031] 图9B展示在硅离子植入后磁性薄膜中的硅离子的深度轮廓。

具体实施方式

[0032] 现将参阅图式来详细描述本揭示案,这些图式作为本揭示案的说明性实例而提供以便熟习此项技术者能够实施本揭示案。特别地,诸图及下文的实例并非意欲将本揭示案的范畴限于单一实施例,其它实施例经由互换所述或所说明组件的一些或所有而成为可能。此外,在使用已知部件来部分或完全地实施本揭示案的某些组件的情况下,将仅描述此等已知部件的对于本揭示案的理解必需的彼等部分,且将省略此等已知部件的其它部分的详细描述以免混淆揭示内容。在本说明书中,展示单独部件的实施例不应视为限制;相反,除非本文另有明确规定,否则本揭示案意欲涵盖包括数个相同部件的其它实施例,且反之亦然。此外,申请者并非意欲将说明书或权利要求书中的任何术语归于不普通或特定的含义(除非如此明确阐明)。另外,本揭示案涵盖本文经由说明提及的已知部件的现在及未来已知等效物。

[0033] 一般而言,本揭示案预期提供图案,其中选择性区域允许一或多种元素的离子穿透并撞击于磁性薄膜的部分上。一或多种元素的能量化离子经产生而具有足够的能量以穿透所述图案的选择性区域及与选择性区域相邻的磁性薄膜的部分。置放基板以接收能量化离子。使与选择性区域相邻的磁性薄膜的部分呈现出与磁性薄膜的其它部分不同的磁性性质。此方法可用于硬盘驱动制造,进而允许极高磁录密度的信息储存。

[0034] 图1中展示本揭示案的示范性方法。用于在基板上图案化磁性薄膜的方法包括以下步骤:(1)在磁性薄膜周围提供图案,其中选择性区域允许一或多种元素的能量化离子的穿透;(2)产生一或多种元素的能量化离子,这些能量化离子具有足够的能量以穿透所述图案的选择性区域及与选择性区域相邻的磁性薄膜的部分;(3)置放基板以接收这些能量化离子;及(4)使与选择性区域相邻的磁性薄膜的部分呈现出与磁性薄膜的选择性其它部分不同的磁性性质。

[0035] 在一个实施例中,具有允许离子穿透的选择性区域且无助于能量化离子穿透的屏蔽可用作图案。图2展示用于在磁性薄膜周围作为图案的示范性屏蔽200的部分平面图。举例而言,屏蔽200可由聚合材料(例如,聚乙烯醇(PVA)材料)制成,所述屏蔽200具有无助于能量化离子的穿透的部分202及有助于能量化离子的穿透的选择性区域204。Schaper在美国专利第6,849,558号中描述建立PVA模板的示范性方法,所述美国专利以引用的方式并入

本文。Schaper的教导可适于建立具有无助于能量化离子的穿透的部分202及有助于能量化离子的穿透的选择性区域204的屏蔽200。举例而言,部分202的厚度可经选择使得能量化离子不完全穿透部分202。尽管已将部分202展示为圆形,但是如熟习此项技术者所了解,可以有利地选择部分202的形状及位置。举例而言,视应用的需要而定,部分202的形状可以为椭圆形、正方形、长方形或任何其它形状。

[0036] 在又一实施例中,可将阻剂涂布于磁性薄膜上,且可(例如)使用纳米压印微影术在阻剂中产生图案。存在可用于本揭示案的两种熟知类型的纳米压印微影术。第一种为热塑性纳米压印微影术[T-NIL],所述热塑性纳米压印微影术包括以下步骤:(1)用热塑性聚合物阻剂涂布基板;(2)使具有所要三维图案的模与阻剂接触且施加指定压力;(3)将阻剂加热至其玻璃化转变温度以上;(4)当阻剂超出其玻璃化转变温度时,将模压至阻剂中;(5)冷却阻剂且将模与阻剂分离,进而在阻剂中留下所要三维图案。

[0037] 第二类型的纳米压印微影术为光纳米压印微影术[P-NIL],所述光纳米压印微影术包括以下步骤:(1)将光可固化液体阻剂涂覆至基板;(2)将具有所要三维图案的透明膜压至液体阻剂中直至所述模与基板接触;(3)在紫外光中固化液体阻剂,以将液体阻剂变成固体;(4)将模与阻剂分离,进而在阻剂中留下所要三维图案。在P-NIL中,模由诸如融合硅石的透明材料制成。

[0038] 图3展示在纳米压印微影术之后的示范性图案300的截面表示图。基板330上的磁性薄膜320上的图案化阻剂310展示为具有带有选择性区域350的凹陷340,已大体上将选择性区域350处的阻剂移位。然而,选择性区域350留下覆盖磁性薄膜320的表面的少量阻剂。此举对纳米压印工艺而言为典型的。当使用阻剂图案作为用于离子植入的屏蔽时,并非必需将植入物质将予以植入的区中的全部阻剂层移除。然而,剩余层应足够薄以便不引起用于植入物质的实质障壁被穿透。此外,具有厚阻剂的区与具有薄剩余阻剂的区之间的对比度应足够大,因此具有厚阻剂的区中的阻剂能够在离子物质到达磁性薄膜之前使其停止。或者,可用各向同性阻剂移除工艺(诸如,除渣工艺或轻微灰工艺(slight ash process)或任何其它适当技术)来移除选择性区域350中的薄剩余阻剂。

[0039] 在纳米压印微影术中,在压印工艺使阻剂移位以形成选择性区域350时,需要控制当使具有对应于凹陷340的数个突出物的模与阻剂接触且施加压力时经受移位的阻剂的量。通常,凹陷340的宽度w可为与凹陷340的深度d大约相同的尺寸且阻剂的高度h至少与凹陷340的深度d一样高,以控制在冲压工艺期间经受移位的阻剂的量。若凹陷340的深度d大体上比凹陷340的宽度w高,则经受移位的阻剂的量可能太高以至于其可能不能实施以将图案自模精确转移至阻剂310。

[0040] 可使用全盘片纳米压印方案来实施纳米压印微影术工艺,其中模足够大以压印一整个表面。或者,可以使用一步骤及重复压印工艺。在较佳实施例中,使用全盘片方案。亦可用两侧一起执行纳米压印工艺。举例而言,可首先用阻剂层涂布于盘片的两侧上。随后,盘片进入将模抵压于盘片的两侧上以将所要图案同时压印于盘片两侧上的压力机中。

[0041] 亦可使用习知光微影工艺,在所述状况下,使光阻剂在盘片上自旋,接着经由屏蔽使阻剂曝光,且显影所曝光的阻剂。

[0042] 在图案化之后,盘片具有阻剂的图案,其中所述图案的选择性区域350允许能量化离子穿透并撞击于与选择性区域350相邻的磁性薄膜320的部分上。除选择性区域350之外

的阻剂的部分(例如,部分360)具有足够厚度以防止能量化离子穿透,进而防止能量化离子撞击于磁性薄膜上。

[0043] 若替代地使用屏蔽200,则屏蔽200经置放而与磁性薄膜相邻,且屏蔽200的选择性区域204允许能量化离子穿透屏蔽并撞击于与选择性区域204相邻的磁性薄膜的部分上。在一个实施例中,屏蔽200紧邻磁性薄膜定位。在另一实施例中,屏蔽200经定位与磁性薄膜或以涂层覆盖的磁性薄膜接触。涂层可有助于屏蔽的黏着。涂层亦可充当磁性薄膜上的保护层。涂层可为充当磁性薄膜上的保护涂层的碳层。

[0044] 现在回参阅图1,在步骤104中,一或多种元素的能量化离子经产生而具有足够能量以穿透图案的选择性区域并撞击于与选择性区域相邻的磁性薄膜的部分上。在一个实施例中,提供真空腔室且注入含有一或多种元素的化合物的一或多种气体。经由使用高电压点燃等离子体且释放一或多种元素的能量化离子。

[0045] 在步骤106中,置放基板以接收能量化离子。在一个实施例中,将基板置放于产生一或多种元素的能量化离子的真空腔室中。在一个实施例中,将基板置放于含有一或多种能量化离子的等离子体中。在一个实施例中,使基板偏压以吸引能量化离子。若使用屏蔽200,则能量化离子通过屏蔽200的选择性区域204并撞击于与选择性区域204相邻的磁性薄膜的部分上。若阻剂310用作图案,则能量化离子通过选择性区域350并撞击于与选择性区域350相邻的磁性薄膜的部分上。在一个实施例中,能量化离子穿透至与选择性区域350相邻的磁性薄膜的部分中。在一个实施例中,能量化离子部分地穿透至与选择性区域350相邻的磁性膜的部分中。在一个实施例中,能量化离子大体上穿透至与选择性区域350相邻的磁性薄膜的部分中。

[0046] 在一个实施例中,可使用等离子体离子浸渍植入以在低能量下提供高植入剂量。由于溅镀的磁性薄膜通常仅几十纳米厚,故低离子能量有效且高剂量提供高生产率。此外,如自图4所明晰,可同时进行盘片的两侧的等离子体离子植入。尽管双侧等离子体离子植入较佳,但是在不脱离本揭示案的精神的情况下,可使用单侧等离子体离子植入。在单侧等离子体离子植入中,植入第一侧,随后翻转盘片且植入第二侧。

[0047] 图4中展示装配用于操纵盘片的等离子体离子植入工具400,所述盘片例如为具有磁性薄膜的基板,所述磁性薄膜周围具有图案,所述图案的选择性区域允许一或多种元素的能量化离子穿透并撞击于磁性薄膜的部分上。

[0048] 参考图4,经由真空泵420将腔室410维持在真空下。气体供应器430由管432及阀435连接至腔室410。可经由阀435供应一种以上的气体,且可使用多个气体供应器及阀。举例而言,可向腔室410供应含有一或多种物质元素的掺杂气体。杆440固持盘片450。射频(RF)电源460连接于杆440与腔室410的壁之间。腔室410的壁连接至电接地(electrical earth)。除RF电源之外,可包括阻抗匹配设备及用于施加直流电(DC)偏压的电源。可用石墨或硅涂布杆440以保护其免受等离子体。此外,杆及其表面为高导电的,以促进杆与盘片之间的良好电接触。可使用夹钳455或其它工具将盘片450固定在适当位置;夹钳455不仅将盘片450固定在适当位置而且确保盘片450与杆440之间的良好电连接。装配杆以载运许多盘片(为易于说明,仅展示三个盘片450)。此外,腔室410可经装配以固持载有用于同时等离子体离子植入的盘片的许多杆。可容易地将杆440移入及移出腔室410。

[0049] 等离子体离子植入工具400中的盘片的处理如下进行。将盘片450中的一或多者装

载至杆440上。将杆440装载至腔室410中。真空泵420操作以达成所要的腔室压力。含有植入物质的所要气体经由阀435自气体供应器430泄漏至腔室中直至达到所要操作压力。RF电源460经操作以点燃围绕盘片450中的一或多者的表面的等离子体。DC电源可用以控制植入磁性薄膜中的离子的能量。亦可使用RF偏压。

[0050] 可易自等离子体植入且可有效修正典型溅镀磁性薄膜(诸如,Co-Pt及Co-Pd)的磁性性质方面的离子为:氢、氮、硼、硫、铝、锂、氟及锆以及此等元素的组合。此清单并非意欲为详尽的。易在等离子体中形成且在修正磁性薄膜的磁性性质方面有效的任何离子是充足的。理想上,可在最低剂量下将磁性薄膜的磁性性质改变成热稳定少磁性或多磁性区的离子较佳。

[0051] 在属于Collins等人的美国专利第7,288,491号及第7,291,545号中可获得等离子体离子植入腔室及工艺方法的其它细节,这些美国专利以引用的方式并入本文。本揭示案的腔室与Collins等人的腔室之间的主要差异在于用于固持基板的不同组态。本揭示案的盘片固持器允许一起植入两侧,而Collins等人的基板在处理期间位于晶圆夹盘上。熟习此项技术者应了解,如何可在本揭示案中利用Collins等人的等离子体离子植入工具及方法。

[0052] 在步骤106中置放基板以接收能量化离子之后,可使与选择性区域相邻的磁性薄膜的部分经受步骤108中的热激发。在一个实施例中,可使用射频或微波能量以加热选择性区域。在又一实施例中,可加热基板。在又一实施例中,可执行激光或快闪退火。在一些实施例中,可使用快速高热退火或锅炉。

[0053] 如熟习此项技术者所了解,可由仍存在于磁性薄膜上的阻剂层执行热激发步骤108。在一些实施例中,可移除阻剂层且使磁性薄膜经受热激发。在此实施例中,将使具有经受离子植入的部分及未经受离子植入的部分的磁性薄膜经受热激发。此方法可有利地供可受益于热激发的某些类型的磁性薄膜使用,例如,可用于未经受离子植入的磁性薄膜的部分上。

[0054] 若使用屏蔽200(例如,PVA屏蔽),则所述工艺可另外包括屏蔽200的移除。在一个实施例中,可使用溶解PVA屏蔽200的工艺(例如,使用水溶液)来移除PVA屏蔽。在一些实施例中,可使用非水溶液。在一些实施例中,移除屏蔽200且随后,使磁性薄膜经受热激发。在此实施例中,将使具有经受离子植入的部分及未经受离子植入的部分的磁性薄膜经受热激发。此方法可有利地供可以受益于热激发的某些类型的磁性薄膜使用,例如,可用于未经受离子植入的磁性薄膜的部分上。在一些实施例中,可用仍存在的屏蔽200执行热激发步骤108。

[0055] 在一些实施例中,经由在腔室410中并入适当热源及在离子植入之后选择性打开热源,可使磁性薄膜在离子植入工具400的腔室410中经受热激发。

[0056] 在能量化离子步骤106及/或步骤108中的热激发之后,如步骤110中所说明的,使与选择性区域相邻的磁性薄膜的部分呈现出与选择性其它区域不同的磁性性质。在一个实施例中,穿透至与选择性区域350相邻的磁性薄膜的部分中的能量化离子使与选择性区域相邻的磁性薄膜的部分呈现出与选择性其它区域不同的磁性性质。若阻剂用作图案,则所述工艺可另外包括阻剂剥离步骤。可以在移除盘片之前经由等离子体离子植入腔室中的习知除渣及灰分操作(ash operation)促进阻剂剥离步骤。阻剂剥离步骤可为此项技术中熟知的湿式化学工艺。在一些实施例中,如上文所讨论,可在热激发步骤108之前执行阻剂剥

离步骤。

[0057] 可自等离子体植入工艺获得的离子的能量在约100eV至约15keV的范围中。然而，为植入至几十纳米厚的磁性薄膜中，所要能量范围介于约1keV至约11keV之间。所选择的能量范围基于所选元素、阻剂厚度、阻剂离子停止能力及所要的磁性性质。举例而言，可使用约1kV至11kV的偏压电压来产生所要能量范围。

[0058] 图5为安置在磁性薄膜520周围的图案510的截面表示图，其中箭头530表示能量化离子的轰击的一般方向。能量化离子穿透阻剂510的选择性区域540，且穿透与选择性区域540相邻的磁性薄膜520的部分550。

[0059] 图6为离子植入之后的磁性薄膜520的截面表示图，其中部分550经受离子植入。使磁性薄膜520的部分550呈现出与磁性薄膜520的选择性其它部分560不同的磁性性质。

[0060] 提供以下实例以说明达成所要磁性性质的离子植入的各种应用。

[0061] 实例：

[0062] 进行实验以确定对于给定偏压电压而言，阻剂对氦离子及硼离子的离子停止性质。

[0063] 氦离子植入：在7kV及2kV偏压电压下，对氦离子植入进行实验。在7kV下，使氦离子停止穿透阻剂层所需要的阻剂厚度为约120nm。在图案的选择性区域处的阻剂厚度可高达45nm且仍提供氦离子对与图案的选择性区域相邻的20nm厚的Co磁性薄膜的穿透。在2kV下，使氦离子停止穿透阻剂层所需要的阻剂厚度为约85nm。在图案的选择性区域处的阻剂厚度可高达10nm且仍提供氦离子对与图案的选择性区域相邻的20nm厚的Co磁性薄膜的穿透。

[0064] 硼离子植入：在9kV偏压电压下对硼离子植入进行实验。在9kV，使硼离子停止穿透阻剂层所需要的阻剂厚度为约65nm。在图案的选择性区域处的阻剂厚度可高达10nm且仍提供硼离子对与图案的选择性区域相邻的20nm厚的Co磁性薄膜的穿透。

[0065] 磁性性质：

[0066] 实例1a：

[0067] 使用溅镀有约100nm的FeNi合金柔软底层的玻璃基板。在FeNi合金柔软底层上溅镀CoCrPt合金的约20nm磁性薄膜层。经由将掺杂气体氦注入工艺腔室中，使如上所述的制备样本经受含有He离子的等离子体。工艺腔室压力为约15mtorr，RF偏压电压为约2kV，源功率为约500瓦特，以约300sccm的流动速率注入掺杂气体氦且植入时间为约25秒。视情况而定，亦可注入惰性气体以辅助等离子体的产生。举例而言，亦可以约16sccm的流动速率注入氩。

[0068] 使用具有上述工艺参数的仿真程序来描绘He离子向样本中的穿透。可使用已知为TRIM的模拟程序执行仿真。TRIM程序可用作已知为来自www.srim.org的SRIM的程序群组的部分。图7A及图7B展示模拟的结果。现在参阅图7A，显而易见，约85nm厚的阻剂足以使能量化He离子停止穿透至CoCrPt磁性薄膜层中。现在，参阅图7B，显而易见，约10nm的阻剂层及约28埃的碳层将由能量化离子成功穿透，且能量化离子进一步大体上穿透约20nm的CoCrPt磁性薄膜层。

[0069] 使用物理性质量测系统 (Physical Property Measurement System) 量测用于未经受He离子植入的样本的磁性膜的磁性性质，从而建立基线。在使样本经受He离子植入之后，使用物理性质量测系统量测经受He离子植入的磁性膜的部分的磁性性质。图7C展示未

经受He离子植入的磁性膜的磁化曲线。自图7C,明显地,饱和磁力(Ms)为约1.36特斯拉。图7D展示经受He离子植入的磁性膜的部分的磁化曲线。自图7D,明显地,与未经受He离子植入的基线磁性薄膜相比,经受He离子植入的磁性膜的部分的饱和磁力(Ms)已降至约0.1特斯拉。因此,可使磁性薄膜在适当工艺条件下经受He离子植入,以将磁性性质大体上改变为选择性部分呈现出显著不同磁性性质的状态。

[0070] 实例1b:

[0071] 除了使样本经受高热退火之外,在实例1b中使用与实例1a中所用类似的样本。在约10torr至约5torr的压力下,于真空中,在约摄氏100度及约摄氏200度下执行高热退火约一小时。

[0072] 在使样本经受高热退火之后,使用物理性质量测系统量测经受He离子植入及高热退火的磁性膜的部分的磁性性质。未经受He离子植入的磁性膜的基线磁化曲线展示约1.36特斯拉的饱和磁力(Ms)。经受He离子植入及在摄氏100度下的高热退火的磁性膜的部分的磁化曲线展示约0.01特斯拉的饱和磁力(Ms)。经受He离子植入及在摄氏200度下的高热退火的磁性膜的部分的磁化曲线展示约0.03特斯拉的饱和磁力(Ms)。基于实例1a及1b中的样本的结果,显然,样本的高热退火进一步减小经受退火的磁性膜的部分的饱和磁力(Ms)。因此,可使磁性薄膜在适当工艺条件下经受He离子植入及高热退火,以将磁性性质大体上改变为选择性部分呈现出显著不同磁性性质的状态。尽管在约2kV的偏压电压下进行实验,但是偏压电压可能在1kV至11kV的范围中且较佳在1kV至3kV的范围中。

[0073] 实例2:

[0074] 将与实例1a中所用类似的样本用于硼离子的穿透。经由将掺杂气体BF₃注入工艺腔室中,使如上所述的制备样本经受含有硼离子的等离子体。将工艺腔室压力维持在约15mtorr,RF偏压电压为约9kV,源功率为约500瓦特,以约300sccm的流动速率注入掺杂气体BF₃且植入时间为约20秒。视情况而定,亦可以注入惰性气体以辅助等离子体的产生。举例而言,亦可以约16sccm的流动速率注入氩。

[0075] 使用具有上述工艺参数的模拟程序来描绘硼离子向样本中的穿透的轮廓。图8A及图8B展示模拟的结果。现在参阅图8A,显而易见,65nm厚的阻剂将足以使能量化硼离子停止穿透至CoCrPt磁性薄膜层中。自图8A,明显地,约10nm的阻剂层及约28埃的碳层可由能量化离子成功穿透。能量化离子可进一步大体上穿透约20nm的CoCrPt磁性薄膜层。

[0076] 参阅图8C,使用二次离子质谱仪(SIMS)确定硼及Co原子的浓度。根据图8C,显然,Co浓度大体上保持不变。亦显然,硼浓度对于约10nm的深度保持恒定且此后逐渐减小。

[0077] 使用物理性质量测系统量测用于未经受硼离子植入的样本的磁性膜的磁性性质,从而建立基线。在使样本经受硼离子植入之后,使用物理性质量测系统量测经受硼离子植入的磁性膜。图8D展示未经受硼离子植入的磁性膜的磁化曲线。如自图8D显而易见,饱和磁力(Ms)为约1.36特斯拉。图8E展示经受硼离子植入的磁性膜的部分的磁化曲线。如自图8E显而易见,与未经受硼离子植入的磁性薄膜相比,经受硼离子植入的磁性膜的部分的饱和磁力(Ms)已降至约0.5特斯拉。在此等实验条件下的硼离子植入将磁化减少约50%。

[0078] 因此,可使磁性薄膜在某些工艺条件下经受硼离子植入来改变选择性部分的磁性性质以呈现出不同磁性性质。举例而言,可改变选择性部分的磁性性质,以呈现出比未经受硼离子植入的部分少的磁性性质。尽管在约9kV的偏压电压下进行实验,但是偏压电压可能

在1kV至11kV的范围中且较佳在7kV至11kV的范围中。

[0079] 实例3:

[0080] 溅镀有约20nm的Co合金层的硅基板经制备作为用于此实例的样本。经由将掺杂气体SiH₄注入工艺腔室中,使所制备的样本经受含有硅离子的等离子体。工艺腔室压力为约30mtorr,RF偏压电压为约9kV,源功率为约500瓦特,以约75sccm的流动速率注入掺杂气体SiH₄且植入时间约20秒。

[0081] 使用具有上述工艺参数的模拟程序来描绘硅离子向样本中的穿透的轮廓。图9A展示模拟的结果。现在参阅图9A,显然,Si穿透约5-6nm深,其中一些尾部高达10nm深。

[0082] 在使样本经受硅离子植入之后,使用SIMS量测在20nm Co膜中的Si植入的深度轮廓。图9B展示Si植入的深度轮廓。自图9B,明显地,Si离子穿透约5-6nm深。值得注意的是,使用模拟程序所描绘的Si离子穿透深度轮廓与Si穿透深度的实际量测充分关联。

[0083] 在一些实施例中,在离子植入之后,可(例如)经由高热退火使磁性薄膜经受热激发。如自实例1b,明显地,预期高热退火将进一步减少经受热激发的磁性薄膜的部分的饱和磁力(Ms)。

[0084] 自以上实例,明显地,使能量化离子停止穿透阻剂层及撞击于磁性薄膜上所需要的阻剂厚度视所用的元素种类、工艺参数及离子进入与允许带电离子穿透的阻剂层的选择性区域相邻的磁性薄膜中的所要穿透深度而定。随着允许带电离子穿透的阻剂层的选择性区域的尺寸变小,需要减小阻剂厚度,以允许图案产生期间的有效纳米微影工艺。随着阻剂厚度减小,阻剂层可能不再能够使能量化离子停止穿透除选择性区域之外的区域。

[0085] 一种克服此问题的方式为对阻剂添加增加对带电离子的穿透的抵抗性的掺杂剂。举例而言,可用含硅化合物来掺杂阻剂,以增加对带电离子穿透阻剂的抵抗性。可用以增加对带电离子的穿透的抵抗性的其它掺杂剂包括含有硫及磷的化合物。在一个实施例中,可将纳米粒子作为添加剂添加以调整对带电离子的穿透的抵抗性。举例而言,可使用氧化铝(Al₂O₃)、二氧化硅(SiO₂)、二氧化铈(CeO₂)及二氧化钛(TiO₂)的纳米粒子来调整对带电离子的穿透的抵抗性。

[0086] 自以上实例,明显地,基于工艺参数及离子至磁性薄膜中的所要穿透深度,不同元素种类对磁性性质具有不同效应。举例而言,一或多种元素可有利地用以修正磁性膜的磁性性质。作为实例,氢及硼的组合可提供增加的益处。举例而言,具有较小分子量的氢可在磁性薄膜中穿透较深,且使用较小偏压电压改变磁性性质。可在氢的穿透之前或之后使用具有较高分子量的硼,以进一步影响磁性薄膜的磁性性质,且硼亦充当用于氢离子的障壁以防止氢离子随时间而逃离磁性薄膜。

[0087] 尽管已描述氢及硼的组合,但是熟习此项技术者应了解,可顺序地或一起使用元素的各种其它排列及组合,以得出有利于保持及增强磁性性质的修正的磁性及其它性质。

[0088] 亦自以上实例,明显地,可使用不同元素种类来修正磁性薄膜的磁性性质。举例而言,可使用含有在离子植入后增加薄膜的磁性性质的元素的化合物。举例而言,铂离子植入可增加磁性薄膜的磁性性质。

[0089] 本揭示案可用于各种类型的磁性记录媒体。举例而言,本揭示案的教导可供具有粒状磁性结构的记录媒体使用。本揭示案亦可用于多层磁性薄膜。磁性薄膜亦可为连续磁性膜且可供图案化媒体使用。图案化媒体可为位图案化媒体或轨迹图案化媒体。在一个实

施例中,磁性薄膜可由适于热辅助磁性记录的高各向异性的磁性材料制成。

[0090] 本揭示案允许极短的工艺时间。举例而言,可以占用约十秒以植入盘片。输入及输出真空加载互锁(loadlock)将使得能够将盘片快速转移至腔室中或转移出腔室且避免浪费用于抽气的时间,进而允许极高的生产量。熟习此项技术者应了解,如何可将自动转移系统、机器人及加载互锁系统与本揭示案的等离子体离子植入装置整合。

[0091] 本揭示案在某些实施例中提供选择性修正磁性媒体的磁性薄膜的部分的磁性性质的方法。选择性修正可有利地用以增加所要性质(如磁录密度、写入能力、SNR及磁性媒体的热稳定性)中的一或多个性质。

[0092] 尽管已参考本揭示案的较佳实施例特定地描述了本揭示案,但是对于本领域一般技艺人士而言,应显而易见的是,可在不脱离本揭示案的精神及范畴的情况下进行形式及细节的改变及修改。附加权利要求书意欲涵盖此等改变及修改。

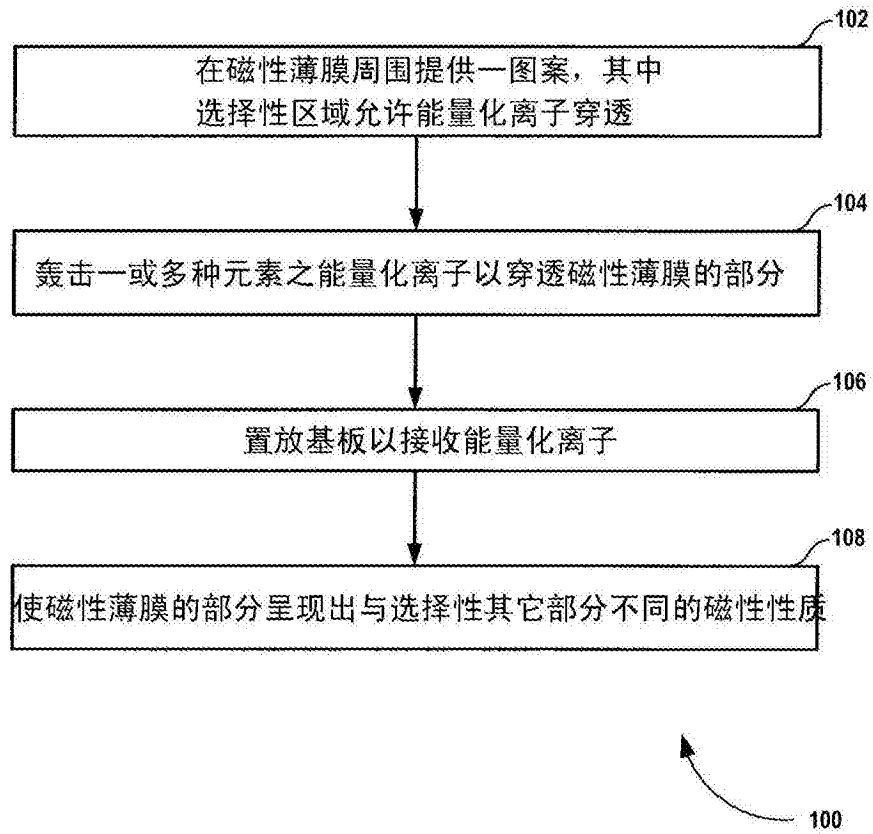


图1

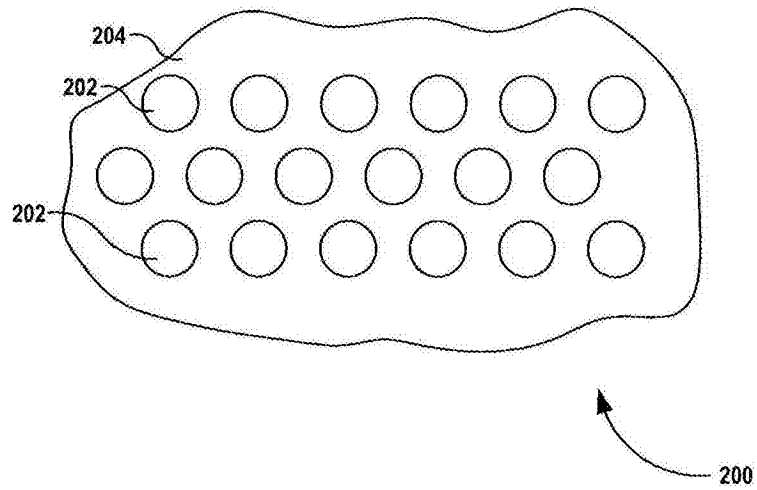


图2

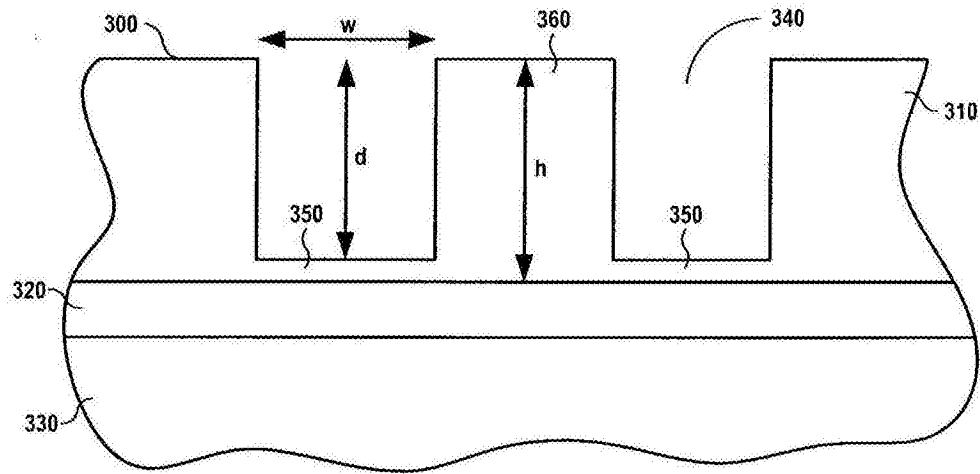


图3

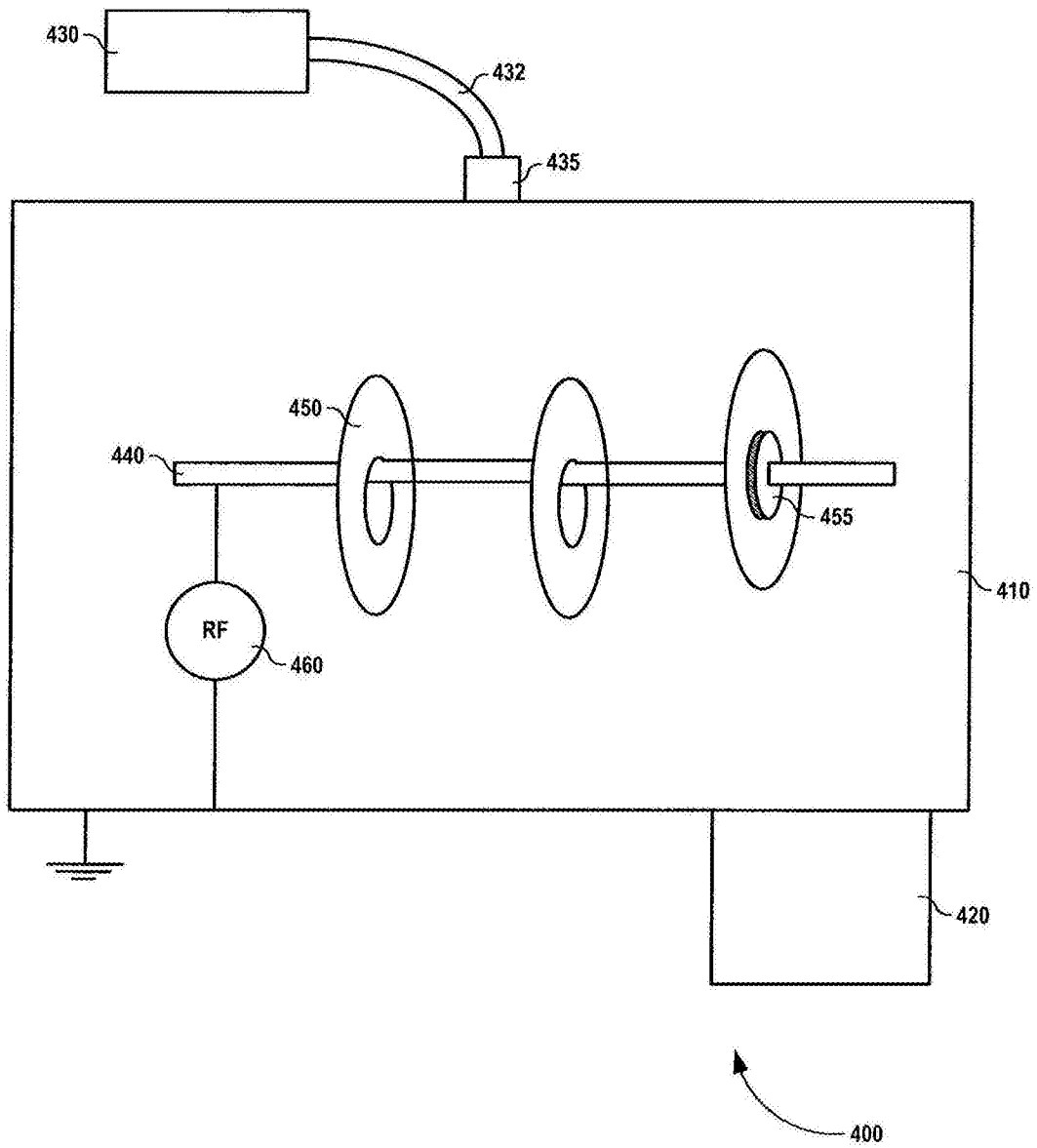


图4

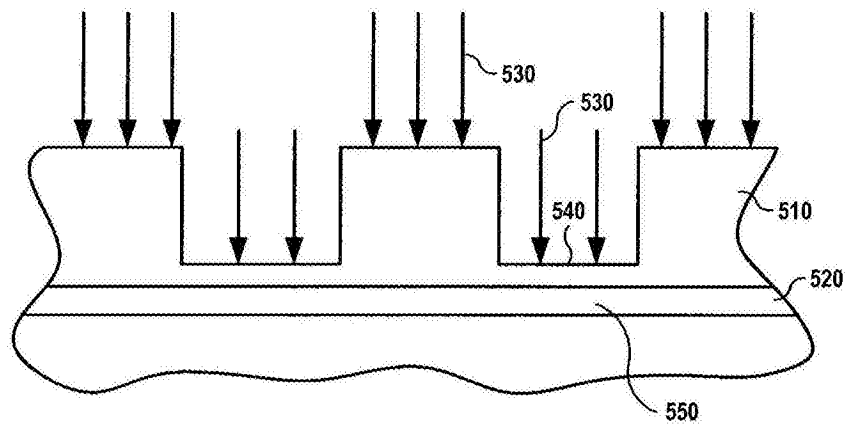


图5

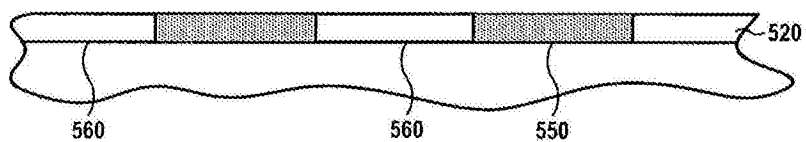


图6

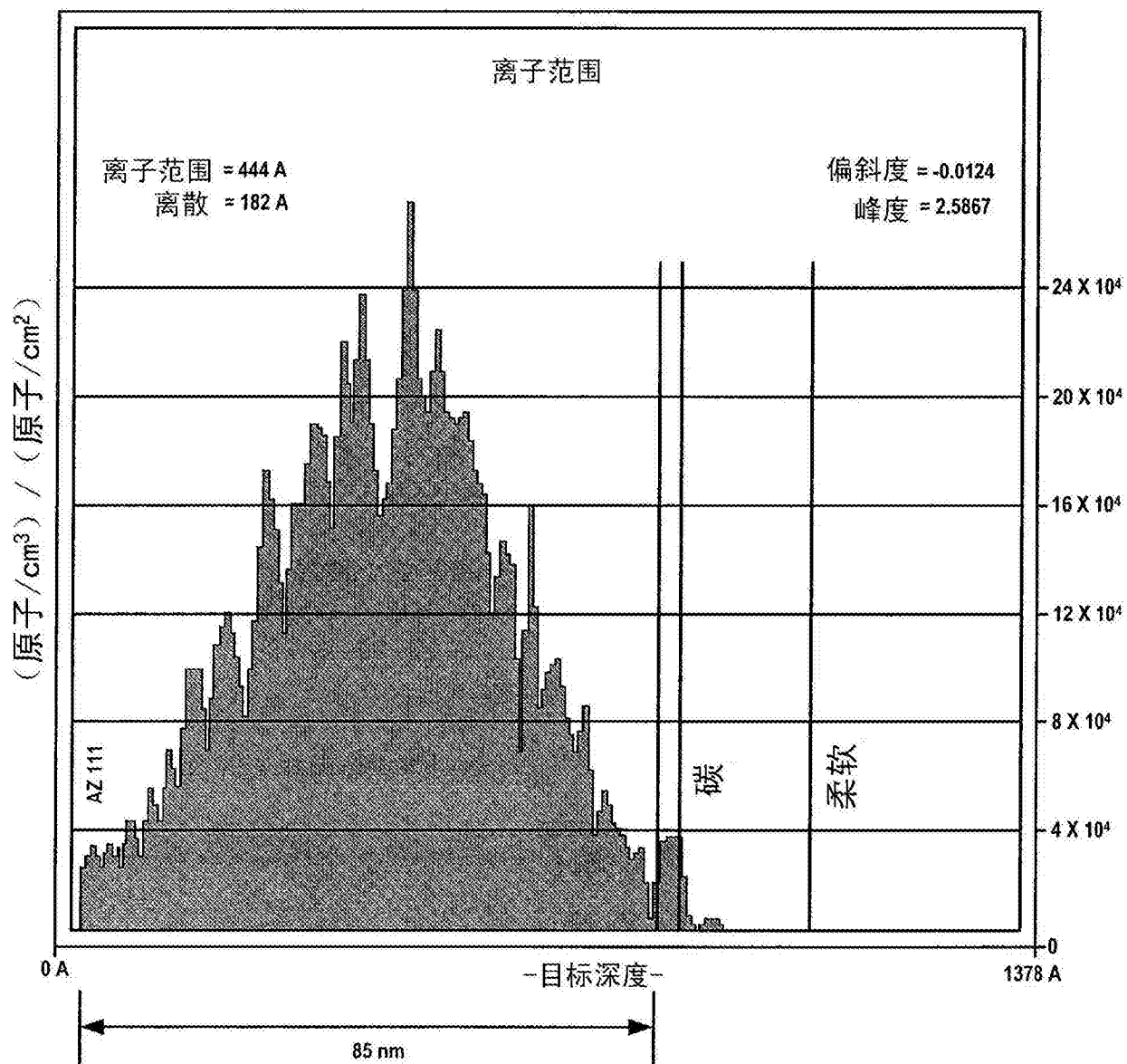


图7A

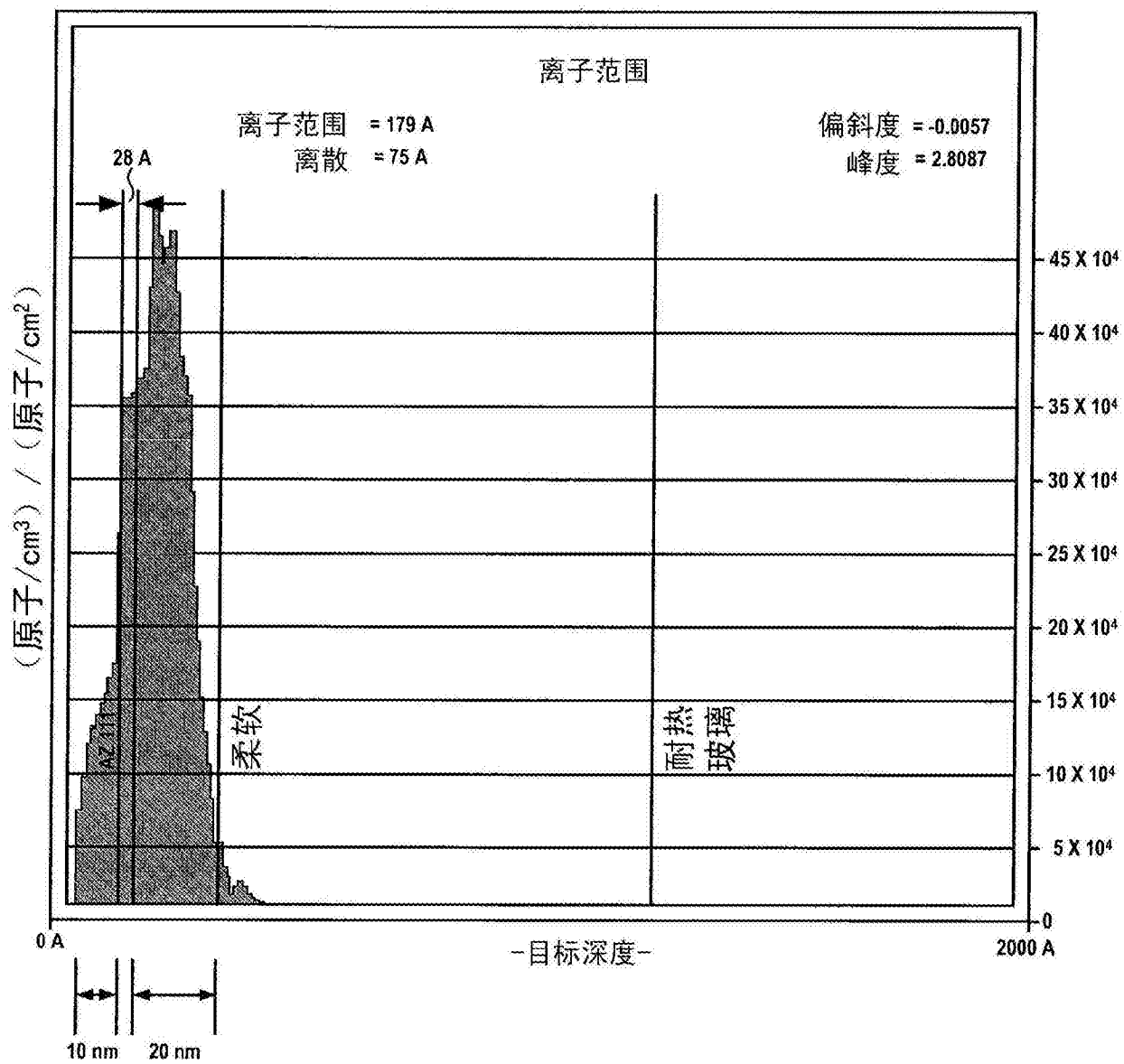


图7B

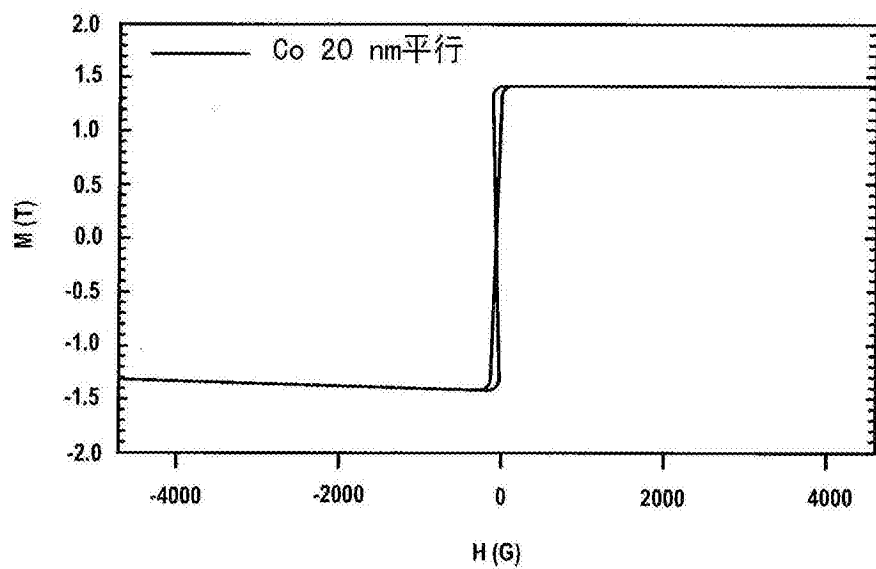


图7C

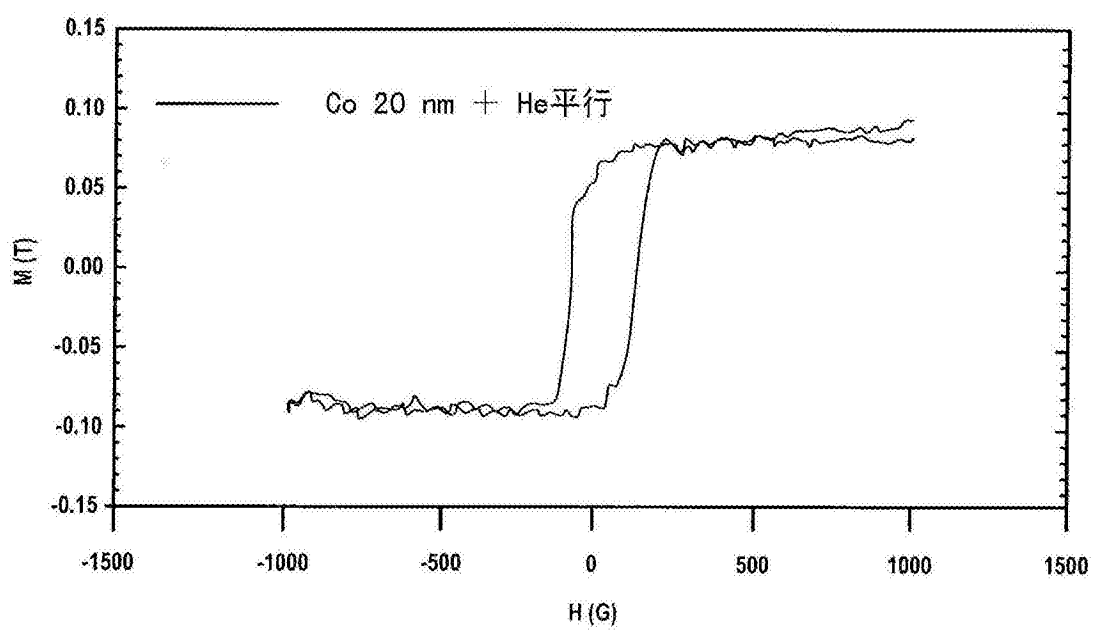


图7D

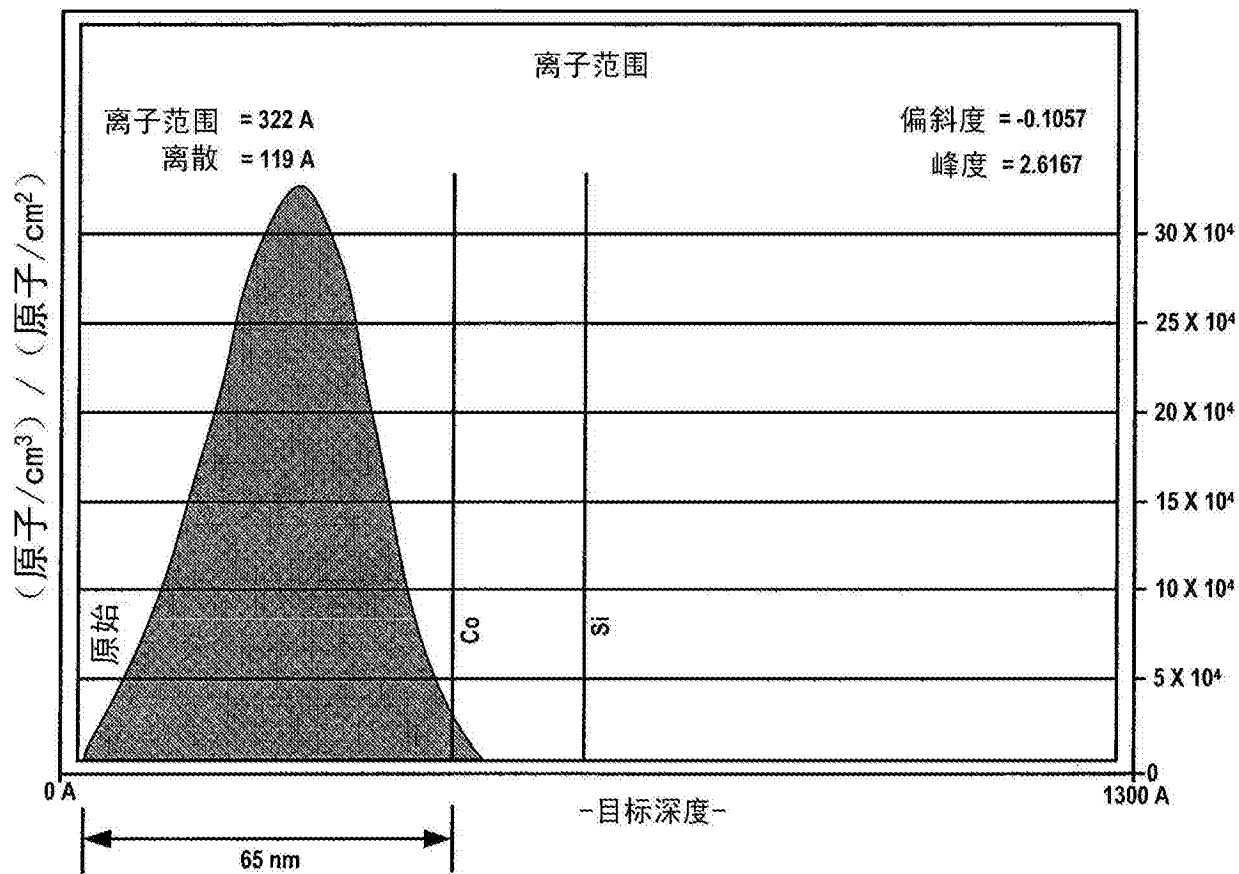


图8A

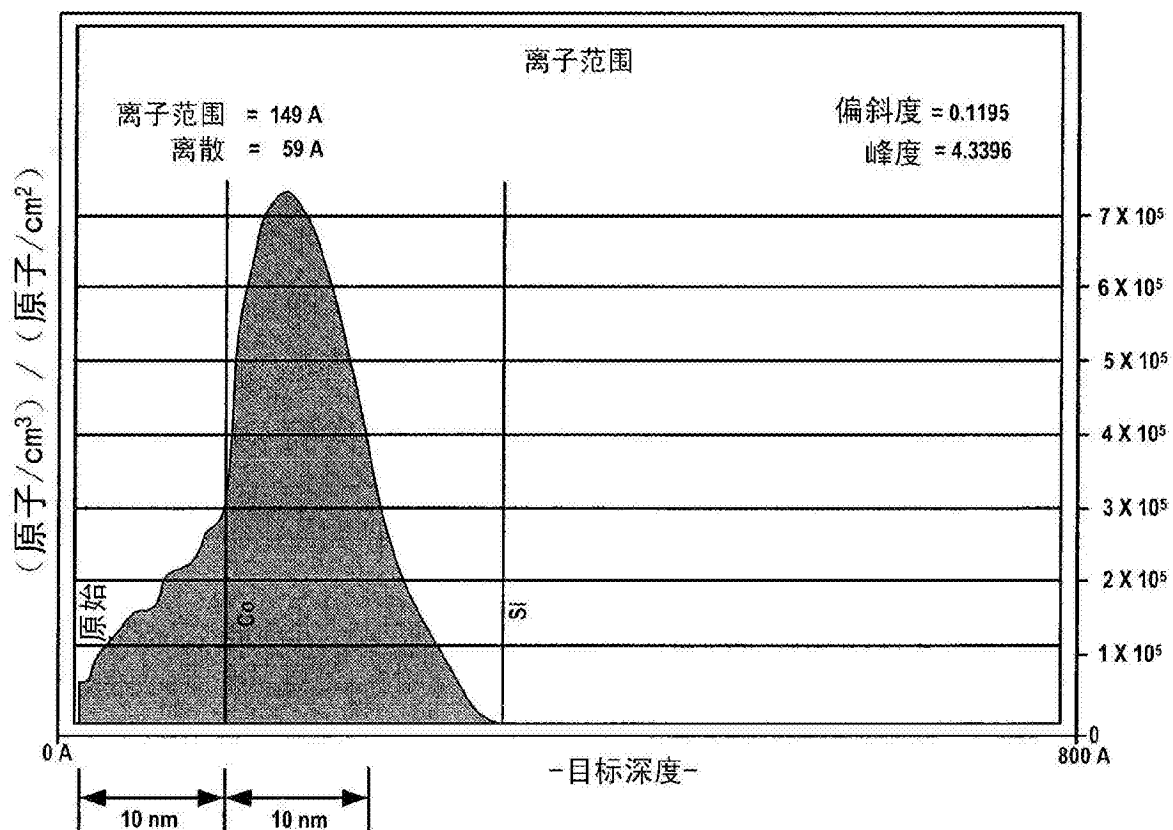


图8B

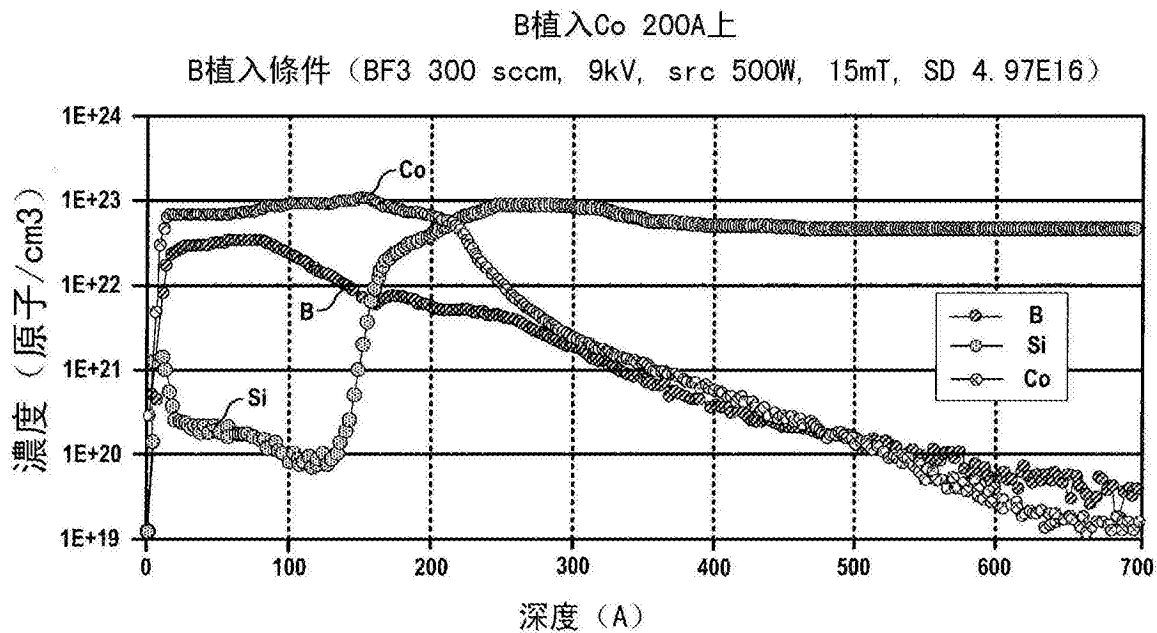


图8C

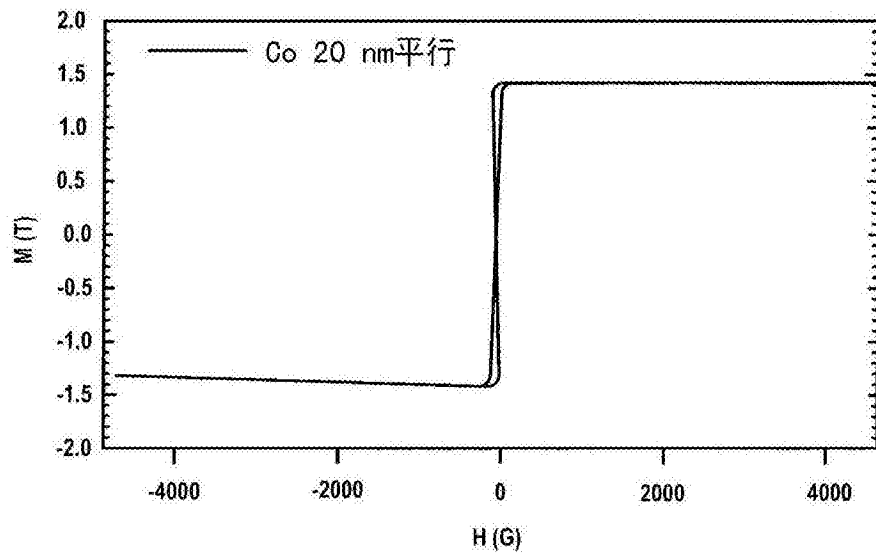


图8D

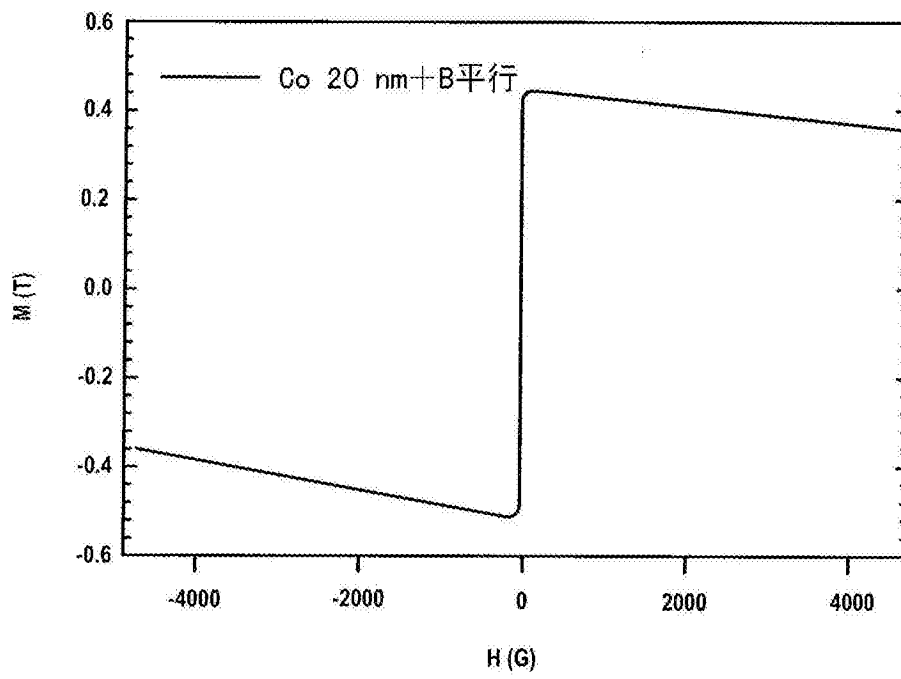


图8E

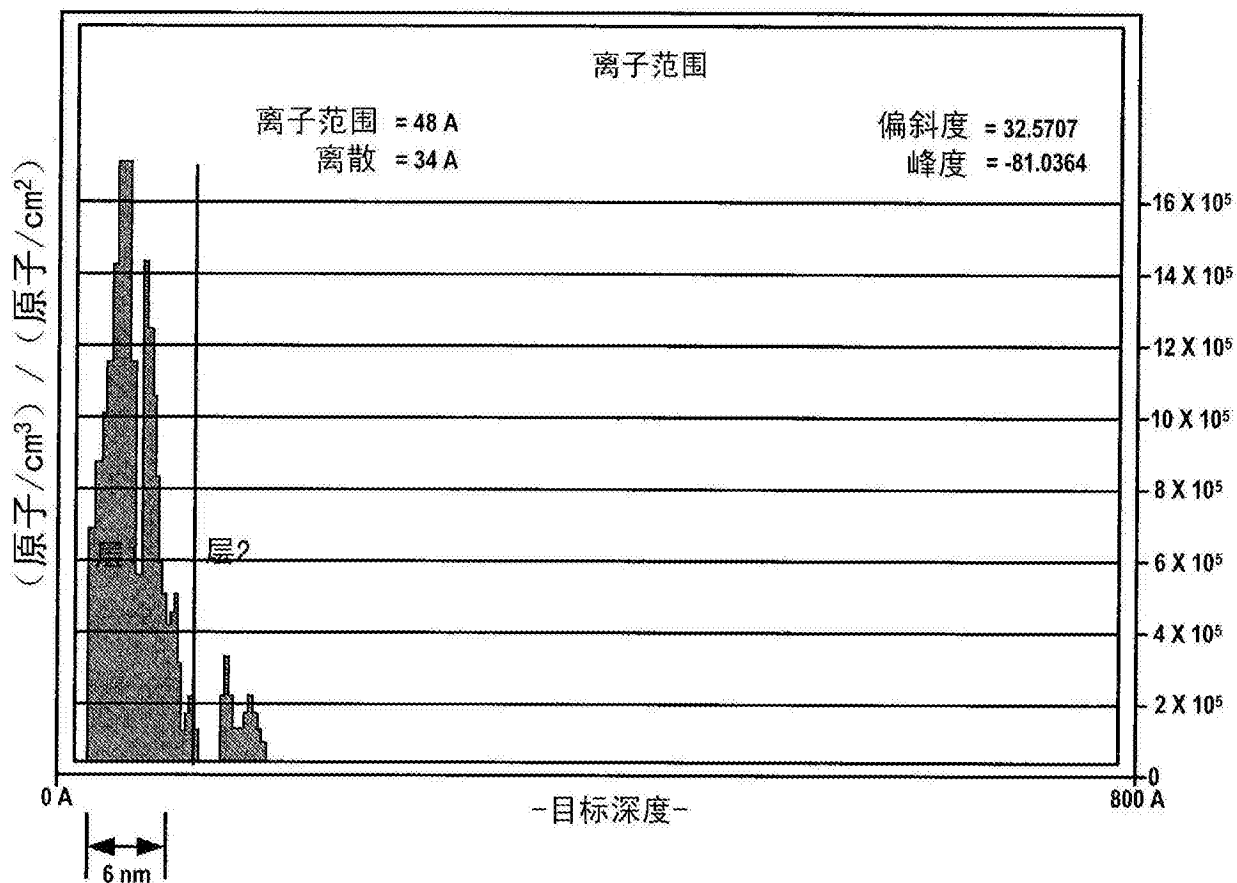


图9A

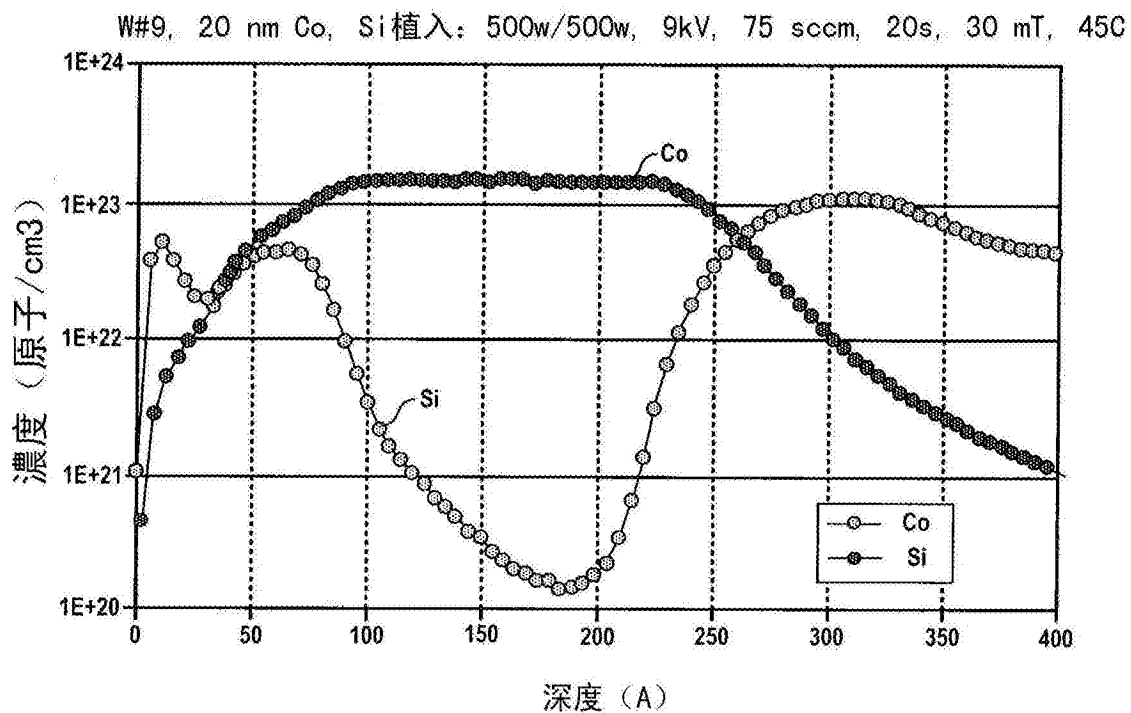


图9B