



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101207176 B

(45) 授权公告日 2011.03.30

(21) 申请号 200710169379.9

(22) 申请日 2007.11.26

(30) 优先权数据

10-2006-0133096 2006.12.22 KR

(73) 专利权人 三星电子株式会社

地址 韩国京畿道水原市灵通区梅滩洞 416

(72) 发明人 林志庆

(74) 专利代理机构 北京铭硕知识产权代理有限公司

11286

代理人 韩明星 李友佳

(56) 对比文件

US 2005/0220990 A1, 2005.10.06, 全文.

US 6864042 B1, 2005.03.08, 说明书第 5 栏第 45 行 - 第 7 栏第 35 行、附图 1.

US 2005/0041463 A1, 2005.02.24, 全文.

审查员 刘晓华

(51) Int. Cl.

H01L 43/08 (2006.01)

H01L 43/12 (2006.01)

H01L 27/22 (2006.01)

G11C 11/16 (2006.01)

G11C 11/15 (2006.01)

H01F 10/32 (2006.01)

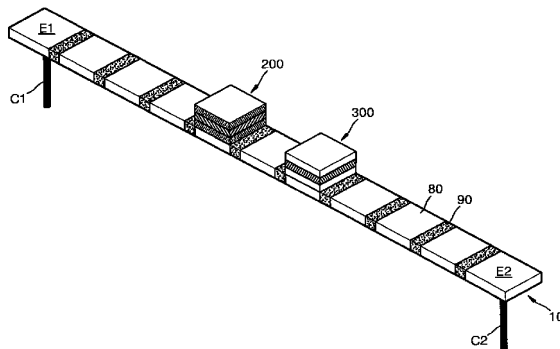
权利要求书 1 页 说明书 6 页 附图 6 页

(54) 发明名称

利用磁畴壁的移动的信息存储装置及其制造方法

(57) 摘要

本发明提供了一种信息存储装置及该信息存储装置的制造方法。该信息存储装置包括磁层和供应单元。所述磁层包括多个区：具有第一磁各向异性能的第一区和具有第二磁各向异性能的第二区。所述第一区和所述第二区被交替布置，并且所述第二区被掺杂杂质离子。所述第二磁各向异性能小于所述第一磁各向异性能。所述供应单元向所述磁层供应能量以使磁畴壁在所述磁层内移动。



1. 一种利用磁畴壁移动的信息存储装置,包括:
磁层,在所述磁层中包括交替布置的至少一个第一区和至少一个第二区,所述至少一个第一区具有第一磁各向异性性能,所述至少一个第二区具有第二磁各向异性性能,所述至少一个第二区被掺杂杂质离子,所述第一磁各向异性性能大于所述第二磁各向异性性能。
2. 如权利要求 1 所述的信息存储装置,还包括:
供应单元,用于向所述磁层供应能量以使磁畴壁在所述磁层中移动。
3. 如权利要求 1 所述的信息存储装置,其中,所述杂质离子包括 He^+ 和 Ga^+ 中的至少一种。
4. 如权利要求 1 所述的信息存储装置,其中,所述信息存储装置包括以相等的间隔形成的多个第二区。
5. 如权利要求 4 所述的信息存储装置,其中,所述第二区之间的所述间隔在 5nm 和 1000nm 之间,包含 5nm 和 1000nm。
6. 如权利要求 1 所述的信息存储装置,其中,所述至少一个第二区的宽度在 2nm 和 250nm 之间,包含 2nm 和 250nm。
7. 如权利要求 1 所述的信息存储装置,其中,所述磁层由包括 Fe、Co 和 Pt 中的至少一种的材料形成。
8. 如权利要求 1 所述的信息存储装置,其中,所述磁层由 FePt、FePd、CoCr、CoCu、CoPt、CoTb、CoCrPt、CoFeTb、CoFeGd 和 CoFeNi 中的至少一种形成。
9. 一种利用磁畴壁移动的信息存储装置的制造方法,所述方法包括:
形成磁层;
形成树脂层,该树脂层覆盖所述磁层;
在所述树脂层中形成多个槽,以暴露所述磁层的第一部分;
对所述磁层的所述第一部分进行掺杂。
10. 如权利要求 9 所述的方法,其中,所述磁层的第一部分的磁各向异性性能比所述磁层的剩余的未掺杂部分的磁各向异性性能小。
11. 如权利要求 9 所述的方法,其中,利用纳米压印方法形成所述槽。
12. 如权利要求 9 所述的方法,其中,在所述树脂层中形成槽的步骤包括:
利用具有多个突出部分的主印模来压印所述树脂层,
移除所述主印模。
13. 如权利要求 9 所述的方法,其中,杂质离子包括 He^+ 和 Ga^+ 中的至少一种。
14. 如权利要求 9 所述的方法,其中,以相等间隔形成所述槽。
15. 如权利要求 14 所述的方法,其中,所述槽之间的间隔的宽度在 5nm 和 1000nm 之间,包含 5nm 和 1000nm。
16. 如权利要求 9 所述的方法,其中,所述槽的宽度在 2nm 和 250nm 之间,包含 2nm 和 250nm。
17. 如权利要求 9 所述的方法,其中,所述磁层由包括 Fe、Co 和 Pt 中的至少一种的材料形成。
18. 如权利要求 9 所述的方法,其中,所述磁层由 FePt、FePd、CoCr、CoCu、CoPt、CoTb、CoCrPt、CoFeTb、CoFeGd 和 CoFeNi 中的至少一种形成。

利用磁畴壁的移动的信息存储装置及其制造方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种信息存储装置。具体的讲,本发明涉及一种利用磁畴壁的移动的信息存储装置及该信息存储装置的制造方法。

背景技术

[0002] 传统硬盘驱动器 (HDD) 是通过旋转磁记录介质并移动在磁记录介质上方的读 / 写头来读取及写入信息的装置。磁记录介质可以为盘形式。传统 HDD 是非易失性数据存储装置,能存储 100 千兆字节 (GB) 的数据,并且可以在计算机中用作主存储装置。

[0003] 传统 HDD 可能包含相对多的移动机械部分或系统。例如,当 HDD 被移动和 / 或受冲击影响时,这些机械系统可能导致各种机械故障因此降低移动性和 / 或可靠性。另外,这些机械系统可能增加制造的复杂性、成本和 / 或功耗,并可能产生不期望的噪音。例如,当减小传统 HDD 的尺寸时,可能增加制造的复杂性和 / 或成本。

[0004] 利用磁畴壁移动的数据或信息存储装置可作为传统 HDD 的替代选择。在利用磁畴壁移动的传统数据存储装置内,组成磁体的微磁区域 (magnetic minute region) 被称作磁畴。在磁畴中,磁矩的方向是固定的或不变的 (例如,始终相同)。磁畴的大小和磁化方向可以通过磁性材料的特性、形状、大小和 / 或外部能量来控制。磁畴壁是具有不同磁化方向的磁畴之间的边界。磁畴壁可以通过向磁性材料施加的电流或磁场来移动。

[0005] 通过将磁畴壁移动的原理应用到传统信息存储装置,磁畴可以通过移动磁畴壁来经过固定的读 / 写头,因此能在没有记录介质的旋转的情况下进行读取 / 写入。因此,利用磁畴壁移动的传统信息存储装置可以在没有传统 HDD 所需的移动机械系统的情况下存储相对大量的数据。然而,在利用磁畴壁移动的传统信息存储装置中,当移动时磁畴壁可能是相对不稳定的。为提高磁畴壁按位移动的稳定性,可以在磁层的一侧形成凹口 (notch)。响应于等于或大于临界值的电流脉冲而开始移动的磁畴壁可以停止在凹口处。因此,磁畴壁可以通过均匀地形成在磁层上的多个凹口以一位来移动。另外,因为磁畴壁通过凹口更稳定地定位,所以存储在磁层中的数据可以保存更长的一段时间。

[0006] 然而,在具有大约几十纳米宽度的磁层的一侧形成精细尺寸 (fine-sized) 的凹口可能是相对困难的。由于信息存储装置的相对高的密度,使得磁层的宽度可以被减小至几十纳米或更小。结果,凹口的大小也可能需要被减小。

[0007] 例如,当凹口形成在具有大约 50nm 宽度的磁层的每侧时,凹口可以形成为具有大约 15nm 的宽度 (大约是磁层宽度的三分之一)。然而,利用传统曝光和 / 或蚀刻技术来形成这样的凹口可能相对困难。而且,以相对均匀的间隔、大小和 / 或形状来形成凹口可能相对困难。如果凹口的间隔、大小和 / 或形状不够均匀,则使磁畴壁停止的磁场的强度 (例如,定位磁场 (pinning magnetic field) 的强度) 可能变化,因此,信息存储装置的可靠性可能降低。

[0008] 发明内容

[0009] 示例实施例涉及一种信息存储装置,例如,利用磁畴壁的移动的信息存储装置,及

其制造方法。

[0010] 至少一个示例实施例提供一种信息存储装置。根据至少这个示例实施例,磁层可以包含多个磁畴。供应单元或电路可以向磁层供应能量以使磁畴壁移动。磁层还可以包含具有第一磁各向异性性能 (magnetic anisotropic energy) 的至少一个第一区和具有第二磁各向异性性能的至少一个第二区。第一磁各向异性性能可以大于第二磁各向异性性能。第一区和第二区可以被交替布置,并且第二区可以被掺杂杂质离子。

[0011] 根据至少一些示例实施例,杂质离子可以包括 He^+ 、 Ga^+ 等中的至少一种。多个第二区可以以相等或基本相等的间隔形成。第二区之间的间隔可以为大约 5nm 至大约 1000nm (包含 5nm 和 1000nm)。第二区的宽度可以为大约 2nm 至大约 250nm (包含 2nm 和 250nm)。磁层可以由包括 Fe、Co、Pt 及其合金等中的至少一种的材料形成。磁层可以由从包括 FePt、FePd、CoCr、CoCu、CoPt、CoTb、CoCrPt、CoFeTb、CoFeGd 和 CoFeNi 等的组或其组成的组中选择的至少一种材料来形成。

[0012] 至少一个示例实施例提供一种制造信息存储装置的方法。根据至少这个示例实施例,可以形成树脂层以覆盖磁层。暴露磁层的多个槽可以形成在树脂层中,并且暴露的磁层可以被掺杂杂质离子。

[0013] 根据至少一些示例实施例,磁层的被掺杂杂质离子的第一部分的磁各向异性性能可以比磁层的第二部分的磁各向异性性能小。槽可以利用纳米压印 (nano-imprinting) 方法来形成。在树脂层中形成槽的步骤可以包括:利用主印模 (master stamp) 来压印树脂层,并移除主印模,其中,主印模具有多个向下定向的突出部分。杂质离子可以包括 He^+ 、 Ga^+ 等中的至少一种。槽可以以相等或基本相等的间隔形成。槽之间的间隔可以为大约 5nm 至大约 1000nm (包含 5nm 和 1000nm)。槽的宽度可以为大约 2nm 至大约 250nm (包含 2nm 和 250nm)。磁层可以由包括 Fe、Co、Pt 及其合金等的至少一种的材料形成。磁层可以由从由 FePt、FePd、CoCr、CoCu、CoPt、CoTb、CoCrPt、CoFeTb、CoFeGd 和 CoFeNi 等组成的组中选择的至少一种材料来形成。

附图说明

[0014] 通过详细地描述附图,示例实施例将变得更清楚,其中:

[0015] 图 1 是根据示例实施例的信息存储装置的透视图;

[0016] 图 2A 至图 2I 是示出了形成包含在根据示例实施例的信息存储装置中的磁层的方法的剖视图;

[0017] 图 3 示出了当通过向按照根据示例实施例的方法形成的样本 (sample) 磁层施加外部磁场来移动磁畴壁时,磁畴壁的位置随时间变化的仿真结果;

[0018] 图 4 是示出了当通过向图 3 的样本磁层施加外部磁场来移动磁畴壁时,样本磁层的磁化强度随时间的变化的曲线图。

具体实施方式

[0019] 现在将参照附图更充分地描述本发明的各种示例实施例,其中,附图中示出了本发明的一些示例实施例。在附图中,为了清晰起见,夸大了层和区域的厚度。

[0020] 这里公开了本发明的详细的示意性实施例。然而,这里公开的具体结构和功能的

细节仅代表描述本发明的示例实施例的意图。然而本发明可以以许多不同的形式来实施，并不应被理解为仅局限于这里阐述的实施例。

[0021] 因此，尽管本发明的示例实施例能进行各种修改及变形，但是附图中示例性地示出了本发明的实施例并将在这里对其进行详细描述。然而应该理解的是，意图不是将本发明的示例实施例限制为公开的具体形式，相反，本发明的示例实施例旨在覆盖落入本发明的范围内的所有的修改、等同物和变形。在对附图的整个描述中，相同的标号表示相同的元件。

[0022] 应该理解的是，虽然术语“第一”、“第二”等可以在这里用来描述不同的元件，但是这些元件不应该受这些术语限制。这些术语仅仅用来将一个元件与另一个元件进行区分。例如，在没有脱离本发明的示例实施例的范围的情况下，第一元件可以称为第二元件，同样地，第二元件可以称为第一元件。如这里使用的，术语“和 / 或”包括一个或多个相关所列项的任意和全部组合。

[0023] 应该理解的是，当元件被称为与另一元件“连接”或“结合”时，该元件可以直接与另一元件连接或结合，或者可以存在中间元件。相反，当元件被称为与另一元件“直接连接”或“直接结合”时，不存在中间元件。用于描述元件间关系的其它词应该按相似的方式解释（例如，“在……之间”与“直接在……之间”，“邻近”与“直接邻近”等）。

[0024] 应该理解的是，当元件或层被称为“形成在”另一个元件或层“上”时，该元件或层可以直接或间接形成在另一个元件或层上。即，例如，可以存在中间元件或层。相反，当元件或层被称为“直接形成在”另一个元件或层“上”时，不存在中间元件或层。描述元件或层之间的关系的其它词应该按相似的方式解释（例如，“在……之间”与“直接在……之间”，“邻近”与“直接邻近”等）。

[0025] 这里使用的术语只是出于描述具体实施例的目的，而不是为了限制本发明的示例实施例。如这里所使用的，除非上下文清楚地指出，否则单数形式也旨在包括复数形式。还应该理解的是，当术语“包括”、“包含”、“含”和 / 或“含有”在说明书中使用，其表明所述的特征、整体、步骤、操作、元件和 / 或组件的存在，但不排除一个或多个其它特征、整体、步骤、操作、元件、组件和 / 或它们的组的存在或添加。

[0026] 还应注意的是，在一些可选择的实施中，功能 / 动作可以不按附图中标注的顺序发生。例如，依赖有关的功能 / 动作，连续示出的两个图实际上可以基本同时执行或者有时可以以相反的顺序执行。

[0027] 图 1 是根据示例实施例的利用磁畴壁的移动的信息存储装置的透视图。

[0028] 参照图 1，信息存储装置的示例实施例可以包含形成在基底（未示出）上的磁层 100。磁层 100 可以包含多个磁畴。磁层 100 可以是可存储数据的存储轨道或信息存储层。

[0029] 磁层 100 可以包括至少一个第一区 80 和第二区 90。例如，磁层 100 可以包括交替布置的多个第一区 80 和第二区 90。第二区 90 之间的间隔在 5nm 和 1000nm 之间（包含 5nm 和 1000nm）。至少一个第二区 90 的宽度在 2nm 和 250nm 之间（包含 2nm 和 250nm）。第一区 80 和第二区 90 可以具有软磁材料或铁磁材料的磁各向异性性能密度。第一区 80 的磁各向异性性能密度和第二区 90 的磁各向异性性能密度之间的差可以为至少几个 ergs/cc。磁层 100 可以由包括 Fe、Co、Pt 及其合金等中的至少一种，例如，FePt、FePd、CoCr、CoCu、CoPt、

CoTb、CoCrPt、CoFeTb、CoFeGd 和 CoFeNi 中的一种的材料形成。第二区 90 可以选择性地被掺杂杂质离子。杂质离子可以包括 He⁺、Ga⁺ 及其组合等。当第二区 90 被掺杂杂质离子时，可以减小形成磁层 100 的磁性粒子间的磁耦合效应 (magnetic coupling effect)，因此减小第二区 90 的磁各向异性能。

[0030] 在第二区 90 中，磁畴壁的能量可以小于第一区 80 的磁畴壁的能量。因此，磁畴壁在第二区 90 中可以具有比在第一区 80 中更稳定的能态。因此，在磁层 100 中开始移动的磁畴壁可以被定位在第二区 90 中。就第二区 90 的定位特性而言，第一区 80 的磁各向异性能密度和第二区 90 的磁各向异性能密度之间的差优选地为大。然而，即使该差仅为几个 ergs/cc，移动的磁畴壁也可以被停止在具有相对低的磁各向异性能密度的第二区 90 中。

[0031] 第一导线 C1 和第二导线 C2 可以分别连接到磁层 100 的第一端 E1 和第二端 E2。例如，第一导线 C1 和第二导线 C2 可以连接到驱动装置（未示出），例如，晶体管或二极管。使磁层 100 的磁畴壁移动的能量（例如电流）可以通过第一导线 C1 和第二导线 C2 来施加。可以根据电流的方向确定磁畴壁的移动方向。因为磁畴壁沿电子的方向移动，所以磁畴壁的方向可以与电流的方向相反。

[0032] 用来写入数据的写入器 200 和用来读取记录于磁层 100 的数据的读取器 300 可以形成在磁层 100 的相应区域中，写入器 200 和读取器 300 可以是隧道磁电阻 (TMR) 头、巨磁电阻 (GMR) 头等。虽然没有被示出，但是绝缘层和 / 或电极层可以包含在可形成写入器 200 的磁层 100 的下表面上。写入器 200 和读取器 300 的结构可以以各种形式修改，而限于 TMR 头或 GMR 头的结构。例如，写入器 200 可以是附着在磁层 100 的第一端 E1 的一侧并具有以相反方向磁化的第一磁畴和第二磁畴的写入轨道。当在写入轨道中第一磁畴或第二磁畴向磁层 100 的连接部分延伸，并且从磁层 100 向写入轨道施加电流时，对应于第一磁畴或第二磁畴的数据可以被记录在第一端 E1 中。

[0033] 通过经第一导线 C1 和第二导线 C2 向磁层 100 施加电流来按位移动磁畴壁，数据可以通过向写入器 200 施加写入电流被记录在磁层 100 中。同样地，通过经第一导线 C1 和第二导线 C2 向磁层 100 施加电流来按位移动磁畴壁，存储在磁层 100 中的数据可以通过向读取器 300 施加读取电流来再现。

[0034] 在根据示例性实施例的信息存储装置中，第二区 90 可以是定位区 (pinning region)，因此，磁畴壁可以被按位移动，并且记录在磁层 100 中的数据可以被更稳定地保存。

[0035] 图 2A 至图 2I 是示出了形成包含在根据示例实施例的信息存储装置中的磁层的方法的剖视图。图 2A 至图 2E 示出了形成主印模的方法，图 2F 至图 2I 示出了利用主印模来形成磁层 100 的方法。

[0036] 参照图 2A，模制板 (molding plate) 10 可以用感光层来涂覆。感光层可以利用给定的方法，例如，电子束光刻 (E-beam lithography) 等进行图案化，以形成图案化的感光层 20。多个第一槽 H1 可以形成在图案化的感光层 20 中，第一槽 H1 的侧壁可以倾斜。例如，第一槽 H1 的侧壁可以与模制板 10 的顶面成除 90 度以外的角度。可选择地，第一槽 H1 的侧壁可以与模制板 10 的顶面垂直。

[0037] 参照图 2B，模制板 10 和图案化的感光层 20 的整个表面可以被蚀刻。在具有相对小的厚度的图案化的感光层 20 之下的模制板 10 会被相对深地蚀刻。

[0038] 图 2C 示出了蚀刻过的模制板 10 的表面。参照图 2C, 通过表面蚀刻可以去除图案化的感光层 20, 并且纳米大小的第二槽 H2 可以形成在模制板 10 中。因为在表面蚀刻期间模制板 10 可能被以倾斜的角度来蚀刻, 所以第二槽 H2 的宽度可以沿向下的方向减小。可以通过蚀刻条件来控制第二槽 H2 的倾斜角度。例如, 第二槽 H2 的深度可以小于第一槽的深度。第二槽 H2 的侧壁可以与模制板 10 的表面成除 90 度以外的角度。可选择地, 第二槽 H2 的侧壁可以与模制板 10 的表面垂直。

[0039] 参照图 2D, 印模层 (stamp layer) 30 可以形成在模制板 10 上以填充第二槽 H2 并覆盖模制板 10。

[0040] 如图 2E 所示, 印模层 30 可以与模制板 10 分离。在下文中将分离的印模层 30 称为主印模 30。

[0041] 参照图 2F, 磁层 100 可以形成在基底 40 上。树脂层 50 可以形成在磁层 100 和基底 40 的暴露部分上。树脂层 50 可以覆盖磁层 100 的顶部和侧壁。根据图 2A 至图 2E 中示出的方法制造的主印模 30 可以布置在树脂层 50 上方。

[0042] 参照图 2G, 通过利用主印模 30 来压印树脂层 50, 可以以纳米级别对树脂层 50 进行图案化。结果, 多个槽 G 可以形成在树脂层 50 中。槽 G 之间的间隔的宽度在 5nm 和 1000nm 之间 (包括 5nm 和 1000nm)。槽 G 的宽度在 2nm 和 250nm 之间 (包括 2nm 和 250nm)。

[0043] 参照图 2H, 主印模 30 可以与树脂层 50 分离。当主印模 30 与树脂层 50 分离时, 树脂层 50 的至少一些部分可留在槽 G 的下表面上。留在槽 G 的下表面上的树脂层 50 可以利用例如等离子灰化方法来去除。主印模 30 可以使用若干次。上面的纳米压印工序可以更简单和 / 或经济, 因此, 适合大规模生产。

[0044] 参照图 2I, 磁层 100 的一些部分可以通过槽 G 来暴露。暴露的磁层 100 可以利用树脂层 50 作为离子注入掩模来掺杂杂质离子, 比如 He^+ 、 Ga^+ 及其组合等。因此, 掺杂区 90 可以形成在磁层 100 中。掺杂区 90 可以与参照图 1 描述的第二区 90 相同或基本相同。磁层 100 中的剩余区可以与参照图 1 描述的第一区 80 相同或基本相同。

[0045] 在去除树脂层 50 后, 虽然没有示出, 但是写入器和读取器可以形成在磁层 100 的区域中。因此, 可以制造包含磁层 100 的信息存储装置, 其中, 该磁层 100 包含掺杂区 90。

[0046] 根据示例实施例, 磁层 100 可以不被几何地修改, 而是可以通过利用离子注入方法修改磁层 100 的一些部分的性质来形成定位区。因此, 更微小的定位区可以更均匀地形成在磁层 100 中。根据示例实施例, 可以改进信息存储装置的记录密度和 / 或可靠性。

[0047] 槽 G 也可以利用与利用主印模 30 的纳米压印方法不同的方法来形成。例如, 槽 G 可以通过利用电子束光刻法、利用紫外线或激光的干涉的光刻法 (lithography)、利用纳米颗粒的纳米球光刻法 (nano sphere lithography) 等的蚀刻来形成, 以代替利用主印模 30 来压印树脂层 50 的方法。

[0048] 图 3 示出了当通过向按照这里描述的方法形成的样本磁层 100a 施加外部磁场来移动样本磁层 100a 的磁畴壁 DW 时, 磁畴壁 DW 的位置随时间变化的仿真结果。样本磁层 100a 可以包含两个条形的以彼此相反的方向磁化的磁畴。磁层 100a 还可以包含在磁畴之间形成的磁畴壁 DW。样本磁层 100a 的宽度、长度和厚度可以分别为大约 50nm、大约 430nm 和大约 10nm。掺杂区 90 可以形成在样本磁层 100a 的中心。掺杂区 90 可以与上面参照图 1 描述的第二区 90 相同或基本相同。磁畴壁 DW 可以位于掺杂区 90 的左侧, 并可以通过朝

向掺杂区 90 右侧的方向施加的外部磁场 F 来移动。图 3 中, (a) 至 (f) 示出了磁畴相对于时间的布置。

[0049] 图 4 是示出了当通过向图 3 中的样本磁层 100a 施加外部磁场 F 来移动磁畴壁 DW 时, 样本磁层 100a 的磁化强度随时间的变化的曲线图。图 4 中, (a)、(e) 和 (f) 分别对应于图 3 中的 (a)、(e) 和 (f)。

[0050] 参照图 3 和图 4, 随着磁畴壁 DW 向掺杂区 90 移动, 磁化强度 M 可在振荡的同时减小, 并且当磁畴壁 DW 到达掺杂区 90 时, 磁畴壁 DW 可以停在掺杂区 90 中。此时, 磁化强度 M 可以是不变的或是基本不变的, 因此意味着掺杂区 90 是定位区。因为磁畴壁 DW 可在振荡的同时移动, 所以磁化强度 M 可以在振荡的同时减小。

[0051] 如上所述, 根据示例实施例, 更细微的、更小和 / 或更均匀的定位区可以通过利用纳米压印和 / 或离子注入改变磁层 100 的一些部分的性质来形成。因此, 根据示例实施例, 可以改进信息存储装置的记录密度和 / 或可靠性。

[0052] 虽然已经参照附图具体示出和描述了示例实施例, 但是示例实施例应该被认为仅为描述性意义而不是为了限制的目的。例如, 本领域技术人员应该理解的是, 可对信息存储装置中磁层 100 的结构以及写入器 200 和 / 或读取器 300 的结构和位置做出各种形式和细节上的改变。因此, 不是由发明的详细描述而是由权利要求来限定本发明的范围。

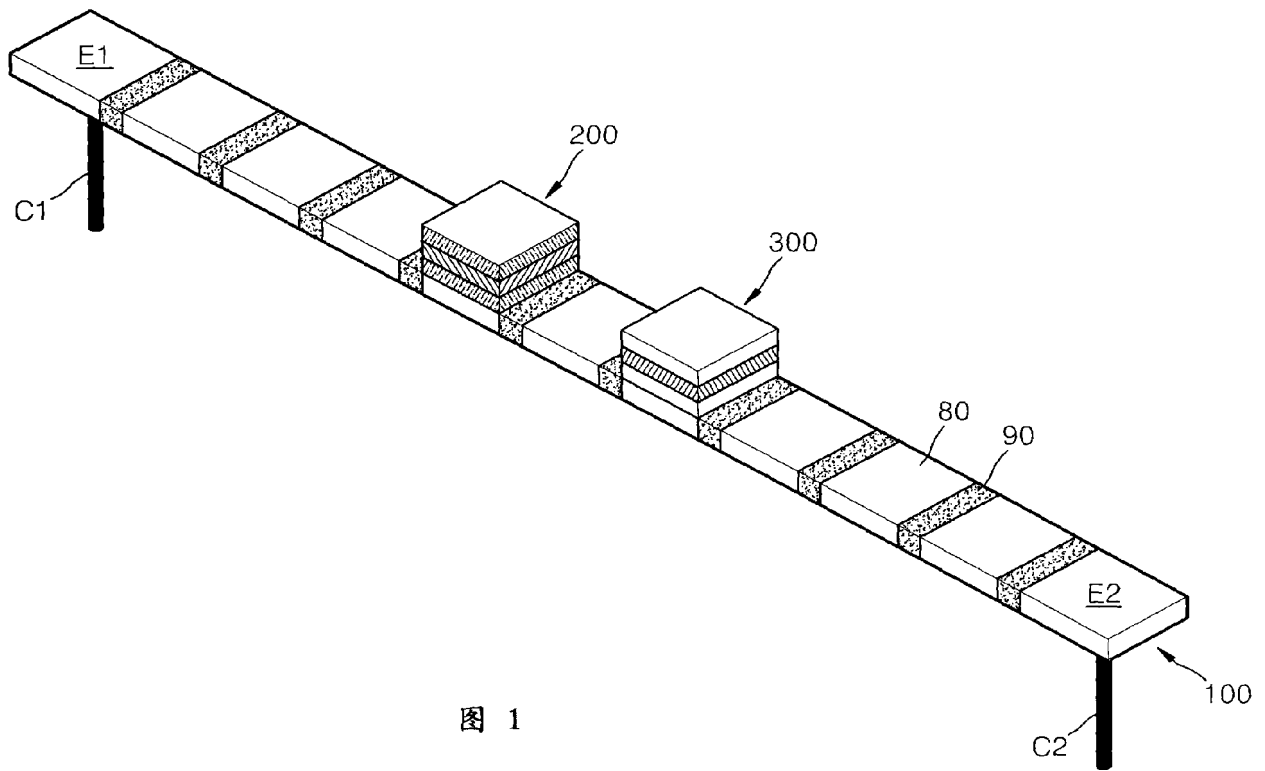


图 1

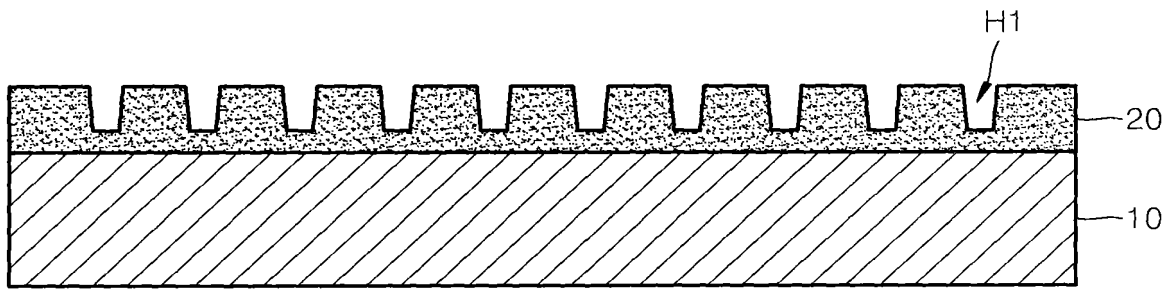


图 2A

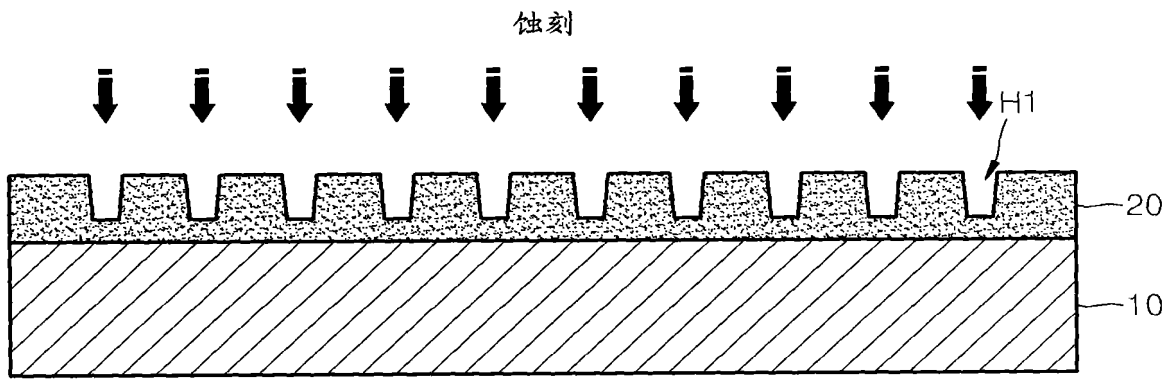


图 2B

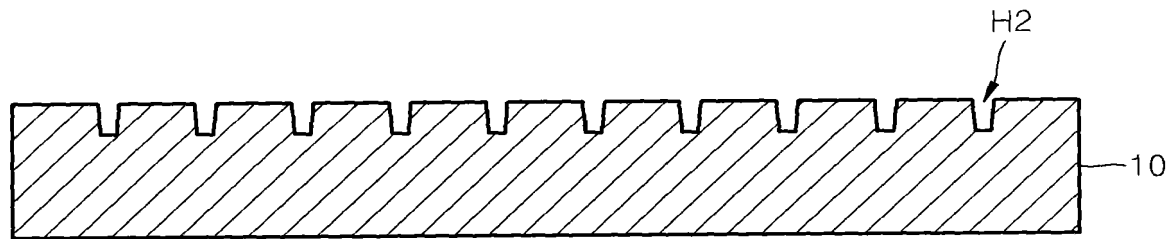


图 2C

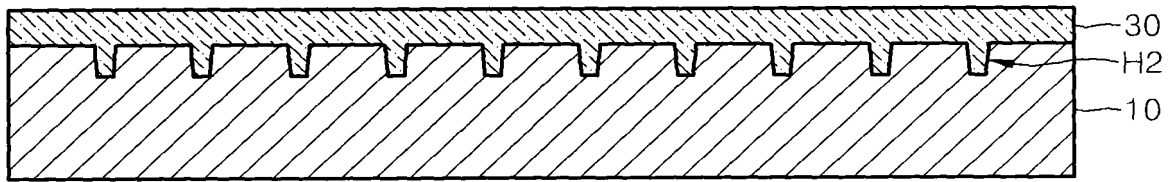


图 2D



图 2E

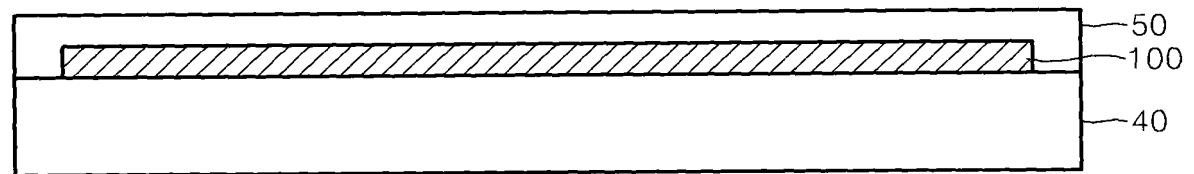


图 2F

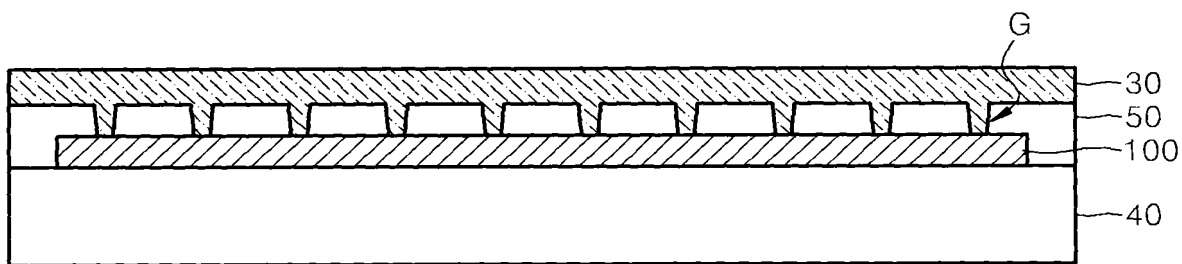


图 2G

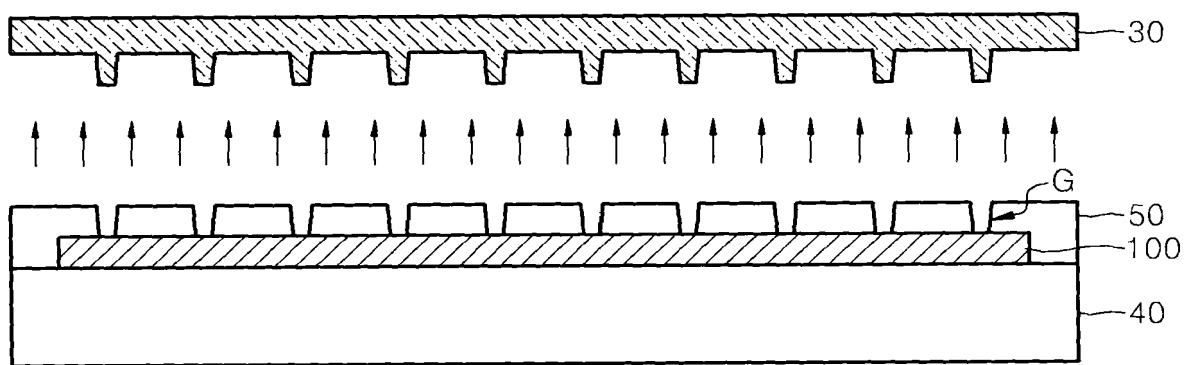


图 2H

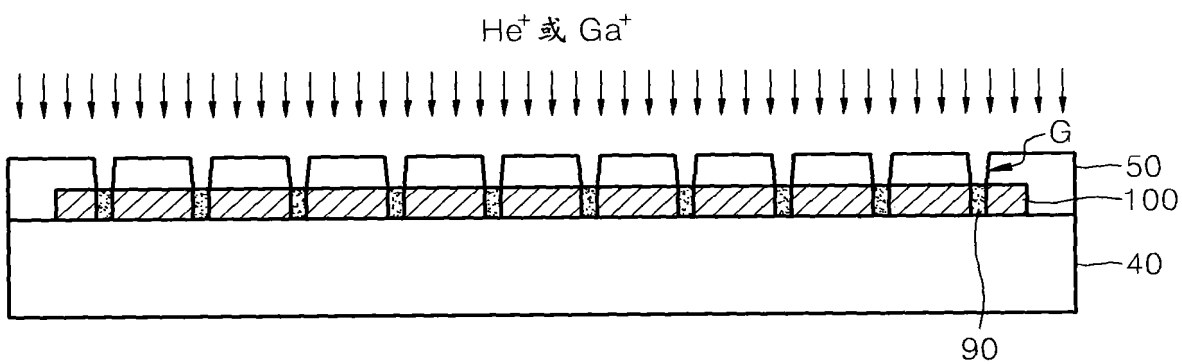


图 2I

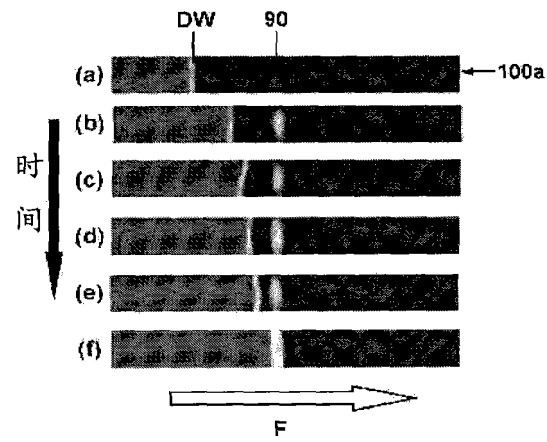


图 3

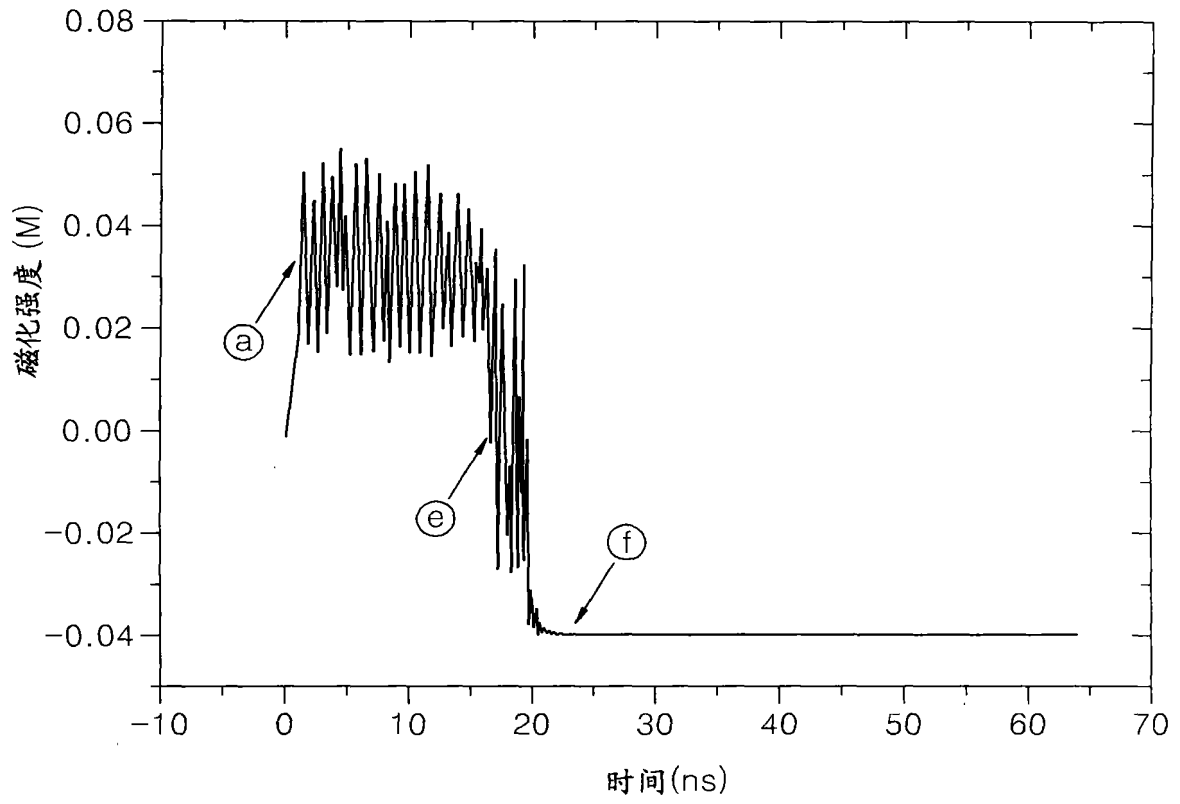


图 4