



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 101937708 A

(43) 申请公布日 2011. 01. 05

(21) 申请号 201010219643. 7

(22) 申请日 2010. 06. 29

(30) 优先权数据

09164070. 6 2009. 06. 29 EP

(71) 申请人 台湾积体电路制造股份有限公司

地址 中国台湾新竹市

(72) 发明人 穆罕默德·包特齐薛

(74) 专利代理机构 隆天国际知识产权代理有限

公司 72003

代理人 姜燕 邢雪红

(51) Int. Cl.

G11C 16/02(2006. 01)

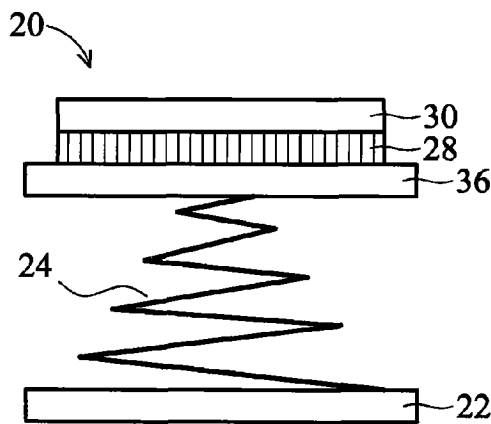
权利要求书 1 页 说明书 6 页 附图 4 页

(54) 发明名称

非易失性存储器单元

(57) 摘要

本发明提供一种非易失性存储器单元,上述非易失性存储器单元包括一磁铁(30)、一铁磁性开关元件(24)和加热元件(26)。上述非易失性存储器单元具有低电阻的一设定位置和具有高电阻的一重新设定位置。可利用对开关元件(24)施加一磁场,以设定非易失性存储器单元,且会使开关元件(24)移动至设定位置。可利用加热元件(26)重新设定非易失性存储器单元,上述加热元件(26)会使开关元件(24)回到重新设定位置。可由一铁磁性材料或一铁磁性形状记忆合金形成上述开关元件。相较于公知的非易失性存储器,上述非易失性存储器单元在高温下具有改善的可靠度。



1. 一种非易失性存储器单元,包括:
  - 一开关元件,于一设定位置和一重新设定位置之间移动;
  - 一磁铁,用以施加一磁场以移动该开关元件至该设定位置;以及
  - 多个加热元件,使该开关元件回到该重新设定位置。
2. 如权利要求 1 所述的非易失性存储器单元,还包括一第一接触,其中位于该设定位置中的该开关元件电性连接至该第一接触,且位于该重新设定位置中的该开关元件不电性连接至该第一接触。
3. 如权利要求 2 所述的非易失性存储器单元,其中该第一接触具有磁性。
4. 如权利要求 3 所述的非易失性存储器单元,其中该第一接触包括多个铁磁性材料条状物。
5. 如权利要求 1、2、3 或 4 所述的非易失性存储器单元,其中所述加热元件包括一电流源用以对该开关元件或该第一接触施加电流。
6. 如权利要求 1、2、3 或 4 所述的非易失性存储器单元,其中该开关元件包括一铁磁性机械弯曲物或一螺旋物。
7. 如权利要求 1、2、3 或 4 所述的非易失性存储器单元,其中该开关元件包括一形状记忆合金。
8. 如权利要求 7 所述的非易失性存储器单元,其中该形状记忆合金包括一铁磁性材料。
9. 如权利要求 7 所述的非易失性存储器单元,其中该形状记忆合金的马氏体相变温度介于绝对温度 300 度至 350 度之间。
10. 如权利要求 9 所述的非易失性存储器单元,其中该形状记忆合金包括 NiMaGa 或 TiNiCu。

## 非易失性存储器单元

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种非易失性存储器,特别涉及一种机电非易失性存储器。

### 背景技术

[0002] 非易失性存储器为计算机存储元件,其可在不通电时仍能保持存储数据。举例来说,现今广泛使用的非易失性存储器包括只读存储器、快闪存储器、光盘和磁盘装置。

[0003] 快闪存储器广泛使用于存储卡和通用串行总线 (Universal Serial Bus, USB) 装置中,以存储数据,且于计算机和例如相机或手机的其他数字装置之间传输数据。可使用浮置栅极晶体管做为快闪存储器,上述浮置栅极通常包括相容耦合至一些第二栅极的金属氧化物半导体晶体管 (MOS transistor)。

[0004] 因为上述浮置栅极与第二栅极电性隔绝,浮置栅极捕捉的任何电荷不需电力而可保存一段长时间。经由对源极、漏极和第二栅极施加电压,可改变存储在浮置栅极的电荷。可用一些不同的材料制造浮置栅极中的电荷捕捉区域。举例来说,多晶硅、氮化硅或纳米结晶电荷捕捉结构。

[0005] 此技术的缺点为缺乏高温数据保存能力 (data retention)。在最近的装置中,于高温时,存储于多晶硅浮置栅极、纳米结晶或氮化硅捕捉层的电子会热逃出且易于从存储媒介逃出。结果,会严重地影响数据保存能力,所以不能可靠地操作这些装置。

[0006] 另一种形成非易失性存储器的方式使用微机电 (MEMS) 工艺。

[0007] 美国专利 US 2007/0086237 公开一种使用形状记忆合金的非易失性存储器,当加热上述形状记忆合金超过某一温度时,上述形状记忆合金会回复至一既定形状,上述温度视为马氏体相变温度 (Martensite transformation temperature)。上述形状记忆合金用以做为一场效应晶体管的一晶体管、一栅极或一机械开关。可利用施加静电场或加热的方式,将上述形状记忆合金置于不同位置,且依据位置决定存储器存储逻辑 1 或逻辑 0。

[0008] 美国专利 US 2008/0144364 公开一种机电存储器装置,其具有设于两字线之间且由形状记忆合金形成的悬臂电极。施加一静电力而使上述悬臂电极充分变形以与字线接触。一旦上述悬臂电极接触字线,可利用悬臂电极和字线间的凡得瓦力 (Van der Waal's force) 的吸引力使悬臂电极和字线持续接触。利用对悬臂电极通电,以形状记忆合金加热超过马氏体相变温度,且回复至其原来的形状,而切断悬臂电极和字线之间的连接。

[0009] WIPO 专利 WO 94/27308 公开一种双稳态 (bistable) 存储器装置,其具有一基部接触 (base contact) 和一架桥接触 (bridge contact)。利用于一方向施加一静电场使上述架桥接触变形以与基部接触接触,且利用于相反方向施加一静电场使上述架桥接触转向远离基部接触。

[0010] 因此,在此技术领域中,有需要一种非易失性存储器,其具有改善的可靠度,以克服公知技术的缺点。

## 发明内容

[0011] 有鉴于此,本发明实施例提供一种非易失性存储器单元,上述非易失性存储器单元包括一开关元件,于一设定位置和一重新设定位置之间移动;一磁铁,用以施加一磁场以移动上述开关元件至上述设定位置;多个加热元件,使上述开关元件回到上述重新设定位置。

[0012] 因为上述开关元件和上述磁铁之间的磁吸引力,所以上述磁铁可用以移动上述开关元件至上述设定位置。可利用加热上述开关元件超过居里温度以去除上述开关元件和上述磁铁之间的磁吸引力。当磁场去除时,上述开关元件可以回到上述重新设定位置。由于一特定材料为居里温度固定,所以可选择上述开关元件的材料以使上述非易失性存储器单元大体上对操作环境中的温度变化不敏感。

[0013] 在一些实施例中,本发明实施例提供用以上述开关元件保持在设定位置中的一接触。上述接触和上述开关元件之间的凡得瓦吸引力 (Van der Waal's force) 可使上述开关元件保持在设定位置中。

[0014] 在另一些实施例中,上述接触可为一磁铁。在上述实施例中,利用上述接触和上述开关元件之间的磁吸引力,可使上述开关元件保持在设定位置中。可利用加热上述磁性接触超过居里温度以去除上述开关元件和上述磁性接触之间的磁吸引力。当磁场去除时,上述开关元件可以回到上述重新设定位置。

[0015] 上述开关元件可包括一铁磁性机械弯曲物。在上述实施例中,上述铁磁性机械弯曲物的中间部分会被吸引朝向在设定位置的上述磁铁。在另一些实施例中,利用在设定位置的上述磁铁,可使上述开关元件保持在设定位置中。

[0016] 在一实施例中,上述开关元件可包括一形状记忆合金。在上述实施例中,当加热上述开关元件使其温度超过马氏体相变温度 (Martensite transformation temperature) 时,形状记忆合金会变形,且上述开关元件会回到上述重新设定位置。可依据上述形状记忆合金的成分,调整其马氏体相变温度 (Martensite transformation temperature),以使上述非易失性存储器单元对温度变化更不敏感。

[0017] 上述开关元件可包括一螺旋物。上述螺旋形状可允许上述开关元件对上述磁铁垂直移动。另外,上述螺旋形状可具有一弹性或弹簧恢复力。当加热上述开关元件使其温度超过马氏体相变温度或居里温度时,上述弹性或弹簧恢复力会导致上述开关元件在上述设定位置和上述重新设定位置之间的快速转换。

[0018] 上述加热元件可包括一电流源,用以对上述开关元件通电。在重新设定操作期间,当上述开关元件通电时,包括上述开关元件的电路的电阻会导致上述开关元件温度上升超过马氏体相变温度或居里温度时。上述热电阻可为上述开关元件或一分隔元件的一部分。

[0019] 本发明可提供一非易失性存储器单元,其具有改善的可靠度,且提供减轻高温对非易失性存储器单元的可靠度的影响。

## 附图说明

[0020] 图 1 为形状记忆合金的相变温度。

[0021] 图 2 为依据图 1 的具有不同铜成分的 TiNi 形状记忆合金的马氏体相变温度 (Martensite transformation temperature)。

[0022] 图 3A 为本发明一实施例的非易失性存储器单元,其包括位于设定位置中的一螺

旋形开关元件。

[0023] 图 3B 为图 3A 的本发明一实施例的电磁铁结构。

[0024] 图 3C 为图 3A 的本发明一实施例的非易失性存储器单元,其包括位于重新设定位置中的一螺旋形开关元件。

[0025] 图 4 为本发明另一实施例的非易失性存储器单元,其包括以铁磁性材料涂布的一机械弯曲物。

[0026] 图 5A 和图 5B 为本发明又另一实施例的非易失性存储器单元,其包括以铁磁性材料涂布的一机械弯曲物,以及具有铁磁性材料条状物的电极。

[0027] 其中,附图标记说明如下:

[0028] 2 ~ 第一温度;

[0029] 4 ~ 马氏体相变温度;

[0030] 6 ~ 奥氏体结晶相百分比;

[0031] 8 ~ 温度;

[0032] 10、12、14、16 ~ 曲线;

[0033] 17 ~ 单位绝对温度的压力增加率;

[0034] 18 ~ 温度;

[0035] 20、40、50 ~ 非易失性存储器单元;

[0036] 22、26 ~ 电极;

[0037] 24 ~ 开关元件;

[0038] 28 ~ 绝缘层;

[0039] 30 ~ 电磁铁;

[0040] 42 ~ 机械弯曲物;

[0041] 44 ~ 锚点;

[0042] 46 ~ 铁磁性材料条状物。

### 具体实施方式

[0043] 以下以各实施例详细说明并伴随着附图说明的范例,做为本发明的参考依据。在附图或说明书描述中,相似或相同的部分皆使用相同的图号。且在附图中,实施例的形状或是厚度可扩大,并以简化或是方便标示。

[0044] 本发明实施例可提供一非易失性存储器单元,其具有改善的可靠度,且提供减轻高温对非易失性存储器单元的可靠度的影响。在本发明实施例中,可利用例如蒸镀或溅镀的标准集成电路沉积工艺于硅基板上形成一些元件。一磁铁,可由例如镍 (Ni) 的铁磁性材料形成,上述磁铁或者可为电磁铁。一接触,可由例如铜 (Cu)、铝 (Al) 的一金属或例如镍 (Ni) 的铁磁性材料形成。

[0045] 一开关元件,通常由例如镍 (Ni) 的铁磁性材料形成,或由例如 NiMnGa、TiNi、TiNiCu 或 CuZnAl 的形状记忆合金 (shape memory alloy) 形成,且上述形状记忆合金之后可简称为 SMA。铁磁性材料在临界温度以上会丧失其特性,上述临界温度为居里温度 (Curie temperature)。举例来说,镍 (Ni) 的居里温度为绝对温度 (Kelven) 631 度。

[0046] SMA 结晶结构会在和奥氏体结晶相 (Austenite crystal phase) 与马氏体结晶相

(Martensite crystal phase) 之间转变,其依据图 1 中的加热 (HEAT) 和冷却 (COOL) 循环的温度而定。图 1 的加热循环显示材料在奥氏体结晶相 (Austenite phase) 百分比 6 与温度 8 的关系。在低温时, SMA 结晶结构为容易变形的马氏体结晶相 (Martensite crystal phase)。在 SMA 材料加热至超过第一温度 2 时, SMA 材料结构会在马氏体结晶相 (Martensite crystal phase) 与奥氏体结晶相 (Austenite crystal phase) 之间转变,直到温度超过马氏体相变温度 (Martensite transformation temperature) 4, 上述 SMA 完全为奥氏体结晶相,且上述 SMA 恢复至初始的形状。如图 2 所示,可利用改变合金的成分而改变产生相变的温度,图 2 显示单位绝对温度的压力增加率 17 对温度 18 的关系图。图 2 显示,当合金为 TiNi (曲线 10)、TiNiCu4.5 (曲线 12)、TiNiCu9 (曲线 14) 或 TiNiCu15 (曲线 16) 的其中之一时,相变温度可介于绝对温度 (Kelvin) 300 度至 350 度之间。

[0047] 本发明的实施例和上述实施例的优点详细叙述如后。如下所述,本发明可应用于一硅基板上制造一非易失性存储器单元。通常可利用检测非易失性存储器单元的电阻,以得知其逻辑状态。

[0048] 图 3A 为本发明一实施例的非易失性存储器单元。在非易失性存储器单元 20 中,于一硅基板上形成第一电极 22。由一铁磁性形状记忆合金形成的螺旋形开关元件 24 电性连接至第一电极 22。形成的螺旋形开关元件 24 位于一重新设定位置中。在本实施例中,可利用常用的蒸镀或溅镀工艺,于开关元件 24 的上方形成一层第二电极 26。第一电极 22 和第二电极 26 之间的空隙可为例如空气或惰性气体环境。惰性气体环境可以改善开关速度且可降低对流损失。可利用常用的蒸镀或溅镀工艺,于第二电极 26 上方形成一电磁铁 30,且通过一绝缘层 28 将第二电极 26 和电磁铁 30 隔开。图 3B 显示本发明实施例的电磁铁 30 的俯视图,上述电磁铁 30 由一例如铜或铝的金属螺旋物形成。

[0049] 可利用对电磁铁 30 通电的方式来设定上述非易失性存储器单元。电磁铁 30 和螺旋形开关元件 24 之间的磁吸引力导致螺旋形开关元件 24 朝着电磁铁 30 移动。一旦螺旋形开关元件 24 接触第二电极 26,可利用去除电磁铁 30 的电力以使磁场消失。可利用凡得瓦力 (Van der Waal's force) 来维持螺旋形开关元件 24 和第二电极 26 之间的电性接触。因此,螺旋形开关元件 24 和第二电极 26 位于设定位置 (set position),而非易失性存储器单元 10 在低电阻状态。不需要施加电力以使螺旋形开关元件 24 维持位于设定位置。

[0050] 图 3C 显示如图 3A 所示的本发明一实施例的重新设定状态 (reset state) 的非易失性存储器单元 20。可利用将一电流通过螺旋形开关元件 24 以重新设定非易失性存储器单元 20。螺旋形开关元件 24 的电阻会导致自身加热使其温度超过马氏体相变温度 (Martensite transformation temperature) (图 1 的元件 4)。结果,铁磁性 SMA 会恢复其初始状态,所以螺旋形开关元件 24 切断和第二电极 26 的电性接触。非易失性存储器单元 20 是在高电阻状态。

[0051] 在另一实施例中,第二电极 26 可由例如镍 (Ni) 的一铁磁性材料形成。可利用类似于图 3A 实施例所述的方式施加磁场,以设定 (set) 非易失性存储器单元 20。一旦去除电磁铁 30 的电力,螺旋形开关元件 24 和第二电极 26 之间的磁吸引力会使螺旋形开关元件 24 保持与第二电极 26 接触。可利用将第二电极 26 通电的方式重新设定 (reset) 非易失性存储器单元 20,会导致非易失性存储器单元 20 的温度上升超过居里温度。上述情形会降低螺旋形开关元件 24 和第二电极 26 之间的磁吸引力,螺旋形开关元件 24 会因为弹性恢复力而

回复至其原来的形状,而切断第二电极 26 和螺旋形开关元件 24 之间电性连接。

[0052] 在其他实施例中,可由任何铁磁性材料形成螺旋形开关元件 24。在本实施例中,可利用类似于图 3A 实施例所述的方式施加磁场,以设定 (set) 非易失性存储器单元 20。可利用将第二电极 26 通电的方式重新设定 (reset) 非易失性存储器单元 20,会使非易失性存储器单元 20 的温度上升超过居里温度。上述情形会降低螺旋形开关元件 24 和第二电极 26 之间的磁吸引力,螺旋形开关元件 24 会因为弹性恢复力而回复至其原来的形状,而切断第二电极 26 和螺旋形开关元件 24 之间电性连接。

[0053] 图 4 为本发明另一实施例的非易失性存储器单元 40。可以于一硅基板上以例如 NiMnGa 的铁磁性 SMA 涂布的一机械弯曲物 42 的方式,于硅基板上形成一开关元件。可利用位于机械弯曲物 42 的两末端的两锚点 44 来固定机械弯曲物 42。于机械弯曲物 42 上方形成一电极 26。电极 22 和电极 26 之间的空隙可为例如空气或惰性气体环境。可利用常用的蒸镀或溅镀工艺,于电极 26 上方形成一电磁铁 30,且通过一绝缘层 28 将电极 26 和电磁铁 30 隔开。

[0054] 可利用对电磁铁 30 通电的方式来设定上述非易失性存储器单元 40。机械弯曲物 42 被电磁铁 30 吸引。在设定位置中,可利用机械弯曲物 42 和电极 26 之间的凡得瓦力 (Van der Waal's force) 来维持机械弯曲物 42 和电极 26 之间的电性接触。因此,电磁铁 30 可不通电而非易失性存储器单元 40 仍维持其状态 (在设定位置)。

[0055] 可利用于机械弯曲物 42 的锚点 44 之间施加一电压差的方式以重新设定非易失性存储器单元 20。流经机械弯曲物 42 中的电流会导致其温度增加而超过马氏体相变温度 (Martensite transformation temperature) (图 1 的元件 4),且因此机械弯曲物 42 会恢复其初始状态,切断和电极 26 的电性接触。因此,非易失性存储器单元 40 是在高电阻状态。上述状态为稳定态且不需再施加任何电力。

[0056] 图 5A 和图 5B 为本发明又另一实施例的非易失性存储器单元 50。可利用于一硅基板上以铁磁性材料涂布一机械弯曲物 42 的方式,于一硅基板形成一开关元件。可利用位于机械弯曲物 42 的两末端的两锚点 44 来固定机械弯曲物 42。电极 22 和电极 26 之间的空隙可为例如空气或惰性气体环境。于机械弯曲物 42 上方形成一电极 26。上述电极可包括例如镍 (Ni) 的铁磁性材料条状物 46。上述铁磁性材料条状物可降低将磁材料加热超过居里温度的所需电流大小。可利用常用的蒸镀或溅镀工艺,于电极 26 上方形成一电磁铁 30,且通过一绝缘层 28 将电极 26 和电磁铁 30 隔开。

[0057] 可利用对电磁铁 30 通电的方式来设定上述非易失性存储器单元 50。利用电磁铁产生的磁场使机械弯曲物 42 朝电极 26 偏斜。可利用机械弯曲物 42 和电极 26 之间的磁吸引力来维持机械弯曲物 42 和电极 26 之间的电性接触。因此,电磁铁 30 可不通电而非易失性存储器单元 50 仍维持其状态 (在设定位置)。

[0058] 可利用将电极 26 通电的方式重新设定 (reset) 非易失性存储器单元 50,会使电极 26 的温度上升超过居里温度。上述情形会降低铁磁性材料条状物 46 和机械弯曲物 42 之间的磁吸引力,机械弯曲物 42 的弹性恢复力会切断机械弯曲物 42 和电极 26 之间的电性连接,且机械弯曲物 42 会回复至其初始的形状。因此,在重新设定位置中,非易失性存储器单元 50 是在高电阻状态。意即此时存储器单元 50 的电阻高于当机械弯曲物 42 在设定位置时的存储器单元 50 的电阻。

[0059] 虽然本发明已以实施例公开如上,在不脱离本发明的精神和范围内,当可作些许的更动与润饰。举例来说,上述开关元件可与电磁铁 30 接触而不需要有隔开的电极 26。本发明实施例的非易失性存储器单元可具有一铁磁性电极,其用以使开关元件维持与在设定位置的电极接触,可利用将电极或开关元件通电的方式重新设定非易失性存储器单元,上述情形是分别加热电极或开关元件超过居里温度。本发明其他实施例的非易失性存储器单元可具有一分隔加热电阻,当电流通过上述分隔加热电阻时,上述分隔加热电阻会加热上述开关元件或上述电极。

[0060] 因此,本发明实施例的非易失性存储器单元具有一磁铁 (30)、一铁磁性开关元件 (24) 和加热元件 (26)。上述非易失性存储器单元具有低电阻的一设定位置和具有高电阻的一重新设定位置。可利用对开关元件 (24) 施加一磁场,以设定 (set) 非易失性存储器单元,且会导致开关元件 (24) 移动至设定位置。可利用加热元件 (26) 重新设定 (reset) 非易失性存储器单元,上述加热元件 (26) 会导致开关元件 (24) 回到重新设定位置。可由一铁磁性材料或一铁磁性形状记忆合金形成上述开关元件。

[0061] 虽然本发明已以实施例公开如上,然其并非用以限定本发明,任何本领域普通技术人员,在不脱离本发明的精神和范围内,当可作些许的更动与润饰,因此本发明的保护范围当视随附的权利要求所界定的保护范围为准。



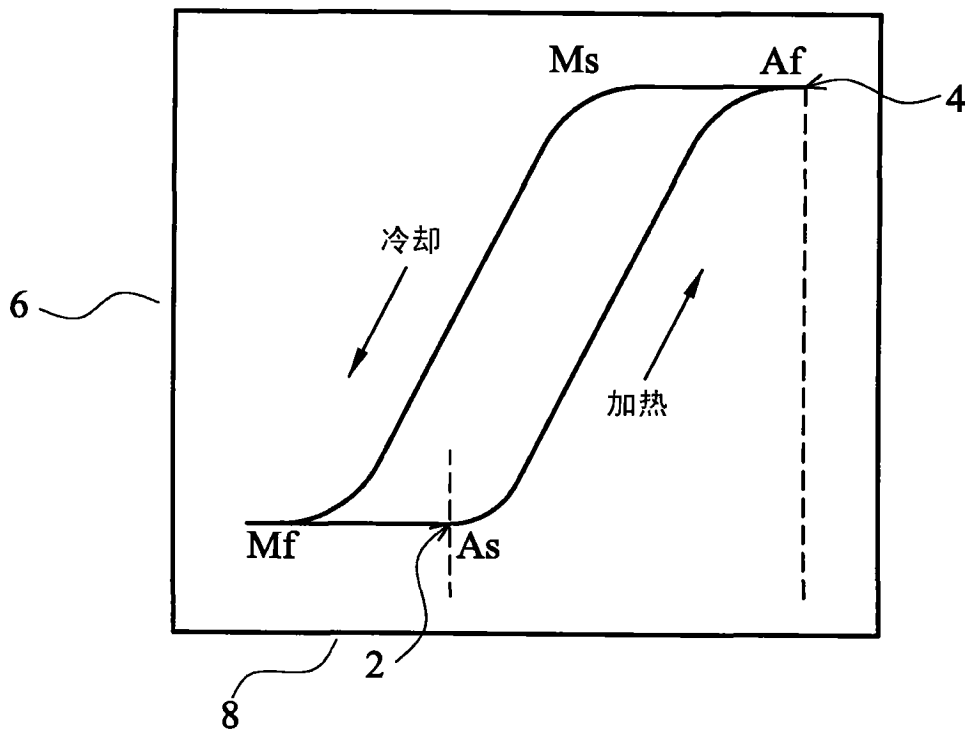


图 1

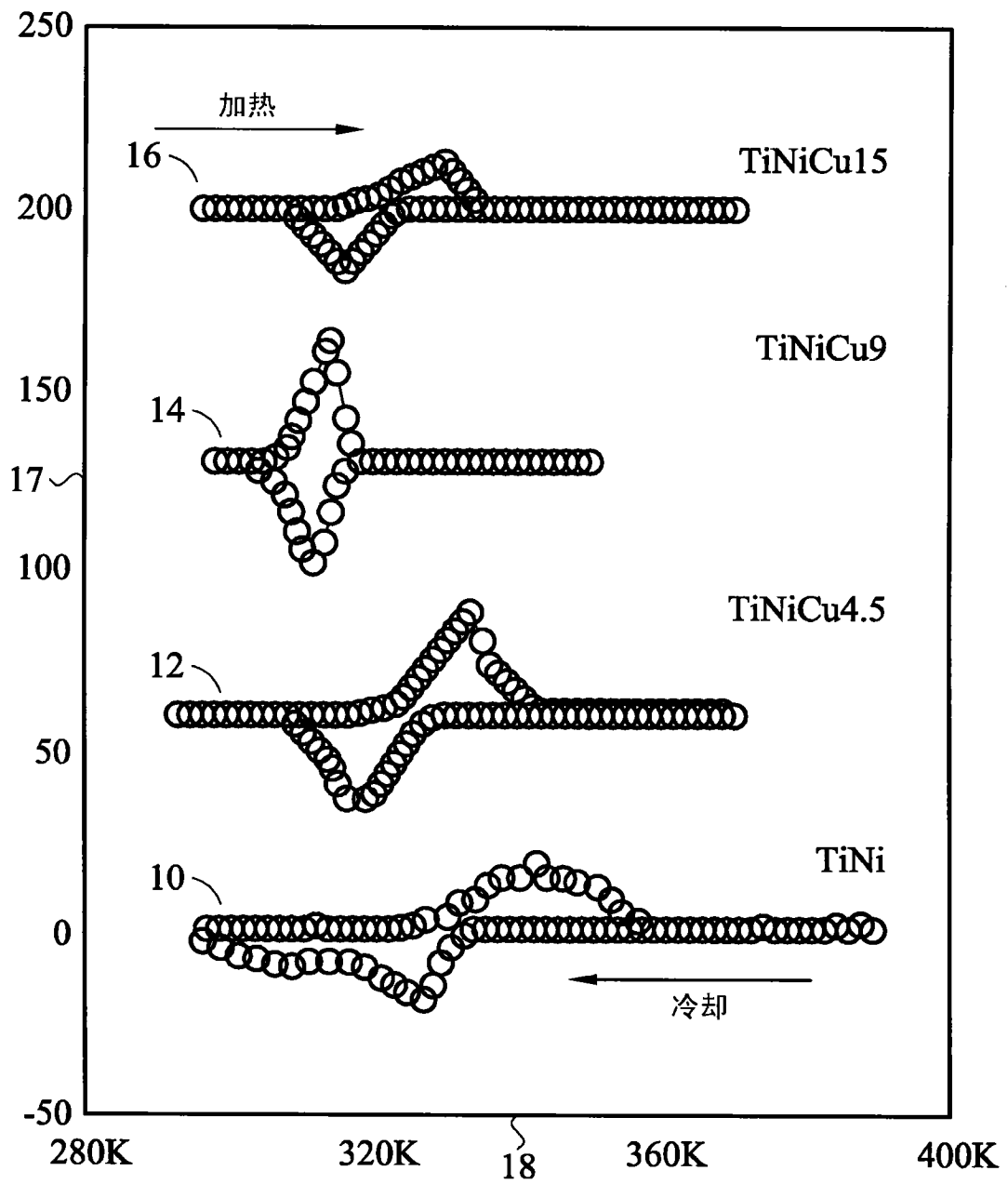


图 2

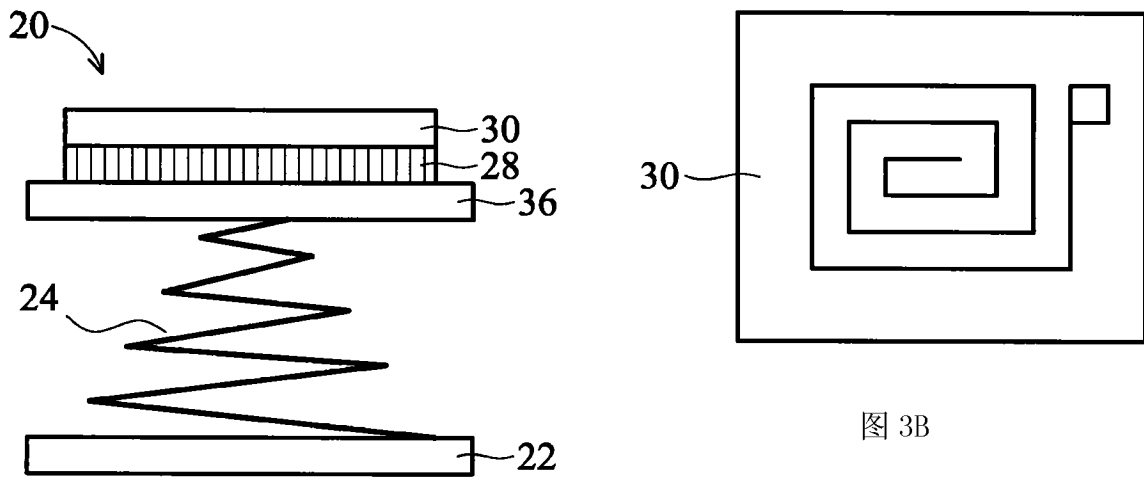


图 3A

图 3B

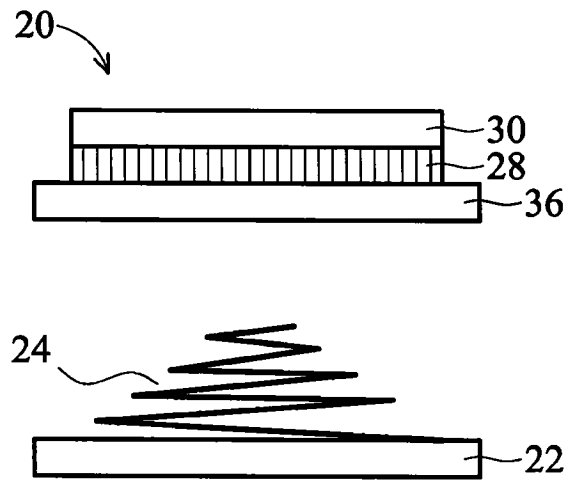


图 3C

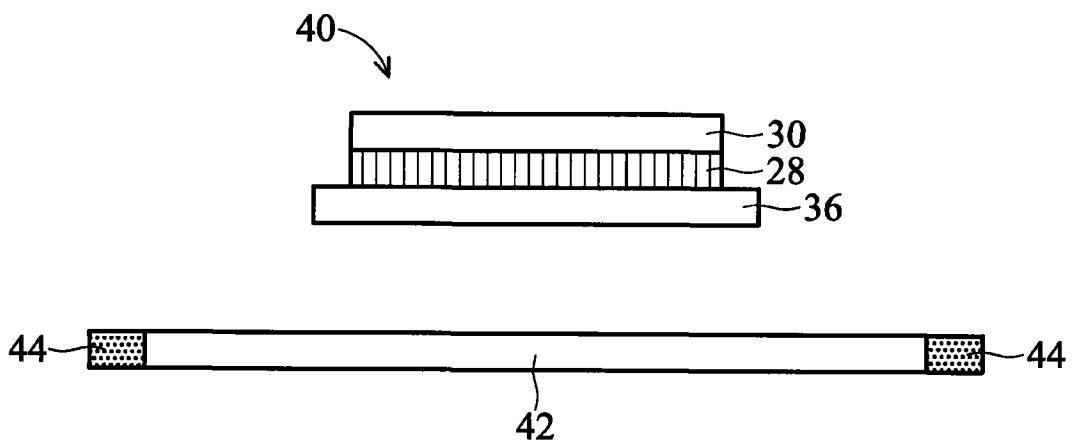


图 4

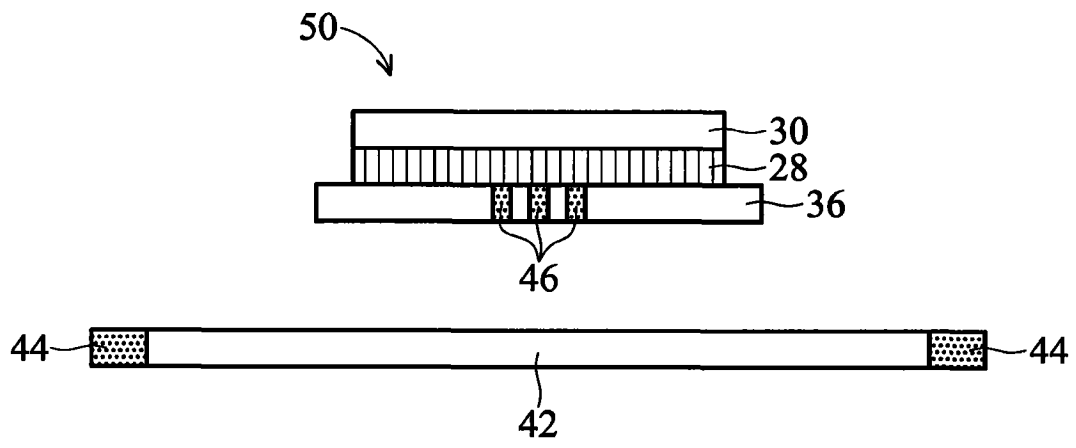


图 5A

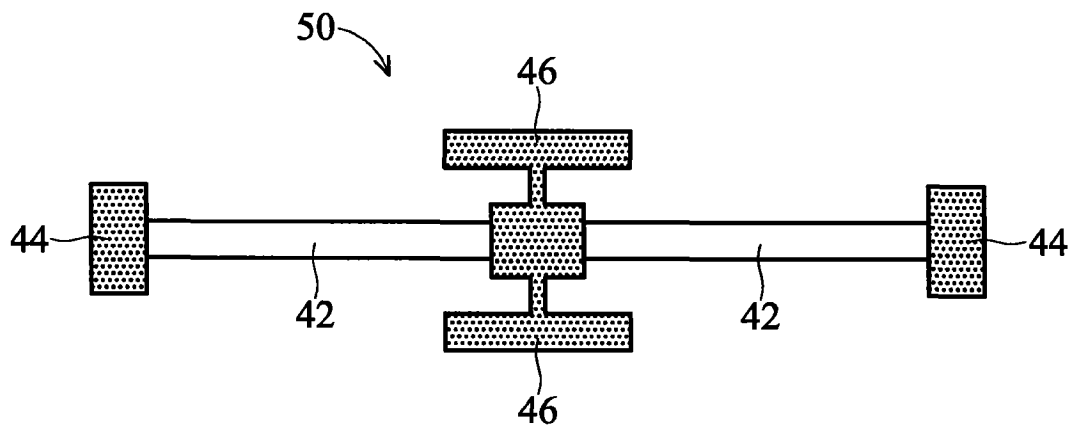


图 5B