

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
G11C 11/56 (2006.01)



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200710148919.5

[43] 公开日 2008 年 8 月 13 日

[11] 公开号 CN 101241756A

[22] 申请日 2007.9.12

[21] 申请号 200710148919.5

[30] 优先权

[32] 2007.2.7 [33] US [31] 11/672,125

[71] 申请人 旺宏电子股份有限公司

地址 台湾省新竹科学工业园区力行路 16 号

[72] 发明人 龙翔澜

[74] 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任公司
代理人 周国城

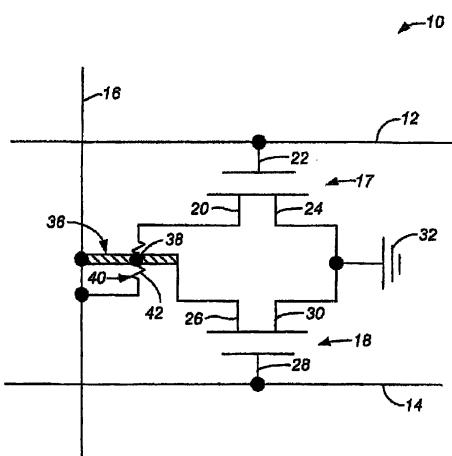
权利要求书 3 页 说明书 8 页 附图 2 页

[54] 发明名称

具有不同读取与程序化路径的存储单元

[57] 摘要

本发明涉及存储器技术领域，公开了一种存储单元，包括一位线、一读取字线、一程序化字线、一读取装置，与一程序化装置。一存储元件在第一与第二存储元件终端之间包括一存储区域，其包括一存储材料，此存储材料的电气性质可通过施加能量而改变。一能量发射元件包括彼此分离的第一与第二能量发射元件终端，在此二终端之间包括一能量发射区域，其与存储区域之间具有一能量传导关系。



1. 一种存储单元，该存储单元为一存储装置的一部分，其特征在于，该存储单元包括：

一位线、一读取字线、以及一程序化字线；

一读取装置其具有一第一读取终端与一第二读取终端，该第二读取终端连接至该读取字线；

一程序化装置其具有一第一程序化终端与一第二程序化终端，该第二程序化终端连接至该程序化字线；

一存储元件其具有一第一存储元件终端与一第二存储元件终端，且在该第一存储元件终端与该第二存储元件终端之间包括一存储区域，该存储元件的该存储区域包括一存储材料，该存储材料的电气性质可通过施加能量而改变；

该第一存储元件终端连接至该第一读取终端，且该第二存储元件终端连接至该位线；

一能量发射元件，包括一第一能量发射元件终端与一第二能量发射元件终端、以及位于该第一能量发射元件终端与该第二能量发射元件终端之间的一能量发射区域；

该能量发射区域与该存储区域之间具有一能量传导关系；以及

该第一能量发射元件终端连接至该第一程序化终端，且该第二能量发射元件终端连接至该位线。

2、根据权利要求 1 所述的存储单元，其特征在于，该存储材料包括一相变化材料。

3、根据权利要求 1 所述的存储单元，其特征在于，该存储材料的电气性质可通过施加热量而改变。

4、根据权利要求 1 所述的存储单元，其特征在于，该能量发射元件发射热能。

5、根据权利要求 1 所述的存储单元，其特征在于，该能量发射元件包括一电阻。

6、根据权利要求 1 所述的存储单元，其特征在于，该能量发射区域系与该存储区域以电气分隔。

7、一种相变化存储单元，该存储单元为一相变化存储装置的一部份，其特征在于，该存储单元包括：

一位线、一读取字线、以及一程序化字线；

该读取装置具有一第一读取终端与一第二读取终端，该第二读取终端连接至该读取字线；

一程序化装置其具有一第一程序化终端与一第二程序化终端，该第二程序化终端连接至该程序化字线；

一相变化元件其具有一第一相变化元件终端与一第二相变化元件终端，且在该第一相变化元件终端与该第二相变化元件终端之间包括一相变化区域，该相变化元件的该相变化区域包括一相变化材料，该相变化材料的电阻可通过施加热量而改变；

该第一相变化元件终端连接至该第一读取终端，且该第二相变化元件终端连接至该位线；

一热量发射元件其包括一第一热量发射元件终端与一第二热量发射元件终端、以及介于该第一热量发射元件终端与该第二热量发射元件终端之间的一热量发射区域；

该热量发射区域与该相变化区域之间具有一热量传导关系；以及

该第一热量发射元件终端连接至该第一程序化终端、且该第二热量发射元件终端连接至该位线。

8、一种用以程序化存储单元的方法，其特征在于，该存储单元为一存储装置的一部份，该存储单元包括：一存储元件其在一第一存储元件终端与一第二存储元件终端之间包括一存储区域，该存储元件的该存储区域

包括一存储材料，该存储材料的电气性质可通过施加能量而改变；一能量发射元件包括一第一能量发射元件终端与一第二能量发射元件终端、以及位于该第一能量发射元件终端与第二能量发射元件终端之间的一能量发射区域；该能量区域与该存储区域之间具有一能量传导关系；该方法包括：

通过在该第一能量发射元件终端与第二能量发射元件终端之间加载一第一电流、而从该能量发射区域传导能量至该存储区域，以改变该存储区域的该电气性质状态；

通过在该第一存储元件终端与该第二存储元件终端之间加载一第二电流，而检测该存储材料元件的该电气性质状态。

9、根据权利要求 8 所述的用以程序化存储单元的方法，其特征在于，该电气性质状态改变步骤包括从该能量传导区域传导热能至该存储区域。

10、根据权利要求 8 所述的用以程序化存储单元的方法，其特征在于，该存储材料包括一相变化材料。

11、根据权利要求 8 所述的用以程序化存储单元的方法，其特征在于，该电气性质状态改变步骤包括改变该存储元件的电阻值。

12、根据权利要求 8 所述的用以程序化存储单元的方法，其特征在于，该改变步骤的进行未使该第一电流进入该存储元件，且该检测步骤的进行未使该第二电流进入该能量发射元件。

具有不同读取与程序化路径的存储单元

技术领域

本发明涉及存储器技术领域，尤其涉及一种使用存储材料的高密度存储装置，例如电阻随机存取存储装置 RRAM，以及用以制造这种装置的方法。存储材料可通过施加能量而在两种电气性质状态之间切换。存储材料可为相变化存储材料，包括含硫化物材料与其它材料。

背景技术

相变化存储材料广泛地用于读写光盘中。这些材料包括有至少两种固态相，即非晶态的固态相，以及结晶态的固态相。激光脉冲用于读写光盘片中，以在二种固态相中切换，并读取这种材料在相变化之后的光学性质。

如硫化物及类似材料的这种相变化存储材料，可通过施加其幅度适用于集成电路中的电流，而致使晶相变化。一般而言非晶态的特征在于非晶态的电阻高于结晶态，此电阻值可轻易测量得到而用以作为指示。这种特性则引发使用可程序化电阻材料以形成非易失性存储器电路等兴趣，此电路可用于随机存取读写。

从非晶态转变至结晶态一般为一低电流步骤。从结晶态转变至非晶态(以下指称为重置(reset))一般为一高电流步骤，该高电流步骤包括一短暂的高电流密度脉冲以融化或破坏结晶结构，其后此相变化材料会快速冷却，抑制相变化的过程，使得至少部份相变化结构得以维持在非晶态。理想状态下，致使相变化材料从结晶态转变至非晶态的重置电流幅度应越低越好。为降低重置所需的重置电流幅度，可通过减低在存储器中的相变化材料元件的尺寸、以及减少电极与此相变化材料的接触面积而实现，因此可针对此相变化材料元件施加较小的绝对电流值而实现较高的电流密度。

此领域发展的一种方法是致力于在一集成电路结构上形成微小孔洞，并使用微量可程序化的电阻材料填充这些微小孔洞。致力于这种微小孔洞的专利包括：在 1997 年 11 月 11 日公告的美国专利第 5,687,112 号“Multibit

Single Cell Memory Element Having Tapered Contact”、发明人为 Ovshinsky；在 1998 年 8 月 4 日公告的美国专利第 5,789,277 号 “Method of Making Chalogenide [sic] Memory Device”、发明人为 Zahorik 等；在 2000 年 11 月 21 日公告的美国专利第 6,150,253 号 “Controllable Ovonic Phase-Change Semiconductor Memory Device and Methods of Fabricating the Same”、发明人为 Doan 等。

在相变化存储器中，通过施加电流而致使相变化材料在非晶态与结晶态之间切换而储存数据。电流会加热此材料并致使在各状态之间转换。从非晶态转变至结晶态一般为一低电流步骤。从结晶态转变至非晶态(以下指称为重置(reset))一般为一高电流步骤。较佳地，将用以导致相变化材料进行转换(从结晶态转换至非晶态)的重置电流幅度最小化。重置所需要的重置电流幅度可以通过将存储单元中的主动相变化材料元件的尺寸减少而降低。

发明内容

有鉴于此，本发明的一个目的在于提供一种存储单元，该存储单元为一存储装置的一部分，该存储单元包括一位线、一读取字线、以及一程序化字线。此存储单元包括多个其它元件，包括具有第一读取终端与第二读取终端的读取装置，第二读取终端连接至读取字线。一包括具有第一程序化终端与第二程序化终端的程序化装置，第二程序化终端连接至程序化字线。一存储元件其具有一第一存储元件终端与一第二存储元件终端，且在该第一存储元件终端与该第二存储元件终端之间包括有一存储区域。该存储元件的至少存储区域包括相变化材料，其具有可通过施加能量而改变的电气性质。第一存储元件终端连接至第一读取终端、且第二存储元件终端连接至位线。一能量发射元件包括一第一能量发射元件终端与一第二能量发射元件终端、以及位于该第一能量发射元件终端与该第二能量发射元件终端之间的能量发射区域。能量发射区域与存储区域之间具有一能量传导关系。第一能量发射元件终端连接至第一程序化终端，而第二能量发射元件终端连接至位线。

本发明还提供了一种用以程序化存储单元的方法，包括改变以及检测

步骤，如下所述。此存储单元为一存储装置的一部份，且包括了多种元件。一存储元件包括介于第一存储元件终端与第二存储元件终端间的一存储区域。此存储元件的该存储区域至少包括一存储材料，该存储材料具有可通过施加能量而改变的电气性质。一能量发射元件包括一第一能量发射元件终端与一第二能量发射元件终端、以及位于第一能量发射元件终端与第二能量发射元件终端之间的能量发射区域。能量区域与存储区域之间具有一能量传导关系。通过在该第一能量发射元件终端与第二能量发射元件终端之间加载一第一电流、而从该能量发射区域传导能量至该存储区域，以改变该存储区域的该电气性质状态。通过在该第一存储元件终端与该第二存储元件终端之间加载一第二电流，而检测该存储材料元件的电气性质状态。在某些方法中，电气性质状态改变步骤，包括了从能量传导区域传导热量到存储区域。

以下详细说明了本发明的结构与方法。本发明内容说明章节目的并非在于定义和限制本发明。本发明所要求保护的范围由权利要求的范围所定义。凡本发明的实施例、特征、目的及优点等将可通过下列说明申请专利范围及所附图获得充分了解。

附图说明

图 1 为本发明的一存储单元。

图 2 示出了图 1 的存储元件与能量发射元件的相对方向示意图。

图 3 示出了图 2 的结构中，穿过能量发射元件的电流路径。

图 4 为温度与压力对于时间的变化图，示出了现有技术中使一相变化材料转换成结晶态（典型地特征为 1）以及非晶态（典型地特征为 0）。

图 5 示出了图 2 的结构中，穿过存储元件的电流路径，以允许读取存储元件的状态。

【主要元件符号说明】

10 存储单元

12 程序化字线

14 读取字线

16	位线
17	程序化装置
18	读取装置
20	漏极（第一程序化终端）
22	栅极（第二程序化终端）
24	源极
26	漏极（第一读取终端）
28	栅极（第二读取终端）
30	源极
32	接地
36	存储元件
38	存储区域
40	能量发射元件
42	能量发射区域

具体实施方式

以下的说明内容将参照至特定结构实施例与方法。可以理解的是，本发明的范畴并非限制于特定所公开的实施例，且本发明可利用其它特征、元件、方法与实施例进行实施。较佳实施例被描述以了解本发明，而非用以限制本发明的范畴，本发明的范畴以权利要求所要求保护的范围为准。本领域技术人员可以根据后续的叙述而了解本发明的均等变化。在各实施例中的类似元件将以类似标号进行指定。

图 1 为一电路图，示出了根据本发明的存储单元 10 的实施例。存储单元 10 典型地为一半导体存储装置（例如一 RRAM 装置）的部分。存储单元 10 包括一程序化字线 12、一读取字线 14、以及一位线 16。存储单元 10 还包括一程序化装置 17（以程序化晶体管方式）、以及一读取装置 18（以读取晶体管方式）。程序化装置 17 包括一漏极 20（作用为一第一程序化终端 20）、一栅极 22（作用为第二程序化终端 22）、以及一源极 24。读取装置 18 包括一漏极 26（作用为第一读取终端 26）、一栅极 28（作用为第二读取终端 28）、以及一源极 30。第二程序化终端 22 连接至程序化字

线 12，且第二读取终端 28 连接至读取字线 14。在此实施例中，源极 24，30 系彼此连接，并接地 32。

存储单元 10 还包括一存储元件 36，存储元件 36 将第一读取终端 26 连接至位线 16。存储元件 36 包括一存储区域 38，存储区域 38 包括一存储材料，而存储材料的电气性质状态可通过施加能量而改变。目前存储材料可为一程序化电阻型存储材料，尤其是相变化材料。各种相变化材料如下所详述。然而，本发明的发明人无法得知现今存在的存储材料、或者未来所发现的存储材料，也可能适用于本发明中。存储单元 10 也包括能量发射元件 40，能量发射元件 40 将第一程序化终端 20 连接至位线 16。能量发射元件 40 包括一能量发射区域 42。能量发射区域与存储区域 38 之间具有一能量传导关系。在图 1 的实施例中，能量发射元件为一电阻元件，并发射热量能量以加热存储元件 36 的存储区域 38。在某些实施例中，能量发射区域与存储区域电气地隔离。能量发射元件 40 可被建构以发射其它类型的能量，例如磁场能量或光能量，具体发射哪种类型的能量由能量发射元件 40 所使用的存储材料决定。

能量发射元件 40 中，至少能量发射区域 42 可由适当的高电阻导体所构成，包括如碳化物、碳、钨、以及氮化钨等。

在所公开的实施例中，存储元件 36 与能量发射元件 40 大致上彼此垂直，以将存储区域 38 的尺寸减到最小，如图 2 所示。

存储单元 10 的程序化是通过将电流从程序化装置 17 导通到能量发射元件 40 而实现的。通过将适量的电流通过能量发射元件 40，存储区域 38 可被加热，以使得存储区域成为大致结晶态的低电阻态（亦即「设置」）或大致非晶态的高电阻态（亦即重置）。存储区域 38 的电流流通以及加热效应如图 3 与图 4 所示。图 5 示出了将电流从读取装置 18 的第一读取终端 26 导通至位线 16 而通过存储元件 36，以典型地通过感应放大器（未示）检测存储元件的状态。

存储单元 10 电气地隔离了存储元件 36 与能量发射元件，该隔离方式是将程序化电流通过能量发射元件 40 但不通过存储元件 36、并且将读取电流通过存储元件 36 但不通过能量发射元件 40。具有分离的读取与程序化路径时，与现有程序化电阻存储装置相较之下，允许了读取电流的增加，

因为能量发射元件 40 并非与存储元件 36 串联。此外，与现有程序化电阻存储装置相较之下，通过使用一较高电阻的能量发射元件 40，可减低程序化电流。

相变化材料的有用特征，包括此材料的电阻值以可逆的方式进行程序化，例如其具有至少二固态相而可逆地通过施加电流而诱发。此至少二固态相包括一非晶相以及一结晶相。然而，在操作中，相变化材料可能不会完全转变成非晶相或结晶相。中间相或混合相也可能在材料特征上具有可检测的特征。此二固态相应该大致为双稳态，并具有不同的电气性质。相变化材料可为一硫化物材料。一硫化物材料可包括 GST（锗锑碲）。在后续的说明书中，相变化材料通常以 GST 指称，且可以理解的是，也可使用其它类型的相变化材料。在本发明的存储单元中可供使用的材料为 Ge₂Sb₂Te₅。

本发明的存储单元 10 可利用标准的光刻与薄膜沉积技术而轻易制作，不需要额外形成次光刻图案的步骤，并可使得细胞中在程序化时实际改变电阻率的区域的尺寸非常微小。存储元件 36 中，产生相变化的存储区域 38 较佳地为小尺寸，因此，用以产生相变化的重置电流幅度也可缩小。

存储单元 10 的实施例，包括在存储元件 36 含有硫化物材料与其它相变化材料。硫化物包括下列四元素的任一者：氧 (O)、硫 (S)、硒 (Se)、以及碲 (Te)，形成元素周期表上第 VI 族的部分。硫属化合物包括将一硫属元素与一为正电性的元素或自由基结合而得。硫化合物合金包括将硫化合物与其它物质如过渡金属等结合。一硫化合物合金通常包括一个以上选自元素周期表第六栏的元素，例如锗 (Ge) 以及锡 (Sn)。通常，硫化合物合金包括下列元素中一个以上的复合物：锑 (Sb)、镓 (Ga)、铟 (In)、以及银 (Ag)。许多以相变化为基础的存储材料已经被描述于技术文件中，包括下列合金：镓/锑、铟/锑、铟/硒、锑/碲、锗/碲、锗/锑/碲、镓/锑/碲、镓/硒/碲、锡/锑/碲、铟/锑/锗、银/铟/锑/碲、锗/锡/锑/碲、锗/锑/硒/碲、以及碲/锗/锑/硫。在锗/锑/碲合金家族中，可以尝试大范围的合金成分。此成分可以下列特征式表示： $\text{Te}_a\text{Ge}_b\text{Sb}_{100-(a+b)}$ ，其中 a 与 b 代表了所组成元素的原子总数为 100% 时，各原子的百分比。一位研究员描述了最有用的合金为，在沉积材料中所包含的平均碲浓度远低于 70%，典型地低于 60%，

并在一般型态合金中的碲含量范围从最低 23%至最高 58%，且最佳地介于 48%至 58%的碲含量。锗的浓度高于约 5%，且其在材料中的平均范围从最低 8%至最高 30%，一般低于 50%。最佳地，锗的浓度范围介于 8%至 40%。在此成分中所剩下的主要成分则为锑。（Ovshinsky ‘112 专利，栏 10~11）由另一研究者所评估的特殊合金包括 $\text{Ge}_2\text{Sb}_2\text{Te}_5$ 、 GeSb_2Te_4 、以及 GeSb_4Te_7 。（Noboru Yamada, "Potential of Ge-Sb-Te Phase-change Optical Disks for High-Data-Rate Recording", SPIE v.3109, pp. 28-37(1997)）更一般地，过渡金属如铬(Cr)、铁(Fe)、镍(Ni)、铌(Nb)、钯(Pd)、铂(Pt)、以及上述的混合物或合金，可与锗/锑/碲结合以形成一相变化合金其包括有可程序化的电阻性质。可使用的存储材料的特殊范例，例如 Ovshinsky ‘112 专利中栏 11-13 所述，该范例在此列入以供参考。

相变化材料能在此细胞主动信道区域内依其位置顺序在材料为一般非晶状态的第一结构状态与为一般结晶固体状态的第二结构状态之间切换。这些材料至少为双稳定态。此词汇「非晶」用以指称一相对较无次序的结构，其较之一单晶更无次序性，而带有可检测的特征如较之结晶态更高的电阻值。此词汇「结晶态」用以指称一相对较有次序的结构，其较之非晶态更有次序，因此包括有可检测的特征例如比非晶态更低的电阻值。典型地，相变化材料可电切换至完全结晶态与完全非晶态之间所有可检测的不同状态。其它受到非晶态与结晶态的改变而影响的材料特中包括，原子次序、自由电子密度、以及活化能。此材料可切换成为不同的固态、或可切换成为由两种以上固态所形成的混合物，提供从非晶态至结晶态之间的灰阶部分。此材料中的电性质也可能随之改变。

相变化材料可通过施加一电脉冲而从一种相态切换至另一相态。先前观察指出，一较短、较大幅度的脉冲倾向于将相变化材料的相态改变成大体为非晶态。一较长、较低幅度的脉冲倾向于将相变化材料的相态改变成大体为结晶态。在较短、较大幅度脉冲中的能量够大，因此足以破坏结晶结构的键能，同时够短因此可以防止原子再次排列成结晶态。在没有不适当实验的情形下，可以利用实验方法决定特别适用于一特定相变化材料以及装置结构的适当脉冲量变曲线。

以下简略介绍一种相变化材料。

硫化物材料

$Ge_xSb_yTe_z$

x:y:z = 2:2:5

或其它成分为 x: 0~5; y: 0~5; z: 0~10

以氮、硅、钛或其它元素掺杂的 GeSbTe 也可被使用。

形成方法：利用 PVD 溅射或磁控(Magnetron)溅射方式，其反应气体为氩气、氮气、及/或氦气、压力为 1 mTorr 至 100 mTorr。此沉积步骤一般在室温下进行。一长宽比为 1~5 的准直器(collimator)可用以改良其填入表现。为了改善其填入表现，还可使用数十至数百伏特的直流偏压。另一方面，同时合并使用直流偏压以及准直器也是可行的。

有时需要在真空中或氮气环境中进行一沉积后退火处理，以改良硫化物材料的结晶态。此退火处理的温度典型地介于 100°C 至 400°C，而退火时间则少于 30 分钟。

硫化物材料的厚度随着单元结构的设计而定。一般而言，硫化物的厚度大于 8 纳米的可以具有相变化特性，使得此材料展现至少双稳定的电阻态。

与相变化随机存取存储装置的制造、元件材料、使用、与操作方式相关的额外信息，请参见美国专利申请案号第 11/155,067 号 “Thin Film Fuse Phase Change Ram And Manufacturing Method”，申请日为 2005/6/17。

上述说明中所提到的词汇如之上、之下、上、底等，仅为协助了解本发明，而非用以限制本发明。

虽然本发明已参照较佳实施例来加以描述，但所应理解的是，本发明创作并未受限于其详细描述内容。替换方式及修改样式已于先前描述中所建议，并且其它替换方式及修改样式将为本领域技术人员所可能想到。特别是，根据本发明的结构与方法，所有具有实质上相同于本发明的构件结合而达成与本发明实质上相同结果的皆不脱离本发明的精神范畴。因此，所有此等替换方式及修改样式意欲落在本发明于随附权利要求范围及其均等物所界定的范畴之中。

任何在前文中提及的专利申请案以及印刷文本，均可作为本发明的参考。

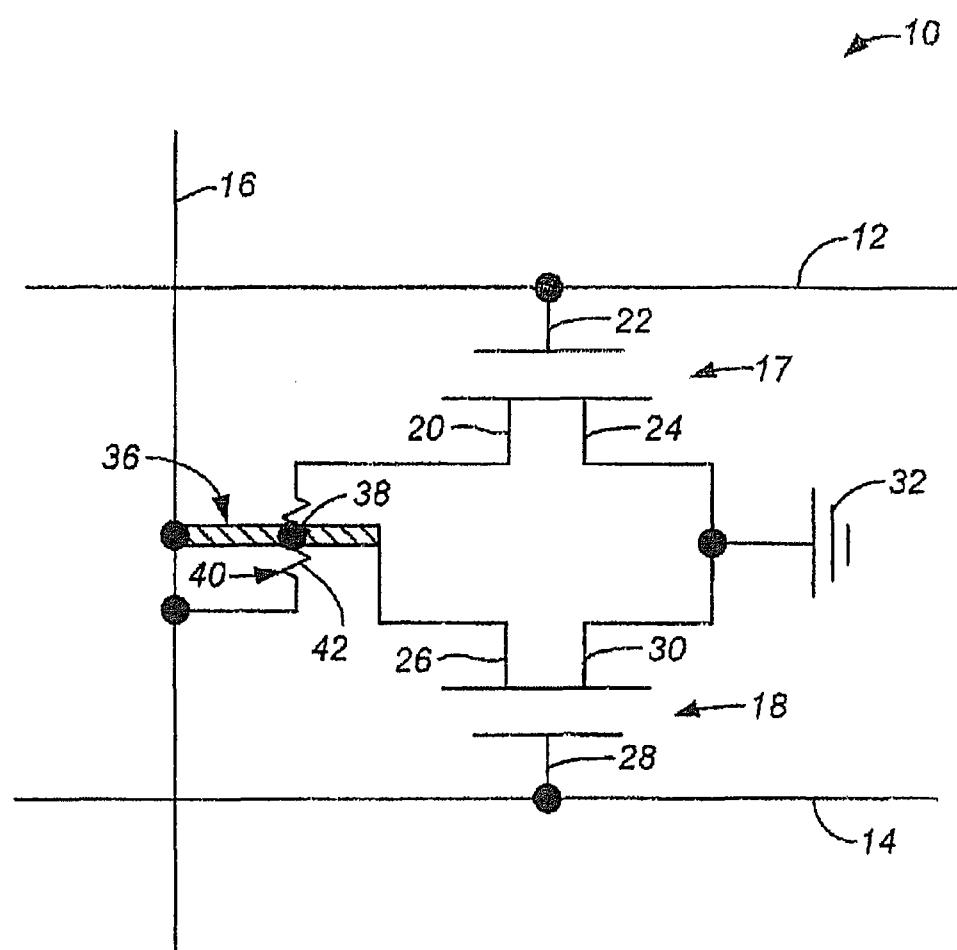


图 1

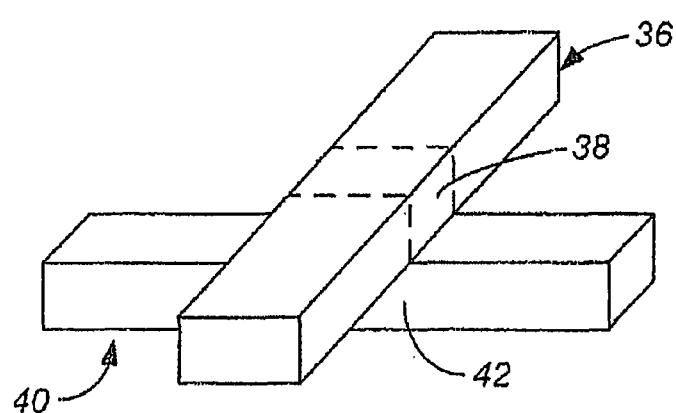


图 2

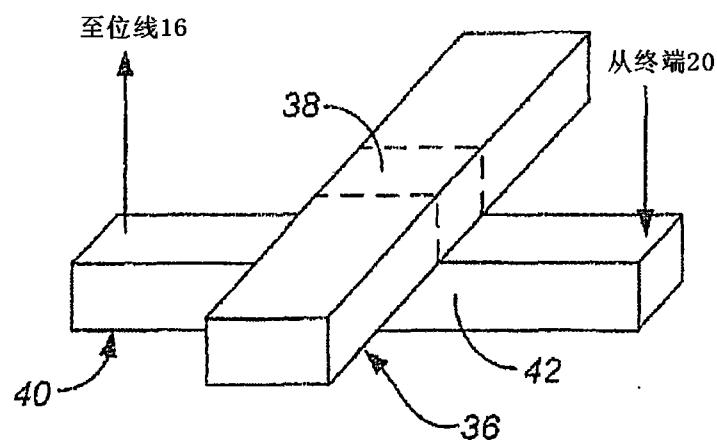


图 3

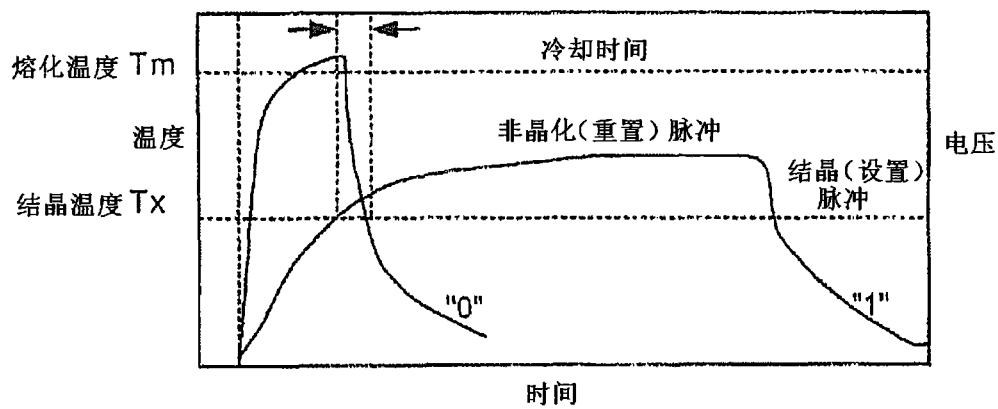


图 4

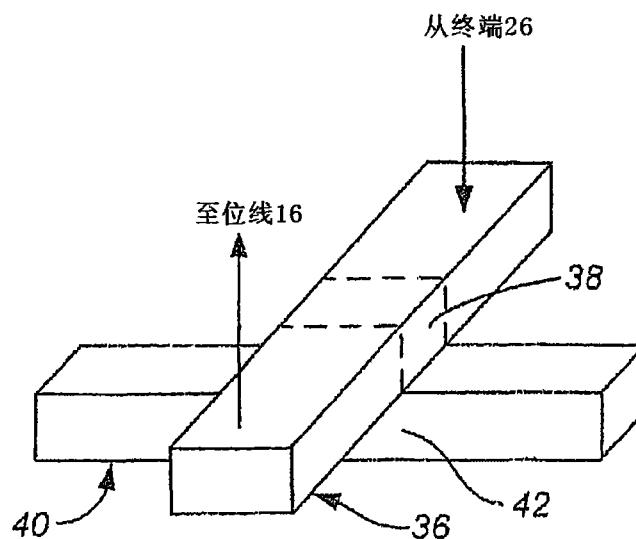


图 5