



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102687202 B

(45) 授权公告日 2014. 01. 15

(21) 申请号 201180005111. 6

(22) 申请日 2011. 01. 03

(30) 优先权数据

12/684, 510 2010. 01. 08 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2012. 06. 26

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/US2011/020011 2011. 01. 03

(87) PCT国际申请的公布数据

W02011/084906 EN 2011. 07. 14

(73) 专利权人 国际商业机器公司

地址 美国纽约

(72) 发明人 D·C·沃莱吉

(74) 专利代理机构 北京市中咨律师事务所

11247

代理人 于静 张亚非

(51) Int. Cl.

G11C 11/00(2006. 01)

(56) 对比文件

US 2008219044 A1, 2008. 09. 11, 24-31段, 附图 1A-4B.

US 2002159288 A1, 2002. 10. 31, 10-37段、附图 1-3B.

US 2009174015 A1, 2009. 07. 09, 全文.

审查员 刘栩

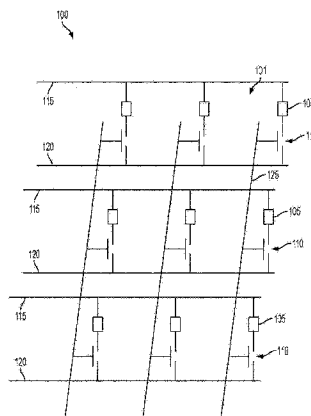
权利要求书1页 说明书4页 附图3页

(54) 发明名称

用于基于自旋扭矩的存储器装置的读取方向

(57) 摘要

一种基于自旋扭矩的存储器装置包括:在阵列中的多个磁存储基元,每一个磁存储基元包括至少一个磁隧道结(MTJ)元件;以及与所述多个磁存储基元对应的至少一条位线和至少一条位补线。通过沿第一方向或第二方向驱动写入电流以将每一个相应的 MTJ 元件编程为低电阻状态或高电阻状态而写入所述相应的 MTJ 元件,并且,通过沿倾向于将每一个相应的 MTJ 元件干扰成高电阻状态的方向驱动读取电流通过所述相应的 MTJ 元件而读取所述相应的 MTJ 元件。



1. 一种基于自旋扭矩的存储器装置,包括:  
在阵列中的多个磁存储基元,每一个磁存储基元包括至少一个磁隧道结(MTJ)元件;  
以及  
与所述多个磁存储基元对应的至少一条位线和至少一条位补线,  
其中,通过沿第一方向或第二方向驱动写入电流以将每一个相应的 MTJ 元件编程为低电阻状态或高电阻状态而写入所述相应的 MTJ 元件,并且,通过沿倾向于将每一个相应的 MTJ 元件干扰成高电阻状态的方向驱动读取电流通过所述相应的 MTJ 元件而读取所述相应的 MTJ 元件。
2. 根据权利要求 1 的基于自旋扭矩的存储器装置,其中,每一个 MTJ 元件包括自由磁层、隧道势垒层和钉扎层,且用于读取的电流从所述钉扎层流动到所述自由磁层。
3. 根据权利要求 1 的基于自旋扭矩的存储器装置,其中,跨过所述相应的 MTJ 元件的读取电压在约 50 毫伏(mV)到约 100mV 的范围内。
4. 根据权利要求 1 的基于自旋扭矩的存储器装置,还包括:  
多条字线,每一条字线对应于磁存储基元且允许电流流过所述磁存储基元。
5. 根据权利要求 4 的基于自旋扭矩的存储器装置,其中,每一个磁存储基元还包括:  
开关装置,其通过相应的字线而被赋能以允许电流流过所述相应的 MTJ 元件。
6. 根据权利要求 5 的基于自旋扭矩的存储器装置,其中,所述相应的字线被耦合到所述开关装置的栅极。
7. 一种用于操作基于自旋扭矩的存储器装置的计算机实施的方法,所述基于自旋扭矩的存储器装置包括多个磁存储基元,每一个磁存储基元包括至少一个磁隧道结(MTJ)元件,所述方法包括:  
通过沿第一方向或第二方向驱动写入电流而将相应的 MTJ 元件编程为低电阻状态或高电阻状态;以及  
通过沿倾向于将所述相应的 MTJ 元件干扰成高电阻状态的方向驱动读取电流通过所述相应的 MTJ 元件而读取所述相应的 MTJ 元件。
8. 根据权利要求 7 的计算机实施的方法,其中,每一个 MTJ 元件包括自由磁层、隧道势垒层和钉扎层,且用于读取的电流从所述钉扎层流动到所述自由磁层。
9. 根据权利要求 7 的计算机实施的方法,其中,跨过所述相应的 MTJ 元件的读取电压在约 50 毫伏(mV)到约 100mV 的范围内。
10. 根据权利要求 7 的计算机实施的方法,还包括:  
通过与所述磁存储基元对应的字线而允许电流流过所述磁存储基元。
11. 根据权利要求 10 的计算机实施的方法,还包括:  
通过相应的字线对与所述相应的 MTJ 元件串联连接的相应的开关装置赋能,以允许电流流过所述相应的 MTJ 元件。
12. 根据权利要求 11 的计算机实施的方法,还包括:  
将所述相应的字线耦合到所述开关装置的栅极。

## 用于基于自旋扭矩的存储器装置的读取方向

### 技术领域

[0001] 本发明大体而言涉及磁随机存取存储器(MRAM)装置,更具体而言涉及用于基于自旋扭矩(spin-torque)的存储器装置的读取方向。

### 背景技术

[0002] 自旋扭矩磁随机存取存储器(MRAM)装置使用基于自旋扭矩的存储器元件,基于自旋扭矩的存储器元件例如包括位于磁隧道结(MTJ)叠层中的钉扎(pinned)层、隧道势垒层和自由层。钉扎层的磁化固定在这样的方向上,该方向使得当电流通过 MTJ 元件时,自由层变得平行于或反平行于钉扎层。MTJ 元件的电阻取决于自由层和钉扎层的相对取向。当自由层平行于钉扎层时,MTJ 元件处于低电阻状态(例如,“0”存储器状态),而当自由层与钉扎层反平行时,MTJ 元件处于高电阻状态(例如,“1”存储器状态)。

[0003] 在数据的读取期间,少量电流流过 MTJ 元件,且将 MTJ 元件与经预写的 MTJ 基元(cell)(即,参考基元)的电阻相比较,以判定正被读取的 MTJ 元件是处于高电阻状态还是低电阻状态。与自旋扭矩存储器装置相关联的问题在于,读取 MTJ 元件的动作可能会干扰数据。为了读取 MTJ 元件的电阻,使电流通过 MTJ 元件且量测跨过该 MTJ 元件的电压。该电流可能会意外地写入该 MTJ 元件,引起“读取”干扰。

[0004] 在读取操作期间,即使可使用固定电压来读取,但在读取操作期间跨过 MTJ 元件的电压在不同 MTJ 元件之间变化,这是因为读取电压被置于串联的 MTJ 元件和晶体管上。MTJ 元件的电阻和对应的晶体管的电阻的波动可引起 MTJ 元件上的读取电压的波动。此外,MTJ 元件上的该读取电压取决于 MTJ 元件在读取操作期间是处于高电阻状态还是低电阻状态。

### 发明内容

[0005] 本发明的实施例提供基于自旋扭矩的存储器装置以及用于在基于自旋扭矩的存储器装置内执行读取操作的方法,所述读取操作是通过在特定方向上驱动读取电流通过所述存储器装置的磁隧道结(MTJ)元件而执行的,从而防止读取干扰的发生。该方向被限定为将干扰 MTJ 元件而使其进入高电阻状态的电流流动方向。

[0006] 根据本发明的一个实施例,提供一种基于自旋扭矩的存储器装置。所述存储器装置包括在阵列中的多个磁存储基元(magnetic storage cell),每一个磁存储基元包括至少一个磁隧道结(MTJ)元件;以及与所述多个磁存储基元对应的至少一条位线和至少一条位补线(bit complement line)。通过沿第一方向或第二方向驱动写入电流以将每一个相应的(respective)MTJ 元件编程(program)为低电阻状态或高电阻状态而写入所述相应的 MTJ 元件,并且,通过沿这样的方向驱动读取电流通过每一个相应的 MTJ 元件而读取所述相应的 MTJ 元件;该方向被限定为倾向于将所述相应的 MTJ 元件干扰成高电阻状态的方向。

[0007] 根据本发明的另一个实施例,提供一种用于操作基于自旋扭矩的存储器装置的计算机实施的方法,所述基于自旋扭矩的存储器装置包括多个磁存储基元,每个所述磁存储

基元包括至少一个磁隧道结(MTJ)元件。所述计算机实施的方法包括:通过沿第一方向或第二方向驱动写入电流而将相应的 MTJ 元件编程为低电阻状态或高电阻状态,以及通过沿倾向于将所述相应的 MTJ 元件干扰成高电阻状态的方向驱动读取电流通过每一个相应的 MTJ 元件而读取所述相应的 MTJ 元件。

[0008] 根据本发明的另一个实施例,还提供一种执行上述方法的计算机程序产品。

[0009] 通过本发明的技术实现其他特征和优点。在本文中详细描述本发明的其它实施例和方面且将其视为要求保护的本发明的一部分。为了更好地理解具有这些优点和特征的本发明,参考该描述和附图。

### 附图说明

[0010] 图 1 为示例可在本发明的实施例中实施的存储器装置的图;

[0011] 图 2 为可在本发明的实施例中实施的图 1 所示的存储器装置的 MTJ 元件和对应的开关装置的分解图;

[0012] 图 3 为示例可在本发明的实施例中实施的 MTJ 元件内的各层的实例的图;

[0013] 图 4 为示例与高电阻状态的读取电压和读取干扰的读取电压相比在低电阻状态下的读取电压的曲线图;以及

[0014] 图 5 为示例可在本发明的实施例中实施的用于操作基于自旋扭矩的存储器装置的方法的流程图。

### 具体实施方式

[0015] 现在参考图 1,提供根据本发明的实施例的存储器装置。存储器装置 100 为基于自旋扭矩的磁随机存取存储器(MRAM)装置。如图 1 中所示,基于自旋扭矩的 MRAM 装置 100 包括呈阵列的多个磁存储基元 101。每一个磁存储基元 101 包括至少一个 MTJ 元件 105。此外,装置 100 包括与所述多个磁存储基元 101 对应的多条位线 115 和位补线 120。

[0016] 如图 1 中进一步所示,每一个 MTJ 元件 105 被串联连接至开关装置(例如,晶体管 110)。在存储器装置 100 内还设置有多条字线 125。字线 125 相对于位线 115 倾斜地取向。依赖于存储器装置 100 的架构,位补线 120 典型地平行于或垂直于位线 115。如本发明的该实施例中所示,每一条位补线 120 平行于每一条位线 115。每一条字线 125 对应于多个磁存储基元 101 且允许电流流过这些磁存储基元 101。另外,每一个相应的字线 125 被耦合到晶体管 110 的栅极。MTJ 元件 105 和晶体管 110 在位线 115 与位补线 120 之间被连接在一起。以下将参考图 2 描述关于对 MTJ 元件 105 进行的编程和读取的细节。

[0017] 图 2 为可在本发明的实施例中实施的图 1 所示的存储器装置的 MTJ 元件和对应的开关装置的分解图。根据本发明的实施例,每一个 MTJ 元件 105 可如图 3 所示由钉扎层 106、隧道势垒层 107 和自由磁层 108 形成,然而,本发明不限于此且可相应地变化。

[0018] 回头参考图 2,在写入或读取操作期间,每一个相应的晶体管 110 被接通以允许电流流过相应的 MTJ 元件 105,从而可读取或写入逻辑状态。即,晶体管 110 选择 MTJ 元件 105 来读取或写入。

[0019] 在写入操作期间,MTJ 元件 105 被配置为使用自旋转移(spin transfer)而被写入。由此,自旋极化的电子在 MTJ 元件 105 的自由磁层上施加扭矩,该扭矩可切换自由磁层

的极性。位线 115 和字线 125 被赋能(activate),且在位补线 120 与位线 115 之间驱动写入电流。沿第一方向或第二方向将该写入电流驱动通过 MTJ 元件 105 以将相应的 MTJ 元件 105 编程为低电阻状态或高电阻状态。

[0020] 在读取操作期间,位线 115 和字线 125 被赋能。晶体管 110 于是通过相应的字线 125 而被赋能且允许电流流过相应的 MTJ 元件 105。根据本发明的实施例,在倾向于将相应的 MTJ 元件干扰成高电阻状态的方向上驱动读取电流通过相应的 MTJ 元件 105。根据本发明的实施例,所述读取电流小于沿第一方向或第二方向的写入电流。此外,根据实施例,跨过相应的 MTJ 元件 105 的读取电压在约 50 毫伏(mV)至约 100mV 的范围内。将读取电流提供至位线 115。感测放大器(未示出)对读取电流与流过参考基元(未示出)的参考电流进行比较。感测放大器的输出与参考电流和实际流过 MTJ 元件 105 的电流之间的差成比例。感测放大器的输出判定 MTJ 元件 105 的状态。

[0021] 如上所述,读取干扰可在常规的 MTJ 元件的读取操作期间发生。本发明提供一种防止读取干扰的發生的手段。现在将在下面参考图 4 描述关于读取干扰的發生的其他细节。

[0022] 图 4 为示例跨过 MTJ 元件的电压的各种分布(distribution)的曲线图,该电压包括与高电阻状态的读取电压相比在低电阻状态下的读取电压。图 4 还示出了引起读取干扰所需的电压的分布。这些为分布,这是因为 MTJ 元件和晶体管二者都具有电阻分布。

[0023] 如图 4 中所示,x 轴表示跨过 MTJ 元件的电压( $V_{TJ}$ )。在比特的读取操作期间,跨过 MTJ 元件 105 的电压取决于 MTJ 元件 105 在读取操作期间是处于“0”存储器状态还是处于“1”存储器状态。MTJ 元件 105 的电阻在“1”存储器状态下较高且在“0”存储器状态下较低,二者相差约 2 倍。根据本发明的实施例,晶体管 110 的电阻可等于 MTJ 元件 105 的在低电阻状态下的电阻。例如,晶体管 110 的电阻可为约 1000 欧姆,MTJ 元件 105 的在“0”存储器状态下的电阻可为约 1000 欧姆,而 MTJ 元件 105 的在“1”存储器状态下的电阻可为约 2000 欧姆。因此,跨过 MTJ 元件 105 的读取电压  $V_{\text{读取}}$  在“0”存储器状态下与在“1”存储器状态下不同,以使得该读取电压  $V_{\text{读取}}$  在“1”存储器状态下与在“0”存储器状态下相比较高。例如,跨过处于高电阻状态的 MTJ 元件 105 的读取电压  $V_{\text{读取}}$  将为跨过 MTJ 元件 105 与晶体管 110 的串联组合而施加的电路电压的约 2/3,而跨过处于低电阻状态的 MTJ 元件 105 的读取电压  $V_{\text{读取}}$  将为所施加的电路电压的约 1/2。实线 200 表示低电阻状态下的读取电压  $V_{\text{读取}}$  且虚线 300 表示在高电阻状态下的 MTJ 元件 105 的读取电压  $V_{\text{读取}}$ 。

[0024] 在读取比特且使电流通过 MTJ 元件 105 时发生读取干扰,该比特被意外地写入。由曲线(参考标号 400)表示跨过将会发生读取干扰的相应的 MTJ 元件 105 的电压  $V_{\text{干扰}}$ 。由于所述多个 MTJ 元件 105 的电阻可能不同且所述多个晶体管 110 的电阻可能不同,因此读取电压  $V_{\text{读取}}$  可在不同 MTJ 元件 105 之间变化。如果由实线 200 或虚线 300 表示的曲线与由 400 表示的曲线重叠,则比特被意外地写入。然而,根据本发明的实施例,由于通过 MTJ 元件 105 的读取电流的方向使得其将 MTJ 元件 105 干扰成高电阻状态,因此只要曲线 200 不与曲线 400 重叠,即使曲线 300 与曲线 400 重叠,也可防止读取干扰的發生。具体而言,这意味着用于读取的优选电流方向是使电流从钉扎层流动到自由磁层,即,用于使电子从自由磁层流动到钉扎层。

[0025] 图 5 为示例可在本发明的实施例中实施的在基于自旋扭矩的存储器装置内执行

读取操作的方法的流程图。如图 5 中所示,在操作 500 中,通过沿第一方向或第二方向驱动写入电流而将相应的 MTJ 元件编程为低电阻状态或高电阻状态。接下来,在操作 510 中,通过沿倾向于将相应的 MTJ 元件干扰成高电阻状态的方向驱动读取电流通过相应的 MTJ 元件,来读取相应的 MTJ 元件。

[0026] 根据本发明的实施例,读取电流小于沿第一方向或第二方向的写入电流。此外,跨过相应的 MTJ 元件的读取电压在约 50 毫伏(mV) 至约 100mV 的范围内。

[0027] 本发明的实施例沿倾向于将 MTJ 元件干扰成高电阻状态的通过 MTJ 元件的方向提供读取电流,从而防止读取干扰的发生。

[0028] 在此使用的术语是仅仅用于描述具体实施例的目的,而不旨在限制本发明。在此使用的单数形式的“一”、“一个”和“该”旨在也包括复数形式,除非上下文中明确地另有规定。还应理解,在用于该说明书中时,术语“包括”和 / 或“包含”规定所述特征、整体、步骤、操作、元件和 / 或部件的存在,而不排除一个或多个其他特征、整体、步骤、操作、元件、部件和 / 或其组合的存在或附加。

[0029] 在下面的权利要求中的所有装置或步骤加功能要素的对应结构、材料、动作和等价物旨在包括用于与具体地要求保护的其他要求保护的要素组合地执行功能的任何结构、材料或动作。本发明的说明书是为了示例和说明的目的而给出的,而不旨在以所公开的形式穷举或限制本发明。只要不脱离本发明的范围和精神,多种修改和变化对于本领域的技术人员是显而易见的。为了最好地解释本发明的原理和实际应用,且为了使本领域的其他普通技术人员能够理解本发明的具有适于所预期的特定用途的各种修改的各种实施例,选择和描述了实施例。

[0030] 本文中所描绘的流程图仅为一个实例。在不脱离本发明的精神的情况下,可存在对本文中描述的该图或步骤(或操作)的许多变化。例如,可按不同次序执行这些步骤,或可添加、删除或修改步骤。所有这些变化被视为所请求保护的发明的一部分。

[0031] 虽然已描述本发明的优选实施例,但本领域技术人员在现在和将来将理解可进行落在以下权利要求的范围内的各种改进和增强。这些权利要求应被解释为维持对首次描述的本发明的适当保护。

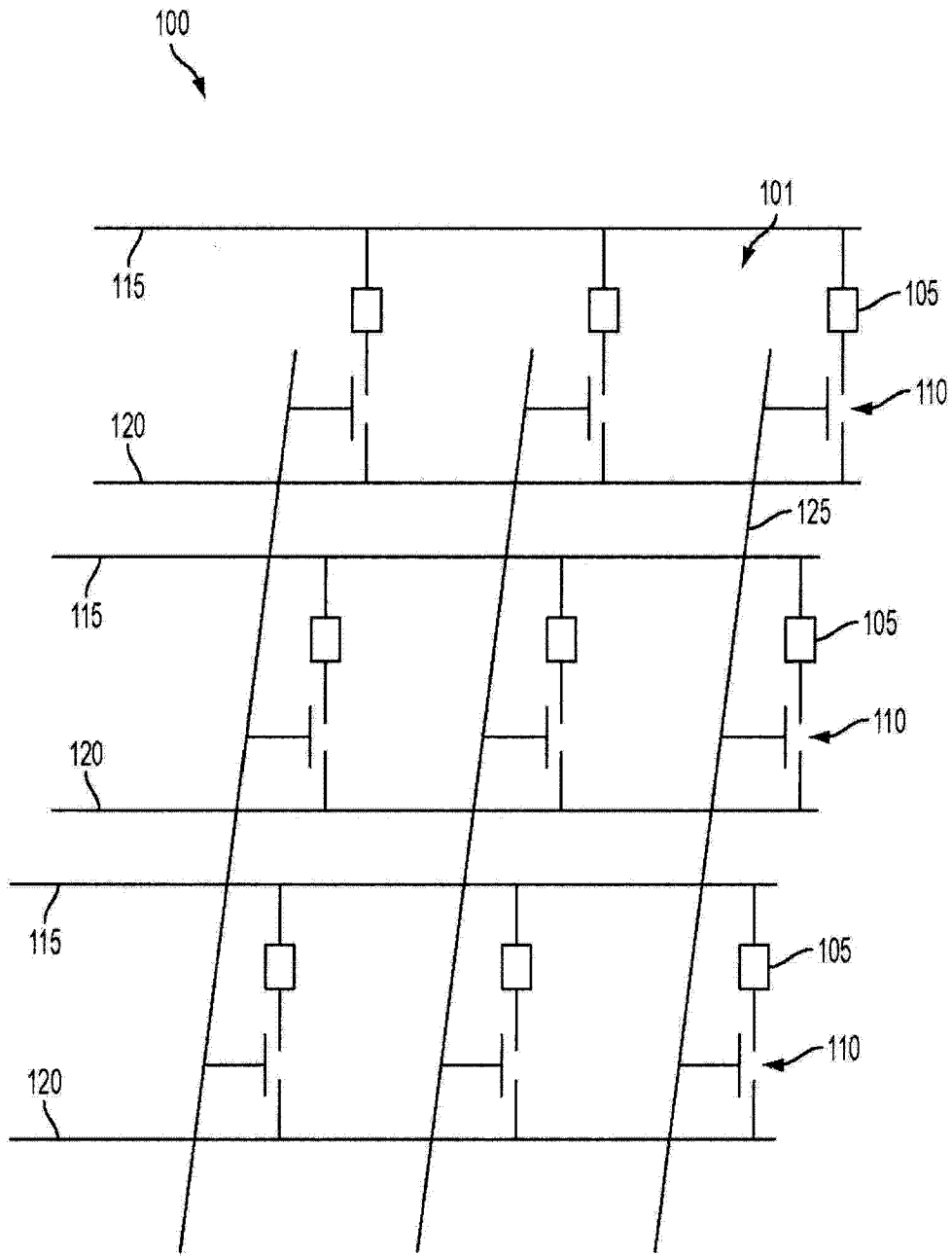


图 1

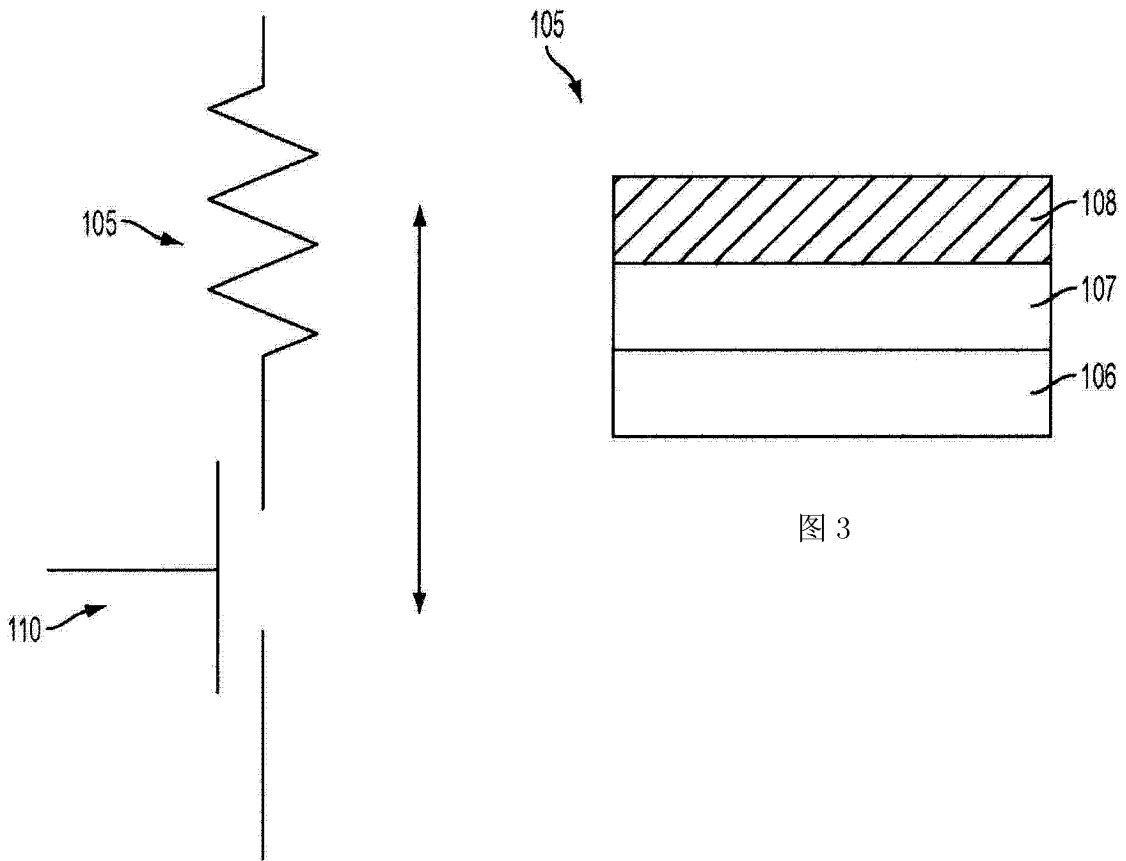


图 3

图 2

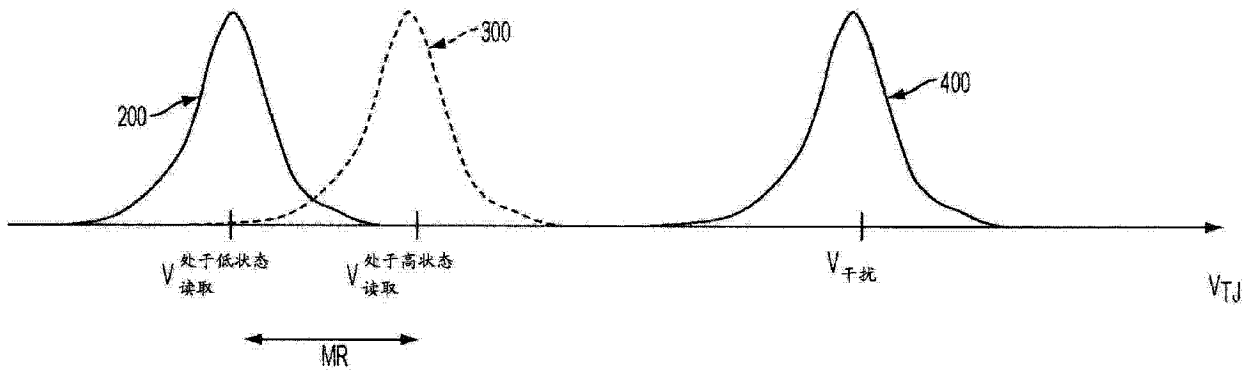


图 4

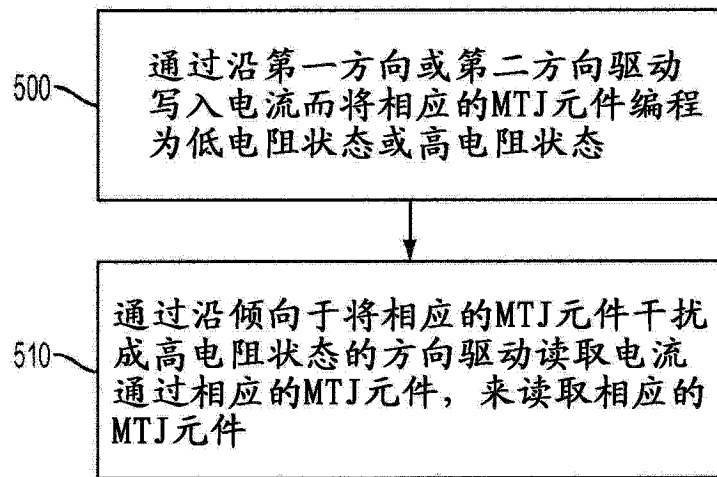


图 5