



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 107039080 B

(45) 授权公告日 2021.11.12

(21) 申请号 201610967649.X

(51) Int.CI.

(22) 申请日 2016.10.31

G11C 16/26 (2006.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

G11C 16/34 (2006.01)

申请公布号 CN 107039080 A

(56) 对比文件

(43) 申请公布日 2017.08.11

US 2015256201 A1, 2015.09.10

(30) 优先权数据

CN 101335047 A, 2008.12.31

14/928,284 2015.10.30 US

CN 103843068 A, 2014.06.04

(73) 专利权人 希捷科技有限公司

CN 101645103 A, 2010.02.10

地址 美国加利福尼亚州

US 2014355340 A1, 2014.12.04

(72) 发明人 桑达尔杰·桑卡兰阿拉亚南

CN 104283570 A, 2015.01.14

阿卜杜勒哈基姆·塞勒姆·埃侯赛因

CN 103069494 A, 2013.04.24

振刚·陈 埃里希·F·哈拉特施

CN 103975391 A, 2014.08.06

(74) 专利代理机构 北京律盟知识产权代理有限责任公司 11287

US 2015039842 A1, 2015.02.05

代理人 章蕾

US 2014219028 A1, 2014.08.07

(54) 发明名称

US 2014281750 A1, 2014.09.18

使用基于经解码数据的误码率的读取阈值电压自适应

US 2015085571 A1, 2015.03.26

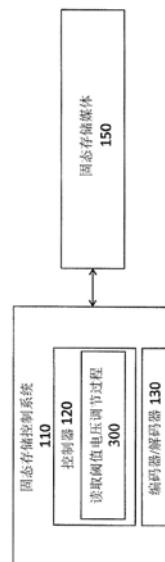
(57) 摘要

审查员 赵晓娟

权利要求书3页 说明书9页 附图15页

基于根据多个读取阈值电压的经解码数据的误码率调整存储器的读取阈值电压。可以通过以下操作调整所述读取阈值电压：在当前读取阈值电压下读取所述存储器以获得读取值；将硬判决解码器应用于所述读取值；确定所述硬判决解码器是否针对所述读取值收敛成收敛的字；存储对应于所述收敛的字的位作为参考位；及如果所述硬判决解码器收敛，那么(i)基于所述参考位计算所述当前读取阈值电压的误码率；(ii)将所述当前读取参考电压调整到新读取阈值电压；及(iii)在所述新读取阈值电压下读取所述存储器以获得新读取值，直到满足阈值；及在满足所述阈值后，基于所述误码率选择所述读取阈值电压。

CN 107039080 B



1. 一种用于读取阈值电压调整的装置，其包括：

控制器，其经配置以基于根据多个读取阈值电压的校正子权数来调整存储器的一个或多个页的读取阈值电压，直到可以从解码器获得经解码数据为止，以计算经解码数据的误码率；

其中所述控制器通过以下操作调整所述读取阈值电压：

在当前读取阈值电压下读取所述存储器以获得读取值；

将硬判决解码器应用于所述读取值；

确定所述硬判决解码器是否针对所述读取值收敛成收敛的字，以提供可获得的经解码数据；

存储对应于所述收敛的字的一或多个位作为参考位；及

基于一或多个误码率选择所述读取阈值电压。

2. 根据权利要求1所述的装置，其中如果所述硬判决解码器针对所述读取值收敛，那么所述控制器执行以下步骤，以提供所述可获得的经解码数据：

基于所述参考位计算所述当前读取阈值电压的误码率；

将当前读取参考电压调整到新读取阈值电压；

在所述新读取阈值电压下读取所述存储器以获得新读取值；

重复所述计算、调整及读取步骤，直到对于所尝试的多个读取阈值电压满足阈值；及

在满足所述阈值后，基于针对每个重复步骤计算出的所述误码率选择所述读取阈值电压。

3. 根据权利要求2所述的装置，其中如果所述硬判决解码器不针对所述当前读取阈值电压收敛并且将所述当前读取参考电压调整到所述新读取阈值电压，那么所述控制器根据所述校正子权数估计所述误码率。

4. 根据权利要求1所述的装置，其中所述控制器基于在多个所读取字及多个经编码页中的一或者者中检测到的多个误差确定计数曲线。

5. 根据权利要求2所述的装置，其中所述控制器基于根据多个所述读取阈值电压的与所述可获得的经解码数据相关联的所述误码率的第一误码率曲线及根据来自多个所述读取阈值电压的所述校正子权数的误码率的第二误码率曲线中的一或者者选择所述新读取阈值电压。

6. 根据权利要求5所述的装置，其中所述新读取阈值电压的所述选择进一步基于根据在多个所读取字及多个经编码页中的一或者者中检测到的多个误差的计数曲线。

7. 根据权利要求1所述的装置，其中所述控制器基于以下一或者者选择用于下一迭代的新读取阈值电压：根据多个所述读取阈值电压的所述误码率的误码曲线的进程、多个所述读取阈值电压的校正子权数曲线的进程、在给定读取阈值电压下读取的多个字的进程及在给定读取阈值电压下处理的多个字的进程中的一或者者选择用于下一重复的新读取阈值电压。

8. 根据权利要求1所述的装置，其中所述控制器通过以下操作调整所述读取阈值电压：

根据所述校正子权数计算所述误码率，其中从用于指定数目的迭代的校正子权数计算器及硬判决解码器中的一或者者获得所述校正子权数；及

基于根据来自多个所述读取阈值电压的所述校正子权数的所述误码率的第二误码率

曲线选择新读取阈值电压。

9. 一种有形机器可读可记录存储媒体, 其中一或多个软件程序在由一或多个处理装置执行时实施以下步骤:

基于根据多个读取阈值电压的校正子权数来调整存储器的一个或多个页的读取阈值电压, 直到可以从解码器获得经解码数据为止, 以计算经解码数据的误码率; 其中通过执行以下步骤调整所述读取阈值电压:

在当前读取阈值电压下读取所述存储器以获得读取值;

将硬判决解码器应用于所述读取值;

确定所述硬判决解码器是否针对所述读取值收敛成收敛的字, 以提供可获得的经解码数据;

存储对应于所述收敛的字的一或多个位作为参考位并且如果所述硬判决解码器针对所述读取值收敛, 那么执行以下步骤, 以提供所述可获得的经解码数据:

基于所述参考位计算所述当前读取阈值电压的误码率;

将当前读取参考电压调整到新读取阈值电压;

在所述新读取阈值电压下读取所述存储器以获得新读取值;

重复所述计算、调整及读取步骤, 直到对于所尝试的多个读取阈值电压满足阈值; 及

在满足所述阈值后, 基于针对每个重复步骤计算出的所述误码率选择所述读取阈值电压。

10. 根据权利要求9所述的存储媒体, 其进一步包括基于根据多个所述读取阈值电压的与所述可获得的经解码数据相关联的所述误码率的第一误码率曲线及根据来自多个所述读取阈值电压的所述校正子权数的误码率的第二误码率曲线中的一或者选择所述新读取阈值电压的步骤。

11. 一种用于读取阈值电压调整的方法, 其包括:

基于多个读取阈值电压的校正子权数获得误码率, 直到可以从解码器获得经解码数据为止, 以计算经解码数据的误码率;

基于所述误码率调整存储器的读取阈值电压;

其中通过执行以下步骤调整所述读取阈值电压:

在当前读取阈值电压下读取所述存储器以获得读取值;

将硬判决解码器应用于所述读取值;

确定所述硬判决解码器是否针对所述读取值收敛成收敛的字, 以提供可获得的经解码数据;

存储对应于所述收敛的字的一或多个位作为参考位; 及

基于一或多个误码率选择所述读取阈值电压。

12. 根据权利要求11所述的方法, 如果所述硬判决解码器针对所述读取值收敛, 那么所述方法进一步包括以下步骤, 以提供所述可获得的经解码数据:

基于所述参考位计算所述当前读取阈值电压的误码率;

将当前读取参考电压调整到新读取阈值电压;

在所述新读取阈值电压下读取所述存储器以获得新读取值;

重复所述计算、调整及读取步骤, 直到对于所尝试的多个读取阈值电压满足阈值; 及

在满足所述阈值后,基于针对每个重复步骤计算出的所述误码率选择所述读取阈值电压。

13. 根据权利要求12所述的方法,如果所述硬判决解码器不针对所述当前读取阈值电压收敛并且将所述当前读取参考电压调整到所述新读取阈值电压,那么所述方法进一步包括根据所述校正子权数估计所述误码率的步骤。

14. 根据权利要求12所述的方法,其进一步包括基于在多个所读取字及多个经编码页中的一或者者中检测到的多个误差确定计数曲线的步骤。

15. 根据权利要求12所述的方法,其进一步包括基于根据多个所述读取阈值电压的与所述可获得的经解码数据相关联的所述误码率的第一误码率曲线及根据来自多个所述读取阈值电压的所述校正子权数的误码率的第二误码率曲线中的一或者者选择所述新读取阈值电压的步骤。

16. 根据权利要求15所述的方法,其中所述新读取阈值电压的所述选择进一步基于根据在多个所读取字及多个经编码页中的一或者者中检测到的多个误差的计数曲线。

17. 根据权利要求12所述的方法,其进一步包括基于根据多个所述读取阈值电压的所述误码率的误码曲线进程、多个所述读取阈值电压的校正子权数曲线的进程、在给定读取阈值电压下读取的多个字的进程及在给定读取阈值电压下处理的多个字的进程中的一或者者选择用于下一迭代的新读取阈值电压的步骤。

使用基于经解码数据的误码率的读取阈值电压自适应

技术领域

[0001] 本领域大体上涉及固态存储装置,且更确切地说,涉及用于在此类固态存储装置中调整读取阈值电压的技术。

背景技术

[0002] 固态存储装置(例如,闪存存储器装置)通常基于存储单元的读取电压电平区分存储于存储单元中的不同二进制值。固态存储装置通常将读取电压电平与读取阈值电压相比以确定可存储于存储单元中的数据。

[0003] 然而,存储单元的特征(例如,读取电压电平)可随时间变化。举例来说,程序擦除循环、保存、读取干扰及其它物理假象可改变存储单元的读取电压电平。如果存储单元的读取电压电平移位超过对应读取电压阈值,那么将不恰当地读取所存储数据,因为从存储单元读取的数据的值不同于最初写入存储单元的数据的值。

[0004] 因此,需要用于调整读取阈值电压以说明读取电压电平中的此类移位的改进技术。因此,另外需要用于基于根据经解码数据获得的误码率调整读取阈值电压的改进技术。

发明内容

[0005] 本发明的说明性实施例提供用于调整固态存储装置中的读取阈值电压的方法及设备。在一个实施例中,例示性方法包括基于根据多个读取阈值电压的经解码数据的误码率调整存储器的读取阈值电压。可通过以下操作调整读取阈值电压:在当前读取阈值电压下读取存储器以获得读取值;将硬判决解码器应用于所述读取值;确定所述硬判决解码器是否针对所述读取值收敛成收敛的字;存储对应于所述收敛的字的一或多个位作为参考位;及如果所述硬判决解码器针对所述读取值收敛,那么执行以下步骤:基于所述参考位计算所述当前读取阈值电压的误码率;将所述当前读取参考电压调整到新读取阈值电压;在所述新读取阈值电压下读取所述存储器以获得新读取值;重复所述计算、调整及读取步骤,直到对于所尝试的多个读取阈值电压满足阈值;及在满足所述阈值后,基于针对每个重复步骤计算出的所述误码率选择所述读取阈值电压。

[0006] 在至少一个例示性实施例中,如果硬判决解码器不针对当前读取阈值电压收敛并且将当前读取参考电压调整到新读取阈值电压,那么根据校正子权数估计误码率。在本发明的一或多个实施例中,可基于根据多个读取阈值电压的误码率的第一误码率简档及根据来自多个读取阈值电压的校正子权数的误码率的第二误码率简档中的一或多者选择用于下一迭代的新读取阈值电压。在至少一个实施例中,基于根据多个读取阈值电压的误码率的误码率简档的进程及多个读取阈值电压的校正子权数简档的进程中的一或多者选择用于下一迭代的新读取阈值电压。

[0007] 将参考以下详细描述及附图获得对本发明以及本发明的其它特征及优点的更全面理解。

附图说明

- [0008] 图1是可实施本发明的固态存储系统的示意性框图；
- [0009] 图2A至2D说明图1的例示性固态存储媒体的例示性读取阈值电压分布；
- [0010] 图3是说明并入有本发明的各方面的例示性读取阈值电压调整过程的流程图；
- [0011] 图4至7说明用于例示性慢页的图3的例示性读取阈值电压调整过程的执行；
- [0012] 图8至10说明用于例示性快页的图3的例示性读取阈值电压调整过程的执行；
- [0013] 图11是说明根据本发明的一个实施例的智能扫描过程的例示性实施例的流程图；及
- [0014] 图12说明可用于实施本发明的一或多个实施例的至少一部分的例示性处理平台。

具体实施方式

[0015] 本文将参考例示性固态存储系统及其它处理装置描述本发明的说明性实施例。然而，应理解，本发明不限于用于所展示的特定说明性系统及装置配置。

[0016] 本发明的各种方面涉及用于固态存储器装置的阈值电压调整技术，所述固态存储器装置例如，单层单元 (SLC) 或多层次单元 (MLC) “与非” (与非) 闪存存储器装置。如本文所使用的多层次闪存存储器包括其中每个存储器单元存储两个或多于两个位的存储器。尽管本发明在本文中说明为使用存储模拟值作为电压的存储器单元，但是本领域的普通技术人员将显而易见的是，本发明可与存储器装置的任何存储机构使用，例如，用于表示所存储数据的电压或电流的使用。

[0017] 本发明的各方面使用基于经解码数据的误码率来调整存储器的读取阈值电压以在固态存储媒体发展及/或降级时解决读取阈值电压的变化。在一个例示性实施例中，控制器使用至少部分基于多个读取阈值电压的经解码数据获得的误码率来调整存储器的读取阈值电压。在至少一个实施例中，特定页的校正子权数用于确定误码率及对应的经调整读取阈值电压。

[0018] 根据本发明的另一方面，SmartScan特征任选地用于基于误码简档或校正子权数简档的进程或两者的组合选择用于下一迭代的合适读取电压阈值。通常，例示性SmartScan特征动态地调整读取阈值电压以便减少追踪的总时间。

[0019] 图1为固态存储系统100的示意性框图。如图1中所展示，例示性固态存储系统100包括固态存储控制系统110和固态存储媒体150。例示性固态存储控制系统110包括控制器120和编码器/解码器块130。在替代实施例中，可在控制器120内部实施编码器/解码器块130。

[0020] 如图1中所展示，除了其它熟知功能以外，控制器120还包括读取阈值电压调整过程300，如下文结合图3进一步所论述，以使用基于经解码数据的误码率来调整读取阈值电压。可例如使用熟知可商购的技术和/或产品来实施编码器/解码器块130。编码器/解码器块130内的编码器可实施例如错误校正编码，例如低密度奇偶校验 (LDPC) 编码。编码器/解码器块130内的解码器可例如体现为硬判决解码器，例如硬判决低密度奇偶校验 (HLDPC) 解码器。

[0021] 固态存储媒体150包括存储器阵列，例如单层或多层单元闪存器、NAND闪存器、相变存储器 (PCM)、磁阻随机存取存储器 (MRAM)、纳米RAM (NRAM)、NOR闪存器、动态RAM (DRAM)

或另一非易失性存储器(NVM)。如所属领域的技术人员将显而易见的,虽然主要在多层单元NAND闪存器的情形中说明本发明,但本发明还可应用于单层单元闪存器和其它非易失性存储器。

[0022] 在多层单元NAND闪存器中,例如,通常采用阈值检测器将与特定单元相关联的电压值转译成预定的存储器状态。图2A到2D说明装置阈值电压分布。大体上,图2A到2D中的每个峰值为表示针对非易失性存储器(例如,图1的固态存储媒体150)的读取单元大小的部分的相应状态的装置阈值电压概率分布的独立类高斯曲线的抽象。随着正电压增加而向右绘制装置阈值电压轴。有目的地不提供绝对标度,且不识别参考点,使得图更一般地适用于更大量的非易失性存储器。图2A和2B适用于SLC存储器,而图2C和2D适用于MLC存储器。

[0023] 在表示初始时间(例如,当写入对应数据时)的图2A中,最左分布220表示逻辑一,且最右分布230表示逻辑零。取决于技术,最左分布可驻留(至少主要地)于负电压处。读取阈值210理想地定位于两个分布之间。

[0024] 除了如由本文中的实施例连结之外,独立于这些装置阈值电压分布,在一些实施例中,NVM写入有所存储的零和一的统计分布的特定知识。更确切来说,在一些实施例中,使用各种加密和/或加扰技术以使得零和一的统计分布为50-50百分比(50百分比零和50百分比一)。当使用在图2A的情况下被理想地定位的标称读取阈值来读取SLC时,零和一的所观测到的读出数据统计分布同样为50-50百分比。为50-50百分比的统计分布并不意味着数据的任何一个样本将具有零位和一位的完全均等的平衡,而实际上,许多样本的平均值产生零位和一位的比率,所述比率在样本数目增加时随着越来越严格的概率约束而收敛于50-50百分比上。

[0025] 在表示比图2A稍晚的时间的图2B中,标称读取阈值210与图2A中一样,且两个装置阈值电压分布225和235相对于其在图2A中的早先相应分布220和230而移位。出于实例的目的,两个分布展示为皆已均匀地向左移位(朝向更负电压)。应理解,更一般来说,使得两个分布能够独立于彼此且在正或负方向上移动。

[0026] 鉴于图2B,当同样使用标称读取阈值210来读取SLC时,可预测到,直接地从非易失性存储器读取(例如,在任何错误校正之前)的零和一的所观测到的统计分布将不为50-50百分比。更确切来说,对于给定的概念实例,预期一的错误过量,因为读取阈值使得零中的一些会被错误地读取为一。

[0027] 实际上,反转推断的方向。也就是说,实际上,通常装置阈值电压分布中的此类偏移并非已知或直接地可知。在常规技术中,使用从非易失性存储器读取的零和一的不等性的观测(相对于零和一的已知的所有存储分布)来推断在装置阈值电压分布中存在偏移。此外,至少部分地基于所观测到的不等性而调整读取阈值以读取阈值215,视需要直到恢复零/一平衡为止。为了更详细地论述用以读取阈值电压的基于不等性的调整,参见例如2012年6月26日申请的题为“对闪存通道的快速追踪(Fast Tracking for Flash Channels)”的第2013/0343131号美国公开专利申请案,所述申请案转让给本申请案的受让人,且以引用的方式并入本文中。

[0028] 如下文中所论述,本发明的各方面使用基于来自解码器130的经解码数据的误码率将当前读取阈值电压210调整成新的读取阈值电压215,以在SLC固态存储媒体150演进和/或降级时寻址读取阈值电压的变化。

[0029] 类似地,图2C表示初始时间(例如,当写入对应数据时)以及MLC装置的初始装置阈值电压分布,而图2D表示稍晚时间以及对应稍晚装置阈值电压分布。在图2C和2D中所展示的例示性实施例中,每个存储元件采用四个可能的数据状态以在每个存储器单元中存储数据的两个位。

[0030] 更确切地说,对于所选择的例示性格雷码映射,分别表示11、01、00和10状态的(图2D的)装置阈值电压分布251、261、271和281相对于(图2C的)其早先相应装置阈值电压分布250、260、270和280而移位。还展示三个标称(初始)读取阈值: V_{READ1} 240、 V_{READ2} 242和 V_{READ3} 244。同样出于实例的目的,在图2D中,四个分布展示为皆已均匀地向左移位(朝向更负电压)。应理解,更一般来说,使得四个分布能够独立于彼此且在正或负方向上移动。

[0031] 同样,在常规技术中,使用各种加扰技术以使得四个状态的统计分布为25-25-25-25百分比(每个状态中25百分比)。在一些实施例中,当使用在图2C的情况下被理想地定位的标称读取阈值电压来读取MLC时,四个状态的统计分布可配置以同样为25-25-25-25百分比。以类似于上文结合图2A和2B所论述的SLC技术方式,使用从NVM读取的不等性的观测(例如,与预期的25-25-25-25百分比偏离)(相对于状态的已知的所存储分布)来推断在装置阈值电压分布中存在偏移。随后如图2D中所展示而调整读取阈值以变成 V_{READ1} 265、 V_{READ2} 275和 V_{READ3} 285。通常分别针对慢页读取(调整 V_{READ2} 275)和快页读取(调整 V_{READ1} 265和/或 V_{READ3} 285)执行读取阈值调整。

[0032] 如下文中所论述,本发明的各方面使用基于经解码数据的误码率或基于来自解码器130的校正子权数而估计的误码率将MLC的当前读取阈值电压240、242、244分别调整成新的读取阈值电压265、275、285,以在MLC固态存储媒体150演进和/或降级时寻址读取阈值电压的变化。

[0033] 图3为说明并入有本发明的各方面的例示性读取阈值电压调整过程300的流程图。如图3中所展示,当例示性读取阈值电压调整过程300起始时,计数器i和j被初始化为零。在步骤310期间在当前读取阈值电压 V_i 下读取给定页 P_j 以获得读取值。

[0034] 在步骤315期间将硬判决解码器(例如,硬判决低密度奇偶校验解码器)应用于读取值。

[0035] 在步骤320期间执行测试以确定硬判决解码器是否将读取值收敛成经收敛字。如果在步骤320期间确定硬判决解码器将读取值收敛成经收敛字,那么随后在步骤325期间经收敛字(例如,经解码数据)被存储为genie位(例如,参考位)。另外,在步骤330期间,基于在步骤325期间存储的参考位而计算当前读取阈值电压 V_i 的误码率。通过将读取值与genie位逐位比较来计算误码率,且所得的失配数目为误码的数目。误码率为表达为Genie位的数目的分数的误码的数目。

[0036] 在步骤335期间增加读取阈值电压计数器(i),且在步骤340期间执行另一测试以确定读取阈值电压计数器(i)是否保持小于阈值极限N(例如,所尝试的读取阈值电压的数目的极限)。如果在步骤340期间确定读取阈值电压计数器(i)保持小于阈值极限,那么在步骤345期间在新的读取阈值电压 V_i 下读取给定页 P_j 以获得新的读取值。

[0037] 如果在步骤340期间确定读取阈值电压计数器(i)不小于阈值极限,那么程序控制进行到步骤370,如下文所论述。

[0038] 如果在步骤320期间确定硬判决解码器不将读取值收敛成经收敛字以用于所准许

的数目次读取阈值电压尝试,那么程序控制任选地进行到步骤350以根据给定页 P_j 的校正子权数估计当前读取阈值电压 V_i ($BER_S(V_i)$) 的误码率。大体上,校正子为以已知方式的对错误的位数的估计。可例如从针对指定数目个迭代的校正子权数计算器或硬判决解码器获得校正子权数。在进一步变化中,可计算校正子权数而不首先检查步骤320中的收敛,或可完全省略对错误计数的基于校正子权数的估计。因此,在各种实施方案中,在步骤350中的对错误计数的基于校正子权数的估计和在步骤330中的对当前读取阈值电压 V_i 的误码率计算可独立地执行,或可以针对图3的示意性实施例所展示的方式组合。

[0039] 误码率可根据校正子权数计算得到,如下:

[0040] 校正子= Hx' ,

[0041] 其中 x 为读取值, H 为二进制LDPC码的奇偶校验矩阵,且‘指示转置运算。校正子为一和零的向量,且校正子权数为校正子向量中的一的数目。存在用以将校正子权数转译成误码率的许多技术。举例来说,校正子权数可如下转译成误码率:

[0042] 误码率估计=校正子权数/ H 矩阵的平均列权重。

[0043] 在步骤355期间增加读取阈值电压计数器(i),且在步骤360期间执行另一测试以确定读取阈值电压计数器(i)是否保持小于阈值极限N。如果在步骤360期间确定读取阈值电压计数器(i)保持小于阈值极限,那么同样在步骤310期间在新的读取阈值电压 V_i 下读取给定页 P_j 以获得新的读取值。以上文所描述的方式,同样在步骤315期间将硬判决解码器应用于当前读取值,且同样在步骤320期间执行收敛测试。

[0044] 如果在步骤340或360期间确定读取阈值电压计数器(i)不小于阈值极限,那么程序控制进行到步骤370。在步骤370期间增加页计数器(j),且在步骤370期间执行另一测试以确定页计数器(j)的新的值是否保持小于页极限M。如果在步骤370期间确定页计数器(j)的新的值保持小于阈值极限,那么程序控制进行到步骤310且继续以上文所描述的方式处理下一页。然而,如果在步骤370期间确定页计数器(j)的新的值不小于页极限,那么在步骤375期间基于在步骤330和/或350的各种迭代中计算的误码率而选择读取阈值电压。在至少一个实施例中,在步骤375期间选择针对i的所有值使 $BER(V_i)$ 和/或 $BER_S(V_i)$ 最小化的读取阈值电压。示意性读取阈值电压调整过程300在步骤375期间使一或多个误码率度量最小化以获得大体上最优的读取阈值电压。在一个实施例中,在步骤375期间仅使用基于在步骤350期间计算的校正子权数的误码率来优化读取阈值电压。

[0045] 图4到7针对图1的MLC固态存储媒体150的示意性慢页说明图3的示意性读取阈值电压调整过程300的执行。如图4中所展示,针对特定读取阈值电压读取特定慢页以获得读取值(对应于图3的步骤310)。在图4的实例中,可使用在默认读取阈值电压R00上下约-50到+50的范围内的101个参考递增来调整读取阈值电压。在图4的实例中,参考增量 V_{ref} 等于零。

[0046] 在步骤410期间将硬判决解码器(例如,HLDPC解码器)应用于读取值(对应于图3的步骤315)。在步骤420期间执行测试以确定硬判决解码器是否针对读取值收敛为收敛的字(对应于图3的步骤320)。在图4的实例中,HLDPC解码器不收敛。在示意性读取阈值电压调整过程300中,当硬判决解码器不收敛时,过程控制任选地进行到步骤350以根据给定页 P_j 的校正子权数估计用于电流读取阈值电压 V_i ($BER_S(V_i)$) 的误码率。读取阈值电压计数器(i)在步骤355期间递增,且针对新读取阈值电压再次读取页以获得新读取值。此步骤序列继续直到HLDPC解码器收敛为止,如图5中所展示。

[0047] 在图5的实例中,参考增量 V_{ref} ,等于10。在步骤510期间将HLDPC解码器应用于读取值(对应于图3的步骤315)。在步骤520期间执行测试以确定硬判决解码器是否针对读取值收敛为收敛的字(对应于图3的步骤320)。在图5的实例中,HLDPC解码器收敛,且在步骤530期间将收敛的字(例如,经解码数据)储存为genie位(例如,参考位)(对应于图3的步骤325)。

[0048] 在图6的实例中,参考增量 V_{ref} 起初仍等于10(在图5中所检测到的收敛之后)。如图6中所展示,在步骤630期间基于genie数据620计算原始误码率(RBER)(对应于图3的步骤330)。随着读取阈值电压计数器(i)在图3的步骤335期间递增,针对多个读取阈值电压(例如, V_{ref} 等于8及12)获得图6中所展示的过程。以此方式,针对多个读取阈值电压重读页,且可将读取值与从解码器获得的已知genie位比较。

[0049] 图7说明通过针对多个读取阈值电压执行图6中所说明的步骤而获得的示例性原始误码率曲线700。如图7中所展示,针对等于12的示例性参考增量 V_{ref} 观测实质上最小的RBER。在图3的步骤375期间做出此选择。因此,对于等于12的参考增量 V_{ref} 的读取阈值电压将变为用于慢页的新读取阈值电压。

[0050] 图8到10针对图1的MLC固态存储媒体150的示例性快页说明图3的示例性读取阈值电压调整过程300的执行。如图8中所展示,读取具有两个独立读取阈值电压的具体快页以获得两个对应读取值(对应于图3的步骤310)。在图8的实例中,用于快页的两个读取阈值电压可各自使用在围绕默认读取阈值电压 R_{01} 及 R_{10} 的-50到+50范围内的101参考递增而予以独立地调整。应注意,针对快页获得单个RBER曲线(由于快页形成单个码字)。

[0051] 用于快页的两个独立读取阈值电压递增直到解码器收敛为止(对应于图3的步骤320)。

[0052] 在图8的实例中,用于读取阈值电压 R_{01} 的参考增量 V_{ref} 等于5,且用于读取阈值电压 R_{10} 的参考增量 V_{ref} 等于-5。在步骤810期间将HLDPC解码器应用于读取值(对应于图3的步骤315)。在步骤820期间执行测试以确定硬判决解码器是否针对读取值收敛为收敛的字(对应于图3的步骤320)。在图8的实例中,HLDPC解码器收敛。在步骤830期间针对电流参考递增 V_{refs} 存储genie位。

[0053] 在图9的实例中,用于读取阈值电压 R_{01} 的参考增量 V_{ref} 等于5,且用于读取阈值电压 R_{01} 的参考增量 V_{ref} 等于10。在步骤910期间针对电流参考递增读取页,在步骤920期间使用genie位针对电流参考递增 V_{refs} 计算 V_{refs} 及RBER。针对多个参考递增 V_{refs} 重复图9中所展示的步骤。

[0054] 图10说明通过针对多个读取阈值电压执行图9中所说明的步骤而获得的示例性原始误码率曲线1000。如图10中所展示,针对等于5的用于读取阈值电压 R_{01} 的示例性参考增量 V_{ref} 及等于-5的用于读取阈值电压 R_{10} 的示例性参考增量 V_{ref} 观测实质上最小的RBER。在图3的步骤375期间做出此选择。因此,对于等于5的用于读取阈值电压 R_{01} 的参考增量 V_{ref} 及等于-5的用于读取阈值电压 R_{10} 的参考增量 V_{ref} 将变为用于快页的新读取阈值电压。

[0055] 根据一或多个实施例,本文所描述的读取阈值电压调整方法及过程可在控制器中实施为软件、硬件或两者的任何组合。

[0056] 举例来说,本文所描述的方法及程序可作为存储装置的固件的部分存储于存储器中,且可由处理器执行以用于执行本文所描述的方法及过程。本文所描述的方法及过程可

替代或另外地存储于可由控制器存取的计算机可读媒体中。在另外的实施例中，本文所描述的方法及过程可在存储装置外部的且可操作地连接到存储装置的计算系统中实施，例如在经由(例如)接口连接到存储装置的主机装置的驱动器模块中实施。本文所描述的方法及过程可进一步存储于可由计算系统存取的存储器或其它计算机可读媒体中且可由计算系统的处理器执行。

[0057] 在一种变化中，图3的读取阈值电压调整过程300任选地使用SmartScan特征(如下文结合图11进一步所论述)以基于误码曲线或校正子权数曲线或两者的组合的发展来针对下一迭代选择适当读取电压阈值。通常，SmartScan特征动态地调整读取阈值电压以致力于缩减追踪的总时间。举例来说，如果读取阈值电压调整过程300观察到误码计数在使读取阈值电压在特定方向上移动时减小，那么可进一步沿着彼方向在参考电压下进行后续读取。在深保留状况下，SmartScan特征将显著缩减通过读取阈值电压调整过程300执行的读取的总数目。在另一实例中，可基于误码曲线或校正子权数曲线的特性增加或减小读取步长。举例来说，如果读取阈值电压调整过程300检测到曲线的谷线附近的读取阈值电压(例如，用于实质上最佳读取阈值电压)正被处理，那么可缩减步长。另外，一旦HLDPC解码器针对额外粒度收敛，那么也可使用经缩减步长。

[0058] 在另一种变化中，SmartScan特征可追踪在给定电压下读取或处理的字的数目，且使用此数量来改进最佳读取阈值电压估计的可靠性。

[0059] 图11为根据本发明的一个实施例的说明智能扫描过程1100的示性实施方案的流程图。如图11中所展示，智能扫描过程1100起初在步骤1110期间分配一组读取阈值电压 V_i 。此后，在步骤1120期间在电流读取阈值电压 V_i 下读取一或多个页 P_j 以获得读取值。

[0060] 在步骤1130期间以预定数目的迭代(例如2或3个迭代)执行示性HLDPC解码器。在步骤1140期间获得解码器输出，任选地对未收敛的字利用校正子权数及对收敛的字利用误码计数。

[0061] 追踪单元1150针对最大数目个页更新曲线存储1160中的曲线值。如图11中所展示，在步骤1170中针对收敛的字更新原始误码曲线；在步骤1180期间在读取阈值电压 V_i 下计数大量码字；且在1190步骤中针对所有字更新校正子曲线(且用于收敛的字的校正子权数为0)。以从曲线存储到步骤1110的反馈方式应用一组读取阈值电压 V_i 以用于步骤1120中的一或多个页的下一读取。以此方式，当误码及校正子权数曲线随着读取操作发展时，可基于这些曲线1160产生下一组读取电压。

[0062] 将曲线1160的填充延迟处理读取经编码字(或电子页)所花费的时间。直到此时，可(例如，使用预设读取阈值电压设定)基于快闪特性化来预定扫描的方向。

[0063] 在处理预定的最大数目个页之后，在步骤1195处输出读取阈值电压 V_a 、 V_b 及 V_c 。

[0064] 应注意，可并行执行读取操作以通过跨越多个裸片扩散读取操作来缩减读取时间。还要注意，可在不同读取阈值电压下执行跨越裸片的读取(即，并非跨越裸片的所有页必须要在同一阈值电压下予以读取)。

[0065] 另外，SmartScan特征可基于曲线1160的特性调整读取步长。

[0066] 结论

[0067] 以上的应用及相关联的实施例应该被视为仅是说明性的，并且可使用本文所揭示的读取阈值电压调整技术来配置许多其它实施例。举例来说，图3的读取阈值电压调整过程

300可仅运用校正子权数(即,使用图3的左侧)予以执行。在另一种变化中,图3的读取阈值电压调整过程300可仅运用误码率度量(即,使用图3的右侧)予以执行。

[0068] 除了其它益处外,所揭示的读取阈值电压调整技术改进固态存储装置的承受能力(常常被称作寿命延长)且降低时延及性能度量标准。

[0069] 还应理解,如本文所描述的读取阈值电压调整技术可至少部分地以存储在存储器中且由处理装置(例如,计算机)的处理器执行的一或多个软件程序的形式实施。如先前所提到,存储器或其中实施有此类程序代码的其它存储装置为本文中被更一般地称作“计算机程序产品”的实例。

[0070] 例示性读取阈值电压调整过程300可使用一或多个处理平台予以实施。因此,处理模块或其它组件中的一或多者可各自在计算机、存储装置或其它处理平台元件上运行。给定的此类元件可被看作在本文中被更一般地称作“处理装置”的实例。

[0071] 现参看图12,展示了可用于实施本发明的一或多个实施例的至少一部分的一个可能的处理平台。此实施例中的处理平台1200包括给定系统的至少一部分,且包含至少一个处理装置,所述处理装置经标示为1202-1、1202-2、1202-3,· · · 1202-D,其经由网络1204彼此通信。网络1204可包括任何类型的网络,例如无线局域网络(WAN)、局域网(LAN)、卫星网络、电话或电缆网络、蜂窝式网络、无线网络(例如,WiFi或WiMAX),或这些及其它类型的网络的多个部分或组合。

[0072] 处理平台1200中的处理装置1202-1包括耦合到存储器1212的处理器1210。处理器1210可包括微处理器、微控制器、专用集成电路(ASIC)、现场可编程门阵列(FPGA)或其它类型的处理电路,以及此类电路元件的部分或组合,并且存储器1212可看作其中实施有可执行计算机程序代码的“计算机程序产品”的实例,其可包括呈现任何组合形式的随机存取存储器(RAM)、只读存储器(ROM)或其它类型的存储器。

[0073] 处理装置1202-1中还包含的为网络接口电路1214,其用于将处理装置与网络1204及其它系统组件介接,并且可包括常规的收发器。

[0074] 假设以与经展示用于图中的处理装置1202-1的方式相类似的方式来配置处理平台1200的另一处理装置1202(如果存在的话)。

[0075] 同样,图中展示的特定处理平台1200仅作为实例呈现,并且给定的系统可包含额外的或替代性的处理平台,以及呈现任一组合形式的许多不同的处理平台,其中每一此类平台包括一或多个计算机、存储装置或其它处理装置。

[0076] 系统的多个元件可共同地实施在图12中所展示的类型的共同处理平台上,或每一元件可在单独的处理平台上实施。

[0077] 如本领域中已知,本文所论述的方法及设备可分布为一种制品,其自身包括其上实施有计算机可读代码装置的计算机可读媒体。计算机可读程序代码装置可结合计算机系统操作,以进行步骤中的全部或一些,从而执行方法或形成本文所论述的设备。计算机可读媒体可为有形的可记录的媒体(例如,软性磁盘、硬盘驱动器、光盘、存储卡、半导体装置、芯片、专用集成电路(ASIC)),或可为传输媒体(例如,包括光纤的网络、万维网、电缆或使用时分多址、码分多址的无线信道,或其它射频信道)。可使用已知的或发展成熟的可适合与计算机系统一起使用来存储信息的任何媒体。计算机可读代码装置为用于允许计算机读取指令及数据(例如,磁性媒体上的磁性变化或光盘表面上的高度变化)的任何机构。

[0078] 应再次强调，仅出于说明的目的而呈现本发明的上述实施例。可使用许多变化及其它替代性实施例。举例来说，技术适用于各种其它类型的固态存储媒体，所述固态存储媒体可得益于本文所揭示的读取阈值电压调整过程。并且，本文所展示的处理装置元件的特定配置及相关联的读取阈值电压调整技术可在其它实施例中变化。此外，在以上描述说明性实施例的整个过程中作出的多种简化假设也应被看作为例示性的，而不是对本发明的要求或限制。在所附权利要求书的范围内的许多其它替代性实施例对所属领域的技术人员来说将是显而易见的。

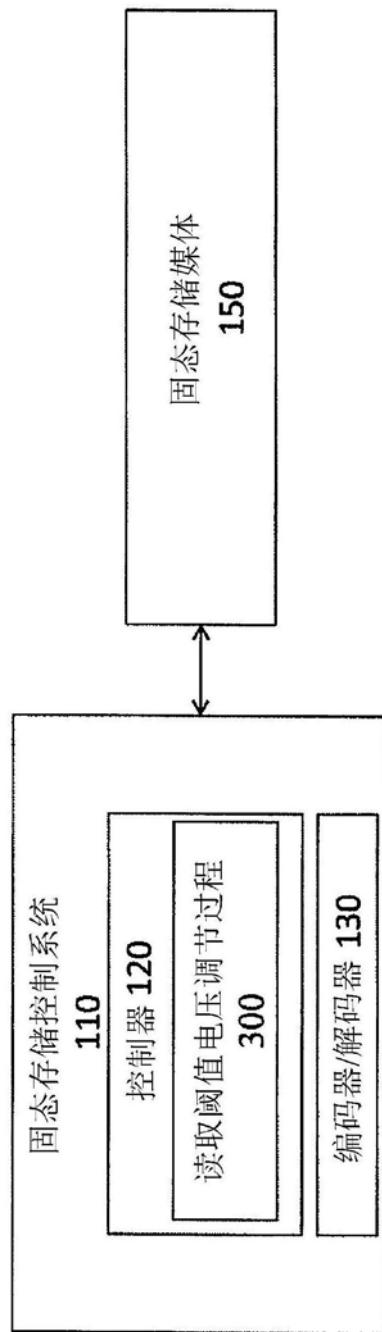


图1

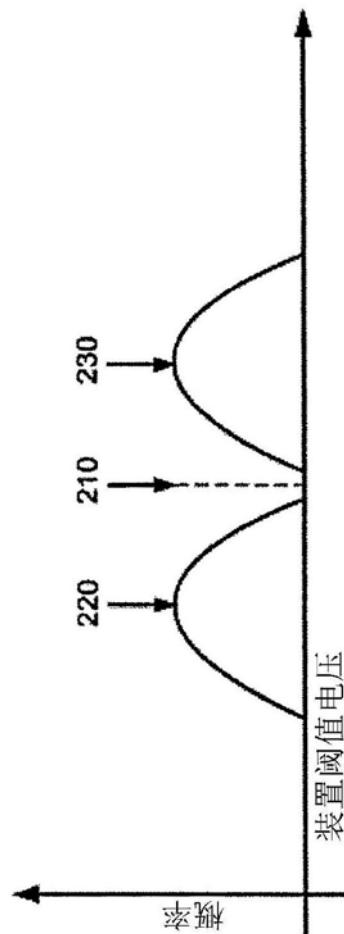


图2A

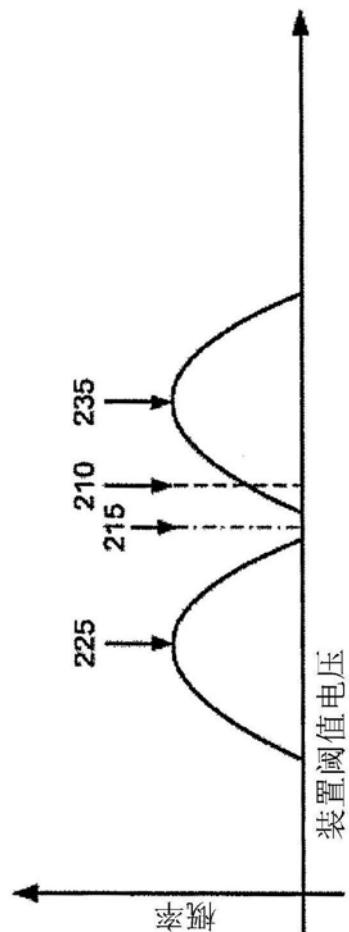


图2B

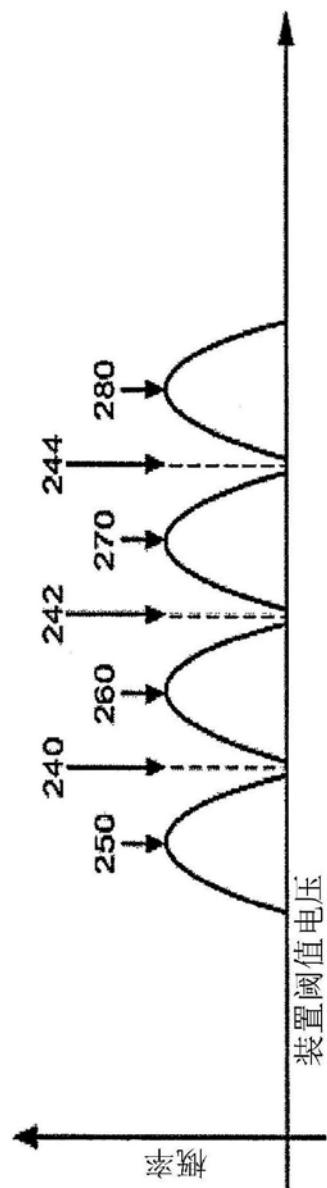


图2C

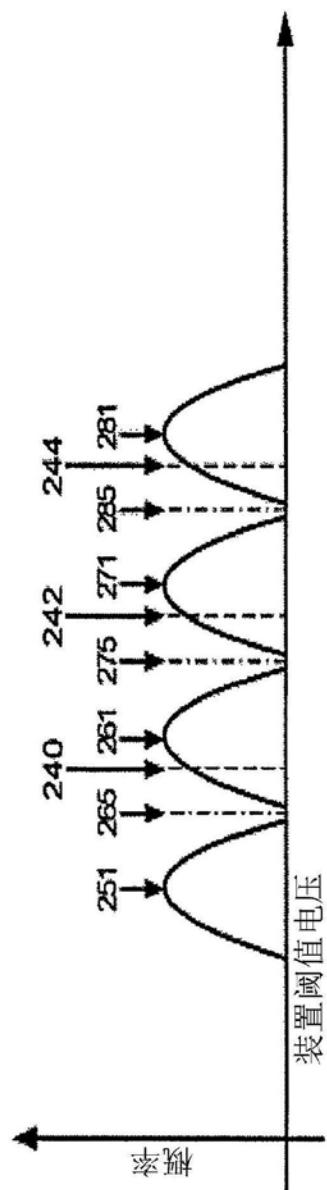


图2D

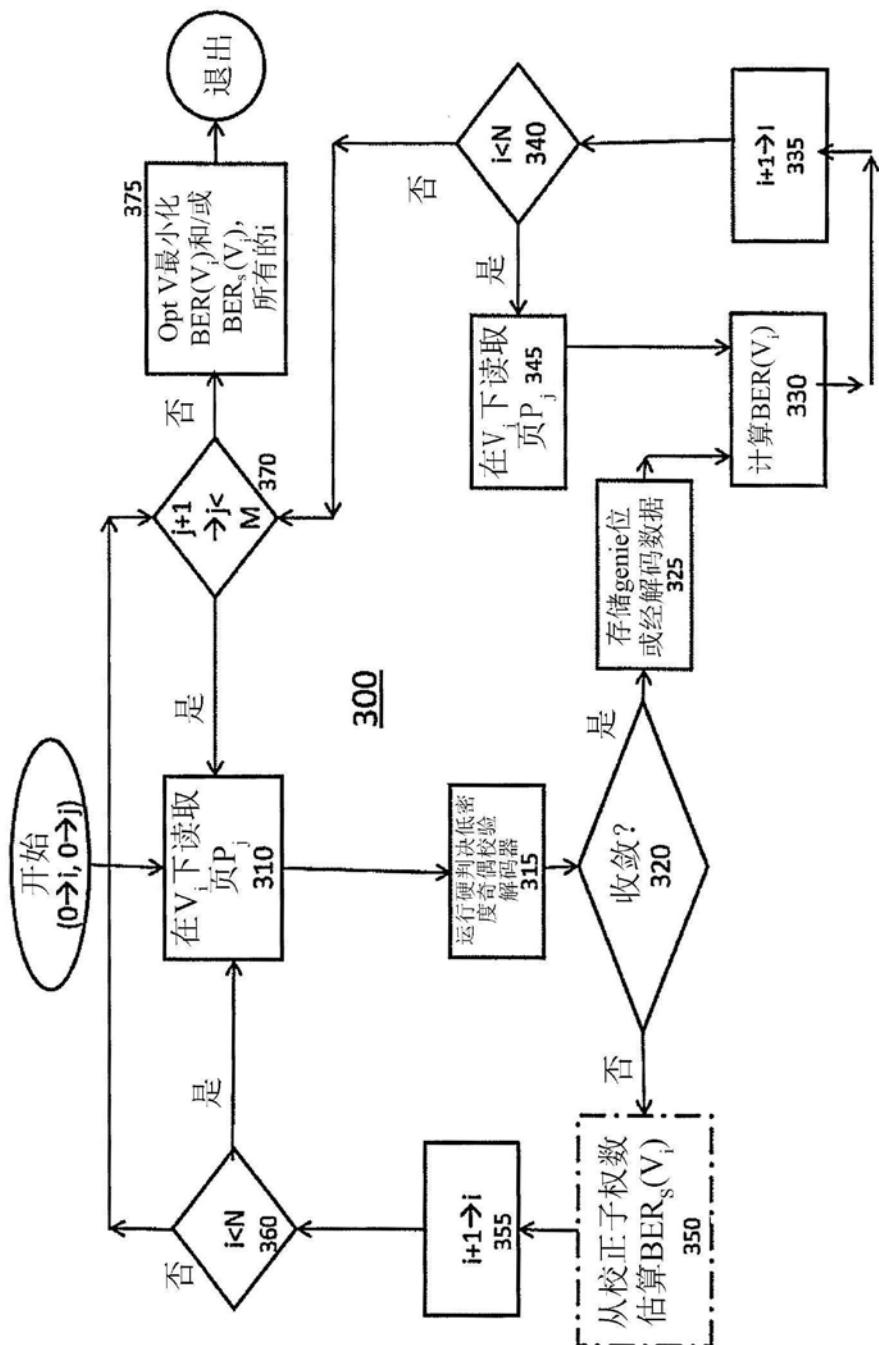


图3

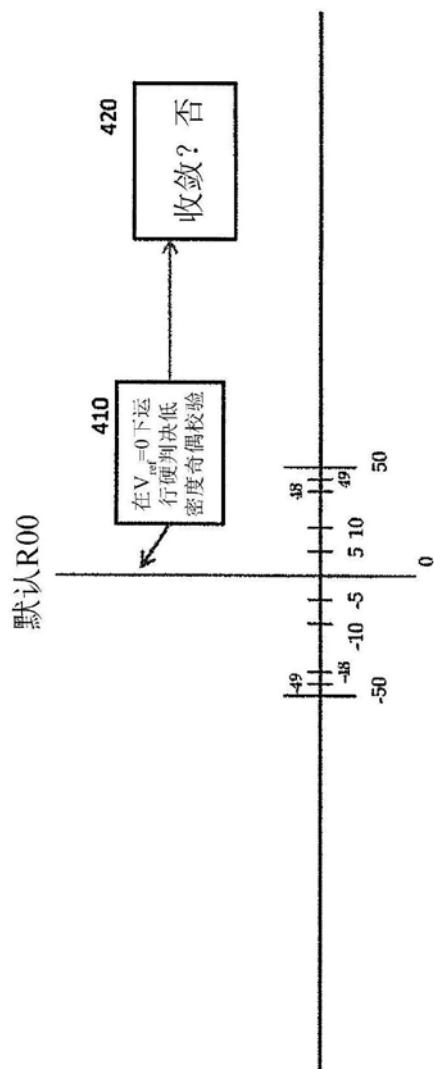


图4

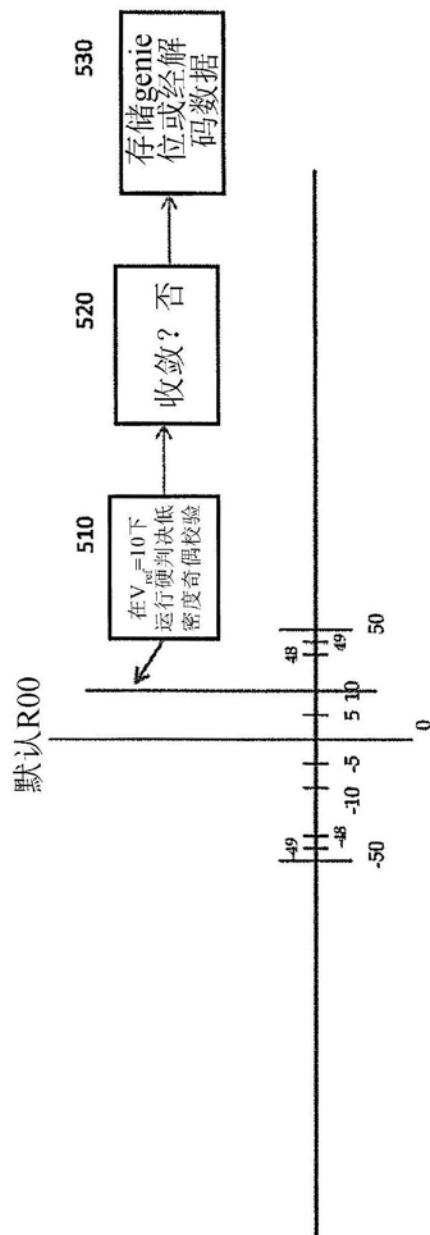


图5

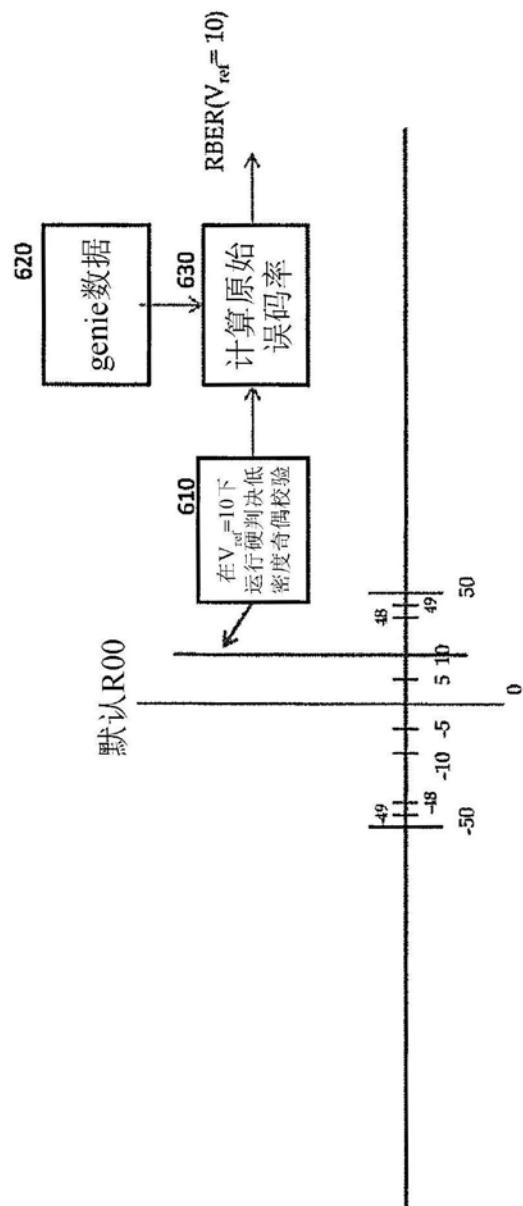


图6

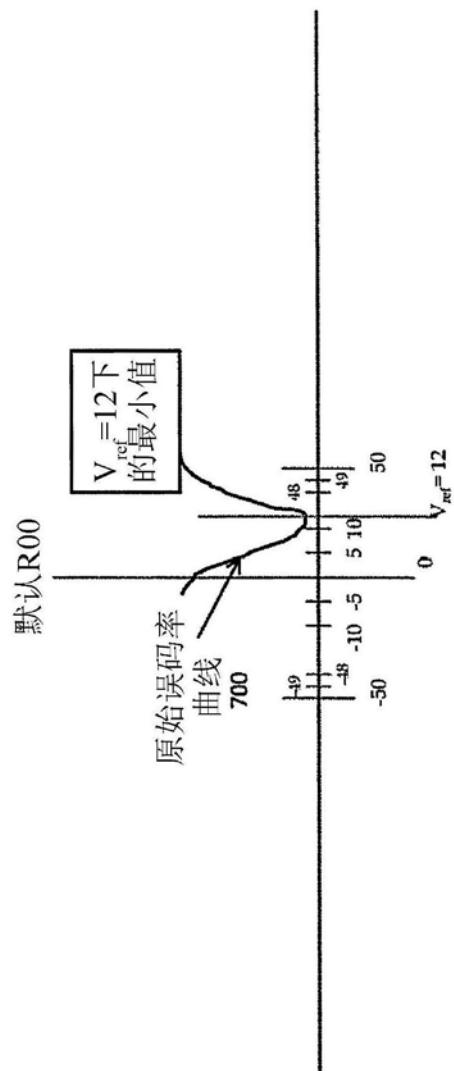


图7

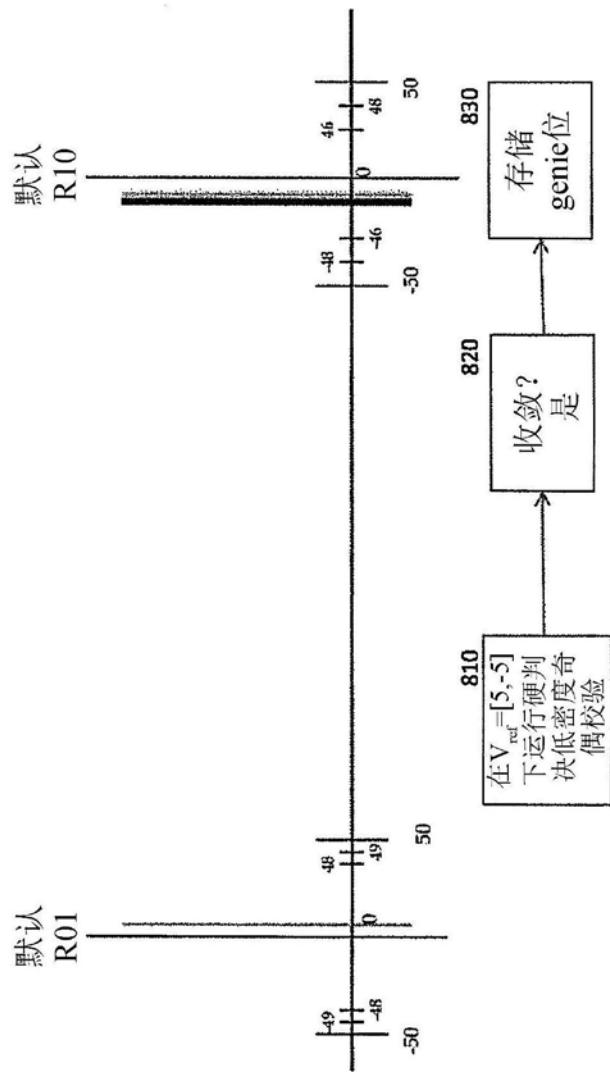


图 8

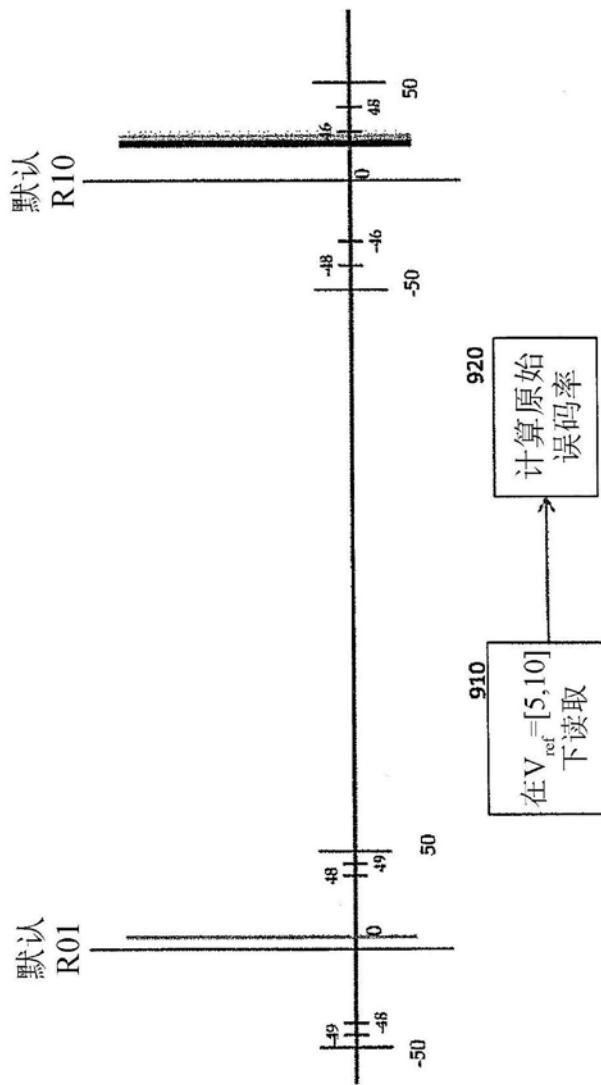


图9

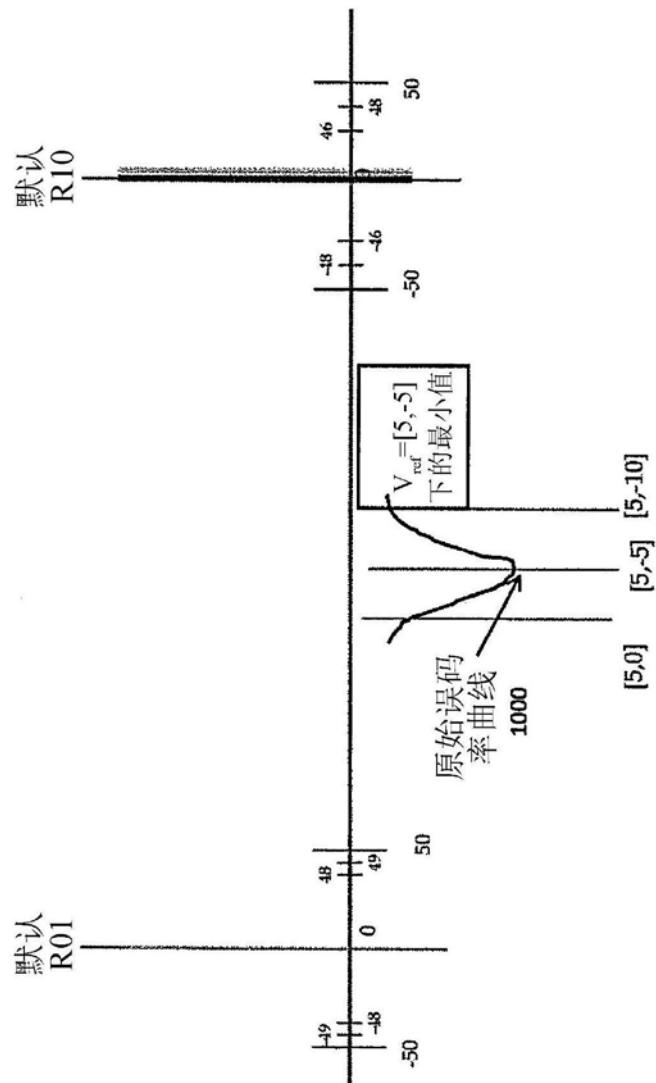


图10

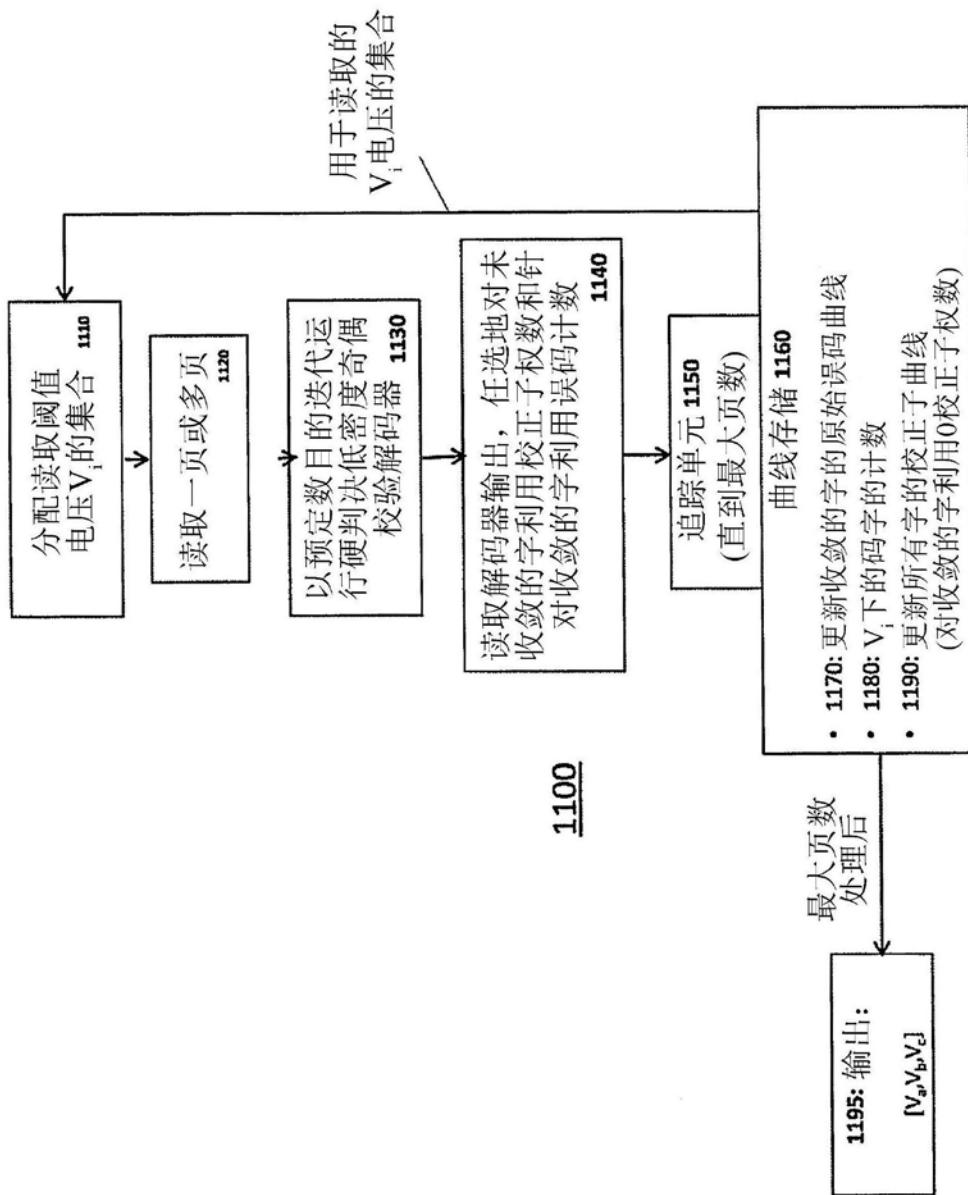


图11

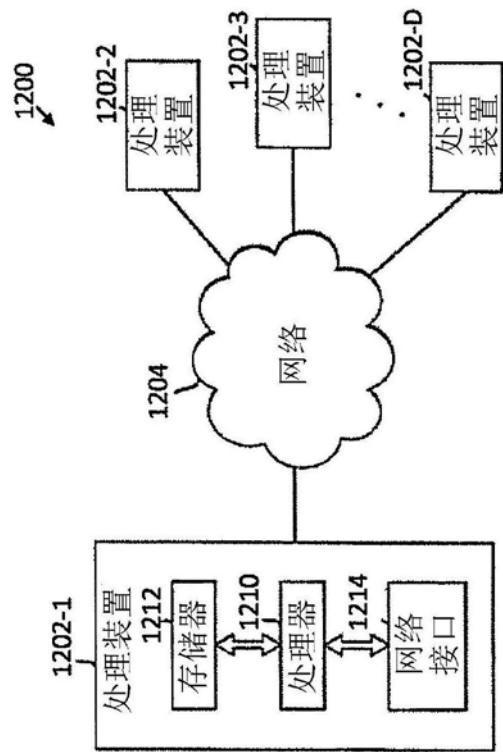


图12