

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
G06F 12/02 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 03824764. X

[45] 授权公告日 2009 年 9 月 9 日

[11] 授权公告号 CN 100538660C

[22] 申请日 2003.9.10 [21] 申请号 03824764. X
[30] 优先权

[32] 2002.10.28 [33] US [31] 10/281,626

[86] 国际申请 PCT/US2003/028255 2003.9.10

[87] 国际公布 WO2004/040457 英 2004.5.13

[85] 进入国家阶段日期 2005.4.28

[73] 专利权人 桑迪士克股份有限公司

地址 美国加利福尼亚州

[72] 发明人 罗伯特·C·张 巴赫曼·卡瓦迈
法施德·萨伯特-沙吉

[56] 参考文献

CN 1278934 A 2001.1.3

WO 0014641 A1 2000.3.16

US 5930193 A 1999.7.27

审查员 王燕_1

[74] 专利代理机构 北京律盟知识产权代理有限公司
代理人 刘国伟

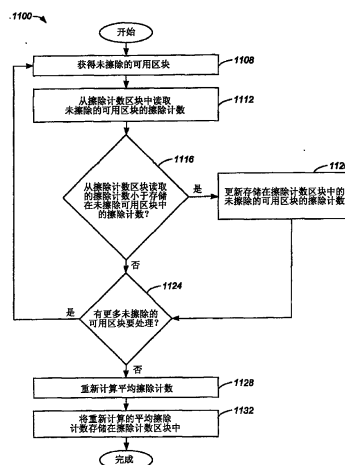
权利要求书 2 页 说明书 32 页 附图 14 页

[54] 发明名称

管理擦除计数区块的方法和设备

[57] 摘要

本发明揭示了用于管理非易失性存储系统中的擦除计数的方法和设备。根据本发明的一个方面，一种用于初始化非易失性存储系统的系统存储器中的一擦除计数区块的方法（所述非易失性存储系统包括非易失性存储器）涉及分配系统存储器中的被划分成复数个项的复数个页面。所述复数个项的每一项在该非易失性存储器中具有一个相关区块。该方法还包括识别适用于接收使用者数据的可用区块及将值存储在与可用区块相关联的每一项中。将所述值存储在与可用区块相关联的每一项中会实质上将该可用区块识别为可用。



1. 一种用于处理与一存储系统的一非易失性存储器相关联的一擦除区块的方法，所述非易失性存储器包括复数个区块，所述方法包含：
获得所述擦除区块；
识别在一个擦除计数区块中对应于所述擦除区块的一第一项，其中所述擦除计数区块存储在所述非易失性存储器的一系统存储器中；
判定何时所述第一项是所述擦除区块的擦除次数的一个指示；以及
当判定所述第一项指示所述擦除区块的擦除次数时，将所述第一项复制到所述擦除区块中。
2. 根据权利要求1所述的方法，其进一步包括：
当判定所述第一项不是所述擦除区块的擦除次数的一个指示时，将一第二项复制到所述擦除区块中，所述第二项储存在所述系统存储器中，其中所述第二项经配置以指示所述复数个区块的平均擦除次数。
3. 根据权利要求2所述的方法，其中所述第二项存储在所述擦除计数区块中。
4. 根据权利要求1所述的方法，其中将所述第一项复制到所述擦除区块中包括将所述第一项复制到所述擦除区块的一个开销区域中。
5. 一种存储系统，其包括：
一非易失性存储器，所述非易失性存储器包括复数个区块，其中所述复数个区块包括一个擦除区块；
一系统存储器；
用于获得所述擦除区块的代码装置；
识别一擦除计数区块中对应于所述擦除区块的一第一项的代码装置，其中所述擦除计数区块存储在所述系统存储器中；
用于判定何时所述第一项是所述擦除区块的擦除次数的一个指示的代码装置；

当判定所述第一项指示所述擦除区块的擦除次数时用于将所述第一项复制到所述擦除区块中的代码装置；和
一存储所述代码装置的存储区域。

6. 根据权利要求 5 所述的存储系统，其进一步包括：

当判定所述第一项不是所述擦除区块的擦除次数的一个指示时用于将一第二项复制到所述擦除区块中的代码装置，所述第二项存储在所述擦除计数区块中，其中所述第二项经配置以指示所述复数个区块的平均擦除次数。

7. 根据权利要求 5 所述的存储系统，其中将所述第一项复制到所述擦除区块中的所述代码装置包括用于将所述第一项复制到所述擦除区块的一开销区域中的代码装置。

8. 根据权利要求 5 所述的存储系统，其中所述代码装置是固件代码装置和软件代码装置之一。

管理擦除计数区块的方法和设备

相关应用的交叉参考

本发明涉及 2002 年 10 月 28 日提交的标题是“(在非易失性存储系统中的损耗平衡) WEAR-LEVELING IN NON-VOLATILE STORAGE SYSTEMS”的共同待决的美国专利申请案第 10/281,739 号 (Atty. Docket No.SANDP023/SDK0366.000US)、2002 年 10 月 28 日提交的标题是“(在非易失性存储系统中跟踪最频繁擦除区块) TRACKING THE MOST FREQUENTLY ERASED BLOCKS IN NON-VOLATILE MEMORY SYSTEMS”的共同待决的美国专利申请案第 10/281,670 号 (Atty. Docket No.SANDP025/SDK0366.002US)、2002 年 10 月 28 日提交的标题是“(在非易失性存储器中跟踪最不频繁擦除区块) TRACKING THE LEAST FREQUENTLY ERASED BLOCKS IN NON-VOLATILE MEMORY SYSTEMS”的共同待决的美国专利申请案第 10/281,824 号 (Atty. Docket No.SANDP026/SDK0366.003)、2002 年 10 月 28 日提交的标题是“(用于分割逻辑区块的方法和设备) METHOD AND APPARATUS FOR SPLITTING A LOGICAL BLOCK”的共同待决的美国专利申请案第 10/281,631 号 (Atty. Docket No.SANDP028/SDK0371.000US)、2002 年 10 月 28 日提交的标题是“(用于对区块内的页面分组的方法和设备) METHOD AND APPARATUS FOR GROUPING PAGES WITHIN A BLOCK”的共同待决的美国专利申请案第 10/281,855 号 (Atty. Docket No.SANDP029/DSK0410.000US)、2002 年 10 月 28 日提交的标题是“(用于解析与通用逻辑区块相关联的物理区块的方法和设备) METHOD AND APPARATUS FOR RESOLVING PHYSICAL BLOCKS ASSOCIATED WITH A COMMON LOGICAL BLOCK”的共同待决的美国专利申请案第 10/281,762 号 (Atty.Docket No.SANDP030/SDK0416.000US)、和 2002 年 10 月 28 日提交的标题是“(维

护非易失性存储系统中的擦除计数) MAINTAINING ERASE COUNTS IN NON-VOLATILE STORAGE SYSTEMS”的共同待决的美国专利申请案第10/281,626号(Atty.Docket No.SANDP032/SDK0420.000US),其每个申请案的全文都以引用的方式并入本文中。

技术领域

本发明一般涉及大规模数字数据存储系统。更明确地说,本发明涉及有效地允许维护擦除计数的系统和方法,所述擦除计数被用于允许与非易失性存储系统中的存储区域相关联的损耗分散到大体上所有存储区域中。

背景技术

由于非易失性存储系统的物理尺寸十分紧凑且非易失性存储器可被反复重编程,对诸如闪存存储系统的非易失性存储系统的使用日渐增长。闪存存储系统的紧凑的物理尺寸促进了其在愈加流行的装置中的应用。使用闪存存储系统的装置包括(但不限于):数字相机、数字摄像机、数字音乐播放器、手提式个人电脑和全球定位装置。将包括于闪存存储系统中的非易失性存储器反复重编程的能力使得可使用和再使用闪存存储系统。

一般来说,闪存存储系统可包括闪存卡和闪存芯片组。闪存芯片组一般包括闪存组件和控制器组件。通常闪存芯片组可经配置以装配在嵌入式系统中。该等装配件或主机系统的制造商通常获取组件形式的闪存和其它组件,然后将闪存存储器和其它组件装配入主机系统。

尽管非易失性存储器或(更明确地说)闪存系统中的闪存存储区块可被反复地重编程及擦除,但是在区块用坏之前(即,存储量开始变小之前)每个区块或物理位置仅可被擦除一定的次数。也就是说,每个区块具有一个编程和擦除循环限度。在某些存储器中,在认为区块不能使用之前可将区块擦除高达约一万次。在其它存储器中,认为区块损坏之前该区块可被擦除高达约十万次或者甚至一百万次。当区块损坏,从而使闪存系统的总存储容量的一部分发生使用量损失或性能显著下降时,闪存系统的使用者可能受到不利

影响，例如丢失存储的数据或不能存储数据。

闪存系统内的区块或物理位置上的损耗取决于将各个区块编程的次数不同而不同。如果区块或（更一般地说）存储元件被编程一次，则其实际上未经重编程，编程和擦除循环数且因此与所述区块相关联的损耗通常将较低。然而，如果反复地写入和擦除（例如，循环）一个区块，那么与所述区块相关联的损耗通常将较高。由于主机（例如，访问或使用闪存系统的系统）使用逻辑区块地址（LBA）来访问存储在闪存系统中的数据，如果主机反复地使用相同 LBA 写入和重写数据，那么闪存系统内的相同物理位置或区块就被反复地写入和擦除，其应为所属领域的技术人员所了解。

当某些区块已实际上损坏而其它区块相对完好时，已经损坏的区块的存在通常使闪存系统的整体性能大打折扣。除了与损坏的区块自身相关联的性能降级之外，当仅有不足量的未损坏区块可用于存储所要的数据时，闪存系统的整体性能也会大打折扣。通常，即使闪存系统中的许多其它单元相对完好，当闪存系统中存在临界数目的已经损坏的区块时，就认为闪存系统已经不可用了。当认为包括相当数目的相对完好区块的闪存系统已经不可用时，与该闪存系统相关联的许多资源实际上就浪费了。

为了增加闪存系统中的区块相对平均地发生损耗的可能性，经常要执行损耗平衡操作。如所属领域的技术人员所了解，通常损耗平衡操作被配置成允许与特定 LBA 关联的物理位置或区块发生改变，使得相同的 LBA 不总是与相同的物理位置或区块关联。通过改变 LBA 的区块关联，就会使特定区块早在其它区块损坏前就完全损坏的可能性降低。

一种常用损耗平衡方法涉及交换用户或主机 LBA 的两个较大的部分所映射到的物理位置。也就是说，交换与较大的存储单元部分相关联的 LBA。通过来自用户的手动指令（例如，通过使用主机）来起始这种交换，结果，这种交换对用户是不透明的。而且，涉及在两个较大的存储单元部分之间移动数据的交换操作耗时且（因此）效率低下。此外，较长持续时间的交换操

作会消耗大量与整个闪存系统相关联的资源，从而对整个闪存系统的性能产生不利影响。如所属领域的技术人员所了解，从第一位置移动数据通常涉及将所述数据复制到另一位置并从第一位置擦除所述数据。

另一常规的损耗平衡方法包括允许区块损耗。一旦区块已实际损坏，可通过一旦其中存储有区段的区块已经损坏或已经变得不可用就将与该等区段关联的地址映射到备用区域来重新指派被指派到该等区块的区段。由于备用区域或区块的数目有限且十分宝贵，所以并不总会有可将与不可用区块相关联的区段映射到此的备用区域。另外，仅在区块变得不可用之后才实际重新映射区段通常会使整个闪存系统的性能降级。

因此，所需要的是用于有效地且大体上透明地在闪存存储系统中执行损耗平衡的方法和设备。也就是说，所需要的是一种促进损耗平衡处理的系统，其促使在与闪存存储系统关联的物理位置中损耗更为平均，而不需要显著使用计算资源。

发明内容

本发明涉及一种用于管理非易失性存储系统中的擦除计数的系统和方法。根据本发明的一个方面，一种用于初始化非易失性存储系统的系统存储器中的一个擦除计数区块的方法（所述非易失性存储系统包括非易失性存储器）涉及分配系统存储器中的被分割成复数个项的复数个页面。该等复数个项的每一项在该非易失性存储器中具有一个相关联区块。该方法还包括识别适用于接收使用者数据的可用区块，及将值存储在与可用区块相关联的每一项中。将所述值存储在与可用区块相关联的每一项中会实质上将该可用区块识别为可用的。

在一个实施例中，识别可用区块包括识别不可用区块。在此实施例中，所述方法还包括将一个指示符存储在上述复数个项中的与一个不可用区块相关联的每一项中。将所述指示符存储在与不可用区块相关联的每一项中实质上会将所述不可用区块识别为不可用的。

通过将擦除计数放入擦除计数区块中,接着当需要时更新擦除计数来管理擦除计数使得可易于识别可用区块的最新擦除计数,因此促进了对频繁使用的区块的识别。通过允许从擦除计数区块中获得擦除计数,可以容易地判定当前所擦除的可用区块的先前擦除次数。

根据本发明的另一方面,一种用于处理与包括复数个区块的存储系统的非易失性存储器相关联的擦除区块的方法涉及获得擦除区块和识别存储在存储系统的非易失性存储器中的擦除计数区块中的第一项,其对应于擦除区块。该方法还包括判断何时该第一项为该擦除区块的擦除次数的指示,并当判定该第一项为已擦除区块的擦除次数的指示时实质上将该第一项复制到所述擦除区块中。在一个实施例中,该方法还包括当判定所述第一项不是擦除区块的擦除次数的指示时实质上将一个第二项复制到所述擦除区块中。存储在系统存储器中的所述第二项指示所述复数个区块的平均擦除次数。

根据本发明的另一方面,一种用于更新在系统存储器的擦除计数区块中的第一项的方法包括识别存储在非易失性存储器中的区块并判断何时该区块可用。当判定该区块不可用时设定在该第一项中的位以指示该区块不可用,且如果判定该区块可用就判断何时该区块未擦除。所述方法还包括当判定该区块未擦除时读取存储在该区块中的指示所述区块的擦除次数的位,且当判定该区块未擦除时将在第一项中的位设定成对应于存储在该区块中的所述位。

通过阅读下文详细描述及研究图式中的各种图样,本发明的这些和其它优点将会变得显而易见。

附图说明

参考与随附图式相结合的以下描述可最佳理解本发明,其中:

图 1a 为根据本发明的一个实施例包括非易失性存储装置的通用主机系统的图解表示。

图 1b 为根据本发明的一个实施例的存储装置,例如,图 1a 的存储装置

120 的图形表示。

图 1c 为包括一个嵌入式非易失性存储器的主机系统的图解表示。

图 2 为根据本发明的一个实施例的闪速存储器的一部分的图解表示。

图 3 为根据本发明的一个实施例的处理流程图，其说明与处理有关闪存系统的初始化请求相关联的步骤。

图 4 为根据本发明的一个实施例的处理流程图，其说明与一种处理静态区块的方法相关联的步骤。

图 5a 为根据本发明的一个实施例的系统存储器的图解方块图表示。

图 5b 为根据本发明的一个实施例的普通区块、最不频繁擦除区块和最频繁擦除区块的图解表示。

图 6 为根据本发明的一个实施例的一种方法的图解表示，该方法在整个存储系统中执行区块交换/更新以允许区块具有更平均的损耗。

图 7 为根据本发明的一个实施例的系统架构的图解方块图表示。

图 8a 为根据本发明的一个实施例的擦除计数区块的图解方块图表示。

图 8b 为根据本发明的一个实施例的在一个擦除计数区块中的页面的图解表示，例如，图 8a 的擦除计数区块 800 的页面 810a，该页面大体上被分成若干位置。

图 8c 为根据本发明的一个实施例的在一个擦除计数区块中的页面的图解表示，例如，图 8a 的擦除计数区块 800 的页面 810a，该页面大体上被分成若干字节。

图 8d 为根据本发明的一个实施例的在一个擦除计数区块中的页面的图解表示，例如，图 8a 的擦除计数区块 800 的页面 810a，其含有擦除计数和指示特定区块已不可用的一个项。

图 9 为根据本发明的一个实施例的一个擦除计数区块的标头的图解表示，例如，图 8a 的擦除计数区块 800 的标头 820。

图 10 为根据本发明的一个实施例说明与一种方法相关联的步骤的处理

流程图，当初次格式化非易失性存储系统的非挥发性存储器时，该方法初始化一个擦除计数区块。

图 11 为根据本发明的一个实施例说明与一种方法相关联的步骤的处理流程图，该方法响应初始化请求而更新一个擦除计数区块。

图 12 为根据本发明的一个实施例说明与一种方法相关联的步骤的处理流程图，该方法获得一个备用区块的擦除计数。

具体实施方式

尽管在区块损坏之前通常每个区块仅可被擦除有限的次数，但是可反复地编程和擦除闪存存储系统中的非易失性存储器存储区块。当区块损坏时，会出现与包括损坏的区块的闪存存储系统的整体存储容量的一部分相关联的较显著的性能降级，且存储在该部分的数据可能丢失，或者可能无法在该部分存储数据。

为了增加闪存存储系统中区块损耗地更平均的可能性，可更为平均地利用区块。通过跟踪每个区块已被擦除了多少次（例如通过利用擦除计数），可更平均地使用系统中的存储器。一种擦除计数管理技术可将擦除计数存储在与一特定区块相关联的冗余区域中，该擦除计数可跟踪该特定区块的擦除次数。可在存储器中建立表格，其实质上使使用中的区块可有效地隔离于具有相对高的擦除计数的区块与具有相对低的擦除计数的区块。当使用中的区块被擦除时，该区块可适当地被“添加”到具有相对高的擦除计数的区块的表或具有相对低的擦除计数的区块的表中。同样，可从具有相对高的擦除计数的区块的表或者具有相对低的擦除计数的区块的表中将区块“移动”到区块映射表，即，一组使用中区块表，以便实质上替换任何已从该区块映射表重新指派的区块。

通过对区块进行分类，由于可更有效地管理每个区块的使用，所以可更平均地利用区块以平均化与区块相关联的损耗。另外，将区块以表格进行分类使得易于识别具有低擦除计数的区块和具有高擦除计数的区块，且，因此

不必利用大量的计算资源。因此，损耗平衡可较有效地进行。结果大大延长了闪存系统的寿命而没有显著影响闪存系统的性能。

为了促进对区块分类，在闪存存储器中可分配一个擦除计数区块。此区块可经配置以含有大体上所有可用于存储闪存存储器内的数据的区块的擦除计数。当擦除区块时，一般擦除该区块的擦除计数。通过将大体所有具有相关擦除计数的区块的擦除计数存储在擦除计数区块中，可易于获得擦除区块的擦除计数，例如，通过从擦除计数区块读取擦除计数。

闪存系统或（更一般地）非易失性存储装置一般包括闪存卡和芯片组。通常闪存系统和主机系统结合使用，使得主机系统可将数据写入闪存系统或从闪存系统读取数据。然而，某些闪存系统包括嵌入式闪存存储器和软件，该软件在主机上执行以大体上充当嵌入式闪存存储器的控制器。开始参考图 1a，将描述包括非易失性存储装置（例如，紧凑闪存卡或嵌入式系统）的一般主机系统。主机或计算机系统 100 通常包括系统总线 104，其允许微处理器 108、随机访问存储器（RAM）112 和输入/输出电路 116 进行通信。应了解主机系统 100 一般可包括其它组件，例如，显示装置和网络连接装置，为了说明的目的未展示。

一般来说，主机系统 100 可以获取以下信息，其包括（但不限于）静态图像信息、音频信息和视频图像信息。这些信息可以实时获取，并可以以无线方式传输到主机系统 100。虽然主机系统 100 大体上可以是任何系统，主机系统 100 一般是诸如数字相机、摄像机、蜂窝式通信装置、音频播放器或视频播放器的系统。然而，应了解，主机系统 100 通常可以是存储数据或信息并检索数据或信息的大体任何系统。

应了解，主机系统 100 也可以是只能获取数据或只能检索数据的系统。也就是说，主机系统 100 可以是存储数据的专用系统，或主机系统 100 可以是读取数据的专用系统。举例而言，主机系统 100 可以是被配置成一个仅用于写入或存储数据的存储写入器。或者，主机系统 100 可以是一例如 MP3

播放器的装置，其通常被配置成读取或检索数据而不获取数据。

非易失性存储装置 120（在一个实施例中是一个可移除的非易失性存储装置）经配置成与总线 104 连接来存储信息。一可选的接口块 130 可允许非易失性存储装置 120 间接地和总线 104 连接。当存在时，输入/输出块 116 用于减少总线 104 上的负载，如所属领域的技术人员将会了解的。非易失性存储装置 120 包括非易失性存储器 124 和一个可选的存储器控制系统 128。在一个实施例中，非易失性存储装置 120 可设置于一个单一芯片或电路小片上。或者，可在一个多芯片模块上或在多个离散组件上设置非易失性存储装置 120，该等离散组件可形成一个芯片组并可以一起用作非易失性存储装置 120。下文将参照图 1b 更详细地描述非易失性存储装置 120 的一个实施例。

非易失性存储器 124（例如，诸如 NAND 闪速存储器的闪速存储器）被配置为存储数据，以便可按需访问和读取数据。应了解，尽管非易失性存储器 124 中的某些数据是不可擦除的，但适当时也可以擦除存储在非易失性存储器 124 中的数据。一般可通过存储器控制系统 128 来控制存储数据、读取数据和擦除数据的过程，或当没有存储器控制系统 128 时，可通过由微处理器 108 执行的软件来控制。可管理非易失性存储器 124 的运作，以通过使非易失性存储器 124 的区域实质上平均损耗而使非易失性存储器 124 的寿命基本上最大化。

通常非易失性存储装置 120 被描述为包括一个可选的存储器控制系统 128，即一个控制器。通常，非易失性存储装置 120 可包括用于非易失性存储器 124 和存储器控制系统 128 的独立芯片，即控制器、功能。举例而言，尽管包括（但不限于）PC 卡、紧凑快闪卡，多媒体卡和安全数字卡的非易失性存储装置包括可设置在独立芯片上的控制器，但是其它非易失性存储装置可不包括设置在独立芯片上的控制器。在一个其中非易失性存储装置 120 不包括独立存储器和控制器芯片的实施例中，可将存储器和控制器功能集成在一个单一芯片中，如所属领域的技术人员将会了解的。或者，可由微处理器

108 提供存储器控制系统 128 的功能，如（例如）在一个其中非易失性存储装置 120 不包括存储器控制器 128 的实施例中，如上文所述。

参考图 1b，根据本发明的一个实施例将更详细地描述非易失性存储装置 120。如上所述，非易失性存储装置 120 包括非易失性存储器 124 且可包括存储器控制系统 128。存储器 124 和控制系统 128（或控制器）可以是非易失性存储装置 120 的主要组件，尽管当存储器 124 是嵌入式 NAND 装置时，如参考图 1c 将论述的，非易失性存储装置 120 可不包括控制系统 128。存储器 124 可以是形成于半导体基板上的存储器单元的阵列，其中通过在存储器单元的个别存储元件上存储两个或两个以上电荷电平之一，可将一或多位数据存储在该等个别的存储器单元上。非易失性电可擦除可编程只读闪存（EEPROM）是用于该等系统的普通类型存储器的一个实例。

当存在时，控制系统 128 通过总线 15 与正在使用存储器系统来存储数据的主机或其它系统通信。总线 15 通常是图 1a 的总线 104 的一部分。控制系统 128 还控制存储器 124（其可包括存储器单元阵列 11）的运作以写入由主机提供的数据，读取由主机请求的数据并在操作存储器 124 时执行各种内部管理功能。控制系统 128 通常包括一个通用微处理器，其具有关联的非易失性软件存储器，各种逻辑电路等。通常还包括一个或多个用于控制特定例程序的执行的状态机。

一般由控制系统 128 或微处理器 108 通过地址解码器 17 来寻址存储器单元阵列 11。解码器 17 对阵列 11 的门极线和位线施加校正电压，以将数据编程到由控制系统 128 寻址的存储器单元群中，自其中读取数据或对其进行擦除操作。额外电路 19 包括可取决于待编程入已寻址单元群的数据而控制施加到阵列的元件的电压的编程驱动器。电路 19 还包括从已寻址存储器单元群读取数据所需的感应放大器和其它电路。待编程入阵列 11 的数据或最近从阵列 11 读取的数据通常存储在控制系统 128 内的缓存 21 中。控制系统 128 通常还含有用于临时存储命令和状态数据等的各种寄存器。

阵列 11 被划分为大量的区块 0-N 存储器单元。对于 EEPROM 闪存系统来说很常见的是，区块是擦除的最小单元。也就是说，每个区块包含最小数目的一起擦除的存储器单元。每个区块通常被划分为一定数目的页面，如图 2 的说明。页面通常是编程的最小单元。也就是说，一个基本的编程操作将数据写入或读出最小一个页面的存储器单元。通常每个页面内存储一个或一个以上数据区段。如图 1b 所示，一个区段包括使用者数据和耗用数据。耗用数据通常包括错误校正代码 (ECC)，其从区段的使用者数据中计算得出。当数据编程入阵列 11 时，控制系统 128 的一部分 23 计算 ECC，且当从阵列 11 读取数据时也会检查 ECC。或者，ECC 被存储在与其所从属的使用者数据不同的页面或不同的区块中。

使用者数据的区段通常是 512 个字节，对应于磁盘驱动器中的扇区的大小。耗用数据通常是额外的 16 个字节。最通常的情况下，在每个页面中包括一个数据区段，但两个或两个以上的区段也可形成一个页面。任何数目的页面通常可形成一个区块。举例而言，可由 8 个到 512、1024 个页面或更多的页面形成一个区块。区块数被选定来为存储器系统提供所要的数据存储容量。阵列 11 通常被划分为一些子阵列 (未图示)，每个子阵列含有一定比例的区块，其在某种程度上相互独立运作以增加执行各种存储器操作的并行度。在美国专利第 5,890,192 号中描述了使用多个子阵列的实例，其全文以引用的方式并入本文中。

在一个实施例中，将如 NAND 闪速存储器的非易失性存储器嵌入系统中，例如，主机系统。图 1c 是包括一个嵌入式非易失性存储器的主机系统的图解表示。主机或计算机系统 150 通常包括系统总线 154，其允许微处理器 158、RAM 162 和输入/输出电路 166、主机系统 150 的其它组件 (未图示)，进行通信。非易失性存储器 174，例如，闪速存储器，允许将信息存储在主机系统 150 中。在非易失性存储器 174 与总线 154 之间可提供接口 180 以使信息可以从非易失性存储器 174 中读取或将其写入非易失性存储器 174 中。

通过微处理器 158 可管理非易失性存储器 174, 该微处理器有效地执行经配置以控制非易失性存储器 174 的软件和固件。也就是说, 微处理器 158 可以运行允许控制非易失性存储器 174 的代码装置 (未图示), 即, 软件代码装置或固件代码装置。此种可为和微处理器 158 内部的 CPU 封装在一起的闪速存储器、独立的闪存 ROM 或在非易失性存储器 174 内的代码装置 (将在下文中描述) 使得可寻址非易失性存储器 174 中的物理区块, 并使得可将信息存储在物理区块中, 且从其中读取或自其擦除该信息。

当连续对特定区域 (例如, 图 1a 的非易失性存储器 124 的存储元件) 编程时, 例如, 反复地写入和擦除, 该特定区域一般比未被连续编程的区域损耗地更快。为了有效地 “平均化” 非易失性存储器 124 中的不同区域的损耗, 可大体上自动地执行损耗平衡, 使得被连续编程的区域经受较少的编程, 而未被连续编程的区域经受更多的编程。

通常, 为了执行损耗平衡, 一个区块 (例如, 与被反复地编程的物理位置相关联的一组区段) 可以和与未被反复地编程的物理位置相关联的区块进行交换。也就是说, 已编程且因此被反复地擦除的物理区块可以和已编程并较少被擦除的物理区块相交换。

在本发明的一个实施例中, 为了易于判断一个特定的物理区块是否经过反复编程和擦除, 将一个擦除计数存储在该区块中。也就是说, 可维护一个跟踪区块的擦除次数的计数器且在每次擦除区块时加 1。这样的擦除计数可用来促进判断一个特定的区块是否应该和另一个不经常擦除的区块进行交换。图 2 是根据本发明的一个实施例的闪速存储器的一部分的图解表示。闪速存储器 200 可被划分为多个页面 204。每个页面 204, 其一般含有约 512 字节的使用者数据, 实际上包括一个冗余区域 206, 例如, 页面 204a 包括冗余区域 206a。每个冗余区域 206 或耗用区域可包括多达约 16 个字节的信息, 该信息通常包括 (但不限于) 一个群识别符 216、一个更新索引 212 和一个擦除计数 214。

通常，在区块 210 中包括任何数目的页面 204。尽管应了解包括在区块 210 中的页面 204 的数目可以有很大变化，为了便于说明，展示了包括在区块 210 中的页面 204a、204b。在所述实施例中，区块 210 可经配置以包括约 64 个页面。举例而言，当闪速存储器 200 包括约 512 兆位 (Mb) 时，闪速存储器 200 实际可被划分为约 2048 个区块，每个区块具有 64 个页面。

如先前提到的，每次从关联区块擦除使用者数据时擦除计数 214 会加 1。举例而言，与区块 210 关联的擦除计数 214 会在每次从区块 210 擦除数据的时候加 1。因为区块 210 中所包括的每个页面 204a、204b 通常具有擦除计数 214，所以与每个页面 204a、204b 关联的擦除计数 214 会在擦除区块 210 时加 1。

一般来说，当擦除含有数据的区块时，区块的数据区域和冗余区域都被擦除或清空。通常将已擦除区块添加到备用区块池中，所述备用区块池含有与其它已擦除区块（例如，其它表格的已擦除区块）的擦除计数相比具有较小擦除计数的已擦除区块。备用区块表实质上可以是最不频繁擦除区块表，在下文会有所描述。在本发明的一个实施例中，将具有大擦除计数的擦除区块添加到含有擦除区块的池中，该等擦除区块含有比其它表的擦除区块更大的擦除计数。含有具有大擦除计数的擦除区块的池可以是最不频繁擦除区块表，其在下文也有所描述。一个刚擦除的区块的擦除计数会加 1，且取决于计数值而保存在最不频繁擦除区块表或最频繁擦除区块表中。

返回到图 2，在初始化请求期间可访问如擦除计数 214 的擦除计数。当出现下列情况时可发出初始化请求，例如，当系统（例如包括嵌入式闪存的系统）加电时，当系统内的备用区块短缺时，当使用者发出平衡区块分配的请求时，以及当使用者发出使区块使用更平均的请求时。图 3 是根据本发明的一个实施例的处理流程图，其说明与处理有关闪存系统的初始化请求相关的步骤。一般来说，可由使用者起始初始化请求，或由与闪存系统关联的控制器大体上自动地起始初始化请求，（例如）定期地或当满足触发条件时。

响应初始化请求的过程 300 在步骤 304 开始，其中实际接收初始化请求。可由与待初始化闪存通信的处理器或控制器接收初始化请求。例如，可由使用者经由主机在加电时或当要平衡区块分配时提供此请求。

一旦接收初始化请求，就在步骤 306 中获得平均擦除计数。在一个实施例中，平均擦除计数存储在擦除计数区块中，其被写入与该系统关联的 NAND 存储器中。所述擦除计数区块（ECB）含有平均擦除计数且每个区块的擦除计数被存储于闪速存储器的一个区块中。应了解当产生擦除计数区块时，例如，当最初格式化该系统时，通常将平均擦除计数和在表格中的每个区块的擦除计数初始化为零值。在下文将关于图 8a 描述擦除计数区块。获得平均擦除计数之后，获得在该系统中的大体所有区块的擦除计数。如上文关于图 2 所述，含有数据的特定区块的擦除计数可存储在与该区块关联的冗余区域中。因此，获得含有数据的大体所有区块的擦除计数可包括访问与每个区块关联的冗余区域，并将每个擦除计数存储在该擦除计数区块中。

在初始化请求时，从闪速存储器的擦除计数区块中获得擦除区块的擦除计数。在大体上任何给定时刻，区块属于最频繁擦除区块表、最不频繁擦除区块表或区块映射表。闪速存储器中具有相关擦除计数的大体所有物理区块的擦除计数可存储在闪速存储器的擦除计数区块中。含有数据的区块的擦除计数通常属于区块映射表并存储在冗余或耗用区域。属于区块映射表的擦除区块的擦除计数具有零擦除计数，因为该区块实际从未使用。从最不频繁擦除区块表或最频繁擦除区块表中获得擦除计数涉及从该表中得到所述值，因为该等表的每一项一般含有擦除区块的区块号与其擦除计数。当完成初始化请求的处理时，通常用所有区块的当前擦除计数来更新该擦除计数区块。

在步骤 320 中，在系统存储器（例如，主机系统存储器）中分配区块映射表。如所属领域的技术人员应了解的，区块映射表可经配置以提供在逻辑区块地址（LBA）与物理区块地址之间的映射。此外，在步骤 320 中还分配最频繁擦除区块表和最不频繁擦除区块表。

通常，最频繁擦除区块表的大小被设定或以其它方式配置成可有效地保持有关被最频繁地擦除的擦除区块的信息。也就是说，最频繁擦除区块经配置以保持有关系统中的具有最高擦除计数的擦除区块的信息，例如，擦除计数和映射信息。类似地，通常最不频繁擦除区块表的大小被设定或以其它方式配置成可有效地容纳具有最低擦除计数的擦除区块的信息。尽管最频繁擦除区块表的大小和最不频繁擦除区块表的大小可以有很大变化，但是所述表的大小取决于待指派为最频繁擦除的区块数和待指派为最不频繁擦除的区块数。通常，与最不频繁擦除区块表相比，最频繁擦除区块表的大小一般被设定成容纳较少擦除区块的信息。举例而言，最频繁擦除区块表的大小可设定成容纳约十八个擦除区块的信息，而最不频繁擦除区块表的大小可设定成容纳有关约七十个擦除区块的信息。或者，最频繁擦除区块表的大小可设定成容纳约十个擦除区块的信息，而最不频繁擦除区块表的大小可设定成容纳约五十个擦除区块的信息。

在步骤 320 分配了表之后，在步骤 324 中识别擦除区块。接着，在步骤 328 中，可将“N”个擦除区块指派给最频繁擦除区块并实质上指派给最频繁擦除的表。在一个实施例中，“N”个擦除区块可以是具有通过比较所有擦除计数而判定的最高擦除计数的“N”个擦除区块。或者，基于与在步骤 306 中获得的平均擦除计数所做比较，可判定要存储在最频繁擦除区块表中的“N”个擦除区块。例如，所述“N”个擦除区块可以是擦除计数比平均擦除计数至少高出一个给定百分比（例如，约百分之二十五）的“N”个擦除区块。

一旦实际填充了最频繁擦除区块表，就可识别“M”个擦除区块且在步骤 332 中将其实际地指派给最不频繁擦除区块表。所述“M”个擦除区块一般可以是与该系统相关联的所有擦除区块中的具有最低擦除计数的“M”个擦除区块，或所述“M”个擦除区块可以是擦除计数比平均擦除计数至少低一个给定百分比的“M”个擦除区块。该等“M”个擦除区块实际上是适当

时将指派给该区块映射表的备用区块。

在步骤 336 中，将剩余擦除区块（即，未指派给最不频繁擦除区块表或最频繁擦除区块表）与“未擦除”区块一起指派给区块映射表。换句话说，使剩余擦除区块和含有数据且不在相关冗余区域中的区块与区块映射表相关联。

在（例如）用与对应区块相关的擦除计数和映射信息来实际填充区块映射表、最不频繁擦除区块表及最频繁擦除区块表之后，在步骤 338 中可判定平均擦除计数。判定平均擦除计数通常涉及对在步骤 308 中获得的个别区块的擦除计数取和，并用区块总数除该总和。

将在步骤 338 中计算的平均擦除计数存储在与该系统相关联的擦除计数区块中。如先前提到的，该平均擦除计数存储在一个擦除计数区块中，其被写入与该系统关联的 NAND 存储器中。当将平均擦除计数存储在该擦除计数区块中时，可在步骤 342 中处理静态区块（或含有数据并具有相对低的相关擦除计数的区块）。下文将关于图 4 描述与一种处理静态区块的方法关联的步骤。一旦处理了所述静态区块，就完成了处理初始化请求的过程。

在与闪速存储器关联的一群区块中，在任何给定时刻，通常具有被擦除的区块和含有数据（即，使用者数据）的区块。可认为含有数据的某些区块是“普通”区块，而可认为其中的其它区块是静态区块。静态区块是含有很少改变的数据的区块。换句话说，很少擦除静态区块。通常，静态区块可以与存储在闪速存储器中的相对旧的文档、存储在闪速存储器中的可执行程序或存储在闪速存储器中的操作系统相关联。静态区块的擦除计数一般大大低于闪速存储器内的大部分区块的擦除计数。在一个实施例中，如果区块的擦除计数比与闪存系统关联的平均擦除计数低一个确定的百分比，例如约百分之二十，就可认为含有数据的区块是静态区块。

由于静态区块含有很少改变的数据，所以可以将静态区块中含有的数据复制到具有相对高的擦除计数的区块中。也就是说，当特定物理区块的内容

相对是静态的（且因此，一般不改变时），实际上可以将该内容重新指派给具有相对高的擦除计数的不同物理区块以便使具有相对低的擦除计数的原有物理区块可用于存储更频繁改变的内容。参考图 4，将根据本发明的一个实施例描述与处理静态区块（即，图 3 的步骤 342）相关联的步骤。在步骤 404 开始处理系统的静态区块的过程 342，其中访问未擦除区块（例如，区块“A”）的擦除计数。一旦存取了区块“A”的擦除计数，就在步骤 408 中做出关于未擦除区块“A”的擦除计数和与该系统关联的平均擦除计数相比是否很低的判断。

尽管可以基于大体上任何适当的标准来与平均擦除计数相比而判断未擦除区块“A”的擦除计数是否低，但是在一个实施例中，基于区块“A”的擦除计数的值是否比与平均擦除计数的分数相关联的值更低来作出该判断。例如，当该擦除计数比平均擦除计数的预定百分比更少时，可认为区块“A”的擦除计数低。

如果在步骤 408 中判定区块“A”的擦除计数与平均擦除计数相比不是很低，就指示区块“A”很可能不是静态区块。应了解尽管即使不认为区块“A”的擦除计数极低，区块“A”也可以是静态区块，但是在这种情况下，区块“A”的擦除计数实际上不触发区块“A”与另一区块的交换。从而，完成处理静态区块的过程。

或者，如果在步骤 408 中判定与平均擦除计数相比区块“A”的擦除计数极低，就意味着可以将区块“A”的内容写入具有相对高擦除计数的区块中，使得具有低擦除计数的区块“A”可用于存储变化较频繁的数据。换句话说，当与平均擦除计数相比，区块“A”的擦除计数极低时，即表示该区块“A”是静态区块。如此，处理流程自步骤 408 移到步骤 412，在该步骤中将区块“A”识别为静态区块。一旦将区块“A”识别为静态区块，在步骤 416 中可从由最频繁擦除区块表予以识别的一群最频繁擦除区块中获得一个区块，即区块“B”。

获得区块“B”之后，在步骤 420 中将区块“A”的内容复制到区块“B”中。也就是说，在步骤 420 中将区块“A”中含有的使用者数据复制到区块“B”中。一旦将区块“A”的内容复制到区块“B”中，就在步骤 424 擦除区块“A”。通常，当擦除区块“A”时，与区块“A”相关的擦除计数递增 1。在步骤 428 中，一个区块，例如，区块“C”，可以从最不频繁擦除区块群被移到最频繁擦除区块群中，以使得区块“C”的关联从最不频繁擦除区块表实际上改变到最频繁擦除区块表。换句话说，解除区块“C”与最不频繁擦除区块表的关联而与最频繁擦除区块表相关联。此移动允许实际地打开最不频繁擦除区块表中的一个空间以容纳区块“A”，区块“A”具有低擦除计数并因此是该系统中最不频繁擦除区块之一。通常，区块“C”是最不频繁擦除区块表中具有最高擦除计数的区块。

在将区块“C”从最不频繁擦除区块群中移出或以其它方式解除区块“C”与最不频繁擦除区块群的关联，处理流程从步骤 428 移到步骤 432，其中在步骤 432 中实际上将区块“A”从区块映射表移到最不频繁擦除区块表中。接着，在步骤 434 中，使包括先前包含于区块“A”中的内容的区块“B”与区块映射表相关联。如所属领域的技术人员应了解的，将区块“B”“移动”到区块映射表中通常包括将过去与区块“A”相关联的逻辑区块地址映射更新为现在与区块“B”相关联的逻辑区块地址映射。当在最频繁擦除区块表中出现有关区块“C”的信息，在区块映射表中出现有关区块“B”的信息，且在最不频繁擦除区块表中出现有关区块“A”的信息时，处理静态区块的过程即告完成。应了解，可重复过程 342 直到已识别并处理了与一系统相关联的基本上所有的静态区块。

一般来说，当初始化请求被发送到整个闪存系统时，可在系统存储器（例如，图 1a 的 RAM 112）中创建区块映射表、最不频繁擦除区块表和最频繁擦除区块表。为了建立该等表，可首先在系统存储器中分配空间以容纳该等表。

如上文提到的，在系统存储器中创建区块映射表、最不频繁擦除区块表和最频繁擦除区块表，平均擦除计数也是如此。也将平均擦除计数和每个区块的擦除计数写入擦除计数区块。图 5a 为根据本发明的一个实施例的系统存储器的图解方块图表示。在整个系统中包括系统存储器 454 和闪速存储器 460，且其实际上可以是（例如）存储卡的组件或主机装置的组件，其中嵌入如 NAND 存储器的闪速存储器 460。系统存储器 454 经配置以存储区块映射表 462，通过该表可将区块关联。通常，可使用区块映射表 462 以便将 LBA 和与闪速存储器 460 关联的物理区块相关联。

系统存储器 454 还保持有最不频繁擦除区块表 466 和最频繁擦除区块表 470，其一般响应初始化请求而形成，和区块映射表一样 462。当格式化整个闪存系统时创建平均擦除计数 474，其经配置以保持闪速存储器 460 内的区块的平均擦除计数。在一个实施例中，擦除计数区块 480 经配置以含有闪速存储器 460 中的大体所有区块 465 的擦除计数。每发出一次初始化请求，可计算更新的平均擦除计数，并将其存储在擦除计数区块 480 中。

图 5b 为根据本发明的实施例的“普通”区块群、最不频繁擦除区块群和最频繁擦除区块群的图解表示。区块群 502 包括区块 514，其可以是通常含有使用者数据的普通或静态区块，或其可以被擦除但不是最频繁擦除区块或最不频繁擦除区块。最不频繁擦除区块群 506 一般包括整个系统中的擦除区块中的具有最低擦除计数的区块 518，而最频繁擦除区块群 510 通常包括整个系统中的擦除区块中的具有最高擦除计数的区块 522。一般来说，区块 518 实际用作备用区块。

当擦除区块 514 时，可判断擦除区块 514 是具有较低的相关联擦除计数还是较高的相关联擦除计数。当擦除区块 514 具有较低的相关联擦除计数时，可将擦除区块 514 添加到最不频繁擦除区块群 506 中。另一方面，当擦除区块 514 具有较高的相关联擦除计数时，可将擦除区块 514 重新指派到最频繁擦除区块群 510。

可具有大体上任何大小的最不频繁擦除区块群 506 可以是一个排序的群。也就是说，可基于擦除计数来大体上对区块 518 进行排序。该排序通常反映在一个对应的最不频繁擦除区块表（未图示）中，该表中含有和区块 518 关联的项。举例而言，每次新的区块 518 被移到或添加到最不频繁擦除区块群 506 或以另外方式与其相关联时，可基于擦除计数实质上对区块 518 进行排序，使得在最不频繁擦除区块群 506 中的最不频繁擦除区块 518 可以是被指派到（例如）群 502 的下一个区块 518。换句话说，当需要将数据复制于其中的新区块时，使用最不频繁擦除区块表识别最少擦除的区块 518，且将其从最不频繁擦除区块群 506 中取出。通常，当擦除含有无用数据的区块 514 时，所述区块 514 可存储到最不频繁擦除区块群 506 中，且从而可更新最不频繁擦除区块表，即，可将对应于所添加区块的项包含于最不频繁擦除区块表中。

和存储在最不频繁擦除区块群 506 中的区块 518 类似的，最频繁擦除区块群 510 中的区块 522 也可基于擦除计数而大体上被排序。通常通过对在用于识别区块 522 的最频繁擦除区块表（未图示）中的项进行排序而实施排序过程。在一个实施例中，可计算与区块 522 关联的平均擦除计数，即，可判定最频繁擦除区块群 510 的平均擦除计数。当从群 502 中擦除一个区块 514，而且发现已擦除区块 514 的擦除计数超过最频繁擦除区块群 510 的平均擦除计数一个给定百分比（例如大于约百分之二十）时，可将已擦除区块 514 添加到最频繁擦除区块群 510 中。当新区块 522 被实际添加到最频繁擦除区块群 510 中时，频繁擦除区块群 510 中的具有最低擦除计数的区块 522 可被重新指派到群 502 中。通常通过更新相关联的区块映射表、最不频繁擦除区块表和最频繁擦除区块表（未图示）来反映所述重新指派。

当包括在群 502 中的区块 514 将被擦除或更新时，通常会发生群 502、最不频繁擦除区块群 506 和最频繁擦除区块群 510 之间的区块的交换或更新。或者，在大体上任何需要将备用区块分配用于群 502 中的时候，皆会发

生区块的交换或更新。接着参考图 6，将根据本发明的一个实施例描述在整个存储系统（诸如具有嵌入式闪速存储器的主机系统）中执行区块交换或更新以允许区块损耗地更为平均的方法。执行区块交换或者更新的过程 600 从步骤 604 开始，在步骤 604 中从区块映射表“获得”或者以其它方式使用区块映射表识别一个区块，例如，区块“Y”。所获得的区块是将被实际上从区块映射表中换出以复制或更新其内容的区块。

一旦获得区块“Y”，那么在步骤 608 从最不频繁擦除区块表中获得一个区块，例如区块“X”。也就是说，通过使用最不频繁擦除区块表来识别适当的备用区块，从最不频繁擦除区块群中获得备用区块。一般来说，区块“X”是在最不频繁擦除区块群中具有最低擦除计数的区块，尽管应了解，区块“X”可以是和最不频繁擦除区块群（且因此，最不频繁擦除区块表）相关联的大体上任何区块。在步骤 612 中，将存储在区块“Y”中的数据或即将替换区块“Y”的初始内容的新内容复制到区块“X”中。

在将区块“Y”的内容复制到区块“X”中之后，在步骤 616 中，将区块“X”实际上移到区块映射表中或与其关联。换句话说，有效更新与区块“Y”和区块“X”关联的映射，使得先前映射到区块“Y”的 LBA 被重映射到区块“X”。当区块“X”被实际上移到区块映射表中时，在步骤 620 中，区块“Y”被擦除。明确地说，可使用大体任何适当的技术来擦除存储在区块“Y”中的数据内容（例如，使用者内容）。接着在步骤 624 中，与区块“Y”关联的擦除计数（其存储在与区块“Y”关联的冗余区域中）加 1 以指示区块“Y”已再一次被擦除。应了解，在一个实施例中，实际存储在擦除计数区块中的“Y”的擦除计数可更新。

在步骤 628 中，识别在最频繁擦除区块表中的具有最低擦除计数的区块。如上所述，在一个实施例中，在最频繁擦除区块表中所参考的区块根据其各自的擦除计数被排序。对区块进行排序可包括根据区块的擦除计数来定位对最频繁擦除区块表中的区块的参考。因此，识别具有最低擦除计数的区

块通常涉及访问在最频繁擦除区块表中的位置上的区块参考，该位置被配置成容纳具有最低擦除计数的区块参考。

一旦识别到在最频繁擦除区块表中所参考的具有最低擦除计数的区块，处理流程就从步骤 628 移到步骤 632，在该步骤中，判断区块“Y”的擦除计数是否大于在最频繁擦除区块表中所参考的具有最低擦除计数的区块的擦除计数。如果判定区块“Y”的擦除计数不大于在最频繁擦除区块表中所参考的具有最低擦除计数的区块的擦除计数，那么指示区块“Y”并非频繁擦除的。从而，处理流程从步骤 632 继续到步骤 636，在步骤 636 中将区块“Y”移到最不频繁擦除区块群中并且实际上移到最不频繁擦除区块表中，即，将对应于区块“Y”的项添加到最不频繁擦除区块表中。应了解，在一个实施例中，将区块“Y”移到最不频繁擦除区块群中可包括使用每个区块的擦除计数来重新对最不频繁擦除区块表中的大体上所有区块参考进行排序。在将区块“Y”实际上移到最不频繁擦除区块表中之后，便完成交换或更新区块的过程。

返回步骤 632，如果在步骤 632 中判定区块“Y”的擦除计数超过了与最频繁擦除区块表关联的最低擦除计数，那么指示区块“Y”应该被移到最频繁擦除区块群中且实际上移到最频繁擦除区块表中。为了给要在最频繁擦除区块表中加以参考的区块“Y”留出空间，需要从最频繁擦除区块表中移除一个区块，例如，在最频繁擦除区块表中所参考的具有最低擦除计数的区块。如此，在步骤 640 中，将在最频繁擦除区块表中所参考的具有最低擦除计数的区块移到最不频繁擦除区块群中，且实际上移到最不频繁擦除区块表中。将区块移到最不频繁擦除区块群中可包括根据每个区块的擦除计数而对最不频繁擦除区块表中的区块参考重新排序。

在将最频繁擦除区块表中的具有最低擦除计数的区块移出最频繁擦除区块表后，在步骤 644 中，将区块“Y”实际上移到最频繁擦除区块表中。在一个实施例中，将区块“Y”移到最频繁擦除区块群中且因此实际上移到

最频繁擦除区块表中可包括根据每个区块（包括区块“Y”）的擦除计数来对最频繁擦除区块重新排序。当区块“Y”实际上被移到最频繁擦除区块表中时，便完成交换或更新区块的过程。

一般来说，以软件形式（例如作为程序代码装置或作为固件）向主机系统提供与维护表、处理初始化请求和执行损耗平衡（例如，响应于交换或者更新区块的请求）相关联的功能。图 7 显示与提供到一个主机系统以实现损耗平衡的软件或固件相关联的合适系统架构的一个实施例。系统架构 700 通常包括各种模块，该等模块可包括（但不限于）应用程序接口模块 704、系统管理器模块 708、数据管理器模块 712、数据完整性管理器（data integrity manager）716 和装置管理器及接口模块 720。一般来说，可使用可由处理器（例如图 1a 的处理器 108）访问的软件代码装置或固件来实施系统架构 700。

一般来说，应用程序接口模块 704 可配置成与主机、操作系统或直接与使用者进行通信。应用程序接口模块 704 还与系统管理器模块 708 和数据管理器模块 712 进行通信。当使用者要读取、写入或格式化闪速存储器时，使用者发送请求到操作系统，该等请求被传到应用程序接口模块 704。应用程序接口模块 704 依据请求而将其引导到系统管理器模块 708 或数据管理器模块 712。

系统管理器模块 708 包括系统初始化子模块 724、擦除计数区块管理子模块 726 和电源管理区块子模块 730。系统初始化子模块 724 通常被配置成使初始化请求可被处理，且其通常与擦除计数区块管理子模块 726 进行通信。在一个实施例中，系统初始化子模块 724 允许更新区块的擦除计数，且大体上负责创建最不频繁擦除区块表和最频繁擦除区块表。

擦除计数区块管理子模块 726 包括使区块的擦除计数被存储（例如，在擦除计数区块中）的功能和使用个别的擦除计数计算并更新平均擦除计数的功能。换句话说，擦除计数区块管理子模块 726 实际上允许对擦除计数进行

分类并允许维护一个平均擦除计数。另外，在一个实施例中，在整个系统的初始化请求期间，擦除计数区块管理子模块 726 还大体上与擦除计数区块中的大体所有区块的擦除计数同步。虽然擦除计数区块管理子模块 726 可经配置使平均擦除计数存储在擦除计数区块中，但是应了解电源管理区块子模块 730 可代替其用于允许存储平均擦除计数。

除了与应用程序接口模块 704 通信之外，系统管理器模块 708 还与数据管理器模块 712 和装置管理器及接口模块 720 进行通信。与系统管理器模块 708 和应用程序接口模块 704 通信的数据管理器模块 712 可包括提供页面或区块映射的功能。数据管理器模块 712 还可包括与操作系统和文件系统接口层相关联的功能。

与系统管理器模块 708、数据管理器 712 和数据完整性管理器 716 进行通信的装置管理器和接口模块 720 通常提供一个闪速存储器接口，并且包括与硬件抽象（例如一个 I/O 接口）关联的功能。数据完整性管理器模块 716 提供 ECC 处理功能。

如上所述，在非易失性存储系统中的每个区块的擦除计数可存储在擦除计数区块中，其为存储在与该非易失性存储器系统关联的系统或 NAND 存储器中的保留区块。所述擦除计数区块除含有每个区块的擦除计数之外还可含有平均擦除计数。图 8a 是根据本发明的一个实施例的擦除计数区块的图解表示。一般擦除计数区块 800 的大小经设定使得擦除计数区块 800 包括确定数目的位，该等位用于包括擦除计数区块 800 的整个非易失性系统中的每个区块，即物理区块。可选择实际上分配给每个区块的位之数目使得已分配的位可容纳区块的整个擦除计数。在一个实施例中，擦除计数区块 800 对于每个区块可包括约三个字节，因为三个字节一般足以容纳约为十万的擦除计数。当为每个区块分配三个字节时，在包括约 2048 个区块（每区块约 64 个页面）的 512 Mb 系统中，擦除计数区块 800 的大小可设定成包括约 12 个页面，例如，约六千个字节。

擦除计数区块 800 包括页面 810, 如所属领域的技术人员应了解的, 该等页面通常包括可用于存储如擦除计数的数据的 512 个字节。如图所示, 第一个页面 810a 可经配置以含有区块 ‘0’ 到 ‘169’ 的擦除计数项, 而第二个页面 810b 可经配置以含有区块 ‘170’ 到 ‘339’ 的擦除计数项。

如下文将有关图 8b 和 8c 所描述的, 因为第一个页面 810a 的第三到五个字节经配置以含有对应于区块 ‘1’ 的擦除计数项, 所以当要写入或读取区块 ‘1’ (即, 物理区块 ‘1’) 的擦除计数时, 可以访问第一个页面 810a 的第三到五个字节。

除包括页面 810 之外, 擦除计数区块 800 还包括一般可处于擦除计数区块 800 中的大体任何地方的标头 820。下文将参考图 9 加以论述的标头 820 可以是擦除计数区块 800 中的页面, 其包括有关非易失性闪速存储器的信息, 该非易失性闪速存储器包括与存储在页面 810 中的擦除计数相关联的区块。

图 8b 为根据本发明的一个实施例的在擦除计数区块中的一个页面 (例如, 图 8a 的擦除计数区块 800 的页面 810a) 的图解表示。页面 810 经配置以保持对应于约一百七十个物理区块的项 830。如图示, 项 830 含有区块的擦除计数使得页面 810a 中的第一项 830a 经配置以含有区块 ‘0’ 的擦除计数, 且第二项 830b 经配置以含有区块 ‘1’ 的擦除计数。页面 810a 的最末项 830d 经配置以保持区块 ‘169’ 的擦除计数。

每一项 830 包括大体上相同字节数。如图 8c 所示, 对应于区块 ‘0’ 的项 830a 可以是在页面 810a 中的第零到二个字节, 而对应于区块 ‘2’ 的项 830c 可以是在页面 810a 中的第六到八个字节。如先前提到的, 每一项 830 可包括约三个字节, 尽管应了解在每一项 830 中的字节数及因此在页面 810a 的项 830 数会有所变化。举例而言, 在一个实施例中, 每一项 830 可包括约四个字节。

尽管页面 810a 中的每一项 830 经配置以含有擦除计数, 但是项 830 可

不必含有擦除计数。例如，当由于制造或工厂缺陷导致特定区块不能使用且不可写入或从其中读取，该区块一般将不具有擦除计数。如此，如图 8a 的擦除计数区块 800 的擦除计数区块一般将不具有含有不可用区块的擦除计数的项。或者，代替保持擦除计数，不可用区块的项 830 可以保持经配置以将区块识别为不可用的指示符或标记。

图 8d 为根据本发明的一个实施例的在一个擦除计数区块中的一个页面（例如，图 8a 的擦除计数区块 800 的页面 810a）的图解表示，其含有擦除计数和指示特定区块为不可用的项。当一个区块可使用，或可写入或读取时，该区块一般将具有一个擦除计数。举例而言，当已擦除区块 ‘0’ 一百次时，页面 810a 的项 830a 可含有值 ‘100’，该页面经配置以含有对应于区块 ‘0’ 的擦除计数。类似地，当已擦除区块 ‘1’ 三十次时，页面 810a 的项 830b 可含有值 ‘30’。

如果例如通过存储在区块 ‘2’ 中的标记已经将区块 ‘2’ 识别为不可用的区块，那么对应于区块 ‘2’ 的页面 810a 的项 830c 可含有经配置以指示区块 ‘2’ 不能使用的标记。在一个实施例中，在项 830c 中的标记 ‘FFFFFF’ 可指示由于工厂缺陷，区块 ‘2’ 不可用。应了解大体上任何标记皆可用于指示区块不可用。

如上所述，如图 8a 中的擦除计数区块 800 的擦除计数区块一般包括标头 820，在一个实施例中，标头 820 为擦除计数区块 800 中的页面，其包含一般有关于非易失性存储系统中的区块的信息。接着参考图 9，根据本发明的一个实施例，将描述擦除计数区块的标头，例如，图 8a 的擦除计数区块 800 的标头 820。可处于擦除计数区块中的大体任何地方的标头 820 可包括可用于存储信息的约 512 个字节。存储在标头 820 中的信息一般包括签名 850a，其可用于安全核查。除涉及非易失性存储器中的保留区块 850d 的数目的信息 850d 之外，涉及非易失性存储器中的隐藏区块数的信息 850c 也可包括在标头 820 中。信息 850f 可包括包含在非易失性存储器中的区块的总

数，且平均擦除计数被存储为标头 820 中的信息 850g。虽然平均擦除计数可存储在非易失性存储系统的系统存储器中的大体上任何地方，但是，在所述实施例中，将平均擦除计数存储为标头 820 中的信息 850g。

在一个实施例中，也可将有关不可用区块总数的信息 850e 包括在标头 820 中。不可用区块的总数可包括包含工厂缺陷的不可用区块的总数和包含成长缺陷的不可用区块的总数。虽然应了解标头 820 的内容一般可以有很大变化，但是标头 820 还可包括额外信息 850b。额外信息 850b 可包括（但不限于）分区信息 850b，其可包括有关在非易失性存储器（例如，在 NAND 闪存存储器芯片或 MLC NAND 闪存存储器）中的分区的大小的信息。如所属领域的技术人员应了解的，分区信息还可包括（但不限于）柱面、磁头和区段信息。

应了解标头 820 一般可包括其它内容。举例而言，标头 820 可包括有关使用中的或可供使用的可用区块总数的信息。或者，标头 820 可维护有关具有工厂缺陷的区块数和具有成长缺陷的区块数的信息。包括在标头 820 中的其它内容可包括（但不限于）经配置以大体上识别擦除计数区块的修订或版本的修订号。

当最初将功率提供给包括擦除计数区块的非易失性存储系统时，一般初始化或以其它方式创建擦除计数区块。换句话说，当初次格式化非易失性存储系统的非易失性存储器时通常会初始化擦除计数区块。参考图 10，根据本发明的一个实施例描述与一种方法相关联的步骤，当初次格式化非易失性存储系统的非挥发性存储器时，该方法初始化擦除计数区块。过程 1000 在步骤 1004 开始，在该步骤中将检查在非易失性存储系统中的所有区块，或更明确地说，所有物理区块。检查该等区块可包括检查所述区块的内容以判断哪一个区块可能不可用（即，由非易失性存储器的制造商识别为不可用）。从而，在步骤 1008 中，识别在非易失性存储器中的不可用的区块。识别该等不可用的区块可涉及识别含有标记（例如，如 ‘FFFFFF’ 的特定标记）

的每个区块，已知该标记将区块识别为具有或以其它方式包括工厂缺陷。

一旦大体上识别了所有不可用的区块，就在步骤 1012 中，在擦除计数区块中将不可用的区块标记为或以另外方式识别为不可用的。将特定区块标记为不可用的可包括将特定标记或代码（其将该区块识别为不可用）放入擦除计数区块的为该区块保留的部分中。应了解在擦除计数区块中标记不可用区块通常还包括更新该擦除计数区块的标头以包括非易失性存储器中的不可用区块的总数的计数。

在擦除计数区块中标记不可用区块之后，在步骤 1016 中初始化未经擦除的可用区块或不具有工厂缺陷的区块的擦除计数。初始化所述擦除计数可包括将未擦除的每个区块的擦除计数设定为零值。区块的擦除计数一般存储在与该区块关联的冗余或耗用区域中的至少一个区域中。在步骤 1020 中接着可在擦除计数区块中设定对应于可用区块（已擦除和未擦除的可用区块）的擦除计数。通常，可将存储在擦除计数区块中的擦除计数设定或以其它方式初始化为零值，或在未擦除的区块的情况下，将擦除计数设定为存储在其对应未擦除区块中的擦除计数相同的值。换句话说，未擦除的区块的擦除计数一般与存储在擦除计数区块中的对应于该区块的位置中的擦除计数相同。一旦将所述擦除计数设定为在擦除计数区块中的项时，就可在步骤 1034 中在擦除计数区块中设定平均擦除计数。如先前所述，平均擦除计数可存储在擦除计数区块的标头中。当将可用区块的擦除计数都初始化为零值时，就最初可将平均擦除计数设定为零值。在设定所述平均擦除计数之后就完成了包括在非易失性存储系统中的非易失性存储器的格式化过程。

在非易失性存储系统中每处理初始化过程一次，就可更新擦除计数区块中的项。接着参考图 11，根据本发明的一个实施例将描述与一种方法关联的步骤，该方法响应一个初始化请求而更新一个擦除计数区块。更新擦除计数区块的过程 1100 在步骤 1108 开始，其中获得一个未擦除的可用区块。如所属领域的技术人员应了解的，未擦除的可用区块一般含有数据，且其实际

上在使用。在步骤 1108 中获得在擦除计数区块中所存储的用于未擦除的可用区块的擦除计数。换句话说,读取擦除计数区块中的对应于未擦除的可用区块的擦除计数的项。一旦读取了用于在步骤 1108 中获得的未擦除的可用区块的擦除计数的项,就在步骤 1116 中判断所述擦除计数项的值是否小于存储在未擦除的可用区块中的擦除计数。

如果在步骤 1116 中判定存储在擦除计数区块中的用于未擦除的可用区块的擦除计数项小于存储在未擦除的可用区块中的擦除计数,那么指示存储在擦除计数区块中的擦除计数项不是最新的。因此,处理流程自步骤 1116 移到步骤 1120,在该步骤中更新作为对应于未擦除的可用区块的项而存储在擦除计数区块中的擦除计数。更新擦除计数项一般涉及将未擦除的可用区块的当前擦除计数存储在擦除计数区块中。一旦更新了擦除计数项,在步骤 1124 中作出有关是否有更多的未擦除的可用区块要处理的判断。

当在步骤 1124 中判定有更多未擦除的可用区块要处理时,处理流程就返回到步骤 1108,在其中获得另一个未擦除的可用区块。或者,当判定已处理大体上所有未擦除的可用区块时,例如,已更新擦除计数区块中的用于大体所有未擦除的可用区块的擦除计数项时,在步骤 1128 中重新计算在非易失性存储器中的所有可用区块的平均擦除计数。如所属领域的技术人员应了解的,可通过对存储在擦除计数区块中的所有擦除计数取和,接着将该和除以存储在擦除计数区块中的擦除计数的数目来判定平均擦除计数。在重新计算平均擦除计数之后,在步骤 1132 中将重新计算的平均擦除计数存储在擦除计数区块中。如先前提到的,平均擦除计数可存储在擦除计数区块的标头中。一旦存储了平均擦除计数,就完成了响应初始化请求而更新擦除计数区块的过程。

返回到步骤 1116,当判定擦除计数区块中的用于所获得的未擦除可用区块的擦除计数项不少于存储在所获得的未擦除的可用区块中的擦除计数时,就暗示着在擦除计数区块中的擦除计数项是最新的。如此,处理流程大体上

自步骤 1116 直接移到步骤 1124，在该步骤中判断是否有更多未擦除的可用区块要处理。

如先前所述，区块的擦除计数存储在与该区块关联的冗余或耗用区域中的至少一个区域中。举例而言，区块的擦除计数可至少存储在与区块内的第一页面相关联的冗余区域中。然而，当擦除区块时，通常擦除区块的包括擦除计数的大体所有的内容。因此，当获得擦除区块以供使用时，即，当从诸如最不频繁擦除区块表的备用区块池中获得擦除区块时，擦除区块将不包括擦除计数。

通常，可从擦除计数区块中读取从供使用的备用区块池中获得的擦除区块（即，备用区块）的擦除计数。图 12 为根据本发明的一个实施例说明与一种方法相关联的步骤的处理流程图，该方法获得一个备用区块的擦除计数。在步骤 1204 开始获得备用区块的擦除计数 1200 的过程，其中从擦除计数区块中读取所获得的备用区块的擦除计数项。明确地说，读取存储在擦除计数区块中的对应于备用区块的擦除计数的该等位。接着在步骤 1208 中作出有关在擦除计数项中的该等位是否有效的判断。也就是说，判断用于备用区块的擦除计数项中的该等位是否表示先前所存储的擦除计数，或用于备用区块的擦除计数项中的该等位是否表示其它事物，例如，该等位是否由于成长缺陷而将备用区块识别为先前不可用的。如果在步骤 1208 中判定从擦除计数区块中读取的擦除计数项、或擦除计数实际上不是有效的擦除计数，那么处理流程从步骤 1208 移到步骤 1212，其中将该区块从备用区块池中移除。一旦从备用区块池中移除该区块，实际上就完成了获得备用区块的擦除计数的过程。

或者，如果在步骤 1208 中判定擦除计数区块中的用于备用区块的擦除计数项的内容用作擦除计数有效，那么处理流程从步骤 1208 继续到步骤 1216，其中将擦除计数项的内容设定为备用区块的擦除计数。换句话说，如果从擦除计数区块中读取的用于备用区块的擦除计数是有效的擦除计数，那

么将从擦除计数区块中读取的擦除计数设定为备用区块的实际擦除计数。在将备用区块的擦除计数设定为从擦除计数区块中读取的擦除计数之后，完成获得备用区块的擦除计数的过程。

虽然仅描述了本发明的一些实施例，但是应了解 在不偏离本发明的精神或范畴情况下可通过许多其它具体形式来体现本发明。举例而言，擦除计数区块的大小和在该擦除计数区块中的标头的位置会有很大变化。另外，擦除计数区块的标头中的内容也可根据特定系统的要求而变化。

虽然将非易失性存储系统描述为通过相关联存储器控制器来控制或使用与主机系统相关联的软件或固件来控制，但是应了解包括擦除计数管理的损耗平衡处理可应用于非易失性存储系统，其大体上位于所述非易失性存储系统外部的控制器进行通信。使用控制器的合适的存储系统包括（但不限于）PC 卡、紧凑快闪卡、多媒体卡、安全数字卡和包括闪速存储器和闪存控制器的嵌入式芯片组。通过使用加载到主机系统上的软件或固件来控制的存储系统包括嵌入式存储装置。在一个实施例中，可使用上文描述的擦除管理技术和擦除计数区块管理技术而不使用与存储系统相关联的控制器的存储系统可使用与主机（例如，主机计算机系统）相关联的控制器来实施损耗平衡。也就是说，主机可直接寻址和管理存储器，其中通过使用主机上的控制器来实现损耗平衡。

一般将擦除计数区块描述成包括大量页面的区块。然而，应了解，整体非易失性存储器中的系统存储器中的大体任何合适的数据结构都可经配置以保持擦除计数和平均擦除计数。

在一个实施例中，擦除计数区块大体上可仅包括对应于非易失性存储系统中的区块的擦除计数的项。在此实施例中，一般包含在擦除计数的标头中的信息可存储在与擦除计数区块隔离的数据结构或区块中。也就是说，当大体上配置擦除计数区块使其仅含有有关与区块相关联的擦除计数的项时，诸如平均擦除计数的信息可不必存储在擦除计数区块中，或更明确地说，不必

存储在擦除计数区块的标头中。或者，代替存储在擦除计数区块的标头中，平均擦除计数可替代地存储在擦除计数区块中的大体上任何地方。

通常，与损耗平衡的各种处理和方法关联的步骤可以有很大变化。在不偏离本发明的范畴的精神下，通常可添加、移除、改变和重新排序步骤。因此，应认为本发明的实例仅具说明性而非限制性，而且本发明并不限于本文给出的细节，而是在附加的权利要求范围的范畴内可对本发明进行修改。

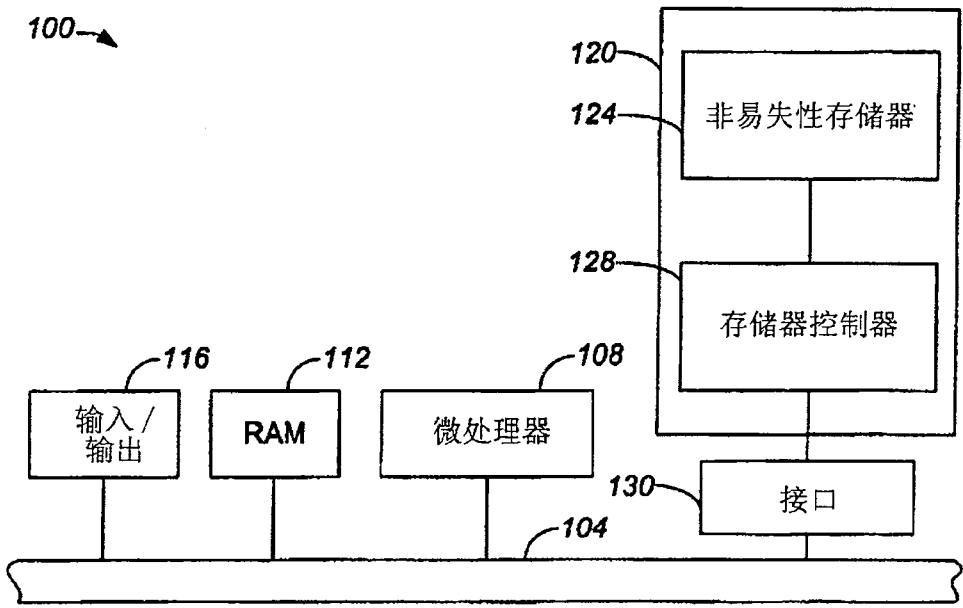


图 1a

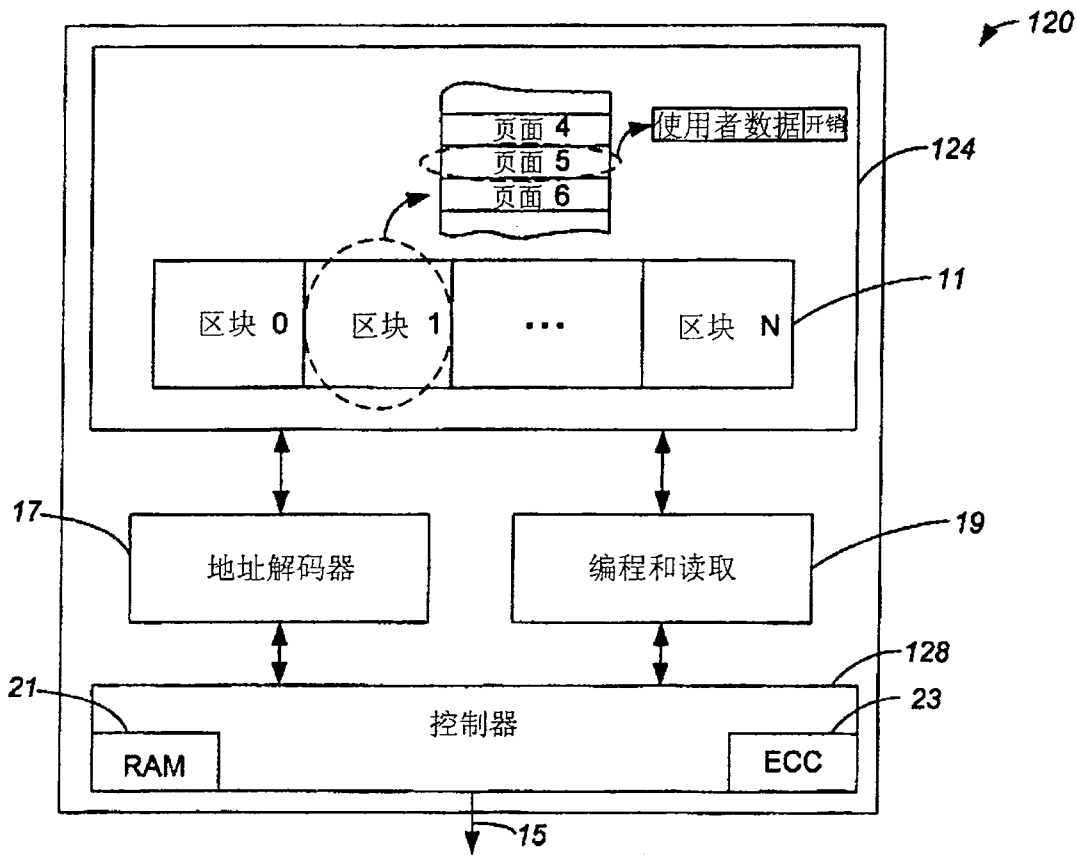


图 1b

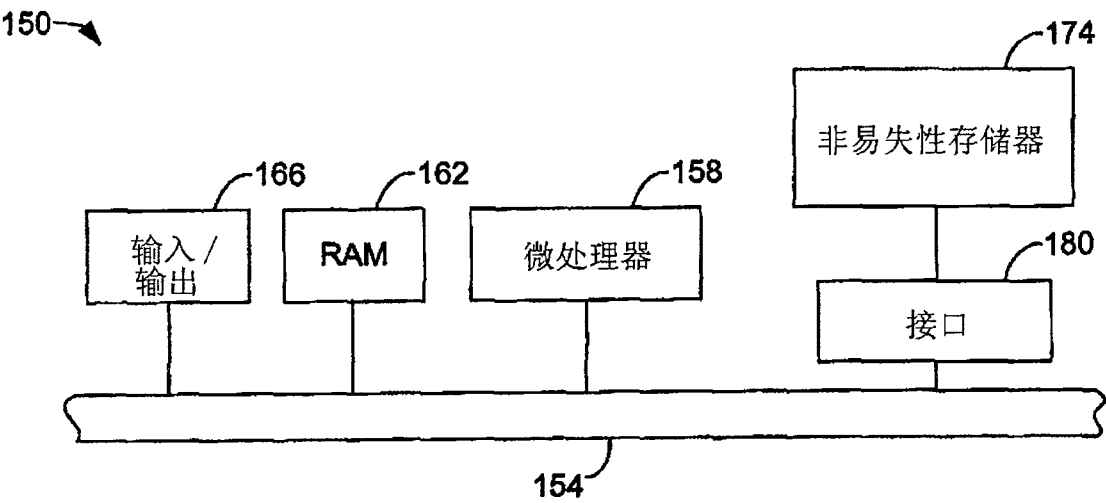


图 1c

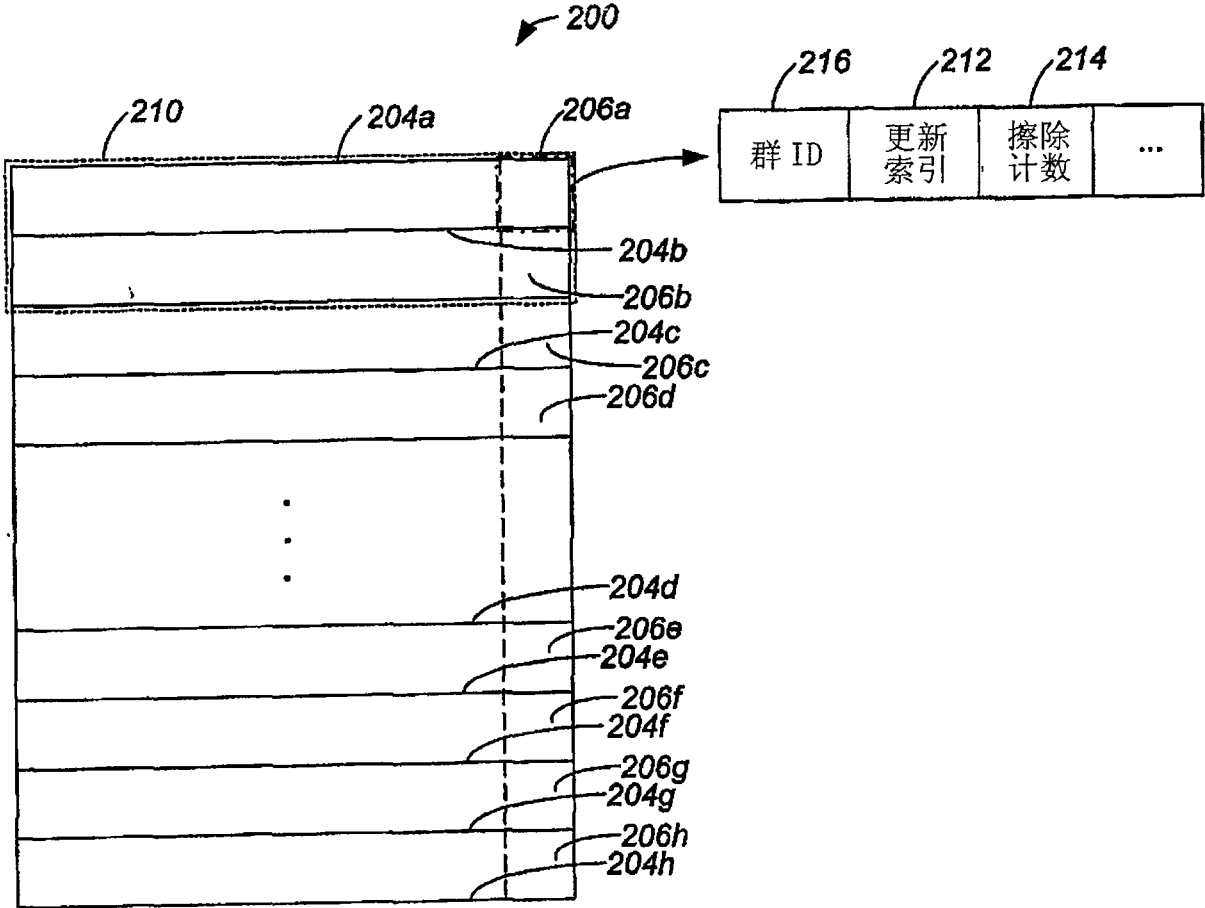


图 2

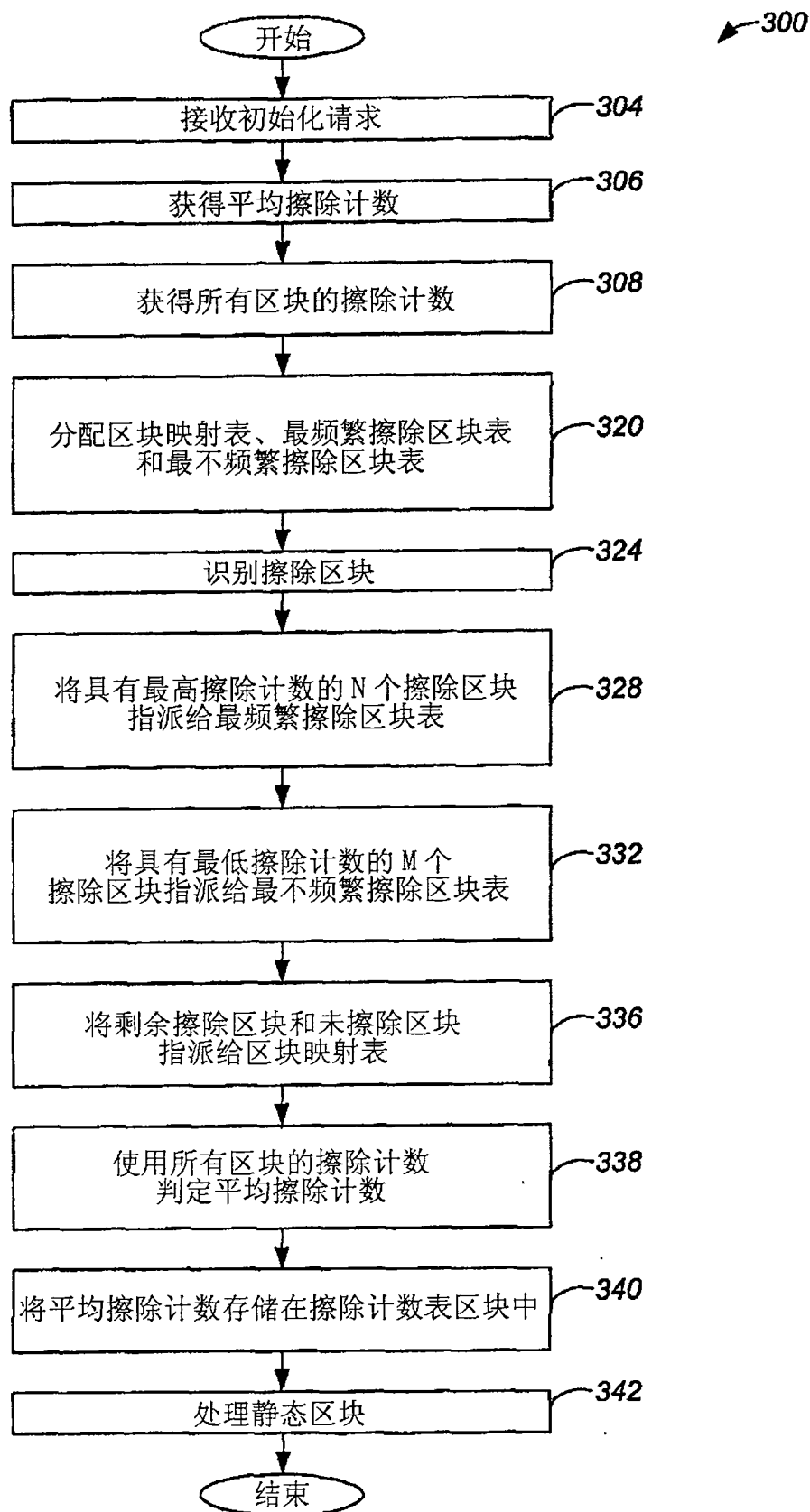


图 3

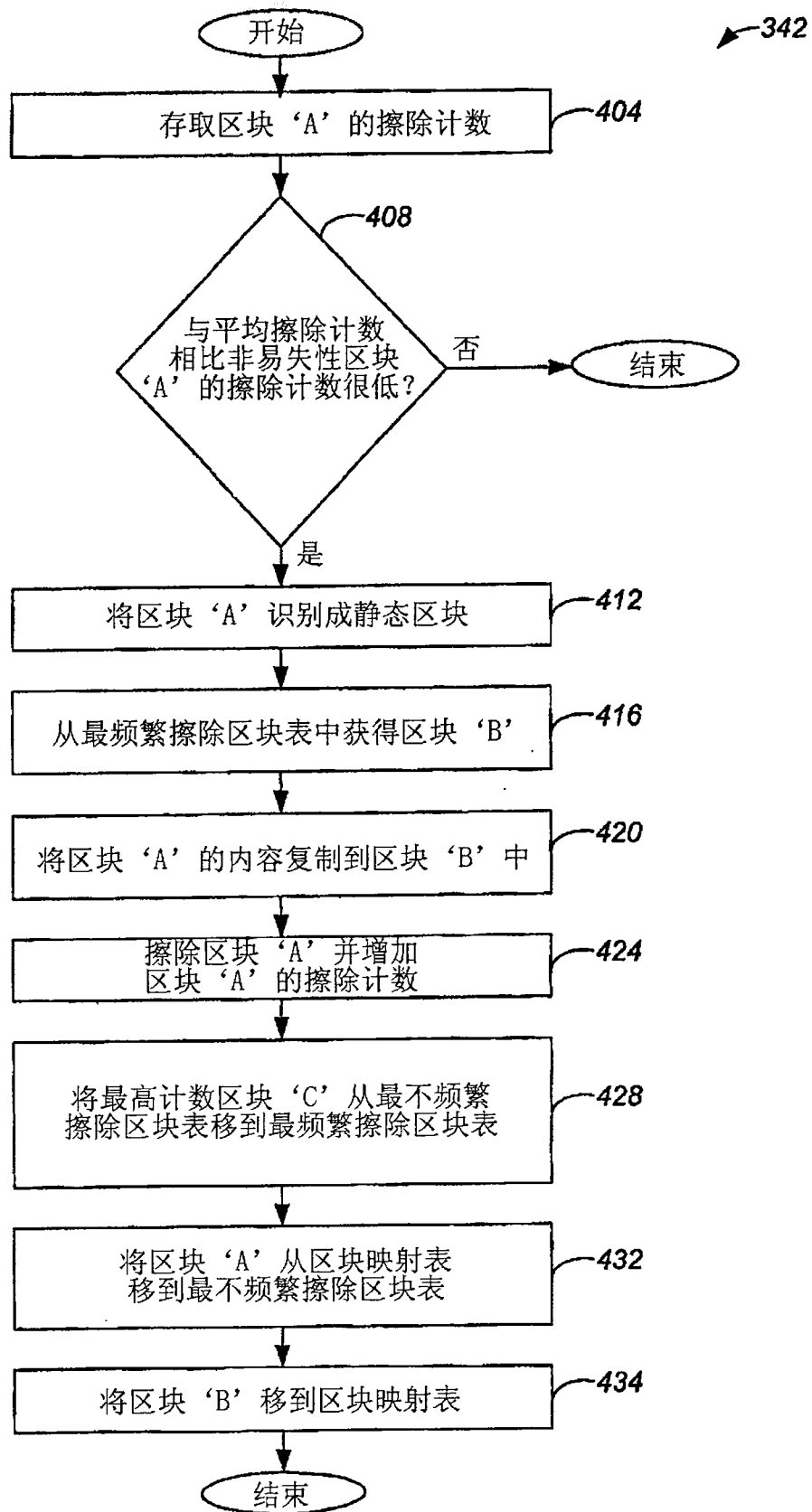


图 4

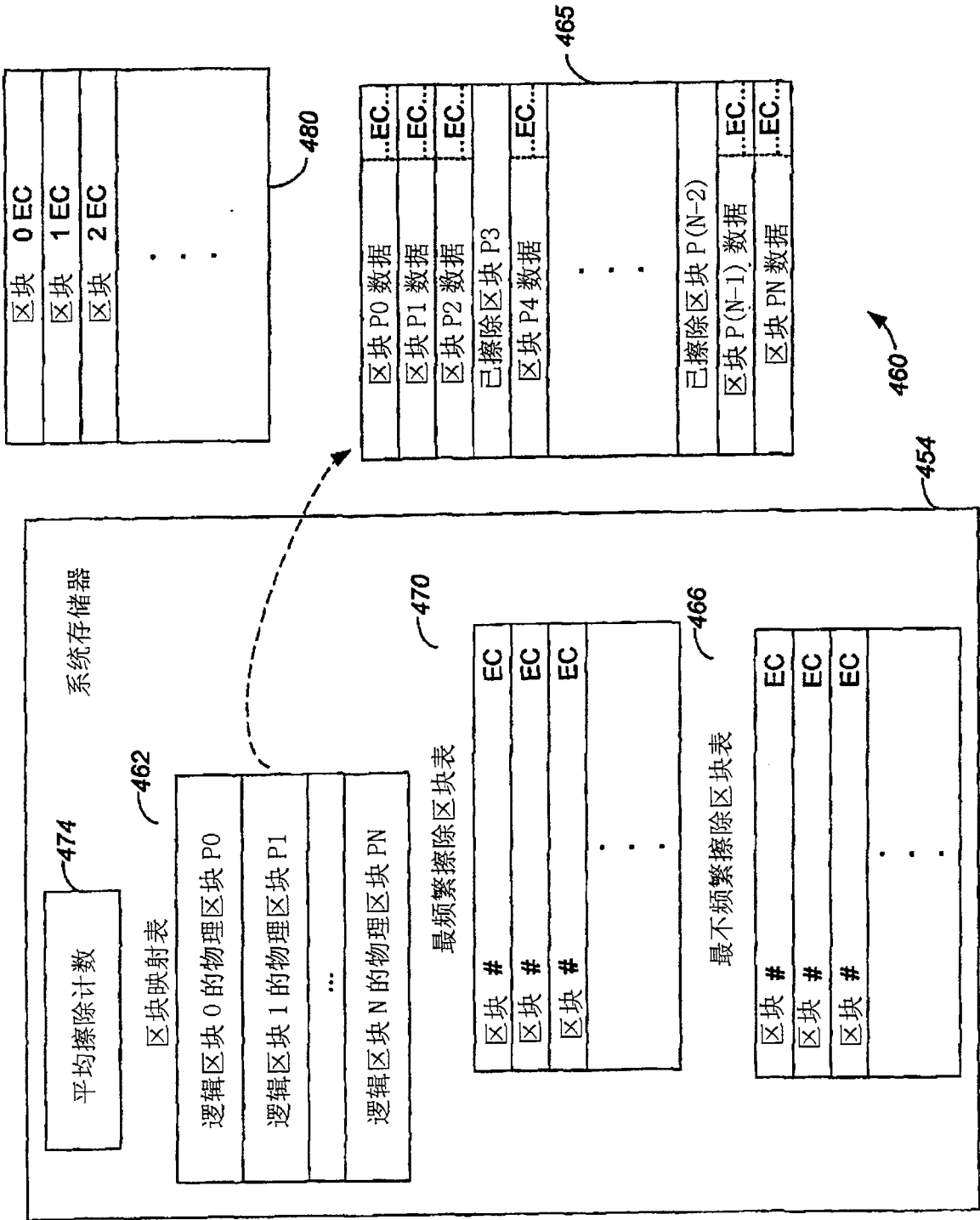


图 5a

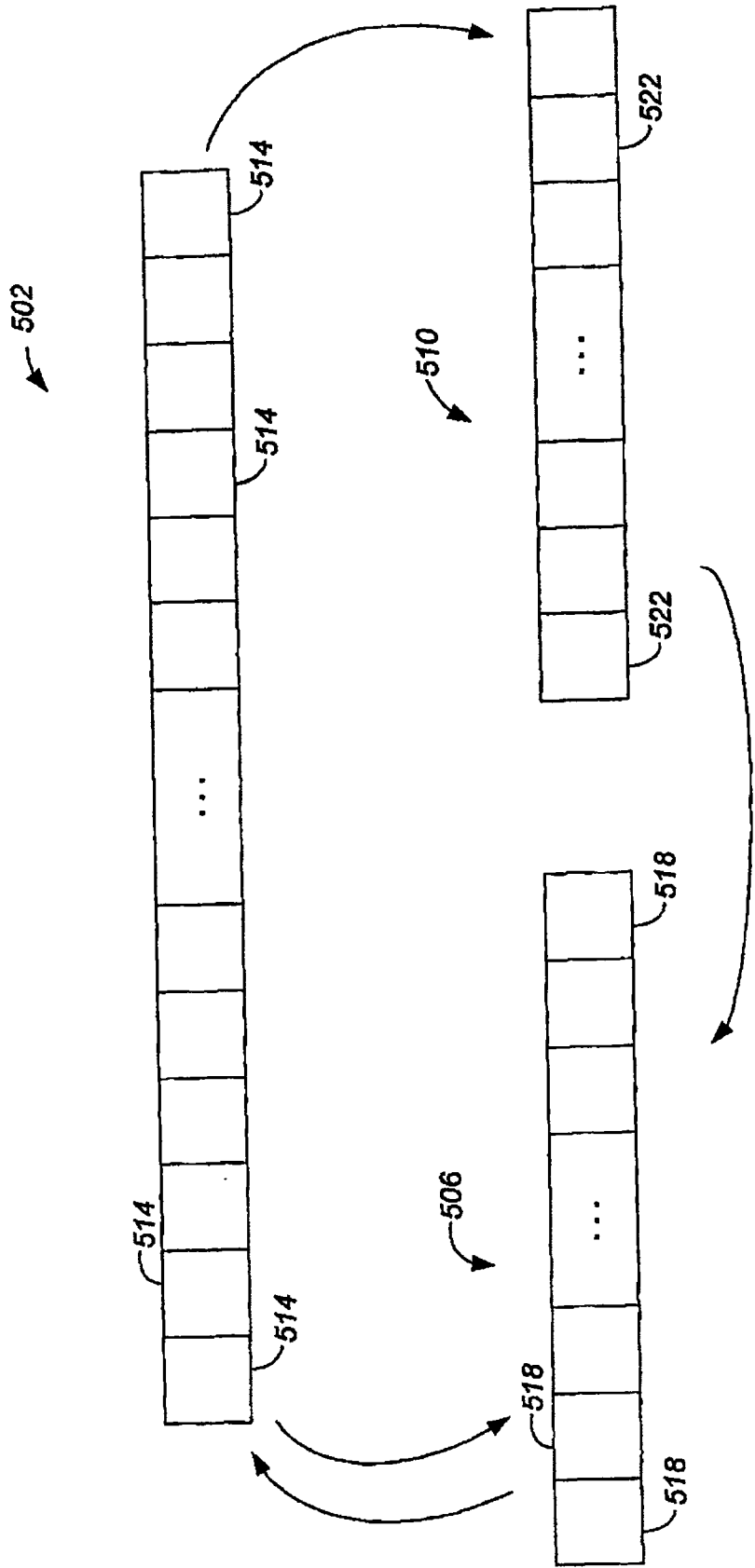


图 5

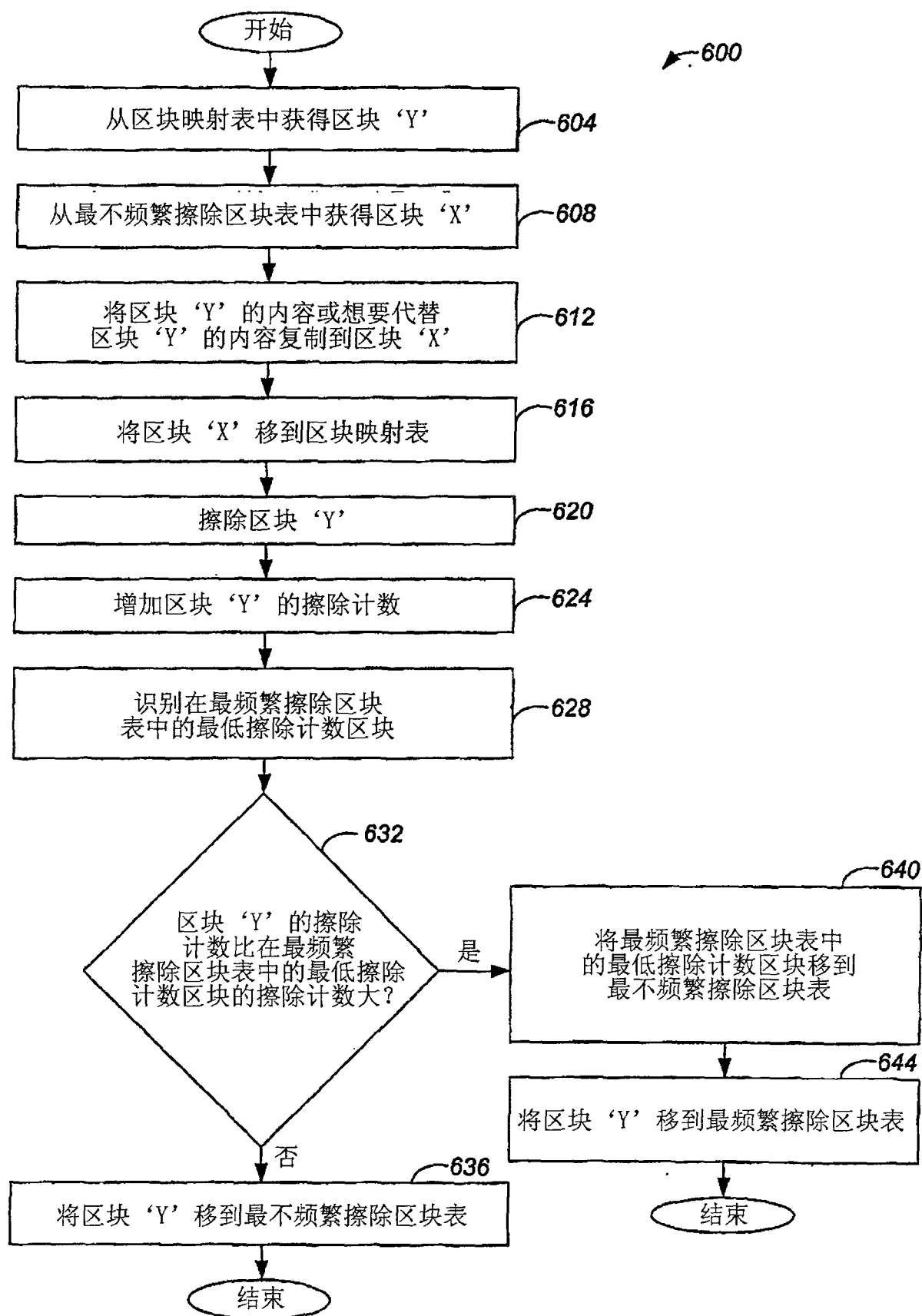


图 6

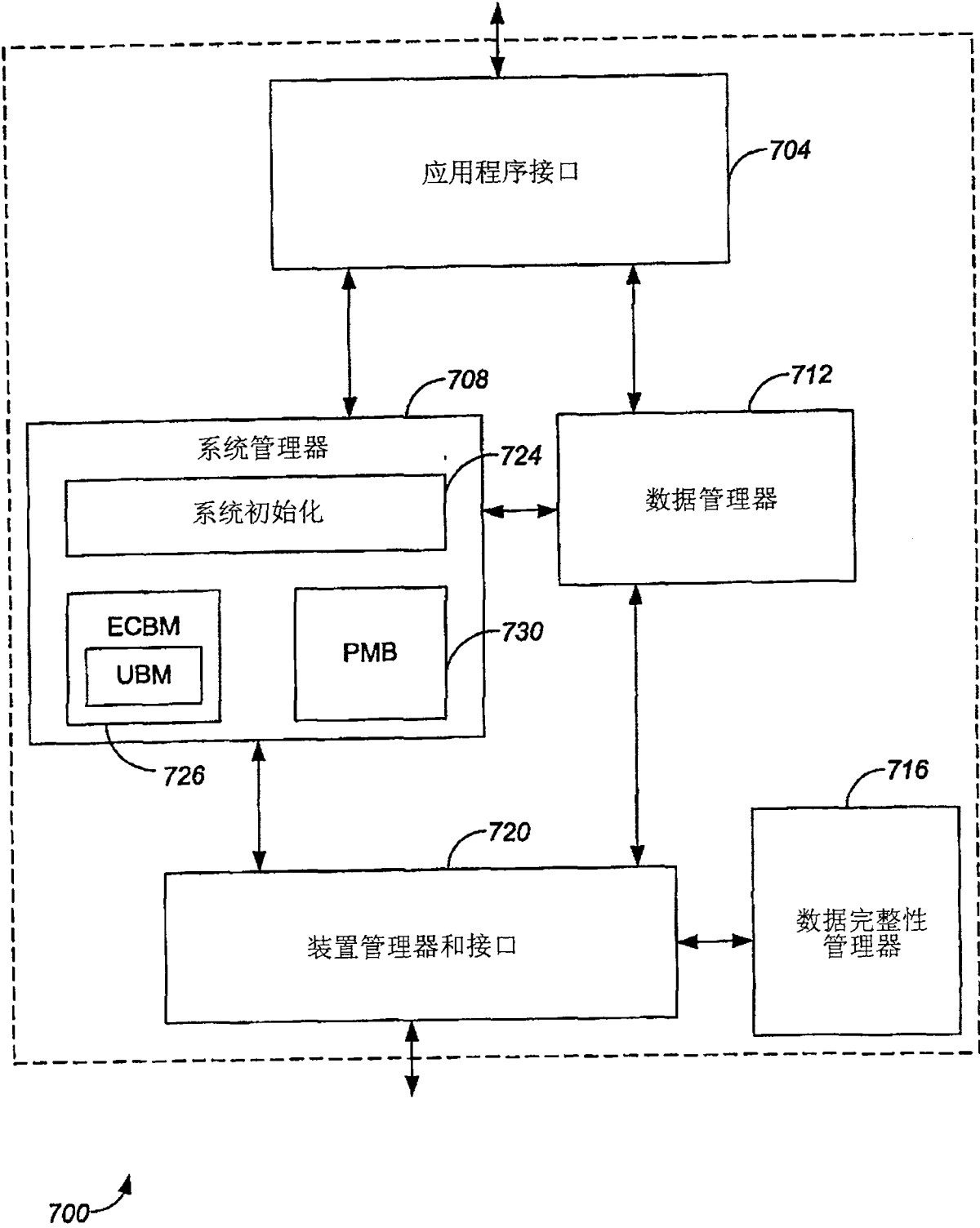


图 7

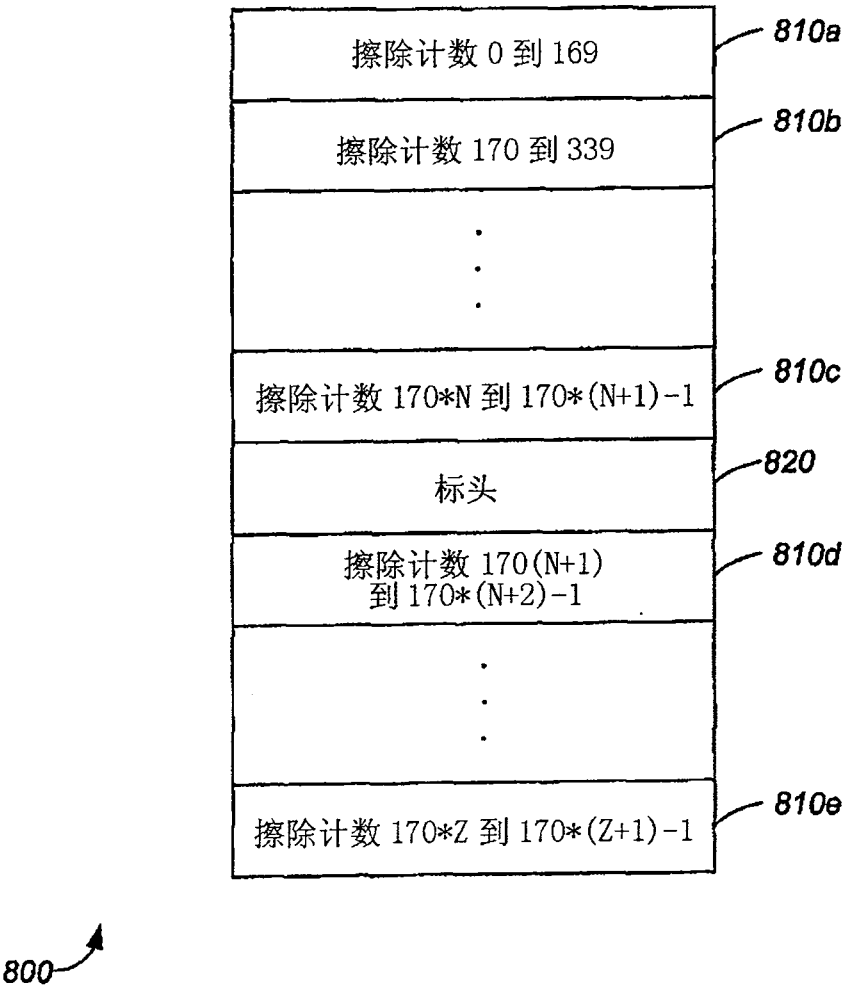


图 8a

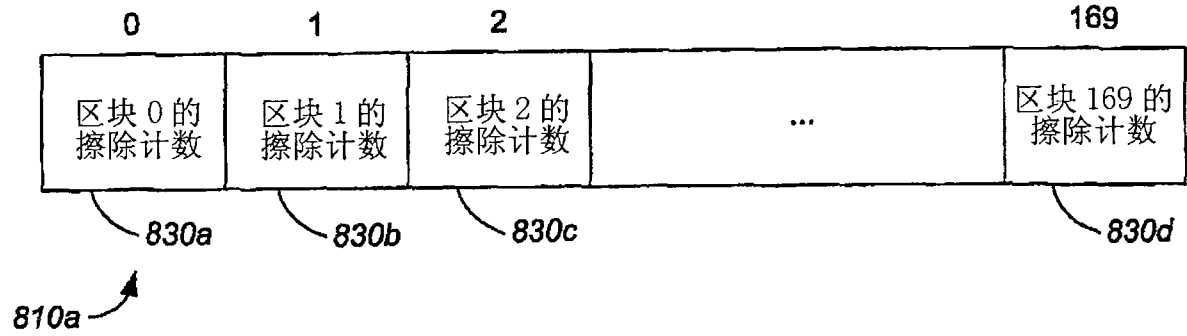
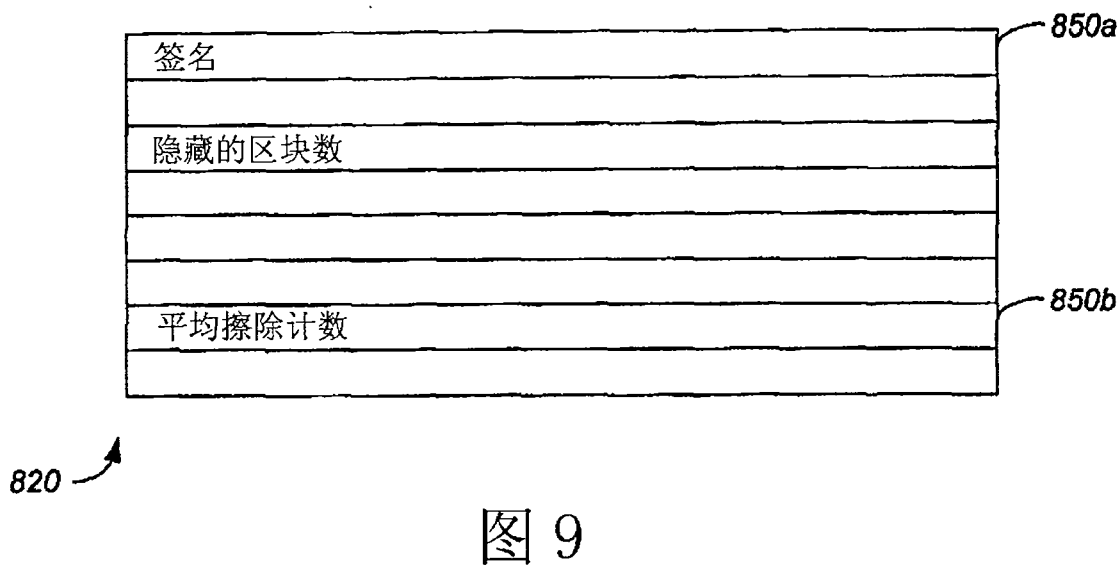
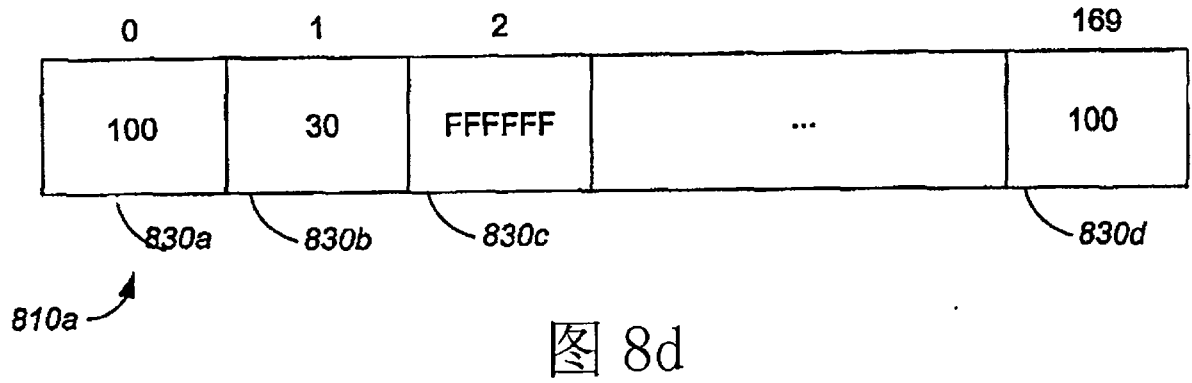
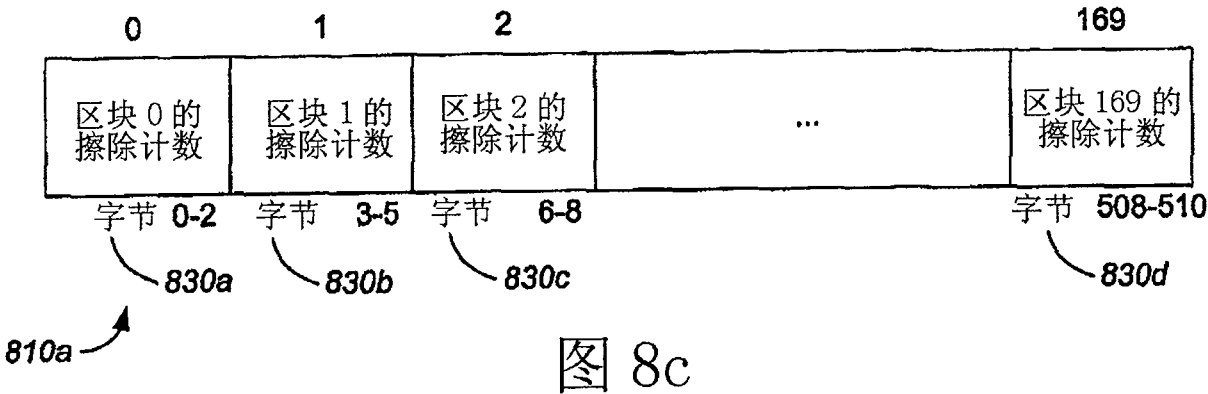


图 8b



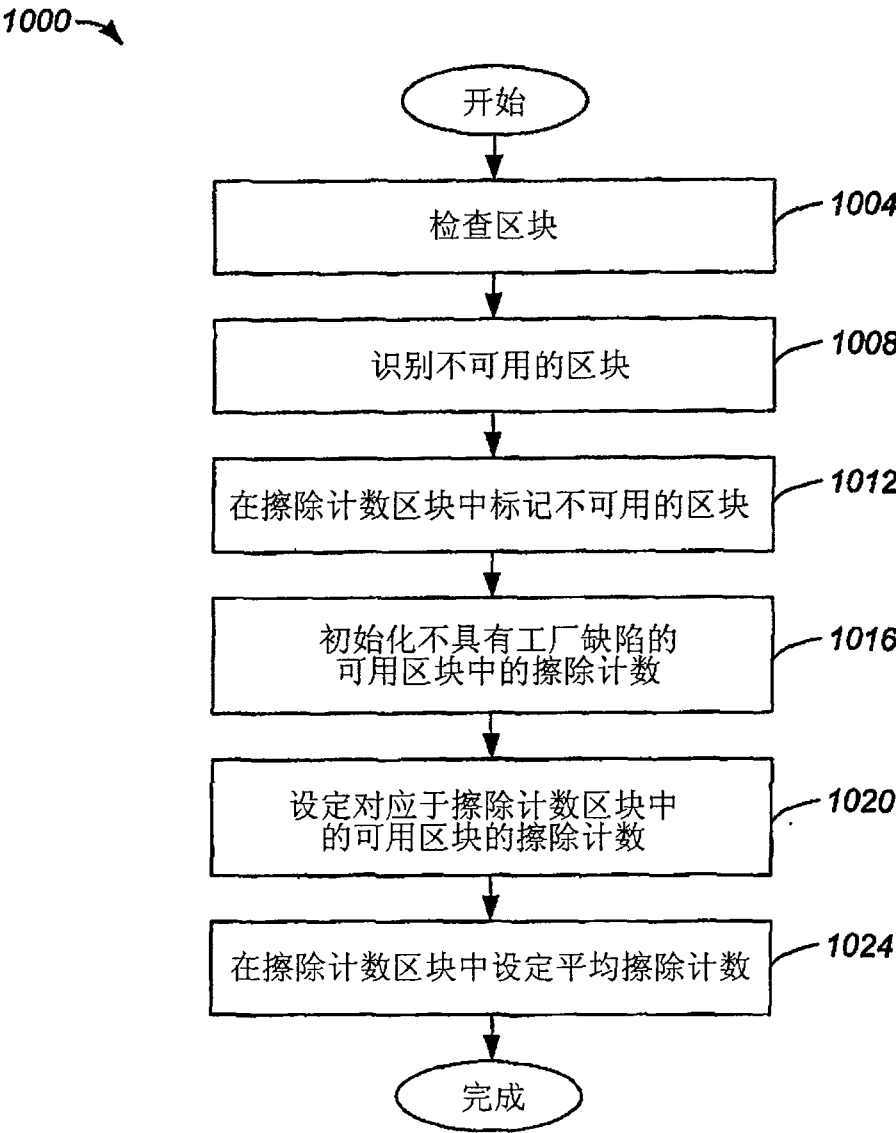


图 10

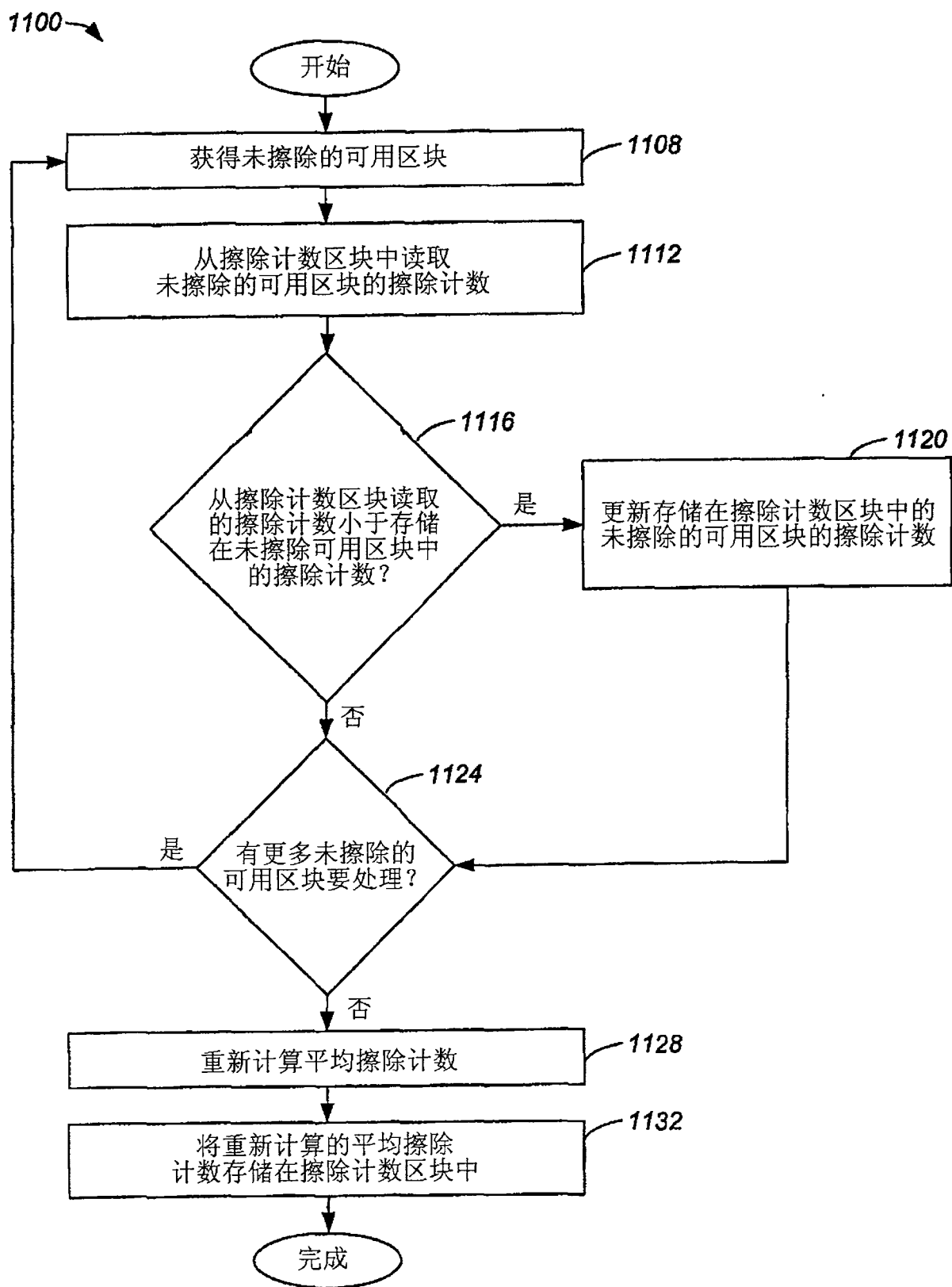


图 11

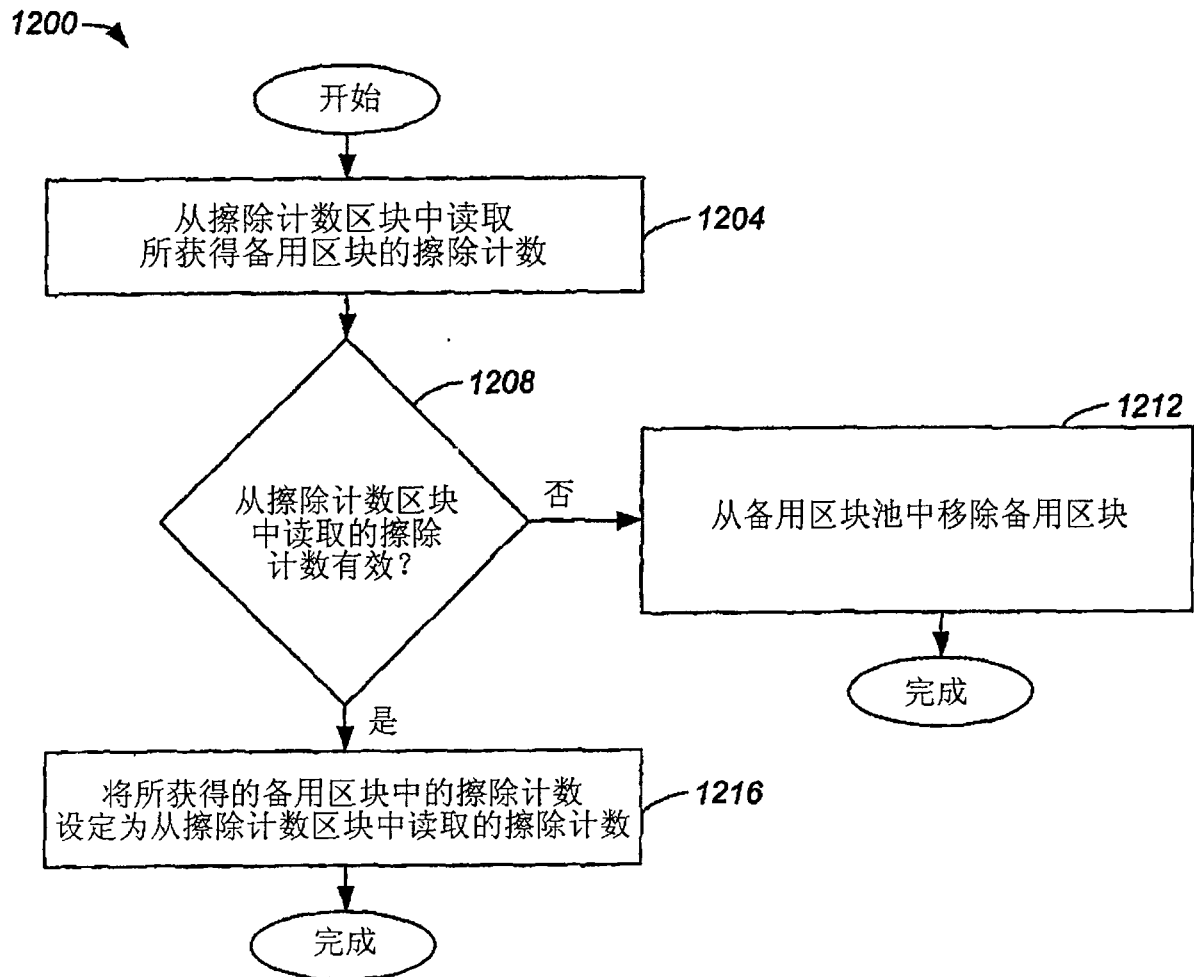


图 12