

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200680037331.6

[51] Int. Cl.

G06F 12/00 (2006.01)

G06F 12/04 (2006.01)

G06F 12/06 (2006.01)

[43] 公开日 2008年10月8日

[11] 公开号 CN 101283335A

[22] 申请日 2006.10.6

[21] 申请号 200680037331.6

[30] 优先权

[32] 2005.10.7 [33] US [31] 11/245,919

[86] 国际申请 PCT/US2006/039192 2006.10.6

[87] 国际公布 WO2007/044541 英 2007.4.19

[85] 进入国家阶段日期 2008.4.7

[71] 申请人 微软公司

地址 美国华盛顿州

[72] 发明人 A·比瑞尔 C·塔科

E·P·沃伯 M·A·伊萨德

[74] 专利代理机构 上海专利商标事务所有限公司

代理人 张政权

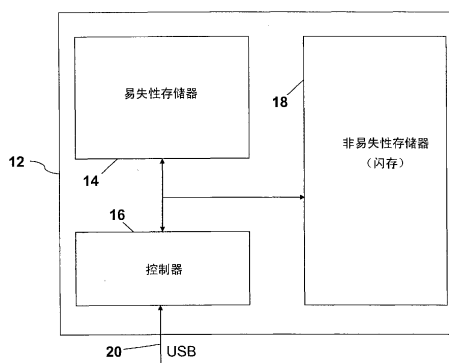
权利要求书 5 页 说明书 13 页 附图 16 页

[54] 发明名称

闪存管理

[57] 摘要

采用驻留在闪存设备的易失性存储器中的存储器管理数据结构来管理闪存。每次电源被施加到存储器设备时，创建并更新该存储器管理数据结构。在对闪存的写操作期间，更新闪存中的特定位置来反映闪存的当前状态。当电源被中断时，在再次施加电源之后重新创建该存储器管理数据结构。扫描该闪存，并采用从闪存中的特定位置获得的信息来构造该存储器管理数据结构。不需要坏块表。管理闪存以便提供相对好的随机写性能并适应电源中断。应用包括对用于通用计算设备的电源可能随时出故障(例如由于被拔出)的闪存的使用。



1. 一种用于管理存储器的方法，所述方法包括：

根据一存储器管理数据结构来访问存储器，所述存储器管理数据结构包括与所述存储器相关的信息；

用与存储器状态相关的信息动态地更新所述存储器的指定位置；以及
用与存储器状态相关的信息动态地更新所述存储器管理数据结构。

2. 如权利要求 1 所述的方法，其特征在于，所述方法还包括：

根据存储在所述存储器的所述指定位置中的所述信息来创建所述存储器管理数据结构。

3. 如权利要求 2 所述的方法，其特征在于：

所述存储器包括闪存；

所述存储器管理数据结构被存储在易失性存储器中；以及

所述存储器管理数据结构是在每次所述所述易失性存储器掉电后电源被施加于所述易失性存储器时构造的。

4. 如权利要求 1 所述的方法，其特征在于，所述存储器包括多个块，每个块包括多个页，其中，所述存储器中的所述指定位置包括：

每个块中的第一指定页，每个相应块的每个第一指定页指示：

一相应块的状态是好的或坏的中一个；以及

一相应块是被擦除和没有被擦除中的一个；以及

每个块中的第二指定页，每个相应块的每个第二指定页指示：

一逻辑块地址与一相应块的每个页之间的关系；

一相应块的每个页的各部分的有效性状态；以及

指示所述存储器中的块被擦除的次数的块序列号。

5. 如权利要求 4 所述的方法，其特征在于，所述方法还包括构造所述存

存储器管理数据结构，所述构造动作包括：

读取每个块中的每个第一指定页；

根据包含在每个被读取的第一指定页中的信息构造所述存储器管理数据结构；

读取每个块中的每个第二指定页；以及

根据包含在每个被读取的第二指定页中的信息构造所述存储器管理数据结构。

6. 如权利要求 5 所述的方法，其特征在于：

所述第二指定页是在试图读取所述第二指定页之前被读取的；以及

所述第一指定页仅在读取所述第二指定页时发生错误时被读取。

7. 如权利要求 5 所述的方法，其特征在于，所述存储器管理数据结构是在每次所述存储器掉电后电源被施加于所述存储器时被重新构造的。

8. 如权利要求 5 所述的方法，其特征在于，所述存储器管理数据结构指示所述存储器的一活动页，其中，活动页指示响应于写命令下一个要被写的页。

9. 如权利要求 8 所述的方法，其特征在于，所述方法还包括：

当对所述活动页写入时，更新所述存储器管理数据结构以便指示下一个活动页的位置，其中所述下一个活动页包括在以下块之一中的具有最低页地址的已擦除页，所述块包括：

当前正被访问的块；以及

如果当前被访问的所述块是满的，则是下一个可用块。

10. 如权利要求 1 所述的方法，其特征在于，所述存储器包括多个块，并且每个块包括多个页，其中所述存储器管理数据结构包括下列中的至少一个：

指示逻辑块地址与所述存储器的页地址之间的关系以及一相应块的每个页的各部分的有效性状态的数据结构；

指示可用于写入的已擦除块的数据结构；
指示每个块中的有效页的个数的数据结构；
指示响应于写命令下一个要被写的页的数据结构；以及
指示指示了所述存储器中的块被擦除的次数的块序列号的数据结构。

11. 一种用于管理存储器的装置，所述装置包括：
用于包括用于管理第二存储器部分的存储器管理数据结构的第一存储器部分；
包括多个块的所述第二存储器部分，每个块包括多个页；以及
用于控制对所述第二存储器部分的访问以及构造所述存储器管理数据结构的控制器部分。

12. 如权利要求 11 所述的装置，其特征在于：
所述第一存储器部分包括易失性存储器；以及
所述第二存储器部分包括非易失性存储器。

13. 如权利要求 11 所述的装置，其特征在于，所述第二存储器部分包括闪存。

14. 如权利要求 11 所述的装置，其特征在于，所述第二存储器部分包括：
每个块中的第一指定页，每个相应块的每个第一指定页指示：
一相应块的状态是好的或坏的中一个；以及
一相应块是被擦除和没有被擦除中的一个；以及
每个块中的第二指定页，每个相应块的每个第二指定页指示：
一逻辑块地址与一相应块的每个页之间的关联；
一相应块的每个页的各部分的有效性状态；以及
指示所述存储器中的块被擦除的次数的块序列号。

15. 如权利要求 14 所述的装置，其特征在于，所述控制器部分在每次所

述第一存储器部分掉电后电源被施加于所述第一存储器部分时，根据包含在所述第一和第二指定页中的信息，在所述第一存储器部分中构造所述存储器管理数据结构。

16. 如权利要求 11 所述的装置，其特征在于，所述存储器管理数据结构包括以下的至少一个：

指示逻辑块地址与所述第二存储器部分的页地址之间的关系以及一相应块的每个页的各部分的有效性状态的数据结构；

指示可用于写入的已擦除块的数据结构；

指示每个块中的有效页的个数的数据结构；

指示响应于写命令下一个要被写的页的数据结构；以及

指示指示了所述存储器中的块被擦除的次数的块序列号的数据结构。

17. 一种具有用于执行以下动作的计算机可执行指令的计算机可读介质，所述动作包括：

根据第二存储器中的指定位置中存储的信息在第一存储器中创建一存储器管理数据结构，其中所述存储器管理数据结构是在每次所述所述第一存储器掉电后电源被施加于所述第一存储器时创建的；

根据所述存储器管理数据结构访问所述第二存储器，所述存储器管理数据结构包括与所述第二存储器相关的信息；

用与第二存储器状态相关的信息动态地更新所述第二存储器的指定位置；以及

用与第二存储器状态相关的信息动态地更新所述存储器管理数据结构。

18. 如权利要求 17 所述的计算机可读介质，其特征在于，所述第二存储器包括多个块，并且每个块包括多个页，所述计算机可读介质还具有用于执行以下动作的计算机可执行指令：

读取每个相应块中的第一指定页，其中每个相应块的第一指定页指示：

一相应块的状态是好的或坏的中的一个；以及

一相应块是被擦除和没有被擦除中的一个；

根据包含在每个被读取的第一指定页中的信息构造所述存储器管理数据结构；

读取每个相应块中的第二指定页，其中每个相应块的第二指定页指示：

一逻辑块地址与一相应块的每个页之间的关系；

一相应块的每个页的各部分的有效性状态；以及

指示所述存储器中的块被擦除的次数的块序列号，以及

根据包含在每个被读取的第二指定页中的信息来构造所述存储器管理数据结构。

19. 如权利要求 17 所述的计算机可读介质，其特征在于，所述存储器管理数据结构指示所述第二存储器的活动页，所述活动页指示响应于写命令下一个要被写的页，所述计算机可读介质还具有用于执行以下动作的计算机可执行指令：

当向所述活动页写入的时候，更新所述存储器管理数据结构以便指示下一个活动页的位置，其中所述下一个活动页包括在以下块之一中的具有最低页地址的已擦除页，所述块包括：

当前正被访问的块；以及

如果所述当前正被访问的块是满的，则是下一个可用块。

20. 如权利要求 17 所述的计算机可读介质，其特征在于，所述第二存储器包括多个块，并且每个块包括多个页，其中，所述存储器管理数据结构包括以下中的至少一个：

指示逻辑块地址与所述第二存储器的页地址之间的关系以及一相应块的每个页的各部分的有效性状态的数据结构；

指示可用于写入的已擦除块的数据结构；

指示每个块中的有效页的个数的数据结构；

指示响应于写命令下一个要被写的页的数据结构；以及

指示指示了所述存储器中的块被擦除的次数的块序列号的数据结构。

闪存管理

技术领域

该技术领域一般涉及电子领域，并且更具体地涉及闪存设备的存储器管理。

背景

闪存是一种形式的电可擦除可编程只读存储器（EEPROM）。不像一次可以擦除一个字节的典型 EEPROM，闪存通常一次被擦除一个块。块的大小随各种闪存设备而变化。闪存管理对于存储器设备常常是特定的。闪存设备通常小、重量轻、在没有电源情况下维持状态、并且消耗功率低。因此，闪存对于诸如移动设备、电池供电的设备、希望低功耗的设备、数码照相机、MP3 播放器、和/或小设备等设备是适合的。

在这样的设备中使用 USB 闪存通常涉及对相对大量的数据的顺序写入，并且不益于对相对少量的数据的随机写入操作。此外，许多闪存设备在应用程序正运行时可以通过 USB 接口插入到其它设备和从其它设备中拔出。因此，USB 闪存设备在读或写操作过程中掉电（通过被拔出）是可能的。这会导致无法恢复的错误。

概述

管理存储器以便恰当地适应电源中断并且提供相对好的随机写入性能。每次电源被提供给诸如闪存设备等存储器设备时，创建和更新存储器管理数据结构。在一个示例性实施例中，存储器管理数据结构在易失性存储器中形成。因此，存储器管理数据结构在掉电时丢失，并且在每次随后提供电源时被重新创建。在对闪存进行写操作期间，闪存中的特定位置被更新来反映闪存的当前状态。当电源被中断时，在再施加电源后重新创建存储器管理数据结构。扫描闪存并且使用从闪存中的特定位置中获得的信息来构造存储器管理数据结构。

附图简述

参考附图，从下面的详细描述中将更好地理解上述和其它目的、方面以及优点，在附图中：

图 1 是示例性闪存设备的框图；

图 2 是闪存设备的另一个示例性实施例的框图；

图 3 是包括块和页的示例性闪存数据结构的图示；

图 4 是对一个块中的页的示例性指定的图示；

图 5 是一个页的示例性数据和元数据结构的图示；

图 6 是用于概述页的示例性数据结构的图示；

图 7 是将逻辑块地址 (LBA) 与闪存页地址相关的示例性存储器管理数据结构的图示；

图 8 是描绘空闲块的示例性存储器管理数据结构的图示；

图 9 是描绘一个块中的有效页的个数的示例性存储器管理数据结构的图示；

图 10 是描绘与块中各页相关联的页序列号的示例性存储器管理数据结构；

图 11 是描绘活动块和活动页的示例性存储器管理数据结构的图示；

图 12 是用于扫描块的示例性过程的流程图；

图 13 是用于扫描概述页的示例性过程的流程图；

图 14 是用于执行一完整块扫描的示例性过程的流程图；

图 15 是用于执行 LBA 映射的示例性过程的流程图；

图 16 是用于分配活动块和活动页的示例性过程的流程图。

说明性实施例的详细描述

存储器管理在此被描述为应用于闪存。然而，应该理解，对此处描述的存储器管理的应用不应该限于此。此处描述的对存储器的管理应用于诸如 NAND 闪存、NOR 闪存、非闪存、动态存储器、易失性存储器、非易失性存储器、半导体存储器、磁存储器、硬盘存储器、软盘存储器、光学存储器等等任何适当类型的存储装置。

图 1 是包括易失性存储器部分 14、控制器部分 16、和非易失性存储器部分 18 的示例性闪存设备 12 的框图。在一示例性实施例中，非易失性存储器部分 18 包括闪存。然而，可以使用任何适当的存储器。易失性存储器部分 14 不一定要包括易失性存储器，并且因此在替换实施例中，易失性存储器部分 14 包括非易失性存储器。此外，在示例性实施例中，易失性存储器部分 14 和/或非易失性存储器部分 18 可以包括数据库。闪存设备 12 可以在单个处理器或多个处理器中实现。多个处理器可以是分布式或集中式定位的。多个处理器可以无线地、通过硬线、或通过它们的组合来通信。例如，闪存设备 12 的控制器部分 16 可以通过多个分布式处理器来实现。

如下面更具体地描述的，控制器部分 16 管理对闪存部分 18 的访问。此处使用的术语“访问”包括读、写、擦除、或它们的组合。控制器部分 16 还在易失性存储器部分 14 内构造存储器管理数据结构。

闪存设备 12 可通过接口 20 与希望访问闪存 12 的任何适当的设备（图 1 未示出访问设备）相耦合。访问设备（例如数码照相机或 MP3 播放器）通过接口 20 耦合至存储器控制器部分 16。接口 20 可以包括诸如通用串行总线（USB）等任何适当的接口。在一个示例性实施例中，控制器部分 16 对于访问设备是透明的，并且访问设备“认为”它与闪存 18 直接接口。在另一个示例性实施例中，控制器 16 仿真盘存储器，并且访问设备“认为”它与盘直接接口。接口 20 可以是无线链路、硬连线接口或它们的组合。

图 2 是示出闪存设备的另一个示例性实施例的框图。在图 2 描绘的配置中，闪存设备包括多个非易失性存储器部分 22。在一个示例性实施例中，闪存设备包括独立访问非易失性存储器部分 22 中的每个部分（22a—22k）的装置。独立部分 22a—22k 可以表示在单个芯片、各独立芯片、或它们的组合上的各独立闪存部分。在一个示例性实施例中，可以通过任何适当的装置（例如通过独立的启用/禁用开关）来实现对非易失性存储器部分 22 的每个部分的独立访问。对非易失性存储器部分 22 的所选择部分的独立访问允许同时执行多个功能。例如，非易失性存储器部分 22 的所选择部分可以接受命令，而其它部分可以正执行需要更长时间的操作。

再次参考图 1，出于简洁的目的，非易失性存储器部分 18 此处也被称作为

闪存。在一个示例性实施例中，当电源被施加到闪存设备 12 时，控制器 16 扫描闪存 18。控制器 16 采用从扫描闪存 18 获得的信息在易失性存储器部分 14 中构造存储器管理数据结构。控制器部分 16 从闪存 18 的所选块的所选页中获得关于闪存 18 的块和页的状态的信息。

图 3 是示出用于块和页的示例性数据结构的闪存 18 的框图。闪存 18 包括固定数目的块。每个块包括固定个数的页。在一个示例性实施例中，如图 3 所示，闪存 18 包括“N”加 1 个块并且每个块包括“L”加 1 个页。每个页包括固定个数的字节。在一个示例性实施例中，闪存设备在每一闪存部分 18 中包括 4096 个块（4k 个块）（即 $N=4095$ ），并且每个块包括 64 个页（即 $L=63$ ）。因此，每个闪存部分 18 包括 256K 个页（ $4K \times 64$ ）。此外，每个页包括 2112 个字节（2KB 被指定用于数据，而 64B 被指定用于元数据）。然而，可以构想各种其它配置。

在可将数据写入到闪存中之前，存储器必须被擦除。更具体地，在块能被用来写之前，必须擦除块。闪存一次可被写一个页。闪存一次被擦除一个块。因此，擦除操作是在块的基础上执行的，并且编程（写）操作是在页的基础上执行的。读操作也在页的基础上执行。块中的各页从低地址到高地址被顺序写入。因此，参考图 3，页 1 在页 2 可被写之前被写。一旦一个页被写，在块中的先前的页不再被写，直至下一次（对该块的）擦除之后。如下面更详细地描述的，采用顺序写条件来确定擦除失败。当闪存单元被擦除时，闪存单元被赋予二进制值 1。当被编程（被写）时，单元被赋予二进制值 0。

现在参考图 1 和图 3，在一个示例性实施例中，一个读操作涉及从闪存 18 中读取整个页。该页的内容被复制到控制器部分 16 的寄存器。在这个示例性实施例中，寄存器大小为 2112 字节（2KB+64 字节）。寄存器的内容通过接口 20（例如 USB）可用来传输给访问设备。寄存器的内容被整体传输或可传输其任何一部分。如上所述，写操作按顺序页次序执行。一个页在各擦除之间可以被写最多四次。然而，页的同一部分在擦除发生之前不能被写。即，一个单元不能被写两次，例如，零不能转变成一（在没有擦除的情况下）。因此，一旦存储单元被写为 0，该单元在擦除发生之前不能写为 1。写操作由控制器部分 16 执行。要被写入到闪存 18 中的数据被放置在控制器 16 的寄存器中，并且寄

寄存器的内容被传输到闪存 18 中。寄存器的内容可以用最多四次传输被传输到闪存。因此，一个页在擦除之前可以被写最多四次，其中在各擦除之间，页的任何部分没有被重写。

可以使用各种手段来确保正从闪存 18 中读取的数据是正确的（例如，没有被损坏）。在一个示例性实施例中，在读操作期间采用纠错和检错（称为 ECC）。可以使用任何适当的 ECC 方案。在一个示例性实施例中，使用双比特检错以及单比特纠错汉明（Hamming）码。当从闪存 18 中读取一页数据时，控制器部分 16 对整个页执行 ECC。如果没有检测出差错，或者如果检测到的差错被纠正，则该页被确定为好的。如果检测到差错并且该差错不能被纠正，则该页被确定为坏的。

用于保证从闪存 18 读出的数据是正确的另一种手段是使用散列函数的方案（称为强检错（strong error detection））。散列函数是一种将可变长度的输入转换成固定长度的输出（称为散列值）的函数。在数学的限制中，输入到散列函数的两个不同输入不会产生相同的散列值。在一个示例性实施例中，使用例如公知的 MD5 或 SHA-1 等密码散列函数。当数据被写入页时，该数据的至少一部分被散列函数操作。该操作被称为散列数据。所得的散列值连同该数据一起被存储在该页中。散列值被存储在该页的元数据部分。散列由控制器部分 16 执行。当数据从页中读出时，控制器 16 使用写数据使用的同一散列函数来散列数据。将所得的散列值与存储于该页的元数据部分的散列值作比较。如果两个散列值匹配，则数据被确定为好的。如果两个散列值不同，则数据被确定为坏的。

图 4 是对一个块中的页的示例性指定的框图。每个块中的页被指定为或者是数据或者是概述页（summary page）。如图 4 所示，在此处描述的示例性实施例中，每个块的最后一页（页 L）被指定为概述页。所有其它页（页 0 到 L-1）被指定为数据页。如下所述，在每个块中的数据页中，页 0 被特别对待。所有数据页可用于一般的使用，例如读、写和擦除。每个页的页 0 包含块专用信息，并且每个块的页 L 包含关于该块和该块中各页的概述信息。

图 5 是包括净荷部分 24 和元数据部分 26 的页的示例性数据结构的框图。图 5 描绘了用于闪存中除了页 L 之外的所有页的示例性数据结构。净荷部分

24 包括四个子页。每个子页大小为 512 个字节。即，每个子页可以容纳 512 字节的数据。因此，净荷部分 24 大小为 2048 个字节（2KB）。元数据部分 26 的大小是 64 字节。元数据部分 26 包括坏块指示符（BBI）部分 32、块序列号部分 36、封印（seal）部分 34、纠错与检错部分 38、和大小为 18 比特的并能够容纳该页的 LBA 的逻辑块地址（LBA）部分 28。元数据部分 26 还包含大小为 4 比特的有效子页部分 30。有效子页部分 30 能够容纳 4 个比特：有效性比特 1(VB1)、有效性比特 2(VB2)、有效性比特 3(VB3)、有效性比特 4(VB4)，每个比特指示相应的子页是有效还是无效。检错与纠错部分被分成 4 段：每一段对应于对页的每次可能写入（实际上，大多数页仅被写一次）。当读取的时候，只有最新近写入的（例如，最后的）段被应用。检错码覆盖页数据和元数据。ECC 覆盖数据、元数据、和检错码。注意，不是从块中的所有页中都能找到图 5 描绘的内容。例如，如下文描述的，某些内容仅在块的页 0 中找到。

如果一个块在制造之后被测试时是坏的，则标记那个块的页 0 或页 1 以便指示该块是坏的。BBI 部分 32 包括将该块的状态为坏或好的指示。页的 BBI 部分仅与块的前两个页相关。在一个示例性实施例中，如果对这些页 BBI 部分 32 是全二进制 1，则该块是好的。如果该块是坏的，则 BBI 部分 32 的页 0 或页 1 将包含除全二进制 1 之外的数。该块序列号部分 36 的大小为 32 比特。每次擦除后第一次写入一个块时，递增全局序列号（例如，针对所有块），并且该值被放置在此。当以及如果写块时，相同的块序列号将写入该块概述页的元数据中。除了第一个和最后一个块之外，对其它块忽略块序列号 36。

封印部分 34 容纳对块的擦除状态的指示。该指示符被称为封印。它仅与块的页 0 相关。封印是一种用来指示一个块或是被全部擦除或是没有被全部擦除的独特的比特模式。当一个被擦除的块被“封印”时，该独特的模式在没有 ECC 或检错码 38 的情况下被写入该块的页 0 的元数据部分 26 的封印部分 34。可以使用任何适当的独特模式。当该块在被加封印之后被首次写时，该封印设置为全二进制 0。

图 6 是概述页的示例性数据结构的框图，该概述页包括所有逻辑块地址（LBA）部分与有效性比特部分 40 以及等同于对数据页所描述的（例如，图 5）元数据部分 26。当一个块的倒数第二页（页 L-1）被写时，最后一页（页 L）

也被写有与该块相关的概述信息。用于块中每个页的 LBA 以及用于块中每个页的有效性比特被写入所有 LBA 以及有效性比特部分 40。所有 LBA 以及有效性比特部分 40 的大小为 189 比特，因此对于一个块中的 63 个数据页中的每一页容纳最多每页 3 字节。块序列号被写入元数据 26 的块序列号部分 36。块序列号被用来在上电期间构造存储器管理数据结构。

闪存根据在易失性存储器中构造的存储器管理数据结构来管理。存储器管理数据结构在每次施加电源时被重新生成。在电源故障期间，可以预见，在闪存设备中存在足够的能量保存（例如，通过电容）以便完成电源故障时可能在进行中的任何写操作。不期望的是，在电源故障之后开始任何新的操作直至重新施加电源。该存储器管理数据结构在此处被示为表。然而，要强调的是，此处所示出的图和图示是示例性的，并且不意在暗示特定配置和/或实现。

图 7 是被描述为将逻辑块地址（LBA）与闪存页地址相关的表，即表 I 的示例性存储器管理数据结构的图示。可以预见，LBA 是用来对表 I 进行寻址的索引，但是为清楚起见，被描述为表 I 的部分。LBA 是访问设备（例如，通过 USB 连接的计算机、数码照相机或 MP3 播放器）用来访问存储器而使用的地址。访问设备用 4KB 段经由 USB 对存储器进行寻址是不常见的。然而，闪存可用 2KB 段来寻址。由表 I 表示的存储器管理数据结构将 4k 可寻址 LBA 映射到 2K 可寻址闪存页地址。在一个示例性实施例中，表 I 包括 256K(256×1024) 行。表 I 按照 LBA 来索引。每行包括一个 LBA 和一个对应的闪存页地址。每行还包含用于每个闪存页的相应的 512KB 子页的有效性比特 VB1、VB2、VB3 和 VB4。

另一个示例性存储器管理数据结构作为表 II 在图 8 中示出。表 II 指示哪个块是空闲的。空闲块是已经被擦除并且可用来写入的块。在一个示例性实施例中，表 II 不包括块 0。闪存设备的制造商通常保证块 0 整个都是好的。通常还保证块 0 可以正确地被写和擦除最多 1000 次。在一个示例性实施例中，块 0 不被用来对数据的一般的读和写操作。在一个示例性实施例中，空闲块由空闲块列中针对每个相应块的单个比特指示。

图 10 是作为表 III 示出的示例性存储器管理数据结构的图示。表 III 指示每个块中的有效页个数并指示块是否被丢弃。如果块被丢弃，则在表 III 的空

闲指示符列中存储预定的比特模式。可以使用任何适当的比特模式来指示块被丢弃。如果一个页包含可使用的内容（数据），则该页被确定为有效。例如，如果一个页（旧页）的内容被写入到另一个页（新页）中，则该旧页被确定为无效。该新页被确定为有效。由于每个块包含 63 个数据页，所以指示一个块中的有效页个数的值在 0 到 63 之间。在一个示例性实施例中，当需要一个新块时，具有最少个数的有效页的块被确定为用于擦除的候选对象。擦除具有最少个数的有效页的块在被擦除后将恢复最多的页。表 III 还可以被用来确定一个块是否是用于擦除的候选对象。在一个示例性实施例中，如果一个块包含任何有效页，则它不是用于擦除的候选对象。可以预见，将保留某些已擦除的块。被保留的已擦除块可以用来处理长写入，而不需要在一次传输期间压缩和擦除块。另外，被保留的已擦除块可以用来避免当闪存设备接近满的时候快速进行块重复使用。被保留的已擦除块还可以被用来处理在闪存设备的生命周期内变坏的块。

图 10 是作为表 IV 示出的示例性存储器管理数据结构的图示。表 IV 指示活动块和活动页。在任何时候，存在最多一个活动块和在该活动块中的一个活动页。活动块是当前正被访问的块。活动页是在该活动块中第一个被擦除的页。活动页是响应于写命令接下来将要被写的页。尽管作为表 IV 被示出，但是可以预见，在一个示例性实施例中，活动块和活动页可以被实现为在上电扫描期间被初始化的动态运行时变量。

图 11 是作为表 V 示出的示例性存储器管理数据结构的图示。表 V 指示用于每个块的块序列号。当构造其它存储器管理数据结构（例如表 I-IV）时，使用表 V。当制造出闪存设备后，它没有被写过的块。对于每个随后的块擦除，逻辑序列号递增并被写入到新写的块的页 0 的元数据中。如果或者当该页被写时，序列号也被相同地写入到块的概述页中。当上电扫描检测出两个页声称映射到相同的 LBA 时，使用序列号。该冲突主要通过选择该块中具有最大序列号的页来解决。如果存在多个这样的页（在相同的块中是必然的），则选择具有最大页号的那个页。表 V 包括在扫描中遇到的所有块的块序列号。这允许对给定 LBA 的任何先前发现的候选对象的块的个数的确定，以便作上述比较。在一个示例性实施例中，在初始化后，丢弃表 V。

图 12 是用于上电时扫描块的示例性过程的流程图。对每个块进行扫描作为构造存储器管理数据结构的过程的一部分。当施加电源时，（例如，由控制器部分 16）扫描闪存设备（例如，闪存设备 12）的闪存（例如，闪存 18）来获得构造存储器管理数据结构（例如，在易失性存储部分 14 中）所需要的信息。在一个示例性实施例中，获得关于闪存的块的信息，并获得关于没有被丢弃的那些块的页的信息。当施加电源时，或适当地在此之后，在一个实施例中，存储器管理数据结构构造过程始于扫描块的概述页，并然后，适当地，扫描块中其它页。要强调的是，这个顺序是示例性的，并且可以使用扫描块和页的任何适当的顺序。

当施加电源时，或适当地在此之后，扫描闪存的块并且创建/填充存储器管理数据结构。扫描每个块来确定该块的概述页是否是好的（步骤 46）、该块是否被加封印（步骤 48）、该块是否有缺陷（步骤 50）以及该块是否被擦除（步骤 52）。根据这些确定的每一个的结果来创建/更新适当的数据结构。

在步骤 44 中，该过程前进到块 1。块 0 被跳过。在步骤 46 处，确定该块的概述页是否是好的。如果确定该概述页是好的（步骤 46），则在步骤 54 处扫描该概述页。在一个示例性实施例中，根据图 13 所示的示例性流程图扫描该概述页。如图 13 的步骤 78 处所示，对概述页的扫描在页 0 的入口开始。在步骤 80 处，使用概述页的入口来填充表 I。在一个示例性实施例中，根据图 15 所示的示例性过程来填充表 I。在步骤 114 处，确定表 I 中是否存在用于概述页中的 LBA 入口的入口。如果确定 LBA 入口不存在（步骤 114），则在步骤 120 处用概述页中的 LBA 入口来更新表 I。这包括映射诸如块号、页索引以及有效性比特信息等所有关于 LBA 的信息。如果确定表 I 中存在用于概述页中的 LBA 入口的 LBA 入口（步骤 114），则在步骤 116 处确定相关联的闪存块的块序列号是否小于或等于表 V 所指示的块序列号。如果是，则在步骤 120 处填充表 I。如果否，则如步骤 118 处所示的，该过程前进至图 13 的步骤 80。

在步骤 84 处，确定在该块中是否存在更多的页。如果存在更多的页，则在步骤 82 处，该过程前进至下一页。该过程前进至步骤 80 并且根据上述图 15 所示的示例性流程图来填充表 I。如果确定没有更多页（步骤 84），则如步骤 86 处所示，该过程前进至图 12 的步骤 54。在步骤 68 处，确定是否存在更多

要扫描的块。如果确定存在更多要扫描的块（步骤 68），则在步骤 66 处该过程前进至下一个块。在步骤 46 处，确定该块的概述页是否是好的。如果概述页是好的，则如上所述的，该过程经过步骤 54、步骤 68 和 66，直至没有更多的块剩下。

如果确定该块的概述页不是好的（步骤 46），则在步骤 48 处确定该块是否被加封印。检查页 0 的元数据部分的封印部分来确定该块是否被加封印（见图 5）。如果检测到封印的独特模式，则该块被加封印。如果该块被加封印，则在步骤 56 处，将该块放置到空闲列表上。通过更新例如表 II 和表 III（见图 8 和图 9）等指示每个块的空闲状态的存储器管理数据结构来将该块放置到空闲列表上。如果该块没有被加封印（步骤 48），则在步骤 50 处确定该块是否有缺陷的。检查页 0 和 1 的坏块指示符（BBI）部分（见图 5）来确定该块是否有缺陷。在一个示例性实施例中，如果页 0 和 1 的 BBI 部分包含全二进制 1 并且该块在所有其它情况下都是有缺陷的，则该块没有缺陷。如果该块是有缺陷的（步骤 50），则放弃该块并相应地更新例如表 I（见图 8）等指示可用块的存储器管理数据结构。

如果确定该块没有缺陷（步骤 50），则在步骤 52 处确定该块是否被擦除。如果一个块中的每个比特为 1，则认为该块被擦除过。如果确定该块被擦除（步骤 52），则在步骤 60 处，对该块加封印，并且在步骤 64 处，将该块放置到空闲列表上。通过更新诸如表 II 和表 III（见图 8 和图 9）等指示每个块的空闲状态的存储器管理数据结构来将该块放置到空闲列表上（步骤 64）。如果确定该块没有被擦除（步骤 52），则在步骤 62 处扫描该块的页。在一个示例性实施例中，根据图 14 中所示的示例性流程图扫描该块。

在步骤 88 处，块扫描始于页 0。在步骤 90 处，确定该页是否是好的。如果 ECC 和强检错算法没有发现错误，则该页被确定为好的。如果确定该页不是好的（步骤 90），则在步骤 96 处确定该页是否被擦除（即包含全 1）。如果该页没有被擦除（步骤 96），则在步骤 110 处丢弃该块，并且，如步骤 112 处所示，该过程前进至图 12 的步骤 62。如果该页被擦除（步骤 96），则在步骤 102 处更新活动块和活动页指示符。在一个示例性实施例中，根据图 16 所示的示例性过程更新活动块和活动页指示符。如果一个页在具有最大块序列号

的并且还没有被丢弃的块中是第一个被擦除的页，则该页被指定为活动页。如果活动块已经被指定，则如下所述，从活动块中选择一个活动页。然而，活动块不存在是可能的。例如，这可以是块被填满之后但在下一个写请求到达之前或在概述页被写之前的电源故障的结果。在任何一种情况下，最后被分配的块是完全满的，并且不存在活动页。

在步骤 120 中，确定是否存在活动页。如果不存在活动页（步骤 120），则在步骤 126 处，将当前块和页作为预期的活动块和活动页来存储。如果存在活动页（步骤 120），则在步骤 122 处确定该活动页的块序列号是否小于当前块的序列号（例如由表 V 确定）。如果是，则在步骤 126 处，将当前块和页作为预期的活动块和活动页来存储。如果否，则如步骤 124 处所示，该过程前进至图 14 的步骤 102。在步骤 106 处确定该块的最后一页是否已被扫描。如果存在更多要扫描的页，则在步骤 104 处访问下一页。该过程前进至步骤 90，并且，如果该页是好的，则如上所述，该过程经过步骤 96 和步骤 102。

如果在步骤 90 处确定该页不是好的，则在步骤 92 处确定当前页是否是页 0。如果当前页是页 0，则在步骤 98 处，将块序列号记录在适当的存储器管理数据结构中。在一个示例性实施例中，将块序列号记录在表 V 中。在步骤 100 处用好的 LBA 来更新适当的存储器管理数据结构。在一个示例性实施例中，如上所述，根据图 16 所示的示例性过程来更新表 I。在步骤 106 处确定该块的最后一页是否已被扫描。如果存在更多要扫描的页，则在步骤 104 处，检索下一页，并且如上所述，该过程前进至步骤 90。

如果确定当前页不是页 0（步骤 92），则在步骤 94 处确定前一页是否被擦除。如果确定前一页被擦除（步骤 94），则在步骤 110 处丢弃该块，并且如步骤 112 处所示，该过程前进至图 12 的步骤 62。如果确定前一页没有被擦除（步骤 94），则在步骤 100 处以好的 LBA 来更新适当的存储器管理数据结构。在一个示例性实施例中，如上所述，根据如图 15 所示的示例性过程来更新表 I。在步骤 106 处确定该块的最后一页是否已被扫描。如果存在更多要扫描的页，则在步骤 104 处访问下一个页，并且如上所述，该过程前进至步骤 90。

再次参考图 12，当步骤 54、步骤 58、步骤 64 或步骤 62 完成时，在步骤 68 处确定是否存在更多要被扫描的块。如果存在更多要被扫描的块，则如上所

述, 该过程前进至步骤 66 并继续。如果确定不存在更多要扫描的块(步骤 68), 则当前块序列号被设置成最大块序列号, 排除了被丢弃的块。更新适当的存储器管理数据结构(例如, 表 III 以及表 V) 来反映当前块的序列号的设置。在步骤 72 处, 确定当前活动块的序列号是否小于最大块序列号。如果否, 则在步骤 76 处完成上电过程。如果是, 则在步骤 74 处, 将活动块设置为零。即, 设置活动块指示符以指示活动块不存在。

在一个示例性实施例中, 试图在闪存的所有块中均匀分布擦除。该过程被称为损耗均衡(wear leveling)。根据一个示例性损耗均衡过程, 表示一个块被擦除的次数的数(擦除计数)被写入到每个块的概述页的元数据部分。在一个示例性实施例中, 当块被加封印时, 将擦除计数写入到概述页。每个块的擦除计数被维持在存储器管理数据结构中并且在上电期间的存储器管理数据结构构造期间从每个块的概述页中恢复。

如上所述, 尽管结合各种计算设备描述了存储器管理的各示例性实施例, 但基本的概念可以应用于能够管理存储器的任何计算设备或系统。

可以结合硬件或软件, 或者在适当时使用两者的组合来实现此处所描述的各种技术。因此, 用于管理存储器或其某些方面或其部分的方法和装置可以采用包含在诸如软盘、CD-ROM、硬盘驱动器、或任何其它机器可读存储介质等有形介质中的程序代码的形式, 其中, 当程序代码被加载到诸如计算机等机器中并且由其执行时, 该机器成为用于执行存储器管理的装置。在可编程计算机上执行程序代码的情况下, 计算设备一般将包括处理器、处理器可读的存储介质(包括易失性和非易失性存储器和/或存储元件)、至少一个输入设备、和至少一个输出设备。如果需要, 程序可以用汇编语言或机器语言来实现。在任何情况下, 语言可以是已编译的或已解释的语言, 并且与硬件实现结合。

用于存储器管理的方法和装置还可以通过以程序代码形式体现的通信来执行, 该程序代码通过诸如电配线或电缆、通过光纤、或通过任何其它形式的传输等传输介质来传输, 其中, 当诸如 EPROM、门阵列、可编程逻辑器件(PLD)、客户机计算机等机器接收、加载、执行该程序代码时, 该机器成为用于执行本发明的装置。当在通用处理器上实现时, 该程序代码结合该处理器来提供用于行使本发明功能的独特装置。此外, 结合本发明使用的任何存储技

术可以总是硬件与软件的组合。

尽管结合各图的示例性实施例描述了存储器管理，但是将理解，可以使用其它类似的实施例或者对所描述的实施例作修改或增加来执行存储器管理的相同功能，而不背离存储器管理的功能。因此，此处所描述的存储器管理不限于任何单个实施例，相反，在宽度和范围上应该根据所附的权利要求进行解释。

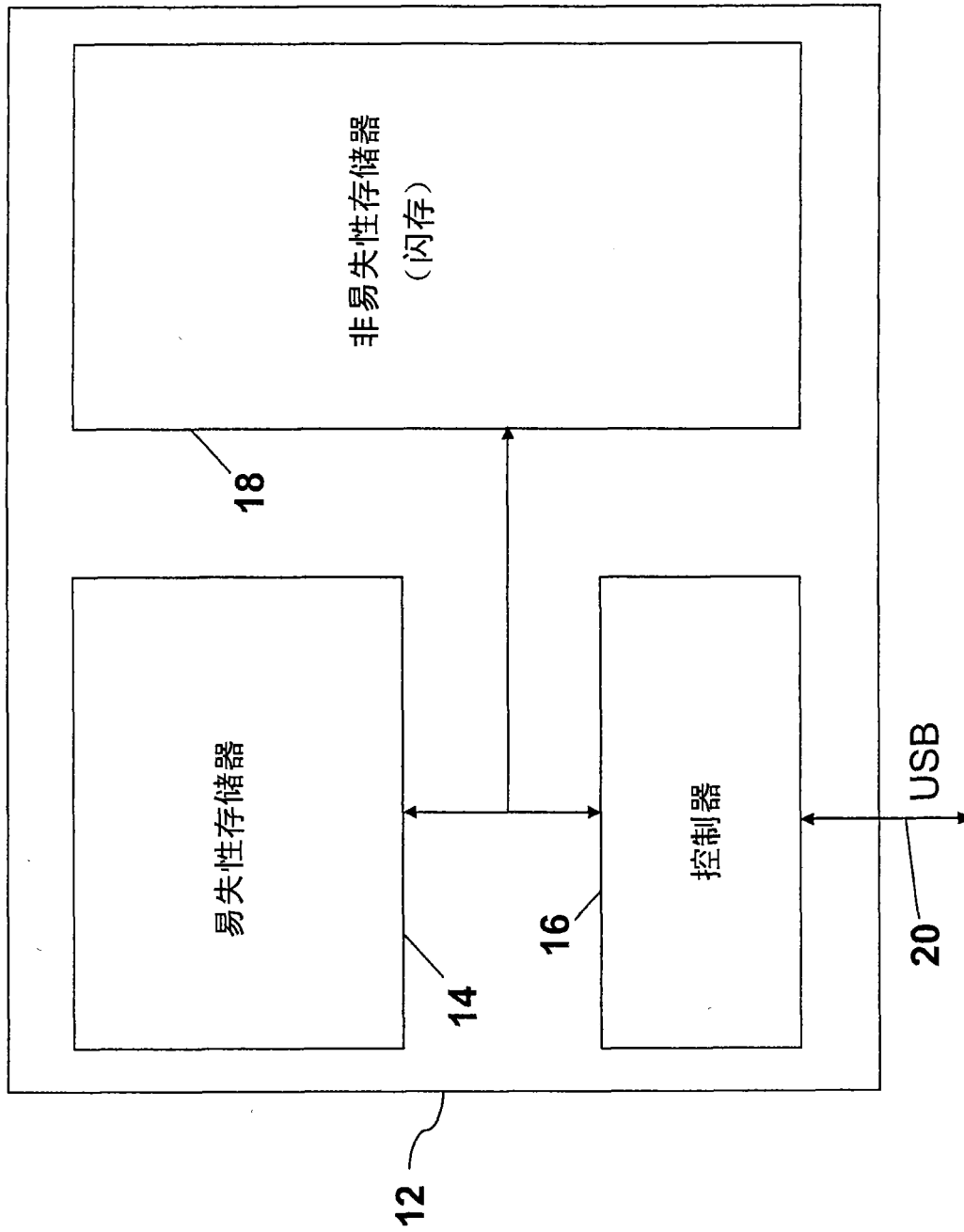


图 1

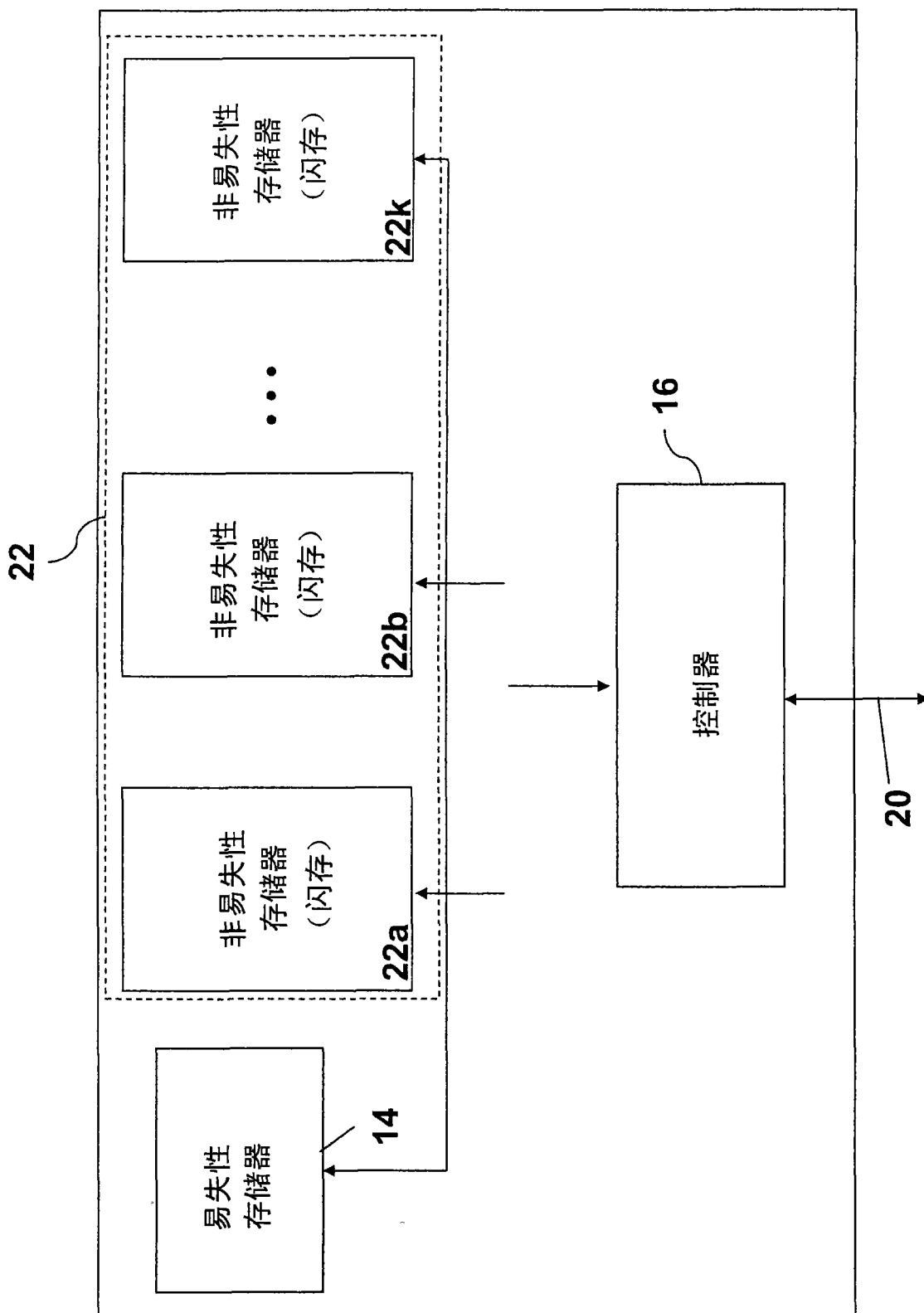


图 2

18

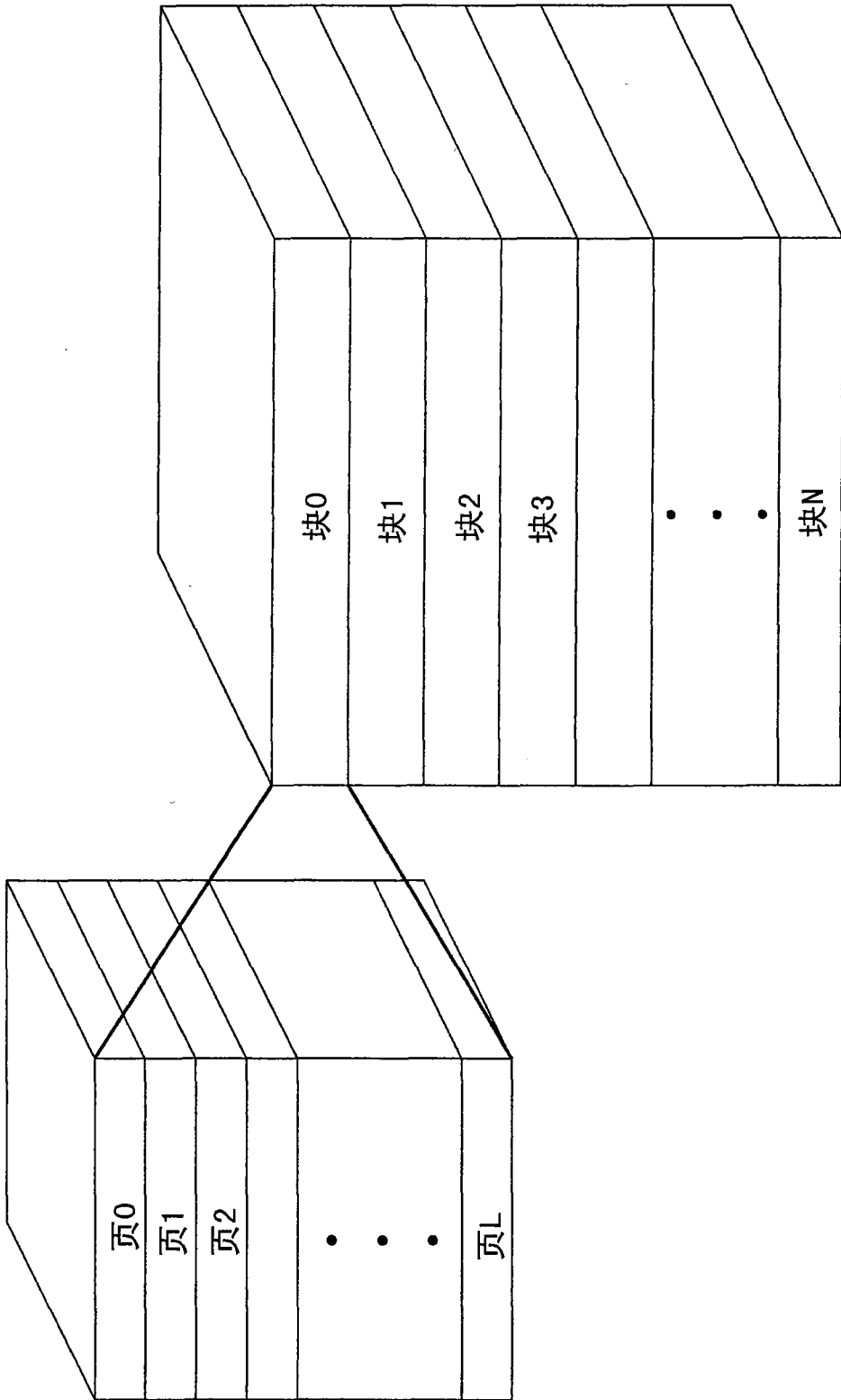


图 3

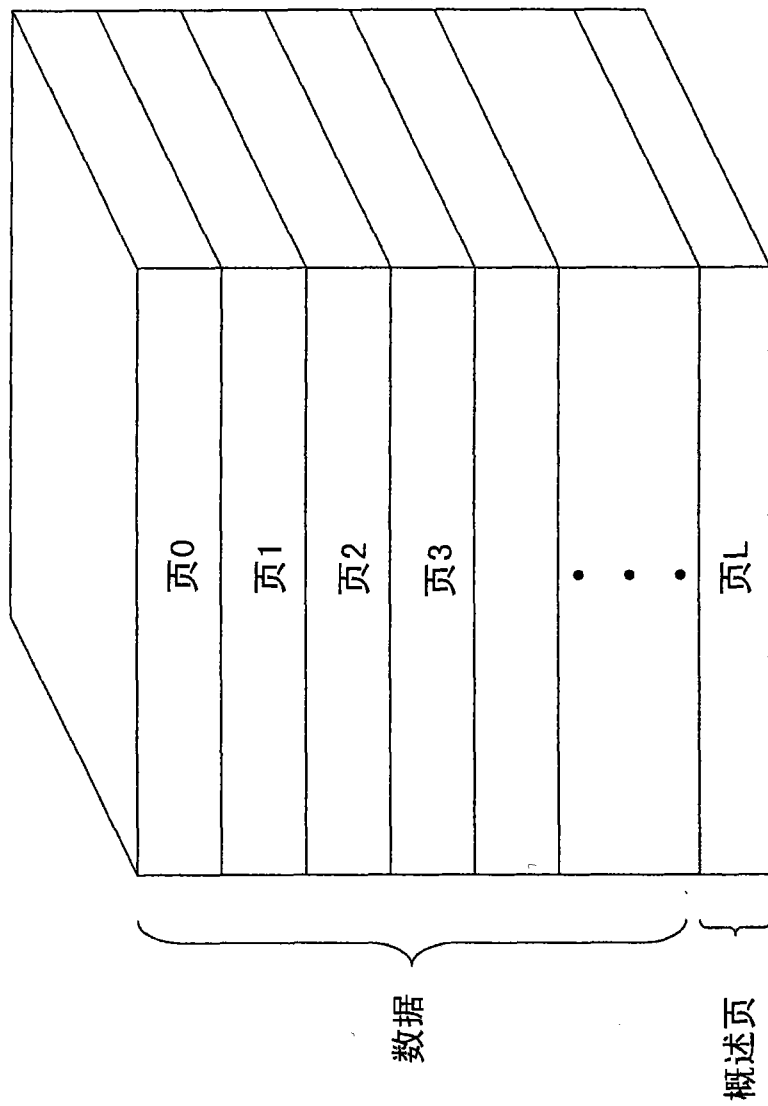


图 4

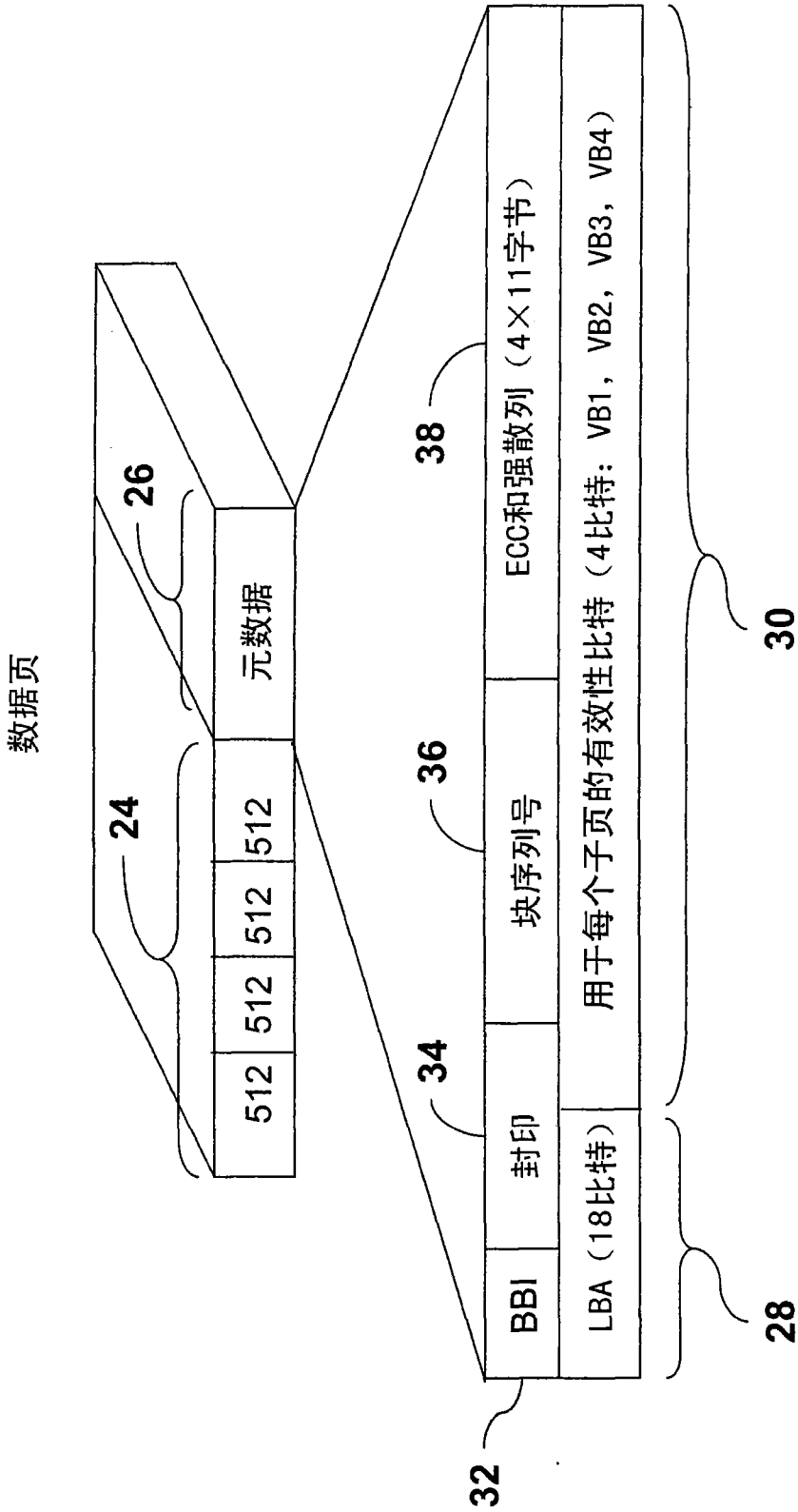


图 5

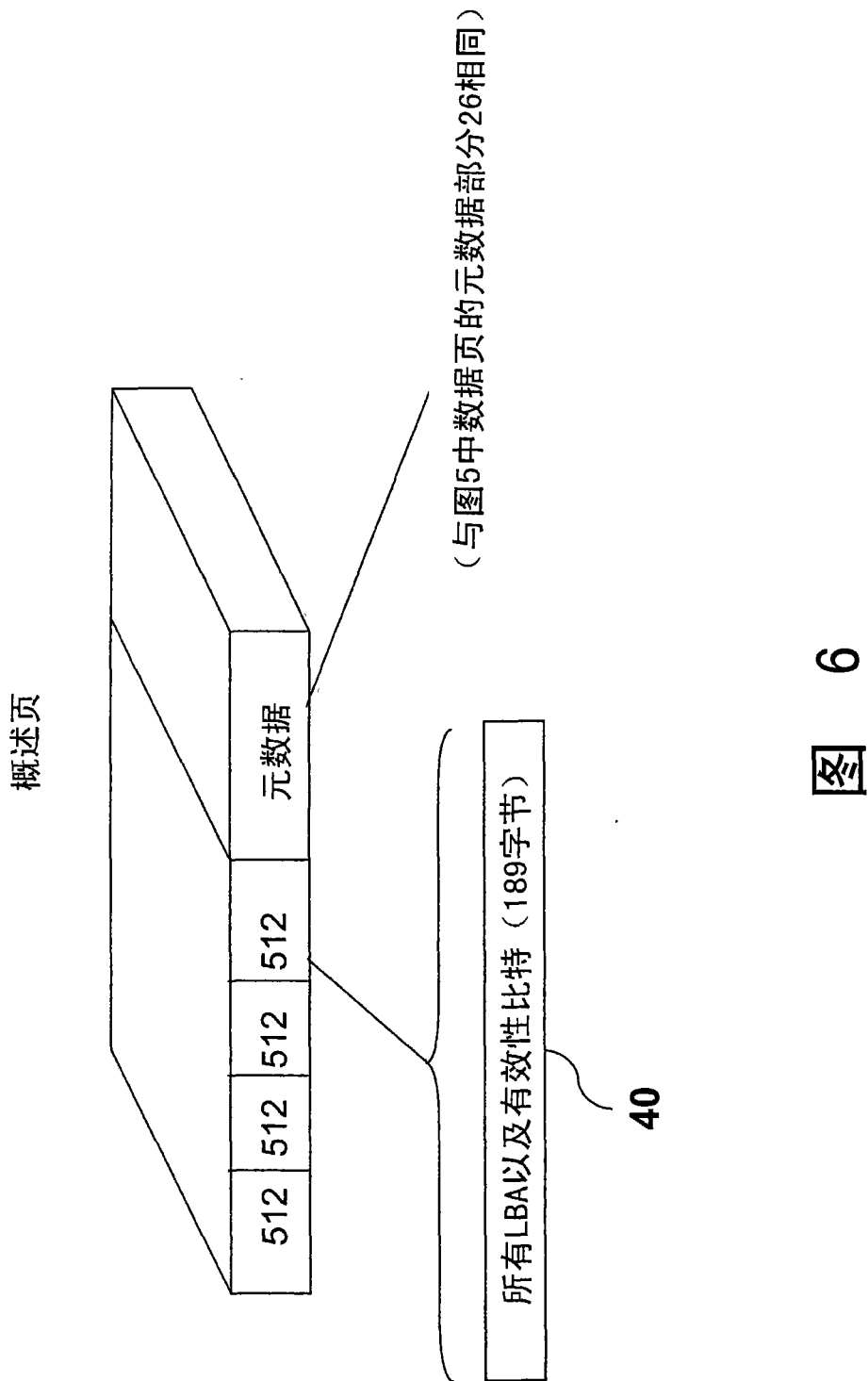


图 6

表1

LBA	闪存页地址	VB1 VB2 VB3 VB4
LBA	闪存页地址	VB1 VB2 VB3 VB4
LBA	闪存页地址	VB1 VB2 VB3 VB4
LBA	闪存页地址	VB1 VB2 VB3 VB4
		•
		•
		•
LBA	闪存页地址	VB1 VB2 VB3 VB4
LBA	闪存页地址	VB1 VB2 VB3 VB4

图 7

表11

块地址	块1	XXXXX
	块2	XXXXX
	•	
	•	
	•	
空闲指示符	块N	XXXXX

图 8

表111

块地址	块1	XXX
	块2	XXX
	•	
	•	
	•	
块中有有效页的个数		XXX

图 9

表IV: 活动块和活动页变量

活动块
活动页 (在活动块中)

图 10

表V

块地址	块1	XXXXX
	块2	XXXXX
	•	
	•	
	•	
块序列号	块N	XXXXX

图 11

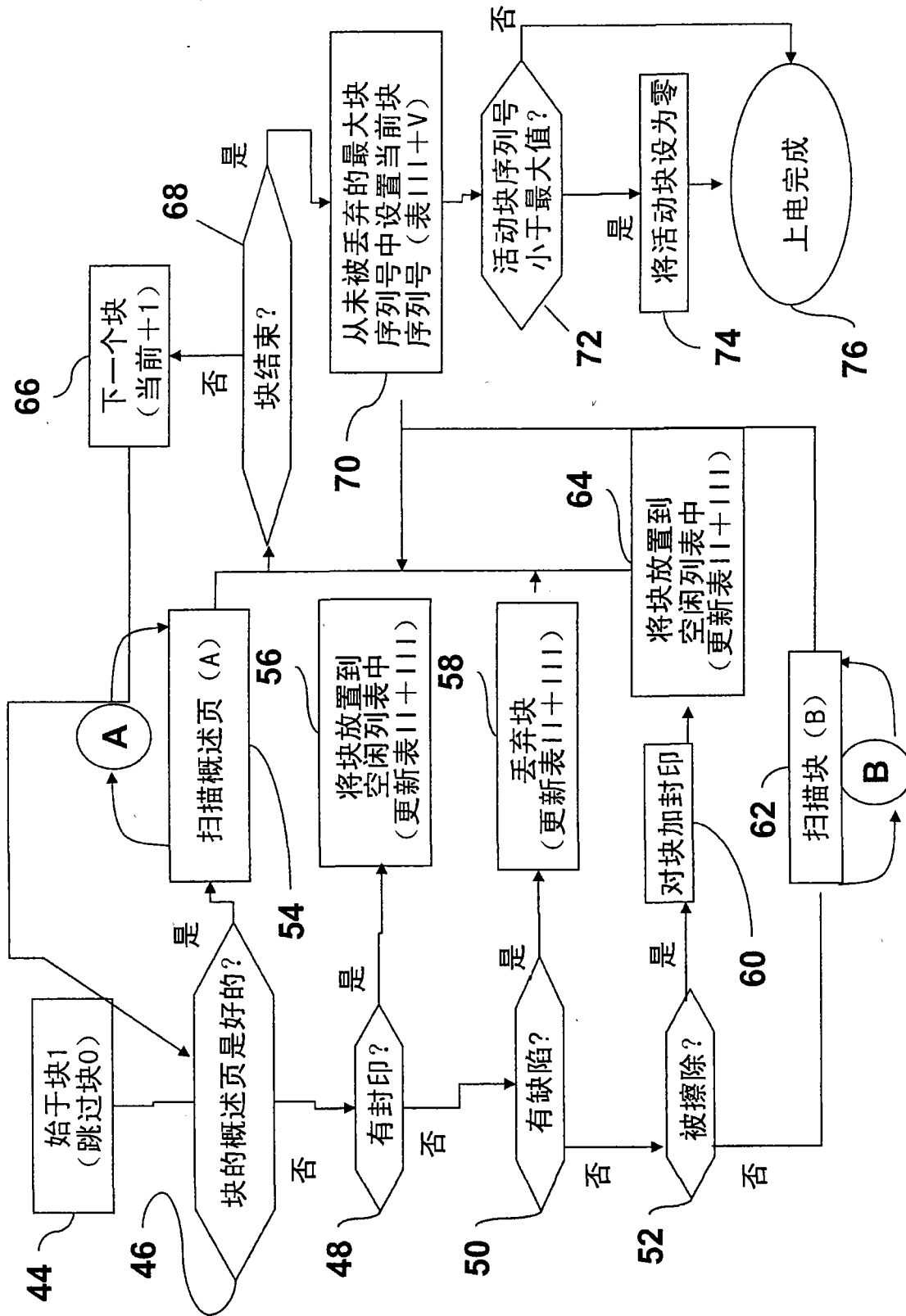


图 12

子例程A: 好的概述页的块扫描。
从块循环调用。
用概述阵列指针来调用。

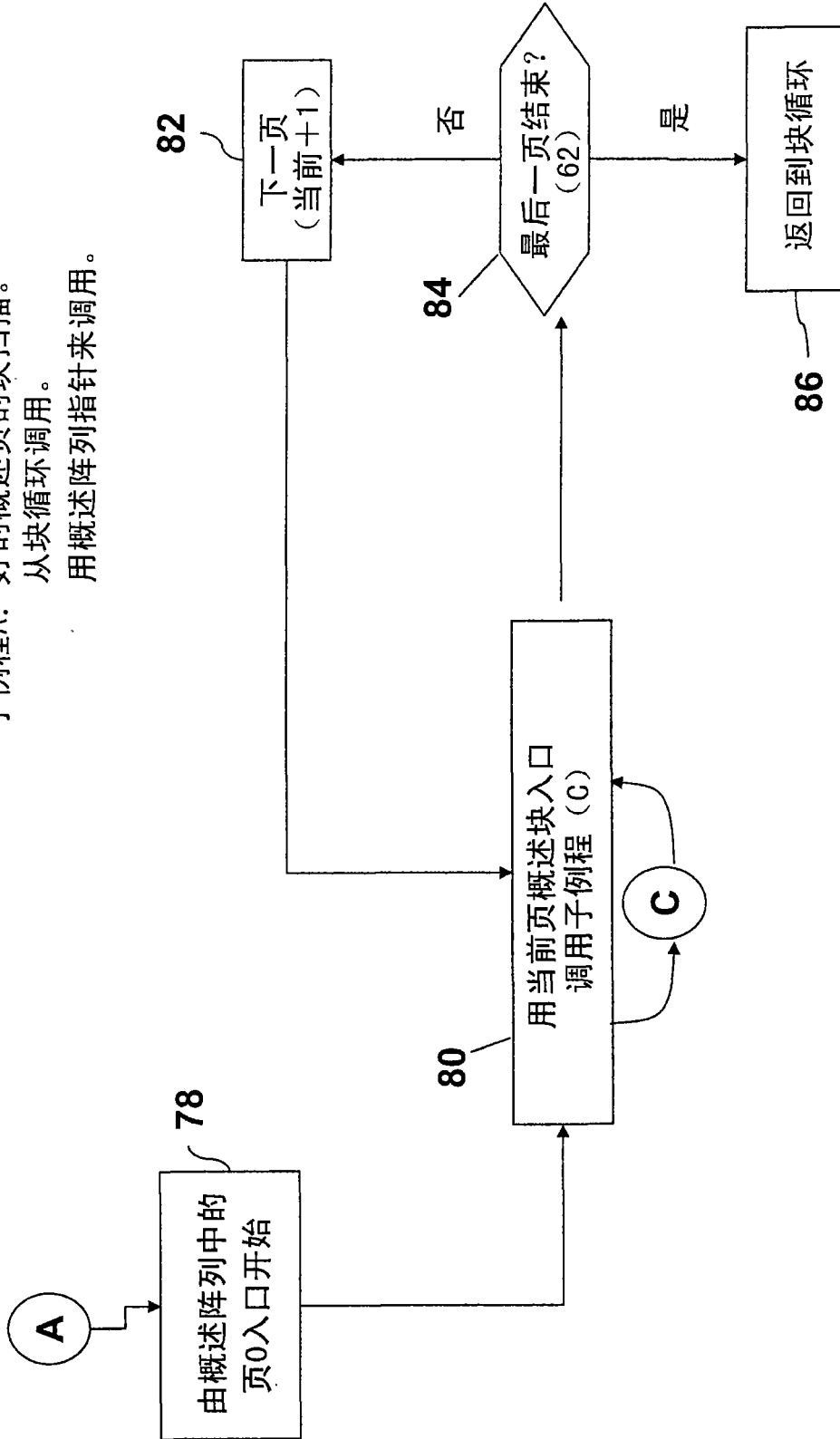


图 13

子例程B: 完整的块扫描。
 从块循环调用。
 以块索引来调用。

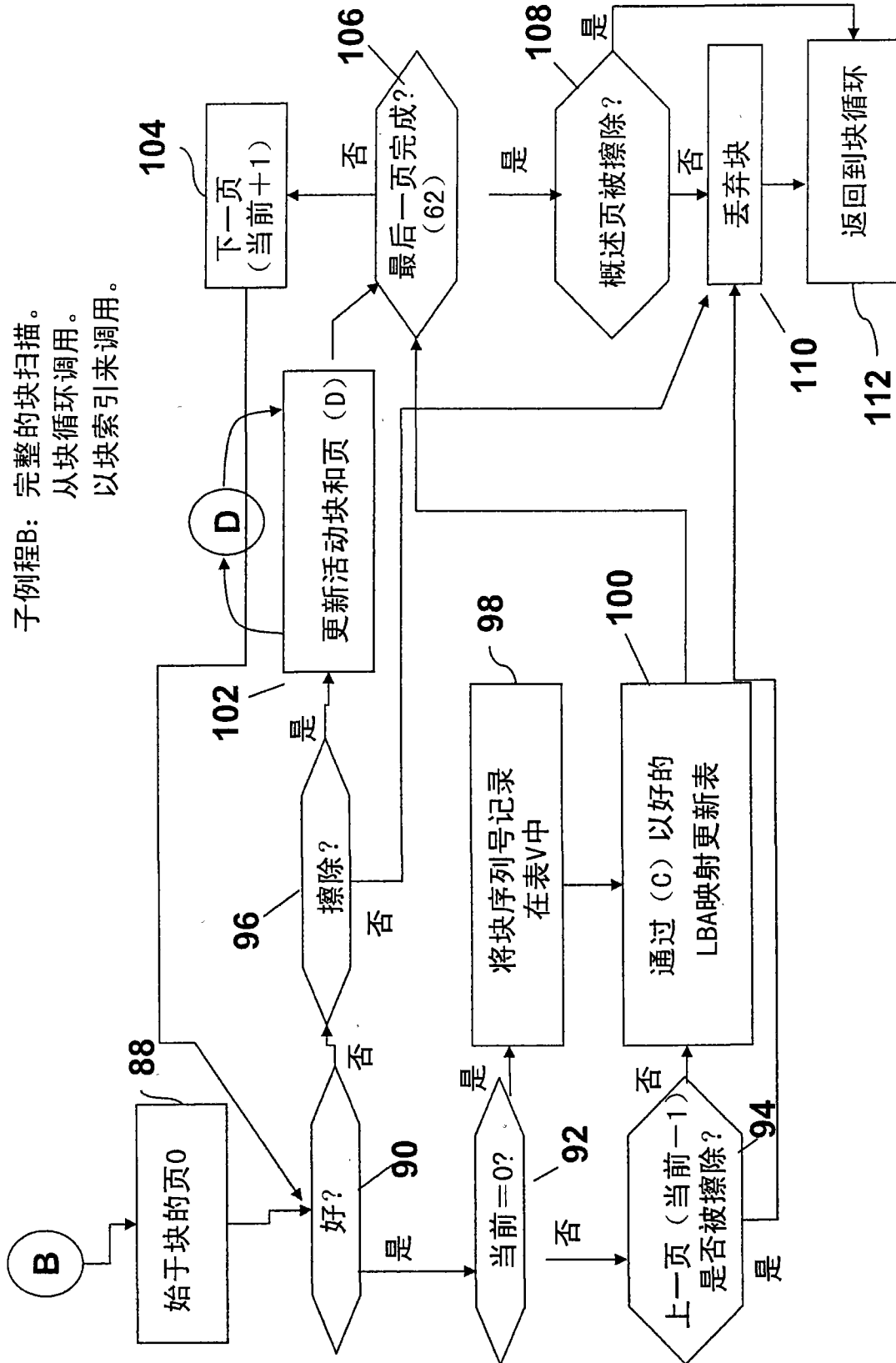


图 14

子例程C: 更新LBA映射。
从页循环 (上面的A和B) 调用
以概述页入口 (LBA, 页有效性比特)、闪存块号和页索引来调用

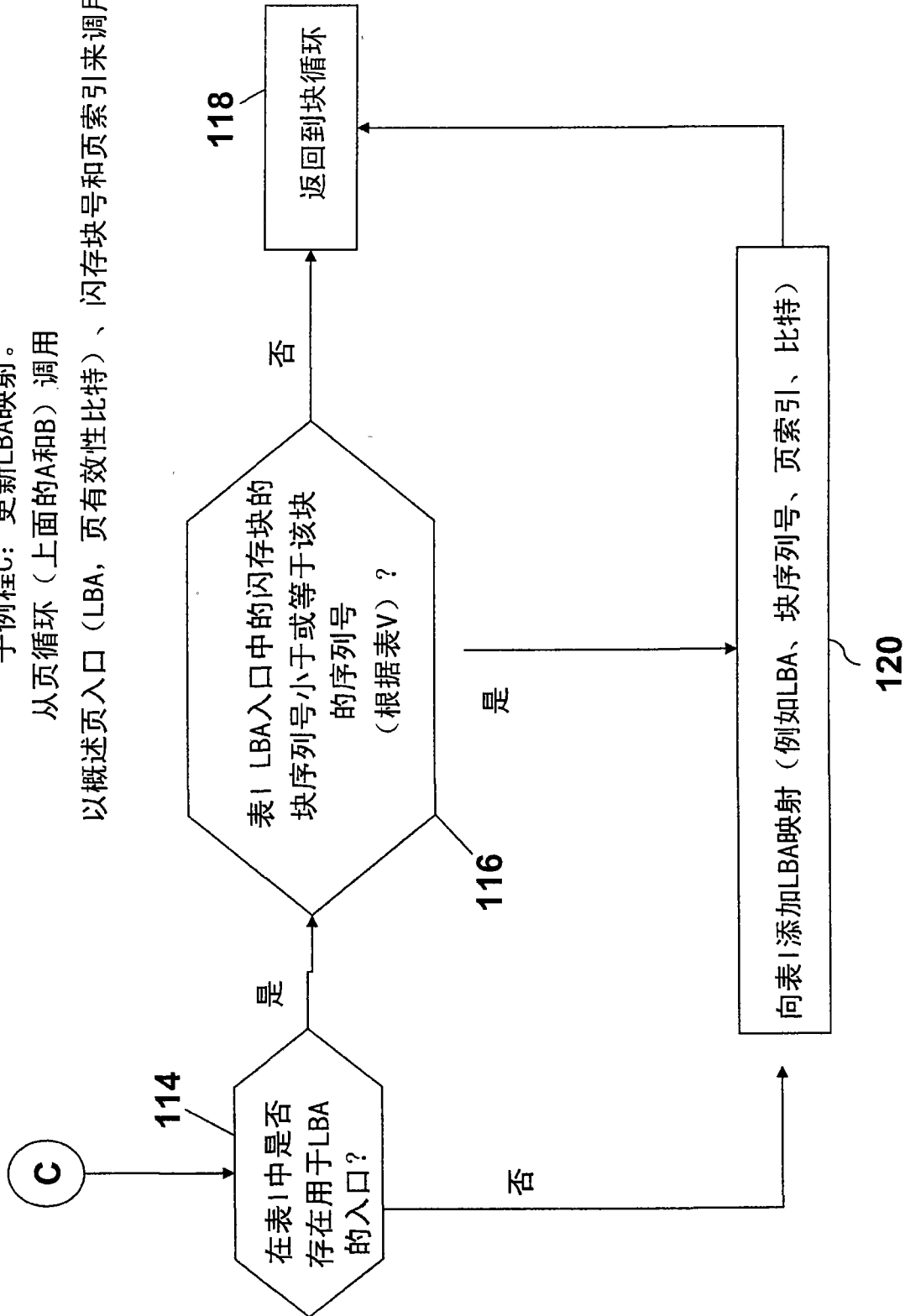


图 15

子例程D: 更新活动块和页
从完整的块扫描 (B) 调用
以新的预期的块和页索引来调用

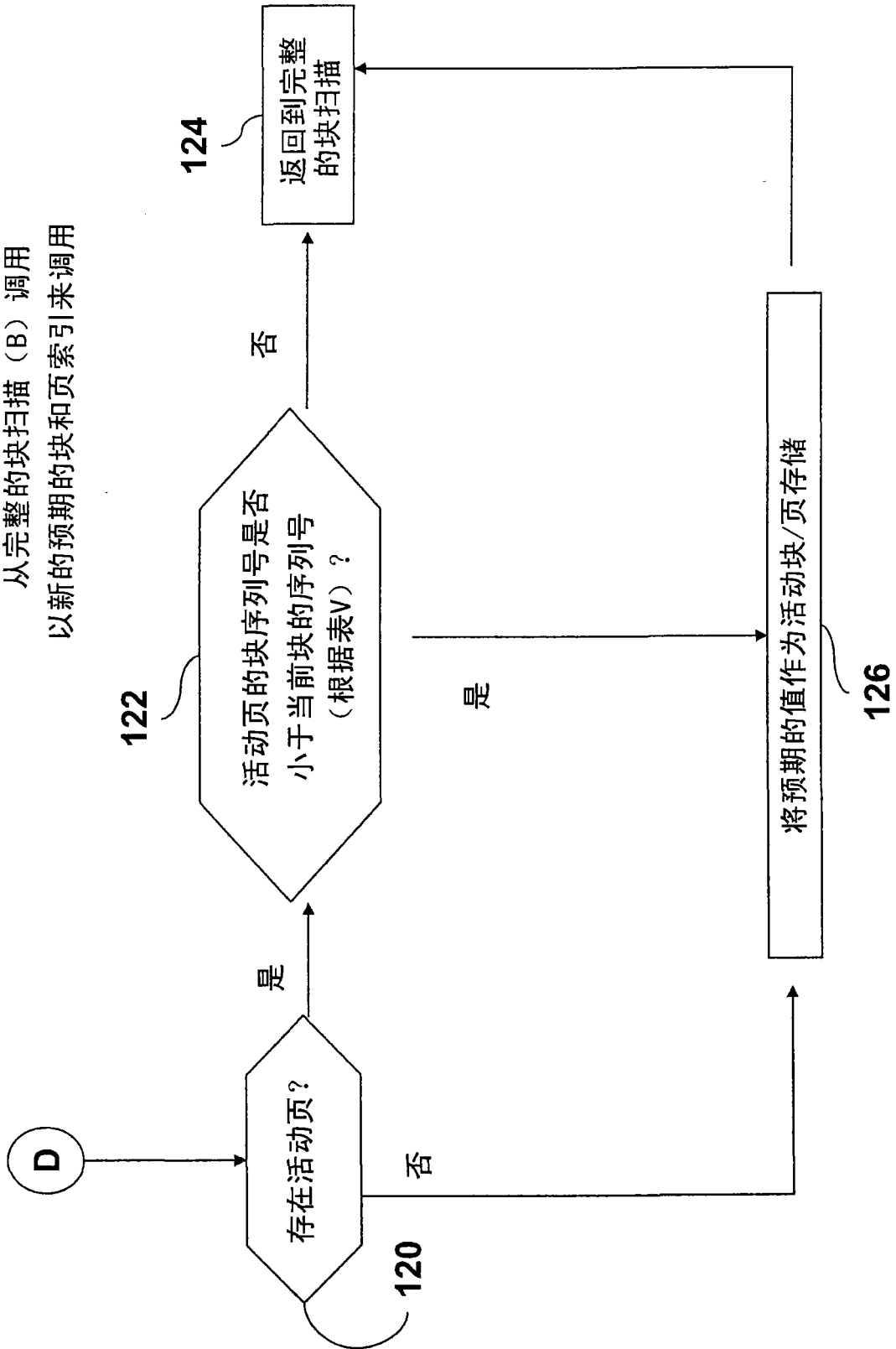


图 16