

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 00126378.1

[51] Int. Cl.

G11C 16/06 (2006.01)

G11C 7/00 (2006.01)

H01L 27/10 (2006.01)

[45] 授权公告日 2006 年 5 月 17 日

[11] 授权公告号 CN 1256732C

[22] 申请日 2000.9.12 [21] 申请号 00126378.1

[30] 优先权

[32] 1999.9.29 [33] KR [31] 41835/99

[71] 专利权人 三星电子株式会社

地址 韩国京畿道

[72] 发明人 金范洙

审查员 林 魁

[74] 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

代理人 马 莹

权利要求书 4 页 说明书 17 页 附图 10 页

[54] 发明名称

快闪存储器及其控制方法

[57] 摘要

一种快闪存储器及其控制方法。该存储器包括多个单元，每个单元包括：多个数据块，用于写入数据；多个备用块，这些块被腾空以写入数据块更新数据；映射块，指定数据写入的实际位置；首部块，记录快闪存储器信息和单元信息。该方法在更新数据块数据时，将更新数据写到相同单元中腾空的备用块中，更新映射块的映射信息、先前块的状态信息，使用户能用相同地址访问数据，不需在每次更新块时删除单元。本发明提高了写入和更新数据效率。

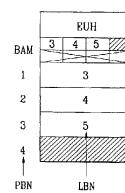
(a) LBN 到 LUN

LBN	PBN
1	1
2	1
3	2
4	2
5	2
6	1
...	...

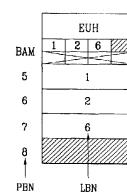
(b) LUN 到 PUN

LUN	PUN
1	2
2	1
...	...

(c) PUN1



(d) PUN2



- 
1. 一种快闪存储器，包括多个单元，每个单元包括：  
5      多个数据块，用于写入数据；  
    多个备用块，这些备用块被腾空以写入所述数据块的更新数据；  
    一映射块，用于指定数据写入的实际位置，其中记录在所述映射块中的是逻辑块号码、块状态信息和更新的块位置信息；和  
    一首部块，用于记录快闪存储器信息和单元信息。
  2. 如权利要求1所述的快闪存储器，其中所述单元用作删除操作的基本  
10     单元。  
3. 如权利要求1所述的快闪存储器，其中记录在所述首部块中的是逻辑  
      单元号码、磨损程度和块尺寸信息。
  4. 一种控制快闪存储器的方法，该快闪存储器具有多个单元，每个单元  
      包括：多个数据块，用于写入数据；多个备用块，这些备用块被腾空以写入  
15      所述数据块的更新数据；一映射块，用于指定数据写入的实际位置；和一首  
      部块，用于记录快闪存储器信息和单元信息，所述方法包括下列步骤：  
20      控制一映射操作；  
    控制一分配操作；  
    控制一读取操作；  
    控制一删除操作；  
    控制一更新操作；  
    控制一检索操作；和  
    控制一恢复操作。
  5. 如权利要求4所述的方法，其中所述映射操作控制包括步骤：  
25      搜索一逻辑块所属的逻辑单元；  
    搜索相对于所述逻辑单元的物理单元；和  
    在所述物理单元的映射块中搜索相应于所述逻辑块的物理块位置。
  6. 如权利要求4所述的方法，其中所述分配操作控制包括步骤：  
      检验所述单元的映射块，以判断在所述单元中是否有备用块(S21)；  
30      如果作为在步骤S21中的判断结果得知在所述单元中没有备用块，则相  
      对于所述单元执行一检索操作(S22)；

检验所检索单元的映射块，以判断在所检索单元中是否有备用块(S23);

如果作为在步骤 S21 中的判断结果得知在所述单元中有备用块，或者作为在步骤 S23 中的判断结果得知在所检索单元中有备用块，则将一逻辑块号码和数据块状态写入所述映射块(S24); 和

5 如果作为在步骤 S23 中的判断结果得知在所检索单元中没有备用块，则执行一差错处理。

7. 如权利要求 4 所述的方法，其中所述读取操作控制包括步骤：

搜索一相应数据块所属的单元(S31);

判断所述相应数据块是否存在于所述单元中(S32);

10 如果作为在步骤 S32 中的判断结果得知所述相应数据块存在，则读取所述相应数据块中的数据(S33); 和

如果作为在步骤 S32 中的判断结果得知所述相应数据块不存在，则执行一差错处理(S34)。

8. 如权利要求 4 所述的方法，其中所述删除操作控制包括步骤：

15 搜索一相应数据块所属的单元(S41); 和

更新写入所述单元的一映射块中的相应数据块的状态(S42)。

9. 如权利要求 4 所述的方法，其中所述更新操作控制包括步骤：

确定一相应数据块所属的单元(S51);

判断所述相应数据块是否存在于所述单元中(S52);

20 如果作为在步骤 S52 中的判断结果得知所述相应数据块存在，则搜索一映射块并判断所述相应数据块的状态是否是“已分配”(S53);

如果作为在步骤 S53 中的判断结果得知所述相应数据块是“已分配”，则将所述相应数据块的状态更新为“写入”(S54);

将数据存储在所述相应数据块中(S55);

25 将所述相应数据块的状态更新为“已写入”(S56);

如果作为在步骤 S53 中的判断结果得知所述相应数据块为“已分配”，则将所述相应数据块更新为“删除”(S57);

搜索待分配的单元中的备用块(S58);

将新分配块的状态更新为“写入”(S59);

30 将新分配块的位置信息存储在映射块中(S60);

将数据存储在新分配的块中(S61);

将新分配块的状态更新为“已写入”(S62);

将所述相应数据块的状态更新为“已删除”(S63); 和

如果作为在步骤 S52 中的判断结果得知所述相应数据块不存在，则执行一差错处理(S64)。

5 10. 如权利要求 4 所述的方法，其中所述检索操作控制包括步骤：

确定一检索单元和一移动单元(S71);

判断所述移动单元的删除次数是否超过一临界值(S72);

如果作为在步骤 S72 中的判断结果得知所述移动单元的删除次数超过临界值，则选择最小删除次数的一移动单元(S73);

10 如果选择了由步骤 S72 中的判断结果得知的具有不超过临界值的删除次数的移动单元，或者选择了步骤 S73 中的具有最小删除次数的移动单元，则将检索单元的状态更新为“移动”(S74);

将步骤 S74 中的所述具有不超过临界值的删除次数或者具有最小删除次数的移动单元的状态更新为“复制”(S75);

15 将“写入”和“已写入”状态下的块和映射块项目以及删除次数从检索单元复制到所述移动单元中(S76);

将所述移动单元的状态更新为“有效”(S77);

删除所述检索单元(S78);

20 读取和增加复制到所述移动单元的所述检索单元的删除次数，然后将该删除次数写入当前删除的检索单元中(S79); 和

更新快闪存储器中的诸如映射信息等的资料结构(S80)。

11. 如权利要求 4 所述的方法，其中在删除数据块的数据期间的恢复操作控制包括步骤：

25 a)如果在没有分配第一备用块的状态下发生差错，则在相同单元中分配第二备用块，并将删除数据从数据块写入分配的第二备用块中；

b)如果在分配了第一备用块的状态下发生差错，则将删除数据从数据块写入分配的第一备用块中；和

30 c)如果在更新数据正写入第一备用块的状态下发生差错，则删除写入第一备用块的更新数据，在相同单元中重新分配第三备用块，并将删除数据从数据块写入重新分配的第三备用块中。

12. 如权利要求 4 所述的方法，其中在传送检索单元的数据期间的恢复

操作控制包括步骤：

- a)如果在数据正复制到一移动单元的状态下发生差错，则重新执行检索单元的检索操作；和
- b)如果在数据不是正复制到移动单元的状态下发生差错，则删除复制到5 移动单元的数据，并重新执行检索单元的检索操作。

## 快闪存储器及其控制方法

### 5 技术领域

本发明涉及快闪存储器及控制该快闪存储器的方法，尤其涉及能以块为单位读写数据并有效管理块的逻辑和物理地址之间的映射的快闪存储器及控制该快闪存储器的方法。

### 10 背景技术

由 INTEL 有限公司首次于 20 世纪 80 年代初开发的快闪存储器是一种 EPROM，但与一般的 EPROM 不同之处在于快闪存储器不需要单独的用于程序的硬件，并且快闪存储器中的数据可由软件来删除和写入。

由于快闪存储器的易失性和可编程特性，快闪存储器广泛地用在内置型系统中，比如用在移动电话或类似于 PDA 的其它移动设备中。

快闪存储器允许对存储在类似于现有的 RAM 或其它易失性存储设备、磁盘等特定位置的数据进行随机访问，但采用不同的校正和删除数据的方法。

也就是说，在删除写入初始化的快闪存储器的某个块中的数据的情况下，删除包含该块的一单元。

20 这里，具有物理连续地址的字节被称为一块，该块用作相对于快闪存储器进行操作的基本单元。此外，在删除操作中，快闪存储器中由多个块组成的单元作为基本单元被一次物理性地删除。

因此，数据就象在盘中一样主要以块为单位被访问，而不是象在 RAM 中那样以字节为单位读写数据。

25 能使快闪存储器用作块设备的软件通常称为快闪转换层(flash translation layer, FTL)。

M 系统公司的 TureFFS[FTL97]和 Datalight 公司的 FlashFX[FX99]可以认为是典型的 FTL 产品。

30 具体地讲，用于支持块再映射(re-mapping)的、上述软件的多种成份中的一种成份在 TureFFS[FX97]中称为 FTL 而在 FlashFX 中称为 VBX，并且 M 系统公司的 FTL 被选为 PC 卡标准存储格式。

在以块为单位访问快闪存储器的情况下，将快闪存储器划分为多个块，每个块都具有比一个单元小的某个尺寸。

顺序分配给划分块的号码称为物理块号码(physical block number, PBN)，而用户脑中所具有的划分块的虚构号码称为逻辑块号码(logical block number, 5 LBN)。

用于提供逻辑块号码(LBN)和物理块号码(PBN)之间的映射的方法主要分类为固定映射和随机映射。

#### A. 固定映射

10 固定映射是用于固定地定义逻辑块号码(LBN)和物理块号码(PBN)之间的关系的方法。

在不采用单独首部(header)的非常简单的情况下，所述关系可表示为 LBN=PBN。

15 图 1(A)是解释通常的固定映射的图，而图 2 是说明外围电路以及一般的快闪存储器的方框图。如图 1(A)和图 2 所示，如果写入快闪存储器 2 的单元的块 2 中的数据被更新，则块 1、3 和 4 的数据被一次读出以写入 RAM 3 中，块 1、2、3 和 4 所属的单元的所有数据被删除，写入 RAM 3 中的块 1、3 和 4 的数据被再次读出以写入块 1、3 和 4，并且将新数据写入块 2 中。

因此，删除和再写入块数据要花费较长时间，并且，如果恰好在删除块 20 数据之后出故障则可能丢失块 1、2、3 和 4 中的所有数据。

也就是说，固定映射的优点在于它不需要用于保持复杂映射信息的存储空间和算法，并且码尺寸较小，但同时也具有删除操作或更新操作性能不太好的缺点。

#### 25 B. 随机映射

随机映射主要用在现有的 FTL 产品中，没有确切定义逻辑块号码(LBN)和物理块号码(PBN)之间的关系。

也就是说，随机逻辑块分配给空的物理块，因而所述关系可表示为 MAP(LBN)=PBN。

30 逻辑单元号码(logic unit number, LUN)和物理单元号码(physical unit number, PUN)之间的映射信息，与逻辑块号码(LBN)和物理块号码(PBN)之间

的映射信息一起存储在 RAM 3 和快闪存储器 2 中。

逻辑单元号码(LUN)和物理单元号码(PUN)之间的映射信息写入 RAM 3 的映射表中，以用于将逻辑地址转换为物理地址，因此，如果由于删除操作、更新操作或检索(retrieve)操作而改变映射关系，则映射表也更新，以继续允许访问逻辑地址。  
5

图 1(B)是解释通常的随机映射的图。如图 1(B)所示，在中央处理单元 1 执行读取操作的情况下，用户请求的逻辑块号码(LBN)通过映射表转换为物理块号码(PBN)。

至于写入操作，就象前面所述的读取操作那样，逻辑块号码(LBN)首先 10 转换为物理块号码(PBN)以访问相应块。此时，如果数据事先写入所述相应块，则该块所属单元的数据由于快闪存储器的特性而被全部删除，不更新的块的数据和要更新的块的数据重写入删除的单元或写入新单元中，然后指示删除先前的单元。

此时，在映射表中更新相对于逻辑块号码(LBN)的物理块号码(PBN)。

15 此外，由于如果在一个单元中有许多块不被使用则存储器的使用率降低，因而仅将使用的块移动到不同单元，其中逻辑号码分配给该单元然后转换为物理块，以便即使移动了单元数据也能够执行对相同逻辑单元号码(LUN)的访问。

如上所述，用于快闪存储器的传统随机映射方法利用映射表来将数据写 20 入快闪存储器或者从快闪存储器中读取数据。

用于快闪存储器的传统随机方法有一个缺点是它需要用于保持映射信息的单独的存储空间，该映射信息是将逻辑地址转换为随机物理地址所需要的，并且，所述方法很难无错地实现或植入(implanting)复杂的映射结构或算法。

## 25 发明内容

因此，为了解决所述问题，本发明的一个目的是提供一种快闪存储器和控制该快闪存储器的方法，能以块为单位读写数据并有效管理块的逻辑和物理地址之间的映射。

为了达到上述目的，按照本发明的一种快闪存储器包括多个单元，每个 30 单元包括：多个数据块，用于写入数据；多个备用块，这些备用块被腾空以写入所述数据块的更新数据；一映射块，用于指定数据写入的实际位置，其

中记录在所述映射块中的是逻辑块号码、块状态信息和更新的块位置信息；和一首部块，用于记录快闪存储器信息和单元信息。

此外，为达到上述目的，按照本发明的一种控制快闪存储器的方法，用在具有多个单元的快闪存储器中，所述每个单元包括：多个数据块，用于写入数据；多个备用块，这些备用块被腾空以写入所述数据块的更新数据；一映射块，用于指定数据写入的实际位置；和一首部块，用于记录快闪存储器信息和单元信息，所述方法包括步骤：搜索一逻辑块所属的逻辑单元；搜索相对于所述逻辑单元的物理单元；以及，在所述物理单元的映射块中搜索相应于所述逻辑块的物理块位置，从而控制映射操作。

因此，本发明在更新数据块的数据的情况下，首先将更新数据写到相同单元中腾空的备用块中，更新映射块的映射信息，并更新先前块的状态信息，以使用户能够使用相同的地址访问数据，并且不需要在每次更新块时删除一单元。因此，本发明通过削减删除次数而提高了写入和更新数据的效率。

## 15 附图说明

通过参照附图详细描述本发明的优选实施例，本发明的上述和其它优点将变得更加清楚，附图中：

- 图 1(A)是解释通常的固定映射的图；
- 图 1(B)是解释通常的随机映射的图；
- 20 图 1(C)是解释按照本发明一个实施例的混合映射的图；
- 图 2 是说明外围电路以及通常的快闪存储器的框图；
- 图 3 是解释按照本发明一个实施例的快闪存储器及控制该快闪存储器的方法的图，(A)是说明 LBN 到 LUN 映射表结构的图，(B)是说明 LUN 到 PUN 映射表结构的图，而(C)和(D)是说明快闪存储器中的各单元结构的图；
- 25 图 4 是说明由图 3 的方法控制的映射操作的流程图；
- 图 5 是说明由图 3 的方法控制的块分配操作的流程图；
- 图 6 是说明由图 3 的方法控制的读取操作的流程图；
- 图 7 是说明由图 3 的方法控制的删除操作的流程图；
- 图 8 是说明由图 3 的方法控制的更新操作的流程图；
- 30 图 9 是说明由图 3 的方法控制的检索操作的流程图；
- 图 10 是说明当在执行图 8 的更新操作过程中发生差错时，由图 3 的方法

控制的恢复操作状态的图；

图 11 是说明当在执行图 9 的检索操作过程中发生差错时，由图 3 的方法控制的恢复操作状态的图；

图 12 是解释图 8 的更新操作的图，(A)是说明 LBN 到 LUN 映射表结构的图，(B)是说明 LUN 到 PUN 映射表结构的图，而(C)和(D)是说明快闪存储器中的各单元结构的图；和

图 13 是解释图 9 的检索操作的图，(A)是说明 LBN 到 LUN 映射表结构的图，(B)是说明 LUN 到 PUN 映射表结构的图，而(C)和(D)是说明快闪存储器中的各单元结构的图。

10

### 具体实施方式

下面将参照附图详细描述按照本发明一个实施例的快闪存储器及其控制方法。

图 3 的(C)和(D)是说明按照本发明一个实施例的快闪存储器中的各单元结构的图。

如图 3 的(C)和(D)所示，在按照本发明的具有多个单元的快闪存储器中，每个单元包括：多个数据块，用于写入数据；多个备用块，这些备用块被腾空以写入所述数据块的更新数据；一映射块，用于指定数据写入的实际位置；和一首部块，用于记录快闪存储器信息和单元信息。

20 这里，所述单元用作删除操作的基本单元，写入首部块中的是逻辑单元号码(LUN)、磨损程度和块尺寸信息，写入映射块中的是逻辑块号码(LBN)、块状态信息和更新的块位置信息。

图 4 是说明由按照本发明一个实施例的控制快闪存储器的方法所控制的映射操作的流程图。

25 如图 4 所示，在一种快闪存储器中，该快闪存储器包括：多个数据块，用于写入数据；多个备用块，这些备用块被腾空以写入数据块的更新数据；一映射块，用于指定数据写入的实际位置；和用于记录快闪存储器信息和单元信息的首部块组成的单元，按照本发明一个实施例的方法包括步骤：搜索一逻辑块所属的逻辑单元(S11)；搜索相对于所述逻辑单元的物理单元(S12)；以及，在所述物理单元的映射块中搜索相应于所述逻辑块的物理块位置(S13)，从而控制映射操作。

---

图 5 是说明由按照本发明一个实施例的控制快闪存储器的方法所控制的块分配操作的流程图。

如图 5 所示，按照本发明一个实施例的方法包括步骤：检验单元的映射块，以判断在该单元中是否有备用块(S21)；如果作为在步骤 S21 中的判断结果得知在所述单元中没有备用块，则相对于所述单元执行检索操作(S22)；检验所检索单元的映射块，以判断在所检索单元中是否有备用块(S23)；如果作为在步骤 S21 中的判断结果得知在所述单元中有备用块，或者作为在步骤 S23 中的判断结果得知在所检索单元中有备用块，则将一逻辑块号码和数

据块状态写入映射块(S24)；以及，如果作为在步骤 S23 中的判断结果得知在所检索单元中没有备用块，则执行差错处理，由此来控制分配操作。

图 6 是说明由按照本发明一个实施例的控制快闪存储器的方法所控制的读取操作的流程图。

5 如图 6 所示，按照本发明一个实施例的方法包括步骤：搜索一相应数据块所属的单元(S31)；判断所述相应数据块是否存在于所述单元中(S32)；如果作为在步骤 S32 中的判断结果得知相应数据块存在，则读取相应数据块中的数据(S33)；以及，如果作为在步骤 S32 中的判断结果得知相应数据块不存在，则执行差错处理(S34)，由此来控制读取操作。

10 图 7 是说明由按照本发明一个实施例的控制快闪存储器的方法所控制的删除操作的流程图。

如图 7 所示，按照本发明一个实施例的方法包括步骤：搜索一相应数据块所属的单元(S41)；以及，更新写入单元的一映射块中的相应数据块的状态(S42)，由此来控制删除操作。

15 图 8 是说明由按照本发明一个实施例的控制快闪存储器的方法所控制的更新操作的流程图。

如图 8 所示，按照本发明一个实施例的方法包括步骤：确定一相应数据块所属的单元(S51)；判断所述相应数据块是否存在于所述单元中(S52)；如果作为在步骤 S52 中的判断结果得知所述相应数据块存在，则搜索一映射块并判断相应数据块的状态是否是“已分配(allocated)”(S53)；如果作为在步骤 S53 中的判断结果得知相应数据块是“已分配”，则将相应数据块的状态更新为“写入(writing)”(S54)；将数据存储在相应数据块中(S55)；将相应数据块的状态更新为“已写入(written)”(S56)；如果作为在步骤 S53 中的判断结果得知相应数据块为“已分配”，则将相应数据块更新为“删除(deleting)”(S57)；搜索待分配的单元中的备用块(S58)；将新分配块的状态更新为“写入”(S59)；将新分配块的位置信息存储在映射块中(S60)；将数据存储在新分配的块中(S61)；将新分配块的状态更新为“已写入”(S62)；将相应数据块的状态更新为“已删除(deleted)”(S63)；以及，如果作为在步骤 S52 中的判断结果得知相应数据块不存在，则执行差错处理(S64)，由此来控制更新操作。

图 9 是说明由按照本发明一个实施例的控制快闪存储器的方法所控制的

检索操作的流程图。

如图 9 所示，按照本发明一个实施例的方法包括步骤：确定一检索单元(EU)和一移动单元(TU)(S71)；判断移动单元(TU)的删除次数是否超过一临界值(S72)；如果作为在步骤 S72 中的判断结果得知移动单元(TU)的删除次数超过临界值，则选择最小删除次数的一移动单元(S73)；如果选择了由步骤 S72 中的判断结果得知的具有不超过临界值的删除次数的移动单元(TU)，或者选择了步骤 S73 中的具有最小删除次数的移动单元(TU)，则将检索单元(EU)的状态更新为“移动(moving)”(S74)；将步骤 S74 中的所述具有不超过临界值的删除次数或者具有最小删除次数的移动单元(TU)的状态更新为“复制(copying)”(S75)；将“写入”和“已写入”状态下的块和映射块项目以及删除次数从检索单元(EU)复制到所述移动单元(TU)中(S76)；将所述移动单元(TU)的状态更新为“有效(valid)”(S77)；删除所述检索单元(EU)(S78)；读取和增加复制到所述移动单元(TU)的所述检索单元的删除次数，然后将该删除次数写入当前删除的检索单元中(S79)；以及，更新快闪存储器中的诸如映射信息等的资料(material)结构(S80)，由此来控制检索操作。

图 10 是说明当在执行图 8 的更新操作期间发生差错时，由图 3 的方法所控制的恢复操作状态的图。

如图 10 所示，按照本发明一个实施例的方法，在删除数据块 X\_old 的数据期间，a) 如果在没有分配备用块 X\_new 的状态下发生差错，则在相同单元中分配备用块 Y\_new，并将删除数据从数据块 X\_old 写入分配的备用块 Y\_new 中；b) 如果在分配了备用块 X\_new 的状态下发生差错，则将删除数据从数据块 X\_old 写入分配的备用块 X\_new 中；以及，c) 如果在更新数据正写入备用块 X\_new 的状态下发生差错，则删除写入备用块 X\_new 的更新数据，在相同单元中重新分配备用块 Z\_new，并将删除数据从数据块 X\_old 写入重新分配的备用块 Z\_new 中，由此来控制差错发生时的恢复操作。

图 11 是说明当在执行图 9 的检索操作过程中发生差错时，由图 3 的方法控制的恢复操作状态的图；

如图 11 所示，按照本发明一个实施例的方法，在传送检索单元(EU)的数据期间，a) 如果在数据正复制到一移动单元(TU)的状态下发生差错，则重新执行检索单元(EU)的检索操作；以及，b) 如果在数据不是正复制到移动单元(TU)的状态下发生差错，则删除复制到移动单元(TU)的数据，并重新

执行检索单元(EU)的检索操作，由此来控制差错发生时的恢复操作。

下面将参照图 2，就快闪存储器单元结构、映射操作、块分配操作、读取操作、删除操作、更新操作、检索操作、和差错发生时的恢复操作这些方面来详细描述具有如上所述结构的本发明实施例的操作和效果。

5 图 2 是说明应用于本发明一个实施例的外围电路以及通常的快闪存储器的框图。

#### a. 快闪存储器单元结构

10 按照本发明的方法的快闪存储器单元具有大体上类似于 FTL、DMS 等的结构，但与它们不同的是采用了不同的映射方法，因而使用了适用于该映射方法的存储结构和算法。

总的来说，快闪存储器是由多个单元组成的，每个单元都具有多个块。

15 对每个单元都提供了物理单元号码(PUN)和逻辑单元号码(LUN)，其中物理单元号码(PUN)以单元的物理顺序分配的，而逻辑单元号码(LUN)是指示单元的逻辑顺序的号码。

此外，对每个单元都提供了物理块号码(PBN)和逻辑块号码(LBN)，其中物理块号码(PBN)以块的物理顺序分配的，而逻辑块号码(LBN)是指示块的逻辑顺序的号码。

20 图 3 是解释按照本发明一个实施例的快闪存储器及控制该快闪存储器的方法的图，(A)是说明 LBN 到 LUN 映射表结构的图，(B)是说明 LUN 到 PUN 映射表结构的图，而(C)和(D)是说明快闪存储器中的各单元结构的图；

25 如图 3 的(C)和(D)所示，写入单元的第一块中的是有关整个快闪存储器的信息(例如，块尺寸信息)和单元管理所必需的信息(例如，逻辑单元号码(LUN)、磨损程度)。所述第一块称为首部(EUH：eraser unit header，擦除器单元首部)块。

单元中的第二块是映射(BAM：block allocation map，块分配映射)块，其中写入相对于属于该单元的各块的信息(例如，逻辑块号码(LBN)、块状态信息和更新块的位置信息等)。

30 逻辑块号码(LBN)是用户脑中的块地址。因此，映射块指示逻辑块号码(LBN)和物理块号码(PBN)之间的映射，块实际上是写入物理块号码(PBN)中。如果更新块数据，则改变映射块中相应项的状态信息，以便在存储更新

块的位置写入。根据该值就能找出块的最终位置。

此时，为了更有效地控制快闪存储器 1，每个单元的映射块被部分或全部复制到诸如 RAM 3 的存储器件中，因而不根据所改变的位置信息便能立即掌握最终位置。

5 此时，可分配给单元的块数目应当保持小于可记录到单元的最大块数目。

例如，如图 3 的(C)和(D)所示，如果在一个单元中有六个块，则使用时将块划分为一个首部块、一个映射块、三个数据块、和一个备用块，以使该备用块可在删除之后更新或重写数据块时使用。

10

### b. 映射操作

按照本发明的方法控制的映射操作是以一种混合映射来进行的，这种混合映射对固定映射和随机映射进行了组合。

如图 1 的(A)所示，混合映射将逻辑块号码(LBN)分配给特定的逻辑单元  
15 号码(LUN)，然后将逻辑块号码(LBN)随机分配到逻辑单元中。将逻辑块号码(LBN)分配给逻辑单元号码的方法类似于利用散列函数(hash function)将关键值分配给存储桶(bucket)的一种方法，亦即，“Search(Hash(LBN))=PBN”。

图 4 是说明由按照本发明一个实施例的控制快闪存储器的方法所控制的映射操作的流程图，对该流程图将参照图 1(C)、图 3 和图 4 来描述。

20 首先，如果中央处理单元 1 通过实施对快闪存储器 2 的块的访问来执行操作，则中央处理单元 1 搜索该块所属的逻辑单元号码(LUN)(S11)。此时，为能搜索到逻辑块号码所属的逻辑单元号码，可使用如图 3 中的(A)所示的“LBN 到 PUN”映射表。

在中央处理单元 1 确定了逻辑单元号码(LUN)之后，使用图 3 中的(B)所示的“LUN 到 PUN”映射表来确定相对于一逻辑单元的物理单元(S12)。

此外，中央处理单元 1 在如图 3 的(C)和(D)所示的物理单元的映射块中搜索相对一逻辑块的物理块位置(S13)。

“LBN 到 PUN”映射表和“LUN 到 PUN”映射表位于 RAM 3 中。如果由于删除操作、更新操作、或检索操作而改变了映射关系，则更新映射表，  
30 以使中央处理单元 1 能实施对等同逻辑地址的继续访问。

这种混合映射并不象在固定映射中那样固定地将逻辑块映射到物理块，

也不象在随机映射中那样需要空间和时间来保持复杂的映射信息，同时在属于一单元的各个块集中更新的情况下也不发生频繁的删除操作，因而能增强读写数据的效率。

尺寸不同的单元可用在双列(double bank)快闪存储器 2 中。由于在这种情况下各单元尺寸互不相同，为使这种非对称结构的快闪存储器能够在将单元用作分配逻辑块的存储桶的本发明的映射操作中得到支持，应当提供有效地使用尺寸互不相同的存储桶的映射方法。如图 1 的(C)所示，逻辑块号码(LBN)映射为存储桶号码(bucket number, BN)(LBN 到 BN)，而该存储桶号码(BN)映射为逻辑单元号码(LUN)(BN 到 LUN)，从而处理一单元好象使用尺寸不同的存储桶。

### c. 块分配操作

图 5 是说明由按照本发明一个实施例的控制快闪存储器的方法所控制的块分配操作的流程图。

如图 5 所示，中央处理单元 1 首先搜索快闪存储器 2 中一个单元的映射块，并判断在该单元中是否存在备用块(S21)，并且，如果在该单元中没有备用块，则中央处理单元 1 相对于该单元执行检索操作(S22)。

此外，中央处理单元 1 搜索所检索单元的映射块，并判断在所检索单元中是否有备用块(S23)，并且，如果作为在步骤 S21 中的判断结果得知在所述单元中有备用块，或者作为在步骤 S23 中的判断结果得知在所检索单元中有备用块，则中央处理单元 1 将一逻辑块号码(LBN)和一数据块状态写入映射块(S24)，并且，如果在所检索单元中没有备用块，则执行差错处理。

此时，可分配给单元的块数目保持小于可记录到该单元的最大块数目。

例如，如果一个单元中的最大可记录块为 10，则实际在该单元中仅分配 7 个块。

其余的 3 个空的空间保留用于在删除之后更新或重写现有块时使用的备用块。

备用块相对于数据块的比率可以按照快闪存储器的应用需要来确定。频繁执行更新操作的单元中的备用块比率被提高，以降低更新操作执行的频率，因而从整体上提高了操作执行速度。

此外，在读取操作专用单元中并不将备用块单独搁置，因而提高了空间

使用率。

d. 读取操作

图 6 是说明由按照本发明一个实施例的控制快闪存储器的方法所控制的  
5 读取操作的流程图。

参照图 3 和图 6 来述及读取操作，中央处理单元 1 首先通过混合映射来搜索一相应数据块所属的逻辑单元号码(LUN)和物理单元号码(PUN)，并通过相应物理单元的映射块来确定所述相应数据块的物理位置(S31)。

此时，中央处理单元 1 判断所述相应数据块是否存在于所述单元中  
10 (S32)，如果存在所述相应数据块，则从该相应数据块中读取数据(S33)，并且，如果不存在所述相应数据块，则执行差错处理(S34)。

在更新块的情况下，如果追寻映射块中的更新块的位置，可以找到块位  
置。

15 e. 删除操作

图 7 是说明由按照本发明一个实施例的控制快闪存储器的方法所控制的删除操作的流程图。

如图 7 所示，中央处理单元 1 首先通过混合映射来搜索一相应数据块所属的逻辑单元号码(LUN)和物理单元号码(PUN)，并通过相应物理单元的映  
20 射块来确定所述相应数据块的物理位置(S41)；然后，将记录在单元的映射块中的相应数据块的状态更新为“删除”(S42)。

也就是说，当删除块数据时，中央处理单元 1 仅更新块状态信息，而不  
删除该块所属的单元。

25 f. 更新操作

图 8 是说明由按照本发明一个实施例的控制快闪存储器的方法所控制的更新操作的流程图，而图 12 是解释图 8 的更新操作的图，其中(A)是说明 LBN  
到 LUN 映射表结构的图，(B)是说明 LUN 到 PUN 映射表结构的图，而(C)  
和(D)是说明快闪存储器中的各单元结构的图。

30 参照图 8 和图 12 来述及更新操作，中央处理单元 1 首先通过混合映射来搜索一相应数据块所属的逻辑单元号码(LUN)和物理单元号码(PUN)，并

通过相应物理单元的映射块来确定所述相应数据块的物理位置(S51)。

中央处理单元 1 判断所述相应数据块是否存在于所述物理单元中(S52)；如果存在所述相应数据块则搜索映射块，并判断相应数据块的状态是否是“已分配”(S53)。

5 如果作为在步骤 S53 中的判断结果得知相应数据块的状态是“已分配”，则中央处理单元 1 将相应数据块的状态更新为“写入”(S54)；将数据写入相应数据块中(S55)；将相应数据块的状态更新为“已写入”(S56)。

如果作为在步骤 S53 中的判断结果得知相应数据块为“已分配”，则中央处理单元 1 将相应数据块的状态更新为“删除”(S57)，并进行搜索，然后将一备用块分配在单元中(S58)。

相应地，中央处理单元 1 将新分配块的状态更新为“写入”(S59)，将新分配块的位置信息存储在映射块中(S60)，将数据写入新分配的块中(S61)，将新分配块的状态更新为“已写入”(S62)，并且将相应数据块的状态更新为“已删除”(S63)。

15 此时，如果作为在步骤 S52 中的判断结果得知相应数据块不存在，则中央处理单元 1 执行差错处理(S64)。

也就是说，当更新块数据时，如果在单元中存在备用块，则中央处理单元 1 将新数据写入该备用块中，更新映射信息，并更新先前块的状态。

例如，如图 12 的(C)所示，在更新块 1 的数据的情况下，中央处理单元 20 1 将一备用块作为新块 4 分配，并将新数据写入该新块 4 中，以使所有的备用块都存在于物理单元 1 中。此时，中央处理单元 1 保留先前块 1 的数据原封未动，并且仅将块 1 的状态信息标记为“已删除”。

#### g. 检索操作

25 如果分配在单元中的块被频繁更新或删除，则减少备用块，以使所有的更新和删除操作都可以执行。

在随机映射的情况下，块可以移动到不同单元，但在本发明的情况下分配了块的逻辑单元是固定的，以便通过删除单元而使备用块再次得到保证。

也就是说，检索单元中的有效块传送到移动单元，并且删除先前单元以 30 复原到可重复使用状态。

此时，在传送之后，删除的单元变为移动单元。

在快闪存储器设备中始终存在至少一个或多个移动单元，并且，在尺寸不同的单元情况下，存在的移动单元数目至少为种类数目。

例如，如果一快闪存储器具有一 8KB 单元和一 64KB 单元，则应当存在一个或多个 8KB 移动单元以及一个或多个 64KB 移动单元。

5 数据传送或移动仅发生在每一个都具有相同尺寸的各单元之间。

相应地，在数据传送之后，在 BN 到 LUN 映射表中不更新逻辑单元号码(LUN)，而仅在 LUN 到 PUN 映射表中更新物理单元号码(PUN)。

如果需要在尺寸不同的单元之间进行移动，则对于 BN 到 LUN 映射来说需要单独的存储空间，并且需要存储空间和处理时间来维持单元内部的存  
10 储桶边界。

在本发明的方法中，逻辑块映射到固定逻辑单元。因此，在频繁更新一特定块的情况下，该块所属的逻辑单元的删除次数急剧增加。

这种不足可以通过使用文件因数(file factor)和磨损程度水准测量方法来解决。

15 也就是说，存储桶尺寸维持小于单元尺寸，因而不实施移动，直到更新操作发生到一定程度。

然而，即使这样做，也会大大增加两个单元的删除次数。

相应地，删除次数记录在首部块中，并且，如果该次数大于预定值，则与具有更少删除次数的不同单元交换数据。

20 图 9 是说明由按照本发明一个实施例的控制快闪存储器的方法所控制的检索操作的流程图，并且，图 13 是解释图 9 的检索操作的图，(A)是说明 LBN 到 LUN 映射表结构的图，(B)是说明 LUN 到 PUN 映射表结构的图，而(C)和(D)是说明快闪存储器中的各单元结构的图；

参照图 9 和图 13 来述及按照本发明一个实施例的检索操作，中央处理  
25 单元 1 首先确定一检索单元(EU)和一移动单元(TU)(S71)，读取记录在该移动单元(TU)的首部块中的删除次数，并判断该删除次数是否超过一临界值(S72)。

如果作为在步骤 S72 中的判断结果得知移动单元(TU)的删除次数超过临界值，则中央处理单元 1 选择具有最小删除次数的一移动单元(TU)(S73)。

30 如果选择了步骤 S72 中的具有不超过临界值的删除次数的一移动单元(TU)，或者选择了步骤 S73 中的具有最小删除次数的一移动单元(TU)，则中

央处理单元 1 将检索单元(EU)的状态更新为“移动”(S74)，并且将具有不超过临界值的删除次数的移动单元(TU)的状态或者具有最小删除次数的移动单元(TU)的状态更新为“复制”(S75)。

中央处理单元 1 将“写入”和“已写入”状态下的各块、映射块项目、  
5 以及删除次数从检索单元(EU)复制到移动单元(TU)中(S76)，将移动单元(TU)  
的状态更新为“有效”(S77)，并且删除所述检索单元(EU)(S78)。

在处理过程结束之后，中央处理单元 1 读取并增加复制到移动单元(TU)  
的首部块中的删除次数，将该删除次数写入删除单元的首部块中(S79)，并  
且更新快闪存储器内的诸如映射信息等的资料结构(S80)。

10 此时，中央处理单元 1 在 RAM 3 中单独记录具有由步骤 S72 的判断结  
果得出的超过临界值的删除次数的移动单元(TU)的号码，然后，如果检索操  
作结束，则读取记录在 RAM 3 中的移动单元(TU)号码，并执行相对于该移  
动单元的检索操作。

例如，如图 13 的(C)和(D)所示，如果在具有物理单元号码为 1 的单元  
15 中不存在备用块，则中央处理单元 1 执行一检索操作，将有效块从一检索单  
元传送到具有物理单元号码为 3 的移动单元中，删除具有物理单元号码为 1  
的单元中的所有数据，并保证备用块。

在所述检索操作执行期间，中央处理单元 1 能够通过从移动单元的首部  
块读取删除次数来判定检索是否是按照该删除次数来实现的，但在系统初始  
20 化时能够通过判定是否实现检索来将是否实现检索维持为一转换变量。

此外，中央处理单元 1 应当搜索磨损程度量级以对磨损程度进行水准测  
量。对于磨损程度的水准测量，中央处理单元 1 在存储器中以队列形式组成  
资料结构。

此外，中央处理单元 1 能够事先将块或单元的状态设置为适合于快闪存  
25 储器的性能和算法量级。

例如，由于块的状态以用于读取、写入、删除和更新操作的未定义  
(undefined)(FF) → 已分配(allocated)(8F) → 写入(writing)(4F) → 已写入  
(written)(2F) → 删除(deleting)(0F) → 已删除(deleted)(00)的顺序进展，而单  
元的状态以用于检索操作的未定义(undefined)(FF) → 复制(copying)(8F) → 有  
30 效(valid)(4F) → 移动(moving)(2F)的顺序进展，中央处理单元 1 事先将块或  
单元的状态设置为以上述顺序更新。

### h. 差错恢复

图 10 是说明当在执行图 8 的更新操作期间发生差错时，由按照本发明一个实施例的控制快闪存储器的方法所控制的恢复操作状态的图，并且，图 5 11 是说明当在执行图 9 的检索操作过程中发生差错时，由按照本发明一个实施例的控制快闪存储器的方法所控制的恢复操作状态的图。

也就是说，图 10 示出了表示当更新一块时，先前块  $X_{old}$  和新块  $X_{new}$  的状态信息随时间而被更新的流程。

粗体向下箭头表示时间轴，矩形框中的每一个值都表示在相应时间的块 10 状态，并且，水平线表示故障发生时间。

图中左侧和右侧的弯曲箭头和标注表示要在恢复步骤中执行的操作以及恢复之后各块返回的状态。

相应地，在删除数据块  $X_{old}$  的数据期间，a) 如果在没有分配备用块 15  $X_{new}$  的状态下发生差错，则在相同单元中分配备用块  $Y_{new}$ ，并将删除数据从数据块  $X_{old}$  写入分配的备用块  $Y_{new}$  中；b) 如果在分配了备用块  $X_{new}$  的状态下发生差错，则将删除数据从数据块  $X_{old}$  写入分配的备用块  $X_{new}$  中；以及，c) 如果在更新数据正写入备用块  $X_{new}$  的状态下发生差错，则删除写入备用块  $X_{new}$  的更新数据，在相同单元中重新分配备用块 20  $Z_{new}$ ，并将删除数据从数据块  $X_{old}$  写入重新分配的备用块  $Z_{new}$  中，由此来控制差错发生时的恢复操作。

例如，如果在数据块  $X_{old}$  的状态为“删除”并且备用块  $X_{new}$  的状态为“已分配”时发生故障，则当重新起动时将正从数据块  $X_{old}$  删除的数据写入分配的备用块  $X_{new}$  中，然后保持处理过程继续。

块状态可能具有的值全部表达在图 10 的状态图中，并且，即使在实施 25 恢复过程的途中再次发生故障，也可以按照该状态图的顺序进行恢复。

图 13 是说明在检索一单元时的检索单元(EU)和空单元(TU)的状态变化的图。

相应地，在传送检索单元(EU)的数据期间，a) 如果在数据正复制到一移动单元(TU)的状态下发生差错，则重新执行检索单元(EU)的检索操作，b) 30 如果在数据不是正复制到移动单元(TU)的状态下发生差错，则删除复制到移动单元(TU)的数据，并重新执行检索单元(EU)的检索操作，由此来控制差错

发生时的恢复操作。

例如，如果当检索单元(EU)的状态为“正在传送(transferring)”并且移动单元(TU)的状态为“复制”时发生故障，则在重新起动时删除复制到移动单元的数据，然后再次相对于所述检索单元(EU)执行检索操作。

5 因此，仅存在这样的状态，即，恢复操作完全执行或者根本不执行。

如上所述，本发明在更新数据块数据的情况下，首先将更新数据写入相同单元中的一腾空的备用块中，更新映射块的映射信息，并更新先前块的状态信息，以使用户能够使用相同的地址访问数据，并且不需要在每次更新块时删除单元。因此，本发明通过削减删除次数而提高了写入和更新数据的效率。此外，即使在使用快闪存储器的过程中发生差错，也容易进行恢复，并且减小了映射的随意性，因而解决了可能发生的密集删除操作问题。  
10

尽管上面已参照本发明的优选实施例描述了本发明，但本领域技术人员应当理解，本发明应当不限于所描述的优选实施例，而是可以有多种变化，并且，本发明的范围由所附的权利要求书来限定。

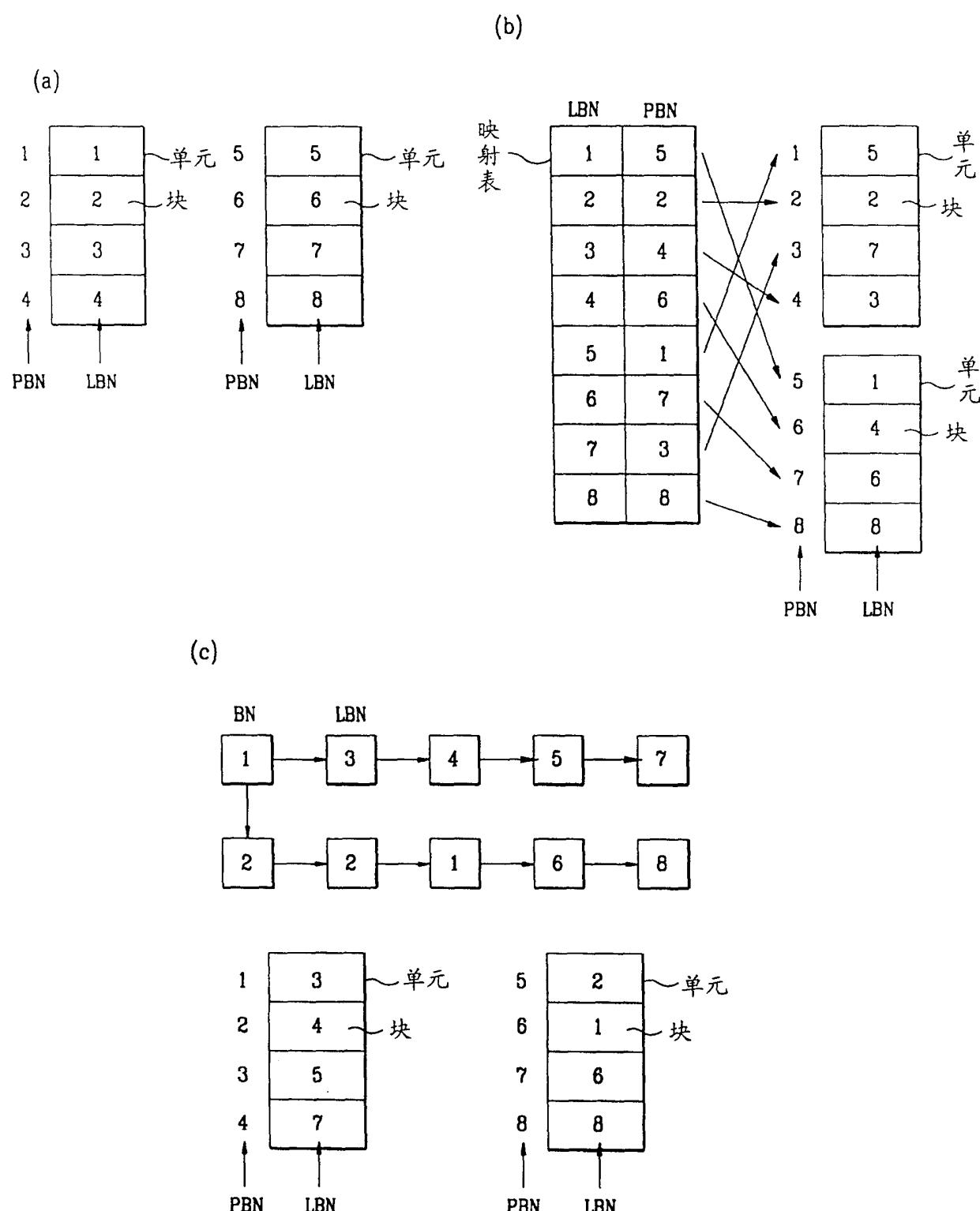


图 1

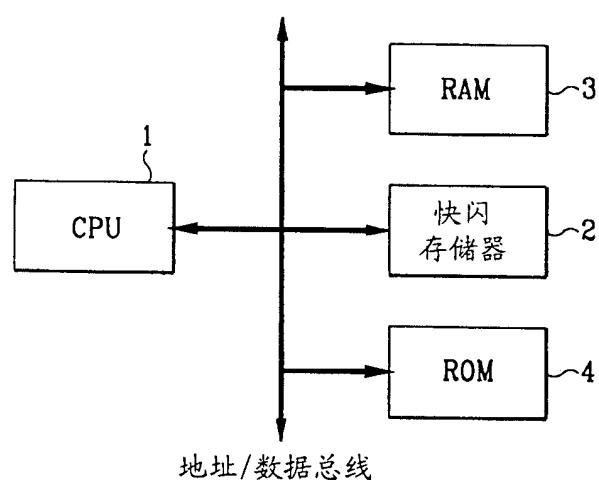


图 2

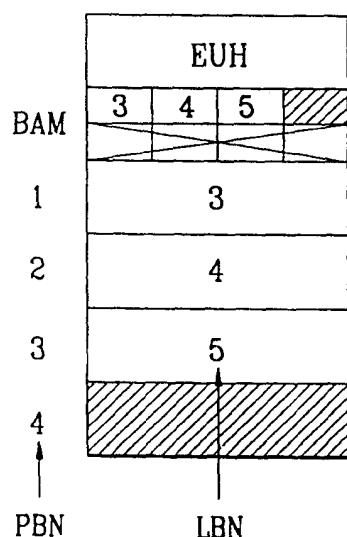
(a) LBN 到 PBN

LBN	PBN
1	1
2	1
3	2
4	2
5	2
6	1
...	...

(b) LUN 到 PUN

LUN	PUN
1	2
2	1
...	...

(c) PUN1



(d) PUN2

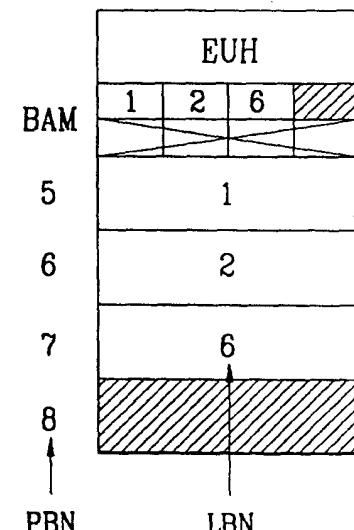


图 3

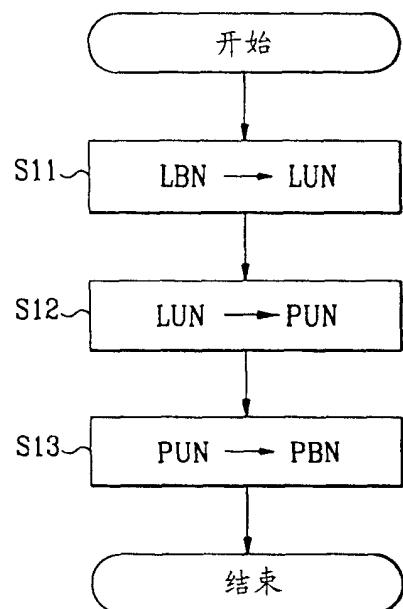


图 4

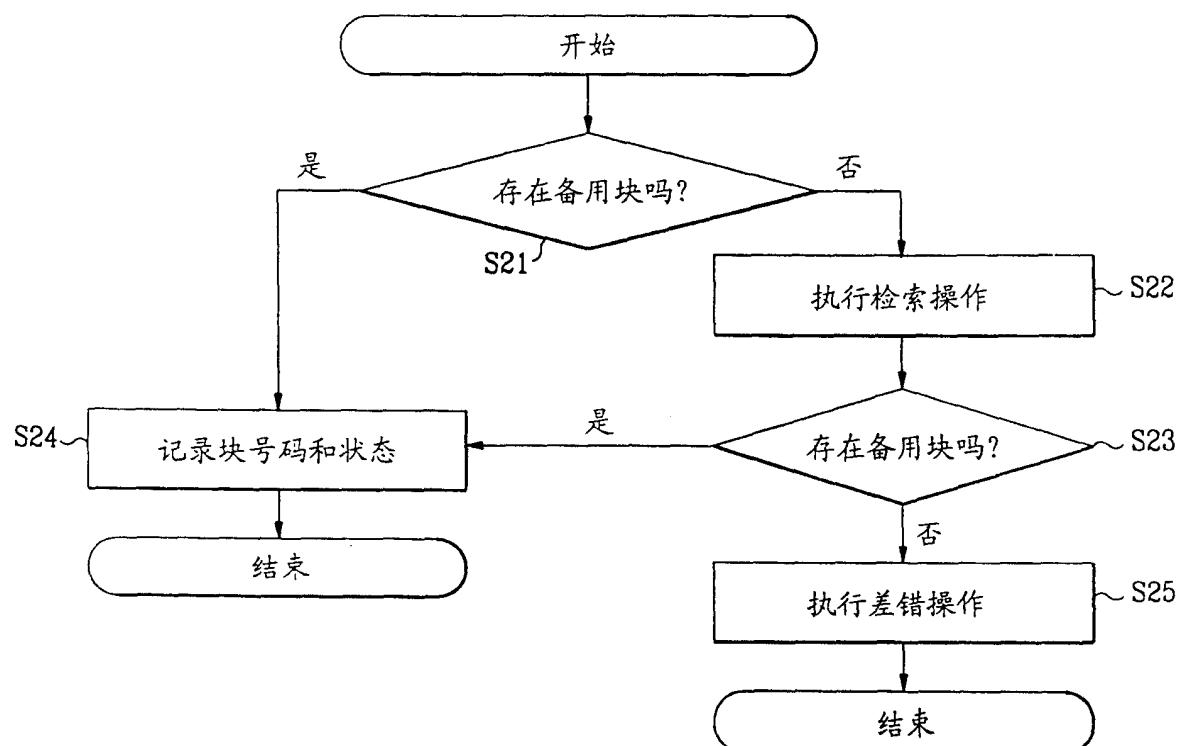


图 5

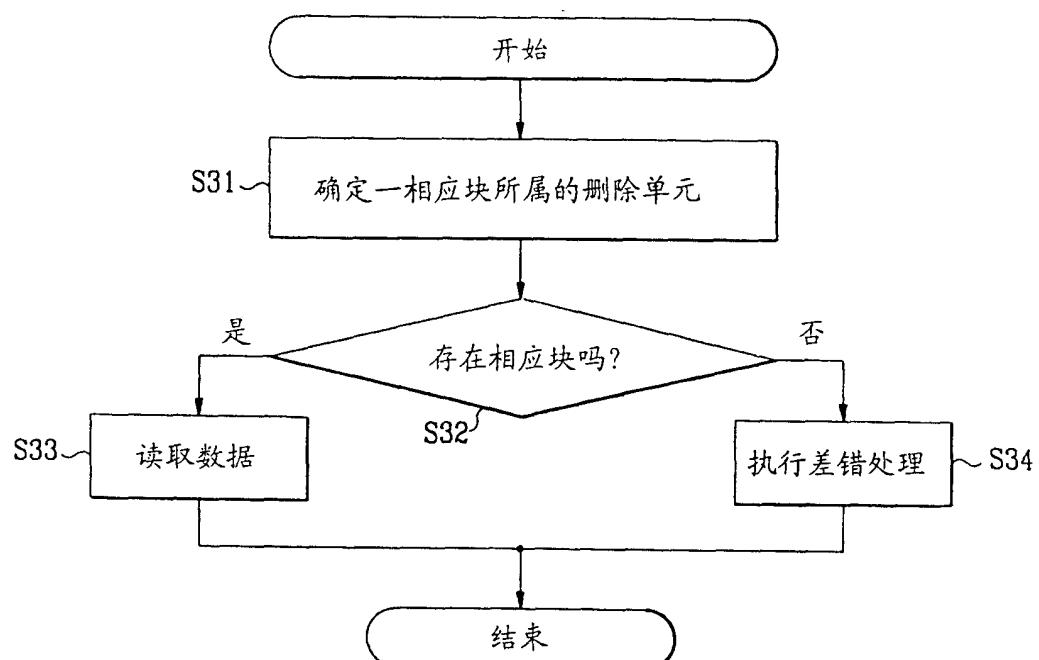


图 6

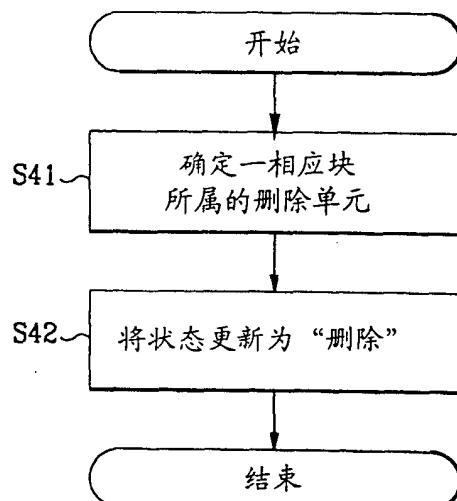


图 7

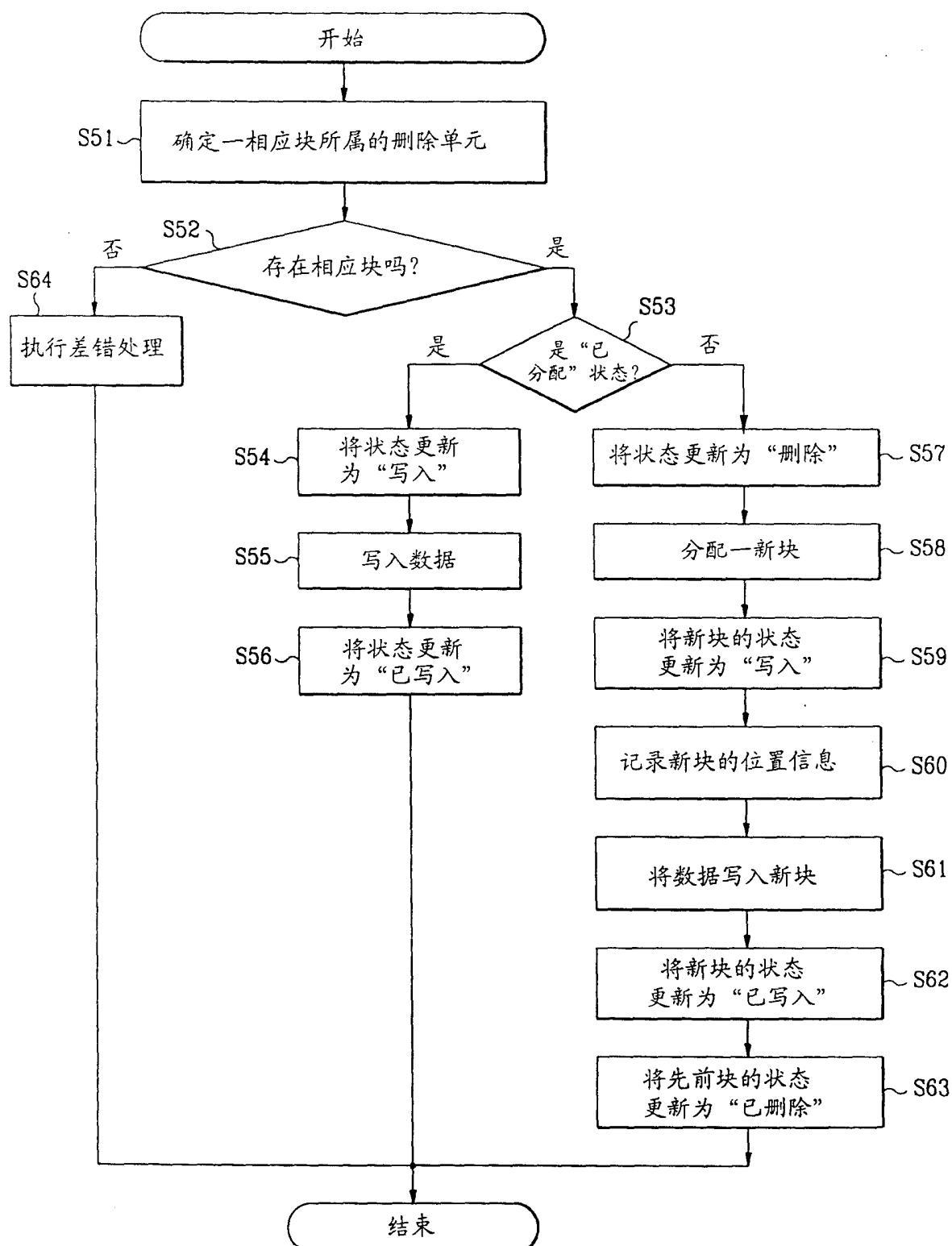
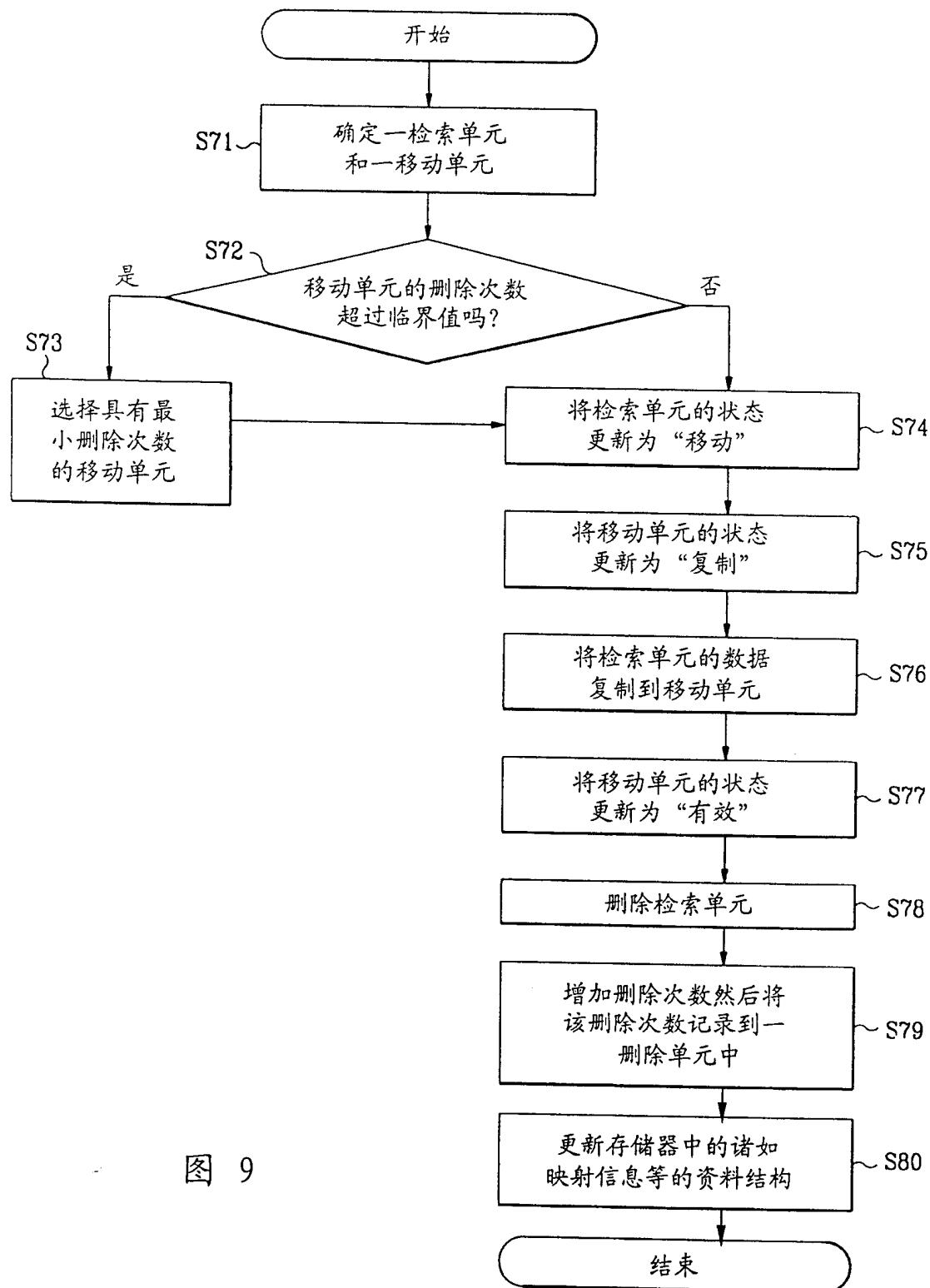


图 8



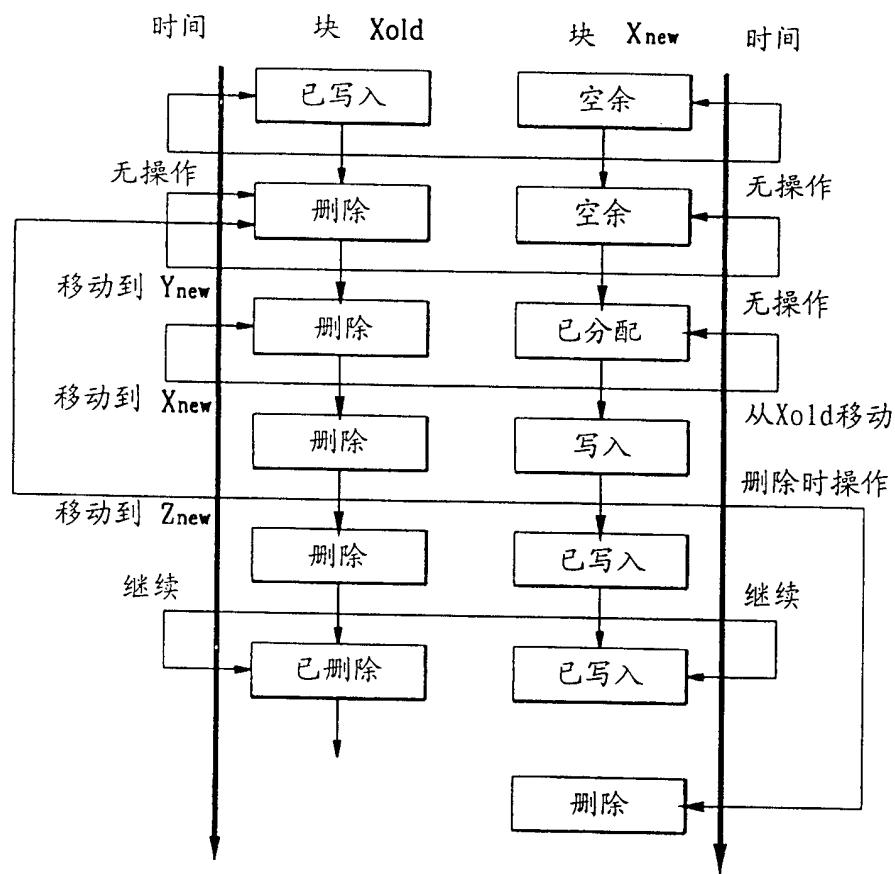


图 10

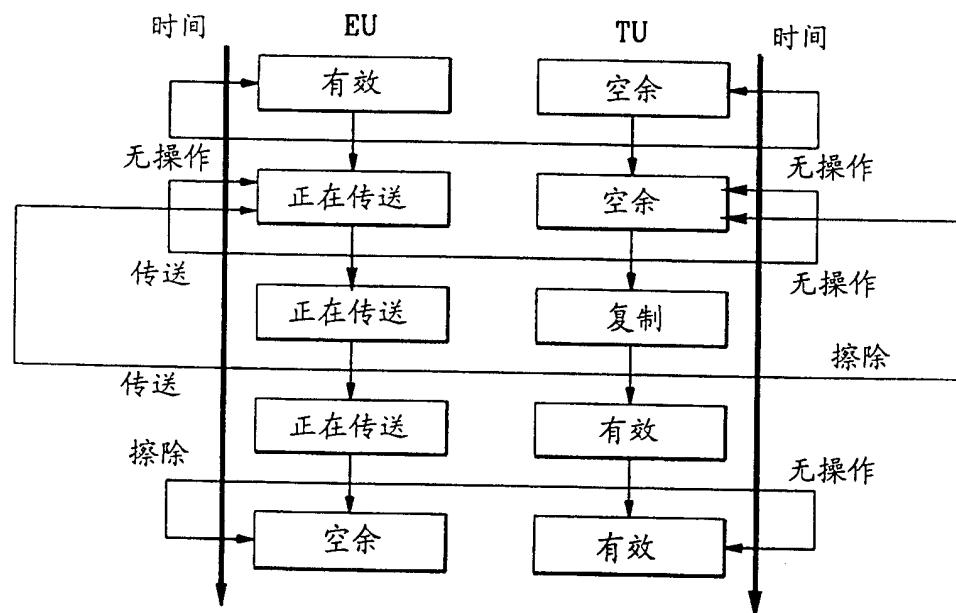


图 11

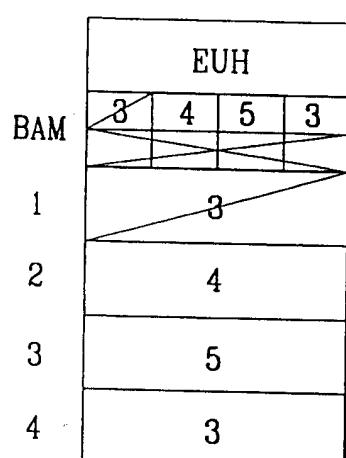
(a) LBN 到 LUN

LBN	LUN
1	1
2	1
3	2
4	2
5	2
6	1
...	...

(b) LUN 到 PUN

LUN	PUN
1	2
2	1
...	...

(c) PUN1



(d) PUN2

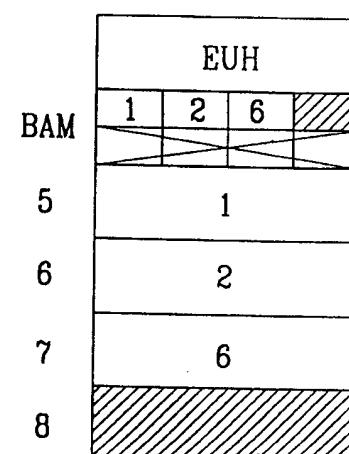


图 12

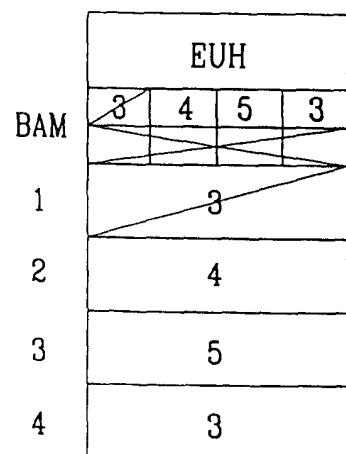
(a) LBN 到 LUN

LBN	PBN
1	1
2	1
3	2
4	2
5	2
6	1
...	...

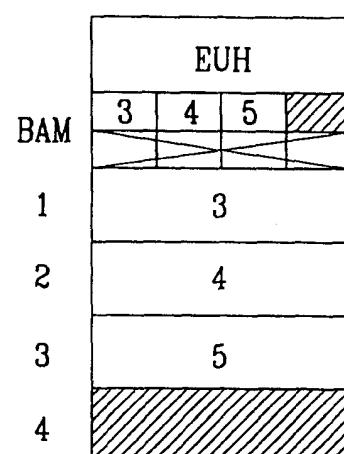
(b) LUN 到 PUN

LUN	PUN
1	2
2	3
...	...

(c) PUN1



(d) PUN3



(d) PUN2

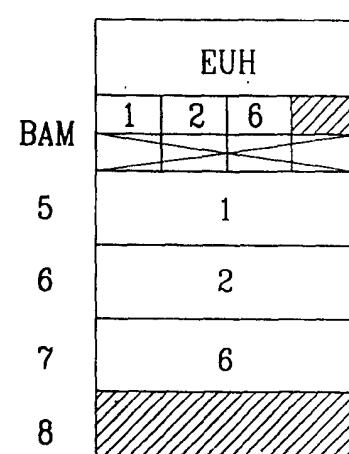


图 13