

(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101876949 B

(45) 授权公告日 2012. 04. 25

(21) 申请号 200910225557. 4

审查员 郭从征

(22) 申请日 2009. 11. 30

(73) 专利权人 威盛电子股份有限公司

地址 中国台湾台北县

(72) 发明人 张博 柴红刚 陈亮

(74) 专利代理机构 北京林达刘知识产权代理事

务所(普通合伙) 11277

代理人 刘新宇 王璐

(51) Int. Cl.

G06F 12/16(2006. 01)

G06F 12/06(2006. 01)

(56) 对比文件

US 5557770 A, 1996. 09. 17, 全文.

CN 1053695 A, 1991. 08. 07, 全文.

权利要求书 2 页 说明书 6 页 附图 5 页

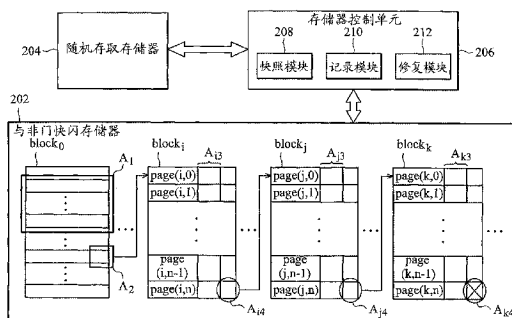
(54) 发明名称

数据储存系统与方法

(57) 摘要

本发明揭露一种数据储存系统与方法。数据储存系统包括一第一存储器、一第二存储器以及一存储器控制单元。第一存储器具有非易失性。第二存储器暂存第一存储器的动态信息。存储器控制单元包括一快照模块、一记录模块以及一修复模块,用以克服第二存储器于掉电时所发生的数据流失。于掉电又复电时,成链状自第一存储器读出该快照模块及该记录模块记录于该第一存储器的信息且修复第二存储器的内容。本发明可修复随机存取存储器的内容,从而防止随机存取存储器于掉电时所发生的数据流失。除了可快速修复随机存取存储器的内容以外,本发明还有利于正常操作时对第一存储器的区块配置的最佳化。

200



1. 一种数据储存系统,其特征在于,包括:
 - 第一存储器,具有非易失性,包括多个区块;
 - 第二存储器,暂存该第一存储器的一动态信息;以及
 - 存储器控制单元,耦接上述第一存储器与上述第二存储器,且包括:
 - 快照模块,于一快照区间作用,在该第一存储器记录一起始信息,其中该起始信息标示该第一存储器于该快照区间之后的一正常操作区间内的一起始配置区块;
 - 记录模块,于该正常操作区间作用,以该第一存储器在该正常操作区间内的配置区块的闲置空间记录该正常操作区间内更新的一更新信息及上述配置区块的一链接信息;以及
 - 修复模块,于一掉电修复区间作用,根据该快照模块与该记录模块记录于该第一存储器的信息修复该第二存储器在该数据储存系统掉电前暂存的上述动态信息。
2. 根据权利要求1所述的数据储存系统,其特征在于,该修复模块根据上述起始信息以及上述链接信息找到掉电前最后一个正常操作区间内该第一存储器的配置区块,且结合上述掉电前最后一个正常操作区间内该第一存储器的配置区块中闲置空间所记录的上述更新信息以修复该第二存储器在掉电前暂存的上述动态信息。
3. 根据权利要求1所述的数据储存系统,其特征在于,于该快照区间,上述快照模块还将该第二存储器暂存的上述动态信息备份于该第一存储器内。
4. 根据权利要求1所述的数据储存系统,其特征在于,上述动态信息包括一逻辑-物理地址映射,上述更新信息包括至少一逻辑地址,上述链接信息包括上述配置区块中一第一配置区块之后接续被配置使用的一第二配置区块的物理地址。
5. 根据权利要求4所述的数据储存系统,其特征在于,上述第一存储器内每一上述区块还划分为多个页,各页对应上述逻辑地址其中之一,其中在上述配置区块的各页内分别记录该页对应的上述逻辑地址,且上述第二配置区块的物理地址记录在上述第一配置区块的某一页的闲置空间内。
6. 根据权利要求1所述的数据储存系统,其特征在于,该第一存储器为与非门快闪存储器,该第二存储器为随机存取存储器。
7. 一种数据储存方法,其特征在于,包括:
 - 以一第一存储器储存用户数据,该第一存储器具有非易失性且包括多个区块;
 - 以一第二存储器暂存该第一存储器的一动态信息;
 - 于一快照区间内,在该第一存储器记录一起始信息,其中该起始信息标示该第一存储器于该快照区间之后的一正常操作区间内的一起始配置区块;
 - 于该正常操作区间内,以该第一存储器在该正常操作区间内的配置区块的闲置空间记录该正常操作区间内更新的一更新信息及上述配置区块的一链接信息;以及
 - 于一掉电修复区间内,根据上述快照区间与上述正常操作区间所记录于该第一存储器的信息修复该第二存储器在掉电前暂存的上述动态信息。
8. 根据权利要求7所述的数据储存方法,其特征在于,上述快照区间与上述正常操作区间交错发生,且上述掉电修复区间于掉电又复电时发生。
9. 根据权利要求7所述的数据储存方法,其特征在于,上述掉电修复区间内的动作还包括:

根据上述起始信息以及上述链接信息找到掉电前最后一个正常操作区间内该第一存储器的配置区块,且结合上述掉电前最后一个正常操作区间内该第一存储器的配置区块中闲置空间所记录的上述更新信息以修复该第二存储器在掉电前暂存的上述动态信息。

10. 根据权利要求 7 所述的数据储存方法,其特征在于,上述动态信息包括一逻辑-物理地址映射,上述更新信息包括至少一逻辑地址,上述链接信息包括上述配置区块中一第一配置区块之后接续被配置使用的一第二配置区块的物理地址。

11. 根据权利要求 10 所述的数据储存方法,其特征在于,上述第一存储器内每一上述区块还划分为多个页,各页对应上述逻辑地址其中之一,其中上述正常操作区间内的动作还包括:

在上述配置区块的各页内分别记录该页对应的上述逻辑地址;

在配置使用上述第一配置区块时,配置之后接续使用的上述第二配置区块;以及

将上述第二配置区块的物理地址作为上述链接信息记录于上述第一配置区块的某一页的闲置空间内。

12. 根据权利要求 11 所述的数据储存方法,其特征在于,上述掉电修复区间内的动作还包括:根据上述第二配置区块内是否包括上述链接信息或根据上述第二配置区块内是否包括一空白页以判断上述第二配置区块是否为上述配置区块中的最后被配置使用的区块。

13. 根据权利要求 7 所述的数据储存方法,其特征在于,该快照区间内的动作还包括:

将该第二存储器暂存的上述动态信息备份于该第一存储器内。

14. 根据权利要求 7 所述的数据储存方法,其特征在于,该快照区间每隔一特定时间发生或者于该第一存储器每记录一特定数据量时发生。

数据储存系统与方法

技术领域

[0001] 本发明有关于数据储存系统与方法,特别有关于掉电后储存空间动态信息的回复。

背景技术

[0002] 除了盘式硬盘、光盘等,现今已发展出其他数据储存技术。以固态式硬盘(Solid State Disc, SSD)为例,其中利用 NANDFlash(与非门快闪存储器)作为储存单元,以取代传统的盘式硬盘。与非门快闪存储器具有非易失性,亦可应用于携带式电子装置。例如,市面上常见的 mp3 随身听等,亦常使用与非门快闪存储器来储存数据。

[0003] 图1以方块图图解一数据储存系统100,其中以与非门快闪存储器102作为主要储存介质。如图所示,与非门快闪存储器102内的物理空间划分为多个区块(blocks,编号为 $block_0$ 、 $block_1$ 、...、 $block_n$),各区块又还可划分为多个页(pages);例如,区块 $block_0$ 包括多个页 $page(0,0)$ 、 $page(0,1)$ 、...,区块 $block_1$ 包括多个页 $page(1,0)$ 、 $page(1,1)$ 、...,区块 $block_n$ 包括多个页 $page(n,0)$ 、 $page(n,1)$ 、...。于读/写操作中,主机端(host,未绘示)程序(program)所使用的地址信息为“逻辑地址”,需经一逻辑-物理地址映射(mapping table)转换为“物理地址”才能对应至与非门快闪存储器102上的物理空间(上述区块或页或更小的储存单位)。由于与非门快闪存储器102的特性是动态配置物理空间给各逻辑地址,因此上述逻辑-物理地址映射会一直变化。随机存取存储器(RAM)104即是用来储存此快速变化的逻辑-物理地址映射。如图所示,存储器控制单元106不仅控制与非门快闪存储器102,更管理随机存取存储器104所储存的逻辑-物理地址映射。

[0004] 然而,随机存取存储器104一旦掉电就会失去其中内容,所储存的逻辑-物理地址映射也会一并消失。如何在掉电后修复随机存取存储器104的内容为本技术领域一项重要课题。

发明内容

[0005] 本发明提供一种数据储存系统以及方法。

[0006] 在一种实施方式中,该数据储存系统包括一第一存储器、一第二存储器以及一存储器控制单元,其中该存储器控制单元包括一快照模块、一记录模块以及一修复模块。

[0007] 该第一存储器具有非易失性,且包括多个区块。该第二存储器负责暂存该第一存储器的一动态信息。该存储器控制单元耦接上述第一存储器与上述第二存储器,其中上述快照模块、上述记录模块与上述修复模块的动作如下。该快照模块于一快照区间作用,在该第一存储器记录一起始信息,其中该起始信息标示该第一存储器接续的正常操作的起始配置区块。该记录模块于一正常操作区间作用,以该第一存储器在该正常操作区间内的配置区块的闲置空间记录该正常操作区间内更新的一更新信息及上述配置区块的一链接信息。该修复模块于一掉电修复区间作用,根据该快照模块与该记录模块记录于该第一存储器的信息修复该第二存储器在该数据储存系统掉电前暂存的上述动态信息。

[0008] 此外,本发明揭露的数据储存方法的一种实施方式包括:以一第一存储器储存用户数据,该第一存储器具有非易失性且包括多个区块;以一第二存储器暂存该第一存储器的一动态信息;提供一快照区间,在该第一存储器记录一起始信息,其中该起始信息标示该第一存储器接续的正常操作的起始配置区块;于一正常操作区间内,以该第一存储器在该正常操作区间内的配置区块的闲置空间记录该正常操作区间内更新的一更新信息及上述配置区块的一链接信息;以及提供一掉电修复区间,根据上述快照区间与上述正常操作区间所记录于该第一存储器的信息,修复该第二存储器在掉电前暂存的上述动态信息。

[0009] 本发明可修复随机存取存储器的内容,从而防止随机存取存储器于掉电时所发生的数据流失。除了可快速修复随机存取存储器的内容以外,本发明还有利于正常操作时对第一存储器的区块配置的最佳化。

附图说明

[0010] 图 1 以方块图图解数据储存系统的一种实施方式;

[0011] 图 2 图解本发明数据储存系统的一种实施方式;

[0012] 图 3 图解本发明数据储存系统的一种实施方式;

[0013] 图 4 举例说明快照区间、正常操作区间与掉电修复区间的时间性;

[0014] 图 5 图解每“面”写入多个区块时,应用本发明的一种实施方式。

具体实施方式

[0015] 本发明还有许多实施方式。以下举例说明。

[0016] 图 2 图解本发明数据储存系统的一种实施方式。数据储存系统 200 包括:一与非门快闪存储器 202 (NAND Flash, 为第一存储器)、一随机存取存储器 204 (RAM, 为第二存储器) 以及一存储器控制单元 206。存储器控制单元 206 包括一快照模块 208、一记录模块 210 以及一修复模块 212。

[0017] 与非门快闪存储器 202 具有非易失性,且如图所示,包括多个区块 $block_0$ 、...、 $block_i$ 、...、 $block_j$ 、...、 $block_k$ 、..., 各区块又还可划分为多个页 (pages); 例如, 区块 $block_i$ 包括 $n+1$ 个页 $page(i, 0)$ 、 $page(i, 1)$ 、...、 $page(i, n)$, 区块 $block_j$ 包括 $n+1$ 个页 $page(j, 0)$ 、 $page(j, 1)$ 、...、 $page(j, n)$, 区块 $block_k$ 包括 $n+1$ 个页 $page(k, 0)$ 、 $page(k, 1)$ 、...、 $page(k, n)$ 。随机存取存储器 204 负责暂存该与非门快闪存储器 202 的动态信息, 可包括逻辑-物理地址映射、损毁区块标示、...、或与非门快闪存储器 202 其他动态变化的信息。存储器控制单元 206 耦接上述与非门快闪存储器 202 与随机存取存储器 204, 并以快照模块 208、记录模块 210 与修复模块 212 处理该随机存取存储器 204 因掉电所发生的数据流失问题。

[0018] 快照模块 208 于一快照区间 (snapshot) 作用, 于与非门快闪存储器 202 内 (如物理空间 A_2) 记录一起始信息以标示该与非门快闪存储器 202 接续的正常操作的起始配置区块 (如区块 $block_i$); 更具体解释的, 该起始配置区块可为进入该快照区间进行记录操作时, 该与非门快闪存储器 202 当下正在被配置使用的区块。在本发明一实施例中, 快照模块 208 还会将随机存取存储器 204 暂存的上述动态信息备份于该与非门快闪存储器 202 内 (如物理空间 A_1)。备份上述动态信息的物理空间 A_1 和记录该起始信息的物理空间 A_2 可以

属于该与非门快闪存储器 202 内同一个区块（如区块 $block_0$ ），也可以是不同的区块，还可以是与与非门快闪存储器 202 的一区块内物理地址连续的空间。在本发明的一实施例中，存储器控制单元 206 动态配置该与非门快闪存储器 202 内的某些区块专门用于储存包括逻辑 - 物理地址映射等动态变化的信息，因此本发明不限定物理空间 A_1 和 A_2 的物理位置关系。

[0019] 记录模块 210 于一正常操作区间作用，以与非门快闪存储器 202 在该正常操作区间内的配置区块（如区块 $block_i$ 、 $block_j$ 与 $block_k$ ）的闲置空间（如物理空间 A_{i3} 、 A_{j3} 与 A_{k3} ）记录该正常操作区间内更新的更新信息且还以其余闲置空间（如 A_{i4} 、 A_{j4} 与 A_{k4} ）记录上述配置区块（如区块 $block_i$ 、 $block_j$ 与 $block_k$ ）的一链接信息。在本发明一实施例中，物理空间 A_{i3} 、 A_{j3} 与 A_{k3} 为各区块的每个页（page）在存放用户数据以后剩余的闲置空间，其储存的信息包括该页对应的逻辑地址、该页内用户数据的错误校验码（Error Correct Code, ECC）以及表征该页内的用户数据是否无效（dirty）的无效标示等。而物理空间 A_{i4} 、 A_{j4} 与 A_{k4} 为各区块的某一页中存放前述用户数据和信息以后剩余的闲置空间。详细请参考图 3，以配置区块 $block_i$ 内最后一页 $page(i, n)$ 为例，假设记录前述链接信息于该页 $page(i, n)$ ，则 $page(i, n)$ 的空间包括存放用户数据的空间、存放该物理页的逻辑地址、ECC 码及无效标示等动态更新信息的 A_{i3} 空间以及存放链接信息的 A_{i4} 空间。根据空间 A_{i4} 的内容，即可找到区块 $block_i$ 所链接的下一区块。

[0020] 返回参考图 2，修复模块 212 于一掉电修复区间作用，根据快照模块 208 与记录模块 210 记录于与非门快闪存储器 202 的信息（例如物理空间 A_1 、 A_2 、 A_{i3} 、 A_{j3} 、 A_{k3} 、 A_{i4} 、 A_{j4} 、与 A_{k4} ）修复随机存取存储器 204 掉电前暂存的动态信息。

[0021] 图 4 举例说明上述各区间的发生状况。箭头所示为时间方向。快照区间与正常操作区间交错发生。快照区间可每隔一特定时间发生或者可于该与非门快闪存储器 202 记录一特定数据量后发生，上述特定时间及特定数据量可由本领域技术人员根据实际需要而设定。一旦发生掉电 402，复电后必须进入掉电修复区间 404 以修复该随机存取存储器 204 所暂存的动态信息。

[0022] 接下来以动态信息（如，逻辑 - 物理地址映射）的修复为例，说明上述技术内容。以图 2 为说明例，其中显示掉电前最后一个正常操作区间内，与非门快闪存储器 202 的区块 $block_i$ 、 $block_j$ 以及 $block_k$ 依序被配置使用。本发明维持动态信息的技术详述如下。

[0023] 在掉电前最后一个快照区间，快照模块 208 于与非门快闪存储器 202 物理空间 A_2 记录即将（或当下）配置使用的区块 $block_i$ 的物理地址（即起始信息）；除此之外，快照模块 208 还可将随机存取存储器 204 暂存的“逻辑 - 物理地址映射”备份于与非门快闪存储器 202 的物理空间 A_1 内。

[0024] 在掉电前最后的正常操作区间，区块 $block_i$ 首先被配置使用，接下来 $block_j$ 与 $block_k$ 也依序被配置使用，配置到的区块 $block_i$ 、 $block_j$ 与 $block_k$ 内各页内容均可能被更新，为确保动态数据的正确性，记录模块 210 以 $block_i$ 、 $block_j$ 与 $block_k$ 各页内的闲置空间 A_{i3} 、 A_{j3} 与 A_{k3} 将各页最新对应的逻辑地址记录下来。此外，为了链接所述配置区块 $block_i$ 、 $block_j$ 与 $block_k$ 使得在掉电后仍能得知掉电前最后的正常操作区间内哪些区块被配置使用，记录模块 210 还于区块 $block_i$ 、 $block_j$ 与 $block_k$ 内某一页剩余的闲置空间，如空间 A_{i4} 、 A_{j4} 与 A_{k4} ，记录之后接续被配置使用的区块的物理地址（即图 2 箭头所示的链接信息）。详

述的,例如以起始配置区块 $block_i$ 最后一页的闲置空间 A_{i4} 记录下一个配置区块 $block_j$ 的物理地址,配置区块 $block_j$ 最后一页闲置的物理空间 A_{j4} 记录下一个配置区块 $block_k$ 的物理地址,而最后配置区块 $block_k$ 最后一页的闲置空间 A_{k4} 则无记载地址信息。

[0025] 若有掉电发生,则复电后,数据储存系统 200 进入掉电修复区间,以修复随机存取存储器 204 遗失的数据。修复模块 212 根据物理空间 A_2 所储存的信息,找到起始配置区块 $block_i$ 。起始配置区块 $block_i$ 内物理空间 A_{i4} 的内容则指引修复模块 212 找到下一个配置区块 $block_j$ 。区块 $block_j$ 内物理空间 A_{j4} 的内容则指引修复模块 212 找到再下一个配置区块 $block_k$ 。修复模块 212 将自配置区块 $block_k$ 内无内容的物理空间 A_{k4} 得知区块 $block_k$ 为最后的配置区块。修复模块 212 将自搜寻到的配置区块 $block_i$ 、 $block_j$ 与 $block_k$ 的闲置空间 A_{i3} 、 A_{j3} 与 A_{k3} 找到其中各物理地址最新对应的逻辑地址,并据以修正物理空间 A1 内早先备份的逻辑-物理地址映射,以得到正确的逻辑-物理地址映射,用以修复该随机存取存储器 204 内记录的动态信息。

[0026] 此外,上述判断最后配置区块的技术亦有其他变形。在本发明另一种实施例中,如果该与非门快闪存储器 202 采取的数据记录方式是:一个区块写满以后再配置下一个区块,即各区块内各页的物理空间必须连续使用而不允许留空白页 (page),则判断一个区块是否为掉电前最后配置的区块可以搜索区块 $block_k$ 中是否包含一个空白页,如果有,则代表该区块掉电前正在被配置使用,即为最后的配置区块。

[0027] 上述技术不仅可快速修复随机存取存储器 204,且有利于正常操作时对与非门快闪存储器 202 的区块配置的最佳化。由于掉电修复仅需搜寻最后一个正常操作区间所配置使用到的区块,由其闲置空间就可以得知该区块的各物理页所对应的逻辑地址,并得知下一个配置使用的区块,无须扫描整个与非门快闪存储器 202,故修复速度很快。此外,上述设计允许存储器控制单元 206 在正常操作区间仅预先配置下一个要使用到的区块,而无须一次性预留多个区块使用,区块配置因而可更有弹性。

[0028] 在某些状况下,正常写入操作区间会同时需要多个区块配置。以页映射 (page mapping) 算法为例,假设须在每“面” (plane) 同时配置四个区块以执行写入操作,作用分别为:供正向的逻辑垃圾收集 (Logic Garbage collection) 操作使用、供反向的物理垃圾收集 (physical Garbage collection) 操作使用、供耗损平均 (Wear Leveling) 操作使用以及供备份映射记录 (MappingTable) 使用。图 5 将上述四种作用所使用的方块分别标号为 $BLOCK_{L_G}$ (blocks for Logic Garbage collection)、 $BLOCK_{P_G}$ (blocks for physical Garbage collection)、 $BLOCK_{W_L}$ (blocks for Wear Leveling) 以及 $BLOCK_{M_T}$ (blocks for Mapping Table)。图中显示,于系统掉电前最后一个快照区间,快照模块 208 将接续“面”所配置到的四个区块的物理地址暂存于任四个物理空间 A_{12} 、 A_{22} 、 A_{32} 以及 A_{42} 。如此一来,系统复电后,修复模块 212 即可根据物理空间 A_{12} 、 A_{22} 、 A_{32} 以及 A_{42} 所记录的内容分别找到四组区块 $BLOCK_{L_G}$ 、 $BLOCK_{P_G}$ 、 $BLOCK_{W_L}$ 以及 $BLOCK_{M_T}$,以取得其中闲置空间所记录的动态信息,继而恢复随机存取存储器 204 内记录的动态信息。

[0029] 上述快照模块 208、记录模块 210 以及修复模块 212 除了以硬件电路结合于存储器控制单元 206 中外,亦可以软件、固件或软硬件共同设计方式实现。

[0030] 上述与非门快闪存储器 202 可为其他具有非易失性的存储器。上述随机存取存储器 204 可为其他可快速存取,便于储存动态信息的存储器。

[0031] 本发明亦揭露相关的数据储存方法,其中以一第一存储器(可为与非门快闪存储器 202) 储存用户数据,且以一第二存储器(可为随机存取存储器 204) 暂存该第一存储器的一动态信息(可包括逻辑-物理地址映射、损毁区块标示、...、或第一存储器其他动态变化的信息)。在一种实施方式中,该方法提供一快照区间,在该第一存储器记录一起始信息,其中该起始信息标示该第一存储器接续的正常操作的起始配置区块。快照完毕后,第一存储器进入正常操作区间,而该方法可以该第一存储器在该正常操作区间内配置到的区块的闲置空间记录该正常操作区间内更新的信息及上述配置区块的一链接信息。若有掉电发生,复电后,该方法可提供一掉电修复区间,根据上述快照区间与正常操作区间所记录于该第一存储器的信息,修复该第二存储器在掉电前暂存的动态信息。

[0032] 在一种实施方式中,此更新信息包括至少一逻辑地址。该第一存储器每一上述区块还划分为多个页,各页可与上述逻辑地址其中之一对应,则该正常操作区间内记录上述更新信息的动作包括:在上述配置区块的各页内分别记录该页对应的逻辑地址。在一种实施方式中,该正常操作区间内记录上述配置区块的上述链接信息的动作还包括:在使用一第一配置区块时,还配置之后接续使用的一第二配置区块,并将该第二配置区块的物理地址作为链接信息记录于该第一配置区块的闲置空间内,举例而言,该第二配置区块的物理地址记录于该第一配置区块的某一页的闲置空间内,例如图 3 所示的 $block_i$ 的最后一页 $page(i, n)$ 的闲置空间 A_{i4} 。在一种实施方式中,在该掉电修复区间内的动作还包括:根据该起始信息以及链接信息找到掉电前最后一个正常操作区间该第一存储器的配置区块,且结合配置区块中闲置空间所记录的该更新信息以修复该第二存储器在掉电前暂存的动态信息,具体而言,找到配置区块的动作还包括:首先,根据该起始信息找到第一个配置区块;再根据第一个配置区块内的闲置空间内记录的链接信息找到第二个配置区块;根据第二个配置区块内是否包括链接信息以判断该配置区块是否为掉电前最后一个正常操作区间的配置区块中的最后被配置使用的区块;如果不包含链接信息则说明掉电前最后一个正常操作区间内所有配置来使用的配置区块均已找到,在本发明其它实施例中,也可以搜索当前配置区块中是否包含一个空白页,如果有,则表明掉电前该区块正在被配置使用,即为该最后的配置区块。在一种实施方式中,在该快照区间内还将该第二存储器暂存的动态信息备份于该第一存储器内,这样根据所述配置区块内的更新信息可以修复该动态信息至掉电前的状态。

[0033] 上述快照区间与上述正常操作区间交错发生。快照区间可每隔一定时间发生,也可于第一存储器每记录一特定数据量后发生。

[0034] 以上所述仅为本发明较佳实施例,然其并非用以限定本发明的范围,任何熟悉本项技术的人员,在不脱离本发明的精神和范围内,可在此基础上做进一步的改进和变化,因此本发明的保护范围当以本申请的权利要求书所界定的范围为准。

[0035] 附图中符号的简单说明如下:

[0036] 100 :数据储存系统 102 :与非门快闪存储器

[0037] 104 :随机存取存储器 106 :存储器控制单元

[0038] 200 :数据储存系统 202 :与非门快闪存储器

[0039] 204 :随机存取存储器 206 :存储器控制单元

[0040] 208 :快照模块 210 :记录模块

- [0041] 212 :修复模块 402 :掉电区间
- [0042] 404 :掉电修复区间
- [0043] $A_1, A_2, A_{12}, A_{22}, A_{32}, A_{42}, A_{13}, A_{j3}, A_{k3}, A_{14}, A_{j4}, A_{k4}$:物理空间
- [0044] $block_0, block_1, block_i, block_j, block_k, block_n$:区块
- [0045] $BLOCK_{L_G}$:正向的逻辑垃圾收集所使用的区块
- [0046] $BLOCK_{P_G}$:反向的物理垃圾收集所使用的区块
- [0047] $BLOCK_{W_L}$:耗损平均所使用的区块
- [0048] $BLOCK_{M_T}$:映射记录所使用的区块
- [0049] $page(0,0), page(0,1), page(1,0), page(1,1), page(i,0), page(i,1), page(i,n), page(j,0), page(j,1), page(j,n), page(k,0), page(k,1), \dots, page(k,n)$:页。

100

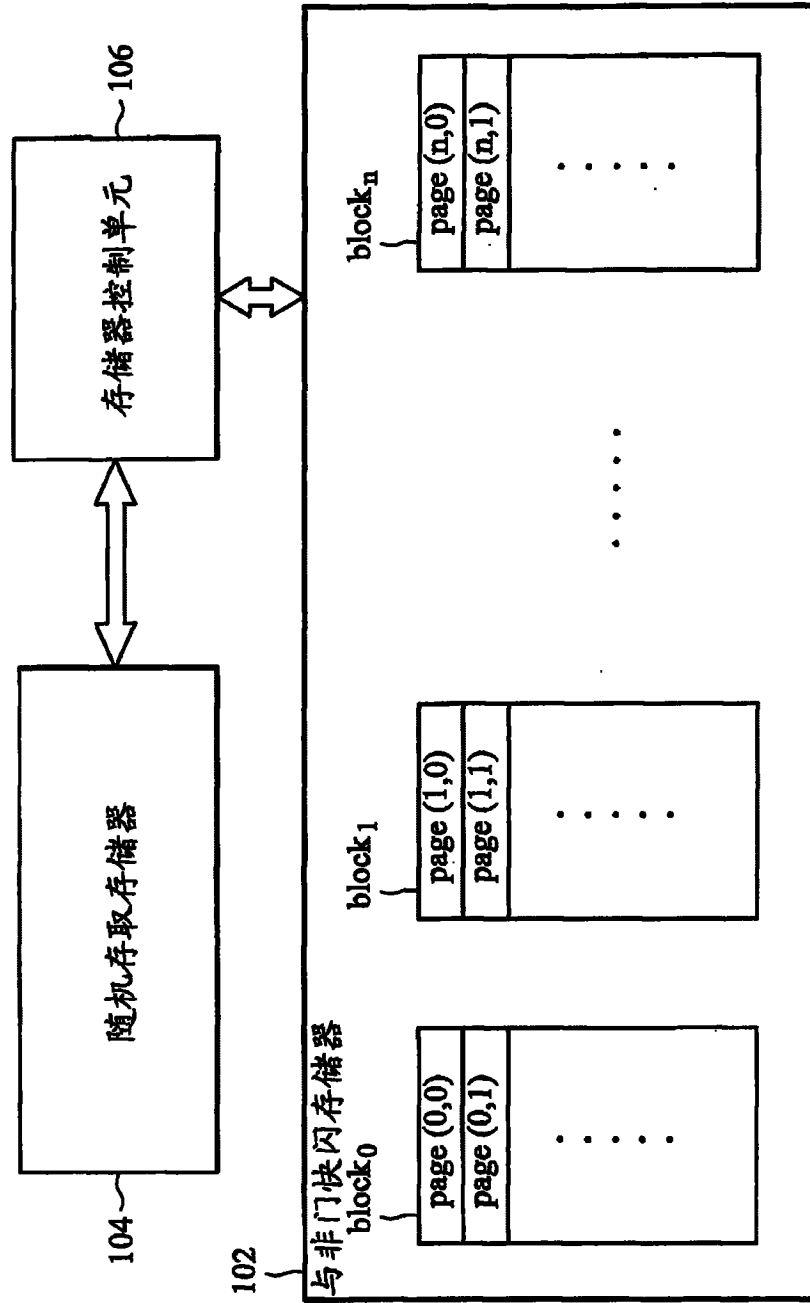


图 1

200

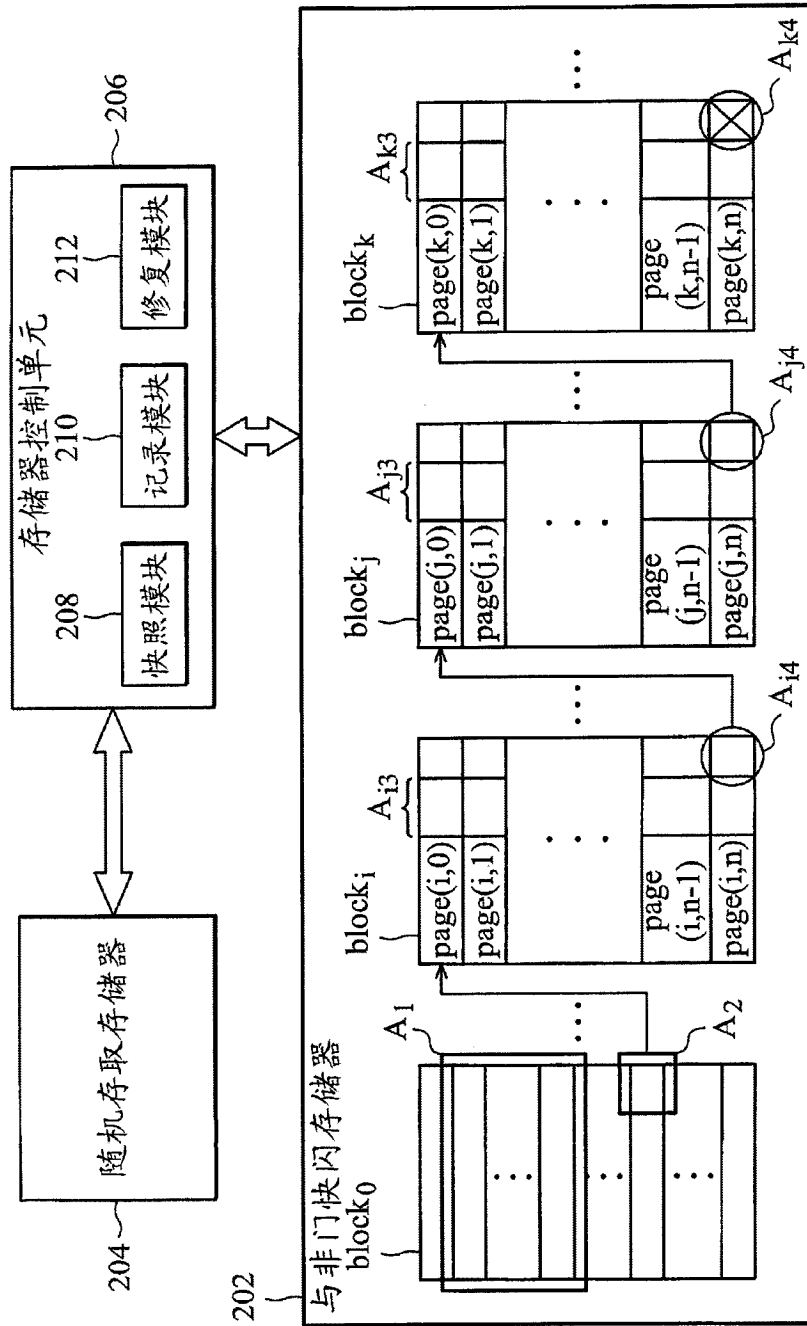


图 2

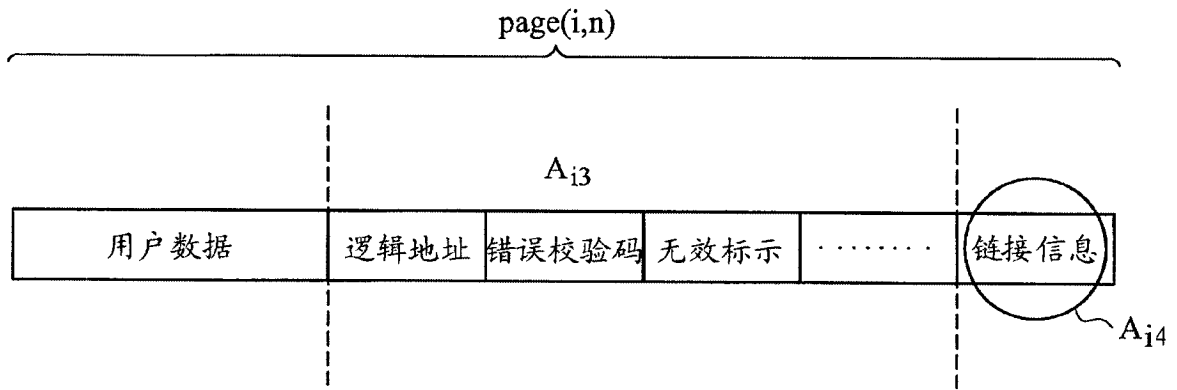


图 3

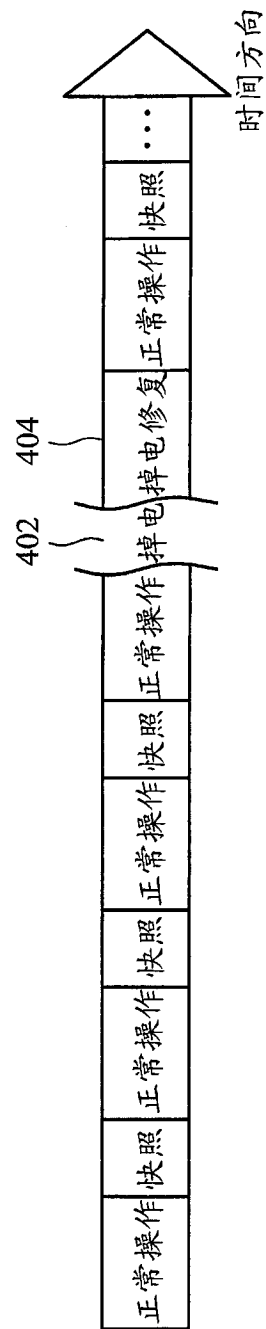


图 4

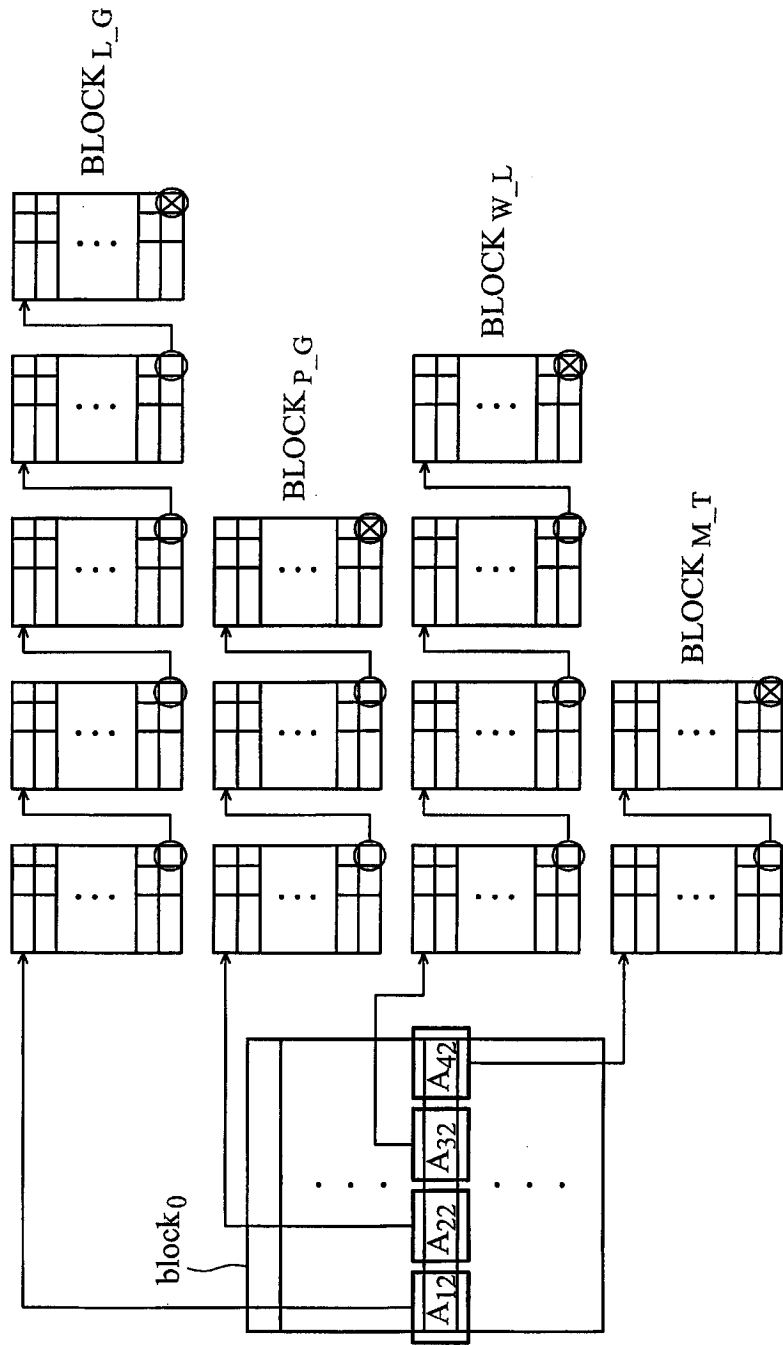


图 5