

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日
2016 年 4 月 14 日 (14.04.2016)



(10) 国际公布号
WO 2016/054899 A1

- (51) 国际专利分类号:
G06F 11/14 (2006.01) *G06F 17/30* (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2015/075805
- (22) 国际申请日: 2015 年 4 月 2 日 (02.04.2015)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
201410530972.1 2014 年 10 月 10 日 (10.10.2014) CN
- (71) 申请人: 中兴通讯股份有限公司 (ZTE CORPORATION) [CN/CN]; 中国广东省深圳市南山区高新技术产业园科技南路中兴通讯大厦, Guangdong 518057 (CN)。
- (72) 发明人: 么爱利 (YAO, Aili); 中国广东省深圳市南山区高新技术产业园科技南路中兴通讯大厦, Guangdong 518057 (CN)。
- (74) 代理人: 北京派特恩知识产权代理有限公司 (CHINA PAT INTELLECTUAL PROPERTY OF-

FICE); 中国北京市海淀区海淀南路 21 号中关村知识产权大厦 B 座 2 层, Beijing 100080 (CN)。

(81) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。

(84) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

[见续页]

(54) Title: FLASH FILE DATA RECOVERY METHOD AND APPARATUS, AND COMPUTER STORAGE MEDIUM

(54) 发明名称: 闪存文件的数据恢复方法、装置和计算机存储介质

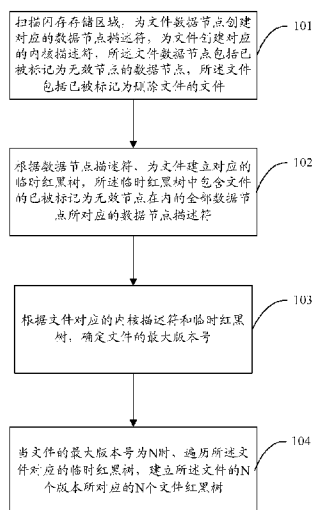


图 1 / Fig. 1

101 Scan a flash storage area, create a corresponding data node descriptor for a file data node, and create a corresponding kernel descriptor for a file, the file data node comprising a data node that has been marked as an invalid node, and the file comprising a file that has been marked as a deleted file

102 Establish a corresponding temporary red-black tree for the file according to the data node descriptor, the temporary red-black tree comprising data node descriptors corresponding to all data nodes including the data node of the file that has been marked as the invalid node

103 Determine a maximum version number of the file according to the kernel descriptor and the temporary red-black tree corresponding to the file

104 When the maximum version number of the file is N, traverse the temporary red-black tree corresponding to the file and establish N file red-black trees corresponding to N versions of the file

(57) Abstract: Disclosed is a flash file data recovery method. The method comprises: scanning a flash storage area, creating a corresponding data node descriptor for a file data node, and creating a corresponding kernel descriptor for a file, the file data node comprising a data node that has been marked as an invalid node, and the file comprising a file that has been marked as a deleted file; establishing a corresponding temporary red-black tree for the file according to the data node descriptor, the temporary red-black tree comprising data node descriptors corresponding to all data nodes including the data node of the file that has been marked as the invalid node; determining a maximum version number of the file according to the kernel descriptor and the temporary red-black tree corresponding to the file; and when the maximum version number of the file is N, traversing the temporary red-black tree corresponding to the file and establishing N file red-black trees corresponding to N versions of the file, N being a positive integer. Also disclosed are a flash file data recovery apparatus and a computer storage medium.

(57) 摘要:

[见续页]

**本国际公布:**

— 包括国际检索报告(条约第 21 条(3))。

本发明实施例公开了一种闪存文件的数据恢复方法，包括：扫描闪存存储区域，为文件数据节点创建对应的数据节点描述符，为文件创建对应的内核描述符，所述文件数据节点包括已被标记为无效节点的数据节点，所述文件包括已被标记为删除文件的文件；根据数据节点描述符，为文件建立对应的临时红黑树，所述临时红黑树中包含文件的已被标记为无效节点在内的全部数据节点所对应的数据节点描述符；根据文件对应的内核描述符和临时红黑树，确定文件的最大版本号；当文件的最大版本号为 N 时，遍历所述文件对应的临时红黑树，建立所述文件的 N 个版本所对应的 N 个文件红黑树；其中，N 为正整数。还公开了一种闪存文件的数据恢复装置及计算机存储介质。

闪存文件的数据恢复方法、装置和计算机存储介质

技术领域

本发明涉及存储技术领域，尤其涉及一种闪存文件的数据恢复方法、装置和计算机存储介质。

5 背景技术

闪存（Flash）结合了只读存储器（Read Only Memory, ROM）和随机存储器（Random Access Memory, RAM）的长处，不仅具备电子可擦除可编程（EEPROM）的性能，还具有非易失性随机访问存储器（Non-Volatile Random Access Memory, NVRAM）的优势--可以快速读取数据，使数据不会
10 会因为断电而丢失。在过去的 20 年里，嵌入式系统一直使用 ROM/EPROM 作为它们的存储设备，然而，近年来 Flash 全面代替了 ROM/EPROM 在嵌入式系统中的地位，用作存储系统启动前引导程序（Bootloader）、操作系统和程序代码；或者，直接当硬盘如固态硬盘（SSD）使用。通常，Flash 上存储有很多重要数据，一旦损坏或丢失都将造成严重后果。

15 存储技术发展多年，针对传统的机械硬盘即采用磁性介质的硬盘已有较为成熟的文件数据恢复技术，但目前还没有针对 Flash 具体可行的数据恢复方案。当前，许多闪存都采用第 2 版闪存日志型文件系统（Journalling Flash File System Version 2, JFFS2）将各种信息以文件的形式进行管理和存储。在 JFFS2 中，对于删除或者修改文件的指令，JFFS2 并不实际删除或修改原
20 有的文件数据，而是通过写入新的文件数据节点来实现，这就为针对闪存文件的数据恢复提供了可能。

发明内容

为解决现有存在的技术问题，本发明实施例期望提供一种闪存文件的数据恢复方法、装置和计算机存储介质，能够针对基于 JFFS2 的闪存进行文件的数据恢复。

5 本发明实施例的技术方案是这样实现的：

本发明实施例提供一种闪存文件的数据恢复方法，该方法包括：

扫描闪存存储区域，为文件数据节点创建对应的数据节点描述符，为文件创建对应的内核描述符，所述文件数据节点包括已被标记为无效节点的数据节点，所述文件包括已被标记为删除文件的文件；

10 根据数据节点描述符，为文件建立对应的临时红黑树，所述临时红黑树中包含文件的已被标记为无效节点在内的全部数据节点所对应的数据节点描述符；

根据文件对应的内核描述符和临时红黑树，确定文件的最大版本号；

15 当文件的最大版本号为 N 时，遍历所述文件对应的临时红黑树，建立所述文件的 N 个版本所对应的 N 个文件红黑树；其中， N 为正整数。

上述方案中，在对文件数据节点创建对应的数据节点描述符之前，所述方法还包括：

对文件数据节点进行循环冗余校验。

20 上述方案中，所述遍历所述文件对应的临时红黑树，建立所述文件的 N 个版本所对应的 N 个文件红黑树为：

按照版本号的降序或升序，建立所述文件的 N 个文件红黑树。

上述方案中，当为所述文件建立版本号 n 对应的文件红黑树时，所述方法包括：

遍历所述临时红黑树；

25 将所述临时红黑树中所有版本号小于或等于 n 的节点加入版本号 n 对

应的文件红黑树中;

其中, $1 \leq n \leq N$, n 为正整数。

上述方案中, 当已建立文件的不同版本对应的文件红黑树时, 所述方法还包括:

- 5 建立不同的结构体, 以描述不同的文件版本, 所述结构体中包括文件的版本号和指向所述版本号对应的文件红黑树的根节点指针。

本发明实施例还提供一种闪存文件的数据恢复装置, 该装置包括: 扫描模块、临时红黑树建立模块、版本号确定模块和文件红黑树建立模块;
其中,

- 10 扫描模块, 配置为扫描闪存存储区域, 为文件数据节点创建对应的数据节点描述符, 为文件创建对应的内核描述符, 所述文件数据节点包括已被标记为无效节点的数据节点, 所述文件包括已被标记为删除文件的文件;

- 15 临时红黑树建立模块, 配置为根据数据节点描述符, 为文件建立对应的临时红黑树, 所述临时红黑树中包含文件的已被标记为无效节点在内的全部数据节点所对应的数据节点描述符;

版本号确定模块, 配置为根据文件对应的内核描述符和临时红黑树, 确定文件的最大版本号;

- 20 文件红黑树建立模块, 配置为当文件的最大版本号为 N 时, 遍历所述文件对应的临时红黑树, 建立所述文件的 N 个版本所对应的 N 个文件红黑树; 其中, N 为正整数。

上述方案中, 所述扫描模块包括:

校验子模块, 配置为在对文件数据节点创建对应的数据节点描述符之前, 对文件数据节点进行循环冗余校验。

上述方案中, 所述文件红黑树建立模块包括:

- 25 排序子模块, 配置为按照版本号的降序或升序, 建立所述文件的 N 个

文件红黑树。

上述方案中，所述文件红黑树建立模块包括：

遍历子模块，配置为遍历所述临时红黑树；

文件红黑树建立子模块，配置为将所述临时红黑树中所有版本号小于
5 或等于 n 的节点加入版本号 n 对应的文件红黑树中；

其中， $1 \leq n \leq N$ ， n 为正整数。

上述方案中，所述装置还包括：

结构体建立模块，配置为当已建立文件的不同版本对应的文件红黑树
时，建立不同的结构体，以描述不同的文件版本，所述结构体中包括文件
10 的版本号和指向所述版本号对应的文件红黑树的根节点指针。

本发明实施例还提供一种计算机存储介质，所述计算机存储介质中存储有计算机可执行指令，所述计算机可执行指令用于执行前述的闪存文件的数据恢复方法。

本发明实施例所提供的闪存文件的数据恢复方法、装置和计算机存储
15 介质，针对基于 JFFS2 的闪存，利用 JFFS2 中的内存描述符和红黑树机制，通过为文件建立所有版本号对应的文件红黑树，在脏块回收破坏数据前，能恢复全部删除数据或者历史数据；即使有部分数据被破坏未通过校验，其余通过校验的部分删除数据或者历史数据也可以被恢复。

附图说明

20 图 1 为本发明实施例提供的闪存文件数据恢复方法的实现流程示意图；

图 2 为本发明实施例提供的闪存文件数据恢复装置的组成结构示意图。

具体实施方式

为了更清楚地说明本发明实施例和技术方案，下面将结合附图及实施例对本发明的技术方案进行更详细的说明，显然，所描述的实施例是本发

明的一部分实施例，而不是全部实施例。基本发明的实施例，本领域普通技术人员在不付出创造性劳动的前提下所获得的所有其他实施例，都属于本发明保护的范围。

在本发明实施例中，闪存采用 JFFS2 管理所存储的信息。JFFS2 是一个
5 日志结构（log-structured）的文件系统，包含数据和原数据（meta-data）的节点在闪存上顺序的存储。JFFS2 之所以选择日志结构的存储方式，是因为闪存的擦写块的擦写次数有限，因此，对闪存的更新应该是 out-of-place 的更新方式，即对文件数据的更新不在原存储区域，而是开辟新的存储区域存储更新后的数据，并以版本号来标识，以实现擦写块的磨损平衡（wear
10 leveling）。

操作系统内核扫描闪存时，将为闪存中每个文件建立多个描述符，用以表述文件，其中最关键的是索引节点。索引节点可涵盖多种文件系统，只描述所有文件系统共有的普通信息。为了更具体的表述文件，索引节点中包含有一个指针（u 域），指向具体文件系统的用以描述文件的结构体，
15 对于 JFFS2，u 域指向结构体 jffs2_inode_info。在现有的 JFFS2 中，一个文件对应一个结构体 jffs2_inode_info，在结构体 jffs2_inode_info 中，包含对应文件的最高版本号、指向文件红黑树根结点的指针和指向 jffs2_inode_cache 的指针等信息。jffs2_inode_cache 是系统内核为表述对应文件而建立的内核描述符，包含有对应文件的标识号（ino）、硬链接（hard
20 link）数、指向 jffs2_raw_node_ref 链表的头指针（nodes）等信息。jffs2_raw_node_ref 是系统内核为表述文件的数据节点而建立的内核描述符，以下简称数据节点描述符；文件的一个数据节点对应唯一的数据节点描述符。一个文件的所有数据节点描述符组成一个以 nodes 为头指针的双向链表，该双向链表中数据节点描述符的存储顺序由系统内核扫描闪存的顺
25 序决定。此外，系统内核为每个文件建立一个对应的临时红黑树，此临时

红黑树中包含一个文件所有的数据节点描述符，且按照数据节点版本号
的降序/升序排列。通常，系统内核通过宏 `ref_obselete` 可判断一个数据节点
是否为有效的数据节点，通过宏 `jffs2_first_valid_node` 可得到文件的数据节
点描述符双向链表中第一个有效的数据节点的指针，从而 JFFS2 可将当前
5 有效的数据节点所对应的数据节点描述符按照该数据节点在闪存中偏移的
由小到大组成文件红黑树，该文件红黑树的根节点地址存储于文件对应的
结构体 `jffs2_inode_info` 中。系统内核通过遍历 `jffs2_inode_info` 中所指向的
文件红黑树，即可获取当前有效的文件数据。当 `jffs2_inode_cache` 中硬链接
数为 0 时，表示该 `jffs2_inode_cache` 所对应的文件为删除文件，因此现有的
10 JFFS2 中不会为该文件建立对应的文件红黑树，即 `jffs2_inode_info` 中对应
的指针为空。通过 `jffs2_raw_node_ref`，系统内核可获取到对应的文件数据
节点，从而获取该数据节点版本号。当文件被修改时，JFFS2 并不修改原
有数据节点，而是在闪存上重新建立新的数据节点，将更新的数据写入，
新建立的数据节点版本号为：原数据节点版本号+1；因此，版本号越大
15 表明该数据节点越新。当文件被删除时，JFFS2 并不删除原有数据节点，而
是写入一个与原硬链接对应的数据节点同名的数据节点，该数据节点类型
设为无效，该数据节点版本号在原数据节点版本号的基础上加 1，将原来
的硬链接节点设置为无效。

图 1 为本发明实施例提供的闪存文件的数据恢复方法的实现流程示意
20 图，如图 1 所示，该方法包括：

步骤 101，扫描闪存存储区域，为文件数据节点创建对应的数据节点描
述符，为文件创建对应的内核描述符，所述文件数据节点包括已被标记为
无效节点的数据节点，所述文件包括已被标记为删除文件的文件；

具体的，系统内核为文件数据节点创建对应的数据节点描述符
25 `jffs2_raw_node_ref`，为文件创建对应的内核描述符 `jffs2_inode_cache`，过程

与前述现有 JFFS2 的处理方法相同。

在一个实施例中，在对文件数据节点创建对应的数据节点描述符之前，本步骤中还包括：对文件数据节点进行循环冗余校验（CRC）。

具体的，JFFS2 中，文件数据节点中都包含 CRC 字段，只有 CRC 校验有效的数据节点中的数据才是可能有恢复价值的数
5 据，若某个文件数据节点不能通过 CRC 校验，则表明该文件数据节点中的数据已被破坏或污染，不再有进行恢复的价值。

步骤 102，根据数据节点描述符为文件建立对应的临时红黑树，所述临时红黑树中包含文件的已被标记为无效节点在内的全部数据节点所对应的
10 数据节点描述符。

具体的过程与前述现有 JFFS2 的处理方法相同。

步骤 103，根据文件对应的内核描述符和临时红黑树，确定文件的最大版本号。

具体的，文件的内核描述符 `jffs2_inode_cache` 中包含有对应文件的标识
15 号；由文件的标识号可获取文件的临时红黑树，临时红黑树的节点本身是按照节点对应的数据节点的版本号的降序/升序存储，因此只要获取临时红黑树的头节点或尾节点所对应数据节点的版本号即此临时红黑树对应的文件的最大版本号。例如：文件的标识号为 A，临时红黑树节点对应的数据节点的最大版本号 N 为 3，则文件 A 的最大版本号为 3。

20 步骤 104，当文件的最大版本号为 N 时，遍历所述文件对应的临时红黑树，建立所述文件的 N 个版本所对应的 N 个文件红黑树；其中，N 为正整数。

在一个实施例中，本步骤中遍历所述文件对应的临时红黑树，建立所述文件的 N 个版本所对应的 N 个文件红黑树，可以是：

25 按照版本号的降序或升序，建立所述文件的 N 个文件红黑树。

具体的，当为所述文件建立版本号 n 对应的文件红黑树时，本步骤包括：

遍历所述临时红黑树；

将所述临时红黑树中所有版本号小于或等于 n 的节点加入版本号 n 对应的文件红黑树中；

其中， $1 \leq n \leq N$ ， n 为正整数。

在一个实施例中，文件 A 的最大版本号为 3，即 $N=3$ ，按照版本号的降序，步骤 104 具体可包括：

系统内核建立依次建立版本号 3、2、1 对应的文件红黑树，即遍历所述临时红黑树，将该临时红黑树中所有版本号小于或等于 3 的节点加入版本号 3 对应的文件红黑树中；将该临时红黑树中所有版本号小于或等于 2 的节点加入版本号 2 对应的文件红黑树中；将该临时红黑树中所有版本号小于或等于 1 的节点加入版本号 1 对应的文件红黑树中，具体过程与 JFFS2 现有建立文件红黑树的机制相同。

在一个实施例中，当已建立文件的不同版本对应的文件红黑树时，步骤 104 中还可包括：

建立不同的结构体，以描述不同的文件版本，所述结构体中包括文件的版本号和指向所述版本号对应的文件红黑树的根节点指针。

具体的，将文件的不同版本都视为新的文件，为所述新的文件建立对应的索引节点，并将该索引节点的 U 域指向一个新的结构体 `jffs2_inode_info`，因此，每个 `jffs2_inode_info` 对应一个版本的文件，即在现有的 JFFS2 中对同一个文件的内核描述符 `jffs2_inode_cache` 对应不止一个结构体 `jffs2_inode_info`，每个结构体 `jffs2_inode_info` 表述一个版本号的文件数据。

使用上述实施例提供的闪存文件的数据恢复方法，针对基于 JFFS2 的

闪存，利用 JFFS2 原有的内存描述符和红黑树机制，通过为文件建立所有版本号对应的文件红黑树，在脏块回收破坏数据前，可恢复全部删除数据或者历史数据；即使在部分数据被破坏后，也可恢复部分删除数据或者历史数据。

- 5 本发明实施例还提供了一种计算机存储介质，所述计算机存储介质中存储有计算机可执行指令，所述计算机可执行指令用于执行前述的闪存文件的数据恢复方法。

图 2 是本发明实施例提供的闪存文件的数据恢复装置的组成结构示意图，如图 2 所示，该数据恢复装置包括：扫描模块 21、临时红黑树建立模
10 块 22、版本号确定模块 23 和文件红黑树建立模块 24；其中，

扫描模块 21，配置为扫描闪存存储区域，为文件数据节点创建对应的数据节点描述符，为文件创建对应的内核描述符，所述文件数据节点包括已被标记为无效节点的数据节点，所述文件包括已被标记为删除文件的文件；

- 15 临时红黑树建立模块 22，配置为根据数据节点描述符，为文件建立对应的临时红黑树，所述临时红黑树中包含文件的已被标记为无效节点在内的全部数据节点所对应的数据节点描述符；

版本号确定模块 23，配置为根据文件对应的内核描述符和临时红黑树，确定文件的最大版本号；

- 20 文件红黑树建立模块 24，配置为当文件的最大版本号为 N 时，遍历所述文件对应的临时红黑树，建立所述文件的 N 个版本所对应的 N 个文件红黑树；其中，N 为正整数。。

较佳的，在上述数据恢复装置中，扫描模块 21 包括：

- 25 校验子模块，配置为在对文件数据节点创建对应的数据节点描述符之前，对文件数据节点进行循环冗余校验。

在一个实施例中，在上述数据恢复装置中，文件红黑树建立模块 24 包括：

排序子模块，配置为按照版本号 of 的降序或升序，建立所述文件的 N 个文件红黑树。

5 较佳的，在上述数据恢复装置中，文件红黑树建立模块 24 包括：

遍历子模块，配置为遍历所述临时红黑树；

文件红黑树建立子模块，配置为将所述临时红黑树中所有版本号小于或等于 n 的节点加入版本号 n 对应的文件红黑树中；

其中， $1 \leq n \leq N$ ，n 为正整数。

10 在一个实施例中，在上述数据恢复装置还可包括：

结构体建立模块，配置为当已建立文件的不同版本对应的文件红黑树时，建立不同的结构体，以描述不同的文件版本，所述结构体中包括文件的版本号和指向所述版本号对应的文件红黑树的根节点指针。

上述各个模块及各个子模块在实际应用中，均可由位于数据恢复装置
15 的中央处理器（CPU）、微处理器（MPU）、数字信号处理器（DSP）、或现场可编程门阵列（FPGA）实现。

本领域内的技术人员应明白，本发明的实施例可提供为方法、系统、或计算机程序产品。因此，本发明可采用硬件实施例、软件实施例、或结合软件和硬件方面的实施例的形式。而且，本发明可采用在一个或多个其中
20 中包含有计算机可用程序代码的计算机可用存储介质（包括但不限于磁盘存储器和光学存储器等）上实施的计算机程序产品的形式。

本发明是参照根据本发明实施例的方法、设备（系统）、和计算机程序产品的流程图和/或方框图来描述的。应理解可由计算机程序指令实现流程图和/或方框图中的每一流程和/或方框、以及流程图和/或方框图中的流程和
25 /或方框的结合。可提供这些计算机程序指令到通用计算机、专用计算机、

嵌入式处理机或其他可编程数据处理设备的处理器以产生一个机器，使得通过计算机或其他可编程数据处理设备的处理器执行的指令产生用于实现在流程图一个流程或多个流程和/或方框图一个方框或多个方框中指定的功能的装置。

- 5 这些计算机程序指令也可存储在能引导计算机或其他可编程数据处理设备以特定方式工作的计算机可读存储器中，使得存储在该计算机可读存储器中的指令产生包括指令装置的制造品，该指令装置实现在流程图一个流程或多个流程和/或方框图一个方框或多个方框中指定的功能。

- 10 这些计算机程序指令也可装载到计算机或其他可编程数据处理设备上，使得在计算机或其他可编程设备上执行一系列操作步骤以产生计算机实现的处理，从而在计算机或其他可编程设备上执行的指令提供用于实现在流程图一个流程或多个流程和/或方框图一个方框或多个方框中指定的功能的步骤。

- 15 以上所述，仅为本发明的较佳实施例而已，并非用于限定本发明的保护范围。

工业实用性

- 20 本发明实施例中，针对基于 JFFS2 的闪存，利用 JFFS2 中的内存描述符和红黑树机制，通过为文件建立所有版本号对应的文件红黑树，在脏块回收破坏数据前，能恢复全部删除数据或者历史数据；即使有部分数据被破坏未通过校验，其余通过校验的部分删除数据或者历史数据也可以被恢复。

权利要求书

1、一种闪存文件的数据恢复方法，所述方法包括：

扫描闪存存储区域，为文件数据节点创建对应的数据节点描述符，为文件创建对应的内核描述符，所述文件数据节点包括已被标记为无效节点
5 的数据节点，所述文件包括已被标记为删除文件的文件；

根据数据节点描述符，为文件建立对应的临时红黑树，所述临时红黑树中包含文件的已被标记为无效节点在内的全部数据节点所对应的数据节点描述符；

根据文件对应的内核描述符和临时红黑树，确定文件的最大版本号；

10 当文件的最大版本号为 N 时，遍历所述文件对应的临时红黑树，建立所述文件的 N 个版本所对应的 N 个文件红黑树；其中， N 为正整数。

2、根据权利要求 1 所述的数据恢复方法，其中，在对文件数据节点创建对应的数据节点描述符之前，所述方法还包括：

对文件数据节点进行循环冗余校验。

15 3、根据权利要求 1 所述的数据恢复方法，其中，所述遍历所述文件对应的临时红黑树，建立所述文件的 N 个版本所对应的 N 个文件红黑树为：

按照版本号的降序或升序，建立所述文件的 N 个文件红黑树。

4、根据权利要求 1 所述的数据恢复方法，其中，当为所述文件建立版本号 n 对应的文件红黑树时，所述方法包括：

20 遍历所述临时红黑树；

将所述临时红黑树中所有版本号小于或等于 n 的节点加入版本号 n 对应的文件红黑树中；

其中， $1 \leq n \leq N$ ， n 为正整数。

5、根据权利要求 1 所述的数据恢复方法，其中，当已建立文件的不同

版本对应的文件红黑树时，所述方法还包括：

建立不同的结构体，以描述不同的文件版本，所述结构体中包括文件的版本号 and 指向所述版本号对应的文件红黑树的根节点指针。

6、一种闪存文件的数据恢复装置，所述装置包括：扫描模块、临时红
5 黑树建立模块、版本号确定模块和文件红黑树建立模块；其中，

扫描模块，配置为扫描闪存存储区域，为文件数据节点创建对应的数据节点描述符，为文件创建对应的内核描述符，所述文件数据节点包括已被标记为无效节点的数据节点，所述文件包括已被标记为删除文件的文件；

临时红黑树建立模块，配置为根据数据节点描述符，为文件建立对应
10 的临时红黑树，所述临时红黑树中包含文件的已被标记为无效节点在内的全部数据节点所对应的数据节点描述符；

版本号确定模块，配置为根据文件对应的内核描述符和临时红黑树，确定文件的最大版本号；

文件红黑树建立模块，配置为当文件的最大版本号为 N 时，遍历所述
15 文件对应的临时红黑树，建立所述文件的 N 个版本所对应的 N 个文件红黑树；其中， N 为正整数。

7、根据权利要求 6 所述的数据恢复装置，其中，所述扫描模块包括：

校验子模块，配置为在对文件数据节点创建对应的数据节点描述符之前，对文件数据节点进行循环冗余校验。

20 8、根据权利要求 6 所述的数据恢复装置，其中，所述文件红黑树建立模块包括：

排序子模块，配置为按照版本号的降序或升序，建立所述文件的 N 个文件红黑树。

25 9、根据权利要求 6 所述的数据恢复装置，其中，所述文件红黑树建立模块包括：

遍历子模块，配置为遍历所述临时红黑树；

文件红黑树建立子模块，配置为将所述临时红黑树中所有版本号小于或等于 n 的节点加入版本号 n 对应的文件红黑树中；

其中， $1 \leq n \leq N$ ， n 为正整数。

5 10、根据权利要求 6 所述的数据恢复装置，其中，所述装置还包括：

结构体建立模块，配置为当已建立文件的不同版本对应的文件红黑树时，建立不同的结构体，以描述不同的文件版本，所述结构体中包括文件的版本号和指向所述版本号对应的文件红黑树的根节点指针。

10 11、一种计算机存储介质，所述计算机存储介质中存储有计算机可执行指令，所述计算机可执行指令用于执行权利要求 1 至 5 任一项所述的方法。

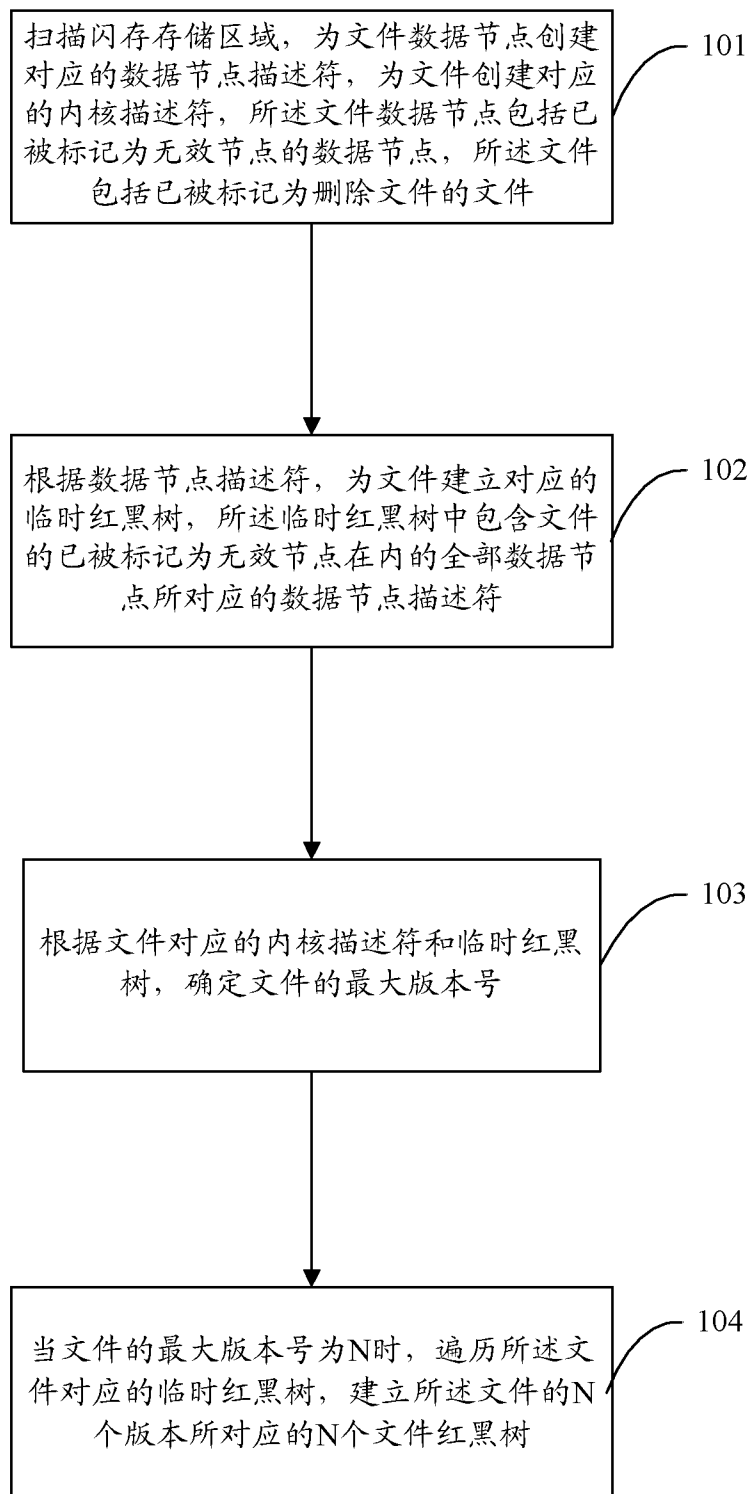


图 1

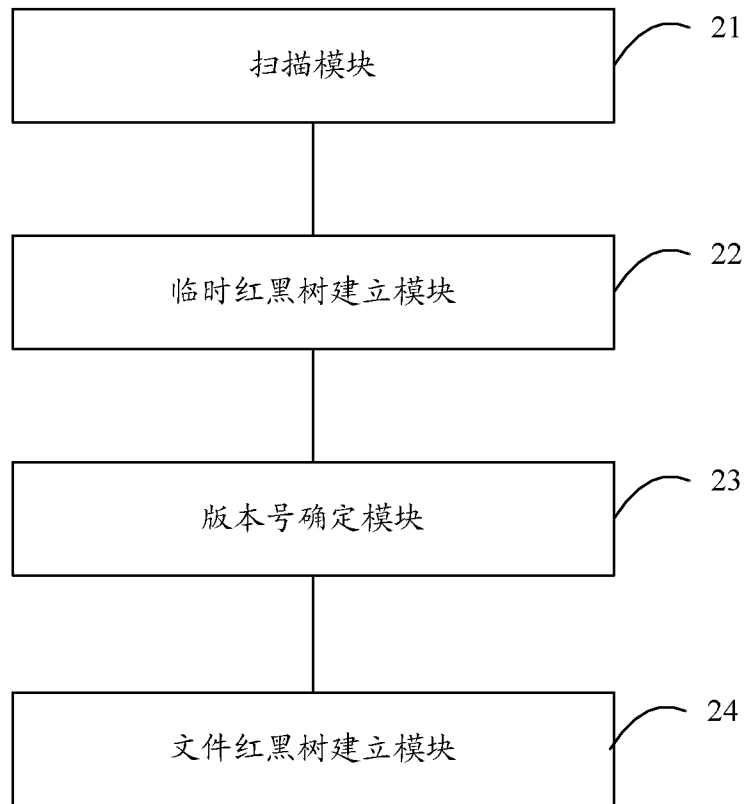


图 2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2015/075805

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G06F 11/14 (2006.01) i; G06F 17/30 (2006.01) n

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G06F 11/-; G06F 17/-

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CNABS, VEN, CNKI: JFFS2, Flash, red-black tree, version, data, recovery, file, node, describe

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 103870364 A (BEIJING UNIVERSITY OF TECHNOLOGY) 18 June 2014 (18.06.2014) see description, paragraphs [0002] and [0022]-[0025]	1-11
A	CN 101162469 A (TSINGHUA UNIVERSITY) 16 April 2008 (16.04.2008) see the whole document	1-11
A	CN 101127034 A (INT BUSINESS MACHINES CORP.) 20 February 2008 (20.02.2008) see the whole document	1-11

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	
Date of the actual completion of the international search 29 June 2015	Date of mailing of the international search report 09 July 2015
Name and mailing address of the ISA State Intellectual Property Office of the P. R. China No. 6, Xitucheng Road, Jimengqiao Haidian District, Beijing 100088, China Facsimile No. (86-10) 62019451	Authorized officer YU, Chunhui Telephone No. (86-10) 62412080

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2015/075805

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN 103870364 A	18 June2014	None	
CN 101162469 A	16 April 2008	CN 100483420 C	29 April 2009
CN 101127034 A	20 February 2008	US 8656270 B2	18 February 2014
		US 2008046804 A1	21 February 2008
		CN 101127034 B	23 May 2012

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2015/075805

A. 主题的分类

G06F 11/14(2006.01)i; G06F 17/30(2006.01)n

按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和IPC两种分类

B. 检索领域

检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)

G06F 11/-; G06F 17/-

包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献

在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用))

CNABS, VEN, CNKI: 红黑树, 版本, 数据, 恢复, 文件, 节点, 描述, 闪存, JFFS2, Flash, red-black tree, version, data, recovery, file, node, describe

C. 相关文件

类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
A	CN 103870364 A (北京工业大学) 2014年 6月 18日 (2014 - 06 - 18) 参见说明书第0002、0022-0025段	1-11
A	CN 101162469 A (清华大学) 2008年 4月 16日 (2008 - 04 - 16) 参见全文	1-11
A	CN 101127034 A (国际商业机器公司) 2008年 2月 20日 (2008 - 02 - 20) 参见全文	1-11

☐ 其余文件在C栏的续页中列出。☒ 见同族专利附件。

* 引用文件的具体类型:

“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件

“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利

“L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件(如具体说明的)

“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件

“P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件

“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件

“X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性

“Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性

“&” 同族专利的文件

国际检索实际完成的日期

2015年 6月 29日

国际检索报告邮寄日期

2015年 7月 9日

ISA/CN的名称和邮寄地址

中华人民共和国国家知识产权局(ISA/CN)
北京市海淀区蓟门桥西土城路6号
100088 中国

传真号 (86-10)62019451

授权官员

于春晖

电话号码 (86-10)62412080

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2015/075805

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利			公布日 (年/月/日)
CN	103870364	A	2014年 6月 18日	无			
CN	101162469	A	2008年 4月 16日	CN	100483420	C	2009年 4月 29日
CN	101127034	A	2008年 2月 20日	US	8656270	B2	2014年 2月 18日
				US	2008046804	A1	2008年 2月 21日
				CN	101127034	B	2012年 5月 23日

表 PCT/ISA/210 (同族专利附件) (2009年7月)