

(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101393561 B

(45) 授权公告日 2012. 11. 28

(21) 申请号 200810176983. 9

(22) 申请日 2008. 09. 10

(30) 优先权数据

11/853, 121 2007. 09. 11 US

(73) 专利权人 赛门铁克公司

地址 美国加利福尼亚

(72) 发明人 M·S·阿格拉瓦尔 A·S·沙赫

D·M·兰纳德

(74) 专利代理机构 北京纪凯知识产权代理有限公司

公司 11245

代理人 赵蓉民

(51) Int. Cl.

G06F 17/30 (2006. 01)

(56) 对比文件

US 5813008 A, 1998. 09. 22, 全文.

US 2004199515 A1, 2004. 10. 07, 全文.

US 2006117049 A1, 2006. 06. 01, 全文.

CN 1900928 A, 2007. 01. 24, 全文.

WO 2005124597 A1, 2005. 12. 29, 全文.

US 5812776 A, 1998. 09. 22, 全文.

CN 1710546 A, 2005. 12. 21, 全文.

审查员 马鑫

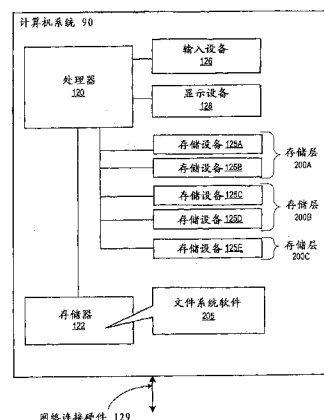
权利要求书 2 页 说明书 10 页 附图 11 页

(54) 发明名称

对指定存储层执行文件系统操作的系统和方法

(57) 摘要

本发明公开了对指定存储层执行文件系统操作的系统和方法的各种实施例。接收指定文件系统操作和第一路径名的输入。第一路径名包括多个部分,包括一个或多个目录部分和一个存储层部分。分析第一路径名以确定由一个或多个目录部分指定的第一目录和由存储层部分指定的第一存储层。执行文件系统操作,其中文件系统操作在第一目录和第一存储层上操作。在另一实施例中,路径名部分也包括文件名部分。因此,路径名经过进一步分析以确定由文件名部分指定的文件名。文件系统操作对第一文件名、第一目录和第一存储层进行操作。



1. 一种对指定存储层执行文件系统操作的方法,包括:

接收指定文件系统操作和第一路径名的输入,其中所述第一路径名包括字符串,其中该字符串包括多个部分,其中所述多个部分包括存储层部分和一个或多个目录部分;

解析所述字符串以提取所述一个或多个目录部分,其中所述一个或多个目录部分指定第一目录;

解析所述字符串以提取所述存储层部分,其中所述存储层部分指定第一存储层,其中利用存储层名来识别由所述存储层部分指定的第一存储层,并且其中利用所述字符串中跟在存储层识别符后的所述存储层部分的一部分来确定所述存储层名;以及

执行所述文件系统操作,其中所述文件系统操作对所述第一目录和所述第一存储层进行操作,

其中所述第一存储层代表多个存储单元的分组,其中所述文件系统操作对所述第一存储层中的一个或多个存储单元进行操作,

其中所述第一存储层的每个存储单元包括卷和物理存储设备之一,

其中所述第一目录包括多个文件,其中,所述第一目录中的每个文件被指定到多个存储层之一,其中所述多个存储层包括所述第一存储层,其中所述多个文件中的至少一个文件被指定到所述第一存储层,

其中所述文件系统操作用于列出所述第一目录中被指定到所述第一存储层的文件,

其中所述多个部分还包括文件名部分,

其中所述第一路径名被进一步分析以确定由该文件名部分指定的第一文件名,

其中所述文件系统操作对所述第一文件名、第一目录和第一存储层进行操作,

其中所述文件系统操作用于在所述第一目录中创建具有所述第一文件名的文件,使得该文件被指定到所述第一存储层。

2. 根据权利要求 1 的方法,

其中所述输入还指定第二路径名,其中该第二路径名包括指定第二目录的一个或多个目录部分和指定第二文件名的文件名部分,

其中所述方法还包括分析所述第二路径名以确定所述第二目录和所述第二文件名,以及

其中所述文件系统操作对所述第一文件名、第一目录、第二文件名、第二目录和第一存储层进行操作。

3. 根据权利要求 2 的方法,

其中所述第二文件名识别所述第二目录中的文件,以及

其中所述文件系统操作用于将来自所述第二目录的文件移到所述第一目录,使得该文件被重命名为所述第一文件名并被指定到所述第一存储层。

4. 根据权利要求 1 的方法,

其中通过操作系统用户接口接收所述输入作为用户输入。

5. 根据权利要求 1 的方法,

其中所述字符串的每个部分用分隔符来分隔。

6. 根据权利要求 1 的方法,

其中所述存储层部分在该字符串中位于所述一个或多个目录部分之后。

7. 根据权利要求 1 的方法，

其中所述存储层部分在该字符串中位于所述一个或多个目录部分之前。

8. 一种对指定存储层执行文件系统操作的系统，包括：

用于接收指定文件系统操作和第一路径名的输入的装置，其中所述第一路径名包括字符串，其中该字符串包括多个部分，以及其中所述多个部分包括存储层部分和一个或多个目录部分；

用于解析所述字符串以提取所述一个或多个目录部分的装置，其中所述一个或多个目录部分指定第一目录；

用于解析所述字符串以提取所述存储层部分的装置，其中所述存储层部分指定第一存储层，其中利用存储层名来识别由所述存储层部分指定的第一存储层，并且其中利用所述字符串中跟在存储层识别符后的所述存储层部分的一部分来确定所述存储层名；以及

用于执行所述文件系统操作的装置，其中所述文件系统操作对所述第一目录和所述第一存储层进行操作，

其中所述第一存储层代表多个存储单元的分组，其中所述文件系统操作对所述第一存储层中的一个或多个存储单元进行操作，

其中所述第一存储层的每个存储单元包括卷和物理存储设备之一，

其中所述第一目录包括多个文件，其中，所述第一目录中的每个文件被指定到多个存储层之一，其中所述多个存储层包括所述第一存储层，其中所述多个文件中的至少一个文件被指定到所述第一存储层，

其中所述文件系统操作用于列出所述第一目录中被指定到所述第一存储层的文件，

其中所述多个部分还包括文件名部分，

其中所述第一路径名被进一步分析以确定由该文件名部分指定的第一文件名，

其中所述文件系统操作对所述第一文件名、第一目录和第一存储层进行操作，

其中所述文件系统操作用于在所述第一目录中创建具有所述第一文件名的文件，使得该文件被指定到所述第一存储层。

对指定存储层执行文件系统操作的系统和方法

技术领域

[0001] 本发明涉及计算机文件系统。更具体的说,本发明涉及一种对指定存储层执行文件系统操作的系统和方法。

背景技术

[0002] 大型企业和其他机构经常存储大量各种类型的计算机数据,范围从企业经营所需的重要数据到根据规则保存的电子邮件,到用于趋势分析的导出信息或历史信息等。大量各种类型的存储设备用于存储这些大量数据,诸如各种类型的光存储设备、盘驱动设备、磁带驱动设备等。

[0003] 不同类型的存储设备具有不同的性能、可靠性和恢复特性。不同类型的存储设备在各自成本上区别也很大。高端存储设备可能比低端存储设备贵一个数量级或甚至更多。结果,机构经常在不同类型的存储设备上存储不同类型的数据。例如,最重要数据存储在高端存储设备上而不重要的数据存储在低端存储设备上。

[0004] 为此,机构将存储设备或其他存储单元组织为多个存储层,在这里也称为存储级。将每个存储单元分配到其中一个存储层。根据各种标准将存储设备或其他存储单元分组为存储层。例如,在某些系统中,不同的存储层代表具有不同特性的存储设备,诸如 I/O 性能、成本、可靠性、恢复能力、数据可用性等。将具有类似特性的存储设备指定到彼此相同的存储层。

[0005] 作为一个例子,机构定义三个不同的存储层,诸如高端存储层、中等存储层和低端存储层。诸如具有远程镜像和频繁快照能力的高端盘阵列等的高端存储设备被指定到高端存储层。将诸如具有低频快照而不具有远程镜像的中等存储设备指定到中等存储层。将诸如由软件或硬件 RAID 管理的便宜盘的低端存储设备指定到低端存储层。将不同类型的数据存储在不同存储层的存储设备中。例如,把最重要的数据存储在高端存储层的存储设备上,而把最不重要的数据存储在低端存储层的存储设备上。

[0006] 存储在各种存储设备上的数据一般被组织为由一个或多个文件系统管理的文件。数据可在文件级被指定到不同的存储层。换言之,把每个文件指定到一个存储层,而不同文件指定到不同存储层。因此,在上面的例子中,认为最重要的文件可被指定到高端存储层,而认为最不重要的文件可被指定到低端存储层。

发明内容

[0007] 这里公开对指定存储层执行文件系统操作的系统和方法的多个实施例。根据该方法的一个实施例,接收指定文件系统操作和路径名的输入。路径名可包括字符串,字符串包括多个部分。这些部分可包括一个或多个目录部分和一个存储层部分。可分析字符串以确定由一个或多个目录部分指定的第一目录以及由存储层部分指定的第一存储层。可执行所述文件系统操作,其中该文件系统操作对第一目录和第一存储层进行操作。

[0008] 在本方法的另一实施例中,路径名的字符串的多个部分还包括文件名部分。因此,

可进一步分析字符串以确定由文件名部分指定的文件名。文件系统操作可对第一文件名、第一目录和第一存储层层进行操作。

附图说明

- [0009] 当结合如下附图考虑如下详细说明时能获得本发明的更好理解,其中:
- [0010] 图 1 示出其中已定义三个存储层的例子;
- [0011] 图 2 示出能实施用于对指定存储层执行文件系统操作的方法的计算机系统的实施例;
- [0012] 图 3 示出计算机系统的另一实施例;
- [0013] 图 4 示出计算机系统包括三个服务器计算机的实施例;
- [0014] 图 5 示出用于对指定存储层执行文件系统操作的方法的一个实施例;
- [0015] 图 6 示出其中按层级组织各个目录的目录层级或树;
- [0016] 图 7 示出其中系统包括分组为两个存储层的五个存储单元的例子;
- [0017] 图 8 示出用户请求对路径名执行文件系统操作的例子,其中路径名包括存储层部分;
- [0018] 图 9 示出用于对指定存储层执行文件系统操作的方法的另一实施例;以及
- [0019] 图 10 和 11 示出用户请求对路径名执行文件系统操作的例子,其中路径名包括存储层部分;
- [0020] 本发明允许各种修改和替换形式,其具体实施例在附图中举例给出并被详细描述。然而,应该理解,附图和详细说明并不用于将本发明限制于公开的特定形式,而相反,本发明涵盖了落在附加权利要求定义的本发明精神和范围内的所有修改、等同物和替换。

具体实施方式

[0021] 这里公开用于对指定存储层执行文件系统操作的系统和方法的各个实施例。该系统可使用多个存储单元。如这里所述,术语“存储单元”指存储设备或卷。存储设备是能存储数据的设备。卷是由一个或多个存储设备提供的物理存储部分的逻辑分区和/或集成。卷可由存储设备的整个存储部分的子集(例如,比全部少)、存储设备的所有存储部分、或组合在一起的多个存储设备的存储部分形成。

[0022] 该系统也定义和使用多个存储层,其中每个存储层是代表一个或多个存储单元的集合的类或种类。在某些实施例中,每个存储单元可被指定给一个且仅一个存储层。在其他实施例中,一个或多个存储单元可被指定给一个以上的存储层。

[0023] 在各个实施例中,根据任意不同的标准将存储单元分组为存储层。例如,在某些实施例中,不同的存储层表示具有不同特性的存储设备,诸如 I/O 性能、成本、可靠性、恢复能力、数据可用性等。具有类似特性的存储设备可被指定给彼此相同的存储层。

[0024] 图 1 示出其中已定义三个存储层 200A、200B 和 200C 的例子。存储单元 220A 和 220B 指定到存储层 200A。存储单元 220C、220D、220E 和 220F 指定到存储层 200B。存储单元 220G 指定到存储层 200C。在某些实施例中,可给予每个存储层唯一识别各个存储层的名称或识别符。例如,存储层 200A 具有诸如“tier_A”的名称;存储层 200B 具有诸如“tier_B”的名称;以及存储层 200C 具有诸如“tier_C”的名称。

[0025] 在某些实施例中,存储层 200A-C 表示存储设备的分组。例如,存储单元 220A 和 220B 可以是具有互相类似特性的各个存储设备。存储单元 220C、220D、220E 和 220F 可以是具有互相类似特性的各个存储设备,但可以不同于存储单元 220A 和 220B 表示的存储设备的特性。类似地,存储单元 220G 可以是在特性上与其他存储设备不同的存储设备。

[0026] 在其他实施例中,存储层 200A-C 可以代表卷的分组。例如,存储层 200A 的存储单元 220A 和 220B 可以是具有互相类似特性的各个卷。例如,可以从相同存储设备上的存储部分实施各个卷,或者可以从不同存储设备上具有互相类似特性的存储部分实施各个卷。类似地,存储层 200B 的存储单元 220C、220D、220E 和 220F 可以是具有互相类似特性的各个卷。存储层 200C 的存储单元 220G 可以是在特性上与存储层 200A 和 200B 的卷不同的卷。

[0027] 该系统可以实施一个或多个文件系统,在所述文件系统中将存储单元 220 中存储的数据组织为多个文件。对于在至少一个文件子集中的各个文件,可将每个文件指定到一个存储层,其中不同文件可被指定到不同存储层。在各个实施例中,可以根据任意不同标准将文件指定到存储层。在某些实施例中,可将每个文件看作具有某种重要等级或商业价值,并且可以根据它们各自的重要等级将文件指定到存储层,例如,每个存储层代表一个重要等级或一定范围的重要等级。举另一个例子,每个文件可具有各自的文件类型(例如,文档、交易记录的表格、图像、音轨、或其他类型的对象或实体),并且可以根据它们各自的文件类型将文件指定到存储层。用来确定将文件指定到哪个存储层的其他标准包括文件的所有者、哪些软件应用使用文件和访问文件所用的 I/O 模式等。

[0028] 对不同文件的存储层指定可用于选择其中存储文件的存储单元 200。例如,如果一个文件指定到存储层 200A,则系统可以选择存储单元 220A 或存储单元 220B 存储文件。在某些实施例中,一个或多个文件可以不被指定到任何存储层。对于这些文件,系统可以选择任何存储单元 220 来存储文件。同样,在某些实施例中,如果与一个给定文件被指定到的存储层相对应的存储单元没有一个是可用的(例如,如果存储层中的所有存储单元都没有空间或离线),则可以选择另一存储层中的存储单元来存储文件。

[0029] 图 2 示出能实施用于对指定存储层执行文件系统操作的方法的计算机系统 90 的实施例。在各个实施例中,计算机系统 90 可包括任何类型的计算机系统。

[0030] 在图 2 的例子中,计算机系统 90 包括多个存储设备 125,其中每个存储设备 125 都被指定到存储层 200(例如,在该例子中的存储层 200A、200B 或 200C)。因此,在本例子中,存储层 200 代表存储设备 125 的分组。具体的,将存储设备 125A 和 125B 指定到存储层 200A,将存储设备 125C 和 125D 指定到存储层 200B,以及将存储设备 125E 指定到存储层 200C。

[0031] 在各个实施例中,可出现任意数量的存储设备 125。同样,可定义任意数量的存储层 200,并可将存储设备 125 根据任何所需标准指定到存储层 200。

[0032] 每个存储设备 125 可包括任何类型的存储设备并且可以在任何种类的介质上存储文件。存储设备 125 的例子包括含有一个或多个光存储设备的设备、含有一个或多个盘驱动器的设备、含有一个或多个磁带驱动器的设备、含有一个或多个闪存器件的设备等。一个特定存储设备 125 可被实施为一个或多个独立配置的盘驱动器或盘存储系统。

[0033] 计算机系统 90 还可以包括一个或多个处理器 120。处理器 120 以各种方式耦接到存储设备 125,诸如通过通信总线、有线或无线网络、电缆连接等。一个或多个处理器 120 的每个都可以包括任何类型的处理器。例如,在某些实施例中,处理器 120 可与 x86 体系结

构兼容,而在其他实施例中,处理器 120 可与 SPARC™ 系列处理器兼容。

[0034] 计算机系统 90 也可以包括存储器 122。在某些实施例中,存储器 122 可包括诸如动态 RAM(DRAM) 或同步 DRAM(SDRAM) 的一种或多种形式的随机访问存储器 (RAM)。然而,在其他实施例中,存储器 122 可代替或另外包括任何其他类型的存储器。存储器 122 能存储程序指令和 / 或数据。具体的,存储器 122 可存储文件系统软件 205,还可存储其它用于计算机系统的操作的软件,例如操作系统软件、网络通信软件等。一个或多个处理器 120 可执行文件系统软件 205,以实施管理在存储设备 125 上存储的文件的一个或多个文件系统。文件系统软件 205 也能执行这里所述的用于对指定存储层执行文件系统操作的方法。下面详细描述本方法的各个实施例。

[0035] 计算机系统 90 也可以包括一个或多个输入设备 126,其用于接收用户输入。(多个) 输入设备 126 可包括任何各种类型的输入设备,诸如键盘、键区、麦克风或指取设备(例如,鼠标或跟踪球)。计算机系统 90 还可以包括一个或多个显示设备 128 或其他用于向用户显示输出的输出设备。例如,一个或多个显示设备 128 可包括用于显示信息的任何各种类型的设备,诸如 LCD 屏幕或监视器、CRT 监视器等。

[0036] 计算机系统 90 还可以包括网络连接硬件 129,通过该硬件 129,计算机系统 90 连接到一个或多个网络。网络连接硬件 129 可包括用于将计算机系统 90 耦接到(多个)网络的任何类型的硬件,例如取决于网络的类型。

[0037] 在各个实施例中,计算机系统 90 可被耦接到任何类型的网络或网络组合。例如,计算机系统 90 可被耦接到局域网 (LAN)、广域网 (WAN)、无线网络、内部网、因特网等中的一个或多个。示例性的局域网包括以太网、光纤分布式数据接口 (FDDI) 网络和令牌环网。计算机系统 90 可利用任何类型的有线或无线连接介质耦合到一个或多个网络。例如,有线介质可包括以太网、光纤通道、连接到普通旧式电话服务 (POTS) 的调制解调器等。无线连接介质可包括利用诸如 IEEE802.11(无线以太网)的无线通信协议的无线连接、通过蜂窝服务的调制解调器链路、卫星链路等。

[0038] 图 3 示出计算机系统 90 的另一实施例。计算机系统 90 可包括与参考图 2 所述类似的部件,诸如一个或多个处理器 120、存储文件系统软件 205 的存储器 122、一个或多个存储设备 125、一个或多个输入设备 126、一个或多个显示设备 128 以及网络连接硬件 129。

[0039] 在某些实施例中,文件系统软件 205 可使用多个逻辑卷 212,其中每个卷 212 包括一个或多个存储设备 125 的存储部分。每个卷 212 可被指定到存储层 200(例如,在本例子中的存储层 200A 或 200B)。因此,在图 3 的例子中,存储层 200 代表卷 212 的分组。具体的,卷 212A、212B 和 212D 被指定到存储层 200A,而卷 212C 被指定到存储层 200B。

[0040] 在各个实施例中,可出现任意数量的卷 212 和任意数量的存储设备 125。同样,可定义任意数量的存储层 200,并且可以根据任何所需标准将卷 212 指定到存储层 200。在某些实施例中,单个存储设备 125 上的不同卷可被指定到不同存储层 200。

[0041] 一个或多个处理器 120 可以执行文件系统软件 205 以实施管理在卷 212 上存储的文件的一个或多个文件系统。文件系统软件 205 也能执行这里所述的用于在指定存储层上执行文件系统操作的方法。

[0042] 在各个实施例中,计算机系统 90 可包括任意数量的计算机,例如一个或多个。在某些实施例中,计算机系统 90 可包括多个计算机。因此,在某些实施例中,计算机系统 90

的功能可分布在多个计算机上。例如,图 4 示出其中计算机系统 90 包括三个服务器计算机 92A、92B 和 92C 的实施例。在某些实施例中,文件系统软件 205 可分布在例如三个服务器计算机 92 上,使得每个服务器计算机 92 执行文件系统软件 205 的相应实例或文件系统软件 205 的相应部分。

[0043] 服务器计算机 92 可通过网络 84 连接。在某些实施例中,一个或多个服务器计算机 90 可通过网络 84 访问一个或多个存储设备 125。例如,图 4 中,一个或多个存储设备 125 可被包括在网络存储设备 50A 或 50B 中。

[0044] 现在参见图 5,示出用于对指定存储层执行文件系统操作的方法的一个实施例。该方法可由在计算机系统 90 上执行的文件系统软件 205 执行。

[0045] 如图框 301 所示,可以接收指定文件系统操作和路径名的输入。在各个实施例中,该输入可以指定任何不同种类的文件系统操作。文件系统操作的例子包括:在目录中列出文件的操作,创建新文件的操作,拷贝文件的操作,修改文件的操作,将文件从一个目录移到另一个目录的操作,重命名文件的操作,改变文件的一个或多个属性的操作,显示文件的操作等。

[0046] 如这里所用,术语“路径名”表示指定文件系统目录和 / 或文件的信息。输入所指定的路径名可包括多个部分。例如,在某些实施例中,路径名可包括一个字符串,其中每个部分是该字符串的子串。这些部分可包括一个或多个目录部分和存储层部分。一个或多个目录部分可指定文件系统目录,例如,应执行文件系统操作的目录。存储层部分可指定应执行文件系统操作的存储层。

[0047] 在某些实施例中,路径名可包括一个字符串,该字符串的各个部分可由分隔字符分隔。在某些实施例中,存储层部分可位于字符串中一个或多个目录部分之后。在其他实施例中,存储层部分可位于字符串中一个或多个目录部分之前。

[0048] 在某些实施例中,由输入指定的路径名看上去可类似于 Unix 样式的路径名,但也可包括存储层部分。例如,在某些实施例中,路径名可以是以下格式的字符串:

[0049] /dir1/dir2/st = tier_A

[0050] 在该例子中,“dir1”和“dir2”是目录部分,“st = tier_A”是存储层部分。路径名中的各部分由“/”分隔符互相分隔。目录部分指定在文件系统的目录层级中的目录,例如,根据目录层级按层级顺序指定目录部分。在这个例子中,按层级放在一起的目录部分指定名为“dir2”的目录,“dir2”目录是“dir1”目录的子目录。存储层部分指定系统定义的存储层,例如通过指定一个特定存储层的名称或识别符。在该例子中,存储层部分指定名为“tier_A”的存储层。

[0051] 在其他实施例中,路径名是该格式的字符串:

[0052] st = tier_A/dir1/dir2

[0053] 在该例子中,由目录部分的路径指定同一目录(即,“dir2”目录),但存储层部分位于目录部分之前。在某些实施例中,文件系统软件 205 可允许以存储层部分在目录部分之前或之后的任一种方式输入路径名。

[0054] 应注意上述路径名仅为例子,但在各个实施例中,路径名具有任何不同的其他形式。具体的,路径名的存储层部分具有除了形式“st = tiername”之外的形式。

[0055] 在某些实施例中,在 301 中接收的输入可被接收作为用户输入。例如,在某些实施

例中,用户输入由文件系统软件 205 通过用户接口、例如操作系统用户接口接收。例如,在某些实施例中,用户向操作系统命令行接口或能使用户指定文件系统操作的其他用户接口输入文本类输入,诸如各种文件系统命令。在该实施例中,文件系统操作和路径名被指定为字符串。

[0056] 在其他实施例中,输入 301 由文件系统软件 205 通过除了用户接口之外的各种类型接口接收。例如,在某些实施例中,输入通过编程接口传递到文件系统软件 205。作为一个例子,用户应用或程序通过诸如函数调用、方法调用等库调用将输入传递到文件系统软件 205。例如,在某些实施例中,库调用可对应或指定具体的文件系统操作,路径名可作为库调用中的参数来传递。作为另一例子,系统级应用或程序可通过系统调用将输入传递到文件系统软件 205。作为另一例子,文件系统软件 205 的一个模块可通过调用具体的文件系统操作并且作为参数传递路径名而将输入传递到文件系统软件 205 的另一模块。

[0057] 如 303 所示,该方法进一步包括分析路径名以确定由一个或多个目录部分确定的目录和由存储层部分指定的存储层。例如,在路径名包括字符串的情况下,可通过解析该字符串以确定其独立的各个部分而分析字符串。在上面例子中,可通过搜索作为不同部分之间分隔符的“/”符来确定相互独立的各个部分。在这些例子中,可通过确定哪个部分以字符“st =”开始而识别存储层部分。存储层的名称可被确定为存储层部分中跟在字符“st =”后的部分。因此,由存储层部分指定的存储层可被识别为具有指定的存储层名的存储层。由目录部分指定的目录可被识别为由一个或多个目录部分按层级指定的目录。

[0058] 如 305 所示,该方法进一步包括执行文件系统操作,其中该文件系统操作在路径名所指定的目录和存储层上进行。文件系统操作可以以任何不同形式在目录和存储层上执行,例如,取决于文件系统操作的类型。例如,存储层可以指示在指定目录上执行文件系统操作的存储层上下文。

[0059] 如图所示,考虑图 6-8 所示的例子。假设该系统包括两个存储层 200A 和 200B。多个文件 230 中的每个文件 230 可被指定到这两个存储层之一。如图 6 所示,文件系统包括其中按层级组织多种目录 600 的目录层级或树。例如,目录层级包括名为“directory_A”的根目录,作为根目录的子目录的名为“directory_B”的目录 600B,作为根目录 600B 的子目录的名为“directory_D”的目录 600D 等。图 6 所示的每个文件 230 都包括在目录层级中的一个目录中。例如,文件 230C、230D、230L 和 230T 被包括在名为“directory_G”的目录 600G 中,文件 230A、230E、230F、230N 和 230P 被包括在名为“directory_F”的目录 600F 中。(为简化示意图,没有显示其它目录中的文件 230。)

[0060] 图 6 也示出目录 600F 和 600G 中的每个文件 230 被指定给哪个存储层。例如,目录 600G 中的文件 230C 和 230D 以及目录 600F 中的文件 230A、230E 和 230F 被指定到存储层 200A。目录 600G 中的文件 230L 和 230T 以及目录 600F 中的文件 230N 和 230P 被指定到存储层 200B。

[0061] 例如,图 7 示出其中系统包括五个存储单元 220A-220E 的实施例,例如,存储单元是存储各种文件 230 的存储设备或卷。存储单元 220A 和 220B 被指定到具有名“tier_A”的存储层 200A。存储单元 220C、220D 和 220E 被指定到具有名“tier_B”的存储层 200B。如所示,文件 230A、230C 和 230D 被存储在存储单元 220A 中,文件 230E 和 230F 被存储在存储单元 220B 中。因此,每个文件 230C、230D、230A、230E 和 230F 都被存储在指定到存储层

200A 的存储单元 220 中。类似地,每个文件 230L、230T、230N 和 230P 被存储在指定到存储层 200B 的存储单元 220 中。例如,如图 7 所示,文件 230L 被存储在存储单元 220C 中,文件 230N 和 230P 被存储在存储单元 220D 中,以及文件 230T 被存储在存储单元 220E 中。

[0062] 现在考虑其中用户输入文件系统命令的图 8 所示的示例性的用户接口 610。在用户接口 610A 中,用户输入字符串“ls/directory_A/directory_C/directory_F”。在该例子中,“ls”是请求文件系统显示指定目录“/directory_A/directory_C/directory_F”的目录列表的文件系统命令。如图所示,文件系统显示在指定目录中的所有文件,即,文件 230A、230E、230F、230N 和 230P(参见图 6)。在该例子中,用户输入的路径名不包括存储层部分,命令操作类似于在现有技术的 Unix 系统中的“ls”文件系统命令。

[0063] 然而,在用户接口 610B 中,用户输入字符串“ls/directory_A/directory_C/directory_F/st = tier_A”。因此,在该例子中,用户输入的路径名指定存储层 200A。因此,在该情况的“ls”命令作用于目录“/directory_A/directory_C/directory_F”和存储层 200A。在该情况下,指定的存储层赋予“ls”命令一个上下文含义并通知文件系统软件 205 只应列出目录 600F(“/directory_A/directory_C/directory_F”)中被指定给存储层的文件。因此,如显示的输出 614B 所示,只显示 230A、230E 和 230F(这些文件被指定给存储层 200A),而不显示文件 230N 和 230P(这些文件被指定给存储层 200B)。

[0064] 图 9 示出用于对指定存储层执行文件系统操作的方法的另一实施例。

[0065] 在 321,接收指定文件系统操作和路径名的输入,其中路径名包括多个部分。这些部分包括一个或多个目录部分、文件名部分和存储层部分。

[0066] 在 323,分析路径名以确定由一个或多个目录部分指定的目录、由文件名部分指定的文件名和由存储层部分指定的存储层。

[0067] 在 325,执行文件系统操作,其中该文件系统操作对所述文件名、所述目录和所述存储层进行操作。

[0068] 因此,图 9 所示的方法操作类似于图 8 的方法,但在本实施例中,输入指定的路径名还包括文件名。包括一个或多个目录部分、文件名部分和存储层部分的路径名的一个例子是以下格式的字符串:

[0069] /dir1/dir2/st = tier_A/filename。

[0070] 包括一个或多个目录部分、文件名部分和存储层部分的路径名的另一例子是以下格式的串:

[0071] st = tier_A/dir1/dir2/filename

[0072] 文件系统操作能以多种不同方式对文件名、目录和存储层进行操作,例如取决于文件操作的类型。例如,存储层可以指示对指定目录中的指定文件执行文件系统操作的存储层上下文。作为一个例子,文件系统操作可用于在指定目录中创建具有指定文件名的文件,使得新创建的文件被指定到指定的存储层。

[0073] 作为一个例子,考虑图 10 所示的例子。假设系统如参考图 6 和 7 所述配置。如用户接口 610 所示,用户输入文本 612:

[0074] mv/directory_A/directory_B/directory_D/directoryG/filenameC

[0075] /directoryA/directoryC/directoryF/st = tier_B/filenameC

[0076] 该指定文本指示用户想要将目录 600G(名为“/directory_A/directory_B/

directory_D/directoryG”)中的文件(名为“filenameC”)移到目录600F(名为“/directoryA/directoryC/directoryF”)并“指定到存储层200B(名为“st = tier_B”)。因此,在执行该命令时,文件系统软件205将文件230C从目录600G移到目录600F。因为文件230C之前被指定到目录层200A,所以文件系统软件205将文件230C重新指定到存储层200B。在将文件230C重新指定到存储层200B时,文件系统软件205可将文件从存储单元220A移到被指定给存储层200B的存储单元220之一。例如,在图10中,文件230C已移到存储单元220C。因此,例如,在存储层200代表存储设备125的分组实施例,文件系统软件205可将文件230C从一个存储设备125移到另一个存储设备。类似的,在存储层200代表卷212的分组实施例,文件系统软件205可将文件230C从一个卷212移到另一个卷。

[0077] 图11图示其中文件系统命令对指定的文件名、目录和存储层进行操作的另一例子。在该例子中,用户导航到目录600F,然后输入以下文本612:

[0078] cat filenameA>

[0079] /directory_A/directory_B/directory_D/directoryG/st = tier_B/
newfilename

[0080] 指定的文本指示用户想要将来自文件230A(名为“filenameA”)的数据输送到名为“newfilename”的新文件,其中在目录600G(名为“/directory_A/directory_B/directory_D/directoryG”)中创建新文件,该新文件被指定到存储层200B(名为“tier_B”)。因此,文件系统软件可以使用来自文件230A的数据创建目录600G中的新文件230V并将新文件230V指定到存储层200B。因为新文件230V被指定到存储层200B,所以该文件可被存储在存储单元220C、220D或220E之一中。例如,在图11中,新文件230V已存储在存储单元220E中。

[0081] 在该方法的另一实施例中,送入文件系统软件205的输入可以指定第一路径名和第二路径名。第一路径名包括含有一个或多个目录部分、文件名部分和存储层部分的第一字符串。第二路径名包括含有一个或多个目录部分和文件名部分的第二字符串。可以按任一顺序指定第一路径名和第二路径名。在该实施例中,可对第一文件名、第一目录、第二文件名、第二目录和存储层执行文件系统操作。在另一实施例中,第二路径名还可包括存储层,该方法可对第一文件名、第一目录、第二文件名、第二目录、第一存储层和第二存储层进行操作。

[0082] 例如,在一个实施例中,用户输入文本:

[0083] mv/dir1/dir2/st = tiername1/ *.txt

[0084] /dir3/st = tiername2

[0085] 在该例子中,第一路径名中的文件名被赋予通配符(“*.txt”)。在处理该命令时,文件系统软件205将目录“/dir1/dir2”中被指定给存储层“tiername1”并具有扩展名“.txt”的每个文件移动到目录“/dir3”并将该文件重新指定给存储层“tiername2”。

[0086] 因此,在某些实施例中,存储层信息可以与文件系统的名称空间集成在一起,例如使得用户或应用可以通过将特定的存储层指定为路径名中的一个组成部分而请求文件系统命令或文件系统操作在特定存储层的上下文中执行。

[0087] 格式为“/dir1/dir2/st = tiername”的路径名这里也称为存储层目录,因为该路

径名的样子就象目录“/dir1/dir2”存在一个名为“st = tiername”的子目录。然而,在某些实施例中,在目录层级中可能不存在名为“st = tiername”的实际目录。例如,如上所述,用户输入诸如“ls/dir1/dir2/st = tiername”的命令行文本。不是从名为“st = tiername”的实际目录检索文件列表,文件系统软件 205 例如可以通过分析“dir1/dir2”目录的目录信息和 / 或分析存储在该目录中的文件的文件信息来确定哪些文件被指定到指定的存储层,从而动态产生文件列表。

[0088] 在某些实施例中,即使存储层目录不是目录层级中的实际目录,用户也可以改变当前目录以移动到一个存储层目录中。例如,用户可以输入诸如“cd/dir1/dir2/st = tiername”的命令行文本以将当前目录改变为指定的存储层目录。如果用户随后输入命令行文本“ls”,则文件系统可以只显示在目录“/dir1/dir2”中被指定到名为“tiername”的存储层的文件,就象用户键入“ls/dir1/dir2/st = tiername”一样。

[0089] 作为另一例子,存储层目录在安装点 (mount point) 级对用户可见。例如,用户可以安装文件系统为“/st = t1”并输入命令行文本“cd/st = t1/dir1”。如果用户接着输入命令行文本“ls”,则文件系统可以只显示目录“/dir1”中被指定给名为“t1”的存储层的文件。如果用户接着例如通过输入“cd dir2”向下导航到“dir1”的子目录,则可以保持存储层上下文。例如,如果用户再次输入“ls”,则文件系统可以只显示目录“/dir1/dir2”中被指定给名为“t1”的存储层的文件。类似的,如果用户指定另一类型的文件系统命令而不指定绝对路径,则命令可以仅对当前目录中被指定给名为“t1”的存储层的文件进行操作。

[0090] 对于在安装点级被指定的存储层目录,存储层上下文信息可被存储,使得当需要确定文件系统操作的存储层上下文时可被有效获取。例如,在某些实施例中,存储层上下文信息可被存储在包含关于安装的文件系统的信息的超级模块中。

[0091] 在某些实施例中,可以预先计算并缓存用于存储层目录的各种目录列表,例如使得当文件系统操作需要时它们已可用。当通过存储层目录进行文件系统修改时,文件系统软件 205 可以首先修改实际目录层级中的文件系统目录信息,然后修改用于存储层目录的缓存的目录信息。这可以避免存储层目录信息位于实际目录层级中的目录信息之前。

[0092] 在某些实施例中,存储层信息可被存储为每个文件的元数据。在其他实施例中,用于各个文件的存储层信息可以与该文件的父目录中的文件的名称一起存储。这可以改进确定在给定目录中哪些文件属于给定存储层的速度,因为可从父目录获取存储层信息,从而避免访问每个文件的元数据的需要。

[0093] 在其他实施例中,存储层目录的概念可以扩展到包括多个存储层的存储层上下文信息,例如,用户可以输入“ls/dir1/dir2/st = (t1 OR t2)”以便请求文件系统显示目录“/dir1/dir2”中属于存储层“t1”或存储层“t2”的所有文件。作为另一例子,用户可以输入“ls/dir1/dir2/st = (NOT t1)”以便请求文件系统显示目录“dir1/dir2”中不属于存储层“t1”的所有文件。

[0094] 在某些实施例中,可以通过诸如 NFS 或 CIFS 的协议将文件从远程机器放入或移至特定的存储层。例如,用户可以通过发出“mv”命令或其他文件系统操作以及远程文件系统中的路径名而指定将远程机器上的远程文件系统中的文件迁移到一个不同的存储层,其中路径名包括存储层部分。

[0095] 在不同实施例中,将存储层信息和文件系统的名称空间集成在一起可使各种类型

的软件应用能够使用存储层信息,否则它们不能这么容易地做到这一点。例如,考虑用户希望只备份“/home”中被指定给存储层“t1”的那些文件的备份软件应用。用户可以只是请求备份软件应用备份存储层目录“/st = t1/home”或“/home/st = t1”。这可以确保只备份所需文件。同样,可以以目录名的形式自动存储存储层名。在恢复过程中,因为恢复路径名是“/st = t1/home”,所以文件系统可以理解需要在存储层“t1”中创建这些文件。因此,现有备份产品可利用存储层信息而不需要重大改变。类似的,诸如搜索工具、分类工具或执行数据生命周期管理的应用等其他类型的软件应用可通过使用包括存储层部分的路径名而轻松使用存储层信息,例如以便执行诸如对指定存储层分配文件、列出指定存储层中的文件、将文件重新指定到指定存储层等操作。

[0096] 作为某些实施例中潜在优点的另一例子,假设用户或应用知道所需文件的工作集属于一个特定的存储层或一组存储层。例如,假设用户的应用只需要属于存储层“t1”或“t2”的文件。不使用诸如“/dir1”的传统工作目录,用户可将工作目录设为“/st = (t1 OR t2)/dir1”。在其中目录过滤发生在目录读取级的实施例中,不属于存储层“t1”或“t2”的那些文件可不占用 DNLC 缓存中的不必要空间。另外,缓存的目录块可由文件系统产生,使得它们占用较少的空间。从用户角度看,他可以用不那么繁琐的名称空间来更好地浏览他的数据。

[0097] 在某些实施例中,为系统定义的存储层可以具有层级组织。例如,多个卷可以形成一个集合,多个集合可以形成一层,多个层可以形成一类等。通过类似地表示为目录树结构,这样的层级可被合并到系统中。因此,例如如果应用希望将文件“dir1/file1”分配给类“Gold”,层“t1”,卷“v1”,则该应用可以指定使用路径名“class = Gold/tier = t1/volume = v1/dir1/file1”来创建该文件。如果用户不关心确切的层和卷而只关心类,则应用可以只指定诸如“class = Gold/dir1/file1”的路径名。

[0098] 在某些实施例中,系统可跨多个存储层来分割文件。这对于例如非常大的数据库文件可能是有用的。分割的文件可以通过存储层的联合来处置。例如,如果用户希望指定将文件部分放在存储层“t1”或“t2”上,则用户可提供路径名“st = (t1 OR t2)”。可以使该文件在“t1”的存储层目录和“t2”的存储层目录是可见的。如果希望只有给定存储层中的文件可见,则可以通过向原始文件名附加偏移长度组合而形成相应存储层目录中的文件名。

[0099] 应注意,各种实施例进一步包括接收、发送或存储在计算机可访问存储介质上根据上面描述的内容而实施的指令和/数据。一般来讲,计算机可访问存储介质可包括在向计算机提供指令和/或数据时计算机可访问的任何存储介质。例如,计算机可访问存储介质可包括诸如磁或光介质的存储介质,例如盘(固定的或可移动的)、磁带、CD-ROM、DVD-ROM、CD-R、CD-RW、DVD-R、DVD-RW等。存储介质还可以包括可经由诸如通用串行总线(USB)接口等外围接口访问的、诸如RAM(例如,同步动态RAM(SDRAM)、Rambus DRAM(RDRAM)、静态RAM(SRAM)等)、ROM、闪存、非易失性存储器(例如,闪存)的易失性或非易失性存储介质。在某些实施例中,计算机可通过诸如网络 and / 或无线链接的通信装置访问存储介质。

[0100] 虽然上面已详细描述实施例,但只要充分理解上面的说明,各种改变和修改对本领域技术人员就会变得明显。希望随后的权利要求能解释为包含所有变型和修改。

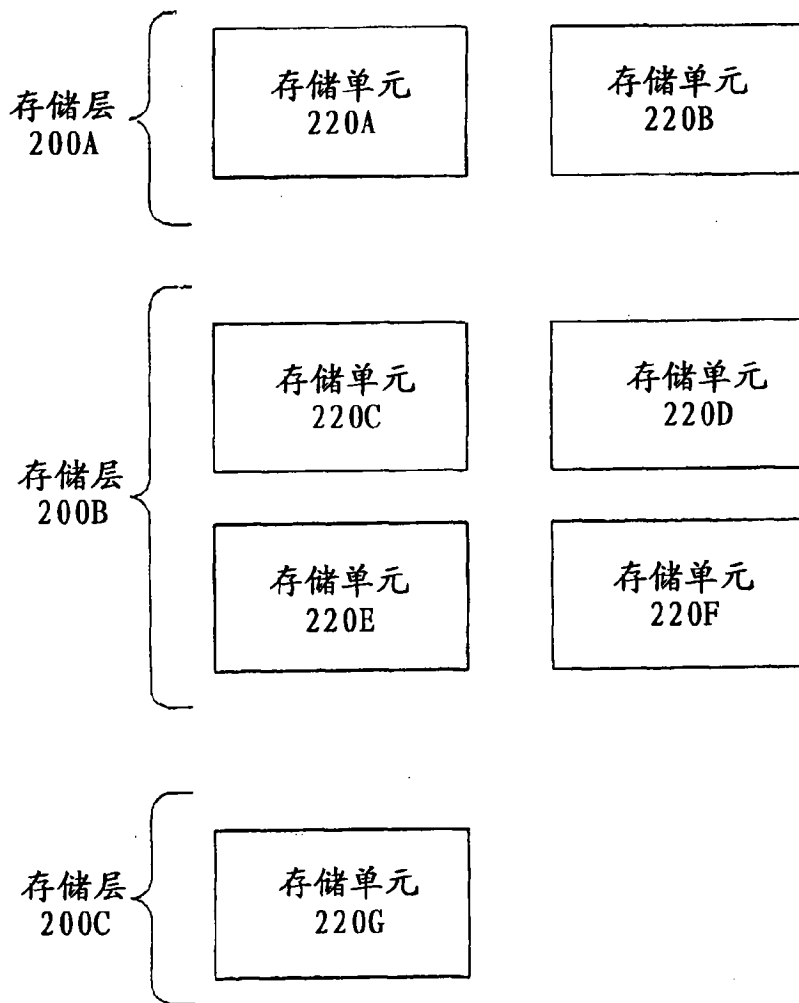


图 1

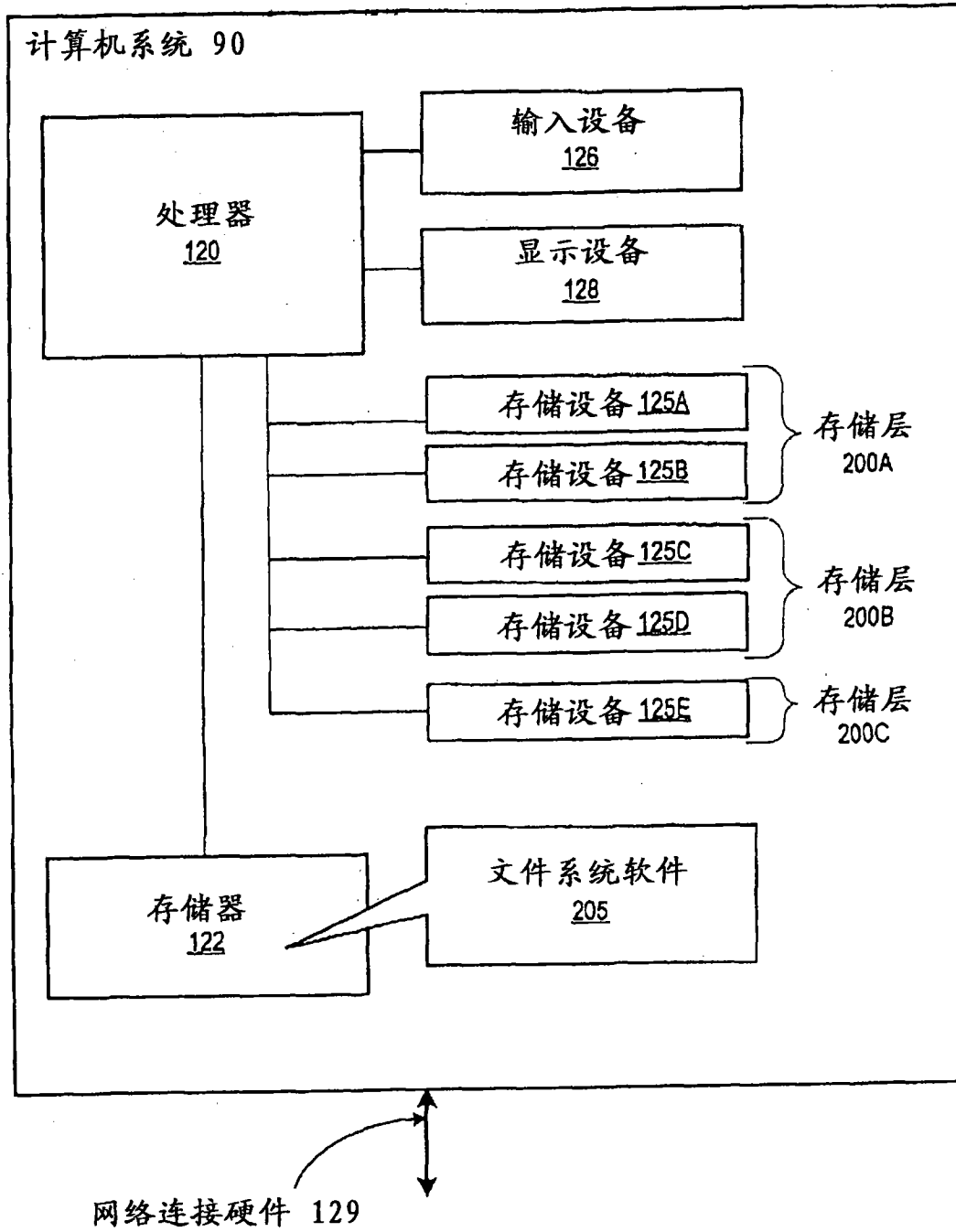
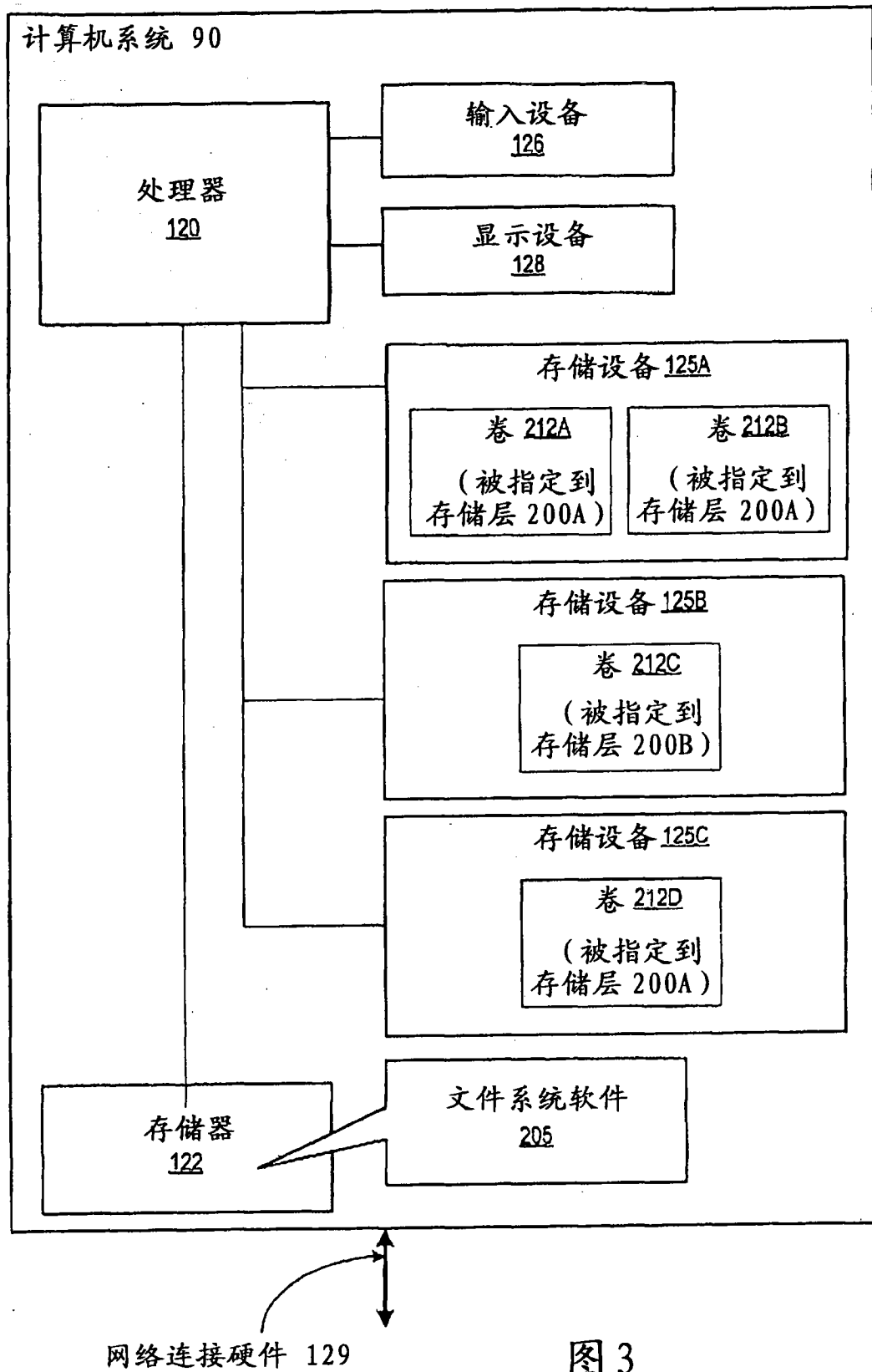


图 2



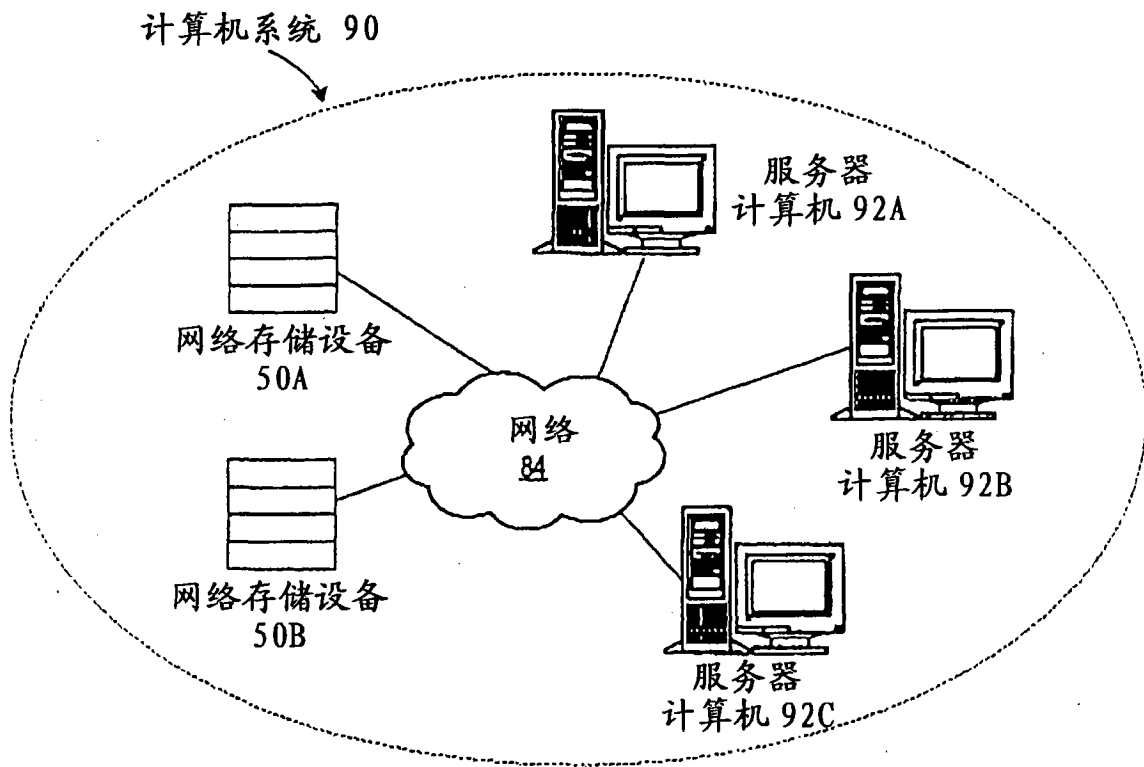


图 4

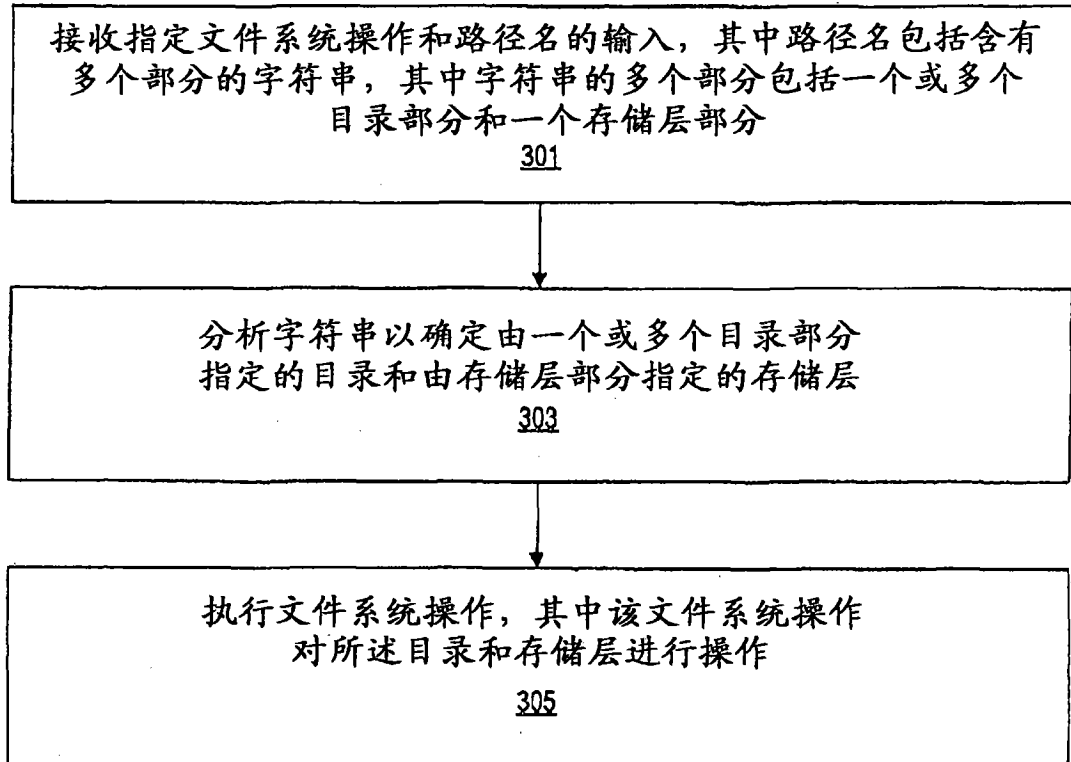


图 5

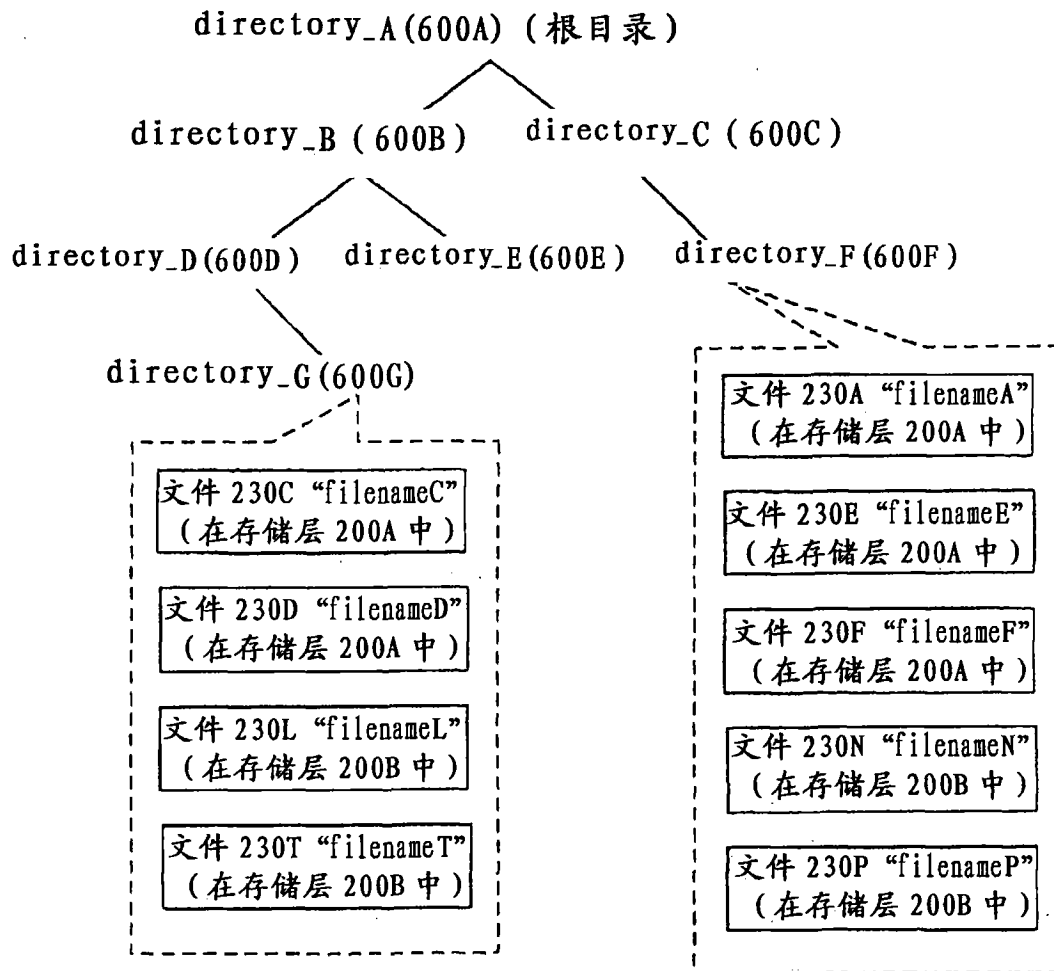


图 6

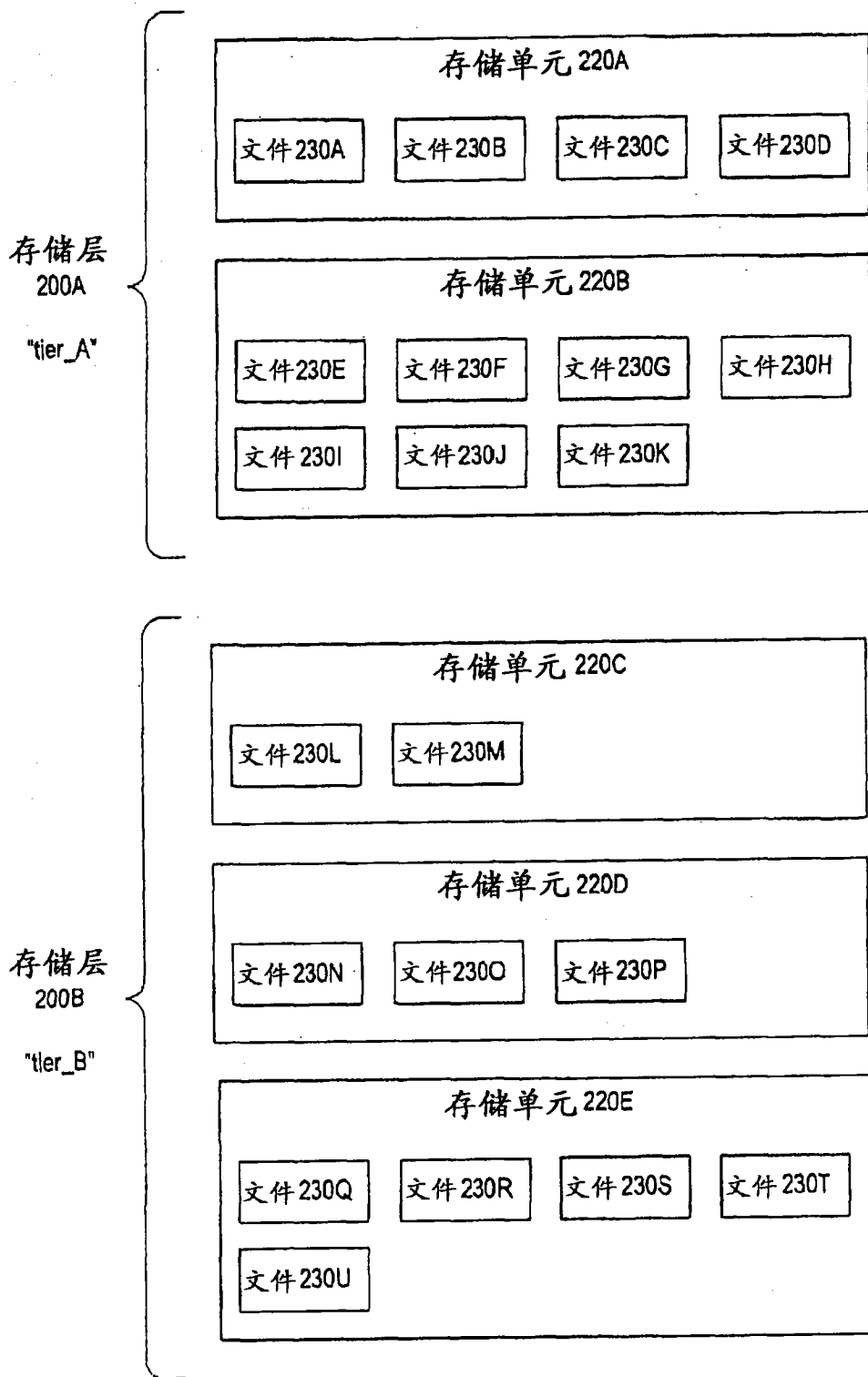


图 7

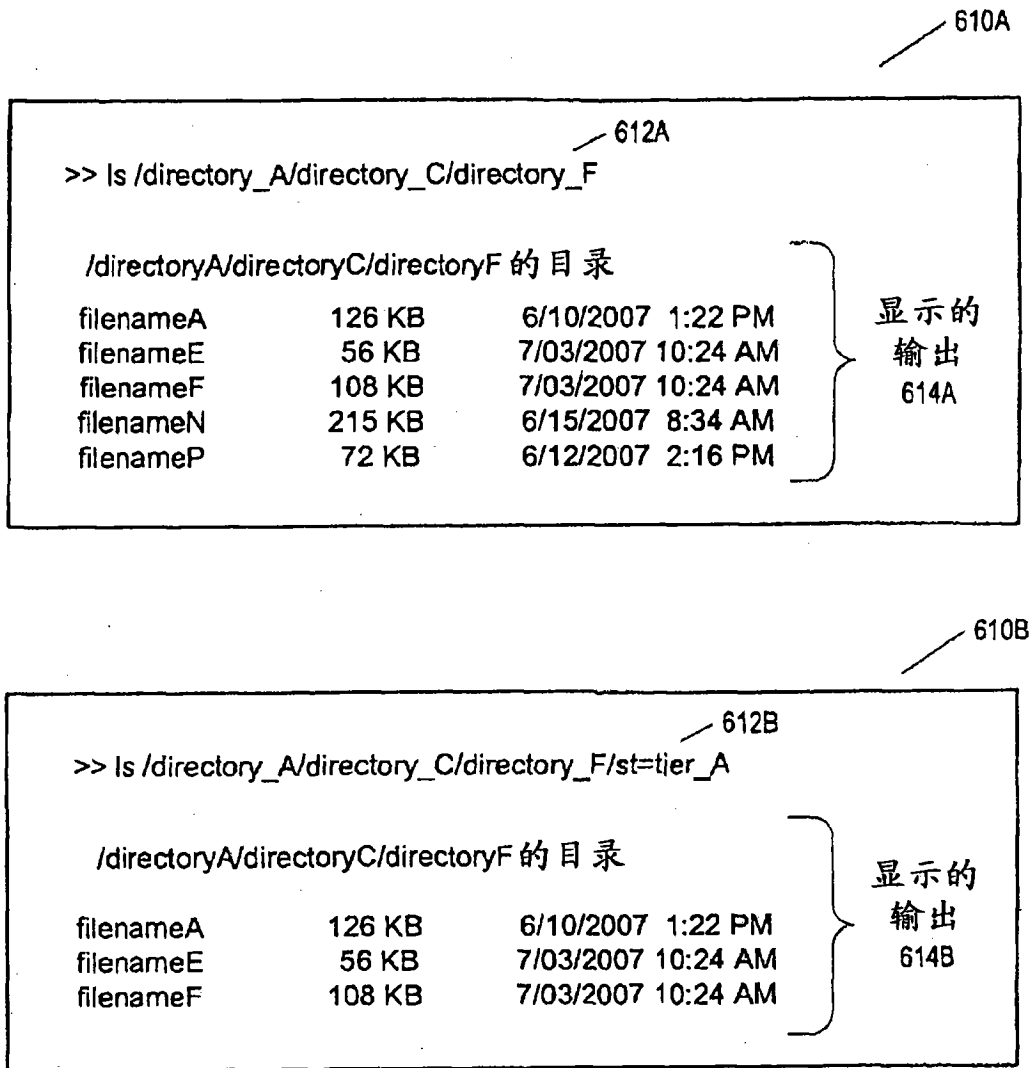


图 8

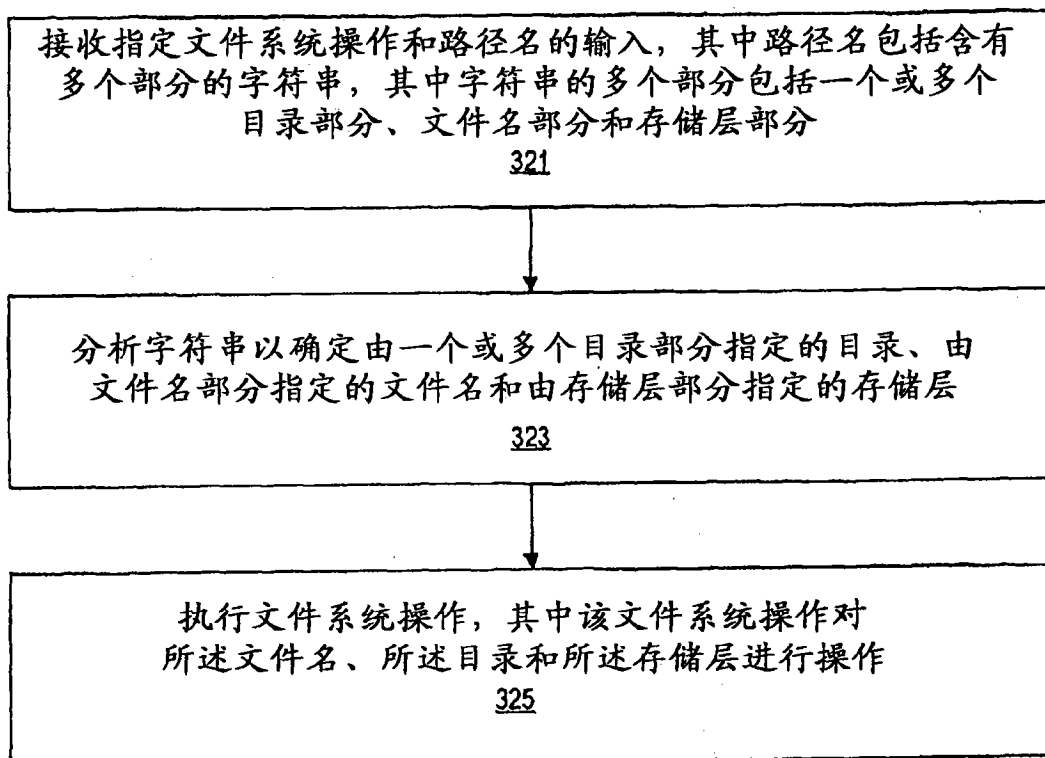


图 9

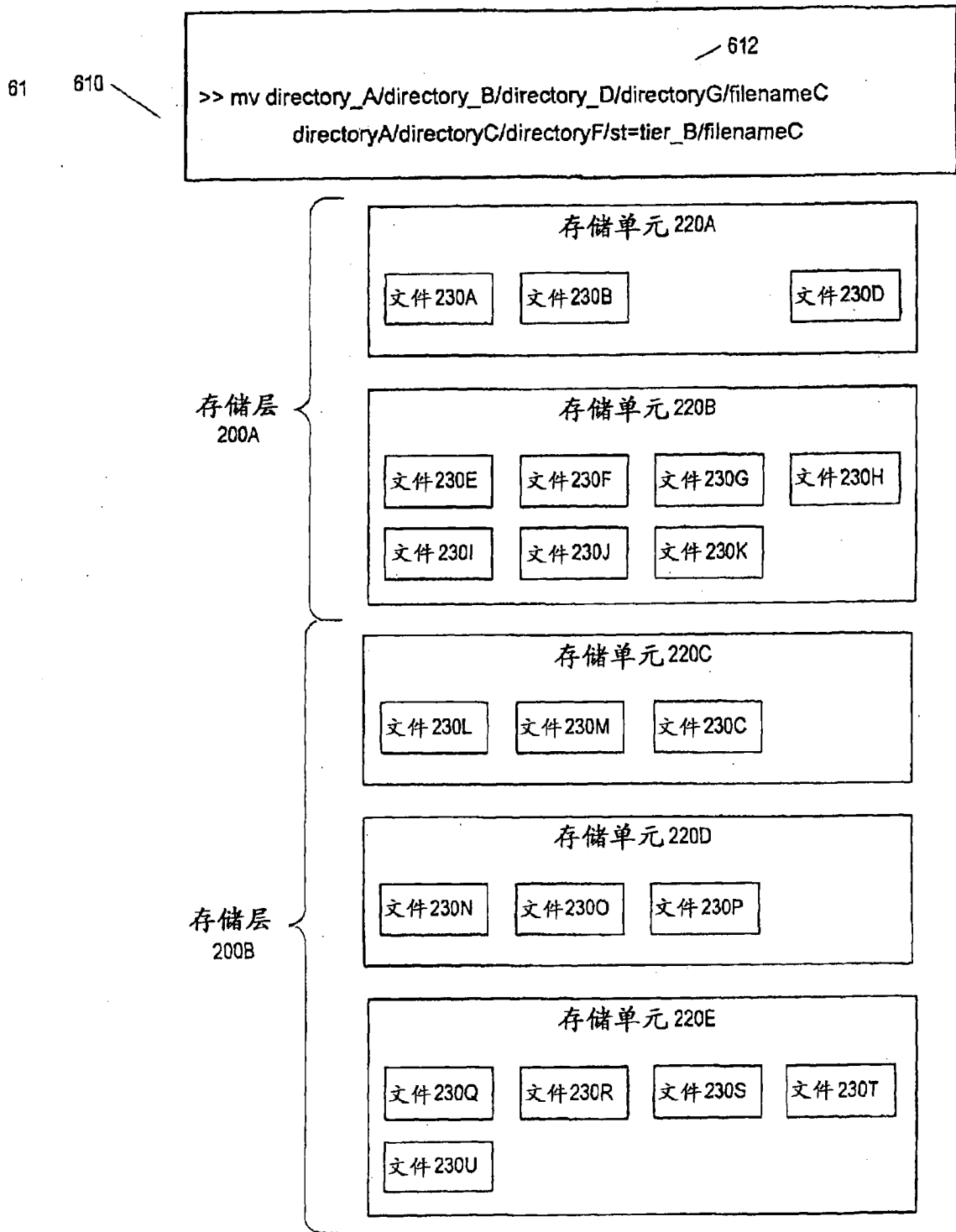


图 10

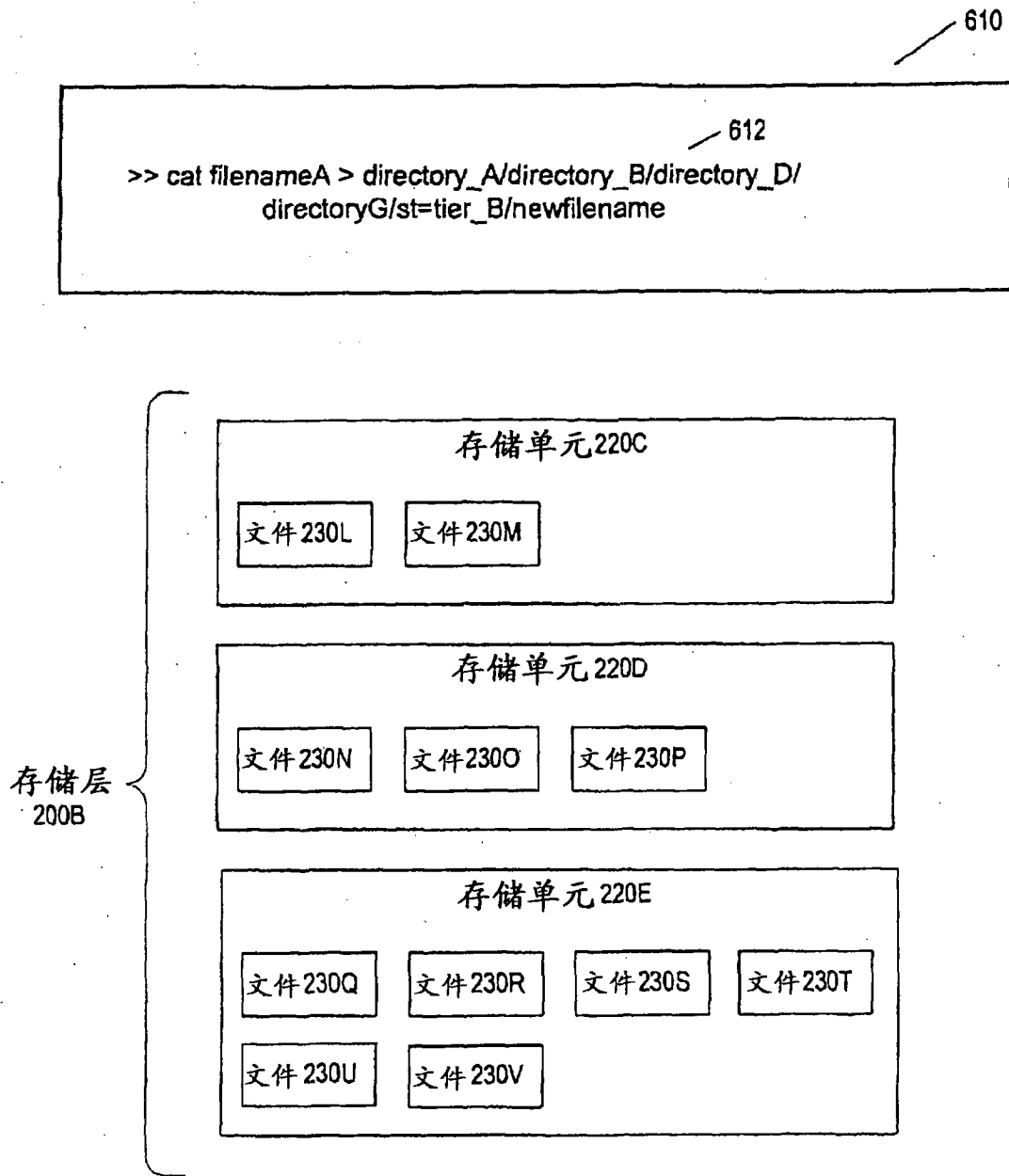


图 11