



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105094684 A

(43) 申请公布日 2015. 11. 25

(21) 申请号 201410168641. 8

(22) 申请日 2014. 04. 24

(71) 申请人 国际商业机器公司  
地址 美国纽约阿芒克

(72) 发明人 周雪强

(74) 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所  
11105

代理人 邸万奎

(51) Int. Cl.

G06F 3/06(2006. 01)

G06F 11/16(2006. 01)

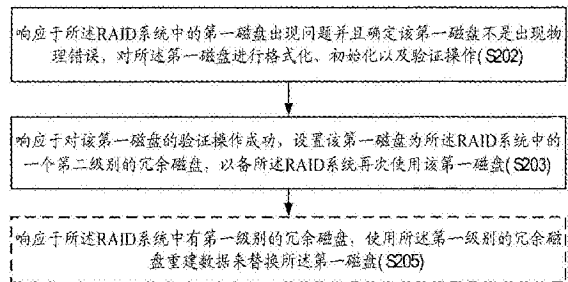
权利要求书2页 说明书7页 附图3页

(54) 发明名称

磁盘阵列系统中问题磁盘的重用方法和系统

(57) 摘要

本发明公开了一种 RAID 系统中问题磁盘的重用方法和系统,方法包括:响应于所述 RAID 系统中的第一磁盘出现问题,并且确定该第一磁盘不是出现物理错误,对所述第一磁盘进行格式化、初始化以及验证操作;以及响应于对该第一磁盘的验证操作成功,设置该第一磁盘为所述 RAID 系统中的一个第二级别的冗余磁盘,以备所述 RAID 系统再次使用该第一磁盘。本发明提出的方法和系统,能够使得高端 RAID 存储中的因为介质错误或者读写较慢而被隔离出系统的问题磁盘,在保证系统可靠性的前提下,被 RAID 系统重用。



1. 一种 RAID 系统中问题磁盘的重用方法,包括:

响应于所述 RAID 系统中的第一磁盘出现问题,并且确定该第一磁盘不是出现物理错误,对所述第一磁盘进行格式化、初始化以及验证操作;以及

响应于对该第一磁盘的验证操作成功,设置该第一磁盘为所述 RAID 系统中的一个第二级别的冗余磁盘,以备所述 RAID 系统再次使用该第一磁盘。

2. 根据权利要求 1 所述的方法,其中还包括:响应于所述 RAID 系统中有第一级别的冗余磁盘,使用所述第一级别的冗余磁盘重建数据来替换所述第一磁盘。

3. 根据权利要求 1 所述的方法,其中所述设置该第一磁盘为所述 RAID 系统中的一个第二级别的冗余磁盘进一步包括:存储所述第一磁盘被设置成第二级别的冗余磁盘前发生错误的次数。

4. 根据权利要求 1 所述的方法,其中所述以备所述 RAID 系统再次使用该第一磁盘包括:

响应于所述 RAID 系统中的第二磁盘出现问题,并且没有第一级别的冗余磁盘,使用一个第二级别的冗余磁盘重建数据来替换所述第二磁盘。

5. 根据权利要求 3 所述的方法,其中所述以备所述 RAID 系统再次使用该第一磁盘包括:

响应于所述 RAID 系统中的第二磁盘出现问题,并且没有第一级别的冗余磁盘,比较所述第二磁盘出现问题的次数和所述第二级别的冗余磁盘存储的发生错误的次数;响应于所述第二磁盘出现问题的次数大于所述第二级别的冗余磁盘存储的发生错误的次数,使用一个第二级别的冗余磁盘重建数据来替换所述第二磁盘。

6. 根据权利要求 4 或 5 所述的方法,其中还包括:响应于在所述 RAID 中创建了新的第一级别的冗余磁盘,并且该 RAID 系统中存在从第二级别的冗余磁盘重建的第三磁盘,使用所述新的第一级别的冗余磁盘重建数据来替换所述第三磁盘。

7. 根据权利要求 4 或 5 所述的方法,还包括:响应于所述 RAID 系统中的第二磁盘出现问题并且确定该第二磁盘不是出现物理错误,对所述第二磁盘进行格式化、初始化以及验证操作。

8. 根据权利要求 7 所述的方法,还包括:响应于对该第二磁盘的验证操作成功,设置该第二磁盘为所述 RAID 系统中的一个第二级别的冗余磁盘,以备所述 RAID 系统再次使用该第二磁盘。

9. 根据权利要求 7 所述的方法,还包括:响应于对该第二磁盘的验证操作失败,隔离该第二磁盘。

10. 根据权利要求 4 或 5 所述的方法,还包括:响应于所述第二磁盘出现问题并且确定该第二磁盘是出现物理错误,隔离该第二磁盘。

11. 一种 RAID 系统中问题磁盘的重用系统,包括:

问题磁盘初始处理装置,被配置成响应于所述 RAID 系统中的第一磁盘出现问题,并且确定该第一磁盘不是出现物理错误,对所述第一磁盘进行格式化、初始化以及验证操作;以及

问题磁盘设置装置,被配置成响应于对该第一磁盘的验证操作成功,设置该第一磁盘为所述 RAID 系统中的一个第二级别的冗余磁盘,以备所述 RAID 系统再次使用该第一磁盘。

12. 根据权利要求 11 所述的系统,其中还包括:冗余磁盘重建装置,被配置为响应于所述 RAID 系统中有第一级别的冗余磁盘,使用所述第一级别的冗余磁盘重建数据来替换所述第一磁盘。

13. 根据权利要求 11 所述的系统,其中所述问题磁盘设置装置还被进一步配置成:存储所述第一磁盘被设置成第二级别的冗余磁盘前发生错误的次数。

14. 根据权利要求 11 所述的系统,其中所述问题磁盘设置装置还被配置成:

响应于所述 RAID 系统中的第二磁盘出现问题,并且没有第一级别的冗余磁盘,使用一个第二级别的冗余磁盘重建数据来替换所述第二磁盘。

15. 根据权利要求 13 所述的系统,其中所述问题磁盘设置装置还被配置成:

响应于所述 RAID 系统中的第二磁盘出现问题,并且没有第一级别的冗余磁盘,比较所述第二磁盘出现问题的次数和所述第二级别的冗余磁盘存储的发生错误的次数;响应于所述第二磁盘出现问题的次数大于所述第二级别的冗余磁盘存储的发生错误的次数,使用一个第二级别的冗余磁盘重建数据来替换所述第二磁盘。

16. 根据权利要求 14 或 15 所述的系统,其中所述冗余磁盘重建装置还被配置为:响应于在所述 RAID 中创建了新的第一级别的冗余磁盘,并且该 RAID 系统中存在从第二级别的冗余磁盘重建的第三磁盘,使用所述新的第一级别的冗余磁盘重建数据来替换所述第三磁盘。

17. 根据权利要求 14 或 15 所述的系统,其中所述问题磁盘初始处理装置还被配置成响应于所述 RAID 系统中的第二磁盘出现问题并且确定该第二磁盘不是出现物理错误,对所述第二磁盘进行格式化、初始化以及验证操作。

18. 根据权利要求 17 所述的系统,其中所述问题磁盘设置装置还被配置成响应于对该第二磁盘的验证操作成功,设置该第二磁盘为所述 RAID 系统中的一个第二级别的冗余磁盘,以备所述 RAID 系统再次使用该第二磁盘。

19. 根据权利要求 17 所述的系统,还包括隔离装置,被配置成响应于对该第二磁盘的验证操作失败,隔离该第二磁盘。

20. 根据权利要求 14 或 15 所述的系统,其中所述隔离装置还被配置成响应于所述第二磁盘出现问题并且确定该第二磁盘是出现物理错误,隔离该第二磁盘。

## 磁盘阵列系统中问题磁盘的重用方法和系统

### 技术领域

[0001] 本发明涉及数据存储,更具体地,涉及一种RAID(磁盘阵列-Redundant Arrays of Independent Disks)系统中问题磁盘的重用方法和系统。

### 背景技术

[0002] RAID系统是一种把多块独立物理硬盘(disk drive)按不同的方式组合起来形成一个硬盘组,即逻辑硬盘,从而提供比单个硬盘更高的存储性能、并且还提供了数据备份的技术。在RAID系统中,备用的硬盘称为冗余磁盘,存储客户数据的硬盘被称为工作磁盘。当工作磁盘出现问题时,这种问题为磁盘故障或者磁盘事件,会被隔离出RAID系统,RAID系统在冗余磁盘中重建工作磁盘中的数据,从而使用冗余磁盘替换工作磁盘。

[0003] 工作磁盘的错误或者事件包括:物理错误(Hard Error)、介质错误(MediaError)以及读写较慢(Slow Disk)。物理错误,通常意味磁盘本身出现了比较严重的错误,比如磁头损坏,已经无法继续工作,这样的错误被认为是无法恢复的。介质错误通常是一些可恢复的错误,比如磁盘的某个扇区损坏,可以用备用的冗余扇区存放数据。读写较慢,通常意味着一些磁盘软件的问题,不是硬件引起的。但是因为介质错误和读写较慢这两种错误的存在,可能会引起磁盘性能的下降,从而引起整个存储系统性能的下降。所以,在高端存储系统中,为了保证存储系统的性能,当某个工作磁盘的介质错误和读写较慢错误到达一定阈值的时候,也会被隔离出RAID系统。

[0004] 显然,高端存储系统中由于介质错误和读写较慢这两种错误而被隔离的工作磁盘是可以再利用的,但是,现有技术中仅仅将这些问题磁盘放在“失败”的状态下,等待维修,并没有提供如何再利用这些问题磁盘的方法和系统。

### 发明内容

[0005] 根据本发明的一个方面,提供了一种RAID系统中问题磁盘的重用方法,包括:响应于所述RAID系统中的第一磁盘出现问题,并且确定该第一磁盘不是出现物理错误,对所述第一磁盘进行格式化、初始化以及验证操作;以及响应于对该第一磁盘的验证操作成功,设置该第一磁盘为所述RAID系统中的一个第二级别的冗余磁盘,以备所述RAID系统再次使用该第一磁盘。

[0006] 根据本发明的另一个方面,提供了一种RAID系统中问题磁盘的重用系统,包括:问题磁盘初始处理装置,被配置成响应于所述RAID系统中的第一磁盘出现问题,并且确定该第一磁盘不是出现物理错误,对所述第一磁盘进行格式化、初始化以及验证操作;以及问题磁盘设置装置,被配置成响应于对该第一磁盘的验证操作成功,设置该第一磁盘为所述RAID系统中的一个第二级别的冗余磁盘,以备所述RAID系统再次使用该第一磁盘。

[0007] 本发明提出的方法和系统,能够使得高端RAID存储中的因为介质错误或者读写较慢而被隔离出系统的问题磁盘,在保证系统可靠性的前提下,被RAID系统重用。

## 附图说明

[0008] 通过结合附图对本公开示例性实施方式进行更详细的描述,本公开的上述以及其它目的、特征和优势将变得更加明显,其中,在本公开示例性实施方式中,相同的参考标号通常代表相同部件。

[0009] 图 1 示出了适于用来实现本发明实施方式的示例性计算机系统 / 服务器 12 的框图;

[0010] 图 2 示意性示出了 RAID 系统中问题磁盘的重用方法的流程图;

[0011] 图 3 示意性示出了一种如何重用第二级别的冗余磁盘的方法流程;

[0012] 图 4 示意性示出了另一种如何重用第二级别的冗余磁盘的方法流程;以及

[0013] 图 5 示出了 RAID 系统中问题磁盘的重用系统的结构框图。

## 具体实施方式

[0014] 下面将参照附图更详细地描述本公开的优选实施方式。虽然附图中显示了本公开的优选实施方式,然而应该理解,可以以各种形式实现本公开而不应被这里阐述的实施方式所限制。相反,提供这些实施方式是为了使本公开更加透彻和完整,并且能够将本公开的范围完整地传达给本领域的技术人员。

[0015] 图 1 示出了适于用来实现本发明实施方式的示例性计算机系统 / 服务器 12 的框图。图 1 显示的计算机系统 / 服务器 12 仅仅是一个示例,不应对本发明实施例的功能和使用范围带来任何限制。

[0016] 如图 1 所示,计算机系统 / 服务器 12 以通用计算设备的形式表现。计算机系统 / 服务器 12 的组件可以包括但不限于:一个或者多个处理器或者处理单元 16,系统存储器 28,连接不同系统组件(包括系统存储器 28 和处理单元 16)的总线 18。

[0017] 总线 18 表示几类总线结构中的一种或多种,包括存储器总线或者存储器控制器,外围总线,图形加速端口,处理器或者使用多种总线结构中的任意总线结构的局域总线。举例来说,这些体系结构包括但不限于工业标准体系结构 (ISA) 总线,微通道体系结构 (MAC) 总线,增强型 ISA 总线、视频电子标准协会 (VESA) 局域总线以及外围组件互连 (PCI) 总线。

[0018] 计算机系统 / 服务器 12 典型地包括多种计算机系统可读介质。这些介质可以是任何能够被计算机系统 / 服务器 12 访问的可用介质,包括易失性和非易失性介质,可移动的和不可移动的介质。

[0019] 系统存储器 28 可以包括易失性存储器形式的计算机系统可读介质,例如随机存取存储器 (RAM) 30 和 / 或高速缓存存储器 32。计算机系统 / 服务器 12 可以进一步包括其它可移动 / 不可移动的、易失性 / 非易失性计算机系统存储介质。仅作为举例,存储系统 34 可以用于读写不可移动的、非易失性磁介质(图 1 未显示,通常称为“硬盘驱动器”)。尽管图 1 中未示出,可以提供用于对可移动非易失性磁盘(例如“软盘”)读写的磁盘驱动器,以及对可移动非易失性光盘(例如 CD-ROM, DVD-ROM 或者其它光介质)读写的光盘驱动器。在这些情况下,每个驱动器可以通过一个或者多个数据介质接口与总线 18 相连。存储器 28 可以包括至少一个程序产品,该程序产品具有一组(例如至少一个)程序模块,这些程序模块被配置以执行本发明各实施例的功能。

[0020] 具有一组(至少一个)程序模块 42 的程序 / 实用工具 40,可以存储在例如存储器

28 中,这样的程序模块 42 包括——但不限于——操作系统、一个或者多个应用程序、其它程序模块以及程序数据,这些示例中的每一个或某种组合中可能包括网络环境的实现。程序模块 42 通常执行本发明所描述的实施例中的功能和 / 或方法。

[0021] 计算机系统 / 服务器 12 也可以与一个或多个外部设备 14 (例如键盘、指向设备、显示器 24 等) 通信,还可与一个或者多个使得用户能与该计算机系统 / 服务器 12 交互的设备通信,和 / 或与使得该计算机系统 / 服务器 12 能与一个或多个其它计算设备进行通信的任何设备 (例如网卡,调制解调器等等) 通信。这种通信可以通过输入 / 输出 (I/O) 接口 22 进行。并且,计算机系统 / 服务器 12 还可以通过网络适配器 20 与一个或者多个网络 (例如局域网

[0022] (LAN), 广域网 (WAN) 和 / 或公共网络,例如因特网) 通信。如图所示,网络适配器 20 通过总线 18 与计算机系统 / 服务器 12 的其它模块通信。应当明白,尽管图中未示出,可以结合计算机系统 / 服务器 12 使用其它硬件和 / 或软件模块,包括但不限于:微代码、设备驱动器、冗余处理单元、外部磁盘驱动阵列、RAID 系统、磁带驱动器以及数据备份存储系统等。

[0023] 本发明的发明人通过长时间的统计,发现在高端存储中,有 95% 以上的问题磁盘,都是因为介质错误或者读写较慢而被隔离出系统的。这些问题磁盘完全可以被 RAID 系统重用。

[0024] 根据本发明的一种实施方式,公开了一种 RAID 系统中问题磁盘的重用方法,图 2 示意性示出了 RAID 系统中问题磁盘的重用方法的流程图,根据图 2,该方法包括:在步骤 S202,响应于所述 RAID 系统中的第一磁盘出现问题并且确定该第一磁盘不是出现物理错误,对所述第一磁盘进行格式化、初始化以及验证操作;在步骤 S203,响应于对该第一磁盘的验证操作成功,设置该第一磁盘为所述 RAID 系统中的一个第二级别的冗余磁盘,以备所述 RAID 系统再次使用该第一磁盘。

[0025] 由于出现问题的第一磁盘不是出现物理错误,那么该磁盘可能是介质错误或者读写较慢,这里的出现问题是指出在现有技术中要被隔离的问题,例如出现硬件问题或者出现错误超过规定的阈值等等。对第一磁盘进行格式化、初始化和验证使用的是现有技术。格式化是通过对磁盘的每个扇区写 0,确保每个写操作成功的操作;初始化是指对磁盘做些设置,从而适合存储系统的使用;验证操作是读磁盘的每个扇区,如果每个读操作都可以成功,就是验证成功;如果有读操作失败,则为验证失败。验证成功的磁盘会被认为其健康状态是好的,适合系统的使用。

[0026] 现有技术中,RAID 系统中的冗余磁盘是不分级别的,在本发明中,虽然第一磁盘被验证健康状态是好的,适合系统的使用,但其毕竟出现过问题,与系统中配置的没有任何问题的冗余磁盘时不能同等使用的。因此,本发明中,将系统中配置的没有任何问题的冗余磁盘作为第一级别的冗余磁盘集合中的一个磁盘,优先使用;而将出现问题的第一磁盘作为第二级别的冗余磁盘集合中的一个磁盘,只有当所有第一级别的冗余磁盘都被使用后,才考虑使用第二级别的冗余磁盘来备份,并且也是在一定的条件下使用,从而保证 RAID 系统的可靠性。因此,在一种实施方式中,图 2 还包括步骤 S205,响应于所述 RAID 系统中有第一级别的冗余磁盘,使用所述第一级别的冗余磁盘重建数据来替换所述第一磁盘。如何进行数据重建是本领域技术人员知道的 RAID 系统中的常用技术,这里不再赘述。

[0027] 在一种实施方式中,步骤 S203 中的设置该第一磁盘为所述 RAID 系统中的一个第二级别的冗余磁盘还进一步包括(图 2 未示出):存储所述第一磁盘被设置成第二级别的冗余磁盘前发生错误的次数。由于第一磁盘时发生介质错误或者读写较慢,这种问题一般是发生多次,即超过规定的次数阈值才会产生要被隔离的错误,如果将这种磁盘重用,需要记录错误发生的次数,从而判别该重用磁盘在作为冗余磁盘时是否合适。

[0028] 在一种实施方式中,图 2 还包括步骤 S201(图 2 未示出),响应于所述 RAID 系统中的第一磁盘出现问题并且确定该第一磁盘是出现物理错误,隔离该第一磁盘。

[0029] 在一种实施方式中,图 2 还包括步骤 S204(图 2 未示出),响应于对该第一磁盘的验证操作失败,隔离该第一磁盘。

[0030] 图 2 中的方法已经准备了 RAID 系统中第二级别的冗余磁盘以备所述 RAID 系统重用,图 3 示意性示出了一种如何重用第二级别的冗余磁盘的方法流程。根据图 3,在步骤 S302,响应于所述 RAID 系统中的第二磁盘出现问题,并且没有第一级别的冗余磁盘,使用一个第二级别的冗余磁盘重建数据来替换所述第二磁盘。即在该方法中,认为第二级别的冗余磁盘经过了验证,总是比现在正在出现问题的磁盘可靠性高,因此,选择其替换问题磁盘。另外,此处的一个第二级别的冗余磁盘可能是第一磁盘检验通过后成为的第二级别的冗余磁盘,也可能是原来第二级别的冗余磁盘集合中的其它第二级别的冗余磁盘。

[0031] 并且,在图 3 所示的方法的进一步的实施方式中,还包括步骤 S303,响应于所述 RAID 系统中的第二磁盘出现问题并且确定该第二磁盘不是出现物理错误,对所述第二磁盘进行格式化、初始化以及验证操作;以及步骤 S304,响应于对该第二磁盘的验证操作成功,设置该第二磁盘为所述 RAID 系统中的一个第二级别的冗余磁盘,以备所述 RAID 系统再次使用该第二磁盘。在更进一步的实施方式中,还包括步骤 S305(图 3 未示出),响应于对该第二磁盘的验证操作失败,隔离该第二磁盘。

[0032] 在图 3 所示的方法的一种实施方式中,该方法还包括步骤 S301(图 3 未示出)响应于所述第二磁盘出现问题并且确定该第二磁盘是出现物理错误,隔离该第二磁盘。

[0033] 在图 3 所示的方法的一种实施方式中,该方法还包括步骤 S306(图 3 未示出),响应于在所述 RAID 中创建了新的第一级别的冗余磁盘,并且该 RAID 系统中存在从第二级别的冗余磁盘重建的第三磁盘,使用所述新的第一级别的冗余磁盘重建数据来替换所述第三磁盘。也就是说,如果存在更可靠的第一级别的磁盘,就优先使用第一级别的冗余磁盘;第二级别的冗余磁盘总是在第一级别的冗余磁盘已经用光的情况下才使用;并且,即使第二级别的冗余磁盘已经使用,一旦有第一级别的冗余磁盘释放,还要用释放的第一级别的冗余磁盘替换第二级别的冗余磁盘,从而提高系统的可靠性。

[0034] 图 4 示意性示出了另一种如何重用第二级别的冗余磁盘的方法流程。根据图 4,在步骤 S402,响应于所述 RAID 系统中的第二磁盘出现问题,并且没有第一级别的冗余磁盘,比较所述第二磁盘出现问题的次数和所述第二级别的冗余磁盘存储的发生错误的次数;在步骤 S403,响应于所述第二磁盘出现问题的次数大于所述第二级别的冗余磁盘存储的发生错误的次数,使用一个第二级别的冗余磁盘重建数据来替换所述第二磁盘。这时,并不认为第二级别的冗余磁盘经过了验证,总是比现在正在出现问题的磁盘可靠性高,而是通过比较这两块磁盘以前发生过错误的次数来进行可靠性比较,发生错误次数小的磁盘可靠性更高。如果第二级别的冗余磁盘存储的发生错误的次数更多,使用其作为重建数据的工作盘

并不可靠,此时如果没有第一级别的冗余磁盘可使用,也不使用第二级别的冗余磁盘,而是可以标记磁盘延迟处理,等待有合适的冗余磁盘再进行处理。

[0035] 并且,在图 4 所示的方法的进一步的实施方式中,还包括步骤 S404,响应于所述 RAID 系统中的第二磁盘出现问题并且确定该第二磁盘不是出现物理错误,对所述第二磁盘进行格式化、初始化以及验证操作;以及步骤 S405,响应于对该第二磁盘的验证操作成功,设置该第二磁盘为所述 RAID 系统中的一个第二级别的冗余磁盘,以备所述 RAID 系统再次使用该第二磁盘。在更进一步的实施方式中,还包括步骤 S406(图 4 未示出),响应于对该第二磁盘的验证操作失败,隔离该第二磁盘。

[0036] 在图 4 所示的方法的一种实施方式中,该方法还包括步骤 S401(图 4 未示出)响应于所述第二磁盘出现问题并且确定该第二磁盘是出现物理错误,隔离该第二磁盘。

[0037] 在图 4 所示的方法的一种实施方式中,该方法还包括步骤 S407(图 4 未示出),响应于在所述 RAID 中创建了新的第一级别的冗余磁盘,并且该 RAID 系统中存在从第二级别的冗余磁盘重建的第三磁盘,使用所述新的第一级别的冗余磁盘重建数据来替换所述第三磁盘。

[0038] 在同一个发明构思下,本发明还公开了一种 RAID 系统中问题磁盘的重用系统,图 5 示出了 RAID 系统中问题磁盘的重用系统 500 的结构框图,根据图 5,系统 500 包括:问题磁盘初始处理装置 501,被配置成响应于所述 RAID 系统中的第一磁盘出现问题,并且确定该第一磁盘不是出现物理错误,对所述第一磁盘进行格式化、初始化以及验证操作;以及问题磁盘设置装置 502,被配置成响应于对该第一磁盘的验证操作成功,设置该第一磁盘为所述 RAID 系统中的一个第二级别的冗余磁盘,以备所述 RAID 系统再次使用该第一磁盘。

[0039] 在一种实施方式中,问题磁盘设置装置 502 还被进一步配置成:存储所述第一磁盘被设置成第二级别的冗余磁盘前发生错误的次数。在另一种实施方式中,问题磁盘设置装置 502 还被配置成:响应于所述 RAID 系统中的第二磁盘出现问题,并且没有第一级别的冗余磁盘,使用一个第二级别的冗余磁盘重建数据来替换所述第二磁盘。再又一种实施方式中,问题磁盘设置装置 502 还被配置成:响应于所述 RAID 系统中的第二磁盘出现问题,并且没有第一级别的冗余磁盘,比较所述第二磁盘出现问题的次数和所述第二级别的冗余磁盘存储的发生错误的次数;响应于所述第二磁盘出现问题的次数大于所述第二级别的冗余磁盘存储的发生错误的次数,使用一个第二级别的冗余磁盘重建数据来替换所述第二磁盘。

[0040] 在一种实施方式中,问题磁盘初始处理装置 501 还被配置成响应于所述 RAID 系统中的第二磁盘出现问题并且确定该第二磁盘不是出现物理错误,对所述第二磁盘进行格式化、初始化以及验证操作。

[0041] 在一种实施方式中,问题磁盘设置装置 502 还被配置成响应于对该第二磁盘的验证操作成功,设置该第二磁盘为所述 RAID 系统中的一个第二级别的冗余磁盘,以备所述 RAID 系统再次使用该第二磁盘。

[0042] 在一种实施方式中,系统 500 还包括:冗余磁盘重建装置 503,被配置为响应于所述 RAID 系统中有第一级别的冗余磁盘,使用所述第一级别的冗余磁盘重建数据来替换所述第一磁盘。在另一种实施方式中,冗余磁盘重建装置 503 还被配置为:响应于在所述 RAID 中创建了新的第一级别的冗余磁盘,并且该 RAID 系统中存在从第二级别的冗余磁盘重建



的第三磁盘,使用所述新的第一级别的冗余磁盘重建数据来替换所述第三磁盘。

[0043] 在一种实施方式中,系统 500 还包括:还包括隔离装置 504,被配置成响应于对该第二磁盘的验证操作失败,隔离该第二磁盘。在另一种实施方式中,隔离装置 504 还被配置成响应于所述第二磁盘出现问题并且确定该第二磁盘是出现物理错误,隔离该第二磁盘。

[0044] 本发明可以是系统、方法和 / 或计算机程序产品。计算机程序产品可以包括计算机可读存储介质,其上载有用于使处理器实现本发明的各个方面的计算机可读程序指令。

[0045] 计算机可读存储介质是可以保持和存储由指令执行设备使用的指令的有形设备。计算机可读存储介质例如可以是——但不限于——电存储设备、磁存储设备、光存储设备、电磁存储设备、半导体存储设备或者上述的任意合适的组合。计算机可读存储介质的更具体的例子(非穷举的列表)包括:便携式计算机盘、硬盘、随机存取存储器(RAM)、只读存储器(ROM)、可擦式可编程只读存储器(EPROM 或闪存)、静态随机存取存储器(SRAM)、便携式压缩盘只读存储器(CD-ROM)、数字多功能盘(DVD)、记忆棒、软盘、机械编码设备、例如其上存储有指令的打孔卡或凹槽内凸起结构、以及上述的任意合适的组合。这里所使用的计算机可读存储介质不被解释为瞬时信号本身,诸如无线电波或者其他自由传播的电磁波、通过波导或其他传输媒介传播的电磁波(例如,通过光纤电缆的光脉冲)、或者通过电线传输的电信号。

[0046] 这里所描述的计算机可读程序指令可以从计算机可读存储介质下载到各个计算 / 处理设备,或者通过网络、例如因特网、局域网、广域网和 / 或无线网下载到外部计算机或外部存储设备。网络可以包括铜传输电缆、光纤传输、无线传输、路由器、防火墙、交换机、网关计算机和 / 或边缘服务器。每个计算 / 处理设备中的网络适配卡或者网络接口从网络接收计算机可读程序指令,并转发该计算机可读程序指令,以供存储在各个计算 / 处理设备中的计算机可读存储介质中。

[0047] 用于执行本发明操作的计算机程序指令可以是汇编指令、指令集架构(ISA)指令、机器指令、机器相关指令、微代码、固件指令、状态设置数据、或者以一种或多种编程语言的任意组合编写的源代码或目标代码,所述编程语言包括面向对象的编程语言——诸如 Java、Smalltalk、C++ 等,以及常规的过程式编程语言——诸如“C”语言或类似的编程语言。计算机可读程序指令可以完全地在用户计算机上执行、部分地在用户计算机上执行、作为一个独立的软件包执行、部分在用户计算机上部分在远程计算机上执行、或者完全在远程计算机或服务器上执行。在涉及远程计算机的情形中,远程计算机可以通过任意种类的网络——包括局域网(LAN)或广域网(WAN)——连接到用户计算机,或者,可以连接到外部计算机(例如利用因特网服务提供商来通过因特网连接)。在一些实施例中,通过利用计算机可读程序指令的状态信息来个性化定制电子电路,例如可编程逻辑电路、现场可编程门阵列(FPGA)或可编程逻辑阵列(PLA),该电子电路可以执行计算机可读程序指令,从而实现本发明的各个方面。

[0048] 这里参照根据本发明实施例的方法、装置(系统)和计算机程序产品的流程图和 / 或框图描述了本发明的各个方面。应当理解,流程图和 / 或框图的每个方框以及流程图和 / 或框图中各方框的组合,都可以由计算机可读程序指令实现。

[0049] 这些计算机可读程序指令可以提供给通用计算机、专用计算机或其它可编程数据处理装置的处理单元,从而生产出一种机器,使得这些指令在通过计算机或其它可编程数据

处理装置的处理器执行时,产生了实现流程图和 / 或框图中的一个或多个方框中规定的功能 / 动作的装置。也可以把这些计算机可读程序指令存储在计算机可读存储介质中,这些指令使得计算机、可编程数据处理装置和 / 或其他设备以特定方式工作,从而,存储有指令的计算机可读介质则包括一个制品,其包括实现流程图和 / 或框图中的一个或多个方框中规定的功能 / 动作的各个方面的指令。

[0050] 也可以把计算机可读程序指令加载到计算机、其它可编程数据处理装置、或其它设备上,使得在计算机、其它可编程数据处理装置或其它设备上执行一系列操作步骤,以产生计算机实现的过程,从而使得在计算机、其它可编程数据处理装置、或其它设备上执行的指令实现流程图和 / 或框图中的一个或多个方框中规定的功能 / 动作。

[0051] 附图中的流程图和框图显示了根据本发明的多个实施例的系统、方法和计算机程序产品的可能实现的体系架构、功能和操作。在这点上,流程图或框图中的每个方框可以代表一个模块、程序段或指令的一部分,所述模块、程序段或指令的一部分包含一个或多个用于实现规定的逻辑功能的可执行指令。在有些作为替换的实现中,方框中所标注的功能也可以以不同于附图中所标注的顺序发生。例如,两个连续的方框实际上可以基本并行地执行,它们有时也可以按相反的顺序执行,这依所涉及的功能而定。也要注意的,框图和 / 或流程图中的每个方框、以及框图和 / 或流程图中的方框的组合,可以用执行规定的功能或动作的专用的基于硬件的系统来实现,或者可以用专用硬件与计算机指令的组合来实现。

[0052] 以上已经描述了本发明的各实施例,上述说明是示例性的,并非穷尽性的,并且也不限于所披露的各实施例。在不偏离所说明的各实施例的范围和精神的情况下,对于本技术领域的普通技术人员来说许多修改和变更都是显而易见的。本文中所用术语的选择,旨在最好地解释各实施例的原理、实际应用或对市场中的技术的技术改进,或者使本技术领域的其它普通技术人员能理解本文披露的各实施例。

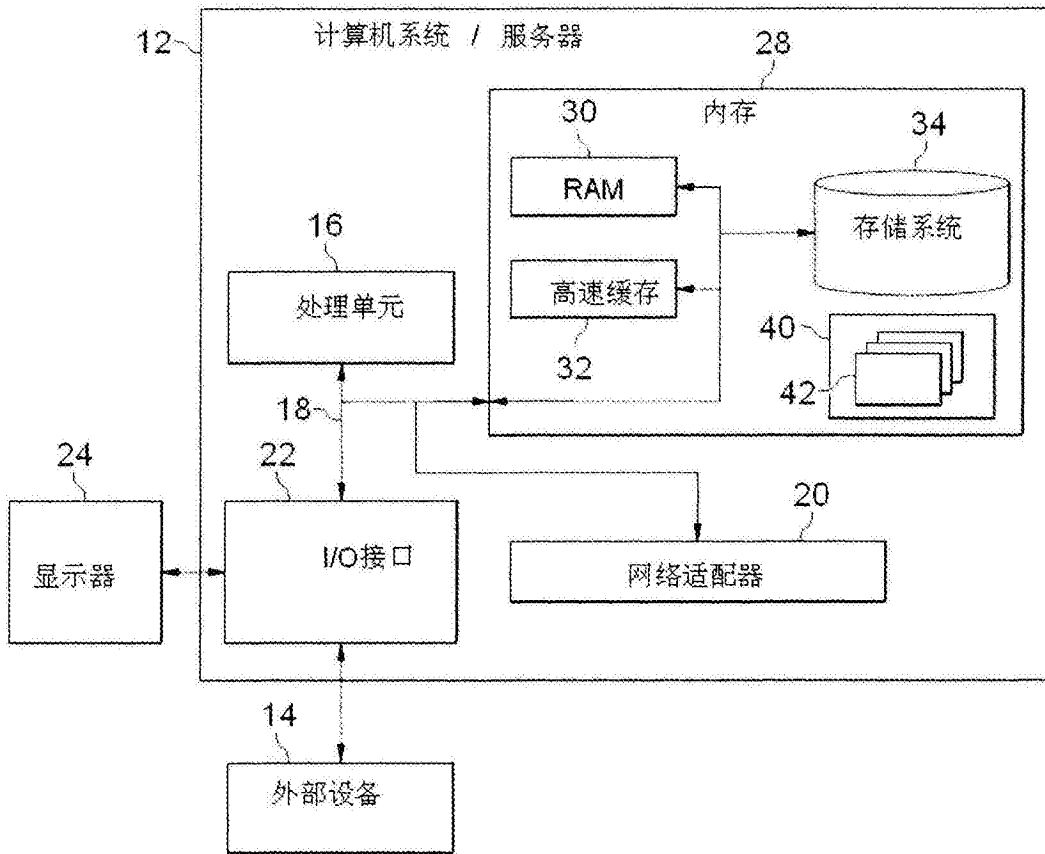


图 1

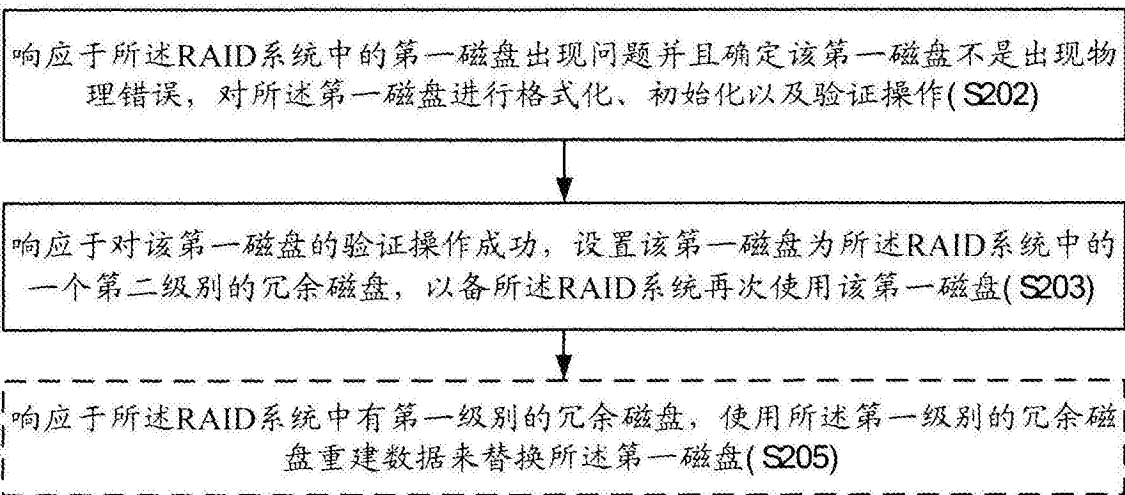


图 2

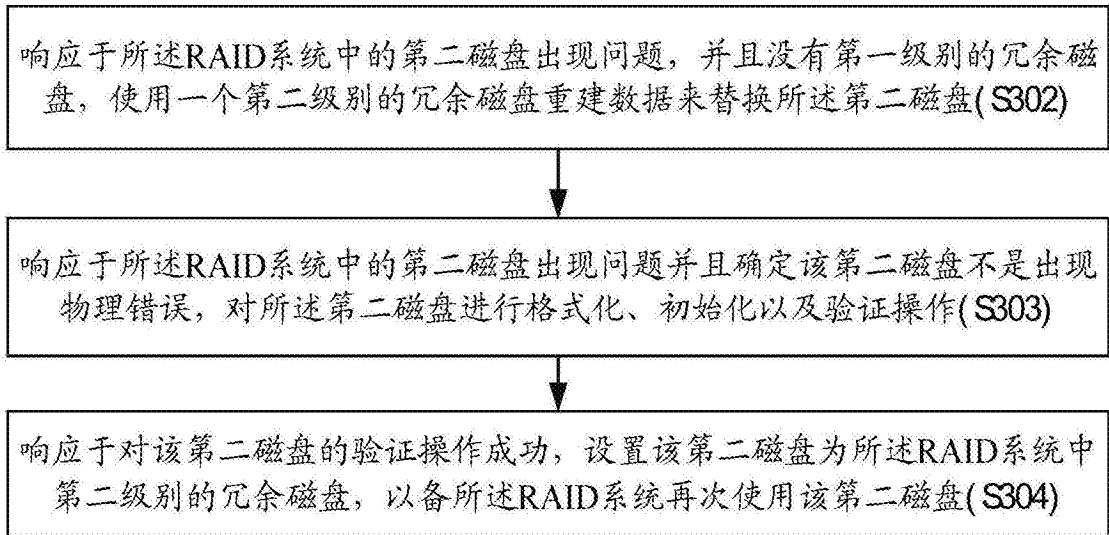


图 3

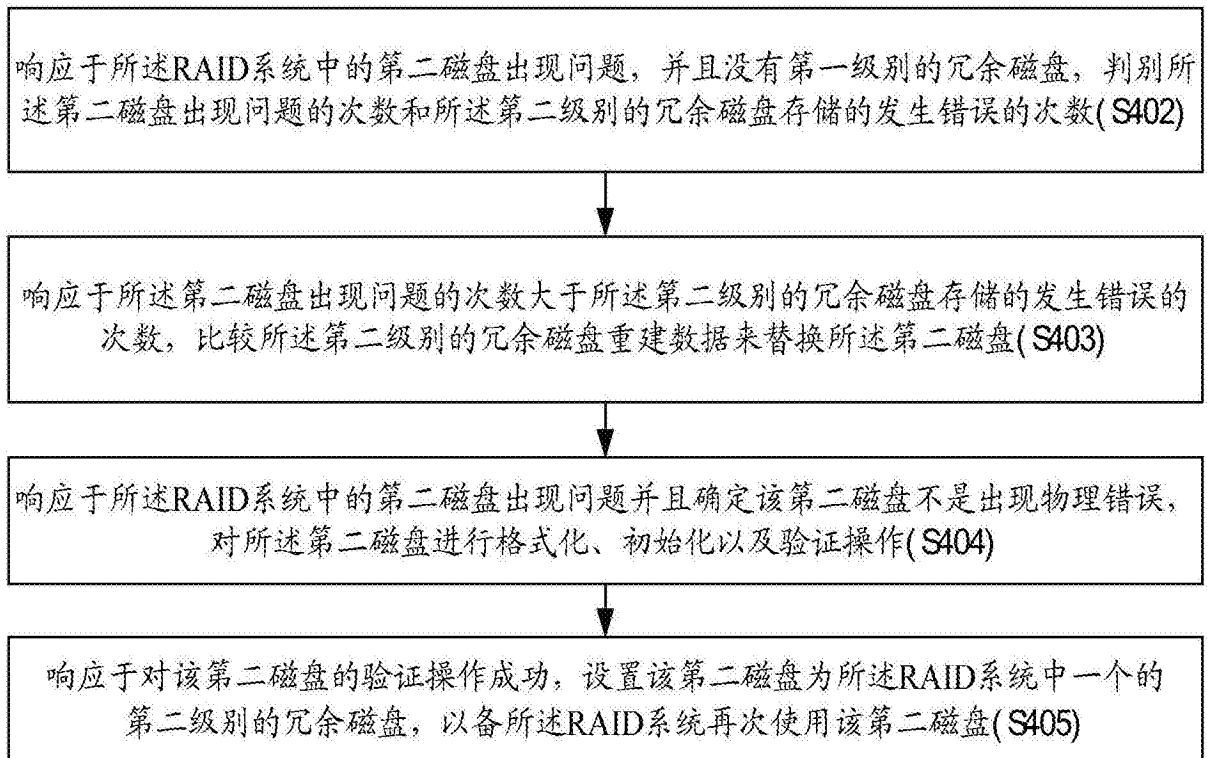


图 4

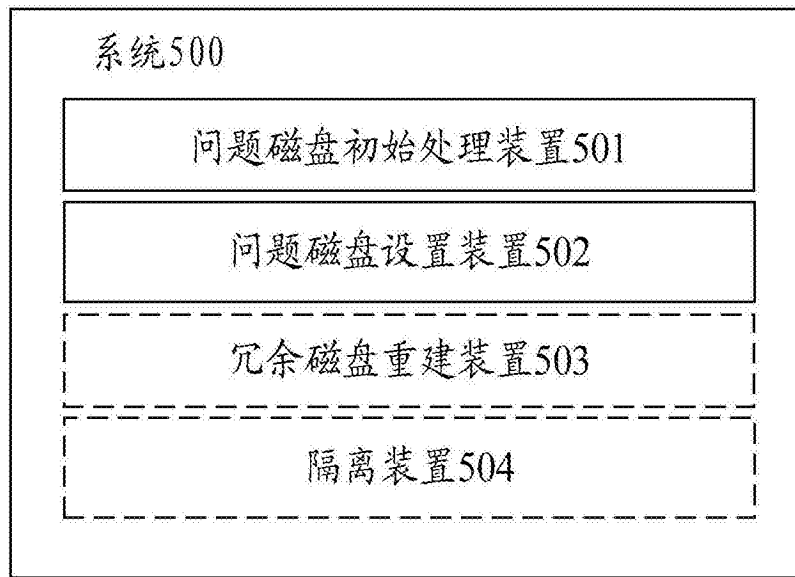


图 5