

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷



[12] 发明专利申请公开说明书

G11B 20/18

G11B 20/12

G11B 27/10

G06F 3/06

G11B 20/10

[21] 申请号 02827482.2

[43] 公开日 2005 年 5 月 11 日

[11] 公开号 CN 1615523A

[22] 申请日 2002.12.20 [21] 申请号 02827482.2

[30] 优先权

[32] 2002.1.24 [33] EP [31] 02075289.5

[86] 国际申请 PCT/IB2002/005689 2002.12.20

[87] 国际公布 WO2003/063164 英 2003.7.31

[85] 进入国家阶段日期 2004.7.23

[71] 申请人 皇家飞利浦电子股份有限公司

地址 荷兰艾恩德霍芬

[72] 发明人 N·拉姆伯特 O·梅舒特

R·J·M·维南德斯

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

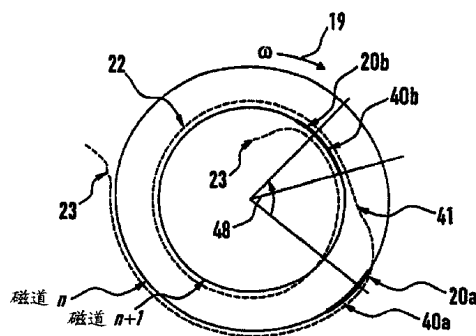
代理人 张雪梅 叶恺东

权利要求书 2 页 说明书 11 页 附图 5 页

[54] 发明名称 数据存储设备和处理数据存储设备的方法

[57] 摘要

实时音视频应用需要硬盘驱动器有确保的请求服务时间。由于服务时间中一些非预期的延迟,这种要求并不总是能够得到满足。这种延迟的原因之一是有缺陷或损坏的扇区的替换。通过在每个磁道上设置备用扇区并结合“到达时读写”策略扩展磁道偏移,能够防止由于扇区替换而造成的服务时间中额外的延迟。



ISSN 1008-4274

1. 包括数据存储介质(2)的数据存储设备(1),尤其是包括数据存储盘(2)的磁盘驱动器(1),以预先确定的格式体系结构格式化,该格式体系结构包括多个至少一种格式特征(8、9、10、11、12、13、14),并具有定义在其上的用户区和备用区,其特征在于格式体系结构提供多个备用区阵列(30、40a、40b),其中每个备用区阵列(30、40a、40b)被分别分配到该多个该至少一种格式特征(8、9、10、11、12、13、14)中的基本上每个格式特征。

2. 权利要求1中所要求的数据存储设备,其特征在于多个磁道(8)中的基本上每一个都包括至少一个备用区阵列(30、40a、40b)。

3. 权利要求1或2中所要求的数据存储设备,其中备用区阵列(30、40a、40b)包括最少一个并且多达一百个备用扇区,特别地每一磁道多达十个备用扇区,有利地五个备用扇区。

4. 前述权利要求的任一个中所要求的数据存储设备,其特征是格式体系结构为相互移动的两个相邻磁道提供偏移(18、48)代替圆周方向(19)上的两个相邻磁道(n, n+1)的对应扇区。

5. 权利要求4中所要求的数据存储设备,其特征是外磁道(n)的扇区被相对于内磁道(n+1)的对应扇区沿着盘片的旋转方向圆周移动,其中尤其该移动包括在盘片旋转(19)时在磁道转换期间通过的至少最小数量的扇区和/或由指定给相应磁道的备用区阵列包括的多个备用扇区(40a、40b)。

6. 权利要求4或5中所要求的数据存储设备,其特征是偏移被扩展一到十个扇区。

7. 权利要求4到6之一所要求的数据存储设备,其特征是格式体系结构提供参数以关联备用区阵列(30、40a、40b)的大小设置偏移(48)。

8. 前述权利要求之一所要求的数据存储设备(1),其特征是提供具有控制电路、微处理器和存储器的控制器(6),其中缓冲存储器(RAM、ROM)适于对数据的中间存储,控制器(6)适于记录中间存储,其中还提供了连接存储设备到主机(7)的接口。

9. 处理数据存储设备(1)的方法,尤其是依照权利要求1的数据存储设备(1),包括以预先确定的体系结构格式化的数据存储介质

(2), 该体系结构具有多个格式特征, 并具有定义在其上的用户区和备用区, 其中在收到主机的数据请求时控制器(6)提供至少一个格式特征的数据, 尤其是至少一磁道和一扇区, 并且其中旋转(19)介质(2)、移动并激励磁头(3)以访问格式特征从而传送那里的数据, 其特征是格式体系结构提供多个备用区阵列(30、40a、40b), 其中备用区阵列(30、40a、40b)中的每一个被分别指定给格式特征中的基本上每个, 使得磁道转换(41)之前磁头(3)通过备用区(30、40a、40b)至少一次。

10. 权利要求9中所要求的方法, 其特征是格式特征是从包括区域(9、10、11)、柱面(8)、磁道(8)和块(12、13、14)的组中选择的。

11. 权利要求9或10中所要求的方法, 其特征是在磁道转换(41)之后磁头(3)通过备用区阵列(30、40a、40b)至少一次, 特别是磁道转换(41)后基本上首先通过备用区阵列。

15. 12. 权利要求9到11之一所要求的方法, 其特征是介质(2)的每转磁头(3)通过备用区阵列(30、40a、40b)至少一次。

13. 权利要求9到12之一所要求的方法, 其特征是磁头(3)一定位到由控制器(6)确定的格式特征, 尤其是磁道(8), 上就传送数据。

20. 14. 权利要求13中所要求的方法, 其特征是数据被顺序传送并按顺序中间存储在缓冲存储器(RAM、ROM)中, 并且数据传送由控制器(6)记录, 随后数据从缓冲存储器(RAM、ROM)读出并以逻辑顺序发送到主机(7)。

数据存储设备和处理数据存储设备的方法

5 本发明涉及一种数据存储设备，该数据存储设备包括以预先确定的体系结构格式化的数据存储介质，该体系结构包括多个至少一种格式特征（format feature），并具有定义在其上的用户区和备用区。本发明还涉及处理数据存储设备的方法，该设备包括以预定体系结构格式化的数据存储介质，该体系结构具有多个格式特征，并具有定义在其上的用户区和备用区，其中在收到主机的数据请求时控制器提供
10 至少一个格式特征的数据，并旋转介质、移动和激励磁头以访问格式特征从而传输其上的数据。

记录例如像MPEG编码视频这样的多媒体流的基于硬盘的设备需要实时文件系统用于把数据写入磁盘和从磁盘读回数据。实时文件系统
15 试图及时写入所有文件，但有时并不能成功，例如由于盘的问题。然后通常有两种选择：晚一些再写数据，或者丢弃一些未写的的数据。第一种选择通常会因为记录而导致缓冲区溢出，这可能会引起大量数据丢失。第二种选择也可能导致数据丢失。传统的面向数据的操作系统没有实时需求并且倾向于以最大的数据完整性为目标，因而会延迟每
20 个命令的完成直到被正确执行。

特别地，实时音频视频应用需要来自硬盘驱动器可靠的请求服务时间。由于在服务时间中会有一些意外的延迟，这个需求并不总能得到满足。已替换的扇区（即，分配到磁盘上远端备用区的缺陷扇区的数据）是造成这种延迟的原因之一。延迟主要来自查找已替换的扇区
25 和访问被分配缺陷扇区的远端备用区。这种远端备用区通常位于和最初访问的坏扇区所在磁道不同的一个或多个磁道。因此，磁道转换以及寻道时间也会造成这种延迟。

在US 6,101,619中提供了一种方案以通过在通常的数据访问之后优选地稍后时间访问已替换的扇区而减少查找的次数。在US
30 5,166,936或WO 98/03970中建议对磁道进行低级格式化以构造好的数据磁道，从而避免对缺陷的进一步访问。这些策略占用了相当大的成本并且只能在空闲时间完成。此外应该保护这种事务系统免受断电

影响。通常像例如 US 6, 201, 655 和 US 5, 822, 142 中公开的那样以备用区域磁道形式提供备用区作为远端备用区。

这些方案仍然需要磁道转换，因此在访问包含缺陷的、已替换的、或已分配的扇区的缺陷区或块时仍然不能保证请求服务时间。

5 为了补偿读/写头为访问顺序数据而转换磁道所需的时间，可以偏移 (skew) 每两个相邻磁道的对应扇区，即在圆周方向上相互移动每两个相邻磁道的对应扇区。这使得磁盘驱动器的读/写头在磁道转换之后能够基本上直接到达相邻磁道的第一个扇区。下面也可把这样的第一个扇区称为起始扇区。

10 依照 US 5, 568, 606 向多磁盘栈提供了偏移以便在磁盘上的同步区中出现访问过的缺陷时同步多磁盘系统中磁盘的旋转相位。这种方法可以避免多磁盘系统由于出现访问过的影响需要对一个盘进行额外的旋转而造成的性能损失。

但这种方案仍然无法像上面提到的那样确保请求服务时间。

15

这就是本发明进入的地方，本发明的目标是规定一种包括数据存储介质的数据存储设备，尤其是包括合适的数据存储盘的磁盘驱动器，以使即便在访问包含缺陷扇区或已替换的扇区的存储介质区域时仍然能确保请求服务时间。本发明进一步的目标是规定一种处理数据存储设备的方法，该设备包括数据存储介质，借助该设备即使在访问包含缺陷的或被替换的扇区的情况下也可以保证请求服务时间。

20

涉及设备的目标是由包括一种数据存储介质的数据存储设备，尤其是包括一种数据存储盘的磁盘驱动器解决的：数据存储介质以预先确定的包括多个至少一种格式特征的格式体系结构所格式化，在格式特征上定义了用户区和备用区，其中依照本发明该格式体系结构提供多个备用区阵列，其中每个备用区阵列被分别分配给该多个至少一种格式特征中的基本上每一个。

25

有利的是该设备还可以包括读/写头、旋转盘的驱动器以及移动磁头的伺服装置。

30

已经了解到即使最初安排给缺陷区的数据被分配或替换或重新映射到不同于最初访问的缺陷所在磁道的一个或几个磁道上的远端备用区域，仍然可能导致较大的性能损失。因此，主要的思想是基本上在

5 一张盘的每一格式特征中，尤其是基本在每个磁道中，提供至少一个备用区阵列。这样做的优势是如果应该访问缺陷，涉及缺陷的数据可以被传送到相同格式特征的备用区阵列，尤其是相同磁道中的备用区阵列。因此，就不需要格式特征转换尤其是磁道转换来分配与缺陷相关的数据到远端备用区中。

在从属权利要求中将描述进一步改进的配置。

10 可以提供任意数量的备用扇区并根据数据存储介质和它的格式体系结构来选择任意数量的备用扇区。可以根据磁盘驱动器的特定使用选择数量。每个磁道应该提供至少一个备用扇区。每个磁道五个备用扇区似乎是一个合理的数量。这个数量最高可到100。应该考虑每个格式特征的总扇区数和/或数据存储介质和/或一个扇区的存储容量来选择这个数量。

15 备用扇区的数量可以取决于它们被分配到的格式特征。通常选择备用扇区的数量以使一方面在检测到缺陷时备用扇区的数据空间足够大以接收与缺陷相关的所有数据。另一方面备用扇区的数据空间不能选择过大，因为这将仅增大备用区，但减少了可用于用户应用的空闲的用户区。

20 在优选的进一步改进的配置中格式特征为两个相邻的磁道提供偏移。尤其每两个相邻磁道的偏移是优选的。这种偏移是在圆周方向上代替两个相邻磁道的对应扇区的相互移动。有利的是相对于内磁道的对应扇区在盘片旋转方向上沿圆周移动外磁道的扇区。尤其优选的是移动包括在盘片旋转时磁道转换期间通过的至少最少数量的扇区和/或由被分配给一相应的磁道的一备用区阵列包括的多个备用扇区。这种改进使得在磁道转换之前读/写头能至少越过备用区一次，尤其是介质的每转一次。在适当设置这个偏移时，可以实现在磁道转换后备用区越过磁头至少一次，尤其是在磁道转换之后基本上最初。这样做的优势是不仅开始扇区在磁道的刚开始就可由读/写头用于读/写过程，而且大量的备用扇区也可以使用。尤其常规偏移是根据读/写头从一个磁道转换到相邻磁道并选定相邻磁道所需的有效时间设定的。可以扩展并设置进一步改进的设备的偏移以考虑备用区的大小和读/写头从
30 一个磁道转换到相邻磁道并选定相邻磁道所需的有效时间。

偏移可以扩展一到十个扇区数量。尤其是格式体系结构关于备用

区阵列的大小有利地为偏移提供了参数。总偏移应该足够大以考虑磁头的调整时间和备用扇区的数量。偏移也应该尽可能的小以避免较大的性能损失。

5 在更优选的继续改进的配置中所提出的数据存储设备包括有控制电路、微处理器和存储器的控制器。尤其存储器包括适合对数据进行中间存储的缓冲存储器。此外该控制器还适合记录中间存储。还提供了连接存储设备到主机的接口。这种改进使得读/写头能够在到达格式特征时立即传输数据，尤其在到达数据存储盘的一个磁道时。这种数据可以存储在缓冲存储器中，存储是由控制器记录的，并且随后在数据
10 传送完成时缓冲存储器中的数据存储被以正确的逻辑顺序由接口传输到主机。到达时的即时数据传送可能不导致数据的逻辑顺序。但必须依照控制器的记录方式对缓冲存储器进行读出。有利的是这种改进节省了旋转等待时间，因为数据传输可以独立于数据的逻辑顺序进行。

15 本发明还提供了处理数据存储设备尤其是上述数据存储设备的方法。这种数据存储设备包括以预先确定的有多个格式特征并具有其上定义了用户区和备用区的体系结构格式化的数据存储介质，其中在收到主机的数据请求时控制器提供至少一个格式特征的数据，尤其是至少一个磁道和扇区，并且其中旋转介质、移动且激励磁头以访问该格式特征从而传输上面的数据。上述涉及方法的目标是由如下方法解决的，该方法中依照本发明每个备用区阵列被分别分配给基本上每个格式特征，这样在磁道转换之前磁头至少可以越过备用区一次。

在从属方法权利要求中进一步描述了进一步改进的配置。

25 特别地，格式特征是从包括下列参数的参数组选择的：区段、柱面、磁道和块，尤其是磁道。有利的是在磁道转换之后磁头越过备用区至少一次，尤其是刚完成磁道转换之后。优选地介质每次旋转备用区阵列至少通过磁头一次。

30 在优选配置中，磁头一定位到由控制器确定的格式特征（尤其是磁道）上之后就马上传输数据。在本发明进一步的优选配置中，数据是顺序传输的并且被按顺序中间存储在缓冲存储器中，数据转移由控制器记录下来，随后数据被从缓冲存储器读出并以逻辑顺序发送到主机。

现在参考附图描述本发明。附图中的图以示意和不必要的比例方式和现有技术相比展示了本发明的优选实施方案。这些图展示了：

图 1：现有技术的硬盘驱动器；

5 图 2a：现有技术中带有远端备用区的硬盘驱动器；

图 2b：现有技术中有常规偏移的硬盘驱动器；

图 2c：带有常规偏移以及读写头在磁道转换期间的预示动作的硬盘驱动器；

图 3a：优选实施方案中的扇区跳跃和滑动方案；

10 图 3b：优选实施方案中由于生长的缺陷导致的缺陷坏扇区分配和映射到备用区的方案；

图 4a：优选实施方案中对是硬盘驱动器上备用区阵列的一部分的备用扇区的非远端分配；

15 图 4b：依照优选实施方案考虑每个磁道上的备用区阵列在硬盘驱动器上的扩展偏移；

图 4c：依照优选实施方案考虑每个磁道上的备用区阵列以及读/写头在磁道转换期间的预示动作在硬盘驱动器上的扩展偏移；

图 5：依照进一步的优选实施方案使用缓冲存储器在到达时提供数据转移的方案的示例。

20

图 1 展示了硬盘驱动器 1 的结构，它包括数据存储盘 2、读/写头 3、绕着主轴 4 旋转数据存储盘 2 的驱动器（未显示）、绕着轴 5 旋转磁头 3 从而把磁头 3 移动到盘片 2 上的预定位置以传送那里的数据的伺服装置（未显示）。磁头 3 由读写电路控制，伺服电路是磁盘驱动器的控制器 6 的一部分。控制器 6 还包括格式器电路，它在收到数据请求时把这种请求转换成盘 2 的格式特征的对应编号。这种数据请求可以由接口和接口电路自主机 7 接收。此外控制器 6 包括微处理器、ROM 和 RAM，例如缓冲存储器。

30 盘 2 根据格式体系结构包含自区域 9、10、11 的组选择的类型的多个格式特征，区域 9、10、11 每个都包括多个磁道 8。每个磁道被分成多个块 12、13 和 14。优选的所有块 12、13 和 14 都有相同大小的数据容量。因为每个磁道的块数可以随磁道或区域而变化，有些块可

能由伺服楔 (servo wedge) 15 分开。伺服楔可以是环绕盘的径向均匀分开的区域, 就像轮子上的辐条。如果磁盘驱动器 1 应该为多个盘 2 而包含多个磁头 3, 那么位于相同半径的盘片 2 的磁道 8 和其它盘片的对应磁道 8 被称作柱面。这种情况下每个磁道指定相应的柱面。此外
5 在传统驱动器中在盘片 2 上提供远端备用区 16 为盘 2 的内圆周上的一个或多个磁道。

远端备用区 16 的数量、大小和分配可以根据制造商和产品系列对于不同的硬盘驱动器而有所不同。例如在如图 2a 所示的地址空间中可以有多个均匀分开的远端备用区 16。另外在内径上也可以只有一个远
10 端备用区 16, 在图 1 所示的用户可寻址区域之外。

每个数据存储设备尤其是磁盘驱动器可以根据它的结构和处理有最大服务时间。驱动器的最大服务时间是数据传送的总时间, 最大访问时间可以用公式 $T = AX + B$ 计算。参数 A 是以每扇区时间表示的单个扇区的传送时间。参数 X 是要传送的扇区的数量, 参数 B 是最大访问
15 时间, 它是寻道时间和旋转等待时间之和。旋转等待时间可以特别是, 但不仅是, 读/写头必须转换到下一磁道的结果。有利的是在本发明的优选实施方案中后者被限制为一次完整的旋转。

有些情况传统驱动器不能在该最大服务时间内完成请求。这种情况例如由于纠错码错误、由于冲击以及振动而引起的伺服错误以及硬
20 错误而引起的重试。硬错误是由介质缺陷引起的, 通常由驱动器的缺陷管理来处理。当纠错码错误无法用几次重试来校正时, 它可能是由介质缺陷引起的。为了验证该错误是由介质缺陷引起的, 驱动器在每个缺陷扇区上执行介质测试。介质测试包括读/写验证, 其中可疑的扇区会被进行若干次读写。如果其中有任何一次失败, 那么该扇区就是
25 生长的缺陷, 并且通常会被分配到远端备用扇区。在该域出现的缺陷以下称为生长的缺陷。

图 2a 展示了带有磁头 3 和多个包含两个远端备用区 16 的磁道 8 的数据存储盘的示意图。

图 2b 示意性地展示了在盘片 2 的旋转 19 方向的圆周方向上沿着
30 角 18 与内磁道 8b 相邻的外磁道 8a 的常规磁道偏移。20a 和 20b 分别是磁道 8a 和 8b 的对应起始扇区。如图 2b 中所示在硬盘驱动器中可以采用磁道偏移以使当驱动器必须转换到下一磁道以访问顺序数据时产

生的旋转等待时间最小。这由图 2c 中磁头 3 的动作 21 所示。通常偏移应该足够大以确保磁头 3 有足够的时间稳定在下一磁道 8b 上。

磁道偏移提供了圆周方向上相邻磁道中的对应扇区间彼此相对的相互移动。由于磁道偏移，例如磁道的对应扇区并没有位于沿直线的径向，而是沿着如图 1 所示的曲线 17。

此外在图 2c 中引用附图标记 22 描绘了读/写操作和 23 寻道操作。为了避免顺序数据发送中的寻道操作，防止把缺陷扇区重新分配到远端备用区是有利的。

通常只在制造期间跳过缺陷扇区。

在如图 3a 所示的优选实施方案中，在数据存储设备使用期间发生的缺陷扇区 3（已知为生长的缺陷），可以由下一个即刻的备用扇区代替以便保持逻辑数据序列的顺序性。这项技术消除了寻找到另一磁道以访问分配到远端备用区中的扇区的替代的需要。在优选实施方案中，如果缺陷（已知为生长的损坏）发生在硬盘驱动器的应用期间，就在应用即在该域期间应用跳过和滑动机制。这在广泛且无限的范围中都可以应用，因为可以为多个至少一种格式特征中的基本上每一个，尤其是磁道，提供一个备用区。通常在应用期间发生的缺陷，如果找到的话，会被分配到另一磁道上的远端备用区。

在图 3b 所描绘的情况下，物理扇区 PBA 3 被分配到相同磁道上的备用区阵列中的替代扇区 S2。因此这种备用区阵列不是远端备用区。逻辑地址 LBA 3 被映射到相同磁道上的备用区阵列中的替代扇区 S2。把物理扇区 PBA 3 转换成该域中滑过的扇区，如图 3a 所示。这在该域中不仅实现了逻辑到物理地址映射中的移动而且实现了对应扇区内容的移动。在图 3b 的例子中这意味着逻辑块地址 LBA 3 将被映射在物理块地址 PBA 4 上，LBA 4 将被映射到 PBA5，LBA 5 将被映射到 PBA 6，等等。

同时在进一步的改进中，位于相同磁道上的替代扇区 S2 的 PBA 3 的内容可被从 S2 移动到 PBA 4，PBA4 则必须移到 PBA5，等等。这种域中的滑动应该继续进行到达一个空扇区为止，即到达相同磁道的备用区的一备用扇区为止。否则，就会出现逻辑到物理映射的不连续，因为这是例如一个扇区被分配到位于另一磁道上的一个远端替代扇区的情况。

通常缺陷扇区的分配过程导致磁盘驱动器服务时间的额外延迟。当驱动器 1 遇到缺陷扇区并决定将它分配到远端备用区 16 时，磁头 3 被从用户区中有缺陷扇区的磁道 8 移到在远端备用区 16 中分配的备用扇区的磁道 8。当正确的备用扇区被旋转在读/写头-3 之下时，数据就被写入该备用扇区。随后，如果驱动器必须恢复读或写，就移动磁头返回到发现缺陷扇区的原始磁道 8。这个过程消耗了额外的时间，因为要查找并访问远端备用区 16 中分配的扇区：磁头 3 必须移动到远端备用区 16 中的一备用扇区以在该备用扇区上进行读或写，磁头 3 还必须再回到磁道 8 以恢复读或写。因此，在实时音频视频应用中，传统的处理数据方法以及传统的数据存储设备在出错时无法确保最大服务时间。另外还必须考虑把错误的或不完整的数据传递给主机 7 并报告错误。当访问带有一个或多个错误扇区的数据池时，驱动器还将无法在最大服务时间内完成请求。

图 4a 中展示的实施方案在每个磁道 31 上都提供了备用扇区 30 以防止到远端备用扇区的寻道动作。这样做确保了最大服务时间，即使是在访问缺陷扇区的情况下。当所请求的数据位于一个磁道上并在磁道边界内时，可以在盘片的一次旋转中将它们全部传送，即使它包含再分配的扇区，只要再分配扇区的个数不超过磁道 31 上备用扇区 30 的数量。在最大服务时间内可以传送多个完整的磁道，即使每个磁道依照优选实施方案在其备用区中包含有限数量的再分配扇区。

在进一步的优选实施方案中改善了磁道偏移。例如当所请求的数据池跨越了磁道边界、并且不是多个完整的磁道、并且不和物理磁道对齐、并且在最后一个磁道上包含替换的扇区时，传统方法无法在最大服务时间内传送整个数据池。尤其在想要传输位于连续磁道上的两个连续扇区时，例如，磁道 n 的最后一个扇区和磁道 $n+1$ 的第一个扇区，如图 4b，假设磁道 $n+1$ 的第一个扇区是坏的并且被分配到了位于该磁道末尾的一个备用扇区，在最坏情况下必须等待一次完整的旋转才能访问磁道 n 上的扇区。在磁头被切换到下一个磁道之后必须等待另一个完整的旋转以访问替换的扇区。这种情况下服务时间超过了最大服务时间几乎一个完整的旋转时间，更准确地说，超出了一个完整的旋转时间减去一个扇区的传送时间。

如果在磁道转换之后首先访问备用扇区就能解决这个性能问题。

如图 4b 以及图 4c 中读/写头 3 的运动 41 所示, 通过依照优选实施方案把传统磁道偏移 18 扩展到扩展的磁道偏移 48 就能解决这个问题。调整这种扩展以使在磁道转换 41 之后总能首先访问备用扇区 40b, 并且总能在磁道转换 41 之前访问备用扇区 40a。如读/写头 3 的运动 41 所示, 总是在磁道转换 41 之前访问备用扇区 40a 以便在所请求的数据池从磁道 n 的中间开始时保证最大服务时间。而且也是在磁道转换 41 之后访问备用扇区 40b, 优选地是在磁道转换 41 之后首先访问扇区 40b, 以在所请求的数据池在磁道 $n+1$ 的中间结束时确保最大服务时间。通常在盘片 2 的每次旋转至少访问图 4a、4b、4c 中的备用扇区 30、40a、40b 一次。由此, 即使在必须访问被替换的扇区时也确保了最大服务时间。只要缺陷扇区的数量不超过在每个磁道 31 上分配的备用扇区 30 的数量, 这种方案就是成功的。因此, 备用扇区的数量可以根据需要适当设置。

进一步继续改进的实施方案通过应用如图 5 中所示的“到达时读写”策略而避免了服务时间中额外的延迟。这种策略也称作“到达时传送”或“零等待读”或“乱序读”策略。这种改进的实施方案允许依照优选实施方案的驱动器 1 在读/写头 3 定位到正确的所请求的磁道上之后立即开始读和写。如果在到达时所请求的数据的最后部分正在磁头 3 下通过, 就先把这部分数据读入驱动器的缓冲器, 例如 RAM 或 ROM。这在图 5 中由 52 指示关于沿着磁道位置 50 的扇区 S_1 到 S_n 。当盘片 2 在磁头 3 下旋转时, 在盘片 2 进一步旋转 51 在磁头 3 下时从各个磁道的开始扇区开始的扇区 S_0 到 S_{i-1} 中的数据的数据的剩余部分被读入驱动器缓冲器中。这由图 5 中的 53 所示。当所请求的数据被存储在驱动器的缓冲器中时, 所请求的数据被从驱动器的缓冲器传送到主机, 优选的按顺序传送。

与所述“到达时读”策略相似的是“到达时写”策略。不必以正确的顺序把数据写入盘片 2。一旦数据位于驱动器的缓冲器中, 例如 ROM 或 RAM, 就可以把数据的最后部分首先写入盘片 2, 然后再写入数据的剩余部分。

“到达时读和写”策略, 即“到达时传送”策略, 减少了磁盘访问的旋转等待时间。在处理数据的传统方法中访问需要有寻道。传统的读策略中, 一旦磁头 3 定位在了正确的磁道上, 驱动器要等到所请

求数据池的起始扇区在磁头 3 下通过。这导致了潜在的性能损失。

因此，随着优选实施方案的改进，“到达时读和写”策略的优势是最大服务时间小于传统的最大服务时间。

尤其在传送长度 S_1 到 S_n 短于一条磁道并且没有跨越磁道边界时实现这一点。这种情况下“到达时传送”策略的最大服务时间特别地是寻道时间加上一次盘片旋转。这由参数 B 指定，它是寻道时间和旋转等待时间之和的最大访问时间。数据传输可以和数据访问并行提供。

与传统策略相比最大服务时间可以描述为公式 $AX + B$ ，即传输时间加上寻道时间加上最多一次盘片旋转。

当请求块跨越了磁道边界或者不是多个完整的磁道或者没有和物理磁道对齐并且在最后一个磁道上包含被替换的扇区时，可以通过扩展磁道偏移 48 以使在磁道转换之后总首先访问并总在磁道转换之前访问这些备用扇区 40a、40b 而解决这种问题。这样只要缺陷扇区的数量不超过每个磁道 31 上分配的备用扇区 30、40a、40b 的数量就能确保访问再分配的扇区时的最大服务时间。

此外，每个磁道上的备用扇区 30、40a、40b 的描述过的策略和扩展的磁道偏移 40 的组合可以和图 5 的“到达时读和写”策略结合在一起建立非常有效的池以确保最大服务时间。

尤其每个磁道上分配的备用区 30、40a、40b 的数量，因为每个磁道 31 上备用区阵列中的备用扇区取决于每个磁道上扇区的数量、驱动器的生长的缺陷统计以及能够牺牲多少驱动器容量。当前的硬盘驱动器在每个磁道上平均有五百个扇区。在每个磁道上放置五个备用扇区意味着 1% 的容量下降。这种轻微的降低是可以接受的，并且可以扩展到 2% 或 3%。此外，由于备用扇区及扩展的偏移时间导致的每磁道扇区数的下降导致驱动器的数据吞吐率的轻微下降。但驱动器所支持的数据速率的这种下降明显小于 2%，因而最小数据传送时间会有轻微的增加。

例如可以每分钟 5400 转的速度旋转硬盘驱动器，每磁道 500 扇区，以及对应 11, 2ms 的旋转时间提供 3ms 的磁道偏移，17, 19MB/s 的支持数据传送率。支持的数据传送率由如下公式确定：

$$\text{数据传送率} = \text{每磁道扇区} / (\text{旋转时间} + \text{偏移})$$

优选地每磁道上五个备用扇区是合适的，以使磁道偏移可以扩展

112 μs ，它对应于五个扇区的旋转时间。因而扩展的磁道偏移可以是 3,112 ms，每磁道扇区数是 495。对应的支持数据传输率是 16,89 MB/s，它对应于驱动器支持的数据传送率 1,77% 的下降。

5 考虑到提出分配策略确保即使必须由驱动器访问被替换的扇区以执行请求时的最大请求服务时间，这种下降的数据传输率和地址容量是可以忽略的牺牲。它打开了把对可疑扇区的介质测试从替换过程分开、或者使被替换的扇区进入滑过的扇区的可能性，例如由于同一磁道上的备用用尽必须把一个扇区替换到另一磁道上的一个备用扇区时。

10 尽管已经展示和描述了被看作本发明优选实施方案的实施方案，但应该理解在不偏离本发明精神的前提下在形式或细节上都可以进行不同的更改和变化。因此对优选实施方案的描述并非为了把本发明限制为这里所展示的确定的形式和细节或者小于这里所公开的以及随后要求权利的本发明的全部的任何事物。

15 本发明可以总结如下：

实时音视频应用需要来自硬盘驱动器的确保的请求服务时间。由于服务时间中一些非预期的延迟这个需求并不总能得到满足。这种延迟的原因之一是对有缺陷的扇区或坏扇区的替换。通过在每个磁道上设置备用扇区扩展磁道偏移并结合“到达时读写”策略能够防止由于扇区替换造成的服务时间中的额外延迟。

20

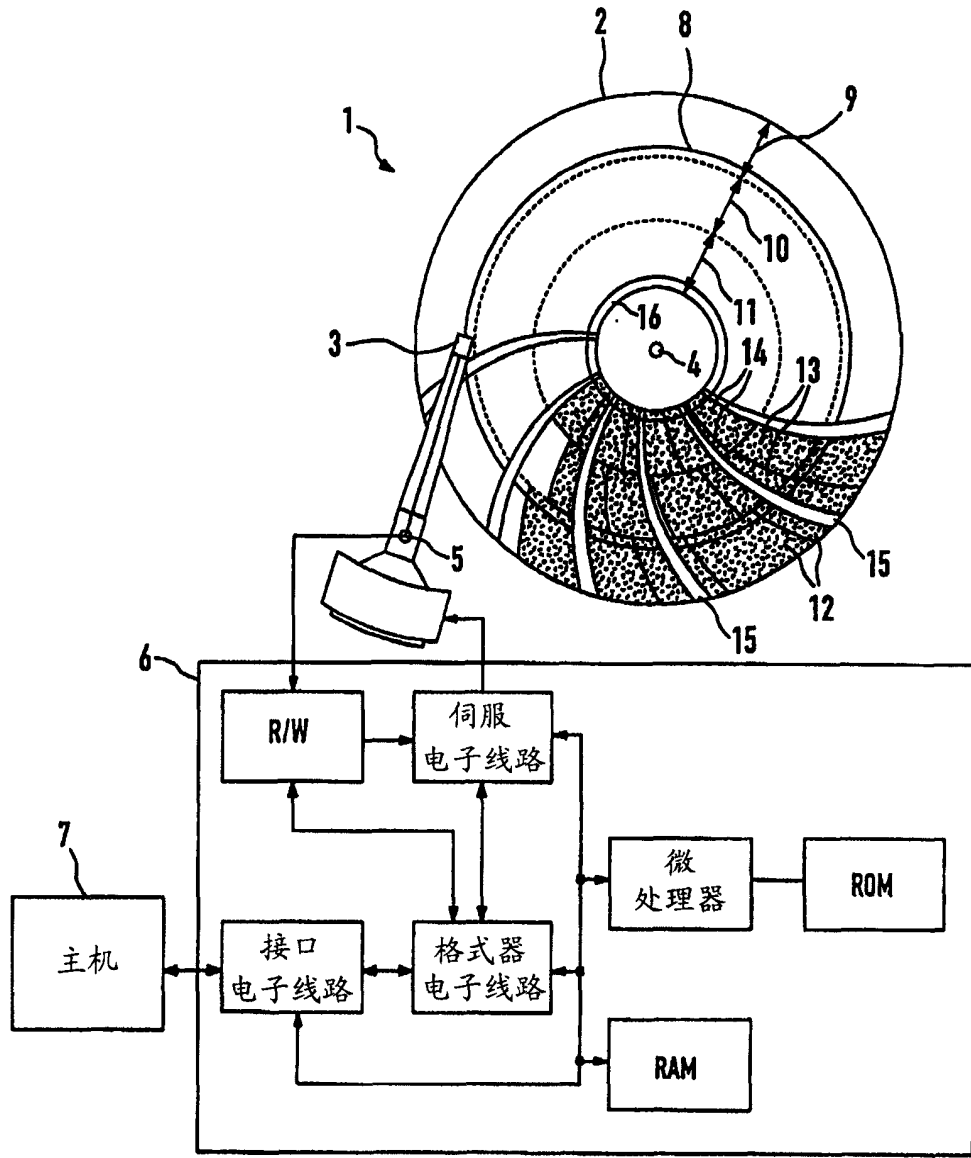


图 1

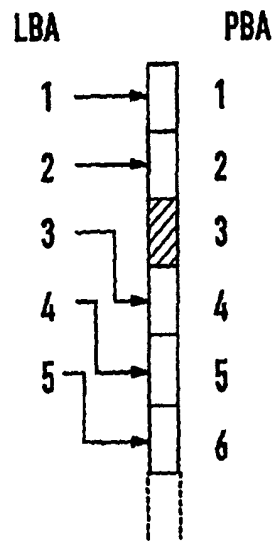


图 3a

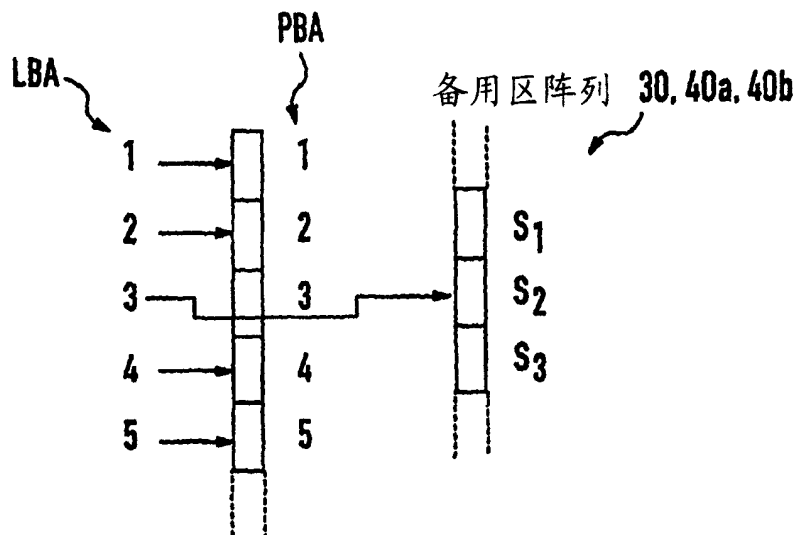


图 3b

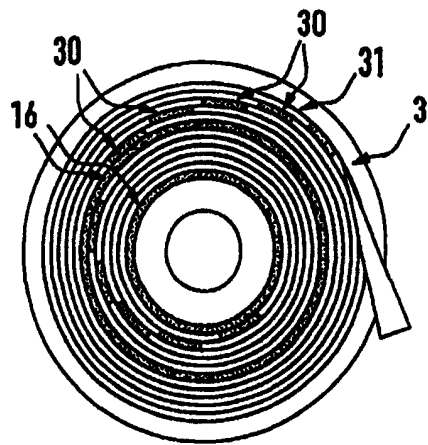


图 4a

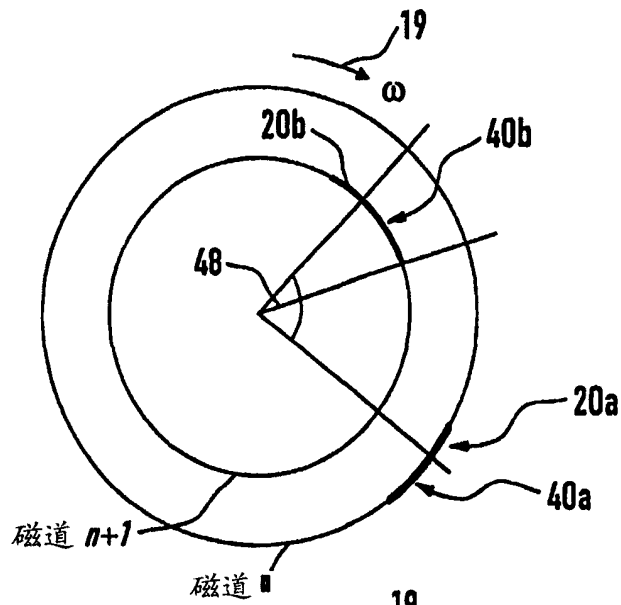


图 4b

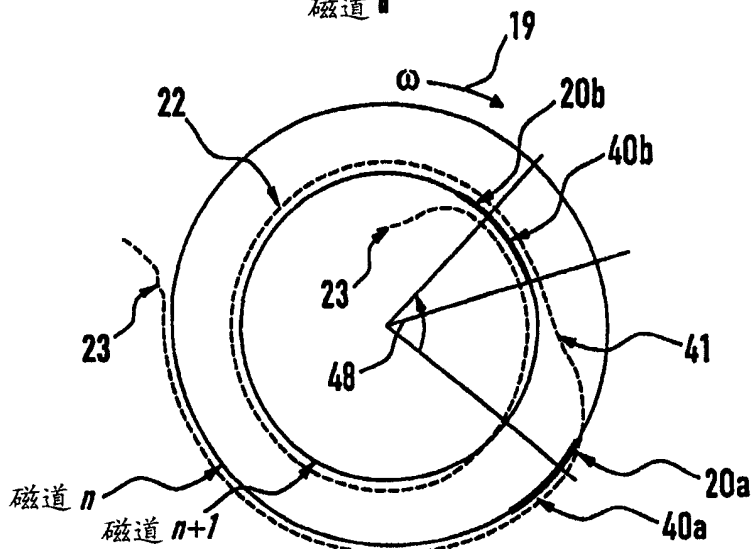


图 4c

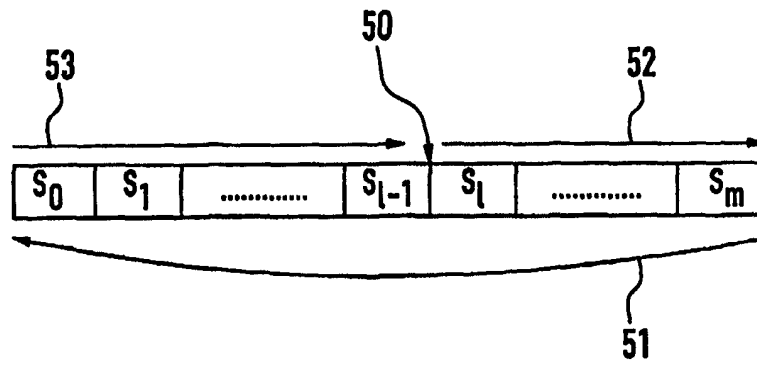


图 5