

## 磁头、磁带机和磁带存储机架

本公开要求于 2023 年 12 月 15 日提交的申请号为 202311733774.0、发明名称为“磁头、磁带机和磁带存储机架”的中国专利申请的优先权，其全部内容通过引用结合在本公开中。

## 技术领域

本公开涉及磁带存储技术领域，特别涉及一种磁头、磁带机和磁带存储机架。

## 背景技术

磁带存储是一种以磁带为存储介质的存储方式，因其低成本和低能耗而在当前仍被广泛应用。磁带存储主要是通过磁带机将数据存储在磁带上，或者，通过磁带机读取存储在磁带上的数据。

其中，磁带机主要包括磁头和磁带驱动机构，磁带绕过磁头，磁带驱动机构驱动磁带相对于磁头运动，而磁带在运动中，磁头通过磁性原理，在磁带上访问数据（如写数据或读数据）。

例如，磁带在宽度方向通常划分为四个数据带（data band），这四个 data band 记为 data band0、data band1、data band2 和 data band3，而磁头在磁带的宽度方向上移动，以在磁带的四个 data band 上访问数据。如当需要在磁带的 data band0 上访问数据时，磁头移动至，磁头的读写区和磁带的 data band0 位置相对，当需要在磁带的 data band1 上访问数据时，磁头移动至，磁头的读写区和磁带的 data band1 位置相对。

为了避免磁头的边缘将磁带刮伤，通常磁头本身的高度，再加上磁头上下移动的行程之和，大于磁带的宽度，也即是，无论磁头移动至何处，磁带都在磁头的两个边缘之间，且磁带与边缘有一定的间距。所以，由于受限于磁头本身的高度以及磁头的移动行程，磁带机的厚度比较大，在磁带存储机架中占据空间比较大。

## 发明内容

本公开提供了一种磁头、磁带机和磁带存储机架，该磁头能够减薄磁带机的厚度，在机架中布置更多数量的磁带机，提升机架的磁带存储密度。该磁头还能节省制作磁头的材料，降低磁头的制作成本。

第一方面，提供了一种磁头，所述磁头包括多个读写区，所述多个读写区在所述磁头的高度方向上排布，且所述多个读写区之间具有间隔；

所述多个读写区中的每个读写区，均包括沿着所述磁头宽度方向排布的写头区和读头区，所述写头区包括写数据到磁带中的写头，所述读头区包括用于从所述磁带中读数据的读头；

当需要对磁带的目标数据带 data band 进行数据访问时，由距离目标 data band 最近的读写区对所述目标 data band 进行数据访问。

其中，多个读写区之间具有间隔，例如，相邻的两个读写区之间具有间隔，该间隔可以与磁带的相邻的两个 data band 的间隔匹配，该间隔也可以与一个或多个 data band 的宽度匹配。

本公开所示的方案，磁头包括多个读写区，当需要读取磁带上某个 data band（记为目标 data band）的数据时，使用电机把距离这个目标 data band 最近的读写区，驱动到目标 data band 上方即可。相较于传统方案中，仅拥有单个读写区，为了读到目标 data band 的数据，不得不把这个唯一的读写区，移动到目标 data band 的上方，才能进行对目标 data band 的数据读/写。所以，本公开所示的磁头，能够减少磁头在其高度方向上的移动行程。

而磁头的移动行程减少以后，也能缩短磁头本身的高度。因磁带机的厚度，和磁头的移动行程以及磁头本身的高度呈正相关，所以，一旦磁头的移动行程减少，及磁头的本身高度缩短，便能减薄磁头所在磁带机的厚度。而一旦磁带机的厚度减薄，便能在磁带存储机架的机架中布置更多数量的磁带机，从而提升磁带存储机架的磁带存储密度。

本公开所示的方案，因磁头本身的高度缩短了，那么，与传统方案的磁头相比，在相同面积的晶圆（wafer）上，制作出的磁头的数量更多了，进而降低了磁头的加工制作成本。

本公开的一种实现方案中，每个读写区所包含的写头区、读头区的数量均为1个；本公开的另外一种实现方案中，每个读写区包含的写头区和读头区的数量不受限制。读头区是一个连续的区域，不被写头区分割；写头区是一个连续的区域，不被读头区分割。

在一种可能的实现方式中，所述多个读写区中的每个读写区，均包括一个写头区和一个读头区，所述多个读写区中包括第一类读写区和第二类读写区，所述第一类读写区的写头区和读头区的排布顺序，与所述第二类读写区的写头区和读头区的排布顺序相反。

在磁带存储技术中，通常要求磁带正转时，磁头能够在磁带上访问数据（如写数据），磁带反转时，磁头也能在磁带上访问数据（如写数据）。其中，磁带正转可以是磁带相对于磁头向右移动，磁带反转可以是磁带相对于磁头向左移动。

基于写头区写入数据以后，需要读头区，校验写入的数据是否正确。

所以，在每个读写区包括一个写头区和一个读头区的方案中，多个读写区中可以包括第一类读写区和第二类读写区，其中，第一类读写区的写头区和读头区的排布方式，与第二类读写区的写头区和读头区的排布方式相反。

例如，第一类读写区是排布方式为写头区-读头区的读写区（写头区在左，读头区在右），而第二类读写区是排布方式为读头区-写头区的读写区（写头区在右，读头区在左）。

这样，需要写数据时，磁带相对于磁头向右移动时，第一类读写区的写头区写入数据，第一类读写区的读头区对写入的数据进行校验。磁带相对于磁头向左移动时，第一类读写区虽然无法完成数据访问，但是第二类读写区的写头区却可以写入数据，第二类读写区的读头区对写入的数据进行校验，而完成数据访问。

因此，本公开所示的方案，每个读写区虽然只包括一个写头区和一个读头区，但是因多个读写区中包括第一类读写区（在磁带沿第一方向转动时，第一类读写区能够在磁带中写入数据）和第二类读写区（在磁带沿第二方向转动时，第二类读写区能够在磁带中写入数据），所以，依然能够实现：无论磁带正转还是反转，磁头均能对磁带进行数据访问，该处的数据访问是写数据，但是数据访问也可以是读数据。

而传统方案有且仅有一个读写区的磁头，为了实现磁带正转和反转，该唯一的读写区均能访问数据（如写数据），该读写区不得不是写头区-读头区-写头区，或者，不得不是读头区-写头区-读头区。

在一种可能的实现方式中，所述磁头用于：当所述磁带按照第一方向移动时，通过所述第一类读写区，在所述磁带的一个 data band 进行数据访问；

当所述磁带按照第二方向移动时，通过所述第二类读写区，在所述数据带的另一个 data band 进行数据访问，其中，所述第一方向和所述第二方向相反。

本公开所示的方案，因第一类读写区和第二类读写区，分别对应于不同的 data band，所以，磁带正转时，第一类读写区在其中一个 data band 上进行数据访问，磁带反转时，第二类读写区在另一个 data band 上进行数据访问。

可见，本公开所示的方案中，磁带正转和反转中，磁头是通过两个不同的读写区，在磁带的两个不同的 data band 上访问数据，而传统方案中，磁带正转和反转中，磁头是通过唯一的一个读写区，在磁带的同一个 data band 上访问数据。

在一种可能的实现方式中，所述磁头包括两个第一磁条，每个第一磁条均包括沿着高度方向分布的  $m$  个写头区和  $m$  个读头区， $m$  为大于或等于1的整数；

所述两个第一磁条沿着宽度方向拼接，且一个第一磁条的  $m$  个写头区与另一个第一磁条的  $m$  个读头区形成  $m$  个第一类读写区，所述一个第一磁条的  $m$  个读头区与所述另一个第一磁条的  $m$  个写头区形成  $m$  个第二类读写区。

在该排布方式中：第一类读写区横向以写头区-读头区的顺序排布；第二类读写区与第一类读写区相反，横向以读头区-写头区的排布。这意味着，当磁头由纵向的磁条组成（例如用胶水粘合而成）时，不同磁条的上下排布顺序具有对称性。例如以2个磁条（即2个第一磁条）组成一个磁头，每个磁条仅包括一个读头区和一个写头区为例（即  $m=1$  为例）：纵向上，如果第一个磁条是写头区在上、读头区在下；那么第二个磁条就是读头区在上、写头区在下。2个磁条粘合在一起以后，第一个磁条的写头区与第二个磁条的读头区组成第一类读写区；第二个磁条的写头区与第一个磁条的读头区组成第二类读写区。

可以看出第一个磁条和第二个磁条的结构其实完全相同，把第一个磁条沿着自己的中心旋转  $180^\circ$  就成了第二个磁条。其中，第一个磁条和第二个磁条均是上述所述的第一磁条，所以，其中一个第一磁条，沿着自己的中心旋转  $180^\circ$ ，就成了另一个第一磁条。因此，磁头制造厂商仅生产一种规格的磁条即可，相比于生产不同规格磁条来组成磁头的方案，简化了工艺。前面以 2 个磁条都仅包括一个读头区和一个写头区为例进行介绍，如果磁头包括不止 2 个读写区时（例如包括 2 个第一类读写区、2 个第二类读写区），组成磁头的磁条同样符合这个对称的规律，同样具有简化工艺的效果。反之，现有技术中，组成磁头的多个磁条不相同，因此磁头制造厂商不得不生成多种规格的磁条。

因磁条通常是在晶圆（wafer）上加工而成，那么，磁头包括两个第一磁条的方案，磁头制造厂商，仅加工一种晶圆即可，相比于加工两种晶圆来制作两种磁条的方案，少了一种类型的晶圆，进一步降低了磁头的加工制作成本。

在一种可能的实现方式中，所述磁头包括第二磁条和第三磁条，所述第二磁条包括 a 个写头区和 b 个读头区，所述第三磁条包括 a 个读头区和 b 个写头区，所述 a 和所述 b 均为大于或等于 1 的整数；

所述第二磁条的 a 个写头区的排布方式，与所述第三磁条的 a 个读头区的排布方式相同，所述第二磁条的 b 个读头区的排布方式，与所述第三磁条的 b 个写头区的排布方式相同；

所述第二磁条和所述第三磁条沿着宽度方向拼接，且所述第二磁条的 a 个写头区与所述第三磁条的 a 个读头区拼接形成 a 个第一类读写区，所述第二磁条的 b 个读头区与所述第三磁条的 b 个写头区拼接形成 b 个第二类读写区。

本公开所示的方案，因多个读写区中的每个读写区，在横向上均是包括一个写头区和一个读头区，例如，第一类读写区可以是在横向上以写头区-读头区的顺序排布的读写区，第二类读写区可以是在横向上以读头区-写头区的顺序排布的读写区。所以，任意一个读写区，在横向上都是只包括两个“区”，而根据一个横向的“区”占据一个磁条，故本公开所示的磁头，仅需要两个磁条（即第二磁条和第三磁条）在横向上拼接即可形成磁头。

而传统方案中，因唯一的读写区不得不为写头区-读头区-写头区，或者，不得不为读头区-写头区-读头区，所以，该唯一的读写区在横向上不得不包括三个“区”，而一个横向的“区”占据一个磁条，所以，传统方案中的磁头，不得不需要三个磁条来拼接该磁头。

可见，本公开所示的方案，相比于传统方案，减少了一个磁条，节省磁条的制作材料，降低磁头的加工制作成本。

需要指出的是，为了使第二磁条和第三磁条这两个磁条，在横向上拼接以后，能够形成包括第一类读写区和第二类读写区的磁头，那么，第二磁条和第三磁条需满足如下条件：

第二磁条的 a 个写头区的排布方式，与第三磁条的 a 个读头区的排布方式相同，且第二磁条的 b 个读头区的排布方式，与第三磁条的 b 个写头区的排布方式相同。

这样，第二磁条和第三磁条在横向上拼接以后，才能形成包括 a 个第一类读写区，b 个第二类读写区的磁头。

需要指出的是，a 和 b 可以相等，也可以不相等。

在一种可能的实现方式中，每个读写区包括多个访问头，所述访问头为写头或读头，位于不同读写区中的 k 个访问头，通过同一个模拟开关，接入所在磁带机的电路中；

所述模拟开关用于使所述 k 个访问头中的一部分访问头所在电路接通，剩余一部分访问头所在电路断开，所述 k 大于或等于 2，且小于或等于所述读写区的数量。

本公开所示的方案，位于不同读写区的 k 个访问头，可以通过同一个模拟开关，接入到磁带机的电路中。例如，模拟开关包括 k 个出线端，以及一个进线端，那么，k 个访问头均通过信号线，与模拟开关的 k 个出线端一一连接，而模拟开关的一个进线端接入到磁带机的电路中即可。

例如，k 为 2，模拟开关为单刀双掷开关，模拟开关包括两个出线端和一个进线端，位于不同读写区的 2 个访问头，分别通过信号线，接在模拟开关的两个出线端，而模拟开关的进线端，接入磁带机的电路中，如模拟开关的进线端，通过信号线，接入柔性电路板中。因此，两个访问头本来需要两根信号线，才能接入电路中，但是通过模拟开关，只需要通过一根信号线，便可以接入电路中。

可见，一个模拟开关能够将 k 路信号线合成一路信号线，而接入磁带机的电路中，相比于不使用模拟

开关，减少了  $k-1$  个信号线。进而，本公开所示的方案能控制磁头的出线数量不至于过多，使磁头的出线数量在可控范围内。

在一种可能的实现方式中，相邻的两个读写区之间具有间隔，且所述间隔与所述磁带的一个或多个 data band 的宽度匹配。

本公开所示的方案，因读写区的数量太多，会产生磁头出线数量庞大的问题，读写区的数量太少，会产生磁头移动行程大的问题。所以，本公开所示的磁头，虽然包括多个读写区，但是相邻的两个读写区之间有间隔，且该间隔为一个 data band 的宽度，或为多个 data band 的宽度。这样读写区的数量不至于太多，磁头的移动行程也不至于太大，兼顾了读写区的数量以及磁头的移动行程。

在一种可能的实现方式中，所述读写区的数量为两个；

如果磁带具有  $2n$  个 data band，则所述间隔与所述磁带的  $(n-1)$  个 data band 的宽度匹配；

如果磁带具有  $(2n-1)$  个 data band，则所述间隔与所述磁带的  $(n-2)$  或  $(n-1)$  个 data band 的宽度匹配，其中，所述  $n$  为大于或等于 2 的整数。

本公开所示的方案，两个读写区在磁头上的排布方式，与磁带的 data band 的数量相关。

如果 data band 的数量为偶数个，则这两个读写区之间的间隔为  $(n-1)$  个 data band 的宽度。这样， $2n$  个 data band 中  $n$  个 data band，距离其中一个读写区（记为第一个读写区）比较近，由该第一个读写区访问比较合适。另外  $n$  个 data band，距离另一个读写区（记为第二个读写区）比较近，由该第二个读写区访问比较合适。所以，两个读写区中，第一个读写区负责对其中一半的 data band 进行访问数据，这一半的 data band 都是距离该第一个读写区比较近的 data band。第二个读写区负责对另外一半的 data band 进行访问数据，这另外一半的 data band 都是距离该第二个读写区比较近的 data band。

如果 data band 的数量为奇数个，则两个读写区之间的间隔为  $(n-2)$  或  $(n-1)$  个 data band 的宽度。这样， $(2n-1)$  个 data band 中有  $n$  个 data band 距离其中一个读写区（记为第一个读写区）比较近，由第一个读写区访问比较合适。另外  $n-1$  个 data band 距离另一个读写区（记为第二个读写区）比较近，由第二个读写区访问比较合适。所以，两个读写区中，第一个读写区负责对其中  $n$  个 data band 进行访问数据，这  $n$  个 data band 都是距离该第一个读写区比较近的 data band。第二个读写区负责对剩余的  $n-1$  个 data band 进行访问数据，这  $n-1$  个 data band 都是距离第二个读写区比较近的 data band。

例如，data band 的数量为 5 个，两个读写区之间可以相隔 1 个 data band 的宽度，或者相隔 2 个 data band 的宽度。这样，5 个 data band 中，有 2 个 data band 距离第一个读写区比较近，由第一个读写区访问比较合适，另 3 个 data band 距离第二个读写区比较近，由第二个读写区访问比较合适。所以，第一个读写区负责对就近的 2 个 data band 进行数据访问，第二个读写区负责对就近的 3 个 data band 进行数据访问。

本公开所示的方案，读写区的数量为两个，相比于读写区的数量为一个的传统方案，读写区的数量并未增多太多，进而，磁头的出线数量并未大幅度增加。所以，本公开所示的磁头，其出线数量还在可控范围内。读写区的数量为两个，相比于读写区的数量为一个的传统方案，按照上述所述的最近访问原则，访问磁带时，能够减少磁头的移动行程，而缩短磁头本身的高度，最终减薄磁带机的厚度。

第二方面，提供了一种磁带机，所述磁带驱动器包括第一方面所述的磁头，还包括驱动所述磁头运动的电机。

本公开所示的方案，当需要磁头在磁带的某一个 data band（记为目标 data band）上访问数据时，电机可以驱动磁头移动至，多个读写区中的距离目标 data band 最近的读写区，与该目标 data band 位置相对，然后由该最近的读写区在该目标 data band 上访问数据。

可见，包括多个读写区的方案，磁头移动时，是将距离目标 data band 最近的读写区，移至与目标 data band 位置相对，而仅包括一个读写区的方案，磁头移动时，只能将该唯一的读写区，移至与目标 data band 位置相对，无所谓距离目标 data band 远近。所以，包括多个读写区的磁头，相较于仅包括一个读写区的磁头，能够减小磁头在其高度方向的移动行程。

因磁带机的厚度，和磁头在高度方向的移动行程以及磁头本身的高度呈正相关，所以，一旦磁头的移动行程减少，及磁头的本身高度缩短，便能减薄磁带机的厚度。而一旦磁带机的厚度减薄，便能在磁带存储机架的机架中布置更多数量的磁带机，从而提升磁带存储机架的磁带存储密度。

本公开所示的方案，该磁带机可以不包括磁带，但是磁带机具有供磁带插入的磁带口，需要存储数

据时，将空磁带插入至磁带机的磁带口中，磁带存满数据以后，将磁带从磁带口中取出，放置在磁带库中，当需要读取数据时，将磁带库里的磁带取出，插入磁带机中进行读数据。

在一种可能的实现方式中，所述磁带机还可以包括磁带；

所述磁带固定安装于所述磁带机中，为用于提供存储数据的磁性介质。

本公开所示的方案，磁带固定在磁带机中的方案，有利于保护磁带不受污损，保护其存储的数据不丢失。

磁带固定在磁带机中的方案，磁带库中不再是存放磁带，而是存放磁带机（磁带机中集成有磁带）。

磁带固定在磁带机中的方案，无需将磁带从磁带机中取出，进而可以省去机械臂，使磁带库中布置更多数量的磁带机。

第三方面，提供了一种磁带存储机架，所述磁带存储机架包括机架、控制器和第二方面所述的磁带机，所述控制器和所述磁带机均位于所述机架中；

所述控制器用于接收用户的访问请求，并基于所述访问请求，对所述磁带机中的磁带进行数据访问，所述数据访问包括读数据和写数据。

其中，磁带机可以固定安装在机架中，磁带机也可以通过可插拔方式，位于机架的槽位中。

本公开所示的方案，因磁带机的厚度比较薄，那么，机柜中可以存储更多数量的磁带机，进而提升机柜的磁带存储密度。

本公开所示的方案，磁带固定在磁带机中，该方案中，无需将磁带从磁带机中取出，进而可以省去机械臂，使机架中布置更多数量的磁带机，进一步提升机柜的磁带存储密度。

#### 附图说明

图1是本公开一个示例性实施例提供的磁带相对于磁头运动的示意图；

图2是传统方案提供的包括一个读写区的磁头，在磁带上访问数据的示意图；

图3是本公开一个示例性实施例提供的包括多个读写区的磁头，在磁带上访问数据的示意图；

图4是本公开一个示例性实施例提供的包括多个读写区的磁头，在磁带上访问数据的示意图；

图5是本公开一个示例性实施例提供的包括多个读写区的磁头，在磁带上访问数据的示意图；

图6是本公开一个示例性实施例提供的包括多个读写区的磁头，在磁带上访问数据的示意图；

图7是本公开一个示例性实施例提供的包括多个读写区的磁头，在磁带上访问数据的示意图；

图8是本公开一个示例性实施例提供的包括多个读写区，且每个读写区包括一个写头区和一个读头区的磁头的示意图；

图9是传统方案提供的包括一个读写区，且该读写区包括两个写头区和一个读头区的磁头，在磁带上访问数据的示意图；

图10是本公开一个示例性实施例提供的包括两个读写区，且两个读写区分别是第一类读写区和第二类读写区的磁头，在磁带上访问数据的示意图；

图11是本公开一个示例性实施例提供的每个读写区包括两个写头区和一个读头区的磁头，在磁带上访问数据的示意图；

图12是本公开一个示例性实施例提供的磁头，通过模拟开关接入电路中的示意图；

图13是本公开一个示例性实施例提供的每个读写区包括两个读头区和一个写头区的磁头的示意图；

图14是本公开一个示例性实施例提供的一个读写区包括两个写头区和一个读头区，另一个读写区包括两个读头区和一个写头区的磁头的示意图；

图15是本公开一个示例性实施例提供的由两个第一磁条拼接而成的磁头，其制作流程的示意图。

#### 附图标记说明

10、磁头；20、磁带；30、第一磁带盘；40、第二磁带盘。

1、第一磁条；2、第二磁条；3、读写区；4、模拟开关；5、第三磁条；6、第四磁条；7、第五磁条；8、第六磁条；9、第七磁条；11第八磁条；12、第九磁条。

21、第一 data band；22、第二 data band；23、第三 data band；24、第四 data band；25、第五 data band；26、第六 data band。

31、写头区；311、写头；32、读头区；321、读头。

### 具体实施方式

为使本公开的目的、技术方案和优点更加清楚，下面将结合附图对本公开实施方式作进一步地详细描述。

本实施例涉及到一种磁带机的磁头，该磁带机可以是但不限定为线性磁带开放协议（linear tape open, LTO）磁带机。

为便于理解，首先对本实施例中所涉及到的名词进行解释说明。

磁带（magnetic tape）是一种载有磁层，形状呈带状的磁性介质，用于记录声音、图像、数字或者其他信号，磁带通常在其宽度方向上划分为多个数据带（data band）。当前的 LTO 磁带机所对应的磁带，通常为宽度为 12.7mm 的磁带，在宽度方向上划分为四个 data band。

磁头（head）是一种通过磁性原理，在磁性介质（如磁带）上写（即记录）数据，以及读取磁性介质上记录的数据的部件。

磁头包括读写区（read write area），读写区是用来在磁性介质上访问数据的区域，访问数据包括写数据或读数据。

读写区又划分为写头区（write area）和读头区（read area），写头区是分布有多个写头（write head）的区域，读头区是分布有多个读头（read head）的区域。

写头是一种位于磁头上，通过磁化，改变磁性介质（如磁带）上的磁性物质的磁场，来在磁性介质上记录数据的部件。

读头是一种位于磁头上，通过感应磁性介质（如磁带）上的磁性物质的磁场，来读取磁性介质上记录的数据的部件。

下面介绍磁带机进行磁带存储的结构原理。

如图 1 所示为磁带机的俯视图，磁带机包括磁头 10 和磁带驱动机构，磁带驱动机构包括第一磁带盘 30 和第二磁带盘 40，磁带 20 的一端缠在第一磁带盘 30 上，另一端缠在第二磁带盘 40 上，磁带 20 绕过磁头 10，且与磁头 10 接触，第一磁带盘 30 和第二磁带盘 40 旋转中，磁带 20 相对于磁头 10 移动。例如，如图 1 所示，第一磁带盘 30 和第二磁带盘 40 进行逆时针旋转，磁带 20 相对于磁头 10 向右移动。

磁带 20 相对于磁头 10 移动中，磁头 10 在磁带 20 上访问数据。

如图 2 所示，为传统方案中一种磁头 10 在磁带 20 上访问数据的场景示意图，如图 2 所示，磁带 20 具有一定的宽度，如宽度记为  $W1$ 。

继续参考图 2 所示，磁带 20 在沿着宽度方向上，划分为多个 data band，例如，如图 2 所示，磁带 20 具有四个 data band，分别记为第一 data band21、第二 data band22、第三 data band23 和第四 data band24。

继续参考图 2 所示，磁头 10 具有读写区，磁头 10 沿着磁带 20 的宽度方向，上下移动，以在磁带 20 的各个 data band 进行访问数据。

例如，如图 2 所示，当需要在第一 data band21 上访问数据时，磁头 10 需要移动至其读写区，与磁带 20 的第一 data band21 位置相对（参考图 2 所示磁头 10 在第四时刻所处的位置），然后磁带 20 相对于磁头 10 进行左右移动，以写满或读完磁带 20 的第一 data band21。

当需要在第二 data band22 上访问数据时，磁头 10 需要移动至其读写区，与磁带 20 的第二 data band22 位置相对（参考图 2 所示磁头 10 在第三时刻所处的位置），然后磁带 20 相对于磁头 10 进行左右移动，以写满或读完磁带 20 的第二 data band22。

当需要在第三 data band23 上访问数据时，磁头 10 需要移动至其读写区，与磁带 20 的第三 data band23 位置相对（参考图 2 所示磁头 10 在第二时刻所处的位置），然后磁带 20 相对于磁头 10 进行左右移动，以写满或读完磁带 20 的第三 data band23。

当需要再第四 data band24 上访问数据时，磁头 10 需要移动至其读写区，与磁带 20 的第四 data band24 位置相对（参考图 2 所示磁头 10 在第一时刻所处的位置），然后磁带 20 相对于磁头 10 进行左右移动，以写满或读完磁带 20 的第四 data band24。

这样，借助磁头 10 相对于磁带 20，进行上下移动，以及磁带 20 相对于磁头 10 左右移动，以写满或读完整个磁带 20。

需要指出的是，图 2 中，磁头 10 只是沿着磁带的宽度方向上下移动，并不在磁带 20 的长度方向上左右移动，图 2 只是为了便于区分和观看磁头 10 在不同时刻所停留的位置。

因磁带 20 绕着磁头 10 移动, 且磁头 10 与磁带 20 有接触, 所以, 为了避免磁头 10 的边缘位置, 将磁带 20 刮伤, 参考图 2 所示, 无论磁头 10 移动至哪一位置处, 磁头 10 的沿着高度方向的端部, 始终伸出磁带 20 的沿着宽度方向的边缘, 其中, 磁头 10 的高度方向和磁带 20 的宽度方向一致。

例如, 磁头 10 移动至上端最靠近磁带 20 上边缘时, 参考图 2 所示, 磁头 10 移动至其读写区与第四 data band24 相对时, 磁头 10 的上端伸出磁带 20 上边缘的长度为  $d$ 。磁头 10 移动至下端最靠近磁带 20 下边缘时, 参考图 2 所示, 磁头 10 移动至其读写区与第一 data band21 相对时, 磁头 10 的下端伸出磁带 20 下边缘的长度为  $d$ 。

所以, 为了满足磁头 10 的上下端部, 始终伸出磁带 20 的上下边缘, 参考图 2 所示, 磁头 10 本身的高度会比较大, 再加上, 磁头 10 在磁带机中需要上下移动, 那么, 磁带机中需要有足够的空间供磁头 10 上下移动。

继续参考图 2 所示, 磁带机中, 磁头 10 本身的高度和磁头的上下移动行程之和 (可以记为磁头行程高度), 至少为  $H1$ , 参考图 2 所示,  $H1 = W1 + 6h + 2d$ , 其中,  $h$  为读写区 3 的高度, 约为单个 data band 的宽度。

而如图 2 所示的磁头 10 在磁带 20 上访问数据, 至少存在如下问题。

首先, 磁头行程高度  $H1$  比较大, 导致磁带机比较厚。

例如, 磁带 20 的宽度  $W1$  约为 12.7mm, 每个 data band 的宽度约为 3mm, 那么, 磁头 10 本身的高度需要为 27mm 左右, 在磁带机的行程高度约为 9mm 左右, 磁头 10 的磁头行程高度  $H1$  约为 36mm, 再加上磁带机的上下壳的厚度 ( $2 \times 2\text{mm}$ ), 那么, 磁带机的厚度至少大于 40mm。

其次, 磁带机虽然比较厚, 但是位于磁带机中的磁带, 所占据的空间比例却比较小, 导致磁带机的存储容量密度比较小。

例如, 40mm 厚的磁带机, 磁带宽度仅为 12.7mm, 磁带机的存储容量密度不足 31.75%。其中存储容量密度, 也可以称为磁带存储密度, 为磁带的宽度 (即磁带的厚度) 与磁带机的厚度比例。

本实施例提供了一种磁头, 该磁头 10 的移动行程比较小, 能够缩短磁头 10 本身的高度, 而一旦磁头 10 的行程小, 磁头的本身高度小, 便能减小磁头行程高度, 从而磁带机的厚度得以减薄。而磁带机的厚度减薄, 在磁带宽度不变的情况下, 磁带机的存储容量密度也得以提升。而且, 磁带机的厚度减薄, 那么用来存放磁带机的机柜便能容纳更多数量的磁带机。

而且, 本实施例所示的磁头 10, 只需使用两个磁条拼接而成, 与传统的需使用三个磁条拼接而成的磁头相比, 少了一条磁条, 节省了磁头 10 的材料成本, 进而降低了磁头的加工制作成本。又因磁头本身的高度缩短了, 那么, 拼接成磁头的磁条的高度也缩短了, 进而, 在相同面积的晶圆 (wafer) 上, 制作出的磁条的数量更多了, 进一步降低了磁头 10 的加工制作成本。

而且, 包括两个读写区的磁头, 与包括更多数量读写区的磁头相比, 磁头所使用的两个磁条是结构和材质均相同的同一磁条, 那么, 在加工磁条时, 只需要制作一种晶圆即可, 进一步降低了磁头 10 的加工制作成本。

下面介绍本实施例所示的磁头的特征。

因在介绍本实施例中, 会涉及到方位名词上下和左右, 所以, 参考图 3 所示, 可以以磁带 20 的宽度方向为上下方向, 以垂直于宽度方向为左右方向, 磁带 20 移动也即是向左或向右移动。

其中, 磁头 10 的高度方向和磁带 20 的宽度方向相同, 均是上下方向, 磁头 10 的宽度方向和磁带 20 的长度方向相同, 均是左右方向。

参考图 3 所示, 磁头 10 包括多个读写区 3, 多个读写区 3 在磁头 10 的高度方向上排布, 且相邻的两个读写区 3 之间具有间隔, 其中, 图 3 中以两个读写区 3 进行示例, 两个读写区 3 分别记为读写区 3a 和读写区 3b, 以示区分。

其中, 该间隔可以与磁带的相邻的两个 data band 之间的间隔匹配 (参考图 4 和图 5 所示), 该间隔也可以与磁带的一个或多个 data band 的宽度匹配 (参考图 3 所示)。

因磁头 10 在高度方向上包括多个读写区 3, 那么, 这多个读写区 3 在磁带的多个 data band 上访问数据时, 可以按照如下最近访问原则进行:

当需要在某一个 data band (记为目标 data band) 上访问数据时, 如果多个读写区 3 中存在与目标 data

band 位置相对的读写区（记为目标读写区），则磁头无需移动。而如果多个读写区中不存在与目标 data band 位置相对的读写区，则磁头需要移动，而磁头只需移动至，让距离目标 data band 最近的读写区，与目标 data band 位置正相对，而成为目标读写区即可。目标读写区与目标 data band 位置相对以后，目标读写区便可以在目标 data band 上进行数据访问。

其中，data band 与读写区位置相对，也可以称为，读写区位于 data band 的上方，读写区在磁带上的正投影覆盖该 data band。

需要说明的是，本实施例中“最近”是一个基本原则，但是不排除一些情况下违反“最近”原则的情况，例如：当有 2 个读写区距离目标 band 的距离接近时，可以选择这 2 个读写区中的任意一个访问目标 data band；当因为结构或者其他限制，距离目标 band 最近的读写区无法访问目标 band 时，由较远的读写区对目标 band 进行访问；当距离目标 band 最近的读写区故障时，由较远的读写区对目标 band 进行访问。因此，只要磁带机的磁头对 band 的访问逻辑在多数情况下符合“最近”原则，就是本实施例所包含的范围。

可见，本实施例中包括多个读写区的磁头，与仅包括一个读写区的磁头相比较，访问同样宽度的磁带时，如访问同是包括四个 data band 的磁带时，多个读写区按照上述最近原则，在这四个 data band 访问数据，磁头所移动的行程，要小于一个读写区在这四个 data band 访问数据，磁头所移动的行程。

所以，本实施例的磁头，因包括多个读写区，而可以减小磁头 10 的上下移动行程。一旦磁头 10 的移动行程得以减小，便能缩短磁头 10 本身的高度，进而减小磁头行程高度（其中，磁头行程高度为磁头移动行程与磁头本身高度之和）。

例如，参考图 3 所示，磁头行程高度为  $H_2$ ， $H_2 = W_1 + 2h + 2d$ ，如约为 24mm，显然与图 2 所示的方案相比，磁头行程高度减小了  $4h$ ，如 12mm，磁带机的厚度可以降低至 26mm，那么，磁带机的磁带存储密度约为 48.85%。

下面介绍多个读写区 3 的排布方式及数量。

多个读写区 3 的排布方式可以归纳为两种：参考图 4 和图 5 所示，一种是多个读写区 3 沿着磁头的高度方向依次排布，且相邻两个读写区 3 之间的间隔，与相邻两个 data band 之间的间隔匹配；

另一种是多个读写区 3 沿着磁头的高度方向排布，且相邻两个读写区 3 之间的间隔，与一个或多个 data band 的宽度匹配。

下面分别针对上述两种排布方式，介绍读写区 3 的具体排布及数量。

（一）多个读写区 3 沿着磁头的高度方向依次排布，且相邻两个读写区 3 之间的间隔，与相邻两个 data band 之间的间隔匹配。

其中，两个间隔匹配，也即是两个间隔相等或接近相等，本实施例中涉及到的两个数值匹配，在无特殊指明的情况下，均为两个数值相等或接近相等。

例如，相邻两个 data band 之间的间隔，大于或等于 0，且小于单个 data band 的宽度，那么，相邻的两个读写区 3 之间的间隔，也是大于或等于 0，且小于单个 data band 的宽度。

作为一种示例，如果相邻的两个 data band 之间的间隔为 0，那么，相邻的两个读写区之间的间隔也为 0，该情况下，这多个读写区首尾连在一起，也可以看作一个读写区，在加工中可以作为一个读写区制作。

因相邻的两个读写区 3 之间的间隔比较小，远小于单个 data band 的宽度，所以，读写区 3 的数量，小于或等于 data band 的数量。

如图 4 和图 5 所示为多个读写区 3 沿着磁头的高度方向排布的示意图，图 4 和图 5 中均以磁带 20 具有四个 data band 进行示例。

参考图 4 所示，读写区 3 的数量等于 data band 的数量，多个读写区 3 沿着磁头的高度方向逐个挨着排布，相邻两个读写区 3 之间的间隔，与相邻两个 data band 之间的间隔相等或接近相等。其中，图 4 中以四个 data band 进行示例，那么，读写区 3 的数量也为四个，为便于区分，分别记为读写区 3a、读写区 3b、读写区 3c 和读写区 3d。

参考图 5 所示，读写区 3 的数量小于 data band 的数量，多个读写区沿着磁头的高度方向逐个挨着排布，相邻两个读写区 3 之间的间隔，与相邻两个 data band 之间的间隔相等或接近相等。其中，图 5 中以四个 data band，两个读写区进行示例，两个读写区分别记为读写区 3a 和读写区 3b 以示区分。

继续参考图 4 所示，当磁头 10 在磁带 20 上访问数据时，磁头 10 的多个读写区 3 和磁带 20 的多个 data band，一一位置相对。

所以,如图4所示,磁头10只需要在上下方向上移动很小行程(即磁头10上下微调其位置),便能在磁带20的全部data band上访问数据,其中,该移动行程远小于单个data band的宽度。该方案中,磁头行程高度为 $H_3$ , $H_3 = W_1 + 2d$ ,如约为18mm,磁带机的厚度略大于磁带的宽度,那么,磁带机的厚度比较薄,磁带机的存储容量比较大。

读写区3的数量小于data band的数量的方案中,当磁头10在磁带20上访问数据时,磁头20只需要移动较少次数(和图2所示的方案相比),每次移动一个或多个data band的宽度,便能在磁带20的全部data band上访问数据。

参考图5所示,当磁头10在磁带20上访问数据时,磁头20只需要移动一次,移动行程是2个data band的宽度,便能在磁带20的四个data band上访问数据。该方案中,磁头行程高度为 $H_4$ , $H_4 = W_1 + 4h + 2d$ ,如约为30mm,显然与图2所示的方案相比,磁头行程高度减小了 $2h$ ,如6mm。

(二)多个读写区3沿着磁头的高度方向排布,且相邻两个读写区3之间的间隔,与一个或多个data band的宽度匹配。

例如,多个读写区3沿着磁头的高度方向排布,且相邻两个读写区3之间的间隔,与一个data band的宽度相等或接近相等。

这样,当磁头10在磁带20上访问数据时,相邻的两个读写区3之间,相隔磁带20的一个data band。相邻的两个读写区3之间相隔一个data band的方案中,磁头10移动一次,且移动行程为单个data band的宽度,便能在磁带20的全部data band上访问数据,能够减小磁头10的移动行程。

又例如,多个读写区3沿着磁头的高度方向排布,且相邻两个读写区3之间的间隔,与多个data band的宽度相等或接近相等。

这样,当磁头10在磁带20上访问数据时,相邻的两个读写区3之间,相隔磁带20的多个data band。相邻的两个读写区3之间,相隔多个data band的方案中,兼顾了磁头10的移动次数以及读写区的数量,做到磁头10的移动次数较少,读写区的数量也较少。其中,移动次数少,能减小移动行程,读写区的数量少,能降低磁头的加工成本,减少磁头的出线数量(读写区有大量读头和写头,读头和写头均需向外引信号线)。

其中,上述所述的“间隔与多个data band的宽度相等或接近相等”,也即是,该间隔约等于多个data band的宽度之和。而如果相邻两个data band之间有大于0的间隙,参见图6所示,则该间隔约等于多个data band的宽度,及多个data band之间的间隙之和。

因相邻的两个读写区3之间的间隔,与至少一个data band的宽度匹配,所以,读写区3的数量,小于data band的数量。

其中,读写区3的数量可以根据仿真结果和试验结果设定,如依据磁头行程高度和磁头的出线数量,选择读写区3的数量。下面示例读写区3的数量为两个,磁带20具有两个以上data band的情况下,两个读写区3的排布方式。

(1)磁带20具有 $2n$ 个data band, $n$ 为大于或等于2的整数。

也即是,磁带20具有偶数个data band,如4个、6个,甚至更多个。

两个读写区3之间的间隔,可以与磁带20的 $n-1$ 个data band的宽度匹配,这样,当磁头10在磁带20上访问数据时,两个读写区3之间,相隔 $n-1$ 个data band。

进而,一个读写区3负责在 $n$ 个data band(这 $n$ 个data band位置连续)上访问数据,另一个读写区3负责在剩余的 $n$ 个data band(这 $n$ 个data band在位置上连续)上访问数据。

偶数个读写区3,在上述排布方式下,再基于上述所述的最近访问原则,便可以使磁头在最小移动行程下,访问完所有的data band。

例如,如图3所示,磁带20的宽度为 $W_1$ ,具有第一data band21、第二data band22、第三data band23和第四data band24,共四个data band,两个读写区3之间,相隔1个data band。如图3所示的方案中,磁头按照最近访问原则访问磁带时,磁头的磁头行程高度为 $H_2$ , $H_2 = W_1 + 2h + 2d$ 。

又例如,如图6所示,磁带20的宽度为 $W_2$ ,具有第一data band21、第二data band22、第三data band23、第四data band24、第五data band25和第六data band26,共六个data band,两个读写区3之间(既读写区3a和读写区3b之间),相隔2个data band。如图6所示的方案中,磁头按照最近访问原则访问磁带时,磁头的磁头行程高度为 $H_5$ , $H_5 = W_2 + 4h + 2d$ 。

(2) 磁带 20 具有  $2n-1$  个 data band,  $n$  为大于或等于 2 的整数。

也即是, 磁带 20 具有奇数个 data band, 如 3 个、5 个, 甚至更多个。

两个读写区 3 之间的间隔, 可以与磁带 20 的  $n-2$  或  $n-1$  个 data band 的宽度匹配, 这样, 当磁头 10 在磁带 20 上访问数据时, 两个读写区 3 之间, 相隔  $n-2$  或  $n-1$  个 data band。

进而, 一个读写区 3 负责在  $n-1$  个 data band (这  $n-1$  个 data band 位置连续) 上访问数据, 另一个读写区 3 负责在剩余的  $n$  个 data band (这  $n$  个 data band 在位置上连续) 上访问数据。

奇数个读写区 3, 在上述排布方式下, 再基于上述所述的最近访问原则, 便可以使磁头在最小移动行程下, 访问完所有的 data band。

例如, 如图 7 所示, 磁带 20 的宽度为  $W_3$ , 具有第一 data band21、第二 data band22、第三 data band23、第四 data band24 和第五 data band25, 共五个 data band, 两个读写区 3 之间 (既读写区 3a 和读写区 3b 之间), 可以相隔 2 个或 1 个 data band, 其中图 7 以相隔 2 个 data band 示例。如图 7 所示的方案中, 磁头按照最近访问原则访问磁带时, 磁头的磁头行程高度为  $H_6$ ,  $H_6 = W_3 + 4h + 2d$ 。

综合上述, 并参考图 2 至图 7 所示, 在同等条件下, 也即是在磁带宽度  $W$  相同、磁头端部伸出于磁带边缘的尺寸  $d$  相同, 以及读写区的高度相同的前提下, 磁头包括多个读写区的方案, 相较于传统方案中, 仅拥有单个读写区, 能够减少磁头在其高度方向上的移动行程。

而磁头的移动行程减少以后, 也能缩短磁头本身的高度。因磁带机的厚度, 和磁头的移动行程以及磁头本身的高度相关, 所以, 一旦磁带机的厚度得以减薄, 那么, 减薄后的磁带机应用到磁带存储机架中时, 在机架尺寸不变的情况下, 能够容纳更多的磁带机, 提升机架的磁带存储密度。

磁头 10 由多个磁条拼接而成, 而磁条通常在晶圆 (wafer) 上制作, 因磁头 10 本身的高度缩短了, 磁头与磁条等高度, 那么, 磁条的高度也得以缩短了, 进而, 与传统方案的磁头相比, 在相同面积的晶圆上, 制作出的磁条的数量更多了, 制作出的磁头的数量也更多了, 进而降低了磁头的加工制作成本。

由上述分析可知, 磁头 10 所包括的读写区 3 的数量越多, 则磁头 10 在上下方向上的移动行程越小, 磁头行程高度也越小, 如读写区 3 的数量与 data band 的数量相等, 那磁头 10 便无需移动, 移动行程接近 0。但是, 读写区 3 的数量太多, 也会引出其他问题, 参考下面所述。

如图 8 所示, 为包括三个读写区 3 的磁头 10 的示意图, 这三个读写区中, 其中两个是第一类读写区 3A, 另一个是第二类读写区 3B。图 8 中, 两个第一类读写区 3A, 分别记为第一类读写区 3A-1 和第一类读写区 3A-2 以示区分。其中, 图 8 中为便于区分各个写头, 以及各个读头, 这多个写头使用附图标记 311 至 316 表示, 这多个读头使用附图标记 321 至 326 表示。

参考图 8 所示, 每个读写区 3 包括沿着磁头 10 宽度方向排布的写头区 31 和读头区 32, 其中磁头 10 的宽度方向与磁头的高度方向垂直, 磁头的高度方向和磁带的宽度方向一致。

例如, 参考图 8 所示, 每个写头区 31 包括多个写头 311, 如 32 个写头 311。每个读头区 32 包括多个读头 321, 如 32 个读头 321。其中, 写头区 31 不包括读头, 读头区 32 不包括写头。

参考图 12 所示, 每个写头区 31 还会包括两个伺服头, 多个写头 311 位于两个伺服头之间, 其中, 伺服头用于使多个写头 311 与磁带的的一个 data band 内的多个磁道一一对应。继续参考图 12 所示, 每个读头区 32 也会包括两个伺服头, 多个读头 321 位于两个伺服头之间, 伺服头用于使多个读头 321 与磁带的的一个 data band 内的多个磁道一一对应。

而每个写头 311、每个读头 321 和每个伺服头, 都需要通过信号线 (如两根正负极信号线), 接入磁带机的电路中。

可见, 读写区 3 的数量越多, 磁头 10 的访问头的数量就越多, 访问头包括写头、读头和伺服头, 那么, 磁头 10 的出线数量越多, 那么磁带机的电路布局越复杂。

而且, 通常磁头 10 通过柔性电路板 (flexible printed circuit, FPC), 接入到电路中, 而柔性电路板所承载的信号线的数量是有限的。

而本实施例所示的磁头, 虽然包括多个读写区 3, 但是却能够控制磁头的出线数量。

下面介绍控制磁头出线数量的方案。

(一) 本实施例的磁头, 每个读写区 3 包括一个写头区 31 和一个读头区 32 两个区, 与传统方案中包括写头区-读头区-写头区三个区的读写区相比, 少了一个写头区, 与传统方案中包括读头区-写头区-读头

区三个区的读写区相比，少了一个读头区。总之，本实施例的读写区，相较于传统的读写区，少了一个“写头区”或“读头区”，进而能控制磁头的出线数量。

下面介绍，传统读写区为写头区-读头区-写头区或为读头区-写头区-读头区的原因，以及本实施例的读写区却能包括一个写头区和一个读头区的原因。

(1) 传统读写区为写头区-读头区-写头区或为读头区-写头区-读头区的原因。

在磁带存储技术中，通常要求磁带 20 正转时，磁头 10 能够在磁带上访问数据，磁带 20 反转时，磁头 10 也能在磁带上访问数据。其中，磁带 20 正转可以是磁带 20 相对于磁头 10 向右移动，磁带 20 反转可以是磁带 20 相对于磁头 10 向左移动。

基于写头区写入数据以后，需要读头区，校验写入的数据是否正确。

因此，对于有且仅有一个读写区的方案，如果读写区只包括一个写头区和一个读头区，如该唯一的读写区为写头区-读头区。那么，磁带正转时，磁带相当于磁头向右移动，磁带先经过写头区，磁带经过写头区时，由写头区写下数据，磁带继续向右移动，经过读头区时，读头区校验写入的数据是否正确，可见，磁带正转时，该唯一的读写区能正常访问数据。而磁带反转时，磁带相对于磁头向左移动，磁带先经过读头区，读头区只能读数据，无法写数据，磁带继续向左移动，经过写头区时，虽然能由写头区写入数据，但是写头区写入的数据，无法被校验是否正确，可见，磁带反转时，该唯一的读写区无法正常访问数据。

而对于有且仅有一个读写区的方案，如读写区为写头区-读头区-写头区，参考图 9 所示，为便于介绍，两个写头区中一个记为 1#，另一个记为 2#。

参考图 9 所示，磁头在磁带上写数据的示意图。磁带 20 正转时，磁带 20 相对于磁头 10 向右移动，该唯一的读写区 3 的 1#写头区 31 在第二 data band22 上写数据，读头区 32 校验写入第二 data band22 的数据是否正确。磁带 20 反转时，磁带 20 相对于磁头 10 向左移动，该唯一的读写区 3 的 2#写头区 31 第二 data band22 上写数据，读头区 32 校验写入第二 data band22 的数据是否正确。可见，磁带正转和反转时，该唯一的读写区，均能在磁带上访问数据。

同理，对于有且仅有一个读写区的方案，如读写区为 1#读头区-写头区-2#读头区，磁带正转时，磁带向右移动，写头区写数据，2#读头区校验写入的数据是否正确，磁带反转时，磁带向左移动，写头区写数据，1#读头区校验写入的数据是否正确。

所以，对于包括一个读写区的磁头，该唯一的读写区要么为写头区-读头区-写头区，要么为读头区-写头区-读头区。

(2) 读写区的数量为多个的方案中，每个读写区可以包括一个写头区和一个读头区的原因。

如图 8 所示，因读写区的数量为多个，那么，这多个读写区 3 中可以按照写头区和读头区的排布顺序，划分为两大类读写区，分别记为第一类读写区 3A 和第二类读写区 3B，其中，第一类读写区 3A 可以是写头区 31-读头区 32 这样排布，第二类读写区 3B 可以是读头区 32-写头区 31 这样排布。同一个磁头中，可以仅拥有一个第一类读头区和一个第二类读头区。也可以包括更多数量的第一类读头区和更多数量的第二类读写区。

那么，磁带 20 正转时，磁带相对于磁头向右移动，参考图 8 所示，可以是第一类读写区 3A 中任意一个读写区 3，在磁带上访问数据，也可以是，第一类读写区 3A 中的多个读写区 3，都在磁带上访问数据。磁带 20 反转时，磁带相对于磁头向左移动，参考图 8 所示，可以是第二类读写区 3B 中的任意一个读写区，在磁带上访问数据，也可以是第二类读写区 3B 中的多个读写区 3，都在磁带上访问数据。

例如，如图 10 所示，以读写区 3 的数量为两个示例，其中一个为第一类读写区 3A，另一个为第二类读写区 3B。磁带 20 正转时，磁带相对于磁头向右移动，第一类读写区 3A 中的 1#写头区 31 在第二 data band22 上写入数据，1#读头区 32 校验写入的数据是否正确。磁带 20 反转时，磁带相对于磁头向左移动，第二类读写区 3B 中的 2#写头区 31 在第四 data band24 上写入数据，2#读头区 32 校验写入的数据是否正确。

所以，对于包括多个读写区的磁头，因多个读写区中包括写头区和读头区排布方式相反的第一类读写区和第二类读写区，使得每个读写区虽然只包括一个写头区和一个读头区，但是依然能实现磁带正转时和反转时，磁头均能在磁带上访问数据。

需要指出的是，读写区的数量为多个的方案中，每个读写区也可以是写头区-读头区-写头区，或读头区-写头区-读头区。如图 11 所示为，以读写区的数量为两个，每个读写区为写头区-读头区-写头区示例。

参考图 11 所示，磁带 20 正转时，磁带相对于磁头向右移动，可以是 1#写头区 31 在第二 data band22 上写入数据，1#读头区 32 校验写入的数据是否正确。磁带 20 正转时，磁带相对于磁头向右移动，也可以是 3#写头区 31 在第四 data band24 上写入数据，2#读头区 32 校验写入的数据是否正确。

磁带 20 反转时，磁带相对于磁头向左移动，可以是 2#写头区 31 在第二 data band22 上写数据，1#读头区 32 校验写入的数据是否正确。磁带 20 反转时，磁带相对于磁头向左移动，也可以是 4#写头区 31 在第四 data band24 上写数据，2#读头区 32 校验写入的数据是否正确。

需要指出的是，读写区的数量为多个的方案中，也可以是，一部分读写区是写头区-读头区-写头区，另一部分读写区是读头区-写头区-读头区。

需要指出的是，单个写头区 31 是一个连续的区域，不被读头区 32 分割，单个读头区 32 是一个连续的区域，不被写头区分割。

(二) 通过模拟开关，控制磁头的出线数量。

如图 12 所示为包括两个读写区 3 的磁头 10 的结构示意图。

参考图 12 所示，每个读写区 3 包括多个访问头，访问头可以是写头 311，也可以是读头 321，还可以是伺服头。位于不同读写区 3 的 k 个访问头，通过同一个模拟开关 4，接入磁带机所在电路中。

其中，模拟开关用于使 k 个访问头中的一部分访问头所在电路接通，剩余一部分访问头所在电路处于断开。

其中，k 大于或等于 2，且小于或等于读写区 3 的总数量，而且，k 的取值与模拟开关 4 的类型相关，例如，模拟开关 4 为单刀双掷开关，则 k 为 2，模拟开关为单刀三掷开关，则 k 为 3。

其中，k 个访问头，可以是 k 个写头 311，也可以是 k 个读头 321，还可以包括写头 311 和读头 321，写头 311 和读头 321 的数量之和为 k。

那么，位于不同读写区 3 的 k 个写头 311，通过同一个模拟开关 4，接入磁带机所在电路中。又例如，位于不同读写区 3 的 k 个读头 321，通过模拟开关 4，接入磁带机所在电路中。又例如，参考图 8 所示，位于不同读写区 3 的写头 311 和读头 321，通过模拟开关 4，接入磁带机所在电路中。

不同读写区 3 内的 k 个访问头，通过一个模拟开关，接入电路中。例如，k 个访问头，接入模拟开关的 k 个出线端，而模拟开关的一个进线端接入磁带机的电路中，如模拟开关的一个进线端接入柔性电路板上，可见，模拟开关能够使 k 路信号线，合成一路信号线，而接入磁带机的电路中，进而能够减少接入电路的信号线的数量。

例如，如图 12 所示，磁头包括两个读写区 3，模拟开关为单刀双掷开关，则磁头的出线数量，与图 11 所示的方案相比，减少一半数量的信号线，进而可以控制磁头的出线量。

在一种示例中，模拟开关可以通过半导体技术加工，与磁头 10 合封（即封装在一起），实现磁头和模拟开关一体化。

在一种示例中，模拟开关可以应用在包括多个读写区 3 的磁头 10 中。例如，模拟开关可以应用在读写区 3 的数量为多个，且各个读写区 3 包括一个写头区 31 和一个读头区 32 的方案中。又例如，模拟开关也可以应用在读写区 3 的数量为多个，且各个读写区 3 包括两个写头区 31 和一个读头区 32 的方案中。又例如，模拟开关还可以应用在读写区 3 的数量为多个，且各个读写区 3 包括一个写头区 31 和两个读头区 32 的方案中。又例如，模拟开关还可以应用在读写区 3 的数量为多个，一部分读写区 3 包括两个写头区 31 和一个读头区 32，剩余一部分读写区 3 包括一个写头区 31 和两个读头区 32 的方案中。

以上是磁头包括多个读写区 3，控制磁头的出线数量的策略。

下面介绍磁头 10 所包括的磁条的特征及数量。

其中，磁头 10 是通过多个磁条，沿着宽度方向拼接而成，例如，多个磁条在横向上通过胶水固定形成磁头。

其中，磁条的横向也即是磁条的宽度方向，如图 8 所示，为左右方向。磁条的纵向也即是磁条的高度方向，磁条高度方向和磁头的高度方向一致，也与磁带的宽度方向一致，如图 8 所示，均是上下方向。

传统包括一个读写区的方案，因读写区在横向上以写头区-读头区-写头区的顺序排列而成，故在横向上包括三个区，而横向的一个区占据一个磁条，所以，传统的磁头需要使用三个磁条，参见图 9 所示。

以图 9 所示的磁头示例，参考图 9 所示，仅包括一个读写区 3 的磁头 10，其读写区 3 在横向上需要包

括两个写头区 31 和一个读头区 32，所以，读写区 3 在横向上包括三个“区”，而一个横向的“区”占据一个磁条，那么，磁头 10 在横向上需要包括三个磁条。

因此，如图 9 所示，仅包括一个读写区 3 的方案中，磁头包括一个第五磁条 7 和两个第四磁条 6，其中，图 9 中两个第四磁条 6，分别记为第四磁条 6a 和第四磁条 6b 以示区分。继续参考图 9 所示，第五磁条 7 上分布有读头区 32，第四磁条 6 上分布有写头区 31，第五磁条 7 夹在两个第四磁条 6 之间，而形成磁头 10，进而在横向上形成以写头区-读头区-写头区的顺序排布的读写区。

而包括多个读写区的方案，因每个读写区在横向上可以只包括一个写头区和一个读头区，在横向上只有两个区，所以，磁头仅需要两个磁条，参见图 8 所示。

所以，本实施例的磁头，相较于传统的磁头，可以少一个磁条，节省了材料，有利于降低磁头的加工制作成本。

对于使用两个磁条加工磁头的方案，可以包括如下几种示例。

方案一，参考图 8 所示，磁头 10 包括第二磁条 2 和第三磁条 5，第二磁条 2 包括 a 个写头区 31 和 b 个读头区 32，这 a 个写头区 31 和 b 个读头区 32 沿着第二磁条 2 的高度方向依次分布，第三磁条 5 包括 a 个读头区 32 和 b 个写头区 31，这 a 个读头区 32 和 b 个写头区 31 沿着第三磁条 5 的高度方向依次分布，其中，a 和 b 均为大于或等于 1 的整数，其中图 8 是以 a=2，b=1 进行示例。

其中，第二磁条 2 的 a 个写头区的排布方式，与第三磁条 5 的 a 个读写区的排布方式完全相同。第二磁条 2 的 b 个读头区的排布方式，与第三磁条 5 的 b 个写头区的排布方式完全相同。

这样，第二磁条 2 和第三磁条 5 沿着宽度方向拼接，且第二磁条 2 的 a 个写头区 31 与第三磁条 5 的 a 个读头区 32 在宽度方向上拼接，形成 a 个第一类读写区 3A，第二磁条 2 的 b 个读头区 32 与第三磁条 5 的 b 个写头区 31 在宽度方向上拼接，形成 b 个第二类读写区 3B。

方案二，参考图 10 所示，磁头 10 包括两个第一磁条 1，其中，图 10 中两个第一磁条 1 分别记为第一磁条 1a 和第一磁条 1b 以示区分。继续参考图 10 所示，每个第一磁条 1 均包括沿着高度方向分布的 m 个写头区 31 和 m 个读头区 32，这两个第一磁条 1 沿着宽度方向拼接，且不在同一个第一磁条 1 上的写头区 31 和读头区 32 在宽度方向拼接，m 个以写头区-读头区的顺序排布的第一类读写区 3A，以及 m 个以读头区-写头区的顺序排布的第二类读写区 3B，其中，m 大于或等于 1，图 10 以 m=1 示例。

该方案中，其中一个第一磁条 1，旋转 180 度以后，可以变成另一个第一磁条 1，例如，如图 10 所示，第一磁条 1b，旋转 180 度以后，变成第一磁条 1a。

例如，以 m=1 示例，每个第一磁条 1 在纵向上均是仅包括一个写头区和一个读头区，如其中一个第一磁条 1 的写头区在上，读头区在下，另一个第一磁条 1 的读头区在上，写头区在下。那么，其中一个第一磁条 1 旋转 180 度以后，就变成了另一个第一磁条 1。

需要指出的是，方案二中，两个第一磁条 1 不一定等高度，只要满足两个第一磁条 1 横向拼接时，其中一个第一磁条 1 的一个写头区，与另一个第一磁条 1 的一个读头区，在横向上位置相对，形成一个读写区即可。

方案三，对于方案一，如果 a=b，且第二磁条 2 的写头区 31 所在位置，与第二磁条 2 的读头区 32 所在位置，关于第二磁条 2 的横向中心线，一一对称分布，第三磁条 5 的读头区 32 所在位置，与第三磁条 5 的写头区 31 所在位置，关于第三磁条 5 的横向中心线，一一对称分布，那么，第二磁条 2 旋转 180 度以后，与第三磁条 5 镜面对称，也能实现第二磁条 2 旋转 180 度以后，变成第三磁条 5。

需要指出的是，方案三中，第二磁条 2 和第三磁条 5 等高度。

上述方案二中，磁头 10 包括两个读写区 3，使用两个第一磁条 1 拼接为磁头 10 的制作过程可以参考如下所述。

如图 15 所示为两个第一磁条 1 拼接磁头 10 的制作流程示意图。

参考图 15 所示，首先，加工出包括写头区和读头区的晶圆 (wafer)，图 15 中示意了晶圆的局部区域，完整的晶圆一般是圆片状。然后，对晶圆进行切割处理，切割出大量磁条，这些磁条称为第一磁条 1，为便于描述，附图标记后冠以 a、b、c、d……以示区分，图 15 中以切割出四个第一磁条 1 进行示例说明。

之后，多个第一磁条 1，以两个第一磁条为一组，得到多组磁条。图 15 中以四个第一磁条 1，得到两组磁条示例，两组磁条分别记为第一组磁条 A 和第二组磁条 B 以示区分。

继续参考图 15 所示，第一组磁条 A 中的第一磁条 1b 旋转 180 度以后，再与第一磁条 1a，在横向上拼接在一起，便可以得到一个包括两个读写区 3 的磁头 10，记为磁头 10a。

同样，参考图 15 所示，第二组磁条 A 中的第一磁条 1d 旋转 180 度以后，再与第一磁条 1c，在横向上拼接在一起，便可以得到另一个包括两个读写区 3 的磁头 10，记为磁头 10b。

以此类推，一个晶圆便可以得到多个磁头 10。

可见，包括两个第一磁条 1 的方案中，只需加工出一种类型的晶圆，与现有技术中需要加工出两种类型晶圆，甚至三种类型的晶圆相比，显然本方案能够节省加工成本。

上述是，包括多个读写区的磁头，由两个磁条拼接而成，而包括多个读写区的磁头，也可以由三个磁条拼接而成，下面介绍几种实现方案。

示例一，包括多个读写区 3 的磁头，其读写区 3 也可以是横向以写头区-读头区-写头区的顺序排布的读写区，那么，参考图 11 所示，磁头 10 需要包括两个第六磁条 8 和一个第七磁条 9，图 11 中两个第六磁条 8，分别记为第六磁条 8a 和第六磁条 8b 以示区分。

继续参考图 11 所示，第六磁条 8 在沿着纵向上分布有  $p$  个写头区 31（图 11 中以  $p=2$  为例），故第六磁条 8 可以记为写磁条，第七磁条 9 在沿着纵向上分布有  $p$  个读头区 32（图 11 中以  $q=2$  为例），故第七磁条 9 可以记为读磁条。其中， $p$  个写头区 31 在纵向上的排布方式，与  $p$  个读头区在纵向上的排布方式相同。这样，第七磁条 9 夹在两个第六磁条 8 之间，拼接成包括  $p$  个横向以写头区-读头区-写头区的顺序排布的读写区的磁头。其中， $p$  为大于或等于 2 的整数，图 11 中以  $p$  为 2 进行示例。

示例二，包括多个读写区 3 的磁头，其读写区 3 也可以是横向以读头区-写头区-读头区的顺序排布的读写区，那么，如图 13 所示，磁头 10 需要包括一个第六磁条 8（即写磁条）和两个第七磁条 9（即读磁条）。图 13 中，两个第七磁条 9 分别记为第七磁条 9a 和第七磁条 9b 以示区分。第六磁条 8 夹在两个第七磁条 9 之间，拼接成包括  $p$  个横向以读头区-写头区-读头区的顺序排布的读写区的磁头，图 13 中以  $p$  为 2 进行示例，如图 13 所示磁头 10 形成 2 个读写区，分别记为读写区 3a 和读写区 3b 以示区分。

示例三，包括多个读写区 3 的磁头，一部分读写区可以是横向以写头区-读头区-写头区的顺序排布的读写区，另一部分读写区可以是横向以读头区-写头区-读头区的顺序排布的读写区。以读写区的数量为 2，一个为写头区-读头区-写头区排布的读写区，另一个为读头区-写头区-读头区排布的读写区为例。那么，如图 14 所示，磁头包括两个第八磁条 11 和一个第九磁条 12，图 14 中两个第八磁条 11 分别记为第八磁条 11a 和第八磁条 11b 以示区分。继续参考图 14 所示，第八磁条 11 在纵向上包括一个写头区 31 和一个读头区 32，排布方式可以是写头区 31 在上，读头区 32 在下，第九磁条 12 在纵向上包括一个写头区 31 和一个读头区 32，排布方式可以是读头区 32 在上，写头区 31 在下。第九磁条 12 夹在两个第八磁条 11 之间，拼接成两个读写区 3，这两个读写区一个是以写头区 31-读头区 32-写头区 31 的顺序排布的读写区 3a，另一个是以读头区 32-写头区 31-读头区 32 的顺序排布的读写区 3b。

继续参考图 14 所示，可以看出第八磁条 11 和第九磁条 12 的结构其实完全相同，把第八磁条 11 沿着自己的中心旋转 180 度，就成了第九磁条 12。因此，磁头制造厂商仅生产一种规格的磁条即可，相比于生产不同规格磁条来组成磁头的方案，简化了工艺。该方案中，虽然使用了三个磁条，但是这三个磁条是同一磁条，由一种类型的晶圆制作而成。需要指出的是，前面以第八磁条 11 和第九磁条 12 都仅包括一个读头区和一个写头区为例进行介绍，如果磁头包括不止 2 个读写区时，组成磁头的磁条同样符合这个对称的规律，同样具有简化工艺的效果。反之，现有技术中，组成磁头的多个磁条不相同，因此磁头制造厂商不得不生成多种规格的磁条。

其中，图 14 中的磁头的制作流程，可以参见图 15 所示，只不过在制作图 14 所示的磁头中，需要 3 个磁条为一组，每一组磁条中的其中一个磁条旋转 180 度，与另外两个磁条进行拼接，便可得到如图 14 所示的磁头。

基于上述所述，本实施例所示的磁头，包括多个读写区 3，与仅包括一个读写区的磁头相比较，访问同样宽度的磁带时，如访问同是包括四个 data band 的磁带时，多个读写区按照最近访问原则，在这四个 data band 访问数据，磁头所移动的行程，要小于一个读写区在这四个 data band 访问数据，磁头所移动的行程。

一旦磁头的移动行程得以减小，那么，磁头本身的高度也能得到缩短。而磁带机的厚度与磁头的移动行程呈正相关，也与磁头本身的高度呈正相关，所以，一旦磁头的移动行程减小，磁头本身的高度缩短，那么，磁带机的厚度也能减薄。

而一旦磁带机的厚度得以减薄，那么，减薄后的磁带机应用到磁带存储机架中时，在机架尺寸不变的情况下，能够容纳更多的磁带机，进而，提升机架的磁带存储密度。

因磁头本身的高度缩短了，拼接磁头的磁条与磁头同高，所以，磁条的高度也缩短了，而磁条是在晶圆上制作的，进而，在相同面积的晶圆上，便能制作出更多数量的磁条，拼接出更多数量的磁头，从而降低磁头的加工制作成本。

又因每个读写区可以只包括一个写头区和一个读头区，使得仅需两个磁条便可以拼接磁头，节省了材料，进一步降低了磁头的加工制作成本。

进一步，对于由两个磁条拼接而成，且其中一个磁条，旋转 180 度就变成了另一个磁条的方案，因这两个磁条，属于结构相同，材质相同的同一磁条，那么，只需由一种类型的晶圆来制作这两个磁条即可，能够简化磁头的加工工艺。

另外，由一种类型的晶圆制作磁头的两个磁条，相比于由两种类型的晶圆制作磁头的两个磁条，降低了磁头的加工制作成本。

另外，读写区可以只包括一个写头区和一个读头区，有利于控制磁头的出线数量，磁头的出线数量不至于过多。

本实施例还提供了一种磁带机，该磁带机包括上述所述的磁头 10，以及驱动磁头 10 运动的电机。

在一种示例中，磁带机可以不包括磁带，但是磁带机具有供磁带插拔的磁带口，上述所述的磁带 20，可以通过可插拔的方式，装入磁带机的磁带口中，其中，磁带 20 为用于提供存储数据的磁介质。

例如，可以将空磁带插入磁带机的磁带口中，将数据存储存储在磁带中。存满数据的磁带，可以从磁带机的磁带口中取出，放置在磁带库里，然后再向磁带机中插入空磁带，以继续存储数据。当用户需要访问磁带库里的磁带时，只需要将磁带从磁带库中取出，并插入磁带机的磁带口中，磁带机读取磁带里的数据。

其中，将磁带插入磁带机中、将磁带从磁带机中取出、将磁带插入磁带库中，以及将磁带从磁带库里取出，均可以由机械臂执行。

其中，磁带库可以是存放磁带的机架，例如，磁带和磁带机布置在不同的机架中，一些机架是用来存放磁带（这些机架即为磁带库），另一些机架用来布置磁带机。磁带库也可以是机架中用于存放磁带的槽位，例如，磁带和磁带机布置在同一个机架中，机架中一部分槽位用来安装磁带机，另一部分槽位用于插入磁带（这些槽位即为磁带库）。

在另一种示例中，磁带机也可以包括上述所述的磁带 20，磁带 20 固定安装在磁带机的壳体中，使磁带机成为一体式磁带机，磁带无法从磁带机中取出。这种一体式磁带机有利于保护磁带不受污损，保护其存储的数据不丢失。

磁带固定在磁带机中的方案，磁带库中不再是存放磁带，而是存放磁带机，这些磁带机中包括存满数据的磁带机、正在存储数据的磁带机，以及还未存入数据的磁带机。

磁带固定在磁带机中的方案，无需将磁带从磁带机中取出，进而可以省去机械臂，使磁带库中布置更多数量的磁带机。

磁带固定在磁带机中的方案，该磁带机的外形类似于硬盘（hard disk drive, HDD），而可以称之为“磁带盘”，因磁带机的厚度比较薄，那么，可以在 3.5 寸 HDD 形态中部署该磁带机。

本实施例还提供了一种磁带存储机架，磁带存储机架包括机架、控制器和上述所述的磁带机，控制器和磁带机均位于机架的槽位中。

其中，控制器可以是控制单板，用于接收用户的访问请求，并基于访问请求，对磁带机中的磁带进行访问，其中，该访问可以是写数据，也可以是读数据，其中，写数据也即是，将数据存储存储在磁带中。

在一种示例中，磁带机可以通过可插拔方式位于机架的槽位中，或者，磁带机固定位于机架的槽位中。

在一种示例中，因磁带机的厚度比较薄，那么，机柜中可以存储更多磁带机，进而提升机柜的磁带存储密度。

在一种示例中，该磁带机可以是一体式磁带机，磁带集成在磁带机中，那么，便无需机械臂，操作磁带，机柜中可以省去机械臂，机械臂占据的空间，可以用来布置磁带机，使机柜中存储更多磁带机，

进一步提升机柜的磁带存储密度。

## 权 利 要 求 书

1.一种磁头(10),其特征在于,所述磁头(10)包括多个读写区(3),所述多个读写区(3)在所述磁头(10)的高度方向上排布,且所述多个读写区(3)之间具有间隔;

所述多个读写区(3)中的每个读写区(3),均包括沿着所述磁头(10)宽度方向排布的写头区(31)和读头区(32),所述写头区(31)包括写数据到磁带(20)中的写头(311),所述读头区(32)包括用于从所述磁带(20)中读数据的读头(321);

当需要对所述磁带(20)的目标数据带 data band 进行数据访问时,由距离目标 data band 最近的读写区(3)对所述目标 data band 进行数据访问。

2.根据权利要求1所述的磁头(10),其特征在于,所述多个读写区(3)中的每个读写区(3)均包括一个写头区(31)和一个读头区(32),所述多个读写区(3)中包括第一类读写区(3A)和第二类读写区(3B),所述第一类读写区(3A)的写头区(31)和读头区(32)的排布顺序,与所述第二类读写区(3B)的写头区(31)和读头区(32)的排布顺序相反。

3.根据权利要求2所述的磁头(10),其特征在于,所述磁头(10)用于:

当所述磁带(20)按照第一方向移动时,通过所述第一类读写区(3A),在所述磁带(20)的一个 data band 进行数据访问;

当所述磁带(20)按照第二方向移动时,通过所述第二类读写区(3B),在所述数据带(20)的另一个 data band 进行数据访问,其中,所述第一方向和所述第二方向相反。

4.根据权利要求1至3任一所述的磁头(10),其特征在于,所述磁头(10)包括两个第一磁条(1),每个第一磁条(1)均包括沿着高度方向分布的 m 个写头区(31)和 m 个读头区(32),m 为大于或等于1的整数;

所述两个第一磁条(1)沿着宽度方向拼接,且一个第一磁条(1)的 m 个写头区(31)与另一个第一磁条(1)的 m 个读头区(32),形成 m 个第一类读写区(3A),所述一个第一磁条(1)的 m 个读头区(32)与所述另一个第一磁条(1)的 m 个写头区(31),形成 m 个第二类读写区(3B)。

5.根据权利要求1至3任一所述的磁头(10),其特征在于,所述磁头(10)包括第二磁条(2)和第三磁条(5),所述第二磁条(2)包括沿着高度方向排布的 a 个写头区(31)和 b 个读头区(32),所述第三磁条(5)包括沿着高度方向排布的 a 个读头区(32)和 b 个写头区(31),所述 a 和所述 b 均为大于或等于1的整数;

所述第二磁条(2)的 a 个写头区(31)的排布方式,与所述第三磁条(5)的 a 个读头区(32)的排布方式相同,所述第二磁条(2)的 b 个读头区(32)的排布方式,与所述第三磁条(5)的 b 个写头区(31)的排布方式相同;

所述第二磁条(2)和所述第三磁条(5)沿着宽度方向拼接,且所述第二磁条(2)的 a 个写头区(31)与所述第三磁条(5)的 a 个读头区(32),形成 a 个第一类读写区(3A),所述第二磁条(2)的 b 个读头区(32)与所述第三磁条(5)的 b 个写头区(31),形成 b 个第二类读写区(3B)。

6.根据权利要求1至5任一所述的磁头(10),其特征在于,每个读写区(3)包括多个访问头,所述访问头为写头(311)或读头(312),位于不同读写区(3)中的 k 个访问头,通过同一个模拟开关(4),接入所在磁带机的电路中;

所述模拟开关(4)用于使所述 k 个访问头中的一部分访问头所在电路接通,剩余一部分访问头所在电路断开,所述 k 大于或等于2,且小于或等于所述读写区(3)的数量。

7.根据权利要求1至6任一所述的磁头(10),其特征在于,相邻的两个读写区(3)之间具有间隔,且所述间隔与所述磁带(20)的一个或多个 data band 的宽度匹配。

8.根据权利要求7所述的磁头(10),其特征在于,所述读写区(3)的数量为两个;

如果磁带(20)具有 $2n$ 个 data band,则所述间隔与所述磁带(20)的 $(n-1)$ 个 data band 的宽度匹配;

如果磁带(20)具有 $(2n-1)$ 个 data band,则所述间隔与所述磁带(20)的 $(n-2)$ 或 $(n-1)$ 个 data band 的宽度匹配,其中,所述 $n$ 为大于或等于2的整数。

9.一种磁带机,其特征在于,所述磁带驱动器包括如权利要求1至8任一所述的磁头(10),还包括驱动所述磁头(10)运动的电机。

10.根据权利要求9所述的磁带机,其特征在于,所述磁带机还包括磁带(20);

所述磁带(20)固定安装于所述磁带机中,所述磁带(20)为用于提供存储数据的磁性介质。

11.一种磁带存储机架,其特征在于,所述磁带存储机架包括机架、控制器和权利要求9或10所述的磁带机,所述控制器和所述磁带机均位于所述机架中;

所述控制器用于接收用户的访问请求,并基于所述访问请求,对所述磁带机中的磁带(20)进行数据访问,所述数据访问包括读数据和写数据。