

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

G11B 11/105 (2006.01)



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 200480025869.6

[43] 公开日 2006 年 10 月 18 日

[11] 公开号 CN 1849656A

[22] 申请日 2004.8.26

[21] 申请号 200480025869.6

[30] 优先权

[32] 2003.9.10 [33] EP [31] 03103336.8

[86] 国际申请 PCT/IB2004/051569 2004.8.26

[87] 国际公布 WO2005/024814 英 2005.3.17

[85] 进入国家阶段日期 2006.3.9

[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 C·A·弗舒伦

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

代理人 程天正 陈景峻

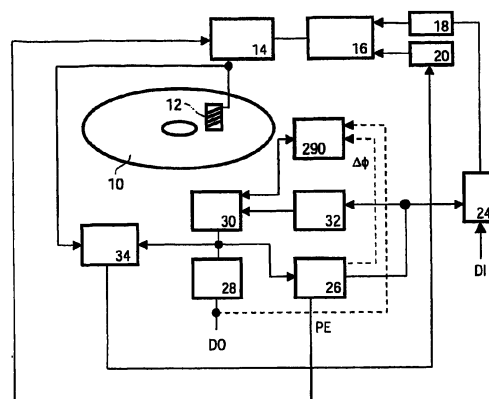
权利要求书 3 页 说明书 15 页 附图 5 页

[54] 发明名称

用于双层记录介质的重现光束功率控制

[57] 摘要

本发明涉及一种用于读取磁光记录介质的方法和设备,所述介质包括第一存储层和第二存储层以及读出层,其中,通过利用辐射功率加热并借助于外部磁场将标记区域从所述第一或第二存储层复制到所述读出层,在所述读出层中产生导致读出脉冲产生的扩大磁畴。将所述辐射功率设定为用于从所述第一存储层进行读取的第一值和用于从所述第二存储层进行读取的第二值。在读取操作中确定指示所述第一和第二存储层之间的串扰的参数,之后,根据所述确定参数控制所述辐射功率。因此,可以通过保持读出温度靠近没有读取的另一存储层的补偿温度降低第一和第二存储层的串扰。本发明还涉及一种用在所述方法和设备中的记录介质。



1、一种用于从磁光记录介质(10)中进行读取的读取设备,所述介质包括第一存储层(S1)和第二存储层(S2)以及读出层(R0),其中,通过利用辐射功率加热并借助于外部磁场将标记区域从所述第一或第二存储层复制到所述读出层,而在所述读出层(R0)中产生导致读出脉冲产生的扩大磁畴,所述设备包括:

a) 设定装置(290), 用于将所述辐射功率设定为用于从所述第一存储层进行读取的第一值和用于从所述第二存储层进行读取的第二值;

b) 确定装置(290), 用于确定指示所述第一和第二存储层之间的串扰的参数; 和

c) 控制装置(290), 用于根据所述确定参数控制所述辐射功率。

2、根据权利要求1所述的读取设备, 其中, 所述确定装置(290)用于从检测到的写在所述第一存储层(S1)中的第一预定数据图形与写在所述第二存储层中所述第一预定数据图形之上的第二预定数据图形之间的相互关系确定所述参数。

3、根据权利要求1所述的读取设备, 其中, 所述确定装置(290)用于从检测到的写在所述第一存储层(S1)中的第一预定数据图形的读出信号中的误差确定所述参数, 所述误差由写在所述第二存储层中的第二预定数据图形引起, 所述第一和第二预定数据图形彼此重叠写入。

4、根据权利要求1所述的读取设备, 其中, 所述控制装置(290)用于响应写在所述记录介质上并规定了所述记录介质(10)的特性的信息控制由所述确定装置(290)控制确定的次数。

5、根据权利要求4所述的读取设备, 其中, 所述特性规定了所述记录介质的均匀性。

6、根据权利要求1所述的读取设备, 其中, 所述控制装置(290)用于响应早先使用信息跳过所述确定装置(290)执行的所述确定, 并根据存储在所述记录介质(10)上的至少一个读出参数控制所述辐射功率。

7、根据权利要求6所述的读取设备, 其中, 所述读取设备用于在读出误差率超过预定阈值时取消所述跳过操作。

8、根据权利要求6或7所述的读取设备，其中，所述早先使用信息包括存储在所述读取设备中的至少一个记录介质标识或存储在所述存储介质（10）中的至少一个记录设备标识。

9、根据权利要求8所述的读取设备，其中，所述早先使用信息与相应的时间和/或数据信息一同存储。

10、根据权利要求1所述的读取设备，其中，所述确定和控制装置（290）用于执行所述参数确定和在所述记录介质的不同半径下的功率控制。

11、根据上述任意一个权利要求所述的读取设备，其中，所述读取设备用于存储至少一个读出参数或描述作为所述记录介质（10）的半径的函数的至少一个读出参数的算法的多个变量。

12、根据权利要求1所述的读取设备，其中，所述读取设备用于根据检测到的与期望的读出脉冲的数量之差来控制所述外部磁场。

13、根据权利要求1所述的读取设备，其中，所述控制装置（290）用于控制所述辐射功率以将所述参数最小化。

14、根据权利要求1所述的读取设备，其中，所述读取设备用于与所述第二存储层（S2）相独立的读出所述第一存储层（S1）。

15、根据权利要求14所述的读取设备，其中，所述辐射功率的所述第一值由所述第二存储层（S2）的补偿温度确定，所述辐射功率的所述第二值由所述第一存储层（S1）的补偿温度确定。

16、根据权利要求1所述的读取设备，其中，所述控制装置（290）用于与用于标记复制的复制窗口的场控制相独立的执行所述功率控制。

17、一种读取磁光记录介质（10）的方法，所述介质包括第一存储层（S1）和第二存储层（S2）以及读出层（R0），其中，通过利用辐射功率加热并借助于外部磁场将标记区域从所述第一或第二存储层复制到所述读出层，而在所述读出层（R0）中产生导致读出脉冲产生的扩大磁畴，所述方法包括下述步骤：

a）将所述辐射功率设定为用于从所述第一存储层进行读取的第一值和用于从所述第二存储层进行读取的第二值；

b）确定指示所述第一和第二存储层之间的串扰的参数；和

c）根据所述确定参数控制所述辐射功率。

18、根据权利要求 17 所述的方法，其中，所述参数在初始校准过程中基于检测到的写在所述第一存储层（S1）中的第一预定数据图形与写在所述第二存储层中所述第一预定数据图形之上的第二预定数据图形之间的相互关系而确定。

19、一种记录介质，包括第一存储层（S1）、第二存储层（S2）和读出层（R0），其中，通过利用辐射功率加热并借助于外部磁场将来自所述第一或第二存储层的标记区域复制到所述读出层，而在所述读出层（R0）中产生导致读出脉冲产生的扩大磁畴，所述记录介质（10）上写有在所述第一存储层中的第一预定功率校准数据图形与在所述第二存储层中的第二预定功率校准数据图形，其中，所述第一和第二数据图形彼此重叠设置。

20、根据权利要求 19 所述的记录介质，其中，所述读出层（R0）位于所述第一和第二存储层（S1，S2）之上。

21、根据权利要求 19 所述的记录介质，其中，所述读出层（R0）位于所述第一和第二存储层（S1，S2）之间。

22、根据权利要求 19 所述的记录介质，其中，所述第一和第二数据图形具有互不相同的数据图形。

23、根据权利要求 19 所述的记录介质，其中，所述第一和所述第二数据图形都写在所述记录介质（10）的多个位置上。

24、根据权利要求 19 所述的记录介质，其中，所述记录介质包括用于存储至少一个读出参数的区域或用于存储描述作为其半径的函数的至少一个读出参数的算法的多个变量的区域。

用于双层记录介质的重现光束功率控制

本发明涉及一种多层记录介质，尤其涉及一种双层 MAMMOS（磁畴扩大磁光系统）盘之类的双层记录介质，所述介质包括两层记录或存储层和一层扩大或读出层，本发明还涉及一种用于读取这种多层记录介质的方法和设备。

在传统磁光存储系统中，记录标记的最小宽度由衍射极限决定，换句话说，由聚焦透镜的数值孔径（NA）和激光波长决定。宽度的减小通常与短波长激光器和高 NA 聚焦光学系统的使用有关。在磁光记录中，可以通过使用激光脉冲磁场调制（LP-MFM）将最小位长度降低到光学衍射极限以下。在 LP-MFM 中，位转移由激光器（或任何其它适当的辐射源）的切换引起的场的切换和温度梯度决定。

在磁畴扩大技术中，与 MAMMOS 类似，在激光加热时并借助于外加磁场，将尺寸小于衍射极限的写标记从存储层复制到读出层。由于所述读出层的矫顽力较低，因此，复制标记将扩展以填充光点，采用饱和信号电平基本上可将所述复制标记检测出来（在记录介质的读出过程中），所述饱和信号电平与标记尺寸无关。外部磁场的翻转摧毁了扩展磁畴。另一方面，存储层中的空间将不会被复制，因而没有扩大产生。因此，在这种情况下将不会检测到任何信号。

为了读出存储层中的数据位或磁畴，使用了光点的热剖面。当读出层的温度高于预定阈值时，将磁畴从存储层复制到磁致静电耦合读出层。这是由于来自存储层的与所述层的磁化强度成比例的杂散场 H_s 作为温度的函数递增。磁化强度 M_s 作为温度的函数递增，所述温度为温度区域中正好高于有效磁化之处的补偿温度 T_{co} 的温度，从而，存储层的杂散场降为零。这种特性源于稀土-过渡金属（RE-TM）合金的使用，所述合金产生方向相反的两个反作用磁化强度 M_{RE} （稀土成分）和 M_{TM} （过渡金属成分）。

外部磁场的使用引起读出层中被复制的磁畴扩展，以不管原始畴的尺寸如何都可以提供饱和检测信号。复制过程是非线性的。当温度

高于阈值时，磁畴将从存储层耦合到读出层。对于高于阈值的温度，满足下述条件：

$$H_s + H_{ext} \geq H_c \quad (1)$$

其中， H_s 是读出层中存储层的杂散场， H_{ext} 是外加场， H_c 是读出层的矫顽场。复制发生的空间区域被称为“复制窗口”。复制窗口的大小 W 为了精确读出是严格受限的。当条件 (1) 不能满足（复制窗口尺寸 $W = 0$ ）时，根本不会发生复制。另一方面，过大的复制窗口将导致与相邻数据位（标记）发生重叠，从而引起附加的“干扰峰”。复制窗口的大小与温度轮廓的确切形状（即，确切激光功率，以及环境温度）、外部施加磁场的强度以及可显示近程（或远程）变化的金属参数相关。

读出过程中所使用的激光功率应足够高，以能够进行复制。另一方面，较高的激光功率还加重了温度引起的矫顽场轮廓与为图形的杂散场轮廓的重叠。矫顽力 H_c 随温度的增加而下降，杂散场随温度的增加而增加。当所述重叠变得过大时，将由于相邻标记产生了错误信号而不再能够正确读出空间内容。所述最大和最小激光功率之差决定了功率余量，所述功率余量随位长度的下降而急剧降低。

在 MAMMOS 中，外场与记录数据的同步是至关重要的。可以通过使用例如与数据相关的场切换实现精确的时钟恢复。此外，高密度下正确读出所允许的激光功率范围相当小。然而，也可以利用读出激光功率这种敏感性实现精确功能控制环路，即，动态复制窗口控制，这种控制使用了来自记录数据的读出信号。上述操作可以通过将小调制分量（摆动）加入到激光功率中从而引起 MAMMOS 信号的定时位移而实现。例如，通过对这种位移的同步检测，激光功率、外场或环境温度的任何变化都可以被校正以保持复制窗口大小恒定。这样，可以获得精确而强壮的读出信号，从而可以实现远高于传统系统所达到的密度。这种增/减（摆动）可以预定义变化图形实现，例如，具有较小幅度的周期图形。所述摆动使复制窗口的尺寸与摆动频率同步的增大或减小。当复制窗口尺寸增大时，下一次转变将略早于期望时刻出现。另一方面，当复制窗口尺寸减小时，下一转变将略微延迟。所述情况可由相位误差幅度指示。所述相位误差幅度是由于复制窗口尺寸与读出参数

的非线性类平方根相关性得到的对读出参数的直接量度。为了获得可用作复制窗口控制环路的输入的绝对误差信号，所述控制方法需要适当的参考设定值，其与如外场和/或激光功率之类的最佳读出参数相应。

容量大幅度增长现已通过采用双层盘而获得。在传统磁光(MO)系统中，各种双层方案是已知的。在大多数情况下，两个存储层在物镜的聚焦深度内靠近(甚至直接相连，或交换耦合)。各层的读出基于克尔旋度和椭圆率之差。例如，调整干涉层，以使第一层仅给出克尔旋度，而第二层仅给出克尔椭圆率。有时也使用不同波长来增进所述效果。对两层进行读取的另一种方法是一种多层方式：根据不同层中的数据，检测四个不同信号电平(例如，克尔旋度)(++、+、-、--)。然而，介质电平(+、-)的信噪比很低。

不同层中的记录方式也可有几种选择。可以对磁性进行调节，以使第一层的居里温度(T_c)高于第二层。这样，可在不影响高 T_c 层的低激光功率下对低 T_c 层进行写入。两层均在高激光功率下受到影响。选择上述其中一种方法或将上述方法进行组合，利用了场灵敏度的差别。这里，所施加的磁场的符号和幅度决定了两层的切换。例如，第一层总是与场的符号一致，而第二层在其低于某个幅度时与场相反，在其幅度足够强时与场一致。这样，在一个传送过程中对两个层进行了写入。为了实现所述操作，第二层交换耦合到另一磁层，例如，PtCo多层或第一存储层。

虽然双层MO无疑是可以实现的，但是，双层MAMMOS的扩展远非易事。在MAMMOS加工中，需要存储层和读出层。上述层的厚度之和至少为30-70nm，使得这组层之下的读出层的信号的透射对于精确检测而言过低。

文献W099/39341和JP2002-298465公开了双层MAMMOS盘，所述盘用于再生普通读出层中第一和第二存储层的杂散场的组合所产生的多值信号。借助于将非读出存储层加入到其补偿温度的激光功率连续独立读取两个存储层，以确保仅将读出存储层的标记复制到读出层。因此，可以通过选择相应的读出激光功率对不同存储层分别读出。所述激光功率应为使没有进行读取的层的温度接近其补偿温度从而消除杂散场对读出过程影响的温度。

如上所述，应通过复制窗口控制过程非常小心的平衡激光功率和所施加的外场，以在单层盘的读出过程中确保最高存储密度。尽管需要严密控制（典型的在激光功率中约为1%），平衡激光功率和外场仍存在很大空间：如果场略微过低，较高的激光功率仍能正确读出，反之亦然。然而，在双层的情况下，并非这种情况，这是由于存储层必须达到预定绝对温度，即使所述温度在约 $\pm 10^{\circ}\text{C}$ 的较宽容许极限之内。

在理想情况下，每张盘和每个驱动器都具有完美匹配的特性，从而，驱动器中的读出功率电平与不同存储层的补偿温度相应。然而，出于多种原因，事实上并非这种情况。除了驱动器光学系统的污染（灰尘）以及如激光器的老化之外，光学（反射率、吸收率）、热（传导率、热容量）和磁（ T_c 在%合成变化中变化率达到80K）特性可能随盘以及单盘的半径（在厚度和/或组成成分中的不均匀性）的不同而发生变化。对读出参数进行适当校准可校正驱动器、盘与盘半径之差，从而可允许更大的制造容差。然而，动态复制窗口控制是必不可少的，与所述控制在单存储层MAMMOS盘的读出过程所起到的作用相同，所述控制实现了最高密度下的强健读出。对于双存储层MAMMOS而言，激光功率和外场不能象单层MAMMOS中那样自由交换。这是由于读出温度需要保持与没有进行读取的存储层的补偿温度严格接近，以防止所述层发生“串扰”。

本发明的目的在于提供一种记录介质以及一种读取方法和设备，借助于所述方法和设备，可以对双层存储介质实现正确读出。

所述目的通过提供如权利要求1所要求保护的一种读取设备、如权利要求17所要求保护的一种读取方法以及如权利要求19所要求保护的一种记录介质而实现。

因此，第一和第二存储层之间的串扰可以通过保持读出温度与没有进行读取的其它存储层的补偿温度相接近而减小。

参数的确定可以基于写在第一存储层中的第一预定数据图形与写在第二存储层上的第一预定数据图形之上的第二预定数据图形之间检测到的相关性。由此，可以为驱动器与驱动器、盘与盘之间和径向变化的补偿提供初始校准。从第一层的读出激光功率的预定值开始，通

过最优化该层中已知数值图形的读出来调整第二层的激光功率。然后，对其它存储层重复上述步骤。

作为一个选择方案，可以根据写在第一存储层中的第一预定数据图形的读出信号中的检测到的误差设定参数，所述误差由写在第二存储层中的第二预定数据图形引起。确定的数值可响应写在记录介质中的信息而确定，其固定了记录介质的特性。由此，记录介质的制造者可以在介质上提供均匀性的指示，以减少所要执行的校准次数。

此外，可以响应写在记录介质上的早先使用信息跳过确定过程，然后根据存储在记录介质上的至少一个读出参数确定辐射功率。由此，可在记录介质已在该驱动器中近期使用的情况下减少启动时间。如果读出误差率超过预定阈值，读取设备将取消所述跳过操作。

早先使用信息可以包括存储在读取设备中的至少一个记录介质标识或存储在记录介质上的至少一个记录设备标识。尤其，早先使用信息可与相应的时间和/或数据信息一同存储。

确定和控制装置用于记录介质的不同半径下的参数确定和功率控制。

作为一个选择方案，读取设备可用于存储至少一个读出参数或多个用于描述至少一个读出参数的算法的变量，作为记录介质的半径的函数。

可以根据读出脉冲的检测值与期望值之差控制外部磁场。由此可以实现独立复制窗口控制。读出脉冲的数值的增加或减小（其不与数据图形之一相关）给出了复制窗口尺寸的独立信息，从而给出了所需的外部磁场的校正信息。

由此，可以保证第一存储层与第二存储层无关的被读取。辐射功率的第一值由第二存储层的补偿温度确定，辐射功率的第二值由第一存储层的补偿温度确定。

其他优点更多的改进定义在从属权利要求中。

下文中，将基于以附图作为参考的优选实施方式描述本发明。

图1是根据优选实施方式的磁光盘播放器方框图，

图2示出了根据第一实施方式的双存储层MAMMOS盘的示意性层结构，

图 3 示出了根据第二实施方式的双存储层 MAMMOS 盘的示意性层结构，

图 4 示出了指示第一读出层的读出层矫顽力与存储层磁化强度之间的温度依从关系的曲线图，

图 5 示出了指示第二读出层的读出层矫顽力与存储层磁化强度之间的温度依从关系的曲线图，

图 6 示出了指示读出层中作为不同存储层厚度下的存储和读出层之间的距离的函数的杂散场幅度的曲线图，

图 7 示出了根据具体实施方式的初始功率设置过程的流程图，

图 8 示出了第一和第二存储层中的一组数据图形的实施例，和

图 9 示出了指示读出层中作为图 8 的数据图形的轨道方向的函数的杂散场分布的曲线图。

图 1 示意性的示出了根据优选实施方式的 MAMMOS 盘播放器的结构。盘播放器包括光学拾取单元 30，其具有用于照射双存储层磁光记录介质或记录载体 10 的激光辐射部分，所述记录介质或记录载体是例如双存储层 MAMMOS 盘，所述激光辐射部分发出的光在记录过程中转换为与编码数据周期同步的脉冲。盘播放器还包括磁场施加部分，所述磁场时间部分包括在记录和回放过程中的控制方式下将磁场施加到磁光盘 10 上的磁头 12。在光学拾取单元 30 中，激光器连接到激光驱动电路，所述驱动电路接收来自记录/读出脉冲调整单元 32 的记录和读出脉冲，以控制记录和读出操作过程中光学拾取单元 30 的激光脉冲幅度和定时。记录/读出调整电路 32 接收来自时钟发生器 26 的时钟信号，所述时钟发生器包括 PLL（锁相环）电路。

应当注意，为了简化说明内容，磁头 12 和光学拾取单元 30 示出于图 1 中的盘 10 的相对侧。然而，它们优选设置在盘 10 的同一侧。

磁头 12 连接到头驱动单元 14 并在记录过程中经相位调整电路 18 从调制器 24 接收编码转换数据。调制器 24 将输入记录数据 DI 转换为规定编码。

在回放过程中，头驱动器 14 通过回放调整电路 20 从定时电路 34 接收定时信号，其中，回放调整电路 20 产生用于调整施加到磁头 12 的脉冲的定时和幅度的同步信号。定时电路 34 从数据读出操作中得到

器定时信号。这样，可以实现与数据相关的场切换。记录/回放开关 16 用于在记录和回放过程中切换或选择要提供给头驱动器 14 的各信号。

此外，光学拾取单元 30 包括用于检测从盘 10 反射的激光并产生相应的读取信号的检测器，所述读取信号被施加到解码器 28，所述解码器用于解码读取信号以产生输出信号 D0。而且，由光学拾取单元 30 产生的读取信号输入到时钟发生器 26 中，在所述时钟发生器中，提取或恢复从盘 10 的压纹时钟标记中获得的时钟信号，所述时钟发生器将用于同步的时钟信号传送给记录脉冲调整电路 32 和调制器 24。尤其，数据通道时钟可以在时钟发生器 26 的 PLL 电路中产生。应当注意，从时钟发生器 26 获得的时钟信号可以提供给回放调整电路 20，也可以提供基准或后退同步，所述同步支持由定时电路 34 控制的与数据相关的切换或同步。

在数据记录的情况下，以和数据通道时钟的周期相应的固定频率调制光学拾取单元 30 的激光，在相同距离下局部加热旋转盘 10 的数据记录区或光点。另外，由时钟发生器 26 输出的数据通道时钟控制调制器 24 产生具有标准时钟周期的数据信号。调制器 24 调制并编码变换记录数据，以获得与记录数据的信息相应的二进制游程长度信息。

在图 1 中，定时电路 34 用于将与数据相关的定时信号传送给回放调整电路 20。外部磁场的与数据相关的切换也可以通过将定时信号传送给头驱动器 14 以调整外部磁场的定时或相位实现。定时信息由盘 10 上的（用户）数据得到。为此，采用回放调整电路 20 或头驱动器 14 来提供外部磁场，所述外部磁场在扩展方向上是正常的。当定时电路 34 在与光学拾取单元 30 的输出端相连的输入线上观察到 MAMMOS 峰的上升信号边沿时，将定时信号传送给回放调整电路 20，以控制头驱动器 14 稍后翻转磁场，从而摧毁读出层中的扩展畴，并在此之后将磁场复原到扩展方向。定时电路 34 将波峰检测与场复原之间的总时间设定为最大允许复制窗口与盘 10 上的一个通道位长（乘以线性盘速度）之和。

此外，可以通过将调制例如摆动或变化图形施加到头驱动器 14 上并使用在读取模式下从检测数据信号中得到的信息持续测量复制窗口的尺寸 W 实现动态复制窗口控制。如果摆动频率位于时钟发生器 26 的时钟恢复 PLL 电路的带宽之上，则可以使用所述 PLL 电路的相位误差

来检测相对于期望的转变位置的小偏差或相位误差。

引入的摆动或变化图形的频率偏差应具有零平均值。然而，这里所获得的相位误差的幅度 $\Delta\phi$ 仍不能用作激光功率控制的绝对误差信号，因为已知的仅是绝对大小，不存在参考（零或偏移量）。换句话说，仅能测量复制窗口尺寸上的变化。为了防止所述问题的发生，可以测量作为温度函数的复制窗口尺寸 W 的偏差以获得用以控制复制窗口的尺寸 W 的控制信息。由于存在复制窗口尺寸 W 的变化量或偏差量直接导致相位幅度变化 $\Delta\phi$ ，因此，检测到的相位误差的幅度 $\Delta\phi$ 等于偏差量，并由此可以用于复制控制。来自预定定点的偏差可用作头驱动器14中控制外部磁场的强度的控制信号PE。

受控外部磁场抵消由于参数如线圈盘之间的距离、环境温度等的变化引起的复制窗口的尺寸变化。

在图1所示的盘驱动器中，提供了读出控制电路290，其用于确定或调整光学拾取单元30的激光功率。根据优选实施方式，读出控制电路290以独立于时钟发生器26的复制窗口控制的方式控制激光功率，所述控制可基于外部磁场、激光功率或其他任何适当的读出参数。尤其，读出控制电路290确定作为MAMMOS盘10的第一和第二存储层之间串扰的合适及可靠的指标的参数。

图2示出了根据第一实施方式的双存储层MAMMOS盘的层结构。本文中所提出的解决方案是仅采用一个读出层106来再生彼此上下叠置的不同存储层110、114中的信息。读出层106在激光入射侧的方向上设置于两个存储层110、114之上。可以通过现有技术中所记载的任何方法来对这些存储层110、114进行记录。主要的困难在于满足两个存储层110、114中对矫顽力、杂散场（在读出层中来自存储层）和施加的外场之间的平衡的MAMMOS读出需求。为了MAMMOS再生标记位，对存储和读出层106、110、114的磁性进行选择，以使标记产生的杂散场与施加的外场之和恰好大于读出层的矫顽力，即， $H_S + H_{ext} > H_c$ 。由于两个存储层110、114都产生杂散场，因此，公式可改写成下述形式：

$$H_{S1} + H_{S2} + H_{ext} > H_c, \quad (2)$$

其中， H_{S1} 和 H_{S2} 表示存储层110、114的各自的杂散场强度。

为了对两个存储层分别读出，在正读取一层时不会受到另一层的影响，根据双存储层MAMMOS盘的第一实施方式提出了图2所示的层结

构。从激光入射侧开始, 总体层叠结构包括可选的第一覆盖或基底 102、由 SiN、SiO₂ 之类的材料制成的第一介质层 104 以及优选由厚度为 10 - 30nm 优选的为 20nm 的 GdFeCo 或 GdFe 制成的读出层 106。此外, 由 SiN 或 Al 之类的材料制成、厚度为 1 - 15nm 优选为 5nm 的非磁间隔层 108 设置在读出层 106 与第一存储层 110 之间。第一存储层 110 的厚度优选为 8 - 35nm, 预选由 TbFeCo 制成, 可以添加稀土、过渡金属或其他金属、Si 之类的非金属材料等。可选中间层 112 设置在第一存储层 110 与第二存储层 114 之间。中间层 112 可以是厚度为 1 - 15nm 优选为 5nm 的非磁介质或金属间隔层, 或厚度为 0.1 - 5nm 的 Ru 交换耦合层。作为另一种选择方案, 也可以根本不使用中间层 112, 从而在第一和第二存储层 110、114 之间形成直接交换耦合。

第二存储层 14 的厚度可为 10 - 100nm, 优选由 TbFeCo 制成, 可以添加与上述第一存储层 110 相关的成分。另外, 可以设置可选交换偏压层 116, 例如由 PtCo 或 PdCo、非晶 RE - TM 材料等构成的多层, 由 SiN 或 SiO₂ 构成的第二介质层位于该层之下, 所述层包括可选散热片。最后, 设置可选第二基底或覆盖层 120。第一和第二存储层 110 和 114 应至少具备下述磁特性:

- 低于各居里温度 T_{c1} 和 T_{c2} 的各补偿温度 T_{co1} 和 T_{co2} 下具有亚铁磁性,
- 内部驱动温度 $T_{ambient}$ ($< \sim 70^{\circ}\text{C}$) $< T_{co1} \neq T_{co2} < \min(T_{c1}, T_{c2})$, 并且
- 读出温度 $T_{read-out1} = T_{co2}$ 且 $T_{read-out2} = T_{co1}$, 同时, 差值应小于约 10 $^{\circ}\text{C}$, 以避免中间层串扰。差值越大越限制可能的存储密度。

图 3 示出了根据第二实施方式的双存储层 MAMMOS 盘的示意性层结构。在所述第二实施方式中, 读出层 106 位于第一和第二存储层 110、114 之间。在这种情况下, 最靠近激光入射侧的第一存储层应优选薄于 10nm, 介质层 104、112 (光学干涉层) 应优选被调整到使来自读出层 106 的克尔信号最大化同时抑制来自上方第一存储层 110 的信号。

图 4 和 5 示出了分别针对第一和第二实施方式指示读出层矫顽力 H_c 与存储层磁化强度 M 之间的温度依从关系的曲线图。与第一存储层 110 相关的磁化曲线由实线表示, 与第二存储层 114 相关的磁化曲线由虚线表示。 $M_{1,1}$ 意味着在第一存储层 110 的读出温度下第一存储层 110

的磁化强度，其相应于第二存储层 114 的补偿温度 T_{co2} 。同样， $M_{2,2}$ 意味着在第二存储层 114 的读出温度下的第二存储层 114 的磁化强度，其相应于第一存储层 110 的补偿温度 T_{co1} 。

根据所提出的读出方案，通过图 1 的读出控制电路 290 调整激光功率使其将第二存储层 114 加热到其补偿温度 T_{co2} 来实现激光第一存储层 110 的读出。由于有效磁化强度 M 在所述温度下变为零，因此，来自第二存储层 114 的杂散场分布 H_{s2} 也变为零。这样，仅由第一存储层 110 中的数据位产生的杂散场分布 H_{s1} 引发 MAMMOS 复制和扩大读出过程。相同的原理同样适用于第二存储层 114 的读出，即，读出控制电路 290 调整或改变激光功率以将第一存储层 110 加热到其补偿温度 T_{co1} ，在所述温度下，将抑制 H_{s1} 并可以分别或独立读出第二存储层 114 中的数据。这种简单的层选择方法不需要对光学拾取单元 30 的光学系统进行任何改进，即，不需要聚焦跳跃、象差校正等操作，相对于单层系统仅需要对电子电路进行非常小的调整。

从上述读出方法中，可以清楚的看到读出温度以及两个补偿温度都应高于（最高）环境温度。两个补偿温度也都应低于存储层的最低居里温度，因为读出温度靠近（或高于）居里温度将干扰或擦除各层中的数据，特别是在施加磁场的情况下。

图 4 的曲线图与具有不同场灵敏度的交换耦合存储层的第一实施方式相关，其中，在 $T_{read-out1} = T_{co2}$ 的较低温度下读出第一存储层 110，而在 $T_{read-out2} = T_{co1}$ 的较高温度下读出第二存储层 114。第一和第二存储层 110、114 的居里温度 T_{c1} 和 T_{c2} 相等。图 5 的曲线图与具有不同居里温度的分离的去耦合存储层的第二实施方式相关，其中，在 $T_{read-out1} = T_{co2}$ 的较高温度下读出第一存储层 110，而在 $T_{read-out2} = T_{co1}$ 的较低温度下读出第二存储层 114。这里，第一存储层 110 的居里温度 T_{c1} 低于第二存储层 114 的居里温度 T_{c2} 。

为了确保 MAMMOS 读出过程顺利进行，应通过层叠结构与读出和存储层 106、110、114 的磁特性之间的组合满足很多附加条件：

- 读出过程中所使用的外部磁场 H_{ext} 应足够强以驱动磁畴扩大过程。出于简化的目的， H_{ext} 优选（不是必须）对于两个存储层都是相同的。实际场强度在 8 到 16kA/m 之间，但也有可能更低或更高，
- 在每个读取温度下，读出层 106 的矫顽力（对于第一存储层 110

的读出为 H_{c1} , 对于第二存储层 114 的读出为 H_{c2}) 应高于所施加的外场, 即, $H_{c1} > H_{ext1}$, $H_{c2} > H_{ext2}$, 或 $\min(H_{c1}; H_{c2}) > H_{ext}$ 。如果不满足所述条件, 将不再能仅通过存储层中的数据确定读出过程, 即, 读出层的磁化强度将“跟随”所施加的磁场, 而不是数据,

· 读出层 106 中所需的由存储层 110、114 中的数据产生的杂散场的最小强度由差值 $H_c - H_{ext}$ 决定。因而, $H_{S1} > H_{c1} - H_{ext1}$ 且 $H_{S2} > H_{c2} - H_{ext2}$ 。这些杂散场取决于存储层 110、114 在其读出温度下各自的磁场强度 $M1, 1$ 和 $M2, 2$ (如上文所述, $M1, 2$ 和 $M2, 1$ 应优选接近零)、存储层 110、114 各自的厚度 $t1$ 和 $t2$ 以及存储层 110、114 与读出层 106 之间各自的距离 $D1$ 和 $D2$ 。

图 6 示出了指示读出层 106 中由存储层中的数据位产生的作为从 10nm(实线)到 50nm(虚线)范围内不同存储层厚度 t 以及 $M = 100\text{kA/m}$ 磁场强度下的存储和读出层之间的距离的函数的杂散场幅度 H_s 的曲线图。如图 2 中所示, 层越厚, 杂散场 H_s 越强, 但是, 在较远距离处所述场不会快速衰减。

假设磁场强度 M 存在实际值, 这意味着在上述图 2 的实施方式中第一存储层 110 应薄于下侧的第二存储层 114。为了能够实现可靠和高密度的记录, 存储层 110、114 的厚度优选在 8 到 100nm 之间。也可以采用较厚的层, 但会牺牲密度。第一存储层 110 的典型值可以在 10 到 35nm 之间, 第二存储层 114 的典型值在 10 到 100nm 之间。

图 2 和 3 所示的所有层都可以使用传统设备进行溅射。与单层 MAMMOS 盘相比, 仅需要一些附加层(典型的为 1 到 3)。通常, 不需要具有严格限制的容差并会产生相关的球差问题的旋涂或 PSA(压敏粘结)间隔层。此外, 正如上文中应当注意的, 不需要对光学系统进行改进, 只需要略微调整电子电路即读出控制电路 290, 使其针对不同存储层 110、114 的读出切换激光功率。假设由于非零磁场强度为 1kA/m 而存在允许残留杂散场, 则测量到的允许偏差在 $\pm 10^\circ\text{C}$ 。与 $\sim 1\% = > 1.5^\circ\text{C}$ 的读出功率余量相比, 这是可以容许的。这种容许的偏差也不会在这种盘的制造过程中产生问题。

在下文中, 上述第一和第二实施凡是叠层设计的实施例(如图 4 和 5 中所示)中给定 $\lambda = 405\text{nm}$, 数值孔径 $NA = 0.85$:

对于第一实施方式(如图 4 中所示):

45nm SiN
 20nm GdFeCo
 5nm SiN
 20nm TbFeCo, 1
 5nm SiN
 50nm TbFeCo, 2
 20nm CoPt 多层
 20nm SiN
 30nm Al 合金
 基底

根据第一读出类型的这种叠层设计产生了下述读出参数: $T_{co1} = 150^{\circ}\text{C}$, $T_{co2} = 130^{\circ}\text{C}$, $T_{c1} = T_{c2} = 200^{\circ}\text{C}$, $H_{c1} = 35\text{kA/m}$, $M_{1,1} = 90\text{kA/m}$, $H_{c2} = 25\text{kA/m}$, $M_{2,2} = 50\text{kA/m}$, 和 $H_{ext} = 16\text{kA/m}$ 。

对于第二实施方式 (图 5 所示):

45nm SiN
 20nm GdFeCo
 5nm SiN
 10nm TbFeCo, 1
 5nm SiN
 50nm TbFeCo, 2
 20nm SiN
 30nm Al 合金
 基底

根据第二读出类型的这种叠层设计产生了下述读出参数: $T_{co1} = 150^{\circ}\text{C}$, $T_{co2} = 130^{\circ}\text{C}$, $T_{c1} = 200^{\circ}\text{C}$, $T_{c2} = 250^{\circ}\text{C}$, $H_{c1} = 25\text{kA/m}$, $M_{1,1} = 70\text{kA/m}$, $H_{c2} = 35\text{kA/m}$, $M_{2,2} = 90\text{kA/m}$, 和 $H_{ext} = 16\text{kA/m}$ 。

其他变化如低高温切换也是可能的。

从上内容中可以看出, 两个存储层的读出激光功率都需要在某些方面进行校准。比较好的方法是在第一存储层 110 中记录或写入第一已知或预定数据图形并在第二存储层 114 中在直接位于第一存储层 110 的第一图形之下的位置上记录或写入第二已知或预定数据图形。根据上述两种介质类型, 即, 具有不同场灵敏度的交换耦合层 (图 4) 或

具有不同居里温度的分离的去耦合层(图5)以及相关的记录方法,上述方法可以在一个或两个步骤中完成。

图7是根据优选实施方式的初始功率设定或校准过程的流程图。从设定第一存储层110的读出功率的预设定值或默认值开始(步骤S201),从第一存储层110读出第一已知数据图形(步骤S202),读出控制电路290调整激光功率,以最小化第二存储层114中数据图形的串扰影响(步骤S203)。尤其,将读出信号与第一存储层110所提供的第一已知数据图形进行比较。最佳激光功率与最佳匹配相应,例如通过交互相关方法或最小化数据位误差率特征化,并被存储下来。之后在步骤S204到S206中对第二存储层114以及第二存储层114的第二已知数据图形重复上述步骤。

优选在估算两种已知数据图形的同时调整读出激光功率。之后,对第一已知数据图形的最佳匹配使用于第一存储层110的读出功率最优化,对第二已知图形的最佳匹配使用于第二存储层114的读出功率最优化。由于哪个功率更高是已知的,因此,一旦数据图形之一已经被匹配,就可以获得搜索方向,即更高或更低功率,甚至以及对另一激光功率的良好推测。这种方法的优点在于快速以及可允许较短的校准时间和/或较小的校准区域,因此降低了容量消耗。

图8示出了第一和第二存储层中的有用的一组数据图形的实施例,其中“+1”和“-1”表示各数据位的磁化方向。第一存储层110的校正输出将为一个单独的交变数据位图形。然而,如果第二存储层114的磁化强度过强,附加的MAMMOS信号波峰将出现在第二存储层114具有“+1”数据的部分上,这是由于总杂散场变得过强。另一方面,由于总杂散场不足以触发读出过程,因此,某些波峰也将在第二存储层114具有“-1”数据的部分上被抵消。

图9示出了在第一存储层110的读出操作下指示读出层中作为图8的数据图形的轨道方向的函数的杂散场分布的曲线图。水平方向的点线表示MAMMOS读出的最佳杂散场数值。正弦实线P1相应于第一存储层中第一数据图形产生的杂散场,而矩形虚线P2相应于在非零磁化($M>0$)下第二存储层114的第二数据图形所产生的杂散场。应当可以清楚的看出,在读出温度下由于非零磁化M引起的来自第二存储层114的影响或串扰将导致点虚线P1+P2表示的总杂散场发生变化。如果这

种影响超过了某个值(例如 1 kA/m), 第一数据图形将不再被正确再现。

为了缓解盘的制造容差, 例如将磁特性与各层的叠层厚度相匹配: 调整 H_c 对 T 以及 H_{S1} 、 H_{S2} 和 H_{ext} , 优选在功率设定或校准过程中也调整外部磁场幅度 H_{ext} 。激光功率的改变不仅影响来自其他存储层的分布, 而且改变了复制窗口的大小, 以及相应的读出分辨率。只有完美匹配的盘 10 可以在相同的激光功率下获得最佳复制窗口, 在这种情况下, 所述激光功率达到了正确的读出温度, 即, 另一存储层的补偿温度。

为了实现上述宽松的容差, 功率设定或校准过程要求复制窗口的独立(基本独立)控制以及对另一存储层的抑制。就后者而言, 所述过程与上述过程相同。对于每个存储层, 调整激光功率, 以使第一已知数据图形被正确再生, 并且第二数据图形的影响检测不到。在图 9 的实施例中, 第二数据图形的任何影响都是作为与第二数据图形周期相同的信号而可见的, 即, 2×4 位, 交替的, 过多或过少的波峰。

例如, 可以采用自相关技术对此进行检测。为了实现独立复制窗口控制, 外场的调整优选应基于检测到的 MAMMOS 波峰数。例如, 如果复制窗口过大, 将出现附加的波峰; 如果复制窗口过小, 一些或所有波峰都会丢失。然而, 倘若如第二数据图形与第一数据图形并不相同(这显然应当是被避免的), 因此给出了复制窗口尺寸的独立信息以及外场 H_{ext} 的所需校正信息, 则这种波峰数的增加或减少与第二数据图形并不相关。如果检测到过多的波峰, 则应减小 H_{ext} , 如果检测到过少波峰, 则应增加 H_{ext} 。在图 1 中, 借助于控制信号 PE 执行所述控制。

可能的系统实施方式的实施例如下所述。根据第一可选方案, 一旦插入盘 10, 就校准一个或多个不同半径。对半径的不均匀性进行补偿是必需的。读出功率电平和可能的 H_{ext} 参数被存储在驱动器和/或盘 10 上。这些参数可以是一组具有半径位置的幅度或用于描述作为半径的函数的激光功率和可能的 H_{ext} 的算法的许多变量, 例如开始、中间和最终值, 加上某个曲率或序参数。

根据第二可选方案, 盘制造者可以在盘上提供算法变量信息, 从而进一步减少要执行的校准工作量。例如, 如果盘很均匀, 则对整个盘来说一次或两次校准就足够了, 而不均匀盘需要多次。

根据第三可选方案, 一插入盘就进行检查, 检查所述盘是否已在

所述驱动器中近期被使用过。如果是，则跳过功率设定或校准过程，以减少启动时间，所存储的参数（如果可用）用于确定读出功率电平和可能的 H_{ext} 。以后，仅在高误差率的情况下执行校准。因此，这种可选方案需要将盘的 ID（优选与某些时间/数据信息和激光功率参数和可能的 H_{ext} 一起）存储在驱动器中或将盘的 ID（优选与某些时间/数据信息和激光功率参数和可能的 H_{ext} 一起）存储在盘上，所述信息的存储是通过例如为五个驱动器保留空间、在必要的情况下覆写最旧的信息来实现的。这样可以避免初始读出问题，例如，如果盘 10 已经在驱动器中预先使用，所述驱动器已经用不同的设定值更新了盘的功率参数字段。

应当注意，本发明适用于从两个存储层中进行读取的磁畴扩大磁光盘存储系统的任何读取系统。与上文中所提出的相同的层叠结构和读出方法也可用在具有例如卡形介质、基于光点的排布和/或薄膜磁检测器（例如 GMR 或 TMR）的非移动固定读出原理的系统或如可寻址交叉金属线内或靠近介质之类的选择性局部加热方法。

读出控制电路 290 可由硬件电路实现或由软件控制的模拟或数字处理电路实现，或作为一个新的例程并入已经存在的控制程序中来控制盘驱动器。因此，在所附的权利要求的范围内具体实施方式可以有多种变化。

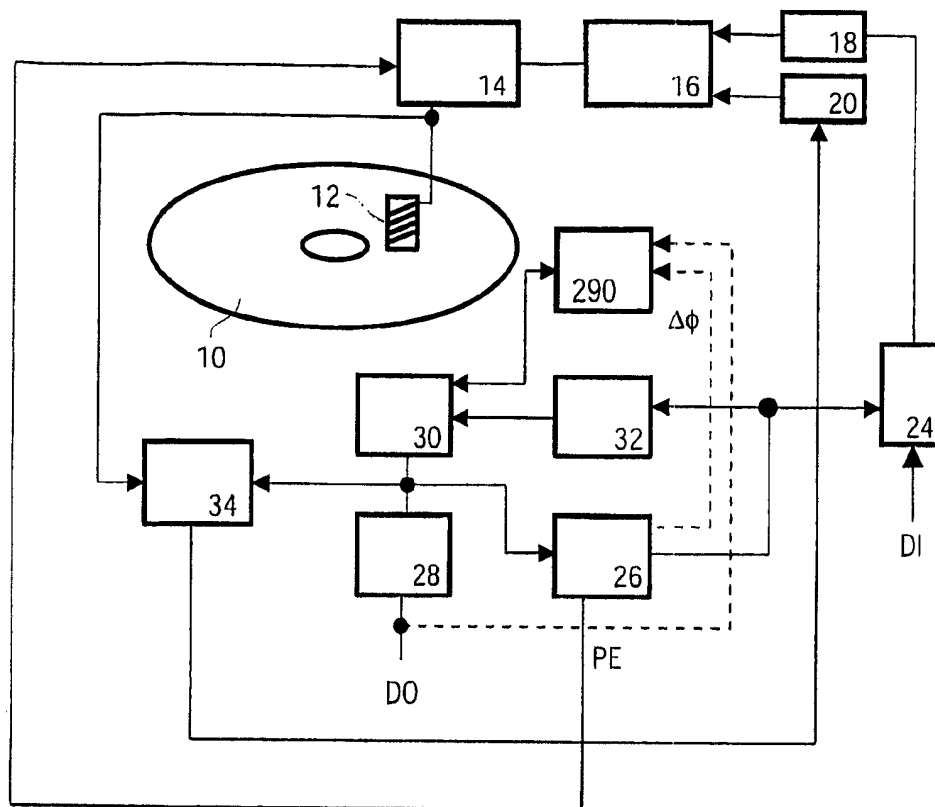


图 1

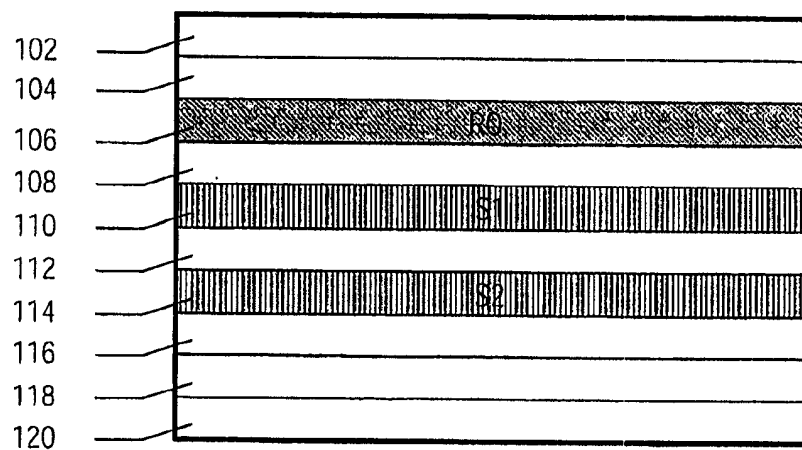


图 2

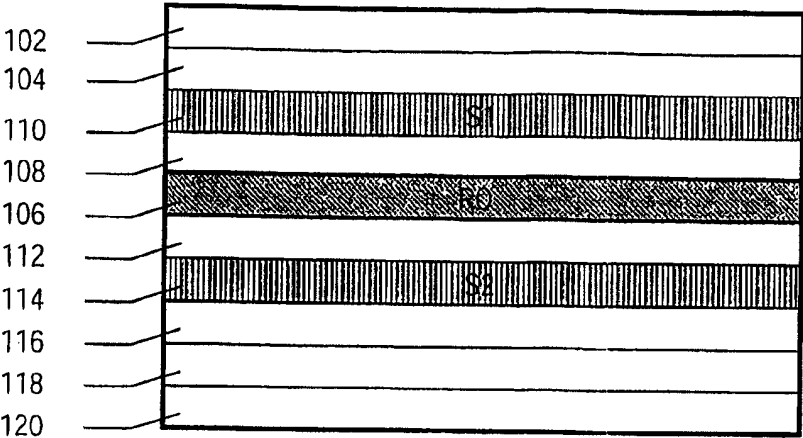


图 3

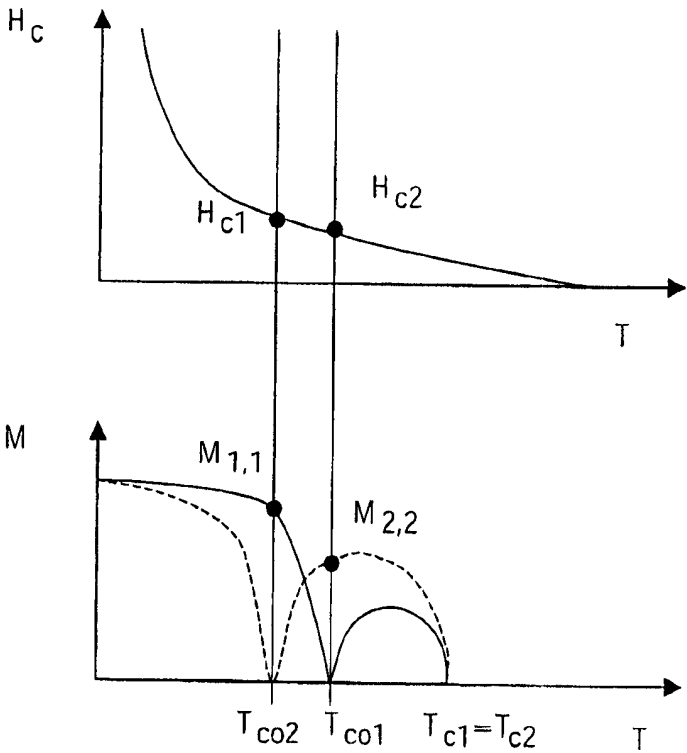


图 4

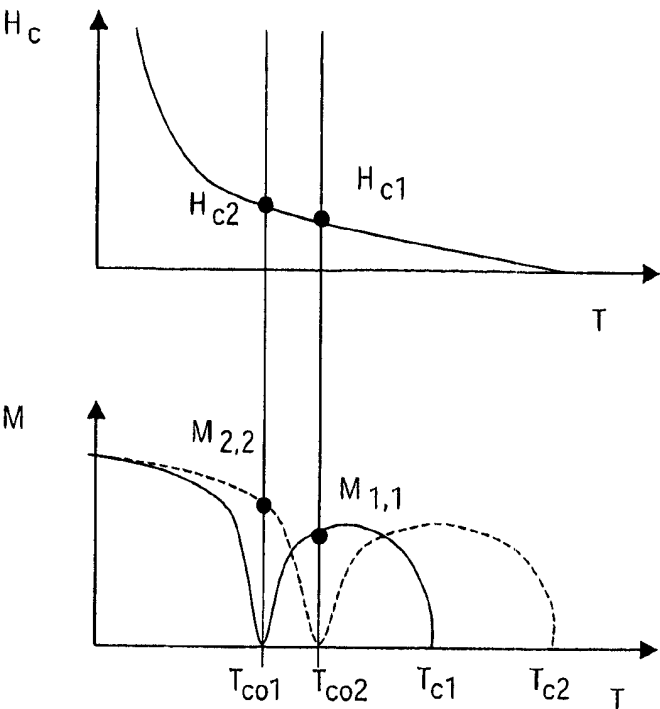


图 5

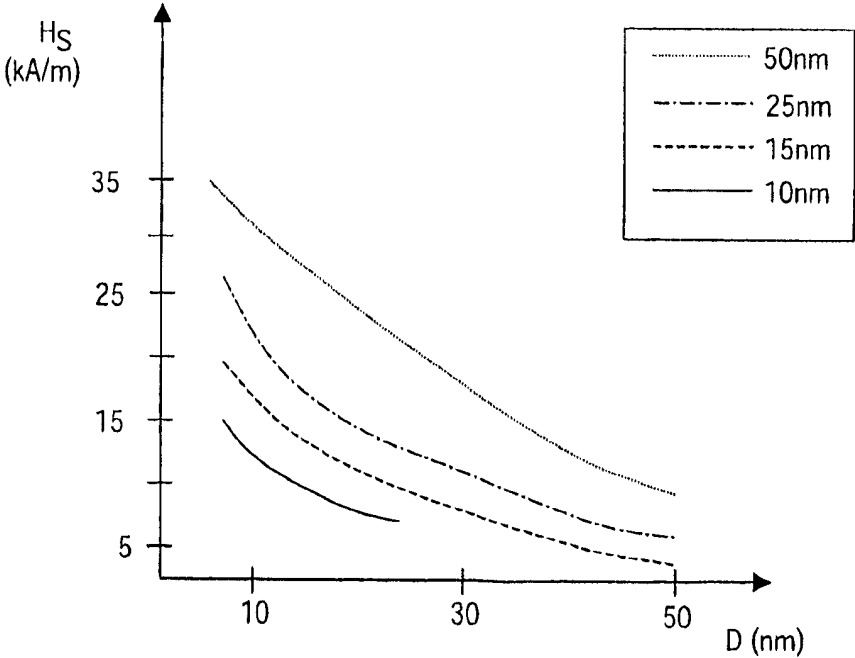


图 6

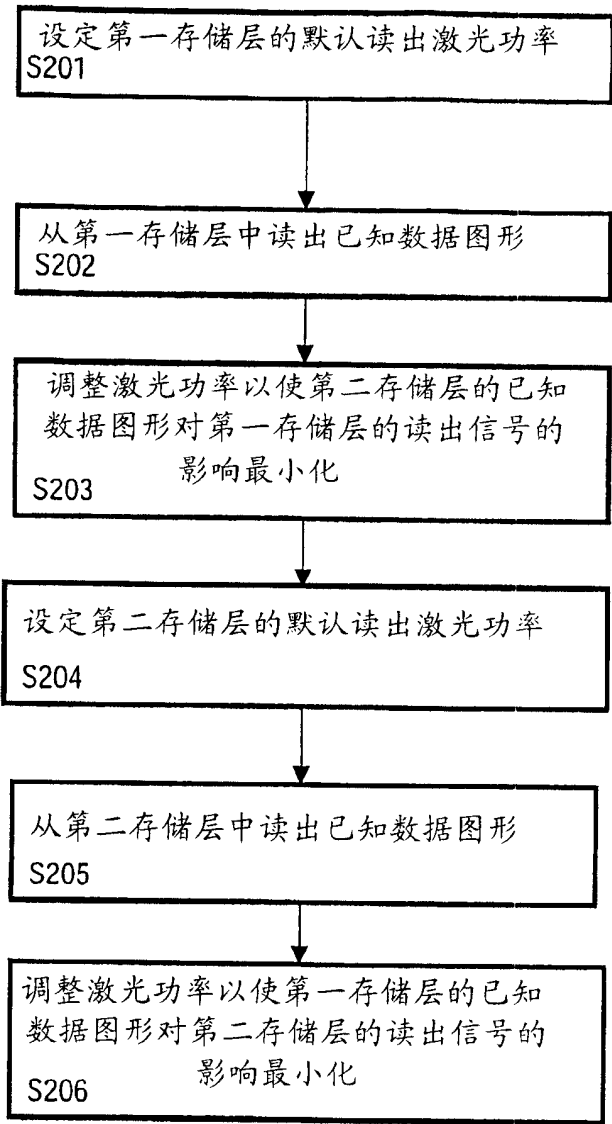


图 7

S1	-1	+1	-1	+1	-1	+1	-1	+1
S2	+1	+1	+1	+1	-1	-1	-1	-1

图 8

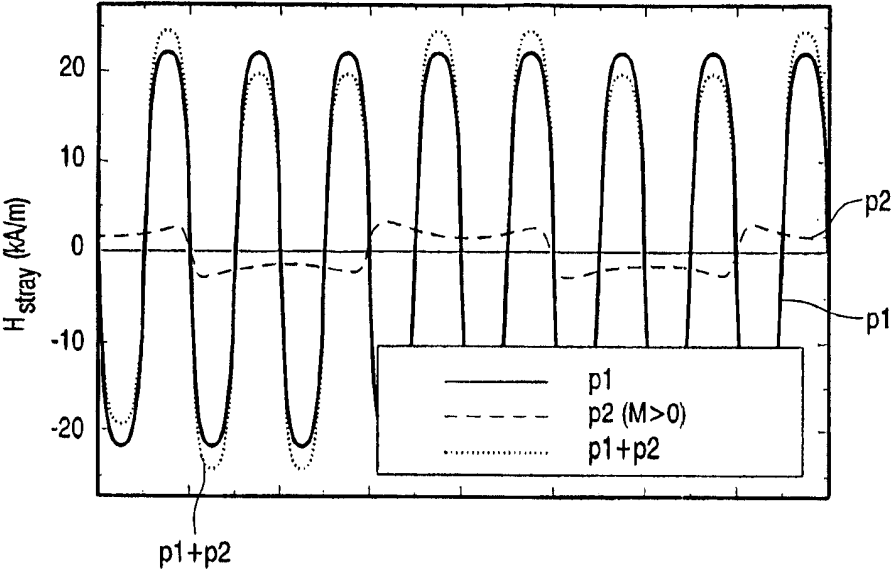


图 9