



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 00804105.9

[45] 授权公告日 2007 年 3 月 21 日

[11] 授权公告号 CN 1306478C

[22] 申请日 2000.2.2 [21] 申请号 00804105.9

[30] 优先权

[32] 1999.2.22 [33] US [31] 60/121,140

[86] 国际申请 PCT/US2000/002646 2000.2.2

[87] 国际公布 WO2000/051111 英 2000.8.31

[85] 进入国家阶段日期 2001.8.22

[73] 专利权人 希捷科技有限公司

地址 美国加利福尼亚州

[72] 发明人 K·A·拜尔瑟 A·H·萨克斯

[56] 参考文献

US5568331A 1996.10.22

CN1179853A 1998.4.22

US4581663A 1986.4.8

US5119248A 1992.6.2

U5730733A 1997.12.30

US4318141A 1982.3.2

US5070421A 1991.12.3

CN1117637A 1996.2.8

审查员 刘世昌

[74] 专利代理机构 上海专利商标事务所有限公司

代理人 李玲

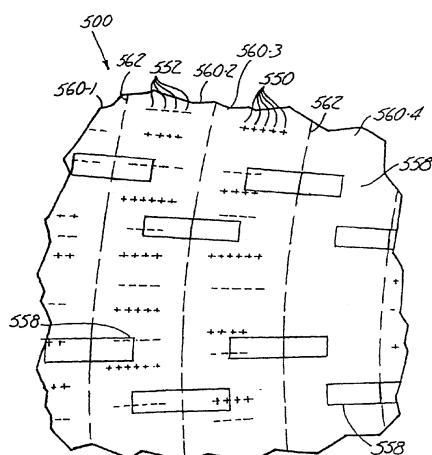
权利要求书 3 页 说明书 11 页 附图 11 页

[54] 发明名称

埋入伺服模式的介质

[57] 摘要

一种数据存储系统(100)，包括存储磁性编码数据(550、552)和伺服信息(558)的数据存储磁盘(107)。数据存储磁盘包括适合于用要被写入到数据存储磁盘的数据(550、552)进行磁性编码的数据层(544)；以及形成在数据层底下且其中形成有磁性伺服凹点(558)以提供伺服信息的伺服信息层(540)。磁性伺服凹点(558)被置于伺服信息层(540)的一部分内，这些凹点至少部分地直接位于数据层(544)上磁性编码数据底下，使得数据头基本上同时从磁盘上读取磁性存储数据(550、552)和伺服信息(558)。



1、一种磁盘驱动器数据存储系统，包括：

用于感测磁场的数据头；

数据存储磁盘，放置的位置使得数据头从数据存储磁盘感测磁场用于读取以磁性方式存储的数据和伺服信息，数据存储磁盘包括：

用于用要被数据头写入到数据存储磁盘的数据进行磁性编码的数据层；以及

形成在数据层底下且其中形成有磁性伺服凹点以提供伺服信息的伺服信息层，磁性伺服凹点被置于伺服信息层的一部分内，这些凹点至少部分地直接位于存储在数据层上的经磁性编码的数据底下，使得数据头同时可读取磁性存储的数据和伺服信息。

2、如权利要求 1 的磁盘驱动器数据存储系统，其特征在于数据层用于沿数据存储磁盘的整个圆周进行磁性编码。

3、如权利要求 2 的磁盘驱动器数据存储系统，其特征在于磁性伺服凹点在伺服信息内被间隔分开使得数据头提供对伺服信息连续的访问，以允许数据头提供连续的伺服信号作为输出。

4、如权利要求 3 的磁盘驱动器数据存储系统，其特征在于伺服信息层包含了数据存储磁盘的基底。

5、如权利要求 3 的磁盘驱动器数据存储系统，其特征在于伺服信息层是形成在数据存储磁盘的基底上的一层。

6、如权利要求 3 的磁盘驱动器数据存储系统，且进一步包含形成在伺服信息层和数据层之间的至少一层间隔层。

7、如权利要求 3 的磁盘驱动器数据存储系统，其特征在于伺服凹点被间隔分开，从而对于给定的磁盘旋转速率，以恒定的频率向数据头提供伺服信息，而与半径无关。

8、如权利要求 7 的磁盘驱动器数据存储系统，其特征在于伺服凹点被间隔分开，从而对于所需的磁盘旋转速率，以小于第一频率的频率向数据头提供伺服信息，同时以大于第一频率的频第向数据头提供数据层中经磁性编码的数

据。

9、如权利要求 3 的磁盘驱动器数据存储系统，其特征在于伺服信息层进一步包括：

具有限定磁性伺服凹点位置的刻蚀区域的一层基底材料，及

形成在基底材料层的刻蚀区域内的磁性材料以形成磁性伺服凹点。

10、一种制造磁性数据存储磁盘的方法，该方法包括以下步骤：

(a) 形成伺服信息层，其内放置有磁性伺服凹点以提供伺服信息，以及

(b) 在伺服信息层的顶上形成数据层，使得数据层用于要被存储在数据存储磁盘上的数据进行磁性编码，至少部分地直接位于形成在伺服信息层内的伺服凹点顶上。

11、如权利要求 10 的方法，其特征在于，步骤(b)进一步包括形成该数据层，使得它用于沿着数据存储磁盘的整个圆周用数据进行磁性编码。

12、如权利要求 11 的方法，其特征在于，该伺服信息层的形成使得伺服信息层内的磁性伺服凹点间隔分开得对于给定的磁盘旋转速率，以与半径无关的恒定频率提供伺服信息。

13、如权利要求 12 的方法，其特征在于，该伺服信息层的形成使得磁性伺服凹点在伺服信息层内间隔分开得对于所需的磁盘旋转速率，以小于第一频率的频率提供伺服信息，以及其中以大于第一频率的频率提供数据层中经磁性编码的数据。

14、如权利要求 11 的方法，其特征在于，该伺服信息层的形成使得磁性伺服凹点沿着数据存储磁盘的整个圆周提供伺服信息。

15、如权利要求 14 的方法，且进一步包含在伺服信息层上形成至少一个间隔层的步骤(c)，使得在数据层和伺服信息层间形成至少一层间隔层。

16、如权利要求 11 的方法，其特征在于步骤(a)进一步包括在数据存储磁盘的基底内形成伺服凹点。

17、如权利要求 11 的方法，其特征在于步骤(a)进一步包括以下步骤：

(a)(1) 提供基底材料层；

(a)(2) 在限定磁性伺服凹点位置的区域内移去部分基底材料层；以及

(a)(3) 在该区域内沉积磁性材料以形成磁性伺服凹点。

18、如权利要求 17 的方法，其特征在于步骤(a)(2)进一步包括刻蚀基底材

料层以移去一部分，以及在该区域内淀积的磁性材料为 CoCr。

19、如权利要求 18 的方法，且进一步包括化学机械抛光基底材料层和磁性伺服凹点以提供光滑表面的步骤(a)(4)。

埋入伺服模式的介质

发明领域

本发明涉及数据存储装置，特别是在磁盘上编码伺服信息的方法和使用该方法制造的硬盘驱动器。

发明背景

典型的磁盘驱动存储系统包括安装在枢轴或主轴上一起旋转的一个或多个磁盘。典型的磁盘驱动器还包括了由流体动力气垫支撑的在每个磁盘上飞行的换能器。换能器和流体动力气垫支撑一起称之为数据头。常规上使用驱动器控制器来根据从主机系统接收的命令控制磁盘驱动器。驱动器控制器控制磁盘驱动器从磁盘检索信息或将信息存储在磁盘上。机电致动器在负反馈、闭环伺服系统中工作以使数据头在磁盘表面上沿径向或线性运动，进行磁道搜寻操作和将换能器直接保持在磁盘表面的所需磁道或柱面上，进行磁道跟踪操作。

通过向数据头提供写信号，对代表被存储数据的磁盘表面上的磁通翻转进行编码，通常使信息存储在磁盘表面的同心磁道上。在从磁盘检索数据中，磁盘驱动器控制机电致动器，使数据头在磁盘表面上所需磁道或柱面上飞行，感测磁盘表面上的磁通翻转并根据这些磁通翻转产生读信号。

在嵌入式伺服型系统中，伺服信息(例如以伺服脉冲串形式出现)记录在还包含存储数据的数据磁道上，伺服脉冲串典型地沿每个数据磁道的圆周在时间上均匀地间隔。数据记录在伺服脉冲串间的数据磁道上。在专用伺服型系统中，磁盘驱动器的一个整个磁盘表面专用于存储伺服信息，而其它磁盘表面用于数据存储。

当数据头读取伺服信息时，换能器提供位置信息，由位置解调器解码位置信息并以数字形式提供给伺服控制处理器。伺服控制处理器主要将换能器在磁盘表面上的实际径向位置(由嵌入的伺服脉冲串表示)与所需位置比较并命令致动器移动以使位置误差最小。

通常在磁盘驱动器模块制造期间，使用有时称为伺服写入的处理将伺服信

息预先记录在磁盘表面。每个磁盘驱动器模块被安装到伺服写入器支撑组件上，该组件精确地相对于基准或原点定位磁盘表面。伺服写入器支撑组件支撑一个位置感测器，例如激光干涉计，它能检测致动器相对于磁盘表面的位置。位置传感器电插入在磁盘驱动器的负反馈、闭环伺服系统中，用于在伺服数据被写入到磁盘表面时向伺服系统提供位置信息。伺服写入器支撑组件还可以支撑一时钟写入器换能器，它把时钟模式写在磁盘表面上，用于沿每个磁道的圆周上在时间上间隔伺服数据。

使用伺服写入器支撑组件写伺服信息典型地对每个磁盘组件要用许多分钟。这样的时间减慢了制造流通量并潜在地增加了成品成本。另一个限制是该伺服写入模式通常要消耗大约 5-10% 的给定磁盘驱动器的可用记录区域。

写伺服信息的另一种技术是使用磁盘驱动器本身原位写入伺服信息。原位记录意思是使用产品头在完全组装好的驱动器上记录伺服模式。这一技术的例子在授 Chainer 等人的美国专利 No. 2,875,064 中提出。然而限制自身伺服写技术的一个限制是驱动器本身固有的扰动，例如磁盘的颤振和主轴的不可重复偏转(NRRO)限制了位置感测模式的径向和周向准确性。结果是纯粹的原位技术的限制尚未得知。

埋入式磁记录已在硬盘系统中被考虑以增加磁盘表面的可用记录密度。例子可参见美国专利 No.5,055,951 和 4,318,141。这些技术使用厚磁介质和一个磁记录头将伺服信息写入到数据存储层的深层。数据信号随后写入到数据存储层的浅部而不把记录在更深层的伺服信息完全擦除。这种部分渗透磁记录方法引入了潜在的对用户数据的兼容。

随着工业界继续迫使磁盘驱动器制造商以低成本提供存储容量不断增加的磁盘驱动器，提供继续增加磁道密度而又使制造时间和成本最小化变得日益重要。

本发明解决这些和其它问题，并提供比已有技术好的其它优点。

发明概述

本发明涉及的数据存储系统具有磁性伺服信息且将数据磁性地存储在解决上述问题的同一磁盘上。

数据存储系统包括用于磁性存储编码数据和伺服信息的数据存储磁盘。数

据存储盘包括适用于对写入到数据存储盘的数据进行磁性编码的数据层，以及形成在数据层底下并在其上形成磁性伺服凹点以提供伺服信息的伺服信息层。磁性伺服凹点以提供伺服信层部分，它们至少部分地直接处于数据层上磁性编码的数据区下面。使得实质上在相同时刻数据头能从磁盘读取磁性存储的数据和伺服信息。

本发明还包括一种制造数据存储磁盘的方法，该磁盘直接在数据层上存储磁性编码数据下面的伺服信息层内有伺服凹点。

在阅读下述详细述并浏览了有关附图后表征本发明的那些和各种其它特征及优点将显而易见。

附图简述

图 1 是对本发明有用的磁头磁盘组件(HDA)的透视图。

图 2 是现有技术的薄膜磁盘一部分的放大俯视平面图，图解地示出了与存储在磁盘上的数据和伺服信息对应的磁通。

图 3 是图 2 现有技术的薄膜磁盘沿线 4-4 所取的部分剖面透视图。

图 4 图解地说明了现有技术伺服数据模式。

图 5 是按照本发明的薄膜磁盘的部分放大俯视图，图解地示出了与磁盘上存储的数据和伺服信息对应的磁通。

图 6 是一个曲线图以及本发明一个实施例的图解说明。

图 7-9 是说明按照本发明制造磁盘方法的实施例的流程图。

图 10 是按照本发明的一个实施例的薄膜磁盘一部分的图解截面视图。

图 11 是说明本发明各不同方面的方程和曲线图。

对说明性实施例的详细描述

图 1 是磁盘驱动器 100 的平面图，包括带有基底 102 和顶盖的外壳(为了清楚起见顶盖部分已被移去)。磁盘驱动器 100 进一步包括安装在主轴电机(未示出)上的磁盘组合 106。磁盘组合 106 包括多个安装在中心轴 108 上一起旋转的单独磁盘 107。每个磁盘 107 有一个与它相关的头 112，该头携带了一个或多个用于与磁盘表面通信的读和写换能器。每个磁头 112 由悬梁 118 支撑，悬梁依次又附着到致动器组件 122 的磁道访问臂 120 上。

致动器组件 122 被受内部电路 128 中伺服控制电路控制的音圈电机 124 绕轴 126 旋转，使头 112 在磁盘内径 132 和磁盘外径之间按弧形路径移动。按照本发明的实旋例，磁伺服信息是形成到基底内或者到磁盘组合 106 的一个或多个磁盘表面上形成基底上形成的伺服信息层内的硬图案模式。数据记录在磁数据层的数据磁道上，数据层形成在硬模式磁性伺服信息层上部(如需要可在其间加入附加层)。利用本发明的这一特性，可将伺服信息直接放在存储在磁性数据层内的数据下面的区域内，从而为数据头提供连续的伺服信号。与此同时，通常用于伺服信息的磁性数据层的可用记录区域的一部分，如果需要的话，可用于存储数据。

当致动器组件 122 将头 112 放在所需数据磁道上方时，头 112 中的读换能器从磁盘表面读取存储的信息。内部电路 128 内的伺服控制电路将恢复的硬模式伺服信息与头 112 所需的径向位置比较并命令致动器组件 122 移动以减小位置误差。

现有技术的磁盘用磁性介质 200 更详细地示于图 2 和图 3。磁性介质 200 已在美国专利 No. 5,858,474 中描述。磁性介质 200 具有一基底 240 和淀积在基底 240 上的底层 242。基底可以是镀镍-磷的铝磁盘。基底 240 提供了磁性介质 200 的结构整体性。其它材料，例玻璃或锰氧化物也适于作基底 240。

底层 242 可用相对非磁性材料形成，例铬或镍-磷材料。底层 242 在磁性数据层 244 中为正确晶体发育建立一个种子结晶图形结构。底层可通过溅射施加在基底 240 上，且不同的溅射室参数对底层 242 的有效性贡献不同。磁性材料的磁性数据层 244 施加在底层 242 上。磁性数据层 244 可由钴基合金形成，例钴-铬-钽合金。钴基磁性数据层 244 可有一 HCP 晶体结构。磁性数据层 242 可通过溅射施加在底层 242 上且不同的溅射室参数可决定磁性层 244 的有效性。

可以在磁性数据层 244 上淀积外涂层 246。外涂层增强了磁性介质 200 的耐用性和抗磨性。润滑层 248 位于外涂层 246 之上。润滑层进一步减小了由于磁头接触造成的磁性介质 200 的磨损。虽然外涂层 246 和润滑层 248 不行施磁性功能，但大大影响磁盘驱动系统 10 中的摩擦，磨损和刻蚀性。

如现有技术构成的磁性介质 200 可以在径向 r 和周向 θ 上各向同性。在构成之后，数据以磁性方式记录在介质 200 的磁性数据层 244 上，如图 2 和图 3

中分别用+和-磁化符号 250, 252 以及磁通箭头 254 来表示。

在使用现有技术磁性介质 200 制造磁盘驱动器期间，伺服模式 256(如图 2 所示)以磁性方式写入在介质 200 的磁性数据层 244 上。伺服模式 256 包括伺服信息 258(例如，以伺服脉冲串形式)，它精确地位于磁性介质 200 的径向和周向上。伺服模式 256 限定同心磁道 260-1, 260-2, 260-3 和 260-4 的径向位置，它们如图示由想像的磁道边界 262 所分隔。伺服模式 256 包含了索引信息以索引磁盘的每个磁道 260，伺服模式 256 还包含了中心定位信息以相对于特定磁道确定磁头中心。伺服模式 256 的索引和中心定位信息由磁盘驱动器相对于磁盘精确地把磁头置于径向位置上。

虽然伺服信息 258 用矩形符号图解表示，本领域的技术人员应理解，伺服数据可用把数据写到磁盘的相同或类似方式写入或形成。图 2 和图 3 中说明伺服信息的方法并不限制磁盘上伺服信息的数型。例如，一种不同的伺服模式是空模式，这种模式也可用作替代。

图 2 图解方式表示的伺服模式在图 4 中表示得更详细和更精确。图 4 中所示的现有技术伺服模式包括脉冲 302 和 304，位于伺服磁道(磁道 310, 312, 314, 316, 318 和 320)的相对侧。磁盘运动方向由箭头 322 表示。当换能器直接位于中心时从脉冲串 302 和 304 得到的位置误差信号具有相等的分量。由于脉冲串 302 和 304 具有相等幅度，位置误差信号为 0 表示换能器直接位于磁道中心线。为了便于控制，脉冲串 306 和 308 可提供以产生在径向与 302-304 脉冲串有 90 度相位差(也称为正交模式)的信号。图 4 所示伺服模式仅是示例而已，也可使用其它各种方法。例如，可使用美国专利申请序号 09/425,768, 1999 年 10 月 22 日提交，题为“在磁性介质上用于热方式写信伺服模式的方法和装置(METHOD AND APPARATUS FOR THERMALLY WRITING SERVO PATTERNS ON MAGNETIC MEDIA)”中所述的伺服模式。此外，如果位置基准信息允许有效地内插，则位置基准信息间的径向期隔不必与磁盘的每个磁道相对应。例如，位置基准信息可以写在具有二个据磁道的径向间隔处，或写在子数据磁道间隔处。

再回来参考现有技术图 2 和图 3，在使用现有技术磁性介质 200 的磁盘驱动器期间，数据被以磁性方式写入磁道 260 的数据部分 257 中磁性数据层 244 上。如磁性符号 250, 252 所示，通过反向磁化磁道内的位置使数据记录在磁

道 260 上，通过感知磁通的交变方向而从磁性介质 200 上读取数据，尚未有数据写在磁道 260-4 上，因而磁道 260-4 没有标示有+和-的磁化符号 250, 252。

除了有上述讨论和原位伺服信息写入限制外，将伺服模式 256 写入到数据磁道传统伺服部分造成对磁盘驱动器可用记录部分的相当大消耗。

按照本发明，伺服信息可以在磁盘基底内形成在与磁性数据层分开的伺服信息层中，直接位于磁性数据层的数据部分所存储的数据下面。图 5 和图 6-1 到图 6-3 解释了磁盘驱动器 100 的磁盘 107 的这样的磁性介质 500 的一种实施例。图 6-2 和 6-3 分别示出了磁盘内直径(ID)和外直径(OD)区域的一部分介质 500。图 6-1 曲线表示可由磁阻数据头 112 对硬模式伺服信息响应而连续提供的伺服信号。正如后文讨论的，正弦信号部分地由于空间损失所致。图 5 和图 6-1 到 6-3 所示的实施例是想要图解化。正如下面详细讨论的那样，还可使用如图 6 所示外的其它层。还有，正好参考现有技术图 2-4 所讨论过的，本领域的技术人员将认识到，任何合适的常规伺服模式或对它们的采用都可用在本发明中。

磁性介质 500 具有伺服信息 558 形成或定型在其中的伺服信息层 540。在本发明的实施例中伺服信息层 540 是磁盘基底。在另一种实施例中，形成伺服信息 558 模式的伺服信息层 540 可以是与磁盘基底分开的伺服层。在两种情况下，伺服信息层 540 均与磁性数据层 544 分开。间隔层 542 形成在磁性数据层 544 与伺服信息层 540 之间。构成后，磁性介质 500 在磁性数据层 544 的数据磁道 560-1, 560-2, 560-3, 560-4 上磁性地记录数据，分别如图 5 和图 6-1 到 6-3 中用+和-磁化符号 550, 552 表示，数据磁道 560 由磁道边界 562 分开。

形成在伺服信息层 540 内的伺服信息 558 的形式可以是由淀积磁性材料形成的凹点、凹槽或其它类型的数据标志(以后称为伺服凹点)。正如从图 5 和图 6-1 到 6-3 可见，伺服信息 558(图 5 中以矩形图解表示)，以伺服凹点形式硬定型或形成在伺服信息层 540 中，并直接置于磁性记录在磁性数据层 540 上的数据下面。因而，如果希望的话，可将传统上保留给伺服模式 256(见图 2)的磁盘区域用于数据存储。除了能消除或减少与现有技术磁盘的伺服模式有关的磁盘空间损失外，将伺服信息 558 直接放在磁盘数据层 544 上存储的数据区域下面还能使磁头 112 提供更频繁或连续可用的伺服信号用于控制磁盘驱动器。据被写入在可完全转换的磁性数据层 544，伺服信息则形成在也是完全可转换的埋

入层 540 中。数据层和伺服层可由间隔层 542 隔开。注意未使用部分渗透记录法，故对数据层记录不含有损害。

在塑料、铝或玻璃磁盘上可压印或刻蚀而成为每毫米 1000 个伺服凹点的完全分辨率比特密度。一种刻蚀方法利用了全息投影印制法。磁盘内的伺服凹点可用可记录磁性材料如 CoCr 等填充，它们具有与磁盘表面垂直的各向异性磁化。材料可以是机械上柔软的以允许化学机械抛光。这一特定的数据密度对应于每分钟 1000 转(RPM)3.5 英寸盘在内直径(ID)上为 20MHz 的伺服信号。

图 7-9 流程图说明了本发明的制造磁性数据存储盘方法的实施例。图 10 是说明使用本发明方法制造的数据存储磁盘一部分的图解剖面视图。

如图 7 和 8 流程图 700-1 和 700-2 中框 710 的步骤所示，形成伺服信息层 540。伺服信息层 540 具有形成在其内的伺服凹点 558。如框 720 的步骤所示，磁性数据层 544 形成在伺服信息层 540 上部使得数据层适合于用要存储在数据存储盘上的数据进行磁性方式编码，基本上直接位于伺服信息层内形成的伺服凹点之上。如图 7 和 8 的框 750 步骤所示，用高的外磁场对伺服凹点磁化以使伺服凹点的磁化按所示方向取向。根据本发明的各种不同实施例可作为设计选择选用所需的磁化方向。本发明因而包括了伺服凹点的所有磁化方向。

如图 8 的框 730 和 740 的步骤所示，在某些实施例中，在伺服信息层上方形成一层或多层间隔层 542。例如，如图 10 所示，厚度在大约 500Å 和 600Å 之间的 NiAl 层 542-1 以及厚度大约为 200Å 的 CrMo 层 542-2 可用于形成间隔层 542。注意，这些层是标准介质簿层堆的一部分。当使用一层或多层间隔层时，磁性数据层 544 形成在间隔层的顶部。

如前所讨论的，伺服信息层 540 可以是磁盘基底或可以是形成在基底(如铝基底)上方一个分别层。在一个实施例中，伺服信息层是具有形成伺服凹点的 CoCr 磁性材料的一层 NiP 层。NiP 伺服信息层的典型厚度是 450 微英寸。如果希望，可在磁性材料层 544 的顶面上形成碳外涂层 960 和润滑层 970。碳外涂层 960 的适合厚度例子在大约 50Å 和 75Å 之间。本发明并不局限于所讨论的示例层厚度。

图 9 示出了在伺服信息层内形成或放置伺服凹点 588 的执行步骤 710 的另一个特定方法 900。图 9 框 910 所示的第一步是提供基底材料层。如框 920 所示，下一步执行的步骤是在限定磁性伺服凹点 558 的位置的区域内移去基底材

料层的一部分。随后，如框 930 的步骤上，将磁性材料淀积在移去的区域以形成磁性伺服凹点。

如前讨论的，伺服信息凹点可形成在铝基底介质内。然而，也如前所述，可能必须把凹点刻蚀在磁盘基底上的 NiP(或其它材料)镀层内以把间隔损耗(以下参照图 11 再讨论)减少到可接受程度。因而，在一个实施例中，将刻蚀 NiP 镀层以移去要形成伺服点处的材料，随后填充以 CoCr 之类的磁性材料。接着可执行化学机械抛光(CMP)步骤以使表面光滑，随后喷涂或淀积其余层。在玻璃基底上不必有 NiP 层，故直接在玻璃上完成刻蚀处理。

将用相同的 MR 或 GMR 数据头 112 来读取数据和伺服信息。不须使用分别的头，也不须使用方位角记录法。注意，埋入模式可被写入使得它具有恒定的频率而与半径无关。

可用两种方法使来自数据和埋入伺服层的信号成为正交。

1) 频率分隔。例如，由头 112 写入到数据层 544 的数据可用高于 10MHz 的频带感测，而伺服频率可以低于 10MHz 的频带感测。必须理解，10MHz 仅提供为示例，实际频带将由产品指定。

2) 间隔损耗：选择性地减小在埋入层伺服层中的高频信息的幅度。间隔损耗正比于伺服模式的波长，由于数据频率司定伺服模式波长随半径增加而增大。在一个实施例中，可设法理想地使间隔厚度正比于半径以对每个频率谐波分量获得恒定的间隔损耗。

图 11 数学上表示了对于典型的 3.5 英寸盘的 ID 对间隔损耗的影响。如介质速度为 20 米 / 秒，则 10 微米的信号周期对应于 2MHz 的埋入式伺服方波基频。在 ID 处选择 2.5 微米的间隔层使得伺服信号大约是数据信号的 20% 以使 MR 头中畸变减至最小，第三谐波下降-40dB，且不会对数据信号造成干扰。假设数据信号所有的功率谱均高于大约 4MHz，这样它就不受 2MHz 伺服信号的影响。

图 11 还示出了方波的谐波成份和间隔损耗是如何限制埋入式读回基频信号的高频成份。方法表示没有间隔损耗时将看到的信号样子。实际信号被衰减得具有很小高频谐波分量，小伺服信号幅度和信号幅度的不确定性提示了位置感测系统应使用正弦伺服脉冲串的相对相位来对径向位置信息编码。然而，本发明也可包括使用其它类型的模式。

埋入式伺服信息在某些实施例中可由 2 部分组成：

- 1) 周向位置编码：具有索引标记的伺服时钟信号。
- 2) 径向位置编码：其相位随半径按某个径向距离模数变化的基本模式图案。

周向位置编码

首先单独考虑周向位置编码。这种编码本身在消除外推型伺服写入器的时钟头或在辅助自伺服写入法方面极具价值。该编码可简单到是一个连续的 50 %-50% 方波基频，使得每旋转一周有一个整数标记(基频周数)。索引标记可在索引标记要存在处编码为缺少标记(缺少基频周期)。

径向位置编码

径向位置编码是由周向位置编码变化而来，其中沿着磁盘基频被划分为偶数的标记组。例如，3.5 英寸盘以在 ID 处以 10 微米间隔每圈 1280 个标记。索引位置例如可由无标记在内的一组表示。奇数组内可有恒定的基准基频标记。除了 0 组外的偶数组可具有相位随半径偏移的经相移的基频。这些经相移的标记将是螺旋形扇区。

参考附图综述了上述本发明，将揭示一磁盘驱动器数据存储系统 100。磁盘驱动器数据存储系统包括适用于感测磁场的一数据头 112 以及一数据存储磁盘 107，磁盘所处位置使得数据头能从数据存储磁盘感测器场以读取磁性方式存储的数据 550, 552 和伺服信息 558。数据存储磁盘包括一数据层 554，适用于用要由数据头 112 写入到数据存储磁盘的数据 550, 552 以磁性方式编码。数据存储磁盘还包括一形成在数据层 554 下面的伺服信息层 540 并在其内形成磁性伺服凹点 558 以提供伺服信息。磁性伺服凹点 558 定位在伺服信息层 540 的基本上直接处在数据层 544 上存储的磁性编码数据下方的部分中，以使数据 112 能在基本上同一时刻读取磁性存储数据和伺服信息。

在本发明的某些实施例中，数据层 544 适合于基本上沿数据存储磁盘 107 的整个圆周用数据 550, 552 以磁性方式编码。在本发明的某些实施例中，磁性伺服凹点 558 在伺服信息层 540 中间隔分开得使数据头 112 基本上提供对伺服信息的连续访问，以允许数据头提供基本上连续的伺服信号作为输出(图 6-

1)。在某些实施例中，伺服信息层 540 可以是数据存储盘的基底。在其它实施例中，伺服信息层是形成在数据存储盘上的一层。在本发明的某些实施例中，磁盘 107 包括在伺服信息层 540 和数据层 544 间形成的至少一个间隔层 542。如前所述，标准介质簿膜堆中的正常簿层可用作间隔层。

如果希望，伺服凹点 558 可以间隔分开得对于给定的磁盘旋转速率，伺服信息以基本上与半径无关的恒定频率提供给数据头 112。对于所需的磁盘旋转速率，伺服凹点 558 也可以间隔分开得使伺服信息以小于约 10MHz(仅作为示例)的频率提供给数据头，同时数据层 544 中的磁性编码数据 550, 552 以大于约 10MHz 的频率提供给数据头 112。

在某些实施例中，伺服信息层 540 进一步包括具有刻蚀区域的基底材料层，该区域限定磁性伺服凹点 558 的位置，以及在基底材料层的刻蚀区域形成磁性材料以形成磁性伺服凹点。

还揭示了一种制造磁性数据存储磁盘 107 的方法 700-1, 700-2。该方法包括形成一伺服信息层 540，其内放置磁性伺服凹点 558 以提供伺服信息的步骤 710。该方法还包括在伺服信息层 540 的上面形成数据层 544 的步骤，使得数据层 544 适合于用要被存储在数据存储磁盘 107 上的数据 550, 552，基本上直接在位于伺服信息层 540 内形成的伺服凹点 558 上方，进行以磁性方式编码。步骤 720 可进一步包括形成数据层 544，使得它适合于基本上沿数据存储磁盘 107 的整个圆周用数据 550, 552 进行磁性编码。

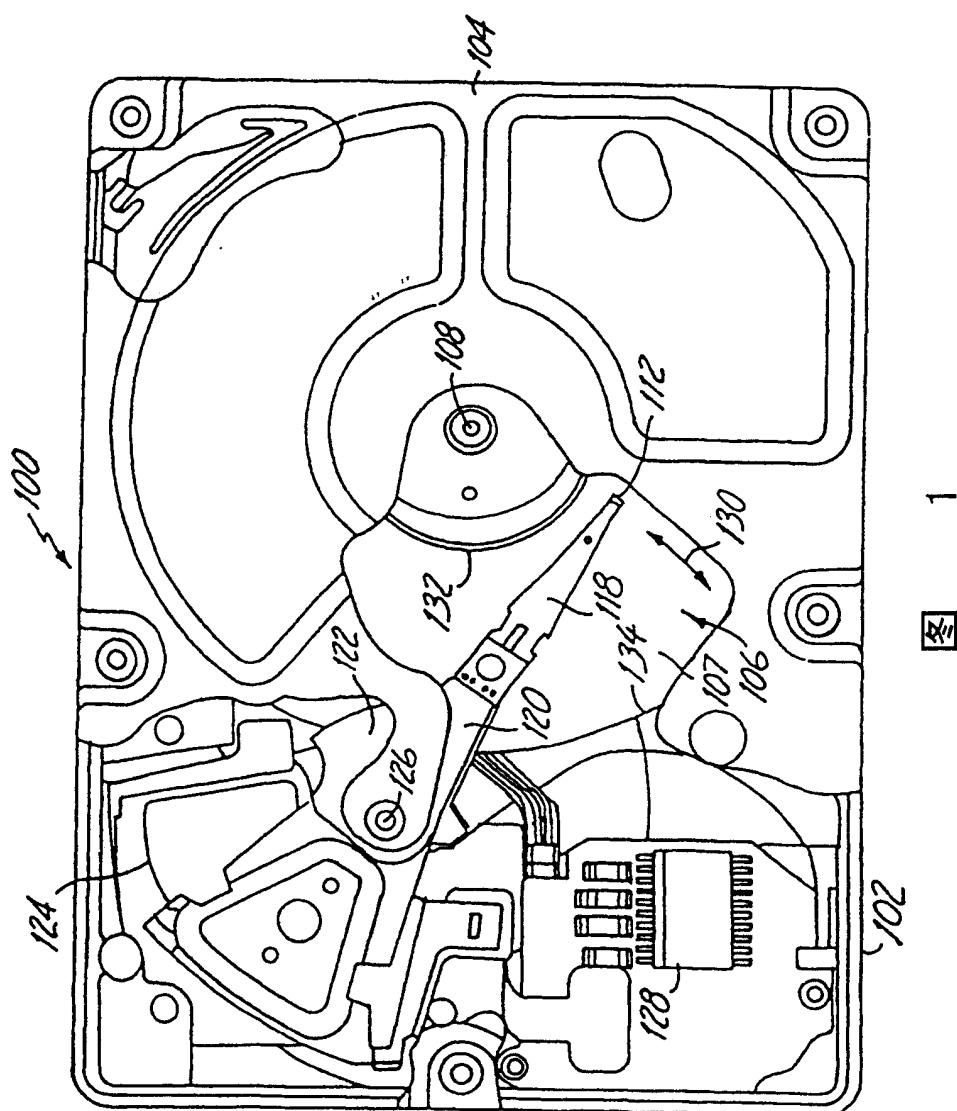
步骤 710 可进一步包括形成伺服信息层 540，使得磁性伺服凹点 558 间隔分开，从而对于给定的磁盘旋转速率，以基本上恒定的频率提供伺服信息而与半径无关。磁性伺服凹点 558 也可以在伺服信息层 540 内间隔分开得对于所需的磁盘旋转速率，以小于大约 10MHz 的频率提供伺服信息，同时以大于大约 10MHz 的频率在数据层 544 内提供磁性编码数据 550, 552。

在某些实施例中，步骤 710 还包括形成伺服信息层 540，使得磁性伺服凹点 558 基本上沿着数据存储磁盘的整个圆周提供伺服信息。本发明的该方法还可包括步骤 730，在伺服信息层 540 上形成至少一个间隔 542，使得在数据层 544 和伺服信息层间至少形成一个间隔层。在这些实施例中，用在间隔层 542 的顶部形成数据层的步骤 740 替换步骤 720。

在一些实施例中，步骤 710 包括在数据存储磁盘 107 的基底内形成伺服凹

点 558，步骤 710 还可包括提供基底材料层的步骤 910，在定义磁性伺服凹点 558 的位置的区域内移去基底材料一部分的步骤 920，以及在该区域内淀积磁性材料以形成磁性伺服凹点的步骤 930。移去基底材料层一部分的步骤 920 可包括刻蚀基底材料层以移去部分材料，而步骤 930 饭知将 CoCr 淀积在该区域内以形成磁性伺服凹点 558。该方法还可包括对基底材料和磁性伺服凹点的化学机械抛光以提供光滑的表面。

应理解即使本发明的各种实施例的许多特和优点与本发明的各种实施例的详细结构和功能一起已在上述描述中提出，该揭示仅是说明性的，且细节上可以改变，特别是关于在本发明原则内的部件的结构和安排被充分延伸到由所附权利要求书表达的条款表示的最宽泛一般的意义上。例如，这里引用的磁性伺服凹点被基本上或部分地直接置于磁性编码数据底下或下部，以及引用的磁性编码数据在磁性伺服凹点以上是试图表明沿着垂直于形成有各层的磁盘的平面轴线上一些数据和一些伺服凹点部分地对齐。



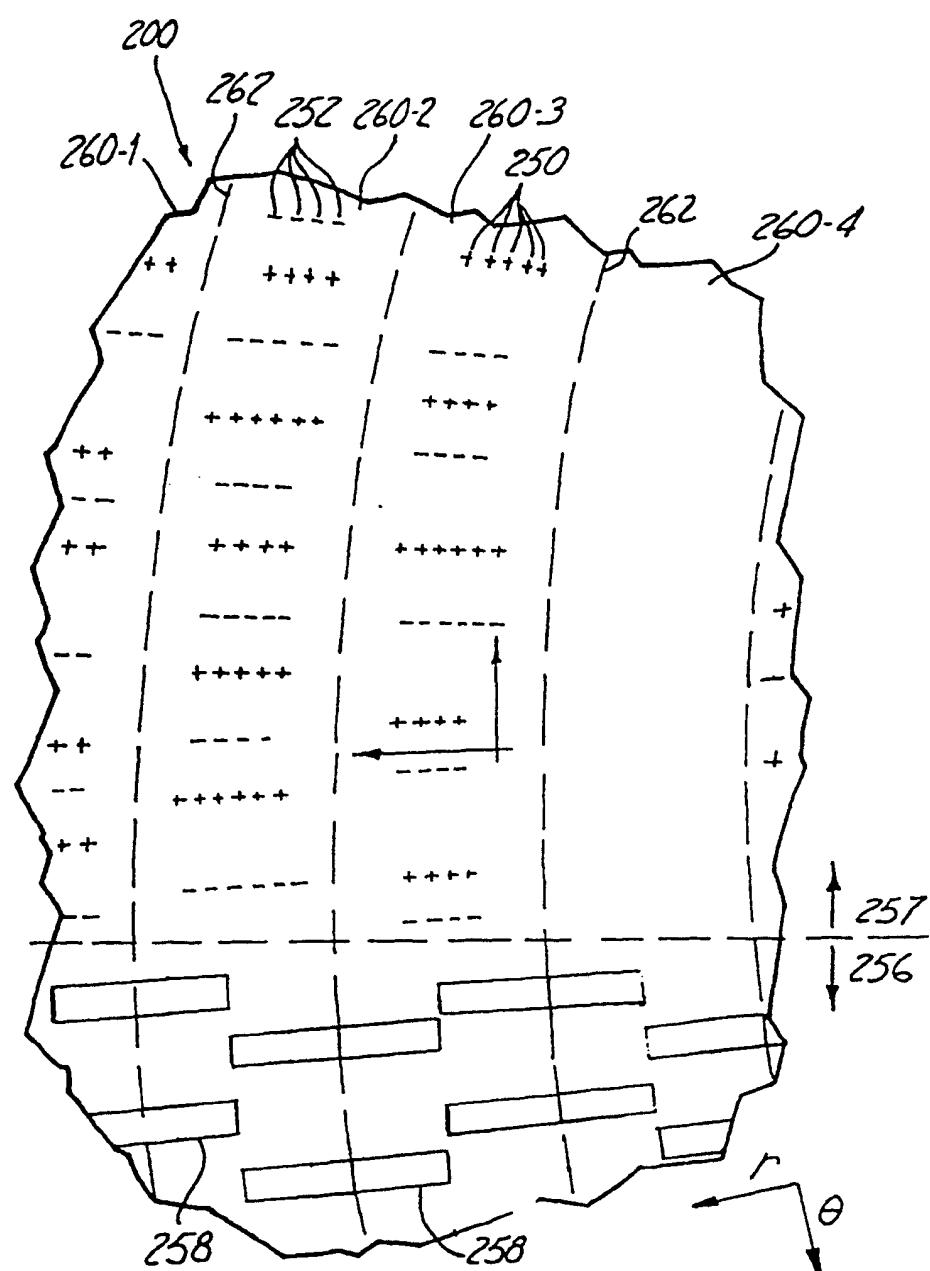
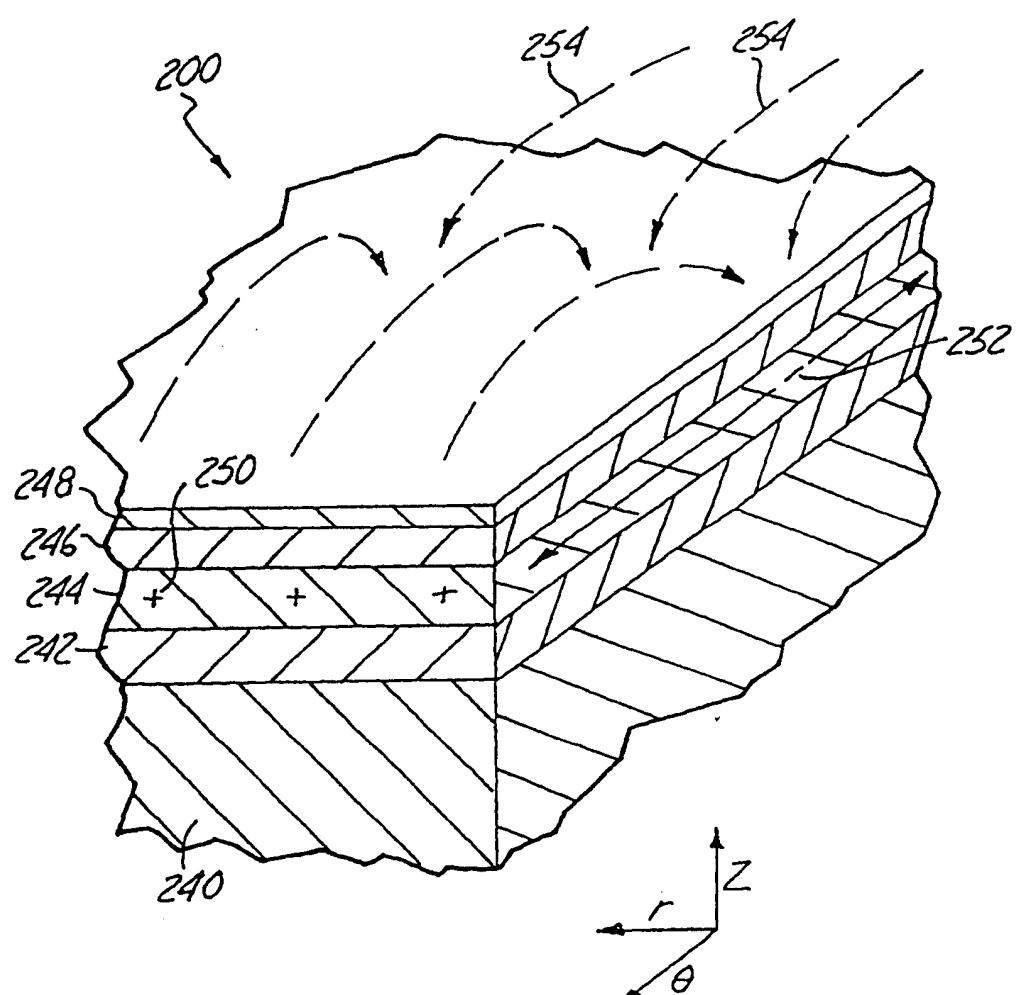


图 2



现有技术
图 3

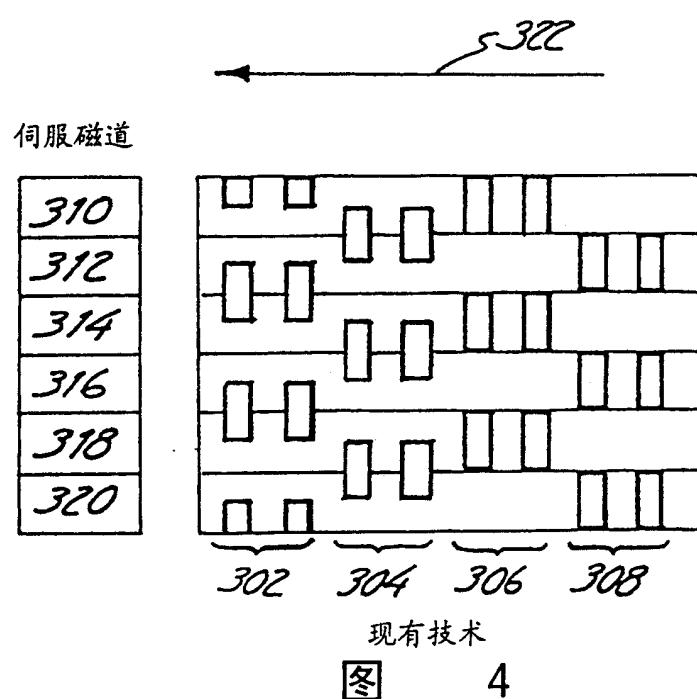


图 4

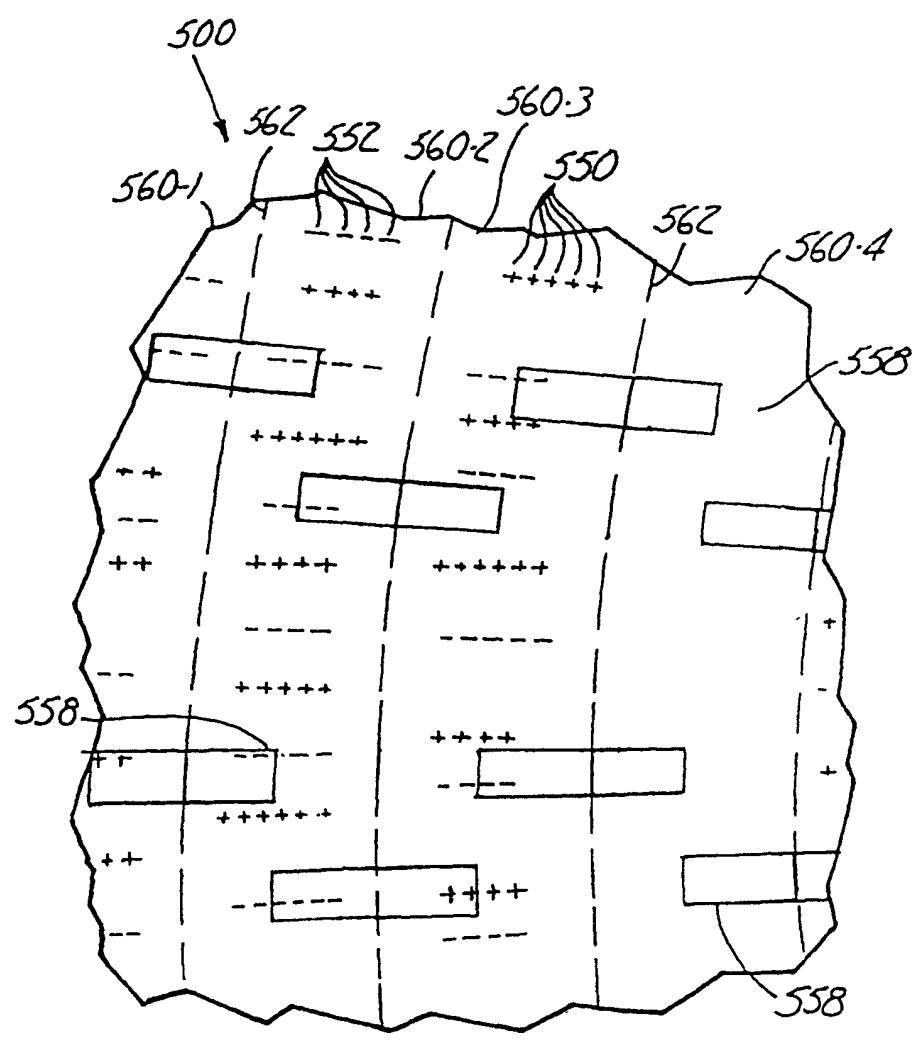
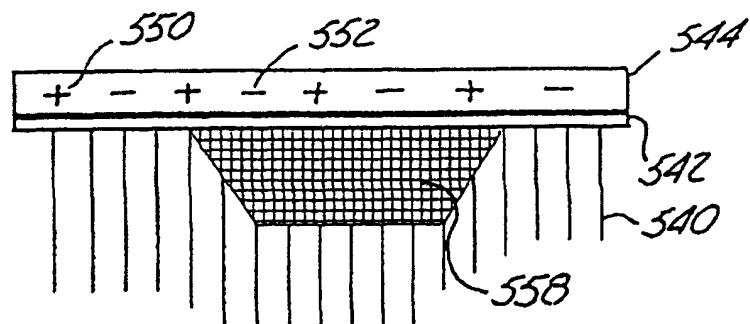
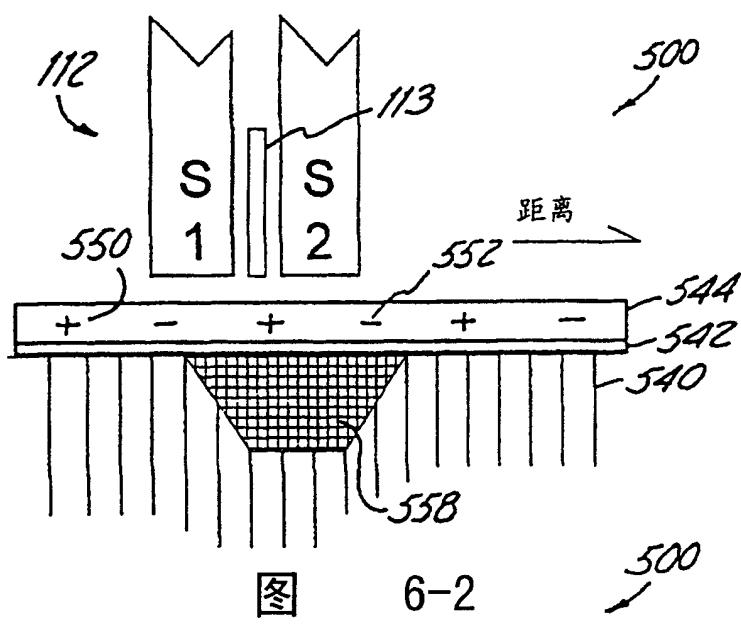
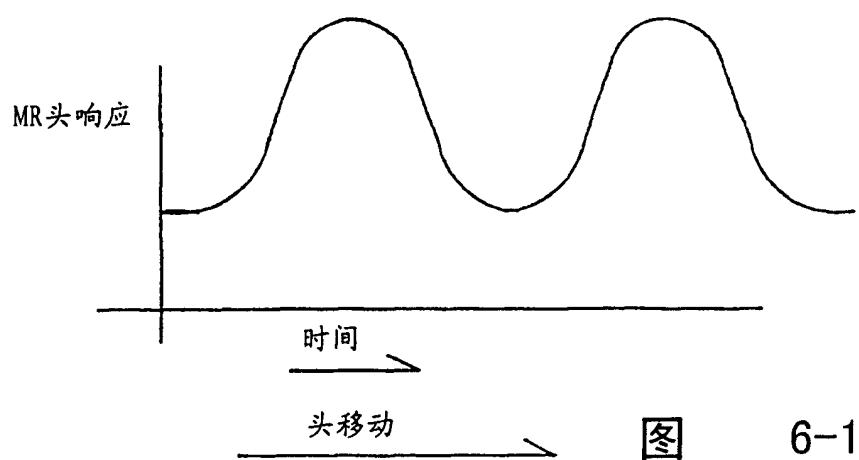


图 5



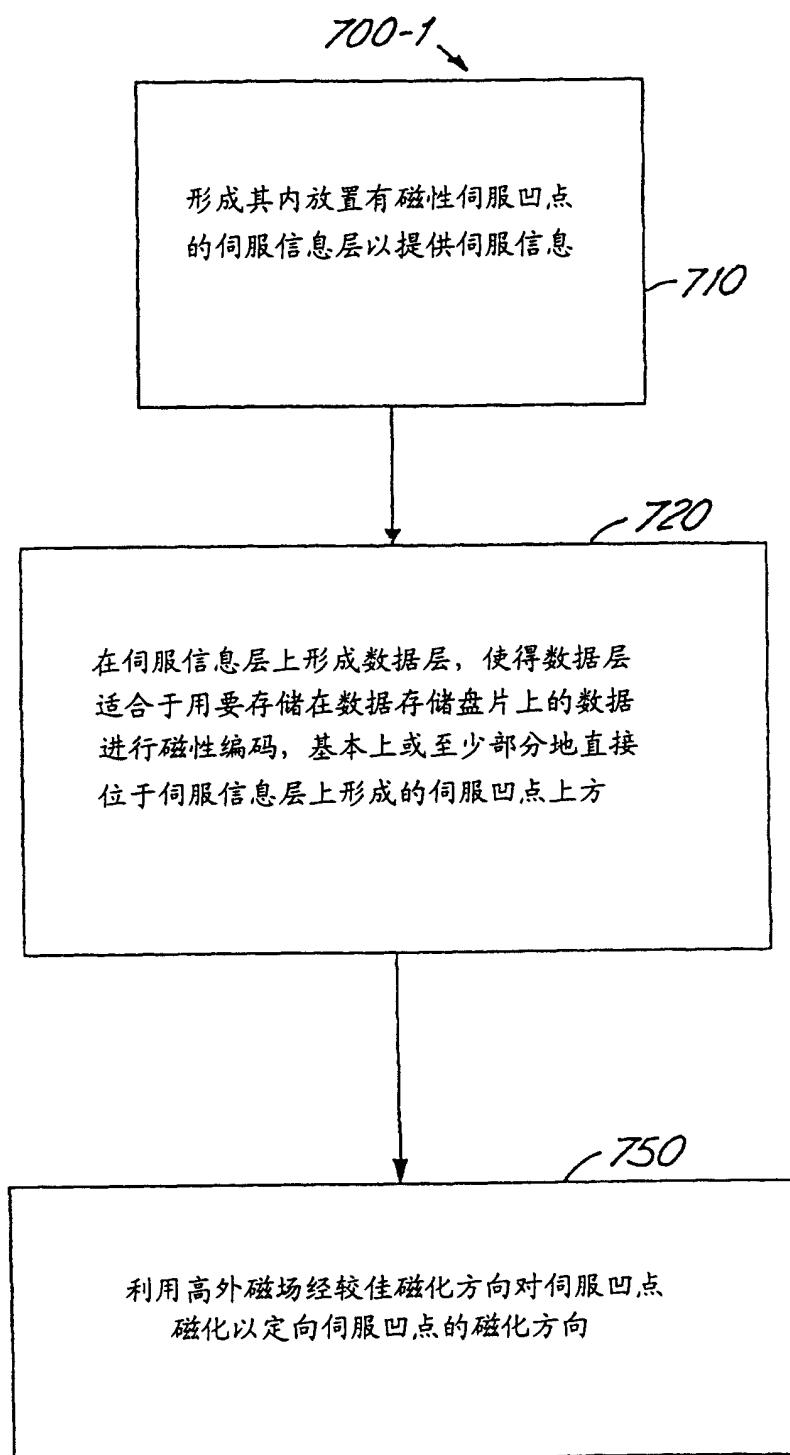


图 7

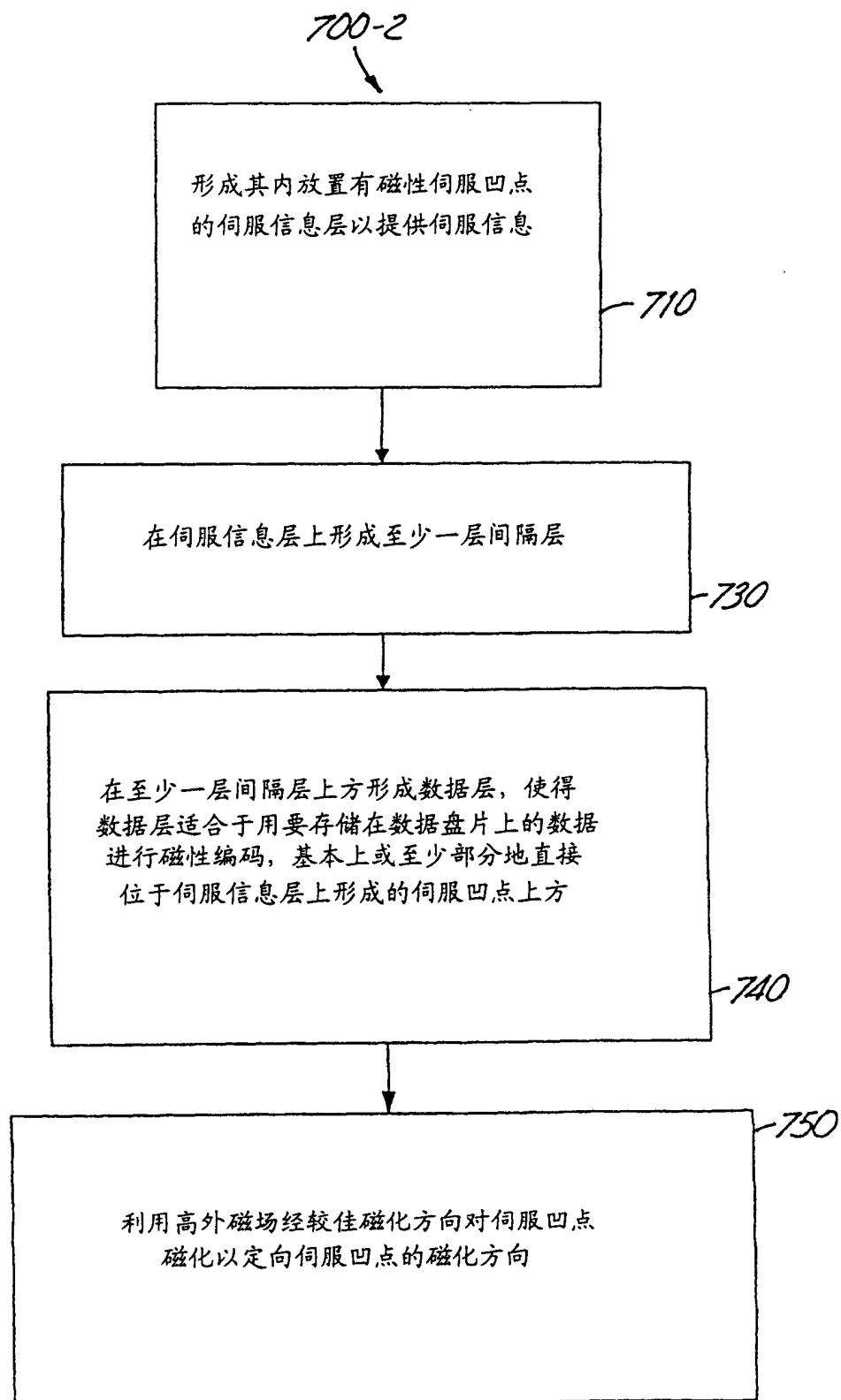


图 8

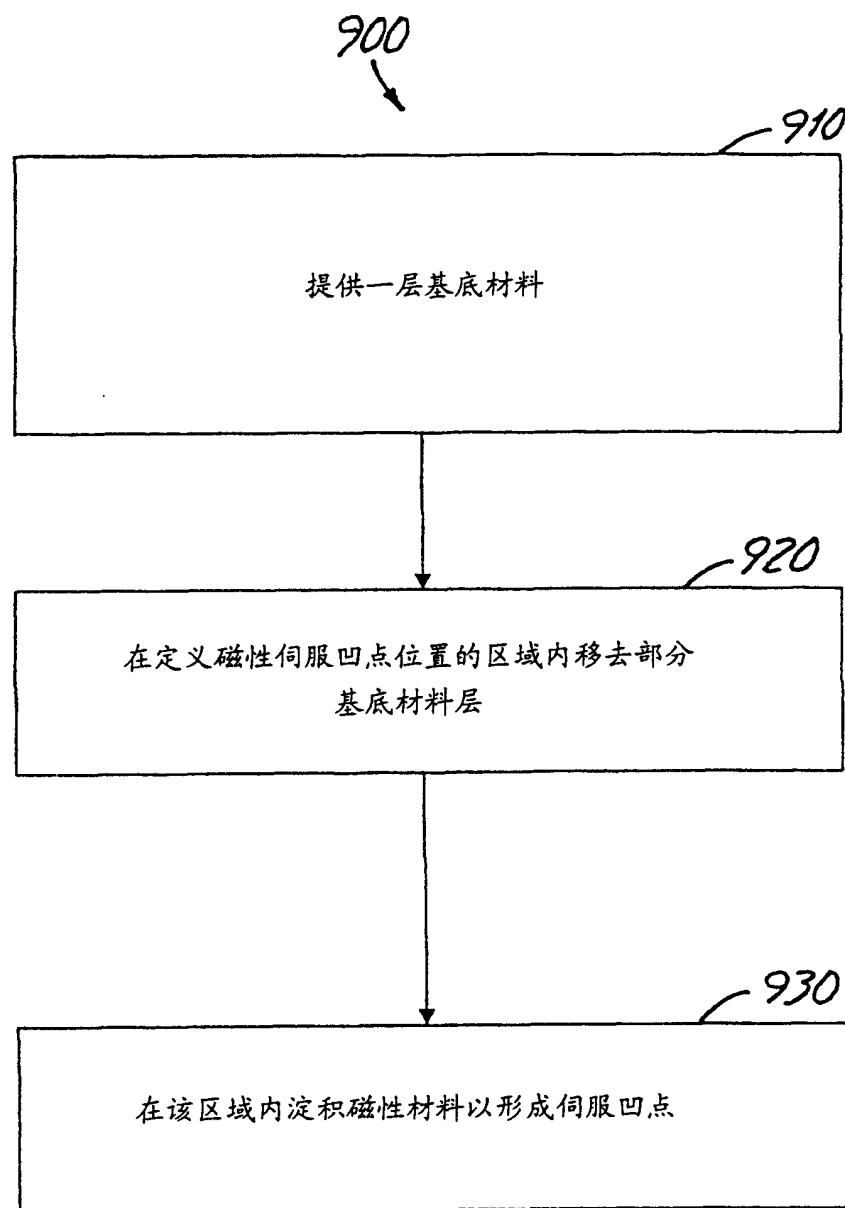


图 9

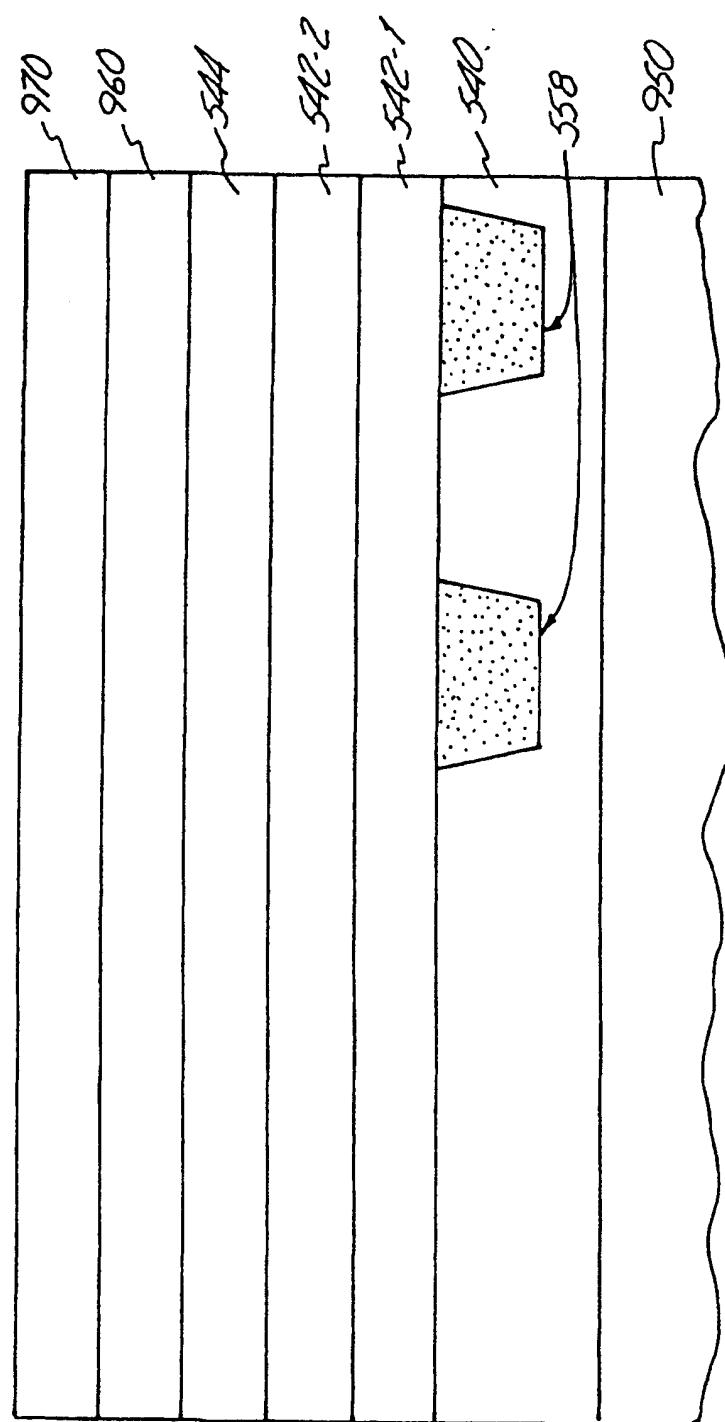


图 10

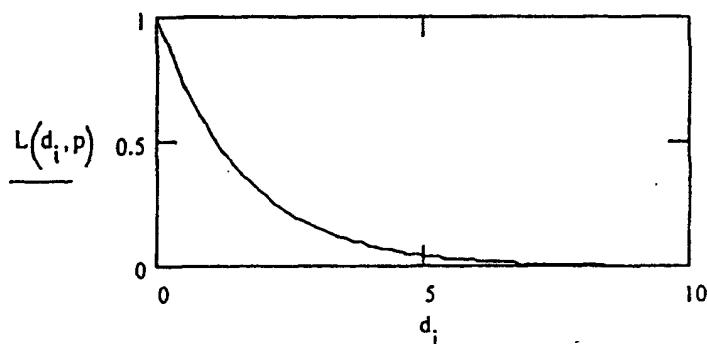
$p := 10$ 埋入模式的周期, 单位 μm
 $s := 2.5$ 表面下的间隔, μm
 $A := 1$ 模式处的方波幅度

间隔层损耗方程

信号空间损耗

三次谐波
空间损耗

$$L(d, p) := e^{-2\pi \frac{d}{p}} \quad L\left(s, \frac{p}{1}\right) = 0.208 \quad L\left(s, \frac{p}{3}\right) = 8.983 \cdot 10^{-3}$$



$$\text{模式 } (x) := \frac{4 \cdot A}{\pi} \cdot \left(\sin\left(2 \cdot \pi \frac{x}{p}\right) + \frac{\sin\left(2 \cdot 3 \cdot \pi \frac{x}{p}\right)}{3} + \frac{\sin\left(2 \cdot 5 \cdot \pi \frac{x}{p}\right)}{5} + \frac{\sin\left(2 \cdot 7 \cdot \pi \frac{x}{p}\right)}{7} \right)$$

$$\text{信号 } (x) := \frac{4 \cdot A}{\pi} \cdot \left[L\left(s, \frac{p}{1}\right) \cdot \sin\left(2 \cdot \pi \frac{x}{p}\right) + L\left(s, \frac{p}{3}\right) \frac{\sin\left(2 \cdot 3 \cdot \pi \frac{x}{p}\right)}{3} + L\left(s, \frac{p}{5}\right) \frac{\sin\left(2 \cdot 5 \cdot \pi \frac{x}{p}\right)}{5} \right]$$

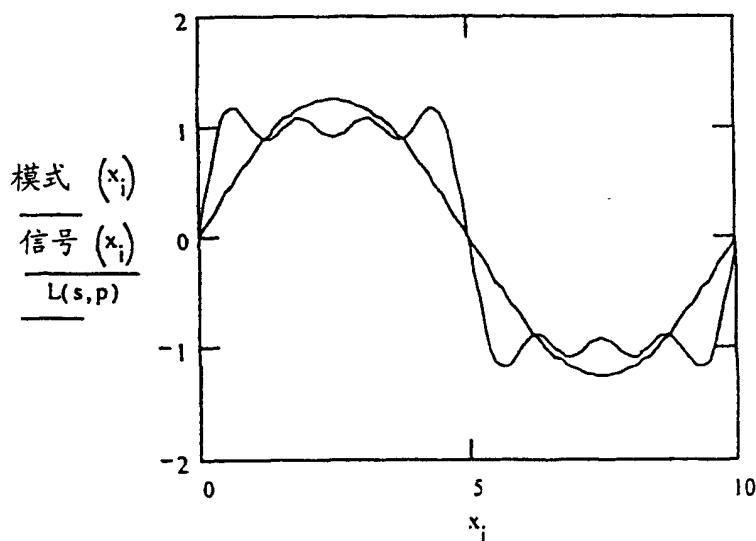


图 11