



光电子技术(27)

§ 7-3 磁光存储技术

为了提高磁存储的密度，需要减小记录点的尺寸。然而，**超顺磁效应**限制了记录点尺寸不能太小，否则，存储点信息由于热不稳定，不能长期保存。要求信息能够长期保存的条件为：

$$K_u V > 40kT$$

式中 K_u 为记录介质的各向异性常数， V 为记录点的体积， k 为玻耳兹曼常数， T 为绝对温度。

当记录点尺寸减小时，又要保证上述条件成立，只有两条途径：一是增加材料的各向异性常数 K_u ，二是增加记录介质厚度，保持体积不减小。但由于纵向磁化磁头溢出磁场随离隙距离增加，衰减较快，所以，增加介质厚度受到限制。除非使用垂直磁记录。



光电子技术(27)

K_u 值增加，伴随介质的矫顽力 H_c 增大，所以，要求高饱和磁场强度的写入磁头。这又增加了磁头设计的难度。

如何能利用现有的磁头实现高矫顽力介质的记录，实现高密度存储，这就是磁光存储技术。磁光存储过程中需要使用光辅助磁记录，所以，有时又将磁光存储归类到光存储技术中。目前它已发展成为一种新的存储技术-磁光写入、光读出-**磁光存储技术**。

一、磁光存储原理

磁光记录有两种方法：居里温度点写入和补偿温度点写入。

居里温度点写入：利用激光加热磁记录介质，使其温度升高到接近材料的居里温度，即相变温度，此时材料的矫顽力 H_c 降低，用通常



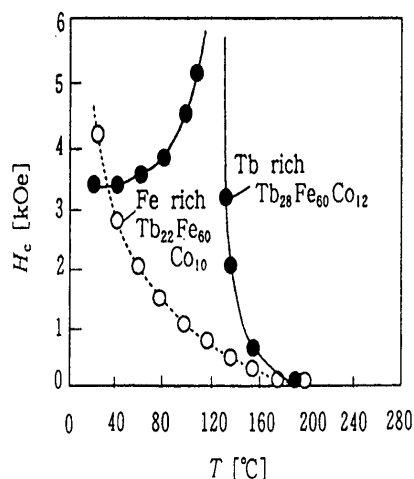
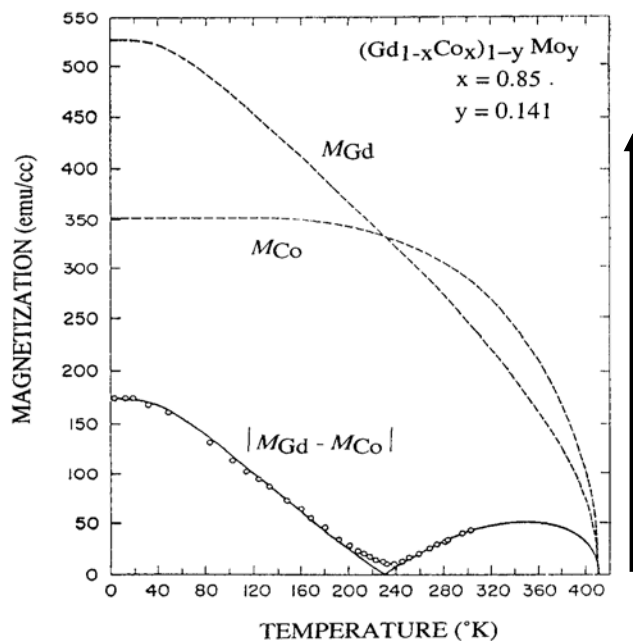
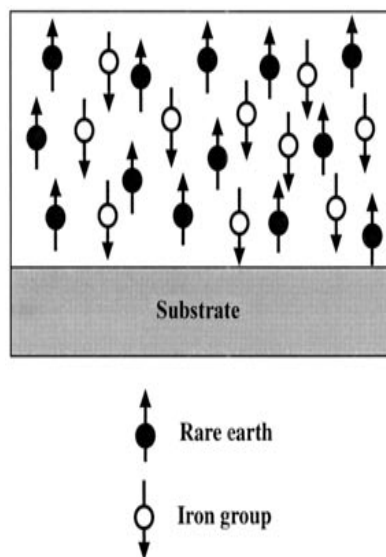
光电子技术(27)

的磁头即可写入信息。冷却后矫顽力恢复，保持数据稳定

补偿温度点写入：补偿温度是**亚铁磁材料**特有的。指材料的剩磁强度为零时的温度。此温度低于居里温度。在补偿温度点以上，磁光材料的矫顽力也会迅速下降，用普通磁头即可写入。所以，用较低的激光能量加热**磁光介质跨越补偿温度点**，实现磁写入。

由于磁光存储的读出采用光读出，透射式利用了法拉弟效应，而反射式利用了克尔效应，这两种效应都要求磁场强度与光波矢平行，所以，磁光记录使用垂直磁记录，即记录磁化方向垂直介质膜面。

磁光记录原理如图147所示。磁光记录介质的初始状态向下饱和磁化，写入磁场强度方向与初始化所用磁场方向反向，强度低于介质的矫顽力，所以，仅有磁场存在时，介质磁化不会翻转。当激光加



亚铁磁 (ferrimagnetic) 材料。由稀土和过渡金属元素反铁磁耦合

矫顽力 H_c 的温度依赖

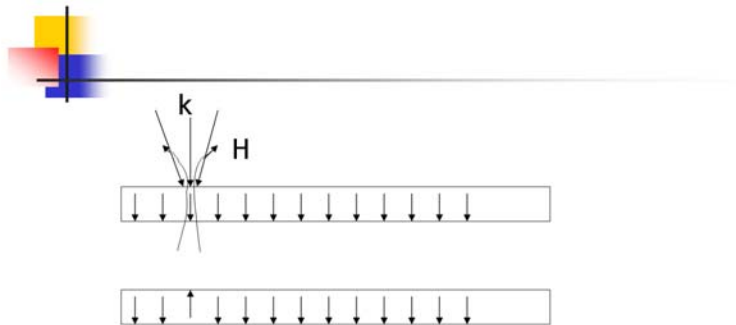


Fig.147 磁光记录原理



光电子技术(27)

热介质时，由于被加热点的矫顽力降低，磁场能够使被加热点处磁化翻转。实现了信息写入。

二、磁光记录的空间和时间分辨

空间分辨：指磁光记录点的尺寸。由于磁光记录是由磁和光共同作用下完成的。所以，磁光记录点的尺寸由磁场和光斑的叠加区确定。通常采用两种方法实现高密度记录：小光斑大磁场和大光斑小磁场。如图148所示。使用和磁记录相同的磁头，磁光记录能够提高记录密度的潜力在于减小道宽度。目前的磁隙是一个长方形，宽度（位宽）小于1微米，而长度（道宽度）达十多微米。远大于光斑尺寸，所以磁光记录中能够减小道宽，提高道密度。

时间分辨：指信号调制，调制谁？磁光存储中可调制的量有磁场和光强两个量，所以，发展了恒磁光调制记录法和恒光磁调制法。

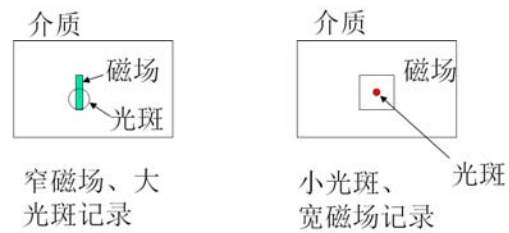


Fig.148 高密度磁光记录



光电子技术(27)

三、磁光记录数字编码

磁光记录主要采用数字式记录。数据的编码方式与数字磁记录相同仍然有归零(RZ)制和非归零制(NRZ)，而非归零制中有包括逢1翻转、调频(FM)、调相(PM)、改进调频(MFM)、改进型MFM(M²FM)及改进型M²FM(M³FM)。

四、磁光读出

磁光存储数据的读出采用光读出，使用弱的线偏振光聚焦到记录位上，探测透射或反射光的偏振态变化。对于透射光，由于法拉弟效应，而反射光，由于克尔效应，两者都会使线偏振光的偏振面发生旋转。但相反的磁化方向引起偏振方向相反的转动。通过设置适当的检偏振器方向，可以区分“0”和“1”位的不同磁化。如图149所示。

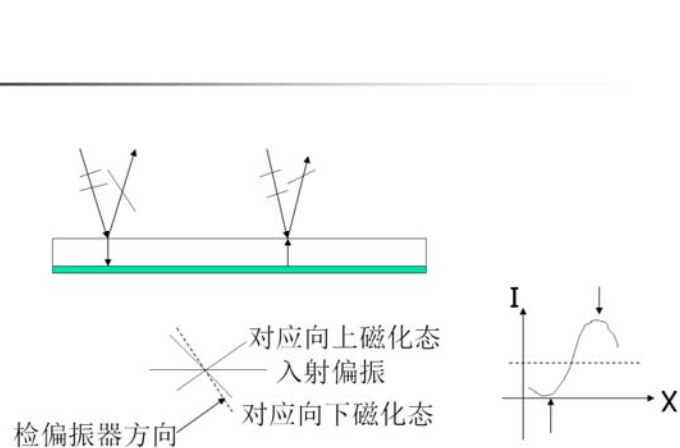


Fig.149 磁光存储的光读出

光电子技术(27)

五、读出信号解码

由于记录时数字已经过编码，所以，读出信号必需解码才能恢复出原始信号。解码方法这里不再讲述。

§ 7-4 光-磁混合存储技术

光-磁混合存储技术是近年来发展的一种高密度存储技术，它结合了磁光存储的高密度优点和巨磁阻自旋阀（SV）读头的高灵敏度特点。使用磁光存储技术记录数据，而使用高灵敏度SV磁读头读出数据。由于采用磁通变化读出，所以，磁光存储不仅限于垂直记录，也可用于纵向记录。

SV是一种自旋电子器件，对磁场非常灵敏，比环型磁头的灵敏度



光电子技术(27)

高2-3个数量级，所以，SV磁读头能够检测更小的记录位。目前计算机硬盘容量的大幅度提高，主要得益于SV磁读头的应用。当SV磁读头扫过记录介质上不同磁化方向的记录位时，SV的电阻会发生大的变化，因而引起大的电流变化。实现正、反向磁化的检测。

光-磁混合存储的记录与磁光存储相同，所以，不再累述。

§ 7-5 光盘存储技术

光盘是相对磁盘而命名的。光盘存储技术直接使用光在光盘上记录信息。

光盘可分为只读光盘，一次写光盘和可擦式光盘。



光电子技术(27)

一、光盘与磁盘存储技术比较

1、存取时间

存取时间指把信息写入或从盘上读出信息所花费的时间。目前磁盘的存取时间略优于光盘的存取时间。光盘的存取时间在100-500ms范围，而磁盘的存取时间目前已小于100ms。

2、数据传输速率

光盘存取数据的传输速率目前已达10Mb/s，比磁存取数据率略低。目前磁存取数据速率可达近100Mb/s。

3、容量

5英寸光盘的容量目前已可达10GB，相当于500MB/in²，磁盘密度



光电子技术(27)

变化范围较大，硬磁盘的密度可以达到几个GB/in²，但软磁盘的密度仅为0.1MB/in²。

4、存储寿命

磁盘的存储寿命最长10年，而光盘的存储寿命可达100年。

5、成本

光盘的成本远低于磁盘的成本。

二、光盘存储器的结构

光盘存储器由光盘、光头、光盘驱动器和光头驱动器。

光盘：记录介质。在1.2mm厚的基片上涂上光记录介质。



光电子技术(27)

光头：光头由激光器、聚焦光学系统组成。

光头驱动器：精密定位系统，光头固定在驱动器上，实现光头的精密线性定位。

盘驱动器：驱动光盘高速旋转，转速达几千转/分，可以实现恒角速度或恒线速度旋转。

三、光盘的记录形式

1、凹坑记录

这是最常见的记录形式。利用聚焦激光斑在记录介质上烧蚀出1μm²左右的凹坑。凹坑的尺寸由光斑大小和功率确定。利用凹坑和非烧蚀的介质的反射率差别实现数字记录中的“0”、“1”读出。光斑的尺寸





光电子技术(27)

由下式确定：
$$d = \frac{0.61\lambda}{NA}$$

式中NA为光学聚焦系统的数值孔径， λ 为光波长，所以，短波长能获得更小的光斑，实现高密度记录。正是发展蓝光DVD的动机。

介质的光学厚度为1/4波长，这样写入时，由记录介质上、下界面反射的光产生相消干涉，减小反射损耗，增加光的利用率。

这种记录是不可擦出的，所以，只能用于一次写光盘。

2、起泡记录

这种记录方式刚好和凹坑记录方式相反。记录介质层是一种受热易气化的物质。将这种物质夹在某两种透光的物质之间，激光透过夹层照射在记录介质上，记录介质吸收光能量后气化、膨胀，将上表



光电子技术(27)

面夹层顶起，形成气泡凸起。则凸起气泡的反射率与非凸起部分的反射率有较大差别，则实现了“0”和“1”的记录。读出时，气泡上的反射光弱，而非气泡部位的反射光强，通过解调反射信号，则可恢复原始数据。

这种记录方式仍然只适合一次记录。

3、相变记录

利用材料在不同晶态，具有的光学性质，如反射率、透射率不同。相变记录介质通常为锑-硒（Sb-Se）非晶体膜和铋-碲非晶体膜。前者对紫外辐射有比较强的吸收，对长波辐射的吸收较弱。但在170摄氏度时发生相变，由非晶态变为晶体态。晶体态的锑-硒膜在长波长具有强的吸收。后者对长波有强的吸收，所以，通常将两种介质



光电子技术(27)

组合。将铟-硒非晶膜镀在铋-碲非晶膜上，长波记录光通过铟-硒非晶膜照射在铋-碲非晶膜上，铋-碲非晶膜吸收光能量后温度升高，引起铟-硒非晶膜相变为晶体膜，晶体膜的反射率比非晶体膜的高许多，实现了信息的记录。

其它还有许多记录方法，但不是目前的主要应用方法，不再详述。

四、记录信息的方式

光盘记录信息的方式有两种：**恒角速度**和**恒线速度**。

恒角速度法：这种记录方法中，光盘的转速恒定。光头也恒速地从内向外线性移动，结果记录的信道为螺旋线。记录的信息是内圈密外圈疏。



光电子技术(27)

恒线速度法：这种方法保持光头与光盘间的相对速度恒定，即线速度恒定。光盘的角速度要根据光头在不同的径向距离而调节，在内圈时，角速度快，外圈时角速度慢。记录的信道仍然是螺旋线，但螺旋线上的信息位之间的距离是均匀的。

五、信息读出

利用盘上信息记录时，光照和非光照区具有不同的光反射或透射率获取光强的调制变化，再通过解码读出信号，则可获得原始数据信号。

六、信息擦出

对于可擦出光盘，先前记录的信息可以被擦出，然后再次写入新信息。目前的能实现擦除再写的光盘主要有相变光盘和磁光盘。 TeO_x



光电子技术(27)

材料中掺入少量Ge、Pb、Sn等金属元素制成的薄膜，可以实现可擦除。通常记录时用长波长，使材料由晶态变为非晶态，擦除时用较短波长照射，使被记录部分恢复回晶态。

七、光盘的结构

光盘由基片、记录介质、保护层等几部分组成。

对基片材料的要求：

- 1、对写入波长光的透射率要高。
- 2、基片厚度均匀，抗断裂、抗热形变。

记录介质的要求：

- 1、高灵敏度。写入功率低。



光电子技术(27)

- 2、高分辨率。获得高密度记录
- 3、高信噪比。要求光照和非照射区的光学性质变化对比度大。
- 4、成膜性好。容易制成膜。
- 5、长期稳定性好。保证记录信息的长期保存。

§ 7-6 目前正在发展的新数据存储技术

目前国际上正在发展的高密度存储新技术主要有：(1)、阻变存储技术（RRAM）；（2）相变存储技术（PCMEM）；（3）、磁隧道结随机访问存储技术（MTJ-RAM）



复习要点

- 1、磁光存储的记录、读出，空间分辨与时间分辨，磁化方向？
- 2、光-磁混合存储的记录、读出，优点？
- 3、光盘存储类型？
- 4、光盘的记录形式与记录方式？
- 5、光盘的读出、擦除？



作业27

- 1、磁光记录与读出原理？
- 2、光盘的记录与读出原理？



