

Ge 在MnBiAlGe 合金薄膜磁光特性中的作用*

杨林倩 章 勇

(华侨大学电气技术系, 泉州 362011)

摘要 研究了MnBiAlGe 合金薄膜的磁光特性, 并着重探讨 Ge 在合金薄膜中组分变化对磁光特性的影响, 得出了当 Ge 为 0.3 时, 其克尔角可达 1.75° , 是很有希望的新型磁光材料.

关键词 克尔角, 磁光效应, 薄膜

分类号 O 484.41

60 年代以来, 磁光存贮技术作为一种高密度存贮技术, 引起人们浓厚的兴趣. 传统的磁存储器件由于受记录材料本身性能和存储方式的限制, 很难进一步提高存储密度. 磁光记录具有强的垂直各向异性, 磁畴直径很小, 记录密度大, 读写速度快及与记录介质无机械接触等优点而备受人们关注, 对磁光记录介质的研究也迅速开展. 作为磁光记录材料, 必须具备垂直膜面各向异性, 大的克尔角和高的反射率, 合适的居里温度和高的矫顽力. 目前, 市场上的第一代磁光盘的记录材料为非晶稀土——过渡族金属合金, 如 TbFeCo 和 GdFeCo 等三元合金, 但其热稳定性差, 磁光性能欠佳. MnBi 薄膜是第二代磁光材料候选物之一, 其优良的磁光性能早在 60 年代就被人们所关注, 并尝试用于磁光记录^[1], 但由于 MnBi 在高温下发生相变, 这使它很难实用化. 近年来, Wang^[2]等人在 Al 掺杂的 MnBi 合金膜上获得许多重要结果, 发现 Al 的掺杂不仅增强了样品的稳定性, 且克尔角和矫顽力也得到提高. 我们研究了在 Ge 的不同掺杂成分下 MnBiAlGe 合金膜的磁光特性, 着重探讨了 Ge 的添加对材料磁光特性及其它性能的影响.

1 实验方法

样品的制备采用电子束热蒸发, 在 6.7×10^{-4} Pa 的真空状态下, 依次将 Bi, Al, Mn, Ge 顺序蒸发到基片上成膜, 最后以 SiO₂ 覆盖作保护层, 样品总厚为 300 nm. 将蒸镀好的样品放到真空退火炉中, 在 2.0×10^{-4} Pa 的真空状态下, 保持恒温 623 K, 退火 6 h 后自然冷却至室温.

我们分别用理学 D/max λ A 型转靶式 X-射线衍射仪对样品进行了结构分析; 用俄歇电子谱仪分析了样品的化学成分; 用转矩仪测定了样品的各向异性常数; 利用实验室自搭的测量装置测定了样品的克尔角(测量精度为 0.01° ; 光源采用的是 He-Ne 激光). 此外, 还利用单色谱仪提供不同波长光源, 测定出不同波长下的克尔谱.

* 本文 1997-05-08 收到

2 结果与讨论

图 1 是M nB i_(0.8)A l_(0.5)Ge_(0.4)薄膜的 X-射线衍射图. 从M nB i(002)和M nB i(102)峰的位置可看出样品为六角N iA s 型结构. 由此算出晶格常数 a, c 分别为 0.437 nm 和 0.608 nm, 与M nB i 的 X-射线衍射峰的 a, c 略有不同,M nB i 样品的 a 为 0.426 nm, c 为 0.605 nm^[2]. 我们认为这种差别可能是A l, Ge 原子进入间隙位置而引起晶格常数微小变化

图 2 是M nB i_(0.8)A l_(0.5)Ge_(x)合金薄膜克尔角(θ)随 Ge 成分比(x)的变化关系曲线. 从图可以看到, 随着 x 增加, θ 增大, 当 $x = 0.3$ 时, θ 达到 1.75°; 之后随着Ge成分的继续增加, 克

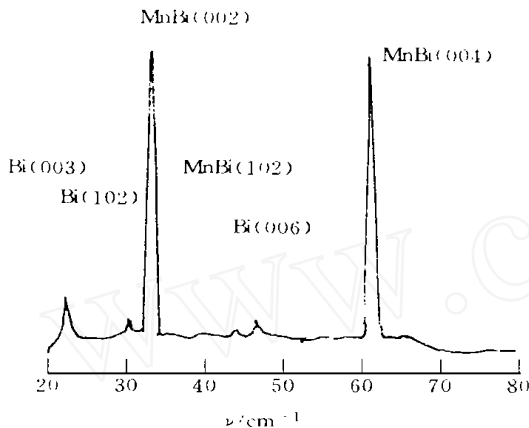


图 1 薄膜的广角 X-射线衍射示意图

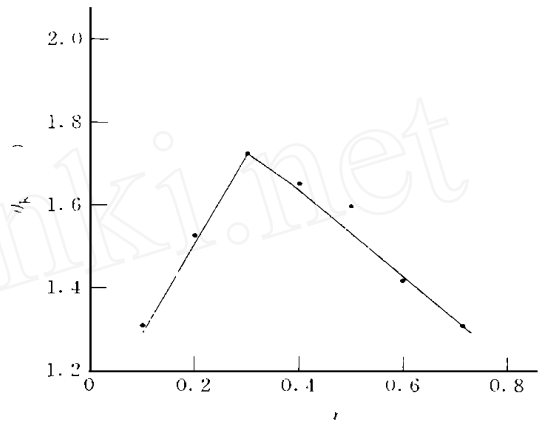


图 2 θ 与 x 的关系曲线

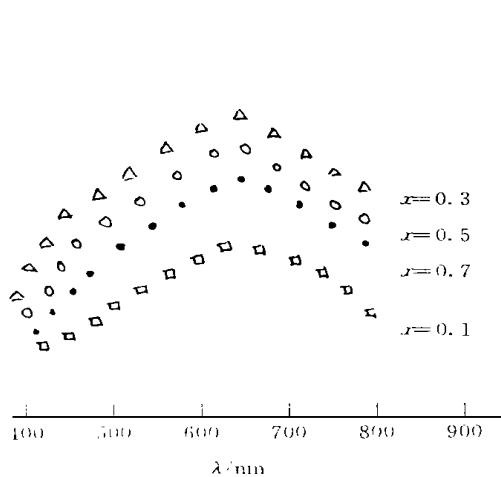
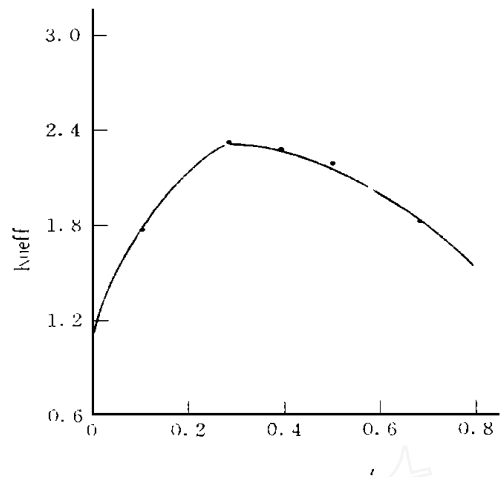
尔角又有所下降. 铁磁材料中, 克尔效应不仅来源于S-L 相互作用所导致的激发态能级分裂, 而且还来源于交换作用所导致的基态能级分裂. 对样品做的XPS 分析中,M n 的 3d 峰的移动与A l 的 3p 电子和Ge 的 4p 电子引起的杂化有关. 事实上, 费米能级附近A l 的 3p 电子和Ge 的 4p 电子密度远强于B i 的 6p 电子密度. A l, Ge 掺杂以后引起了电子结构的变化, 使能级跃迁发生改变, 因此克尔角发生了变化^[2].

图 3 是M nB i_(0.8)A l_(0.5)Ge_(x)薄膜的克尔谱. 由图可知, 对于 Ge 的不同掺杂, 相应样品的克尔谱峰位略有不同, 但基本上是在波长 690 nm 左右处, 克尔偏转角最大; 在短波长附近, 克尔角有所下降, 但对于较好的样品, 仍可保持在 1.0 以上. 这就为读写时通常使用 690 nm 的激光提供了极大方便. M nB iA lGe 薄膜在短波长处仍有很大的克尔偏转角, 而非晶态磁光材料一般只有 0.15~ 0.20°, 从而为开发使用短波长记录, 提高记录密度提供了光明前景.

图 4 为有效垂直各向异性常数 K_{ueff} 随不同 Ge 掺杂的变化曲线. 当 Ge 掺杂成分为 0.3 时, K_{ueff} 最大; 当温度升高时, 转动力矩 L 逐渐变小, 由此可测出居里温度 $T_c = 623$ K, 比纯M nB i 模的 T_c 值略低. 附表列出了纯M nB i 薄膜和M nB iA lGe 薄膜的性能参数的比较.

附表 纯M nB i 薄膜和M nB iA lGe 薄膜的性能参数比较

| 薄膜成分 | $K_{ueff}/J \cdot m^{-3}$ | T_c/K | $H_c/kA \cdot m^{-1}$ | $\theta/(\circ)$ |
|--|---------------------------|---------|-----------------------|------------------|
| M nB i _(0.8) A l _(0.5) Ge _(0.3) | 2.0×10^5 | 623 | 160 | 1.75 |
| M nB i | 1.0×10^5 | 633 | 64 | 0.71 |

图3 MnBi_(0.8)Al_(0.5)Ge_(x)薄膜的克尔谱图图4 Kueff 与 x 的关系曲线

3 结论

对于不同 Ge 成分的 MnBi_(0.8)Al_(0.5)Ge_(x) 薄膜, 当 x 为 0.3 时, 具有良好的磁光性能, 其最大克尔角可达 1.75° ; 居里温度较纯 MnBi 略低. 在短波长处, 克尔角仍能保持较大值, 有利于实用化利用.

本文为校科研基金资助项目.

参 考 文 献

- 1 Chen D, Otto G N, Schmit F M. MnBi films for magneto-optic recording IEEE Trans Mag, 1973, MAG-9: 66~ 83
- 2 Wang Y J. The properties of Al, Si-doped MnBi films J. M. M. M., 1990, 84: 39~ 46

Effect of Germanium on the Magneto-Optic Characteristic of the Thin Film Composed by MnBiAlGe Alloy

Yang Linqian Zhang Yong

(Dept. of Electric Technique, Huaqiao Univ., 362011, Quanzhou)

Abstract A study is made on the magneto-optic characteristic of the thin film composed by MnBiAlGe alloy. In this alloy film, Mn, Bi and Al are fixed constituents while Ge is variable one. This is an alloy film with a Kerr angle approaching 1.75° in case $x = 0.3$. It is a hopeful new type magneto-optic material.

Keywords magnetic film, Kerr angle, magneto-optic effect