

激光退火石榴石薄膜中的磁各向异性

T. Numata, S. Muraoka, Y. Sakurai

(日本大阪大学工程科学系)

以抗磁离子取代的磁石榴石单晶薄膜对磁光器件是颇有希望的材料,其性能可用激光辐照加以局部改变。

采用液相外延技术将石榴石薄膜生长在钆镨石榴石基质上,从而使磁化垂直于薄膜表面。这些石榴石薄膜都用激光退火,并在氩气或空气中淬火。用炉子的辅助加热来帮助激光加热。炉温较低时,激光退火只用氩气即可完成。另一方面,炉温较高时,除非薄膜有损伤,除氩气之外还需导入空气。

在每种气体中,用氩激光(1-2瓦)辐射10-30秒以后的薄膜将会显示出特性磁畴。可以摄取磁场下磁畴的照片。我们以之示出在氩气中高温退火(HTA)和在空气中低温退火(LTA)两个例子。磁畴的变化在HTA和LTA之间截然相反。这是由于退火温度不同,饱和磁化强度的变化和磁各向异性场之间存在差别造成的。各向异性场越低,由平面内磁场引起的磁化向薄膜平面旋转就越快,所以磁畴消失就越快。

饱和磁化强度 M_s 可用气泡静态法测量,磁各向异性 K_u 可由磁光方法求值。

在HTA情形,饱和磁化强度增加,而在LTA中减小。如和传统退火中一样,这些现象可用铁磁石榴石中抗磁离子的再分布加以解释。在LTA情形,磁各向异性场 $H_k (=2K_u/M_s)$ 增加,与HTA情形相反。在LTA薄膜中,这种增加了的各向异性场不仅是由于饱和磁化强度的减少,而且还由于各向异性的增加。

我们业已局部控制磁各向异性场,以便加强或削弱外磁场,从而将可以反过来制备具有不同磁学性质的显微结构薄膜。

$$A_{21} = \frac{2\pi}{\lambda} \left[(1 + \cos \theta) \frac{\partial n}{\partial x} + \sin \theta \frac{\partial n}{\partial x} \right] \delta_e$$

$$A_{22} = \frac{2\pi}{\lambda} \left[(1 + \cos \theta) \frac{\partial \omega}{\partial x} - \sin \theta \frac{\partial n}{\partial x} \right] \delta_e$$

由上述各式联立即可导出四次曝光法分离后的导数的公式

$$\frac{\partial n}{\partial x} = \frac{(2n+1)\lambda}{4 \sin \theta \cdot \delta_e} \quad (n=0, 1, 2, \dots)$$