

硅系纳米复合光电成象薄膜材料及液晶光阀器件研究

Silicon based nano-composite thin films for LCLV

项目批准号：69890230、69776004

浙江大学 阙端麟、叶志镇、韩高荣、杜丕一

● 主要研究内容

- 1、改性非晶硅/晶体硅复合薄膜的制备及性能研究。
- 2、金属诱导低温制备改性类柱状结构各向异性复合薄膜研究。
- 3、纳米协同诱导改性机理及第二相对改性薄膜性能影响的机理研究。
- 4、复合纳米硅液晶光阀原型器件制备研究

● 主要研究成果

光电成象材料的性能改进将直接影响到成象器件及系统制备及应用。就成象器件而言大致有两类，一类以光刻技术或扫描探测等技术为基础；另一类为直接利用材料本身的光电特性进行成象。在第二类成象器件中对材料至少应有两个要求，也即在材料满足光电敏感特性的同时，还必须保证有足够高的分辨率。非晶硅等半导体光电材料由于本身较好的光敏性而在空间光调制器中得到了较好的应用。但为了更好地提高分辨率，必须有效地提高材料的横向电阻，减小信号电荷的横向扩散。项目进行了复合纳米硅高分辨成象薄膜的制备及其关键科学问题的研究，取得的成果有：



图1. 复合纳米硅液晶光阀

1、改性非晶硅/晶体硅复合薄膜的制备及性能改善。研究了掺C(N)改性非晶硅/晶体硅复合薄膜的制备，探索了薄膜成核、析晶过程的基本规律及薄膜的基本制备工艺。制备了复合纳米硅薄膜，其中光电敏感相周围的基质相为相对高阻的氮（碳）化硅，为降低光生载流子的横向扩散打下了基础。并从理论上揭示了C(N)对薄膜中晶体发展规律的控制作用并揭示了C(N)对薄膜本体率控制的内在原因，为控制薄膜的性能提供了理论依据。



图2. 复合纳米硅液晶光阀投影的图象

2、金属诱导低温制备改性类柱状结构各向异性复合光电薄膜。利用混合镀膜技术，制备了异相诱导成核的复合薄膜。获得了单向诱导的双层复合薄膜Al/a-Si:H和双向诱导的三层复合薄膜a-Si:H /Al/a-Si:H，在此复合薄膜中通过金属的辅助纵向逐级诱导作用，形成具有一定的类柱状结构形貌的各向异性薄膜；制备了堆积柱状结构的多层红外敏感热释电型光电薄膜。薄膜通过纳米协同诱导取向形成堆垛柱结构。这类结构的薄膜相当于获得了在亚微米至纳米量级上的“天然”光刻结果，在成象器件中每个柱相当于一个像素，像素间由于热电不敏感相的存在将使横向电荷扩散大大减小，达到了各向异性和高分辨的目的。

3、复合纳米硅液晶光阀原型器件制备。本项目中获得的硅系薄膜的横向与纵向电阻率比 $\rho_r/\rho_l > 2$ ，利用这种薄膜作为光导层，制备了复合纳米硅液晶光阀原型器件，如图1所示，图2则为由这种器件投影的图象，显示了二种不同的分辨率结果。

● 研究成果的科学意义和应用前景

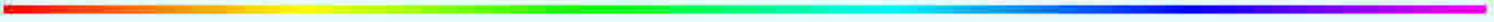
1、本研究首次揭示并初步掌握了通过纳米协同诱导机制制备高性能光电薄膜的机理及基本方法，这种方法可望在一定范围内推广于制备相关的要求各向异性或要求取向等的薄膜制备领域。

2、通过以相应的制备技术制备高性能红外热释电薄膜，有望制备出高分辨的红外液晶光阀。与已经制备的可见光液晶光阀一样，可在军事、光计算、成象等领域得到应用。

● 代表性论著

- (1) Gaorong Han, Piyi Du, Jinhun Shou, Danmei Zhao, Effect of hydrogen radical exposure on the interfacial and bulk structure of a-Si:H/a-SiNx:H multilayer films, Thin Solid films, 1998, v334, 6-10
- (2) 韩高荣, 汪建勋, 杜丕一, 张溪文, 赵高凌, 纳米复合薄膜的制备及其应用研究, 材料科学与工程, 1999, v17 (4), 1-6

- (3) Piyi Du, Isabel M. Miranda Salvado , Paula M. Vilarinho, Limits of formation of random grown perovskite and pyrochlore phases insol-gel derived La modified lead zirconate titanate thin films, Thin Solid Films 2000, v375 19-23
- (4) 杜丕一, 朱懿, 葛金余, 郑小芳, 韩高荣, 低温热分解化学气相沉积Si/C复合薄膜, 材料研究学报, 1997, v11, 90-92
- (5) Piyi Du, Gaorong Han, Zishang Ding, Near IR sensitive liquid crystal light valve with hydrogenated amorphous silicon photoconductor, IEEE Trans. Electron Devices v43,2(1996)360



工程与材料科学部、国际合作局 主办
数理科学部、化学科学部 协办