

基于光学超晶格的高精度偏振控制技术

信息光学

刘 坤 陈险峰

(上海交通大学物理系, 上海 200240)

光学偏振反映了电磁场矢量的本质, 如何有效操纵光的偏振是一个古老而又基本性的课题。最近, 我们首次把此课题引入到一种周期性畴反转铁电材料——光学超晶格中。光学超晶格就像一个“偏振魔法箱”, 能够通过电场灵活地操作出射光的偏振态。为了清楚描述光场偏振态随电场的演化过程, 使用“庞加莱球”来观察偏振态的演化轨迹。

实验显示, 一些特定波长的光经过“光学超晶格”后, 其偏振态会在外加电场的驱动下沿着一个平行于“庞加莱球”赤道的封闭路径旋转(如图 1 所示); 入射光偏振的扰动可能会迫使演变轨迹采取不同的轨道。更有趣的是, 另外一些波长的光偏振则会沿着一系列具有共同切点的离散路径旋转(如图 1 所示)。光学超晶格好比运载偏振态的飞船, 而电场则是其环绕“庞加莱球”飞行的驱动能源。

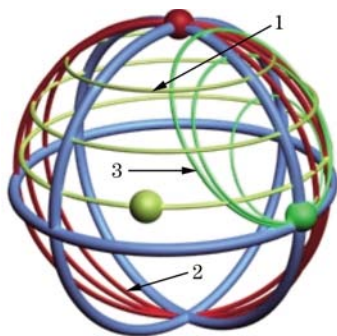


图 1 偏振态在“庞加莱球”上的演化。1 为波长满足半波片的演化路径, 其轨道平行于赤道; 2 和 3 为波长不满足半波片的演化路径, 其轨道为离散路径 2, 3 的差异来源于起始偏振态的不同

对于前者波长的光, 光场偏振态的演化轨迹平行于“庞加莱球”赤道, 意味着偏振态的幅角不变而椭圆率不断变化; 当光线偏振入射时, 其偏振角随电场线性变化, 可用作

线偏振发生器, 实验上实现了偏振角从 $0^\circ \sim 90^\circ$ 的调谐范围, 并且精度高达 0.04° (如图 2 所示)。对于后者波长的光, 其偏振态的演化相对复杂, 幅角和椭圆率同步变化, 其意义在于可以实现线偏振和圆偏振的双向切换。

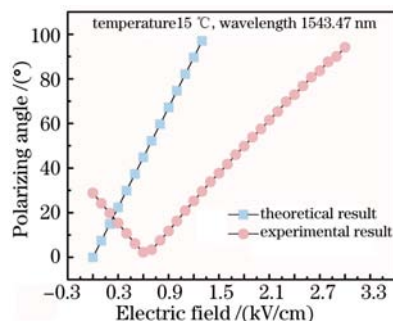


图 2 线偏振发生器。线偏角随电场线性变化, 通过缩减电场的调谐步长, 可以获得更高的精度

“光学超晶格”对于前者波长, 相当于一个新型的“半波片”, 而对于后者波长则可用作“四分之一波片”; 这种新型波片的光轴可以通过电场进行旋转, 其突出的优点在于所需电场比传统意义上的单畴晶体小几个数量级。这项研究提出了一种精确灵活的偏振控制方法, 有望在全光通讯、量子调控以及激光技术等多领域得到广泛应用。

基金项目: 973 项目(2006CB806000)资助课题。

通信作者: 陈险峰, E-mail: xfchen@sjtu.edu.cn

参 考 文 献

- 1 K. Liu *et al.*. *Appl. Phys. Lett.*, 2009, **94**(3): 101106
- 2 K. Liu *et al.*. *Phys. Rev. A* 2009, **80**(6): 063808
- 3 K. Liu *et al.*. *Opt. Lett.*, 2009, **34**(7): 1051~1053