

## 磁敏旋光玻璃与非线性导波光学

袁绥华

(西安交通大学电子工程系)

非线性导波光学是非线性光学中最年轻、最活跃的一个分支。1989年才召开第一届国际非线性导波光学学术会议,1990年在我国与别的稍微年长一些的现代光学分支一起,召开了第一届全国非线性导波光学会议。非线性导波光学包括在光波导和光纤中非线性现象的观察、理论研究、材料与器件研制及在光通讯、光计算、特殊传感领域及军事领域的应用。磁旋光现象是非线性现象中的一个分支。根据实际需要,我们首先进行了磁敏旋光玻璃的研制,并相继开展了应用研究。我们的终极目标是要在西安交通大学引进和发展非线性导波光学这一前沿新学科。

### 1 磁敏旋光玻璃及其应用

偏振光沿外加磁场 $H$ 方向通过磁性介质 $L$ 时,其偏振面将旋转一个角度 $\theta$ , $\theta$ 与 $H \times L$ 成正比,比例系数即依赖介质磁和光谱学结构的Verdet常数。一百多年以前就发现了普通旋光现象与磁旋光现象,但只是到了本世纪30年代以后,才利用量子理论逐渐阐明了这些现象的本质,为有目的地制造高性能的材料指明了方向。本世纪60年代蓬勃兴起非线性光学以来,理论工作指出,磁旋光效应从宏观上看,也是二阶非线性效应。

目前世界公认最好的FR-5磁敏旋光玻璃,由美国的一家Hoya Co.垄断生产。我们研制出的样品,在Verdet常数与吸收系数的主要性能方面,已经超过FR-5的水平。日本曾用FR-5拉过光纤,当时损耗较大。在非线性的研究集中到导波领域的现在,美国的Bell Lab、Livermore Lab及一些知名大学,英国的Southampton大学等,又在积极从事磁敏光纤和波导的研制。为了降低损耗,发展出了一类掺杂单晶光纤。但掺杂玻璃光纤因其可加工性好,仍然受到极大重视。我国在高新技术发展航天研究计划中也将掺杂晶体和玻璃光纤并列为重点的子项目。

磁敏旋光玻璃及纤维的应用领域如下述:

(1) 激光核聚变和各种激光工程中用作隔离器,比

普通铅玻璃隔离制造降低功耗一个数量级以上;

(2) 光通信中用作隔离器和调制器,比晶体或薄膜的电光或磁光调制器耦合损耗小而频谱宽,这在刚开始发展的偏振光保密通信中十分重要;

(3) 光计算机中用作光开关等;

(4) 电力和电器工业中用作高电压大电流敏感器件,代替常规的电流互感器,有可能革新一代电工仪表;

(5) 有线制导和卫星控制中用作调制器等;

(6) 防爆防火环境中振动检测等。

西安交通大学已具有开展磁敏旋光玻璃工业应用研究的广泛的条件,期望能在此基础上进一步系统和较全面地开展非线性导波光学研究。

### 2. 非线性导波光学的广阔前景

除了上述的磁光效应之外,非线性导波光学涉及电光、声光、热光和光学效应。由于反应速度最快( $10^{-13} \sim 10^{-15}$ 秒),且利于与半导体激光器、量子阱器件等耦合,光光效应的研究目前最受重视。光光效应指在强光作用下波导或光纤中由于折射率发生变化乃至产生空间调制,以及频率色散及模式间色散等原因,发生光自聚焦或散焦,光脉冲孤立子,光脉冲压缩,光双稳状态等效应。美国已经在实验室内实现光孤立子(即强度与形状均不变化)传输6000公里不衰减,光脉冲压缩至 $10^{-15}$ 秒脉宽,室温下量子阱及特种玻璃材料内光双稳运转等重大突破,展现了下一世纪新一代光通讯和光计算技术的诱人前景。以固体物理学和半导体物理学的理论作为基础的半导体和微电子技术,在本世纪中推动了各种科学技术全面发展。可以预期,综合了固体物理、半导体物理、非晶态物理及现代无机与有机化工技术、半导体工艺等最新成果建立起的非线性光学和非线性导波光学的发展,将会在下一世纪起更大的作用。

我国在非线性的研究方面起步并不算晚,但至今多集中于现象观察和理论工作方面,材料与器件的研制相当薄弱。国家应给予这一前沿学科以相应的重视。