

极性介质零色散波长的计算

周礼冲 周小玲 方俊鑫

(上海交通大学应用物理系)

光和物质电磁性元激发相互作用形成 Polariton, 近年来引起了广泛的注意。研究介质中的 Polariton 时, 一般仅仅考虑激子或者横光学声子(TO 声子)单独和光子的耦合。原则上这种方法仅适用于激子或声子的共振吸收区附近; 在某一元激发的共振吸收区附近, 其它元激发和光子的耦合可以忽略。但是导波一般在物质元激发的非共振吸收区, 这时应该同时考虑各种电磁性元激发和光的耦合。

随着光通讯技术的迅速发展, 需要计算各种光纤材料的零色散波长; 分析光纤材料中各种杂质、缺陷对介质零色散波长的影响。这是一个具有实际意义的问题, 但是以往一般都用经验公式, 而缺少系统的理论研究工作。

本文从研究极性绝缘介质中的电磁性元激发出发, 求得材料零色散波长的计算公式, 并简单地讨论了影响介质零色散波长的几种参数。

在极性绝缘介质中有三类电磁性元激发: 1) 激子(束缚的电子空穴对), 2) 基本激发, 3) TO 声子。在研究光和物质元激发发生耦合时, 可以近似地把物质系统看作一系列极化振子。

采用紧束缚近似, 忽略不同格点波函数之间的交叠, 给出电子系统的哈密顿, 从而求得:

$$P(\mathbf{k}\omega) = \langle M_z(\mathbf{k}) \rangle \omega = \int \frac{A(\omega')}{\omega'^2 - \omega^2} d\omega' + \frac{B}{\omega_0^2 + Dk^2 - \omega^2} + \frac{C}{\omega_{TO}^2 - \omega^2},$$

式中第一项代表基本激发贡献, 第二项代表束缚激子贡献, 第三项代表 TO 声子的贡献。利用双粒子格林函数可以算得 $A(\omega')$ 、 B 。在二级近似下计算得零色散波长 $\lambda = \frac{c}{\omega}$ 。

结论: 极性介质零色散波长和它的能带结构, 特别是平均能隙及 u_0 , $u(\omega')$ 等微观参数有关。