

在远红外波段产生二次和三次谐波

A. Mayer, F. Keilmann

(德意志联邦共和国, 马—普协会固体物理研究所)

在远红外波段, 即在光激活声子区域和低于这区域, 产生非线性光学效应的原因是由于电子和离子极化率的非线性。因此在此频率范围产生的二次谐波为研究晶体的非谐波晶格性质提供了一种特有的可能性。三次谐波是由自由载流子产生的, 并已在掺杂的 Ge 和 Si 中观察到了这现象。

实验使用由 TEA CO₂ 激光器抽运的单次通过无反射镜远红外激光器。运用了在 20cm⁻¹ 到 60cm⁻¹ 间 CH₃F 和 NH₃ 的若干条谱线。典型的脉冲能量是几百微焦耳。激光器的输出通过金属栅网起偏器并用 TPX 透镜将其聚焦到样品上。在所有实验中共焦参数至少比样品厚度大十倍, 这样平面波这种近似是合理的。紧接在样品后面用一高通波导阵列滤波器可以将基频从谐波中分离出来。用 GaAs 光电导器件(能量检测器)来检测谐波。用一快速光子牵引检测器和瞬时数字电路作时间分辨记录记得了基频脉冲形状。有关的数据在一联接的计算机中进行分析, 原因是二次谐波的能量依赖于激光的纵模结构^[2]。用检测器阵列检验了空间模结构; 它和预期的高斯基模是相近的。在半导体单晶(即 GaAs)和铁电单晶(即 LiNbO₃ 和 LiTaO₃)中做了二次谐波实验。功率转换因子已超过 10⁻⁵。

在晶格共振范围内非线性二级系数显示出共振。另外, 若接近共振频率, 吸收长度和相干长度就减小。为了对测得的参数作定量分析就必需高精度的测定线性介电常数。用一连续波远红外激光系统做了这种测定。采用尖劈状样品直接测量了相干长度。发现在远红外波段 GaAs 和 LiNbO₃ 的相干长度和吸收长度在数值上有相同量级。

在 Si 和 Ge 中观察到了产生的三次谐波。非线性三级系数随着晶体中 *n* 或 *p* 掺杂的增加而增加, 这表明是自由载流子效应。由于 Ge 和 Si 没有光激活声子效应, 因而它们的远红外色散小而产生三次谐波的相干长度是几厘米。吸收由自由载流子的吸收确定。在 Ge 中曾获得 10⁻⁴ 的功率转换因子。