

激光超声技术在单晶硅弹性模量测定中的应用

钱梦骏 (同济大学声学研究所 上海·200092)

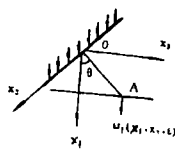
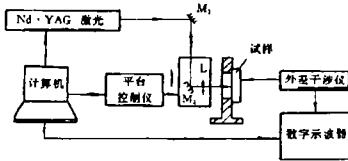
C. Bescond, B. Audoin, and M. Deschamps (Laboratoire de Mécanique Physique, Université de Bordeaux I)

由于脉冲激光源在烧蚀激发声脉冲时,其时域特性非常接近于理想的 $\delta(t)$ 函数,因此激光超声技术不仅可用于复杂的各向异性媒质声的激发和传播理论作实验验证,而且由于它的非接触激发和接收特性,也已成为各向异性材料特性检测的有效手段。

单晶硅是晶格常数为 5.43 \AA 的立方晶体,它的密度 $\rho = 2.332 \text{ g/cm}^3$ 。对于(110)晶面,它的弹性常数约为:
 $C_{11} = C_{22} = 194.36 \text{ GPa}$, $C_{12} = 35.24 \text{ GPa}$, $C_{33} = 165.7 \text{ GPa}$, $C_{13} = C_{23} = 63.9 \text{ GPa}$, $C_{44} = C_{55} = 79.56 \text{ GPa}$,
 $C_{66} = 50.9 \text{ GPa}$,

测定单晶硅(110)面的弹性常数的激光超声实验装置为图 1(a)所示,图(b)为激光线源与位移 u_1 的座标关系,一波长为 $0.533 \mu\text{m}$,脉宽约 10 ns ,功率在 $7 \sim 70 \text{ mJ}$ 内可调的脉冲激光经 M_2 反射后,由柱面透镜 L 聚焦到单晶硅表面进行烧蚀激发。沿 θ 角方向传播的声波在 A 点的法向位移 u_1 由外差激光干涉仪 SH-120 检测,波形在数字示波器 Lecroy 9400 上显示,数据传输到微机存贮。由平移精度为 $\pm 1 \mu\text{m}$ 的平台控制仪控制平移平台,改变激光束在试样表面的位置,得到不沿 θ 角方向传播的准纵波和准横波法向位移波形。这样,根据准纵、横波的波形,可以测定准纵、横波沿 θ 方向的声时及声速。由此,就可由计算机拟合来确定试样的弹性常数。

当激光线源沿 X_3 轴时,实测得到(110)面的单晶硅的弹性常数为: $C_{11} = 187.4 \pm 0.4 \text{ GPa}$, $C_{13} = 65.0 \pm$



(a)测定单晶硅弹性常数的实验装置 (b)激光线源与位移 u_1 的座标关系

0.7 GPa , $C_{33} = 164.3 \pm 1.5 \text{ GPa}$, $C_{55} = 75.1 \pm 0.3 \text{ GPa}$,当激光线源沿 X_2 轴时,相应的弹性常数分别测定为: $C_{11} = 187.4 \pm 0.7 \text{ GPa}$, $C_{13} = 37.6 \pm 1.0 \text{ GPa}$, $C_{33} = 191.8 \pm 2.6 \text{ GPa}$, $C_{55} = 49.1 \pm 0.3 \text{ GPa}$,实验结果充分表明激光超声技术是非常有效的新技术。

超声检测的信号处理与模式识别

刘镇清 魏墨鑫 (同济大学声学研究所 上海·200092)

超声检测在近几年中得到了较大的发展,它已成为材料或结构的无损检测与评价最常用的手段。目前超声检测的研究与发展重点大致可分为 4 方面,(1)新的超声检测方式研究,(2)散射与逆散射的理论及实验研究,(3)成像方法与手段的研究,(4)信号处理及模式识别的应用研究。新的检测方法始终是超声检测的研究重点之一,近期激光超声成为这一内容的主角,但至今为止激光超声的研究大多还处于理论与实验阶段,真正走向商品化或工业性应用还很少。散射研究方面,尽管不少学者已经进行了大量深入细致、有时甚至是艰苦的研究,但这项工作距实用还有相当的距离。随着微机技术的不断普及与发展,信号处理及模式识别为超声检测水平的提高开辟了一条有效的途径。

超声检测中采用信号处理方法较早的是频谱分析的应用,这方面的先驱者是 Gericke,他在 60 年代至 70 年代进行了许多卓有成效的工作。直到 80 年代初,超声检测信号处理大多还仅限于相关分析与谱分析,但用

• 本项目得到国家重点科学基金资助

•• 国家自然科学基金资助课题

声学技术