

LBO 晶体的布里渊散射与 弹性和压电系数的测量*

王 越 蒋毅坚 曾令社

(北京工业大学应用物理系, 北京 100022)

刘玉龙 庞玉璋 朱 恪

(中国科学院物理研究所, 北京 100080)

(1994年12月9日收到)

简述了应用布里渊散射测量晶体的弹性和压电系数的方法, 推导了 C_{2v} 点群晶体(100), (010)和(001)晶面内任意波矢方向的布里渊散射张量及声速各向异性方程. 根据上述方法及结果, 用 180° 散射测量了 LBO 晶体不同波矢方向的布里渊散射谱, 得到了 LBO 晶体在特超声频率下所有独立的弹性和压电系数, 并依此计算了该晶体的声速各向异性曲线.

PACC: 7835; 7820H

1 引 言

LBO 晶体是最近才发展起来的一种新型非线性光学晶体材料, 室温下属正交晶系的 $mm2$ 点群. 该晶体的非线性光学性能由中国科学院福建物质结构研究所首先发现^[1]. 它具有非线性光学系数大、损伤阈值高、相位匹配角大和透光范围宽等突出优点. 为了研究 LBO 晶体非线性光学性质的机理和更好地加以应用, 许多学者对它进行了深入的研究. 如赵书清等通过 X 射线衍射实验, 对该晶体的结构进行了详细的分析和认定, 并对它的透光率、折射率等若干性质进行了测试^[2]; 蓝国祥等对 LBO 晶体进行了红外反射谱和液氮温度下的喇曼散射研究, 并提出了晶体内振动主要来源于 $(B_3O_6)^{3-}$ 环和 BO_4 四面体的振动的观点^[3]; Xu 等还对 LBO 晶体的电子结构和光学性质进行了理论研究^[4], 等等.

到目前为止, 有关 LBO 晶体弹性和压电性质的研究还未见报道. 而这些性质对于全国了解 LBO 的功能特性, 拓宽其应用领域, 改进加工工艺是十分重要的. 研究晶体弹性和压电性质, 通常采用超声波法和布里渊散射法, 前者需要多块不同切型的样品, 成本高、用时长, 而后者具有干扰小、所需样品小且少等优点^[5]. 本文简述了应用布里渊散射测量晶体的弹性和压电系数的方法; 推导了 C_{2v} 点群晶体主晶面内任意波矢方向的布里渊散射张量和声速各向异性方程; 报道了 LBO 晶体布里渊散射的实验结果; 计算了该晶体的全部弹性、压电系数和声速各向异性曲线.

* 北京市科技新星计划资助的课题.

2 理论依据

2.1 布里渊散射理论概述

布里渊散射是光的非弹性散射,常用于介质的声学性质研究.

通过布里渊散射实验,可以得到入射光不同入射方向的布里渊频移^[6]:

$$\Delta\omega_B = \pm \frac{4\pi n}{\lambda_0} v \sin \frac{\alpha}{2}, \quad (1)$$

$\Delta\omega_B$ 为布里渊谱测得的横模或纵模相对于瑞利峰的频移, v 为介质中的声速, λ_0 为入射光的波长, α 为入射光与散射光夹角, n 为沿声波波矢方向的折射率. 由(1)式即可得到不同波矢方向的声速.

将上述结果代入压电增劲的克里斯托夫方程,通求求解非线性方程的数学拟合方法,即可得到各向异性晶体的弹性和压电系数^[7]. 克里斯托夫方程为

$$\rho v^2 u_i = l_{iK} (C_{KL}^E + \frac{[e_{Ki} l_i][l_j e_{jL}]}{l_j \epsilon_{ij}^s l_j}) l_{ij} u_j, \quad (2)$$

式中 C_{KL}^E 为弹性系数, e_{Kj} 为压电系数, ρ 为密度, ϵ_{ij}^s 为常应变下的介电常数, $l_{iK} = l_{Ki}$ 的矩阵表示为

$$[l_{iK}] = \begin{bmatrix} l_x & 0 & 0 & 0 & l_z & l_y \\ 0 & l_y & 0 & l_z & 0 & l_x \\ 0 & 0 & l_z & l_y & l_x & 0 \end{bmatrix},$$

l_i 为声波矢 l 在 i 方向上的余弦, $K = 1, 2, \dots, 6$.

2.2 C_{2v} 点群晶体的布里渊散射张量的普遍形式

速度为 v_j 的第 j 个声学模 ($j = 1, 2, 3$) 的布里渊散射强度由(3)式给出:

$$R^j = \frac{kT\pi^2}{2\lambda_s^4 \rho v_j^2} [\hat{e}_s \cdot \mathbf{T}^j \cdot \hat{e}_i]^2 \left(\frac{n_s}{n_i} \right), \quad (3)$$

式中 $\mathbf{T}^j$ 为布里渊散射张量, $\hat{e}_s$ 和 $\hat{e}_i$ 分别为散射光和入射光偏振方向的单位矢量. 由(3)式可知,只有在 $|\hat{e}_s \cdot \mathbf{T}^j \cdot \hat{e}_i| \neq 0$ 时,才有布里渊散射,因此,布里渊散射张量是识别振动模式和设计实验配置的依据.

布里渊散射张量由晶体的弹光效应决定,即^[8]

$$T_{ij} = \sum_{kl} \epsilon_i \epsilon_j P_{ijkl} q_l u_k, \quad (4)$$

式中 ϵ_i 为主介电常数, P_{ijkl} 为弹光系数, q_l 为声波波矢方向单位矢量分量, u_k 为声波振动方向单位矢量分量.

所有点群晶体主波矢方向的布里渊散射张量的结果早已为人们所使用^[6],但任意波矢方向的布里渊散射张量的结果还未见报道. 根据(4)式,推导了 C_{2v} 点群晶体(100), (010) 和(001) 三个主晶面内,任意波矢方向的布里渊散射张量,其结果如下:

(100) 晶面内:波矢方向 $q = (0, \sin\varphi, \cos\varphi)$. 与准纵模、准横模对应的布里渊散射张量:偏振方向 $u = (0, u_y, u_z)$.

$$[T_{ij}] = \begin{bmatrix} \epsilon_1^2(P_{12}u_y\sin\varphi + P_{13}u_z\cos\varphi) & 0 & 0 \\ 0 & \epsilon_2^2(P_{22}u_y\sin\varphi + P_{23}u_z\cos\varphi) & \epsilon_2\epsilon_3P_{44}(u_y\cos\varphi + u_z\sin\varphi) \\ 0 & \epsilon_2\epsilon_3P_{44}(u_y\cos\varphi + u_z\sin\varphi) & \epsilon_3^2(P_{32}u_y\sin\varphi + P_{33}u_z\cos\varphi) \end{bmatrix}.$$

与纯横模对应的布里渊散射张量: 偏振方向 $u = (1, 0, 0)$.

$$[T_{ij}] = \begin{bmatrix} 0 & \epsilon_1\epsilon_2P_{66}\sin\varphi & \epsilon_1\epsilon_3P_{55}\cos\varphi \\ \epsilon_1\epsilon_2P_{66}\sin\varphi & 0 & 0 \\ \epsilon_1\epsilon_3P_{55}\cos\varphi & 0 & 0 \end{bmatrix},$$

式中 φ 为声波波矢与 $[001]$ 方向的夹角.

(010) 晶面内: 波矢方向 $q = (\cos\varphi, 0, \sin\varphi)$. 与准纵模、准横模对应的布里渊散射张量: 偏振方向 $u = (u_x, 0, u_z)$.

$$[T_{ij}] = \begin{bmatrix} \epsilon_1^2(P_{11}u_x\cos\varphi + P_{13}u_z\sin\varphi) & 0 & \epsilon_1\epsilon_3P_{55}(u_x\sin\varphi + u_z\cos\varphi) \\ 0 & \epsilon_2^2(P_{21}u_x\cos\varphi + P_{23}u_z\sin\varphi) & 0 \\ \epsilon_1\epsilon_3P_{55}(u_x\sin\varphi + u_z\cos\varphi) & 0 & \epsilon_3^2(P_{31}u_x\cos\varphi + P_{33}u_z\sin\varphi) \end{bmatrix}.$$

与纯横模对应的布里渊散射张量: 偏振方向 $u = (0, 1, 0)$.

$$[T_{ij}] = \begin{bmatrix} 0 & \epsilon_1\epsilon_2P_{66}\cos\varphi & 0 \\ \epsilon_1\epsilon_2P_{66}\cos\varphi & 0 & \epsilon_2\epsilon_3P_{44}\sin\varphi \\ 0 & \epsilon_2\epsilon_3P_{44}\sin\varphi & 0 \end{bmatrix},$$

式中 φ 为声波波矢与 $[100]$ 方向的夹角.

(001) 晶面内: 波矢方向 $q = (\sin\varphi, \cos\varphi, 0)$. 与准纵模、准横模对应的布里渊散射张量: 偏振方向 $u = (u_x, u_y, 0)$.

$$[T_{ij}] = \begin{bmatrix} \epsilon_1^2(P_{11}u_x\sin\varphi + P_{12}u_y\cos\varphi) & \epsilon_1\epsilon_2P_{66}(u_x\cos\varphi + u_y\sin\varphi) & 0 \\ \epsilon_1\epsilon_2P_{66}(u_x\cos\varphi + u_y\sin\varphi) & \epsilon_2^2(P_{21}u_x\sin\varphi + P_{22}u_y\cos\varphi) & 0 \\ 0 & 0 & \epsilon_3^2(P_{31}u_x\sin\varphi + P_{32}u_y\cos\varphi) \end{bmatrix}.$$

与纯横模对应的布里渊散射张量: 偏振方向 $u = (0, 0, 1)$.

$$[T_{ij}] = \begin{bmatrix} 0 & 0 & \epsilon_1\epsilon_3P_{55}\sin\varphi \\ 0 & 0 & \epsilon_2\epsilon_3P_{44}\cos\varphi \\ \epsilon_1\epsilon_3P_{55}\sin\varphi & \epsilon_2\epsilon_3P_{44}\cos\varphi & 0 \end{bmatrix},$$

式中 φ 为声波波矢与 $[010]$ 方向的夹角.

2.3 C_{2v} 点群晶体的声速各向异性方程

由(2)式推导了 C_{2v} 点群晶体所属的 C_{2v} 点群的(100), (010) 和(001) 晶面的声速各向异性方程. 由于这三个晶面的准纵模和准横模的声速各向异性方程涉及到 C_{2v} 点群晶体全部的弹性和压电系数, 因此, 选择(100), (010) 和(001) 晶面作为实验所测晶面.

(100) 晶面内: 纯横模声速各向异性方程为

$$\rho v^2 = \sin^2\varphi C_{66}^E + \cos^2\varphi C_{55}^E. \quad (5)$$

准纵模和准横模声速各向异性方程为

$$\rho v^2 = \frac{1}{2} \{ (\sin^2\varphi C_{22}' + C_{44}' + \sin 2\varphi (C_{24}' + C_{34}') + \cos^2\varphi C_{33}') \}$$

$$\pm [(\sin^2 \varphi C'_{22} + \cos^2 \varphi C'_{44} - \cos^2 \varphi C'_{33} + \sin^2 \varphi (C'_{24} - C'_{34}))^2 + 4(\sin^2 \varphi C'_{24} + \cos^2 \varphi C'_{34} + \frac{1}{2} \sin^2 \varphi (C'_{44} + C'_{23}))^2]^{\frac{1}{2}}, \quad (6)$$

$$\begin{aligned} C'_{22} &= C_{22}^E + e_{32}^2 \cos^2 \varphi / (\epsilon_{22}^s \sin^2 \varphi + \epsilon_{33}^s \cos^2 \varphi), \\ C'_{23} &= C_{23}^E + e_{32} e_{33} \cos^2 \varphi / (\epsilon_{22}^s \sin^2 \varphi + \epsilon_{33}^s \cos^2 \varphi), \\ C'_{24} &= e_{24} e_{32} \sin \varphi \cos \varphi / (\epsilon_{22}^s \sin^2 \varphi + \epsilon_{33}^s \cos^2 \varphi), \\ C'_{33} &= C_{33}^E + e_{33}^2 \cos^2 \varphi / (\epsilon_{22}^s \sin^2 \varphi + \epsilon_{33}^s \cos^2 \varphi), \\ C'_{34} &= e_{24} e_{33} \sin \varphi \cos \varphi / (\epsilon_{22}^s \sin^2 \varphi + \epsilon_{33}^s \cos^2 \varphi), \\ C'_{44} &= C_{44}^E + e_{24}^2 \sin^2 \varphi / (\epsilon_{22}^s \sin^2 \varphi + \epsilon_{33}^s \cos^2 \varphi), \end{aligned}$$

式中准纵模方程用“+”，准横模方程用“-”，以下雷同。各晶面 φ 规定同前。

(010)晶面内：纯横模声速各向异性方程为

$$\rho v^2 = \cos^2 \varphi C_{66}^E + \sin^2 \varphi C_{44}^E. \quad (7)$$

准纵模和准横模声速各向异性方程为

$$\begin{aligned} \rho v^2 &= \frac{1}{2} \{ (C'_{55} + \sin^2 \varphi C'_{33} + \cos^2 \varphi C'_{11} + \sin^2 \varphi (C'_{15} + C'_{35}))^2 \\ &\pm [(\cos^2 \varphi C'_{11} - \sin^2 \varphi C'_{33} - \cos^2 \varphi C'_{55} + \sin^2 \varphi (C'_{15} - C'_{35}))^2 \\ &+ 4(\cos^2 \varphi C'_{15} + \sin^2 \varphi C'_{35} + \frac{1}{2} \sin^2 \varphi (C'_{13} + C'_{35}))^2]^{\frac{1}{2}}, \quad (8) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C'_{11} &= C_{11}^E + e_{31}^2 \sin^2 \varphi / (\epsilon_{11}^s \cos^2 \varphi + \epsilon_{33}^s \sin^2 \varphi), \\ C'_{13} &= C_{13}^E + e_{31} e_{33} \sin^2 \varphi / (\epsilon_{11}^s \cos^2 \varphi + \epsilon_{33}^s \sin^2 \varphi), \\ C'_{15} &= e_{15} e_{31} \sin \varphi \cos \varphi / (\epsilon_{11}^s \cos^2 \varphi + \epsilon_{33}^s \sin^2 \varphi), \\ C'_{33} &= C_{33}^E + e_{33}^2 \sin^2 \varphi / (\epsilon_{11}^s \cos^2 \varphi + \epsilon_{33}^s \sin^2 \varphi), \\ C'_{35} &= e_{33} e_{15} \sin \varphi \cos \varphi / (\epsilon_{11}^s \cos^2 \varphi + \epsilon_{33}^s \sin^2 \varphi), \\ C'_{55} &= C_{55}^E + e_{15}^2 \cos^2 \varphi / (\epsilon_{11}^s \cos^2 \varphi + \epsilon_{33}^s \sin^2 \varphi). \end{aligned}$$

(001)晶面内：纯横模声速各向异性方程为

$$\rho v^2 = \sin^2 \varphi C'_{55} + \cos^2 \varphi C'_{44} + 2 \sin \varphi \cos \varphi C'_{45}. \quad (9)$$

$$\begin{aligned} C'_{44} &= C_{44}^E + e_{24}^2 \cos^2 \varphi / (\epsilon_{11}^s \sin^2 \varphi + \epsilon_{22}^s \cos^2 \varphi), \\ C'_{45} &= e_{15} e_{24} \sin \varphi \cos \varphi / (\epsilon_{11}^s \sin^2 \varphi + \epsilon_{22}^s \cos^2 \varphi), \\ C'_{55} &= C_{55}^E + e_{15}^2 \sin^2 \varphi / (\epsilon_{11}^s \sin^2 \varphi + \epsilon_{22}^s \cos^2 \varphi). \end{aligned}$$

准纵模和准横模声速各向异性方程为

$$\begin{aligned} \rho v^2 &= \frac{1}{2} \{ (C_{66}^E + \sin^2 \varphi C_{11}^E + \cos^2 \varphi C_{22}^E) \pm [(\sin^2 \varphi C_{11}^E \\ &+ \cos^2 \varphi C_{66}^E - \cos^2 \varphi C_{22}^E)^2 + 4 \sin^2 \varphi \cos^2 \varphi (C_{12}^E + C_{66}^E)^2]^{\frac{1}{2}} \}. \quad (10) \end{aligned}$$

上述各式中密度 $\rho = 2470 \text{ kg/cm}^3$, $\epsilon_{11}^s = 4.036 \times 10^{-11} \text{ F/m}$, $\epsilon_{22}^s = 4.478 \times 10^{-11} \text{ F/m}$, $\epsilon_{33}^s = 3.921 \times 10^{-11} \text{ F/m}^{[10]}$.

由上面方程可以看到;在(001)晶面内,声波准纵模和准横模声速各向异性方程与晶体压电性无关;(010)和(100)晶面内的方程与晶体压电性有关。

3 实验与结果

3.1 实验样品与实验设备

实验所用样品为北京人工晶体研究所用改进的熔盐提拉法生长的 Z 切 ($X \times Y \times Z = 5.82 \text{ mm} \times 5.74 \text{ mm} \times 5.40 \text{ mm}$) 和 X-45°切 ($X \times Y \times Z = 5.5 \text{ mm} \times 5.3 \text{ mm} \times 4.5 \text{ mm}$) 两块 LBO 晶体^[2]。

实验所用仪器为中国科学院物理研究所的 Burleigh (DAS-1) 型布里渊谱仪,其核心为一个三通式法布里-珀罗干涉仪。使用 Spectra Physics 公司 165 型氩离子激光器的 488.0 nm 线为激发光源,功率为 40 mW,测试温度为室温。

3.2 实验测量及数据处理

利用纯水作为定标样品,在 $T = 20^\circ\text{C}$, $\lambda = 488.0 \text{ nm}$ 下,得到实验系统的法布里-珀罗干涉仪的自由光谱区为 109.29 GHz,相当于每一道对应于 0.2355 GHz 的频宽。实验时光电倍增管高压为 1000 V。

采用 180° 散射,在 $0-\pi/2$ 范围内,对波矢在(100),(010)和(001)晶面内的 LBO 晶体布里渊散射的纵模频移进行了测量,并由此计算出了相应的声速和慢度。测量数据分别列于表 1 至表 3,其中 φ 的规定同前。

表 1 波矢在(100)晶面内的 LBO 晶体的布里渊散射数据

声子波矢方向 φ/deg	布里渊散射频移/ GHz	纵声速/ $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$	慢度/ $10^{-4}\text{m}^{-1}\cdot\text{s}$
0.00	45.45	6825.33	1.465
12.30	46.29	6954.41	1.438
18.15	48.28	7256.86	1.378
23.60	50.28	7561.91	1.322
28.50	52.52	7903.73	1.265
32.64	53.46	8049.90	1.242
35.82	52.52	7912.13	1.264
90.00	53.46	8102.52	1.234

表 2 波矢在(010)晶面内的 LBO 晶体的布里渊散射数据

声子波矢方向 φ/deg	布里渊散射频移/ GHz	纵声速/ $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$	慢度/ $10^{-4}\text{m}^{-1}\cdot\text{s}$
0.00	43.33	6684.28	1.496
6.21	44.39	6845.70	1.461
12.30	45.22	6967.55	1.435
18.15	48.40	7447.41	1.343
23.60	50.04	7686.94	1.301
28.50	51.57	7907.86	1.265
32.64	52.75	8075.25	1.238
77.70	50.40	7578.17	1.320
90.00	45.45	6825.33	1.465

表 3 波矢在(001)晶面内的 LBO 晶体的布里渊散射数据

声子波矢方向 φ/deg	布里渊散射频移/ GHz	纵声速/ $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$	慢度/ $10^{-4}\text{m}^{-1}\cdot\text{s}$
0.00	53.46	8102.52	1.234
6.21	54.52	8264.91	1.210
12.30	54.40	8251.71	1.212
18.15	54.28	8241.14	1.213
23.60	54.05	8215.52	1.217
28.50	52.87	8045.84	1.243
32.64	51.57	7856.86	1.273
45.00	49.10	7508.34	1.332
77.70	43.57	6716.00	1.489
90.00	43.33	6684.28	1.496

采用最优化方法中的单纯形算法,根据(6),(8)和(10)式中准纵模的声速各向异性方程,我们在 IBM-4381 型计算机上进行了数据拟合^[9],得到了 LBO 晶体全部的弹性和压电系数,结果如表 4 所示.

表 4 LBO 晶体弹性和压电系数

弹性系数	C_{11}^E	C_{12}^E	C_{13}^E	C_{22}^E	C_{23}^E	C_{33}^E	C_{44}^E	C_{55}^E	C_{66}^E
$/10^{10}\text{N}\cdot\text{m}^{-2}$	10.92	7.48	1.04	16.22	0.98	10.32	7.10	8.66	3.60
压电系数	e_{15}	e_{24}	e_{31}	e_{32}	e_{33}				
$/\text{C}\cdot\text{m}^{-2}$	0.52	0.87	0.63	0.76	1.04				

将上述结果再代回到(6),(8)和(10)式中准纵模的声速各向异性方程中,就得到 LBO 晶体在(100),(010)和(001)晶面内声速各向异性曲线,如图 1 至图 3 所示.

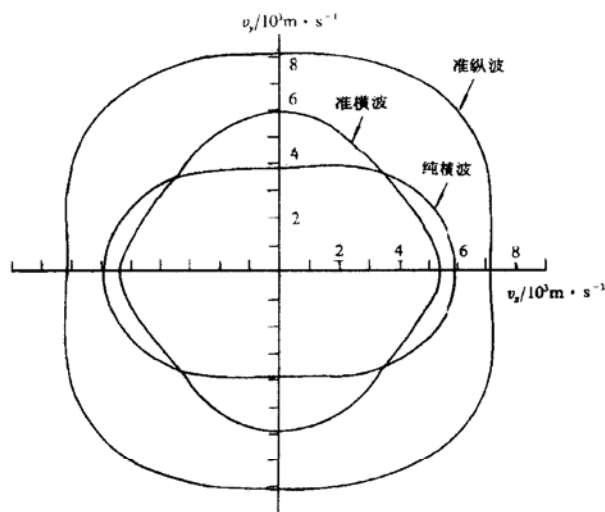


图 1 (100) 晶面内声速各向异性曲线

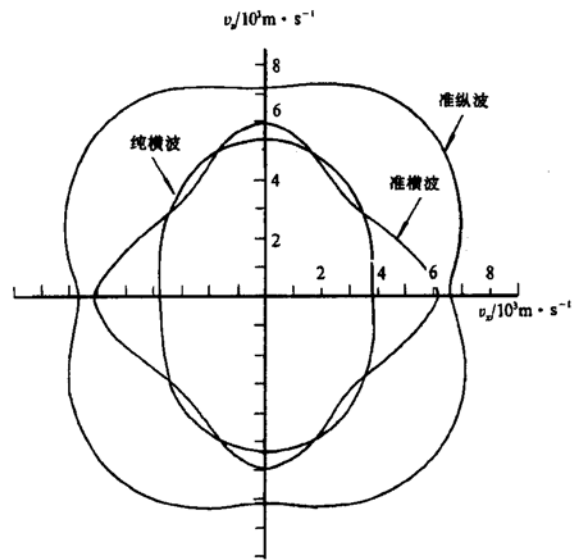


图2 (010)晶面内声速各向异性曲线

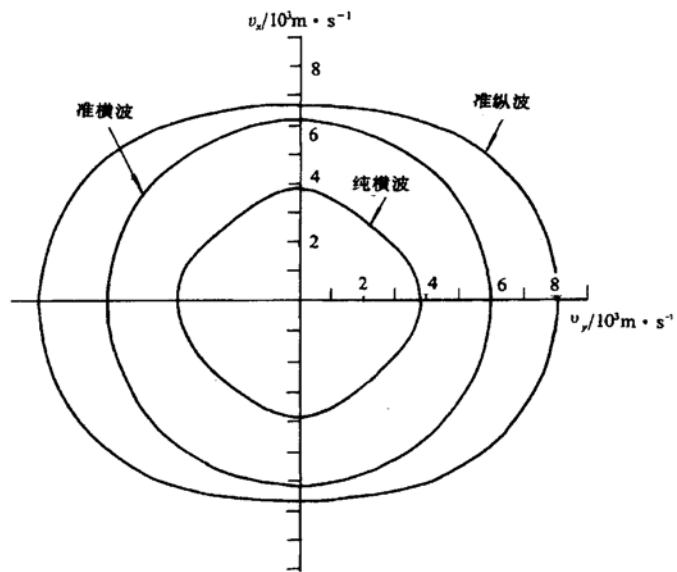


图3 (001)晶面内声速各向异性曲线

4 讨 论

将由弹性和压电系数计算出的三个晶面的声速各向异性曲线与实验结果对照(见图4),二者之间相对误差不超过5%。考虑到自由光谱区校准时的误差(<1%),由自由光谱

区非线性带来的误差(约为 2%)和频谱读数的偶然误差(约为 2%),测量结果总误差约为 10%。与超声波法相比,虽然布里渊散射法误差稍大,但所测定的弹性和压电系数是晶体在特超声频率(GHz 量级)下的性质,这些静态测量和超声波测量无法实现的。另外,如果采用 90° 和 180° 布里渊散射相结合的方法,只需一小块晶体样品就可以测出低对称性晶体的全部弹性和压电系数,具有重要实用价值。

由图 1 至图 3 可以看出:LBO 晶体在(100)晶面内,准纵模声速变化范围为 $7152\text{--}8544\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$,沿 $\varphi = 54^\circ$ 方向传播最快;准横模声速变化范围为 $4900\text{--}5960\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$,沿 $\varphi = 36^\circ$ 方向传播最慢。在(010)晶面内,准纵模声速变化范围为 $6640\text{--}8200\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$,沿 $\varphi = 48^\circ$ 方向传播最快;准横模声速变化范围为 $4380\text{--}6160\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$,沿 $\varphi = 45^\circ$ 方向传播最慢。在(001)晶面内,准纵模声速变化范围为 $6660\text{--}8100\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$,沿 $\varphi = 0^\circ$ 方向传播最快;准横模声速变化范围为 $3414\text{--}3816\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$,沿 $\varphi = 48^\circ$ 方向传播最慢。这些数据对于认识 LBO 晶体中的声传播特性和机械特性是必不可少的。

本文的研究结果表明:LBO 晶体有较大的声速和弹性、压电系数,这些方面与 $\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7$ 晶体有着类似的特点^[9]。说明 LBO 晶体不仅是一种出色的非线性光学晶体材料,还在声表面波和声光电综合器件方面有着潜在的应用价值。

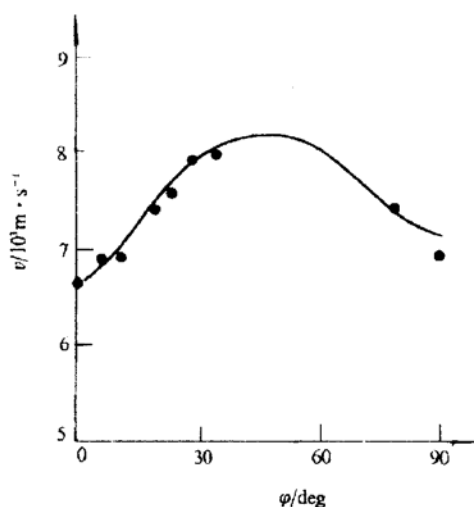


图 4 (010)晶面内准纵模的声速各向异性曲线

- [1] C. T. Chen *et al.*, *J. Opt. Soc. Am.*, **B6**(1989), 616.
- [2] 赵书清等, *人工晶体*, **18**(1989), 9.
- [3] G. S. Xiong *et al.*, *J. Raman Spect.*, **24** (1993), 785.
- [4] Y. N. Xu, W. Y. Ching, *Phys. Rev.*, **B41**(1990), 5471.
- [5] 张鹏翔等, *声学学报*, **7**(1981), 51.
- [6] F. T. 阿雷克等, *激光的物理应用*(第五分册)(北京:科学出版社, 1979).
- [7] B. A. Auld, *Acoustical Fields and Waves in Solid (I, II)* (John Wiley & Sons, Inc., 1973).
- [8] W. Hayes and R. Loudon, *Scattering of Light by Crystals* (John Wiley & Sons, Inc., 1978).
- [9] 易明、廖理凡, *北京工业大学学报*, **18**(1992), 23.
- [10] 蒋毅坚等, *物理学报*, 待发表.

BRILLOUIN SCATTERING IN LBO CRYSTAL AND MEASUREMENT OF ITS ELASTIC AND PIEZOELECTRIC CONSTANTS

WANG YUE JIANG YI-JIAN ZENG LING-ZHI

(*Department of Applied Physics, Beijing Polytechnic University, Beijing 100022*)

LIU YU-LONG PANG YU-ZHANG ZHU KE

(*Institute of Physics, Academia Sinica, Beijing 100080*)

(Received 9 December 1994)

ABSTRACT

The Brillouin scattering tensors and the stiffening Christoffel equations in (100), (010), and (001) planes of C_{2v} point group crystals are obtained at arbitrary wave vector directions. Based on these results, all the independent elastic and piezoelectric constants of LBO crystals are determined by means of Brillouin scattering, and the sound velocity anisotropic curves in the three planes are also shown.

PACC: 7835; 7820H