

# LiNbO<sub>3</sub>(LN)



## 简介

LiNbO<sub>3</sub>晶体因其优异的电光特性而被广泛用于光波导和光通信技术。它是许多集成光电设备的理想衬底材料。由于LiNbO<sub>3</sub>的大电光系数，半波电压很低。LiNbO<sub>3</sub>晶体的电光效应通常用于调制光信号。电光调制分为纵向调制和横向调制，LiNbO<sub>3</sub>主要用于横向调制。它已广泛用于中低功率固态激光器。

## 特征

- 透明范围广
- 高电光效率
- 稳定的机械和化学性能
- 低吸收损失
- 低损伤阈值
- 体积小
- 不容易潮解
- 高温稳定性
- 大电光系数
- 容易长成大晶体

## 应用

- 532nm激光  
全息摄影
- 1064nm激光  
医疗应用
- 2940nm激光
- 脉冲测距仪
- 激光目标指示器
- 光电Q开关



# LiNbO<sub>3</sub>(LN)

## 参数

### 物理和光学性质

| 属性                   | 数值                                                                                                                                                                                                            |
|----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 化学式                  | LiNbO <sub>3</sub>                                                                                                                                                                                            |
| 晶体结构                 | trigonal                                                                                                                                                                                                      |
| 空间群                  | R <sub>3</sub> C                                                                                                                                                                                              |
| 莫氏硬度                 | 5                                                                                                                                                                                                             |
| 光学均匀性                | ~ 5 x 10 <sup>-5</sup> / cm                                                                                                                                                                                   |
| 透明范围                 | 420 – 5200 nm                                                                                                                                                                                                 |
| 吸收系数                 | ~ 0.1 % / cm @ 1064 nm                                                                                                                                                                                        |
| 1064 nm 的折射率         | n <sub>e</sub> = 2.146, n <sub>o</sub> = 2.220 @ 1300 nm<br>n <sub>e</sub> = 2.156, n <sub>o</sub> = 2.232 @ 1064 nm<br>n <sub>e</sub> = 2.203, n <sub>o</sub> = 2.286 @ 632.8 nm                             |
| Sellmeier 方程 (λ, μm) | n <sub>o</sub> <sup>2</sup> = 4.9048 + 0.11768 / (λ <sup>2</sup> – 0.04750) – 0.027169λ <sup>2</sup><br>n <sub>e</sub> <sup>2</sup> = 4.5820 + 0.099169 / (λ <sup>2</sup> – 0.04443) – 0.021950λ <sup>2</sup> |
| 热膨胀系数 @ 25 °C        | //a, 2.0 x 10 <sup>-6</sup> / K<br>//c, 2.2 x 10 <sup>-6</sup> / K                                                                                                                                            |
| 导热系数                 | ~ 5 W/m/K @ 25 °C                                                                                                                                                                                             |
| 热光学系数                | d <sub>no</sub> /d <sub>T</sub> = -0.874 x 10 <sup>-6</sup> / K at 1.4 μm<br>d <sub>ne</sub> /d <sub>T</sub> = 39.073 x 10 <sup>-6</sup> / K at 1.4 μm                                                        |

### 激光级LiNbO<sub>3</sub>晶体的标准规格

| 属性     | 数值                                                                     |
|--------|------------------------------------------------------------------------|
| 透射波前畸变 | 优于 λ/4 @ 633nm                                                         |
| 尺寸公差   | (W±0.1mm) x (H±0.1mm) x (L±0.2mm)                                      |
| 通光孔径   | 中心直径超过90%                                                              |
| 平整度    | 1/8 @ 633nm                                                            |
| 表面质量   | 20 /10 刮痕/凹陷                                                           |
| 平行性    | 优于20弧秒                                                                 |
| 垂直性    | 5 arc min                                                              |
| 角度公差   | D <sub>q</sub> < 0.5°, D <sub>t</sub> < 0.5°                           |
| 增透镀膜   | 在两个表面上都在1064/532 nm处形成双波段增透膜, 每个表面的R <0.2%在1064 nm处, R <0.5%在0.532 nm处 |

### LiNbO<sub>3</sub>光波导规范

| 属性      | Value         |
|---------|---------------|
| 工作波长范围  | 1.525-1.605μm |
| 消光比     | < 20dB        |
| 半波电压    | < 6V          |
| 直流偏置电压  | < 8V          |
| 输入特性阻抗  | 50Ω           |
| 光反射     | ≤ -50dB       |
| 最大输入功率  | 20dBm         |
| 最大输入光功率 | 10-100mW      |
| 贮存温度    | -40-85 °C     |
| 工作温度    | -40-70 °C     |

### LiNbO<sub>3</sub>调Q开关通用技术条件

| 属性            | 数值                                                                              |
|---------------|---------------------------------------------------------------------------------|
| 折射延迟          | Γ=ηLnr22V/λd                                                                    |
| 在1064 nm 的折射率 | R <sub>33</sub> =32pm/V<br>R <sub>31</sub> =10pm/V<br>R <sub>22</sub> =6.8 pm/V |
| 光圈            | 4x4mm ~ 9x9mm                                                                   |
| 长度            | 15~25mm                                                                         |
| 尺寸公差          | +/-0.1mm                                                                        |
| 倒角            | <0.5mm x 45°                                                                    |
| 定位精度          | <5 arc min                                                                      |
| 平行性           | <10 arc sec                                                                     |
| 平整度           | λ/8 at 632.8 nm                                                                 |
| 波前失真          | <λ/4 at 632.8 nm                                                                |
| 消光比           | >400:1 @ 633nm, dia 6mm beam                                                    |



# LiNbO<sub>3</sub>(LN)

## 压电特性

|                                                  |                              |          |          |          |          |          |
|--------------------------------------------------|------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 弹性刚度系数<br>$c_{ij}/(10^{10}\text{N/m}^2)$         | $C_{11}$                     | $C_{12}$ | $C_{13}$ | $C_{14}$ | $C_{33}$ | $C_{44}$ |
|                                                  | 20.3                         | 5.3      | 7.5      | 0.9      | 24.5     | 6.0      |
| 弹性柔量系数<br>$s_{ij}/(10^{-12}\text{m}^2/\text{N})$ | $S_{11}$                     | $S_{12}$ | $S_{13}$ | $S_{14}$ | $S_{33}$ | $S_{44}$ |
|                                                  | 5.78                         | -1.01    | -1.47    | -1.02    | 5.02     | 17.0     |
| 压电应变常数<br>$d_{ij}/(10^{-11}\text{C/N})$          | $d_{11}$                     | $d_{15}$ | $d_{22}$ | $d_{31}$ | $d_{33}$ |          |
|                                                  | 8                            | 7.4      | 2.04     | -0.086   | 1.62     |          |
| 介电常数                                             | $\epsilon_{11}^T/\epsilon_0$ |          |          |          |          |          |
|                                                  | 78                           |          |          |          |          |          |
| 机电耦合系数<br>$k_{ij}(\%)$                           | $k_{15}$                     | $k_{31}$ |          |          |          |          |
|                                                  | 68                           | 50       |          |          |          |          |

## 非线性光学性质

|                                              |                                                                                       |
|----------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| NLO系数                                        | $d_{33} = 34.4 \text{ pm/V}$                                                          |
|                                              | $d_{31} = d_{15} = 5.95 \text{ pm/V}$                                                 |
|                                              | $d_{22} = 3.07 \text{ pm/V}$                                                          |
| 效率NLO系数                                      | $d_{\text{eff}} = 5.7 \text{ pm/V}$ or $\sim 14.6 \times d_{36}$ (KDP) 用于1300 nm倍频    |
|                                              | $d_{\text{eff}} = 5.3 \text{ pm/V}$ or $\sim 13.6 \times d_{36}$ (KDP)用于1064 nm泵浦的OPO |
|                                              | $d_{\text{eff}} = 17.6 \text{ pm/V}$ or $\sim 45 \times d_{36}$ (KDP) 用于准相匹配结构        |
| 电光系数                                         | $g_{33}^T = 32 \text{ pm/V}$ , $g_{33}^S = 31 \text{ pm/V}$                           |
|                                              | $g_{31}^T = 10 \text{ pm/V}$ , $g_{31}^S = 8.6 \text{ pm/V}$                          |
|                                              | $g_{22}^T = 6.8 \text{ pm/V}$ , $g_{22}^S = 3.4 \text{ pm/V}$                         |
| 半波电压, 直流<br>电场  z, 光 ^z:<br>电场  x 或 y, 光  z: | 3.03 KV                                                                               |
|                                              | 4.02 KV                                                                               |
| 损伤阈值                                         | $g_{22}^T = 6.8 \text{ pm/V}$ , $g_{22}^S = 3.4 \text{ pm/V}$                         |

