



新特光电  
Sintec Optronics

# 非线性光学晶体

晶莹剔透的最佳品质



表面  
超抛光



# LBO 晶体

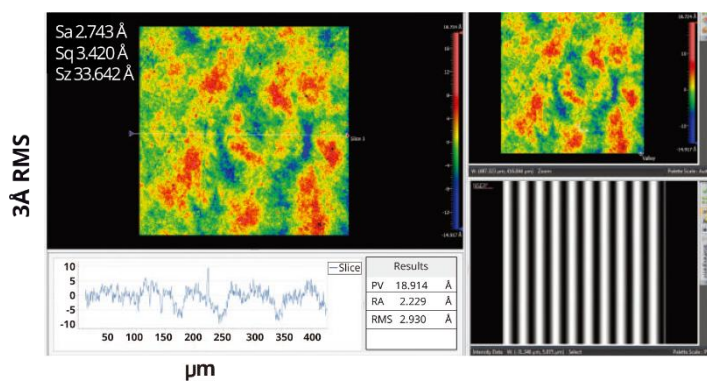
## 久而弥坚的激光频率转换高手

LBO(三硼酸锂  $\text{LiB}_3\text{O}_5$ )是一种具有非常优良品质的非线性光学晶体，非常适合各种非线性光学应用。LBO 晶体兼具宽透明度、中等程度的高非线性耦合、高损伤阈值以及良好的化学和机械性能。广泛应用于全固态激光、电光、医学、微加工的二倍频，三倍频，OPO 等研究和应用领域。目前国际上最广泛的用途是用于将中高功率 1064nm 激光二倍频至 532nm 绿光，或是将 1064nm 激光三倍频至 355nm 紫外激光以及用于 OPO 系统上。

### LBO 晶体特点

- 可透光波段范围宽(160nm~2600nm)
- 中等程度的高非线性系数
- 损伤阈值高、光学均匀性好、内部包络少
- 倍频转换效率较高(相当于 KDP 晶体的 3 倍)
- I,II 类非临界相位匹配(NCPM)的波段范围宽
- 光学均匀性高
- 接收角度宽，离散角度小

### 利用 ZYGO 干涉仪进行粗糙度测量



- ◇ 利用 ZYGO 干涉仪进行粗糙度测量；
- ◇ 我们提供的 LBO 的标准粗糙度为 3Å RMS，而行业标准 LBO 粗糙度为 9-10Å RMS。

### LBO 晶体的特殊优势

- 超抛光元件，表面质量极佳：粗糙度<3Å RMS，划痕深度 2/1
- 极低的体吸收率：1064nm 波长下高达 2ppm/cm<sup>2</sup>
- 无与伦比的表面吸收率
- 晶体尺寸高达 100x100mm<sup>2</sup>
- 最大长度为 80mm
- 高于标准的高损伤阈值
- 超高光学均匀性
- 先进的质量控制
- 自动化工作流程确保高重复性



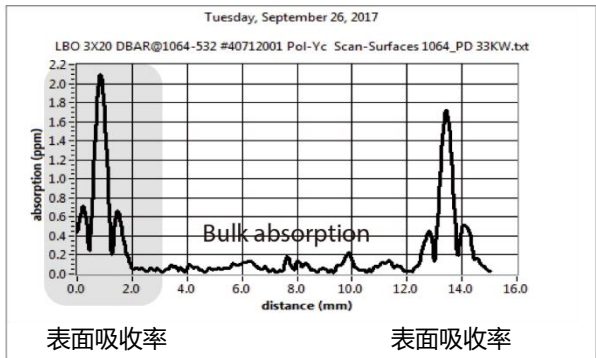
用于三倍频(THG)的LBO



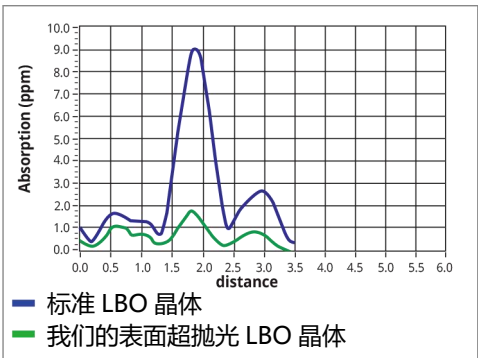
用于二倍频(SHG)的LBO

## 无与伦比的表面吸收

表面超抛光 LBO，最大限度地减少了降低表面吸收率的粗糙度，能承受更高功率，具有更长的使用寿命。



- ✧ 实际批量吸收测试的屏幕截图。
- ✧ 532nm 无涂层标准 LBO 晶体的表面吸收图。
- ✧ **70% 以上的 LBO 晶体吸收发生在晶体表面**



- ✧ 在波长为 1064/532nm 的 AR 涂层 LBO 晶体上，对波长为 532nm 的表面吸收率进行了比较。
- ✧ 镀膜的表面超抛光 LBO 晶体(粗糙度<3Å)比标准抛光镀膜 LBO 晶体(粗糙度约 10Å)表面吸收率降低了 80%!

## 极低的体积吸收

体积吸收会影响晶体的长期老化，这是决定晶体寿命的关键因素。

### IPHT (355/1070) 的 3 光子吸收测试结果:

| 样例     | 1070nm 波长下的<br>吸收系数(ppm/cm) |
|--------|-----------------------------|
| 样品 1   | (14.9 ± 1.5)                |
| 样品 2   | (15.0 ± 1.5)                |
| 参考样品 3 | (106.5 ± 10)                |
| 参考样品 4 | (110.4 ± 10)                |

| 样例     | 355nm 波长下的<br>吸收系数-低强度(ppm/cm) |
|--------|--------------------------------|
| 样品 1   | (5.5 ± 1.25)                   |
| 样品 2   | (5.0 ± 1)                      |
| 参考样品 3 | (4470 ± 355)                   |
| 参考样品 4 | (4291 ± 355)                   |

- ✧ 样品 1+2 是表面超抛光 LBO 晶体；
- ✧ 样品 3+4 是其他供应商提供的参考 LBO 晶体；
- ✧ IPHT 的 3 光子吸收测试由德国耶拿大学进行。

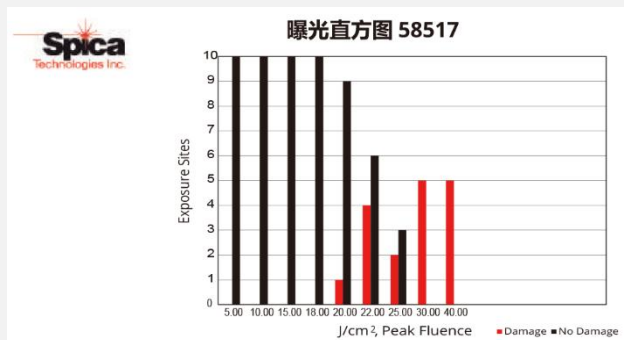
## 更高的损伤阈值-SPICA 和 Lumibird 独立测量的测试结果:

表面超抛光 LBO 晶体在 355nm 和 532nm 波段显示出了极高的 LIDT。

### SPICA 测试结果:

355nm 波长下的 LBO 测试结果:

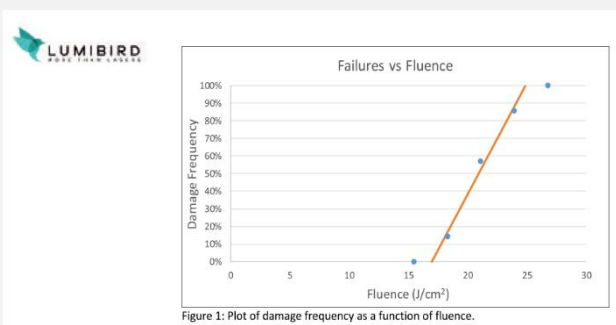
- ✧ 激光损伤阈值为 **18.00 J/cm<sup>2</sup>**，峰值影响。
- ✧ 在 **18.00 J/cm<sup>2</sup>** 的辐照下，10 个部位无损坏。



### Lumibird 测试结果:

532nm 波长下的 LBO 测试结果:

- ✧ 根部 T 标度: 17J/cm<sup>2</sup>@8ns 相当于 19J/cm<sup>2</sup>@10ns;
- ✧ 根部 T 标度: 2124.41MW/cm<sup>2</sup>@8ns 相当于 1900.13 MW/cm<sup>2</sup>@10ns。



## 典型规格

|        |                                                                                                                                    |
|--------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 口径     | 高达 100x100mm <sup>2</sup>                                                                                                          |
| 长度     | 沿 x 轴高达 80mm                                                                                                                       |
| 平整度    | 高达λ/10@633nm                                                                                                                       |
| 粗糙度    | <3Å RMS                                                                                                                            |
| 平行度    | 高达 5arc sec.                                                                                                                       |
| 垂直度    | 高达 5arc min.                                                                                                                       |
| 划痕     | 2/1 至 0/0, 可根据客户要求定制                                                                                                               |
| AR 镀膜  | 双带 R<0.1%                                                                                                                          |
| 吸收系数   | 体积(1064nm)2-4ppm/cm<br>表面(1064nm)<1-2ppm<br>体积(532nm)<8ppm/cm<br>表面(532nm)<1-2ppm                                                  |
| 波前畸变控制 | λ/8@633nm                                                                                                                          |
| 损伤阈值   | 1800MW/cm <sup>2</sup> @ 1064 nm<br>1200MW/cm <sup>2</sup> @ 532 nm<br>1000MW/cm <sup>2</sup> @ 355 nm<br>For 10 ns pulses @ 10 Hz |

## LBO 晶体的主要应用:

### 二倍频方面:

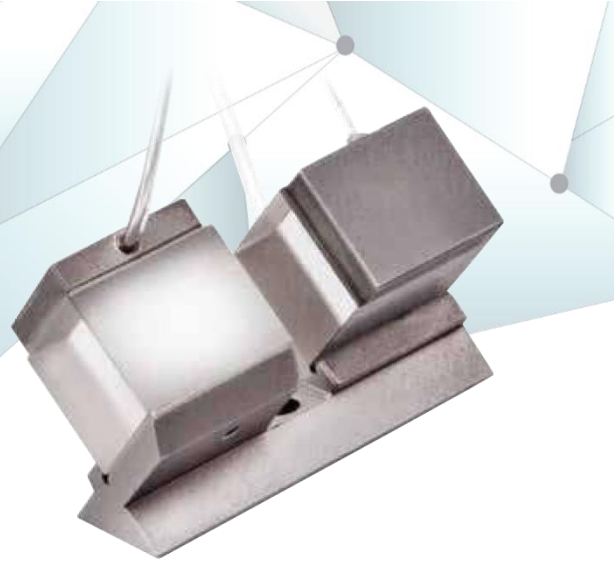
- ✧ 医用与工业用途的Nd:YAG激光;
- ✧ 科研与军事用途的高功率Nd:YAG与Nd:YLF激光;
- ✧ 二极管激光泵浦 Nd:YVO<sub>4</sub>、Nd:YAG、Nd:YLF激光器;
- ✧ 红宝石, Ti:Sapphire与Cr:LiSAF激光。

### 三倍频方面:

- ✧ Nd:YAG和Nd:YLF激光器的频率三倍频(THG);
- ✧ 光学参量放大器(OPA)与光学参量振荡器(OPO);
- ✧ 高功率 1340nm 的 Nd:YAP 激光的二,三倍频。

# RTP 电光元件

## 用于电光调制的 RTP 晶体



RTP 晶体(磷酸钛氧铷,  $\text{RbTiOPO}_4$ )是 KTP 晶体的同构晶体, 具有机械与化学性能稳定、非线性光学系数大、电光系数高、激光损伤阈值高、介电常数高、电阻率高、透光波段范围宽、压电振铃效应低、插入损耗小、不易潮解、适用于高频操作等优点。主要应用在非线性和电光领域, 中小功率激光器是其重要应用市场, 例如用来制造高重复频率调 Q 激光器、锁模脉冲激光器、Er:YAG 激光器等; 电光调制是 RTP 晶体的重要功能, 利用此功能可用来制造电光 Q 开关、幅度和相位调制器、脉冲选择器、腔倒空器等产品, 近年来, RTP 晶体已经成为电光 Q 开关的热门材料, 广泛应用在工业激光加工、激光医疗、激光测距、科学勘探、国防军工等领域。

RTP 是双轴晶体, 在制造电光器件时, 为避免环境温度变化对晶体折射率造成影响, 通常采用体积大小与性能参数一致的两块晶体光轴彼此垂直配对使用。这样的双晶结构器件可以在  $-50^{\circ}\text{C}$  -  $+70^{\circ}\text{C}$  环境中稳定工作 (但需保持两块晶体的温场一致)。同时, 双晶串联使器件的调制电压进一步减半, 使其更加适用于军用激光测照器和医疗激光器。RTP 电光元件采用热补偿双晶结构组装, 其中两块匹配的晶体置于传播轴 (X 或 Y) 上, 其中一块旋转  $90^{\circ}$  (下图)。

### 常见应用

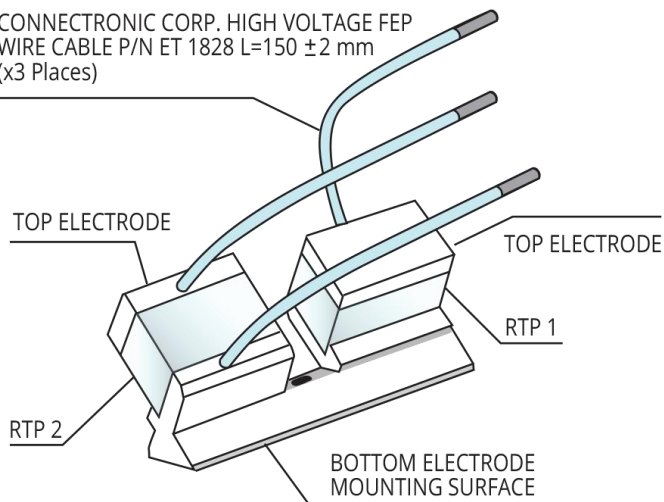
电光 Q 开关 | 脉冲选择器  
相位调制器 | 振幅调制器  
腔倒空器 | 电光快门  
衰减器 & 滤波器

### 主要优势

- 低半波调制电压需求, 使电光元件设计更加紧凑
- 高介电常数和电阻率, 上升/下降时间和脉宽  $< 1\text{ns}$ , 可实现快速操作
- 接收角度宽, 工作温度范围广 ( $-50^{\circ}\text{C}$  ~  $70^{\circ}\text{C}$ )
- 内部质量均匀, 消光比高, 插入损耗小, 激光损伤阈值高达  $1\text{GW}/\text{cm}^2$  @  $1064\text{nm}$ ,  $10\text{ns}$  脉冲
- 极低的压电振铃效应, 调制频率可达  $1\text{MHz}$ , 配套各种高压驱动, 支持高频运转。
- 无潮解, 易于处理, 无需覆盖在  $500\sim 3000\text{nm}$  光谱范围内, 很适用于做激光的电光调制
- 波长为  $1064\text{nm}$  时吸收损耗极低
- 极高的均匀性: 电光元件标准通光面可达  $15\times 15\text{mm}^2$

### RTP 电光元件结构

CONNECTRONIC CORP. HIGH VOLTAGE FEP  
WIRE CABLE P/N ET 1828 L=150  $\pm$  2 mm  
(x3 Places)



## RTP 晶体产品系列

我们的 RTP 晶体采用独特的熔盐提拉法生长技术和镀膜技术，是 **500nm~3000nm 光谱范围内电光应用的优质材料**，配套各种高压驱动，支持高频运转，出色性能使其成为军事、医疗和工业应用中各种激光系统的可靠元件。我们提供单个 RTP 元件(用于相位调制器)、热补偿匹配的一对 RTP 元件、即插即用光组件(带/不带外壳)，并储备了充足的优质原晶，可依使用要求订制各种 RTP 晶体电光调制器件。

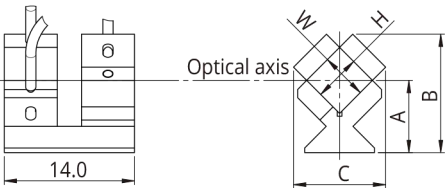
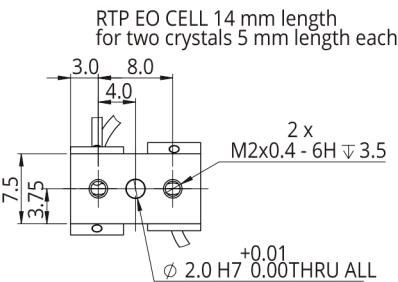
## RTP 电光 Q 开关典型规格

|            |                                                                |
|------------|----------------------------------------------------------------|
| 透过范围       | 500-3000nm                                                     |
| 透过率@1064nm | > 99%                                                          |
| 半波电压       | 3.6kV(9x9x10mm Q 开关)                                           |
| 消光比        | 高达 30dB                                                        |
| 有效口径       | 1.5mmx1.5mm~15mmx15mm                                          |
| 晶体长度       | 高达 50mm                                                        |
| 接收角        | <4°                                                            |
| 标准增透膜      | R<0.2%                                                         |
| 损伤阈值       | 高达 1GW/cm <sup>2</sup> @1064 nm, 10 ns 脉冲或 10J/cm <sup>2</sup> |

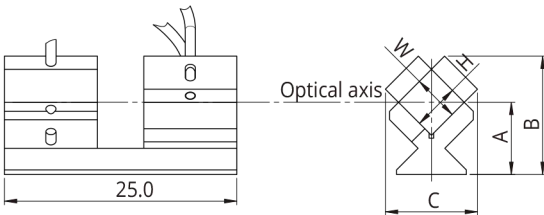
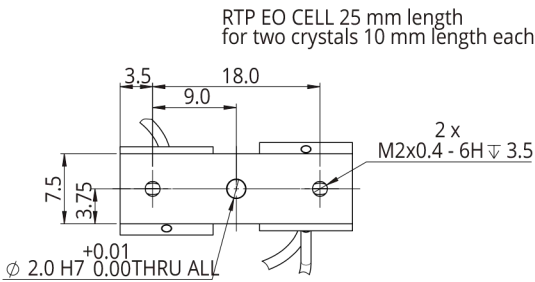
RTP 晶体电光开关采用温度补偿式设计结构，每个电光开关由两块 RTP 晶体构成。由于 RTP 具有高电阻率(约  $10^{12}\Omega\cdot\text{cm}$ )和高抗光损伤阈值等独特性能，RTP 晶体电光开关因此也具备以下优异性能:

- ◇ 高抗光损伤阈值
- ◇ 无压电振荡效应
- ◇ 低插入损耗
- ◇ 自动温度补偿
- ◇ 不潮解

## RTP 电光 Q 开关典型尺寸



| HxW | A    | B    | C    |
|-----|------|------|------|
| 2x2 | 5.7  | 8.6  | 5.7  |
| 3x3 | 6.0  | 9.5  | 7.0  |
| 4x4 | 7.0  | 11.2 | 8.5  |
| 5x5 | 7.7  | 12.7 | 9.9  |
| 6x6 | 8.5  | 14.2 | 11.3 |
| 7x7 | 9.2  | 15.5 | 12.7 |
| 8x8 | 9.9  | 14.1 | 17.0 |
| 9x9 | 10.6 | 18.4 | 15.6 |



# RTP 晶体型号定义规则

型号: Ty - D - O - Cr - L - E - W

Ty - 晶体类别: R (RTP)

D - 电光器件: Q (电光 Q), M (双晶结构), 或 S (单晶结构)

O - 晶体切割方向: X / Y / Z

Cr - 晶体截面 [mm]

L - 晶体长度 [mm]

E - 消光比 20/23/25/30 [dB]

W - 工作激光波长 [nm]

| 晶体型号                | 晶体尺寸[mm]  | 半波电压(kV) | 晶体型号                 | 晶体尺寸       | 半波电压(kV) |
|---------------------|-----------|----------|----------------------|------------|----------|
| R-Q-Y-020-5-20-1064 | 2 x 2 x 5 | 1.3      | R-Q-Y-020-10-20-1064 | 2 x 2 x 10 | .66      |
| R-Q-Y-030-5-20-1064 | 3 x 3 x 5 | 2.0      | R-Q-Y-030-10-20-1064 | 3 x 3 x 10 | .99      |
| R-Q-Y-040-5-20-1064 | 4 x 4 x 5 | 2.6      | R-Q-Y-040-10-20-1064 | 4 x 4 x 10 | 1.3      |
| R-Q-Y-050-5-20-1064 | 5 x 5 x 5 | 3.3      | R-Q-Y-050-10-20-1064 | 5 x 5 x 10 | 1.7      |
| R-Q-Y-060-5-20-1064 | 6 x 6 x 5 | 4.0      | R-Q-Y-060-10-20-1064 | 6 x 6 x 10 | 2.0      |
| R-Q-X-020-5-20-1064 | 2 x 2 x 5 | 1.6      | R-Q-X-020-10-20-1064 | 2 x 2 x 10 | .79      |
| R-Q-X-030-5-20-1064 | 3 x 3 x 5 | 1.6      | R-Q-X-030-10-20-1064 | 3 x 3 x 10 | 1.2      |
| R-Q-X-040-5-20-1064 | 4 x 4 x 5 | 1.6      | R-Q-X-040-10-20-1064 | 4 x 4 x 10 | 1.6      |
| R-Q-X-050-5-20-1064 | 5 x 5 x 5 | 1.6      | R-Q-X-050-10-20-1064 | 5 x 5 x 10 | 2.0      |
| R-Q-X-060-5-20-1064 | 6 x 6 x 5 | 1.6      | R-Q-X-060-10-20-1064 | 6 x 6 x 10 | 2.4      |
| R-Q-X-070-5-20-1064 | 7 x 7 x 5 | 1.6      | R-Q-X-070-10-20-1064 | 7 x 7 x 10 | 2.8      |
| R-Q-X-080-5-20-1064 | 8 x 8 x 5 | 1.6      | R-Q-X-080-10-20-1064 | 8 x 8 x 10 | 3.2      |
| R-Q-X-090-5-20-1064 | 9 x 9 x 5 | 1.6      | R-Q-X-090-10-20-1064 | 9 x 9 x 10 | 3.6      |

## 备注

- a) 半波电压 (HVV) 为标称 ± 15%，标准消光比为 20dB、23dB、25dB、27dB 和 30dB。
- b) 未安装的配对晶体作为标准组件提供。只需在编号中用 M 替代 Q 即可。
- c) 标准产品还有其他尺寸和波长可供选择。请联系我们。

## 单晶体容差

每块晶体的长度(L): ± 0.5mm  
高度(H) /宽度(W): ± 0.10mm  
垂直度: <20arc min  
平行度: <10arc min  
划痕: 10/5 透明孔径  
倒角: < 0.2 mm x 45°±5°  
电极: Z 侧的钛  
标记: 侧面 Z 轴极性(+)  
镀膜: R<0.1%  
损伤阈值: >600MW/cm<sup>2</sup>  
@1064nm, 10ns, 10Hz  
侧表面精细研磨<30µm

## 双晶体容差

长度匹配在±0.002mm 以内。  
消光比: 在工作波长下测量的平行/  
交叉偏振片之间匹配对的传输比。晶  
体位于 V 形槽中,顶部的 Z 轴(+)和(-)  
之间成 90°。光偏振垂直或水平。  
角度调整公差: 1.5°  
透射率>98.5%

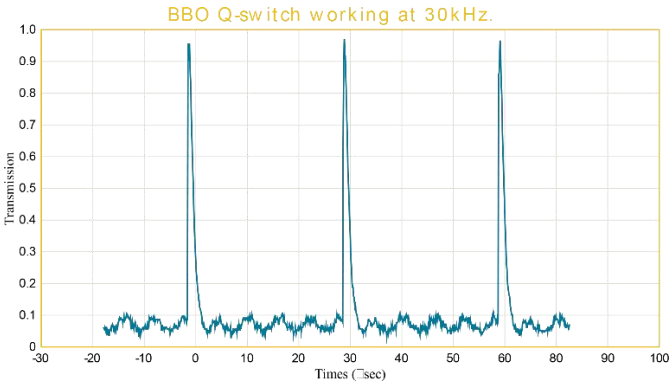
## 电光元件

导线类型: ET1828  
导线长度: 150mm  
总电容: 2.0-3.0 pF(晶体长度 5mm)和  
4.0-6.0 pF(晶体长度 10 mm)

# RTP 晶体与 BBO 晶体

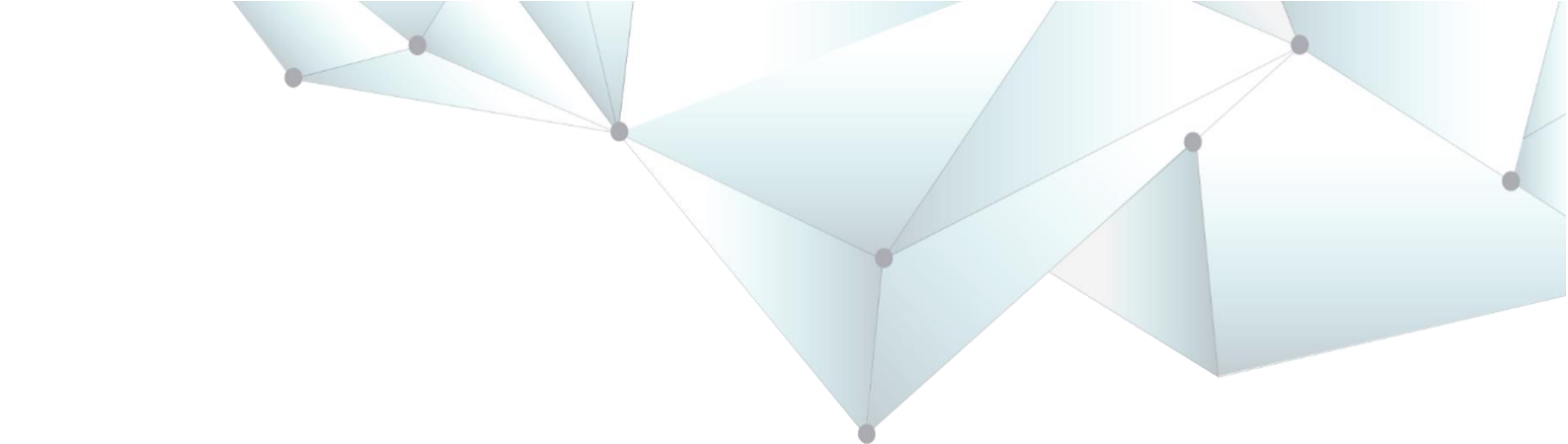
## 电光开关的性能对比:

下图所表示的是: 在高重复频率(30kHz)时, RTP 晶体和 BBO 晶体电光调 Q 开关的不同动作。实验所采用的 BBO 晶体开关由一块 2.5x2.5x25mm<sup>3</sup> 晶体构成, RTP 晶体开关由两块 6x6x7mm<sup>3</sup> 晶体构成。从图中可以看到, 在 30 kHz 下, BBO 晶体开关已经出现明显的压电振荡现象, 而 RTP 晶体开关无振荡现象。



## RTP 与 KTP 晶体性能对比:

| 性 能                                         | KTP                                | RTP                                  |
|---------------------------------------------|------------------------------------|--------------------------------------|
| 透光波段 (nm)                                   | 350-4500                           | 350-4500                             |
| II 类相位匹配,1064nm 二倍频:                        |                                    |                                      |
| 相位匹配区间 (nm)                                 | 980-1080                           | 1050-1140                            |
| 非线性光学系数 (即倍频系数) (pm/V)                      |                                    |                                      |
| d33                                         | 16.9                               | 17.1                                 |
| d32                                         | 4.4                                | 4.1                                  |
| d31                                         | 2.5                                | 3.3                                  |
| d <sub>eff</sub>                            | 3.34                               | 2.45                                 |
| 相位匹配角                                       | 22°~25°                            | 58°                                  |
| 离散角度                                        | 0.26°                              | 0.4°                                 |
| 接收角度                                        | 20°                                | 20°                                  |
| 温度接收 (°C·cm)                                | 25                                 | 40                                   |
| 其它性能:                                       |                                    |                                      |
| 非临界 1064nm OPO 波长                           | 1570/3300                          | 1600/3200                            |
| 电光系数 (pm/V)                                 |                                    |                                      |
| r13                                         | 9.5                                | 12.5                                 |
| r23                                         | 15.7                               | 17.1                                 |
| r33                                         | 36.3                               | 39.6                                 |
| 介电常数 (ε <sub>eff</sub> )                    | 13                                 | 13                                   |
| 抗光损伤比值 (对 KTP 晶体)                           | 1                                  | 1.8                                  |
| Z 轴电导率 (Ω <sup>-1</sup> ·cm <sup>-1</sup> ) | 10 <sup>-6</sup> ~10 <sup>-7</sup> | 10 <sup>-11</sup> ~10 <sup>-12</sup> |
| 压电系数 (C/cm <sup>2</sup> ·K)                 | 7 x 10 <sup>-9</sup>               | 4 x 10 <sup>-9</sup>                 |



## 主要电光晶体材料的性能比较

| 晶体                         | LiNbO3        | RTP<br>X-cut | RTP<br>Y-cut | KRTP     | KD*P      | BBO       |
|----------------------------|---------------|--------------|--------------|----------|-----------|-----------|
| 半波调制电压<br>@1064nm, L=d(kV) | 9             | 8            | 8            | 7        | 9         | 48        |
| 介电常数 $\epsilon$            | 27.9          | 11           | 11           | 11       | 48        | 8         |
| 平均功率密度(W/cm <sup>2</sup> ) | 150           | 300          | 200          | 800      | 250       | > 1000    |
| 损伤阈值(MW/cm <sup>2</sup> )  | 280           | >600         | 600          | 600      | 500       | > 1000    |
| 孔径(mm <sup>2</sup> )       | >8x8          | 2x2~15x15    | 2x2~6x6      | 2x2~6x6  | 5x5~20x20 | 1x1~12x12 |
| 消光比(dB)                    | >23           | 23~35        | 23~30        | 23~30    | 23~30     | > 30      |
| 温度稳定性 *热电效应                | <-20℃时<br>不稳定 | -50℃~70℃     | -50℃~70℃     | -50℃~70℃ | 不稳定       | 优秀        |
| 振铃效应                       | 10Khz         | >1MHz        | >1MHz        | >1MHz    | 10MHz     | 25MHz     |
| 是否潮解                       | 无             | 无            | 无            | 无        | 存在        | 存在        |
| 机械稳定性                      | 中等            | 良好           | 良好           | 良好       | 差         | 良好        |

# iRTP 普克尔盒

## 高性能 RTP 电光调制器



RTP 属于 KTP 晶体系列。RTP 具有出色的电光特性和高损伤阈值，是高端激光应用的完美解决方案。它非常适合需要高级特性的应用，例如非潮解性、高热稳定性和高重复率。我们新型 iRTP 普克尔盒是一款将 RTP 优势带入电光调制器市场的产品，专为工业激光应用而设计。iRTP 是一种标准的现成解决方案，以标准工业普克尔盒的价格提供高性能电光调制器。

### 产品特点

- ◇ 更高的损伤阈值， $>1\text{GW}/\text{cm}^2$
- ◇  $<1\text{ns}$  快速上升下降沿，窄脉宽
- ◇ 非潮解材料
- ◇ 低吸收损耗
- ◇ 无振铃效应（至少到  $350\text{kHz}$ ）
- ◇ 热稳定性好， $10\sim 50^\circ\text{C}$  宽范围稳定使用

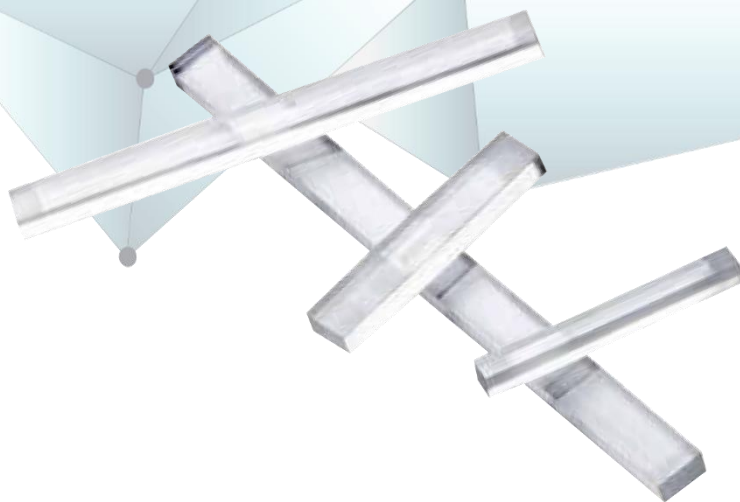


### 典型规格

|      |                                         |
|------|-----------------------------------------|
| 孔径   | 6x6mm, 8x8mm, 10x10mm                   |
| 电容   | $<6\text{pf}$                           |
| 半波电压 | $3.3\text{KV}@1064$                     |
| 透过率  | $>99\%$                                 |
| 消光比  | $27\text{dB}@1064\text{nm}$             |
| 损伤阈值 | typically, $>1\text{GW}/\text{cm}^2$    |
| 调整轴  | 1 轴                                     |
| 外型尺寸 | 柱形:直径 35mm, 长度 35mm; 立方形:35mmx35mmx35mm |
| 上升时间 | $<1\text{ns}$                           |
| 稳定温度 | $10\sim 50^\circ\text{C}$               |

# PPKTP

## 周期极化晶体 KTP



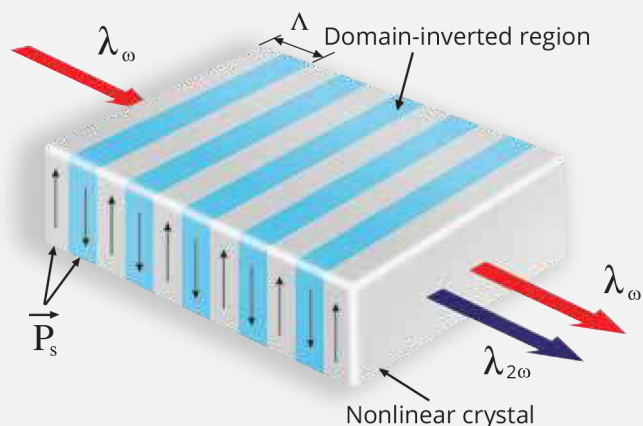
周期性结构中波的传播是固体物理学中的一个核心概念。理论分析表明，在具有调制结构的介电晶体中，与微米量级的调制周期相应的倒矢量将参与经典波的传播与激发过程，产生重要的光学和声学效应。利用非线性极化率的周期跃变和准相位匹配可以实现非线性光学过程的增强。

周期性极化 KTP(周期极化磷酸氧钛钾,简称 PPKTP)是一种基于准相位匹配(QPM)的独特非线性材料。它可以为 KTP 透明度范围内的所有非线性应用量身定制，而不受常规 KTP 相互作用中双折射匹配的相位匹配限制。其有效非线性系数是常规 KTP 的 3 倍，在常规 KTP 晶体的非线性应用中，晶体必须具有单畴结构，而 PPKTP 晶体却具有人为导致的周期性畴结构。极化周期间隔的大小取决于具体应用，从几微米到几十微米不等。极化方向通常是沿着晶体中具有最大非线性系数的方向，这点也和常规 KTP 晶体不同，后者的轴向是由实现相位匹配的约束条件来确定的。PPKTP 具有很高的永久性高损伤阈值，在室温下运行光折变效应不明显，非线性系数高等优点，广泛用于波长的高效转换。PPKTP 是极具竞争力的新型短波长光源的核心器件，由于双折射相位匹配存在玻应廷走离效应，限制了非线性转换效率的提高，准相位匹配不存在这样的缺点，它可以在整个晶体长度上实现非临界匹配，因此其相互作用长度不受限制，并且可以获得在晶体的透过范围内整个光谱的谐波输出。目前用高压电场极化技术可以获得较厚的 PPKTP 晶体，加上 KTP 晶体光损伤阈值高、光折变效应低、适合室温下运行的特点，许多人将它用于参量振荡的研究。因此大孔径的 PPKTP 晶体在 OPO 中可以获得高功率、高重复率的宽带可调谐变频输出。

PPKTP 的制造过程，首先是采用微平版印刷技术，在 KTP 单畴基片表面沉积一个设定结构的电极板，之后在精确控制的条件下对晶体施加电场，导致晶畴结构产生所需要的变化。极化后的晶体经测试合格后，切割成所需的尺寸，最后进行抛光和镀膜处理。由此可见，周期极化晶体的制造工艺先进，非常适合于工业化大规模生产。我们可提供 PPKTP 晶体标准器件，例如 1064nm 和 946nm 的倍频(SHG)器件，也可以为客户设计、订做其他特殊用途的器件。使用 PPKTP 晶体时，需要配备温度控制装置。

### 产品特点

- ◇ 线性系数最高
- ◇ 无脱落
- ◇ 可用于 OEM 批量生产的大批量产品以及用于研发的小批量产品
- ◇ 相位匹配范围广
- ◇ 0 型或 II 型相互作用

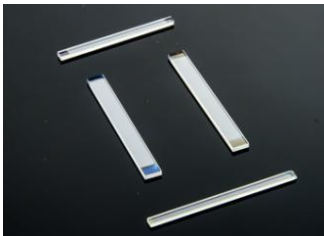


## 标准产品

我们提供批量生产和客户定制的PPKTP晶体，我们的PPKTP晶体可用于从可见光到中红外的SHG倍频、DFG差频、SFG合频、OPO光学参量震荡，工作波长为350-4000nm，标准光学孔径为1mm X 2mm。



用于二倍频(SHG)的 PPKTP 晶体



用于差频生成(DFG)的PPKTP晶体



用于和频生成(SFG)的 PPKTP 晶体



用于OPO的PPKTP晶体



基于珀耳帖效应的烤箱和控制器



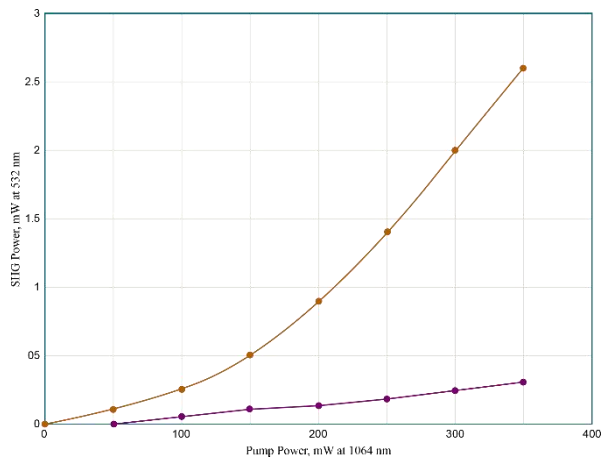
电阻式烤箱和控制器

## 典型规格

|       |                                                   |
|-------|---------------------------------------------------|
| 透明度范围 | 350-4000nm                                        |
| 长度    | 高达 30mm                                           |
| 标准孔径* | 1*2                                               |
| 操作温度  | 接近室温/根据要求                                         |
| 镀膜    | 腔外/腔内、AR/AR、AR/HR                                 |
| 损伤阈值  | 波长 1064nm 时为 600MW/cm <sup>2</sup> ,<br>脉冲时间 10ns |

\* 可根据要求提供定制孔径

## PPKTP 晶体与 KTP 单畴晶体二倍频效率对比



测试条件：晶体长度=10.0mm, 激光脉宽=10ns, 脉冲重复频率=2kHz

## 主要的应用场景

- ✧ **激光器制造**：PPKTP晶体可以作为倍频材料用于中小功率激光器的制造，特别是Nd:YAG激光器和其他掺钕晶体激光器。这些激光器使用PPKTP晶体进行倍频，产生重要的绿色光源，已经逐步取代了染料激光器和蓝宝石激光器。
- ✧ **蓝光产生**：PPKTP晶体还可与二极管泵浦光、Nd:YAG激光混频产生蓝光，并可调节钕离子激光器输出波长。此外，它可放大泵浦光及用作可调电光器件等。
- ✧ **光学设备**：PPKTP晶体在激光器的倍频、和频、差频、光参量振荡、光放大等行业得到广泛运用。另外，它还可以作为电光晶体，用于电光调制器、光波导器件、光开关等行业。
- ✧ **测量仪器**：PPKTP晶体也被广泛运用在测量仪器、监测仪器、激光雷达、工业激光加工设备、医疗器械、军工设备、科研等领域中。
- ✧ **OPO**：光学参量振荡器（OPO）类似于光源激光器，还使用一种激光谐振器，但基于光学增益从参量放大中的非线性晶体，而不是从受激发射。

# KTP 晶体

## 用于固态激光器的倍频



KTP 晶体(磷酸钛氧钾,  $\text{KTiOPO}_4$ )是一种优良的非线性晶体, KTP 可用于激光倍频、和频、差频、参量振荡、光波导器件和电光调制器, 最常用于倍频 Nd:YAG 及其他腔内与腔外倍频的掺 Nd 晶体的激光器, 特别是在中低功率密度的激光器中, 用于制作 Nd 红绿激光器二倍频(SHG)器件, 该晶体对波长 1064nm 倍频效率可达 80%左右, 在 900°C下不分解, 晶体表面易抛光加工。在逐步取代可见光染料激光和可调蓝宝石激光器。广泛使用实验室和医学系统, 射程探测器, 激光雷达, 光通信和工业激光系统。

### 主要特点

- ✧ 大的二倍频非线性光学系数(约为 KDP 晶体的 3 倍)
- ✧ 宽接收角度和小的走离角
- ✧ 激光损伤阈值高, 透过波段宽
- ✧ 高光电转换效率和低的介电常数
- ✧ 具有良好的物理、化学和机械性能
- ✧ 优异的热稳定性, 高的热传导系数(为 BBN 晶体的 2 倍)
- ✧ 孔径大, 高达 50x50mm
- ✧ 相比于 BBO 和 LBO 成本较低
- ✧ 通常用作 OPO(光参量振荡器), 产生高达 3  $\mu\text{m}$  的近红外光

### 常见应用

- ✧ 掺钕晶体激光器二倍频(SHG)获得绿光/红光输出
- ✧ 掺钕晶体等固体激光器混频(SFM)获得蓝光输出
- ✧ OPG,OPA 和 OPO 获得 0.6 $\mu\text{m}$ -4.5 $\mu\text{m}$  范围内可调光
- ✧ 电光调制, 光学开关
- ✧ 光波导, 制作周期性极化的 KTP 器件

### 典型规格

|      |                                                                                                            |
|------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 化学公式 | $\text{KTiOPO}_4$                                                                                          |
| 晶体结构 | 单畴晶体                                                                                                       |
| 波前失真 | $\alpha < 50 \text{ ppm cm}^{-1} @ 1064 \text{ nm}$ , $\alpha < 2000 \text{ ppm cm}^{-1} @ 532 \text{ nm}$ |
| 损伤阈值 | 600MW/cm <sup>2</sup> (带涂层)@1064nm,10ns 脉冲                                                                 |
| 孔径   | 高达 30 x 30 mm <sup>2</sup>                                                                                 |
| 长度   | 沿 X 轴高达 40mm                                                                                               |
| 镀膜   | 双带 R < 0.2%                                                                                                |
| 平面度  | $\lambda/10$                                                                                               |
| 平行度  | 5 arc sec                                                                                                  |
| 垂直度  | 5 arc min                                                                                                  |
| 划痕   | 10/5                                                                                                       |

注：接受不同尺寸规格的 KTP 晶体定制。

# KTP OPO

## 用于固态激光器的光学参量振荡

KTP OPO（光参量振荡器）是将 1064nm 波长激光转换为 1572nm 或其他波长激光的最有效材料。我们提供标准 DBAR 涂层适用于泵浦/信号波长、单片单通和双通和具有凸面/凹面的共焦整体等类型的 KTP OPO。

### 主要特点

- ✧ 孔径 - 最大 30x30 mm<sup>2</sup>
- ✧ 长度 - 最大 40 毫米
- ✧ 提供普通型、单片型（带镜面涂层的单通道和双通道）、
- ✧ Plano-Plano 和共焦 OPO 配置
- ✧ 用于眼安全信号（1572 nm）的 NCPM 无偏移
- ✧ 单片 OPO 的效率比一般 OPO 高 20-30
- ✧ 使用共焦 OPO 的激光发散低于 Plano-Plano OPO
- ✧ 可在 2.1μm 波长提供偏移补偿设计（WOC）

### 常见应用

- ✧ 激光测距仪（LRF）
- ✧ 激光指示器
- ✧ 其他民用、激光雷达和空间应用

### 1064~1570nm OPO 的典型规格

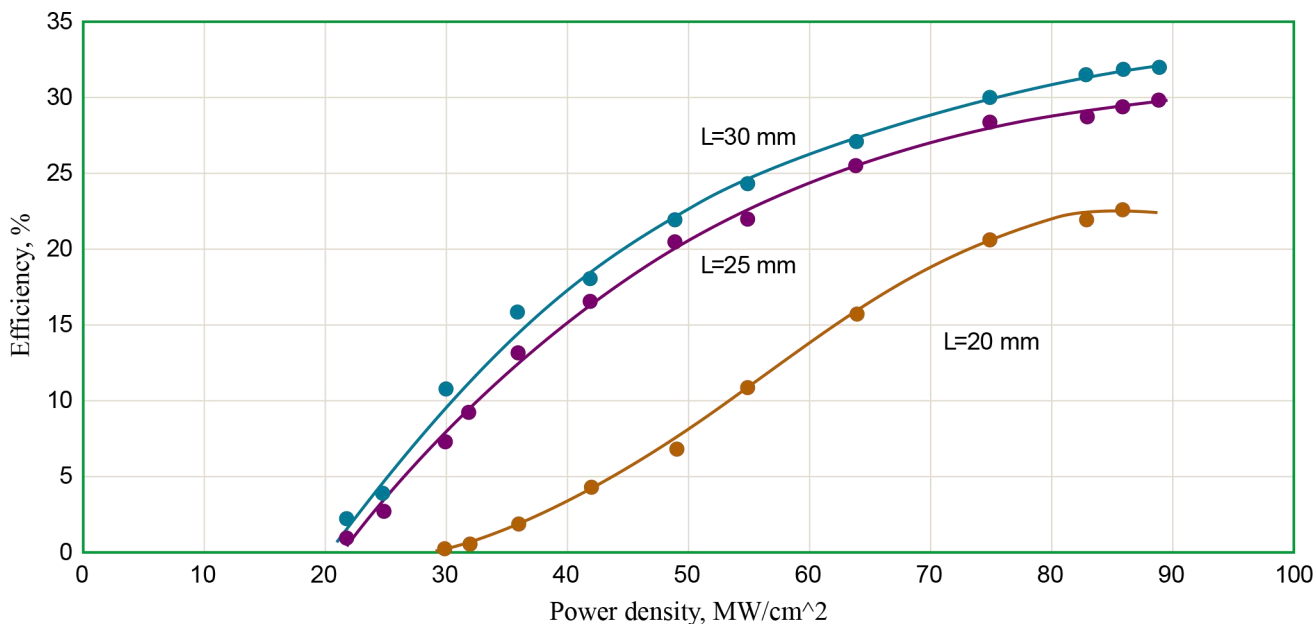
|             |                                               |
|-------------|-----------------------------------------------|
| 光圈          | 高达 30x30mm <sup>2</sup>                       |
| 方向          | $\theta = 90^\circ$ , $\varphi = 0^\circ$     |
| 波前失真        | $\alpha < 50 \text{ ppm cm}^{-1}$ @1064nm     |
| 长度          | 沿 X 轴高达 40mm                                  |
| 平面度         | $\lambda/10$                                  |
| 光楔（沿 Y 轴偏振） | 10 arc min.                                   |
| 垂直度         | 10 arc min.                                   |
| 划痕/凹痕       | 10/5                                          |
| AR 涂层       | 双带 $R < 0.2\%$                                |
| 波前畸变        | $\lambda/5$                                   |
| 损伤阈值        | 600 MW/cm <sup>2</sup> (镀膜)@1064 nm, 10 ns 脉冲 |

注：接受不同尺寸规格 of KTP 晶体定制。

# 用于 SHG、SFM、DFM 和 OPO 的 KTP 元件

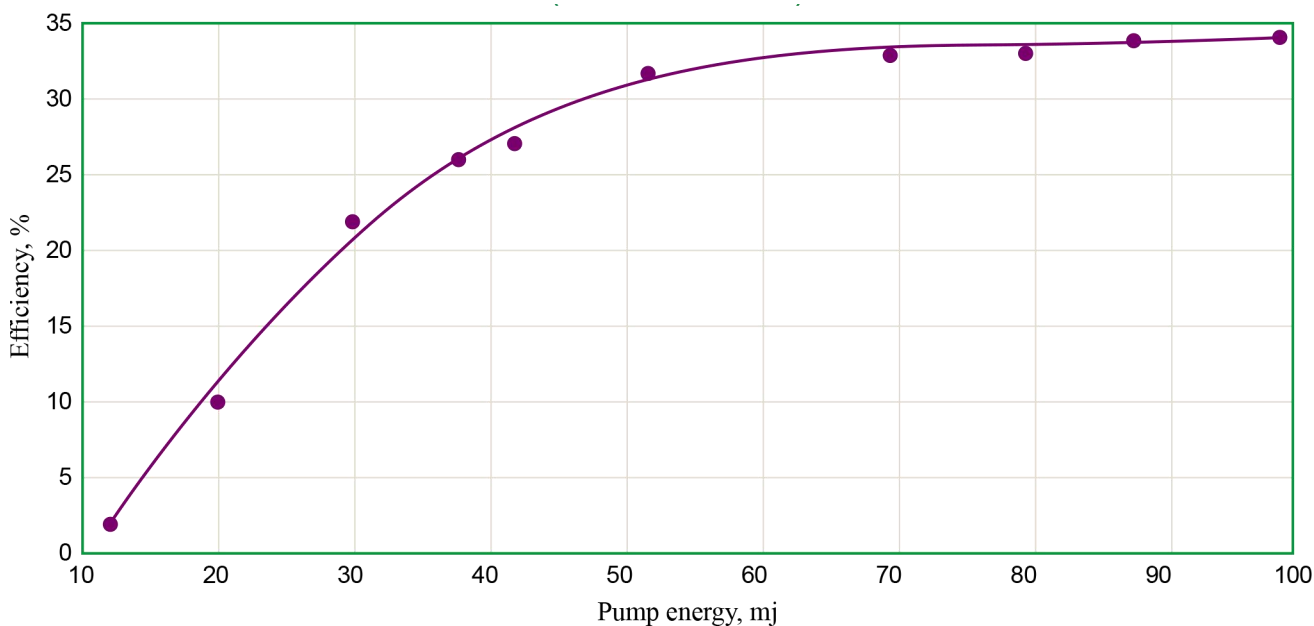
## KTP 元件在 1064~1570nm OPO 中的效率

(谐振器 L=35mm, 输出镜像率=50%,  $\tau$  脉冲=10ns, f=25Hz)



上图显示了 OPO 转换效率随着 KTP 元件长度的增加而提高, 当元件长度达到 20mm 时, OPO 转换效率就会趋于平稳, 而随着元件长度继续增加, 效率实际上会下降, 这是由于 KTP 元件的缺陷造成的。我们可以提供几乎没有缺陷的长元件, 从而提高 OPO 效率。

## KTP 元件(L=35.4mm)在 1064~1570nm OPO 中的效率

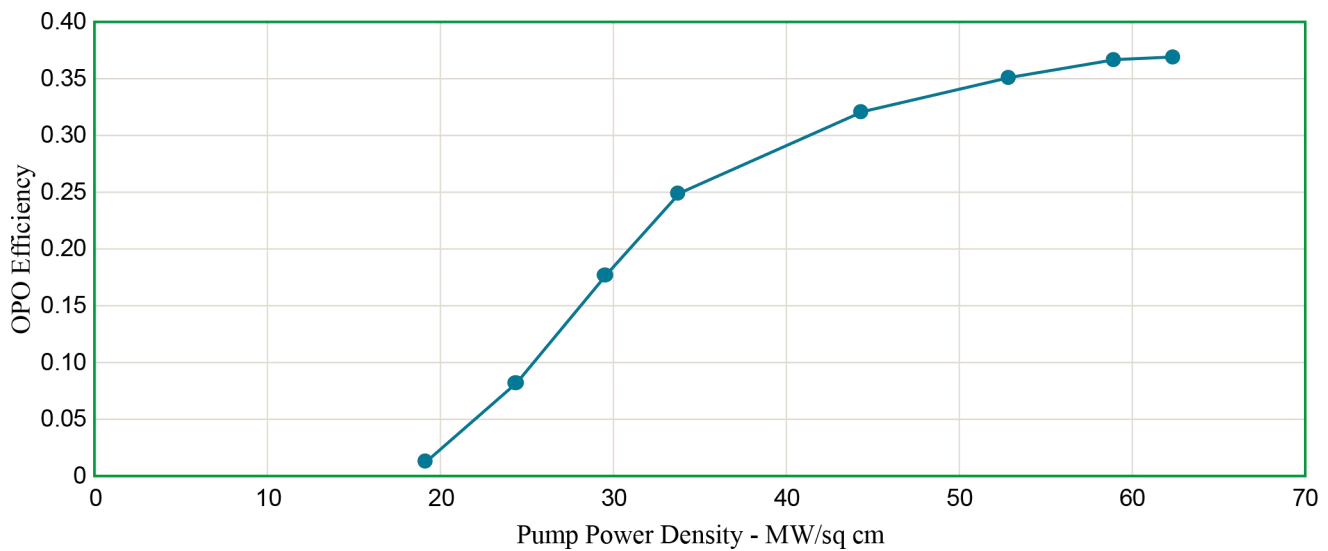
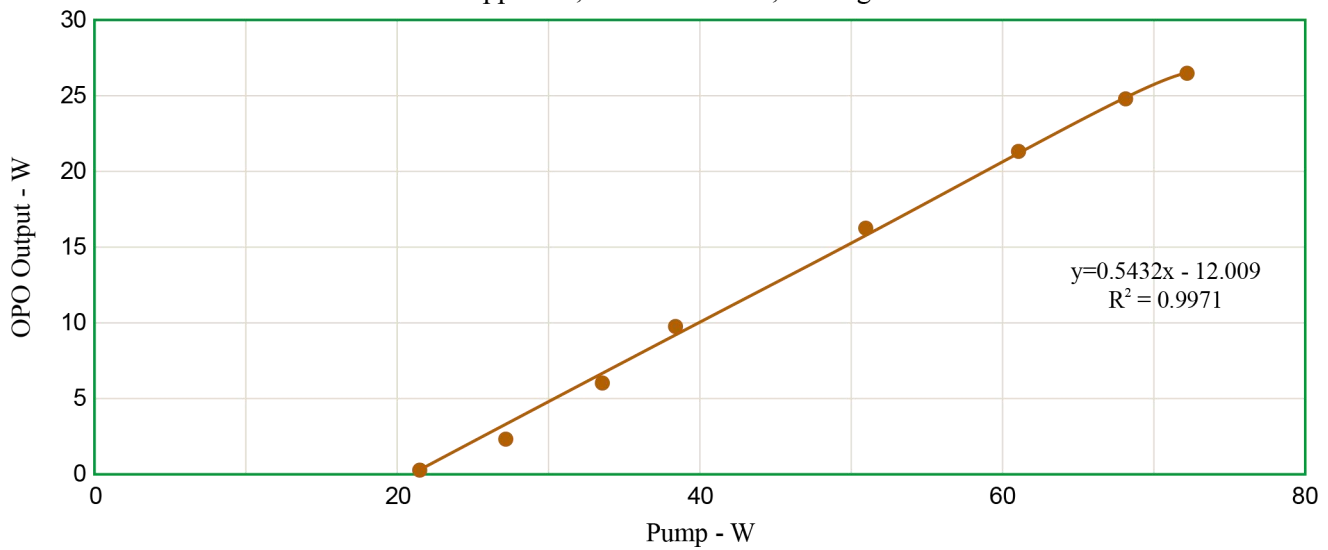


如上图所示, 35mm 长的 KTP 元件提高了 OPO 转换效率, 可以提供长达 50mm 的 KTP OPO 元件, 此外, 还可提供大口径元件。

# 高平均功率 KTP 环形 OPO

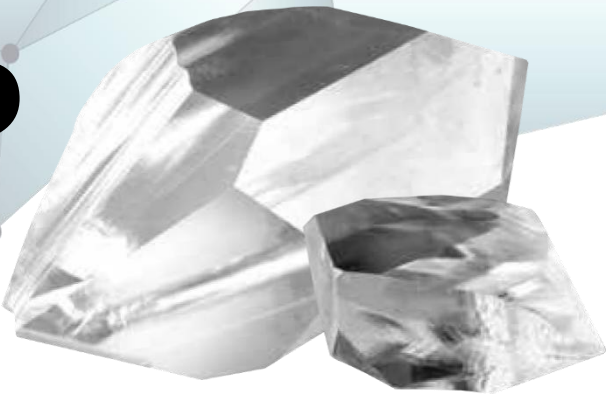
三个 10x10x20mm, DBAR 1.06 & 1.57 KTP 元件

100 pps rate, 2 hrs. Run time, No degradation



# HGTR KTP

## 高抗灰迹效应 KTP 晶体



所谓 Gray Track Effect(灰迹效应)指的是非线性晶体在受到高功率、高重复率激光脉冲或连续波激光照射时，在晶体内部出现灰色的损伤痕迹，灰迹的形成过程是累积性的，会导致倍频转换性能下降。KTP 晶体中的诱导色心在可见光和近红外波段(尤其是 532nm 波段)具有广泛的光吸收，因此会产生灰轨。

HGTR KTP 晶体，由于在其生长控制过程中采用了特有的助熔剂和热处理技术等先进的工艺方法，与普通熔盐法(Flux method)生长的 KTP 晶体相比，具有高达 10 倍的抗灰迹能力。众所周知，普通熔盐法 KTP 晶体，应用于高功率密度激光频率转换时，因其本身的灰迹和光折变效应，输出功率会在很短的时间内快速下降，而 HGTR KTP 晶体则可以长期稳定地应用于高功率激光的频率转换，而且因其良好的温度稳定性和较高的转换效率，具有比 LBO 晶体更优越的性价比。

HGTR KTP 晶体适用于 300nm~5500nm 区间的激光频率转换，可在 1000~1400nm 的 SHG 中实现更高的平均功率密度。由于具有较高的抗光损伤阈值和非线性光学系数，使其成为下一代固体激光器中最具潜力的倍频器件，尤其是在可见光波段的应用中，可以产生高达数瓦的倍频光输出，为激光投影系统所需的高性能价格比，高可靠性，高光学质量要求的激光光源提供了优质的解决方案。

### 产品特点

- ◇ 平均输出功率密度在 532nm 时高达 5kW/cm<sup>2</sup>
- ◇ 非线性系数比 LBO 高 4 倍
- ◇ 在可见光到近红外波长段均保持低吸收率
- ◇ 宽温度带宽
- ◇ 非潮解材料
- ◇ 小去离角和大接收角

### 常见应用

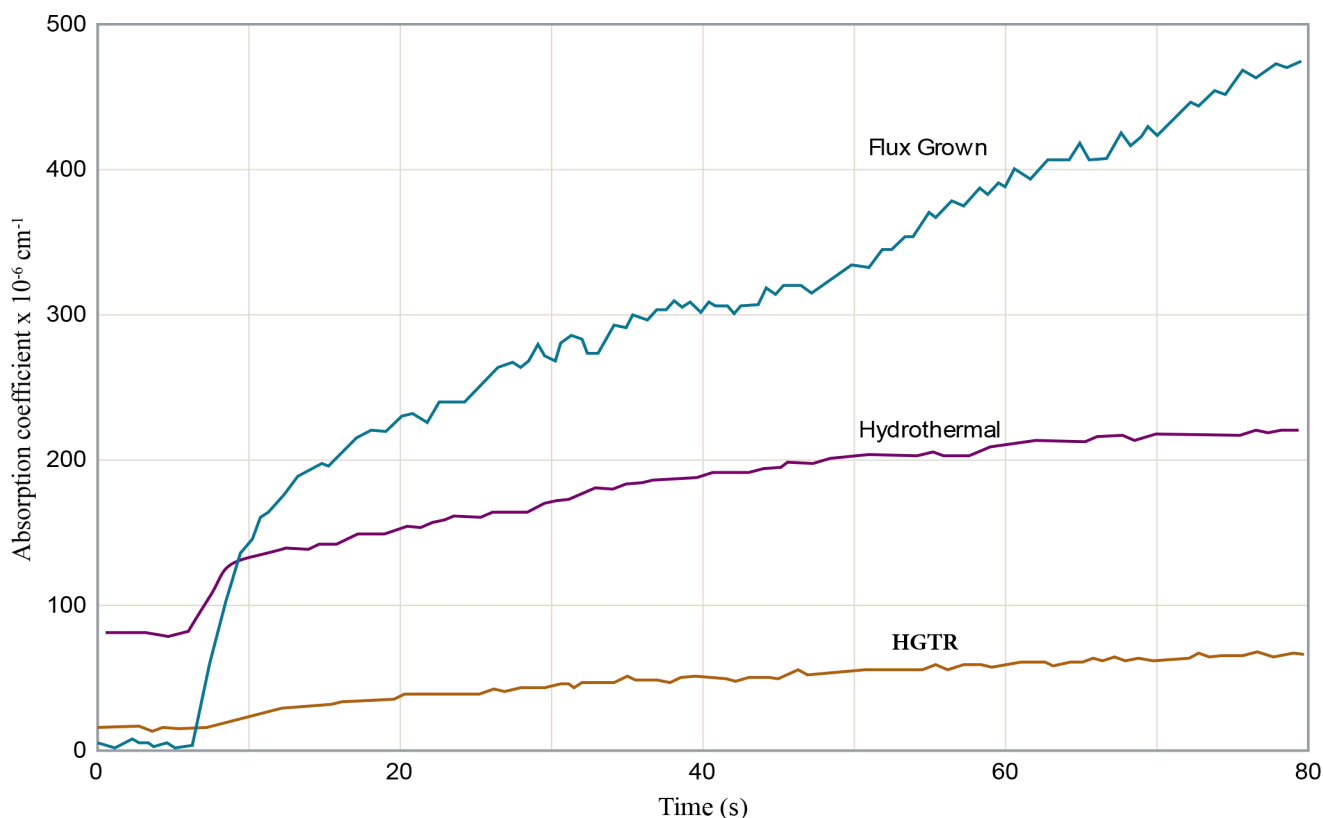
用于医疗、工业、科学和其他应用的中等功率绿激光器

### 典型规格

|          |                                     |
|----------|-------------------------------------|
| 口径       | 高达 8mmx8mm                          |
| 长度       | 高达 12mm                             |
| 平整度      | λ/10                                |
| 平行度      | 10 arc sec                          |
| 垂直度      | 10 arc min                          |
| 划痕       | 10/5                                |
| 镀膜       | 双带 R<0.1%                           |
| 波前失真     | <50ppm/cm@1064nm; <200ppm/cm@532nm  |
| 输出平均功率密度 | 高达 5kW/cm <sup>2</sup> @ 532nm      |
| 损伤阈值     | 600MW/cm <sup>2</sup> @1064nm/ 10ns |

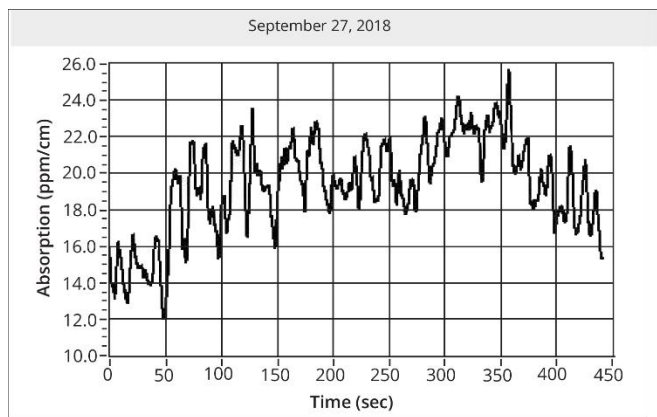
## HGTR KTP 晶体的灰迹效应

下图所表示的是当功率密度为  $10\text{kW}/\text{cm}^2$  的  $532\text{nm}$  绿光射入不同 KTP 晶体前后，各种晶体对  $1064\text{nm}$  红外光吸收增长情况的测试结果

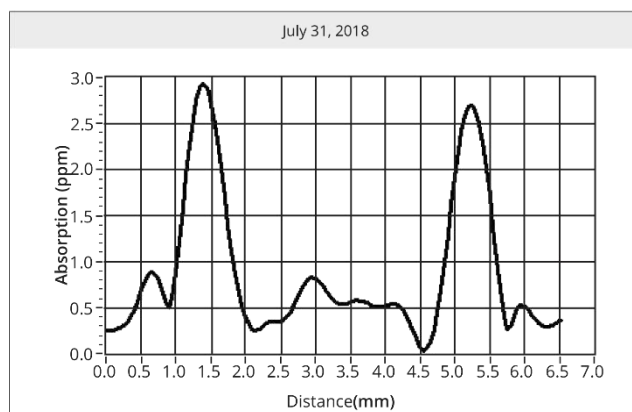


由以上测试曲线所表示的结果，HGTR KTP 晶体本身的红外吸收，及其在绿光照射下所导致的红外吸收增长即所谓的灰迹效应，都大大地低于普通溶盐法和水热法生长的 KTP 晶体。HGTR KTP 元件的初始红外吸收率较低，受绿光的影响也较小，HGTR KTP 将比普通通量生长晶体或热液生长晶体具有更高的灰迹电阻。

## 绿光诱导红外吸收测试图



## 波长 1064nm 的涂层 HGTR KTP 的吸收图



HGTR KTP 晶体块体在  $532\text{nm}$  辐射下的吸收随时间变化的动态。该参数表示晶体的效能和灰度跟踪电阻。这表明晶体的寿命--数值越小，预期寿命越长。

# BBO

## 多功能紫外倍频晶体



BBO 晶体，全称“低温相偏硼酸钡 ( $\beta$ -BaB<sub>2</sub>O<sub>4</sub>)”，是一种新型的多功能紫外倍频晶体，是世界上公认的优秀二阶非线性光学晶体之一，不仅具有优异的非线性光学效应，而且还有突出的电光效应，因而具有极高的应用价值，非常适合用于非线性激光相互作用，可应用于波长 190nm~1780nm 的 SHG、SFD、OPO 和电光调 Q 等，由于 BBO 具有较低的潮解性，我们使用了一种有效的保护镀膜(P-coating)来防止晶体受潮。

BBO 晶体具有较大的相位匹配范围和从紫外到近红外光谱的宽广透明度范围，其倍频转换效率比较高，并具有很高的激光损伤阈值。在广泛的频率转换过程中起到关键作用，在深紫外和超快领域的应用能够变革性地推动下一代超高精度加工的发展，是 Nd:YAG 激光器二倍频、三倍频、四倍频的高效 NLO 晶体，也是 213nm 五倍频的最佳 NLO 晶体。在 213nm (5HG)下，SHG 的转换效率超过 70%，THG 的转换效率超过 60%，4HG 的转换效率超过 50%，输出功率达到 200mw。

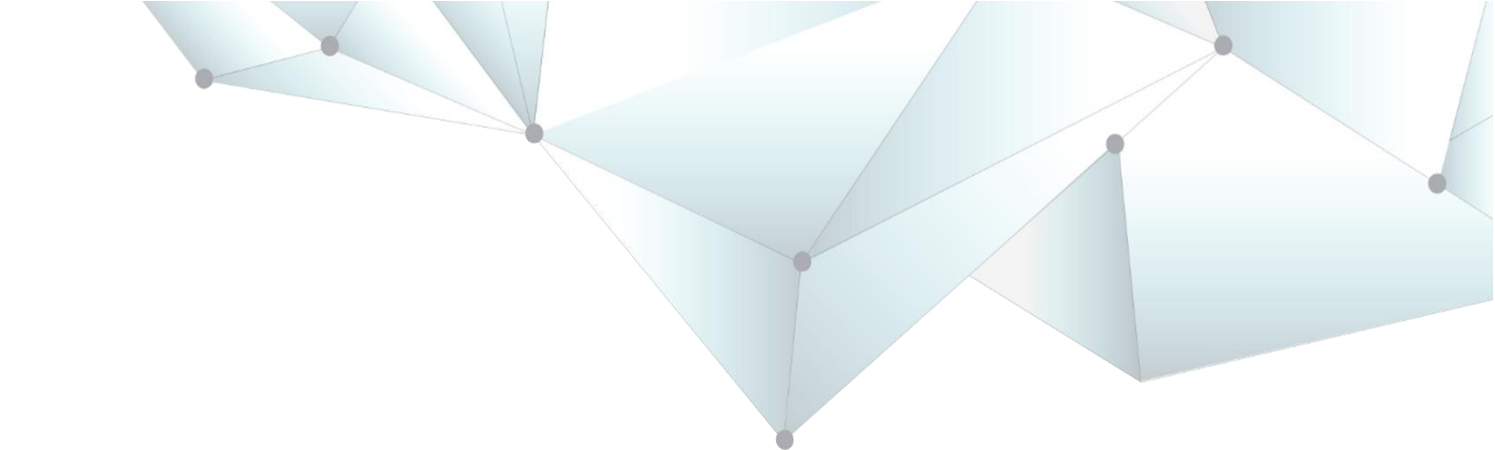
### 产品特点

- ✧ 倍频转换效率高(相当于 KDP 晶体的 6 倍)
- ✧ 可实现相位匹配的波段范围宽
- ✧ 可透过波段范围宽
- ✧ 损坏阈值高
- ✧ 非线性系数高
- ✧ 光学均匀性好
- ✧ 温度接收角宽

### 主要的应用场景

- ✧ Nd : YAG 激光器的二倍、三倍、四倍以及五倍频
- ✧ Ti : Sapphire 和 Alexandrite 激光的二倍、三倍和四倍频
- ✧ 光学参量放大器(OPA)与光学参量振荡器(OPO)
- ✧ 氙离子、红宝石和 Cu 蒸汽激光器的倍频(SHG)
- ✧ 高重复频率，高功率的电光调 Q 激光器中的 BBO 电光 Q 开关
- ✧ 全固态可调激光、超快脉冲激光、深紫外激光等高精尖激光技术研发领域

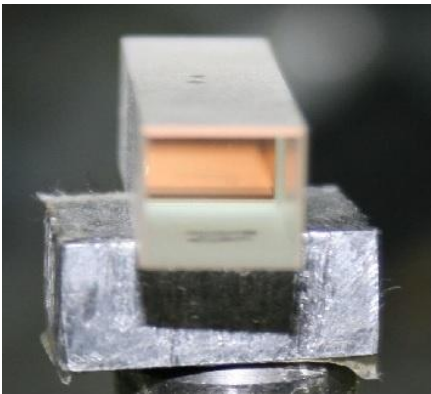




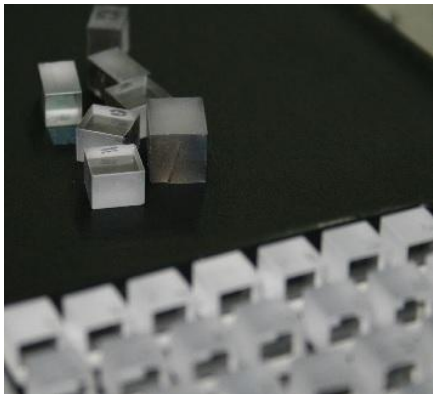
我们提供以下 BBO



电光 Q 开关



OPO



四倍频(FHG)



三倍频(THG)



二倍频(SHG)

典型规格

|        |                                                                        |
|--------|------------------------------------------------------------------------|
| 通光口径   | 高达 15x15 mm <sup>2</sup>                                               |
| 长度     | 高达 30 mm                                                               |
| 平面度    | 高达 $\lambda/10$ @633nm                                                 |
| 垂直度    | 高达 5 arc min.                                                          |
| 平行度    | 高达 5 arc sec.                                                          |
| 划痕     | 10/5                                                                   |
| 镀膜     | AR/AR, DBAR, 双带 R < 0.2 %                                              |
| 波前失真   | < 50ppm cm <sup>-1</sup> @1064nm; < 100ppm cm <sup>-1</sup> @532nm     |
| 波前畸变   | $\lambda/8$ @633nm                                                     |
| 激光损伤阈值 | 1 GW/cm <sup>2</sup> @1064 nm; 500 MW/cm <sup>2</sup> @532 nm, 10 ns脉冲 |

我们可以根据客户要求定制晶体尺寸和镀膜



# PPSLT

## 一种周期极化的非线性晶体

PPSLT 是一种周期极化的非线性扇型晶体，扇型晶体具有高转换效率、可调谐激光器 SHG、可调谐 OPO/OPG、生成瓦级可见光、新波长的可行性试验等特点，扇型晶体可用于 UV、可见光- MIR 范围。扇形 PPSLT 扇出结构的转换效率低于单周期器件，具体取决于光束直径的大小。

### 产品特点

- 高功率水平激发下的高损伤阈值
- 非常适合紧凑型固体激光器
- 非线性系数高
- 非常适合可见光生成应用

### 技术数据

PPSLT 提供各种创新设备和设计：

- ◇ 扇出：
- ◇ 高抗光折射损伤性
- ◇ 非线性系数 ( $>7.5\text{pm/V}$ )
- ◇ 高功率绿光生成： $>10\text{ W}$
- ◇ 高导热性

PPSLT 波导：PPSLT 内部的激光写入波导

- ◇ 效率提高一个数量级
- ◇ 瓦级频率转换
- ◇ 紫外线、可见光 -MIR 范围
- ◇ 圆形输出光束
- ◇ 高功率和高转换效率

### 典型应用

PPSLT DFG (差频生成) \*1: PPSLT 是一种强大的非线性光学材料，适用于从紫外线到中红外的宽波长范围内的频率转换应用。

PPSLT SFG (和频生成)\*2: PPSLT 是一种强大的非线性光学材料，适用于从紫外线到中红外的宽波长范围内的频率转换应用。

注：\*1 差频产生 (DFG) 是产生两个不同频率之间的差频。\*2 和频产生 (SFG) 是一种非线性光学过程，基于频率  $\omega_1$  和  $\omega_2$  的两个输入光子的湮灭，以及频率  $\omega_3$  的一个光子的同时产生。 ( $\omega_3=\omega_1+\omega_2$ )

用于 OPO 的 PPSLT: PPSLT 是一种流行的非线性光学材料，适用于从紫外线到中红外的宽波长范围内的频率转换应用。

我们提供以下类型的 PPSLT OPO：

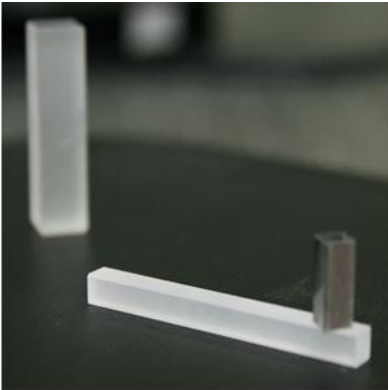
- ◇ 适用于泵浦/信号波长的标准 DBAR 涂层
- ◇ 集成单程和双程
- ◇ 凸/凹共焦单片结构
- ◇ 用于 SHG 的 PPSLT

PPSLT (周期性极化化学计量铌酸锂) 是一种强大的非线性光学材料，适用于需要几瓦输出功率的紧凑型固体激光器。二次谐波产生

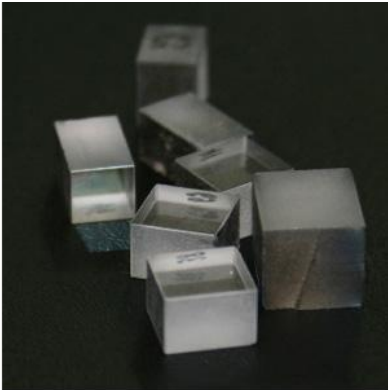
(SHG) 是一种非线性光学过程，其中泵浦波长产生一个新的波长，该波长是入射波长的一半或频率的两倍。使用波长为 1064nm 的 Nd:YAG 时，SHG 将在 532nm 处呈现绿色。



PPSLT SFG（和频生成）

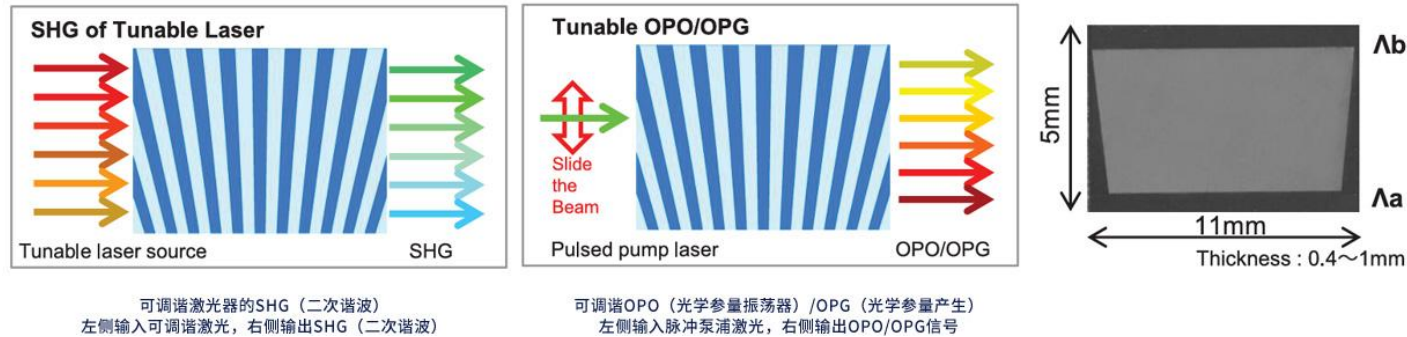


PPSLT OPO



用于 SHG（二次谐波产生）的 PPSLT

应用实例



晶体标准规格

| 型号 | 厚度  | 周期性     |         | 相位匹配条件@约<br>50(SHG 波长) |
|----|-----|---------|---------|------------------------|
|    |     | Λa (um) | Λb (um) |                        |
| A  | 0.5 | 5.9     | 6.5     | 483~497                |
| B  |     | 6.4     | 7.0     | 496~509                |
| C  |     | 6.9     | 7.6     | 508~523                |
| D  |     | 7.5     | 8.2     | 522~536                |
| E  |     | 8.1     | 8.9     | 535~551                |
| F  |     | 8.8     | 9.7     | 550~568                |
| G  |     | 9.6     | 10.6    | 567~585                |
| H  |     | 10.5    | 11.6    | 584~605                |
| I  |     | 11.5    | 12.7    | 604~625                |
| J  | 0.8 | 12.6    | 13.9    | 624~647                |
| K  |     | 13.8    | 15.2    | 646~670                |
| L  |     | 15.1    | 16.7    | 669~697                |
| M  |     | 16.6    | 18.3    | 696~725                |
| N  |     | 18.2    | 20.1    | 724~757                |
| O  |     | 20.0    | 22.1    | 756~794                |
| P  | 1.0 | 22.0    | 24.3    | 793~835                |
| Q  |     | 24.2    | 26.7    | 834~886                |

|   |  |      |      |             |
|---|--|------|------|-------------|
| R |  | 26.6 | 29.4 | 885~954     |
| S |  | 29.3 | 32.4 | 953~1055    |
| T |  | 32.3 | 35.7 | 1054~(1255) |
| U |  | 35.6 | 39.3 |             |

典型规格

|                  |                |
|------------------|----------------|
| 孔径               | 0.5 mm*2mm     |
| 长度               | 最大 40 mm       |
| 透明度范围            | 300nm -5,000nm |
| 注意：以上值取决于设备设计和周期 |                |

# CLBO



## 适合在紫外范围内产生谐波

CLBO 晶体 ( $\text{CsLiB}_6\text{O}_{10}$ ) 是一种非常优秀的, 能产生多种倍频波长的非线性晶体材料, 具有很好的非线性光学特性, 透光范围 175-2750nm, 非线性系数  $d_{\text{eff}}=0.95\text{pm/V}$  是 KDP 晶体的 2.2 倍。非常适合在紫外范围内产生谐波(例如 193nm 和 266nm), 透射截止范围达到 180nm。与普通 BBO 非线性光学材料相比, CLBO 晶体具有更大的光谱和温度带宽、更好的角度公差和更小的离散角。CLBO 是倍频 (SHG) 的不错选择, 倍频激光性能稳定, 光束质量好, 适用于大功率 Nd:YAG 激光系统的四倍频 (FHG)。由于没有通常在 BBO 晶体和 KDP 晶体中观察到的双光子吸收的缺失, CLBO 对于高功率产生没有饱和。主要应用于半导体检测, 显微光刻技术, 生物医学, 紫外雷达等领域。

### 产品特点

- 短波可至 180nm;
- 对 Nd:YAG 激光器的四倍频、五倍频转换效率大;
- 高非线性系数 (约为 KDP 的两倍);
- 接收角度大, 离散角小;
- 可通过相位匹配获得 193nm 的真空紫外光输出;
- 生长周期短, 可生长大尺寸晶体。

### 典型应用

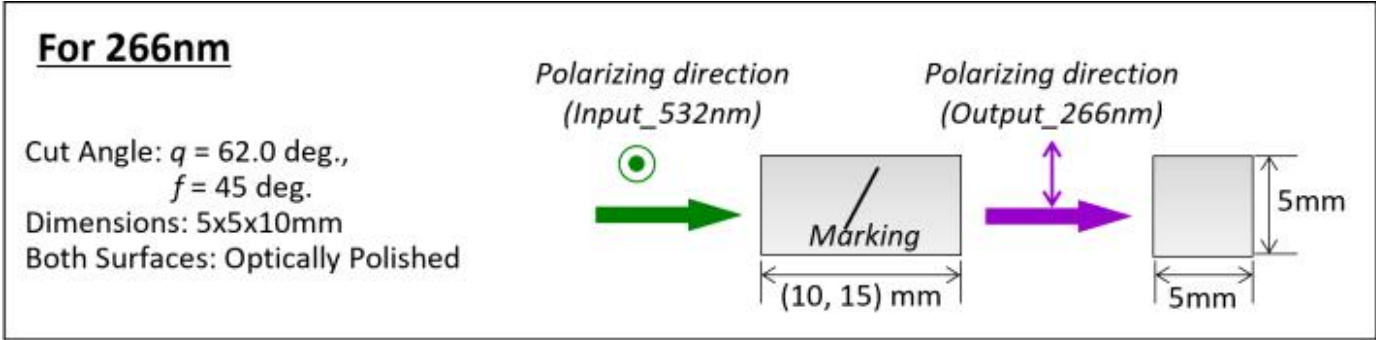
- 倍频产生 266nm 激光
- 微纳加工
- 半导体光刻, 半导体器件检测
- 生物医学
- 深紫外雷达

### 技术参数

|          |                                                               |
|----------|---------------------------------------------------------------|
| 孔径       | 最大 15*15 mm <sup>2</sup>                                      |
| 长度       | 最大 20 mm                                                      |
| 平整度      | $\lambda/8$ @633nm                                            |
| 垂直度      | 最小 <10 arc min                                                |
| 排比       | 20 arc sec                                                    |
| 划痕/挖掘    | 最高 5/1                                                        |
| 波前畸变     | $\lambda/8$ @633nm                                            |
| AR 涂层    | 无涂层                                                           |
| 吸收系数     | 150 ppm/cm @1064nm                                            |
| 激光诱导损伤阈值 | 29 GWcm <sup>2</sup> @1064nm*<br>6.4GWcm <sup>2</sup> @266nm* |

典型指标

切割角度: f=45 度, q=61.7 度; 尺寸: 5x5x10mm, 两个表面: 光学抛光;



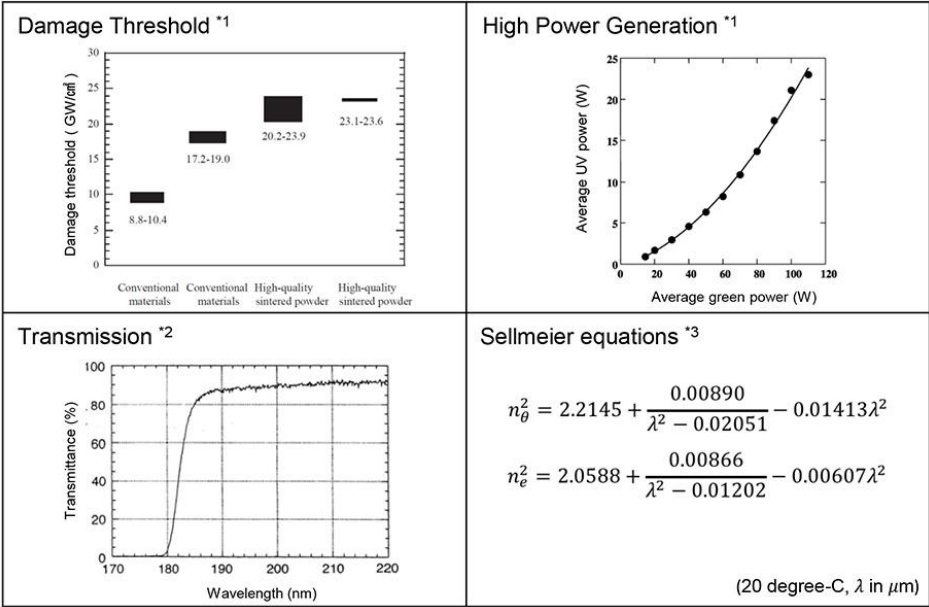
\*Cut angle and dimensions are selectable.

注: 切割角度和尺寸可定制, 日本 oxide 不提供带 AR 镀膜的 CLBO 晶体。

CLBO 晶体性质和 Sellmeier 方程

| 波长(nm)       | 晶体   | 相位匹配角(deg) | 有效非线性系数(pm/V) | 角度公差(mrad – cm) | 离散角(deg) |
|--------------|------|------------|---------------|-----------------|----------|
| 1064+532=355 | CLBO | 48.9       | 0.71          | 0.92            | 2.11     |
|              | BBO  | 34.6       | 2.01          | 0.24            | 4.47     |
| 532+532=266  | CLBO | 62.0       | 0.79          | 0.55            | 1.84     |
|              | BBO  | 47.7       | 1.75          | 0.19            | 4.89     |
| 1064+266=213 | CLBO | 68.3       | 0.95          | 0.48            | 1.66     |
|              | BBO  | 51.1       | 1.95          | 0.13            | 5.51     |

注: PMT = 150°C @CLBO, 27°C @BBO



CLBO 晶体存储和处理

CLBO 具有很高的吸湿性。因此, 强烈建议严格控制操作环境的湿度, 防止 CLBO 晶体与水反应降解。通过将操作温度升高至约 150 摄氏度, 可以有效避免该问题。为了适应 CLBO 晶体的吸湿性, 晶体是在真空包装的。建议 CLBO 晶体包装在使用前在干燥器中保持不开封。一旦打开, 请将 CLBO 晶体存储在单独的烤箱或类似的环境中。



# SppKTP

## 一种专用于高功率应用的非线性晶体

SPPKTP 改善了功率处理能力，降低了光吸收，同时还能保持高质量的极化，适用于各种 QPM 和非周期性极化应用。因此，它特别适用于非线性光学（如量子光学和相关领域）中需要高功率的应用。

### 产品特点

- 功率处理能力： SPPKTP 支持的功率是标准 PPKTP 晶体的 6 倍。
- 低吸收： 与标准 PPKTP 相比，它在 532nm 波长的吸收率低 50%，GRIIRA 效应低 6 倍。
- 性能提高： 与标准 KTP 和 PPKTP 晶体相比，吸收率测量和 GRIIRA（绿色诱导红外吸收）测试结果显示其性能明显更佳。

### SPPKTP 特性

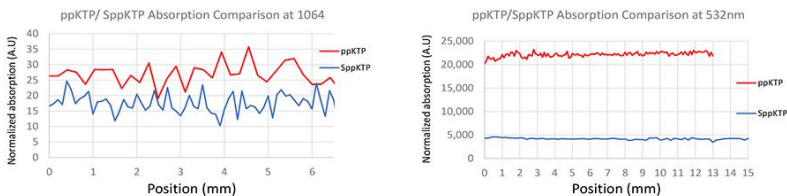
|      | 吸收率 ppm / cm |       |        |
|------|--------------|-------|--------|
| 类型   | 扫描           |       | GRIIRA |
|      | 1064nm       | 532nm |        |
| KTP  | 23           | 22000 | 25     |
| SKTP | 23           | 4200  | 5      |

### 典型规格

|       |                        |
|-------|------------------------|
| 孔径    | 典型 1mm*2mm             |
| 长度    | 最大 30 mm               |
| 平整度   | $\lambda/6$ @633nm     |
| 垂直    | 最小 <10 arc min         |
| 排比    | 20 arc sec             |
| AP 涂层 | 腔外/腔内、AR/AR、AR/HR、DBAR |
| 划痕/挖掘 | 10/5                   |
| 透明度范围 | 350nm - 4000nm         |

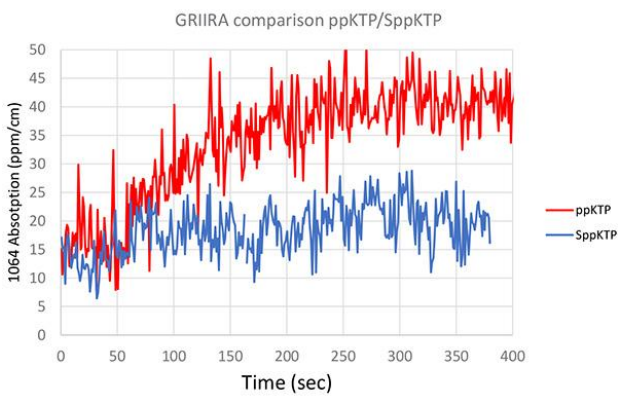
### 吸收测量

扫描晶体的长度（1064nm 和 532nm）。



# GRIIRA 测量

测试测量在 1064nm 波长下的吸收随时间变化的情况，其中诱导 532nm 波长的情况如下：从 15KW/cm2 的 1064nm 波长开始测量 60 秒，然后在 15KW/cm2 的 1064nm 波长上增加 8KW/cm2 的 532nm 波长。



SppKTP 具有出色的功率处理能力和低光吸收特性，为高功率非线性光学领域的前沿研究和工业应用提供了新的可能性。

# MgO: PPLN

## 高效波长转换的周期性极化铌酸锂非线性晶体

周期性极化铌酸锂（PPLN）是许多频率转换应用的首选高性价比产品，主要用于 IR，例如用于量子应用的 SHG、OPO 和 SPDC。PPLN 是一种用于高效波长转换的非线性晶体，透光范围广，覆盖了近、中红外光谱区域，可实现从可见光到中红外波段的倍频 (SHG)、和频 (SFG)、光学参量振荡 (OPO) 等高效频率转换。可通过周期结构的设计实现其透光范围内任意波长的输出，从而满足现代光学对激光波长多样化的需求。PPLN 晶体已广泛应用于激光显示、环境检测、中红外光谱学、全光波长转换、光学传感等领域。通过氧化镁掺杂可大幅度提高晶体的光学损伤阈值及光折变阈值，同时保持高的非线性系数

### 产品特点

铌酸锂在很宽的波长范围内都是透明的，使其适用于各种光学应用。

它允许光线在 350 nm – 5200 nm 之间有效通过

周期性极化铌酸锂（PPLN）是一种高效的非线性光学材料，适用于可见光和中红外波长范围内的频率转换应用

- ✧ 非线性系数高
- ✧ 高转换效率
- ✧ 非常适合紧凑的低功率固态激光系统
- ✧ 非常适合小尺寸、高性价比的激光系统

### 应用领域

- ✧ 激光显示
- ✧ 中红外光谱学
- ✧ 全光波长转换
- ✧ 光学传感
- ✧ 科研和医疗
- ✧ 环境检测

### 典型规格

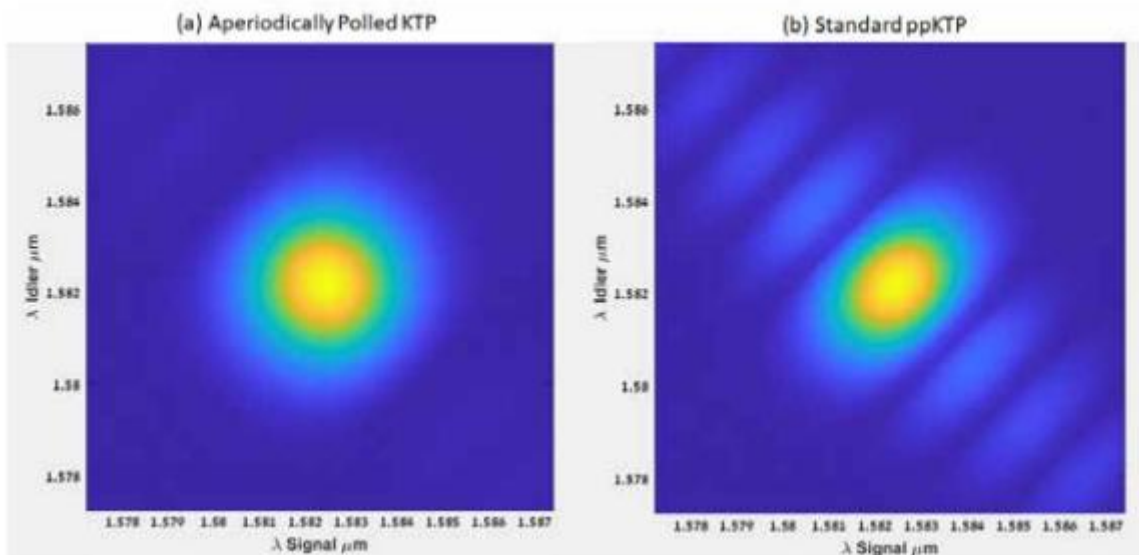
|       |                              |
|-------|------------------------------|
| 孔径    | 最大 1x5 mm2                   |
| 长度    | 最长 40 mm                     |
| 透明度   | 420-5200nm                   |
| 平整度   | 高达 $\lambda/10$ @633nm       |
| 划痕    | 10/5                         |
| 垂直度   | <10 arc min.                 |
| 平行性   | 20 arc sec.                  |
| 波前畸变  | $\lambda/8$ @633 nm          |
| AR 涂层 | AR, DBAR, HR                 |
| 吸收系数  | <0.1/cm@1064nm               |
| 损伤阈值  | 100 MW/ cm2, @1064 nm. 10 ns |

# HP-APKTP

## 高纯度非周期性轮询 KTP

HP-APKTP 晶体是非周期性极化，使我们能够定制 KTP 晶体的极化结构，以形成 SPDC（自发参量下转换）过程的结光谱。

基于该方法，我们提供了高纯度的 APKTP 晶体，与标准 PPKTP 和 PPLN 晶体相比，其光谱纯度更高，发射光子对的鉴别力更强，从而提高了纠缠光子源的性能，并具有较高的 Hong-Ou-Mandel 可见度（HOM 效应可见度）。



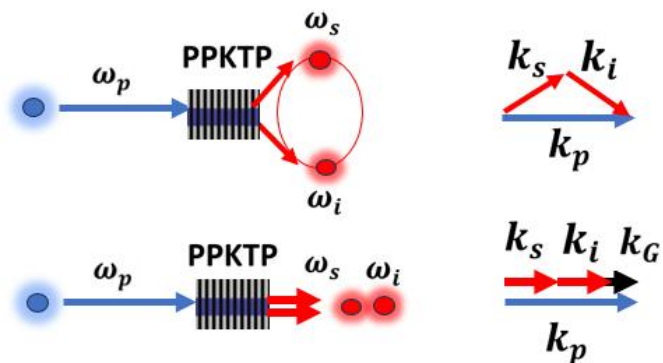
### 产品特点

- ◇ II 型晶体，适合用具有简并 SPDC 输出的钛宝石激光器 (775-795nm) 泵浦
- ◇ 最大化光谱纯度：无需外部窄带滤波器即可在电信波长下实现更高的光谱纯度
- ◇ 改进量子特性：减少系统损耗，提高纠缠态的纯度和精度
- ◇ 可定制的联合光谱：独特的非周期性极化来塑造 SPDC 过程的联合光谱
- ◇ 性能提升：与标准 PPKTP 和 PPLN 晶体相比，从独立来源获得更高的 Hong-Ou-Mandel 可见度
- ◇ 改善空间特性：可以提高耦合到单模光纤中的单光子的保持效率

### 典型应用

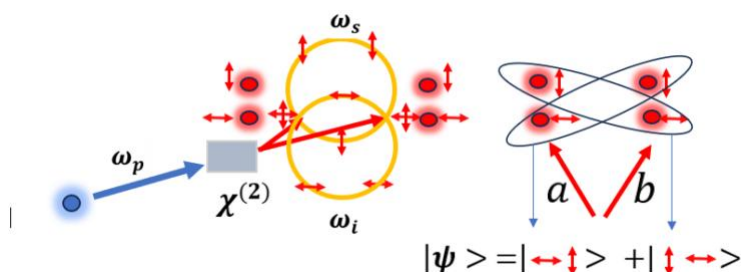
#### 1. 自发参量下转换 (SPDC)

自发参量下转换 (SPDC) 是一种利用非线性光学晶体产生量子相关光子对的过程。当具有较高能量和波矢的单个光子（泵浦光）入射到非线性光学晶体时，晶体内部会发生非线性过程，即泵浦光分裂成两个具有较低能量和波矢的光子（信号光子和闲置光子），并自发发生下转换。在这个过程中，能量和动量都守恒。在周期性（和非周期性）极化非线性晶体（PPKTP 和 APKTP）中，可以通过控制非线性晶体的极化周期来控制产生的光子的特性。SPDC 过程能够产生高纯度的 Herald 单光子、相关光子和纠缠光子。这些光子对于各种应用都很重要，包括量子密码学、压缩光产生、量子计算、量子超分辨率检测和量子成像。



## 2.量子纠缠光子对

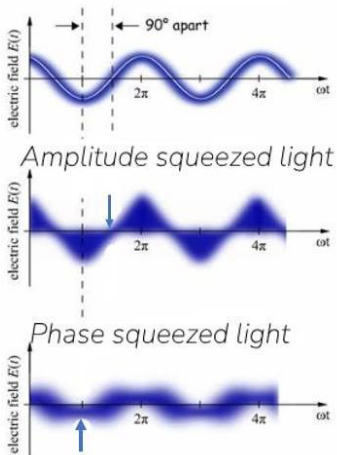
量子纠缠光子对是相关光子对的一个特例，它们以量子态不可分离的方式叠加。它们在空间上是分离的，但在非局部上是相连的。下图显示了如何生成一对纠缠的量子比特。这个量子态是两个状态的量子叠加。通过测量空间模式“a”中光子的水平 H 极化，我们发现第二个光子状态是空间模式“b”中的垂直 V 极化。两个光子并不分离，在双粒子纠缠态中测量一个光子的状态可以立即确定第二个光子的状态。高效的纠缠源可用于许多重要的应用，包括量子密钥解密（QKD）、量子计算和量子计算机。



## 3.挤压光

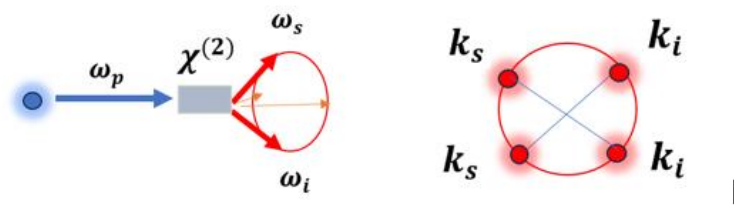
SPDC（自发参量下转换）将泵浦光转换为一对相关光子：信号光和闲置光。这些相关性以多种不同的形式表现出来，其中一种就是压缩光。在压缩光中，电场的一个正交函数的量子不确定性减小（压缩），同时另一个正交函数的不确定性增加（反压缩或拉伸）。

### SQUEEZED LIGHT



## 4.量子关联光子（光子对）

量子关联光子（光子对）是量子光源的核心组成部分，在各种量子应用中发挥着重要作用。根据物理守恒定律，SPDC 过程中产生的光子在动量、能量和到达时间等许多物理方面自然相关。光子同时到达的时间可以通过巧合检测来测量。SPDC 过程中产生的光子对在动量和频率上具有相关性，不同频率的光子对可以用于量子传感，而无需直接探测低频光子。



## 典型规格

|          |                                                       |
|----------|-------------------------------------------------------|
| 透明度范围    | 350nm - 4000nm                                        |
| 孔径       | 典型 1mm*2mm                                            |
| 吸收系数     | <20@1064nm                                            |
| 长度       | 最大 30 mm                                              |
| 平整度      | λ/6 @633nm                                            |
| 垂直       | 最小 <10 arc min                                        |
| 激光诱导损伤阈值 | 1,500 MW/ cm <sup>2</sup> (带涂层) @1064 nm, 用于 10 ns 脉冲 |
| 排比       | 20 arc sec                                            |
| AR 涂层    | 腔外/腔内、AR/AR、AR/HR、DBAR                                |
| 划痕/挖掘    | 10/5                                                  |



## 武汉新特光电技术有限公司

新特光电是一家领先的激光光电子产品制造商和供应商，致力于为工业用户及科研提供先进的激光光电子器件、检测和分析工具及解决方案，一站式提供性能优良的激光器、激光配件和激光工具仪器，以合理的售价供应国内外市场。

地址：武汉市东湖新技术开发区流芳园南路 18 号新特光电工业园

电话：18162698939 (同微信)，027-51858939

邮箱：sales@SintecLaser.com

**[www.SintecLaser.com](http://www.SintecLaser.com)**

