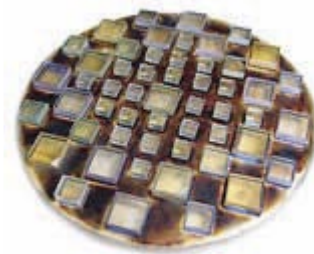




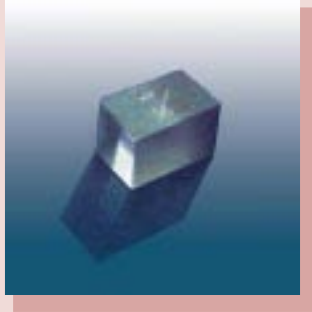
結晶データブック



株式会社 エム スクエア <http://www.mxmco.com> info@mxmco.com
〒101-0051 東京都千代田区神田神保町1-34-2F TEL(03)3294-0560 FAX(03)3294-0563
〒815-0041 福岡市南区野間1-10-18 TEL(092)554-6800 FAX(092)554-6802



Potassium Titanyl Phosphate – KTP



KTP (KTiOPO₄) は、優れた非線形特性と電気光学、音響光学特性にも優れた非線形光学結晶です。高い非線形係数と広い透過域、角度域に加え

広い使用温度範囲によって、KTPは様々な非線形光学、ウェーブガイドアプリケーションにおいて、非常に有用な結晶となっています。

特徴

- 効果的周波数変換機能と非常に大きな非線形光学係数
- 広い入射角度と小さなwalk-off角度
- 広い使用温度範囲とスペクトルバンド幅
- BBOやLBOと比較して安価
- 結晶サイズが10x10x15 mmや5x5x20 mmまで対応可能
- シングル、デュアルAR、BBARコーティング

物理特性

Crystal structure	Orthorhombic
Point group	Mm
Lattice constants [Å]	A = 12.814, B = 6.404, C = 10.616
Density [g/cm ³]	3.0
Melting point [°C]	1150
Transition temperature [°C]	936
Mohs hardness	5
Thermal expansion Coefficients [°C]	A ₁ = 11×10 ⁻⁶ , a ₂ = 9×10 ⁻⁶ , A ₃ = 0.6×10 ⁻⁶
Thermal conductivity [W/cm °C]	K ₁ = 2.0×10 ⁻² , K ₂ = 3.0×10 ⁻² , K ₃ = 3.3×10 ⁻²
Not hygroscopic	

光学特性

Transparency	350÷4400 nm	
Refractive indices	at 1064 nm	at 532 nm
	n _x = 1.7400	n _x = 1.7787
	n _y = 1.7469	n _y = 1.7924
	n _z = 1.8304	n _z = 1.8873
Thermooptic coefficients in 0.4 ÷ 1.0 μm range		
	dn _x /dT = 1.1 "10 ⁻⁵ (K) ⁻¹	
	dn _y /dT = 1.3 "10 ⁻⁵ (K) ⁻¹	
	dn _z /dT = 1.6 "10 ⁻⁵ (K) ⁻¹	
Wavelength dispersion of refractive indices		
	n _x ² = 2.1146 + 0.89188/(1-0.20861/λ) ² - 0.01320λ ²	
	n _y ² = 2.1518 + 0.87862/(1-0.21801/λ) ² - 0.01327λ ²	
	n _z ² = 2.3136 + 1.00012/(1-0.23831/λ) ² - 0.01679λ ²	

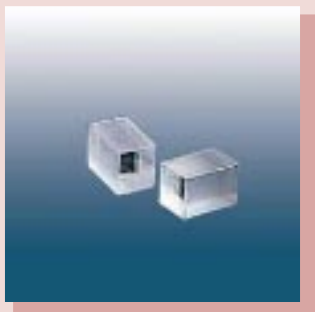
非線形特性

Phase matching range for:	
Type 2 SHG in x-z plane	0.99÷1.08 μm
Type 2 SHG in x-z plane	1.1÷3.4 μm
Walk-off for SHG @ 1.06 μm	1 mrad
Angular acceptances	Δθ = 75 mrad
For SHG @ 1064 nm:	Δφ = 18 mrad
Thermal acceptance	25 K×cm
Up to 80% extracavity SHG efficiency	
Effective nonlinearity	

x-y plane	d _{oeo} = d _{oeo} = d ₁₅ sin ² φ + d ₂₄ cos ² φ	
x-z plane	d _{ooo} = d _{ooo} = d ₂₄ sinθ	
	d ₃₁ = ± 1.95 pm/V	d ₃₂ = ± 3.9 pm/V
	d ₃₃ = ± 15.3 pm/V	d ₂₄ = d ₃₂
	d ₁₅ = d ₃₁	
Damage threshold >500 MW/cm ²		
for pulses λ = 1064 nm, τ = 10 ns, 10 Hz, TEM ₀₀		



Beta Barium Borate – BBO



BBOは面白い特徴を持った非線形光学結晶です。

- ・ 広透過帯域
- ・ 広いフェイズマッチング域
- ・ 大きな非線形係数
- ・ 高い損傷閾値
- ・ 広い温度許容範囲
- ・ 高い光学均一性

BBOは優れた特性を持ち、様々なアプリケーションで有用です。

- ・ Nd:YAG、Nd:YLFの周波数変換結晶(5th. まで対応可能)
- ・ 超短パルスTi:Sapphire、色素レーザーの2倍波3倍波波長変換
- ・ Type 1(ooe)とType 2(eoe)フェイズマッチングによる(OPO)発振
- ・ アルゴン、銅蒸気レーザーの2倍波波長変換
- ・ ポッケルスセル用EO結晶
- ・ 有効径： 22x22 mmまで
- ・ 長さ： 22 mmまで
- ・ 結晶厚さ： 5 μ mまで
- ・ AR、BBAR、Pコーティング
- ・ 様々なマウンティング、再研磨サービス

物理、光学特性

Chemical formula	BaB ₂ O ₄	
Optical symmetry	Negative Uniaxial (n _o > n _e)	
Density	3.85 g/cm ³	
Mohs hardness	5	
Transparency region at "0" transmittance level	189–3500 nm	
Linear absorption coefficient at 1064 nm	<0.1% cm ⁻¹	
Refractive indices	n _o	n _e
at 1064 nm	1.6551	1.5426
at 532 nm	1.6750	1.5555
at 355 nm	1.7055	1.5775
at 266	1.7571	1.6139
Phase matching range Type 1 SHG	410–3300 nm	
Phase matching range Type 2 SHG	530–3300 nm	
Walk-off angle	55.9 mrad (Type 1 SHG 1064 nm)	
Nonlinearity coefficients	d ₂₂ = ± (2.22 ± 0.09) pm/V d ₃₁ = ± (0.16 ± 0.08) pm/V	
Effective nonlinearity expressions	d _{ooe} = d ₃₁ sin θ - d ₂₂ cos θ sin3 ϕ d _{oeo} = d _{oeo} = d ₂₂ cos2 θ cos3 ϕ	
Damage threshold for TEM ₀₀ 1064 nm	> 5 GW/cm ² at 10 ns > 50 GW/cm ² at 1 ps	



Lithium Triborate – LBO



LBOは、色々な特性をあわせ持つユニークな非線形結晶です。

- 広い透過域
- 広帯域のType 1とType 2、比較的容易なフェイズマッチング(NCPM)域
- walk-off angleが小さい
- 損傷閾値が高い
- 広い許容角度
- 光学的均一性が高い
- Ndドープ、Ti:Sapphire、色素レーザーなど高ピークパワーレーザーの2倍波、3倍波変換
- Type 1とType 2位相整合のOPO (optical parametric oscillators)
- CW、擬似CWレーザーのNCPM (non-critical phase-matching)
- 結晶長さは50mm、有効径は30x30mmまで対応可能
- 結晶厚さは10μmまで対応可能
- AR、BBAR、Pコーティング対応
- 様々なマウンティング、再研磨に対応

LBOは、様々な非線形光学アプリケーションに適しています。

物理、光学特性

Chemical formula	LiB ₃ O ₅		
Optical symmetry	Negatyve biaxial		
Density	2.47 g/cm ³		
Mohs hardness	6		
Transparency region at "0" transmittance level	155 – 3200 nm		
Linear absorption coefficient at 1064 nm	<0.01% cm ⁻¹		
Refractive indices:	n _x	n _y	n _z
at 1064 nm	1.5656	1.5905	1.6055
at 532 nm	1.5785	1.6065	1.6212
at 355 nm	1.5971	1.6275	1.6430
Phase matching range Type 1 SHG	554 – 2600 nm		
Phase matching range Type 2 SHG	790 – 2150 nm		
Walk-off angle	4 mrad (Type 1 SHG 1064 nm)		
	248 mrad× cm (Type 1 NCPM SHG 1064 nm)		
Nonlinearity coefficients:	d ₃₁ = (1.09±0.09) pm/V		
	d ₃₂ = (1.17±0.14) pm/V		
Effective nonlinearity:			
XY plane	d _{ooe} = d ₃₂ cosφ		
YZ plane	d _{oeo} = d _{eo0} = d ₃₁ cosθ		
Damage threshold for TEM ₀₀ 1064 nm	> 10 GW/cm ² at 10 ns		



Infrared Nonlinear Crystals



AgGaSe₂、AgGaS₂、GaSe特性

光学特性				
		AgGaSe ₂	AgGaS ₂	GaSe
Optical transmission, μm		0.73 - 18	0.53 - 12	0.65 - 18
Indices of refraction at				
1.06 μm	n_o	2.7005	2.4508	2.9082
	n_e	2.6759	2.3966	2.5676
5.3 μm	n_o	2.6140	2.3954	2.8340
	n_e	2.5823	2.3421	2.4599
10.6 μm	n_o	2.5915	2.3466	2.8158
	n_e	2.5585	2.2924	2.4392
Absorption Coefficient, cm^{-1} at				
1.06 μm		<0.02	<0.09	0.25
2.5 μm		<0.01	0.01	0.05
5.0 μm		<0.01	0.01	0.05
7.5 μm		-	0.02	0.05
10.0 μm		-	<0.6	0.05
11.0 μm		-	0.6	0.05
非線形光学特性				
		AgGaSe ₂	AgGaS ₂	GaSe
Laser damage threshold, MW/cm^2		25	10	28
at pulse duration, ns		50	20	150
at wavelength, μm		43	31	63

AgGaSe₂、AgGaS₂、GaSeなどの非線形結晶は中～遠赤外領域のアプリケーションで大きな注目を集めている材料です。

大きな非線形性、広いスペクトル範囲、許容角度、広い透過域に加えて温度安定や振動に対する許容性の高さなど、多くの利点を持つ結晶です。

AgGaSe₂

波長透過域が0.73から18 μm と非常に広く、中でも0.9～16 μm の透過域と広い位相整合性は現在使用可能な様々なレーザー光源で励起できるOPOアプリケーションの可能性を持っています。

Ho:YLFレーザーの2.05 μm で励起すると2.5-12 μm の可変域が得られ、1.4-1.55 μm で励起すると1.9-5.5 μm のNCPM駆動が可能です。パルスCO₂のSHG変換効果も確認されています。

AgGaS₂

波長透過域: 0.53～12 μm

この3つの結晶の中では非線形光学係数は最も低いものの、550 nmの透過波長はNd:YAG励起のOPO_sで使用されています。

Ti:Sapphire、Nd:YAG、IR色素レーザー、半導体レーザーによる差周波混合により、3-12 μm 域をカバー、ダイレクトな赤外対策システムやCO₂レーザーのSHG発生が可能です。

GaSe

透過帯域: 0.65～18 μm

CO₂レーザーのSHG、パルスCO、CO₂レーザー、DF化学レーザー($\lambda = 2.36\mu\text{m}$)、CO、CO₂レーザーの可視域へのアップコンバージョン

ネオジウムや赤外色素、F線レーザーの差周波混合による赤外パルス光の発生

3.5-18 μm 域のOPG発生
100-1600 μm 域のテラヘルツ発生
など、様々な使用されています。

結晶の構造上、特定の位相整合に合わせて結晶をカットすることは出来ません((001)面軸上)。



Photorefractive Crystals SBN, Fe:LiNbO₃, BSO, etc.



SBN (Strontium-Barium Niobate) は非常に優れたフォトリラクティブ材料です。

SBNは通常Ce、Cr、Co、Feなどをドーピングした様々な構造結晶として、電気光学、音響光学素子フォトリラクティブ非線形光学などに利用されています。Stepanov Methodの新しい製造方法により、製造過程での筋、不純物、不均一さなどがない非常に優れた単結晶の入手が可能になりました。

また正確なクロスセクションを持った状態で80mmまでのサイズ対応が可能です。SBN結晶は独自の結晶製造方法によって、サイズの大きさと高い品質によって様々なアプリケーションの要求に対応します。

鉄ドーピングの Lithium Niobate 結晶(Fe:LiNbO) は電気光学 (EO) 係数、高いフォトリラクティブ感度、回折効率などの特徴を持っています。BaTiO₃結晶と比べて取り扱いや保管の簡単さに優れ、価格も安価で大きなサイズの供給が可能です。そのため、大量生産や製品デバイスへの応用に適しています。

Fe:LiNbO₃ はドーパント、サイズなど様々なご要望に応じた供給が可能です。

Crystal	SBN:61:Ce	SBN:75:Ce	SBN:61:Ce:La
r_{33} , pm/V*	255	700	1000
Photorefractive sensitivity	$S = 39 \text{ cm}^2 \text{ J}^{-1}$		
Optical response times	$\tau = 140 \text{ ms for } I = 1 \text{ W cm}^{-2}$		

*the values were measured at 633 nm wavelength.

Crystal	Fe:LiNbO ₃	SBN:60	SBN:75
Crystal structure	Trigonal, 3 m	4 mm	4 mm
Lattice (cell) parameters, Å	–	$a = 12.46, c = 3.946$	$a = 12.43024, c = 3.91341$
Transmission range, μm	0.35–5.5	0.35–6.0	0.35–6.0
Refractive index at 0.63 μm	2.20 (n_e), 2.29 (n_o)	$n_e = 2.33, n_o = 2.36$ @0.51 μm	$n_e = 2.35, n_o = 2.37$ @0.51 μm
Electro-optic coefficient r_{41} , pm/V	$r_{22}=6.8, r_{31}=10, r_{33}=32$	$r_{13}=47, r_{33}=235$	$r_{13}=67, r_{33}=1340$
Density, g/cm ³	4.64	5.4	5.4
Mohs hardness	5	5.5	5.5
Melting point, C	1255 (Tc=1140)	1500 ± 10°C	1500 ± 10°C
Dielectric constant	85 (ϵ_{11}), 30 (ϵ_{33})	880	3400
Absorption coefficient at 0.44 μm	–	0.3 cm ⁻¹	–
Thermal conductivity at 25°C	–	–	0.006 W / cm*K
at 1370-1470°C	–	–	0.008 W / cm*K
Thermo-optic coefficient dn_e/dT	–	3x10 ⁻⁴ K ⁻¹	–
Curie temperature	–	75°C	56°C
Half wave voltage	–	240 V	48 V



Yb:KGW、Yb:KYW結晶



Yb-Doped Potassium Gadolinium Tungstate (Yb:KGd (WO₄)₂) と Yb-doped Potassium Itrium Tungstate (Yb:KY(WO₄)₂) 単結晶は半導体レーザーとDPSSレーザー用の新しい結晶です。

特徴

- 981nmでの高い吸収係数
- 高い活性吸収クロスセクション
- 低いレーザー閾値
- 非常に低い量子欠陥 $\lambda_{\text{pump}} / \lambda_{\text{se}}$
- 広帯域偏光出力@1023-1060nm
- DPSS時の高いslope efficiency (~ 60%)
- 高い Yb ドーパント濃度

アプリケーション

- Yb:KGW、Yb:KYW 薄結晶 (100–150 μm) は短パルス(<100 fs)、ハイパワー(>22 W)レーザー媒質として使用されます。981 nmで励起した場合、出力波長は 1023–1060 nmです。
- Yb:KGW、Yb:KYWは、超短パルスレーザーのアンプとしても使用可能です。
- Yb:KGW、Yb:KYWはハイパワー薄ディスクレーザー用に最適な結晶です。

Yb:KGWとYb:KYW仕様

Name	Yb:KGW	Yb:KYW
Yb ³⁺ concentration	0.5–5%	0.5–100%
Crystal structure	monoclinic	monoclinic
Point group	C2/c	C2/c
Lattice parameters	a = 8.095Å, b = 10.43Å c = 7.588Å, β = 94.43°	a = 8.05Å, b = 10.35Å c = 7.54Å, β = 94°
Thermal expansion	$\alpha_a = 4 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$, $\alpha_b = 3.6 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$ $\alpha_c = 8.5 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$	–
Thermal conductivity	$K_a = 2.6 \text{ W/mK}$, $K_b = 3.8 \text{ W/mK}$, $K_c = 3.4 \text{ W/mK}$	–
Density	7.27 g/cm ³	6.61 g/cm ³
Mohs hardness	4–5	4–5
Melting temperature	1075 °C	–
Transmission range	0.35–5.5 μm	0.35–5.5 μm
Refractive indices (λ = 1.06 μm)	$n_g = 2.033$, $n_p = 2.37$, $n_m = 1.986$	–
dn/dt	$0.4 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$	$0.4 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$
Laser wavelength	1023–1060 nm	1025–1058 nm
Fluorescence lifetime	0.3 ms	0.3 ms
Stimulated emission cross section (E a)	$2.6 \times 10^{-20} \text{ cm}^2$	$3 \times 10^{-20} \text{ cm}^2$
Absorption peak and bandwidth	$\alpha_a = 26 \text{ cm}^{-1}$, λ = 981 nm, $\Delta\lambda = 3.7 \text{ nm}$	$\alpha_a = 40 \text{ cm}^{-1}$, λ = 981 nm, $\Delta\lambda = 3/5 \text{ nm}$
Absorption cross section	$1.2 \times 10^{-19} \text{ cm}^2$	$1.33 \times 10^{-19} \text{ cm}^2$
Lasing threshold	35 mW	70 mW



Nd:YAG、Yb:YAG レーザー結晶



Nd:YAG

Neodimium Doped Yttrium Aluminum Garnet (Nd:Y₃A₅O₁₂) は固体レーザー活性媒体として最も広く使われている結晶です。レーザーのパラメータは最適で、Nd:YAGは周波数変換CW、高エネルギーQスイッチ、第4高調波まで、全てのタイプの固体レーザーで使用されています。他の結晶に比べると、蛍光寿命はNd:YVO₄の約2倍、高い熱伝導率が特徴です。

Yb:YAG

Ytterbium Doped Yttrium Aluminum Granet (Yb:Y₃A₅O₁₂) もよく使用されるレーザー活性媒体結晶で、Ndドープ結晶に比べると、よりLD励起に適しています。Nd:YAGに比べて、0.94μm付近に非常に大きな吸収波長のピークがあり、半導体レーザーの温度コントロールが簡単に行えます。熱影響が減らせるため、励起パワーに対する熱負荷は1/3~1/4程度に抑えられ、長寿命化が可能になります。Yb:YAG結晶は高い励起エネルギーと様々なアプリケーションに可能性があり、Nd:YAG結晶に代る製品として期待されています。

Yd:YAGとYb:YAGの特性比較

	Nd:YAG	Yb:YAG
Dopant concentration:	0.5~1.4 atm%	0.2%~25% at % (Tolerance 10% of concentration)
Orientation:	[111] within 5°	[100] or [111] within 5°
Extinction Ratio:	≥28 dB	≥28 dB
Rod Sizes:	Diameter: 3~10 mm Length: 1~160 mm *	Diameter: 3~6 mm Length: 1~60 mm *
Laser Wavelengths:	946, 1064, 1122, 1320 nm	1030 nm
Emission Linewidth		9 nm
Absorption peak	808.5 nm	940 nm
Pump Absorption Band Width	~2 nm	8 nm
Lattice Parameters	12.01 Å	12.01 Å
Index of Refraction:	1.82	1.8197@1064 nm
Chemical Formula:	Nd:Y ₃ A ₅ O ₁₂	Yb:Y ₃ A ₅ O ₁₂
Crystal Structure:	Cubic	Cubic
Melting Point:	1970 deg C	1970 deg C
Moh Hardness:	8.5	8.5
Density:	4.56 g/cm ³	4.56±0.04 g/cm ³
Thermal Expansion Coefficient:	[111] Direction: 7.8×10 ⁻⁶ /deg C	[100] Direction: 8.2×10 ⁻⁶ /deg C [110] Direction: 7.7×10 ⁻⁶ /deg C [111] Direction: 7.8×10 ⁻⁶ /deg C
Thermal Conductivity:	14 W/mK (@20 deg C) and 10.5 W/mK (@100 deg C)	14 W/mK (@20 deg C) 10.5 W/mK (@100 deg C)
Thermal Optical Coefficient (dn/dT)	7.3×10 ⁻⁶ /K	7.3×10 ⁻⁶ /K

* 誘電体多層膜コーティング、マイクロチップレーザー用の小さなサイズも対応可能です。



Titanium Doped Sapphire



Ti³⁺:Al₂O₃ - チタンドープサファイヤ結晶は物理的、光学的特性に優れ、広いレーザー発振域を持つ光学結晶です。660-1050nmの広い発振域に加えて、超長期安定性と長寿命特性で色素に置き換わる結晶

となりました。

医療システム、Lidar、分光、Kerrタイプモードロックによるフェムト秒レーザーなど、色素が使用されてきた様々なアプリケーションで使用されています。

Ti:Sapphireの吸収波長は490nmが中心で、様々なレーザー励起減として適しています。アルゴアルゴン、Nd:YAG、YLFの2倍波、銅蒸気などがこの波長帯にあたります。

Ti:Sapphireの蛍光寿命は3.2 msで、ハイパワーレーザーシステムの短パルスフラッシュランプに伴う効果的に励起されます。

Czochralski 式Ti:Sapphire 結晶は高い光学品質、様々なドーパントレベルでの提供が可能です。

標準仕様

Orientation	Optical axis C normal to rod axis
Ti ₂ O ₃ concentration	0.03-0.25 wt %
Figure Of Merit	> 150 (> 300 available on special requests)
Size	up to 20 mm dia and up to 130 mm length
End configurations	Flat/Flat or Brewster/Brewster ends
Flatness	λ/10 @ 633 nm
Parallelism	10 arcsec
Surface finishing	10/5 scratch/dig
Wavefront distortion	λ/4 inch

Ti ₂ O ₃	a @ 490 nm	a @ 514 nm	a @ 532 nm
wt %	cm ⁻¹	cm ⁻¹	cm ⁻¹
0.03	0.7*	0.6	0.5
0.05	1.1	0.9	0.8
0.07	1.5	1.3	1.2
0.1	2.2	1.9	1.7
0.12	2.6	2.2	2.0
0.15	3.3	2.8	2.5
0.2	4.3	3.7	3.4
0.25	5.4	4.6	4.1

* Presented values are given with ±0.05 cm⁻¹ accuracy.

材料特性とレーザー特性

Chemical formula	Ti ³⁺ :Al ₂ O ₃
Crystal structure	Hexagonal
Lattice constants	a = 4.748, c = 12.957
Density	3.98 g/cm ³
Mohs hardness	9
Thermal conductivity	0.11 cal/(°C×sec×cm)
Specific heat	0.10 cal/g

Melting point	2050 °C
Laser action	4-Level Vibronic
Fluorescence lifetime	3.2 μsec (T = 300K)
Tuning range	660-1050 nm
Absorption range	400-600 nm
Emission peak	795 nm
Absorption peak	488 nm
Refractive index	1.76 @ 800 nm



Passive Q-switches



以上という高いコントラストのQスイッチングが可能です。

Cr⁴⁺:YAG

～1μmの高出力レーザーパッシブQスイッチ用結晶としては最適です。
標準的な有効径は3～12mmで様々な初期透過率(あるいは光学濃度)で提供可能です。
超短パルス of 全固体レーザー用にCr⁴⁺:YAG ロッドの供給も可能です。

V³⁺:YAG

これも比較的新しいパッシブQスイッチ材料で動作波長域は1～1.45μmです。

固体レーザー過飽和吸収体として下記の代表的な結晶をご紹介します。

Co²⁺:MgAl₂O₄, Cr⁴⁺:YAG, V³⁺:YAG

Co²⁺:MgAl₂O₄

パッシブQスイッチ用結晶としては比較的新しい材料で、1.2～1.6μm、特にアイセーフレーザーのEr:glass 1.54μm、1.44、1.34μmでよく使用されます。

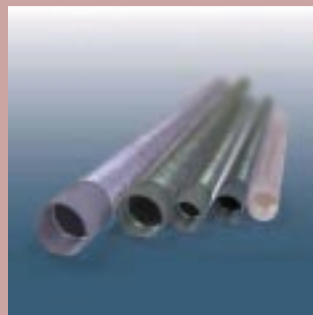
高い吸収クロスセクション(3.5x10⁻¹⁹cm²)によりイントラキャビティ内にレーザー光を集光するEr:glassのQスイッチ発振が可能です。
励起状態吸収が小さいため、飽和吸収が10倍

最適な光学的、機械的、熱特性を持った結晶によって、非常にコンパクトで信頼性の高いQスイッチレーザー光源を手に入れることが可能になりました。

Fe:ZnSe, Cr:ZnSe, Co:ZnSも提供可能です。
お気軽にお問い合わせ下さい。

仕様

	Co ²⁺ :MgAl ₂ O ₄	Cr ⁴⁺ :YAG	V ³⁺ :YAG
Working wavelength range, μm	1.2–1.6	0.8–1.2	1–1.45
Absorption cross-section, cm ²	3.5x10 ⁻¹⁹ (at 1.54 μm)	5x10 ⁻¹⁸ (at 1.06 μm)	7.3x10 ⁻¹⁸ (at 1.34 μm)
Initial transmittance, %	30–99	20–99	40–99
Aperture, mm	3–12	3–12	3–10
Thickness, mm	1–5	1–5	1–10



非線形結晶

KTP、KTA、KDP、DKDP
BBO、LBO、LiIO³
LiNbO³、MgO:LiNbO³
KNbO³

MIR用非線形結晶

AgGaS²、AgGaSe²、GaSe、CdGa²S⁴、ZnGeP²
CdSe、TeO²、PbMoO⁴

フォトリフラクティブ結晶

SBN、ドーパントLiNbO³、BSO、BGO

レーザー結晶

Yb: KYW、Yb: KGW、Nd: KYW、Nd: KGW、Er: KGW
Nd: YAG、Yb: YAG、Er: YAG
Nd: YVO⁴、Er: Glass
Ti: Sapphire

パッシブQスイッチ

Cr⁴⁺: YAG、V: YAG、Co²⁺: MgAl²O⁴