



DESCRIPTION

Nichtlineares Kristall-CLBO zur Frequenzumwandlung von sichtbarer und naher IR-Laserstrahlung in den UV-Bereich

Der Cäsium-Lithium-Borat-Kristall CsLiB₆O₁₀(CLBO) ist ein neuartiger nichtlinearer optischer Boratkristall mit hervorragenden NLO-Eigenschaften im UV-Bereich. Aufgrund seiner guten NLO-Eigenschaften, wie einem ausreichend großen nichtlinearen Koeffizienten, einer kurzen Absorptionskante, großen Werten für Winkel-, Spektral- und Temperaturbandbreiten, eignet sich der CLBO-Kristall gut für die Erzeugung von Harmonischen zweiter und höherer Ordnung und ist ein ausgezeichnetes Material zur Erzeugung von UV- und UV-Strahlen Tief-UV-Festkörperlaser. Seine UV-Absorptionskante erreicht 180 nm. Der effektive nichtlineare optische Koeffizient von CLBO zur Frequenzverdopplung bei 1064 nm ist etwa doppelt so groß wie der von KDP. Aus der stöchiometrischen Schmelze können CLBO-Kristalle mit niedrigerer Viskosität gezüchtet werden.

Festkörper-Ultraviolett laser sind in den Bereichen mechanische Fehlererkennung, Lithographie, Mikrobearbeitung und Medizin weit verbreitet, um die Vorteile von kleinem Volumen, langer Lebensdauer, hoher Effizienz, guter Strahlqualität, breiter Abstimmung und schmaler Spektrallinie usw. zu nutzen. Die Verwendung einer kohärenten Hochleistungs-Nahinfrarot-Lichtquelle als Grundfrequenzquelle auf der Basis einer nichtlinearen Abstimmtechnologie und die Erzeugung von ultravioletter kohärenter Strahlung durch mehrstufige Frequenzumwandlung wird als wichtiger Weg zur Entwicklung der ultravioletten kohärenten Lichtquelle angesehen. Das Hauptproblem der kohärenten ultravioletten Lichtquelle konzentriert sich hauptsächlich auf die Entwicklung eines nichtlinearen optischen Frequenzumwandlungskristalls im ultravioletten Band. Der nichtlineare optische Kristall ist eine der Bedingungen für die Frequenztransformation, daher werden Wachstum, Größe, Schadensresistenz, Umwandlungseffizienz und zulässiger Parameterbereich des nichtlinearen optischen Kristalls immer mehr benötigt.



PARAMETER

CHEMISCHE UND PHYSIKALISCHE EIGENSCHAFTEN

Chemische Formel	$\text{CsLiB}_6\text{O}_{10}$
Kristallstruktur	Tetragonaler, negativer einachsiger Kristall, 42 m
Gitterparameter	$a = 10,494 \text{ \AA}$, $c = 8,939 \text{ \AA}$, $Z = 4$
Massendichte	2.461 g/cm^3
Härte (Mohs)	5.5
Schmelzpunkt	1118 K
Molekulare Masse	364.706
Wärmeleitfähigkeit	1.25 W/m K

LINEARE OPTISCHE EIGENSCHAFTEN

Eigenschaft	Wert
Transparenzbereich	180-2750 nm
Absorptionskoeffizient	0.0013 cm^{-1}
Brechungsindizes	
1.064 μm	$n_e = 1.4340$, $n_o = 1.4838$
0.532 μm	$n_e = 1.4445$, $n_o = 1.4971$
	$n_{o2} = 2.2104 + 0.01018 / (\lambda^2 - 0.01424) - 0.01258 \lambda^2$
Sellmeier-Gleichungen (λ in μm)	$n_e^2 = 2.0588 + 0.00838 / (\lambda^2 - 0.01363) - 0.00607 \lambda^2$

ZWEI-PHOTONEN-ABSORPTIONSKOEFFIZIENT

λ [μm]	0.2
τ_p [ns]	0.00014
$\beta \times 10^{11}$ [cm/W]	120 ± 20



NICHTLINEARE OPTISCHE EIGENSCHAFTEN

Eigenschaft	Wert					
NLO-Koeffizienten	$d_{\text{eff}}(\text{I})=d_{36}\sin\theta_m\sin(2\phi)$					
	$d_{\text{eff}}(\text{II})=d_{36}\sin(2\theta_m)\cos(2\phi)$					
Thermooptische Koeffizienten	$dn_o/dT=-1.9\cdot 10^{-6}/^\circ\text{C}$					
	$dn_e/dT=-0.5\cdot 10^{-6}/^\circ\text{C}$					
Schadensschwelle	26 GW/cm ²					
Wellenlänge (nm)	Phasenanpassungswinkel (°)	D_{eff} (pm/V)	Winkeltoleranz (mrad · cm)	Gehwinkel (°)	Spektrale Akzeptanz tanz(nm · cm)	Temperaturakzeptanz tanz(°C · cm)
532+532=266	61.7	0.84	0.49	1.83	0.13	8.3
1064+266=213	68.4	0.87	0.42	1.69	0.16	4.6

EXPERIMENTELLE WERTE VON BRECHUNGSINDIZES

$\lambda[\mu\text{m}]$	n_o	n_e
0.42	1.5058	1.4517
0.45	1.503	1.4493
0.48	1.5006	1.4474
0.5	1.4991	1.4462
0.532	1.4971	1.4445
0.56	1.4957	1.4434
0.59	1.4943	1.4422
0.61	1.4935	1.4414
0.6328	1.4928	1.4409
0.67	1.4915	1.4398
0.7	1.4907	1.4392
0.72	1.4902	1.4387
1.064	1.4838	1.434



ABSOLUTWERTE NICHTLINEARER KOEFFIZIENTEN ZWEITER ORDNUNG

$$d_{36}(0.532 \mu\text{m}) = 0.92 \text{ pm/V}$$

$$d_{14}(0.852 \mu\text{m}) = 0.69 \text{ pm/V}$$

$$d_{36}(0.852 \mu\text{m}) = 0.83 \text{ pm/V}$$

$$d_{36}(1.064 \mu\text{m}) = 0.74 \text{ pm/V}$$

EXPERIMENTELLE WERTE FÜR PHASENANPASSUNGSTEMPERATUR, INNENWINKEL UND TEMPERATURBANDBREITEN

Wechselwirkende Wellenlängen [μm]	θ_{pm} [deg]	T [$^{\circ}\text{C}$]	$\Delta\theta^{\text{int}}$ [deg]	ΔT [$^{\circ}\text{C}$]
SHG, o + o \Rightarrow e				
0.946 \Rightarrow 0.473	90	-15		5
0.5235 \Rightarrow 0.26175	65.8	\sim 160		
0.5321 \Rightarrow 0.26605	62	\sim 140		
	61.4	20	0.23	6.2
1.0642 \Rightarrow 0.5321	29.5	20	0.043	52.7
1.3382 \Rightarrow 0.6691	27.7	20		68.7
SFG, o + o \Rightarrow e				
1.0642 + 0.26605 \Rightarrow 0.21284	67.3	20		3.6
1.547 + 0.221 \Rightarrow 0.19338	61.7	150		
1.9079 + 0.2128 \Rightarrow 0.1914	55	20		1.2
1.0642 + 0.35473 \Rightarrow 0.26605	50.6	20		6.1
1.0642 + 0.5321 \Rightarrow 0.35473	39.1	20		18
SHG, e + o \Rightarrow e				
1.0642 \Rightarrow 0.5321	42.4	20		49.4
SFG, e + o \Rightarrow e				
1.9079 + 0.2128 \Rightarrow 0.1914	57.4	20		1.1
1.0642 + 0.5321 \Rightarrow 0.35473	48.9	20		17



LASERINDUZIERTE SCHWELLE FÜR MASSENSCHÄDEN

λ [μm]	τ_p [ns]	I_{thr} [GW/cm^2]	Hinweis
0.2	0.00014	>250	1 kHz
0.266	8	17-19	lösungsrührendes Wachstum
	0.75	6.4	
	0.75	44084	Versetzungsdichte $1,5 \times 10^4 \text{ cm}^{-3}$
	0.75	15-20	Versetzungsdichte $(0,7 \text{ bis } 1) \times 10^4 \text{ cm}^{-3}$
	0.75	25	lösungsrührendes TSSG-Wachstum
0.511	20	>0.5	12 kHz
0.527	0.0015	>47	1/6 Hz
0.532	70	>0.043	1 kHz
	7	>0.13	10 Hz
	0.014	130-520	Zug von 80 Impulsen
0.5395	7	>0.67	10 Hz
0.576	8	>0.1	10 Hz
0.8	CW	>0.0000038	
	0.0014	>600	1 kHz
1.053	0.0015	>100	
1.064	CW	0.000088	
	13	>0.35	10 Hz
	7	>0.37	10 Hz
	1.1	16–19	entlang [100] Richtung
	1.1	29	entlang [001] Richtung

LASERINDUZIERTE SCHWELLE FÜR OBERFLÄCHENSCHÄDEN

λ [μm]	τ_p [ns]	I_{thr} [GW/cm^2]	Hinweis
0.266	8	1.4–1.6	herkömmliche Kristalle
		2	lösungsrührendes Wachstum
		1.3–1.5	konventionelle Kristalle, mechanisches Polieren
		2.3	konventionelle Kristalle, Ionenstrahlätzen
		1.9	hochwertige Kristalle, mechanisches Polieren
		2.9	Hochwertige Kristalle, Ionenstrahlätzen



ANDERE PARAMETER

Temperaturableitung von Brechungsindizes

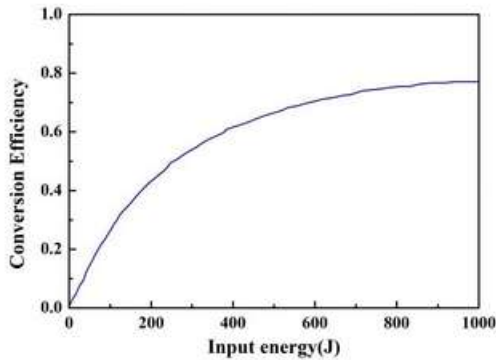
$$dn_o/dT = -12.8 - 0.328/\lambda$$

$$dn_e/dT = -8.36 + 0.047/\lambda - 0.039/\lambda^2 + 0.014/\lambda^3$$

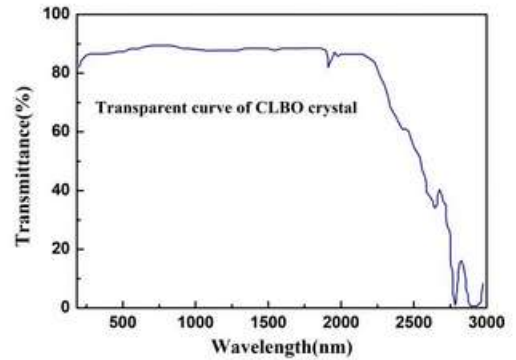
Effektiver nichtlinearer Koeffizient in zweiter Ordnung $d_{oee} = -d_{36} \sin(\theta + \rho) \sin 2\phi$

$$d_{eoe} = d_{oee} = 2d_{36} \sin(\theta + \rho) \cos(\theta + \rho) \cos 2\phi$$

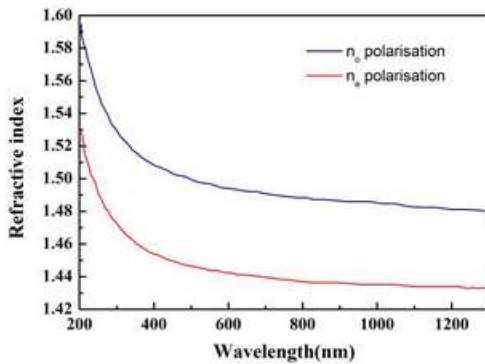
SPEKTREN



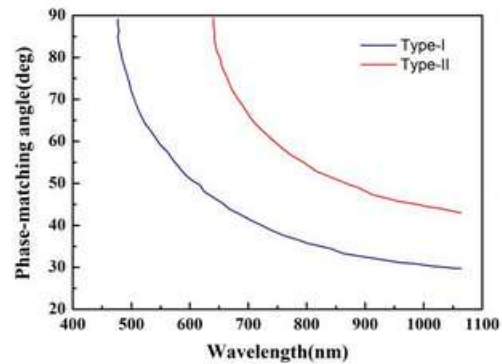
Berechnungsergebnis der Umwandlungseffizienz der zweiten Harmonischen als Funktion der eingegebenen Grundimpulsenergie



CLBO-Transmissionsspektrum



Brechungsindexdispersion



Phasen Anpassungswinkel für die Typen I und II als Funktion der Wellenlänge der Grundwelle

FEATURES

- Seine UV-Absorption erreicht 180 nm
- Hoher effektiver nichtlinearer optischer Koeffizient
- Große Werte von Winkel-, Spektral- und Temperaturbandbreiten
- Hohe Laserschadensschwelle
- Kleiner diskreter Winkel
- Effizienz der Hochfrequenzumwandlung
- Leicht zu wachsen große Einzelkristall
- Niedriger Absorptionskoeffizient

ANWENDUNG

- Festkörper-Ultraviolettlaser
- Halbleiterlithographie
- Leiterplattenbohren
- Optischer parametrischer Oszillator

