

## رشد بلورهای معدنی با کاربردهای سوسوزنی

ابراهیم حاجی علی

استادیار، گروه فیزیک اتمی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه جامع امام حسین (ع)، تهران - ایران

### چکیده:

رشد بلورهای معدنی به روش‌های مختلفی صورت می‌گیرد. یکی از متداول‌ترین روش‌ها عبارت است از روش رشد از مذاب. در روش رشد از مذاب می‌توان به دو روش مرسوم اشاره کرد؛ رشد بلور به روش بریجمن عمودی، و رشد بلور به روش چکرالسکی. بلورهای معدنی کاربردهای وسیعی در مباحث هسته‌ای و لیزر - اپتیک دارند. از این بلورها می‌توان بعنوان ماده فعال لیزری، پنجره‌های اپتیکی در ناحیه طول موجی مشخص، فیلترهای اپتیکی، و بخصوص سوسوزنی مورد استفاده قرار داد. پارامترهای مهم و تاثیر گذار در سوسوزنی عبارت است از: چگالی بلور، طول موج گسیلی، ضریب شکست بلور، زمان واهلش، بهره نوری. در جدول زیر برخی از بلورهای معدنی با خاصیت سوسوزنی ذکر شده است. بلورهای سوسوزنی اشاره شده در جدول را می‌توان به هر دو روش بریجمن و چکرالسکی رشد داد. طراحی سیستم رشد این بلورها، بر اساس دمای ذوب هر ماده، اندازه و نوع بلور سوسوزن انجام می‌شود. گستره دمایی ذوب و رشد آن‌ها از ۶۵۰ درجه سانتی‌گراد تا ۲۰۵۰ می‌باشد. سوسوزن‌های معدنی معروف و پر کاربرد عبارتند از هالیدهای قلیایی از قبیل NaI(Tl) و CsI(Tl) و CsI(Na) و LiI(Eu). تاکنون اکثر بلورهای جدول زیر با کیفیت مناسب رشد داده شده‌اند و در صنعت به کار گرفته می‌شوند.

Table 8.3 Properties of Common Inorganic Scintillators

	Specific Gravity	Wavelength of Max. Emission	Refractive Index	Decay Time ( $\mu$ s)	Abs. Light Yield in Photons/MeV	Relative Pulse Height Using Bialk. PM tube	References
<b>Alkali Halides</b>							
NaI(Tl)	3.67	415	1.85	0.23	38 000	1.00	
CsI(Tl)	4.51	540	1.80	0.68 (64%), 3.34 (36%)	65 000	0.49	78, 90, 91
CsI(Na)	4.51	420	1.84	0.46, 4.18	39 000	1.10	92
Li(Eu)	4.08	470	1.96	1.4	11 000	0.23	
<b>Other Slow Inorganics</b>							
BGO	7.13	480	2.15	0.30	8200	0.13	
CdWO <sub>4</sub>	7.90	470	2.3	1.1 (40%), 14.5 (60%)	15 000	0.4	98-100
ZnS(Ag) (polycrystalline)	4.09	450	2.36	0.2		1.3 <sup>c</sup>	
CaF <sub>2</sub> (Eu)	3.19	435	1.47	0.9	24 000	0.5	
<b>Unactivated Fast Inorganics</b>							
BaF <sub>2</sub> (fast component)	4.89	220		0.0006	1400	na	107-109
BaF <sub>2</sub> (slow component)	4.89	310	1.56	0.63	9500	0.2	107-109
CsI (fast component)	4.51	305		0.002 (35%), 0.02 (65%)	2000	0.05	113-115
CsI (slow component)	4.51	450	1.80	multiple, up to several $\mu$ s	varies	varies	114, 115
CeF <sub>3</sub>	6.16	310, 340	1.68	0.005, 0.027	4400	0.04 to 0.05	76, 116, 117
<b>Cerium-Activated Fast Inorganics</b>							
GSO	6.71	440	1.85	0.056 (90%), 0.4 (10%)	9000	0.2	119-121
YAP	5.37	370	1.95	0.027	18 000	0.45	78, 125
YAG	4.56	550	1.82	0.088 (72%), 0.302 (28%)	17 000	0.5	78, 127
LSO	7.4	420	1.82	0.047	25 000	0.75	130, 131
LuAP	8.4	365	1.94	0.017	17 000	0.3	134, 136, 138
<b>Glass Scintillators</b>							
Ce activated Li glass <sup>b</sup>	2.64	400	1.59	0.05 to 0.1	3500	0.09	77, 145
Tb activated glass <sup>b</sup>	3.03	550	1.5	~3000 to 5000	~50 000	na	145
<b>For comparison, a typical organic (plastic) scintillator:</b>							
NE102A	1.03	423	1.58	0.002	10 000	0.25	