

TABLICA

Nr	$C_0(\Phi)$	$f_1^{(1)}$ [Hz]	$F_2^{(1)}$ [Hz]	Y_{mo} [C]	K_c^2	Q	Δf [%]	Ps [μ W/mm ²]
1	$9.1 \cdot 10^{-9}$	$6.872 \cdot 10^6$	$8.811 \cdot 10^6$	14,1	0,45	80	50	15
2.	$9.1 \cdot 10^{-9}$	$6.861 \cdot 10^6$	$8.821 \cdot 10^6$	13,8	0,44	80	48	12
3.	$12 \cdot 10^{-9}$	$6.625 \cdot 10^6$	$8.254 \cdot 10^6$	14,5	0.40	72	39	7
4.	$19 \cdot 10^{-9}$	$6.998 \cdot 10^6$	$8.442 \cdot 10^6$	12,3	0,36	40	30	4
5.	$50 \cdot 10^{-9}$	$8.114 \cdot 10^6$	$8.862 \cdot 10^6$	12,1	0,19	25	24	0,8

LITERATURA

- [11] **Avidenko K., Bogdanov S., Kidyarov B., Siemienow W., Sheloput D.**, - wyd. AN ZSRR, 41, 700, 1977
- [21] **Avidenko K., Kidyarov B., Sheloput**, „Hodowla kryształów” – 42, 228, 1977
- [3] **Warner A. V., Pinnow D.A., Bergmann J.B., Crane G.R.**, - J. Ac. Soc. Am. 47, 791, 1970
- [4] „Jodan litu” - pod redakcją **S.A. Bogdanowa** - Nowosybirsk, 1980
- [5] **Wy Wan Tchanch**, „Dysertacja”- Sofia, 1980
- [6] **Teodosijew N., Kirkowa E, Lutow L.A.**, - „Pierwsza krajowa konferencja optyki i spektroskopii laserowej”. Pana-giuriszczę IX, 1982
- [71] **Sibijama K.**, „Przetworniki ultradźwiękowe” — wyd. Swiat. Moskwa, 1972
- [18] **Dieulesaint E., Royer D.**, „Fala sprężysta w ciałach stałych”, Masson i in., rozdz. 7, Paryż, 1974.



*Sławomir Kaczmarek, Zygmunt Mierczyk,
Jerzy Czeszko*

INSTYTUT ELEKTRONIKI KWANTOWEJ-WOJSKOWEJ
AKADEMII TECHNICZNEJ-WARSZAWA

Badania optymalizacyjne elementów konstrukcyjnych lasera impulsowego YAG: Nd z pasywną modulacją dobroci rezonatora

1. WSTĘP

Zastosowania laserów impulsowych YAG: Nd narzucają określone wymagania odnośnie jakości elementów konstrukcyjnych wchodzących w skład głowicy laserowej. W Instytucie Elektroniki Kwantowej WAT prowadzone są prace optymalizacyjne dla m.in. materiału aktywnego, odbłyśnika oraz pokryć cienkowarstwowych na zwierciadła laserowe. Wyniki dotychczas przeprowadzonych badań w tym zakresie przedstawiono poniżej.

2. MATERIAŁ AKTYWNY - BADANIE WŁASNOŚCI OPTYCZNYCH

a) Badania interferometryczne i elastoskopowe

Pręty YAG: Nd o średnicach 4 i 3 mm poddano badaniom na interferometrze Macha—Zehndera oraz na elastoskopie.

Wyniki tych badań, jak również wyniki badań własności generacyjnych tych prętów w układzie lasera z pasywną modulacją dobroci rezonatora przedstawia tabela 1.

Z tabeli 1 wynika, że w zakresie oceny jakości optycznej badanych prętów YAG: Nd, badania interferometryczne i elastoskopowe są zgodne. Widać również konieczność przeprowadzania badań własności generacyjnych prętów, dających najbardziej jednoznaczną ocenę przydatności prętów laserowych YAG: Nd do konkretnych zastosowań.

Tab. 1. Zestawienie wyników badań optycznych i laserowych prętów YAG:Nd³⁺ ϕ 4 mm, l = 55 mm
 / FNA: Ni²⁺ [4DMAB] T₀ = 052, R₂ = 0.57, μ = 045, τ _l = 7 ns /.

Lp	NR PRĘTA	WYNIKI BADAŃ OPTYCZNYCH			WYNIKI BADAŃ LASEROWYCH					UWAGI
		INTERFEROMETRY M - Z	ILUŚĆ PRAKTYCZNYCH (T-G)	ELASTOSKOP	E _p [J]	g [cm ⁻¹]	E _{gen} [mJ]	τ [ns]	ROZKŁAD INTENSYWNOŚCI W PRZEKROJU	
1	31/1		2		14,70		18,0	60		
2	31/2		2		16,22	0,06	15,0	16		
3	31/3		2		15,61		14,8	26		
4	32/1		1		16,22	0,06	15,8	9		
5	52/2		0,5		15,61	0,05	14,6	10		
6	32/3		1		15,61	0,05	19,0	12		
7	33/1		2		13,54		13,5	50		
8	33/4		1		13,62	0,01	11,5	8		
9	67/2		1		16,54	0,06	14,7	10		
10	67/3		0		15,91	0,05	15,0	9		
11	68/3		1,5		15,00	0,04	13,0	10		
12	68/4		0		16,22	0,06	17,4	7		
13	72/1		1		15,00	0,04	15,0	9		
14	72/2		2		14,70	0,03	14,5	9		
15	72/3		1		14,70	0,03	14,0	8		
16	72/4		1		15,00	0,04	13,8	10		
17	73/1		2		14,11		11,5	11		Pręt nie generuje wolnym podkryjem
18	73/2		2		14,41		16,1	16		
19	73/3		2		15,00		13,5	18		
20	74/1		2		15,61	0,05	14,7	8		
21	74/2		2		15,61	0,05	13,5	8		
22	87/1		0		14,41	0,02	17,0	11		
23	87/3		1,5		14,70	0,03	17,9	9		
24	91/2		2		13,54	0,01	13,7	9		

b) Pomiar współczynnika strat materiału aktywnego ρ

Spośród wielu znanych metod, do pomiaru współczynnika strat, ρ , materiału aktywnego [1, 2, 3], wybrano metodę dynamicznego pomiaru parametrów wyjściowych lasera w generacji swobodnej [4]. Pomiar parametru ρ wykorzystano do ustalenia zasad doboru pasywnych modulatorów dobroci rezonatora do badanych prętów, w celu uzyskania określonych parametrów generacyjnych lasera impulsowego YAG: Nd. Wyniki pomiarów współczynnika strat materiału aktywnego i przeprowadzonego doboru pasywnych modulatorów dobroci przedstawia tabela 2.

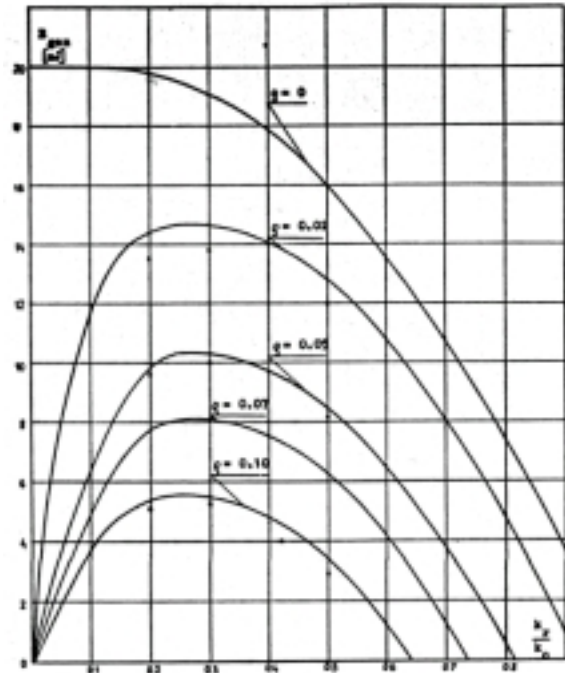
TABELA 2

Wyniki badań monoimpulsowego lasera YAG: Nd³⁺ z pasywną modulacją dobroci (pręt YAG:Nd³⁺ ϕ 3x50 mm, $\rho = 0,05\text{cm}^{-1}$).

L P	Parametry modulatora					Parametry lasera	
	R2	To	To2 R	ko	Kr/ko	Teoria	Ekspery ment
						E _{wy} [mJ]	E _{wy} [mJ]
1	0,41	0,609	0,152	0,188	0,47	4,4	4,2
2	0,39	0,634	0,158	0,185	0,51	4,2	3,8
3	0,41	0,59	0,150	0,190	0,46	4,4	4,1

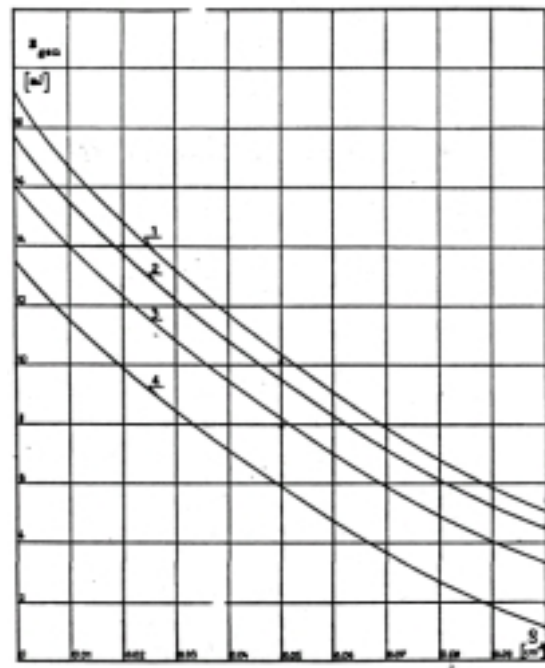
Na rysunkach 1,3 pokazano wpływ zmiany parametrów T^2R , ρ oraz k_r/k_o na własności generacyjne prętów YAG: Nd oszacowany teoretycznie. Naniesiono również wyniki pomiarów eksperymentalnych.

Z tabeli 2 i rysunków 1—3 wynika, że badane pręty, produkcji ITME, charakteryzują się wartościami współczynnika strat ρ w zakresie 0,01 - 0.1. Z tak szerokiego przedziału zmienności tego współczynnika wynika konieczność przeprowadzania indywidualnego doboru pasywnych modulatorów dobroci do pręta o określonej wartości ρ . Z przedstawionych obliczeń teoretycznych i pomiarów eksperymentalnych widać, że do pręta o określonej wartości ρ , powinien być dobrany modulator o parametrach T, R lub T^2R optymalnych ze względu na stosunek $[k_r/k_o]_{\text{opt}}$. Obszar zmienności ρ wyczerpuje zmiana T^2R w zakresie $0,04 < T^2R < 0,30$.



Rys. 1. Wykres zależności

$$E_{\text{gen}} = f\left(\frac{k_r}{k_o}\right) (T^2R = \text{const} = 0,06)$$

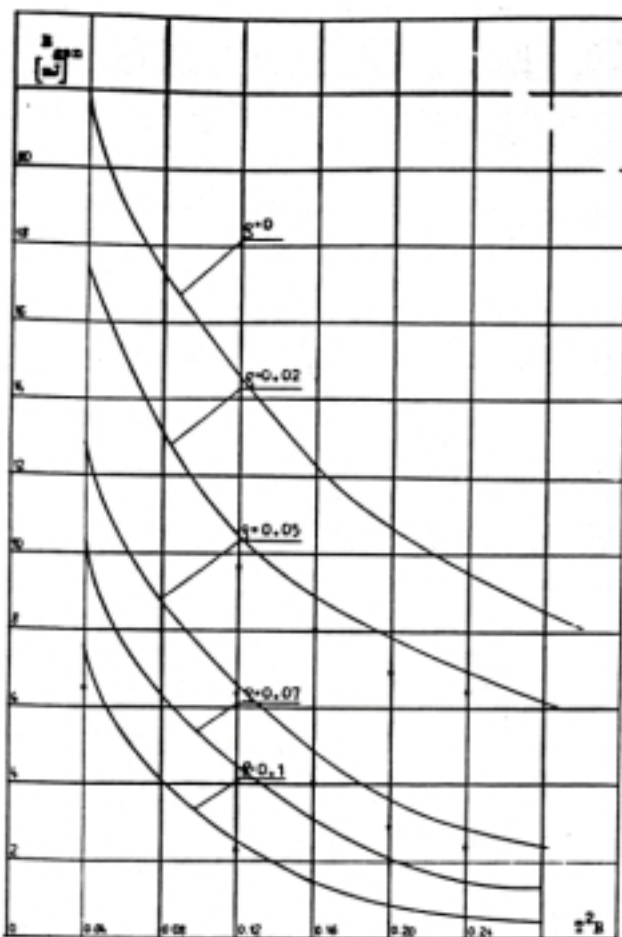


Rys. 2. Wykres zależności $E_{\text{gen}} = f(\rho)$

$$(T^2R = \text{const} = 0,06).$$

$$1 - \frac{k_r}{k_o} = 0,3, \quad 2 - \frac{k_r}{k_o} = 0,4,$$

$$3 - \frac{k_r}{k_o} = 0,5, \quad 4 - \frac{k_r}{k_o} = 0,6$$



Rys. 3. Wykres zależności $E_{gen} = f(T^2R)$

3. KONSTRUKCJA ODBŁYŚNIKA

W tabeli 3 przedstawiono różne konstrukcje odbłyśników dla impulsowych laserów YAG :Nd i ich wpływ na podstawowe parametry generacyjne prętów. Rysunek 4 pokazuje wyniki badań resursowych wybranych konstrukcji odbłyśników.

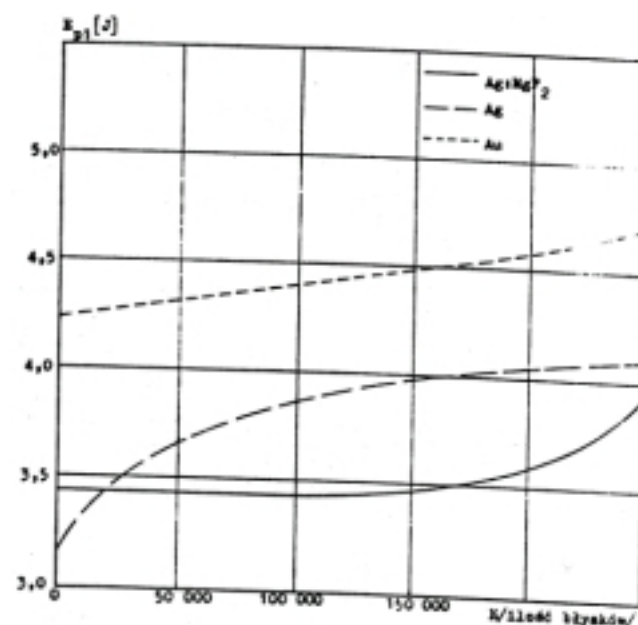
Z tabeli 3 i rysunku 4 widać, że najkorzystniejszą konstrukcją z punktu widzenia eksploatacji lasera impulsowego, jest konstrukcja Ag-chem + MgF₂ na folii aluminiowej.

TABELA 3

Zestawienie wyników badań różnych konstrukcji odbłyśnika w układzie lasera YAG :Nd z pasywnym foliowym modulatorem dobroci:

(pręt laserowy YAG :Nd³⁺ ϕ 3x50 mm, $\rho = 0,03 \text{ cm}^{-1}$, modulator $T_0 = 0,40$, $R = 0,60$, lampa ksenonowa LBL 5/42, pojemność kondensatora $C = 12 \mu F$)

Odbłyśnik	Podłoże	Parametry lasera		
		E_{p1} [J]	E_{p2} [J]	E_{gen} [mJ]
Au—galwan,	Ag	4,24	6,41	6,2
Au—c. warstwa	Ag	3,77	5,60	6,0
Ag—galwan	Cu	3,49	4,84	5,7
Ag—chem.	-	3,15	4,95	6,0
Ag—chem. + MgF ₂	-	3,41	5,16	5,9
warstwa Ni	-	7,93	10	5,4



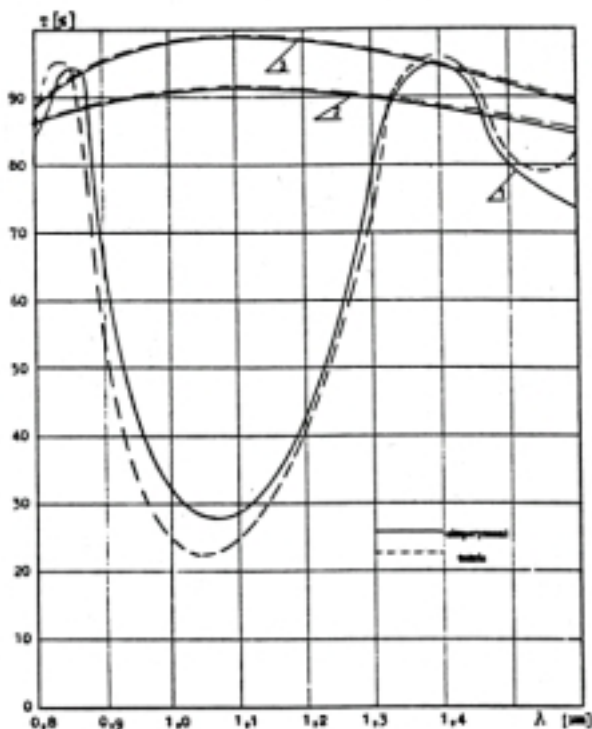
Rys. 4. Wykres zależności progowej energii generacji monoimpulsu E_{p1} , w funkcji ilości błysków dla różnych konstrukcji odbłyśnika.

(Pomiar E_{p1} , w układzie lasera monoimpulsowego YAG: Nd³⁺, pręt ϕ 3x50 mm, $\rho = 0,03 \text{ cm}^{-1}$, modulator $T_0 = 0,40$, $R = 0,60$, lampa ksenonowa LBL 5/42, pojemność kondensatora $C = 12 \mu F$)

4. ZWIERCIADŁA LASEROWE

Przeprowadzono optymalizację numeryczną materiałów i konstrukcji układu warstw dla pokryć antyrefleksyjnych i zwierciadeł transmisyjnych dla długości fali $\lambda = 1,06 \mu m$. Rysunek 5 ilustruje zmianę transmisji w funkcji długości fali dla dwóch wybranych konstrukcji warstw AR i zwierciadeł transmisyjnych. Z rysunku widać, że najlepszą konstrukcją dla warstw AR na YAG jest 1064, 2.11, 1064, 1.44 zaś dla zwierciadeł transmisyjnych: 1050, 1.98, 1050, 1.44, 1050, 1.98, 1050,

1.44, 1050, 1.98, 1050, 1.44, 1050, 1.98, 1050, 1.44, 1050, 1.98, 1050, 1.44.



Rys. 5. Wykres zależności $T(\lambda)$ badanych pokryć cienkowarstwowych.

1. Zwierciadło transmisyjne $T/\lambda = 1,06 \text{ mm}/= 27,5\%$
2. Jednostronna warstwa AR na płycie testowej z YAG: Nd³⁺
3. Dwustronna warstwa AR na płycie testowej YAG: Nd³⁺

5. PODSUMOWANIE

Przedstawione wyżej wyniki badań pozwoliły na przeprowadzenie optymalizacji własności poszczególnych elementów składowych lasera impulsowego YAG: Nd. Optymalizacja ta obejmuje zarówno konstrukcję jak i technologię wykonania badanych elementów.

LITERATURA

- [1] D. Findley, R.A. Clay, Phys. Letters, 20/1966/ 277
- [2] M.G. Zujew, A.L. Szalopin i F.F. Gawrilow, Opt i Spekr., 38/1972/797
- [3] A.L. Mikaelian, W.M. Gardaszian, W.W. Diaszenko, A.N. Filatow i P.P. Cariew, Kwant Elektr., 4/1973/13
- [4] J. Czesko, S. Kaczmarek, Optica Applicata, 14/1984/95.

**N. Teodosijew, E. Kirkowa,
L. Lutow**

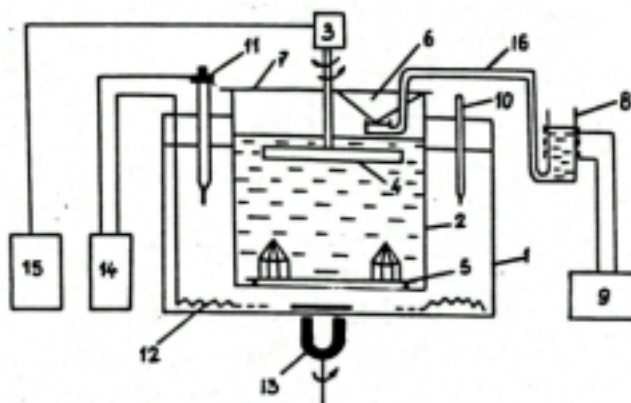
SOFIJSKI UNIWERSYTET IM. KLIMENTA OHRIDSKIEGO--
FAKULTET CHEMII-SOFIA-BULGARIA

Aparatura do hodowli monokryształów jodanu litu. Czyste i bardzo czyste środki nieorganiczne

Odparowywanie jest uniwersalną metodą hodowli monokryształów z roztworów. Można stosować tę metodę we wszystkich przypadkach, niezależnie od znaku i wielkości temperaturowego współczynnika rozpuszczalności (TWR) substancji krystalizującej.

Istnieje kilka wariantów tej metody, opisanych przez Kirkową i Teodosijewa¹. Jednym z nich jest kontrolowane wyprowadzenie rozpuszczalnika w postaci kondensatu. Na tym polega zasada działania przedstawionej w niniejszej pracy aparatury będącej ulepszonym wariantem urządzenia Dobrzańskiego i jego współpracowników.

Wiadomo, że jodan litu charakteryzuje się niewielką ujemną wartością (TWR). Wychodząc z tego założenia, doszliśmy do wniosku, że odparowywanie rozpuszczalnika jest najkorzystniejszą metodą hodowli monokryształów tej substancji.



Rys. 1. Schemat aparatury

Schemat aparatury przedstawiono na rys. 1. Kryształizator—szklane naczynie cylindryczne (2), znajduje się w wodnym termostacie (1). Kryształizator jest szczelnie zamykany pokrywą (7), na której od wewnętrznej strony znajduje się szklany kondensator ze szklaneczką