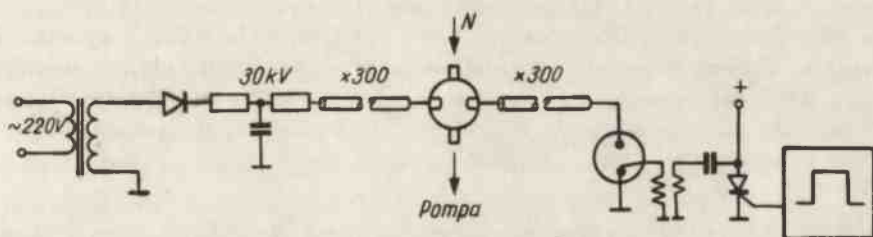


Impulsowy laser azotowy do badania ruchliwości dryftowej nośników ładunków w dielektrykach i półprzewodnikach

Badania ruchliwości dryftowej nośników ładunku w fotoczułych dielektrykach wymagają stosowania impulsowego źródła światła. W większości przypadków jako źródła światła stosowano dotychczas ksenonowe lub sporadycznie lampy rtęciowe, przystosowane do pracy impulsowej. Impuls takich lamp charakteryzuje się długim czasem trwania oraz wolnym zanikiem impulsu świetlnego. Te cechy impulsu świetlnego utrudniają poprawne przeprowadzenie pomiaru. Stąd też zaistniała potrzeba zaprojektowania i skonstruowania odmiennego źródła światła. Do tego celu najbardziej przydatny wydaje się laser azotowy, który emituje krótką falę z możliwością regulacji długości fali w szerokim zakresie, oraz daje krótkotrwały impuls świetlny o szybkim narastaniu i opadaniu.

Przedstawiony w tym artykule laser wykonano w ramach prac Instytutu Fizyki Politechniki Warszawskiej, na podstawie literatury [1] - [7], [9], zastępując trudno dostępne na rynku kondensatory bezindukcyjne krajowymi kablami koncentrycznymi.



Rys. 1. Schemat elektryczny lasera

Akcja laserowa zachodzi w rurze o długości 120 cm, którą napełniono azotem pod ciśnieniem 50 Tr. Wewnątrz, wzdłuż rury, są umieszczone naprzeciwko siebie w odległości 3 cm jedno od drugiej dwie duralowe elektrody, do których dołączono po 300 kablów koncentrycznych, każdy o oporności falowej 75Ω i długości 200 cm. Kable od jednej elektrody są podłączone poprzez rezystor $100 \text{ k}\Omega$ do zasilacza dającego napięcie stałe 30 kV, a kable od drugiej elektrody są zakończone iskrownikiem, który jest sterowany generatorem.

Wszystkie kable są pod napięciem 30 kV. Kable łączące zasilacz z pierwszą elektro-

dą ładują się przez rezystor $100 \text{ k}\Omega$, a kable łączące drugą elektrodę z iskrownikiem ładują się przez oporność upływu rury napełnionej azotem. Impuls z generatora wywołuje wyładowanie iskrowe w iskrowniku, co jest jednoznaczne ze zwarcie nalożonych kabli podłączonych do iskrownika. W kablach tych powstaje fala elektryczna, którą można w przybliżeniu opisać zależnościami podanymi przez J. Osiowskiego [8] dla linii bezstratnej nalożonej do napięcia U_0 , o długości l w przedziałach $0 < x < l$ i $t > 0$

$$u_{/x,t/} = U_0 \frac{4}{\pi} \sum_{k \rightarrow 0}^{\infty} \frac{\sin\left(\frac{2k+1}{2} \frac{\pi x}{l}\right) \cos\left(\frac{2k+1}{2} \frac{\pi vt}{l}\right)}{2k+1} \quad (1)$$

$$i_{/x,t/} = -U_0 \frac{4}{\pi g} \sum_{k \rightarrow 0}^{\infty} \frac{\cos\left(\frac{2k+1}{2} \frac{\pi x}{l}\right) \sin\left(\frac{2k+1}{2} \frac{\pi vt}{l}\right)}{2k+1} \quad (2)$$

gdzie: $v = \frac{1}{\sqrt{LC}}$ - prędkość rozchodzenia się fali w linii

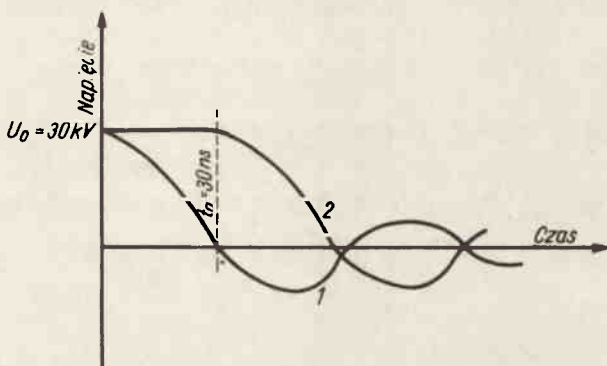
$g = \sqrt{\frac{L}{C}}$ - oporność charakterystyczna linii

Powyższe zależności opisują falę stojącą w linii. Dojście fali do elektrody w rurze powoduje powstanie różnicy potencjałów pomiędzy elektrodami, w następstwie czego, gdy $E/p = 200 \text{ Vcm}^{-1}\text{Tr}^{-1}$ w rurze powstaje plazma. Nieliniowa zmiana oporności gazu w rurze, pewien skończony czas zwierania linii iskrą oraz straty w linii - powodują, że zależności (1) i (2) są zbyt dużym uproszczeniem. Umożliwiają one jednak przewidywanie interesujących przebiegów czasowych napięcia i prądu w kablach lasera.

W omawianym laserze przebiegi czasowe zmian napięć na elektrodach wyznaczano doświadczalnie. Zmiany napięcia w czasie mierzono oscylografem kolejno na każdej elektrodzie, natomiast moment, w którym zachodzi akcja laserowa, wyznaczono wyzwalając podstawę czasu oscylografu za pomocą fotopowielacza /Ediswan 17M2/, który jest przystosowany do pracy impulsowej.

Otrzymane doświadczalnie przebiegi są podobne do wyników przedstawionych w literaturze [3], [4], [10] dla laserów, w których zastosowano kondensatory bezindukcyjne. Pomiar potwierdził, że akcja laserowa jest najbardziej wydajna, gdy $\frac{E}{p} = 200 \left(\frac{\text{Vcm}^{-1}}{\text{Tr}} - 1 \right)$. Długość fali impulsu światła wynosi $337,1 \text{ nm}$; jest to wynikiem przejść elektronowych w jonach azotu ze stanu C_{π}^3 do B_{π}^3 .

Moc impulsu oszacowano wg E.T. Gerry'ego [3] na $> 10 \text{ MW}$, a czas jego trwania zmierzono i wynosi on $\leq 10 \text{ ns}$. Laser może emitować impulsy świetlne z regulowaną repetycją do 20 imp/s lub jednorazowo.



Rys. 2. Przebieg zmian napięcia na elektrodach: (1) Przebieg zmian napięcia na elektrodzie od strony iskrownika; (2) Przebieg zmian napięcia na elektrodzie od strony zasilacza; t_a - moment zajęcia akcji laserowej

Literatura

1. Ali A. W.: Appl. Optics 8, 5, 993, 1969
2. Ali A. W., Kolb A. C., Anderson A. D.: Appl. Optics 6, 12, 2115, 1967
3. Gerry E. T.: Appl. Phys. Lett. 7, 1, 6, 1965
4. Gleason T. J., Willett C. S., Curnutt R. M., Kruger J. S.: Appl. Phys. Lett 21, 6, 276, 1972
5. Godard B.: J. E. E. J. Quantum Electronics QE 10, 2, 147, 1974
6. Krasinski A.: Uniwersytet Warszawski, Wydział Fizyki /proce niepublikowane/
7. Leonard D. A.: Appl. Phys. Lett. 7, 1, 4, 1965
8. Osiowski J.: Zarys rachunku operatorowego Warszawa, WNT 1965
9. Richter P., Kimel J. D., Moulton G. C.: Appl. Optics 15, 3, 1976
10. Schwab A. J., Hollinger F. W.: J. E. E. J. Quantum Electronics QE 12, 3, 1976