

NOTIZEN

Die Erzeugung von Riesenimpulsen durch einen aktiv und passiv geschalteten anorganischen Neodym-Flüssigkeitslaser

R. S. LANG

Institut für Plasmaphysik, Garching bei München

(Z. Naturforsch. 25 a, 1354—1355 [1970]; eingegangen am 8. Juli 1970)

In einer Reihe von Veröffentlichungen^{1–6} wird über aprotische Neodym-Flüssigkeitslaser berichtet. Abgesehen von einer Notiz⁷ über Modenkopplung und passives Schalten beziehen sich die erschienenen Arbeiten auf den freilaufenden Betrieb (spiking emission). Für verschiedene Anwendungen ist es jedoch wichtig, einen solchen Laser aktiv schalten zu können. In der Publikation von SAMELSON und LEMPICKI⁴ wird ein Eigenschaltverhalten eines $\text{Nd}^{3+}:\text{SeOCl}_2$ -Lasers beschrieben. Die Ursache für diesen Effekt ist noch weitgehend ungeklärt. Daher ließ sich die Frage, ob ein derartiges System auch aktiv geschaltet werden kann, nicht ohne weiteres bejahen. In dieser Notiz soll über passives und aktives Q-Schalten eines $\text{Nd}^{3+}:\text{SeOCl}_2:\text{SbCl}_5$ -Lasers berichtet werden.

1. Qualitätskontrolle der Laserflüssigkeit

Die nach⁸ hergestellte Flüssigkeit wird im freilaufenden Betrieb geprüft. Der ermittelte Wirkungsgrad in einer optimalen Resonatoranordnung ist ein gutes Maß für die Brauchbarkeit der Lösung. Zur Zeitersparnis ist es jedoch sinnvoll, die Flüssigkeit bereits im Präparationsgefäß auf ihre Qualität zu untersuchen. Dazu dient vor allem die Messung der Fluoreszenzlebensdauer. Ihr optimaler Wert liegt bei etwa 300 μs . Diese Messung liefert außerdem die Fluoreszenzintensität, bezogen auf ein willkürliches Normal. Mit dem Licht eines He-Ne-Lasers ($\lambda = 633 \text{ nm}$) wird das Lasermedium auf streuende Teilchen untersucht. Die Extinktion im Bereich der Emissionswellenlänge kann mit einem $\text{Nd}^{3+}:\text{YAG}$ -Laser ermittelt werden.

Das Schema der Versuchsanordnung zur Bestimmung des Wirkungsgrades zeigt Abb. 1. Küvette und Blitzlampen befinden sich in einem zylindrischen Reflektor (Länge = 30 cm) mit doppel-elliptischem Querschnitt. Die Küvette ($\varnothing_1 = 10 \text{ mm}$) ist aus einem Pyrex-Hochdruckrohr mit 4,5 mm Wandstärke gefertigt. Die Küvettenfenster sind justierbar, bezüglich Brechungsindex

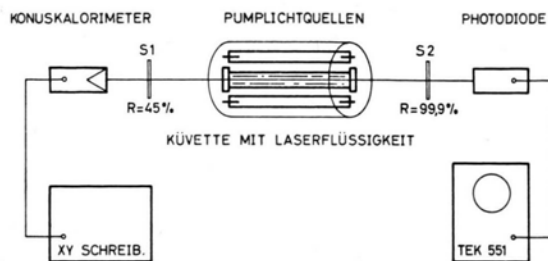


Abb. 1. Versuchsanordnung zur Bestimmung des Wirkungsgrades im freilaufenden Betrieb.

an den der Flüssigkeit angepaßt und außen entspiegelt. Zur Verminderung der durch das Pumplicht erzeugten Schlieren sind zwischen Küvette und Blitzlampen Gelbfilterscheiben (Schott GG 495) eingebracht. Die Energieversorgung der Blitzlampen besteht aus je einem 380 μF -Kondensator. Die Pumplichtimpulse haben einen Anstieg von 80 μs und eine Dauer von etwa 400 μs .

Das Ergebnis eines Tests einer 1-n. $\text{Nd}^{3+}:\text{SeOCl}_2:\text{SbCl}_5$ -Lösung mit einer Fluoreszenzlebensdauer von 225 μs zeigt Abb. 2. Demnach beträgt der Wirkungsgrad 0,3%.

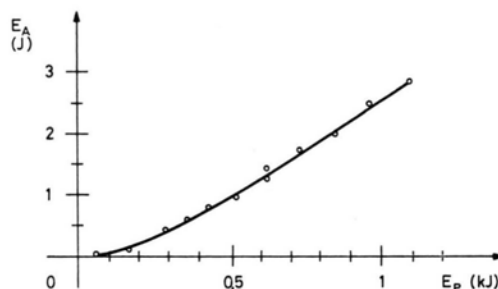


Abb. 2. Ausgangsenergie E_A als Funktion der Pumpenergie E_P im freilaufenden Betrieb.

Zur Erzielung reproduzierbarer Werte wurde der Laser in Abständen von 20 bis 30 Minuten ausgelöst. In dieser Zeit werden die thermischen Schlieren in der Flüssigkeit so weit abgebaut, daß sie keine merkbare Verschlechterung der Resonatorgüte bewirken.

Sonderdruckanforderungen an Dr. L. JOHANNSEN, Institut für Plasmaphysik, Bibliothek, D-8046 Garching bei München.

¹ A. HELLER, Appl. Phys. Letters 9, (3), 106 [1966].

² A. LEMPICKI u. A. HELLER, Appl. Phys. Letters 9, (3), 108 [1966].

³ A. HELLER, Physics Today 20, (11), 34 [1967].

⁴ H. SAMELSON, A. LEMPICKI u. V. A. BROPHY, IEEE J. Quant. Elect. QE-4, (11), 849 [1968].

⁵ N. BLUMENTHAL, C. B. ELLIS u. D. GRAFSTEIN, J. Chem. Phys. 48, (12), 5726 [1968].

⁶ E. J. SCHIMITSCHEK, J. Appl. Phys. 39, (13), 6120 [1968].

⁷ H. SAMELSON u. A. LEMPICKI, J. Appl. Phys. 39, 1665 [1968].

⁸ H. WEICHSELGARTNER, Z. Naturforsch. 24 a, 1665 [1969].

II. Passiver Q-Switch

Als passives Schaltelement dient eine Kodak-Farbstofflösung (9740) in einer Küvette mit einer wirklichen Länge von 1 cm. Der Resonator besteht aus einem dielektrischen Planspiegel ($R=99,9\%$) und einem der Planfenster ($R=1\%$) der Küvette als Auskoppelspiegel. Die optische Weglänge im Resonator beträgt 75 cm. Die Halbwertsbreite der Riesenimpulse wird mit einer Vakuumdiode (ITT F 4000) und einem Tektronix-Oszillographen (519) bestimmt. Die Energie wird mit einem elektrisch eichbaren Konuskalorimeter gemessen. Der Einzelimpulsbetrieb wird durch eine zusätzliche Photodiode überwacht.

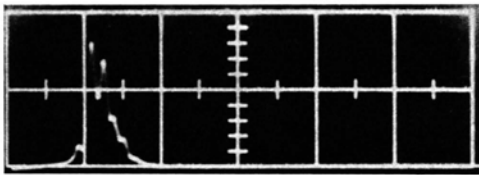


Abb. 3. 180 MW-Riesenimpuls eines passiv (Kodak 9740) geschalteten Neodymflußigkeitslasers. Pumpenergie $E_P=1,3$ kJ; 20 ns/cm.

Es wurden Lichtimpulse bis zu 180 MW erzielt (Abb. 3). Die Impulse weisen eine Modulation durch Modenkoppelung auf. Bei niedrigen Ausgangsleistungen stimmt die Modulationsperiode von 5 ns gut mit

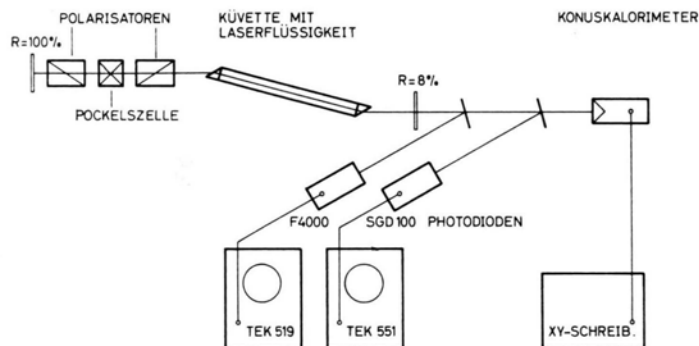


Abb. 4 Schema der Versuchsanordnung zum aktiv Q-geschalteten Neodymflußigkeitslaser.

der aus der gesamten Resonatorlänge errechenbaren überein. Bei der oben genannten Leistung beträgt die Periode 3 ns. Dies entspricht der doppelten Laufzeit in der Küvette.

III. Aktiver Q-Switch

Die Versuchsanordnung zeigt Abb. 4. Im Gegensatz zu dem unter II. beschriebenen Betrieb des Lasers ist hier die Küvette mit 2 einfachen Brewster-Fenstern ausgerüstet, um bei höheren Pumpenergien die Selbst-erregung zu verhindern. Als elektrooptischer Schalter dient eine Pockelszelle mit einer $\lambda/2$ -Spannung von 38 kV. Der Schalter wird für die Dauer von 150 ns geöffnet. Mit diesem Aufbau wurden Ausgangsleistungen bis zu 50 MW erzeugt. Dabei betrug die Impulshalbwertsbreite 11 ns und die elektrische Pumpenergie 2 kJ. Auch hier zeigt die Impulsform keinen glatten Verlauf, wie man ihn gewöhnlich bei Festkörperlasern erhält, sondern eine von Impuls zu Impuls verschieden starke Modulation. Vor- und Nachspiken konnte nicht vollständig beseitigt werden. Die Riesenimpulse treten synchron mit dem Öffnen des elektrooptischen Schalters auf. Womit gezeigt ist, daß sich trotz des oben erwähnten Eigenschaltverhaltens eines Neodymflußigkeitslasers dieser auch aktiv schalten läßt.

Der Verfasser dankt Herrn ZITZMANN für die wertvollen glastechnologischen Arbeiten, Herrn H. WEICHELGARTNER für die Herstellung der Laserflußigkeiten.