

Messungen an einem N_2 -Laser mit Dämpfungskondensatoren

S. Miyashiro und H. Grönig

Stoßwellenlabor, Institut für Luft- und Raumfahrt der Technischen Hochschule Aachen, West-Germany

(Z. Naturforsch. **31a**, 1433–1434 [1976];
eingegangen am 25. September 1976)

Measurements on an N_2 -Laser with Damping Capacitors

A low cost pulsed molecular nitrogen laser with damping capacitors has been constructed and tested. The design incorporates a bandsaw blade as a multiple negative electrode structure and twenty small damping capacitors along the laser channel for discharge. This design is very advantageous not only for practical use but also for the study of the dynamics of a nitrogen laser.

Der N_2 -Laser mit einer Wellenlänge von 3371 Å und Lichtpulsdauern im Nanosekundenbereich findet vor allem in Verbindung mit einem Farbstofflaser für Absorptionsmessungen, Gasentladungen, Raman-Spektroskopie usw. Anwendung. Seit der Entdeckung der Laseraktion im Stickstoffgas durch Heard¹ wurde intensiv an seiner Weiterentwicklung gearbeitet. Zum Bau eines Hochleistungslasers eignet sich sehr gut das System der von Leonard² vorgeschlagenen Queranregung mit niederinduktivem Aufbau und Stromanstiegszeiten im Nanosekundenbereich, das bei seinem 2 m langen Laser eine Ausgangsleistung von 300 kW erbrachte. Schenck und Metcalf³ haben dieses System weiterentwickelt und einen praktischen Laser konstruiert. In der Folgezeit wurden meistens Bandleitersysteme^{4–6} für N_2 -Laser verwandt, wobei z. B. bei Uhlenbusch und Dahm⁷ durch Vorionisation die Ausgangsenergie um das 2- bis 2,4fache gesteigert wurde.

In der vorliegenden Arbeit wird ein modifizierter N_2 -Laser nach Schenck und Metcalf mit Dämpfungskondensatoren aber ohne Bandleitersystem beschrieben und detaillierter als bisher untersucht.

Abbildung 1 zeigt einen Querschnitt des N_2 -Lasers, der aus zwei Teilen, dem Laserkanal und der zugehörigen Elektronik, besteht. Der Laserkanal wurde aus zwei Glasplatten von 5 cm Breite und 1,2 m Länge, einem Bandsägeblatt von 0,9 mm Dicke (als Kathode) und einer Aluminiumplatte (als Anode) konstruiert. Der Querschnitt des Kanals beträgt 3,2 mm × 37,1 mm. Während des Betriebs werden 20 Dämpfungskondensatoren (je 500 pF), die entlang des Kanals gleichmäßig verteilt liegen, vom Ladekondensator (0,02 µF) durch ein Thyatron aufgeladen. Diese verteilte Ladung wird zur

Entladung benutzt. Eine koaxiale Leitung wurde überall zur Verringerung der Induktivität des Stromkreises und zur Leistungssteigerung verwandt⁷.

Abbildung 2 a zeigt in einem Oszillogramm die Spannung der dem Ladekondensator gegenüberliegenden Rückseite des Kanals und den auf der Vorderseite gemessenen Lichtimpuls. Dabei ist die Laufzeitdifferenz der Meßkabel bereits berücksichtigt. Wie ersichtlich, werden die Dämpfungskondensatoren an der Rückseite in etwa 60 ns aufgeladen und dann in etwa 20 ns entladen. Die mittlere Lichtpulsdauer ist etwa 12 ns. Die Messungen erfolgten bei einer Repetitionsfrequenz von 5 Hz. Die Laserleistung wurde mit einer schnellen Fotodiode FW 114 A von ITT (Anstiegszeit 0,43 ns), 1 m entfernt vom vorderen Kanalfenster, mit Hilfe eines Zweistrahl-oszillographen Tektronix 7844 registriert; für die Aufzeichnung der Spannung wurde eine Tektronix Tastschleife P 6015 (Anstiegszeit 4 ns) verwandt. In Abb. 2 b ist die Ausgangsleistung W über der Ladespannung bei verschiedenen Drücken aufgetragen. Hierbei wurde ein Spiegel nahe an der Rückseite verwandt. Die Abhängigkeit der Leistung vom Gasdruck bei einer konstanten Spannung von 12,4 kV ist in Abb. 2 c dargestellt. Hiernach hängt die Leistung dieses N_2 -Lasers stark vom Gasdruck ab. Abbildung 2 d zeigt die Laserleistung in Hin- und Rückrichtung gegenüber der Ladespannung. Diese unterschiedlichen Leistungen sind wegen der Wanderwelle^{4,6} der Spannung bereits bekannt. In Abb. 2 e wurde die Abhängigkeit der Laserspitzenleistung von der Repetitionsfrequenz wiedergegeben. Wegen der Desaktivierung⁸ der Stickstoffmoleküle vermindert sich die Leistung relativ stark. Die maximale Leistung beträgt z. Zt. 220 kW bei einer Ladespannung von 15 kV und einem Druck von 17 Torr.

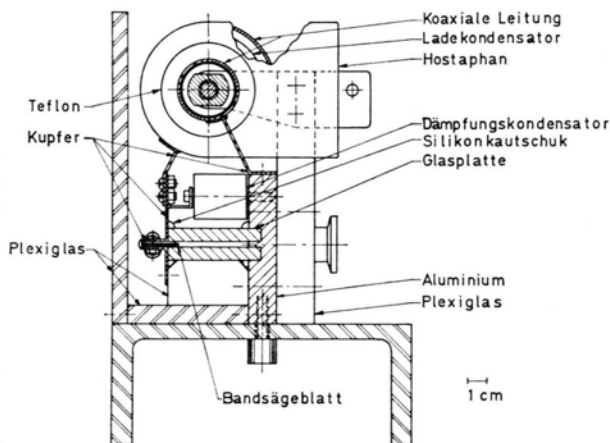


Abb. 1 Querschnitt des N_2 -Lasers.

Sonderdruckanforderungen an Dipl.-Ing. S. Miyashiro, Stoßwellenlabor, Institut für Luft- und Raumfahrt der TH Aachen, Templergraben 55, D-5100 Aachen.

Die Funktionsfähigkeit des N_2 -Lasers mit Dämpfungskondensatoren wurde detailliert untersucht. Die Meßergebnisse zeigen, daß er ähnliche Eigenschaften wie der N_2 -Laser mit Bandleitersystem hat, außer seiner starken Empfindlichkeit auf den Gasdruck und seiner etwas geringeren Leistung. Wegen seiner guten experimentellen Zugänglichkeit und seines stabilen, reproduzierbaren Verhaltens soll dieser N_2 -Laser noch weiter dynamisch, insbesondere hinsichtlich des Zusammenhangs zwischen der Wanderwelle und der lokalen spontanen Emission erforscht werden.

S. Miyashiro dankt dem DAAD, Bonn, für seinen Studienaufenthalt in Deutschland.

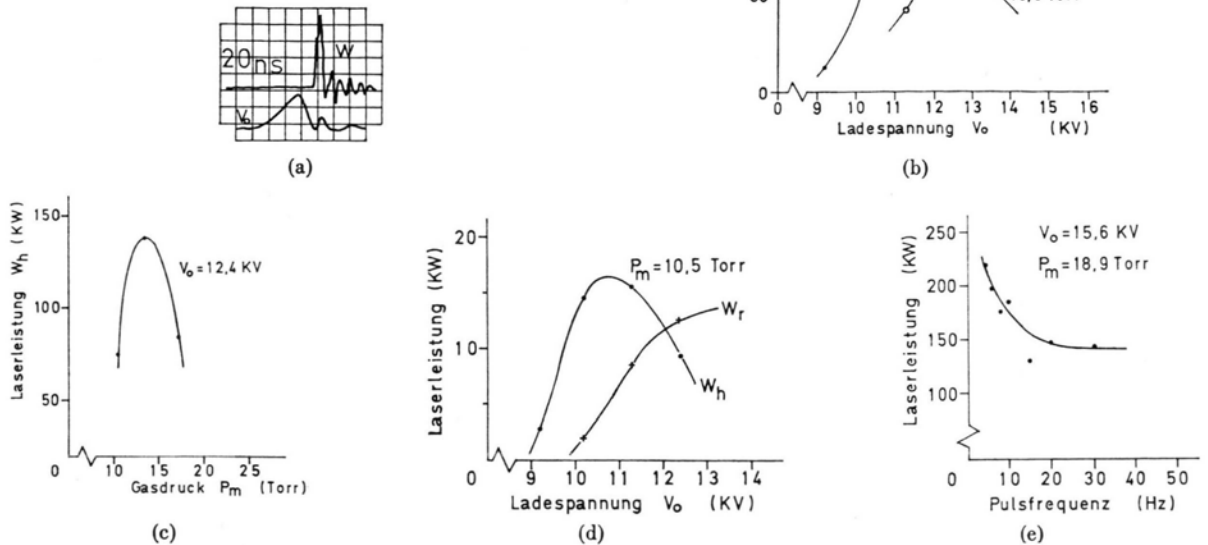


Abb. 2. Meßergebnisse des N_2 -Lasers. (a) Oszillogramm mit Laserlicht aus Vorderseite und Spannung an der Rückseite des Laserkanals. Ablenkgeschwindigkeit: 20 ns/div. (b) Laserleistung in Abhängigkeit von der Ladespannung mit dem Druck als Parameter. (c) Laserleistung in Abhängigkeit vom Druck für eine Ladespannung $V_0 = 12,4$ kV. (d) Laserleistung in Hin- und Rückrichtung. (e) Laserleistung in Abhängigkeit von der Laserpulsfrequenz.

¹ H. G. Heard, Nature London **200**, 667 [1963].

² D. Leonard, Appl. Phys. Lett. **7**, 4 [1965].

³ P. Schenck u. H. Metcalf, Appl. Opt. **12**, 183 [1973].

⁴ J. D. Shipman, Appl. Phys. Lett. **10**, 3 [1967].

⁵ R. M. Geller, D. E. Altmann u. T. A. De Temple, Appl. Opt. **7**, 2232 [1968].

⁶ D. Basting, F. P. Schäfer u. B. Steyer, Opto Electronics **4**, 43 [1972].

⁷ J. Uhlenbusch u. J. Dahm, Laser- und Elektro-Optik **1** [1976].

⁸ D. Basting, Laser- und Elektro-Optik **4**, 31 [1973].