

Erzeugen von Riesenimpulsen bei $1,06\ \mu\text{m}$ durch Pumpen von Neodymlasern mit Rubin-Riesenimpulsen

DIETER RÖSS und GERHARD ZEIDLER

Zentrallaboratorium der Siemens & Halske AG, München

(Z. Naturforschg. 21 a, 479 [1966]; eingegangen am 4. März 1966)

Ein YAG:Nd³⁺-Laser wurde mit Rubin-Riesenimpulsen gepumpt. Bei genügend kurzer Dauer des Pumpimpulses bilden sich im sekundären Laseroszillator Relaxationsimpulse aus, deren Form unabhängig von der Dauer des Pumpimpulses ist. Für geeignete Dimensionierung ist eine Verkürzung der Impulsdauer gegenüber dem Pumpimpuls zu erwarten.

1. Experimentelle Anordnung

Neodymdotierte Kristallaser können mit hohem Wirkungsgrad durch die Emission von Rubinlasern gepumpt werden¹. Es wurde vorgeschlagen, durch geeignete Dimensionierung des Neodymresonators Riesenimpulse bei $1,06\ \mu\text{m}$ zu erzeugen, die gegenüber den Pumpimpulsen bei $0,69\ \mu\text{m}$ verkürzt sind². Der Grundgedanke ist dabei, daß sich für bestimmte Bereiche des Verhältnisses von Pumpimpulsdauer zur Resonatorverweilzeit im Neodymoszillator ein Relaxations-Impuls ausbildet, der von der Form des Pumpimpulses unabhängig und allein durch dessen Impulsenergie bestimmt ist.

Für die ersten experimentellen Versuche wurde ein YAG:Nd³⁺-Laser mit festen, dielektrischen, konfokalen Spiegeln von 98,5% mittlerer Reflexion verwendet. Die Stablänge betrug 30 mm, der Stabdurchmesser 3 mm. Die Pumpimpulse wurden in einem ebenen 3-Zoll-Rubinlaser mit ellipsoidem Pumpsystem durch Schalten des Resonators mit einer alkoholischen Lösung von Sudanschwarz erzeugt³.

Wie bei¹ beschrieben, durchsetzt die Emission des Rubinlasers als kollimierter Parallelstrahl den YAG-Stab in der Umgebung der Stabachse in Längsrichtung.

Um den YAG-Stab nicht zu gefährden, wurde die

Energie der Rubin-Riesenimpulse auf etwa $10^{-3}\ \text{Ws}$, die Spitzenleistung auf 10 kW beschränkt. Die Einzelimpulsenergie lag damit in der Größenordnung der Schwellenergie¹, so daß eine Impulsüberhöhung noch nicht erwartet werden konnte².

Die Emission des Rubinlasers und des Neodymlasers wurde gleichzeitig mit schnellen Photodetektoren untersucht und auf einem Zweistrahl-Oszillographen beobachtet.

2. Experimentelle Ergebnisse

In Abb. 1 * sind Oszillogramme der Emission für die beiden Wellenlängen mit verschiedener zeitlicher Auflösung aufgezeichnet.

Der Rubinlaser emittiert kleine, quasiperiodische Riesenimpulse einer Halbwertsbreite von 100–250 ns. Durch das Anschwingen verschiedener Wellenformen ist die Impulsform etwas unregelmäßig. Die Emission des Neodymlasers besteht ebenfalls aus quasiperiodischen Einzelimpulsen, die im Gegensatz zu der üblicherweise quasikontinuierlichen Emission des YAG:Nd³⁺-Lasers als Riesenimpulse anzusprechen sind. Die Dauer der Neodymimpulse liegt zwischen 250 und 550 ns und ist in dem gezeigten Beispiel stets größer als die der Pumpimpulse. Das bedeutet, daß die Energie der Pumpimpulse nicht groß gegen die Schwellleistung des Neodymlasers ist².

Wie Abb. 1 c zeigt, ist der Rubinimpuls bereits ganz abgeklungen, bevor die Emission des Neodymlasers merkliche Werte annimmt. Es bildet sich ein reiner Relaxationsimpuls aus, der von der Form des Rubinimpulses unabhängig ist.

Bei Steigerung der Einzelimpulsenergie konnte eine Verkürzung der Neodymimpulse bis auf 100 ns bei einer Dauer der Rubinimpulse von 60 ns beobachtet werden, wobei immer noch eine völlige zeitliche Trennung der Impulse bestand. Eine weitere Verkürzung konnte nicht mehr versucht werden, da im YAG-Kristall bereits Materialschäden durch das Pumplicht entstanden.

¹ D. Röss u. G. Zeidler, Z. Naturforschg. 21 a, 336 [1966].

² D. Röss, Giant Pulse Shortening by Resonator Transients, J. Appl. Phys., im Druck.

³ D. Röss, Z. Naturforschg. 20 a, 696 [1965].

* Abb. 1 auf Tafel S. 476 a.

