

Wiederholung vom 03.02.2005

Lasertypen (Fortsetzung)

Excimer-Laser:

excited dimers: Moleküle, die nur im elektronisch angeregtem Zustand stabil sind.

Abstimmbarer Laser

Wellenlängenbereich: 351 nm XeF bis 108 nm NeF (VU-Laser)
wichtig für Halbleiterherstellung: KrF (248 nm) und ArF (193 nm)

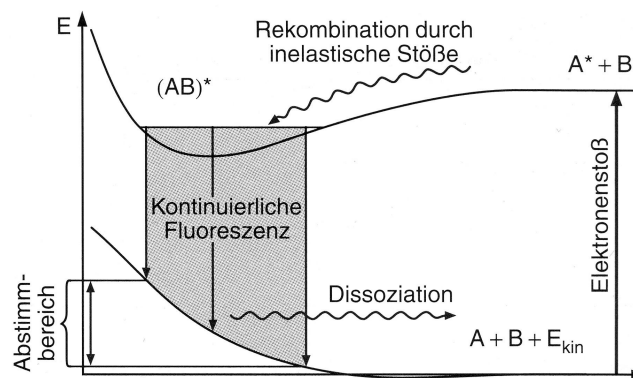


Abbildung 1: Termschema eines Excimer-Lasers

Erzeugung kurzer Laserpulse

Anwendung: Untersuchung ultrakurzer Prozesse (z.B. Femtochemistry)

Hohe Pulsspitzenleistungen: nichtlineare Prozesse

Bisher: gepulste Laser durch Pumpulse (ms bis μs)

Güteschaltungen von Resonatoren (Q-Switches)

$$\Delta N_{\text{schwell}} = \frac{\gamma(\nu)}{2\sigma(\nu)L}$$

$\gamma(\nu)$ zeitabhängig

bei $t = t_s$ ist Inversion viel größer als benötigt \Rightarrow hohe Verstärkung

\Rightarrow hohe Pulsspitzenleistung 10^5 bis 10^9 W

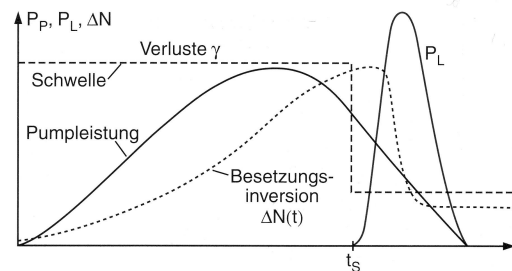


Abbildung 2: Prinzip der Güteschaltung

Güte:

$$Q := \omega \frac{W}{\left| \frac{dw}{dt} \right|} = \frac{\omega T_R}{\gamma}$$

Mass für die Lebensdauer der im Resonator gespeicherten Energie

Realisierung der Güteschaltung:

1. Drehbarer Spiegel

2. elektrooptischer Kristall (Pockelszelle)

Pockelszelle: Kristall, der im E-Feld doppelbrechend wird. Durch geschickte Wahl von angelegter Spannung und Ausrichtung des Kristalls als $\lambda/4$ -Plättchen verwendbar. 2-facher Durchgang erzeugt Drehung um 90° und kann dann durch Polarisator herausgefiltert werden.

Pulslänge: ns

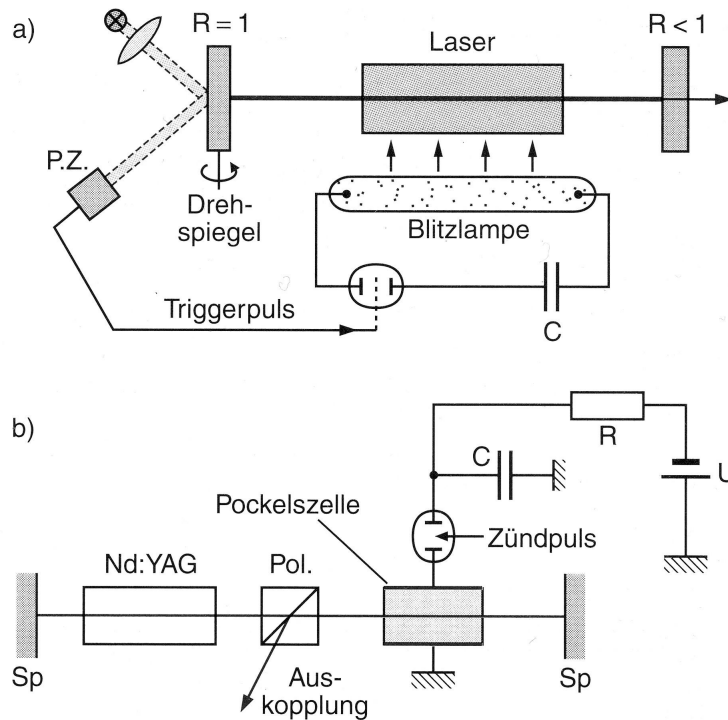


Abbildung 3: Realisierung der Güteschaltung (a) durch drehenden Spiegel und (b) durch elektrooptischen Kristall

Modenkopplung:

Die verschiedenen Moden, die im Verstärkungsbereich des optisch aktiven Mediums anschwingen können, haben normalerweise unkorrelierte Phasen. Kopplung der Phasen erzeugt kurze Pulse.

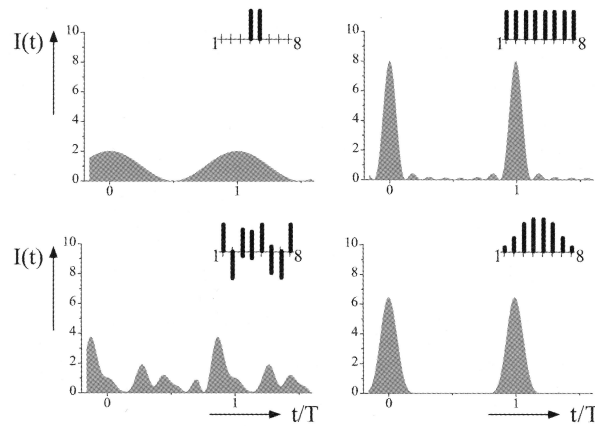


Abbildung 4: Prinzip der Modenkopplung

Erzeugung der Kopplung durch Intensitätsmodulation (z.B. Pockelszelle)

$I = I_0(1 + a \cos \omega t) \cos^2 \omega_0 t$ mit ω_0 Laserfrequenz und ω Modulationsfrequenz. Bei $\omega = \frac{c}{2d} = \delta \nu_r$ werden benachbarte Moden des Resonators gekoppelt.

Pulslänge: $\Delta \tau = \frac{1}{\Delta \omega}$ mit $\Delta \omega$: Breite der Verstärkungskurve.
Erreichbar: Pikosekunden

Optische Pulskompression:

Brechungsindex intensitätsabhängig: $n(\omega, I) = n_o(\omega) + n_2 I$

gegeben: kurzer Lichtpuls $I(t) = \int_{-\Delta \omega/2}^{\Delta \omega/2} I(\omega) \exp[i(\omega t - kz)] d\omega$

normale Dispersion: $\frac{dn}{d\lambda} < 0 \Rightarrow$ rotes Licht schneller als blaues

nichtlinearer Anteil von n : $\omega' = \omega - A \frac{dI}{dt} \Rightarrow$ Anstieg: ω' wird kleiner; Abfall ω' wird größer (Chirp) \Rightarrow Frequenzverteilung des Pulses wird breiter.

Zeitliches Zusammenschieben des Pulses durch unterschiedliche Weglängen für rotes und blaues Licht, z.B. durch zwei parallele Gitter, bei denen der Weg AB für rotes Licht länger ist als für blaues.

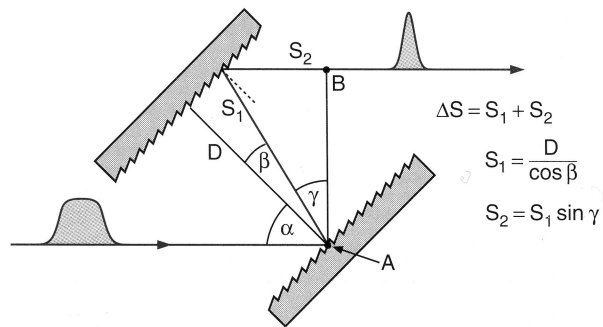


Abbildung 5: Optische Pulskompression