

von Kopylow, Christoph:

**Durchstimmbare Mikrokristall-Laser für die absolute Distanzinterferometrie**

Strahltechnik, Bd. 22, Bremen; BIAS Verlag, 2003. Hrsg.: F. Vollertsen, W. Jüptner

Zugl.: Hannover, Univ., Diss., 2002.

ISBN 3-933762-12-X

**Schlüsselwörter:** Mikrokristall-Laser, absolute Distanzinterferometrie, durchstimmbarer Festkörperlaser

Ziel der vorliegenden Arbeit war die Entwicklung eines diodengepumten, im sichtbaren Spektralbereich arbeitenden Festkörperlaser, der für den Einsatz in der absoluten Distanzinterferometrie mit variabler synthetischer Wellenlänge im single frequency Betrieb über einen möglichst weiten Bereich kontinuierlich durchgestimmt werden kann.

Zum Erreichen der gewünschten Zielspezifikationen war es erforderlich, systematisch die Eigenschaften aller Einzelkomponenten zu untersuchen und insbesondere sie bezüglich ihres Zusammenspiels beim Verstimmen des Lasers zu optimieren. Dabei ergab sich als optimale Variante ein Mikrokristall-Laser bestehend aus einem plan-plan Resonator, der durch einen Nd:YVO<sub>4</sub>-Laserkristall und einen KTP-Kristall zur Frequenzkonversion in den sichtbaren Spektralbereich gebildet wird. In diesen Resonator wird zur Unterdrückung weiterer Laserübergänge ein geeignet dimensioniertes Etalon eingebracht. Der eigentliche single frequency Betrieb wird durch die Dimensionierung und die Anordnung des Laserkristalls im Resonator erreicht. Um die Eigenschaften des Gesamtsystems zu verstehen, ist der Resonator und sein Frequenzverhalten während des Durchstimmens unter Berücksichtigung thermischer Effekte modelliert worden. In den Experimenten konnte gezeigt werden, daß das Frequenz- und Leistungsverhalten beim Verstimmen des Lasers gut wiedergegeben wird. Mit diesen Kenntnissen ist ein Mikrokristall-Laser realisiert worden, der bei einer Wellenlänge von 532 nm kontinuierlich über einen Bereich von 240 GHz durchgestimmt werden konnte, wobei für diese Beschränkung lediglich der begrenzte Hub der verwendeten Aktoren verantwortlich war. Nicht-kontinuierlich wurde das System über 360 GHz verstimmt. Weitere Messungen zeigten, daß der Laser eine Kohärenzlänge von über 200 m hat und mit einer Ausgangsleistung des nahezu beugungsbegrenzten Strahls von über 100 mW auch über ausreichend Leistung verfügt, um Messungen über große Distanzen durchführen zu können. Für eine Erprobung des Lasers in einem integriert optischen Interferometer wurde ein Gesamtsystem bestehend aus dem Mikrokristall-Laser und einer Jodzelle als Absolutreferenz aufgebaut, das es ermöglicht, vollautomatisch zwischen zwei frei wählbaren Absorptionslinien im Jod kontinuierlich durchzustimmen. Auf diese Linien kann der Laser auch stabilisiert werden, wobei bereits bei einer einfachen Stabilisierung auf die Flanke einer dopplerverbreiterten Linie eine absolute Stabilität  $\Delta\nu/\nu < 10^{-8}$  über einen Zeitraum von einer knappen Stunde erzielt wurde. Bei Zeiten von wenigen Minuten liegt die Stabilität bei  $10^{-9}$ .

Das im Rahmen dieser Arbeit entwickelte Lasersystem ist kompakt und robust. Es stellt sowohl von seinen Strahleigenschaften als auch vom Durchstimmverhalten eine deutliche Erweiterung zu vorhandenen Systemen wie Diodenlasern mit externem Resonator dar. Insbesondere ist es für den Einsatz in der Meßtechnik geeignet, wenn variable synthetische Wellenlängen generiert werden sollen.

**Keywords:** microcrystal laser, absolute distance interferometry, tuneable solid state laser

This work describes the development of a diodepumped solidstate laser for use in absolute distance interferometry with variable synthetic wavelength. That's the reason why the lasersystem can be tuned over a wide area in the visible spectrum while emitting single frequency radiation.

To achieve all specifications, it was necessary to investigate all components of the lasersystem and to optimize them for wide tuning. The best version was a microcrystal-laser with a plain-plain resonator. This resonator consists of a Nd:YVO<sub>4</sub>-lasercrystal and KTP-crystal that converts the radiation into the visible spectrum. With the help of an adapted etalon other lasertransitions can be suppressed. Single frequency operation is obtained through the dimension and the position of the lasercrystal.

For a better understanding of the complete lasersystem the resonator and the frequency behaviour during tuning were modeled including thermal effects. Comparison of this model with experimental results showed good correspondence. With this knowledge a microcrystal-laser was realized that can be tuned continuously over 240 GHz at a center wavelength of 532 nm. The limitation of the tuning area results only from the lift of the used actuators. Discontinuously it was possible to tune the system over 360 GHz. In addition other measurements showed that the laser has a coherencelength of more than 200 m and an outputpower of more than 100 mW with nearly ideal gaussian beam. With this lasersystem distance measurements over long distances are therefore possible.

For the application in an integrated optical interferometer a system consisting of the microcrystal-laser and an iodine cell as absolute reference was built. This system enables continuous tuning between two free selected absorption lines of iodine. The laser can be stabilized on this lines. A simple stabilization on a dopplerbroadend line results in an absolute stability of the lasersystem of  $\Delta\nu/\nu < 10^{-8}$  over nearly one hour. Over some minutes the stability of the laser is better than  $10^{-9}$ .

Conclusion: The developed lasersystem has a rugged compact design. Beam- and tuningcharacteristics are a real extension to known systems like diodelasers with external cavity. Especially it can be used for applications in measurement techniques where variable synthetic wavelengths are necessary.