

Q 16: Photonik I

Zeit: Dienstag 14:00–16:00

Raum: 2B/C

Q 16.1 Di 14:00 2B/C

Nonlinear optical response of metal nanoantennas — ●BARBARA WILD, JÖRG MERLEIN, TOBIAS HANKE, ALFRED LEITENSTORFER, and RUDOLF BRATSCHITSCH — Departement of Physics and Center for Applied Photonics, University of Konstanz, D-78464 Konstanz, Germany

We have investigated the nonlinear optical response of bowtie-shaped gold nanoantennas fabricated with the colloidal mask technique. The structures were excited by picosecond light pulses with a center wavelength of 790 nm. The excitation frequency is equal to the plasmon resonance of the nanoantennas, which has been determined via dark-field scattering spectroscopy. The spectrum emitted by the nanoantennas consists of a broadband continuum overlapped with a narrowband second harmonic signal at $\lambda = 395$ nm. We will discuss the influence of the exciting laser spectrum on the nonlinear response of the metal nanoantennas and possible applications of this effect.

Q 16.2 Di 14:15 2B/C

Volumenholographie durch Löcher mit Sub-Wellenlängen Durchmesser* — ●FELIX KALKUM, SEBASTIAN BROCH und KARSTEN BUSE — Physikalisches Institut, Universität Bonn, Wegelerstraße 8, 53115 Bonn

Licht trifft auf einen Metallfilm mit einem Loch, das einen Durchmesser kleiner als die Wellenlänge hat. Hinter dem Metallfilm befindet sich ein photosensitiver Kristall. In diesem kann das Beugungsmuster, die sogenannte Signalwelle, durch Überlagerung mit einer kohärenten Referenzwelle holographisch gespeichert werden. Phasenkonjugiertes Lesen erzeugt das phasenkonjugierte Signallicht, welches fokussiert wird und wieder durch das Loch nach außen tritt. Das Ziel ist, eine besonders gute Fokussierung zu erreichen, da sich Strahlen aus allen Richtungen im Fokus überlagern können. Dies entspricht einer sehr hohen Numerischen Apertur. Außerdem sollen kompliziertere Muster auf der Oberfläche, zum Beispiel für die Nanolithographie, effizient ausgeleuchtet werden können. Wir haben hierfür einen aktiv stabilisierten Aufbau hergestellt. Die Hologramme werden in eisendotierten Lithiumniobatkristallen gespeichert. Zum Schreiben und Lesen verwenden wir Licht der Wellenlänge 532 nm. Die Leistung des rekonstruierten Lichts erreicht zum Beispiel bei einem Loch mit Durchmesser 500 nm bis zu 10^{-4} des einfallenden phasenkonjugierten Referenzlichts. Dieser Anteil kann unter anderem maximiert werden, indem die Kristallgröße geeignet gewählt wird.

*Gefördert von der DFG (FOR 557) und der Deutschen Telekom Stiftung.

Q 16.3 Di 14:30 2B/C

Bindungsmechanismus von Solitonenmolekülen in dispersionsalternierenden Glasfasern — ●ALEXANDER HAUSE, HALDOR HARTWIG und FEDOR MITSCHKE — Universität Rostock, Fachbereich Physik, Universitätsplatz 3, 18051 Rostock

Kürzlich konnte von uns gezeigt werden [1], dass in Glasfaserstrecken mit periodisch wechselnder Dispersion stabile Verbundzustände aus Solitonen, so genannte Solitonenmoleküle, existieren. Die phasensensitive Charakterisierung dieser Koppelzustände mit Hilfe des neuartigen und eindeutigen VAMPIRE-Messverfahrens [2] (*very advanced method of phase and intensity retrieval of E-fields*) sowie numerische Simulationen lieferten Hinweise auf die Phasendynamik als Ursache der Bindung des Moleküls.

Abhängig vom Abstand und Chirp der Einzelimpulse ergibt sich ein anziehendes oder abstoßendes Verhalten des Doppelimpulses. Bei einem bestimmten Abstand ist die resultierende Kraft null, bei kleineren Abständen zeigt sich eine Abstoßung und bei größeren Abständen eine Anziehung. Dies definiert einen stabilen Gleichgewichtsabstand.

Störungstheoretische Betrachtungen der Phasendynamik liefern ein Modell, das dieses typische Verhalten zeigt und die Bindung der Solitonen erklären kann.

[1] M. Stratmann et. al., Phys. Rev. Lett. **95**, 143902 (2005)

[2] A. Hause et. al., Phys. Rev. A **75**, 063836 (2007)

Q 16.4 Di 14:45 2B/C

Eine Unschärferelation für optische Solitonen — ●MICHAEL BÖHM und FEDOR MITSCHKE — Universität Rostock, Institut für Physik, Universitätsplatz 3, 18055 Rostock

Numerische Simulationen der Ausbreitung optischer Lichtimpulse in Glasfasern, welche man beispielsweise bei der Datenübertragung verwendet, können erfolgreich die Veränderung der Impulsform, Dauer, etc. beschreiben. Wegen der Nichtlinearität der Faser enthalten die Lichtimpulse im allgemeinen Solitonen. Der Solitonenanteil geht allerdings nicht aus der Simulation hervor. Er kann mit der Inversen Streutheorie [1] bestimmt werden. Diese ist allerdings auf integrable Systeme beschränkt und daher streng genommen nicht auf reale Fälle anwendbar. Mit einem kürzlich eingeführten Verfahren, dem „soliton-radiation beat analysis“ [2], kann man nun den Solitonenanteil auch für nichtintegrale Systeme ermitteln, insbesondere auch für Systeme in denen sich die Energie ändert. Mithilfe dieses Verfahrens konnten wir eine Unschärferelation zwischen der Energie und der Position in der Glasfaser für Solitonen formulieren.

[1] V. E. Zakharov and A. B. Shabat, *Exact theory of two-dimensional self-focusing and one-dimensional self-modulation of waves in nonlinear media*, Soviet Phys. JETP, **34** 1, (1972) 62-69

[2] M. Böhm and F. Mitschke, *Soliton-radiation beat analysis*, Phys. Rev. E **73** 066615, (2006)

Q 16.5 Di 15:00 2B/C

Selbstorganisierte Erzeugung von Superkontinuum in einem passiven, nichtlinearen Faser-Ring-Resonator — ●TORALF ZIEMS, K. V. ADARSH, MICHAEL BÖHM und FEDOR MITSCHKE — Universität Rostock, Institut für Physik, Universitätsplatz 3, 18055 Rostock

Optisches Superkontinuum ist für eine Fülle photonischer Anwendungen nutzbar. Meistens wird dieses Superkontinuum erzeugt, indem intensive ultrakurze (ps, fs) Laserpulse durch hoch-nichtlineare Glasfasern geleitet werden. Wir verfolgen einen modifizierten Ansatz, bei dem die Glasfaser zu einem nichtlinearen Ringresonator geschlossen wird. Ein modengekoppelter Nd:YAG-Laser (1064 nm) liefert Pikosekundenpulse. In dem nichtlinearen Rückkopplungssystem bilden sich spontan komplexe, sehr kurze zeitliche Strukturen, die ein extrem breites Spektrum bedingen. Mit einer „holey fiber“ geeigneter Dispersion erreichen wir derzeit mit einer eingekoppelten Spitzenleistung von lediglich 500 W experimentell ein etwa 150 THz breites Spektrum. Dies ist das selbstorganisierte Ergebnis eines Wechselspiels der verschiedenen physikalischen Prozesse, wie Selbstphasenmodulation, Modulationsinstabilität, Ramaneffekt etc. sowie Dispersion (auch höherer Ordnung) in Verbindung mit der Interferenz bei der Rückkopplung. Zusätzlich durchgeführte numerische Simulationen sollen dazu dienen, diese komplexe Interaktion aufzuschlüsseln.

Q 16.6 Di 15:15 2B/C

Charakterisierung eines integriert-optischen Nahfeldsensors mit erhöhter evaneszenter Feldintensität — ●JULIA HAHN, FRANK FECHER, JÜRGEN PETTER und THEO TSCHUDI — Institut für Angewandte Physik, Technische Universität Darmstadt

Zur Verbesserung der Empfindlichkeit eines Evaneszenzfeldsensors soll bei gleich bleibender Eindringtiefe der Anteil der im zu untersuchenden Medium vorliegenden Intensität erhöht werden.

Die evaneszenten Felder über den zu diesem Zweck mit hochbrechendem Titandioxid beschichteten Wellenleiterstrukturen in Lithiumniobat charakterisieren wir im sichtbaren Spektralbereich mit einem SNOM (Scanning Near-Field Optical Microscope) im Vergleich zu unbeschichteten Wellenleitern. Die angespitzte Glasfaser des im Kollektionsmodus betriebenen SNOMs nimmt hierbei in präzise positionierten Scans punktgenau die Intensität des evaneszenten Feldes auf.

Es wurden sowohl Scans entlang der Wellenleiteroberfläche als auch senkrecht zur Oberfläche als Funktion des Abstandes aufgenommen. Hierbei konnte gezeigt werden, dass die Titandioxid-Beschichtung auf dem Wellenleiter zu einer fünfzehnfachen Erhöhung der evaneszenten Feldintensität an der Oberfläche zum Deckmedium führt. Hierbei bleibt die Eindringtiefe unverändert in der Größenordnung von wenigen zehn Nanometern.

Q 16.7 Di 15:30 2B/C

Monolithische dielektrische mikrostrukturierte Oberfläche mit 100% Reflektivität — ●FRANK BRÜCKNER, TINA CLAUSNITZER, ERNST-BERNHARD KLEY und ANDREAS TÜNNERMANN — Institut für Angewandte Physik, Friedrich-Schiller-Universität Jena, Deutschland

In der Optik werden hochreflektierende Oberflächen meist durch den Einsatz dielektrischer Vielschichtsysteme realisiert. Aufgrund der Kombination von Materialien unterschiedlicher Festkörperstruktur wird die ursprünglich hohe mechanische Güte des Substrats erheblich reduziert. An diese werden jedoch für spezielle Anwendungen sehr hohe Anforderungen gestellt. Alternative Spiegelarchitekturen sind als Wellenleitergitter bekannt, welche mit Hilfe einer mikrostrukturierten hochbrechenden Schicht auf einem niedrigbrechenden Substrat hohe Reflektivitäten erreichen. Somit ist mindestens noch eine Schicht aus einem substratfremden Material erforderlich. Wir schlagen deshalb eine rein monolithische Spiegelgeometrie vor, die auf der Mikrostrukturierung einer dielektrischen Oberfläche basiert. Dadurch wird der Einsatz eines zusätzlichen Materials überflüssig und die mechanische Güte des Substrats nur minimal gestört. Die Strukturierung der Oberfläche resultiert dabei in T-förmigen Stegen eines Subwellenlängengitters, wodurch ein resonantes Koppelverhalten des einfallenden Lichts zum Erhalt höchster Reflektivität aus Luft ausgenutzt werden kann. Dies wird basierend auf der Funktion herkömmlicher Wellenleitergitter und der Einführung eines effektiven niedrigbrechenden Mediums theoretisch erklärt. Neben systematischen Designbetrachtungen werden auch potenzielle Herstellungsmöglichkeiten präsentiert.

Q 16.8 Di 15:45 2B/C

Fabrication and Characterization of Silicon Inverse Spiral

and Slanted Pore Structures — MARTIN HERMATSCHWEILER^{1,2},
•ISABELLE STAUDE¹, MICHAEL THIEL¹, MARTIN WEGENER^{1,2}, and
GEORG VON FREYMAN² — ¹Center for Functional Nanostructures and
Institut für Angewandte Physik, Universität Karlsruhe (TH), 76128
Karlsruhe — ²Institut für Nanotechnologie, Forschungszentrum Karl-
lsruhe GmbH, 76021 Karlsruhe

We here realize a variety of silicon inverse (SI) photonic crystal (PC) structures for the first time. Direct laser writing of polymeric templates and a silicon single-inversion procedure [1] allow for the fabrication of 3D photonic band gap (PBG) structures. This leads to broad and prominent stop bands in the near infrared.

Several different types of structures that theoretically exhibit large PBGs are demonstrated: (i) SI spiral PCs consisting of circular/square spirals arranged on a bcc/tetragonal lattice, respectively. [2,3] (ii) SI slanted pore structures arranged on a tetragonal lattice. [4] To our knowledge, none of the structures (i) can be accessed by any different method. Optical reflectance and transmittance measurements suggest the existence of PBGs for all proposed geometries. The experimental formation of PBGs shall be verified by comparison of the measurements to scattering-matrix as well as band structure calculations.

[1] M. Hermatschweiler et al., Adv. Funct. Mater. **18**, 2273 (2007)

[2] A. Chutinan et al., Phys. Rev. B **57**, R2006 (1998)

[3] O. Toader et al., Science **292**, 1133 (2001)

[4] O. Toader et al., Phys. Rev. Lett. **90**, 233901-1 (2003)