



F-33-08 • 3 Seiten

27.05.2008

Kommunikation und Presse

Luise Dirscherl (Leitung)

Telefon +49 (0)89 2180 - 2706
Telefax +49 (0)89 2180 - 3656
dirscherl@lmu.de

Infoservice:
+49 (0)89 2180 - 3423

Geschwister-Scholl-Platz 1
80539 München
presse@lmu.de
www.lmu.de

PRESSEINFORMATION

FORSCHUNG

Optik im Nanomaßstab – Auf dem Weg zum ultraschnellen Computer

München, 27. Mai 2008 — Die Realisierung von ultraschnellen Computern, bei denen die Information mittels Licht verarbeitet wird, scheiterte bis dato an einem durch die Natur des Lichts gegebenen Größenproblem: Die optischen Bauelemente sind noch zu groß, um in ausreichender Zahl auf einem Chip untergebracht zu werden. Forscher der Ludwig-Maximilians-Universität (LMU) München am Lehrstuhl für Photonik und Optoelektronik von Professor Jochen Feldmann konnten nun aber in Zusammenarbeit mit der Firma Roche Diagnostics aus kleinsten Goldkügelchen ein optisches Bauelement entwickeln, das weniger als ein Zehntausendstel Millimeter groß ist. Das Licht wird hierbei zwischen die Kügelchen gequetscht. Mit einem derartigen Nano-Resonator könnte jetzt ein Miniatur-Laser in derselben Größenordnung Wirklichkeit werden. „Solche für das Licht eigentlich zu kleinen Nano-Bauelemente sind eine wichtige Voraussetzung für Chip-basierte Computer, die mit Licht rechnen sollen“, sagt Feldmann. Die jetzt in der Fachzeitschrift „Physical Review Letters“ veröffentlichten Forschungsergebnisse entstanden im Rahmen des Exzellenzclusters „Nanosystems Initiative Munich“ (NIM).

Von Computern, die mit Licht statt mit elektrischem Strom funktionieren, träumen Wissenschaftler schon seit vielen Jahren. Der Vorteil liegt auf der Hand: Lichtstrahlen bestehen aus Photonen, also aus Teilchen ohne Ladung, die sich gegenseitig nicht beeinflussen. Überlagern sich etwa zwei Lichtstrahlen, dann kommt es nicht zu einer Störung der übertragenen Informationen. Dies wird bereits jetzt bei der Hochgeschwindigkeits-Datenübertragung in Glasfaserkabeln ausgenutzt, bei denen optische Signale unterschiedlicher Frequenzen gleichzeitig auf engstem Querschnitt verschiedene Daten übermitteln. In herkömmlichen Computern dagegen werden negativ geladene Elektronen zur Informationsübertragung genutzt. Aber auch die Verarbeitung von Informationen könnte mit Licht deutlich schneller vonstatten gehen, denn optische Computer könnten große Mengen unterschiedlicher Daten nicht nur gleichzeitig übertragen, sondern auch viel schneller bearbeiten.

Kommunikation und Presse

Telefon +49 (0)89 2180 - 2706
Telefax +49 (0)89 2180 - 3656
dirtscherl@lmu.de

Infoservice:
+49 (0)89 2180 - 3423

Ein grundlegendes Problem konnte bislang aber noch nicht gelöst werden. Die Erzeugung, der Transport und die Verarbeitung von Lichtwellen auf klassische Weise, etwa in einer Glasfaser, erfordern Strukturen, die mindestens so groß sind wie die halbe Wellenlänge des Lichtes selbst. Und die liegt für sichtbares Licht bei einigen hundert Nanometern. Zum Vergleich: Selbst die Leiterbahnen heutiger Computer-Schaltkreise sind zehnmal schmaler. Um eine vergleichbare Miniaturisierung bei Licht-Computern zu erreichen, sind also neuartige Konzepte gefragt. Ein zentraler Punkt ist dabei die Entwicklung von ultrakleinen optischen Bauelementen im Nanometer-Maßstab.

Ein wichtiger Schritt ist jetzt gelungen. Denn Feldmann und seine Forscherkollegen konnten erstmals das wichtigste Bauteil eines Lasers, den optischen Resonator, im Nanometer-Maßstab entwickeln. Dafür setzten sie in Zusammenarbeit mit der Firma Roche Diagnostics in Penzberg „biochemische“ Tricks auf unkonventionelle Weise ein – und zwar mit Erfolg. In einem optischen Resonator wird Licht zwischen zwei Spiegeln hin- und her reflektiert, um eine Verstärkung zu erzielen. Dabei ist der Abstand der beiden Spiegel entscheidend. Er muss ein Vielfaches der halben Lichtwellenlänge betragen. Die Dimensionen des von den Münchner Wissenschaftlern entwickelten neuartigen Resonators sind aber viel kleiner. Er besteht aus kugelförmigen, etwa 40 Nanometer großen Gold-Partikeln, die im Abstand weniger Nanometer Paare bilden – so genannte Dimere – und mit Fluoreszenz-Farbstoffmolekülen verknüpft sind.

Das physikalische Prinzip dahinter: Bereits ein einzelnes Gold-Partikel lässt sich zu Schwingungen seiner Elektronen anregen. Bildet es aber mit einem weiteren Partikel ein Dimer, so treten durch die Kopplung der als „Plasmonen“ bezeichneten Elektronen-Schwingungen zwei neuartige Phänomene auf: Zum einen kommt es im Zwischenraum der Partikel zu einer enormen Überhöhung der elektrischen Feldstärke und damit der Fluoreszenz-Intensität des Farbstoffmoleküls. Zum anderen lässt sich die Resonanzfrequenz durch den Abstand der Partikel über einen großen Frequenzbereich hinweg verändern. Damit gleicht das Nanopartikel-Dimer einem Hohlraumresonator, der bei herkömmlichen Lasern zum Einsatz kommt und durch den Abstand der Spiegel reguliert werden kann.

Über die Messung der Fluoreszenzstrahlung gelang den Münchner Wissenschaftlern der Nachweis dieses außergewöhnlichen Resonanzverhaltens der Gold-Dimere für Lichtwellenlängen zwischen 550 und 700 Nanometern, wobei der Partikel-Abstand zwischen 0,8 und 6,4 Nanometern variiert wurde. Eine Modellrechnung zur theoretischen Erklärung ihrer Ergebnisse haben die Forscher gleich mitgeliefert. Dabei ist vor allem die Physik der Farbstoffmoleküle entscheidend. Man muss berücksichtigen, dass die Energieniveaus der Elektronen mit den mechanischen Schwingungen der Moleküle verknüpft sind. Erst dann kann die resonante Verstärkung ganz bestimmter Emissionswellenlängen durch die Nano-Resonatoren korrekt erklärt werden.

Publikation:

"Shaping emission spectra of fluorescent molecules with single, plasmonic nanoresonators", M. Ringler, A. Schwemer, M. Wunderlich, A. Nichtl, K. Kürzinger, T. A. Klar, and J. Feldmann, Physical Review Letters (23. Mai 2008)

Ansprechpartner:

Prof. Dr. Jochen Feldmann
Lehrstuhl für Photonik und Optoelektronik
Department für Physik und CeNS
Tel: 089 / 2180 – 3359
E-Mail: feldmann@lmu.de

Dr. Peter Sonntag
Nanosystems Initiative Munich
Tel.: 089 / 2180 – 5091
E-Mail: peter.sonntag@lmu.de
www.nano-initiative-munich.de

Kommunikation und Presse

Telefon +49 (0)89 2180 - 2706
Telefax +49 (0)89 2180 - 3656
[dirtscherl@lmu.de](mailto:dirscherl@lmu.de)

Infoservice:
+49 (0)89 2180 - 3423