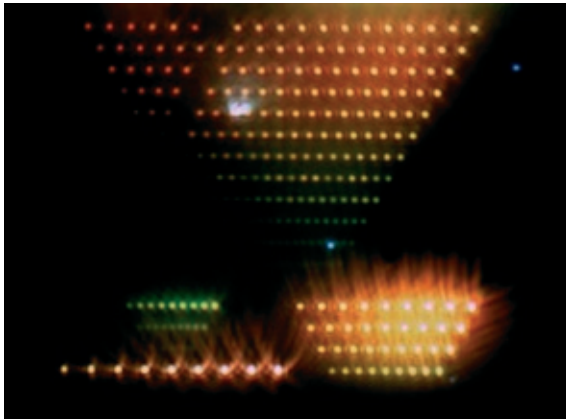


Nanoantennen als optische Sensoren für Highspeed-Datennetze

Mehr als 120 Jahre nach der Entdeckung der elektromagnetischen Natur der Funkwellen durch Heinrich Hertz beherrscht die drahtlose Datenübertragung die Informationstechnologie. Um immer mehr Daten in kürzerer Zeit zu übertragen, kommen immer höhere Funkfrequenzen zum Einsatz. Vor einigen Jahren fanden Wissenschaftler heraus, dass man auch mit Lichtwellen funken kann. Die Herstellung der winzigen Antennen war aber bislang äußerst aufwendig. KIT-Wissenschaftlern ist es nun erstmals gelungen, kleinste optische Nanoantennen aus Gold gezielt und reproduzierbar anzufertigen.



▲ Nano-Dipolantennen unter einem Mikroskop: Die Farben zeigen die jeweils unterschiedlichen Sendefrequenzen
Bild: LTI

1887 entdeckte Heinrich Hertz an der damaligen Technischen Hochschule Karlsruhe, der Vorgängerin der Universität Karlsruhe, die elektromagnetischen Wellen und die Informationsübertragung damit. Die Schlüsselposition bei solcher Übertragung nimmt dabei eine Dipolantenne auf der Sende- wie auch auf der Empfangsseite ein. Diese Technik hat sich heute in vielen Bereichen des alltäglichen Lebens, beispielsweise beim Mobilfunk oder beim Satellitenempfang von Fernsehprogrammen, durchgesetzt. Sende- und Empfangsseite kommunizieren dann besonders effizient, wenn die Dipolantennen-Gesamtlänge ungefähr der halben Wellenlänge der elektromagnetischen Welle entspricht.

Um nun mit den besonders hochfrequenten elektromagnetischen Lichtwellen im Frequenzbereich bei mehreren 100.000 Gigahertz funken zu können (500.000 GHz entsprechen gelbem Licht von 600 nm Wellenlänge), benötigt man winzig kleine Antennen, die nicht größer sind als eine halbe Lichtwellenlänge, also maximal 350 Nanometer.

Die kontrollierte Herstellung solcher optischer Funkantennen im Nanomaßstab war weltweit ein bisher sehr schwieriges Problem, weil optische Belichtungsverfahren so kleine Strukturen aus physikalischen Gründen nicht ohne weiteres erzeugen können – wegen der Wellennatur des Lichtes. Um dennoch bei ihren Goldantennen, die kleiner sind als 100 Nanometer, die nötige Präzision zu erreichen, nutzten die Wissenschaftler der DFG-Heisenberg-Gruppe »Nanoscale Science« am Lichttechnischen Institut des KIT die Elektronenstrahlolithografie. Die Ergebnisse wurden im Journal Nanotechnology (Nanotechnology 20 (2009) 425203) veröffentlicht.

Die Antennen aus Gold wirken physikalisch wie Radioantennen, wobei Radioantennen etwa 10 Millionen Mal so groß sind, also etwa 1 Meter lang. Die

empfangene Frequenz ist bei den Nanoantennen entsprechend 1 Million Mal höher als die Radiofrequenz, also nicht 100 Megahertz, sondern mehrere 100.000 Gigahertz.

Diese Nanoantennen können nun Daten mit extremer Datenrate übertragen, weil die hohe Frequenz der Wellen die extrem schnelle Modulation des Signals erlaubt. Für die Zukunft des drahtlosen Datenverkehrs bedeutet dies eine Beschleunigung auf das 10.000-fache der heutigen Datenrate bei zugleich reduziertem Energieverbrauch. Sie bilden somit eine wichtige Grundlage für neue optische Highspeed-Datennetze.

Die Nanoantennen aus Karlsruhe lassen sich in Zukunft aber nicht nur für die Informationsübertragung, sondern auch als Werkzeug für die optische Mikroskopie einsetzen, etwa für Untersuchungen an einzelnen Biomolekülen.

Daneben können die Nanoantennen als neues Werkzeug zur Charakterisierung von Nanostrukturen aus Halbleitern, Sensorstrukturen und integrierten Schaltkreisen besser eingesetzt werden. Möglich wird dies, da Nanoantennen Licht effizient einfangen können. Damit werden Nanoantennen wiederum zu Lichtquellen und strahlen ihrerseits Lichtquanten (Photonen) ab.

► INFO

Kontakt:
Monika Landgraf
Karlsruher Institut für Technologie
Kaiserstraße 12
76131 Karlsruhe
Tel.: 0721 608-8126
Fax: 0721 608-3658
E-Mail: Monika.Landgraf@kit.edu
www.kit.edu