

■ Fotoshooting im Körper

Eine Miniaturkamera lässt sich mittels Magnetfeldern durch den Verdauungstrakt steuern.

Die Endoskopie ist heute die am weitesten verbreitete Methode, um die Verdauungsorgane zu untersuchen. Da sie für die Patienten unangenehm ist, haben verschiedene Hersteller integrierte Miniaturkameras entwickelt, die sich wie eine Tablette einnehmen lassen. Während sie den Körper für zehn

bis zwölf Stunden durchwandern, übertragen sie per Funk beispielsweise Bilder der Darminnenwand. Solche Systeme sind bereits zugelassen, allerdings funktionieren sie erst im Darm richtig, da ihre Verweilzeit in Speiseröhre und Magen zu kurz ist, um genügend Bilder zu schießen.

Der israelische Hersteller Given Imaging hat nun eine Kamera (genannt Pillcam) zusammen mit dem Fraunhofer-Institut für Biomedizinische Technik (IBMT) in St. Ingbert und anderen Partnern weiterentwickelt: Dank einer am IBMT entwickelten magnetischen Steuerung lässt sie sich auch für die Untersuchung der Speiseröhre und des Magens nutzen. Ein in der Hand gehaltenes Steuergerät erlaubt es, die Kamera beliebig im Raum bewegen. Über die konkrete Umsetzung hüllen sich die Beteiligten noch in Schweigen. In der Pillcam wäre jedenfalls sowohl eine Anordnung aus mehreren Magneten möglich als auch ein entsprechend geformter einzelner Magnet. Im Steuergerät sitzt ein auf die Kamera abgestimmter, passend geformter Magnet. Sein ungefähr schokoladentafelgroßes Gehäuse sorgt dafür,

dass das Steuerfeld an der Körperoberfläche 400 mT nicht übersteigt. Mit dem Gerät gelang es den Forschern, die Kamera zehn Minuten in der Speiseröhre eines sitzenden Menschen zu halten und sie dabei sogar um 180 Grad zu drehen. Auch die komplette Mageninnenwand ließ sich aufnehmen. Nun stehen weitere Tests an Probanden an.

■ E-Mail von der Deckenleuchte

Mit inkohärentem Licht lassen sich Daten mit 100 Megabit pro Sekunde übertragen.

Im Heim von morgen sollen Fernseher, Computer und Haushaltsgeräte miteinander und über das Internet kommunizieren. Heutige Heimnetze, die immer häufiger kabellos sind und auf Wireless-LAN (WLAN) oder Bluetooth basieren, können dabei zum Engpass werden, wenn sie durch optische Hochgeschwindigkeitsnetze gespeist werden. Diese bieten bidirektional Datenraten von 100 Mbit/s oder mehr, die beispielsweise für hochauflösendes Fernsehen notwendig sind. WLAN hat außerdem den Nachteil, dass es in der Praxis nur über drei unabhängige Frequenzbänder verfügt, die in manchen Gegenden und Gebäuden mehrfach belegt sind – sinkende Datenraten sind die Folge.

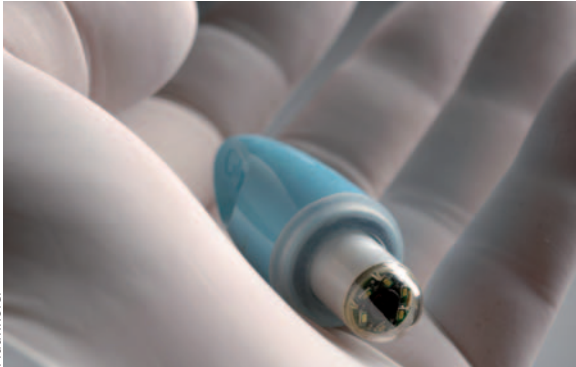
Siemens-Mitarbeitern ist es nun erstmals gelungen, mit sichtbarem Licht Daten mit bis zu 100 Mbit/s zu übertragen. Die Forscher nutzen als Sender gewöhnliche Weißlicht-LEDs und als Empfänger konventionelle Siliziumphotodioden. Der entscheidende Kniff bei der Übertragung ist die spektrale Filterung des empfangenen Lichts und die genutzte kombinierte Pulsamplituden- und Phasenmodulation. Da das verwendete Licht inkohärent ist, muss man dem Signal Subträger aufmodulieren, erst dann lässt sich mit der Phasenmodulation arbeiten. Weil Licht ohnehin in jedem Raum vorhanden ist und die Lampe sehr schnell „schalten“ muss, sähe ein Bewohner einfach das gewohnte konstante Leuchten – mehr nicht. Licht hat auch den Vorteil, dass es im Gegensatz zu vielen Funktechnologien unreguliert und lizenzfrei ist und nur eine begrenzte Reichweite hat – maximal die Raumgröße, sodass sich Heimnetze in verschiedenen Zimmern nicht gegenseitig stören.

Das Ziel der Forscher ist es, mit ihrer Technik ein Wohnzimmer typischer Größe ausleuchten zu können. Im Labor schaffen sie derzeit gut einen Meter. Die wichtigsten Stellschrauben für größere Reichweiten sind hellere LEDs als Sender und verbesserte Modulationsverfahren.

■ Bitte nicht stören!

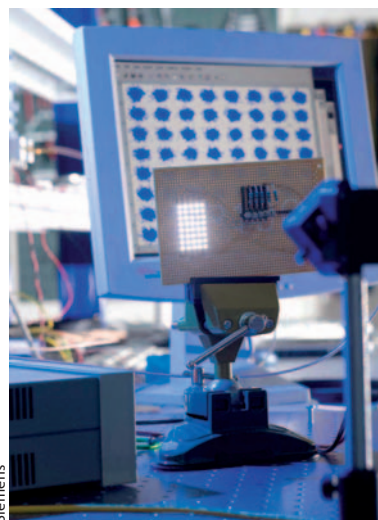
Ein integrierter Sensor misst alle drei Komponenten eines Magnetfelds – auch wenn starke statische Felder stören.

Magnetfeldsensoren erfassen heute in der Antriebs- und Steuerungstechnik Positionen von Bauteilen. Solche Sensoren, die den Hall-Effekt ausnutzen, besitzen eine große Dynamik, eine hohe Linearität und zeigen weder Sättigungseffekte noch Hysterese. Allerdings befinden sie sich immer in einer Umgebung, in der Stromkabel selbst störende Magnetfelder erzeugen. Die Hersteller der Magnetfeldsensoren müssen ihre Produkte



Fraunhofer

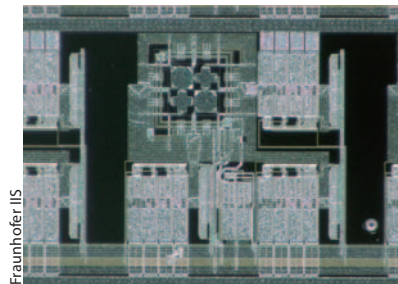
Die Minikamera für den Blick ins Körperinnere – hier in ihrer bläulichen Schutzhülle – ist nur einige Millimeter groß.



Siemens

Weißlicht-LEDs (helle Fläche vor dem Monitor) schicken im Labor Daten mit 100 Mbit/s zum Empfänger (vorne rechts).

#) M. A. Belkin et al., Appl. Phys. Lett. 92, 201101 (2008)



Ein integrierter Sensor (die gekreuzten und quadratischen Strukturen) misst kleine Schwankungen eines Magnetfelds auch bei großen Störfeldern.

daher aufwändig – und damit teuer – abschirmen.

Wissenschaftler des Fraunhofer-Instituts für Integrierte Schaltungen (IIS) haben nun einen integrierten 3D-Magnetfeldsensor entwickelt, der ohne Abschirmung auskommt. Für die Detektion der z -Komponente des Magnetfelds nutzen sie gängige Hall-Elemente. Für die tangentialen Feldkomponenten haben sie laterale Hall-Sensoren entwickelt, deren elektrisch leitfähiger Bereich sich parallel zur Oberfläche des Halbleitersubstrats erstreckt und die – bildlich gesprochen – aufgebogen werden. Dadurch besteht der Substratkontakt aus zwei Teilkontakten, die an der Chipoberfläche liegen.

Da die Forscher lithografische Verfahren für die Fertigung des CMOS-Sensors nutzen, können sie sehr präzise Strukturen erzeugen und alle drei Komponenten des Magnetfelds quasi in einem Punkt messen. Mit mehreren solchen Einheiten lassen sich nicht nur die Richtung, sondern auch die räumliche Veränderung eines Magnetfelds messen. Deshalb können die Wissenschaftler Nutz- und Stör-signal voneinander trennen – und auf Abschirmungen verzichten.

■ Laser mag es warm

Erstmals ist es gelungen, im Terahertz-Bereich Laserstrahlung bei Raumtemperatur zu erzeugen.

Wissenschaftler erschließen für THz-Strahlung, die im elektromagnetischen Spektrum zwischen Infrarot- und Mikrowellen liegt, immer mehr Anwendungsfelder.

THz-Wellen eignen sich prinzipiell sowohl für die zerstörungsfreie Materialprüfung als auch für die Personenkontrolle am Flughafen. Stoffe, die nicht elektrisch leiten, sind für diese Wellen transparent. Der Arbeitsgruppe um Federico Capasso von der Harvard University in Cambridge, Massachusetts, ist nun gemeinsam mit Kollegen ein weiterer Durchbruch gelungen: ein kleiner, handlicher Laser, der THz-Wellen bei Zimmertemperatur emittiert.^{#)}

Der aktive Bereich dieses Quantenkaskadenlasers (QCL) besteht aus vielen identischen Stufen nanometerdicker Quantentöpfe. Für THz-QCL sind rund 100 Stufen erforderlich. Bei dem Lasertyp werden Elektronen immer wieder in die verschiedenen Stufen injiziert. Sie emittieren dann Photonen, wenn sie auf tiefere Energieniveaus fallen. Jedes Elektron ist also letztlich für eine ganze Kaskade an Photonen verantwortlich.

Allerdings arbeiten solche Laser nur bei Temperaturen unter 200 K, denn bei Zimmertemperatur hat die Energieverteilung der Elektronen dieselbe Größenordnung wie die Energiedifferenz zwischen den Laserniveaus, sodass es schwierig wird, die Elektronen gezielt in die oberen Zustände des Laserübergangs zu injizieren. Daher haben Capasso und seine Kollegen einen QCL gefertigt, der gleichzeitig ein nichtlineares optisches Medium ist. Wenn sie damit bei Zimmertemperatur Strahlung der Wellenlängen 8,9 und 10,5 μm erzeugen, emittiert der QCL dank der differentiellen Frequenzerzeugung des nichtlinearen Materials zwei Mischwellenlängen. Die eine liegt bei 60 μm und damit im THz-Bereich.

Der verkapselte THz-Laser, der nur einige Millimeter groß ist, erreicht zwar bei 250 K nur rund 1 μW Ausgangsleistung und bei 300 K ungefähr 300 nW. Doch bei Temperaturen oberhalb von 250 K lässt sich bereits mit kommerziellen Thermoelementen kühlen, und die Wissenschaftler sind optimistisch, dass sie auch recht schnell in den Milliwattbereich vorstoßen werden.

Michael Vogel