

■ Weiße Leuchtkraft

Eine neue LED-Lampe übertrifft mit ihrer Helligkeit einen 50-Watt-Halogenstrahler.

Leuchtdioden (LEDs) sind bereits Stand der Technik, wenn es um eine Energie sparende oder besonders langlebige Beleuchtung geht, deren Wartung aufwändig und damit teuer wäre. Mitarbeiter von Osram Opto Semiconductors haben nun



Durch die große Packungsdichte der LEDs wird der Strahler sehr hell.

den Prototyp einer kaltweißen LED-Lampe entwickelt, die mit einem Lichtstrom von 1000 Lumen die Helligkeit einer 50-Watt-Halogenlampe übertrifft und für die allgemeine Beleuchtung interessant sein dürfte.

Die neue Lichtquelle ist die Weiterentwicklung eines bestehenden Produkts und arbeitet mit sechs LED-Chips, die jeweils eine Ausdehnung von einem Quadratmillimeter haben. Sie sind in einer Dünnschichttechnologie gefertigt. Dabei dient das Licht absorbierende Substrat nur zum epitaktischen Schichtwachstum. Um eine effiziente Auskopplung des Lichts zu erreichen, bringt Osram nach dem Aufwachsen einen hoch reflektierenden Metallspiegel an und lötet den Chip mit der Metallseite auf ein dünnes Trägermaterial. Das ursprüngliche Substrat lässt sich nun entfernen, und zurück bleibt ein Dünnschicht-Chip mit der gewünschten Schichtfolge aus InGaAlP für gelb und rot emittierende LEDs bzw. InGaN für blaue und grüne. Diese LEDs emittieren das gesamte Licht durch die Chipober-

fläche und erreichen dadurch eine hohe Lichtausbeute. Über Details schweigt sich Osram aber aus.

In Verbindung mit einem 38°-Reflektor soll die 1000-Lumen-LED-Lampe ausreichen, um einen Schreibtisch aus zwei Meter Höhe mit mehr als 500 Lux großflächig auszuleuchten. Dieser Wert entspricht der empfohlenen Beleuchtungsstärke für Büros. Bei 1000 Lumen erfordert die LED einen Betriebsstrom von 1 A, bei 500 Lumen nur 350 mA. Die Effizienz des Prototyps beträgt 75 Lumen pro Watt. Bereits im Sommer dieses Jahres will Osram die neue LED-Lampe auf den Markt bringen.

■ Turbo fürs Netz

Nächste Generation der Teilnehmeranschlusstechnik rückt näher.

Künftige Telekommunikationsdienste wie Video-on-demand oder digitales Fernsehen in HDTV-Qualität erfordern in technischer Hinsicht vor allem eines: Bandbreite. In den Kernnetzen der Telekommunikationsanbieter werden die Daten bereits heute häufig optisch übertragen, um hohe Bandbreiten zu erzielen, genauso auf den Strecken zwischen Kernnetz und Vermittlungsstelle bzw. Teilnehmer, den sog. Zugangsnetzen. In den schnellsten dieser Passiven Optischen Netze (PON) liegen die Datenraten heute bei 2,5 GBit/s aus dem Netz zum Teilnehmer (downstream) und 1,2 GBit/s vom Teilnehmer ins Netz (upstream).

Die optische Signalübertragung geschieht mit einem Zeitmultiplexverfahren: Dabei werden in verschiedenen Zeitschlitzen die Daten unterschiedlicher Sender (Laser) auf demselben Wellenlängenkanal übertragen. Einem Forscherteam bei Siemens Networks und Siemens Österreich ist es nun erstmals gelungen, in einem Zugangsnetz Daten mit 10 GBit/s downstream und 2,5 GBit/s upstream fehlerfrei zu übertragen. Dazu optimierten die Siemens-Forscher einerseits die Erkennungslogik, die Beginn und Ende des jeweiligen Laserpulses

erfasst und konnten dadurch die Zeitschlitze effizienter nutzen. Andererseits entwickelten sie einen neuen optischen Verstärker aus Erbium-dotierten Glasfasern, für die bereits bekannte Verstärker dieses Typs als Ausgangspunkt dienten.

Das Laserlicht der Verstärkerpumpe hebt die Erbium-Elektronen auf ein höheres Niveau. Diese geben ihre Energie dann wiederum an die Photonen des Nutzsignals ab. Diese Verstärkung geschieht nun rein optisch, während die optischen Signale bislang zunächst in elektrische umgesetzt werden mussten – und wieder zurück. Wie hoch die Verstärkung ausfällt, hängt von den gesetzlichen Beschränkungen für die Laserleistung ab sowie von der Grenze, ab der unerwünschte, nicht-lineare Effekte auftreten.

Mit der neuen Technologie lassen sich bei den Vermittlungsstellen Verteilungssysteme aufbauen, die 512 Teilnehmeranschlüsse bedienen können. Ohne weitere aktive Elemente beträgt die Reichweite zwischen Kernnetz und Teilnehmer – die „Letzte Meile“ – dann maximal 100 km. Dagegen lassen sich mit heutigen Gigabit-PON Teilnehmer über eine zentrale Einrichtung im Umkreis von bis zu 20 km anschließen. Die Zahl der Teilnehmeranschlüsse ist dabei auf 32 pro Verteilungssystem beschränkt.

Mit dem neuen PON-Prototyp können Netzbetreiber also ihren Kunden pro Zugangsnetz mehr Bandbreite bieten und sie gleichzeitig in dünner besiedelten Gebieten kostengünstiger anschließen. Innerhalb von zwei bis drei Jahren soll der Prototyp Marktreife erlangen.

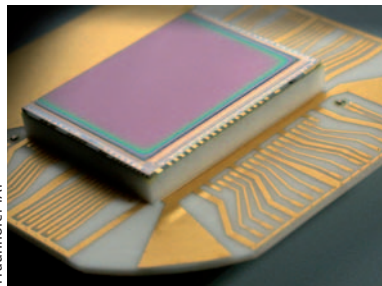
■ Infrarot gewarnt

Weltweit erster bi-spektraler Infrarotdetektor mit simultaner Zeit- und Ortsauflösung.

Der für das Jahr 2009 geplante Militärtransporter Airbus A400M wird mit einem Warnsystem arbeiten, das anfliegende Raketen aufgrund ihrer Infrarotstrahlung orten kann. Das Herzstück wird ein Infrarotdetektor bilden, den Wissenschaftler

am Freiburger Fraunhofer-Institut für Angewandte Festkörperphysik (IAF) entwickelt haben. Er besteht aus zwei p-i-n-Fotodioden, die zwischen drei hochdotierten Kontaktschichten liegen und für zwei verschiedene Wellenlängen empfindlich sind. Die mittlere Kontaktschicht dient für beide Dioden als Masse, jeweils eine der weiteren Schichten dient zum Auslesen. Beide Fotodioden beruhen auf InAs/GaSb-Übergittern, deren Schichten nur wenige Monolagen dick sind.

Die Substrat-seitige Diode spricht auf Strahlung der Wellenlänge 3 bis 4 μm an, die andere Diode auf 4 bis 5 μm . Dank der hohen Quanteneffizienz von Übergittern mit Antimon können solche Kameras mit kurzen Integrationszeiten im Millisekundenbereich arbeiten. Der Aufbau des Detektors



Fraunhofer-IAF

Das Herzstück der Zweifarben-Infrarotkamera bildet ein Detektorchip, der am Fraunhofer-Institut für Angewandte Festkörperphysik entwickelt wurde.

ermöglicht es, beide Spektralkanäle zeit- und orts aufgelöst zu erfassen. Bisherige bi-spektrale Kameras registrierten dagegen nicht beide Kanäle pixelgleich und simultan: Sie arbeiteten mit Filterrädern, zwei separaten Detektorchips oder dem mehrfachen Umschalten zwischen beiden Kanälen während der Integrationszeit.

Die Ausleseelektronik und die Kühlung für den Detektorchip des IAF fertigt die Heilbronner Firma AIM Infrarot-Module. Diese integriert auch das Gesamtsystem und liefert es als Infrarotkamera schließlich an die Produzenten des A400M-Flugkörperabwehrsystems. Das IAF denkt inzwischen über weitere Anwendungen des Detektors nach, etwa in der industriellen Materialprüfung.

■ Nanoröhren statt Kupfer

Kohlenstoff-Nanoröhren sind Kupfer als Leiterbahnen in der Mikroelektronik überlegen.

Je kleiner und schneller Mikrochips werden, desto schwieriger ist es, die Verbindungen zwischen den Logikbausteinen auf den Chips aus Kupfer zu fertigen. Denn die strukturellen und elektrischen Eigenschaften des Kupfers verschlechtern sich, wenn die Leiterbahnen immer dünner und kürzer werden. In theoretischen Modellen zeigen Kohlenstoff-Nanoröhren viel versprechende Eigenschaften, die sie dem Kupfer überlegen machen. Diese Nanoröhren bestehen aus einer Graphitschicht, die zu einem Zylinder zusammengerollt ist. Einwandige Vertreter verhalten sich als Leiter oder Halbleiter, je nachdem, wie sie „aufgewickelt“ wurden.

Den experimentellen Nachweis, dass Kohlenstoff-Nanoröhren tatsächlich überlegene Eigenschaften besitzen, erbrachte nun eine Forschergruppe der Firma Intel um John J. Plombon.¹⁾ Dazu führte sie Messungen an einwandigen Nanoröhren durch, die als 2 μm lange Verbindungen zwischen den Elektroden eines koplanaren Wellenleiters dienten. Sie nutzten einen Netzwerkanalysator, mit dem sich Reflexion und Transmission der Röhren in Abhängigkeit von der Frequenz (zwischen 45 MHz und 50 GHz) erfassen lassen.

Die Messungen zeigten, dass die kinetische Induktivität und die elektrostatische Kapazität einer einwandigen Kohlenstoff-Nanoröhre innerhalb eines Faktors zwei mit den theoretischen Vorhersagen übereinstimmen. Weitere Messungen an Nanoröhren-Bündeln ergaben, dass deren effektive Induktivität umgekehrt proportional zur Zahl der einzelnen Röhren ist. Angesichts dieser Ergebnisse sind die Forscher optimistisch, dass Kohlenstoff-Nanoröhren eines Tages tatsächlich Kupfer in der Mikroelektronik verdrängen können.

Michael Vogel

1) Appl. Phys. Lett. **90**, 063106 (2007)