

Diodenlaser mit höchster Brillanz

Im Fokus eines Trapezlasers hat der Lichtstrahl jetzt eine Leistungsdichte, die um mehr als das 25fache über der von konventionellen Hochleistungsdiodenlasern liegt.

© Fraunhofer IAF/
Liana Marek

Nahezu unbemerkt haben Halbleiterlaser Einzug in unseren Alltag gehalten. Dabei ist das Potenzial der winzigen Lichtquellen noch längst nicht ausgeschöpft. Neuartige Trapezlaser verbessern Leistung und Strahlqualität. Diese wurden mit dem Landesforschungspreis Baden-Württemberg ausgezeichnet.

Schon heute sind die Diodenlaser aus der modernen Kommunikations- und Messtechnik nicht mehr wegzudenken. Die winzig kleinen Diodenlaser sind die Schlüsselelemente vieler innovativer Produkte der vergangenen Jahre. Sie sorgen dafür, dass der CD-Player Musik in höchster Qualität abspielt, die Scannerkasse den Barcode abliest, Kopierer und Laserdrucker scharfe Bildpunkte erzeugen und im Glasfasernetz gigantische Datenmengen übertragen werden. Zwei Drittel des weltweiten Lasermarktes von rund fünf Milliarden Euro entfallen auf die winzigen Diodenlaser – mit steigender Tendenz.

Die Diodenlaser, die mit Methoden der Halbleitertechnik hergestellt werden, arbeiten bei den bisherigen Anwendungen in einem sehr niedrigen Leistungsbereich. Für viele Anwendungen reichen optische Leistungen von einigen Milliwatt völlig aus. Doch damit nicht genug. Jetzt schicken sich die Diodenlaser an, die gesamte Lasertechnik zu revolutionieren. Der Technologiewechsel ist ähnlich weitreichend wie seinerzeit der Übergang von der Radoröhre zum Transistor in der Unterhaltungsindustrie. Vor wenigen Jahren ist es gelungen, Halbleiterlaser auch für hohe optische Leistungen von mehreren Watt herzustellen. Diese

Hochleistungsdiodenlaser haben im Vergleich zu ihren großen Brüdern, den konventionellen Gas- oder Festkörperlasern, große Vorteile: Sie erzielen einen bis zu zehnmal höheren Wirkungsgrad, sind 100-mal kleiner, erheblich kostengünstiger, sehr zuverlässig und langlebig. Sie haben aber auch einen Nachteil, die schlechte Strahlqualität – zumindest bisher.

Schönerer Strahl – brillantere Wirkung

Diese Einschränkung zu überwinden hat sich ein Team am Fraunhofer-Institut für Angewandte Festkörperphysik IAF vorgenommen. Die Freiburger Forscher Dr. Márc Kelemen, Dr. Rudolf Kiefer, Dr. Michael Mikulla und Dr. Martin Walther führten ein neues Laserkonzept zur Serienreife: den Trapezlaser. Dafür wurden sie mit dem Landesforschungspreis für angewandte Forschung des Landes Baden-Württemberg ausgezeichnet. Das ist der höchstdotierte Forschungspreis, den ein Bundesland aus-

Lasern kommt es darauf an, eine hohe optische Energie punktgenau auf eine möglichst kleine Fläche zu bringen. Zwei Kriterien entscheiden über die Qualität und die Einsatzfähigkeit des Diodenlasers. »Zum einen sollte er eine hohe Ausgangsleistung erzielen, also möglichst viel der zugeführten elektrischen Energie in Licht umwandeln«, erläutert Dr. Márc Kelemen vom IAF. »Zum anderen entscheidet die Strahlqualität über die Fokussierbarkeit des Laserstrahls und damit über seine Präzision.« Anders gesagt: Je »schöner« der Strahl geformt ist, desto »brillanter« ist seine Wirkung.

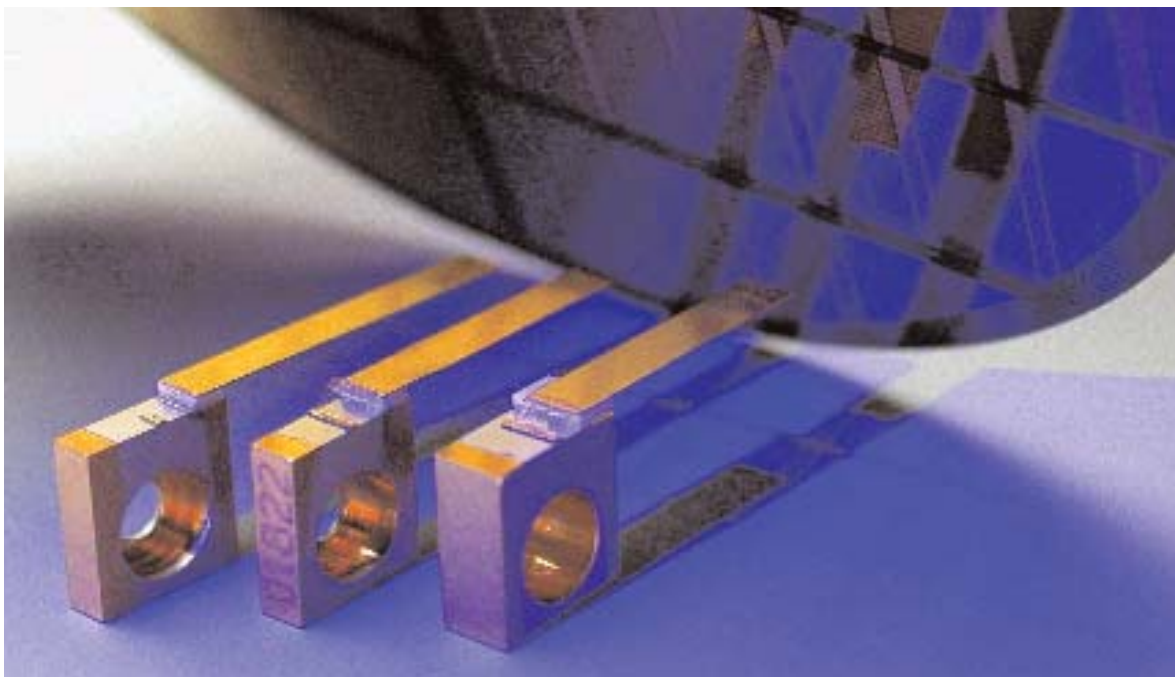
Der Trapezlaser verknüpft beide gewünschten Eigenschaften. Er erreicht sowohl hohe optische Ausgangsleistungen von über 5 Watt als auch eine hervorragende Strahlqualität. Die bisherigen Diodenlaser konnten nur bei geringen Leistungen im Milliwatt-Bereich eine gute Strahlqualität gewährleisten. Durch eine Optimierung des Halbleitermaterials in Kombination mit ei-

sind – sie erreichen bis zu 10 000 Stunden Dauerbetrieb.

Zwei Spin-offs sorgen für die Vermarktung

Diese hervorragenden Eigenschaften eröffnen dem Trapezlaser ein breites Spektrum neuer Anwendungsmöglichkeiten. In der Spektroskopie, Analytik, Mess- und Fertigungstechnik können die kompakten Hochleistungsdiodenlaser nun ebenso in Konkurrenz zu den bisher eingesetzten Festkörper- und Gaslasern treten wie in der Laserchirurgie, Augenheilkunde oder Tumorbehandlung. Außerdem eignen sich die Trapezlaser hervorragend für die Faserkopplung und damit für optische Komponenten in der Daten- und Telekommunikation.

Inzwischen sorgen zwei Ausgründungen aus dem Fraunhofer-Institut für die Serienfertigung der Trapezlaser: Die Firma EpiNova GmbH liefert mit den Halbleiterschichten die Grundbausteine, aus denen die Firma



schreibt. Das neue Konzept eröffnet dem Diodenlaser völlig neue Anwendungsgebiete in der direkten Materialbearbeitung oder der Medizin- und Messtechnik. Damit kann die Lasertechnologie auch überall dort Einzug halten, wo dies bisher die Größe der Laseranlagen oder der geringe Wirkungsgrad verhinderten.

Egal ob Bohren, Schweißen, Schneiden, bei allen Materialbearbeitungsverfahren mit

nem trapezförmigen Design gelang es den Wissenschaftlern, die Ausgangsleistung um ein Vielfaches zu erhöhen und gleichzeitig die exzellente Strahlqualität beizubehalten: Der Lichtstrahl des Trapezlasers hat jetzt mehr als die 25fache Leistungsdichte herkömmlicher Hochleistungsdiodenlaser – bei gleicher Ausgangsleistung. Bei der Entwicklung achteten die Fraunhofer-Forscher darauf, dass die Trapezlaser kostengünstig herzustellen, wartungsfrei und langlebig

m2k-laser GmbH die kompletten Bauteile fertigt. Damit sind die Trapezlaser auch für kleine und mittlere Unternehmen verfügbar, um innovative Laserverfahren zu entwickeln. Der Preis Baden-Württembergs würdigte diese Technologieentwicklung gerade wegen der konsequenten Umsetzung bis hin zur Serienreife – als Basis für eine Fülle weiterer innovativer Produkte und Verfahren.

Franz Miller