

Altern von Laserdioden

Advanced

In einer Wertanalyse der Fa. Cree (führend bei **SiC** Materialien und Schaltungen) kommt der Aktienmarkanalytiker **1998** zu einem sehr positivem Ergebnis. Er begründet dies auch damit, dass:

- "Cree announced in July **1997** a continous wave (**CW**) operation of its blue laser ...lasting more than **15 seconds**. This followed shortly after its June release of a pulsed **GaN** blue laser with a lifetime in excess of **1 hr**. This is a big deal, since management had expected it to take up to one year to progress from an electrically pulsed laser (pulsed for **1 ms per second**) to **CW** operations".
- Aha. Der gepulste Laser hat also insgesamt etwa **3,6** Sekunden wirklich gelast, und die **15** Sekunden Daueroperation waren ein "big deal". Bevor man so einen neuen Laser verkaufen kann, muß jedoch die Lebensdauer in der Regel mindestens **10 Jahre (= 87 600 hr)** betragen.
- Wie ging es weiter? Im Oktober **2000** hat Cree **100 hr CW** Betrieb erreicht (Osram spricht von **143** Stunden, und dass sie in **2005** welche verkaufen wollen).
- 2002** liest man dann: "Cree has announced that its **405 nm 3 mW** blue laser diodes exhibit a projected lifetime exceeding **10.000** hours ($\approx$ **1 Jahr**) at room temperature. The company recently announced lifetimes of **1000** hours and began sampling laser diodes in December **2001**."
- Leider gibt es zur Zeit jede Menge Patentstreitigkeiten - wir werden sehen.

Warum geht der neue (tiefblaue) **GaN** Laser genau wie jeder andere neue Laser denn so schnell kaputt? Auch heute (Sept. **2003**) kann man ihn noch nicht so recht kaufen (er ist noch sehr teuer); obwohl die Menschheit in so gerne hätte (nochmalige Vervielfachung der Speicherkapazität einer **DVD**).

- Die Firma Cree wird niemanden verraten, an was ihr Laser so schnell stirbt; die Konkurrenz (darunter z.B. Osram) auch nicht. Immerhin liest man bei SONY folgendes

Laser diodes also deteriorate and fail due to crystal defects. Perfect semiconductor crystals have structures with a regular atom arrangement, but actual semiconductor crystals have crystal defects which are non-conforming portions in the atom arrangement. In addition, crystal defects may also be produced by mechanical stress applied to semiconductor chips in the laser diode manufacturing process. These crystal defects inside laser diodes have non-light emitting properties, and the energy provided when the power is on is converted to heat instead of light. Dark line defects (DLD) are when a dislocation, which is a type of crystal defect, grows and expands while the power is on. These DLD expand and grow faster at larger current densities or higher operating temperatures, and can cause degradation or failure. AlGaAs laser diodes often experience laser diode degradation due to DLD at approximately 100 hours, and this is called degradation by the rapid degradation mode.

Aha. Das Wort Versetzungsklettern wird zwar vermieden ("...dislocation grows and expands..."), aber die Botschaft ist klar.

- Exotische Prozesse tief aus der Folterkammer der Materialwissenschaft verhindern zur Zeit noch, dass wir über schöne neue Dinge verfügen können, und darunter wären sogar ganz nützliche Sachen.
- Wer's nicht weiß, würde es kaum glauben, wieviele Wissenschaftler sich mit Themen wie Versetzungsklettern abgeben. Hier noch der Abstract eines beliebig herausgegriffenen Papers zum Thema:

JOURNAL OF APPLIED PHYSICS

VOLUME 84, NUMBER 3

1 AUGUST 1998

Combined transmission electron microscopy and cathodoluminescence studies of degradation in electron-beam-pumped $\text{Zn}_{1-x}\text{Cd}_x\text{Se/ZnSe}$ blue-green lasers

Jean-Marc Bonard^{a)} and Jean-Daniel Ganière
Institut de Micro- et Optoelectronique, Département de Physique, Ecole Polytechnique Fédérale,
CH-1015 Lausanne, Switzerland

Lia Vanzetti,^{b)} Jens J. Paggel,^{c)} Lucia Sorba,^{d)} and Alfonso Franciosi^{a)}
Laboratorio Nazionale TASC-INFN, Area di Ricerca, Padriciano 99, I-34012 Trieste, Italy

Denis Hervé^{b)} and Engin Molva
LETI (CEA-Technologies Avancées), Département Optronique, 17 rue des Martyrs,
F-38054 Grenoble Cédex 9, France

(Received 15 December 1997; accepted for publication 17 April 1998)

We explored degradation in electron-beam-pumped $\text{Zn}_{1-x}\text{Cd}_x\text{Se/ZnSe}$ laser structures by combining cathodoluminescence (CL) measurements in a scanning electron microscope with transmission electron microscopy. The rate of degradation, measured as the decrease of the emitted CL intensity under electron bombardment, depends critically on the threading dislocation density and on the strain in the quantum well. Degradation occurs via the formation of dark spot defects, which are related to bombardment-induced networks of dislocation loops in the quantum well. These degradation defects often initiate where threading dislocations cross the quantum well. We propose a self-supporting dislocation climb mechanism activated by nonradiative recombination to explain the formation and propagation of the degradation defects. © 1998 American Institute of Physics. [S0021-8979(98)07114-X]

Ganz schnell ein paar Worte zur "Geschichte" der "dark line defects; der **DLD**'s.

- Der Begriff stammt von Pierre Petroff und Hartmann, die **1973** als erste das Phänomen des schellen "Dunklerwerdens" von Laserdioden mit dem vollen Instrumentarium der modernen Analytik untersuchten.
- Zum Einsatz kam mikroskopische Lumineszenz, [Röntgentopographie](#) und [Transmissionselektronenmikroskopie \(TEM\)](#).

- Die letztere Methode kann Versetzungen "sehen", damit gelang die Identifizierung von Versetzungen als primärer Bösewicht. Auch das Klettern von Versetzungen etc. kann mit **TEM** beobachtet werden.