

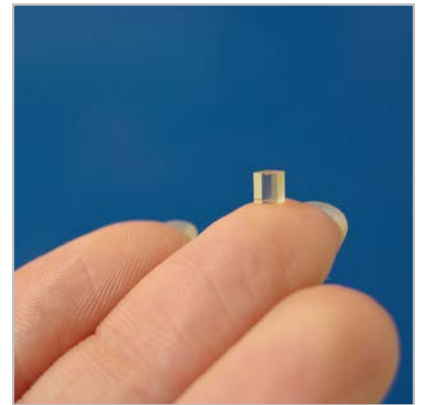
Stabilisierte High-Power-Laserdioden

Betreibt man Hochleistungs-Multimode-Laserdioden mit Volume-Bragg-Gittern, lässt sich zum einen die optische Bandbreite um das etwa 8fache verringern und zum anderen die Emissionswellenlänge um das etwa 30fache stabilisieren – und zwar auf ganz einfache Weise.

Die dafür notwendigen Volume-Bragg-Gitter (VBG) werden mit Hilfe hochstabiler, anorganischer und lichtbrechender Gläser hergestellt und an die jeweiligen Einzelemitter-, Breitstreifen- oder Laserdioden-Arrays angepasst. Unter dem Namen LuxxMaster-Laserdioden bietet LASER COMPONENTS komplette Lösungen mit VBG und Kollimationsoptik an.

Breitstreifen-Hochleistungs-Laserdioden und Laserdioden-Arrays zählen zu den treibenden Technologien für eine ganze Reihe von Anwendungen, wie beispielsweise zum Pumpen von Festkörperlasern, medizinische Bestrahlungen, Raman-Spektroskopie oder militärische Einsatzbereiche. Gleichzeitig weisen sie in speziellen Bereichen jedoch Mängel in ihrer Leistungsfähigkeit auf, was sich besonders bei anspruchsvollen Anwendungen als kritisch erweist. Zum einen ist ihre spektrale Linienbreite nicht schmal genug (sie bewegt sich bei etwa 2 bis 4 nm), zum anderen zeigt die emittierende Wellenlänge eine starke Abhängigkeit von der Temperatur (ungefähr 0,3 nm/K), vom Strom sowie vom Alter der Elemente. Hinzu kommt, dass die Strahlqualität für eine Vielzahl von Anwendungen nicht ausreicht.

Eine bezahlbare, und somit wirtschaftliche interessante Lösung für diese Probleme ist die Kombination aus Laserdiode und VBG. Diese neue Technologie ermöglicht eine einfache und robuste Technik für die Stabilisierung der Emissions-Wellenlänge bei gleichzeitiger Verringerung der Linienbreite von Single-Emitter-Hochleistungslaserdioden, Laserdiodenbars und sogar Laserdioden-Stacks. Dabei wird eine strahlungsgekoppelte optische Stabilisierung der Wellenlänge (Drift von $\sim 0,01$ nm/K) und Verschmälerung der Linien (typische Linienbreite von $\sim 0,2$ bis 0,4 nm FWHM) realisiert, ohne dabei den Formfaktor für Laserdioden im Gehäuse oder Laserdioden-Arrays zu verändern.



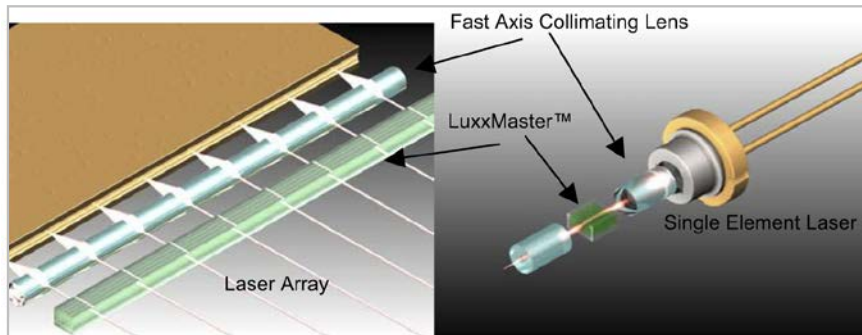


Abb. 1:
Schematische Darstellung des Aufbaus für Laserdiodenarrays und Einzelemittier Laserdioden mit bzw. im hermetisch dichten TO-9 Gehäuse (Quelle: PD-LD)

Im Gegensatz zu Oberflächen-Brechungsgittern handelt es sich bei reflektierenden VBG-Strukturen nicht um streuende Elemente. Vielmehr funktionieren sie als Spiegel für einzelne Wellenlängen. Die spektrale Selektivität eines reflektierenden VBG-Elements wird bestimmt durch die Anzahl der Bragg-Ebenen, die das Licht innerhalb des Glases durchquert. Dafür gilt die Formel

$$\Delta\lambda/\lambda = \lambda/2nd = \Lambda/d = 1/N,$$

wobei mit λ die Bragg-Wellenlänge, $\Delta\lambda$ die Filterbandbreite, d die Dicke des VBG, n der totale Brechungsindex, Λ die Gitterperiode und N die Anzahl der Gitterebenen bezeichnet wird, die in den gesamten Aufbau hineinpassen. Dabei tritt durch den „externen Resonator“ lediglich ein sehr kleiner Teil des reflektierten Lichts wieder in die Laserkavität ein. Die Hauptvergleichswerte sind in Tabelle 1 dargestellt.

	FWHM (nm)	λ_c Control (nm)	T Drift (nm/K)	Ausgangsleistung
Kommerzielle Laserdioden	3 – 6	± 3	0,3	100%
Laserdioden mit VBG-Technologie	0,2 – 0,3	± 0,5	0,01	> 80%

Tabelle 1: Vergleich: kommerzielle Laserdioden und VBG-kombinierte Laserdioden.

Durchgeführte Tests mit einer Reihe von Single-Emitter-Laserdioden und Laserdiodenbarren, die von einer Vielzahl kommerzieller Anbieter stammten mit Streifenlängen von 100 bis 500 μm , einer Leistung von 1 bis 5 W (Single-Emitter) und 20 bis 60 W (Diodenbarren, sowie einem Füllfaktor von 0,2 bis 0,5 bei Barren) bestätigen diese Ergebnisse. Zu den Standard Wellenlängen gehören 785 nm, 808 nm, 938 nm und 976 nm, wobei die VBG-Technologie auf sämtliche Wellenlängen im Spektralbereich von 400 nm bis 2 μm übertragbar ist. Alle diese Eigenschaften machen die Luxx-Master-Laserdioden höchst interessant für eine ganze Reihe von wichtigen Anwendungen, wie z. B.:

- Hocheffizientes Pumpen von herkömmlichen Festkörperlasern,
- Pumpen von neuen Laser-Arten (z.B. Scheibenlaser), wo eine präzise definierte Pumpwellenlänge benötigt wird,
- Verlängerung der Lebensdauer der Pump-Arrays durch Verringerung oder sogar Beseitigung der Rotverschiebung, infolge von Alterung,
- Sensorik, chemische Analyse und einige medizinische Anwendungen, bei denen die Zentralwellenlänge exakt stimmen muss.

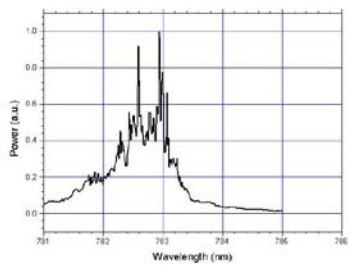
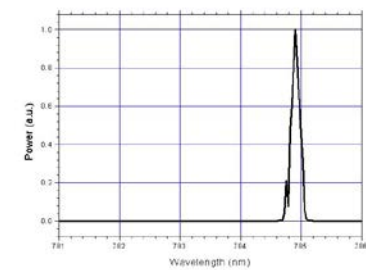
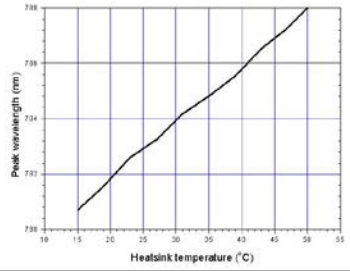
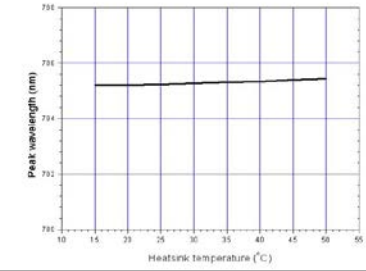
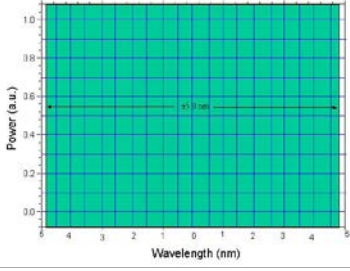
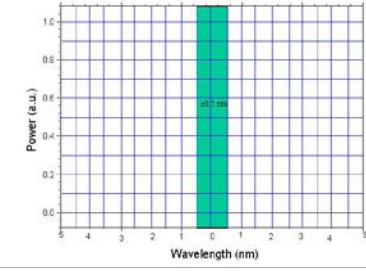
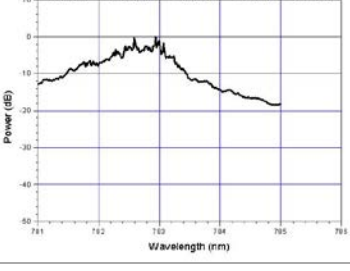
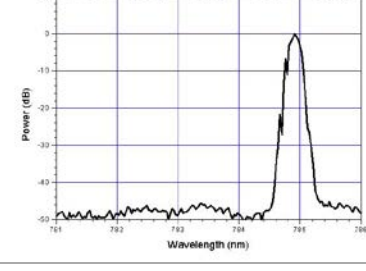
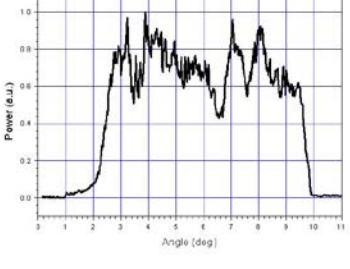
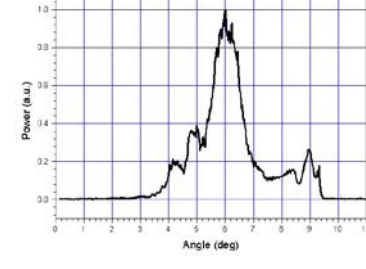
	Hochleistungslaserdioden	LuxxMaster-Laserdioden mit VBG-Technologie
Spektralbereich sehr schmalbandige Emission: bessere Effizienz und Leistung		
$d\lambda/dT$ praktisch keine Wellenlängendrift oder Rotverschiebung: Einfacheres Kühlen, längere Lebensdauer		
λ_c Control größere Genauigkeit bei geringeren Kosten: ohne VBG ± 5 nm mit VBG $\pm 0,5$ nm		
Seitenband-Unterdrückung Fast kein Intermodenmischen: ideal zur Spektroskopie		
Strahlprofil Mehr Brillanz und Leistung von kleineren Lasern		

Abb.2: Vergleich von Hochleistungslaserdioden im Freilauf mit LuxxMaster-Laserdioden mit VBG-Technologie. (Quelle: PD-LD)

Ähnlich Veröffentlicht in: www.laser-journal.de, März 2005, Nr. 1
 Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim