

Fertigungskontrolle für die Laserdioden-Massenproduktion

Etablierte Messtechniken für Laserdioden wie VCSELs sind Spektrumanalysen, Fourier-Transform-Infrarotspektrometrie (FTIR) und dispersiv scannende Spektrometrie. In der Massenproduktion von Laserdioden sind jedoch Durchsatzvermögen und Zuverlässigkeit typische Schwachpunkte dieser Methoden.

Tobias Roesener
Instrument Systems

Der Markt für Laserdioden hat zuletzt ein starkes Wachstum verzeichnet. Treiber der enorm gestiegenen Nachfrage sind neue Anwendungen und neue Technologiekonzepte. Beispiele hierfür sind die Gesichtserkennung in der Unterhaltungselektronik, Lidar (light detection and ranging) im Automobil und Hochleistungsdiodenlaser, die aus einer Vielzahl von Laserdioden bestehen und zunehmend konventionelle Lasersysteme aus der Materialbearbeitung verdrängen.

Laserdioden lassen sich technologisch in EELs (edge-emitting lasers) und VCSELs (vertical-cavity surface-emitting lasers) unterteilen (**Bild 1**). EELs sind Kantenemitter, die waagrecht zur Chipoberfläche emittieren. Sie können erst nach dem Aufbringen der Spiegelflächen auf die seitlichen Chipkanten optisch charakterisiert werden. Dagegen sind VCSELs – analog zu LEDs – Oberflächen-

emitter und strahlen senkrecht zur Chipoberfläche. Die Schichtstruktur enthält bereits die für die Laserkavität erforderlichen Spiegel. Dies führt zu einer Verschlankung des Produktionsprozesses und erlaubt eine optische Charakterisierung der VCSELs bereits auf dem Wafer. Der Produktionsprozess von VCSELs im Vergleich zu EELs wird somit effizienter und besitzt eine höhere Tauglichkeit für den Einsatz in der Massenproduktion.

Scannende Messsysteme

Etablierte optische Messtechniken zur Aufnahme des Spektrums von Laserdioden sind scannende Messsysteme wie Spektrumanalysatoren, Fourier-Transform-Infrarotspektrometer (FTIR) und dispersiv scannende Spektrometer (**Bild 2**). Ihre Funktionsweise beruht auf einer scannenden Komponente, etwa einem drehbaren Beugungsgitter beim scannenden Spektrometer oder einem beweglichen Spiegel beim FTIR. Diese Bauweise erlaubt

hohe spektrale Auflösungen unterhalb von 0,1 nm bei flexibler Wahl des zu messenden Spektralbereichs. Eine solche Flexibilität macht diese Messtechniken sehr effektiv für die Anwendung im Labor, beispielsweise für die Produktentwicklung und -spezifikation.

Die Massenproduktion von Laserdioden – insbesondere VCSELs – erfordert eine schnelle und gleichzeitig genaue und vergleichbare Fertigungskontrolle, bei der jede einzelne Laserdiode individuell geprüft wird. In einer solchen Produktionsumgebung haben scannende Messmethoden einige Einschränkungen: Produktionsbedingte Vibrationen können die Positioniergenauigkeit der beweglichen Komponenten und damit die Stabilität und Wiederholbarkeit der Messergebnisse beeinträchtigen. Die Messdauer entspricht mindestens der Dauer des Scansvorgangs und limitiert damit die Durchsatzmenge deutlich. Eine spektrale Messung erfordert eine konstante optische Leistung der Laserdiode während des

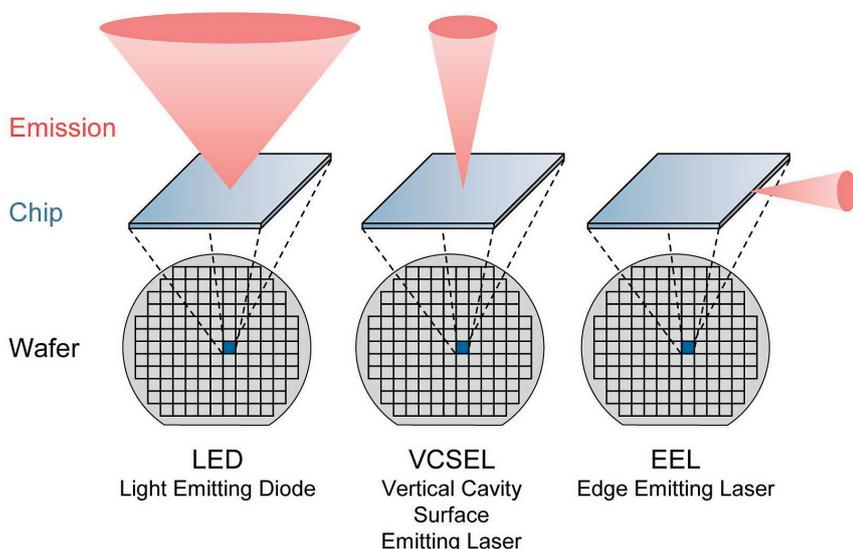


Bild 1: Schematischer Vergleich der Emissionsrichtung und Abstrahlcharakteristik von LED, VCSEL und EEL relativ zur Wafer- und Chipoberfläche

Fazit

In der Massenproduktion von Laserdioden wie VCSELs sind hochauflösende Array-Spektralradiometer eine leistungsfähige Alternative für die Fertigungskontrolle in der 24/7-Produktionsumgebung. Gegenüber etablierten Messtechniken gewährleisten sie einen hohen Mengendurchsatz und Zuverlässigkeit auch im industriellen Umfeld: Ihre Konfiguration bietet eine gute mechanische Stabilität und Integrationszeiten in der Größenordnung weniger Millisekunden für CCD- und Mikrosekunden für CMOS-Detektoren. Auch Messungen von Laserdioden mit einem gepulsten Betriebsmodus sind umsetzbar.

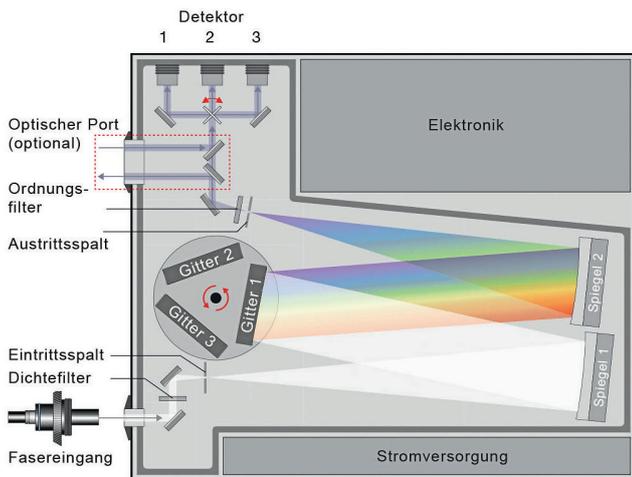


Bild 2: Schematischer Aufbau eines scannenden Spektrometers mit drehbarem Gitter

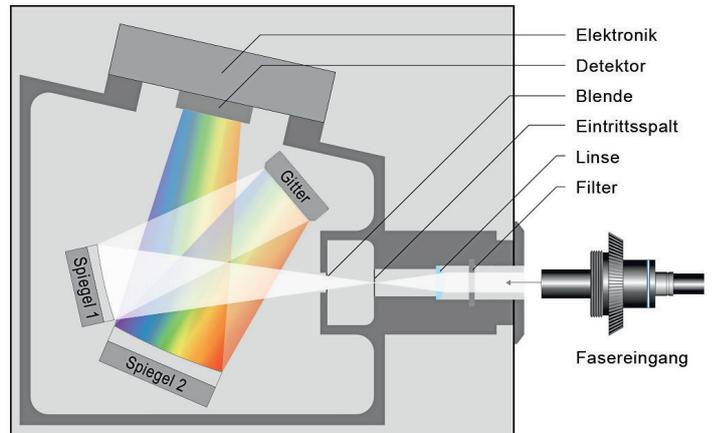


Bild 3: Schematischer Aufbau eines Array-Spektrometers mit feststehenden optischen Komponenten in einer Crossed-Czerny-Turner-Geometrie

Scanvorgangs, um eine Verzerrung des Spektrums zu vermeiden. Für die Messung von Laserdioden mit einem gepulsten Betriebsmodus sind scannende Systeme daher ungeeignet.

Array-Messsysteme

Demgegenüber sind Array-Spektralradiometer (**Bild 3**), die bereits eine bewährte Messlösung in der LED-Produktion sind, für die Anwendung in der Produktion von Laserdioden geeignet: Die feststehende Konfiguration der opti-

schen Komponenten stellt die mechanische Stabilität und damit eine hohe Wiederholbarkeit der optischen Messung sicher. Das Spektrum wird bei der Aufnahme mittels Array-Detektor mit einem Mal erfasst. Dies ermöglicht Integrationszeiten in der Größenordnung weniger Millisekunden für CCD-Detektoren und Mikrosekunden für CMOS-Detektoren und somit einen sehr hohen Mengendurchsatz. Somit werden spektrale Messungen von Laserdioden möglich, die mit sehr kurzen Pulsen betrieben werden, was ebenfalls eine häufige Anwen-

Kontakt

Martin Wolf
 Leiter Produktmanagement
 Industrial
 Instrument Systems GmbH
 Kastenbauerstr. 2
 81677 München
 Tel. +49 (0)89 454943-0
 info@instrumentsystems.com
 www.instrumentsystems.com

dung für Array-Spektralradiometer im Labor ist. Ein absolut kalibriertes Spektralradiometer liefert darüber hinaus als unmittelbares Ergebnis der Messung die Leistung, sodass keine zusätzliche Fotodiode für die Leistungsmessung erforderlich ist. Und bei geeigneter Wahl der optischen Komponenten lassen sich spektrale Auflösungen von 0,1 nm bis 0,2nm erreichen (**Bild 4**).

Array-Spektralradiometer erfüllen die hohen Anforderungen an spektrale Auflösung, Durchsatz und Zuverlässigkeit in einer Produktionsumgebung. Sie sind damit sehr gut für die optische Fertigungskontrolle von Laserdioden geeignet. Des Weiteren lassen sich Array-Spektralradiometer auch zur Vermessung gepulst betriebener Laserdioden einsetzen und sind daher auch eine effektive Messmethode für die Anwendung im Labor. mg ■

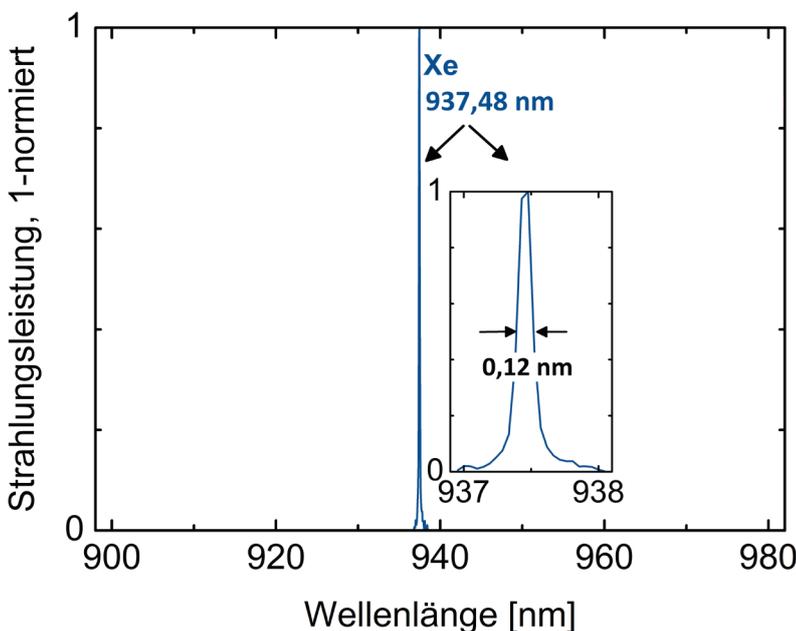


Bild 4: Spektrale Strahlungsleistung einer ausgewählten Xe-Emissionslinie, gemessen mit einem CAS 120B-HR im Spektralbereich von 800 bis 1000 nm und bei einer spektralen Auflösung von 0,12 nm

Online-Service

Informationen zu Array-Spektralradiometern von Instrument Systems
www.photonik.de/33270