

Grünes Licht für MOST

GaN-Hochgeschwindigkeits-LEDs und ihre Anwendung im POF-Kommunikationsmodul

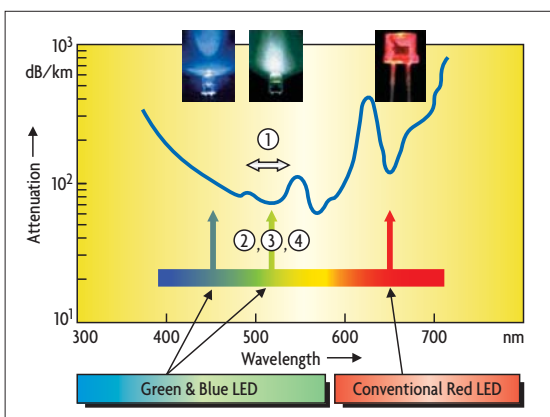
Toyota Gosei hat grüne Gallium-Nitrid-LEDs für die POF-Datenverbindung entwickelt. Deren Frequenzantwort-Charakteristik und die Augendiagramm-Messungen zeigen, dass die grüne LED die Fähigkeit zur Hochgeschwindigkeitsdatenübertragung mit bis zu 500 Mbit/s hat. Die Temperaturabhängigkeiten der Hauptwellenlänge, Emissionsintensität und Vorwärtsspannung sind klein genug sind, um sie in Hochgeschwindigkeits-POF-Datenverbindungen zu verwenden.

Von Yukitoshi Inui, Naoyuki Okita und Chris Mesnager

Als eine Anwendung entwickelte Toyota Gosei ein bidirektionales, einzelnes POF-Kommunikationsmodul. Dessen optische Schaltung besteht aus einem WDM-Polymer (Wavelength Division Multiplexing), das mit LISW-Wellenleitertechnik (Light Induced Selfwritten Waveguide) aus grünen und konventionellen roten LEDs hergestellt wurde.

In der POF-Datenverbindung wurde die rote LED mit 650 nm allgemein als Lichtquelle verwendet. Bild 1 zeigt, dass der Step-Index (SI) der PMMA-POF einige minimale Verlustfenster im sichtbaren Wellenlängenbereich hat. Betriebstemperatur-Messungen der roten und grünen LEDs zeigen, dass die grüne LED eine kleinere Abhängigkeit von der Hauptwellenlänge hat: Bei Betrieb zwischen 0 und 85 °C beträgt sie weniger als 3 nm (Bild 2). Die rote Lichtquelle hat die niedrigste Dämpfung in der Nähe von 650 nm, jedoch

Bild 1. Dämpfung einer Step-Index-PMMA-POF über den Wellenlängenbereich verschiedener LEDs.



in einem sehr schmalen Wellenlängenbereich. Folglich vergrößert sich der optische Leistungsverlust bei Temperaturänderungen auf Grund von Verschiebungen des Wellenlängenmaximums. Als Gegenmaßnahme muss eine für den Hochgeschwindigkeitsbetrieb bei 650 nm ausgelegte Hohlraum-Resonanz-Struktur-LED gewählt werden. Weil andererseits eine weitgehend niedrige Dämpfung im Bereich von 480 bis 530 nm vorliegt, bietet eine grüne LED Vorteile in Bezug auf ihre Temperaturstabilität. Deshalb ermöglicht es eine grüne LED, das Leistungsbudget zu erhöhen und über größere Entfernungen zu kommunizieren.

Die GaN-LED wurde bereits vorher für Anwendungen wie Signalleuchten oder Displays entwickelt. Die grüne GaN-LED kann zudem die neue Lichtquelle im Bereich der optischen Kommunikation werden. Toyota Gosei hat deshalb begonnen, eine grüne

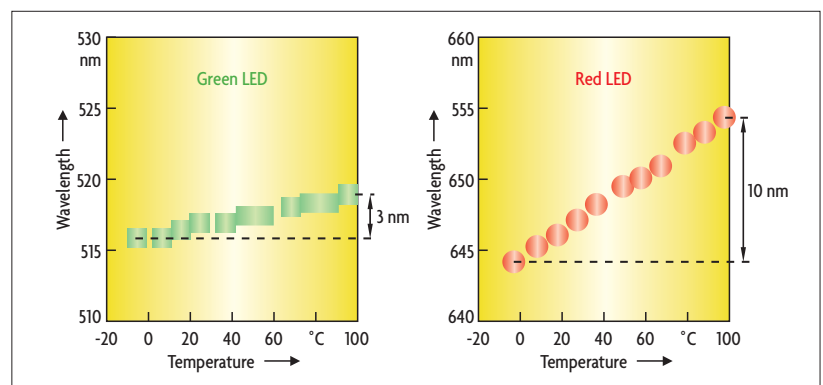


Bild 2. Temperaturabhängigkeit grüner und roter LEDs.

Hochgeschwindigkeits-LED zu entwickeln, die mit Übertragungsraten bis zu 500 Mbit/s genutzt werden kann.

Toyota Gosei verfügt ebenso über eine LISW-Wellenleitertechnik, die gemeinsam mit den zentralen Toyota R&D Laboratories Inc. entwickelt wurde. Inhalt ist die Erzeugung blauer Lichtstrahlen aus einer Faser, um Harz zu photo-polymerisieren. Auf Grund eines Selbsteinfangmechanismus wird ein gerader Wellenleiter erzeugt. Bei diesem Prozess wurde ein bidirektionaler Transceiver mit einer einzelnen POF und zwei Wellenlängen (grüne und rote LED) angefertigt, was zur Folge hat, dass keine Anpassung zwischen optischen Wellenleitern und Elementen wie Lichtquelle oder Fotodiode nötig ist.

Hochgeschwindigkeits-GaN-LED

Die grüne Hochgeschwindigkeits-GaN-LED wurde durch Abstimmung von LED-Struktur und -Herstellung entwickelt. Um die Übertragungseigenschaften der grünen LED abzuschätzen, wurde eine Treiberschaltung für hohe Frequenzen entwickelt. Das Zufallsmuster (1,0 V_{pp}) des Pulsmustergenerators (MP1632C Anritsu) wurde in den Transceiver mit Übertragungsraten von 150/400/500 Mbit/s eingekoppelt. Die optische Leistung durch die POF (V078789-L51501



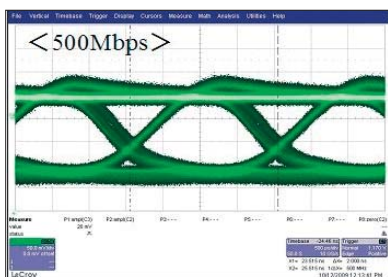


Bild 3. Augendiagramm eines Transmitters mit grüner LED bei einer Datenrate von 500 Mbit/s.

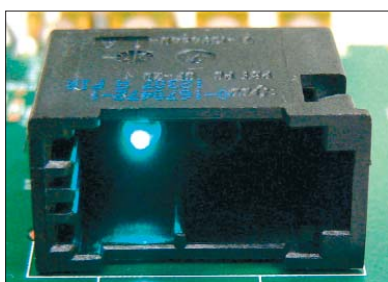


Bild 4. Prototyp eines Moduls für optische Kommunikation mit einer grünen LED.

G&G, 1 m Länge) wurde durch eine Avalanche-Fotodiode detektiert und in elektrische Signale umgewandelt. Die Wellenform, die durch eine Oszilloskop-Messung (SDA 5000A LeCroy) bei Betrieb mit 500 Mbit/s gemessen wird, ist in **Bild 3** gezeigt. Sie enthält einen geringen Jitter, die große Apertur zeigt jedoch, dass dieser Transceiver erfolgreich mit hohen Übertragungsraten bis zu 500 Mbit/s senden kann.

■ LISW-optischer Wellenleiter

Bei der entwickelten LISW-Wellenleitertechnik wird ein LISW-optischer Wellenleiter aus Harz hergestellt. Dieser wird mittels blauer Laser-Lichtstrahlen aus einer Faser photopolymerisiert. Das Harz beginnt von der Kernspitze her auszuhärten, da dort das Licht am intensivsten ist. Weil der Brechungsindex des gehärteten Teiles höher wird als der des nicht gehärteten Harzes, wird der Kern durch einen Selbsteinfang-Mechanismus gebildet.

Der Kern wächst entlang der optischen Achse, wobei er einen gleichförmigen Durchmesser behält. Wird bereits im Vorfeld ein Halbspiegel in die optische Achse eingefügt, können durch einen einfachen Prozess auch verzweigte Wellenleiter erzeugt werden. Mit dieser Herstellungsweise er-

reicht man, dass preiswerte optische Kommunikationseinrichtungen keine aufwendige Ausrichtung benötigen.

■ Modulvorschlag bei Verwendung einer grünen LED

Bild 4 zeigt den Prototyp eines optischen Kommunikationsmoduls, das eine grüne statt einer roten LED verwendet; so kann Hochgeschwindigkeits-Kommunikation mit minimalen Kosten erreicht werden. Werden beispielsweise einige Umfeldüberwachungskameras in ein Fahrzeug integriert, wird eine Übertragungsrate von mehr als 440 Mbit/s benötigt (Bildauflösung 320×240 Pixel, Farbe 16 bit RGB, 30 fps, 4 Kanäle, unkomprimiert). Bei Verwendung einer grünen LED können die Daten übertragen werden.

Bild 5 zeigt ein schematisches Diagramm eines bidirektionalen, optischen Moduls (links) und den Prototypen des Transceivers (rechts). Der Transceiver besteht aus dem LISW-Wellenleiter, einem WDM-Filter, LEDs mit zweifacher Wellenlänge (500 und 650 nm) und einer Fotodiode. Die optische LISW-Schaltung wird in einem transparenten Plastikgehäuse montiert. Auf diese Weise kann mittels der verzweigten LISW-Wellenleiter und eines WDM-Filters eine bidirektionale Kommunikation mit einer einzigen POF realisiert werden.

Der Prozess der bidirektionalen Datenkommunikation mit dem Modul läuft wie folgt ab: Die Lichtsignale, die durch die grüne LED ausgestrahlt werden, koppeln sich in den Wellen-

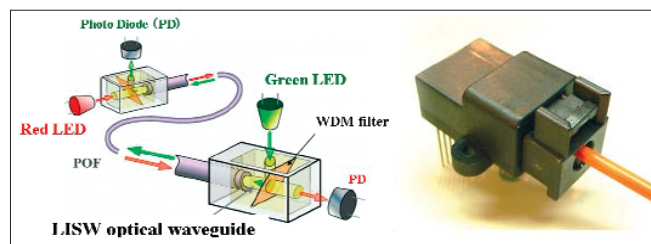


Bild 5. Schematische Darstellung eines Moduls für bidirektionale optische Kommunikation und Prototyp eines Transceivers.

leiter ein. Die grünen Signale werden vom Filter reflektiert und erreichen das andere Modul durch eine mit einigen Steckverbindern verbundene optische Faser. Anschließend werden die Signale wieder durch das Filter reflektiert, so dass die Strahlen eine auf dem anderen Modul platzierte Fotodiode erreichen. Aufgabe des WDM-Filters ist es, grünes Licht zu reflektieren und rotes Licht weiterzuleiten.

MOST basiert gegenwärtig auf der Ringtopologie. Wenn daher eine Kamera in einem Auto zur Umgebungserfassung eingesetzt wird, kann das Auto zwar Daten erhalten, aber es kann ohne eine zusätzliche Leitung keine Kontrolldaten zur Kamera übersenden. Als eine technische Lösung ermöglichen daher die von Toyoda Gosei entwickelten Module die bidirektionale Übertragung mit nur einer einzelnen POF. sj



Naoyuki Okita

arbeitet als Ingenieur am Center für Forschung und Entwicklung von Toyoda Gosei Co., Ltd. Seit 2008 beschäftigt er sich im Bereich Forschung und Entwicklung bei Toyoda Gosei mit der Schaltkreisentwicklung von FOTs.



Yukitoshi Inui

arbeitet seit 1993 als Ingenieur am Center für Forschung und Entwicklung von Toyoda Gosei Co., Ltd. Als Gruppenleiter in der Fiber-Optic-Transceiver-Entwicklung ist er seit 2000 für die Entwicklung des polymer-optischen Wellenleiters verantwortlich.

Chris Mesnager

kam 2004 zu Toyoda Gosei Europa als Sales und Marketing Manager Europa für den Geschäftsbereich Optoelektronik. Heute ist er als europäischer Geschäftsführer verantwortlich für die Positionierung von Toyoda Gosei im europäischen Markt für LED-Beleuchtung.