

KURZFASSUNG

Ein integrierter optischer Netzwerkanalysator auf Lithiumniobat zur Charakterisierung der vektoriellen Struktur von Bragg-Gittern in Optische Wellenleitern wird vorgestellt. Die komplexwertige frequenzabhängige Jones Matrix wird durch Interferometrie gemessen und in den Zeitbereich transformiert. Aus der Matrix der Impulsantworten wird die vektorielle Gitterstruktur durch inverse Streuung bestimmt. Die lokale dichroische Reflektivität und Doppelbrechung wird aus diesen Daten gewonnen. Kenntnis der vektoriellen Natur von Modulationstiefe und-phase des Brechungsindex könnten eine Verbesserung des UV-Belichtungsprozesses ermöglichen, Das erlaubt eine effektive Korrektur von Phasenmaskenfehlern durch gezielte UV-Nachbelichtung, so daß gechipte und/oder apodisierte Gitter mit höchster Genauigkeit hergestellt werden können.

Insbesondere für die vektorielle Struktur-Charakterisierung wurde im Hause eine integriert-optische Schaltung basierend auf Lithiumniobat (X-Schnitt, Z-Ausbreitung) entwickelt. Sie besteht aus einem einmodigen 1x2 Leistungsteiler und jeweils 3 TE-Polarisatoren, 2 Phasenschiebern und einem TE-TM-Modenkonverter pro Zweig. Topologische Details dieser Schaltung werden in der vorgelegten Dissertation dargestellt. Diese optische Schaltung bildet zusammen mit einem 3x3- Koppler ein Mach-Zehnder-Interferometer. Ein 3x3-Koppler mit 3 Fotodioden an den Ausgängen wurde deshalb gewählt, weil er die höchste Genauigkeit bei der Phasenmessung ermöglicht. Real- und Imaginärteil der frequenzabhängigen komplexen Reflektionsfaktors werden berechnet durch Linearkombination von drei Fotoströmen. Die integriert optische Phasenschieber ermöglicht eine digitale Phasenverschiebung, um durch Wechselstrom- statt Gleichstrommessung die Empfindlichkeit zu verbessern. Der TE-Polarisator auf dem Chip liefert eine Referenz-Polarisation und stellt sicher, dass nur phasenmoduliertes Licht einer einzigen Polarisation die Modenkonvertersektion der integriert-optischen Schaltung passiert. Die integrierten TE-TM-Modenkonverter funktionieren als kalibrierte Polarisationstransformatoren und werden benutzt, um die Polarisationen für die vektorielle Messung zu erzeugen. Reflektierende Messobjekte sind mit dem Messinterferometer durch einen weiteren Koppler verbinden. Der Aufbau umfasst weiterhin einen Wellenlängen-Messer zur Frequenzkorrektur. Ein gerade ab gebrochenes offenes Glasfaserende besitzt einen niedrigen Reflektionfaktor, der von Frequenz und Polarisation unabhängig ist, und wird deshalb zur Kalibrierung des Messaufbaus verwendet. Ein gleichförmiges Bragg-Gitter mit 1548,25 nm Reflektionswellenlänge und einem Reflektionsfaktor von >95% und 0.2 nm Bandbreite wurde so charakterisiert. Aus diesen Daten wurde die vektorielle Struktur ermittelt.

TE-TM-Modenkonverter mit endlos einstellbarer Phase auf LiNbO_3 wurden durch Simulationen optimiert für beste elektrooptische Effizienz bei verteilter sich PMD-Kompensation. Zwei- und dreiphasige TE-TM-Modenkonverter wurden verglichen, wobei sich letztere als etwas besser hinsichtlich der Effizienz erwiesen. Wenn lediglich eine geringe differenzielle Phasenverzögerung kompensiert werden muss, kann die Kompensationsleistung erheblich durch den Einsatz von ferroelektrische Mischkristalle wie Lithium-Niobat-Tantalat verbessert werden, weil die Doppelbrechung durch den Tantalgehalt y $\text{LiNb}_{1-y}\text{Ta}_y\text{O}_3$ eingestellt werden kann. Ein Ta-Gehalt y von bis zu 0,5 ist gut zur Realisierung eines PMD-Kompensators für etwa 160 Gbit/s geeignet. Diese Lösung bietet sich insbesondere für Übertragungsraten von 40 Gbit/s und darüber hinaus an. Der vorgestellte optische Netzwerkanalysator wurde auch benutzt, um die frequenzabhängige reduzierte Müller-Matrix des im Hause entwickelten verteilten PMD-Kompensations zu messen. Solch eine Müller-Matrix-Messung erlaubt die Berechnung der dazugehörigen Jones-Matrix und somit Impulsantwort der Messobjekte mit PMD. Daraus wiederum wurden durch ein inverses Streuverfahren die profile der differentiellen Gruppenlaufzeit bestimmt, was einige interessante Resultate liefert.