

- 1 1×2 Flüssigkristall-Schalter/einstellbarer Leistungsteiler
- 2 Polarisationsunabhängiger Flüssigkristall-Wellenleiter

POLARISATIONSunABHÄNGIGER FLÜSSIGKRISTALL-WELLENLEITER

Fraunhofer-Institut für Photonische Mikrosysteme IPMS

Maria-Reiche-Str. 2
01109 Dresden

Ansprechpartner

Dr. Michael Scholles
Telefon +49 351 8823-201
michael.scholles@ipms.fraunhofer.de

Dr. Florența Costache
Telefon +49 351 8823-259
florenta.costache@ipms.fraunhofer.de

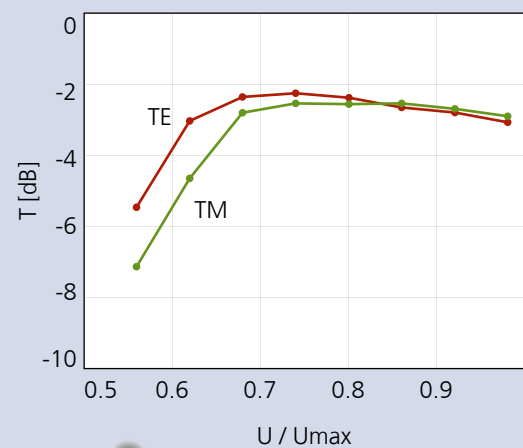
www.ipms.fraunhofer.de

Viele Anwendungen reagieren empfindlich auf die Polarisation des Lichts und müssen deshalb mit Komponenten zur Stabilisierung der Polarisation ausgestattet werden. Daneben gibt es aber auch Anwendungen, die polarisationsunempfindliche Komponenten erfordern, beispielsweise wenn die Komplexität faseroptischer Netzwerke reduziert und Kosten gesenkt werden sollen.

Die vom Fraunhofer IPMS entwickelten elektrooptisch induzierten Wellenleiter mit Flüssigkristallen auf einer Silizium-Backplane eignen sich besonders für optische Schaltanwendungen. Die einzigartigen Eigenschaften dieser Technologie sind den hochtransparenten Flüssigkristallmischungen zu verdanken, die als Wellenleiter-Materialien verwendet werden. Insbesondere reagieren sie aufgrund des elektrooptischen Kerreffektes äußerst schnell auf elektrische Felder. Die über die Wellenleiterstruktur übertragene optische Leistung kann sehr präzise im Submikrosekundenbereich variiert werden.

Bedingt durch den elektrooptischen Effekt hängt das Ausbreitungsverhalten einer Lichtwelle im Flüssigkristall-Wellenleiter zunächst von ihrem Polarisationszustand ab. Ein neues Design-Konzept, welches kürzlich vom Fraunhofer IPMS entwickelt wurde, ermöglicht nun auch eine polarisationsunabhängige Wellenleitung: Die optischen Verluste können sowohl für TE- als auch TM-Moden durch die Variation spezieller elektrischer Feldverteilungen gleichzeitig gesteuert werden.

Bild 3 zeigt die berechneten Übertragungswerte für TE- und TM-Moden als Funktion der angelegten Spannung. Diese Daten zeigen, dass mit dem gegenwärtigen Design im Monomode-Betrieb im Wellenlängenbereich um 1550 nm eine Einfügedämpfung von weniger als 3 dB für extrem niedrige polarisationsbedingte Verluste erreicht wird.



3

Technische Daten

Parameter	Einheit	Wert
Einfügedämpfung* (at 1550 nm)	dB	< 3
Polarisationsabhängiger Verlust	dB	< 0.1
Dämpfungsbereich	dB	0 - 30
Wellenlängenbereich	nm	400 - 1600
Optimiert für Wellenlänge	nm	1550
Schaltzeit	µs	< 1
Spannung, U_{max} (entwurfsabhängig)	V	40 - 80

* berechnet sowohl für TE- als auch TM-Polarisation

Bei der Fertigung am Fraunhofer IPMS wird eine hochpräzise Silizium-Wafer-Level-Technologie verwendet. Damit sind die Voraussetzungen für gute Qualität, hohe Stückzahlen und eine kosteneffiziente Produktion erfüllt. Ein Demonstrator des polarisationsunabhängigen Flüssigkristall-Schalters ist verfügbar.

Vorteile

Das Fraunhofer IPMS konnte zeigen, dass sich die elektrooptisch induzierten Wellenleiter zu optischen Schaltern und variablen Leistungsteilern mit geringen optischen Verlusten kombinieren lassen. Diese gestatten Schaltreaktionen im Submikrosekundenbereich sowie eine kontinuierlich über die Spannung steuerbare voll variable Leistungsverzweigung. Durch den Einsatz des neuen vom Fraunhofer IPMS entwickelten Wellenleiter-Designs sind diese Bauteile nun auch in einer polarisationsunabhängigen Variante möglich.

Besonders die auf dem neuen Wellenleiter-Konzept des Fraunhofer IPMS basierenden optischen Schalterbauelemente bringen zahlreiche Vorteile mit sich, vor allem eine hohe Schaltgeschwindigkeit, einen zuverlässigen und stabilen Schaltvorgang, Skalierbarkeit für viele Kanäle, Integrierbarkeit in andere Geräte, eine hohe Zahl von Schaltzyklen, eine geringe Einfügedämpfung und geringes Übersprechen.

Verwendung

Optische Bauelemente basierend auf polarisationsunabhängigen elektrooptisch induzierten Wellenleitern können zur Signalübertragung zwischen multiplexierten faseroptischen Sensoren und signalverarbeitendem Instrument genutzt werden. Die erzielten Kanalwechselfrequenzen liegen im MHz-Bereich. Da das Bauteil keine mechanischen Teile enthält, arbeitet es nahezu verschleißfrei. Es kann somit zur ersten Wahl für Anwendungen der Langzeitsignalüberwachung werden.

In optischen Telekommunikationsnetzwerken ermöglichen diese Bauteile ein dynamisches Umschalten zwischen verschiedenen Kanälen, die Regelung und Verteilung der Leistung auf mehrere Netzwerkknoten, ein erhöhtes Maß an Effizienz durch die effektive Nutzung optischer Ressourcen sowie insgesamt niedrigere Kosten.

Merkmale

- Geringe Größe
- Polarisationsunempfindlicher Einsatz
- Monomode-Ausführung (Multimode-Ausführung möglich)
- Ankopplung von Lichtwellenleitern
- Stabiler Schaltvorgang
- Voll variable Leistungsverzweigung
- Kontinuierlich über die Spannung steuerbare Ausgangskennlinie

- Zuverlässig (keine mechanischen Teile)
- Hochpräzise Silizium-Mikrotechnologie
- Herstellung der Bauelemente auf Wafer-Level
- Skalier- und Integrierbarkeit mit anderen (Schalt)bauelementen

Mögliche Anwendungsfelder

- Schnelle Langzeitüberwachung von faseroptischen Sensornetzwerken (MHz)
- Optische Telekommunikationsnetzwerke
- Signalüberwachung
- Lichtwellenleiterkopplung
- Signaldämpfung
- Lasertechnologie



Ermöglicht wurde die Entwicklung eines polarisationsunabhängigen Flüssigkristall-Schalters im Rahmen des vom Bundesministerium für Bildung und Forschung finanzierten Projektes »Elektrooptische Wellenleiter basierend auf Flüssigkristallen für integrierte optische Schaltungen« (EOF-IOS), FKZ 13N12442. Das Projekt ist Teil der Forschungsinitiative »Wissenschaftliche Vorprojekte« (WiVorPro) innerhalb des Förderprogramms »Photonik Forschung Deutschland«.

3 *Berechnete Übertragung in polarisationsunabhängigen Flüssigkristall-Wellenleitern*