

Kurzfassung

Die vorliegende Dissertation behandelt die Untersuchung der Lichtwellenleiter-eigenschaften von flüssigkristallgefüllten mikrostrukturierten Glasfasern.

Diese Photonischen Kristallfasern verfügen über eine zweidimensional periodisch mikrostrukturierte Querschnittsfläche, die das Führen von Licht mit einer Ausbreitungskonstanten senkrecht zum Faserquerschnitt erlaubt. Licht kann in diesen Fasern über längere Distanzen geführt werden. Bereits die ersten technisch realisierten Typen Photonischer Kristallfasern waren in vielen Bereichen konventionellen Glasfasern überlegen, wie z. B. dem Kerndurchmesser von sog. Einmodenfasern, die in der Lasertechnik Anwendung finden. In Photonischen Kristallfasern kann auch über lange Distanzen von Lichtführungsmechanismen mit hochbrechendem Cladding Gebrauch gemacht werden. Als Cladding wird die nächste Umgebung des lichtführenden Kerns bezeichnet. Prinzipiell ist eine ausreichend hohe Reflektivität des Claddings erforderlich, um Licht im Kernbereich eines Lichtwellenleiters einzuschließen und so zu führen.

Flüssigkristalle zeigen hochinteressante optische Eigenschaften. Aufgrund ihres fluiden Charakters und ihrer herausragenden optischen Anisotropie sind sie prädestiniert, um als aktive Elemente in optischen Modulatoren angewendet zu werden. Obwohl typische nematische Flüssigkristalle im sichtbaren und nahen infraroten Spektralbereich kaum absorbieren, zeigen sie dennoch eine hohe und zudem anisotrope optische Dämpfung. Die Anwendung von Flüssigkristallen als Kernmaterial für Lichtwellenleiter ist deswegen nur begrenzt möglich. Für faseroptische Modulatoren sind allerdings vergleichsweise kurze Faserstücke mit Längen im Zentimeterbereich eher von Interesse als extrem lange Fasern.

Es hat sich in den letzten Jahren etabliert, das zweidimensional periodisch mikrostrukturierte Cladding von geeigneten Photonischen Kristallfasern mit Flüssigkristallen zu füllen. Im Rahmen dieser Dissertation wird eine Technik zum homogenen Füllen längerer Faserstücke entwickelt, um systematische Analysen durchzuführen. Die Dämpfungseigenschaften flüssigkristallgefüllter Photonischer Kristallfasern und ihr Schaltverhalten werden experimentell und mithilfe von elektromagnetischen Feldsimulationen untersucht.

Es wird experimentell gezeigt, dass zwei gefüllte Photonische Quarzglasfasern mit festem Kern im sichtbaren Spektralbereich strukturierte Dämpfungsspektren mit spektralen Bereichen kleiner Dämpfung zeigen. Die Dämpfung innerhalb dieser Bereiche kann Werte kleiner als 1 dB/cm erreichen. Schaltexperimente führen zu faseroptischen Modulatoren, die polarisationsunabhängige und polarisationsabhängige Effekte zeigen. Darüber hinaus werden die elektrooptischen Schaltzeiten optimiert.

Die Dämpfungseigenschaften der Fasern werden mit elektromagnetischen Feldsimulationen nachvollzogen. Dabei wird als Dämpfungsmodell die Lichtstreuung aufgrund der thermischen Fluktuation der mittleren molekularen Orientierung des Flüssigkristalls verwendet. Die Einflussparameter des experimentellen Systems werden in den Simulationen abgebildet. Die Übereinstimmung der experimentellen Ergebnisse und der Simulationsergebnisse ist geeignet, um detaillierte Einblicke in die Funktionsweise des untersuchten Systems zu gewähren.