

Kurzfassung

Im Bereich der integrierten Optik spielen nichtlineare optische Effekte eine zentrale Rolle. Ein typisches Beispiel für die kommerzielle Ausnutzung solcher Phänomene ist die Frequenzkonversion. Ein entscheidender Parameter ist hier die Phasenanpassung, welche die Größe des konstruktiven Wechselwirkungsbereichs beteiligter optischer Felder bestimmt. Hinsichtlich einer hohen Effizienz solcher Prozesse muss die Dispersion des Kristalls für die beteiligten Frequenzen ausgeglichen werden. Bei nichtlinearen Bauelementen auf Basis optischer Wellenleiter wird das Prinzip der „Quasi-Phasenanpassung“ angewandt, welche die Mikrodomäneninversion ausnutzt. An den Domänengrenzen auftretende Phasensprünge kompensieren im Mittel die unterschiedlichen Phasengeschwindigkeiten. Der Einsatzbereich solcher periodischer Strukturen hängt wesentlich von Schärfe, Homogenität, Tiefenausdehnung und Periode der Domänenstruktur ab. Die nichtlineare konfokale Laser-Raster-Mikroskopie ermöglicht eine Abbildung dieser übertragenen ferroelektrischen Domänenstruktur. Originäres Ziel dieser Arbeit ist die Charakterisierung und Abbildung der übertragenen ferroelektrischen Domänenstruktur in Lithiumniobat. Ein modular gehaltenes konfokales Mikroskop ermöglicht hier eine nichtlineare Analyse in Reflektions- und Transmissionsgeometrie. In beiden Geometrien wurden systematische Untersuchungen als Funktion wichtiger Prozessparameter durchgeführt. Es zeigte sich, dass aufgrund der größeren nichtlinearen Kohärenzlänge im Transmissions-Modus, die SHG vor allem in Vorwärtsrichtung erfolgt. Durch tiefenaufgelöste Untersuchungen an Z-Schnitt PPLN-Strukturen konnte zwischen dem Oberflächenbereich und dem Volumenkristall ein „Flippen“ des SHG-Kontrastes beobachtet werden. Bei Proben mit zirkularer Polungsstruktur fand zusätzlich im Kristall ein Übergang zu einer hexagonalen Struktur statt. Im Ti:PPLN Streifenwellenleiter wurde eine starke u. spezifische Erhöhung des nichtlinearen Signals der Domänenwände entdeckt. Hier ist auch der übliche SHG-Oberflächen-Kontrast zwischen den Domänen und den Grenzen invertiert.

Auch wurden unterschiedlich prozessierte Planar- und Rippen-Strukturen in X- u. Y-Schnitt LN mit periodischen Mikrodomänen untersucht. Hier ergab sich ein starker Kontrast im SH-Signal bezüglich der gegensätzlich gepolten Domänenbereiche, welcher sich dann über die gesamte Tiefenausdehnung der invertierten Domänen erstreckt. So konnte beispielsweise eine erfolgreiche Polung über den Rippenbereich hinaus bis zu einer Gesamttiefe von 5 µm nachgewiesen werden. Weitere Untersuchungen und eine Querschnittsanalyse der Strukturen legen nahe, dass die Ursache für das erhöhte nichtlineare Signal in einer „Filamentierung“ des invertierten Bereichs liegt. Zusätzlich wurde die µ-Raman-Spektroskopie zur Prüfung der Domänenstruktur in PPLN herangezogen. Hier konnte gezeigt werden, dass in Abhängigkeit zu gewählten Ramanlinie, sowohl die Domänengrenzen als auch die unterschiedlich orientierten Domänen selbst abgebildet werden können.