



WELLENLEITER IN LITHIUMNIOBAT FÜR DIE QUANTENTECHNOLOGIE

Aufgabenstellung

Im Rahmen der zweiten Quantenrevolution sind durch die gezielte Ausnutzung fundamentaler Quanteneffekte neuartige Technologien entwickelt und erste Anwendungsbeispiele im Labormaßstab demonstriert worden. Um einen Transfer der entwickelten Technologien für ein breites Anwendungsspektrum zu gewährleisten, werden neue Herstellungsverfahren und Fertigungskonzepte zur Miniaturisierung und Integration von Quantensystemkomponenten auf Chipebene benötigt. Kernkomponenten stellen dabei optische Wellenleiter in nicht-linearen Medien wie Lithiumniobat dar, die eine optische Verknüpfung unterschiedlicher Baugruppen ermöglichen. Die Mikrostrukturierung mittels ultrakurz gepulster Laserstrahlung ermöglicht dabei die direkte Fertigung hochqualitativer Wellenleiter mit hoher Geometriefreiheit und Produktivität.

Vorgehensweise

Für die Herstellung der Wellenleiter in periodisch gepoltem Lithiumniobat wird ein zweistufiger Prozess mittels ultrakurz gepulster Laserstrahlung verwendet. Zunächst wird das Ausgangsmaterial mit Infrarot-Laserstrahlung wenige Mikrometer unterhalb der Oberfläche so modifiziert, dass dort eine Grenzfläche mit verringertem Brechungsindex erzeugt wird.

- 1 *Freistrahleinkopplung in den Wellenleiter.*
- 2 *Lichtmikroskopie und Modenführung eines Wellenleiters.*

Anschließend erfolgt der Oberflächenabtrag zur Herstellung der geometrischen Außenkontur des Rippenwellenleiters mit Ultraviolett-Laserstrahlung.

Ergebnis

Die für die Herstellung der Wellenleiter relevanten Prozess- und Geometrieparameter wurden ermittelt. Die Grenzflächenstrukturierung mit einer Höhe von etwa 15 μm begrenzt räumlich die Führung des Modenfelds auf einen kleinen Bereich des Wellenleiters. Die geometrischen Anforderungen an Breiten und Höhen von jeweils 5–50 μm und einem Seitenwandwinkel von 60° wurden realisiert. Durch eine geeignete Entwicklung der Laserscanstrategie können komplexe Wellenleiternetzwerke hergestellt werden. Im Vergleich zu lithografischen Methoden ist die Laserstrukturierung dabei deutlich produktiver.

Anwendungsfelder

Wellenleiter in periodisch gepoltem Lithiumniobat ermöglichen eine effiziente optische Frequenzkonversion und sind integrierbar auf Chipebene. Sie können daher beispielsweise in optischen Netzwerktechnologien für das Wellenlängen-Multiplexing (WDM) oder im Bereich der Life Sciences für photonisch integrierte Chips (PIC) eingesetzt werden. Die Verwendbarkeit der Wellenleiter zur Erzeugung von verschränkten Photonen ist vielversprechend für Anwendungen wie die Quantenspektroskopie oder Quantenbildgebung.

Ansprechpartner

Sebastian Simeth M. Sc., DW: -358
sebastian.simeth@ilt.fraunhofer.de

Dipl.-Phys. Martin Reininghaus, DW: -627
martin.reininghaus@ilt.fraunhofer.de