

Replikationstechniken zur Herstellung
einmodiger integriert-optischer Komponenten
aus neuartigen und kommerziellen Polymeren

Dissertation, Matthias Maluck, Itzehoe

Abstract

Die Glasfaser-basierte Telekommunikation wird zunehmend durchgängig bis zum Endkunden eingesetzt (fibre to the home = FTTH). Zum Schalten, Verteilen und Multiplexen der optischen Signale werden integriert-optische Singlemodekomponenten benötigt. In der vorliegenden Arbeit werden solche Komponenten auf Basis von Polymeren entwickelt. Letztere bieten neben ihrer einfachen Prozessierbarkeit besonders bei kommerzieller Verfügbarkeit die Vorteile geringer Materialkosten. Die Materialeigenschaften der Polymere erreichen die der konkurrierenden Materialsysteme wie Silica-on-Silicon, Silicon-on-Insulator (SOI) usw. teilweise bzw. übertreffen sie sogar. Besonders vorteilhaft ist die zumeist viel geringere Tendenz der Polymere zur Doppelbrechung, was auf die in der Regel moderaten Prozesstemperaturen und mitunter elastischen Materialeigenschaften zurückzuführen ist.

Die Formbarkeit von Polymeren bzw. von deren Vorstufen eröffnet die Möglichkeit der replikativen Verarbeitung und somit der besonders kostengünstigen Herstellung. Dieser Ansatz wird in der vorliegenden Arbeit verfolgt. Hierzu werden in einer ersten Stufe Vorformen außerordentlich hoher Qualität in Negativ-Fotolack hergestellt. Diese werden wahlweise direkt als Master zur Replikation verwendet oder dienen als Urform für galvanisch aufgewachsene Nickelbleche, welche dann ihrerseits als Replikationsmaster Verwendung finden. Im Spritzguss- und Heißprägeverfahren werden auf Basis der Materialien PC (Polycarbonat) und PMP (Polymethylpenten) Replika ausgezeichneter Qualität hergestellt. Das Verfahren scheidet aber letztlich an den vielfältigen Herausforderungen im folgenden Prozessschritt: dem Verfüllen der Kanäle mit Kernmaterial. Hoher Härtungsschrumpf und unzureichende Adhäsion verhindern hier reproduzierbar gute Ergebnisse. Im Gegenteil dazu führt die Verarbeitung von Elastomeren mittels einer modifizierten Rakeltechnik zu Komponenten, deren Wellenleiterdämpfung nur unwesentlich über der Materialdämpfung liegt. Durch den geringen Härtungsschrumpf des verwendeten Materials PDMS (Polydimethylsiloxan) entstehen Wellenleiter ohne Vakuolen. Die außerdem hervorragende Formtreue des Materials lässt keinen signifikanten Unterschied zwischen Master und Replika zu. Die schlechte Präparierbarkeit der Probenendflächen macht eine exakte messtechnische Analyse der Wellenleiterdämpfung sehr aufwändig. Letztere wird aber in der Arbeit demonstriert. In einer künftigen Serienfertigung tritt dieser Nachteil allerdings nicht auf, da die vorgestellten Konzepte zur passiven Faserkopplung eine Endflächenpräparation unnötig machen.