

Fertigungsverfahren zur direkten Bauteilintegration polymerer Lichtwellenleiter

Thomas Fahlbusch*, Michael Dumke**, Ludger Overmeyer**, Eduard Reithmeier*

*Institut für Mess- und Regelungstechnik, Leibniz Universität Hannover

**Institut für Transport- und Automatisierungstechnik, Leibniz Universität Hannover

<mailto:thomas.fahlbuschr@imr.uni-hannover.de>

Basierend auf einem Dispensierverfahren ist ein Prozess entwickelt worden, der es ermöglicht lichtwellenleitende Strukturen auf und in beliebig geformten dreidimensionalen Bauteiloberflächen zu applizieren bzw. zu integrieren. Vorteilhaft bei diesem Prozess sind u. a. die direkte Verknüpfung mit den elektro-optischen Sende- und Empfangsbausteinen sowie die einfache Automatisierbarkeit des Herstellungsprozesses.

1 Einführung.

Die Nutzung von optischen Strukturen in der Datenübertragung und in der Messtechnik gewinnt immer mehr an Bedeutung. Lichtwellenleiter (LWL) in WAN und LAN sind Stand der Technik. Dies liegt begründet in ihrem geringen Gewicht, ihrer Haltbarkeit und ihrer Widerstandsfähigkeit gegen Beschädigung und elektro-magnetische Störungen. Im Vergleich zu elektrischen Leitern weisen sie dennoch hohe Datenübertragungsraten auf [1]. Bisherige Herstellungsverfahren von Lichtwellenleitern berücksichtigen jedoch noch nicht einen allseits geforderten flexiblen Produktionsprozess.

2 Motivation

Ziel dieser Arbeit ist die Entwicklung eines Verfahrens zur Applikation bzw. Integration von lichtwellenleitenden Strukturen auf und in beliebig geformten dreidimensionalen Bauteiloberflächen. Die elektrische Kontaktierung zuvor aufgebrachter diskreter elektro-optischer Wandlerbausteine soll mit einem ähnlichen Verfahren erfolgen [2]. Schematisch ist der dabei verfolgte Lösungsansatz in Abbildung 1 als Übersicht dargestellt.

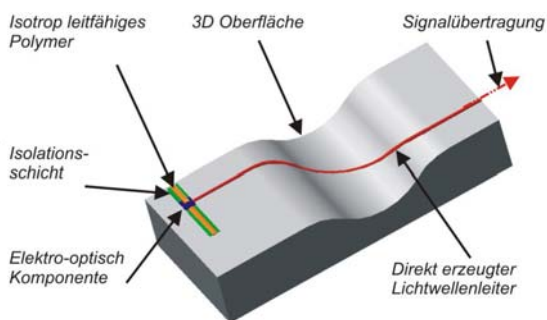


Abb. 1 Übersicht.

3 Ergebnisse

Zur Herstellung der Lichtwellenleiter ist eine Maschinenanlage entwickelt worden, die ein direktes Erzeugen der Leiter durch ein Dispensierverfahren ermöglicht, siehe Abbildung 2.

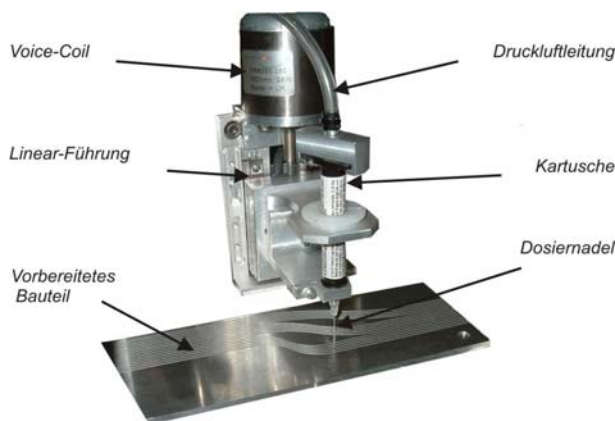


Abb. 2 Darstellung des Dispensierprozesses

Bei diesem Verfahren wird ein Kern und Mantel dispensiert. Dabei ermöglicht die flüssige Verarbeitung der Polymere eine einfache Verbindung zwischen den Sende- und Empfangsbausteinen. Hierbei bedarf es keiner aufwendigen Präparation der Anschlussflächen, wie sie bei konventionellen optischen Fasern notwendig ist. Die Verwendung der Dispensiertechnik als Auftragsverfahren ermöglicht ein sehr flexibles und leicht automatisierbares Verfahren zur Produktion solcher Strukturen. Im Rahmen dieser Arbeit sind drei unterschiedliche Ansätze für eine derartige Technologie entwickelt worden. Schematisch sind diese in Abbildung 3 dargestellt. Beim ersten Verfahren werden Lichtleiter in Mikrokanälen auf der Oberfläche erzeugt. Diese haben den Vorteil, dass die polymere Struktur vor mechanischen Belastungen geschützt ist. Bei den beiden anderen weniger aufwendigen Verfahren werden die Polymerstrukturen direkt auf die gereinigte Oberfläche aufgetragen.

Durch die Oberflächenspannung des Mantelmaterials entsteht eine optisch glatte Grenzschicht zum darin liegenden Lichtleiterkern. Die mit diesen Verfahren erzielten Dämpfungswerte liegen zwischen 0.025 und 0.36 db/cm.

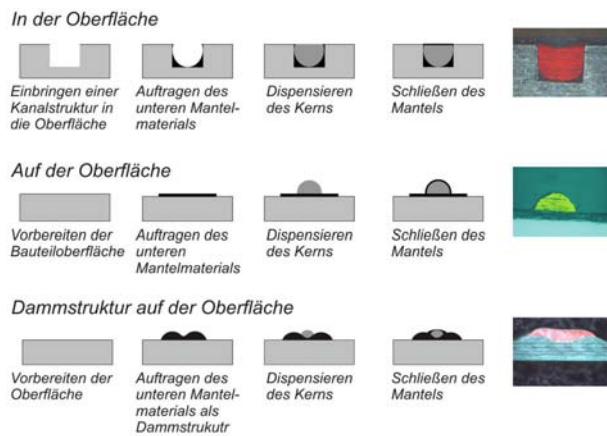


Abb. 3 Darstellung der unterschiedlichen Ansätze zum Dispensieren polymerer Lichtwellenleiter

Zur Untersuchung von bidirektionalen Verbindungen sind parallele LWL-Strukturen dispensiert worden. Bei den Dammstrukturen musste daher zusätzlich die Kanalkonversion zwischen zwei LWL überprüft werden. In Abbildung 4 ist diese Problemstellung dargestellt. Die Messungen zeigen, dass trotz gebogener LWL-Strukturen keine Kanalkonversion auf der Empfängerseite festgestellt werden konnte.

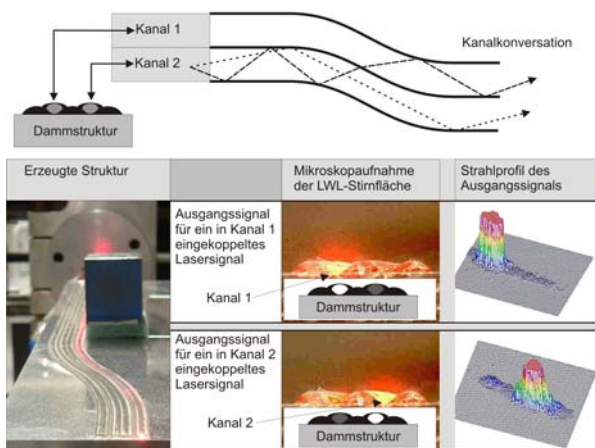


Abb. 4 Untersuchung der Kanalkonversion innerhalb paralleler Dammstrukturen

Vorteilhaft ist bei diesem Verfahren außerdem die direkte Verknüpfung mit den elektro-optischen Sende- und Empfangsbausteinen, beispielsweise über kantenemittierende Laserdioden.

Das Ziel dieser Forschungsarbeit ist neben der direkten Erzeugung von LWL-Strukturen auch das Handling und die direkte Kontaktierung von ungehäuten Halbleiterbauelementen [3]. Mittels eines Dispensierverfahrens und elektrisch-leitfähigen

Polymeren soll die Kontaktierung erfolgen. Das vorgestellte Verfahren kommt dieser Forderung nach, wie in Abbildung 5 zu sehen ist.

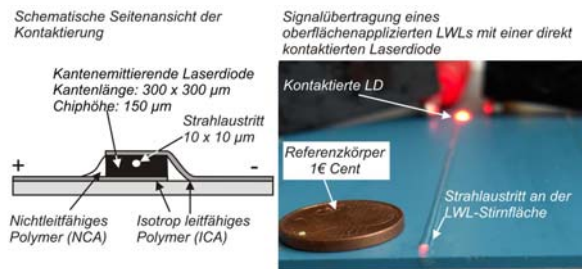


Abb. 5 Direkte elektrische und optische Kontaktierung eines elektro-optischen Wandlerbausteins

Als Isolationsschicht zwischen der ober- und unterseitigen Kontaktierung der Laserdiode dient das Kernmaterial des LWLs, wodurch die Laserdiode komplett im Kern des dispensierten LWLs eingebettet ist.

4 Zusammenfassung

Die hier entwickelten Lichtleiter können ihren Platz zum Beispiel in Automobilbauteilen finden, wo sie die Grenzen zwischen der konstruktiven und der informationstechnischen Struktur aufheben. Das konstruktive Bauteil wird dabei selbst zum Informationsträger. Die direkte Kopplung zwischen konstruktivem Bauteil und Informationsstruktur ermöglicht neue sensorische Konzepte zur Überwachung der Bauteilintegrität und äußerer Einflüsse. Als Beispiel seien hier Entfernungssensoren und Füllstandssensoren genannt. Hierbei muss sichergestellt werden, dass die zu messende Größe auch durch eine solche Struktur erfasst werden kann. Hier bietet sich eine Fortsetzung der vorgestellten Arbeit zur Realisierung solcher Sensoren an. Darüber hinaus kann ein solches System auch mit drucktechnischen Verfahren für den Low-Cost Massenmarkt produziert werden. Durch die Drucktechnik entstehen neue Möglichkeiten zur geometrischen Gestaltung lichtleitender Strukturen, aber auch neue Einsatzmöglichkeiten, wie beispielsweise Biosensoren. Dazu gibt es bereits Ansätze aus anderen Forschungsarbeiten, die aufzeigen, wie sich das Vorhandensein von bestimmten biochemischen Stoffen auf die Übertragungseigenschaften auswirkt und somit theoretisch detektierbar ist.

Literatur

- [1] Daum, W.; u.a.: POF, Optische Polymerfasern für die Datenkommunikation. Springer Verlag; Berlin, Deutschland, 2001.
- [2] Fahlbusch, T.; Dispensieren polymerer Lichtwellenleiter, Berichte aus dem ITA 01/07 PZH Verlag, Garbsen, März 2007, ISBN 978-3-939026-53-2
- [3] Reichl, H.: Direktmontage; Handbuch für die Verarbeitung ungehäuter ICs. Springer Verl., Berlin, Deutschland, 1998.