

LOKALES SCHWEISSEN MIT ULTRAKURZEN LASERPULSEN

LOCAL WELDING USING ULTRASHORT LASER PULSES

Optische Bauelemente unterliegen heute vielfältigen Anforderungen, die oft nur durch eine hybride Integration erreicht werden können. Die verschiedenen Komponenten dabei langfristig stabil zu verbinden ist jedoch eine große Herausforderung. Techniken wie Ansprennen oder Bonden sind entweder nicht stabil genug oder erzeugen Probleme durch die notwendigen Temperschritte, wenn unterschiedliche Materialien gefügt werden sollen. Auch Zwischenschichten, wie beim Kleben oder Lötten notwendig, können Probleme bei der Langzeitstabilität oder der Hitzebeständigkeit aufweisen.

Eine neue Alternative bietet der Einsatz ultrakurzer Laserpulse, die zum lokalen Schweißen verwendet werden [1, 2]. Aufgrund der hohen Spitzenleistungen kommt es im Fokus zur nichtlinearen Absorption und damit zu einem definierten lokalen Energieeintrag [1]. Bei Einsatz hochrepetierender Lasersysteme kommt es durch den kurzen zeitlichen Abstand zwischen den Pulsen zur Wärmeakkumulation und damit zum lokalen Aufschmelzen des Werkstücks [2]. Dieser Schmelzprozess kann zum Schweißen genutzt werden, wenn der Laserfokus in die Grenzfläche zweier transparenter Werkstücke gelegt wird.

1 *Lokales Schweißen in Glas mittels ultrakurzer Laserpulse.*

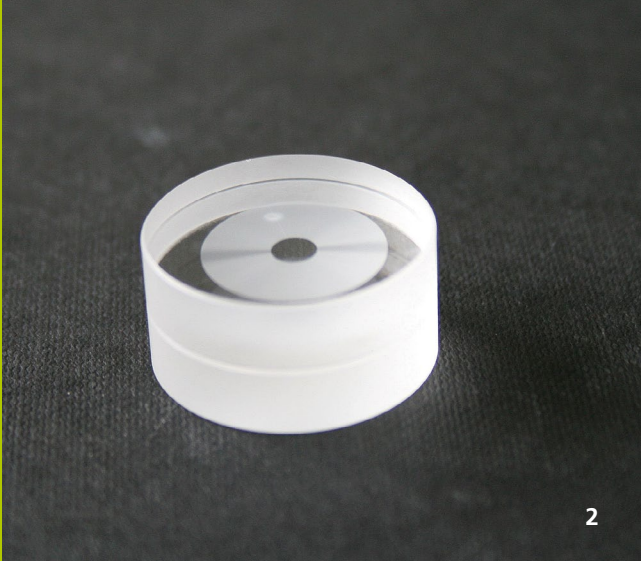
2 *Glasbonden nach dem Fügeprozess.*

Today, optical elements have to fulfill versatile requirements which often can only be achieved by hybrid integration. The long-term stable bonding of these different components is a particular challenge. Techniques such as optical contacting or anodic bonding are either not stable enough or result in other problems due to the necessary annealing step. Even intermediate layers, as required by soldering or adhesive bonding, may induce problems with long-term stability or resistance to heat.

A new option is the application of ultrashort laser pulses applied for local welding [1, 2]. Due to the high peak power, nonlinear absorption occurs at the laser focus and leads to a defined local energy deposition [1]. By using high-repetition-rate laser systems, the short time between two subsequent pulses results in heat accumulation and hence in local melting of the material [2]. This melting process may be used as welding technique if the laser focus is placed at the interface between two transparent components.

1 *Local welding of glass with ultrashort laser pulses.*

2 *Bonded glass blanks after the laser welding.*



Durch die nur lokal auftretende Aufheizung des Materials im Fokusbereich werden thermische Spannungen im Material minimiert. Eine Bewegung des Fokus entlang vordefinierter Geometrien erlaubt einen maßgeschneiderten Fügeprozess, der potenziell auch gasdichte Verbindungen ermöglicht.

In bisherigen Untersuchungen an Kieselglas konnten wir Bruchfestigkeiten von bis zu 75 % des Volumenmaterials erreichen. Ebenso konnten feste Bindungen auch zwischen unterschiedlichen Gläsern realisiert werden. Dieses flexible, klebmittelfreie und anwendungsspezifische Fügeverfahren eröffnet damit neue Möglichkeiten in unterschiedlichen Bereichen wie Mikrooptik, Sensorik und Photovoltaik.

Literatur/References

- [1] Watanabe, W.; Onda, S.; Tamaki, T., Itoh, K.; Nishii, J.: Space-selective laser joining of dissimilar transparent materials using femtosecond laser pulses, Appl. Phys. Lett. 89, 021106/1-021106/3 (2006).
- [2] Miyamoto, I.; Horn, A.; Gottmann J.; Wortmann, D.; Yoshino F.: Fusion Welding of Glass Using Femtosecond Laser Pulses with High-repetition Rates, J. Laser Micro. Nanoen. 2, 57–63 (2007).

Due to only localized heating, thermal stress within the samples is minimized. A movement of the laser focus along specific routes allows tailored welding and the realization of potentially gas-proof bonds.

To date, we have been able to achieve a breaking stress of up to 75 % of the bulk material in fused silica. Furthermore, we realized strong welds even between different glasses. This flexible, adhesive-free, and custom-designed bonding method opens up new possibilities in different fields as microoptics, sensor technology, and photovoltaics.

AUTHORS

*Sören Richter*¹

*Sven Döring*¹

Stefan Nolte^{1,2}

Andreas Tünnermann^{1,2}

¹ *Institut für Angewandte Physik,
Friedrich-Schiller-Universität Jena*

² *Fraunhofer IOF*

CONTACT

Prof. Dr. Stefan Nolte

Phone: +49 3641 947-820

stefan.nolte@uni-jena.de