

Adaptives, auf der inlinefähigen optischen Kohärenztomographie basierendes Laserdurchstrahlsschweißen

Adaptive laser transmission welding based on inline optical tomography

Projekträger | Fördermittelgeber: Projekträger Karlsruhe (PTKA) | Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)
Executing Organisation: Project Management Agency Karlsruhe (PTKA) | Federal Ministry of Education and Research (BMBF)

Aufgabenstellung

Das Laserdurchstrahlsschweißen von Kunststoffen ist ein industriell etabliertes Fügeverfahren, welches jedoch stark durch vorgelagerte Verarbeitungsprozesse beeinflusst wird. Um stets qualitativ hochwertige Schweißergebnisse zu erzielen und lokal unterbrochene, undichte oder porenbehaftete Schweißnähte zu vermeiden, müssen schwankende Randbedingungen im Schweißprozess durch Regelkonzepte kompensiert werden. Aktuell werden hierfür u. a. die Fügeregulation oder die pyrometerbasierte Leistungs- oder auch Vorschubgeschwindigkeitsregelung eingesetzt. Diese Technologien erlauben derzeit keine ausreichend sichere und zudem ortsaufgelöste Aussage über lokal vorliegende Fehlerbilder, da sie zum Teil selbst von den werkstofflichen Störgrößen beeinflusst werden. Eine vielversprechende Alternative zu den bereits angewandten Technologien stellt die Fourier Domain – Optische Kohärenztomographie (FD-OCT) dar. Es handelt sich um ein berührungsloses, bildgebendes Verfahren, das auf dem Prinzip der Interferometrie basiert.

Vorgehensweise

Um zukünftig das FD-OCT, als Qualitätssicherungswerkzeug für das Laserdurchstrahlsschweißen industriell einsetzen zu können, werden im Rahmen des Projekts grundlegende experimentelle und simulative Untersuchungen zur Schweißnahtanalyse durchgeführt. Ziel des Projekts ist es, einen adaptiven Laserdurchstrahlsschweißprozess für Thermoplaste basierend auf einem Regelkreis mit einem modularen, hochpräzisen Messgerät zu entwickeln, das die Aufnahme tomographischer Bilder der Schweißnahtbildung und -konsolidierung während und nach der Fertigung ermöglicht.

Ergebnisse

Die bisherigen Untersuchungen haben gezeigt, dass FD-OCT sich sehr gut für die zerstörungsfreie Schweißnahtanalyse nach der Fertigung eignet. Es wurden bereits Schweißnähte amorpher (z. B. PMMA) und teilkristalliner (z. B. PA6) Kunststoffe mit Decklagenstärken von 1 bis 3 mm und Kurzglasfasergehalten von 0 bis 30 Gew.% erfolgreich analysiert, wobei Defekte wie Blasen und Undichtheiten erfolgreich identifiziert werden konnten. Basierend auf diesen Erkenntnissen wird aktuell ein experimenteller Versuchsstand aufgebaut und iterativ optimiert, bei dem eine berührungslose inline Nahtanalyse mittels FD-OCT direkt während des Schweißprozesses möglich wird.

Task

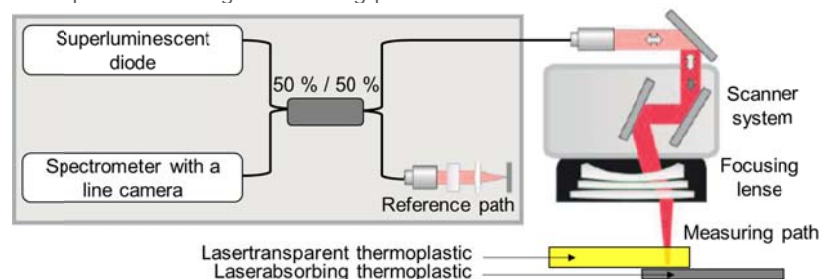
Laser transmission welding is an established joining technology which is often used for industrial applications. However, the joining process is highly dependent on temporally preceding manufacturing processes. To always achieve high-quality welding results and avoid weld seams, that are locally interrupted, leaky or afflicted by pores, fluctuating conditions during the welding process have to be compensated by control concepts. Currently, melt travel monitoring and pyrometer based power or feed speed control are often used. However, these technologies do not allow an adequate reliable and space-resolved statement about local existing failures. A promising alternative to these technologies is the Fourier Domain – optical tomography (FD-OCT). It is a contactless imaging process that is based on the principle of interferometry.

Approach

Experimental and simulative investigations on contactless weld seam analysis using FD-OCT are performed to create a new control concept for high quality weld seams. Therefore, an adaptive laser transmission welding process for thermoplastics based on a closed loop with a modularly, high-precision measuring device, that makes it possible to take tomographic pictures of the weld seam forming and consolidation during and after the welding process, is developed in this project.

Results

The investigations show that FD-OCT is very suitable for a non-destructive weld seam analysis after manufacturing. Weld defects like bubbles or leaks are successfully analyzed in amorphous (e.g. PMMA) and semi-crystalline (e.g. PA6) plastics with thicknesses of 1 to 3 mm and short glass fiber contents of 0 to 30 weight percent. Based on this knowledge an experimental setup is constructed and iteratively optimized at the moment. Within this experimental setup, a contactless inline weld seam analysis using FD-OCT will be possible during the welding process.



Kombination eines OCT Setups bestehend aus einer Superlumineszenzdiode, einem Spektrometer sowie eines Mess- und Referenzpfads mit einem Scanner- und Fokussiersystem für das Laserdurchstrahlsschweißen zur berührungslosen Schweißnahtanalyse
Combination of a OCT setup consisting of a superluminescent diode, a spectrometer as well as a reference and measuring path with a scanner and focusing system for laser transmission welding for contactless weld seam analysis