

- 1 Polymerschäum-Modell – Plattengeometrie.
- 2 Vergleich der Dichteverteilungen zwischen den Ergebnissen der THz-Messung und der zerstörenden Dichtebestimmung an (1).
- 3 Detektion von Klebenähten innerhalb eines Polymerschäum-Modells.

ZERSTÖRUNGSFREIE PRÜFUNG VON POLYMERSCHAUM- MODELLEN MIT THZ-PULSEN

In Zusammenarbeit mit dem Fraunhofer IFAM

Fraunhofer-Institut für Angewandte Optik und Feinmechanik IOF

Albert-Einstein-Straße 7
07745 Jena

Institutsleiter
Prof. Dr. Andreas Tünnermann

Abteilung Optische Systeme
Abteilungsleiter
Dr. Gunther Notni

Ansprechpartner
Dr. Gunther Notni
Telefon +49 3641 807-217
gunther.notni@iof.fraunhofer.de

www.iof.fraunhofer.de

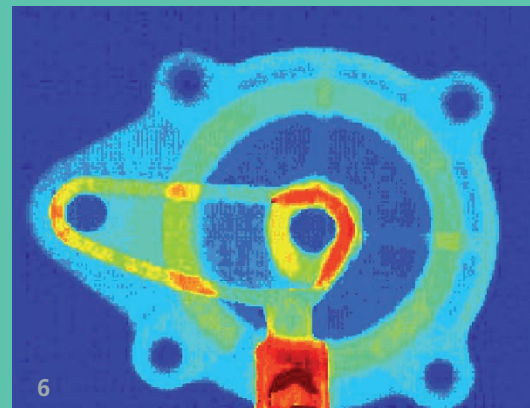
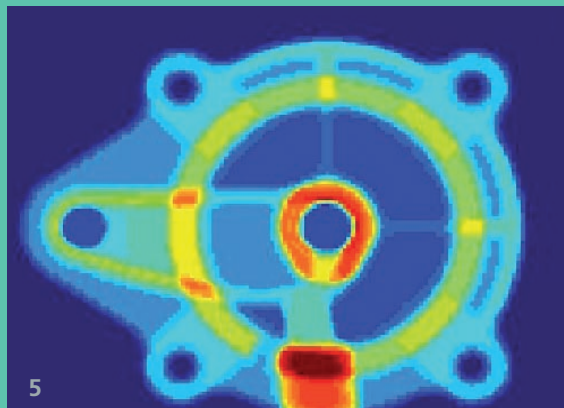
Detektion von Dichteschwankungen

Aufgeschäumte Polymere finden einen breiten industriellen Einsatz als Verpackungsmaterial, Dämm- und Isolationswerkstoff sowie als Modellwerkstoff für das Lost Foam-Gießverfahren. Dabei werden, speziell beim Lost Foam-Gießverfahren, hohe Anforderungen an die Qualität des Polymerschaums gestellt. Eine homogene Dichteverteilung des Schaummodells ist ausschlaggebend für die Qualität des daraus entstehenden Gussteils. Da die Modelle prozessbedingte Dichteschwankungen aufweisen können, müssen diese erkannt und der Schäumprozess entsprechend angepasst werden. Aufgrund fehlender geeigneter Messtechnik werden die Dichten bisher zerstörend, sehr zeitaufwändig und mit niedriger lokaler Auflösung bestimmt, wodurch kein direkter Vergleich zwischen

Modell- und Gussteilqualität hergestellt werden kann. In Kooperation der Fraunhofer Institute IOF und IFAM wurde ein neues bildgebendes Messverfahren mit Terahertz-Pulsen zur zerstörungsfreien Bestimmung der Dichteverteilung und -schwankungen entwickelt.

THz-Messtechnik

Ultrakurze Terahertz (THz)-Pulse ($\nu = 0,1 - 10$ THz, $\lambda = 30 \mu\text{m} - 3 \text{mm}$) sind elektromagnetische Pulse mit nur einer Schwingung der elektrischen Feldstärke. Die energiearme Strahlung durchdringt Papier, Kunststoffe, trockenes Holz sowie die meisten Keramiken und besitzt eine hohe Sensitivität bezüglich Wasser. Anhand von Laufzeitmessungen der THz-Pulse durch Polymerschäum- und Kunststoffproben ist die Bestimmung der Materialdichten und -dicken möglich. Die gemessenen Daten



werden bildgebend verarbeitet, so dass sowohl Dichteschwankungen und Einschlüsse als auch Formabweichungen einer Probe zerstörungsfrei detektiert werden können.

Dichteverteilung einer Polystyrolplatte

Ein typisches Messergebnis der Dichteverteilung einer untersuchten Polystyrolschaumplatte mit Bereich einer Injektordüse, durch die das vorgeschäumte Polystyrolgranulat beim Herstellungsprozess der Modelle in die geschlossene Schäumform gefüllt wird, ist in Abb. 1 dargestellt. Zur Verifizierung wurde die Platte systematisch in Teilbereiche zerlegt, die Dichte der einzelnen Segmente zerstörend gemessen und mit den Daten der THz-Messung verglichen (Abb. 2). Die Dichten in den einzelnen Quadranten sind in g/l angeben. Aus den Ergebnissen der Messungen wird deutlich, dass sich verfahrensbedingt eine Dichteerhöhung im Bereich des Injektors einstellt.

Detektion von Schmelzklebstoff

Häufig werden Modellsegmente durch Schmelzklebstoffe zu einem komplexen Modell gefügt. Die Klebenähte zwischen den Segmenten können aufgrund der höheren Dichte sehr genau durch die THz-Bildgebung dargestellt und auf Qualität geprüft werden (Abb. 3).

CAD-Datenvergleich

Abb. 4 zeigt ein Polymerschaummodell für das Lost Foam-Verfahren, aus dem später

ein Gussteil aus Aluminium, Gusseisen oder Stahl hergestellt wird. Aus den CAD-Daten des Modells wird der optische Weg durch die Probe berechnet und dargestellt (siehe Abb. 5). Anschließend wird ein Vergleich der theoretisch berechneten optischen Wege mit den gemessenen optischen Wegen der THz-Pulse durch die Probe durchgeführt. Auf diese Weise können auch in komplexen Bauteilen Inhomogenitäten erkannt werden. Die Messung mit ultrakurzen THz-Pulsen (Abb. 6) liefert in guter Näherung eine Übereinstimmung mit den CAD-Daten (Abb. 5) und verdeutlicht lokale Fehlstellen und Inhomogenitäten.

Kompetenzen am IOF

- Kundenspezifisches Design von THz-Systemen
- Durchführung von THz-Messungen (Bildgebung, Spektroskopie, Tomographie)
- Studien zur Anwendbarkeit von THz-Strahlung
- Vergleich von CAD- und Messdaten
- Beratung

Kompetenzen am IFAM

- Herstellung von Polymerschaum-Modellen
- Zerstörungsfreie Dichtepfung
- Zerstörende Dichtebestimmung durch Auftriebmethode
- Optimierung von Schäum- und Lost-Foam-Gießprozessen
- Prototypenherstellung (Al, Fe, Mg, Zn)
- Beratung

4 Polymerschaum-Modell eines Filterdeckels der Fa. Lovink Industries b.v.

5 Simulation der optischen Wege aus den CAD-Daten von (4).

6 Ergebnisse der THz-Messung an (4).

Fraunhofer-Institut für Fertigungstechnik und Angewandte Materialforschung

Wiener Straße 12
28359 Bremen

Institutsleiter
Prof. Dr.-Ing. Matthias Busse

Abteilung Gießereitechnologie
Abteilungsleiter
Franz-Josef Wöstmann

Ansprechpartner
Daniela Schmidt
Telefon +49 (0) 421 2246-108
daniela.schmidt@ifam.fraunhofer.de

www.ifam.fraunhofer.de