

Hochauflösende Reinheitsgradbestimmung - Fertigung von Referenzfehlern

Daniel KOTSCHATE¹, Dirk GOHLKE¹, Silvia MEINIG¹, Tristian KASZEMEIKAT²

¹ Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM), Berlin

² Laser- und Medizin-Technologie GmbH, Berlin

Kontakt E-Mail: daniel.kotschate@bam.de

Kurzfassung

Regelwerke zur zerstörungsfreien Bestimmung des Reinheitsgrades wie das SEP 1927 und die ASTM E588 erreichen ihre Vergleichbarkeit unter Anwendung von - vergleichsweise einfachen - Referenzfehlern. Hinsichtlich Realisierbarkeit wird somit der Kompromiss zwischen Herstellung des Referenzfehlers und der erreichbaren Nachweisgrenze gefunden. Zur Weiterentwicklung über die Grenzen der SEP1927 hinaus, wurde der Versuch unternommen Fehler kleiner 500 µm herzustellen - welche aufgrund der geringen geometrischen Ausdehnung fertigungsbedingt schwierig zu realisieren sind. Bei den vergleichenden Untersuchungen kristallisierten sich zwei Fertigungsverfahren, Funkenerosion (EDM: electrical discharge machining) und die Fertigung der Bohrungen unter Verwendung eines Hochleistungslasers, als vielversprechend heraus. Zunächst wurden die Fehler mit beiden Verfahren in unterschiedlichen Größen (100, 250 und 100 µm) und Tiefen (1, 1,5 und 2 mm) unter Anwendung von computertomographischen Verfahren der Röntgenprüfung, die Geometrie der eingebrachten Fehlstellen und anschließend durch hochauflösende Tauchtechnikmessungen das Reflektionsverhalten charakterisiert.



Hochauflösende Reinheitsgradbestimmung - Fertigung von Referenzfehlern

D. Kotschate¹, D. Gohlke¹, S. Meinig¹, T. Kaszemeikat²

¹ BAM Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung, Berlin

² LMTB Laser- und Medizin-Technologie GmbH, Berlin

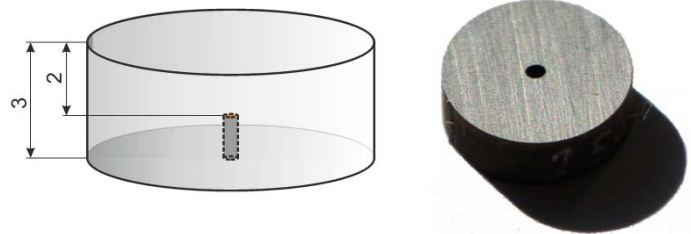
Motivation

Zur zerstörungsfreien Bestimmung des Reinheitsgrades haben sich Regelwerke wie das SEP 1927 und die ASTM E588 etabliert und erreichen ihre Vergleichbarkeit der Ergebnisse unter Anwendung von definierten Referenzfehlern.

Hinsichtlich Realisierbarkeit wird somit der Kompromiss zwischen der Herstellung des Referenzfehlers und der erreichbaren Nachweisgrenze gefunden. Zur Weiterentwicklung über die Grenzen der SEP 1927 hinaus, wurde der Versuch unternommen Fehler kleiner 500 µm mit hoher Güte zu realisieren. Um somit noch hochauflösender messen zu können.

Lasermaterialbearbeitung

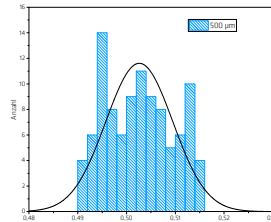
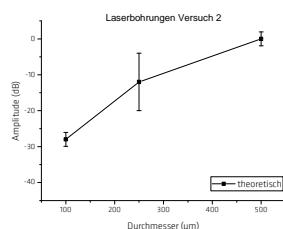
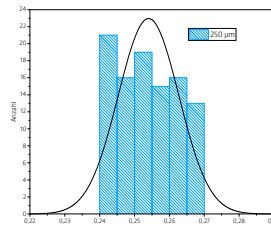
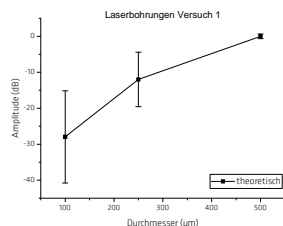
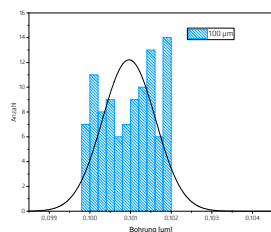
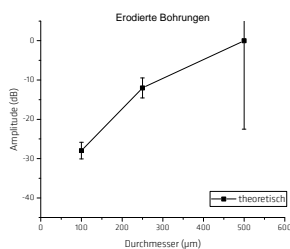
Um einen stetigen Materialabtrag durch Laserstrahlung zu erreichen, wird eine Leistungsdichte nahe der materialabhängigen Ablationsschwelle benötigt. Um mögliche Wechselwirkungen von Materialparametern durch den Energieeintrag zu minimieren, wird die zu bearbeitende Stelle mit einer Serie von kurzen Laserimpulsen und unter Verwendung einer Trepanieroptik und der Nachführung des Fokuspunktes eingebracht.



Schematische Darstellung und Foto der gefertigten Bohrungen

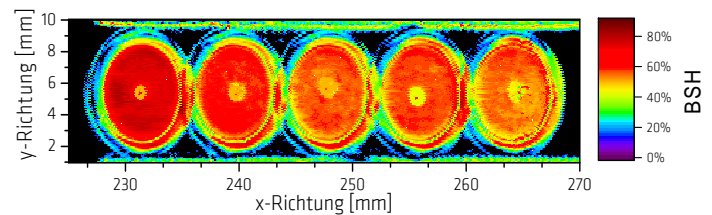
Proben

Bei den vergleichenden Untersuchungen kristallisierten sich zwei Fertigungsverfahren, Funkenerosion und die Fertigung der Bohrungen unter Verwendung eines Hochleistungslasers, als vielversprechend heraus. Die Fehler sind mit beiden Verfahren in unterschiedlichen Größen (500, 250 und 100 µm) und mit unterschiedlichen Rückwandstärken (1, 1,5 und 2 mm) gefertigt worden.



Amplitudenvergleich

Reproduzierbarkeit der Bohrungen



C - Bild: Erodierte (links) und vier Laserbohrungen mit 1 mm Tiefe Ø 500 µm

Ergebnisse

In dem C - Bild (oben) zeigen die Laserbohrungen im Vergleich zu einer erodierten Bohrung ein nahezu identisches Abbild. Hinsichtlich der Reproduzierbarkeit und des Reflexionsverhaltens zeigen die Laserbohrungen im direkten Vergleich eine höhere Wiederholgenauigkeit. Darüber hinaus ist, aufgrund der steuerbaren Prozessparameter, auch eine direkte Einflussnahme auf die Qualität der Bohrungen möglich.

Schlussfolgerung

Die Laserbohrungen zeigen ein ähnliches und teilweise besseres Reflexionsverhalten als die, durch Senkerodieren hergestellten Bohrungen und benötigen teils geringere Verstärkungen. Somit bildet das Laserverfahren eine gute Alternative gegenüber dem Erodieren. Die Durchmesser der Laserbohrungen sind mit einer Abweichung von unter einem Prozent reproduzierbar.

Referenzen

¹ D. Kotschate, D. Gohlke. Signalverarbeitung zur hochauflösenden Reinheitsgradbestimmung

² D. Kotschate, D. Gohlke, R. Boehm, M. Perez-Alonso. A comparison between ASTM E588 and SEP 1927 relating resolution limits at determination of the purity grade

³ D. Kotschate, D. Gohlke, M. Eisentraut. Reference block design for high resolution ultrasound immersion tank testing



Diese Arbeit wurde durch die Unterstützung der Europäischen Union gefördert