

Fokuslagendetektion mittels Bearbeitungslaser

Detection of focal position by the use of the processing laser

Projekträger | Fördermittelgeber: Bayerische Forschungsstiftung, Freistaat Bayern
Executing Organisation: Bavarian Research Foundation, Free State of Bavaria

Aufgabenstellung

Bei der scannerbasierten Lasermikromaterialbearbeitung bewirken bereits geringe Abweichungen von Prozessgrößen Instabilitäten im Bearbeitungsergebnis. Nur bei einer gleichbleibend exakten Positionierung des Laserfokus und damit gleichbleibender Strahlintensität auf der Materialoberfläche ist eine hohe Prozessstabilität und Reproduzierbarkeit des Bearbeitungsergebnisses gewährleistet. Experimentell ist die Vermessung der Fokusposition nur mit großem Aufwand möglich, bei Freiformflächen nahezu nicht realisierbar. Eine automatisierte zerstörungsfreie dreidimensionale Vermessung der Oberfläche soll den Nutzeraufwand deutlich verringern und die Bearbeitungsgenauigkeit signifikant erhöhen.

Vorgehensweise

Im verfolgten Ansatz wird der Bearbeitungslaser zur zerstörungsfreien Erfassung der z-Position der Materialoberfläche sowie etwaiger Deformationen verwendet, womit Nachteile wie der fehlende Bezug zum Laserfokus bei passiven Messsystemen umgangen werden. Der bei niedriger Laserleistung durch ein Scannerobjektiv fokussierte Strahl wird an der Werkstückoberfläche reflektiert, was von einer im Wellenlängenbereich des Lasers sensitiven koaxial positionierten Kamera detektiert wird. Entsprechend der Strahlkaustik des Lasers ist die Gestalt der Reflexion abhängig von der Position des Laserfokus relativ zur Werkstückoberfläche. Anhand der aufgenommenen Bilddaten kann so unter Kenntnis der Strahlkaustik auf die Fokuslage geschlossen werden.

Ergebnisse

Erste Auswertungen von Bilddaten zeigen eine gute Korrelation zwischen Intensität, Fläche des reflektierten Spots und Specklegröße bzw. -verteilung sowie der Fokuslage. Eine automatisierte Auswertung, basierend auf einem mit verschiedenen Algorithmen arbeitenden Programm, zeigte eine gute Übereinstimmung zur experimentell ermittelten Fokuslage. Das Prinzip liefert bis zu einem Scannerablenkwinkel von bis zu $\pm 20^\circ$ reproduzierbare und auswertbare Ergebnisse.

Task

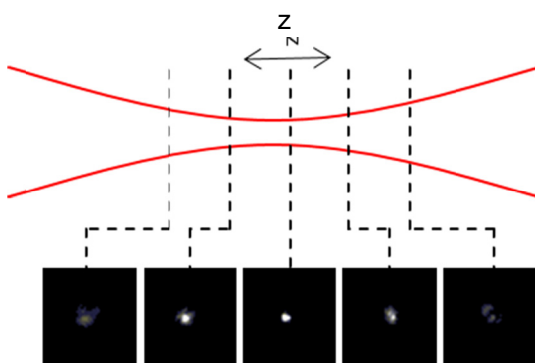
In scanner-based laser micromachining applications small deviations of process variables can already cause strong instabilities in the machining result. Only if an accurate positioning of the laser focus to the material surface is assured, a stable process and high reproducibility can be guaranteed. Experimentally determination of the focus position is possible but in the same time leads to complexity, in case of free-form surfaces it is almost not feasible. Therefore, an automated non-destructive measurement of the focus position has to be developed reducing the user effort and significantly increasing machining accuracy.

Approach

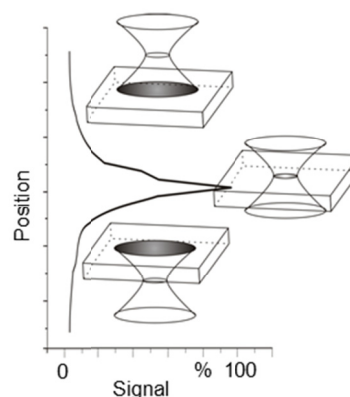
By using the processing laser for detection of the material surface disadvantages such as the lack of reference to the real laser focus position when using passive measurement methods can be avoided. The low power focused laser beam is reflected on the workpiece surface, which then is detected by a coaxially positioned camera which is sensitive to the laser wavelength. Corresponding to the beam caustic of the laser, the shape of the reflection is dependent on the position of the laser focus relative to the workpiece surface. Based on the recorded image data the focus position can be determined.

Results

First results show a good correlation between intensity of the images, area of the reflected spot, speckle intensity and focus position. An automated analysis based on a program using different algorithms showed good agreement with the experimentally determined focal position for different materials. The principle works for scanner deflection angles up to 20° and gives reproducible results in this region.



Erfassung der Fokuslage mittels bildgebender Sensorik (Werkstoff: Edelstahl)
Capture of focal position by imaging (material: stainless steel)



Beispielhafte Darstellung des Intensitätsverlaufs der in verschiedenen z-Positionen erfassten Bilddaten
Example of intensity distribution of captured images for different focal positions