

Berichte aus der Mikro- und Feinwerktechnik

herausgegeben von Prof. Dr. rer. nat. S. Büttgenbach

Band 11

Sebastian Bütefish

**Entwicklung von Greifern für die
automatisierte Montage hybrider Mikrosysteme**

Shaker Verlag
Aachen 2003

Bibliografische Information der Deutschen Bibliothek

Die Deutsche Bibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.ddb.de> abrufbar.

Zugl.: Braunschweig, Techn. Univ., Diss., 2003

Copyright Shaker Verlag 2003

Alle Rechte, auch das des auszugsweisen Nachdruckes, der auszugsweisen oder vollständigen Wiedergabe, der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen und der Übersetzung, vorbehalten.

Printed in Germany.

ISBN 3-8322-2194-8

ISSN 1433-1438

Shaker Verlag GmbH • Postfach 101818 • 52018 Aachen

Telefon: 02407/95 96 - 0 • Telefax: 02407/95 96 - 9

Internet: www.shaker.de • eMail: info@shaker.de

Entwicklung von Greifern für die automatisierte Montage hybrider Mikrosysteme

Eingereicht von Sebastian Bütefisch

Kurzfassung

Im Rahmen dieser Arbeit wurde ein bestehendes Konzept eines Miniaturgreifers aufgegriffen und an die Anforderungen der Mikromontage angepasst, wobei Handhabungsobjekte mit Abmessungen unter $500\ \mu\text{m}$ anvisiert werden. Zur Verifikation der Funktionalität des zu entwickelnden Mikrogreifers wurde als Beispielaufgabe die hybride Montage eines taktilen Kraftsensors gewählt. Die daraus hervorgehende nötige weitere Miniaturisierung des Greifers und die damit einhergehenden geforderten Toleranzen lassen sich nur noch mit mikrotechnischen Produktionsverfahren realisieren. Daher wurden verschiedene mikrotechnische Herstellungsverfahren auf ihr Potential hinsichtlich einer Umsetzung und einer weiteren Verkleinerung des Miniaturgreifers überprüft. Zwei Herstellungsprozesse wurden ausgewählt:

- Plasmaunterstützter Trockenätzprozess von Silizium
- UV-Tiefenlithographie mit dem Photoresist SU8

Beide Herstellungsprozesse stellen gewisse Randbedingungen an die Konstruktion des Greifergetriebes. Dieses wurde als Viergelenk ausgeführt, um die Zentrierfähigkeit des Greifers zu gewährleisten. Die Drehgelenke des Getriebes wurden als stoffschlüssige Kerb- bzw. Balkengelenke realisiert, um Spielfreiheit und Reinraumtauglichkeit zu garantieren. Mittels analytischer Betrachtungen und FEM-Simulationen wurden verschiedene Versionen des Greifergetriebes entwickelt, wobei die Randbedingungen aus den Herstellungsprozessen und die Anforderungen aus der Beispielaufgabe eingearbeitet wurden.

Nachdem die Herstellungsprozesse entsprechend optimiert bzw. angepasst wurden, konnten erste Prototypen der Greifergetriebe hergestellt werden. Deren mechanische Eigenschaften wurden mit Hilfe eines für diese Aufgabe entwickelten taktilen Kraftsensors charakterisiert. Die sich daraus ergebenden mechanischen Eigenschaften dienten als Ausgangspunkt für die Auswahl eines geeigneten Aktorsystems.

Neben einem den Formgedächtniseffekt (FGL) nutzenden Differentialaktor wurde ein neuartiger mikropneumatischer Aktor entwickelt und realisiert. Beide Aktoren erfüllen die durch die Mikromontage gestellten Anforderungen bzgl. Reinraumtauglichkeit und kompakter Abmaße des Greifers.

Die verschiedenen Greiferversionen wurden mechanisch charakterisiert, wobei Greifkräfte bis $30\ \text{mN}$ erreicht wurden. Bei Dauerlastversuchen erreichten einige Varianten Lastspiele bis 100.000 Zyklen.

Die als Beispielaufgabe dienende Montage des taktilen Kraftsensors konnte mit allen Greifervarianten erfolgreich durchgeführt werden. Weitere komplexere Montagesequenzen, wie der Zusammenbau eines Mikrogetriebes, verifizierten die Funktionalität der entwickelten Mikrogreifer.

Erste Versuche zur automatisierten Mikromontage wurden durchgeführt, indem die Greifer an eine elektromotorische Verfahreneinrichtung angekoppelt wurden. Mit diesem Aufbau konnten Pick and Place Vorgänge mit mehreren hundert Wiederholzyklen absolviert werden. Mit Hilfe eines kommerziellen Mikromontageroboters wurden erste Versuche durchgeführt, einen Wolframdraht mit einem Durchmesser von $125\ \mu\text{m}$ in eine mit mikrotechnischen Herstellungsverfahren realisierte Siliziumstruktur einzuführen. Diese erfolgreich durchgeführten Montageversuche zeigen, dass die im Rahmen dieser Arbeit entwickelten Mikrogreifer zum Einsatz in der Mikromontage geeignet sind. Erste Ansätze zur Realisierung eines integrierten Greifkraftsensors sind in dieser Arbeit beschrieben.