

50. Internationales Wissenschaftliches Kolloquium

September, 19-23, 2005

**Maschinenbau
von Makro bis Nano /
Mechanical Engineering
from Macro to Nano**

Proceedings

Fakultät für Maschinenbau /
Faculty of Mechanical Engineering

Startseite / Index:

<http://www.db-thueringen.de/servlets/DocumentServlet?id=15745>

Impressum

- Herausgeber: Der Rektor der Technischen Universität Ilmenau
Univ.-Prof. Dr. rer. nat. habil. Peter Scharff
- Redaktion: Referat Marketing und Studentische Angelegenheiten
Andrea Schneider
- Fakultät für Maschinenbau
Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Peter Kurtz,
Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. med. (habil.) Hartmut Witte,
Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Gerhard Linß,
Dr.-Ing. Beate Schlütter, Dipl.-Biol. Danja Voges,
Dipl.-Ing. Jörg Mämpel, Dipl.-Ing. Susanne Töpfer,
Dipl.-Ing. Silke Stauche
- Redaktionsschluss: 31. August 2005
(CD-Rom-Ausgabe)
- Technische Realisierung: Institut für Medientechnik an der TU Ilmenau
(CD-Rom-Ausgabe) Dipl.-Ing. Christian Weigel
Dipl.-Ing. Helge Drumm
Dipl.-Ing. Marco Albrecht
- Technische Realisierung: Universitätsbibliothek Ilmenau
(Online-Ausgabe) [ilmedia](#)
Postfach 10 05 65
98684 Ilmenau
- Verlag:  Verlag ISLE, Betriebsstätte des ISLE e.V.
Werner-von-Siemens-Str. 16
98693 Ilmenau

© Technische Universität Ilmenau (Thür.) 2005

Diese Publikationen und alle in ihr enthaltenen Beiträge und Abbildungen sind urheberrechtlich geschützt.

ISBN (Druckausgabe): 3-932633-98-9 (978-3-932633-98-0)
ISBN (CD-Rom-Ausgabe): 3-932633-99-7 (978-3-932633-99-7)

Startseite / Index:

<http://www.db-thueringen.de/servlets/DocumentServlet?id=15745>

S. Langbein / E.G. Welp / S. Schmitz / A. Ludwig

Entwicklung von Formgedächtnis-Dünnschichtaktoren für haptische Anwendungen

ABSTRACT

Herkömmliche Bedienelemente stoßen aus Gründen der Übersichtlichkeit, des Platzbedarfes und auch der Wahrnehmung zunehmend an ihre Grenzen. Deshalb werden menübasierte, möglichst intuitiv bedienbare Mensch-Maschine-Schnittstellen eine immer größere Bedeutung erlangen. Eine Möglichkeit der Realisierung stellen dabei Schalter dar, die je nach Menüebene eine andere Funktion aufweisen. Zur Erzeugung der notwendigen Oberflächenveränderung bei einem solchen haptischen Display werden Aktoren benötigt, die möglichst einfach aufgebaut und in das System zu integrieren sind. Für diesen Einsatzzweck bieten sich Aktoren auf der Basis von Funktionswerkstoffen an. Im Speziellen sind hierbei Formgedächtnis-Dünnschichtverbunde zu nennen. Vor diesem Hintergrund werden die Gestaltung und Herstellung von Dünnschichtverbund-Aktoren aus NiTi und Molybdän (Substratwerkstoff) für den Einsatz in haptischen Displays in diesem Beitrag erläutert.

Einleitung

Bisher haben haptische Displays vor allem blinden Menschen geholfen, am technischen Leben teilzunehmen. Heutzutage gewinnen menübasierte Bediensysteme auch darüber hinaus zunehmend an Bedeutung. Haptische Displays auf der Basis von FG-Drähten [1] weisen jedoch einige Probleme

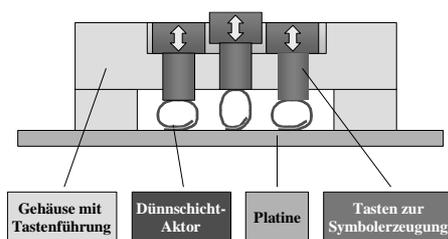


Bild 1: Haptischer Demonstrator

auf. Die Realisierung eines Displays, basierend auf Schichtverbundaktoren, stellt hingegen ein neues und innovatives Konzept dar, was mit Hilfe eines Demonstrators (Bild 1) gezeigt wird. Die Verbundaktoren nutzen den Thermobimetalleffekt, benötigen deshalb keine externe Rückstellvorrichtung und weisen ein hohes Miniaturisierungspotential auf.

Konzeption und Herstellung der Formgedächtnisaktoren

Eine entscheidende Forderung für die Suche nach Wirkprinzipien, bezogen auf eine einfache Platinenmontage, ist die einseitige Kontaktierung der Aktorelemente. Durch eine besondere Aktorgestalt bzw. spezielle Anordnung der Schichten kann dies ermöglicht werden. Ein Ordnungsschema mit erarbeiteten Wirkprinzipien von FG-Elementen, die eine einseitige

Kontaktierung zulassen, sind in Tabelle 1 dargestellt. Die Varianten 1a und 1b basieren dabei auf der Verwendung einer Isolationsschicht. Variante 3a leistet aufgrund der Integration von zwei Verbundaktoren die größten Kräfte und wurde deshalb ausgewählt.

Wirkprinzip		Variante 1	Variante 2	Variante 3	Variante 4
positive Bewegung ↑	a				
negative Bewegung ↓	b				

Tabelle 1: Wirkprinzipien von Schichtverbundelementen (dunkle Schichten → FG-Schichten)

Das entwickelte FG-Element (Bild 2) besteht aus einem 15 µm dicken Molybdän-Substrat, das jeweils auf der Vorder- und Rückseite mit TiNiCu (6 µm) und Stahl (1 µm) beschichtet ist. Die Schichtabscheidung erfolgte mit Hilfe des Sputterverfahrens und einer speziellen Maske.

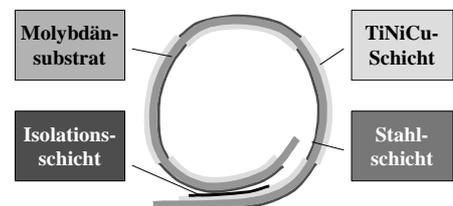


Bild 2: FG-Schichtverbund (Ø 5 mm)

Nach der Abscheidung auf dem Substrat ist die FG-Schicht zunächst amorph. Die Kristallisation der Schicht erfolgte durch einen Glühprozess bei 650 °C im aufgewickelten Zustand [2]. Die gemessene max. Auslenkung eines FG-Elementes betrug $s = 1,04$ mm. Dabei leistete er eine Kraft von 0,1 N.

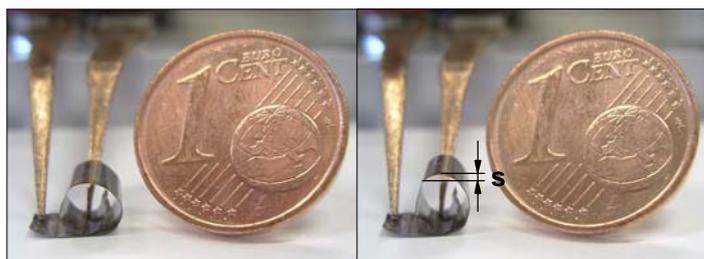


Bild 3: links: Martensit-, rechts: Austenitzustand

Mit Hilfe dieses Demonstrators konnte nachgewiesen werden, dass sich diese Aktoren für den Anwendungsbereich „Haptisches Display“ in bezug auf Hub und Kraft eignen. Bild 3 zeigt die Auslenkungszustände des Aktorelementes.

Literatur- bzw. Quellenhinweise:

- [1] Wellman P.S.; Peine, W.J.: „Mechanical Design and Control of a High-Bandwidth Shape Memory Alloy Tactile Display“. International Symposium on Experimental Robotics, Barcelona: 1997.
- [2] Winzek B.: „Entwicklung, Herstellung und Charakterisierung von Mikroaktoren mit Formgedächtnisschichten auf der Basis von NiTi“. Dissertation, Forschungszentrum Karlsruhe GmbH, Karlsruhe 2000.

Autorenangaben:

Dipl.-Ing. S. Langbein, Prof. Dr.-Ing. E.G. Welp,
Ruhr-Universität Bochum
Universitätsstr. 150, 44801 Bochum
Tel.: 0234/ 32-23637, Fax: 0234/ 32-14159

Dr.-Ing. S. Schmitz, Jun. Prof. Dr. A. Ludwig
Forschungszentrum caesar
Ludwig-Erhard-Allee 2, 53175 Bonn
Tel.: 0228/ 9656-0, Fax: 0228/ 9656-111