



Miniaturisierte FG-Kurzhubaktoren für Hochlastanwendungen

Motivation und Zielstellung

Aktoren sind Schlüsselemente in fast jeder Produktionsanlage und Maschine. Neben funktionalen Eigenschaften wie Hub, Kraft und Dynamik sind Bauraum und Gewicht relevante Anforderungen.

Formgedächtnislegierungen (FGL) eignen sich aufgrund ihrer enormen Energiedichte ($10^6 \text{ J}\cdot\text{m}^{-3}$) besonders gut zur Realisierung sehr kleiner Aktoren. Darüber hinaus lassen sie sich mit hoher Präzision bei relativ geringem Aufwand allein über die Temperatur steuern und regeln. Diese Technologie ist somit eine potentielle Alternative zu konventionellen Aktorik-Technologien.

Drahtbasierte Formgedächtnis-(FG)-Aktoren sind bereits in industriellen Anwendungen etabliert, jedoch auf geringe Kräfte (N-Bereich) bei kleinen Hüben (mm-Bereich) beschränkt. Im Projekt HochPerForm untersuchen wir Technologien, um schnellschaltende und kompakte FG-Aktoren auch im Hochlast-Bereich (kN) zu ermöglichen

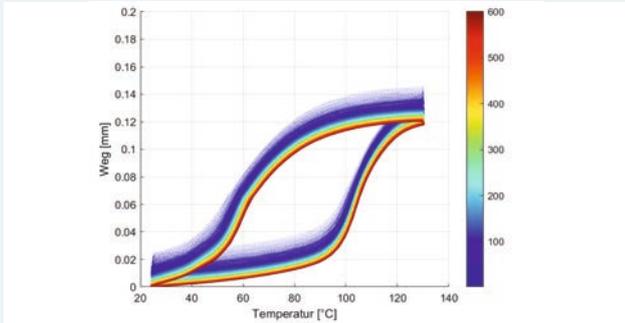
Nutzen und Potenziale: Kleine Aktoren – große Kräfte

FGL weisen im Vergleich die höchste Energiedichte aller Festkörper-Aktorprinzipien auf. Bei den miniaturisierten FG-Kurzhubaktoren wurde dies genutzt, um kleine FG-Aktoren mit wesentlich größeren Kräften als bisher zu entwickeln. Die Technologie ermöglicht es, Aktoren mit Stellkräften über 1 kN und Stellwegen bis 1 mm in sehr kleine Bauräume zu integrieren. Hübe und Kräfte sind in einem weiten Bereich skalierbar. Zudem eignen sich die sensorischen Eigenschaften der FGL für die Integration einer direkten Kraftmessung in den FG-Aktor.

Einsatzbereiche

Formgedächtnisaktoren finden bereits in zahlreichen Bereichen Anwendung (Automobil, Luft-/Raumfahrt, Werkzeugmaschinen). Sie kommen dort zum Einsatz, wo minimales Gewicht und Bauraum bei hohen Kräften (kN-Bereich) und kleinen Hüben (mm-Bereich) gefordert sind. Gleichzeitig können die Aktoren im Kleinspannungsbereich betrieben werden, was sich positiv auf die notwendige Ansteuerperipherie, die elektromagnetische Verträglichkeit und die erforderlichen Schutzmaßnahmen auswirkt.

Weg-Temperatur-Kennlinie des Hochlast-FG-Aktors



Vergleich von Aktortechnologien

Anforderungen

- Hub ... 1 mm
- Kraft ... 15 kN
- Bauraum <10 cm³

Aktortechnologie	Merkmale	Eignung
Piezokeramik	– kleine Hübe + große Kräfte – großer Bauraum	☹️
Elektromotoren	+ große Hübe – kleine Kräfte – nicht miniaturisierbar	☹️
Hydraulik/Pneumatik	+ große Hübe + sehr große Kräfte – großer Bauraum	☹️
Thermische FGL	+ große Hübe + sehr große Kräfte + kleiner Bauraum	😊

Beispieldaten für FG-Kurzhubaktoren

Als Beispiel dient der im Titelbild abgebildete Aktor. Die Werte sind jedoch in einem weiten Bereich skalierbar:

Geometrie

- Höhe 16 mm
- Durchmesser 15 mm
- Bauraum 2,8 cm³

Funktion

- Freier Hub 180 µm
- Arbeitshub 120 µm
- Stellkraft 5 kN
- Arbeit 0,32 J
- Dynamik bis zu 1 Hz oder 180 µm/s

Herausforderung

Eine Herausforderung der heutigen FG-Aktoren ist ihre Schaltgeschwindigkeit. Aufgrund ihrer thermischen Trägheit können sie nur relativ langsam erwärmt und noch langsamer abgekühlt werden. Während der Heizvorgang in der Regel elektrisch realisiert wird und damit hohe Heizraten möglich sind, geschieht das Abkühlen meist durch freie Konvektion. Die so am Aktorkörper erreichte Wärmestromdichte ist der limitierende Faktor. Wegen der ungünstigen Wärmeübertragung führt dies zu hohen Abkühlzeiten, was den Einsatz der Technologie bisher auf Aktoren mit sehr dünnen Drähten und nur geringen Kräften (<100 N) beschränkt.

Wir erforschen am Fraunhofer IWU verschiedene Methoden, um die Dynamik von massiveren FG-Aktoren zu erhöhen. Durch Optimierung des thermischen Verhaltens von FG-Aktoren soll die Abkühlzeit drastisch reduziert und so eine deutliche Steigerung der Aktordynamik insbesondere bei FG-Aktoren für hohe Kräfte (>1 kN) erzielt werden.

Vorteile gegenüber anderen Aktortechnologien

- deutlich kleinere Baugröße und Masse
- sehr große Kräfte erreichbar
- Aktor ist sehr steif und robust
- exakt auf Kraft oder Position regelbar
- skalierbarer Ansatz
- Zusatzaggregate nur bedingt erforderlich

Unsere Leistungen

Gern stehen wir Ihnen als kompetenter Partner bei der Lösung von Problemstellungen auf dem Gebiet der FG-Kurzhubaktoren zur Seite. Wir helfen Ihnen bei der Entwicklung geeigneter Aktoren sowie der Implementierung von Aktoren und der erforderlichen Sensorik in Ihre Anwendung.

Kontakt

Dr. Kenny Pagel
Tel. +49 351 4772-2343
kenny.pagel@iwu.fraunhofer.de

Kai Thüsing
Tel. +49 351 4772-2170
kai.thuesing@iwu.fraunhofer.de

Fraunhofer-Institut für
Werkzeugmaschinen und
Umformtechnik IWU
Abt. Formgedächtnistechnik
Nöthnitzer Straße 44
01187 Dresden
www.iwu.fraunhofer.de