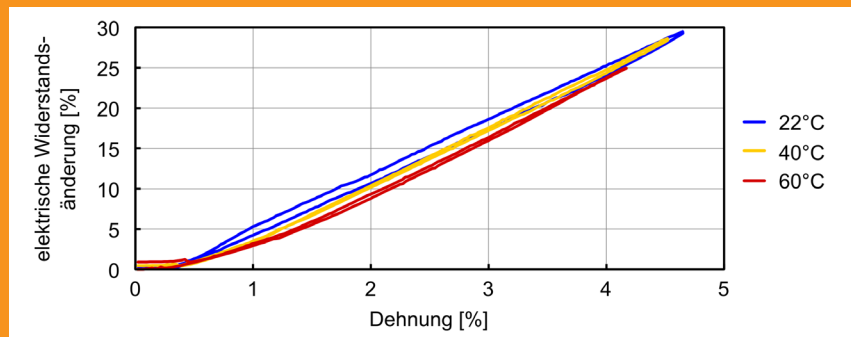


1



2

- 1 Prinzipbild einer Dehnungssensorstruktur aus Formgedächtnis-Draht
- 2 Diagramm mit relativer elektrischer Widerstandsänderung von pseudoelastischem FGL bei Dehnung

HOCHELASTISCHE FORMGEDÄCHTNIS-SENSORIK ZUR DEHNUNGSMESSUNG

Fraunhofer-Institut für Werkzeugmaschinen und Umformtechnik IWU

Nöthnitzer Straße 44
01187 Dresden

Ansprechpartner

Dr.-Ing. Thomas Mäder
Telefon +49 371 5397 1577
thomas.maeder@iwu.fraunhofer.de

www.iwu.fraunhofer.de

Motivation

Faserverbundwerkstoffe und Kunststoffe sind stark elastisch dehnbar. Zur Dehnungsmessung an Bauteilen aus diesen Materialien sind daher ebenso dehbare Sensoren notwendig. Elastische Dehnungssensoren für zyklische Messungen sind derzeit nicht verfügbar. Metallische Dehnmessstreifen (DMS) haben eine begrenzte zyklische Dehnbarkeit und sind für diese Messaufgabe ungeeignet. Faser-Bragg-Gitter-Sensoren bestehen aus Quarzglas und können vergleichsweise große elastische Dehnungen ertragen. Die Auswertungselektronik dieser Sensoren ist allerdings sehr aufwendig, voluminös und teuer. Für mobile Anwendungen ist dieser Sensortyp daher nicht geeignet. Kohlenstofffasern können im Faserverbund ebenso als Dehnungssensor eingesetzt werden. Deren Empfindlichkeit ist gering und die Messung ist stark temperaturabhängig.

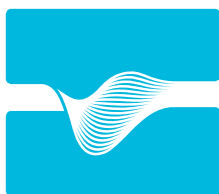
Lösungsansatz

Zur Bereitstellung von Dehnungssensoren mit großer elastischer Dehnbarkeit werden Sensoren aus pseudoelastischen Formgedächtnislegierungen (FGL) genutzt. Diese können wiederholbar bis zu 8 % gestreckt werden. Für große Zykluszahlen sind Dehnungen bis 3 % möglich. Die große Dehnbarkeit resultiert aus der Phasenumwandlung des Materials bei Dehnung. Diese ist mit einer vergleichsweise starken Änderung des elektrischen Widerstands verbunden. Der ermittelte k-Faktor dieses Materials ist größer als 5 und damit besser als bei vielen anderen DMS-Werkstoffen. Sensorstrukturen werden aus Draht unterschiedlicher Durchmesser hergestellt. Die Sensorstrukturen können in Kunststoffe und Faserverbunde eingebettet werden. Eine Sensor-Integration beim Spritzgießen, beim Laminieren und beim Infiltrieren ist möglich.

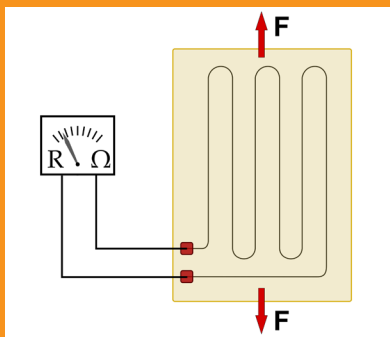


Fraunhofer

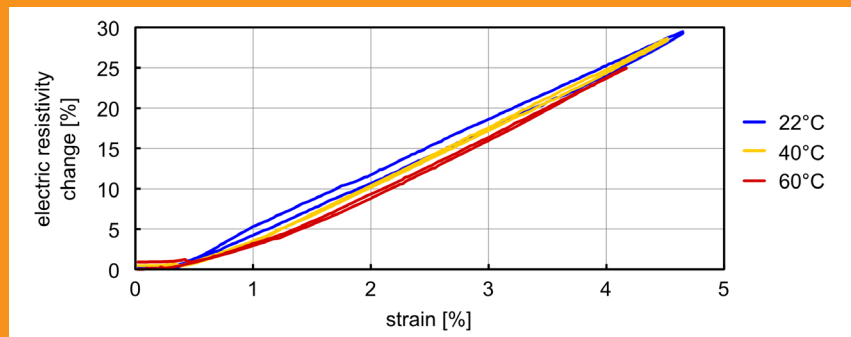
IWU



FIBER CHECK



1



2

- 1 Schematic of strain sensor structure made of shape memory alloy (SMA) wires
- 2 Diagram of the relative electric resistivity change of strained pseudoelastic SMA wire

HIGH PERFORMANCE SHAPE MEMORY STRAIN SENSORS

Fraunhofer Institute for Machine Tools and Forming Technology IWU

Nöthnitzer Straße 44
01187 Dresden

contact

Dr.-Ing. Thomas Mäder
Phone +49 371 5397 1577
thomas.maeder@iwu.fraunhofer.de

www.iwu.fraunhofer.de

Motivation

Reinforced and plain polymers are highly elastic. In order to measure strain of parts made of these, strain sensors have to be highly elastic too. Such sensors certainly for cyclic loading conditions with high amplitudes are not available. Metallic resistance strain gauges have a limited cyclic strain capability and an elastic limit below one percent strain. Fiber Bragg grating sensors are highly elastic. But the electronic measuring equipment for this optical sensors is complex, expensive and voluminous. Therefore it is not suitable for mobile applications. Carbon fibres can be used as strain sensors in composites. Their gauge factor is comparably low and measurements are highly temperature dependent. An alternative strain sensor with high elasticity is therefore needed.

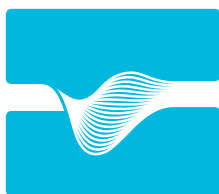
Approach

Pseudoelastic shape memory alloy (SMA) is used to realise high performance strain sensors with high elasticity. These sensors can be elastically strained up to 8 %. In cyclic loading conditions strain rates or amplitudes of up to 3 % are possible. The high elasticity results from the inner phase transformation of the SMA. This phase transformation results in a comparably strong electric resistivity change with strain. The determined gauge factor exceeds 5 and is higher than that of most of the conventional metallic strain gauges. Sensor structures are made of wires with different diameter. These can be embedded into plastics and fibre reinforced plastics. The integration of sensors is possible via injection moulding, laminating and infiltrating processes.



Fraunhofer

IWU



FIBER CHECK