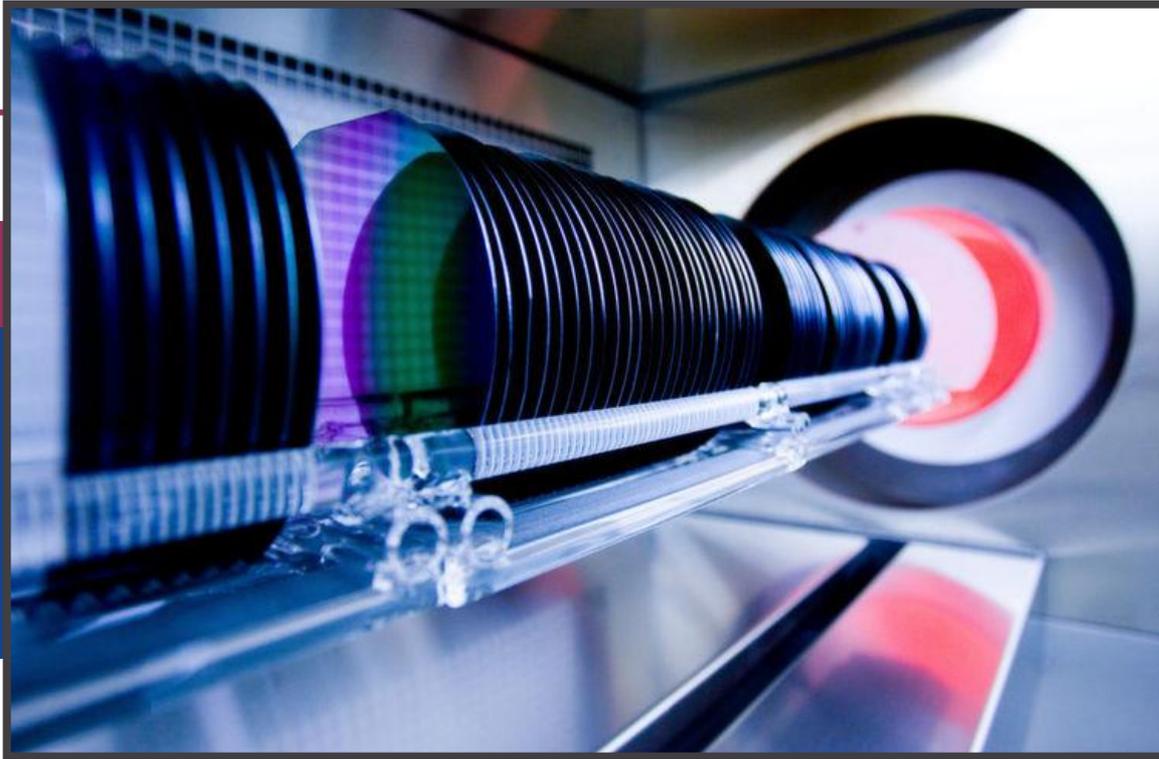


Mikrosensoren für tribologische Systeme



CiS Forschungsinstitut für Mikrosensorik
Thomas Frank



Inhalt

- CiS Forschungsinstitut
- Tastspitze für Rauheitsmessungen
- 3D-Mikrokraftsensor
- Härte Messung mit CIS-Technologie
- Halbleiter-Dehnungssensoren zur Kraftsensoren



Gemeinnützige privatrechtliche Forschungseinrichtung (GmbH)

Gründung 1993

Gesamtleistung 2016

- Öffentliche Forschungsprojekte
- Industrielle Auftragsforschung und Fertigung
- Keine Grundfinanzierung

15,0 Mio. €

50 %
50 %

Mitarbeiter 2016

120

- F&E
- Facharbeiter, Assistenten

91
29

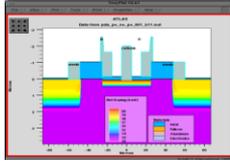
Flächen

- Reinraum Klasse 10
- Reinraum Klasse 100
- Reinraum Klasse 10.000
- Klimatisierte Labore

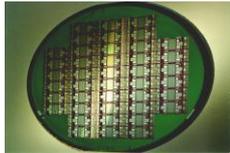
100 m²
500 m²
1.000 m²
1.000 m²



Unsere technologischen Kompetenzen



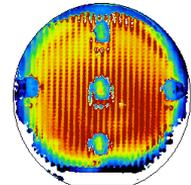
Simulation
und Design



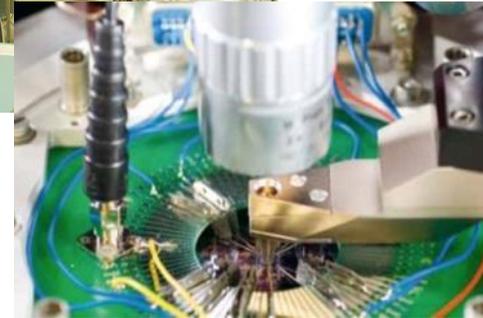
Wafer-Technologie



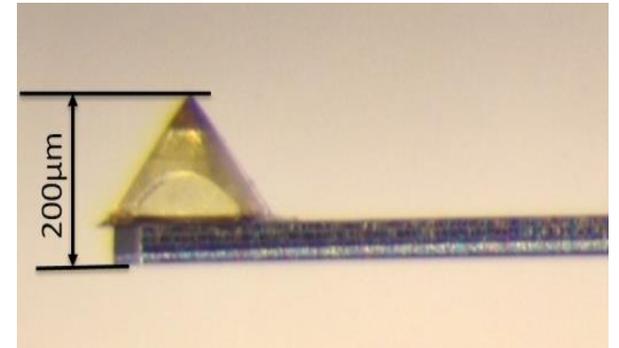
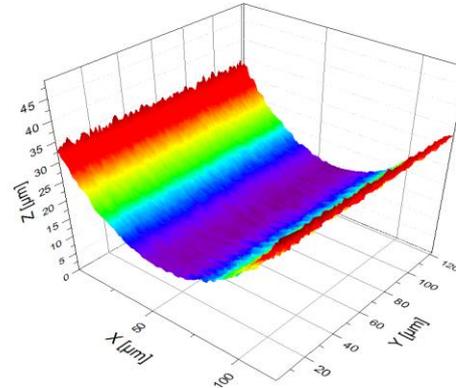
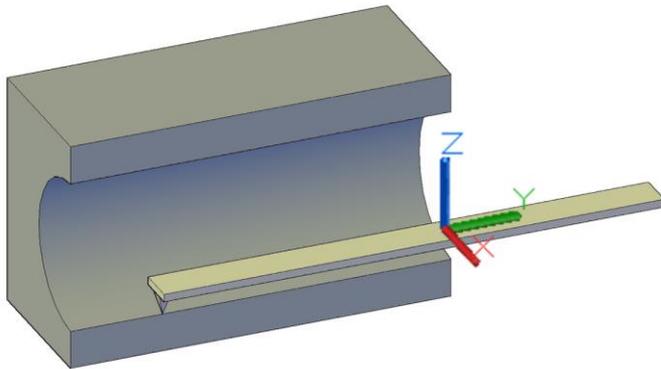
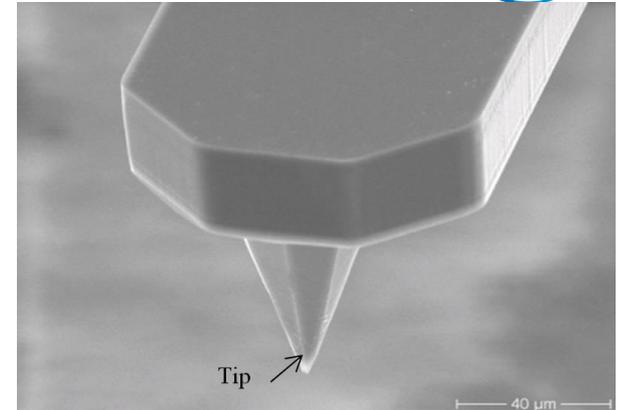
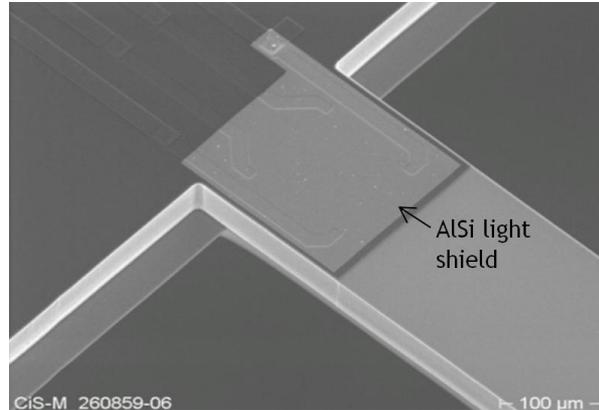
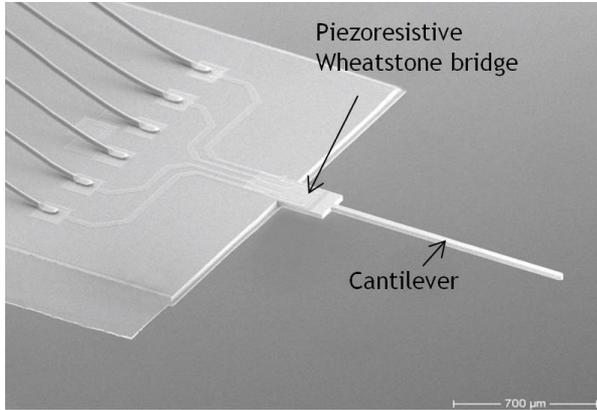
Aufbau- und
Verbindungstechnik



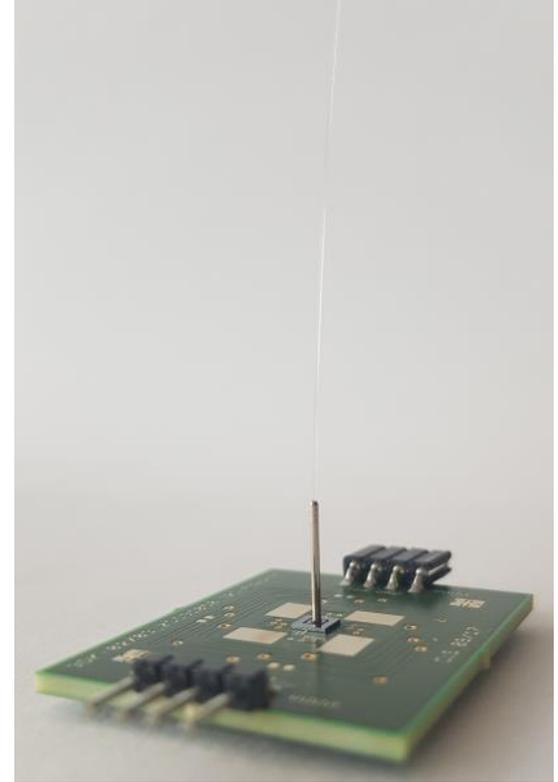
Messtechnik und Analytik



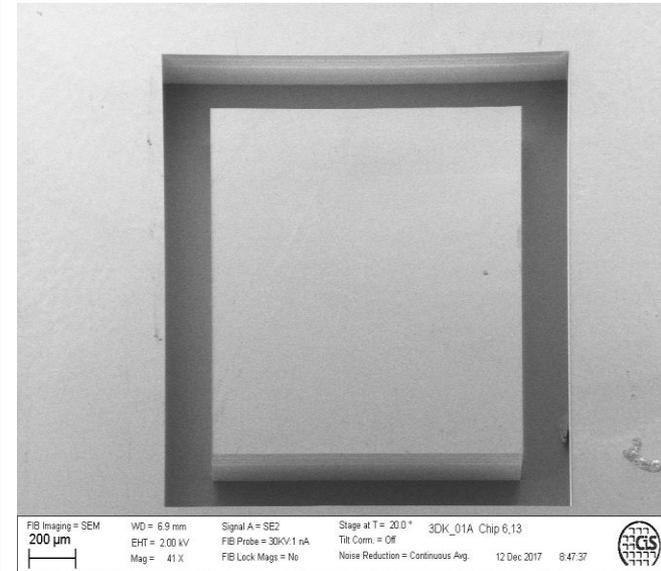
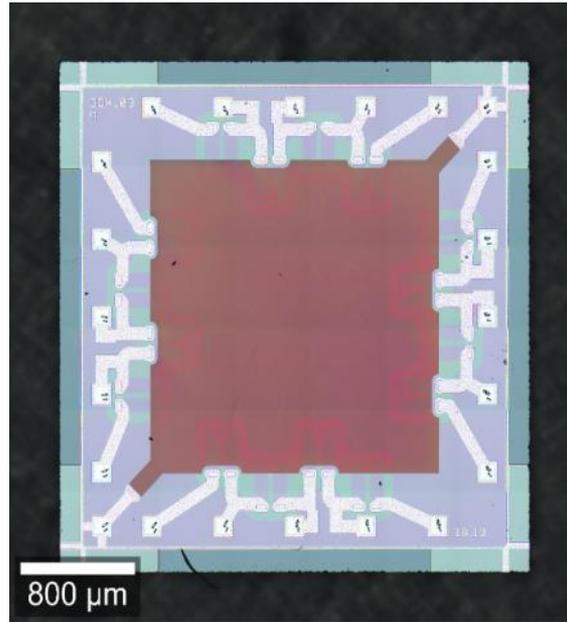
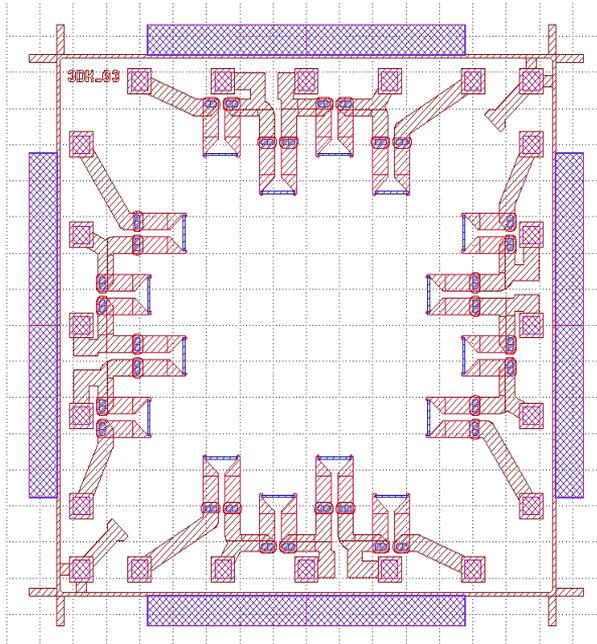
Tastspitze für Rauheitsmessungen

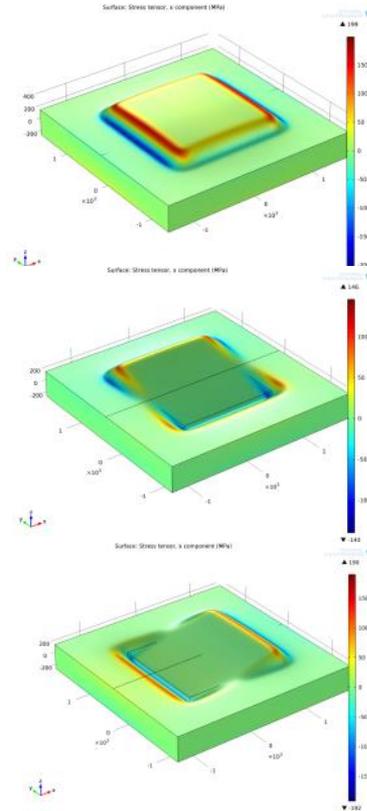
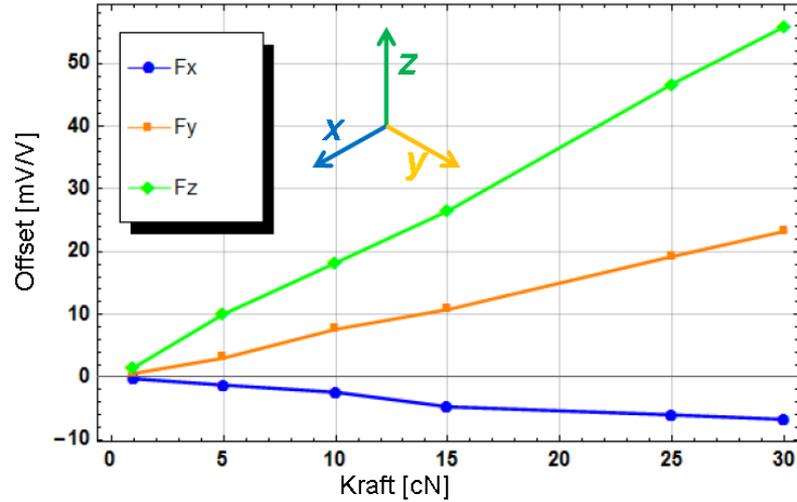


- Integration in Windkanal-Modelle
- Strömungsmessung und Turbulenzen mit Tastaaren zur Objektverfolgung in Fluiden
- Haptik, Tribologische Untersuchungen
- Messungen in der Sportmedizin und Biomechanik,
- Messung der Druckverteilung im Schuh, auf Sätteln und Stühlen
- Statische oder dynamische Reifenabdruckmessungen.



3D-Mikrokraftsensor

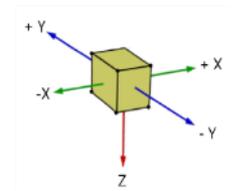
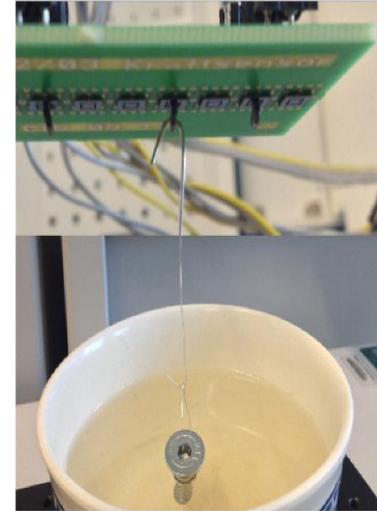




Mechanische Spannungen
infolge von F_z
Verformung ist
übertrieben dargestellt

F_y

F_x



Die Härte ist eine wichtige Materialkenngröße und wird nach Martens allgemein als „der Widerstand eines Körpers gegen das Eindringen eines Körpers aus einem härteren Werkstoff“ definiert

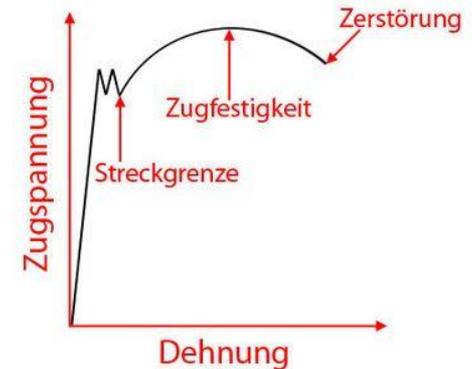
Der **Elastizitätsmodul weist keinen klar definierbaren Bezug zur Materialhärte**, Streckgrenze und Zugfestigkeit Härte ist eine Eigenschaft der Kristallstruktur, bzw. der Gitterstruktur

Materialhärte, Bezug zu Streckgrenze und Zugfestigkeit vorhanden

Tabelle 1: statische Härtemessbereiche

Bereich	Prüfkraft P	Eindringtiefe h
Makrobereich	$2 \text{ N} < P < 30 \text{ kN}$	
Mikrobereich	$2 \text{ N} < P$	$h > 20 \text{ nm}$
Nanobereich		$h < 20 \text{ nm}$

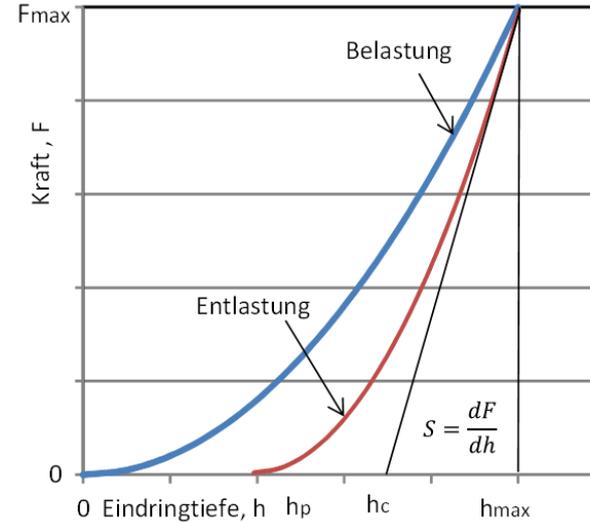
Spannungs- Dehnungsdiagramm



Härteprüfung nach Brinell
(DIN EN ISO 6506-1)

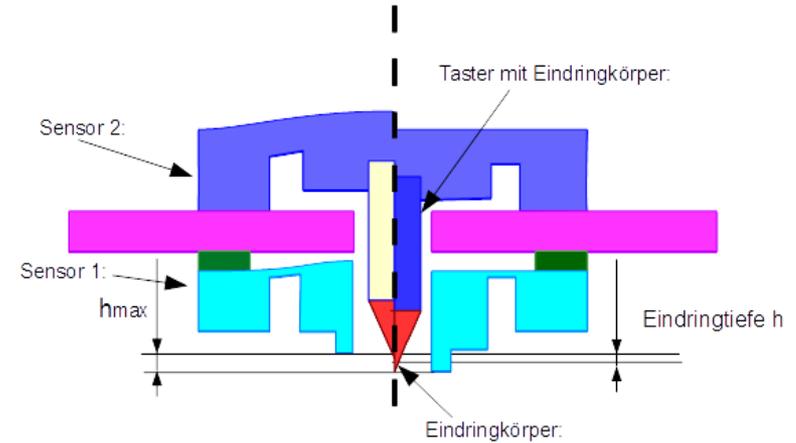
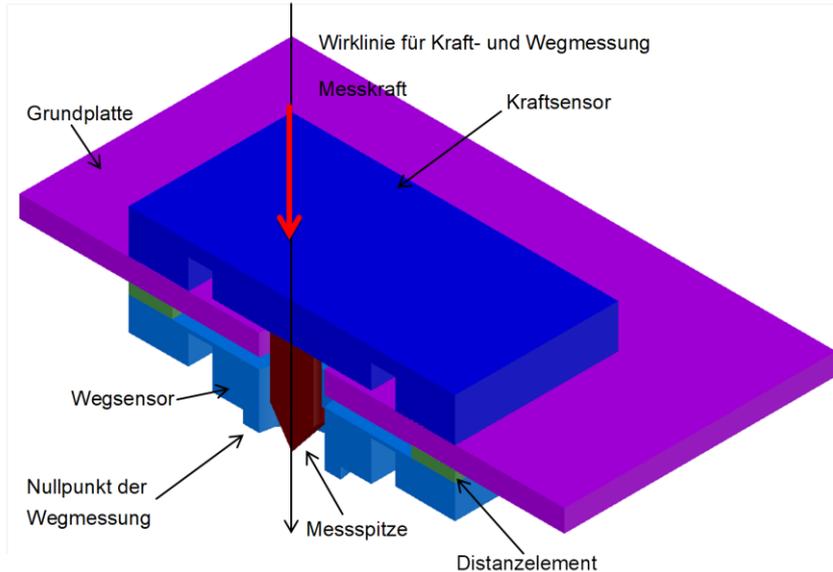
Härteprüfung nach Vickers
(DIN EN ISO 6507-1)

Härteprüfung nach Rockwell
(DIN EN ISO 6508-1) [2]



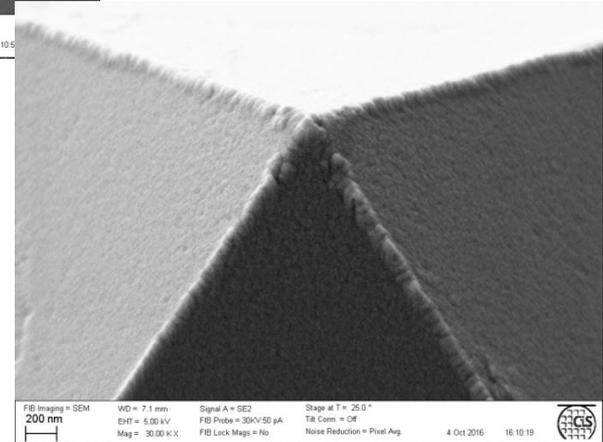
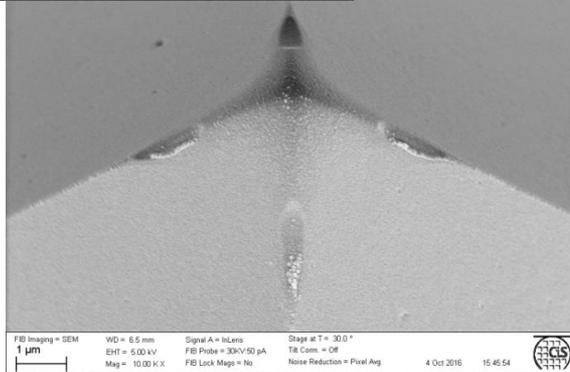
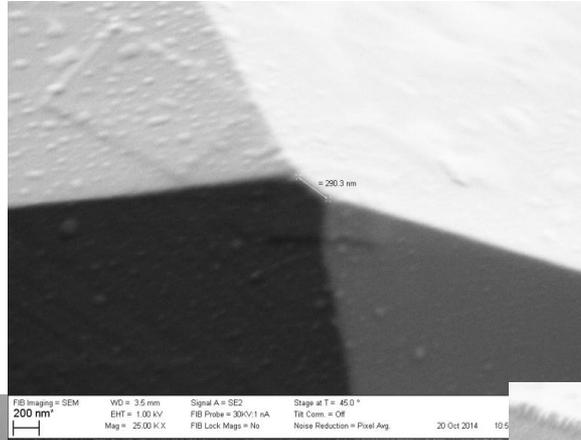
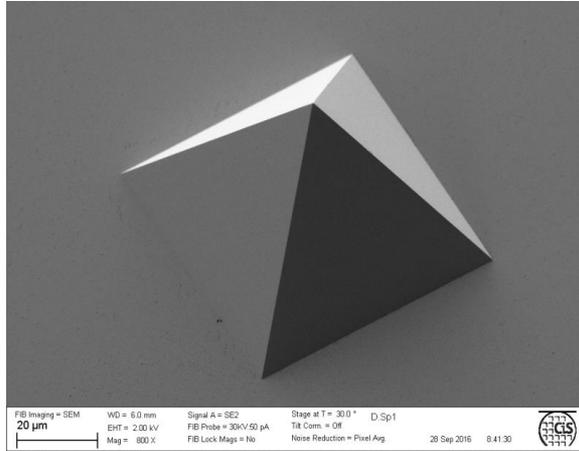
Härteprüfung
nach Martens

Härtemessung über die Eindringtiefe lässt sich miniaturisieren



Als Grenze zwischen Mikro- und Nanomessbereich sind nach DIN EN ISO 14577 eine Eindringtiefe von 200 nm festgelegt[1].

Härte Messung mit CIS-Technologie



Halbleiter-Dehnungssensoren zur Kraftsensoren

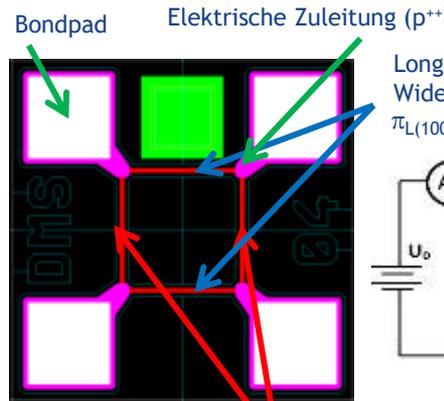
Hoher K-Faktor: größer 80 (Metallfolien-DMS ca. 2-5)

Miniatutisierungspotential (200 μm * 200 μm aktive Fläche)



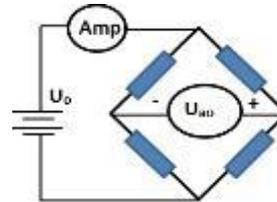
Richtung der Belastung

Typ 1
Aus homogen dotiertem
Bulksilizium, Einzelwiderstand

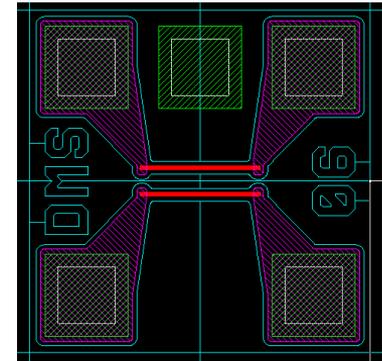


Typ 2
Aus "n" dotiertem Bulksilizium,
p-dotierte Leitungsgebiete, Messbrücke

Longitudinal
Widerstand R_L
 $\pi_{L(100)} = 71.8 \cdot 10^{-11} \text{ Pa}^{-1}$



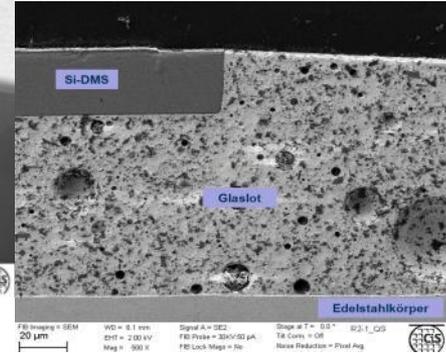
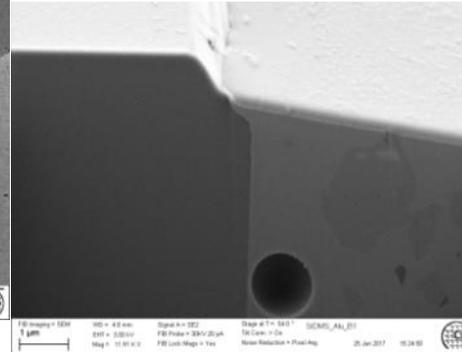
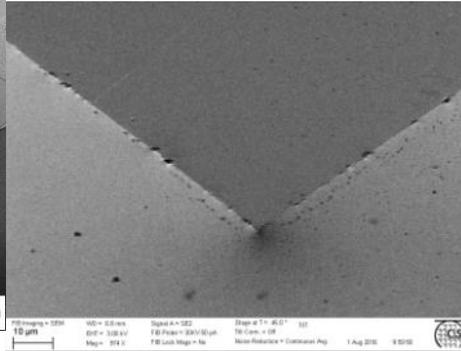
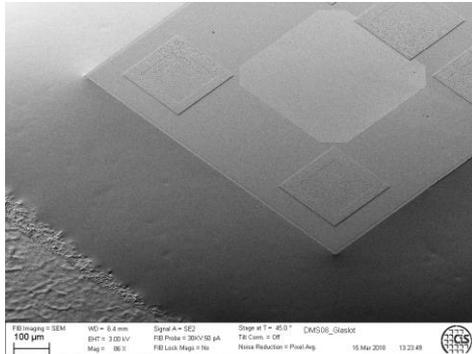
Transversal
Widerstand R_T
 $\pi_{T(100)} = -66.3 \cdot 10^{-11} \text{ Pa}^{-1}$



Typ 3
Wie Typ 2, aber nur minimale
Querdehnungsempfindlichkeit

Typ 4
Wie Typ 2 oder 3, nur auf Basis von SOI,
höhere Einsatztemperatur

Halbleiter-Dehnungssensoren zur Kraftsensoren

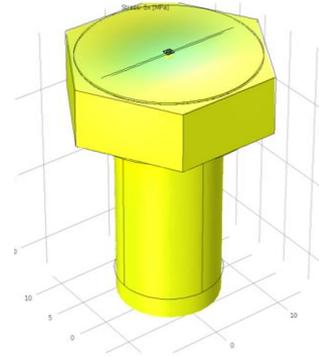
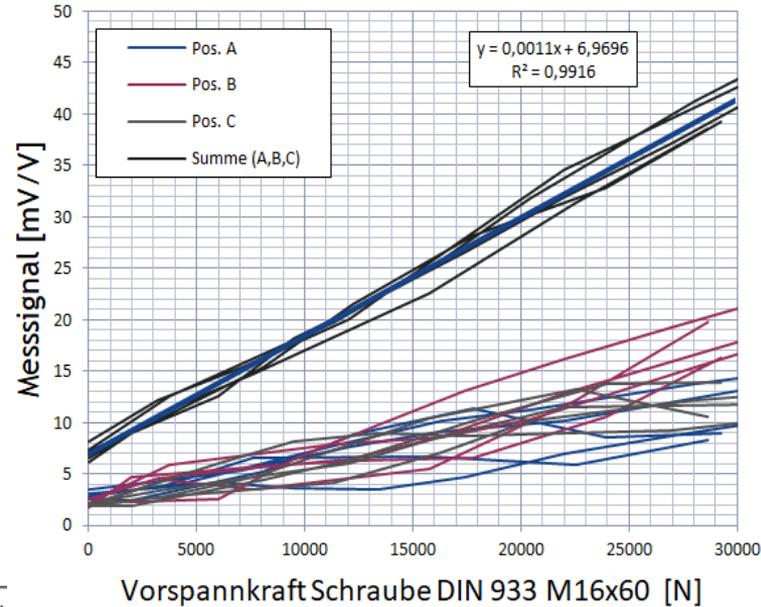
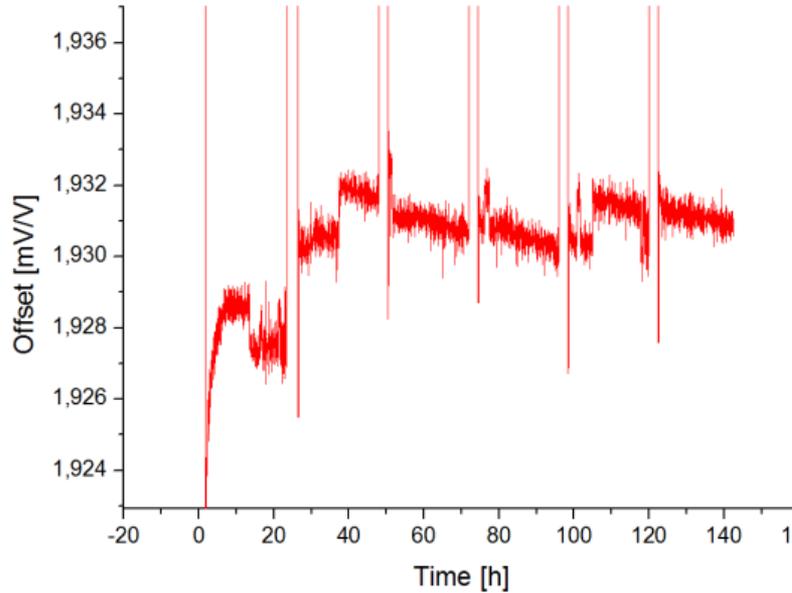


	Coefficient of thermal expansion $10^{-6}K^{-1}$	U_{offset} 30°C mV/V	U_{offset} 30°C Minimal mV/V	Temperature gradient of the offset $\mu V/VK$	Temperature gradient of the offset minimal $\mu V/VK$
Silizium DMS	2.3	1.46	0.23	2.1	
1.4301 (V2A)	16.0	7.95	0.54	41.5	5.9
Titan	8.6	4.48	2.29	13.3	6.73
Aluminium	23.1	32.9	21.8	135	119

Sensitivität
Si-DMS $\approx 0.40mV/(V MPa)$

Vergleich:
Metallfolien DMS $\approx 0.05mV/(V MPa)$
TKN(NiCr-DMS) $\approx 0,1 \mu V/(VK)$
auf Aluminium

Halbleiter-Dehnungssensoren zur Kraftsensoren



Thank you for your attention!



Konrad-Zuse-Str. 14
99099 Erfurt, Germany
www.cismst.de

Telefon: +49 361 6631410
Telefax: +49 361 6631413
E-Mail: info@cismst.de

© 2018 CiS Forschungsinstitut für Mikrosensorik GmbH
Copyright: All rights, especially the right of
reproduction and distribution as well as translation, are
reserved.