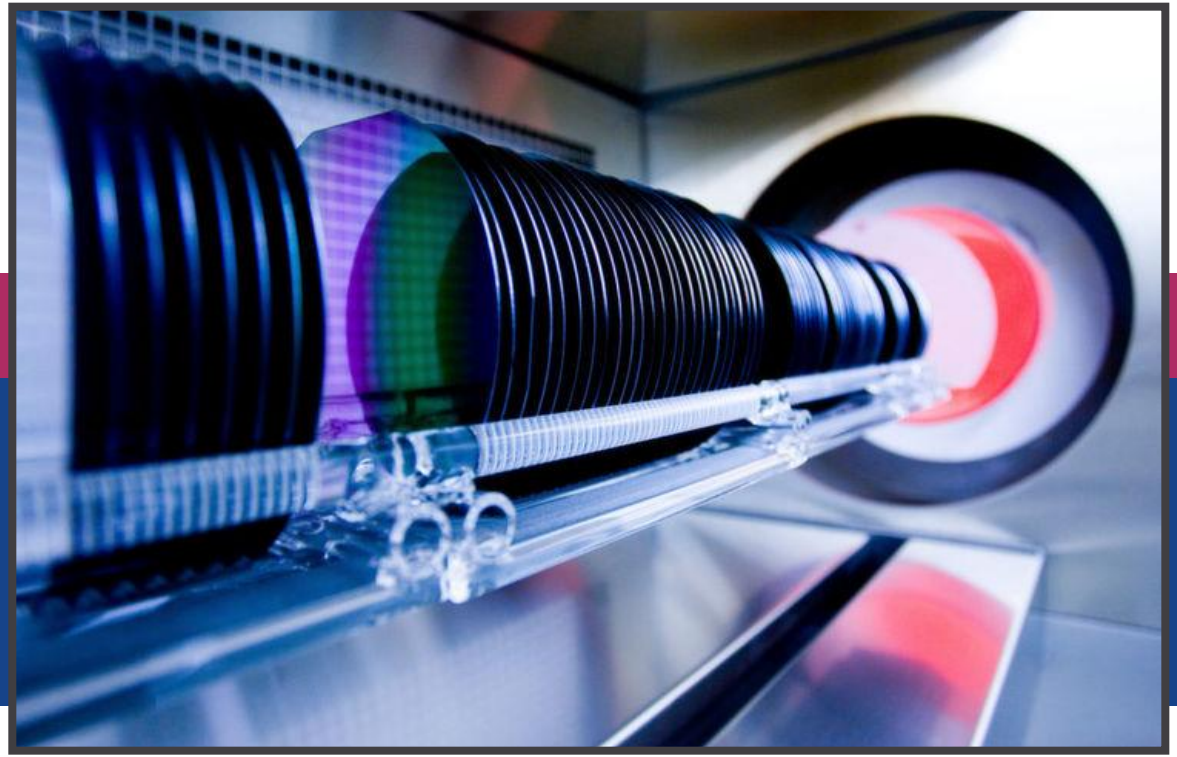


CiS Forschungsinstitut für Mikrosensorik GmbH

Competence in Silicon

Thomas Brock, Olaf Brodersen,
Klaus Ettrich, Thomas Frank,
Martin Schädel, Arndt Steinke

Innovative mikrosensorische Komponenten für das präventive Monitoring

27. Windenergietage 2018, 06.-08. November 2018. Linstow

Inhalt

- CiS - Ein Überblick
- Motivation
- Innovationspotential von Mikrosensoren
- Innovative mikrosensorische Komponenten
  - piezo-resistive Komponenten (DMS für Vorspannkraft)
  - opto-elektronische Komponenten (Strahler-Empfänger)
- Zusammenfassung

1 CiS – Ein Überblick

Gemeinnützige privatrechtliche Forschungseinrichtung (GmbH)

Gründung 1993

Gesamtleistung 2016	**15,0 Mio. €**
• Öffentliche Forschungsprojekte	50 %
• Industrielle Auftragsforschung und Fertigung	50 %
• Keine Grundfinanzierung	

Mitarbeiter 2016	**120**
• F&E	91
• Facharbeiter, Assistenten	29

Flächen	
• Reinraum Klasse 10	100 m²
• Reinraum Klasse 100	500 m²
• Reinraum Klasse 10.000	1.000 m²
• Klimatisierte Labore	1.000 m²

© 2018 CiS Forschungsinstitut für Mikrosensorik GmbH

1 CiS – Ein Überblick

www.cismst.de

1 CiS – Ein Überblick

Unternehmensstrategie

Unterstützung bei der ***Entwicklung und Industrialisierung*** technischer und technologischer ***Innovationen in der Mikrosensorik***

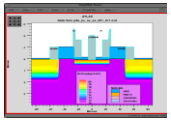
Qualifizierung neuer Ergebnisse der Grundlagenforschung in öffentlichen Projekten unter besonderer Beachtung der ***industriellen Produzierbarkeit***

Risiko-Minimierung für den ***Transfer in industrielle Anwendungen***

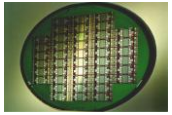
Produktion von ***Prototypen und Kleinserien*** erfolgreich entwickelter Mikrosensoren

Hochwertig – Zuverlässig - Langzeitstabil

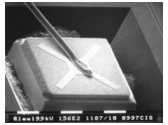
1 CiS – Ein Überblick



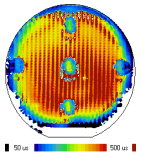
Simulation
und Design



Wafer-Technologie



Aufbau- und
Verbindungstechnik



Messtechnik und Analytik

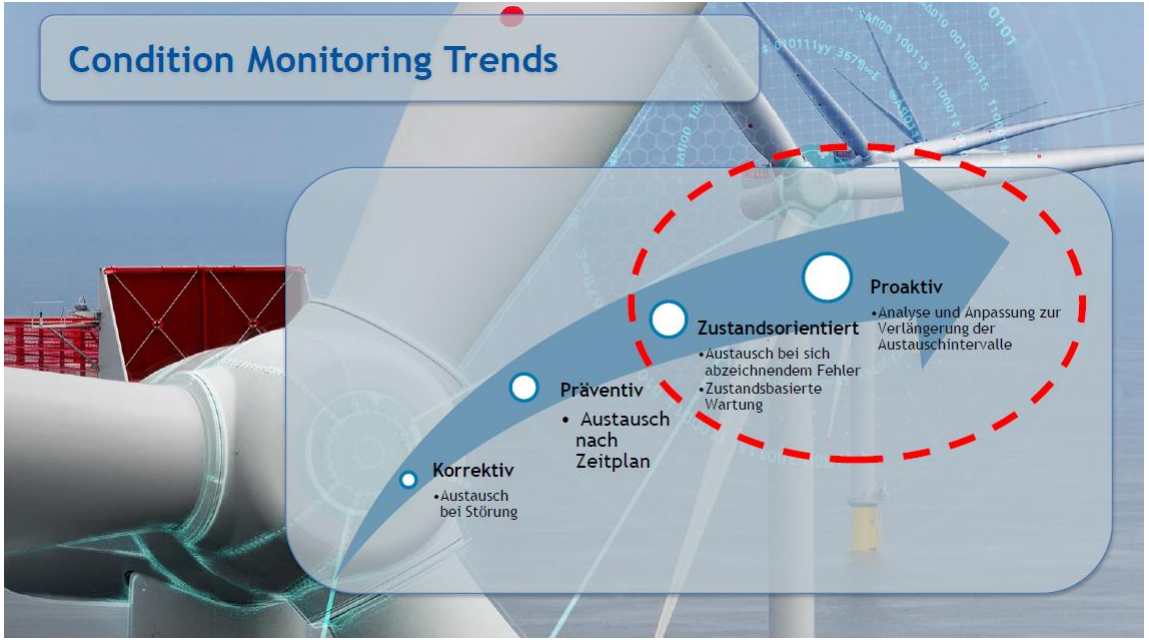
bsi.
Zertifikat

QUALITÄTSMANAGEMENTSYSTEM – ISO 9001:2015

Zertifikat
QM System
DIN EN ISO
9001-2015

1 CiS – Ein Überblick

2 Motivation



Quelle: Matthias Finke, „Industrie 4.0 Sensor-Lösungen für Windenergieanlagen“, 2. Windenergie Technologiekonferenz, Bad Pyrmont, 19.-20. Februar 2018

3 Innovationspotential von Mikrosensoren

- Miniaturisierung (Korrosionsfestigkeit)
- Messung am Ort des Geschehens (in-line)

  incl. Erfassung weiterer Messgrößen für Prozess (Multisensorik)
- Verringerte Artefakte auf Prozess (elektr., geometr., therm., ….. Interface)
- Geringe Masse (Einschwingverhalten)
- Einsatz unter harschen Umgebungsbedingungen (neue Applikationsfelder)
- Verringerung von Quereinflüssen (Kalibrierintervall)
  - Signifikant höhere Signalmodulation
  - Langzeitstabilität (Material, Referenzen- Drucksensorik)
  - Vor-Ort Fehlerkorrektur/-kompensation (Multisensorik)
- Reduzierter Leistungsverbrauch (autark)
  - Drahtlose Datenübertragung

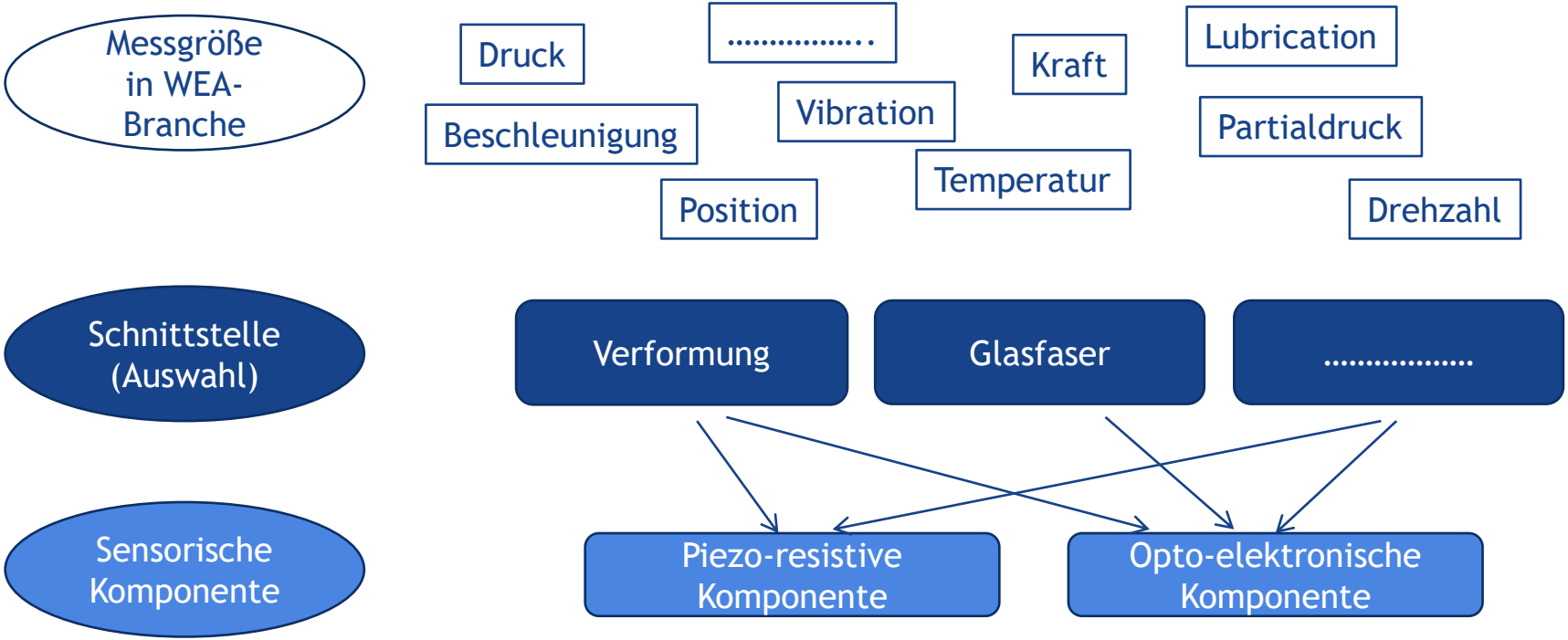
In-line

Modulation/ Signalqualität

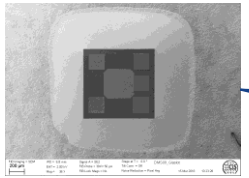
Miniaturisierung

© 2018 CiS Forschungsinstitut für Mikrosensorik GmbH

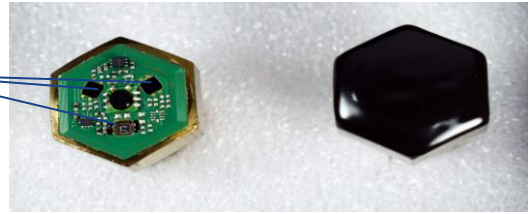
4 Innovative mikrosensorische Komponenten



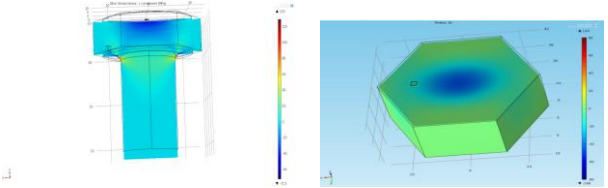
Piezo-resistive Komponenten (DMS für Vorspannkraft)



500 µm



Spannungsanalyse und Design mittels FEM Analyse

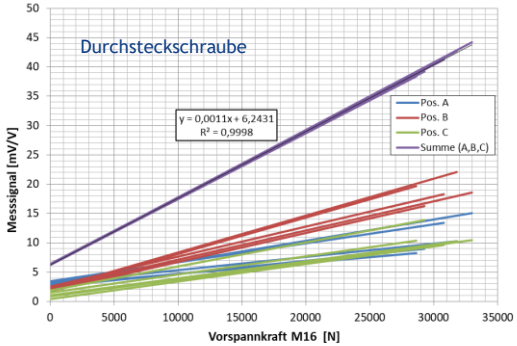


Hoher K-Faktor

Miniaturisierungs-potential

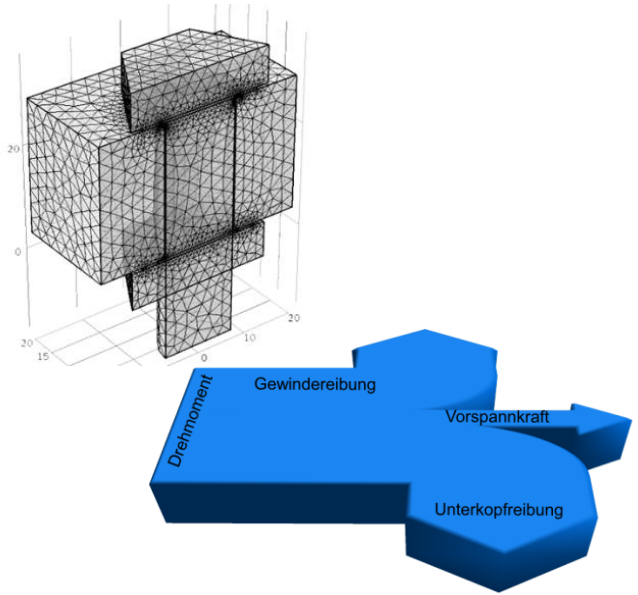
Kompatibilität

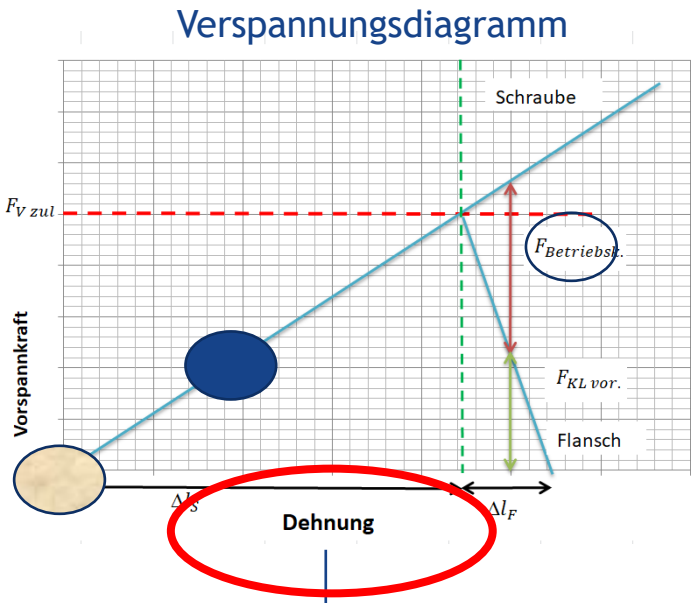
Kennlinie des 3-fach Sensors



Pressemitteilung:01/2017

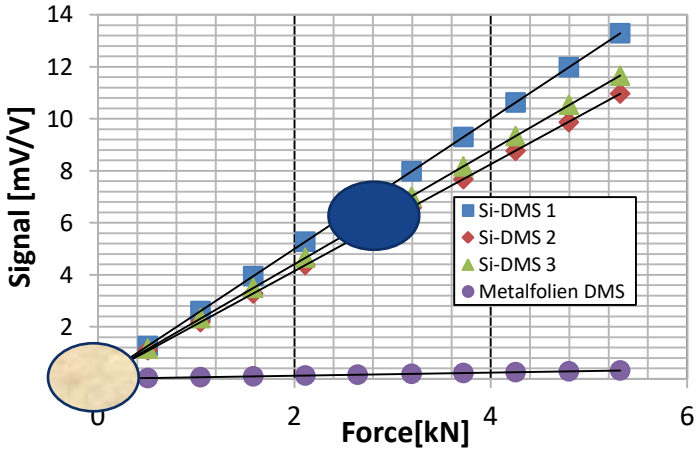
Piezo-resistive Komponenten (DMS für Vorspannkraft)





Elektr. Signal

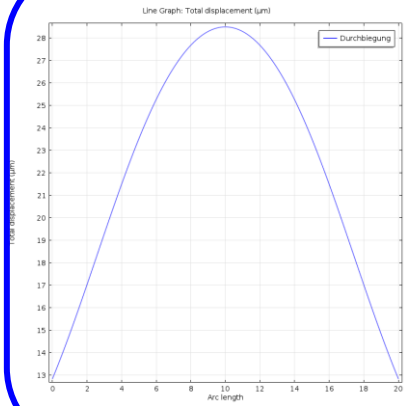
Piezo-resistive Komponenten (DMS für Vorspannkraft)

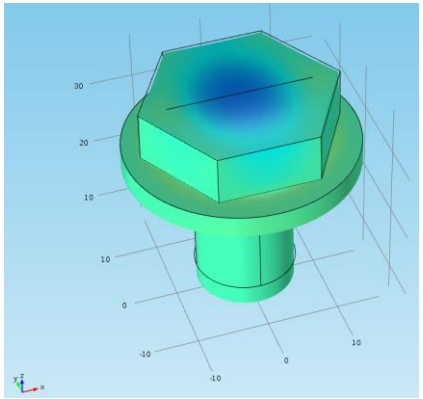


Reproduzierbarkeit, Linearität

Offset

Auflösung bei dynamischer Belastung





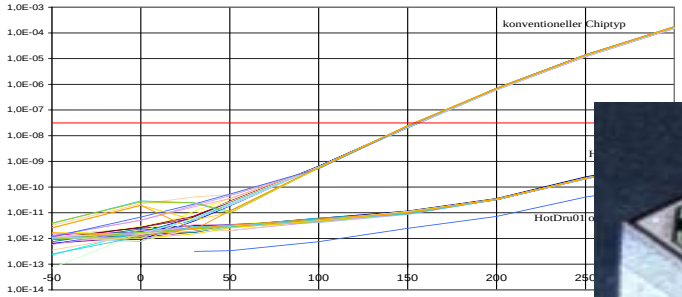
M16 DIN 933-10.9

F_V = 100kN

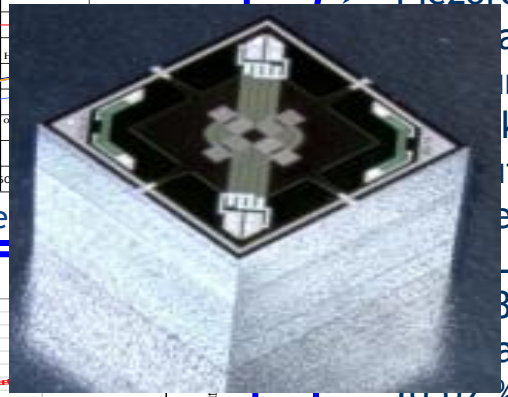
© 2018 CiS Forschungsinstitut für Mikrosensorik GmbH

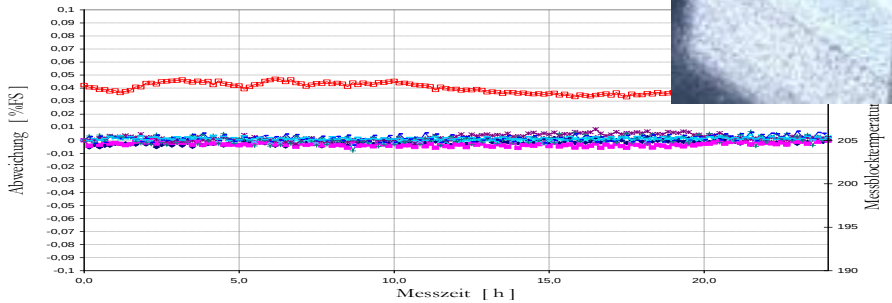
Piezo-resistive Komponenten (DMS für Vorspannkraft)

Referenz: Silizium Drucksensor



weniger als 1nA Leckstrom bei 300°C (auf Wafe





Stabilität des Nullpunktes, nicht temperaturkompensiert, bei 210°C Messtemperatur über 24h

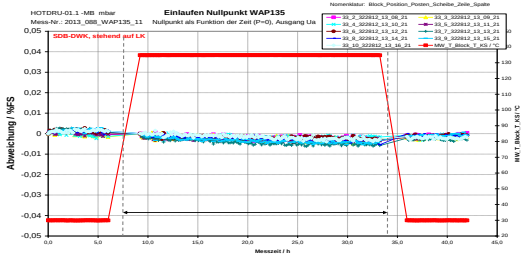
- Piezoresistive Si-Drucksensoren
  ar … 400 bar
  ndenwunsch mit gebondeten
  körper
  t-, Relativ- und
  enzdrucksensoren
  Langzeitstabilitäten
  3 %/FS/Jahr)
  ale thermische Hysterese
  (0,02 %/FS)
- Geringe Kennlinienabweichung (<1 % … 10 %)
- Hohe Arbeitstemperaturen bis zu 300 ° C erreichbar

Quelle: Info 3/2017

Piezo-resistive Komponenten (DMS für Vorspannkraft)

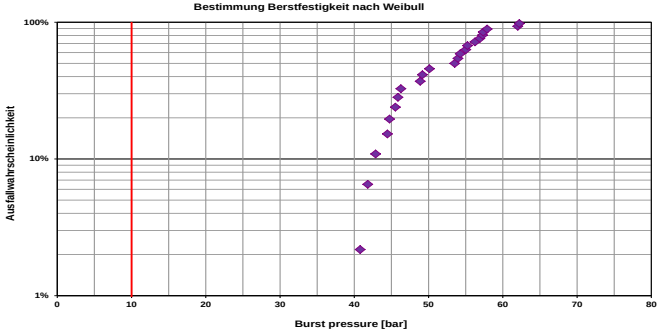
Referenz: Silizium Drucksensor

Einlauf-
verhalten



Die Kurzzeitstabilität über 24 Stunden bei 135°C liegt nahe der messtechnischen Auflösung bei weniger als 0,005% full-scale .

Berst-
qualität

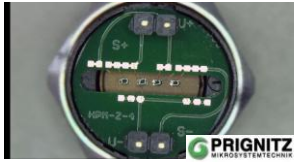


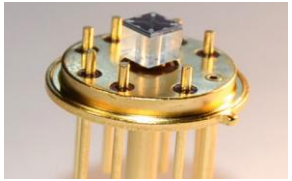
Quelle: **Info 2/2014**

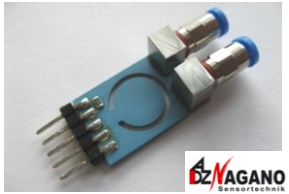
Piezo-resistive Komponenten (DMS für Vorspannkraft)
Referenz: Silizium Drucksensor

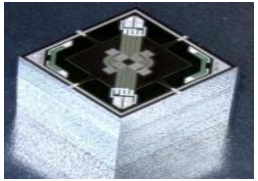
Bondverfahren Silizium auf…….

- Stahl
- Glas
- Silizium
- LTCC









mittels

- Kleben
- Anodischen Bonden
- SiliziumFusionBonding
- Löten
- Fügen mit Glasfritte
- NT-Fügeverfahren

Opto-elektronische Komponenten

Schnittstellen für opto-elektronischen Systeme

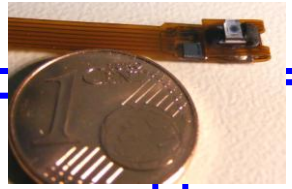
Sender- Empfänger- Strahler/Empfängerkomponente

Glasfaser
Membran
Biegebalken
……..

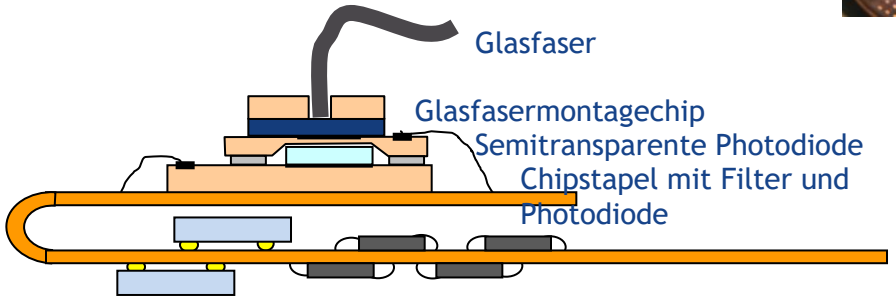
Quelle: Info 02/2015

Opto-elektronische Komponenten
- Fasergekoppelter Wellenlängensensor-

- Lichtquelle I: SLD 970 Lichtquelle II: LED basierend
- Hochempfindliches “Spektrometer” zur Detektion geringer Wellenlängenänderungen von Fibre Bragg-Gittern (2pm)
- Gestapeltes System mit Faserkoppelchip, semitransparente Photodiode, Filter, Referenz Photodiode
- Samplerate: …….500kHz

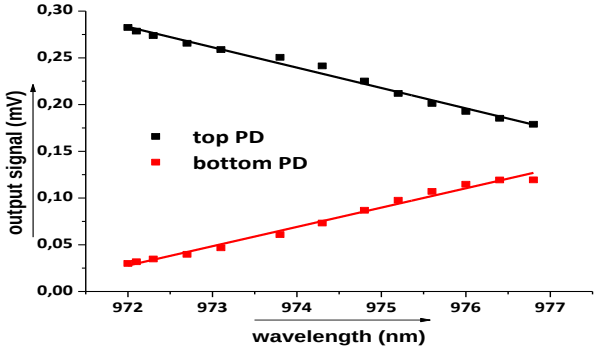


Prinzipskizze



Flexibles Electronikboard mit Signalverstärkung

Wellenlängenabhängiges Ausgangssignal

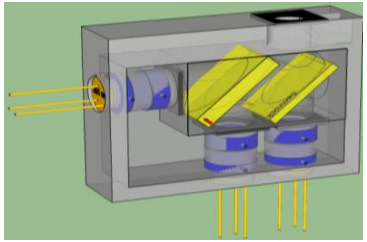


Quelle: H.-G. Ortlepp et. al „Kompakter Wellenlängensensor für Hochgeschwindigkeitsauslese von Faser-Bragg-Gittern“ MikroSystemTechnik Kongress 2017

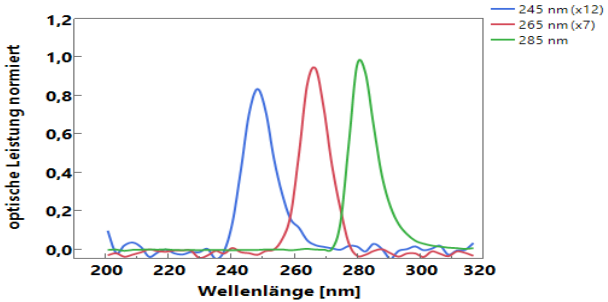
Opto-elektronische Komponenten
-Miniaturisierte Beleuchtungsmodule mit integrierter Stabilisierung-

3-wellenlängen UV- Lichtquelle mit:

- Kombination von drei LED (245 , 265, 280 nm) auf der gleichen optischen Achse
- Paralleler Emitterstrahl mit ∅ 4 mm
- Integrierte Monitordiode (SiC) und Ansteuerschaltung



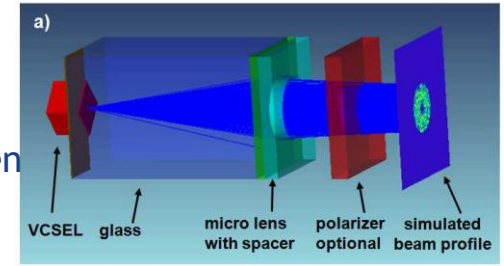
Schematische Darstellung der 3λ-LED-Lichtquellen

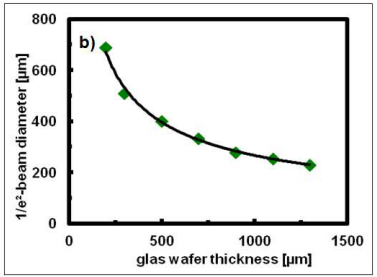


Gemessenes Ausgangsspektrum

Mikro-Laserbeleuchtungen

- hochstabilen Laserbeleuchtungen im Batchprozess
- Lasermodule mit Emissionswellenlängen von 670 nm und 850 nm, weitere auf Kundenwunsch



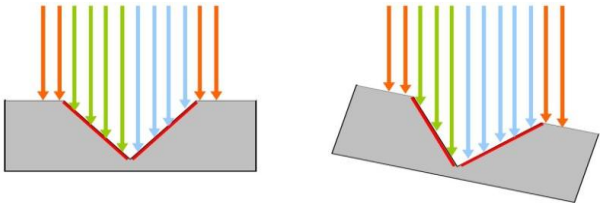


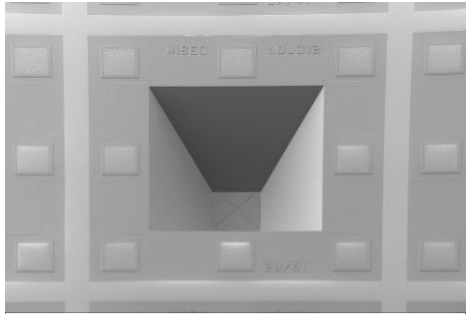
Quelle: A. Winzer et. al „A miniaturized laser illumination module“ SPIE Optical Systems Design 2015

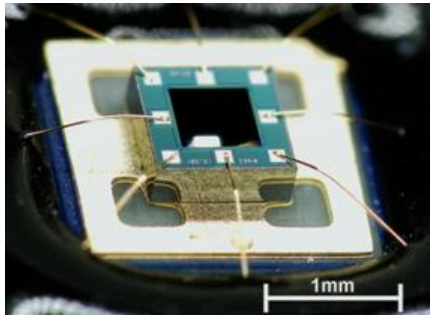
Opto-elektronische Komponenten
-Sensor zur Detektion des Einfallwinkels von Licht-

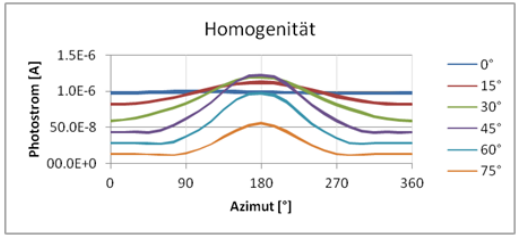
- Sensor mit Photodioden an abgeschrägten Flächen
- Chipgröße < 1 mm^3

Funktionsprinzip







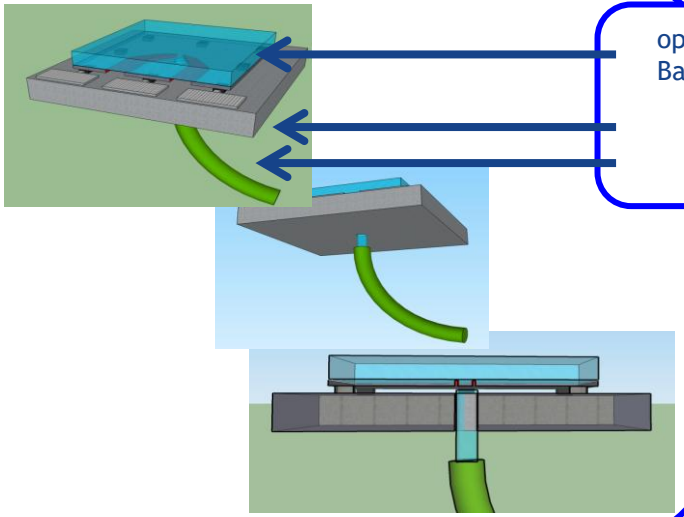


Die Homogenität der vier über-lagerten phasenverschobenen Fotodiodensignale

Quelle: D. Mitrenga et. al „Micro Sensor for Detecting the Direction of Incoming Light" SmartSystemIntegration 2017

Opto-elektronische Komponenten
-Faserkopplung mittels Si-Wafer-

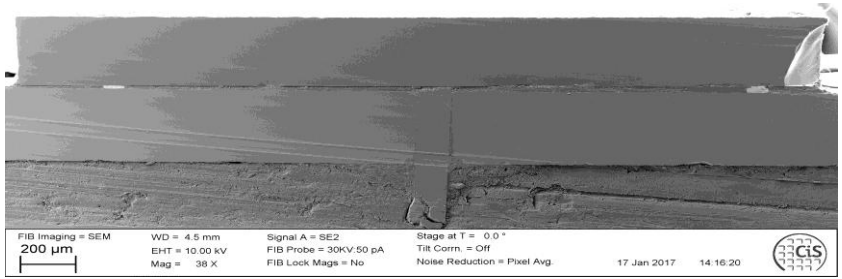
- optisch aktive Chip wird auf Silizium Trägerwafer mit ICP-geätztem Loch für Glasfaser mittels Flip-Chip gesetzt
- elektrische Kontaktierungen befinden sich auf dem Trägerwafer



optisch aktives Bauelement

Si-Träger

Glasfaser

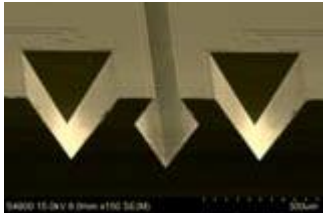


Quelle: C. Möller et. al „Advanced chip package of a SNSPD" Europ(t)rode2018

Opto-elektronische Komponenten
-Faserkopplung direkt an Photodioden-

Montage von Glasfasern in Silizium- Kavitäten mit integrierten 3D- Fotodioden -Endflächen

- Justage der Detektoren und Zuführung <1 µm (Lithographie)
- Verringerter Justageaufwand aufgrund der Flächendetektoren
- Position der Faser durch Maskenöffnung definiert
- Detektion und Zuführung liegen auf einer Ebene
- Positionierung und Verklebung mit UV Kleber <1 µm

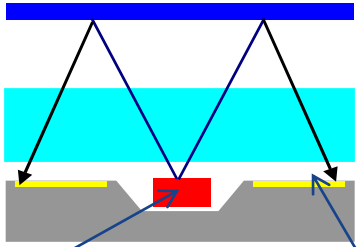


Spezifikationen:

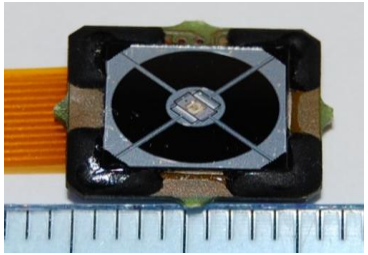
- Hohe Grenzfrequenz (bis zu 1 Ghz)
- 250 µm Pitch Abstand
- Hoher Integrationsgrad möglich
- Chip zu Chip Kopplung

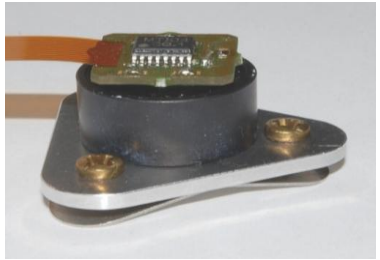
Quelle: E. Markweg et. al „Integration of a position photodiode for a micro multi laser tracker system" SmartSystemIntegration 2013

Opto-elektronische Komponenten
-Strahler- Empfänger-Plattform MORES-

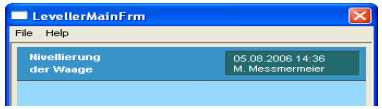


Applikationsbeispiele





Application in automated high precission scales



Alternative Applikationen zur Lage-/Nivellierungs-messung???

Quelle: H.-G. Ortlepp et. al „Mikrooptische Strahler-Empfänger-Module (MORES)“ 5. Chemnitzer Fachtagung Mikrosystemtechnik, 10/2001, Chemnitz, Deutschland

5 Zusammenfassung

Nutzen Sie die Vorteile

- Miniaturisierung (Korrosionsfestigkeit)
- Messung am Ort des Geschehens (in-line)

  incl. Erfassung weiterer Messgrößen für Prozess (Multisensorik)
- Verringerte Artefakte auf Prozess (elektr., geometr., therm., ….. Interface)
- Geringe Masse (Einschwingverhalten)
- Einsatz unter harschen Umgebungsbedingungen (neue Applikationsfelder)
- Verringerung von Quereinflüssen (Kalibrierintervall)
  - Signifikant höhere Signalmodulation
  - Langzeitstabilität (Material, Referenzen- Drucksensorik)
  - Vor-Ort Fehlerkorrektur/-kompensation (Multisensorik)
- Reduzierter Leistungsverbrauch (autark)
  - Drahtlose Datenübertragung

© 2018 CiS Forschungsinstitut für Mikrosensorik GmbH

Danksagung

Für die finanzielle Unterstützung danken wir dem Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (Projekt Si-DMS, FKZ: MF 120100; Projekt HotDru, FKZ MF110117; Projekt 3DSpekSens, FKZ MF130140; Projekt Belis, FKZ MF140040; Projekt µHBS, FKZ MF1300230; Projekt RiSeQ, FKZ MF130154; Projekt Fiber-Chip-Package, FKZ MF170018)

Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie

Vielen Dank für die Aufmerksamkeit!

Arndt Steinke
asteinke@cismst.de

CiS Forschungsinstitut für Mikrosensorik GmbH

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.