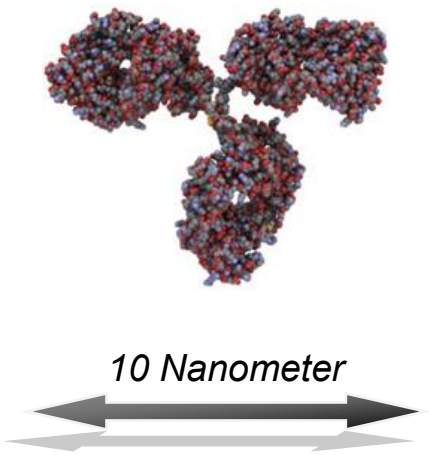
nano3DSense™

Sensorik-Plattform

Auge der Nanotechnologie



Bahnbrechender 3D-Druck für Kraftsensoren in Nanometer-Präzision

NanoScale Systems GmbH
Technologiezentrum Darmstadt
Robert-Bosch-Str. 7
64293 Darmstadt

Germany

Telefon: +49 61 51-6 67 40 37
Telefax: +49 61 51-6 67 40 39
E-Mail: contact@nanoss.de
Internet: www.nanoss.de

© 2015 NanoScale Systems, Nanoss GmbH

Inhalt

Vorwort: 1

Kraftsensorik: Die Herausforderungen in der heutigen Kraftmesstechnik..... 3

nano3DSense™: Die nächste Generation von Kraft- und Dehnungssensoren..... 4

3D-Nanodruck: Wie der neue 3D-Nanodruck funktioniert..... 6

Rapid Prototyping: Mehr als 250 Prozessschritte werden eingespart..... 7

Wie funktioniert die Kraftmessung mit **nano3DSense™**?..... 8

Druckbare Sensoren: Maximum an Präzision und Flexibilität..... 9

Spezifikationen: 10

Innovation und Multifunktionalität: Ihre Ideen im Mittelpunkt..... 11

Die nano3DSense™ - Sensorik-Plattform..... 12

Maßgeschneiderte Lösungen: Was wir für Sie tun können..... 13

NanoScale Systems (Nanoss) GmbH: Das Unternehmen..... 15

© 2015 NanoScale Systems, Nanoss GmbH

Vorwort

Sehr geehrte Geschäftspartnerin,
sehr geehrter Geschäftspartner,

Dr. Alexander Kaya, Geschäftsführer & Gründer

seit mehr als fünf Jahrzenten wird die Mikrosystem- und Halbleitertechnik, wie wir sie heute bei der Herstellung von elektronischen Schaltkreisen kennen, durch den sogenannten „Top-Down"-Ansatz bestimmt. Der Bedarf an immer höherem Durchsatz bei kostengünstigen Stückzahlen ist dabei kontinuierlich gestiegen und hat unser Leben entscheidend verändert.

Mit einem weitreichenden Nachteil für die kommenden Jahre: Mehr als 250 aufwendige Prozessschritte aus der Reinraumtechnik, von der Idee bis zum fertigen Schaltkreis, sind erforderlich geworden, um ausgefeilte Mikrokomponenten, wie Sensoren, in garantierter Qualität und Menge bereitzustellen.

Dies ging bisher vor allem auf Kosten von Individualität und Zeitverzug bei hoch spezialisierten Kundenwünschen, die flexible Systeme mit schnell anpassungsbaren Resultaten, sowohl in F&E als auch bei der Produktion, verlangen. Heutige Verfahren dagegen funktionieren nur ausreichend ertragreich, wenn sie mit Hilfe von starren Vorgaben der Siliziumtechnik angetrieben werden und können daher auf schnell veränderte Randbedingungen nur langsam reagieren. Jede noch so winzige Modifikation in Design und Layout zieht lange Produktionszyklen und Wartezeiten von oft mehreren Wochen mit hohen Mehrkosten nach sich, teilweise mit verheerendem Ergebnis für die gesamte Planung. Um den gewachsenen Anforderungen nach ständig wechselnden Produktegenerationen in immer kürzeren Entwicklungszeiten, wie es sich z.B. in der Unterhaltungselektronik etabliert hat, entgegen zu treten, werden daher flexible und effizient arbeitende Rapid Prototyping-Verfahren benötigt.

Die NanoScale Systems (Nanoss) GmbH nutzt einen radikalen Ansatz, um diesen neuen Herausforderungen mit Spitzenleistung zu begegnen und wagt den nächsten Schritt in die Miniaturisierung: mit 3D-Nanodruck verschieben wir die traditionellen Grenzen für Mikrostrukturen erneut. Dabei verabschieden wir uns gleichzeitig vom klassischen Silizium, das weitreichend heute als träges Basismaterial für die Mikrosystemtechnik gilt. Mit der patentierten nano3DSense™ – Technologie haben wir erfolgreich erstmals einen Weg eingeschlagen, der die seit Jahrzehnten klaffende Lücke zwischen preissensiblem Hochdurchsatz (Top-Down) und individuell zugeschnittenen Lösungen optimal und mit Mehrwert schließt.

© 2015 NanoScale Systems, Nanoss GmbH

nano3DSense™ Sensorik-Plattform

Im Unterschied zu den klassischen Verfahren ist nano3DSense™, über die letzten fünf Jahrzehnte hinweg betrachtet, ein revolutionärer Einzelschrittprozess, der es erlaubt zahlreiche komplexe Reinraumprozesse, wie Maskentechniken, komplett zu umgehen. Stattdessen erfolgt der Mikrostrukturierungsprozess bei nano3DSense™ nur noch durch einen dedizierten Bearbeitungsschritt, dem innovativen 3D-Druckverfahren. Nanometergenau, schnell und preiswert.

Der neue 3D-Druck mit nano3DSense™ kommt z.B. bei maßgeschneiderten Sensoren zum Einsatz und definiert die Messlatte in der heute gültigen Kraft- und Dehnungsmesstechnik auf vielen Gebieten neu: Mit bisher unerreichter Flexibilität werden leistungsfähige Sensoren zur Kraftmessung auf unterschiedlichen Materialien erstmals direkt aufgedruckt und können dort, z.B. für Messungen, sofort weiter genutzt werden. Mit unschlagbarem Vorteil bei Effizienz und Adaptivität, wenn es um den schnellen Vorstoß in unbekanntes Terrain und wegweisende Lösungen in F&E und Produktion geht.

Ob bei der Erschließung neuer Bio kompatibler medizinischer Sensoren zur Blutdruck- und Kraftmessung im Körper. Bei der Bestreitung neuer Wege in der chemischen und biologischen Analytik, z.B. beim Label freien Nachweis von Antikörpern in Echtzeit oder für die kompakte und schnelle Rasterkraftmikroskopie (AFM), beispielsweise für die schwierige Zell-Analytik und Kraftspektroskopie:

Wir betreten mit Ihnen gemeinsam Neuland, wenn es um die Umsetzung Ihrer Ideen in der Mikrowelt geht.

Kontaktieren Sie mich, wenn ich Ihnen weiterhelfen kann.

Ihr Alexander Kaya

Geschäftsführer und Gründer, NanoScale Systems GmbH

Alexander.Kaya@nanoss.de

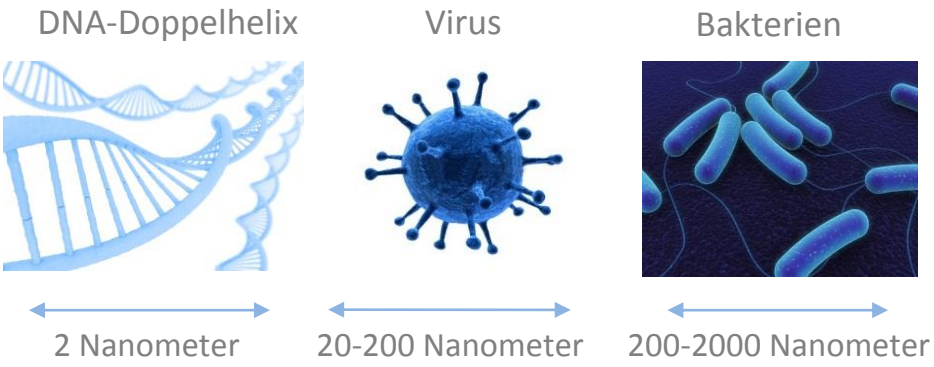
© 2015 NanoScale Systems, Nanoss GmbH

Kraftsensorik

Die Herausforderungen in der heutigen Kraftmesstechnik

Zahlreiche Mess- und Nachweisverfahren in Life Sciences, Medizintechnik, Analytik, Diagnostik und Mikrobiologie greifen auf einfache Kraftmessungen zurück. Ob z.B. in der Rasterkraftmikroskopie (AFM), biologischen oder chemischen Analytik, im Antikörpernachweis, Zell-Analytik, Kraftspektroskopie oder biokompatiblen Langzeit-Implantaten: **Miniaturisierung und Adaptivität** stehen an oberster Stelle, wenn es um Erschließung von Neuland in der Mikrowelt geht.

Mit zunehmender Miniaturisierung steigen aber die Anforderungen an die Messtechnik erheblich. Verkleinert man derartige Vorrichtungen auf Mikro- bzw. Nanometerniveau von bis zu wenigen hundert Nanometern (nm), spricht man von extrem kompakten **MEMS und NEMS (Mikro/Nano-Elektro-Mechanischen Systemen)**.



© 2015 NanoScale Systems, Nanoss GmbH

nano3DSense™ Sensorik-Plattform

Die Grenzen konventioneller Verfahren

Konventionelle Vorrichtungen zur Kräftemessung, wie z.B. **Laser, Piezoresistoren oder Kapazitätssensoren** stoßen bei stark verkleinerten MEMS/NEMS-Anwendungen schnell an ihre physikalischen Grenzen, oft bereits bei Abmessungen unterhalb 20 Mikrometer (µm) (1 µm = 1000 nm).

Bei **Rasterkraftmikroskopen (AFM)** beispielsweise stellt die Beugungsgrenze des Lasers, die nicht kleiner als 1,4 µm (*HWFM, „Half Width at the Full Maximum“*) werden kann, eine natürliche Barriere für die weitere Miniaturisierung von optischen Sonden dar.

Ähnlich sieht es mit anderen Kraftsensoren, wie z. B. Piezoresistoren, aus. Da diese komplizierte Reinraum- und Dotierungsprozesse erfordern, ist das Miniaturisierungspotential hier meist bereits mit Abmessungen von 20 -50 µm ausgeschöpft.

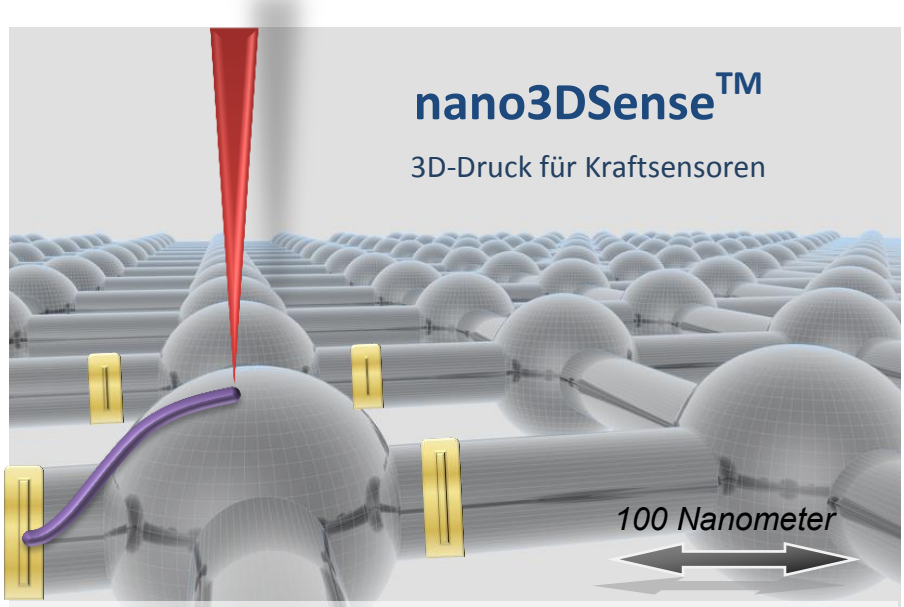
nano3DSense™

Weltweit kleinste Kraftsensoren

Die nächste Generation von Kraft- und Dehnungssensoren

nano3DSense™ wurde speziell für den Zweck entwickelt, die jahrzehntelang gültigen Grenzen in der Mikrowelt zu beseitigen und sowohl flexiblere, als auch empfindlichere Messverfahren für die Kraftsensorik bereitzustellen.

Und dies auf höchst effektive Weise: Sensoren werden mit **nano3DSense™ im patentierten 3D-Druckverfahren** erstmals direkt aufgedruckt – mit Nanometer-Präzision und auf nahezu allen Unterlagen!

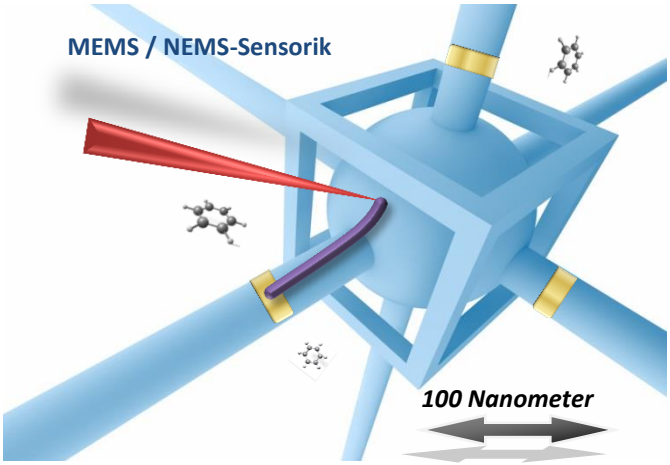


Druckbare Sensoren in Nanometer-Präzision

Neue Maßstäbe

Dabei setzen wir neue Maßstäbe, wenn es um konkurrenzlose Miniaturisierbarkeit und höchste Flexibilität geht. Selbst unter schwierigen Bedingungen an die Material- und Messumgebung. Denn unsere Sensoren passen sich, im Unterschied zu den meisten anderen Sensoren, den Messanforderungen an – Und nicht umgekehrt!

Ob für **Kraft-, Druck-, Beschleunigungs- oder Drehmomentmessung** in Industrie oder F&E, z.B. für die Medizintechnik, Robotik, Luft-, Raumfahrt- und Automobilindustrie. Eine einzige Technologieplattform bietet Ihnen multifunktionale Lösungen, wenn Sie ohne Kompromisse höchste Anforderungen an Präzision und Adaptivität stellen.

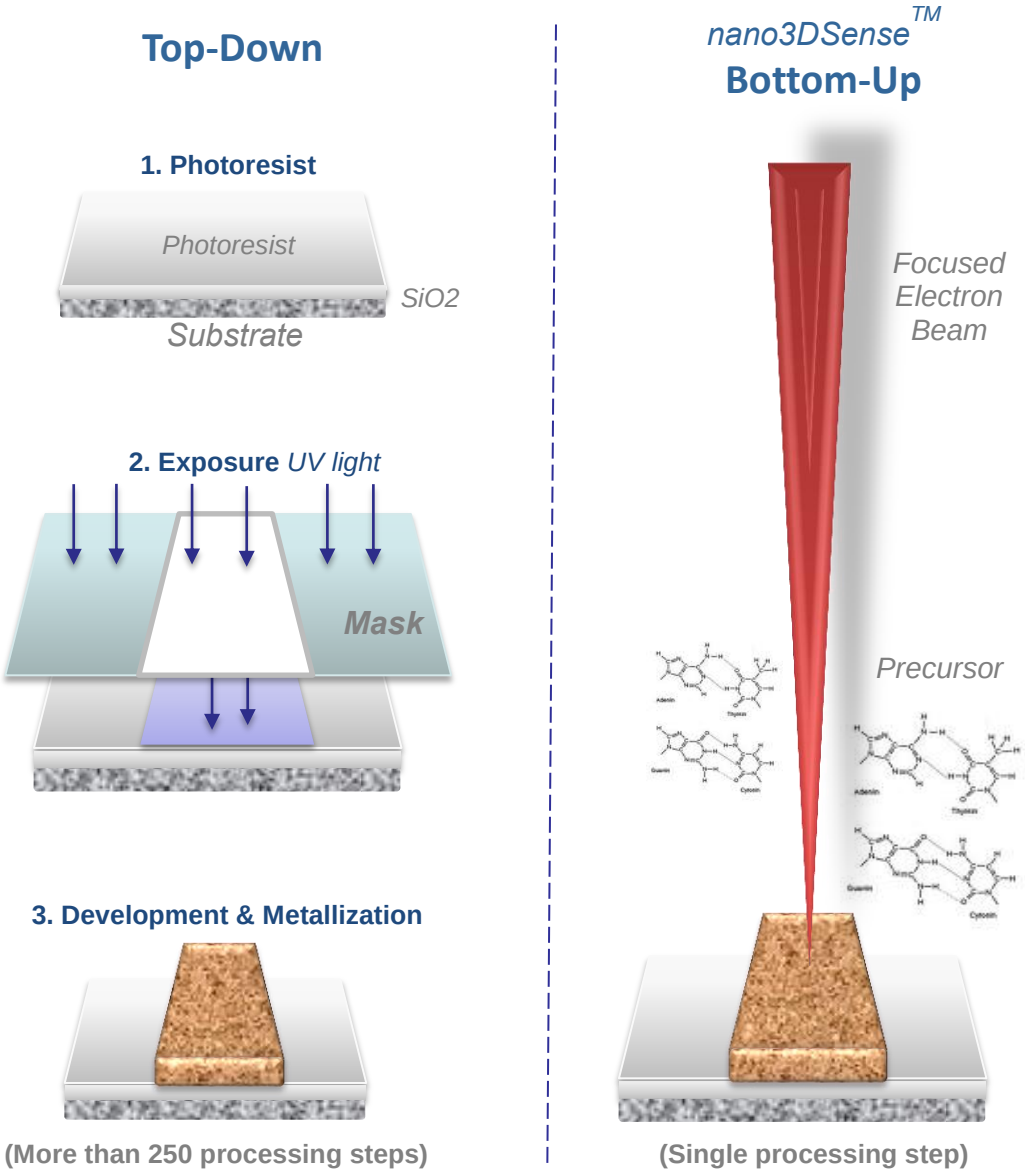


© 2015 NanoScale Systems, Nanoss GmbH

3D-Nanodruck

Wie der neue 3D-Nanodruck funktioniert

nano3DSense™ ist eine neue generative (**Bottom-Up**) Fertigungstechnologie, die erstmals nanometergenau und nahtlos das Aufdrucken von mikroelektronischen Komponenten, wie Kraft- und Dehnungssensoren, auf kundenspezifischen Unterlagen ermöglicht. Anders als in der Halbleiterindustrie (**Top-Down**), verwenden wir bei nano3DSense™ jedoch keine fehleranfälligen Lithographietechniken oder kostspielige Reinraumprozesse.



©2015 NanoScale Systems, Nanoss GmbH

Vergleich der beiden vorherrschenden Ansätze in der Mikrosystemtechnik. Links: „Top-Down“ in der traditionellen Halbleiterindustrie. Rechts: der neue 3D-Druck mittels „Bottom-Up“ (nano3DSense™) unter Einsparung von mehr als 250 Prozessschritten.

nano3DSense™ Sensorik-Plattform

Rapid Prototyping

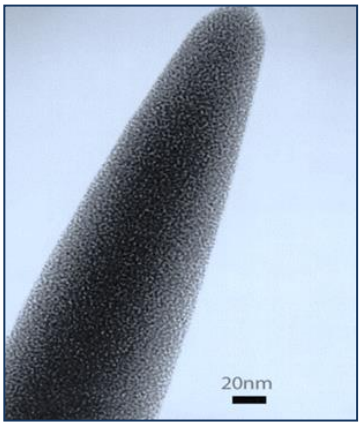
Mehr als 250 Prozessschritte werden eingespart

Unter Umgehung vieler komplizierter Reinraumprozesse werden unsere elektronischen Komponenten in einem neuen Prozess erstmals auf die gewünschte Materialunterlage, wie z.B. auf Stahl, Kunststoffe, Oxide etc., direkt ausgedruckt und stehen dort sofort für die weitere Nutzung, z.B. für Messaufgaben, zur Verfügung.

Mehr als 250 aufwendige Prozessschritte aus der Reinraumtechnik werden so eingespart und der Herstellungszyklus insgesamt drastisch vereinfacht. Diese neue Flexibilität erlaubt es z.B. auch kundenspezifische Kleinserien oder maßgeschneiderte **„Rapid Prototyping“**-Wünsche schnell und kostengünstig umzusetzen.

Radikal neues Sensorprinzip

Bei nano3DSense™ kommt als Weltneuheit ein **radikal erneuertes und verbessertes Sensorprinzip** zum Einsatz. Erstmals werden zur Messung von Kräften und Dehnungen elektronische Bauelemente aus nanokristallinen *Verbundmaterialien,* sogenannte *Nanocomposite*s, eingesetzt. Neben verbesserten Leistungseigenschaften, z.B. bei Messauflösung, Linearität und Langzeitstabilität, haben wir auch das Einsatzspektrum der heutigen Kraftsensorik grundlegend neu definiert.



Nanokristallines Sensor-Verbundmaterial (Nanocomposite) mittels 3D-Druck hergestellt

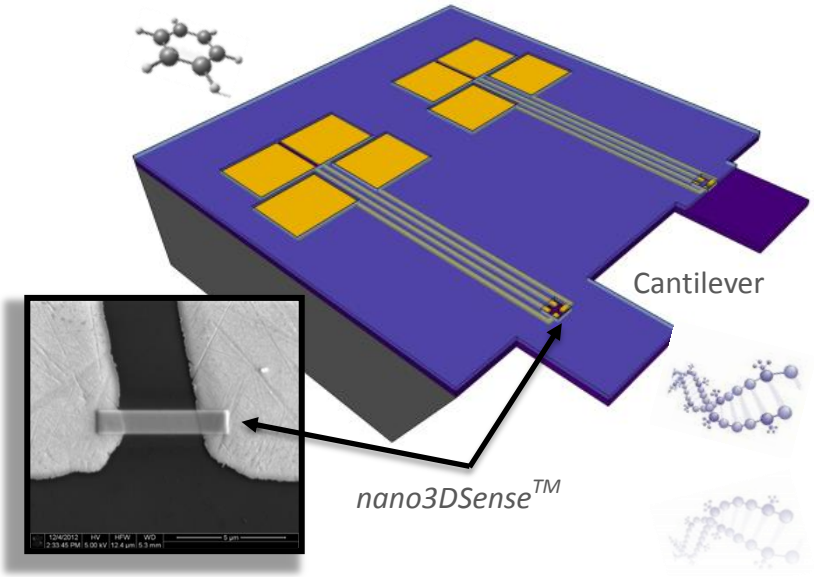
3D-Nanodruck im modernen Elektronenmikroskop (SEM)

© 2015 NanoScale Systems, Nanoss GmbH

Kraftmessung

Wie funktioniert die Kraftmessung mit nano3DSense™?

Die Abbildung zeigt am Beispiel von **mikrofabrizierten Cantilevern** (mechanischen Biegefedern) wie einfach die Kräftemessung mit nano3DSense™ funktioniert: An der Biegekante eines der beiden Cantilever mit maximaler Krafteinwirkung, ist im vergrößerten Ausschnitt der Kraftsensor dargestellt. Bei einer Biegung der Unterlage, z.B. hervorgerufen durch mechanischen Druck oder winzige molekulare Kräfte, entsteht im Sensormaterial ein elektrisches Messsignal, das zur Kraftwirkung proportional ist und mittels Standardelektronik ausgelesen wird.



Funktionsweise der Kraftmessung auf einem Mikrochip mit Cantilevern durch einen mit nano3DSense™ auf der Unterlage aufgedruckten Sensor.

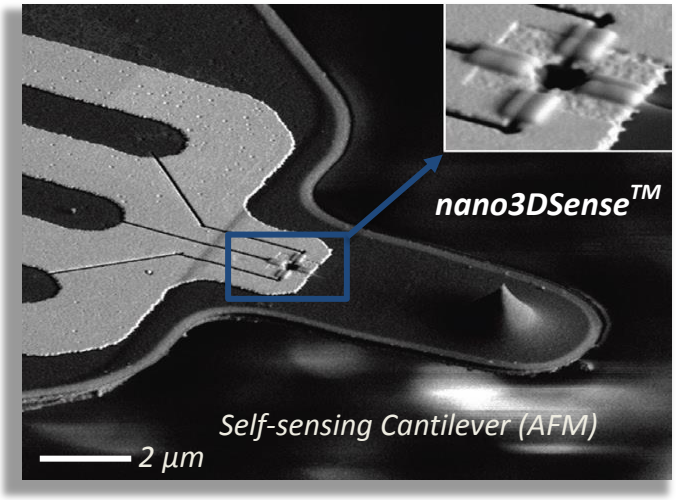
© 2015 NanoScale Systems, Nanoss GmbH

nano3DSense™ Sensorik-Plattform

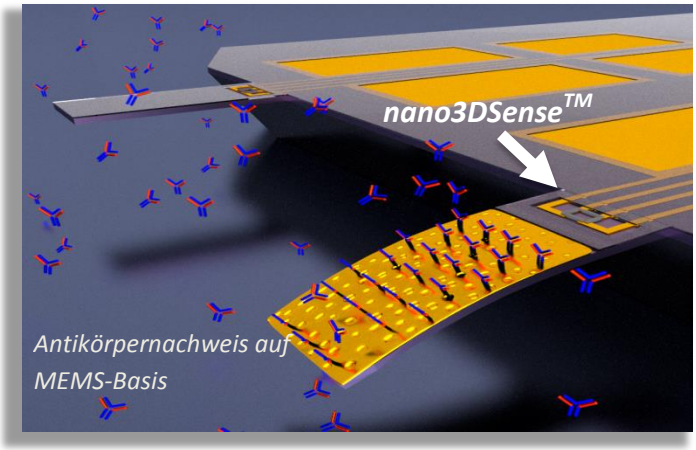
Druckbare Sensoren

Mit der patentierten nano3DSense™-Technologie werden Sensoren im 3D-Druck erstmals nanometergenau auf nahezu allen Materialienunterlagen und Oberflächen, wie MEMS/NEMS-Komponenten, einfachen aufgedruckt und stehen dort sofort für leistungsfähige Kraftmessungen zur Verfügung. Geeignet sind z.B. alle Kraftunterlagen aus Silizium, Oxid, Kunststoff, Polymer, Stahl, Keramiken u.v.a.

nano3DSense™ passt sich stets nahtlos und optimal der jeweiligen Materialumgebung an und bietet eine Positionier-Genauigkeit von unterhalb 5 Nanometern auf der Unterlage, bei Sensorabmessungen, die im Bedarfsfall sogar bis 10 Nanometern reichen. Dies ist Weltrekord! So wird der Sensor exakt dort aufgebracht, wo Kräfte tatsächlich entstehen oder gemessen werden müssen. Und dies – z.B. im Unterschied zu Piezoresistoren oder Dehnungsmessstreifen (DMS) – völlig ohne störende Zwischenlagen oder aufwendige Klebe- und Fügetechniken.



Selbst-auslesender („self-sensing“) Cantilever für Laser freie Rasterkraftmikroskopie (AFM) (FP7-Projekt ALBICAN/FALCON)



Cantilever für den „Label freien“ Echtzeit-Nachweis von Antikörpern, Gasen etc.

© 2015 NanoScale Systems, Nanoss GmbH

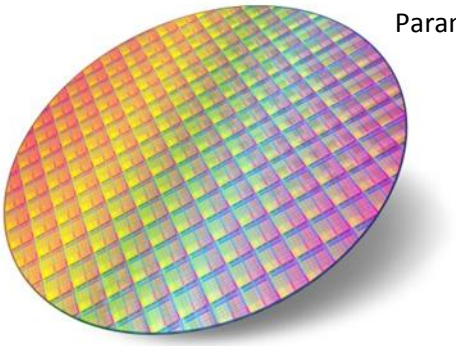
nano3DSense™ Sensorik-Plattform

Spezifikationen

Entdecken Sie das Maximum an Präzision und Flexibilität

nano3DSense™ ist eine universell einsetzbare Plattform für die Kraft- und Dehnungssensorik, mit der Sie herausfordernden Messaufgaben aus Industrie und F&E auf völlig neue und konkurrenzlose Weise begegnen. Entdecken Sie die weltweit einmaligen Vorteile und Leistungsfähigkeit von nano3DSense™ für Ihre eigenen Applikationen mit einem bahnbrechend neuen Vorstoß:

- Erster verfügbare und einzige 3D-Druck mit Nanometer-Präzision zur Herstellung von Kraft- und Dehnungssensoren
- Uneingeschränkte Freiheit beim Sensor in alle drei Raumdimensionen (3D)
- Auf nahezu alle Kraftunterlagen anwendbar, wie ultrakompakte Druckmembrane, Cantilever und andere MEMS/NEMS-Komponenten
- Freie Materialwahl der Kraftunterlage, z.B. aus Silizium, Silizium-Nitrid, SU8, Kunststoffe, Polymere, Glas, Keramiken, Stahl, Metalle u.v.m.
- Extrem kompakte Abmessungen der Kraftunterlage, wie Cantilever oder Membran, im Bedarfsfall sogar bis < 1 µm, bei Materialdicken bis < 100 nm
- Sensorgröße stufenlos variierbar von 10 nm bis zu 100 µm
- Positioniergenauigkeit des Sensors auf der Kraftunterlage bis < 5nm
- Einfaches elektrisches Auslesesignal
- Ausgezeichnetes Linearitätsverhalten bei hoher Langzeitstabilität und Lebensdauer
- Niedrige Leistungsdaten bei geringem Energieverbrauch und kleinen Arbeitswiderständen
- Direkte Messung von Kräften, Drücken, Dehnungen, Drehmomenten etc. nanometergenau am Ort der Kraftursache, ohne aufwendige Zwischenlagen oder Füge- und Klebetechniken
- Müheloser Einsatz in schwieriger Messumgebung, z.B. im biokompatiblen Medium (Zell- und Blutgewebe), aggressiven Lösungen, Vakuum, hohen oder niedrigen Temperaturen sowie an geometrisch schwer zugänglichen Stellen und Kanten
- Maskenloses Herstellungsverfahren ohne kostspielige Reinraumtechnik, vorteilhaft einsetzbar für maßgeschneidertes Rapid-Prototyping in F&E oder in der dedizierten Serienfertigung, z.B. für hoch profitable Kleinserien mit ständig wechselnden Parametern und Randbedingungen bei den Produktionsabläufen



© 2015 NanoScale Systems, Nanoss GmbH

nano3DSense™ Sensorik-Plattform

Innovation und Multifunktionalität

Ihre Ideen im Mittelpunkt

nano3DSense™ bietet in Industrie und F&E einen innovativen und einzigartig neuen Ansatz, um kostengünstig und schnell Neues zu generieren: Viele Aufgaben, die mit konventionellen Verfahren bisher nicht oder nur schwierig zu bewerkstelligen waren, können nun mit nano3DSense™ vorteilhaft gelöst werden, z.B. auf folgenden Gebieten:

- **Kalibrier- und Laser freie Rasterkraftmikroskopie (AFM)** mittels selbst-auslesender („self-sensing“) Cantilever. Z.B. für schnellen Bild-Scan oder die einfache Integration von AFM in mikroskopische Instrumente, wie Elektronen-Mikroskope (SEM) oder optische Mikroskope
- Analytik bzw. Diagnostik, beispielsweise beim **Label freien Nachweis von Antikörpern in Echtzeit**, als leistungsfähige Alternative zum ELISA-Test für Viren, Bakterien, Pilze, Tumordiagnose (Leukämie, Prostatakrebs), Zell-Analytik, Lebensmittelanalytik oder Monitoring in Bioreaktoren
- **Minimalinvasive und Bio kompatible medizinische Sensoren**, für Implantate, Katheter und Drucksensoren, miniaturisierte Defibrillatoren (ICD), Glukosemessungen (CGM) etc.
- Chemische Sensoren für den Nachweis von gefährlichen Gasen, Explosivstoffen etc. für das Monitoring im Personenschutz
- **MEMS/NEMS**-Sensoren für vielseitige Kraft-, Druck-, Beschleunigungs-, Drehmoment oder Vibrationsmessungen, z.B. für die Robotik, UHV-Vakuummesstechnik, Lab-on-a-chip, Luft-, Raumfahrt- und Automobilindustrie

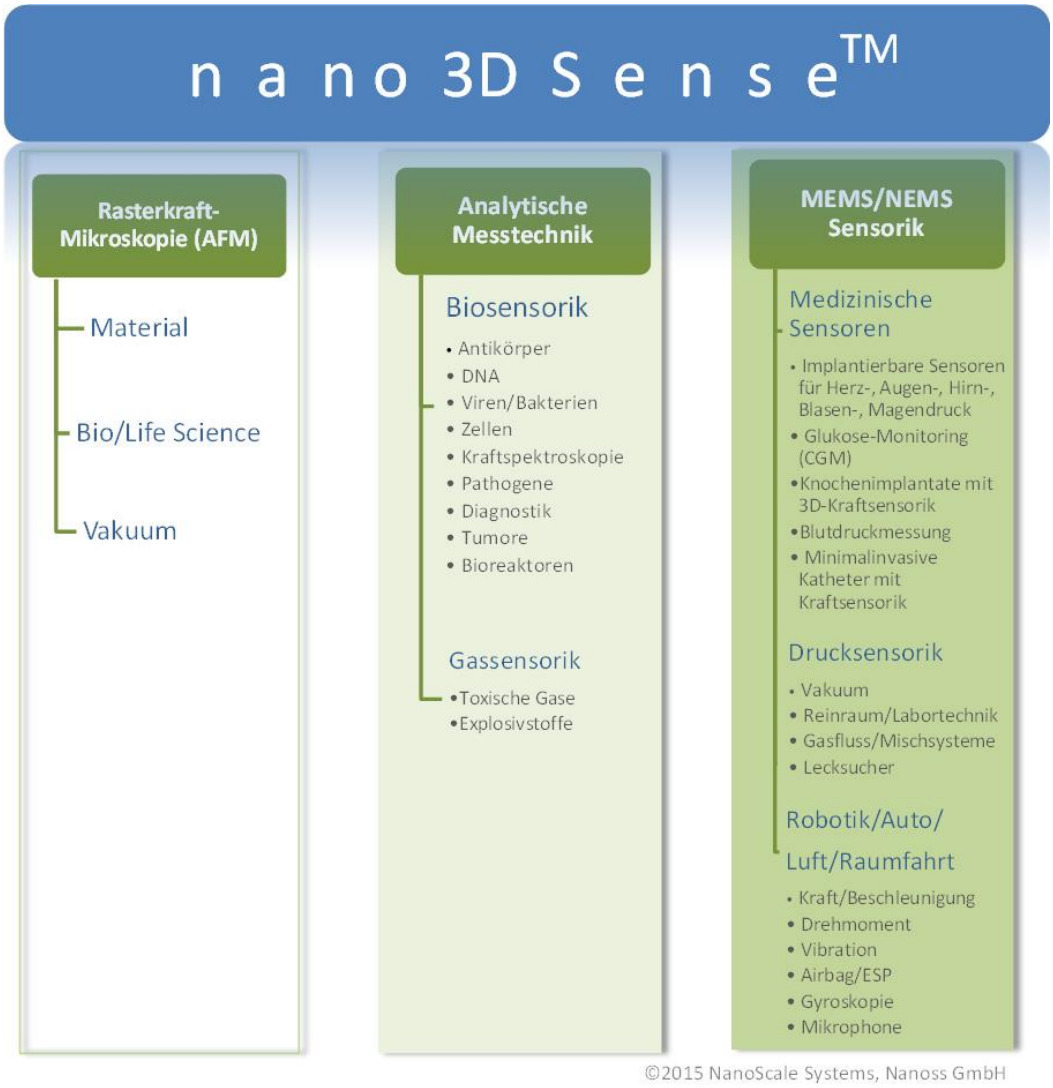
© 2015 NanoScale Systems, Nanoss GmbH

nano3DSense™ Sensorik-Plattform

Die nano3DSense™ - Sensorik-Plattform

Haben Sie noch Fragen oder möchten Sie mehr über unsere Technologie erfahren?

Eine einzige Technologieplattform bietet multifunktionale Lösungen, sowohl in Industrie als auch bei anspruchsvollen F&E-Aufgaben, wenn es um höchste Anforderungen in der Mikro- und Nanosensorik geht. Informieren Sie sich über die vielfältigen Einsatzmöglichkeiten der nano3DSense™ - Technologie auch für Ihre Applikationen. Wir beraten und unterstützen Sie bei der Migration bestehender Sensorsysteme und begleiten Sie bei der Realisierung Ihrer eigenen Ideen von der ersten Planung bis zum fertigen Produkt.



Weiterführende Informationen

- www.nanoss.de
- "A Tunable Strain Sensor Using Nanogranular Metals", Sensors 2010, 10(11), 9847-9856 (C. Schwalb et al)
- www.falcon.freesponsible.info
- www.development.freesponsible.biz

nano3DSense™ Sensorik-Plattform

Maßgeschneiderte Lösungen

Was wir für Sie tun können

Die Bedeutung der Kraftsensorik in Life Science, Biotechnologie, Medizin, Pharma & Chemie und Materialanalyse nimmt rasant zu. Ob in Forschung & Entwicklung (F&E) oder im industriellen Engineering, wir bieten z.B. im **Rahmen von Kooperationen** oder in Ihrem Auftrag, maßgeschneiderte Lösungen, die mit traditionellen Verfahren der Mikrosystemtechnik nicht oder nur noch umständlich gelöst werden können.

Ultrakompakter Fertigungsprozess im revolutionären 3D-Druck

Durch den konsequenten Verzicht auf traditionelle Verfahren der Halbleiter- und Siliziumtechnik (wie Photomasken, Lacke und Reinraum) wird es mit nano3DSense™ erstmals möglich, aufwendige und teure Prozesse bei der Fertigung von mikroelektronischen Komponenten zu umgehen und den gesamten Herstellungsprozess mittels 3D-Druck zu revolutionieren. Der 3D-Druck wurde eigens dafür entwickelt, um die starren Barrieren der traditionellen Mikrosystemtechnik zu überwinden und dabei schnelle und kostengünstige Produktionswege bereitzustellen.

Forschung & Akademie

Auch in kurz- oder langfristige Vorhaben aus Forschung und Akademia bringen wir uns nahtlos mit unserem ganzen Know-how ein und bieten hierfür streng vertraulich sowohl individuelle Dienstleistungen für Ihre wissenschaftliche Arbeit, als auch Kooperationsmöglichkeiten, z.B. in F&E-Projekten.

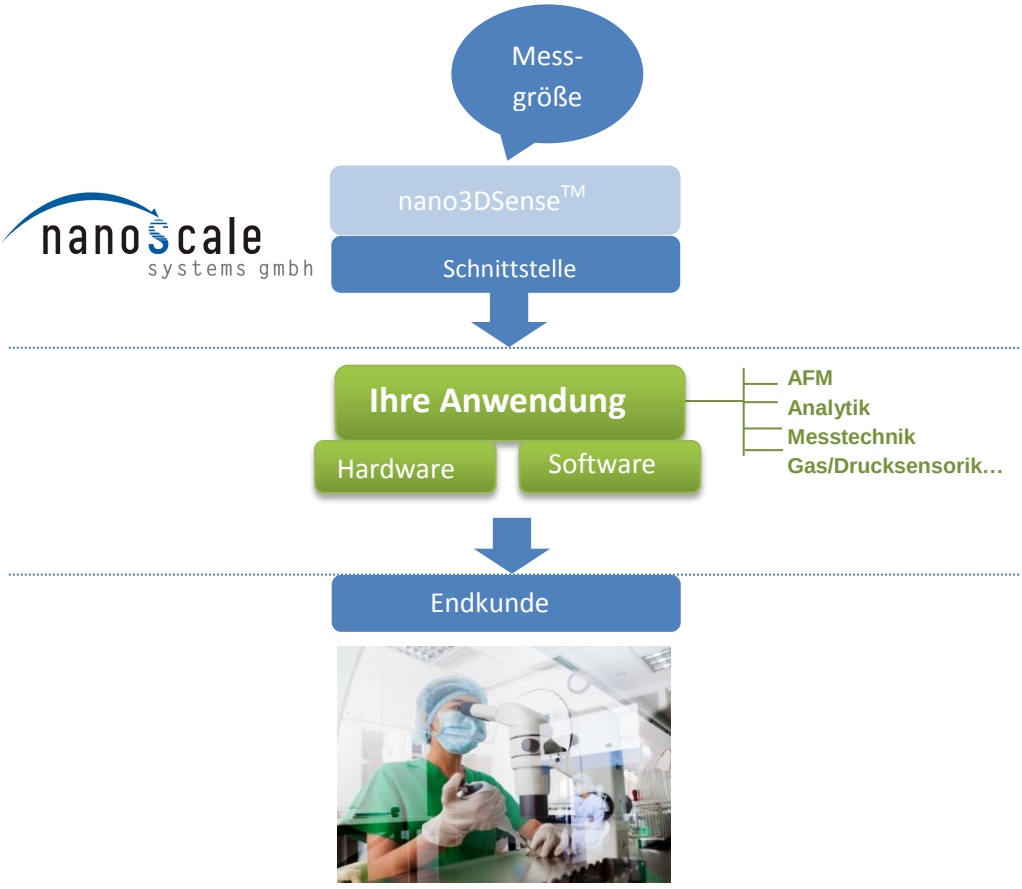
© 2015 NanoScale Systems, Nanoss GmbH

Ihre Entscheidung

Nutzen Sie die Migrationsmöglichkeiten auf die patentierte nano3DSense™ - Plattform

Herstellern und Entwicklern von Instrumenten und Messgeräten, z.B. aus den Bereichen Medizintechnik, Analytik, Life Science oder Rasterkraftmikroskopie (AFM) bieten wir **individuelle Migrations- und Upgrademöglichkeiten** ihrer bestehenden Systeme (z.B. laseroptische, piezoresistive, kapazitive oder piezoelektrische Verfahren) auf die neue unabhängige nano3DSense™ -Plattform. Insbesondere bei Systemen, die noch auf optische Auslesemethoden (z. B. bei AFM oder ELISA) setzen und eine komplexe Präzisionsmechanik mit hohem Kalibrieraufwand erfordern, kann durch Migration auf die neue kompakte nano3DSense™ - Plattform **ein echter Innovations- und Leistungsschub** generiert werden. Ein Mehrwert, den Sie an Ihre Kunden weitergeben.

Wir beraten und unterstützen Sie bei der Analyse Ihrer Migrationsmöglichkeiten oder Ideen und sagen Ihnen, wie Sie den größtmöglichen Nutzen für Ihre Anwendungen erzielen. Die patentierte nano3DSense™ - Technologie bietet dabei die Flexibilität auch auf „exotische“ Kundenwünsche schnell und individuell einzugehen.



Migrationsmöglichkeiten auf die nano3DSense™ - Plattform

© 2015 NanoScale Systems, Nanoss GmbH

nano3DSense™ Sensorik-Plattform

NanoScale Systems (Nanoss) GmbH

Führend in der kraftbasierten Nanosensorik

Die **NanoScale Systems (Nanoss) GmbH** wurde im März 2005 als ein Spin-Off der Johann Wolfgang Goethe-Universität Frankfurt am Main gegründet. Das Unternehmen verfügt über mehr als 20 Jahre Erfahrung in der softwaregesteuerten Fertigung von Nanostrukturen sowie in der Markteinführung von neuen Produktgenerationen im Bereich der Nanotechnologie, Mikrosystemtechnik, Halbleitertechnik und Oberflächentechnologien. Die NanoScale Systems GmbH ist der führende und einzige Hersteller von kraftbasierenden Nanosensoren auf Basis des innovativen 3D-Drucks mit Elektronenstrahlen.

Durch die **konsequente Verschmelzung** konventioneller Halbleitermethoden („Top-Down-Lithographie“) mit flexiblen „Bottom-Up“-Techniken stellen wir unseren Kunden aus Industrie und Forschung neue Werkzeuge für das Rapid Prototyping sowie die Visualisierung und Messung von Objekten bis hin zur molekularen Skala bereit. Als Protagonisten und Wegbereiter der Silizium freien Mikroelektronik bedienen wir dabei zentrale Technologiezweige aus Life Science, Medizintechnik, Mikrobiologie und vielen anderen Gebieten der MEMS/NEMS-Sensorik, die mit den traditionellen Verfahren nicht mehr oder nur noch aufwendig bedient werden können.

NanoScale Systems GmbH
Technologiezentrum Darmstadt
Robert-Bosch-Str. 7
64293 Darmstadt
Germany

Telefon: +49 61 51-6 67 40 37
Telefax: +49 61 51-6 67 40 39
E-Mail: contact@nanoss.de
Internet: www.nanoss.de

© 2015 NanoScale Systems, Nanoss GmbH

Bildnachweis:

Deckblatt: Immunoglobulin G, IgG2a: Bildnummer: 102810104, © molekuul.be/Shutterstock.com

Seite 3:
DNA: ID: 22970473, © ktsdesign - Fotolia.com
virus: ID: 1627499, © Sebastian Kaulitzki - Fotolia.com
coli bakterien: ID: 2895015, © Sebastian Kaulitzki - Fotolia.com

Seite 4:
Gitter: ID: 61964184, © äggkopp - Fotolia.com
3d stucture: ID: 41819703, © igor kisselev - Fotolia.com

Seite 6:
Maschine des Rasterelektronenmikroskops (SEM) im cleanroom: Bildnummer: 1152169, © WH CHOW/Shutterstock.com

Seite 9:
Silicon wafer with processor cores isolated on white background: Bildnummer: 79874698, © Oleksiy Mark/Shutterstock.com

Seite 10:
Surgeon Inserting Tube Into Patient During Surgery: ID: 12968870, © Monkey Business - Fotolia.com
Microplate for ELISA with HIV abbreviation: ID: 46724077, © fotoblin - Fotolia.com
x-rayed chest: ID: 1854869, © Dario Sabljak - Fotolia.com

Seite 12:
Engineer in clean suit holding silicon wafer in clean room: ID: 44857396, © Juice Images - Fotolia.com

Seite 13:
Microscope: ID: 67648589, © DragonImages - Fotolia.com

Seite 14:
White box at automated production line at modern factory, people working in background: Bildnummer: 90590038, © Zurijeta/Shutterstock.com

© 2015 NanoScale Systems, Nanoss GmbH