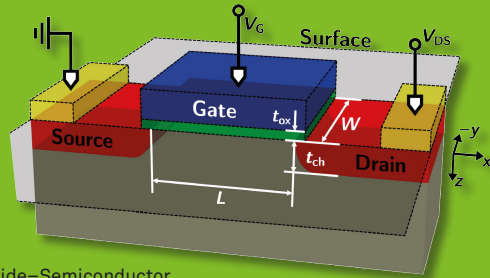
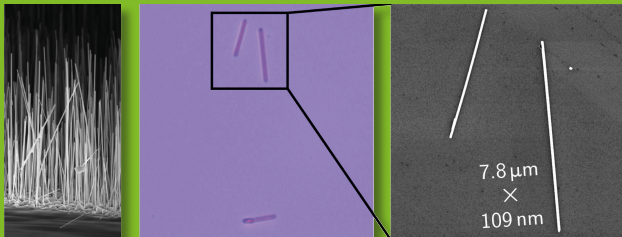


In den vergangenen 40 Jahren konnten konventionelle MOSFETs auf Silizium-Basis stetig verbessert werden. Zukünftig sind jedoch neuartige Substrate und Schaltelemente erforderlich, um Leckströme und Skalierungsprobleme dauerhaft „in den Griff zu bekommen“.



Metal-Oxide-Semiconductor Field-Effect Transistor (MOSFET)

2D-Materialien wie TMDs\* oder Graphen, sowie Nanotubes und III-V-Nanodrähte (z. B. aus Indiumarsenid) stehen aktuell im Mittelpunkt der Forschung, um als neuartiges Kanalmaterial bisherige Lösungen zu ersetzen und so Feldeffekttransistoren grundlegend zu revolutionieren.



InAs-Nanodrähte

\* Transition-Metal-Dichalcogenides

Unser Reinraumlabor bietet die besten Arbeitsbedingungen nicht nur im Hinblick auf die Forschung sondern auch hinsichtlich Ausbildung, Gesundheit und Sicherheit.



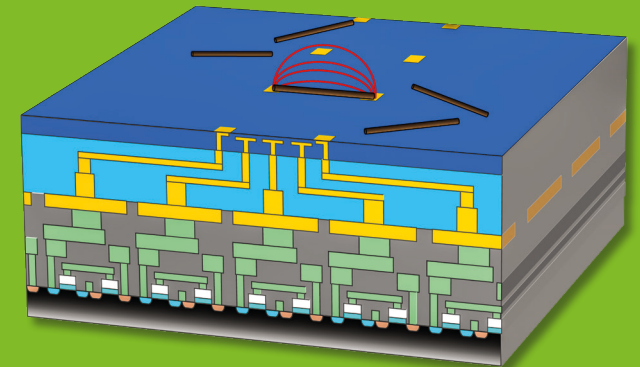
24 Stunden pro Tag, 7 Tage die Woche, 365 Tage im Jahr bietet unser Labor:

- über 120 m<sup>2</sup> Reinraumfläche der Klasse 100 (ISO 5)
- umfangreiches Prozessequipment
- Temperatur: 21 ± 0.5 °C
- Luftfeuchtigkeit: 45 ± 2.5 % (r<sub>F</sub>)
- elektronisch gesteuertes und überwacht Gasversorgungssystem mit höchster Reinheit.

TU Dortmund  
Lehrstuhl für Intelligente Mikrosysteme  
Emil-Figge-Straße 68  
D-44227 Dortmund  
Tel.: +49-231-7553203  
Fax.: +49-231-7554450  
E-Mail: klaus.kallis@tu-dortmund.de



## Smart-Substrates zur Charakterisierung von Nanostrukturen



## Technologielinie für Forschung und Entwicklung

Fakultät für Elektro- und Informationstechnik

in Kooperation mit

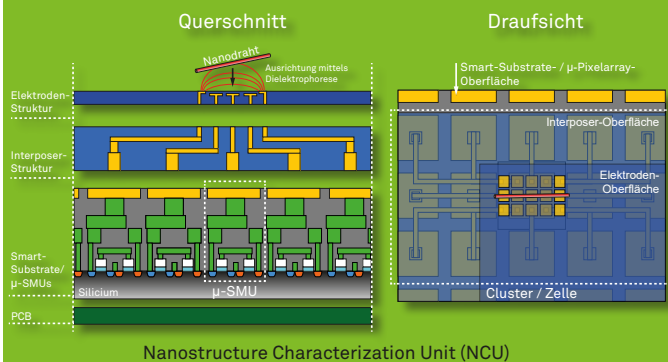
RUHR UNIVERSITÄT BOCHUM

RUB

RWTH AACHEN UNIVERSITY

## Universelle Plattform

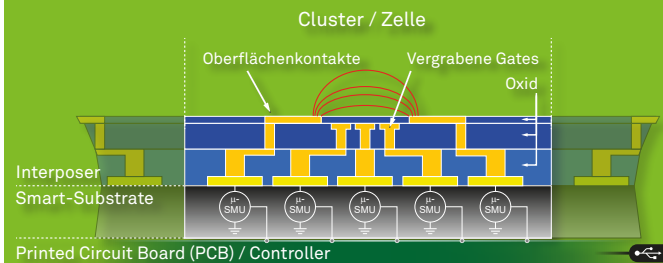
Zur Charakterisierung von neuartigen Materialien und Nanostrukturen wird in Kooperation mit der RWTH Aachen und der Ruhr-Universität Bochum eine *Nanostructure Characterization Unit (NCU)* entwickelt. Diese besteht aus einem  $\mu$ -Pixelarray mit integrierten  $\mu$ -SMUs\* (*Smart-Substrate*), sowie einem Interposer zur Überführung der Elektroden in anwendungsspezifische Kontakte (Oberflächen- und vergrabene Elektroden). Auf diese Weise entsteht eine universelle Plattform, welche die Aufnahme von Nanostrukturen (z. B. durch Dielektrophorese) und das gleichzeitige Auslesen bzw. Ansteuern als FET ermöglicht. Integriert auf einem PCB, kann die Plattform direkt mit einem PC verbunden werden. Mittels eigens dafür entwickelter Software erfolgt dann die Ansteuerung von individuellen Pixeln.



\* Source-measurement unit

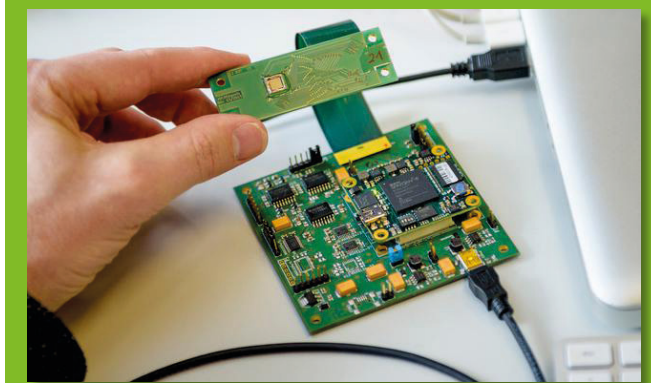
## Moderne Fertigungsverfahren

Mit Hilfe der umfangreichen Ausstattung im Bereich der Halbleiterfertigung wird am Lehrstuhl für Intelligente Mikrosysteme der TU Dortmund die Interposer-Struktur und die Elektrodenoberfläche gefertigt, sowie das PCB-Packaging realisiert. Die Ansteuerung erfolgt seriell mit einer on-board Elektronik und einem Mikrocontroller.



Die Dimensionen der  $\mu$ -SMUs können nicht weiter verkleinert werden und somit besitzt das Pixelarray eine feste Größe. Deshalb sorgt der Interposer für eine Überführung der Elektroden in weitaus kleinere Maßstäbe. Die Strukturierung erfolgt hier durch einen komplexen *Dual-Damascene-Prozess*. Dabei wird Gold im frei geätzten Oxid elektrolgalvanisch deponiert. Die Oxiddicken werden außerdem bezüglich der Sichtbarkeit von 2D-Materialien optimiert. Zusätzlich wird jeder Cluster bzw. jede Zelle durch Grid-Markierungen eindeutig nummeriert und gekennzeichnet.

## Innovative Lösung



Ausleseelektronik mit USB

[Rubin Wissenschaftsmagazin 1/16 p.52]

Da durch das integrierte *Smart-Substrate* aufwändige Messaufbauten entfallen, präsentiert sich die *NCU* als innovative Lösung im Bereich der Nano-Charakterisierung. Als portable und universelle Plattform steht es Wissenschaftlern nun offen, welche Art von Nanostrukturen untersucht werden sollen. So sind neben den bereits erwähnten Nanodrähten und 2D-Materialien auch Analysen im Bereich der Biochemie mit DNA-Fragmenten denkbar. Im Vordergrund steht jedoch bei allen Vorhaben die Dielektrophorese, mit dessen Hilfe Nanostrukturen selbstständig auf den Elektroden ausgerichtet werden können. Nach erfolgreichem Kontakt registriert die Ausleseeinheit einen Anstieg des Strompegels und deaktiviert automatisch die Spannungsversorgung der beteiligten Elektroden.