

Zusammenfassung

Die Grundlagenforschung an neuartigen nanostrukturierten Materialien und ihren Eigenschaften ist essentiell für die Entwicklung einer neuen Generation von hocheffizienten und günstigen Kleinstbauteilen. Nanomaterialien bieten eine einzigartige Dimensionsabhängigkeit ihrer physikalischen und chemischen Eigenschaften, sowie neuartige Grenzflächenphänomene. Diese Effekte nutzbar zu machen ist die treibende Kraft in der Entwicklung kontrollierbarer und reproduzierbarer Darstellungswege von Nanostrukturen mit definierter Zusammensetzung und Struktur, sowie deren Charakterisierung. Es herrscht aktuell keine Übereinstimmung in Bezug auf die optimale Geometrie, die Kombination von Materialien oder die synthetische Methode, welche die beste Leistungsfähigkeit für spezifische Anwendungen garantiert. Daher ist die Entwicklung von Methoden, welche die Synthese und Organisation von Nanostrukturen (Selbstanordnung) in integrierten Arrangements in großem Umfang erlauben außerordentlich wichtig, um eine Schnittstelle zwischen der Grundlagenforschung im Labor und industriellen Produktion zu schaffen.

Bottom-Up-Verfahren wie der VLS-Mechanismus bieten einen hohen Grad an Kontrolle über Zusammensetzung, Größe, Morphologie und Wachstumsort der Nanobausteine. Die "Molekül-zu-Material"-Strategie erlaubt die Fabrikation und das Design von Materialien, deren Eigenschaften a priori auf einer molekularen Skala zugeschnitten werden können. In dieser Arbeit zeigen wir das Potenzial von Gasphasentechniken (wie CVD, PECVD und ALD) bei der Gestaltung ultrareiner eindimensionaler Metalloxidnanomaterialien mit einem hohen Grad an Kontrolle über ihre Struktur und Eigenschaften, sowie ihrer direkten Integration in Bauteile. Die eindimensionalen Metalloxidnanostrukturen wurden sorgfältig unter Berücksichtigung der Kristall- und Bändermodellphysik konstruiert, und auf ihre Leistungsfähigkeit in unterschiedlichen Anwendungen überprüft.

In diesem Zusammenhang wurde der Einfluss von CVD-Parametern auf die Synthese von V_2O_5 , Nb_2O_5 und Ta_2O_5 Nanostrukturen untersucht, wobei sich auf potenzielle Anwendungen nanostrukturierter Nb_2O_5 Dünnschichten konzentriert wurde. Aufbauend auf diesen Untersuchungen wurden SnO_2 Nanodrähte auf verschiedenen Substraten aufgewachsen, welche als Rückgrat bei der Entwicklung neuartiger Heterostrukturen mit einem hohen Grad an Kontrolle über ihre Zusammensetzung und Morphologie dienen. In diesem Kontext wurden $SnO_2@SnO_2-$, $Sn@SnO_2-$, $C@SnO_2-$ und $Fe_3O_4@SnO_2-$ Heterostrukturen in Lithium-Ionen-Batterieanwendungen und $Nb_2O_5@SnO_2-$ Heterostrukturen als Feuchtigkeitssensoren untersucht. Weiterhin wurde der Einfluss von SnO_2 auf die magnetischen Eigenschaften von Fe_3O_4 in $Fe_3O_4@SnO_2-$ Kern-Schale-Architekturen untersucht. Gleichmaßen wurden das Photodiodenverhalten von $\alpha-Fe_2O_3@ZnO/p-Si$, sowie die photokatalytischen Eigenschaften von $TiVO_x@SnO_2-$ und $TiNbO_x@SnO_2-$ Schichtstrukturen analysiert. Dies geschah, um die Rolle der Grenzflächeneigenschaften auf das chemische Potenzial, elektrische Barrieren und die Modulation der Kontaktstellenmerkmale auszuarbeiten.

Die erhaltenen Ergebnisse zeigten, dass die funktionellen Eigenschaften abgesehen von den Größen- (Confinement) und Oberflächeneffekten, stark durch die Phasengrenzen, welche zwischen dem Substrat und dem aufwachsenden Material oder zwei verschiedenen aufgewachsenen Phasen (z.B. Kern-Schale oder Doppelschichten) bestehen, verbessert werden können. Während neue Konzepte der Materialgestaltung die Möglichkeit zum Unterdrücken oder Verstärken spezifischer chemischer Wechselwirkung bieten, bedürfen die Herausforderungen, welche mit einer reproduzierbaren Materialsynthese und Integration in Bauteile verbunden sind, einer tiefergehenden Beachtung.