

ZnO Thin-Film Transistors for Cost-Efficient Flexible Electronics

ZnO basierte Dünnschichttransistoren für eine kostengünstige flexible Elektronik

Dünnschichttransistoren steuern die Intensität und Farbdarstellung in den einzelnen Bildpunkten von Flachbildschirmen, Monitoren und Mobilfunkgeräten. Die darin genutzten Displays werden heute in aufwändigen, energieintensiven Verfahren hergestellt, wobei die Transistoren aus amorphen oder polykristallinen Siliziumfilmen auf Glaträgern bestehen. Herr Dr. Vidor ist es gelungen, anstelle des teuren Siliziumprozesses kostengünstige Nanopartikel aus halbleitendem Zinkoxid zu nutzen und das Trägermaterial Glas durch einfache Folien zu ersetzen.

Nanopartikel aus Zinkoxid werden industriell im Tonnenmaßstab für kommerzielle Produkte wie Sonnenmilch, Hautcremes und Zahnpasta hergestellt. Das transparente Material besitzt aber auch halbleitende Eigenschaften, die elektronische Anwendungen ermöglichen, z. B. als Lichtemitter im blauen Spektralbereich oder auch als Schalttransistor aus abgedichteten Schichten.

Herr Dr. Vidor entwickelte in seiner Dissertation zunächst Dünnschichttransistoren aus kommerziellen Zinkoxid-Nanopartikeln auf Glaträgern, die zwar nicht flexibel, aber durch Sinterprozesse bei über 400°C zu qualitativ guten Bauelementen verarbeitet werden konnten. Um das Ziel einer flexiblen Elektronik zu erreichen, ersetzte er die energieintensive thermische Behandlung durch eine kurzzeitige Bestrahlung der Nanopartikel mit UV-Licht, tauschte die Glaträger gegen Polyethylen-Folien aus und ersetzte die erforderliche isolierende Schicht aus sprödem Siliziumdioxid durch ein organisches Dielektrikum. Die veränderten Materialien erforderten eine Anpassung bzw. Neuentwicklung zahlreicher Herstellungsschritte, da beispielsweise Lösungsmittel die Folien angreifen und sich das organische Dielektrikum durch die UV-Bestrahlung verändert.

Als Ergebnis erhielt Dr. Vidor flexible Transistoren aus kostengünstigen Materialien, hergestellt bei weniger als 150°C als Maximaltemperatur. Die Transistoren erwiesen sich zunächst als instabil gegenüber Umwelteinflüssen und zeigten Veränderungen der Verstärkung und des Leitwertes nach einer elektrischen Belastung.

Anhand einer systematischen Charakterisierung der Nanopartikelfilme und ihrer chemischen Oberflächenbindungen entwickelte Herr Vidor ein Modell für den Stromtransport entlang einzelner Strompfade im Nanopartikelfilm. Er wies den Einfluss von umladbaren Fallenzuständen auf den Ladungsträgertransport und damit auf das Schaltverhalten der Transistoren nach. Dies führte zu einer per kurzweiliger Bestrahlung aktivierten Passivierung der Nanopartikeloberflächen durch Anlagerung von Wasserstoff bzw. OH-Gruppen, die sowohl das Schaltverhalten als auch die Stabilität des Dünnschichttransistors erheblich verbesserte.

Herr Dr. Vidor weist am Ende seiner Arbeit darauf hin, dass die von ihm erzielten Ergebnisse erst der Beginn einer neuen Art von Schaltungstechnik für „Low Cost – Low Performance“ Produkte ist. Leistungssteigerungen sind durch Verringerung störender Kapazitäten und durch die Integration komplementärer Transistoren möglich. Erste Ansätze dazu realisierte er bereits mit hervorragenden Ergebnissen.

Herr Dr. Vidor hat zum Erreichen seiner Ziele die Literatur umfassend analysiert, verschiedenste Neuerungen zur Prozessführung entwickelt und in der Technologie implementiert sowie ausgezeichnete Leistungsdaten mit den von ihm realisierten Bauelementen erzielt. Beispiele für die Innovationen sind die Beseitigung der Hysterese durch UV- und Feuchtebehandlung, die entwickelte Tieftemperaturprozessführung für die Dünnschichttransistoren, die Selbstjustierung der Bauelemente sowie die erreichte Stabilität des Prozesses. Die erzielten Resultate wurden in bislang 25 akzeptierten Publikationen, die innerhalb kürzester Zeit mehr als 75-mal zitiert wurden, vorgestellt.

Zusammenfassend ist die Dissertation ein hervorragendes Beispiel für exzellente ingenieurmäßige Forschungsarbeit in Verbindung mit der Umsetzung neuer und kreativer Ideen.

Prof. Dr.-Ing. habil. Ulrich Hilleringmann



UNIVERSITÄT PADERBORN
Die Universität der Informationsgesellschaft

Das Präsidium
verleiht

Herrn Dr.-Ing. Fábio Fedrizzi Vidor

den Preis des Präsidiums 2017

in Anerkennung seiner ausgezeichneten
Dissertation

**ZnO Thin-Film Transistors for
Cost-Efficient Flexible Electronics**

Paderborn, den 21. Januar 2018

Der Präsident
in Vertretung

Simone Probst