

# Kontaktoptimierung von flüssigprozessierten Metalloxid-Dünnschichttransistoren

Corinna Weber

Flüssigprozessierte Metalloxid (MO)-Halbleiter haben sich in den letzten Jahren so rasant entwickelt, dass sie bereits in der Produktion von Displayanwendungen das amorphe Silizium als Halbleiter ersetzen. Dabei ermöglichen Konvertierungstemperaturen der MO-Präkursoren von  $T < 300$  °C den Einsatz von Polymer substraten für flexible und transparente Anwendungen. Ziel dieser Arbeit war es den Kontaktwiderstand von Indium-basierten MO-Dünnschichttransistoren (MOTFTs) zu separieren und ihn einerseits durch gezielte Modifikation der Metall/MO-Grenzfläche und andererseits durch die Variation des Elektrodenmaterials zu minimieren. Daneben wird der Einfluss des Transistorlayouts und der Transistorarchitektur auf die Leistungsfähigkeit der TFTs untersucht.

Der Einfluss der Metallaustrittsarbeit auf den Kontaktwiderstand wurde sowohl für *bottom-contact* (*bc*)- als auch für *top-contact* (*tc*)-TFTs untersucht. Die Austrittsarbeiten der Au-, Pd-, Pt- und Ti-Metallelektroden unterscheiden sich für *bc*-TFTs aufgrund präparationsbedingter Kontamination nur unwesentlich voneinander. Dennoch waren die elektrischen Kenngrößen der TFTs mit Au- und Ti-Elektroden ( $\mu \leq 2.7 \text{ cm}^2\text{V}^{-1}\text{s}^{-1}$ ) deutlich besser als für TFTs mit Pd- und Pt-Elektroden ( $\mu \leq 1.1 \text{ cm}^2\text{V}^{-1}\text{s}^{-1}$ ). Es konnte gezeigt werden, dass die Morphologie des MOs maßgeblich durch die Wechselwirkung des MO-Halbleiters mit dem heterogenen Substrat (*Gate*-Dielektrikum und Metallelektrode) beeinflusst wird. Für *tc*-TFTs konnte die Variation der Austrittsarbeit durch die Verwendung von reaktiven Metallen erhöht werden. Morphologische Aspekte spielen in dieser Architektur eine untergeordnete Rolle, da der MO-Film auf einem homogenen Substrat ( $\text{SiO}_2$ ) aufgebracht wird. *Tc*-TFTs mit Cu-, Pd-, Pt-, Al- oder Ti-Elektroden zeigen eine geringere elektrische Leistungsfähigkeit als *tc*-TFTs mit Yb-, Au-, Ti(1 nm)/Au-Elektroden. Es wurde nur eine schwache Abhängigkeit der Leistungsfähigkeit der *tc*-TFTs von der Austrittsarbeit beobachtet. Im Vergleich zu *bc*-TFTs ist die Leistungsfähigkeit der *tc*-TFTs geringer, welches auf eine verringerte Injektion der Ladungsträger in den Kanal aufgrund der TFT-Architektur zurückzuführen ist.

Eine weitere Möglichkeit den Kontaktwiderstand von MOTFTs zu verbessern ist die Verwendung von grenzflächenmodifizierenden Polymeren. Mit Polyethylenimin (ethoxiliert) (PEIE) wird die Austrittsarbeit von Au-Elektroden durch ein intrinsisches molekulares Dipolmoment des Polymers reduziert. Neben der damit verbundenen Reduktion des parasitären Widerstandes reduziert sich der Schichtwiderstand durch eine veränderte Morphologie des MOs und einer besseren Benetzung der Elektroden mit dem MO. Dieses führt zu einer um den Faktor drei höheren Beweglichkeit ( $\mu \approx 3 \text{ cm}^2\text{V}^{-1}\text{s}^{-1}$ ) im Vergleich zu den Referenzproben. Temperaturabhängige Messungen ergaben eine Abnahme der Aktivierungsenergie von 20 % der mit PEIE modifizierten *bc*-TFTs. Zudem zeigten die PEIE-modifizierten TFTs eine deutlich verbesserte Reproduzierbarkeit hinsichtlich ihrer Kenngrößen. Der *off*-Strom des Transferkennlinienfeldes für PEIE-modifizierte *bc*-TFTs steigt aufgrund des repulsiven Potentials der geordneten molekularen Dipolmomente in der Nähe der Elektroden. *Tc*-TFTs, bei denen PEIE zwischen Dielektrikum und MO aufgebracht wird aber nicht zwischen dem MO und den Elektroden, zeigen ebenfalls eine Verbesserung des Schichtwiderstandes um den Faktor zwei.

Im Rahmen dieser Arbeit wurde demonstriert, dass eine Polymer-basierte Grenzflächenmodifikation die Qualität der MOTFTs hinsichtlich des Kontakt- und Schichtwiderstands ebenso wie hinsichtlich der Reproduzierbarkeit deutlich verbessert. Diese Herangehensweise zur Reduktion des Kontaktwiderstandes gerade in Hinblick auf *low cost*-Anwendungen von MOTFTs ist deutlich besser geeignet als eine Variation des Materials der Metallelektroden.