Entwicklung spezifischer Dünnschichttransistoren

Projektlaufzeit: 01.09.2007 – 31.08.2009

Dipl.-Phys. R. Mientus; Dipl.-Phys. R. Wolf;

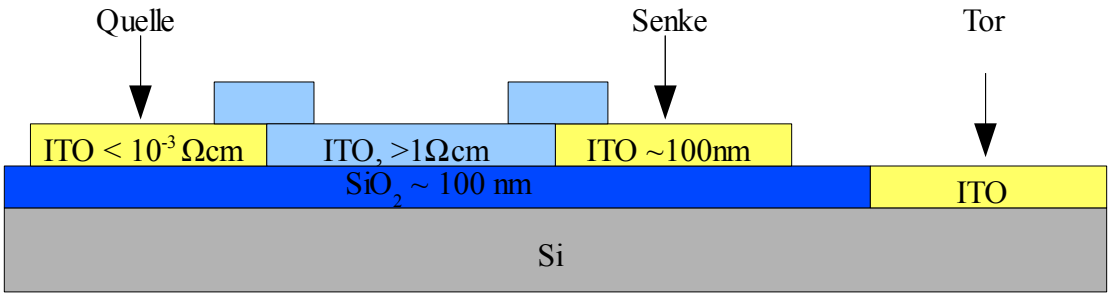
Zielstellung:

Ziel des Vorhabens war die Entwicklung eines transparenten Dünnfilmtransistors (TTFT) auf der Materialbasis von Sn dotiertem Indiumoxid (ITO). Als Schichtherstellungsverfahren wurde das Magnetronsputterverfahren verwendet.

Ergebnisse:

Es gelang, Muster von transparenten Dünnfilmtransistorstrukturen aufzubauen (T = ca. 90 % zwischen 500 – 800 nm), allerdings nur auf starren Unterlagen. Dabei wurde hochohmiges ITO (> 1 Ωcm) als aktive Schicht zwischen niederohmigen (< 10^{-3} Ωcm) ITO-Kontakten benutzt. Als Gateoxid kam in einer ersten Anordnung SiO_2 auf Si (Abb. 1a) und in einer zweiten ZrO2 auf ITO/Glas als transparenter Unterlage (Abb. 1b) zum Einsatz.

a)



b)

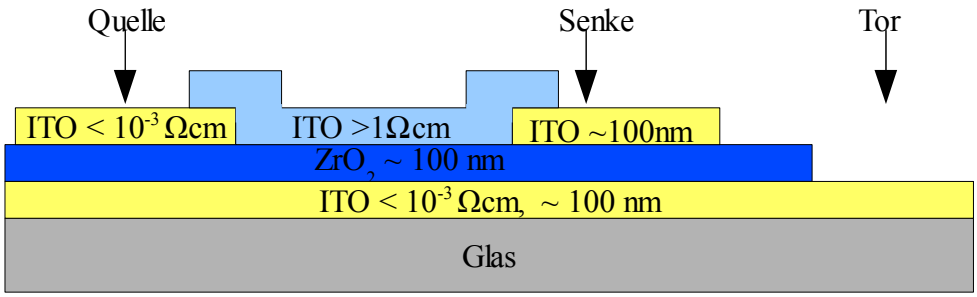


Abb. 1: Skizze des Aufbaus eines Feldeffekttransistors auf der Basis von hoch- (aktive Schicht) und niederohmigem (Kontakte) ITO auf a) thermischem SiO_2 (Isolator) auf Si und b) ZrO_2 (Isolator) auf ITO (niederohmig) auf Glas

Abbildung 2 zeigt typische Transistor-Strom-Spannungskennlinien für den ITO-SiO_2-Si-FET. Mit zunehmender Torspannung werden im hochohmigen ITO (ca. 4 Ωcm) Ladungsträger akkumuliert. Das erhöht den Stromfluss zwischen Quelle und Senke. Mit zunehmender Spannung zwischen Quelle und Senke sättigt der Strom. Abbildung 2 b) verfolgt diesen Sättigungsstrom bei U_{QS}=20 V in seiner Abhängigkeit von der Torspannung. An Hand dieser Abhängigkeit lässt sich ein für TFT wichtiger Parameter ablesen: das An/Aus-Verhältnis.

a) b)

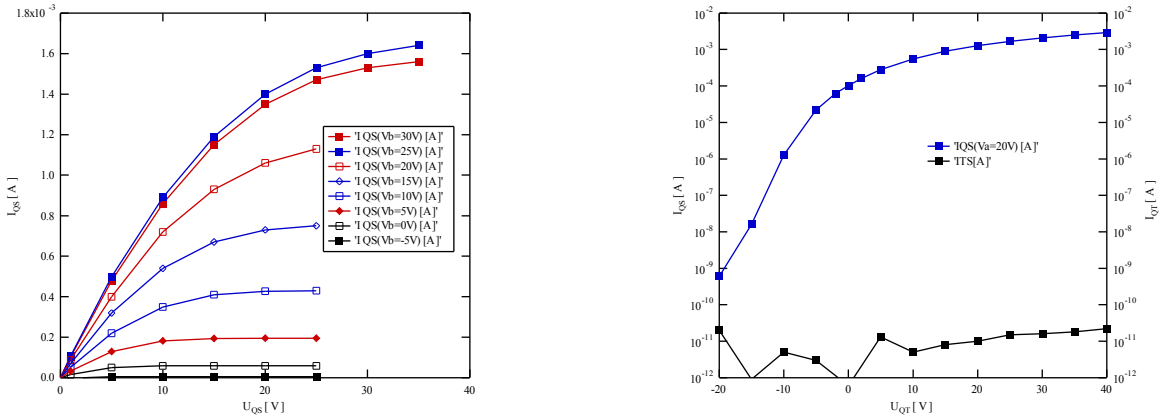


Abb. 2: Strom(Quelle-Senke) über Spannung a) Quelle-Senke, b) Quelle Tor für 15 nm ITO (ca. 4 Ωcm) - thermisches SiO2 (ca. 100 nm)-Si-Struktur

Zwischen -20 und +20 V steigt der Strom um sechs Dekaden. Der Gesamtanstieg kann noch größer ausfallen; er wurde nicht bis in die Sättigung mit negativen Spannungen verfolgt. Auf der rechten Achse der Abbildung 2b) ist der Leckstrom aufgetragen. Er liegt mit ca. 10^{-11} A etwa eine Größenordnung unter den Literaturwerten (Yaglioglu u. a. APL89 (2006)062103). Aus dem Anstieg des Quelle-Senken-Stromes über der Torspannung konnte für die Beweglichkeit der Ladungsträger ein Wert von 13 cm^2/Vs abgeschätzt werden.

Mit Hilfe von Hilfe von ZrO_2 als Isolator konnte ein transparenter Feldeffekttransistor auf Glas, wie in Abbildung 1b dargestellt, erzeugt werden

Die nachfolgende Abbildung 3 zeigt als Ergebnis der elektrischen Messungen auch hier typische Transistorkennlinien. Mit steigender Torspannung wachsen die Ströme zwischen Quelle und Senke. Bei 0 V Torspannung sperrt der Transistor jedoch nicht vollständig; es fließt ein geringer Strom; d. h. das ITO ist noch nicht vollständig verarmt. Das kann durch Anlegen einer niedrigen negativen Torspannung von -5 V erreicht werden. Bei fester Quelle-Senkenspannung im Sättigungsbereich des Stromes steigt dieser teilweise wurzelförmig mit der Torspannung. Aus einer solchen Abhängigkeit lässt sich die Ladungsträgerbeweglichkeit bestimmen.

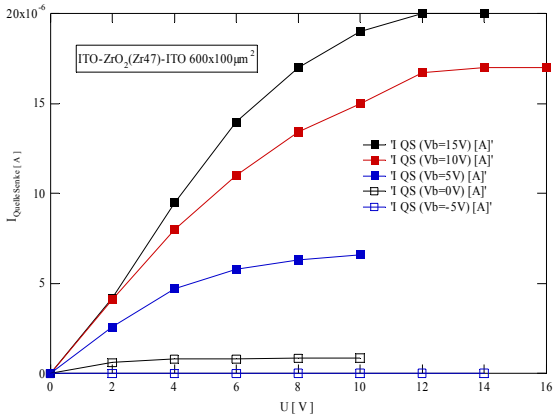


Abb. 3: Strom über Spannung (jeweils Quelle-Senke) für eine transparente (ca. 90 %) ITO-ZrO_2-ITO (jeweils ca. 100 nm) Struktur auf Glas, a) 600 x 100 μm^2