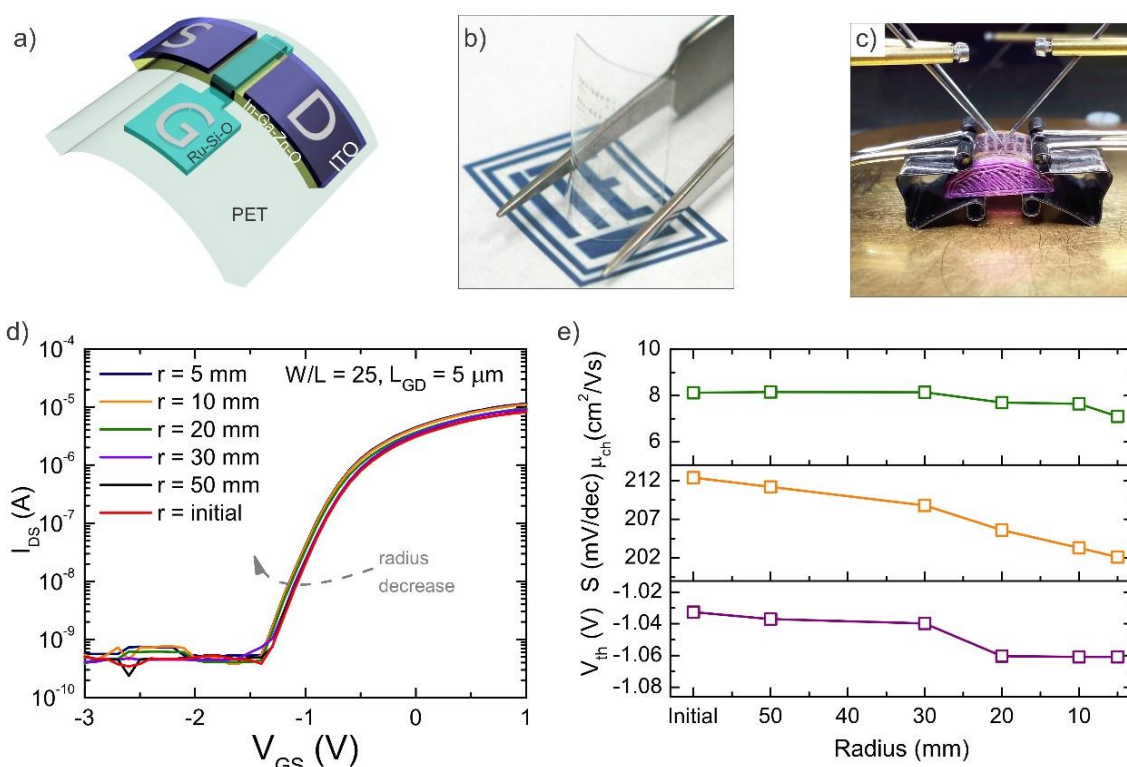


## Przezroczyste tranzystory MESFET na podłożach elastycznych

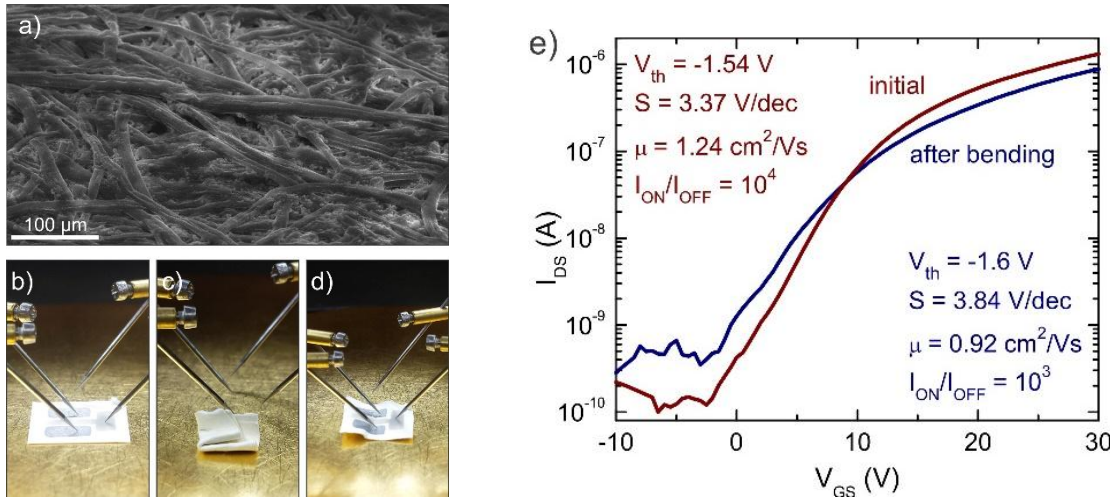
### Opis osiągnięcia

Opracowano technologię przezroczystych tranzystorów MESFET wytwarzanych na giętkich podłożach, w tym na politereftalanie etylenu (PET) oraz na papierze. Warstwę aktywną stanowi In-Ga-Zn-O (IGZO) - materiał z grupy przezroczystych amorficznych półprzewodników tlenkowych. Kontakty źródła i drenu wytworzono z tlenku indowo-cynowego. Elektrode bramki tranzystora tworzącą złącze Schottky'ego do IGZO wykonano z nanokrystalicznego tlenku rutenowo-krzemowego. Ruchliwość nośników w kanale tranzystora osiąga  $8,1 \text{ cm}^2/\text{Vs}$ , stosunek prądu włączenia do wyłączenia przekracza  $10^4 \text{ A/A}$ , a transmisja optyczna przewyższa 70%. Nachylenie charakterystyki przejściowej w obszarze podprogowym nie przekracza  $210 \text{ mV/dec}$ , dzięki czemu zakres napięć przełączających tranzystory w układzie wynosi od  $-1$  do  $1 \text{ V}$ . W związku z tym urządzenia oparte o wytworzone tranzystory cechować będzie niski pobór energii.



Rys. 1. Schemat (a) i zdjęcia (b, c) oraz charakterystyki przejściowe (d) i parametry elektryczne (e) tranzystorów a-IGZO MESFET wytworzonych na podłożu PET.

Opracowana technologia amorficznych półprzewodników tlenkowych i nanokrystalicznych tlenków przewodzących pozwala na wytwarzanie przyrządów polowych na papierze (rys. 2).



Rys. 2. Zdjęcie SEM powierzchni papieru (a), struktura TFT na papierze przed (b) w trakcie (c) i po (d) wprowadzaniu przypadkowych naprężeń mechanicznych oraz odpowiadające charakterystyki przejściowe (e).

## Zastosowanie

Tranzystory typu MESFET są przyrządami przeznaczonymi do stosowania w szybkich układach scalonych o niskim poborze mocy, ponieważ napięcie bramka-źródło wymagane do przełączenia stanu tych tranzystorów jest niższe niż w tranzystorach z warstwą dielektryka bramkowego, a ruchliwość nośników w kanale odpowiada ruchliwości nośników w półprzewodniku.

Zastosowanie przezroczystych materiałów półprzewodnikowych i przewodzących w konstrukcji przyrządu zwiększa wachlarz potencjalnych zastosowań, od przezroczystych czujników biochemicznych, przez inteligentne okna i lustra, aż po wyświetlacze o ultra-wysokiej rozdzielczości zintegrowane np. z soczewkami kontaktowymi.

## Znaczenie naukowe, ekonomiczne i społeczne

Przedstawione osiągnięcie wpisuje się w dynamicznie rozwijający się obszar przezroczystych przyrządów elektronicznych opartych na amorficznych materiałach funkcjonalnych, które dzięki unikalnym właściwościom fizyko-chemicznym pozwalają na przekroczenie ograniczeń konwencjonalnych materiałów stosowanych w mikroelektronice. Zgodnie z aktualnym stanem wiedzy i prognozami rynkowymi, przezroczyste przyrządy półprzewodnikowe odegrają istotną rolę w konstrukcji nowej generacji wyświetlaczy, ogniw fotowoltaicznych, inteligentnych okien oraz czujników chemicznych i optoelektronicznych. Ponadto, osiągnięcie bezpośrednio dotyczy czterech Kluczowych Technologii Prorozwojowych (ang. Key Enabling Technologies, KET) ujętych w Programie Technologii Przemysłowych UE (ang. Industrial Technologies Programme, NMP): nanotechnologie, zaawansowane materiały, zaawansowana obróbka technologiczna i biotechnologia.

W celu opracowania przezroczystych tranzystorów MESFET na elastycznych podłożach konieczne było poznanie i zrozumienie zjawisk fizycznych i chemicznych obserwowanych podczas osadzania cienkich warstw materiałów tlenkowych jak i strukturyzacji przyrządów i określenie ich wpływu na mierzone parametry użytkowe.

### **Źródła finansowania**

Prace nad wytworzeniem i strukturyzacją przezroczystych tranzystorów MESFET prowadzone były w ramach projektu strukturalnego „Innowacyjne technologie wielofunkcyjnych materiałów i struktur dla nanoelektroniki, fotoniki, spintroniki i technik sensorowych - InTechFun” finansowanego przez Ministerstwo Infrastruktury i Rozwoju na podstawie umowy POIG.01.03.01-00-159/08, a także w ramach stypendiów NCN - ETIUDA3UMO-2015/16/T/ST7/00179 oraz ITE - 53.03.003.

### **Twórcy osiągnięcia**

Jakub Kaczmarek (ITE), Andrzej Taube (ITE), Eliana Kamińska (ITE)