

研究課題（テーマ）		化合物半導体イオンゲート型トランジスタにおける、伝達特性の電極材料依存性に関する研究		
研究者	所属学科等	職	氏名	
代表者	工学部電気電子工学科	准教授	清水 直	
分担者	工学部教養教育センター	教授	福原 忠	

研究結果の概要

生体模倣デバイスなどの革新的機能性素子の実現に向け、イオン트로ニクス（イオンの動きを利用したエレクトロニクス）の学理構築が期待される。その中で、化合物半導体をベースとしたイオンゲート型トランジスタ（イオン液体をゲート絶縁体とするトランジスタ、以下 IGFET）の作製は困難であった。本研究では、InP をベースとした IGFET の作製および、接触抵抗の電極材料依存性を評価し、n 型トランジスタ動作を実現することを目指した。

IGFET とは、図 1(a)に模式図を示すように、イオン液体をゲート絶縁体として利用する電界効果トランジスタの一種である。チャネルとゲート電極の間にゲート電圧 V_G を印加すると、イオンがチャネル表面に整列し、いわゆる電気二重層を形成する。この電気二重層は $10 \text{ }\mu\text{F}/\text{cm}^2$ にも達する大きな静電容量を有するため、1 V 程度の小さな電圧で半導体表面に多数の伝導キャリアを蓄えることが可能となる。

図 2 は、異なる電極材料を使用した IGFET の伝達特性（ドレイン電流 I_D のゲート電圧 V_G 依存性）である。Cr/Au を電極とする場合、 $V_G = 1.5 \text{ V}$ 程度で I_D の立ち上がりが観測されるが、 I_D の最大値は $1\sim 2 \text{ }\mu\text{A}$ 程度となる。次に、AuGe を電極とする場合、 I_D の最大値が 10 倍程度の増大を示した。また、AuGe の上に Ni 電極を追加した場合、AuGe に比べてさらに数 10%程度の I_D の増大が観測された。また、アニール時間を変化させ、 I_D が最大となる条件を調べたところ、1 分から 5 分程度のアニール時間が最適であること、またそれ以降はアニール時間とともに性能が劣化することがわかった。

本成果は、2025 年 12 月に開催された応用物理学会北陸信越支部学術講演会（於 信州大学）において、代表者の研究室所属の学生が口頭発表として報告した。

(a)

(b)

図 1: (a)イオンゲート型トランジスタ（IGFET）構造の模式図。
(b) 作製した IGFET の伝達特性

今後の展開

本研究では、これまで困難であった化合物半導体をチャネル材料とした IGFET の作製と、基本的なデバイス作製条件を見出した。今後は、TLM (Transmission Line Model) 法による接触抵抗の定量的な評価や磁場化での特性評価を行うことで、デバイスの動作機構を解明する。また、他の材料を用いた IGFET の作製、またガスセンサなどの応用へ繋げたいと考えている。