塗布プラスチック上の300℃プロセスによるCu-MIC poly-Ge TFT

Poly-Ge TFT fabricated at 300 ℃ on plastic substrate

東北学院大工 ○(M1C) 内海大樹、原明人
Tohoku Gakuin Univ. °(M1C)Hiroki Utsumi[1] and Akito Hara
E-mail: akito@mail.tohoku-gakuin.ac.jp

【はじめに】IoT社会やTrillion Sensors Universeの実現に向けてフレキシブルデバイスやウェアラブルデバイスの需要が高まっている。このデバイスを実現するためにはプラスチック基板上にセンサや電子回路を展開していく必要がある。そのためのキーデバイスとなるのが薄膜トランジスタ(TFT)である。現在、半導体材料として広く使われているのはシリコン(Si)であるが、次世代の半導体材料としてゲルマニウム(Ge)が注目されている。GeはSiの約2倍の電流駆動能力を有する。また、Geは金属誘起結晶化技術(Metal Induced Crystallization; MIC)[1-3]を利用することによってSiに比べ低温プロセスが可能となるため、低温で低消費電力のTFTを実現できると期待されている。我々は、銅(Cu)を利用したMICを利用することにより、300℃プロセスでスピンコートによって形成したポリイミド上に多結晶Ge (poly-Ge) TFTを開発した。

【実験】ガラス基板上にポリイミドをスピンコートによって塗布する。バリア層を形成した後、バッファー層を形成する。引き続いて、a-Ge/Cu/a-Geの三層構造を形成し、トランジスタアイランドに加工する。トップゲート絶縁膜としてSiO_2を30 nm成膜し、窒素雰囲気中300 ℃ 10 hの熱処理によりpoly-Geを形成する。トップゲートメタルを成膜し、ゲートに加工する。さらに層間絶縁膜を形成し、コンタクトホールを形成する。電極としてAlを製膜し、電極に加工する。最後にAlとソースドレイン間のGeの横方向元素置換(Al-LM-SD)を目的として300℃でfinal annealingを行う。これによってSD領域を金属(Al)化させ、寄生抵抗を減少させる。

本実験において、Cuを除去するためのプロセスは一切行っていない。 CuはGeと元素置換による相（層）交換を生じない。[4]

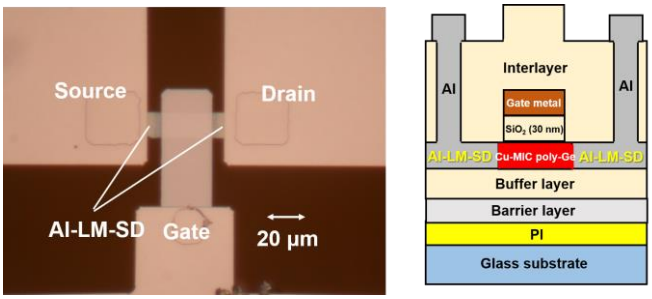

図 1. 光学顕微鏡写真と断面図

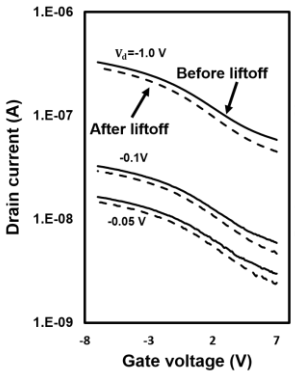

図 2.トランスファ特性

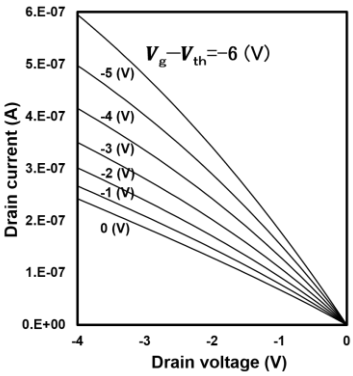

図 3.出力特性

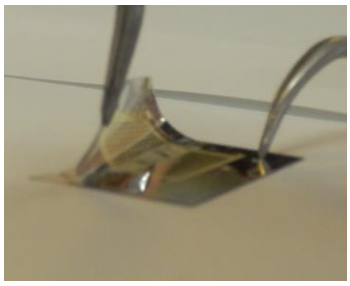

図 4. PI 剥離の様子

【結果および考察】図2と図3は、作製したデバイスのトランスファ特性と出力特性を示す。実線で示したものがポリイミドをガラス基板から剥離する前、点線で示した線が剥離後の測定結果である。TFTとして動作していることがわかる。しかしon/off比は5と非常に低い値となった。Poly-Geは強いp型の特性を示すため、トップゲートだけでは空乏層を十分にチャネル全体に広げることができず、リーク電流（off電流）を遮断できない。今後はダブルゲート構造化が重要である。また図4はガラス基板からポリイミドを剥離している様子の写真である。また剥離後、on電流がわずかに減少していることが観測されるものの、on/off比は大きく劣化していない。

【結論】Cu-MICを利用して300℃プロセスで塗布ポリイミド上にトップゲートpoly-Ge TFTを実現した。今後はダブルゲート構造により高いon電流と高いon/off比を目指す。

【謝辞】本研究の一部は科学研究費基盤(C) 16K06311と池谷科学技術振興財団によって支援されている.

【参考文献】

1) B. Hekmatshoar et al., Appl. Phys. Lett. 85, 1054 (2004). 2) T. Sadoh et al., Electrochem. Solid-State Lett. 14, H274 (2011). 3) M. Uenuma et al., J. Crystal Growth 382, 31 (2013). 4) 西口 その他（本学会発表予定）.

© 2018年 応用物理学会