

組成の異なる In-Ga-Zn-O 薄膜による非晶質ヘテロ接合チャンネル薄膜トランジスタ

Thin-Film Transistor with the amorphous heterojunction channel  
composed of different composition of In-Ga-Zn-O films

1225109 濱田 秀平  
Shuhei Hamamda

**【背景】** バンドギャップの異なる2種類の結晶性半導体を積層させた半導体層を有するヘテロ接合チャンネルトランジスタは伝導帯下端( $E_c$ )によるポテンシャル障壁によって量子効果による電子閉じ込めが起こることが報告されている [1]。本研究では非晶質酸化物半導体 In-Ga-Zn-O(IGZO)による電子閉じ込めの実証を目的として IGZO111(In:Ga:Zn=1:1:1)上に In 比を増大した high-In IGZO を積層させたヘテロ IGZO チャンネル(IGZO111/high-In IGZO)を有する薄膜トランジスタ(TFT)を作製し TFT 特性とデバイスシミュレーションから検討を行った。

**【実験内容】** 熱酸化膜付き Si 基板の上にスパッタ法にて Ar+O<sub>2</sub> 混合ガスを用いて IGZO111、high-In IGZO の順で室温成膜した。その後チャンネル保護膜を成膜し、ドライエッチングでコンタクトホールを形成後、ソースドレイン電極を成膜しボトムゲート型 TFT を作製し、窒素雰囲気下 350°C でアニール処理を行った。IGZO111 単層チャンネルとヘテロ IGZO チャンネルの TFT 特性を比較するとともにデバイスシミュレーションを用いて検討を行った。

**【結果と考察】** ヘテロ IGZO チャンネルと IGZO111 単層チャンネル TFT から得られた移動度( $\mu$ )の比較結果を図 1 に実線で示す。ボトムゲート型 TFT では一般的にゲート電圧( $V_G$ )を印加することによってゲート絶縁膜側の  $E_c$  がフェルミ準位( $E_f$ )に近づき電子が誘起されキャリア伝導する。そのため図 1.a のように IGZO111 単層チャンネル TFT では  $V_G$  に比例して  $\mu$  が増大する挙動を示す。一方で図 1.b のようにヘテロ IGZO チャンネル TFT ではゲート絶縁膜側が IGZO111 層であるにもかかわらず低  $V_G$  領域において  $\mu$  が増大しており、 $\mu$  がピークを有している。この違いについて検討するため IGZO111 と high-In IGZO それぞれの光学特性からバンドアライメントを算出した結果を図 2 に示す。図 2 から IGZO111 上に high-In IGZO を成膜することでヘテロ接合界面(IGZO111/high-In IGZO)に 0.39 eV のオフセット差( $\Delta E_c$ )が得られることが示唆された。また、各 IGZO の材料特性からデバイスシミュレーションを行い、シミュレーション結果から抽出した  $\Delta E_c$  が  $\mu$  に及ぼす影響を図 1 に点線で示す。図 1 より  $\Delta E_c$  が存在しない場合  $\mu$  は IGZO111 単層チャンネル TFT と同様の挙動を示す。しかしながら  $\Delta E_c$  が形成されることで低  $V_G$  領域ではヘテロ接合界面で量子効果による電子閉じ込めが起こりキャリア伝導しているため  $\mu$  が増大しており、 $V_G$  増大に伴ってゲート絶縁膜/IGZO111 界面においてもキャリア伝導しているため  $\mu$  が IGZO111 と同等程度に近づいたと考えられる。これらの結果からヘテロ IGZO チャンネル TFT ではヘテロ接合界面に  $\Delta E_c$  が形成されており量子効果による電子閉じ込めによって  $\mu$  がピークを持つことが示唆される。

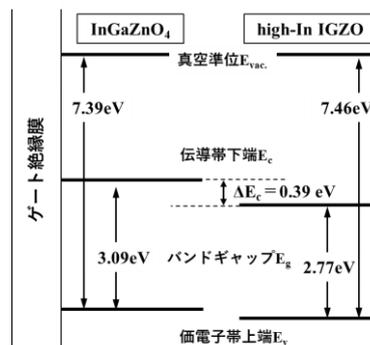
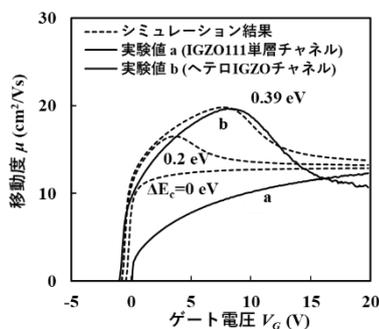


図 1. TFT 特性から得られた  $\mu$  とシミュレーションから得られた  $\Delta E_c$  が  $\mu$  に及ぼす影響との比較、  
図 2. IGZO111、high-In IGZO それぞれのバンドアライメント

**【参考文献】** [1] S. Hiyamizu, et al., Applied Physics Letters, Vol. 37, p. 805