

受動素子として優れた酸化物パワーデバイスが 能動素子として世に出るためのアプローチ

**An approach to the social implementation of oxide power semiconductors with excellent
passive component characteristics as active component.**

立命館大学半導体応用研究センター(RISA)

○金子 健太郎

RItsumeikan Semicon. Appl. res. cent. (RISA), °Kentarō Kaneko

E-mail: ken0710@fc.ritsumei.ac.jp

ワイドバンドギャップ金属酸化物は大きな禁制帯幅を活用して絶縁層、バリスタ、バンドパスフィルターなどの受動素子としての応用が多い。一方で、パワーMOSFETや紫外発光素子など大きな禁制帯幅を生かした能動素子としての応用は課題が多い。その大きな理由は酸素イオンと金属イオン間の大きな電気陰性度差に起因してキャリアの局在化が起きやすく、結晶中の電子正孔密度を厳密に制御する事が困難な事にある。特にパワー半導体の量産工程では、イオン注入法による精密なキャリア密度制御が求められる。現在、大きな絶縁破壊電界に着目して酸化ガリウム(Ga_2O_3)やルチル構造二酸化ゲルマニウム(r-GeO_2)などの酸化物半導体の社会実装が試みられているが、半導体市場で1割程度を占める受動素子(SBD)ではなく、9割を占める能動素子(MOSFET)の社会実装が重要となる。そのために酸化物半導体は、まずは次のような技術課題を克服する必要がある。

- ①バックグラウンドキャリア密度を14~15乗台まで低減し、イオン注入法により16乗台前後のキャリア密度制御を行う。
- ②SiCやGaNよりも大きな絶縁破壊電界と低いオン抵抗を実現しつつ、薄膜、基板、プロセス、実装などのトータルコストをSiC以下にする。特に基板、薄膜コストが占める割合が大きい。そのためSiC上のGaN-HEMTのようにヘテロエピタキシャル成長も含めたアプローチが重要となる。また、SiCの基板エピコストはこの10年間でSiに迫る勢いで低コスト化している。
- ③酸化物で実現困難なp型の正確な正孔密度制御を行い、有意な正孔移動度をもつ結晶膜を製作する。それはpチャネルまたはnチャネルのnormally-off型MOSFETを量産する上で重要となる。

講演当日は、当グループがこれまで研究してきた r-GeO_2 の研究開発状況[1-4]や、酸化ガリウムの新しい応用先である分子加熱フォトニック結晶[5]についてお話をします。

[1] H. Takane *et al*, Appl. Phys. Lett. **119**,062104 (2021).[2] H. Takane *et al*, Phys. Rev. Mat. **6**, 084604 (2022).

[3] 金子健太郎 固体材料開発のフロンティア 第8章 (CSJ カレントレビュー:49) 日本化学会 化学同人(2024年).

[4] Y. Shimizu *et al*, MRS Fall meeting 2024 SF04.15.08 (Best Poster Award Nominee).

[5] T. Ohtsuka *et al*, MRS Fall meeting 2024 SF04.15.05 (Best Poster Award Nominee).