4H-SiC 厚膜エピの高注入ライフタイムおよび拡散長推定

Estimation of high injection lifetime and diffusion length in a 4H-SiC thick epilayer

名工大 [1]，昭和電工 [2]，産総研 [3] ○(M2)長屋 圭祐 [1]，平山 貴史 [1]，宮坂 晶 [2]，児島 一聡 [3]，加藤 智久 [3]，奥村 元 [3]，加藤 正史 [1]

NITech [1], Showa Denko K.K.[2], AIST[3], ○Keisuke Nagaya [1], Takashi Hirayama [1], Akira Miyasaka [2], Kazutoshi Kojima [3], Tomohisa Kato [3], Hajime Okumura [3], Masashi Kato [1]

E-mail: k.nagaya.636@stn.nitech.ac.jp

SiC デバイスにおいてライフタイムは性能に影響する重要なパラメータである。本研究では、高い空間分解能での評価が可能である自由キャリア吸収(FCA)法[1]を用い、ライフタイム測定を行っている。今回は 4H-SiC 厚膜エピの高注入ライフタイム測定と拡散長の推定を試みた。

測定試料は、4H-SiC 基板上 Si 面上に成長したドナー濃度(~10^{14} cm^{-3})が均一な厚膜エピ(膜厚: 140 μm)を有し、表面と断面は CMP 処理されている。表面(Z=0)に対して、マクロ測定では励起光(波長: 355 nm, パルス幅: 1 ns, 照射フォトン数: ~10^{14} cm^{-2})とプローブ光(波長: 637 nm)を共にスポット径~4 mm で照射した。顕微(micro)測定では両レーザを対物レンズにより集光し、スポット径は~56, ~1 μm とした。Fig. 1 に、高注入時の減衰曲線の励起強度依存性を示す。より高い注入になるに伴い減衰が速くなり、輻射・オージェ再結合の影響が示唆される。マクロ測定による減衰曲線の指数関数的な減衰部分(時間 2-3 μs)での傾きより 6-7 μs の高注入ライフタイムを得た。高注入時のキャリア拡散係数[2]を考慮すると厚膜エピにおける拡散長は 50-60 μm であると推測される。

顕微測定では厚膜エピ断面(Y=0)に両レーザ(励起光の照射フォトン数: 10^{17} cm^{-2})を照射し、深さ方向(Z 方向)に測定位置を変化させた。計算ではドーピング濃度は 10^{14} cm^{-3}、励起キャリア分布は励起光の侵入長~42 μm を考慮せず Y 方向の全位置において 4×10^{18} cm^{-3} で均一、表面(Z=0)とエピ基板界面(Z=140)の再結合速度は 1000 cm/s として一次元(Z 方向)の過剰キャリア密度の偏微分方程式を解いた。得られた信号のピーク値を 1 と規格化し、信号強度が 1-1/e, 1/e-1/e^2, 1/e^2-1/e^3 となる間の時間を 1/e, 1/e^2, 1/e^3 ライフタイムと定義した。Fig. 2 に測定値および高注入ライフタイム 3 μs とした場合の計算値の深さ分布を示す。マクロ測定で得た高注入ライフタイム(6-7 μs)より小さい値(3 μs)で測定値と計算値の概形は類似した。断面測定の励起条件では輻射・オージェ再結合の影響があるため、低い照射フォトン数(~10^{14} cm^{-2})での顕微ライフタイム測定をする必要がある。

本研究は、総合科学技術・イノベーション会議の SIP（戦略的イノベーション創造プログラム）「次世代パワーエレクトロニクス／SiC 次世代パワーエレクトロニクスの統合的研究開発」（管理法人: NEDO）により実施されました。JST 地域産学バリュープログラムの支援も受けました。

[1] J. Linnros, J. Appl. Phys. **84**, 275 (1998). [2] T. Kimoto, J. Appl. Phys. **108**, 083721 (2010).

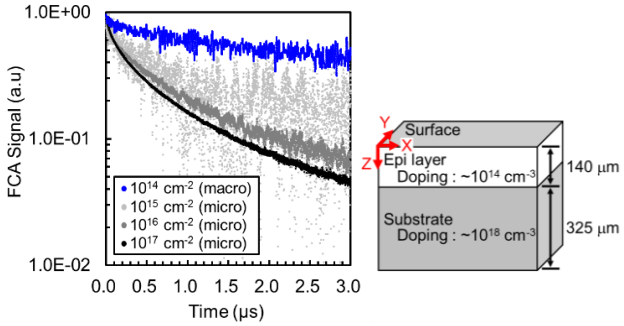

Fig. 1. FCA decay curves at high injection.

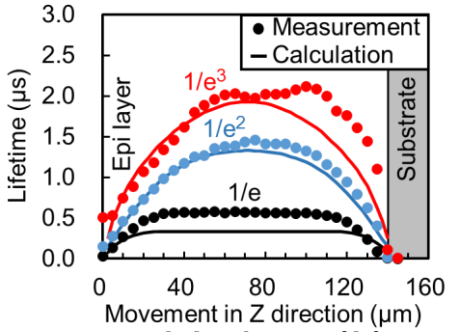

Fig. 2. Depth distribution of lifetimes.