

SNDMによるSiCパワーデバイス断面のドーパント分布観察

SHEET No. 014

製品：環境制御型SPM装置 AFM5300E
走査型非線形誘電率顕微鏡 HS-SNDM II

背景と目的

SPMによる半導体デバイスのドーパント分布評価は、これまで主にSSRM（走査型拡がり抵抗顕微鏡）やSCM（走査型容量顕微鏡）が用いられてきました。近年、図1(a)に示す SNDM（走査型非線形誘電率顕微鏡）^[1] 技術が発展しています。

SNDMはドーパントのp型、n型を区別し、濃度に応じたコントラストを得ることができる顕微鏡です。SSRMと同様、高真空中SNDM観察では更にパフォーマンスが向上し、 $10^{13} \sim 10^{14}/\text{cm}^3$ 台の低濃度観察や高精度なCV特性カーブ測定も実現してきました。^[2, 3]

ここでは、ワイドギャップ半導体として研究、実用化が進んでいるSiCデバイスにSNDMを適用し、2次元ドーパント分布を観察した事例を紹介します。

[1] Cho, Y. et al., "Scanning nonlinear dielectric microscope," Rev. Sci. Instrum., 67, 2297–2303, 1996.

[2] 山岡ら, "SPMでナノ表面物性を観る～真空中の電磁気物性観察とSEM・ミリング技術連携", 第34回ナノテスティングシンポジウム会議録, 13-18, 2014.

[3] Jing-jiang Yu et al., "Environmental control scanning nonlinear dielectric microscopy measurements of p-n structures, epi-Si Wafers, and SiC crystal defects", ISTFA 2015: Conference Proceedings, 341-348, 2015.

※ SNDMの製品開発には、SNDMを発明された東北大学 電気通信研究所 教授 長康雄様のご指導をいただきました。

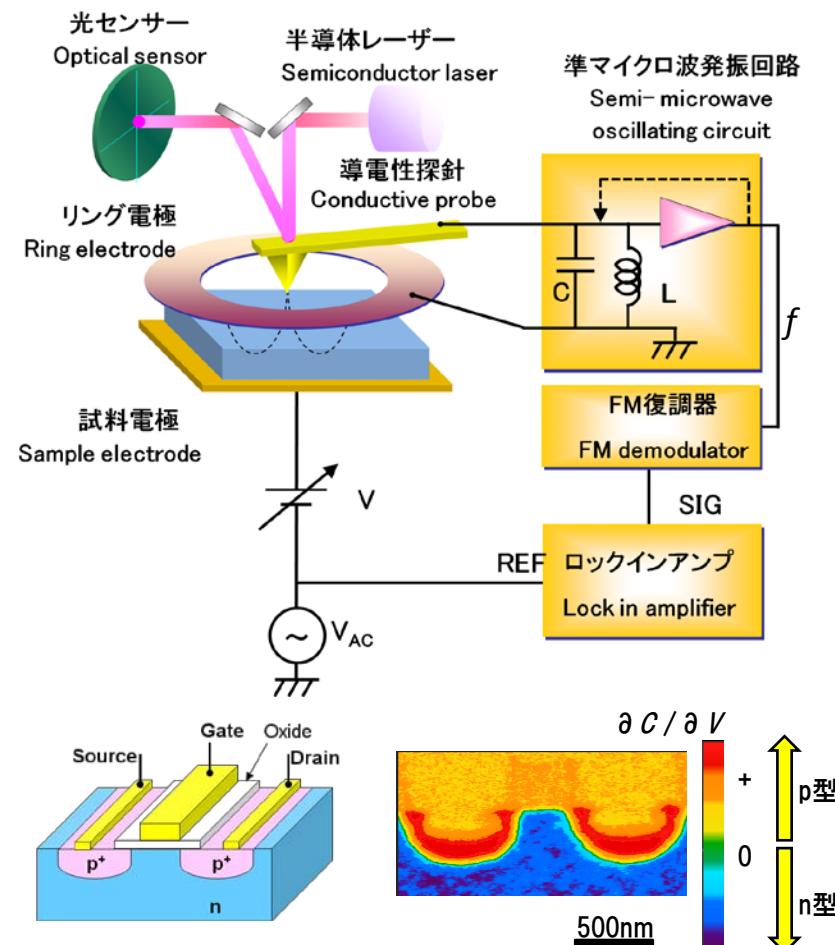


図1 SNDMの原理とSi MOS FETの観察結果

実験結果

図2に、SiC Power MOS FET の真空中SNDM観察結果を示します。デバイス構造に対応したドーパント濃度分布像が得られています。pnジャンクションをまたいでp領域からn領域に向かう10ポイントのC-Vカーブ測定でも、DC電圧掃引による空乏層変調の様子が濃度、極性に応じて鮮明に得られています。

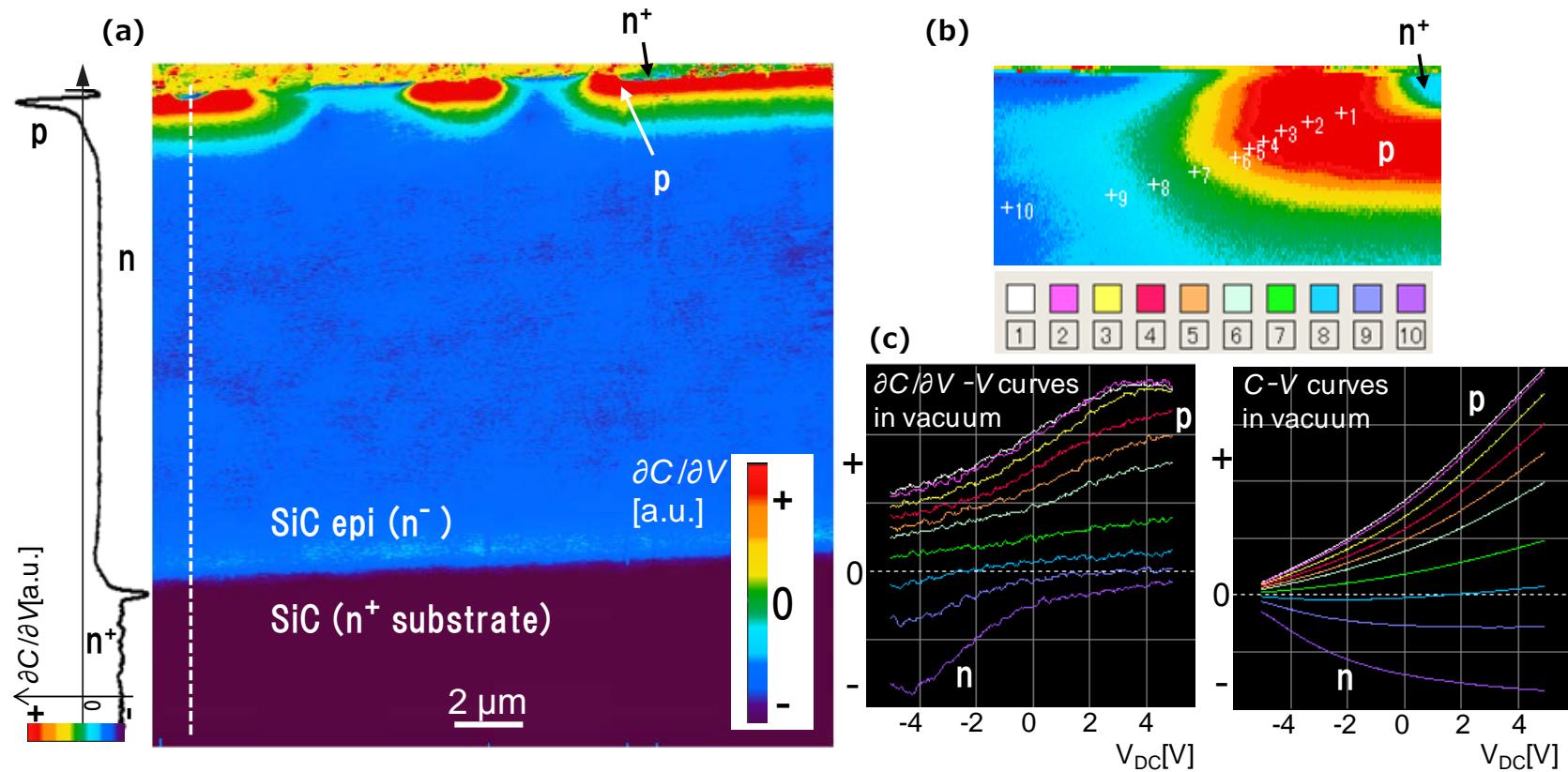


図2 (a) SiC Power MOS FET断面の真空中SNDM観察結果と断面信号強度プロファイル (b) pnジャンクション付近の観察結果
(c) 真空中 $\partial C / \partial V$ -Vカーブ、C-Vカーブ測定結果

【補足】 SNDM観察におけるC-Vカーブは、DC電圧掃引による $\partial C / \partial V$ -Vカーブから積分計算によって得られます。定点での特性が明瞭になり、カーブ形状から空乏層付近の応答などもわかります。大気中と比較して真空中の $\partial C / \partial V$ -Vカーブ測定は安定かつ高精度であることがわかっています。^[2]

執筆者： 日立ハイテクサイエンス 応用技術部 山岡武博