

SEM&SNDM对掺杂浓度进行分析

产品：高真空可控环境型扫描探针显微镜 AFM5300E，
超高分辨场发射扫描电子显微镜 SU9000

背景和目的

通过低加速电压可以得到二次电子的表面电位衬度图像。我们用SEM和 SNDM（扫描非线性介电显微镜）相结合可以观察到外延生长层的掺杂浓度台阶 ($10^{13} \sim 10^{16}/\text{cm}^3$) [2]。虽然使用SSRM观察掺杂浓度的分辨率和稳定性都能得到提高，但高真空中的 SNDM观察比大气中观察性能更佳，可实现 $10^{13} \sim 10^{14}/\text{cm}^3$ 级别的低浓度的高精度观察和CV曲线分析。[3, 4]

本应用介绍一个使用SEM和真空SDNM对SiC MOS FET截面的二维掺杂浓度分布进行观察的应用实例。

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

[2] 砂押等, "SEMによる半導体ドーパント層の観察", 日本顕微鏡学会第71回学術講演会, P_M-06, 2015.

[3] 山岡等, "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.

[4] 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.

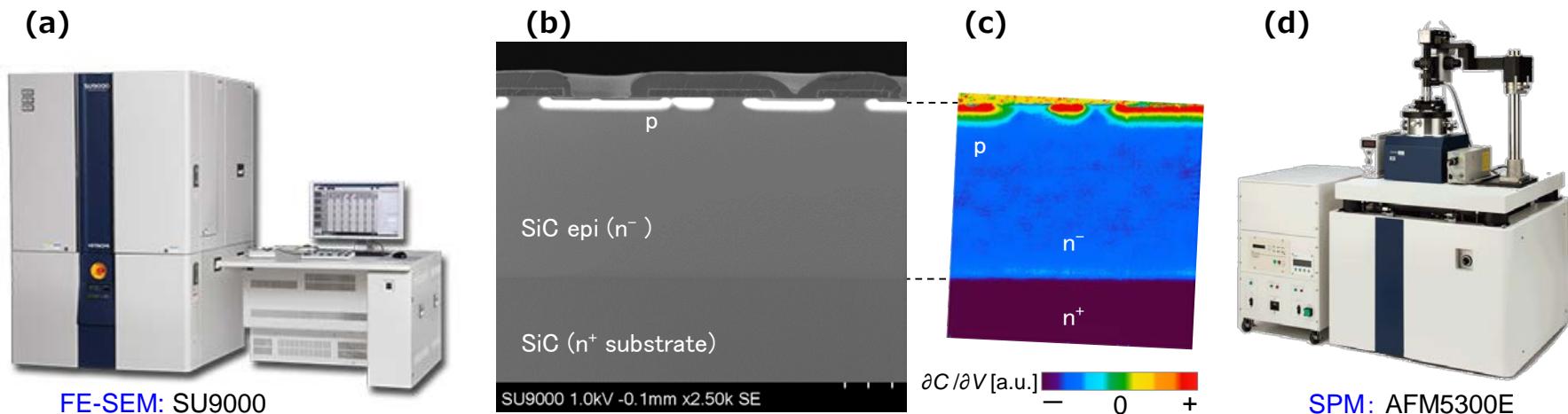


图1 (a) FE-SEM (b, c) SiC MOS FET截面的SEM、SNDM观察 (d) SPM

实验结果

图1使用SU9000和AFM5300E对SiC Power MOS FET 截面进行SEM和真空中SNDM观察的结果。两边都得到了器件结构所对应的掺杂浓度的分布情况。在SEM像中，可以观察出SiC基板上的n⁺层和n⁻的外延生长层的差异。而在SNDM像中，可以更加鲜明的观察到丰富的对比度。

图2是pn结区域，SEM像和SNDM像在同一个位置进行重叠。虽然使用SEM对掺杂浓度观察的研究进展很大，但却无法得到准确的定性信息。SNDM的高灵敏度观察可识别出p型 / n型，以及掺杂浓度的分布。

小结

SEM可以大范围快速观察，所以对于相对来说需要花一定时间的SNDM，可以通过前处理或是截面加工剖出结构，再对感兴趣的区域进行p型/n型的判别，也可以对特定点进行 $\partial C/\partial V$ -V曲线或C-V曲线的测试以获得详细的分析结果。

※ SNDM的产品，是由SNDM的发明者，东北大学 电气通信研究所 教授 長康雄先生指导开发的。

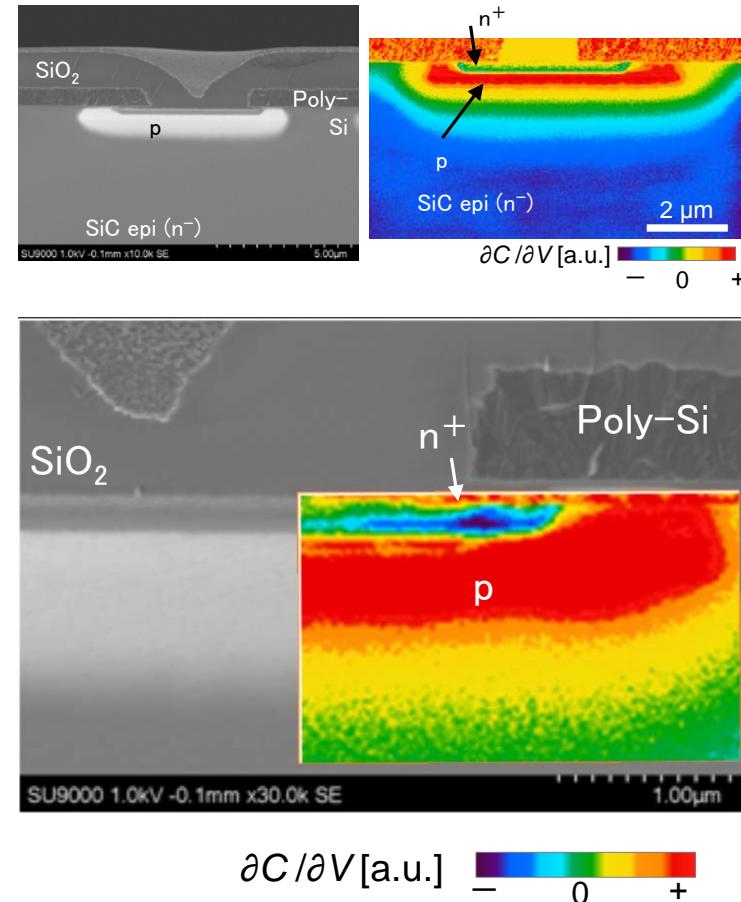


图2 SiC MOS FET和FE-SEM/SNDM的观察结果
(SEM图像上重叠上SNDM像)

执笔者：日立ハイテクサイエンス 应用技术部 山岡武博
日立ハイテクノロジーズ アプリケーション开发部 砂押毅志