

走査型プローブ顕微鏡（非線形誘電率顕微鏡）を用いたデバイス観察 東北大学電気通信研究所・長 康雄

固体材料表面の誘電分極分布及び半導体中のキャリア・固定電荷分布が超高感度・高分解能で観測できる走査型非線形誘電率顕微鏡法(SNDM: scanning nonlinear dielectric microscopy))が我が国において独自に発明・開発されてきた。本顕微鏡は非常に高感度な静電容量顕微鏡の一種で、最高感度で 10^{-22}F の極微小な静電容量変化を検出でき、極微小な誘電率の非線形成分をもとらえることが可能である。

この装置を用いて強誘電体分極分布計測、フラッシュメモリ中の電荷分布計測、半導体デバイス中のキャリア分布計測並びに空乏層計測及び次世代超高密度強誘電体記録への応用などを行ってきた。

更に非線形誘電率の高次項を計測し分解能を高めた高次 SNDM 法を開発した。これを発展させ探針の摩耗による分解能の低下を起こさない、非接触 SNDM (NC-SNDM) 法も開発し、誘電計測において世界で初めて原子分解能（原子双極子モーメントの観測）を達成している。

最近では7乗項以上の非線形項まで検出できる超高次非線形誘電率顕微鏡(SHO-SNDM)の開発に成功している。また NC-SNDM をベースにした表面電位の定量的測定手法(Scanning Nonlinear Dielectric Potentiometry: SNDP)を提案し、表面双極子に由来する局所表面電位のみを純粋に定量できるユニークな手法として発展している。

本 SNDM を半導体計測に適用した場合 PN の区別が容易で、低濃度から高濃度までの非常に広い範囲でドーパント分布を検出できる。Si に比べて信号強度の弱い化合物半導体のドーパントも高 S/N で計測可能である。電圧微分を行わない静電容量成分も検出可能であるので、いわゆる dC/dV 計測で問題となる2価関数性(コントラストリバーサル)も回避することができる。高階の容量-電圧微係数も計測できることから計測ピクセル毎に局所 C-V 曲線も取得可能であり空乏層評価と実動作デバイス計測も可能である。更に MOS 界面の界面品質を非破壊で観測する事もでき SiO_2/SiC 界面の評価にも多用されている。特に近年では酸化膜半導体界面の界面準位をピクセルごとに計測できる局所 DLTS(Deep Level Transient Spectroscopy)法への展開も始まっておりホットなトピックとなっている。

これらの SNDM の特長は総て SNDM の群を抜いた高感度特性に由来している。

本講演ではに SNDM による半導体評価技術とその応用計測例について述べる。