

走査型マイクロ波顕微鏡の 高感度化研究

マイクロ波顕微鏡により局所領域の電気特性計測の信頼性が向上

- 原子間力顕微鏡にマイクロ波近接場プローブ計測機能を付加
- 高精度なドーパント濃度・誘電率測定が可能
- 電池電極材などの劣化要因解析への適用に期待

研究のねらい

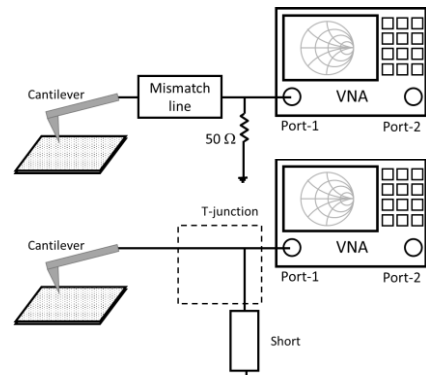
原子間力顕微鏡（AFM）にマイクロ波近接場プローブ計測の機能を付加した走査型マイクロ波顕微鏡（SMM）は、優れた空間分解能AFM計測とベクトルネットワークアナライザによる電気測定が同時に実現できます。しかし、SMM測定では、ベクトルネットワークアナライザ（VNA）の測定に不向きな高インピーダンスや低インピーダンス領域での測定となるため、インピーダンス整合回路を付加することで高感度化する必要がありました。産総研では、被測定材料ごとに最適な回路構成を考案して高精度なSMM測定の実現を目指します。

研究内容

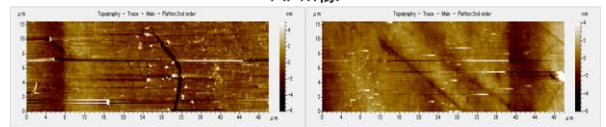
SMMは、ナノスケール局所領域の表面の電気特性が測定できる技術です。しかし、表面の電気特性測定は、AFMの針先にVNAを接続するだけでは、原理上、高精度に測定はできません。そのため、VNAとAFM針先の高周波回路を付加して、高感度化する必要があります。現在、市場製品版のSMMの外部回路としては、簡便なセットアップであるため半波長共振回路が利用されています。しかし、感度が十分でないことから、産総研では幾つかのインピーダンス整合回路や干渉計回路を考案し、適用してきました。その結果、反射型の干渉計回路を導入することで、ドーパント濃度の異なる層をSi基板に積層した試料において、ドーパント濃度分布を高感度（製品版の110倍以上）で観測することに成功しました。

連携可能な技術・知財

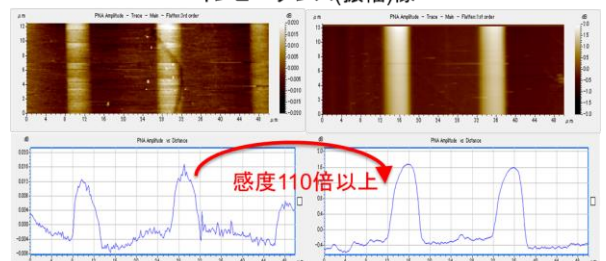
- 共同研究や技術コンサルにより、様々な材料の局所電気特性評価およびマイクロ波回路応用の研究開発支援
- 特願2017-222752「走査型マイクロ波顕微鏡電磁波信号高感度検出回路」
- M. Horibe, and I. Hirano, "Demonstration of RF Impedance Matching Techniques or Near-Field Scanning Microwave Microscopy Based on Atomic Force Microscopy," 90th ARFTG Microwave Measurement Conference., Boulder, CO, USA, Nov. 30.



外部高周波回路の検討
(上) 従来回路 (下) 考案回路 (例)
AFM像



インピーダンス(振幅)像



n型ドーパントの測定例