

ギャップ内準位を介したキャリアダイナミックスの時間分解 STM

筑波大 ○横田 統徳、寺田 康彦、吉田 昭二、大久保 淳史、石川 智康、

武内 修、重川 秀実

Inst. of Appl. Phys. Univ. of Tsukuba

<http://dora.bk.tsukuba.ac.jp>

半導体のバンドギャップ中に深い準位が存在すると、少数キャリアは高確率でそこに捕獲され、速やかに多数キャリアと再結合して消滅する。本研究では表面準位を介した再結合測定モデル実験として GaAs(110)表面に Co 粒子を蒸着させた Co/GaAs を用いた (図 1)。清浄な GaAs 表面に Co を蒸着させると人工的に孤立したギャップ内準位を作成出来る。実験はこれまでに開発してきた遅延時間変調型パルスペア励起 STM (shaken pulse-paired excited scanning tunneling microscopy : SPPX-STM) を用いて行い、その結果より Co 粒子にトラップされる少数キャリアの捕獲レートの導出を行った。

SPPX-STM は STM のトンネル接合部に遅延時間を与えた二つの光パルス対を繰り返し照射し、遅延時間 t_d に対するトンネル電流変化 ΔI を測定する。半導体を試料とした場合、 $\Delta I(t_d)$ の値はパルス照射してから t_d 時間後の光生成キャリア密度を表す。その $\Delta I(t_d)$ を t_d に対してプロットした曲線から指数関数でフィッティングすることによりキャリア減衰の時定数 (τ) が得られる。その測定を GaAs 表面と Co 上で行った結果が図 1、2 である、GaAs 表面に比べ Co 上の時定数はずっと小さくなった。これはギャップ準位が存在すると図 3 に示すようにトンネル電子の一部はギャップ準位に捕捉され、半導体中に光励起されたホールとの再結合が促進されるためである。一方 GaAs 表面上では、表面に蓄積したホールのカウンターキャリアが存在しないために再結合できず、結果、時定数が長くなる。

こうした機構をもとに、トンネル電流に依存した時間分解測定を行うことで、ホールの捕獲レートが求まる。今後、この手法を用いることで様々な欠陥の捕獲レートの直接計測が可能になると考えられる。詳細は、当日講演にて述べる。

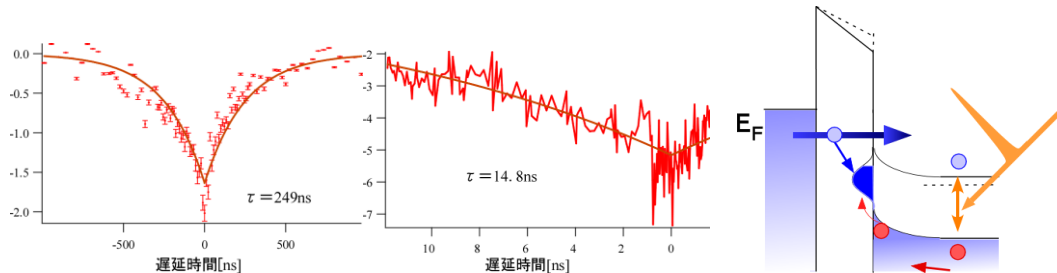


図 1 GaAs 上での時定数測定

図 2 Co 上での時定数測定

図 3 Co/GaAs での再結合過程のモデル図