

## 時間分解 STM による金属ナノ粒子/GaAs 構造のキャリア捕獲時間計測

筑波大学、○横田 統徳, 小室 亘, 高橋 直希, 寺田 康彦, 吉田 昭二, 武内 修, 重川 秀実

Inst. Of Appl. Phys. Univ. of Tsukuba<sup>1</sup>,

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

半導体デバイスの微細化にともなって、半導体中の欠陥や不純物によって形成されるギャップ準位はキャリア捕獲・放出・再結合過程を通して、デバイスそのものの性能を大きく左右する。本研究では GaAs(110)表面上に遷移金属である Fe、Co をごく少量蒸着することによって、1 原子～数 nm のサイズのギャップ準位を導入し、それが表面のキャリアダイナミクスに及ぼす影響を遅延時間変調型時間分解 STM (SPPX-STM) を用いて調べた。

SPPX-STM では STM 探針直下にレーザパルスペアを照射し、パルスペア間の遅延時間に対応したトンネル電流変化を測定する。トンネル電流変化量は探針直下の光キャリア密度に依存するため、遅延時間に対するトンネル電流変化量を指数関数フィッティングすることでフォトキャリアの寿命を得ることができる(Fig1)。

実験の結果、GaAs(110)表面上では 70ns 程度のキャリア寿命が観測されたが、金属ナノ粒子上では同様の成分に加えて早い成分、キャリア寿命 2.4ns、が観測された。このことは、次のように説明される。金属粒子が形成する GaAs ギャップ内のトラップ準位に、探針からトンネルしてきた電子と、GaAs 内部からドリフトしてきた光生成キャリアがともに捕獲され、再結合する。観測された高速な減衰過程は、この表面再結合によるものと考えられる (Fig.2)。ギャップ準位に注入するトンネル電流が十分に大きいと、キャリア再結合速度はキャリア捕獲時間に律速されるため、計測されるキャリア寿命から金属粒子のキャリア捕獲時間が求まる。異なるサイズの金属粒子に対して測定を行ったところ、Fe、Co ともにキャリア捕獲時間は粒子サイズの増加にともなって短くなった (Fig.3)。これは、キャリア捕獲時間が散乱断面積に反比例するためである。同じサイズの Fe と Co 粒子とを比較すると、Fe 粒子のほうが短いキャリア捕獲時間を有することが確認された。詳細は本講演にて発表する。

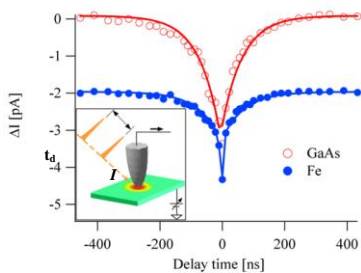


Fig.1: GaAs 表面と Fe 粒子上での  $\Delta I$ -遅延時間プロット

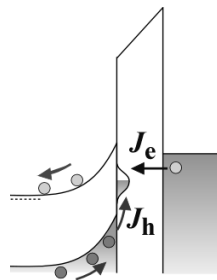


Fig.2: ギャップ準位における再結合の概念図

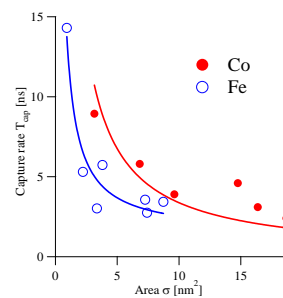


Fig.3: キャリア寿命 (捕獲時間) の粒子面積依存性