

# 光変調トンネル分光法と局所仕事関数計測

筑波大学 吉田昭二, 菊池純一, 蟹谷裕也, 武内修, 重川秀実

e-mail: yoshida@ims.tsukuba.ac.jp http://dora.bk.tsukuba.ac.jp

近年、STM を利用して半導体デバイスの局所バンド構造を高分解能でマッピングしようとする試みが盛んになされている。STM を用いて半導体表面を観察する場合、トンネル接合は探針を金属、真空を絶縁体とすると、ナノスケールの MIS 接合を形成していると考えられる(図 1(a))。この時、探針-試料間における仕事関数差や印加電圧によりバンドベンディングが誘起される。STM を用いて試料のドーパ量や静電ポテンシャル分布などの半導体特性を測定するためには、図 1 のようなトンネル接合のエネルギーバンド図が実験結果から描写できることが必要となるが、そのために不可欠な測定量が探針バンドベンディング量と局所仕事関数である。

このため、我々は探針バンドベンディング量を測定する新しい手法「光変調トンネル分光法」の開発を進めてきた。光変調トンネル分光法では、探針-試料間にレーザー光を照射し、生成したフォトキャリアを用いてバンドベンディングを緩和させる(図 1(b))。暗状態のバンドベンディング量から、明状態のバンドベンディング量を差し引いた値が、表面光起電力 (Surface Photovoltage = SPV) であるが、明状態のバンドが完全にフラットであれば、SPV は暗状態のバンドベンディング量に一致する。測定では、チョッピングしたレーザー光を照射した状態で、IV カーブ測定を行い(図 2(a))、ここから明状態、暗状態両方の IV カーブを求め、両者の電圧方向のシフト量から SPV を計算する。

本研究では、光変調トンネル分光法をさらに IZ 測定にも応用できることに着目した。チョッピング光照射下での測定より、明状態と暗状態の IZ カーブを求め、両状態でのバリアハイト (Local Barrier Height = LBH) を計測した(図 2(b))。図 1 に示すように、光照射により探針バンドベンディングが緩和されると、実効的なトンネル電圧が変化することに伴い、計測される LBH も変化することになる。実験では、p-Si(001)表面を対象に光変調トンネル分光法による SPV 測定と、LBH 測定を行い、探針バンドベンディング量とバリアハイトの相互関係を調べた。さらに、SPV・バリアハイトの距離依存性、光強度依存性の解析を通して、半導体上での LBH 計測における問題点について議論する。

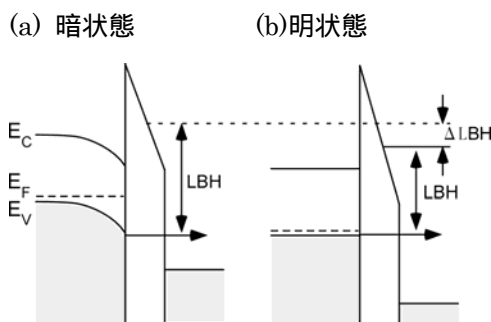


図 1. トンネル接合の 1 次元バンド図

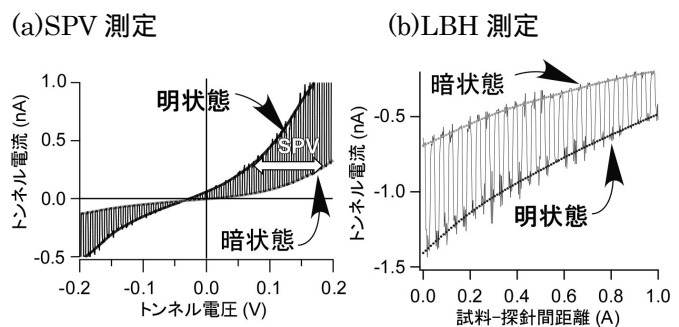


図 2. 光変調トンネル分光法による測定例