

先端追跡

[R-218] 実デバイス条件での有機/金属界面におけるショットキー障壁の金属依存性

最近有機電子デバイスの開発が活発に行われている。これらのデバイスの多くにおいて有機界面が機能に深く関わっており、総説¹⁾に見られるように、世界中の多くのグループで研究が進んでいる。これらの実験には超高真空下の、いわば理想化された条件下での測定と、大気下で用いられる実用デバイスに近い条件のものがあり、両者の比較には注意を要する。

米ロスアラモス国立研究所のCampbellらは、内部光電効果、電場変調スペクトル、ケルビン法、電気特性測定などを通じて、実用デバイスに対応する環境下での界面電子構造や電気伝導過程の解明・制御を行っており、最近有機電界発光素子で用いられている代表的物質トリス(8-ヒドロキシキノリニウム)(Alq)が種々の金属と作る界面でのショットキー障壁とそれを通じての電荷注入を調べた²⁾。電荷注入障壁は低仕事関数のMg, Ca, Alについては電子注入障壁、高仕事関数のAu, Cuについては正孔注入障壁として内部光電効果で求め、これらは外部バイアス下での光電流がゼロになるフラットバンド電位と良く対応する。これらの測定からAlqのバンドギャップは3.0 eVと求められた³⁾。これは光学的に求めたギャップ2.7 eVより大きく、この差は励起子効果に帰せられている。これと紫外光電子分光による価電子帯上端エネルギーを用い、ギャップ内における金属のフェルミ準位位置が推定された。これらの値は、高仕事関数金属では金属の仕事関数から予想される値と一致するが、低仕事関数のものでは、伝導帯下端より0.6 eV下にピン留めされることがわかった。

この種の研究が蓄積され、超高真空下でのデータと比較されることで有機デバイス開発に真に役立つ界面の理解が得られると思われる。

文 献

- 1) H. Ishii et al.: Adv. Mat. 11, 605 (1999).
- 2) I.H. Campbell et al.: Appl. Phys. Lett. 74, 561 (1999).
- 3) もっとも、最近の逆光電子分光実験では約4.0 eVが得られている(I.G. Hill et al.: Chem. Phys. Lett. submitted).

(名大物質国際研 関 一彦)

[R-219] InAs(110)表面のSTM探針誘起量子ドット

走査トンネル顕微鏡(STM)は表面付近の電子状態を高空間分解能で測定できるため、STMによる半導体の研究が数多くなされている。半導体ではフェルミレベルのピンングのために表面近くでバンド曲がりが生じる。このバンドの曲がり具合は外部からの電界によって変化するため、STMの探針と試料の間に印加されるバイアス電圧によってもバンドは曲げられる。Dombrowskiらは、n型InAsを用いてこの探針誘起バンド曲がり効果について定量的な評価を行った¹⁾。この研究では、STMの探針直下の領域のポテンシャルを引き下げて0次元的な量子ドットを形成し、その量子準位のエネルギーを走査トンネル分光(STS)法によって測定し、ドットのポテンシャルの深さや水平方向の広がりについて評価している。

n型InAs上のSTS測定では、量子準位に起因すると思われるピークが5~10個観測された。今、最低のエネルギーを持つピークが基底準位に対応するものとし、基板に垂直な方向のみの電子の閉じ込めを考慮して励起準位の数を計算すると、励起準位は1つしか存在しないことになってしまい、STS測定で見られた多くのピークを説明できない。一方、基板表面に水平な方向の閉じ込めも起こっていると考えると、STSのピーク間隔から水平方向の閉じ込めを見積もったところ、基底準位が観測されるバイアス電圧を印加した状態でのドットの大きさは約150 nmとなることがわかった。また、磁場中STS測定で観測された磁場による準位の分裂の程度が3次元的な閉じ込めを考慮した計算の結果と一致することからも、探針誘起バンド曲がり効果による水平面内での閉じ込めの可能性が示唆されている。

この探針誘起量子ドットは、探針の位置を変えることで試料表面上のどこにでも形成できる。この特徴を活かしてn型InAs表面近傍の不純物の上にドットを形成し、また不純物の位置をドットの中心からずらしたときの効果についても併せて検討することで、不純物による影響についての評価も行っている。その結果、不純物を含むことによって、電子の閉じ込めが強くなるとともに量子準位のエネルギー位置がより深くなることがわかった。このような探針誘起バンド曲がり効果の定量的な評価は半導体表面物性のより詳細な研究に役立つものと期待される。

文 献

- 1) R. Dombrowski et al.: Phys. Rev. B 59, 8043 (1999).

(東大先端研 高橋琢二)