

巻 頭 言

電 子 放 出 と 表 面

萩 野 實



電子放出現象は固体表面の解析や分析 (AES, XPS, LEED, RHEED, SEM, STM など) に広く利用されている。さらに、真空中の電子は制御性と応答の速さが固体内電子より優れているので、表示用ブラウン管、光電子増倍管、イメージ管などに用いられており、最近では真空マイクロエレクトロニクス分野が注目されている。

電子放出現象には熱電子放出、光電子放出、2次電子放出、電界電子放出などがあるが、これら電子放出現象は表面を経由して起こるので表面の状態の影響を受ける。XPS など励起エネルギーが大きい場合は放出電子のエネルギーも大きく表面状態の影響があまり気にならないが、熱励起や可視光のように励起エネルギーが小さい場合や、電界で電子を引き出す場合には、放出効率などに及ぼす表面の状態の影響はきわめて大きい。

固体中の伝導電子が固体外へ脱出するには表面障壁を越えなくてはならない。半導体の場合この障壁の高さは電子親和力の値で示され、Si, GaAs など普通の半導体での値は4 eV 位である。こうした障壁があればこそ世の中の物質は安定して存在しているわけであるが、電子をなんとか引き出して利用したいと考えている人にとっては、この値をできるだけ小さくしたい、それにはどのような表面の状態にすれば良いかが研究の対象となる。

真空準位を下げてこの値を小さくする方法として古くから知られているのは、表面に電気二重層を形成する方法である。これを強い p 型半導体の表面に適用すれば電子親和力を実効的に負の値にすることができ、負の電子親和力状態 (NEA) と呼ばれている。これは伝導帯の底のエネルギーにある電子が真空中へ放出されうことを意味しており、きわめて効率の良い熱陰極 (または冷陰極) や赤外用光電面ができることになる。

一方、真空マイクロエレクトロニクス分野での電子ビーム源は電界放出現象を利用しており、放出表面に強電界がかかるように針状のポイントエミッタアレイを用いている。これは集積回路製作で発展した超微細加工技術を用いて微小な電子放出源を高密度に並べたもので、これを用いて耐放射線 (宇宙環境用)、超高速性に優れた電子デバイスや平面ディスプレイ装置の実現が期待されている。

NEA 表面にしる電界放出表面にしる実用的観点からすると放出電流の安定性に問題がある。この問題を解決するためには、基礎的研究が重要であり、電子放出現象と表面状態との関係を原子レベルで解明し、使用材料や構造など、対策を考える必要がある。一方、計測利用においても AES や XPS によるデータの緻密な解析には、表面状態と電子放出についてのより詳細な知識が必要であろう。最近の進歩した表面観察技術や作製・加工技術を駆使して、この分野の研究が多く行われ、表面科学誌の研究論文欄が賑わうことを願っている。

(静岡大学電子工学研究所)