

絶対弾性散乱電子分光法による電子の非弾性平均自由行程の推定

田沼繁夫*, 一村信吾**, 後藤敬典***

*ジャパンエナジー分析センター 〒335 戸田市新曽南 3-17-35

**電子技術総合研究所 〒305 つくば市梅園 1-1-4

***名古屋工業大学 〒466 名古屋市昭和区御器所町

Estimation of IMFPs in Solids from Absolute Electron Elastic Scattering Spectroscopy

S. Tanuma*, S. Ichimura**, and K. Goto**

* Japan Energy ARC. Co. Ltd., 3-17-35 Niizo-Minami, Toda, Saitama 335

** Electrotechnical Laboratory, 1-1-4 Umezono, Tsukuba, Ibaraki 305

*** Nagoya Institute of Technology, Gokiso-chou, Showa-ku, Nagoya 466

固体中における電子の非弾性平均自由行程 (IMFP) はXPS, AES等の表面電子分光法において、感度や情報深さ等を左右する最も基本的な量である。この値に関連した電子の減衰長さ (AL / EAL) は実験的に求められてきたが、IMFPを実験的に求めるのは難しくほとんど行われてこなかった。したがって、このIMFPの値は誘電関数を用いて計算によって求められ、データベース化されるとともにTPP-2M式として一般式も求められ、そのエネルギーと物質に対する依存性は明らかになってきている。しかしながら、この基になっているのは計算値であり、IMFP値の絶対値は確定しているとはいえない。そこで、弾性散乱分光法により実験的にIMFPを決定することを試みた。弾性散乱ピーク強度からIMFPを求める方法は、原理的にはIMFPの絶対値を求めることができる。しかし、弾性散乱ピークの絶対値が必要となるために行われていない。実際にはNiやAlを標準として相対強度からIMFP値が求められている。この場合はIMFPの比が決定される。

そこで、絶対オージェ電子分光装置により弾性散乱強度の絶対値を測定し、この値とモンテカルロ法によって計算した強度と比較することにより、IMFPの絶対値を推定した。

1. 弾性散乱ピーク強度

解析に用いた弾性散乱ピーク強度は後藤らによって測定されたものである。測定元素はC, Cu, Si, Ag, Ni, Auである。エネルギー範囲は50-50,000 eVである。一次電子線の入射角度は試料法線から0度、電流値は1 μAである。弾性散乱電子の検出はFaraday cupを備えたCMA (42.3 ± 6°) で絶対強度を測定した。

1. 2 モンテカルロ法 (MC) による弾性散乱強度の計算

弾性散乱ピーク強度はモンテカルロ法を用いて計算すれば次式であたえられる。

$$\frac{I}{I_0} = \frac{\int_0^{\infty} \left(\frac{d\eta}{dz} \right) \exp\left(-\frac{z}{\lambda}\right) dz}{I_0}$$

ここで、 $d\eta/dz$ は検出された電子の走行距離に対する分布を表す (弾性散乱のみ考慮)。また、 λ

はIMFPに相当するパラメータ。 I_0 は入射電子の個数。したがって、 I/I_0 が実測強度に一致するように λ を決定すれば、その物質、エネルギーに対応したIMFPを求めることができる。

2. 結果

Cuの結果の一部を以下に示す。この計算ではT-F-Dポテンシャルを用いた。実験から求めたIMFPは全てのエネルギー範囲で計算値よりも小さい値を示した。これは表面のエネルギー損失の寄与と考えられる。

