

二次電子スペクトルの微細構造 その6：低速オージェ電子の寄与

○橋本哲¹, 櫻田委大¹, 後藤敬典², 田沼繁夫², 永富隆清³¹JFE テクノリサーチ (株), ²物質・材料研究機構, ³旭化成 (株)

Fine structure of spectrum of secondary electron, 6: contribution of Auger electron

○S. Hashimoto¹, T. Sakurada¹, K. Goto², S. Tanuma² and T. Nagatomi³¹JFE Techno Research, ²NIMS, ³Asahi Kasei

1. はじめに

2kV 程度以下の加速電圧での二次電子像コントラストには不明な点が未だ多い。我々は、対数表現したスペクトルの微分(DLS とする)には、(1)式の様にかスケード過程で発生する二次電子の微細構造 $N(E)$ を生成する因子 $\phi(E)$ が現れることを示した¹⁾。

$$\frac{d \ln(N(E))}{d \ln(E)} = -\gamma - E \frac{\phi(E - E_0)}{1 + \frac{Cex}{Cv} r_E^{E_{max}} \phi(E - E_0)} \cdot dE \quad (1)$$

カスケード過程による二次電子スペクトル微細構造には、プラズモンが崩壊した電子²⁾以外に、低エネルギーオージェ電子の寄与も重要であるものの、数 10eV 以下のオージェ電子の同定は不十分であった。しかし、加速電圧を変えた時のオージェ電子の出現電位から、その寄与を決定できるものと考えられる。そこで、この領域の二次電子の微細構造を解釈するため、50eV 以下にはオージェ電子が存在しない Al と、計算により存在すると考えられている Ti について加速電圧を変えた時の DLS スペクトルを解析した。

2. 結果

利得が絶対的な CMA を用いて Al と Ti の電子分光スペクトルを 10 から 5000 V まで加速電圧を変えて計測した。

測定した Al と Ti の DLS スペクトルを EELS スペクトルと合わせて Fig.1 に示す。Coghlan と Clausing による計算³⁾により、数 10eV 以下の領域に見られる Al L_3VV オージェ電子はイオン化ポテンシャル(73 V)より高い加速電圧の 150 V 以上で出現しており、100 V 以下ではオージェ電子の寄与はほとんど無いものと思われる。二次電子のスペクトルとしては、プラズモンの崩壊に伴う二次電子に帰属される^{1,2)}

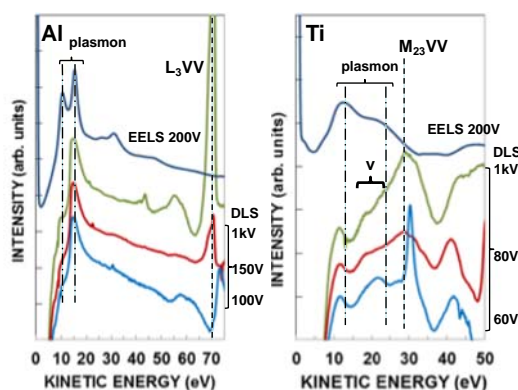


Fig.1. Energy distributions of secondary electrons obtained as differential logarithm of $N(E)$, DLS, and EELS for Al and Ti. The acceleration voltages are displayed. v: possibly unoccupied state. The origin of the energy scale is the Fermi level.

ピークのみ見られ、その他の構造はほとんど無い。

Ti については、オージェ電子は 15, 20, 29, 47 eV などに現れると計算されている³⁾のに対し、29 eV の $M_{23}VV$ 以外の成分は認められない。 $M_{23}VV$ オージェ電子はイオン化ポテンシャル(34 V)より高い 80 V の加速電圧で出現しており、60 V 以下ではほとんど認められない。60 V でのスペクトルには、EELS との比較からプラズモン崩壊由来以外の構造も認められる。明確ではないが、バンド間遷移などにより、空準位に励起された電子が緩和する際にカスケードを形成し、二次電子を生成した可能性がある。

文 献

- 1) S. Hashimoto et al., J. Surf. Anal., **26**, 186 (2019).
- 2) W. M. S. Werner et al., Phys. Rev., **B78**, 233403-1 (2008).
- 3) W. A. Coghlan and R. E. Clausing, Atomic Data, **5**, 317 (1973).