

EUPS を用いた二次電子波形による電子親和力の評価

Estimation of Electron Affinity from Secondary electron spectrum observed by EUPS

産総研ナノエレクトロニクス研究部門¹⁾、長春理工大²⁾ 石塚知明¹⁾、松林信行¹⁾、[○]富江敏尚^{1,2)}

AIST NERI¹⁾, CUST²⁾ T.Ishitsuka¹⁾, N. Matsubayashi¹⁾, [○]T. Tomie^{1,2)}

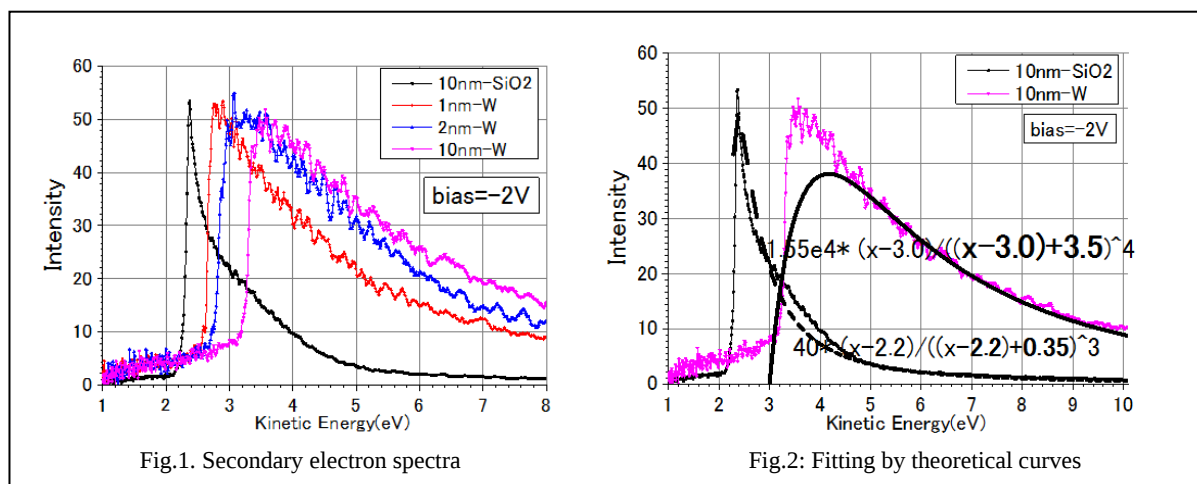
E-mail: t-tomie@aist.go.jp

(はじめに) 光子エネルギー255eV パルス幅 3ns の EUV 光励起の EUPS (ref.1) は多くの特長を有し、排気ガス浄化触媒等の評価 (ref.2) で威力を発揮する。TOF 電子分光であるため迅速に二次電子スペクトル取得できることも大きな特長である。カットオフ位置から真空準位が求まり信号強度は原子層表面の清浄度情報を与える。今回、二次電子のスペクトル波形が粉末触媒の触媒活性と良い相関がみられたので考察を行ったところ、電子親和力が得られるとの理解に至った。

電子とホールの移動により種々のデバイスの高機能が発現するので、電子とホールの挙動の理解が重要である。ホールの通路である価電子帯は、EUPS などの光電子分光法で詳細測定が行われる。しかし、電子の通路である伝導帯の測定評価は困難である。単色電子線を試料に照射して放出される光を測定する逆光電子分光法は、伝導帯の電子状態分布を知ることができるものの、極めて感度が低い、試料損傷が大きい、などの課題がある。二次電子スペクトル波形から親和力を求める手法が確立されれば、有機太陽電池や有機 EL などの開発が促進される。

(実験結果) 過去に測定した、Si ウエハーの上に 10nm の SiO₂ を製膜し、その上に厚さが 1、2、10nm の W 膜を製膜した試料の二次電子スペクトルを図 1 に示す。二次電子スペクトルのカットオフは真空準位を与える。SiO₂ では、真空準位が低くスペクトルが鋭い。W 膜厚では、膜厚とともに真空準位が徐々に高エネルギー側に移動したが、波形に顕著な膜厚依存はなかった。

(理論曲線でのフィッティング) Henke らの理論 (ref.3) によれば、真空での運動エネルギーを E_k 、仕事関数を W 、親和力を EA と置くと、二次電子のスペクトル波形は金属で $E_k/(E_k+W)^4$ 、絶縁体で $E_k/(E_k+EA)^3$ になる。図 2 に示すように、SiO₂ は $EA=0.35\text{eV}$ で、10nm 厚さ W の場合は $WF=3.5\text{eV}$ の理論曲線でフィッティングできた。SiO₂ の親和力は 1eV 弱、W の仕事関数は 5eV 程度とされていて、真の値とは差があり、解析法の改良が必要であるものの、二次電子波形から親和力および仕事関数が議論できることが確認できた。



references

ref.1: T.Tomie and T.Ishitsuka; *Synthesiology* **9** (2016) 216

ref.2: M.Nagata *et al.*; *SAE Int. J. Engines*, **9** (3) (2016)

ref.3: BL Henke, J Liesegang, SD Smith; *Phys Rev. B* **19** (1979) 3004