

## 最表面原子層の Si 原子が感じる価電子帯構造の EUPS 観測 Si2p オージェスペクトルによる評価

Valence band structure on Si atoms at the topmost atomic layer  
evaluated by Si2p Auger spectrum observed with EUPS

産総研 計測フロンティア 石塚知明、<sup>○</sup>富江敏尚

AIST RIIF, Tomoaki Ishitsuka, <sup>○</sup>Toshihisa Tomie

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

(はじめに) 前回の講演<sup>(1)</sup>で、255eV 励起の EUPS<sup>(2)</sup>で観測された Si 2s の低運動エネルギーの構造が Si2s のサテライトであると解釈し、XPS で報告されているそれと大きく異なった、と、議論したが、その後の考察で、Si2p 正孔を埋めるオージェスペクトルであることが分かった。

オージェスペクトルは、その原子の上の電子状態を反映するので、Si 含有量が微量の分子などの場合にも、Si2p のオージェスペクトルの解析を行うことで、Si 原子の上の価電子帯構造の情報が得られる。Si2p のオージェスペクトルから計算した構造と光電子で観測される価電子帯の構造の比較を行った。

(実験) 4.86nm (255.2eV)光で試料励起する EUPS で、Si ウエハーの光電子測定を行った。飛行時間 (TOF) 法でエネルギー分光する EUPS では、観測したい領域毎に異なる遅延電位を TOF 管に印加して電子を減速して飛行時間を長くして、時間分解能 (運動エネルギー) で決まるエネルギー分解能を高くする。Si2p の測定は遅延電圧 135V で、2p のオージェの観測は遅延電位 30V~70V で、価電子帯の観測は遅延電圧 200V~240V で、行った。

(結果) 図1は、Si2s の近傍のスペクトルで、低運動エネルギーの大きな信号が Si2p の Auger スペクトルである。Si2p 正孔を埋める電子と、そのエネルギーを貰って真空に飛び出す電子が同一準位にあると仮定すると、オージェ電子放出準位の結合エネルギー BE は、次式で与えられる。

$$BE = \{ hv - (E_p + E_A) \} / 2 - WF_{TOF}$$

ここで、 $hv$ 、 $E_p$ 、 $E_A$ 、 $WF_{TOF}$  は、それぞれ、光子エネルギー (255.2eV)、Si2p と Auger 電子の運動エネルギー、TOF 管の仕事関数 (3.4eV) である。上の式を使って、図1のオージェスペクトルから求めた価電子帯スペクトルを、図2に、赤い曲線で示す。

(議論) オージェの信号強度は、光電子スペクトル (黒い曲線) の 10 倍程度であった。高結合エネルギー側に 2~3eV ずれている理由は理解できていないが、Si 3p と Si3s のピーク構造が見えている。

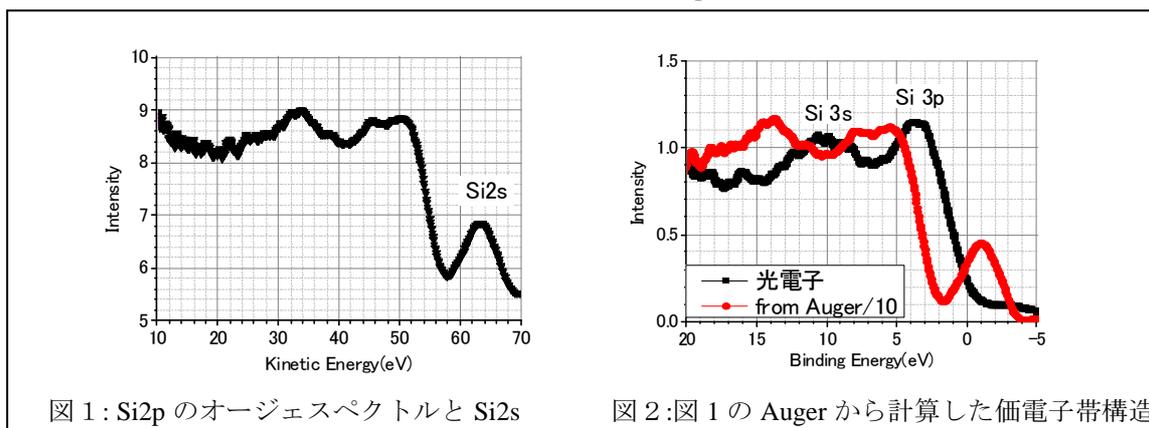


図 1: Si2p のオージェスペクトルと Si2s

図 2: 図 1 の Auger から計算した価電子帯構造

### references

ref.1: 石塚、富江:2013 年秋の応用物理学会、18p-C1-3

ref.2: T.Tomie; *US Pat.* No.5,569,916 T.Tomie et al.; *AIP Conf. Proc.* **1395**, 148 (2011)