

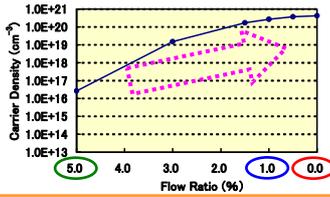
# IZO(In-Zn-O)膜の XPS・REELS分析による電子状態分析

ITOやIZOなどの透明アモルファス酸化物半導体(TAOS)は透明かつ高い電気伝導性を示すため、ディスプレイや太陽電池電極用途などの分野で注目されている。それらのデバイスの性能は、材料の電子状態に依存するため、電子状態の把握がデバイス特性制御の観点で重要である。以下に、成膜条件の異なるIZO膜の電子状態を電子分光にて評価した例を紹介する。

TAOS : Transparent amorphous oxide semiconductor

## 1、試料および分析手法

膜構成 : IZO膜/Si基板  
成膜時の酸素流量比 : 0%、1%、5% 全圧0.7 Pa(Ar+O<sub>2</sub>)

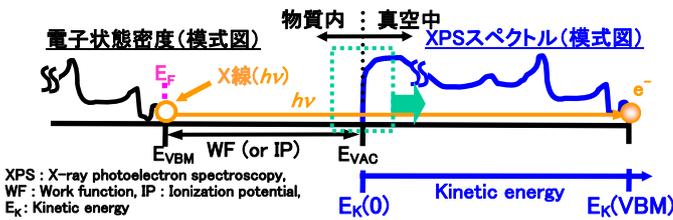


酸素流量比が減少するとキャリア密度が増加(1)  
(1) T. Ashida *et al.* J. Vac. Sci. Technol. A25(4), 1178(2007).

- 分析 1) 反射(R)EELSによる光学的バンドギャップ評価  
2) XPSによる仕事関数評価  
3) XPSによる価電子帯近傍評価

## 3、XPSによる仕事関数評価

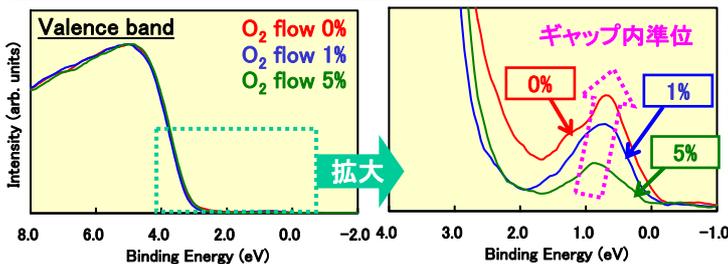
入射エネルギー、励起電子の高・低運動エネルギー間のエネルギー差の関係から導出  $WF(\text{or IP}) = h\nu - [E_k(\text{VBM}) - E_k(0)]$



XPS : X-ray photoelectron spectroscopy, WF : Work function, IP : Ionization potential, E<sub>k</sub> : Kinetic energy

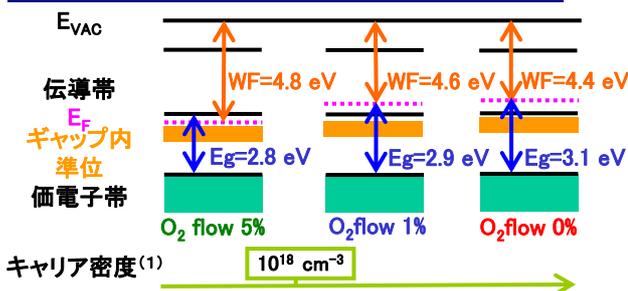
## 4、XPSによる価電子帯近傍評価

磁場集光型電子レンズを用いた高感度測定により、フェルミ準位近傍の微小エネルギー準位(ギャップ内準位)を評価



キャリア密度が増加するとギャップ内準位のピーク強度が増大

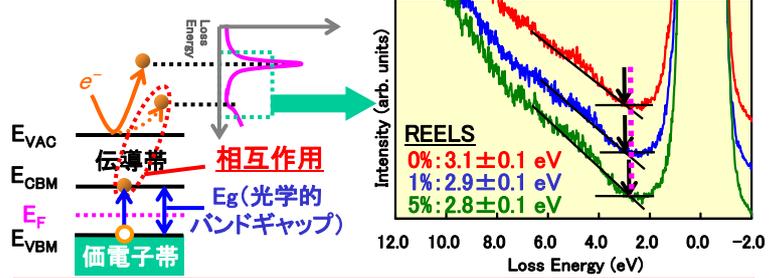
## 6、分析結果から推定されるバンド図



キャリア密度(1)  $10^{18} \text{ cm}^{-3}$

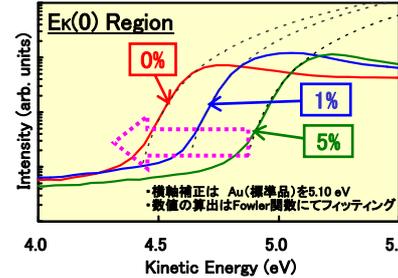
## 2、REELSによる光学的バンドギャップ評価

入射した電子線が、試料のバンド間電子遷移を引き起こした際に生じる電子線のエネルギー損失からバンドギャップを評価



キャリア密度が増加すると光学的バンドギャップは若干増大

E<sub>F</sub> : Fermi energy, E<sub>VAC</sub> : Vacuum energy, E<sub>VBM</sub> : Valence band maximum energy, E<sub>g</sub> : Optical band gap, E<sub>CBM</sub> : Conduction band minimum energy, REELS : Reflected electron loss spectroscopy

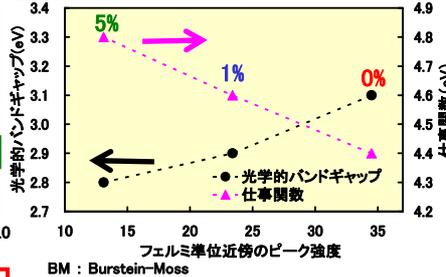


O <sub>2</sub> flow	WF (eV)
0%	4.4
1%	4.6
5%	4.8

キャリア密度が増加すると仕事関数が減少

## 5、分析結果の関係図

測定で得られたギャップ内準位のピーク強度と光学的バンドギャップおよび仕事関数の関係



ギャップ内準位のピーク強度が増大すると光学的バンドギャップが増大、仕事関数減少  
↓  
相関関係はBMシフトで説明可能

0%、1%では伝導帯にE<sub>F</sub>が存在し、5%ではバンドギャップ内にE<sub>F</sub>が存在すると推定  
成膜条件(キャリア密度)と電子状態の関係を系統的に捉えた

電気特性制御やデバイス設計の指針を得るために電子状態解析が有用

※本研究は青山学院大学理工学研究科重里有三教授との共同研究の成果である。