

ギャップ内準位の光学的評価方法

日大生産工 ○清水 耕作

1 まえがき

近年ジャイアントマイクロエレクトロニクス分野においては、酸化物や有機物半導体がアモルファスシリコンに代わって注目を集めている。特に酸化物材料では、材料が安価であることのほかに透明でありながら半導体の性質を示すことから様々な応用が期待されている。

本報告では、酸化物半導体のギャップ内準位を光学的評価方法を用いて行なった結果について報告する。

2 実験方法および測定方法

原理：半導体に光を照射すると半導体が光を吸収する場合は、以下の式にしたがう。

$$I = I_0 \exp(-\alpha d) \quad (1)$$

ただし、 I :光透過強度、 I_0 : 光入射強度、 α : 光吸収係数[1/cm]、 d : 膜厚[cm]

吸収された光は、半導体内でディバクシオンが形成される。電場を印加することで収集すれば、光電流として計測される。

$$I_{ph} = eN(E)(1-R)[1-\exp(-\alpha d)]\eta\mu\tau F \quad (2)$$

ただし、 $N(E)$: 状態密度[1/cm³/eV]、 e :電荷素量[C]、 R :反射係数、 η :量子効率、 μ :移動度[cm²/Vs]、 τ :寿命[s]、 F :電場[V/cm]

本実験では、この光電流を入射光量

$$I = \Phi h\nu \quad (3)$$

Φ : フォトン束[1/s/cm²/eV]、 h :プランク定数[eVs]

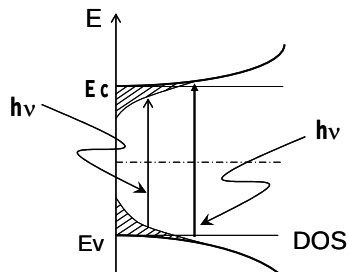


Fig 1. 光吸収概念図

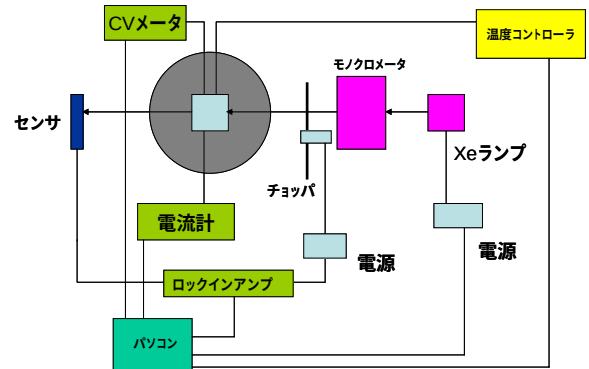


Fig2. 測定装置概念図

量子効率、反射係数は一定とみなす。また、印加電場は、一定とする。このとき光電流を一定にするのは、フェルミレベルの位置に敏感である移動度、寿命を一定にするためである。以上の条件の下、式(2)は、

$$\alpha(E) = C/N(E) \quad (3)$$

ただし、 C :定数

が得られる。ただし、ここで $\alpha d \ll 1$ として、近似を用いている。測定方法は、全自動として、以下のフローチャートに基いてVisual Basic6.0 で作成した。

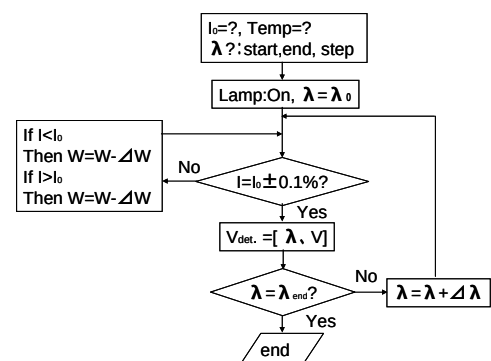


Fig.3 測定フローチャート

3 実験結果および検討

今回の実験では、a-IGZO(アモルファス InGaZnOx)を用いている。また、光学バンドギャップは、3.05eVであった。

Fig 4は、本測定の結果、得られたギャップ内準位の状態を示したものである。

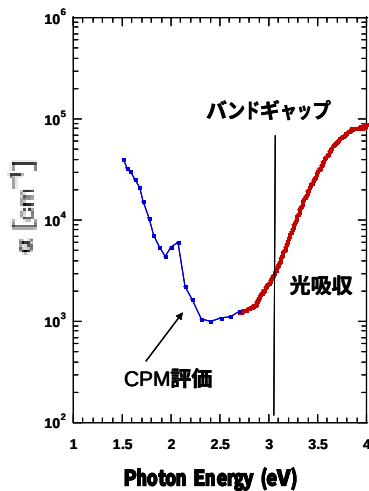


Fig4 サブギャップ吸収

通常の光学的評価では、観測されないサブギャップ光吸収が観測された。本評価の信頼性は、サンプルの電流値がきれいに安定しないことが理由で、まだ低い。しかし、ミッドギャップ付近に大きな吸収が観測されている。これは、ダングリングボンドにまつわる欠陥準位の可能性がある。同時に価電子帯から2.0eV 付近にも吸収が観測されている。現在のところCV法やデバイスシミュレーション法を用いて評価した場合、この準位は予測できていない。今後より詳細な検討を行なう必要がある。

4 まとめ

光電流一定法を用いることによって、酸化物半導体ギャップ内の準位の評価に成功した。ミッドギャップ付近と2.0eV付近に顕著な吸収を観測することができたが、今後より詳細な検討を行なうことにより、この吸収の起源、絶対密度および信頼性を検討したい。

「参考文献」

J.Kocka, M.Vaneek and Triska
“Amorphous Silicon and Related Materials”, edited by Helmut Fritzsche
Volume A World Scientific
pp.297-327(1989)