

PYS/IPES を用いた非晶質半導体の基礎吸収端特性の評価

日大生産工(院) ○菅田 知宏

日大生産工 清水 耕作

1. はじめに

現在 $\text{InGaZnO}_4(\text{a-IGZO})$ や $\text{InSnZnO}_4(\text{a-ITZO})$ は液晶駆動用薄膜トランジスタの半導体材料として広く用いられている。しかし、光照射下でのゲートバイアスストレスや熱ストレスに対して特性が変化することが知られている。信頼性及び性能の向上には、その原因の解明や適切な対策をとることが必要である。本研究では IPES/PYS を用いてバンド吸収端の評価を行うことにより信頼性低下につながる原因についての検討するためのものである。

2. 目的

本研究では、PYS(Photoelectron Yield spectroscopy)及び IPES(Inverse Photoelectron Spectroscopy)を用いて、金(Au)と半導体のバレンスバンドとコンダクションバンドの状態密度を観測する。導体である金(Au)はバレンスバンドとコンダクションバンドが重なっており、IPES/PYS ではフェルミ準位の位置を観測することができることを利用して、そのフェルミ準位の位置を基準に半導体の IPES/PYS のシグナルを重ね合わせることでバンドギャップの大きさを算出する。

3. 実験方法

3-1 PYS (光電子分光法)

Fig. 1 が PYS 装置の模式図である。D2 ランプから連続光を出して、モノクロメータで単色光に分光する。測定する試料が金属の場合、単色光を照射すると光エネルギー $h\nu$ が仕事関数以上で、試料が半導体の場合はイオン化ポテンシャル以上で光電効果によって光電子が励起し

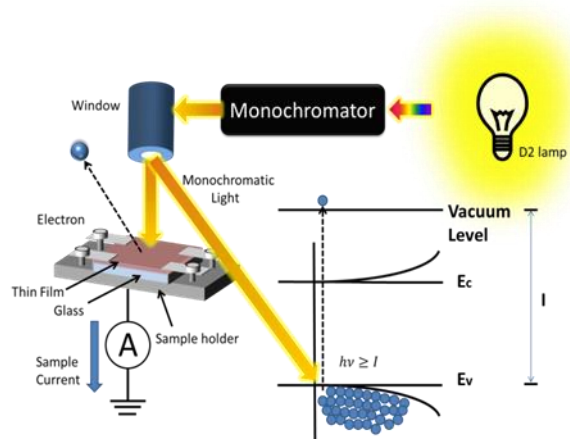


Fig. 1 Schematic illustration of PYS measurement system

て試料外に放出される。放出された光電子はプラス電圧を印加されたアノード電極に掃引される。放出された分試料が電子不足になるため接地側より電子が供給される。その電流を測定することによって、試料の価電子帯の電子の状態を評価する。

3-3 IPES (逆光電子分光法)

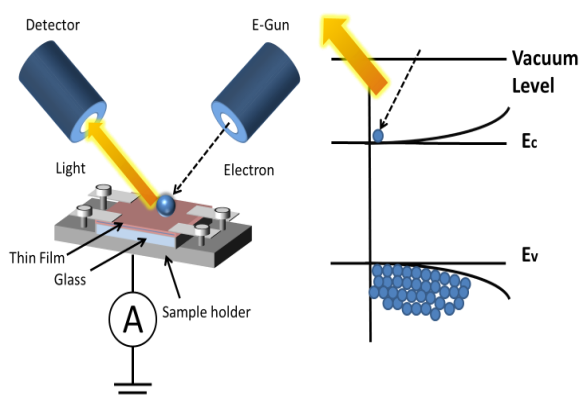


Fig. 2 Schematic description of IPES measurement system

Evaluation of fundamental absorption edge properties in amorphous semiconductors using PYS / IPES analyses

Tomohiro SUGETA, Kousaku SHIMIZU

Fig. 2にIPES装置の模式図を示す。電子の運動量を変化させながら電子銃から試料に電子を照射する。この時、照射された電子は光電子分光法で励起された電子と同様に高いエネルギー状態にある。電子はより低いエネルギー状態へと遷移しようとするが、フェルミ準位以下はすでに占有されていて電子が入ることが出来ない。そのため電子は伝導帯で安定しようとする。その際の余剰エネルギーは光となって外部へと放出される。その光を検出器で測定することにより、伝導帯の状態を評価する。

4. 実験結果と考察

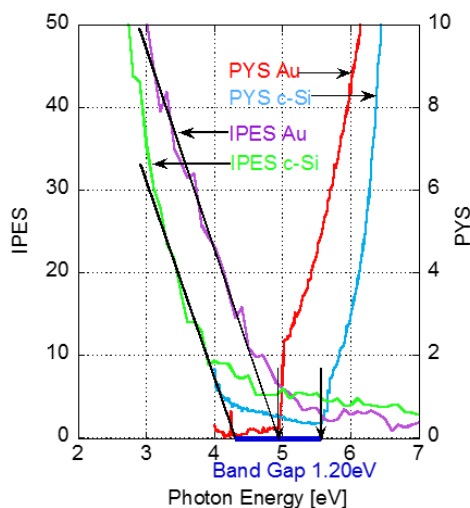


Fig. 3 IPES/PYS spectra of c-Si

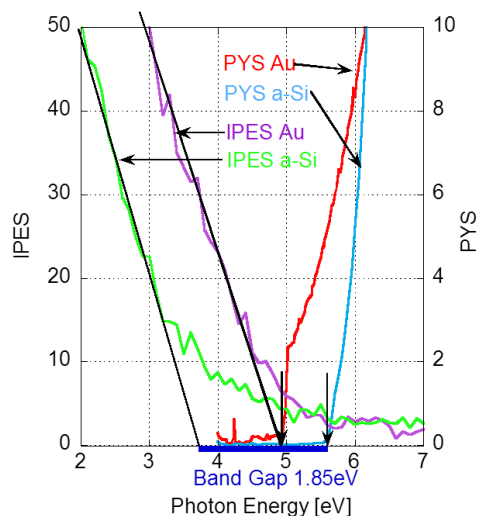


Fig. 4 IPES/PYS spectra of a-Si

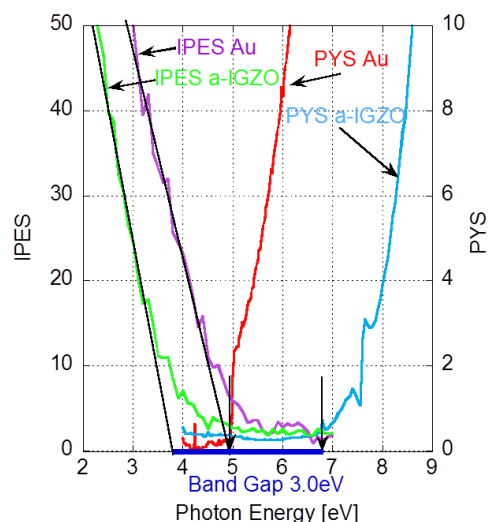


Fig. 5 IPES/PYS spectra of a-IGZO

これらのグラフはIPESとPYSの金(Au)のシグナルを基準に重ね合わせ、それぞれの試料もそれと同じ分だけシフトさせたものである。PYSのシグナルは電流値を測定したものであるので、シグナルの立ち上がったエネルギーを伝導体のバンド吸収端とみなし、IPESのシグナルは光を観測したものである。Fig. 3は結晶Siのスペクトルでバンドギャップの値が1.20[eV]となった。Fig. 4は非晶質Siのスペクトルでバンドギャップの値が1.85[eV]となった。Fig. 5は非晶質IGZOのスペクトルでバンドギャップの値が3.0[eV]となった。

5. まとめ

今回測定した3つの試料のバンドギャップはどれも、光学的に測定するものと概ね同じ値になることがわかった。この手法を確立させれば光学的な評価の難しいワイドギャップ半導体や絶縁膜のバンドギャップを算出し評価することができるのではないかと考えられる。