

ZnO-金属界面のイオンビームによる研究

中川 恭輔

電子・光システム工学科 成沢 忠 研究室

1. 背景・目的

金属酸化物は広範な物質群を有し、多様な物性を発現することから将来のエレクトロニクス材料としての期待が近年高まっている。ZnO(酸化亜鉛)は古くから弾性表面波フィルターなどに実用されているが、近年、透明導電膜、青色/紫外発光ダイオード、薄膜トランジスタなどへの応用を目指した研究が活発化しており、「古くて新しい材料」と呼ばれている。

本実験では ZnO を基板として利用し、ZnO 表面上に金属を蒸着させ、熱処理を行い、スペクトルの反応を分析・評価することを目的とする。今回、金属としては Ti(チタン)を使用した。

2. 実験内容

2.1 実験方法

本実験は ZnO 単結晶[5 mm×5 mm]を基板として利用し、Ti[0.02 g]を蒸着させ、熱処理[300,400°C]を大気中で 15 分間行った。熱処理後、イオンビーム加速器を使用し測定していくが、測定方法として RBS 法を用いた。そして熱処理前と熱処理後の Ti/ZnO の反応をそれぞれ測定した。

2.2 測定方法

イオンビームの条件として、入射エネルギー2MeV の He⁺イオンビームをランダムに照射し、散乱された He⁺イオンを散乱角 168°の固定検出器で検出した。また、蒸着後の Ti の膜厚を調べるため、XRUMP(スペクトル解析プログラム)によるシミュレーションで、膜厚を調べた。

2.3 実験結果

Ti 蒸着後の熱処理前、熱処理後のスペクトルをそれぞれ図 2-1 に示す。また、図 2-1 から Ti のピークをそれぞれ比較するために拡大したものを図 2-2 に示す。

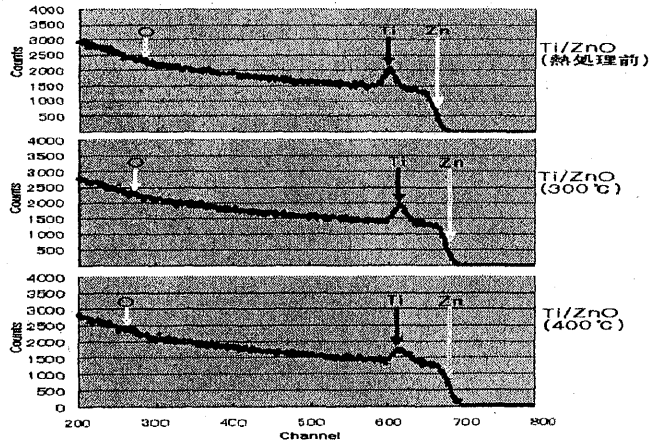


図 2-1 RBSによる各スペクトル反応

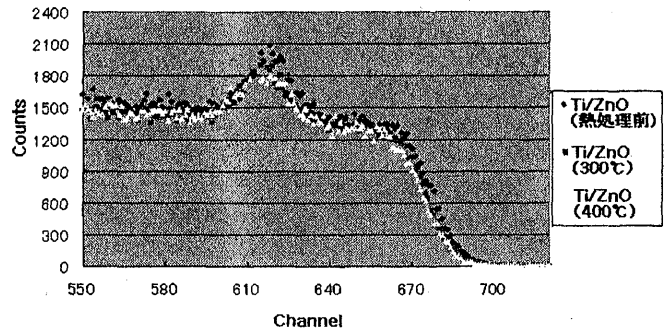


図 2-2 Ti ピーク反応比較

次に、XRUMP による Ti 膜厚を 20nm と仮定した場合の理論値と実験スペクトルとの比較を図 2-3 に示す。

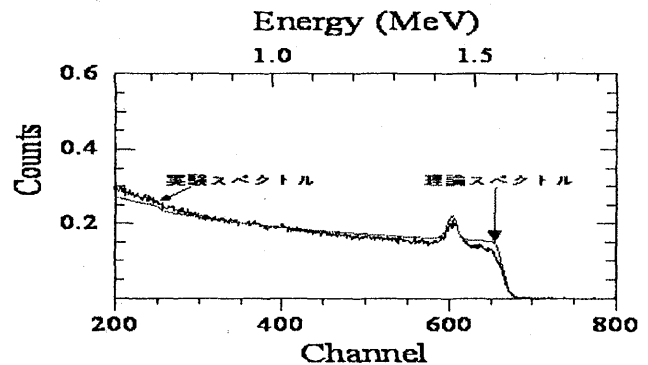


図 2-3 XRUMPによるシミュレーション測定

図 2-3 を見ると、実験スペクトルと理論スペクトルに誤差がそれほどないことがわかる。この結果、ZnO に蒸着している Ti の膜厚は約 20nm であることが確認できる。

図 2-1, 図 2-2 のスペクトルを比較すると、あまり大差はない。この理由はチタンの性質によるものだと考えられる。チタンは大変酸化しやすい物質であり、実験初期は大気中で熱処理を行うことにより、スペクトルに変化が現れると考えていたが、常温空気中では表面の酸化皮膜が内部を保護している。この皮膜が破られる温度として、700°C以上が必要となり、今回行った熱処理の温度では低いためにスペクトルがあまり変化しない理由だと考える。

3. 結論

結論として、熱処理の温度を 700°C以上にすればスペクトルに変化は現れと考えられるが、高温であるため、試料冷却過程における熱歪みの問題が発生するため ZnO におけるデバイスには実用的ではない。したがって、実用的な 400°C以下の熱処理では、金属 Ti は ZnO と反応しないことが結論された。