

課題番号 : F-19-AT-0081  
利用形態 : 技術代行  
利用課題名(日本語) : ZnO・SiO<sub>2</sub>・Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 薄膜による多層 MIM ダイオードの開発  
Program Title (English) : Development of multilayer MIM diode with ZnO-SiO<sub>2</sub>-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> thin film  
利用者名(日本語) : 溝尻 征  
Username (English) : S. Mizojiri  
所属名(日本語) : 筑波大学大学院システム情報工学研究科構造エネルギー工学専攻  
Affiliation (English) : Department of Engineering Mechanics and Energy, University of Tsukuba  
キーワード/Keyword : 成膜・膜堆積、原子層堆積装置[FlexAL]、ダイオード

## 1. 概要(Summary)

MIM(金属-絶縁層-金属)構造によるトンネルダイオード(MIMダイオード)はテラヘルツ帯の整流を可能にする。絶縁層はトンネル効果を生じさせるために 10 nm 以下の薄膜で堆積する必要があり、均一かつ表面粗さを可能な限り小さくする必要がある。絶縁層を複数層にすることで、各絶縁層が持つ電子親和力の違いにより、量子井戸ポテンシャルが複数生成される。これにより順バイアス、逆バイアス印加時に流れるトンネル電流に非対称性が生じ、高い整流特性を示すようになる。MIM ダイオードに用いる金属電極の仕事関数と、絶縁層の電子親和力の組み合わせによりダイオードとしての性能の向上が可能である。そのため、産業技術総合研究所ナノプロセッシング施設の原子層堆積装置を使用することにより、薄膜絶縁層(ZnO-SiO<sub>2</sub>-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)を用いた多層 MIM ダイオードを開発した。

## 2. 実験(Experimental)

### 【利用した主な装置】

原子層堆積装置[FlexAL]

### 【実験方法】

20 mm 角にダイシングした高抵抗 Si ウエハ上に Cr を下地とした Au を 100 nm スパッタにより堆積し、GSG プローブ測定用のパターンをリソグラフィにより描画した。試料は電界集中を促進させるために四角と三角の 2 種類の形状を用意した。この試料へ原子層堆積装置を用いて 200°C の条件下で ZnO, SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> をそれぞれ 2 nm ずつ連続で堆積を行った。その後、再度スパッタにより Al を、200 nm 堆積させ、上部電極の GSG パターンを描画した。この 2 種類の電極形状の多層 MIM ダイオードに対して、上部及び下部金属電極間にプローバーを用いて電流-電圧特性を測定した。

## 3. 結果と考察(Results and Discussion)

作製した 2 種類の多層 MIM ダイオードの写真を Fig.1

に、電流-電圧特性の測定結果を Fig. 2 に示す。測定の結果、数  $\mu\text{A}$  程度のトンネル電流が観測され、先行研究と近いオーダーであることから MIM ダイオードとして機能していることが観測された。また、仕事関数の差が大きい Au と Al の使用と、多層による三角井戸ポテンシャルの形成により、電流-電圧特性に大きな非対称性が観測され、単層の MIM ダイオードよりも整流特性に優れることが観測された。

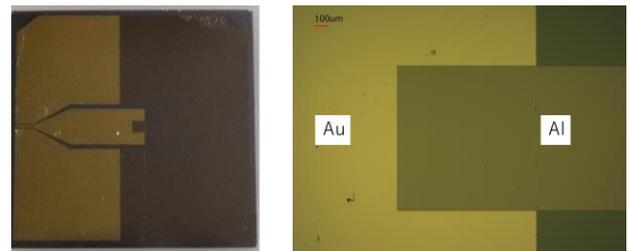


Fig. 1 Photograph of MIM diode.

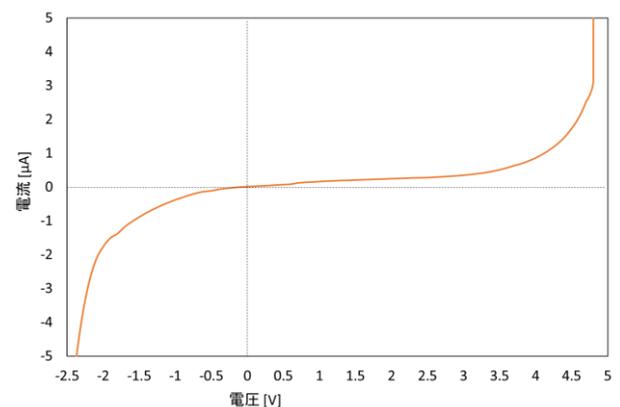


Fig. 2 Measurement result of I-V characteristics.

## 4. その他・特記事項(Others)

なし。

## 5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

なし。

## 6. 関連特許(Patent)

なし。