

課題番号 : F-20-AT-0107  
 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 ダイオードの電極の形状を変化させたときの評価  
 Program Title (English) : Impacts of the shape of the electrode on multilayer MIM diodes consists of ZnO・SiO<sub>2</sub>-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> thin films electrode shape  
 利用者名(日本語) : 林優輔  
 Username (English) : Y. Hayashi  
 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 nm オーダー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。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。これらにより順バイアス、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。今回、MIM ダイオードの電極の幾何形状の違いにより整流特性にどのような影響があるかを調べた。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、電極の形状パターンをリソグラフィにより描画した。試料の下部電極は四角(□)と、三角(△)、台形、三角の辺の部分にのみ堆積(△edge)した形状の 4 つを用意した。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、上部電極のパターンを描画した。これら 4 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 4 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、どの形状も数 μA 程度のトンネル電流が観測された。また、△形状と△edge の特性を比較すると、三角形状のほうが少し電流が大きいほぼ同じ特性が得られた。これは辺の部分に電界が集中し、トンネル電流が辺の部分から流れているためだと考えられる。結果として、辺の長さが長い台形形状が一番流れる電流が大きくなった。

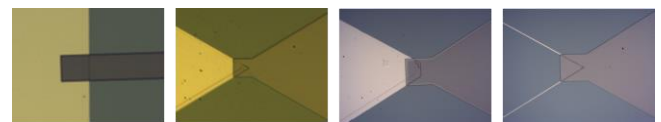


Fig. 1 Fabricated multilayer MIM diode.

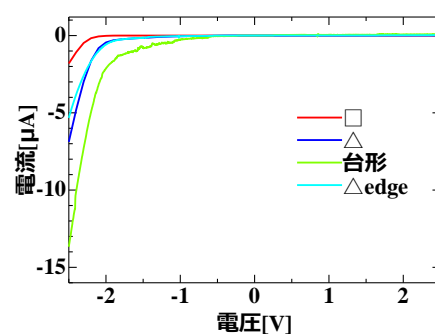


Fig. 2 I-V parameter of each shape.

## 4. その他・特記事項(Others)

なし。

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

1) 林優輔 他, 第 81 回応用物理学会秋期学術講演会

## 6. 関連特許(Patent)

なし。