

## AM-FPD 21 に参加して

—IGZO 薄膜を利用した積層クロスポイント型  
シナプス素子—

岩城 江津子

Etsuko IWAGI

電子情報学専攻修士課程 1年

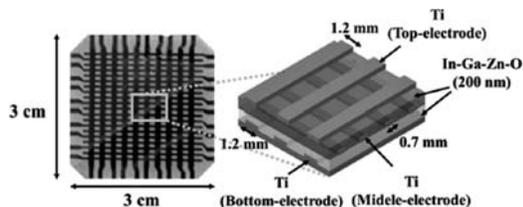


図1 2層デバイス構造

### 1. はじめに

2021年6月29日のAM-FPD'21にて、「Stacked Cross-Point Memory Using IGZO Thin Film for Synaptic Elements」という題目でポスター発表を行った。

### 2. 研究内容

#### 2.1 研究背景

近年、IoT化の進む現代において、大量のデータを扱う人工知能は必要不可欠なものとなってきている。しかし、人工知能による処理を現在のノイマン型コンピュータによって行う場合に、長い処理時間や高消費電力などの欠点が存在する。この欠点を解決するために注目を集めているのが、ニューロモルフィックデバイスである。ニューロモルフィックデバイスとは人間の脳を模したデバイスのことで、脳と同様に、並列処理による処理時間の短縮、低消費電力、ロバスト性の利点を得ることができる。私の研究では、このニューロモルフィックデバイスに酸化半導体IGZOを利用し、また、高集積化を目指して、三次元での積層デバイスの作製を行った。

#### 2.2 2層酸化半導体デバイスの作製方法

ガラス基板上に蒸着によって金属電極を堆積した後、RFマグネトロンスパッタリングによってIGZOの堆積を行い、同様の作業を繰り返して、IGZO層が2層になるようにデバイスを作製した(図1)。

今回の研究では電極条件をそれぞれ、Ti/Ti/Ti、Ti/Au/Ti、Au/Au/Auと変更したデバイスの作製を行った。

#### 2.3 2層デバイスの経時劣化特性

作製したデバイスに対して、定電圧を印加した時の初期値と1500秒後の電流保持率を図2に示す。

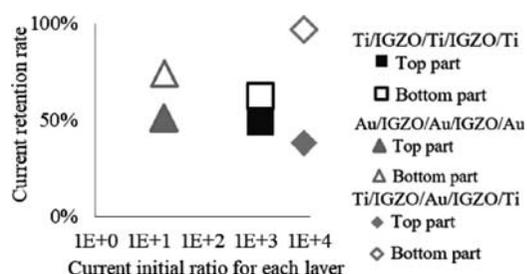


図2 2層デバイスの経時劣化特性

この結果から、電極の種類と電流保持率に大きな相関関係がないのに対して、電流初期値については、電極の種類によって違いがあることが分かる。これは金属のイオン化傾向より、Auの方が化学変化が起こりにくいことが分かっているので、初期値のばらつきが小さくなったと考える。

#### 2.4 学習電圧

次に、そのデバイスに対して、文字認識学習をデバイスに行うと仮定して、学習させる際の最適電圧値を求めた。

印加する学習電圧は2V、3.3V、4Vで行い、想起電圧は0.1Vで行った。結果を図3に示す。

結果より、学習電圧3.3Vを印加したものが最も想起電圧での電流保持率の低下が起こっていることが分かった。

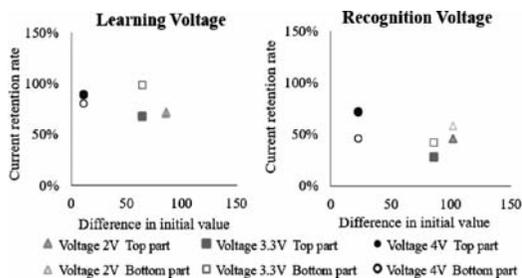


図3 学習電圧と想起電圧印加結果

## 2.5 3層酸化物半導体デバイスの作成方法

2層デバイスと同様の手順でIGZO層が3層になるようにデバイスを作製した。

今回の実験ではIGZO成膜条件がAr/O<sub>2</sub>=20/1, 15/5, 10/10, 5/15, 1/19になるように作製した。

## 2.6 3層デバイスの経時劣化特性

作製したデバイスに対して、定電圧を印加した時の初期値と1500秒後の電流保持率を図4に示す。

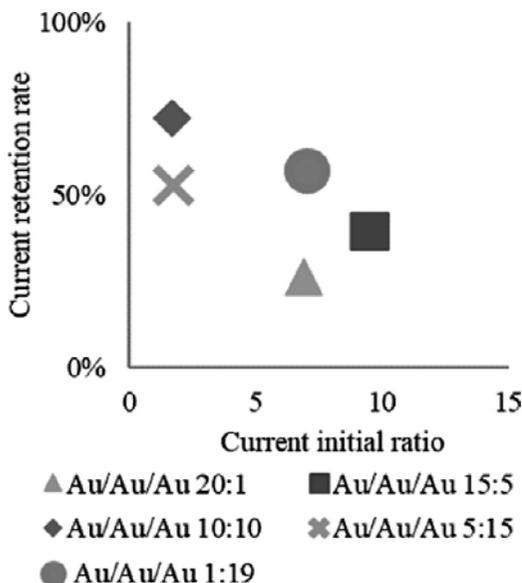


図4 3層デバイスの経時劣化特性

結果から、Ar:O<sub>2</sub>の酸素流量比が小さいほど電流保持率が小さくなる傾向があることが分かった。初期値については、Ar:O<sub>2</sub>が10:10, 5:15の場合が特に小さいことが分かった。

酸素流量比が小さいほど電流保持率が小さい傾向にある理由としては、酸素が含まれる量が少なくなることによって、最初にIGZO内に含まれる酸素欠損の量が多くなっていることが考えられる、そのことによって、電流が流れることにより起こる酸素欠損の消失量が多くなることで電流保持率もより小さくなっていったのではないかと考えられる。

スパッタ時のAr:O<sub>2</sub>が10:10, 5:15で特に初期値が小さいことの原因としては、 $\alpha$ -IGZOの場合、成膜時の酸素流量比が多いほど、その構造の秩序性が向上することが分かっている。このことから、構造の秩序性が高まることで、 $\alpha$ -IGZOが安定し、結果としてデバイスの作成過程による劣化が起こりにくくなったと考えられる。そのことによって、デバイス内での層ごとによる違いが小さくなり、初期値の差も小さくなったと考えられる。

## 2.7 まとめ

今回の研究により、注目の集まっているニューロモルフィックデバイスについて、酸化物半導体を利用し、より高集積化することを目標に、三次元構造を実現することに成功した。2層デバイスでは、電極種類を変更することで最適なデバイス条件を特定し、また、実際の文字認識学習に即した測定方法で行うことで、デバイスに対する適切な学習電圧の特定を行った。3層デバイスでは、IGZO薄膜のAr:O<sub>2</sub>条件を変更し、よりデバイス内の特性が均一な条件の特定を行った。

このことは、新しいニューロモルフィックデバイスの可能性を十分に提示している。

## 3. おわりに

AM-FPD'21に参加し、発表を通じて多くの方々から貴重なご意見を頂いた。この経験を今後の研究活かして行きたいと思う。

最後に、今回の発表に当たり、ご指導頂きました木村睦先生や協力してくださった研究室の方々に心より感謝いたします。