

## AMFPD'19 ポスター発表 を終えて

山川 大樹

Daiki YAMAKAWA

電子情報学専攻修士課程 2年

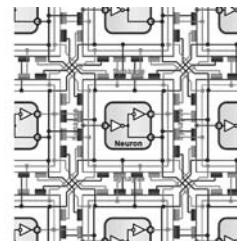
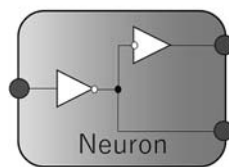


図1 ニューロン回路

### 1. はじめに

2019年7月2～5日に龍谷大学アバンティ響都ホールで開催された、「The 26th International Workshop on ActiveMatrix Flatpanel Displays and Devices – TFT Technologies and FPD Materials – (AMFPD'19)」に参加し、私は「Evaluation of IGZO Synapses for Neuromorphic Systems」というテーマで発表した。

### 2. 研究内容

#### 2.1 背景・目的

近年、第三次人工知能ブームの最中であり大学等の研究機関だけでなく自動運転やロボティクスといった分野で民間企業の多くでも研究開発され商用化されつつある。しかし、ソフトウェアレベルの人工知能は消費電力が膨大で人工知能の普及に伴いエネルギー問題が懸念され、また究極の人工知能は人間の脳の機能を忠実に再現できるものであるとされ現在のノイマン型コンピュータでは究極の人工知能には程遠い。我々は消費電力の問題を解決や新しいコンピュータアーキテクチャの可能性を模索するためにハードウェアレベルでの人工知能の研究開発を行っている。人間の脳には様々な神経細胞があるとされているが、特にニューロンとシナプスという細胞が脳の機能で重要な役割を担っている。そこでこの2つの神経細胞の機能を電気素子で再現し、ニューラルネットワークと呼ばれる人工知能をハードウェアレベルで作製した。本研究ではニューロン回路をLSIに実装し将来的に積層構造を見据え酸化半導体をLSI上に成膜しニューロンを繋ぐシナプスとして用いた。IGZOのシナプスとしての可能性と作製したデバイスの学習結果を報告する。

#### 2.2 ニューロン回路

図1にニューロン回路を示す。ニューロン回路はインバータ2つを用いた単純なCMOS回路である。インバータは2つのトランジスタで構成されており、ニューロンは4つのトランジスタで構成されている。そのため集積化に優れている。ニューロンは図のように近接のニューロンと接続されているセルラニューラルネットワークと呼ばれる構造になっている。

#### 2.3 学習方法

学習方法についてNOT論理を用いて説明をする。学習に我々が考案した修正ヘブ学習則を用いる。これは結合強度が弱化すれば学習できる学習則である。図2はNOT論理の学習を示しており、ニューロンは協調性シナプスと対立性シナプスの2種類のシナプスで接続されている。協調性シナプスは接続先のニューロンを接続元のニューロンと同じ状態に、対立性シナプスは異なる状態にする。初期状態において協調性シナプスの方が対立性シナプスより結合強度は大きい。そのためニューロンがHighの状態であれば接続先のニューロンも同じ状態のHighになる。次に接続元のニューロンをLow/Highにして接続先のニューロンをHigh/Lowにすると電位差が生じて協調性シナプスに電流が流れ結合強度が弱化する。最終的に対立性シナプスの結合強度が協調性シナプスより大きいため接続元のニューロンがHighであれば接続先のニューロンは異なる状態のLowとなる。NOT論理が学習できたことになる。

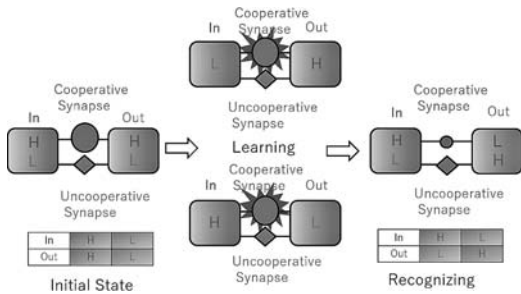


図2 NOT論理の学習

## 2.4 文字認識学習

図3は文字認識学習を示す。今回用いたデバイスは625個のニューロンと10000個のシナプスでネットワークを構成している。今回の学習では16個のニューロンで1画素とし、9画素で持ち認識学習を行った。学習では覚えたい文字に合わせて電圧を印加し結合強度を変化させる。TとLのアルファベ

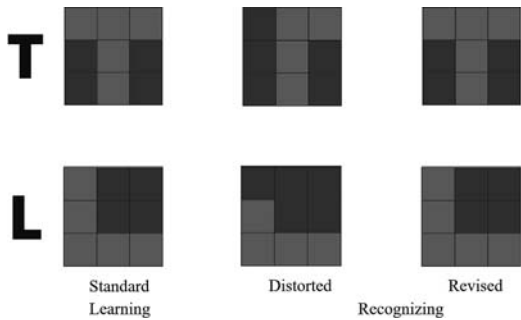


図3 文字認識学習

ットをデバイスに学習させる。想起段階で画素の状態を反転させTとLに似た文字をデバイスに一瞬電圧を印加することで認識させる。元の文字を復元することができれば学習成功である。

## 3. まとめ

今までの研究からIGZOなどの酸化物半導体の特性がシナプスとして用いる事ができることを確認した。成膜条件等によりIGZOの特性にバラつきがあることで安定した特性変化ができないために結合強度をデバイス内での計算がうまくいかず学習ができない場合がある。今後、成膜条件を検出し測定箇所によってバラつきのない均一な特性のシナプスを用いることでデバイスでの学習が期待できる。

## 4. おわりに

今回で2度目の国際会議でのポスター発表であったため、前回以上に大変貴重な経験をする事ができました。外国の方との交流で私の研究について熱心な質問があり、英語で研究を伝えるのは大変でした。国際化が加速する中、英語の重要性を再認識し残りの学生生活の中でしっかり勉強していこうと思います。

最後になりましたが日頃よりご協力頂いた木村睦研究室の方々に深く感謝致します。