

Fabrication and Evaluation of a Self-repairable Resistive Device for a Synaptic Device

H29海自59

派遣先 MRS fall meeting 2017 (アメリカ・ボストン)

期 間 平成27年11月26日～平成27年12月2日 (7日間)

申請者 龍谷大学 電子情報学科 助教 番 貴 彦

海外における研究活動状況

研究目的

本研究出張は電子デバイス分野の中でも最も注目されている分野である脳型デバイスの最前線の学会に参加するものである。MRSというアメリカの中でも他分野が一堂に会する大きな学会の中で、本研究分野は全日講演されるなど大きなマージンを取られている。申請者はこの学会で発表するとともに聴講を行った。

海外における研究活動報告

申請者は今回、アメリカボストン市で行われるMRS2017において、研究発表を行った。本研究は、近年ディープラーニングなどで話題である人間の脳を模倣したシステムの、電子デバイス分野を主軸と置いたものである。この分野は電子デバイスの可能性を広げるものであり、世界中で大きな注目を浴びている。例えば欧州で行われているHuman Brain Projectと呼ばれる脳機能の解明を目指したプロジェクトや、2014年に米IBMが発表したTrueNorthという脳のニューロン構造を模した半導体チップである。人間の脳を模することでコンピュータの認識能力と消費電力性能の向上につながると考えられている。

本学会では抵抗変化メモリを利用したシナプ

ス様デバイスからそれらを組み合わせた脳機能をより模倣した回路、別基軸の現象を利用した脳機能模倣素子や、シミュレーション上でのニューロンモデルなど多数の発表が行われ、常に立ち見ができるほどの盛況であった。また、これらの発表は大学関係者だけでなくIBMやインテルなどの企業の方が多く発表しており、このような場に参加できたことは意義深いものであった。

申請者は抵抗変化素子を用いてシナプスを模したデバイスを作製することで、次世代の記憶デバイスの作製に取り組んでいる。本学会では、抵抗変化素子に自己修復能を持たせることで、シナプスの動作の特徴である短期可塑性と長期増強を示した結果を発表した。申請者は一部のコンデンサが持つ自己修復能力に着目し、抵抗変化素子に修復能を付与することで、一度抵抗値が低くなっても、時間をおけば抵抗が元の高い値に戻るような、大気中でも動作する素子を作製した。

下部電極を蒸着した試料に対し、EB蒸着を用いて酸化タンタル膜を成膜し、同様に上部電極を蒸着することで試料を作製した。この酸化タンタル膜と下部電極の間に酸化マンガンを含んだ構造を作製した。酸化マンガンは多数の価数状態があるが、特に MnO_2 が望ましい。自己修復能としては MnO_2 が熱により Mn_2O_3

に変化することで酸素を放出する。変化した Mn_2O_3 および放出された酸素による抵抗変化材料の再酸化により抵抗値が修復される。この素子について低バイアスの電圧を加えることで時間により元の高抵抗状態まで戻る素子の開発に成功した。

シナプスの動作としてよく知られるのは、短期可塑性である。短期可塑性は散発的な信号印加では長期的に見て伝導度に違いが表れないものを指す。作製した素子は、この特性に非常に似通った性質が発現した。一方で修復までにどの程度の速度が必要かは未知数であり、時間依存における伝導度の変化は重点的に調査する必要がある。特に生体脳と同程度の速度を目指すのか、逆に電子デバイスだからこそできる高速化も視野に入れる必要があると

考えられる。

また、短時間に高頻度のパルスを与えることで、高抵抗状態に戻らないことも確認している。シナプスが示すもう一つの動作として、短時間に信号を連続して与えることで、長期にわたり伝導度が増加する長期増強が存在する。絶縁体の破壊において短期可塑性をソフトブレイクダウンおよび自己修復における回復とするならば、長期増強はハードブレイクダウンと呼ばれる回復不能な破壊に相当すると考えられる。この動作についても報告した。

**この派遣の研究成果等を発表した
著書、論文、報告書の書名・講演題目**

Fabrication and Evaluation of a Self-repairable Resistive Device for a Synaptic Device