シナプス･ニューロン模倣素子用新材料技術の開発

Materials Science for Emulating Synaptic and Neuronal Operations

早大先進理工　○長谷川 剛

Waseda Univ., ○Tsuyoshi Hasegawa

E-mail: thasega@waseda.jp

深層学習を始めとする脳型情報処理をハードウエア主体のシステムで実現することで、低消費電力化と情報処理の高度化を成し遂げようとする研究開発が盛んに行われている。そこでは、脳型情報処理を実現する素子の代名詞としてメムリスター（Memristor）が広く用いられるようになってきた。メムリスターは元々磁束と電荷とを結びつける第４の２端子素子としてその存在が理論的に予測されたが、現在では、過去の履歴に依存して抵抗値を変化させる素子（Memory + Resistor = Memristor）として認知されている。そのメムリスターの素子動作は、始めイオン伝導体を用いて実証されたが、現在では、実に様々な不揮発性メモリによって再現されている。そして、その動作をよく見てみると、用いる不揮発性メモリの種類やその構成材料の違いによって上述の回路理論からは予測し得なかった特徴的な動作が実現されていることも分かってきた。例えば、初期の理論予測では、オームの法則（印加電圧＝抵抗×電流、但し、抵抗は時間の関数）は常に成り立つとされていたが、イオン伝導体を主材料として用いた素子では、非平衡なイオン分布による内部電位の形成によって印加電圧をゼロにしても電流が流れることが報告された。この特徴的な現象は、短期記憶･長期記憶などの自律的なシナプス動作の実現にも使われており、後に、メムリスターの数学的表現の変更にも繋がっている。素子設計に材料の特性を活かすことで、回路理論からは予測し得なかった機能を単体素子で実現できることもある。本講演では、歴史を振り返りつつ、現在の脳型素子開発の現状を紹介する。

© 2019年 応用物理学会