

神経シナプスを模倣した強誘電性有機電界効果トランジスタの確率共鳴現象

Stochastic resonance on synapse-mimicking ferroelectric polymer transistor

群馬大理工学府 ○(M1)鈴木 威満, 松岡 亜友美, 鈴木喜晴, 浅川 直紀

Gunma University, ○Takamitsu Suzuki, Ayumi Matsuoka,

Yoshiharu Suzuki, and Naoki Asakawa

E-mail: asakawa@gunma-u.ac.jp

[緒言]生物は、デジタルコンピュータと比較して、低消費電力で複雑な情報処理を行っている。この情報処理機構には、確率共鳴(SR)現象に代表される確率的処理が関わっていると考えられている。SR現象とは、微弱な入力信号に対してノイズを利用することにより信号伝達性能を向上させる現象である。これには外場に対する非線形応答性をもつ系が必要となる。また、神経シナプスが示す一方向伝達と可塑性は、動物の学習や記憶の要因と考えられている。強誘電性電界効果トランジスタ(Fe-FET)は、これらの特徴を人工機械によって達成するためのデバイス素子として期待されている。本研究では強誘電性有機電界効果トランジスタを作製し、そのシナプス可塑性および確率共鳴現象の特徴を明らかにすることを目的とした。

[実験]poly(vinylidene fluoride-co-hexafluoropropylene) [PVDF-HFP]を絶縁層に、構造様式制御型 poly(3-hexylthiophene-2,5-diyl) [RR-P3HT]を半導体層に用いた Fe-OFET を作製した。作製した Fe-OFET 素子のドレイン接地回路を構成し、ゲート電極にパルスを複数回入力することで、シナプス可塑性を示すか検証した。また、素子に微弱な sin 波と外部ノイズを印加し、確率共鳴測定を行った。さらにノイズ印加の代わりに sin 波を印加することにより振動共鳴測定を行い、周波数応答特性を調べた。

[結果と考察]絶縁膜に PVDF-HFP、半導体層に FTM 法により作製した RR-P3HT を組み込んだ Fe-OFET 素子を用いたシナプス可塑性の測定を行った。その結果、パルス数の増加による出力値の増加が得られ、シナプス可塑性に類似した挙動の発現を達成した。これは、強誘電体の分極が徐々に蓄積されたためだと考えられる。さらに確率共鳴測定において、外部ノイズのカットオフ周波数を 1Hz 以下にすることで、入出力間の相関値の上昇が見られ、SR が観測された。次に振動共鳴測定においても同様に相関値の上昇が見られた。さらに、1Hz では相関値のピークが高 sin 波強度側にシフトした。これは、PVDF-HFP の分極反転が高周波数では追従できなくなり、見かけの閾値がシフトしたためであると考えられる。

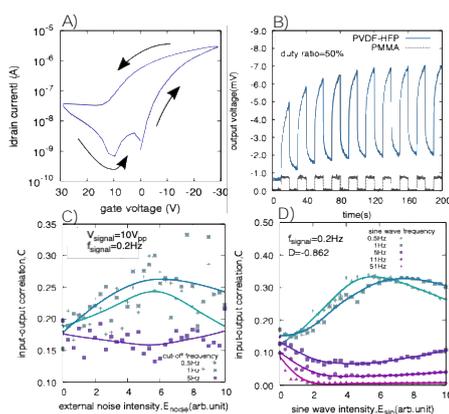


Fig. Transfer characteristic of the fabricated Fe-OFET(A), synapse-mimicking multiple-pulse response (B), input-output cross correlation as a function of external noise used in SR measurements(C), and as a function of intensity of the secondary sine wave used in VR measurements(D).