

Au 希薄ドーピング PCBM 薄膜の非線形電気特性を用いたリザーバ演算の実証

Demonstration of Reservoir Calculation by Nonlinear Electrical Conduction in Au Adsorbed PCBM

阪大院理, Dong Han, ◯三坂朝基, 大山浩, 松本卓也

Osaka Univ. Dong Han, ◯Tomoki Misaka, Hiroshi Ohyama and Takuya Matsumoto

E-mail: misakat18@chem.sci.osaka-u.ac.jp

【序論】ニューラルネットワークの一種であるリザーバコンピューティング(RC)のうち、リザーバ層で行われる演算を物理現象に置き換えたような系は物理リザーバと呼ばれ、物質を用いた脳神経型の物理演算デバイスとして注目されている。RC計算のために要求される電気特性の一つに非線形特性がある。これまで我々は、[6,6]-フェニル-C₆₁-酪酸メチルエステル(PCBM)に Au 原子をドーピングした PCBM-Au 系では PCBM-Au 間の結合に由来する分子軌道がホッピングサイトとなって電気伝導性を示すこと、ナノギャップ電極を用いることでこの系で非線形電気特性が得られることを報告した[1]。本発表ではこの非線形特性を利用した RC のデモンストレーションとして波形生成を行った結果を報告する。

【実験】EB リソグラフィーを用いて SiO₂/Si 基板上に Au 電極を作成した。これらの基板上に PCBM のクロロホルム溶液 (20 μL, 4 mM) を滴下し、スピコートで製膜した。その後アモルファス薄膜と結晶性薄膜を作成するために 100°C, 260°C で 1 h 加熱した。この PCBM 薄膜に Au を 6ML 熱蒸着した。測定は真空中 (<10⁻⁴ Pa) で行い、

波形生成では 100 Hz の sin 波を入力して得られた出力を用いて学習を行った。

【結果】

Fig. 2 に波形生成タスクの結果を示す。sin3ω ではアモルファス、結晶性膜共に高い正答率を示した。一方で、sin2ω ではアモルファス性膜が、sin5ω では結晶性膜がもう一方より高い正答率を示すことが分かった。ナノ電極間の伝導ではホッピング伝導のサイト数が 10~100 個程度のオーダーであるため、伝導経路に応じた多様な非線形特性が得られる。さらにアモルファス性薄膜と結晶性薄膜ではサイトの密度が異なるため、二種類の薄膜から得られる非線形電気特性や周波数応答特性も異なり、それが波形生成タスクの正答率の差に反映されている。講演では他の入力周波数や学習波形についても議論する。

[1] Dong Han ら, 2024 年第 85 回応用物理学会秋季学術講演会 16p-B6-9

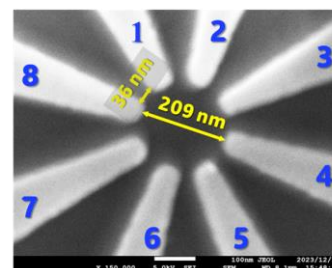


Fig. 1 ナノギャップ電極の SEM 像

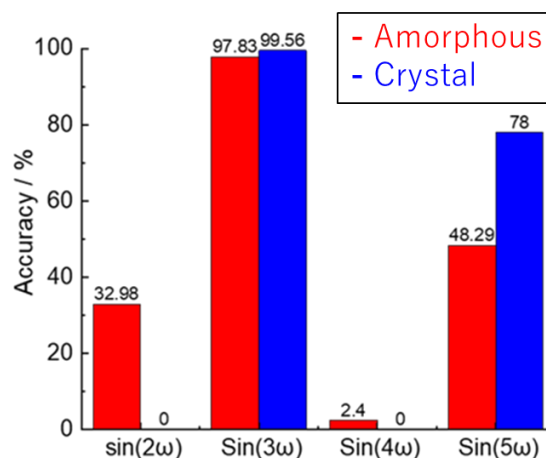


Fig. 2 各倍波における波形生成タスクの正答率