

研究成果報告書

所属機関
岡山大学 異分野融合先端研究コア

職名
研究教授

氏名
仁科 勇太

研究テーマ

高純度グラフェンインクの創出とキャパシタ電極への応用

研究報告

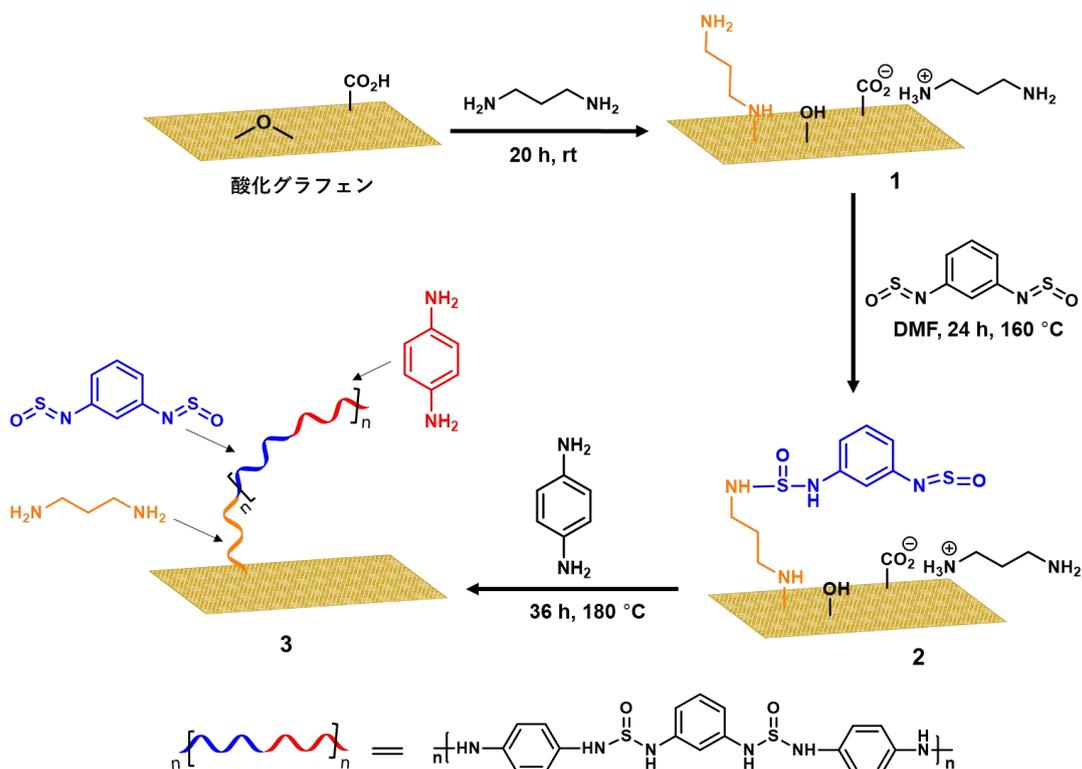
1. 研究の背景と目的

グラフェンは高い比表面積や優れた電気伝導性、熱伝導性、強度等の特性を有しており、次世代材料として期待されている。また、フレキシブル性が高いため、柔軟性のあるプラスチック基板に塗布することでウェアラブルなデバイスへの搭載など曲面での使用も可能である。本研究ではグラフェンの優れた性質を活かしたフレキシビリティのあるキャパシタの開発を目指す。

その作製には近年研究が盛んなプリンテッド・エレクトロニクスのように、高真空や高温を必要としないプロセスが好ましい。本研究ではスクリーン印刷などのインクとしてグラフェンをスラリー化することを目指す。その際、グラフェンの物性を大きく損なう界面活性剤を用いず、可能な限り純粋なグラフェンを得ることに挑戦する。

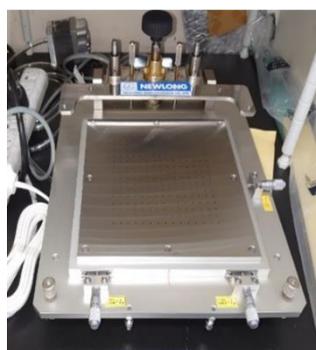
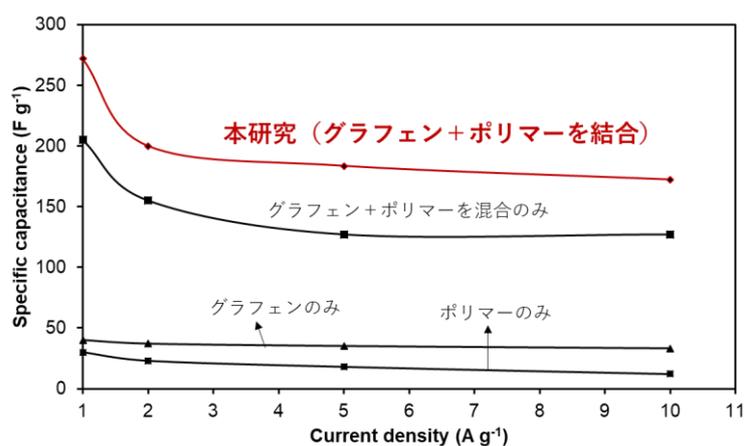
2. 研究成果および考察

グラフェンを化学修飾により機能をもたせ、ペーストとして金属集電体に塗布し、スーパーキャパシタの電極としての応用を実証した。具体的には、我々が量産化に成功している酸化グラフェンに対し、プロパンジアミンを結合させ「1」を合成した。その後、反応性モノマーを結合して「2」に誘導したのち、フェニレンジアミンを加えてポリマーを形成させ「3」とした。このポリマーは、酸化還元特性を有することが既に報告されているが【N. A. El-Ghamaz, T. S. Ahmed, D. A. Salama, *Eur. Polym. J.* 2017, 93, 8】、スーパーキャパシタに応用した例は無い。

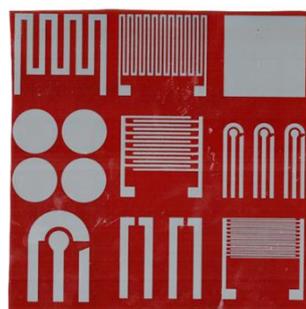


本研究で作製したグラフェンとポリマーを結合した材料は、スーパーキャパシタの電極として優れた性能を示した。比較として、グラフェンとポリマーを単純に混ぜて作製した電極では、電子移動が不十分であり、低い容量となった。また、グラフェンのみ、ポリマーのみの場合も低い容量であり、複合化の効果が顕著であった。

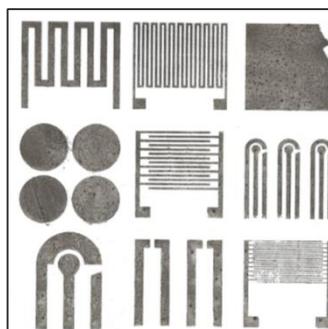
また、作製したグラフェンを用いて、スクリーン印刷を行い、電極を作製した。ポリイミド (PI) や紙といったフレキシブルな基板への印刷が可能であり、プリンテッドエレクトロニクス技術にグラフェンを適用できるようになった。



インク組成
 溶媒: テルビネオール 9.7 g
 バインダー: エチルセルロース 0.3 g
 分散助剤: Triton X-100 0.3 g
 グラフェン: 1.5 g



PI基板



紙基板

3. 将来展望

開発したグラフェンを用いてスクリーン印刷用のインクを作製し、プラスチック基板に印刷することでフレキシブルなキャパシタとしての真の実用化開発を実施する。金属基板を用いず、印刷技術で作製することができれば、安価に量産する事が可能となる上、廃棄も容易である。将来的には電解液なども積層印刷したラミネートセルキャパシタの作製を目指し、IoT技術の下支えをする。

4. 研究発表

【論文】

Grafting conductive polymers on graphene oxide through cross-linker: A stepwise approach
 R Khan, Y Nishina
 Journal of Materials Chemistry A 8 (27), 13718–13724

【招待講演】

仁科勇太, 「二次元ナノカーボンの化学」, 創造機能化学第116委員会講演会, 2020年12月14日