



フレキシブル薄膜電池の実現に向けたグラフェン負極の開発

電気電子工学
およびその関連分野



研究者所属・職名： 数理物質系・准教授

ふりがな ところ かおる

氏名：都甲 薫

主な採択課題：

- [挑戦的研究\(萌芽\)「フレキシブル全固体薄膜二次電池の実現に向けたグラファイト負極の革新合成技術」\(2018-2020\)](#)
- [挑戦的研究\(萌芽\)「パーティカル・グラフェンの創製とフレキシブル薄膜電池への応用」\(2022-2024\)](#)

分野：結晶工学、二次電池

キーワード：グラフェン、グラファイト、低温合成、リチウムイオン電池、フレキシブル

課題

●なぜこの研究をおこなったのか？(研究の背景・目的)

電気自動車や携帯機器のバッテリーの革新(大容量化、高エネルギー密度化、軽量化、安全化)を目指し、二次電池の全固体化・薄膜化の研究が活発化している。中でも、軽くて柔らかい「フレキシブル全固体薄膜二次電池」は、どこにでも設置できることに加え、積層による高性能化が容易であり、「究極の電池形態」といえる。本研究では、その要素技術として、プラスチックフィルム上における負極材料の合成技術構築を目的とした。

●研究するにあたっての苦労や工夫(研究の手法)

炭素は二次電池負極として用いられてきたが、その合成温度は高く、プラスチックフィルム上へ直接合成することは難しい。そこで、IV族半導体薄膜の低温合成技術として知られる「金属誘起層交換」を炭素に適用し、グラファイト薄膜(多層グラフェン)の低温合成を検討した。

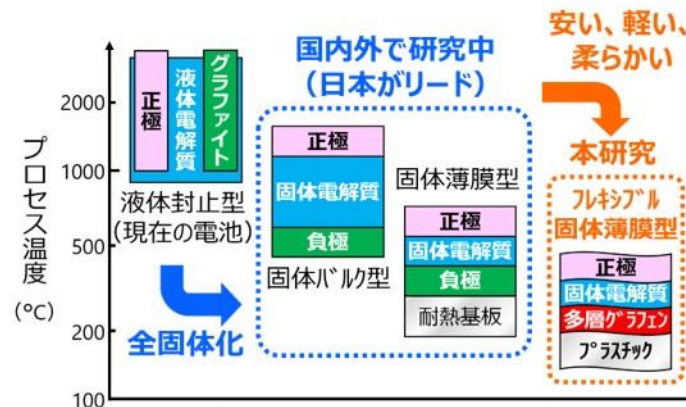


図1 リチウムイオン電池の現状と本研究



フレキシブル薄膜電池の実現に向けたグラフェン負極の開発

電気電子工学
およびその関連分野

研究成果

●どんな成果がでたか？どんな発見があったか？

多層グラフェン（グラファイト薄膜）の低温合成に向けて、非晶質炭素膜を金属触媒を用いて結晶化させる「金属誘起層交換」を検討した（図2左上）。8種類の金属（図2右上、青）で層交換が発現し、特にNiを用いた場合に結晶化温度が最も低減した。この特徴により、耐熱プラスチックフィルム（ポリイミド）上において、多層グラフェンを合成することに成功した（図2左下）。

得られた多層グラフェンについてリチウムイオン電池負極特性を評価した結果、従来用いられてきた高温合成グラファイト負極と遜色ない容量およびクーロン効率をもつことが判った（図2右下）。低温合成炭素が負極として十分な性能を示すことを初めて明らかにした成果であり、多くの論文・受賞に結実した。

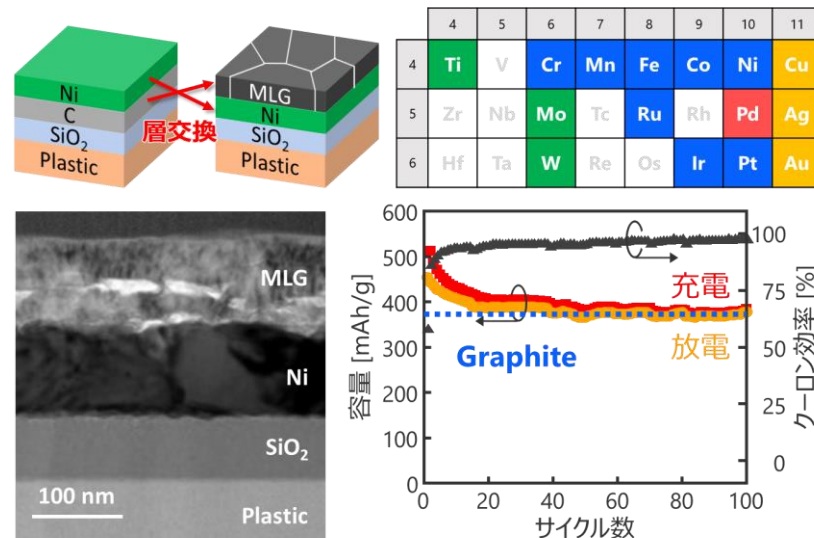


図2 多層グラフェンの合成と二次電池負極特性

今後の展望

●今後の展望・期待される効果

プラスチックフィルム上に均一な多層グラフェン（グラファイト薄膜）を形成する方法を初めて開発し（図3）、優れた二次電池負極特性を実証した。フレキシブル薄膜電池の実現には負極・電解質・正極の開発が必須となるが、本成果はその要素技術の一つとなる。また、プロセスはシンプルであり、大面積形成も可能であることから、産業応用への障壁が低い。二次電池負極のほか、排熱材や保護被膜など様々な応用が期待される。

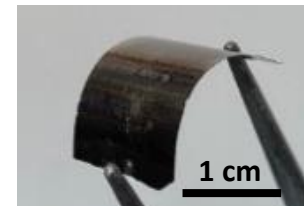


図3 プラスチックフィルム上に合成した多層グラフェン