



フッ化物イオン電池の正極としての 新奇 4 元系酸フッ化物

既存のリチウムイオン電池 (LIB) を凌ぐ高性能蓄電池として、フッ化物イオン電池が注目されている。しかし、LIB 正極を構成する酸化物とは異なり、(酸)フッ化物自体の数が少なく、その合成技術も未確立である。京都大学 高見剛 特定准教授、河原克巳研究員、福永俊晴 特任教授、安部武志 工学研究科教授、高エネルギー加速器研究機構物質構造科学研究所 齊藤高志 特任准教授、神山崇 教授の研究グループは、4 元系酸フッ化物 $\text{Bi}_{0.7}\text{Fe}_{1.3}\text{O}_{1.5}\text{F}_{1.7}$ を正極に用いて、フッ素イオンを伝導種とした充放電を実証した。

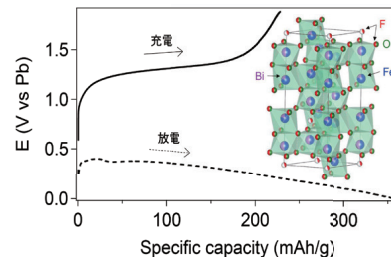
本研究では、ポリフッ化ビニリデンを用いた non-topotactic 反応を介して、新物質

$\text{Bi}_{0.7}\text{Fe}_{1.3}\text{O}_{1.5}\text{F}_{1.7}$ を合成した。中性子回折により、結晶構造の精密化に加え、フッ素の含有量と原子位置を決定した。この物質を正極、Pb を対極として、サイクリックボルタンメトリー測定を行ったところ、酸化・還元ピークを観測した。また、 $\text{Bi}_{0.7}\text{Fe}_{1.3}\text{O}_{1.5}\text{F}_{1.7}|\text{Ce}_{0.95}\text{Ba}_{0.05}\text{F}_{2.95}|$ Pb から成る全固体セルは、充放電挙動を示した。例えば、放電容量は 360 mAh/g となり、高い値を達成した。

磁化測定により、充放電に伴う Pb 対極のフッ素化・脱フッ素化の割合を定量評価した。X 線蛍光分析および X 線回折により、正極において放電に伴う Bi への相転移と Fe の価数減少を明らかにした。このように、フッ素イオンを伝導種とした電池反応を明らかにした。充放電時の不可逆性の克服等課題は残るが、多元系 (酸) フッ化物を用いた革新的な高容量電池の開発への新しい展開を生み出すことが期待される。

本研究成果は、2020 年 5 月 4 日に、米国物理協会の国際雑誌「APL Materials」に掲載された。さらに、本論文は Featured に選ばれ、

米国物理協会から最も顕著な研究成果として Scilight にて特集された。



(京都大学 特定准教授 高見剛,
連絡先: 〒 611-0011 京都府宇治市五ヶ庄,
E-mail: t-takami@saci.kyoto-u.ac.jp)
URL: <http://www.rising.saci.kyoto-u.ac.jp/>

[2020 年 5 月 14 日]



大型・低欠陥 GaN 基板を開発

三菱ケミカルは独自の結晶成長技術である SCAAT™ を用いて結晶欠陥を従来より 100 分の 1 から 1000 分の 1 に低減した単結晶窒化ガリウム (GaN) 基板を開発した。高耐圧や高周波用途で実用化開発が急速に進展する次世代パワー半導体分野では、その本来の高性能を発揮するために不可欠な部材として高品質 GaN 基板の量産ニーズが高まっている。

同社が開発した SCAAT™ は超臨界状態のアンモニアに高純度 GaN 多結晶を溶解し、溶解平衡近傍の理想的な条件で単結晶を成長する溶液法の一種で、酸性触媒剤を使ったアモノサーマル法に分類される。高品質結晶を一度に大量に成長できる点に特徴があるが、

今般結晶の大型化技術を確立、4 インチの結晶を発表した (図)。LED やレーザーなどの光デバイスと比較してチップサイズが大きいパワー半導体用途では、コスト低減の必須要件として GaN 基板の大型化が求められるが、同時にリーク電流や電流コラプスの原因となる結晶欠陥も大幅に減らす必要がある。本結晶の欠陥密度は 10^3 cm^{-2} 台であり、大口径と低欠陥密度を同時に量産可能な技術を実証した。光デバイスにおいても、高出力レーザー用途などで結晶欠陥の少なさを活かしたさらなる高出力化、信頼性向上が期待できる。

今年度内に大型の本格量産設備を国内に建設し、事業化に向けた実証を計画しており、6 インチ結晶の開発にも着手する。今後はユーザーによる信頼性評価等を進め、22 年には高周波デバイス向け 4 インチ基板から市場投入を始め、6 インチ基板の開発を加速し、パワー半導体向けの市場投入も目指す。

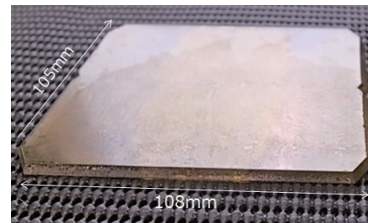


図. 4 インチ GaN 結晶

(三菱ケミカル株式会社 新エネルギー部門 新エネルギー戦略企画部 新規事業推進室
連絡先: 〒100-8251 東京都千代田区丸の内 1-1-1
Email: fujito.kenji.mv@m-chemical.co.jp)

本成果の一部は、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO) の助成事業 (JPNP10022) の結果得られたものです。

[2020 年 5 月 18 日]