

結晶 Ge ナノ粒子膜の堆積とその Li イオン電池への応用

Deposition of a crystalline Ge nanoparticle film and its application to Li-ion battery

¹阪大接合研, ²九大院シス情, ³東大院工 ○内田儀一郎¹, 古閑一憲², 白谷正治², 神原淳³

¹Osaka Univ., ²Kyushu Univ., ³The Univ. of Tokyo, °Giichiro Uchida¹, Kazunori Koga²,

Masaharu Shiratani², Makoto Kambara³

E-mail: uchida@jwri.osaka-u.ac.jp

はじめに

Li イオン電池の電気自動車への搭載には、現行の2倍以上のエネルギー密度を有する革新的 Li イオン電池の開発が必要不可欠であり、なかでも負極材料の高容量化は最優先研究課題である。本研究では、Si と同様に Li と合金 $\text{Li}_{4.4}\text{Ge}$ を形成し、大容量化が可能な Ge に着目した。Ge の利点は高容量化に加え、① Ge 中への Li イオンの拡散速度が Si より 2 桁高く大電流（高出力）が期待できる事、②体積膨張率が Si の約半分であり、膜の微粉化が抑制できる事、③狭バンドギャップであるため、電気導電率が Si の 1000 倍と極めて高く、導電性が必要な負極材料に適している事である。本研究では結晶 Ge ナノ粒子膜をスパッタリング法を用いて作製し、Li イオン電池の電極材へと応用し、大容量化をブレイクスルーすることを目標としている。

実験結果

Ge ナノ粒子膜を 1.5 Torr と比較的高いガス圧力環境下で、13.56 MHz の RF マグネトロンスパッタリング法により作製した。堆積膜の XRD 測定を行ったところ、放電アルゴンガスに水素ガスを添加することにより、Ge 結晶の(111)面、(220)面、(311)面に相当するピークが観測され、結晶化に水素添加が有効であることが明らかになった。また、基板温度を室温から 180°C に上昇させると信号半値幅が 0.28 deg. から 0.17 deg. へと減少し、結晶性が大きく向上した [1]。

この結晶 Ge ナノ粒子膜を負極材とした Li イオン電池(2016 コインセル)を試作し、充放電特性から重量比容量を評価した。図 1 に示すように初期容量として理論値に近い約 1600 mAh/g が得られた。充放電のサイクル数とともに、容量は緩やか低下し、50 サイクル後の容量は約 600 mAh/g であった。これは従来型のカーボン負極材電池の 300 mAh/g を大きく超える容量であり、Ge ナノ粒子生成・堆積プラズマプロセスの Li イオン電池応用への有効性を示す結果である。

本研究は MEXT の助成を受けて行った。

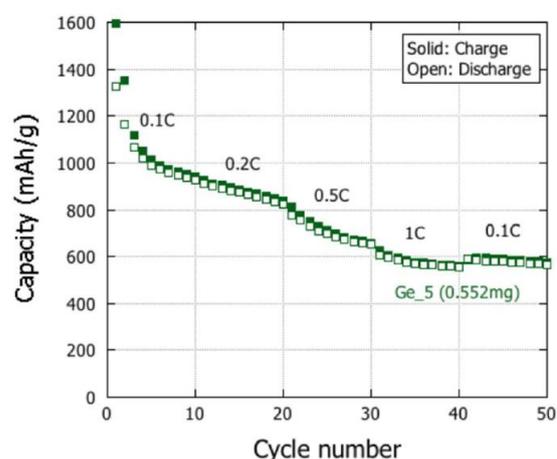


図 1: 結晶 Ge ナノ粒子膜を負極材とした Li イオン電池容量の充放電サイクル特性。

[1] G. Uchida, D. Ichida, H. Seo, K. Kamataki, N. Itagaki, K. Koga, M. Shiratani, Proceedings of the 12th Asia Pacific Physics Conference (APPC12), (2014), pp. 015082-1 – 015082-4.