

シリコン VLSI 技術を用いて試作した 100×100 ミクロン平方 全固体型リチウムイオン 2 次電池

One hundred micron squared all-solid-state Li ion secondary battery fabricated by Si
very large scale integration technology

○内野 将也¹、野崎 孝明^{1*}、栗山 一男¹、串田 一雅² (1. 法大理工、2. 大阪教育大学)

○Masaya Uchino¹, Takaaki Nozaki^{1*}, Kazuo Kuriyama¹, Kazumasa Kushida²

(1.Hosei University., 2.Osaka Kyoiku University.)

E-mail: masaya.uchino.3y@stu.hosei.ac.jp

半導体微細化技術に伴い MEMS デバイスはミクロンサイズまで微細化が可能であるが、エネルギー源である電源の微細化技術が追いついていないのが現状である。そのため、MEMS デバイ스에搭載できるサイズの電池の開発が必要である。微小電源として高出力のリチウムイオン 2 次電池が注目を集めている。これまで我々は VLSI 技術を用いてシリコン基板内に 100×200 ミクロンの並列構造のリチウムイオン 2 次電池[1]及び、シリコン基板を負極とした 300×300 ミクロン平方全固体型のリチウムイオン 2 次電池の試作を行っている[2]。

本研究では正極材料に LiMn_2O_4 、負極に Li 金属、電解質に PMMA (polymethyl methacrylate) を用いて、シリコン基板埋め込み型 100×100 ミクロン平方の電池の試作を行った。まず、微小電池を埋め込むため、面方位 (100) シリコン基板上に厚さ 0.55 μm の酸化膜を形成し、さらに電極用のポリシリコン層 (約 300 Ω) を 0.45 μm 堆積した。その上に、リチウムイオンブロッキング層として SiO_2 (0.4 μm 厚) / SiN (1.6 μm 厚) を形成した。このブロッキング層内に正極材料を埋め込むための溝 (面積 100 $\mu\text{m} \times 100 \mu\text{m}$, 深さ 2 μm) を、ポリシリコン層が露出する深さまでドライエッチングにより切削した。この溝に、アセチレンブラックを 1.5 wt. % 程度添加した正極材料 LiMn_2O_4 をゾル - ゲル・スピンコーティング法により形成し、ラマン分光法により LiMn_2O_4 層の形成を確認した[2]。さらに電解質としてスピンコーティング法により 7.0 wt. % 程度 LiClO_4 を添加した PMMA を塗布し、負極を Li 金属の圧着により形成した。試作した電池の充放電測定を行い、電流値 50 nA で 10 分間充電を行い、電流値 10 nA で 30 分間の放電を確認した。この電池は 50 $\mu\text{Ah}/\text{cm}^2$ の放電容量を有している。以上の結果は、シリコン基板に埋め込んだ 2 次電池が微小電源として動作する可能性を示唆するものであるが、放電容量や出力に関しては今後さらに改善していく必要がある。

[1] K. Kuriyama, K. Kushida, T. Nozaki, Appl. Phys. Lett., 81, 5066 (2002).

[2] Y. Yamada, T. Nozaki, K. Kuriyama, K. Kushida, J. Alloys and Compounds, 551, 44 (2013).

*) 現在シチズンホールディングス株式会社