

# シリコン切粉からのシリコンナノ粒子の創製と リチウムイオン電池のシリコン負極のサイクル特性の向上

## Fabrication of Si Nanopowder from Si Swarf

### and Application to Si Anode with High Cyclability in Li Ion Batteries

阪大産研 °松本 健俊, 大里 太一, 喜村 勝矢, 崔 載英, 小林 光

ISIR, Osaka Univ., °Taketoshi Matsumoto, Taichi Ohsato, Katsuya Kimura, Jaeyoung Choi,

Hikaru Kobayashi

E-mail: tmatsumo@sanken.osaka-u.ac.jp

シリコン切粉は、シリコンインゴットをスライスしてシリコンウェーハを製造する際に、シリコンウェーハとほぼ同じ重量生成する産業廃棄物である。これをリチウムイオン電池の高容量負極活物質に利用する研究を行っている。本発表では、シリコン切粉由来のシリコンナノ粒子の反応メカニズムや  $\text{LiNi}_{0.5}\text{Co}_{0.2}\text{Mn}_{0.3}\text{O}_2$  正極と組合せた際のサイクル特性について報告する。

シリコン切粉をボールミル粉碎し、エチレン中  $1000^\circ\text{C}$  でカーボンコート (C-SiNP) した。C-SiNP: Ketjen Black: CMC: PVA=50:25:25:5 (wt%) で混練、Cu 箔上に塗布、真空乾燥し、電極とした。対極には Li 箔 (ハーフセル) または Al 箔上に塗工した  $\text{LiNi}_{0.5}\text{Co}_{0.2}\text{Mn}_{0.3}\text{O}_2$  正極 (フルセル) を、電解液にはフルオロエチレンカーボネート (FEC) を添加した  $1\text{M LiPF}_6$  の EC/DEC=1:1 溶液を用い、CR2032 コイン電池を作製した。充放電は、 $0.01\sim 1.5\text{ V}$  のセル電圧範囲で、また、1~5 サイクルでは  $180\text{ mA/g}$ 、6~100 サイクルでは  $1800\text{ mA/g}$  の充放電電流密度で充放電を行った。Li を Si に挿入する過程を充電、Si から脱離させる過程を放電と定義する。

ボールミル後のシリコン切粉は、約  $1\ \mu\text{m}$  と数百 nm のおおまかに二種類のサイズをもつ Si フレークであった[1]。ハーフセルでは、FEC の添加量は  $10\sim 15\text{ wt}\%$  でサイクル特性が向上し、少ないとシリコンの剥離、多いと Si への Li の挿入の阻害により放電容量が減少した[2]。シリコン切粉のカーボンコート量は  $10\text{ wt}\%$  で十分で、 $37\text{ wt}\%$  では Si が凝集し、充放電サイクル中に Si が剥離した[2]。FEC の添加量が  $10\text{ wt}\%$  でカーボンコート量が  $10\text{ wt}\%$  の時に、100 サイクル目で  $1600\text{ mAh/g}$  の放電容量を示した。

ハーフセルで最適化した条件を用いて作製したフルセルの放電容量のサイクル依存性を Fig. 1 に示す。ハーフセルと同様な良好なサイクル特性を示し、100 サイクル目の放電容量は、ハーフセルの時とほぼ同じ  $1660\text{ mAh/g}$  であった。この結果は、シリコン切粉由来のシリコンナノ粒子が、リチウムイオン電池の高容量負極の活物質として有効であることを示唆している。

[1] K. Kimura et al., J. Electrochem. Soc. 164 (2017) A995-A1001.

[2] T. Matsumoto et al., J. Alloys Compd. 720 (2017) 529-540.

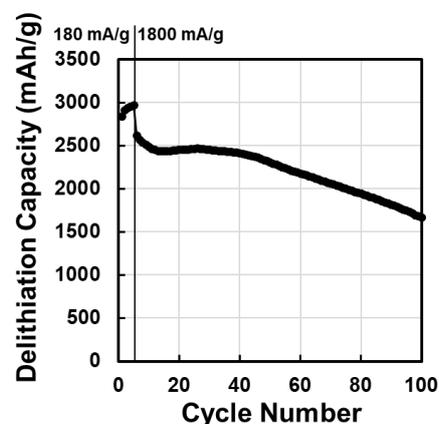


Fig. 1 Delithiation capacity of Li ion battery with Si nanopowder anode and  $\text{LiNi}_{0.5}\text{Co}_{0.2}\text{Mn}_{0.3}\text{O}_2$  cathode.