

電気自動車用のリチウムイオン電池は1回の充電での走行距離を伸ばすために、充放電容量の増大が必要である。2009年11月、韓国と米国の共同研究チームは、リチウムイオン電池用のシリコン負極の充放電寿命を大幅に向上できたことを発表した。シリコン負極は、現行の炭素負極に比べて容量密度を1桁高くできるが、耐久性の低さが問題である。研究チームはシリコンを微細な中空構造にすることで、体積変化による応力の影響を緩和し、また表面を炭素で覆うことで劣化を防止した。この負極は炭素の約10倍の容量密度を保ったまま、充放電による容量密度の低下率も市販の炭素負極とほぼ同程度にまで向上した。

トピックス 2 リチウム電池用シリコン負極の充放電寿命が大幅に向上

リチウムイオン電池は、二酸化炭素排出量の低減に大きな効果がある電気自動車などへの利用が期待されている¹⁾。1回の充電での走行距離を伸ばすためには、充放電容量の増大が必要である。リチウムイオン電池の負極にシリコンを用いると、現在用いられている炭素に比べて容量密度を1桁高くできる。しかし、シリコンの負極は充放電の繰り返しに対する耐久性が低いという問題がある。

シリコン負極を用いると容量密度が高くできるのは、シリコンがリチウムと合金を形成することで、多くのリチウムを取り込むことができるためである。ただし、シリコンはリチウムを取り込むと3倍も体積が膨張し、充放電を繰り返すとその体積変化のために電極が壊れて微粉化してしまう。シリコンを細い線状に加工したり、空孔を含む構造にすることでサイクル寿命を向上することができるが、それでも50回の充放電の後に、容量密度が1/4以下にまで低下していた。

2009年11月、韓国蔚山科学技術大学や米国スタンフォード大学の共同研究チームは、リチウムイオン電池用のシリコン負極の容量密度を大きく保ったまま、寿命を大幅に向上できたと発表した²⁾。

共同研究チームはシリコンを微細なチューブ形状(直径~200nm、壁の厚さ~40nm)とし、チューブの表面は炭素の薄膜で被覆した。シリコンを微細な中空構造にすることで、体積変化による応力の影響を緩和する。また表面を炭素で覆うことで、チューブの表面の劣化を防止する。

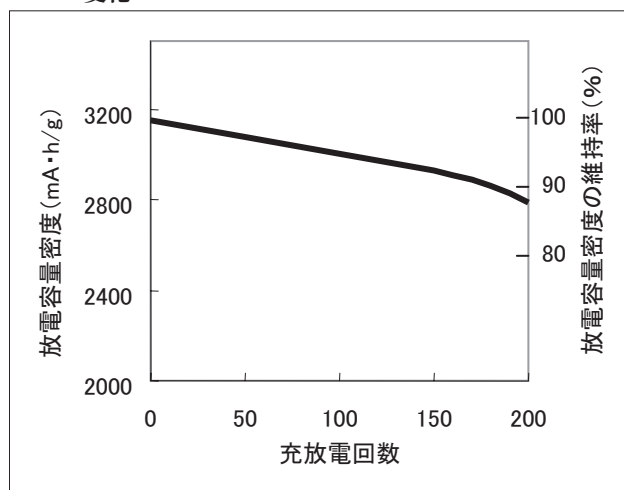
シリコンのチューブは、微細な空孔を持つアルミナに有機シリコン溶液の浸漬・乾燥を数回繰り返した後、

熱処理し、アルミナをアルカリ溶液で溶かして取り除く方法で作製した。

この負極を用いた電池は、初期放電容量密度が約3200mA・h/gと炭素の約10倍であり、200回の充放電後も10%程度しか低下しなかった(図表)。この低下率は、現在市販されている炭素負極のリチウムイオン電池とほぼ同等である。試験後、負極を分析したところ、シリコンの結晶がアモルファス化し、壁の厚さも初期の~40nmから~300nmに厚くなっていたが、チューブ形状は保たれていた。

実用的な充放電回数(~500回)での特性の確認を目指すとともに、さらに形状の最適化や生産性の検討が必要である。

図表 今回発表された負極の容量特性の充放電回数による変化



参考文献²⁾を基に科学技術動向研究センターにて作成

参 考

- 1) 河本洋、「自動車用高出力・大容量リチウムイオン電池材料の研究開発動向」、科学技術動向、2010年1月号、p. 19
- 2) M. Park et al., "Silicon Nanotube Battery Anodes" Nano Lett., Vol. 9, 3844, (2009)