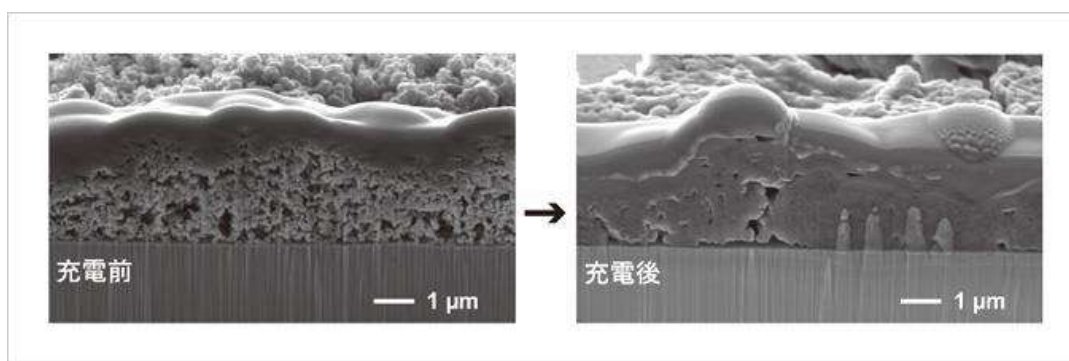


シリコンナノ粒子のみで高出力な全固体電池用負極電極体を実現

国立研究開発法人 物質・材料研究機構(NIMS)は、市販のシリコンナノ粒子を用い、スプレー塗工法で作製したシリコンナノ粒子電極体が、全固体電池中で高い出力特性及びサイクル特性を示すことを見出しました。高価で大面積化の困難な気相法で作製するシリコン蒸着膜ではなく、安価で大面積化が比較的容易なスプレー塗工法で作製したシリコンナノ粒子電極体で高い電極特性が確認されたことは画期的で、安全で高い信頼性を有する全固体リチウム二次電池の高容量化への貢献が期待されます。



「プレスリリース中の図：電子顕微鏡で観察したシリコンナノ粒子電極体の、充電前後の断面像」の画像

Si は負極材としての理論容量密度が 4200 mAh/g であり、この値は現行の黒鉛と比較すると約 11 倍と非常に大きいため、例えば電気自動車用電池の負極として使用されれば、一充電あたりの走行距離が大幅に伸長するものと期待されています。ところが Si は充放電時に変化率 3 倍の非常に大きな体積変化を示すため、電解液中に浸かる活物質粒子を結着材を用いて集電体へと繋ぎとめておく必要のある従来の液系電池中では、電極体から脱落しやすく、安定に充放電を繰り返すことが困難であるという大きな課題を抱えていました。これに対して、全固体電池中では、集電体と固体電解質という二つの固体の間に活物質粒子が挟み込まれた状態となるため、この課題を回避することが可能です。実際に NIMS はこれまでに、気相法で作製した純シリコンの蒸着膜が全固体電池中で実用的な面容量 2.2 mAh/cm² においても高い出力特性及びサイクル特性を示すことを明らかにしてきました。しかしながら、気相法は高真空を必要とする手法であるため大面積化・連続生産が難しく、実用電池に採用するには、低コストで生産性に優れた電極作製法の開発が不可欠となっていました。

今回 NIMS は、気相法による Si 負極作製法に代わる技術として、スプレー塗工法によりシリコンナノ粒子電極体を作製し、間接的に蒸着膜に似た連続膜を合成する技術を開発しま

した。これは充電時、限られた空間で各粒子に起こる非常に大きな体積膨張を上手く利用することで、電極体を構成する粒子同士が強固に接合され、その場にて連続膜へと形態が変化する現象の発見に基づいたものです。つまり、全固体電池中ならではの環境を活かし、液系電池では課題となっていた体積変化を逆手に取って上手く活用した成果になります。また、この方法は大気下でシリコンナノ粒子の分散液を集電体上へスプレー塗布するだけの簡便なものであり、大面積化が可能で、高生産性を有するものです。今後、今回開発したその場で連続膜へ生まれ変わるシリコンナノ粒子電極体の充填量を増やし、この成果を、電気自動車用全固体電池の高容量化などにつなげられるよう開発を進めます。

本研究成果は、ACS Applied Energy Materials 誌にて 2019 年 9 月 24 日にオンライン掲載されました。

掲載論文

題目 : Anode Properties of Si Nanoparticles in All-Solid-State Li Batteries

雑誌 : ACS Applied Energy Materials

DOI : 10.1021/acsaem.9b01517

日文新聞发布全文 <https://www.nims.go.jp/news/press/2019/11/201911070.html>

文：JST 客观日本编辑部翻译整理