

3次元ボールミルを用いたメカノケミカルプロセスによるケイ素コンポジット負極活物質の合成

Synthesis of the silicon composites as active materials by mechanochemical process with 3D ball-milling

東北工大 工学部¹, (株)亀山鉄工所² ◯下位 法弘¹, 青沼 大空¹, 佐藤 雅邦², 渡邊 康德², 平川 章²

Department of Elect., Tohoku Inst.¹, KAMEYAMA Iron Works Co., Ltd.² ◯Norihiko Shimoi¹, Hirotaka Aonuma¹, Masakuni Satou², Yasunori Watanabe² and Akira Hirakawa²

E-mail: n-shimoi@tohtech.ac.jp

【諸言】

リチウムイオン二次電池負極活物質としてケイ素の応用が期待されているが、ケイ素はリチウムの吸蔵放出による急激な体積変化により充放電サイクルが急速に劣化する特徴を有する。本研究では、活物質中における導電性補助を担う金属微粒子とケイ素をコンポジット化した合材を2軸独立制御駆動型3次元ボールミル (Fig.1 参照) で合成し、リチウムイオン二次電池用負極活物質として電気化学評価を試行する。結果、高充放電容量の維持に成功しつつケイ素の負極活物質としての応用への指針を提示することが可能になった。

【実験】

本研究では2軸独立制御駆動型3次元ボールミルにて粉末状のケイ素・酸化銅・酸化リチウムを混合粉砕し負極活物質を合成する。各材料の添加量を調整し、メディアとして使用したジルコニアビーズと共に大気中かつ常温環境下で混合粉砕した。当該粉砕合成物をポリアミック酸バインダー及び導電助剤用炭素粉末と混練後、負極活物質を作製し2032型コインテストセルにて電池特性の評価を行う。

【結果】

2軸独立制御駆動型3次元ボールミルによるメカノケミカルプロセスにより、ナノスケールサイズ微粒子状ケイ素・酸化銅・酸化リチウムの相互還元、酸化によるケイ素の部分酸化、ケイ素-銅およびリチウムの合金化によるナノスケール微粒子群を同時に形成し、さらに被膜膜としてケイ素-酸化銅の合成被膜を合成したコンポジット合材 (外観およびイメージ図; Fig.2 参照) の合成に成功した。酸化銅・酸化リチウムの還元により形成されたケイ素酸化物は、添加量の制御により二酸化ケイ素までの組成に至らず、活物質として利用し得る一酸化ケイ素を主成分とした合材の構成を可能にしている。その結果、粉末ケイ素のみで作成した負極活物質に比べ、充放電特性を大幅に改良するコンポジット組成を見出すことに成功した。ケイ素、ケイ素をベースとした酸化物及び合金粒子の組み合わせ、ケイ素-酸化銅の合成被膜によるコンポジット型粉体の高性能負極活物質創製への可能性を示すことが出来た。

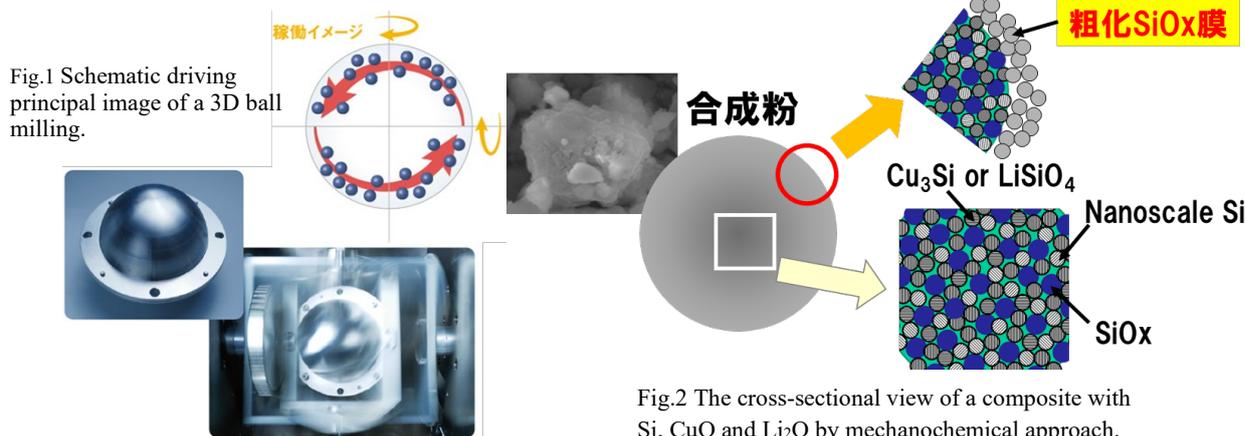


Fig.2 The cross-sectional view of a composite with Si, CuO and Li₂O by mechanochemical approach.