

《目次》

二次電池、キャパシタの技術動向・・・1～2 p	パワーデバイスセミナー・・・ 5 p
太陽電池の市場・開発動向・・・ 3 p	太陽電池セミナー2008・・・ 6 p
新・高温超伝導物質・・・ 4 p	蠟梅 Now・・・ 7 p

二次電池、キャパシタの技術動向と将来展望

5月30日に開催された第13回テクノセミナーにおいて、標記について紹介をしたので、以下にその概要を記す。

鉛蓄電池に代表される二次電池は古くから自動車電装品等の電源として使用されてきており、またより手軽に使える二次電池として、ニッケルカドミウム電池、ニッケル水素電池が開発されてきた。これらは電解液(水溶液)と電極(活物質)間の酸化還元反応を利用して充放電を行い、後者ほど電池に蓄えられる重量当りのエネルギー量(重量エネルギー密度)が増加した。さらに1990年代に実用化されたLiイオン二次電池は体積エネルギー密度、重量エネルギー密度が上記の電池よりも高いことから携帯機器を中心に使用量が増加した。現在、電気自動車用への応用を目標に、更なる高容量化・安全性向上が望まれており、キャパシタなどの融合が考えられている。

Liイオン二次電池では、正極活物質(含Li化合物:LiCO₂, LiNiO₂, LiMn₂O₄など)や負極活物質(グラファイト)へのLi⁺イオンの侵入・離脱に伴い、活物質の電子状態が変化することにより充放電を行う。これらの反応は分解電圧の高い有機電解質中で行われるため、従来の水系電解質を用いたニッケル水素電池などよりもセル電圧が高い。さらに、軽量化および安全性の向上のために、ゲル状電解質や導電性ポリマーなどを使用する試みもなされている。特徴としては従来の鉛蓄電池やニッケル水素電池と比較して、エネルギー密度が高い、軽量でサイクル寿命が長い、メモリ効果がないなどがあげられる。

Liイオン二次電池の内部では、正極、負極それぞれの活物質を含む正極合材・負極合材を塗布した金属箔(集電材)がLiイオンの透過できる微細な孔の開いた有機樹脂フィルム(セパレータ)で挟まれ、ロールケーキ状に巻き取られて有機電解液に浸されているか、正極 | セパレータ | 負極 | セパレータ・・・の順にそれぞれの部材がサンドイッチ状に重ねられ、有機電解質に浸されている構造をとる。

正極合材は前述の正極活物質に導電性のためのグラファイト、およびこれらを集電材に密着させるバインダが混入されており、正極の集電材は充電時の腐食や電解質の酸化防止などの観点から表面に不導体被膜ができるAl箔が用いられている。負極合材には前述のグラファイトにバインダが混入されており、負極の集電材としては銅箔が用いられている。

自動車への応用を目標としたLiイオン二次電池の課題はエネルギー密度(容量)・出力密度の向上(充放電の高速化)、信頼性・安全性の向上があげられる。エネルギー密度の向上としては、理論容量の80%まで達したグラファイトに代わる酸化チタン系やSi化合物などの新負極活物質の探索が行われている。また安全性の向上には正極活物質に、電池が高温になっ

でも熱暴走を生じない LiFePO_4 などの応用が考えられている。

一方、蓄電池と同様に電気を蓄える素子として電気二重層キャパシタが提案・開発されている。小型のキャパシタはメモリのバックアップ用電圧源として用いられてきたが、耐圧が低いいため電力用として用いられることはなかった。しかし、同様なセルを複数用意し、電子回路によって、耐圧を越えない電圧で充電し、放電時には高電圧が得られるように回路構成を変えることによって大電力で使用できるようになった。

キャパシタ(コンデンサ)の容量は電極面積に比例し、電極間距離に反比例する。電気二重層キャパシタは電極として活性炭(グラファイト)を用いて電極面積の増加を達成している。また、電解質中の導体表面には正負の荷電粒子が対を形成して層状に並び、厚さが nm オーダーの電気二重層が形成されて極板間距離の非常に小さなキャパシタが形成され、大量の電荷を蓄えることができ、電荷蓄積による化学反応が生じないため、電池と比較して取り出せる電流密度が大きいという特徴を持つ。内部は Li イオン二次電池の正極を負極で置き換えたような構造をしている。

電気二重層キャパシタの課題はエネルギー密度の向上であり、活物質(グラファイト)の構造最適化などにより鉛蓄電池相当のエネルギー密度が達成されている。さらに、正極のグラファイトを構成する炭素の一部をホウ素に変えることによって、Li イオンとの反応性を付与し、キャパシタと Li イオン電池の両方の特性を兼ね備えたハイブリッドキャパシタなどの研究開発が進められている。

現在、ほとんどの小型携帯機器において Li イオン二次電池が使用されているが、自動車や電力平準化など大電力用途には、更なる高容量化・安全性向上が望まれている。新活物質の探索などが進められると共に、大電流密度に対応できるような電解質や集電材まわり(集電体-活物質間の関係など)の検討が必要と考えられる。

神鋼リサーチ(株) 宮内重明