

大電力用電気二重層キャパシター型電池の1提案 (Ⅱ)

Proposal of EDLC type battery for high electric power storage

川端 啓介

Keisuke Kawabata, E-mail: kwbtakes@silver.ocn.ne.jp

電気二重層キャパシター (EDLC) はリチウムイオン電池に比べるとサイクル寿命、安全性、充電時間などで優る。しかし、小型電池では空間的なエネルギー密度が重要であったので、EDLCの出番はなかった。EDLCの貯蔵能力を増大させる機構があれば、用途により (例えば、メガソーラー用のMW級の据え置き型電力貯蔵) この長所が生きてきてリチウム電池などより優越するのではないかと。EDLCは電極界面に貯蔵する機構であるので単純にはセパレーター不要の同符号電極の数を増やせばよい。前回26年の春の学会で複数の貫通孔のある電極、それもメッシュ状電極シート複数並置が有効であろう、とした。

一対の正負の電極が電解液のなかに浸っているEDLCの充放電では、外部回路を流れる電子電流、電解液中を流れるイオン電流、極板表面のキャパシターを流れる変位電流はある時刻では同じ値である閉じた回路を流れる。同符号極連結した併設並行極板の場合も外側に複数の極板対が増設されたと考えてよい。外側に増設された対は内側の極板に貫通孔がないと電流は外側を大回りして流入するが、貫通孔があると電気力線は貫通孔を通過して最短経路を通る閉じた回路が出来る。従来のEDLCでも回路の抵抗は集電極と担持物質との間の抵抗、と電解液中のイオンの移動抵抗、の和によるものであったが注目されたのは前者であって、その理由は小型のEDLCでは極板間の距離は主にセパレーターの厚さによる非常に小さなものであったからである。しかしここに提案したような同極並列系ではこの抵抗がどのくらいかが非常に重要なものとなる。

市販のステンレス 40 メッシュ (開口率 36 %) では素のままで電極を1-5枚と増加させると電流は正確に枚数に比例して増加したが 0.2mm 厚の孔なし板では増加はほとんど無かった。それでは開口率何%までこの比例性は保たれるのか? 市販品の 0.2mm 厚のアルミ板 25x50 mm² に 18 か所の直径 3 mm と 2 mm の孔を空けた場合について測定した。

(開口率はそれぞれ 10 % と 5 %)。その結果を図に示す。(電解液は 0.1mMKF 水溶液、CR時定数は 2-3 s) 開口率 10 % でも電流は枚数にしたがってリニアに比例している、が、5 % ではやや飽和がみられるが増加のほとんどない 0 % のものとは著しく異なる。開口率 10 % と 5 % というのはメッシュ金網電極に直して考えた 1 例をしめすと、市販の 40 メッシュステンレス金網のファイバー径は 250 μm で線間隔は 640 μm であり

内部空隙の 1 単位は 390x390 μm² であるから 10 % の開口率を保つた上で約 100 μm、5 % では 120 μm の膜厚の修飾層が担持可能である。(この 40 メッシュ金網では同サイズの板と比べると表面積が板の表裏の表面積の和の 1.2 倍ある。) 勿論。この線径、間隔、担持層の厚さの取り方は別な自由な設計例が可能であることは言うまでもない。

同じ開口率でもメッシュ形状の方が板よりも充放電の上では有利であろう。一つには開口場所が上記実験に比べると均等に、しかも密に分布しているからであり、もう一つは線条電極の近傍では電界が距離に反比例して大きいからである。

このメッシュ電極並行併置機構はEDLCで考えているが、ほかの電池にも応用できるのであり、たとえばリチウムイオン電池の負極 (正極も?) の特性改良にも有効であろう。

