

電気二重層キャパシタの内部抵抗

本号では、『EDLCの内部抵抗』について解説します。その前に、『抵抗とはなにか』、『なぜ抵抗が発生するのか』を説明し、『EDLCの内部抵抗』について説明します。

【抵抗とは何か】

電気機器は使用すると熱が発生します。これは電気が流れる回路に電気抵抗があるためです（第4号の解説参照）。回転する機械では摩擦が抵抗で、熱を発生させます。機械の内部で発生した熱が機器の内部を通つて大気に放出されるとき、この熱の通りにくさが熱抵抗です。また自動車は走ると空気抵抗が発生します。このように自然界には色々な抵抗が存在しています。EDLCも電流を流すと発熱しますので、EDLC内部には電気抵抗が存在していることになります。

【EDLCに抵抗が存在する理由】

金属には電気抵抗があり、これによって電流が流れると熱が発生します。充電または放電によつて電流が流れるとき、EDLCの内部はどうなるのでしょうか。EDLCにも電気抵抗が存在します。

この抵抗を内部抵抗といいます。

図1はEDLCの内部構造を模式的に示したもので、図(a)はセルを構成するシートの断面で厚さは1mm程度です。シートを模式的に拡大したのが同図(b)です。互いに結合した無数の活性炭微粒子群が集電極面には接着しています。

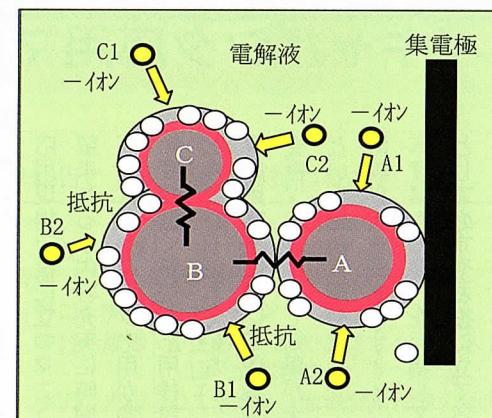


図3 充電時の内部動作

電極には(+)電位が印加されていますので活性炭Aの近くの(+)イオンA1、A2は電解液中に移動して活性炭Aに向かって移動します。同様に、活性炭B近傍の(+)イオンB1、B2は活性炭Bに向かって移動します。同様に活性炭Cに向かって(+)イオンC1、C2が移動します。

このイオンの移動はEDLCに電流が流れるることを意味します。このイオンは導電性の電解液の中を移動することになるので、このイオンの移動の「にくさ」がEDLCの電気抵抗となつて現れます。

【EDLCに内部抵抗の特性】

イオンが移動しやすいことは電気抵抗が小さく、イオンが移動しにくいことは電気抵抗が大きいことを表しています。イオンの移動のしやすさは電解液の性質によって異なり、同じ電解液でも電解液

電気二重層キャパシタの特性を表わすオームファラッド

EDLCの特性を表す“オームファラッド”は記号 ΩF で表します。この特性“オームファラッド”はEDLCの内部抵抗値と静電容量値を掛けたもので、単位は秒となります。このオームファラッドはEDLCの特性を適切に表すEDLC独特の特性です。

【オームファラッドと充放電効率】

EDLCを一定電流で充電または放電させたときの効率はこの特性値“オームファラッド”的値によって一義的に決まってしまいます。

図4はこの特性を示したものです。同図では、オームファラッド2(秒)、20(秒)、200(秒)のEDLCについて、充電または放電時間変えて同じ効率で充放電しようとする場合、オームファラッドの大きいEDLCは、より長い時間、すなわち、より小さな電流で充放電しなければならないことがわかります。

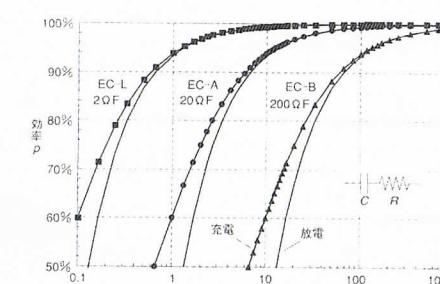


図4 ΩF と充放電効率

出典 岡村 勝夫著「電気二重層キャパシタと蓄電池」
日刊工業新聞社 第2版(2001年)

連載
第4回

電気二重層キャパシタ 解説シリーズ

キャパシタフォーラム キャパシタ応用マニュアルワーキンググループ 副主査 木下繁則

次号では、セパレータについて解説します。



～ 猫でもわかる？ わかりやすい～

EDLCの構造を模式的に示したのが会報3号の解説シリーズ第2回の図2です。
EDLCを充電すると電解液中に浮遊していたイオンは電解液中を移動して近くの活性炭に付着します。イオンが活性炭に吸着すると蓄電されたことになり、イオンの移動もなくなります。

図3は、図2の(c)を用いて充電時の電解液の中のイオンの移動を模式的に示したもので、同図は充電中の状態で示しています。

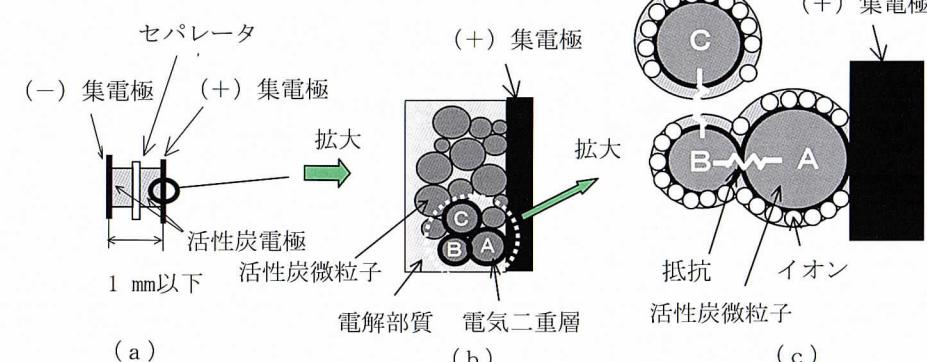


図1 EDLC内部構造模式図

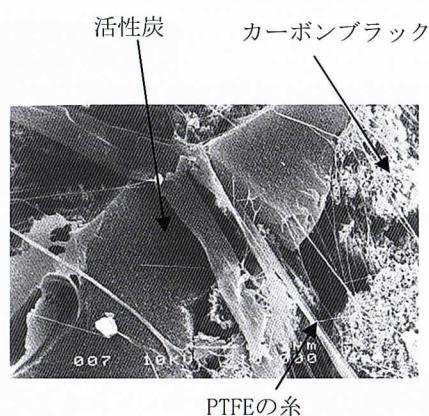


図2 EDLC内部の顕微鏡写真

出典 岡村 勝夫著「電気二重層キャパシタと蓄電池」
日刊工業新聞社 初版(1999年)

この活性炭微粒子群を更に拡大して電子顕微鏡写真で示したのが図2です。活性炭が炭素の粉末であるカーボンブラックを介して、お互いにくつついて結合していることがわかります。図2を模式的に示したのが図1の(c)です。