

## N116

## 規則性メソポーラスカーボンの合成と電気二重層キャパシタ性能

(阪大院基工) ○(学) 金 津・(正) 西山憲和\*・(正) 江頭靖幸

## 1. 緒言

ナノポーラス炭素材料の応用として電気二重層キャパシタ(EDLC)が注目されているが、エネルギー密度を増加させるには二重層面積を広くすればよく、通常電極を多孔化することにより比表面積を増大させる。さらに、電解質イオンと溶媒分子が移動できる大きさ以上の細孔が必要となる。よって、EDLCの高容量化には、電解質イオンが十分に浸透できるような数nmのナノ細孔を多く含み、かつ、比表面積が大きな多孔質炭素があれば良いと考えられている。

本研究では、シリカ系鋳型を用いずに、有機-有機相相互作用を利用して1段階で規則性メソポーラスカーボンを合成する手法を見出している。本手法で得られたカーボンのキャパシタンスを測定し、従来のランダム細孔カーボン材料との比較を行い、電極材料としての本材料の特徴を明らかにした。

## 2. 実験

## 1. メソポーラスカーボン粉末の合成

有機鋳型剤としてトリブロックコポリマー Pluronic F127、炭素源としてレゾルシノール(R)-ホルムアルデヒド(F)を用い、前駆溶液を調製した。前駆溶液の組成比はモル比で0.0072 F127: 15 EtOH: 5.6 H<sub>2</sub>O: 1.0 R: 1.0 F: 0.05 HClとした。三日間攪拌すると沈殿物が生成した。沈殿物を90°Cで24 h程度乾燥した後、炭化処理を行った。炭化処理は窒素雰囲気下800°Cで行った。合成したカーボンをCOU-2と名づけた。表面積および細孔容積を増加させるため、COU-2、市販活性炭(AC)それぞれにKOH賦活を施した。KOH(1N)をAC、COU-2それぞれと混合した後、窒素雰囲気下で800°Cの熱処理を1時間行った。賦活したカーボンをK-COU-2、K-ACと名づけた。

## 2. キャパシタンスの測定

測定試料(COU-2, K-COU-2, K-AC)と、カーボンブラック、PTFE粉末を質量比8:1:1で混合し、加圧成型したものを白金メッシュに挟み、作用極とした。測定には水系(1N H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>)と非水系(1N Et<sub>4</sub>NBF<sub>4</sub>/polypropylene carbonate electrolyte)を電解液とし、電極を組み立てた。三極式のセルを用い電位掃引(サイクリックボルタンメトリー)法と定電流法にて充放電試験を行った。

## 3. 結果と考察

窒素吸着測定から求めたAC, K-AC, COU-2, K-COU-2の表面積、細孔径、細孔容積をTable 1に示す。K-COU-2の比表面積はCOU-2の比表面積より、増大したことから、賦活により、カーボンの壁にマイクロ孔が生成したことが

わかった。また、BJH法により計算した細孔径分布からK-COU-2とCOU-2は5.5 nmの均一なメソ孔を有することがわかった。一方、AC, K-ACは主にマイクロ孔を有することがわかった。

Table 1 Textual properties of the porous carbons

Sample	Surface area (m <sup>2</sup> /g)	Mesopore size (nm)	Pore volume (cm <sup>3</sup> /g)
AC	1047		0.75
K-AC	1464		1.03
COU-2	694	5.5	0.54
K-COU-2	1685	5.5	0.94

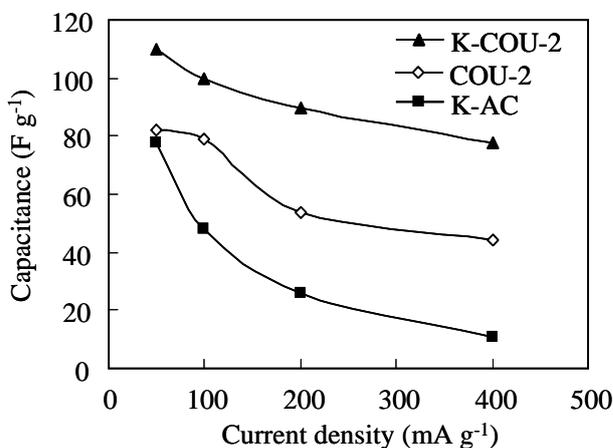
Fig. 1 Capacitance of COU-2, K-COU-2 and K-AC in 1M Et<sub>4</sub>NBF<sub>4</sub>/polypropylene carbonate solution.

Fig. 1に非水系で測定したK-AC, COU-2, K-COU-2それぞれのキャパシタンスと電流密度の関係を示す。COU-2はK-ACより、高いキャパシタンスを有することがわかった。K-ACは不必要なマクロ孔があるため、より低いキャパシタンスを得たと考える。本研究で開発した規則性メソポーラスカーボンでは、メソ孔の存在により、イオンの拡散抵抗を減少させることによって、高い静電容量を示したと考えられる。K-COU-2はCOU-2に比べ、より高い比表面積を持つため、高いキャパシタンスを得たと考えられる。

## 4. 結論

有機鋳型法により規則性メソポーラスカーボンを合成した。賦活処理により比表面積と細孔容積が増加した。水系および非水系ともK-COU-2はK-AC, COU-2に比べ、高いキャパシタンスを示すことがわかった。

\*e-mail: nisyama@cheng.es.osaka-u.ac.jp