

炭素材料の研究開発動向

2013

CPC 研究会

目次

第1編 蓄電デバイスと炭素

1.1 キャパシタの技術開発動向と市場動向

森本 剛

1.1-1 はじめに.....	5
1.1-2 電気二重層キャパシタ(EDLC).....	5
1.1-3 リチウムイオンキャパシタ(LIC).....	10
1.1-4 キャパシタの市場動向.....	14

1.2 電気二重層キャパシタの応用動向「超小型から大型まで、高密度化の応用展開」

西野 敦

1.2-1 概要.....	17
1.2-2 日本、米国、韓国、中国の各種 EDLC 生産活動の動向.....	17
1.2-3 各種電池の火災事故.....	20
1.2-4 EDLC 高性能化の概要.....	21
1.2-5 EDLC(P-EDLC)応用製品動向.....	24

1.3 難黒鉛化性炭素の電気化学特性とリチウムイオン二次電池への応用

小林 正太

1.3-1 はじめに.....	27
1.3-2 負極用炭素材料の概略と電気化学特性.....	27
1.3-3 難黒鉛化性炭素の構造的特徴と電極反応機構.....	30
1.3-4 難黒鉛化性炭素の電池特性.....	32
1.3-5 おわりに.....	36

1.4 鉄 - ナノカーボン複合体の調製およびエネルギーデバイスへの応用

江頭 港

1.4-1 緒言.....	37
1.4-2 水系電解液中での鉄の電極反応.....	37
1.4-3 リチウムイオン電池用途への酸化鉄 / ナノカーボン複合電極の適用.....	39
1.4-4 総括に代えて.....	42

第2編 炭素の表面物性を探る

2.1 カーボン材料の表面物性測定手法

細見 博之

2.1-1	はじめに.....	45
2.1-2	各種の細孔径分布測定手法.....	45
2.1-3	ガス吸着法.....	46
2.1-4	水銀圧入法.....	48
2.1-5	パームポロメトリー.....	50
2.1-6	DSC (示差走査熱量測定) 法.....	51
2.1-7	陽電子消滅法.....	51
2.1-8	水蒸気吸着法.....	52
2.1-9	おわりに.....	53

2.2 SERS・GERS 法によるナノカーボンの表面分析

藤森 利彦

2.2-1	はじめに.....	55
2.2-2	SERS 法とは.....	55
2.2-3	ナノカーボンの欠陥構造.....	57
2.2-4	SERS 法によるナノカーボンの表面分析.....	58
2.2-5	グラフェン表面を利用した高感度ラマン分光：GERS 法.....	62
2.2-6	おわりに.....	63

2.3 活性炭の細孔構造・表面化学と液相吸着特性

町田 基

2.3-1	はじめに.....	65
2.3-2	活性炭の構造について.....	65
2.3-3	活性炭の表面化学について.....	67
2.3-4	活性炭の細孔と吸着(嵩高い分子の吸着と吸着速度).....	70
2.3-5	活性炭の表面化学と吸着.....	71
2.3-6	まとめ.....	73

第3編 グラフェン研究最前線

3.1 金属基板上的グラフェン成長その場観察

小田原 玄樹

3.1-1	はじめに.....	77
3.1-2	単結晶 Ni (111) 上のグラフェン析出成長について	77
3.1-3	多結晶金属上のグラフェン析出成長について	79
3.1-4	多結晶 Cu 上で CVD 成長させたグラフェン LEEM 観察	81
3.1-5	単結晶グラフェンのドメイン大面積化の条件	82
3.1-6	まとめ	83

3.2 多孔質グラフェン電極の創成と電気化学応用

杉本 渉

3.2-1	はじめに.....	85
3.2-2	グラフェン様電極の電気化学キャパシタ特性	86
3.2-3	プレート型カーボンナノファイバーの剥離による 小型グラフェンの合成と電気化学キャパシタ特性	90

3.3 酸化黒鉛からのグラフェン系炭素薄膜の作製と応用

松尾 吉晃

3.3-1	はじめに.....	96
3.3-2	G0 のシリル化とピラー化炭素の合成	96
3.3-3	シリル化 G0 からのグラフェン系透明電極薄膜の作製	99
3.3-4	シリル化 G0 薄膜からのピラー化炭素薄膜の作製と 選択的ガスセンシング	100
3.3-5	まとめ	102

第4編 繊維状炭素を巡る取りくみ

4.1 バガスの黒鉛化による結晶性 SiC 含有カーボンナノストローの製造

藤本 宏之

4.1-1	緒言	107
4.1-2	実験	107
4.1-3	結果及び考察	108

4.2 高速気流中衝撃法によるカーボンナノチューブの球状・分散化

田中 勲

4.2-1	カーボンナノチューブの現状と課題	113
4.2-2	開発の背景	113
4.2-3	高速気流中衝撃法による処理	115
4.2-4	球状カーボンナノチューブの特徴	115
4.2-5	分散性向上のメカニズム	120
4.2-6	応用検討	121
4.2-7	おわりに	122

4.3 自動車への適用を指向した産業用 CFRP の研究開発動向

土谷 敦岐

4.3-1	はじめに	124
4.3-2	炭素繊維(CF)について	124
4.3-3	CFのはじまりと需要動向	125
4.3-4	CFRPの成形方法	126
4.3-5	繊維長と成形品の特性	128
4.3-6	CFRPのLCA(Life Cycle Assessment)分析	128
4.3-7	自動車への適用を指向した産業用CFRP	129
4.3-8	ハイブリッド成形	132
4.3-9	まとめ	133

はじめに

本研究報は計4編から構成されている。第1編は「蓄電デバイスと炭素」と題して、キャパシタと電池に関する研究開発動向を2報ずつ掲載した。1.1「キャパシタの技術開発動向と市場動向」および1.2「電気二重層キャパシタの応用動向」では、電気化学キャパシタに関する最新の情報が述べられている。前者は電気二重層およびリチウムイオンキャパシタの技術的な側面にウエイトが置かれ、後者では商品化や市場展開の観点から解説がなされている。この2報により、キャパシタを取り巻く現況（技術～応用～市場）がほぼ網羅されていると言っても過言ではない。続いて1.3「難黒鉛化性炭素の電気化学特性とリチウムイオン二次電池への応用」では、黒鉛系電極に対して出力特性や寿命の面でアドバンテージを持つハードカーボン系電極に関する報告が、また、1.4「鉄-ナノカーボン複合体の調製およびエネルギーデバイスへの応用」では、優れた特性を有しながらも種々の問題により実用化が難しいとされてきた鉄の酸化還元反応を、ナノカーボン材料と組み合わせることで活用する研究が紹介されている。電池性能に対する高度化と多様化の要求は年々高まってきており、それらに応えるため絶え間なく続く電極材料開発の一端を知ることができる。

第2編には「炭素の表面物性を探る」のテーマで3報を掲載した。2.1「カーボン材料の表面物性測定手法」および2.2「SERS・GERS法によるナノカーボンの表面分析」は、ともに炭素表面の解析に関する報告であるが、内容は大きく異なっている。2.1は炭素材料の基礎物性として重要な細孔構造の評価を、種々の測定方法により多角的に捉えることに主眼をおいた解説である。一方、2.2では表面増強ラマン散乱(SERS)とグラフェン増強ラマン散乱(GERS)という、ナノカーボン材料の極めて局所的な構造を解析可能な最新の分析手法についての報告がなされている。さらに2.3「活性炭の細孔構造・表面化学による液相吸着特性」においては、古くて新しい炭素材料の代表格とも言える多孔質材料である活性炭が、液相で示す種々の吸着特性について詳細な考察が示されている。“表面”という言葉は、我々が頻用するにもかかわらず、その指し示す意味合いは曖昧模糊としている。これら3つの報告には、それぞれの切り口で解を得ようとする努力とその成果が盛り込まれている。

続く第3編には「グラフェン研究最前線」と題して3件の報告を収載した。3.1「金属基板上のグラフェン成長その場観察」では、平坦化した金属基板上でグラフェンが析出・成長する様子を特殊な顕微鏡(低エネルギー電子顕微鏡:LEEM)で直接観察した研究である。講演ではグラフェン成長の様子が明瞭な動画で紹介されたが、当然のことながら、本報においては連続写真でご容赦いただくを得ないのが残念である。次の3.2「多孔質グラフェン電極の創成と電気化学応用」では、グラフェンの電気化学キャパシタ電極への応用として、プレート型カーボンナノファイバーから調製した試料について精緻に検討された結果が、世界中で活発に展開されている豊富な研究例の紹介と共に述べられている。さら

に 3.3「酸化黒鉛からのグラフェン系炭素薄膜の作製と応用」においては、酸化黒鉛のシリル化とピラー化炭素の合成、およびそれらの薄膜化による透明電極とガスセンサーへの応用についての精力的な研究成果が示されている。以上 3 報により、昨今急速に進展するグラフェン研究の最先端に触れることが可能となっている。

第 4 編は「繊維状炭素を巡る取りくみ」に関する 3 報からなる。4.1「バガスの黒鉛化による結晶性 SiC 含有カーボンナノストローの製造」では、バイオマス原料であるバガス(さとうきび搾りかす)から得られる、新規な構造を有するナノストローについて、その詳細な構造解析結果が報告されている。4.2「高速気流中衝撃法によるカーボンナノチューブの球状・分散化」は、従来から叫ばれ続けているナノチューブ分散技術の確立を目指したものであり、材料としてのハンドリング性を向上させ、種々の応用への展開を図る意欲的な成果である。そして、4.3「自動車への適用を指向した産業用 CFRP の研究開発動向」によって本研究報は締めくくられている。近年産業用途において成長著しい CFRP について、その基本的な知識から、自動車用途を指向した研究開発動向までが紹介されている。奇しくも昨年の研究報の掉尾も CFRP に関する報告であり、その「はじめに」の末尾は“ 総 CFRP の自動車が街中を駆け巡っている風景を近未来の夢に見ながら ” という文章であった。その“ 近未来の夢 ” が着実に近づいてきていることを再確認しながら、今回もこの稿を終わりたい。

第1編

蓄電デバイスと炭素