

Title	熱処理導電性高分子の電気伝導機構とインターカレーション効果に関する研究
Author(s)	上野, 秀樹
Citation	
Issue Date	
Text Version	ETD
URL	http://hdl.handle.net/11094/1485
DOI	
rights	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/repo/ouka/all/>

氏名・(本籍)	うえのひでき 上野秀樹
学位の種類	工学博士
学位記番号	第 8161 号
学位授与の日付	昭和 63 年 3 月 25 日
学位授与の要件	工学研究科電気工学専攻 学位規則第 5 条第 1 項該当
学位論文題目	熱処理導電性高分子の電気伝導機構とインターカレーション効果に関する研究
論文審査委員	(主査) 教授 藤井 克彦 教授 白藤 純嗣 教授 平木 昭夫 教授 鈴木 胖 教授 山中 龍彦 教授 加藤 義章 教授 黒田 英三 教授 中島 尚男

論文内容の要旨

本論文は熱処理導電性高分子の電気伝導機構とインターカレーション効果に関する研究の成果をまとめたもので、7章からなっている。

第1章では、熱処理導電性高分子及びその層間化合物(GIC)の電気材料としての位置付けと、その導電機構の解明が非常に重要であることを述べ、これまでの研究報告を総括して、本論文の目的と意義を明らかにしている。

第2章では、導電性高分子フィルムの熱処理によるグラファイトフィルムの合成では、その出発高分子フィルムの高次構造が極めて重要であることを指摘している。また導電機構の検討から、800°C以上の処理により初めて金属伝導が支配的になることを見出ししている。

第3章では、導電性高分子の熱処理により得られるグラファイトフィルムをGICのホストとした場合、単一ステージ化合物が形成できることを明らかにしている。また、このGICの導電率は 10^5 S/cmに達し、温度依存性も金属的であることを明らかにしている。

第4章では、青緑色のステージ1 FeCl_3 -GICでは1 eVに明瞭に金属的なプラズマ端が存在することを見出ししている。一方、K-GICでは、ステージ1は金色を、ステージ2は青色を呈し、各々2.5, 1.5 eVにプラズマ端が存在していることを明らかにしている。また、ドルーデ解析から、 FeCl_3 -GICではバンド間遷移があることを指摘し、K-GICでは2種のキャリアが存在していることを示している。

第5章では、電気化学的に形成された緑色のLi-GIC及び、青色のK-GICでは、各々1.3, 0.8 eVにプラズマ端が存在し、またプラズマ反射はキャリア濃度が低いことを反映していることを明らかにしている。更に、電気化学的なKインターカレーションに伴い反射光は約50msで応答し、色が変化するこ

とを見出し、光スイッチ、表示素子への応用の可能性を示している。

第6章では、気相成長ファイバーをホストとした場合、良好な単一ステージ化合物が形成でき、その導電率は 10^5 S/cm を越えることを明らかにしている。また、K-GICでは、グラファイト格子の損傷が大きく、移動度がインターカレーション前に比べ $1/6$ に低下することを示している。K-GICの高導電率は、50倍に増加した電子濃度によることを明らかにしている。FeCl₃-GICでは格子の損傷が少なく、移動度の低下が少ないことを高導電性の原因であることを示している。

最後に第7章では、本研究の結果を総括し、結論としている。

論文の審査結果の要旨

本論文は熱処理導電性高分子の電気的・光学的性質とそのインターカレーション効果を実験により調べ、その詳細を明らかにし、電子状態、電気伝導機構について検討を加えたものである。

すなわち、まずポリパラフェニレン、ポリナフチレン、ポリパラフェニレンビニレンなどの導電性高分子を熱処理すると導電率が大きく上昇するが、良好なグラファイトフィルムを得るためには、その出発高分子の高次構造を制御することが極めて重要であることを見出ししている。さらに、熱処理温度により導電機構が異なり、800°C以上の処理で金属伝導となることを見出ししている。

次に、導電性高分子の熱処理により得たグラファイトフィルムをホストとして層間化合物(GIC)を作成した場合、単一ステージの化合物が形成でき、導電率も 10^5 S/cm を越え金属的になることを明らかにしている。特にNa-GICはNaが非常に低濃度にも拘わらず、金属的振る舞いを示すことを見出ししている。

また、種々のステージのアクセプター(FeCl₃など)、ドナー(K, Naなど)のインターカレーションを行い、インターカレントの種類、ステージによりその色が大きく変化することを見出し、その反射スペクトルの解析からグラファイトフィルムの電子状態とそのインターカレーションによる変化を明らかにしている。

さらに、これらのグラファイトフィルムに電気化学的LiやKがインターカレーションできることを見出し、これを用いて高速の光スイッチ、表示素子の実現できる可能性があることを明らかにしている。

一方、気相成長ファイバーにもFeCl₃、Kなどをインターカレーションすることができ、高導電率が達成できるが、その性質を説明するには、電子濃度の変化とともに、インターカレーションによってグラファイトファイバーそのものにどの程度損傷が入るかも、考慮しなければならないことを明らかにしている。これは、さらに高い導電率のグラファイト層間化合物を合成するための指針を与えるものである。

以上のように本論文は、熱処理導電性高分子の電気的・光学的性質とそのインターカレーション効果の現象を詳らかにし、熱処理導電性高分子の電気伝導機構を解明するとともに、さらに新しい機能応用の提案も行っており、電気工学上寄与するところが大きい。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。