岐阜大学機関リポジトリ
Gifu University Institutional Repository

ゼオライトFSM-16中への1次元半導体C60，C70の創生、そのナノ物性と応用

メタデータ	言語: Japanese 出版者: 公開日: 2008-03-12 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 仁田, 昌二 メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/20.500.12099/462

ゼオライトFSM-16中への１次元半導体Ｃ６０，Ｃ７０の創生、そのナノ物性と応用

はしがき

ゼオライトFSM-16は一辺２．７nmの六角形の形をした１次元的な細孔が三角格子を作り周期的に並んだ物質であり、より詳細にはメゾポウラス物質とよばれるものである。ＦＳＭ－１６は自動車の排気ガスの吸収・処理などを念頭に触媒として作らせたものである．我々はＦＳＭ－１６の細孔内に半導体Ｃ６０またはＣ７０を埋め込み、ナノ構造を作製すること、そして１次元的ナノ構造による量子効果の観測を最初の目的にして研究を開始した．以下に研究概要を纏める．

研究概要

（1）．ゼオライトＦＳＭ－１６をホスト物質として、その中の１次元細孔内にゲスト物質としてＣ６０を内包させることに成功した．（その物質をＣ６０@ＦＳＭ１６と記述する）．方法としては最初にＣ６０が４００℃で気化することを用いて、真空にしたアンプル内にＣ６０とＦＳＭ－１６を封入し、温度勾配をつけた電気炉内で、気化させたＣ６０を２００℃に保ったＦＳＭ－１６内に閉じ込めた．この試料をＣ６０@ＦＳＭ１６：Ｖと呼ぶ．

（2）．Ｃ６０@ＦＳＭ１６：Ｖの１０Ｋから室温の間での光ルミネッセンスを観測し、ナノ構造にもとずくと考えらるルミネッセンス・ピークのシフトを観測できた．
電子スピン共鳴の実験から、ＦＳＭ－１６中にＣ６０の閉じ込めが起こって無ければ説明できない共鳴を観察した．この共鳴のｇ－値シフトなどに関しても理論的な検討が必要である．

（3）．Ｃ６０@ＦＳＭ１６：ＶのＸ線小角散乱の実験では、ＦＳＭ－１６の周期構造の確認は出来たが、Ｃ６０の閉じ込めによって起きると考えられるＸ線小角散乱の振幅の増加は観察できなかった．このことは閉じ込めの充填率が大きくないことを示していると考えている．

（4）．Ｃ６０が有機溶媒に溶ける事を使ってＦＳＭ－１６の細孔に有機溶媒に溶かしたＣ６０を入れては有機溶媒を蒸発させるという、溶液法を用いてＣ６０@ＦＳＭ１６を作製した．有機溶媒としてトルエンを用いてＣ６０の飽和溶液を作った．10^{-5} Torrの真空中でＦＳＭ－１６を５００℃で８時間おいて細孔内部に吸収されている水分を除いた．ピペットを使って数滴の飽和溶液をＦＳＭ－１６の細孔に吸収させた．その試料を真空中で２００℃、３０分加熱・脱トルエン処理を行った．この過程を１０回繰り返すと茶色がっかた試料が得られた．この試料をＣ６０@ＦＳＭ１６：Ｌと記述する．ＦＳＭ－１６の外側にＣ６０が析出すると試料が黒くなるので、試料がうまくできているかどうかがよく区別出来る．

（5）．Ｃ６０@ＦＳＭ１６：ＬもＣ６０@ＦＳＭ１６：Ｖとほとんど同様な性質を示

す．C_{60}@ＦＳＭ１６：Ｌも量子効果にもとずくと考えられる光ルミネッセンスのピークシフトが観察された．電子スピン共鳴についても同様である．充填率も改善するには細孔への飽和溶液吸収と有機溶媒の蒸発のサイクルを大幅に増加させることが必要である．この溶液法が有利な点は閉じ込められたC_{60}と細孔の総体積の比、いわゆる充填率の平均値が気相法に比べて推測がよういである事である．

（６）．C_{70}については、Ｃ６０の結果にもとずいて溶液法を用いて試料を作製した．この試料をC_{70}@ＦＳＭ１６：Ｌと記述する．

（７）．C_{70}@ＦＳＭ１６：Ｌは有機溶媒にＣ７０を溶かしたときによく似た紫色の試料になった．この色自体がC_{70}がＦＳＭ－１６中に閉じ込められた事を示している．

（８）．C_{70}@ＦＳＭ１６：Ｌは、C_{60}@ＦＳＭ１６：ＬおよびC_{60}@ＦＳＭ１６：Ｖと同様に、光ルミネッセンスに量子効果として説明されるピークシフトが観測された．ＦＳＭ－１６の細孔体積と閉じ込められたC_{70}体積の比、いわゆる充填率はＸ線小角散乱の散乱振幅の変化が少ない事から、やはり小さい事が分かる．

今後の問題点等

C_{70}@ＦＳＭ１６とC_{60}@ＦＳＭ１６については目的はだいたい果たしたが、充填率をあげるには気相法は制御性が今ひとつであり、溶液法は莫大な時間と手間がかかる．したがって充填率が必要な実験には溶液法を根気よく回数を稼ぐか、新しい充填法を模索する事が必要である．

C_{60}やC_{70}の炭素原子数を無限に近く持っていった物にカーボン・ナノチューブがある．現在我々は今回の次の仕事としてＦＳＭ－１６の細孔内にカーボン・ナノチューブを閉じ込める試みを行っている．方法は出来上がりのカーボン・ナノチューブを閉じ込めるのではなく、カーボン・ナノチューブを生成しながら閉じ込めようとしている．カーボン・ナノチューブは直径制御およびカイラリティーの制御ががまだ行われていない．ＦＳＭ－１６内に量子回路を組み立てると言うことを考えると金属カーボン・ナノチューブおよび半導体カーボン・ナノチューブを制御しながら作ることが出来れば大きな成果になるものと考え、研究を進めている．