

ナノカーボン材料の最新動向

- グラフェン、ナノチューブ、フラーレン -

阪大産研 松本和彦

2010年3月17日、東海大学湘南校舎で開催された第57回応用物理学関係連合講演会に於いて、表記シンポジウムを開催した。8件の講演を予定していたが、最初の講演者が時間の都合で一番最後に回った為、急遽世話人の一人である栗野氏に講演を依頼し、9件になった。会議は250名の会議室が立ち見が出るほどの盛況であった。本シンポジウムは、フラーレン、ナノチューブ、およびグラフェンを取り上げた。以下に内容を詳述する。

最初に阪大の松本より、最近のグラフェンデバイス、ナノチューブデバイス、フラーレンデバイスの世界の動向の報告があった。

慶応の栗野は、ナノチューブを用いた最近のビア配線について講演し、ビアのナノチューブ密度が従来の一桁近く上昇させる事に成功した。また日本以外、欧米でもビア配線の研究が活潑になっている事を示した。

京大の松田は、一本のカーボンナノチューブを架橋し、そのPL発光と酸素分子吸着の様子を観察した。発光位置の変化を観察する事により、1つの酸素分子の吸着位置を同定できる事を示した。また単層ナノチューブで発光特性の位置が磁場によりシフトすることによりAB効果の測定が可能である事を示した。

阪大の中山、及び円山は、ナノチューブプローブ先端を修飾し、タンパク質を特的に検出するプローブを作成した。その際、太くて剛直な多層ナノチューブ先端を先鋭化する技術を開発し、この先端に triarylphosphine を修飾し、これをタンパク質と反応させて検出した。

阪大の松本は、カーボンナノチューブ周辺に窒化シリコンと酸化シリコンの2層膜を形成し、電界集中による効果を利用して従来の1/10の電圧でメモリ効果の観察に成功した。またグラフェンを用いたバイオセンサーの開発にも成功した。

東大の長汐はグラフェンとコンタクトの関係を詳細に調べた。従来の報告では、グラフェンとコンタクト電極の抵抗は、電極の幅に依存すると報告されてきた。今回、より詳細な実験により、電極の奥行きが1ミクロン以上だと電極幅でコンタクト抵抗が決まるが、1ミクロン以下だと面積できまるという事を示した。

東大の町田は、グラフェンをAFM加工でナノリボン構造を作成し、これをナノギャップとして用いてバンドギャップの形成、単一電子トランジスタの形成に成功した。さらに2重量子ドットの微細構造を作成し、量子特性を測定した。結合強さを変えて測定する事により、並列結合量子ドット、単一、直列、並列ドットの特性を得る事に成功した。

阪大の白石は、グラフェンを用いたスピンバルブの室温動作に成功した。スピン注入は、1) MR効果、2) 純スピン流、3) Hanle-type spin の3つが見えないとスピン注入したと言えない。グラフェンを用いると上記3つが観測できスピン緩和機構が観測できた。これは強磁性体とグラフェンの界面は理想的である為であると考えられる。また従来、界面にトンネルバリアを入れているが、これは必要ない

との結論であった。

富士通の佐藤は、グラフェンを、酸化シリコン上で鉄を触媒に使用して C_2H_2 の熱CVDで成長し、転写なしでデバイス形成を行った。特長は、電極形成後、触媒を選択エッチングして宙吊りグラフェンを形成する点にある。絶縁物はハフニアを用い、3インチ基板上に一様に形成できた。移動度は数100でまだ悪いが、これはコンタクト抵抗の影響もあると考えられる。

東大の松尾は、フラーレンを用いた太陽電池の応用について報告した。フラーレンはn型の有機材料として有望であるが、そのままでは凝集してしまうなどの問題があった。松尾はフラーレンを修飾してSIMEF構造を作成し、フラーレンのスタック構造の作成に成功し、p型のテトラベンゾポルフィリンを用いて太陽電池を形成したところ、従来の有機電池の最高効率である5.2%を達成した。

最後に慶応の栗野が全体を取りまとめて終了した。今回のナノカーボンシンポジウムは大変盛会であったので、次回開催も考慮に入れる事とした。