

研究課題別中間評価結果

1. 研究課題名: カーボンナノチューブ単一電子・スピン計測システムの確立

2. 研究代表者: 松本 和彦 (大阪大学産業科学研究所 教授)

3. 研究概要

カーボンナノチューブの成長制御、カイラリティー制御を行い、これらの基礎技術をもとにカーボンナノチューブ電界効果トランジスタの高性能化および、正確な欠陥導入による単一電子トランジスタの室温動作化を達成した。さらにカーボンナノチューブデバイスを用いた高感度バイオセンサーの実現を達成し、DNA、たんぱく質の電気的検知に成功した。またカーボンナノチューブに特異なバリスティック伝導、一次元量子伝導特性を発見した。

4. 中間報告結果

4 - 1. 研究の進捗状況と今後の見込み

本チームは、大阪大学と産業技術総合研究所、富士通の3グループから構成される。日本発のナノ材料の代表であるカーボンナノチューブ(CNT)の成長制御やデバイス化において、特筆できる成果を多く挙げている。計画全体の進捗で評価すると、究極の単一電子計測に向けての研究は順調であるが、スピンについては早期に方向性を明確にすることが望まれる。前半に蓄積した技術を高度に磨き上げると同時にグループ成果の融合を進めることにより、実用化へ向けて望まれるブレークスルーが見込まれる。

4 - 2. 研究成果の現状と今後の見込み

課題のゴールに向けて、CNTの成長制御、伝導特性制御、デバイスとしてのトランジスタの高度化、デバイス応用、官能基による化学修飾とそのセンサ応用を平行推進してきており、CNTの本数制御や、カイラリティーのレーザ選択消去、欠陥導入による単一電子トランジスタの室温動作、電界効果トランジスタの高性能化技術、DNA、たんぱく質の高感度検出、ドライプロセスでの共有結合修飾などの具体的成果を挙げている。究極の計測への挑戦のための、単一電子プローブの試作も完了し、個別要素の更なる高度化と、それらの要素の総合化で顕著な成果を見込むことができる。

4 - 3. 今後の研究に向けて

個々のグループの研究レベルは高く、CNTをデバイスに展開していく上で、重要なブレークスルーを達成している。

後半は「望んだ位置に欲しいCNTを成長させる」技術の確立を視野に入れて、優れた着想の具現化により、究極の単一電子計測へ前進させていく方向性は維持されることが望ましい。

4 - 4 . 戦略目標に向けての展望

本課題は、情報処理・通信における集積・機能限界を克服する上で国際的にも多くの研究者が取り組んでいるCNTのデバイス化に向け、キーとなるテクノロジーを生み出すための基盤として重要な貢献となることが展望される。これまでCNTを応用したデバイスのポテンシャルの高さを示す研究成果は多く報告されているが、産業界を本気にさせるには、CNTを「デバイスエンジニアリングできる材料」にまで完成度を高めることが求められている。このグループの挙げる成果が広く評価され、工学サイドからの要望に更なる研究パワーが集まっていくことが望まれる。

4 - 5 . 総合評価

単一電子・スピン計測システム確立に向けて、CNTを用いた単一電子トランジスタの室温動作を世界に先駆けて達成、電界効果トランジスタでのバイオセンサーへの展開など、計画を上回った進捗である。またその過程で、デバイス化技術の基盤となる研究成果を多く挙げてきている点は高く評価できる。一方スピン系については早期に方向性を明確にし、CNTの制御技術の完成度を高めながら、究極計測による新たな発見を含めた応用へのダイナミックな展開が期待される。