

「高度情報処理・通信の実現に向けたナノファクトリーとプロセス観測」

平成 14 年度採択研究代表者

松井 真二

(姫路工業大学 高度産業科学技術研究所 教授)

「高機能ナノ立体構造デバイス・プロセス」

1. 研究実施の概要

集束イオンビーム (FIB) および電子ビーム (EB) 励起表面反応プロセスによる立体ナノ構造形成基礎技術を確立し、立体ナノ構造デバイスおよび光デバイスの作製評価を行う。さらに、これらの開発基礎技術をもとに、「バイオセルサージェリ用のナノマニピュレータ」等の新概念バイオセンサーを試作・評価する。

- ① ナノ立体構造電子デバイスグループでは、FIBを用いた立体ナノ構造形成技術により、パターン描画装置を用いて、走査スピードおよびガス圧等のプロセスパラメータの最適化により、フェナントレンガスを用いたダイヤモンドライクカーボンの空中配線に成功した。今後、空中配線の抵抗率測定、さらに、タングステン等の金属ガスを用いた空中配線の試作・評価を行う。
- ② ナノ立体構造光デバイスグループでは、GaNナノ発光素子作製のためのGa源、窒素源、GaN成長のための装置設計を行った。Ga源は原料を検討した結果、Gaジメチルアミド ($\text{Ga}_2[\text{N}(\text{CH}_3)_2]_6$) が121°Cで10mTorr程度の蒸気圧を有し、また比較的Si表面に吸着しやすいなどのGaN成長のための条件を持っていることがわかった。また窒素源としてアンモニア NH_3 と窒素ラジカルの2つを検討した結果、反応性の点と膜質の点でRFプラズマによる窒素ラジカルが真空下では良質のGaNを成長するのに有効であることがわかった。しかし、ラジカル窒素はその高いエネルギーのためにSi基板への損傷を引き起こすことも指摘されており、装置設計の上で、ラジカル窒素が基板に高い入射角度で照射されない条件が重要である点も明らかになった。これらのGa源と窒素源をもつGaNナノ立体発光素子作製装置を設計した。また、予備実験としてSi基板上にGa液滴が形成されるGaガス源流量とGaイオンビームのエネルギーの関係を調査中である。
- ③ ナノ立体構造バイオデバイスグループでは、細胞や細胞内操作技術を可能とするナノバイオ素子の研究を行う。これらの技術は、ゲノム、プロテインと続いた近年のバイオ研究で取り残されていた細胞レベルでの生命現象の把握を可能とし、創薬、診断などの技術レベルの向上と応用、再生医療などの新しい治療法の開発に道を開くものである。本年度は、FIB堆積により形成した立体構造物の表面処理(枝のエッ

チング)やアニールによる構造体の力学的性質の制御、さらにEBによる微小構造体形成の実証を行った。またFIBエッチング加工によりガラス製ナノピンセットを試作し、熱膨張を利用した開閉動作を実証した。今後、購入したニュートライザーも用いて、立体構造物の物性制御の可能性を実証し、微小構造による細胞操作・観測技術の構築を目指す。

2. 研究実施体制

ナノ立体構造電子デバイスグループ

- ① 研究分担グループ長：松井真二（姫路工業大学高度科学技術産業研究所、教授）
- ② 研究項目： 立体ナノ構造電子デバイスの研究開発
 - ・ 立体ナノ構造形成技術研究
 - ・ 空中配線作製・評価研究
 - ・ ナノ立体電子情報ネットワーク試作・評価研究

ナノ立体構造光デバイスグループ

- ① 研究分担グループ長：知京豊裕（物質材料研究機構、主幹研究員）
- ② 研究項目：低エネルギーFIBによるナノ発光素子作製と配置制御基礎技術の確立
 - ・ GaNナノ立体発光素子用Ga源の検討
 - ・ GaNナノ立体発光素子用窒素源の検討
 - ・ GaNナノ立体発光素子成長のための装置開発

ナノ立体構造バイオデバイスグループ

- ① 研究分担グループ長：落合幸徳（NEC基礎研究所、主任研究員）
- ② 研究項目：FIBによる立体構造形成技術の開発とバイオデバイス応用
 - ・ ナノ構造物性制御技術の開発
 - ・ 細胞操作・観測技術の開発