

3.5.9 基礎先端部門 ナノ機構グループ

グループリーダー 益子信郎 ほか20名

分子素子の高性能化技術の研究開発

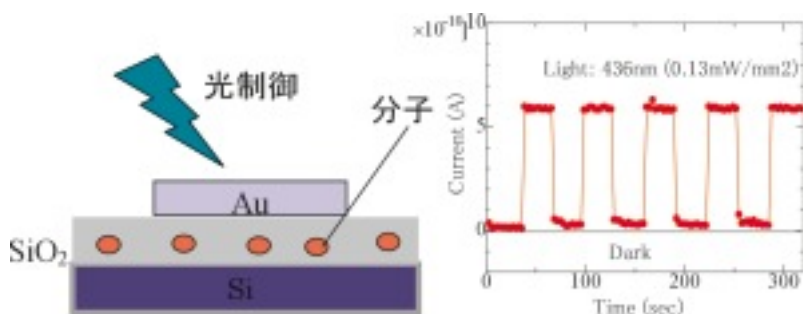
概要

通信技術の多様化・高度化のために、ナノテクノロジーや新たな概念に基づく超小型で高精度な通信素子の開発を目的とする。中期目標は、ナノテクノロジーによって100nmサイズの素子を作製することである。さらに、このような素子を回路に組織化するために新たなコンセプトに基づいたコンピュータアーキテクチャを開発する。

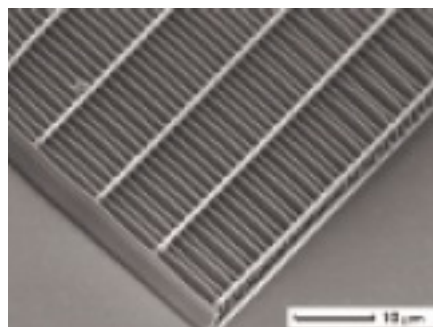
本研究は、ナノテクノロジーの情報通信分野における課題である。ナノメートル領域での計測・分析法、分子の操作や素子の構成技術、構造計測・特性評価技術などの基盤技術を確立し、ナノスケールで起こる物性の解析、その協調による物性の発現などの未知の分野における科学的解明を目指す。また、効率よく大量生産できるような規則的なセルの配列での計算手法を実現する。多方面の分野から研究参加が必要であり、分野横断的な研究体制の下に、産官学の連携を強化して研究を推進する。

平成17年度の成果

高時間顕微分解分光測定による光機能分子間エネルギー移動の解析を基に、制御性向上のための分子構造の改良を行った。分子ナノフォトニクスによる光制御について検討し、基本要素を提案した。また、高効率非線形光学色素や dendrimer などの光機能性材料の開発を行った。これらの高性能物質を用いて光素子作製技術の高精度化を確認し、高分子フォトニック結晶レーザの作製と波長チューニング特性など優れた光学特性を確認した。スプレー・ジェット法の分子ビーム生成効率を10倍程度上げることに成功した。また、ポルフィリンポリマーや dendrimer などの巨大分子へのスプレー・ジェット法の応用に成功した。昇華困難なイオン性分子に対するイオントラップを用いた分子堆積手法の開発を行った。走査型トンネル顕微鏡と光学測定により機能付与の違いによる分子クラスター生成過程と構造を明らかにし、高次構造を持つクラスター分子の精密調整技術を開発し特性評価した。絶縁性薄膜の作製技術においては熱処理最適化により100nmスケール以上の面積を原子レベルで平坦化し、非接触型原子間力顕微鏡などを用いて高分解能観測することに成功した。その絶縁性超平坦基板上でポルフィリン系分子ユニットを原子間力顕微鏡プローブにてナノメートル精度で配置調整するための基本原理を発見し、高次構造の作成に新手法を切り開いた。分子単電子トンネリングの素子特性を評価した。光単電子素子特性の理論的考察、表面準位、量子準位などを考慮した考察を行った。ナノサイズへのインターフェース構築へ向け、3nmレベルナノギャップ電極、10nmレベル導電性分子ワイヤを試作、様々な分子を導入した素子特性を評価し、分子回路構築への基礎を固めた。可逆非同期回路モデルとしてブラウン運動を利用する回路を提案した。この回路モデルによって非同期セルオートマトンの実装に向けた単純化の知見を得た。また、自己探索を利用するループ構造を非同期セルオートマトンにおける自己増殖機能として応用できることを確認した。分子通信の検討課題、可能性について検討するワークショップを生体物性グループと協力して3回開催した。生体物性グループが中心となって開催した分子通信のシンポジウムは、200名以上の聴衆を集める、非常に盛況なものであり、当該分野に対する関心が高いことが確認された。



光ゲートによる分子単電子素子を実現



シリコン基板上に作製した
高分子光デバイス