

「新しい物理現象や動作原理に基づくナノデバイス・システムの創製」

平成 14 年度採択研究代表者

石原 一

(大阪大学大学院基礎工学研究科、助教授)

### 「量子細線レーザーの作製とデバイス特性の解明」

#### 1. 研究実施の概要

ナノ物質系において、従来無視されることが常識であった固体内部の「光電場のナノ空間構造」が主要な役割を果たす特異な光学過程を積極的に利用した非従来型光デバイス開発の可能性を追求する。具体的には次の3項目を柱とした研究を通して、「光電場の微視的空間構造」を新たな自由度とする光学応答原理がデバイス開発への新しい指導原理たり得ることを明瞭に示す。

1. 「光電場のナノ空間構造」による非線形信号の特異なサイズ依存性が実験的にも検証されているGaAs系材料を用いた高効率光スイッチデバイスの試作。
2. 大きな励起子効果により強い光との相互作用が期待されるII-VI、I-VII系を用いた、「光電場のナノ空間構造」に基づく新奇現象の探索と、より高いポテンシャルを有する材料系の開発。
3. 単一光子レベルでの高い光学非線形性を示すナノ構造物質の開発とそれを用いたユニバーサル量子位相ゲートの実現。

1については誘電体多層膜を環境層とした構造により、実験検証時の性能を1、2桁上回るこれまでにないレベルの高速性を有する素子の実現を見込んでおり、2については独自のレーザーアシストカソードルミネッセンスにより不均一幅に埋もれた局所的なコヒーレント現象を探る予定である。3については当面、高性能単一光子源の整備に力を入れる。

これらの研究項目において見込まれた成果が得られれば、物質系と輻射場の空間的相関を自由度としたデバイス設計の新しい指導原理の有用性が実証されることになり、また、固体試料のみならず、無機有機ハイブリッド系や生体物質系などのナノ空間構造を積極的に利用する新しいエンジニアリングへの展開も期待できる。

#### 2. 研究実施体制

理論グループ

- ① 研究分担グループ長：石原 一（大阪大学大学院基礎工学研究科、助教授）

② 研究項目 理論解析による実験支援、モデル計算による新規現象の提案。

超高速光スイッチグループ

① 研究分担グループ長：井須 俊郎（三菱電機（株）先端技術総合研究所、首席技師長）

② 研究項目：GaAs薄膜構造による高効率光スイッチ素子作製

新現象新材料探索グループ

① 研究分担グループ長：伊藤 正（大阪大学大学院基礎工学研究科、教授）

② 研究項目：II-VI、I-VII系薄膜、量子ドットを用いた新材料開発と新規現象の探索

光量子位相ゲートグループ

① 研究分担グループ長：枝松 圭一（東北大学電気通信研究所、教授）

② 研究項目：「光電場のナノ空間構造」による高非線形を利用したユニバーサル量子位相ゲートの開発