

研究課題別中間評価結果

1. 研究課題名: 光量子位相制御・演算技術

2. 研究代表者: 小森 和弘 ((独)産業技術総合研究所光技術研究部門 グループリーダー)

3. 研究概要

本研究は、位相緩和時間の長い高品質量子ナノ構造の開発とコヒーレント量子制御技術の開発の双方を通して、量子状態のコヒーレント光の制御を利用する全く新しい光デバイスの実現を目的としている。これまでに、スケーラブル2キュービット量子論理ゲート素子構造の基礎検討を進め、1キュービットの操作(ラビ振動操作)とパルス列による制御を達成し、結合ドット中の励起子間の相関(2キュービット間相関)を得ている。

4. 中間評価結果

4-1. 研究の進捗状況と今後の見込み

本研究チームは、産総研光技術研究部門のみから構成され、研究の進展に応じて外部との共同研究を取り込む方策をとってきている。高品質量子ナノ構造の作成技術、微小領域計測・制御の2つの研究グループから成っている。初期、チーム構成が単色であることから組織目標との整理棲み分けに時間を取られた面があるが、その後は良く努力され絞り込まれた計画に沿ってほぼ予定通り進んでいる。キュービットは世界的な競争であるが半導体量子構造としては唯一の取り組みであるので、理論と実験検証のバランスなどを見直し、デモンストレーションを目指して研究は進展すると見込まれる。

4-2. 研究成果の現状と今後の見込み

2キュービット量子論理ゲート素子の基本構造として、厚み方向に結合させる構成や多キュービットへ発展させる点でスケーラビリティのある横方向結合や量子ドット集合体の形成について、基礎データの集積を終了した。制御については2波長励起顕微鏡技術を開発、1キュービットでの要素確認を終えた。一方、量子ドットの製造バラつきを容認する実用制御性の確保を目指した理論検討では、超高速制御を可能にする条件を明らかにすることに成功している。今後はこれまでの基礎固めを進展させ、スケーラビリティのある2キュービット系で、理論と実験両面共絞り込むことでインパクトの大きな成果が期待される。

4-3. 今後の研究に向けて

固体量子情報素子研究は世界的に加熱している中で、本提案は挑戦的な方向であり、ハードルも高い。これまで、世界の研究の流れが必ずしも本提案の方向に生まれていない理由のひとつに、世界

に向けて夢を語る論文が十分に発信されていないことが挙げられる。世界に先駆けての半導体素子でのスケーラブル2キュービットゲート実証に向け、重点化しての推進と成果の発信が望まれる。

4 - 4 . 戦略目標に向けての展望

情報処理・通信技術の限界突破のひとつの方向として、光と量子状態の位相制御技術が期待されている。本研究の提案の本質は、従来光の強度制御であったものに、コヒーレンス項を制御項に加えることで、超並列、超高速を実現するというコンセプトにある。このコンセプトの立証に向けて準備がほぼ終わることから、実証モデルを絞り込めば、自己形成量子ドットの励起子での2キュービット操作といった有望なスケーラビリティを持つ系の実現が見込める。

4 - 5 . 総合的評価

実用化されたときの利点が明確に位置づけされた提案の実現に向け、着実に研究が進められ、要素の準備はかなり進んでいる。今後は学術的なインパクトと技術実証による戦略的インパクトを最大にすべく、持てるパワーの重点化と、不足パワーの重点補強を共同研究の形で推進することでスケーラブル2キュービット系での実証が期待される。