



「光パルスによる固体量子ビットの制御」

(平成 18～22 年度 特別推進研究 (課題番号: 18001002))

「コヒーレント状態と固体量子ビットに基づく量子情報処理の研究」)

所属 (当時)・氏名: 国立情報学研究所・情報学プリンシプル研究系・
教授・山本 喜久

(現所属: 内閣府 総合科学技術・イノベーション会議
革新的研究開発推進プログラム (ImPACT)
プログラム・マネージャー)

1. 研究期間中の研究成果

・背景 (事象の初歩的な説明)

量子コンピュータに載せられる因数分解アルゴリズムが Peter Shor により発見されると、このアルゴリズムを実装できるハードウェア (量子ビット制御技術) の実現法が世界中の研究機関で探索されるようになった。本研究課題がスタートする以前のこの分野の問題点は、量子ビット間の自然な相互作用は一般的に小さく、このためシステムのクロック周波数が遅いことであった。

・研究内容及び成果の概要

量子ドットスピンを量子ビットとし、これをコヒーレントな光パルスで完全制御する量子コンピュータ・ハードウェア技術 (QuDOS) の原理を提案し、理論解析と実証実験を介して提案の実用性を検討した。制御電気信号を使わないこの QuDOS 技術は、クロック周波数 25GHz という他の量子コンピュータ・ハードウェア技術では実現できない高速性を可能にすると共に、配線間のクロストークの問題を解析する有望なスキームである。

2. 研究期間終了後の効果・効用

・研究期間終了後の取組及び現状

因数分解よりもより広範囲な応用分野が存在する NP 困難・NP 完全組合せ最適化問題を高速に解ける新しい量子計算原理 (コヒーレントイジングマシン) を提案し、理論解析と実証実験を介して、その有効性を示してきた。現在までに、量子論を確立し、N=4-16 スピンの小規模システムでの実証実験により原理確認に成功した。

・波及効果

本量子計算手法は、内閣府・CSTI の ImPACT プログラムのひとつに採用された。その後、スタンフォード大学では N=100 スピンの中規模システム、NTT では N=2000 スピンの大規模システムが開発された。応用先として、組合せ最適化問題と共に、脳のスパイクングモデルのシミュレーションなど新分野への展開も検討されている。

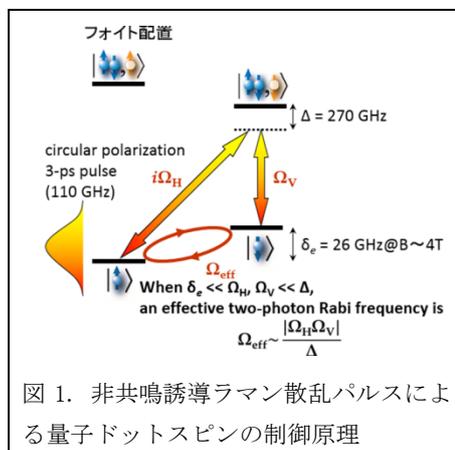


図 1. 非共鳴誘導ラマン散乱パルスによる量子ドットスピンの制御原理

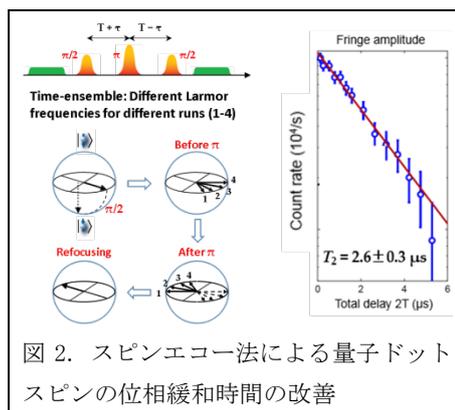


図 2. スピンエコー法による量子ドットスピンの位相緩和時間の改善