

研究課題別中間評価結果

1. 研究課題名: 量子情報処理ネットワーク要素技術

2. 研究代表者名: 武藤 俊一 (北海道大学大学院工学系研究科 教授)

3. 研究概要

量子情報処理ネットワークに必要な要素技術の開発を目的として、量子中継器を念頭においた基礎研究を行った。単一光子源としては、磁性金属から半導体へのスピン注入による円偏光光源を検討、スピントランジスタを実現した。また、量子ドットからのオンデマンド単一光子を実現した。光子から電子へのQubit変換について検討し、核磁場の形成と制御を確認し、核磁場を用いたQubit変換の見通しをつけた。電子スピンを用いた量子演算用の結晶成長技術を立ち上げ、スピン緩和の新しい計測手法を開発した。

4. 中間評価結果

4 - 1. 研究の進捗状況と今後の見込み

これは、単光子光源と量子情報中継器の実現に向けた研究であるが、その要素として、元々、量子演算の実証、Qubit変換手法の確立、1.5ミクロン帯歪補償量子ドットの波長制御、を目標としており、後者2技術については見通しを得られ成果が出ている。しかし、量子演算は未だ研究途中で、また、利用材料を変えたことにより、幾つかの実証が必要になっている。これらを解決した後、中継器に纏め上げて実証することが最終目的である。しかしながら、核磁場のゆらぎによって量子状態の維持時間を長く保つことが難しいことが判明し、最終目的を達成するには、この解決後、これらの技術をまとめて中継器デモを行う必要があって、それには未だ時間がかかる見込みである。

4 - 2. 研究成果の現状と今後の見込み

核磁場の制御、スピン回折4光波混合による共鳴励起スピン緩和測定、InGaAs/GaAsN の歪補償量子ドットによる 1.5 ミクロン帯発光、InAlAs 量子ドットによるオンデマンド単光子光源など、世界初の成果がでている。更に、スピントランジスタの実現という元々想定していなかった成果が出ている。これらは大変優れた成果である。しかし、当初目的の中継器を実現するためには未だかなりの問題を含んでいる。従って、多くの基礎研究としての成果が挙げられているが、中継器試作という当初の明確な目標からみれば、今後残された期間内で実現できる見通しは不透明であるように思われる。

4 - 3. 今後の研究に向けて

CRESTは、単なる探索型の基礎研究ではなく、明確な目標を立てた上での研究である。従って、

その目標に向けて一丸となって研究を進めることが必要であり、他所のアイデアや協力も得つつ研究を絞り込んで進めるのが第一義である。その点からみれば、このグループの研究は北大と富士通に限られており、広い活動にはなっていない。従って、他の組織のメンバーと、広く成果を議論する公開ワークショップを自分たちで企画するなどの工夫が望ましい。また、今後、予定期間内に中継器試作が難しいとすれば、中継器実現のための個々の技術に傾注して世界的な成果を挙げることを目指すのも道である。しかし、当初目標が大きすぎたとはいえ、個々の技術への安易な目標変更はさけるべきであって、その変更には、より開かれた議論による深い検討と、具体的なマイルストーンの再設定、並びにその明快な理由付けが必要である。

4 - 4 . 戦略目標に向けての展望

この分野の研究は、長期の実用化を考えている基礎研究である。従って、すぐの実用化を考えるべきものではない。この研究で培われた多くの基礎技術は、この分野を発展させる大きな力となり、それが引いては将来、量子通信や量子コンピューティングの実現に繋がることが期待される。

4 - 5 . 総合的評価

電子スピンと光技術を結びつけた新しい観点からの量子情報通信に関する研究という点で大変特徴のある研究であり、要素技術としては多くのレベルの高い成果が出ている。この研究の戦略目標は、それらを基に量子中継器を実現するという大きな目標であるが、期間内にそれが実現する可能性は余り大きいとは言えない。従って、この時点で目標の再設定に向けて、十分な検討が必要であるものと思われるが、量子中継器の実現を諦めるのではなく、何らかの形で量子中継器実現へ繋がるような研究を試行して欲しい。