

「情報社会を支える新しい高性能情報処理技術」

平成 13 年度採択研究代表者

伊藤 公平

(慶應義塾大学理工学部 専任講師)

## 「全シリコン量子コンピュータの実現」

### 1. 研究実施の概要

大規模量子コンピュータの実現は計算・通信技術に革命をもたらし、今日における多くの不可能が可能となる。また、量子力学の根幹を検証する夢の舞台という基礎的な観点から、多くの科学者の夢である。

本研究チームは、シリコンのみから構成される、現実的な量子コンピューティング素子の形態・動作原理を提案し、その要素技術の確立を目指す。核スピンを持たない  $^{28}\text{Si}$  同位体ウエハー中に、 $^{29}\text{Si}$  核スピンを周期的に配置する本提案は、電極の作製や無理な不純物添加を全く必要とせず、既存のシリコン・ナノテクノロジー技術と高い整合性を有する。現在のシリコン LSI(古典的コンピュータ)との融合が可能であり、非常に高い展開性を有する。 $^{29}\text{Si}$ 核スピンに基づく量子ビットは、量子計算の大規模化に向けて重要となるスピン位相緩和時間が極めて長く、300 量子ビット以上の拡張性を理論的に確認した。量子ビットの初期化は、「光のみ」を用いた NMR と外部からの偏極電子スピン注入を通して実行する。量子演算には、すでに7量子ビットまでの成功をおさめた RF パルス照射に基づく NMR 量子コンピューティングのアルゴリズムをフルに活用する。スピン情報の読み出しにはシリコン超微細カンチレバーを利用した磁気共鳴プローブ法、または、光プローブを用いる。個別要素技術を確認し、いかに融合できるかが成功の鍵をにぎる。5 年計画における前期 3 年間では要素技術を確認し、後期 2 年間で量子演算の実現を目標とする。

### 2. 研究実施体制

#### (1) 伊藤公平グループ

##### ① グループ長

伊藤公平(研究代表者、慶應義塾大学理工学部・専任講師)

##### ② 研究項目

- ・ 全体のとりまとめ
- ・ 同位体入手・MBE 成長用基板作製または入手・同位体超格子と細線の作製
- ・ 核スピンコヒーレンス(位相緩和時間)測定
- ・ RF パルス照射による核スピン量子操作

(2) 松本グループ

① グループ長

松本佳宣(慶應義塾理工学部・専任講師)

② 研究項目

- ・ マイクロマシニング関連全般
- ・ カンチレバーの設計・作製
- ・ カンチレバー動作のシミュレーション

(3) 大野グループ

① グループ長

大野裕三(東北大学電気通信研究所・助教授)

② 研究項目

- ・ 全光 NMR 法を利用した初期化法の確立
- ・ 全光 NMR 法を利用した核スピン量子操作法の確立
- ・ 偏極電子スピン注入による核スピンの初期化

(4) 山本グループ

① グループ長

山本グループ:山本喜久(スタンフォード大学・教授)

② 研究項目

- ・ 量子計算理論全般
- ・ 量子演算アルゴリズムの考案
- ・ RF パルス照射による核スピン量子操作