

猪股 邦宏

産業技術総合研究所ナノエレクトロニクス研究部門  
主任研究員

## 量子プロセッサの大規模化へ向けた量子インターコネクションの基盤技術の創成

### § 1. 研究成果の概要

マイクロ波光子量子ビットを介した物質量子ビット間の量子インターコネクション実現のためには、マイクロ波光子量子ビットと物質量子ビット間において、Identity, SWAP,  $\sqrt{\text{SWAP}}$  の三つの基本量子ゲートの実証が必須となる。今回、両量子ビット間において、基本ゲート操作のうち Identity と SWAP の二つのゲートを実証した。

本実験では、物質量子ビットとしてマイクロ波共振器-超伝導磁束型量子ビット結合系に実装される人工  $\Lambda$  型原子を用いた。一方、マイクロ波光子量子ビットとして、人工  $\Lambda$  型原子の二つのエネルギー準位に共鳴な二色のマイクロ波パルスを用いた。量子ビット駆動パルスと同時に相対位相差  $\phi$  の二色のマイクロ波パルスを照射し、パルス照射後トモグラフィパルスの照射を経て量子ビットの状態を読み出した。その結果、Identity ゲートとして機能すると予想される量子ビット駆動パルスパワーの低い極限においては、読み出した量子ビット励起確率  $P(|e\rangle)$  が相対位相差  $\phi$  に対して依存性を示さないのに対し、量子ビット駆動パルスパワーが適切な条件下(=人工  $\Lambda$  型原子がインピーダンス整合の状態)においては、 $\pm \pi/2$  パルス照射時の  $P(|e\rangle)$  が  $\phi$  に対して振動し、その振動振幅の下限値と上限値はそれぞれ Identity パルス、 $\pi$  パルス照射時の  $P(|e\rangle)$  にほぼ等しくなるという結果を得た。更に、 $\pi/2(x)$  と  $-\pi/2(x)$ 、 $\pi/2(y)$  と  $-\pi/2(y)$  パルス照射時に得られた  $P(|e\rangle)$  の位相は、逆相となっていることを確認した。これらの結果は、マイクロ波光子量子ビットと物質量子ビットの間で量子情報(相対位相差  $\phi$ )のスワップが起こっていることを裏付けるデータであり、現在、定量的な解析を進めている。