

磁束型量子ビットの状態変化の測定

横浜国立大学工学部 島津 佳弘

Measurement of Switching in Flux-Type Qubits

Yoshihiro Shimazu

Faculty of Engineering, Yokohama National University

最近、RF-SQUID の系¹⁾、及び、3個のジョセフソン接合を含む微小超伝導ループ（3接合量子ビット）²⁾において、異なる磁束状態の間の量子コヒーレンスが観測されている。これらの結果は、微小ジョセフソン接合素子により磁束型量子ビットを構成できる可能性を示すものである。単一の3接合量子ビットの実験においては、マイクロ波による共鳴ピーク幅から、デコヒーレンス時間は15ns程度と見積もられている。量子ビットの状態は、DC-SQUIDによって測定された。

この実験に引き続き、約1000個の同様な量子ビットがDC-SQUIDと結合した試料を作成し、測定を行った。単一量子ビットの実験と多数量子ビットの実験の間で、量子ビットとDC-SQUIDの相互インダクタンス、DC-SQUIDのパラメータ、及び磁束の測定方法（非連続測定と連続測定）が異なっており、両者の結果を比較することによりデコヒーレンスの物理を解明するための手がかりを得ることが主な実験目的である。多数量子ビットの実験においてはDC-SQUIDで検出される量子ビットの磁束が単一量子ビットの場合より約百倍大きく、外部磁場に依存する量子ビットの状態変化を非常に明確に観測することができた。状態変化は有限な磁束幅で起こるが、その磁束幅が単一量子ビットの場合より大きかったことと、マイクロ波の共鳴ピークが観測されなかったことは、測定に使用した磁場の不均一性によって説明できる。したがって、均一度の高い磁場を使用して再度測定を行うことが計画されている。約300mK以下において量子ビットの状態変化の前後の磁束信号にブロードなサイドピークが観測された。サイドピークの大きさは、DC-SQUIDのバイアス電流に大きく依存した。この現象は量子ビットの高エネルギー状態の関係する量子効果であると考えられ、現在、定量的解析を試みている。本研究チームで実証された電荷型量子ビットの量子コヒーレンス振動と同様な現象を磁束型量子ビットにおいて観測することも、今後の重要な課題である。

本研究は、デルフト工科大学の量子コンピュータ研究グループとの共同研究である。

参考文献

- 1) J. R. Friedman et al.: Nature 406, 43 (2000).
- 2) C. H. van der Wal et al.: Science, 290, 773 (2000).