

受付 ID	17a25
分野	物質科学

スピン渦誘起ループ電流による高温超伝導と量子コンピューター

High temperature superconductivity and quantum computer using spin-vortex induce loop currents

小泉 裕康

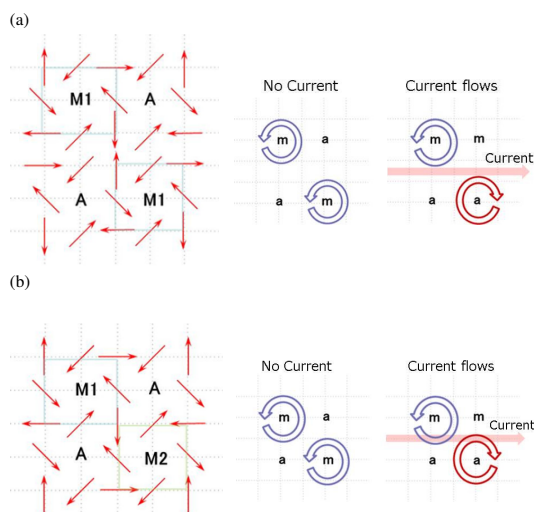
筑波大学計算科学研究センター

1. 研究目的

銅酸化物高温超伝導体でその存在が予言されているスピン渦誘起ループ電流ををもち、観測されている実験事実の説明を行う。また、このループ電流の電流方向の右回りと左回りの2状態を利用した量子ビットを用いた量子コンピューター‘スピン渦誘起ループ電流量子コンピューター’の実現を目指し、スピン渦誘起ループ電流量子ビットの制御・動作に関するシミュレーションを行う。

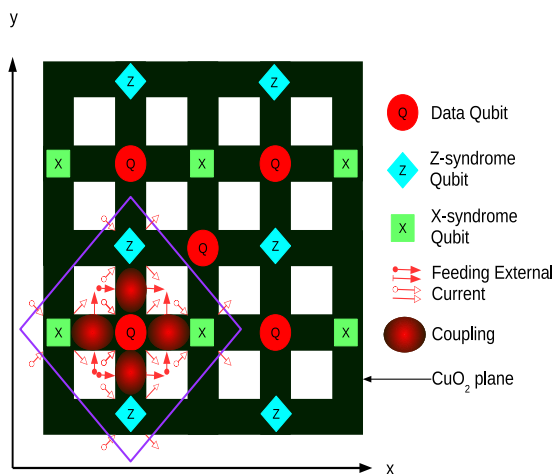
2. 研究成果の内容

a) 銅酸化物超伝導体におけるラシュバ相互作用の影響



スピン渦誘起ループ電流のラシュバ相互作用を取り入れたハミルトニアンを数値的にとくことにより、調べた。その結果、スピン渦の方向とループ電流の組み合わせにより、種々の安定な配置が生じることがわかった。特に巨視的な電流が流れる場合は、図の(b)の方が、(a)より安定になることがわかった。これは、銅酸化物超伝導でみられている、磁場誘起密度波状態を説明する可能性がある。

b) スピン渦誘起ループ電流を量子ビットとした量子コンピューター



スピソ渦誘起ループ電流を量子ビットとした量子コンピューターの実現に向けたシミュレーションを行った。1量子ビットおよび2量子ビット演算が外部電流と電磁場を使うことにより、現実的なパラメーターで実現できることを確かめた。これにより、左図のようなアーキテクチャーをもつ、エラー訂正を備えた量子コンピューターを提案した。

3. 学際共同利用として実施した意義

シミュレーションの一部にモンテカルロ法を使うので、超並列計算により、大幅な時間短縮が行えた。

4. 今後の展望

ハミルトニアンに含める自由度を増し、現実的な計算を行う。

5. 成果発表

(1) 学術論文

- T. Morisaki, H. Wakaura, H. Koizumi "Effect of Rashba Spin-Orbit Interaction on the Stability of Spin-Vortex-Induced Loop Current in Hole-Doped Cuprate Superconductors: A Scenario for the Appearance of Magnetic Field Enhanced Charge Order and Fermi Surface Reconstruction", *J. Phys. Soc. Jpn.* 86, 104710-1-12 (2017).
- H. Wakaura, H. Koizumi: "External current as a coupler between the spin-vortex-induced loop current qubits", *J. Phys. Commun.* 1 055013 (2017).

使用計算機	使用計算機 に○	配分リソース*	
		当初配分	追加配分
HA-PACS/TCA			
COMA	○	28800	
Oakforest-PACS			

※配分リソースについてはノード時間積をご記入ください。