

ナノ構造超伝導体の理論：

d-dot, 異方的微小超伝導体、超伝導ネットワーク

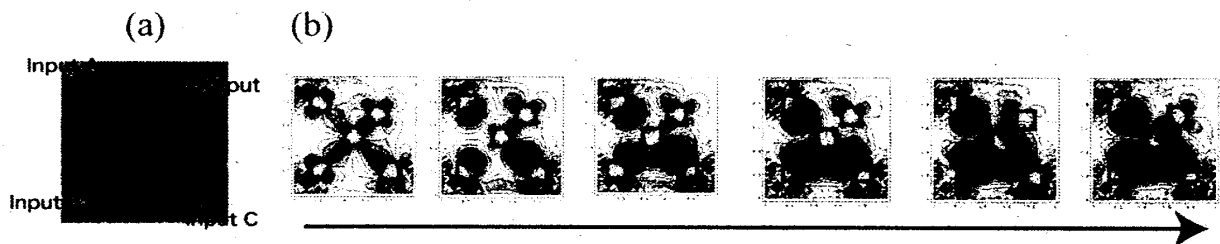
^a大阪府立大学、^bJST-CREST、^c東北大金研、^d日本原子力機構、^e秋田大、^f東北大、
^g大阪府立高専
加藤勝^{a,b}、石田武和^{a,b}、小山富男^{c,b}、町田昌彦^{d,b}、林正彦^{e,b}、海老澤丕道^{f,b}、佐藤修^g

これまで、ナノもしくはミクロンサイズの超伝導体について研究を行ってきた。ナノ構造の超伝導体では、特にその渦糸構造がバルクの超伝導体とは異なること、さらに、その渦糸の運動の制御や、その量子力学的な運動が期待される。

ここでは、これまでの研究の中で、d波超伝導体とs波超伝導体を組み合わせた、d-dotと呼んでいる複合超伝導体の自発磁束を利用したデバイスへの応用、ナノ構造の異方的な超伝導体に特徴的な性質、非対称超伝導ネットワーク中での磁束の制御について紹介する。

1. d-dotのデバイスへの応用

酸化物高温超伝導体のような $d(k_x^2 - k_y^2)$ 波超伝導体と従来型のs波超伝導体を組み合わせると、d波超伝導体の異方性によって自発的な半整数量子磁束が生じ、この状態は2重に縮退しているため、2値のデバイスとしての応用が期待される。このデバイスへの応用の例として、このd-dotを幾何学的に配置して論理回路を構成するシミュレーションを時間依存のギンツブルクランダウ方程式を用いて行った。下の図はその一例で、多数決回路が動作する様子を示した。



2. ナノサイズの異方的超伝導体

異方的な超伝導体、特にd波超伝導体では境界の方向によって、境界における超伝導状態が変わる可能性が指摘されている。ナノサイズの超伝導体では、境界の影響が大きいため、その形状によって、超伝導状態が変化することが期待される。これについて、具体的なシミュレーションの結果を示す。

3. 非対称超伝導ネットワーク中の磁束の運動のラチェット効果

これまで、超伝導体にナノサイズの異方的な形状のアンチドットやアンチドットを導入して、渦糸の運動を制御し、特に印可した交流電流に対して直流電圧が生じるというラチェット効果の実験的研究が行われてきた。それに対して、非対称の超伝導ネットワークにおいて、渦糸のラチェット効果が起こることを、時間依存ギンツブルクランダウ方程式を用いたシミュレーションで示す。