

Abstract

The work describes the mathematical description of unconventional Josephson junctions in various formalisms. In particular one can obtain unconventional Josephson junction by placement of nonsuperconducting or ferromagnetic strip on the top of superconducting strip. The existence of field-induced junctions opens up possibilities for very easy manufacture of electronic devices that show no dissipation and have very simple architecture. They can be created by putting ferromagnetic or ferroelectric material on top of a superconductor. Their properties can be tuned in a continuous manner. The transition from the weak-link regime to the tunneling regime is demonstrated by K.Pomorski and P.Prokopow (9/2012, *Physica Status Solidi B*). This permits building tunable single Josephson junctions, arrays and matrices of Josephson junctions, SQUIDs, current limiters, qubits and a broad range of logical gates. Apart from the applications the new family of Josephson junctions also provides opportunities for studying the fundamental physics of magnetism and vortices.

One can generalize concept of field induced Josephson junctions further and introduce dirty unconventional Josephson junction as by usage of nonsuperconducting strip on the top of granular superconductor. The general overview of vortex physics in such structures is described. The concept of temperature induced Josephson junction and temperature enhanced unconventional Josephson junction is given. The generalization of superconducting qubit architecture is described by introducing the concept of superconducting qudit and qutrit.

Streszczenie

Prezentowana praca przedstawia opis fizyczny niekonwencjonalnych złączy Josephsona za pomocą różnych formalizmów matematycznych. W szczególności rozważane są niekonwencjonalne złącze Josephsona otrzymywane przez nakładanie nienadprzewodzącego paska na nadprzewodzący pasek.

Istnienie polowo indukowanych złączy Josephsona otwiera możliwości masowej łatwej produkcji urządzeń elektronicznych, które wykazują się zerową dysypacją i mają prostą architekturę. Mogą być tworzone przez nakładanie (naparowywanie) ferromagnetycznego materiału na materiał nadprzewodzący. Wtedy ich własności mogą być w sposób ciągle modulowane. Przejście pomiędzy słabym złączem Josephsona a tunelowym zostało wykazane. Stwarza to perspektywę na konstruowanie regulowanych pojedynczych złączy Josephsona, oraz ich macierzy, a także SQUID-ów, ograniczników prądu, kubitów i szeroko rozumianych bramek logicznych. Poza czysto praktycznymi celami studiowanie złączy Josephsona dostarcza możliwości na eksplorację fizyki podstaw oraz fizyki magnetyzmu i fizyki defektów topologicznych nadprzewodzącego parametru porządku.

Polowo indukowane złącza Josephsona mogą zostać uogólnione do przypadku granulowanych nadprzewodników.

W pracy zostaje wprowadzona koncepcja temperaturowo indukowanego złącza Josephsona oraz koncepcja temperaturowo indukowanego niekonwencjonalnego złącza Josephsona. Również zostaje zaprezentowana koncepcja uogólnienia architektury nadprzewodzącego qubitu do koncepcji nadprzewodzącego quditu i qutritu.