

รหัสโครงการ: RMU4880012

ชื่อโครงการ: การศึกษาเชิงทฤษฎีของรอยต่อโจเซฟสันหลายแบบ

ชื่อนักวิจัย: ดร. พวงรัตน์ ไพเราะ

E-mail Address: pairor@sut.ac.th

ระยะเวลาโครงการ: 3 ปี

รายงานวิจัยฉบับนี้ประกอบด้วย ผลการศึกษา 1) สลายไปของทรงกลมเฟอร์มีที่จุดบัพของตัวนำยิ่งยวดแบบดีเวฟในสภาวะไม่สมดุล 2) สเปกโตรสโคปีทะลุผ่านและการขนส่งสปินของรอยต่อโลหะกับระบบบริชบา 3) สเปกโตรสโคปีทะลุผ่านของรอยต่อระบบบริชบากับตัวนำยิ่งยวด และ 4) การทะลุผ่านโจเซฟสันระหว่าง YBCO/YBCO จากการศึกษา พบว่า ในลิมิตที่อนุภาคที่ได้รับการกระตุ้นจากแสงมีความหนาแน่นสูง เมื่อตัวนำยิ่งยวดแบบดีเวฟที่ถูกขับเคลื่อนให้ออกจากสภาวะสมดุลด้วยพัลส์แสง อัตราการสลายตัว dn/dt ของอนุภาคเหล่านี้มีค่าแปรตาม $n^{5/2}$ ซึ่งต่างไปจาก n^2 ที่คิดมาจากแบบจำลองฟีโนมีโนโลจิคอล ในลิมิตที่มีความหนาแน่นต่ำ การสลายตัวมีลักษณะเป็นเอกซ์โปเนนเชียลที่มีค่าลดลง

สำหรับรอยต่อโลหะกับระบบบริชบา จากการศึกษาพบว่า ระยะระหว่างตำแหน่งเชิงพลังงานของลักษณะโดดเด่นที่เกิดขึ้นในสเปกตรัมความนำไฟฟ้า 2 ตำแหน่ง มีค่าเท่ากับพลังงานริชบา นอกจากนี้ เรายังพบว่า การกระเจิงที่รอยต่อมีผลต่อสปินโพลาไรเซชันของความนำไฟฟ้าในโลหะเป็นอย่างมาก แต่กลับมีผลต่อสปินโพลาไรเซชันของความนำไฟฟ้าในระบบบริชบาน้อยมาก

สเปกตรัมความนำไฟฟ้าของรอยต่อระบบบริชบากับตัวนำยิ่งยวดขึ้นอยู่กับอย่างมากกับ 1) ความแรงของกลุ่มบริชบา 2) ศักย์กีดกันที่รอยต่อ และ 3) ความไม่เท่ากันของมวลยังผลของอิเล็กตรอนของตัวนำยิ่งยวดและของระบบบริชบา ผลของความแรงของกลุ่มบริชบา ศักย์กีดกัน และความไม่เท่ากันของมวลยังผลของอิเล็กตรอนต่อสเปกตรัมความนำไฟฟ้านั้นมีความสัมพันธ์กัน และสเปกตรัมความนำไฟฟ้ายังขึ้นกับระดับพลังงานเฟอร์มีของระบบบริชบาอีกด้วย ค่าอัมพลิจูดของการสะท้อนอั้งเดรฟที่ค่าช่องว่างพลังงานของตัวนำยิ่งยวดมีค่าเพิ่มขึ้นตามค่าความแรงของกลุ่มบริชบาแต่มีค่าไม่ขึ้นกับค่าศักย์กีดกันที่รอยต่อ นอกจากนี้ เรายังพบว่าผลของความแตกต่างของมวลยังผลของอิเล็กตรอนและศักย์กีดกันมีลักษณะไม่เหมือนกันอย่างที่เคยเป็นที่เชื่อกัน

และท้ายที่สุด เราได้ทำการศึกษาค่าพลังงานอิสระของระบบที่มีสมมาตรออร์โทโรมบิก ทั้งแบบที่มีทวินและไม่มีทวิน เพื่อหาค่าการทะลุผ่านโจเซฟสันระหว่าง YBCO สองชั้น แบบจำลองที่ใช้คือทฤษฎีกินส์เบิร์ก-แลนเดา เมื่อเรารวมเอาผลของทวินเข้ามา เราสามารถอธิบายลักษณะที่กระแสวิกฤตโจเซฟสันขึ้นกับสนามแม่เหล็กภายนอกที่พบในรอยต่อไม่สมมาตรของ YBCO/YBCO ได้

Project Code: RMU4880012

Project Title: Theoretical study of various types of Josephson junctions

Investigator: Dr. Puangratana Pairor

E-mail Address: pairor@sut.ac.th

Project Period: 3 years

Erosion of nodal Fermi spheres in nonequilibrium *d*-wave superconductors, tunneling spectroscopy and spin transport of metal-Rashba system and superconductor-Rashba system, and Josephson tunneling between two YBCO grains were studied in this research project. It was found that when a *d*-wave superconductor that has been driven out of equilibrium by an optical pulse, in the high density limit for the photoinjected quasiparticles, the decay rate dn/dt is found to vary as $n^{5/2}$, which differs from the n^2 form commonly adopted in phenomenological models of the relaxation dynamics. In the low density limit, the decay is exponential.

For the junction of metal-Rashba system, the energy spacing between two distinct features in the conductance spectrum can be used to directly measure the Rashba energy. Also, the interfacial scattering greatly affects the spin polarization of the conductance in metal, but hardly affects that in the Rashba system.

The tunneling conductance spectrum of superconductor-Rashba system depends strongly on 1) the strength of Rashba spin-orbit coupling (RSOC), 2) the potential barrier and 3) the mismatch of electron effective masses. The influence of the RSOC, potential barrier and mismatch of electron effective mass are associated and also depends on the Fermi levels of the Rashba system. Andreev reflection amplitude at the superconducting gap energy is always increased with the RSOC strength, but is unaffected by the change in the potential barrier. The effect of the mismatch effective mass and the potential barrier are not always equivalent as it was believed.

Lastly, the free energies of both untwinned and twinned systems of orthorhombic symmetry are studied in order to derive the Josephson tunneling between two YBCO grains. A model based on the Ginzburg-Landau theory and the idea of twinning is introduced to describe the anomalous dependence of the critical current on an external magnetic field in a YBCO asymmetric grain boundary.