รามย์ พิณเจริญพันธุ์ : การศึกษาเชิงทฤษฎีของรอยต่อ โลหะ-ฉนวน-ตัวนำยวดยิ่ง: ผลของความหนาของชั้นฉนวน (THEORETICAL STUDY OF METAL-INSULATOR-SUPERCONDUCTOR JUNCTION : EFFECTS OF FINITE INSULATING LAYER THICKNESS) : อาจารย์ที่ปรึกษา : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พวงรัตน์ ไพเราะ, 58 หน้า.

ในวิทยานิพนธ์นี้ สเปกตรัมของค่าความหนาแน่นกระแส และสภาพการนำไฟฟ้า ของรอยต่อหนึ่งมิติ สองชนิดคือ โลหะ-ฉนวน-โลหะ และ โลหะ-ฉนวน-ตัวนำยวดยิ่ง ได้ถูกศึกษาโดยใช้แบบจำลองที่แตกต่างกันสองชนิด คือ แบบจำลองฟังก์ชันเดลตา และแบบจำลองความหนาจำกัด วิธีการการกระเจิงถูกนำมาใช้ในการคำนวณหาค่าความน่าจะเป็นของการสะท้อนกลับและการส่งผ่าน ซึ่งค่าความน่าจะเป็นดังกล่าวจะถูกนำไปคำนวณหาค่าความหนาแน่นกระแสและสภาพการนำไฟฟ้าที่เป็นฟังก์ชันของความต่างศักย์ที่อุณหภูมิศูนย์องศาสัมบูรณ์

เมื่อค่าความต่างศักย์มีค่าต่ำกว่าค่าความต่างศักย์กีดขวาง แบบจำลองความหนาจำกัดจะให้ผลลัพธ์ใกล้เคียงกับในแบบจำลองฟังก์ชันเดลตาในรอยต่อทั้งสองชนิด เมื่อค่าความต่างศักย์มีค่าสูงกว่าค่าความต่างศักย์กีดขวาง ค่าความหนาแน่นกระแสและสภาพการนำไฟฟ้าในรอยต่อทั้งสองแบบจะมีการแกว่งกวัดขึ้น ซึ่งขึ้นอยู่กับค่าความหนาของชั้นฉนวน ลักษณะการแกว่งกวัดนี้ไม่สามารถอธิบายได้ด้วยแบบจำลองฟังก์ชันเดลตา จากแบบจำลองความหนาจำกัดระยะห่างของจุดยอดถึงจุดยอดลำดับถัดไปมีค่าสอดคล้องกับ $\Delta E_n = \frac{\mathrm{h}^2}{2m}\left(\frac{\pi}{L}\right)^2 (2n+1)$ เมื่อ n คือ เลขจำนวนเต็มบวก

ในวิทยานิพนธ์นี้ยังแสดงให้เห็นอีกว่า แบบจำลองฟังก์ชันเดลตาให้ผลตรงกับแบบจำลองความหนาจำกัดได้ภายใน 10% เมื่อค่าความต่างศักย์มีค่าต่ำกว่าค่าความต่างศักย์กีดขวาง และค่าความหนาของชั้นฉนวนมีค่าเป็น $Lk_F \le \sqrt{\frac{2E_F^{3/2}}{3\sqrt{U}\,(U+E_F)}}$ โดยที่ k_F และ E_F คือ เวคเตอร์คลื่นเฟร์มีและค่าพลังงานเฟร์มี ตามลำดับ ค่าความสัมพันธ์ของตัวแปรเสริมที่บ่งบอกสมบัติของชั้นฉนวนจากแบบจำลองทั้งสอง คือ $Z = \frac{(U+E_F)}{2E_F} Lk_F$ เมื่อ Z คือ ตัวแปรเสริมไม่มีหน่วยที่ใช้บ่งบอกสมบัติของชั้นของฉนวนในแบบจำลองฟังก์ชันเดลตา โดยค่าเงื่อนไขของค่าความหนาและค่าความสัมพันธ์ของตัวแปรเสริมจะมีค่าไม่ขึ้นอยู่กับชนิดของรอยต่อ

สาขาวิชาฟิสิกส์ ลายมือชื่อนักศึกษา_____

ปีการศึกษา 2549 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา_____

RARM PHINJAROENPHAN : THEORETICAL STUDY OF METAL-INSULATOR-SUPERCONDUCTOR JUNCTION : EFFECTS OF FINITE INSULATING LAYER THICKNESS. THESIS ADVISOR : ASST. PROF. PUANGRATANA PAIROR, Ph.D. 58 PP.

TUNNELING SPECTROSCOPY/METAL-INSULATOR-SUPERCONDUCTOR JUNCTION/SCATTERING METHOD/INSULATING BARRIER

In this thesis, the current density and conductance spectra of one-dimensional metal-insulator-metal and metal-insulator-superconductor junctions are studied using two different models: Delta-function and Finite-width models. The scattering method is used to calculate reflection and transmission probabilities, which then are used to obtain the current density and conductance at zero temperature as a function of applied voltage.

When the applied voltage is lower than the barrier potential *U*, the Finite-width model produces similar results to the Delta-function model for both types of junctions. When the applied voltage is higher than the barrier potential, both current density and conductance spectra of both types of junctions contain oscillations, which are dependent on the thickness *L* of the insulator. These oscillations cannot be produced in the Delta-function model. Accordingly to the Finite-width model, the distance in energy between two adjacent peaks satisfies $\Delta E_n = \frac{\mathrm{h}^2}{2m}\left(\frac{\pi}{L}\right)^2 (2n+1)$, where n is a positive integer.

It is also shown in this thesis that one can use the Delta-function model in place of the Finite-width model, within 10% accuracy, when the applied voltage is

lower than the barrier potential and when the thickness of the insulating layer satisfies the inequality $Lk_F \leq \sqrt{\frac{2E_F^{3/2}}{3\sqrt{U}(U+E_F)}}$, where k_F and E_F are the Fermi wave vector and energy of the superconductor respectively. The relation among the parameters characterizing the insulator from both models is $Z = \frac{(U+E_F)}{2E_F} Lk_F$, where Z is the unitless parameter describing the insulator is the Delta-function model. Both inequality condition and the relation among the insulating parameters are independent of the types of the junctions.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

School of Physics Student's Signature _____

Academic Year 2006 Advisor's Signature _____