

## บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาเชิงทฤษฎีเกี่ยวกับ ผลของการหมุนระนาบผลึกและปรากฏการณ์พروقซิมิตี ต่อค่าความนำทะลุผ่านที่รอยต่อระหว่างโลหะปกติ-ตัวนำไฟฟ้ายิ่งยวดแบบดีเวฟ ที่อุณหภูมิศูนย์องศา โดยใช้วิธีการกระจัง ในรูปนัยนิยมของ บลอนเดอร์ ทิงค์แฮม คลัทวิช (BTK Theory) ผ่านสมการ Bogolibov de Gennes เมื่อแกน  $a$  ของตัวนำไฟฟ้ายิ่งยวดเป็นศูนย์และหนึ่งในสี่ไพเรเดียน ตามลำดับ พบว่า ค่าความนำทะลุผ่านในภาวะนอร์มอลไลน์ขึ้นกับการหมุนระนาบผลึก ขึ้นกับพลังงานของอนุภาค และขึ้นกับค่าแรงขวางกัน โดยเมื่อแกน  $a$  ทำมุมศูนย์เรเดียนกับเวกเตอร์ตั้งฉาก ค่าความนำทะลุผ่านจะเป็นศูนย์เมื่อพลังงานอนุภาคน้อยกว่าช่องว่างพลังงานมากๆ และมีค่าสูงสุด เมื่อพลังงานอนุภาคเท่ากับช่องว่างพลังงานพอดี ไม่มี ZBCP เกิดขึ้น เมื่อพลังงานอนุภาคเป็นศูนย์ และไม่มีแรงขวางกัน ค่าความนำทะลุผ่านมีค่าสูงที่สุด และลดลงเมื่อแรงขวางกันเพิ่มขึ้น เมื่อแกน  $a$  ของตัวนำไฟฟ้ายิ่งยวดทำมุมหนึ่งในสี่ไพเรเดียน มี ZBCP เกิดขึ้นที่ทุกแรงขวางกัน ความสูงของ ZBCP เป็นปฏิภาคโดยตรงกับค่าแรงขวางกัน กรณีที่ช่องว่างพลังงานไม่ลดลงเลขที่รอยต่อ มี ZBCP ที่ทุกแรงขวางกัน โดยความสูงของ ZBCP มากขึ้นเมื่อแรงขวางกันมากขึ้น ในขณะที่ความกว้างลดลง เมื่อช่องว่างพลังงานลดลงโดยสมบูรณ์ที่รอยต่อ ไม่มี ZBCP ทุกแรงขวางกัน แต่มีลักษณะขอดลิกที่ความต่างศักย์เป็นศูนย์ (ZBCD) เกิดขึ้นแทน โดยความกว้างของ ZBCD จะมากขึ้นถ้าแรงขวางกันน้อยลง นอกจากนี้เรายังได้ศึกษาที่รอยต่อระหว่างโลหะปกติ ชั้นเฟอร์โรแมกเนติก ตัวนำไฟฟ้ายิ่งยวดแบบดีเวฟ พบว่า ค่าความนำทะลุผ่านขึ้นกับการหมุนระนาบผลึกและพลังงานปรัวรรต โดยเมื่อพลังงานปรัวรรตเท่ากับศูนย์มี ZBCP ที่มุมหนึ่งในสี่ไพเรเดียน และมี ZBCD ที่มุมศูนย์เรเดียน เมื่อพลังงานปรัวรรตไม่เท่ากับศูนย์ มี ZBCD ที่มุมหนึ่งในสี่ไพเรเดียนและ มี ZBCP ที่มุมศูนย์เรเดียน ตามลำดับ

## Abstract

This research is the theoretical study of the tunneling spectroscopy of the normal metal – d wave superconductor junction at zero temperature. The studied is based on scattering method called BTK theory, the normalized tunneling conductance calculated by the Bogolibov de Gennis equation. The result found that, the normalized conductance depend on the surface orientation, the energy of particle and the barrier strength. For the angle between  $\alpha$ -axis and interface normal is zero ( $\alpha = 0$ ), the normalized conductance is zero at the particle energy is very much less than energy gap and peak at equal energy gap, no ZBCP in this case. At the energy of particle is zero and don't have barrier strength, the tunneling conductance is maximum and decrease when the barrier strength increase. For the angle between  $\alpha$ -axis and interface normal is 45 degree ( $\alpha = \pi / 4$ ), the ZBCP is appear for all barrier strength. The high and width of peak is depend on the barrier strength, which it is increase and decrease respectively for the barrier strength increase. For not suppression gap, ZBCP appear for all barrier strength, the high increase with the barrier strength increase. For the total suppression, no ZBCP but have ZBCD for all barrier strength. The width of ZBCD is increase with the decrease of barrier strength. We also study tunneling spectroscopy of normal metal-ferromagnet- d wave superconductor junction. The result found that, the normalized conductance depend on the surface orientation and exchange energy. The ZBCP appear with  $\alpha = \pi / 4$  and ZBCD appear for  $\alpha = 0$  when exchange energy is zero. For exchange energy is not zero, the ZBCD appear with  $\alpha = \pi / 4$  and ZBCP appear for  $\alpha = 0$ , respectively.