

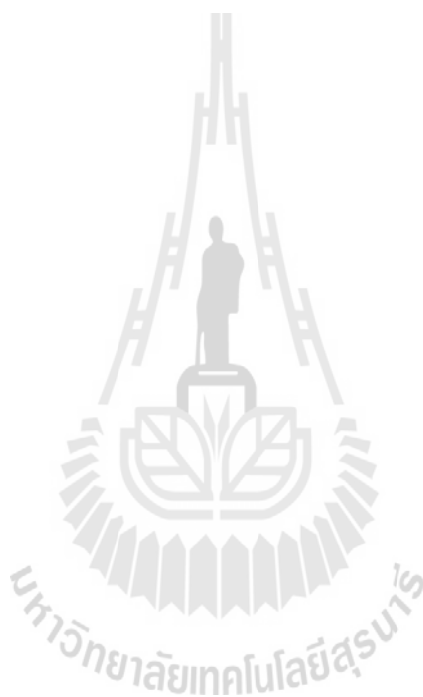
อัจฉรา กาเอ๊ย : สเปกตรัมสภาพนำไฟฟ้าที่ขึ้นกับสปินของระบบที่มีคู่ควบสปินกับวงโคจรแบบ
รีชาและเดรสเซลฮอส (SPIN-DEPENDENT CONDUCTANCE SPECTRUM IN SYSTEMS
WITH RASHBA AND DRESSSELHAUS SPIN-ORBIT COUPLING) อาจารย์ที่ปรึกษา :
รองศาสตราจารย์ ดร.พวงรัตน์ ไพเราะ, 99 หน้า.

วิทยานิพนธ์นี้เป็นการศึกษาเชิงทฤษฎีเกี่ยวกับการส่งผ่านอนุภาคและสปินในระบบรอยต่อ
ระหว่างโลหะกับระบบแก๊สอิเล็กตรอนสองมิติที่มีคู่ควบสปินกับวงโคจรแบบเดรสเซลฮอสและรีชา
โดยจำลองลักษณะการเคลื่อนที่ของอนุภาคและสปินด้วยแบบจำลองอิสระเพื่อศึกษาผลของการหมุนแกน
ผลึกของระบบแก๊สอิเล็กตรอนสองมิติ ความแรงของคู่ควบสปินกับวงโคจรและความแรงของกำแพงศักย์
ตรงรอยต่อที่มีต่อสภาพการนำไฟฟ้าและสปินโพลาไรเซชัน

การคำนวณสภาพการนำไฟฟ้าและสปินโพลาไรเซชันในระบบรอยต่อระหว่างโลหะกับระบบ
แก๊สอิเล็กตรอนสองมิติที่มีคู่ควบสปินกับวงโคจรแบบเดรสเซลฮอสเพียงชนิดเดียว พบว่าการหมุนแกน
ผลึกของระบบแก๊สอิเล็กตรอนสองมิติไม่ส่งผลต่อผลรวมของสภาพการนำไฟฟ้าในระบบ แต่ส่งผลต่อ
การเปลี่ยนแปลงของสปินโพลาไรเซชันคือ ค่าสปินโพลาไรเซชันจะมีค่าสูงสุดเมื่อหมุนแกนผลึกเป็นมุม
 $\pm(2n+1)\pi/4$ และมีค่าต่ำสุดเมื่อหมุนแกนผลึกเป็นมุม $\pm n\pi/2$ เมื่อ $n = 0, 1, 2, 3, \dots$ สำหรับผลของ
ความแรงของคู่ควบสปินกับวงโคจรแบบเดรสเซลฮอสพบว่าเมื่อเพิ่มค่าความแรงของคู่ควบสปินกับวง
โคจรจะทำให้สภาพการนำไฟฟ้ามีค่าลดลงแต่กลับทำให้สปินโพลาไรเซชันมีค่ามากขึ้น ในทางตรงกัน
ข้ามการเพิ่มค่าความแรงของกำแพงศักย์ตรงรอยต่อจะทำให้ค่าสภาพการนำไฟฟ้าและสปินโพลาไรเซชัน
มีค่าลดลง นอกจากนี้แถบสเปกตรัมของสภาพการนำไฟฟ้ายังสามารถใช้วัดค่าพลังงานของระบบเดรส-
เซลฮอสได้อีกด้วย

สำหรับระบบรอยต่อระหว่างโลหะกับระบบแก๊สอิเล็กตรอนสองมิติที่มีคู่ควบสปินและวงโคจร
แบบรีชามีผลกับเดรสเซลฮอสพบว่า จากแถบสเปกตรัมของสภาพการนำไฟฟ้านอกจากจะสามารถวัดค่า
พลังงานของระบบผสมรีชากับเดรสเซลฮอสได้แล้ว ยังสามารถวัดค่าผลต่างของพลังงานที่มี
ความสัมพันธ์โดยตรงกับผลต่างระหว่างความแรงของคู่ควบสปินกับวงโคจรทั้งสองชนิดได้อีกด้วย และ
จากการศึกษาของการหมุนแกนผลึกของระบบแก๊สอิเล็กตรอนสองมิติพบว่า ค่าสภาพการนำไฟฟ้าและ
สปินโพลาไรเซชันของระบบมีค่าสูงสุดเมื่อหมุนแกนผลึกเป็นมุม $(2n+1)\pi/4$ และให้ค่าต่ำสุดเมื่อ
หมุนแกนผลึกเป็นมุม $-(2n+1)\pi/4$ ซึ่งผลที่ได้ตรงกันข้ามกันกับผลของสปินโพลาไรเซชัน ผลการ
เปลี่ยนแปลงความแรงของคู่ควบสปินกับวงโคจรแบบรีชามีผลกับเดรสเซลฮอสเมื่อกำหนดให้ค่าความแรงของคู่ควบสปินกับ
วงโคจรแบบเดรสเซลฮอสคงที่พบว่า ที่ระดับแรงดันไฟฟ้าต่างๆ ค่าผลรวมของสภาพการนำไฟฟ้าจะมี
ค่าแปรผันตามค่าความแรงของคู่ควบสปินกับวงโคจรแบบรีชาจนถึงค่าวิกฤตค่าหนึ่ง หลังจากนั้นค่า
สภาพการนำไฟฟ้าจะมีค่าลดลงเมื่อเพิ่มค่าความแรงของคู่ควบสปินกับวงโคจร ในส่วนของสปินโพลาไร-
เซชันกลับพบว่าจะมีค่าเพิ่มขึ้นตามค่าความแรงของคู่ควบสปินกับวงโคจร และเมื่อพิจารณาผลของความ

แรงของกำแพงศักย์พบว่า การเพิ่มค่าความแรงของกำแพงศักย์จะส่งผลให้ผลรวมของค่าสภาพการนำไฟฟ้าลดลงแต่กลับส่งผลให้ค่าสปีนโพลาริเซชันมีค่าเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ยังพบว่าการส่งผ่านของอนุภาคในระบบรอยต่อดังกล่าวนอกจากจะทำให้เกิดค่าสภาพการนำไฟฟ้าและสปีนโพลาริเซชันในแนวตั้งฉากกับรอยต่อแล้ว ยังสามารถทำให้เกิดค่าสภาพการนำไฟฟ้าและสปีนโพลาริเซชันในแนวขนานกับรอยต่อได้อีกด้วย



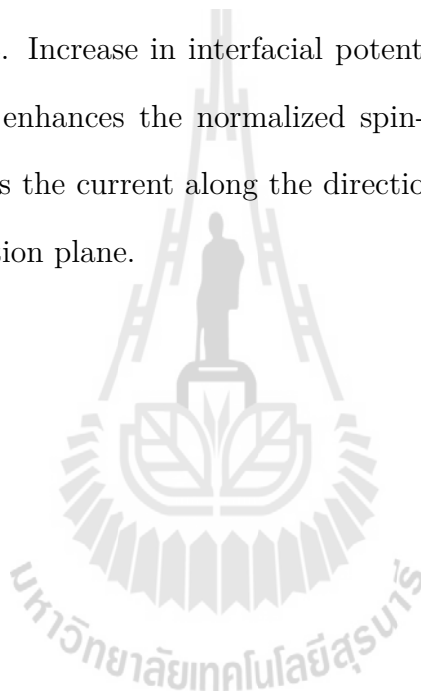
ACHARA KA-OEY : SPIN-DEPENDENT CONDUCTANCE
SPECTRUM IN SYSTEMS WITH RASHBA AND DRESSELHAUS
SPIN-ORBIT COUPLING. THESIS ADVISOR : ASSOC. PROF.
PUANGRATANA PAIROR, Ph.D. 99 PP.

DRESSELHAUS SPIN-ORBIT COUPLING/RASHBA SPIN-ORBIT
COUPLING/CONDUCTANCE SPECTRA/SPIN-POLARIZATION OF
CONDUCTANCE/CRYSTALLOGRAPHIC ORIENTATION

This thesis is a theoretical study of the particle and spin transport across the interface between a metal and a two-dimensional electron gas with Rashba and Dresselhaus spin-orbit coupling. The conductance spectra and the normalized spin polarization of conductance are calculated using a scattering formalism. The effect of the crystallographic orientation of the 2DEG, the spin-orbit coupling strength, and the potential barrier strength on conductance spectra and its normalized spin polarization are considered.

In the absence of Rashba spin-orbit coupling, the conductance spectrum is found to be invariant with the crystallographic orientation. On the contrary, the normalized spin polarization is not invariant with the crystallographic orientation. The magnitude of the normalized spin polarization has a maximum value, when the (100) crystal axis is rotated at $\theta = \pm(2n + 1)\pi/4$ away from the junction normal and minimum value at $\theta = \pm n\pi/2$ where $n = 0, 1, 2, 3, \dots$. Both of the total conductance spectrum and the normalized spin polarization of conductance can be enhanced by increasing the Dresselhaus spin-orbit coupling strength, but can be suppressed by increasing the barrier strength. The Dresselhaus coupled energy can be determined from the conductance spectrum.

When both Rashba and Dresselhaus spin-orbit coupling exist, the conductance spectrum shows two distinctive features. From the positions of these features, the Rashba and Dresselhaus couples energy can be determined the Rashba-Dresselhaus energy and E_{Δ} . Both the conductance spectrum and the normalized spin polarization of conductance are not invariant with the crystallographic orientation. The conductance spectrum has a maximum value, when rotate the (100) crystal axis makes $\theta = (2n + 1)\pi/4$ with the junction normal and minimum value at $\theta = -(2n + 1)\pi/4$. Increase in interfacial potential barrier suppresses the total conductance but enhances the normalized spin-polarization of conductance. Moreover, there exists the current along the direction perpendicular to the interface normal the junction plane.



School of Physics

Academic Year 2013

Student's Signature _____

Advisor's Signature _____