อัจฉรา กาเอ้ย : สเปกตรัมสภาพนำไฟฟ้าที่ขึ้นกับสปินของระบบที่มีคู่ควบสปินกับวงโคจรแบบรัชบาและเดรสเซลฮอส (SPIN-DEPENDENT CONDUCTANCE SPECTRUM IN SYSTEMS WITH RASHBA AND DRESSELHAUS SPIN-ORBIT COUPLING) อาจารย์ที่ปรึกษา : รองศาสตราจารย์ ดร.พวงรัตน์ ไพเราะ, 99 หน้า.

วิทยานิพนธ์นี้เป็นการศึกษาเชิงทฤษฎีเกี่ยวกับการส่งผ่านอนุภาคและสปินในระบบรอยต่อระหว่างโลหะกับระบบแก๊สอิเล็กตรอนสองมิติที่มีคู่ควบสปินกับวงโคจรแบบเดรสเซลฮอสและรัชบา โดยจำลองลักษณะการเคลื่อนที่ของอนุภาคและสปินด้วยแบบจำลองอิสระเพื่อศึกษาผลของการหมุนแกนผลึกของระบบแก๊สอิเล็กตรอนสองมิติ ความแรงของคู่ควบสปินกับวงโคจรและความแรงของกำแพงศักย์ตรงรอยต่อที่มีต่อสภาพการนำไฟฟ้าและสปินโพลาไรเซชัน

การคำนวณสภาพการนำไฟฟ้าและสปินโพลาไรเซชันในระบบรอยต่อระหว่างโลหะกับระบบแก๊สอิเล็กตรอนสองมิติที่มีคู่ควบสปินกับวงโคจรแบบเดรสเซลฮอสเพียงชนิดเดียว พบว่าการหมุนแกนผลึกของระบบแก๊สอิเล็กตรอนสองมิติไม่ส่งผลต่อผลรวมของสภาพการนำไฟฟ้าในระบบ แต่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของสปินโพลาไรเซชันคือ ค่าสปินโพลาไรเซชันจะมีค่าสูงสุดเมื่อหมุนแกนผลึกเป็นมุม $\pm(2n+1)\pi/4$ และมีค่าต่ำสุดเมื่อหมุนแกนผลึกเป็นมุม $\pm n\pi/2$ เมื่อ $n=0,1,2,3,...$ สำหรับผลของความแรงของคู่ควบสปินกับวงโคจรแบบเดรสเซลฮอสพบว่าเมื่อเพิ่มค่าความแรงของคู่ควบสปินกับวงโคจรจะทำให้สภาพการนำไฟฟ้ามีค่าลดลงแต่กลับทำให้สปินโพลาไรเซชันมีค่ามากขึ้น ในทางตรงกันข้ามการเพิ่มค่าความแรงของกำแพงศักย์ตรงรอยต่อจะทำให้ค่าสภาพการนำไฟฟ้าและสปินโพลาไรเซชันมีค่าลดลง นอกจากนี้แถบสเปกตรัมของสภาพการนำไฟฟ้ายังสามารถใช้วัดค่าพลังงานของระบบเดรส-เซลฮอสได้อีกด้วย

สำหรับระบบรอยต่อระหว่างโลหะกับระบบแก๊สอิเล็กตรอนสองมิติที่มีคู่ควบสปินและวงโครจรแบบรัชบาผสมกับเดรสเซลฮอสพบว่า จากแถบเปกตรัมของสภาพการนำไฟฟ้านอกจากจะสามารถวัดค่าพลังงานของระบบผสมรัชบากับเดรสเซลฮอสได้แล้ว ยังสามารถวัดค่าผลต่างของพลังงานที่มีความสัมพันธ์โดยตรงกับผลต่างระหว่างความแรงของคู่ควบสปินกับวงโคจรทั้งสองชนิดได้อีกด้วย และจากการศึกษาของการหมุนแกนผลึกของระบบแก๊สอิเล็กตรอนสองมิติพบว่า ค่าสภาพการนำไฟฟ้าและสปินโพลาไรเซชันของระบบมีค่าสูงสุดเมื่อหมุนแกนผลึกเป็นมุม $(2n+1)\pi/4$ และให้ค่าต่ำสุดเมื่อหมุนแกนผลึกเป็นมุม $-(2n+1)\pi/4$ ซึ่งผลที่ได้ตรงกันข้ามกันกับผลของสปินโพลาไรเซชัน ผลการเปลี่ยนแปลงความแรงของคู่ควบสปินกับวงโคจรแบบรัชบาเมื่อกำหนดให้ค่าความแรงของคู่ควบสปินกับวงโคจรบแบบเดรสเซลฮอสคงที่พบว่า ที่ระดับแรงดันไฟฟ้าต่างๆ ค่าผลรวมของสภาพการนำไฟฟ้าจะมีค่าแปรผันตามค่าความแรงของคู่ควบสปินกับวงโคจรแบบรัชบาจนถึงค่าวิกฤตค่าหนึ่ง หลังจากนั้นค่าสภาพการนำไฟฟ้าจะมีค่าลดลงเมื่อเพิ่มค่าความแรงของคู่ควบสปินกับวงโคจร ในส่วนของสปินโพลาไร-เซชันกลับพบว่าจะมีค่าเพิ่มขึ้นตามค่าความแรงของคู่ควบสปินกับวงโคจร และเมื่อพิจารณาผลของความ

แรงของกำแพงศักย์พบว่า การเพิ่มค่าความแรงของกำแพงศักย์จะส่งผลให้ผลรวมของค่าสภาพการนำไฟฟ้าลดลงแต่กลับส่งผลให้ค่าสปินโพลาไรเซชันมีค่าเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ยังพบว่าการส่งผ่านของอนุภาคในระบบรอยต่อดังกล่าวนอกจากจะทำให้เกิดค่าสภาพการนำไฟฟ้าและสปินโพลาไรเซชันในแนวตั้งฉากกับรอยต่อแล้ว ยังสามารถทำให้เกิดค่าสภาพการนำไฟฟ้าและสปินโพลาไรเซชันในแนวขนานกับรอยต่อได้อีกด้วย

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สาขาวิชาฟิสิกส์ ลายมือชื่อนักศึกษา_____

ปีการศึกษา 2556 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา_____

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 $n = 0, 1, 2, 3, ...$ 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 $E_{\triangle}$. 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.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

School of Physics Student's Signature _____

Academic Year 2013 Advisor's Signature _____