ภรพนา บัวเพชร์ : โครงสร้างอิเล็กทรอนิกส์ที่อุณหภูมิต่ำของแก๊สอิเล็กตรอนสองมิติบนพื้นผิวสตรอนเทียมไททาเนตที่ถูกเจือด้วยแลนทานัม ในระนาบผลึก (110) (LOW-TEMPERATURE ELECTRONIC STRUCTURE OF TWO-DIMENSIONAL ELECTRON GAS AT THE SURFACE OF La-DOPED $SrTiO_3$(110)).
อาจารย์ที่ปรึกษา : รองศาสตราจารย์ ดร.วรวัฒน์ มีวาสนา, 81 หน้า.

งานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาโครงสร้างอิเล็กทรอนิกส์บนพื้นผิวสตรอนเทียมไททาเนตที่ถูกเจือด้วยแลนทานัมในระนาบผลึก (110) โดยใช้เทคนิคโฟโตอิมิชชันแบบแยกแยะเชิงมุม โดยในระหว่างการทดลอง วัสดุตัวอย่างจะถูกลอกชั้นผิวที่ความดันต่ำกว่า $10^{-11}$ ทอร์และที่อุณหภูมิ 20 K เพื่อคงความสะอาดของผิวหน้าของวัสดุ รายละเอียดโครงสร้างทางอิเล็กทรอนิกส์ของวัสดุที่บริเวณกึ่งกลางของโครงสร้าง ($\Gamma$ point of the 2$^{nd}$-Brillouin zone) ถูกศึกษาโดยใช้แสงที่มีโพลาไรเซชันขนานและตั้งฉากกับพื้นผิวและศึกษาเกี่ยวกับผลของการฉายแสงอัลตร้าไวโอเลต (UV) บนพื้นผิวสตรอนเทียมไททาเนตด้วยพลังงานโฟตอน 50 อิเล็กตรอนโวลต์ (eV) และความเข้มแสง 3.5 นาโนแอมแปร์ (nA) ผลการทดลองพบว่าแก๊สอิเล็กตรอนสองมิติ (2DEGs) มีการก่อตัวบนพื้นผิวสตรอนเทียมทันทีที่มีการลอกชั้นผิว ซึ่งสามารถคำนวณหาความหนาแน่นของประจุได้ประมาณ $2.34 \times 10^{14}$ ต่อตารางเซนติเมตร ($cm^{-2}$) นอกจากนี้ยังพบสถานะในช่องว่างพลังงาน (in-gap state) ที่มีพลังงานยึดเหนี่ยว (binding energy) ประมาณ 1.1 อิเล็กตรอนโวลต์ (eV) จากการศึกษาการกระจายตัวของแถบพลังงาน (band dispersion) และพื้นผิวเฟอร์มี (Fermi surface map) พบว่าวัสดุชนิดนี้แสดงสมบัติแบบแอนไอโซทรอปิกในระนาบผลึกทิศทางต่างกัน โดยพบแถบพลังงาน 3 แถบ เรียกว่า heavy, semi-heavy และ lightly bands ในทิศทาง [001] หรือ $k_Z$ ซึ่งสามารถหามวลยังผล (effective mass, m*) ได้ดังนี้คือ $m^* \cong 10m_e$, $m^* \cong 1.5m_e$ และ $m^* \cong 0.35m_e$ ตามลำดับ เมื่อ $m_e$ คือมวลของอิเล็กตรอน ส่วนในทิศทาง [1$\bar{1}$0] หรือ $k_M$ สังเกตุเห็นแถบพลังงานเพียง 2 แถบ ซึ่งมีค่า $m^* \cong 5m_e$ และ $m^* \cong 0.35m_e$ โดยผลจากสมบัติแอนไอโซทรอปิกที่ค้นพบนี้บ่งชี้ว่าพื้นผิวของวัสดุสตรอนเทียมไททาเนตที่ถูกเจือด้วยแลนทานัม ในระนาบผลึก (110) จะมีค่าสัมประสิทธ์ซีเบคที่สูงซึ่งมีโอกาสต่อยอดและพัฒนาเพื่อนำไปใช้เป็นวัสดุเทอร์โมอิเล็กตริกได้ ยิ่งไปกว่านั้นจากการศึกษาค่าความหนาแน่นของประจุบนผิวบ่งชี้ว่าพื้นผิวสตรอนเทียมไททาเนตที่ถูกเจือด้วยแลนทานัมในระนาบผลึก (110) มีโอกาสที่จะแสดงสมบัติเฟอร์โรแมกเนติก

สาขาวิชาฟิสิกส์ ลายมือชื่อนักศึกษา_____

ปีการศึกษา 2558 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา_____

PORNPANA BUAPHET : LOW-TEMPERATURE ELECTRONIC STRUCTURE OF TWO-DIMENSIONAL ELECTRON GAS AT THE SURFACE OF La-DOPED $SrTiO_3$(110). THESIS ADVISOR : ASSOC. PROF. WORAWAT MEEVASANA, Ph.D. 81 PP.

ELECTRONIC STRUCTURE/TWO-DIMENSIONAL ELECTRON GAS/ $SrTiO_3$(110)

In this thesis, the electronic structure of La-doped $SrTiO_3$(110) surface has been studied using Angle-Resolved Photoemission (ARPES). Samples were cleaved in ultra high vacuum (UHV) with pressure better than $10^{-11}$ torr at temperature of 20 K to obtain high purity surface. The detailed electronic structures focusing at the zone centre (Γ–point) of the second Brillouin zone were studied by horizontal and vertical polarization of light as a function of UV irradiation (exposure to 50 eV ultraviolet light with intensity of 3.5 nA). The two-dimensional electron gases (2DEGs) were observed on a polar surface of La-doped $SrTiO_3$(110) with the density as large as 2.34 $\times 10^{14}$ $cm^{-2}$ right after cleaving the surface. The in-gap state (1.1 eV binding energy) was observed increasingly as a function of light dosing. By studying the band dispersion and Fermi surface map (FSM), we found that effective masses of this sample exhibit anisotropic behavior in different crystallographic directions. The results showed at least 3 ellipsoid bands along $k_Z$ or [001]-direction indicated as heavy, semi-heavy and lightly bands with effective masses (m*) to be around 10, 1.5, 0.35 of the electron masses ($m_e$) respectively. The heavy ($m^* \cong 5m_e$) and lightly ($m^* \cong 0.35m_e$) bands were observed along $k_M$ or [$1\bar{1}0$]-direction. The contribution of

various anisotropic effective masses indicates that $SrTiO_3(110)$ may have a high Seebeck coefficient which can be used for thermoelectric application. Moreover, ferromagnetism is expected to occur at the surface of $SrTiO_3(110)$ as well.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

School of Physics Student's Signature_____

Academic Year 2015 Advisor's Signature_____