ศราวุฒิ นาถาบำรุง : การศึกษาการตอบสนองไดอิเล็กทริกของวัสดุกลุ่มบิสมัทเฟร์ไรต์ภายใต้เงื่อนไขการฉายแสง (STUDY OF DIELECTRIC RESPONSE OF BISMUTH FERRITE-BASED MATERIALS UNDER LIGHT IRRADIATION).
อาจารย์ที่ปรึกษา : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรวัฒน์ มีวาสนา, 67 หน้า.

งานวิทยานิพนธ์นี้สนใจศึกษาสมบัติของ $Bi_{1-x}M_xFeO_3$ ที่มีสารละลายของแข็ง M คือ La และ Ba ที่ความเข้มข้น x = 0 0.05 0.1 0.2 และ 0.3 ซึ่งมีสมบัติมัลติเฟร์โรอิกและมีค่าไดอิเล็กทริกที่สูงอยู่ในช่วงหลักหมื่นที่อุณหภูมิห้อง โดยในงานวิจัยนี้ได้พบว่าภายใต้การฉายแสงเลเซอร์สีม่วงและสีเขียว (ความยาวคลื่น 405 นาโนเมตร และ 523 นาโนเมตร ตามลำดับ) บนตัวเก็บประจุที่ใช้ BLFO (x = 0.1) เป็นสารไดอิเล็กทริกจะมีการเพิ่มขึ้นของค่าความเก็บประจุไฟฟ้าได้ถึง 12 เปอร์เซ็นต์ และ 10 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ จากค่าความจุเริ่มต้นประมาณ 620 พิโคฟารัด ซึ่งวัดที่ความถี่ 1 กิโลเฮิรตซ์ โดยสาร BFO ที่ค่าความเจืออื่น ๆ ก็แสดงการเพิ่มของค่าความจุที่ต่างกันไปตามรายละเอียดด้านใน

เพื่อทราบที่มาของการเพิ่มค่าความจุนี้ได้ทำการศึกษาโครงสร้างอิเล็กทรอนิกส์ของสารตัวอย่างด้วยเทคนิคโฟโตอิมิชชันสเปกโทรสโกปี และวัดสภาพความต้านทานที่เปลี่ยนไปภายใต้การฉายแสง ซึ่งพบว่าการฉายแสงบนผิวหน้าสารจะชักจูงให้เกิดช่องว่างของออกซิเจน แล้วอาจนำไปสู่การมีโครงสร้างอิเล็กทรอนิกส์ในแบบ 2 มิติบนผิวหน้า ซึ่งสอดคล้องกับค่าความต้านทานของสารซึ่งลดลงได้ภายใต้การฉายแสง ในแบบจำลองการเกิดโครงสร้างอิเล็กทรอนิกส์ 2 มิตินี้จะทำให้เสมือนว่ามีตัวเก็บประจุเชิงควอนตัมเพิ่มอีกตัวที่มาต่ออนุกรมกับสารตั้งต้น โดยถ้าค่าความจุควอนตัมนี้มีค่าติดลบในกรณีที่สารมีสภาพการบีบอัดอิเล็กตรอนเชิงลบจะทำให้มีค่าความจุไฟฟ้ารวมมีค่าเพิ่มขึ้น และจากการทดลองวัดด้วยเทคนิคโฟโตอิมิชชันสเปกโทรสโกปีพบว่า $Bi_{0.95}La_{0.05}FeO_3$ แสดงสมบัติการบีบอัดอิเล็กตรอนเชิงลบโดยสังเกตได้จากการลดลงของค่าพลังงานศักย์ไฟฟ้าเมื่อมีการเติมอิเล็กตรอนเข้าสู่ผิวหน้าของสารในขณะฉายแสง โดยการที่แสงเข้ากระตุ้นอะตอมของออกซิเจนให้หลุดออกจากผิวหน้าและออกซิเจนที่หลุดไปนี้ได้ทิ้งอิเล็กตรอนไว้บนผิวหน้าของก้อนสาร ผลการทดลองนี้สอดคล้องกับการเพิ่มขึ้นของค่าความจุไฟฟ้าภายใต้การฉายแสงข้างต้น ความรู้ที่ได้จากการศึกษานี้จะทำให้เราสามารถใช้ประโยชน์จากสมบัติเชิงควอนตัมของอิเล็กตรอนที่อยู่สภาพ 2 มิติซึ่งแตกต่างจากสมบัติเชิงก้อนของสาร เพื่อใช้ในการออกแบบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์แบบใหม่ ๆ รวมถึงเซนเซอร์ และระบบกักเก็บพลังงานที่มีประสิทธิภาพสูง

สาขาวิชาฟิสิกส์ ลายมือชื่อนักศึกษา_____

ปีการศึกษา 2559 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา_____

SARAWUDH NATHABUMROONG : STUDY OF DIELECTRIC RESPONSE OF BISMUTH FERRITE-BASED MATERIALS UNDER LIGHT IRRADIATION. THESIS ADVISOR : ASST. PROF. WORAWAT MEEVASANA, Ph.D. 67 PP.

BISMUTH FERRITE/PHOTOEMISSION SPECTROSCOPY/NEGATIVE ELECTRON COMPRESSIBILITY/ELECTRONIC STRUCTURE/CAPACITANCE ENHANCEMENT

In this thesis work, we are interested in studying the properties of $Bi_{1-x}M_xFeO_3$ where M = La and Ba and x = 0, 0.05, 0.1, 0.2 and 0.3. This bismuth ferrite $BiFeO_3$ (BFO) has multiferroic property and high dielectric in the order of $10^4$ at room temperature. In this work, it was observed that, the capacitor with $Bi_{1-x}La_xFeO_3$ (x = 0.1) as dielectric material could have higher electrical capacitance up to 10% and 12% under irradiation of green and violet laser (wavelength of 532 nm and 405 nm, respectively) where the original capacitance was 620 pF and the measuring frequency was 1 kHz. For other dopings, similar enhancements were also observed with details later described in the thesis.

To investigate the origin of this enhancement effect, we studied the electronic structure of these BFO materials were studied by using photoemission spectroscopy (PES). The change in resistance under irradiation was also measured. It was found that the irradiation could cause the oxygen vacancy at the surface which might lead to the formation of two-dimensional electron gas (2DEG) at the surface. This agrees with the observation of the clear reduction in resistance upon increasing irradiation dose. From the model of this 2DEG formation, it is expected that this 2DEG layer will act like an

additional quantum capacitor connecting with the original capacitor in series. If this quantum capacitance is negative in the case that the material exhibits the so called negative electron compressibility (NEC), the total capacitance will be enhanced. By using PES, it was found that our BFO samples exhibited this NEC effect where the measured chemical potential became lower upon increasing the electron density (induced by laser/synchrotron irradiation). This laser/synchrotron irradiation can induce oxygen vacancy which further causes electron accumulation at the sample surface. This corresponds to our observation of the capacitance enhancement upon irradiation very well. The knowledge gained from this study may help increasing the usage of this NEC effect for designing novel electronics, sensors and high-efficiency energy storage.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

School of Physics

Academic Year 2016

Student's Signature _____

Advisor's Signature _____