การค้นหาสถานะทางควอนตัมของสารประกอบกลุ่มโลหะทรานซิชั่นแชลโคเจไนด์และออกไซด์สำหรับพัฒนาใช้ในอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์แบบใหม่

หัวหน้าโครงการวิจัย: รศ.ดร. วรวัฒน์ มีวาสนา

นักวิจัยร่วมโครงการ: ดร. วิทวัส แสนรังค์, ดร. ธนชาติ เอกนภากุล, ดร. เบญจพร ยศบุรุษ, ดร. จุมพล ยืนพุทธา, ดร.อิทธิพล ฟองแก้ว

นักศึกษา: นายเสกสรร เหลาผา, นางสาวสุพรรษา มุสิกะเจรุญ, นาย สุจินดา ไชยชาติ, นาย ชัชวาล ใจสุข, นาย วรากร จินดาทา, นาย วรสฤษดิ์ แสงสุย, นาย คมสันต์ ลาพาแว, นาย ณัตติพงษ์ แก้วคำจันทร์, นางสาว พาขวัญ ชาญประโคน

สาขาวิชาฟิสิกส์ สำนักวิชาวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

เป้าหมายของโครงการ

- เพื่อศึกษาโครงสร้างอิเล็กทรอนิกส์ของสารประกอบกลุ่มโลหะทรานซิชั่นแชลโคเจไนด์ และออกไซด์
- ค้นหาสถานะทางควอนตัมทั้งแบบใหม่ และ/หรือที่มีเอกลักษณ์จากโครงสร้างอิเล็กทรอนิกส์
- ประยุกต์ใช้ความรู้ที่ได้ข้างต้นในการประดิษฐ์อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต้นแบบอย่างง่าย

ประสิทธิผล

องค์ความรู้: พัฒนาองค์ความรู้ด้านการปรับปรุงสมบัติของวัสดุสำหรับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ยุคใหม่

ผลผลิต: นักวิจัย/อาจารย์รุ่นเยาว์ 5 คน นักศึกษาปริญญาเอก 6 คน (กำลังศึกษา), นักศึกษาปริญญาโท 3 คน, บทความตีพิมพ์ในวารสารนานาชาติ 10 บทความ

ผลกระทบ

- สร้างศักยภาพการวิจัยวัสดุเชิงคำนวณของประเทศให้สามารถสนับสนุนภาคการผลิต(อุตสาหกรรม)โดยเฉพาะอย่างยิ่งที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีวัสดุในการวิเคราะห์วิจัยวัสดุใหม่
- เกิดแนวทางการทำ Startup ที่แข่งขันได้

ความยั่งยืน

มีองค์ความรู้และเทคโนโลยีที่เหมาะสมกับบริบทของประเทศไทย เพื่อเป็นฐานในการสร้างนวัตกรรมวัสดุขั้นสูง และลดการพึ่งพาจากต่างประเทศ

ความสอดคล้อง

- สร้างและพัฒนาองค์ความรู้ เทคโนโลยี เพื่อเพิ่มความสามารถในการแข่งขันของอุตสาหกรรมชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์อัจฉริยะ
- สร้างบุคลากรที่มีทักษะในอุตสากรรมใหม่ เพื่อให้เข้ากับการเปลี่ยนแปลงทางด้านเทคโนโลยีที่รวดเร็ว

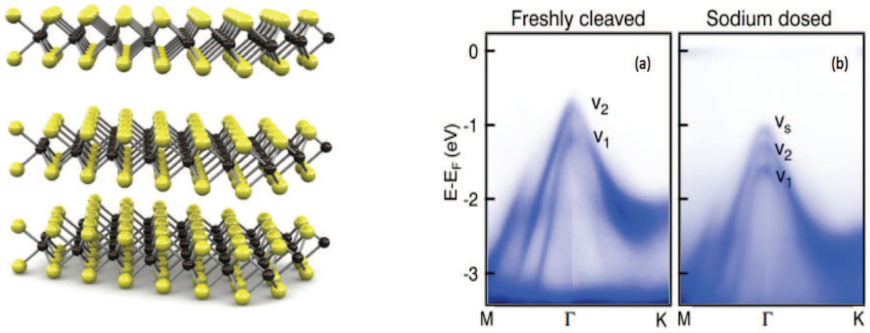
งบประมาณและช่วงเวลาดำเนินการ

งบประมาณรวม: 3,110,000 บาท

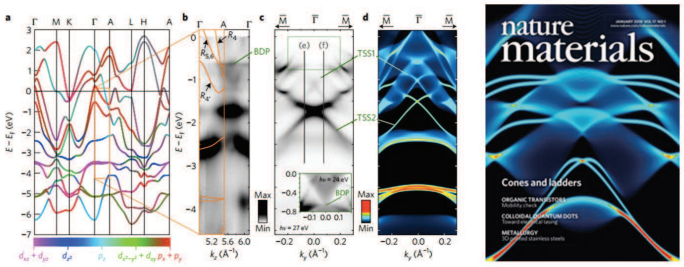
ช่วงเวลาดำเนินโครงการ:
1 มีนาคม พ.ศ. 2560 – 29 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2563

งานวิจัย

ในโครงการวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาโครงสร้างทางอิเล็กทรอนิกส์ (electronic structure) เพื่อค้นหาเอกลักษณ์เฉพาะและสถานะทางควอนตัมของวัสดุโลหะทรานซิชันแชลโคเจไนด์ วัสดุชนิดนี้มีโครงสร้างอะตอมที่มีลักษณะ (แสดงในรูปที่ 1) ทำให้วัสดุชนิดนี้สามารถถูกลอกออกเป็นชั้นบางๆ ระดับอะตอม (atomically thin)ได้อย่างง่ายดาย นอกจากนี้วัสดุนี้ยังมีโครงสร้างอะตอมเฉพาะตัวที่เรียกว่า spin-inversion breaking ซึ่งเป็นต้นกำเนิดของสมบัติที่โดดเด่นที่พบได้เฉพาะสารประเภทนี้ ทั้งนี้คณะวิจัยก็ยังศึกษาวัสดุโลหะทรานซิชันออกไซด์และวัสดุคาร์บอนที่มีลักษณะพิเศษ



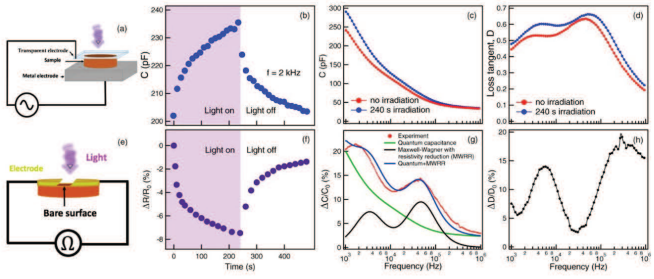
รูปที่ 1 โครงสร้างอะตอมของวัสดุโลหะทรานซิชันแชลโคเจไนด์แบบชั้น และโครงสร้างทางอิเล็กทรอนิกส์ของผนึกเดี่ยว HfSe2 a) ผลึกบริสุทธิ์ b) ผลึกหลังจากการเจือด้วยโซเดียม



รูปที่ 2 a) โครงสร้างทางอิเล็กทรอนิกส์จากการคำนวณ b) โครงสร้างทางอิเล็กทรอนิกส์ระหว่างระนาบ (out-of-plane) c) โครงสร้างทางอิเล็กทรอนิกส์ภายในระนาบ (in-plane) และ d) แสดงการค้นพบสถานะพิเศษ 2 ชนิด คือ bulk Dirac cones และ สถานะโทโพโลยีที่ได้จากการทดลอง ARPES ในวัสดุ $PdTe_2$

หมายเหตุ: ผลงานวิจัยนี้ยังได้รับการนำขึ้นปกวารสาร Nature Materials (Jan 2018)

ในตัวอย่างนี้ ทางคณะผู้วิจัยจะทำการนำเสนอการค้นพบสมบัติใหม่ 2 ชนิดในวัสดุโลหะทรานซิชันแชลโคเจไนด์ คือ การค้นพบสถานะโทโพโลยีในวัสดุ $PdTe_2$ (รูปที่ 2) และ การค้นพบการแยกออกของแถบวาเลนซ์ที่เกิดจากความเครียดในโครงสร้างของวัสดุ $HfSe_2$ โดยการแทรกซึมของโลหะโซเดียม (รูปที่ 1) และการพบสถานะควอนตัมที่เรียกว่า Negative electronic compressibility ในวัสดุ $BiFeO_3$ (รูปที่ 3)



รูปที่ 3 การเพิ่มค่าความจุไฟฟ้าของ $BiFeO_3$ หลังการฉายแสง

บทความเด่น

[1] MS Bahramy, OJ Clark, ..., W Meevasana, PDC King, Nature Materials 17 (1), 21-28 (2018)
[2] S Sangphet, ..., W Meevasana, Applied Physics Letters 112 (24), 242406 (2018)
[3] T Eknapakul, ..., W Meevasana, Physical Review B 97 (20), 201104 (2018)
[4] S Nathabumroong, ..., W Meevasana, Scientific Reports 10 (1), 1-6 (2020)

โปสเตอร์สรุปโครงการวิจัย 2560
การประชุมศูนย์ความเป็นเลิศด้านฟิสิกส์ ประจำปี 2563
ณ โรงแรม เดอะ สุโกศล กรุงเทพมหานคร วันที่ 28 สิงหาคม พ.ศ. 2563

http://thep-center.org/