

### บทคัดย่อ

แกรฟีนสองชั้น(bilayer graphene) และซิลิซีน(silicene)เป็นวัสดุสองมิติที่มีความหนาในระดับอะตอม มีคุณสมบัติพื้นฐานที่สำคัญต่อการเป็นนวัตกรรมเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์ เพราะสามารถควบคุมช่องว่างพลังงานของอิเล็กตรอนพาหะกระแสได้ด้วยสนามไฟฟ้าตั้งฉากกับระนาบของแกรฟีนหรือระนาบของซิลิซีน ผลการวิจัยพบว่าเราพบว่า เมื่อสนามแม่เหล็กและสนามไฟฟ้าลงไป จะสามารถควบคุมกระแสไฟฟ้าทั้งสี่กลุ่มอิเล็กตรอน ซึ่งประกอบด้วยกระแสสปินและกระแสวอลเลย์อย่างละสอง รวมทั้งกระแสสปินเทียม ในวงจรอิเล็กทรอนิกส์การแยกกระแสเหล่านี้เป็นประโยชน์สำหรับการประยุกต์ใช้งาน เช่น สปินทรอนิกส์ วอลเลย์ทรอนิกส์ เป็นต้น

### Abstract

Bilayer graphene and silicene are both two dimensional material with one atomic thickness. They have several significant properties to become promising materials for advanced technology. The energy gap can be tunable by applying perpendicular electric field into them. In our project we found that when applying magnetic and electric fields, the polarization currents will occurs. The currents in the systems are governed by real spin and valleys –current groups. Also, pseudo spin can be controlled. They can be controlled to be split perfectly, applicable for spintronic and valleytronic technologies.

---

**Project Code : TRG5780274**

**Project Title :** การส่งผ่านเชิงควอนตัมในรอยต่อนาโนอิเล็กทรอนิกส์แกรฟีนสองชั้นและซิลิซีน

**Investigator :** ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.บำเหน็จ สุตชมโณม

ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน

**E-mail Address :** bumned@hotmail.com; fscibns@ku.ac.th

**Project Period : 2 ปี**

#### 1. วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาธรรมชาติของการนำไฟฟ้าและธรรมชาติของอิเล็กตรอนในแกรฟีนสองชั้น กับ ซิลิซีน โดยพิจารณาผลกระทบจากการมีช่องว่างพลังงานที่ขึ้นกับสปินและวอลเลย์ของอิเล็กตรอน

#### 2. วิธีทดลอง

ใช้แบบจำลอง tight-binding เพื่อพิจารณารูปแบบฟังก์ชันคลื่นของอิเล็กตรอน และ ศึกษาอันตรกิริยาสนามแม่เหล็กและสนามไฟฟ้าที่เกิดกับระบบ โดยในซิลิซีนจะมีผลของอันตรกิริยา สปิน-วงโคจร ด้วย

### 3. ผลการทดลอง

สนามไฟฟ้าและสนามแม่เหล็กจะส่งผลต่อโครงสร้างแถบพลังงานของอิเล็กตรอน ด้วยเหตุนี้ ผลการวิจัย พบว่าเราสามารถควบคุมกระแสไฟฟ้าทั้งสี่กลุ่มอิเล็กตรอน ซึ่งประกอบด้วยกระแส สปินและกระแสวอลเลย์อย่างละสอง รวมทั้งกระแสสปินเทียม ด้วยสนามไฟฟ้าและ สนามแม่เหล็กได้เกือบ 100 เปอร์เซ็นต์

### 4. สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

แบบจำลองในทางทฤษฎีมีขอบเขตแกรฟีนและซิลิซีน ที่ราบเรียบและกว้างมากๆ รอยต่อ อิเล็กตรอนิกส์จะไม่ยาวกว่าค่า mean free path ของอิเล็กตรอน ในทางปฏิบัติผลที่ได้จากการ ทดลองอาจมีผลกระทบจากขนาดและการเสียรูปของแกรฟีนและซิลิซีน แต่อย่างไรก็ดี การ จำลองทางทฤษฎีเพื่อศึกษาวิจัยการส่งผ่านเชิงควอนตัมของโครงงานนี้ สามารถทำนาย ปรัชญาการณได้เพียงพอ สำหรับการชี้ประเด็นนักทดลองและอธิบายสมบัติพื้นฐานของวัสดุที่ สำคัญทั้งสองนี้ได้

### 5. ข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัยในอนาคต

อาจใช้แบบจำลองที่ละเอียดโดยการเพิ่มผลกระทบของขนาดและการเสียรูป หรือความไม่ ราบเรียบของวัสดุ เข้าไปพิจารณาผลกระทบด้วย

**Keywords :** graphene; silicene; transport properties; multilayer graphene

(คำหลัก) แกรฟีน ซิลิซีน คุณสมบัติการส่งผ่าน แกรฟีนหลายชั้น