

**Project Code : MRG6180073**

**Project Title : Strong exciton-photon coupling regime and Polariton properties in quantum well microcavity**

**Investigator : Kanchana Sivalertporn**

**E-mail Address : kanchana.s@ubu.ac.th**

**Project Period : 2 years**

### **บทคัดย่อ**

ในการวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาเชิงทฤษฎีเกี่ยวกับสถานะพลังงานของเอ็กซิตอน (Exciton) ในโครงสร้างบ่อศักย์ควอนตัมแบบเดี่ยวและแบบคู่ โดยพิจารณาทั้งผลของความกว้างชั้นบ่อศักย์ต่างๆ ความลึกของศักย์ รูปร่างของบ่อศักย์ และสนามไฟฟ้าภายนอกที่มีต่อระดับพลังงานของอิเล็กตรอนและโฮล และเลือกใช้พารามิเตอร์ของวัสดุ GaAs/AlGaAs และ GaInNAs/GaAs ซึ่งเป็นวัสดุที่ถูกนำมาประยุกต์ใช้งานอย่างกว้างขวาง ในกรณีของโครงสร้างบ่อศักย์ควอนตัมคู่ GaInNAs/GaAs พบว่า สถานะพื้นของเอ็กซิตอนมีการเปลี่ยนจากเอ็กซิตอนแบบตรง (Direct exciton) เป็นแบบไม่ตรง (Indirect exciton) ที่ค่าสนามไฟฟ้า 12 kV/cm นอกจากนี้ยังได้ทำการศึกษาเชิงทฤษฎีเกี่ยวกับอันตรกิริยาระหว่างเอ็กซิตอนและโฟตอนในโครงสร้างไมโครคาวิตีแบบบ่อศักย์ควอนตัม โดยใช้โครงสร้างบ่อศักย์ควอนตัมคู่ GaInNAs/GaAs ที่มีความกว้างของบ่อศักย์ค่าต่างๆ จากการศึกษากรณีบ่อศักย์ 8-5-10-nm GaInNAs/GaAs และพลังงานโฟตอนที่ 1.411 eV พบสถานะโพลาริตอนที่ประกอบด้วยสัดส่วนของเอ็กซิตอนแบบไม่ตรงและโฟตอนเท่ากับ 0.4 และเอ็กซิตอนแบบตรง 0.2 นั้นแสดงว่า สถานะโพลาริตอนนี้จะได้รับสมบัติของทั้งเอ็กซิตอนแบบตรงและแบบไม่ตรง จึงทำให้เป็นสถานะโพลาริตอนที่มีค่าไดโพลโมเมนต์สูงเนื่องจากได้รับสมบัตินี้จากเอ็กซิตอนแบบไม่ตรงนั่นเอง

**Abstract:**

Semiconductor microcavities are well known due to their importance in fundamental physics and have a wide range of various applications. The system consists of the GaInNAs/GaAs double quantum wells embedded in a planar Bragg-mirror microcavity. The polariton can be formed due to the exciton-photon coupling in the microcavity. The direct exciton with large oscillator strength strongly couples to the cavity mode. The indirect exciton with small oscillator strength can interact with photon via the direct exciton since it is electronically coupled to the direct exciton. The polariton state and its fractions (direct exciton, indirect exciton and photon) are calculated as a function of applied electric field. The strong-weak coupling regime is controlled by the applied electric field. The dipolariton state with comparable components is observed at approximately  $F=12$  kV/cm where the photon strongly couple to the exciton ground state and the ground state exhibits the direct-indirect anticrossing also. This mixed state acquires large oscillator strength from the direct exciton and large electric dipole moment from the indirect exciton.

**Keywords :** Exciton, Polariton, Light-matter coupling, Quantum well, Microcavity