

บทที่ 5

สรุป

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้กล่าวถึงงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับโครงสร้างควันตัมเวลล์ โดยประกอบด้วยทฤษฎีที่เป็นพื้นฐาน และผลการทดลองที่ได้จากการเตรียมโครงสร้างมัลติควันตัมเวลล์ของแกลเลียมอาร์เซไนด์/อะลูมิเนียมแกลเลียมอาร์เซไนด์ เพื่อนำไปใช้เป็นพื้นฐานความเข้าใจสำหรับการวิจัยและพัฒนาสิ่งประดิษฐ์ออปโตอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งสามารถสรุปได้ดังนี้ คือ

1 บ่อพลังงานศักย์แบบ infinite square well และแบบ finite square well เป็นการพิจารณาในแบบ 1 มิติ ที่ทำให้ทราบว่าอนุภาคมีพฤติกรรมเคลื่อนที่ในลักษณะที่มีพลังงานไม่ต่อเนื่องเมื่ออนุภาคถูกจำกัดบริเวณโดยกำแพงพลังงานศักย์ที่มีค่าอนันต์และมีค่าจำกัดตามลำดับ โดยค่าพลังงาน ฟังก์ชันคลื่น และความน่าจะเป็นของการพบอนุภาคสามารถหาได้จากสมการชโรดิงเจอร์ที่ไม่ขึ้นกับเวลา

2 โครงสร้างควันตัมเวลล์เป็นกรณีของอนุภาคหรือพาหะในสารกึ่งตัวนำถูกจำกัดการเคลื่อนที่ในแนวตั้งฉากกับรอยต่อระหว่างสารกึ่งตัวนำ และมีระดับพลังงานที่ไม่ต่อเนื่องเช่นเดียวกับกรณีของบ่อพลังงานศักย์ทั้งสองแบบข้างต้น เกิดเป็นระดับพลังงานควันตัมขึ้นในแถบพลังงานคอนดักชันและแถบพลังงานวาเลนซ์ที่มีค่าขึ้นกับขนาดความกว้างของชั้นเวลล์และความสูงของชั้นกำแพง รวมทั้งคุณสมบัติเฉพาะของสารกึ่งตัวนำที่มาประกอบกันเป็นชั้นเวลล์และชั้นกำแพง

3 ผลตอบสเปกตรัมทั้งหมดอันได้แก่ โฟโตลูมิเนสเซนซ์ การทะลุผ่านแสง ผลตอบสนองต่อแสงภายใต้สนามไฟฟ้าที่ผิวหน้า และภายใต้สนามไฟฟ้าในแนวตั้งฉาก ที่ได้จากโครงสร้าง GaAs/Al_{0.55}Ga_{0.45}As MQW ที่เตรียมขึ้นนั้น มีการเปลี่ยนแปลงที่ชัดเจนของสเปกตรัมที่บริเวณความยาวคลื่น 670 – 720 nm ซึ่งสามารถสรุปได้ดังนี้ คือ

3.1 สเปกตรัมโฟโตลูมิเนสเซนซ์ มีลักษณะเป็นยอดแหลมที่เกิดขึ้นจากการเปล่งแสงของพาหะที่เปลี่ยนระดับพลังงานระหว่างระดับพลังงานควันตัมของอิเล็กตรอนและโฮลหนัก ($E_1 - E_{hh1}$) ที่ความยาวคลื่นประมาณ 680 nm

3.2 สเปกตรัมการทะลุผ่านแสง ทำให้ทราบว่าแสงที่มีความยาวคลื่นประมาณ 680 nm ไม่สามารถถูกส่งผ่านออกจากโครงสร้าง GaAs/Al_{0.55}Ga_{0.45}As MQW

3.3 โครงสร้าง GaAs/Al_{0.55}Ga_{0.45}As MQW มีผลตอบสนองต่อแสงภายใต้สนามไฟฟ้าที่ผิวหน้าที่ช่วงความยาวคลื่น 700 – 900 nm อันเนื่องมาจากชั้น buffer ของแกลเลียมอาร์เซไนด์

และมีผลตอบสนองต่อแสงในช่วงความยาวคลื่นที่ต่ำกว่า 670 nm อันเนื่องมาจากการเคลื่อนที่ของพาหะในโครงสร้างมัลติควันตัมเวลล์ทั้งในส่วนที่ขนานกับรอยต่อ และในส่วนที่ตั้งฉากกับรอยต่อของชั้นผลึก

3.4 ผลตอบสนองต่อแสงภายใต้สนามไฟฟ้าในแนวตั้งฉากกับชั้นผลึก มีลักษณะที่เป็นยอดแหลมที่ความยาวคลื่นประมาณ 685 nm อันเกิดจากการดูดกลืนแสงของพาหะที่อยู่ระหว่างระดับพลังงานควันไตซ์ในแถบคอนดักชันและแถบวาเลนซ์ ($E_1 - E_{hh1}$) และการทะลุของพาหะผ่านชั้นกำแพงออกไปสู่ขั้วโลหะ

3.5 การเปลี่ยนระดับพลังงานของพาหะระหว่าง $E_1 - E_{hh1}$ ที่ได้จากการคำนวณโดยใช้สมการชโรดิงเงอร์ภายใต้พลังงานศักย์แบบ finite square well และที่ได้จากผลการทดลองมีค่าที่ใกล้เคียงกันมาก