บทที่ 5
สรุป

จากการทดลองทั้งหมดที่กล่าวมาในบทก่อนหน้านี้ สามารถสรุปโดยแบ่งเป็นหัวข้อได้ดังนี้

1. สามารถแสดงให้เห็นได้ว่า ความกว้างแถบพลังงานต้องห้ามของวัสดุอินเดียมแกลเลียมอาร์เซไนด์มีค่าแปรเปลี่ยนไปตามค่าอัตราส่วนอะตอมระหว่างอินเดียมและแกลเลียม เมื่อนำไปสร้างเป็นโครงสร้างควอนตัมเวลล์โดยมีชั้นแกลเลียมอาร์เซไนด์เป็นชั้นกำแพง และชั้นอินเดียมแกลเลียมอาร์เซไนด์เป็นชั้นเวลล์ ความลึกของเวลล์จึงขึ้นอยู่กับค่าอัตราส่วนอะตอมนั้นด้วย
2. อุณหภูมิของแผ่นฐานแกลเลียมอาร์เซไนด์ในขณะที่ทำการปลูกโครงสร้างควอนตัมเวลล์มีผลต่ออัตราการคายอะตอมของอินเดียมออกจากผิวหน้าของแผ่นฐาน อุณหภูมิที่สูงจะทำให้จำนวนอะตอมอินเดียมในชั้นอินเดียมแกลเลียมอาร์เซไนด์ต่ำ ค่าอัตราส่วนอะตอมระหว่างอินเดียมและแกลเลียมจะมีค่าต่ำ ทำให้ความกว้างแถบพลังงานต้องห้ามของชั้นอินเดียมแกลเลียมอาร์เซไนด์มีมากขึ้น และชั้นเวลล์ที่ได้จะตื้น ระดับพลังงานควอนไตซ์จะอยู่ใกล้กับขอบของแถบนำไฟฟ้าของแกลเลียมอาร์เซไนด์มากขึ้น เมื่อนำไปทำการวัดด้วยวิธีโฟโตลูมิเนสเซนส์จะทำให้ได้ยอดแหลมที่ตำแหน่งความยาวคลื่นสั้น และใกล้กับตำแหน่งยอดแหลมของแกลเลียมอาร์เซไนด์
3. จากการทดลองทำให้ได้อุณหภูมิที่เหมาะสมในการสร้างโครงสร้างควอนตัมเวลล์ของอินเดียมแกลเลียมอาร์เซไนด์/แกลเลียมอาร์เซไนด์ โดยใช้ความดันลำโมเลกุลของธาตุอินเดียมและแกลเลียมเพื่อให้ได้ค่าอัตราส่วน อะตอมเป็น $x = 0.2$ เมื่อไม่คิดอัตราการคายอะตอมของอินเดียม และมีเวลล์กว้าง 75 Å อุณหภูมิดังกล่าวได้แก่ ช่วง 500 °C ถึง 540 °C และควรใช้อุณหภูมิที่ต่ำที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้เพื่อให้สามารถควบคุมค่าอัตราส่วนอะตอมได้แม่นยำและเพื่อไม่ให้สูญเสียอะตอมของอินเดียมไปโดยไม่จำเป็น
4. สามารถสรุปได้ว่า ความลึกของเวลล์มีผลต่อประสิทธิภาพในการเก็บกักอิเล็กตรอนของโครงสร้างควอนตัมเวลล์นั้น เวลล์ที่ตื้นจะเก็บกักอิเล็กตรอนได้น้อยกว่าเวลล์ที่ลึก
5. สามารถสรุปได้ว่า เวลล์ที่มีความกว้างมาก จะให้ระดับพลังงานควอนไตซ์อยู่ต่ำ และจะมีประสิทธิภาพในการเก็บกักอิเล็กตรอนได้ดีกว่าเวลล์ที่แคบ
6. เวลล์ที่มีความกว้างมาก จะก่อให้เกิดความเค้นแก่โครงสร้างควอนตัมเวลล์มาก ความเค้นที่เกิดจะส่งผลให้ได้ยอดแหลมที่ได้จากการวัดด้วยวิธีโฟโตลูมิเนสเซนส์แคบ เป็นโครงสร้างที่เหมาะแก่การนำไปใช้เป็นชั้นกำเนิดแสงในเลเซอร์ไดโอด อนึ่ง ความเค้นที่เกิดจากอัตราส่วนอะตอมที่มีค่ามากจะแสดงผลต่อความกว้างของยอดแหลมจากการวัดด้วยวิธีโฟโตลูมิเนสเซนส์ไม่ชัดเจนเท่ากับผลจากความกว้างของเวลล์

7. ได้มีการทดลองควบคุมอัตราส่วนอะตอมระหว่างอินเดียมและแกลเลียมโดยการควบคุมความดันลำโมเลกุลของอินเดียมและแกลเลียมและควบคุมเวลาในการเปิดปิดชัตเตอร์ของเซลล์อินเดียมและแกลเลียม ผลการทดลองสรุปได้ว่าการควบคุมอัตราส่วนอะตอมโดยการควบคุมความดันลำโมเลกุลจะทำได้ยากกว่า ผลที่ได้ไม่แม่นยำ และมีโอกาสเกิดข้อบกพร่องได้มากกว่าการควบคุมเวลาในการเปิดปิดชัตเตอร์
8. การทดลองทำให้ได้ค่าความดันลำโมเลกุลของอาร์เซนิกในการสร้างโครงสร้างควอนตัมเวลล์ของอินเดียมแกลเลียมอาร์เซไนด์/แกลเลียมอาร์เซไนด์ที่มีคุณภาพผลึกดีที่สุด ค่านั้นได้แก่ ค่า 20 เท่าของความดันลำโมเลกุลของแกลเลียม

ค่าความยาวคลื่นที่ได้จากชิ้นงานตัวอย่างในการทดลองอยู่ในช่วงความยาวคลื่นใต้แดง (Infrared) โดยที่อุณหภูมิประมาณ 10 K ความยาวคลื่นมีค่าตั้งแต่ 826 nm ซึ่งเป็นความยาวคลื่นของโฟตอนที่แกลเลียมอาร์เซไนด์เปล่งออกมา ถึง 950 nm จากระดับพลังงานควอนไตซ์ในควอนตัมเวลล์ ส่วนที่อุณหภูมิห้องมีค่าตั้งแต่ 870 nm ถึง 1000 nm

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย