บทที่ 5
สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ

เพชรที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ นั้นจัดได้ว่าเป็นสิ่งที่มีค่าและราคาสูง นิยมนำมาทำเครื่องประดับ แต่ที่จริงแล้วเพชรมีคุณสมบัติที่ดีนอกจากจะนำมาทำเครื่องประดับอยู่หลายประการที่เหนือกว่าสารกึ่งตัวนำชนิดอื่น ที่ผ่านมีจึงมีความพยายามในการสังเคราะห์เพชรขึ้นมา กระทั่งในปัจจุบันสามารถสังเคราะห์เพชรได้ โดยฟิล์มเพชรที่ได้มีคุณสมบัติเป็นสารกึ่งตัวนำ จึงได้มีการนำสารกึ่งตัวนำเพชรไปใช้งานด้านต่างๆ รวมทั้งงานด้านอิเล็กทรอนิกส์กันอย่างกว้างขวาง

ในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นการศึกษา โฟโตไดโอดแบบรอยต่อพี-เอ็นของฟิล์มเพชรโครงสร้าง n-diamond/p-diamond โดยในวิทยานิพนธ์ยังได้แสดงผลการวัดและทดสอบคุณสมบัติพื้นฐานของไดโอด และ ผลการศึกษาอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

ฟิล์มเพชรถูกสังเคราะห์ด้วย วิธี ซีวีดีแบบขดลวดความร้อน(HFCVD) ในความดันบรรยากาศ อุณหภูมิของขดลวดและอุณหภูมิฐานรอง ประมาณ 2000˚C และ 900˚C ตามลำดับ โดยใช้เอทิลแอลกอฮอล์เป็นแหล่งกำเนิดอะตอมคาร์บอน สำหรับการสังเคราะห์ฟิล์มเพชรชนิดพีและเอ็น ใช้ B_2O_3 และ P_2O_5 เป็นสารเจือ ตามลำดับ โดยจากการศึกษาพบว่ามีอัตราการเกิดของฟิล์มเพชรประมาณ 6 μm /hr. โดยฟิล์มเพชรที่ได้เป็นแบบโพลีคริสตอลไลน์ สามารถตอบสนองต่อแสงได้ดี

เมื่อทำการศึกษาคุณสมบัติทางไฟฟ้า ของฟิล์มเพชรชนิดพีและเอ็น(B:C 10, 100, 1000 ppm และ P:C 500, 5000, 10000 ppm) พบว่ามีค่าความต้านทานระหว่าง 40-1000 โอห์มและ 2080-8870 โอห์ม ตามลำดับ โดยเพชรที่สังเคราะห์ได้มีคุณภาพดี สามารถนำไปประยุกต์ใช้เป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ได้

ส่วนการศึกษาคุณสมบัติพื้นฐานของ โฟโตไดโอดโครงสร้าง n-diamond/p-diamond กำหนดให้ความหนาแน่นอะตอมสารเจือชนิดพี B:C 1000 ppm คงที่ หนา 3 μm ฟิล์มเพชรชนิดเอ็น P:C 500 ppm หนา 3 μm จากโครงสร้างดังกล่าวพบว่า มีค่าศักย์ภายใน ประมาณ 3 โวลต์ กระแสมืดประมาณ 10 μA ที่อุณหภูมิห้อง ค่าความจุไฟฟ้า 0.83 pF/mm^2 แรงดันพังทลายมีค่า 50 Volts โฟโตไดโอดให้กระแสแสงประมาณ 4.2 mA ที่ -9 V ความเข้มแสง 10000 Lux

ในการทดลองเพื่อศึกษาผลของความหนาแน่นอะตอมสารเจือที่มีต่อ โฟโตไดโอดโดยทำการศึกษาที่ P:C 500-10,000 ppm พบว่า เมื่อ ความหนาแน่นอะตอมสารเจือมีค่าสูงขึ้นจะทำให้ค่ากระแสมืดมีค่าสูงขึ้นตามไปด้วย มีค่าอยู่ระหว่าง 10-36.79 μA และเมื่อทำการฉายแสง อัลตร้าไวโอเล็ต พบว่าเมื่อความเข้มแสงมีค่าเพิ่มมากขึ้น ค่ากระแสไฟฟ้าแสงจะมีค่ามากขึ้นตามไปด้วย

เนื่องมาจากมีพลังงาน โฟตอนไปกระตุ้นให้เกิดอิเล็กตรอน-โฮล บริเวณรอยต่อเพิ่มมากขึ้น ทำให้มีค่ากระแสไฟฟ้าเพิ่มขึ้น

ต่อมาเป็นการศึกษาผลของความหนาของฟิล์มเพชรชนิดเอ็นซึ่งได้รับแสงที่ความหนา 3-5 μm พบว่าเมื่อฟิล์มเพชรมีความหนาเพิ่มมากขึ้น กระแสไฟฟ้าจะมีค่าลดลง เนื่องมาจากแสงสามารถตกกระทบบริเวณรอยต่อได้น้อยลงนั่นเอง

โดยสุดท้ายเป็นการทดลองเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิขณะใช้งานของ โฟโตไดโอดโดยทำการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิในช่วง 25˚C ถึง 90˚C พบว่าเมื่ออุณหภูมิมีค่าสูงขึ้น ค่ากระแสมืดจะมีค่ามากขึ้นในอัตรา 0. 3 เท่าในการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิทุก 10˚C เนื่องมาจากการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิส่งผลให้เกิดคู่พาหะอิเล็กตรอน-โฮล ขึ้นบริเวณปลอดพาหะ ซึ่งมีสนามไฟฟ้าอยู่ ทำให้คู่พาหะอิเล็กตรอน-โฮล เกิดการดริฟท์ ส่งผลให้เกิดกระแสซึ่งมีทิศทางเดียวกับกระแสอิ่มตัวย้อนกลับ ทำให้ค่ากระแสมืดมีค่าเพิ่มมากขึ้น โดยเมื่อเปรียบเทียบอัตราการเพิ่มของกระแสมืด ที่อุณหภูมิสูง(75-90˚C) กับอุณหภูมิต่ำ(25-75 ˚C) พบว่าค่ากระแสมืดที่อุณหภูมิสูงมีค่าเพิ่มขึ้นในอัตรา 0.73 เท่าและค่ากระแสมืดที่อุณหภูมิต่ำมีค่าเพิ่มขึ้นในอัตราเพียง 0.2 เท่า นอกจากนั้นในขณะที่ โฟโตไดโอดจากฟิล์มเพชรได้รับแสงพบว่า เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นจะส่งผลให้กระแสไฟฟ้ามีค่าลดลง

ดังนั้นในการนำโฟโตไดโอดไปใช้งานจึงมีความจำเป็นต้องมีการควบคุมแรงดันไบอัส และ อุณหภูมิให้เหมาะสมกับการใช้งานโฟโตไดโอด เพื่อให้โฟโตโอดสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด

ในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นการศึกษา โฟโตไดโอดแบบรอยต่อพี-เอ็นของฟิล์มเพชร โดยเครื่อง HFCVD ซึ่งสามารถสร้างได้พื้นที่ขนาดเล็ก และ คุณภาพของฟิล์มเพชรดี สำหรับแนวทางในการพัฒนาโฟโตไดโอดโครงสร้าง n-diamond/p-diamond นี้ต่อไปได้ รวมถึงการพัฒนาตัวตรวจวัดแสงที่สร้างจากฟิล์มเพชร หรือ แม้กระทั่งการประยุกต์ใช้งานฟิล์มเพชรในงานอิเล็กทรอนิกส์ทั่วๆ ไป หากสามารถสังเคราะห์ฟิล์มเพชรให้มีพื้นที่ขนาดใหญ่ และ คุณภาพที่ดียิ่งขึ้นไปอีกก็จะเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพของโฟโตไดโอดโครงสร้าง n-diamond/p-diamond อีกทั้งจากการทดลองนี้ยังเป็นตัวอย่างในการประยุกต์ใช้งานฟิล์มเพชรไปเป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และยังสามารถพัฒนาต่อไปได้อีกด้วย