บทที่ 5

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

การประยุกต์พลาสมาบนแผ่นซับสเตรททองแดง สำหรับการสังเคราะห์ท่อนาโนคาร์บอน มีผลสรุปดังนี้

5.2 พิจารณาเงื่อนไข พื้นผิวซับสเตรททองแดงที่ทำการประยุกต์พลาสมาด้วย $10\%Ar + 90\%H_2$ เปรียบเทียบกับ พื้นผิวซับสเตรททองแดงที่ไม่ทำการประยุกต์พลาสมา

การประยุกต์พลาสมาบนแผ่นซับสเตรททองแดง เป็นการปรับปรุงพื้นผิว และ ช่วยทำความสะอาดพื้นผิวให้สะอาดขึ้น โดยการกำจัดออกไซด์ และฝุ่นละอองต่างๆ บนพื้นผิวซับสเตรททองแดง พื้นผิวซับสเตรทที่พลาสมาด้วย $10\%Ar + 90\%H_2$ เป็นเวลา 10 นาที ให้ผลที่ดีกว่าพื้นผิวซับสเตรทที่ไม่พลาสมา เนื่องจาก พื้นผิวมีความสะอาด ฝุ่นละออง และ ออกไซด์ลดน้อยลง มีความหยาบผิวมากขึ้น คือ Rms (Rq) เท่ากับ 57.874 nm สามารถซึมซับนิกเกิลออกไซด์คะตะลิสต์ได้ดี พิจารณาจากค่ามุมสัมผัสเฉลี่ย คือ 55.4 ± 48.2 องศา

5.3 พิจารณาเงื่อนไข ความต่างศักย์ที่เหมาะสมต่อการสังเคราะห์ท่อนาโนคาร์บอน

ในการสังเคราะห์ที่อุณหภูมิ 700 ^{o}C เป็นเวลา 3 ชั่วโมง โดยให้ความต่างศักย์ไฟฟ้าแตกต่างกัน ท่อนาโนคาร์บอนที่สังเคราะห์ได้มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยเล็กที่สุด และมีความสมบูรณ์ของโครงสร้างมากที่สุด โดยท่อนาโนคาร์บอนสามารถเติบโตในทิศทางที่ตั้งฉากกับแผ่นฐานรองรับ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

จากการทดลองเงื่อนไข ความต่างศักย์ที่เหมาะสม สรุปได้ว่า

- ท่อนาโนคาร์บอนมีขนาดสม่ำเสมอ มีความสมบูรณ์ของโครงสร้างมากที่สุด คือ เงื่อนไข V = 5 โวลต์ ชิ้นงานลำดับที่ 5 ซับสเตรททองแดงด้านบนเป็นแอโนด (+) ด้านล่างเป็นแคโทด (-) มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ย คือ 22.25 นาโนเมตร
- ท่อนาโนคาร์บอนสามารถเติบโตในทิศทางที่ตั้งฉากกับแผ่นฐานรองรับ โดยมีลักษณะของท่อนาโนคาร์บอนตั้งตรง คือ เงื่อนไข V = 5 โวลต์ ชิ้นงานลำดับที่ 5 ซับสเตรททองแดงด้านบนเป็นแอโนด (+) ด้านล่างเป็นแคโทด (-)
- ลักษณะการเติบโตของท่อนาโนคาร์บอนเป็นแบบ Tip Growth
- ลักษณะของท่อนาโนคาร์บอนเป็นแบบผนังชั้นเดียว (Single – walled Carbon Nanotubes)

สรุปผลจากประสบการณ์ทดลอง โดยรวม

- ปฏิกิริยาทางเคมีระหว่างผิวสัมผัสของคะตะลิสต์ กับฐานรอง มีผลต่อการเกิด และรูปร่างของท่อนาโนคาร์บอน
- ขนาดของโลหะคะตะลิสต์มีผลต่อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของท่อนาโนคาร์บอน
- แก๊สที่ใช้ในการประยุกต์พลาสมา มีผลต่อการทำความสะอาดพื้นผิว และคุณสมบัติของพื้นผิวหลังจากการประยุกต์พลาสมาแล้ว
- ความต่างศักย์ไฟฟ้ามีผลต่อรูปร่างของท่อนาโนคาร์บอน เมื่อให้ความต่างศักย์ไฟฟ้าสูงจะมีผลทำให้ท่อนาโนคาร์บอนมีรูปร่างขด เกลียว
- ตำแหน่งการวางชิ้นงานในเตาสังเคราะห์ มีผลต่อลักษณะการเติบโต และ ทิศทางการเติบโตของท่อนาโนคาร์บอน
- การประยุกต์พลาสมาบนแผ่นฐานรอง ทำให้พื้นผิวฐานรองขรุขระ มีผลต่อการซึมซับคะตะลิสต์ และ การยึดติดของท่อนาโนคาร์บอนกับแผ่นฐานรองรับ

ดังนั้น สามารถสรุปได้ว่าการสังเคราะห์ท่อนาโนคาร์บอนตามวิธีการที่ได้ศึกษานั้น ต้องมีสภาวะที่เหมาะสมในทุกๆด้าน เช่น การประยุกต์พลาสมาบนแผ่นซับสเตรททองแดง ต้องมี

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

องค์ประกอบ , ปริมาณของแก๊ส และ ระยะเวลาที่เหมาะสม ในการประยุกต์ใช้ เพื่อปรับปรุงพื้นผิวซับสเตรทก่อนการเตรียมโลหะคะตะลิสต์ และนำไปสังเคราะห์ท่อนาโนคาร์บอน และระหว่างการสังเคราะห์นั้น ต้องมี อุณหภูมิ , ตำแหน่งในการวางชิ้นงาน , อัตราการไหลของแก๊ส และความต่างศักย์ไฟฟ้าที่เหาะสม รวมถึงการเก็บรักษาผลการสังเคราะห์ก่อนนำไปวิเคราะห์ เป็นต้น

5.4 ข้อเสนอแนะ

5.4.1 ควรตรวจเช็ค ทำความสะอาด อุปกรณ์หรือเครื่องมือ ที่ใช้สำหรับการทดลองให้อยู่ในสภาพที่พร้อมสำหรับการสังเคราะห์ท่อนาโนคาร์บอน

5.4.2 ระบบควรถูกติดตั้งบนโต๊ะที่มีส่วนกันสะเทือน ระบบควรนิ่งที่สุดในขณะสังเคราะห์

5.4.3 ควรจัดอุปกรณ์ให้นิ่งไม่ขยับ โดยเฉพาะ อุปกรณ์ตรวจวัดปริมาณความร้อนภายในเตาเผา

5.4.4 ควรทำความสะอาดห้องเผาก่อนและหลังทำการทดลองทุกครั้ง

5.4.5 ควรทราบ จุดเดือดจุดหลอมเหลว หรืออุณหภูมิในการเปลี่ยนสถานะของวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

5.4.6 ควรมีความรอบคอบ และระมัดระวังในการใช้เครื่องพลาสมา

5.4.7 ปริมาณของท่อนาโนคาร์บอนที่ได้น้อย และมีสิ่งปนเปื้อนมาก ควรเปลี่ยนระบบในการสังเคราะห์ เพื่อปรับปรุงคุณภาพท่อนาโนคาร์บอนที่ได้ให้มีคุณภาพดีขึ้น

5.4.8 ควรปรับเปลี่ยนระบบความดันอากาศของเตาเผา ให้มีความเหมาะสมมากขึ้น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved