



เลขที่อนุสิทธิบัตร 27593

อสป/200 - ข

อนุสิทธิบัตร

อาศัยอำนาจตามความในพระราชบัญญัติสิทธิบัตร พ.ศ. 2522
ซึ่งแก้ไขเพิ่มเติมโดยพระราชบัญญัติสิทธิบัตร (ฉบับที่ 3) พ.ศ. 2542
อธิบดีกรมทรัพย์สินทางปัญญาออกอนุสิทธิบัตรฉบับนี้ให้แก่

มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

สำหรับการประดิษฐ์ตามรายละเอียดการประดิษฐ์ ชื่อสิทธิ และรูปเขียน (ถ้ามี) ดังที่ปรากฏในอนุสิทธิบัตรนี้

เลขที่คำขอ 2203000922
วันขอรับอนุสิทธิบัตร 19 เมษายน 2565
ผู้ประดิษฐ์ นายอรรถวิชร รวมไมตรี

ชื่อที่แสดงถึงการประดิษฐ์ กรรมวิธีการสังเคราะห์แกรฟีนโดยใช้ของเสียเฟอร์ริกคลอไรด์ และนิกเกิลคลอไรด์เป็นวัตถุดิบ

ให้ผู้ทรงอนุสิทธิบัตรนี้มีสิทธิและหน้าที่ตามกฎหมายว่าด้วยสิทธิบัตรทุกประการ

ออกให้ ณ วันที่ 12 เดือน มีนาคม พ.ศ. 2569
หมดอายุ ณ วันที่ 18 เดือน เมษายน พ.ศ. 2571



(นายวิโรจน์ จงกลวานิชสุข)
รองอธิบดีกรมทรัพย์สินทางปัญญา ปฏิบัติราชการแทน
อธิบดีกรมทรัพย์สินทางปัญญา
ผู้ออกอนุสิทธิบัตร

พนักงานเจ้าหน้าที่



- หมายเหตุ
- ผู้ทรงอนุสิทธิบัตรต้องชำระค่าธรรมเนียมรายปีเริ่มตั้งแต่ปีที่ 5 ของอายุอนุสิทธิบัตร มิฉะนั้น อนุสิทธิบัตรนี้จะสิ้นสุดอายุ
 - ผู้ทรงอนุสิทธิบัตรจะขอชำระค่าธรรมเนียมรายปีล่วงหน้าโดยชำระทั้งหมดในคราวเดียวได้
 - ภายใน 90 วันก่อนวันสิ้นสุดอายุอนุสิทธิบัตร ผู้ทรงอนุสิทธิบัตรมีสิทธิขอต่ออายุอนุสิทธิบัตรได้ 2 ครั้ง มีกำหนดคราวละ 2 ปี โดยยื่นคำขอต่ออายุ ต่อพนักงานเจ้าหน้าที่
 - การอนุญาตให้ใช้สิทธิตามอนุสิทธิบัตรและการโอนอนุสิทธิบัตรต้องทำเป็นหนังสือและจดทะเบียนต่อพนักงานเจ้าหน้าที่

Ref.256901019548934

27593

รายละเอียดการประดิษฐ์
ชื่อที่แสดงถึงการประดิษฐ์

กรรมวิธีการสังเคราะห์แกรฟีนโดยใช้ของเสียเฟอร์ริกคลอไรด์และนิกเกิลคลอไรด์เป็นวัตถุดิบ

ลักษณะและความมุ่งหมายของการประดิษฐ์

5 การสังเคราะห์แกรฟีนโดยใช้ของเสียเฟอร์ริกคลอไรด์และนิกเกิลคลอไรด์เป็นวัตถุดิบ เป็นกรรมวิธีที่แปรรูปของเสียเฟอร์ริกคลอไรด์และนิกเกิลคลอไรด์ที่สร้างปัญหาให้แก่สิ่งแวดล้อม ให้กลายเป็นแกรฟีนที่มีมูลค่าสูง โดยกรรมวิธีนี้จะนำของเสียเฟอร์ริกคลอไรด์และนิกเกิลคลอไรด์มาผสมกับน้ำตาลทรายแล้วนำไปเผาภายใต้ความดันบรรยากาศของแก๊สอาร์กอน ซึ่งจะทำให้ได้แกรฟีนที่มีคุณภาพสูง ต้นทุนประหยัด และยังสามารถผลิตในปริมาณมาก ซึ่งจะเหมาะสำหรับการผลิตแกรฟีนในเชิงพาณิชย์

10 และอุตสาหกรรม

การประดิษฐ์นี้ได้นำเสนอกรรมวิธีการสังเคราะห์แกรฟีนโดยใช้ของเสียเฟอร์ริกคลอไรด์และนิกเกิลคลอไรด์เป็นวัตถุดิบ โดยมีจุดมุ่งหมายคือ 1.) นำของเสียเฟอร์ริกคลอไรด์และนิกเกิลคลอไรด์ที่ไม่มีมูลค่าและยังสร้างปัญหาแก่สิ่งแวดล้อม มาแปรรูปเป็นแกรฟีนคุณภาพสูงที่มีมูลค่าสูง 2.) เพื่อลดต้นทุนการสังเคราะห์แกรฟีนเนื่องจากของเสียเฟอร์ริกคลอไรด์และนิกเกิลคลอไรด์เป็นวัตถุดิบที่ไม่มี

15 มูลค่า ดังนั้นการนำเสียเฟอร์ริกคลอไรด์และนิกเกิลคลอไรด์มาใช้เป็นวัตถุดิบในการสังเคราะห์แกรฟีนก็จะทำให้ต้นทุนในการผลิตลดลง และ 3.) แกรฟีนที่สังเคราะห์จากกรรมวิธีนี้จะมีคุณสมบัติทางแม่เหล็กเนื่องจากการมีอยู่ของโลหะเหล็กและนิกเกิลในแกรฟีน ทำให้แกรฟีนเหล่านี้แตกต่างจากแกรฟีนทั่วไปซึ่งจะทำให้ผลิตภัณฑ์แกรฟีนจากกรรมวิธีนี้มีมูลค่ามากขึ้น และยังเพิ่มขอบเขตของการประยุกต์ใช้แกรฟีนให้กว้างขึ้นอีกด้วย

20 **สาขาวิทยาการที่เกี่ยวข้องกับการประดิษฐ์**

วิทยาศาสตร์ฟิสิกส์ในส่วนที่เกี่ยวข้องกับกรรมวิธีการสังเคราะห์แกรฟีนโดยใช้ของเสียเฟอร์ริกคลอไรด์และนิกเกิลคลอไรด์เป็นวัตถุดิบ

ภูมิหลังของศิลปะหรือวิทยาการที่เกี่ยวข้อง

แกรฟีนเป็นวัสดุคาร์บอนสองมิติที่มีการจัดเรียงตัวของอะตอมคาร์บอนเป็นแบบหกเหลี่ยมคล้าย

25 รังผึ้ง แกรฟีนได้รับความสนใจอย่างมากจากนักวิจัยเนื่องจากแกรฟีนนั้นมีคุณสมบัติที่โดดเด่นหลายด้าน เช่น นำไฟฟ้าและความร้อนได้ดีเยี่ยม มีความแข็งแรงสูงมาก และมีสภาพการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอน (Electron mobility) ที่สูงมาก นอกจากนี้แกรฟีนยังมีการกระจายตัวของอิเล็กตรอนวงนอกสุด (valence electron) เป็นเส้นตรงรูปกรวย (Dirac cone) ที่จุด K ในโซนบริลลูอิน (Brillouin zone) ซึ่งเป็นจุดที่แถบแวลเลนซ์กับแถบนำไฟฟ้าสัมผัสกัน จากคุณสมบัติที่โดดเด่นของแกรฟีนดังที่ได้กล่าวมาทำให้นักวิทยาศาสตร์นำแกรฟีนไปประยุกต์และพัฒนาอุปกรณ์ต่างๆมากมาย จึงทำให้ราคาขายของแกรฟีนนั้น

30 สูงมาก

การสังเคราะห์แกรฟีนด้วยวิธีการเคลือบผิวด้วยไอเคมี เป็นกรรมวิธีการสังเคราะห์แกรฟีนที่ได้รับความนิยมมากเนื่องจากสามารถสังเคราะห์แกรฟีนคุณภาพสูงได้ในปริมาณที่มากและใช้ต้นทุน



ประหยัด โดยกรรมวิธีนี้จะนิยมใช้โลหะ निकิลเป็นโลหะเร่งปฏิกิริยาในการปลูกแกรไฟิน และใน
ขั้นตอนสุดท้ายของการสังเคราะห์แกรไฟินโดยวิธีการเคลือบผิวด้วยไอเคมี ตัวอย่างที่ผ่านการปลูกแกร
ไฟินแล้ว (ซึ่งจะประกอบด้วยแกรไฟินและโลหะ निकิล) จะถูกแช่ในสารละลายเฟอร์ริกคลอไรด์เพื่อ
กำจัดโลหะ निकิลออกจากตัวอย่าง (เพื่อให้เหลือไว้แต่แกรไฟินเท่านั้น) ของเสียเฟอร์ริกคลอไรด์และ
5 निकิลคลอไรด์ที่ได้จากกระบวนการนี้เมื่อถูกทิ้งลงแหล่งน้ำจะก่อให้เกิดมลพิษทางน้ำซึ่งจะส่งผล
กระทบอย่างรุนแรงต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำ ดังนั้นการนำของเสียเฟอร์ริกคลอไรด์และนิกเกิลคลอไรด์มาใช้
เป็นวัตถุดิบในการสังเคราะห์แกรไฟินที่มีมูลค่าสูงนั้นไม่เพียงแต่จะได้แกรไฟินที่มีคุณภาพสูงและต้นทุน
ประหยัดเท่านั้น แต่ยังช่วยลดปัญหาสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากการทิ้งของเสียเฟอร์ริกคลอไรด์และนิกเกิล
คลอไรด์อีกด้วย

10 ตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบันกรรมวิธีการสังเคราะห์แกรไฟินผงได้รับพัฒนาอย่างต่อเนื่องเพื่อให้ได้
แกรไฟินผงที่มีคุณภาพสูง ต้นทุนประหยัด และสามารถผลิตได้ในปริมาณที่มากเพื่อให้เหมาะสำหรับ
การผลิตในเชิงพาณิชย์และเชิงอุตสาหกรรม โดยแรกเริ่มนักวิทยาศาสตร์ใช้วิธีการลอกแกรไฟินออกจาก
แกรไฟต์ (micromechanical exfoliation) แม้ว่าวิธีนี้จะให้แกรไฟินที่มีคุณภาพสูง แต่่ววิธีนี้ผลิตแกร
ไฟินได้ในปริมาณที่น้อยซึ่งไม่เหมาะสำหรับการผลิตในเชิงพาณิชย์และอุตสาหกรรม ปัจจุบันวิธีการ
15 สังเคราะห์แกรไฟินผงโดยการใช้ปฏิกิริยาออกซิเดชันและรีดักชัน ได้รับความนิยมมากเนื่องจากเป็นวิธี
ที่ประหยัดและสามารถสังเคราะห์แกรไฟินได้ในปริมาณที่มาก แต่ยังมีข้อด้อยตรงที่คุณภาพของ
ผลิตภัณฑ์แกรไฟินที่ได้นั้นค่อนข้างต่ำเนื่องจากการมีอยู่ของออกซิเจนและข้อบกพร่องเชิงโครงสร้าง
จำนวนมากบนพื้นผิวของแกรไฟิน

ด้วยเหตุนี้กรรมวิธีที่เสนอขอรับอนุสิทธิบัตรนี้ จะเป็นกรรมวิธีที่นำของเสียเฟอร์ริกคลอไรด์
20 และนิกเกิลคลอไรด์ซึ่งเป็นของเสียที่สร้างปัญหาแก่สิ่งแวดล้อม มาใช้เป็นวัตถุดิบในการสังเคราะห์แกร
ไฟินคุณภาพสูงด้วยวิธีที่ง่ายไม่ซับซ้อน ประหยัดต้นทุน และสามารถสังเคราะห์ในปริมาณที่มากได้ ซึ่งจะ
เหมาะสำหรับการผลิตใช้เชิงพาณิชย์และอุตสาหกรรม

คำอธิบายรูปเขียนโดยย่อ

รูป 1 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีด้วยสเปกโทรเมตรีรังสีเอกซ์แบบกระจายพลังงาน
25 (Energy Dispersive X-Ray Spectroscopy)

รูป 2 ผลการทดสอบการเลี้ยวเบนของรังสีเอกซ์ของตัวอย่างที่ใช้ของเสียเฟอร์ริกคลอไรด์ที่มีส่วนผสมของ
นิกเกิล 0 กรัม, 0.6719 กรัม, 1.6407 กรัม และ 2.5981 กรัม

รูป 3 ผลการทดสอบรามานของตัวอย่างที่ใช้ของเสียเฟอร์ริกคลอไรด์ที่มีส่วนผสมของนิกเกิล 0 กรัม,
0.6719 กรัม, 1.6407 กรัม และ 2.5981 กรัม โดยทุกตัวอย่างปรากฏพีค D, พีค G และ พีค 2D ที่
30 ตำแหน่งประมาณ 1350 ต่อเซนติเมตร, 1580 ต่อเซนติเมตร และ 2700 ต่อเซนติเมตร ตามลำดับ



นางสาวทักษอร สมบูรณ์ทรัพย์

การเปิดเผยการประดิษฐ์โดยสมบูรณ์

กรรมวิธีการสังเคราะห์แกรไฟน์โดยใช้ของเสียเฟอร์ริกคลอไรด์และนิกเกิลคลอไรด์เป็นวัตถุดิบ ประกอบด้วยขั้นตอน ดังนี้

1. เตรียมสารละลายเฟอร์ริกคลอไรด์ โดยการละลายเฟอร์ริกคลอไรด์ 10-100 กรัมในน้ำ 10-500 มิลลิลิตร ที่เหมาะสม คือ 80 กรัม ในน้ำ 100 มิลลิลิตร
2. นำตัวอย่างแกรไฟน์บนโลหะนิกเกิลที่ได้จากกระบวนการปลูกแกรไฟน์ด้วยวิธีการเคลือบผิวด้วยไอเคมีไปแช่ในสารละลายเฟอร์ริกคลอไรด์ที่เตรียมไว้จากข้อ 1 เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เพื่อกำจัดโลหะนิกเกิลบนตัวอย่าง และเพื่อให้ได้แกรไฟน์บริสุทธิ์ที่ปราศจากโลหะนิกเกิล โดยมวลของนิกเกิลที่ถูกละลายอยู่ในของเสียเฟอร์ริกคลอไรด์สามารถคำนวณได้จากผลต่างของมวลของตัวอย่างก่อนและหลังการแช่ตัวอย่างในสารละลายเฟอร์ริกคลอไรด์ โดยมวลของนิกเกิลที่ถูกละลายในครั้งนี่คือ 1-10 กรัม ที่เหมาะสมคือ 2.5981 กรัม
3. นำของเสียเฟอร์ริกคลอไรด์และนิกเกิลคลอไรด์จากข้อที่ 2 จำนวน 1-50 มิลลิลิตร ที่เหมาะสมคือ 5 มิลลิลิตร ผสมกับน้ำตาลทราย 0.1-20 กรัม ที่เหมาะสมคือ 2 กรัม แล้วคนให้ละลายเป็นเนื้อเดียวกัน แล้วจึงนำสารละลายดังกล่าวไประเหยน้ำออกโดยการอบที่อุณหภูมิ 50-300 องศาเซลเซียส นาน 6-72 ชั่วโมง ที่เหมาะสมคือ 90 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง
4. นำส่วนผสมที่ได้จากข้อ 3 ไปทำการเผาที่อุณหภูมิ 400-1200 องศาเซลเซียส นาน 0.5-24 ชั่วโมง ที่เหมาะสมคือ 700 องศาเซลเซียส นาน 6 ชั่วโมง ภายใต้บรรยากาศของแก๊สอาร์กอน หลังจากนั้นจึงลดอุณหภูมิลงสู่อุณหภูมิห้อง

เมื่อเสร็จสิ้นกระบวนการตามข้อ 1 ถึง 4 จะได้แกรไฟน์ผงหุ้มโลหะเหล็กและนิกเกิล ซึ่งเป็นแกรไฟน์ที่สามารถติดต่อกับแม่เหล็กได้เนื่องจากมีเหล็กและนิกเกิลอยู่ข้างใน และในกรณีที่ต้องการผงแกรไฟน์บริสุทธิ์ที่ปราศจากโลหะเหล็กและนิกเกิล ให้นำตัวอย่างแกรไฟน์ผงหุ้มโลหะเหล็กและนิกเกิลไปแช่ในกรดไฮโดรคลอริก เข้มข้น 1-30 โมลาร์ และคนนาน 1-24 ชั่วโมง ที่เหมาะสมคือ เข้มข้น 6 โมลาร์ และคนนาน 6 ชั่วโมง เพื่อละลายโลหะเหล็กและนิกเกิลออกจากตัวอย่าง

ผลที่ได้จากการสังเคราะห์แกรไฟน์สังเคราะห์แกรไฟน์โดยใช้ของเสียเฟอร์ริกคลอไรด์และนิกเกิลคลอไรด์เป็นวัตถุดิบ

รูป 1 แสดงผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีด้วยสเปกโทรเมตรีรังสีเอกซ์แบบกระจายพลังงาน (Energy Dispersive X-Ray Spectroscopy) ที่แสดงให้เห็นทราบว่าตัวอย่างผงแกรไฟน์หุ้มโลหะเหล็กและนิกเกิลนั้นมีองค์ประกอบของธาตุคาร์บอน ออกซิเจน คลอรีน เหล็ก และนิกเกิล ในอัตราส่วนของน้ำหนัก เป็น 22.25%, 36.16%, 0.78%, 29.92% และ 7.89% ตามลำดับ

รูป 2 แสดง ผลการทดสอบการเลี้ยวเบนของรังสีเอกซ์ของตัวอย่างที่ใช้ของเสียเฟอร์ริกคลอไรด์ที่มีส่วนผสมของนิกเกิล 2.5981 กรัม ซึ่งสามารถพิสูจน์ได้ว่ามีแกรไฟน์เกิดขึ้นบนตัวอย่างดังกล่าว เนื่องจากพบพีคของแกรไฟน์ที่ตำแหน่งประมาณ 26 องศา ในขณะที่พบพีคของโลหะเหล็กและนิกเกิลที่ตำแหน่งประมาณ 44 องศา นอกจากนี้ผู้ประดิษฐ์ได้ทดลองสังเคราะห์แกรไฟน์จากเสียเฟอร์ริกคลอไรด์ที่มีส่วนผสม



นางสาวทักษอร สมบูรณ์ทรัพย์

2700

ของนิกเกิล 0 กรัม, 0.6719 กรัม และ 1.6407 กรัม โดยจากการทดสอบการเลี้ยวเบนของรังสีเอกซ์พบว่า ทุกตัวอย่างมีพีคของแกรไฟิน ซึ่งสามารถยืนยันได้ว่าการผสมของนิกเกิล 0 กรัม, 0.6719 กรัม และ 1.6407 กรัม ก็สามารถสังเคราะห์แกรไฟินได้

รูป 3 แสดงผลการทดสอบรามานของตัวอย่างที่ใช้ของเสียเพอร์ริคโคลไรด์ที่มีส่วนผสมของ นิกเกิล 2.5981 กรัม โดยกราฟรามานแสดงพีค G และพีค 2D ซึ่งเป็นพีคเฉพาะของ 5 แกรไฟิน ที่ตำแหน่งประมาณ 1580 ต่อเซนติเมตร และ 2700 ต่อเซนติเมตร ตามลำดับ ซึ่งสามารถยืนยัน ได้ว่าตัวอย่างดังกล่าวมีแกรไฟินอยู่จริง นอกจากนี้ผู้ประดิษฐ์ได้ทดสอบตัวอย่างแกรไฟินที่สังเคราะห์จากเสีย เพอร์ริคโคลไรด์ที่มีส่วนผสมของนิกเกิล 0 กรัม, 0.6719 กรัม และ 1.6407 กรัม โดยจากการทดสอบ รามานพบว่าทุกตัวอย่างมีพีค G และพีค 2D ซึ่งเป็นพีคเฉพาะของแกรไฟิน ทำให้สามารถยืนยันได้ว่ามี 10 แกรไฟินบนทุกตัวอย่าง นอกจากนี้อัตราส่วนความเข้มของพีค D/G ที่แสดงถึงคุณภาพของแกรไฟิน โดย แกรไฟินคุณภาพสูงจะมีค่าอัตราส่วนความเข้มของพีค D/G น้อย จากผลการทดสอบรามานพบว่าตัวอย่าง ที่มีนิกเกิลผสม 0 กรัม, 0.6719 กรัม, 1.6407 กรัม และ 2.5981 กรัม มีค่าอัตราส่วนความเข้มของพีค D/G เพียง 0.23, 0.25, 0.34 และ 0.33 ตามลำดับ ซึ่งแสดงให้เห็นทราบว่าแกรไฟินทุกตัวอย่างนั้นมีคุณภาพสูง วิธีการในการประดิษฐ์ที่ดีที่สุด

15 ได้กล่าวไว้แล้วในหัวข้อการเปิดเผยการประดิษฐ์โดยสมบูรณ์

27999

ข้อถือสิทธิ

1. กรรมวิธีการสังเคราะห์แกรไฟน์โดยใช้ของเสียเฟอร์ริกคลอไรด์และนิกเกิลคลอไรด์เป็นวัตถุดิบ ประกอบด้วยขั้นตอนดังนี้

- 5 ก. เตรียมสารละลายเฟอร์ริกคลอไรด์ โดยการละลายเฟอร์ริกคลอไรด์ 10-100 กรัม ในน้ำ 10-500 มิลลิลิตร
- ข. นำตัวอย่างแกรไฟน์บนโลหะนิกเกิลที่ได้จากกระบวนการปลูกแกรไฟน์ด้วยวิธีการเคลือบผิวด้วยไอเคมีไปแช่ในสารละลายเฟอร์ริกคลอไรด์ที่เตรียมไว้จาก ข้อ ก. เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เพื่อกำจัดโลหะนิกเกิลบนตัวอย่าง และเพื่อให้ได้แกรไฟน์บริสุทธิ์ที่ปราศจากโลหะนิกเกิล โดยมวลของนิกเกิลที่ถูกละลายอยู่ในของเสียเฟอร์ริกคลอไรด์สามารถคำนวณได้จากผลต่างของมวลของตัวอย่างก่อนและหลังการแช่ตัวอย่างในสารละลายเฟอร์ริกคลอไรด์ โดยมวลของนิกเกิลที่ถูกละลายอยู่ในช่วง 1-10 กรัม
- ค. นำของเสียเฟอร์ริกคลอไรด์และนิกเกิลคลอไรด์ จากข้อ ข. จำนวน 1-50 มิลลิลิตร ผสมกับน้ำตาลทราย 0.1-20 กรัม แล้วคนให้ละลายเป็นเนื้อเดียวกัน แล้วจึงนำสารละลายดังกล่าวไประเหยน้ำออกโดยการอบที่อุณหภูมิ 50-300 องศาเซลเซียส นาน 6-72 ชั่วโมง
- 15 ง. นำส่วนผสมที่ได้จากข้อ ค. ไปทำการเผาที่อุณหภูมิ 400-1200 องศาเซลเซียส นาน 0.5-24 ชั่วโมง ภายใต้บรรยากาศของแก๊สอาร์กอน หลังจากนั้นจึงลดอุณหภูมิลงสู่อุณหภูมิห้องได้เป็นแกรไฟน์ผงหุ้มโลหะเหล็กและนิกเกิล
- จ. นำแกรไฟน์ผงหุ้มโลหะเหล็กและนิกเกิลจากข้อ ง. ไปแช่ในกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 1-30 โมลาร์ และคนนาน 1-24 ชั่วโมง เพื่อละลายโลหะเหล็กและนิกเกิลออก

20 2. กรรมวิธีการสังเคราะห์แกรไฟน์โดยใช้ของเสียเฟอร์ริกคลอไรด์และนิกเกิลคลอไรด์เป็นวัตถุดิบ ตามข้อถือสิทธิ 1 ที่ซึ่งอัตราส่วนเฟอร์ริกคลอไรด์ในน้ำที่เหมาะสมในข้อ ก. คือ 80 กรัม ในน้ำ 100 มิลลิลิตร ตามลำดับ

3. กรรมวิธีการสังเคราะห์แกรไฟน์โดยใช้ของเสียเฟอร์ริกคลอไรด์และนิกเกิลคลอไรด์เป็นวัตถุดิบ ตามข้อถือสิทธิ 1 ที่ซึ่งมวลของนิกเกิลที่ถูกละลายที่เหมาะสมในข้อ ข. คือ 2.5981 กรัม

25 4. กรรมวิธีการสังเคราะห์แกรไฟน์โดยใช้ของเสียเฟอร์ริกคลอไรด์และนิกเกิลคลอไรด์เป็นวัตถุดิบ ตามข้อถือสิทธิ 1 ที่ซึ่งปริมาณของเสียเฟอร์ริกคลอไรด์และนิกเกิลคลอไรด์ และมวลน้ำตาลที่เหมาะสมในข้อ ค. คือ 5 มิลลิลิตร และ 2 กรัม

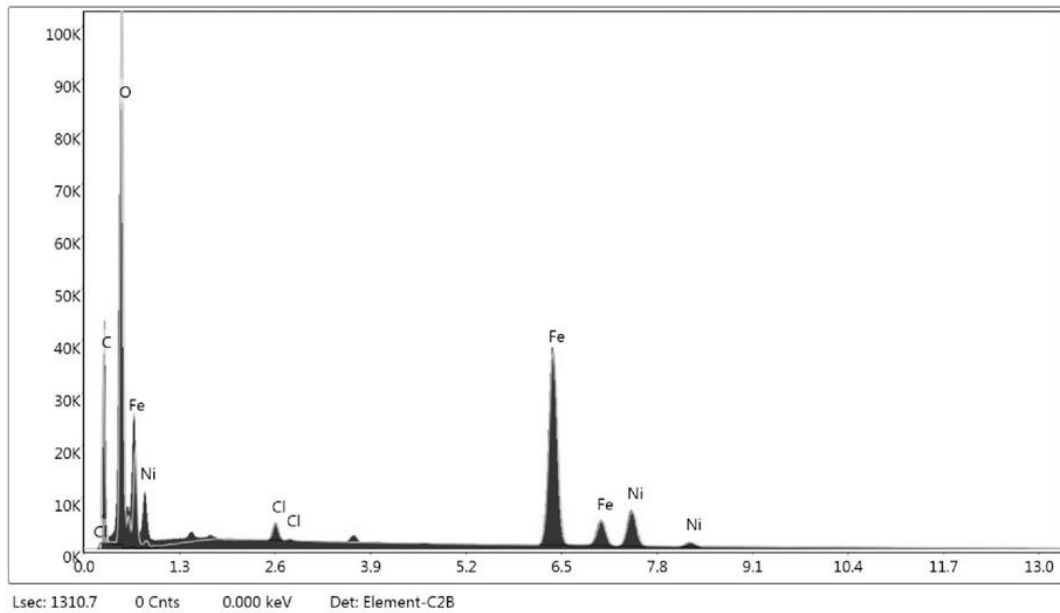
30 5. กรรมวิธีการสังเคราะห์แกรไฟน์โดยใช้ของเสียเฟอร์ริกคลอไรด์และนิกเกิลคลอไรด์เป็นวัตถุดิบ ตามข้อถือสิทธิ 1 ที่ซึ่งอุณหภูมิและเวลาที่ใช้อบเพื่อระเหยน้ำที่เหมาะสมในข้อ ค. คือ 90 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง

2700

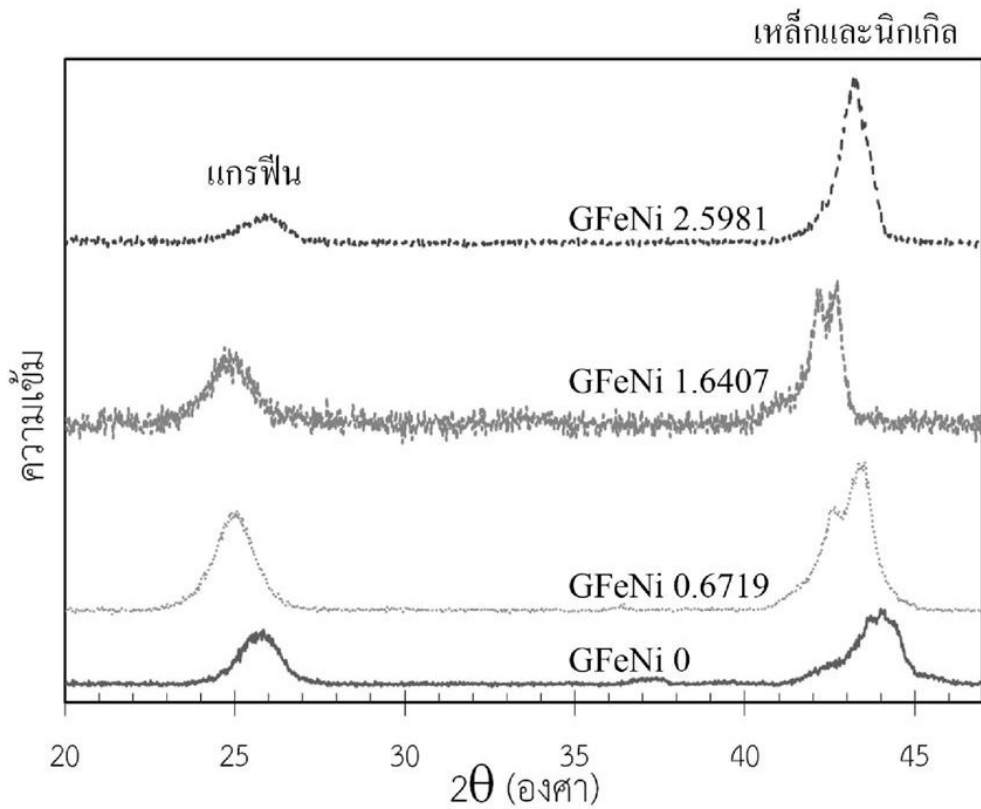
6. กรรมวิธีการสังเคราะห์แกรไฟน์โดยใช้ของเสียเฟอร์ริกคลอไรด์และนิกเกิลคลอไรด์เป็นวัตถุดิบตามข้อถ้อยสิทธิ 1 ที่ซึ่งอุณหภูมิและเวลาสำหรับเผาที่เหมาะสมในข้อ ง. คือ 700 องศาเซลเซียส นาน 6 ชั่วโมง

5 7. กรรมวิธีการสังเคราะห์แกรไฟน์โดยใช้ของเสียเฟอร์ริกคลอไรด์และนิกเกิลคลอไรด์เป็นวัตถุดิบตามข้อถ้อยสิทธิ 1 ที่ซึ่งความเข้มข้นของกรดไฮโดรคลอริกและเวลาในการคนที่เหมาะสมในข้อ จ. คือ 6 โมลาร์ นาน 6 ชั่วโมง

27593

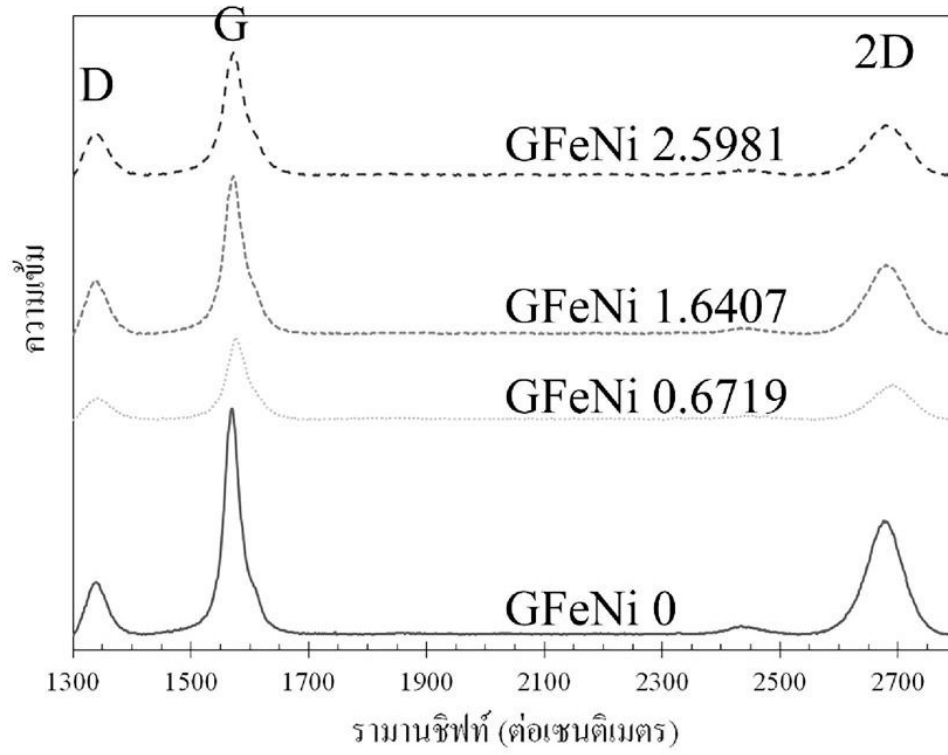


รูปที่ 1



รูปที่ 2

27593



รูปที่ 3

27593

บทสรุปการประดิษฐ์

- กรรมวิธีการสังเคราะห์แกรไฟน์โดยใช้ของเสียเฟอร์ริกคลอไรด์และนิกเกิลคลอไรด์เป็นวัตถุดิบ เป็นกรรมวิธีที่นำของเสียเฟอร์ริกคลอไรด์และนิกเกิลคลอไรด์ที่สร้างปัญหาสิ่งแวดล้อม มาผสมกับ น้ำตาลทรายแล้วนำไปเผา เพื่อให้ได้แกรไฟน์ที่มีมูลค่าสูง โดยกรรมวิธีนี้เป็นกรรมวิธีที่ทำงานไม่ซับซ้อน
- 5 ประหยัดต้นทุน สามารถผลิตแกรไฟน์คุณภาพสูงได้ในปริมาณที่มาก ซึ่งจะเหมาะสำหรับการผลิตแกรไฟน์ในเชิงพาณิชย์และเชิงอุตสาหกรรม

27593