



เลขที่อนุสิทธิบัตร 24585

อสป/200 - ข

อนุสิทธิบัตร

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

มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

สำหรับการประดิษฐ์ตามรายละเอียดการประดิษฐ์ ข้อถ้อยสิทธิ และรูปเขียน (ถ้ามี) ดังที่ปรากฏในอนุสิทธิบัตรนี้

เลขที่คำขอ 2003002873
วันขอรับอนุสิทธิบัตร 26 ตุลาคม 2563
ผู้ประดิษฐ์ นางสาวมาลี สันติคุณาภรณ์ และ นายทรงวุฒิ จันท์

ชื่อที่แสดงถึงการประดิษฐ์ เส้นใยคาร์บอนที่มีองค์ประกอบจากโพลีอะคลิไนด์ไนไตรล์ ยางพารา และโลหะทรานซิชัน และกรรมวิธีการผลิตเส้นใยคาร์บอนนั้น

ให้ผู้ทรงอนุสิทธิบัตรนี้มีสิทธิและหน้าที่ตามกฎหมายว่าด้วยสิทธิบัตรทุกประการ



ออกให้ ณ วันที่ 7 เดือน ตุลาคม พ.ศ. 2567
หมดอายุ ณ วันที่ 25 เดือน ตุลาคม พ.ศ. 2569

(นายกิตติวัฒน์ ปัจฉิมนันท์)
รองอธิบดีกรมทรัพย์สินทางปัญญา ปฏิบัติราชการแทน
อธิบดีกรมทรัพย์สินทางปัญญา
ผู้ออกอนุสิทธิบัตร

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

พนักงานเจ้าหน้าที่



Ref.256701077418572

รายละเอียดการประดิษฐ์

ชื่อที่แสดงถึงการประดิษฐ์

เส้นใยคาร์บอนที่มีองค์ประกอบจากโพลีอะคลิไนด์ไทรล์ ยางพารา และโลหะทรานซิชัน และกรรมวิธีการผลิตเส้นใยคาร์บอนนั้น

5 ลักษณะและความมุ่งหมายของการประดิษฐ์

- การประดิษฐ์นี้เปิดเผยเส้นใยคาร์บอนซึ่งเตรียมจากโพลีอะคลิไนด์ไทรล์ ยางพาราและโลหะทรานซิชัน และกรรมวิธีการผลิตเส้นใยคาร์บอนนั้น โดยเฉพาะเจาะจงเส้นใยคาร์บอนที่เตรียมขึ้นจากสารละลายพอลิเมอร์ ซึ่งประกอบด้วยยางพารา โพลีอะคลิไนด์ไทรล์ และโลหะทรานซิชัน โดยมีกรรมวิธีการผลิตเส้นใยคาร์บอนด้วยเทคนิคการปั่นเส้นใยพอลิเมอร์ด้วยไฟฟ้าสถิต ตามด้วยการคงสภาพเส้นใยพอลิเมอร์ จากนั้นเปลี่ยนเส้นใยพอลิเมอร์ให้เป็นคาร์บอน กรรมวิธีการประดิษฐ์เส้นใยคาร์บอนนั้น เริ่มจากการเตรียมสารละลายโพลีอะคลิไนด์ไทรล์ ในขณะเดียวกันเตรียม สารละลายพอลิเมอร์โดยนำยางพาราก่อนมาละลายในตัวทำละลายจนกระทั่งได้เป็นของเหลว โดยนำมาละลายในตัวทำละลายจนกระทั่งเป็นของเหลวใส นำสารละลายทั้งสองชนิดมาผสมกัน (การเติมโลหะทรานซิชันสามารถเติมได้ในขั้นตอนนี้) จากนั้นนำสารละลายพอลิเมอร์ผสมไปเติมลงในเครื่องปั่นเส้นใยด้วยไฟฟ้าสถิต เส้นใยที่ปั่นได้จากขั้นตอนนี้มาผ่านกรรมวิธีการคงสภาพเส้นใยด้วยความร้อน ณ อุณหภูมิ 250-300 องศาเซลเซียส จากนั้นนำเส้นใยที่ผ่านการคงสภาพแล้วไปเปลี่ยนให้เป็นเส้นใยคาร์บอนโดยการเผาที่อุณหภูมิสูง 700-1200 องศาเซลเซียส ภายใต้บรรยากาศของไนโตรเจน อย่างไรก็ตามการประดิษฐ์เส้นใยคาร์บอนสามารถประดิษฐ์โดยการปรับเปลี่ยนอัตราส่วนของส่วนผสมในขั้นตอนการเตรียมสารละลายพอลิเมอร์เพื่อให้มีลักษณะของเส้นใยแตกต่างกัน ทั้งนี้พบว่าลักษณะของเส้นใยคาร์บอนที่มียางพาราเป็นองค์ประกอบมีลักษณะเป็นเส้นใยพื้นผิวขรุขระ และเมื่อมีการเติมโลหะทรานซิชันลงในเส้นใยคาร์บอนพบว่า มีลักษณะพื้นผิวเป็นแบบกึ่งก้าน และพบว่าอนุภาคโลหะทรานซิชันมีขนาดอนุภาคเล็กระดับนาโนเมตร ในขณะเดียวกันเมื่อมีการเติมเพียงโลหะทรานซิชันโดยปราศจากการเติมยางพารา พบว่าเส้นใยคาร์บอนมีลักษณะพื้นผิวเป็นแบบรูพรุน นอกจากนี้การประดิษฐ์เส้นใยคาร์บอนทั้งสามลักษณะสามารถประดิษฐ์ให้มีขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางเส้นใยขนาดเล็กในระดับนาโนเมตรและไมโครเมตรได้ นอกจากนี้ยังพบว่าสามารถเติมโลหะทรานซิชันอื่นๆ ให้มีเลขออกซิเดชันเป็นศูนย์ลงในเส้นใยคาร์บอนนั้นได้ ผลงานการประดิษฐ์นี้สามารถนำยางพาราซึ่งเป็นพอลิเมอร์ที่ได้จากธรรมชาติมาใช้เพื่อผลิตเส้นใยคาร์บอนได้ และเส้นใยที่ได้ยังมีลักษณะพื้นผิวที่มีความพิเศษจากเส้นใยคาร์บอนทั่วไป นอกจากนี้ยังสามารถเตรียมสารละลายพอลิเมอร์ที่มีโลหะทรานซิชันอื่นๆ ให้มีเลขออกซิเดชันเป็นศูนย์เป็นองค์ประกอบในเส้นใยคาร์บอนได้
- 30 การนำยางพารามาใช้เป็นองค์ประกอบตั้งต้นในการเตรียมเส้นใยคาร์บอนทั้งในระดับนาโนเมตรและไมโครเมตร รวมถึงการผลิตเส้นใยคาร์บอนที่มีโลหะทรานซิชันโดยมีเลขออกซิเดชันเป็นศูนย์

เป็นองค์ประกอบในเส้นใยคาร์บอนที่มีและไม่มียางพาราเป็นองค์ประกอบ โดยปราศจากออกไซด์ของโลหะทรานซิชันนั้น

สาขาวิทยาการที่เกี่ยวข้องกับการประดิษฐ์

สาขาเทคโนโลยีการผลิตเส้นใยคาร์บอนที่เกี่ยวข้องเส้นใยคาร์บอนที่มีองค์ประกอบจากโ

- 5 ลีอะคลิไนด์ ไนไตรล์ ยางพารา และโลหะทรานซิชัน และกรรมวิธีการผลิตเส้นใยคาร์บอนนั้น

ภูมิหลังของศิลปะหรือวิทยาการที่เกี่ยวข้อง

- เส้นใยคาร์บอนขนาดนาโนเมตร คือวัสดุคาร์บอนซึ่งมีลักษณะเป็นเส้นใยขนาดเส้นผ่าน
ศูนย์กลางเล็ก วัสดุนี้นี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้หลายอุตสาหกรรม เนื่องจากเส้นใยคาร์บอนมี
น้ำหนักเบาและมีสมบัติเชิงกลที่แข็งแรง ทนความร้อน ทนการกัดกร่อนจากสารเคมี อีกทั้งยังสามารถ
10 ปรับปรุงพื้นผิวเส้นใยหรือเพิ่มสารเติมแต่งเพื่อให้สามารถมีความจำเพาะต่อการใช้งานแต่ละประเภท
ได้ เช่น ใช้เป็นวัสดุเสริมแรงให้กับผลิตภัณฑ์ยางและพลาสติก ใช้เป็นวัสดุรองรับสำหรับตัวเร่ง
ปฏิกิริยา หรือใช้เป็นวัสดุในอุตสาหกรรมแบตเตอรี่ เป็นต้น ปัจจุบันในการผลิตเส้นใยคาร์บอนขนาด
นาโนเมตรสามารถเตรียมได้จาก 2 เทคนิค คือ เทคนิคการปั่นเส้นใยด้วยไฟฟ้าสถิต
(Electrospinning) และเทคนิคสะสมไอ (Chemical vapor deposition) แต่เทคนิคที่ได้รับความนิยมมาก
15 ที่สุดคือ เทคนิคการปั่นเส้นใยด้วยไฟฟ้าสถิต เนื่องจากสามารถเตรียมได้ปริมาณมาก และสามารถ
พัฒนาเพื่อผลิตในระดับอุตสาหกรรมได้ แต่เทคนิคนี้จำเป็นต้องนำเส้นใยที่ปั่นได้ ไปผ่านขั้นตอนการ
คงสภาพเส้นใย (Stabilization) และคาร์บอนไนซ์ (Carbonization) เพื่อเปลี่ยนเส้นใยพอลิเมอร์เป็น
เส้นใยคาร์บอน การปั่นเส้นใยพอลิเมอร์ด้วยไฟฟ้าสถิตมักใช้โพลีอะคลิไนด์ไนไตรล์ (Polyacrylonitrile
(PAN)) เป็นพอลิเมอร์ตั้งต้นสำหรับการประดิษฐ์ ถึงแม้ว่าเส้นใยคาร์บอนที่ถูกเตรียมขึ้นจากพอลิเมอร์
ชนิดนี้ จะให้ร้อยละของผลผลิตสูงแต่พอลิเมอร์ชนิดนี้ยังคงมีราคาแพง อีกทั้งเป็นพอลิเมอร์ที่ผลิต
20 จากกระบวนการทางเคมี จึงส่งผลให้เส้นใยคาร์บอนที่เตรียมได้มีราคาสูงตามไปด้วยเช่นกัน อย่างไรก็ตาม
ได้มีการพัฒนาวิธีการเตรียมเส้นใยคาร์บอน และค้นหาสารตั้งต้นชนิดอื่นเพื่อทดแทนการใช้สาร
ตั้งต้นที่มาจากกระบวนการสังเคราะห์ทางเคมี

- ปัจจุบันแม้ว่าจะมีการจะมีการพัฒนาการเตรียมเส้นใยคาร์บอนขึ้นมากมาย แต่สารตั้งต้นที่
25 นำมาใช้ยังคงเป็นสารตั้งต้นที่เป็นสารเคมีที่สังเคราะห์ขึ้น ซึ่งมีราคาแพงและก่อให้เกิดมลพิษขึ้นในแต่
ละขั้นตอนการผลิต ดังนั้นจึงมีความสนใจในการนำยางพาราซึ่งเป็นพอลิเมอร์ที่ได้จากธรรมชาติอีกทั้ง
เป็นทรัพยากรที่มีมากในประเทศไทย และมีราคาถูกมาใช้เป็นสารตั้งต้นสำหรับการพัฒนาการ
ประดิษฐ์เส้นใยคาร์บอน รวมทั้งเติมโลหะทรานซิชันลงในเส้นใยคาร์บอน โดยยังคงแสดงคุณสมบัติ
เฉพาะที่ดีหรือดีกว่าเส้นใยคาร์บอนที่เตรียมจากสารสังเคราะห์ นอกจากนี้ยังสามารถลดการใช้พอลิ
30 เมอร์สังเคราะห์และเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมอีกด้วย นอกจากนี้ แม้ว่าในปัจจุบันจะมีการเติมโลหะ
ทรานซิชันในเส้นใยคาร์บอน แต่โลหะดังกล่าวส่วนใหญ่อยู่ในรูปของออกไซด์ของโลหะ ซึ่งทำให้เส้นใย
คาร์บอนมีคุณสมบัติแตกต่างจากเส้นใยคาร์บอนที่โลหะดังกล่าวมีเลขออกซิเดชันเป็นศูนย์



คำอธิบายรูปเขียนโดยย่อ

รูปที่ 1 เป็นรูปที่แสดงถึงกรรมวิธีการเตรียมเส้นใยคาร์บอนที่มีโพลีอะคลิไนด์ไนไตรล์ ยางพารา และโลหะทรานซิชันเป็นองค์ประกอบ

รูปที่ 2 เป็นรูปที่แสดงถึงภาพถ่ายเส้นใยคาร์บอนจากเทคนิคการถ่ายภาพแบบส่องกราด

5 อิเล็กตรอน (Scanning Electron Microscope (SEM))

รูปที่ 3 เป็นรูปที่แสดงถึงผลการศึกษาลักษณะการเลี้ยวของรังสีเอกซ์ (X-ray Diffraction) ผ่านเส้นใยคาร์บอนนั้น

การเปิดเผยการประดิษฐ์โดยสมบูรณ์

การประดิษฐ์นี้เกี่ยวข้องกับ เส้นใยคาร์บอนที่มีองค์ประกอบจากโพลีอะคลิไนด์ไนไตรล์
 10 ยางพารา และโลหะทรานซิชัน และกรรมวิธีการผลิตเส้นใยคาร์บอนนั้น โดยการประดิษฐ์นี้ ประกอบด้วยพอลิเมอร์ ได้แก่ โพลีอะคลิไนด์ไนไตรล์ซึ่งเป็นพอลิเมอร์สังเคราะห์ และยางพาราซึ่งเป็น พอลิเมอร์จากธรรมชาติ ตัวทำละลายอินทรีย์ ได้แก่ ไดเมทิลฟอร์มไมด์ (Dimethylformamide) และเฮกเซน (Hexane) โลหะทรานซิชัน เช่น โลหะนิกเกิล (Ni) โลหะเงิน (Ag) หรือ โลหะทองแดง (Cu) เป็นต้น สารอินทรีย์กลุ่มไนโตรเจนให้อิเล็กตรอนแก่โลหะ (N-donor of organic ligands) เช่น
 15 ไพริดีน (pyridine) เอทิลีนไดเอมีน (ethylenediamine) หรือ ไบไพริดีน (bi-pyridine) เป็นต้น โดยการประดิษฐ์เส้นใยสามารถประดิษฐ์ให้แสดงลักษณะให้มีความแตกต่างกันได้ถึง 3 ลักษณะคือ เส้นใยคาร์บอนแบบผิวขรุขระ เส้นใยคาร์บอนแบบผิวเรียบ และเส้นใยคาร์บอนแบบกึ่งก้าน ทั้งนี้ ขึ้นอยู่กับอัตราของแต่ละส่วนประกอบที่ใช้สำหรับการเตรียมเส้นใยคาร์บอนดังที่กล่าวมาแล้วข้างต้น และที่สำคัญคือ โลหะที่เตรียมได้นั้นมีเลขออกซิเดชันเป็นศูนย์ ดังแสดงในตารางที่ 1

20 ตารางที่ 1 ปริมาณของส่วนประกอบที่ใช้สำหรับการเตรียมเส้นใยคาร์บอนนั้น

องค์ประกอบ	ปริมาณ (ร้อยละโดยมวล)
(1) โพลีอะคลิไนด์ไนไตรล์	7.0 – 12.0
(2) ยางพารา	0.5 – 3.0
(3) โลหะทรานซิชัน	0.1 – 25.0
25 (4) ลิแกนด์อินทรีย์	ใช้เท่ากับอัตราส่วนในการเกิดสารประกอบเชิงซ้อนกับโลหะทรานซิชันแต่ละธาตุ
(5) ตัวทำละลาย	ใช้ในปริมาณเท่ากับ (100-ผลรวมมวลทั้งหมดขององค์ประกอบในข้อ (1) ถึงข้อ (4))

ตัวอย่าง

ตัวอย่างที่ 1 การเตรียมเส้นใยคาร์บอนที่มีพื้นผิวขรุขระที่มียางพาราเป็นองค์ประกอบ

5

องค์ประกอบ	ปริมาณ (ร้อยละโดยมวล)
(1) โพลีอะคลิไนด์ไทรล์	8.0
(2) ยางพารา	1.0
(3) ตัวทำละลาย	91.0

ตัวอย่างที่ 2 การเตรียมเส้นใยคาร์บอนที่มีพื้นผิวแบบกึ่งก้านที่มียางพาราและโลหะทรานซิชันเป็นองค์ประกอบ

10

องค์ประกอบ	ปริมาณ (ร้อยละโดยมวล)
(1) โพลีอะคลิไนด์ไทรล์	8.0
(2) ยางพารา	1.0
(3) สารประกอบเชิงซ้อนของโลหะนิกเกิล	0.9
(4) ตัวทำละลาย	90.1

15

ตัวอย่างที่ 3 การเตรียมเส้นใยคาร์บอนที่มีพื้นผิวรูพรุนที่มีโลหะทรานซิชันเป็นองค์ประกอบ

20

องค์ประกอบ	ปริมาณ (ร้อยละโดยมวล)
(1) โพลีอะคลิไนด์ไทรล์	8.0
(2) สารประกอบเชิงซ้อนของโลหะเงิน	0.8
(4) ตัวทำละลาย	91.2

25

กรรมวิธีการผลิตเส้นใยคาร์บอนที่มีองค์ประกอบจากโพลีอะคลิไนด์ไทรล์ ยางพารา และโลหะทรานซิชัน มีขั้นตอนการประดิษฐ์เป็นไปตามขั้นตอนในรูปที่ 1 ขั้นตอนการผลิตนี้เป็นเพียงหลักการทั่วไปที่เกี่ยวข้องกับการประดิษฐ์นี้ ซึ่งมีได้มีเจตนาที่จะจำกัดขอบเขตของการประดิษฐ์นี้แต่อย่างใด

24585-4/11

รูปที่ 1 เป็นรูปที่แสดงถึงกรรมวิธีการเตรียมเส้นใยคาร์บอนที่มีโพลีอะคลิไนด์ในไทรล์ ยางพารา และโลหะทรานซิซันเป็นองค์ประกอบ

ขั้นตอนแรกเริ่มจากการเตรียมสารละลายพอลิเมอร์ โดยเริ่มจากละลายโพลีอะคลิไนด์ในไทรล์ ในตัวทำละลายไดเมทิลฟอร์มาไมด์ ณ อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 10-12 ชั่วโมง หรือจนกระทั่งละลาย
5 เป็นเนื้อเดียวกัน เพื่อใช้เป็นพอลิเมอร์ตั้งต้น จากนั้นละลายยางพาราก่อนด้วยตัวทำละลายเอทิลีน
ณ อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 10-12 ชั่วโมง หรือจนกระทั่งละลายเป็นเนื้อเดียวกัน จากนั้นนำพอลิเมอร์
ทั้งสองตัวมาผสมกัน เพื่อให้ได้สารละลายพอลิเมอร์ผสมสำหรับเติมเข้าเครื่องปั่นเส้นใยด้วยไฟฟ้าสถิต
ในกรณีของสารละลายพอลิเมอร์ที่มีโลหะทรานซิซัน สามารถเติมเกลือของโลหะและลิแกนด์อินทรีย์
ลงในสารละลายพอลิเมอร์ได้โดยตรง ซึ่งสารละลายพอลิเมอร์ผสมนี้สามารถเตรียมได้ 3 รูปแบบ ดังนี้

- 10 1) แบบผสมยางพารา คือ มีเพียงสารละลายยางพารา และสารละลายโพลีอะคลิไนด์
ในไทรล์
- 2) แบบผสมโลหะทรานซิซัน คือ มีการผสมระหว่างสารละลายโพลีอะคลิไนด์ในไทรล์
และโลหะทรานซิซัน
- 3) แบบผสมยางพาราและโลหะทรานซิซัน คือ การผสมทั้งสารละลายยางพารา
15 สารละลายโพลีอะคลิไนด์ในไทรล์ และโลหะทรานซิซันเข้าด้วยกัน

เมื่อได้สารละลายพอลิเมอร์ผสมแล้ว นำไปเติมลงในเครื่องปั่นเส้นใยด้วยไฟฟ้าสถิตเพื่อปั่นให้
เกิดเป็นเส้นใยพอลิเมอร์ จากนั้นนำเส้นใยที่ได้ไปเข้ากระบวนการคงสภาพเส้นใย โดยให้ความร้อน
ณ อุณหภูมิ 250-300 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1-3 ชั่วโมง เมื่อเส้นใยผ่านการคงสภาพแล้วจึงนำไป
เปลี่ยนให้เป็นคาร์บอนภายใต้อุณหภูมิสูง 700-1200 องศาเซลเซียส ภายใต้บรรยากาศของไนโตรเจน
20 เป็นเวลา 2-3 ชั่วโมง เมื่อผ่านกรรมวิธีเปลี่ยนเป็นคาร์บอนแล้ว เส้นใยคาร์บอนที่ได้มีลักษณะพื้นผิว
และขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่แตกต่างกันดังแสดงในรูปที่ 2

รูปที่ 2 เป็นรูปที่แสดงถึงภาพถ่ายเส้นใยคาร์บอนจากเทคนิคการถ่ายภาพแบบส่องกราด
อิเล็กตรอน (Scanning Electron Microscope (SEM))

การประดิษฐ์เส้นใยคาร์บอนที่มีโลหะทรานซิซัน สามารถประดิษฐ์ให้อนุภาคของโลหะทรานซิ
25 ซันในเส้นใยคาร์บอนมีขนาดเล็กระดับนาโนเมตรได้ นอกจากนี้จากผลการวิเคราะห์ด้วยเทคนิคการ
เลี้ยวของรังสีเอกซ์ (X-ray Diffraction) ผ่านเส้นใยคาร์บอนนั้น ดังแสดงในรูปที่ 3 พบว่าโลหะทรานซิ
ซันที่เติมลงในเส้นใยมีเลขออกซิเดชันเป็นศูนย์

โดยที่วิธีการเติมโลหะทรานซิซันลงในเส้นใยคาร์บอนนั้นให้มีเลขออกซิเดชันเป็นศูนย์และมีขนาด
อนุภาคเล็กระดับนาโนเมตรได้ ด้วยการใช้ลิแกนด์อินทรีย์กลุ่มไนโตรเจนให้อิเล็กตรอนแก่โลหะ (N-donor
30 of organic ligands) ได้แก่ ไพริดีน (pyridine) เอทิลีนไดเอมีน (ethylenediamine) หรือ ไบไพริดีน (bi-
pyridine) โดยอาจสามารถเลือกใช้อัตราส่วนของโลหะนิกเกิลหรือทองแดงต่อไพริดีน เท่ากับ 1 ต่อ 6 โลหะ
เงินต่อไพริดีนเท่ากับ 1 ต่อ 2 โลหะนิกเกิลหรือทองแดงต่อเอทิลีนไดเอมีนเท่ากับ 1 ต่อ 3 อย่างใดอย่าง
หนึ่ง


นายสุวิชัย บุญอารี

รูปที่ 3 เป็นรูปที่แสดงถึงผลการศึกษาการเลี้ยวของรังสีเอกซ์ (X-ray Diffraction) ผ่านเส้น
ใยคาร์บอนนั้น

วิธีการในการประดิษฐ์ที่ดีที่สุด

ได้กล่าวไว้แล้วในหัวข้อการเปิดเผยการประดิษฐ์โดยสมบูรณ์

24585

ข้อก๊อสิทอิ

1. กรรรมวิธีกรผลิตเส้นใยคาร์บอนที่มีองค้ประกอประกอจากโพลีอะคลิไโนไทรล์ ยางพารา และโลหะทรานซิชัน โดยประกอประกอด้วย

- 5 วิธีการเตรียมสารละลายที่มีโพลีอะคลิไโนไทรล์และยางพารา โดยผสมสารละลายของสารละลายที่มีโพลีอะคลิไโนไทรล์ที่ได้จากการละลายโพลีอะคลิไโนไทรล์ในตัวทำละลายไดเมทิลฟอร์มาไมด์ ณ อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 10 - 12 ชั่วโมง จนเป็นเนื้อเดียวกัน และสารละลายยางพาราที่ได้จากการละลายยางพาราด้วยตัวทำละลายเอทิลีน ณ อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 10-12 ชั่วโมง จนเป็นเนื้อเดียวกัน

วิธีการขึ้นรูปเส้นใยโพลีเมอร์นี้ด้วยเทคนิคการปั่นเส้นใยด้วยไฟฟ้าสถิตวิธีการคงสภาพ โดยให้ความร้อน ณ อุณหภูมิ 250- 300 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 -3 ชั่วโมง

- 10 วิธีการเปลี่ยนเส้นใยโพลีเมอร์เป็นเส้นใยคาร์บอนให้มีเส้นผ่านศูนย์กลางขนาดเล็กกระดัดไมโครเมตรถึงระดับนาโนเมตร โดยให้ความร้อน ณ อุณหภูมิ 700- 1,200 องศาเซลเซียส ภายใต้บรรยากาศของไนโตรเจน เป็นเวลา 2-3 ชั่วโมงและ

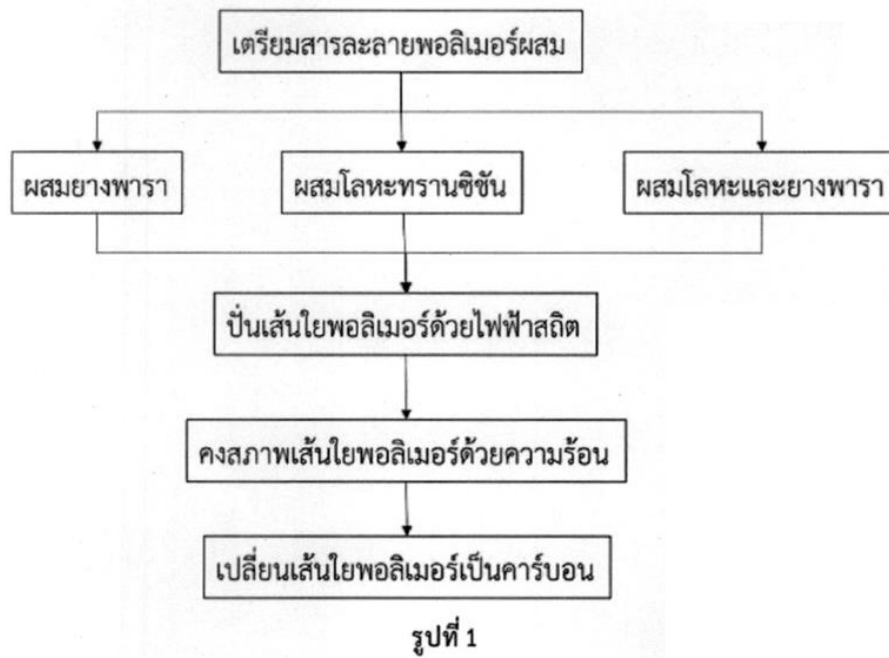
วิธีการเติมโลหะทรานซิชันลงในเส้นใยคาร์บอนให้มีเลขออกซิเดชันเป็นศูนย์

- 15 2. กรรรมวิธีกรประกอประกอเส้นใยคาร์บอนที่มีองค้ประกอประกอจากโพลีอะคลิไโนไทรล์ ยางพารา และโลหะทรานซิชันตามข้อก๊อสิทอิข้อที่ 1 โดยมีโพลีอะคลิไโนไทรล์ อยู่ในช่วงร้อยละ 7 - 12 โดยมวล ยางพาราอยู่ในช่วงร้อยละ 0.5 - 3 โดยมวล โดยที่ยางพารา คือ ยางพาราบริสุทธิ์ ยางพาราอ่อน หรือยางพาราแผ่น และมีโลหะทรานซิชัน อยู่ในช่วงร้อยละ 0.1 - 25 โดยมวล

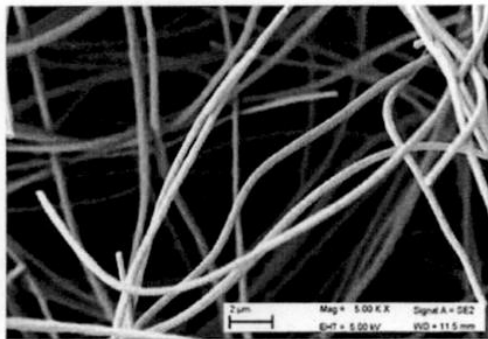
- 20 3. กรรรมวิธีกรประกอประกอเส้นใยคาร์บอนที่มีองค้ประกอประกอจากโพลีอะคลิไโนไทรล์ ยางพารา และโลหะทรานซิชันตามข้อก๊อสิทอิข้อที่ 1 หรือ 2 โดยที่วิธีการเติมโลหะทรานซิชันลงในเส้นใยคาร์บอนนั้นให้มีเลขออกซิเดชันเป็นศูนย์และมีขนาดอนุภาคเล็กกระดัดนาโนเมตรได้ ด้วยการใช้ลิแกนด์อินทรีย์กลุ่มไนโตรเจนให้อิเล็กตรอนแก่โลหะ (N-donor of organic ligands) เลือกได้จาก ไพริดีน (pyridine) เอทิลีนไดเอมีน (ethylenediamine) หรือ ไบไพริดีน (bi-pyridine) โดยอาจสามารถเลือกใช้อัตราส่วนของโลหะนิเกิลหรือทองแดงต่อไพริดีน เท่ากับ 1 ต่อ 6 โลหะเงินต่อไพริดีนเท่ากับ 1 ต่อ 2 โลหะนิเกิลหรือทองแดงต่อเอทิลีนไดเอมีนเท่ากับ 1 ต่อ 3 อย่างใดอย่างหนึ่ง

- 25 4. เส้นใยคาร์บอนที่มีองค้ประกอประกอจากโพลีอะคลิไโนไทรล์ ยางพารา และโลหะทรานซิชันที่ได้จากกรรรมวิธีตามข้อก๊อสิทอิ ข้อ 1-3 ข้อใดข้อหนึ่ง โดยมีพื้นผิวรูพรุน หรือพื้นผิวเรียบแบบกึ่งก้าน

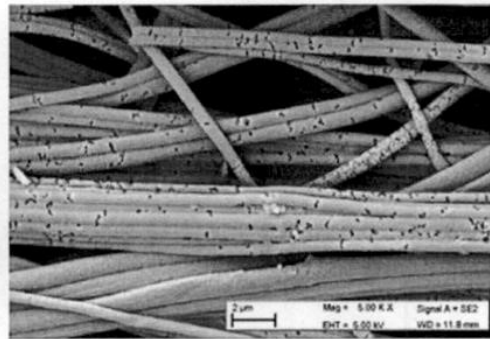
๒๕๖๓



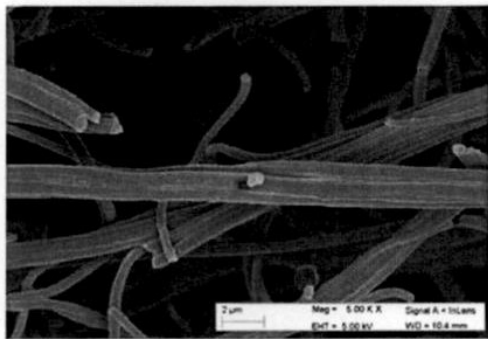
24585



เส้นใยคาร์บอนแบบผสมยางพารา



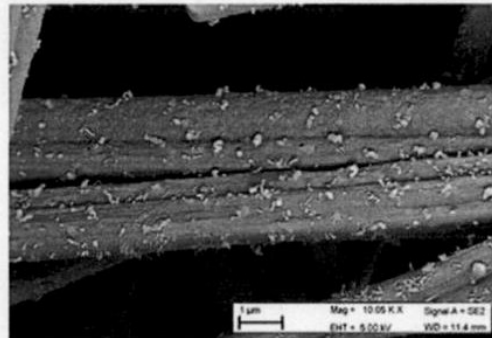
เส้นใยคาร์บอนแบบผสมโลหะนิกเกิล



เส้นใยคาร์บอนแบบผสมโลหะทองแดง



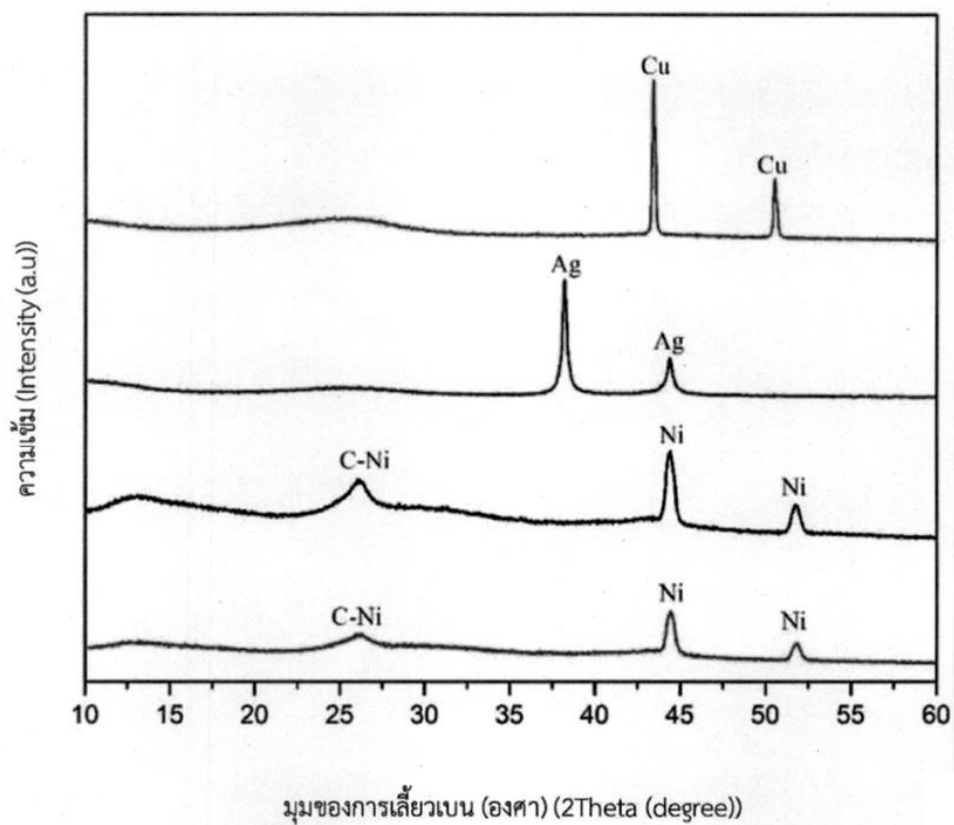
เส้นใยคาร์บอนแบบผสมโลหะเงิน



เส้นใยคาร์บอนแบบผสมยางพาราและโลหะนิกเกิล

รูปที่ 2

24585



รูปที่ 3

24585

บทสรุปการประดิษฐ์

- การประดิษฐ์นี้เกี่ยวข้องกับเส้นใยคาร์บอนที่มีองค์ประกอบจากโพลีอะคลิไธโรล ยางพารา และโลหะทรานซิชัน และกรรมวิธีการผลิตเส้นใยคาร์บอนนั้น โดยเตรียมชั้นจากสารละลายพอลิเมอร์ผสม โดยมีกรรมวิธีการผลิตเส้นใยคาร์บอนด้วยเทคนิคการปั่นเส้นใยพอลิเมอร์ด้วยไฟฟ้าสถิต ตามด้วยการคงสภาพเส้นใยพอลิเมอร์ และเปลี่ยนเส้นใยพอลิเมอร์ให้เป็นเส้นใยคาร์บอน เส้นใยคาร์บอนลักษณะต่างๆ ที่ประดิษฐ์ขึ้น
- 5 เกิดจากการเติมองค์ประกอบต่างๆ ที่มีความแตกต่างกันลงในสารละลายพอลิเมอร์ผสม โดยเส้นใยที่ได้มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางขนาดเล็กระดับไมโครเมตร ถึง ระดับนาโนเมตร และยังแสดงลักษณะพื้นผิวของเส้นใยคาร์บอนแตกต่างกันคือ ผิวขรุขระ ผิวเรียบ และผิวแบบกึ่งก้าน นอกจากนี้ยังสามารถเติมอนุภาคของโลหะทรานซิชันลงในเส้นใยคาร์บอนให้มีขนาดเล็กระดับนาโนเมตร และมีเลขออกซิเดชันเป็นศูนย์ได้ โดย
- 10 การประดิษฐ์นี้สามารถลดการใช้สารตั้งต้นในการผลิตที่มาจากกระบวนการทางเคมี อีกทั้งสามารถนำวัตถุดิบจากธรรมชาติมาประยุกต์ใช้กับการประดิษฐ์วัสดุขั้นสูงได้

24585



นายสุวิทย์ บุญอารี