



เลขที่อนุสิทธิบัตร 23006

อสป/200 - ข

อนุสิทธิบัตร

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

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

สำหรับการประดิษฐ์ตามรายละเอียดการประดิษฐ์ ข้อถือสิทธิ และรูปเขียน (ถ้ามี) ดังที่ปรากฏในอนุสิทธิบัตรนี้

เลขที่คำขอ 2103001963
วันขอรับอนุสิทธิบัตร 9 กรกฎาคม 2564
ผู้ประดิษฐ์ นางสาวพัชรินทร์ วรธนกุล และ นางสาวพัชยา โตบาร์มีกุล
ชื่อที่แสดงถึงการประดิษฐ์ กระบวนการเติมโลหะทองแดงบนซีโอไลต์ชนิดลินไทพ์เอ (Linde Type A: LTA) จากซีเถ้าแอลบ

ให้ผู้ทรงอนุสิทธิบัตรนี้มีสิทธิและหน้าที่ตามกฎหมายว่าด้วยสิทธิบัตรทุกประการ



ออกให้ ณ วันที่ 9 เดือน มกราคม พ.ศ. 2567
หมดอายุ ณ วันที่ 8 เดือน กรกฎาคม พ.ศ. 2570

(นายกิตติวัฒน์ ปัจฉิมนันท์)
รองอธิบดีกรมทรัพย์สินทางปัญญา ปฏิบัติราชการแทน
อธิบดีกรมทรัพย์สินทางปัญญา
ผู้ออกอนุสิทธิบัตร

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

พนักงานเจ้าหน้าที่



Ref.256701002626843

รายละเอียดการประดิษฐ์

ชื่อที่แสดงถึงการประดิษฐ์

กระบวนการเติมโลหะทองแดงบนซีโอไลต์ชนิดลินไทพ์เอ (Linde Type A: LTA) จากซีเถ้าแกลบ

สาขาวิทยาการที่เกี่ยวข้องกับการประดิษฐ์

- 5 วิศวกรรมเคมีในส่วนที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการเติมโลหะทองแดงบนซีโอไลต์ชนิดลินไทพ์เอ (Linde Type A: LTA) จากซีเถ้าแกลบ

ภูมิหลังของศิลปะหรือวิทยาการที่เกี่ยวข้อง

- ข้าวเป็นพืชที่สำคัญของโลก ซึ่งประเทศไทยเป็นประเทศที่มีการเพาะปลูกข้าวมากเป็นอันดับที่ 6 ของโลก โดยมีพื้นที่เพาะปลูกข้าวร้อยละ 45 ของพื้นที่การเกษตรทั้งหมดในประเทศ ด้วยเหตุนี้ในประเทศไทยข้าวจึงมีบทบาทสำคัญสำหรับใช้เป็นอาหารรวมไปถึงเป็นผลผลิตทางการเกษตรที่ส่งออกเป็นอันดับที่ 2 ของโลก โดยทั่วไปข้าวได้มาจากข้าวเปลือกที่ผ่านกระบวนการสีข้าว และได้ผลพลอยได้ที่สำคัญ คือ แกลบคิดเป็นร้อยละ 23 ของน้ำหนักข้าวเปลือกทั้งหมด ซึ่งประเทศไทยมีแกลบจากกระบวนการสีข้าวประมาณ 6 ล้านตันต่อปี แกลบถือเป็นวัสดุชีวมวลที่มีปริมาณมาก สามารถรวบรวมได้ง่าย และเป็นแหล่งพลังงานที่มีศักยภาพ เนื่องจากมีพลังงานความร้อนสูง ดังนั้นแกลบร้อยละ 70 ที่ผลิตได้ทุกปีจึงถูกใช้เป็นเชื้อเพลิงหลักเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้าเชิงพาณิชย์ในโรงไฟฟ้าชีวมวล หลังจากการเผาไหม้แกลบในกระบวนการจะเกิดของเสีย คือ ซีเถ้าแกลบจำนวนมากประมาณร้อยละ 20 ของน้ำหนักของแกลบ และมีน้ำหนักเบา ซึ่งส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและระบบทางเดินหายใจ ปัจจุบันซีเถ้าแกลบมีการใช้กันอย่างแพร่หลาย เช่น ใช้เป็นวัสดุปรับปรุงดิน ใช้เป็นตัวดูดซับในกระบวนการบำบัดน้ำเสียและสารมลพิษต่างๆ อย่างไรก็ตามการลดปริมาณของซีเถ้าแกลบ ยังเป็นปัญหาที่ต้องแก้ไขอย่างเหมาะสม เพื่อเกิดประโยชน์มากที่สุด และเพิ่มมูลค่าของซีเถ้าแกลบ

- 20 ซีเถ้าแกลบประกอบด้วยซิลิกาเป็นองค์ประกอบหลักมากกว่าร้อยละ 95 และซิลิกาส่วนใหญ่แสดงอยู่ในรูปแบบอสัณฐาน ดังนั้นการสกัดซิลิกาจากซีเถ้าแกลบจึงเป็นหนึ่งในการแก้ปัญหาที่กล่าวมาข้างต้น รวมไปถึงการได้แหล่งซิลิกาที่มีต้นทุนต่ำและกลายเป็นสิ่งดึงดูดใจทางเศรษฐกิจ เพื่อใช้เป็นสารตั้งต้นในการสังเคราะห์วัสดุดูดซับโดยเฉพาะซีโอไลต์ เนื่องจากซีโอไลต์มีกระบวนการสังเคราะห์ไม่ซับซ้อนและมีต้นทุนการผลิตที่ต่ำ นอกจากนี้ซีโอไลต์ยังสามารถสังเคราะห์ได้จากอะลูมินาและซิลิกาในซีเถ้าแกลบ ดังนั้นซิลิกาที่สกัดจากซีเถ้าแกลบจึงเป็นแหล่งที่เหมาะสมสำหรับการสังเคราะห์ซีโอไลต์ และกระบวนการนี้ยังช่วยลดปัญหาการกำจัดของเสียและลดมลพิษได้อีกด้วย

- 30 ซีโอไลต์มีลักษณะเป็นโครงผลึกที่มีรูพรุนสูง มีช่องว่างสม่ำเสมอและเป็นระเบียบ โดยแบ่งได้หลายชนิดตามโครงสร้างที่แตกต่างกัน ซึ่งส่งผลให้ซีโอไลต์มีคุณสมบัติที่แตกต่างกัน เช่น ขนาดของรูพรุน ความแข็งแรงของพันธะ เป็นต้น ดังนั้นการประยุกต์ใช้งานจึงต้องเลือกใช้ซีโอไลต์ที่แตกต่างกัน ปัจจุบันมีซีโอไลต์หลายชนิดที่ถูกนำมาใช้ในการดูดซับ เช่น ซีโอไลต์ฟุจาไซต์ (Faujasite: FAU) ซีโอไลต์ชาบาไซต์ (Chabazite: CHA) และซีโอไลต์ชนิดลินไทพ์เอ (Linde Type A: LTA) เป็นต้น โดยเฉพาะซีโอไลต์ชนิดลินไทพ์เอ (Linde Type A: LTA)

มีอัตราส่วนซิลิคอนต่ออะลูมิเนียมมีค่าเท่ากับ 1/1 จึงมีสมบัติความเป็นฉนวนภายในรูปทรงสูง ทำให้เหมาะสมที่จะนำไปใช้เป็นตัวดูดซับก๊าซได้ เช่น ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เป็นต้น สำหรับข้อเสียของซีโอไลด์ชนิดลินไทป์เอ (Linde Type A: LTA) คือ มีข้อจำกัดด้านการสังเคราะห์ โดยการสังเคราะห์จะใช้อุณหภูมิสูงถึง 100 องศาเซลเซียส และใช้เวลาในการสังเคราะห์นานหลายชั่วโมง นอกจากนี้ซีโอไลด์ยังมีข้อจำกัดในการนำไปใช้งาน เช่น

- 5 ประสิทธิภาพการดูดซับต่ำ เนื่องจากซีโอไลด์ชนิดลินไทป์เอ (Linde Type A: LTA) ที่ถูกสังเคราะห์อยู่ในรูปของโซเดียมไอออน ส่งผลให้ซีโอไลด์นี้มีแรงดึงดูดระหว่างโมเลกุลก๊าซที่น้อย ดูดซับความชื้นได้ง่าย และไม่เหมาะสมสำหรับการใช้งานที่อุณหภูมิสูง แต่ซีโอไลด์นี้ยังมีข้อดีและคุณสมบัติที่โดดเด่นในด้านการแลกเปลี่ยนไอออน เนื่องจากภายในโครงสร้างของซีโอไลด์ชนิดลินไทป์เอ (Linde Type A: LTA) มีอะลูมิเนียมเป็นประจุลบ และโซเดียมไอออนซึ่งเป็นไอออนบวกทำหน้าที่ดุลประจุ โดยโซเดียมไอออนนี้สามารถถูกแลกเปลี่ยนได้ง่ายด้วย
- 10 ไอออนบวกอื่นๆ โดยเฉพาะโลหะแตรนซิชัน เช่น โซเดียมไอออน 2 ตำแหน่งภายในโครงสร้างของซีโอไลด์จะถูกแทนที่ด้วยโลหะทองแดง 1 ตำแหน่ง โลหะทองแดงจะเข้าไปดุลประจุลบในโครงสร้างซีโอไลด์ทำให้โครงสร้างมีความเสถียรขึ้น มีค่าความเป็นฉนวนเพิ่มขึ้น รวมถึงมีปริมาณรูพรุนและพื้นที่ผิวจำเพาะเพิ่มมากขึ้น จึงส่งผลให้ซีโอไลด์ที่ถูกการปรับปรุงคุณภาพด้วยการแลกเปลี่ยนไอออนนี้มีความจุในการดูดซับที่สูงขึ้น และมีความสามารถในการดูดซับได้ดีขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับซีโอไลด์ก่อนการปรับปรุงคุณภาพ

- 15 ซึ่งกรรมวิธีในการสังเคราะห์ซีโอไลด์ชนิดลินไทป์เอ (Linde Type A: LTA) ตามการประดิษฐ์นี้ ได้มีการปรับเปลี่ยนกรรมวิธีในการสังเคราะห์ให้มีความเหมาะสมและประหยัดค่าใช้จ่าย ได้แก่ การใช้สารตั้งต้นที่สกัดได้จากขี้เถ้าแกลบที่สกัดด้วยวิธีการใช้ตัวทำละลาย การปรับลดอุณหภูมิและเวลาในการสังเคราะห์ และนำซีโอไลด์ที่สังเคราะห์มาเติมโลหะทองแดงโดยวิธีแลกเปลี่ยนไอออน

ลักษณะและความมุ่งหมายของการประดิษฐ์

- 20 สำหรับการผลิตกระแสไฟฟ้าของโรงงานไฟฟ้าชีวมวลที่ใช้แกลบเป็นเชื้อเพลิงหลักนั้นก่อให้เกิดขี้เถ้าแกลบเหลือทิ้งจากกระบวนการผลิตปริมาณมาก โดยขี้เถ้าแกลบนี้ประกอบด้วยซิลิกาจำนวนมาก ดังนั้นการประดิษฐ์นี้เกี่ยวข้องกับกรรมวิธีการสังเคราะห์ซีโอไลด์ชนิดลินไทป์เอที่มีอัตราส่วนซิลิคอนต่ออะลูมิเนียมเท่ากับ 1 โดยใช้แหล่งซิลิกาจากขี้เถ้าแกลบที่สกัดด้วยวิธีการใช้ตัวทำละลาย เพื่อเป็นการลดปริมาณขี้เถ้าแกลบที่เกิดขึ้นและแก้ไขปัญหาด้านมลพิษทางอากาศรวมถึงเป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับวัสดุเหลือทิ้ง ทำให้ได้แหล่งซิลิกาที่มีต้นทุน
- 25 ต่ำสำหรับใช้เป็นสารตั้งต้นในการสังเคราะห์วัสดุดูดซับและการประดิษฐ์นี้ยังเกี่ยวข้องกับกรรมวิธีการเติมโลหะทองแดงบนซีโอไลด์ชนิดลินไทป์เอ (Linde Type A: LTA) ที่สังเคราะห์ได้ด้วยวิธีการแลกเปลี่ยนไอออนเพื่อให้ได้ซีโอไลด์ที่มีคุณภาพดีขึ้น เสถียรภาพต่อความร้อนในขณะที่ใช้พลังงานและเวลาในการสังเคราะห์ที่น้อยลงรวมถึงทำให้ได้ตัวดูดซับที่มีคุณภาพดีและราคาถูก

คำอธิบายรูปเขียนโดยย่อ

- 30 รูปที่ 1 แสดงรูปแบบการเลี้ยวเบนรังสีเอกซ์แบบผงของซีโอไลด์ชนิดลินไทป์เอ (Linde Type A: LTA) จากขี้เถ้าแกลบถูกแลกเปลี่ยนไอออนกับโลหะทองแดงภายใต้ร้อยละโดยมวล (%wt.) ของโลหะทองแดงที่แตกต่างกัน คือ (ก) ซีโอไลด์ชนิดลินไทป์เอ (Linde Type A: LTA) ที่มีโลหะทองแดงอยู่ร้อยละ 1 โดยมวล (ข)

ซีโอไลต์ชนิดลินไทพ์เอ (Linde Type A: LTA) ที่มีโลหะทองแดงอยู่ร้อยละ 3 โดยมวล และ (ค) ซีโอไลต์ชนิดลินไทพ์เอ (Linde Type A: LTA) ที่มีโลหะทองแดงอยู่ร้อยละ 5 โดยมวล โดยใช้เครื่องวิเคราะห์การเลี้ยวเบนของรังสีเอ็กซ์ (X-ray Diffractometer)

- รูปที่ 2 แสดงผลึกของซีโอไลต์ชนิดลินไทพ์เอ (Linde Type A: LTA) จากซีเถ้าแอลบถูกแลกเปลี่ยนไอออนกับโลหะทองแดงที่ (ก) ร้อยละ 1 โดยมวล (ข) ร้อยละ 3 โดยมวล และ (ค) ร้อยละ 5 โดยมวล โดยใช้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดชนิดฟิวดิมิชัน (Field emission scanning electron microscopy)

การเปิดเผยการประดิษฐ์โดยสมบูรณ์

กระบวนการเติมโลหะทองแดงบนซีโอไลต์ชนิดลินไทพ์เอ (Linde Type A: LTA) จากซีเถ้าแอลบ มีขั้นตอนดังนี้

- 10 ก. เตรียมการสังเคราะห์ซีโอไลต์ชนิดลินไทพ์เอ (Linde Type A: LTA) โดยการนำซีเถ้าแอลบมาอบโดยตู้อบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

- ข. นำซีเถ้าแอลบที่ได้จากข้อ ก. ปริมาณ 5 กรัม มาละลายกับสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่มีความเข้มข้น 2 โมลาร์ ปริมาตร 200 มิลลิลิตร โดยใช้เครื่องให้ความร้อนและกวนแบบแท่งแม่เหล็ก ที่อุณหภูมิ 70-80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง แล้วนำมากรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 41 จะได้ของเหลวที่ผ่านการกรองเรียกว่า ฟิลเทรต

ค. นำฟิลเทรตที่ได้จากข้อ ข. มาทำการไทเทรตกับกรดไฮโดรคลอริกความเข้มข้น 1 โมลาร์ จนกระทั่งมีค่าพีเอชเท่ากับ 7 โดยใช้เครื่องวัดค่าพีเอช ซึ่งสารละลายจะเริ่มเกิดเป็นสารประกอบเจล

- ง. นำสารประกอบเจลที่ได้จากข้อ ค. มาตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 18 ชั่วโมง แล้วนำมากรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 41 และล้างด้วยน้ำปราศจากไอออน จำนวน 3 ครั้ง จะได้เจลที่อยู่

ด้านบนของกระดาษกรอง

จ. นำเจลที่ได้จากข้อ ง. ไปอบโดยตู้อบที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 ชั่วโมง จะได้ซิลิกาจากซีเถ้าแอลบ เพื่อใช้แทนโซเดียมซิลิเกตในการสังเคราะห์ซีโอไลต์ชนิดลินไทพ์เอ (Linde Type A: LTA)

ฉ. นำโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.072 กรัม ผสมกับน้ำกลั่น 80 มิลลิลิตร โดยใช้เครื่องกวนแบบแท่งแม่เหล็ก กวนจนสารทั้งหมดละลาย จะได้เป็นสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์

- ช. นำสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ได้จากข้อ ฉ. ปริมาตร 40 มิลลิลิตร บรรจุใส่ขวดโพลีโพรพิลีนจำนวน 2 ขวด โดยขวดที่ 1 เติมโซเดียมอะลูมิเนต ปริมาณ 0.826 กรัม แล้วปั่นกวน 10 นาที ส่วนขวดที่ 2 เติมซิลิกาที่สกัดได้จากซีเถ้าแอลบที่ได้จากข้อ จ. ปริมาณ 0.231 กรัม และโซเดียมไฮดรอกไซด์ ปริมาณ 1.016 กรัม แล้วปั่นกวน 10 นาที โดยใช้เครื่องกวนแบบแท่ง

- ซ. นำสารละลายในขวดที่ 1 เติมลงในสารละลายขวดที่ 2 ที่ละน้อย ปั่นกวนจนกระทั่งเป็นเนื้อเดียวกัน โดยใช้เครื่องกวนแบบแท่งแม่เหล็ก จากนั้นนำสารผสมบรรจุลงในขวดโพลีโพรพิลีนที่มีฝาปิดสนิท และทำการตกผลึกที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง โดยใช้ตู้อบ จะได้ซีโอไลต์ชนิดลินไทพ์เอ (Linde Type A: LTA)

ณ. นำซีโอไลต์ชนิดลินไทพ์เอ (Linde Type A: LTA) ที่ได้จากข้อ ช. มากรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 41 และทำการล้างผลึกซีโอไลต์ด้วยน้ำกลั่นจนกระทั่งน้ำล้างมีพีเอชต่ำกว่า 9 จะได้ผลึกซีโอไลต์

ญ. นำผลึกซีโอไลต์ที่ได้จากข้อ ณ. ไปอบให้แห้งที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 8 ชั่วโมง โดยใช้ตู้อบ จะได้ผลึกซีโอไลต์ชนิดลินไทพ์เอ (Linde Type A: LTA) ที่มีอัตราส่วนซิลิคอนต่ออะลูมิเนียมมีค่าเท่ากับ 1 โดยซีโอไลต์ชนิดลินไทพ์เอ (Linde Type A: LTA) นี้ประกอบด้วยโซเดียมไอออน ซึ่งเป็นแคตไอออนที่สามารถทำการแลกเปลี่ยนได้

ฎ. เตรียมการแลกเปลี่ยนไอออนโลหะทองแดงบนซีโอไลต์ชนิดลินไทพ์เอ (Linde Type A: LTA) โดยทำการผสมโลหะทองแดงกับน้ำปราศจากไอออน ซึ่งเตรียมสารละลายโลหะทองแดงภายใต้ร้อยละโดยมวลของโลหะทองแดงที่แตกต่างกัน คือ ร้อยละ 1 ถึง 5 โดยมวล

ฉ. นำซีโอไลต์ชนิดลินไทพ์เอ (Linde Type A: LTA) ที่ได้จากข้อ ญ. จำนวน 1 กรัม มาผสมในสารละลายโลหะทองแดงที่ได้จากข้อ ฎ. ปริมาตร 100 มิลลิลิตร แล้วกวนสารต่อเนื่องที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง โดยใช้เครื่องให้ความร้อนและกวนแบบแท่งแม่เหล็ก ทำให้โซเดียมไอออนซึ่งเป็นแคตไอออนที่แลกเปลี่ยนได้ในซีโอไลต์ชนิดลินไทพ์เอ (Linde Type A: LTA) ถูกแทนที่ด้วยโลหะทองแดงไอออน

ฐ. นำสารผสมที่ได้จากข้อ ฉ. มากรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 41 และล้างด้วยน้ำปราศจากไอออนที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส แล้วนำส่วนที่เป็นของแข็งที่กรองได้ไปอบที่อุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 ชั่วโมง โดยใช้ตู้อบ จะได้ซีโอไลต์ชนิดลินไทพ์เอ (Linde Type A: LTA) ที่มีการแลกเปลี่ยนไอออนกับโลหะทองแดง

ท. นำซีโอไลต์ชนิดลินไทพ์เอ (Linde Type A: LTA) ที่มีการแลกเปลี่ยนไอออนกับโลหะทองแดงที่ได้จากข้อ ฐ. ไปเผาที่อุณหภูมิ 600 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 ชั่วโมงในอากาศ จะได้ผลึกซีโอไลต์ชนิดลินไทพ์เอ (Linde Type A: LTA) ในรูปที่แลกเปลี่ยนไอออนกับโลหะทองแดง

ตามรูปที่ 1 แสดงผลการวัดการเลี้ยวเบนรังสีเอ็กซ์แบบผงของซีโอไลต์ชนิดลินไทพ์เอที่สังเคราะห์ได้จากซีเถ้าแอลบ พบว่าซีโอไลต์ชนิดลินไทพ์เอที่สังเคราะห์ได้จากซีเถ้าแอลบนั้นมีลักษณะโครงสร้างผลึกที่บริสุทธิ์ และเมื่อนำซีโอไลต์ชนิดลินไทพ์เอที่สังเคราะห์ได้จากซีเถ้าแอลบมาแลกเปลี่ยนไอออนกับโลหะทองแดงภายใต้ร้อยละโดยมวลของโลหะทองแดงที่แตกต่างกัน พบว่าการแลกเปลี่ยนไอออนกับโลหะทองแดงไม่ส่งผลทำให้ซีโอไลต์ชนิดลินไทพ์เอเปลี่ยนแปลง

ตามรูปที่ 2 แสดงภาพผลึกของซีโอไลต์ชนิดลินไทพ์เอจากซีเถ้าแอลบที่ทำการแลกเปลี่ยนไอออนกับโลหะทองแดงภายใต้ร้อยละโดยมวลที่แตกต่างกัน จะเห็นได้ว่าผลึกมีลักษณะเป็นทรงลูกบาศก์ และมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางใกล้เคียงกันประมาณ 0.32 ± 0.06 ไมโครเมตร

วิธีการในการประดิษฐ์ที่ดีที่สุด

เหมือนกับที่กล่าวไว้แล้วในหัวข้อการเปิดเผยการประดิษฐ์โดยสมบูรณ์

ข้อถือสิทธิ

1. กระบวนการเติมโลหะทองแดงบนซีโอไลต์ชนิดลินไทพ์เอ (Linde Type A: LTA) จากซีโอไลต์แอลบ มีขั้นตอนดังนี้

ก. เตรียมการสังเคราะห์ซีโอไลต์ชนิดลินไทพ์เอ (Linde Type A: LTA) โดยการนำซีโอไลต์แอลบมาอบโดย

5 ตู้อบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

ข. นำซีโอไลต์แอลบที่ได้จากข้อ ก. ปริมาณ 5 กรัม มาละลายกับสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่มีความเข้มข้น 2 โมลาร์ ปริมาตร 200 มิลลิลิตร โดยใช้เครื่องให้ความร้อนและกวนแบบแท่งแม่เหล็ก ที่อุณหภูมิ 70-80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง แล้วนำมากรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 41 จะได้ของเหลวที่ผ่านการกรองเรียกว่า ฟิลเทรต

10 ค. นำฟิลเทรตที่ได้จากข้อ ข. มาทำการไทเทรตกับกรดไฮโดรคลอริกความเข้มข้น 1 โมลาร์ จนกระทั่งมีค่าพีเอชเท่ากับ 7 โดยใช้เครื่องวัดค่าพีเอช ซึ่งสารละลายจะเริ่มเกิดเป็นสารประกอบเจล

ง. นำสารประกอบเจลที่ได้จากข้อ ค. มาตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 18 ชั่วโมง แล้วนำมากรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 41 และล้างด้วยน้ำปราศจากไอออน จำนวน 3 ครั้ง จะได้เจลที่อยู่

15 จ. นำเจลที่ได้จากข้อ ง. ไปอบโดยตู้อบที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 ชั่วโมง จะได้ซิลิกาจากซีโอไลต์แอลบ เพื่อใช้แทนโซเดียมซิลิเกตในการสังเคราะห์ซีโอไลต์ชนิดลินไทพ์เอ (Linde Type A: LTA)

ฉ. นำโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.072 กรัม ผสมกับน้ำกลั่น 80 มิลลิลิตร โดยใช้เครื่องกวนแบบแท่งแม่เหล็ก กวนจนสารทั้งหมดละลาย จะได้เป็นสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์

20 ช. นำสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ได้จากข้อ ฉ. ปริมาตร 40 มิลลิลิตร บรรจุใส่ขวดโพลีโพรพิลีนจำนวน 2 ขวด โดยขวดที่ 1 เติมโซเดียมอะลูมินेट ปริมาณ 0.826 กรัม แล้วปั่นกวน 10 นาที ส่วนขวดที่ 2 เติมซิลิกาที่สกัดได้จากซีโอไลต์แอลบที่ได้จากข้อ จ. ปริมาณ 0.231 กรัม และโซเดียมไฮดรอกไซด์ ปริมาณ 1.016 กรัม แล้วปั่นกวน 10 นาที โดยใช้เครื่องกวนแบบแท่ง

25 ซ. นำสารละลายในขวดที่ 1 เติมลงในสารละลายขวดที่ 2 ทีละน้อย ปั่นกวนจนกระทั่งเป็นเนื้อเดียวกัน โดยใช้เครื่องกวนแบบแท่งแม่เหล็ก จากนั้นนำสารผสมบรรจุลงในขวดโพลีโพรพิลีนที่มีฝาปิดสนิท และทำการตกผลึกที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง โดยใช้ตู้อบ จะได้ซีโอไลต์ชนิดลินไทพ์เอ (Linde Type A: LTA)

ณ. นำซีโอไลต์ชนิดลินไทพ์เอ (Linde Type A: LTA) ที่ได้จากข้อ ซ. มากรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 41 และทำการล้างผลึกซีโอไลต์ด้วยน้ำกลั่นจนกระทั่งน้ำล้างมีพีเอชต่ำกว่า 9 จะได้ผลึกซีโอไลต์

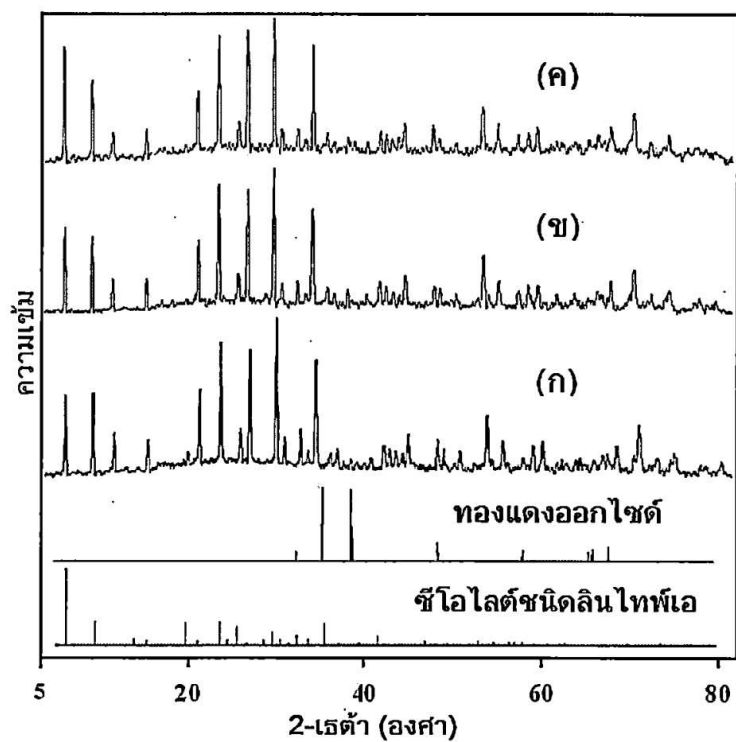
30 ณ. นำผลึกซีโอไลต์ที่ได้จากข้อ ณ. ไปอบให้แห้งที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 8 ชั่วโมง โดยใช้ตู้อบ จะได้ผลึกซีโอไลต์ชนิดลินไทพ์เอ (Linde Type A: LTA) ที่มีอัตราส่วนซิลิกอนต่ออะลูมิเนียมมีค่าเท่ากับ 1 โดยซีโอไลต์ชนิดลินไทพ์เอ (Linde Type A: LTA) นี้ประกอบด้วยโซเดียมไอออน ซึ่งเป็นแคตไอออนที่ทำการแลกเปลี่ยนได้

ฎ. เตรียมการแลกเปลี่ยนไอออนโลหะทองแดงบนซีโอไลต์ชนิดลินไทพ์เอ (Linde Type A: LTA) โดยทำการผสมโลหะทองแดงกับน้ำปราศจากไอออน ซึ่งเตรียมสารละลายโลหะทองแดงภายใต้ร้อยละโดยมวลของโลหะทองแดงที่แตกต่างกัน คือ ร้อยละ 1 ถึง 5 โดยมวล

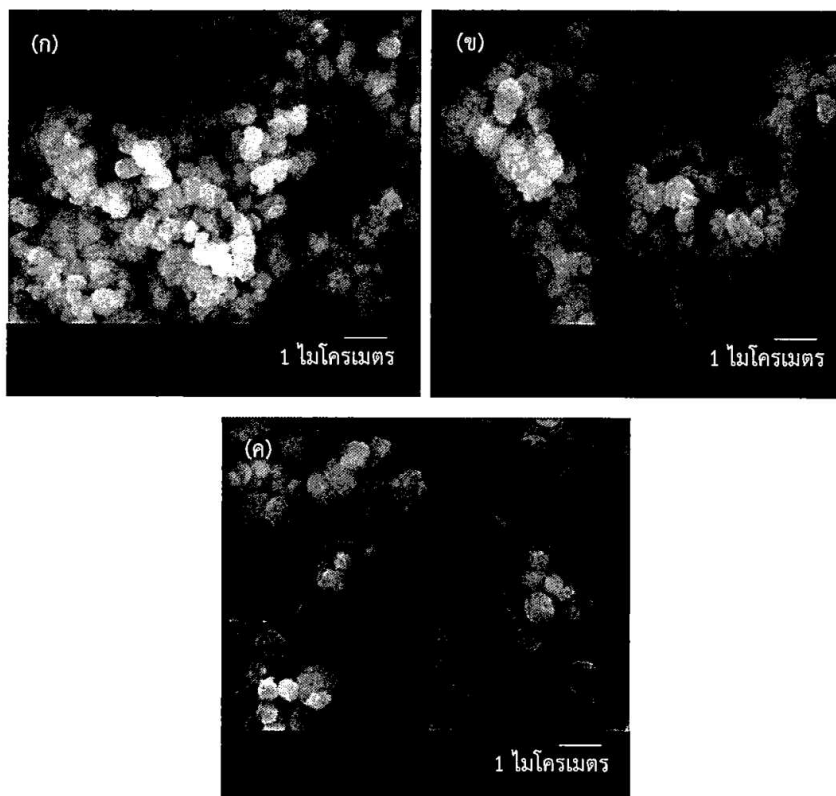
- 5 ฎ. นำซีโอไลต์ชนิดลินไทพ์เอ (Linde Type A: LTA) ที่ได้จากข้อ ฎ. จำนวน 1 กรัม มาผสมในสารละลายโลหะทองแดงที่ได้จากข้อ ฎ. ปริมาตร 100 มิลลิลิตร แล้วกวนสารต่อเนื่องที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง โดยใช้เครื่องให้ความร้อนและกวนแบบแท่งแม่เหล็ก ทำให้โซเดียมไอออนซึ่งเป็นแคตไอออนที่แลกเปลี่ยนได้ในซีโอไลต์ชนิดลินไทพ์เอ (Linde Type A: LTA) ถูกแทนที่ด้วยโลหะทองแดงไอออน
- 10 ฐ. นำสารผสมที่ได้จากข้อ ฎ. มากรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 41 และล้างด้วยน้ำปราศจากไอออนที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส แล้วนำส่วนที่เป็นของแข็งที่กรองได้ไปอบที่อุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 ชั่วโมง โดยใช้ตู้อบ จะได้ซีโอไลต์ชนิดลินไทพ์เอ (Linde Type A: LTA) ที่มีการแลกเปลี่ยนไอออนกับโลหะทองแดง

ท. นำซีโอไลต์ชนิดลินไทพ์เอ (Linde Type A: LTA) ที่มีการแลกเปลี่ยนไอออนกับโลหะทองแดงที่ได้จากข้อ ฐ. ไปเผาที่อุณหภูมิ 600 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 ชั่วโมงในอากาศ จะได้ผลึกซีโอไลต์ชนิดลินไทพ์เอ (Linde Type A: LTA) ในรูปที่แลกเปลี่ยนไอออนกับโลหะทองแดง

23006



รูปที่ 1



รูปที่ 2

23006

บทสรุปการประดิษฐ์

- การประดิษฐ์นี้เกี่ยวข้องกับกระบวนการสังเคราะห์ซีโอไลต์ชนิดลินไทพ์เอ (Linde Type A: LTA) โดยใช้แหล่งซิลิกาจากซีโอไลต์ที่มอดิฟายด้วยกรดอะซิติกที่มีค่าเท่ากับ 1 พบว่ากระบวนการสังเคราะห์ซีโอไลต์ชนิดลินไทพ์เอ (Linde Type A: LTA) นี้ เป็นกระบวนการที่เหมาะสมและมีความสามารถในการใช้พลังงานและเวลาในกระบวนการสังเคราะห์ที่น้อยลงเมื่อเทียบกับวิธีการที่ผ่านมา นอกจากนี้การประดิษฐ์นี้ยังมุ่งปรับปรุงคุณภาพซีโอไลต์ดังกล่าวเพื่อประยุกต์สำหรับการดูดซับให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น เนื่องจากซีโอไลต์ชนิดลินไทพ์เอ (Linde Type A: LTA) มีประสิทธิภาพการดูดซับต่ำ และไม่เหมาะสำหรับการใช้งานที่อุณหภูมิสูง เพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าวการประดิษฐ์นี้จึงดำเนินการปรับปรุงคุณภาพด้วยกระบวนการเติมโลหะทองแดงร้อยละ 1 ถึง 5 โดยมีลบบนซีโอไลต์ชนิดลินไทพ์เอ (Linde Type A: LTA) ที่สังเคราะห์ได้ โดยใช้วิธีการแลกเปลี่ยนไอออน ทำให้ซีโอไลต์ชนิดลินไทพ์เอ (Linde Type A: LTA) ถูกแทนที่ด้วยโลหะทองแดงไอออน พบว่าซีโอไลต์ชนิดลินไทพ์เอ (Linde Type A: LTA) หลังการปรับปรุงมีคุณภาพที่ดีขึ้น มีความเสถียรภาพต่อความร้อน สามารถนำไปใช้เป็นตัวดูดซับได้ดี เนื่องจากการเติมโลหะทองแดงบนซีโอไลต์ชนิดลินไทพ์เอ (Linde Type A: LTA) ทำให้ค่าความเป็นขั้วเพิ่มมากขึ้น ส่งผลให้มีความจุในการดูดซับที่สูงขึ้นและสามารถดูดซับดีขึ้นเมื่อเทียบกับซีโอไลต์ก่อนการปรับปรุงคุณภาพ นอกจากนี้ได้ตัวดูดซับที่มีคุณภาพดี และราคาถูกรวมทั้งเพิ่มมูลค่าของวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร

