

รายละเอียดการประดิษฐ์**ชื่อที่แสดงถึงการประดิษฐ์**

วิธีการผลิตซิลิคอนที่เป็นรูปพรุน, ซิลิคอนที่เป็นรูปพรุน, ชั้นของอิเล็กโทรดลบและแบตเตอรี่ทุติยภูมิ

1. สาขาวิทยาการที่เกี่ยวข้องกับการประดิษฐ์

- 5 วิศวกรรมไฟฟ้า-เคมีที่เปิดเผยในที่นี้เกี่ยวข้องกับการใช้วิธีการสำหรับผลิตซิลิคอนที่เป็นรูปพรุน, ซิลิคอนที่เป็นรูปพรุน, ชั้นของอิเล็กโทรดลบและแบตเตอรี่ทุติยภูมิ

2. ภูมิหลังของศิลปะหรือวิทยาการที่เกี่ยวข้อง

- 10 ซิลิคอนกำลังดึงดูดความสนใจในฐานะเป็นวัสดุออกฤทธิ์สำหรับอิเล็กโทรดลบซึ่งเป็นผลจากการที่มีความจุทางทฤษฎีสูง ในบรรดาซิลิคอนชนิดต่างๆ จะสามารถทำให้มีความหนาแน่นของพลังงานที่สูงขึ้นในแบตเตอรี่เมื่อซิลิคอนที่เป็นรูปพรุนถูกนำมาใช้เป็นวัสดุออกฤทธิ์สำหรับอิเล็กโทรดลบ วิธีการตามที่ยกกันสำหรับผลิตซิลิคอนที่เป็นรูปพรุนจะรวมถึงวิธีการที่ทำให้ได้ซิลิคอนที่เป็นรูปพรุนโดยใช้ไอของ Mg ซึ่งเกิดจากการให้ความร้อนแก่ Mg ที่เป็นโลหะเพื่อลด SiO_2 เพื่อให้เกิดผลผลิตของการสร้างในช่วงกลางซึ่งรวมถึง Si และ MgO และจากนั้นก็จะมีการทำความสะดวกบนผลผลิตของการสร้างในช่วงกลางด้วยกรดเพื่อขจัด MgO ออกไป

- 15 คำขอรับสิทธิบัตรญี่ปุ่น (JP-A) ฉบับเปิดเผย เลขที่ 2023-76283 ได้เปิดเผยวิธีการสำหรับผลิตซิลิคอนที่เป็นรูปพรุนซึ่งได้รับการออกแบบเพื่อให้ทำการรีดิวซ์ (reduction) โดยไม่ทำให้เกิด Mg_2Si และ SiO_2 ในวิธีการผลิตซิลิคอนที่เป็นรูปพรุนในช่วงต้นและรวมถึงกระบวนการรีดิวซ์ซึ่งทำให้ได้ผลผลิตของการสร้างในช่วงกลางซึ่งรวมถึง Si และ MgO โดยการทำให้ไอของ Mg มาสัมผัสกับวัตถุดิบที่มีส่วนประกอบของ SiO_2 ภายใต้สถานะที่มีแรงดันลดลงและแรงดันไอของ Mg ซึ่งไม่มากกว่า
- 20 แรงดันสมดุลของสมการปฏิกิริยา ($\text{Mg}_2\text{Si} \rightleftharpoons 2\text{Mg}(\text{g}) + \text{Si}$) และกระบวนการทำความสะอาดซึ่งทำให้ MgO ถูกขจัดออกจากผลผลิตของการสร้างในช่วงกลาง

3. ลักษณะและความมุ่งหมายของการประดิษฐ์

- อย่างไรก็ตาม ในซิลิคอนที่เป็นรูปพรุนที่ถูกสร้างขึ้นโดยใช้ซิลิคอนมอนอกไซด์หรือซิลิคอนไดออกไซด์ อัตราส่วนของโพรงตามที่ทำค่าจากปริมาตรของรูปพรุนตามที่วัดค่าโดยวิธีการ Barrett-Joyner-Halenda (วิธีการ BJH) ไม่สามารถอธิบายได้ว่ามีค่าสูงพอและได้มีความต้องการซิลิคอนที่เป็นรูปพรุนซึ่งมีอัตราส่วนของโพรงซึ่งมีค่าสูงยิ่งขึ้นไปอีก ด้วยเหตุนี้ วัตถุประสงค์ของเนื้อหาที่เปิดเผยในที่นี้จึงเป็นการจัดเตรียมวิธีการผลิตซิลิคอนที่เป็นรูปพรุน, ซิลิคอนที่เป็นรูปพรุน, ชั้นของอิเล็กโทรดลบ

และแบตเตอรี่ทุติยภูมิซึ่งมีอัตราส่วนของโพรงซึ่งมีค่าสูงตามที่หาค่าจากปริมาตรของรูพรุนซึ่งถูกวัดค่าโดยวิธีการ BJH

ผลจากการสืบค้นอย่างจริงจังเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ข้างต้น นักประดิษฐ์ของการประดิษฐ์นี้ได้ค้นพบว่าซิลิกอนที่เป็นรูพรุนซึ่งมีอัตราส่วนของโพรงซึ่งมีค่าสูงตามที่หาค่าจากปริมาตรของรูพรุนซึ่งถูกวัดค่าโดยวิธีการ BJH สามารถถูกผลิตออกมาได้โดยใช้ซิลิเกตและทำให้เนื้อหาที่เปิดเผยในที่นี้เสร็จสมบูรณ์ เนื้อหาที่เปิดเผยในที่นี้จะครอบคลุมสิ่งต่อไปนี้

1. วิธีการผลิตซิลิกอนที่เป็นรูพรุนซึ่งประกอบรวมด้วยการนำวัตถุดิบที่มีส่วนประกอบของซิลิเกตมาสัมผัสกับก๊าซของโลหะอัลคาไลเอิร์ธและการนำวัตถุดิบซึ่งถูกนำมาสัมผัสกับก๊าซของโลหะอัลคาไลเอิร์ธมาสัมผัสกับกรด
2. วิธีการผลิตซิลิกอนที่เป็นรูพรุนของข้อ 1. โดยที่ซิลิเกตคือซิลิเกตของโลหะอัลคาไล
3. วิธีการผลิตซิลิกอนที่เป็นรูพรุนของข้อ 1. หรือ 2. โดยที่ซิลิเกตคือสารประกอบอย่างน้อยหนึ่งอย่างซึ่งถูกเลือกมาจากกลุ่มที่ประกอบด้วยโซเดียมซิลิเกตและลิเทียมซิลิเกต
4. วิธีการผลิตซิลิกอนที่เป็นรูพรุนของข้อใดข้อหนึ่งของข้อ 1. ถึง 3. โดยที่ซิลิเกตคือโซเดียมซิลิเกต
5. วิธีการผลิตซิลิกอนที่เป็นรูพรุนของข้อใดข้อหนึ่งของข้อ 1. ถึง 4. โดยที่ก๊าซของโลหะอัลคาไลเอิร์ธคือก๊าซแมกนีเซียม
6. ซิลิกอนที่เป็นรูพรุนโดยที่อัตราส่วนของโพรงซึ่งถูกคำนวณจากปริมาตรของรูพรุนซึ่งถูกวัดค่าโดยใช้วิธีการ Barrett-Joyner-Halenda (วิธีการ BJH) มีค่าเท่ากับ 66% หรือสูงกว่าและซิลิกอนที่เป็นรูพรุนประกอบรวมด้วยโลหะอัลคาไลโดยมีปริมาณประกอบเท่ากับ 0.5% โดยมวลหรือสูงกว่า
7. ซิลิกอนที่เป็นรูพรุนของข้อ 6. โดยที่โลหะอัลคาไลคือธาตุทางเคมีอย่างน้อยหนึ่งชนิดซึ่งถูกเลือกมาจากกลุ่มที่ประกอบด้วยโซเดียมและลิเทียม
8. ซิลิกอนที่เป็นรูพรุนของข้อ 6. หรือ 7. โดยที่ปริมาตรของรูพรุนมีค่าเท่ากับ 0.8 เซนติเมตร³/กรัมหรือสูงกว่า
9. ซิลิกอนที่เป็นรูพรุนของข้อใดข้อหนึ่งของข้อ 6. ถึง 8. โดยที่ขนาดของรูพรุนเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 15 นาโนเมตรหรือน้อยกว่า
10. ซิลิกอนที่เป็นรูพรุนของข้อใดข้อหนึ่งของข้อ 6. ถึง 9. โดยที่พื้นที่ผิวจำเพาะแบบพื้นที่ผิวจำเพาะแบบ BET มีค่าเท่ากับ 70 เมตร²/กรัมหรือสูงกว่า
11. ชั้นของอิเล็กโทรดลบซึ่งประกอบรวมด้วยชั้นของวัสดุออกฤทธิ์สำหรับอิเล็กโทรดลบซึ่งรวมถึงตัวรวบรวมกระแสไฟฟ้าของอิเล็กโทรดลบและซิลิกอนที่เป็นรูพรุนของข้อใดข้อหนึ่งของ

ข้อ 6. ถึง 10. ซึ่งเป็นวัสดุออกฤทธิ์สำหรับอิเล็กทรอนิกส์ทรานซิสเตอร์ซึ่งถูกจัดเรียงไว้บนผิวหน้าแห่งหนึ่งหรือผิวหน้าที่สองแห่งของตัวรวบรวมกระแสไฟฟ้าของอิเล็กทรอนิกส์ทรานซิสเตอร์

12. แบบเตอรี่ยุติภูมิซึ่งประกอบด้วยชั้นของอิเล็กทรอนิกส์ทรานซิสเตอร์ของข้อ 11. โดยที่ชั้นของอิเล็กทรอนิกส์ทรานซิสเตอร์รวมถึงตัวรวบรวมกระแสไฟฟ้าของอิเล็กทรอนิกส์ทรานซิสเตอร์และชั้นของวัสดุออกฤทธิ์สำหรับอิเล็กทรอนิกส์ทรานซิสเตอร์โดยที่ชั้นของวัสดุออกฤทธิ์สำหรับอิเล็กทรอนิกส์ทรานซิสเตอร์มีส่วนประกอบของวัสดุออกฤทธิ์สำหรับอิเล็กทรอนิกส์ทรานซิสเตอร์ซึ่งถูกจัดเรียงไว้บนผิวหน้าแห่งหนึ่งหรือผิวหน้าที่สองแห่งของตัวรวบรวมกระแสไฟฟ้าของอิเล็กทรอนิกส์ทรานซิสเตอร์และชั้นของอิเล็กทรอนิกส์ทรานซิสเตอร์ซึ่งถูกจัดเรียงไว้ระหว่างชั้นของอิเล็กทรอนิกส์ทรานซิสเตอร์และชั้นของอิเล็กทรอนิกส์ทรานซิสเตอร์

13. แบบเตอรี่ยุติภูมิของข้อ 12. โดยที่ชั้นของอิเล็กทรอนิกส์ทรานซิสเตอร์รวมถึงอิเล็กทรอนิกส์ทรานซิสเตอร์ที่เป็นของแข็ง

วิธีการผลิตซิลิคอนที่เป็นรูปทรงของเนื้อหาที่เปิดเผยในที่นี้จะทำให้สามารถผลิตซิลิคอนที่เป็นรูปทรงซึ่งมีอัตราส่วนของโพรงซึ่งมีค่าสูงซึ่งถูกคำนวณจากปริมาตรของรูปทรงซึ่งถูกวัดค่าโดยวิธีการ BJH กล่าวคือ ซิลิคอนที่เป็นรูปทรงของเนื้อหาที่เปิดเผยในที่นี้จะแสดงลักษณะพิเศษของการที่มีอัตราส่วนของโพรงซึ่งมีค่าสูงตามที่คำนวณจากปริมาตรของรูปทรงซึ่งถูกวัดค่าโดยวิธีการ BJH ยิ่งไปกว่านั้น ชั้นของอิเล็กทรอนิกส์ทรานซิสเตอร์และแบบเตอรี่ยุติภูมิของเนื้อหาที่เปิดเผยในที่นี้ยังอาจรวมถึงซิลิคอนที่เป็นรูปทรงซึ่งมีอัตราส่วนของโพรงซึ่งมีค่าสูงตามที่คำนวณจากปริมาตรของรูปทรงซึ่งถูกวัดค่าโดยวิธีการ BJH ซึ่งเป็นวัสดุออกฤทธิ์สำหรับอิเล็กทรอนิกส์ทรานซิสเตอร์

4. การเปิดเผยการประดิษฐ์โดยสมบูรณ์

ในลำดับต่อไปจะเป็นการอธิบายรูปลักษณะที่ยกมาเป็นตัวอย่างของเนื้อหาที่เปิดเผยในที่นี้ในรายละเอียดโดยยึดถือตามรูปในลำดับต่อไป

ในลำดับต่อไปจะเป็นการอธิบายในส่วนจากรูปลักษณะที่ยกมาเป็นตัวอย่างของเนื้อหาที่เปิดเผยในที่นี้ คำอธิบายจะเพียงแต่แสดงให้เห็นตัวอย่างจากรูปลักษณะที่ยกมาเป็นตัวอย่างและไม่ได้จำกัดช่วงของเนื้อหาที่เปิดเผยในที่นี้

ในรายละเอียดคุณลักษณะในที่นี้ ช่วงตัวเลขซึ่งถูกกำหนดโดยใช้คำว่า “ถึง” จะบ่งชี้ว่าช่วงที่รวมถึงค่าตัวเลขแต่ละค่าซึ่งอยู่ก่อนและหลังคำว่า “ถึง” คือค่าต่ำสุดและค่าสูงสุดของช่วงดังกล่าว

สำหรับช่วงตัวเลขซึ่งมีการกำหนดแบบเป็นลำดับขั้นในรายละเอียดคุณลักษณะในที่นี้ ค่าขีดจำกัดบนหรือค่าขีดจำกัดล่างสำหรับช่วงตัวเลขช่วงหนึ่งจะถูกแทนที่ด้วยค่าขีดจำกัดบนหรือค่าขีดจำกัดล่างสำหรับช่วงตัวเลขที่เป็นลำดับขั้นอีกช่วงหนึ่ง ยิ่งไปกว่านั้น ในช่วงตัวเลขตามที่แสดงในรายละเอียดคุณลักษณะในที่นี้ ค่าขีดจำกัดบนหรือค่าขีดจำกัดล่างของช่วงตัวเลขอาจถูกแทนที่ด้วยค่าที่ถูกบ่งชี้ในตัวอย่างหนึ่ง

ในรายละเอียดคุณลักษณะในที่นี้ คำว่า “ขั้นตอน” หรือ “กระบวนการ” ไม่เพียงรวมถึงขั้นตอนหรือกระบวนการที่แยกออกไปแต่ตราบใดที่บรรลู่วัตถุประสงค์ตามที่มุ่งหมายของขั้นตอนหรือกระบวนการ ข้อความดังกล่าวก็อาจรวมถึงกรณีที่ไม่สามารถแยกแยะความแตกต่างของขั้นตอนหรือกระบวนการอีกอย่างหนึ่งได้อย่างชัดเจนด้วยเช่นกัน

- 5 เมื่อรูปลักษณะที่ยกมาเป็นตัวอย่างถูกนำมาอธิบายโดยอ้างอิงกับรูปเขียนในรายละเอียดคุณลักษณะในที่นี้ โครงแบบของรูปลักษณะที่ยกมาเป็นตัวอย่างไม่ได้จำกัดอยู่ที่โครงแบบตามที่แสดงให้เห็นในรูปเขียน ยิ่งไปกว่านั้น ขนาดของชิ้นส่วนประกอบในรูปเขียนเป็นเพียงผังงานและความสัมพันธ์เชิงสัมพัทธ์ระหว่างขนาดของชิ้นส่วนประกอบไม่ได้จำกัดอยู่เพียงเท่านั้น

- 10 ในรายละเอียดคุณลักษณะในที่นี้ ส่วนประกอบแต่ละอย่างอาจรวมถึงจำนวนมากกว่าหนึ่งของวัสดุที่สามารถนำมาใช้ได้ เมื่อมีการอ้างอิงกับปริมาณของส่วนประกอบแต่ละอย่างในองค์ประกอบในรูปลักษณะที่ยกมาเป็นตัวอย่างในที่นี้ หากไม่ได้กล่าวได้อย่างชัดเจนเป็นอย่างอื่น สิ่งนี้จะหมายถึงปริมาณทั้งหมดของวัสดุที่ปรากฏอยู่ในองค์ประกอบเมื่อมีจำนวนมากกว่าหนึ่งของวัสดุที่มีคุณสมบัติที่เหมาะสมสำหรับส่วนประกอบแต่ละอย่างในองค์ประกอบ

วิธีการผลิตซิลิคอนที่เป็นรูปพรุน

- 15 วิธีการผลิตซิลิคอนที่เป็นรูปพรุนของเนื้อหาที่เปิดเผยในที่นี้จะรวมถึงขั้นตอนที่วัตถุดิบที่มีส่วนประกอบของซิลิเกตถูกนำมาสัมผัสกับก๊าซของโลหะอัลคาไลเอิร์ธและขั้นตอนที่วัตถุดิบที่สัมผัสกับก๊าซของโลหะอัลคาไลเอิร์ธแล้วจะถูกนำมาสัมผัสกับกรด วิธีการผลิตซิลิคอนที่เป็นรูปพรุนของเนื้อหาที่เปิดเผยในที่นี้ทำให้สามารถผลิตซิลิคอนที่เป็นรูปพรุนซึ่งมีอัตราส่วนของโพรงซึ่งมีค่าสูงตามที่ถูกคำนวณจากปริมาตรของรูปพรุนซึ่งถูกวัดค่าโดยวิธีการ BJH วิธีการ BJH ถูกนำมาดำเนินการโดยใช้ BELSORP MAX-034 ซึ่งผลิตโดย MicrotracBEL Corporation ปริมาตรของรูปพรุนของซิลิคอนที่เป็นรูปพรุนซึ่งผลิตโดยวิธีการผลิตซิลิคอนที่เป็นรูปพรุนของเนื้อหาที่เปิดเผยในที่นี้สามารถถูกวัดค่าโดยใช้วิธีการ BJH ดังกล่าวนี้อัตราส่วนของโพรงของซิลิคอนที่เป็นรูปพรุนซึ่งถูกผลิตขึ้นโดยใช้วิธีการผลิตซิลิคอนที่เป็นรูปพรุนของเนื้อหาที่เปิดเผยในที่นี้สามารถคำนวณได้โดยยึดถือตามปริมาตรของรูปพรุน V_p ซึ่งถูกวัดค่าโดยวิธีการ BJH โดยเฉพาะอย่างยิ่ง อัตราส่วนของโพรงสามารถคำนวณได้โดย
- 20 $V_p/(V_p + 1/2.33) \times 100$ เนื่องจากความหนาแน่นจริงของ Si = 2.33 กรัม/เซนติเมตร³

- 25 การอ้างอิงกับซิลิเกตหมายถึงเกลือซึ่งประกอบด้วยกรดซิลิสิกและออกไซด์ของโลหะกรดซิลิสิกคือสารประกอบตามที่แสดงด้วยสูตรทั่วไป $[\text{SiO}_x(\text{OH})_{4-2x}]_n$ (โดยที่ x คือจำนวนเต็มเท่ากับ 1 หรือ 2 และ n คือจำนวนเต็มซึ่งถูกเลือกมาอย่างอิสระ) กรดซิลิสิกจะรวมถึงกรดออร์โทซิลิสิก, กรดไพโรซิลิสิก, กรดเมทาซิลิสิกและกรดไดซิลิสิก ในบรรดาซิลิเกตเมื่อออกไซด์ของโลหะคือออกไซด์ของโลหะอัลคาไลก็จะถูกแสดงด้วยสมการทั่วไป $M_2O \cdot \text{SiO}_2$ (หรือเมื่อไฮเดรตซึ่งถูกแสดงด้วย
- 30

สมการทั่วไป $M_2O \cdot xSiO_2 \cdot yH_2O$ (โดยที่ x และ y คือจำนวนเต็มที่บ่งชี้อัตราส่วนโมลของซิลิกอน ไดออกไซด์และน้ำที่เป็นตัวประสานและ M คือโลหะอัลคาไล) ตัวอย่างที่อาจถูกนำมาใช้เป็นโลหะ อัลคาไลได้จะรวมถึงลิเทียม, โซเดียม, โพแทสเซียมและที่คล้ายกันนี้ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ในวิธีการผลิต ซิลิกอนที่เป็นรูปพรุนของเนื้อหาที่เปิดเผยในที่นี้ ซิลิกเกตของโลหะอัลคาไลจะเป็นที่พึงประสงค์ในฐานะ

5 เป็นซิลิกเกตและในบรรดาสิ่งเหล่านี้ อย่างน้อยหนึ่งสปีชีส์ของสารประกอบซึ่งถูกเลือกมาจากกลุ่ม ที่ประกอบด้วยโซเดียมซิลิกเกตและลิเทียมซิลิกเกตจะเป็นที่พึงประสงค์กว่านั้นและโซเดียมซิลิกเกตจะเป็น ที่พึงประสงค์เป็นพิเศษ

ขนาดของวัตถุดิบที่มีส่วนประกอบของซิลิกเกตตามเนื้อหาที่เปิดเผยในที่นี้ไม่ได้ถูกจำกัดไว้เป็น พิเศษ ตัวอย่างเช่น ขนาดอนุภาคปฐมภูมิโดยเฉลี่ยของวัตถุดิบที่มีส่วนประกอบของซิลิกเกตอาจมีขนาด

10 อย่างน้อย 10 นาโนเมตร, อย่างน้อย 30 นาโนเมตร, อย่างน้อย 50 นาโนเมตร, อย่างน้อย 100 นาโนเมตร หรืออย่างน้อย 150 นาโนเมตรและอาจไม่มากกว่า 10 ไมโครเมตร, ไม่มากกว่า 5 ไมโครเมตร, ไม่มากกว่า 3 ไมโครเมตร, ไม่มากกว่า 2 ไมโครเมตรหรือไม่มากกว่า 1 ไมโครเมตร. วัตถุดิบที่มี ส่วนประกอบของซิลิกเกตอาจมีส่วนหนึ่งของสิ่งดังกล่าวซึ่งถูกสร้างขึ้นด้วยอนุภาคทุติยภูมิ ในกรณี

เช่นนี้ ตัวอย่างเช่น ขนาดอนุภาคทุติยภูมิโดยเฉลี่ยอาจมีขนาดอย่างน้อย 100 นาโนเมตร, อย่างน้อย

15 1 ไมโครเมตรหรืออย่างน้อย 2 ไมโครเมตรและอาจไม่มากกว่า 20 ไมโครเมตรเพื่อจะได้ไม่ทำให้มี ขนาด 15 ไมโครเมตรหรือไม่มากกว่า 10 ไมโครเมตร ตัวอย่างเช่น ขนาดอนุภาคปฐมภูมิโดยเฉลี่ยและ ขนาดอนุภาคทุติยภูมิโดยเฉลี่ยจะสามารถถูกปรับแต่งได้อย่างเหมาะสมโดยการเปลี่ยนแปลงเงื่อนไข

ของการผลิตวัตถุดิบที่มีส่วนประกอบของซิลิกเกตอย่างเหมาะสมหรือโดยการดำเนินกระบวนการ

จำแนกให้กับสิ่งดังกล่าว ขอให้สังเกตว่า ขนาดอนุภาคปฐมภูมิโดยเฉลี่ยและขนาดอนุภาคทุติยภูมิโดย

20 เฉลี่ยของวัตถุดิบที่มีส่วนประกอบของซิลิกเกตจะใช้ค่า D50 ซึ่งเป็นขนาดอนุภาค (ขนาดที่เป็นค่ากลาง) โดยมีค่าสะสม 50% ในการกระจายอนุภาคโดยยึดถือตามปริมาตรที่พบโดยใช้วิธีการวิเคราะห์การ

เลี้ยวเบนของเลเซอร์

ในวิธีการผลิตซิลิกอนที่เป็นรูปพรุนของเนื้อหาที่เปิดเผยในที่นี้ ในลำดับแรกจะมีการดำเนิน กระบวนการซึ่งวัตถุดิบที่มีส่วนประกอบของซิลิกเกตถูกนำมาสัมผัสกับก๊าซของโลหะอัลคาไลเอิร์ธ

25 (ซึ่งตั้งแต่นี้ไปจะเรียกว่ากระบวนการรีดิวซ์) และจากนั้นก็จะมีการดำเนินกระบวนการซึ่งวัตถุดิบ ภายหลังกระบวนการรีดิวซ์ถูกนำมาสัมผัสกับกรด (ซึ่งตั้งแต่นี้ไปจะเรียกว่ากระบวนการทำ ความสะอาด)

กระบวนการรีดิวซ์

ในกระบวนการรีดิวซ์ ก๊าซของโลหะอัลคาไลเอิร์ธถูกนำมาสัมผัสกับวัตถุดิบที่มีส่วนประกอบ

30 ของซิลิกเกตเพื่อให้กรดซิลิกและออกไซด์ของโลหะในวัตถุดิบเกิดการรีดิวซ์ ตัวอย่างเช่น สำหรับกรณี

ที่วัตถุดิบที่มีส่วนประกอบของซิลิกेटถูกนำเสนอเป็น $M_xSi_yO_z$ (โดยที่ M คือ โลหะ) และก๊าซ Mg ถูกนำมาใช้เป็นก๊าซของโลหะอัลคาไลเอิร์ทก็จะทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ของการสร้างในช่วงกลางที่มีส่วนประกอบของ Si และ MgO ในกระบวนการรีดิวซ์ดังเช่นในสมการในลำดับต่อไป สมการ:

$$M_xSi_yO_z + aMg \rightarrow ySi + aMgO + M_xO_{z-a}$$

ตามที่แสดงด้วยสมการนี้ ออกไซด์ของโลหะของ MgO และ M_xO_{z-a} จะถูกสร้างขึ้นในลักษณะที่เป็นผลิตภัณฑ์ของการสร้างในช่วงกลางโดยกระบวนการรีดิวซ์

กระบวนการรีดิวซ์ไม่ได้ถูกจำกัดไว้เป็นพิเศษและอาจนำเตาสัญญากาศมาใช้ได้ ตัวอย่างเช่น ในเตาสัญญากาศจะมีการเพิ่มความร้อนให้กับอุณหภูมิจนเป็นอุณหภูมิที่ทำให้เกิดก๊าซของโลหะอัลคาไลเอิร์ทจากโลหะอัลคาไลเอิร์ทภายใต้แรงดันภายในที่ลดลง ก๊าซของโลหะอัลคาไลเอิร์ทที่ถูกสร้างขึ้นจะกระจายออกไปภายในเตาและปฏิกิริยาของการรีดิวซ์ในข้างต้นก็จะดำเนินต่อไปโดย

การที่มวลสัมผัสกับวัตถุดิบ

วิธีการสร้างก๊าซของโลหะอัลคาไลเอิร์ท

โลหะอัลคาไลเอิร์ทของเนื้อหาที่เปิดเผยในที่นี้จะครอบคลุมถึงเบริลเลียม, แมกนีเซียม, แคลเซียม, สตรอนเทียม, แบเรียมและเรเดียม โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ในเนื้อหาที่เปิดเผยในที่นี้จะเป็นที่พึงประสงค์ให้ธาตุทางเคมีชนิดหนึ่งซึ่งถูกเลือกมาจากกลุ่มที่ประกอบด้วยเบริลเลียม, แมกนีเซียม, แคลเซียมและสตรอนเทียมถูกนำมาใช้และในลักษณะที่พึงประสงค์กว่านั้นก็จะนำธาตุทางเคมีชนิดหนึ่งซึ่งถูกเลือกมาจากกลุ่มที่ประกอบด้วยแมกนีเซียมและแคลเซียมมาใช้โดยที่แมกนีเซียมจะเป็นที่พึงประสงค์ให้นำมาใช้มากที่สุด วิธีการสร้างก๊าซของโลหะอัลคาไลเอิร์ทไม่ได้ถูกจำกัดไว้เป็นพิเศษ ตัวอย่างของวิธีการสร้างก๊าซของโลหะอัลคาไลเอิร์ทจะรวมถึง วิธีการที่โลหะอัลคาไลเอิร์ทหรือโลหะผสมของสิ่งดังกล่าวได้รับความร้อน เป็นต้น

ตัวอย่างเช่น เมื่อแมกนีเซียมถูกนำมาใช้เป็นโลหะอัลคาไลเอิร์ท ตัวอย่างเช่น แมกนีเซียมที่เป็นโลหะ (ซึ่งตั้งแต่นี้ไปจะเรียกว่า Mg ที่เป็นโลหะ) Mg_2Si , โลหะผสมของ $MgCa$, $MgCu_2$, $MgNi_2$ และโลหะผสมของ $MgSn$ (ซึ่งตั้งแต่นี้ไปจะเรียกรวมกันได้เช่นกันว่าโลหะผสมของ Mg) ก็อาจถูกนำมาใช้ได้ ตัวอย่างเช่น สารประกอบในลักษณะเช่นนี้จะได้รับความร้อนจนมีอุณหภูมิ 600° เซลเซียส, 650° เซลเซียส, 700° เซลเซียส หรือ 800° เซลเซียส เพื่อสร้างก๊าซแมกนีเซียม

สถานะของอุณหภูมิ

อุณหภูมิของปฏิกิริยาของการรีดิวซ์ในข้างต้นไม่ได้ถูกจำกัดไว้เป็นพิเศษและอาจเป็นอุณหภูมิตั้งแต่ 500° เซลเซียส ถึง 900° เซลเซียส เป็นต้น ซึ่งในลักษณะที่พึงประสงค์ก็จะเป็นอุณหภูมิตั้งแต่ 550° เซลเซียส ถึง 750° เซลเซียส และในลักษณะที่พึงประสงค์กว่านั้นก็จะเป็นอุณหภูมิตั้งแต่ 600° เซลเซียส ถึง 700° เซลเซียส โดยเฉพาะอย่างยิ่ง การทำให้อุณหภูมิในการทำปฏิกิริยาของการ

รีดิวซ์กลายเป็นอนุหภูมิตั้งแต่ 600° เซลเซียส ถึง 700° เซลเซียส จะทำให้สามารถได้ขนาดของรูพรุนเฉลี่ยที่เล็กลงในซิลิคอนที่เป็นรูพรุนที่ถูกผลิตขึ้น

ช่วงเวลาในการทำปฏิกิริยา

- ช่วงเวลาในการทำปฏิกิริยาของปฏิกิริยาของการรีดิวซ์ในข้างต้นอาจเป็นเวลาที่เหมาะสมซึ่ง
- 5 ถูกเลือกมาอย่างเหมาะสมตามสภาวะของแรงดันในข้างต้นและสภาวะของอนุหภูมิในข้างต้น ตัวอย่างเช่น ช่วงเวลาในการทำปฏิกิริยาของปฏิกิริยาของการรีดิวซ์ในข้างต้นอาจเป็นช่วงเวลาตั้งแต่ 1 ชั่วโมงถึง 48 ชั่วโมงโดยจะเป็นที่พึงประสงค์ให้เป็นช่วงเวลาตั้งแต่ 3 ชั่วโมงถึง 24 ชั่วโมงและในลักษณะที่พึงประสงค์กว่านั้นก็จะเป็นช่วงเวลาตั้งแต่ 5 ชั่วโมงถึง 18 ชั่วโมง

กระบวนการทำความสะอาด

- 10 กระบวนการทำความสะอาดในลำดับต่อไปจะถูกดำเนินการในวิธีการผลิตซิลิคอนที่เป็นรูพรุนของเนื้อหาที่เปิดเผยในที่นี้ กระบวนการทำความสะอาดคือกระบวนการที่จะขจัด MgO และ M_xO_{z-a} ออกไปโดยการดำเนินการกระบวนการกับผลผลิตของการสร้างในช่วงกลางซึ่งได้มาโดยปฏิกิริยาของการรีดิวซ์โดยใช้กรดหรือสิ่งที่คล้ายกันนี้ ซิลิคอนที่เป็นรูพรุนตามเป้าหมายจะได้มาโดยการขจัด MgO และ M_xO_{z-a} ออกจากผลผลิตของการสร้างในช่วงกลาง กรดที่นำมาใช้ในกระบวนการทำความสะอาด
- 15 ไม่ได้ถูกจำกัดไว้เป็นพิเศษและอาจเป็นกรดชนิดใดก็ได้ที่สามารถขจัด MgO และ M_xO_{z-a} ออกไปได้ ตัวอย่างของกรดที่นำมาใช้ในกระบวนการทำความสะอาดจะรวมถึงกรดไฮโดรคลอริก, กรดไนตริก และกรดซัลฟูริก เป็นต้น ความเข้มข้นของกรดที่นำมาใช้ในกระบวนการทำความสะอาดสามารถเป็นความเข้มข้นที่เหมาะสมซึ่งถูกเลือกมาอย่างเหมาะสมตามชนิดของกรด

- 20 กระบวนการทำความสะอาดอาจรวมถึงการดำเนินการกระบวนการโดยใช้น้ำกลั่น, แอลกอฮอล์ หรือสิ่งที่คล้ายกันนี้ตามความจำเป็นเพื่อทำความสะอาดปริมาณประกอบที่เป็นของแข็งเพิ่มเติมภายหลังการทำความสะอาดด้วยกรด ยิ่งไปกว่านั้น กระบวนการทำความสะอาดยังอาจรวมถึงการดำเนินการกระบวนการตามความจำเป็นเพื่อให้ปริมาณประกอบที่เป็นของแข็งมีสภาพที่แห้งภายหลังการทำความสะอาด

ซิลิคอนที่เป็นรูพรุน

- 25 ซิลิคอนที่เป็นรูพรุนของเนื้อหาที่เปิดเผยในที่นี้มีอัตราส่วนของโพรงซึ่งถูกคำนวณจากปริมาตรของรูพรุนซึ่งถูกวัดค่าโดยใช้วิธีการ Barrett-Joyner-Halenda (วิธีการ BJH) ที่ไม่น้อยกว่า 66% และปริมาณประกอบของโลหะอัลคาไลที่ไม่น้อยกว่า 0.5 % โดยน้ำหนัก ซิลิคอนที่เป็นรูพรุนในลักษณะเช่นนี้ของเนื้อหาที่เปิดเผยในที่นี้ไม่ได้ถูกจำกัดไว้เป็นพิเศษและอาจถูกผลิตขึ้นโดยวิธีการผลิตซิลิคอนที่เป็นรูพรุนของเนื้อหาที่เปิดเผยในที่นี้ตามที่ได้อธิบายไปในข้างต้น เป็นต้น ซิลิคอนที่เป็นรูพรุนของ
- 30 เนื้อหาที่เปิดเผยในที่นี้มีอัตราส่วนของโพรงค่อนข้างสูงเมื่อเปรียบเทียบกับซิลิคอนที่เป็นรูพรุน

ซึ่งถูกผลิตขึ้นจากซิลิคอนออกไซด์ (SiO หรือ SiO_2) ในบรรดาซิลิคอนออกไซด์ อัตราส่วนของโพรงในซิลิคอนที่เป็นรูพรุนซึ่งถูกผลิตขึ้นจาก SiO จะมีค่าประมาณ 48.3% และอัตราส่วนของโพรงของซิลิคอนที่เป็นรูพรุนซึ่งถูกผลิตขึ้นจาก SiO_2 จะมีค่าประมาณ 65.1% ในทางกลับกัน ซิลิคอนที่เป็นรูพรุนของเนื้อหาที่เปิดเผยในที่นี้มีอัตราส่วนของโพรงซึ่งทำให้มีค่าน้อย 66% ขอให้สังเกตว่า

5 ในซิลิคอนที่เป็นรูพรุนของเนื้อหาที่เปิดเผยในที่นี้ อัตราส่วนของโพรงจะเป็นที่พึงประสงค์ให้มีค่าน้อย 70% ซึ่งในลักษณะที่พึงประสงค์กว่านั้นก็จะมีความค่าน้อย 71% และในลักษณะที่พึงประสงค์กว่านั้นอีกก็จะมีค่าน้อย 72%

ซิลิคอนที่เป็นรูพรุนของเนื้อหาที่เปิดเผยในที่นี้มีความเหมาะสมอย่างมากที่จะถูกนำมาใช้เป็นวัสดุออกฤทธิ์สำหรับอิเล็กโทรดลบของแบตเตอรี่ทุติยภูมิ อย่างเช่น แบตเตอรี่ทุติยภูมิที่ใช้ไอออนของลิเทียมหรือสิ่งที่คล้ายกันนี้ซึ่งเป็นผลจากการที่มีอัตราส่วนของโพรงซึ่งมีค่าสูงในลักษณะเช่นนี้ ผลจาก

10 ซิลิคอนที่เป็นรูพรุนของเนื้อหาที่เปิดเผยในที่นี้ซึ่งมีอัตราส่วนของโพรงซึ่งมีค่าสูงทำให้มีการยับยั้งการขยายตัวและการหดตัวในขณะที่ทำให้ชั้นของอิเล็กโทรดลบที่ได้นำซิลิคอนที่เป็นรูพรุนในลักษณะเช่นนี้มาใช้เป็นวัสดุออกฤทธิ์สำหรับอิเล็กโทรดลบมีการอัดประจุไฟฟ้าและการคายประจุไฟฟ้าลักษณะเช่นนี้หมายความว่าสามารถรักษาคุณลักษณะของแบตเตอรี่ที่เสถียรไว้ได้โดยการนำซิลิคอน

15 ที่เป็นรูพรุนของเนื้อหาที่เปิดเผยในที่นี้มาใช้ ขอให้สังเกตว่า แบตเตอรี่ทุติยภูมิ อย่างเช่น แบตเตอรี่ทุติยภูมิที่ใช้ไอออนของลิเทียมหรือสิ่งที่คล้ายกันนี้ซึ่งได้นำซิลิคอนที่เป็นรูพรุนของเนื้อหาที่เปิดเผยในที่นี้มาใช้อาจเป็นแบตเตอรี่ทุติยภูมิซึ่งมีส่วนประกอบหลักเป็นของเหลวซึ่งมีการติดตั้งสารละลายของอิเล็กโทรไลต์หรือแบตเตอรี่แบบโซลิดสเตตซึ่งมีการติดตั้งชั้นของอิเล็กโทรไลต์ที่เป็นของแข็งและ

20 รูปลักษณะที่พึงประสงค์คือแบตเตอรี่แบบโซลิดสเตตอย่างสมบูรณ์ซึ่งมีการติดตั้งชั้นของอิเล็กโทรดลบที่มีส่วนประกอบของซิลิคอนที่เป็นรูพรุนของเนื้อหาที่เปิดเผยในที่นี้ แบตเตอรี่แบบโซลิดสเตตจะรวมถึงแบตเตอรี่แบบโซลิดสเตตอย่างสมบูรณ์ซึ่งรวมถึงอิเล็กโทรไลต์ที่เป็นของแข็งซึ่งทำหน้าที่เป็นอิเล็กโทรไลต์ระหว่างอิเล็กโทรด, แบตเตอรี่แบบกึ่งโซลิดสเตตซึ่งรวมถึงชั้นของเจลที่มีส่วนประกอบของสารละลายของอิเล็กโทรไลต์และโพลิเมอร์ระหว่างอิเล็กโทรดและอิเล็กโทรไลต์ที่เป็นของแข็งซึ่งอิเล็กโทรไลต์ที่เป็นของแข็งอาจรวมถึงสารละลายของอิเล็กโทรไลต์ในปริมาณ

25 น้อยกว่า 10% โดยน้ำหนักโดยเทียบกับปริมาณอิเล็กโทรไลต์ทั้งหมด อิเล็กโทรไลต์ที่เป็นของแข็งอาจเป็นอิเล็กโทรไลต์เชิงประกอบที่เป็นของแข็งซึ่งรวมถึงอิเล็กโทรไลต์อนินทรีย์ที่เป็นของแข็งและอิเล็กโทรไลต์ที่เป็นโพลิเมอร์

ซิลิคอนที่เป็นรูพรุนของเนื้อหาที่เปิดเผยในที่นี้จะรวมถึงอนุพันธ์ที่เป็นโลหะของซิลิกอนซึ่งเป็นผลจากการที่ถูกผลิตขึ้นจากวัตถุดิบที่มีส่วนประกอบของซิลิกอน โดยเฉพาะอย่างยิ่ง เมื่อซิลิกอน

30 ของโลหะอัลคาไลได้นำมาใช้เป็นซิลิกอนซึ่งเป็นส่วนประกอบอยู่ในวัตถุดิบ ซิลิคอนที่เป็นรูพรุน

ของเนื้อหาที่เปิดเผยในที่นี้ก็อาจมีส่วนประกอบของโลหะอัลคาไล โดยมีปริมาณประกอบ 0.5% โดยน้ำหนักหรือมากกว่านี้ ขอให้สังเกตว่า ตัวอย่างของโลหะอัลคาไลในลักษณะเช่นนี้จะรวมถึง ลิเทียม, โซเดียม, โพแทสเซียมและที่คล้ายกันนี้ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ในซิลิคอนที่เป็นรูปพรุนของเนื้อหาที่เปิดเผยในที่นี้ ในส่วนของซิลิกเกตก็จะเป็นที่พึงประสงค์ให้ใช้ซิลิกเกตของโลหะอัลคาไลและในบรรดา

5 สิ่งเหล่านี้ อย่างน้อยหนึ่งสปีชีส์ของสารประกอบซึ่งถูกเลือกมาจากกลุ่มที่ประกอบด้วยโซเดียมซิลิกเกต และลิเทียมซิลิกเกตจะเป็นที่พึงประสงค์กว่านั้นและโซเดียมซิลิกเกตจะเป็นที่พึงประสงค์เป็นพิเศษ ลักษณะเช่นนี้หมายความว่า ซิลิคอนที่เป็นรูปพรุนของเนื้อหาที่เปิดเผยในที่นี้อาจรวมถึงโซเดียมหรือ ลิเทียมซึ่งเป็นโลหะอัลคาไล โดยมีปริมาณประกอบ 0.5 % โดยน้ำหนักหรือมากกว่านี้ อย่างไรก็ตาม

10 ในซิลิคอนที่เป็นรูปพรุนของเนื้อหาที่เปิดเผยในที่นี้ ผลจากโลหะอัลคาไลซึ่งเป็นสารตกค้างจาก โลหะอัลคาไลออกไซด์ซึ่งเป็นส่วนประกอบอยู่ในซิลิกเกตก็จะเป็นที่พึงประสงค์ให้ปริมาณประกอบของ โลหะอัลคาไลอย่างน้อยที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้และจะเป็นที่พึงประสงค์ให้มีค่าไม่มากกว่า 10% โดยน้ำหนัก เป็นต้น โดยในลักษณะที่พึงประสงค์กว่านั้นก็จะไม่มากกว่า 5% โดยน้ำหนักโดย

15 ในลักษณะที่พึงประสงค์กว่านั้นอีกก็จะไม่มากกว่า 3% โดยน้ำหนักโดยในลักษณะที่พึงประสงค์ กว่านั้นยิ่งขึ้นไปอีกก็จะไม่มากกว่า 2% โดยน้ำหนักและในลักษณะที่พึงประสงค์เพิ่มเติมต่อไปก็จะไม่

มากกว่า 1.5% โดยน้ำหนัก ในซิลิคอนที่เป็นรูปพรุนของเนื้อหาที่เปิดเผยในที่นี้ ทรายใดที่ปริมาณ

ประกอบของโลหะอัลคาไลอยู่ภายในหนึ่งในช่วงเหล่านี้ โลหะอัลคาไลออกไซด์ซึ่งเป็นส่วนประกอบ

อยู่ในวัตถุดิบ ก็จะกลายเป็นรูปพรุนที่เพียงพอที่จะสามารถทำให้ได้อัตราส่วนของโพรงซึ่งมีค่าสูง ตามที่

ได้อธิบายไปในข้างต้น

ยิ่งไปกว่านั้นยังเป็นที่พึงประสงค์ให้ซิลิคอนที่เป็นรูปพรุนของเนื้อหาที่เปิดเผยในที่นี้มีปริมาตร

20 ของรูปพรุนอย่างน้อย 0.8 เซนติเมตร³/กรัมตามที่วัดค่าโดยวิธีการ BJH และในลักษณะที่พึงประสงค์กว่า นั้นก็จะมีค่าอย่างน้อย 0.9 เซนติเมตร³/กรัมซึ่งในลักษณะที่พึงประสงค์กว่านั้นอีกก็จะมีค่าอย่างน้อย 1.0 เซนติเมตร³/กรัมและในลักษณะที่พึงประสงค์กว่านั้นในลำดับต่อไปก็จะมีค่าอย่างน้อย 1.1 เซนติเมตร³/กรัม อัตราส่วนของโพรงตามที่ได้อธิบายไปในข้างต้นสามารถเกิดขึ้นได้โดยปริมาตร

ของรูปพรุนของซิลิคอนที่เป็นรูปพรุนของเนื้อหาที่เปิดเผยในที่นี้ซึ่งอยู่ภายในหนึ่งในช่วงเหล่านี้

25 ยิ่งไปกว่านั้นยังเป็นที่พึงประสงค์ให้ซิลิคอนที่เป็นรูปพรุนของเนื้อหาที่เปิดเผยในที่นี้มีขนาด ของรูปพรุนเฉลี่ยไม่มากกว่า 15 นาโนเมตรซึ่งในลักษณะที่พึงประสงค์กว่านั้นก็จะไม่มากกว่า 13 นาโนเมตรและในลักษณะที่พึงประสงค์กว่านั้นอีกก็จะไม่มากกว่า 12 นาโนเมตร ชั้นของ

อิเล็กโทรดลบบซึ่งมีความทนทานเป็นเลิศต่อแรงกดที่มากกระทำในกระบวนการผลิตของแบตเตอรี่

ทุติยภูมิสามารถถูกจัดทำขึ้นมาได้โดยการกำหนดขนาดของรูปพรุนเฉลี่ยในซิลิคอนที่เป็นรูปพรุนของ

30 เนื้อหาที่เปิดเผยในที่นี้ในหนึ่งในช่วงเหล่านี้ กล่าวคือ ในชั้นของอิเล็กโทรดลบที่ได้นำซิลิคอนที่เป็น

รุพรูปในลักษณะเช่นนี้มาใช้เป็นวัสดุออกฤทธิ์สำหรับอิเล็กโทรดลบจะสามารถรักษาอัตราส่วนของ
 โพร่งซึ่งมีค่าสูงดังเช่นที่ได้อธิบายไปในข้างต้นไว้ได้แม้ในขณะที่ถูกกดด้วยแรงกดที่จำเพาะเจาะจง
 ในกระบวนการผลิตแบตเตอรี่ทุติยภูมิ ขอให้สังเกตว่า ขนาดของรูพรุนเฉลี่ยของซิลิคอนที่เป็นรูพรุน
 สามารถถูกวัดค่าได้โดยทำการวิเคราะห์รูพรุนแบบเมโซ (meso) ด้วยวิธีการ BJH โดยใช้ BEL Master
 5 ซึ่งเป็นซอฟต์แวร์สำหรับวิเคราะห์ไอโซเทิร์มของการดูดซับซึ่งได้มาโดยการวัดค่าการแรงดันของก๊าซ
 ยิ่งไปกว่านั้นยังเป็นที่พึงประสงค์ให้ซิลิคอนที่เป็นรูพรุนของเนื้อหาที่เปิดเผยในที่นี้มีพื้นที่ผิว
 จำเพาะแบบ BET อย่างน้อย 70 เมตร²/กรัมซึ่งในลักษณะที่พึงประสงค์กว่านั้นก็จะมามีค่าเท่ากับ
 90 เมตร²/กรัมซึ่งในลักษณะที่พึงประสงค์กว่านั้นอีกก็จะมามีค่าเท่ากับ 100 เมตร²/กรัมซึ่งในลักษณะที่พึง
 10 ประสงค์กว่านั้นอีกก็จะมามีค่าเท่ากับ 150 เมตร²/กรัมและในลักษณะที่พึงประสงค์ไปกว่านั้นก็จะมามีค่า
 อย่างน้อย 200 เมตร²/กรัม ชั้นของอิเล็กโทรดลบซึ่งมีความหนาแน่นเป็นเลิศต่อแรงกดที่มากกระทำใน
 กระบวนการผลิตแบตเตอรี่ทุติยภูมิสามารถจัดทำขึ้นมาได้โดยการกำหนดให้พื้นที่ผิวจำเพาะแบบ BET
 ของซิลิคอนที่เป็นรูพรุนของเนื้อหาที่เปิดเผยในที่นี้อยู่ในหนึ่งในช่วงเหล่านี้ กล่าวคือ ในชั้นของ
 อิเล็กโทรดลบที่ได้นำซิลิคอนที่เป็นรูพรุนในลักษณะเช่นนี้มาใช้เป็นวัสดุออกฤทธิ์สำหรับอิเล็กโทรด
 15 ลบจะสามารถรักษาอัตราส่วนของโพร่งซึ่งมีค่าสูงดังเช่นที่ได้อธิบายไปในข้างต้นไว้ได้แม้ในขณะที่ถูก
 กดด้วยแรงกดที่จำเพาะเจาะจงของกระบวนการผลิตของแบตเตอรี่ทุติยภูมิ พื้นที่ผิวจำเพาะแบบ BET
 ของซิลิคอนที่เป็นรูพรุนคือค่าที่ถูกวัดค่าโดยใช้ BELSORP MAX ซึ่งผลิตโดย MicrotracBEL
 Corporation

ชั้นของอิเล็กโทรดลบ

ชั้นของอิเล็กโทรดลบของเนื้อหาที่เปิดเผยในที่นี้จะรวมถึงตัวรวบรวมกระแสไฟฟ้าของ
 20 อิเล็กโทรดลบและชั้นของวัสดุออกฤทธิ์สำหรับอิเล็กโทรดลบซึ่งถูกจัดเรียงไว้บนผิวหน้าแห่งใด
 แห่งหนึ่งหรือทั้งสองแห่งของตัวรวบรวมกระแสไฟฟ้าของอิเล็กโทรดลบและรวมถึงซิลิคอนที่เป็นรู
 พรุนของเนื้อหาที่เปิดเผยในที่นี้ ชั้นของอิเล็กโทรดลบของเนื้อหาที่เปิดเผยในที่นี้สามารถยับยั้ง
 การขยายตัวและการหดตัวในขณะที่มีการอัดประจุไฟฟ้าและการคายประจุไฟฟ้าซึ่งเป็นผลจากการที่มี
 ซิลิคอนที่เป็นรูพรุนตามที่ได้อธิบายไปในข้างต้นรวมอยู่ด้วย ขอให้สังเกตว่า ชั้นของอิเล็กโทรดลบ
 25 ของเนื้อหาที่เปิดเผยในที่นี้อาจรวมถึงส่วนประกอบที่ถูกเลือกตามใจชอบนอกเหนือไปจากซิลิคอน
 ที่เป็นรูพรุน ตามที่ได้อธิบายไปในข้างต้น

อิเล็กโทรไลต์ที่เป็นของแข็ง

ชั้นของวัสดุออกฤทธิ์สำหรับอิเล็กโทรดลบอาจมีส่วนประกอบของอิเล็กโทรไลต์ที่เป็น
 ของแข็งซึ่งเป็นส่วนประกอบที่ถูกเลือกตามใจชอบ วัสดุต่อไปนี้ อาจถูกกำหนดให้เป็นตัวอย่าง
 30 ของอิเล็กโทรไลต์ที่เป็นของแข็งซึ่งเป็นส่วนประกอบอยู่ในชั้นของวัสดุออกฤทธิ์สำหรับอิเล็กโทรดลบ

อย่างน้อยหนึ่งสปีชีส์ของอิเล็กโทรไลต์ที่เป็นของแข็งซึ่งถูกเลือกมาจากกลุ่มของอิเล็กโทรไลต์ที่เป็นของแข็งที่ประกอบด้วยอิเล็กโทรไลต์ที่เป็นของแข็งของซัลไฟด์, อิเล็กโทรไลต์ที่เป็นของแข็งของออกไซด์และอิเล็กโทรไลต์ที่เป็นของแข็งของฮาโลเจนจะเป็นที่พึงประสงค์ให้เป็นส่วนประกอบอยู่ในอิเล็กโทรไลต์ที่เป็นของแข็งตามเนื้อหาที่เปิดเผยในที่นี้ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง อิเล็กโทรไลต์ที่เป็นของแข็งอย่างน้อยหนึ่งชนิดซึ่งถูกเลือกมาจากกลุ่มที่ประกอบด้วยอิเล็กโทรไลต์ที่เป็นของแข็งของซัลไฟด์และอิเล็กโทรไลต์ที่เป็นของแข็งของฮาโลเจนจะเป็นที่พึงประสงค์ให้ถูกนำมาใช้เป็นอิเล็กโทรไลต์ที่เป็นของแข็งตามเนื้อหาที่เปิดเผยในที่นี้

ในส่วนของอิเล็กโทรไลต์ที่เป็นของแข็งของซัลไฟด์ก็จะเป็นที่พึงประสงค์ให้มีกำมะถัน (S) รวมอยู่เป็นส่วนประกอบหลักของธาตุทางเคมีที่เป็นแอนไอออนและยิ่งไปกว่านั้น นอกเหนือไปจาก S ตัวอย่างเช่น จะเป็นที่พึงประสงค์ให้มีธาตุทางเคมีที่เป็น Li, ธาตุทางเคมีที่เป็น A และธาตุทางเคมีที่เป็น S ธาตุทางเคมีที่เป็น A ก็อย่างน้อยหนึ่งสปีชีส์ซึ่งถูกเลือกมาจากกลุ่มที่ประกอบด้วย P, As, Sb, Si, Ge, Sn, B, Al, Ga และ In ยิ่งไปกว่านั้น อิเล็กโทรไลต์ที่เป็นของแข็งของซัลไฟด์ยังอาจมีส่วนประกอบของอย่างน้อยหนึ่งอย่างของ O หรือธาตุทางเคมีที่เป็นฮาโลเจน ตัวอย่างของธาตุทางเคมีที่เป็นฮาโลเจน (X) จะรวมถึงสิ่งที่ได้แก่ F, Cl, Br, I และที่คล้ายกันนี้ องค์ประกอบของอิเล็กโทรไลต์ที่เป็นของแข็งของซัลไฟด์ไม่ได้ถูกจำกัดไว้เป็นพิเศษ และอาจเป็น $x\text{Li}_2\text{S} \cdot (100-x)\text{P}_2\text{S}_5$ ($70 \leq x \leq 80$), $y\text{LiI} \cdot z\text{LiBr} \cdot (100-y-z)(x\text{Li}_2\text{S} \cdot (1-x)\text{P}_2\text{S}_5)$ (โดยที่ $0.7 \leq x \leq 0.8$, $0 \leq y \leq 30$, $0 \leq z \leq 30$) เป็นต้น

อิเล็กโทรไลต์ที่เป็นของแข็งของซัลไฟด์อาจรวมถึงองค์ประกอบตามที่แสดงด้วยสมการ (1) ดังต่อไปนี้



ในสมการ (1) อย่างน้อยบางส่วนของ Ge อาจถูกแทนที่ด้วยธาตุอย่างน้อยหนึ่งชนิดซึ่งถูกเลือกมาจากกลุ่มที่ประกอบด้วย Sb, Si, Sn, B, Al, Ga, In, Ti, Zr, V และ Nb ยิ่งไปกว่านั้น อย่างน้อยบางส่วนของ P อาจถูกแทนที่ด้วยธาตุอย่างน้อยหนึ่งชนิดซึ่งถูกเลือกมาจากกลุ่มที่ประกอบด้วย Sb, Si, Sn, B, Al, Ga, In, Ti, Zr, V และ Nb บางส่วนของ Li อาจถูกแทนที่ด้วยธาตุอย่างน้อยหนึ่งชนิดซึ่งถูกเลือกมาจากกลุ่มที่ประกอบด้วย Na, K, Mg, Ca และ Zn อย่างน้อยบางส่วนของ S อาจถูกแทนที่ด้วยฮาโลเจน ฮาโลเจนคืออย่างน้อยอย่างใดอย่างหนึ่งของ F, Cl, Br หรือ I

ในส่วนของอิเล็กโทรไลต์ที่เป็นของแข็งของออกไซด์จะเป็นที่พึงประสงค์ให้มีออกซิเจน (O) รวมอยู่เป็นส่วนประกอบหลักของธาตุทางเคมีที่เป็นแอนไอออนและสิ่งที่ได้แก่ Li, ธาตุทางเคมีที่เป็น Q (โดยที่ Q แสดงอย่างน้อยหนึ่งสปีชีส์ซึ่งถูกเลือกมาจากกลุ่มที่ประกอบด้วย Nb, B, Al, Si, P, Ti, Zr, Mo, W และ S) และ O อาจเป็นส่วนประกอบอยู่ภายใน ตัวอย่างของอิเล็กโทรไลต์ที่เป็นของแข็งของออกไซด์จะรวมถึงอิเล็กโทรไลต์ที่เป็นของแข็งชนิดคาร์เนต, อิเล็กโทรไลต์ที่เป็นของแข็งชนิด

เพอร์อฟสไกต์, อิเล็กโทรไลต์ที่เป็นของแข็งชนิด NASICON, อิเล็กโทรไลต์ที่เป็นของแข็ง Li-P-O, อิเล็กโทรไลต์ที่เป็นของแข็งซึ่งมีส่วนประกอบหลักเป็น Li-B-O และที่คล้ายกันนี้ ตัวอย่างของ อิเล็กโทรไลต์ที่เป็นของแข็งชนิดการันเตจรวมถึงสิ่งที่ได้แก่ $\text{Li}_7\text{La}_3\text{Zr}_2\text{O}_{12}$, $\text{Li}_{7-x}\text{La}_3(\text{Zr}_{2-x}\text{Nb}_x)\text{O}_{12}$ ($0 \leq x \leq 2$), $\text{Li}_5\text{La}_3\text{Nb}_2\text{O}_{12}$ และที่คล้ายกันนี้ ตัวอย่างของอิเล็กโทรไลต์ที่เป็นของแข็งชนิด เพอร์อฟสไกต์จะรวมถึง (Li, La) TiO_3 , (Li, La) NbO_3 , (Li, Sr) (Ta, Zr) O_3 และที่คล้ายกันนี้ ตัวอย่าง 5 ของอิเล็กโทรไลต์ที่เป็นของแข็งชนิด NASICON จะรวมถึง Li (Al, Ti) $(\text{PO}_4)_3$, Li(Al, Ga) $(\text{PO}_4)_3$ และที่คล้ายกันนี้ ตัวอย่างของอิเล็กโทรไลต์ที่เป็นของแข็งซึ่งมีส่วนประกอบหลักเป็น Li-P-O จะรวมถึง Li_3PO_4 , LIPON (สารประกอบซึ่งมีบางส่วนของ O ใน Li_3PO_4 ได้ถูกแทนที่โดย N) ตัวอย่าง ของอิเล็กโทรไลต์ที่เป็นของแข็งซึ่งส่วนประกอบหลักเป็น Li-B-O จะรวมถึงสารประกอบซึ่งบางส่วน 10 ของ O ใน Li_3BO_3 , Li_3BO_3 ได้ถูกแทนที่โดย C

ตัวอย่างที่เหมาะสมของอิเล็กโทรไลต์ที่เป็นของแข็งของฮาโลเจนคืออิเล็กโทรไลต์ที่เป็น ของแข็งซึ่งรวมถึง Li, M และ X (โดยที่ M นำเสนอธาตุอย่างน้อย 1 ชนิดจาก Ti, Al หรือ Y และ X จะนำเสนอ F, Cl หรือ Br) สิ่งที่ยังประสงค์เป็นพิเศษคือ $\text{Li}_{6-3z}\text{Y}_z\text{X}_6$ (โดยที่ X นำเสนอ Cl หรือ Br และ z บรรลุตามความสัมพันธ์ $0 < z < 2$) และ $\text{Li}_{6-(4-x)b}(\text{Ti}_{1-x}\text{Al}_x)_b\text{F}_6$ (โดยที่ $0 < x < 1$, $0 < b \leq 1.5$) 15 จาก $\text{Li}_{6-3z}\text{Y}_z\text{X}_6$ จะเป็นที่ยังประสงค์กว่านั้นให้ใช้ Li_3YX_6 (X คือ Cl หรือ Br) จากมุมมองของการที่มี สภาพนำไฟฟ้าที่ดีเลิศของไอออนของลิเทียมและจะเป็นที่ยังประสงค์ยิ่งไปกว่านั้นอีกให้ใช้ Li_3YCl_6 ยิ่งไปกว่านั้น ตัวอย่างเช่น $\text{Li}_{6-(4-x)b}(\text{Ti}_{1-x}\text{Al}_x)_b\text{F}_6$ (โดยที่ $0 < x < 1$, $0 < b \leq 1.5$) จะเป็นที่ยังประสงค์ ให้เป็นส่วนประกอบอยู่ในอิเล็กโทรไลต์ที่เป็นของแข็งของอิเล็กโทรไลต์ที่เป็นของแข็งของซัลไฟด์ หรือสิ่งที่คล้ายกันนี้ด้วยเช่นกันจากมุมมองของการยับยั้งการสลายตัวจากการออกซิไดซ์ของ 20 อิเล็กโทรไลต์ที่เป็นของแข็งของซัลไฟด์

สารช่วยในการนำไฟฟ้า

ยิ่งไปกว่านั้น ชั้นของวัสดุออกฤทธิ์สำหรับอิเล็กโทรดลบอาจมีส่วนประกอบของสารช่วยใน การนำไฟฟ้าซึ่งเป็นส่วนประกอบที่ถูกเลือกตามใจชอบ ตัวอย่างของสารช่วยในการนำไฟฟ้าจะรวมถึง สิ่งที่ได้แก่ วัสดุที่เป็นคาร์บอน อย่างเช่น เส้นใยคาร์บอนที่เคปโตจากไอรอะเหย (VGCF), เชม่า 25 อะเซทิลีน (AB), เชม่าเคตเจน (KB), หลอดขนาดนาโนของคาร์บอน (CNT), เส้นใยขนาดนาโนของ คาร์บอน (CNF) และที่คล้ายกันนี้และวัสดุที่เป็นโลหะ อย่างเช่น นิกเกิล, อลูมิเนียม, เหล็กกล้าไร้สนิม และที่คล้ายกันนี้ ตัวอย่างเช่น สารช่วยในการนำไฟฟ้าอาจอยู่ในรูปแบบที่เป็นอนุภาคหรือรูปแบบ ที่เป็นเส้นใยและขนาดของสิ่งดังกล่าวก็ไม่ได้ถูกจำกัดไว้เป็นพิเศษ สารช่วยในการนำไฟฟ้าอาจถูก นำมาใช้เพียงลำพังในลักษณะที่เป็นสปีชีส์หนึ่งของสิ่งดังกล่าวหรืออาจถูกนำมาใช้ในลักษณะที่เป็นการ 30 ผสมผสานกันตั้งแต่สองสปีชีส์ขึ้นไปของสิ่งดังกล่าว

ชั้นของวัสดุออกฤทธิ์สำหรับอิเล็กโทรดลบสามารถถูกสร้างขึ้นได้โดยการนำตัวรวบรวมกระแสไฟฟ้าของอิเล็กโทรดลบมาเคลือบด้วยสารเคลือบซึ่งเป็นผลจากการผสมซิลิคอนที่เป็นรูพรุนของเนื้อหาที่เปิดเผยในที่นี้เข้าด้วยกันกับส่วนประกอบที่ถูกเลือกตามใจชอบ อย่างเช่น อิเล็กโทรไลต์ที่เป็นของแข็ง, สารช่วยในการนำไฟฟ้าและที่คล้ายกันนี้ สารเคลือบชั้นตามที่อ้างถึงในที่นี้อาจถูกเตรียมขึ้นได้โดยการเติมซิลิคอนที่เป็นรูพรุนและส่วนประกอบที่ถูกเลือกมาโดยอิสระ อย่างเช่น อิเล็กโทรไลต์ที่เป็นของแข็ง, สารช่วยในการนำไฟฟ้าและที่คล้ายกันนี้ลงไปยังสารละลายของเรซินหรือตัวทำละลายที่มีเรซินกระจายอยู่และจากนั้นจึงทำการนวด

เรซิน

เรซินไม่ได้ถูกจำกัดไว้เป็นพิเศษและเรซินที่หลากหลายซึ่งเป็นที่รู้จักกันว่าเป็นวัสดุสำหรับใช้ทำโครงสร้างของแบตเตอรี่ทุติยภูมิอาจถูกนำมาใช้สำหรับสิ่งดังกล่าวได้ ตัวอย่างของเรซินอาจเป็นสิ่งที่ได้แก่ อย่างน้อยหนึ่งสปีชีส์ซึ่งถูกเลือกมาจากสารยึดเกาะซึ่งมีส่วนประกอบหลักเป็นยางบิวทาไดอิน (BR), สารยึดเกาะซึ่งมีส่วนประกอบหลักเป็นยางบิวทิล (IIR), สารยึดเกาะซึ่งมีส่วนประกอบหลักเป็นยางอะครีเลต-บิวทาไดอิน (ABR), สารยึดเกาะซึ่งมีส่วนประกอบหลักเป็นยางสไตรีน-บิวทาไดอิน (SBR), สารยึดเกาะซึ่งมีส่วนประกอบหลักเป็นโพลีไวนิลิดีนฟลูออไรด์ (PVdF), สารยึดเกาะซึ่งมีส่วนประกอบหลักเป็นโพลีเตตระฟลูออโรเอทิลีน (PTFE), สารยึดเกาะซึ่งมีส่วนประกอบหลักเป็นโพลีอิมิด (PI), สารยึดเกาะซึ่งมีส่วนประกอบหลักเป็นคาร์บอนกัมมะกอกซีเมทิลเซลลูโลส (CMC), สารยึดเกาะซึ่งมีส่วนประกอบหลักเป็นโพลีอะครีลอะซิเตต, สารยึดเกาะซึ่งมีส่วนประกอบหลักเป็นเอสเทอร์ของกรดโพลีอะคริลิกและที่คล้ายกันนี้ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง สารยึดเกาะซึ่งมีส่วนประกอบหลักเป็น PVdF จะมีคุณสมบัติด้านสมรรถนะสูง สารยึดเกาะซึ่งมีส่วนประกอบหลักเป็น PVdF อาจเป็นโคโพลิเมอร์ซึ่งรวมถึงหน่วยที่ได้จากโมโนเมอร์นอกเหนือไปจาก VdF โพลีเมอร์อาจเป็นสปีชีส์หนึ่งที่น่ามาใช้ตามลำพังหรืออาจมีการนำตั้งแต่สองสปีชีส์มาใช้ผสมผสานกันก็ได้

เมื่อถือว่าชั้นของวัสดุออกฤทธิ์สำหรับอิเล็กโทรดลบทั้งหมด (ปริมาณประกอบที่เป็นของแข็งทั้งหมด) เป็น 100% โดยน้ำหนัก ปริมาณประกอบของซิลิคอนที่เป็นรูพรุนในชั้นของวัสดุออกฤทธิ์สำหรับอิเล็กโทรดลบก็อาจมีค่าน้อย 40% โดยน้ำหนัก, อย่างน้อย 50% โดยน้ำหนัก, อย่างน้อย 60% โดยน้ำหนักหรืออย่างน้อย 70% โดยน้ำหนัก เป็นต้น และอาจไม่มากกว่า 100% โดยน้ำหนักหรือไม่มากกว่า 90% โดยน้ำหนักได้เช่นกัน ตัวอย่างเช่น รูปทรงของชั้นของวัสดุออกฤทธิ์สำหรับอิเล็กโทรดลบไม่ได้ถูกจำกัดไว้เป็นพิเศษและอาจเป็นชั้นของวัสดุออกฤทธิ์สำหรับอิเล็กโทรดลบซึ่งมีรูปทรงเป็นแผ่นโดยมีพื้นผิวที่แบนราบเป็นสาระสำคัญ ความหนาของชั้นของวัสดุออกฤทธิ์สำหรับอิเล็กโทรดลบไม่ได้ถูกจำกัดไว้เป็นพิเศษและอาจมีค่าน้อย 0.1 ไมโครเมตร, อย่างน้อย

1 ไมโครเมตรหรืออย่างน้อย 10 ไมโครเมตร เป็นต้น และอาจไม่มากกว่า 2 มิลลิเมตร, ไม่มากกว่า 1 มิลลิเมตรหรือไม่มากกว่า 500 ไมโครเมตรได้เช่นกัน

ขอให้สังเกตว่าในชั้นของอิเล็กโทรดลบของเนื้อหาที่เปิดเผยในที่นี้ อิเล็กโทรไลต์ซึ่งเป็นส่วนประกอบอยู่ในชั้นของวัสดุออกฤทธิ์สำหรับอิเล็กโทรดลบอาจเป็นอิเล็กโทรไลต์ที่เป็นของแข็ง, 5 อาจเป็นอิเล็กโทรไลต์ที่เป็นของเหลว (สารละลายของอิเล็กโทรไลต์) หรืออาจเป็นการผสมผสานของสิ่งดังกล่าว โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ประสิทธิภาพที่เป็นข้อได้เปรียบที่สูงยิ่งขึ้นไปอีกอาจได้มาในทันทีเมื่อชั้นของวัสดุออกฤทธิ์สำหรับอิเล็กโทรดลบมีส่วนประกอบของอิเล็กโทรไลต์ที่เป็นของแข็งเป็นอย่างน้อยในลักษณะที่เป็นอิเล็กโทรไลต์ กล่าวคือ ชั้นของอิเล็กโทรดลบของเนื้อหาที่เปิดเผยในที่นี้จะเป็นที่พึงประสงค์ให้มีส่วนประกอบของซิลิคอนที่เป็นรูปพ่นตามท่อระบายและอิเล็กโทรไลต์ 10 ที่ เป็นของแข็งซึ่งถูกจัดใส่ไว้ตรงบริเวณโดยรอบของสิ่งดังกล่าว ชั้นของวัสดุออกฤทธิ์สำหรับอิเล็กโทรดลบจะเป็นที่พึงประสงค์ให้เป็นชั้นจากบรรดาอิเล็กโทรไลต์ที่เป็นของแข็งซึ่งรวมถึงอิเล็กโทรไลต์ที่เป็นของแข็งของซัลไฟด์และยิ่งไปกว่านั้น ในบรรดาสิ่งเหล่านี้ยังเป็นที่พึงประสงค์ให้เป็นสิ่งที่รวมถึงอิเล็กโทรไลต์ที่เป็นของแข็งของซัลไฟด์ที่มีส่วนประกอบของ Li, S และ P ซึ่งเป็นธาตุทางเคมีของโครงสร้างของสิ่งดังกล่าว

15 วัสดุใดๆ ที่นำมาใช้โดยทั่วไปเป็นตัวรวบรวมกระแสไฟฟ้าของอิเล็กโทรดลบในแบตเตอรี่อาจถูกนำมาใช้เป็นตัวรวบรวมกระแสไฟฟ้าของอิเล็กโทรดลบได้ ตัวรวบรวมกระแสไฟฟ้าของอิเล็กโทรดลบอาจอยู่ในรูปแบบที่เป็นฟอยล์, รูปแบบที่เป็นแผ่น, รูปแบบที่เป็นตาข่าย, รูปแบบที่เป็นโลหะที่ถูกเจาะ, ตัวขึ้นส่วนที่เป็นโฟมหรือสิ่งที่คล้ายกันนี้ ตัวรวบรวมกระแสไฟฟ้าของอิเล็กโทรดลบอาจเป็นฟอยล์โลหะหรือตาข่ายโลหะหรืออาจเป็นแผ่นคาร์บอนก็ได้ ตัวรวบรวมกระแสไฟฟ้าของ 20 อิเล็กโทรดลบอาจถูกจัดโครงสร้างจากฟอยล์จำนวนมากกว่าหนึ่งแผ่นหรือแผ่นวัสดุก็ได้ ตัวอย่างของโลหะที่จัดโครงสร้างให้กับตัวรวบรวมกระแสไฟฟ้าของอิเล็กโทรดลบจะรวมถึง Cu, Ni, Cr, Au, Pt, Ag, Al, Fe, Ti, Zn, Co, เหล็กกล้าไร้สนิมและที่คล้ายกันนี้ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง จากมุมมองของการรับประกันการต้านทานการรีดิวซ์และมุมมองของการที่ไม่มีส่วนในการทำให้เกิดโลหะผสมกับลิเทียม ตัวรวบรวมกระแสไฟฟ้าของอิเล็กโทรดลบก็จะเป็นที่พึงประสงค์ให้รวมถึงอย่างน้อยหนึ่งสปีชีส์ของ 25 โลหะซึ่งถูกเลือกมาจาก Cu, Ni หรือเหล็กกล้าไร้สนิม ตัวรวบรวมกระแสไฟฟ้าของอิเล็กโทรดลบอาจรวมถึงบางรูปแบบของการเคลือบชั้นลงบนพื้นผิวของสิ่งดังกล่าวเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์อย่างเช่น การต้านทานการปรับแต่ง ยิ่งไปกว่านั้น ตัวรวบรวมกระแสไฟฟ้าของอิเล็กโทรดลบยังอาจเป็นหนึ่งในโลหะในข้างต้นที่ได้ถูกชุบหรือถูกเคลือบทับด้วยไอระเหยลงบนฟอยล์โลหะหรือบนฐานรอง ยิ่งไปกว่านั้น ในกรณีที่ตัวรวบรวมกระแสไฟฟ้าของอิเล็กโทรดลบถูกจัดโครงสร้างจาก 30 ฟอยล์โลหะจำนวนมากกว่าหนึ่งแผ่น บางรูปแบบของชั้นนี้อาจรวมอยู่ระหว่างฟอยล์โลหะจำนวน

มากกว่าหนึ่งแผ่น ความหนาของตัวรวบรวมกระแสไฟฟ้าของอิเล็กโทรดลบ ไม่ได้ถูกจำกัดไว้เป็นพิเศษ ตัวอย่างเช่น ความหนา อาจมีค่าน้อย 0.1 ไมโครเมตรหรืออย่างน้อย 1 ไมโครเมตรและอาจไม่มากกว่า 1 มิลลิเมตรหรือไม่มากกว่า 100 ไมโครเมตรได้เช่นกัน

แบตเตอรี่ทุติยภูมิ

5 แบตเตอรี่ทุติยภูมิของเนื้อหาที่เปิดเผยในที่นี้จะรวมถึงชั้นของอิเล็กโทรดลบตามที่ได้อธิบายไปในข้างต้น, ชั้นของอิเล็กโทรดบวกซึ่งรวมถึงตัวรวบรวมกระแสไฟฟ้าของอิเล็กโทรดบวกและชั้นของวัสดุออกฤทธิ์สำหรับอิเล็กโทรดบวกซึ่งรวมถึงวัสดุออกฤทธิ์สำหรับอิเล็กโทรดบวกซึ่งถูกจัดใส่ไว้บนผิวหน้าแห่งใดแห่งหนึ่งหรือทั้งสองแห่งของตัวรวบรวมกระแสไฟฟ้าของอิเล็กโทรดบวกและชั้นของอิเล็กโทรไลต์ซึ่งถูกจัดใส่ไว้ระหว่างชั้นของอิเล็กโทรดลบและชั้นของอิเล็กโทรดบวก

10 แบตเตอรี่ทุติยภูมิของเนื้อหาที่เปิดเผยในที่นี้จะรวมถึงชั้นของอิเล็กโทรดลบซึ่งสามารถยับยั้งการขยายตัวและการหดตัวในขณะที่มีการอัดประจุไฟฟ้าและการคายประจุไฟฟ้าตามที่ได้อธิบายไปในข้างต้นและด้วยเหตุนี้ จึงสามารถรักษาคุณลักษณะของแบตเตอรี่ที่ดัดเลิควิธีได้

ชั้นของอิเล็กโทรดบวกในแบตเตอรี่ทุติยภูมิของเนื้อหาที่เปิดเผยในที่นี้ไม่ได้จำกัดอยู่ที่โครงสร้างที่จำเพาะเจาะจงใดๆ ทรายใดที่ชั้นของอิเล็กโทรดบวกสามารถทำหน้าที่เป็นอิเล็กโทรดบวกของแบตเตอรี่ทุติยภูมิได้อย่างเหมาะสม ชั้นของวัสดุออกฤทธิ์สำหรับอิเล็กโทรดบวกจะมีส่วนประกอบ

15 ของวัสดุออกฤทธิ์สำหรับอิเล็กโทรดบวกเป็นอย่างน้อยและยังไปกว่านั้นยังอาจมีส่วนประกอบของอิเล็กโทรไลต์, สารช่วยในการนำไฟฟ้า, สารยึดเกาะและที่คล้ายกันนี้ซึ่งถูกเลือกมาตามใจชอบ ชั้นของวัสดุออกฤทธิ์สำหรับอิเล็กโทรดบวกอาจรวมถึงชนิดอื่นๆ ของสารเติมแต่ง วัสดุที่รู้จักกันซึ่งถูกนำมาใช้เป็นวัสดุออกฤทธิ์สำหรับอิเล็กโทรดบวกของแบตเตอรี่ทุติยภูมิอาจถูกนำมาใช้เป็น

20 วัสดุออกฤทธิ์สำหรับอิเล็กโทรดบวก ตัวอย่างของวัสดุออกฤทธิ์สำหรับอิเล็กโทรดบวกจะรวมถึงสิ่งที่ได้แก่ อย่างน้อยหนึ่งสปีชีส์ซึ่งถูกเลือกมาจากสารประกอบนานาชนิดที่มีส่วนประกอบของลิเทียม, กำมะถันที่เป็นธาตุ, สารประกอบของกำมะถันและที่คล้ายกันนี้ สารประกอบที่มีส่วนประกอบของลิเทียม ซึ่งทำหน้าที่เป็นวัสดุออกฤทธิ์สำหรับอิเล็กโทรดบวกอาจเป็นสารประกอบนานาชนิดที่มีส่วนประกอบของลิเทียม อย่างเช่น ลิเทียมโคบอลต์ออกไซด์, ลิเทียมนิกเกิลออกไซด์, $\text{Li}_{1-x}\text{Ni}_x\text{Co}_{1/3}\text{Mn}_{1/3}\text{O}_{2+\delta}$, ลิเทียมแมงกานีส, ลิเทียมสารประกอบซึ่งมีส่วนประกอบหลักเป็นสปีเนล

25 (สปีเนลของ Li-Mn ซึ่งถูกแทนที่ด้วยธาตุที่ไม่เป็นเนื้อเดียวกันหรือสิ่งที่คล้ายกันนี้ซึ่งมีองค์ประกอบตามที่แสดงด้วย $\text{Li}_{1-x}\text{Mn}_{2-x-y}\text{M}_y\text{O}_4$ (โดยที่ M คือตั้งแต่หนึ่งสปีชีส์ขึ้นไปซึ่งถูกเลือกมาจาก Al, Mg, Co, Fe, Ni หรือ Zn), ลิเทียมไทเทเนต, ฟอสเฟตของโลหะลิเทียม (LiMPO_4 หรือสิ่งที่คล้ายกันนี้โดยที่ M คือตั้งแต่หนึ่งสปีชีส์ขึ้นไปซึ่งถูกเลือกมาจาก Fe, Mn, Co หรือ Ni) โดยเฉพาะอย่างยิ่ง สามารถคาดได้ว่า

30 จะมีประสิทธิผลที่มีข้อได้เปรียบสูงยิ่งขึ้นไปอีกในกรณีที่วัสดุออกฤทธิ์สำหรับอิเล็กโทรดบวกคือ

ออกไซด์ที่มีส่วนประกอบของลิเทียมซึ่งรวมถึงธาตุทางเคมีของโครงสร้างของ Li เป็นอย่างน้อย, ธาตุอย่างน้อยหนึ่งชนิดของ Ni, Co หรือ Mn และ O วัสดุออกฤทธิ์สำหรับอิเล็กโทรดบวกอาจเป็น สปิรียส์เดียวที่นำมาใช้ตามลำพังหรือตั้งแต่สองสปีรียส์ขึ้นไปนำมาใช้ผสมผสานกัน

รูปทรงของวัสดุออกฤทธิ์สำหรับอิเล็กโทรดบวกอาจเป็นรูปทรงใดๆ ที่นำมาใช้ตามปกติใน
 5 ลักษณะที่เป็นวัสดุออกฤทธิ์สำหรับอิเล็กโทรดบวกสำหรับแบตเตอรี่ ตัวอย่างเช่น วัสดุออกฤทธิ์ สำหรับอิเล็กโทรดบวกอาจเป็นรูปแบบของอนุภาค วัสดุออกฤทธิ์สำหรับอิเล็กโทรดบวกอาจมีแกน ที่บดตัน, อาจมีแกนกลวง, อาจรวมถึงโพรงและอาจเป็นรูพรุน วัสดุออกฤทธิ์สำหรับอิเล็กโทรดบวก อาจเป็นอนุภาคปฐุมภูมิและอาจเป็นอนุภาคทุติยภูมิซึ่งเป็นผลจากการจับตัวกันเป็นก้อนของจำนวน มากกว่าหนึ่งของอนุภาคปฐุมภูมิ ชั้นสำหรับปกป้องที่มีส่วนประกอบของออกไซด์ที่เป็นตัวนำไอออน
 10 อาจถูกจัดทำไว้บนพื้นผิวของวัสดุออกฤทธิ์สำหรับอิเล็กโทรดบวก ดังนั้น ลักษณะเช่นนี้จึงทำให้ สะดวกต่อการยับยั้งการทำปฏิกิริยาหรือสิ่งที่คล้ายกันนี้ระหว่างวัสดุออกฤทธิ์สำหรับอิเล็กโทรดบวก และซัลไฟด์ (ตัวอย่างเช่น อิเล็กโทรไลต์ที่เป็นของแข็งของซัลไฟด์) ตัวอย่างของออกไซด์ที่เป็นตัวนำ ไอออนจะรวมถึงสิ่งที่ได้แก่ Li_3BO_3 , LiBO_2 , Li_2CO_3 , LiAlO_2 , Li_4SiO_4 , Li_2SiO_3 , Li_3PO_4 , Li_2SO_4 , Li_2TiO_3 , $\text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12}$, $\text{Li}_2\text{Ti}_2\text{O}_5$, Li_2ZrO_3 , LiNbO_3 , Li_2MoO_4 , Li_2WO_4 หรือสิ่งที่คล้ายกันนี้

อิเล็กโทรไลต์ซึ่งรวมถึงชั้นของวัสดุออกฤทธิ์สำหรับอิเล็กโทรดบวกอาจเป็นอิเล็กโทรไลต์
 15 ที่ เป็นของแข็ง, อาจเป็นอิเล็กโทรไลต์ที่เป็นของเหลว (สารละลายของอิเล็กโทรไลต์) หรืออาจเป็น การผสมผสานกันของสิ่งดังกล่าว โดยเฉพาะอย่างยิ่ง แม้ว่าจะสามารถคาดได้ว่าจะมีประสิทธิภาพที่มี ข้อได้เปรียบสูงยิ่งขึ้นไปอีกเมื่อชั้นของวัสดุออกฤทธิ์สำหรับอิเล็กโทรดบวกจะรวมถึงอิเล็กโทรไลต์ ที่เป็นของแข็งเป็นอย่างน้อยซึ่งเป็นอิเล็กโทรไลต์ อิเล็กโทรไลต์ที่เป็นของแข็งที่ระบุไว้ภายใต้หัวข้อ
 20 “ชั้นของอิเล็กโทรดลบ” ในข้างต้นอาจถูกนำมาใช้ สารช่วยในการนำไฟฟ้าซึ่งเป็นส่วนประกอบอยู่ใน ชั้นของวัสดุออกฤทธิ์สำหรับอิเล็กโทรดบวกอาจนำหนึ่งในสิ่งที่ระบุไว้ภายใต้หัวข้อ “ชั้นของ อิเล็กโทรดลบ” ในข้างต้นมาใช้ เรซินซึ่งเป็นส่วนประกอบอยู่ในชั้นของวัสดุออกฤทธิ์สำหรับ อิเล็กโทรดบวกอาจนำหนึ่งในสิ่งที่ระบุไว้ภายใต้หัวข้อ “ชั้นของอิเล็กโทรดลบ” ในข้างต้นมาใช้

โดยทั่วไปแล้ว ตัวรวบรวมกระแสไฟฟ้าของอิเล็กโทรดบวกเป็นชนิดใดๆ โดยทั่วไปที่นำมาใช้
 25 เป็นตัวรวบรวมกระแสไฟฟ้าของอิเล็กโทรดบวกสำหรับแบตเตอรี่ ยิ่งไปกว่านั้น ตัวรวบรวม กระแสไฟฟ้าของอิเล็กโทรดบวกยังอาจอยู่ในรูปแบบที่เป็นฟอยล์, รูปแบบที่เป็นแผ่น, รูปแบบ ที่เป็นตาข่าย, รูปแบบที่เป็นโลหะที่ถูกเจาะ, ตัวขึ้นส่วนที่เป็นโฟมหรือสิ่งที่คล้ายกันนี้ ตัวรวบรวม กระแสไฟฟ้าของอิเล็กโทรดบวกอาจถูกจัดโครงสร้างโดยฟอยล์โลหะหรือตาข่ายโลหะ โดยเฉพาะ อย่างยิ่ง ฟอยล์โลหะจะมีคุณลักษณะในการควบคุมที่ดีเลิศและที่คล้ายกันนี้ ตัวรวบรวมกระแสไฟฟ้า
 30 ของอิเล็กโทรดบวกอาจถูกจัดโครงสร้างจากจำนวนมากกว่าหนึ่งของแผ่นฟอยล์ ตัวอย่างของโลหะ

ที่จัดโครงสร้างให้กับตัวรวบรวมกระแสไฟฟ้าของอิเล็กโทรดบวกจะรวมถึง Cu, Ni, Cr, Au, Pt, Ag, Al, Fe, Ti, Zn, Co, เหล็กกล้าไร้สนิมและที่คล้ายกันนี้ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง จากมุมมอง อย่างเช่น การรับประกันการต้านทานการออกซิไดซ์, ตัวรวบรวมกระแสไฟฟ้าของอิเล็กโทรดบวกอาจรวมถึง Al ตัวรวบรวมกระแสไฟฟ้าของอิเล็กโทรดบวกอาจรวมถึงชั้นเคลือบบางชนิดบนพื้นผิวของสิ่ง

5 ดังกล่าวเพื่อวัตถุประสงค์ อย่างเช่น การปรับแต่งสภาพการต้านทาน ยิ่งไปกว่านั้น ตัวรวบรวมกระแสไฟฟ้าของอิเล็กโทรดบวกอาจถูกจัดทำขึ้นได้โดยการที่โลหะในข้างต้นถูกชุบหรือไอระเหยที่เคลือบทับลงบนพอลิโลหะหรือบนฐานรอง

ชั้นของอิเล็กโทรไลต์ในแบตเตอรี่ทุติยภูมิของเนื้อหาที่เปิดเผยในที่นี้อาจเป็นชั้นที่รวมถึงอิเล็กโทรไลต์ที่เป็นของแข็งแต่ไม่ได้รวมถึงอิเล็กโทรไลต์ที่เป็นของเหลว, อาจเป็นชั้นที่รวมถึง

10 อิเล็กโทรไลต์ที่เป็นของเหลว (สารละลายของอิเล็กโทรไลต์ที่ไม่มีน้ำเป็นส่วนประกอบ) แต่ไม่ได้รวมถึงอิเล็กโทรไลต์ที่เป็นของแข็งและอาจเป็นชั้นที่รวมถึงทั้งอิเล็กโทรไลต์ที่เป็นของแข็งและอิเล็กโทรไลต์ที่เป็นของเหลว ในรูปลักษณะหนึ่งของแบตเตอรี่ทุติยภูมิของเนื้อหาที่เปิดเผยในที่นี้ แบตเตอรี่ทุติยภูมิที่ใช้ไอออนของลิเทียม 1 ตามที่แสดงให้เห็นในรูปที่ 1 จะรวมถึงชั้นของอิเล็กโทรดบวก 2 ซึ่งรวมถึงตัวรวบรวมกระแสไฟฟ้าของอิเล็กโทรดบวก 5 และชั้นของวัสดุออกฤทธิ์สำหรับ

15 อิเล็กโทรดบวก 6, ชั้นของอิเล็กโทรดลบ 3 ซึ่งรวมถึงตัวรวบรวมกระแสไฟฟ้าของอิเล็กโทรดลบ 7 และชั้นของวัสดุออกฤทธิ์สำหรับอิเล็กโทรดลบ 8 และชั้นของอิเล็กโทรไลต์ 4 ซึ่งถูกใส่แทรกไว้ระหว่างชั้นของอิเล็กโทรดบวก 2 และชั้นของอิเล็กโทรดลบ 3 ขอให้สังเกตว่า เมื่อชั้นของอิเล็กโทรไลต์ 4 มีส่วนประกอบของอิเล็กโทรไลต์ที่เป็นของเหลวก็จะเป็นที่พึงประสงค์ให้ชั้นของอิเล็กโทรไลต์ 4 รวมถึงตัวคั่นเพื่อให้เกิดฉนวนระหว่างชั้นของอิเล็กโทรดบวก 2 และชั้นของ

20 อิเล็กโทรดลบ 3 ในขณะที่ยังคงกักอิเล็กโทรไลต์ที่เป็นของเหลวไว้ ยิ่งไปกว่านั้น เมื่อชั้นของอิเล็กโทรไลต์ 4 จะรวมถึงอิเล็กโทรไลต์ที่เป็นของแข็ง ชั้นของอิเล็กโทรไลต์ 4 อาจรวมถึงสารยึดเกาะที่ถูกเลือกได้อย่างอิสระหรือสิ่งที่คล้ายกันนั้นนอกเหนือไปจากอิเล็กโทรไลต์ที่เป็นของแข็ง โดยเฉพาะอย่างยิ่ง เมื่อวัสดุออกฤทธิ์สำหรับอิเล็กโทรดลบและอิเล็กโทรดบวกของเนื้อหาที่เปิดเผยในที่นี้ถูกนำมาใช้ก็จะเป็นที่พึงประสงค์ให้ชั้นของอิเล็กโทรไลต์ 4 รวมถึงอิเล็กโทรไลต์ที่เป็นของแข็งแต่ไม่ได้

25 รวมถึงอิเล็กโทรไลต์ที่เป็นของเหลวหรือจะรวมถึงอิเล็กโทรไลต์ที่เป็นของเหลวและอิเล็กโทรไลต์ที่เป็นของแข็ง

อิเล็กโทรไลต์ที่เป็นของเหลวอาจนำสารละลายของอิเล็กโทรไลต์ที่ไม่มีน้ำเป็นส่วนประกอบใดๆ ซึ่งตามปกติจะถูกนำมาใช้ในแบตเตอรี่ทุติยภูมิที่ใช้ไอออนของลิเทียมที่ไม่มีน้ำเป็นส่วนประกอบมาใช้ได้โดยไม่มีข้อจำกัด สารละลายของอิเล็กโทรไลต์ที่ไม่มีน้ำเป็นส่วนประกอบในลักษณะเช่นนี้

30 อาจเป็นองค์ประกอบที่มีส่วนประกอบของอิเล็กโทรไลต์สนับสนุนในตัวทำละลายที่ไม่มีน้ำเป็น

ส่วนประกอบ ตัวทำละลายที่ไม่มีน้ำเป็นส่วนประกอบอาจเป็นวัสดุซึ่งถูกเลือกมาจากกลุ่มที่ประกอบด้วยอิเล็กโทรไลต์อินทรีย์, ตัวทำละลายซึ่งมีส่วนประกอบหลักเป็นฟลูออโร, โพรพิลีนคาร์บอเนต (PC), โพลีเอทิลีนคาร์บอเนต (EC), ไดเอทิลคาร์บอเนต (DEC), ไดเมทิลคาร์บอเนต (DMC), เอทิลเมทิลคาร์บอเนต (EMC) และการผสมผสานกันของตั้งแต่สองสปีชีส์ขึ้นไปของ

5 สิ่งดังกล่าว ตัวอย่างของอิเล็กโทรไลต์สนับสนุนจะรวมถึงวัสดุซึ่งถูกเลือกมาจากกลุ่มที่ประกอบด้วย $\text{Li}(\text{FSO}_2)_2\text{N}$, LiPF_6 , LiBF_4 , LiClO_4 , LiAsF_6 , LiCF_3SO_3 , $\text{LiC}_4\text{F}_9\text{SO}_3$, $\text{LiN}(\text{CF}_3\text{SO}_2)_2$, $\text{LiC}(\text{CF}_3\text{SO}_2)_3$, สารประกอบของลิเทียม Li (เกลือลิเทียม) และการผสมผสานกันของตั้งแต่สองสปีชีส์ขึ้นไปของ

10 สิ่งดังกล่าว

ตัวคั่นที่นำมาใช้ในอิเล็กโทรไลต์ที่เป็นของเหลวอาจเป็นตัวคั่นใดๆ ที่นำมาใช้ตามปกติ

10 ในแบตเตอรี่ทุติยภูมิที่ใช้ไอออนของลิเทียมที่ไม่มีน้ำเป็นส่วนประกอบและตัวอย่างของสิ่งดังกล่าวจะรวมถึงสิ่งที่ได้แก่ เรซิน อย่างเช่น โพลีเอทิลีน (PE), โพลีโพรพิลีน (PP), โพลีเอสเตอร์และโพลีเอไมด์ ตัวคั่นอาจมีโครงสร้างแบบชั้นเดียวและอาจมีโครงสร้างแบบหลายชั้นก็ได้

ในลำดับต่อไปจะเป็นคำอธิบายในรายละเอียดในส่วนของเนื้อหาที่เปิดเผยในที่นี้โดยการยกตัวอย่าง อย่างไรก็ตาม ขอบเขตทางเทคนิคของเนื้อหาที่เปิดเผยในที่นี้ไม่ได้ถูกจำกัดไว้โดยตัวอย่าง

15 ในลำดับต่อไป

ตัวอย่างที่ 1

การผลิตซิลิคอนที่เป็นรูปพรุน

โซเดียมเมทาซิลิเกต (Na_2SiO_3 (ผลิตโดย Kojundo Chemical Laboratory Co., Ltd)) ถูกบดเป็นผงเป็นเวลา 3 นาทีโดยใช้ครกภายในตู้ปิดที่มีถุงมือสวมซึ่งมีบรรยากาศที่มีการเติมก๊าซอาร์กอน

20 ขนาดอนุภาคของโซเดียมเมทาซิลิเกตที่ถูกบดถูกวัดค่าด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (SEM) และพบว่าเป็นขนาดอนุภาคเฉลี่ย 9.8 ไมโครเมตร ในลำดับต่อไปก็ได้มีการตวง 1 กรัมของโซเดียมเมทาซิลิเกตที่ถูกบดออกมาและใส่ไว้ในเตาปฏิกรณ์สุญญากาศ ยิ่งไปกว่านั้น 2.55 กรัมของ Mg_2Si ถูกใส่ไว้ในเตาปฏิกรณ์สุญญากาศในตำแหน่งต่ำกว่าตำแหน่งที่มีการใส่โซเดียมเมทาซิลิเกตไว้ เตาปฏิกรณ์สุญญากาศถูกนำออกจากตู้ปิดที่มีถุงมือสวมและมีการอบเป็นเวลา

25 12 ชั่วโมงที่อุณหภูมิ 850° เซลเซียส ภายใต้สภาวะสุญญากาศ (ประมาณ 80 ปาสคาล) (กระบวนการรีดิวซ์) ขอให้สังเกตว่า ความเร็วของการเพิ่มอุณหภูมิภายในเตาปฏิกรณ์สุญญากาศคือ 10°เซลเซียส/นาที

ในลำดับต่อไป ผงภายหลังสิ้นสุดการทำปฏิกิริยาก็ได้ถูกปล่อยทิ้งไว้ให้เย็นลงตามธรรมชาติ 88.5 มิลลิลิตรของสารละลายที่มีน้ำเป็นส่วนประกอบของ HCl ในปริมาณ 6% โดยน้ำหนักถูกผสม

30 เข้ากับ 1 กรัมของผงที่ได้และมีการดำเนินกระบวนการทำความสะอาดในขณะที่มีการคนเป็นเวลา

1 ชั่วโมง ขอให้สังเกตว่า งานดังกล่าวนี้ถูกดำเนินการภายในตู้ปิดที่มีอุณหภูมิสูงซึ่งมีลักษณะเรียบง่าย ซึ่งได้มีการปล่อยก๊าซอาร์กอนเข้าไปก่อนแล้ว จากนั้นก็ได้มีการทำให้แห้งเป็นเวลา 12 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 120° เซลเซียส โดยใช้เครื่องทำให้แห้งด้วยสุญญากาศภายในตู้ปิดที่มีอุณหภูมิสูงซึ่งมีบรรยากาศที่มีการเติมก๊าซอาร์กอน ซิลิคอนที่เป็นรูปพรุนของตัวอย่างที่ 1 ถูกผลิตขึ้นตามที่ได้อธิบายไป

5 ในข้างต้น

ตัวอย่างที่ 2

ซิลิคอนที่เป็นรูปพรุนถูกผลิตขึ้นในลักษณะที่คล้ายกับในตัวอย่าง 1 ยกเว้นตรงที่สภาวะในการอบของโซเดียมเมทาซิลิเกตคือ 12 ชั่วโมงที่อุณหภูมิ 800° เซลเซียส.

ตัวอย่างที่ 3

10 ซิลิคอนที่เป็นรูปพรุนถูกผลิตขึ้นในลักษณะที่คล้ายกับในตัวอย่าง 1 ยกเว้นตรงที่สภาวะในการอบของโซเดียมเมทาซิลิเกตคือ 12 ชั่วโมงที่อุณหภูมิ 700° เซลเซียส

ตัวอย่างที่ 4

ซิลิคอนที่เป็นรูปพรุนถูกผลิตขึ้นในลักษณะที่คล้ายกับในตัวอย่าง 1 ยกเว้นตรงที่โซเดียมเมทาซิลิเกตไม่ได้ถูกบดเป็นผงโดยใช้ครก ขอให้สังเกตว่า โซเดียมเมทาซิลิเกตที่นำมาใช้ในตัวอย่างในที่นี้มี

15 ขนาดอนุภาคเฉลี่ย 30 ไมโครเมตร

ตัวอย่างเปรียบเทียบที่ 1

ซิลิคอนที่เป็นรูปพรุนถูกผลิตขึ้นในลักษณะที่คล้ายกับในตัวอย่าง 1 ยกเว้นตรงที่ SiO_2 (รหัสผลิตภัณฑ์: 010-70255, Kishida Chemical Co., Ltd.) ถูกนำมาใช้แทนโซเดียมเมทาซิลิเกต

ตัวอย่างเปรียบเทียบที่ 2

20 ซิลิคอนที่เป็นรูปพรุนถูกผลิตขึ้นในลักษณะที่คล้ายกับในตัวอย่างเปรียบเทียบที่ 1 ยกเว้นตรงที่สภาวะของการอบของ SiO_2 คือ 12 ชั่วโมงที่อุณหภูมิ 700° เซลเซียส

การวัดค่าคุณสมบัติทางกายภาพ

พื้นที่ผิวจำเพาะแบบ BET, ปริมาตรของรูพรุน V_p , ขนาดของรูพรุนเฉลี่ยและค่าสูงสุดของการกระจายของรูพรุนแบบ BJH ถูกวัดค่าสำหรับซิลิคอนที่เป็นรูปพรุนในแต่ละตัวอย่างของตัวอย่างที่ 1

25 ถึงตัวอย่างที่ 4 และตัวอย่างเปรียบเทียบที่ 1 และตัวอย่างเปรียบเทียบที่ 2 และมีการคำนวณอัตราส่วนของโพรงจากปริมาตรของรูพรุน V_p ยิ่งไปกว่านั้นยังมีการวัดปริมาณของโซเดียมที่เหลือสำหรับซิลิคอนที่เป็นรูปพรุนในแต่ละตัวอย่างของตัวอย่างที่ 1 ถึงตัวอย่างที่ 4

พื้นที่ผิวจำเพาะแบบ BET

มีการสวิตช์โดยใช้วิธีการ BET โดยมีช่วงของ $0.1 < P/P_0 < 0.25$ โดยเทียบกับไอโซเทิร์มของการดูดซับซึ่งได้มาโดยการดำเนินการวัดค่าการดูดซับก๊าซไนโตรเจนโดยใช้ BELSORP MAX X ของ MicrotracBEL Corporation และมีการคำนวณพื้นที่ผิวจำเพาะ

5 ปริมาตรของรูพรุน V_p

ปริมาตรของรูพรุน V_p ถูกคำนวณโดยการวิเคราะห์รูพรุนแบบเมโซโดยใช้วิธีการ BJH ของผลการวัดค่าการดูดซับก๊าซ (ด้านที่มีการดูดซับ)

ขนาดของรูพรุนเฉลี่ย

ขนาดของรูพรุนเฉลี่ยถูกคำนวณโดยการวิเคราะห์รูพรุนแบบเมโซโดยใช้วิธีการ BJH ของผลการวัดค่าการดูดซับก๊าซ (ด้านที่มีการดูดซับ)

ค่าสูงสุดของการกระจายของรูพรุนแบบ BJH

จากการวิเคราะห์ผลการวัดค่าการดูดซับก๊าซ (ด้านที่มีการดูดซับ) โดยใช้วิธีการ BJH ทำให้มีการคำนวณ dp ที่บ่งชี้ค่าสูงสุดถูกคำนวณออกมาเป็นค่าสูงสุดบนกราฟของการกระจายของรูพรุนซึ่งมีขนาดของรูพรุน dp ที่ได้มาบนแกนนอนและมี $dV_p/d\log(dp)$ บนแกนตั้ง

15 อัตราส่วนของโพรง

จากการวิเคราะห์ผลการวัดค่าการดูดซับก๊าซโดยใช้วิธีการ BJH ทำให้มีการนำปริมาตรของรูพรุน V_p ที่ได้จากการดำเนินการดังกล่าวมาใช้ในการคำนวณอัตราส่วนของโพรงโดยใช้สมการ $V_p/(V_p + 1/2.33) \times 100$ เนื่องจากความหนาแน่นจริงของ Si = 2.33 กรัม/เซนติเมตร³

ปริมาณโซเดียมที่เหลือ

20 ผงถูกละลายและ ICPS-8100 จาก Shimadzu Corporation ถูกนำมาใช้ในการหาปริมาณของโซเดียมปริมาณที่เหลือโดยอาศัยสเปกโตรสโคปีที่มีการปล่อยอะตอมของพลาสมาที่เชื่อมต่อแบบเหนี่ยวนำ (การวัดค่าด้วย ICP-AES) ตัวอย่างหนึ่งถูกละลายโดยการดำเนินการกระบวนการของกรดโดยใช้กรดไนตริกและกรดไฮโดรฟลูออริกและมีการคำนวณความเข้มข้นของ Na จากการเปรียบเทียบเส้นกราฟการปรับเทียบมาตรฐานสำหรับ Na

25 ผลลัพธ์

ผลลัพธ์ที่ถูกวัดค่าสำหรับคุณสมบัติทางกายภาพในข้างต้นสำหรับซิลิคอนที่เป็นรูพรุนของตัวอย่างที่ 1 ถึงตัวอย่างที่ 4 และตัวอย่างเปรียบเทียบที่ 1 และตัวอย่างเปรียบเทียบที่ 2 ถูกแสดงให้เห็นในตารางที่ 1

ตารางที่ 1

5		พื้นที่ผิว จำเพาะ แบบ BET (เมตร ² / กรัม)	ปริมาตร ของ รูพรุน Vp	ขนาดของรู พรุนเฉลี่ย (นาโนเมตร)	ค่าสูงสุดของ การกระจาย ของรูพรุน แบบ BJH (นาโนเมตร)	อัตราส่วน ของโพรง (%)	ปริมาณ โซเดียม ที่เหลือ (% โดย น้ำหนัก)
	ตัวอย่างที่ 1	63.8	1.1067	46.77	209.98	72.0562	1.33
	ตัวอย่างที่ 2	74.6	1.0442	31.311	105.64	70.87084	1.75
	ตัวอย่างที่ 3	230	1.0671	11.76	35.594	71.31665	2.61
10	ตัวอย่างที่ 4	110	0.8683	23.05	105.6	66.9218	9.71
	ตัวอย่าง เปรียบเทียบที่ 1	10.3	0.1418	44.248	>160	24.8343	-
	ตัวอย่าง เปรียบเทียบที่ 2	69.9	0.3563	15.282	35.594	45.36054	-

- 15 ยิ่งไปกว่านั้น อัตราส่วนของโพรงที่เกี่ยวข้องกับซิลิกอนที่เป็นรูพรุนสำหรับแต่ละตัวอย่างของ ตัวอย่างที่ 1 ถึงตัวอย่างที่ 4 และตัวอย่างเปรียบเทียบที่ 1 และตัวอย่างเปรียบเทียบที่ 2 มีแสดงให้เห็นใน รูปที่ 2 ยิ่งไปกว่านั้น ขนาดของรูพรุนเฉลี่ยที่ถูกวัดค่าสำหรับซิลิกอนที่เป็นรูพรุนสำหรับแต่ละตัวอย่าง ของตัวอย่างที่ 1 ถึงตัวอย่างที่ 4 และตัวอย่างเปรียบเทียบที่ 1 และตัวอย่างเปรียบเทียบที่ 2 ถูกแสดง ให้เห็นในรูปที่ 3 ยิ่งไปกว่านั้น พื้นที่ผิวจำเพาะแบบ BET ซึ่งถูกวัดค่าสำหรับซิลิกอนที่เป็นรูพรุน สำหรับแต่ละตัวอย่างของตัวอย่างที่ 1 ถึงตัวอย่างที่ 4 และตัวอย่างเปรียบเทียบที่ 1 และตัวอย่าง เปรียบเทียบที่ 2 ถูกแสดงให้เห็นในรูปที่ 4

- 25 ตามที่แสดงให้เห็นในตารางที่ 1 และรูปที่ 2 จะเห็นได้ชัดว่า เมื่อวัตถุดิบที่มีส่วนประกอบของ ซิลิกอนถูกนำมาใช้ก็จะสามารถผลิตซิลิกอนที่เป็นรูพรุนซึ่งมีอัตราส่วนของโพรงสูงกว่าเมื่อวัตถุดิบที่มี ส่วนประกอบของ SiO₂ ถูกนำมาใช้ ยิ่งไปกว่านั้น ตามที่แสดงให้เห็นในตารางที่ 1 และรูปที่ 3 จะเห็น ได้ชัดว่าสำหรับทั้งวัตถุดิบที่มีส่วนประกอบของซิลิกอนและวัตถุดิบที่มีส่วนประกอบของ SiO₂ ขนาดของรูพรุนเฉลี่ยของซิลิกอนที่เป็นรูพรุนจะขึ้นอยู่กับอุณหภูมิในการอบเมื่อวัตถุดิบถูกนำมาสัมผัส กับก๊าซของโลหะอัลคาไลเออร์ธ ยิ่งไปกว่านั้น ตามที่แสดงให้เห็นในตารางที่ 1 และรูปที่ 4 จะเห็นได้ชัด ว่าเมื่อวัตถุดิบที่มีส่วนประกอบของซิลิกอนถูกนำมาใช้ก็จะสามารถผลิตซิลิกอนที่เป็นรูพรุนซึ่งมีพื้นที่ ผิวจำเพาะแบบ BET สูงกว่าเมื่อวัตถุดิบที่มีส่วนประกอบของ SiO₂ ถูกนำมาใช้ ผลลัพธ์ในข้างต้นแสดง

- ให้เห็นว่าสามารถทำให้ได้ซิลิคอนที่เป็นรูปพรุนซึ่งมีอัตราส่วนของโพรงซึ่งมีค่าสูงโดยใช้วัตถุดิบที่มีส่วนประกอบของซิลิกาเกต, ชั้นของอิเล็กโทรดลบบซึ่งนำซิลิคอนที่เป็นรูปพรุนในลักษณะเช่นนี้มาใช้มีการขยายตัวและการหดตัวลดลงในขณะที่มีการอัดประจุไฟฟ้าและการคายประจุไฟฟ้าและแบตเตอรี่ทุติยภูมิซึ่งรักษาคุณสมบัติด้านสมรรถนะที่ดีเลิศของแบตเตอรี่ไว้สามารถถูกผลิตออกมาได้โดยรวมถึง
- 5 ชั้นของอิเล็กโทรดลบบในลักษณะเช่นนี้

5. คำอธิบายรูปเขียนโดยย่อ

รูปที่ 1 แสดงในลักษณะผังงานให้เห็นรูปลักษณะหนึ่งของแบตเตอรี่ทุติยภูมิของเนื้อหาที่เปิดเผยในที่นี้และเป็นภาคตัดขวางของส่วนที่เกี่ยวข้องกับสิ่งดังกล่าว

- รูปที่ 2 เป็นแผนภาพคุณลักษณะที่บ่งชี้อัตราส่วนของโพรงที่เกี่ยวข้องกับซิลิคอนที่เป็นรูปพรุน
- 10 ของตัวอย่างและตัวอย่างเปรียบเทียบ

รูปที่ 3 เป็นแผนภาพคุณลักษณะที่บ่งชี้ขนาดของรูปพรุนเฉลี่ยตามที่ถูกวัดค่าสำหรับซิลิคอนที่เป็นรูปพรุนของตัวอย่างและตัวอย่างเปรียบเทียบและ

รูปที่ 4 เป็นแผนภาพคุณลักษณะที่บ่งชี้พื้นที่ผิวจำเพาะแบบ BET ตามที่ถูกวัดค่าสำหรับซิลิคอนที่เป็นรูปพรุนของตัวอย่างและตัวอย่างเปรียบเทียบ

15 6. วิธีการในการประดิษฐ์ที่ดีที่สุด

ดังที่ได้กล่าวไว้แล้วในหัวข้อการเปิดเผยการประดิษฐ์โดยสมบูรณ์