

รายละเอียดการประดิษฐ์

ชื่อที่แสดงถึงการประดิษฐ์

ผ้าใยอินทรีย์และการใช้งานของผ้าใยอินทรีย์ดังกล่าว

การขอถือสิทธิย้อนหลัง

5 คำขอรับสิทธิบัตรนี้ขอถือสิทธิประโยชน์ของคำขอรับสิทธิบัตร ได้ทวัน เลขที่ 114113274 ที่ยื่นเมื่อวันที่ 8 เมษายน ค.ศ. 2025 โดยเนื้อหาทั้งหมดได้ถูกนำมารวมไว้ในที่นี้โดยการอ้างอิงสาขาวิทยาการที่เกี่ยวข้องกับการประดิษฐ์

10 การประดิษฐ์นี้จัดให้มีผ้าใยอินทรีย์ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ผ้าใยอินทรีย์ที่มีคุณสมบัติจำเพาะเชิงเทคนิคสเปกโทรสโกปีโฟโตอิเล็กตรอนด้วยรังสีเอกซ์ (X-ray Photoelectron Spectroscopy (XPS)) และพลังงานพื้นผิว การประดิษฐ์นี้จัดให้มีพรีเพก (prepreg), แผ่นลามิเนตหุ้มโลหะและแผงวงแบบพิมพ์ที่เตรียมขึ้นโดยใช้ผ้าใยอินทรีย์ดังกล่าว

ภูมิหลังของศิลปะหรือวิทยาการที่เกี่ยวข้อง

15 แผงวงแบบพิมพ์ (PCBs) เป็นชิ้นส่วนรองรับของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เพื่อรับชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์หลายชั้นที่เชื่อมต่อทางไฟฟ้าซึ่งกันและกันเพื่อจัดให้มีสภาพแวดล้อมการทำงานของวงจรที่มีความเสถียร แผงวงแบบพิมพ์ถูกผลิตขึ้นจากแผ่นลามิเนตหุ้มโลหะซึ่งประกอบขึ้นด้วยชั้นไดอิเล็กทริกและชั้นตัวนำไฟฟ้าแบบอัดเคลือบสลับกัน โดยทั่วไป แผงวงแบบพิมพ์ถูกเตรียมขึ้นได้ด้วยวิธีต่อไปนี้

20 ชั้นแรก วัสดุเสริมแรง (เช่น ใยแก้ว) ถูกทำให้ซึมเข้าไปในเรซิน (เช่น อีพ็อกซีเรซิน) จากนั้นวัสดุเสริมแรงที่ซึมเข้าไปในเรซินดังกล่าวก็ถูกบ่มให้เป็นสภาวะกึ่งบ่ม (ที่เรียกว่าระยะ B) เพื่อให้ได้พรีเพก หลังจากนั้น พรีเพกจำนวนที่กำหนดไว้แล้วถูกนำไปวางซ้อนเพื่อจัดให้มีชั้นไดอิเล็กทริก ชั้นตัวนำไฟฟ้า (เช่น แผ่นฟอยล์โลหะ) ถูกวางซ้อนบนพื้นผิวภายนอกอย่างน้อยหนึ่งด้านของชั้นไดอิเล็กทริกเพื่อจัดให้มีวัสดุแบบซ้อนทับกัน จากนั้น วัสดุแบบซ้อนทับกันนี้ถูกนำไปผ่านการอัดร้อน (ที่เรียกว่าระยะ C) เพื่อให้ได้ แผ่นลามิเนต ชั้นตัวนำไฟฟ้าที่พื้นผิวของแผ่นลามิเนตถูกกัดออกเพื่อสร้างรูปแบบวงจรแบบที่กำหนดไว้ สุดท้าย แผ่นลามิเนตที่ถูกกัดแล้วถูกนำไปผ่านกระบวนการเจาะเพื่อสร้างรูจำนวนมากบนแผ่นลามิเนตดังกล่าว และวัสดุตัวนำไฟฟ้าถูกเคลือบบนรูเหล่านั้นเพื่อสร้างรูทะลุ จึงทำให้ได้แผงวงแบบพิมพ์

30 ในกรณีเมื่อผ้าใยแก้วอินทรีย์ถูกนำมาใช้เป็นวัสดุเสริมแรงนั้น เนื่องจากผ้าใย แก้วอินทรีย์มีมอดูลัสของยัง (Young's modulus) ที่ต่ำ แผงวงแบบพิมพ์ที่ผลิตจากผ้าใยแก้วอินทรีย์จึงมีแนวโน้มที่จะเกิดการเปลี่ยนรูป ซึ่งส่งผลให้ชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ไม่สามารถงการเชื่อมต่อที่ดีกับชิ้นส่วนรองรับได้ ในกรณีเมื่อผ้าทอพอลิเมอร์อินทรีย์ถูกใช้ เป็นวัสดุเสริมแรงนั้น ในระหว่างกระบวนการชุบเรซินไม่สามารถเติมเต็มรูจนแต่ละรูของผ้าทอพอลิเมอร์อินทรีย์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ เนื่องจากแรง

ดึงผิวของเรซินไม่สอดคล้องกับแรงดึงผิวของผ้าทอพอลิเมอร์อินทรีย์ ส่งผลให้ หลังจากการอบ รูปทรงต่างๆ จึงปรากฏขึ้นบนพื้นผิวที่กึ่งบ่มที่ได้ ซึ่งบ่งชี้ถึงปัญหาต่างๆ เช่น การขูดเรซินไม่เพียงพอ การหลุดร่อนของฟริเพก และอื่นๆ ซึ่งส่งผลเสียต่อประสิทธิภาพของแผงวงแบบพิมพ์ที่ผลิตขึ้น

5 เอกสาร CN 116638836 A เปิดเผยถึงวิธีการเตรียมแผ่นเคลือบลามิเนตชนิดเสริมแรงด้วยผ้าใย  
ผลึกเหลว ที่ซึ่ง ผ้าใยผลึกเหลวถูกบำบัดด้วยพลาสมาและจากนั้นจุ่มลงในสารละลายผสมของพอลิได  
อิน สารยึดติด และตัวทำละลายเพื่อให้ได้ผ้าใยผลึกเหลวที่ปรับปรุงแล้ว เอกสาร CN 116039186 A  
เปิดเผยถึงวิธีการเตรียมแผ่นคอม โพลีชนิดไดอิเล็กทริกค่าที่ทำจากผ้าทอใยพอลิเมอร์ผลึกเหลว ที่ซึ่ง  
แผ่นคอม โพลีดังกล่าวถูกเตรียมขึ้นจากผ้าทอใยพอลิเมอร์ผลึกเหลวและเรซินฟลูออโรคาร์บอน และ  
10 ผ้าทอใยพอลิเมอร์ผลึกเหลวดังกล่าวถูกนำไปผ่านการบำบัดพื้นผิวด้วยพลาสมา เอกสาร TW I798323  
B เปิดเผยถึงเส้นใยพอลิเอสเทอร์อะโรมาติกทั้งหมดที่ถูกปรับปรุงพื้นผิว โดยที่อัตราส่วนของจำนวน  
อะตอมออกซิเจนต่อจำนวนอะตอมคาร์บอนบนพื้นผิวเส้นใยคือ 30% ถึง 60% วิธีการเพื่อดำเนินการ  
ปรับปรุงพื้นผิวตามที่อธิบายไว้โดยเอกสาร TW I798323 B นั้น ประกอบด้วยการใช้สารที่มี  
ออกซิเจนว่องไวให้ทำปฏิกิริยาบนเส้นใยพอลิเอสเทอร์อะโรมาติกทั้งหมดที่มีพอลิเมอร์พอลิเอ  
สเทอร์อะโรมาติกทั้งหมด

15 อย่างไรก็ตาม แผ่นลามิเนตหุ้มโลหะที่ผลิตขึ้นตามงานที่ปรากฏอยู่แล้วยังไม่สามารถมีข้อดี  
ของค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวทางความร้อนต่ำ (CTE) ประสิทธิภาพการต้านทานความเสื่อมสภาพที่  
ดี ความต้านทานความร้อนที่ดีหลังการดูดซับความชื้น และ อัตราการดูดซึมน้ำต่ำในเวลาเดียวกันได้  
ดังนั้น จึงยังคงเป็นที่ต้องการที่จะจัดหาวัสดุอิเล็กทรอนิกส์ที่มีข้อดีทั้งหมดที่กล่าวมาข้างต้น ในเวลา  
เดียวกันได้

#### 20 ลักษณะและความมุ่งหมายของการประดิษฐ์

เมื่อพิจารณาปัญหาทางเทคนิคข้างต้น การประดิษฐ์นี้จึงจัดให้มีผ้าใยอินทรีย์ที่มีคุณสมบัติ  
จำเพาะเชิงเทคนิคสเปกโตรสโกปีโฟโตสโตนด้วยรังสีเอกซ์ (XPS) และพลังงานพื้นผิว ได้มีการ  
ค้นพบว่า ด้วยการควบคุมคุณสมบัติ XPS และพลังงานพื้นผิวที่เกี่ยวข้องของผ้าใยอินทรีย์ให้อยู่ในช่วง  
จำเพาะต่างๆ แล้ว แผ่นลามิเนตหุ้มโลหะที่ถูกเตรียมขึ้นโดยใช้ผ้าใยอินทรีย์เป็นวัสดุเสริมแรงนั้น  
25 สามารถมีความต้านทานความร้อนที่ดีหลังการดูดซับความชื้น (ที่แสดงออกมาโดยคุณสมบัติการซุบ),  
อัตราการดูดซึมน้ำต่ำ อัตราการเปลี่ยนแปลงขนาดค่า (กล่าวคือ ค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวทางความ  
ร้อน (CTE)) และ ประสิทธิภาพการต้านทานความเสื่อมสภาพที่ดี (ที่แสดงออกมาโดย  $\Delta Df$ ) ในเวลา  
เดียวกันได้

ดังนั้น วัตถุประสงค์หนึ่งของการประดิษฐ์นี้คือการจัดให้มีผ้าใยอินทรีย์ซึ่งประ  
30 กอบด้วยเส้นใยพอลิเมอร์ ที่ซึ่ง เมื่อวัดด้วย XPS แล้ว ผ้าใยอินทรีย์มีปริมาณ C 1s (C-N) อยู่ในช่วง 1  
อะตอม% ถึง 21 อะตอม% และปริมาณ C 1s (O-C=O) อยู่ในช่วงจาก 1 อะตอม% ถึง 14 อะตอม% และ

มีพลังงานพื้นผิวอยู่ในช่วงจาก 50 dyn/ซม ถึง 60 dyn/ซม ที่ซึ่งการวัด XPS ถูกดำเนินการภายใต้เงื่อนไขดังต่อไปนี้คือ ความยาวคลื่นของรังสีเอกซ์ 400  $\mu\text{m}$ , มุมตกกระทบของรังสีเอกซ์ 90° และเวลาการสแกน 15 นาที

- 5      ในรูปแบบหนึ่งของการประดิษฐ์นี้ เมื่อวัดด้วย XPS แล้ว ผ้าใยอินทรีย์มีปริมาณ C 1s (C-N) อยู่ในช่วง 5 อะตอม% ถึง 15 อะตอม% และมีปริมาณ C 1s (O-C=O) อยู่ในช่วงจาก 5 อะตอม% ถึง 10 อะตอม%

ในรูปแบบหนึ่งของการประดิษฐ์นี้ ผ้าใยอินทรีย์มีพลังงานพื้นผิวอยู่ในช่วงจาก 52 dyn/ซม ถึง 58 dyn/ซม

- 10     ในรูปแบบหนึ่งของการประดิษฐ์นี้ เมื่อวัดด้วย XPS แล้ว ผ้าใยอินทรีย์มีปริมาณ C 1s (C-C, C-H) อยู่ในช่วงจาก 65 อะตอม% ถึง 98 อะตอม%

- 15     ในรูปแบบหนึ่งของการประดิษฐ์นี้ เมื่อวัดด้วย XPS แล้ว ผ้าใยอินทรีย์มีปริมาณ C 1s (C-F) อยู่ในช่วงจาก 49 อะตอม% ถึง 51 อะตอม% โดยเฉพาะอย่างยิ่ง เมื่อวัดด้วย XPS แล้ว ผ้าใยอินทรีย์มีปริมาณ C 1s (C-F) อยู่ในช่วงจาก 49 อะตอม% ถึง 51 อะตอม%, มีปริมาณ C 1s (C-C, C-H) อยู่ในช่วง 47 อะตอม% ถึง 49 อะตอม% ปริมาณ C 1s (C-N) อยู่ในช่วงจาก 1 อะตอม% ถึง 2 อะตอม% และปริมาณ C 1s (O-C=O) อยู่ในช่วงจาก 1 อะตอม% ถึง 2 อะตอม%

- 20     ในรูปแบบหนึ่งของการประดิษฐ์นี้ เส้นใยพอลิเมอร์ถูกเลือกจากกลุ่มที่ประกอบด้วย เส้นใยพอลิเอทิลีน เทเรฟทาเลต (PET) เส้นใยพอลิโพรพิลีน, เส้นใยพอลิเอไมด์, เส้นใยพอลิอิไมด์, เส้นใยพอลิเอทิลีน, เส้นใยโพลีเอทิลีนอิมิน (PEI) เส้นใย พอลิ-p-ฟีนิลีนเบนโซบิสไซโรอาโซล เส้นใยพอลิไพริโดบีซิมิดาโซล (PIPD) เส้นใยพอลิเบนโซไซโรอาโซล เส้นใยพอลิเตตราฟลูออโรเอทิลีน (PTFE) เส้นใยพอลิเมอร์ผลึกเหลว (LCP) และส่วนผสมของเส้นใยเหล่านี้ ในรูปแบบที่ดึกว่าของการประดิษฐ์นี้ เส้นใยพอลิเมอร์ต่างๆ ดังกล่าวคือ เส้นใย LCP เส้นใย PET เส้นใย PEI หรือเส้นใย PTFE

- 25     ในรูปแบบหนึ่งของการประดิษฐ์นี้ พลังงานพื้นผิวของผ้าใยอินทรีย์ถูกวัดด้วยวิธี Owens-Wendt-Rabel-Kaelble โดยใช้น้ำและไดโอะไอโดมิเทนเป็นของเหลวทดสอบ ด้วยขนาดหยดของของเหลวทดสอบ 2 ไมโครลิตร

- 30     ในรูปแบบหนึ่งของการประดิษฐ์นี้ ผ้าใยอินทรีย์ถูกปรับปรุงด้วยวิธีที่เลือกจากกลุ่มที่ประกอบด้วยวิธีการปรับปรุงด้วยพลาสมาบรรยากาศ วิธีการตกตะกอนด้วยไอพ่นพลาสมา วิธีการตกตะกอนด้วยพลาสมาแบบปล่อยสิ่งกีดขวาง โคอีเล็กทริก และวิธีการตกตะกอนด้วยพลาสมาที่สร้างด้วยคลื่นความถี่วิทยุ และวิธีการเหล่านี้รวมกัน

- 30     วัตถุประสงค์อีกประการหนึ่งของการประดิษฐ์นี้คือการจัดให้มีพรีเพก ซึ่งเป็นวัสดุเสริมแรงที่ถูกหุบหรือเคลือบด้วยองค์ประกอบเรซินเทอร์โมเซตติง ที่ซึ่ง วัสดุเสริมแรงประกอบด้วยผ้าใยอินทรีย์ที่กล่าวถึงข้างต้น

ในรูปแบบหนึ่งของการประดิษฐ์นี้ องค์ประกอบเรซินเทอร์โมเซตติงประกอบ  
ด้วยเรซินเทอร์โมเซตติงที่เลือกจากกลุ่มที่ประกอบด้วยอีพอกซีเรซิน เรซินฟีนอลิกเทอร์โมเซตติง, เร  
ซินเบนซอกลูซีนเทอร์โมเซตติง เรซินโพลีฟีนิลีนอีเทอร์เทอร์โมเซตติง และส่วนผสมของเรซิน  
เหล่านี้

5           ในรูปแบบหนึ่งของการประดิษฐ์นี้ องค์ประกอบเรซินเทอร์โมเซตติงยังประกอบ  
ด้วยสารเติมแต่งที่เลือกจากกลุ่มที่ประกอบด้วย สารทำให้แข็ง ตัวเร่งปฏิกิริยา สารหน่วงไฟ สารตัวเติม  
อีลาสโตเมอร์ สารช่วยกระจายตัว สารเพิ่มความเหนียว สารปรับความหนืด สารเพิ่มความหนืด สาร  
กำจัดฟอง สารช่วยปรับระดับ สารบำบัดพื้นผิว สารทำให้คงตัว สารต้านอนุมูลอิสระ และส่วนผสม  
ของสารเหล่านี้

10           วัตถุประสงค์อีกประการหนึ่งของการประดิษฐ์นี้คือการจัดให้มีแผ่นลามิเนตหุ้มโลหะ ซึ่งถูก  
เตรียมขึ้นโดยการเคลือบอีพ็อกซีที่กล่าวถึงข้างต้นและแผ่นฟอยล์โลหะ

วัตถุประสงค์อีกประการหนึ่งของการประดิษฐ์นี้คือการจัดให้มีแผงแบบพิมพ์ ซึ่งถูกเตรียม  
จากแผ่นลามิเนตหุ้มโลหะที่กล่าวถึงข้างต้น

15           เพื่อให้วัตถุประสงค์ คุณสมบัติทางเทคนิค และข้อดีต่างๆ ข้างต้นของการประดิษฐ์นี้มีความ  
ชัดเจนยิ่งขึ้นแล้ว การประดิษฐ์นี้จะถูกนำมาบรรยายโดยละเอียดโดยอ้างอิงถึงรูปแบบบางรูปแบบ  
หลังจากนี้

**คำอธิบายรูปเขียนโดยย่อ**

ไม่มี

**การเปิดเผยการประดิษฐ์โดยสมบูรณ์**

20           ต่อไปนี้เป็นรูปแบบบางรูปแบบของการประดิษฐ์นี้จะถูกนำมาบรรยายโดยละเอียด อย่างไรก็ตาม  
การประดิษฐ์นี้อาจถูกนำไปประกอบขึ้นในหลากหลายรูปแบบและไม่ควรจำกัดอยู่เฉพาะรูปแบบที่  
บรรยายอยู่ในรายละเอียดการประดิษฐ์นี้เท่านั้น

เว้นแต่ที่ได้อธิบายเพิ่มเติมไว้ คำว่า "a" "the" หรือคำที่คล้ายกันที่กล่าวถึงในรายละเอียดการ  
ประดิษฐ์นี้และข้อถ้อยคำต่างๆ นั้นควรรวมถึงรูปเอกพจน์และรูปพหูพจน์ด้วย

25           เว้นแต่ที่ได้อธิบายเพิ่มเติมไว้ ในขณะที่บรรยายถึงส่วนประกอบต่างๆ ที่รวมอยู่ในสารละลาย  
ของผสม องค์ประกอบหรือกาวในรายละเอียดการประดิษฐ์และข้อถ้อยคำต่างๆ นั้น น้ำหนักของตัวทำ  
ละลายไม่ได้ถูกนำมารวมในการคำนวณด้วย

ดั่งที่นำมาใช้ในที่นี่ เงื่อนไขการวิเคราะห์ XPS มีดังต่อไปนี้คือ ความยาวคลื่นของรังสีเอกซ์  
400  $\mu\text{m}$  มุมตกกระทบของรังสีเอกซ์ 90° เวลาการสแกน 15 นาที และมีการใช้ ปืนยิงฟลัด (Flood Gun)  
30           เพื่อทำการชดเชยประจุ

คังที่นำมาใช้ในที่นี่ พลังงานพื้นผิวของผ้าใยอินทรีย์ถูกวัดด้วยวิธี Owens-Wendt-Rabel-Kaelble โดยใช้น้ำและไดโอะไอโอดีเทนเป็นของเหลวทดสอบ โดยมีขนาดหยดของของเหลวทดสอบที่ 2 ไมโครลิตร

5 ผลของการประดิษฐ์นี้ที่เหนือกว่างานที่ปรากฏอยู่แล้วนั้นก็คือผู้ประดิษฐ์ได้ค้นพบว่าโดยการควบคุมปริมาณของหมู่ฟังก์ชันบนพื้นผิวของผ้าใยอินทรีย์แล้ว ผ้าใยอินทรีย์ก็สามารถมีคุณสมบัติ XPS และพลังงานพื้นผิวที่เฉพาะเจาะจงภายในช่วงจำเพาะต่างๆ ได้ ผลก็คือ แผ่นลามิเนตหุ้มโลหะที่ถูกเตรียมขึ้นโดยใช้ผ้าใยอินทรีย์เป็นวัสดุเสริมแรงนั้นสามารถมีข้อดีต่างๆ คือ ความต้านทานความร้อนที่

10 ดีหลังการดูดซับความชื้น อัตราการดูดซึมน้ำต่ำ อัตราการเปลี่ยนแปลงขนาดต่ำ และประสิทธิภาพการต้านทานความเสื่อมสภาพที่ดีในเวลาเดียวกันได้ โดยที่ไม่ถูกจำกัดด้วยทฤษฎี เป็นที่เชื่อกันว่าผลของการประดิษฐ์นี้เกิดขึ้นสำเร็จได้เนื่องจากผ้าใยอินทรีย์ที่กล่าวถึงนั้นมีคุณสมบัติการยึดเกาะของเรซินที่ดีขึ้น

และคุณสมบัติการเติมเต็มของเรซินที่ดีขึ้น ผ้าใยอินทรีย์ของการประดิษฐ์นี้และการใช้งานที่เกี่ยวข้องของผ้าใยอินทรีย์ดังกล่าวได้ถูกบรรยายไว้หลังจากนี้

## 1. ผ้าใยอินทรีย์

### 15 1.1 คุณสมบัติ XPS

XPS หมายถึงเทคนิคสเปกโตรสโกปีเชิงปริมาณที่วัดองค์ประกอบของธาตุและสูตรเชิงประจักษ์ขององค์ประกอบดังกล่าว รวมทั้ง สถานะทางเคมีและสถานะทางอิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ ภายในวัสดุ XPS ใช้ลำแสงของรังสีเอกซ์เพื่อฉายรังสีวัสดุเพื่อวัดพลังงานจลน์และจำนวนอิเล็กตรอนที่ปล่อยออกมาจากระยะ 1 ถึง 10 นาโนเมตรใต้พื้นผิวของวัสดุ

20 ผ้าใยอินทรีย์ของการประดิษฐ์นี้ เมื่อวัดด้วย XPS แล้ว ก็มีปริมาณ C 1s (C-N) อยู่ในช่วงจาก 1 อะตอม% ถึง 21 อะตอม% และปริมาณ C 1s (O-C=O) อยู่ในช่วงจาก 1 อะตอม% ถึง 14 อะตอม% ซึ่งหมายความว่าจากอะตอม C ทั้งหมดที่ตรวจพบนั้น 1 อะตอม% ถึง 21 อะตอม% ของอะตอม C สร้างพันธะ C-N ขึ้น และ 1 อะตอม% ถึง 14 อะตอม% ของอะตอม C สร้างพันธะ O-C=O ขึ้น ตัวอย่างเช่น เมื่อผ้าใยอินทรีย์ของการประดิษฐ์นี้ถูกวัดด้วย XPS แล้ว ค่า C 1s (C-N) ที่ตรวจพบอาจเป็น 1

25 อะตอม%, 2 อะตอม%, 3 อะตอม%, 4 อะตอม%, 5 อะตอม%, 6 อะตอม%, 7 อะตอม%, 8 อะตอม%, 9 อะตอม%, 10 อะตอม%, 11 อะตอม%, 12 อะตอม%, 13 อะตอม%, 14 อะตอม%, 15 อะตอม%, 16 อะตอม%, 17 อะตอม%, 18 อะตอม%, 19 อะตอม%, 20 อะตอม% หรือ 21 อะตอม% หรืออยู่ในในช่วงระหว่างค่าใดๆ สองค่าที่อธิบายไว้ในที่นี่ นอกจากนี้ เมื่อผ้าใยอินทรีย์ของการประดิษฐ์นี้ถูกวัดด้วย XPS แล้ว ค่า C 1s (O-C=O) ที่ตรวจพบอาจเป็น 1 อะตอม%, 2 อะตอม%, 3 อะตอม%, 4 อะตอม%, 5

30 อะตอม%, 6 อะตอม%, 7 อะตอม%, 8 อะตอม%, 9 อะตอม%, 10 อะตอม%, 11 อะตอม%, 12

อะตอม%, 13 อะตอม% หรือ 14 อะตอม% หรืออยู่ภายในช่วงระหว่างค่าใดๆ สองค่าที่อธิบายไว้ในที่นี้ก็

5 ในรูปแบบหนึ่งของการประดิษฐ์นี้ เมื่อวัดด้วย XPS แล้ว ค่าไอออไนซ์ของการประดิษฐ์นี้มี ปริมาณ C 1s (C-N) อยู่ในช่วงจาก 1 อะตอม% ถึง 21 อะตอม% และปริมาณ C 1s (O-C=O) อยู่ในช่วง จาก 1 อะตอม% ถึง 14 อะตอม% และยังมีปริมาณ C 1s (C-C, C-H) อยู่ในช่วงจาก 65 อะตอม% ถึง 98 อะตอม% ซึ่งหมายความว่าจากอะตอม C ทั้งหมดที่ตรวจพบนั้น 65 อะตอม% ถึง 98 อะตอม% ของ อะตอม C สร้างพันธะ C-C หรือพันธะ C-H ขึ้นตัวอย่างเช่น เมื่อค่าไอออไนซ์ของการประดิษฐ์นี้ถูกวัด

10 ด้วย XPS แล้ว ค่า C 1s (C-C, C-H) ที่ตรวจพบอาจเป็น 65 อะตอม%, 66 อะตอม%, 67 อะตอม%, 68 อะตอม%, 69 อะตอม%, 70 อะตอม%, 71 อะตอม%, 72 อะตอม%, 73 อะตอม%, 74 อะตอม%, 75 อะตอม%, 76 อะตอม%, 77 อะตอม%, 78 อะตอม%, 79 อะตอม%, 80 อะตอม%, 81 อะตอม%, 82 อะตอม%, 83 อะตอม%, 84 อะตอม%, 85 อะตอม%, 86 อะตอม%, 87 อะตอม%, 88 อะตอม%, 89 อะตอม%, 90 อะตอม%, 91 อะตอม%, 92 อะตอม%, 93 อะตอม%, 94 อะตอม%, 95 อะตอม%, 96 อะตอม%, 97 อะตอม% หรือ 98 อะตอม% หรืออยู่ภายในช่วงระหว่างค่าใดๆ สองค่าที่อธิบายไว้ในที่นี้ก็

15 ในรูปแบบหนึ่งของการประดิษฐ์นี้ ค่าไอออไนซ์มีอะตอม F และเมื่อวัดด้วย XPS แล้ว ค่าไอ อไนซ์มีปริมาณ C 1s (C-N) อยู่ในช่วงจาก 1 อะตอม% ถึง 21 อะตอม% และปริมาณ C 1s (O-C=O) อยู่ในช่วงจาก 1 อะตอม% ถึง 14 อะตอม% และยังมีปริมาณ C 1s (C-F) อยู่ในช่วงจาก 49 อะตอม% ถึง 51 อะตอม% ในที่นี้ C 1s (C-F) เป็นคำย่อของ C 1s (C-F, C-F2, C-F3) ที่ซึ่ง C-F2 หมายถึงอะตอม C ที่มีพันธะกับอะตอม F สองอะตอม และ C-F3 หมายถึงอะตอม C ที่มีพันธะกับอะตอม F สามอะตอม

20 ดังนั้น ปริมาณ C 1s (C-F) ที่อยู่ในช่วงจาก 49 อะตอม% ถึง 51 อะตอม% จึงหมายความว่าจากอะตอม C ทั้งหมดที่ตรวจพบแล้ว 49 อะตอม% ถึง 51 อะตอม% ของอะตอม C สร้างพันธะ C-F, พันธะ C-F2 หรือพันธะ C-F3 ตัวอย่างเช่น เมื่อค่าไอออไนซ์ของการประดิษฐ์นี้ถูกวัดด้วย XPS แล้ว ค่า C 1s (C-F) ที่ ตรวจพบอาจเป็น 49 อะตอม%, 50 อะตอม% หรือ 51 อะตอม% หรืออยู่ภายในช่วงระหว่างค่าใดๆ สอง ค่าที่อธิบายไว้ในที่นี้ก็

25 ได้ ที่เหมาะสมคือ เมื่อวัดด้วย XPS แล้ว ค่าไอออไนซ์มีปริมาณ C 1s (C-F) อยู่ ในช่วงจาก 49 อะตอม% ถึง 51 อะตอม% ปริมาณ C 1s (C-C, C-H) อยู่ในช่วงจาก 47 อะตอม% ถึง 49 อะตอม% ปริมาณ C 1s (C-N) อยู่ในช่วงจาก 1 อะตอม% ถึง 2 อะตอม% และปริมาณ C 1s (O-C=O) อยู่ในช่วงจาก 1 อะตอม% ถึง 2 อะตอม%

วิธีการทดสอบโดยละเอียดของ XPS ได้ถูกบรรยายไว้ดังนี้ ประการแรก เตรียมค่า

30 ไอออไนซ์ขนาดความยาวและความกว้าง 1 (หนึ่ง) ซม. และใช้เครื่องสเปกโตรมิเตอร์ภาพถ่าย อิเล็กตรอนรังสีเอกซ์ (รุ่น: K-Alpha, มาจาก Thermo Fisher Scientific) เพื่อทำการวิเคราะห์ เส้นใย การวิเคราะห์ XPS มีดังนี้คือ ความยาวคลื่นของรังสีเอกซ์ 400  $\mu\text{m}$ , มุมตกกระทบของรังสีเอกซ์ 90°,

เวลาการสแกน 15 นาที และป็นยิ่งพลัดถูกนำมาใช้ดำเนินการขจัดเศษประจุเพื่อเพิ่มการเหนี่ยวนำไฟฟ้า สำหรับตัวอย่างทดสอบแต่ละตัวอย่างนั้น ได้มีการสุ่มเลือกสามจุดเพื่อทำการวิเคราะห์ XPS เพื่อให้ได้ค่าสูงสุดลักษณะเฉพาะของ C 1s ของการวิเคราะห์และค่าต่างๆ ที่ได้จากมาสามจุดดังกล่าวถูกนำมาหาค่าเฉลี่ยเพื่อให้ได้ อะตอม% ของค่าสูงสุดลักษณะเฉพาะแต่ละค่า

5 **1.2 พลังงานพื้นผิว**

ผ้าใยอินทรีย์ของการประดิษฐ์นี้มี พลังงานพื้นผิวอยู่ในช่วงจาก 50 dyn/ซม ถึง 60 dyn/ซม ตัวอย่างเช่น พลังงานพื้นผิวของผ้าใยอินทรีย์ของการประดิษฐ์นี้อาจเป็น 50 dyn/ซม, 51 dyn/ซม, 52 dyn/ซม, 53 dyn/ซม, 54 dyn/ซม, 55 dyn/ซม, 56 dyn/ซม, 57 dyn/ซม, 58 dyn/ซม, 59 dyn/ซม, หรือ 60 dyn/ซม หรืออยู่ภายในช่วงระหว่างค่าใดๆ สองค่าที่อธิบายไว้ในที่นี้ ได้มีการค้นพบว่า เมื่อผ้าใยอินทรีย์ของการประดิษฐ์นี้มีคุณสมบัติ XPS และพลังงานพื้นผิวที่กล่าวถึงข้างต้นแล้ว องค์ประกอบเรซินเทอร์โมเซตติงที่ใช้ในการสร้างวัสดุไดอิเล็กทริกสามารถยึดติดกับผ้าใยอินทรีย์ได้อย่างสมบูรณ์ ซึ่งทำให้ได้แผ่นลามิเนตหุ้มโลหะที่เตรียมไว้ที่มีความต้านทานความร้อนที่ดีขึ้นหลังการดูดซับความชื้น, อัตราการดูดซึมน้ำ, ค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวทางความร้อน (CTE) และ ประสิทธิภาพการต้านทานความเสื่อมสภาพ

15 ดังที่นำมาใช้ในที่นี้ พลังงานพื้นผิวถูกวัดด้วยวิธี Owens-Wendt-Rabel-Kaelble โดยใช้ น้ำและ ไดไอโอโดมีเทนเป็นของเหลวทดสอบ โดยมีขนาดหยดของของเหลวทดสอบ 2 ไมโครลิตร วิธีการทดสอบพลังงานพื้นผิวโดยละเอียดถูกนำมาบรรยายไว้ดังนี้ ประการแรก ผ้าใยอินทรีย์ขนาดความยาวและความกว้าง 10 ซม. ถูกเตรียมขึ้นเป็นตัวอย่างทดสอบ และวางตัวอย่างทดสอบบนเครื่องวิเคราะห์รูปทรงหยด (รุ่น: DSA-100, มาจาก KRÜSS) ถัดไป หลอดหยดที่บรรจุของเหลวทดสอบถูกวางให้ตั้ง  
20 ฉากกับพื้นผิวของตัวอย่างทดสอบ และของเหลวทดสอบถูกหยดลงบนพื้นผิวของตัวอย่างทดสอบ ที่ซึ่ง ขนาดหยดคือ 2 ไมโครลิตร และของเหลวทดสอบคือน้ำและ ไดไอโอโดมีเทน ตามลำดับ หลังจากที รูปทรงของหยดไม่เปลี่ยนแปลงอีกต่อไปและคงที่แล้ว ให้วัดมุมสัมผัสซ้ายและขวาของหยด สุดท้ายคำนวณพลังงานพื้นผิวรวมโดยใช้มุมสัมผัสของน้ำและ ไดไอโอโดมีเทนตามวิธี Owens-Wendt-Rabel-Kaelble

25 **1.3 เส้นใยพอลิเมอร์**

ไม่มีการจำกัดเกี่ยวกับเส้นใยพอลิเมอร์ที่สามารถใช้เตรียมผ้าใยอินทรีย์ของการประดิษฐ์นี้ อย่างเฉพาะเจาะจงแต่อย่างใด คราบเท่าที่ผ้าใยอินทรีย์ที่เตรียมขึ้นนั้นมีคุณสมบัติ XPS และพลังงานพื้นผิวที่ต้องการ ตัวอย่างต่างๆ ของเส้นใยพอลิเมอร์นั้นรวมถึง แต่ไม่จำกัดเพียง เส้นใย PET, เส้นใยพอลิโพรพิลีน, เส้นใยพอลิโอไมด์, เส้นใยพอลิอิมิด, เส้นใยพอลิเอทิลีน, เส้นใย PEL, เส้นใยพอลิ-ฟิซฟีนีลีนเบนโซพิสไรอะโซล, เส้นใย PIPD, เส้นใยพอลิเบนโซไพราโซล, เส้นใย PTFE และเส้นใย LCP เส้นใยพอลิเมอร์ที่กล่าวถึงข้างต้นแต่ละชนิดสามารถนำมาใช้เพียงลำพังหรือใช้ผสมกันตั้งแต่สองชนิด

30

ขึ้นไป ในรูปแบบหนึ่งของการประดิษฐ์นี้ เส้นใยพอลิเมอร์ต่างๆ คือ เส้นใย LCP, เส้นใย PET, เส้นใย PEI หรือเส้นใย PTFE

5                    ดั่งที่นำมาใช้ในที่นี่ เส้นใย LCP หมายถึงเส้นใยที่ได้จากการปั่นหลอมเหลวของพอลิเอสเทอร์  
ผลึกเหลว พอลิเอสเทอร์ผลึกเหลวคือพอลิเอสเทอร์ที่แสดงความไม่สมมาตรทางแสง (คุณสมบัติผลึก  
เหลว) ออกมาในสถานะหลอมเหลว ความไม่สมมาตรทางแสงสามารถตรวจสอบได้ ตัวอย่างเช่น โดย  
การวางตัวอย่างบนแท่นร้อน ทำให้ตัวอย่างนั้นร้อนในบรรยากาศในโครเจน และทำการสังเกตแสงที่  
ส่งผ่านจากตัวอย่าง ประเภทของพอลิเอส

10                    เตอร์ผลึกเหลวไม่ถูกจำกัดไว้เฉพาะ ตัวอย่างต่างๆ ของพอลิเอสเทอร์ผลึกเหลวนั้นรวมถึง แต่ไม่จำกัด  
เพียง พอลิเอสเทอร์ที่ประกอบด้วยหน่วยโครงสร้างที่เลือกจากกลุ่มที่ประกอบด้วย หน่วยโครงสร้างที่  
ได้มาจากไดออลอะโรมาติกหรืออะลิไซคลิก, หน่วยโครงสร้างที่ได้มาจากกรดไดคาร์บอกซิลิกอะโร  
มาติกหรืออะลิไซคลิก, หน่วยโครงสร้างที่ได้มาจากกรดไฮดรอกซีคาร์บอกซิลิกอะโรมาติกหรืออะลิ  
ไซคลิก, หน่วยโครงสร้างที่ได้มาจากไดเอมีนอะโรมาติกหรืออะลิไซคลิก, หน่วยโครงสร้างที่ได้จากไฮ  
ดรอกซีเอมีนอะโรมาติกหรืออะลิไซคลิก, หน่วยโครงสร้างที่ได้มาจากกรดอะมิโนคาร์บอกซิลิกอะโร  
มาติกหรืออะลิไซคลิก และหน่วยโครงสร้างที่ได้จากส่วนผสมของสารประกอบข้างต้น

15                    โดยทั่วไป ความละเอียดโดยรวมของเส้นใยพอลิเมอร์สามารถเป็น ตัวอย่างเช่น 10 dtex ถึง  
10,000 dtex, ที่เหมาะสมคือ 10 dtex ถึง 5,000 dtex ที่เหมาะสมกว่านั้นคือ 50 dtex ถึง 3,000 dtex, ที่  
เหมาะสมอย่างยิ่งคือ 70 dtex ถึง 2,000 dtex จำนวนเส้นใยเดี่ยวของเส้นใยพอลิเมอร์สามารถเป็น  
ตัวอย่างเช่น 2 เส้นใยเดี่ยว ถึง 500 เส้นใยเดี่ยว ที่เหมาะสมคือ 3 เส้นใยเดี่ยวถึง 300 เส้นใยเดี่ยว ที่  
เหมาะสมกว่านั้นคือ 5 เส้นใยเดี่ยว ถึง 200 เส้นใยเดี่ยว เมื่อความละเอียดโดยรวมและจำนวนเส้นใย  
20                    เดี่ยวของเส้นใยพอลิเมอร์อยู่ภายในช่วงที่กล่าวถึงข้างต้นแล้ว ผ้าใยอินทรีย์ที่เตรียมจากเส้นใยเหล่านั้นก็  
มีความแข็งแรงเชิงกลที่ดีขึ้น

#### 1.4 การเตรียมผ้าใยอินทรีย์

25                    ปริมาณของหมู่ฟังก์ชันบนพื้นผิวของผ้าใยอินทรีย์สามารถถูกควบคุมได้โดย วิธีการปรับปรุง  
(modification method) เพื่อให้ผ้าใยอินทรีย์มีคุณสมบัติ XPS และพลังงานพื้นผิวที่ระบุไว้ ตัวอย่างต่างๆ  
ของวิธีการปรับปรุงนั้นรวมถึง แต่ไม่จำกัดเพียง วิธีการปรับปรุงด้วยพลาสมาในบรรยากาศ วิธีการ  
ตกตะกอนด้วยไอพ่นพลาสมา วิธีการตกตะกอนด้วยพลาสมาแบบปล่อยสิ่งกีดขวางไดอิเล็กทริก และ  
วิธีการตกตะกอนด้วยพลาสมาที่สร้างด้วยคลื่นความถี่วิทยุ วิธีการปรับปรุงที่กล่าวถึงข้างต้นสามารถ  
นำมาใช้ลำพังหรือใช้ร่วมกันได้

30                    โดยการควบคุมพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้องของวิธีการปรับปรุงดังกล่าว ปริมาณของหมู่ฟังก์ชันจำเพาะบน  
พื้นผิวของผ้าใยอินทรีย์สามารถเพิ่มขึ้นหรือลดลงได้ ซึ่งเป็นการควบคุมคุณสมบัติ XPS ที่สนใจ เช่น C  
1s (C-N), C 1s (O-C=O) และอื่นๆ และพลังงานพื้นผิวให้อยู่ในช่วงที่ระบุไว้ได้

ในรูปแบบหนึ่งของการประดิษฐ์นี้ วิธีการปรับปรุงด้วยพลาสมาในบรรยากาศถูกนำมาใช้เพื่อจัดให้มีผ้าใยอินทรีย์แบบปรับปรุงแล้ว วิธีการปรับปรุงด้วยพลาสมาในบรรยากาศดังกล่าวใช้ความถี่พลาสมาจำเพาะเพื่อแยกสลายไนโตรเจนหรือออกซิเจนในอากาศเพื่อติดหมู่มุ้งกันมีขี้ผึ้งเข้ากับพื้นผิวของผ้าใยอินทรีย์ จึงทำให้ได้พื้นผิวที่ปรับปรุงแล้ว การดำเนินการและพารามิเตอร์ต่างๆ ของวิธีการปรับปรุงด้วยพลาสมาในบรรยากาศถูกนำมาบรรยายโดยละเอียดดังนี้ ประการแรก วางผ้าใยอินทรีย์ในเครื่องกำเนิดพลาสมาในบรรยากาศ (รุ่น: ATM3, มาจากบริษัท Atmospheric Plasma จำกัด) และวางไว้ได้หัวฉีดพลาสมา ถัดไป โดยการตั้งค่าประเภทของแก๊สทำงานพลาสมา, อัตราการไหลของแก๊สทำงานพลาสมา ระยะห่างระหว่างพื้นผิวของผ้าใยอินทรีย์กับหัวฉีดพลาสมา จำนวนการดำเนินการ และอื่นๆ ตามประเภทของผ้าใยอินทรีย์และเป้าหมายการปรับปรุงที่ต้องการ และการตั้งค่ากำลังพลาสมาเป็น 0.6 kW ถึง 1.2 kW และความเร็วในการสแกนเป็น 30 ซม/วิ ผ้าใยอินทรีย์ถูกนำไปผ่านการปรับปรุงพื้นผิวเพื่อให้ได้ผ้าใยอินทรีย์ที่ปรับปรุงแล้ว ตัวอย่างต่างๆ ของประเภทของแก๊สทำงานพลาสมานั้นรวมถึงแต่ไม่จำกัดเพียง อากาศ, ไนโตรเจน, ส่วนผสมของไนโตรเจนและอากาศ, ส่วนผสมของไนโตรเจนและออกซิเจน, อาร์กอน, ส่วนผสมของอาร์กอนและอากาศ และส่วนผสมของอาร์กอนและออกซิเจน โดยการควบคุมเงื่อนไขต่างๆ เช่น ประเภทของแก๊สทำงานพลาสมา อัตราการไหลของแก๊สทำงานพลาสมา จำนวนการดำเนินการ และอื่นๆ แล้ว คุณสมบัติ XPS และพลังงานพื้นผิวที่เกี่ยวข้องก็สามารถถูกควบคุมให้อยู่ในช่วงที่ระบุไว้ได้

ผ้าใยอินทรีย์ของการประดิษฐ์นี้อาจประกอบด้วยเส้นใยพอลิเมอร์ที่กล่าวถึงข้างต้น หรืออาจประกอบด้วยเส้นใยพอลิเมอร์ที่กล่าวถึงข้างต้น โดยเป็นส่วนใหญ่ หรืออาจประกอบด้วยเส้นใยพอลิเมอร์ที่กล่าวถึงข้างต้น รูปแบบของผ้าใยอินทรีย์ของการประดิษฐ์นี้รวมถึง แต่ไม่จำกัดเพียง ผ้าทอ ผ้าไม่ทอ ใยแก้วชนิดเส้นยาว (roving) แผ่นเส้นใยสับ (chopped strand mat) และแผ่นพื้นผิว (surfacing mat) น้ำหนักต่อหน่วยพื้นที่ ของผ้าใยอินทรีย์ของการประดิษฐ์นี้อาจอยู่ที่ 10 ก/ม<sup>2</sup> ถึง 500 ก/ม<sup>2</sup> ที่เหมาะสมคือ 15 ก/ม<sup>2</sup> ถึง 200 ก/ม<sup>2</sup> ความหนาของผ้าใยอินทรีย์ของการประดิษฐ์นี้อาจอยู่ที่ 10 มม. ถึง 400 มม. ที่เหมาะสมคือ 20 มม. ถึง 200 มม. อัตราส่วนของแกนหลักต่อแกนรอง (แกนหลัก/แกนรอง) ของเส้นใยในผ้าใยอินทรีย์ของการประดิษฐ์นี้อาจอยู่ที่ 1.1 ถึง 3.0 ที่เหมาะสมคือ 1.3 ถึง 2.8

## 25 2. พรีเพก (Prepeg)

ผ้าใยอินทรีย์ของการประดิษฐ์นี้สามารถนำมาใช้เพื่อเตรียมพรีเพกได้ ดังนั้น การประดิษฐ์นี้ยังจัดให้มีพรีเพกด้วยเช่นกัน ซึ่งเป็นวัสดุเสริมแรงที่ถูกหุบหรือเคลือบด้วยองค์ประกอบเรซินเทอร์โมเซตติง ที่ซึ่ง วัสดุเสริมแรงประกอบด้วยผ้าใยอินทรีย์ที่อธิบายไว้ข้างต้น

### 2.1 องค์ประกอบเรซินเทอร์โมเซตติง

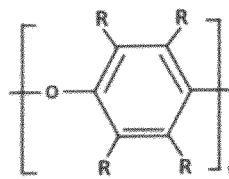
30 องค์ประกอบเรซินเทอร์โมเซตติงถูกนำมาใช้เพื่อสร้างวัสดุไดอิเล็กทริก (ชั้น ไดอิเล็กทริก) นอกเหนือจากการมีเรซินเทอร์โมเซตติงเป็นส่วนประกอบสำคัญแล้ว องค์ประกอบเรซิน

เทอร์โมเซตติงตามการประดิษฐ์นี้อาจมีสารเติมแต่งเป็นทางเลือกเพื่อปรับปรุงความสามารถในการแปร  
รูปขององค์ประกอบเรซินในระหว่างการเตรียมให้ดีขึ้นอย่างเหมาะสมหรือเพื่อปรับปรุงคุณสมบัติเคมี  
ฟิสิกส์ของวัสดุอิเล็กทรอนิกส์ที่ได้

2.1.1 เรซินเทอร์โมเซตติง

5            ดั่งที่นำมาใช้ในที่นี้ เรซินเทอร์โมเซตติงหมายถึงส่วนประกอบเทอร์โมเซตติงที่มีหมู่ฟังก์ชันที่  
ทำปฏิกิริยาได้และซึ่งค่อยๆ ถูกบ่มหลังจากได้รับความร้อนเพื่อสร้าง โครงสร้างเครือข่ายผ่านปฏิกิริยา  
การเชื่อมขวาง หมู่ฟังก์ชันที่ทำปฏิกิริยาได้หมายถึงหมู่ฟังก์ชันที่สามารถดำเนินการบ่มร่วมกับหมู่  
ฟังก์ชันอื่นๆ ได้ ตัวอย่างต่างๆ ของหมู่ฟังก์ชันที่ทำปฏิกิริยาได้นั้นรวมถึง แต่ไม่จำกัดเพียง ไฮดรอกซิล  
, คาร์บอกซิล, แอลเคนิล และอะมิโน ตัวอย่างต่างๆ ของเรซินเทอร์โมเซตติงนั้นรวมถึง แต่ไม่จำกัด  
10 เพียง อีพอกซีเรซิน เรซินฟีนอลิกเทอร์โมเซตติง เรซินเบนซอกซาซีนเทอร์โมเซตติง และ เรซินโพลีฟิ  
นีสีนอีเทอร์เทอร์โมเซตติง เรซินเทอร์โมเซตติงที่กล่าวถึงข้างต้นแต่ละชนิดสามารถนำมาใช้ลำพังหรือ  
ใช้ผสมกันตั้งแต่สองชนิดขึ้นไป ในตัวอย่างที่แนบมาของการประดิษฐ์นี้ องค์ประกอบเรซิน TU943S  
ที่มีจำหน่ายในท้องตลาดจากบริษัท Taiwan Union Technology จำกัดถูกนำมาใช้ ซึ่งประกอบด้วยเรซิน  
โพลีฟีนีสีนอีเทอร์เทอร์โมเซตติง

15            ดั่งที่นำมาใช้ในที่นี้ เรซิน โพลีฟีนีสีนอีเทอร์เทอร์โมเซตติงหมายถึงเรซินที่มีหน่วย



ตัวอย่างน้อยหนึ่งหน่วย ในสายโซ่หลักและมีหมู่ไม่อิ่มตัวที่ปลายสาย ที่ซึ่ง R  
แต่ละตัวเป็น H หรือหมู่แอลคิล C1-C5 อย่างอิสระ และ v เป็นจำนวนเต็มที่อยู่ในช่วงตั้งแต่ 1 ถึง 100  
หมู่ไม่อิ่มตัวหมายถึงหมู่ที่สามารถเกิดปฏิกิริยาเติมพอลิเมอไรเซชัน กับส่วนประกอบอื่นๆ ที่มีหมู่ไม่  
อิ่มตัวได้ และปฏิกิริยาเติมพอลิเมอไรเซชันสามารถเริ่มต้น ได้ด้วยแสงหรือความร้อน ในที่ที่มีตัวริเริ่ม  
20 ปฏิกิริยาพอลิเมอไรเซชันอยู่ ตัวอย่างของหมู่ไม่อิ่มตัวนั้นรวมถึง แต่ไม่จำกัดเพียง ไวนิล, ไวนิลเบนซิล,  
แอลลิล, อะคริลิก และเมทาคริลิก ตัวอย่างของเรซิน โพลีฟีนีสีนอีเทอร์เทอร์โมเซตติงนั้นรวมถึง แต่ไม่  
จำกัดเพียง เรซินโพลีฟีนีสีนอีเทอร์ที่มีไวนิล, เรซินโพลีฟีนีสีนอีเทอร์ที่มีแอลลิล, เรซินโพลีฟีนีสีน  
อีเทอร์ที่มีไวนิลเบนซิล, เรซินโพลีฟีนีสีนอีเทอร์ที่มีอะคริลิค และเรซินโพลีฟีนีสีนอีเทอร์ที่มีเมทาคริ  
เลต เรซิน โพลีฟีนีสีนอีเทอร์ที่กล่าวถึงข้างต้นอาจ ใช้เพียงลำพังหรือใช้ผสมกันตั้งแต่สองชนิดขึ้นไปได้

25            วิธีการสำหรับเตรียมเรซินโพลีฟีนีสีนอีเทอร์เทอร์โมเซตติงไม่ใช่ลักษณะสำคัญของการ  
ประดิษฐ์นี้ และบุคคลที่มีทักษะความชำนาญระดับสามัญในวิทยาการก็สามารถดำเนินการตามวิธีการ  
ได้โดยอาศัยการเปิดเผยการประดิษฐ์นี้และ โดยอาศัยทักษะความชำนาญระดับสามัญของพวกเขา  
ดังนั้น วิธีการโดยละเอียดสำหรับการเตรียมเรซิน โพลีฟีนีสีนอีเทอร์เทอร์โมเซตติงจึงไม่ได้ถูกนำมา

กล่าวถึงในที่นี้ วิธีการต่างๆ สำหรับเตรียมเรซิน โพลีฟีนิลีนอีเทอร์เทอร์โมเซตติงสามารถพบได้ใน เอกสารอ้างอิงหลายฉบับ รวมถึง US 6,995,195 B2 (เรซินโพลีฟีนิลีนอีเทอร์ที่มีไวนิลเบนซิล) US 5,218,030 A (เรซินโพลีฟีนิลีนอีเทอร์ที่มีแอลดีล) US 5,352,745 A (เรซินโพลีฟีนิลีนอีเทอร์ที่มีเมทาคริล) US 6,352,782 B2 และ US 2016/0280913 A1 เอกสารอ้างอิงเหล่านี้ถูกนำมารวมไว้ในที่นี้โดย สมบูรณ์โดยการอ้างอิง

5 ปริมาณของเรซินโพลีฟีนิลีนอีเทอร์เทอร์โมเซตติงนั้นสามารถปรับได้ตามความต้องการ โดยทั่วไปแล้ว ซึ่งอาศัยน้ำหนักรวมขององค์ประกอบเรซินเทอร์โมเซตติงที่ไม่ รวมตัวทำละลาย ปริมาณของเรซินโพลีฟีนิลีนอีเทอร์เทอร์โมเซตติงสามารถอยู่ที่ 15 % โดยน้ำหนัก ถึง 60 % โดยน้ำหนักได้ ตัวอย่างเช่น โดยอาศัยน้ำหนักรวมขององค์ประกอบเรซินเทอร์โมเซตติงที่ไม่

10 รวมตัวทำละลายแล้ว ปริมาณของเรซินโพลีฟีนิลีนอีเทอร์เทอร์โมเซตติงอาจอยู่ที่ 15 % โดยน้ำหนัก, 20 % โดยน้ำหนัก, 25 % โดยน้ำหนัก, 30 % โดยน้ำหนัก, 35 % โดย น้ำหนัก, 40 % โดยน้ำหนัก, 45 % โดยน้ำหนัก, 50 % โดยน้ำหนัก, 55 % โดยน้ำหนัก หรือ 60 % โดย น้ำหนักได้หรืออยู่ภายในช่วงระหว่างค่าใดๆ สองค่าที่อธิบายไว้ในที่นี้

### 2.1.2 สารเติมแต่งทางเลือก

15 องค์ประกอบเรซินเทอร์โมเซตติงยังอาจประกอบด้วยส่วนประกอบอื่นๆ ตามความจำเป็น เช่น สารเติมแต่งที่เป็นที่รู้จักในวิทยาการ ทั้งนี้เพื่อปรับปรุงคุณสมบัติทางเคมีฟิสิกส์ของพรีเพกที่ได้หรือ แผ่นลามิเนตหุ้มโลหะที่ได้จากพรีเพกนั้นเพิ่ม หรือเพื่อปรับปรุงความสามารถในการแปรรูปของ องค์ประกอบเรซินเทอร์โมเซตติงในระหว่างกระบวนการผลิต ตัวอย่างต่างๆ ของสารเติมแต่งที่อาจถูก

20 เพิ่มเข้าไปในองค์ประกอบเรซินเทอร์โมเซตติงดังกล่าวนี้รวมถึง แต่ไม่จำกัดเพียง สารทำให้แข็ง ตัวเร่งปฏิกิริยา สารหน่วงไฟ สารตัวเติม อีลาสโตเมอร์ สารช่วยกระจายตัว สารเพิ่มความเหนียว, สาร ปรับความเหน็ด, สารเพิ่มความเหน็ด สารกำจัดฟอง สารช่วยปรับระดับ สารบำบัดพื้นผิว สารทำให้แข็ง ตัว และสารต้านอนุมูลอิสระ สารเติมแต่งที่กล่าวถึงข้างต้นสามารถนำมาใช้เพียงลำพังหรือใช้ผสมกัน

25 ตั้งแต่สองชนิดขึ้นไป ตัวอย่างเช่น ในตัวอย่างที่แนบมาของการประดิษฐ์นี้ องค์ประกอบเรซิน TU943S ที่ใช้นั้นประกอบด้วยสารเติมแต่ง เช่น สารหน่วงไฟ สารตัวเติม และอีลาสโตเมอร์ การใช้งานและ ปริมาณของสารเติมแต่งเหล่านี้สามารถปรับได้ตามความจำเป็น โดยผู้มีทักษะความชำนาญระดับสามัญ

ในวิทยาการนี้หลังจากได้อ่านรายละเอียดของการเปิดเผยนี้ ต่อไปนี้จะอธิบายเฉพาะสารทำให้แข็ง ตัวเร่งปฏิกิริยา สารหน่วงไฟ และสารตัวเติม

### [สารทำให้แข็ง (Hardener)]

30 สารทำให้แข็งหมายถึงส่วนประกอบที่มีหมู่ฟังก์ชันไม่อิ่มตัวที่สามารถเกิดปฏิกิริยา การเชื่อมขวางกับส่วนประกอบอื่นๆ ที่มีหมู่ฟังก์ชันไม่อิ่มตัวได้ (เช่น อีพอกซีเรซินหรือเร

ซินโพลีฟีนิลีนอีเทอร์เทอร์โมเซตติง) เพื่อสร้างโครงสร้างเครือข่ายแบบสามมิติ ไม่มีการจำกัดเฉพาะเจาะจงเกี่ยวกับประเภทของสารทำให้แข็ง ครอบคลุมที่มันสามารถเพิ่มระดับการเชื่อมขวางได้ด้วยตัวอย่างต่างๆ ของสารทำให้แข็งนั้นรวมถึง แต่ไม่จำกัดเพียง เรซินไซยานเอสเตอร์, เรซินเบนซอกซาซีน (BZ resin) เรซินฟีนอลิก (PN resin) โคพอลิเมอร์สไตรีนมาลิกแอนไฮไดรด์ (SMA copolymer) บิสมาลิอิมิด (BMI) ไดไซแอนไดอะไมด์ (Dicy), 4,4'-ไดอะมิโนไดฟีนิลซัลโฟน (DDS), 1,3-ไดไวนิลเบนซีน, 1,4-ไดไวนิลเบนซีน, ไตรไวนิลเบนซีน, 1,3-ไดไอโซโพรพิลีนเบนซีน, 1,4-ไดไอโซโพรพิลีนเบนซีน และไอโซไซยานูเรทที่มีไวนิลและ/หรือแอลลิล สารทำให้แข็งที่กล่าวถึงข้างต้นสามารถนำมาใช้เพียงลำพังหรือใช้ผสมกันตั้งแต่สองชนิดขึ้นไปได้

ปริมาณของสารทำให้แข็งสามารถปรับได้ตามความต้องการ โดยทั่วไป ซึ่งอาศัยน้ำหนักรวมขององค์ประกอบเรซินเทอร์โมเซตติงที่ไม่รวมตัวทำละลายแล้ว ปริมาณของสารทำให้แข็งสามารถอยู่ที่ 15 % โดยน้ำหนัก ถึง 60 % โดยน้ำหนักได้ ตัวอย่างเช่น ซึ่งอาศัยน้ำหนักรวมขององค์ประกอบเรซินเทอร์โมเซตติงที่ไม่รวมตัวทำละลายแล้ว ปริมาณของสารทำให้แข็งอาจอยู่ที่ 15 % โดยน้ำหนัก, 20 % โดยน้ำหนัก, 25 % โดยน้ำหนัก, 30 % โดยน้ำหนัก, 35 % โดยน้ำหนัก, 40 % โดยน้ำหนัก, 45 % โดยน้ำหนัก, 50 % โดยน้ำหนัก, 55 % โดยน้ำหนัก หรือ 60 % โดยน้ำหนัก หรืออยู่ภายในช่วงระหว่างค่าใดๆ สองค่าที่อธิบายไว้ในที่นี้

[ตัวเร่งปฏิกิริยา]

ตัวเร่งปฏิกิริยาหมายถึงส่วนประกอบที่สามารถส่งเสริมปฏิกิริยาการบ่ม ตัวอย่างเช่น สามารถส่งเสริมปฏิกิริยาการเปิดวงแหวนของหมู่ฟังก์ชันอีพอกซีและลคควมูมิปฏิกิริยาการบ่มขององค์ประกอบเรซินได้ ประเภทของตัวเร่งปฏิกิริยาไม่ถูกจำกัดไว้โดยเฉพาะครอบคลุมที่ตัวเร่งปฏิกิริยาดังกล่าวสามารถส่งเสริมปฏิกิริยาการบ่มได้ ตัวเร่งปฏิกิริยาที่เหมาะสมนั้นรวมถึง แต่ไม่จำกัดเพียง เปอร์ออกไซด์อินทรีย์, สารประกอบเอมีนชนิดคดียูมิ เกลือแอมโมเนียมชนิดจตุรภูมิ สารประกอบอิมิดาโซลและสารประกอบไพรีดีน ตัวอย่างต่างๆ ของเปอร์ออกไซด์อินทรีย์นั้นนั้นรวมถึง แต่ไม่จำกัดเพียง ไดควิมิลเปอร์ออกไซด์, เทอร์-บิวทิลเปอร์ออกซีเบนโซเอต, ได-เทอร์-เอมิลเปอร์ออกไซด์, ไอโซโพรพิลควิมิล-เทอร์-บิวทิลเปอร์ออกไซด์, เทอร์-บิวทิลควิมิลเปอร์ออกไซด์, ได (ไอโซโพรพิลควิมิล)เปอร์ออกไซด์, ได-เทอร์-บิวทิลเปอร์ออกไซด์, อัลฟา,อัลฟา'-บิส(เทอร์-บิวทิลเปอร์ออกซี)ไดไอโซโพรพิลเบนซีน, เบนโซอิลเปอร์ออกไซด์, 1,1-บิส(เทอร์-บิวทิลเปอร์ออกซี)-3,3,5-ไตรเมทิลไซโคลเฮกเซน, บิวทิล 4,4'-ได(เทอร์-บิวทิลเปอร์ออกซี)วาเลเรต, 2,5-ไดเมทิล-2,5-ได(เทอร์-บิวทิลเปอร์ออกซี)เฮกเซน, 2,5-ไดเมทิล-2,5-ได(เทอร์-บิวทิลเปอร์ออกซี)-3-เฮกไซน์ เปอร์ออกไซด์อินทรีย์ที่กล่าวถึงข้างต้นแต่ละชนิดสามารถนำมาใช้เพียงลำพังหรือใช้ผสมกันตั้งแต่สองชนิดขึ้นไปได้

ปริมาณของตัวเร่งปฏิกิริยาสามารถปรับได้ตามความจำเป็น โดยทั่วไปแล้ว ปริมาณของตัวเร่งปฏิกิริยาอาจอยู่ที่ 0.1% โดยน้ำหนัก (%โดยน้ำหนัก) ถึง 1 % โดยน้ำหนัก โดยคำนวณจากน้ำหนักรวม

ขององค์ประกอบเรซินเทอร์โมเซตติงที่ไม่รวมตัวทำละลาย ตัวอย่างเช่น ปริมาณของตัวเร่งปฏิกิริยา อาจอยู่ที่ 0.1 % โดยน้ำหนัก, 0.2 % โดยน้ำหนัก, 0.3 % โดยน้ำหนัก, 0.4 % โดยน้ำหนัก, 0.5 % โดย น้ำหนัก, 0.6 % โดยน้ำหนัก, 0.7 % โดยน้ำหนัก, 0.8 % โดยน้ำหนัก, 0.9 % โดยน้ำหนัก, หรือ 1 % โดย น้ำหนัก หรืออยู่ในช่วงระหว่างค่าสองค่าใด ๆ ที่กล่าวถึงในที่นี้ โดยคำนวณจากน้ำหนักรวมของ องค์ประกอบเรซินเทอร์โมเซตติงที่ไม่รวมตัวทำละลาย

5 [สารหน่วงไฟ]

สารหน่วงไฟสามารถช่วยปรับปรุงความทนทานต่อความร้อนและการหน่วงไฟของวัสดุ อิเล็กทรอนิกส์ที่เตรียมขึ้นได้ ประเภทของสารหน่วงไฟนั้นรวมถึง แต่ไม่จำกัดเพียง สารหน่วงไฟที่มี ฟอสฟอรัส สารหน่วงไฟที่มีโบรมีนและสารประกอบที่มีไนโตรเจน สารหน่วงไฟแต่ละชนิดสามารถ นำมาใช้เพียงลำพังหรือใช้ผสมกันตั้งแต่สองชนิดขึ้นไปก็ได้

10

ตัวอย่างต่างๆ ของสารหน่วงไฟที่มีฟอสฟอรัสนั้นรวมถึง แต่ไม่จำกัดเพียง ฟอสเฟตเอสเทอร์ส, ฟอสฟาซีนส, แอมโมเนียมโพลีฟอสเฟตส, เมทัลฟอสฟิเนตส และเมลามีน ฟอสเฟต ตัวอย่างต่างๆ ของสารหน่วงไฟที่มีโบรมีนนั้นรวมถึง แต่ไม่จำกัดเพียง เดคาโบรโมบิส ฟีนอล เอ, เดคาโบรโมไดฟีนิลออกไซด์, เดคาโบรมิเนตไดฟีนิลอีเทน, 1,2-บิส(ไดโรโบรโมฟีนิล)อีเทน, โบรมิเนตคิพอกซีโอลิโกเมอร์, อีออกตาโบรโมไตรเมทิลฟีนิลอินเดน, บิส(2,3-ไดโรโบรโมโพรพิล อีเทอร์), ทริส(ไดโรโบรโมฟีนิล)ไตรอาซีน, โบรมิเนตอะลิฟาติกไฮโดรคาร์บอน และโบรมิเนตอะโร มาติกไฮโดรคาร์บอน ตัวอย่างของสารประกอบที่มีไนโตรเจนนั้นรวมถึง แต่ไม่จำกัดเพียง เมลามีนและ อนุพันธ์ของสารดังกล่าว สารหน่วงไฟที่มีฟอสฟอรัสที่มีจำหน่ายในเชิงพาณิชย์ ได้แก่ ผลิตภัณฑ์ที่มีชื่อ

15

ทางการค้า Melapur 200 จากบริษัท BASF

ปริมาณของสารหน่วงไฟสามารถปรับได้ตามความจำเป็นและไม่มีข้อจำกัดเป็นพิเศษ ตัวอย่างเช่น ปริมาณของสารหน่วงไฟอาจอยู่ที่ 0 % โดยน้ำหนัก ถึง 30 % โดยน้ำหนัก โดยคำนวณจาก น้ำหนักรวมขององค์ประกอบเรซินเทอร์โมเซตติงที่ไม่รวมตัวทำละลาย ตัวอย่างเช่น ปริมาณของสาร หน่วงไฟอาจอยู่ที่ 0 % โดยน้ำหนัก, 1 % โดยน้ำหนัก, 5 % โดยน้ำหนัก, 10 % โดยน้ำหนัก, 15 % โดย น้ำหนัก, 20 % โดยน้ำหนัก, 25 % โดยน้ำหนัก, หรือ 30 % โดยน้ำหนัก หรืออยู่ในช่วงระหว่างค่าสองค่า

25

ใด ๆ ที่กล่าวถึงในที่นี้ โดยคำนวณจากน้ำหนักรวมขององค์ประกอบเรซินเทอร์โมเซตติงที่ไม่รวมตัว ทำละลาย

[สารตัวเติม]

สารตัวเติมสามารถช่วยปรับปรุงความแข็งแรงเชิงกล, การนำความร้อน และเสถียรภาพทาง ขนาดของวัสดุอิเล็กทรอนิกส์ที่เตรียมขึ้น ตัวอย่างของสารตัวเติมนั้นรวมถึง แต่ไม่จำกัดเพียง สารที่

30

เลือกจากกลุ่มที่ประกอบด้วยซิลิกา (รวมถึงซิลิกาแบบกลวง), อะลูมิเนียมออกไซด์, แมกนีเซียม ออกไซด์, แมกนีเซียมไฮดรอกไซด์, แคลเซียมคาร์บอเนต, แร่ทัลก์, ดินเหนียว, อะลูมิเนียมไนไตรด์,

โบรอนไนไตรด์, อะลูมิเนียมไฮดรอกไซด์, ซิลิกอนอะลูมิเนียมคาร์ไบด์, ซิลิกอนคาร์ไบด์, โซเดียมคาร์บอเนต, ไทเทเนียมไดออกไซด์, ซิงค์ออกไซด์, เซอร์โคเนียมออกไซด์, ควอตซ์, เพชร, คาร์บอนคล้ายเพชร, แกรไฟต์, แคลไซต์, คาลไซต์, ไพไรต์, ไมกา, ไฮโดรทัลไซต์, พงโพลีเตตระฟลูออโรเอทิลีน (PTFE), ลูกแก้ว, เซรามิกวิสเกอร์ส, คาร์บอนนาโนทิวบ์ และผงอนินทรีย์ขนาดนาโน สารตัวเติมแต่ละชนิดที่กล่าวมานี้สามารถนำมาใช้เพียงลำพังหรือใช้ผสมกันตั้งแต่สองชนิดขึ้นไปก็ได้

5

ปริมาณของสารตัวเติมสามารถปรับได้ตามความจำเป็นและไม่มีข้อจำกัดเป็นพิเศษ

ตัวอย่างเช่น ปริมาณของสารตัวเติมอาจอยู่ที่ 0 % โดยน้ำหนัก ถึง 60 % โดยน้ำหนัก โดยคำนวณจากน้ำหนักรวมขององค์ประกอบเรซินที่ไม่รวมตัวทำละลาย ตัวอย่างเช่น ปริมาณของสารตัวเติมอาจเป็น 0 % โดยน้ำหนัก, 1 % โดยน้ำหนัก, 5 % โดยน้ำหนัก, 10 % โดยน้ำหนัก, 15 % โดยน้ำหนัก, 20 % โดยน้ำหนัก, 25 % โดยน้ำหนัก, 30 % โดยน้ำหนัก, 35 % โดยน้ำหนัก, 40 % โดยน้ำหนัก, 45 % โดยน้ำหนัก, 50 % โดยน้ำหนัก, 55 % โดยน้ำหนัก, หรือ 60 % โดยน้ำหนัก หรืออยู่ในช่วงระหว่างค่าสองค่าใด ๆ ที่กล่าวถึงในที่นี้ โดยคำนวณจากน้ำหนักรวมขององค์ประกอบเรซินที่ไม่รวมตัวทำละลาย

10

### 2.1.3. การเตรียมองค์ประกอบเรซินเทอร์โมเซตติง

องค์ประกอบเรซินเทอร์โมเซตติงอาจถูกเตรียมขึ้นเป็นวานิชสำหรับกระบวนการแปรรูปใน

15

ภายหลังโดยการผสมองค์ประกอบต่าง ๆ ขององค์ประกอบเรซินเทอร์โมเซตติง ซึ่งรวมถึงเรซินเทอร์โมเซตติงและองค์ประกอบเสริมอื่น ๆ เข้าด้วยกันอย่างสม่ำเสมอด้วยเครื่องกวน และละลายหรือกระจายส่วนผสมที่ได้ในตัวทำละลาย ตัวทำละลายอาจเป็นตัวทำละลายเดี่ยวใด ๆ ที่สามารถละลายหรือกระจายองค์ประกอบขององค์ประกอบเรซินเทอร์โมเซตติงได้ แต่ไม่ทำปฏิกิริยากับองค์ประกอบดังกล่าว ตัวอย่างต่างๆ ของตัวทำละลายที่สามารถละลายหรือกระจายองค์ประกอบขององค์ประกอบเรซินเทอร์โมเซตติงได้นั้นรวมถึง แต่ไม่จำกัดเพียง โทลูอีน, แกมมา-บิวทิลโรแลคโตน, เมทิลเอทิลคีโตน, ไซโคลเฮกซาโนน, บิวทาโนน, อะซิโตน, ไซลีน, เมทิลไอโซบิวทิลคีโตน, N,N-ไดเมทิลฟอร์มาไมด์ (DMF), N,N-ไดเมทิลอะซีตาไมด์ (DMAc) และ N-เมทิลไพร์โรลิโดน (NMP) ตัวทำละลายแต่ละชนิด

20

ที่กล่าวถึงสามารถนำมาใช้ลำพังหรือใช้ผสมกันก็ได้ ปริมาณของตัวทำละลายในองค์ประกอบเรซินเทอร์โมเซตติงไม่มีข้อจำกัดเป็นพิเศษ ทรายใดที่องค์ประกอบขององค์ประกอบเรซินเทอร์โมเซตติงสามารถละลายหรือกระจายตัวได้อย่างทั่วถึง ในตัวอย่างที่แนบมานี้ เมทิลเอทิลคีโตนถูกใช้เป็นตัวทำละลายสำหรับองค์ประกอบเรซิน TU943S

25

2.2. การเตรียมพรีเพก

พรีเพกของการประดิษฐ์นี้สามารถเตรียมขึ้นได้โดยการชุบหรือเคลือบผ้าใยอินทรีย์ของการประดิษฐ์นี้ด้วยองค์ประกอบเรซินเทอร์โมเซตติงที่กล่าวมาข้างต้น วิธีการชุบหรือเคลือบนั้นรวมถึง แต่ไม่จำกัดเพียง การจุ่ม, การเคลือบด้วยลูกกลิ้ง, การเคลือบด้วยแม่พิมพ์, การเคลือบด้วยแท่งปาดสี, การเคลือบแบบกราเวียร์, การเคลือบแบบหมุนเหวี่ยง, การเคลือบ Slit และการพ่น ผ้าใยอินทรีย์ที่ชุบหรือเคลือบแล้วอาจถูกทำให้แห้งที่อุณหภูมิในช่วง 100°ซ ถึง 200°ซ เป็นเวลา 1 (หนึ่ง) นาที ถึง 20 นาที เพื่อให้ได้พรีเพกแบบกึ่งแข็งตัว (ระยะ B) ในตัวอย่างที่แนบมานี้ การอบแห้งจะดำเนินการที่อุณหภูมิ 170°ซ เป็นเวลา 2 นาที ถึง 5 นาที

3. แผ่นลามิเนตหุ้มโลหะและแผงวงจรแบบพิมพ์

การประดิษฐ์นี้ยังจัดให้มีแผ่นลามิเนตหุ้มโลหะที่เตรียมขึ้นโดยการลามิเนตพรีเพกที่กล่าวมาข้างต้นและแผ่นฟอยล์โลหะ ที่ซึ่งพรีเพกถูกใช้เป็นชั้นไดอิเล็กทริกและแผ่นฟอยล์โลหะถูกใช้เป็นชั้นนำไฟฟ้า ในรูปแบบหนึ่งของการประดิษฐ์นี้ แผ่นลามิเนตหุ้มโลหะของการประดิษฐ์นี้สามารถเตรียมขึ้นได้ด้วยวิธีต่อไปนี้เป็นชั้นไดอิเล็กทริก จากนั้นชั้นแผ่นฟอยล์โลหะ (เช่น แผ่นฟอยล์ทองแดง) ให้เป็นชั้นโลหะบนพื้นผิวภายนอกอย่างน้อยหนึ่งด้านของชั้นไดอิเล็กทริกเพื่อจัดให้มีวัสดุที่ซ้อนกันซึ่งประกอบด้วยชั้นไดอิเล็กทริกและชั้นโลหะ และดำเนินการอัดร้อนบนวัสดุที่ซ้อนกันเพื่อรับแผ่นลามิเนตหุ้มโลหะ การอัดด้วยความร้อนจะดำเนินการที่อุณหภูมิ 180°ซ ถึง 240°ซ และที่ความดัน 20 กก/ซม<sup>2</sup> ถึง 50 กก/ซม<sup>2</sup> (โดยมีความดันเริ่มต้นที่ 5 กก/ซม<sup>2</sup> ถึง 12 กก/ซม<sup>2</sup>) เป็นเวลา 120 นาที ถึง 360 นาที

แผ่นลามิเนตหุ้มโลหะของการประดิษฐ์นี้สามารถนำไปใช้เพื่อจัดให้มีแผงวงจรแบบพิมพ์ได้ โดยการสร้างลวดลายขึ้นบนแผ่นฟอยล์โลหะเพิ่ม ดังนั้น การประดิษฐ์นี้ยังจัดให้มีแผงวงจรแบบพิมพ์ ซึ่งถูกผลิตขึ้น โดยการสร้างลวดลายเพิ่มเติมขึ้นบนแผ่นฟอยล์โลหะของแผ่นลามิเนตหุ้มโลหะของการประดิษฐ์นี้ด้วย วิธีการสร้างลวดลายขึ้นบนแผ่นฟอยล์โลหะไม่มีข้อจำกัดเป็นพิเศษ และตัวอย่างต่างๆ ของวิธีการสร้างลวดลายนั้นนั้นรวมถึง แต่ไม่จำกัดเพียง เทคนิคภาพพิมพ์หิน (photolithography)

4. ตัวอย่าง

4.1. วิธีการทดสอบ

การประดิษฐ์นี้ได้รับการอธิบายเพิ่มเติมโดยรูปแบบจำเพาะต่อไปจากนี้ ที่ซึ่งเครื่องมือและวิธีการทดสอบที่ใช้มีดังนี้

[การวิเคราะห์ XPS]

ประการแรก ตัดผ้าใยอินทรีย์ให้เป็นตัวอย่างทดสอบขนาดความยาวและความกว้าง 1 (หนึ่ง) ซม. ถัดไป นำตัวอย่างทดสอบไปวางในเครื่องวิเคราะห์ภาพถ่ายอิเล็กตรอนด้วยรังสีเอกซ์ K-Alpha เพื่อ

ทำการวิเคราะห์ XPS เงื่อนไขการวิเคราะห์ XPS มีดังนี้คือ ความยาวคลื่นของรังสีเอกซ์ 400 ไมโครเมตร, มุมตกกระทบของรังสีเอกซ์ 90°, เวลาในการสแกน 15 นาที, และใช้ปืนยิงฟลักซ์เพื่อทำการชดเชยประจุเพื่อเพิ่มการนำไฟฟ้า สำหรับตัวอย่างทดสอบแต่ละชิ้นนั้น มีการสุ่มเลือกสามจุดเพื่อทำการวิเคราะห์ XPS เพื่อให้ได้ค่าสูงสุดลักษณะเฉพาะของ C 1s ของตัวอย่างทดสอบแต่ละชิ้น โดยค่าที่ได้จากสามจุดจะถูกนำมาหาค่าเฉลี่ยเพื่อให้ได้ค่าอะตอม% ของค่าสูงสุดลักษณะเฉพาะแต่ละค่า

[การทดสอบพลังงานพื้นผิว]

ประการแรก ตัดผ้าใยอินทรีให้เป็นตัวอย่างทดสอบขนาดความยาวและความกว้าง 10 ซม. และวางตัวอย่างทดสอบบนเครื่องวิเคราะห์รูปร่างหยด DSA-100 ถัดไป วางหลอดหยดที่บรรจุของเหลวทดสอบนั้นให้ตั้งฉากกับพื้นผิวของตัวอย่างทดสอบ และหยดของเหลวทดสอบลงบนพื้นผิวของตัวอย่างทดสอบ ที่ซึ่งขนาดของหยดคือ 2 ไมโครลิตร และใช้น้ำและไดไอโอดีมีเทนเป็นของเหลวตรวจจับตามลำดับ หลังจากรูปร่างของหยดไม่เปลี่ยนแปลงและคงที่แล้ว ให้วัดมุมสัมผัสด้านซ้ายและขวาของหยด สุดท้าย คำนวณพลังงานพื้นผิวรวมโดยใช้มุมสัมผัสของน้ำและไดไอโอดีมีเทนตามวิธี Owens-Wendt-Rabel-Kaelble หน่วยของพลังงานพื้นผิวคือ dyn/ซม

[การทดสอบคุณสมบัติการซุบ]

นำแผ่นลามิเนตหุ้มโลหะสำหรับประเมินมาทำการกัดเพื่อกำจัดแผ่นฟอสฟอไรต์โลหะบนพื้นผิวภายนอกของแผ่นลามิเนตดังกล่าวออกเพื่อให้ได้แผ่นลามิเนตที่ไม่ได้หุ้มโลหะ จากนั้น จึงตัดเป็นตัวอย่างทดสอบขนาดความยาวและความกว้าง 5 ซม. ถัดไป นำตัวอย่างทดสอบไปวางในเตาอบทดสอบสภาวะแวดล้อมที่อุณหภูมิ 121°C และความชื้นสัมพัทธ์ 100% เป็นเวลา 5 ชั่วโมง หลังจากนั้น นำตัวอย่างทดสอบไปวางในเตาหลอมดีบุกที่อุณหภูมิ 288°C เป็นเวลา 300 วินาที จากนั้นตรวจสอบลักษณะภายนอกของตัวอย่างทดสอบด้วยตาเปล่าเพื่อดูว่ามีการแตกตัว (popcorns) หรือไม่ เกณฑ์การประเมินมีดังนี้ หากไม่พบการแตกตัวบนลักษณะภายนอกของตัวอย่างทดสอบ ถือว่าการทดสอบคุณสมบัติการซุบผ่าน และบันทึกผลเป็น "O" หากพบการแตกตัวบนลักษณะภายนอกของตัวอย่างทดสอบ ถือว่าการทดสอบคุณสมบัติการซุบไม่ผ่าน และบันทึกผลเป็น "x"

[การทดสอบอัตราการดูดซับน้ำ (water absorption rate)]

นำแผ่นลามิเนตหุ้มโลหะสำหรับประเมินมาทำการกัดเพื่อกำจัดแผ่นฟอสฟอไรต์โลหะบนพื้นผิวภายนอกของแผ่นลามิเนตดังกล่าวออกเพื่อให้ได้แผ่นลามิเนตที่ไม่ได้หุ้มโลหะ จากนั้นจึงตัดเป็นตัวอย่างทดสอบขนาดความยาวและความกว้าง 5 ซม. ถัดไป นำตัวอย่างทดสอบไปอบในเตาอบที่อุณหภูมิ 105°C เป็นเวลา 1 ชั่วโมง จากนั้นชั่งน้ำหนักตัวอย่างทดสอบที่อบแล้ว และกำหนดน้ำหนักที่ได้เป็น W<sub>0</sub> หลังจากนั้น นำตัวอย่างทดสอบที่อบแล้วไปวางในเตาอบทดสอบสภาวะแวดล้อมที่อุณหภูมิ 121°C และความชื้นสัมพัทธ์ 100% เป็นเวลา 5 ชั่วโมง จากนั้นชั่งน้ำหนักตัวอย่างทดสอบ

หลังจากการดูดซึมน้ำ และกำหนดน้ำหนักที่ได้เป็น W1 อัตราการดูดซึมน้ำคำนวณโดยใช้สูตรดังต่อไปนี้:

$$\text{อัตราการดูดซึมน้ำ rate (\%)} = \left\{ \frac{(W1 - W0)}{W0} \right\} \times 100\%$$

5 [การทดสอบอัตราการเปลี่ยนแปลงขนาด]

นำแผ่นลามิเนตหุ้มโลหะสำหรับการประเมินมาทำการกัดเพื่อกำจัดแผ่นพอลิโพลีเอทิลีนบนพื้นผิวภายนอกของแผ่นลามิเนตดังกล่าวออกเพื่อให้ได้แผ่นลามิเนตที่ไม่ได้หุ้มโลหะ จากนั้นจึงตัดเป็นตัวอย่างทดสอบขนาดความยาวและความกว้าง 5 ซม. ถัดไป ใช้เครื่องวิเคราะห์เชิงกลความร้อน (TMA-Q400EM รุ่น, มาจาก TA Instruments) เพื่อวัดสัมประสิทธิ์การขยายตัวทางความร้อน (CTE) ของตัวอย่างทดสอบในทิศทางแกน X และแกน Y วิธีการวัดมีดังนี้: นำตัวอย่างทดสอบไปวางในเตาเผาความร้อนและเพิ่มอุณหภูมิจาก 50°C เป็น 125°C ด้วยอัตรา 10°C/นาที จากนั้นวัดอัตราการเปลี่ยนแปลงขนาดของตัวอย่างทดสอบในทิศทางแกน X และแกน Y โดยใช้เซ็นเซอร์การกระจัดเชิงเส้น หน่วยของอัตราการเปลี่ยนแปลงขนาดคือ ppm/°C

10 [การวัดตัวแปรการสูญเสียไดอิเล็กทริก (DF)]

15 ประการแรก กัดแผ่นลามิเนตหุ้มโลหะที่มีความยาว 24 นิ้ว และความกว้าง 18 นิ้ว เพื่อกำจัดแผ่นพอลิโพลีเอทิลีนบนพื้นผิวภายนอกของแผ่นลามิเนตดังกล่าวออกเพื่อเตรียมตัวอย่างทดสอบ ต่อมา วัดและคำนวณค่า Df เริ่มต้นของตัวอย่างทดสอบ (ในที่นี้จะเรียกว่า "Df ที่ 0 ชั่วโมง" ด้วย) ตามมาตรฐาน IPC-TM-650 2.5.5.13 ที่ความถี่ในการทำงาน 10 GHz

20 ถัดไป นำตัวอย่างทดสอบไปวางในเตาอบทดสอบสภาวะแวดล้อมที่อุณหภูมิ 85°C และความชื้นสัมพัทธ์ 85% นำตัวอย่างทดสอบออกจากเตาอบทดสอบสภาวะแวดล้อมหลังจากผ่านไป 168 ชั่วโมง, 336 ชั่วโมง, 672 ชั่วโมง, 840 ชั่วโมง, และ 1008 ชั่วโมง ตามลำดับ และปล่อยให้ตั้งอยู่ในสภาพแวดล้อมที่อุณหภูมิ 25°C และความชื้นสัมพัทธ์ 60% เป็นเวลา 30 นาที หลังจากนั้น ตามมาตรฐาน IPC-TM-650 2.5.5.13 ที่ความถี่ในการทำงาน 10 GHz ให้วัดและคำนวณค่า Df ของตัวอย่างทดสอบ ซึ่งทำให้ได้ Df ที่ 168 ชั่วโมง, Df ที่ 336 ชั่วโมง, Df ที่ 672 ชั่วโมง, Df ที่ 840 ชั่วโมง, และ Df

25 ที่ 1008 ชั่วโมง

4.2. รายชื่อวัสดุที่ใช้ในตัวอย่างและตัวอย่างเปรียบเทียบ

ตาราง 1: รายชื่อวัสดุ

รุ่น	รายละเอียด
HT0021	ผ้าใย LCP, มาจาก Kurary
CFJNT002	ผ้าใย PET, มาจาก Tiong Liong Industrial
PEI	ผ้าใย PEI, มาจากสถาบันวิจัยสิ่งทอไต้หวัน Taiwan Textile Research Institute
T010	ผ้าใย PTFE, มาจาก STERN EWS
TU943S	องค์ประกอบเรซินเทอร์โมเซตติง, มาจากบริษัท Taiwan Union Technology จำกัด
LH408	แผ่นพอลิโพรพิลีน (ความหนา: 18 ไมโครเมตร), มาจาก Co-tech Development

4.3. การเตรียมผ้าใยอินทรีย์

ประการแรก เตรียมผ้าใยอินทรีย์ขนาดความยาวและความกว้าง 30 ซม. และวางไว้ในเครื่องกำเนิดพลาสมาบรรยากาศ ATM3 และได้หัวพันพลาสมา ประเภทของผ้าใยอินทรีย์แสดงอยู่ในตาราง 2 ด้านล่าง ถัดไป โดยการตั้งค่าประเภทของก๊าซทำงานพลาสมา, อัตราการไหลของก๊าซทำงานพลาสมา, ระยะห่างระหว่างพื้นผิวของผ้าใยอินทรีย์กับหัวพันพลาสมา และจำนวนครั้งของการทำงานตามตาราง 2 ด้านล่าง และตั้งค่ากำลังพลาสมาเป็น 0.6 kW ถึง 1.2 kW และความเร็วในการสแกนเป็น 30 ซม./วินาที พื้นผิวของผ้าใยอินทรีย์จะถูกดำเนินการปรับปรุเพื่อให้ได้ผ้าใยอินทรีย์ที่ถูกปรับปรุของการประดิษฐ์นี้ในตัวอย่าง 1 ถึง 7 และผ้าใยอินทรีย์เปรียบเทียบในตัวอย่างเปรียบเทียบ 5 ถึง 7 ผ้าใยอินทรีย์เปรียบเทียบในตัวอย่างเปรียบเทียบ 1 ถึง 4 นั้นไม่ได้ถูกปรับปรุ

คุณสมบัติต่าง ๆ ของผ้าใยอินทรีย์ของการประดิษฐ์นี้ในตัวอย่าง 1 ถึง 7 และผ้าใยอินทรีย์เปรียบเทียบในตัวอย่างเปรียบเทียบที่ 1 ถึง 7 รวมถึงคุณสมบัติ XPS และพลังงานพื้นผิวนั้น ถูกกำหนดตามวิธีการที่อธิบายไว้ข้างต้น และผลลัพธ์แสดงอยู่ในตาราง 3-1 และตาราง 3-2

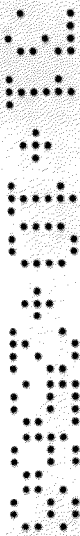
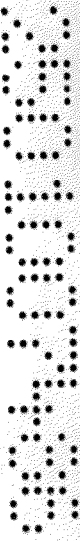
ตาราง 2: เงื่อนไขการปรับปรุงผ้าใยอินทรีย์

		ผ้าใยอินทรีย์	ก๊าซทำงาน	ระยะห่างของ กระบวนกร (มม.)	อัตราการไหลของ ก๊าซ (mPa)	จำนวนการ ดำเนินการ	
5	ตัวอย่าง	1	HT0021	ไนโตรเจน	8	0.15	2
		2	HT0021	อากาศ	8	0.15	3
		3	CFJNT002	ไนโตรเจน	8	0.15	2
		4	CFJNT002	Air	8	0.15	2
		5	PEI	ไนโตรเจน	8	0.15	2
		6	PEI	Air	8	0.15	2
		7	T010	ไนโตรเจน	5	240.00	3
10	ตัวอย่าง เปรียบเทียบ	1	HT0021	ไม่มี			
		2	CFJNT002	ไม่มี			
		3	PEI	ไม่มี			
		4	T010	ไม่มี			
		5	HT0021	ไนโตรเจน	8	0.15	3
		6	CFJNT002	ไนโตรเจน	8	0.15	3
		7	PEI	ไนโตรเจน	8	0.15	3

5

10

15



ตาราง 3-1: คุณสมบัติต่างๆ ของผ้าใยอินทรีย์ของตัวอย่าง 1 ถึง 7

	ตัวอย่าง						
	1	2	3	4	5	6	7
5 C 1s (C-N) (อะตอม%)	13.90	13.50	1.50	1.30	20.90	20.80	1.24
C 1s (O-C=O) (อะตอม%)	7.20	7.10	13.30	12.50	7.40	6.90	1.03
C 1s (C-C, C-H) (อะตอม%)	78.90	79.00	39.20	40.60	71.70	72.20	47.90
10 C 1s (C-F) (อะตอม%)	0	0	0	0	0	0	49.70
มุมสัมพัทธ์ (น้ำ)	63.6°	64.3°	51.6°	53.1°	46.2°	48.3°	60.2°
15 มุมสัมพัทธ์ (ไดไฮโดรไมเทน)	44.0°	36.9°	35.8°	36.2°	38.5°	37.2°	44.0°
พลังงานพื้นผิว (หน่วย: dyn/ซม)	52.1	51.5	55.3	56.3	58.8	57.8	54.1

ตาราง 3-2: คุณสมบัติต่างๆ ของผ้าใยอินทรีย์ของตัวอย่างเปรียบเทียบ 1 ถึง 7

	ตัวอย่างเปรียบเทียบ						
	1	2	3	4	5	6	7
5 C 1s (C-N) (อะตอม%)	13.40	0	20.50	0	14.40	1.90	21.30
C 1s (O-C=O) (อะตอม%)	6.50	9.90	5.90	0	8.00	16.60	8.90
C 1s (C-C, C-H) (อะตอม%)	80.10	43.30	73.60	49.20	77.60	35.10	69.80
10 C 1s (C-F) (อะตอม%)	0	0	0	50.40	0	0	0
มุมสัมพัทธ์ (น้ำ)	89.2°	72.1°	66.5°	103.1°	27.7°	35.3°	21.1°
15 มุมสัมพัทธ์ (ไดโอดิเมทเทน)	34.6°	33.6°	30.2°	37.9°	22.1°	27.3°	24.2°
พลังงานพื้นผิว (หน่วย: dyn/ซม)	42.9	45.8	48.9	35.6	66.2	61.9	68.0

4.4 การเตรียมพรีเพกและแผ่นลามิเนตหุ้มโลหะ

พรีเพกของตัวอย่าง 1 ถึง 7 และตัวอย่างเปรียบเทียบ 1 ถึง 7 ถูกเตรียมดังนี้ ขั้นแรก ผ้าใยอินทรีย์ของตัวอย่าง 1 ถึง 7 และตัวอย่างเปรียบเทียบ 1 ถึง 7 ถูกชุบในองค์ประกอบเรซินเทอร์โมเซตติง (รุ่น: TU943S) ด้วยเครื่องเคลือบแบบลูกกลิ้งตามลำดับ และความหนาของผ้าใยอินทรีย์หลังจากการชุบ ถูกควบคุมให้อยู่ในระดับที่เหมาะสม ถัดไป ผ้าใยอินทรีย์ที่ชุบแล้วถูกนำไปวางในเตาอบที่อุณหภูมิ 170°ซ และทำให้ร้อนและอบเป็นเวลา 2 นาที ถึง 5 นาที เพื่อให้ได้พรีเพกของตัวอย่าง 1 ถึง 7 และตัวอย่างเปรียบเทียบ 1 ถึง 7

แผ่นลามิเนตหุ้มโลหะถูกเตรียมขึ้นโดยใช้พรีเพกของตัวอย่าง 1 ถึง 7 และตัวอย่างเปรียบเทียบ 1 ถึง 7 ตามลำดับ ขั้นแรก แผ่นฟอยล์ทองแดง (รุ่น: LH408) หนึ่งแผ่นถูกวางซ้อนบนพื้นผิวภายนอกหนึ่งด้านของพรีเพกแต่ละแผ่นเพื่อให้ได้วัตถุที่ซ้อนทับกัน ถัดไป วัตถุที่ซ้อนทับกันถูกนำไปวางใน

เครื่องอัดรีดเพื่อให้ถูกบ่มผ่านการอัดรีดที่อุณหภูมิสูง เพื่อให้ได้แผ่นลามิเนตหุ้มโลหะของตัวอย่าง 1 ถึง 7 และตัวอย่างเปรียบเทียบ 1 ถึง 7 เงื่อนไขการอัดรีดมีดังต่อไปนี้: ให้ความร้อนถึงอุณหภูมิ 200°C ถึง 220°C ด้วยอัตราการให้ความร้อน 3°C/นาทีและทำการอัดรีดที่อุณหภูมิ 200°C ถึง 220°C เป็นเวลา 240 นาที ที่ความดันเต็มที่ 40 กก/ซม<sup>2</sup> (โดยมีความดันเริ่มต้น 8กก/ซม<sup>2</sup>)

- 5 คุณสมบัติต่างๆ ของแผ่นลามิเนตหุ้มโลหะของตัวอย่าง 1 ถึง 7 และตัวอย่างเปรียบเทียบ 1 ถึง 7 รวมถึงคุณสมบัติการชุบ อัตราการดูดซึมน้ำ อัตราการเปลี่ยนแปลงขนาด, Df และ DA ถูกกำหนดตามวิธีการทดสอบต่างๆ ที่กล่าวถึงข้างต้น และผลลัพธ์แสดงอยู่ในตาราง 4-1 และ 4-2

ตาราง 4-1: คุณสมบัติของแผ่นลามิเนตหุ้มโลหะของตัวอย่าง 1 ถึง 7

		ตัวอย่าง							
		1	2	3	4	5	6	7	
10	คุณสมบัติการชุบ	○	○	○	○	○	○	○	
	อัตราการดูดซึมน้ำ	0.12%	0.16%	0.37%	0.40%	0.16%	0.19%	0.09%	
	อัตราการเปลี่ยนแปลงขนาด แกน X (หน่วย: ppm/°ซ)	51	52	52	55	55	55	63	
15	อัตราการเปลี่ยนแปลงขนาด แกน Y (หน่วย: ppm/°ซ)	62	67	53	56	56	57	64	
20	Df×10 <sup>-3</sup> @10 GHz	0 hr.	0.93	0.92	2.01	1.94	1.13	1.14	0.85
		168 hrs.	1.49	1.60	3.44	3.48	1.86	1.96	1.39
		336 hrs.	1.39	1.67	3.53	3.56	1.94	2.01	1.48
		672 hrs.	1.43	1.75	3.59	3.64	2.02	2.09	1.51
		840 hrs.	1.57	1.87	3.65	3.70	2.08	2.11	1.55
		1008 hrs.	1.71	1.81	3.71	3.73	2.02	2.15	1.63
	ΔDf×10 <sup>-3</sup> @10 GHz	0.78	0.89	1.70	1.79	0.89	1.01	0.78	

ตาราง 4-2: คุณสมบัติของแผ่นลามิเนตหุ้มโลหะของตัวอย่างเปรียบเทียบที่ 1 ถึง 7

	ตัวอย่างเปรียบเทียบ							
	1	2	3	4	5	6	7	
คุณสมบัติการชุบ	×	×	○	×	○	○	○	
อัตราการดูดซึมน้ำ	0.30%	0.72%	0.37%	0.33%	0.16%	0.41%	0.19%	
อัตราการเปลี่ยนแปลงขนาด แกน X (หน่วย: ppm/°F)	70	59	60	72	52	48	52	
อัตราการเปลี่ยนแปลงขนาด แกน Y (หน่วย: ppm/°F)	64	65	61	70	57	51	53	
Df × 10 <sup>-3</sup> @10 GHz	0 hr.	0.96	2.00	1.43	0.87	0.89	1.96	1.14
	168 hrs.	1.47	4.08	2.77	1.38	1.67	3.81	2.37
	336 hrs.	1.51	4.22	2.57	1.42	1.50	3.96	2.27
	672 hrs.	1.56	4.36	2.81	1.50	1.56	4.08	2.47
	840 hrs.	1.85	4.53	2.95	1.76	1.74	4.21	2.38
	1008 hrs.	1.98	4.71	3.12	1.89	1.83	4.33	2.38
ΔDf × 10 <sup>-3</sup> @10 GHz	1.02	2.71	1.69	1.02	0.94	2.37	1.24	

ดังที่แสดงในตาราง 4-1 ผลลัพธ์ของตัวอย่าง 1 ถึง 7 แสดงให้เห็นว่าแผ่นลามิเนตหุ้มโลหะแต่ละแผ่นที่ผลิตโดยใช้ผ้าใยอินทรีย์ของการประดิษฐ์นี้มีทั้งความต้านทานความร้อนที่ดีหลังการดูดซับความชื้น (แสดงออกมาโดยคุณสมบัติการชุบ) อัตราการดูดซึมน้ำต่ำ อัตราการเปลี่ยนแปลงขนาดต่ำ (กล่าวคือ ค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวทางความร้อน (CTE) และประสิทธิภาพการต้านทานความเสื่อมสภาพที่ดี (แสดงออกมาโดย ΔDf) ได้ในเวลาเดียวกัน โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ตัวอย่าง 1 ถึง 7 แสดงให้เห็นว่าแม้ว่าผ้าใยอินทรีย์ที่ใช้เป็นประเภทที่แตกต่างกันก็ตาม แต่ทราบได้ที่ผ้าใยอินทรีย์นั้นมีคุณสมบัติทางเทคนิคทั้ง XPS และพลังงานพื้นผิวของการประดิษฐ์นี้แล้ว แผ่นลามิเนตหุ้มโลหะที่ได้ก็จะมีคุณสมบัติที่ดีที่กล่าวถึงข้างต้น ในเวลาเดียวกันได้

5 ในทางตรงกันข้าม ดังที่แสดงในตาราง 4-2 หากผ้าใยอินทรีย์ไม่มีคุณสมบัติทางเทคนิคทั้ง XPS และพลังงานพื้นผิวของการประดิษฐ์นี้พร้อมกันแล้ว ไม่ว่าจะแผ่นลามิเนตหุ้มโลหะประเภทใดหรือได้รับการปรับปรุงหรือไม่ก็ตาม แผ่นลามิเนตหุ้มโลหะที่ผลิตจากผ้าใยอินทรีย์เหล่านั้นก็ไม่สามารถมีข้อดีต่างๆ ด้านความต้านทานความร้อนที่ดีหลังการดูดซับความชื้น อัตราการดูดซึมน้ำต่ำ อัตราการเปลี่ยนแปลงขนาดต่ำ และประสิทธิภาพการต้านทานความเสื่อมสภาพที่ดี ในเวลาเดียวกันได้

10 โดยเฉพาะอย่างยิ่ง การเปรียบเทียบตัวอย่าง 1 และ 2 กับตัวอย่างเปรียบเทียบ 1 และ 5 แสดงให้เห็นว่าภายใต้ข้อสมมติฐานที่ว่าผ้าใยอินทรีย์มีคุณสมบัติทางเทคนิคด้าน XPS ของการประดิษฐ์นี้ เมื่อค่าพลังงานพื้นผิวของผ้าใยอินทรีย์อยู่ในช่วงที่กำหนดของการประดิษฐ์นี้แล้ว แผ่นลามิเนตหุ้มโลหะที่ได้ก็มีประสิทธิภาพการต้านทานความเสื่อมสภาพที่ดีที่สุด ( $\Delta Df$  ต่ำที่สุด) ผลลัพธ์อย่างเดียวกันนี้ยังสามารถเห็นได้ในการเปรียบเทียบตัวอย่าง 3 และ 4 กับตัวอย่างเปรียบเทียบ 2 และ 6 และการเปรียบเทียบตัวอย่าง 5 และ 6 กับตัวอย่างเปรียบเทียบ 3 และ 7 ด้วย

15 ตัวอย่างข้างต้นใช้เพื่ออธิบายให้เห็นภาพของหลักการและประสิทธิผลการประดิษฐ์นี้และแสดงขั้นการประดิษฐ์ที่สูงขึ้นของการประดิษฐ์นี้ แต่ไม่ได้ถูกนำมาใช้เพื่อจำกัดขอบเขตของการประดิษฐ์นี้ บรรดาผู้ทักษะความชำนาญในวิทยาการจึงอาจดำเนินการดัดแปลงและทดแทนอย่างหลากหลายได้โดยอิงจากการเปิดเผยและข้อเสนอแนะของการประดิษฐ์ดังที่ได้บรรยายไว้ ดังนั้นขอบเขตการคุ้มครองของการประดิษฐ์นี้จึงเป็นไปตามที่กำหนดไว้ในข้อถ้อยสิทธิดังที่แนบท้ายไว้

**วิธีการในการประดิษฐ์ที่ดีที่สุด**

วิธีในการประดิษฐ์ที่ดีที่สุดได้แก่วิธีการที่อธิบายไว้ในหัวข้อการเปิดเผยการประดิษฐ์โดยสมบูรณ์