เลขที่อนุสิทธิบัตร 23697

อสป/200 - ข

อนุสิทธิบัตร

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

มหาวิทยาลัยนเรศวร

สำหรับการประดิษฐ์ตามรายละเอียดการประดิษฐ์ ข้อถือสิทธิ และรูปเขียน (ถ้ามี) ดังที่ปรากฏในอนุสิทธิบัตรนี้

เลขที่คำขอ **2103002165**

วันขอรับอนุสิทธิบัตร **27 กรกฎาคม 2564**

ผู้ประดิษฐ์ **ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุกัญญา รอส และคณะ**

ชื่อที่แสดงถึงการประดิษฐ์ **เส้นฟิลาเมนท์ของพอลิเมอร์สามองค์ประกอบสำหรับการพิมพ์แบบสามมิติ**

ให้ผู้ทรงอนุสิทธิบัตรนี้มีสิทธิและหน้าที่ตามกฎหมายว่าด้วยสิทธิบัตรทุกประการ

ออกให้ ณ วันที่ **7 เดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2567**

หมดอายุ ณ วันที่ **26 เดือน กรกฎาคม พ.ศ. 2570**

(นายกิตติวัฒน์ ปัจฉิมนันท์)
รองอธิบดีกรมทรัพย์สินทางปัญญา ปฏิบัติราชการแทน
อธิบดีกรมทรัพย์สินทางปัญญา
ผู้ออกอนุสิทธิบัตร

พนักงานเจ้าหน้าที่

หมายเหตุ
1. ผู้ทรงอนุสิทธิบัตรต้องชำระค่าธรรมเนียมรายปีเริ่มตั้งแต่ปีที่ 5 ของอายุอนุสิทธิบัตร มิฉะนั้น อนุสิทธิบัตรนี้จะสิ้นอายุ
2. ผู้ทรงอนุสิทธิบัตรจะขอชำระค่าธรรมเนียมรายปีล่วงหน้าโดยชำระทั้งหมดในคราวเดียวได้
3. ภายใน 90 วันก่อนวันสิ้นอายุอนุสิทธิบัตร ผู้ทรงอนุสิทธิบัตรมีสิทธิขอต่ออายุอนุสิทธิบัตรได้ 2 คราว มีกำหนดคราวละ 2 ปี โดยยื่นคำขอต่ออายุ ต่อพนักงานเจ้าหน้าที่
4. การอนุญาตให้ใช้สิทธิตามอนุสิทธิบัตรและการโอนอนุสิทธิบัตรต้องทำเป็นหนังสือและจดทะเบียนต่อพนักงานเจ้าหน้าที่

Ref.256701032441935

รายละเอียดการประดิษฐ์

ชื่อที่แสดงถึงการประดิษฐ์

เส้นฟิลาเมนท์ของพอลิเมอร์สามองค์ประกอบสำหรับการพิมพ์แบบสามมิติ

สาขาวิทยาการที่เกี่ยวข้องกับการประดิษฐ์

เคมีในส่วนที่เกี่ยวข้องกับเส้นฟิลาเมนท์ของพอลิเมอร์สามองค์ประกอบสำหรับการพิมพ์สามมิติ

ภูมิหลังของศิลปะหรือวิทยาการที่เกี่ยวข้อง

ในปัจจุบันเทคโนโลยีการพิมพ์สามมิติเป็นที่รู้จักและนิยมกันอย่างแพร่หลายไม่ว่าจะเป็นการสร้างโมเดลขนาดเล็กหรือใหญ่ มีความซับซ้อนมากจนกระทั่งชิ้นงานง่ายๆที่ไม่ได้มีความซับซ้อนมาก เช่น ชิ้นส่วนรถยนต์ ชิ้นส่วนตัวต่อ และส่วนชิ้นอุปกรณ์ทางด้านการแพทย์ เป็นต้น ซึ่งเทคโนโลยีการพิมพ์สามมิติ เป็นเทคโนโลยีที่น่าสนใจและถูกใช้งานในอุตสาหกรรมหลายๆ ประเภท โดยการพิมพ์สามมิติมีเทคนิคในการใช้ขึ้นรูปแบ่งได้ 4 เทคนิค โดยเทคนิคที่เป็นที่สนใจและถูกนิยมนำไปใช้งานกันอย่างแพร่หลายมากที่สุดคือ เทคนิค Fused Deposition Modelling (FDM) โดยเทคนิคนี้เป็นการให้ความร้อนบริเวณหัวฉีด (Nozzle) ซึ่งอุณหภูมิที่ใช้จะต้องมีค่าสูงกว่าอุณหภูมิหลอมเหลวของเส้นฟิลาเมนท์ชนิดที่ใช้ในการขึ้นรูป เมื่อเส้นฟิลาเมนท์ถูกหลอมจนเหลวก็จะถูกฉีดลงบนฐานในระนาบแนวนอนทีละชั้น (layers) ซึ่งเทคนิคนี้ วัสดุที่ใช้มีราคาถูกกว่าการพิมพ์ด้วยเทคนิคอื่น และใช้งานง่ายไม่ซับซ้อน นอกจากนี้ยังสามารถใช้เส้นฟิลาเมนท์พอลิเมอร์ได้อย่างหลากหลายมากกว่า เช่น PLA, ABS และ HIPS เป็นต้น โดยปัจจุบันเส้นฟิลาเมนท์ที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย คือ พอลิแลกติกแอซิด (poly(lactic acid: PLA)) ซึ่งมีการวิจัยและพัฒนาอย่างต่อเนื่อง เนื่องจากเป็นพอลิเมอร์ที่ผลิตได้จากผลิตภัณฑ์ธรรมชาติ และสามารถย่อยสลายได้ในธรรมชาติ สามารถนำไปใช้ในทางการแพทย์ได้ ทั้งนี้ยังสามารถนำไปใช้งานได้อย่างหลากหลาย เช่น การผลิต เป็นถุงพลาสติกที่สามารถย่อยสลายได้ แก้วน้ำ และขวดน้ำ เป็นต้น แต่อย่างไรก็ตามพอลิแลกติกแอซิดยังคงมีข้อจำกัดในการใช้งานในด้านของคุณสมบัติเชิงกล ซึ่งพอลิแลกติกแอซิด ค่อนข้างจะแข็งแต่เปราะทำให้ยากต่อการนำไปขึ้นรูปและการใช้งาน ดังนั้นจากมีการศึกษาวิจัยมากมายที่ต้องการจะพัฒนาคุณสมบัติของพอลิแลกติกแอซิด ให้เหมาะสมต่อการใช้งานมากขึ้น โดยในปัจจุบันมีการพัฒนาองค์ประกอบของเส้นฟิลาเมนท์ที่ทำจากพอลิแลกติกแอซิด ซึ่งจะมีการผสมสารเติมแต่งต่างๆ เช่น การผสมผงไม้, ผงคาร์บอน ไฟเบอร์,ผงแม่เหล็ก และผงโลหะต่างๆ เป็นต้น เพื่อให้เส้นฟิลาเมนท์ที่ประกอบด้วยพอลิแลกติกแอซิดมีคุณสมบัติเชิงกลที่เหมาะสมกับการใช้งานมากขึ้นกว่าคุณสมบัติดั้งเดิมของพอลิแลกติกแอซิด และนอกจากการผสมผงต่างๆเพื่อเพิ่มคุณสมบัติเชิงกลให้มากขึ้น ยังมีการใช้พอลิเมอร์เข้ามาผสมเพื่อให้คุณสมบัติของพอลิแลกติกแอซิดดีขึ้นได้เช่นกัน การใช้พอลิเมอร์ที่มีผสมควรเป็นพอลิเมอร์ที่สามารถย่อยสลายทางธรรมชาติได้เช่นเดียวกับพอลิแลกติกแอซิด ซึ่งในการประดิษฐ์นี้จะมีการใช้พอลิคาโพรแล็กโทน (Polycaprolactone: PCL) ที่สามารถย่อยสลายได้ทางชีววิทยา ทั้งนี้ยังมีความยืดหยุ่นสูงกว่าพอลิแลกติกแอซิดด้วย และมีการนำพอลิเมอร์ชนิดนี้ไปใช้ในทางการแพทย์ด้วย แต่เนื่องจากพอลิแลกติกและพอลิคาโพรแล็กโทนไม่สามารถเข้าเป็นเนื้อเดียวกันและเพิ่มสมบัติเชิงกลได้ ดังนั้น จึงมาการใช้เซลลูโลสอะซิเตทบิวทิเรต (cellulose acetate butyrate: CAB) เพื่อเพิ่มความกันได้ของ พอลิแลกติกแอซิดและพอลิคาโพรแล็กโทน นอกจากนี้ ยังสามารถคงคุณสมบัติในการย่อยสลายในทางชีววิทยาได้ ยิ่ง

17 ต.ค. 2562

นายสุวัจชัย บุญอารี

ไปกว่านั้น เส้นฟิลาเมนท์ของพอลิเมอร์ผสมสามองค์ประกอบของพอลิแลกติกแอซิดนี้มีคุณสมบัติเชิงกลเพิ่มขึ้นเป็นอย่างมาก โดยมีค่าถึง 41.25 % เมื่อเทียบกับเส้นฟิลาเม้นท์ของพอลิแลกติกแอซิด ที่มีค่าเท่ากับ 9.78 %

โดยในปัจจุบันมีการรายงานทางวิทยาศาสตร์ที่กล่าวถึงการผลิตเส้นฟิลาเมนท์จากพอลิแลกติกแอซิดกับสารเติมแต่งหลายชนิดที่ใช้สำหรับการพิมพ์แบบสามมิติ เพื่อเพิ่มคุณสมบัติเชิงกลให้กับเส้นฟิลาเมนท์ที่ใช้งานในปัจจุบัน คือ

อนุสิทธิบัตรไทยเลขที่คำขอ 1603000052 กรรมวิธีการเตรียมลวดพอลิเมอร์คอมพอสิตสำหรับการพิมพ์สามมิติ นำพอลิสไตรีน บิวทาไดอีน สไตรีน (Styrene-Butadiene-Styrene :SBS) ผสมกับพอลิแลคไทด์ (PLA) และสารตัวทำละลายหรือสารควบคู่ที่เป็นสารอนินทรีย์ เพื่อเพิ่มความสมดุลด้านคุณสมบัติเชิงกล แต่เส้นฟิลาเมนท์ที่ได้จะถูกนำไปใช้ในการพิมพ์สามมิติด้วยเทคนิค Direct Metal Laser Sintering (DMLS) โดยอาศัยหลักการของการยิงเลเซอร์เข้าไปเฉพาะจุดเพื่อหลอมผงโลหะทีละชั้น แต่จะต้องใช้วัสดุและต้นทุนต่างๆในราคาที่สูงมาก

อนุสิทธิบัตรไทยเลขที่คำขอ 1803001040 เรื่องการเตรียมเส้นเชิงประกอบที่มีสมบัติแม่เหล็กโดยใช้เม็ดพลาสติกพอลิแลกติกแอซิด และผงแม่เหล็กแบเรียมเฟอร์ไรท์ (Barium Ferrite) เพื่อใช้ในการพิมพ์สามมิติ โดยการสังเคราะห์สารแม่เหล็กแบเรียมเฟอร์ไรท์ (Barium Ferrite) จากนั้นนำผงแม่เหล็กแบเรียมเฟอร์ไรท์ (Barium Ferrite) ผสมกับพลาสติกพอลิแลคติกแอซิด จะได้เป็นเม็ดมาสเตอร์แบทช์ และนำเม็ดมาสเตอร์แบทช์ผสมกับเม็ดพลาสติกพอลิแลกติกแอซิด ทำให้เกิดเป็นนวัตกรรมผลิตภัณฑ์พลาสติกชีวภาพที่มีสมบัติแม่เหล็กเพื่อลดปัญหาการพิมพ์แบบสามมิติและลดการสูญเสียวัตถุดิบได้ แต่อาจทำให้เกิดการตกค้างของผงแม่เหล็กในอนาคตหลังจากการใช้ผลิตภัณฑ์

สิทธิบัตรประเทศออสเตเรีย เลขที่ 2019205991 เรื่อง The twin-screw extrusion of long carbon fibre reinforced polylactic acid filaments for 3D printing ของ Hu, Chao; Qin, Qinghua; Hau, Winson NG Joon; Zhou, Haiyany ได้ทำการผสมคาร์บอน ไฟเบอร์ (Carbon fibre) (~4mm) กับพอลิแลกติกแอซิด (PLA) โดยหาเปอร์เซ็นต์ที่เหมาะสมของคาร์บอน ไฟเบอร์ ที่ผสมลงในพอลิแลกติกแอซิด เพื่อเพิ่มคุณสมบัติเชิงกลที่ดีขึ้นของเส้นฟิลาเมนท์ แต่คุณสมบัติในด้านของความยืดหยุ่นของเส้นฟิลาเมนท์ที่ได้ยังไม่ค่อยแตกต่างจากเส้นฟิลาเมนท์ทั่วไปมากนัก

ซึ่งจะเห็นได้ว่าเส้นฟิลาเมนท์ของพอลิแลกติกแอซิด ที่ใช้สำหรับการพิมพ์สามมิติได้รับการพัฒนามาเป็นเวลานาน เพื่อให้มีคุณสมบัติที่เหมาะสมกับการใช้งานมากขึ้นในปัจจุบัน และจากการสืบค้นยังไม่มีรายงานการเตรียมเส้นฟิลาเมนท์จาก พอลิแล็คติกแอซิด พอลิคาโพรแล็กโทน และเซลลูโลสอะซิเตทบิวทิเรต จึงมีความสนใจในการเตรียม เพื่อนำไปใช้ในการพิมพ์สามมิติที่มีคุณสมบัติเชิงกลที่ดีขึ้นกว่าผลิตภัณฑ์ในท้องตลาดทั่วไป มีการพัฒนาและนำไปใช้ในอุตสาหกรรมในอนาคตต่อไป

ลักษณะและความมุ่งหมายของการประดิษฐ์

เส้นฟิลาเมนท์ของพอลิเมอร์สามองค์ประกอบสำหรับการพิมพ์สามมิติ ประกอบด้วย พอลิแลกติกแอซิด (poly(lactic acid: PLA)), พอลิคาโพรแล็กโทน (Polycaprolactone: PCL) และเซลลูโลสอะซิเตทบิวทิเรต (Cellulose acetate butyrate: CAB) ที่ขึ้นรูปด้วยเครื่องอัดรีดสกรูคู่

17 ต.ค. 2562

นายสุวัจชัย บุญอารี

โดยสิ่งประดิษฐ์มีความมุ่งหมายเพื่อประดิษฐ์เส้นฟิลาเมนท์ของพอลิเมอร์สามองค์ประกอบสำหรับการพิมพ์สามมิติเพื่อใช้งานในทางการแพทย์ที่สามารถย่อยสลายได้ในธรรมชาติ เนื่องจากในปัจจุบันมีการใช้ผลิตภัณฑ์จากกการพิมพ์สามมิติในทางการแพทย์อย่างแพร่หลาย และยังมีคุณสมบัติที่มีค่าการยืดหยุ่นที่ดียิ่งขึ้น ซึ่งสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในเชิงพาณิชย์ได้

การเปิดเผยการประดิษฐ์โดยสมบูรณ์

เส้นฟิลาเมนท์ของพอลิเมอร์สามองค์ประกอบสำหรับการพิมพ์สามมิติ มีส่วนประกอบดังนี้

-พอลิแลกติกแอซิด (Poly(lactic acid: PLA))	55 - 85 % โดยน้ำหนัก
-พอลิคาโพรแล็กโทน (Polycaprolactone: PCL)	5 - 20 % โดยน้ำหนัก
-เซลลูโลสอะซิเตทบิวทิเรต (Cellulose acetate butyrate: CAB)	10 - 25 % โดยน้ำหนัก

กรรมวิธีการผลิตเส้นฟิลาเมนท์ของพอลิเมอร์สามองค์ประกอบสำหรับการพิมพ์สามมิติ มีขั้นตอนดังนี้

ก. นำเม็ดพลาสติกพอลิแลกติกแอซิด (Poly(lactic acid: PLA)), พอลิคาโพรแล็กโทน (Polycaprolactone: PCL) และเซลลูโลสอะซิเตทบิวทิเรต (Cellulose acetate butyrate: CAB) อบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20-24 ชั่วโมง

ข. นำเม็ดพลาสติกที่ได้จากขั้นตอน ก.ไปขึ้นรูปด้วยเครื่องอัดรีดสกรูคู่ ที่อุณหภูมิ 165-190 องศาเซลเซียส จากนั้นเมื่อเส้นพอลิเมอร์ผ่านออกจากปากดายจะมีการม้วนเก็บเพื่อให้ได้เส้นฟิลาเมนท์ขนาด 1.50 - 3.00 มิลลิเมตร (mm) จึงนำเส้นฟิลาเมนท์ที่ได้นำไปเก็บไว้ในตู้ดูดความชื้น เพื่อนำไปใช้งานในการพิมพ์สามมิติต่อไป

<u>วิธีการในการประดิษฐ์ที่ดีที่สุด</u>

ดังได้บรรยายไว้ในหัวข้อการเปิดเผยการประดิษฐ์โดยสมบูรณ์

17 ต.ค. 2567

นายสุวัจชัย บุญอารี

ข้อถือสิทธิ

1. เส้นฟิลาเมนท์ของพอลิเมอร์สามองค์ประกอบสำหรับการพิมพ์แบบสามมิติ มีส่วนประกอบคือ

-พอลิแลกติกแอซิด (Poly(lactic acid: PLA))	55 - 85 % โดยน้ำหนัก
-พอลิคาโพรแล็กโทน (Polycaprolactone: PCL)	5 - 20 % โดยน้ำหนัก
-เซลลูโลสอะซิเตทบิวทิเรต (Cellulose acetate butyrate: CAB)	10 - 25 % โดยน้ำหนัก

2. กรรมวิธีการผลิตเส้นฟิลาเมนท์ของพอลิเมอร์สามองค์ประกอบสำหรับการพิมพ์สามมิติ ตามข้อถือสิทธิ 1 มีขั้นตอนดังนี้

ก.นำเม็ดพลาสติกพอลิแลกติกแอซิด (poly(lactic acid: PLA)), พอลิคาโพรแล็กโทน (Polycaprolactone: PCL) และเซลลูโลสอะซิเตทบิวทิเรต (Cellulose acetate butyrate: CAB) อบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20-24 ชั่วโมง

ข.นำเม็ดพลาสติกที่ได้จากขั้นตอน ก.ไปขึ้นรูปด้วยเครื่องอัดรีดสกรูคู่ ที่อุณหภูมิ 165-190 องศาเซลเซียส จากนั้นเมื่อเส้นพอลิเมอร์ผ่านออกจากปากดายจะมีการม้วนเก็บเพื่อให้ได้เส้นฟิลาเมนท์ขนาด 1.50 - 3.00 มิลลิเมตร (mm)

17 ก.ย. 2563

นายสุวัจชัย บุญอารี

บทสรุปการประดิษฐ์

เส้นฟิลาเมนท์ของพอลิเมอร์สามองค์ประกอบสำหรับการพิมพ์สามมิติ ประกอบด้วย พอลิแลกติกแอซิด (Poly(lactic acid: PLA)), พอลิคาโพรแล็กโทน (Polycaprolactone: PCL) และเซลลูโลสอะซิเตทบิวทิเรต (Cellulose acetate butyrate: CAB) ขึ้นรูปด้วยเครื่องอัดรีดสกรูคู่จะได้เส้นฟิลาเมนท์ของพอลิเมอร์สามองค์ประกอบสำหรับการพิมพ์สามมิติ เพื่อใช้งานในทางการแพทย์ที่สามารถย่อยสลายได้ทางชีววิทยา และยังมีคุณสมบัติที่มีค่าการยืดหยุ่นที่ดีมากกว่าพอลิแลกติกแอซิดถึง 4 เท่า ทำให้สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในเชิงพาณิชย์ได้ดีมากกว่า

17 ก.ย. 2563

นายสุวัจชัย บุญอารี