



ที่ พณ 0706.1/15109-011790

กองสิทธิบัตร กรมทรัพย์สินทางปัญญา

563 ถนนนนทบุรี

ต.บางกระสอ อ.เมืองนนทบุรี

จ.นนทบุรี 11000

18 สิงหาคม 2558

เรื่อง ส่งหนังสือสำคัญการจดทะเบียนอนุสิทธิบัตร

เรียน อธิการบดีมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

99 หมู่ที่ 18 ต.คลองหนึ่ง อ.คลองหลวง จ.ปทุมธานี 12120

สิ่งที่ส่งมาด้วย 1. หนังสือสำคัญการจดทะเบียน 1 ฉบับ
2. ตารางอัตราค่าธรรมเนียมรายปี 1 ฉบับ

สำนักงานทรัพย์สินทางปัญญา

รับที่... 484/58

วันที่ 25 ส.ค. 2558

มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์	วันที่รับ	25/8/58
	วันที่	25 ส.ค. 2558
	เวลา	16.00 น.

โดยหนังสือนี้กองสิทธิบัตร ได้ส่งหนังสือสำคัญการจดทะเบียนสิทธิบัตร เลขที่ 9956 ตามสิ่งที่ส่งมาด้วย และขอเรียนให้ทราบว่า ท่านมีหน้าที่ตามกฎหมายที่จะต้องชำระค่าธรรมเนียมรายปีทุกปี เริ่มต้นปีที่ 5 ของอายุสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร ซึ่งนับแต่วันยื่นคำขอเป็นต้นไปตามบัญชีอัตราค่าธรรมเนียมที่กำหนดโดยกฎกระทรวงด้านหลังหนังสือนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ

ขอแสดงความนับถือ

(นางอัจฉรา สนเทห์)

นักวิชาการพาณิชย์ชำนาญการ

กลุ่มหนังสือสำคัญและกำกับการจดทะเบียน

โทร. 0-2547-4628

โทรสาร. 0-2547-4628

หมายเหตุ : ขอให้ท่านตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลที่อยู่ในหนังสือสำคัญที่ส่งมานี้ หากพบว่ามีกรพิมพ์ผิดในส่วนใด ขอให้โปรดติดต่อกลุ่มหนังสือสำคัญฯ โดยด่วน

ททว
Done /
25 ส.ค. 58

ข้อควรรัฐที่สำคัญสำหรับผู้ทรงสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร การชำระค่าธรรมเนียมรายปี

ผู้ทรงสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร มีหน้าที่ที่จะต้องดำเนินการเพื่อกงไว้ซึ่งสิทธิในสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร นั้น ตามกฎหมาย ซึ่งกำหนดให้มีการชำระค่าธรรมเนียมรายปี เริ่มตั้งแต่ปีที่ 5 ของอายุสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร และต้องชำระภายใน 60 วันนับแต่วันเริ่มต้นระยะเวลาของ ปีที่ 5 และของทุก ๆ ปีต่อไป หากไม่ชำระภายใน กำหนดเวลาข้างต้น ต้องเสียค่าธรรมเนียมเพิ่มร้อยละ 30 โดยต้องชำระค่าธรรมเนียมรายปีพร้อมทั้งค่าธรรมเนียม เพิ่มภายในหนึ่งร้อยยี่สิบวัน นับแต่วันสิ้นกำหนดเวลาชำระ

เมื่อกำหนดเวลาอีก 120 วันแล้ว ถ้ายังไม่ชำระค่าธรรมเนียมรายปีและค่าธรรมเนียมเพิ่ม ถือว่า สิ้นอายุการคุ้มครอง และจะถูกเพิกถอนสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรนั้น

ตัวอย่างการนับวันชำระค่าธรรมเนียมรายปี

การนับระยะเวลาชำระค่าธรรมเนียมรายปี ให้นับตั้งแต่วันที่ยื่นคำขอ เช่น ยื่นคำขอไว้เมื่อวันที่ 20 เมษายน 2550 จะต้องชำระค่าธรรมเนียมรายปีตั้งแต่วันเริ่มต้นของปีที่ 5 คือ เริ่มชำระวันที่ 20 เมษายน 2554 และของปีต่อ ๆ ไปจนครบกำหนดอายุการคุ้มครอง โดยวันสุดท้ายของการชำระภายใน 60 วันคือ 19 มิถุนายน 2554 หากไม่ชำระในช่วงแรก จะต้องเสียค่าธรรมเนียมเพิ่มร้อยละ 30 ของยอดที่ต้องชำระ และจะต้องชำระ ภายใน 120 วัน คือภายในวันที่ 17 กันยายน 2554

ตารางอัตราค่าธรรมเนียมรายปี

ปีที่	สิทธิบัตร (ประดิษฐ์)	สิทธิบัตร (ออกแบบ)	อนุสิทธิบัตร	ปีที่	สิทธิบัตร (ประดิษฐ์)	สิทธิบัตร (ออกแบบ)	อนุสิทธิบัตร
5	1000	500	750	13	8200		
6	1200	650	1500	14	10000		
7	1600	950	เมื่อครบ	15	12000		
8	2200	1400	อายุปีที่ 6	16	14200		
9	3000	2000	แล้ว	17	16600		
10	4000	2750	สามารถ	18	19200		
11	5200		ต่ออายุได้	19	22000		
12	6600		2 ครั้ง	20	25000		
ชำระคราว เดียว		7500	2000	ชำระคราว เดียว	140000		

การต่ออายุอนุสิทธิบัตร ครั้งที่ 1 (สำหรับ ปีที่ 7-8) 6000 บาท

การต่ออายุอนุสิทธิบัตร ครั้งที่ 2 (สำหรับ ปีที่ 9-10) 9000 บาท



อนุสิทธิบัตร

อาศัยอำนาจตามความในพระราชบัญญัติสิทธิบัตร พ.ศ. 2522
แก้ไขเพิ่มเติมโดยพระราชบัญญัติสิทธิบัตร (ฉบับที่ 3) พ.ศ. 2542
ตีกรมทรัพย์สินทางปัญญาออกอนุสิทธิบัตรฉบับนี้ให้แก่

มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

สำหรับการประดิษฐ์ตามรายละเอียดการประดิษฐ์ ชื่อสิทธิ และรูปเขียน (ถ้ามี)
ในอนุสิทธิบัตรนี้

เลขที่คำขอ 1403000824
ได้รับอนุสิทธิบัตร 24 กรกฎาคม 2557
ประดิษฐ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุภกร บุญยืน
แสดงถึงการประดิษฐ์ กรรมวิธีการสังเคราะห์ห่อนุพันธ์ของพอร์ไฟรินประยุกต์ใช้เป็นสีย้อม
ในเซลล์แสงอาทิตย์



ให้ผู้ทรงอนุสิทธิและหน้าที่ตามกฎหมายว่าด้วยสิทธิบัตรทุกประการ

ออกให้ ณ วันที่ 5 เดือน มิถุนายน พ.ศ. 2558
หมดอายุ ณ วันที่ 23 เดือน กรกฎาคม พ.ศ. 2563



(ลงชื่อ).....




พนักงานเจ้าหน้าที่

- หมายเหตุ
1. ผู้ทรงอนุสิทธิบัตรต้องชำระค่าธรรมเนียมรายปีเริ่มตั้งแต่ปีที่ 5 ของอายุสิทธิบัตร มิฉะนั้น อนุสิทธิบัตรจะสิ้นอายุ
 2. ผู้ทรงอนุสิทธิบัตรจะขอชำระค่าธรรมเนียมรายปีล่วงหน้าโดยชำระทั้งหมดในคราวเดียวกันได้
 3. ภายใน 90 วันก่อนวันสิ้นอายุอนุสิทธิบัตร ผู้ทรงอนุสิทธิบัตรมีสิทธิขอต่ออายุอนุสิทธิบัตรได้ 2 ครั้ง มีกำหนดคราวละ 2 ปี โดยยื่นคำขอต่ออายุ ต่อพนักงานเจ้าหน้าที่
 4. การอนุญาตให้ใช้สิทธิตามอนุสิทธิบัตรและการโอนอนุสิทธิบัตรต้องทำเป็นหนังสือและจดทะเบียนต่อพนักงานเจ้าหน้าที่

รายละเอียดการประดิษฐ์

ชื่อที่แสดงถึงการประดิษฐ์

กรรมวิธีการสังเคราะห์อนุพันธ์ของพอร์ไฟรินเพื่อประยุกต์ใช้เป็นสีย้อมในเซลล์แสงอาทิตย์
ลักษณะและความมุ่งหมายของการประดิษฐ์

5 กรรมวิธีการสังเคราะห์อนุพันธ์ของพอร์ไฟริน ซึ่งประกอบด้วย เตตระฟีนิลพอร์ไฟริน ทีพีพี (Tetraphenylporphyrin, TPP) เตตระคิส(4-เมทิลฟีนิล)พอร์ไฟริน ทีเอ็มพีพี (tetrakis(4-methyl)porphyrin, TMPP) เตตระคิส(4-เมทอกซีฟีนิล)พอร์ไฟริน ทีโอเอ็มพีพี (tetrakis(4-methoxyphenyl)porphyrin, TOMPP) และ เตตระคิส(3-คลอโรฟีนิล)พอร์ไฟริน 3-ทีซีพีพี (tetrakis(3-chlorophenyl)porphyrin, 3-TCPP) โดยอาศัยปฏิกิริยาระหว่าง ไพโรล และ อัลดีไฮด์ ภายใต้สภาวะการ
10 ให้ความร้อนแบบบรีฟล็กซ์ ในกรดโพรพิโอนิก และเมื่อผ่านกระบวนการกรองและล้างแล้วจะให้ผลผลิต
เป็นอนุพันธ์ของพอร์ไฟริน

ความมุ่งหมาย ของการประดิษฐ์นี้ เพื่อสังเคราะห์อนุพันธ์ของพอร์ไฟริน ชนิด เตตระฟีนิลพอร์ไฟริน ทีพีพี (Tetraphenylporphyrin, TPP) เตตระคิส(4-เมทิลฟีนิล)พอร์ไฟริน ทีเอ็มพีพี (tetrakis(4-methyl)porphyrin, TMPP) เตตระคิส(4-เมทอกซีฟีนิล)พอร์ไฟริน ทีโอเอ็มพีพี (tetrakis(4-methoxyphenyl)porphyrin, TOMPP) และ เตตระคิส(3-คลอโรฟีนิล)พอร์ไฟริน 3-ทีซีพีพี (tetrakis(3-chlorophenyl)porphyrin, 3-TCPP) ซึ่งคุณสมบัติทางแสงที่ สามารถนำไปพัฒนาใช้เป็นสีย้อมในเซลล์
15 แสงอาทิตย์ได้เพื่อเป็นการลดต้นทุนทางเศรษฐกิจ ในการนำเข้าสู่สีย้อมเพื่อใช้การผลิตเซลล์แสงอาทิตย์
เพื่อใช้เป็นแหล่งพลังงานทดแทน ในอนาคต
สาขาวิทยาการที่เกี่ยวข้องกับการประดิษฐ์

20 เหมี่ในส่วนที่เกี่ยวข้องกับกรรมวิธีการสังเคราะห์อนุพันธ์พอร์ไฟรินเพื่อประยุกต์ใช้เป็นสีย้อม
ในเซลล์แสงอาทิตย์

ภูมิหลังของศิลปะหรือวิทยาการที่เกี่ยวข้อง

เซลล์แสงอาทิตย์สามารถเปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์ให้เป็นพลังงานไฟฟ้า หรือ กระแสไฟฟ้า
ได้โดยตรง โดยอาศัยปรากฏการณ์โฟโตโวลตาอิก (photovoltaic effect) โดยสร้างขึ้นจากสารกึ่งตัวนำที่
25 ย้อมด้วยสี สารส่งผ่านประจุ (หรือเรียกว่า อิเล็กโตรไลต์) และขั้วไฟฟ้า โดยสามารถแปลงพลังงาน
แสงอาทิตย์มาเป็นพลังงานไฟฟ้าได้สูงสุดถึง 12 % ซึ่งเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดนี้ได้รับความสนใจอย่าง
มากในวงวิชาการและพาณิชย์ เนื่องจากมีแนวโน้มที่จะผลิตเพื่อการค้าได้ไม่ยากและราคาถูกกว่าเซลล์
แสงอาทิตย์ที่สร้างจากสารกึ่งตัวนำซิลิกอนที่มีขายอยู่ในท้องตลาดปัจจุบัน

เซลล์แสงอาทิตย์ชนิดสีย้อมไวแสงนี้พัฒนามาจากโมเลกุลของคลอโรฟิลล์ ซึ่งเป็นโครโมฟอร์
30 ที่สำคัญในกระบวนการสังเคราะห์แสงของพืช ได้สังเคราะห์อนุพันธ์พอร์ไฟริน เพื่อทดสอบ
ประสิทธิภาพของการดูดกลืนแสงบนตัวดูดซับไทเทเนียมไดออกไซด์ ต่อมามีการพัฒนาจนได้
ประสิทธิภาพของเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดนี้ที่มีประสิทธิภาพสูงถึง 11%

พอร์ไฟรินเป็นสารที่มีสีซึ่งเกิดจากโครงสร้างที่มีลักษณะเป็น คอนจูเกต (conjugate) ภายในวง
โครงสร้างประกอบด้วยวงไพโรลจำนวน 4 หน่วย แต่ละหน่วยเชื่อมต่อกันด้วยมีทิน บริดจ์ (methine
bridge) พอร์ไฟรินพบมากตามธรรมชาติ ทั้งในพืชและสัตว์ มีความสำคัญต่อกระบวนการทางชีววิทยา
ในเซลล์ของสิ่งมีชีวิต โดยเป็น โครงสร้างของฮีโมโกลบินของสัตว์ชั้นสูง และในไมโอโกลบิน
ของสัตว์ชั้นต่ำ ซึ่งมีบทบาทสำคัญในการขนส่งและเก็บออกซิเจนในสิ่งมีชีวิต เป็นโครงสร้างของ
5 วิตามินบี 12 เอนไซม์บางชนิด และเป็นส่วนประกอบในส่วนเม็ดสีของพืชในคลอโรฟิลล์

พอร์ไฟรินได้เริ่มมีการสังเคราะห์ครั้งแรกในปี 1936 โดย รูทมันด์ (Rothemund) และคณะ โดย
ใช้ไพโรลและเบนซัลดีไฮด์เป็นสารตั้งต้น ทำปฏิกิริยา ภายใต้ระบบปิด ที่อุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส
และให้ความร้อนเป็นเวลา 24 ชั่วโมง แต่ร้อยละของผลิตภัณฑ์ที่ได้มีปริมาณต่ำ และปฏิกิริยานี้เกิดใน
10 สภาวะรุนแรง ต่อมาได้มีการพัฒนาวิธีการสังเคราะห์โดย อัลเดอร์ ลองโก (Adler Longo) โดยใช้กรด
ไพโรไฟโอนิก ทำปฏิกิริยากับอัลดีไฮด์ และรีฟลักซ์เป็นเวลา 30 นาที ร้อยละของผลิตภัณฑ์ที่ได้มากกว่า
20% ซึ่งวิธีนี้มีการใช้อย่างกว้างขวางเนื่องจากให้ร้อยละของผลิตภัณฑ์ในปริมาณที่สูงกว่าวิธีแรก
เนื่องจากพอร์ไฟรินมีคุณสมบัติหลายอย่างที่น่าสนใจ ทำให้การพัฒนาพอร์ไฟรินเพื่อให้ได้ร้อยละของ
ผลิตภัณฑ์มากขึ้น โดย ลินเซ่ (Lindsey) และคณะ ได้ทำการสังเคราะห์โดยทำให้เกิดการฟอร์มตัวของ
15 พอร์ไฟรีโนเจนก่อน จากปฏิกิริยากอนเดนเซชันของไพโรลและเบนซัลดีไฮด์ จากนั้นทำให้เกิดปฏิกิริยา
ออกซิเดชัน เพื่อเปลี่ยนพอร์ไฟรีโนเจนเป็นพอร์ไฟริน โดยเติมตัวเร่งปฏิกิริยาเข้าไปในระบบ ทำให้ได้
ร้อยละของผลิตภัณฑ์สูงขึ้น แต่วิธีนี้มีข้อเสียในกระบวนการทำให้บริสุทธิ์ ในการแยกตัวเร่งปฏิกิริยา
ออกจากข้อมูลที่กล่าวมา ทีมงานวิจัยได้ทำการปรับปรุงวิธีการสังเคราะห์จากวิธี อัลเดอร์ ลองโก (Aler-
Longo) เพื่อหาชนิดที่ที่เหมาะสมเพื่อให้ร้อยละของผลิตภัณฑ์สูงสุด

การเปิดเผยการประดิษฐ์โดยสมบูรณ์

กรรมวิธีการสังเคราะห์ห่อหุ้มของพอร์ไฟรินเพื่อประยุกต์ใช้เป็นสีย้อมในเซลล์แสงอาทิตย์ มี
ขั้นตอนดังนี้

1. นำขวดก้นกลม มาเติมกรดไพโรไฟโอนิก ปริมาณ 100 มิลลิลิตร แล้วใส่แท่งแม่เหล็กกวน
25 สาร (magnetic bar) ลงในขวดก้นกลม
2. ให้ความร้อนด้วยวิธีการรีฟลักซ์ เป็นการให้ความร้อนจนตัวทำละลายเดือด ซึ่งอุปกรณ์
ที่ใช้ในการรีฟลักซ์ประกอบด้วยถาดให้ความร้อน (hot plate) อ่างน้ำมัน ชุดควบแน่น (condenser) และ
ใช้สายยางต่อระหว่างท่อน้ำและชุดควบแน่น เพื่อเป็นการหล่อเย็น โดยต่อน้ำเข้าที่ปลายล่างของ
คอนเดนเซอร์และต่อน้ำออกที่ปลายด้านบน (เข้าล่าง-ออกบน)
3. ถาดให้ความร้อน hot plate ให้อ่างน้ำมันมีความร้อนคงที่ ที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส
30 และหมุนปุ่ม
ให้แท่งแม่เหล็กกวนสาร (magnetic bar) ทำงาน ให้ความร้อนกรดไพโรไฟโอนิกเป็นเวลา 20 นาที
4. เพื่อทำการสังเคราะห์ เตตระฟีนิลพอร์ไฟริน ทีพีพี (Tetraphenylporphyrin, TPP) จะเริ่มโดย

เติมสารตั้งต้น คือ ไพโรล ปริมาณ 1.0 มิลลิลิตร ลงในกรดโพโรไฟโอนิก จากข้อ 3 และให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 10 นาที แล้วจึงเติมอัลดีไฮด์ ชนิดเบนซอลดีไฮด์ (Benzaldehyde) ปริมาณ 1.5 มิลลิลิตร ลงไป

4.1 ขั้นตอนการสังเคราะห์ เตตระคิส(4-เมทิลฟีนิล)พอร์ไฟริน ทีเอ็มพีพี (tetrakis(4-methyl)porphyrin, TMPP) ได้ทำการสังเคราะห์ด้วยวิธีเช่นเดียวกันกับข้อ 1-4 ข้างต้น แต่ได้เปลี่ยนชนิดของอัลดีไฮด์ จากเบนซอลดีไฮด์ (Benzaldehyde) ปริมาณ 1.5 มิลลิลิตร เป็น พี-โทลูอัลดีไฮด์ (p-tolualdehyde) ปริมาณ 1.5 มิลลิลิตร แทน

4.2 ขั้นตอนการสังเคราะห์ เตตระคิส(4-เมทอกซีฟีนิล)พอร์ไฟริน ทีโอเอ็มพีพี (tetrakis(4-methoxyphenyl)porphyrin, TOMPP) ได้ทำการสังเคราะห์ด้วยวิธีเช่นเดียวกันกับข้อ 1-4 ข้างต้น แต่ได้เปลี่ยนชนิดของอัลดีไฮด์ จากเบนซอลดีไฮด์ (Benzaldehyde) ปริมาณ 1.5 มิลลิลิตร เป็น พี-อนิซาลดีไฮด์ (p-Anisaldehyde) ปริมาณ 1.5 มิลลิลิตร แทน

4.3 ขั้นตอนการสังเคราะห์ เตตระคิส(3-คลอโรฟีนิล)พอร์ไฟริน ทีซีพีพี (tetrakis(3-chlorophenyl)porphyrin, TCPP) ได้ทำการสังเคราะห์ด้วยวิธีเช่นเดียวกันกับข้อ 1-4 ข้างต้น แต่ได้เปลี่ยนชนิดของอัลดีไฮด์ จากเบนซอลดีไฮด์ (Benzaldehyde) ปริมาณ 1.5 มิลลิลิตร เป็น 3-คลอโรเบนซอลดีไฮด์ (3-chlorobenzaldehyde) ปริมาณ 1.872 กรัม แทน

5. ปล่อยให้สารถูกรีฟลักซ์ต่อไปเป็นเวลา 30 นาที เมื่อครบกำหนดเวลา ปิด ภาชนะให้ความร้อน (hot plate) ปิดน้ำ และถอดชุดรีฟลักซ์ออก ทิ้งให้สารเย็นที่อุณหภูมิห้อง

6. เมื่อสารเย็นที่อุณหภูมิห้องแล้ว นำไปแช่ในอ่างน้ำแข็งเป็นเวลา 20 นาที เพื่อให้สารเกิดตะกอน จากนั้นนำไปกรองตะกอน โดยกรองแบบสุญญากาศ ใช้กระดาษกรองเบอร์ 1 แล้วล้างตะกอนที่ได้ ด้วยเมทานอลเย็นปริมาณ 3 มิลลิลิตร ในขณะที่กรอง แล้วจึงปล่อยให้แห้งในบรรยากาศต่ออีก 10 นาที จากนั้นถอดชุดการกรองออก ทิ้งสารให้แห้งที่อุณหภูมิห้อง 2 ชั่วโมง แล้วทำการเก็บสารลงในขวดที่แห้ง สะอาดและมีฝาปิด

การทดสอบสมบัติของสารที่เตรียมได้

ทำการตรวจสอบคุณสมบัติของสารที่สังเคราะห์ได้ด้วยเทคนิค ยูวี วิส สเปกโตรสโกปี (Uv-Vis spectroscopy) ซึ่งแสดงผลการทดลองดังตารางที่ 1 ทำการละลายอนุพันธ์ของพอร์ไฟรินด้วยไดคลอโรมีเทน โดยชั่งสารให้มึน้ำหนัก 0.0020 กรัม ปรับปริมาตรด้วยไดคลอโรมีเทน โดยใช้ขวดวัดปริมาตรขนาด 25 มิลลิลิตร จะได้สารที่มีความเข้มข้นอยู่ในช่วง 10^{-4} โมลต่อลิตร แล้วนำไปวัดการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง ยูวี วิส สเปกโตรสโกปีโฟโตมิเตอร์ (Uv-vis spectrophotometer) โดยใช้คิวเวทควอทซ์ ทำการวัดในช่วง 300-700 นาโนเมตร จากผลการทดลองจะเห็นได้ว่าอนุพันธ์ของพอร์ไฟรินจะมีพีคที่เป็นเอกลักษณ์ที่ เอส แบน (s-band) จำนวน 1 พีค และที่ คิว แบน (Q-band) จำนวน 4 พีค จากผลการทดลองจะเห็นว่าอนุพันธ์ของพอร์ไฟริน สามารถดูดกลืนแสงในช่วง 414-648 นาโนเมตร แสดงว่าพอร์ไฟรินสามารถดูดกลืนแสงในช่วงที่ตามองเห็นได้ และนำไปใช้เป็นสีย้อมไวแสงในเซลล์แสงอาทิตย์ได้

อนุพันธ์ของพอร์ไพรีน	โดคลอโรมีเทน				
	เอส แบน (S-band)		คิว แบน (Q band)		
ทีพีพี (TPP)	414	514	549	590	646
ทีโอเอ็มพีพี (TOMPP)	416	514	555	594	651
ทีเอ็มพีพี (TMPP)	415	516	552	592	648
ทีซีพีพี (TCPP)	417	513	548	588	644

ตารางที่ 1 แสดง ผลการดูดกลืนแสงของพอร์ไพรีน ชนิดต่างๆ

ทำการทดสอบการสลายตัวของสารด้วยเทคนิค เทอร์โมต กราวิเมตริก อนาลิซิส ทีจีเอ (Thermal gravimetric analysis, TGA) โดยนำสารปริมาณ 20 มิลลิกรัมมาให้ความร้อนเพื่อติดตามค่าการสลายตัว โดยผลที่ได้แสดงดังตารางที่ 2

อนุพันธ์ของพอร์ไพรีน	อุณหภูมิที่สารสลายตัว (เคลวิน K)	ร้อยละน้ำหนักที่สูญหายไป Weight loss%
ทีพีพี (TPP)	479.92	98.560
ทีเอ็มพีพี (TMPP)	499.66	98.433
ทีโอเอ็มพีพี (TOMPP)	477.52	97.709
3-ทีซีพีพี (3-TCPP)	486.86	99.027

ตารางที่ 2 แสดงเสถียรภาพ ของอุณหภูมิที่ต่อพอร์ไพรีน ชนิดต่างๆ

- 5 จากผลการทดลองจะเห็นได้ว่าพอร์ไพรีนมีค่าการสลายตัวที่อุณหภูมิสูง กล่าวคือสามารถทนต่ออุณหภูมิสูงมาก จึงเหมาะสมในการนำไปประยุกต์ใช้เป็นสีย้อมไวแสงในเซลล์แสงอาทิตย์

วิธีการในการประดิษฐ์ที่ดีที่สุด

ดังที่ได้กล่าวไว้แล้วในหัวข้อการเปิดเผยการประดิษฐ์โดยสมบูรณ์

ข้อถ้อยสิทธิ

1. กรรมวิธีการสังเคราะห์อนุพันธ์ของพอร์ไฟรินเพื่อประยุกต์ใช้เป็นสีย้อมในเซลล์แสงอาทิตย์ มีขั้นตอนดังนี้

5 ก. เตรียมสารเพื่อทำการสังเคราะห์พอร์ไฟริน ชนิดเตตระฟีนิลพอร์ไฟริน ทีพีพี (Tetraphenylporphyrin, TPP) โดยเติมสารตั้งต้น คือ ไพโรล ปริมาณ 1.0 มิลลิลิตร ลงในกรดโพรไพโอนิก ที่เดือดแล้วในขวดรีฟลักซ์ เป็นเวลา 20 นาที และให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 10 นาที แล้วจึงเติม อัลดีไฮด์ ชนิด เบนซอลดีไฮด์ (Benzaldehyde) ปริมาณ 1.5 มิลลิลิตร ลงไป

ข. รีฟลักซ์สารละลายข้างต้นแต่ละชนิด เป็นเวลา 30 นาที เมื่อครบ กำหนดเวลา ปิด ภาชนะให้ความร้อน (hot plate) ปิดน้ำ และถอดชุดรีฟลักซ์ออก ทิ้งให้สารเย็นที่อุณหภูมิห้อง

10 ค. นำไปแช่ในอ่างน้ำแข็งเป็นเวลา 20 นาที เพื่อให้สารเกิดตะกอน จากนั้นนำไปกรองตะกอน โดยกรองแบบสุญญากาศ ใช้กระดาษกรองเบอร์ 1 แล้วล้างตะกอนที่ได้ ด้วยเมทานอลเย็นปริมาณ 3 มิลลิลิตร ในขณะที่กรอง แล้วจึงปล่อยสารให้แห้งในบรรยากาศ ต่ออีก 10 นาที จากนั้นถอดชุดการกรองออก ทิ้งสารให้แห้งที่อุณหภูมิห้อง 2 ชั่วโมง แล้วทำการเก็บสารลงในขวดที่แห้ง สะอาดและมีฝาปิด

15 2. กรรมวิธีการสังเคราะห์อนุพันธ์ของพอร์ไฟรินเพื่อประยุกต์ใช้เป็นสีย้อมในเซลล์แสงอาทิตย์ ตามข้อถ้อยสิทธิ 1 ที่ซึ่งเติมอัลดีไฮด์ชนิด พี-โทลูอัลดีไฮด์ (p-tolualdehyde) ปริมาณ 1.5 มิลลิลิตร แทน เบนซอลดีไฮด์ (Benzaldehyde) ปริมาณ 1.5 มิลลิลิตร เพื่อทำการสังเคราะห์พอร์ไฟรินชนิด เตตระคิส (4-เมทิลฟีนิล)พอร์ไฟริน ทีเอ็มพีพี (tetrakis(4-methyl)porphyrin, TMPP) ในขั้นตอนการเตรียมสารเพื่อทำการสังเคราะห์พอร์ไฟริน

20 3. กรรมวิธีการสังเคราะห์อนุพันธ์ของพอร์ไฟรินเพื่อประยุกต์ใช้เป็นสีย้อมในเซลล์แสงอาทิตย์ ตามข้อถ้อยสิทธิ 1 ที่ซึ่งเติมอัลดีไฮด์ชนิด พี-อนิซาลดีไฮด์ (p-Anisaldehyde) ปริมาณ 1.5 มิลลิลิตร แทน เบนซอลดีไฮด์ (Benzaldehyde) ปริมาณ 1.5 มิลลิลิตร เพื่อทำการสังเคราะห์พอร์ไฟรินชนิด เตตระคิส (4-เมทอกซีฟีนิล)พอร์ไฟริน ทีโอเอ็มพีพี (tetrakis(4-methoxyphenyl)porphyrin, TOMPP) ในขั้นตอนการเตรียมสารเพื่อทำการสังเคราะห์พอร์ไฟริน

25 4. กรรมวิธีการสังเคราะห์อนุพันธ์ของพอร์ไฟรินเพื่อประยุกต์ใช้เป็นสีย้อมในเซลล์แสงอาทิตย์ ตามข้อถ้อยสิทธิ 1 ที่ซึ่งเติมอัลดีไฮด์ชนิด 3-คลอโรเบนซอลดีไฮด์ (3-chlorobenzaldehyde) ปริมาณ 1.872 กรัม แทน เบนซอลดีไฮด์ (Benzaldehyde) ปริมาณ 1.5 มิลลิลิตร เพื่อทำการสังเคราะห์พอร์ไฟรินชนิด เตตระคิส(3-คลอโรฟีนิล)พอร์ไฟริน ทีซีพีพี (tetrakis(3-chlorophenyl)porphyrin, TCPP) ในขั้นตอนการเตรียมสารเพื่อทำการสังเคราะห์พอร์ไฟริน

บทสรุปการประดิษฐ์

กรรมวิธีการสังเคราะห์อนุพันธ์ของพอร์ไฟริน เพื่อประยุกต์ใช้เป็นสีย้อมในเซลล์แสงอาทิตย์

โดยมีอนุพันธ์ของพอร์ไฟรินดังนี้ เตตระฟีนิลพอร์ไฟริน ทีทีพี (Tetraphenylporphyrin, TPP) เตตระคิส(4-เมทิลฟีนิล)พอร์ไฟริน ทีเอ็มพีพี (tetrakis(4-methyl)porphyrin, TMPP) เตตระคิส(4-เมทอกซีฟีนิล)พอร์ไฟริน ทีโอเอ็มพีพี (tetrakis(4-methoxyphenyl)porphyrin, TOMPP) และ เตตระคิส(3-คลอโรฟีนิล)พอร์ไฟริน ทีซีพีพี (tetrakis(3-chlorophenyl)porphyrin, TCPP) ซึ่งอนุพันธ์ของพอร์ไฟริน ทั้ง 4 ชนิด จะถูกเตรียมโดยอาศัย การให้ความร้อนด้วยการรีฟลักซ์ ในกรดโพโรไพโอนิก ที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที ก่อนเติมสารตั้งต้น ระหว่าง ไพโรล และ อัลดีไฮด์ ชนิด เบนซอลดีไฮด์ (Benzaldehyde) พี-โทลูอัลดีไฮด์ (p-tolualdehyde) พี-อนิซาลดีไฮด์ (p-Anisaldehyde) และ 3-คลอโรเบนซอลดีไฮด์ (3-chlorobenzaldehyde) ทั้งนี้แยกตามชนิดของอนุพันธ์พอร์ไฟริน สารละลายข้างต้นแต่ละชนิด ถูกรีฟลักซ์ต่อไปเป็นเวลา 30 นาที เมื่อครบ ทิ้งให้สารเย็นที่อุณหภูมิห้อง แล้วนำไปแช่ในอ่างน้ำแข็งเป็นเวลา 20 นาที เพื่อให้สารเกิดตะกอน จากนั้นนำไปกรองตะกอน ล้างตะกอนที่ได้ ด้วยเมทานอลเย็นปริมาณ แล้วจึงปล่อยให้แห้งในบรรยากาศ แล้วทำการเก็บสารลงในขวดที่แห้ง สะอาดและมีฝาปิด

อนุพันธ์ของพอร์ไฟรินที่เตรียมได้มี คุณสมบัติทางแสงและทนต่ออุณหภูมิสูงได้ สามารถนำไปพัฒนาใช้เป็นสีย้อมในเซลล์แสงอาทิตย์ได้เพื่อลดการนำเข้าสู่ขั้วอมไวแสงที่ใช้ในการเตรียมเซลล์แสงอาทิตย์



กรมทรัพย์สินทางปัญญา กระทรวงพาณิชย์