

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |  |                                        |                              |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|----------------------------------------|------------------------------|
| <div></div> <div>คำขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร</div> <div><div><div><input type="checkbox"/> การประดิษฐ์</div><div><input type="checkbox"/> การออกแบบผลิตภัณฑ์</div><div><input checked="" type="checkbox"/> อนุสิทธิบัตร</div></div><div>ข้าพเจ้าผู้ลงลายมือชื่อในคำขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรนี้</div><div>ขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร ตามพระราชบัญญัติสิทธิบัตร พ.ศ.2522</div><div>แก้ไขเพิ่มเติมโดยพระราชบัญญัติสิทธิบัตร(ฉบับที่ 2) พ.ศ.2535</div><div>และพระราชบัญญัติสิทธิบัตร (ฉบับที่ 3) พ.ศ.2542</div></div> |  | สำหรับเจ้าหน้าที่                      |                              |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |  | วันที่รับคำขอ 19/05/2565               | เลขที่คำขอ<br><br>2203001238 |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |  | วันที่ยื่นคำขอ 19/05/2565              |                              |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |  | สัญลักษณ์จำแนกการประดิษฐ์ระหว่างประเทศ |                              |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |  | ใช้กับแบบผลิตภัณฑ์<br>ประเภทผลิตภัณฑ์  |                              |
| วันประกาศโฆษณา                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |  | เลขที่ประกาศโฆษณา                      |                              |
| วันออกสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  | เลขที่สิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร           |                              |
| ลายมือชื่อเจ้าหน้าที่                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |  |                                        |                              |

1. ชื่อที่แสดงถึงการประดิษฐ์/การออกแบบผลิตภัณฑ์ ส่วนผสมสำหรับขึ้นรูปเป็นวัสดุกันรังสี

2. คำขอรับสิทธิบัตรการออกแบบผลิตภัณฑ์นี้เป็นคำขอสำหรับผลิตภัณฑ์อย่างเดียวกันและเป็นคำขอลำดับที่  
ในจำนวน คำขอ ที่ยื่นในคราวเดียวกัน

3. ผู้ขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร ☐ บุคคลธรรมดา ☐ นิติบุคคล ☒ หน่วยงานรัฐ ☐ มูลนิธิ ☐ อื่นๆ

ชื่อ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ที่อยู่ 239 ถนน ห้วยแก้ว

ตำบล/แขวง สุเทพ อำเภอ/เขต เมืองเชียงใหม่ จังหวัด เชียงใหม่ รหัสไปรษณีย์ 50200 ประเทศ ไทย

อีเมล Tloubi.cmu@gmail.com

☐ เลขประจำตัวประชาชน ☐ เลขทะเบียนนิติบุคคล ☒ เลขประจำตัวผู้เสียภาษีอากร

0994000423179

☐ เพิ่มเติม (ดั่งแนบ)

ในกรณีที่กรมา สื่อสารกับท่าน ท่านสะดวกใช้ทาง ☒ อีเมลผู้ขอ ☐ อีเมลตัวแทน

3.1 สัญชาติ ไทย

3.2 โทรศัพท์

3.3 โทรสาร

4. สิทธิบัตรในการขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร  
☐ ผู้ประดิษฐ์/ผู้ออกแบบ ☒ ผู้รับโอน ☐ ผู้ขอรับสิทธิโดยเหตุอื่น

5. ตัวแทน (ถ้ามี)

ชื่อ นางสาว พันทนา คำเขียว

ที่อยู่ หน่วยจัดการทรัพยากรทางปัญญาและถ่ายทอดเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เลขที่ 239 ถนนห้วยแก้ว

ตำบล/แขวง สุเทพ อำเภอ/เขต เมืองเชียงใหม่ จังหวัด เชียงใหม่ รหัสไปรษณีย์ 50200 ประเทศ

อีเมล

เลขประจำตัวประชาชน

1500500072322

☒ เพิ่มเติม (ดั่งแนบ)

5.1 ตัวแทนเลขที่ 2279

5.2 โทรศัพท์

5.3 โทรสาร

6. ผู้ประดิษฐ์/ผู้ออกแบบผลิตภัณฑ์ ☐ ชื่อและที่อยู่เดียวกันกับผู้ขอ  
ชื่อ นางสาว ศิริประภา แก้วแจ่ม

ที่อยู่ 55/39 หมู่ที่ 6

ตำบล/แขวง พ่าอำม อำเภอ/เขต เมืองเชียงใหม่ จังหวัด เชียงใหม่ รหัสไปรษณีย์ 50000 ประเทศ ไทย

อีเมล

เลขประจำตัวประชาชน

1659900113287

☒ เพิ่มเติม (ดั่งแนบ)

7. คำขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรนี้แยกจากหรือเกี่ยวข้องกับคำขอเดิม  
ผู้ขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร ขอให้ถือว่าได้ยื่นคำขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรนี้ ในวันเดียวกับคำขอรับสิทธิบัตร  
เลขที่ วันยื่น เพราะคำขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรนี้แยกจากหรือเกี่ยวข้องกับคำขอเดิมเพราะ  
☐ คำขอเดิมมีการประดิษฐ์หลายอย่าง ☐ ถูกคัดค้านเนื่องจากผู้ขอไม่มีสิทธิ ☐ ขอเปลี่ยนแปลงประเภทของสิทธิ

หมายเหตุ ในกรณีที่ไม่อำจะระบุรายละเอียดได้ครบถ้วน ให้จัดทำเป็นเอกสารแนบท้ายแบบพิมพ์นี้โดยระบุหมายเลขกำกับข้อและหัวข้อที่แสดงรายละเอียด

|                                        |                                        |                                                                 |                                                  |
|----------------------------------------|----------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|
| สำหรับเจ้าหน้าที่                      |                                        |                                                                 |                                                  |
| จำแนกประเภทสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร      |                                        |                                                                 |                                                  |
| <input type="checkbox"/> กลุ่มวิศวกรรม | <input type="checkbox"/> กลุ่มเคมี     | สิทธิบัตรการออกแบบ                                              | อนุสิทธิบัตร                                     |
| สิทธิบัตรการประดิษฐ์ (วิศวกรรม)        | สิทธิบัตรการประดิษฐ์ (เคมีเทคนิค)      | <input type="checkbox"/> สิทธิบัตรการออกแบบ (ออกแบบผลิตภัณฑ์ 1) | <input type="checkbox"/> อนุสิทธิบัตร (วิศวกรรม) |
| สิทธิบัตรการประดิษฐ์ (ไฟฟ้า)           | สิทธิบัตรการประดิษฐ์ (ปิโตรเคมี)       | <input type="checkbox"/> สิทธิบัตรการออกแบบ (ออกแบบผลิตภัณฑ์ 2) | <input type="checkbox"/> อนุสิทธิบัตร (เคมี)     |
| สิทธิบัตรการประดิษฐ์ (ฟิสิกส์)         | สิทธิบัตรการประดิษฐ์ (เทคโนโลยีชีวภาพ) | <input type="checkbox"/> สิทธิบัตรการออกแบบ (ออกแบบผลิตภัณฑ์ 3) |                                                  |
|                                        | สิทธิบัตรการประดิษฐ์ (เภสัชภัณฑ์)      |                                                                 |                                                  |

Signed by DIP-CA

8. การยื่นคำขออนุญาตนำเข้า ☐ PCT ☐ เพิ่มเติม (ดังแนบ)

| วันที่ยื่นคำขอ | เลขที่คำขอ | ประเทศ | สัญลักษณ์จำแนกการประดิษฐ์ระหว่างประเทศ | สถานะคำขอ |
|----------------|------------|--------|----------------------------------------|-----------|
| 8.1            |            |        |                                        |           |
| 8.2            |            |        |                                        |           |
| 8.3            |            |        |                                        |           |

8.4 ☐ ผู้ขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรขอสิทธิให้ถือว่าได้ยื่นคำขอนี้ในวันที่ได้ยื่นคำขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรในต่างประเทศเป็นครั้งแรกโดย ☐ ได้ยื่นเอกสารหลักฐานพร้อมคำขอนี้ ☐ ขอยื่นเอกสารหลักฐานหลังจากวันยื่นคำขอนี้

9. การแสดงการประดิษฐ์หรือการออกแบบผลิตภัณฑ์ผู้ขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรได้แสดงการประดิษฐ์ที่หน่วยงานของรัฐเป็นผู้จัด  
วันแสดง \_\_\_\_\_ วันเปิดงานแสดง \_\_\_\_\_ ผู้จัด \_\_\_\_\_

10. การประดิษฐ์เกี่ยวกับจุลชีพ

|                        |                    |                           |
|------------------------|--------------------|---------------------------|
| 10.1 เลขทะเบียนฝากเก็บ | 10.2 วันที่ฝากเก็บ | 10.3 สถาบันฝากเก็บ/ประเทศ |
|                        |                    |                           |
|                        |                    |                           |
|                        |                    |                           |

11. ผู้ขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร ขอยื่นเอกสารภาษาต่างประเทศก่อนในวันยื่นคำขอนี้ และจะจัดยื่นคำขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรนี้ที่จัดทำเป็นภาษาไทยภายใน 90 วัน นับจากวันยื่นคำขอนี้ โดยขอยื่นเป็นภาษา ☐ อังกฤษ ☐ ฝรั่งเศส ☐ เยอรมัน ☐ ญี่ปุ่น ☐ อื่นๆ \_\_\_\_\_

12. ผู้ขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรขอให้อธิบดีประกาศโฆษณาคำขอรับสิทธิบัตรหรือรับจดทะเบียนและประกาศโฆษณาอนุสิทธิบัตรนี้ หลังจากวันที่ ☐ ผู้ขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรขอให้ใช้รูปเขียนหมายเลข \_\_\_\_\_ ในการประกาศโฆษณา

13. คำขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรนี้ประกอบด้วย  
ก. แบบพิมพ์คำขอ \_\_\_\_\_ 4 \_\_\_\_\_ หน้า  
ข. รายละเอียดการประดิษฐ์ หรือคำพรรณนาแบบผลิตภัณฑ์ \_\_\_\_\_ 6 \_\_\_\_\_ หน้า  
ค. ข้อถ้อยสิทธิ \_\_\_\_\_ 1 \_\_\_\_\_ หน้า  
ง. รูปเขียน \_\_\_\_\_ 2 \_\_\_\_\_ รูป \_\_\_\_\_ 1 \_\_\_\_\_ หน้า  
จ. ภาพแสดงแบบผลิตภัณฑ์ ☐ รูปเขียน \_\_\_\_\_ รูป \_\_\_\_\_ หน้า ☐ รูปถ่าย \_\_\_\_\_ รูป \_\_\_\_\_ หน้า  
ฉ. บทสรุปการประดิษฐ์ \_\_\_\_\_ 1 \_\_\_\_\_ หน้า

14. เอกสารประกอบคำขอ  
☒ เอกสารแสดงสิทธิในการขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร  
☐ หนังสือรับรองการแสดงการประดิษฐ์/การออกแบบผลิตภัณฑ์  
☒ หนังสือมอบอำนาจ  
☐ เอกสารรายละเอียดเกี่ยวกับจุลชีพ  
☐ เอกสารการxonับวันยื่นคำขอในต่างประเทศเป็นวันยื่นคำขอในประเทศไทย  
☐ เอกสารขอเปลี่ยนแปลงประเภทของสิทธิ  
☒ เอกสารอื่นๆ

15. ข้าพเจ้าขอรับรองว่า  
☒ การประดิษฐ์นี้ไม่เคยยื่นขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรมาก่อน  
☐ การประดิษฐ์นี้ได้พัฒนาปรับปรุงมาจาก \_\_\_\_\_

16. ลายมือชื่อ  
☐ ผู้ขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร ☒ ตัวแทน  
SN=1500500072322  
( นางสาว พันทนา คำเขียว, นาย สรรพวรรธ วิทยาชัย )

หมายเหตุ บุคคลใดยื่นขอรับสิทธิบัตรการประดิษฐ์หรือการออกแบบผลิตภัณฑ์ หรืออนุสิทธิบัตร โดยการแสดงข้อความอันเป็นเท็จแก่พนักงานเจ้าหน้าที่ เพื่อให้ได้ไปซึ่งสิทธิบัตรหรืออนุสิทธิบัตร ต้องระวางโทษ จำคุกไม่เกินหกเดือน หรือปรับไม่เกินห้าพันบาท หรือทั้งจำทั้งปรับ

5. ตัวแทน (ถ้ามี) (ต่อ)

5.2 ชื่อ นาย สรรพวรรธ วิทยาศัย สัญชาติ ไทย

บ้านเลขที่ หน่วยจัดการทรัพยากรสัตว์ป่าและถ่ายทอดเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เลขที่ 239 ตำบล/แขวง สุเทพ อำเภอ/เขต เมืองเชียงใหม่ จังหวัด เชียงใหม่ รหัสไปรษณีย์ 50000

6. ผู้ประดิษฐ์/ผู้ออกแบบผลิตภัณฑ์ (ต่อ)

6.2 ชื่อ นาย สุชาติ โกท้านย์ สัญชาติ ไทย

บ้านเลขที่ 22/213 หมู่ที่ 3 ตำบล/แขวง ป่าบง อำเภอ/เขต สารภี จังหวัด เชียงใหม่ รหัสไปรษณีย์ 50140 ประเทศไทย

หน้า 1 ของจำนวน 6 หน้า

## รายละเอียดการประดิษฐ์

### ชื่อที่แสดงถึงการประดิษฐ์

ส่วนผสมสำหรับขึ้นรูปเป็นวัสดุกันรังสี

### สาขาวิทยาการที่เกี่ยวข้องกับการประดิษฐ์

- 5 เคมีและวัสดุศาสตร์ในส่วนที่เกี่ยวข้องกับส่วนผสมสำหรับขึ้นรูปเป็นวัสดุกันรังสี

### ภูมิหลังของศิลปะหรือวิทยาการที่เกี่ยวข้อง

- ปัจจุบันวัสดุที่ใช้ในการกำบังรังสีโดยทั่วไป นิยมใช้ตะกั่ว ซึ่งตะกั่วจะมีราคาค่อนข้างสูงและเป็นอันตรายต่อร่างกายทั้งโดยเฉียบพลัน หรือเรื้อรัง ตลอดจนก่อให้เกิดมลพิษต่อสิ่งแวดล้อม ทำให้มีการหาวัสดุ หรือสิ่งทดแทนที่ปลอดภัยกว่า เพื่อลดความเป็นพิษในสิ่งแวดล้อมระหว่างขั้นตอนการผลิต และเพิ่ม
- 10 ทางเลือกในการประดิษฐ์วัสดุในการกำบังรังสีที่ใช้งานได้เองภายในประเทศเพื่อลดการขาดดุลทางการค้าด้านการนำเข้าจากต่างประเทศ

- คุณสมบัติสำคัญของวัสดุสำหรับกำบังรังสีที่ดีจะต้องมี ประสิทธิภาพในการส่องผ่านแสงสูง เทียบเท่ากระจกทั่วไปสารที่งานวิจัยนี้เลือกใช้คือ แอนติโมนีออกไซด์ (Antimony Oxide;  $\text{Sb}_2\text{O}_3$ ) และ โซเดียมออกไซด์ (Sodium Oxide;  $\text{Na}_2\text{O}$ ) ซึ่งทนต่อรังสี (Radiation hardness) ได้ดีและมีความหนาแน่นสูง
- 15 (C.W.E. van Eijk, "Inorganic-scintillator development", Nuclear Instruments และ Methods in Physics Research Section A: Accelerators, Spectrometers, Detectors และ Associated Equipment, 460, (2001), pp. 1-14.) การเลือกใช้สารเคมีในการขึ้นรูปแก้วจึงต้องคำนึงถึงประสิทธิภาพในการส่องผ่านแสงและคุณสมบัติในการกำบังรังสีไปพร้อมกันโดยใช้ซิลิกอนออกไซด์ (Silicon Oxide;  $\text{SiO}_2$ ) และ โบรอนออกไซด์ (Boron Oxide;  $\text{B}_2\text{O}_3$ ) ในการขึ้นรูปแก้วเนื่องจากมีสมบัติในการทนต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิและความร้อนที่ดี
- 20 โดยเลือกใช้แคลเซียมออกไซด์ (Calcium Oxide;  $\text{CaO}$ ) ช่วยลดอุณหภูมิในการหลอมแก้ว ดังนั้นปัจจุบันจึงได้มีการนำวัสดุที่มีคุณสมบัติในการขึ้นรูปเป็นแก้ว มาพัฒนาเป็นวัสดุกำบังรังสี ดังนี้

- ปี ค.ศ. 2011 มากายัน และคณะได้ศึกษาสมบัติของแก้วฟลูออโรฟอสเฟต (Fluorophosphate) ที่ปลอดภัยในหมู่อัลคาไลน์ (Alkaline) ที่เจือด้วยโลหะของธาตุหายาก (Rare Earth) ที่ประกอบด้วยธาตุ ซีเรียม จนถึงธาตุลูทีเชียม ที่ระดับพลังงาน 1 กิโลอิเล็กตรอน ผลการศึกษาพบว่าแก้วตัวอย่างมีประสิทธิภาพในการ
- 25 ส่องผ่านแสงและด้านการกำบังรังสีที่ดีซึ่งในอนาคตจะพัฒนาแก้วฟลูออโรฟอสเฟตที่เจือซีเรียมเพื่อใช้ในการกำบังรังสีต่อไป

ปี ค.ศ. 2013 โฮลิเน็กซ์ และคณะได้ศึกษาแผ่นโพลีเมอร์ที่เคลือบด้วยด้วย ธาตุแกโดลิเนียม (Gadolinium) ซาแมเรียม (Samarium) และยูโรเพียม (Europium) เพื่อดูคุณสมบัติด้านการกำบังรังสีเอกซ์

## หน้า 2 ของจำนวน 6 หน้า

และรังสีแกมมาของธาตุดังกล่าว ผลการศึกษาพบว่าเมื่อเพิ่มความเข้มข้นของแกโดลิเนียมประสิทธิภาพในการกำบังรังสีเอกซ์และแกมมามีค่าสูงขึ้น

ในปี 2012 เอ็กซ์ ฟานและคณะ ได้ศึกษาสมบัติของ ซีเรียม (+3) ไอออน-ยูโรเพียม (+2) ไอออน-ดิสโพรเซียม (+3) ไอออน-ยูโรเพียม (+3) ไอออน ( $Ce^{3+}-Eu^{2+}-Dy^{3+}-Eu^{3+}$ ) เจือในแก้วฟลูออโรซิลิเกต (Fluorosilicate) ซึ่งสามารถเปล่งแสงสีขาว ซึ่งเกิดจากการรวมตัวกันของแสงสี น้ำ เงิน และ แดงของยูโรเพียม (+2) ไอออน-ดิสโพรเซียม (+3) ไอออน -ยูโรเพียม(+3) ไอออน ( $Eu^{2+} Dy^{3+} Eu^{2+}$ ) ตามลำดับพบว่าสามารถพัฒนาและปรับปรุงไปเป็นไดโอดที่เปล่งแสงสีขาวได้ต่อไปในอนาคต งานวิจัยดังกล่าวมีความเป็นไปได้ที่จะสามารถนำมาพัฒนาเป็นวัสดุที่มีความส่องผ่านแสงได้ดี ซึ่งสามารถศึกษาสมบัติด้านการกำบังรังสีได้ในอนาคตจากสารเจือดังกล่าว

วี เวชากิโต และคณะ ได้ศึกษาพารามิเตอร์ของสเปกตรัมการเปล่งแสงของอนุภาคนาโนของลูทีเซียมฟอสเฟตเจือด้วยซีเรียม ( $LuPO_4-Ce$ ) เมื่อกระตุ้นด้วยรังสีเอกซ์ และซิงโครตรอนด้วยพลังงานโฟตอน 4-25 อิเล็กตรอนโวลต์ (eV) อนุภาคนาโนที่มีขนาดเฉลี่ยประมาณ 35 นาโนเมตรและอนุภาคนาโนที่มีขนาดน้อยกว่า 12 นาโนเมตร ที่ซีเรียมความเข้มข้นต่าง ๆ พบว่าประสิทธิภาพการเรืองแสงของอนุภาคนาโนของ ลูทีเซียมฟอสเฟตเจือด้วยซีเรียม ( $LuPO_4-Ce$ ) ที่มี ขนาด a น้อยกว่า 12 นาโนเมตรลดลง เมื่อเกิดการกระตุ้นในช่วงการเปลี่ยนระดับชั้นพลังงาน เนื่องจากการศึกษาดังกล่าวศึกษาพลังงานในช่วงกว้าง ทำให้ยากต่อการนำมาใช้ลดทอนรังสีในช่วงของรังสีวินิจฉัยที่ใช้งานในแผนกรังสีวิทยาได้

จิ รุท และคณะ ได้ศึกษาประสิทธิภาพในการเปล่งแสงของ ซีเซียม-โซเดียม-แกโดลิเนียมโบรไมด์เจือด้วยซีเรียม ( $Cs_2NaGdBr_6: Ce^{3+}$ ) ที่ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง  $7 \times 10$  ลูกบาศก์เซนติเมตร และกระตุ้นด้วยเอกซเรย์ ผลการเปล่งแสงอยู่ที่ช่วงความยาวคลื่น 365 – 470 นาโนเมตร ความเข้มของระดับพลังงาน 662 กิโลอิเล็กตรอนโวลต์ (Kilo Electron Voltage;keV) ที่ 10 เปอร์เซ็นต์โดยโมล ของ  $Ce^{3+}$  มีค่า เปล่งแสงดีที่สุดที่ 36,800 ฟิเอกซ์ต่อเมกะอิเล็กตรอนโวลต์ (ph/ MeV) งานวิจัยดังกล่าวใช้กำบังวัสดุกำบังรังสีพลังงานสูง แต่เนื่องจากการออกแบบวัสดุกำบังรังสีมีวัตถุประสงค์เพื่อกำบังรังสีกระเจิง (Secondary Radiation, Scattering Radiation) ที่มีพลังงานต่ำซึ่งอาจต้องมีการศึกษาเพิ่มเติมในช่วงพลังงานที่ต่ำกว่า 662 กิโลอิเล็กตรอนโวลต์ (keV) เพื่อนำมาพัฒนาเป็นวัสดุกำบังรังสีที่ระดับพลังงานที่เกี่ยวข้องกับรังสีวินิจฉัย

ในปี ค.ศ. 2021 แก้วแจ้ง และคณะ ได้ศึกษาสมบัติด้านการกำบังรังสีเอกซ์ในช่วงรังสีวินิจฉัยและด้านการเปล่งแสงลูมิเนสเซนซ์ ( $(55-x) SiO_2: 13B_2O_3: 1Al_2O_3: 4.5BaO: 6.3CaO: 0.2Sb_2O_3, 20Na_2O: xPr_2O_3$  เมื่อ  $x = 0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 2.5$  และ  $3.0$  ร้อยละโดยโมล ผลการศึกษาด้านการกำบังรังสีเอกซ์ที่ระดับพลังงาน 120 กิโลโวลต์ 10 มิลลิแอมแปร์ พบว่า เมื่อสารเจือเพอร์ซีโอดีเมียมมีความเข้มข้นสูงขึ้นค่าความหนาครึ่งค่ามีค่าลดต่ำลงซึ่งแสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพในการกำบังรังสีที่ดีขึ้นเมื่อความเข้มข้นของสารเจือเพิ่มสูงขึ้น ทำให้ความสามารถในการกำบังรังสีดีขึ้น และเมื่อนำแก้วตัวอย่างมาเปรียบเทียบกับวัสดุมาตรฐานสำหรับใช้ในการกำบังรังสีที่ความเข้มข้นของเพอร์ซีโอดีเมียมที่ 2.5 และ 3.0 ร้อยละโดยโมล มีค่าความหนา

## หน้า 3 ของจำนวน 6 หน้า

ครึ่งค่าต่ำกว่ากระจกตะกั่วที่ใช้งานในแผนกรังสีวินิจฉัย ซึ่งสามารถนำไปพัฒนาเป็นกระจกกันรังสีที่ปลอดภัยและมีความเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมเพื่อเพิ่มทางเลือกด้านการกำบังรังสีและลดการนำเข้ากระจกตะกั่วในอนาคต แต่เนื่องจากสูตรโครงสร้างของแก้วดังกล่าวมีส่วนประกอบของสารเคมีหลายชนิดทำให้โครงสร้างซับซ้อนส่งผลให้การขึ้นรูปเป็นไปได้ยากเนื่องจากใช้ความร้อนที่สูงมาก หรืออาจต้องหาสารเจือเพิ่มเติมไปอีกเพื่อลดอุณหภูมิ ซึ่งมีโอกาสที่กระทบต่อโครงสร้างของวัสดุได้

ในปี ค.ศ. 2021 แก้วแข็ง และคณะ ได้ศึกษาคุณสมบัติด้านกายภาพ ด้านการส่องผ่านแสง ด้านการนำรังสี และสมบัติด้านการกำบังรังสีของแก้วตัวอย่างในสูตรโครงสร้าง  $x\text{Gd}_2\text{O}_3 + 10\text{La}_2\text{O}_3 + 10\text{ZnO} + (79-x)\text{B}_2\text{O}_3 + 1\text{Dy}_2\text{O}_3$  เมื่อ  $x = 0, 5, 10, 15, 20$  ร้อยละโดยโมล ผลการศึกษาพบว่า แก้วตัวอย่างมีคุณสมบัติด้านการเปล่งแสงในช่วงความยาวคลื่นแสงสีขาว เมื่อเปรียบเทียบกับคุณสมบัติด้านการเปล่งแสงลูมิเนสเซนส์ (Luminescence) ของแก้วตัวอย่างเปรียบเทียบกับฟลักบิสมัทเจอร์มาเนียมออกไซด์ (Bismuth Germanate; BGO) พบว่าผลการเปล่งแสงของแก้วตัวอย่างได้ดีกว่าฟลัก บิสมัทเจอร์มาเนียมออกไซด์ ถึง 33 เปอร์เซ็นต์ และผลการศึกษาด้านการกำบังรังสี ค่าความหนาครึ่งค่า (Half Value Layer; HVL) ของแก้วตัวอย่างเทียบกับวัสดุกำบังรังสีมาตรฐานที่ใช้งานในแผนกรังสีวินิจฉัยที่ความเข้มข้นของแก้วตัวอย่างที่เจือด้วยแกโดลิเนียมที่ 15 และ 20 ร้อยละโดยโมลมีค่าความหนาครึ่งค่าต่ำกว่ากระจกตะกั่วที่ใช้งานในแผนกรังสีวิทยา สามารถสรุปได้ว่าเมื่อมีการเจือแกโดลิเนียมมากขึ้นประสิทธิภาพในการกำบังรังสีได้ดียิ่งขึ้น สามารถนำไปพัฒนาและปรับปรุงโครงสร้างสำหรับเป็นกระจกกำบังรังสีที่ปลอดภัยเพื่อใช้งานได้ในอนาคต ซึ่งสามารถนำมาปรับปรุงโครงสร้างของแก้วจากสารที่เจือเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการกำบังรังสีที่ดีและมีประสิทธิภาพที่ดี เพื่อให้เหมาะกับการนำมาทำเป็นวัสดุกำบังรังสีที่มีความเป็นพิษต่ำ แต่มีข้อจำกัดในกระบวนการขึ้นรูปของแก้วสูตรโครงสร้างดังกล่าวธาตุดีสโพรเซียมมีอุณหภูมิในการหลอมเหลวสูงทำให้เมื่อเข้าสู่กระบวนการในการหลอมแล้วต้องใช้อุณหภูมิสูง

ในปี ค.ศ. 2022 แก้วแข็ง และคณะ ได้ศึกษาสมบัติความสามารถในการกำบังรังสีและการส่องผ่านแสงของแก้วตัวอย่างในสูตร  $(55-x)\text{SiO}_2 : 13\text{B}_2\text{O}_3 : 1\text{Al}_2\text{O}_3 : 4.5\text{BaO} : 6.3\text{CaO} : 0.2\text{Sb}_2\text{O}_3 : 20\text{Na}_2\text{O} : x\text{CeO}_2$  เมื่อ  $x = 1, 2, 3, 4$  และ 5 ร้อยละโดยโมลเทียบกับวัสดุที่ใช้ในการกำบังรังสีในแผนกรังสีวินิจฉัย ผลการศึกษาพบว่า แก้วกำบังรังสีที่เจือด้วยซีเรียมออกไซด์ที่ความเข้มข้นร้อยละ 5 โดยโมล มีค่าความหนาครึ่งค่าต่ำกว่ากระจกตะกั่วที่ใช้งานในแผนกรังสีวินิจฉัย สรุปได้ว่าแก้วที่ได้จากงานวิจัยนี้มีประสิทธิภาพในการกำบังรังสีได้ดีเมื่อความเข้มข้นของสารที่เจือเพิ่มสูงขึ้น ซึ่งสามารถนำไปพัฒนาปรับปรุงเพื่อขึ้นรูปเป็นกระจกกำบังรังสีที่ใช้งานในแผนกรังสีวินิจฉัยที่ปลอดภัยเพื่อใช้งานได้ในอนาคต แต่เนื่องจากสูตรโครงสร้างของแก้วดังกล่าวมีส่วนประกอบของสารเคมีหลายชนิดทำให้ต้องอาศัยอุณหภูมิที่สูงในการหลอม

จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องข้างต้นพบว่า มีข้อจำกัดในเรื่องของการเลือกธาตุในกลุ่มหายาก (Rare Earth; RE) ที่ส่งผลต่ออุณหภูมิที่ใช้ในการหลอมสูง ทั้งนี้การเปิดเผยดังกล่าวเป็นการเปิดเผยสมบัติด้านการส่องผ่านแสง ด้านการเปล่งแสงลูมิเนสเซนส์ ไม่ได้ศึกษาสมบัติด้านการกำบังรังสีในช่วงพลังงานต่าง ๆ เพื่อ



## หน้า 4 ของจำนวน 6 หน้า

คุณสมบัติด้านการกำบังรังสีในช่วงของพลังงานของรังสีวินิจฉัยเพื่อนำไปใช้เป็นแก้วสำหรับกำบังรังสีใน  
อนาคต

### ลักษณะและความมุ่งหมายของการประดิษฐ์

- การประดิษฐ์นี้เป็นการพัฒนาวัสดุกำบังรังสีโดยใช้สารที่มีคุณสมบัติใกล้เคียงหรือเทียบเท่าตะกั่วที่  
5 ใช้เจือลงในสารเคมีสำหรับขึ้นรูปแก้ว โดยทำการเจือธาตุที่มีเลขอะตอมสูงเพื่อช่วยในการเพิ่มคุณสมบัติ  
ด้านการกำบังรังสีคือ ซีเรียมฟลูออไรด์ (Cerium Fluoride;  $\text{CeF}_3$ ) ซีเรียมออกไซด์ (Cerium Oxide;  $\text{CeO}_2$ )  
แกโดลิเนียมฟลูออไรด์ (Gadolinium Fluoride;  $\text{GdF}_3$ ) แกโดลิเนียมออกไซด์ (Gadolinium Oxide;  $\text{Gd}_2\text{O}_3$ )

- มีวัตถุประสงค์เพื่อความปลอดภัยและลดความเป็นพิษในกระบวนการผลิตเพื่อให้เป็นมิตรกับ  
สิ่งแวดล้อม อีกทั้งเพื่อเพิ่มทางเลือกในการเลือกใช้อุปกรณ์ในการกำบังรังสี โดยลดต้นทุนการผลิต และเป็น  
10 วัสดุที่สามารถผลิตขึ้นใช้ได้เองในประเทศเพื่อลดปัญหาการขาดดุลทางการค้าด้านการนำเข้าโดยการขึ้นรูป  
อาศัยเทคนิคการทำให้เย็นตัวลงอย่างรวดเร็ว (Melt-Quenching Technique) เพื่อให้ชิ้นงานคงสภาพอยู่ได้  
และทนต่อการเปลี่ยนแปลงจากปัจจัยต่าง ๆ เช่น การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิและความร้อน การทนทานต่อการ  
กัดกร่อนของสารเคมีเมื่อมีการใช้งานไปนาน ๆ และช่วยยืดอายุการใช้งานของผลิตภัณฑ์

### คำอธิบายรูปเขียนโดยย่อ

- 15 รูปที่ 1 กราฟแสดงตัวอย่างการศึกษาค่าความหนาครึ่งค่า (Half Value Layer: HVL) ของแก้วตัวอย่าง  
เทียบกับวัสดุมาตรฐานที่ใช้งานอยู่ในแผนกรังสีวินิจฉัยที่ค่าความต่างศักย์ 120 กิโลโวลต์  
รูปที่ 2 กราฟแสดงความหนาแน่นของแก้วตัวอย่าง

### การเปิดเผยการประดิษฐ์โดยสมบูรณ์

- ส่วนผสมสำหรับขึ้นรูปเป็นวัสดุกันรังสี ที่ซึ่งประกอบรวมด้วยสูตรโครงสร้างดังนี้  
20  $\text{xGdR} + \text{La}_2\text{O}_3 + \text{ZnO} + (70-\text{x}) \text{B}_2\text{O}_3 + \text{CeY}$  เมื่อ  
x มีค่าระหว่าง 1-20 ร้อยละโดยโมล  
R คือ สารประกอบในรูปออกไซด์หรือฟลูออไรด์ไอออน  
Y คือ สารประกอบในรูปออกไซด์ไอออนหรือฟลูออไรด์

- ส่วนผสมสำหรับขึ้นรูปเป็นวัสดุกันรังสี ตามส่วนผสมข้างต้นมีสารประกอบในรูปออกไซด์ไอออน  
25 สามารถเลือกได้จาก แกโดลิเนียมออกไซด์ แกโดลิเนียมฟลูออไรด์ แลนทานัมออกไซด์ ซิงค์ออกไซด์  
โบรอนออกไซด์ ซีเรียมไอออน ซีเรียมฟลูออไรด์ ซีเรียมออกไซด์ ซีเรียมฟลูออไรด์

โดยหลอมที่อุณหภูมิ 1,400 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง ด้วยเทคนิคการทำให้เย็นตัวลง  
อย่างรวดเร็ว (Melt-Quenching Technique) เทส่วนผสมดังกล่าวข้างต้นใส่โมลด์หรือแบบพิมพ์ สำหรับขึ้น



รูปชิ้นงานที่อุ่นด้วยความร้อนด้วยอุณหภูมิสูง เพื่อป้องกันการเสียหายของเนื้อแก้วในระหว่างขั้นตอนการรอ  
ขึ้นรูป จากนั้นนำชิ้นงานที่ได้ไปอบเพื่อลดความเค้น และความเครียดของตัวชิ้นงาน เพื่อป้องกันการแตกหัก  
เสียหายในภายหลังที่อุณหภูมิ 550 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง

ทำการตรวจสอบคุณสมบัติของชิ้นงาน ด้านต่าง ๆ ดังนี้

- 5
- ด้านกายภาพ การแทนที่ของวัตถุ (Density) ด้วยหลักของอาร์คิมิดีส (Archimedes' Method)

ด้านการส่องผ่านแสง ในช่วงที่ตามองเห็น (Visible light)

ด้านการกัมมันตรังสีก่อนนำไปใช้งาน (Radiation Shielding Properties)

- 10
- ส่วนผสมสำหรับขึ้นรูปเป็นวัสดุกันรังสี ตามการประดิษฐ์นี้ได้เลือกใช้ธาตุ แกโดลิเนียมไอออน (Gadolinium Ions;  $Gd^{3+}$ ) ที่อยู่ในรูปสารประกอบออกไซด์และฟลูออไรด์ แกโดลิเนียมฟลูออไรด์ (Gadolinium Fluoride;  $GdF_3$ ) แกโดลิเนียมออกไซด์ (Gadolinium Oxide;  $Gd_2O_3$ ) และซีเรียมไอออน (Cerium Ions;  $Ce^{3+}$ ) ที่อยู่ในรูปสารประกอบออกไซด์และฟลูออไรด์ ซีเรียมฟลูออไรด์ (Cerium Fluoride;  $CeF_3$ ) ซีเรียมออกไซด์ (Cerium Oxide;  $CeO_2$ ) เหตุผลที่เลือกธาตุทั้งสองชนิดนี้ในการนำมาใช้เป็นสารเจือเพื่อเป็นวัสดุในการกัมมันตรังสีเนื่องจาก มีเลขอะตอม (Atomic Number) สูง มีประสิทธิภาพในการส่องผ่านแสง (Optical Properties) ที่ดี ประสิทธิภาพในการลดทอนรังสี (Radiation Attenuation) สูง ความเป็นพิษ (Toxicity) ต่ำ การเลือกธาตุดังกล่าวเจือลงในแก้วหรือวัสดุต่าง ๆ นั้นเพื่อเพิ่มคุณสมบัติด้านการกัมมันตรังสี (Radiation Shielding) ที่ปลอดภัยกว่าที่มีความเป็นพิษต่ำในกระบวนการผลิตกระจก

- 20
- ส่วนผสมสำหรับขึ้นรูปเป็นวัสดุกันรังสี ตามการประดิษฐ์นี้ มีส่วนประกอบของสารเคมีที่ใช้ในการขึ้นรูปแก้ว (Glass former) ได้แก่ โบรอนออกไซด์ (Boron Oxide;  $B_2O_3$ ) สารเคมีที่ใช้ลดอุณหภูมิในกระบวนการหลอมแก้ว (Glass Modifiers) ซึ่งจะเป็นตัวที่ทำหน้าที่ปรับเปลี่ยนโครงสร้างแก้วเพื่อช่วยลดอุณหภูมิในกระบวนการหลอม คือ ซิงค์ออกไซด์ (Zinc Oxide;  $ZnO$ ) สารที่ช่วยเพิ่มสมบัติด้านการส่องผ่านแสงและทำให้อุณหภูมิในการหลอมแก้วลดลงโดยไม่ทำให้โครงสร้างแก้วเกิดการเปลี่ยนแปลง (Intermediate) สารที่ใช้คือ แลนทานัมออกไซด์ (Lanthanum Oxide;  $La_2O_3$ ) สารที่ช่วยเพิ่มสมบัติด้านการกัมมันตรังสี เพื่อทดแทนตะกั่ว และลดความเป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อมในกระบวนการผลิตโดยไม่ทำให้โครงสร้างของแก้วเกิดการเปลี่ยนแปลง สารที่ใช้คือ แกโดลิเนียม และซีเรียม ที่อยู่ในกลุ่มฟลูออไรด์ หรือ
- 25
- ออกไซด์ สารที่ใช้คือ แกโดลิเนียมออกไซด์ (Gadolinium Oxide;  $Gd_2O_3$ ) แกโดลิเนียมฟลูออไรด์ (Gadolinium Fluoride;  $GdF_3$ ) ซีเรียมออกไซด์ (Cerium Oxide;  $CeO_2$ ) ซีเรียมฟลูออไรด์ (Cerium Fluoride;  $CeF_3$ )

ตัวอย่าง

- 30
- การศึกษาค่าความหนาครึ่งค่า (Half Value Layer: HVL) ของแก้วตัวอย่างเทียบกับวัสดุมาตรฐาน ที่ใช้งานอยู่ในแผนกรังสีวินิจฉัยเพื่อใช้ในการกัมมันตรังสี โดยทำการทดสอบที่ค่าความต่างศักย์ 120 กิโล

## หน้า 6 ของจำนวน 6 หน้า

- โวลต์ (Kilo Voltage Peak; kVp) โดยแก้วตัวอย่างในสูตร  $x\text{Gd}_2\text{O}_3 + \text{La}_2\text{O}_3 + \text{ZnO} + (79-x)\text{B}_2\text{O}_3 + 1\text{CeF}_3$  ที่ความเข้มข้น เมื่อ x มีค่า 1.5, 3.0, 4.5, 6.0 และ 7.5 ร้อยละโดยโมล เทียบกับ กระจกทั่วไป (Commercial Window) คอนกรีต (Concrete) และ กระจกตะกั่ว (X-ray Window) ผลการศึกษาพบว่าที่ความเข้มข้นของสารเจือแกโคลิเนียมออกไซด์ที่ความเข้มข้น 3.0, 4.5, 6.0 และ 7.0 ร้อยละโดยโมล มีค่า ความหนาครึ่งค่า ต่ำกว่า
- 5 กระจกตะกั่วที่ใช้งานในแผนกรังสีวินิจฉัย ที่ความเข้มข้นของแกโคลิเนียมร้อยละ 7 โดยโมล แก้วตัวอย่างจากงานวิจัยนี้มีประสิทธิภาพในการลดทอนรังสีเมื่อเทียบกับกระจกตะกั่วมากกว่าถึงร้อยละ 60 แก้วตัวอย่างนี้สามารถนำไปพัฒนาเป็นวัสดุในการกำบังรังสีที่ปลอดภัยเพื่อใช้งานได้ในอนาคต

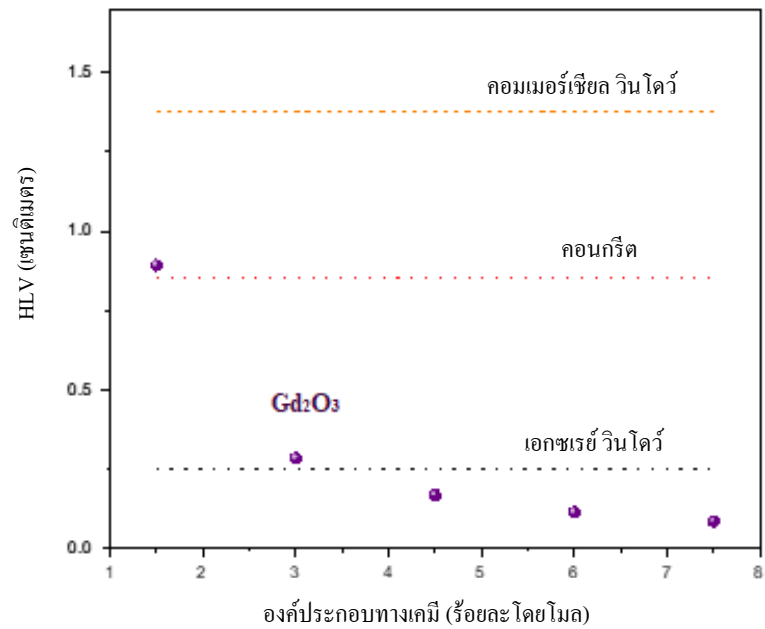
### วิธีการในการประดิษฐ์ที่ดีที่สุด

เช่นเดียวกับที่เปิดเผยไว้แล้วในหัวข้อการเปิดเผยการประดิษฐ์โดยสมบูรณ์

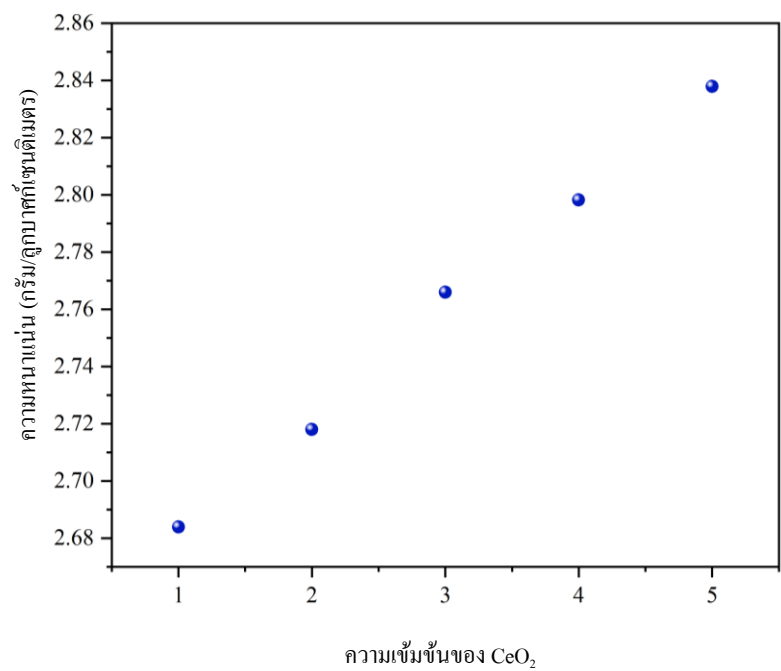
หน้า 1 ของจำนวน 1 หน้า

### ข้อถ้อยสิทธิ

1. ส่วนผสมสำหรับขึ้นรูปเป็นวัสดุกันรังสี ที่ซึ่งประกอบรวมด้วยสูตรโครงสร้างดังนี้  
$$x\text{GdR} + \text{La}_2\text{O}_3 + \text{ZnO} + (70-x)\text{B}_2\text{O}_3 + \text{CeY}$$
 เมื่อ  
x มีค่าระหว่าง 1-20 ร้อยละโดยโมล  
5 R คือ สารประกอบในรูปออกไซด์หรือฟลูออไรด์ไอออน  
Y คือ สารประกอบในรูปออกไซด์ไอออนหรือฟลูออไรด์
2. ส่วนผสมสำหรับขึ้นรูปเป็นวัสดุกันรังสี ตามข้อถ้อยสิทธิที่ 1 ที่ซึ่ง สารประกอบในรูปออกไซด์ไอออน สามารถเลือกได้จาก แกโดลิเนียมออกไซด์ แกโดลิเนียมฟลูออไรด์ แลนทานัมออกไซด์ ซิงค์ออกไซด์ โบรอนออกไซด์ ซีเรียมไอออน ซีเรียมฟลูออไรด์ ซีเรียมออกไซด์ ซีเรียมฟลูออไรด์



รูปที่ 1



รูปที่ 2

หน้า 1 ของจำนวน 1 หน้า

### บทสรุปการประดิษฐ์

- ส่วนผสมสำหรับขึ้นรูปเป็นวัสดุกันรังสีตามการประดิษฐ์นี้เป็นการพัฒนาวัสดุกำบังรังสีโดยใช้สารที่มีคุณสมบัติใกล้เคียงหรือเทียบเท่าตะกั่วที่ใช้เจือลงในสารเคมีสำหรับขึ้นรูปแก้ว โดยทำการเจือธาตุที่มีเลขอะตอมสูงเพื่อช่วยในการเพิ่มคุณสมบัติด้านการกำบังรังสีคือ ซีเรียมฟลูออไรด์ (Cerium Fluoride;  $CeF_3$ )
- 5 ซีเรียมออกไซด์ (Cerium Oxide;  $CeO_2$ ) แกโดลิเนียมฟลูออไรด์ (Gadolinium Fluoride;  $GdF_3$ ) แกโดลิเนียมออกไซด์ (Gadolinium Oxide;  $Gd_2O_3$ ) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อความปลอดภัยและลดความเป็นพิษในกระบวนการผลิตเพื่อให้เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม อีกทั้งเพื่อเพิ่มทางเลือกในการเลือกใช้อุปกรณ์ในการกำบังรังสี โดยลดต้นทุนการผลิต และเป็นวัสดุที่สามารถผลิตขึ้นใช้ได้เองในประเทศเพื่อลดปัญหาการขาดดุลทางการค้าด้านการนำเข้าโดยการขึ้นรูปอาศัยเทคนิคการทำให้เย็นตัวลงอย่างรวดเร็ว (Melt-Quenching
- 10 Technique) เพื่อให้ชิ้นงานคงสภาพอยู่ได้ และทนต่อการเปลี่ยนแปลงจากปัจจัยต่าง ๆ เช่น การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิและความร้อน การทนทานต่อการกัดกร่อนของสารเคมีเมื่อมีการใช้งานไปนาน ๆ และช่วยยืดอายุการใช้งานของผลิตภัณฑ์