1. ชื่อเทคโนโลยี (Technology Title) :

เทคโนโลยีรีไซเคิลแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่ชำรุดหรือหมดอายุ โดยการผลิตเป็นเงินบริสุทธิ์

2. ประเภทกลุ่มอุตสาหกรรม (Industrial Sector) :

	อุตสาหกรรมแร่		อุตสาหกรรมโลหการ	X	อุตสาหกรรมรีไซเคิล

3. ระดับความพร้อมของเทคโนโลยี (Technology Readiness Levels) :

ระดับต่ำ ระดับสูง

TRL 1	TRL 2	TRL 3	TRL 4	TRL 5	TRL 6	TRL 7	TRL 8	TRL 9
Basic principle observed and reported	Technology concept and/or application formulated	Concepts demonstrated analytically or experimentally	Key elements demonstrated in laboratory environment	Key elements demonstrated in simulated environment	Representative of the deliverable demonstrated in relevant environments	Final development version of the deliverable demonstrated in operational environment	Actual deliverable qualified through test and demonstration	Operational use of deliverable

องค์ความรู้และการวิจัยพื้นฐาน | ต้นแบบห้องปฏิบัติการ | ต้นแบบภาคสนาม

4. รายละเอียดโดยสังเขป (Details Description) :

แนวคิด :

เซลล์แสงอาทิตย์มีอายุการใช้งานประมาณ 25 ปี จากข้อมูลทางสถิติพบว่าจะเกิดแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่ชำรุดหรือหมดอายุสะสมขึ้นในปริมาณ 141 ตัน ในปี 2570 และในปริมาณ 753,000 ตัน ในปี พ.ศ. 2604 ของเสียเซลล์แสงอาทิตย์อย่างน้อยร้อยละ 95 ของวัสดุสามารถนำมาผ่านกระบวนการนำกลับมาใช้ใหม่ได้ สามารถรีไซเคิลได้ด้วยกระบวนการคัดแยกเบื้องต้น (physical conditioning หรือ separation) และการสกัดเอาโลหะเงินจากเซลล์ (metallurgical process) ได้ผลผลิตเป็นโลหะเงินบริสุทธิ์

ลักษณะและองค์ประกอบของวัสดุตั้งต้น :

จากการทดลองแยกชิ้นส่วนตัวอย่างแผงเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดซิลิคอนผลึกที่ชำรุดหรือหมดอายุ พบว่าแผงเซลล์แสงอาทิตย์ 1 แผง มีน้ำหนัก 21.4 กิโลกรัม โดยประกอบด้วยกรอบอะลูมิเนียม 2.0 กิโลกรัม สายไฟฟ้า 0.2 กิโลกรัม ข้อต่อมุมอะลูมิเนียม 0.2 กิโลกรัม และตัวแผ่นเซลล์ติดแบ็คชีทและกระจก 19.0 กิโลกรัม

ตัวแผ่นเซลล์ติดแบ็คชีทและกระจกได้ถูกนำมาแยกส่วนประกอบออกจากกัน โดยจะมีน้ำหนักของชิ้นส่วนต่าง ๆ ประกอบด้วย แผ่นเซลล์ติดแบ็คชีท (back sheet) 1.906 กิโลกรัม กระจก 16.217 กิโลกรัม โลหะบัสบาร์ 0.209 กิโลกรัม และแผ่นกาว 0.668 กิโลกรัม ส่วนประกอบต่าง ๆ ของชิ้นตัวอย่างแผงเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดซิลิคอนผลึกที่ชำรุดหรือหมดอายุที่ได้นำมาทดลองในงานวิจัยนี้แสดงดังใน**ตารางที่ 1**

ตารางที่ 1 ส่วนประกอบของชิ้นตัวอย่างแผงเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดซิลิคอนผลึกที่ชำรุดหรือหมดอายุ

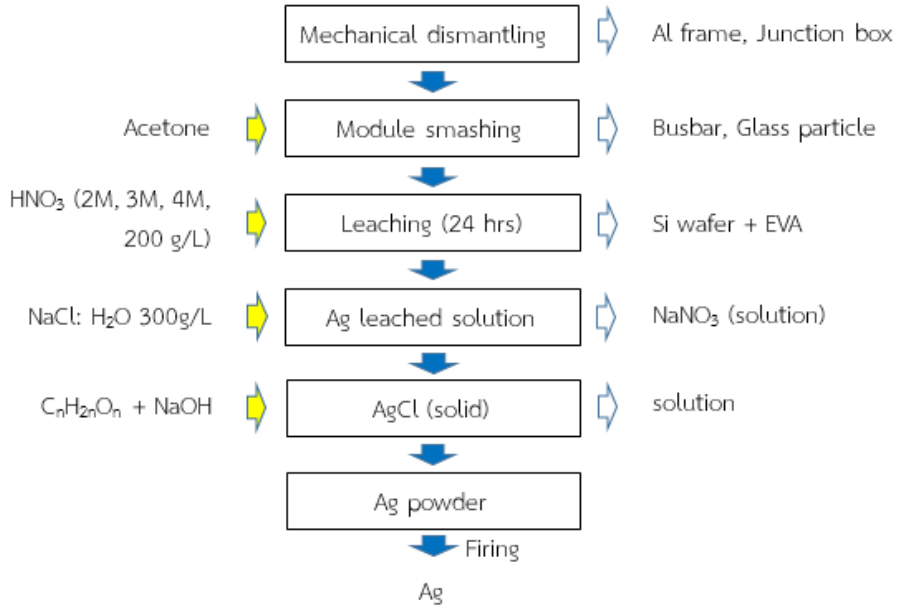
ส่วนประกอบ	น้ำหนัก (กิโลกรัม)
กระจก	16.217
กรอบอะลูมิเนียม	2.000

แผ่นเซลล์ติดแบ็คชีท (back sheet)	1.906
แผ่นกาว EVA	0.668
โลหะบัสบาร์	0.209
ข้อต่อมุมอะลูมิเนียม	0.200
สายไฟฟ้า	0.200
น้ำหนักรวม	21.400

รูปที่ 1 เซลล์แสงอาทิตย์ที่ชำรุด

ผลิตภัณฑ์ที่ได้ :	โลหะเงินบริสุทธิ์
เทคโนโลยี/ กระบวนการที่ใช้ :	กระบวนการรีไซเคิลแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่ชำรุดหรือหมดอายุโดยการผลิตเป็นเงินบริสุทธิ์ดังนี้ 1. แยกกรอบอะลูมิเนียม สายไฟฟ้าและกระจกออกจากแผ่นเซลล์ โดยแผ่นเซลล์ที่ได้จะมีลักษณะที่ด้านติดเคลือบด้วยอีวีเอและด้านหลังติดเคลือบกับแบ็คชีทซึ่งเป็นพลาสติกแข็ง 2. แยกแผ่นเซลล์กับอีวีออกจากกันโดยการนำแผ่นเซลล์ไปแช่ในน้ำมันเบนซีนเพื่อให้อีวีเออ่อนตัวและถูกลอกออกจากแผ่นเซลล์ได้ง่าย 3. นำแผ่นเซลล์ที่ลอกอีวีเอออกแล้วไปตัดให้มีขนาดเล็ก เพื่อให้สะดวกต่อการจัดการในลำดับถัดไป 4. นำแผ่นเซลล์ที่ตัดแล้วไปบรรจุในถังไนตริก จากนั้นกวนสารละลายเพื่อให้เกิดการชะละลายได้เร็วขึ้น ในการชะละลายพร้อมกับการกวนนี้จะใช้ระยะเวลาประมาณ 24 ชั่วโมง 5. เมื่อครบเวลานำสารละลายมากรองแยกส่วนที่ไม่ละลายออก โดยส่วนที่ไม่ละลายนี้เป็นแผ่นเซลล์ที่ด้านหลังเป็นแบ็คชีทซึ่งแข็งและด้านหน้าเป็นแผ่นเวเฟอร์ซิลิคอน ส่วนสารละลายซึ่งมีเงินเป็นองค์ประกอบจะถูกนำไปเข้าสู่กระบวนการสกัดเงินต่อไป 6. ในการสกัดเงินจะใช้สารละลายโซเดียมคลอไรด์เติมลงไปในสารละลายซึ่งจะทำให้เกิดตะกอนเงินคลอไรด์สีขาวขึ้น จากนั้นจะคัดแยกเอาตะกอนดังกล่าวไปล้างน้ำให้สะอาดเพื่อนำไปเข้าสู่ขั้นตอนต่อไป 7. นำเงินคลอไรด์ไปละลายน้ำและเติมน้ำตาลและตามด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ จะทำให้เกิดตะกอนของเงินสีดำเกิดขึ้น จากนั้นคัดแยกตะกอนออกแล้วนำไปล้างน้ำและอบไล่ความชื้น

8. นำตะกอนเงินไปเผาจะได้ก้อนโลหะเงิน



รูปที่ 2 ลำดับการทดลองการสกัดเงินจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่ชำรุดหรือหมดอายุการใช้งาน

5. สรุปการวิเคราะห์ความเป็นไปได้เบื้องต้นในเชิงพาณิชย์ (Pre-Feasibility Study) :

ในการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ในเชิงเศรษฐศาสตร์จะพิจารณารอบการผลิตเดือนละ 100 ตัน โดยใน1 ปีจะรีไซเคิลแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่ชำรุดหรือหมดอายุ 1,200 ตัน จะสามารถผลิตอะลูมิเนียม 123,360 กิโลกรัม สายไฟฟ้าทองแดงหุ้ม 11,220 กิโลกรัม กระจก 909,360 กิโลกรัม โลหะบัสบาร์ซึ่งเป็นโลหะผสมทองแดง ตะกั่ว ดีบุกและเงิน 11,724 กิโลกรัม เงินบริสุทธิ์ 276 กิโลกรัม และเกล็ดซิลิคอนเวเฟอร์ 12,132 กิโลกรัม เมื่อวิเคราะห์และประเมินความเป็นไปได้ในการลงทุน โดยกำหนดให้รีไซเคิลแผงเซลล์แสงอาทิตย์ในปริมาณ 1,200 ตันต่อปี ในระยะเวลา 10 ปี ของการลงทุน พบว่า สามารถที่จะคืนทุนได้ตั้งแต่เดือนที่ 3 ของปีแรกที่ลงทุน รายละเอียดแสดงดัง**ตารางที่ 1**

วัตถุดิบ	ความเสี่ยง	PWF	มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value: NPV)	B/C อัตราผลตอบแทนต่อค่าใช้จ่าย	อัตราผลตอบแทนภายใน (Internal Rate of Return: IRR)	เริ่มได้กำไรปีที่	ความเป็นไปได้ของการลงทุน
แผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่ชำรุดหรือหมดอายุ	ปกติ	8%	51,253,874.00	0.57	108.66	เดือนที่ 3 ปีที่ 1	เป็นไปได้
	ค่าใช้จ่าย+	8%	50,143,829.12	0.58	108.63	เดือนที่ 3 ปีที่ 1	เป็นไปได้

ตารางที่ 1 การวิเคราะห์จุดคุ้มทุนและผลตอบแทน

NPV :	**51,253,874.00-50,143,829.12**
B/C :	**0.57-0.58**
IRR :	**108.66-108.63**