

รายงานการสำรวจศักยภาพแผงควอตซ์สำหรับอุตสาหกรรม Solar Cell
ในเขตจังหวัดภาคเหนือ
ประจำปีงบประมาณ 2553

สุรศักดิ์ จิระธำมรงค์

ส่วนทรัพยากรแร่
สำนักงานทรัพยากรธรณีเขต 1 (ลำปาง)

การผลิตเซลล์แสงอาทิตย์จากแร่ควอตซ์

บทคัดย่อ

การผลิตเซลล์แสงอาทิตย์เริ่มต้นด้วยการผลิตโลหะซิลิคอน (Si) ซึ่งต้องนำไปผ่านกระบวนการทำให้บริสุทธิ์ ก่อนนำไปผลิตเซลล์แสงอาทิตย์

เซลล์แสงอาทิตย์จากแร่ควอตซ์มี 3 ชนิด ได้แก่ Single Crystal Wafer Solar Cell มีประสิทธิภาพเปลี่ยนแสงอาทิตย์ที่ตกกระทบเป็นกระแสไฟฟ้าได้ร้อยละ 16-24 Poly Crystalline Wafer Solar Cell มีประสิทธิภาพร้อยละ 13-16 และ Amorphous or Thin Film Solar Cell มีประสิทธิภาพร้อยละ 10-13

การสำรวจศักยภาพแร่ควอตซ์เพื่ออุตสาหกรรมเซลล์แสงอาทิตย์ พบแหล่งแร่ควอตซ์สีนํ้านมเกิดเป็นโซนกว้างประมาณ 1 กิโลเมตร สายควอตซ์กว้าง 10-50 เมตร ลงไปจนถึง 2-5 เซนติเมตร วางตัวแนวเหนือ-ใต้ ที่ดอยผาลาด บ้านแม่เลี้ยงพัฒนา ต.แม่เลี้ยง อ.เสริมงาม จ.ลำปาง แต่ปัจจุบันกรมชลประทานสร้างเขื่อนทางตอนใต้ของแหล่งแร่ประมาณ 1.0-1.5 กิโลเมตร

พบศักยภาพแร่ควอตซ์ที่ อ.ดอยเต่า จ.เชียงใหม่ แทรกตัดในหินแกรนิต ยุคไทรแอสซิก แนวเขาทอดตัวลงไปทางใต้ถึง อ.ลี้ จ.ลำพูนและ อ.เถิน จ.ลำปางมีศักยภาพของแร่ควอตซ์อยู่สูง

หินแกรนิตเทือก อ.แม่จัน จ.เชียงราย-อ.แม่สาย จ.เชียงใหม่ และทอดตัวลงไปทางใต้บริเวณองแม่สรวย จ.เชียงราย-อ.ฝาง จ.เชียงใหม่ มีศักยภาพของแร่ควอตซ์อยู่สูง

บทนำ

ปัจจุบันปัญหาวิกฤตเรื่องพลังงานเป็นปัญหาใหญ่ต่อประชากรชาวโลก มีการใช้พลังงานทดแทนๆ พลังงานจากพลังงานฟอสซิล เช่นพลังงานน้ำ พลังงานนิวเคลียร์ ในการผลิตกระแสไฟฟ้า และมีการพยายามหาพลังงานประเภทอื่นที่ยั่งยืน ประหยัด และไม่ก่อปัญหาด้านสิ่งแวดล้อม พลังงานแสงอาทิตย์เป็นทางเลือกหนึ่งอาจใช้ได้โดยตรง เช่น การทำน้ำร้อน การอบแห้ง ผลผลิตทางเกษตร นอกจากนี้ยังใช้ทางอ้อมโดยการผลิตกระแสไฟฟ้าโดยอาศัยเซลล์แสงอาทิตย์ (Solar Cell) เป็นพลังงานที่สะอาดและมีอายุการใช้งานนาน 20-25 ปี

แร่ควอตซ์: คุณสมบัติและการใช้

ก่อนอื่นมาทำความรู้จักกับแร่ควอตซ์ที่จะใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตเซลล์แสงอาทิตย์ แร่ควอตซ์เป็นรูปผลึกอย่างหนึ่งของซิลิกาไดออกไซด์ (SiO_2) มีความแข็ง 7 เปราะและโปร่งแสง ความหนาแน่น 2.649 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร แร่ควอตซ์ไม่ละลายในกรดทั่วไป แต่จะละลายในกรดกัดแก้ว (HF) และสารละลายด่างที่ร้อน ถ้าหากแร่ควอตซ์ถูกทำให้ร้อนจนถึง 573 องศาเซลเซียส รูปผลึกจะเปลี่ยน โดยรูปผลึกที่เสถียรที่อุณหภูมิสูงกว่านี้เรียกว่า High-quartz หรือ Beta-quartz ส่วนที่อุณหภูมิต่ำกว่า 573 องศาเซลเซียสเรียกว่า Low-quartz หรือ Alpha-quartz

แร่ควอตซ์เกิดอยู่เป็นแร่ประกอบหิน ในหินอัคนีชนิดกรด เช่น หินแกรนิต โลอไรต์ และควอตซ์เฟลไซต์ ฯลฯ เมื่อหินอัคนีเหล่านี้ผุพังตามธรรมชาติจะได้เม็ดแร่ควอตซ์ซึ่งส่วนมากจะมีขอบเม็ดเป็นเหลี่ยม (Angular) แต่บางครั้งก็กลมมน เม็ดแร่ควอตซ์เหล่านี้จะถูกเชื่อมต่อเข้าด้วยกันโดยสสารหลายอย่าง รวมทั้งแร่ควอตซ์ ดิน แคลไซต์ และไลโมนิต ทำให้เกิดหินทรายขึ้นมา แร่ควอตซ์มักพบในหินแปรโดยเป็นแร่ประกอบหิน และบางครั้งก็เกิดเป็นสายแร่ควอตซ์ (Quartz Vein or Dike) ซึ่งอันหลังสุดนี้เป็นแหล่งวัตถุดิบที่นำมาใช้ในการผลิตเซลล์แสงอาทิตย์

ขั้นตอนในการผลิตเซลล์แสงอาทิตย์ชนิด Silicon Wafer

1. ทำเหมืองแร่ควอตซ์ที่เกิดแบบ Quartz Dike ปกติที่ทำในประเทศไทย สายแร่ยาวกว่า 500-2,500 เมตร กว้าง 20-30 เมตร และลึก 50-150 เมตร ผลิตแร่ออกมาโดยการเจาะระเบิดแล้วย่อยลงด้วย Jaw Crusher จนมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง $2\frac{1}{2}$ - $3\frac{1}{2}$ นิ้ว (Jivathanond, 2007)

2. ทำการผลิตโลหะซิลิคอน (Silicon Metal) หรือโลหะซิลิคอน เกรดโลหะกรรม (Metallurgical Grade Silicon Metal) แร่ควอตซ์ที่ใช้ในการผลิต Silicon Metal เป็นแร่ควอตซ์ที่เป็นก้อน (Lump) เนื่องจากเตาอาร์คไฟฟ้าไม่สามารถรับสารที่มีขนาดเล็กได้ ปกติขนาดของแร่ควอตซ์ที่ใช้ อยู่ในช่วง 250-01,000 มิลลิเมตร แต่บางโรงงานใช้ขนาด 30-70 มิลลิเมตร ที่ต้องให้ความสำคัญคือแร่ควอตซ์ต้องไม่ระเบิดในระหว่างการอาร์คไฟฟ้า

การผลิต MG-silicon metal

การผลิตกระทำโดยการหลอมโดยใช้เตาอาร์คไฟฟ้ากับสารรีดิวซ์ เช่น ถ่านไม้ ถ่านโค้ก หรือเศษหิน แร่ควอตซ์ที่ป้อนปกติมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ¾ - 5 นิ้ว เตาหลอมกว้าง 10 เมตร สูง 10 เมตร มีแท่งคาร์บอน (Carbon Probe) อยู่เป็นแกนตรงกลาง กระแสไฟฟ้าแรงสูงจะถูกส่งผ่านแท่งคาร์บอนทำให้เกิดประกายอาร์คไฟฟ้ระหว่างแกนคาร์บอนกับแร่ควอตซ์ โดยจะเกิดความร้อนสูงมากกว่า 2,000 องศาเซลเซียส และใช้กระแสไฟฟ้า 13,400 kwhr (ดลิต เครื่องาม, 2544) และเกิดปฏิกิริยาดังสมการ:

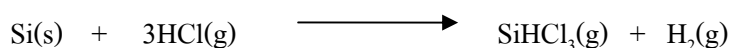


โลหะซิลิคอนที่ดีเป็น Polycrystalline Silicon Metal ยังไม่ใช่ super-pure พอที่จะใช้ในการทำ Solar Cell Wafer ยังคงจัดอยู่เป็นโลหะซิลิคอนเกรดโลหะกรรม (ACRE, 2001)

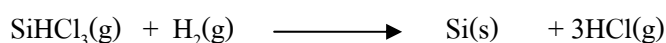
Purification of MG-Silicon Metal to Solae Grade (SoG) Silicon Metal and Electronic Grade Silicon Metal

1. SIEMEN'S METHOD

ทำโดยการเปลี่ยนเป็น intermediate compound เช่น trichlorosilanes (SiHCl₃) ด้วยการบดโลหะซิลิคอนให้ละเอียดถึงขนาดเล็กลงกว่า 40 ไมครอน แล้วใส่ลงใน Fluidized Bed Reactor แล้วผสมด้วยกรดเกลือที่อุณหภูมิประมาณ 300 องศาเซลเซียส (ACRE, 2001) ดังสมการ:



หลังจากนั้น trichlorosilanes จะถูกกลั่นลำดับส่วนเพื่อแยกเอามลทิน (impurities) เช่น BCl₃, AsCl₃, SbCl₃ ฯลฯ มลทินที่เหลืออยู่ต้องไม่เกิน 1 ส่วนในพันล้านส่วน จากนั้น trichlorosilanes ที่บริสุทธิ์แล้วจะถูกทำให้สลายตัวในบรรยากาศของไฮโดรเจนที่อุณหภูมิประมาณ 1,100 องศาเซลเซียสได้ Super Pure Silicon Metal ดังสมการ:



โลหะซิลิคอนที่ได้มีความบริสุทธิ์ 99.99999999%Si เรียกว่า Electronic Grade Silicon Metal สามารถใช้ได้ ในอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์และเซลล์แสงอาทิตย์ แต่ราคาแพงเกินไปกว่าที่จะนำมาใช้ทำเซลล์แสงอาทิตย์

2. NEDO PROCESS

เป็นวิธีการผลิต Solar Grade (SoG) Silicon Metal โดยทำให้โลหะซิลิคอนเกรดโลหะกรรม (MG Silicon Metal) ที่หลอมเหลวอยู่ให้บริสุทธิ์ขึ้น

ดำเนินการครั้งแรกโดย Kawasaki Steel Corporation ในประเทศญี่ปุ่นโดยจัดตั้งห้องทดลองเพื่อทดลองการผลิตอย่างเต็มกระบวนการณได้รับทุนจากสถาบัน NEDO ซิลิคอนเกรดโลหะกรรมที่มีความบริสุทธิ์สูงจะถูกลดปริมาณฟอสฟอรัสภายใต้สุญญากาศ ติดตามด้วยการลดออกซิเจน (reduction) ของอลูมิเนียมและเหล็กงโดยวิธีการ First Directional Solidification Step หลังจากนั้นโบรอน (Boron, B) จะถูกนำออกไปจากบริเวณผิวโดยทำปฏิกิริยากับ Ar Plasma และไอน้ำ และในขั้นตอนสุดท้ายด้วย Second Directional Solidification Step จะได้โลหะซิลิคอนเกรดเซลล์แสงอาทิตย์ (SoG Silicon Metal) ซึ่งมีความบริสุทธิ์ 99.9999 %Si สามารถใช้ทำเซลล์แสงอาทิตย์ได้ในราคาที่ต่ำกว่าวิธี SIEMEN'S METHOD (Khattak, Joyee and Schmid, 1999)

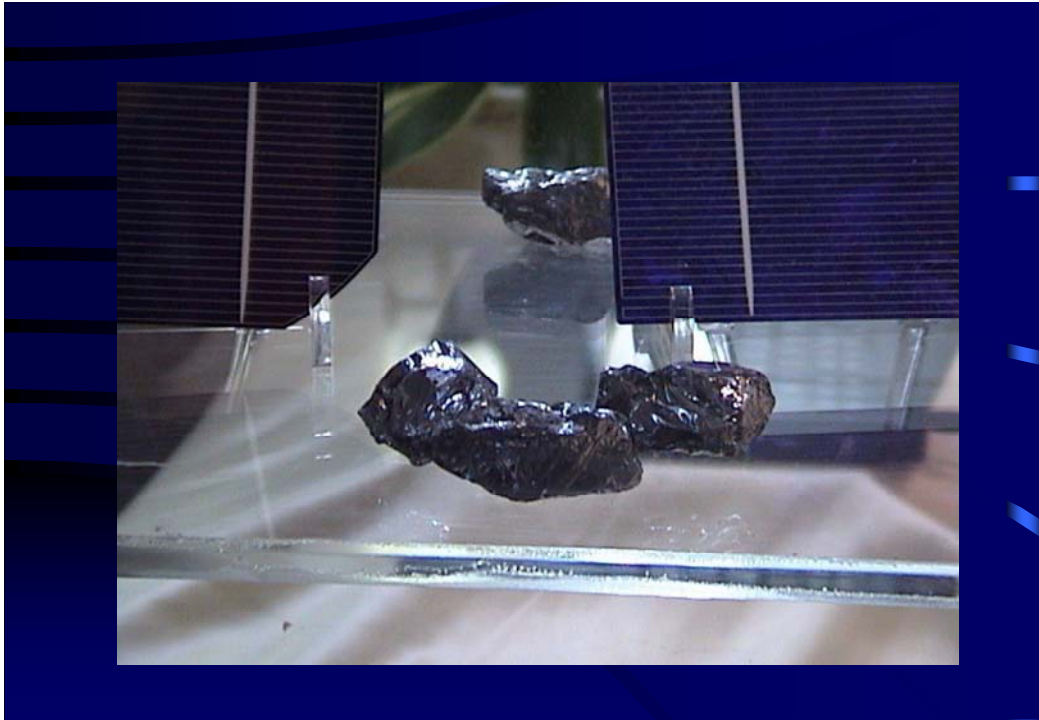
การเตรียมแท่ง Polycrystalline Silicon Metal

Polycrystalline Silicon เป็นผลึกซิลิคอนที่ประกอบด้วยผลึกซิลิคอนจำนวนมากมายเกาะรวมตัวกัน ทำการผลิตเป็นแท่งโดยการให้ความร้อนจนหลอมละลายแล้วเทลงเบ้า ทิ้งไว้ให้เย็นตัวลง (ACRE, 2001)

การเตรียม Single Crystal Silicon Metal

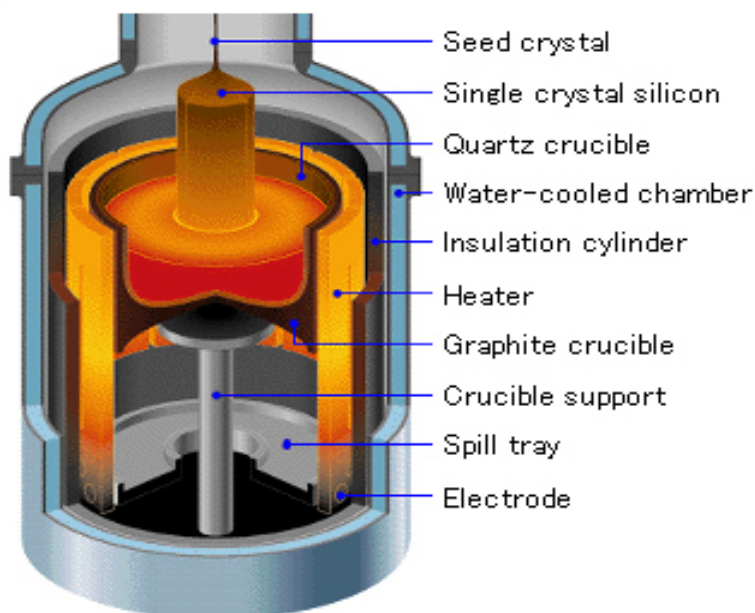
ก่อนที่ super-pure silicon metal จะถูกนำไปใช้ในการทำเซลล์แสงอาทิตย์คุณภาพสูงและในอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ เช่นทำ Integrated Circuit (VLSI) , Diode ฯลฯ จะต้องเปลี่ยนให้เป็น Single Crystal Silicon Metal ก่อน วิธีการที่นิยมใช้กันคือ Czochralski (CZ) Method (SUMCO, 2003) ซึ่งมีวิธีการดังนี้:

1. โลหะ super-pure silicon metal เป็นก้อน (รูปที่ 1) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 5.0 เซนติเมตร ถูกใส่ลงไปในภาชนะที่ทนความร้อน (ปกติทำด้วยแร่ควอตซ์) แล้วใส่เข้าไปในเตาไฟฟ้า



รูปที่ 1. โลหะซิลิคอน

2. อุณหภูมิของเตาเผาจะถูกเพิ่มขึ้นไปถึงจุดหลอมตัวของโลหะซิลิคอน ที่ประมาณ 1,420 องศาเซลเซียส
3. Single Crystal Seed ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 1.0 เซนติเมตรถูกจุ่มลงไป ในซิลิคอนที่หลอมอยู่และดึงขึ้นจากซิลิคอนหลอมเหลว ในขณะเดียวกัน Silicon Seed ก็ถูกหมุนรอบตัวเองด้วยความเร็วเท่ากับความเร็วในการดึง ปกติ 1.0 เซนติเมตรต่อนาที โดย Single Crystal Silicon Metal จะเกาะ seed ขึ้นมาโดยมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 5 ถึง 11 นิ้ว และยาวประมาณ 1 ถึง 2 เมตร (รูปที่ 2)



รูปที่ 2. Czochralski (CZ) Method

Cutting Silicon Crystal Wafer into Wafers

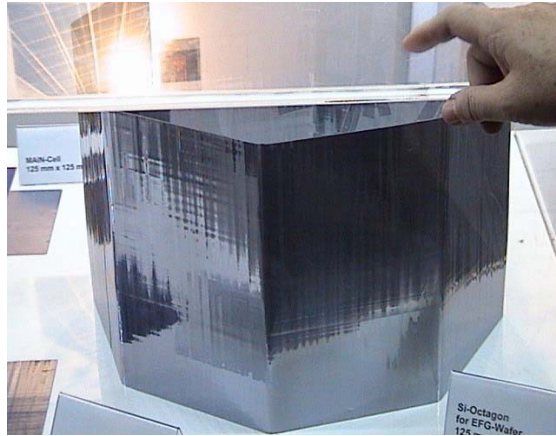
ในการทำ Solar Cell Wafers ทั้ง Single Crystal และ Polycrystalline Silicon Metal จะถูกผ่านเป็นแผ่นบาง ๆ (Wafer) หนา 0.25–0.30 มิลลิเมตร เดิมการผ่านใช้เลื่อยวงเดือนสำหรับตัดหินซึ่งเกิดฝุ่นและทำให้ wafer มีราคาแพง ต่อมาจึงมีการใช้ Wire Saw ที่ดีกว่าเพราะกินเนื้อซิลิคอนน้อยกว่าและสามารถตัดได้หลาย ๆ แผ่นพร้อม ๆ กัน ตัดได้ wafer บาง 0.20–0.25 มิลลิเมตร และให้ wafer ที่มีความหนาสม่ำเสมอและเร็ว สามารถลดราคาการผลิต wafer ลงได้

Production of Ribbon Polycrystalline Silicon Wafers

เนื่องจากการผลิต wafers โดยการเลื่อยผ่านทำให้ผิวหน้า wafer มีความเรียบเกินไป ต้องทำการทำให้ผิวขรุขระโดยใช้กรดกัด จึงจะสามารถนำไปผลิตเซลล์แสงอาทิตย์ได้ ทั้งนี้ทั้งนั้นการผ่านและการกัดกรดทำให้เสียเนื้อซิลิคอนไปร้อยละ 50 จึงมีความพยายามที่จะรีดออกมาเป็นแผ่น (Ribbon) จากซิลิคอนที่หลอมเหลว โดยมีความพยายามรีดออกมาทั้งแนวราบและแนวตั้ง การนี้กระทำมาประมาณ 35–40 ปีที่แล้ว จนกระทั่งประสบความสำเร็จในปี พ.ศ. 2549 โดยบริษัท RWE ในประเทศเยอรมนีที่ทำการตั้งถึง 8 ribbons ออกมาพร้อม ๆ กัน เป็นแท่งกลวงรูป 8 เหลี่ยม (Octahedral Cylinder) จนได้ความยาวถึง 7 เมตรในแนวตั้ง ขนาดความกว้างของแต่ละด้านมี 2 ขนาด คือ 10.0 และ 12.5 เซนติเมตร (รูปที่ 3 และ 4) แผ่น wafers จะถูกตัดเป็นแผ่น ๆ โดยใช้แสงเลเซอร์ การผลิตวิธีนี้ไม่มีการสูญเสียเนื้อซิลิคอนเลย (Schwirlich and others, 2004)



รูปที่ 3 การตั้ง Octahedral Cylinders



รูปที่ 4. ภาพแผ่น Octahedral Cylinder

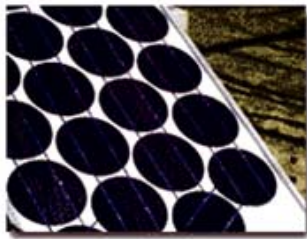
รูปแบบของเซลล์แสงอาทิตย์

Silicon Solar Cell มีอยู่ 3 รูปแบบคือ Single Crystal Wafers, Polycrystalline Wafers และ Thin Film หรือ Amorphous Solar Cells (รูปที่ 5)

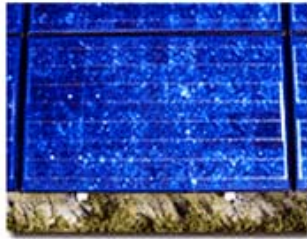
Single Crystal Wafer Solar Cell ถูกผ่านโดยมีความหนาประมาณ $1/3$ ถึง $1/2$ มิลลิเมตร จาก Single Crystal Silicon Ingot ขนาดใหญ่ที่ถูกผลิตขึ้นมาที่ 1,420 องศาเซลเซียส โดย Czochralski Method ซิลิคอนต้องมีความบริสุทธิ์สูงมากและมีโครงสร้างที่เกือบจะสมบูรณ์แบบ

Polycrystalline Wafer Solar Cell ผลิตโดยการหล่อซิลิคอนหลอมเหลวในเบ้าแล้วทิ้งไว้ให้เย็น จากนั้นจึงเลื่อยผ่านเป็น wafer เนื่องจากการผลิตเป็นการหล่อในเบ้าราคาจึงถูกกว่าในการผลิต แต่ประสิทธิภาพไม่เท่า Single Crystal Wafer Solar Cell เนื่องจากโครงสร้างผลึกไม่สมบูรณ์อันเป็นผลเนื่องมาจากการหล่อในเบ้า

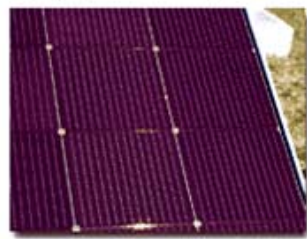
Amorphous Silicon Solar Cell เป็นเซลล์แสงอาทิตย์อีกชนิดหนึ่ง ผลิตโดยการฉาบซิลิคอนบนผิวกระจกหรือแผ่นพลาสติกจาก Reactive Gas เช่น Silane (SiH_4) ผนวล์แสงอาทิตย์ชนิดนี้กล่าวได้ว่าสามารถนำไปฉาบบนวัสดุราคาถูก เช่นกระจก แผ่นพลาสติก หรือวัสดุก่อสร้างได้ กรรมวิธีการผลิตของ Thin Film Cells มีข้อได้เปรียบมากโดยเฉพาะสามารถฉาบง่ายและการประกอบต่อแต่ละ cell เข้าด้วยกัน จึงมีข้อได้เปรียบมากในการผลิตเชิงมหภาค และสามารถนำไปใช้ในหลายๆ ด้าน (ACRE, 2001)



a) Single Crystal solar cells in panel.



b) Polycrystalline solar panel

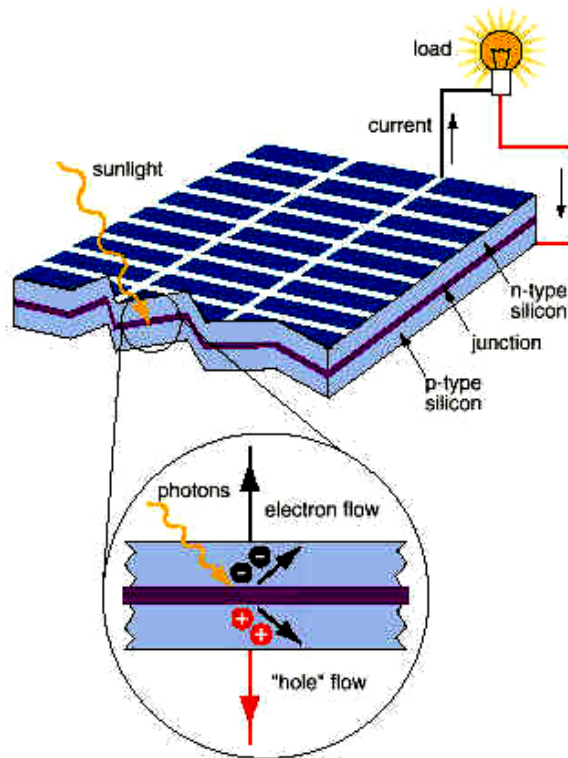


c) a-Si solar panel

รูปที่ 5. Solar Cells 3 ชนิดประกอบเป็นแผง (ACRE, 2001)

การทำงานของเซลล์แสงอาทิตย์

การทำความเข้าใจการทำงานของเซลล์แสงอาทิตย์ต้องอาศัยความรู้ด้านธรรมชาติของสารที่ใช้ทำเซลล์แสงอาทิตย์และธรรมชาติของแสงอาทิตย์ เซลล์แสงอาทิตย์ประกอบด้วยสาร 2 ชนิด ได้แก่ p-type silicon และ n-type silicon แสงอาทิตย์ที่มีความยาวคลื่นแสงที่แน่นอนจึงจะสามารถทำให้เกิด ionize ในอะตอมของซิลิคอนและสนามแม่เหล็กไฟฟ้าภายใน เกิดขึ้นโดยชั่วคราวซึ่งแยกบางส่วนของประจุบวก (holes) ออกจากประจุลบ (electrons) ภายในเซลล์แสงอาทิตย์เอง ประจุบวกหรือ holes จะกลายเป็นขั้วบวกหรือ p-layer และอิเล็กตรอนถูกกวาดออกไปเป็นชั้นลบหรือ n-layer อย่างไรก็ตามถึงแม้ว่าประจุที่ต่างกันนี้จะดึงดูดซึ่งกันและกัน แต่ส่วนใหญ่จะสามารถรวมตัวกันได้ก็โดยการผ่านวงจรภายนอกที่มาเชื่อมต่อภายนอกเซลล์ ดังนั้นถ้ามีการเชื่อมต่อวงจรภายนอก เซลล์ก็สามารถผลิตกระแสไฟฟ้าจากเซลล์ภายใต้การเปิดรับแสงเพราะ free electron ต้องผ่านตัวรับพลังงาน (Load) ก่อนที่จะสามารถรวมตัวใหม่กับ positive holes (ACRE, 2001, รูปที่ 6)



รูปที่ 6. การทำงานของเซลล์แสงอาทิตย์

ปริมาณของพลังงานกระแสไฟฟ้าที่ได้จากเซลล์แสงอาทิตย์ขึ้นอยู่กับ:

- ชนิดของเซลล์และขนาดพื้นที่รับแสงของเซลล์
- ความเข้มของแสงอาทิตย์
- ความถี่ของคลื่นแสงอาทิตย์

Single Crystal Silicon Solar Cells ในปัจจุบันไม่สามารถเปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์เป็นกระแสไฟฟ้าได้มากกว่าร้อยละ 25 เนื่องจากรังสีเหนือม่วง (Infrared) ของ Electromagnetic Spectrum ไม่มีพลังงานมากพอจะแยกประจุบวกและประจุลบในเซลล์ได้มากกว่านี้

Polycrystalline Silicon Solar Cell มีประสิทธิภาพน้อยกว่าร้อยละ 20 ในปัจจุบัน ในขณะที่ **Amorphous Silicon Solar Cells** มีประสิทธิภาพร้อยละ 10 ในปัจจุบัน สาเหตุเนื่องจากการสูญเสียพลังงานภายในเซลล์มากกว่า Single Crystal Silicon Solar Cells

Single Crystal Silicon Solar Cell ที่มีประสิทธิภาพสูง ขนาดพื้นที่ 100 ตารางเซนติเมตรจะผลิตกระแสไฟฟ้าที่ 0.5 Volt DC และ 3 Amperes ภายใต้แสงอาทิตย์ในฤดูร้อนที่เปล่งแสงเต็มที่ ($1,000 \text{ Wm}^{-2}$) พลังงานที่ให้ออกมาส่วนมากแล้วจะเป็นสัดส่วนกับความเข้มของแสงอาทิตย์ ยกตัวอย่างเช่น ถ้าความเข้มของแสงอาทิตย์ลดลงครึ่งหนึ่งพลังงานที่ได้ก็ลดลงครึ่งหนึ่ง (ACRE, 2001)

ผลการสำรวจศักยภาพแร่ควอตซ์สำหรับอุตสาหกรรม Solar Cell ในเขตจังหวัดภาคเหนือ

ผลการสำรวจศักยภาพแร่ควอตซ์พบสายแร่ Quartz-feldspatic dike แทรกตัดผ่านหิน Rhyolite-Andesite โดยสายแร่กว้างประมาณ 10-15 เมตร อยู่ในบริเวณบ้านหินตั้ง ตำบลหินตั้ง อำเภอบ้านไร่ จังหวัดอุทัยธานี ที่พิกัด 0549435/1264858 พบกลุ่มสายแร่ควอตซ์กว้างประมาณ 1 กิโลเมตร วางตัวแนวเหนือ-ใต้ มีตั้งแต่ขนาดกว้าง 10-50 เมตร ลงมาถึง 3-5 เซนติเมตร โดยสายแร่ขนาดเล็กนี้จะมีแร่ดีบุก-wolfram-ซิลิเกต ปะปนมาด้วย เคยมีการบุกกรุกเข้าทำเหมืองแร่ดังกล่าวในปี 2523-30(?) บริเวณแหล่งแร่ควอตซ์ซึ่งเป็นแร่ควอตซ์บริสุทธิ์ และสายแร่ควอตซ์ขนาดเล็กที่มีแร่ดีบุก-wolfram-ซิลิเกตปะปนอยู่นี้ตั้งอยู่ที่ดอยผาลาด บ้านแม่เลี้ยงพัฒนา ตำบลแม่เลี้ยง อำเภอสรรคบุรี จังหวัดลพบุรี

ปัจจุบันกรมชลประทานได้สร้างเขื่อนกักเก็บน้ำบริเวณทางใต้ของดอยผาลาด ประมาณ 1-1.5 กิโลเมตร ทำให้น้ำท่วมส่วนล่างของแหล่งแร่เกือบครึ่งเขา

พิกัดตำแหน่งดอยผาลาด 0514707/2011835 แร่ควอตซ์จากสายแร่ขนาดใหญ่หรือพองแร่ มีสีขาวมาก คาดว่ามีส่วนประกอบ SiO_2 ไม่น้อยกว่า 99.0 % สามารถใช้ในอุตสาหกรรม Solar Cell ได้



ดอยผาลาด บ้านแม่เลี้ยงพัฒนา ตำบลแม่เลี้ยง อำเภอสรรคบุรี จังหวัดลพบุรี

ศักยภาพของแร่ควอตซ์ที่อำเภอดอยเต่า จังหวัดเชียงใหม่ แทรกตัดในหินแกรนิตยุคโครีแอซซิก แนวแกรนิตดังกล่าวทอดตัวเป็นแนวยาวลงไปถึงอำเภอลี้ จังหวัดลำพูน และอำเภอเถิน จังหวัดลำปาง บริเวณนี้สมควรทำการสำรวจชั้นรายละเอียดต่อไป

บริเวณแกรนิตมวลไพศาลทิศตะวันออกของ อ.แม่ฮาด จ. เชียงใหม่ ไม่มีศักยภาพของแร่ควอตซ์ พบแต่เขาแกรนิตที่ก่อตัวเป็นสันเขาแนวยาว (Ridge) อยู่ แต่ไม่พบสายแร่ควอตซ์ขนาดใหญ่ พบแต่สายแร่ควอตซ์ขนาด 5-10 เซนติเมตร วางตัวในแนว N 150°E 88°E วางตัวในแนวเดียวกันกับแนวสันเขา ที่ สำนักสงฆ์ บ้านปางโอนอก ต.สันตันหม้อ อ.แม่ฮาด จ.เชียงใหม่



สายแร่ควอตซ์ในหินแกรนิตที่ สำนักสงฆ์บ้านปางโอนอก

แกรนิตมวลไพศาล อ.แม่ฮาด จ.เชียงใหม่-อ.แม่จัน จ.เชียงราย มีศักยภาพทางแร่ควอตซ์อยู่ สมควรทำการสำรวจชั้นรายละเอียดต่อไป รวมถึง บริเวณ อ. ผาง จ.เชียงใหม่-อ.แม่สรวย จ.เชียงรายด้วย

แกรนิตมวลไพศาล อ.พร้าว จ.เชียงใหม่-อ.เวียงป่าเป้า จ.เชียงราย ส่วนใหญ่เป็นหินแกรนิตเนื้อดอก ไม่น่าจะให้สายแร่ควอตซ์ขนาดใหญ่

แกรนิตมวลไพศาลเทือกขุนตาน มีศักยภาพของแร่ควอตซ์สูง ดังที่พบทางตอนใต้สุดของเทือกเขา บริเวณ ดอยผาลาด บ้านแม่เลียงพัฒนา ต. แม่เลียง อ. เสริมงาม จ.ลำปาง

แกรนิตมวลไพศาลตาก พบว่าทางตอนใต้ของเทือกเขา บริเวณ อ.คลองลาน จ. กำแพงเพชรต่อกับ จ. ตาก ยังก่อตัวเป็นสันเขาแกรนิตแนวยาวอยู่ ไม่พบสายแร่ควอตซ์โผล่ให้เห็น พบสายแร่ควอตซ์บริเวณเดียวที่ อุทยานน้ำตกคลองลาน พบสายแร่ควอตซ์ กว้างประมาณ 100 เมตร เป็นแกนกลางของหินแกรนิตอยู่ ที่พบเนื่องจากมีรอยเลื่อนตัดผ่าน เกิดเป็นน้ำตกคลองลานขึ้น และที่ วัดเขาลับงา ต. คลองแม่ลาย อ.เมืองกำแพงเพชร พบสายแร่ควอตซ์สักรก กว้างประมาณ 5 เมตร วางตัวแนว N 185°E 64°E วางตัวขนานกับสันเขา



สายแร่ควอตซ์สกรปรกที่วัดเขาลับงา ต.คลองแม่ลาย อ.เมืองกำแพงเพชร จ.กำแพงเพชร



สายแร่ควอตซ์กว้างกว่า 100 เมตร ที่เกิดเป็นแกนของสันเขาแกรนิตที่
อุทยานน้ำตกคลองลาน อ. คลองลาน จ. กำแพงเพชร

เอกสารอ้างอิง

ดูลิต เครื่องงาม, 2544, ยทความสรุปเรื่องการผลิต silicon metal solar cell จากแร่ควอตซ์ในประเทศไทย, เอกสารทางวิชาการ, คณะวิศวกรรมศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ, 13 หน้า.

Australia CRC for Renewable Energy Ltd. (ACRE), 2001, Solar Cells Properties and Applications, from: <http://www.acre.murdoch.edu.au/refile/pv/text.htm>.

Jivathanond, S., 2007, Quartz Deposits in Central and Eastern Thailand: Their Potential for the Solar Cell Industry, Technical Report No. BMR 10/2007, Bureau of Mineral Resources, Department of Mineral Resources, 59 pp.

Khattak, C.P., Joyce, D.B. and Schmid, F., 1999, Production of Solar Grade (SoG) Silicon by Refining Liquid Metallurgical Grade (MG), Annual Report, National Renewable Energy Laboratory, Golden, USA, 32 pp.

Sumitomo Mitsubishi Silicon Co. (SUMCO), 2003, Production of Single Crystal Silicon Metal.