บทสรุปผู้บริหาร

แผนงานการวิจัย

เรื่อง

การพัฒนาศักยภาพด้านการผลิตอุปกรณ์ผันความร้อนเป็นไฟฟ้าภายในประเทศ

(ระยะที่1)

Development of Thermoelectric Module in Thailand

(Phase1)

โดย

ดร. วรวิทย์ โกสลาทิพย์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

ผศ. ทัศวัลย์ คัมภีระพันธุ์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

ดร. สมยศ เด่นจิตเจริญ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

ดร. ศุภเดช สุจินพรัหม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์วิทยาเขตกำแพงแสน

Dr. Anne DAUSCHER Institut Jean Lamour

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

ประจำปีงบประมาณ 2553

บทสรุปผู้บริหาร

1. รายละเอียดเกี่ยวกับแผนงานวิจัย

1.1 ชื่อแผนงาน

(ภาษาไทย) การพัฒนาศักยภาพด้านการผลิตอุปกรณ์ผันความร้อนเป็นไฟฟ้าภายในประเทศ

(ภาษาอังกฤษ) Development of Thermoelectric Module in Thailand

ประกอบด้วย 2 โครงการย่อย ได้แก่

โครงการย่อยที่ 1 (ภาษาไทย) เทอร์โมอิเลคตริดโมดูลเพื่อผันความร้อนที่สูญเปล่าเป็นไฟฟ้า

(ภาษาอังกฤษ) Thermoelectric Module for Waste Heat

โครงการย่อยที่ 2 (ภาษาไทย) การเตรียมฟิล์มบางเทอร์โมอิเลคตริคเพื่อผันความร้อนที่สูญเปล่าเป็นไฟฟ้า

(ภาษาอังกฤษ) Preparation of Thin Film Thermoelectric for Waste Heat

1..2 ชื่อคณะผู้วิจัย

ชื่อ-สกุล	หน่วยงานที่สังกัด	หมายเลขโทรศัพท์	โทรสาร
นายวรวิทย์ โกสลาทิพย์	ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี	02-4708867	02- 4278785
นางทัศวัลย์ คัมภีระพันธุ์		**02-4708867**	**02- 4278785**
ดร. สมยศ เด่นจิตเจริญ		**02-4708866**	**02- 4278785**
ดร. ศุภเดช สุจินพรัหม	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน	034-351-895	-
Mrs. DAUSCHER Anne	Institut Jean Lamour	03.83.58.41.70	-

1.3 งบประมาณประจำปี และระยะเวลาการทำวิจัย โครงการวิจัยแบบต่อเนื่อง

ระยะที่ 1 ปีที่ 1 ได้รับทุนวิจัยประจำปีงบประมาณ 2553 เป็นจำนวนเงิน 1,163,000 บาท

ระยะเวลาทำวิจัย ตั้งแต่ เดือน ตุลาคม 2553 ถึง เดือน กันยายน 2554

2. ความสำคัญและที่มาของปัญหาการวิจัย

จากปัญหาความต้องการพลังงานที่เพิ่มมากขึ้นในการอำนวยความสะดวกสบายและอุตสาหกรรม ส่งผลให้การใช้เชื้อเพลิงหมดเปลืองมีจำนวนมมากขึ้น ซึ่งก้จะต้องหมดสิ้นลงอย่างแน่นอนในอนาคต จึงมีความตื่นตัวในการแสวงหาพลังงานสะอาดและพลังงานทดแทนในประเทศ ที่ไม่ก่อให้เกิดผลกระทบกับสิ่งแวดล้อมและไม่ทำให้เกิดภาวะเรือนกระจก พลังงานแสงอาทิตย์และพลังงานลมเป็นพลังงานหมุนเวียนที่เริ่มใช้กันมากขึ้น แต่ก็ยังมีข้อจำกัดด้วยสถานที่และเวลา

สารเทอร์โมอิเลคตริคเป็นสารกึ่งตัวนำที่สามารถ เปลี่ยนแปลงความร้อนให้กลับมาเป็นพลังงานไฟฟ้า และในทางกลับกันเมื่อผ่านกระแสไฟฟ้าเข้าไปก็สามารถทำให้เกิดความร้อนหรือความเย็นขึ้นได้ โดยไม่ต้องใช้สารทำความเย็น แต่เนื่องจากประสิทธิภาพยังต่ำและมีราคาสูง การพัฒนาความรู้ทางด้านเทอร์โมอิเลคตริคในประเทศไทยยังมีน้อยและยังไม่สามารถผลิตได้เองในประเทศไทย หากได้มีการพัฒนาความรู้และค้นหาวิธีการที่จะสังเคราะห์สารเทอร์โมอิเลคตริคที่มีประสิทธิภาพและเหมาะสม ก็สามารถที่จะนำความรู้พื้นฐานนี้ไปต่อยอดองค์ความรู้เพื่อเลือกใช้สินแร่ที่มีอยู่ในประเทศไทยได้

การพัฒนาสารเทอร์โมอิเลคตริคในประเทศ จึงเป็นแนวทางการวิจัยและพัฒนาเพื่อทำให้เกิดเทคโนโลยีและนวัตกรรมอีกอย่างหนึ่งที่สามารถนำมาใช้เปลี่ยนรูปพลังงานความร้อนเหลือทิ้ง ในแหล่งอุตสาหกรรมหรือเครื่องใช้ภายในครัวเรือนให้เปลี่ยนเป็นไฟฟ้าได้ หากสามารถสังเคราะห์ได้ด้วยต้นทุนที่ไม่สูงนัก เครื่องมือที่ใช้มีราคาไม่แพง และมีกระบวนการที่ง่ายต่อการเข้าใจไม่ซับซ้อนมาก ก็จะก่อให้เกิดแหล่งพลังงานสะอาดได้อีกทางหนึ่ง หากสามารถทำให้เกิดเทคโนโลยีที่มีราคาในการผลิตถูกก็จะทำให้มีความเป็นไปได้ในเชิงพาณิชย์ที่จะผลิตพลังงานไฟฟ้าจากความร้อนเหลือทิ้งทีมีอยู่ทุกหนแห่งได้อีกทางหนึ่งนั่นเอง รวมทั้งจะเป็นประโยชน์ต่อประชาชนที่ไฟฟ้ายังเข้าไปไม่ถึงด้วย

3. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาหาแนวทางการสร้างอุปกรณ์ผันความร้อนเป็นไฟฟ้า
2. เพื่อใช้เป็นเทคโนโลยีในการเปลี่ยนความร้อนเหลือทิ้งจากอุปกรณ์ต่างๆเป็นพลังงานไฟฟ้า
3. เพื่อศึกษาเทคนิคการทำฟิล์มบางของสารเทอร์โมอิเลคตริค
4. เพื่อทำให้เกิดเทคโนโลยีในด้านการสร้างอุปกรณ์ผันความร้อนเป็นไฟฟ้าได้เองในประเทศ
5. เพื่อเป็นแหล่งให้ความรู้และต่อยอดการวิจัยไปสู่เชิงพาณิชย์

4. ระเบียบวิธีการวิจัย

แบ่งเป็น 2 ส่วน โดยมีระยะเวลาการวิจัย 2 ปี

1. การสังเคราะห์สารเทอร์โมอิเลคตริคเพื่อสร้างโมดูลผันความร้อนเป็นไฟฟ้า
2. ใช้สารที่สังเคราะห์ได้เป็นเป้าในการสร้างฟิล์มบางของสารเทอร์โมอิเลคตริค เพื่อวิจัยหาแนวทางการสร้างโมดูลผันความร้อนแบบฟิล์มต่อไป

โดยในปีที่ 1และปีที่2 มีแผนการวิจัยดังนี้

โครงการย่อยในแผนการวิจัย	ปีที่1	ปีที่2
โครงการย่อยที่ 1: เทอร์โมอิเลคตริดโมดูลเพื่อผันความร้อนที่สูญเปล่าเป็นไฟฟ้า	1.จัดสร้าง / จัดหาเครื่องมือ 2. ศึกษาและทำการสังเคราะห์สาร 3. วิเคราะห์คุณสมบัติของสารที่เตรียมได้ 4. จัดทำเครื่องมือวัดค่าความนำไฟฟ้า 5. สรุปผล รายงานผล	1. ออกแบบและสร้างโมดูลผันความร้อนเป็นไฟฟ้าจากbulk ที่เตรียมได้ 2.ทดสอบ/วัดประสิทธิภาพโมดูลประยุกต์ใช้โมดูลกับความร้อนเหลือทิ้ง 3. สรุปผล- รายงานผล

โครงการย่อยในแผนการวิจัย	ปีที่1	ปีที่2
โครงการย่อยที่ 2: การเตรียมฟิล์มบางเทอร์โมอิเลคตริคเพื่อผันความร้อนที่สูญเปล่าเป็นไฟฟ้า	1. ศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 2. เก็บข้อมูลและศึกษาระบบสุญญากาศ 3. ดำเนินการออกแบบสร้างระบบสุญญากาศ 4. ทดสอบระบบสุญญากาศ 5. ทดสอบติดตามผลสรุปผลการทดลอง	1.เตรียมสารที่ใช้สำหรับเป็นเป้า 2.ทดลองการระเหยสารด้วย เลเซอร์ในภาชนะสุญญากาศ 3.วิเคราะห์คุณสมบัติ 8. ประเมินสรุปผลงานวิจัย 9. เผยแพร่ข้อมูลงานวิจัย

5. ผลการวิจัย

โครงการย่อยในแผนการวิจัย	ผลที่ได้ ในระยะที่ 1 (ปีที่1)
โครงการย่อยที่ 1: เทอร์โมอิเลคตริดโมดูลเพื่อผันความร้อนที่สูญเปล่าเป็นไฟฟ้า	1. เครื่องมือตัดเม็ดสารสำหรับการทำโมดูล 1 เครื่อง 2. เครื่องมือวัดความนำไฟฟ้าของเทอร์โมอิเลคตริค 3. ระบบหลอมสาร 3. ระบบอัดเย็น 5. สามารถสังเคราะห์สารเทอร์โมอิเลคตริคโมดูล ขนิด เอ็นและพี
โครงการย่อยที่ 2: การเตรียมฟิล์มบางเทอร์โมอิเลคตริคเพื่อผันความร้อนที่สูญเปล่าเป็นไฟฟ้า	1. ระบบสุญญากาศสำหรับการระเหยสารเทอร์โมอิเลคตริค

6. ข้อเสนอแนะที่ได้จากการวิจัย

หากมีการประสานงานระหว่างสภาวิจัยกับภาคอุตสาหกรรมอย่างเป็นทางการ จะเป็นโอกาสให้สามารถสร้างงานได้ตรงความต้องการและมีโอกาสใช้เครื่องมือราคาแพงบางอย่างที่มีอยู่ในภาคอุตสาหกรรมโดยไม่ต้องทำการจัดหาหรือสร้างเอง

7. **การนำใช้ประโยชน์**

หลังเสร็จสิ้นโครงการวิจัยระยะที่ 1 คาดว่าสามารถนำความรู้เชิงทฤษฎีในการสังเคราะห์และวิธีการปรับปรุงประสิทธิภาพของสารเทอร์โมอิเลคตริค ไปใช้ในการสร้างโมดูลเพื่อผันความร้อนเป็นไฟฟ้า และประยุกต์ใช้กับความร้อนเหลือทิ้งต่อไปได้

บทคัดย่อ

จากผลงานวิจัยที่มีอยู่ในปัจจุบัน ซึ่งเกี่ยวข้องกับสารเทอร์โมอิเลคตริคที่ใช้ในการผันความร้อนเป็นไฟฟ้าในช่วงอุณหภูมิห้อง พบว่าอัลลอยด์ของสาร บิสมัส (Bi) เทลูไรด์ (Te) และแอนทิโมนี (Sb) ให้ประสิทธิภาพในกระบวนการผันความร้อนเป็นไฟฟ้าได้ดี และยังพบอีกว่าสารผสมระหว่าง Bi- Te - Sb จะแสดงคุณสมบัติของสารกึ่งตัวนำชนิด เอ็น หรือชนิด พี ก็ได้ ขึ้นกับสัดส่วนโมเลกุลของในสารประกอบนั้น รวมทั้งประสิทธิภาพ ที่แสดงความเป็นสารเทอร์โมอิเลคตริคที่ดีนั้น ก็สามารถปรับปรุงได้จากอัตราส่วนระหว่างสารผสมทั้งสามเช่นเดียวกัน จึงเป็นจุดจูงใจในการสังเคราะห์สารในกลุ่มของ Bi- Te - Sb เพื่อนำมาประยุกต์ใช้ประโยชน์ในกระบวนการผันไฟฟ้าจากความร้อนเหลือทิ้ง

โครงการวิจัยการพัฒนาการสร้างโมดูลเพื่อผันความร้อนเป็นไฟฟ้า มีวัตถุประสงค์ที่สำคัญ คือสามารถผลิตโมดูลได้เองภายในประเทศ เน้นการใช้เครื่องมือที่มีอยู่ ราคาไม่แพง และสามารถนำไปต่อยอดเชิงพาณิชย์ ได้ ในการศึกษาเบื้องต้น พบว่ามีความร้อนเหลือทิ้งจากครัวเรือนหรือเครื่องมือเครื่องใช้ภายในบ้านหลายชนิด ซึ่งอุณหภูมิอยู่ในช่วงตั้งแต่ 60-120 องศาเซลเซียส กระบวนการในการสังเคราะห์สารเทอร์โมอิเลคตริคในกลุ่มของบิสมัท เทลลูไรด์ แอนทิโมนี ที่มีสูตรโมเลกุล คือ $Bi_X Sb_{2-X} Te_3$ โดยทำการปรับเปลี่ยนค่าของ X วิธีการสังเคราะห์สารใช้กระบวนการ หลอม และการอัดเย็น ซึ่งเป็นวิธีการที่ไม่ต้องใช้อุปกรณ์ที่มีราคาแพง เป็นแนวทางในการผลิตในประเทศได้เอง นำไปประยุกต์ใช้กับความร้อนเหลือทิ้งในช่วงอุณหภูมิต่ำ ไม่เกิน 120 องศาเซลเซียส ได้ดี สารเทอร์โมอิเลคตริคที่สังเคราะห์ได้มีลักษณะเป็นรูปทรงกระบอกความยาว 2 เซนติเมตร มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.5 เซนติเมตร นำมาตรวจสอบชนิดของสารกึ่งตัวนำ และวัดค่าคุณสมบัติทางเทอร์โมเลคตริคของสารที่สังเคราะห์ขึ้น ได้แก่ความต้านทานไฟฟ้า สภาพการนำความร้อน และนำมาคำนวณหาค่า figure of Merit

ระบบสุญญากาศสำหรับการระเหย หรือเคลือบสารลงบนแผ่นรองรับ เพื่อประยุกต์ใช้งานในรูปของฟิลม์ของสารที่สังเคราะห์ขึ้น ถูกออกแบบและสร้างขึ้นเอง โดยทำการออกแบบระบบให้รองรับโถสุญญากาศขนาด 70 ซม. ที่มีช่องสำหรับใส่เครื่องวัดหรือเครื่องควบคุม จำนวน 17 ช่องพร้อม ทดสอบความเสถียรของระบบ เมื่อทำการต่อเข้ากับ ปั๊มโรตารี และปั๊มแบบฟุ้งกระจายเพื่อทำการสูบอากาศออก สามารถทำให้ระบบ มีความดันได้ในระดับ 10^{-6} ทอรร์ ซึ่งเป็นความดันที่อยู่ในช่วงของการใช้งานได้ ระบบสุญญากาศที่สร้างขึ้นและวัสดุเทอร์โมอิเลคตริคที่ได้สังเคราะห์ขึ้นนี้ จะใช้เป็นเครื่องมือในการประยุกต์สร้างเทอร์โมอิเลคตริคโมดูลเพื่อผันความร้อนต่อไปในอนาคต

Abstract

Recent research into thermoelectric alloy has shown that the most efficient convert heat into electricity for the near room temperature are based on bismuth (Bi), tellurium (Te) and antimony (Sb). Their ratio can be varied to obtain N-type or P-type semiconductor thermoelectric materials and to control their efficiency. For this reason thermoelectric materials base on Bi- Sb - Te were investigated for applications where waste heat from a variety of sources could be converted to electricity

Emphasis was placed on using local tools and inexpensive equipment that could lead to a production on a commercial scale. Preliminary studies found that the waste heat from many kinds of household electric appliances generate heat in the temperature ranges from 60-120 degrees Celsius. A simple low cost process for the synthesis of thermoelectric materials from Bi- Sb- Te was used involving of melting and cold pressing. It can be model in the production of thermoelectric modules in Thailand for applications near room temperature. The thermoelectric has a cylindrical shape with the length of 2 cm and diameter of 1.5 cm. Electrical resistivity and thermal conductivity are measured and used to evaluate their Figure of Merit.

A vacuum system for the evaporation and coating of substrates on support to applications in the form of synthesis thin film was designed and built. It consists of a vacuum chamber 70 cm high and with a diameter of 70 cm. In order to fully instrument the operating conditions and provide useful access doing the experiment there are 17 ports around vacuum chamber. The vacuum system has been tested by using diffusion pump and rotary pump to evaluate the air inside the chamber. A working pressure of 10-6 torr can be obtained with this set up.

The materials obtained by melting and cold processing were also used as targets for the production of thermoelectric thin films by laser ablation. A special technique was developed in order to achieve this.