

# บทคัดย่อ

รหัสโครงการ: TRG 6080236

ชื่อโครงการ: การผลิตและการปรับปรุงสมบัติเทอร์โมอิเล็กทริกของเซรามิก C12A7 โครงสร้างเป็นกรงขนาดนาโน โดยการโด๊บอิเล็กตรอนข้างในกรง ผ่านวิธีการลดบรรยายกาศแก๊ส  $X$  ( $X = C, F, Cl, H$  และ  $N$ )

ชื่อนักวิจัย: รองศาสตราจารย์ ดร. เชษรา รัตนพันธ์

E-mail Address: chesta.ruttanapun@gmail.com, chesta.ru@kmitl.ac.th

ระยะเวลาโครงการ: กรกฎาคม 2560 – กรกฎาคม 2562

ประเทศไทยเป็นประเทศที่มีศักยภาพสูงมากที่จะสามารถทำให้เกิดอุตสาหกรรมトイซึ่นจากฐานการวิจัย ได้เนื่องจากมีวัสดุที่อุดมสมบูรณ์และมีราคาถูกอยู่จำนวนมาก เช่น วัสดุแคลเซียมอลูมิเนต (Calcium aluminates) ซีเมนต์ (C12A7 [Dodecacalcium Hepta-Aluminate:  $Ca_{12}Al_{14}O_{33}$ ]) C12A7 ซีเมนต์ เป็นวัสดุที่ท้าทายสำหรับแก้ปัญหาทรัพยากรธรรมชาติและแร่ธาตุจากสิ่งแวดล้อม ที่สามารถนำมาเพิ่มมูลค่าให้เกิดผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมใหม่ๆ เช่น นำมาพัฒนาเป็นอุปกรณ์เทอร์โมอิเล็กทริกสำรับเป็นอุปกรณ์พัลส์งานไฟฟ้าจากความร้อนสำหรับพัลส์งานทดแทน โครงการวิจัยนี้ มีจุดประสงค์เพื่อสังเคราะห์และเพิ่มสมบัติเทอร์โมอิเล็กทริกของซีเมนต์ C12A7 โดยวิธีการโด๊บอิเล็กตรอนในกรงที่มีว่างระดับนาโนในของโครงสร้างของวัสดุดังกล่าว โดยวิธีการลดก๊าซ ในบรรยายกาศ  $C, F, Cl, H$  และ  $N$

วัสดุ C12A7 ที่ยังไม่นำไฟฟ้าสามารถสังเคราะห์ได้วัสดุตึ้งตัน  $CaO$  กับ  $Al_2O_3$  ส่วน C12A7 ซีเมนต์นำไฟฟ้า (electride)นั้น สามารถสังเคราะห์โดยการใช้ ผง C12A7 ที่เป็นซีเมนต์ยังไม่นำไฟฟ้า มาเผาในครุซิเบิลชนิดการบอนแล้วให้ความร้อนที่อุณหภูมิสูง โดยวิธีการเหนี่ยวนำนำสนาแม่เหล็กความถี่สูงเพื่อสร้างสภาพการเกิดบรรยายกาศก้าวกระบอน โดยผลที่ได้คือสามารถสังเคราะห์ C12A7 ซีเมนต์นำไฟฟ้าขึ้นในได้ในโครงการวิจัยนี้ โดยยืนยันการเกิดอิเล็กตรอนอิสระในโครงสร้าง C12A7 ซีเมนต์นำไฟฟ้าจากการระบุการดูดกลืนแสง UV-Vis ที่มีการดูดพัลส์งานที่ 2.8 eV และ 3.5 eV ส่วนค่าสมบัติทางเทอร์โมอิเล็กทริกในวัสดุ C12A7 จำนวนซีเมนต์นั้นแสดงสมบัติการเป็นค่าบวกของสัมประสิทธิ์ซีเบคซึ่งเป็นสมบัติเทอร์โมอิเล็กทริกชนิดพี มีค่าสมบัติการนำความร้อนที่ต่ำ มีค่าจาก 1.58 ถึง 1.06 W/m·K ที่ อุณหภูมิห้องถึง 973 K มีค่า power factor จาก 0.02 ถึง 0.24  $\mu$ Wm/K<sup>2</sup> และ ค่า ZT จาก 0.01 ถึง 0.16, ที่ อุณหภูมิห้อง ถึง 973 K ดังนั้นวัสดุ C12A7 ซีเมนต์นั้นสามารถพัฒนาเป็นวัสดุเทอร์โมอิเล็กทริกได้

คำสำคัญ: C12A7 ซีเมนต์, ซีเมนต์นำไฟฟ้า; C12A7 อิเล็กทร์ซีเมนต์; เทอร์โมอิเล็กทริก

## Abstract

---

**Project Code:** TRG 6080236

**Project Title:** Fabrication and enhancing thermoelectric properties of built-in nano cage C12A7 cement by electron-doped inside sub-nano cage via reducing gas X (X = C, F, Cl, H and N) atmospheres process

**Investigator:** Assoc. Prof. Dr. Chesta Ruttanapun

**E-mail Address:** chesta.ruttanapun@gmail.com, chesta.ru@kmitl.ac.th

**Project Period:** July 2017 – July 2019

Thailand has potential to grow economic from research-based industry because there are abundant and low cost material of an aluminous cements (Calcium aluminates cement). C12A7 (Dodecacalcium Hepta-Aluminate:  $\text{Ca}_{12}\text{Al}_{14}\text{O}_{33}$  or  $[\text{Ca}_{24}\text{Al}_{28}\text{O}_{64}]$  or  $12\text{CaO}\cdot 7\text{Al}_2\text{O}_3$ ) cement is a challenge for resolving natural resource and environmental mineral transform to high value added for new industrial products such as thermoelectric devices for alternative energy conversion devices. This project research is aim to fabrication and enhancing thermoelectric property of C12A7 cement compound. The project was fabricated and enhanced the thermoelectric properties of the C12A7 cement by method of electron-doped inside the nano-meter sized empty cage with heat treatment in reducing gas (C, F, Cl, H and N) atmospheres.

The insulator C12A7 cement was prepared from  $\text{CaO}$  and  $\text{Al}_2\text{O}_3$  and the C12A7 conducting was successfully prepared by a rapid heating of insulating C12A7 powder in a carbon crucible to a high temperature by high frequency electromagnetic induction heating by producing C atmospheres. The results present C12A7 electride as a conducting cement. The excitation of free electrons in the C12A7 cement was indicated by UV-Vis absorption spectra at 2.8 eV and an optical energy gap of 3.5 eV. For thermoelectric properties of C12A7 insulator, the trend of Seebeck coefficient of C12A7 was positive sign Seebeck as p-type thermoelectric material. The C12A7 showed thermal conductivity value as in 1.58 - 1.06 W/m·K from room temperature to 973 K. The power factor and  $ZT$  value were range from 0.02 to 0.24  $\mu\text{Wm/K}^2$  and from 0.01 to 0.16, respectively with temperature from 300 to 950 K.

**Keywords:** C12A7 cement, Cement conducting; C12A7 electride cement; Thermoelectric.