

*book no. 8*

**STUDY OF SOME LANTHANIDE-DOPED LEAD ZIRCONATE-  
TITANATE CERAMICS**



**NGAMJIT PRINGAM**

**With compliments**

**of**

*Faculty of Graduate Studies*

**MAHIDOL UNIVERSITY**

**A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT  
OF THE REQUIREMENT FOR  
THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE  
(APPLIED ANALYTICAL AND INORGANIC CHEMISTRY)  
FACULTY OF GRADUATE STUDIES  
MAHIDOL UNIVERSITY**

**1998**

**ISBN 974-589-825-2**

**COPYRIGHT OF MAHIDOL UNIVERSITY**

3736709 SCAI/M : สาขาวิชา : เคมีวิเคราะห์และเคมีอนินทรีย์ประยุกต์ ; วท.ม. (เคมีวิเคราะห์และเคมีอนินทรีย์ประยุกต์)

งานจิต ไพรงาม : การศึกษาสมบัติของเลดเซอร์โคเนตไททานเตเซอร์รามิกส์ที่เติมธาตุแลนทาไนด์บางชนิด (STUDY OF SOME LANTHANIDE-DOPED LEAD ZIRCONATE-TITANATE CERAMICS) คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ : ลัดดาวัลย์ ผดุงทรัพย์ Ph.D., นภดล ไชยคำ Ph.D., พงศ์ทิพย์ วิโนทัย Ph.D. 149 หน้า ISBN 974-589-825-2.

ในการทดลองนี้จะศึกษาสมบัติ ตัวอย่างเช่น โครงสร้างจุลภาค สมบัติทางกายภาพ ค่าไดอิเล็กตริก ( $\epsilon_r$ ) และเพียโซอิเล็กตริก ( $k_p$ ,  $Q_m$  และ  $d_{33}$ ) ของเลดเซอร์โคเนตไททานเตเซอร์รามิกส์ที่ไม่เติมและเติมด้วยแลนทานัมหรือซีเรียม ซึ่งเตรียมโดยวิธีทางเคมีจากสารละลายในเตรต และศึกษาผลกระทบของอุณหภูมิที่ใช้ในการเผา ขนาดเกรน และชนิดของตัวเติมต่อสมบัติของเลดเซอร์โคเนตไททานเตเซอร์รามิกส์ (PZT)

ผลที่ได้แสดงให้เห็นว่า สมบัติทางกายภาพ ค่าไดอิเล็กตริกและเพียโซอิเล็กตริกจะเพิ่มขึ้นตามอุณหภูมิที่ใช้ในการเผา สมบัติต่าง ๆ จะลดลงเมื่อใช้อุณหภูมิและเวลาในการเผามากขึ้นไปในการวิเคราะห์ผลของขนาดเกรนที่มีต่อค่าไดอิเล็กตริกและเพียโซอิเล็กตริกของเลดเซอร์โคเนตไททานเตเซอร์รามิกส์ (PZT) พบว่าเมื่อขนาดเกรนเพิ่มขึ้นค่าไดอิเล็กตริกและเพียโซอิเล็กตริกจะเพิ่มขึ้น และจากการศึกษาพบว่า การเติบโตของเกรนเพิ่มขึ้นตามการเพิ่มอุณหภูมิซินเตอร์แต่จะลดลงเมื่อเติมแลนทานัมและซีเรียม เติตระโกนอลิสต์ลดลงตามปริมาณแลนทานัมที่เพิ่มขึ้นและเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยเมื่อเติมซีเรียม สำหรับ PZT เซรามิกส์ ที่ไม่มีตัวเติมแสดงค่าสูงสุดของ  $\epsilon_r = 1565$ ,  $k_p = 0.518$  และ  $d_{33} = 346$  pC/N ที่อัตราส่วนเซอร์โคเนียมต่อไทเทเนียมเป็น 52 ต่อ 48 การเติมแลนทานัมจะช่วยเพิ่มค่า  $\epsilon_r$  แต่จะลดค่า  $Q_m$  และเมื่อเติมแลนทานัม 5 โมลเปอร์เซ็นต์ใน PZT (50/50) และ 2 โมลเปอร์เซ็นต์ใน PZT (52/48) จะได้ค่าสูงสุดของ  $k_p = 0.524$  และ  $d_{33} = 385$  pC/N ตามลำดับ ส่วนการเติมซีเรียมใน PZT (52/48) ทำให้สมบัติลดลง แต่จะเพิ่มค่าไดอิเล็กตริกและเพียโซอิเล็กตริกเมื่อเติมซีเรียม 2 โมลเปอร์เซ็นต์ใน PZT (50/50)

3736709 SCAI/M : MAJOR : APPLIED ANALYTICAL AND INORGANIC  
CHEMISTRY ; M.Sc. (APPLIED ANALYTICAL AND  
INORGANIC CHEMISTRY)

KEY WORD : PZT/ LANTHANUM/ CERIUM/ CHEMICAL METHOD

NGAMJIT PRINGAM : STUDY OF SOME LANTHANIDE-DOPED LEAD  
ZIRCONATE-TITANATE CERAMICS. THESIS ADVISOR: LADDAWAN  
PDUNGSAP Ph.D., NOPADOL CHAIKUM Ph.D., PONGTIP WINOTAI Ph.D.  
149 p. ISBN 974-589-825-2.

The properties, such as microstructure, physical properties, dielectric constant ( $\epsilon_r$ ) and piezoelectric properties ( $k_p$ ,  $Q_m$  and  $d_{33}$ ) of undoped and lanthanum or cerium doped PZT ceramics processed by chemical method from nitrate solutions were investigated. Several effects, such as firing temperature, grain size and dopants on properties of PZT were also studied.

The obtained results indicate that increasing the firing temperature and time yielded an improvement in the properties of ceramics. Very high firing temperatures and long times lowered the properties. Analysis of dielectric and piezoelectric properties against the grain size for PZT ceramics showed that as grain size increases, the dielectric and piezoelectric properties also increase. Grain growth was enhanced by increasing sintering temperature but suppressed by lanthanum and cerium doping. Tetragonality decreased with increasing lanthanum content and slightly changed with cerium doping. The undoped PZT ceramics with Zr/Ti = 52/48 indicated the highest  $\epsilon_r = 1565$ ,  $k_p = 0.518$  and  $d_{33} = 346$  pC/N. Doping with lanthanum led to an improvement in the  $\epsilon_r$  but a reduced  $Q_m$  value. The optimum values of  $k_p$  and  $d_{33}$  were found to be 0.524 and 385 pC/N for PZT (50/50) doped with 5 mole% La and PZT (52/48) doped with 2 mole% La, respectively. Doping Ce to PZT (52/48) did not show an improvement on the dielectric and piezoelectric properties. However, the improvement of dielectric and piezoelectric properties were obtained for PZT (50/50) ceramic doped with 2 mole% Ce.