



















### อภิปรายและสรุปผลการวิจัย

เมื่อเจือไอออนโลหะ  $Pb^{2+}$  เข้าไปใน  $Ca_{1-x}Pb_xCu_3Ti_4O_{12}$  ในปริมาณที่เหมาะสม จะสามารถลดค่าแทนเจนต์ของการสูญเสียทางไดอิเล็กตริกของวัสดุลงได้ วัดที่ความถี่ 1 kHz และอุณหภูมิ 25 °C ซึ่งเป็นความถี่และอุณหภูมิที่ถูกพิจารณาต่อการนำมาประยุกต์ใช้งาน โดยปริมาณที่เหมาะสมในการทดลองนี้ คือการเจือไอออนโลหะ  $Pb^{2+}$  ที่  $x = 0.025$  ซึ่งมีค่าแทนเจนต์ของการสูญเสียทางไดอิเล็กตริกเท่ากับ 0.024 ในขณะที่ค่าคงที่ไดอิเล็กตริกยังคงมีค่าค่อนข้างสูง คือ 15,300 ค่าค่อนข้างคงที่ในช่วงความถี่  $10^2-10^6$  Hz และค่อนข้างคงที่ตลอดช่วงอุณหภูมิ -60 ถึง 210 °C ด้วยสาเหตุเนื่องจากการเจือไอออนของ  $Pb^{2+}$  เข้าไปแทนที่ตำแหน่งของ  $Ca^{2+}$  สามารถส่งผลต่อการปรับปรุงสมบัติทางไฟฟ้าที่ขอบเกรน (Sinclair et al., 2002) โดยคาดว่าหากเพิ่มปริมาณการเจือไอออนโลหะ  $Pb^{2+}$  มากขึ้น ค่าแทนเจนต์ของการสูญเสียทางไดอิเล็กตริกมีแนวโน้มลดต่ำลง แต่เป็นที่ทราบกันดีว่าไอออนโลหะ  $Pb^{2+}$  ก่อให้เกิดพิษ ดังนั้นในการทดลองนี้จึงได้มุ่งเน้นศึกษาผลของการเจือในปริมาณที่น้อยมาก เพื่อไม่ให้ส่งผลกระทบต่อคุณภาพชีวิต โดยทำการเจือแค่เพียงปรับปรุงค่าแทนเจนต์ของการสูญเสียทางไดอิเล็กตริกให้น้อยกว่าค่ามาตรฐานกำหนด ( $\tan\delta < 0.025$ ) เพื่อสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการประดิษฐ์ตัวเก็บประจุได้ในอนาคต

### กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาค้นคว้านี้ขอขอบคุณ ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ที่ให้การสนับสนุนการใช้เครื่องมือในการทำงานวิจัยครั้งนี้ และขอขอบคุณ ผศ.ดร. ประสิทธิ์ ทองใบ ที่ให้คำปรึกษาในการทำงานวิจัย

### เอกสารอ้างอิง

- Adams TB, Sinclair DC, West AR. Influence of processing condition on the electrical properties of  $CaCu_3Ti_4O_{12}$  ceramics. **Journal of American Ceramic Society** 2006; 89(10): 3129-3135.
- Homes CC, Vogt T, Shapiro SM, Wakimoto S, Ramirez AP. Optical response of high-dielectric-constant perovskite-related oxide. **Science** 2001; 293: 673.
- Moulson AJ. and Herbert JM. **Electroceramics** (2<sup>nd</sup> edition). New York: John Wiley & Sons Inc 2003; 310-311.
- Ramirez A.P., Subramanian M.A., Gardel M., Blumberg G., Li D., Vogt T. and Shapiro S.M. Giant dielectric constant response in a copper-titanate. **Solid State Communications** 2000; 115: 217-220.
- Subramanian MA, Li D, Duan N, Reiser BA, Sleight AW. High dielectric constant in  $ACu_3Ti_4O_{12}$  and  $ACu_3Ti_3FeO_{12}$  phases. **Journal of Solid State Chemistry** 2000; 151: 323-325.
- Sinclair DC., Adams TB., Morrison FD. and West AR.  $CaCu_3Ti_4O_{12}$ : One-step internal barrier layer capacitor. **Applied Physics Letters** 2002; 80: 2153-5.
- Wu J.B., Nan J., Nan C.W., Lin Y., Deng Y. and Zhao S. Analysis of AC electrical properties of (Li and Ti)-doped NiO. **Materials Science and Engineering** 2003; 99: 294-297.