



جمهورية العراق

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة بغداد / كلية التربية - ابن الهيثم

قسم الفيزياء

# دراسة تأثير سلوكية التلبيد على العلاقة بين التوصيل المفرط والبنية الدقيقة للمواد السيراميكية مفرطة التوصيل

رسالة مقدمة الى

مجلس كلية التربية - ابن الهيثم - جامعة بغداد

وهي جزء من متطلبات نيل درجة الماجستير في

علوم الفيزياء

تقدم بها الطالب

**فراس كاظم نصيف**

بإشراف

**أ.م.د. عبد الحميد رحيم مهدي**

2012 م

1433 هـ

## المستخلص

تضمن البحث تحضير عينات سيراميكية مفرطة التوصيل ذات درجة حرارة عالية للمركب  $(Cr_{0.5}Cu_{0.5})Sr_2(La_{1-x}Ca_x)Cu_2O_{(6.75-0.5x)+\delta}$  عندما  $x = 0, 0.1, 0.2, 0.3$  and  $0.4$  وشكلت جميع العينات عند ضغط  $5 \text{ ton / cm}^2$  على هيئة أقراص بقطر  $20 \text{ mm}$  وسماك يبلغ  $(3-3.5) \text{ mm}$  تقريباً. أستمعت طريقة التلييد بالحالة الصلبة لتحضير العينات وبتأثير عوامل تحضير مختلفة شملت تغير درجة حرارة التلييد  $T_s = (1020, 1050, 1080 \text{ and } 1110) \text{ }^\circ\text{C}$  وزمن التلييد  $\tau_s = (10, 15, 20 \text{ and } 25) \text{ hr}$  عندما  $x = 0$  والإستبدال الجزئي لآيون اللانثانوم ( $La^{+3}$ ) بآيون الكالسيوم ( $Ca^{+2}$ ).

تم تحديد درجة الحرارة الحرجة خلال قياس تغير المقاومة الكهربائية بوصفها دالة لدرجة حرارة العينة وحساب محتوى الأوكسجين بطريقة التسحيح. وبعد ذلك أظهرت النتائج أن أفضل درجة حرارة وزمن تلييد للمركب  $(Cr_{0.5}Cu_{0.5})Sr_2La_1Cu_2O_{6.75+\delta}$  كانت  $T_s = 1080 \text{ }^\circ\text{C}$  و  $\tau_s = 25 \text{ hr}$  ، حيث سجلت عند هاتين القيمتين أعلى درجة حرارة حرجة وكانت  $T_c = 97.5 \text{ K}$ . إضافة الى ذلك ، وجد من نتائج تأثير الإستبدال الجزئي عند درجة حرارة وزمن تلييد  $T_s = 1080 \text{ }^\circ\text{C}$  و  $\tau_s = 25 \text{ hr}$  على التالي أن أعلى درجة حرارة حرجة كانت  $T_c = 104 \text{ K}$  عندما  $x = 0.3$  ، يعني للمركب  $(Cr_{0.5}Cu_{0.5})Sr_2(La_{0.7}Ca_{0.3})Cu_2O_{7.157}$ .

تم فحص التركيب البلوري للعينات بإستعمال تقنية حيود الأشعة السينية وأشارت نتائج تحليل نماذج حيود الأشعة السينية الى أن التركيب البلوري للعينات التي أظهرت حالة التوصيل المفرط هو رباعي قائم وأن قيم محوري ( $a, c$ ) وحجم خلية الوحدة ( $V$ ) قد إزدادت عند إزداد كل من درجة حرارة التلييد وزمن التلييد وتركيز آيون الكالسيوم.

أعتمد حساب الكثافة النظرية ( $T.D$ ) على الوزن الجزيئي ( $W_m$ ) و حجم خلية الوحدة ( $V$ ) للمركب. من جانب آخر قيست الكثافة الظاهرية ( $A.D$ ) والمسامية الظاهرية ( $A.P$ ) وأمتصاصية

الماء (W.A) بتطبيق قاعدة أرخميدس. على العكس تماماً من المسامية الظاهرية وأمتصاصية الماء بينت النتائج نقصان الكثافة النظرية والظاهرية مع إزدياد تركيز أيون الكالسيوم في المركب عند حالة التوصيل المفرط.

قيست الصلادة ( $H_v$ ) بطريقة فيكرز ومعامل يونك (Y) خلال الفحص بالموجات فوق الصوتية. وأعتمد حساب متانة الكسر ( $K_c$ ) وطاقة الكسر (F.E) والهشاشة (B) على نتائج قياس صلادة فيكرز ومعامل يونك. وأشارت النتائج الى نقصان متانة وطاقة الكسر بينما تزداد الهشاشة بسبب نقصان الصلادة ومعامل يونك مع إزدياد تركيز أيون الكالسيوم في المركب عند حالة التوصيل المفرط.

Republic of Iraq  
Ministry of Higher Education and Scientific Research  
University of Baghdad  
College of Education Ibn Al-Haitham  
Department of Physics



**Studying Effect of Sintering  
Behavior on the Relationship  
between Superconductivity and  
Microstructure of Superconducting  
Ceramic Materials**

A thesis submitted to  
The Council of the College of Education Ibn Al-Haitham  
University of Baghdad as a Partial Fulfillment of Requirements  
for Degree of Master in the Physics Science

Submitted by the student  
*Firas Kadhium Nsayef*

Supervised by  
*Assist. Prof. Dr. Abdul-Hammed Raheem Mahdi*

2012 A.D.

1433 A.H.

## ABSTRACT

The search included preparation samples of high  $T_c$  superconducting ceramic for the compound  $(Cr_{0.5}Cu_{0.5})Sr_2(La_{1-x}Ca_x)Cu_2O_{(6.75-0.5x)+\delta}$  when  $x = 0, 0.1, 0.2, 0.3$  and  $0.4$  then all the samples have been formed at pressure  $5 \text{ ton / cm}^2$  into pellets with diameter  $20 \text{ mm}$  and thickness  $(3-3.5) \text{ mm}$  approximately. The solid state sintering method has been used for samples preparation with effect of different preparation parameters included variation of sintering temperature  $T_s = (1020, 1050, 1080 \text{ and } 1110) \text{ }^\circ\text{C}$  and sintering time  $\tau_s = (10, 15, 20 \text{ and } 25) \text{ hr}$  when  $x = 0$  and the partial substitution of lanthium ion ( $La^{+3}$ ) by calcium ion ( $Ca^{+2}$ ).

The critical temperature has been defined through measurement variation of electrical resistance as a function to the temperature of the sample and the oxygen content has been determined by the titration method. Then the results appeared that the best sintering temperature and time for the compound  $(Cr_{0.5}Cu_{0.5})Sr_2La_1Cu_2O_{6.75+\delta}$  were  $T_s = 1080 \text{ }^\circ\text{C}$  and  $\tau_s = 25 \text{ hr}$ , where the highest critical temperature recorded at these two values was  $T_c = 97.5 \text{ K}$ . Moreover, it was found from results of the partial substitution effect at sintering temperature and time  $T_s = 1080 \text{ }^\circ\text{C}$  and  $\tau_s = 25 \text{ hr}$  respectively that the highest critical temperature was  $T_s = 104 \text{ K}$  when  $x = 0.3$ , It means for the compound  $(Cr_{0.5}Cu_{0.5})Sr_2(La_{0.7}Ca_{0.3})Cu_2O_{7.157}$ .

The crystal structure of the samples has been examined by using X-Ray diffraction technique and the results of X-Ray diffraction patterns analysis indicated that the crystal structure of the samples which appeared the superconducting state is tetragonal and the values of two axes ( $a, c$ ) and volume of unit cell ( $V$ ) were increased at increasing each of sintering temperature, sintering time and Ca ion concentration.

The theoretical density (T.D) determination was depended on the molecular weigh ( $W_m$ ) and volume of unit cell ( $V$ ) for the compound. On the other hand the apparent density (A.D), apparent porosity (A.P) and water absorption (W.A) have been measured by application of Archimedes law. On the contrary from the apparent porosity and water absorption the results showed decreasing of the theoretical density and apparent density with increasing of Ca ion concentration in the compound at the superconducting state.

The hardness ( $H_v$ ) has been measured by Vickers method and Young modulus ( $Y$ ) through the ultrasonic waves testing. Then the fracture toughness ( $K_c$ ), fracture energy (F.E) and brittleness (B) determination was depended on the results measurement of Vickers hardness and Young modulus. Then the results showed to decreasing the toughness and energy fracture while brittleness increasing because of decreasing the hardness and Young modulus with increasing of Ca ion concentration in the compound at the superconducting state.