ISSN: 1991-8941

الخصائص التركيبية الكمية والنوعية والكهربائية للمركب (Bi2-yTlxBa2-ySryCa2Cu3O10+δ) فائق التوصيل الكهربائي

عامر شاكر محمود
جامعة تكريت – كلية التربية

تاريخ الاستلام: ٢٠١١/٤/٢٤ تاريخ القبول: ٢٠١١/١٠/١٠

الخلاصة

تضمنت هذه الدراسة تحضير عينات المركب (Bi2Ba2Ca2Cu3O10+δ) بطريقة تفاعل الحالة الصلبة وباستخدام طريقة التلدين وتحت ضغط هيدروستاتيكي ٨ طن / سم٢ ودرجة حرارة تلدين (850Co) ، هما أفضل الظروف للحصول على عينات المركب المذكور الحاوية على خاصية التوصيل الكهربائي الفائق في درجات الحرارة العالية . إن الدراسة أظهرت حيود الأشعة السينية للمركب (Bi2Ba2Ca2Cu3O10+δ) والمحضر عند درجة حرارة تلدين (850CO) وضغط ٩ طن/ سم٢ أظهرت أنها ذات تركيب بلوري من النوع الرباعي القائم (Tetragonal) .عند التعويض الجزئي للعنصر TL في العنصر Bi والعنصر Sr في العنصر Ba في آن واحد ليصبح المركب بالصيغة الآتية : (Bi2-yTlxBa2-ySryCa2Cu3O10+δ) وبنسب لـ (X,Y) مساوية إلى (X = 0.05, Y= 0.1, 0.2, 0.3) . أظهرت دراسة فحص التركيب البلوري بأن التركيب يبقى محافظاً على صيغة الرباعي القائم (Tetragonal) ، بينما ازدادت قيمة درجة الحرارة الحرجة Tc من (132k) إلى (138) وذلك عند نسبة التعويض (X= 0.05, Y= 0.1) ولكن عند زيادة نسبة التعويض لـ (Y) مع ثبوت قيمة (X) أكثر من (0.2, 0.3) انخفضت درجة الحرارة إلى 125 .تمت دراسة وفحص التركيب البلوري للعينات بواسطة المجهر الالكتروني الماسح ومعرفة نسب العناصر في المركب ومدى تأثير درجة حرارة التلدين والضغط المسلط وكذلك مدى تأثير التعويض الجزئي في العناصر للمركب وتحديد نسبة التركيز الكمي للعناصر في المركب .

كلمات مفتاحيه : خصائص تركيبية الكمية والنوعية والكهربائية للمركب (Bi2-yTlxBa2-ySryCa2Cu3O10+δ) فائق التوصيل الكهربائي

المقدمــة

تعتبــر ظــاهرة التوصــيل الكهربــائي الفــائق (Superconductivity) من أحد أهم الظواهر في فيزياء الحالة الصلبة، وتعرف بأنها ظاهرة انعدام المقاومة النوعية لعدد من الفلزات والمركبات عند تبريدها إلى درجة حرارة واطئة معينة تعتمد على نوع المادة [1].

واكتشفت ظاهرة التوصيل الفائق من قبل العالم أونيس(Kamerlling Onnes) عام ١٩١١م إذ لاحظ انخفاض مقاومة الزئبق الصلب وهبوطها المفاجئ إلى الصفر عند درجة حرارة مقدارها (4.2K) [2] ، إذ سميت هذه الدرجة التي تهبط عندها مقاومة المادة إلى الصفر بدرجة حرارة التحول (Transition Temperature) أو درجة الحرارة الحرجة (Tc).

وأنَّ خواص هذه المواد في حالة التوصيل الكهربائي الفائق (Superconducting State) ، تختلف كثيراً عن الحالة الاعتيادية (Normal State (N.S. وذلك بسبب التغير الحاصل في سلوك إلكترونات التوصيل [3] .

فضلا عن خاصية انعدام المقاومة التي تتميز بها المواد الفائقة فإنها تمتلك خاصية مهمة أخرى وهي قدرتها على طرد المجالات المغناطيسية من داخلها أو من الوسط الذي تحتويه ما دامت بصورتها الفائقة. فالسلوك للمواد الفائقة التوصيل الكهربائي (عدم المقاومة للتيار الكهربائي) وطرد المجال المغناطيسي هما السمتان البارزتان لها فجعلا منها مواد ذات تطبيقات غير محصورة [4,5] . ومنذ أن اكتشف العالم أونيس لأول مرة ظاهرة التوصيل الكهربائي الفائق، فإنَّ البحث مازال مستمراً سعيا وراء مواد ذات درجات حرارة حرجة

(Tc) اكبر حتى تصبح التطبيقات المهمة متاحة بشكل اوسع. وبدءاً من الاكتشاف الذي تم عام ١٩٨٦ على أيدي العالمين (ك.أ. موللر و ج.ج. بدنورز)، فإن أنواعاً جديدة من الاكاسيد الخزفية ذات الدرجات الحرجة فوق (77K)، قد اصبحت هدفاً للبحوث المستفيضة. وتمتلك بعض هذه المواد موصلية فائقة عند درجات حرارة تصل إلى (130K) أو أعلى منها. ويشعر كثير من الباحثين إن قيماً أعلى من هذه الدرجات الحرجة يمكن الوصول إليها، وان الكثير من تطبيقات التوصيل الكهربائي الفائق ستصبح ذات تطبيق عملي في المستقبل [6] .

خواص الموصلات الفائقة التوصيل الكهربائي

درجة الحرارة الحرجة

(Tc) عند انخفاض الدرجة الحرارية لبعض المواد فإنها تفقد مقاومتها للتيار الكهربائي وان تلك الحالة تدعى حالة التوصيل الكهربائي الفائق، والدرجة الحرارية التي تتحول فيها المادة من الحالة الاعتيادية إلى حالة التوصيل الفائق، تدعى بالدرجة الحرارية الحرجة ويرمز لها (Tc) . وتختلف هذه الدرجة من مادة إلى أخرى [7,8]

المجال المغناطيسي الحرج (Bc)

تتمثل الخاصية الأساسية الثانية للمادة فائقة التوصيل الكهربائي بقدرة مقاومتها الكهربائية على أن تعود مجدداً، وذلك عندما يسلط عليها مجال مغناطيسي ذا قيمة اكبر من القيمة الحرجة Bc (حتى وإن كان مقدار قيمة درجة الحرارة اقل من القيمة الحرجة Tc لها). ويعتمد مقدار المجال الحرج Bc على نوعية المادة ودرجة الحرارة الحرجة، حيث تتحول المادة من الحالة ذات التوصيل الفائق إلى الحالة الاعتيادية [3,9,10].

تحضير العينات

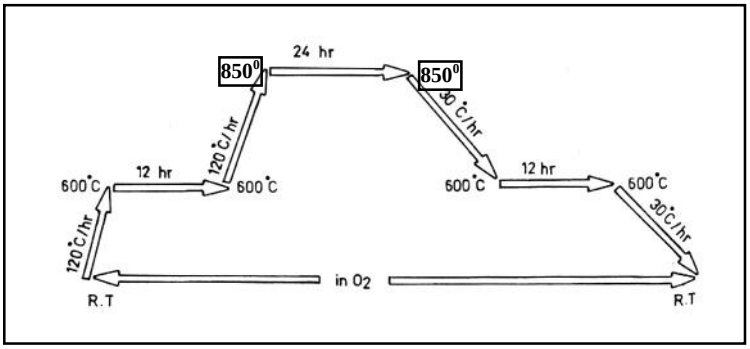
تم تحضير العينات باستخدام تقنية تفاعل الحالة الصلبة وبطريقة التلدين Annealing .

تلدين العينات :

يتم مزج اوزان الاكاسيد والكاربونات المقاسة لكل عينة وذلك للحصول على المركبات (العينات) المطلوبة للدراسة، ومن ثم توضع هذه المواد في طاحونة مصنعة من مادة العقيق (gate mortar) وتطحن طحنا جيدا لمدة نصف ساعة لكي يصبح الخليط متجانسا. يتم اضافة كحول الايزوبروبانول (C_3H_8O) وذلك لزيادة التجانس ولتفادي تساقط او فقدان اجزاء من المسحوق في أثناء عملية الطحن. وبعد الانتهاء يوضع المسحوق داخل فرن كهربائي وبدرجة حرارة تتراوح بين (500C –600C) وذلك للتخلص من كحول الايزوبروبانول.

وبعدها يتم كبسها على شكل اقراص وذلك بواسطة مكبس هيدروليكي وتحت ضغط (8 ton / cm2).

بعد الحصول على العينات المحضرة بشكل أقراص، توضع في فرن كهربائي وترفع درجة حرارته من درجة حرارة الغرفة الى (6000C) وبمعدل (1200C / hr) ثم تبقى هذه العينة عند هذه الدرجة الحرارية ولمدة (١٢) ساعة، وبعدها يتم رفع درجة حرارة الفرن من 6000C الى 8500C وبمعدل (1200C/hr) ويبقى عند هذه الدرجة لمدة (٢٤) ساعة في جو مشبع من الاوكسجين. ثم يتم خفض درجة حرارة النموذج من (8500C) الى (6000C) وبمعدل (300C / hr) ويبقى عند هذه الدرجة الحرارية ايضا لمدة (١٢) ساعة ،وبعد ذلك يتم خفض درجة الحرارة من (6000C) الى درجة حرارة الغرفة وبمعدل (300C / hr)، والشكل رقم (١) يوضح عملية التلدين للمركب[11] .



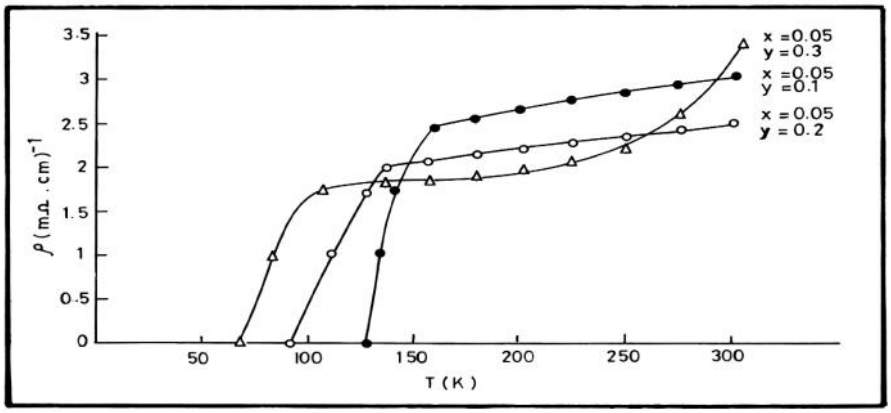
الشكل (١): عملية التلدين للمركب في جو مشبع من الاوكسجين

دراسة الخصائص الكهربائية للمركب Bi2-xTlxBa2-ySryCa2Cu3O10+¢ الفائق التوصيل الكهربائي

لقد تمت دراسة الخصائص الكهربائية للمركب وذلك عند التعويض الجزئي للعنصر Tl في العنصر Bi والعنصر Sr في العنصر Ba للمركب وبنسب مختلفة لـ(x) ، y اذ ان قيمة (x) كانت تساوي (x = 0.05) وقيمة (y) كانت تساوي (y = 0.1 , 0.2 , 0.3) . وكما مبين في الشكل (١) .

لقد تبين من خلال النتائج بان أفضل تعويض عندما كانت قيمة (x = 0.05) وقيمة y =0.1 سويا إذ حصلنا على أفضل درجة حرارة وكانت تساوي Tc= (136-138k) . وهذا يعد تغيرا جديدا ودرجة حرارة حرجة جديدة بالنسبة لهذا المركب وكذلك من ملاحظة التركيب البلوري اخذ دور الكمال أي ان المركب اخذ دور الكمال في التركيب البلوري وازدياد طول المحور (c) بالنسبة لـ b , a وكانت قيم a = b = 5.43 , c = 34.220A كذلك زيادة نسبة الأوكسجين في المركب من (10.11) الى (10.28) وكما مبين في الجدول (١) .

ولكن عند زيادة نسبة التعويض بالنسبة لـ (Sr) أكثر من y = 0.1 , 0.2 , 0.3 انخفض طول المحور (c) كذلك انخفاض قيمة درجة الحرارة الحرجة. كذلك ظهور قمم غريبة على هيئة شوائب هذا يدل على ان زيادة نسبة تركيز (Sr) تؤثر على التركيب البلوري للمركب كذلك يؤثر على الطور ويمكن ان يعد الطور عن زيادة نسبة التركيز وهذا السبب في انخفاض درجة الحرارة الحرجة (Tc) . لذلك كان افضل تعويض جزئي في عملنا هذا هو عند التعويض الجزئي للعناصر نسبة x = 0.05 و y = 0.1 وكما مبينة في الشكل (٢) والجدول (١) الذي يبين قيمة درجة الحرارة الحرجة ونسبة الأوكسجين في المركب [12] [13] [2].إن هذا العمل يعد عملا حديثا ضمن هذا المجال .



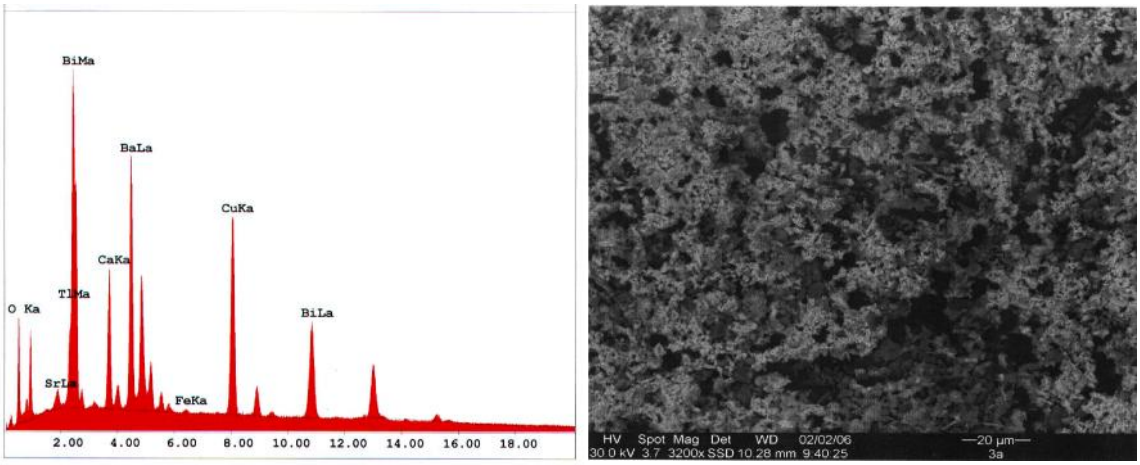
الشكل (2) العلاقة بين درجة الحرارة الحرجة والمقاومية للمركب $Bi_{2-x}\ Tl_x\ Ba_{2-y}\ Sr_y\ Ca_2\ Cu_3\ O_{10+¢}$ عن نسبة x = 0.05 و y=0.1, 0.2 , 0.3

الجدول (1) العلاقة بين درجة الحرارة الحرجة ونسبة الأوكسجين في المركب Bi2-x Tlx Ba2-y Sry Ca2 Cu3 O10+□ نسبة x=0.05 و y=0.1,0.2, 0.3

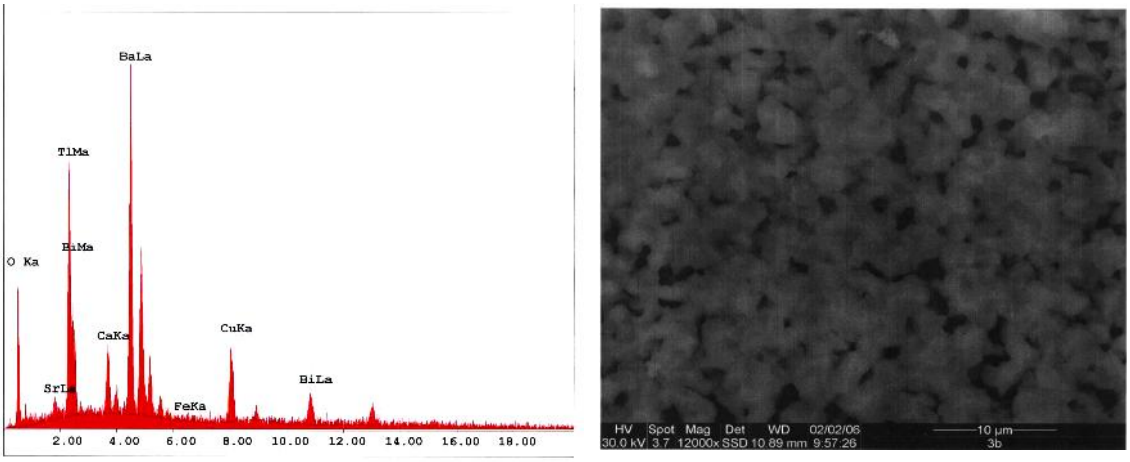
نسبة الاوكسجين ¢	درجة الحرارة الحرجة	المركب ونسبة التعويض
15.11	128 K	x = 0 y = 0
10.28	138 K	x = 0.05 y = 0.1
١٠.٢٦	115k	x = 0.05 y = 0.2
10.21	95k	x = 0.05 y = 0.3

الخصائص التركيبية السطحيـــة والكميـة والنوعية للمركـــب $Bi_{2-x}Tl_x\ Ba_{2-y}\ sr_y\ Ca_2\ Cu_3\ O_{10+¢}$ باستخدام المجهر الالكتروني الماسح Scanning Electron Microscopic

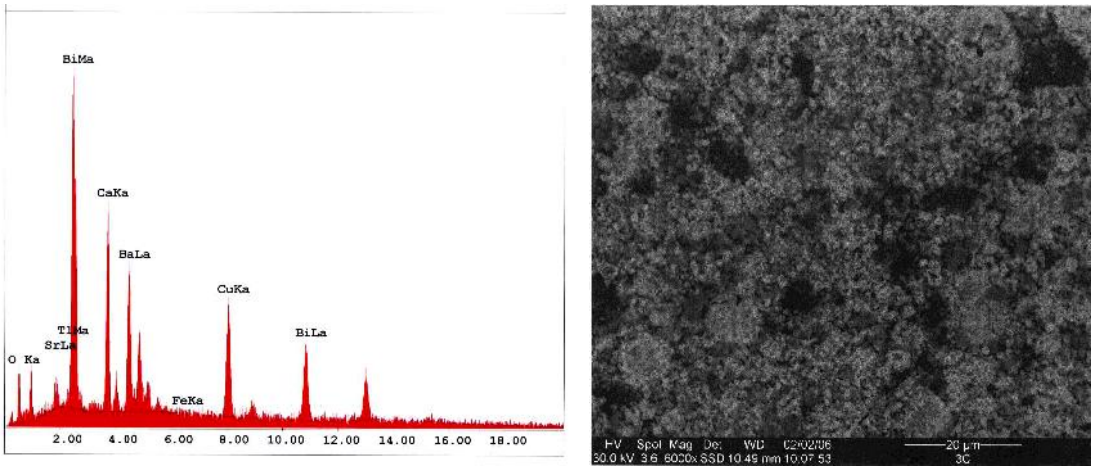
لقد تمت دراسة المسح الالكتروني للعينة بواسطة المجهر الالكتروني عند التعويض الجزئي لعنصر Tl و Sr في العنصر Bi و Ba وبنسب , 0.3 , 0.2 ,0.1, 0.05 =x 0.4 و 0.4 , 0.3 , 0.2 ,0.1, 0.05 =y. إذ لاحظنا الانتظام في تجانس المادة وكما لاحظنا من ظهور المناطق المظلمة الداكنة والمناطق المضيئة إذ أن نسبة المناطق الداكنة أكثر من المضيئة وكانت متجانسة . هذا يدل على زيادة نسبة العناصر الثقيلة مثل البزموث (Bi) واوكسيد النحاس (CuO) وزيادة نسبة الاوكسجين فقد تطابقت مع دراسة حيود الاشعة السينية للمركب وزيادة درجة الحرارة الحرجة لهذا المركب . وكما مبين في الأشكال (٣)(٤) و(٥) هذا يدل على صحة العمل ويطابق النتائج اذ اخذ المركب دور الكمال في التركيب البلوري وزيادة درجة الحرارة الحرجة وهذا بسبب زيادة نسبة طبقات CuO وزيادة نسبة الأوكسجين في المركب ، وكما مبين في العلاقة البيانية بين شدة الأشعة وطاقة الإلكترون ، ان هذه النتائج تؤكدها دراسات سابقة [١٥] [١٣] ، ولكن عن زيادة نسبة تركيز (x) أكثر من (٠.٣) في المركب لاحظنا انخفاضا في شدة القمم لهذه المواد دلالة على تأكيد عملنا في دراسة حيود الأشعة السينية إذ انخفضت نسبة الأوكسجين في المركب وقل الانتظام في التركيب البلوري مما سبب انخفاضا في درجة الحرارة الحرجة [14] [15].



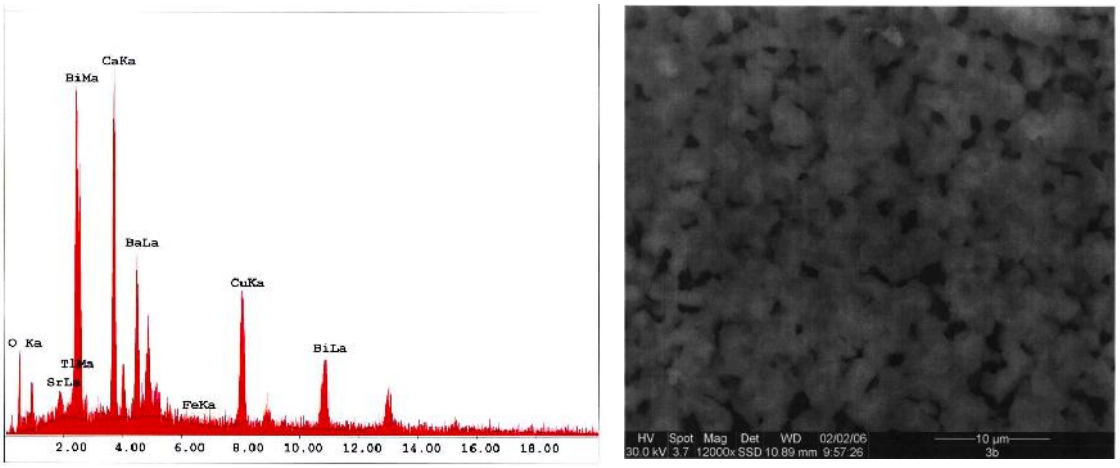
الشكل (٣) : يبين الفحص ألمجهري للمركب (Bi2-xTlx Ba2-y SryCa2Cu3 O10+¢) تحت ضغط هيدروستاتيكي ٩ طن ودرجة حرارة تلدين ٨٥٠مْ عندما x =0.05 و y = 0.1



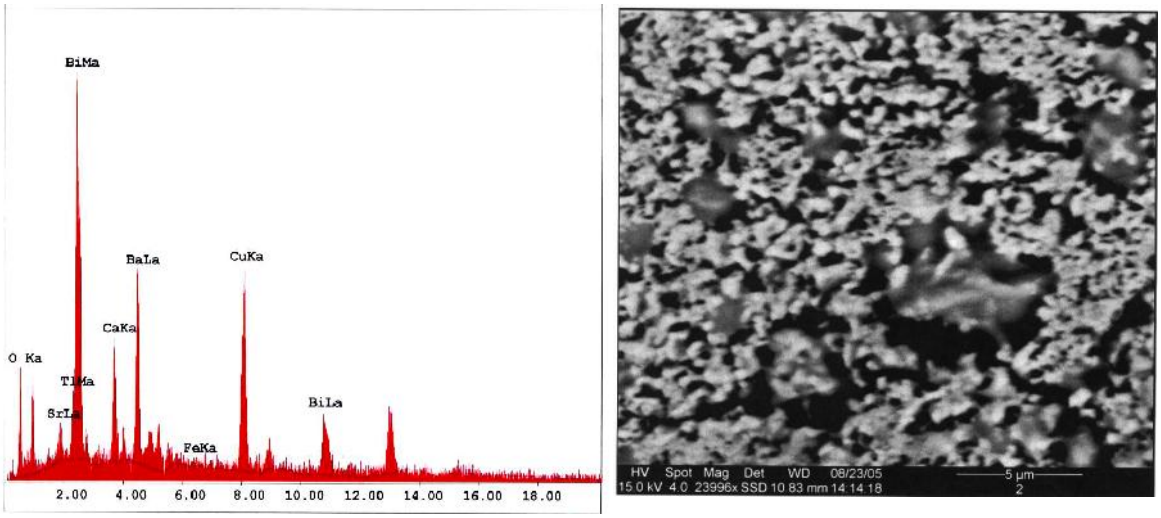
الشكل (٤) : يبين الفحص المجهري للمركب (Bi2-xTlx Ba2-y SryCa2Cu3 O10+¢) تحت ضغط هيدروستاتيكي ٩ طن ودرجة حرارة تلدين ٨٥٠مْ عندما x =0.05 و y = 0.2



الشكل (٥) : يبين الفحص ألمجهري للمركب (Bi2-xTlx Ba2-y SryCa2Cu3 O10+¢) تحت ضغط هيدروستاتيكي ٩ طن ودرجة حرارة تلدين ٨٥٠مْ عندما x =0.05 و y = 0.3



الشكل (٦) : يبين الفحص المجهري للمركب (Bi2-xTlx Ba2-y SryCa2Cu3 O10+□) تحت ضغط هيدروستاتيكي ٩ طن ودرجة حرارة تلدين ٨٥٠مْ عندما x =0.05 و y = 0.4



الشكل (٧) : يبين الفحص المجهري للمركب (Bi2-xTlx Ba2-y SryCa2Cu3 O10+¢) تحت ضغط هيدروستاتيكي ٩ طن ودرجة حرارة تلدين ٨٥٠مْ عندما x =0.05 و y = 0.5

المصادر

١. الجمال ، يحيى نوري،" فيزياء الحالة الصلبة"، دار الكتب للطباعة والنشر، جامعة الموصل ،(١٩٩٠) .

2. Hag A. U. " The Advant of Higher Temperature Super Conducting Materials ", Science Technology and Development V. 7,3,(1988)

٣. الراوي ، صبحي سعيد، شاكر جابرب شاكر، يوسف مولود حسن، "فيزياء الحالة الصلبة" ، دار الكتب للطباعة والنشر، جامعة الموصل ، (١٩٨٩)

٤. الشاذلي ، عبد الفتاح ،" فيزياء الجوامد"، الدار العربية للنشر والتوزيع ، (٢٠٠٣).

5. Gautreau R., Sarin W. ,"Modern Phyics", Mc Graw-Hill Companies, (1999).
6. Omar M. A., "Elementary Solid State Physic Priciples and Applications ", Addesion- Wesley , (1975).
7. Maxwell E., 'Phys. Rev.',V.78,P.477,(1950).
8. Kittel C.," Introduction to Solid State Physics", 8th ed., John Wiley and Sons, Inc, (2005).
9. Rohlf," Superconductivity Concepts", Hyper Physics R.Nave, Georgia Stat University, (2005).
10. Lynn J. W., " High Temperature Superconductivity ", Springer-Verlag , (1990).
11. Bahoum S.A., M.Sc., Thesis University if Scince and Technology , Jordan , December, (2005).
12. Tarascon J. M., Barbonx P., , Greene L. H., Bagley B. G., 'Physica C' , V.566, P.153-155 ,(1988).
13. Kadham A. M., Ali A. D., 'Sept. of Phys.', No.13,P.13,(2000).
14. Ginsberg D. M., " Physical Propertise of HTSC(I)", By Marker J. T., Dalichaouch Y. and Maple M. B., World Scientific, (1989).
15. Sehilling A. , Halliger E. 'physica', V.157,P.144,(1989).
16. Ali, Abdul-Kareem D., Ph.D. thesis, Mosul University, Feb. 2007.
17. Kadham A. M., Ali A. D., 'Sept. of Phys.', No.15,P.23,(2002).

THE QUANTITATIVE STRUCTURAL ,QUALITATIVE AND ELECTRICAL PROPERTIES OF (BI2-YTLXBA2-YSRYCA2CU3O10+¢) SUPERCONDUCTORS

AMIR SH. MAHMOOD

E.mail: Amiro shaker5@yahoo.com

ABSTRACT;

This study included preparing samples of the compound (Bi2Ba2Ca2Cu3O10+δ) by the reaction of the solid state under a hydrostatic pressure 8ton/cm2 and annealing temperature 850Co . These are the best circumstances to obtain samples of the mentioned superconductivity compound at high temperatures. The study demonstrated the X-rays diffraction for the compound (Bi2Ba2Ca2Cu3O10+δ) prepared at annealing temperature 850Co and pressure 9ton/cm2 . The study showed that it has Tetragonal type of crystal structure. At partial substitution for the component TL in Bi, and Sr component in Ba simultaneously, the compound becomes (Bi2-yTlxBa2-ySryCa2Cu3O10+δ) with (X,Y) values equal to (X = 0.05, Y= 0.1, 0.2, 0.3). The study of the crystal structure test showed that the structure retains on the tetragonal type, and the critical temperature Tc steps-up from (132k) to (138k) at substitution rate (X= 0.05, Y= 0.1). But at increasing the substitution rate for (Y) and the stability of (X) rate more than (X= 0.05, Y= 0.1), the temperature declines to (125k). Finally, The crystal structure of the samples has been studies and tested by Scanning Electron Microscope; knowing the components' rates in the compound; how the annealing temperature and the imposed pressure affect the compound; how the compound partial substitution affect in the components; and specifying the quantitative and qualitative rates of the components in the compound. .