Study of the Effect of Laser on the Structural and Electrical Properties of the Compound $Bi_{2-(x+y)}Cd_yAg_x$ $Sr_2Ca_2Cu_3O_{10+\delta}$ Superconductor at High Temperatures

Omar najah lateef [a] Abdul Kareem Dahash Ali[b]

[a,b]*University of Tikrit , College of Education and pure sciences, physical department*

omarnajah92@gmail.com

Submission date:- 8/4/2019 Acceptance date:- 29/4/2019 Publication date:- 25/5/2019

Keywords: Superconductivity, critical thermal grade, laser effect, etching.

Abstract

This study included the preparation of composite samples ($Bi_{2-(x+y)}Cd_yAg_x$ $Sr_2Ca_2Cu_3O_{10+\delta}$)by solid state reaction method and under hydro static pressure (8ton/cm^2) interaction and annealing temperature (850 C) also determine the effect of the laser on the structural and electrical properties in the compound in various concentrations of x where x=(0,0.1,0.2,0.3,0.4) observed by examining the XRD , the best ration of cooperation for (x) is 0.3 as the value of a=b=5.3799(A) , c=36.22(A) showed that the installation of tetragonal structure.

دراسة تأثير الليزر على الخصائص التركيبية والكهربائية للمــركب $Bi_{2-(x+y)}Cd_yAg_x$ الفائق التوصيل الكهربائي عند درجات الحرارة العالية $Sr_2Ca_2Cu_3O_{10+\delta}$

عمر نجاح لطيف عبد الكريم دهش علي

جامعة تكريت،كلية التربية للعلوم الصرفة، قسم الفيزياء

omarnajah92@gmail.com

الخلاصة

في هذه الدراسة تم تحضير عينات المركب ($Bi_{2-(x+y)}Cd_yAg_x$ $Sr_2Ca_2Cu_3O_{10+\delta}$) وعند تراكيز مختلفة ل x حيث (x=0,0.1,0.2,0.3,0.4) وباستخدام طريقة تفاعل الحالة الصلبة وتحت ضغط هيدروستاتيكي (8ton/cm^2) وعند درجة حرارة تلدين (850 C) , ومعرفة تأثير الليزر على الخواص التركيبية والكهربائية للمركب الفائق التوصيل الكهربائي. لوحظ عند فحص تحت حيود الاشعة السينية (XRD) تبين ان افضل نسبة تعويض لx هي 0.3 حيث ان قيمة a=b=5.3799(A), c=36.22(A) حيث تبين ان التركيب من النوع الرباعي القائم.

الكلمات الدالة: التوصيل الفائق, الدرجة الحرارية الحرجةتأثير الليزر, التلدين.

1. المقدمة: Introduction

تعرف المواد فائقة التوصيل الكهربائي بانها تلك المواد التي تسمح بمرور التيار الكهربائي من دون أية مقاومة تذكر وتتميز أيضا بالغياب التام للفيض المغناطيسي, وعندما يتم تبريد هذه المواد الى درجة حرارة معينة تسمى بالدرجة الحرارية الحرجة (Tc). ان هذه الميزة مهمة في التوصيل وتطبيقات علم الالكترونيات [2][1]. ومن ناحية أخرى فان المجال المغناطيسي اعتاد على التغلغل في جميع المواد العادية, اما بالنسبة

Journal of University of Babylon for Pure and Applied Sciences (JUBAS) by University of Babylon is licened under a Creative Commons Attribution 4.0 International License. 2018.

الى المواد فائقة التوصيل الكهربائي فان المجالات المغناطيسية لا تستطيع اختراق الجسم الموصل الفائق مما يجعل كثير من التطبيقات تعتمد على هذه الخاصية [2] [3].

ان نشوء المقاومة الكهربائية للمواد الصلبة هو أثر حياد البلورات الحقيقية عن سلوك الشبيكة البلورية المثالية في المواد والتي تساعد الالكترونات على التشتت خلال عملية التوصيل الكهربائي ما يسبب فقدان جزء كبير من الطاقة الكهربائية على شكل حرارة . بذلك فقد كان الاعتقاد الشائع او السائد هو لا يمكن ان تنعدم المقاومة الكهربائية لتلك البلورات مع انخفاض درجة الحرارة حتى عند الصفر المطلق بسبب عدم إمكانية تحضير بلورات مثالية تكون خالية تماما من العيوب البلورية . إضافة إلى ذلك فإن تشتت الالكترونات بعضها عن بعض يولد هو الاخر قدرا ملموسا من المقاومة الكهربائية حتى عندما يتم إهمال تشتت الالكترونات على الفونونات [4].

ان هذا البحث يتضمن دراسة الخواص التركيبية والسطحية والخواص الكهربائية للمركب ($Bi_{2-(x+y)}Cd_yAg_x\ Sr_2Ca_2Cu_3O_{10+\delta}$) الفائق التوصيل الكهربائي وذلك عند درجات الحرارة العالية والتي حضرت عند درجة حرارة تلدين (850 C) وتحت ضغط ($8ton/cm^2$) وبقيم مختلفة ل x من 0 الى 0.4 وقيم y=0.

تمت دراسة الخواص التركيبية الحجمية وذلك باستخدام جهاز الاشعة السينية (XRD) لغرض معرفة التركيب البلوري لهذا المركب وما هو تأثير درجة حرارة التلدين والضغط على هذا المركب وبعدها دراسة تأثير الليزر نيوديميوم – ياك على المركب($Bi_{2-(x+y)}Cd_yAg_xSr_2Ca_2Cu_3O_{10+\delta}$) للحصول على تركيب بلوري افضل للمركب.

2. الهدف من الدراسة: Aim of this work

إن الهدف الأساس من هذه الدراسة هو الحصول على خواص أفضل للمركب ($Bi_{2-(x+y)}Cd_yAg_x\ Sr_2Ca_2Cu_3O_{10+\delta}$) من الناحية التركيبية والكهربائية, ومعرفة مدى تأثير الليزر على الخواص التركيبية والكهربائية.

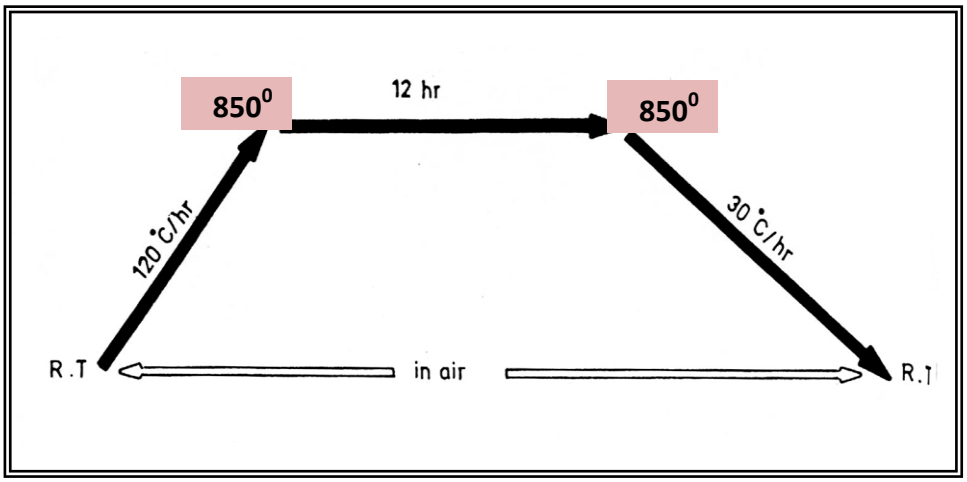
3. الجزء العملي:

لقد تم تحضير النماذج باستخدام تقنية تفاعل الحالة الصلبة وتم وزن النسب الوزنية للمركب الفائق التوصيل ($Bi_{2-(x+y)}Cd_yAg_x\ Sr_2Ca_2Cu_3O_{10+\delta}$) وتم ذلك بأخذ الأوزان الجزيئية للمواد التي تشترك في تكوين هذا المركب.يبين الجدول (1) اوزان المواد الكيميائية التي استخدمت بتحضير المركب عندما x=0.3 .

الجدول (1) : أوزان مساحيق المركب $Bi_{2-x}Ag_xSr_2Ca_2\ Cu_3\ O_{10+\delta}$ عندما x =0 .3.

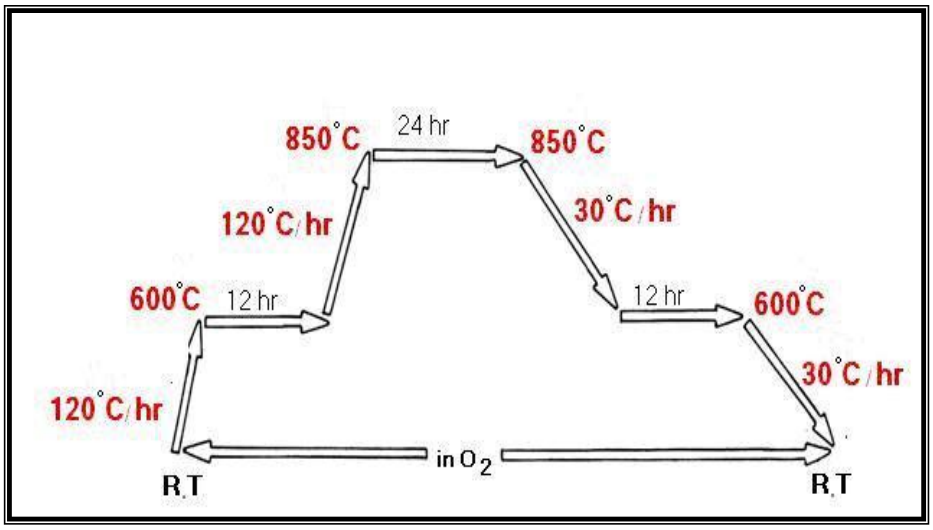
رمز الوزن	وزن المسحوق/بالغرام	المسحوق
W1	0.4193	Bi_2O_3
W2	0.4232	$Sr(NO_3)_2$
W3	0.2001	$CaC0_3$
W4	0.2386	CuO
W5	0.0462	$Ag(NO_3)_2$

يتم خلط اوزان الأوكسيد والنترات لكل من W1 الى W5 من الجدول السابق لغرض الحصول على المركب الجديد , وبعدها توضع هذه المواد داخل بودقة خزفية ثم تطحن طحنا جيدا وذلك باستخدام طاحونة مصنوعة من مادة العقيق لمدة ساعة لكي يصبح المزيج متجانسا مع إضافة كحول الأيزوبروبانول خلال عملية الطحن وذلك لمنع تطاير المسحوق اثناء عملية الطحن وبعدها يتم وضعها في الفرن الكهربائي وبدرجة حرارة تتراوح بين(60-50) لغرض التخلص من كحول الأيزوبروبانول. بعدها يتم كبس المسحوق على شكل أقراص وتحت ضغط ($8ton/cm^2$) ويكون قطر هذه الأقراص مساويا الى (12mm) وسمكها (0.8mm) الى (1.2mm) .يتم وضع هذه الأقراص في فرن كهربائي ويتم رفع درجة الحرارة الى (850C) بمعدل تسخين (60 C/hr) وتترك العينات عند هذه الدرجة لمدة (12) ساعة , بعدها يتم خفض درجة الحرارة تدريجيا بمعدل (30 C/hr) الى ان تصل الى درجة حرارة الغرفة وان عملية التسخين والتبريد في جو مشبع بالأوكسجين وتعرف هذه العملية بالتلبيد وكما مبين بالشكل (1).



الشكل (2) مخطط لعمليتي التلبيد في جو مشبع من الأوكسجين [5]

عند الحصول على العينات المحضرة بشكل أقراص من الفقرة السابقة , يتم وضعها في فرن كهربائي وترفع درجة حرارته من درجة حرارة الغرفة الى (600 C) بمعدل (120 C/hr) وتبقى عند هذه الدرجة لمدة (12) ساعة, وبعدها ترفع درجة حرارة الفرن من (600 C) الى (850 C) بمعدل (120 C/hr) ويبقى عند هذه الدرجة لمدة (24) ساعة في جو مشبع بالأوكسجين بعدها يتم خفض درجة حرارة الفرن من (850 C) الى (600 C) بمعدل (30 C/hr) ويبقى لمدة (12) ساعة عند هذه الدرجة , ويتم بعدها خفض درجة الحرارة من (600 c) الى درجة حرارة الغرفة وبمعدل (30 C/hr) ويوضح الشكل (3) عملية التلدين للمركب [6].



الشكل (3) عملية التلدين للمركب في جو مشبع من الأوكسجين[5]

إن الهدف من هذه العملية هو الحصول على اكبر قدر من الانتظام في التركيب البلوري للمركب المطلوب أي الحصول على التركيب الرباعي القائم Tetragonal. بعدها تم تسليط ليزر نيديميوم – ياك على النماذج الذي يعرف بفاعليته العالية لليزر. إن جهاز الليزر يبعد عن العينة بمقدار (40 cm) ولمدة زمنية مقدارها (15 Sc).

الفحوصات التي أجريت على العينات

1- أجراء فحص التركيب البلوري الحجمي على النماذج وتم ذلك باستخدام تقنية حيود الاشعة السينية (XRD) وذلك قبل وبعد التشعيع بالليزر وتم عملية فحص التركيب البلوري للعينات (Samples) ويتم ذلك بأخذ جزء من العينة وطحنها جيدا ثم يضاف الى المسحوق قطرات من مادة كحول الايزوبروبانول ويتم وضعها على شريحة زجاجية بصورة متساوية. بعدها يترك النموذج ليجف من كحول الايزوبروبانول. ثم يتم وضعه في جهاز الاشعة السينية (XRD) وذلك للحصول على حيود الاشعة السينية والقيام بقياس زوايا الانعكاسات المختلفة وبعدها يتم الحصول على التركيب البلوري للعينة المدروسة. ومن خلال قانون براك في الحيود والذي يمثل بالمعادلة الاتية[7].

$$2d_{hkl}\sin\theta = n\lambda \qquad \text{.....(1)}$$

ومن العلاقة (2-3) التي تطبق على النظام الرباعي يمكن من خلالها إيجاد معاملات ميلر (hkl)

$$\frac{1}{d_{hkl}} = \frac{h_1^{\,2}}{a^2} + \frac{k_1^{\,2}}{b^2} + \frac{l_1^{\,2}}{c^2} \qquad \text{.....(2)}$$

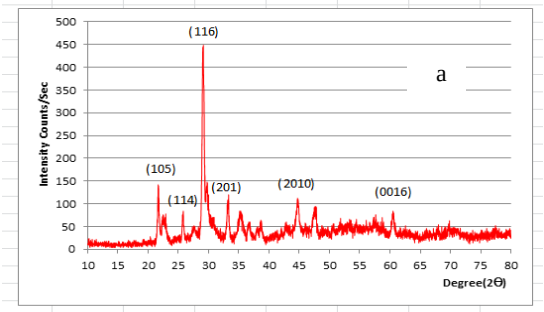
ويتم استخدام برنامج خاص في الحاسبة الألكترونية نستطيع إيجاد الأبعاد الذرية للتركيب البلوري . فان تحقق الشرط a=b≠c فهذا يعني ان التركيب البلوري للمركب من النوع الرباعي القائم (Tetragonal) أي انه يمتلك خاصية التوصيل الفائق [7] [8].

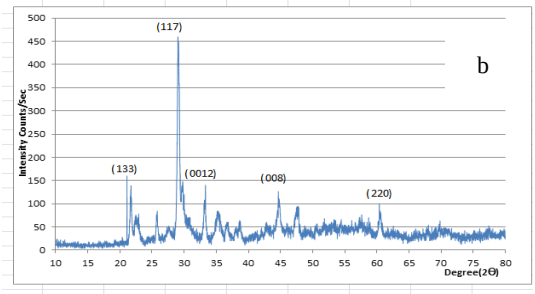
3- تم فحص التركيب السطحي المجهري للعينات المطلوبة وذلك باستخدام المجهر الالكتروني الماسح (SEM), إذ هو نوع من أنواع المجهر الالكتروني الذي يعمل على نقل صورة عالية الدقة عن الخصائص للعينة (تحديد نوعية المركبات وما تحتويها وكذلك حساب نسبة العناصر الوزنية), ويتم ذلك عن طريق المسح مع شعاع مركز من الالكترونات , حيث تتفاعل الالكترونات مع ذرات العينة وتنتج إشارات مختلفة تحتوي على معلومات حول تضاريس السطح وتشكيلة[9][10].

4- تم قياس الدرجة الحرارية الحرجة (Tc) للعينات وبما انه لا توجد طريقة مباشرة لقياس الدرجة الحرارية الحرجة لذلك نقوم بقياس تغير المقاومة الكهربائية للعينات ويتم تحديد الدرجة الحرارية التي عندها تصبح المقاومة للعينة صفر او تقترب من الصفر وتعد هذه الدرجة هي الدرجة الحرارية الحرجة (Tc) للعينة [9].

4- النتائج والمناقشة:

1. تم دراسة الخصائص التركيبية الحجمية عند درجة حرارة تلدين (850 C). وتحت ضغط ($8ton/cm^3$), وبينت دراسة حيود الاشعة السينية (XRD) لهذه العينات عندما تم تحضير النماذج بنسب مختلفة لقيم x للمركب ($Bi_{2-(x+y)}Cd_yAg_x\ Sr_2Ca_2Cu_3O_{10+\delta}$).وعندما تم زيادة نسبة التعويض لx الى x=0.3 نلاحظ ظهور قمم ذات وضوح أكثر من بقية التعويضات السابقة. يوجد زيادة في طول المحور (c) وهذا دليل على زيادة الانتظام في التركيب البلوري, وأخذ المركب دورا أفضل عند المقارنة مع التعويضات السابقة, كما موضح في الشكل (a) وكانت قيم ابعاد الشبيكة a=b=5.3799(A), c=36.22(A) . وعندما تم التشعيع بليزر نيديميوم – ياك ظهر ارتفاع في شدة القمم وبشكل واضح عند زيادة نسبة التعويض الى x=0.3 كما مبين في الشكل (b) مما يدل على حالة الانتظام في التركيب البلوري وزيادة في طول المحور (c) وهذا يشير الى ان المركب ذو تركيب بلوري أكثر انتظاما من التعويض السابق وأصبحت قيم a=b 5.872(A), c=38.45(A) , وان هذه النتائج تتفق مع الدراسات السابقة [9][10][11].



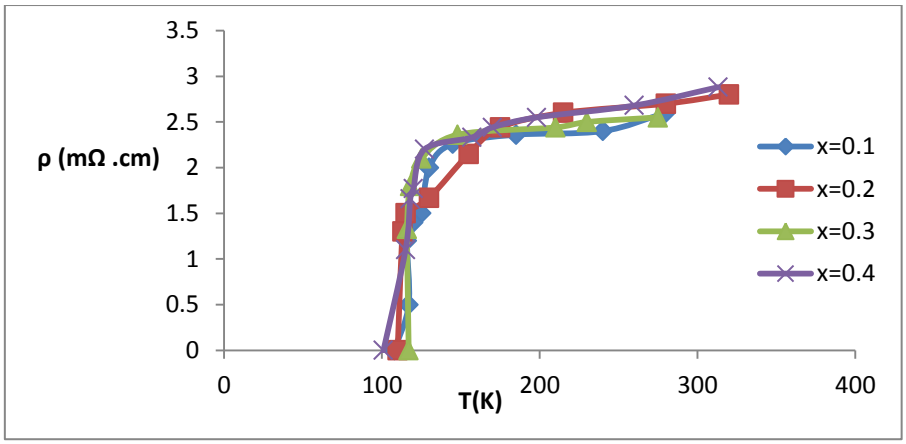


الشكل (a) حيود الاشعة السينية للمركب $Bi_{2-x}Ag_x\ Sr_2Ca_2Cu_3O_{10+\delta}$ عندما x=0.3

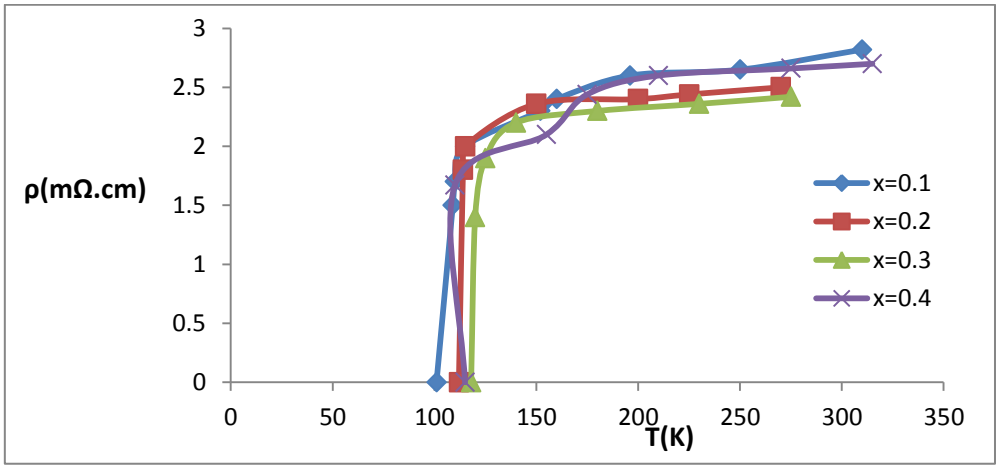
الشكل (b) يبين حيود الاشعة السينية للمركب $Bi_{2-x}Ag_x\ Sr_2Ca_2Cu_3O_{10+\delta}$ عندما x=0.3

بعد التشعيع بليزر نيديميوم- ياك

2. لقد تم دراسة الخصائص الكهربائية للمركب ($Bi_{2-x}Ag_x\ Sr_2Ca_2Cu_3O_{10+\delta}$) فائق التوصيل الكهربائي وعند التعويض الجزئي لـــ Ag فيBi، وعند نسب مختلفة ل X حيث كانت قيم (x = 0, 0.1 , 0.2 , 0.3 , 0.4). وعندما تم التعويض بنسبة (x=0.3) نلاحظ ازدياد في الدرجة الحرارية الحرجة إلى (144 K) ويمكن تفسير هذه النتيجة على ان المركب أخذ دوراً أفضل في التركيب البلوري وان هذه النسبة من التعويض أدت الى زيادة في نسبة الاوكسجين مع زيادة في التركيز ما جعل ذلك الى زيادة في الدرجة الحرارية الحرجةTc, والشكل (4) يوضح العلاقة بين درجة الحرارة الحرجة والمقاومة قبل التشعيع بالليزر وهذا يتفق مع الدراسات السابقة [10][11].



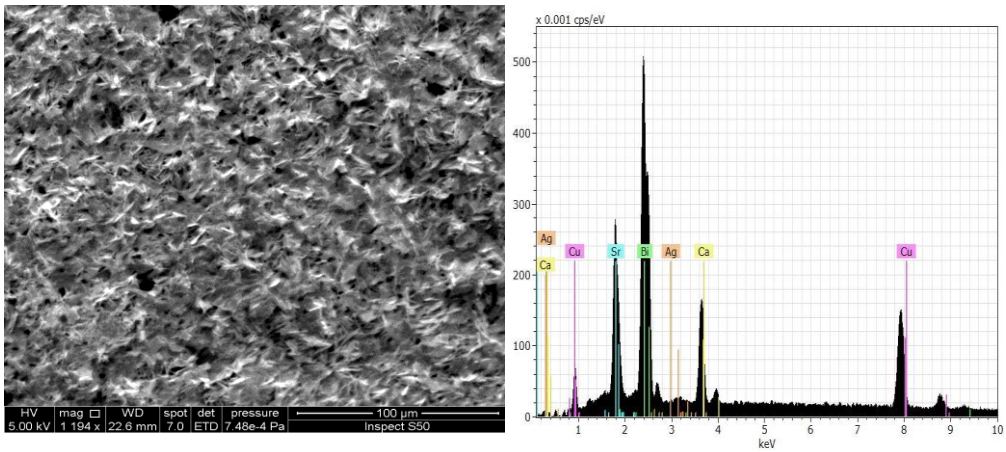
الشكل (4) العلاقة بين المقاومة ودرجة الحرارة الحرجة للمركب $Bi_{2-x}Ag_x\ Sr_2Ca_2Cu_3O_{10+\delta}$ ولقيم مختلفة ل X قبل التشعيع بالليزر



الشكل (5) العلاقة بين المقاومة ودرجة الحرارة الحرجة للمركب $Bi_{2-x}Ag_x\ Sr_2Ca_2Cu_3O_{10+\delta}$ ولقيم مختلفة ل x بعد التشعيع بالليزر

5- تم فحص التركيب المجهري الحجمي للنماذج وذلك باستخدام المجهر الالكتروني الماسح (SEM) وقد تمت دراسة المسح الالكتروني للمركب تحت ضغط ($8ton/cm^2$) وعند درجة حرارة تلدين(850 C). وتمت من خلال دراسة الماسح الالكتروني للعينة ملاحظة المناطق المضيئة والمناطق المظلمة ونسبة التجانس بالنسبة لهذاالمركب $Bi_{2-x}Ag_x\ Sr_2Ca_2Cu_3O_{10+\delta}$.اذ ان المناطق المظلمة تمثل زيادة في نسبة العناصر الثقيلة مثل البزموث (Bi)، او أوكسيد النحاس (CuO) . أما بالنسبة الى المناطق المضيئة فتمثل نسبة العناصر الخفيفة مثل (Ag) و (Ca). وعند التعويض الجزئي للعنصر الفضة (Ag) في عنصر البزموث (Bi) بنسبة 0.3 وذلك لأنها اعتبرت افضل عينة من بين تعويضات عنصر الفضة ،وقد لاحظنا الانتظام في تجانس العينة اذ أصبحت نسبة المناطق المضيئة اقل من المناطق المظلمة, وهذا يدل على زيادة في نسبة العناصر الثقيلة. وهذه تتفق مع نتائج XRD, وزيادة في الدرجة الحرارية الحرجة Tc للمركب, ان هذه النتائج توضحها دراسات سابقة [12][11][10]

a **b**



الشكل (6) الفحص المجهري للمركب $Bi_{2-x}Ag_x Sr_2Ca_2Cu_3O_{10+\delta}$ عندما x=0.3

5- الاستنتاجات :conclusions

إن دراسة الخصائص الكهربائية والتركيبية لتأثير تعويض الفضة في البزموث وباستخدام طريقة تفاعل الحالة الصلبة وتحت تأثير درجة حرارة تلدين 850 C وتحت ضغط ($8ton/cm^2$). ويعتبر هما افضل ظروف للحصول على الخصائص المطلوبة . ولقد كان لها دور أساسي في عملية التنظيم البلوري ويمكن ان نستنتج ما يأتي:

1. ان التعويض الجزئي لعنصر الفضة Ag في البزموث Bi أدى الى الزيادة في درجة التحول, لقد تم تسجيل أعلى درجة حرارة حرجة بعد التشعيع مساوية الى 147k وذلك عند نسبة تعويض البزموث x=0.3.

2. اذ ان دراسة حياد الأشعة السينية XRD للمركب المطلوب دراسته بينت انه من النوع الرباعي القائم Tetragonal وهناك زيادة في طول المحور C مع زيادة في قيمة درجة الحرارة الحرجة Tc. وعند التشعيع بليزر نيوديميوم – ياك تبين ان التركيب البلوري أصبح اكثر انتظاما.

CONFLICT OF INTERESTS

There are no conflicts of interest.

المصادر

1.Hag A.U,"The Advantage of Higher Temperature Super Conducting Materials". Science Technology and Development Vol.7,3,(1988).
2.Tucker, G.S. Nature of magnetic excitations in the iron pnictides and its pertinence to superconductivity as studied by inelastic neutron scattering . (Thesis). Iowa State University (2015).
3.H.Kamerlingh onnes, Leiden comm. 119b, 120b, 124c (1911).
4.Galy,J., Solid State Chemistry,(1989).
5.Goldstein, J. I., Newbury, D. E., Michael, J. R., Ritchie, N. W., Scott, J. H. J., & Joy, D. C. Scanning electron microscopy (2017).and X-ray microanalysis. Springer.
6.Fults, B., & Howe, J. M. Transmission electron microscopy and diffractometry of materials. Springer Science & Business (2012). Media.
7.Lu, S. Analytical study of osteoporosis of maxilla in ovariectomized rats . (Thesis). Queensland University of Technology.(2015).
8.V. Manivannan, J. Gopalarishnan, C. N. Rao, Journal of Sold State Chemistry, V.109, P. 205-209, (1994).
9.R. Awad, Egypt.J. Sol., Vol. 24. No. 1, (2001).
10. B. ABDUL SALAM.S, M.SC, University of Tikrit, (2008).
11. A. M. Abed, M. Sc. Thesis, University of Tikrit,(2011).
12. H. A. Radwan, M.SC, University of Tikrit, (2013).