

دراسة التركيب النسيجي لأجسام سيراميكية من أكسيدي الزنك و السيريوم  
(Microstructure study of Ce-doped – Ceramics containing Zinc and  
Cerium oxides)

درية محمد محمود إبراهيم<sup>(1)</sup>

أسامة أمين محمد<sup>(2)</sup>

DOI: <https://doi.org/10.54172/mjsc.v11i1.467>

### الملخص

للسيراميك استخدامات عديدة علي نطاق واسع في مجال الكهرباء (الالكترونيات) . ويتسع مدى هذه الاستخدامات ليشمل الوقاية من خطر الجهد باستخدام الفارستور (Varistors) إلى مقاومات الفارستور (Varistors) ذات درجة الحرارة الموجبة إلى العوازل السيراميكية وتطبيقاتها التي توجد في أجزاء وأجهزة الميكروويف (Microwave) إلى الفيرايث المغناطيسي و الأجهزة الكهروحرارية .

ويبدو التركيب النسيجي للمواد السيراميكية المكون من أكسيد الزنك (ZnO) بإضافات من السيريوم (Ce) ، علي شكل وسط سائل بين السيريوم (Ce) وأكسيد الزنك (ZnO) . الطور الداخلي الحبيبي الغني بالسيريوم "Ce" موجود عند زوايا أو أركان بلورة أكسيد الزنك . إضافة 0.25% مول من كل من أكسيدي الكوبلت "CoO" و الكروم الثلاثي "Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>" أو 0.5% مول من أكسيد البزموت "Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub>" يرسب وينمي تكوين هذا الطور السائل كما هو مبين من التحليل العنصري الخطي باستخدام الميكروسكوب الالكتروني الماسح (EDAX) . ويعزز السيريوم الذي تم تحديده جزئيا مع حبيبات أكسيد الزنك "ZnO" وبشكل رئيسي في هذا الطور الداخلي البلوري مترافقا مع حبيبات أكسيد الزنك "ZnO" النمو البلوري المميز لبلورات أكسيد الزنك "ZnO" في هذا الطور .

(1) أستاذ بالمركز القومي للبحوث ، ورئيس معمل الحرارية والسيراميك السابق ، مصر .

(2) محاضر بكلية العلوم ، جامعة عمر المختار ، البيضاء – ليبيا .

## المقدمة

الأجسام السيراميكية متغيرات المقاومة [الفارستور] "ZnO-Varistors" هي أكاسيد متراكبة متعددة التركيبات لها خواص كهربية تعتمد على التركيب البلوري (النسيجي) للعينة وعلى العمليات التي تحدث عند الحدود الفاصلة بين البلورات المتكونة .

التركيب البلوري (النسيجي) للفارستور - (ZnO - Varistors) يلعب دورا هاما في الخواص الكهربية الناتجة .

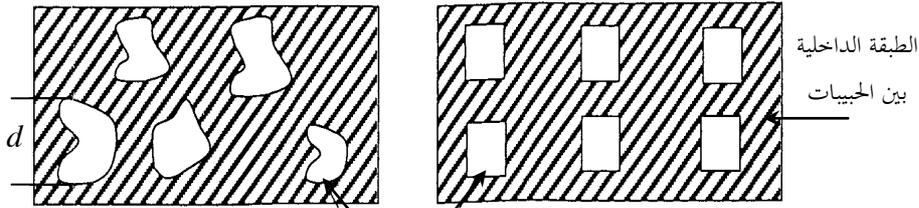
وهناك نموذجين لتفسير التركيب البلوري (النسيجي) للفارستور [ZnO - Varistors] يعتمدان على التركيب الكيميائي ومكوناته ، أحدهما يفترض أن التركيب البلوري يقوم على ثلاثة عناصر هي الحبيبات والمادة الداخلة بين الحبيبات والجسيمات والدقائق المنتشرة بينهما ، والاخر يقوم على إثنين فقط هما الحبيبات و المادة

الموجودة بين الحبيبات [2 ، 1] كما هو مبين في الشكل (1) .

في حالة نظام أكسيدي الزنك - البراسوديوميوم [ZnO - Pr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>] يوجد طورين فقط في الجسم المحروق (المليد) ، يقوم احد الطورين علي حبيبات أكسيد الزنك " ZnO " والوسط المشكل أساسا من أكسيد البراسوديوميوم " Pr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> " الذي يظهر بصورة أكسيد البراسوديوميوم الثلاثي " Pr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> " [3 ، 4] ويقوم الطور الثاني علي خليط من أكسيدي البزموت و البراسوديوميوم ( - Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub> Pr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ) .

ويمكننا التحكم في معدل نمو حبيبات أكسيد الزنك (ZnO) ، اما عن طريق التفاعل الثنائي الطوري الصلب - سائل أو عن طريق الانتشار خلال طور السائل من الحبيبات الصغيرة إلى الحبيبات الكبيرة [5] .

وفي هذا البحث نتناول بالدراسة تأثير إضافة أكسيد السيريوم (Ce<sub>6</sub>O<sub>11</sub>) على التركيب البلوري (النسيجي) للأجسام المحروقة الناتجة .



حبيبات من أكسيد الزنك (ZnO)

شكل 1 التركيب النسيجي للفارستور

### المواد وطرق البحث

استخدمت المواد الخام التالية لتحقيق التراكيب الكيميائية المقترحة ، وهي تشمل مساحيق على درجة عالية النقاوة من شركة (BDH) وهي أكسيد الزنك "ZnO" ونترات السيريوم النشاردية  $[(NH_4)_2 Ce(NO_3)_6]$  وأكسيد الكوبلت "CoO" وأكسيد الكروم "Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>" ، والأول استخدم بعد ترميمه عند 1100°C والثاني عند 800°C .

استخدمت الأشعة السينية (XRD) لتحليل المساحيق المحمصة (المكلسنة) لتحديد الأكاسيد الداخلة في تكوين الجسم السيراميكي . وبعد طحن الأكاسيد بشكل رطب ( المخلط بالماء ) لتمر عبر منخل 200 مش .

تم إعداد ثلاث مجاميع من العينات بالنسب التالية من أكسيد السيريوم "Ce<sub>6</sub>O<sub>11</sub>" المجموعة "I" "M" وهي 0 ، 0.05 ، 0.1 ، 0.2 ، 0.4% مول .

والجموعة "II" "Z" والتي تشمل إضافة 0.25% مول من أكسيدي الكوبلت "CoO" والكروم الثلاثي "Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>" والجموعة "III" (B) والتي تشمل إضافة 0.5% مول من أكسيد البزموت "Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub>" . وتم تشكيل العينات على صورة أقراص ذات أقطار 1.2 سم و 5 سم وذات سمك 0.3 سم وبالكبس تحت ضغط قدره

70 kN ، و حيث حرقت عند درجة حرارة 1150°C لمدة 1/2 ساعة وزمن انتقال مختلف من 10 إلى 30 دقيقة لكل 100°C . والأجسام المحروقة جيدا لا يوجد بها مسام وفقا للمعايير والمواصفات القياسية الأمريكية ASTM 72 .

تم عمل تحليل باستخدام الأشعة السينية "XRD" لجميع العينات المحروقة عند 1150°C و 1/2 ساعة واستخدام جهاز فيليبس "Philips" حيث أن نوع الهدف الخاص بالجهاز النحاس "Cu" مع النيكل "Ni" كمرشحات .

لمعت العينات المختارة من المجموعات الثلاث بدرجات متفاوتة باستخدام كريد السيليكون متبوعا بثلاث درجات من عجائن الماس أرقام ((7 و 2.5 و 1)) ميكرون  $\mu_m$  .

وبعد غسل العينات في حمام موجات فوق صوتية (ultrasonic) وتجفيفها وعملت حراريا عند 1150°C ولمدة 1/2 ساعة وغطيت بطبقة ذهب بالرش تم اختبارها بجهاز الميكروسكوب الإلكتروني الماسح (SEM type Jeol T330 A) ، بغرض تحديد توزيع أكسيد السيريوم "Ce<sub>6</sub>O<sub>11</sub>" بدقة عن طريق تحليل الخريطة والتحليل العنصري الخطي (EDAX) .

### النتائج والمناقشة

بينت الدراسات السابقة [6] أن الحرق عند درجات حرارة أعلى من  $1150^{\circ}\text{C}$  ، تسبب تطاير بعض الأكاسيد ولذلك تم حرق العينات عند درجة الحرارة المختارة  $1150^{\circ}\text{C}$  ولمدة 1/2 ساعة وذلك لتقليل تطاير أكسيدي الزنك " ZnO " والبيزموث " $\text{Bi}_2\text{O}_3$ ".

تم تحديد الأطوار الناشئة في الأجسام المحروقة عن طريق جهاز الأشعة السينية (XRD) . تبين منحنيات التحليل بالأشعة السينية "XRD" للعينات المختلفة المحروقة عند  $1150^{\circ}\text{C}$  ولمدة  $\frac{1}{2}$  ساعة إزاحة في (d- spacing) للطور المتكون من أكسيد الزنك "ZnO" . وقد قدرت الإزاحة ذات القيمة  $0.04 - 0.03$   $\text{A}^{\circ}$  للعينات (M 4) المحتوية على أكسيد الزنك "ZnO" و 0.1% مول من أكسيد السيريوم " $\text{Ce}_6\text{O}_{11}$ " . وقد وجد أن أي زيادة من أكسيد السيريوم " $\text{Ce}_6\text{O}_{11}$ " إلى أكسيد الزنك "ZnO" عما في العينة (M4) لا تسبب تغيير في قيمة هذه الإزاحة (d - spacing) ، كذلك تم تسجيل هذه الإزاحة في العينة (Z<sub>4</sub>) المجموعة II و العينة (B<sub>5</sub>) المجموعة III ، المحتوية على أكسيد الزنك "ZnO" و 0.4% مول من أكسيد السيريوم " $\text{Ce}_6\text{O}_{11}$ " و 0.5% مول من أكسيد البيزموث " $\text{Bi}_2\text{O}_3$ " على الترتيب .

ويوضح الشكل (2) وجود القمم الأساسية المطابقة لكل من أكسيدي الزنك (ZnO) ، و السيريوم " $\text{Ce}_6\text{O}_{11}$ " .

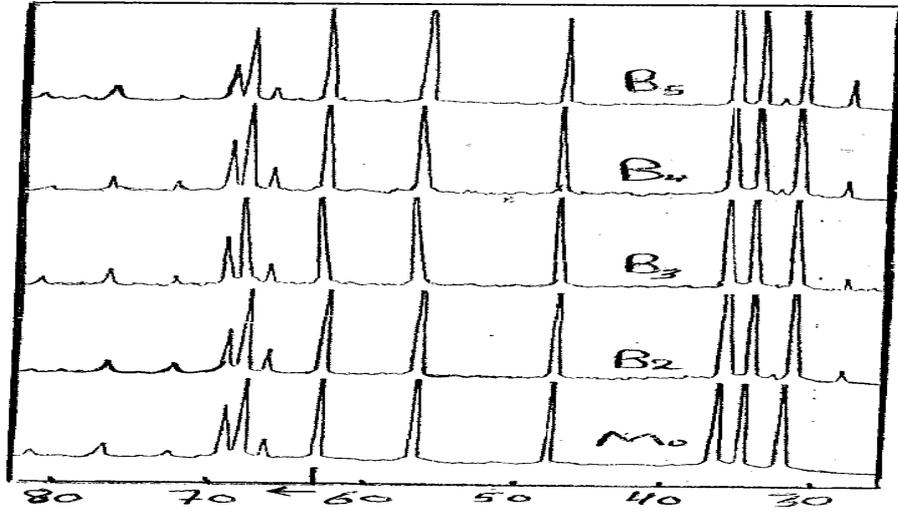
وتشير دراسة الخصائص الفيزيائية وهي الكثافة ، المسامية الظاهرية و امتصاص الماء إلى درجة المسامات المفتوحة ، حيث اختبرت الخاصية الأخيرة كعامل لتوضيح درجة المسامية في العينات المحروقة كما هو مبين في الجدول (1) .

و يتضح من هذا الجدول أن أقل درجة لامتصاص الماء في العينات المحروقة في المجموعة (III) المحتوية على أكسيد البيزموث ( $\text{Bi}_2\text{O}_3$ ) ، وهذا يعني أن إضافة أكسيد البيزموث " $\text{Bi}_2\text{O}_3$ " تعطي أقل مسامية بالمقارنة بإضافة أكسيدي الكوبلت و الكروم في المجموعة (II) .

تبين الأشكال (a ، b) ، 3 ، 4(a ، b) التركيب النسيجي باستخدام الميكروسكوب الإلكتروني الماسح (SEM) لعينات المجموعة (I) التي تحتوي على أكسيدي الزنك والسيريوم ( $\text{ZnO} + \text{Ce}_6\text{O}_{11}$ ) فقط .

تبين الأشكال 4(a,b,c) للعينة M<sub>2</sub> في المجموعة (I) ، يتكون الجسم الأساسي من حبيبات رمادية داكنة من أكسيد الزنك ZnO مع حبيبات بيضاوية بيضاء صغيرة ممتدة أو منتشرة بين الحبيبات .

يبين التحليل العنصري الخطي باستخدام الميكروسكوب الإلكتروني الماسح (EDAX) لهذه الحبيبات أنها خليط من السيريوم (Ce) و الزنك (Zn) الشكل (c) 4) .



شكل 2 نماذج تحليل الأشعة السينية (XRD) لعينات المجموعة (III)

الجدول 1 يوضح نسبة امتصاص الماء % للعينات المختلفة المحروقة

نسبة امتصاص الماء %	عينات المجموعات المختلفة	
4.34	M <sub>0</sub>	المجموعة (I)
3.4	M <sub>2</sub>	
3.03	M <sub>3</sub>	
2.54	M <sub>4</sub>	
2.29	M <sub>5</sub>	
4.87	Z <sub>1</sub>	المجموعة (II)
4.88	Z <sub>2</sub>	
3.38	Z <sub>3</sub>	
3.4	Z <sub>4</sub>	
1.28	B <sub>2</sub>	المجموعة (III)
0.86	B <sub>3</sub>	
0.43	B <sub>4</sub>	
0.45	B <sub>5</sub>	

استخدامها لتطوير الفارستور ذات التركيب النسيجي الجهري ذي الطورين لحماية الأوساط والأجهزة الكهربائية ذات الجهد المنخفض والعالي من خطر زيادة الجهد .

وقد وجد أن التركيب النسيجي يتكون أساسا من حبيبات أكسيد الزنك ZnO الموصلة محاطة بحواجز عازلة يتم تشكيلها بواسطة المواد المضافة المختلفة .

إضافة أكسيد السيريوم "Ce<sub>6</sub>O<sub>11</sub>" في المدى من (0.05 - 0.4) % مول إلى أكسيد الزنك ZnO (نظام ثنائي) لصنع أجسام سيراميكية محروقة عند 1150°C من المجموعة (I) والمجموعة (II) التي تشتمل تحوير المجموعة (I) الناتجة من إضافة من 0.25% مول من أكسيد الكوبلت والكروم الثلاثي (CoO+Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) إلى أكسيد الزنك والسيريوم (Ce<sub>6</sub>O<sub>11</sub>+ZnO) .

والمجموعة (III) تشتمل علي تحوير المجموعة (I) وذلك بإضافة 0.5% مول من أكسيد البزموت "Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub>" .

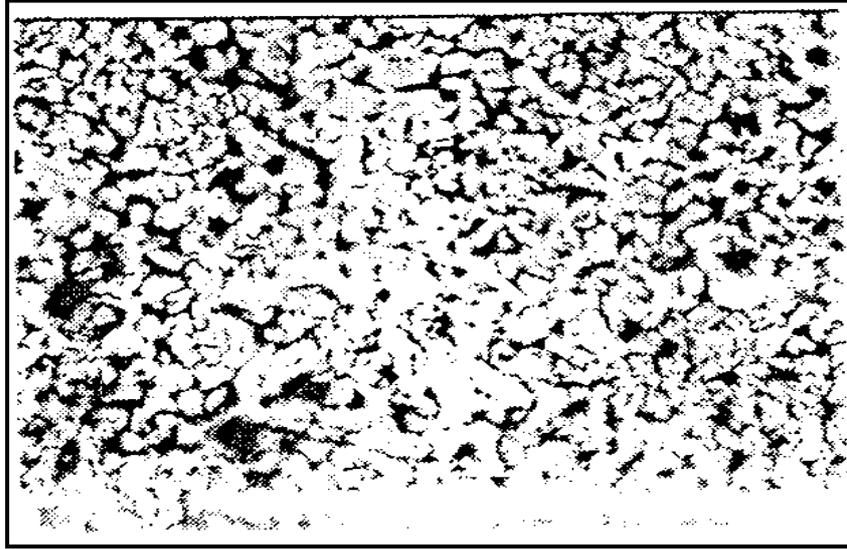
وقد سجل العالم بيرومل (perumal) وآخرون [6] تقريرا ذكروا فيه أكسيد الزنك (ZnO) المحروق (الملبد) بدون أي إضافات يكون حبيبي التكوين في حدود (3m μ) بينما بعد إضافة المواد الأخرى يزداد حجم الحبيبات إلى حوالي m μ (8 - 10) .

تحتوي صور الميكروسكوب الإلكتروني الماسح "SEM" لعينات من المجموعة (II) على أكسيد الزنك و السيريوم (ZnO+Ce<sub>6</sub>O<sub>11</sub>) و 0.25% مول من أكسيد الكوبلت والكروم "CoO+Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>" تبين تركيب بلوري مشابه للمجموعة (I) بالإضافة إلى نوع من الاتجاهات العشوائية لحبيبات من أكسيد الزنك ZnO المنشورية حول المسافة الكروية الموجود في جزء من الطور الداخلي الحبيبي الذائب بواسطة المعاملة الحرارية كما هو مبين بالشكل (a,b) 5 .

وتوضح صور الميكروسكوب الماسح (SEM) لعينات من المجموعة (III) أنه عندما يتم إضافة أكسيد البزموت "Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub>" إلى خليط من أكسيد الزنك و السيريوم "ZnO + Ce<sub>6</sub>O<sub>11</sub>" نوع واتجاه حبيبات أكسيد الزنك "ZnO" المتوازنة كما وضع في شكل (6) (a , b , c) وفيها نلاحظ حبيبات صغيرة ذات أشكال بيضاوية وبيضاء اللون وتوزع بين حبيبات أكسيد الزنك - أكسيد الزنك (ZnO-ZnO) حبيبة كروية تم تحديدها بدقة في العينة (B<sub>2</sub>) .

ويشير التحليل العنصري الخطي باستخدام الميكروسكوب الإلكتروني الماسح (EDAX) للعينة إلى وجود بزموت "Bi" وسيريوم Ce بين حبيبات أكسيد الزنك ZnO . كما هو مبين في الشكل (6c) .

الأكاسيد المعدنية الأرضية النادرة المضافة إلى أكسيد الزنك "ZnO" يمكن

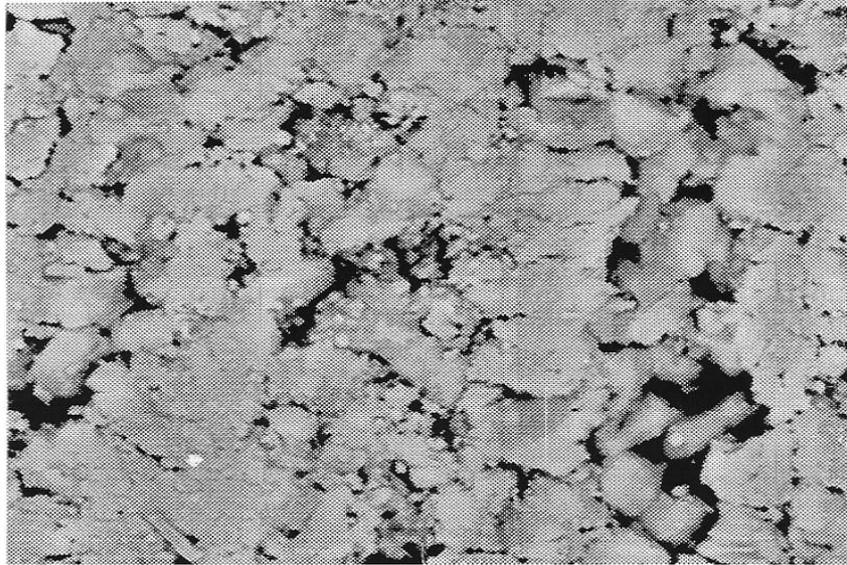


(a)

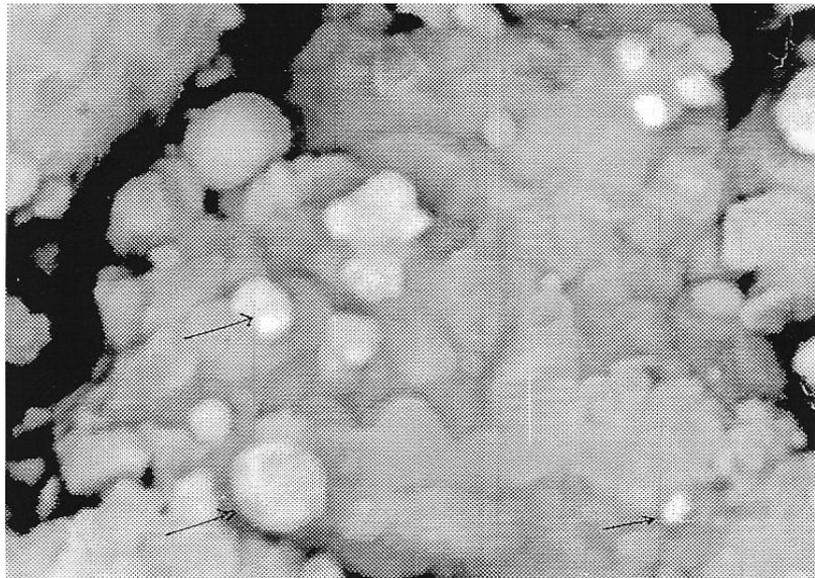


(b)

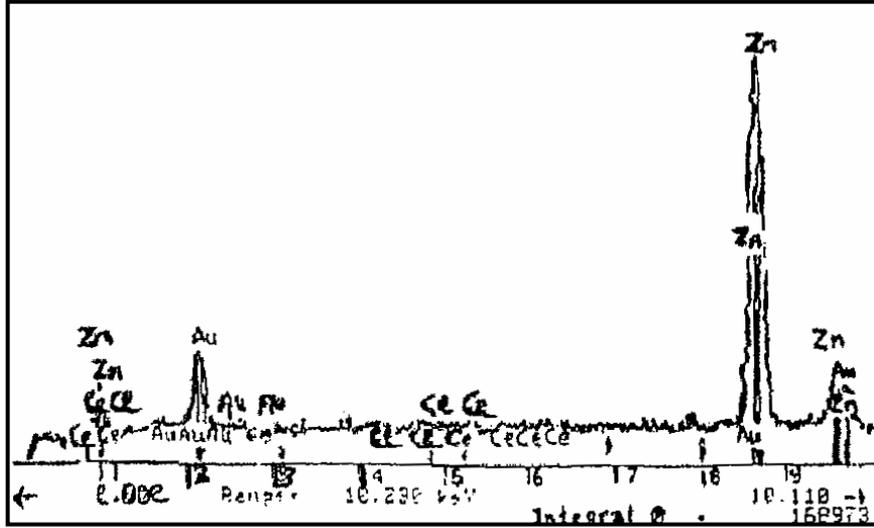
شكل 3 التركيب النسيجي لعينة أكسيد الزنك فقط : (a) نمش كيميائي يوضح توزيع حبيبات أكسيد الزنك العشوائي ( تكبير  $X=1000$  ) ، (b) نمش كيميائي يوضح نمو حبيبات أكسيد الزنك ( تكبير  $X=5000$  )



(a)

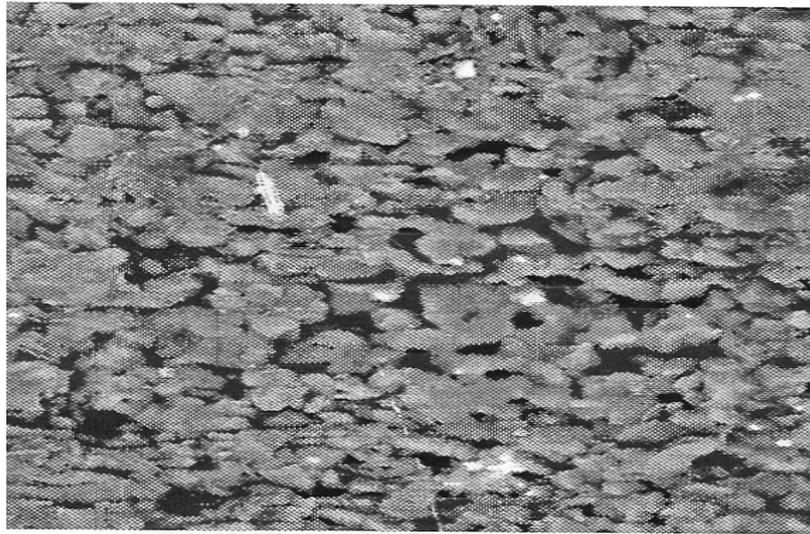


(b)

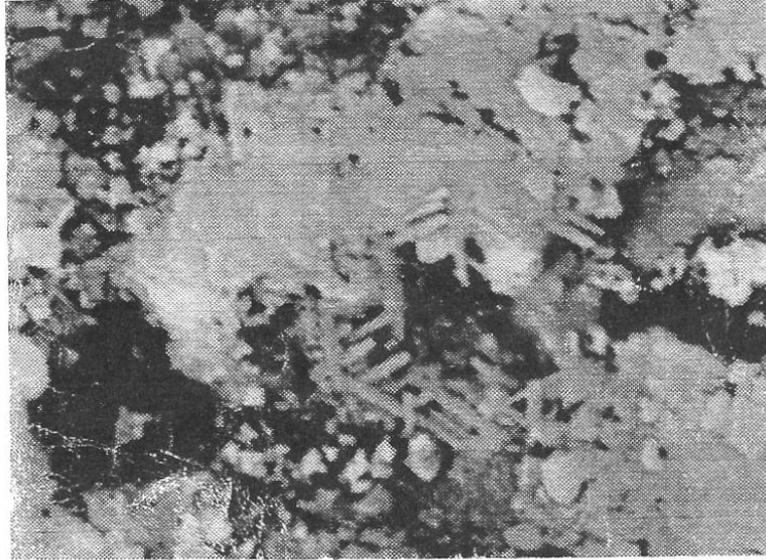


(c)

شكل 4 التركيب النسيجي للعينه  $M_2$  في المجموعة (I) : (a) نمش حراري ، صورة عامة للعينه  $M_2$  ( $X=3500$ ) ، (b) نمش حراري يوضح الشكل البيضاوي الغني بالسيريوم بين حبيبات أكسيد الزنك  $M_2$  ، (c) التحليل العنصري الخطي باستخدام الميكروسكوب الالكتروني الماسح (EDAX) ( $X=25000$ ) ، للشكل البيضاوي .

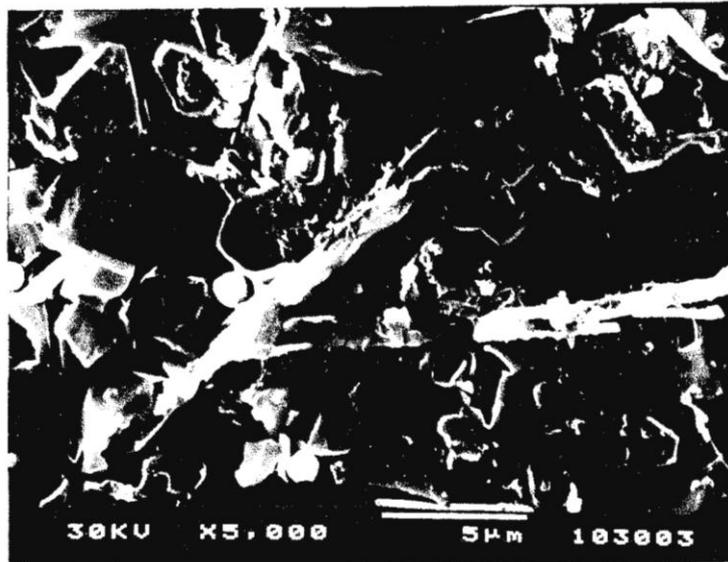


(a)

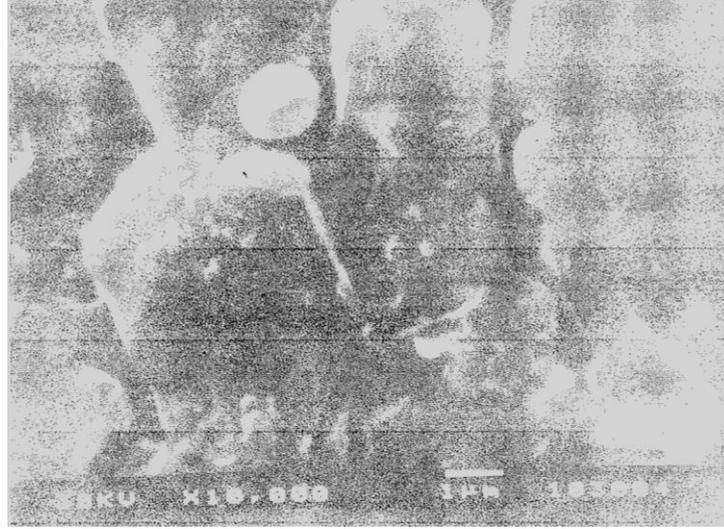


(b)

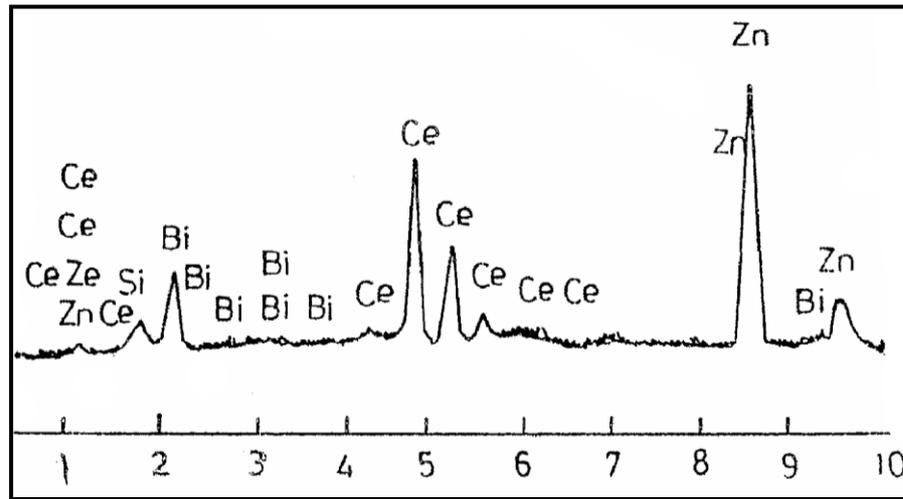
شكل 5 التركيب النسيجي للعيينة  $Z_4$  في المجموعة (II) : (a) صورة عامة للعيينة  $Z_4$  ( $X=1000$ ) ، (b) نمش حراري للعيينة  $Z_4$  يوضح أشكال منشورية مختلفة ( $X=6500$ )



(a)

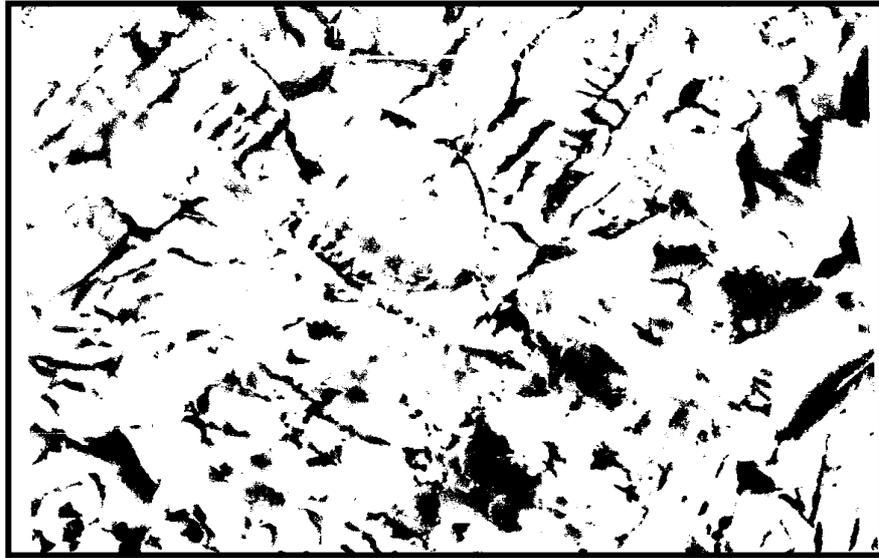


(b)



(c)

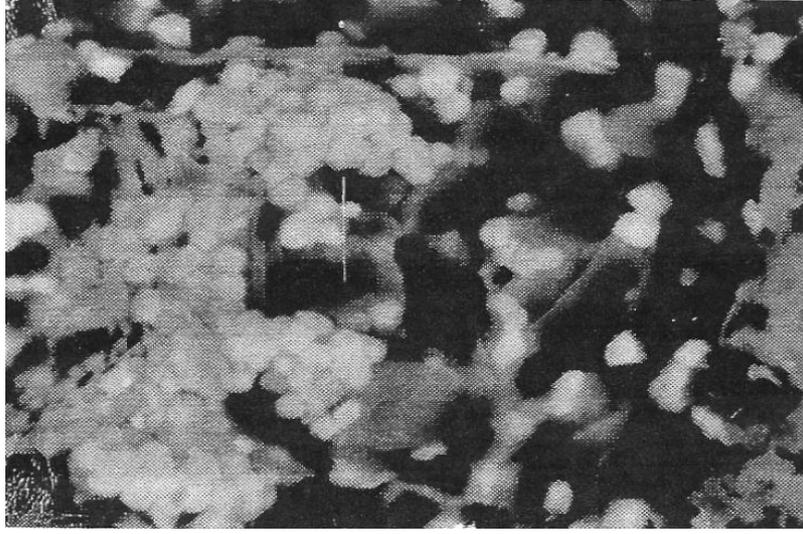
شكل 6 التركيب النسيجي للعينة B<sub>2</sub> في المجموعة (III) : (a) نمش كيميائي يوضح حبيبات منشورية من أكسيد الزنك وطور عني بالسيريوم (X=5000) ، (b) نمش كيميائي للعينة B<sub>2</sub> يوضح ترابط حبيبات أكسيد الزنك معا وبينها حبيبات سيريوم (X=1000) ، (c) EDAX التحليل العنصري الخطي للشكل البيضاوي بالعينة يوضح انتشار الزنك والسيريوم والبزموت معا



(a)



(b)



(c)

شكل 7 يبين التركيب البلوري " النسيجي " ( SEM ) للعينة (B4) في المجموعة (III) : (a) نمش حراري للعينة (B4) يوضح طور زجاجي ، (b) نمش حراري للعينة (B4) يوضح الشكل البيضاوي الغني بالسيريوم (c) نمش حراري للعينة (B4) يوضح تراكم للشكل البيضاوي الغني بالسيريوم بين حبيبات أكسيد الزنك

كما ذكر العالمان كاراكس ولي (karakas and lee) [7] في تقريريهما أن تليد أكسيد الزنك "ZnO" مع أكسيد الزيموث "Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub>" بكثافة عالية يتم الحصول عليه بعد زمن قصير حوالي 1/2 ساعة عند درجات حرارة منخفضة (1150°C) ويعوق النمو الحبيبي وينتج عنه حبيبات ناعمة (3 μm) .

وتشير نتائج توزيع حجم حبيبات أكسيد الزنك ZnO المحمص (المكلسن) بعد معالجتها إلى أن تلك المادة ذات انتظام في الحجم بدرجات متفاوتة، فحوالي 90% تكون اقل من (2 μm) ، وعند إجراء عمليات إضافة على أكسيد الزنك ZnO لوحظ أن متوسط حجم الحبيبة لأكسيد الزنك ZnO يكون في المدى (2 - 15) μm ، فإضافة (0.05 - 0.4) % مول من أكسيد السيريوم "Ce<sub>2</sub>O<sub>3</sub>" كما أن إضافة 0.5% مول من أكسيد الزيموث ، تجعل الأجسام الناتجة محببة ذات أحجام في حدود (5 - 2.5) μm ، وهذا يشير إلى أن أي إضافة تؤدي إلى تقليل نمو حجم

الحبيبات المختلفة لأكسيد الزنك "ZnO" للأجسام السيراميكية المنتجة .

وبدراسة اثر اكسيد السيريوم علي عينات المجموعة الثالثة (III) المحتوية على أكسيدي الزنك "ZnO" والسيريوم "Ce<sub>6</sub>O<sub>11</sub>" و 0.5% مول من أكسيد البزموت "Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub>" تبين تناقص القدرة علي امتصاص الماء بزيادة أكسيد السيريوم "Ce<sub>6</sub>O<sub>11</sub>" وكانت اقل امتصاصية (0.34%) في العينة المحتوية على أكسيد الزنك "ZnO" و 0.1% مول من أكسيد السيريوم "Ce<sub>6</sub>O<sub>11</sub>" و 0.5% مول أكسيد البزموت "Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub>" ، وهذا ناتج عن وجود الطور الزجاجي في العينة مما يسهل عملية الحرق والحصول على سطوح ذرية ناعمة وهذا هو شرط ظهور علاقة غير خطية بين الجهد و التيار في مثل هذه الأجسام .

ذكر العالمان هان وكيم (Han and Kim) [9] في تقريرهما أنه يمكن تكون مسام ذات حجوم صغيرة بعد عملية الحرق للطور السائل حيث يتم هناك إزاحة محدودة d.Spacing لأكسيد الزنك في منحنيات التحليل بالأشعة السينية (XRD) للعينات مختلفة الإضافات من أكسيد السيريوم (Ce<sub>6</sub>O<sub>11</sub>) ، قيمة الإزاحة المسجلة لا تزيد عن 0.03 – 0.04) A° قد أمكن تحديده بدقة في العينة المحتوية على أكسيد الزنك ZnO 0.4% مول من أكسيد السيريوم (Ce<sub>6</sub>O<sub>11</sub>) و سجلت نفس الإزاحة في العينة المحتوية على أكسيد الزنك

ZnO و 0.4% مول من أكسيد السيريوم "Ce<sub>6</sub>O<sub>11</sub>" الكوبلت "CoO" والكروم الثلاثي "Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>" وأيضا في العينة المحتوية على أكسيد الزنك "ZnO" و 0.4% مول من أكسيد السيريوم "Ce<sub>6</sub>O<sub>11</sub>" و 0.5% مول من أكسيد البزموت "Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub>" على التوالي . وهذه الإزاحة تكون واضحة من خلال تحليل EDAX للعينة المحتوية على أكسيد الزنك "ZnO" و 0.4% مول أكسيد السيريوم "Ce<sub>6</sub>O<sub>11</sub>" حيث وجد السيريوم "Ce" في حبيبات أكسيد الزنك "ZnO" نفسها .

ويتراكم الطور السائل الغني بالسيريوم "Ce" عند النقطة الثلاثية بين الحبيبات وهذا يعني أن إذابة أكسيد السيريوم "Ce<sub>6</sub>O<sub>11</sub>" في أكسيد الزنك "ZnO" تكون محدود ، حيث يدخل جزء من أكسيد السيريوم "Ce<sub>6</sub>O<sub>11</sub>" في النظام الشبكي البلوري لأكسيد الزنك "ZnO" ولكن عند إضافة نسبة عالية من أكسيد السيريوم "Ce<sub>6</sub>O<sub>11</sub>" في أكسيد الزنك "ZnO" ينتج طور سائل من الزنك "Zn" والسيريوم "Ce" . وهذا الطور السائل الغني بأكسيد السيريوم "Ce<sub>6</sub>O<sub>11</sub>" يكون عند حدود الحبيبة قبل تجمعها عند الأركان لأكسيد الزنك "ZnO" . ويساعد وجود البزموت "Bi" على ذوبان السيريوم "Ce" الذي يظهر في الطور السائل بين حبيبات أكسيد الزنك "ZnO" في التركيب

البلوري للأجسام السيراميكية متغيرات الجهد الفارستور (Varistors) . ومن نتائج هذه الدراسة أن إضافة أكسيد السيريوم "Ce<sub>6</sub>O<sub>11</sub>" يؤدي إلى ظهور بنية بلورية مجهرية ذات طورين أحدهما حبيبات أكسيد الزنك "ZnO" المتبلرة ذات الشكل السداسي التي تظهر بصورة جيدة تنمو في اتجاهات معينة وهي تتميز بمستوى رئيسي (001) والذي يبدو واضحة في صور التركيب النسيجي للميكروسكوب الإلكتروني الماسح "SEM" لأكسيد الزنك "ZnO" وأكسيد السيريوم "Ce<sub>6</sub>O<sub>11</sub>" المضاف ، الذي يتركز بشكل رئيسي عند الفواصل بين حبيبات الزنك آخذا إشكالا مشابهة للعقد الكروية والبيضاوية ، التحليل العنصري بواسطة EDAX لهذه البلورة البيضاوية يظهر أن المركبات الأساسية لها هي عبارة عن أكسيد الزنك "ZnO" مع أكسيد السيريوم "Ce<sub>6</sub>O<sub>11</sub>" . ويعتبر أكسيد البزموت "Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub>" من أهم الإضافات التي يتم استخدامها للحصول على أجسام سيراميكية متغيرة الجهد الفارستور (Varistors) ليس فقط لتحسين العلاقة الخطية بين التيار و الجهد ولكن أيضا لتسهيل عملية الحرق في وجود الطور السائل لهذه الأجسام وذلك لان

أكسيد البزموت "Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub>" ينصهر بسهولة عند درجة حرارة 825°C ، و بذلك يسهل عملية الحرق لأكسيد الزنك "ZnO" . ويعزز وجود أكسيد البزموت "Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub>" عملية النمو لحبيبات أكسيد الزنك "ZnO" خلال عملية الحرق ، لأن إضافة أكسيد البزموت "Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub>" للمخلوط (أكسيد الزنك + أكسيد السيريوم Ce<sub>6</sub>O<sub>11</sub>) يجعل حبيبات أكسيد الزنك "ZnO" تنتظم باتجاهات متوازية ، في وجود الشكل البيضاوي لأكسيد السيريوم والدقائق المنشورية التي تحدث لبلورات أكسيد الزنك "ZnO" . ويظهر التحليل العنصري بواسطة EDAX لهذه الدقائق أن المكونات الرئيسية لها هي السيريوم "Ce" والبزموت "Bi" معا مع أكسيد الزنك "ZnO" . ويلعب أكسيد السيريوم "Ce<sub>6</sub>O<sub>11</sub>" دورا مهما لتوليد سطوح بينية تكون مرتبطة ارتباطا كاملا بالية التوصيل الكهربائي . والجسم الناتج له تركيب بلوري مجهري ذو طورين هما حبيبات أكسيد الزنك "ZnO" وحبيبات أكسيد السيريوم "Ce<sub>6</sub>O<sub>11</sub>" والتي لها بنية بلورية سداسية . ويتكون أكسيد السيريوم "Ce<sub>2</sub>O<sub>3</sub>" خلال عملية الحرق متبوعا بتحرير الأكسجين "O<sub>2</sub>" طبقا للمعادلة الآتية :

$$\text{Ce}_6\text{O}_{11} \rightarrow 3\text{Ce}_2\text{O}_3 + \text{O}_2$$

## Microstructure study of Ce-doped – Ceramics containing Zinc and Cerium oxides

D.M. Ibrahim<sup>(1)</sup>Osama .A .Desouky<sup>(2)</sup>

### Abstract

Ceramics are finding increasing application in the world of electronics . These application range from surge arrestors (varistors) to postive temperature resistors to ceramic dielectrics and their application in microwave componets to magnetics ferrites to pyroelectric devices etc.

The microstructure of Ce-doped ZnO cermics , revealed the presence of a liquid phase between cermic and ZnO .An inter-granular phase rich in ceium is made from this liquid , occurs at grain corners . The addition of 0.25 mol% of each Co and Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> and / or 0.5 mol% Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub> participated and inceased the formation of this liquid phase as indicated by EDAX . Cerium was detected partly with in the ZnO grains and mainly in this intergraular phase together with ZnO alone and Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> and or Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub> .The liquid phase enhanced the preferential grain growth of the ZnO grains .

### المراجع

- Lim.Levinson , J.Appl.Phys., 3116, 1976.  
M.Abd ellatif. PhD. in physics, Faculty of science, cairo univ, 1995.  
K. Mukae, Ceramic Bulletin, 66 (9) 1329, 1997.  
J. Fan and R.Freer, 2<sup>nd</sup> ECRRS, 3, 5505, 1991.  
D.M. Ibrahim, F. Assabgy, and O.A. Desouky, 4<sup>th</sup> Euro ceramics, 5, 119, 1995.  
P. Perumal, H.K. Varma, K.G. Warriier and A.D. Damodaran, Br. Ceramics. Trans, 92, 35, 1993.  
Y. Karakasand W.E. Lee, Br. Ceramic. Trans, 93, 65, 1994.  
W.G. Morris, J. Am. Ceram. Soc., 56, 360, 1973.  
J. Han and D.Kim, Elseveer science limited, printed in great Britain, 765, 1998.

<sup>(1)</sup> Department of ceramics, National Research center DOKKI Giza Egypt.

<sup>(2)</sup> Department of chemistry, faculty of Science, Omar Elmokhtar universty, El-Bieda, Libya.

المختار للعلوم العدد الحادي عشر 2004م