

The Interaction Process for Magnesium Thin Films

Dr. Hasan Ali Ismail *

(Received 29 / 11 / 2021. Accepted 20 / 6 / 2022)

□ ABSTRACT

The interaction of Magnesium thin films with substrates of Aluminum leads to the formation of $Mg_2 Al$.

$Mg_2 Al$ form at temperatures of about $(100 - 250)^{\circ}C$ with an activation energy of 0.04 eV. Technique of film characterization include Rutherford Backscattering, X-ray diffraction.

Keywords: RBS: Rutherford Back Scattering Mg,Al: Thin films of Magnetism and Aluminum.

* Associate Professor- Faculty of Sciences- Tishreen University- Lattakia- Syria. hasanismail-i@yandex.com

أسلوب تفاعل أفلام المغنيزيوم الرقيقة

د. حسن علي اسماعيل*

(تاريخ الإيداع 29 / 11 / 2021. قُبِلَ للنشر في 20 / 6 / 2022)

□ ملخص □

إن تفاعل المغنيزيوم مع الأفلام الرقيقة التي تحتوي على المغنيزيوم يقود إلى تشكيل المركب $Mg_2 Al$. يتشكل المركب $Mg_2 Al$ بدرجات حرارة في المجال $(100-250)^{\circ}C$ مع طاقة تنشيط $0.04 eV$ إن التقنية المستخدمة لوصف هذه الأفلام هي طريقة الاستطارة الخلفية لرزرفورد، وحيود الأشعة السينية.

الكلمات المفتاحية: RBS : الاستطارة الخلفية لرزرفورد – الأفلام الرقيقة لعنصري المغنيزيوم والألمنيوم

* أستاذ مساعد - كلية العلوم - جامعة تشرين - اللاذقية - سورية. hasanismail-i@yandex.com

مقدمة:

يمكن اعتبار الاستطارة الخلفية للأيونات ذات الطاقة المتوسطة RBS من أفضل الطرق الغير هدامة من أجل تحديد مظهر التركيز.

تعتبر هذه الطريقة أكثر ملائمة لدراسة الأفلام الرقيقة والتي تبلغ سماكتها عدة أنغسترومات، لقد استخدمنا هذه الطريقة لدراسة الاستطارة الخلفية في حالة العينات المحضرة بطريقة E.C.S (تبخير الطبقة فوق طبقة أخرى). إن الآلية التي بوساطتها يتفاعل الألمنيوم مع المعادن الأخرى على شكل أفلام رقيقة هي على أهمية عالية في استخدامات الألمنيوم في مجال صناعة الدارات الناقلة [1-3] حيث أن الألمنيوم سيكون في حالة احتكاك مع المعادن الأخرى خلال عملية التخمية الحرارية.

تتضمن هذه المقالة نظام Mg/Al مستخدمين أفلام Mg/Al المتعددة البلورات والمعالجة حرارياً ضمن شروط معينة في الفراغ. إن آلية تفاعل المغنيزيوم مع الألمنيوم بهدف تشكيل أفلام رقيقة كانت هدفاً لعدة أبحاث [4-5].

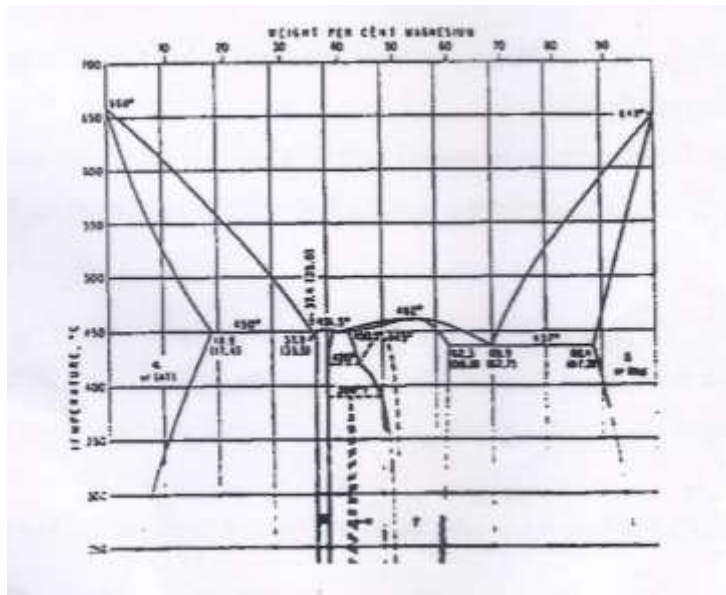
لقد استخدمت طريقة الاستطارة الخلفية لرزفورد للحصول على حالة التركيز في العمق بعد إجراء معالجة حرارية خلال زمن معين، وكذلك تحديد الطور Mg_2Al باستخدام تقنية X-ray ضمن درجات حرارة في المجال $(100-250)^{\circ}C$.

2. إجراءات تجريبية:

إن عمليات توضع الأفلام، التخمية الحرارية، RBS تمت جميعها في جو مفرغ من الهواء تحت ضغط 10 Torr⁻⁶ بالتالي ضمن هذه الشروط فإن إمكانية تأكسد الأفلام تتخفض بشكل كبير، ويبين الجدول (1) شروط التبخير للعنصرين المكونين للفيلم الرقيق من Al و Mg.

الجدول (1): شروط التبخير للعنصرين المكونين للفيلم الرقيق من Al و Mg

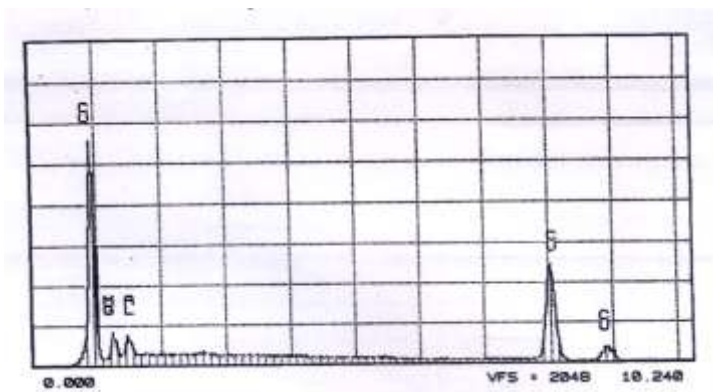
Element	Al	Mg
Z العدد الذري	13	12
$M \left(\frac{g}{mole} \right)$ الكتلة المولية	26.98	24.31
$\rho \left(\frac{g}{cm^3} \right)$ الكتلة الحجمية	27	1.7
$T_f (^{\circ}C)$ درجة انصهار المعدن	660	650
$P (mm Hg)$ الضغط المتبقي	10^{-6}	10^{-6}



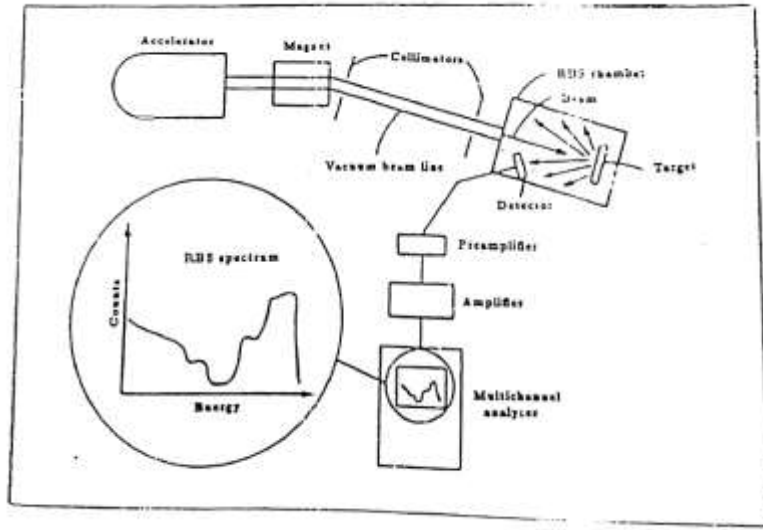
شكل (1): المخطط البياني المرحلي لـ Mg/Al

يمثل الشكل (1) المخطط البياني المرحلي لأفلام Mg/Al علماً أنه ليس من الضروري أن تكون مركبات الأفلام الرقيقة خاضعة للخطوط البيانية المرحلية.

وفي إطار التحقق من الطور (تشكيل المركب) استخدمت طريقة الأشعة السينية X-ray والذي يوضحه الشكل (2). [14-11] حيث حضرت العينات على شكل أفلام الألمنيوم ذات سماكة حوالي 2500 \AA متوضعة على المغنيزيوم بسماكة 1500 \AA بسرعة توضع $2 \text{ \AA} / \text{sec}$. ترسل على العينة حزمة من الأيونات $^4\text{He}^+$ ذات الطاقة 2MeV لقد تم استخدام برنامج خاص لتحليل خطوط RBS البيانية [15].



شكل (2): الطيف الناتج بواسطة التحليل الدقيق X-ray لأفلام Mg/Al المتوضعة على النحاس.



شكل (3) : يمثل صورة لجهاز الاختبار

حيث أن جهاز الاختبار يتكون من مسرع من نوع فان دوغراف وغرفة الكشف وهي عبارة عن حجرة اسطوانية ذات محور شاقولي والثابت عليها مقياس الزوايا والضغط المستخدم خلال عملية إجراء التجربة $2.10^{-6}/Torr$ والمرحلة الأخيرة هي مرحلة معالجة الإشارة التي يلتقطها الكاشف.

الشروط التي استخدمت عند إجراء هذه التجربة:

1 - حزمة من جزيئات ألفا ذات الطاقة $E_{\alpha} = 2Mev$.

2 - كثافة الحزمة $(30 - 40) nA - (2 - 2.5 \times 10^{11} \alpha/s)$.

3 - قطر البقعة الناتجة عن اصطدام الحزمة بالعينة $2 mm$.

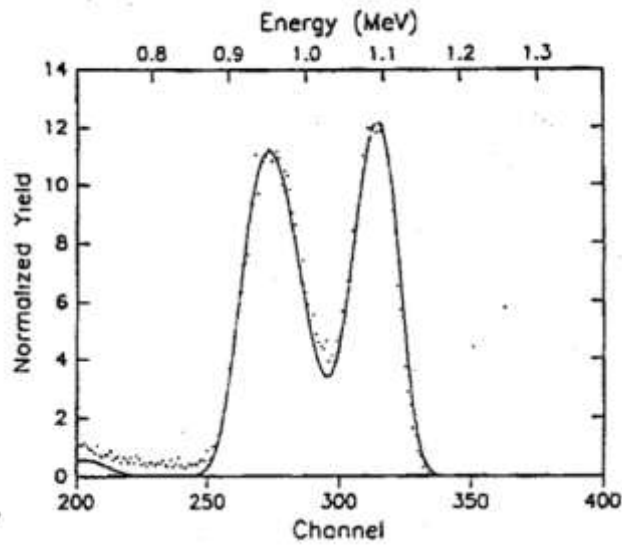
4 - الشحنة $40 \mu c$.

5 - الزاوية الصلبة $0.5 mSr$.

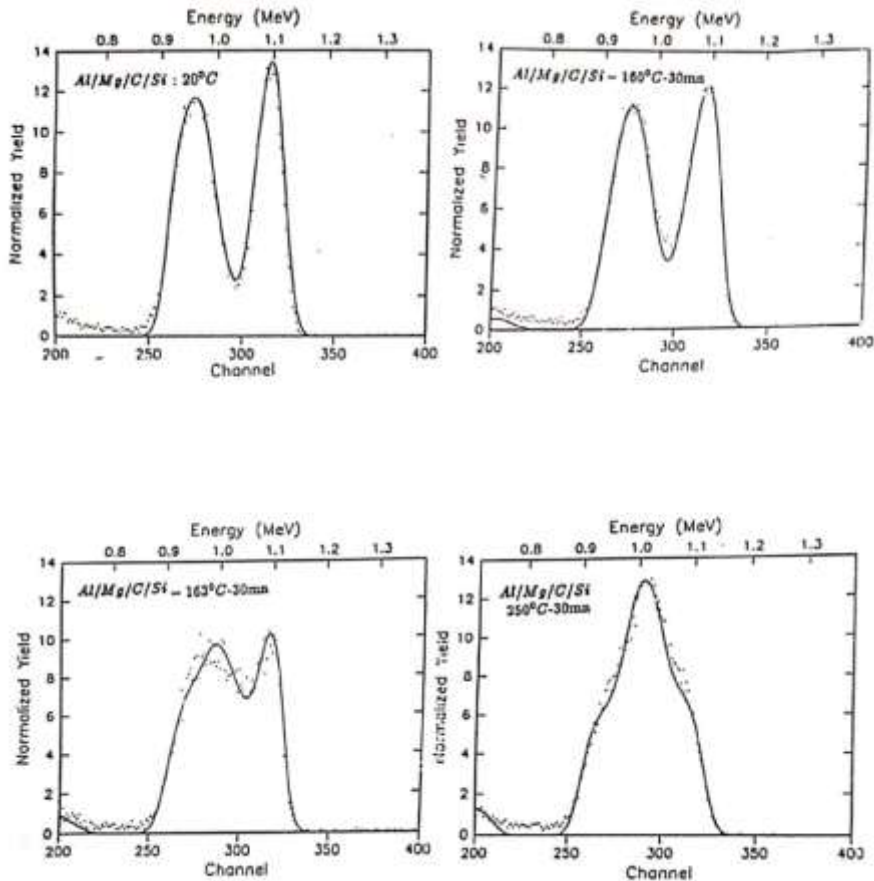
حيث يمثل الشكل (3) صورة الجهاز المستخدم في عملية الاختبار ضمن الشروط المذكورة أعلاه.

النتائج والمناقشة:

تمت دراسة التفاعلات الخاصة ما بين السطحين للفيلم Mg/Al لحظة التحمية بطريقة الاستطارة الخلفية لرزرفورد، حيث خضعت هذه العينات لسلسلة من درجات الحرارة المختلفة في المجال $(100 - 250)^{\circ}C$. يوضح الشكل (4) الخط البياني RBS لعينة Mg/Al بدرجة حرارة الغرفة، حيث تميزت بسرعة تداخل حبيبات المغنيزيوم والألمنيوم فيما بينها ليتم تشكيل المركب Mg/Al .



شكل (4): الخط البياني RBS لعينة Mg/Al بدرجة حرارة الغرفة



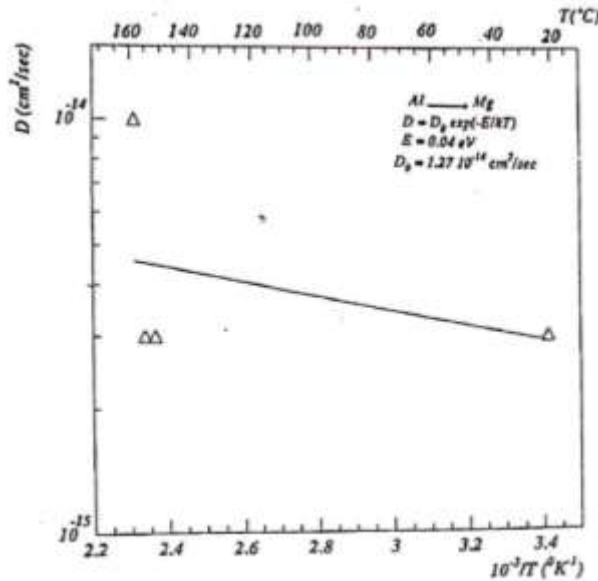
الشكل (5) أطراف RBS لأفلام Mg/Al من أجل درجات حرارة تحميه مختلفة مشمولة بين درجة الحرارة العادية و $T = 150^{\circ}C$

يبين الشكل (5) الخطوط البيانية بالنسبة للعينات Mg,Al محماة بدرجات حرارة مختلفة لمدة 30 دقيقة والنتائج ممثلة بالجدول (3) والذي يشير إلى عمق السطح البيني ومعامل الانتشار الحاصلة بتابعة درجة الحرارة كما نرى بدءاً من درجة الحرارة $T = 163^{\circ}C$ يوجد هناك تشكيل أفلام Mg/Al .

جدول (2): دراسة السطح البيني لأفلام Mg/Al بتابعة درجة حرارة التخمية

$T(^{\circ}C)$	$D(cm^2.s^{-1})$	Profondeur $L(\text{\AA})$
20	$0.3 E - 14$	1000
150	$0.3 E - 14$	1000
155	$0.3 E - 14$	1000
160	$0.1 E - 13$	1300

إن تحليل الخطوط البيانية الممثلة بالشكل (5) تقود إلى قيم معامل الانتشار الموجودة في الجدول (2) حتى درجة الحرارة $T = 160^{\circ}C$ كما يوضحه الشكل (6) لدينا طبقة من الألمنيوم على السطح وبعد تلك الطبقة مباشرة لدينا بدءاً من درجة الحرارة $T = 186^{\circ}C$ سبيكة من Mg/Al غنية بالأكسجين كما يوضحه الشكل (6)



شكل (6): رسم أرينوس لانتشار الألمنيوم ضمن المغنيزيوم

إن تحليل الخطوط البيانية الممثلة على الشكل (5) تقود إلى قيم معامل الانتشار الموجودة في الجدول (3) نرى إن عمق السطح البيني يتطور من: $L = 1000 \text{\AA}$ بدرجة حرارة $T = 20^{\circ}C$ إلى $L = 1300 \text{\AA}$ بدرجة حرارة $T = 160^{\circ}C$

الجدول (3): معامل الانتشار وعمق السطح البيني لأفلام Mg/Al

$T(^{\circ}C)$	$D(cm^2.s^{-1})$	Profondeur de l'interface $L(A)$	Compose
20	$0.3 E - 14$	1000	$Al_{1.0}$
150	$0.3 E - 14$	1000	$Al_{1.0}$
155	$0.3 E - 14$	1300	$Al_{1.0}$
160	$0.1 E - 13$	-	$Al_{1.0}$
163	-	-	$Al_{0.70}Mg_{0.20}O_{0.10}$
172	-	-	$Al_{0.50}Mg_{0.50}$
186	-	-	$Al_{0.40}Mg_{0.20}O_{0.40}$
250	-	-	$Al_{0.40}Mg_{0.20}O_{0.40}$
450	-	-	$Al_{0.40}Mg_{0.20}O_{0.40}$

الاستنتاجات والتوصيات:

إن النتائج التجريبية تظهر إن خلائط Mg/Al على شكل أفلام رقيقة تتفاعل مع بعضها ابتداء من درجة حرارة $150^{\circ}C$. عند دراسة أفلام Mg/Al نجد إن المركب المتشكل مطابق للخط البياني للأطوار، فهناك مركبات خارج التوازن تتشكل عند تحضير الأفلام، لكن تتلاشى بشكل عام بعد معالجة حرارية معتدلة. نلاحظ أنه عندما تصل المعالجة الحرارية إلى درجة قريبة من درجة انصهار العناصر المكونة للفيلم أنه يوجد هناك تبخيراً نوعياً وتشكيل مركب غني بالمغنيزيوم (مركب Mg/Al).

References:

- [1] PIERAUX. S.T, JPN. J, Appl. Suppl. 2, 657 (1974).
- [2] WEAVER. C, and BROWN, L.C., Philos. Mag. 17, 881 (1968).
- [3] WESTMORELAND. J. E, and WEISENBERGER, W. H. Thin Solid Films 19, 349 (1973).
- [4] HANSEN. PHIL, Constitution of Binary Alloys, 1958.
- [5] EISENREICH. H. 7, 1953, 1003-1006.
- [6] DOOLITTLE. L. R, Nucl. Instrum. Meth. B 9, 344 (1985).
- [7] MURRAY. J. L, The Al-Mg (Aluminium – Magnesium) system. BULL. Alloy Phase.
- [8] MURRAY. J. L, BULL. Alloy Phase. Diagram, 7(3) 1986.
- [9] MURRAY. J. L, BULL. Alloy Phase. Diagrams, Vol. 1, MASSALLKI(ed). T. B, ASM, Metals Park, OH, (1986) 173.
- [10] MURRAY. J. L, Metall. Trans, A 19A (1988) 243-247.
- [11] ADLER. I, X-ray emission spectrography in geology. Elsevier co, New-York, 1966.
- [12] BERTIN. E. P, Principles and Practice of X-ray Spectrometrie. Plenum Press. New-York 1973.
- [13] BUNSHAH. R. F, (ed) Moderne analytical techniques for metals and alloys. Willey & Sons, New-York, 19970.
- [14] TERTIAN. R, Principales of quantitative X-ray fluorescence analysis. Heyden Sons, 1982.
- [15] DOOLITTLE L. R, Nuc, Instrum. Methode B, 9 (1985) 344.