دراسة ميكانيكية انتقال ذرات المعادن المتبخرة بطريقة الرذاذ الكاثودي الممغنط

فارس صالح عطاالله

قسم علوم الفيزياء ، كلية العلوم ، جامعة تكريت، تكريت ، العراق

(تاريخ الاستلام: 4 / 4 / 2012 ---- تاريخ القبول: 22 / 4 /2013)

الملخص

تم دراسة ميكانيكية انتقال الذرات المتبخرة لمعدن الألمنيوم (وفق تقنية الأغشية الرقيقة للمعادن) باستخدام طريقة طريقة تبخير المعدن بالرذاذ الكاثودي الممغنط . والذي قادنا الى تكنيك حساب سرعة ترسيب ذرات المعدن المتبخرة وان النتائج التي حصلنا عليها في هذا البحث توضح بان سرعة الترسيب تعتمد على عوامل كثيرة إثناء التبخير والترسيب منها القدرة الكهربائية المستخدمة في التبخير، المسافة بين مصدر التبخير وطبقة الأساس التي يتم الترسيب عليها ، وعلى ضغط الغاز المستخدم وان هذه النتائج تبين ان سرعة الترسيب تعتمد بشكل واضح على هذه العوامل أي تزداد كلما زادت القدرة وتقل كلما زادت المسافة بين مصدر التبخير وطبقة الأساس وتقل أيضا" كلما زاد ضغط الغاز المستخدم وذلك بسبب زيادة التصادمات بين ذرات المعدن المتبخرة وذرات الغاز .

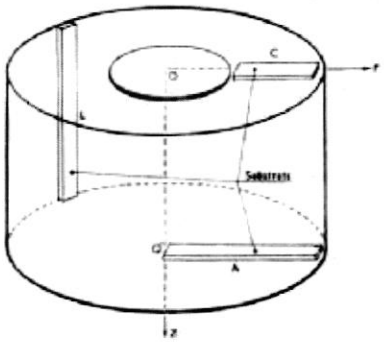
المقدمة

أن تقنية الأغشية الرقيقة للمعادن تعتمد على عوامل كثيرة اثناء تبخير وترسيب ذرات هذه المعادن المستخدمة في تصنيع الاغشية الرقيقة. منها ضغط الغاز، سرعة التبخير، المسافة بين مصدر تبخير المعدن ونقطة الترسيب [3-1]. وان تصنيع الاغشية الرقيقة التي يتم الحصول عليها من خلال ترسيب ذرات المعادن المتبخرة في الفراغ، يدخل في عدة اصناف وذلك تبعاً لنو ع التبخير الفراغي المستخدم والذي يسهل الحصول علي هذه الأغشية الرقيقة وبتماسك جيد للذرات المترسبة (متانة في الاغشية الرقيقة) .ومن أهم أصناف التبخير للمعادن هي: التبخير بتأثير جول Joule effect [4,5] وبواسطة القذف الالكتروني (Electric bombardement) [6]، وبطر يقة الترددات العالية (High frequency method) [7]، وبواسطة القوس الكهربائي (Electrical arc) [8]، وباستخدام اشعة الليزر ذو الطاقة العالية (High power laser beam) [9] ، او بطريقة الرذاذ الكاثودي الممغنط (Cathodic Magnetic Sputtering) [10] . والتبخير الفراغي (Vacuum vaporation) [11] والرذاذ (Sputtering) [12] والترسيب الكهربائي (Electrodeposition) [13].

طريقة العمل

نظراً لأهمية تقنية التبخر الحراري الفراغي للمعادن بطريقة الرذاذ الكاثودي الممغنط ، والتي تم تنفيذها بواسطة منظومة جهاز بلزرز (Balzers coating system) والموضح في الشكل رقم (1) في معرفة الكثير من الظواهر والعوامل التي لها تأثير على ميكانيكية انتقال الذرات المعدنية المتبخرة داخل حجرة التبخير ، وعلى خواص الاغشية الرقيقة للذرات المترسبة . ان هذه التقنية تساعد في زيادة مسار الالكترون داخل حجرة التبخير من خلال تراكب مجال مغناطيسي عمودي على مجال كهربائي، من اجل زيادة فاعلية الرذاذ الكاثودي [10] . لذلك استخدمت هذه الطريقة في عملنا هذا للحصول على الأغشية الرقيقة . ان هذه التقنية تعتمد على عوامل لها تأثير على ترسيب الذرات المعدنية المتبخرة ، كضغط الغاز المستخدم والقدرة الكهربائية والمسافة بين مصدر التبخير وطبقة الاساس التي يتم ترسيب الاغشية الرقيقة عليها [14,15]،و ان لهذه التقنية تأثير على ميكانيكية انتقال ذرات المعدن المتبخرة . ان هذه العوامل ساعدت على حساب سرعة ترسيب ذرات الالمنيوم المتبخرة (V_d) . من اجل معرفة ودراسة العوامل المؤثرة على توزيع ذرات المعدن المترسبة والمتبخرة بطريقة الرذاذ الكاثودي الممغنط استخدم معدن الالمنيوم (Al)، و اعتمدت في تحضير الاغشية الرقيقة العوامل المتغيرة التالية :

1. الخواص الكهربائية في التفريغ الكهربائي (جهد، تيار، قدرة) .
2. ضغط غازالار كون المستخدم في التفريغ الكهربائي .
3. المسافة الفاصلة بين مصدر التبخير وطبقة الاساس التي تترسب عليها الذرات المتبخرة .



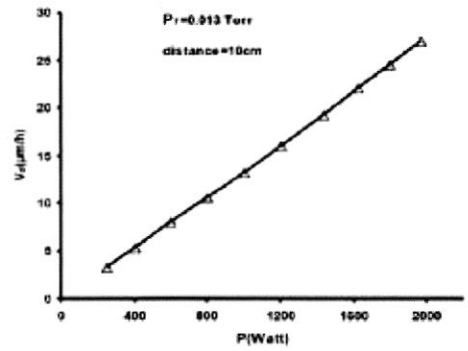
شكل (1) حجرة التبخير الفراغي

النتائج العملية والاستنتاجات

تأثير القدر ة الكهربائية على سرعة الترسيب

يوضح الشكل (2)تأثير القدرة الكهربائية (P_w) على سرعة الترسيب (V_d)، وتبين ان العلاقة خطية.و ان سرعة الترسيب تم قياسها من حاصل قسمة سمك الطبقة المترسبة المقابلة لمصدر التبخير (الهدف) على زمن التبخير، وعند النقطة (O') أسفل قاعدة حجرة التبخير (A). ولقيم القدرة الكهربائية التالية: Watt(000 -200)، نلاحظ ان العلاقة بينهما علاقة خطية، وان هذه العلاقة هي نفسها مهما تغيرت نقطة القياس المعتبرة. لكن ثابت التناسب لايكون نفسه في كل نقطة لان سرعة الترسيب تتغير حسب نقطة القياس من نقطة لأخرى.

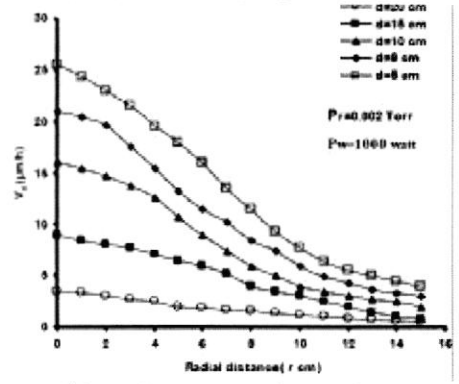
ISSN:1813 – 1662



شكل(2) العلاقة بين سرعة الترسيب عند النقطة (Ó) ولقيم قدرة كهربائية مختلفة

تأثير المسافة العمودية على سرعة الترسيب

ان دراسة تأثير المسافة العمودية على سرعة الترسيب بثبوت ضغط الغاز والقدرة الكهربائية موضحة في الشكل رقم (3). نلاحظ من الشكل انه كلما ازدادت المسافة بين مصدر التبخير وطبقة الأساس في أسفل حجرة التبخير (A) تقل سرعة التبخير وذلك بسبب زيادة عدد التصادمات الحاصلة بين ذرات المعدن المتبخرة مع ذرات الغاز داخل حجرة التبخير مما يؤدي إلى انحراف الذرات عن مسارها الأصلي وتكون احتمالية سقوطها على جدران حجرة التبخير أوفر حظا.



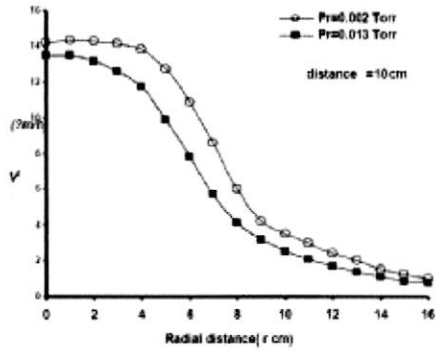
شكل(3) العلاقة بين سرعة الترسيب والمسافة القطرية أسفل حجرة التبخير(A) ولمسافات عمودية مختلفة

تأثير ضغط الغاز على سرعة الترسيب

يوضح الشكل رقم (4) تأثير الضغط (Pr) على سرعة الترسيب (Vd) ومن العلاقة البيانية المبينة في الشكل بين سرعة الترسيب لمعدن للألمنيوم (Al) على المحور العمودي والمسافة القطرية على المحور الافقي (cm) ولضغوط غازية مختلفة Torr .002 و 0.013 Torr ، حيث نستطيع ملاحظة ما يأتي :

1. كلما زاد ضغط الغاز المستخدم قلت سرعة الترسيب .

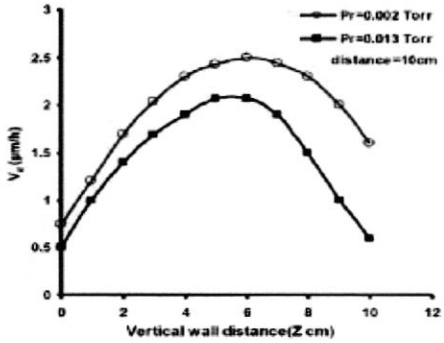
2.ان سرعة الترسيب في نقطة ما تعتمد قليلاً على الضغط داخل مجال الدراسة .



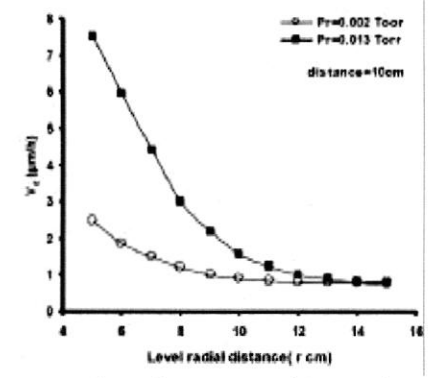
شكل(4)العلاقة بين سرعة الترسيب و المسافة القطرية أسفل حجرة التبخير(A) لضغط غاز مختلف

الشكل(5) يوضح العلاقة بين سرعة الترسيب (V_d) المقاسة على جدار حجرة التبخير مع المسافة العمودية(zcm). يتضح من هذه العلاقة البيانية ان سرعة الترسيب وتصبح أعظم سرعة عند المسافة 6cm ثم تبدأ بالانخفاض وكذلك نلاحظ ان سرعة الترسيب تنخفض مع زيادة ضغط الغاز الشكل(6) .

يوضح العلاقة بين سرعة الترسيب (V_d) مع المسافة القطرية (rcm) قرب مصدر التبخير. يتضح من هذه العلاقة البيانية إن سرعة الترسيب لها أعظم قيمة قرب مصدر التبخير ثم تنخفض كلما ابتعدنا عند المصدر باتجاه جدار حجرة التبخير وكذلك تنخفض مع زيادة ضغط الغاز.



شكل (5) العلاقة بين سرعة الترسيب والمسافة العمودية على جدار حجرة التبخير(L) ولغط غاز مختلف



شكل (6) العلاقة بين سر عة الترسيب والمسافة القطرية قرب مصدر التبخير (C) ولغط غاز مختلف

المصادر

1. R.B.PRESENT,KINTIC THEORY OF GASES, Mc Graw-HILL, NEWYORK, 1958. W.D. WESTWOOD. J.VAC.SCI.TECHNOL.,15,1(1978).
2. DR.WAGAH F., Dr.Faris. , Study of Aluminium thin films properties under different thermal vacuum deposition parameters . AL- Rafidain engineering .vol.3,No.2, year 1995 , pp . 38-51.
3. P.Sommeramp, Le vide, LES COUCHES MINCES, 83,No. 219 (1983) , PP517-526.
4. E.B. GRABER ,J. VAC, 3CI, TECHNOL.,8,N 1,(1980) ,PP333-337.
5. FARIS S.ATALLAH,TIKRIT JOURNAL OF PURE SCIENCE,16.3,2011,172-178.
6. T. SPALVINS, RESEARCH/DEVELOPMENT, OCT, 1976,PP45-48.
7. P.HATO,P.COLLIGONO,SITS 85, AVRIL 1985, PP161-168. SEPIC 17 , RUE D UZES, 75000 PARIS
8. A.DAKHSAKHALYAN,A.BITYURIN,S.V.GAPO NOV, A.A. GUDKOV, V. I LUCHIN, SOVPHYS. TECH. PHYS. , 27 ,NO 8 (1982), PP969-973.
9. J.L.mVOSSEN ,J.J. CUOMO, THIN FILMS PROCESSES (ACADMEIC PRESS, N. Y. LONDON 1978) . P12 H.J BHATT, APPL . PHYS LETT. , 19 (2) (1971) 30.
10. R.J MURRY AND P.D WHITE, ELECTRORICS , 54 (18) . (1981) , 120.
11. Mahmoud S.A, Ibrahim A.A., Ismail Raid. A., (2000).J.Thin Solid Films, 372, 144 .
12. Morris G. C., Tottszer A. , Das S. K. (1991) . J.Mater. Forum ,15, 164–170.
13. Ashour H., El Akkad F., (2001). J.Phys. Status Solidi (a), 184 ,17.
14. H.J BHATT,APPL. PHYS LETT., 19(2) (1971) 30.
15. R.J MURRY AND P.D WHITE, ELECTRORICS , 54 (18) . (1981) , 120.

Study of the Mechanism of the evaporated metal atoms transition by cathodic magnetron sputtering

Faris S. Atallah

Physics department , College of science, University of Tikrit ,Tikrit ,Iraq

(Received: 4 / 4 / 2012 ---- Accepted: 22 / 4 / 2013)

Abstract

The study transition of aluminum evaporated atoms has been performed by using cathodic magnetron sputtering, which enabled us to calculate the deposition rate of evaporated aluminum atoms . The result shows that the deposition rate depends on many parameters, such as electrical power, the distance between the target and substrate and on the gas pressure inside the preparation chamber . This results show clearly that the deposition rate increases with the increasing of the electrical power and decreases with the increasing of the distance between the target and the substrate ,it also show that the deposition rate decreases with the increasing of the gas pressure due to the increasing of the number of collisions between atoms of the evaporated metal atoms and the gas atoms .