ISSN: 1991-8941

دراسة بعض الخصائص الميكانيكية لاغشية النحاس المرسبة على قواعد سيراميكية .

حاتم عبد الرزاق طه
جامعة بغداد / كلية التربية ابن الهيثم

تاريخ الاستلام: ٢٠١٠/١٠/١٣ تاريخ القبول: ٢٠١١/٤/١٨

الخلاصة

تم ترسيب غشاء النحاس على قطع سيراميكية وبظروف ترسيب مختلفة باستعمال طريقـة الترسيب الفيزيائي (physical vapor deposition) بوجود وسط من البلازما (تقنية الطلاء الايوني).(ion plating) يقدم بحثنا الحالي نتائج عن تغيربعض الخصائص الميكانيكية لاغشية النحاس المرسبة على القواعد السيراميكية كدالة لتغير ظروف الترسيب . تم دراسة تاثيرزيادة فولتية الترسيب وطبيعة السطح والتلدين على قوة التلاصق والصلادة والتي بينت زيادة قوة التلاصق والصلادة الدقيقة بزيادة الفولتية المسلطة وان النماذج الملدنة اعطت قوةتلاصق وصلادة اعلى من تلك غير الملدنة. بينت دراسة طبيعة السطح باستعمال جهاز (SEM) ان السطح الصقيل اعطى انتظام وتداخل جيدين للغشاء مع القاعدة السيراميكية .

كلمات مفتاحيه : الخصائص الميكانيكية ،اغشية النحاس ، قواعد سيراميكية .

المقدمة

ان من الخصائص المهمة والفعالة لتقنية الطلاء الايوني هو قدرتها على انتاج قوة التصاق عالية بين الغشاء المرسب والقاعدة وان الغشاء المرسب يتمتع بدرجة عالية من الانتظام والصلادة الجيدة والناتجة عن عملية القصف الايوني للمادة المترسبة على القاعدة السيراميكية وعلى طبقات الغشاء نفسه.[١] ولتحقيق هذه النتيجة يجب مراعاة عدة امور منها :-تسخين سطح القاعدة نتيجة عملية القصف بالايونات ذات الطاقة الحركية العالية .نظافة سطح القاعدة المرسب عليها والتي تنتج عن عملية الترذيذ بفعل البلازما المتولدة ونمو طبقة التداخل بين الغشاء والقاعدة تدريجياً بفعل الامتزاج الايوني الناتج عن عملية الانتشار والزرع الايوني .

على هذا الاساس يمكن تعريف قوة الالتصاق على انها مقدار الشغل اللازم لفصل طبقة الطلاء عن القاعدة الاساس .[٢]

ان لقوة الالتصاق العالية بين المعدن والسيراميك تطبيقات كثيرة نذكر منها :-الطلاء الخاص بالحماية للعديد من السبائك والمعادن.التطبيقات التي تحتاج الى عملية عزل حراري وكهربائي عالي .طلاء حافات القطع بالمواد الصلبة مثل بعض المناشير الخاصة .الطلاء للاغراض الجمالية والديكور .

ويمكن تعريف الصلادة الدقيقة على انها مقاومة الغشاءالرقيق للتشوهات الموضعية الناتجة عن تاثير اداة غرزعليه بفعل حمل معين مسلط عليه ولفترة زمنية محددة .[٦,3]

تعتمد الصلادة على بنية الغشاء المرسب وتركيبه الكيميائي وخواص السطح البيني بينه وبين القاعدة المرسب عليها . بالاضافة الى تاثير وجود شوائب مترسبة مع الغشاء ويمكن قياس الصلادة بتطبيق العلاقة الاتية .[٦]

$$H.V = 1854.4\ P/d2 \quad \ldots\ldots\ldots(1)$$

P : الحمل المسلط .

d : قطر الاثر المتولد بفعل اداة الغرز.

الجانب العملي

تم في هذا البحث استخدام منظومة الطلاء الايوني حيث توضع المادة المراد تبخيرها في حويض يربط الى اقطاب كهربائية لغرض امرار التيار الكهربائي اثناء عملية التبخير ، اما القواعد السيراميكية فتوضع على حامل القواعد

فوق مستوى الحويض وعلى ارتفاع (١٥ سم) . استعملت في هذا البحث قواعد من (Al_2O_3) وبابعاد cm(1×2×2) .

تفرغ الحاوية الى حدود ضغط (10-4 torr) ثم يتم ادخال غاز الاركون النقي عن طريق صمام وذلك للحصول على الضغط اللازم لاجراء تفريغ التوهج وتوليد البلازما باستخدام جهد عالي (4 KV – 1.5) . ومن ثم يتم تسخين حويض التبخير عن طريق امرار تيار كهربائي مما يؤدي الى انصهار النحاس وبالتالي تبخيره وترسيبه على القواعد السيراميكة . تم اعتمادالنماذج ذات السمك (500Ao).

لغرض قياس قوة التلاصق بين غشاء النحاس والقاعدة السيراميكية تم استخدام جهاز (sepastian 1) وذلك عن طريق لصق مسمار معدني على الغشاء ثم يتم ادخال هذا المسمار في الجهاز ويبدأ الجهاز تسليط قوة سحب لحين فصل طبقة من الغشاء عن القاعدة السيراميكية وتسجيل مقدار القوة المسلطة .

اما لقياس الصلادة الدقيقة فقد تم استخدام مجهر ضوئي من نوع (MeF2) Microscope Universal (Research) وهذا الجهاز له القدرة على قياس الصلادة للاغشية والسبائك والجسيمات الصغيرة المختلفة وبدقة عالية حيث تم تسليط حمل قدره (10 gm) لمدة (15 sec) على سطح الغشاء الرقيق . . ولاجل دراسة طبيعة الغشاء المرسب اجريت الفحوصات باستعمال الماسح الالكتروني الضوئي (SEM).

تم تلدين النماذج المحضرة بعد عملية الترسيب الى درجة حرارة ٢٥٠ C0 باستخدام فرن حراري مفرغ من الهواء وذلك لتجنب تاكسد غشاء النحاس ولفترة زمنية ٢٠ دقيقة. ان القياسات اعلاه تمت في قسم المواد في الجامعة التكنولوجية.

النتائج والمناقشة

1– دراسة قوة التلاصق

تم دراسة قوة التلاصق بين النحاس والسيراميك عند تغير الفولتية من (4 KV – 1.5) . للسطح الصقيل يبين الشكل (1) زيادة قوة التلاصق بزيادة الفولتية المسلطة وهذا نتيجة زيادة طاقة الايونات التي تضرب سطح السيراميكة مما يؤدي الى زيادة معدل انتشار ذرات النحاس بين ذرات السيراميك وتكوين روابط قوية فيمابينها[٥]، وكذلك حدوث عملية مشابهة لعملية الزرع الايوني مما يؤدي الى توليد طبقة متداخلة من ذرات النحاس والسيراميك.[٤]

اما النماذج الملدنة فقد ازدادت قوة التلاصق لها بشكل ملحوظ وذلك بسبب زيادة تماسك ذرات النحاس مع بعضها بفعل درجة الحرارة وزيادة التلاصق بين غشاء النحاس الرقيق والقاعدة كذلك بسبب زيادة عمق التداخل بين الغشاءوالقاعدة .

2 – دراسة تغير قوة التلاصق مع طبيعة السطح

لأجل دراسة قوة التلاصق مع طبيعة السطح تم تخديش سطح السيراميكة وترسيب النحاس عليها وبنفس ظروف الترسيب للسطح الصقيل . والشكل (٢)يبين ان القطع ذات السطح الصقيل تمتلك قوة تلاصق اعلى من القطع ذات السطح الخشن ويعود السبب في ذلك الى ان السطح الصقيل لايحتوي على حافات وتجاويف تؤثر سلباً على قوة التلاصق حيث انها تمنع انتظام الغشاء المرسب وبالتالي ضعف قوة التلاصق.[5,8] كذلك يمكن ملاحظة التاثير الايجابي للتلدين بزيادة قوة التلاصق وكما تم الاشارة اليه بالنسبة للسطح الصقيل.

ويبين الجدول (1) مقارنة لقوة التلاصق لبعض النماذج التي تم تحضيرها.

3 – دراسة الصلادة الدقيقة

قيست صلادة الغشاء الرقيق المرسب كدالة لتغير الفولتية المطبقة وللسطح الصقيل فقط وذلك بسبب ضعف قيم الصلادة للسطح الخشن بشكل كبير حيث ان الغشاءقد اتلف وظهرت عليه التشققات عند تسليط الحمل مباشرةً والشكل(3) يبين تغير الصلادة الدقيقة بتغير الفولتية المطبقة والتي اوضحت ان صلادة الغشاء الرقيق قد ازدادت بزيادة الفولتية المطبقة وذلك بسبب النمو المتجانس للغشاء الرقيق مما ادى الى ترتيب ذرات المادة المترسبة فيما بينها بالاضافة الى زيادة طاقة الايونات التي تضرب سطح السيراميكة مما تودي الى حدوث عملية تداخل لطبقات الغشاء الرقيق .[٧]

يلاحظ من النتائج ان صلادة الغشاء الرقيق قد ازدادت بعد عملية التلدين ويعود السبب في ذلك الى زيادة تماسك ذرات الغشاء الرقيق وحصول انتظام اعلى للذرات بفعل اعادة ترتيب هذه الذرات الشكل (٦) .[٩]

٤ – دراسة طبيعةالسطح

تم دراسة طبيعة سطح الاغشية المرسبة قبل وبعد عملية تخديش القواعد السيراميكية ويبين الشكل(4 a&b) صور للسطحين بعد الترسيب والتي تبين ان الغشاء ذو السطح الصقيل يتمتع بدرجة عالية من الانتظام وعدم وجود تجاويف او حفر الشكل(a) في حين ان الغشاء ذو السطح الخشن قد احتوى على حفر وتجاويف مما يؤثر على انتظام الغشاء وبالتالي عدم ترابط ذرات المادة المترسبة بشكل صحيح الشكل(b). كما يبين الشكل (5 a&B) نماذج التداخل بين الاغشية المرسبة والقواعد السيراميكية . يمكن ملاحظة ان الغشاء المرسب على السطح الصقيل يتمتع بانتظام جيد وحدوث ترابط متجانس على طول الخط الفاصل بين الغشاء

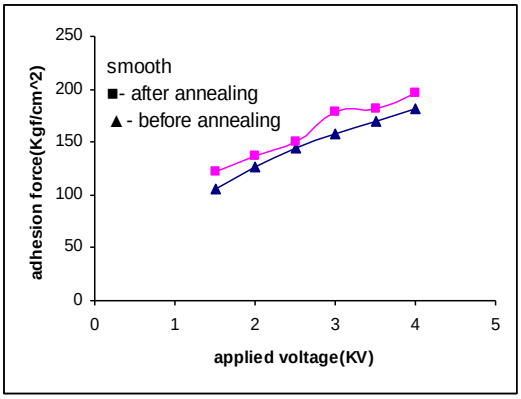
والقاعدة السيراميكية الشكل (a) في حين ان الغشاء المرسب على السطح الخشن يظهر عدم انتظام في الترابط بينه وبين القاعدة السيراميكية بسبب وجود الحفر والتجاويف الشكل (b).[٨]

اوضحت نتائج البحث ان ترسيب النحاس على السيراميك باستخدام تقنية الطلاء الايوني قد اعطى قوة التصاق وصلادة دقيقة عالية للغشاء المرسب وبالتالي امكانية الاستفادة من هذه الطريقة في عمليات تحضير الاغشية الرقيقة وعمليات الطلاء التي تحتاج قوة التصاق عالية بين المعادن والعوازل بصورة عامة .

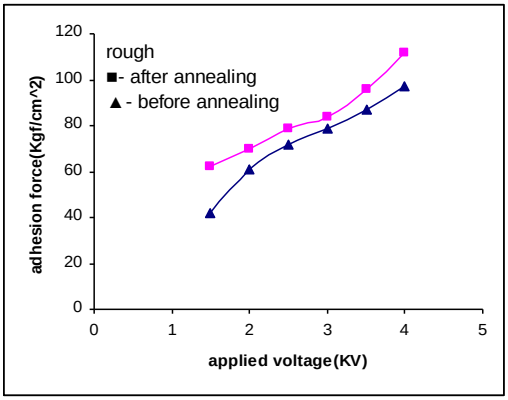
كما بينت الدراسة اعتماد قوة التلاصق على درجة نعومة السطح حيث كانت اعلى للسطح الصقيل منها للسطح الخشن وكذلك كان للتلدين الحراري تأثير ايجابي على كل من قوة التلاصق والصلادة الدقيقة للغشاء الرقيق .

المصادر

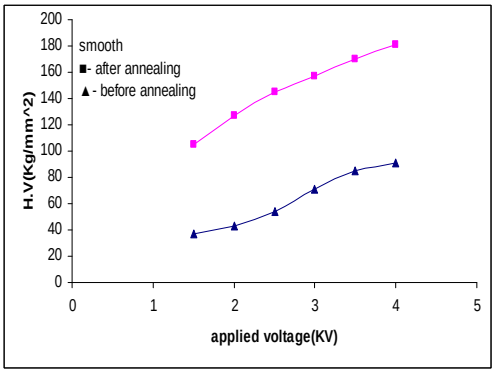
1. J.M.Rigsbee & P.A.Scott (1986).Ion-plated metal_ceramic interfaces. Vacuum: volume 36: pp71-74.
2. U.Kopacz&H.A.Jehn(1986).On the adhesion of nitride coatings on HSS substrates. Vacuum: volume 36: pp 81 -84 .
3. A.A.Alnoaimy (2002) Investigation of the mechanical properties of pure & alloyed gold films prepared by electro deposition. Eng.and Tech. 5:21: pp140-150 .
4. T.Jizaimaru(1999) Potassium adhesion to various CVD oxide and the surface cleaning with hot UPW. Solid state phenomena :volume65:pp 67-70.
5. A.Kawai & K. Shimada (1999). Dependency of micro particle adhesion of dispersive and non dispersive interactions analyzed by atomic force microscopy. Solid state phenomena: volume 66:pp191-194.
6. W.Bolton.(1998).Engineering material technology.pp 13-15: third edition: Butter worth Heinmann .
7. S.J.Krumbien & C.A Holden (1978).Testing of metallic and inorganic coating.pp 193-207.second edition ASTM special tech. pop. Philadelphia .
8. Nanshu Lu(2009)Mechanics of hard films on soft substrates PHD Thesis Harvard Univ. pp84-98
9. C.J.Zhai&R.C.Blish(2006)Investigation of Cu/low-K film in electronic component San Diego,CA,pp9



شكل (١)العلاقة بين قوة التلاصق والفولتية المسلطة للسطح الصقيل

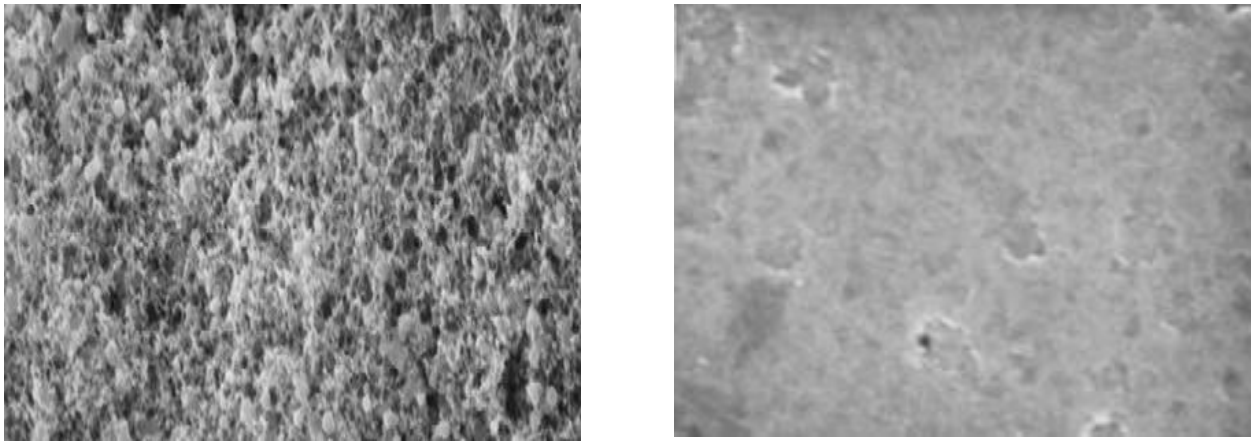


شكل (٢)العلاقة بين قوة التلاصق والفولتية المسلطة للسطح الخشن

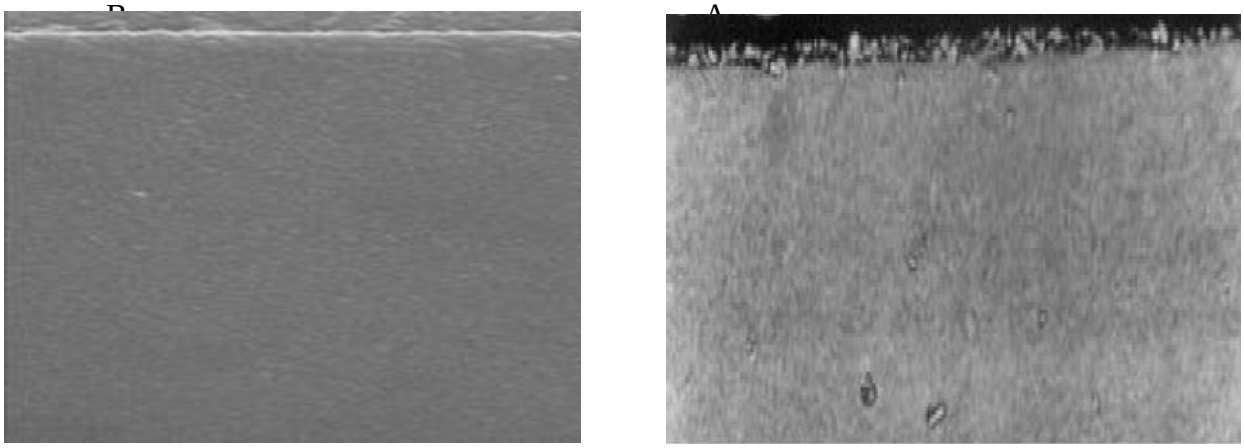


شكل (٣) العلاقة بين الصلادة الدقيقة والفولتية المسلطة للسطح الصقيل

A



شكل (٤)انتظام غشاء النحاس على القاعدة السيراميكية
A/ السطح الصقيل
B / السطح الخشن



شكل (٥) نموذج تداخل غشاء النحاس على القاعدة السيراميكية
A/ السطح الصقيل
B / السطح الخشن

جدول رقم (1) يبين مقارنة قوة التلاصق للنماذج المحضرة

Applied voltage (Kv)	Adhesion force(Kgf/cm^2) Before annealing		Adhesion force(Kgf/cm^2) After annealing	
	Smooth	Rough	Smooth	Rough
1.5	105	42	122	62
2	127	61	١٣٧	٧٠
2.5	145	72	١٥١	٧٩
3	157	79	١٧٨	٨٤
3.5	170	87	١٨١	٩٦
4	181	97	١٩٧	١١٢

A STUDY OF SOME MECHANICAL PROPERTIES OF COPPER-CERAMIC INTERFACE

Hatam Abdul-Razzak Taha

E.mail: scianb@yahoo.com

ABSTRACT: Element Cu have been deposited on ceramic substrate by use of physical vapor deposition with plasma aided (Ion plating technology) . The effect of deposition process parameter on mechanical properties of copper thin films were studied (adhesion and microhardness) . Also effect of surface nature and temperature annealing have been studied which obtained increase in adhesion and microhardness with increase in applied voltage and annealing . SEM study show that the smooth surface have good uniformity and interface type between the film and substrate .