

INFLUENCE OF THE SELF-BIAS VOLTAGE ON THE MICRO-STRUCTURE OF HYDROGENATED AMORPHOUS CARBON FILMS ELABORATED BY RF-PECVD

Reçu le 10/11/2007 – Accepté le 26/05/2008

Résumé

Des couches de carbone amorphe hydrogéné (a-C:H) ont été préparées à la température ambiante par la technique RF-PECVD, en utilisant différentes tensions d'auto-polarisation du substrat (150 V – 240 V). La microstructure de ces couches fut ensuite analysée par deux techniques d'investigation complémentaires : la spectroscopie d'absorption infrarouge et la spectroscopie Raman. Les résultats obtenus grâce à la première technique montrent que l'hydrogène est lié aussi bien aux atomes de carbone en configuration sp²C, qu'en configuration sp³C, pour tous les échantillons étudiés. Ainsi, plus de 60% de l'hydrogène est lié aux groupes sp³CH_x (x = 2, 3), alors que seulement 13 à 17% de cet élément est lié aux espèces sp²CH dans des amas graphitiques (probablement des anneaux aromatiques). L'influence de la polarisation V_b des substrats sur la microstructure des couches a-C:H est également démontrée par l'analyse Raman que nous avons effectuée. En effet, une relation linéaire existe bien entre le rapport de l'intensité intégrée du pic D et celle du pic G (ID/IG) et la largeur à mi-hauteur du pic G (□G), pour des valeurs de V_b relativement élevées. : lorsque V_b augmente, ID/IG augmente également alors que □G devient faible. Ce qui signifie que la largeur □G est fortement affectée par la graphitisation progressive du matériau, et donc la présence d'amas graphitiques. Les valeurs observées pour □G (166 à 178 cm⁻¹) et le fait que ID/IG soit inférieur à 1, suggèrent que la taille des amas graphitiques ne devrait pas dépasser 10 Å. Ces dernières caractéristiques, ainsi que la largeur du gap optique déterminée par des mesures dans l'UV/visible, et les valeurs relativement faibles de la concentration d'hydrogène – déterminées à partir des spectres d'absorption infrarouge- suggèrent que les couches a-C:H étudiées ont des propriétés microstructurales comprises entre celles des couches polymériques et celles des couches DLC.

Mots clés: PECVD, a-C:H, FTIR, spectroscopie Raman, graphitisation

Abstract

Hydrogenated amorphous carbon films (a-C:H) were deposited at room temperature in an rf-PECVD reactor using different DC self-biases (150 – 240 V). The microstructure of the films was then analysed by infrared transmission spectroscopy and Raman spectroscopy. The IR results show that hydrogen is bonded to both sp³C and sp²C atoms in all samples: more than 60% of bonded H is in sp³CH_x groups (x = 2, 3) while only 13 to 17% is in sp²CH species in graphitic clusters (probably aromatic rings). The influence of self-bias voltage V_b on the microstructure of the a-C:H films is also demonstrated by Raman scattering analysis. Indeed, a linear relationship between the ratio of the integrated intensity of the D peak over that of the G one (ID/IG) and the G peak FWHM (□G) was found for films prepared at relatively high V_b values (V_b higher than -150 V). As the DC bias V_b increases, the ratio ID/IG increases while □G becomes narrower. Also □G is strongly affected by the graphitization of the material and hence the presence of graphitic clusters. The observed values of □G (166 – 178 cm⁻¹) and ID/IG (≤ 1) for our films suggest that the graphitic clusters sizes are less than 10 Å. Moreover, the relative low hydrogen content of these films, as shown by infrared transmission spectra, in addition to the former characteristics and to the values of band gap width, indicate that our a-C:H films seem to exhibit properties which lie between those of polymeric and DLC films.

Keywords: PECVD, a-C:H, FTIR, Raman spectroscopy, graphitization

N. HADJ-ZOUBIR¹

F. BOUKHORS¹

R. BAGHDAD¹

K. ZELLAMA²

¹ Laboratoire de Génie Physique, Université Ibn Khaldoun, B.P. 78, Tiaret 14000, Algérie

² Laboratoire de Physique de la Matière Condensée, Faculté des Sciences, 33 Rue Saint-Leu, 80039 Amiens, France

ملخص

صنعت بطريقة الترسيب الكيمائي، باستخدام (a-C:H) نتناول في هذه المذكرة دراسة مفصلة للتركيب البنوي لطبقات من الكربون الهيدروجيني اللابلوري V أثناء الترسيب من -150 إلى 240 (Vp) في درجة حرارة مثالية ثابتة مع تغيير قيم فرق الكمون المطبق (PECVD) غاز فحم هيدروجيني بوجود بلازما (RAMAN). لهذا الغرض، نستعين بتقنيتين تجريبيتين متممتين و هما: طيفية أشعة تحت الحمراء و طيفية

إن النتائج المتحصل عليها باستعمال التقنية الأولى، تشير إلى أن الهيدروجين الموجود في الطبقات المدروسة ملتصق بذرات الكربون الموجودة في مجموعات (x = 3) مع sp³CH_x لتكون أصناف (sp³C). التحاليل المدققة تبين أن أكثر من 60% من ذرات الهيدروجين ملتصقة بمجموعات (sp³C) و (sp²C) من نوع هذه الأخيرة هي في الأصل كومات (sp²CH) لتكون أصناف من نوع (sp²C)، بينما 13 إلى 17% فقط من الهيدروجين ملتصق بمجموعات (2, 3) غرافيتية في شكل حلقات عطرية

، إذ أننا وجدنا علاقة خطية بين نسبة (a-C:H) أثر ملحوظ على التركيب البنوي لطبقات (Vp) أن لفرق الكمون (RAMAN) من جهة أخرى، تؤكد تقنية و انخفاض قيمة العرض (ID/IG)، نلاحظ ارتفاع النسبة (Vp): عند ارتفاع (G) لذروة (□G) و العرض النصف (ID/IG) (G) و (D) شدتي الذروتين و (166 و 178) التي تميز طبقاتنا و المتروحة بين (□G) متأثر من ظهور تدريجي و متزايد للكومات الغرافيتية. إن قيمة (□G). هذه النتائج تعني أن (□G) النصف (10Å). يبين أن قياس الكومات الغرافيتية لا تتجاوز (ID/IG ≤ 1) التي لا تفوق 1 (ID/IG) و قيمة النسبة (1-178)

كل هذه النتائج، و النتائج الأخرى المتحصل عليها عن طريق تقنيات أخرى، كالتقنيات الضوئية في مجال ما فوق البنفسجي و المرئي، زيادة على تقنية قياس بل بينها DLC. و لا طبقات PLC كيمياية الهيدروجين، تشير إلى أن طبقاتنا خصوصيات بنوية لا هي خصوصيات طبقات

الكلمات المفتاحية: الترسيب الكيمائي (PECVD)، طيفية أشعة تحت الحمراء، طيفية (RAMAN)، مرحلة التكوين الغرافيتية.