

CNP 層を挿入した a-C:H 膜の応力低減に対する CNP 被覆率の効果

Effects of CNP Coverage on Film Stress of a-C:H film inserted by CNP layer

九州大¹, 自然科学研究機構², 有明高専³, 大阪市立大⁴, 岡山理科大⁵,

○(B)吉川 大智¹, (B)小野 晋次郎¹, 黄 成和¹, 奥村 賢直¹, 鎌滝 晋礼¹, 山下 尚人¹,

板垣 奈穂¹, 古閑 一憲^{1,2}, 白谷 正治¹, 鷹林 将³, 呉 準席⁴, 中谷 達行⁵

Kyushu Univ.¹, NINS², NIT Ariake College³, Osaka City Univ.⁴, Okayama Univ. Sci.⁵,

°Daichi Yoshikawa¹, Shinjiro Ono¹, Sung Hwa Hwang¹, Takamasa Okumura¹,

Kunihiro Kamataki¹, Naoto Yamashita¹, Naho Itagaki¹, Kazunori Koga^{1,2},

Masaharu Shiratani¹, Susumu Takabayashi³, Jun Seok Oh⁴, Tatsuyuki Nakatani⁵

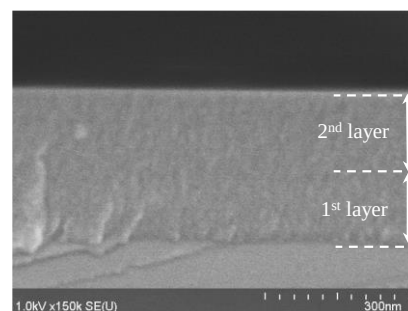
E-mail: koga@ed.kyushu-u.ac.jp

水素化アモルファスカーボン(a-C:H)膜は高い機械的硬度、高い生体適合性、高い化学的安定性を有し、保護膜として様々な分野で活用されている[1]。高密度膜の厚膜化で課題となる膜応力低減に向け、ポストアニーリングや異種原子混入が取り組まれてきた[2,3]。しかしながらアニーリングによる sp² 結合への緩和や不純物混入に課題がある。本研究では、プラズマ CVD 法を用いた a-C:H 膜へのカーボンナノ粒子(CNPs)挿入による応力低減について検討した。実験には平行平板型プラズマ CVD 装置を用いた[4]。使用した Ar、CH₄ の流量はそれぞれ 19、2.6 sccm とした。圧力は 0.3 Torr とした。製膜は 3 層構造であり、a-C:H 第 1 層と a-C:H 第 2 層の間に CNP 層を堆積させた。製膜は放電周波数 13.56 MHz、電圧 280 V_{pp}、CNP 生成は 28 MHz、280 V_{pp}で行った。Fig. 1 に結果の一例を示す。Fig. 1 (a)および(b)は CNPs 挿入なしおよび CNPs 挿入ありの a-C:H 膜の断面 SEM 像である。Fig. 1 (b)のみに第 1 層および第 2 層間に界面が存在する。これは CNP 挿入によるものと考えられる。CNPs ありの a-C:H 膜は、質量密度 1.88 g/cm³ であり、CNP なし場合と同等の膜密度を示し、CNP 混入による膜密度の低下はない。CNP の平面被覆率 C_p をパラメータとして、膜応力の a-C:H 第 2 層膜厚依存性を調べたところ、C_p=0 %では a-C:H 第 2 層の膜厚の増加と共に線形に応力が増加するのに対して、C_p=8.9 %の場合、第 2 層膜厚 40nm までは C_p=0%と同じ傾向を示したが、40nm 以上では応力の変化率が低くなり応力低減が始まることを明らかにした。講演では、C_p をパラメータとして検討した結果から、応力低減機構について議論する。

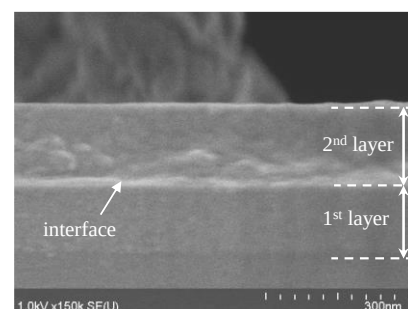
[1] J. Vetter, Surface & Coatings Technology journal. **257**, (2014),

[2] A. C. Ferrari *et al.*, Physical Review B. **62**, (2000), [3] P. Guo *et al.*, Thin Solid Films. **640**, (2017), [4] S.H. Hwang *et al.*, Thin

Solid Films **729** (2021), 138701.



(a) w/o CNPs



(b) w/ CNPs

Fig. 1. SEM images of DLC layer (a) without and (b) with CNPs.