

(様式第5号)

機械工学応用を志向したダイヤモンドライクカーボン膜の化学構造解析
Chemical structure analysis of diamond-like carbon films for mechanical application

鷹林 将¹、太田 順一郎¹、佐藤 三郎¹、藤井 勝志²
Susumu Takabayashi¹, Jun-ichiro Ohta¹, Saburo Sato¹, Katsushi Fujii²

有明工業高等専門学校¹、株式会社アヤボセンタン研²
National Institute of Technology, Ariake Campus¹, Ayabo Sentan Institute Inc.²

- ※1 先端創生利用（長期タイプ）課題は、実施課題名の末尾に期を表す（Ⅰ）、（Ⅱ）、（Ⅲ）を追記してください。
- ※2 利用情報の公開が必要な課題は、本利用報告書とは別に利用年度終了後 2 年以内に研究成果公開 {論文（査読付）の発表又は研究センターの研究成果公報で公表} が必要です（トライアル利用を除く）。
- ※3 実験に参加された機関を全てご記載ください。
- ※4 共著者には実験参加者をご記載ください（各実験参加機関より 1 人以上）。

1. 概要（注：結論を含めて下さい）

アモルファス炭素材料であるダイヤモンドライクカーボン(DLC)膜の軟 X 線光電子分光を行った。C 1s スペクトル形状の超高真空アニール温処理依存性を調べることで、その化学構造解析を試みた。

(English)

Soft x-ray photoelectron spectroscopy of diamond-like carbon (DLC) films were performed. To clarify the chemical structure, we investigated the dependence of the spectrum line-shape on the ultra-high vacuum annealing.

2. 背景と目的

ダイヤモンドライクカーボン(DLC)は sp^2 炭素、 sp^3 炭素、および水素からなるアモルファス性の炭素材料である。その化学的不活性、誘電性、平滑性、ならびに生体適合性により、機械材料、電気材料、ならびに医療材料と幅広く活用されている。しかしながら、その化学構造に関しては未だ不明確で、個々の応用に適した DLC を作り上げるには、経験に多くを依存している。

我々は本施設において、軟 X 線光電子分光法を用いて DLC の化学構造解析を行った。我々は既に、真空アニールすることにより DLC から水素が脱離するなどの挙動が観測され、化学構造が変化することを報告している。そのため特に DLC 化学構造の熱変化を比較検討することにより、DLC の化学構造を明らかにしていく。

3. 実験内容（試料、実験方法、解析方法の説明）

DLC試料は、グラファイトをターゲットとしたアーク法を用いて作製した。実験には、試料を任意の温度で30分間真空アニールしたものを用いた。アニール終了後大気曝露せずに自然冷却し、超高真空状態を維持したまま光電子分光を行った。測定はBL12で行い、入射エネルギーは620 eVとした。C 1sの他にO 1sスペクトルも測定し、表面官能基や汚染の状況もモニターした。結合エネルギー軸は都度、Au板のAu 4f_{7/2}スペクトル(84.0 eV)で校正した。

4. 実験結果と考察

図 1(a)に、得られた C 1s スペクトルの真空アニール温度依存性を示す。バックグラウンドは Shirley 法で除去した。スペクトル位置は、真空アニール処理温度に依存していることがわかる。結合エネルギーが 286.4 eV 付近の裾、285.6 eV 付近のピーク、および 284.2 eV 付近の肩が変化していることが分かる。単純にスペクトルを平行移動させても、各スペクトルは重なり合わないことが見て取れる。

図 1(b)に、ピーク位置の温度依存性を示す。300°C から 600°C にかけて大きく変化している。我々は別手法で成膜した DLC 試料に関して、この間の温度で水素が熱脱離し、化学構造がグラファイト化し始めていることを報告している。今回の試料は、過去得られたスペクトル変化とは異なっているため、成膜法を踏まえた解析が必要である。

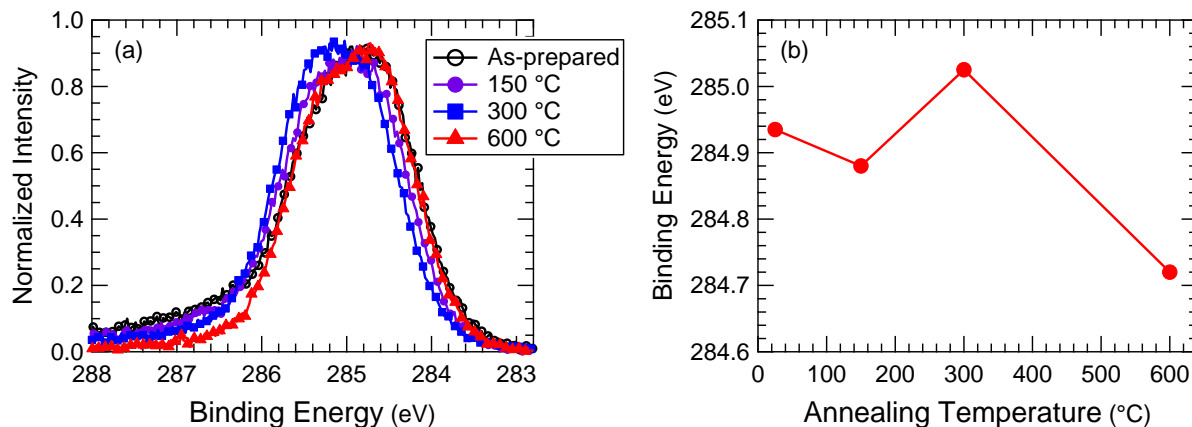


図 1. (a) DLC の C 1s スペクトルおよび(b) 同ピークの超高真空アニール温度処理依存性。

5. 今後の課題

我々は Doniach-Šunjić 関数を用いた成分解析を独自に行ってきた。今回得られた結果に同解析手法を適用し、本 DLC 試料の化学構造解析と成膜法の特徴を明らかにしていく。これにより、応用用途に応じた tailor-made の DLC の成膜が期待される。

6. 参考文献

鷹林 将, 高萩 隆行, “X 線光電子分光法によるダイヤモンドライクカーボン薄膜の表面化学構造解析”, *J. Surf. Anal.*, **20**, 25–54 (2013).

他関連報告は、同参考文献内に列挙。

7. 論文発表・特許 (注: 本課題に関連するこれまでの代表的な成果)

同上

8. キーワード (注: 試料及び実験方法を特定する用語を 2~3)

ダイヤモンドライクカーボン(DLC)、Doniach-Šunjić 関数

9. 研究成果公開について (注: ※2に記載した研究成果の公開について①と②のうち該当しない方を消してください。また、論文(査読付)発表と研究センターへの報告、または研究成果公報への原稿提出時期を記入してください。提出期限は利用年度終了後 2 年以内です。例えば 2018 年度実施課題であれば、2020 年度末(2021 年 3 月 31 日)となります。)

長期タイプ課題は、ご利用の最終期の利用報告書にご記入ください。

① 論文(査読付)発表の報告

(報告時期: 2022 年 3 月)