## 水素含有 DLC(ta-C:H および a-C:H)膜の TDS 分析

TDS Analysis of Hydrogenated DLC (ta-C:H and a-C:H) films 豊橋技科大<sup>1</sup>, 伊藤光学工業<sup>2</sup>, オンワード技研<sup>3</sup>, 日立ツール<sup>4</sup> <sup>O</sup>田上 英人<sup>1</sup>, 角口 公章<sup>1</sup>, 須田 善行<sup>1</sup>, 滝川 浩史<sup>1</sup>, 神谷 雅男<sup>2</sup>, 瀧 真<sup>3</sup>, 長谷川 祐史<sup>3</sup>, 辻 信広<sup>3</sup>, アブスアイリキ サーレ<sup>4</sup> Toyohashi Univ. Technol.<sup>1</sup>, Itoh Opt. Ind. Co., Ltd.<sup>2</sup>, Onward Ceramic Coating Co., Ltd.<sup>3</sup>, Hitachi Tool Eng., Ltd.<sup>4</sup> <sup>o</sup>Hideto Tanoue<sup>1</sup>, Tomoaki Kadoguchi<sup>1</sup>, Yoshiyuki Suda<sup>1</sup>, Hirofumi Takikawa<sup>1</sup>, Masao Kamiya<sup>2</sup>,

Makoto Taki<sup>3</sup>, Yushi Hasegawa<sup>3</sup>, Nobuhiro Tsuji<sup>3</sup>, Saleh Abusuilik<sup>4</sup>

E-mail: tanoue@ee.tut.ac.jp

種々の DLC (a-C:H, ta-C:H, a-C, ta-C) 膜に 関し,耐熱性を把握するため,昇温脱離質量 (TDS)分析と加熱に伴う膜構造の変化<sup>(1)</sup>に 関する研究を進めている。これまで,a-C:H 膜 の TDS 分析における昇温速度の影響を調べた<sup>(1)</sup>。しかしながら,膜密度の違いにおける脱 離ガスの違いおよび脱離温度について検討し ていない。本研究では,水素含有量がほぼ同じ で膜密度が異なる,つまり sp<sup>3</sup>/sp<sup>2</sup>比が異なる 2 種類の DLC 膜(a-C:H 膜;膜密度:1.7 g/cm<sup>3</sup>, 水素含有量:33 at.%, ta-C:H 膜;膜密度:2.0 g/cm<sup>3</sup>,水素含有量:27 at.%)を比較し,熱安 定性における膜密度の影響について検討した。

T-FAD 装置<sup>(2)</sup>を用い、C<sub>2</sub>H<sub>2</sub> (20 ml/min)を 導入して a-C:H 膜を, H<sub>2</sub> (20 ml/min)を導入 して ta-C:H 膜を作製した<sup>(3)</sup>。基板には, p型 Si (100) 基板 (10 mm×10 mm, 厚さ 525±25 µm,抵抗率 1~10  $\Omega$ ·cm)を用いた。TDS 分析 は,前回と同じ自作装置<sup>(1)</sup>を用い、トレンド モードで行った。計測質量は、膜から放出され る水素と炭素に関する 20 個とした。昇温速度 は 1, 5, 10, 20, 60°C/min の 5 点,到達温度 は 1000°C (到達温度での保持時間:0 min) 一 定とし、雰囲気圧力は 2×10<sup>4</sup> Pa 以下(導入ガ スなし)とした。

Fig.1 に a-C:H 膜と ta-C:H 膜における昇温速 度が 1℃/min 時の TDS 分析結果からピークを 有するガスを示す。同図から,放出ガス種にほ とんど違いはなかった。しかしながら,CH 結 合に関する脱離ガス量は ta-C:H 膜のほうが少 ないことがわかった。各ガスに対し外挿法を用 いて<sup>(1)</sup>0℃/min の時の温度を求めたところ, a-C:H 膜ではそれぞれ約 560℃,約 530℃,お よび約 530℃ であった。これに対し,ta-C:H 膜 では約 610℃,約 600℃,および約 600℃ と a-C:H 膜と比較して高くなった。以上から,ta-C:H 膜



Fig.1 Desorption gas spectra from a-C:H and ta-C:H.

は膜密度が高い,つまり sp<sup>3</sup>結合が多いため熱 安定性が高いことを示している。従って,膜密 度が脱離ガス量および脱離温度にどのように 関係するかが明らかとなった。

**謝辞** 本研究の一部は,科学研究費助成金事業,および豊橋 技術科学大学 VBL プロジェクト研究などの支援を受けて行 われた。

- 【文献】 (1) 角口,他:平成24年度電気関係学会東海支部連合大会 講演論文集,G2-2(2012)
- (2) H. Takikawa, et al.: Surf. Coat. Technol., **163-164**, 368-373 (2003)
- (3) M. Kamiya, et al.: Vacuum, 83, 510-514 (2009)