生体材料を目的とした DLC コーティング高分子材料の機械的特性評価

Evaluation of mechanical property of DLC films coated on polymer substrates for biomaterials.

○永島 勲 佐藤 修平 尾関 和秀

茨城大学

Isao NAGASHIMA, Shuhei SATO, Kazuhide OZEKI,

Department of Mechanical Engineering, Ibaraki University 4-12-1 Nakanarusawa, Hitachi, Ibaraki

1. 緒言

高分子材料は、その軽さや柔軟性から様々な分野で用いられている。特に、耐食性に優れるフッ素樹脂は応用範囲も広く、人工血管などの医療分野にも用いられている。しかし、実際の臨床においては、血栓形成による閉塞も報告されている。そのため、材料の表面改質、改善技術はその機械的、物理的特性を向上させるために必要不可欠である。

一方、DLC (ダイヤモンドライクカーボン) は、高硬度、高潤滑性に加え、抗血栓性に優れた薄膜材料として知られており、更にフッ素添加により、その柔軟性及び抗血栓性が向上することも報告されている。¹⁾

そこで、本研究では、フッ素添加 DLC コーティング高分子材料の創出と、その機械的特性 (密着性、耐摩耗性) について評価を行った。

2. 試料作製及び実験方法

コーティングは、高周波プラズマ CVD 装置 (キャノンアネルバ株式会社製 PED-301) を用いた。また、薄膜を堆積させる基板は、ポリテトラフルオロエチレン (PTFE) (ニチアス株式会社製 ナフロンシート TOMBO-9000) (10mm×10mm×3mm)、Si を用いた。DLC 及びフッ素添加 DLC (F-DLC) 成膜には CH_4 (99.99%)、 CF_4 (99.99%) を使用した。F-DLC の成膜は CH_4 、 CF_4 ガスを混合させ、全流量に対する CF_4 ガス流量比を 20、40、60、80、100 (%) とし成膜した。成膜条件を Table. 1 に示す。DLC 及び F-DLC の膜厚を 0.1 [μm] とした。

table. 1 成膜条件

	Deposition (CH_4 , CF_4)
Flow rate[sccm]	40
Power supply[W]	250
Pressure[Torr]	0.1
Electrode distance[mm]	45

DLC 及び F-DLC 薄膜の分析を行うためにレーザラマン分光光度計 (日本分光株式会社製 NRS-2100 型) を用いた。基板は Si を用いた。DLC 及び F-DLC 薄膜の機械的特性を評価するために、Ball-on disk 試験を行った。基板は PTFE を用いた。ボールはステンレス球 (直径: $\phi 3.96\text{mm}$) を使用し、測定条件は線速度 0.021 (m/s)、荷重 (0.5N)、回転数 (100rpm) とし、10 分間試験を行った後、顕微鏡で観察を行った。

4. 実験結果及び考察

レーザラマン分光分析結果を fig. 1 に示す。分析結果から、 CF_4 -60%までは 1550(cm^{-1})付近と 1350(cm^{-1})付近にピークが見られ、それぞれ G-band, D-band と呼ばれる DLC の特徴的なピークが見られることから、DLC であると確認できた。

CF_4 -80%はピークが確認できず、 CF_4 -100%は薄膜が堆積しなかった。

Fig.1 DLC, F-DLC のラマンスペクトル

Ball-on disk 試験結果を fig. 2 に示す。(a)DLC、(b) CF_4 20%、(c) CF_4 40%、(d) CF_4 60%、(e) CF_4 80%を示す。点線は剥離が確認された部分である。

試験結果から CF_4 の割合を高くすることにより、DLC の剥離が減少し、耐摩耗性が向上したと考えられる。これは C-F 結合の増加が付着強度の向上に影響したためと考えられる。

fig.2 Ball-on disk 試験後の DLC, F-DLC 膜の顕微鏡写真

6. まとめ

- ・レーザラマン分光分析の結果から、 CF_4 -60%まで DLC であると確認できた。
- ・Ball-on disk 試験の結果から、 CF_4 の割合を高くすると DLC の剥離が減少し、耐摩耗性が向上した。

7. 謝辞

本研究の一部は厚生労働省科学研究費補助金の支援のもと行われた。

8. 参考文献

- 1) T. Saito, T. Hasebe, S. Yohena, Y. Matsuoka, A. Kami jo, K. Tkahashi, T. Suzuki, Diamond and Related Materials 14 (2005) 1116-1119