

水環境対応型ダイヤモンドライクカーボン膜

ダイヤモンドライクカーボン(Diamond-Like Carbon: DLC)膜とはアモルファスな硬質の炭素系皮膜の総称である。さらには、ダイヤモンド構造に対応するsp³混成軌道結合した炭素と、グラファイト構造に対応するsp²混成軌道結合した炭素とが不規則に混じり合った構造の皮膜と言える。実際には炭素の他に水素が含まれる場合が多い。DLC膜は、機械、化学、電気の広い分野に関わる魅力ある特性を有するが、中でも低摩擦性や耐摩耗性のようなトライボロジー特性への関心が高い。

一方、環境保全、安全・衛生、防災、省エネルギーの観点から、水圧駆動システムへの関心が高まっている。しかしながら、実用化のためには、水の潤滑能力の低さや腐食性に起因するトライボロジーに関わる問題をはじめとする技術的課題がいくつも存在する。

このような背景の下に、我々は、NEDOプロジェクトの一つである「低摩擦損失高効率駆動機器のための材料表面制御技術」の中で、DLC系膜を水圧駆動機器の摺動部品へ適用するための研究を行っている。これまでに、熱電子励起型プラズマCVD装置を用いて、ステンレス鋼(SUS440C)基板にパルスバイアス電圧を印加してDLC膜を成膜した。DLC膜としては、単層膜およびそれにSiを含有したDLC膜よりなる多層膜の2種類を対象とした。なお、多層膜は、ト

ルエンのみによるDLC膜の上にトルエンとシロキサンとの混合ガスによる皮膜を積層することにより作製した。往復動型の摩擦試験機により、SUS440Cボールを摩擦相手として、イオン交換水中で摩擦摩耗特性を評価した結果を図1に示す。Siを含む多層DLC膜については、摩擦係数0.1以下、比摩耗量約 $5 \times 10^{-8} \text{ mm}^3/\text{Nm}$ という値が得られた。このような値は、既存の多くの耐摩耗性材料の比摩耗量が $10^{-7} \text{ mm}^3/\text{Nm}$ 台であることを考慮すると、優れたものである。さらに摩擦相手のSUS440Cボールの摩耗については、 $10^{-9} \text{ mm}^3/\text{Nm}$ 台という単層DLC膜に比べて1桁以上も優れた値が得られた。トライボロジー材料には、自分自身が摩耗し難いことに加え、摩擦相手を摩耗させないことが要求されるが、この多層DLC膜はその点でもすぐれた特性を有している。また、実部品への適用に当たって、摩擦摩耗特性と並んで重要な性質である基板との密着性も、多層化することにより明らかに向上した。これらのDLC膜は、水圧駆動システムを構成する水圧ポンプ(図2)、水圧シリンダ、水圧バルブ等の摺動部品へ適用することが想定されている。今後は、優れた低摩擦低摩耗特性を維持しつつ、密着性に一段と優れたDLC系膜の開発を進めると同時に、それらの優れた機能が発現するメカニズムを解明する予定である。

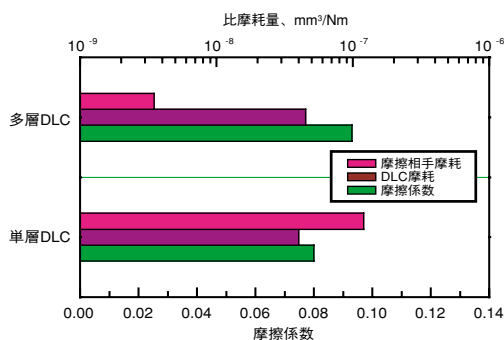


図1 水中での単層DLC膜とSiを含む多層DLC膜の摩擦摩耗

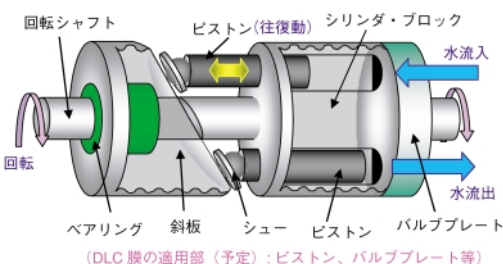


図2 斜板式アキシャルピストンポンプの模式図

関連情報

- 共同研究者: 大花継頼, 鈴木雅裕 (ナノカーボン研究センター) .
- T. Ohana, T. Nakamura, M. Suzuki, A. Tanaka, Y. Koga: Diamond and Related Materials (2004) in press.
- A. Tanaka: New Diamond and Frontier Carbon Technology, Vol. 14, No. 3, 149-159 (2004).
- 特願 2003-3040978 「水中耐剥離性に優れた炭素系二層膜の製造方法」(大花継頼, 田中章浩, 古賀義紀, 鈴木雅裕, 中村挙子) .



たなかあきひろ
田中章浩
a-tanaka@aist.go.jp
ナノカーボン研究センター