

研究論文

中真空での DLC 成膜による手動操作チューブ継手の長寿命化

†藤邨克之*, 田代雄彦**·***, 高井 治*·***

Long life of Manual Operation Tube Fittings by DLC Deposition in Medium-Vacuum

by

†Katsuyuki FUJIMURA*, Katsuhiko TASHIRO**·*** and Osamu TAKAI*·***

(Received Mar. 24, 2016, Accepted Jul. 22, 2016)

Abstract

In the medical and food processing fields, joints are often used in the absence of lubrication oil. Ethylene propylene diene (EPDM) rubber O-ring is used for the sealing at the joints. Friction of the rubber O-ring is large, and then some lubricant is necessary to get good lubrication. Therefore diamond-like carbon (DLC) with low friction, excellent wear resistance and long life at the oilless sliding was selected to coat onto the rubber for O-ring and the performance of the DLC-coated rubber was investigated. The deposition of DLC films was carried out by using a medium-vacuuming deposition apparatus with only directly-coupled oil rotary pump (1.0~10 Pa). The friction characteristics of the DLC coated rubber were studied with film formation time by ball-on-disk test. As a result, by the film formation for 10 minutes or more, continuous low sliding coefficient of friction was obtained and sufficient for the practical use for O-ring.

Keywords : Medium Vacuum, DLC, CVD, Friction, Rubber

1. 緒言

Diamond-like carbon (以下, DLC) は高硬度で, 摩擦係数が低く, 特に無潤滑下での摺動特性が優れていることは良く知られている¹⁾. 例えば, 食品加工, 医療機器は, 人体

に害する機械油を排除し, 環境に優しい各種産業分野の摺動部材等にも DLC 膜の用途が広がっている^{2),3)}. 中でも医療分野の人体に直接関係の有る酸素, 麻酔ガスの供給継手に使用されている部材には, プラグの差し込みおよび引き抜きは, ゴムの摺動摩擦が異常に大きい. そのため, 潤滑剤として例えば PTFE (ポリテトラフルオロエチレン) 膜等のコーティングを施さなければ, 摩擦面にアブレイブ摩耗が生じ, 摩耗が大きくなり寿命が短い. しかも現状では完全なドライ摺動作業が求められている⁴⁾. 実用的には, 1日5回(10 mm /回)摺動させ, 人体に優しい DLC コーテッドゴムに, エチレンプロピレンジエンゴム (以下 EPDM) を選択し, 10 年間は使用したいとの要望がある. そこで, 医療分野において潤滑油を全く使わないでゴムシールを必要とする継手類のシールゴムに, DLC コーティングすることで, 摺動面の摩擦を下げ, さらに長寿命化が期待される⁴⁾. 例えば, 2002 年にカメラのズーム用 O リングへの研究・実用化が発表され^{5),6)}. また, 2013 年には高分子 (樹

平成 28 年 3 月 24 日受付

* 関東学院大学大学院工学研究科工業化学専攻: 神奈川県横浜市金沢区六浦東 1-50-1
TEL045-786-7002

takai@kanto-gakuin.ac.jp, k-fujimura@cenken.co.jp
Department of Industrial Chemistry, Graduate School of Engineering, Kanto Gakuin University: 1-50-1, Mutsuurahigashi, Kanazawa-ku, Yokohama-shi, Kanagawa 236-8501, Japan

** 関東学院大学総合研究推進機構: 神奈川県横浜市金沢区六浦東 1-50-1
Research advancement and management organization Kanto Gakuin University: 1-50-1, Mutsuurahigashi, Kanazawa-ku, Yokohama-shi, Kanagawa 236-8501, Japan

*** 関東学院大学材料・表面工学研究所: 神奈川県横浜市福浦 1-1-1
Materials and Surface Engineering Research Institute, Kanto Gakuin University: 1-1-1, Fukuura, Kanazawa-ku, Yokohama-shi, Kanagawa 236-0004, Japan

†:連絡先/Corresponding author