

スマート機能性表面システムの創成と評価

機械理工学専攻 生産プロセス工学研究グループ
 うめはら のりつぐ ところやま たかゆき
 梅原 徳次, 野老山 貴行

反射分光膜厚計を用いた炭素系硬質薄膜の摩擦に伴う構造変化層その場分析手法

炭素系硬質薄膜は摩擦に伴い構造変化し、非常に低い摩擦係数を発現させる。自律的に構造変化し低摩擦となるスマート機能性表面のための評価手法として構造変化のその場観察が必要である。

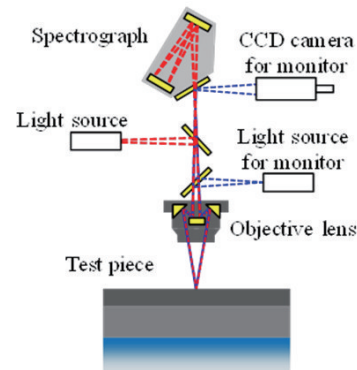
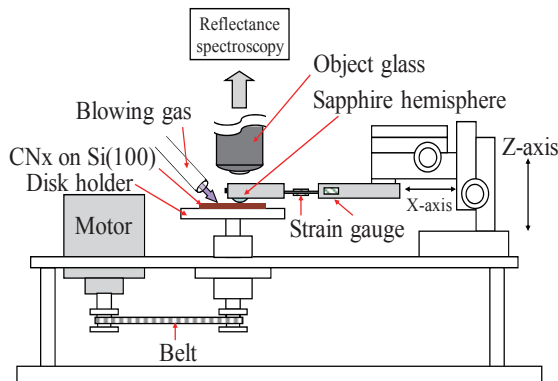


図1 摩擦面その場観察型摩擦試験機
 光学顕微鏡レンズ下にサファイア半球を用い、摩擦面を直接観察可能とした。

図2 反射分光測定の様式図

大塚電子製反射分光膜厚計FE-3000は入射光を試験片表面及び物質内に侵入した光を反射し、その干渉光から膜厚、屈折率及び消衰係数を算出可能である。

新規性・独創性

従来透過型電子顕微鏡(TEM)のみによって測定されていたnmスケールの構造測定は、サンプル準備から測定まで非常に硬度な技術、時間及び費用を要するが、本研究で提案する反射分光測定は大気中、測定時間が短く、測定が容易という優位性がある。摩擦面をその場測定可能とした本技術は独創的である。

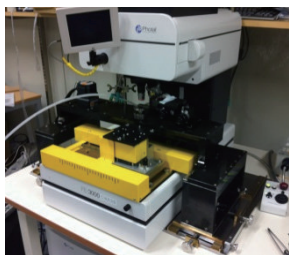


図3 摩擦面その場観察型摩擦試験機外観写真

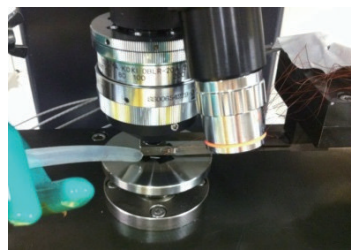


図4 摩擦面その場観察型摩擦試験機レンズ及び試験片

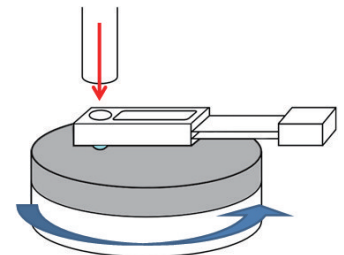


図5 摩擦面その場観察型摩擦試験機模式図

応用例とその効果

炭素系硬質薄膜の構造変化は光学特性の変化と同一であると考えられる。光学特性の変化から、材料の硬さ、せん断強度及び表面粗さを含んだ変化を測定、モデル化できる可能性が示唆されている。

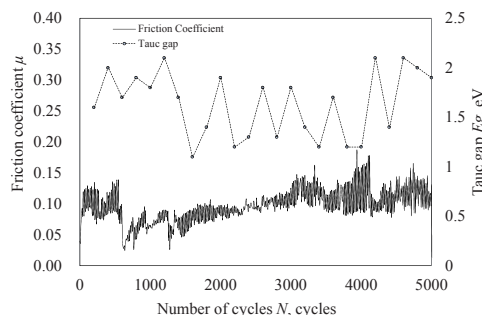


図6 摩擦繰返し数と摩擦係数及び光学特性との関係

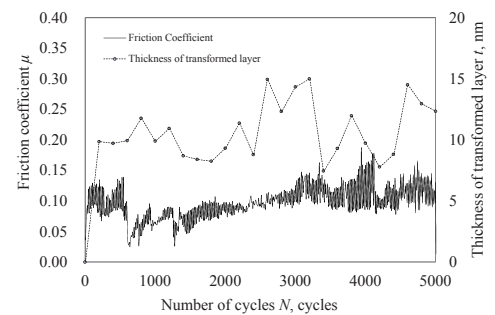


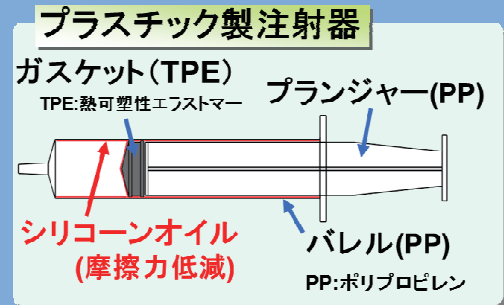
図7 摩擦繰返し数と摩擦係数及び移着膜厚さの関係

シリコンオイルを用いない安全・安心 無潤滑シリンジの提案

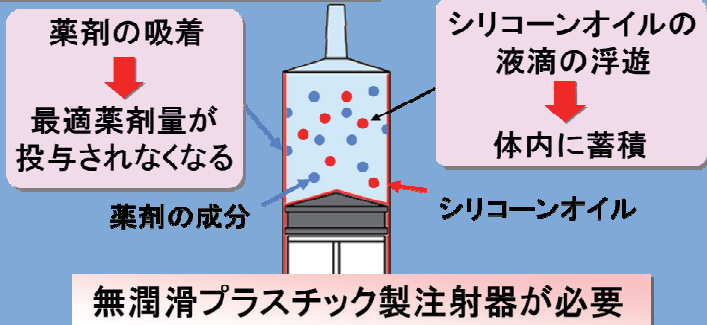
機械理工学専攻 生産プロセス工学研究グループ
 うめはら のりつぐ こうさか ひろゆき ところやま たかゆき
 梅原 徳次, 上坂 裕之, 野老山 貴行

研究内容(概要): 従来のプラスチックシリンジではバレルとガスケット間の低摩擦しゅう動のためにシリコンオイルが用いられてきた. そこでシリコンオイルの塗布を排した無潤滑プラスチックシリンジの設計指針を提案する.

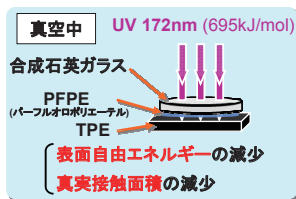
研究背景



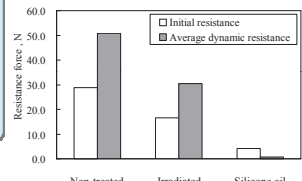
シリコンオイルの問題点



従来の研究(光化学的フッ素化処理)



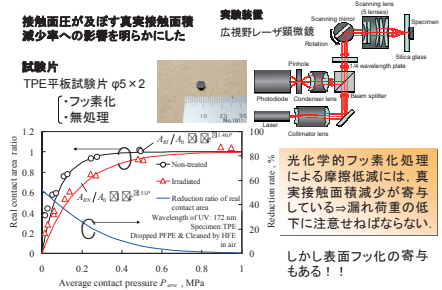
目標 押し込み荷重10 N
 漏れ荷重77 N (JIS)



無潤滑にて摩擦力低減するも不十分

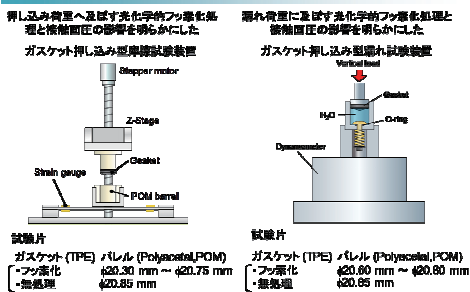
参考

真実接触面積に及ぼす面圧の影響

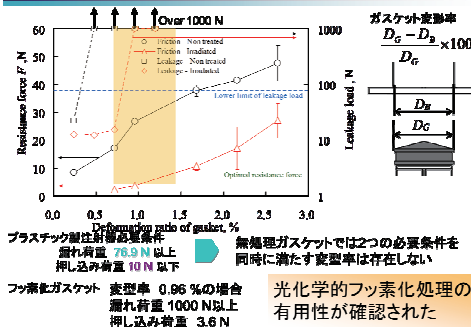


パレル-シリンジ間の面圧を減らして低摩擦化できるはず(この場合フッ化が有利ではないか?)

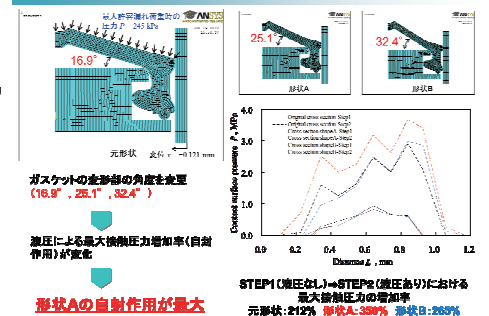
押し込み荷重及び漏れ荷重測定装置



押し込み荷重及び漏れ荷重測定



接触面圧分布に及ぼすガスケット頂角の影響



無潤滑駆動されるシリンジを模擬したTPEガスケットおよびPOM製バレルにおいて

- 1) バレル径を微増してパレル-シリンジ間の面圧を減らすことで摩擦力を低減できることが確認された.
- 2) 無潤滑下での摩擦力を10N以下になるまでバレル径を増加した場合に、フッ化しないガスケットでは漏れ荷重が27Nとなって許容値(76.9N)を下回った. 一方でフッ化したガスケットでは漏れ荷重が1000Nを超えていた.
- 3) バレル径を増加した場合の漏れ荷重低下を抑制するための手段として、ガスケット頂角を最適化することで自封作用を高めることが有効ではないかとの示唆を得た.



小椋東吾, 宇佐美恵佑, 上坂裕之, 梅原徳次, 野老山貴行, “シリコンオイルフリー注射器実現のための光化学的フッ素化処理ガスケットの最適化”, 日本機械学会論文集(C編), 79, 803 (2013) 267-277.