

新任教員紹介

機械工学科・教授 岩森 暁



略歴

- ・1987.03 東京工業大学大学院 総合理工学研究科 修了
- ・1987.04 三井東圧化学株式会社（現、三井化学株式会社） 入社
- ・2002.01 金沢大学 工学部 人間・機械工学科 助教授
- ・2010.04 現職

担当科目

材料力学、 機械工学実験 II、 ほか

研究活動内容

1. はじめに

近年、機械材料において、高性能化、高機能化が求められている。当研究室では、材料のごく表面（数～数十ナノメートルの領域）や界面（数～数百ナノメートルの領域）の高機能化を目指した研究を行なっている。たとえば、ごく薄い膜（薄膜）の力学的な特性や摩擦・摩耗現象、ならびに基材との密着性発現のメカニズムなどを分子・原子の反応として捉え、これら現象の解明と高機能化を目指した技術開発を行なっている。以下、当研究室における研究例を述べる。

2. 有機薄膜の潤滑特性

スパッタリングは、ごく薄い膜を基材表面に形成する手法の一つで、一般的には金属や無機材料の薄膜形成を行うプロセスとして知られている。当研究室では、機能性有機薄膜を高周波スパッタリングにより形成している。たとえばポリイミド（PI）やPTFEなどの高分子材料は耐熱性に優れるほか、潤滑性にも優れており、これら薄膜は固体潤滑膜としての用途が考えられる。基材との高い密着性を維持しつつ、優れた潤滑特性を有する機能性有機薄膜を創成している。

3. 薄膜の機械特性評価技術の開発

薄膜に加わる応力や薄膜の弾性率、せん断力などの力学特性のほか、摩擦・摩耗特性や基材との密着力を測定する手法について検討している。

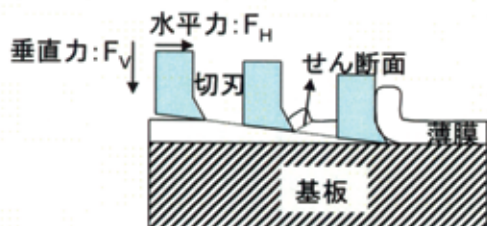


図 1 SAICAS（ダイプラ・ウインテス㈱）による有機薄膜の機械特性評価

図 1 は薄膜の機械特性を評価する装置の一例で、ダイ

プラ・ウインテス株式会社の協力を得て、表面・界面切削装置（SAICAS）を用い、金属基材上に形成した有機薄膜の密着力やせん断強度などの特性を評価している。

4. 新規有機薄膜形成装置の設計と試作

有機薄膜を形成する新規装置設計を行っている。たとえば、図 2 は当研究室で試作した多目的プラズマ支援薄膜形成装置である。有機材料を使用したプラズマ支援真空蒸着やプラズマ重合などが可能であり、これらの複合プロセスで薄膜形成を行っている。



図 2 多目的プラズマ支援薄膜形成装置

5. 有機薄膜のガス吸着特性

近年、揮発性有機化合物（VOC）による環境汚染や健康への悪影響が問題となっている。VOC を簡便かつ高感度で計測可能な技術開発を目指し、小型、軽量、高精度で簡易的な新規ガス吸着膜を開発し、検知する手法について研究を行なっている。芳香族化合物やアルデヒドなどの VOC を高感度かつ選択的に検出する検知膜に関する基礎研究を行なっている。

具体的には、高周波スパッタリングやプラズマ支援真空蒸着法などの物理気相蒸着法（PVD）法により有機薄膜を水晶振動子上に形成し、微量濃度のガス分子の吸着性や原子状酸素などとの反応性を調べ、有機薄膜

の吸着現象や反応メカニズムを解明すると共に、微量濃度の揮発性有機化合物 (VOC) ガスや酸化性活性化学種などの検知用センサを開発することを目的とした研究を行なっている。図 3 に本研究の概略を示す。

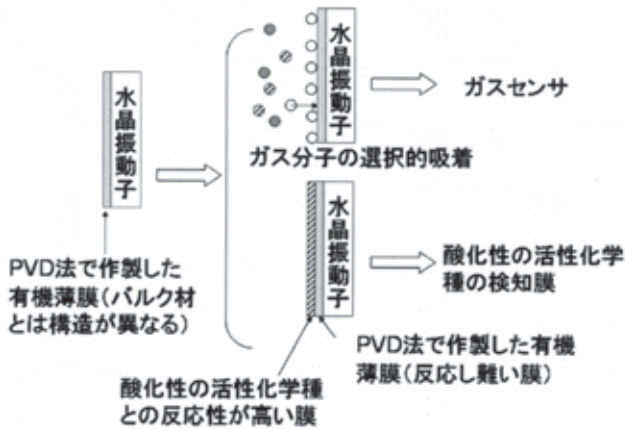


図3 本研究の概略図

QCM 法はナノグラムオーダーでの微小質量の計測が可能で測定法である。その測定原理は Sauerbrey の式によって与えられ、水晶振動子電極表面に付着した物体の質量変化が水晶振動子の発振周波数変動と比例関係にある。このことから水晶振動子の発振周波数変動を測定することにより、水晶振動子電極表面に付着した物体の質量を計測できるシステムである。

現在までの研究成果の一例

ポリイミド (Polyimide) をターゲットとして高周波スパッタリングにより薄膜形成するとターゲット材料 (バルク材) とは異なる分子構造の薄膜が得られることが今までの研究によりわかっている。また、薄膜の構造はスパッタリング時に導入するガスの種類によっても異なる。図 4 (A) はアルゴン (Ar) ガス、図 4 (B) は窒素 (N₂) ガスを使用して高周波スパッタリングにより成膜した薄膜の表面の観察像 (AFM 像) を示している。薄膜の表面の凹凸は後者の方が大きいことが分かる。表面形状のほか、薄膜の分子構造、組成も大きく異なり、ターゲット材料とは全く異なる薄膜が得られる¹⁾。

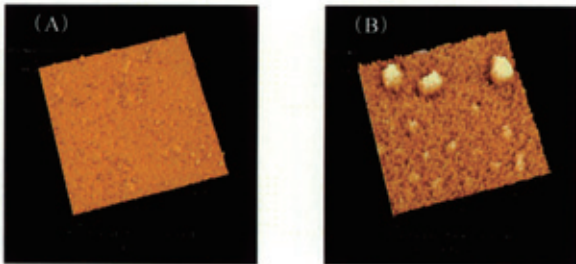


図 4 ポリイミドをターゲットとしたスパッタ膜の表面形状

図 5 にポリイミドをターゲットとして QCM 上に成膜した薄膜を使用して、溶剤 (ガス) 吸着量を測定した

データを示す。使用した溶剤は水 (Water)、エタノール (Ethanol)、アセトン (Acetone) である。比較としてスパッタ膜を形成しない QCM を使用して、吸着量を測定したデータも示した。

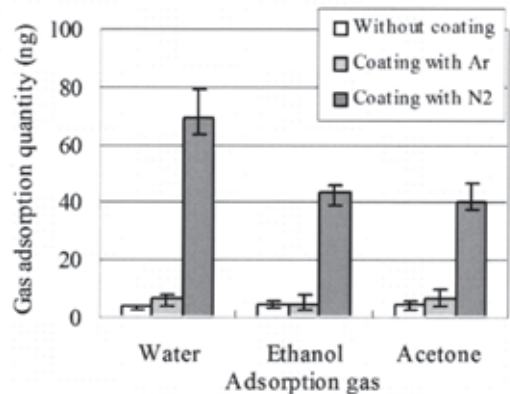


図5 溶剤ガスの吸着特性

アルゴンを導入して成膜した薄膜のこれら溶剤ガスの吸着量はスパッタ膜を形成しない QCM とほとんど変わらない結果となったが、窒素を導入して成膜した薄膜においては、これら溶剤ガスの吸着量は大幅に向上していることがわかる。これら薄膜の水に対する接触角を測定してみると、窒素を導入して成膜した薄膜は、アルゴンを導入して成膜した薄膜やバルク材のポリイミドよりもぬれ性がよく、親水的な表面になっていることがわかっている²⁾。薄膜の表面形状や薄膜の分子構造・組成は、表面のぬれ性に大きく影響する因子で、これらが溶剤の吸着性に影響を及ぼしていることが現在までの研究でわかっている。現在、成膜条件や成膜手法を変えて QCM 上に薄膜を形成し、種々の溶剤ガスの吸着性と薄膜の形状や分子構造との関係について調べており、VOC を高感度かつ選択的に検出する検知膜の開発を目指している。

6. おわりに

ナノオーダーで構造を制御した薄膜材料は今までにない特性を発現する可能性があり、新たな機能性薄膜材料を創出すると共に評価や計測に関する新規技術の開発をおこなっている。材料の表面や界面での接着 (吸着) 現象や材料の力学特性の発現メカニズムを解明するために、薄膜の表面や界面を分子や原子のオーダーで解析するなど、材料内部や表面・界面でおこる物理化学現象を解析し、材料機能の創成を目指している。さらに、デバイス化に向けた研究も実施しており、QCM の電極上にごく薄い膜を形成し、VOC など人体に有害な微量濃度のガス検知技術の開発や、宇宙空間や半導体などの製造分野で発生する原子状酸素などの検出技術の開発に取り組んでいる。

参考文献

- 1) A. Uemura, K. Kezuka, S. Iwamori, I. Nishiyama; Vacuum, Vol. 84, (2009) 581
- 2) 上村彰宏, 矢野智士, 岩森暁, 野田和俊: 材料の科学と工学, Vol. 45(4), (2008) 143