

+++++
研究ノート
+++++

イオンプレーティング法による 耐摩耗性薄膜の生成

築 添 正*

機械部品において耐摩耗性を向上させるために他の物質の薄膜を被覆する場合として次の2つが考えられる。

- 1) ボロンカーバイドのようにきわめて硬質の薄膜によって耐摩耗性を得る (たとえば線引きダイス, ねじ切りタップ, バイトなど)
- 2) 金, 銀のように軟質の薄膜によって潤滑性を良くし耐摩耗性を得る (たとえば超高真空中の軸受など)

本稿に取り上げたイオンプレーティング法は, 後者の目的で1963年 D. M. Mattox によって開発されたものである。すなわち人工衛星, 宇宙船などでは油やグリスなどの潤滑剤は蒸発し計器などに悪影響を与えるため使用できないので, その対策として軸受, 歯車に軟質金属がイオンプレーティングされた。以来この方法はアメリカ合衆国特に NASA と Sandia laboratories を中心として研究開発が進められている。

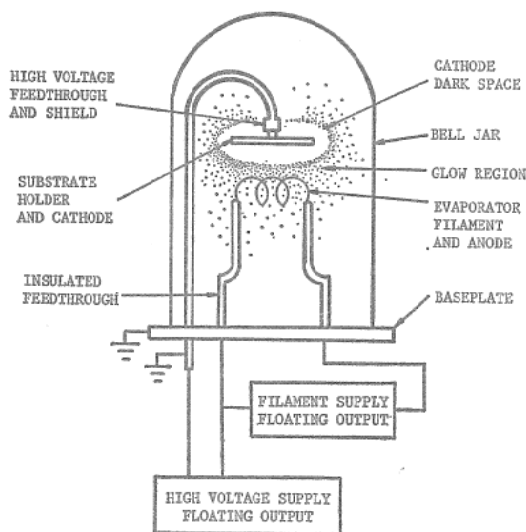


図 1

図1は1964年 Mattox が J. Electrochemical Technology に初めて発表したイオンプレーティング装置である。現在わが国でも数社においてイオンプレーティング装置が製作販売されているが, 原理的には図1と同じく真空蒸着をグロー放電中で行うものである。すなわち図において, まずアルゴンイオンにより基板面を十分スパッタクリーニングした後, フィラメント電源を入れエバポレータ内の金属を加熱蒸発させると, 蒸発原子はグロー放電のプラズマ中でイオン化し高電圧で加速され基板面上にプレーティングされる。

上記の過程からイオンプレーティングによる場合は, 電気めっき, 真空蒸着, スパッタリングなどに比較して, 基板に付着するときの金属イオンの運動エネルギーが大きいので, 付着力のきわめて強い薄膜が得られる。そのほか, まわりこみが良い, 無公害めっきであるなどの特長がある。

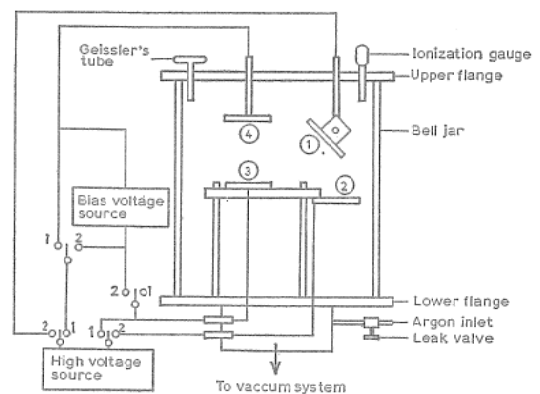


図 2

図2は当研究室で開発したイオンプレーティング装置であって, 従来のものが真空蒸着を利用しているのに対し, スパッタリングを利用している。すなわち切換スイッチ1を入れて基板③と電極④の間でスパッタクリーニングを行っ

* 築添 正 (Tadasu TSUKIZOE), 大阪大学工学部, 精密工学科, 教授, 工学博士, 精密測定学

た後、スイッチ2に切換えて金属板①と電極②の間でスパッタリングを行わせ、①からたたき出された金属粒子をグロー放電中でイオン化し、③、④間のバイアス電圧により加速し、③上にプレーティングする。従来の真空蒸着を利用しているものと比較して高融点金属にも適用できる、化合物でもよいなどの特長があるが、欠点はプレーティングに要する時間が長いことである。この対策として現在当研究室では、図2の金属板①を多極としかつ交流スパッタリングによる新しい装置を使用している。耐摩耗性薄膜においては、冒頭でも述べたようにそれが硬質のものであれ軟質のものであれ、いずれの場合もその耐摩耗性は、(i)膜そのものの性質、(ii)膜の基板への付着力の2つの要因に左右されると考えてよいであろう。イオンプレーティングによるときは後者の付着力がきわめて大きいことは前述の通りであるが、この薄膜と基板の付着力に関し原点にもどって考えるため、両者の界面として次の5つの形式をとりあげてみる。

- (i) メカニカルにかみ合った界面
- (ii) すきまが単原子オーダーの界面
- (iii) 化合物を生成している界面
- (iv) 拡散層を生成している界面
- (v) 擬拡散層を生成している界面

もちろん酸化膜、吸着膜などが薄膜、基板間に介在するときはいずれの形式の界面でも付着力が弱化的ことは当然であって、スパッタクリーニングを十分行くとともにイオンプレーティング中の雰囲気にも留意する必要がある。

イオンプレーティングにおけるこれら界面を基礎的に探究するとともに、薄膜の生長過程を明らかにする目的で、当研究室において製作したイオンビームプレーティング装置を図3に示す。右室が $10^{-3} \sim 10^{-4}$ Torrのイオンソースで、左室が 10^{-8} Torrのプレーティング室である。さらに本装置を発展させたものとして、上記両室の間にマスフィルタを入れ、さらに減速レンズ系を入れた新イオンプレーティング装置を、裏研究室の指導を得て製作し現在調整中である。

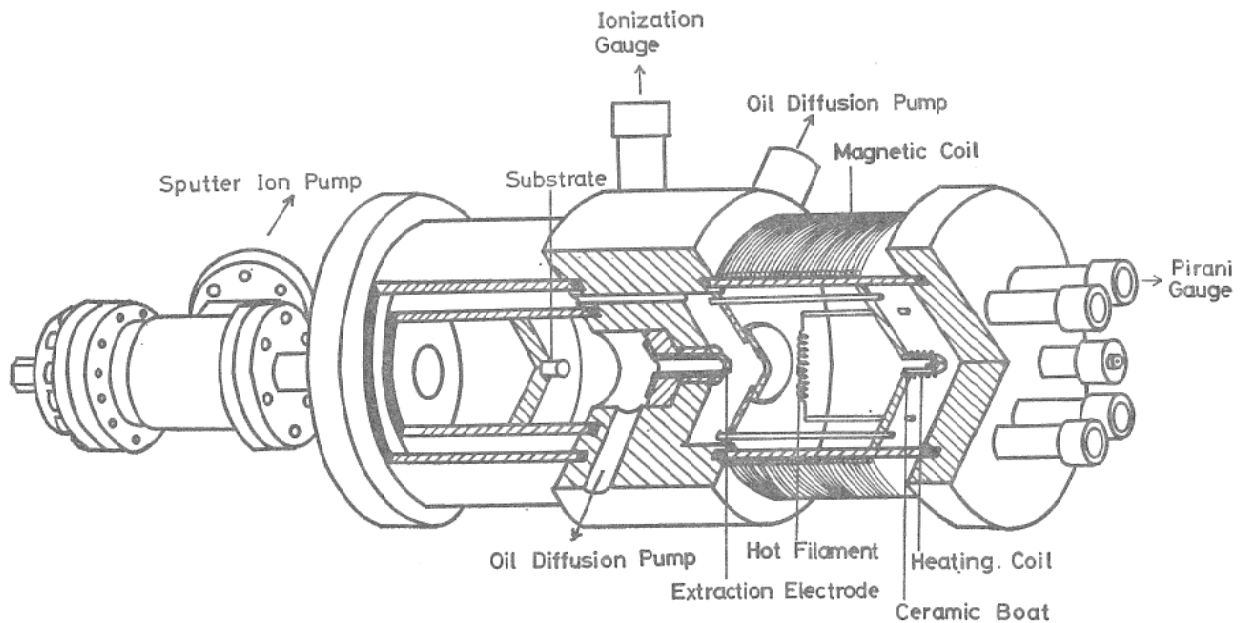


図 3