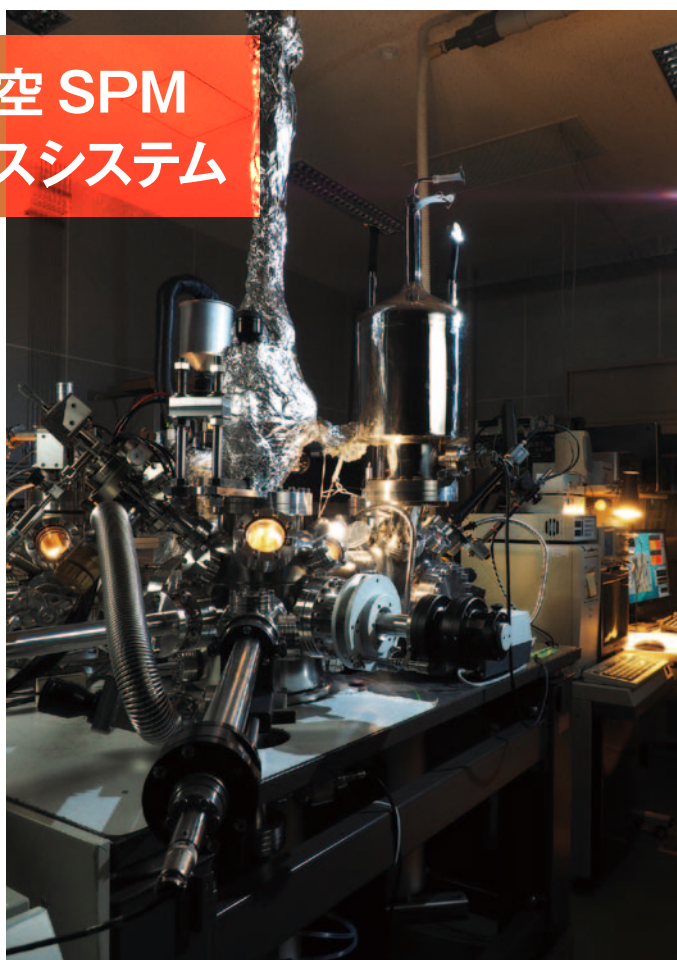


超高真空 SPM プロセスシステム

ナノICT研究室
研究マネージャー
田中 秀吉



走査型プローブ顕微鏡 (Scanning Probe Microscopy; SPM) は、観察対象のイメージや物理量を原子・分子レベルの空間分解能で取得する実空間顕微手法としてだけでなく、信号取得に使用するきわめて先鋭な探針先端によって、観察視野内にある原子・分子サイズの構造を精密に加工調整もできるため、ナノ加工技術における重要な実験ツールとして一般に認識されている。ただし、その高い性能を発揮させるには外界からの擾乱じょうらんやノイズを極限レベルまで抑え込む必要がある。

一方、原子・分子サイズの構造を扱う際には、基板や分子構造が大気中のガスや水分によって汚染、破壊されないように周囲の環境を調整する必要もある。このような事情から、原子・分子サイズのナノ構造を取り

扱う実験機器や材料は、常に超高真空環境下で運用する必要がある。この場合、実験に使用するすべての機器をひとつの大きな超高真空容器に収納し、その中で試料のやり取りを行うことになるが、試料の調整・観測に際しての実験条件は手法によって大きく異なるので注意が必要である。

例えば、SPM観測では、常に周囲の環境を極限レベルで安定させる必要がある。これに対して、分子ナノ構造を配置する基板の清浄化処理にはアルゴンガスをチャンパー内に導入して表面を削る (スパッタリング) が必要あり、チャンパー内への反応ガスの導入は避けて通れない。また、清浄化した基板表面に薄膜やナノクラスターを作りこむ際には、ダストや異物の混入が必然的に

発生する。さらに、作製した構造を安定化させるために、基板を200～1000℃程度に加熱することも必要となるが、これらすべての処理をひとつのチャンパー内で行うことはあまり望ましくない。

そこで私たちは、複数のチャンパーをひとつなぎに接続して、各プロセスを経た試料を大気にさらすことなく、超高真空中で共有して観察・調整できる超高真空SPMプロセスシステムを構築した。構築にあたっては、一連のプロセスに必要な機能、作業手順と実験環境を検討し、それぞれ独立した排気系を持つチャンパーに最適な実験条件を設定した。

具体的には、薄膜作成用のPLD (Pulsed Laser Deposition) プロセスおよびガス中基板加熱用チャンパー、汎用測定用チャンパー、有機分子や金属クラスターの精密堆積用チャンパー、アルゴンスパッタや通電加熱による基板クリーニング用チャンパー、 -200°C の極低温から 1000°C の高温まで対応可能なSPMおよび分光観測チャンパーなどから構成されている。

特に、このシステムのコアとなるSPM部分が外来振動を極端に嫌うため、システム全体をコンパクトにまとめてすべてのチャンパーが同一の空気ばね型除振台に搭載されるように配置した。この際、システム全体の重心と除振台の重心が一致するように全体のバランスを考慮して、システム全体の振動パターンが複雑にならないように配慮している。このシステムを用いれば、原子レベルで平坦化した絶縁基板表面に配置した有機分子のような、観察や調整がきわめて困難な構造についても原子・分子レベルの実験が可能となる。