

触針式段差計

1. 特徴

表面の凹凸（段差、うねり、表面粗さなど）を高精度に測定する（本 Alpha-Step IQ の仕様は分解能 1\AA 以下。 $10\mu\text{m}$ の段差測定の再現性が 8\AA (1σ)）。 mm 程度まで長くできる 1 ラインのスキャンに沿って断面形状を測定する。例えば、基板中の膜堆積した箇所と、基板そのままの箇所をスキャンした場合、膜厚測定ができる。機械的接触を利用するため、表面の凹凸が確実に測定できる。サンプルを傷付ける恐れは、接触力を 10mg 程度に制御することにより、レジストなど一般的な固体では問題にならない。走査速度が速いと、針が安定して接触するように、大き目の接触力が推奨される。

2. 原理

図 1 に原理を示す。先端の尖った針を表面に接触させ、サンプルステージを直線的に移動させ、段差、うねり、粗さなどの表面形状を、針の垂直方向の動き（差動トランス Linear Variable Differential Transformer など）で計測）として検出する。AFM と異なり、マイクロカンチレバーではなく針が表面をなぞる（AFM が発明される以前から利用されていた）。傾きやベースライン補正、指定範囲の平均値抽出などからなるデータ処理機能を合わせて段差を得る。例えば、エッチング量を測定する場合、針先が表面に接触するパターンが得られている場合、確実な測定方法となる。

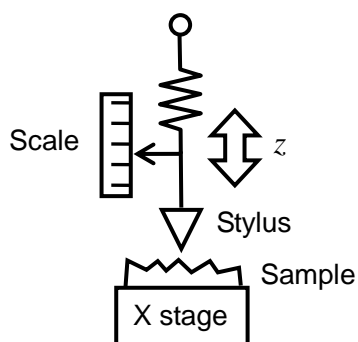


図 1: 触針式段差計の模式図

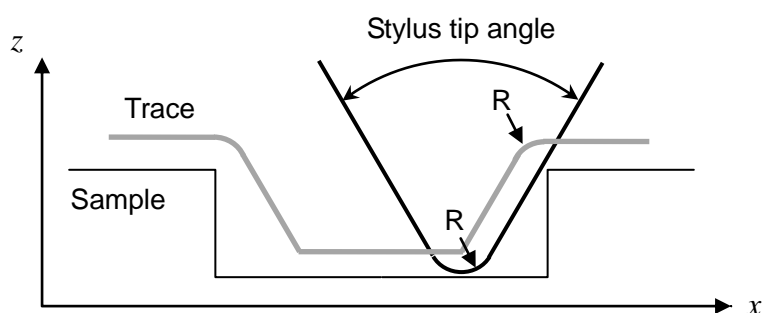


図 2: 探針先端の曲率半径と頂角のトレースデータへの混入

急峻な形状測定には注意が必要である。図 2 は垂直壁（例えば、垂直エッチングした Si）の例である。探針は溝底部にまで届いているが、壁では針の先端ではなく側面がサンプルと接触するため、トレースデータにはベベル斜面、曲率半径 R が混じる。溝幅が狭いと、探針が底部に届かないこともある。本装置では標準的な、先端曲率半径 $5\mu\text{m}$ 、チップ頂角 60° の針（3 万円）を利用している。

図 3 は Si エッチングにより格子を製作した際の光学顕微鏡写真である。左右でピッチ $1.5, 3.8\mu\text{m}$ である。細かな左側格子において、基板上面が残っているのか、浸食されているのかが、エッチング条件の良否判断で重要となった。光学的な測定方法では判断が難しい（本例では、面内で光波長よりも十分に広く均一な測定箇所になっているとは言い難い）。段差計により、図 3 ではピッチ $1.5\mu\text{m}$ の格子は浸食されていることが判明し、適切なエッチング条件を判断し見出すことができた。



図 3: Si エッチングで製作した格子例