

光学に関連する研究に 除振された剛体のサポートの必要性

Optics Based Research—The Need for Vibration Isolated Rigid Support Structures

装置とプロセス技術の進歩により、ナノメートルという微小スケールの現象を調べることが可能になりました。例えば現在では位相シフト光干渉計を使って、約1 nmの分解能で表面粗さを測定できます。半導体の分野では、線幅1ミクロン未満の集積回路が製造されています。このような応用分野が、そのような測定や製造工程に必要な安定性を実現する、応用そのものと同じ革新的な除振サポート構造に対する需要を生み出しました。このレベルの安定性を実現するためには、システムの様々な部品間の極めて高精度の相対的位置関係を維持するという問題を、綿密に検討する必要があります。

問題：相対運動

広範囲の研究及び生産活動において、振動がその成否を決する決定的な要因となる可能性があります。例えば高倍率に拡大された映像の写真を撮る作業を考えてみましょう。物体上の各点がフィルム平面的どこに像を結ぶかは、顕微鏡とカメラの光学システムの組み合わせによって決まります。照明、試料、顕微鏡の光学系、カメラの光学系およびフィルム平面を含む光学システムの全ての部分が、露出時間中に正確に一緒に移動して、互いの相対的な運動が存在しないとすれば、明瞭な像が得られるでしょう。しかしもしも試料が対物レンズに対して相対的に移動すれば、像はぼやけます。

目標：完全な剛構造

振動による乱れの原因を完全に除去することは不可能ですから、可能な限り頑丈でたわまない構造で各部品の間を結合して、部品間の相対運動を減らすことが目標となります。

理論的にしか存在しない完全な剛体では、任意の2点間の距離は時間がたっても一定です。言い換えれば、振動、静力学的な力あるいは温度変化による力を受けている間、物体の寸法と形は変化しません。もしも全ての部品が互いに組み合わされて理想的な剛体を形成するように取り付けられれば、各部品は互いに関して移動せず、システムの性能は影響を受けません。

実際には完全な剛構造を作ることは不可能なので、効果のある除振システムを作るためには、以下の要因を考慮しなければなりません：

動的な力（振動）

動的な力は、作用する力の変化の周波数に応じて変化する構造的変形を生じます。構造的な共振は、光学部品同士の相対運動を増幅する可能性があります。

- 構造的な共振を除去（減衰）するように設計された動的に剛な構造になるように、全ての重要な要素を互いに結合する。
- 機械的なフィルター又はアクティブ相殺技術を使用して、システムを振動から絶縁する。

静的な力

静的な力は、時間的変化をしない一定の変形を引き起こします。しかしシステム内の装置を追加したり移動したりすると、静的な力を変化させて、システムの要素間の位置ずれを生じさせることがあります。

- 外力が加わったときの変形ができるだけ小さいような、静的に剛な構造にする。

温度の影響

温度変化が一様でないと、構造物に時定数が1時間以上のゆっくりした曲げ変形が生じます。熱的な影響を軽減するための主な技術には以下のものがあります。

- 環境を制御して温度変化を抑える。
- 可能な限り温度の影響を受けないように、構造を設計する。



Newportのテーブルシステムは、振動に敏感な多数の研究用および生産装置の相対運動を最小に抑えます。