

Application Note

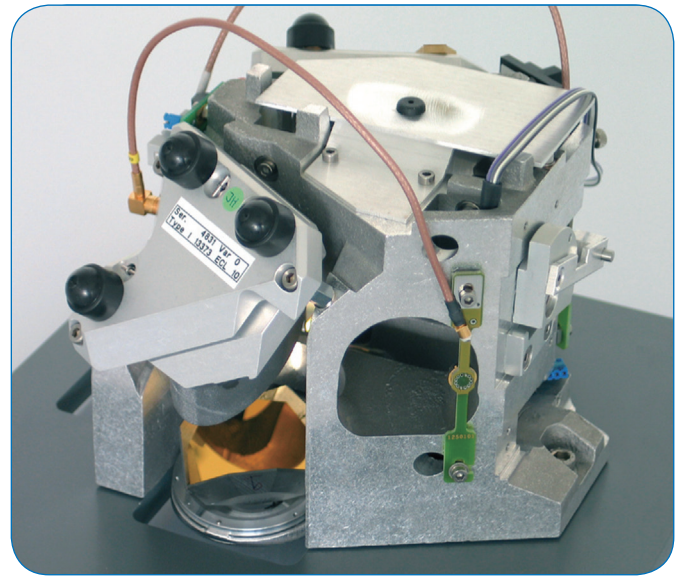
高性能 RockSolid™ 干渉計

はじめに

ブルカー・オプティクスは 1974 年に FT-IR の分野に参入以来、真空光学系や超高分解分光計をはじめ、研究用 FT-IR における新たなスタンダードを創り続けています。現在では、ルーチン分析に最適な A4 サイズのコンパクトモデルから 0.001cm^{-1} という世界最高の波数分解能を有するハイエンドモデルまで、さまざまなタイプの FT-IR を提供しつつ、顧客に対する技術サポートの充実と更なる技術革新に努めています。FT-IR 分光計の心臓部ともいえる干渉計への取り組みもそのひとつであり、ブルカー・オプティクスの分光計が優れた性能を発揮する理由も、独創的かつ理想的な干渉計のデザインにあります。ここでは、ブルカー・オプティクスのもつ数多くの革新的な技術の中から、最新の FT-IR、FT-NIR ならびに FT-Raman に搭載される RockSolid™ (ロックソリッド) 干渉計について紹介します。

マイケルソン干渉計

現在市販されている数多くの FT-IR が採用する一般的なマイケルソン干渉計は、図 1 に示すように、2 枚の平面鏡 (M1 および M2) と 1 枚の半透鏡 (BS、ビームスプリッター: 理想的には入射光の 50% を反射し、残りの 50% を透過させる光学素子) で構成されます。干渉計に入射した光はビームスプリッターにより分割され、2 枚の平面鏡に向かいます。2 枚の平面鏡のうち、1 枚は固定され、もう一方は光軸に沿って平行に移動するリニア走査機構を有します。固定鏡と移動鏡、それぞれで反射された二つの光束はビームスプリッターに戻り再び合成されます。このとき、移動鏡が光軸に対して前後に往復運動することにより二つの光束の間に光路差が連続的に変化し、これにより波長ごとに異なる周波数をもつ変調光の重ね合わせである干渉光、いわゆるインターフェログラムが得られます。このインターフェログラムをフーリエ変



換処理することで、最終的に必要とされるスペクトルが得られますが、スペクトルの分解能、S/N、ベースラインの安定性等は、インターフェログラムの精度に依存し、当然のことながらその精度は干渉計の性能に大きく依存します。

最適な干渉状態を保つため、一般的には移動鏡に発生する振動や傾きに伴う光軸の揺らぎを補償するための機構を固定鏡側に付与する方式 (オートアライメントやダイナミックアライメントと呼ばれる機構) が採用されています。しかしながら、この方式では干渉状態は保てても、干渉計からの出射光束に揺らぎが発生してしまうため、試料ならびに検出器の受光面に結ばれる焦点も揺らぐことになり、結果として付加的なノイズや不安定性の原因となります。

RockSolid™ 干渉計

RockSolid™ 干渉計は、シーソーの両端にキューブコーナリフレクターを一つずつ配置し、シーソーをピボットベアリングで保持・揺動させるという独特な機構をもちま

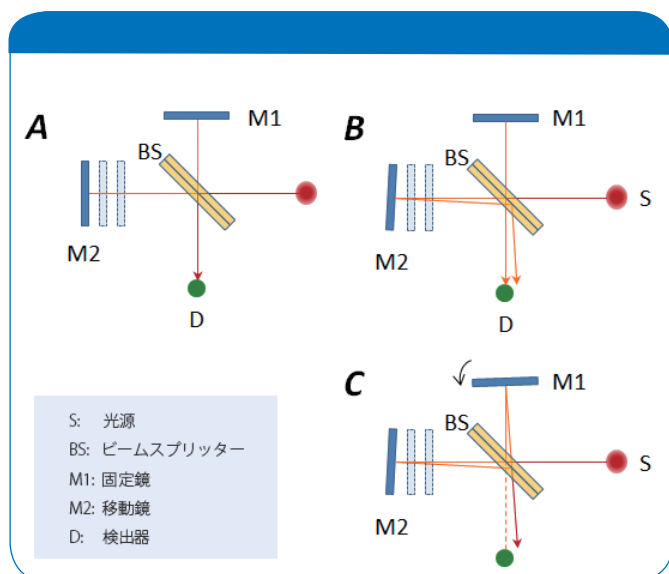


図 1. 一般的なマイケルソン干渉計のレイアウトおよび代表的なアライメント機構の模式図

- A. 正常にアライメントがとれている状態
- B. 移動鏡 M2 が傾き、移動鏡からの反射光軸が傾いた状態
- C. 移動鏡の反射光軸の揺らぎに合わせて固定鏡 M1 の傾きを調整し干渉状態を保つ
→ただし、検出器 D に対する光軸が揺らいでしまう(受光素子上で焦点が揺らぐ)

す(図2)。キューブコーナリフレクターは、3枚の平面鏡を直角に組み合わせた、ちょうど立方体の一角を切り出したような構造をもち、多くのマイケルソン干渉計が採用する平面鏡と異なり、その傾きに関係なく常に入射光束を元の方向へ反射させる「再帰性反射機能」を持ちます。

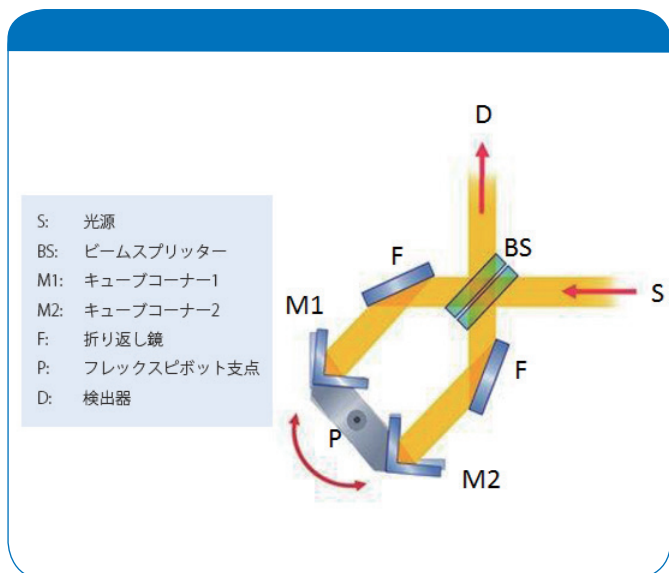


図 2. RockSolid™干渉計の概略図

RockSolid™ 干渉計に採用されるキューブコーナリフレクターは、偏角 5 秒以内という厳格な規格のもと製作されており、これは 1 km 離れた地点から発振された光を光源の位置から半径 1 cm の範囲内に戻せるということを意味します。これにより、RockSolid™ 干渉計は一般的なマイケルソン干渉計が使うような特別なアライメント機構を一切必要としません。また、RockSolid™ 干渉計が採用するピボットベアリングでは、機械的な摩擦抵抗が全く発生しないためスムーズな走査が可能です。さらに、ピボットベアリングの支点とシーソーの重心を一致させることでベアリングへの余分な負荷を排除し、またすべての光学素子をひとつの構造体の中に組み込むことで、振動や温度変化等の環境変動による影響を受け難い、長期の安定性と耐久性に優れた性能を実現しています。

特別なアライメントを必要とせず、高い安定性と耐震性、耐久性を有する RockSolid™ 干渉計は、使用環境が頻繁に変わる小型・可搬型のシステムや厳しい環境に設置されることが多いプロセスアナライザーにおいて、とくに大きなメリットをもたらします。また光学的スループットと走査精度の点においても優れた RockSolid™ 干渉計は、現在では研究開発用の分光計にも採用され、Rapid-Scan や Step-Scan 等より高度な制御が求められる測定モードもサポートしています。

RockSolid™ 干渉計を採用する装置群

- FT-IR: ALPHA、Mobile-IR、LUMOS、
TENSOR シリーズ、VERTEX 70/70v、EM 27
- FT-NIR: MATRIX シリーズ、MPA、TANGO シリーズ
- FT-Raman: MultiRAM



● **ブルカー・オプティクス株式会社**
 本社: 〒104-0033 東京都中央区新川 1-4-1 住友不動産六甲ビル
 Phone: 03-3523-6870 Fax: 03-3523-6871
 大阪営業所: 〒532-0004 大阪市淀川区西宮原 1-8-29 テラサキ第2ビル
 Phone: 06-6394-8118 Fax: 06-6394-9003
 marketing@bruker-optics.jp