

ビーム平行度の制御によるスペクトル品質の向上

Agilent Cary 7000 多角度可変自動測定分光光度計の利点
— 高 f 値のアパーチャによる優れたデータ品質と精度の実現 —



著者

Wesam Alwan and Travis Burt
Agilent Technologies, Inc.

はじめに

分光分析におけるスペクトルデータの品質は、分析対象サンプルを通過する入射ビームに大きく左右されます。バンドパスフィルタやエッジフィルタ（例：ビームスプリッタ）など、大きな入射角（AOI）で分析するサンプルの場合、最適な結果を達成するには、高レベルのビーム平行度を維持することが必要になります。この制御は、アプリケーション要件に応じてカスタマイズ可能な、分光光度計内のアパーチャで入射ビームを調整することで行います。

今回の研究では、Agilent Cary 多角度可変自動測定アクセサリ（UMA）を搭載した Agilent Cary 7000 UV-Vis-NIR 分光光度計を使用しました。光学フィルタのエッジ急峻度を求めるためのデータ品質の向上を目的に、UMA 内でさまざまなアパーチャを使用してビーム平行度を調査しました。

UMA の利点

Cary UMA は、既存の Agilent Cary 4000、5000、6000i 分光光度計に直接装着できます。Cary 7000 多角度可変自動測定分光光度計 (UMS) の場合は、標準機能として搭載されています。UMA は Agilent Cary WinUV ソフトウェアから完全に制御でき、UV-Vis-NIR 分光光度計の機能を拡張して、薄膜、コーティング、光学系、ガラス、太陽電池などの固体材料の特性解析を可能にします。その優れた柔軟性により、研究、開発、QA/QC アプリケーションにおける材料分析を促進します。

UMA の特長：

- 真度と精度に優れた高品質のデータを生成
- 製造過程で行われる QA/QC 検証試験のサンプルスループットを高め、分析コストを削減
- 自動分析により包括的なデータが生成されるため、最終製品の品質が向上し、欠陥製品を出荷することによる経済的リスクを低減

UMA は、幅広い AOI やさまざまな偏光での絶対鏡面反射、透過、散乱を自動測定できる独自の測定機能も備えています。

図 1 に、UMA を搭載した Cary 7000 UMS を示します。



図 1. Agilent Cary 7000 多角度可変自動測定分光光度計 (UMS)。キューブビームスプリッタなど多様な光学サンプルの完全な特性解析が可能です。

UMA による平行度制御の仕組み

図 2 に示すように、UMA にはアパーチャの取り付け位置が 3 箇所あります。そのうち 2 箇所は垂直面方向の平行度を制御する一対のアパーチャ用で、残りの 1 箇所は水平面方向の平行度を制御する単一のアパーチャ用です。これらの取り付け位置に多様なアパーチャをセットすることにより、平面ごとにさまざまな平行度に設定できます。

各アパーチャに示された角度はハーフコーンアングルで、サンプルに照射されるビームの集束または発散を表します。ハーフコーンアングルは、光学部品の集光効率を表す f 値に関連しています。UMA アパーチャの f 値を表 1 に示します。

表 1. Agilent UMA アパーチャの角度とそれぞれの f 値

	アパーチャのハーフコーンアングル					
	0.25 °	0.50 °	0.75 °	1.0 °	2.0 °	3.0 °
水平方向の f 値	f/35	f/18	f/12	f/9	f/4	f/3
垂直方向の f 値	NA	NA	NA	f/29	f/14	f/10

f 値が小さい ($f/3$ など) アパーチャほど、サンプルに入射するビームの角度範囲が大きくなるため、より多くの光が収集されます。ただし、平行度の厳密な制御を必要とするアプリケーションやサンプルでは、低 f 値の光学系が持つこの特性により、スペクトルのデータ品質が低下する可能性があります。

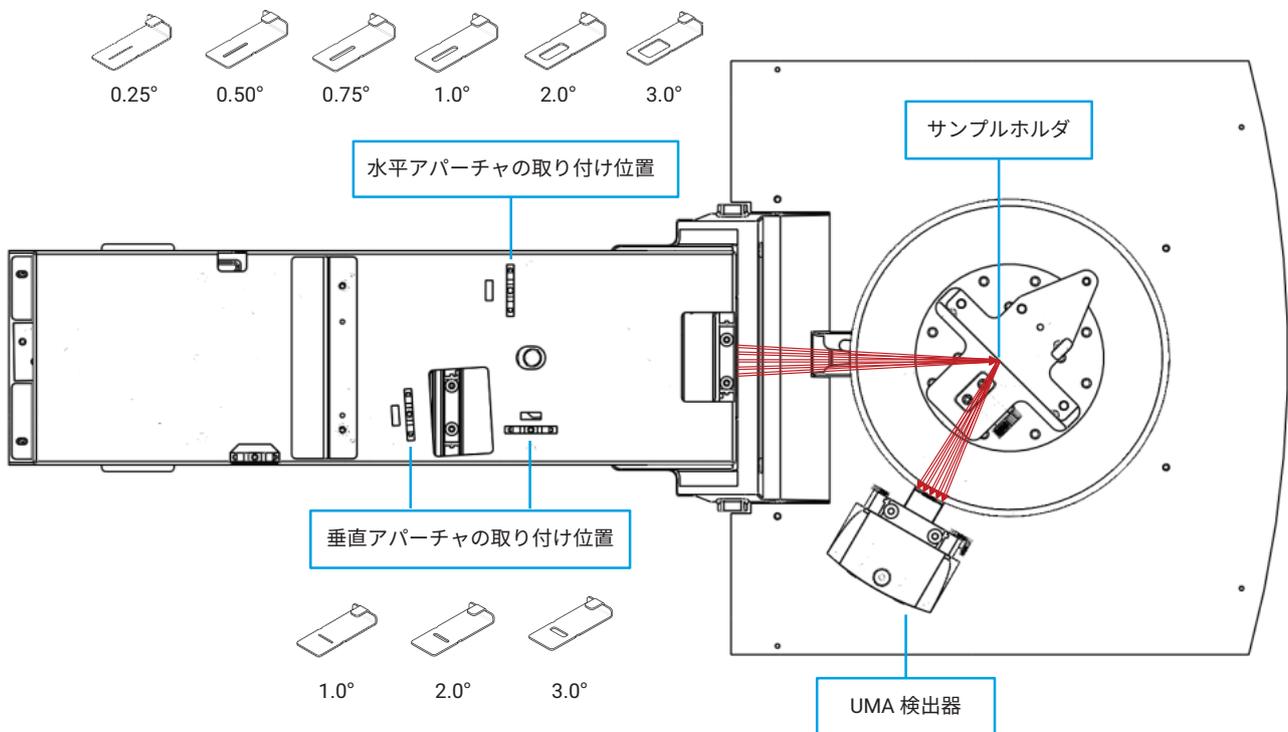


図 2. さまざまな平行度のアパーチャを Agilent UMA に取り付けるための位置

図3に、UMAで使用される水平アパーチャによる平行度の変化を示します（ 3° (f/3)、 2° (f/4)、 1° (f/9)）。

垂直方向のハーフコーンアングルは、AOIの平面に垂直な角度を表します。つまり、垂直アパーチャはサンプルに照射される光のパッチ高さを調整するために使用されます。垂直アパーチャが小さいほど、パッチサイズは小さくなり、小さなサンプルの分析に役立ちます。

0.25° (f/35)の水平アパーチャをセットすることで、最高レベルの平行度が得られます。この構成のUMAは、AOIの変動の影響を受けやすいサンプルに適しています。光学フィルタの特性解析では、このことについて調査しました。

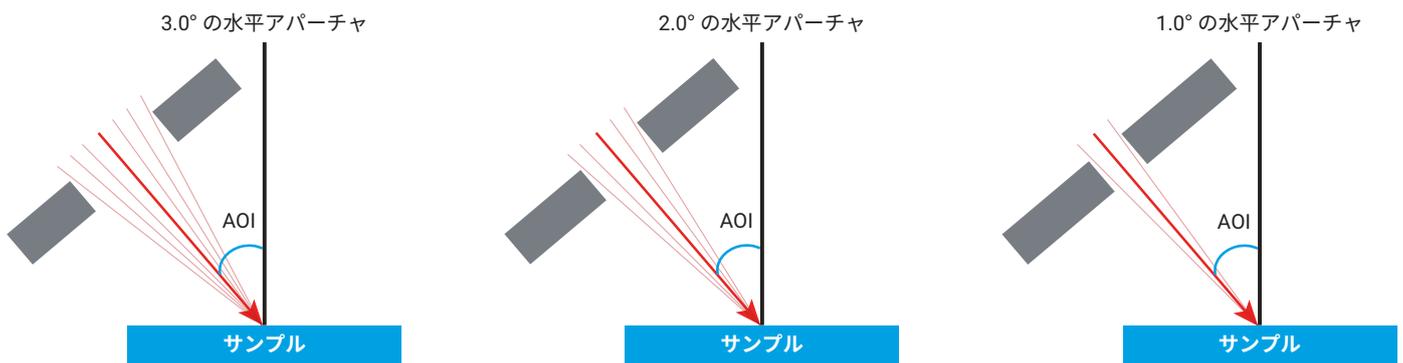


図3. さまざまなUMA水平アパーチャによる平行度の制御。3.0°の水平アパーチャを使用した場合、公称45°のAOIの角度範囲は42～48°になります。

平行度の制御（さまざまな水平アパーチャを使用）によるデータ品質への影響

ビーム平行度によるスペクトル品質への影響を明らかにするため、UMA でさまざまな水平アパーチャを使用して高品質ビームスプリッタ（米国バーモント州 Chroma Technology 社より提供）のエッジ急峻度を評価しました。その際、Cary 7000 を透過モードで動作させました。

ビームスプリッタなどの光学フィルタのエッジ急峻度は、エッジパスフィルタのスロープ上にある 2 点間のスペクトル幅として特徴づけられます。フィルタのエッジ急峻度が小さいほど、光の透過から遮断までの移行がシャープであることを示します。

アパーチャの変更の影響のみが Cary 7000 でモニタリングされるようにするため、全測定を通してスペクトルバンド幅（SBW）を 0.5 nm という一定の狭いバンド幅に保ちました。

図 4 に示すとおり、水平アパーチャの角度を 3° から 0.25° に調整することにより、波長範囲 780 ~ 800 nm のスペクトルの急峻さ（スペクトル品質の指標）が改善され、ビームスプリッタの正確な適格性評価が促進されることがわかりました。このグラフから、0.25° の水平アパーチャを使用することで最適なデータが得られることが確認されました。

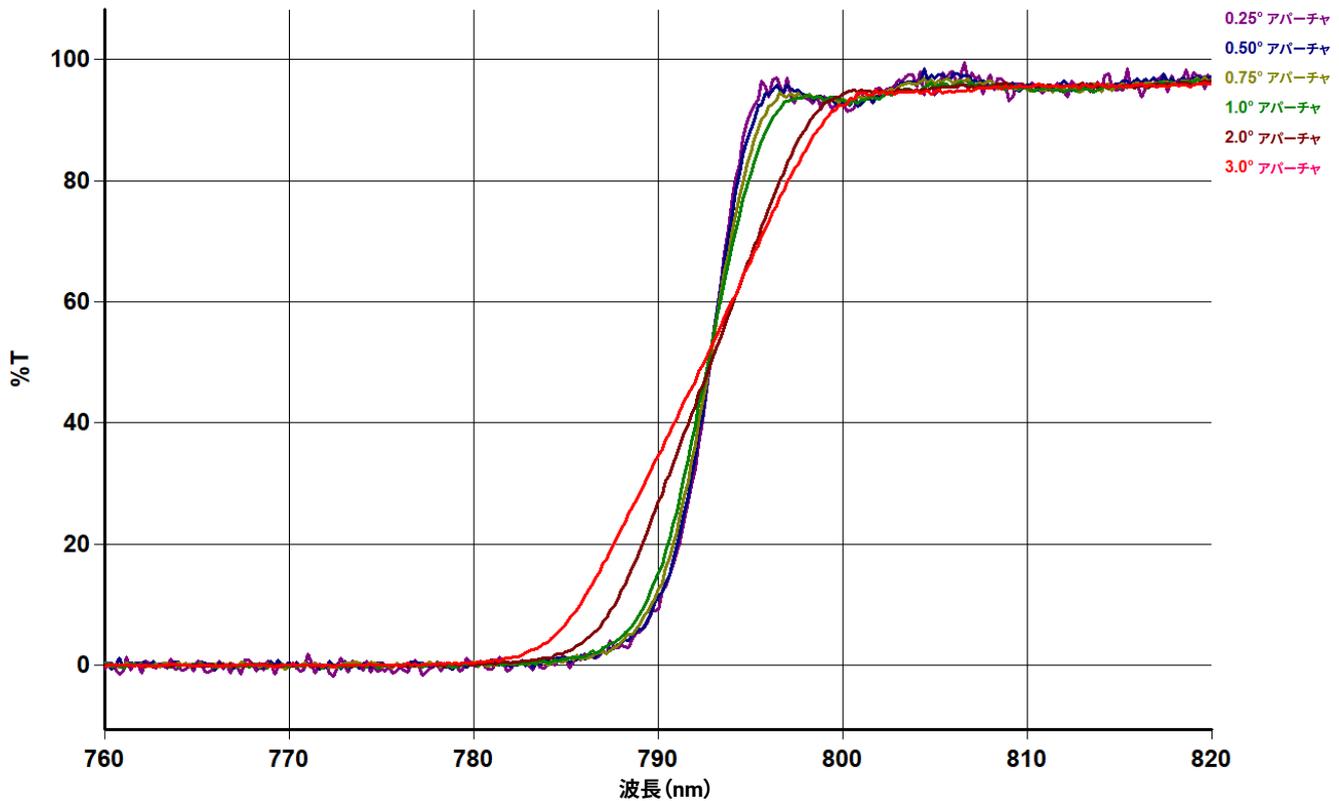


図 4. UMA を搭載した Agilent Cary 7000 UMS で水平面方向のビーム平行度を変化させて（0.25 ~ 3.0°）測定したビームスプリッタのエッジ急峻度

結論

光学フィルタのエッジ急峻度の特性解析は、この種のデバイスのメーカーやユーザーにとって重要な測定です。エッジが急峻なほど、フィルタ品質が高いと見なされるため、エッジ急峻度を慎重に測定することが、フィルタ品質を見極めるために必要になります。測定の正確さは、平行度を制御するために分光光度計で使用されるアパーチャのハーフコーンアングルに依存します。

今回の研究では、Agilent Cary 多角度可変自動測定アクセサリ (UMA) を搭載した Agilent Cary 7000 多角度可変自動測定分光光度計 (UMS) で $0.25 \sim 3^\circ$ の多様な水平アパーチャを使用することにより、平行度を正確に制御できることがわかりました。

より f 値の大きな光学系を UMA の入射ビームでを使用することを検討すれば、さまざまな分光分析アプリケーションで感度と精度を向上させることができます。この性能が、今回のビームスプリッタのエッジ急峻度の調査によって実証されました。Cary UMA では、 $0.25^\circ (f/35)$ の水平アパーチャによって平行度を制御することで最善のデータが得られました。

ビームの平行度を最適化して制御できる UMA があれば、光学サンプルの完全な特性解析を可能にし、最終製品の最適な性能を確保できます。

謝辞

サンプルをご提供いただき、このプロジェクトに全面的にご協力いただいた Chroma Technology 社 に感謝の意を表します。

詳細情報

- Cary 7000 多角度可変自動測定分光光度計 (UMS)
- Cary 多角度可変自動測定アクセサリ (UMA)
- UV-Vis-NIR アプリケーション用 Cary WinUV ソフトウェア
- UV-Vis および UV-Vis-NIR 機器セレクションガイド
- UV-Vis-NIR 固定サンプル測定用アクセサリガイド

ホームページ

www.agilent.com/chem/jp

カスタムコンタクトセンター

0120-477-111

email_japan@agilent.com

本製品は一般的な実験用途での使用を想定しており、医薬品医療機器等法に基づく登録を行っておりません。本文書に記載の情報、説明、製品仕様等は予告なしに変更されることがあります。

DE89922236

アジレント・テクノロジー株式会社

© Agilent Technologies, Inc. 2024

Printed in Japan, May 6, 2024

5994-7224JAJP