MEMS-FPI分光モジュール





MEMS-FPI分光モジュール(以下「分光モジュール」) は、印加する電圧を変化させて透過波長を可変できる MEMS-FPIチューナブルフィルタとInGaAs PINフォトダ イオードから成るMEMS-FPI分光センサ、光源、制御回 路を内蔵した小型モジュールです。PCとUSB接続するこ とによって、近赤外域のスペクトルや吸光度の測定を行 うことができます。周囲温度の変化によるピーク透過波 長シフトを制御回路により補正します。本製品には、測定 条件の設定、データの取得・保存、グラフ表示などの機 能をもつ評価用ソフトウェアが付属されています。また、 DLL (Dynamic Link Library)の関数仕様を公開してい るため、ユーザーサイドで独自の計測ソフトウェアを作成 できます。

[図1-1] 分光モジュール (C17552, C17553, C17554)



[図1-2] MEMS-FPI分光センサ



2. MEMS-FPI分光センサ

MEMS-FPI分光センサは、MEMS-FPIチューナブル フィルタ、受光素子(フォトダイオード)などから成りま す。光入射方向と同軸上にMEMS-FPIチューナブルフィ ルタと受光素子を配置したシンプルな構成です。本製品 は分光センサでありながら、単素子の受光素子を使用し ており、高価な多チャンネルの受光素子を使う必要があ りません。

[図2-1] センサ内部構造



MEMS-FPIチューナブルフィルタは、エアギャップを 介して、上部ミラーと下部ミラーを対向させています [図 2-2]。ミラー間に電圧を印加し、その静電引力によってエ アギャップの調整を行います。そのため、上部ミラーはメン ブレン (薄膜)構造となっています。エアギャップがmλ/2の ときに、おおむね波長入が透過するフィルタとして機能しま す (m: 整数)。フィルタ制御電圧を大きくすると静電引力 によりエアギャップは小さくなり、ピーク透過波長が短波長 側へシフトします。

基板には、赤外フィルタとしてSiを用いています。ミ ラーには、一般的な半導体材料であるSiO2、SiN、Poly-Siなどの誘電体多層膜が適用できます。

[図2-2] MEMS-FPIチューナブルフィルタの断面図



分光モジュールのブロック図を図3-1に示します。制御 回路では、MEMS-FPIチューナブルフィルタに印加する 電圧の制御に加えて、センサ内蔵のInGaAs PINフォトダ イオードのアナログ出力を16ビットA/D変換器にてデジタ ル信号に変換します。また、サーミスタ抵抗値を読み取っ て、温度によるピーク透過波長シフトを抑制するための フィードバック制御を行います。外部インターフェースに は、マイコンを搭載し、PCとUSBケーブルで接続します。

また、UARTインターフェースへのカスタム対応が可能 です(数量が多い場合)。詳細は、当社営業までお問い 合わせください。

[図3-1] ブロック図



KACCC1039JA

4. 評価用ソフトウエア

分光モジュール付属の評価用ソフトウエアを用いて、 USB接続したPCから分光モジュールの操作および計測 データの取得・保存を行います。

評価用ソフトウエアをPCにインストールすることにより、以下の基本的な操作を行うことができます。

・測定データの取得・保存

- ・測定条件の設定
- ・内蔵ランプの設定
- ・モジュール情報

(型名、シリアル番号、感度波長範囲など)の取得

- ・グラフ表示
- ・演算機能

リファレンスデータとの比較(反射率、吸光度など)

1台のPCに最大8台までの分光モジュールを接続して 使用することが可能です。

対応OS: Microsoft[®] Windows[®] 10 (64-bit) Microsoft[®] Windows[®] 11 (64-bit)

[図4-1] 評価用ソフトウエアの画面例



分光モジュール付属のCD-ROMには、評価用ソフトウ エア、DLL、サンプルソフトウエアが含まれています。評 価用ソフトウエアによって、分光モジュールを制御するた めにDLLを利用します。評価用ソフトウエアでは直接I/O やメモリにアクセスできないため、DLLから必要な関数 を呼び出し、デバイスドライバやUSBインターフェースを 介して分光モジュールを制御します。DLLを用いてユー ザー独自のソフトウエアを開発することも可能です。な お、関数仕様書・ソフトウエア取扱説明書がCD-ROMに 保存されています。

[図4-2] ソフトウエア構成





分光モジュールに、SMAコネクタ付光ファイバを簡 易的に結合するためのアダプタを用意しています[図 5-1]。レンズが内蔵されており、分光モジュールの窓部 分をこのアダプタに付け替えて使用します。なお、このア ダプタを使用する場合は、分光モジュール内蔵の光源を 使うことができないため、別途光源を用意する必要があ ります。

[図5-1] 光ファイバアダプタ A17587





MEMS-FPI分光センサには、ピーク透過波長の温度 依存性があります。分光モジュールは、内部の制御回 路により、周囲温度(動作温度範囲)の変化に対して MEMS-FPIチューナブルフィルタへの印加電圧のフィー ドバック制御を行い、ピーク透過波長シフトを抑制しま す。本モジュールの周囲温度とピーク透過波長の関係 を図6-1に示します。C17552: λ =1500 nm, C17553: λ =1700 nm, C17554: λ =1950 nmにおける波長温度依 存性は±0.1 nm/℃以下です。

[図6-1] ピーク透過波長―周囲温度 (代表例)







(c) C17554



波長分解能 (FWHM)の温度依存性を図6-2に示しま す。波長分解能は、温度が変化しても、ほぼ一定です。

[図6-2] 波長分解能一周囲温度 (代表例)



(b) C17553



KACCB0772JA

(c) C17554



KACCB0778JA

7. 測定例

近赤外分光分析では、測定した分光スペクトルから 吸光度を換算し、標準正規化 (SNV: Standard Normal Variate)や2次微分などの手法を用いて、データ解析を 行います。

▶ 反射光測定

本モジュール内蔵のランプを用いて、反射光測定を行 うことが可能です。その測定例を図7-1に示します。

[図7-1] 反射光測定例



布とプラスチックの吸光度の測定例を図7-2と図7-3に 示します。近赤外域において、材質により異なるスペクト ルが確認されるため識別が可能です。

[図7-2] 布の吸光度スペクトル (測定例)



KACCB0766JA





≫ 透過光測定

透過光を用いたスペクトルの測定系を図7-4に示しま す。このとき本モジュール内蔵の光源を使用していませ ん。別途、光源を用意する必要があります。



純水の吸光度測定例を図7-5に示します。1450 nm・ 1940 nm付近をピークとするOH基による吸収を検出して います。また、エタノールの場合 [図7-6]には、1700 nm 付近などに純水とは異なる吸収があります。

[図7-5] 純水の吸光度スペクトル (測定例)



[図7-6] エタノールの吸光度スペクトル (測定例)



KACCB0775JA

8. Q&A

[Q1] 分光モジュールとFTIRエンジンの違いを教えてく ださい。

分光モジュールとFTIRエンジンの比較を表8-1に示し ます。分光モジュールは、MEMS-FPI分光センサ・光源・ 制御回路を内蔵した小型・低価格のモジュールです。 FTIRエンジンは、広い感度波長範囲をもち、優れた波長 分解能を実現しています。

[Q2] 測定時間はどのくらいですか?

分光モジュールの初期設定の1回の測定時間は、約 0.4 s (300 nm幅を1 nmステップで測定した場合)~約 0.6 s (400 nm幅を1 nmステップで測定した場合)です (グラフデータの計算および表示にかかる時間はPCの 性能によって異なるため除く)。

平均化回数 (Point Average Times)を減らすと、さら に測定時間を短縮できます。そのときノイズが上昇する 場合があるため、適切に設定する必要があります。

注) 分光モジュールの評価用ソフトウエアの初期設定 ・Min. Wavelength (nm): 感度波長範囲の最小波長 ・Max. Wavelength (nm): 感度波長範囲の最大波長 ・Step (nm): 1

- Point Average Times: 128
- •Meas. Interval (µs): 2.5

[Q3] 任意の波長ポイントに限定した測定は可能ですか?

分光モジュール C17552・C17553・C17554では、波長 ポイントを最大10まで指定して、測定を行うことが可能 です。

[Q4] 分光モジュール C17552・C17553・C17554の DLLを提供していますか?

分光モジュールではDLLを提供しています。このた め、ユーザーサイドで独自のソフトウエアを作成すること が可能です。

[Q5] 新たな感度波長範囲に対応するカスタム製品の 作製は可能ですか?

当社製品の製品ラインアップの波長範囲が希望を満 たさない場合、当社営業までお問い合わせください。波 長範囲、用途、期待されるビジネス規模によってカスタム 化を検討します。

[Q6] 感度波長範囲の幅をさらに広げることはできますか?

MEMS-FPIチューナブルフィルタは、ファブリペロー干 渉計の原理を用いており、上部ミラーと下部ミラーのエ アギャップがmλ/2のときに、おおむね波長 λが透過する フィルタとして機能します (m: 整数)。また、透過波長に対 して異なる次数の光成分もMEMS-FPIチューナブルフィ ルタを透過します。このため、理論的に感度波長範囲を 広げることができません。なお、異なる次数の光成分は、 内蔵されたバンドパスフィルタによって遮断されます。

[Q7] 分光モジュールを購入する前に、基本特性を確認 したいのですが、デモ機はありますか?

デモ機を用意しています。当社営業所へご相談ください。

[Q8] 分光モジュールには3波長帯のタイプがありますが、 1つを購入して、異なるタイプのMEMS-FPI分光 センサに交換して使用できますか?

分光モジュールでは、MEMS-FPI分光センサを交換 することはできません。必要な波長帯の分光モジュール を購入する必要があります。

[表8-1] 分光モジュールとFTIRエンジンの比較

項目	分光モジュール			FTIRエンジン
型名	C17552	C17553	C17554	C15511-01
内蔵センサ	MEMS-FPI分光センサ			-
感度波長範囲	1.35∼1.65 µm	1.55∼1.92 µm	1.75∼2.15 µm	1.1∼2.5 µm
 波長分解能 (FWHM) max.	18 nm	21 nm	22 nm	8 nm
 小型サイズ	***			**
コストメリット	***			**

7/

[Q9] 分光モジュール内蔵のランプの寿命を教えてくだ さい。

ランプの寿命の目安は、15000時間です。なお使用条 件により寿命は変動します。

[Q10] 分光モジュールのS/Nは、どの程度でしょうか?

周囲温度: 25 °C、ゲイン設定: Middle (初期設定)の 場合、S/N=10000 typ.です (C17552, C17553, C17554 で同程度)。

S/Nは式 (8-1)で表されます。

S/N = (最大レンジの75%の – ダーク) / ダーク 光入射時のカウント値 – 平均値) / 標準偏差… (8-1)

ノイズ成分を減らすためには、ポイント平均回数を増 やしてください(測定時間は長くなります)。さらにノイズ 成分を減らすためには、スキャン平均回数を増やしてく ださい。

·初期設定

Min. Wavelength (nm): 感度波長範囲の下限 Max. Wavelength (nm): 感度波長範囲の上限 Step (nm): 1 Point Average Times: 128 Meas. Interval (µs): 2.5

本資料の記載内容は、令和7年6月現在のものです。

製品の仕様は、改良などのため予告なく変更することがあります。本資料は正確を期するため慎重に作成されたものですが、まれに誤記などによる誤りがある場合が あります。本製品を使用する際には、必ず納入仕様書をご用命の上、最新の仕様をご確認ください。

本製品の保証は、納入後1年以内に瑕疵が発見され、かつ弊社に通知された場合、本製品の修理または代品の納入を限度とします。ただし、保証期間内であっても、 天災および不適切な使用に起因する損害については、弊社はその責を負いません。

本資料の記載内容について、弊社の許諾なしに転載または複製することを禁じます。

浜松ホトニクス株式会社

www.hamamatsu.com

仙台営業所	〒980-0021	宮城県仙台市青葉区中央3-2-1 (青葉通プラザ11階)	TEL (022) 267-0121	FAX (022) 267-0135
東京営業所	〒100-0004	東京都千代田区大手町2-6-4 (常盤橋タワー11階)	TEL (03) 6757-4994	FAX (03) 6757-4997
中部営業所	∓430-8587	静岡県浜松市中央区砂山町325-6 (日本生命浜松駅前ビル)	TEL (053) 459-1112	FAX (053) 459-1114
大阪営業所	〒541-0052	大阪府大阪市中央区安土町2-3-13 (大阪国際ビル10階)	TEL (06) 6271-0441	FAX (06) 6271-0450
西日本営業所	〒812-0013	福岡県福岡市博多区博多駅東1-13-6 (いちご博多イーストビル5階)	TEL (092) 482-0390	FAX (092) 482-0550

光半導体営業推進部 〒435-8558 静岡県浜松市中央区市野町1126-1 TEL (053) 434-3311 FAX (053) 434-5184