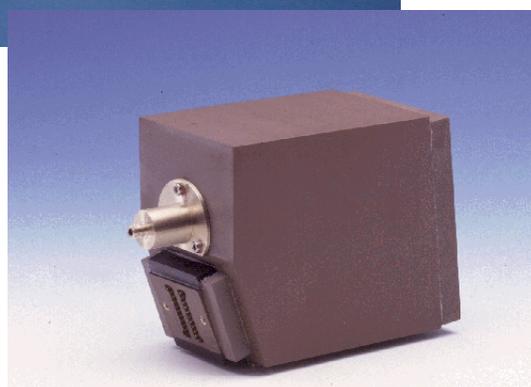
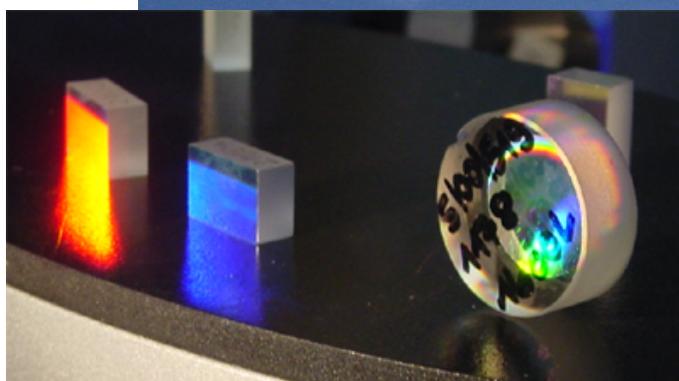
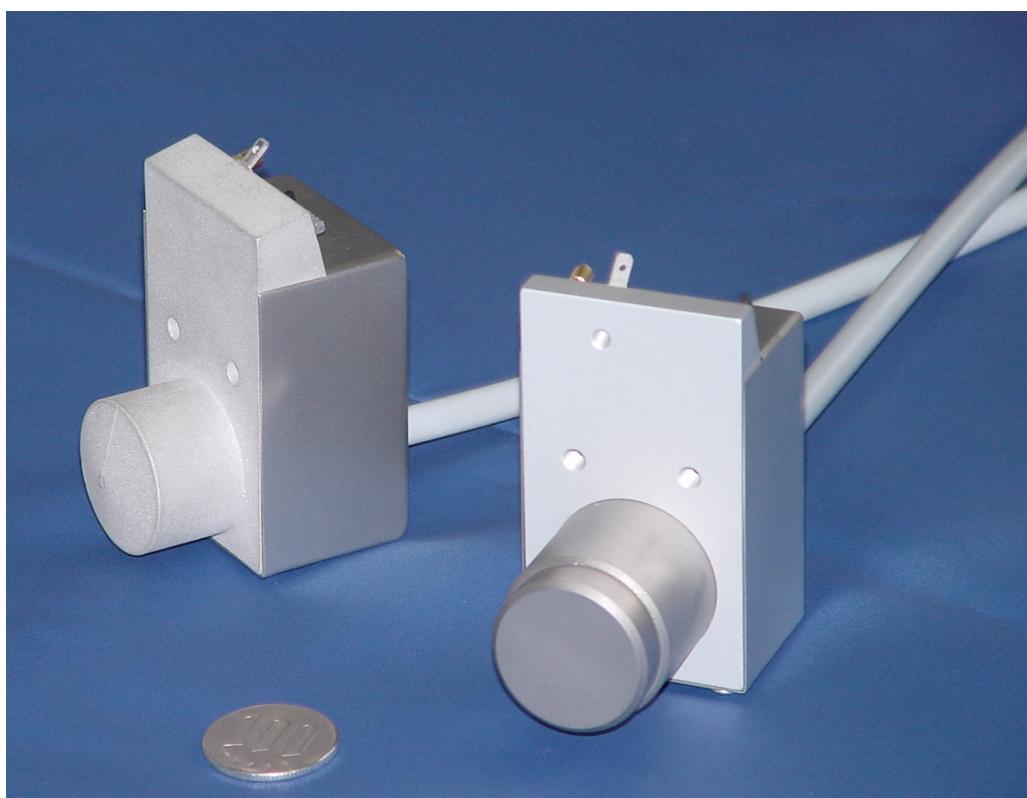


ZEISS

MMSの扉の向こうに...

分光技術への冒険

Carl Zeiss分光器技術解説書



株式会社 スペクトラ・コープ

〒164-0011 東京都中野区中央4-4-5第一小林ビル

Tel:03-5328-2858 Fax:03-5328-2859

URL <http://www.spectra.co.jp>

1 . 皆様からの代表的なご質問

1 - 1 分光器がどのようなアプリケーションで使用されているか。

スペクトル反射 / 透過率測定

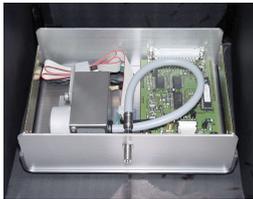
* スペクトル反射 / 透過率測定



光学メーカー及びディスプレイメーカーにとどまらず、他の業種の方々にとっても、近年、需要が高まっておりますのが、製作した製品又は、使用材料に対するの反射 / 透過率測定です。
光学部品や画面などの他に、フィルム、液体、金属、建築材など無限に、その対象を拡げております測定であり、光ファイバーや顕微鏡などとの併用で、測定環境も幅広く選択できます。

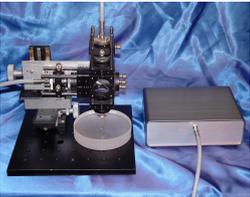
超小型分光器 MMS

* このアプリケーションに対しての弊社からの提案



測定したいスペクトル波長によってその対応機種及び使用光源など全ての環境を提案させていただきます。
御予算に応じた必要最低限な構成から将来のインライン測定化まで、その開発プロセスをお客様と共同で考える理念で弊社は活動しております。
スペクトル反射 / 透過率測定において以下の部分が開発ポイントとなります。

MMS を装置に組み入れて



スペクトル反射 / 透過率測定を行いたいサンプルの使用波長は何か？
サンプルの具体的な形状は？サイズは？
反射が良いのか、透過が良いのか、また両方で測定するほうが良いのか
選択した波長の光源は？光ファイバーは？測定サンプルの設置方法は？
測定したデータはどのように保存し、応用したいか？
以上のテーマで必要となる特注オプションは何か？
将来、測定自体をインライン測定に発展させたいか？
インライン測定に発展させた場合の考えられる問題点は？

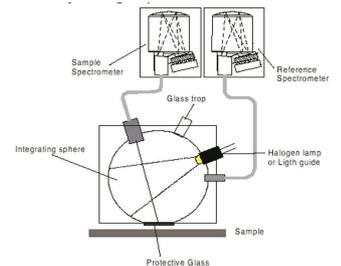
これらの開発ポイントはお客様のアプリケーション毎の難しさも多少ございまして実際の弊社機器と測定サンプルとの間で実際行いますデモ測定検証を通じまして問題解決の道をお互いで探ってまいります。

簡単なレンズ反射測定装置の出来上がり。



その他、様々なサンプルも測定可能

測定プローブのラインナップも充実



色判定

* 色測定

色といっても様々なモノに着色がされております。
普通、色測定といってもインキや紙、塗料といった対象が想像されがちですが、
現在その測定のニーズは、食品、薬品、化粧品、人体の肌など、その測定対象範囲は
無限になっています。

これら無限に近い対象を色測する場合、光の使用はその特徴を發揮します。
ハロゲン光を中心とした光で測定サンプルからの反射及び透過光を、Carl Zeiss社製
超小型分光器の検出素子(256~1024素子)で分光検出すれば、1回のスキャンで可視光領域の
スペクトル情報を得ることが可能であり、そのスペクトル情報を色度変換ソフトウェアで、
色度座標x,y、三刺激値X, Y, Z、色空間 L*a*b*、L*u*v*、条件等色係数、色差などを
測定できます。

* このアプリケーションに対しての弊社からの提案

測定したいスペクトル波長によってその対応機種及び使用光源など全ての環境を
提案させていただきます。御予算に応じた必要最低限な構成から将来のインライン測定
化まで、その開発プロセスをお客様と共同で考える理念で弊社は活動しております。
スペクトル反射/透過率測定において以下の部分が開発ポイントとなります。

サンプルの具体的な形状は？サイズは？

反射が良いのか、透過が良いのか、また両方で測定するほうが良いのか

反射又は透過の入射位置や測定位置はサンプルに対し、どの選択が最適か？

色度測定を行うにあたり、測定したデータの基準化は必要か、またどのように
基準化をすれば良いか？

標準光源などで基準の光及び使用光学環境の校正は必要か？

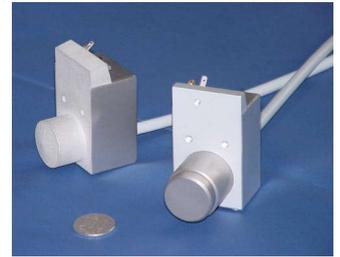
測定したデータはどのように保存し、応用したいか？

以上のテーマで必要となる特注オプション又はソフトウェアは何か？

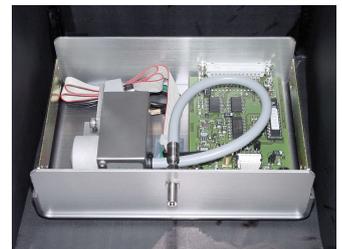
将来、測定自体をインライン測定に発展させたいか？

インライン測定に発展させた場合の考えられる問題点は？

これらの開発ポイントはおお客様のアプリケーション毎の難しさも多少ございまして
実際の弊社機器と測定サンプルとの間で実際行いますデモ測定検証を通じまして
問題解決の道をお互いで探ってまいります。



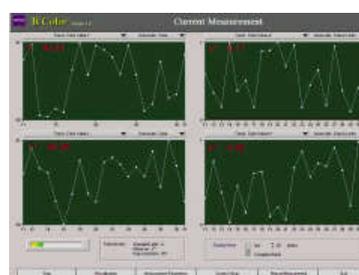
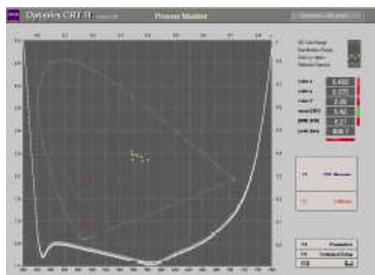
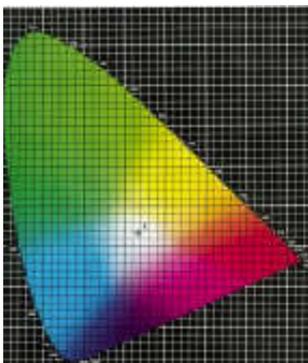
超小型分光器MMS



MMSを組み入れて



色の測定を開始



光を使用する専用プローブも充実。



膜厚測定



超小型分光器 MMS



MMSも組み入れて・・・



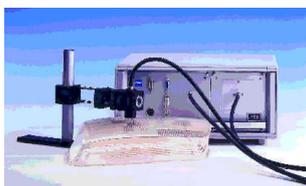
膜厚測定を開始



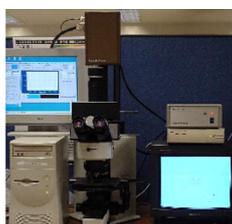
フィルムの膜も・・・



ブラウン管の表面も・・・



ヘッドライトカバーも・・・



顕微鏡にも付けられる。

* 膜厚測定

測定したい透明・半透明膜の中に光の干渉が起こるように、光を入射して、接触式では測定不可能だった膜厚を算出。最小300nm～100μmまでの単層及び2層膜を再現性良く測定致します。この測定の対象は、半導体ウエハーの上の酸化シリコン膜 (SiO₂)、並びにフォトリソ膜が多いのですが、最近はフィルムの膜や微細なチューブのコート膜など膜厚測定自体のニーズが非常に拡がりをみせております。

従来、膜の厚みを非接触に簡便に測定する装置は、高価格であり、その測定再現性自体も信頼性が低いものでありました。

弊社では、Carl Zeiss社製超小型分光器「MMS」、高分解能小型分光器「MCS」を測定装置内に内蔵することにより、低コストで再現性良く膜厚測定することを実現。この光学干渉式膜厚測定は、膜の材質の屈折率を入力しスペクトル測定をするだけで厚み測定が行える簡便に高精度な測定をおこなう方法であり、また使用するCarl Zeiss社製分光器「MMS / MCS」は振動、熱、結露などにも強く、対象物や測定環境の特徴・構成に左右されません。

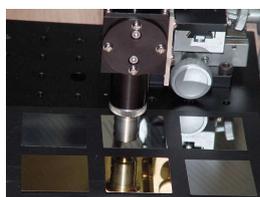
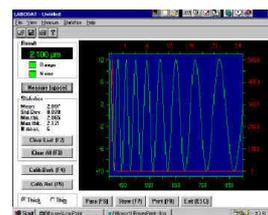
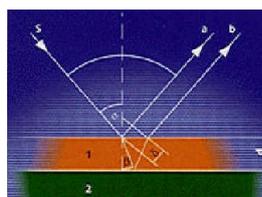
* このアプリケーションに対しての弊社からの提案

原則的に、膜厚測定を分光器で行う場合、サンプルの膜自体がどれだけ光を透過するか、また膜の下地がどれだけ光を反射するかが重要な要因となってきます。透明膜だけの場合は、光を透過させるだけで透過光測定が可能ですので、反射要因は関係しません。サンプルの測定時状態もポイントにはなってきます。具体的に挙げますと、サンプルがライン上で動いている場合、照射する位置や反射する位置が一定では無かったり、塗布されている膜自体に厚みのムラがある、また複数構造の膜で実際それぞれの膜の屈折率が非常に近い等々、これらの問題に対しての具体的な対処法は、製品と各サンプルとのデモ測定で検証しながら具体化していきます。

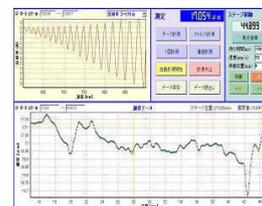
- 測定したい膜は透明・半透明か？また厚みは、300nm～100μmか？
- 反射で測定するサンプルの場合、膜の下地の面精度は良く反射光が効率良く返ってくるか？
- 透過で測定するサンプルの場合、層の中を効率よく光が透過してくるか？
- 層は、いくつ存在しているのか？
- 膜の材質が持っている光に対しての屈折率はいくつか？
- 膜の材料の中に光が散乱する物質が紛れているか？
- サンプルのサイズ、形状は？
- マッピング測定を行いたいのか？
- 測定したデータはどのように保存し、応用したいのか？
- 以上のテーマで必要となる特注オプション又はソフトウェアは何か？
- 将来、測定自体をインライン測定に発展させたいのか？
- インライン測定に発展させた場合の考えられる問題点は？

これらの開発ポイントはおお客様のアプリケーション毎の難しさも多少ございまして実際の弊社機器と測定サンプルとの間で実際行いますデモ測定検証を通じまして問題解決の道をお互いで探ってまいります。

* F F T を応用すれば透明 / 半透明膜の厚みは精度良く測定できます。



ライン測定も・・・



液体濃度測定

* 液体濃度測定

液体中の混合物の濃度を正しく測定し、製品の品質を一定に保ちたいというのは液体メーカー及び液体を使用している各種業者にとって現在、最も重要なニーズの一つとなっております。この測定は、液体中の物質が持っております光に対しての吸収、すなわち吸光度測定が中心ですが、液体中に含まれている分子の吸収ピーク波長を観ますと複数の分子が混在する溶液では、それぞれの分子の吸収が各波長で干渉し合い測定精度が落ちます。そこでどれだけ簡便に広い波長範囲を測定できるかが一つのテーマにあがります。光検出した濃度の情報はシーケンサーなどへの指令となり、液体の精製プロセスに対してのコントロールも可能です。超小型分光器の小型性、及び頑丈性は環境関連で液体の取扱いが非常に厳しくなっている昨今では注目を浴びております測定ツールです。

* このアプリケーションに対しての弊社からの提案

分光器を使用しての液体濃度測定は、他のアプリケーションに比べ測定サンプルによって使用する波長域が様々であり、使用光源、分光器、光学系、ファイバーなどアプリケーション毎にそれぞれ決まってきます。液体の径時変化を測定する意味合いから分光器測定する場合、測定周辺環境を考えなければなりません。例えば温度や気圧が変化する外部環境、液体の揮発性、液体自体の濁りの影響など、光を使用するのにあたり困難な要因が存在しております。光を液体濃度測定に使用する際には、光の有効性とその限界を認識しながらどのように測定するかということを事前に考えなければなりません。

- 測定するサンプルの吸光度が、紫外・可視・近赤外のどこの波長に存在するか？
- 測定する液体サンプルは透明度をどれだけ持っているか？
- 測定場所と測定制御する場所の距離及び形態は？
- 液体測定に使用するセルは？液浸プローブは？
- 基準化はどのような液を用いるのか？
- 測定環境の径時変化及び恒常の状況は？
- 測定したデータはどのように保存し、応用したいか？
- 以上のテーマで必要となる特注オプション又はソフトウェアは何か？
- 将来、測定自体をインライン測定に発展させたいか？
- インライン測定に発展させた場合の考えられる問題点は？

これらの開発ポイントはお客様のアプリケーション毎の難しさも多少ございまして実際の弊社機器と測定サンプルとの間で実際行いますデモ測定検証を通じまして問題解決の道をお互いで探ってまいります。

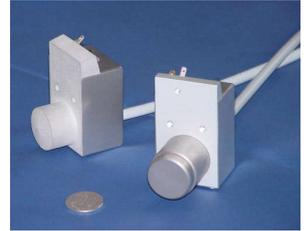
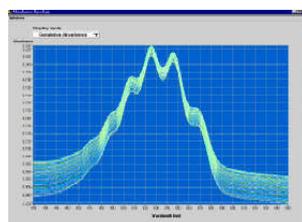
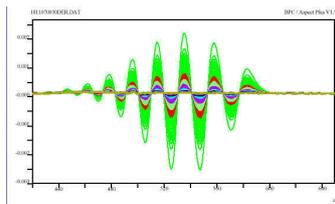
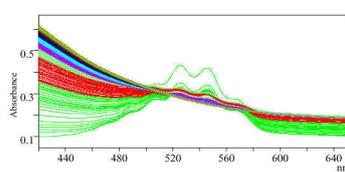
液体用測定プローブも充実



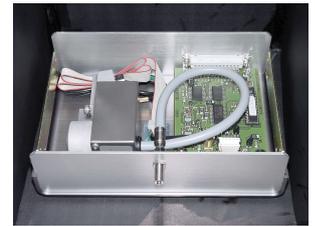
耐圧、耐温用プローブも用意にあります



対応ソフトも色々



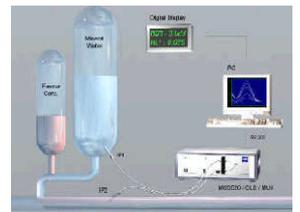
超小型分光器 MMS



MMSを組み入れて・・・



液体濃度測定開始



インライン液体管理例



近赤外非破壊測定

* 近赤外非破壊測定

非破壊測定という言葉が一人歩きする時代になっていますが、弊社では光を用いる非破壊測定を主に、果物・穀物・飲料水・乳製品・茶・蒸留酒・醸造酒などの食料品、ガソリン・軽油などの燃料、血液・医薬品等などの医療関連、そしてプラスチック・土壌・海水などの環境関連でご紹介しております。

主に使用する波長領域が、可視～近赤外に対してですのでそれらの波長領域に応じた分光器が必要になりますが、Carl Zeiss製超小型分光器「MMS」は、ファイバ - 入射方式ですので、光ファイバ自体を延長すれば、測定場所とデータ処理を行う場所を離すことができますし、インライン計測及び屋外での使用にもその用途が広がられます。

測定して得られたスペクトルデータは、テキスト出力等で各種ケモメトリクスソフトに取り込められます。

* このアプリケーションに対しての弊社からの提案

このアプリケーションは、近赤外分光法という従来から研究者が提案し、現場レベルに最先端の技術であると伝えてきたモノであり、現在多くの方が扱われているにも関わらず、いまだ一部の対象物に対しては測定の域を超えておりません。

例えば食物などは、その形状も微妙に異なりますし、成分もまちまちです。これらの定量化を行うために検量線が存在し、測定スペクトルととの因果関係をどうつなげるかがポイントとなってきます。

弊社では可視～近赤外までのスペクトルを測定し、お客様が化学的分析に基づいて作られたケモメトリクスソフトまでデータ出力を行うことにより、どのように非破壊測定を実現するかを一緒に考えていきます。

- 測定するサンプルの吸光度が、可視～近赤外のどこの波長に存在するか？
- 測定サンプルからの反射 / 透過光は、明るいのか？
- 測定場所と測定制御する場所の距離及び形態は？
- 微妙に異なる測定物の測定設置はどのように行うか？
- 測定物からの散乱した光にはどのように対処するか？
- 測定環境の径時変化及び恒常状況は？
- 測定したデータはどのように保存し、応用したいか？
- 以上のテーマで必要となる特注オプション又はソフトウェアは何か？
- 将来、測定自体をインライン測定に発展させたいか？
- インライン測定に発展させた場合の考えられる問題点は？

これらの開発ポイントはおお客様のアプリケーション毎の難しさも多少ございまして実際の弊社機器と測定サンプルとの間で実際行いますデモ測定検証を通じまして問題解決の道をお互いで探ってまいります。

* 農業関連の分析が光により日々進歩しています。



超小型分光器 MMS



近赤外小型分光器 MMS NIR



MMSを組み入れて・・・



測定を開始 近赤外非破壊

サンプルも色々・・・



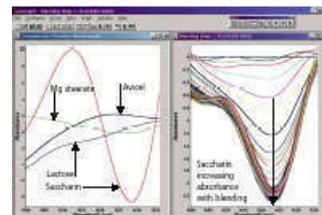
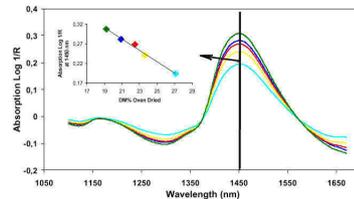
Yesterday



Today



Tomorrow



プラズマモニター

* プラズマモニター

最近、真空層中のプラズマ発光物の測光をしながらのエッチングプロセス管理や、そのプラズマ自体の波長を広い波長域にわたって測定したいというニーズが非常に高まっております。Carl Zeiss社製高分解能小型分光器MCSを使用すれば、プラズマという半値幅が狭いスペクトルを190~1015nmという広い波長域の中で全般的に精度良く測定でき、またその小さなモジュールサイズが真空層周辺という限られた環境も含め、柔軟性良く設置が可能です。

* このアプリケーションに対しての弊社からの提案

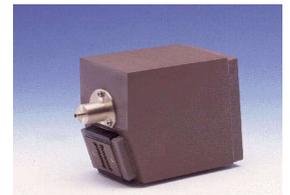
このアプリケーションは、研究開発の方から現場レベルの方までどのように測光できるか、また設置できるかがポイントとなりますのでプラズマ光の場所または測定したい入射位置などを確認した上でファイバーあるいはウインドウなどに取り付ける特性マウントなどを介しモニター環境の作製を致します。もちろん圧力が非常にかかる環境であれば、その圧力に耐用できる光学マウントを採用し、高圧光学プローブなどを併せて使用します。それとプラズマ光自体の明るさがどれだけ検出できるかで、光の入射位置も可変にしなければなりません。

- 対象とする波長域は紫外~可視~近赤外のどこか？
- 測光するプラズマの明るさは？
- 測定環境は圧力及び場所的に制限があるのか？
- 測定環境の径時変化及び恒常的状況は？
- 測定したデータはどのように保存し、応用したいか？
- 以上のテーマで必要となる特注オプション又はソフトウェアは何か？
- 将来、測定自体をインライン測定に発展させたいか？
- インライン測定に発展させた場合の考えられる問題点は？

これらの開発ポイントはお客様のアプリケーション毎の難しさも多少ございまして実際の弊社機器と測定サンプルとの間で実際行いますデモ測定検証を通じまして問題解決の道をお互いで探ってまいります。



超小型分光器 MMS

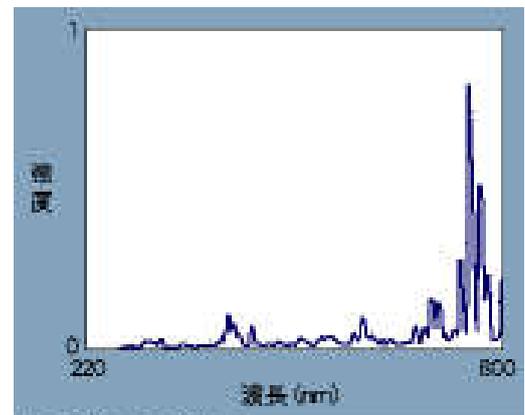
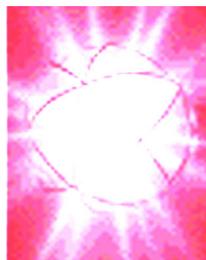
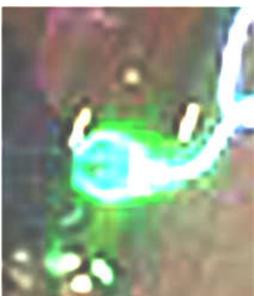


高分解能小型分光器 MCS



MMSを組み入れて・・・

各種プラズマ光



Arプラズマのスペクトル

広範囲にプラズマスペクトルをモニター

レーザー波長モニター

* レーザーピーク波長モニター

最近、レーザーポインターやLD内蔵測定装置を製作されているメーカーの方々から、その使用レーザーの発振波長の中心ピークをきちんとチェックされたいというニーズが非常に高まっており、光の波長という非常に不安定な箇所に対しての品質管理が重視されております。

その難しい検査もCarl Zeiss社超小型分光器MMSと専用分光分析ソフトウェアを使用いただければ簡便に行えます。

レーザー発振中心波長それぞれを、絶対波長精度:0.3nm以下という細かい範囲で、先端の微細なシフトも検知可能。

超小型分光器使用の為、広い場所も必要とせず、0.4msという短時間の取り込みで測定が終了することも現場での作業をはかどらせます。

* このアプリケーションに対しての弊社からの提案

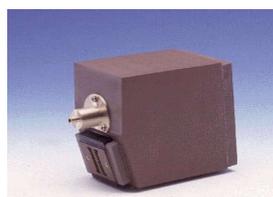
このアプリケーションでは、しばしば"測定波長分解能"の定義がテーマになってきております。さまざまな分光器メーカーが波長分解能を定義していますが、まず大事なことは勿論、分光器自体がどれだけの波長範囲を測定対象としているが重要になってきますが、その次にスペクトル自体と光の強度に対する分解能を考える際に明確に定義されて無く、部誤解を与えるような記載も目に付きます。それでは、これからZeiss社の波長分解能への考え方を製品特性も併せてご紹介致します。

- モニターしたいレーザーの波長は、どの波長か？
- レーザーは一台、一台順繰りに測定すれば良いのか？
- 測定する分光器は、ISO登録されているか？(Zeissの分光器は登録済み)
- 測定場所と測定制御する場所の距離及び形態は？
- 測定したデータはどのように保存し、応用したいか？
- 以上のテーマで必要となる特注オプション又はソフトウェアは何か？
- 将来、測定自体をインライン測定に発展させたいか？
- インライン測定に発展させた場合の考えられる問題点は？

これらの開発ポイントはお客様のアプリケーション毎の難しさも多少ございまして実際の弊社機器と測定サンプルとの間で実際行いますデモ測定検証を通じまして問題解決の道をお互いで探ってまいります。



超小型分光器 MMS



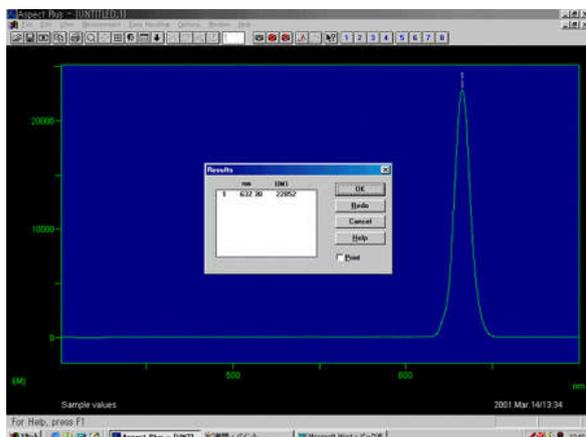
高分解能小型分光器 MMS



MMSを組み入れて・・・



レーザー光を入射



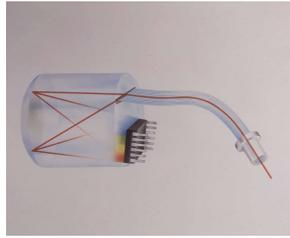
JQA も承認！

簡単にピーク波長を検出

1 - 2 分光器とは一体、どのような構造で、光の何を検出するための機器か？

A . 分光器本体

MMS 1

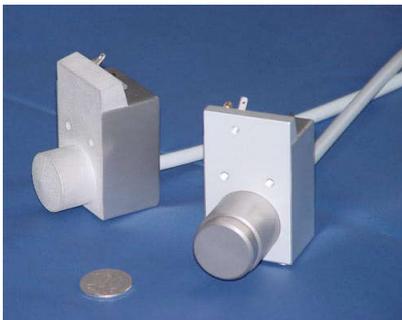


イメージ図

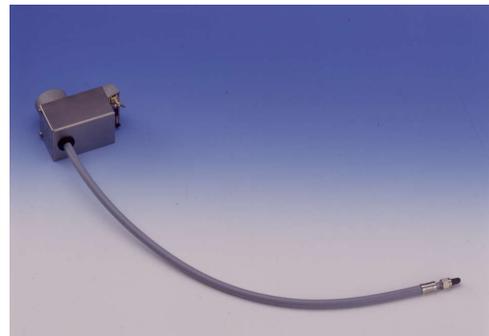
Carl Zeiss 超小型分光器 MMS 1

材質：分光部 UBK7ガラス
ダイキャスト部 アルミニウム

構造：グレーティングが直接刻み込まれたUBK7ガラスボディの分光部の口にバンドルファイバーが取り付けられている。
バンドルファイバは70 μ m径のファイバーが30本、光の入射口で俵状にバンドルされ、分光部の口ではスリット部としてファイバー30本がライン上に、25mmに並べられている。
スリット部で30本のファイバーが並べられているのでバンドルで取り込んだ光は全て内蔵グレーティングに出射、入射の位置もモールド設置されたスリット部の為、高い精度を保ちながら波長を検出。
収差補正タイプのグレーティングとの併用で、小型分光器の中で、広範囲における波長検出の収差の無さは群を抜いています。
スリット部と内蔵256素子フォトダイオードアレイ(PDA)の高さ方向のサイズが均一であり、入射した光情報を全て光検出します。
PDAで検出した波長情報は付属プリアンプで電圧変換し、外部に出力します。



超小型分光器 MMS 1



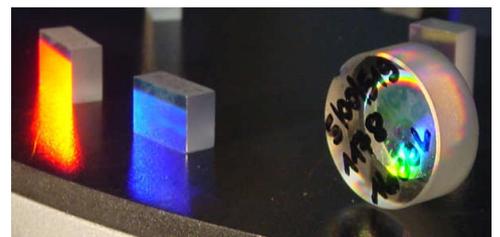
入射ファイバーの標準は180mmと220mm



本体とダイキャスト部



モールドされているPDA



内蔵グレーティング

MMS UV - VIS

Carl Zeiss 超小型分光器 MMS UV-VIS

材質：分光部 チタン
ダイキャスト部 チタン

構造：Carl Zeiss独自の非点収差補正タイプのフラットタイプフィールドグレーティングが内蔵されているチタン製の分光器入射口にバンドルファイバーが取り付けられている。バンドルファイバは70 μ m径のファイバーが30本、光の入射口で俵状にバンドルされ、分光部の口ではスリット部としてファイバー30本がライン上に、25mmに並べられている。スリット部で30本のファイバーが並べられているので、バンドルで取り込んだ光は全て内蔵グレーティングに出射、入射の位置もモールド設置されたスリット部の為、高い精度を保ちながら波長を検出。
収差補正タイプのグレーティングとの併用で、小型分光器の中で、広範囲における波長検出の収差の無さは群を抜いています。
スリット部と内蔵256素子フォトダイオードアレイ(PDA)の高さ方向のサイズが均一であり、入射した光情報を全て光検出します。
PDAで検出した波長情報は付属プリアンプで電圧変換し、外部に出力します。



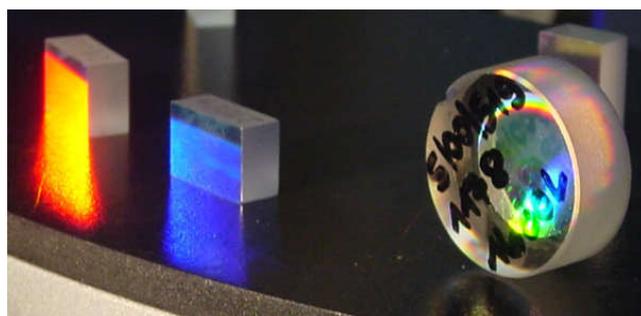
超小型分光器 MMS UV - VIS



入射ファイバーの標準は220mm

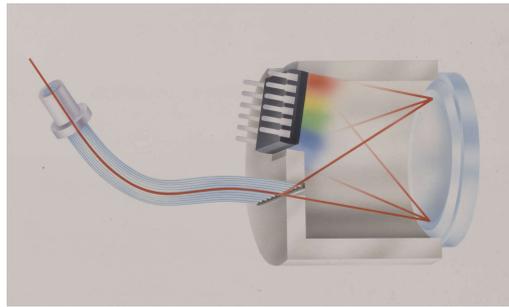


熱膨張を考えたチタンボディ



使用グレーティング

MMS UV



イメージ図

Carl Zeiss 超小型分光器 MMS UV

材質：分光部 チタン
ダイキャスト部 チタン

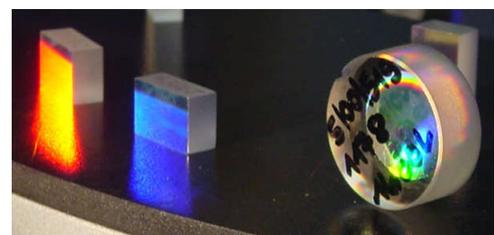
構造：Carl Zeiss独自の非点収差補正タイプのフラットタイプフィールドグレーティングが内蔵されているチタン製の分光器入射口にバンドルファイバーが取り付けられています。バンドルファイバは70 μ m径のファイバーが30本、光の入射口で俵状にバンドルされ、分光部の口ではスリット部としてファイバー30本がライン上に、25mmに並べられています。スリット部で30本のファイバーが並べられているのでバンドルで取り込んだ光は全て内蔵グレーティングに出射、入射の位置もモールド設置されたスリット部の為、高い精度を保ちながら波長を検出。収差補正タイプのグレーティングとの併用で、小型分光器の中で、広範囲における波長検出の収差の無さは群を抜いています。スリット部と内蔵256素子フォトダイオードアレイ（PDA）の高さ方向のサイズが均一であり、入射した光情報を全て光検出して、PDAで検出した波長情報は付属プリアンプでの電圧変換後、外部に出力します。



超小型分光器 MMS UV

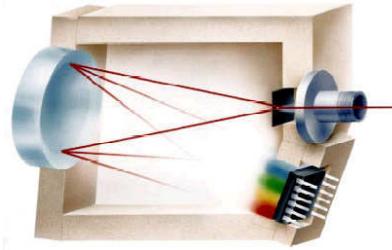


入射ファイバーの標準は2.20mm



使用グレーティング

MCS

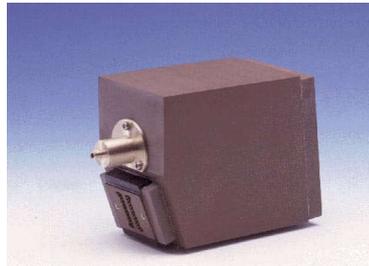


イメージ図

Carl Zeiss 超小型分光器 MCS

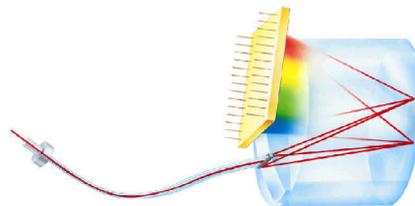
材質：分光部 セラミック

構造：モジュール自体は、セラミックのボディ部に凹面グレーティング、光を入射するスリット、そして検出器であるフォトダイオードアレイ（PDA, 512 / 1024素子）が固定されている構造になっています。
入射口がSMAの形状になっており、バンドルファイバーが俵状に並んでいます。そしてバンドルの一本、一本がスリット状に並べ替えられており、正面に配置されている凹面グレーティングに照射、グレーティング上で波長成分を回折し、PDAの一素子一素子にあてます。
PDAで検出された光学情報は付属しておりますプリアンプで電圧変換され、外部に出力します。



高分解能小型分光器 MCS

MMS NIR



イメージ図

Carl Zeiss 超小型分光器 MMS NIR 1.7t1

材質：分光部 石英
ダイキャスト部 アルミニウム

構造：分光器本体は、収差補正されたグレーティング、128素子InGaASフォトダイオードアレイ（PDA）、そして入射光ファイバーが全てモールドされ内蔵されております。分光部は石英で作られ、PDAはその特性により電子冷却のペルチェステージが取り付けられております。アルミのダイキャスト部には、ペルチェの放熱フィンが付いており安定した温度制御をおこなっております。PDAの信号処理は、内蔵プリアンプにより外部出力しております。



近赤外小型分光器 MMS NIR

B . 入射ファイバー

クロスセクションコンバータとSMA型入射コネクタの特性

入射部ファイバーに採用しておりますクロスセクションコンバータは、入射口（SMA）で、70 μ m径のファイバーが30本俵状に配置され、出射部は、その30本がスリット形 - すなわちライン状に並べ替えられているファイバーの線がクロスしてバンドル形状を入射から出射へと異なる形にする分光器の入射では、広く使用されておりますファイバーです。

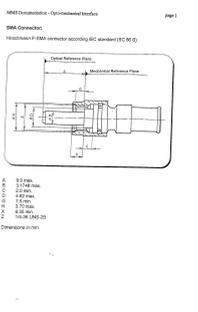
バンドルファイバーの良い所は、各測定サンプル方向に曲げても入射光の減衰などを最低限に抑えるところにあり、その最大限入射した光をスリット形にして、スリット正面に配置されておりますグレーティングにあてる構造になっております。スリットのサイズは、内蔵フォトダイオードアレイ(PDA)の縦方向のサイズと均一であり分光器を通して、検出器に光があたるまでの過程を十分に考慮した設計になっております。

バンドルファイバーの径が、それぞれ70 μ mですから、PDAの2~3素子（1素子の幅が25 μ m）に相当し、グレーティングによって光の像を1:1のイメージを実現しており、もし2~3素子以上の幅であればS / N比や感度が悪くなり、2~3素子以下の幅であれば、波長精度が悪くなります。

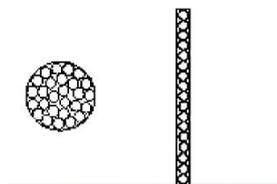
従いまして、バンドルファイバー（入射スリット部）の幅は、採用しますPDAの幅で決まります。

ファイバーの先端に付いておりますSMA型入射コネクタは、今日において分光及び分析関連での光ファイバーコネクタの主要なタイプの一つとして有名ですが、Carl Zeiss製分光器に使用しております光ファイバーのSMAコネクタは、NA:0.2で設計されておりますので左右両角で25° の範囲をみております。

入射をファイバー形式にしており、SMAコネクタ用のアダプターを介せば、他のファイバーとのカップリングも容易であり、入射ライトガイドを延長することも問題ありません。



SMA 入射口図



クロスセクション 入口/出口

C . グレーティングで拡げた波長成分がリニアアレイに当たり、検出される。

分光器内蔵グレーティングの特性

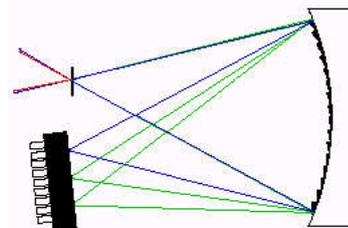
Carl Zeiss製超小型分光器 MMS 及び、高分解能小型分光器 MCS に搭載されております

分光器の対象波長領域により仕様は異なりますが、非偏向な光に対し非常に高い回折効率を誇るモノを採用しております。クロスセクションコンバータ状のファイバーの出射スリットからの光を受け、波長成分を分割し、内蔵フォトダイオードアレイ (PDA) の一素子一素子にあたるように設計されており、まさに分光器の 心臓部となっています。グレーティング状の刻線数の多様性と曲率がかった刻線構造によりコマ収差を修正し、焦点カーブ自体をフラットに変えPDA自身無駄の無い受光が 実現しております。分光器自体は超小型なサイズであり焦点距離も短いのですが、実際は6mm以上の長さのフラットなスペクトルを確保しています。

モデルにより、グレーティングの仕様は勿論異なりますが、基本的には、以上の概念で 製作しております。



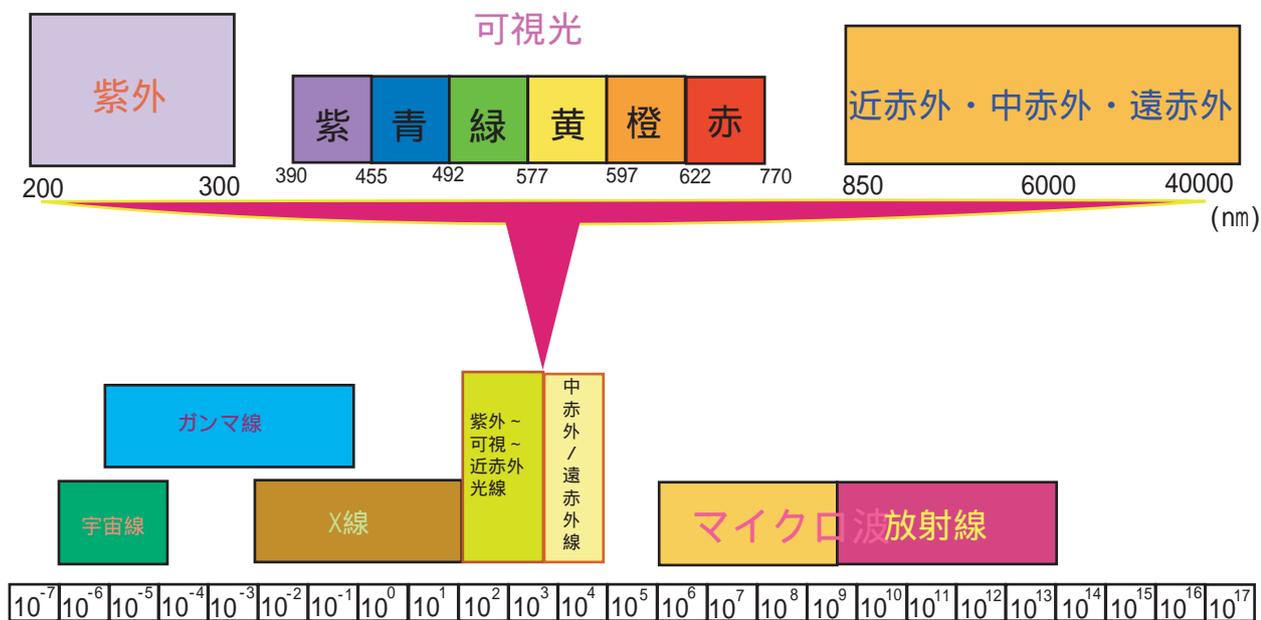
・ Z E I S S 純正グレーティング



・ 分光の流れ

D . 紫外 ~ 可視 ~ 近赤外

各波長スペクトルチャート図



弊社の分光器は、主に紫外（190nm）～近赤外（2200nm = 2.2 μ m）を対象としております。

MMS 1	310 ~ 1100nm対象
MMS UV-VIS	190 ~ 720nm対象
MMS UV 190	~ 400nm対象
MMS NIR 1.7t1	900 ~ 1700nm対象
MMS NIR 2.2t1	1400 ~ 2200nm対象

MCS UV-NIR	190 ~ 1015nm対象
MCS UV-VIS	200 ~ 620nm対象
MCS VIS	360 ~ 780nm対象
MCS NIR	680 ~ 1100nm対象

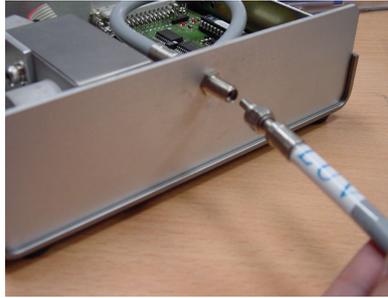
1 - 3 . 光の測定を行うにあたり、何が有効か？

ファイバー入射が可能なので、幅広く測定環境が選べる

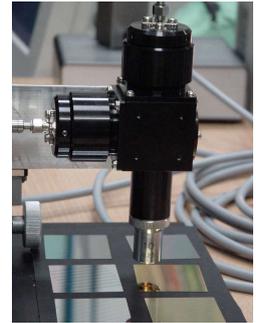
基本的にファイバー先端部に採用しておりますSMAコネクタは、世界的企画の一つですので、SMAアダプターを付ければ、他のファイバーなどと接続し延長も容易ですし、レセプタクル等を取り付ければ、積分球や光学マウントなどへの取り付けが容易です。また、簡単に加工製作できますCマウントアダプターとの併用で顕微鏡での測定も可能となります。光ですので微細なスポットであてたいケースなどは、電子顕微鏡との併用で、測定位置を確認しながら分光測定ができます。



SMAアダプターと取り付け例



ファイバーカップリングが容易



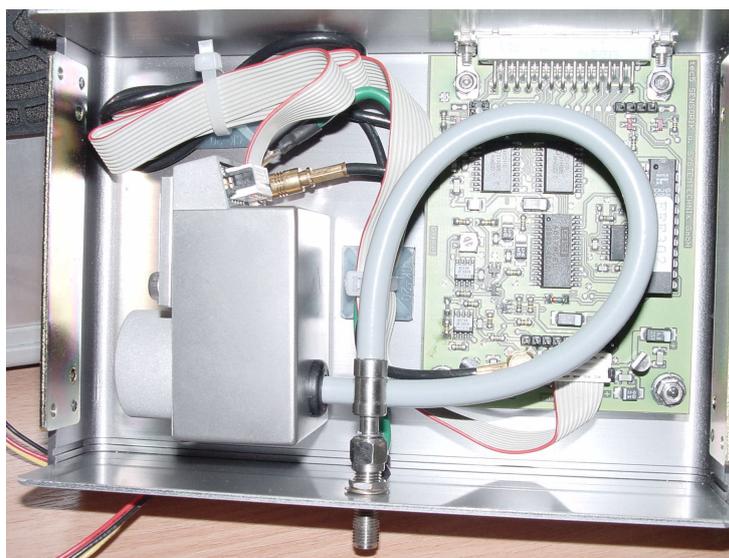
顕微光学系

MMSファイバー（クロスセクションコンバータ）の最小曲率半径： 40mm

通常、バンドルファイバーは急激に曲げた場合は、ファイバーの断線の恐れがあるのでユーザー側の配慮が必要となってきます。

ちなみに、ファイバーメーカーの設定値は、

バンドル径	1～3mm	40mm
	4～6mm	60mm



ファイバーもこの程度なら大丈夫です。

光学レンズ等で形状変更が容易でありサンプルの大きさに左右されない。

光をレンズで絞ったり、広げたりすると.....

光の測定は、主に光をそのまま入射するか、反射 / 透過の測定かのどちらかと決まっておりますので、その測定全体に使用する光というものの特性を上手に利用すれば、測定に幅をもたせることができます。

・ ・ 例えば、微細な医療用のディスポーザルチューブの表面に光を照射したい場合などマイクロオーダーまで絞れますのでなんら問題はありません。

また、あるディスクの上である微細なスポットだけの表面状態を測定したい場合も同様です。

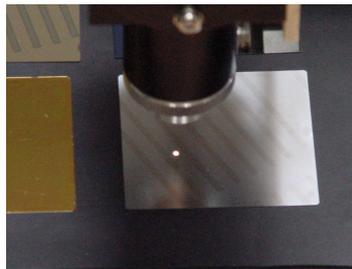
逆にS/N比をあげる為に、測定する場所の照射範囲を広げるケースもあります。

この場合は、付属のSMAコネクタのNAが0.2ですので有効視野角が両角で25°でサンプルから離せば離すほど広がっていきます。ただ十分な光量が必要ですが....

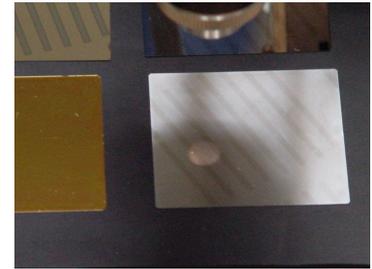
光はレンズでの縮小 / 拡大が容易であるのと、ミラーで方向性を変えることが容易であるという、非常にアプリケーションを選ばず幅広く利用できる測定手段です。



顕微鏡接続例



レンズで絞ったり.....



レンズで広げたり.....

従来、破壊していた測定サンプルを非破壊測定できる

サンプルを壊さずに内部成分が測定できる

光を使用しての測定は、サンプルに照射し、反射 / 透過した光自体を解析することによりサンプルを壊さず、非破壊測定ができます。

代表的なアプリケーションは、現在では知られるようになりましたが、果物などの糖度や酸度を測定することです。

主に近赤外域にスペクトルの吸収がみられ、前もって行う果物自身の化学的分析（破壊測定）の成分測定結果とスペクトルとの因果関係を、検量線を用いて定量化すれば、甘いモノか酸っぱいモノかの分別が容易となります。

日本人の味に対する追求が、光を用いた非破壊測定の発展につながったとも言えます。

また、透明 / 半透明膜の厚み測定なども、非破壊的に行えます。従来、針などを刺しての破壊測定で膜厚を測定してきましたが、やはりサンプル自体を傷つける方法では製品管理上、問題となってきます。

この場合も光の反射 / 透過を使えば、なんの損傷もサンプル上ではつきりません。

フィルムやディスクなど傷を付けたら商品価値が無くなるモノも光の測定が最適です。

使用光源が白色光源なので、X線などと違い人体に影響が無い。

使用光源がハロゲンを中心とした白色光源なので安全

膜厚測定などの一部にX線などを使用する厚み測定がありますが、一部のユーザーでその安全性が不安視されております。

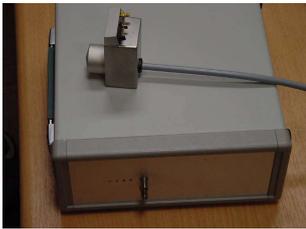
測定アプリケーションによっては、X線方式でも測定が有効ですが、比較的、非接触膜厚測定をご希望されるお客様の多くが他の方式の検討をされていないケースがあり、人体に無害なハロゲン光源を使用した膜厚測定をご存じ無い方もいらっしゃいます。

ハロゲンの光は、人間の生活周辺に日常的に存在する波長域で、人体への影響は全くありません。

可視光 ~ 近赤外光域にわたりブロードな波形を出しておりますので、分光には最適です。

1 - 4 . C a r l Z e i s s の超小型分光器が その特性で何をユーザーに提供できるか？

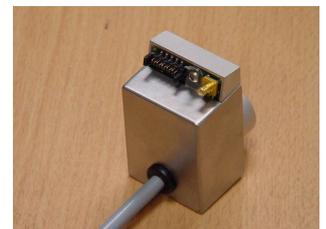
その超小型なサイズが場所を限定しない！



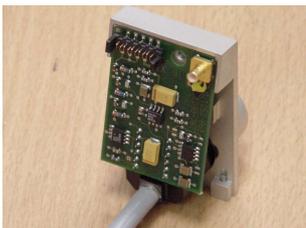
モバイル分光装置



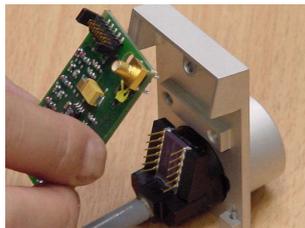
中から分光器を
外すと・・・



MMS 本体



ダイキャストも
外して



プリアンプボードも
外して・・・



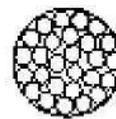
分光器の小ささを
再確認！

バンドルファイバーが入射スリット部と同一であり、
ファイバー入射した光は100%取り入れます

MMS入射ファイバーにおける光入射の高い効率性

MMSに使用している入射バンドルファイバーは、入射口のSMAコネクタの所で、 $70\mu\text{m}$ 径ファイバーが30本俵状（ランダム）に配置されて、取り込んだ光を30本すべてにライトガイドします。

分光部に入る箇所、すなわちバンドルファイバーの出口では30本それぞれがスリット状に並べ替えられており、入射した光を全て無駄なくスリット形状にします。スリットサイズは、モールドされているフォトダイオードアレイ（PDA）の縦方向と同じであり、また、分光器自体の焦点距離やグレーティングの回折角度も考え設計されておりますので、入射し光検出するまでの効率は高いモノを誇ります。



MMS入射ファイバー

浜松ホトニクス社製MOS .
フォトダイオードアレイが
モールドされており、
検出波長がずれません。



重量も軽量でモバイル性を
高めます。



1 - 5 . 他社の小型分光器との違いは？

分光部、及び検出部の優れた構造により、S / N比が非常に大きくとれ、測定ダイナミックレンジが広い。

分光器自体が、S/N比を最大限に優先して設計されている

分光測定アプリケーション全般に言えることですが、分光スペクトルというリファレンスとの相対値を基本に考えますと、相対比をどれだけ細かく測定できるかがポイントとなってきます。

例えば、濁っている液体の濃度測定や光が散乱を起こすような板の上の膜厚測定など、どれだけ測定すべきスペクトル比を得られるかが大事なこととなってきます。この場合、いかにダイナミックレンジを大きくとれるかに関わってきますが、分光器自体の波長収差、信号読み出しエレクトロニクスAD変換分解能などが全て、シグナルとノイズの比を最大限に意識して作られております Carl Zeiss MMS / MCS 分光器は他に追随を許さないほど、ご支持をいただいております。

今日のような環境関係で河川や工場内での液体管理、また様々な形状のモノに塗布されているコーティングの膜厚管理、屈折率が非常に近い膜の多層構造の膜厚管理など、MMS / MCSの感度特性と小型なサイズが新しいIFA測定を実現します。

全て Zeiss 純正の仕様であるので、グレーティングの波長校正値も正確。

採用凹面グレーティング

ホログラフィックタイプのグレーティングを使用しており高い精度を持っており、また刻線の数も非常に多く刻める特性があります。迷光も抑えられ、シンメトリーなグループプロフィールも確保できます。構造としては、ガラス材のブランクにフォトレジストを塗布し、イオンビームでエッチングを施し、凹面に対して計算された刻線を刻み込みます。これにより入射スリット及び検出素子までの距離を充分考慮し、コマ収差や迷光などにも対応し、きちんとした分光スペクトルを発生させ検出致します。



Zeiss 純正グレーティング

Wavelength Calibration

The wavelength is calibrated as a function of pixel number $N = 0$ to 255 and $N = 1$ to 256 , respectively. The function (N) is fitted by polynomials 2. and 3. order, respectively:

Fit 2.order. $(N) = A_0 + A_1 \times N + A_2 \times N^2,$

Fit 3.order. $(N) = C_0 + C_1 \times N + C_2 \times N^2 + C_3 \times N^3.$

The test certificate includes the coefficient sets.

Because of compatibility to former versions there is always $B_4 = 0$ and $C_4 = 0.$

Zeiss 純正グレーティングの採用で広い波長範囲内で収差が無い

浜松ホトニクス社製MOS PDAもZeiss 専用パッケージとして効率の良いサイズと形状を達成

Zeiss MMSに採用しております浜松ホトニクス社製MOSリニアフォトダイオードアレイ(256素子)は、特別にZeissパッケージとして $25 \mu\text{m} \times 2.5\text{mm}$ として非常にコンパクトであり、超小型分光器のサイズに充分マッチした検出素子です。

モジュールが他のドライブエレクトロニクスと一体ではないので
余計な電氣的ノイズによる影響を抑えている。



分光モジュールとエレクトロニクスボードは
分離されています。

内臓プリアンプは取り外しが容易であり、プリアンプを他に持たせれば、
通常の半分のサイズも可能。

MMS分光器モジュール部とプリアンプボードを取り外しが容易ですので、例えば自作のプリアンプを外部に持たせ、他制御を行うドライバーの一部として組むこともできます。一部のお客様の中には、検出素子の信号を全部使用せず、一部だけを抽出し速度が求められるインライン計測などでのセンサとしてお考えであり、アナログ出力をシーケンサーなどに出すデバイスの光センサとしてもご使用可能です。液体濃度管理やオフセット印刷での色管理、フィルムの膜厚管理など限られた波長だけを対象とした場合フォトダイオードアレイで受光した情報を全部使用しなくても良いのでこの方法を選択することもできます。



MMS 分光部分



内臓プリアンプ

エレクトロニクスを独自に製作したい方には、分光モジュールだけを販売

Carl Zeiss社製スペクトロメータMMS 1, UV, UV-VISの電氣的取り合い

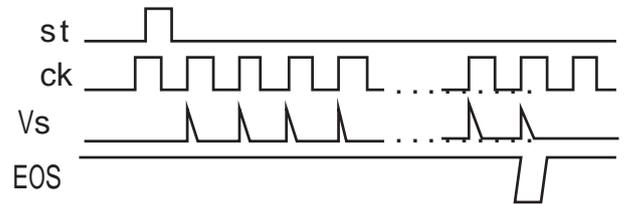
スペクトロメータMMS 1, UV, UV-VISに組み込まれているフォトダイオードアレイは、浜松ホトニクス製S3904-256Qと電氣的には全く同じです。スペクトロメータの内部にプリアンプ基盤が付いていますので、浜松ホトニクス製S3904-256Qを直接駆動する場合とは駆動方式に若干の違いがあります。基本的な駆動方法は浜松ホトニクス製S3904-256Qのカタログを参照して下さい。以下に違いを明記しながら駆動方法をご説明いたします。

インターフェース
ビデオ信号出力：
ダイオードアレイドライブ：

SMBソケット
MICS-D10コネクタ



上面図



タイミング図

Pin	1,3,5,7,9:	デジタルグランド
Pin	2:	st スタートパルス
Pin	4:	ck クロックパルス
Pin	6:	EOS エンドオブスキャン
Pin	8:	-5V
Pin	10:	+5V

st: スタートパルス
ck: クロックパルス

信号読み出し開始パルス
シフトレジスタのクロックパルス

S3904-256Qを直接駆動との違い
同等
プリアンプ基盤内で 1、 2を作っている
クロックレートは約60kHz
同等
プリアンプ基盤内で電圧に変換済み

EOS: エンドオブスキャンパルス
Vs: ビデオ信号

最後のフォトダイオードを読み出したパルス
各素子の光強度に比例した電圧出力

プリアンプ仕様

出力	:	Max 3V	それ以上になるとリニアリティーが無くなります
ゲイン	:	40 μ A/V	
立ち上がり時間	:	35V/ μ s	
周波数帯域	:	400kHz	

クロックレート S/Nを考慮すると約60kHzが適当です

露光タイム スタートパルスと次のスタートパルスの間隔が露光タイムになります
測定に入る前にダミースキャンをしてフォトダイオードに蓄積している電荷をリセットします

万が一、分光器本体が壊れた場合も他のモジュールとの交換で簡単に現状復帰

万が一、分光部が破損しても交換が容易です。

入射ファイバーがバンドル形状である為、過度に曲げたり、ねじったりで折れた場合も分光モジュールの交換だけで済みます。

通常の高さが180mm、220mmですので延長光ファイバーをカップリングすれば、その先での破損の場合、ファイバー交換だけで充分復帰します。

ただし、今までこのような破損は数回あった程度で、購入時の取扱注意の点を踏まえてのご使用であれば、まず故障したりメンテナンスが必要なことは起こりません。

0.3nm以下と波長精度が高く、ピーク波長検出を正確に実現

Carl Zeiss MMSの波長精度は、優れた光学設計により0.3nm以下

最近、レーザーポインターやLD内蔵測定装置を製作されているメーカーの方々から、その使用レーザーの発振波長の中心ピークをきちんとチェックされたいというニーズが非常に高まっており、光の波長という非常に不安定な箇所に対しての品質管理が重視されております。

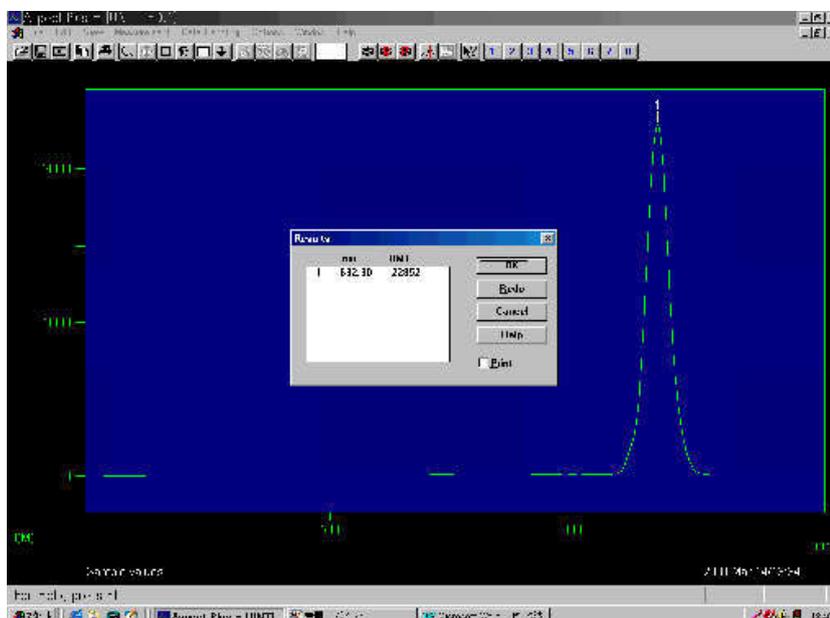
その難しい検査もZeiss社超小型分光器MMSと専用分光分析ソフトウェアを使用いただければ簡便に行えます。レーザー発振中心波長それぞれを、絶対波長精度：0.3nm以下という細かい範囲で、先端の微細なシフトも検知可能。

超小型分光器使用の為、広い場所も必要とせず、0.4msという短時間の取り込みで測定が終了することも現場での作業をはかどらせます。



JQAも承認する高い波長精度！（右：MMS 左：使用ドライバー）

632.3nmのLDの波長モニター画面



全てのシリーズに標準で二次光カットフィルターが直接コーティング

MMSに使用しているフォトダイオードアレイには二次光カットフィルターが直接コーティング

前記でも指摘してまいりましたとおり、浜松ホトニクス社製のフォトダイオードアレイ（PDA）に直接Zeiss純正の二次光カットフィルターがコーティングされており、二つのタイプをご選択できます。

MMS 1（310-1100nm対象）やMMS UV-VIS（190-720nm対象）のようなモデルはその対象としている波長領域が広いので、高次光の問題が出てきます。例えば、800nmにおいて400nmとか、700nmにおいて350nmとか、この高次光カットフィルターが、PDAに直接コーティングされておりますので分光器や光源にフィルターを取り付ける必要性が全くございません。

標準タイプのコーティングとして、900nmまでのタイプと1100nmまでのタイプと2タイプございます。

1 - 6 スペクトラコープがその独自の技術で超小型分光器をどのように提供しているか。

- ・過去の豊富な実績から、各アプリケーションへの対応をおつたえしております

分光器使用アプリケーションをご紹介します。

簡単にここで挙げますと、

- * 分光測定（反射／透過）
- * 発光測定（太陽光、プラズマモニター、ブラックライト、各種光源、蛍光など）
- * 膜厚測定（酸化シリコン膜、フォトレジスト膜、フィルム膜、油膜、各種透明／半透明膜など）
- * 近赤外非破壊測定（果物、穀物、土壌、茶、プラスチック、肉、魚など）
- * 液体濃度測定（油、廃液、エッチング液、飲料、水など）
- * 色測定（印刷、紙、インキ、発光体など）

- ・将来におけるインライン装置開発へのステップとしての評価器も作成しております。

また、超小型分光器を使用するアプリケーションでのインライン化に向けた開発に対して弊社側からの協力も惜しみません。

例えば、光学膜厚測定、反射／透過測定、そして液体濃度測定などは最近インラインでの分光技術使用が関心を集めており、弊社の超小型分光器のサイズや高い信頼性を知られた方々はこのインライン化というテーマを真剣に検討しており、それに基づく問題点等を弊社としても測定データ検証と今までの経験で解決策を提案しております。

測定サンプリングの時間や限られた光量など、研究レベル、オフラインレベルでは、問題にならなかった点などに注視し、使用光源、インライン測定用ソフトウェアまでを含め対応しております。

このようなインライン化には、どうしても簡単な評価機が初期の段階で必要になってきます。

弊社としては最低限必要な校正での評価キットシステム販売もしており、お客様と一緒にインライン化に向けたビジネスへの発展を考えております。

- ・多くの方々が関心や興味があるにも関わらず、分光器自体を使用するのにためられるのは、その特殊性が原因にあります。
弊社は製品と同時に効率良く安価な使用方法をお客様にご提案しております。

今まで各展示会や雑誌広告及びネット広告などで、多く接しましたお客様が興味を持たれる点は、光を現状のアプリケーションとどのようにつなげ有効に使うかという所から始まります。
弊社では、カタログやホームページなどで実績に基づいた測定アプリケーションをご紹介しておりますが、これらは入り口にしかすぎません。
この扉を開いた後は、今までお気づきになられなかった問題点も出てきます。
それらの光を使用する開発に弊社の営業/技術スタッフが共同開発の感覚で協力してきます。
これが、スペクトラ・コープという社名の由来となっており、分光技術を広く多くの方々に的確に使用していただくというのが会社としての理念です。

まず、展示会や広告等で知った弊社製品と個々のアプリケーションの相性を探り、具体的に測定の対象として判断が出来た際に製品デモンストレーションを行います。
ほとんどのお客様がご自身のサンプルをご用意され、そのサンプルに対して、有効な波長はどこか、何が光源として必要か、光の検出強度が分光器として充分か、など、様々な角度から測定全般を見てご提案を致します。
提案する内容で一部、特注が必要となる製品が発生するものも、この製品の特徴であり、主に測定光学系やソフトウェアなどにあたります。
本当に必要としている内容を反映して必要な機能だけを優先して製作しております。

従来、分光器や光学系装置というものを商社が扱う場合、輸入をしてそれをただ納入するだけでビジネスとして成り立っていた時代がありましたが、昨今は商社もメーカー機能を持ち輸入製品の特性を最大限引き出せるような部分を設計製作する必要があります。
これにより、各アプリケーション内でお客様がご不満に思っていました必要な機能が少なく、不必要な機能が多いオーバースペックな装置を購入することも無くなります。
測定の本当の核となる分光器が決まれば、後は必要最低限な周辺機器で効率の良い、またお客様各々にとって最適なパッケージの測定装置が完成します。
測定環境や目的が将来にわたり変化していても周辺機器の変更が容易であり、従来使用していたモノをまた流用することも魅力の一つです。

柔軟性をもった製品ラインアップは、御予算に応じたパッケージ紹介も可能としており、その点でもカスタマイズできる製品と言えるでしょう。
また光検出でご不明な点があればご相談にのりながら開発を進めていけることも多くの開発の方がお困りになられている点に対し、お応えできると考えております。

- ・部品販売から装置販売までをモットーにしておりますので、
ご予算に応じたパッケージを作り上げます。

弊社は、部品レベルから装置まで幅広く販売しておりますので、お客様のニーズや御予算に応じた販売を可能としております。部品というのは、勿論分光器や分光装置を購入後のメンテナンスやアップグレードを目的とした話でも必要最小限なモノとなってきますので、どんな小さなコネクタやケーブルなど弊社としても大事な商品の一つとして随時ストックしております。
それにより、光検出プローブの製作なども低価格でお受けしております。

1 - 7 . 開発に対してのアシストやアフターフォローはどの様に考えているか

製品の貸し出し及び製品デモ

もし測定されたいサンプルがあれば、製品の貸し出し及び製品デモを行います。また詳細かついくつかのデータを測定及び比較されたい時は、弊社で技術担当と一緒に測定検証を行っております。例えば、膜厚測定アプリケーションなどは代表的で事前に測定サンプルを弊社に送っていただき相性の良い光源、光学系、分光器の確認をし、そこでの測定したデータをお客様に渡してから来社していただき、具体的な測定を製品デモとしてごらんになっていただきます。サンプルの数が非常に大量では無い限り、無料で行っております。

また、測定サンプルが何かの理由で持ち出しが不可である場合は、弊社スタッフが機材をお客様の場所まで持ち込みデモを行います。

こういったデモの後に貸し出しをご希望される場合、1週間位を目途にお貸ししております。

使用ハードウェア及びソフトウェアの改造

分光器ドライブに使用するハードウェアの改造も承っており、ソフトウェアも充実。

最近では、パソコン環境の発展などにより、様々なインターフェースで分光器のドライブやデータ処理を使用するニーズが増えてきております。弊社では、御客様のアプリケーションやご使用環境に応じたドライブエレクトロニクスを提案し、一部改造も行っております。例えば一つのエレクトロニクスで複数の分光器をドライブするマルチプレクサー機能や取り込み露光時間の短縮を前提としてのAD変換アップグレード機能など。

また、アプリケーション評価用ソフトからインライン向けソフトまでのソフトウェアもご用意し、幅広く対応できるよう努めております。

ハードウェア例



USBボード



ISAボード

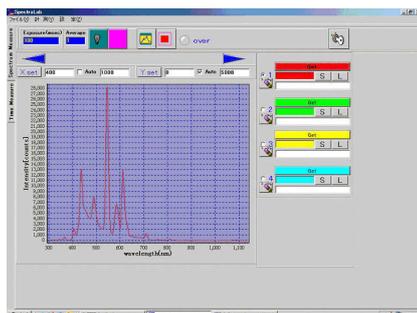


PCIボード

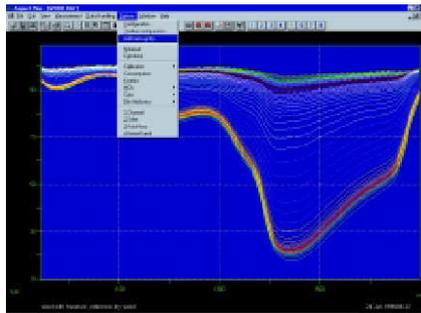


RS232用ボード

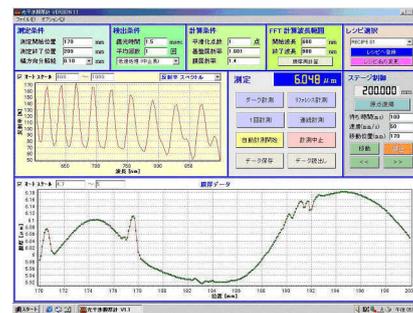
ソフトウェア例



Spectralab



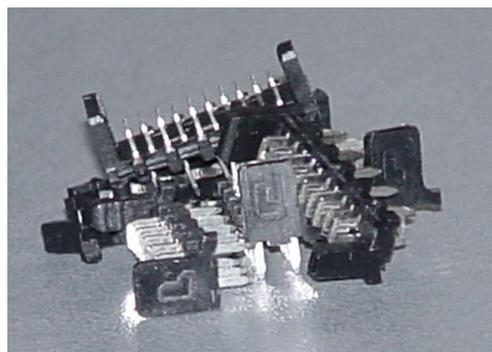
Aspect Plus



MicaDo (インライン膜厚測定)

消耗品などは、随時ストック

消耗品などは、随時ストックしており全て即納可能です。



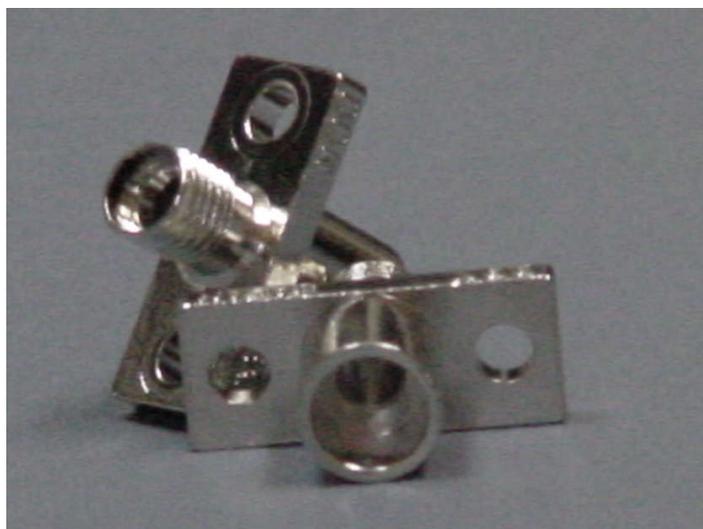
10ピンオスコネクタ -



MMS専用ケーブル



SMA - SMAアダプター



SMAレセプタクル

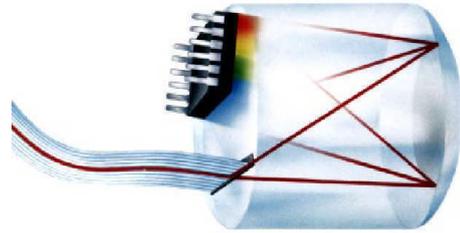
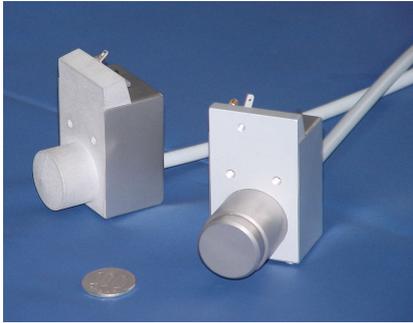


ハロゲンランプ

2. Zeiss 製品及び関連製品

2 - 1 . 分光器

a . MMS 1 UV / VIS enh



超小型分光器MMS 1 UV - VIS enh

イメージ図

MMS 1 UV/VIS enh. 製品仕様

- * グレーティングが直接刻み込まれたUBK7の硝子ボディ
- * バンドルファイバーによる入射、スリット部はバンドル穴が高さ25mmに並べられている。
- * MOSタイプの256素子フォトダイオードアレイが内蔵

<u>サイズ</u>	全体	: 70 × 60 × 40mm ³
	分光器本体部	: 24 × 28mm
	ファイバー長	: 240mm

ファイバー仕様 各径70 μ mのガラスファイバー30本がクロスセクション状に配列
 クロスセクションとは、入射口で束状に束ねてあるファイバーが出射口（スリット）で縦に並べられているバンドル手法

ファイバー形態 入射口：直径0.5mm、NA=0.2、SMAコネクタ使用、
 出射口：スリット（70 μ m × 2.5mm）

グレーティング フラットフィールドグレーティング
 366本/mm、ブレード波長：450nm、

<u>波長範囲</u> 300 ~ 1150nm	<u>波長精度</u> 0.3nm	<u>波長再現性</u> 0.1nm
1素子に対する光学波長	シグナル指標：= 3.3nm	

<u>分解能</u> 10nm	<u>感度</u> 10 ¹³ カウント/W秒（633nm）
-----------------	---

ダイオードアレイ（浜松ホトニクス社製 - MOSタイプ）

2次光カットフィルターが直接、検出素子にコーティングされ2タイプございます。

<u>型</u>	S3904-256（Carl Zeiss用パッケージ）
<u>素子数</u>	256素子
<u>素子面積</u>	25 × 2500 μ m ² 最大クロックレート 2MHz
<u>二次光カットフィルター</u>	> 800nm（スタンダードタイプ） > 1100nm（ニュータイプ）

<u>プリアンプ</u>	出力 3V	感度 40 μ A/V	立ち上がり時間 35V/ μ s
	周波数 400kHz		

<u>インターフェース</u>	ビデオ信号出力側	SMBソケット
	ダイオードアレイドライブ	MICS-D10
	ピンコネクタ指定	pin 1,3,5,7,9 : 0V2-デジタルグラウンド
		pin 2 : スタート
		pin 4 : Phi2-ダイオードアレイクロックレート
		pin 6 : EOS-エンドスキャン
		pin 8 : -5V
		pin 10 : +5V

MMS 1 UV/VIS enh. 分光器の主な使用アプリケーション例

- 1) オフセット印刷色測定
 - 2) 太陽光モニター
 - 3) 透明/半透明膜厚測定
 - 4) 光学部品反射/透過率評価機
 - 5) プラズマモニター（広帯域）
 - 6) フィルム厚み測定
 - 7) ディスプレイ等の色ムラ測定
 - 8) LDの波長モニター
 - 9) 各種光源の標準化モニター（標準光源使用）
- ・・・など

b . MMS 1 NIR enh

MMS 1 NIR enh. 製品仕様

- * グレーティングが直接刻み込まれたUBK7の硝子ボディ
- * バンドルファイバーによる入射、スリット部はバンドル穴が高さ25mmに並べられている。
- * MOSタイプの256素子フォトダイオードアレイが内蔵。
- * 広い波長範囲の中800nm以上の近赤外域に特に感度を待たせている。
- * 近赤外高感度の検出素子タイプにより、感度特性重視タイプか高速応答性重視タイプか選択可能

サイズ
全体 : 70 × 60 × 40mm³
分光器本体部 : 24 × 28mm
ファイバー長 : 240mm

ファイバー仕様
各径70 μmのガラスファイバー30本がクロスセクション状に配列
クロスセクションとは、入射口で俵状に束ねてあるファイバーが出射口（スリット）で縦に並べられているバンドル手法

ファイバー形態
入射口 : 直径0.5mm、NA=0.2、SMAコネクタ使用、
出射口 : スリット（70 μm × 2.5mm）、

グレーティング
フラットフィールドグレーティング
366本/mm、ブレース波長 : 600nm

波長範囲 300 ~ 1150nm
1素子に対する光学波長
分解能 10nm
波長精度 0.3nm
シグナル指標 : = 3.3nm
波長再現性 0.1nm
感度 10¹³カウント/W秒 (633nm)

ダイオードアレイ（浜松ホトニクス社製 - MOSタイプ）

2次光カットフィルターが直接、検出素子にコーティングされ2タイプございます。

型	S4874-256 (Carl Zeiss用パッケージ) = 高感度タイプ
	S8381-256 (Carl Zeiss用パッケージ) = 高速応答タイプ
素子数	256素子
素子面積	25 × 2500 μm ²
最大クロックレート	2MHz
二次光カットフィルター	> 800nm (スタンダードタイプ)
	> 1100nm (ニュータイプ)

プリアンプ
出力 3V
周波数 400kHz
感度 40 μA/V
立ち上がり時間 35V / μs

インターフェース
ビデオ信号出力側 SMBソケット
ダイオードアレイドライバ MICS-D10
ピンコネクタ指定
pin 1,3,5,7,9 : 0V2-デジタルグラウンド
pin 2 : スタート
pin 4 : Phi2-ダイオードアレイクロックレート
pin 6 : EOS-エンドスキャン
pin 8 : -5V
pin 10 : +5V

MMS 1 NIR enh. 分光器の主な使用アプリケーション例

- 1) オフセット印刷色測定
- 2) インラインでの果物 / 食物の糖度や酸度の測定
- 3) 土壌分析
- 4) 茶の色測定を含む分析

・・・など

C . M M S . U V - V I S

MMS UV-VIS製品仕様

- * 熱膨張による波長への影響を考慮したチタン製ボディ
- * バンドルファイバーによる入射、スリット部はバンドル穴が高さ25mmに並べられている。
- * MOSタイプの256素子フォトダイオードアレイが内蔵

サイズ 全体 : 70 x 60 x 40mm³
分光器本体部 : 24 x 28mm
ファイバー長 : 240mm

ファイバー仕様 各径70 μ mのガラスファイバー30本がクロスセクション状に配列
クロスセクションとは、入射口で俵状に束ねてあるファイバーが出射口（スリット）で縦に並べられている
バンドル手法

ファイバー形態 入射口 : 直径0.5mm、NA=0.2、SMAコネクタ使用、
出射口 : スリット（70 μ m x 2.5mm）、

グレーティング フラットフィールドグレーティング
366本/mm、ブレード波長：220nm、

波長範囲 190 ~ 720nm 波長精度 0.2nm 温度依存 <0.006nm /K
1素子に対する光学波長 シグナル指標 : = 2.2nm
分解能 7nm 感度 $10^{12} \sim 10^{13}$ カウント/w秒

ダイオードアレイ（浜松ホトニクス社製 - MOSタイプ）

2次光カットフィルターが直接コーティングされております。

型 S3904-256 (Carl Zeiss用パッケージ)
素子数 256素子
素子面積 25 x 2500 μ m² 最大クロックレート 2MHz
二次光カットフィルター > 800nm (スタンダードタイプ)

プリアンプ 出力 3V 感度 40 μ A/V 立ち上がり時間 35V/ μ s
周波数 400kHz

インターフェース ビデオ信号出力側 SMBソケット
ダイオードアレイドライブ MICS-D10
ピンコネクタ指定 pin 1,3,5,7,9 : 0V2-デジタルグラウンド
pin 2 : スタート
pin 4 : Phi2-ダイオードアレイクロックレート
pin 6 : EOS-エンドスキャン
pin 8 : -5V
pin 10 : +5V

MMS UV-VIS分光器の主な使用アプリケーション例

- 1) 液体濃度測定（インライン / オフライン）
- 2) UV用光学部品反射 / 透過特性評価）
- 3) LD波長モニター
- 4) 紫外 ~ 可視分光測定

・・・など

d . MMS UV - VIS 2

MMS UV-VIS 2 製品仕様

- * 熱膨張による波長への影響を考慮したチタン製ボディ
- * バンドルファイバーによる入射、スリット部はバンドル穴が高さ25mmに並べられている。
- * MOSタイプの256素子フォトダイオードアレイが内蔵

サイズ
全体 : 70 × 60 × 40mm³
分光器本体部 : 24 × 28mm
ファイバー長 : 240mm

ファイバー仕様
各径70 μ mのガラスファイバー30本がクロスセクション状に配列
クロスセクションとは、入射口で俵状に束ねてあるファイバーが射出口（スリット）で縦に並べられているバンドル手法

ファイバー形態
入射口 : 直径0.5mm、NA=0.2、SMAコネクタ使用、
射出口 : スリット（70 μ m × 2.5mm）、

グレーティング
フラットフィールドグレーティング
366本/mm、ブレード波長 : 220nm、

波長範囲 250 ~ 785nm
1素子に対する光学波長
分解能 7nm
波長精度 0.2nm
シグナル指標 : = 2.2nm
感度 $10^{12} \sim 10^{13}$ カウント/w秒
温度依存 <0.006nm /K

ダイオードアレイ（浜松ホトニクス社製 - MOSタイプ）

2次光カットフィルターが直接コーティングされております。

型	S3904-256 (Carl Zeiss用パッケージ)
素子数	256素子
素子面積	25 × 2500 μ m ²
最大クロックレート	2MHz

プリアンプ
出力 3V
周波数 400kHz
感度 40 μ A/V
立ち上がり時間 35V/ μ s

インターフェース
ビデオ信号出力側
ダイオードアレイドライブ
ピンコネクタ指定
SMBソケット
MICS-D10
pin 1,3,5,7,9 : 0V2-デジタルグラウンド
pin 2 : スタート
pin 4 : Phi2-ダイオードアレイクロックレート
pin 6 : EOS-エンドスキャン
pin 8 : -5V
pin 10 : +5V

MMS UV-VIS 2 分光器の主な使用アプリケーション例

- 1) 液体濃度測定（インライン / オフライン）
- 2) UV用光学部品反射 / 透過特性評価）
- 3) LD波長モニター
- 4) 紫外 ~ 可視分光測定

・・・など

e . MMS UV

MMS UV製品仕様

- * 熱膨張による波長への影響を考慮したチタン製ボディ
- * バンドルファイバーによる入射、スリット部はバンドル穴が高さ25mmに並べられている。
- * MOSタイプの256素子フォトダイオードアレイが内蔵

サイズ
全体 : 70×60×40mm³
分光器本体部 : 24×28mm
ファイバー長 : 240mm

ファイバー仕様
各径70 μ mのガラスファイバー30本がクロスセクション状に配列
クロスセクションとは、入射口で俵状に束ねてあるファイバーが出射口（スリット）で縦に並べられているバンドル手法

ファイバー形態
入射口：直径0.5mm、NA=0.2、SMAコネクタ使用、
出射口：スリット（70 μ m × 2.5mm）、

グレーティング
フラットフィールドグレーティング
1084本/mm、ブレード波長：220nm、

波長範囲 190～400nm
1素子に対する光学波長
分解能 3nm
波長精度 0.2nm
シグナル指標：= 0.8nm
温度依存 <0.005nm /K
感度 10¹¹～10¹²カウント/W秒

ダイオードアレイ（浜松ホトニクス社製 - MOSタイプ）

2次光カットフィルターが直接、検出素子にコーティングされ2タイプございます。

型	S3904-256 (Carl Zeiss用パッケージ)
素子数	256素子
素子面積	25 × 2500 μ m ²
最大クロックレート	2MHz
二次光カットフィルター	>800nm (スタンダードタイプ)

プリアンプ
出力 3V
周波数 400kHz
感度 40 μ A/V
立ち上がり時間 35V/ μ s

インターフェース
ビデオ信号出力側
ダイオードアレイドライブ
ピンコネクタ指定
SMBソケット
MICS-D10
pin 1,3,5,7,9 : 0V2-デジタルグラウンド
pin 2 : スタート
pin 4 : Phi2-ダイオードアレイクロックレート
pin 6 : EOS-エンドスキャン
pin 8 : -5V
pin 10 : +5V

MMS UV 分光器の主な使用アプリケーション例

- 1) 液体濃度測定（インライン/オフライン）
- 2) UV用光学部品反射/透過特性評価）
- 3) LD波長モニター
- 4) 紫外～可視分光測定

・・・など

f . M C S U V - V I S

MCS UV-VIS製品仕様

- * セラミックボディに凹面グレーティング、入射スリットが内蔵
- * バンドルファイバーによる入射、スリット部はバンドル穴が高さ25mmに並べられている。
- * MOSタイプの512素子フォトダイオードアレイが内蔵

サイズ 全体 : 140 × 105 × 75mm³
クロスセクション長 : 22mm
標準延長ファイバー長 : 1000mm

ファイバー仕様 各径80 μmのガラスファイバーランダムにクロスセクション状に配列され入射口を形成
クロスセクションとは、入射口で俵状に束ねてあるファイバーが出射口（スリット）で縦に並べられているバンドル手法

ファイバー形態 入射口：直径0.5mm、NA=0.2、SMAコネクター使用、
出射口：スリット（80 μm × 2.5mm）、

グレーティング フラットフィールドグレーティング
248本/mm、ブレード波長：220nm、

波長範囲	200 ~ 620nm	波長精度	0.3nm	波長再現性	0.1nm
1素子に対する光学波長		シグナル指標	= 0.8nm	温度依存	<0.005nm /
分解能	2.4nm			感度	10 ¹² ~ 10 ¹³ カウント/W秒

ダイオードアレイ（浜松ホトニクス社製 - MOSタイプ）

2次光カットフィルターが直接、検出素子にコーティングされ2タイプございます。

型	S3904-512 (Carl Zeiss用パッケージ)		
素子数	512素子		
素子面積	25 × 2500 μm ²	最大クロックレート	2MHz
二次光カットフィルター	> 800nm (スタンダードタイプ)		

プリアンプ 出力 3V 感度 40 μA/V 立ち上がり時間 35V / μs
周波数 400kHz

インターフェース ビデオ信号出力側 SMBソケット
ダイオードアレイドライブ MICS-D10
ピンコネクタ指定 pin 1,3,5,7,9 : 0V2-デジタルグラウンド
pin 2 : スタート
pin 4 : Phi2-ダイオードアレイクロックレート
pin 6 : EOS-エンドスキャン
pin 8 : -5V
pin 10 : +5V

MCS UV-VIS.分光器の主な使用アプリケーション例

- 1) 高分解能なプラズマモニター（広帯域）
 - 2) 水銀やアルゴン系光源を使用する液体濃度測定
 - 3) 重水素ランプ使用の分光測定
- ・・・など

g . M C S V I S

MCS VIS製品仕様

- * セラミックボディに凹面グレーティング、入射スリットが内蔵
- * バンドルファイバーによる入射、スリット部はバンドル穴が高さ25mmに並べられている。
- * MOSタイプの512素子フォトダイオードアレイが内蔵

サイズ 全体 : 140 x 105 x 75mm³
クロスセクション長 : 22mm
標準延長ファイバー長 : 1000mm

ファイバー仕様 各径80 μ mのグラスファイバーランダムにクロスセクション状に配列され入射口を形成
クロスセクションとは、入射口で俵状に束ねてあるファイバーが出射口(スリット)で縦に並べられているバンドル手法

ファイバー形態 入射口 : 直径0.5mm、NA=0.2、SMAコネクター使用、
出射口 : スリット (80 μ m x 2.5mm)、

グレーティング フラットフィールドグレーティング
248本/mm、ブレード波長 : 220nm、

波長範囲	360 ~ 780nm	波長精度	0.3nm	波長再現性	0.1nm
1素子に対する光学波長		シグナル指標 : = 0.8nm		温度依存	<0.005nm /
分解能	2.4nm			感度	10 ¹² ~ 10 ¹³ カウント/W秒

ダイオードアレイ (浜松ホトニクス社製 - MOSタイプ)

2次光カットフィルターが直接、検出素子にコーティングされ2タイプございます。

型	S3904-512 (Carl Zeiss用パッケージ)		
素子数	512素子		
素子面積	25 x 2500 μ m ²	最大クロックレート	2MHz
二次光カットフィルター	> 800nm (スタンダードタイプ)		

プリアンプ 出力 3V 感度 40 μ A/V 立ち上がり時間 35V/ μ s
周波数 400kHz

インターフェース ビデオ信号出力側 SMBソケット
ダイオードアレイドライブ MICS-D10
ピンコネクタ指定 pin 1,3,5,7,9 : 0V2-デジタルグラウンド
pin 2 : スタート
pin 4 : Phi2-ダイオードアレイクロックレート
pin 6 : EOS-エンドスキャン
pin 8 : -5V
pin 10 : +5V

MCS VIS.分光器の主な使用アプリケーション例

- 1) 高分解能な色測定
 - 2) 高分解能な発光色測定
- ・・・など

i . M C S U V - N I R

MCS UV-NIR製品仕様

- * セラミックボディに凹面グレーティング、入射スリットが内蔵
- * バンドルファイバーによる入射、スリット部はバンドル穴が高さ25mmに並べられている。
- * MOSタイプの512素子フォトダイオードアレイが内蔵

サイズ 全体 : 140 × 105 × 75mm³
クロスセクション長 : 22mm
標準延長ファイバー長 : 1000mm

ファイバー仕様 各径80 μmのガラスファイバーランダムにクロスセクション状に配列され入射口を形成
クロスセクションとは、入射口で俵状に束ねてあるファイバーが出射口（スリット）で縦に並べられているバンドル手法

ファイバー形態 入射口：直径0.5mm、NA=0.2、SMAコネクタ使用、
出射口：スリット（80 μm × 2.5mm）、

グレーティング フラットフィールドグレーティング
248本/mm、ブレイズ波長：700nm、

波長範囲 190 ~ 1015nm 波長精度 0.3nm 波長再現性 0.1nm
1素子に対する光学波長 シグナル指標：= 0.8nm 温度依存 < 0.005nm /
分解能 2.4nm 感度 10¹² ~ 10¹³カウント/W秒

ダイオードアレイ（浜松ホトニクス社製 - MOSタイプ）

2次光カットフィルターが直接、検出素子にコーティングされ2タイプございます。

型	S3904-1024 (Carl Zeiss用パッケージ)
素子数	1024素子
素子面積	25 × 2500 μm ² 最大クロックレート 2MHz
二次光カットフィルター	> 800nm (スタンダードタイプ) > 1015nm (ニュータイプ)

プリアンプ 出力 3V 感度 40 μA/V 立ち上がり時間 35V / μs
周波数 400kHz

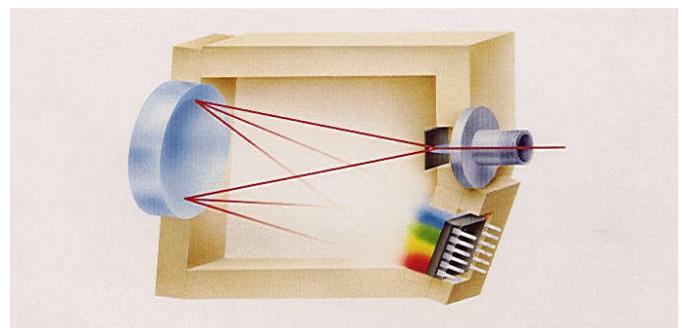
インターフェース ビデオ信号出力側 SMBソケット
ダイオードアレイドライブ MICS-D10
ピンコネクタ指定 pin 1,3,5,7,9 : 0V2-デジタルグラウンド
pin 2 : スタート
pin 4 : Phi2-ダイオードアレイクロックレート
pin 6 : EOS-エンドスキャン
pin 8 : -5V
pin 10 : +5V

MCS UV-NIR分光器の主な使用アプリケーション例

- 1) 高分解能なプラズマ広帯域波長モニター
- 2) 0.3 ~ 100 μmまでの光学膜厚測定
- 3) 高分解能な光学部品の反射 / 透過測定
・・・など



高分解能小型分光器MCS



イメージ図

j . MMS NIR

MMS NIR 1.7t1製品仕様

- * 石英ボディに凹面グレーティング、入射スリットが内蔵
- * バンドルファイバーによる入射。
- * InGaAsの128素子フォトダイオードアレイが内蔵
- * フォトダイオードアレイ自体はペルチェで電子冷却

サイズ 全体 : 94 x 92mm²
クロスコンバータ長 : 230mm

ファイバー仕様 各径80 μmのガラスファイバーランダムにクロスセクション状に配列され入射口を形成
クロスセクションとは、入射口で俵状に束ねてあるファイバーが射出口（スリット）で縦に並べられているバンドル手法

ファイバー形態 入射口：直径0.2mm、NA=0.22、SMAコネクタ使用、
射出口：スリット（100 μm x 0.25mm）、

グレーティング フラットフィールドグレーティング
179本/mm、ブレイズ波長：1.2 μm、

波長範囲 900 ~ 1700nm
1素子に対する光学波長
分解能 18nm

波長精度 ±0.6nm
シグナル指標：= 6nm

温度依存 <0.02nm / K
感度 >4*10⁻¹⁵カウント/フォトン

ダイオードアレイ（SUL社製）

型	Multiplexed InGaAS
素子数	128素子
素子面積	50 x 250 μm ²

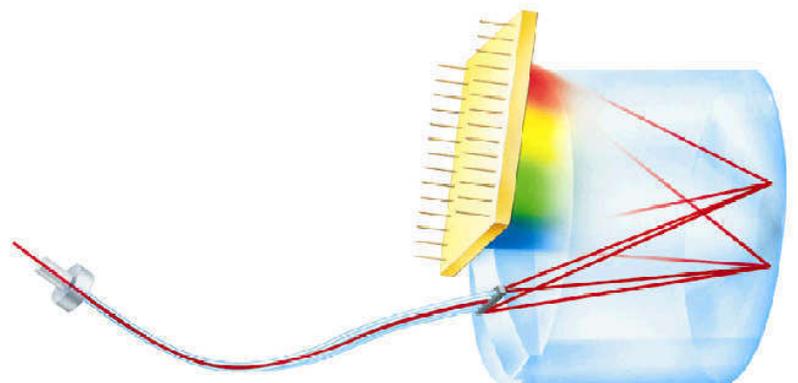
プリアンプ 出力 +/-4V 中心 感度 40 μA/V 立ち上がり時間 40V/ μs differential
周波数 40KHZ bis 2MHz 素子読み出しレート 10-500k pixel/s
消費電力 650mW（検出器冷却除いて）

MMS NIR1.7t1分光器の主な使用アプリケーション例

- 1) 近赤外非破壊測定全般
- 2) 土壌分析
- 3) 近赤外対象光学部品の反射 / 透過特性評価
・・・など



近赤外小型分光器MMS NIR



イメージ図

k . 開発予定の新製品説明

開発予定の新製品

- 1) MMS NIR 2.2t1 1400nm ~ 2200nmまでを対象として近赤外域小型分光器
- 2) MCS 2D-CCD 2次元イメージングCCDを内蔵とした小型分光器
蛍光測定などを対象としている。

2 - 2 . MMS / MCS 分光器周辺回路

a . MMS / MCS プリアンプ

・ MMS / MCS プリアンプ DZA - S 3 9 0 1 - 4

MMS / MCS 用プリアンプ DZA-S3901-4

このプリアンプボードは、Carl Zeiss製MMS / MCS分光器だけではなく、主に浜松ホトニクス社製MOSリニアイメージセンサS3901-3904シリーズにも対応しておりますボードです。

読み出し素子 : 128, 253, 512, 1024素子
クロックパルスレベル : +/- 5V

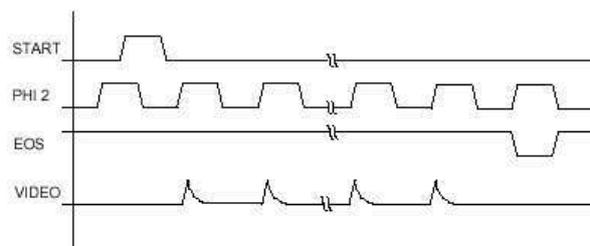
アナログ出力
出力範囲 : 0...3V
感度 : 40 μ A / V
レート : >35V / μ s

デジタルコントロール入力 : START, PHI2
デジタルコントロール出力 : /EOS

ボードサイズ : 74x40mm
ビデオ出力コネクター : SMBフランジソケット
アレイクロッキング : MICS-10

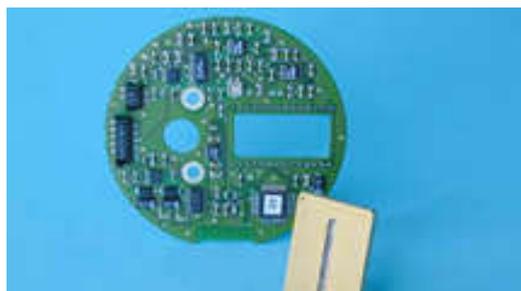


D Z A - S 3 9 0 1 - 4



タイミングチャート

・ MMS N I R プリアンプ



MMS N I R用プリアンプ

b . MMS / MCS 軸ケーブル



SMB同軸ケーブル



10ピンフラットリボンケーブル

c . 各フロントエンドエレクトロニクス

各フロントエンドエレクトロニクス

FEE-003 (シリコンアレイ用)

- ・ 15ビットAD分解能、14ビットAD精度
- ・ ノイズ成分：1 LSB(typ)
- ・ 変換レート：80 k サンプル / 秒 3.3m秒 (256素子PDA)
- ・ 露光時間：4m秒～6.5秒

FEE-HS (シリコンアレイ用)

- ・ 15ビットAD分解能、14ビットAD精度
- ・ ノイズ成分：1 LSB(typ)
- ・ 変換レート：200 k サンプル / 秒 1.4m秒 (256素子PDA)
- ・ 露光時間：1.5m秒～6.5秒

FEE-HR (シリコンアレイ用)

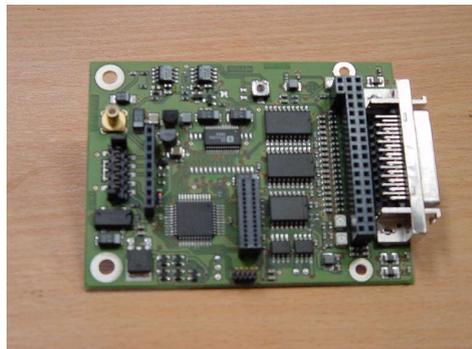
- ・ 16ビットAD分解能、15ビットAD精度
- ・ ノイズ成分：1 LSB(typ)
- ・ 変換レート：77 k サンプル / 秒 3.3m秒 (256素子PDA)
- ・ 露光時間：3.5m秒～6.5秒

FEE-NIR (InGaASアレイ用)

- ・ 16ビットAD分解能、14ビットAD精度
- ・ ノイズ成分：1 LSB(typ)
- ・ 変換レート：80 k サンプル / 秒 3.2m秒 (256素子PDA)
- ・ 露光時間：0.1m秒～1.5秒

FEE-HSMO (浜松ホトニクス検出器用)

- ・ 15ビットAD分解能、14ビットAD精度
- ・ ノイズ成分：1 LSB(typ)
- ・ 変換レート：190 k サンプル / 秒
- ・ 露光時間
CCDヘッドC7041：8.6m秒 (1044x128素子、ピーニングモード)
InGaASヘッド C7221：1.5m秒 (256素子)
NMOSヘッド C5964：16.6m秒 (1024素子)



F E E H S

d . インターフェイスボード用ケーブル



インターフェイスボード用ケーブル

e . 専用インターフェースボード

・ PCIボード OE PCI HS .

USBインターフェース製品仕様

インターフェース : USB (USB1.1対応)

A/D入力 (メイン) : 16bit、A/D変換入力 (検出器からのアナログ電圧をA/D変換します)

変換時間 : 3.3 μ s 最大2 μ s

変換レート : 300kHz 最大500kHz

入力数 : 1チャンネル

電圧レンジ : 0~+5V他

メモリ

FIFO : FIFO容量 最大8kW(2kW標準)

CPUメモリ : 最大 1MB (256KB標準)

不揮発性シリアルEPROM : 最大 64KB (8KB標準)

汎用出力 : 8チャンネル (CMOS 0~+5V出力) ランプ ON/OFF コントロール、シャッターコントロール等に使用できる汎用出力を持っています。



PCIボード

・ USBボード I Z U - 1 6

PCインターフェース・エレクトロニクスは、16ビットのPCIバスプラグ・イン・ボードとして設計されており、フロント・エンド・エレクトロニクスをコントロールします。
 検知器配列のデジタル化されたビデオ信号は、PCアクセスに対するFIFOメモリーの中でバッファされ、補足入力および出力信号によって、外部への同期あるいはシャッタ/光源のトリガリングができます。



U S Bボード I Z U - 1 6

f . マルチプレクサ - ボード

・ 複数の分光器モジュールを一つのエレクトロニクスで同時駆動させます。

g . 浜松ホトニクス二次元C C D用プリアンプエレクトロニクス

浜松ホトニクス二次元イメージングCCD用プリアンプエレクトロニクス

浜松ホトニクス表面 / 裏面入射タイプ二次元イメージングCCD用
 プリアンプ
 各ビームモードに対応
 16ビット分解能
 オプションによる冷却コントロールも可能

対応CCD

浜松ホトニクス裏面入射タイプ S-7030, S-7033, S-7170, S-7031,
 S-7034, S-7171
 浜松ホトニクス表面入射タイプ S-7010, S-7011



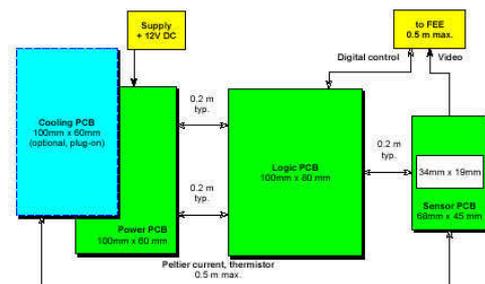
二次元C C D用プリアンプエレクトロニクス

プリアンプエレクトロニクスは、各機能によりボードが分かれています。

- * センサボード
- * ロジックボード
- * パワーサプライボード
- * 冷却コントロールボード

主な仕様 (ラインビームモード)

- 読み出し時間 : <10m秒 (検出器の1044コラム)
- 最小露光時間と読み出し時間が等しい
- 強度分解能 : 16ビット
- 電力 : + 12 VDC



Configuration of the DZA-S7030-4 system

構成図

h . 各エレクトロニクスパッケージ

・ Handy Lambda



モバイル分光分析装置 "Hady-Lambda"

丈夫で、軽く、場所にとらわれず、屋外や工場内などのあらゆる所で、ラボレベルの分光分析をしたい

・・・そんなお客様のご要望にお答えできる製品が遂に登場 !!!

お手持ちのノートPCに、USBインターフェースをし、その場で測定サンプルの反射・透過・吸収スペクトルを得られ、測定データはExcelフォーマットで記録されます。

対象波長	: 300 ~ 1100nm	ご希望の方には、900-1700nmバージョンもあります
露光時間	: 4ms ~ 6.5s	
波長精度	: 0.3nm	
波長再現性	: 0.1nm	
内臓グレーティング	: フラットフィールドタイプ	
検出素子	: シリコンフォトダイオード256素子アレイ	
検出素子最大クロックレート	: 2MHz	
内臓ハロゲン光源	: 3W	
USBボードA/D入力	: 16bitAD変換	
CPUメモリ	: 最大 1MB (256KB標準)	
汎用出力	: 8チャンネル	
オプション	: 専用バッテリー、100Wハロゲン光源、液浸プローブ、大口径ファイバーなど	

光の反射、透過、吸収はもちろん、スペクトルを応用しての液体濃度、各種非破壊測定などケモメトリクスソフトへのデータなど、場所を選ばず測定できることが、分光技術を研究室レベルから外に出します !!!

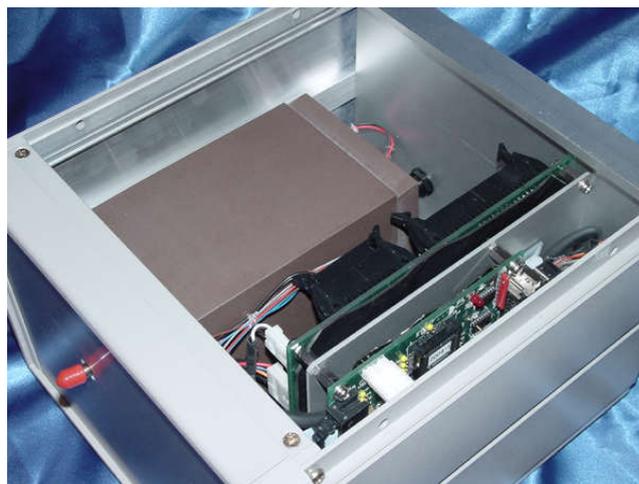


研究室や工場内で・・・《液体濃度》



屋外でも・・・《屋外で葉の反射率測定》

・Solid Lambda



SolidLambda製品仕様

Zeissの高分解能小型分光器 MCSモジュールは、メーカーの装置組み込み用に従来から設計コンセプトがありますので、今までエンドユーザーの方々が研究用途やサンプル測定などには扱いにくい一面がありました。そこで弊社でエンドユーザーの方々が持ち運べて、手軽に使用環境を限定しない純正ケースをご用意し、専用USBボードを内蔵し、筐体とPCをUSBケーブルで中継する簡易的なパッケージを開発しました。

対象測定波長	:	190-1015nm (MCS UV-NIR) 200-620nm (MCS UV-VIS) 360-780nm (MCS VIS) 680-1100nm (MCS NIR)
分解能	:	2.4nm
波長精度	:	0.3nm
検出素子	:	浜松ホトニクス社製 MOSフォトダイオードアレイ 512素子 又は、 1024素子
入射口	:	クロスセクション方式
インターフェース	:	USB (USB1.1対応)
A/D入力 (メイン)	:	16bit、A/D変換入力 (検出器からのアナログ電圧をA/D変換します)
変換時間	:	3.3 μ s 最大2 μ s
変換レート	:	300kHz 最大500kHz
入力数	:	1チャンネル
電圧レンジ	:	0~+5V他
FIFO	:	FIFO容量 最大8kW(2kW標準)
CPUメモリ	:	最大 1MB (256KB標準)
不揮発性シリアルEPROM	:	最大 64KB (8KB標準)
汎用出力	:	8チャンネル (CMOS 0~+5V出力)ランプ ON/OFF コントロールシャッターコントロール等に 使用できる汎用出力を持っています。

・ L O E



ラップトップ型コンピュータ用MMSドライブエレクトロニクス

LOE-1

ラップトップ型コンピュータ用MMSドライブエレクトロニクスLOE-1はCarl Zeiss社製超小型分光器"MMSシリーズ"や各社製フォトダイオードアレイをRS232信号により、簡易的にデータ処理を行う画期的なコントローラです。この装置の有効性は、間に介するインターフェースボードが必要ありませんので、ラップトップ及びノートブック型コンピュータとの直接接続による分光器システム全体の操作が簡便になることです。

システム全体

LOE-1は通常、16ビットマイクロコンピュータ及びフォトダイオードアレイからの信号読み出しコントローラを搭載したコントローラボード"MOE-C 161"、分光器(フォトダイオードアレイ)とのインターフェースの役割を司るフロントエンドエレクトロニクス"FEE-003-Vx or FEE-IR-Vx"が内蔵されています。外部電源も入っています。15-ピンのサブDコネクタ部は、様々なI/Oポートとして、光源のチョッパーやトリガリングなど外部への制御部として使用できるようになってます。

データ変換

パソコン上でもデータのやりとりは、RS232信号で行われ、変換レートはおよそ1秒間で7~10スペクトラです。今後より早いデータ変換レートが可能となる"EPPインターフェース"タイプも出す予定です。

電源付属の電源から必要な電圧(+5VDC及び±12VDC)は供給されます。

オプションで用意してます集積バッテリーパックとチャージングエレクトロニクスを併せてご使用すれば、システム全体の稼働製は向上します。バッテリーパックの耐用時間はおよそ4時間です。

オプション

マルチプレクサーボード"MUX-4"による2台の分光器の同時作業

当社製プリアンプ"DZA-S3901-4Vx"による浜松ホトニクス社製フォトダイオードアレイS3900シリーズの電圧変換

Carl Zeiss社製小型赤外分光器"MMS NIR"とReticon社製MBマルチプレクサー付きのフォトダイオードアレイの電圧変換

フロントエンドエレクトロニクス"FEE-003-Vx or FEE-IR-Vx"の改造による浜松フォトエレクトロニクス社製

マルチチャンネル・ディテクターヘッド(N-MOS、InGaAsそしてCCD)の操作

集積バッテリーパックとチャージングエレクトロニクスによる外部でのLOE-1の操作

以上のオプションで、LOE-1の世界は様々なアプリケーションへ広がります。

テクニカルデータ

コントロールボード MOE-C161

ヨーロッパ仕様モード(160×100mm)上にフロントエンドエレクトロニクスと通信用に2スロット

シーメンス社製16ビットマイクロコンピュータ C1610

14,7456MHz、watchdog、

256kB FLASH memory、

64kB SRAM、battery bufferd

256Byte EEPROM for configuration data

最大スペクトラデータ変換

7~10スペクトラ/秒

(256素子使用のMMSシリーズでPentium 166MHz以上のコンピュータを使用の上)

デジタル I/Oポート

スキャン時の発光制御の同期

センサー自体のスキャン時の外部トリガー

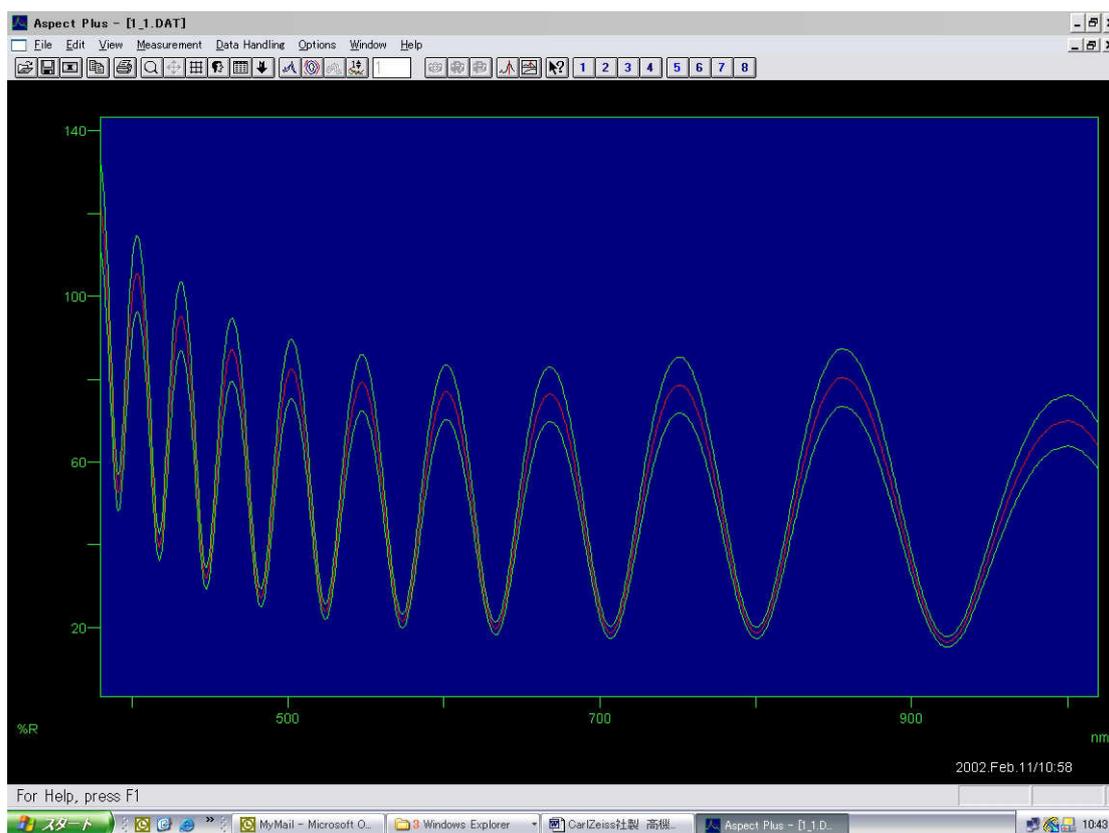
外部シャッターの制御

2 - 3 . MMS / MCS 分光器専用ソフトウェア

Carl Zeiss 社製 高性能分光分析ソフトウェア

a . Aspect Plus

(Analysis spectroscopy for Windows)



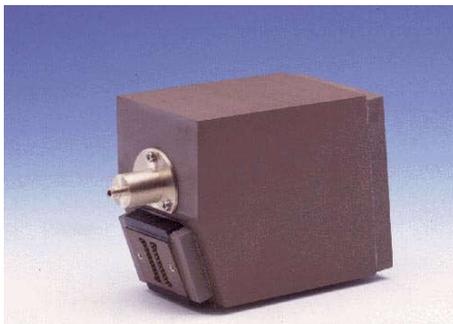
AspectPlusは多彩な機能を搭載し様々なアプリケーションにご使用頂ける分光分析ソフトウェアです。通常分光測定機能を初め様々な分析機能やオプションで用意されたアプリケーションソフトウェアを追加すれば、膜厚測定、発光測定、色測定、液体濃度分析等へと用途も無限です。

測定後の各種演算機能も多彩！

また、マクrosoftウェアを使用すればこのAspectPlusの多彩な機能を自在に扱うことが可能です。研究用途から工場内での作業まで幅広いアプリケーションに対応します。

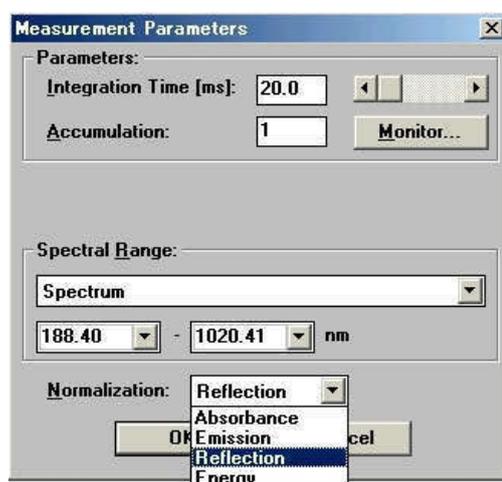
特徴

Carl Zeiss社製 超小型分光器 MMSシリーズ及び小型分光器 MCSシリーズに完全対応

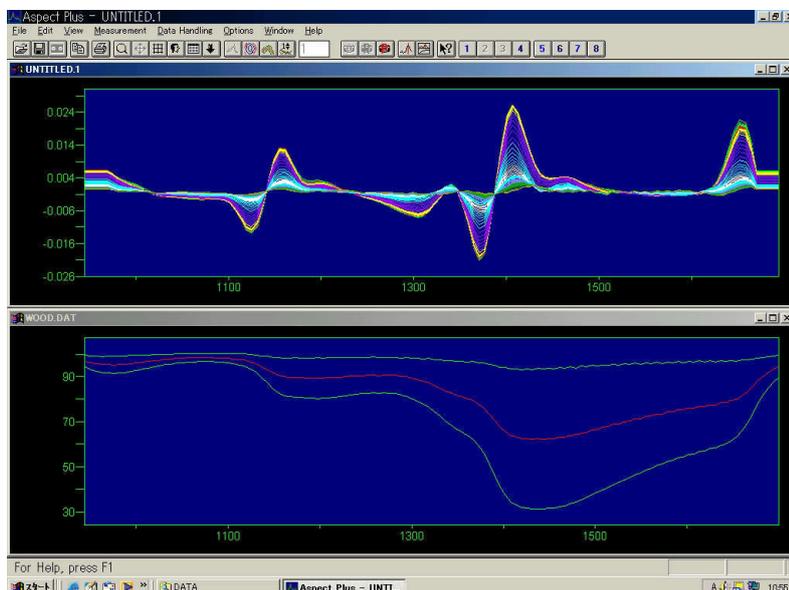


Tec5社製 ISAインターフェイスボードに対応

測定モードはAbsorbance (吸光度)、Emission (発光測定)、Reflection (反射/透過率)、Energy (生データ) と多彩。



演算機能も豊富で微分演算や各種測定データの変換等を用意



標準搭載の簡易マクロ機能を使用すれば操作手順等を簡易マクロに記憶させ測定の簡素化が可能。

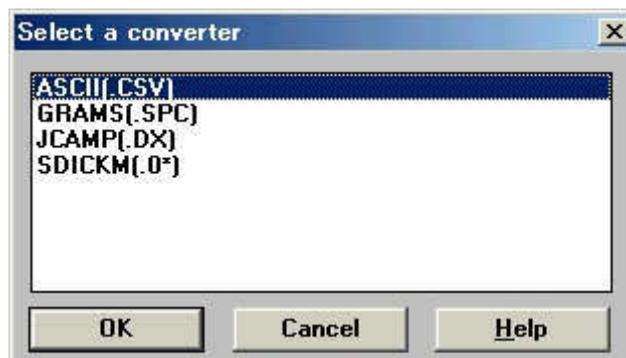
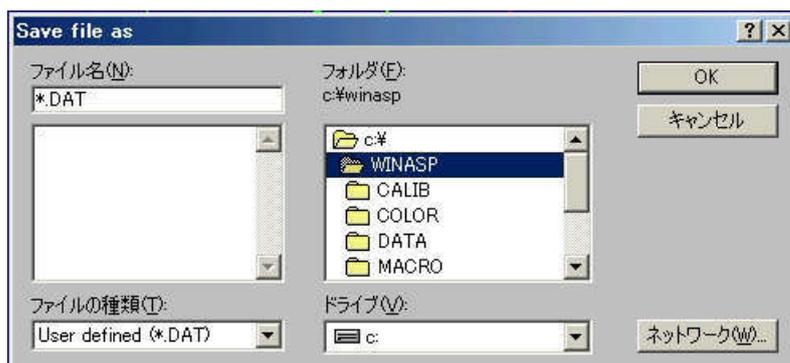
画面上に配置された ~ のボタンに機能を任意に記憶させることができます。



測定データは、AspectPlus用のデータとして保存されます。

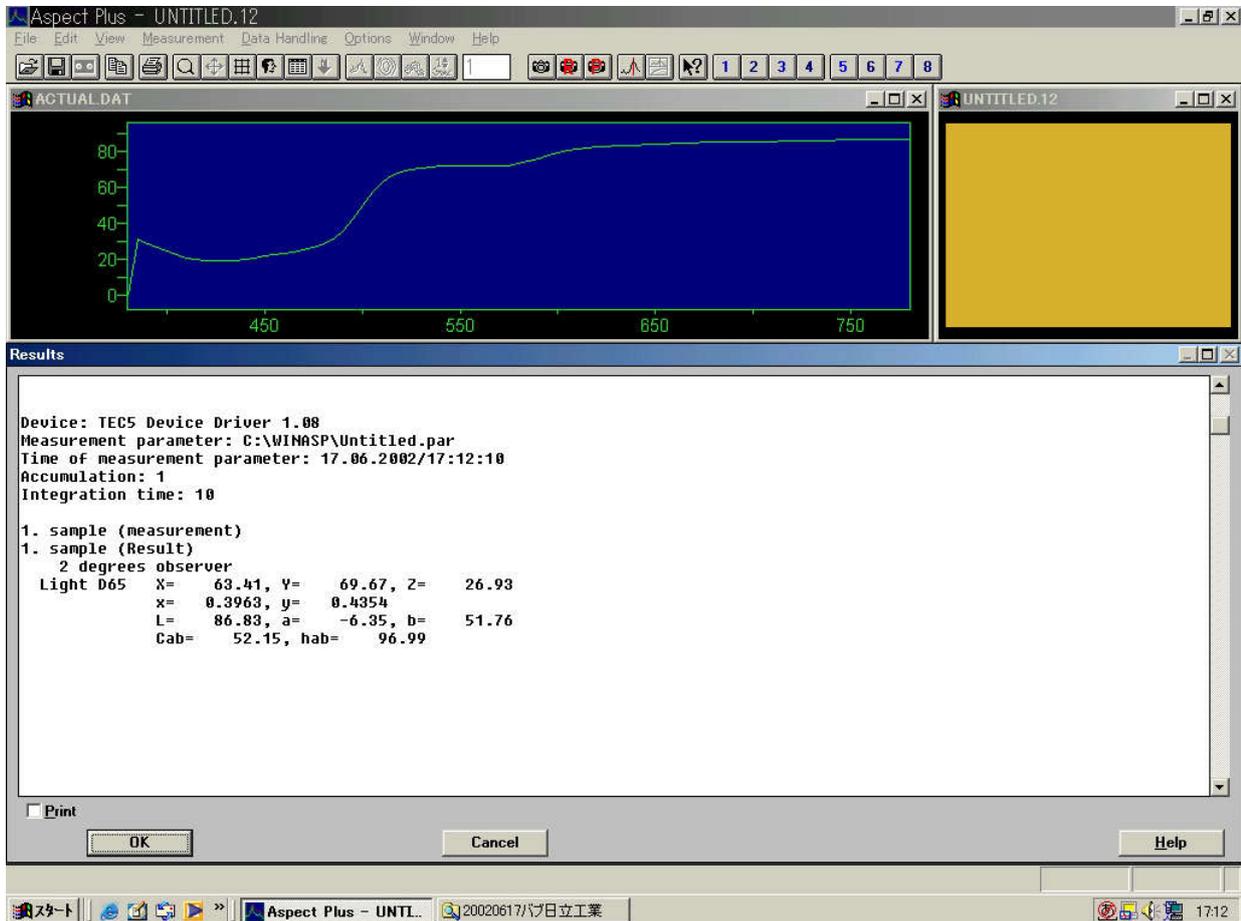
専用形式で保存されたデータは後に演算をし直すこと等が可能です。

また、Export機能を使用すればCSV形式での保存が可能となりExcel等の表計算ソフト上でデータ整理などが可能になります。



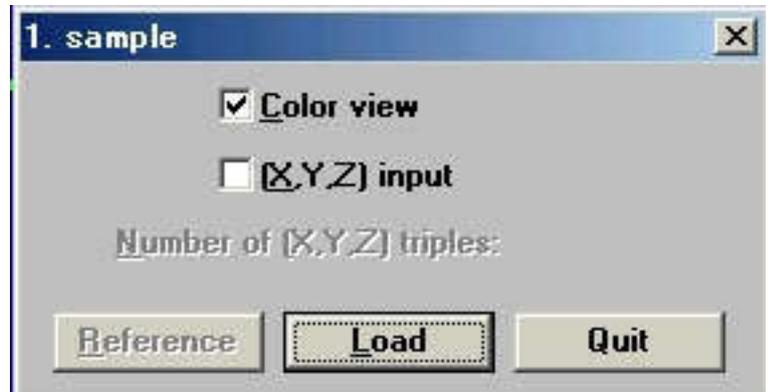
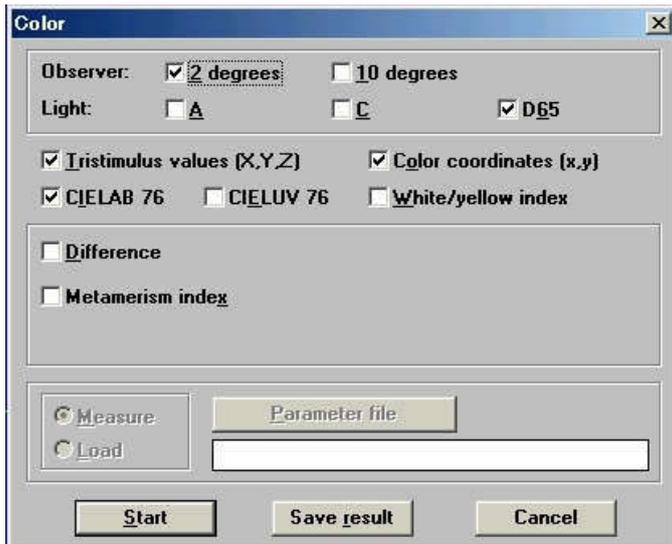
オプションで用意されたマクロ機能(Method)を使用して記述を行えば、AspectPlusの多彩な機能を自在に利用できます。

b . アプリケーションソフトウェア 色測定 (Color Measurement)

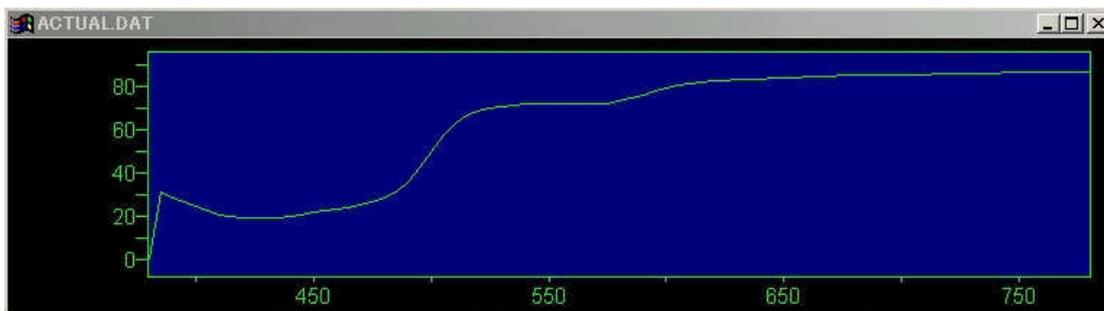


色測定は、通常の分光測定を行い色の値を算出する色測定に対応したソフトウェアです。通常各種のサンプルに対して反射色を測定し、色度座標 x, y 三刺激値 X, Y, Z 、色空間 $L a b$ (CIE)、 $L u v$ (CIE)、条件等色係数、色差などを測定できます。研究用途から工場などの現場での簡易測定等で正確な測定を望まれる場所にご利用頂いています。

* 測定はAspect Plusの初期設定を行えば簡単に色測定の値を算出することが可能です。



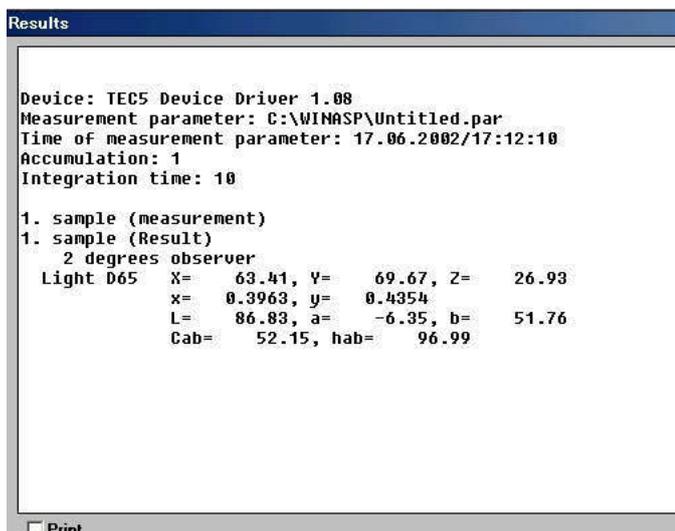
* 測定結果はグラフィカルに表示され、反射率グラフ、測定データ、Color Viewにより実際の測定色と扱いやすさは抜群です。



反射率グラフ

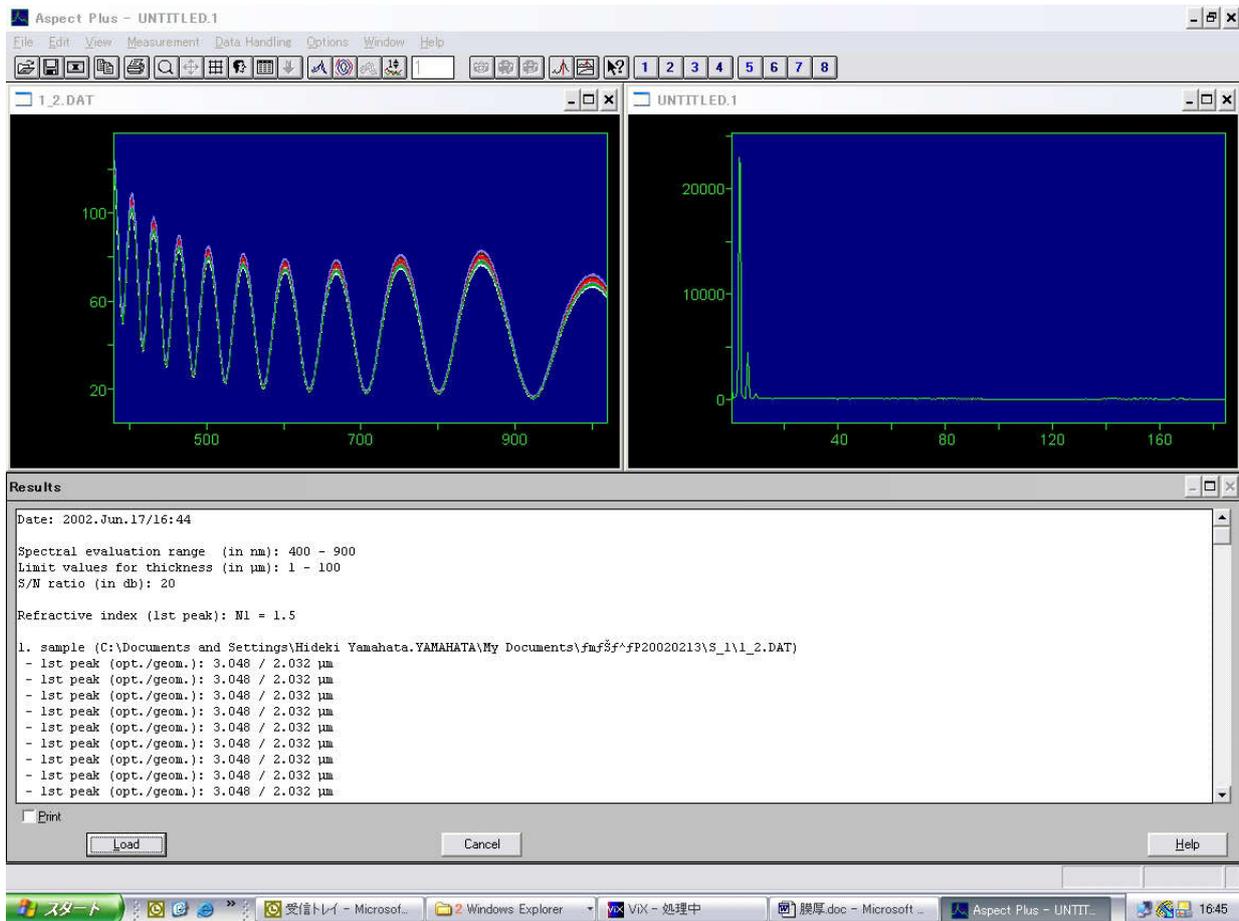


Color View画面
(測定した色をグラフィカルに表示します)



色測定データ表示画面
(色測定座標 x 、 y 三刺激値 x 、 y 、 z 、色空間 $L^*a^*b^*$ 、 $L^*u^*v^*$ が表示されます。)

C . アプリケーションソフトウェア 膜厚測定

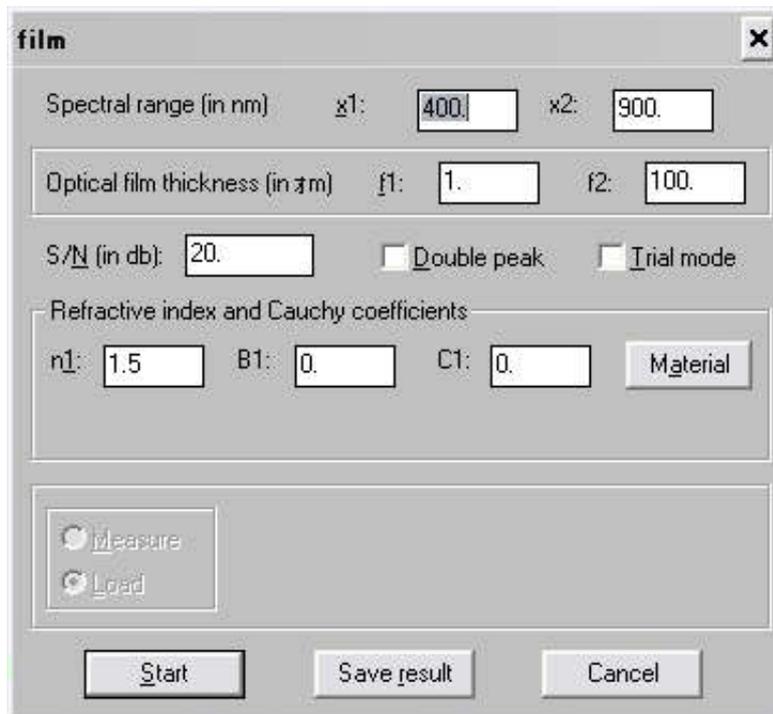


膜厚測定は、反射率を測定しそのデータにFFT計算を施し厚みを算出する「光学干渉式」膜厚測定に対応したソフトウェアです。

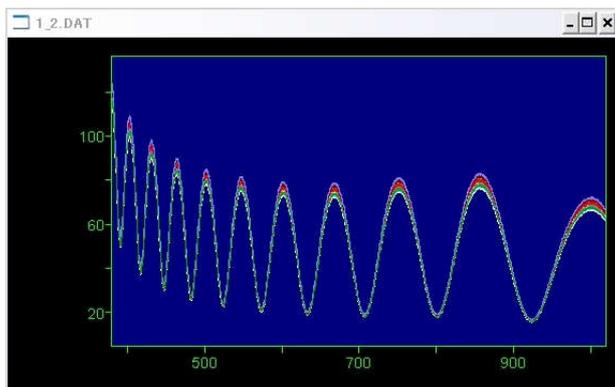
フィルム類や酸化膜を代表例とした透明膜であれば、0.3nm ~ 100 μmの厚みを測定可能です。

研究用途から工場内などの現場での簡易測定等で正確な測定を望まれる場所でご利用頂いています。

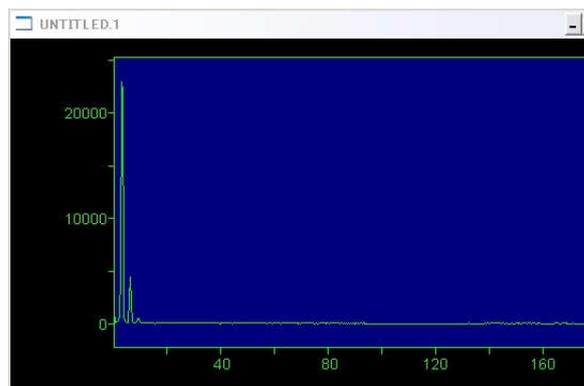
*測定はAspect Plusの初期設定を行えば簡単に膜厚を算出することが可能です。
 正確な膜厚データの算出には測定サンプルの既知の屈折率が必要です。



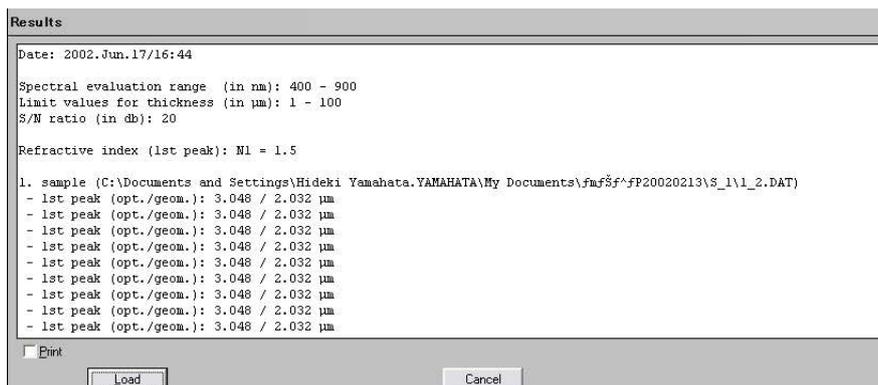
*測定結果はグラフィカルに表示され、反射率グラフ、膜厚（FFT）グラフ、厚みデータと扱いやすさは抜群です。



反射率グラフ

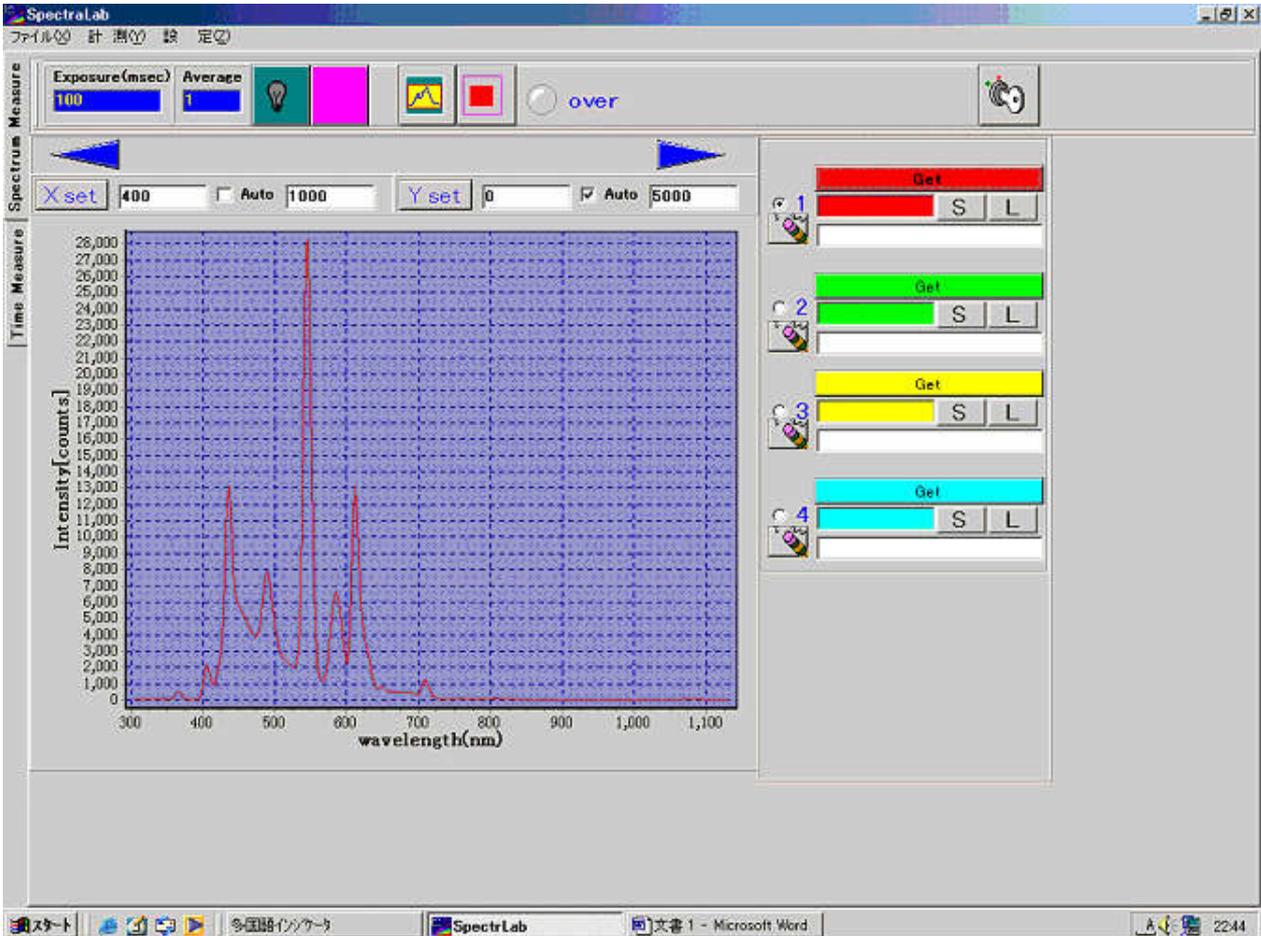


FFTグラフ



膜厚データ表示画面

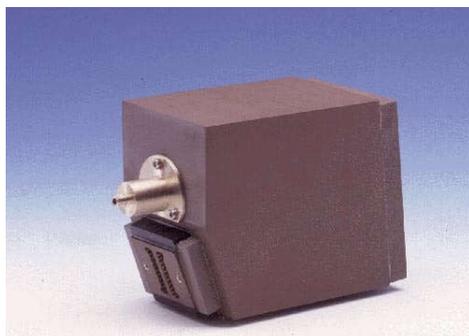
d. 分光分析ソフトウェア
(Spectra Lab)



Spectra Labは低価格で十分な機能を搭載した分光分析ソフトウェアです。弊社の分光分析パッケージにも標準装備となりCarl Zeiss社製分光器モジュールやTec5社製エレクトロニクスに対応。国内での開発及び製作製品なのでソフトウェア全てが日本語表示となり、通常のアプリケーションソフトの様に操作性も抜群です。価格を抑えて分光分析を行いたい場合には最適なソフトです。

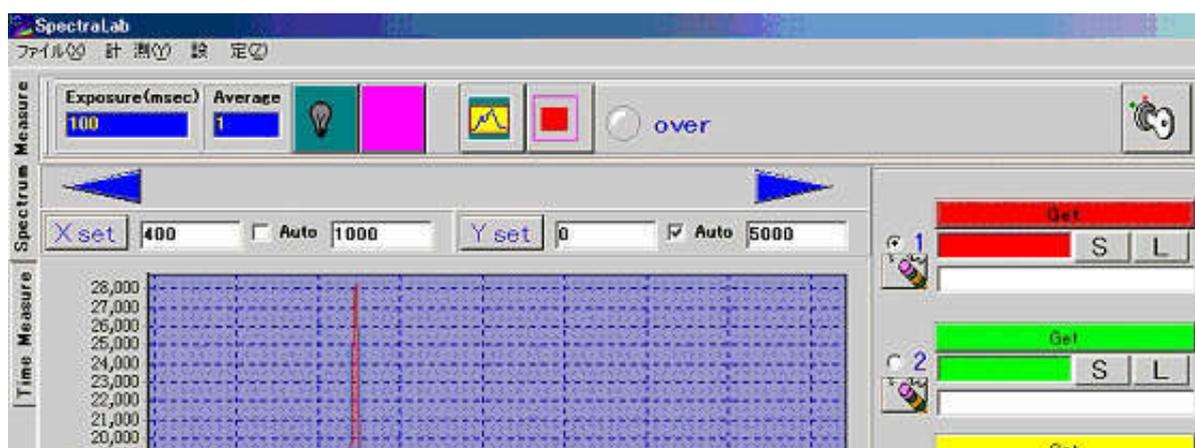
特徴

Carl Zeiss社製分光器モジュール（MMSシリーズ及びMCS UV-NIR）に対応。



弊社製USBインターフェイスボード及びTec5社製PCIインターフェイスボードに対応。

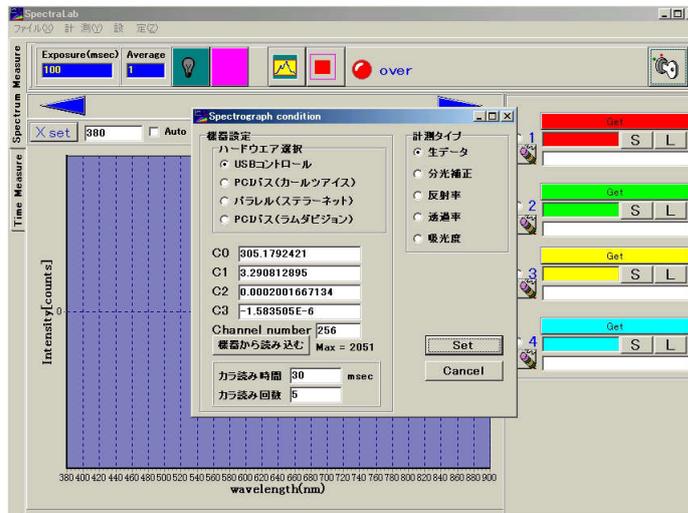
初期設定から測定及び保存を行うには視覚的に配置されたボタンでどなたでも簡単に測定可能。



測定モードも多彩で、生データ、分光補正、反射率、透過率、吸光度測定が可能

計測タイプ	
<input checked="" type="radio"/>	生データ
<input type="radio"/>	分光補正
<input type="radio"/>	反射率
<input type="radio"/>	透過率
<input type="radio"/>	吸光度

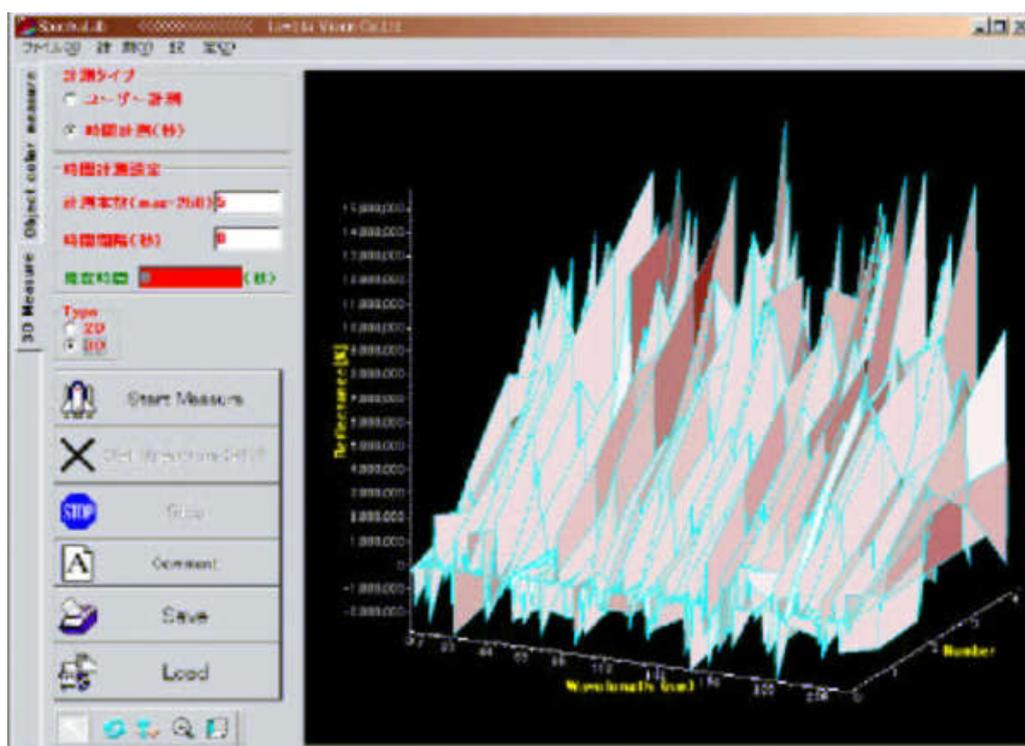
パラメーター設定など、ソフト上では全て日本語での操作ができるので安心です。



測定データの保存も再表示もボタンひとつで簡単！
データはExcel形式で保存されるため、データの汎用性が高く利用しやすいです。

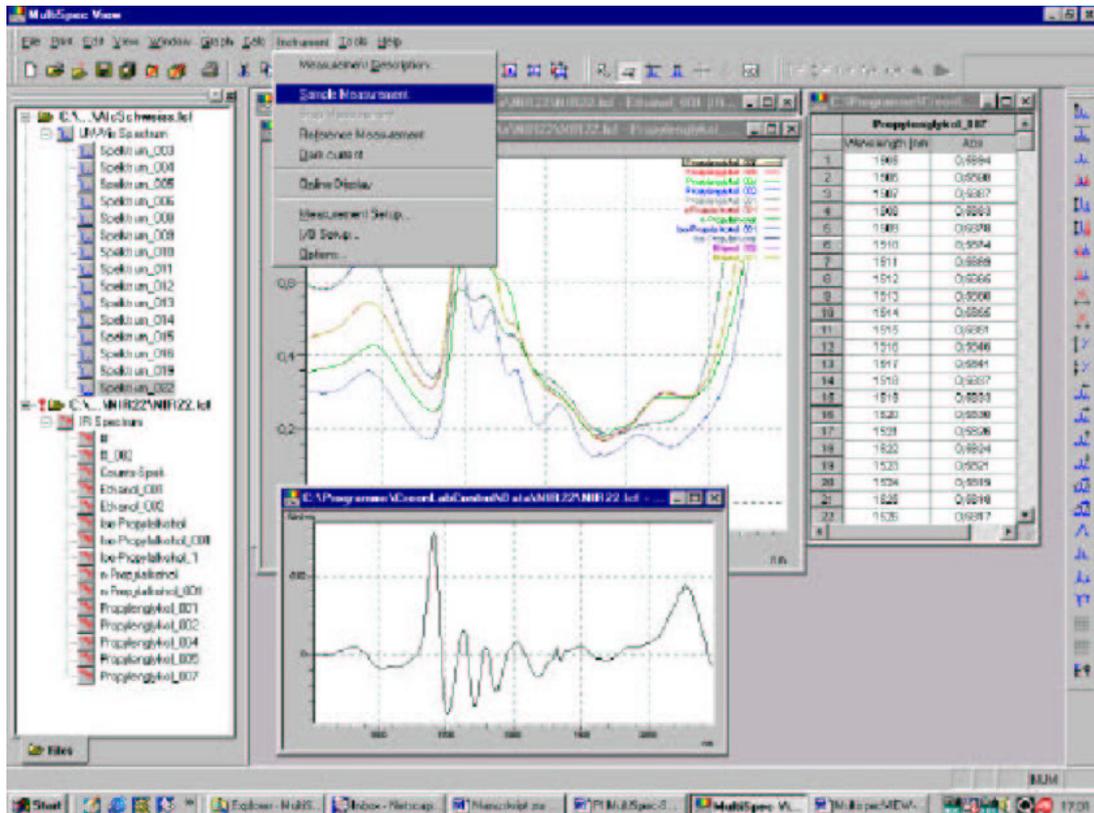


連続測定が可能で、時間軸に沿った2D及び3D表示が可能。



Tec5 社製分光分析ソフトウェア

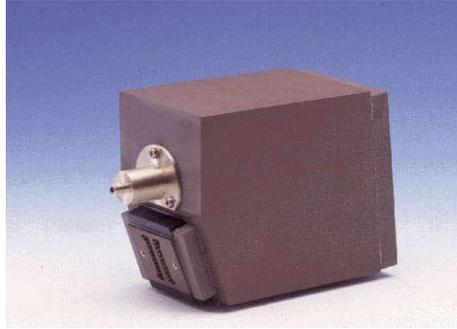
MultiSpecView



MultiSpecView を用いれば安価にそして簡単に分光計測が可能になります。ソフトウェアのインストールやパラメーター設定も簡単で、分光器を接続すれば自動的に認識し各設定項目は全てウィザード形式になっており指示通りに設定を行えば測定が可能です。同時にドライバーソフトのインストールも使い慣れた Windows の設定画面から行えます。各測定モード及びデータ計算モードを使用すれば幅広いアプリケーションに対応できます。

特徴

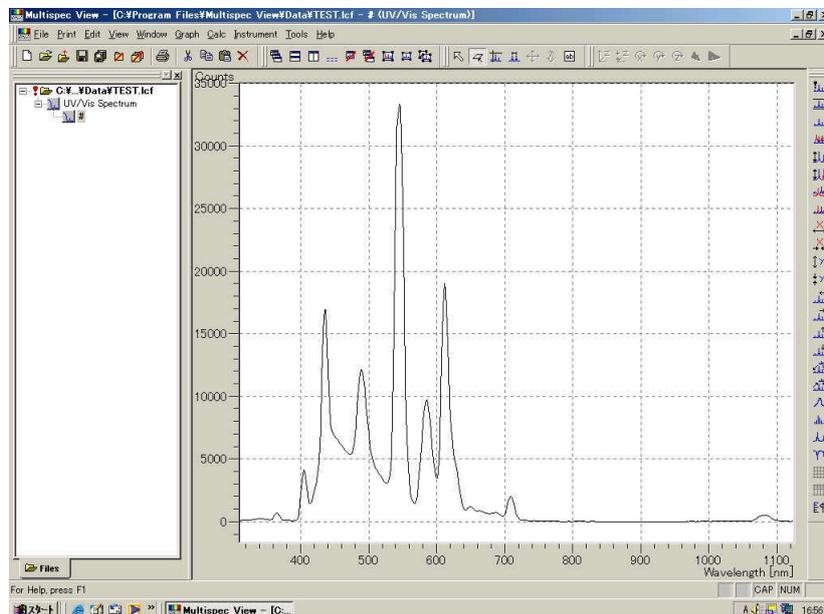
Carl Zeiss社製分光器モジュール（MMSシリーズ及びMCS UV-NIR）に対応。



Tec5社製P C I インターフェイスボード及びM O E（RS-232C接続）に対応。
測定データはフォルダに収納され連続測定後の処理が大幅に改善。
ファイル操作も画面上のエクスプローラー風ファイル表示で簡単。

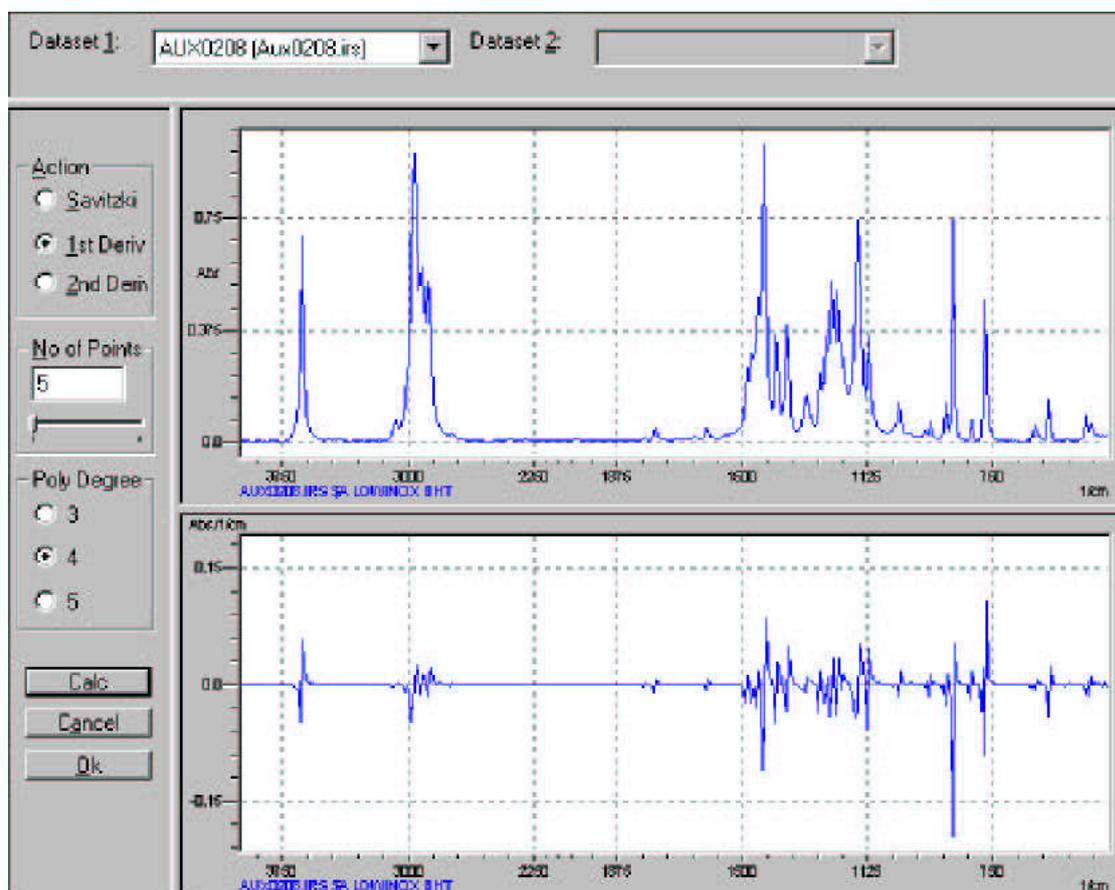


測定モードはAbsorbance（吸光度）、Transmittance（反射率）、Counts（カウント）のモードが選択でき、反射/透過測定、液体濃度分析、レーザーの波長モニター等の各種アプリケーションに対応できます。



保存ファイル形式もソフト固有の保存形式（保存データで後に再計算可能）やその他の処理を望まれる方にはASCII（Excelで処理可能）での保存が可能。

データ処理モードを使用して簡単にデータ処理が可能。
測定データに対して2次微分を施した例



f. National Instruments LabView用 ドライバーソフトウェア

LabViewに対応した分光器専用エレクトロニクスドライバーです。
このドライバーをLabView上で使用すれば、ご自身で分光分析ソフトなどを開発することが可能です。

2 - 4 . 使用光源

a . ハロゲン光源 LS - 100

- * 安定化電源付き
- * 手動オプティカルシャッター付き
- * アルミコートリフレクタ採用



LS - 100 本体



アルミコートリフレクター付ランプ

b . 重水素光源 ヘレウス NobleLight

ファイバー入射重水素光源 ヘレウス NobleLight
(ハロゲン兼用タイプ)

全般仕様

スペクトル200- 1100nm, (合成石英タイプ (160) 185- 1100nm)

消費電力約6Watt

電気仕様12Vdc/0.6Adc

使用環境 (温度) 5 ~ 35

使用環境 (湿度) 最大90%, (ただし結露はないこと)

サイズ (L x W x H) 157 x 55 x 37mm

シャッターシャッター機能あり (0 調整用)

ランプ制御機能D2 ・ タングステンランプ独立して点灯制御可能

ファイバーコネクタ-SMA905 コネクタ

対応光学ファイバーファイバー径200 μ m, 400 μ m, 600 μ m

開講数 (Na) D2 ランプ : 0.245, タングステンランプ : 0.057

冷却不要

重水素ランプUS Patent No. 5801.495, US Patent No. 5814.951

スペクトル200- 400nm, (合成石英の場合160- 400nm)

窓材質熔融石英、合成石英

光出力 $>5 \times 10^{-8}$ W/nm sr@240nm

安定性 $>1 \times 10^{-3}$ AU

ドリフト $>0.25\%$ /h

励起周波数250kHz

点灯電圧約1kV

寿命 >1000 h (240nm にて光強度が50%以下になった時点)

消費電力約3W

タングステンランプ

スペクトル400- 1100nm

電圧5Vdc

電流45mAdc

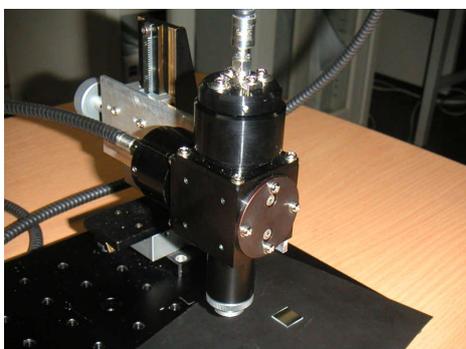
寿命 >2000 h



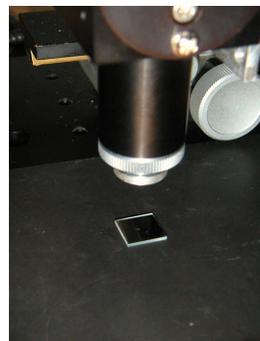
ヘレウス NobleLight 本体

2 - 5 . プローブヘッド部&標準使用光ファイバー

a . 標準プローブヘッド PR - H



PR - H



対物レンズも取り付け簡単！

b . バンドル光ファイバー



標準バンドルファイバー

c . Y型光ファイバー



Y型ファイバー

d . SMAアダプター&レセプタクル



SMAアダプター



SMAレセプタクル

e . 石英液浸プローブ



・モデル 6 6 1 0 0 0

661.000- QX
Standard Immersion Probe

測定ヘッド部は SUPRASILR 300。スリーブは迷光も考慮し設計されております。

使用光ファイバーの特性を紫外～可視か可視～近赤外かで選択。

使用アプリケーション:

研究用途及びプロセス管理.

光学路チップ長:

1 mm, 2 mm, 5 mm, 10 mm, 20 mm

各部サイズ (Outside 0):

- 石英測定ヘッド部: 15 mm
- ステンレスヘッドトップ部: 18 mm
- 保護スリーブ: 20 mm

最大耐用温度: 150 °C

最大耐用気圧: 6 bar

総長: 180 mm (10 mm light path)



・モデル 6 6 1 6 0 2

661.602
Ultra Mini Immersion Probe

測定ヘッド部は SUPRASILR 300。

スリーブは迷光も考慮し設計されております。

使用光ファイバーの特性を紫外～可視か可視～近赤外かで選択。

使用アプリケーション:

研究用途及びプロセス管理.主に薬品関連

光学路チップ長:

2 (2x1) mm, 5 (2x2,5) mm, 10 (2x5) mm

各部サイズ (Outside 0):

- チタンチューブ: 6,35 mm
- ハンドル: 12,5 mm

最大耐用温度: 150 °C

最大耐用気圧: 6 bar

総長: 235 mm (10 mm light path)



f . 反射測定プローブ OFR 6 0



OFR 6 0

g . 透過測定プロ - ブ OFT 3 1 1



OFT 3 1 1

h . 反射測定プローブ 1 0 ° / 1 0 °



1 0 ° / 1 0 °



画面もこんなに簡単につけられます。

2 - 6 . 弊社製分光器内蔵装置

a . モバイル分光分析装置 "Hady-Lambda" <USBインターフェース>

<製品仕様>

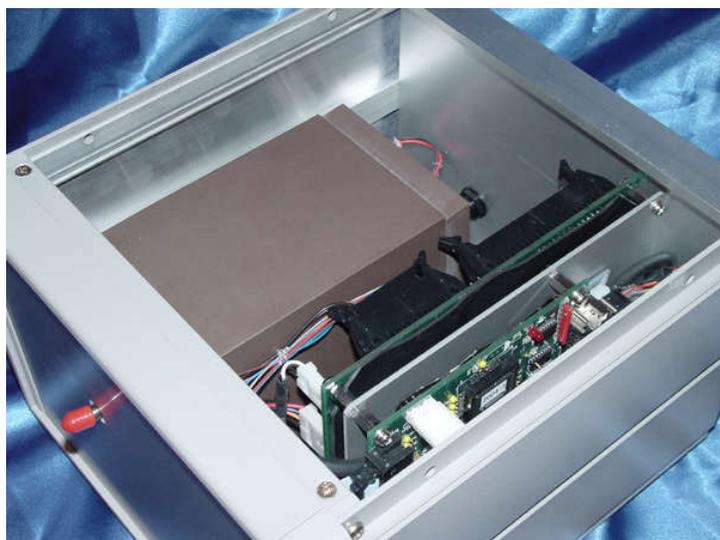
対象波長	: 300 ~ 1100 nm ご希望の方には、900 - 1700 nmバージョンもあります
露光時間	: 4 ms ~ 6.5 s
波長精度	: 0.3 nm
波長再現性	: 0.1 nm
内蔵グレーティング	: フラットフィールドタイプ
検出素子	: シリコンフォトダイオード256素子アレイ
検出最大クロックレート	: 2 MHz
内蔵ハロゲン光源	: 3 W
USBボードA/D入力	: 16 bit AD変換
CPUメモリ	: 最大 1 MB (標準256 KB)
汎用出力	: 8チャンネル
オプション	: 専用バッテリー、100 Wハロゲン光源、液浸プローブ、大口径ファイバーなど



H a n d y L a m b d a 本体



屋外での使用例



分光器モジュールが内蔵

b . 光学膜厚測定装置 SC - 256 & 1024

製品概要

この装置を用いての対象の大部分が、半導体ウエハー上の酸化シリコン膜 (SiO₂)、並びにフォトリソ膜です。
光学干渉を利用して、膜厚を簡易に測定する装置は、従来非常に高価な製品でした。

当社では、Carl Zeiss社製超小型分光器 「MMSシリーズ」を内蔵することによって、必要最低限のコスト構成で、自由に透明・半透明膜の厚みを測定することを可能とした膜厚測定装置 「SC-256」を開発致しました。

「SC-256」は、酸化シリコン膜やフォトリソ膜だけにとどまらず、油の膜、CRT上の膜、そして各種コーティングの膜という幅広い種類の膜厚を、0.3nm ~ 30 μm (注1) の範囲で再現性良く測定致します。

(注1 : シリーズ機種「SC-1024」は、0.3nm ~ 100 μmの範囲)

非接触の為、サンプルに傷を付けず、550nm以下をカットするフィルターも追加内蔵できますのでレジスト膜等を感じさせることもありません。

サンプルステージ部には、X-Yアクチュエータが付いており、専用コントローラを用い任意の位置へ測定ヘッド部を移動し再現性の良い膜厚測定を行います。



SC - 256 全体図

拡大・・・



反射光を精度よく測定



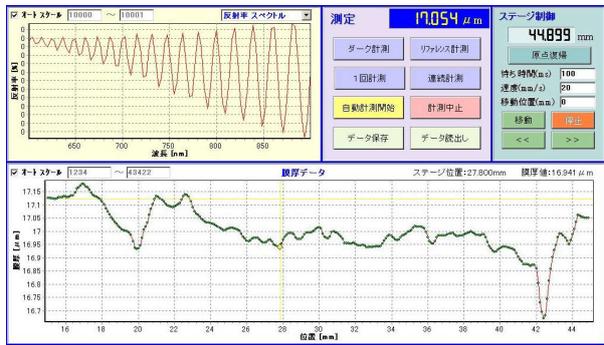
膜厚サンプルもいろいろ

2 - 7 . 弊社特注分光装置例

a . インライン向け膜厚装置

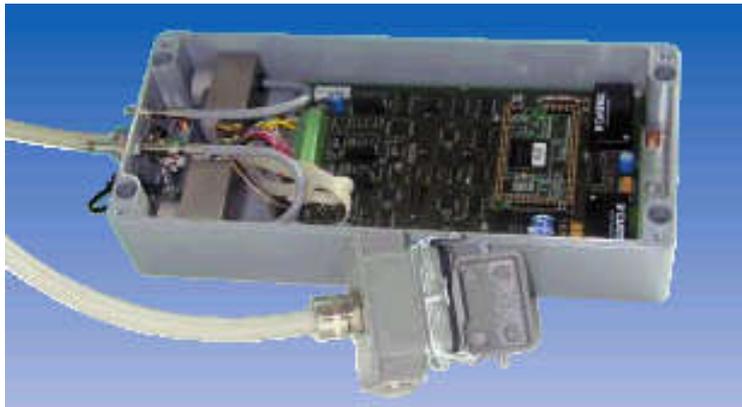


インライン向け膜厚装置



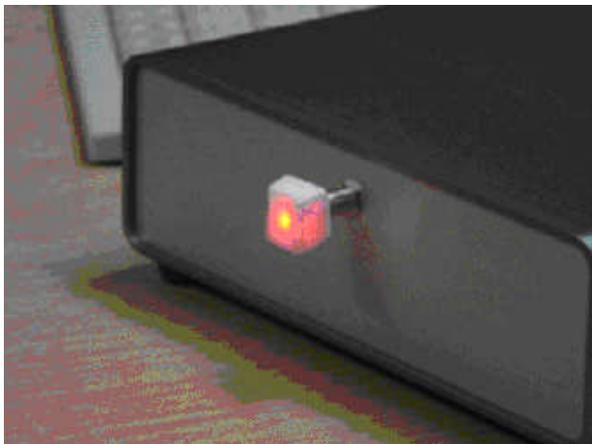
ソフト画面

b . 2チャンネル太陽光測定装置

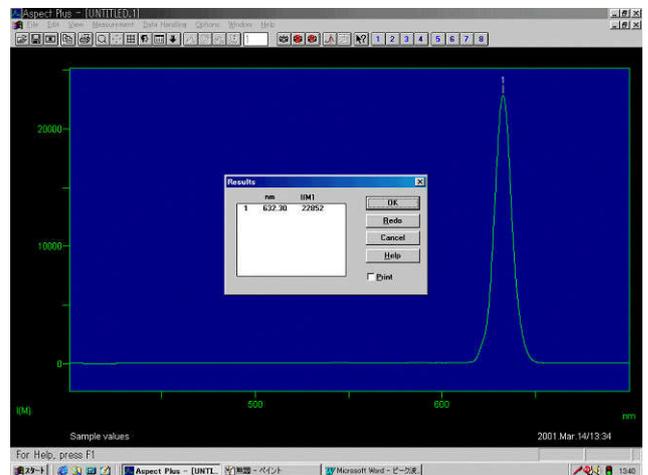


MMS内蔵例

c . LD波長モニター



L D波長モニター



レーザーピーク波長両面

d . 顕微膜厚装置



顕微膜厚送値

e . 液浸プローブ付、液体濃度装置



液浸プローブ付 液体濃度装置

f . 3チャンネル分光装置



3チャンネル分光装置



装置内部

3. Carl Zeiss 社のご紹介及び海外からのアプリケーション情報

3-1. Carl Zeiss 社紹介

世界の中でも、光学機器のNo1カンパニーとして高名なCarl Zeissは100年を越える歴史を持ち、顕微鏡や医療機器だけではなく、各方面への光学製品を高い技術力で作り上げ分析装置や天体装置など、様々な分野で活躍しています。

本部のあるイエナとグレーティング加工などを行っているオーバーコーヘンの二拠点を中心にドイツ国内のみならず世界中の関連会社を通しての販売網は非常に広範囲に渡っております。



Carl Zeiss Jena本社



Carl Zeiss Oberkochen



ISO 9000 証明書

3 - 2 . 海外からのアプリケーション情報

a . オンライン炭化水素測定

香料のインライン分析プロセス水の中の炭化水素

概要

ベンゼンおよびアロマトミック炭化水素、トルエン、およびBTXとしてしばしば用いられているキシレンは、調合薬、染料(農薬へのポリマー)から多数の製品として使用されております。

これらの化学物質は人体に有害であることが知られており、ベンゼンは発癌性物質として特に重要視されており、生産工程の上で冷却水および蒸留水にこれらの合成物が混入することを防ぐため合成物自体を管理することが必要となってきます。ガスクロマトグラフィーは、これらの測定を行うにあたり、最も一般的に用いられている方法ではありますが、コストがかかる為、イン・ライン分析においては一部の使用手段としてとどまっているのが現状です。

測定方法 & 製品特性

炭化水素はUV-VIS領域において、その吸収特性を示しており、図1は、ベンゼン、トルエン(水の中のキシレン混合)のそれぞれの濃度を表します。

190-300 nm における吸光度はその特性において ppm 範囲の中でこれらの合成物を測定するために目安となり、PLS アルゴリズムは科学物質の混ざり具合を判断するために使用されます。

ZEISS MCS polychromator 技術に基にしたインライン分光システム MCS 500 UVI は、UV 領域中のスペクトルの情報を提供します。高感度、高い波長安定性および少ない迷光は、優れた信頼度を保証します。

フロー・セル、サンプル/リファレンス光を測定する 2-チャンネル プラグ・イン マルチプレクサー、各種インターフェース (RS-422、4-20mA) および使いやすいインライン・パッケージソフトは、インラインシステムとして充実しております。

異なる液体環境に対しての複数の分光器チャンネルを 1 つのホスト PC によってコントロールすることができます。

ソフトウェア DM1 パッケージ・ソフトは、WINDOWS NT を OS とし、GRAMS の下で設計された任意の PLS モデルを活用する為の GALACTIC PLS/IQ モジュールにも互換性を持たせており、吸光度スペクトル 4 本までを表示することを可能にします。

液体の各物質濃度はアナログ出力によって表示し、別保存も可能です。勿論、他への出力もできます。

またデジタル出力は、液体バルブ、シャッターなどの装置をコントロールし、自動信号処理ができます。

利点は分析およびレスポンス時間が速く、連続的なモニタリングはシステムとして最適です。

製品仕様

システム仕様書波長範囲	200 ~ 620 nm (190・020 オプションの nm)
波長レンジ、 波長再現性	0、8nm/ダイオード (2、4nm のレーラー)
測定期間	<0.05nm
PC インターフェース	<2
PC とシステムとの距離	RS422 標準のケーブルを備えた 80m 以内 導波管送信を備えた 5km
アナログ出力 (4 - 20mA)	4 チャンネル (標準)
光ファイバー (調査システム)	NI PC ISA カード クォーツ、600 μm 芯、SMA 最大の距離 10m

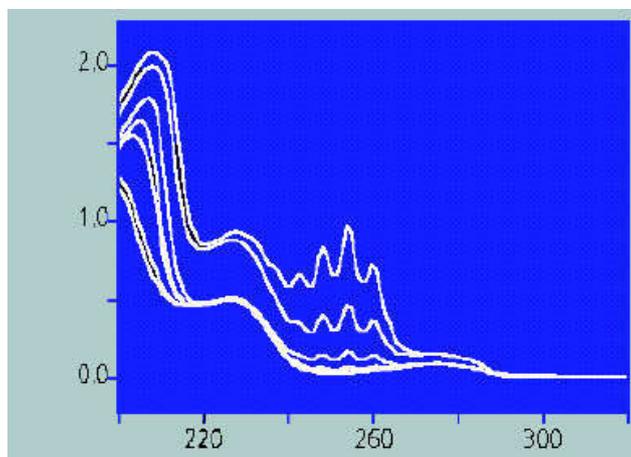


図 1

b . 光学液体濃度システム

光学液体濃度システム

概要

光学ファイバーを用いて製薬の分析および試験において、成分分析モニタリングに光学を用いて行うことは、比較的新しい技術として注目されております。

Carl Zeissは、ファイバー入射型小型分光器を用いて測定の時間の短縮が図れます。

分析方法は分光手段を使用しますので、時間の短縮による測定エラーはまず考えられず、多くの製薬会社及び医療機器メーカーとの共同開発でも実績があります。

Zymark株式会社(英国)とZ E I S Sは、1996年にZ E I S S MCS分光器による自動化されたシステムを開発しました。

そしてZ e i s s が開発したZodiaCは8本のチャンネル・マルチプレクサーで繋がれた8台のMCS分光器を光ファイバープローブを使用して測定する装置です。

24-48時間の薬品精製プロセスを対象としたこのシステムは、最小分単位の測定時間ポイントを比較することができます。

Z e i s s はUV-VIS領域内でのオペレーションを最適化しました。

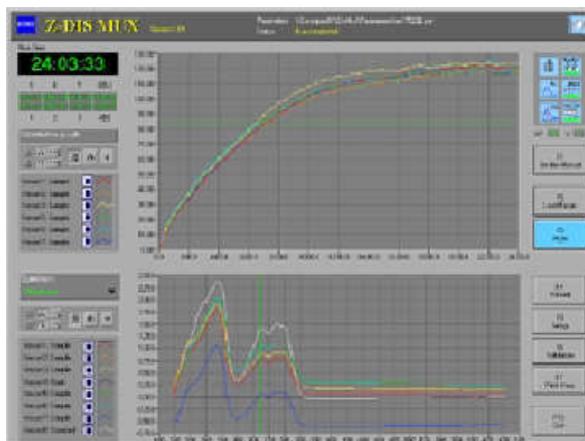
仕様

MCS - 551 - UV 範囲200 - 620nm、リソリューション0.8nm/ピクセル

- すべてのチャンネルの測光の精度 $\pm 0.01\text{Au}$
- すべてのチャンネルの波長精度 $< 0.3\text{nm}$
- 迷光 $240\text{nm} < 0.1\%T$
- ノイズ $< 0.0005\text{Au RMS}$
- ドリフト -0.0004Au/hr
- チャンネル切り替えの時間 $< 3\text{秒}$



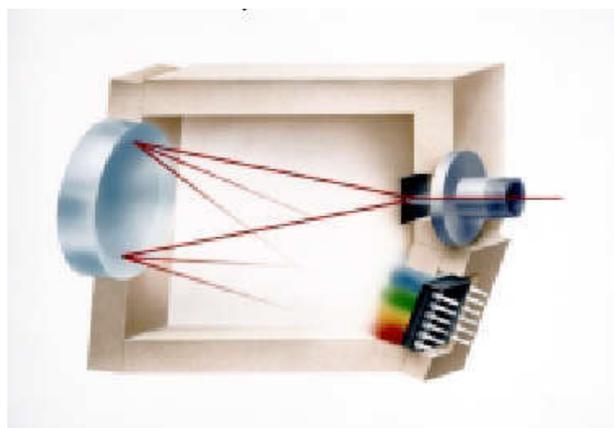
システム全体



ソフト画面



測定プローブ



使用分光器パターン

c . フィールド穀物測定装置

概要

収穫をして、次に種をまくまで短い期間で農業プラント者が、迅速な分析技術、コスト効率の良い技術を使い、より良い穀物を開発するニーズが増えてます。
例えば脂肪種子の油含有量また、材料大麦の蛋白質含有量は、何千もの試料からのデータ比較が重要となってきます。
従来の薬品を使用した分析の代わりに近赤外線(NIR)中の分光スペクトル分析は近年、ますます注目されており、この技術は研究所からフィールドへと活躍の場を拡げております。

方法

農作物に含まれる水分データは、農作物を構成している物質の配分と栄養価の特徴を見極め、最終的には価格を決定する際の判断材料となります。
水は蛋白質、油および炭水化物などの重要な要素が、近赤外領域にその吸収スペクトルの存在が確認されており、穀物の鮮度を対象とした非破壊測定は、それらの内容を正確に分析することで達成されます。

システム

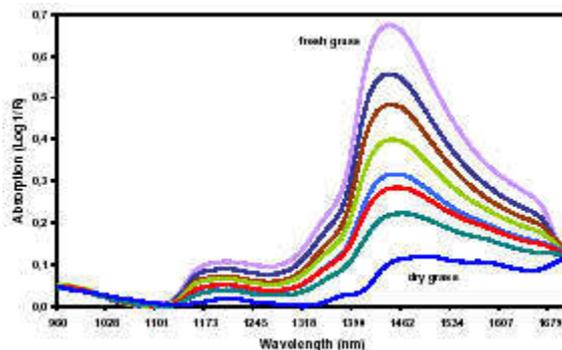
近赤外線(NIR)中の分光学はプラント耕作へと利用されるようになりましたが、これまでのところNIR技術を応用した分析が難しい為、測定用途が研究所レベルで止まっておりました。

近赤外線対象のフォトダイオードアレイ分光器の有効性は、農業の収穫機械上でそれを直接使用する事を可能にしました。
Zeiss社、デンマークの農業機械メーカーHaldrup、そしてドイツの農業研究センター草地科学研究所は、収穫の間に作物のサンプルに対しNIR測定する飼料収穫システムを共同で開発しました。
CORONA NIRセンサー・モジュールは、MMS-NIR 1.7分光器をもとに、フィールド使用の過酷な条件を考慮の上、設計されました。

CORONA NIRの利点は、MMS-NIR 1.7、高温、振動および衝撃などのあらゆる条件に耐える事ができます。
これらの特徴は、明白に研究所使用のオフライン分光システムとフィールド内使用のこのユニットの違いになり、従来精密測定のを越えられなかった近赤外分光を畑や田圃という屋外に持っていきました。
CORONA NIRを装備したフィールド穀物測定システムは、初めて2000年にシリアル、油種子および穀物豆科植物のような穀物に対しての利用が可能となり、栽培の効率化および品種改良された栽培品種の作成に貢献しております。



フィールド穀物測定装置



吸光度画面



近赤外小型分光器 MMS NIR

4. Zeiss 技術解説書



小型分光器の概要がつかめたあなたに、その素晴らしさをもっと知ってもらいたい...

特別付録

Carl Zeiss Jena GmbH 製作

超小型分光器 "MMSシリーズ" 解説書

4-1. はじめに

通常のスเปクトロメータ（分光器：スペクトルの強度測定）ないしは、モノクロメータ（単色分光計：多波長を含む白色光源からの必要な波長のピックアップ）は、そのほとんどにおいて、回折媒体（プリズム・グレーティングなど）、入射・出射スリット、そして平行ビームを作り上げる為の光学部品（ミラーなど）によって構成され、波長データの記録においては、出射スリットの後ろに配置された光検出器が、グレーティングや出射スリットが可動している間に、入射した光を連続的に検出を行います。

分光器内各部の可動にはメカニカルな動き（コンピュータコントロールを含む）が前提とされ、時間を要することは勿論、それ自体が光測定上、トラブルになることでさえ多々ございます。

多くのアプリケーションにおいて、特に各種産業分野において、測定時間を短縮し、外的要因に影響を受けない構造を持つ分光器は、以上に挙げた問題点をクリアする画期的な製品です。

我々、Carl Zeiss社は1970年代後半からダイオードアレイ使用の分光器の開発を進めておりました。

* ダイオードアレイ（128～1024素子）

出射スリットの位置に固定されていますので、回折された光のスペクトラム全体を可能な限り幅広く検出します。また、検出器自体と出射スリットの同一化により、余分なコストがかかっておらず、分光器全体の低価格化の実現に貢献しております。

* Carl Zeiss社製グレーティング

通常、分光測定に必要な、光のフォーカシングやコリメーティングに必要なレンズやミラーの役割も併せ持っています。必要部品の軽減化は、OEM採用及びFA上での使用において大きな決め手となります。

* 専用光ファイバー（クロスセクションコンバータ）

入射に使われますファイバーは複数本束ねてあるバンドルファイバー型式を採っており、ファイバーの曲げによる光の減衰を減らし、入射光量を効率良く十分に供給します。

出射口は、それ自体が分光器の入射スリットになっており複数本束ねてあるファイバーが一本ずつスリット状に並べてある設計になっています。

複雑なファイバーカップリングは必要ありませんし、バンドルで入射した光を無駄無く、グレーティングやダイオードアレイに持っていきます。

これらの各部コンポーネントは、Carl Zeiss社で開発された分光器本体に頑丈にモールドされており、諸環境（温度、湿度、振動など）に強い設計となっております。

諸環境下での使用が可能で、各部のアライメントが必要無く、高速（max.0.1ミリ秒）で測定できるのは、"MMSシリーズ"だけです。

"MMSシリーズ"による、斬新なアイデアの実現は1994年度の "Photonics Award" 受賞にもつながりました。

4 - 2 . 概念

1) 概念

分光デバイスの大きさというのは、グレーティングのマウント、入射スリット、検出器、そしてイメージングミラーなどによって技術的に決まります。

物理的には、高分解能な検出を求める場合の焦点距離が大きくなることも問題となります。

ただ多くの分析アプリケーションにおいて高分解能というのは必要とされなく、高い再現性が必要とされますので、超小型なデザイン (30mm x 30mm) という分光器本体デザインは充分と言えます。

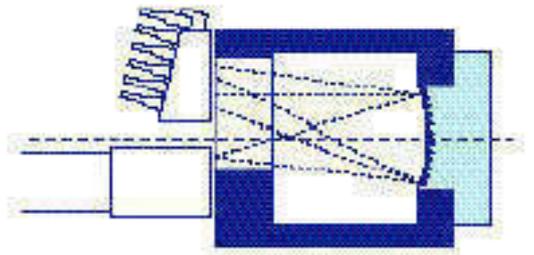
"MMSシリーズ"の主要な概念は以下の三つに分かれます。

- 通常考えられていた分光器のデザイン (光学的にもメカニカル的にも) を変える。
- 物理的に必要と考えられる部品を最小限にとどめる。
- 製品それぞれに、可能な限り理想的な部品を採用し、品質の向上をはかる。

2) 光学コンポーネンツ

"MMSシリーズ"に使われています光学コンポーネンツは...

- ホログラフィック・グレーティング
- 専用光ファイバー <クロスセクションコンバータ> (入射スリット兼用)
- フォトダイオードアレイ (出射スリット兼用)
- 分光器本体 (各種サイズが異なります)



分光器本体 (可視光領域対象モデル) はUBK7 (ガラス) 製でできており、ガラスの曲率がついた底面にグレーティングが直に刻まれてます。

従って、グレーティングが動いたり、ガスや塵によって汚れる心配は全くありません。

また、小さいグレーティングの使用により、光学的に密集された光を効率良く回折でき、収差補正の必要性が無くなります。

ガラスの透過特性により、紫外光領域対象のモデルには、石英が採用されてます。

どうしても、220nm付近以下からのガラス材質の透過性が悪くなるからです。

又、ガラスの熱膨張による短波長のドリフトも問題となるからです。

紫外光領域対象 (MMS UV-VIS & MMS UV) に使われているグレーティングは短波長側にブレードされた

平面ホログラフィックグレーティングです。無偏向な光に対して非常に高い解析効率を誇る製品です。

加えて、グレーティング自体が出射スリットを兼ねているフォトダイオードアレイに光のイメージを送っています。

グレーティング上の刻線数の多様性と曲率がかかった刻線の採用により、コマ収差注1)を修正し、焦点カーブをフラットにします。

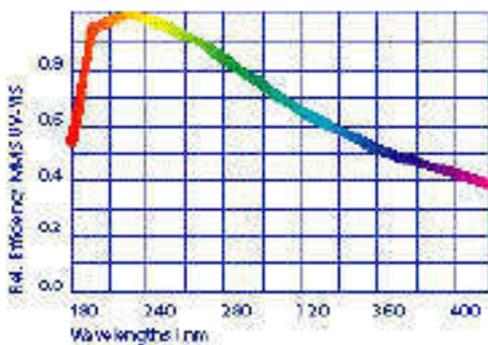
これにより、フラットな構造のフォトダイオードアレイが最適に光検出できる焦点カーブを確保します。

超小型な "MMSシリーズ"の短い焦点距離でさえも、6mm以上の長さのフラットなスペクトラを獲得できます。

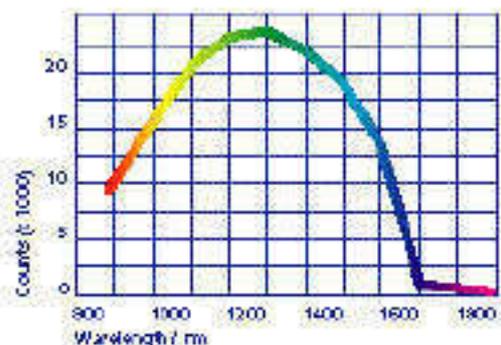
(但し、モデルによって刻線数、ブレード波長は異なります)

注1) コマ収差：レンズの種々の輪帯で倍率が異なっていることによるレンズの収差。

これはレンズ系の主軸から離れた距離の画像の部分に生じる。軸外物点が、画面の中心に向かって明るく小さな頭を持った (正のコマ、内向コマ)もの、もしくは画面の中心から離れて明るく小さな頭を持った (負のコマ、外向コマ)ものと彗星状の像として現れる。



MMS 使用グレーティング特性カーブ



MMS NIR 使用グレーティング特性カーブ

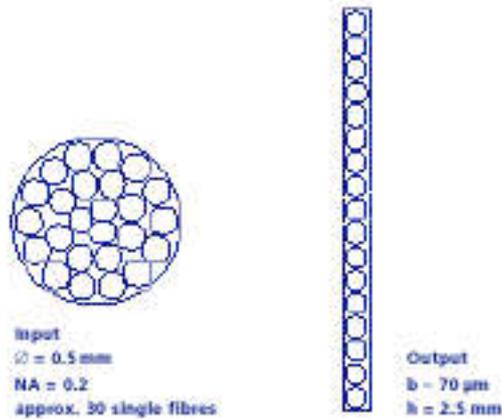
専用光ファイバー <クロスセクションコンバータ> (入射スリット兼用) は光量に対する感度を重視した設計になっております。

ファイバーの入口部は、複数 (30本) のファイバーが俵状にバンドルされていて分光器の入射スリット部に当たる出口部は30本のファイバーの口が、それぞれスリット状に並べてあります。

スリット状のファイバーの長さはフォトダイオードアレイの高さに相当します。

そのようにして、光量の取り込みには、理論上の限界まで達成され非常に明るい分光器である理由となります。

クロスセクションコンバータ自体の技術は非常に洗練されており、ファイバー長の延長及び入口部のコネクタの変更だけが、改造できる箇所となります。



クロスセクションコンバータ図

フォトダイオードアレイ (出射スリット兼用) は、浜松ホトニクス社製のフォトダイオードアレイ (S3904-256Q相当) を内蔵しています。

MMS専用ということで、特別に小さくデザインされております。

また、二次光のカットオフ・フィルターが直接コーティングされております。

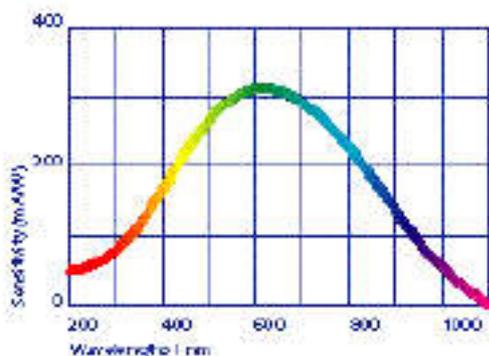
- CCDと比較してのフォトダイオードアレイの優位性
- より大きなダイナミックレンジ (無冷却デバイスとの比較で)
- 紫外光領域での高感度
- ノイズが少ない
- クロストークの最小化
- トレイリング効果が無い

3) トータルパッケージ

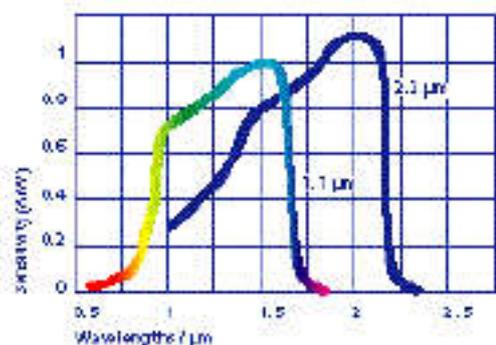
MMS全体としては、分光器本体とフォトダイオードアレイからの信号処理を行うプリアンプの基盤の両方を保護するアルミニウムのダイキャストに入ってます。

大きさは、40mm x 70mm x 60mmです。また、S/N比を良くする為に、アースをとることが不可欠ですが、

アース線を取り付けるポートも付いてます。



MMSのPDA感度



MMS - NIRのPDA感度

4-3. MMSシリーズの技術的特性

まず通常、分光器を選択する際に、分光器自体がどれだけの波長範囲を対象としていることが最も重要な基準となります。それに続くのは、スペクトル自体と光の強度に対する分解能が挙げられます。ただ、この分解能の定義というのが、分光器製品ごとに、明確に定義されない場合がありますので、Carl Zeiss社としての考え方をここに記させていただきます。

1) 波長分解能 (主に以下の4つの要因を用います)

レイリー基準注2) - Rayleigh (DIN Standard: ドイツ標準規格)
線幅 (半値幅) - FWHM
素子分解能
素子の分散 - IPixel

注1) レイリー基準: 円形開口を持ったレンズ系が無収差の時、点物体の像は同心の輪によって囲まれた有限の大きさの円板として現れる。二つの点の内、一つの像の中心が始めの最小の輪の上に落ちるように、二つの点が発散している、その二つの点はレイリー基準により解像していると言う。装置の対物レンズから観察した時に点物体の分離角が存在する条件は、

$$= 1.22 \lambda / a$$

ここで、 λ は光の波長、 a は対物レンズの口径。

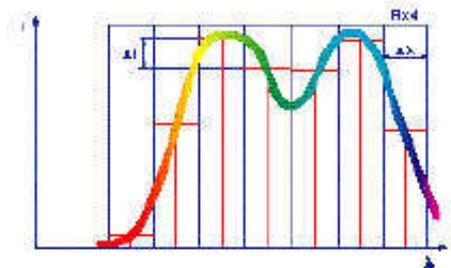
これら、4つの要因の定義を用いることによって分光器使用の3通りの大きな性能を發揮できます。

スペクトル内の複数のスペクトル線を分割 (像の位置の解析)
スペクトル線形の識別
スペクトル内のピーク波長と最大光強度を測定

2) スペクトルを分割する

ドイツ標準規格 (DIN) によれば、レイリー基準はスペクトル線の分割に関連していると言われてます。

レイリー基準は、分断された2つのスペクトル Rayleighの間隔が、どれだけ広くとられているかということ、を、まず念頭に置き、そしてそれらの分割されたスペクトル線 lineの各々の間隔幅がスペクトル全体の幅より、著しく小さくされることが望まれます。これは、スペクトル自体を分割する上での重要な条件となります。



2 lines with I_{max} , $I_1 = I_{max}$, I_2 are separated, if I decrease 19%

3) スペクトル線の幅

スペクトル線 lineの間隔幅の測定を可能とするには、分光器でそれぞれの線自体を、線のスペクトル幅以内で広げることが前提でなければならず、これを行うには、分光器によって作られる線自体の広がり FWHMを知ることが非常に重要になります。

$$FWHM = 2 (I_{max} / 2) - 1 (I_{max} / 2)$$
$$FWHM = 0.8 \times \text{Rayleigh}$$

4) 波長精度

絶対的な波長の位置 を決めるには、特定のスペクトル内の単線への波長精度 \pm が効いてきます。分光器内の測定では、この \pm が重要となってきます。このパラメータ値は、読み出し部 (検出素子、出射スリット等) のポジショニングの正確性 (=決して動いてはならない) とそれらの再現性がいかに安定しているかの二つの要因に依存しております。これとは逆に、波長の絶対精度は分光器の焦点距離や光に対しての散乱範囲に間接的に依存しており、ある意味では分解能として特定することは困難となります。

分光器の再現性は主に、それらのメカ部分の安定度と温度ドリフトによって、大きく影響されます。以上の要因は、モールド加工されております "MMSシリーズ"においては、全く心配する必要がありません。

5) 散乱

フォトダイオードアレイ 1素子に対する波長 pixelは波長分解能としては、意味をなしません。なぜなら、それは単にフォトダイオードアレイ上のリニアな散乱であるからです。1素子あたりのリニアな散乱と波長分解能は入口スリットの幅と分光器のイメージング特性 (焦点距離等) を通して関連しています。"MMSシリーズ"の場合は入口スリットが3素子分のイメージに設計されてますので、波長分解能 Rayleighは、pixelの三倍と考えられます。

4 - 4 . フォトダイオードアレイ使用の分光器の利点

1) 信頼できる波長分解能

入射する光の波長を以下に正確に取り込むかを考え、検出素子を固定化することによって "MMSシリーズ"の分解能は、可動コンポーネントを伴った通常分光器と違い、検出素子内のスペクトルの中心線に対して、二つの左右に隣接したスペクトル線を確実に識別します。

二つの左右に隣接したスペクトル線が固定化された検出素子上で識別される場合、スペクトルの中心線が山の頂点の部分(12)に、二つの隣接した線が谷側に(11, 13)存在します。それらの、3つの線は、光強度として

$$I_2 = 0.81 \times I_1 \quad (I_3)$$

という関係であれば分割され、波長()というのは実質2つの素子上の2本の線(12と11もしくは、12と13)で表されます。

従って、3素子ずつの読み取りでスペクトル自体の中心線(=最大強度の線)と左右に隣接した二つの線の評価ができます。これが、"MMSシリーズ"の信頼できる波長分解能の理由です。しかしながら、もし二つの素子の間(11と12)に最大強度の線がイメージされたら、明確に波長変化を検出するには4つの素子が必要となってきます。

理由は、二つの素子(11と12)は両方とも同等の強度を記録してしまい、次の素子(13)まで波長変化の81%が出てきません。

従って、実際のスペクトルの山は三素子にまたがってなければならぬのです。

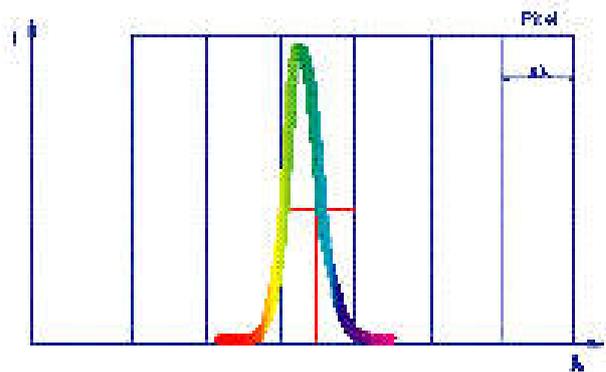
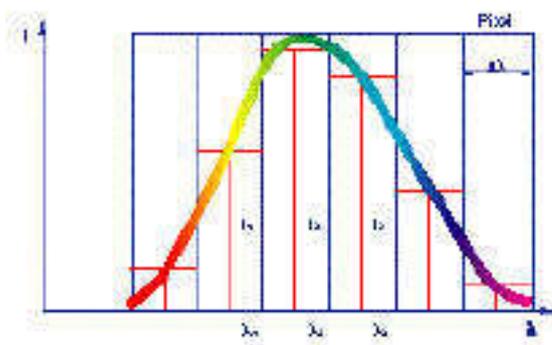
フォトダイオードアレイ使用の分光器は、素子ごとの光に対する散乱の等間隔幅を応用して、分離された1素子ごとの光情報を検出し、3素子ずつ読み出します。

コンピュータ上でのデータ処理には、あらゆるイメージ条件において波長検出をしなければなりませんので4素子が必要とされます。

2) 放物カーブに対する均分化

ピーク波長 λ_{max} (ないしはピーク強度 I_{max}) を決めるには、スペクトル線は最低3素子でイメージされなければなりません。

(図2参照)



3) 素子それぞれにかかる3つの光強度の線 (I_{1,2,3}) が中心波長 (λ_{1,2,3}) の点から、図2の放物カーブに真っ直ぐに伸びています。放物カーブをこのように均分すると、ピーク波長 λ_{max} とピーク強度 I_{max} に対するデータを含むピークのカーブが出てきます。この方式の正確性は、中心波長に対しての絶対波長精度に大きく依存しており、"MMSシリーズ"のようなフォトダイオードアレイ使用の分光器は有効であります。

Parabola equation

$$I(x) = a x^2 + b x + c$$

係数

$$a = (I_3 + I_1 - 2I_2) / 2 \Delta x^2$$

$$b = (I_3 - I_1) / 2 \Delta x - 2a \Delta x$$

$$c = I_2 - a \Delta x^2 - b \Delta x$$

Maximum at

$$x_{max} = -b / 2a$$

必要に応じて、それぞれの素子に波長校正をかけることもできますが安定した環境で行わなければ、振動や温度変化が起こる度に校正が変わります。

フォトダイオードアレイ使用の分光器のイメージングパフォーマンスが、3素子分より少なく光があたる場合、結果として何も検出できないケースがあります。

線自体が出力時において非常に狭く、不正確性を増す格好の状況に明らかになってしまいます。

例えば、もし線自体が一つの単素子上だけでイメージされれば、素子上の波長 λ_{pixel} は、不正確なデータということです。

4) 半値幅の決定

放物カーブに対する均分化は半値幅上のデータを出すことにも役だっており、これによって、I_{max} / 2 は放物カーブに対する均分化の中でのみ存在します。

放物適合の半値幅とガウシアン適合の半値幅の間においてミラーの異なった性質のみが、違いとして出てきます。

フォトダイオードアレイ使用の分光器によって示される半値幅は、素子それぞれの位置にライン依存しています。

我々が、仕様としてだしているものは最悪のケースを想定して算出した半値幅です。

もっと充分に、また複雑にスペクトルを分析するには、ガウシアン又はローレンツカーブを使うのが良いでしょう。

それができれば、また素子それぞれの位置にライン依存せず半値幅を算出することもできるでしょう。

$$FWHM = 2 \sqrt{\{(b / 2a)^2 - (c - I_{max}) / a\}}$$

4 - 5 . 光強度の測定

光強度を測定するには、以下の四つの依存しあっている要因をふまえなければなりません。

- 検出される信号変化の最小化及び安定化
- ダイナミックレンジを広くとれること
- リニアリティー
- 微少な光量も検出できる高い感度

1) 検出信号の変化を抑え安定化させることは、分光器の内部において光軸の安定の為、エレクトロニクスからのノイズを低減することを意味します。初期設定において、ノイズの量を限定することは非常に重要になってきます。"MMSシリーズ"によって出されるデータは、例えば10ミリ秒光を取り込んだとしたら標準の公差は、20回のデータ記録の後に算出され、光強度を限定した精度 1をも算出します。

$$I = I_{noise} =$$

2) ダイナミックレンジと光強度変化

ダイナミックレンジとは、サチュレーションの強度値 I_{sat} とノイズ I_{noise} (=) の比率として定義され、 S / N 比 (シグナル to ノイズ) に相關します。

その範囲は、暗電流によって変化します。 S / N 比は検出器自身だけでなく、測定された信号がデジタル化される上での細分化にも依存しております。

$$\text{Dynamic range} = S / N = I_{sat} / I_{noise}$$

例えば、14ビット変換を行った時は、214ということになるので16384カウントの中で、ノイズは1カウントとなります。それ故に、信号変化の最小はサチュエーション信号として、16384分の1カウントとなります。

広いダイナミックレンジをとるには、常にフォトダイオードアレイがサチュエーションを起こす限界まで、高い光量を検出しなければなりません。

高感度な "MMSシリーズ" は、こんな意味においても非常に適した分光器です。

$$\text{Dynamic range} = \text{ADC} / \text{range}$$

3) リニアリティー

以前は、検出器とその後ろに付くエレクトロニクスが、いかに理想的にリニアリティーを持てるかということが懸念されていましたが、現在は、幸い半導体製検出素子が高精度なので、そのリニアリティーが広い範囲で完璧に保たれております。しかしながら、サチュエーション (リニアリティーでは無い極端な状態) を起こす前に電流の増加によって、検出素子自体で検知される量子の数に対してリニア性が無くなるため、検出器のリニアリティーの範囲はダイナミックレンジより小さくなる傾向にあります。

4) 外的要因による影響

定度というのも重要な要因になります。光源の選択において電源を安定化させることをお勧め致します。

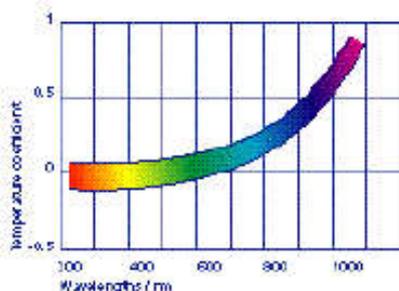
5) 感度

"最小な検出できる変化値" は相対的に出せますが、絶対的な値としては、検出できる最低光量の識別 (ないしは、変化値の判断として量子数のカウント) が非常に困難な為、出しておりません。

光源の光強度及び光の取り込み方 (ファイバーカップリング等) の効率、難しくさせておりますし、それぞれの波長には依存性もあります。

しかし、検出器のみではなく、分光器全体に波長依存性という特性があることを忘れず、バンド幅などの要因を考えれば、"MMSシリーズ" は感度において信頼性の高い製品と言えるでしょう。各種レーザーなど、バンド幅が狭い光に対しても非常に感度が良く、"MMSシリーズ" の感度としては、1013カウント (ヘリウムネオンレーザーを1Wで1秒間照射して) です。

(10カウント / 1PW / S)



波長と温度依存相関図

4 - 6 . 散乱光

散乱光データに対しての仕様は、特定の測定ユニット（各光源）との接続をしなければ意味をなしません。
散乱光データを限定する光源には、紫外領域用に重水素ランプ、可視光領域用にキセノンランプ、そして可視から近赤外領域用にハロゲンランプの三種を用意します。
より確実な比較測定を可能にする為、各ランプの散乱レベルをOG570やKG3フィルターを使って調整し、短波長側にフィルターの効果を設定します。
フォトダイオードアレイ自体に800nmまでの二次散乱のカットフィルターがコーティングされていますので、フィルターの効果は短波長側（190-800nm）に限定されるからです。

散乱光はダイナミックレンジに変化を与えます。
例えば散乱光自体の成分が0.1%以下で、散乱時に起こる放射においての変化が10%であれば、ダイナミックレンジに対して10-4変化を起こします。もし散乱を起こす放射が無ければ、散乱光の量はフィルターを通してかなり減るでしょう。10-7の変化の中で103散乱をカットできます。
このように、大抵のケースで大きな問題として取り上げられます"ノイズ"は、とても限られた範囲内での現象です。
加えて、散乱光による信号がもっと解明されれば、コンピュータによって散乱成分の削除も可能となり、より向上した測定ができるでしょう。

4 - 7 . クロスセクションコンバータとSMA型入射コネクタの特性

入射部ファイバーに採用しておりますクロスセクションコンバータ（俵状に並べたバンドルファイバー一本一本を縦に並び替える）とSMA型入射コネクタは、その光学的特性が優れ、他の光源等とのスムーズな接続を可能とした非常に簡便なツールです。

1) 光導波に関する係数

計算上、光導波係数（G）は、入射エリア（F=バンドルされたファイバーのクロスセクション）、屈折率値（n）そして、入射角（ α = 口径数値NAによって決まる）から成り立ちます。"MMSシリーズ"の、光導波係数は0.157mm²srとなります。



$$\begin{aligned} G &= F \times \Omega \times n^2, \\ &= 2\pi \times F \times (1 - \cos \alpha) \times n^2, \\ &= 2\pi \times F \times n^2 \times (1 - \sqrt{1 - NA^2}) \end{aligned}$$

光導波係数（G）は、各種光源との適合を考える上では、最も良い目安となるもので、フレネルロス注3）4%を考えた上でも、"MMSシリーズ"は非常に高い光導波を実現していることを表しております。

注1）フレネルロス：入射光の一部が屈折材料の表面から反射することによって生じる光損失（ファイバー端面での面反射）

2) 光の透過を増やす

クロスセクションコンバーターの採用によって、光の透過は、従来のスリット（長方形）使用より、効率が良くなりました。クロスセクションコンバーターという方式において、透過される光の総量は、光が発っされている全体のエリア A_{pt} と光学的に測定ができるエリア A_{eff} との比 FF, CSC として算出されます。

クロスセクションに用いられますファイバー一本一本のコア径 d_{fiber} とファイバーの総本数 N によって光学的に測定ができるエリア A_{eff} は決まり、出射スリット部では、そのまま列になって並べられている状態でエリア A_{eff} は存在しております。

$$FF, CSC = N \times d_{fiber}^2 / d_{Apt}^2$$

$$FF, Slit = 4b / (\quad \times d_{Slit})$$

4 - 8 . フォトダイオードアレイ使用分光器を最大限活用する

効率が良いグレーティング、クロスセクションコンバーター、フォトダイオードアレイを採用し、散乱効果や入射から検出までの光導波の原理を考慮して製作されております"MMSシリーズ"は、光への高感度特性に優れております。入射するスリットの幅が検出素子の2~3素子分に相当すればグレーティングによって光の像は1対1の割合でイメージされます。2~3素子以上に相当すればS/N比や感度自体が悪くなり（1素子がバンド幅自体をカバーできない）、また2~3素子以下に相当すれば波長精度が悪くなります。従って、クロスセクションコンバーター方式のバンドルファイバーそれぞれの径が $70 \mu m$ （有効スリット径：約 $60 \mu m$ ）という理由は、フォトダイオードアレイの1素子の幅が $25 \mu m$ というサイズであるということと関係します。そして、素子の高さをバンドルファイバーそれぞれの径で割った数値が、そのままバンドルの本数（30本）になります。

4 - 9 . エレクトロニクスによる制御

1) ダイオードアレイ

"MMSシリーズ"には、通常、浜松ホトニクス社製 "S3904-256Q" という256素子のシリコンのフォトダイオードアレイがモールド接着されております。

可能な限り入射される場所から近くに検出部を置きたいという当社の要求に浜松ホトニクス社は、標準のサイズより短いモノを設計するという形で応えて下さいました。

そして当社の高効率のグレーティングによって分散を抑えて、その短いアレイに光をもっていくことが実現しました。

それぞれの素子は、入射光によって放電されるコンデンサーの役目を持ち、その後、蓄電をして光の量を情報として提供します。蓄電する時間は、光の強度に比例して繰り返され、"自動スキャン"とも呼べる特徴があります。

又、それぞれ素子は同じ信号ラインを通して交互に信号読み出しを行います。

それと、外部クロック周波数 f は一つの素子から次の素子へのスイッチング時間や一素子あたりの時間 t_{pixel} に対しての時間間隔によって決まり、それによって可能な最小取り込み時間 $t_{int, min}$, もも限定されます。

$$t_{pixel} = 1 / f$$
$$t_{int, min} = (N + 1) \times t_{pixel}$$
$$t_{max} = 2 \text{ MHz} \quad t_{int} \quad 127 \mu s$$

取り込み時間は、連続的なスタートパルスの間での時間間隔によって決まります。

スタートパルスによってデータの処理は開始されます。

例えば、1秒間のような長い取り込み時間で、冷却無しでもおおよそ100カウントを数えます。

2) プリアンプ

フォトダイオードアレイの電氣的制御は浜松ホトニクス社から関連データシートに記述されていますが、"MMSシリーズ"純正のプリアンプは、3Vppまでのビデオ信号を極めて低いノイズ特性の上で電圧変換を行います。それに加えて、ダイオードアレイによって必要とされます外部TTLレベル変換も同時に行います。

4 - 10 . 各アプリケーションへの対応

"MMSシリーズ"の柔軟性に富んだデザインは、多くのアプリケーションにおいて非常に採用されやすく、測定サンプル、使用する環境、測定方法などを限定することができません。
クロスセクション変換法を採用したバンドルファイバーによる入射はまた、光の取り込み方も簡便にし、SMAコネクタによって各光源やサンプルチャンバーとの接続も楽にできます。
そのうえ、入射を円で行うことによって、通常のスリットでの入射より照明の位置状況を、より正確に取り込むことを可能としました。

"MMSシリーズ"で、最も重要な特徴としては、小型なモジュール、光に対しての高感性、外的要因による影響が全く無い、という三点が挙げられます。

それらにより、"インライン検査"に対して非常に有効なツールとなります。
例えば、印刷機の中に組み込み、紙や色自体の検査も実績としてあります。

1) 発光アプリケーション

光源からの光を分光器モジュールに直接入射し、発光状態を観察します。
その高感性特性から、光量を落とさず分光器の中へ取り込んでくれますし、集光レンズ等を併用されれば、なお良いでしょう。

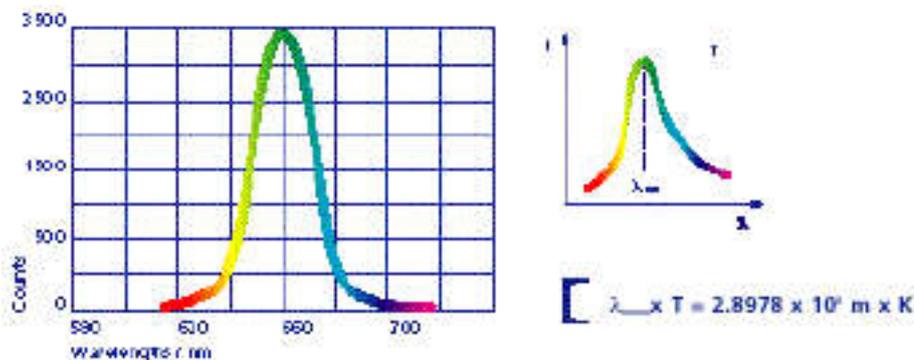
- 使用例の一部
- 1 照明器具の品質チェック
 - 2 LEDや波長可変半導体レーザーの波長測定
 - 3 蛍光や発光の測定
 - 4 太陽光、炎の燃焼状況、プラズマ放電等のモニター
 - 5 ウィーンの変位則注4)に伴っての温度Tの測定
(例; 3000K 966nm)

注1) ウィーンの変位則: 黒体の温度が上昇すると、放出した放射エネルギーの強さが急激に増加し、放射力のピークは電磁スペクトルのより短い波長にシフトすることを示した定数。
放射力のピークが現れる波長とその時の温度との積は定数で近似的に $2897.8 \mu\text{m K}$ に等しい。

$$\lambda_{\text{max}} \times T = 2.8978 \times 10^3 \mu\text{m} \times \text{K}$$

アプリケーション使用における条件

LEDのようにシングルラインのエミッションへは、精度が優れています。
ただし、放射光の中で、観察したいシングルラインが非常に近くに複数存在した場合(10nm、7nm、もしくは3nm以内)には、"MMSシリーズ"は、あまり適したツールとは言えないでしょう。



2) 拡散反射アプリケーション

散乱光からの拡散反射は、サンプル表面からの色情報などが判断できます。

分光器使用において留意しなければならない点は、光源と検出器の位置、すなわちサンプルへの入射やサンプルからの出射に対する角度を適切に決めなければなりません。

光の量に影響を与えるからです。

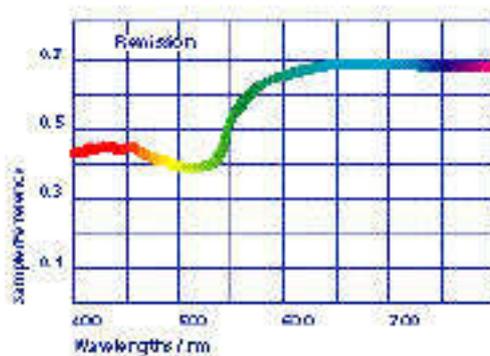
それと、ほとんどの場合、光源には、ハロゲンランプなどの広いバンドの光放射を使用致しますので、このことも、光の量の適切な取り込みを必要とする理由となります。

クロスセクションコンバーター方式は、以上の点を考えても非常に有効な手段となります。

- 使用例の一部
- 1 サンプルからの拡散反射光を観ての色測定
 - 2 各種コーティング状況の測定
 - 3 紙の品質分析

アプリケーション使用における条件

特に、限られた条件は無く、その再現性の高さや高感度特性から、色（色度）測定に非常に優れています。



3) 反射アプリケーション

反射は、文字通りサンプル表面から直接反射する光を指し、センサーに対して光源が必要となります。

その際に、反射率そのものは入射角 によって決まることを考えなければなりません。

ちなみに、0°入射が、最もシンプルな手法で光源からサンプルを経て検出器側まで十分に光を持っていく角度です。

- 使用例の一部
- 1 金属や誘電体を使った通常コーティングやARコート分析
 - 2 金属ミラーなどの金属加工をモニター
 - 3 エリプソメトリー注5)

注2) エリプソメトリー：特定の様式で、表面から反射した後の偏光ビームの楕円度の変化の測定

アプリケーション使用における条件

多くの反射スペクトルは、とりわけ目立つ構造をしていないので、多くの場合において波長精度の正確性が、分解能の高さそのものより重視されて考えられなければなりません。



4) 透過アプリケーション

厚さ d を伴ったサンプル自体の透過は、その吸収定数 () (I_0 : 入射強度、 $I(d)$: 透過強度) の波長依存性を示してくれます。光源と "MMSシリーズ" につなげた光ファイバーを用いた浸漬プローブ (透過プローブ) で、サンプル液に浸せば液体濃度測定が手軽に出来ます。

液体の濃度は、吸収係数 を通して吸収定数で算出されます。

光自体は、平行になるように勧めます。

従って、大抵の浸漬プローブ (透過プローブ) は平行ビームを作るように工夫されております。

また、プローブとクロスセクションコンバーターはSMAコネクタで、簡単に接続できます。

使用例の一部 -1 色フィルターや干渉フィルターの透過測定評価

-2 液体濃度測定

注3) ランバートの吸収則：溶液の透過率や透明な固体の内部透過率は層の厚さの指数関数であるという法則

アプリケーション使用における条件

反射アプリケーションと同様に、"MMSシリーズ" において条件は限定されません。

5) 光干渉アプリケーション

透明な層に対して白色光源を使い入射しますと、特定波長間の光路の違いとして光干渉が起こり光学膜厚 $n \times d$ ($1, 2$: 干渉の山の一番目と二番目) が算出出来ます。

また、屈折率 n がわかれば、幾何学的な膜厚 d は算出できます。

各コーティングシステムに対してのフランジ部分や顕微鏡部などには、ファイバーカップリングによって簡便にでき、膜厚 d がわかっていれば、散乱 n () も出てきます。

使用例の一部 -1 フォトリソ膜、各フィルムの膜、誘電体膜の厚み測定

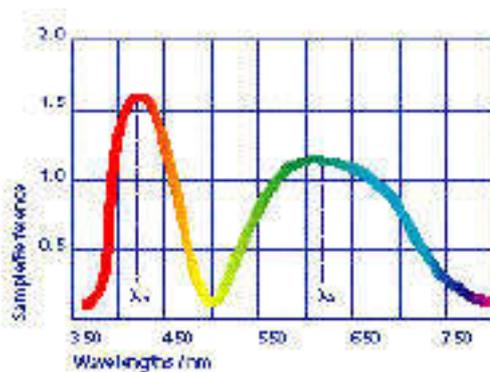
アプリケーション使用における条件

正確な膜厚測定を行うには、波長精度がやはり問われ、測定可能な最大膜厚は波長分解能 (2つの干渉山の分別)、最小膜厚は対象波長領域 (干渉のサイクルの内、少なくとも1.5サイクル分の記録) に関連して限定されます。

薄い膜厚測定 (干渉サイクルの内、0.5サイクル分以下) はかなりの光強度が必要とされます。

測定可能な、膜の厚みは、最大約 $25 \mu\text{m}$ で最小は約 200nm です。

基本的に光学干渉による測定ですので膜の透明度もポイントとなり、膜の乗っている基板のフラット度も考慮しなければなりません。



弊社連絡先とホームページのご案内

所在地

〒164-0011

東京都中野区中央 4-4-5 第一小林ビル

03-5328-2858 FAX03-5328-2859

メールアドレス

spectra@spectra.co.jp

ホームページ

<http://www.spectra.co.jp>