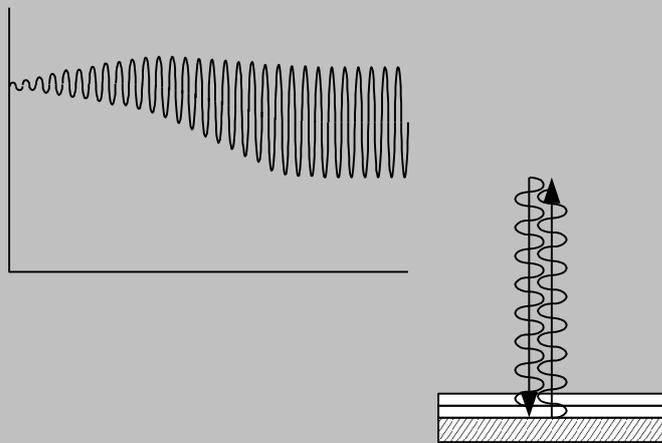


# 膜厚計測用ソフトウェア TF-LabIII

## 取扱説明書

Version 3.4



株式会社あすみ技研





<b>1. 概要</b> .....	<b>1</b>
<b>2. 膜厚の原理</b> .....	<b>2</b>
<b>3. インストール</b> .....	<b>8</b>
3.1 動作環境 .....	8
3.2 インストール方法 .....	8
<b>4. 起動方法</b> .....	<b>9</b>
4.1 起動時の画面 .....	9
<b>5. 測定手順</b> .....	<b>10</b>
5.1 概要 .....	10
5.1.1 バックグラウンド（ダーク） .....	10
5.1.2 リファレンス .....	10
5.2 膜厚測定手順 .....	11
5.3 膜厚測定画面 .....	12
5.3.1 膜厚測定画面の立上げ .....	12
5.3.2 測定操作画面 .....	13
5.3.3 スペクトルデータ（グラフ）表示画面 .....	15
5.3.4 反射率データ（グラフ）表示画面 .....	16
5.3.5 POWER データ（グラフ）表示画面 .....	18
5.4 膜厚時間測定画面 .....	19
5.4.1 膜厚時間測定画面の立上げ .....	19
5.4.2 測定操作画面 .....	20
<b>6. オプション画面の設定</b> .....	<b>21</b>
6.1 オプション画面の表示 .....	21
6.2 オプション画面の設定項目 .....	22
6.2.1 測定関連パラメータ設定 .....	22
6.2.2 膜厚値計算範囲パラメータ設定 .....	22
6.2.3 屈折率・消衰係数 設定 .....	23
6.2.4 レシピの選択・設定 .....	24
6.2.5 APP PARAMETER の設定 .....	25
6.2.6 システムパラメータの設定 .....	25
<b>7. 測定データグラフ画面の使い方</b> .....	<b>27</b>
7.1 グラフスケールの設定 .....	27
7.2 グラフの拡大縮小 .....	28
<b>8. 補足</b> .....	<b>29</b>
8.1 波長管理方法 .....	29

8.2	膜厚計測 Q & A .....	30
8.3	計測方法例 .....	32

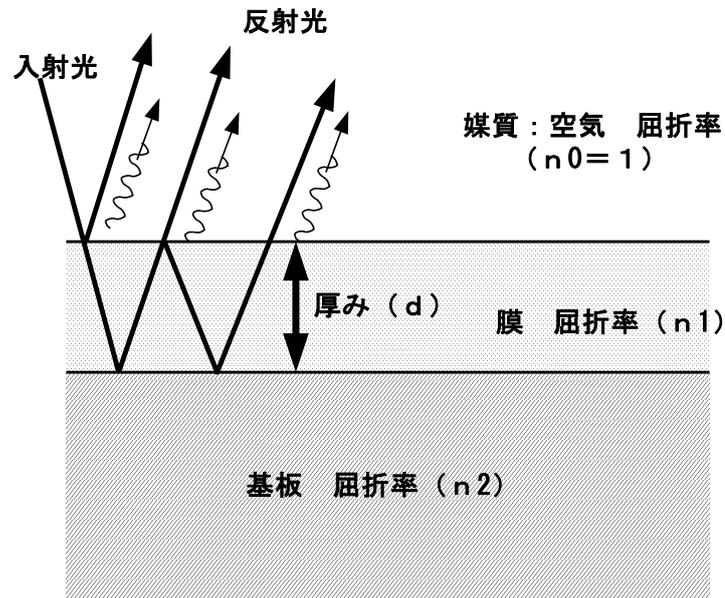
# 1. 概要

- 膜厚計測用ソフト **TF-LabIII**

弊社製の分光器を利用して膜厚の計算が行えます。膜厚の計算には **Curve Fitting** と **FFT** を使用して計算します。 **Curve Fitting・FFT** を選択した計算が可能で、自動判別による膜厚計算も可能です。膜厚値の保存・読出し・印刷等が行えます。オプション機器の **XY** ステージを利用するとマッピング計測も行えます。

注) 本取扱い説明内容では、標準仕様ユニットをご使用になられるお客様を対象にご説明して御座いますので、各オプション仕様などの取扱説明書に付きましては、別途ご用意して御座います。

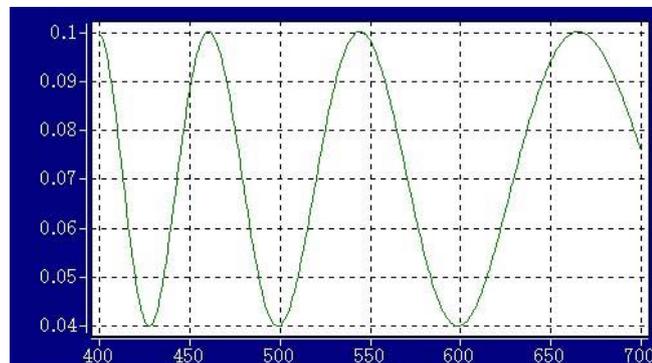
## 2. 膜厚の原理



上記のような屈折率  $n_2$  の基板上に厚み  $d$ 、屈折率  $n_1$  の膜があると仮定する。

この、膜に空气中（屈折率  $n_0$ ）から光が入射することを考える。

光は膜表面で反射する成分と、膜内を通過し基板表面にて反射する成分のうち更に、膜外に出て行く成分が考えられる、これが光の反射光として捕らえられる。光が波動であることから、これらの反射成分はお互いに干渉しあうこととなる。入射光が基板に垂直に入射することを考えると、偏光条件を考慮することはなく、この干渉は絶対膜厚  $n$  と厚み  $d$  を掛け合わせた光学膜厚  $n d$  と波長に依存して弱めあい、また強めあうことになる。次の例は屈折率  $n=1.7$ 、光学膜厚  $2 \mu\text{m}$  の膜が屈折率  $n=1.5$  の基板の上に存在する場合の光反射率の波長依存性理論計算値である。



例のように波長に依存して光の干渉が確認できる。

この交互に発生する干渉光の極大値と極小値の波長を  $\lambda_{2m}$ 、 $\lambda_{2m+1}$  と表現する。

このとき

$$2m = \frac{4 \cdot n \cdot d}{\lambda_{2m}}$$

$$2m+1 = \frac{4 \cdot n \cdot d}{\lambda_{2m+1}} \quad \text{と表現される。}$$

これらから次数mを消去して、

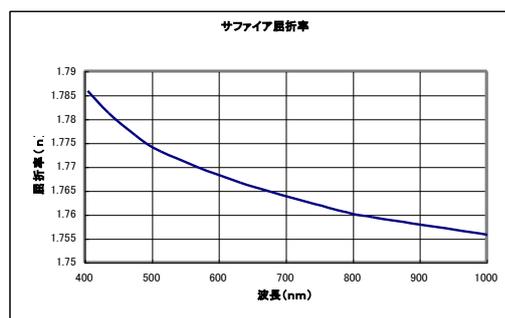
$$nd = \frac{\lambda_{2m} \cdot \lambda_{2m+1}}{4(\lambda_{2m} - \lambda_{2m+1})} \quad \text{となり光学膜厚 (n d) は干渉の極大、極小より}$$

導かれることがわかる。ここで屈折率nが判明している場合は絶対膜厚dが求められる。

上記のように極大、極小を精度良く求めることにより膜厚が計算できる。

### <屈折率>

上記式にて求められる膜厚は絶対膜厚値 (d) に係数 (n : 屈折率) が掛けられた光学膜厚となっている。ここでの屈折率nは波長分散とも呼ばれ実際には波長に依存して変化する。以下にサファイアにおける屈折率の波長依存を示す。もしこれが膜であった場合、絶対膜厚  $1 \mu\text{m}$  の膜があったとすると  $1000 \text{ nm}$  においては光学膜厚が  $1.7555 \mu\text{m}$  と計算されても、 $400 \text{ nm}$  では光学膜厚は  $1.7858 \mu\text{m}$  と計算されることを意味する。



この屈折率は様々な計算式にて近似されることが報告されている。

以下に本ソフトウェアにて使用される分散式を紹介する。

$$n(\lambda) = n_1 + \frac{n_2}{\lambda^2} + \frac{n_3}{\lambda^4} \quad (\text{コーシー})$$

$$n(\lambda) = \sqrt{1 + \frac{A_1 \cdot \lambda^2}{\lambda^2 - B_1} + \frac{A_2 \cdot \lambda^2}{\lambda^2 - B_2} + \frac{A_3 \cdot \lambda^2}{\lambda^2 - B_3}} \quad (\text{セルマイヤー})$$

$$n(\lambda) = \sqrt{A_1 + A_2 \cdot \lambda^2 + A_3 \cdot \lambda^{-2} + A_4 \cdot \lambda^{-4} + A_5 \cdot \lambda^{-6} + A_6 \cdot \lambda^{-8}} \quad (\text{シヨット})$$

### <複素屈折率>

さらに、厳密には屈折率 (n) は複素屈折率となり膜や基板に光吸収があった場合、

$$n = n_f - i \cdot k_f$$

にてあらわされる。ここで、 $k_f$ を消衰係数(Extinction coefficient)と呼び式のとおり屈折率 n は複素数部を含むこととなる。ここで、 $k_f$ も屈折率の時と同様に波長に依存した値を持つことになり。同様に上記の近似式にて表される。

$$k(\lambda) = k_1 + \frac{k_2}{\lambda^2} + \frac{k_3}{\lambda^4} \quad (\text{コシー})$$

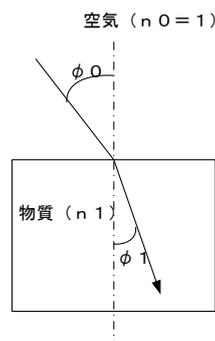
$$k(\lambda) = \sqrt{1 + \frac{A_1 \cdot \lambda^2}{\lambda^2 - B_1} + \frac{A_2 \cdot \lambda^2}{\lambda^2 - B_2} + \frac{A_3 \cdot \lambda^2}{\lambda^2 - B_3}} \quad (\text{セルマイヤー})$$

$$k(\lambda) = \sqrt{A_1 + A_2 \cdot \lambda^2 + A_3 \cdot \lambda^{-2} + A_4 \cdot \lambda^{-4} + A_5 \cdot \lambda^{-6} + A_6 \cdot \lambda^{-8}} \quad (\text{シヨット})$$

しかしながら、膜や基板において吸収がないものであれば  $k_1, k_2, k_3$  はすべて 0 とする。

### <屈折率 n の意味>

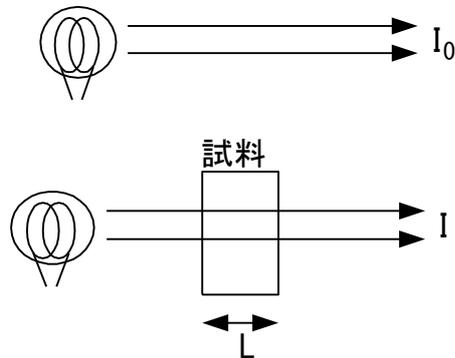
屈折とはある角度にて物質に光が入射した場合、その入射角度とは違った角度にて光が直進して進むという現象をさし、以下の図のように



$$n1 \cdot \sin \phi 0 = n0 \cdot \sin \phi 1$$

が成り立つ。この関係があるとき、これらの  $n_1$ 、 $n_0$  を屈折率という。

<消衰係数  $k$  の意味>



上記のような試料がない状態の光量を  $I_0$  とする。試料がある場合の光量を  $I$  とした場合、ランベルトの法則より

$$I = I_0 \cdot e^{-\alpha L} \quad (\text{A})$$

が成り立つ。このとき単位長さ  $L$  あたりの減衰を  $\alpha$  が示す、この  $\alpha$  を吸収係数と呼ぶ。

この長さ  $L$  の試料の吸収量は

$$(\text{吸光度}) \quad O.D. = -\log\left(\frac{I}{I_0}\right) \quad (\text{B})$$

と定義される。

しかしながら、物質中の電磁波としての光の伝播を考えた場合、光の電磁場の振動 1 回あたりの吸収量としての取り扱いのほうが基準となる。この振動 1 回あたりの吸収量を消衰係数  $k$  と呼び、波長あたりの振幅の減衰としてあらわされる。吸収係数には波長依存性はないが、消衰係数  $k$  には波長依存性が存在し、短波長ほど大きくなる。

## FFT 方式における膜厚計測

FFT（ファスト・フーリエ・トランスフォーム）は多くは数学的手法により電気回路の分野において周波数計測に用いられ、ある時間（通常 1 秒）に振動する電氣的波が何個（周波数 Hz）あるかを示すものである。この周波数計測の手法を電氣的波と同様に利用するのが FFT モードの考え方である。

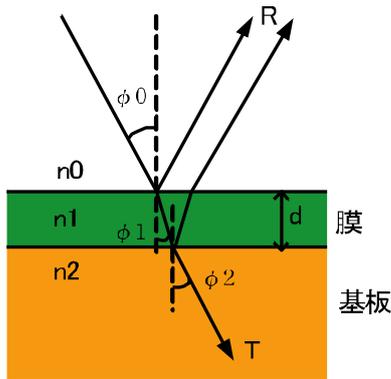
ある波長幅（電氣的な 1 秒の間隔に相当）に膜厚を示す干渉波形が何個（電氣的な周波数）あるかを FFT 計算により求め、これから 1 周期の波長幅が導かれる。これにより前述の

$$nd = \frac{\lambda_{2m} \cdot \lambda_{2m+1}}{4(\lambda_{2m} - \lambda_{2m+1})}$$

を使用し、光学膜厚（ $nd$ ）を導く。

この式から、この計算では干渉波形の山谷を正確に波長位置検出できれば膜厚計算が可能である事を示す。またこれらから絶対膜厚  $d$  は屈折率（ $n$ ）の情報で割った値となることがわかる。

## カーブフィッティング方式における膜厚計測



屈折率  $n_2$  の基板に屈折率  $n_1$ 、厚み  $d$  の膜を塗布し媒質 (屈折率= $n_0$ ) から光が角度  $\phi_0$  にて入射する場合を考える。膜表面からの反射光と、膜を透過し基板表面から反射する光の相互作用からこれらの位相差  $2\delta$  は

$$2\delta = \frac{4\pi}{\lambda} n_1 \cdot d \cdot \cos(\phi_1)$$

で表現される。

また、反射率は

$$R = \frac{r_1 + r_2 \cdot e^{(-2i\delta)}}{1 + r_1 \cdot r_2 \cdot e^{(-2i\delta)}}$$

で表される。

ここで  $\phi_0 = 0$  (垂直入射) の場合

$$r_1 = \frac{n_0 - n_1}{n_0 + n_1} \quad r_2 = \frac{n_1 - n_2}{n_1 + n_2}$$

ここで反射率  $R$  は

$$R = \frac{8 \cdot n_0 \cdot n_1^2 \cdot n_2}{(n_0^2 + n_1^2)(n_1^2 + n_2^2) + 4 \cdot n_0 \cdot n_1^2 \cdot n_2 + (n_0^2 - n_1^2)(n_1^2 - n_2^2) \cdot \cos(2\delta)}$$

であらわされる。

この理論反射率と計測反射率において計算にて、厚み  $d$  の最適値を求める。

実際には基板や膜には吸収がある場合があり、屈折率  $n$  は  $n = n' - ik$  で置き換えられ複素成分を含む形で表される。上記は単層における反射式ではあるが、多層の場合はマトリックス計算にて導かれる。

実際の計算では上記理論値と得られた反射波形を比較計算することで膜厚値を求める。

## 3. インストール

### 3.1 動作環境

- CPU : Core2Duo 以上の DOS/V パソコン
- RAM : 2GB 以上
- HDD : 200MB 以上の空き容量
- CD-ROM : 読み取り装置
- OS : Windows7 / Windows8 / Windows10
- I/F : USB

### 3.2 インストール方法

- 計測ソフトウェアのインストールは CD-ROM を挿入し、Application ディレクトリ内の setup.exe を実行します。
- USB ドライバーのインストールは、CD 内の TXT ファイルを参照してください。

※ インストールが済むとパソコンのデスクトップ上に  
ます。



のアイコンが作成され

## 4. 起動方法

- TF-LabIII のアイコンをダブルクリックしますとソフトウェアが起動します。

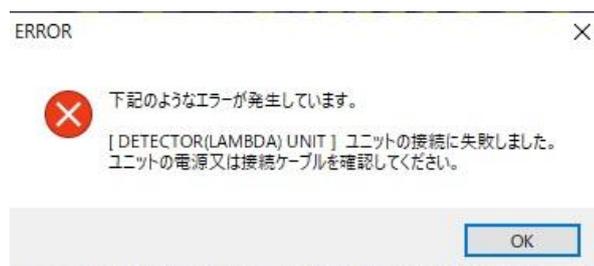


### 4.1 起動時の画面

- TF-LabIII のソフトウェアを起動しますとソフト名称及び、バージョン情報等が数秒現われます。正常に機器が接続されている場合は自動でメイン画面が表示されます。



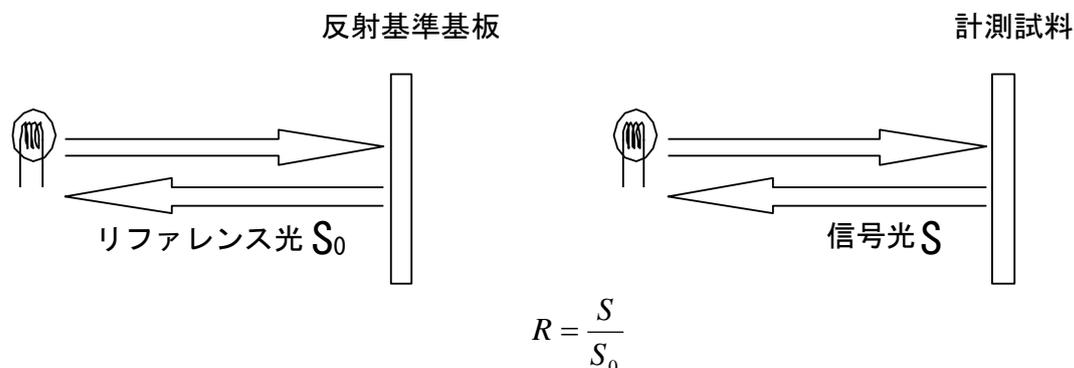
※ 機器が接続されていない場合には、下記メッセージが表示されますが、「OK」ボタンを押すとソフトウェアを開く事は可能ですので、保存ファイルの読出し等にご使用頂けます。



## 5. 測定手順

### 5.1 概要

★ 膜厚は反射率を基準に計算されます。



以上のような式により反射率 (R) が導かれる。しかし、 $S_0$  はランプの光源そのものではなく反射基準板からの反射光をリファレンスとして使用することになる。そのため反射基準板の理論反射率が判明したものを反射基準板として使用する。通常は反射基準板として膜がない状態の基板を使用します。

#### 5.1.1 バックグラウンド (ダーク)

分光膜厚計内部にはライン状のフォトセンサーが組み込まれています。

このフォトセンサーは光が入射していない状態でもノイズ状態を反映してある信号出力があり、このノイズ成分をバックグラウンドノイズといいます。このため上記反射率の式は

$$R = \frac{S - \text{BackGround}}{S_0 - \text{BackGround}}$$

となります。

通常の計測ではこのバックグラウンドノイズを差し引いて計測信号とします。

弊社分光膜厚計では機種によりソフトウェア上のバックグラウンド計測ボタンを押し、バックグラウンド成分をあらかじめ計測しておき、パソコン内部のメモリ上に記憶し、測定毎にこのバックグラウンドノイズを差し引いて表示させます。

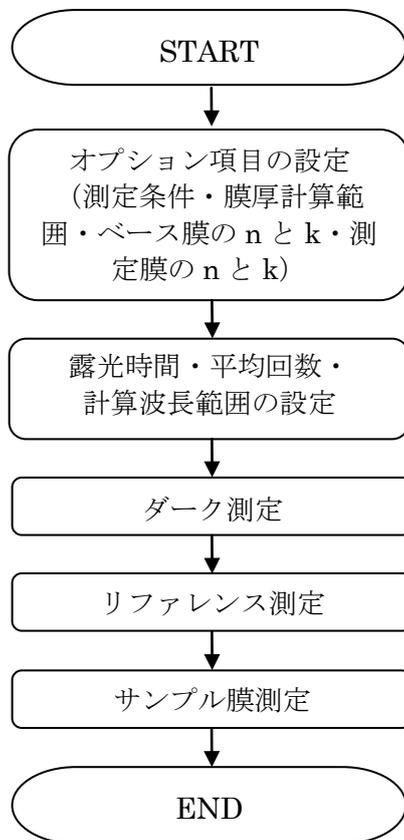
(注) すべての機種にモータ制御シャッターを搭載しておりますので、光の有る無しに関わらずダークスペクトルを測定することが可能です。

#### 5.1.2 リファレンス

以上のように反射率を利用して膜厚計測をする場合、膜が塗布されていない状態の下基板を使用することが一般的です。なるべく理論反射値に近づけるために比較的きれいな基板のきれいな場所を選んでください。

## 5.2 膜厚測定手順

★ 「膜厚測定」画面から行えます。



オプション画面から設定します。

The screenshot shows the 'INSPECTION' settings panel. It includes a 'Shutter Control for DARK' dropdown set to 'Open', a 'Calculation Type' section with 'Back Reflection Included' unchecked and 'STANDARD' and 'Curve Fitting' dropdowns, and a 'Data Process Type' dropdown set to 'Use dark, refer., object data'. The 'Layer Count' is set to '1 Layer' and the 'Thick Unit' is 'nm'. Below this is the 'Calculation Thickness Range' section, which shows three layers with their respective thickness ranges: Layer 1 (10 ~ 5000 nm), Layer 2 (10 ~ 100000 nm), and Layer 3 (10 ~ 1000 nm). The bottom section is 'Set Refractive index & Extinction coefficient', showing 'BASE Layer 1' and 'Registration Material' set to 'BK7'. It has checkboxes for 'Refractive index' and 'Extinction coefficient', both of which are checked. A small graph shows the refractive index (blue line) and extinction coefficient (red line) plotted against wavelength from 500 to 2000 nm.

## 5.3 膜厚測定画面

### 5.3.1 膜厚測定画面の立上げ

「膜厚測定」タブを押して測定画面を立ち上げます。

膜厚測定

THIN FILM ANALYZER

露光時間 [ms] 35 表示厚み種類 d

平均回数 [回] 10

計算波長範囲 [nm] 380.0 ~ 1050.0

膜厚 (d) [nm]

1: 0.000

2: 888.888

3: 888.888

膜データ スペクトル

反射率 スペクトル

誤差 スペクトル

DETECTOR Failed connected RECIPE Standard

DETECTOR 欄は検出器の接続状態を表示します。  
RECIPE 欄は現在選択されているレシピ名を表示します。

### 5.3.2 測定操作画面

**THIN FILM ANALYZER**

検出器の露光時間・平均回数を設定します。

計算する波長範囲を設定します。波長範囲は分光器の波長範囲内で設定します。

表示厚み種類はFFT計算時のみ表示され、膜厚(d)と分光膜厚(nd)から選択できます。

Exp. Time [ms] 20  
Aver. Count 1  
Cal. Wave. Range [nm] 600.0 ~ 700.0

Thick Type d

Teaching  
RECALC

Thickness(d) [nm]  
1: 0.000  
2: 888.888  
3: 888.888

DARK SINGLE  
Reference CONT.  
STOP PRINT  
SAVE LOAD

ティーチング：計算波長範囲を反射率グラフからマウスで選択できるようになります。  
再計算：計算波長範囲変更・物質の変更(オプション項目)等を行った場合に波形を再取得する事なく現在取得波形から計算しなおします。

ダーク：暗電流を取得します。  
リファレンス：リファレンスを取得します。  
1回測定：サンプル波形を取得します。サンプル波形が取得されると膜厚値を計算し、表示します。  
連続測定：サンプル波形を連続取得します。膜厚値も表示します。  
中止：データ取得を中止します。  
印刷：取得データを印刷できます。  
保存：取得したデータを保存します。保存形式にはTMD(テキストファイル)があります。  
読出し：保存したデータを読み出します。

膜厚値を表示します。

膜厚(d) [nm]  
1: 512.200  
2: 888.888

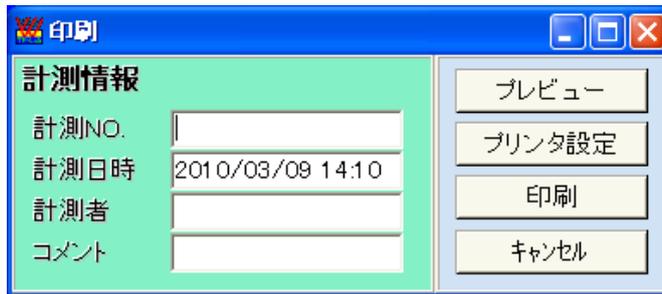
3色のバーは計算信頼度を表します。

### データ保存

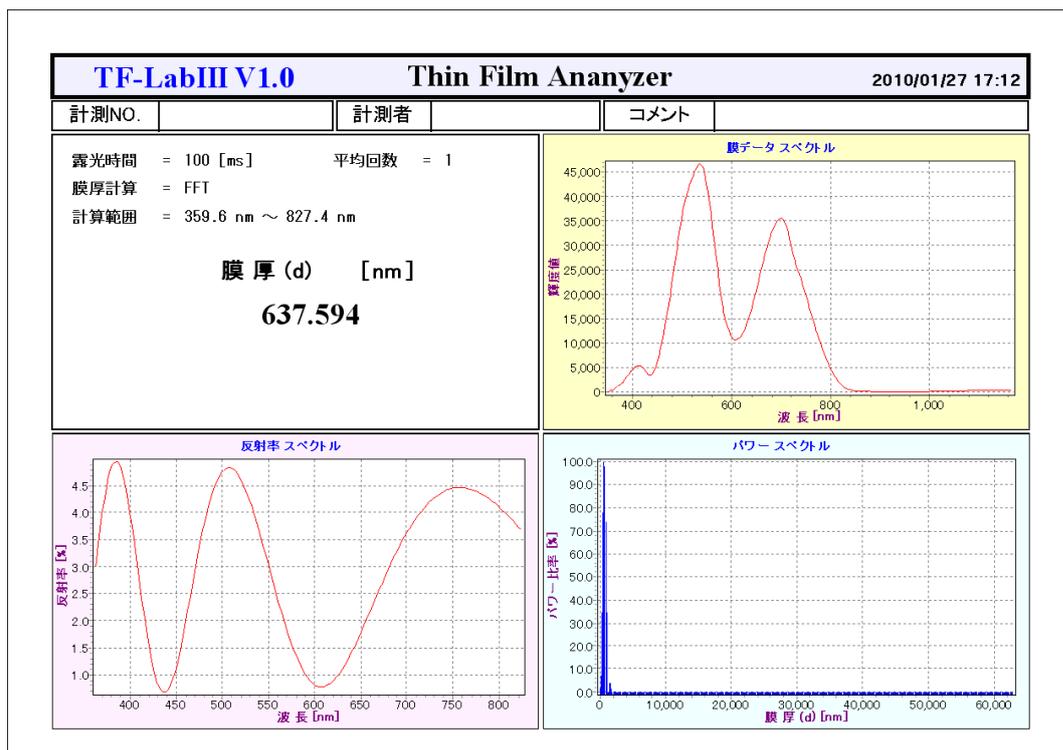
※ データ保存は TMD (テキスト) 形式になります。テキストですので EXCEL 等で読出しが可能です。

## 印刷

※ 「印刷」 ボタンを押すと印刷情報入力画面が表示されます。



- \* 必要情報を入力し、PRINT ボタンを押すと印刷できます。
- \* 「PREVIEW」ボタンで印刷前に画面上で確認できます。
- \* 印刷例は下画面になります。

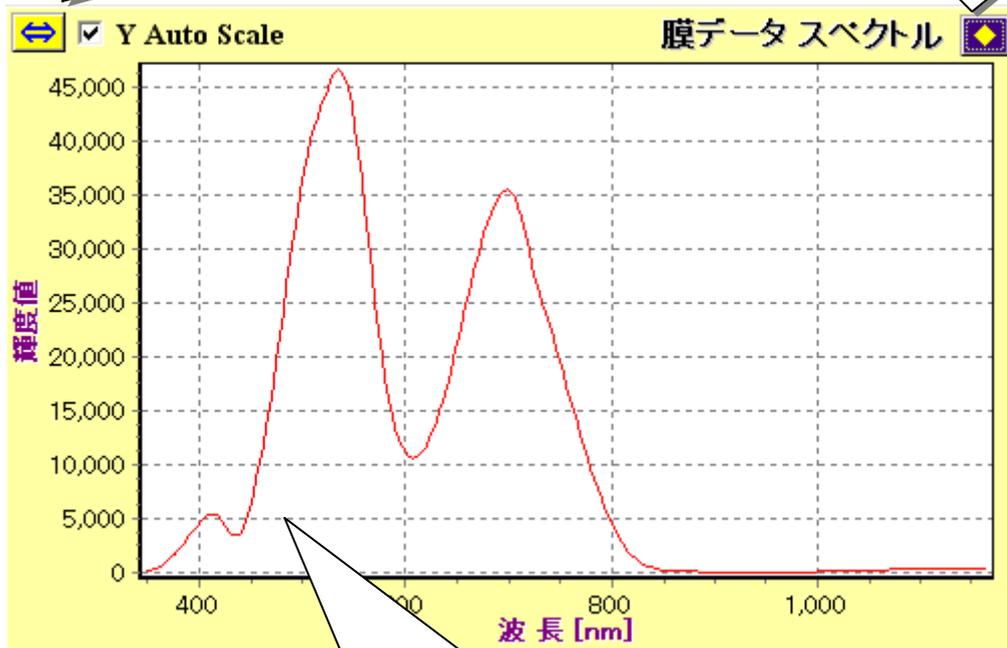


### 5.3.3 スペクトルデータ（グラフ）表示画面

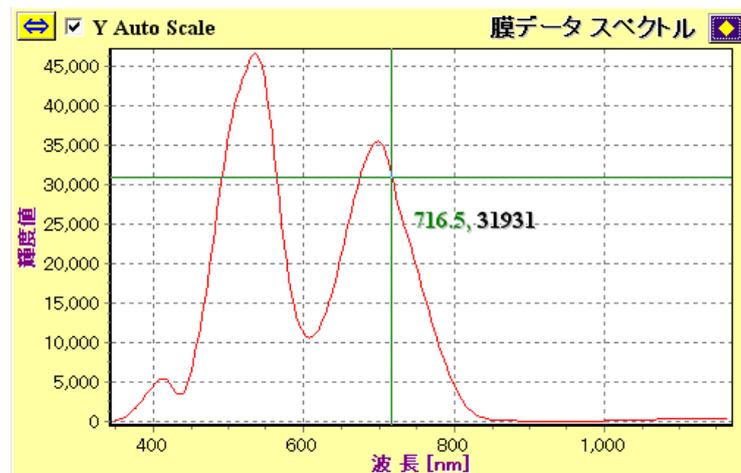
グラフのスケールを設定します。詳しくは「測定データグラフ画面の使い方」のグラフスケールの設定を参照してください。

このボタンをマウスの左クリックでダーク・リファレンス・膜データの表示切り替えを行います。マウスの右クリックを押すと情報表示の ON・OFF ができます。

No Show Info.  
✓ Show Info.



上のボタンで情報表示を ON にした時にマウスをグラフ上で動かすと下のようにマウス位置の波長・輝度値が表示されます。



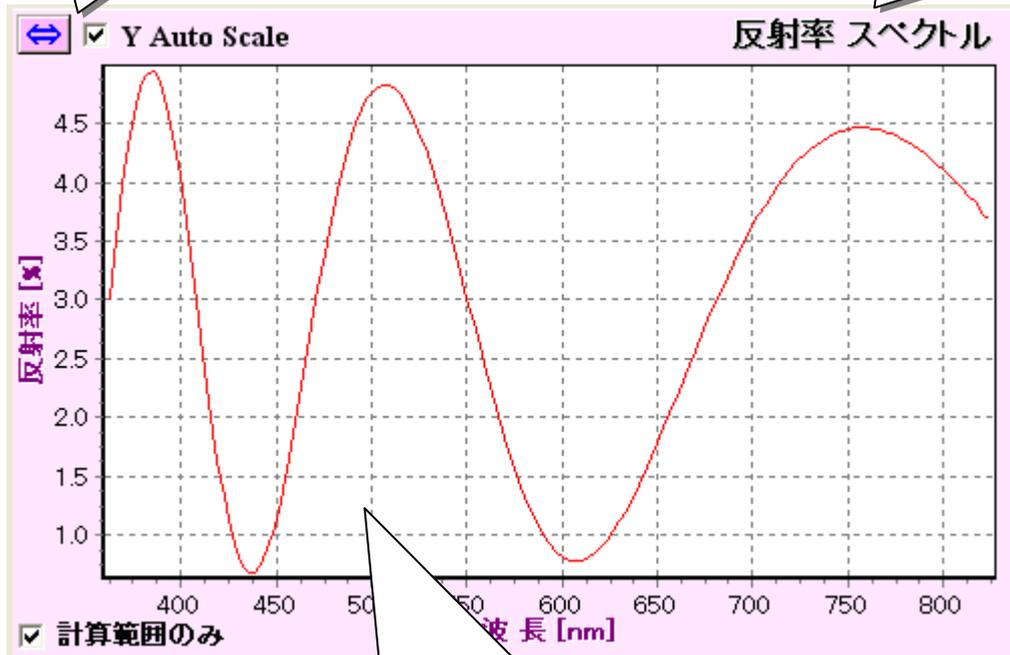
### 5.3.4 反射率データ（グラフ）表示画面

#### ① FFT による計算の場合

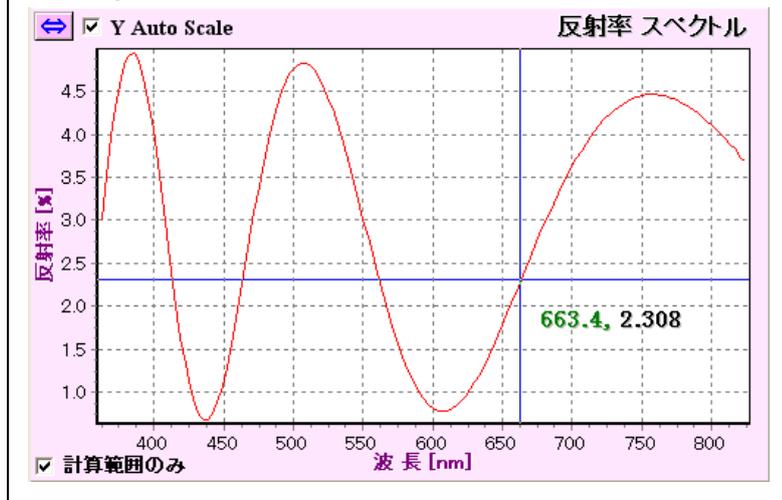
グラフのスケールを設定します。詳しくは「測定データグラフ画面の使い方」のグラフスケールの設定を参照してください。

「反射率 スペクトル」の文字上でマウスを右クリックすると情報表示の ON・OFF が選択できます。

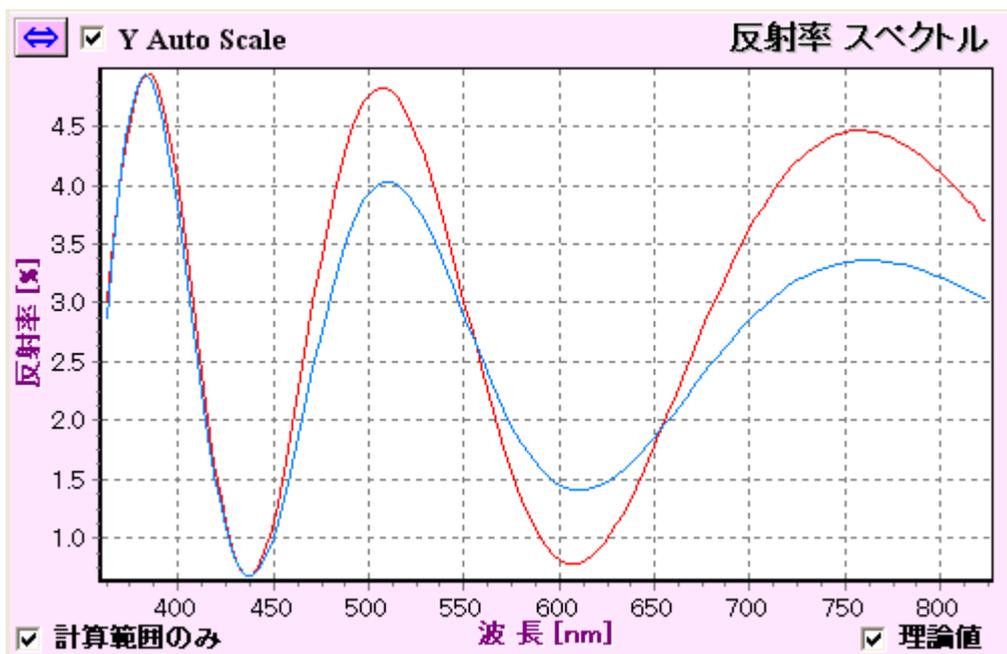
No Show Info.  
✓ Show Info.



上のボタンで情報表示を ON にした時にマウスをグラフ上で動かすと下のようにマウス位置の波長・反射率が表示されます。



② Curve Fitting による計算の場合

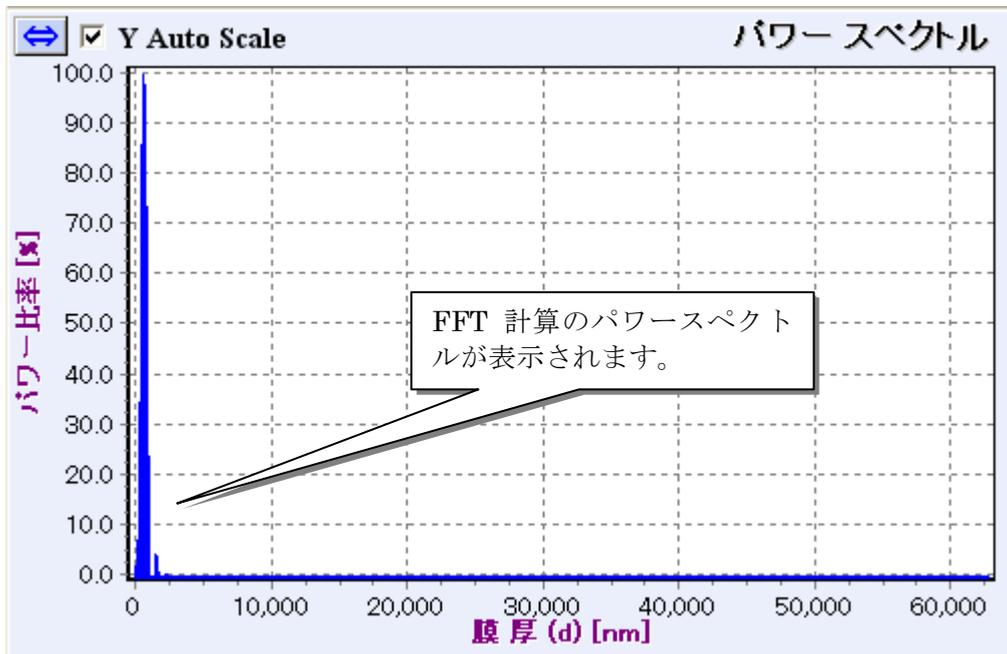


ここにチェックを入れると計算波長範囲分の反射率を表示します。チェックを外すと分光器の全波長範囲を表示します。

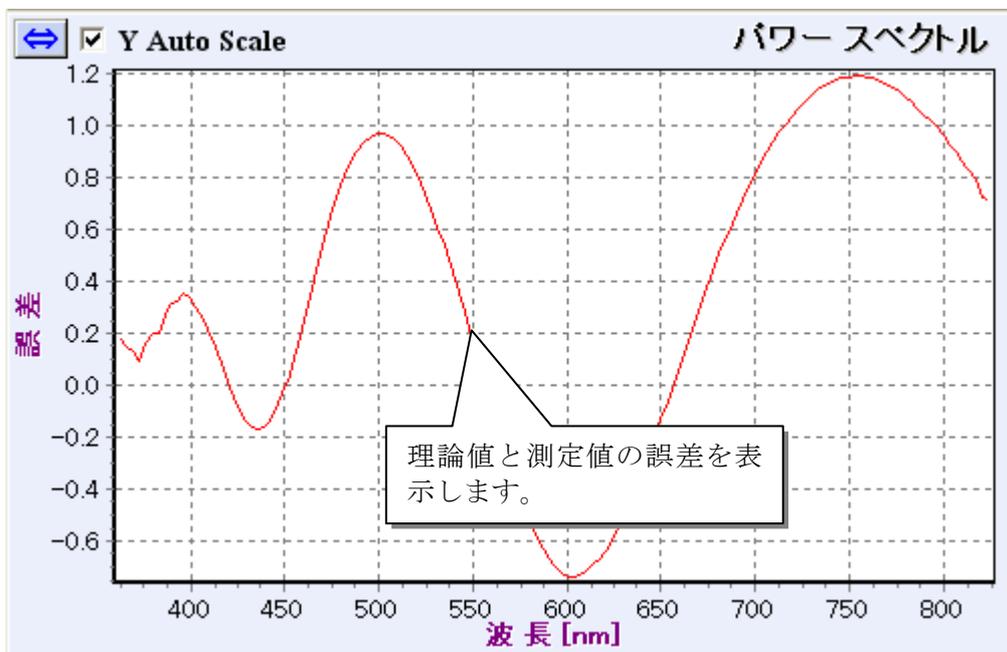
ここにチェックを入れると青グラフで理論反射率を表示します。

### 5.3.5 POWER データ (グラフ) 表示画面

#### ① FFT による計算の場合



#### ② Curve Fitting による計算の場合



## 5.4 膜厚時間測定画面

### 5.4.1 膜厚時間測定画面の立上げ

「マルチ測定」タブを押して時間変化計測画面を立ち上げます。

The screenshot displays the 'THIN FILM ANALYZER MULTI MEASURE' software interface. The 'マルチ測定' (Multi-Measure) tab is active, as indicated by a callout box. The interface is divided into several sections:

- Control Panel (Left):** Includes a dropdown for '時間変化計測' (Time Change Measurement), input fields for '時間間隔 [ms]' (1000), '測定回数 [回]' (20), '露光時間 [ms]' (35), and '平均回数 [回]' (10). Buttons for '新規測定' (New Measurement), 'ダーク' (Dark), 'リファレンス' (Reference), '測定開始' (Start Measurement), '中止' (Stop), '再計算' (Recalculate), '保存' (Save), and '読出し' (Read Out) are present. A checkbox for '全データ計算' (Calculate All Data) is checked.
- Table (Center):** Titled '膜厚 (d) [nm]', it has columns for 'No.', 'Ty', and 'Layer 1'. It contains 10 rows for data entry.
- Summary (Bottom Center):** A small table with rows for 'AVE', 'MAX', 'MIN', and '3σ'.
- Graphs (Right):** Two graphs are visible. The top one is 'リファレンス スペクトル' (Reference Spectrum) with 'Y Auto Scale' checked. The bottom one is 'REFLECTION SPECTRUM' with 'Y Auto Scale' checked. Both graphs have '波長 [nm]' (Wavelength [nm]) on the x-axis and '膜厚値' (Film Thickness Value) or '反射率 [%]' (Reflectance [%]) on the y-axis.
- Status Bar (Bottom):** Shows 'READY', 'DETECTOR Failed connected', 'RECIPE', and 'Standard'.

## 5.4.2 測定操作画面

**THIN FILM ANALYZER TIME MEASURE**

1. 最初に時間間隔・測定回数を設定し、「新規計測」ボタンを押します。

2. 露光時間・平均回数・計算波長範囲を設定します。

3. ダークとリファレンスデータは「膜厚測定」画面のダークとリファレンスデータと同期されています。「膜厚測定」画面で取得したダーク・リファレンスデータが「時間測定」画面でも使用されます。

4. 測定開始ボタンで測定を開始します。

計算波長範囲・オプション画面でパラメータを変更した時に再計算する事ができます。

データ保存は BIN (バイナリ)・XLS (EXCEL 形式) 形式があります。BIN ファイルのみ読み出し可能ですので、測定データは BIN ファイルで保存するようにしてください。読み出し後にも XLS の保存が可能です。

全データの平均値・最大値・最小値・3σ 値を表示します。選択データを削除する事もできます。

**膜厚 (d) [μm]**

No.	Ty	Layer 1
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		

時間間隔 [ms] 1000  
測定回数 [回] 10  
新規計測

露光時間 [ms] 100  
平均回数 [回] 10  
計算波長範囲 [nm] 500 ~ 600

ダーク  
リファレンス  
測定開始  
中止

全データ計算  
再計算  
保存  
読出し

AVE  
MAX  
MIN  
3σ

削除メッセージ表示 削除

## 6. オプション画面の設定

### 6.1 オプション画面の表示

「オプション」ボタンを押して  
オプション画面を表示させます。



## 6.2 オプション画面の設定項目

### 6.2.1 測定関連パラメータ設定

**測定関連**

ダークのシャッター制御方式 **Close**

膜厚計算タイプ  裏面反射含む  
**STANDARD** **FFT**

データ処理タイプ **ダーク・リファレンス・膜データ**

測定膜数 **1 Layer** 厚み単位 **μm**

FFT の場合は2層膜まで、Curve Fitting の場合は3層膜まで計算が可能です。

膜厚値の表示単位を nm・μm・Å から選択します。

ダーク取得時、内部シャッターの使用有無を設定します。

裏面反射を考慮した計算をする時にはここにチェックを入れます。

計算方式を選択します。(詳しくは下参照)

#### \* 計算方式の選択



膜厚計算式を **FFT**・**Curve Fitting** から選択します。 **Auto Select** を選択した場合はデータを分析し、自動で **FFT** か **Curve Fitting** かを判断します。

※ 大体膜厚値が  $2\mu\text{m}$  以下の場合は **Curve Fitting**、それ以上の場合は **FFT** の計算になります。

2層の **FFT** 計算では選択が三つになります。

**FFT** : 二つの厚みを各層の  $n, k$  値から判定し、自動的に1層・2層に合わせます。

**FFT-ValueHigh** : 二つの厚みを厚いのが1層目、薄いのが2層目とします。

**FFT-ValueLow** : 二つの厚みを薄いのが1層目、厚いのが2層目とします。

### 6.2.2 膜厚値計算範囲パラメータ設定

**膜厚値計算範囲**

第1膜	100	~	10000	nm
第2膜	1	~	1000	nm
第3膜	1	~	10000	nm

膜厚値の範囲を設定します。範囲が広いと計算に時間がかかります。

### 6.2.3 屈折率・消衰係数 設定

屈折率・消衰係数 設定

ベース 第1膜

登録物質 BK7

屈折率

消衰係数

登録されている物質の場合はここから選択できます。もし、登録されていない物質は直接「屈折率・消衰係数」を入力する必要があります。「USER SET」を選択し、コーシー係数の屈折率・消衰係数を設定します。

屈折率・消衰係数 設定

ベース 第1膜

登録物質 USER SET

< コーシー係数 >

屈折率 N1: 1.5 N2: 0 N3: 0

消衰係数 K1: 0 K2: 0 K3: 0

- \* 裏面反射含むを選択した場合はベース物質情報入力欄に厚み情報入力が表示されますので、ベース板の厚いも入力します。

屈折率・消衰係数 設定

ベース 第1膜

登録物質 BK7

屈折率

消衰係数

Thickness 1 mm

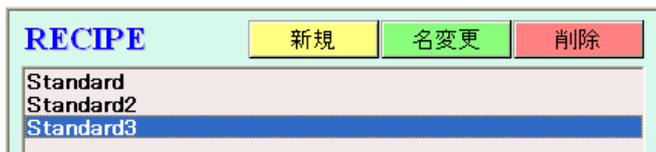
## 6.2.4 レシピの選択・設定

※ レシピにはオプション画面のパラメータ・露光時間・積算回数・計算波長範囲・ステージ測定範囲パラメータ等が保存されます。

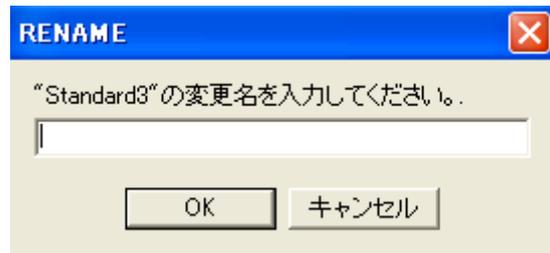
- ・ **新規** ボタンを押してレシピ名を入力します。



- ・ レシピ作成時のパラメータは現在パラメータで初期化されます。
- ・ 設定はレシピ名を選んでから変更が有れば自動的に保存されます。レシピを選択する時も名前の部分をクリックすれば反映します。



- ・ **名変更** ボタンは名前の変更で、名前を変更画面に入力して OK ボタンを押すと変更した名前が登録されます。

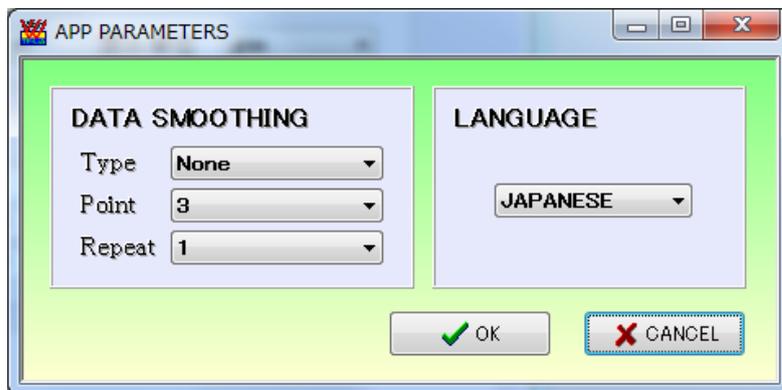


- ・ 名前部分を選択して **削除** ボタンを押せばレシピ削除ダイアログボックスが表示されますので はい(Y) を押すと削除されます。



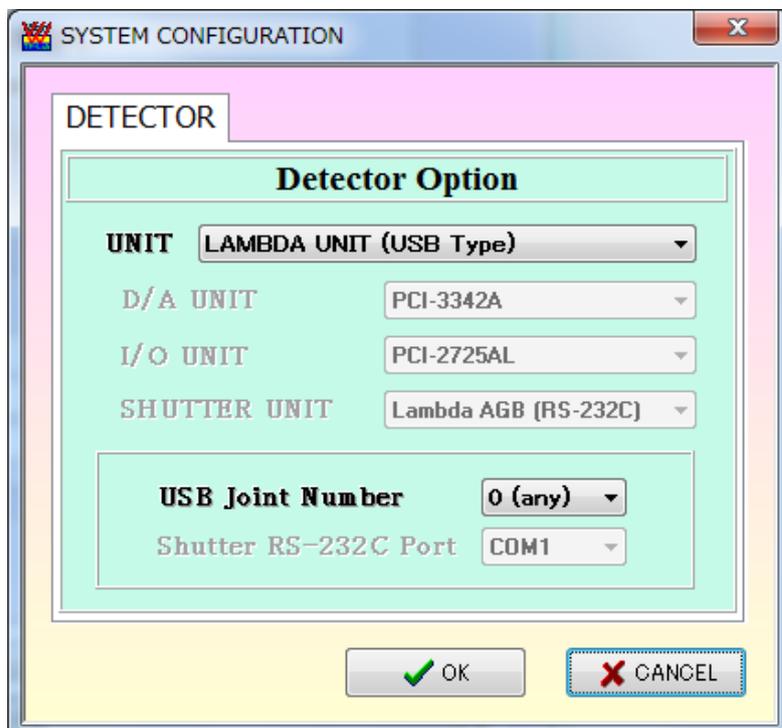
### 6.2.5 APP PARAMETER の設定

※ データの平滑化・表示言語（英語・日本語）を設定できます。



### 6.2.6 システムパラメータの設定

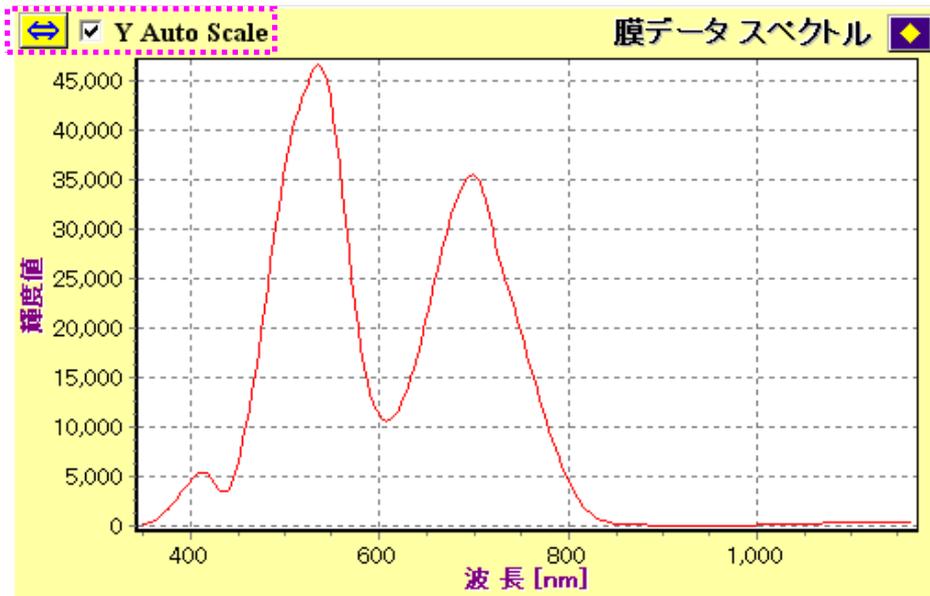
※ システムパラメータは基本的に出荷時設定になりますので、変更しないでください。変更した場合にはシステムが正しく動作しない恐れがあります。





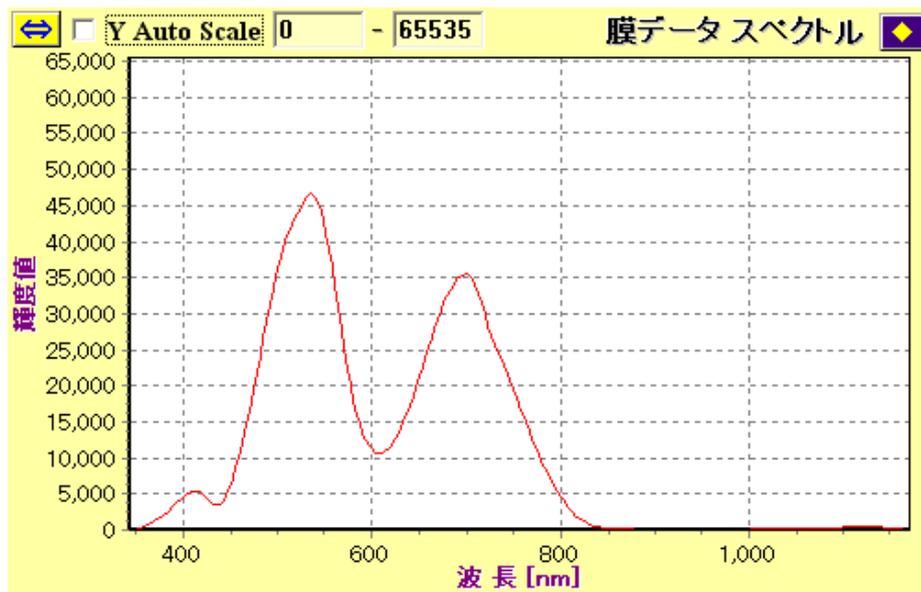
## 7. 測定データグラフ画面の使い方

### 7.1 グラフスケールの設定



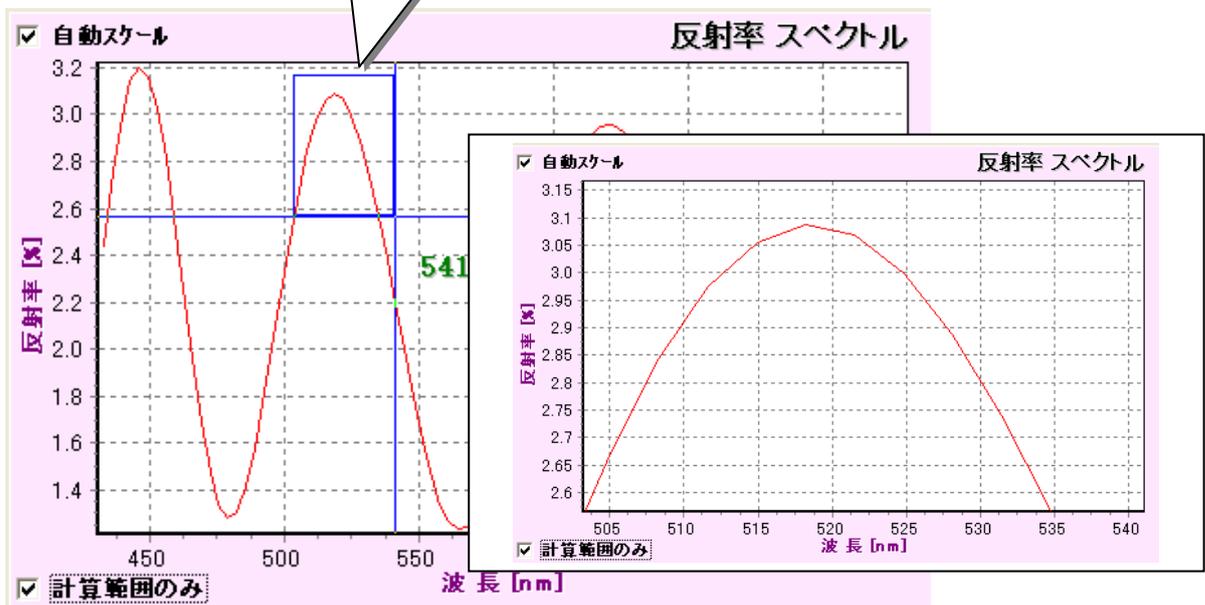
- \*  ボタンで X 軸スケール・Y 軸スケール変更が切り替わります。
- \* チェックを入れるとグラフは自動スケール、チェックを外すと範囲を入力できます。

Axis Y Auto Scale 0 - 65535



## 7.2 グラフの拡大縮小

拡大したいスペクトル上にカーソルを合わせ、マウスの左ボタンをクリックしながら、左上から右下へドラックすると囲まれた部分が拡大表示します。  
※戻す時は、同じ手順で右下から左上にカーソルを動かします。

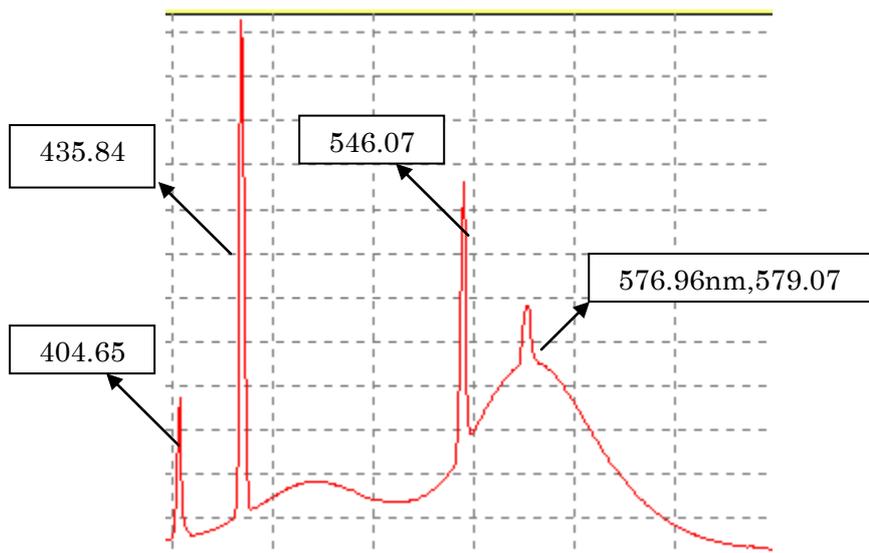


## 8. 補足

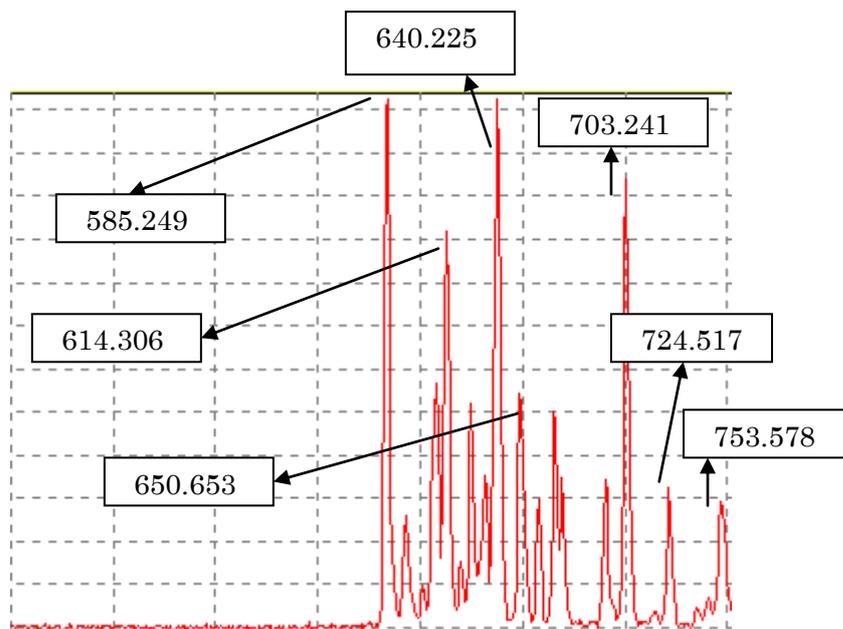
### 8.1 波長管理方法

- ※ 以下のように水銀ランプとネオンランプにより波長を確認できます。
- ※ リファレンス測定等でランプを直接計測し波長を確認してください。

水銀ランプもしくは（水銀を含んだランプ）部屋の蛍光灯



ネオンランプのスペクトル



## 8.2 膜厚計測 Q & A

### Q1：どのような膜であれば計測はできますか？

A：簡単には目視にて透けて見える膜であり、比較的きれいな表面であれば計測は可能です。

ガラス等の透明な基板の上の膜であれば、基板と膜を通して向こう側が確認でき、ガラスと膜表面がきれいな場合は膜厚計測が可能です。

また、基板が不透明であっても膜側から基板表面が確認できる（すなわち、基板は不透明でも膜は透明）場合は膜厚計測が可能です。この場合も膜と基板の表面は比較的にきれいである必要があります。

### Q2：表面に多少凹凸があるが計測はできますか？

A：そう悲観することはありません、TFCAM-7000C を使用しますと顕微鏡にて微小スポットの膜厚が計測でき、凹凸の最頂上部や最低部を微小スポットで考えた場合、均質な膜として扱う事ができ計測可能なケースが多くあります。

### Q3：膜厚計測のために必要な情報は？

A：基本的には膜の屈折率 (n, k) と基板の屈折率 (n, k) 情報が必要となります。屈折率 (n) は波長依存性があります。このため多くの波長においての膜と基板の屈折率 (n) がわかっているならば、膜厚計測の精度が向上します。また、膜や基板に色やある程度の不透明さがある場合、その膜や基板は吸収係数(k)を持つ事があり、できる限り準備して頂くことをお勧めします。

### Q4：まったく膜の屈折率情報がわかりませんが計測不可能ですか？

A：膜の素性がわからず、屈折率情報もない場合でも透明膜であり基板の屈折率が判明している場合、反射率スペクトルより膜の屈折率を計算できる場合があります。弊社の装置は本機能をもっております。

**Q5：インラインの膜厚管理において使用する場合、様々な初期値入力（屈折率等）やリファレンス等の計測は現実的に大変ですが膜厚値の管理は可能ですか？**

A：光学膜厚値（ $nd$ ）にて膜厚値を管理することをお勧めします。

光学膜厚値（ $nd$ ）は実際の膜厚値（ $d$ ）に膜物質固有の定数（ $n$ ）が掛け合わされたものです。この光学膜厚値であれば膜の屈折率情報、基板の屈折率情報がわかっていなくても、いつも実際の膜厚値が変化しても相関関係を保ったまま正しい管理が可能となります。

本プログラム中では膜の干渉波形のみからこの光学膜厚値を利用した計測が可能です。

**Q6：多層膜が計測できますか？**

A：光学膜厚値が約  $2\ \mu\text{m}$  以上の膜であれば標準にて 2 層まで計測できるようになっております。

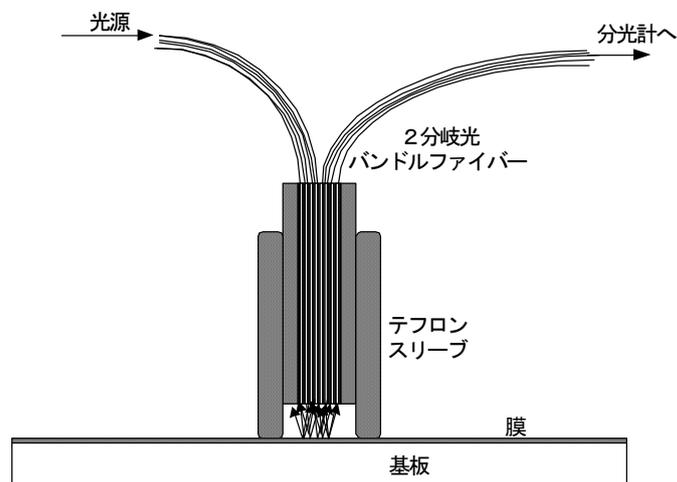
しかしながら現状においては、計測された膜厚数値がどの膜のものであるかまではわかりません。

### 8.3 計測方法例

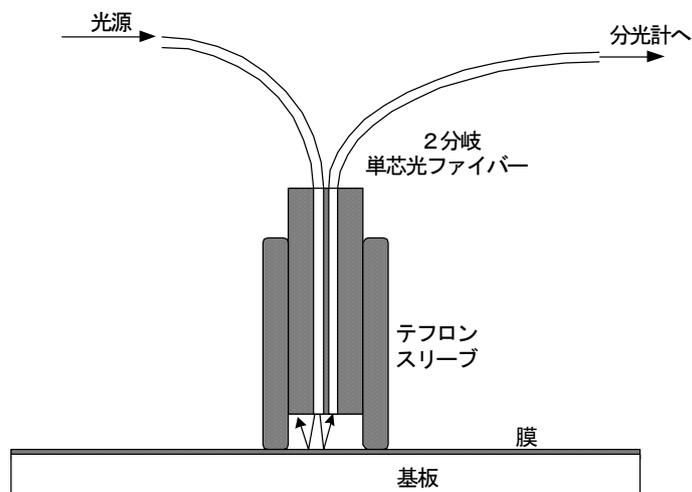
#### AFW-100W における計測方法

計測方法として“ファイバークローブ突き当て式”をオプションでご用意しております。テフロンスリーブで保護されたファイバーを直接膜表面に突き当てて使用します。このため試料を傷つけることなく、また測定毎に個人差を出すことなく計測が可能です。通常では $100\mu\text{m}$ コアのファイバーを10芯ずつの2分岐バンドル型です。光量を十分に稼ぐことが可能です。また、 $200\mu\text{m}$ コアの単芯2分岐ファイバーも用意しており、これは膜表面が比較的きれいではないサンプルの場合受光側のファイバーへの入射光が光源側の1本のファイバーからくる反射光のみのため、膜内で反射してくる光の光路がバンドルとは違って1方向となり光学的に純粋な状態となります。

2分岐バンドルファイバー



2分岐単芯ファイバー





---

**株式会社あすみ技研**

〒113-0033 東京都文京区本郷三丁目 14-16 3F

TEL 03-3830-7900 FAX 03-3830-7901

<https://www.asumigiken.co.jp/>