

光學薄膜設計軟體 TFV

從 2.2 版到 3.0 版的新功能

【目錄】

1. 概述	2
2. 膜厚的表示形式	2
2.1. 選擇膜厚的表示形式	2
2.2. 計算的優先設定	3
3. 將光學常數設置在有效波長範圍之外	4
4. 設定計算波長範圍	5
5. 張數	5
5.1. 工作表切換標籤的選擇	5
6. 波長曲線圖 · 入射角曲線圖	6
7. 基板和薄膜的層壓計算(Stack)	9
8. 基板的內部透射率	9
9. 最適化	10
9.1. 薄膜厚度的最大值和最小值的單位	10
9.2. 色的最適化	10
9.3. Stack 最適化	11
9.4. Needle search ニードルサーチ的改進	11
9.5. 手動 mode	12
10. 製造誤差	13
11. Project 的保存 · 讀取	14
12. 分光光度計 Data、使用者定義線 data 的色計算	15
13. 欄位的複製與貼上	15
14. 由單層膜的測定資料來對 $n \cdot k$ 的分散做解析	16
15. 改進顯示	16
15.1. 高分辨率顯示兼容	16
15.2. 切換語言	16
16. 添加膜材料數據	17
17. 更新基板 data	17
18. 分光光度計文件	17
19. 周期層	17
20. 數字數據	17
21. 錯誤修復	17
22. 規格變更	17
22.1. 後表面特徵的顯示	17
22.2. 改變幫助類型	17
23. 與舊版本膜數據檔案的互換性	18

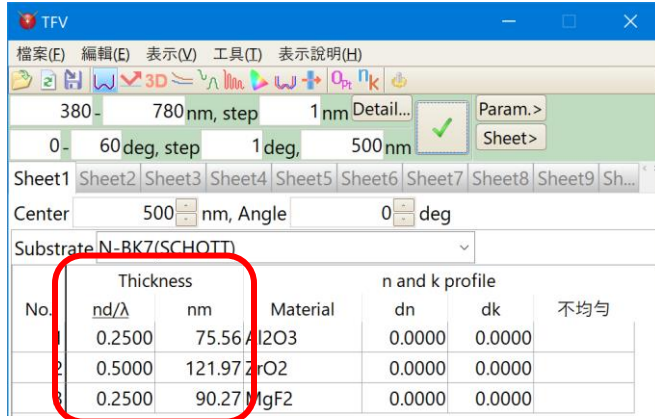
1. 概述

從 TFV 2.2 版升級到 3.0 版的主要功能說明。

有關功能的詳細信息，請參閱使用說明書。從菜單中，[表示說明] - [使用手冊 (pdf)]。

2. 膜厚的表示形式

現在顯示光學膜厚度和物理膜厚度。

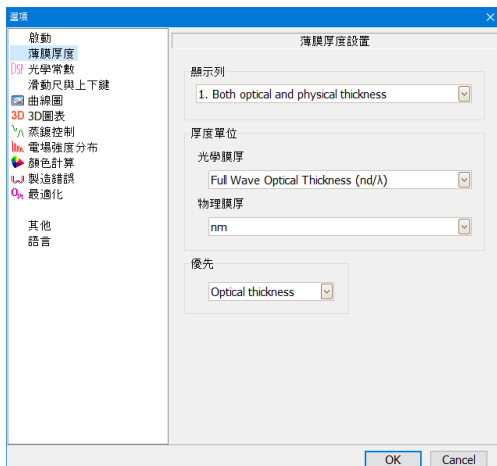


2.1. 選擇膜厚的表示形式

膜厚的表示形式可以從下列選擇出喜歡的表示形式。

膜厚列的表示方法	(1) 同時表示光學膜厚·物理膜厚 (2) 只表示光學膜厚 (3) 只表示物理膜厚 (4) 自動切換表示光學膜厚·物理膜厚(先前版本的表示方法) 在自動切換表示之下輸入 10 以下的數值則自動判斷為光學膜厚； 輸入 10 以上的數值則自動判斷為物理膜厚。
膜厚的單位	物理膜厚的單位：nm 或是 Å 光學膜厚的單位：nd/λ 或是以輸入 λ/4 為 1 的 QWOT 單位 ※ 選擇表示方法(4)時，物理膜厚的單位固定為：Å，光學膜厚的單位固定為：nd/λ。

要選擇膜厚的表示形式時，點擊工具欄的選項或是從 MENU 選擇[工具]-[🔧選項]再從 Window 視窗左側的清單裡選擇膜厚。



2.2. 計算的優先設定

在選擇表示方法裡選擇[1.同時表示光學膜厚·物理膜厚]時，在[優先]欄請選擇優先表示光學膜厚或是物理膜厚。

[優先表示光學膜厚時的動作]

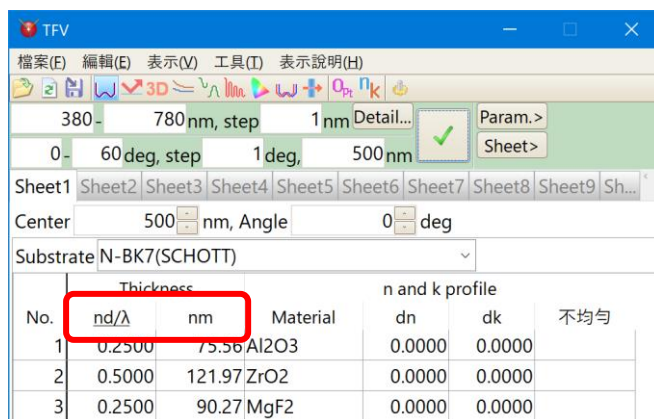
變更中心波長與屈折率時，光學膜厚的表示值會被固定且物理膜厚會被變更。

在計算時會使用被表示的光學膜厚。

[優先表示物理膜厚時的動作]

變更中心波長與屈折率時，物理膜厚的表示值會被固定且光學膜厚會被變更。

在計算時會使用被表示的物理膜厚。



被設定為優先的一方
其膜厚單位欄會出現下底線

- 切換優先設定時的注意事項

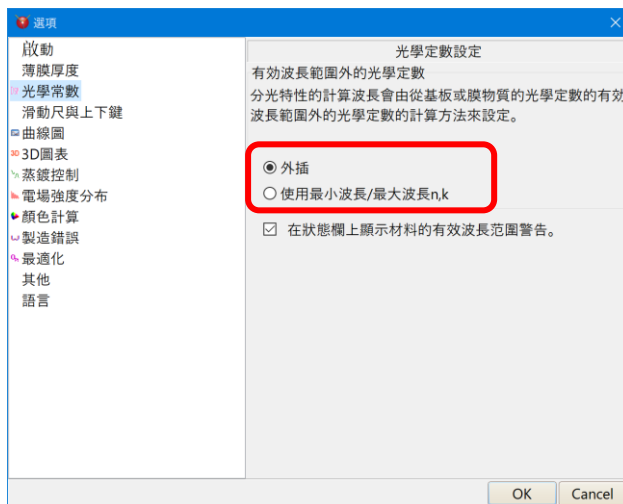
切換優先設定時，根據膜厚表示值以下的小數點誤差在計算結果上會產生些微的誤差。

另外，根據同樣的理由，優先設定在不同的情況下保存膜 data 時與讀取 data 時，在計算結果上也會產生些微的誤差。

3. 將光學常數設置在有效波長範圍之外

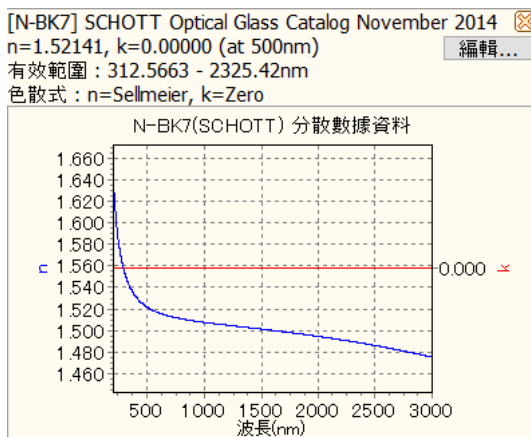
現在可以在計算的波長偏離基板或膜材料的光學常數的有效波長範圍時選擇光學常數的計算方法。您可以選擇兩種類型：在波長方向上外推或水平延伸。

從 TFV 主菜單中，選擇[工具] - [設定]以打開選項屏幕。
在[光學常數]列中設置。

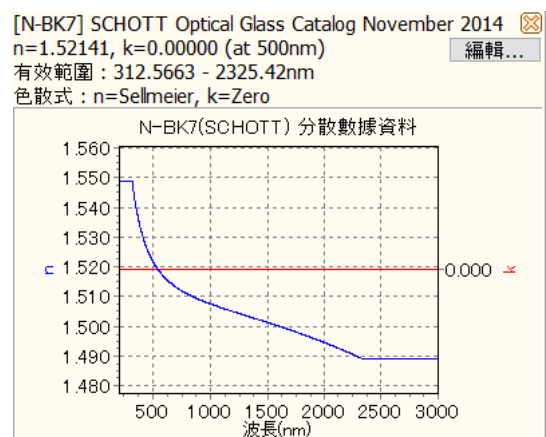


“外插”是傳統的 TFV 計算方法。

*請注意，有效波長範圍之外的計算結果會根據您選擇的結果而有所不同。



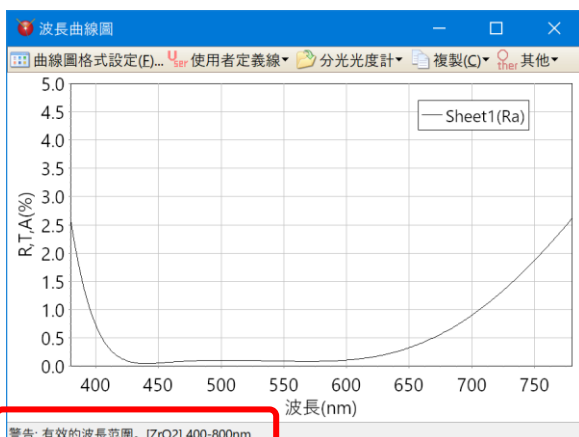
選擇「外插」時



選擇「使用最小波長/最大波長 n,k」時

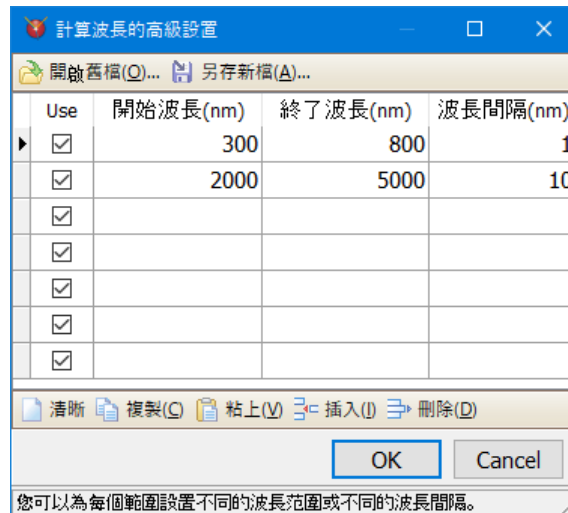
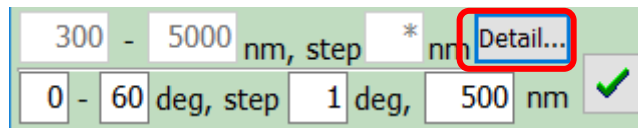
如果超出有效波長範圍，則會在圖形窗口的底部顯示一條消息。

如果您不想發出消息，請在上面的選項屏幕上取消選中“在狀態欄上顯示材料的有效波長範圍警告”。



4. 設定計算波長範圍

按下波長範圍指定欄的「Detail...」會表示出計算分光特性的波長範圍之詳細設定畫面。可以跳著設定波長範圍、或者在每個波長範圍可以設定不同的波長間隔。



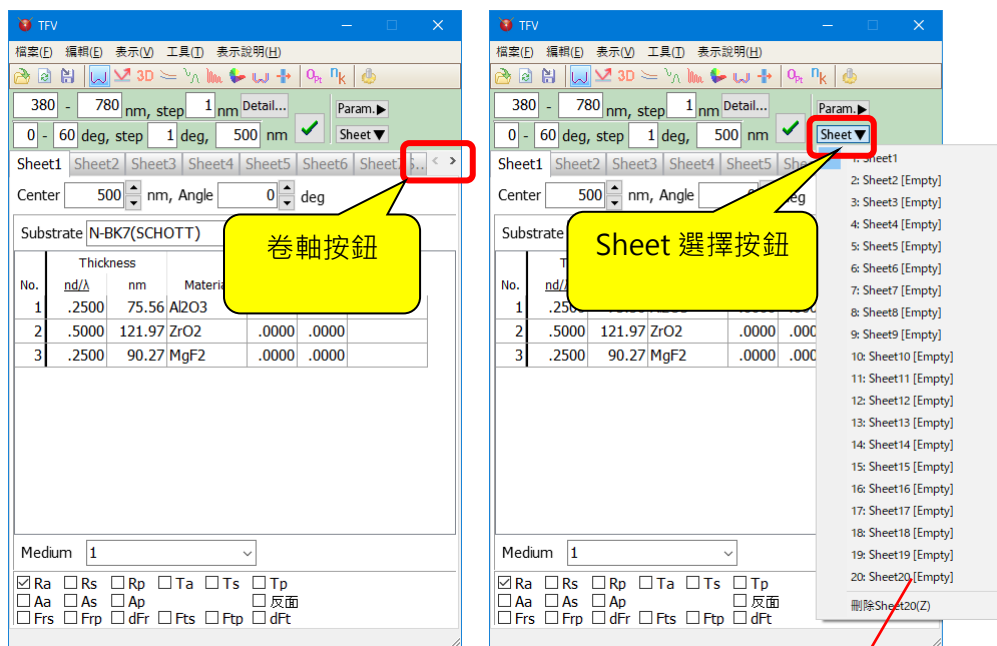
計算波長詳細設定畫面

5. 張數

主窗口的座位數增加到 20 個。

5.1. 工作表切換標籤的選取

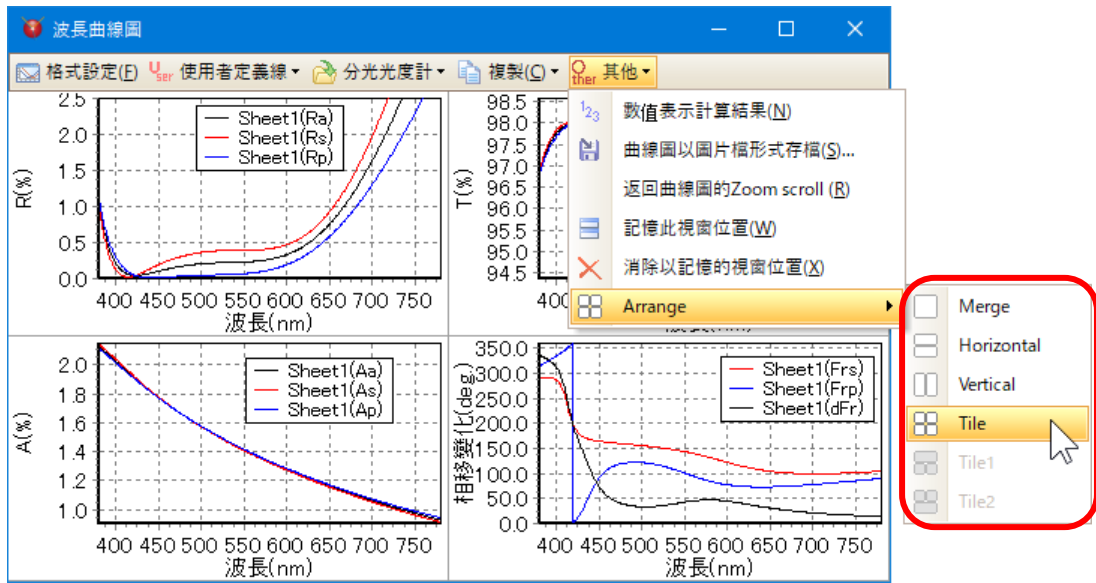
要選擇隱藏的 Sheet 時，點擊[卷軸按鈕]會表示出 Sheet 的列表從列表中點擊要切換的 Sheet 或是點擊[Sheet 選擇按鈕]選擇想要切換的 Sheet。



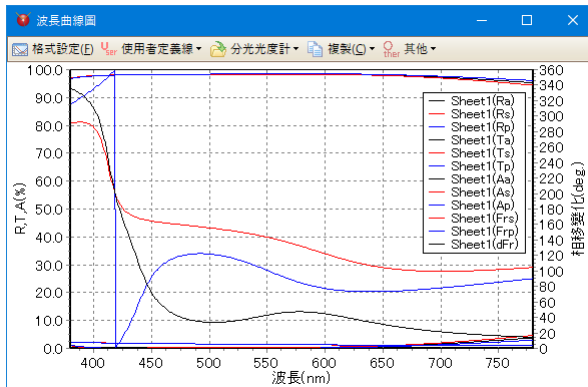
Sheet 中若無膜 data 時，會表示[Empty]

6. 波長曲線圖 · 入射角曲線圖

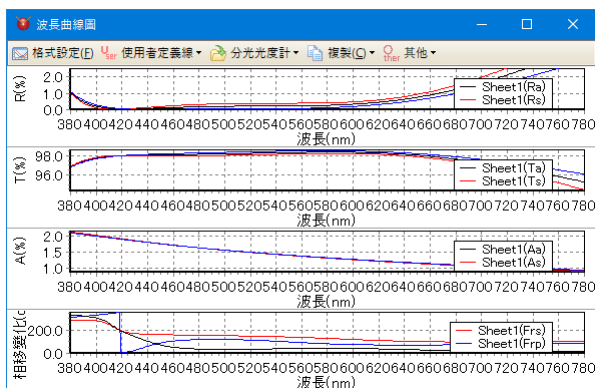
波長曲線圖與入射角曲線圖可以選擇要把反射率 · 透過率 · 吸收率 · 相位變化分別全部重疊畫在同一個曲線圖裡或是個別分割表示在不同的曲線圖上。



- 在同一個曲線圖上 R,T,A,Phase 重疊畫
與先前版本一樣的表示方法。



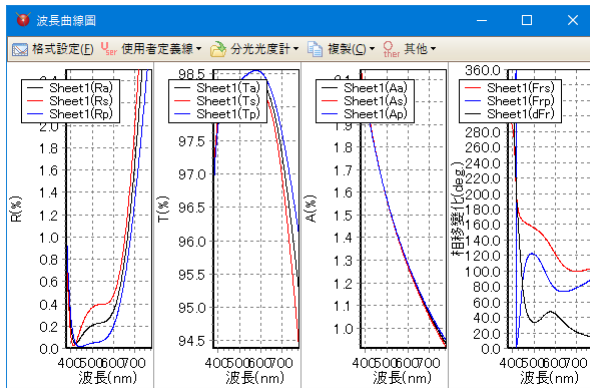
- 上下並排表示
反射率 · 透過率 · 吸收率 · 相位變化分別上下並排表示。
可以選擇反射率 · 透過率 · 吸收率 · 相位變化其中 2 個以上的種類。



- 左右並排表示

反射率 · 透過率 · 吸收率 · 相位變化分別左右並排表示。

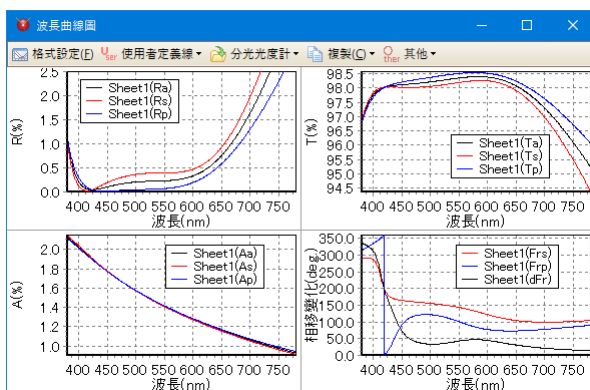
可以選擇只表示反射率 · 透過率 · 吸收率 · 相位變化其中 2 個以上的種類。



- 塊狀排列表示

反射率 · 透過率 · 吸收率 · 相位變化分別平鋪狀排列表示。

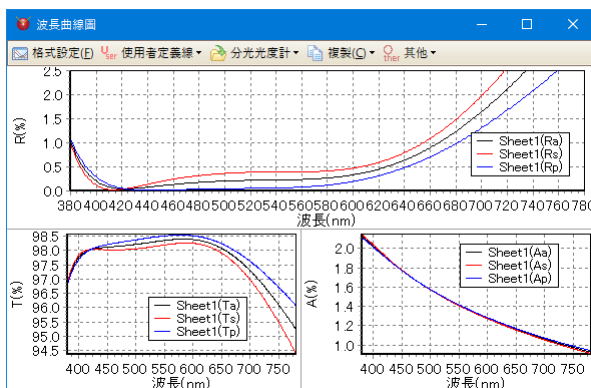
可以選擇只表示反射率 · 透過率 · 吸收率 · 相位變化其中 3 個以上的種類。



- 塊狀表示 1

反射率 · 透過率 · 吸收率 · 相位變化分別以大畫面塊狀排列表示在曲線圖的上段部。

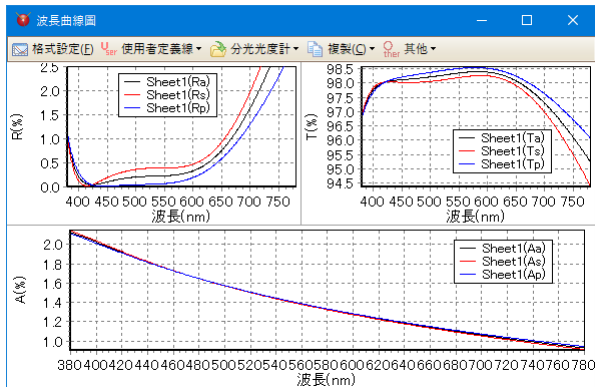
可以選擇只表示反射率 · 透過率 · 吸收率 · 相位變化其中 3 個的種類。



- 塊狀表示 2

反射率·透過率·吸收率·相位變化分別以大畫面塊狀排列表示在曲線圖的下段部。

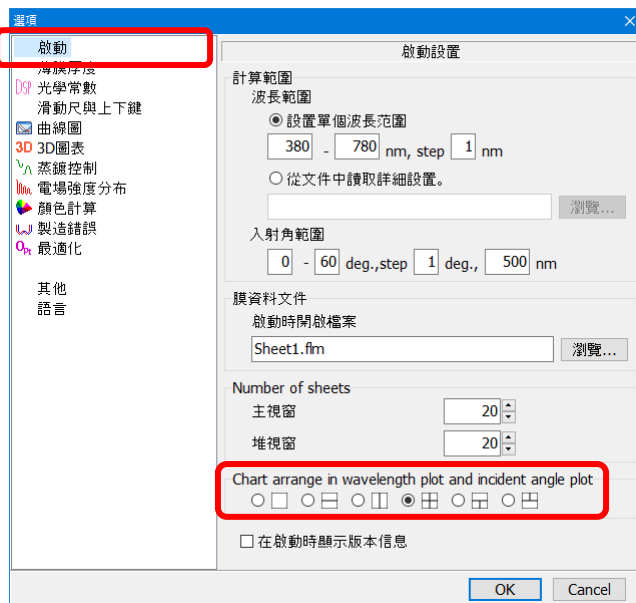
可以選擇只表示反射率·透過率·吸收率·相位變化其中 3 個的種類。



- 初期設定

TFV 起動時可以設定要用什麼方法表示。

可以從主視窗上面的工具列點擊選項或是從 MENU 選擇[工具]-[選項]就會跳出選項畫面。於[啟動設置]之[波長曲線圖與入射角曲線圖的 R,T,A,Phase 別整列方法]來設定。



7. 基板和薄膜的層壓計算(Stack)

现在可以计算多个基板。“双面窗口”已重命名为“堆栈窗口”。



将中等到中等作为一个块，可以用数字显示每个块的光谱特征。

Block 1

Block 2

波長(nm)	Sheet1(Ra)	Stack1(Ra)	Stack1-1(Ra)	Stack1-2(Ra)
380	2.583477606	9.082413118	4.502322921	5.033265045
381	2.445031814	8.619593469	4.256861276	4.770103090
382	2.312149033	8.173186890	4.021928114	4.516837313
383	2.184718008	7.743132762	3.797316755	4.273335502
384	2.062622466	7.329331276	3.582806784	4.039450912
385	1.945741726	6.931645606	3.378165570	3.815023484
386	1.833951296	6.549904187	3.183149743	3.599881051
387	1.727123440	6.183903059	2.997506639	3.393840527
388	1.625127724	5.833408278	2.820975690	3.196709066
389	1.527831531	5.498158348	2.653289764	3.008285201
390	1.435100559	5.177866674	2.494176455	2.828359943
最大值	2.615381789	9.229443306	4.582655862	5.096693940
最小值	0.043510567	0.326275819	0.155909951	0.086955945
平均	0.569680009	2.148990397	1.082644504	1.122963878

8. 基板的内部透射率

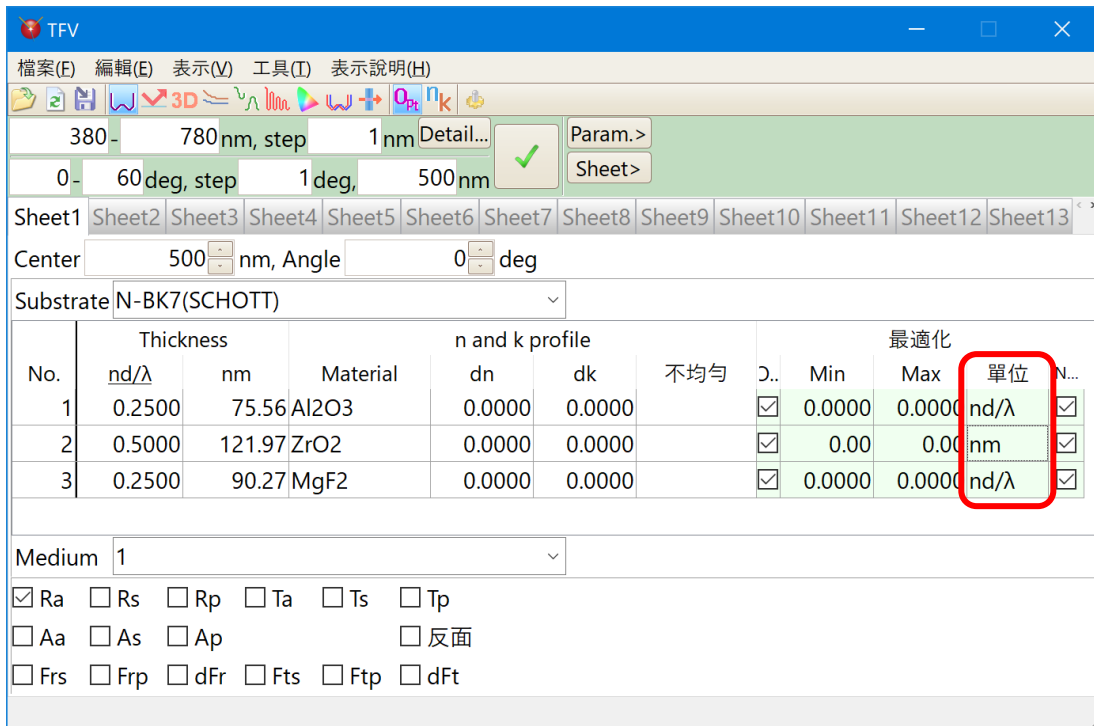
您现在可以记录基板的内部透射率。用于堆栈计算。

波長(nm)	Ti(%)	Thickness(mm)
290	6.3	10
300	29.2	10
310	57.4	10
320	77	10
334	90.5	10

9. 最適化

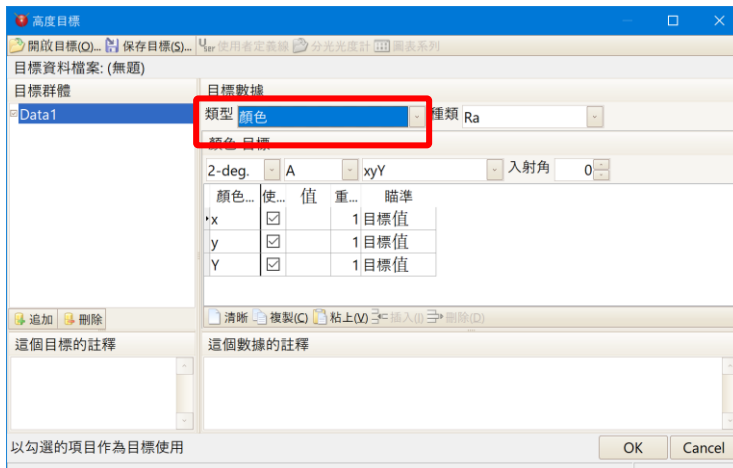
9.1. 薄膜厚度的最大值和最小值的单位

现在可以通过设定光学膜厚度或物理膜厚度来选择每层的膜厚度的最大值和最小值。



9.2. 色的最適化

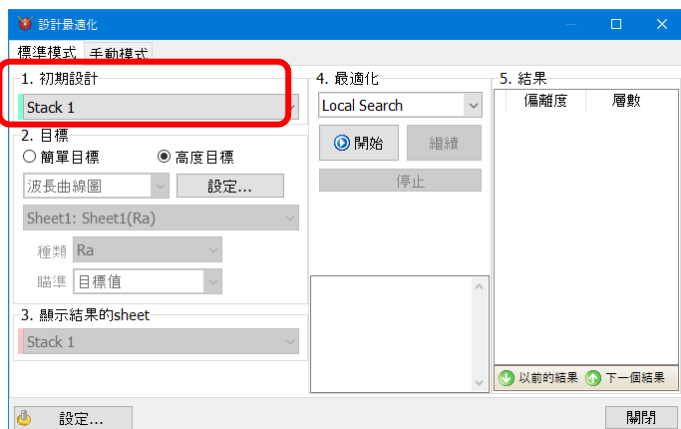
您现在可以将颜色设置为目标。



9.3. Stack 最適化

表示 Stack 視窗的話，在初期設計可以選擇 Stack。

於 Stack 被使用的膜構成全部同時最適化，可以接近以 Stack 的分光特性為目標。



9.4. Needle search 的改進

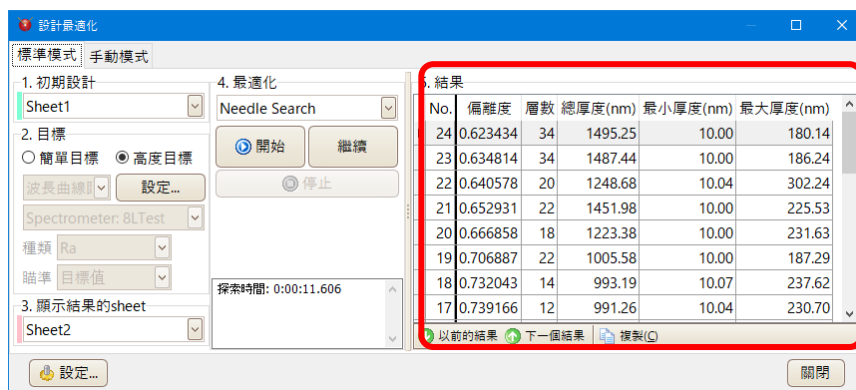
它現在顯示優化歷史記錄。

即使您沒有多次按下繼續按鈕，圖層數也會增加，並會顯示多個結果。

如下所示，在結果欄會表示出複數的結果。乖離度從小到大排序(接近目標的順序)。

選擇行的話膜構成會表示在主視窗的 Sheet。

按繼續按鈕進一步增加結果。

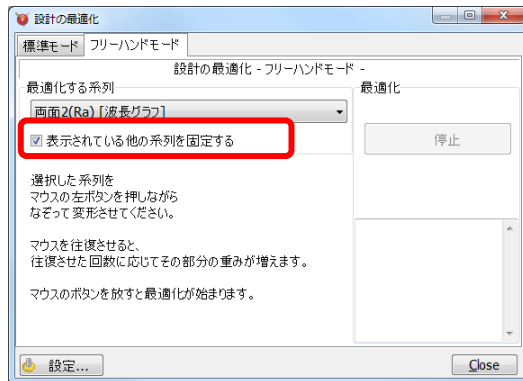


我們添加了一個設置來防止圖層變得盡可能薄。



9.5. 手動 mode

針對執行最適化的設計於複數種別系列表示在曲線圖上時，於「固定表示其他系列」打上 Check 符號，表示出的全部的系列都會被當做目標執行最適化。

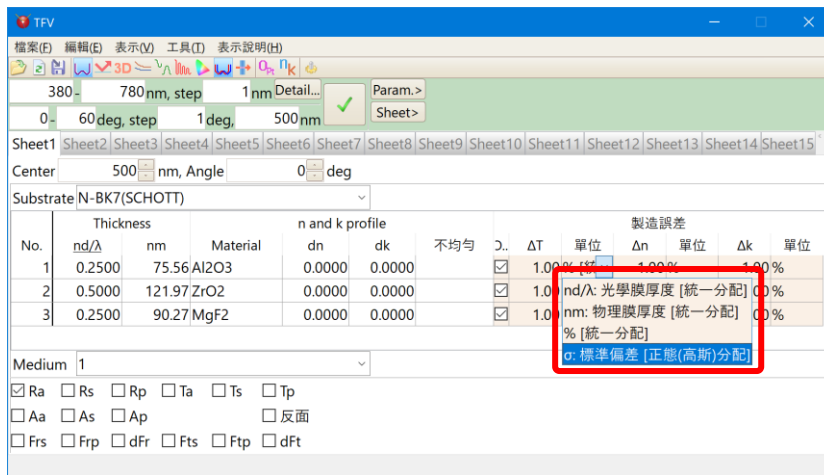
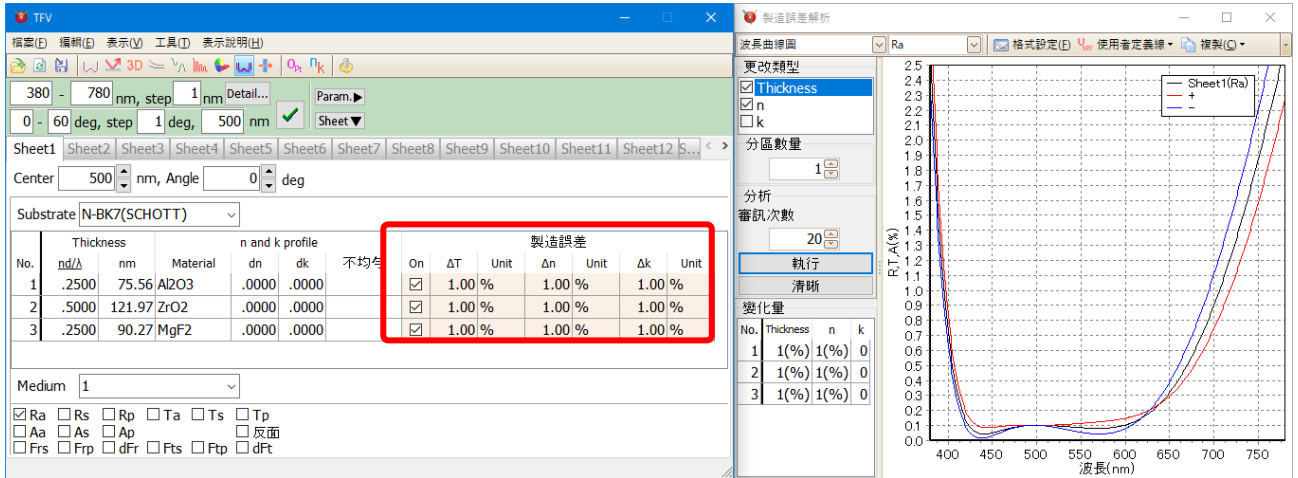


例如：關於 Sheet1 的 Ra 執行 free 手動 mode 的最適化時，在曲線圖上會表示 Sheet1 的 Ra 裡面與 Ta，於「固定被表示的其他系列」打上 Check 符號時，用滑鼠把變形 Ra · Ra 裏面 · Ta 的三種系列當作目標執行最適化。沒有打上 Check 符號時，用滑鼠只有變形的 Ra 當作目標被執行最適化。

10. 製造誤差

您現在可以設置每個圖層的更改量。

現在可以在正常 (高斯) 分佈的情況下進行計算。



在數值數據的顯示中，現在不僅可以顯示傳統的數字顯示，而且可以顯示每個 Trial 的膜厚度,n,k 的數值。

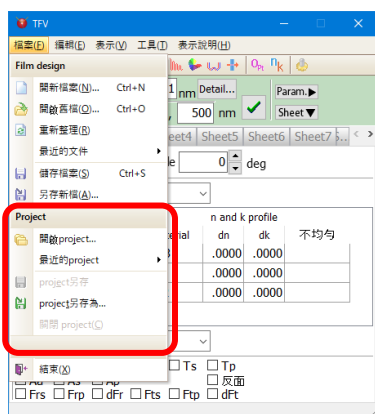
The first screenshot shows a table of trial-by-trial data for three layers (Sheet1(Ra), +, -) across a range of wavelengths (380-393 nm). The second screenshot shows a detailed summary table for Layer 1 (Al2O3) and Layer 2 (ZrO2), including maximum, minimum, average, and standard deviation values for thickness, refractive index, and extinction coefficient.

波長(nm)	Sheet1(Ra)	+	-	Trial1	Trial2
380	2.583477606	2.882646393	2.328185732	2.366712542	2.288731031
381	2.445031814	2.730102770	2.201887753	2.234829996	2.158800829
382	2.312149033	2.583653665	2.080675991	2.108598927	2.034453932
383	2.184718008	2.443187972	1.964442835	1.987893571	1.915562408
384	2.062622466	2.308587780	1.853076969	1.872583309	1.801994303
385	1.945741726	2.179729096	1.746463890	1.762533333	1.693614243
386	1.833951296	2.056482556	1.644486399	1.657605279	1.590284015
387	1.727123440	1.938714105	1.547025065	1.557657839	1.491863119
388	1.625127724	1.826285660	1.453958675	1.462547344	1.398209296
389	1.527831531	1.719055740	1.365164655	1.372128316	1.309179017
390	1.435100559	1.616880070	1.280519467	1.286253988	1.224627960
391	1.346554293	1.519340353	1.199677084	1.204554030	1.144220946
392	1.262331622	1.426591466	1.122763613	1.127133295	1.068034575
393	1.182295290	1.338483834	1.049653959	1.053843474	0.995923761
最大值	2.615381789	2.882646393	2.990836841	2.366712542	2.651312889
最小值	0.043510567	0.085545715	0.015934834	0.079717928	0.070282485
平均	0.569680009	0.534080767	0.629079835	0.538331285	0.565670202

Sheet1(Ra)	Layer 1 (Al2O3)	Layer 2 (ZrO2)
ΔThickness	Δn	Δk
0.000000000	0.000000000	0.000000000
0.000250000	0.016543418	0.000000000
-0.002500000	-0.016543418	0.000000000
0.002249603	0.008355309	0.000000000
-0.002091100	-0.001060404	0.000000000
0.001203747	-0.007833088	0.000000000
-0.002230425	-0.003430547	0.000000000
-0.001212401	0.005993964	0.000000000
-0.000060546	0.001243319	0.000000000
0.002352148	-0.003919589	0.000000000
-0.000077045	0.006578022	0.000000000
-0.000301199	0.008806125	0.000000000
Trial的最大	0.002352148	0.013068425
Trial的最小	-0.002230425	-0.010531434
Trial的平均	-0.000084444	0.002619691
Trial的標準偏差	0.001581615	0.007432919

11. Project 的保存・讀取

在主視窗各 Sheet 上表示的膜數據或視窗的配置、曲線圖的書寫格式和使用系統等現在的狀況都會以 Project 保存在檔案裡，讀取保存的 Project 檔案時，這些狀態就會被復原。



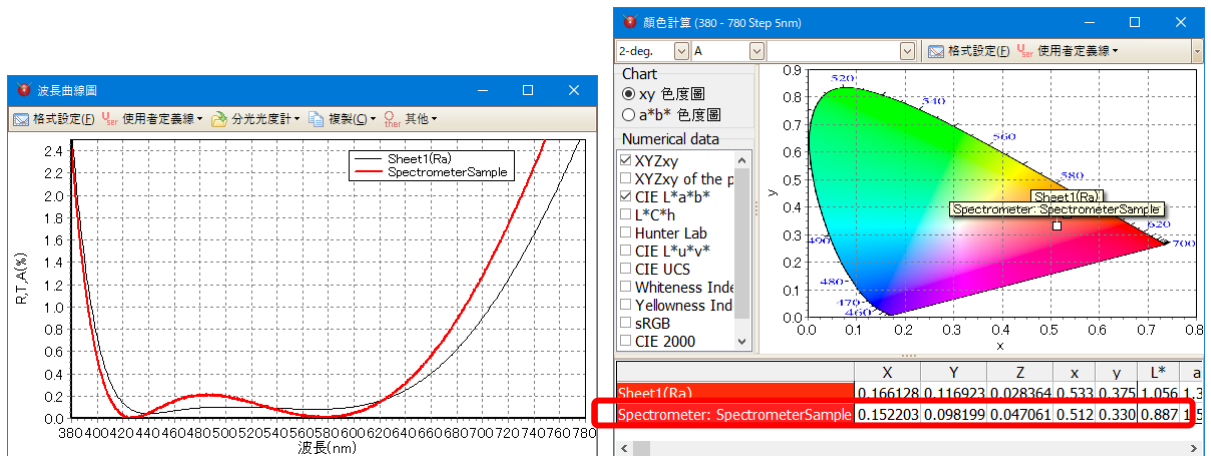
- 保存的內容

Project 的保存會保存下記的內容。

項目	保存內容
膜數據	在主視窗各 Sheet 上表示保存的膜數據檔案名。 ※ 有未保存的膜數據時，會跳出催促保存的訊息。
計算設定	開始波長、終了波長、計算波長間隔、開始角度、終了角度、計算角度間隔、角度特性計算波長。
計算種別的選擇狀態	在主視窗各 Sheet 計算種別(Ra, Rs, Rp, Ta...dFt,裏面)的選擇狀態。
Sheet 數	在主視窗表示的 Sheet 數。
主視窗	主視窗的表示位置・Size。選擇的 Sheet 號碼。
使用者系統	表示的使用者系統的檔案名、線的顏色・類型・線寬。 ※ 使用者系統對象為可能表示的全部的曲線圖。 ※ 沒有保存在檔案裡的使用者系統為對象外。
分光光度計系統	表示在波長曲線圖上的分光光度計系統的檔案名、線的顏色・類型・線寬、絕對值發生變換時，參考基板名。
曲線圖的寫法	保存各曲線圖的表示/非表示狀態、曲線圖的表示位置・Size、表示系列的顏色・類型・線寬、軸的最大值・最小值・格子寬度的設定狀態、範例的表示/非表示狀態・位置、波長入射角複合曲線圖等的高線設定。 ※ 可以設定書寫格式的所有曲線圖皆為對象。
電場強度曲線圖	計算種別(平均(s,p), s...)的選擇狀態。
色計算	視野、光源、色差計算的基準、曲線圖種別、數值數據的選擇狀態。
製造誤差解析曲線圖	曲線圖種別(波長曲線圖・入射角曲線圖・色計算)、計算種別(Ra, Rs...)、變化種別(膜厚變化・屈折率變化・吸收係數變化)的選擇狀態。
Stack 視窗	表示在 Stack 視窗的 Sheet 數。 入射角、表面側的膜、基板、媒質、裏面側的膜、出射媒質、厚度、計算種別的選擇狀態。視窗的表示位置。

12. 分光光度計 Data、使用者定義線 data 的色計算

把在波長曲線圖上表示的分光光度計數據、使用者定義線數據的色計算結果表示在色計算畫面上。



把原本的數據到 380~780nm 為止，用每隔 5nm 的值，從直線補間的值來執行色計算。
即使波長範圍不足或是數據點數很少也可以執行插入，補間去計算。
數據為每隔 1nm 時也會用每隔 5nm 的值去計算。

13. 欄位的複製與貼上

可以選擇欄位複製與貼上設計的 data

如下圖用滑鼠或是[Shift+箭頭]鍵選擇想要複製的欄位。

Manufacturing error				
On	delta_T	Unit	delta_n	Unit
<input checked="" type="checkbox"/>	1.00 %		1.00 %	
<input checked="" type="checkbox"/>	1.00 %		1.00 %	
<input checked="" type="checkbox"/>	1.00 %		1.00 %	

無法用滑鼠選擇以複選框為基準點的欄位。
請從反方向的欄位開始用滑鼠或是[Shift+箭頭]鍵選擇。

從主選單選擇[編輯]-[將選定的單元格複製到剪貼板]或是點擊右鍵選擇選單裡的[將選定的單元格複製到剪貼板]就可以將選擇的範圍內容複製到剪貼版。

On	delta_T	Unit	delta_n	Unit	delta_k
<input checked="" type="checkbox"/>	1.00 %		1.00 %		1.00 %
<input checked="" type="checkbox"/>	1.0	Cell			
<input checked="" type="checkbox"/>	1.0				

於希望貼上內容欄位的左上方欄位點擊右鍵，選定按下[從剪貼板黏貼到單元格]就可以把希望複製的內容貼上。

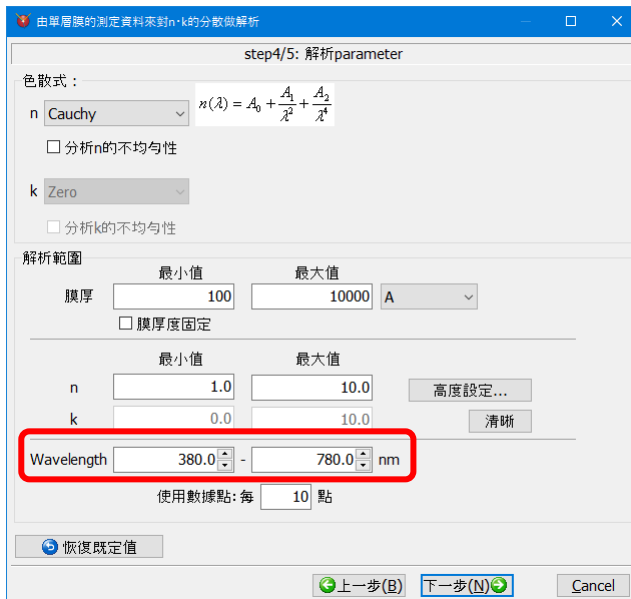
On	delta_T	Unit	delta_n	Unit	delta_k	U
<input checked="" type="checkbox"/>	1.00 %		1.00 %		1.00 %	
<input checked="" type="checkbox"/>	1.0	Cell				
<input checked="" type="checkbox"/>	1.0					

也可以由 Excel 的欄位來貼上。

14. 由單層膜的測定資料來對 n · k 的分散做解析

可以設置分析波長範圍。

請在波長範圍過寬時使用，或者排除測量精度較差的波長。

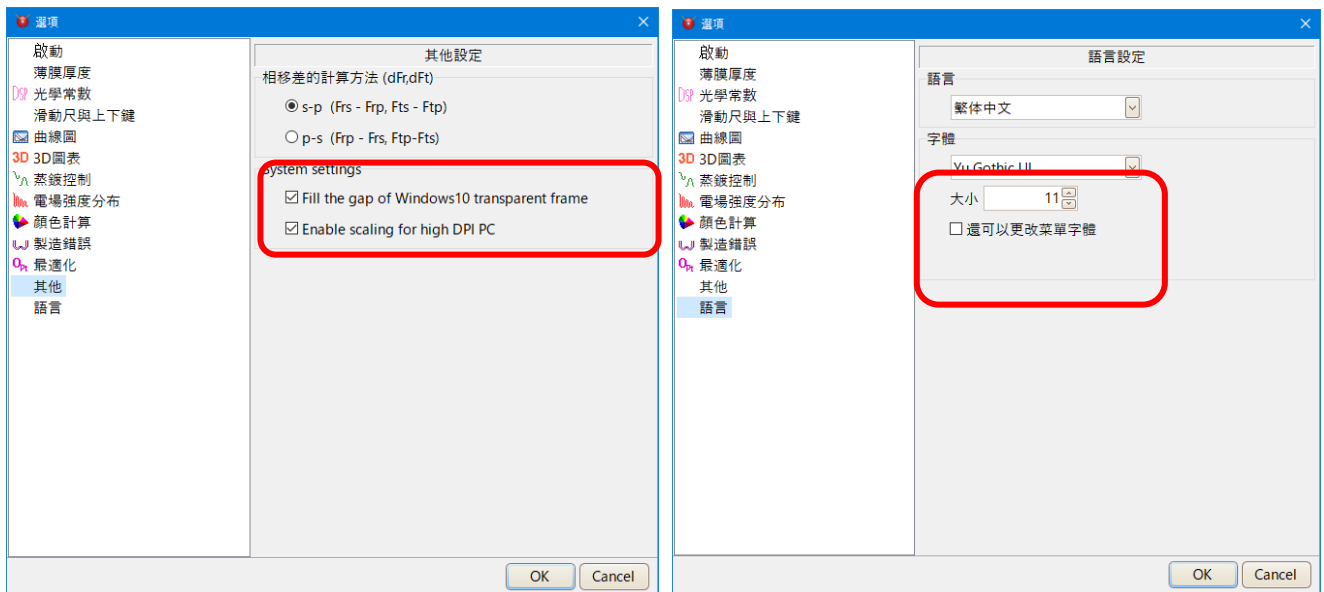


此外，有些情況下，在以前的版本中無法進行分析，但我們對其進行了改進，以便盡可能地進行分析。

15. 改進顯示

15.1. 高分辨率顯示兼容

即使是具有高分辨率顯示的字符也不會模糊。根據 Windows 縮放設置縮放字符。您還可以設置字體和字體大小。



15.2. 切換語言

您現在可以切換語言而無需重新啟動。

16. 添加膜材料數據

添加了京都薄膜材料研究所(Kyoto Thin-Film Materials institute)的蒸發材料數據。

Al₂O₃(KTM), HfO₂(KTM), LaF₃(KTM), Ti₃O₅(KTM), ZrO₂(KTM), ZrTiO₂(KTM)

17. 更新基板 data

我們將 SCHOTT · HOYA · OHARA · SUMITA · HIKARI · CDGM (成都光明) 的玻璃數據更新至 2014 年的最新版本。

由於還記錄了內部透射率，如果玻璃厚，則堆疊計算可能與先前版本的結果不同。

另外，一些眼鏡的折射率發生了變化。

添加紅外線板。Al₂O₃(Subst) · ALON(Subst) · GaAs(Subst) · Ge(Subst) · Si(Subst) · ZnSe(Subst)。

18. 分光光度計文件

支持閱讀 Shimadzu 分光光度計 SPC 文件，JASCO JWS 文件，Olympus-USPM Ver2.0 文件。

19. 周期層

現在可以擴展週期性層。

從菜單中選擇[編輯] - [展開週期膜層]

20. 數字數據

以前，只能顯示一個數值數據屏幕，但可以同時顯示多個數字數據屏幕。

它成為一種表格格式，變得更容易閱讀。

21. 錯誤修復

當 XYZ 值為 0.008856 或更小時，修正了顏色計算 L * a * b 時的計算誤差。

22. 規格變更

22.1. 後表面特徵的顯示

透射的背面和透射相的背面不顯示，因為它們是與正面相同的值。

22.2. 改變幫助類型

Windows 的幫助形式已被廢除並更改為顯示說明手冊 pdf。

23. 與舊版本膜數據檔案的互換性

將新版本保存的膜數據檔案以舊版本讀取後再保存時，請注意會把不存在於舊版本上的機能項目刪除掉。

在每個版本的膜數據檔案(附檔名 flm)下保存的項目如下。

		TFV3.0	TFV2.2
Thickness	光學膜厚度	○	將 TFV3.0 的檔案以 TFV2.2 讀取時，會讀取在 TFV3.0 下優先被設定側 (標題有下底線表示之側) 的膜厚。
	物理膜厚度	○	
n and k profile	Material	○	○
	dn	○	○
	dk	○	○
	不均勻	○	○
蒸鍍控制	Tooling	○	○
	dn	○	○
	dk	○	○
	Filter(nm)	○	○
	Start	○	○
	MG	○	○
最適化	On	○	○
	Min	○	○
	Max	○	○
	單位	○	×單位通常為 nm。
	Needle	○	○
製造誤差解析	On	○	×
	ΔT	○	×
	單位	○	×
	Δn	○	×
	單位	○	×
	Δk	○	×
	單位	○	×
周期膜層	周期	○	○
	倍率	○	○
其他	中心波長	○	○
	入射角	○	○
	基板	○	○
	入射媒質	○	○
	Monitor Glass	○	○
	註解	○	○

○：保存項目、×：非保存項目