

Mueller Matrix Polarization Testing

以 AxoScan 及 AxoStep 系統

Matthew H. Smith, Ph.D.



谢 晟 / 副总经理
135-4063-1709



成都町田科技有限公司
Chengdu Machida Technology Co., Ltd



028-84260158 ☎
www.machida.cn 🌐
machida@fujita-cn.com ✉
成都市郫都区凯信广场A栋1117室 📍

Axometrics, Inc.
Huntsville, AL 35806
U.S.A.

大綱

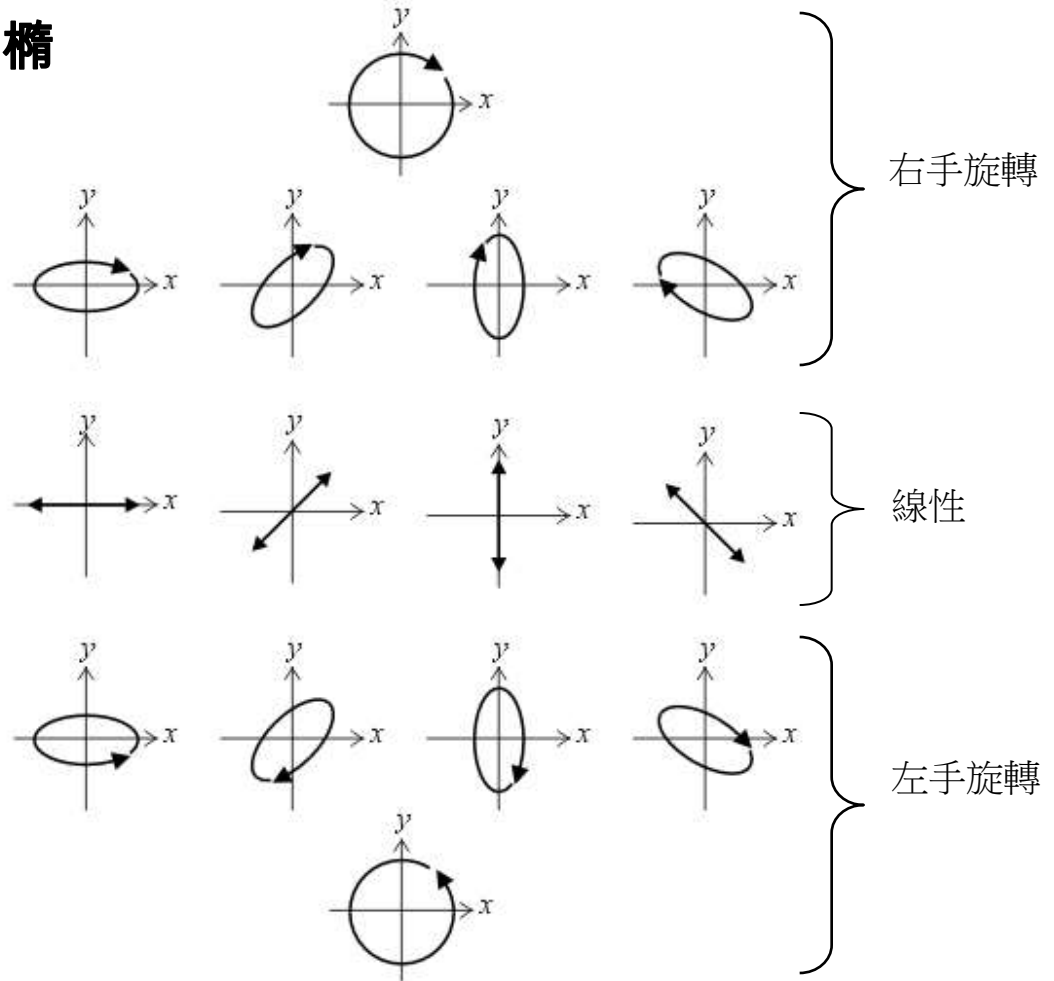
- 了解 Mueller Matrix
- 測量 Mueller Matrix
- 計算 LCD 參數
- AxoScan 及 AxoStep

了解 Mueller Matrix

可能的偏振狀態

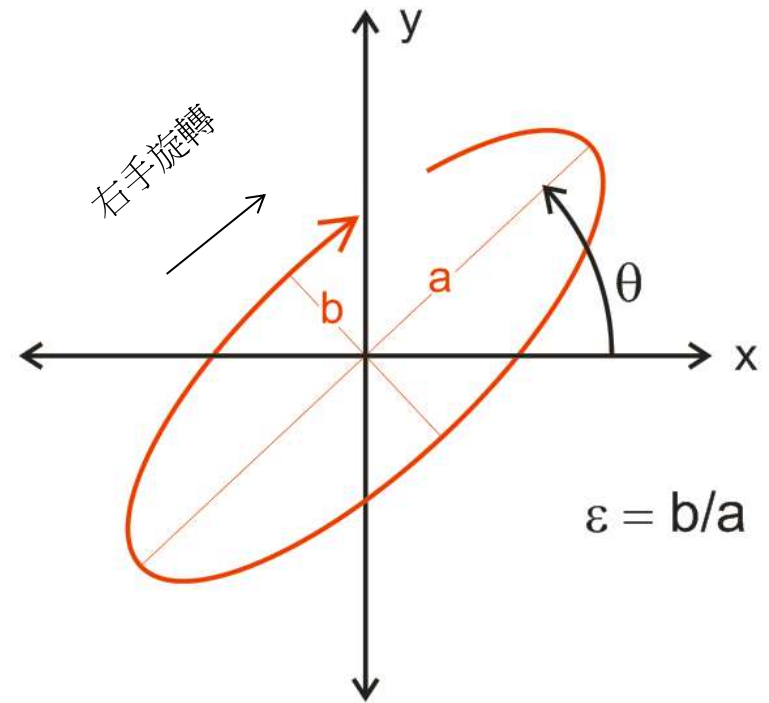
- 偏振狀態的燈光 是任意的橢圓型

- 圓型
- 橢圓型
- 線性
- 順時針旋轉
 - 右手
- 逆時針旋轉
 - 左手



The Polarization Ellipse(偏振橢圓)

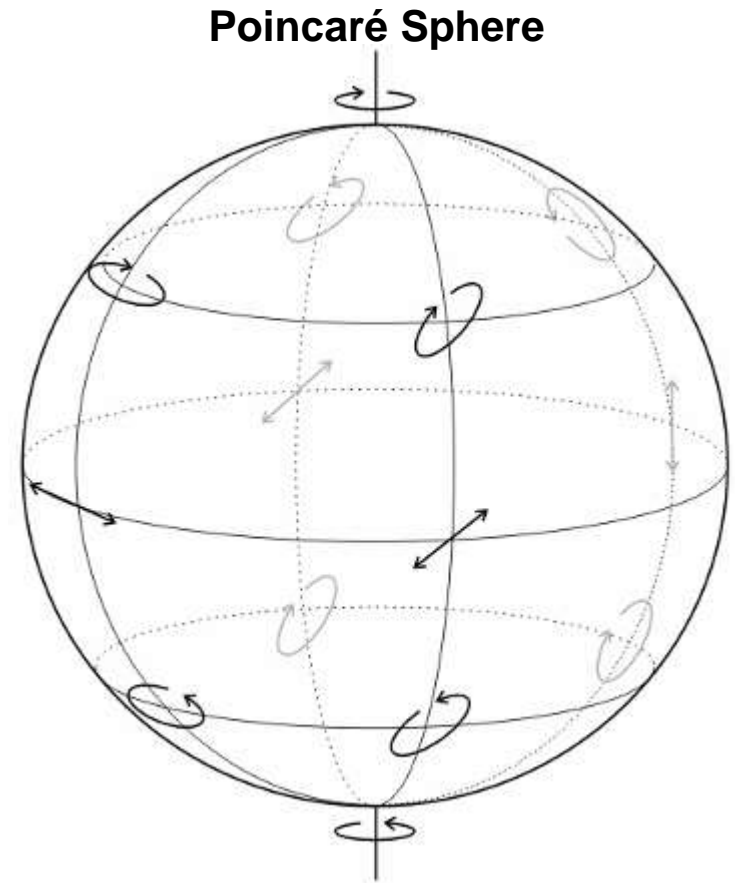
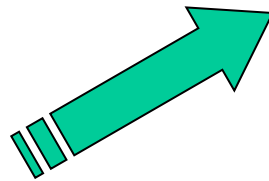
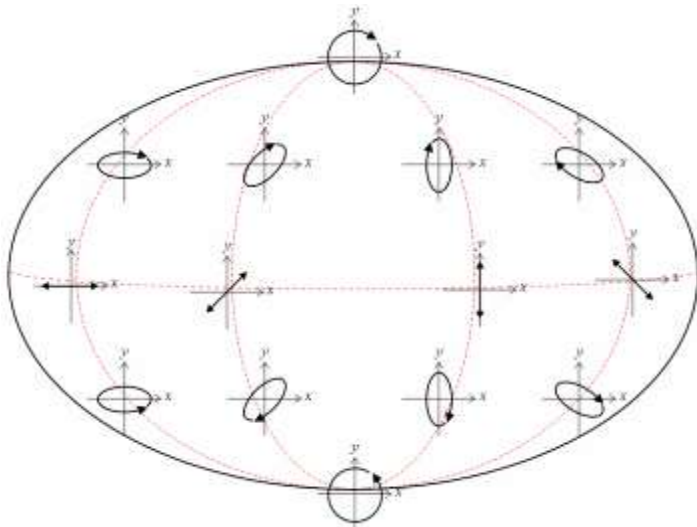
- 偏振光，我們將它定義為：
 - Orientation(方位), θ
 - 角度從 -90° to 90°
 - Ellipticity(橢圓率), ε
 - $\varepsilon = +1$; 右手循環
 - $\varepsilon = 0$; 線性循環
 - $\varepsilon = -1$; 左手循環
 - 慣用手, 右邊或左邊
 - 右手 ; CW 旋轉
 - 左手 ; CCW 旋轉
 - Degree of Polarization 偏振角度(DOP)
 - DOP = 1 ; 全偏振
 - DOP = 0 ; 完全隨機



註記: 角度是從觀察光柱而來的

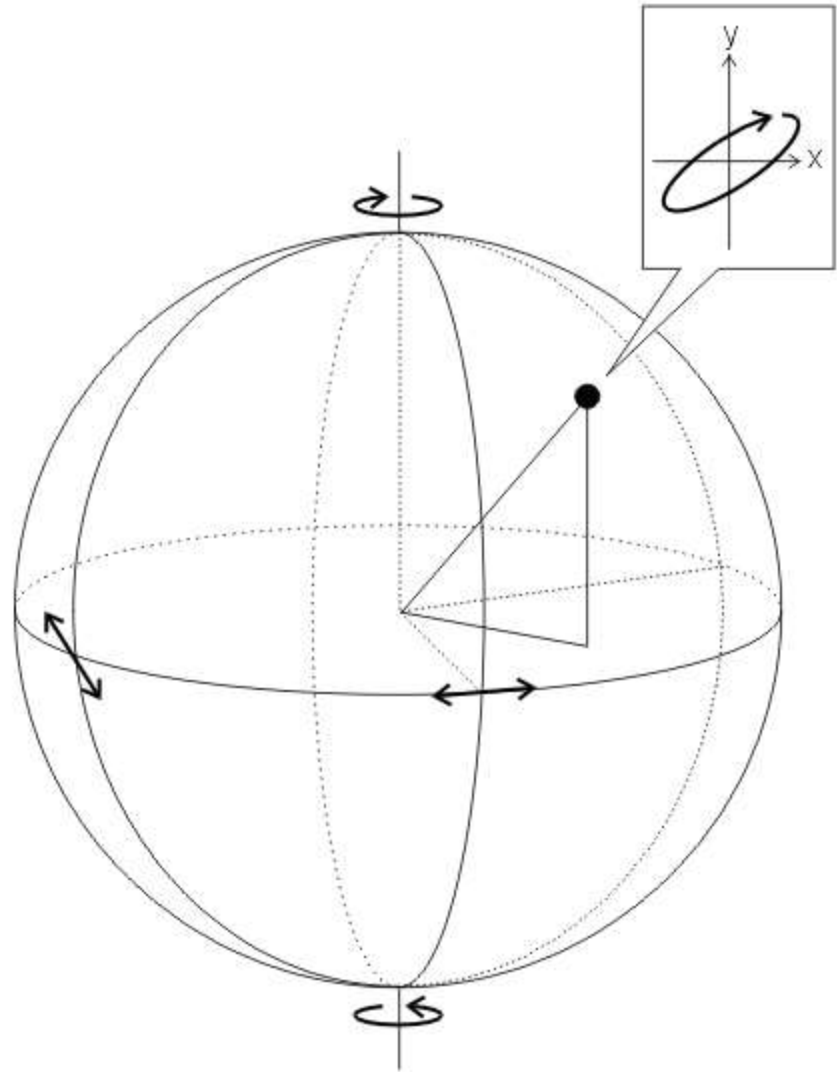
Poincaré Sphere

- 方便標記所有可能的偏振橢圓標記在sphere的表面上
 - 每一個偏振狀態是單一經度及緯度座標的唯一定義
 - 這是Poincaré sphere



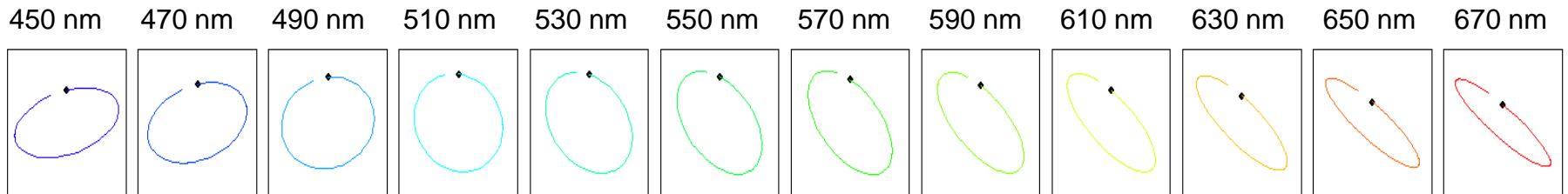
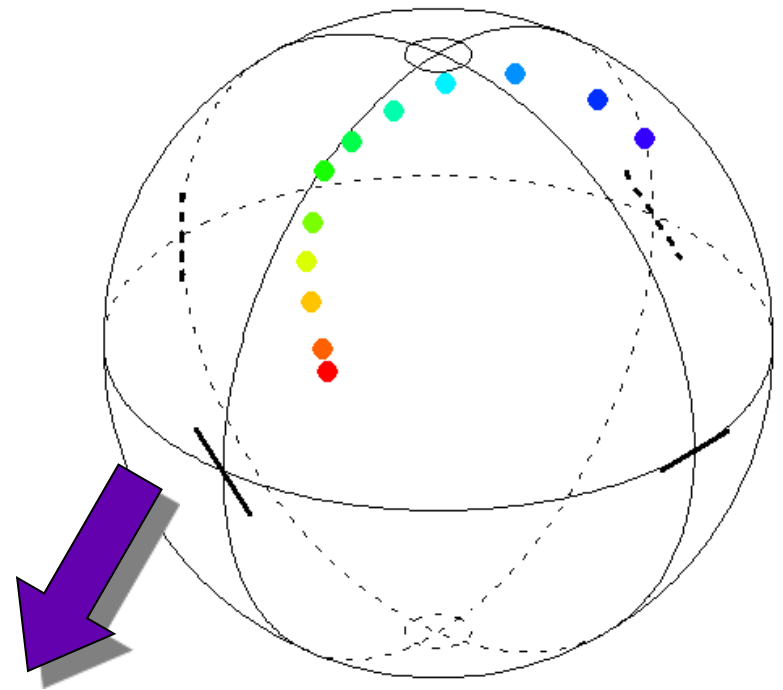
Poincaré Sphere的範例

- 易於了解Sphere上的任何一個點的polarization ellipse(偏振橢圓).
- Polarization(偏振)研究以Poincaré sphere 為代表, 讓我們更易於了解.



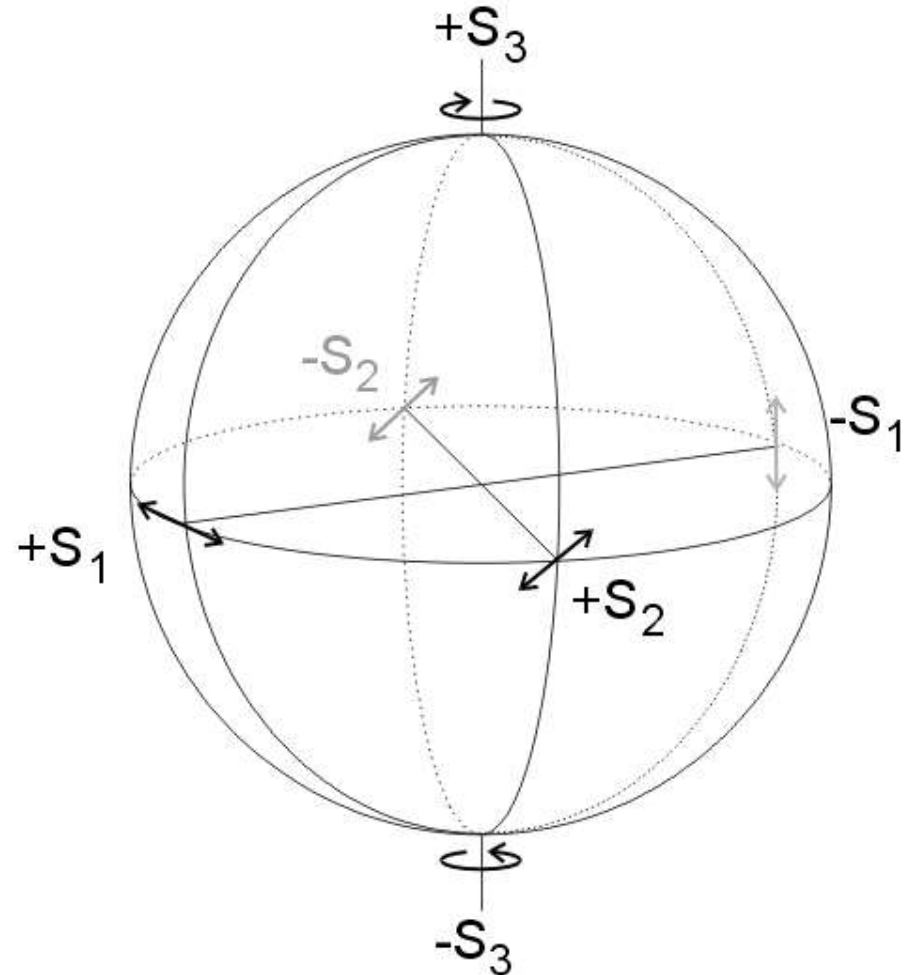
Poincaré Sphere 範例

- 我們可以在 Poincaré Sphere 上描點，以了解偏振狀態是如何改變的。



Stokes Vector 座標系統

- XYZ Cartesian 定義座標系統, 用來描述 Poincaré sphere
 - 見圖形上的軸 S_1 , S_2 及 S_3
- Stokes Vector, \mathbf{S} , 是由一種4元素向量所定義的
 - $\mathbf{S} = \{S_0, S_1, S_2, S_3\}$



S_0 是光線的強度

S_1 , S_2 , 及 S_3 定義偏振狀態

偏振角度的定義為

$$DOP = \frac{\sqrt{S_1^2 + S_2^2 + S_3^2}}{S_0}$$

Stokes Vectors 準則

- 水平線性狀態

$$\hat{\mathbf{H}} = [1 \quad 1 \quad 0 \quad 0]^T$$

- 垂直線性狀態

$$\hat{\mathbf{V}} = [1 \quad -1 \quad 0 \quad 0]^T$$

- 45° 線性狀態

$$\hat{\mathbf{45}} = [1 \quad 0 \quad 1 \quad 0]^T$$

- 135° 線性狀態

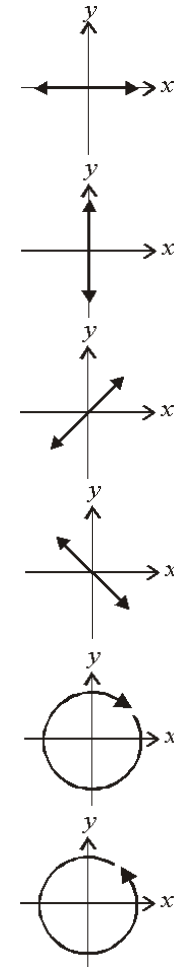
$$\hat{\mathbf{135}} = [1 \quad 0 \quad -1 \quad 0]^T$$

- 右旋圓形狀態

$$\hat{\mathbf{R}} = [1 \quad 0 \quad 0 \quad 1]^T$$

- 左旋圓形狀態

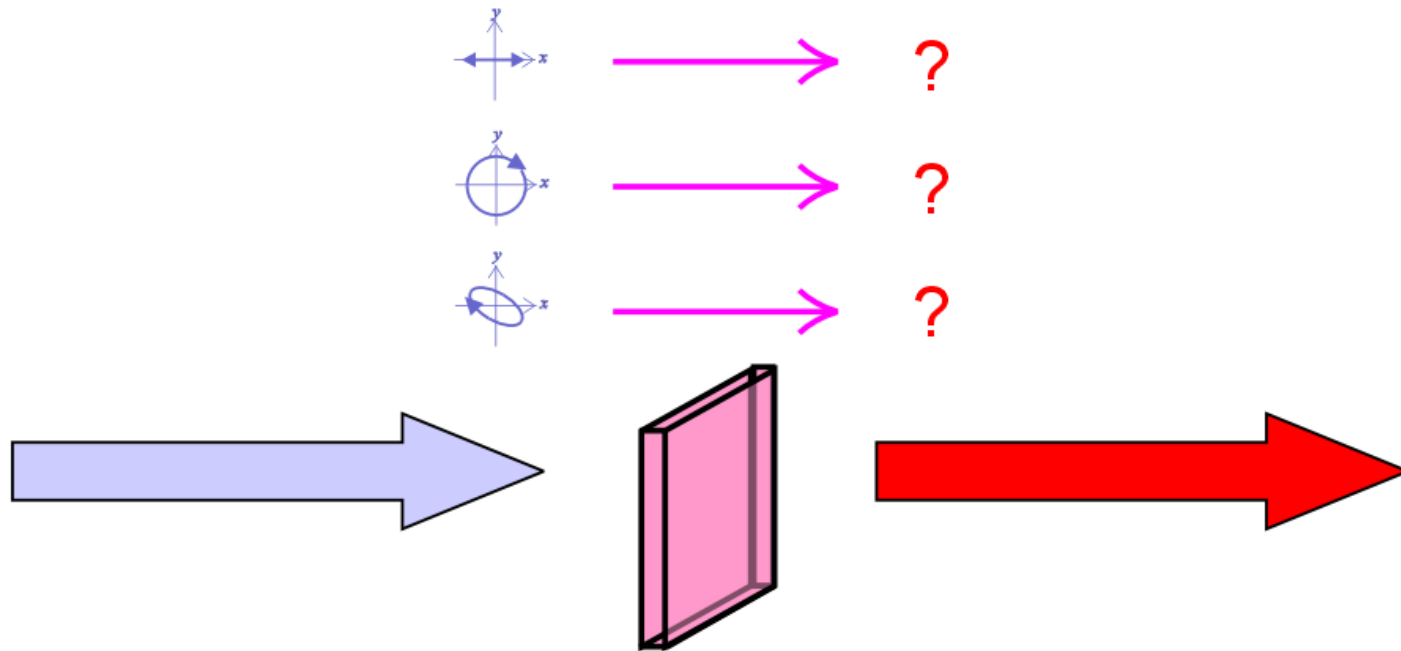
$$\hat{\mathbf{L}} = [1 \quad 0 \quad 0 \quad -1]^T$$



註記：所有的圖形都是由所見光線所定義出來的

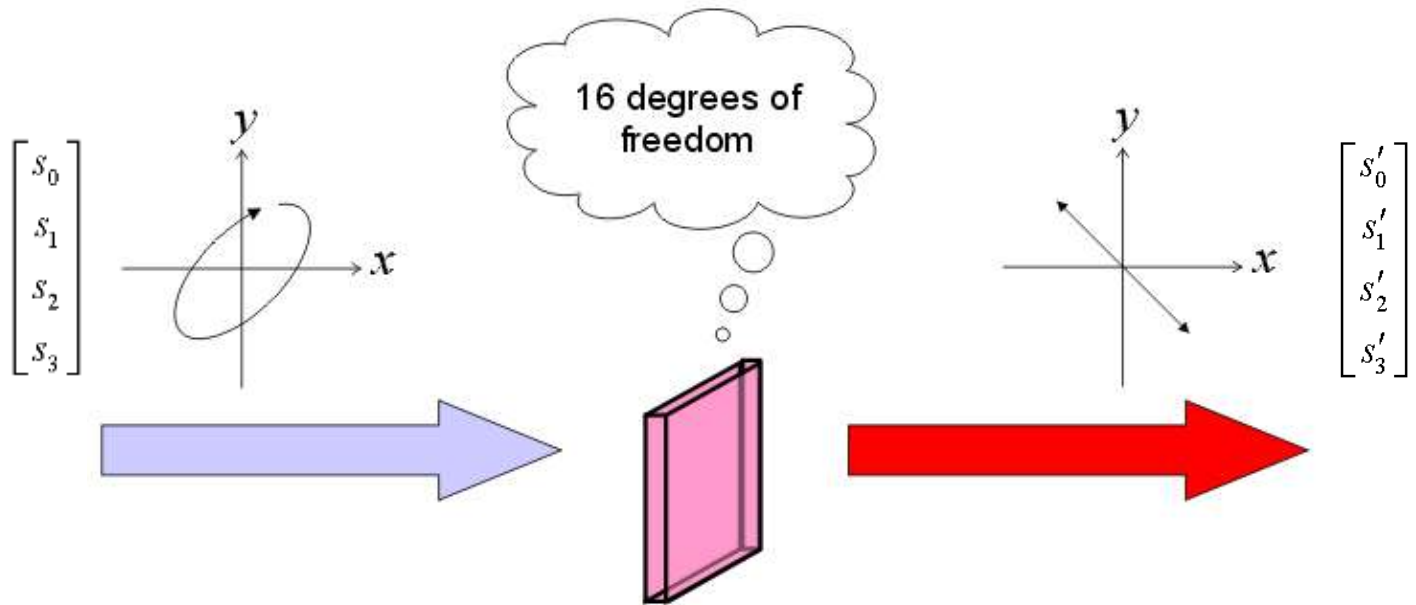
Polarization Properties of Materials(材質的偏振特性)

- 使用 **Stokes Vector**, 我們可以完整的敘述任一燈光光線的偏振狀態
- 再者, 我們需要敘述 **如何改變樣品的入射光的偏振狀態** 透進新的偏振狀態成為出射光



Polarization Properties of Materials (材質的偏振特性) (續.)

- 材質的偏振特性是決定論的
 - “告訴我所輸入的狀態,我會告訴你傳輸的狀態”
- 這是一個複雜的問題. 物理需求16個參數以描述所有可能的偏振反應
 - 要求我們研發一套數學工具



Mueller Matrix

$$\mathbf{M} \vec{\mathbf{S}} = \begin{bmatrix} m_{00} & m_{01} & m_{02} & m_{03} \\ m_{10} & m_{11} & m_{12} & m_{13} \\ m_{20} & m_{21} & m_{22} & m_{23} \\ m_{30} & m_{31} & m_{32} & m_{33} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} s_0 \\ s_1 \\ s_2 \\ s_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} s'_0 \\ s'_1 \\ s'_2 \\ s'_3 \end{bmatrix} = \vec{\mathbf{S}'}$$

- **M** 是 **Mueller Matrix**.
- **M** 的16個數值是真實的數字
- **M** 運算 入射Stokes vector **S** 及 產生出射Stokes vector **S'** (transmitted(傳送), reflected(反射), diffracted(衍射)或 scattered(散射))
- **M** 元素是無單位的.
- **M** 包含 no absolute phase(非絕對相位)的資訊

Mueller Matrix (續前頁)

- 一但我們知道Mueller matrix, 我們就會知道樣品裡偏振特性的所有訊息
- 切記,樣品的Mueller matrix 一般樣品的改變是根據:
 - 波長 (頻譜變異)
 - 入射角 (視角變異)
 - 樣品上的位置 (空間變異)
- 所以,根據我們的應用, 我們也許需要以多波長, 入射角或是方位上測量樣品.

Mueller Matrix範例

- 關於 Mueller matrix:

$$\mathbf{M} = \begin{pmatrix} 0.495 & 0.0338319 & 0.483819 & 0. \\ -0.194749 & 0.0335097 & -0.201593 & -0.0640509 \\ 0.217966 & -0.0305523 & 0.225139 & -0.0618532 \\ 0.360206 & 0.0916837 & 0.362119 & 0.00345487 \end{pmatrix}$$

- 完整描述樣品如何改變polarization(偏振)的燈光
- 但它會造成混淆而且沒有什麼幫助
- 我們需要更多的分析....

Polar Decomposition(極分解)

- 一個數學運算 (polar decomposition極分解) 可以被用來分割 Mueller matrix 為它基本的 **depolarization** 去極化, **retardance** 相位延遲, 及 **diattenuation** 衰減(偏光特性)的特性:

$$\mathbf{M} = \begin{pmatrix} 0.495 & 0.0338319 & 0.483819 & 0. \\ -0.194749 & 0.0335097 & -0.201593 & -0.0640509 \\ 0.217966 & -0.0305523 & 0.225139 & -0.0618532 \\ 0.360206 & 0.0916837 & 0.362119 & 0.00345487 \end{pmatrix}$$

For more information, see:
S. Lu and R. A. Chipman, "Interpretation of Mueller matrices based on polar decomposition," J. Opt. Soc. A. **13**, 1106-1113 (1996).

$$\begin{pmatrix} 1. & 0. & 0. & 0. \\ 0 & 0.9 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0.9 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1. \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1. & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0.500609 & -0.482256 & -0.718902 \\ 0 & -0.482256 & 0.534291 & -0.694235 \\ 0 & 0.718902 & 0.694235 & 0.0348995 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 0.495 & 0.0338319 & 0.483819 & 0. \\ 0.0338319 & 0.100922 & 0.0275566 & 0. \\ 0.483819 & 0.0275566 & 0.493073 & 0. \\ 0. & 0. & 0. & 0.0989949 \end{pmatrix}$$

$$\mathbf{M} = \mathbf{M}_{dep} \mathbf{M}_{ret} \mathbf{M}_{diatt}$$

The Basic Reduced Parameters(基本簡化參數)

- **Transmittance (穿透)**– unpolarized light(自然光)的百分比穿透樣品
- **Diattenuation(衰減)** – 不同的入射狀態有不同的穿透數據
 - **Polarizer efficiency(偏光效率)** 或 Diattenuation(衰減) = $(T_{\max} - T_{\min}) / (T_{\max} + T_{\min})$
 - Transmission axis(穿透軸)
 - Poincaré sphere上的入射狀態是最大傳送
- **Retardance(相位延遲)** – 在不同的傳播狀態間的相位偏移
 - Retardance magnitude(相位延遲強度)
 - Fast-axis(快速軸)
 - 在Poincaré sphere上的點表示最快速的偏振狀態
- **Depolarization Index (去極化指標)**– 降低燈光偏振角度的能力

Mueller Matrix (總結)

- 當我們測量 polarizers(偏振) 及 retarder films(相位差膜):
 - 使用者想要簡化參數, 如 retardance(相位遲疑), polarizer axis(偏光軸), 等.
 - Mueller matrix 是一個中間步驟, 通常用來計算這些參數
- 當我們測量LCD 面板:
 - 使用者想要知道以下參數, 如 cell gap, twist angle, etc.
 - 後面的報告中, 我們會提出如何測量 *Mueller matrix* 以計算出這些參數.

測量 Mueller Matrix

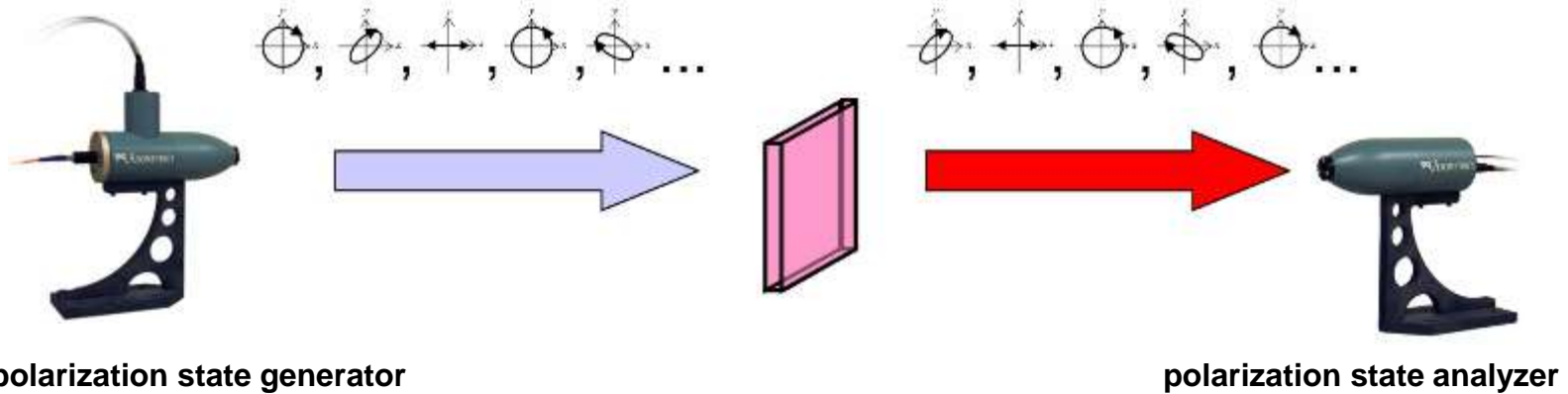
AxoScan 及 AxoStep



- AxoScan 及 AxoStep基礎的測量方式是建立在完整的 **Mueller matrix**.
- 一但我們知道樣品的Mueller matrix, 我們就會知道一切資訊! 現在我們只要以最有用的方式呈現多種樣品的數據.
- 但我們該如何測量Mueller matrix? 請見以下的圖片

操作準則

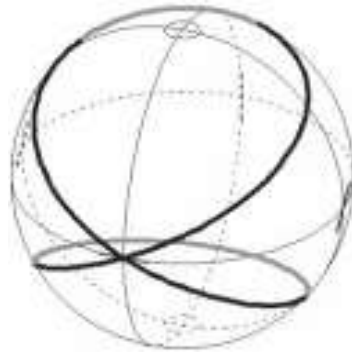
- 以一系列校正偏振狀態，照明這些樣品，從這些樣品中測量新的輸出偏振狀態。



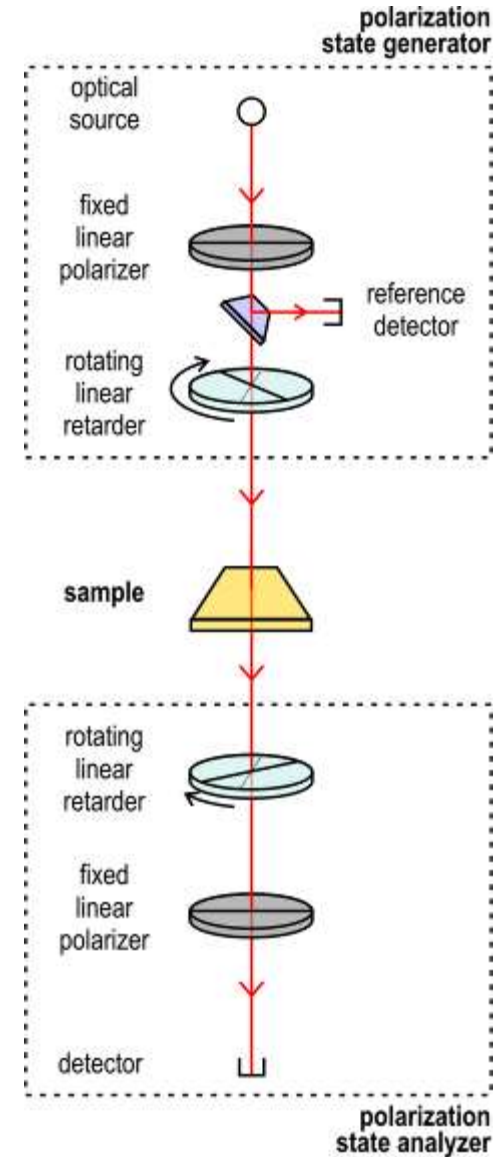
- AxoScan:** 120個不同的偏振狀態，測試 30ms
- AxoStep:** 40個不同的偏振狀態，測試14秒
- 所有種類的狀態：
 - Linear polarization(線性偏振), Elliptical polarization(橢圓偏振), Left-Handed(左手) 及 Right-Handed(右手)

光學設定

- 固定的polarizer(偏光片)跟著旋轉的偏光片產生延著這個trajectory(軌線)的polarization states(偏振狀態)：



- 旋轉的retarder(相位延遲片)隨著偏光片成為一個橢圓偏光片(分析器)及沿著相同的trajectory(軌線)傳輸狀態.
- 分析器裡的retarder(相位延遲片)比generator(產生器)快速的旋轉5次. 提供了generated(產生)的充分變異及分析偏振狀態以計算Mueller matrix



Measurement Mathematics(數學測量)

- 用來計算Mueller matrix 的數學有點複雜, 但基本的觀念是相當簡單:
 1. Polarization state generator偏振狀態產生器產生了一連串的 N polarization states(偏振狀態), 每一個都有**known已知** Stokes vector \mathbf{S}_n (where $n = 1$ to N)
 2. 每一個polarization state偏振狀態 \mathbf{S}_n 與樣品的**unknown未知** Mueller matrix \mathbf{M} 相互作用, 且作改變
 3. 改變的polarization states(偏振狀態)與偏振狀態分析器的 n^{th} analyzed state(分析狀態)相互作用, 得到**known已知** Stokes vector \mathbf{A}_n
 4. 然後 **measure(測量)** 每一個 n 狀態的intensity(強度) P_n
- 每一個測量的強度由 dot product(標量積)所限定:

$$P_n = (\mathbf{A}_n)^T \cdot \mathbf{M} \cdot \mathbf{S}_n$$

more...

Measurement Mathematics – Cont.

- 如果我們做16個測量 ($N = 16$) 我們可以解答16 個聯立方程式 $P_n = (\mathbf{A}_n)^T \cdot \mathbf{M} \cdot \mathbf{S}_n$ 以檢測16個未知的M元素.
- 要增加正確性, 我們可以 *over-specify*(過度表示) 方程式, 找到M的最佳適配方法.
 - AxoScan 使用 $N = 120$ 測量
 - 120 個測量所需時間為 30 ms
 - 計算時間約為 8 ms
- 更多關於數學的敘述, 可參考以下:

如所需更多資訊, 請見:

R. A. Chipman, *Polarimetry*, Ch. 22 in *Handbook of Optics Vol. II, 2nd Ed.*,
M. Bass ed., McGraw-Hill, New York, 1995.

Calibration校正

- 為了Mueller matrix \mathbf{M} 要是正確的, 偏振狀態 \mathbf{S}_n 及 \mathbf{A}_n 必須是 *known very accurately*(非常正確的已知數)
- 校正 AxoScan的關鍵是知道 系統裡兩個旋轉相位延遲片的 *retardance*(相位延遲)
 - 很困難, 因為相位延遲跟著波長及溫度產生變異
- 這是一個超快速及簡單的校正技術
 - 我們知道air(氣體)的Mueller matrix是identity matrix(單位矩陣),
 - 要做一個快速的氣體測量, 我們可以:
 - 驗證AxoScan 是不是有做好校正
 - 如果需要的話用AxoScan自動重新校正
- 我們可以提供參考標準來設定真實 0° 角度

$$\mathbf{M}_{air} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

計算Liquid Crystal Cell Parameters(液晶盒參數)

Mueller Matrix 方法

- Axometrics發明且已申請專利的新技術, 用來計算液晶參數
- Mueller Matrix 法 (MMM) 能提供同樣Crystal Rotation 法(CRM)相同的結果, 但MMM有以下優點
 - 測量以下任何的組合:
 - Cell gap
 - Twist angle
 - Rubbing direction (CF and TFT)
 - Pre-tilt angles (CF and TFT)
 - 任何模式的 cell:
 - Vertically aligned, parallel rubbed, anti-parallel rubbed, twisted
 - 在同一時間測量所有的參數
 - 使用單一測量集合

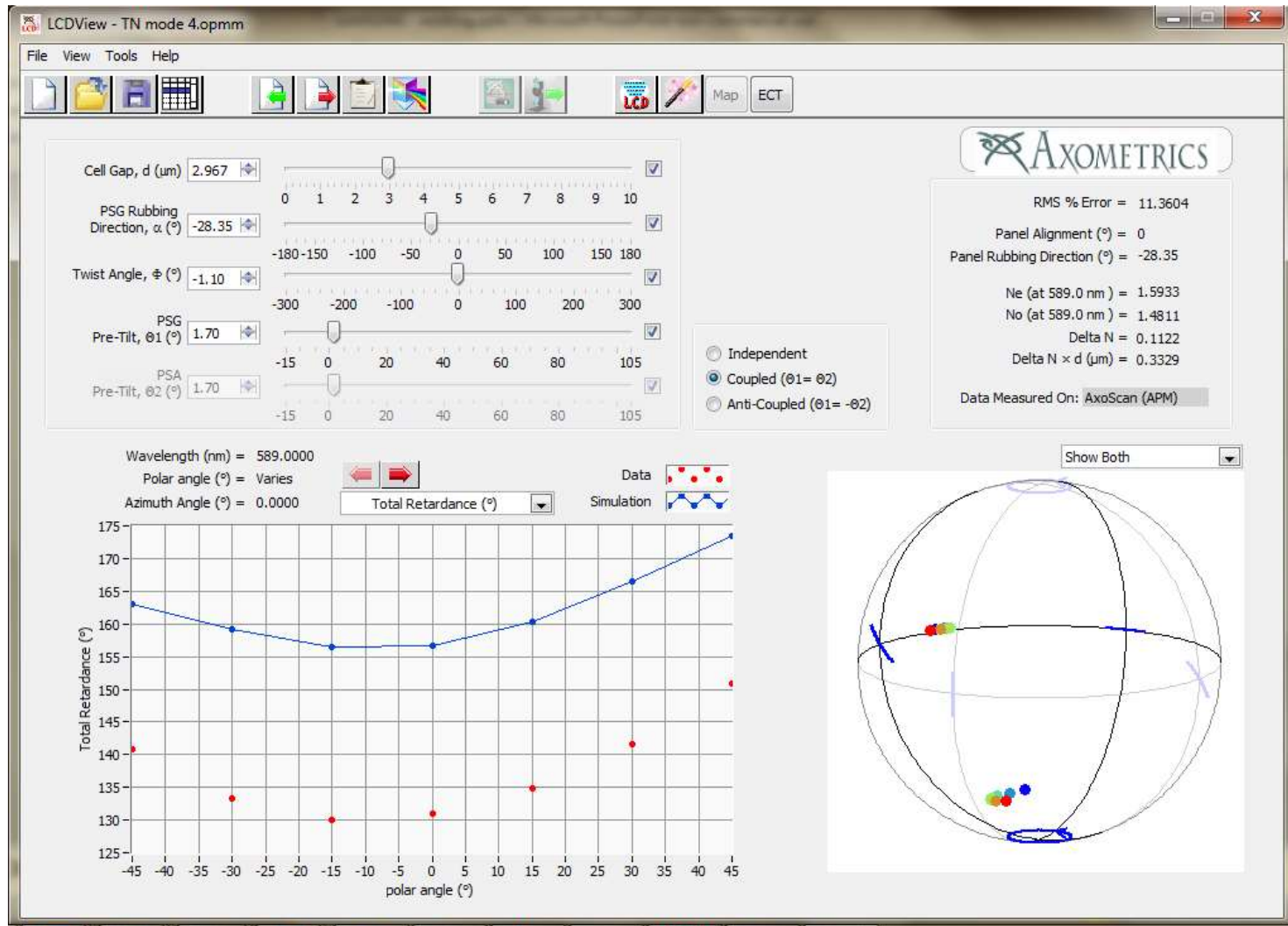
The Mueller Matrix Method – Cont.

1. 測量面板的多重入射角或波長的完整Mueller matrix
2. 使用Extended Jones Matrix method, 建立LCD電腦模擬模式, 以得到相同的入射角及波長

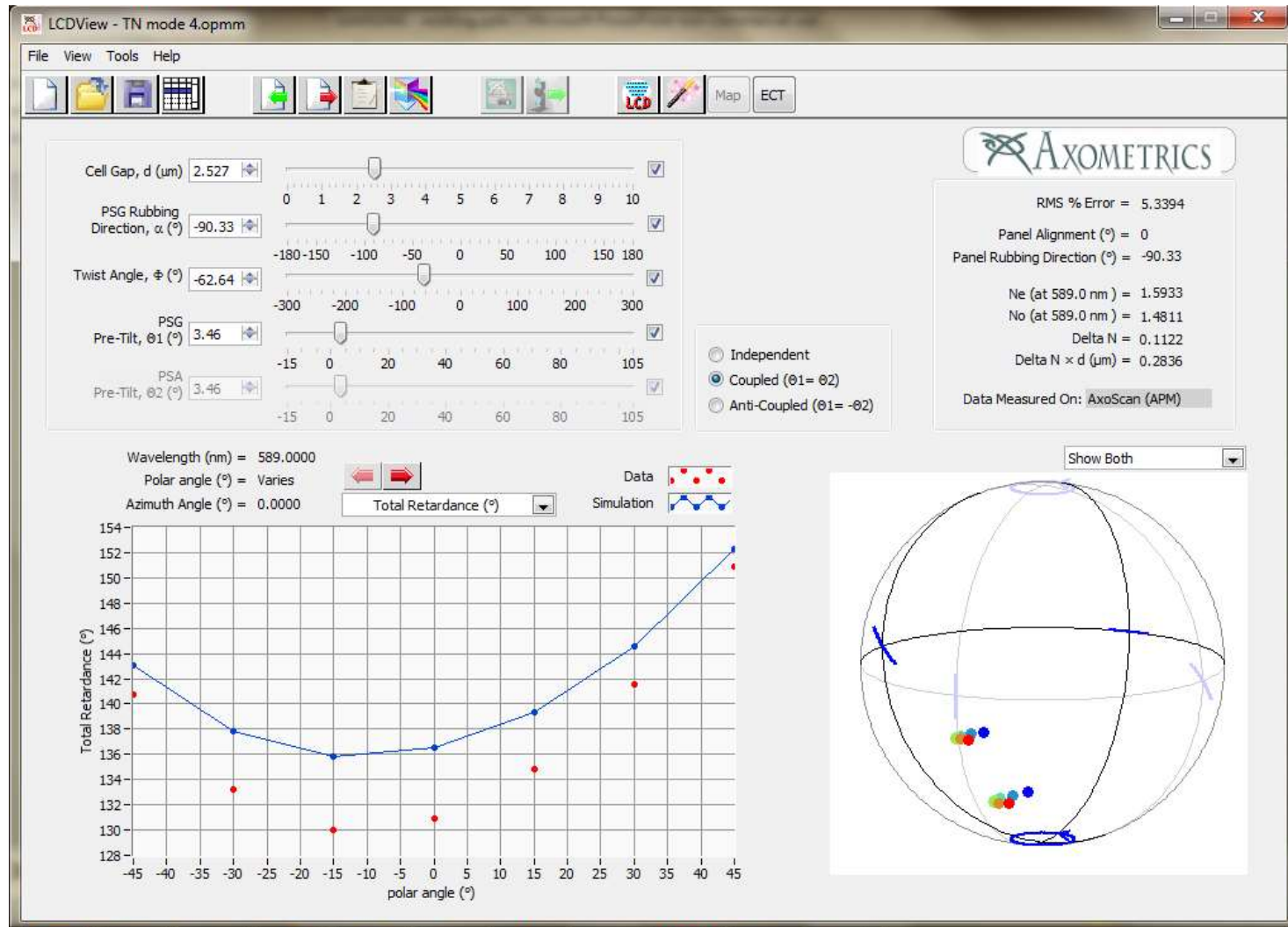
關於Extended Jones matrix method的更多描述, 請見:
P. Yeh and C. Gu, “Extended Jones Matrix Method” in Optics of Liquid Crystals (John Wiley & Sons. Inc, New York, 1999), Section 8.

3. 轉換這些模擬的Jones matrices 為Mueller matrices
 4. 計算已測得及模擬Mueller matrices 之間的RMS 差異
 5. 反覆變化模擬參數 (cell gap, twist angle, 等.), 將RMS差異降到最低
- 最佳適配法模式的參數表示LCD樣品正確的測量

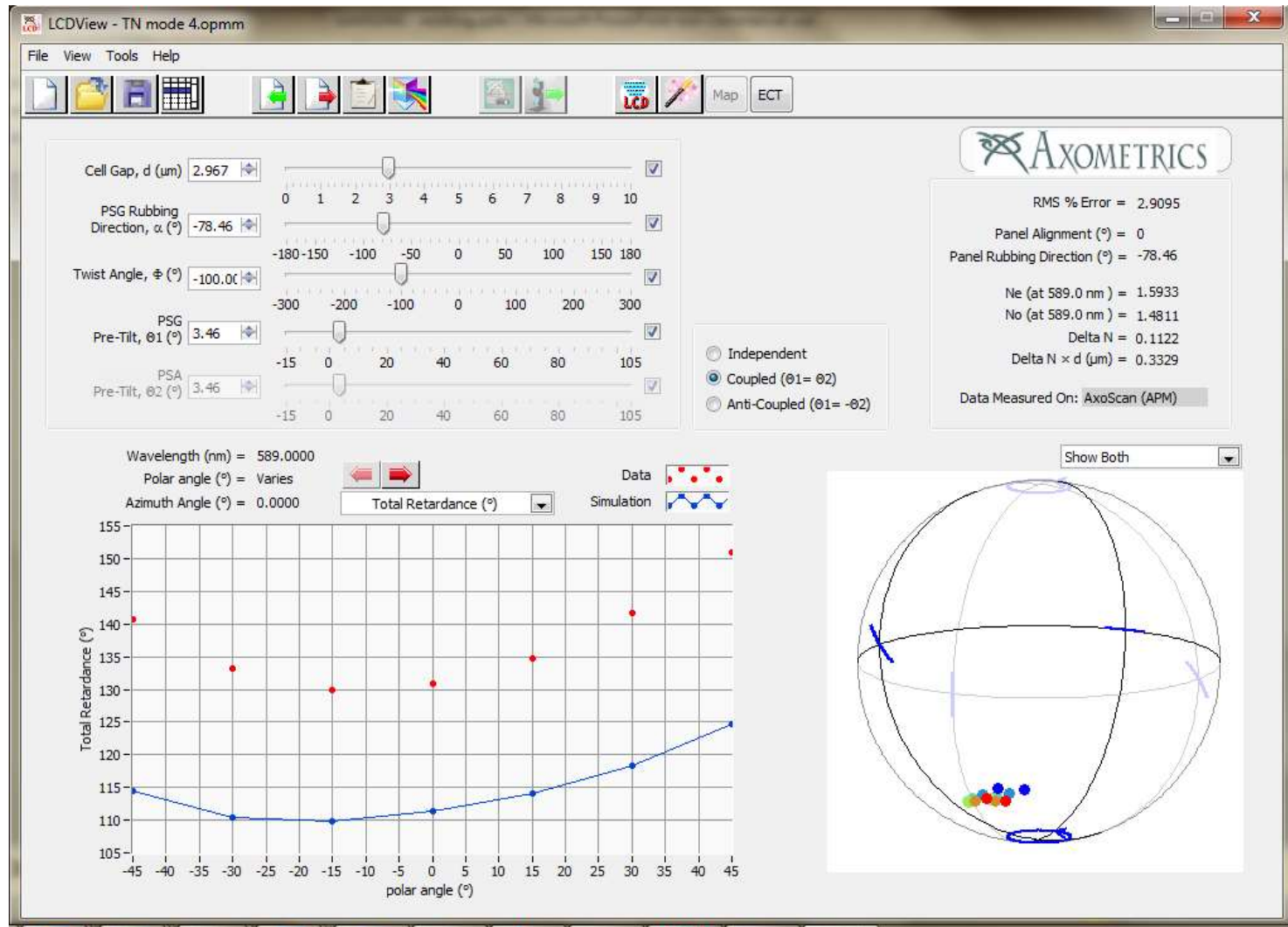
LCDView – Starting Point(起始點)



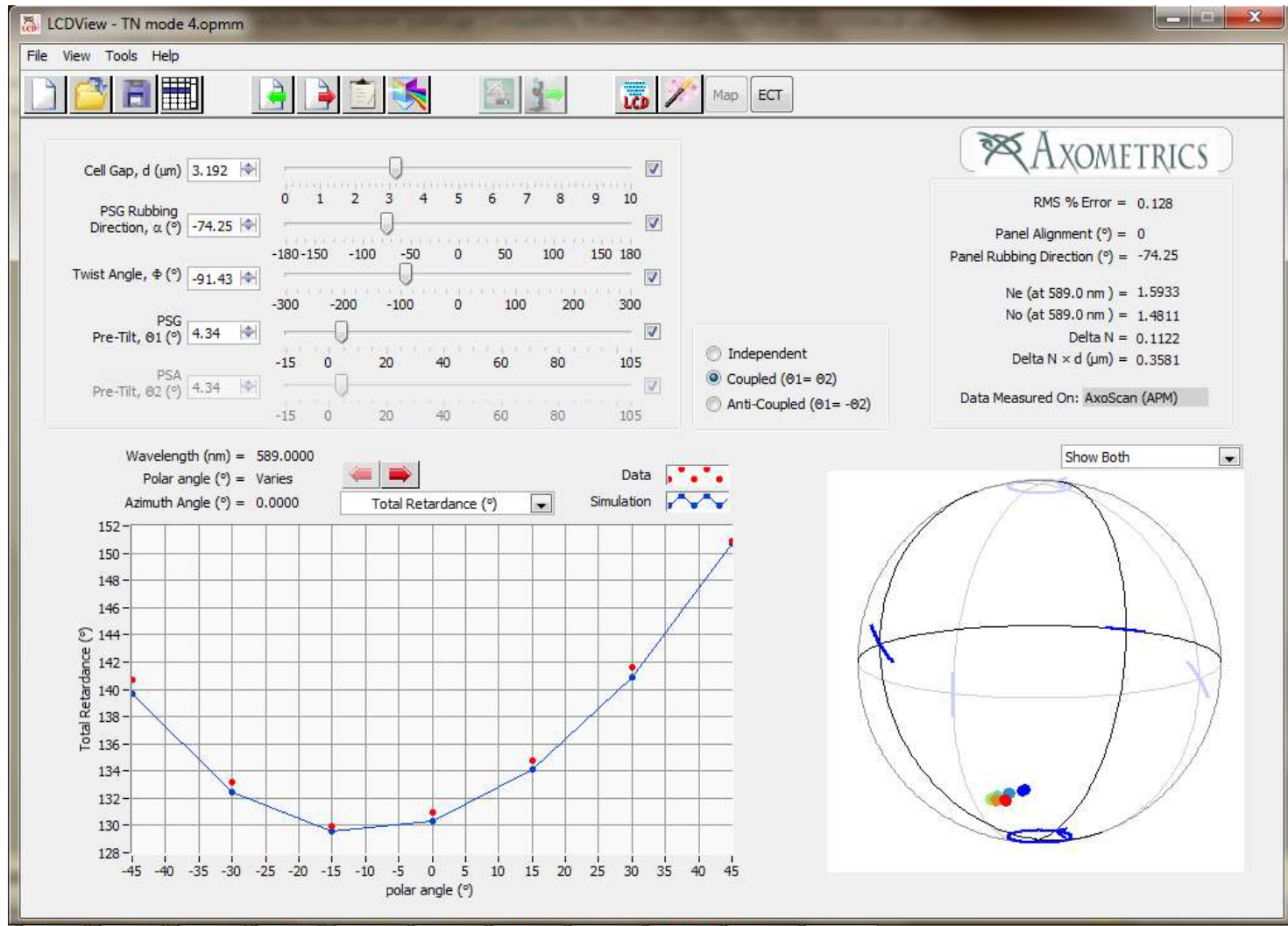
LCDView – Optimizing(最佳化)



LCDView – Still Optimizing(静止最佳化)



LCDView – Finished(完成)



自動偵測

- LCDView 甚至還有一個功能, 可以自動指出你測量的是什麼類型的面板.
- 只要按下 ‘Magic Wand’(魔棒) 功能鍵



- 不論是 LCD的何種模式, 不論面板是如何載入到機器裡 (任何的磨擦方向都可以), LCDView 都會自動測出正確的數據.

AxoScan 及 AxoStep

概要

- 所有Axometrics 系統可以測量樣品的 **完整的Mueller matrix**
 - **樣品所有可能的偏振特性**
 - Retardation + axis orientation + ellipticity
 - Polarizer efficiency + axis orientation + ellipticity
 - Transmission and depolarization
 - Cell gap, R/D, twist, pre-tilt angles
- 超強且彈性化

基本系統

- AxoScan™
 - 30ms內測量一個區域



- AxoStep™
 - 14秒內以顯微系統測量**160 x 128** 影像



AxoScan

- 在30 ms內,測量一個區域
- 平均測量3mm光柱
- 業界信賴的偏振測量系統— 自從2003年開始已經出貨超過 200 個偵測器



AxoScan – 傾斜 / 旋轉 工具

- 桌上型 Tip/Tilt 配件
 - OPMF-1 $\pm 55^\circ$ 傾斜
 - OPMF-2 $\pm 75^\circ$ 傾斜
- R&D 及 QA 的小片產品
 - Cut film samples
 - LC test cells
 - LCD 面板 (5" 或更小)



AxoScan 配件 – XY 治具

- XY 配件
 - XY-200
 - 200 x 200 mm 掃描
 - XY-1000x500
 - 200 x 200 mm 掃描

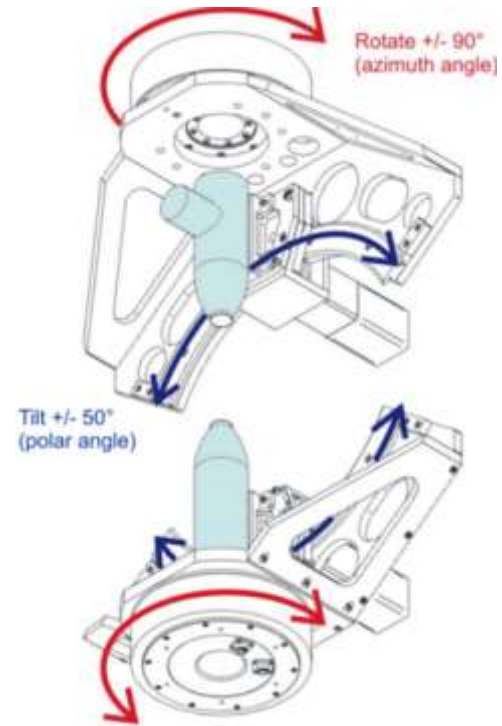


- 客製化尺寸



AxoScan 工具 – APM 治具

- AxoScan PanelMapper (APM) 結合 XY傾斜/旋轉



AxoScan 工具 – APM 治具

- 標準 APM 尺寸
 - APM-20H ($\leq 20''$ 面板或薄膜)
 - APM-42H ($\leq 42''$ 面板或薄膜)
 - APM-60H ($\leq 60''$ 面板或薄膜)
 - APM-60V ($\leq 60''$ 垂直面板)
 - APM-85H ($\leq 85''$ 面板或薄膜)
 - APM-85V ($\leq 85''$ 垂直面板)
 - APM-2000x500H (film web cross-cut)



AxoScan 工具- FAA 治具

- Fixed-Angle Adjustable Azimuth (固定角度調整方位角)(FAA-3)治具調整旋轉角度, 測量 3 個固定的傾斜角度
- 可以做最快速的multi-angle 測量
- 產線上最理想的使用工具



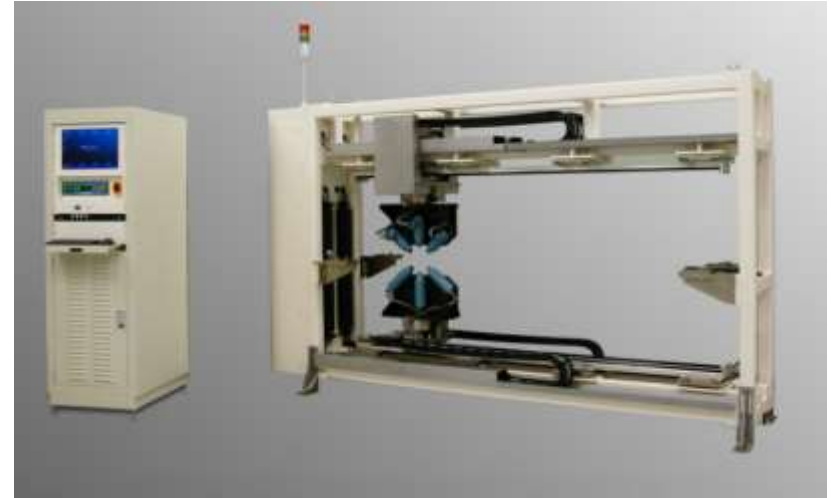
AxoScan 工具 – FAA 治具

- LCD用的標準 FAA-3 尺吋
 - FAA-3-G4
 - FAA-3-G4.5
 - FAA-3-G5
 - FAA-3-G5.5
 - FAA-3-G6
 - FAA-3-G8.5
 - 其他...
- 可以用機械手臂載入
- CIM 整合



AxoScan 工具 – FAA 治具

- Inline Film用的 標準 FAA-3 尺吋
 - FAA-3-1460-IL
 - FAA-3-1640-IL
 - FAA-3-2000-IL
 - 其他...
- End-of-roll(卷式介質尾端) 訊號輸入
- 使用者定義的檔案格式
- OPC 伺服器

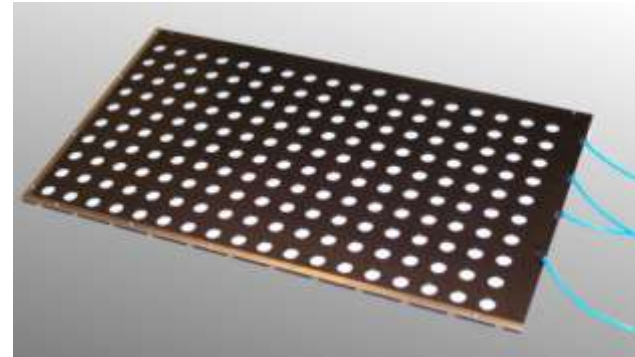


光學 AxoScan 工具

光學量規



支撐薄膜的真空盤



BR9X 光柱減小器

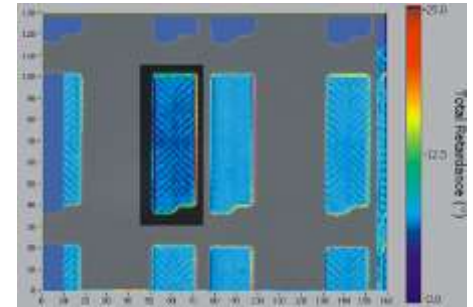


面板加熱板



AxoStep

- 14秒內測量 160 x 128 像素影像
 - >20,000 測量點
 - 使用不同的顯微物鏡:
 - 2x
 - 5x
 - 10x
 - 20 x
 - 50x
- 2011發表



調整測量區域

- 設定不同的顯微物鏡, 以符合使用者的需求.

Model	Full Frame (160 x 128)		2X Digital Zoom (160 x 128)		4X Digital Zoom (160 x 128)	
	Measurement Area (mm)	Camera Pixel Resolution (um)	Measurement Area (mm)	Camera Pixel Resolution (um)	Measurement Area (mm)	Camera Pixel Resolution (um)
	2x2 on-camera binning with 4x4 software binning		2x2 on-camera binning with 2x2 software binning center 1/2 section ROI		2x2 on-camera binning with no software binning center 1/4 section ROI	
M Plan Apo 2x	8.6 x 6.9	53.6	4.3 x 3.4	26.8	2.1 x 1.7	13.4
M Plan Apo 5x	3.4 x 2.7	21.4	1.7 x 1.4	10.7	0.86 x 0.69	5.4
M Plan Apo 10x	1.7 x 1.4	10.7	0.86 x 0.69	5.4	0.43 x 0.34	2.7
M Plan Apo 20x	0.86 x 0.69	5.4	0.43 x 0.34	2.7	0.21 x 0.17	1.3
M Plan Apo 50x	0.34 x 0.27	2.1	0.17 x 0.14	1.1	0.09 x 0.07	0.54
M Plan Apo SL20x	0.86 x 0.69	5.4	0.43 x 0.34	2.7	0.21 x 0.17	1.3
M Plan Apo SL50x	0.34 x 0.27	2.1	0.17 x 0.14	1.1	0.09 x 0.07	0.54
M Plan Apo SL100x	0.17 x 0.14	1.1	0.09 x 0.07	0.5	0.043 x 0.034	0.27

AxoStep Fixtures – 桌上型

- OPMF-3
 - 最大達45° tilting(傾斜)
- XY-200
 - 200 x 200 mm XY 掃描



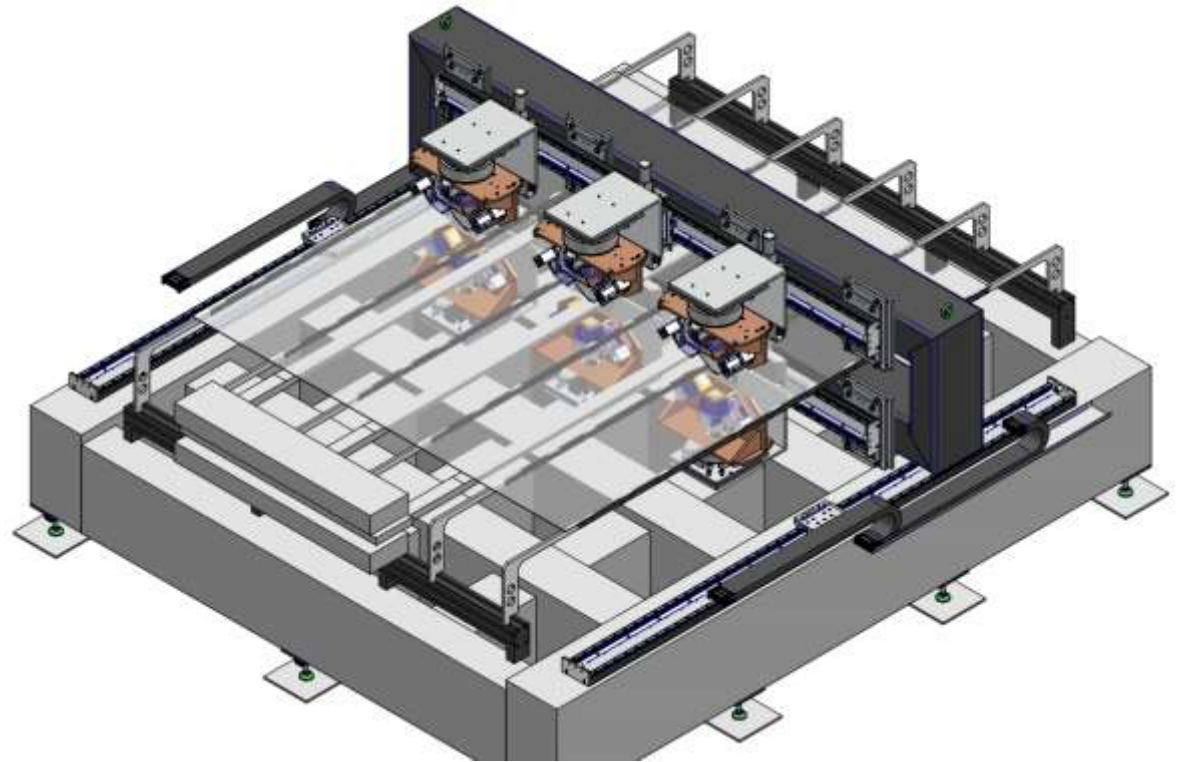
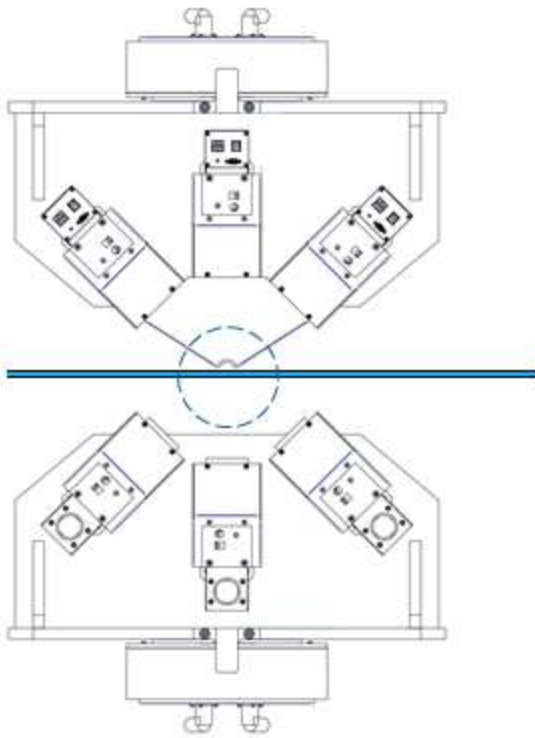
AxoStep Fixtures – APM 型

- AxoStep with APM 結合 XY 傾斜/旋轉
- 標準 APM 尺寸
 - APM-20H (≤ 20 " 面板或薄膜)
 - APM-42H (≤ 42 " 面板或薄膜)
 - APM-60H (≤ 60 " 面板或薄膜)



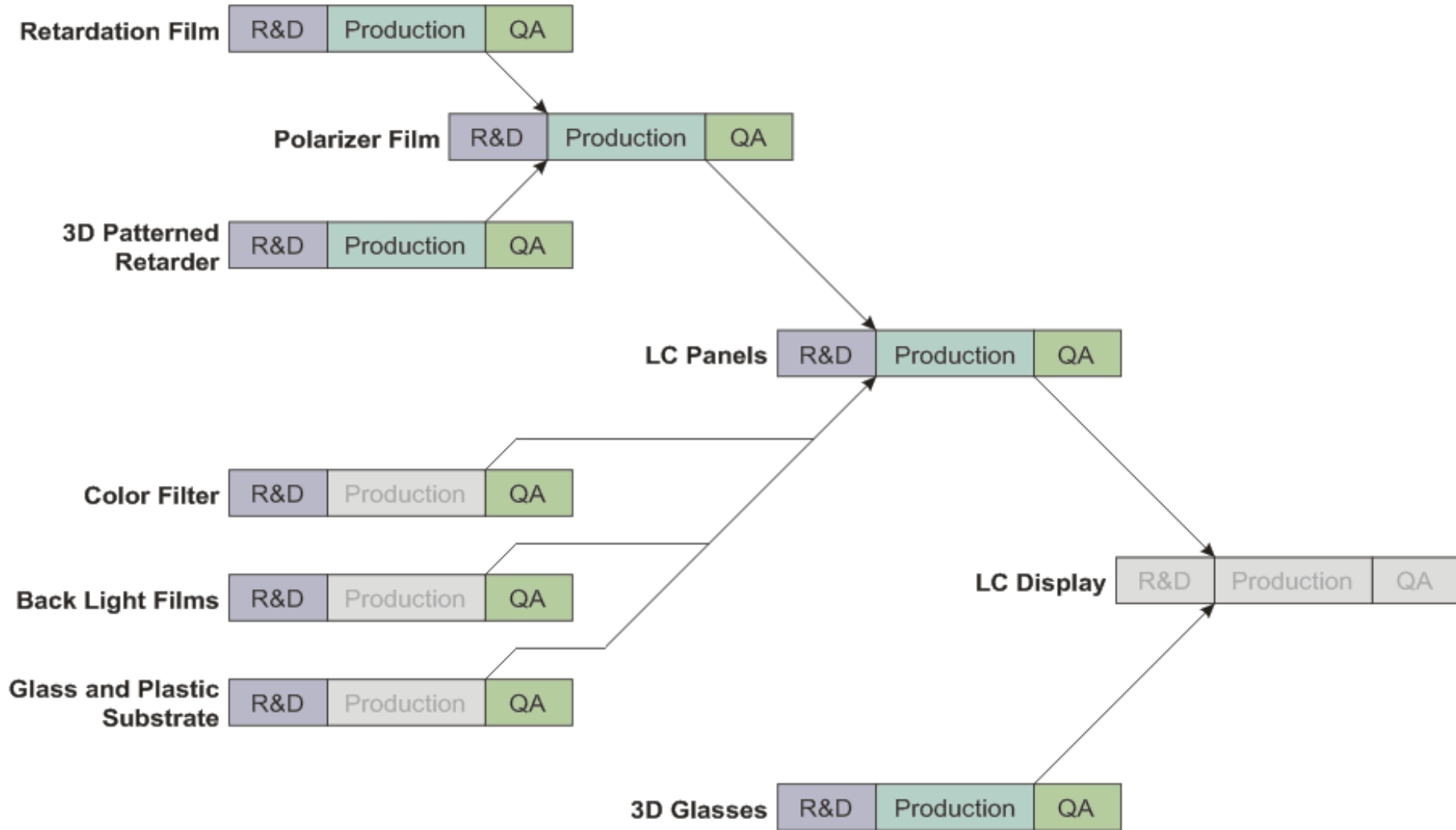
AxoStep 配件 – FAA 概念

- 客製化設計, 提供大產線機器, 最大達 Gen 8.5



應用

應用區域



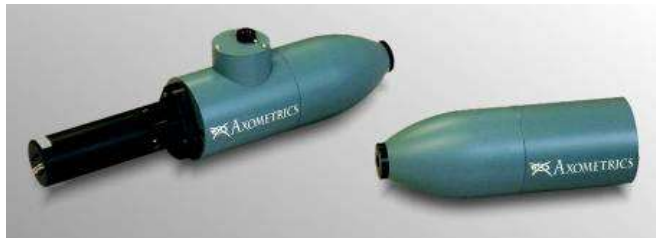
AxoScan 或 AxoStep?

妳想要測量3mm區域間的偏振特性, 基本上會一致嗎?

yes

no

AxoScan

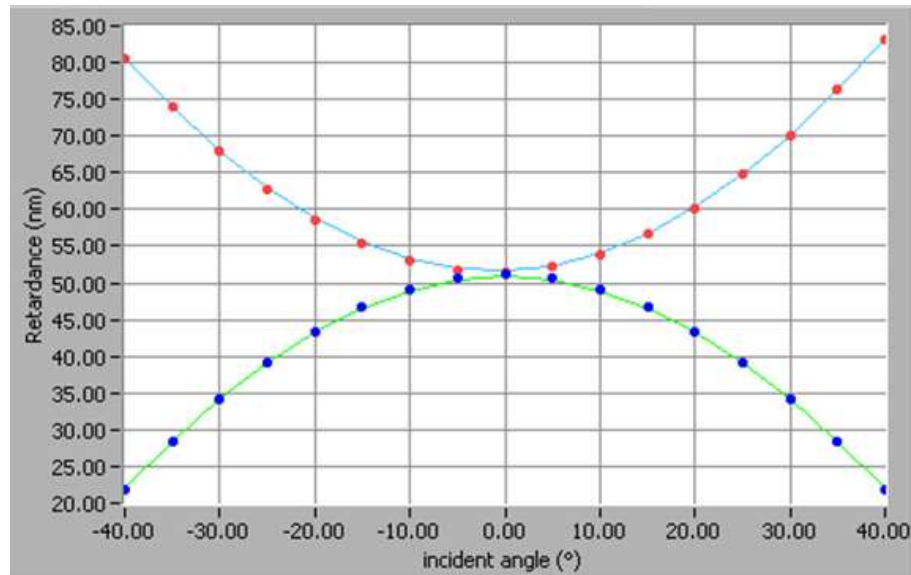


AxoStep



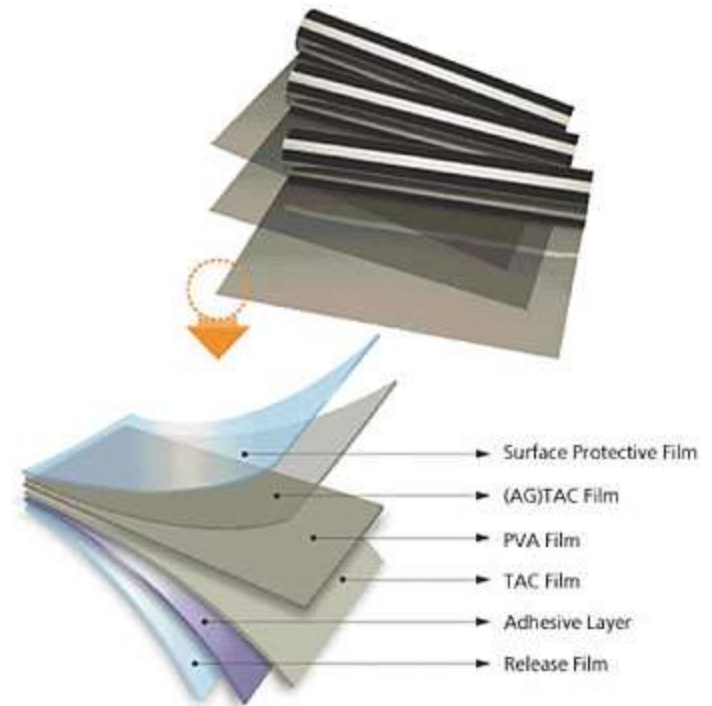
Retardation Film(相位延遲膜)

- 可以快速的測量 R_0 , R_{th} , θ , β
- Spectral measurement(光譜測量)
- Multi-layer分析



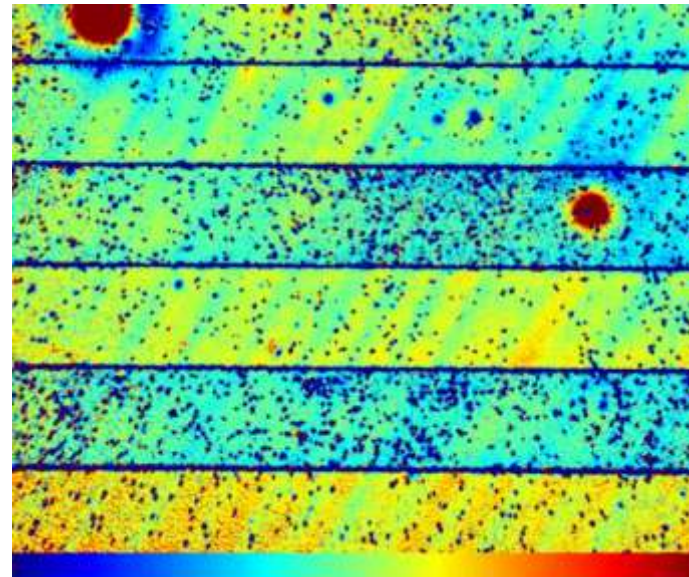
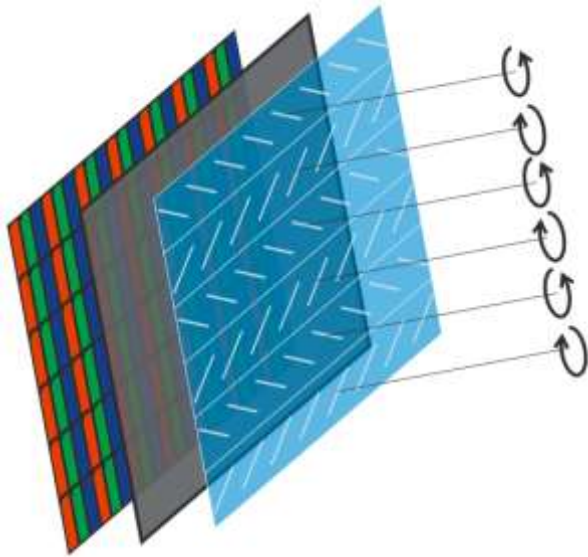
Polarizer Film(偏光膜)

- 業界最好的吸收軸測量重複性
- Multi-Layer 分析法, 讓加了一層PVA,能測量補償膜的R0 及 Rth.
 - 甚至inline也可以



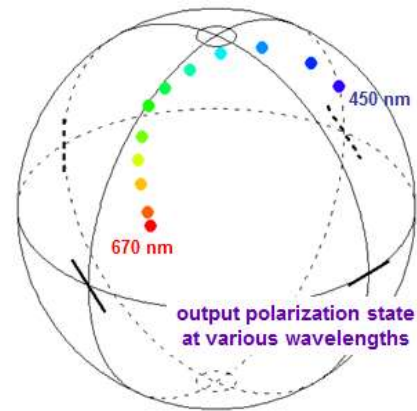
3D Patterned Retarders(3D圖形相位延遲片)

- AxoStep領導產業做 patterned retarder(圖形相位延遲片) 測試
 - R0, Axis Orientation(軸方位), 及 Pitch
 - Rth 也可以



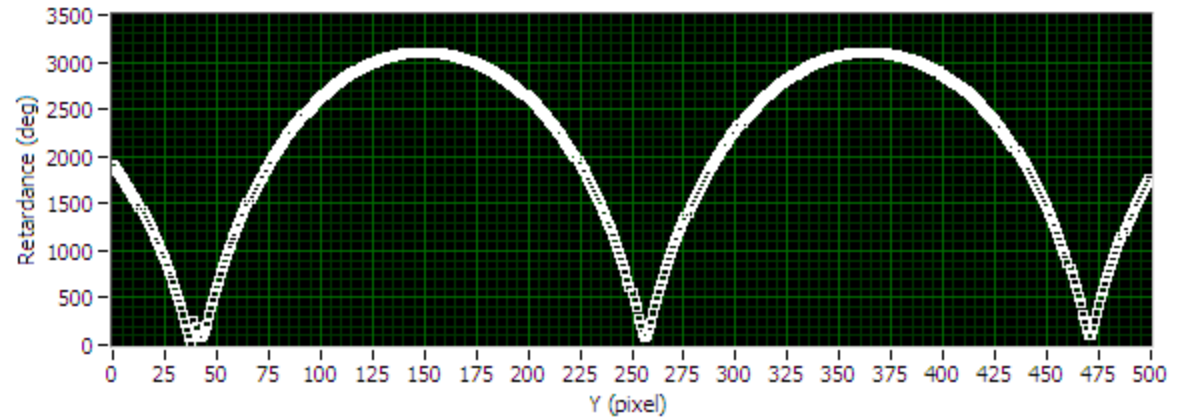
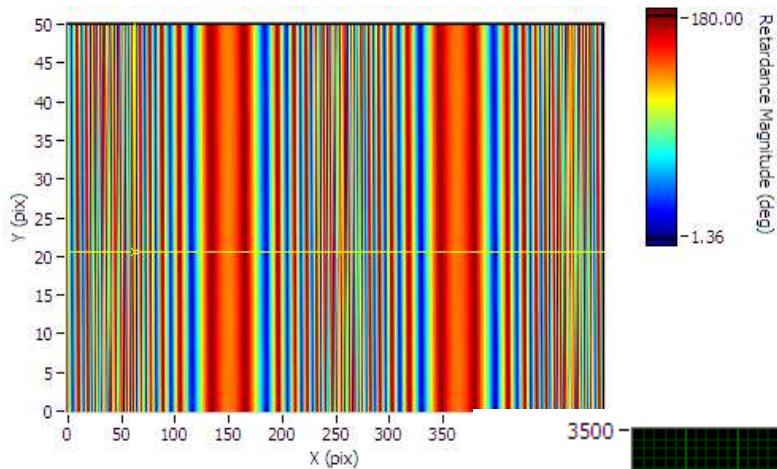
3D 眼鏡

- Active glasses(主動式眼鏡)
 - 測量 LC 及 pol films
- Passive glasses(被動式眼鏡)
 - 測量circular polarization states(圓型極化狀態)
 - Multi-layer 分析得到所有層面的數據



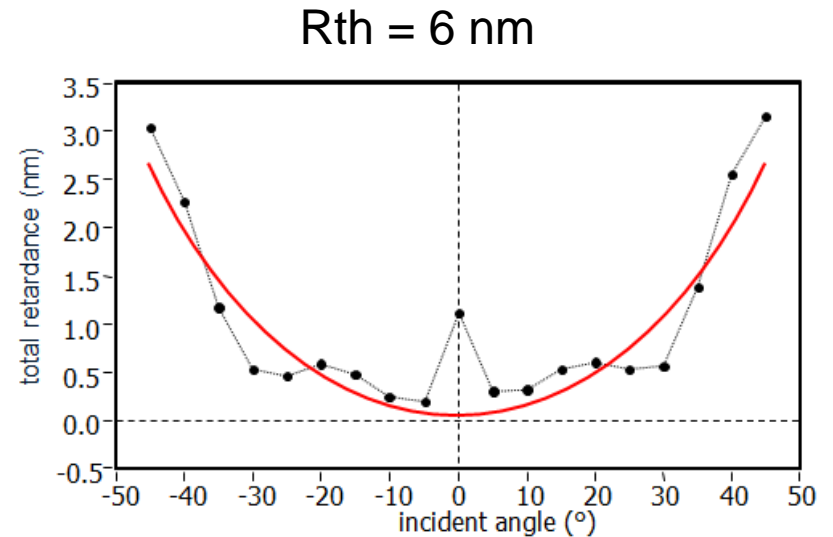
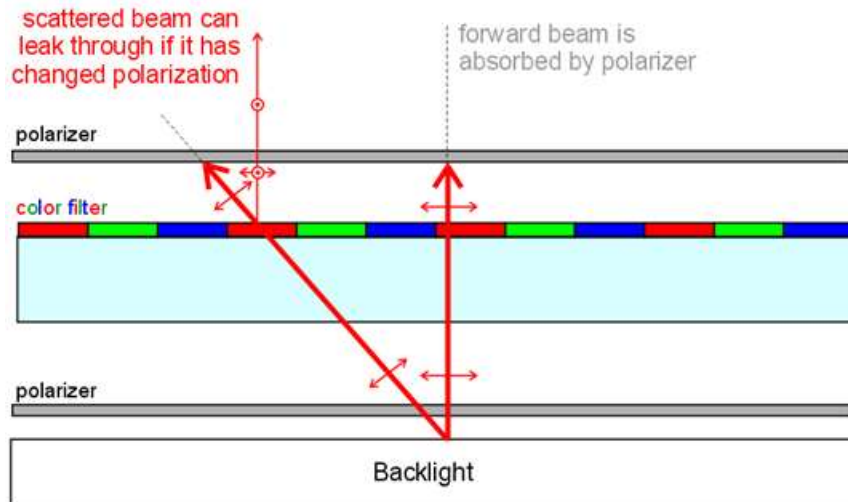
Lenticular Array(雙凸透鏡排列)

- 用在 自動立體 3D 螢幕
- 精確的測量 最大達20,000 nm 的retardance(相位延遲)



彩色濾片及 TFT 層

- 測量 彩色濾光片及TFT層的off-axis retardation (Rth)
 - 簡化CF的 Rth, 增加了對比



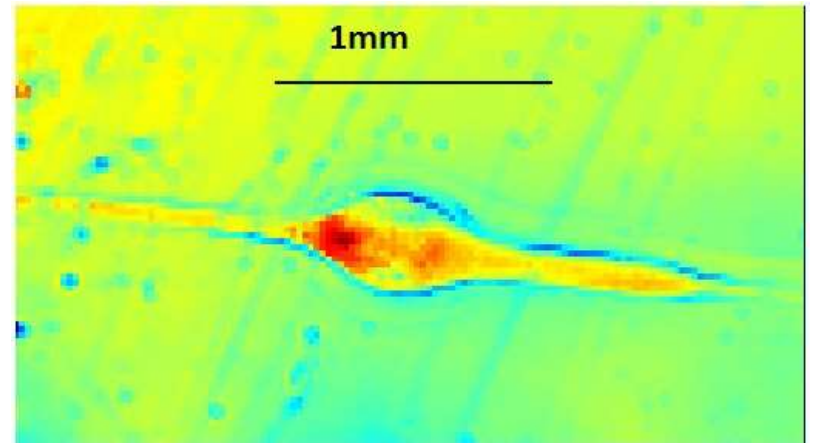
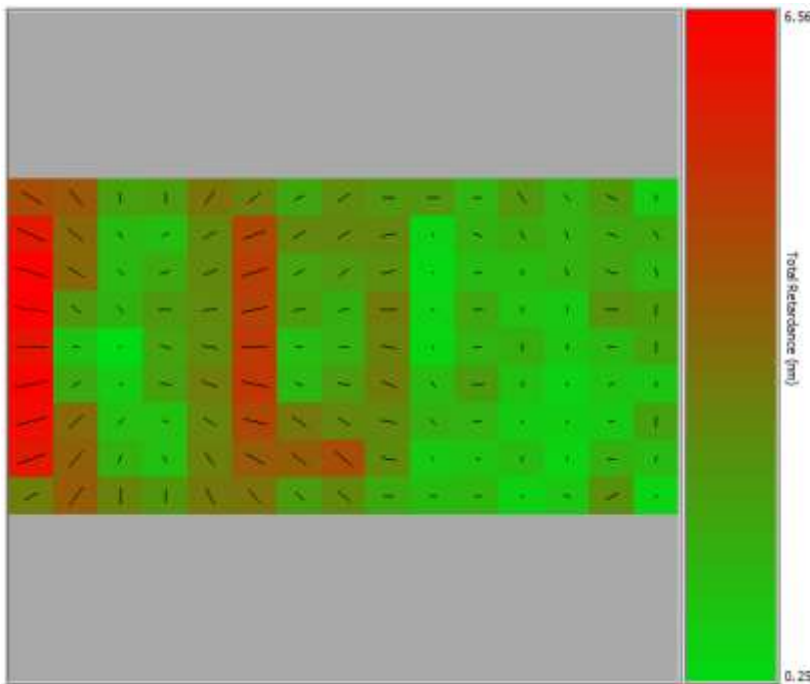
Backlight Film(背光膜)

- 測試polarization-recycling(偏振光型回收) 背光膜
 - DBEF
 - Cholesteric
 - Others...



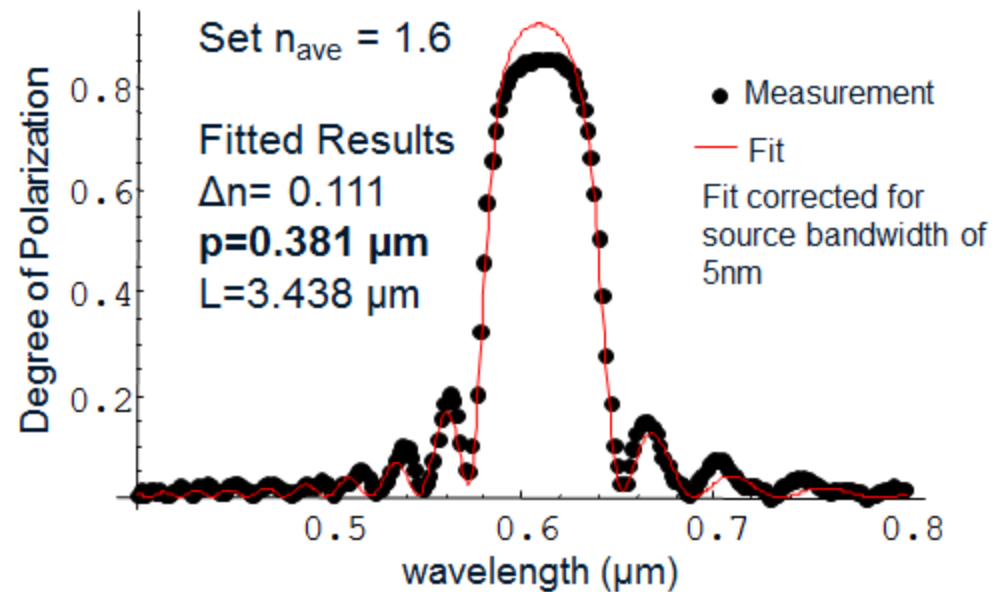
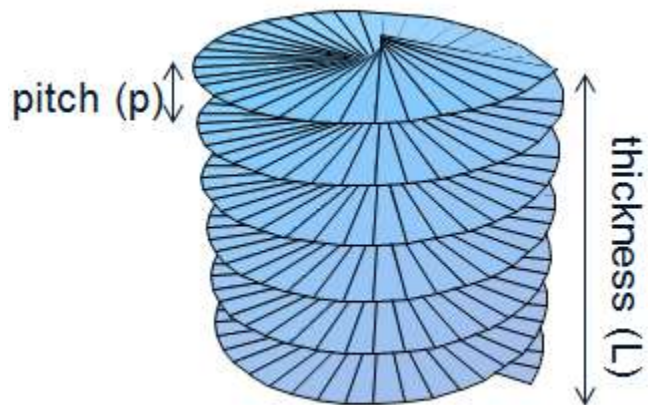
玻璃及塑膠基層

- 測量 retardance maps(相位延遲圖像)
 - 大面積用 AxoScan
 - 顯微鏡缺陷用 AxoScan



Cholesteric LC Filters(膽固醇LC濾片)

- 測量 穿透 / 燈光的反射比及左圓極 vs. 波長
- 計算Cholesteric filters(膽固醇濾片)的 pitch(一段距離) 及厚度



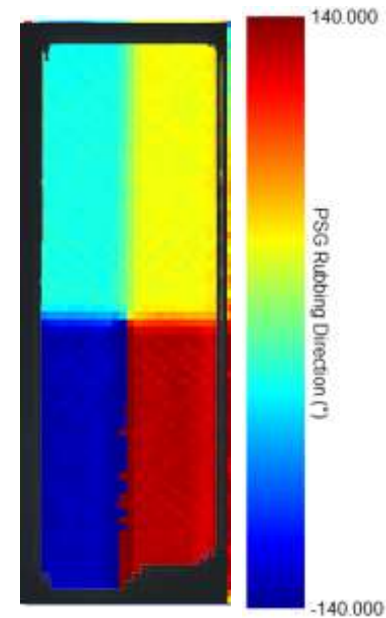
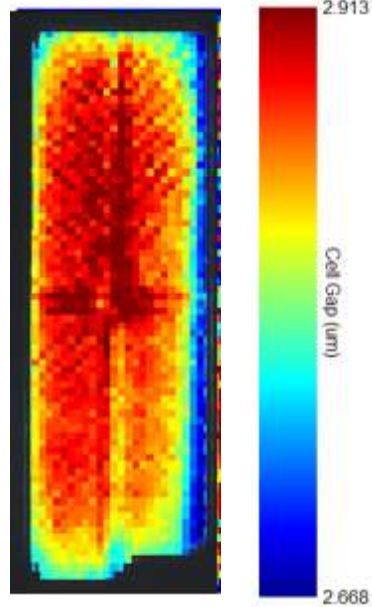
LCD Panels

- 可同時測量所有的 *parameters*(參數)
 - Cell gap
 - Rubbing direction(摩擦方向)
 - TFT side 及 CF side
 - Twist angle(扭轉角度)
 - Pre-tilt angle(預傾角)
 - TFT side 及 CF side
- 可以測量所有模式的LC
- 可以測量很多你所需測量的 XY 點



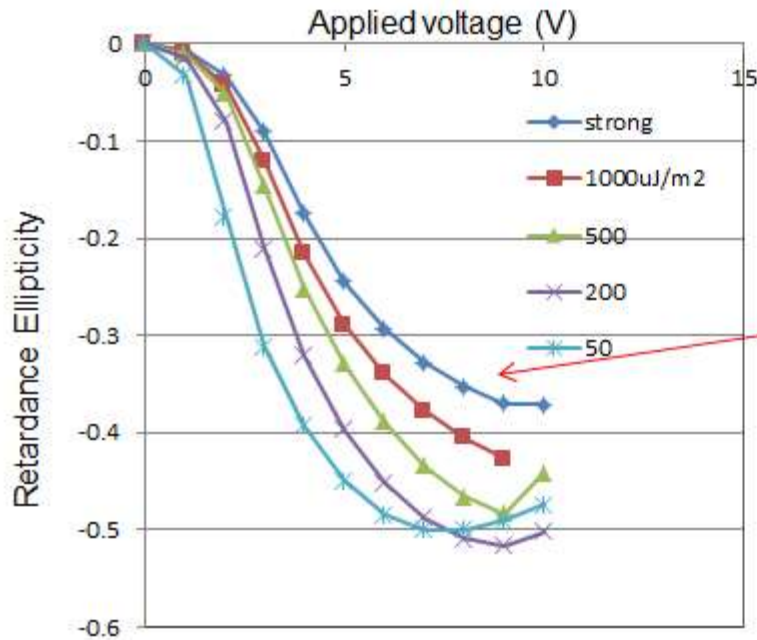
LCD Pixels

- AxoStep在一個pixel(像素)內標記parameters(參數)
 - Multi-domain 設計
 - 研究接近圖形化電極的LC性能
 - 分析不好的或是損壞的pixels(像素)

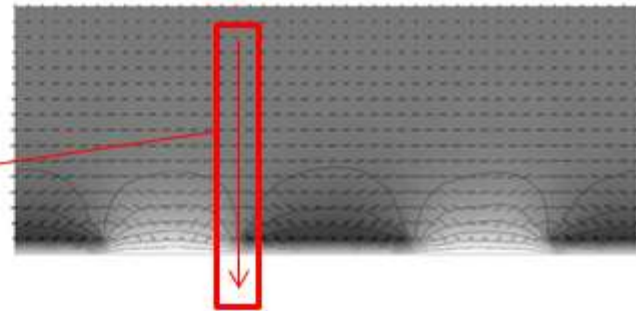


Azimuthal Anchoring Energy(方位角錨定力)

- 藉由測量retardance ellipticity(相位差橢圓率)vs.外加電壓在最大的LC指示器旋轉的點, 以描繪方位角錨定力

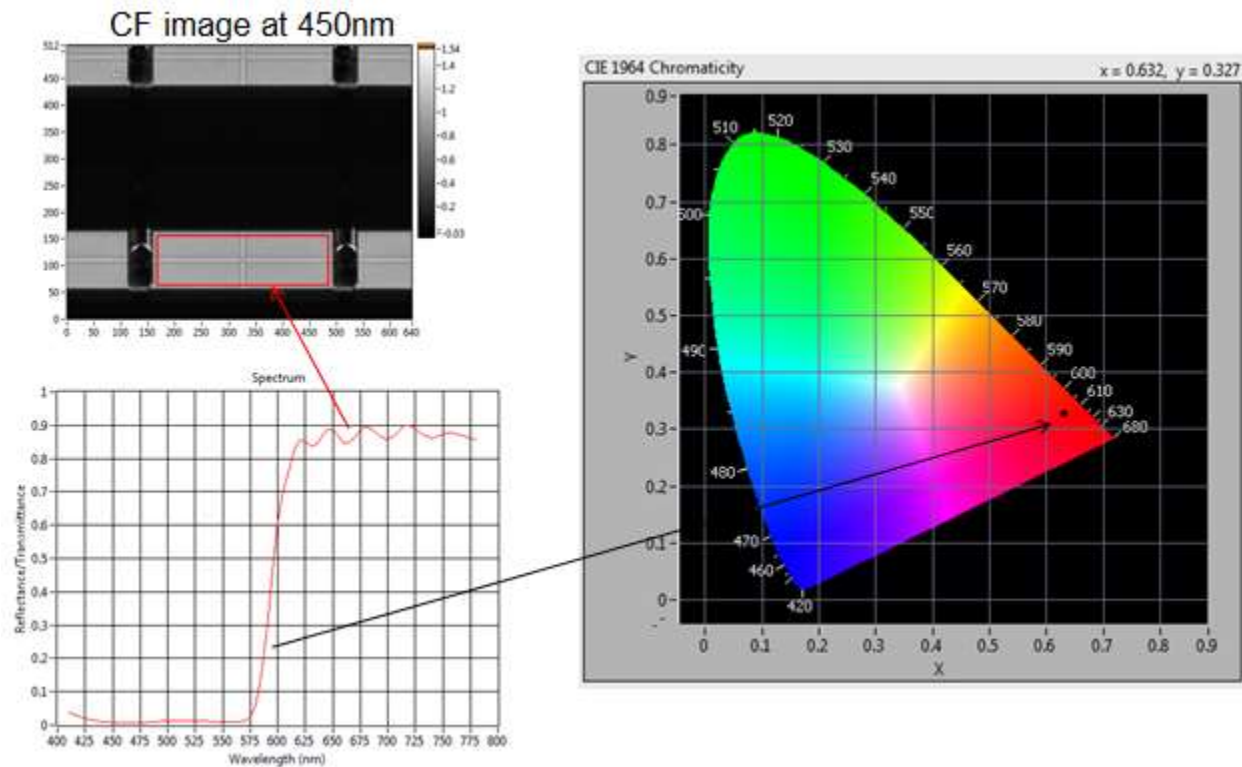


Ellipticity Simulation results of sample A



Spectral Imaging(光譜影像)

- 在1nm increments(遞增)中測量410 到775 nm的樣品影像
 - 測量顏色
 - 測量干擾邊紋, 取得air gap或膜厚



更多...

- Axometrics持續開發AxoScan 及AxoStep新的分析軟體
- 透過客戶提出的需求進行開發
- 請與 Axometrics溝通你的測量需求.

結論

- Axometrics 提供測量方法給每一個LCD製造的偏振態平台
- 請與Axometrics連繫, 以取得你特殊應用的更多資訊

