



# 案例六:液晶螢幕的設計與熱管理 - IT產品篇

黃崑峰(kf\_huang@cmo.com.tw)

奇美電子IT產品開發一處

2005/12/13



# 大綱

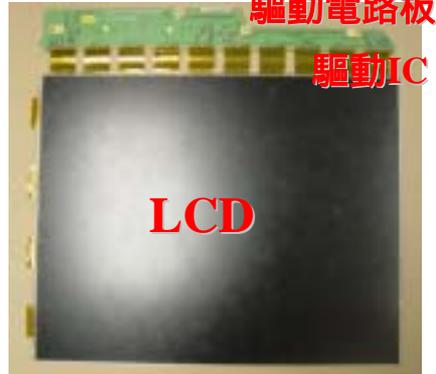
- ❖ 液晶顯示器的基礎知識
  - ✓ 液晶面板的結構說明
  - ✓ 液晶顯示器的顯示原理
- ❖ 熱對於面板性能的影響
  - ✓ 冷陰極燈管簡介
  - ✓ 常見的問題及因應措施
- ❖ 電腦輔助模擬分析的應用
- ❖ Q&A



# 液晶面板的結構說明



金屬框



驅動電路板  
驅動IC

LCD



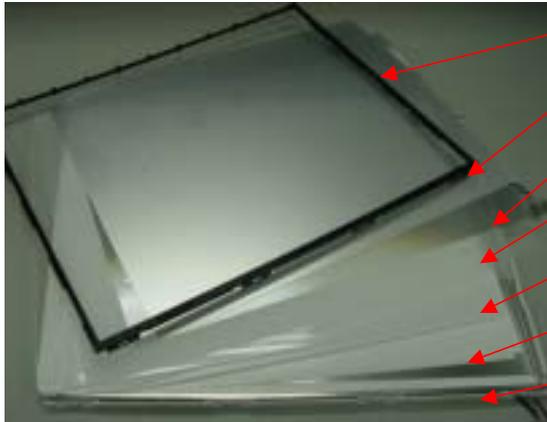
背光板(Backlight)





# 液晶面板的結構說明

## ❖ 背光板的結構 - Monitor



- 塑膠框
- 光學膜片(Diffuser)
- 光學膜片(Lens or Prism Sheet)
- 光學膜片(Diffuser)
- 導光板(Light Guide Plate, LGP)
- 光學膜片(Reflector)
- 燈管組



- 反射罩
- 冷陰極燈管  
(Cold Cathode Fluorescent Lamp, CCFL)



# 液晶面板的結構說明

## ❖ 背光板的結構 - Notebook



光學膜片  
( Diffuser)

光學膜片  
Lens ( up )

光學膜片  
Lens ( down )

光學膜  
Diffuser

導光板  
LGP

光學膜片  
Reflector

燈管組  
Lamp Ass'y

塑膠框(Mold Frame or  
Housing)



# 液晶面板的結構說明

## ❖ 燈管組(Lamp Assembly)



Lamp Cover  
Bottom Cover

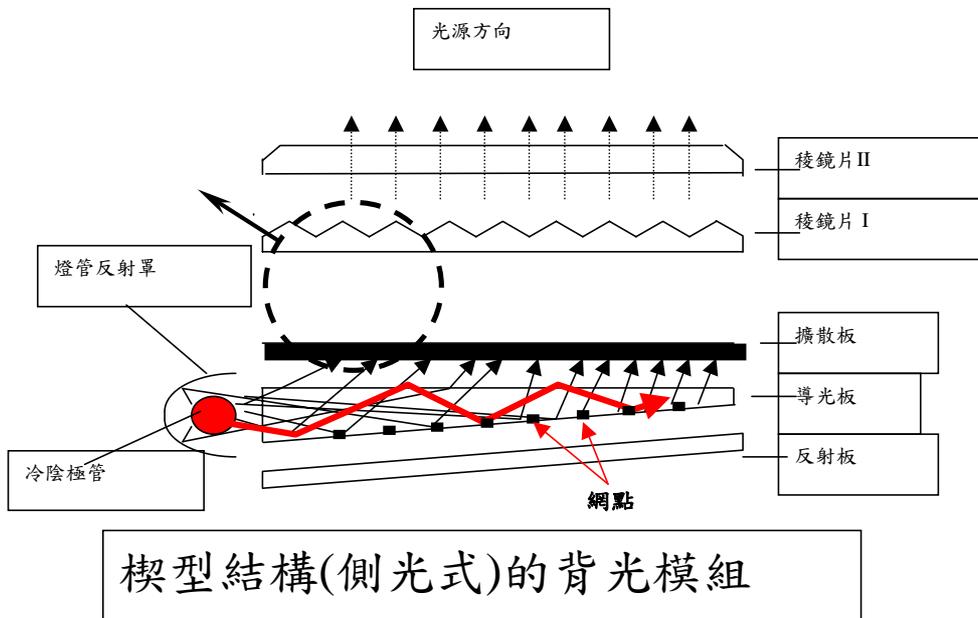
Lamp Holder  
Lamp Reflector

CCFL, Oring  
高, 低壓線  
Rubber Cap  
熱縮套管  
Connector



# 液晶面板的結構說明

## ❖ 側光式(Edge-Light)背光板的工作原理



**利用導光板將線光源轉換成面光源**



# 液晶面板的結構說明

## ❖ 各種形式的直下式(Direct-Light)背光源



直下式CCFL燈箱



直下式LED燈箱



平面燈管



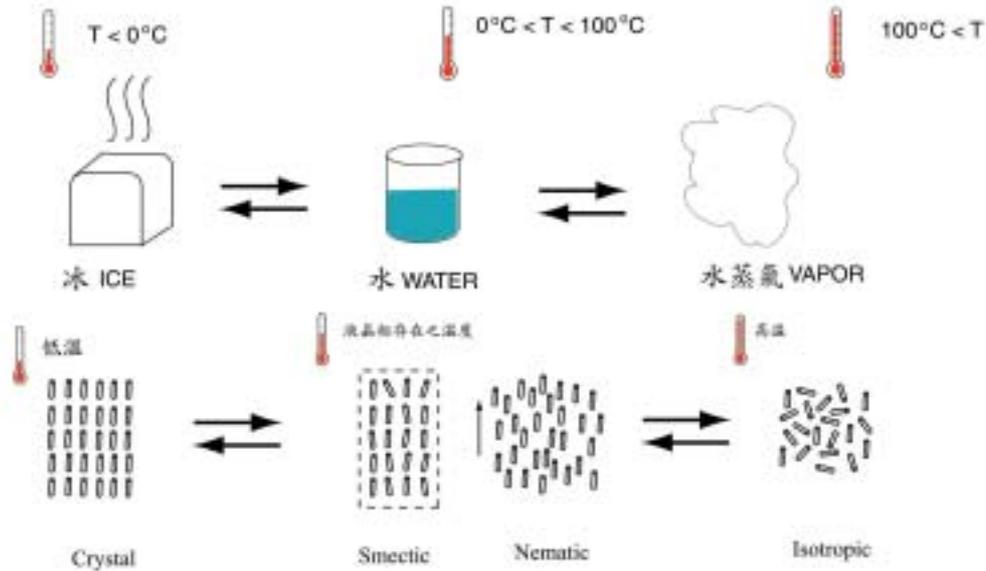
OSRAM Planon



# 液晶顯示器的顯示原理

## ❖ 液晶的物理特性

### 物質的相變化 (Phase transitions)

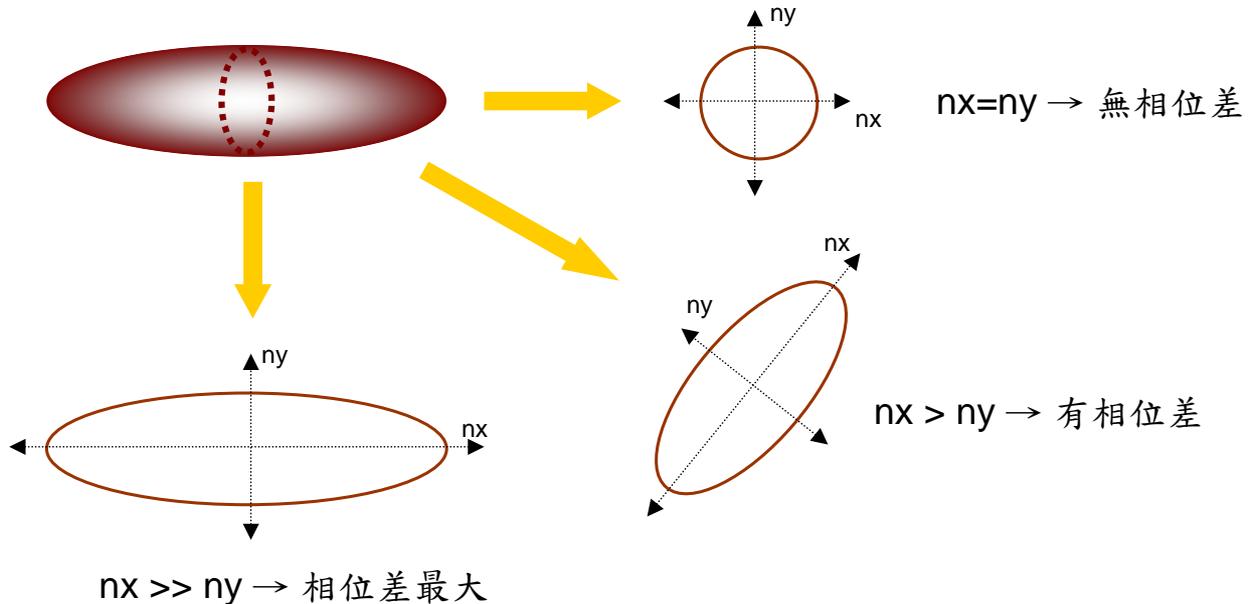




# 液晶顯示器的顯示原理

## ❖ 液晶的雙折射特性

- ✓ 液晶分子在不同軸向的折射係數不同，造成不同極化方向之間的相位差，進而改變光的極化狀態



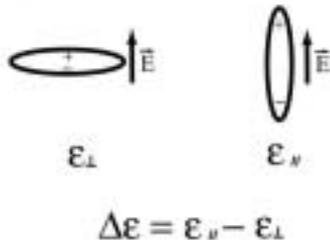


# 液晶顯示器的顯示原理

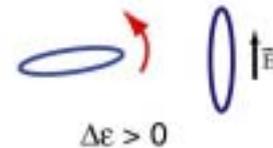
## ❖ 液晶的非等向介電性

- ✓ 液晶分子在不同方向的介電係數不同，外加電場可改變液晶分子的排列角度

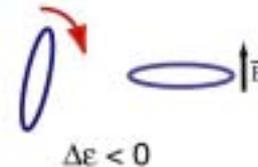
介電係數表示材料被外面電場誘發極化率的大小，介電係數越大表示極化率越大



對 $\Delta\epsilon > 0$ 而言，當有外加電場時，液晶分子的對稱軸方向會傾向於與外加電場方向平行



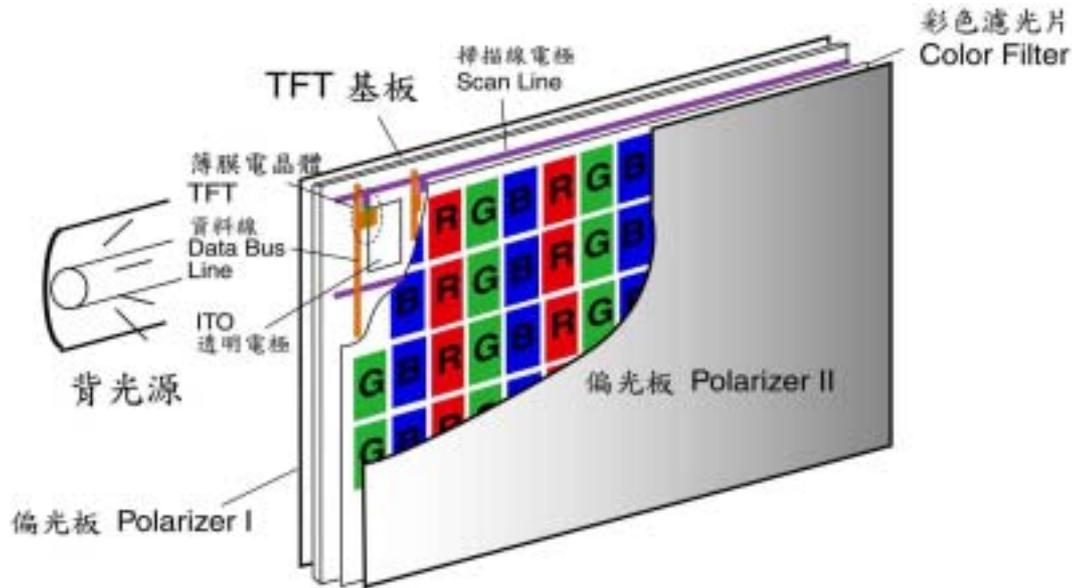
對 $\Delta\epsilon < 0$ 而言，當有外加電場時，液晶分子的對稱軸方向會傾向於與外加電場方向垂直





# 液晶顯示器的顯示原理

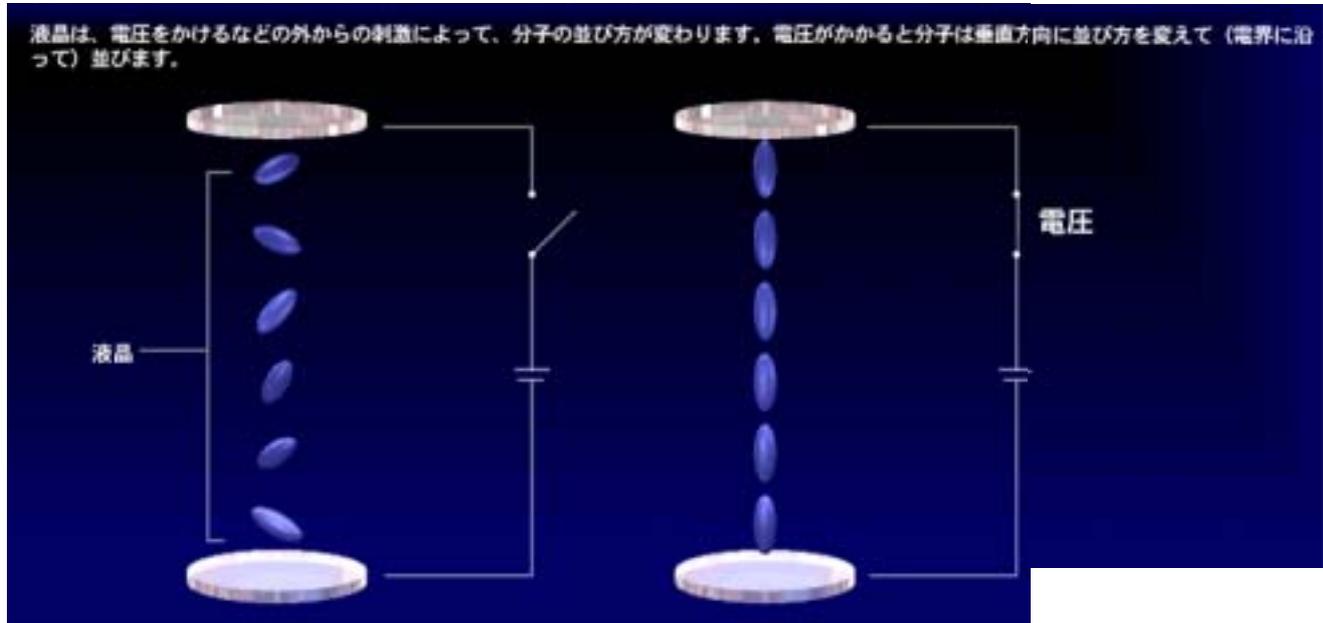
- ❖ LCD不會自己發光，而是將外來光源加以調變後，顯示出影像





# 液晶顯示器的顯示原理

## ❖ 液晶顯示器的工作原理



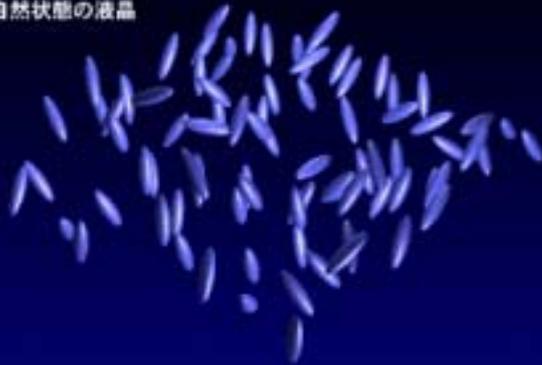


# 液晶顯示器的顯示原理

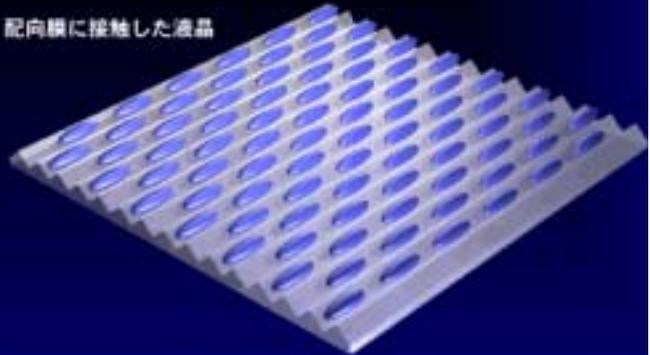
## ❖ 液晶顯示器的工作原理

液晶とはイカの墨や石鹸水のような、液体と固体の間である物質です。自然状態では、液晶の分子は長軸方向にゆるやかな規則性をもって並んでいます。一定方向の溝を刻んだ板に液晶分子を接触させると、溝に沿って並び方を変えます。

自然状態の液晶



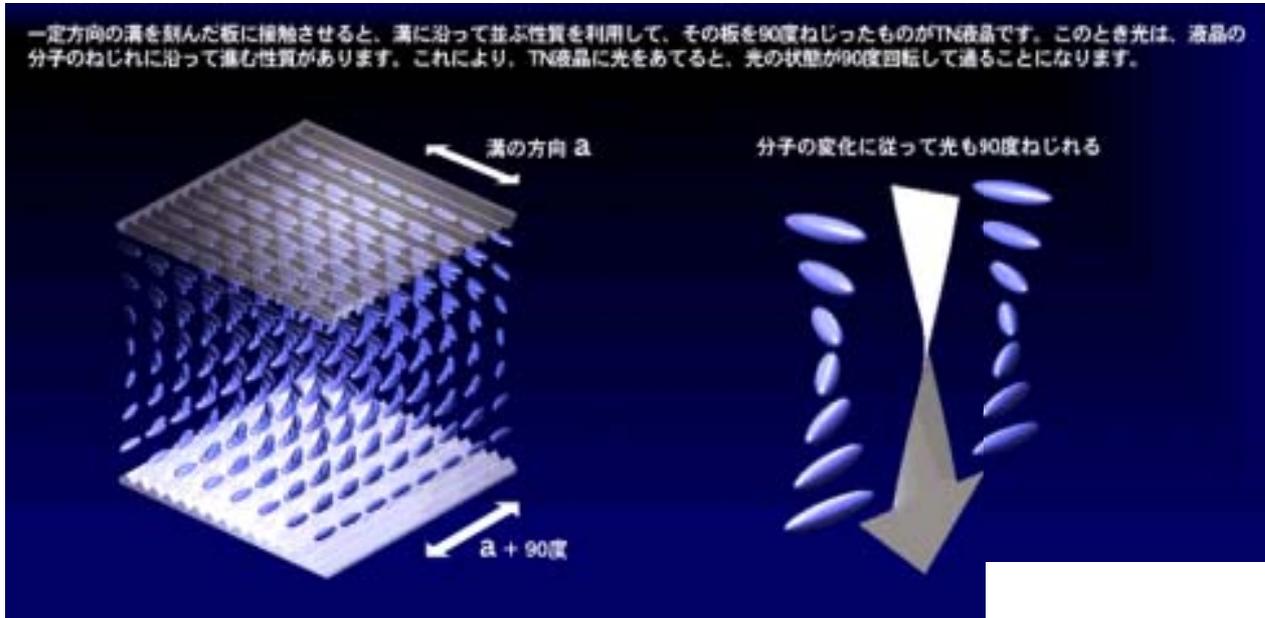
配向膜に接触した液晶





# 液晶顯示器的顯示原理

## ❖ 液晶顯示器的工作原理

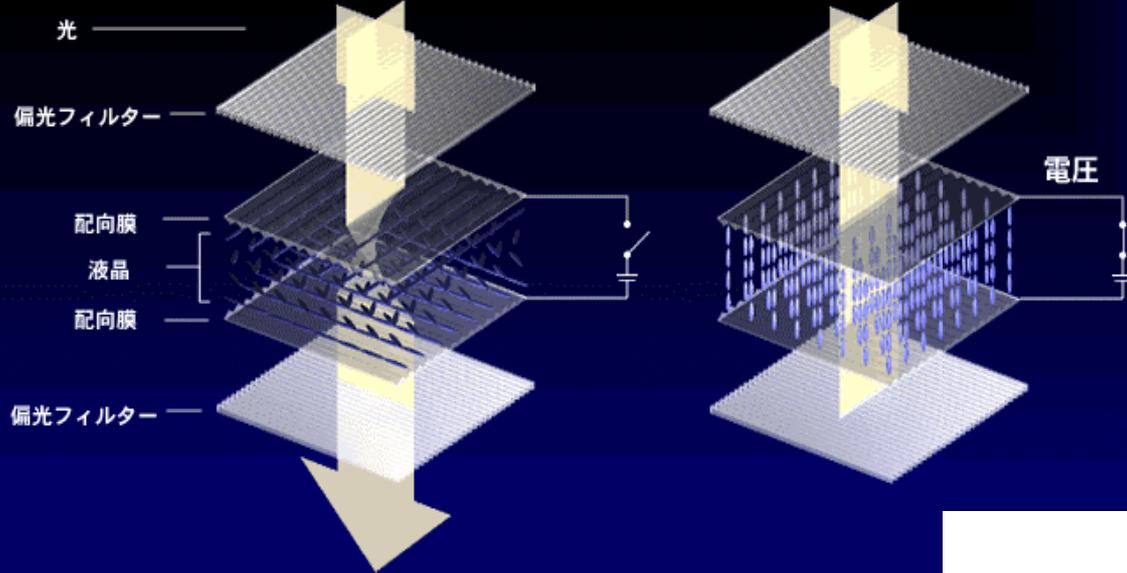




# 液晶顯示器的顯示原理

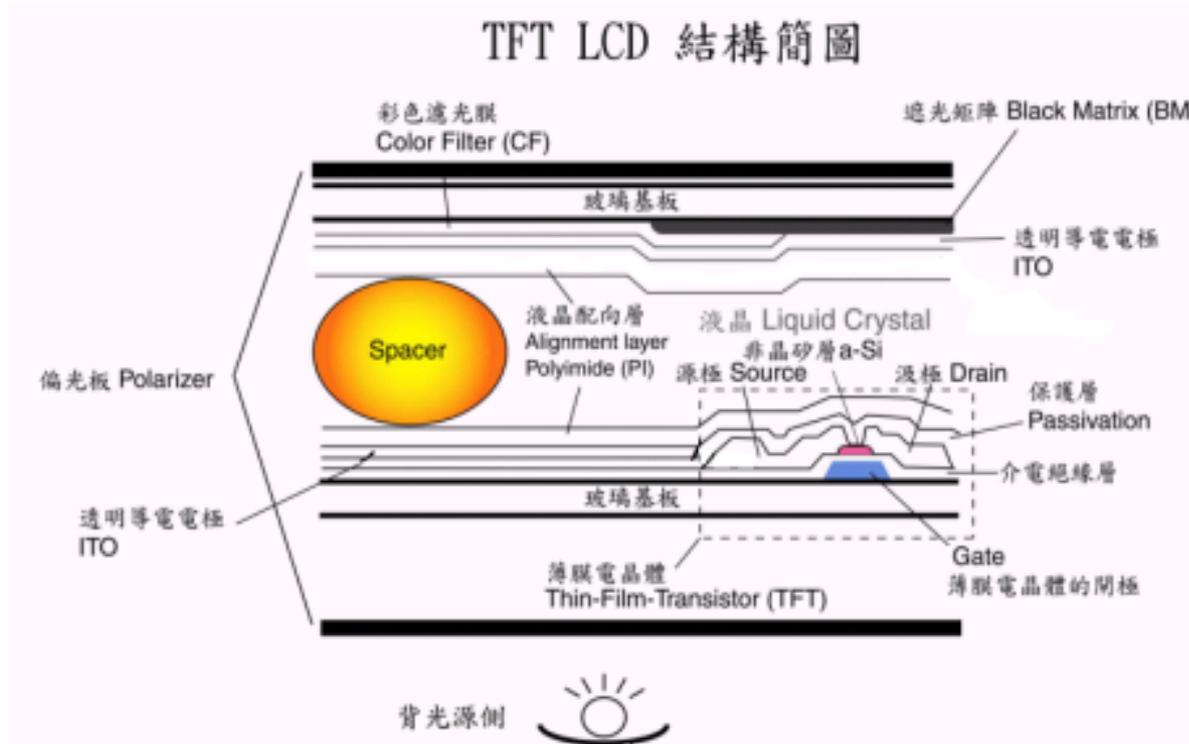
## ❖ 液晶顯示器的工作原理

TN液晶では、分子の並び方が90度ねじれた液晶を、2枚の偏光フィルターではさんでいます。電圧をかけていない状態では、液晶のねじれに沿って光の状態も90度回転するため光が通り、電圧をかけると液晶のねじれが解けて、光もそのまま進むため光が遮断され画面上では黒くなります。つまり電圧がひきがねとなって、液晶が光のシャッターとしてはたらきます。





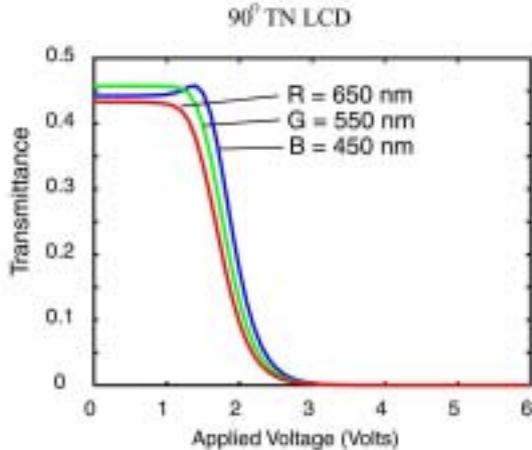
# 液晶顯示器的顯示原理





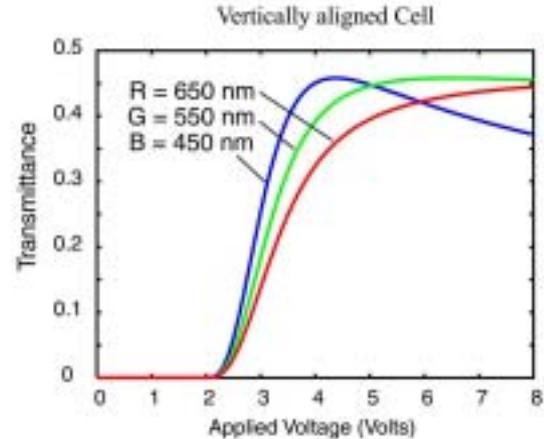
# 液晶顯示器的顯示原理

## ❖ 電壓與穿透率的關係



Typical voltage-transmittance curve of 90° TN LCD  
LC = ZLI5212,  $\Delta\epsilon = 7.9$ ,  $\Delta n = 0.0875$ ,  
cell gap = 5.4  $\mu\text{m}$ . Smaller dispersion but large  $d\Delta n$  value.

Normally White



Typical voltage-transmittance curve of VA cell  
LC = MLC6608,  $\Delta\epsilon = -4.2$ ,  $\Delta n = 0.083$ ,  
cell gap = 4.2  $\mu\text{m}$ . large dispersion, smaller  $d\Delta n$  value.

Normally Black



# 液晶顯示器的顯示原理

## ❖ 顏色的產生

- ❖ 紅 + 綠 = 黃
- ❖ 紅 + 藍 = 紫紅
- ❖ 紅 + 綠 + 藍 = 白

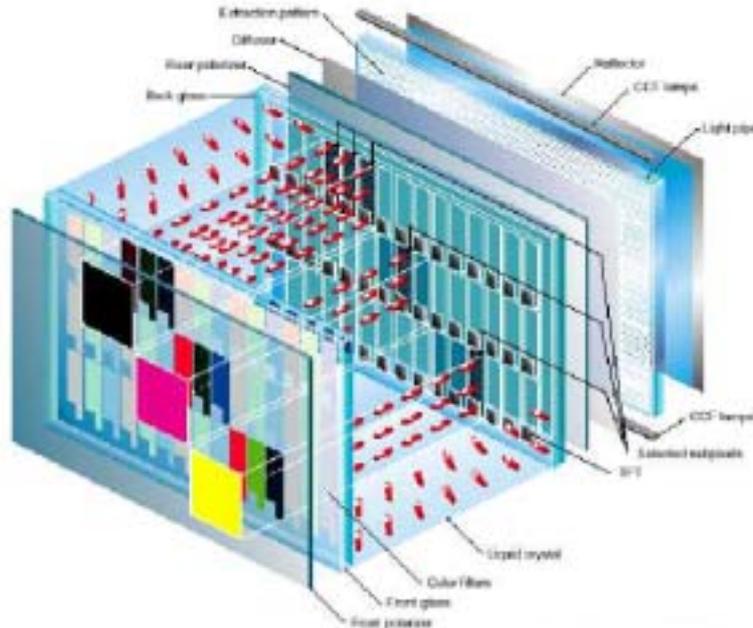


Figure 7.3 Active Matrix (TFT) Addressing

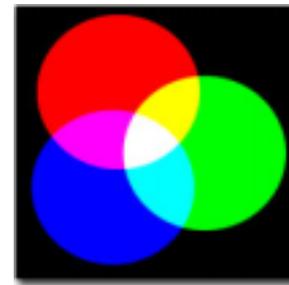
Courtesy of Silicon Graphics



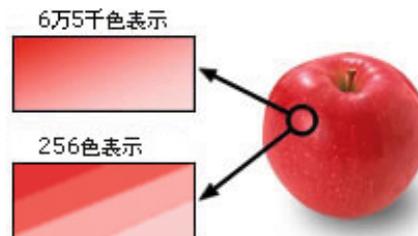
# 液晶顯示器的顯示原理

## ❖ 顏色的產生

Gray Scale	0	8	16	24	32	40	48	56	63
Red									
Green									
Blue									
White									

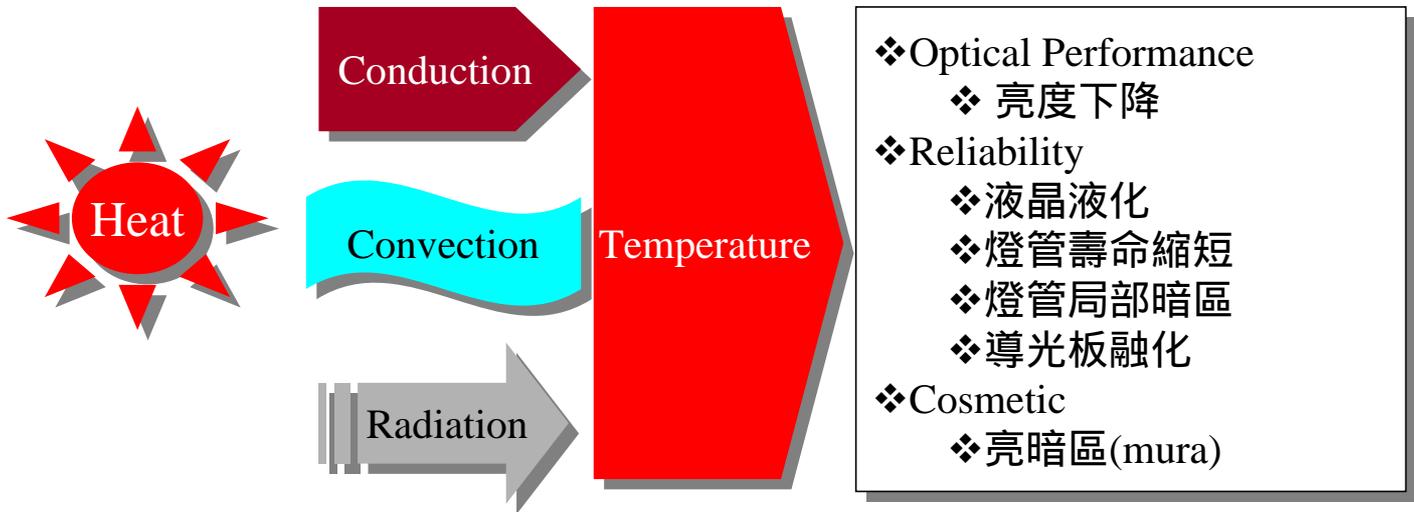


對6 bit顯示器而言，  
共可以顯示 $2^6 \times 2^6 \times 2^6 = 262,144$   
對8 bit顯示器而言，  
共可以顯示 $2^8 \times 2^8 \times 2^8 = 16,777,216$





# 熱對於TFT-LCD面板性能的影響





# 熱對於TFT-LCD面板性能的影響

## ❖ TFT-LCD熱量產生的來源

✓ CCFL

✓ 驅動電路

## ❖ TFT-LCD模組消耗功率

✓ Edge-Light背光板 → CCFL : 驅動電路 ~ 4:1

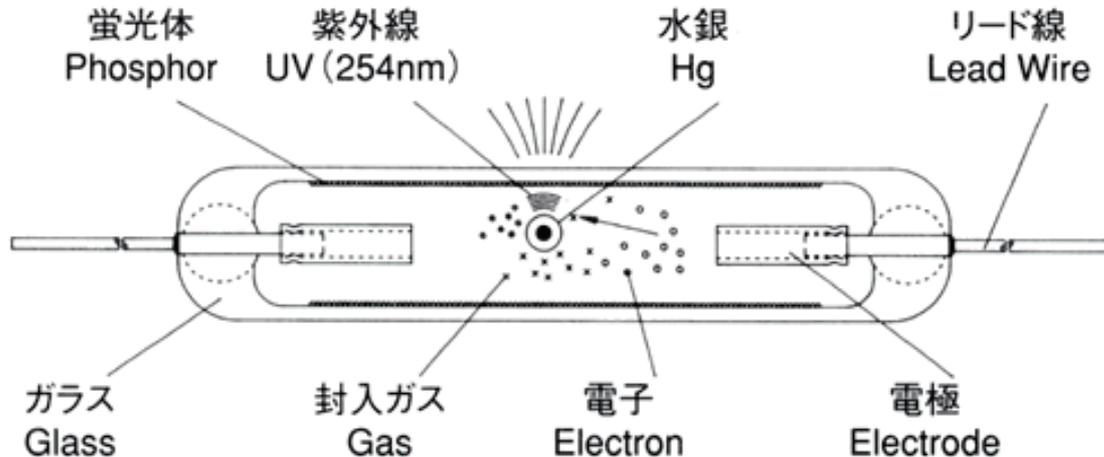
✓ 直下型背光板 → CCFL : 驅動電路 ~ 10:1

## ❖ 大部分熱的問題是由CCFL造成



# 冷陰極燈管簡介

## ❖ 冷陰極燈管(Cold Cathode Fluorescent Lamp, CCFL)結構圖

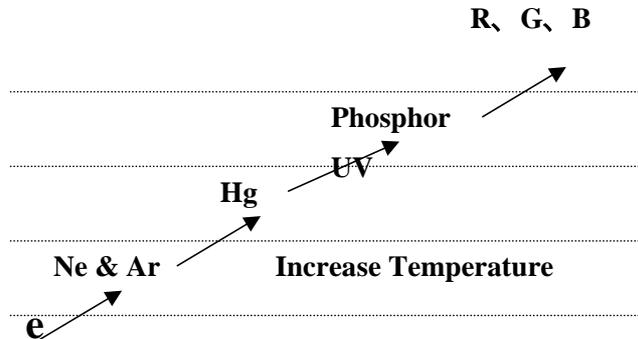




# 冷陰極燈管簡介

## ❖ CCFL 發光原理

- ✓ 1. 高電壓電極激發電子
- ✓ 2. 電子撞擊Ne and Ar，吸收能量(升溫)
- ✓ 3. 高能量的Ne and Ar 釋放能量，撞擊Hg 吸收能量
- ✓ 4. Hg釋放UV  $\lambda=253.7\text{nm}$ ，撞擊螢光體
- ✓ 5. 由螢光體發出可視光(R、G、B)

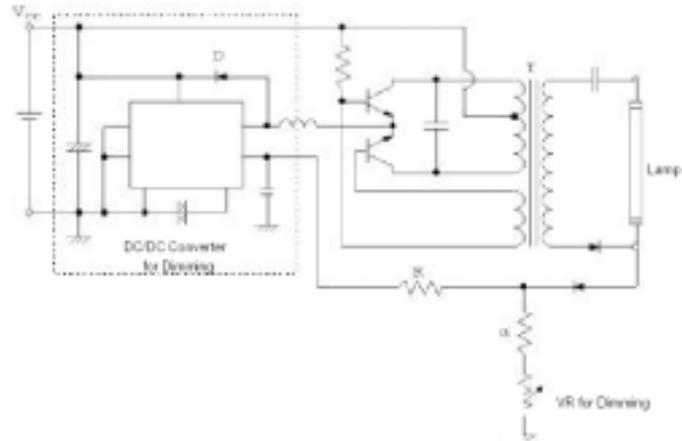
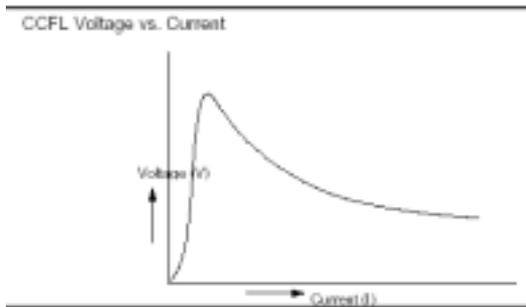




# 冷陰極燈管簡介

## ❖ CCFL的驅動

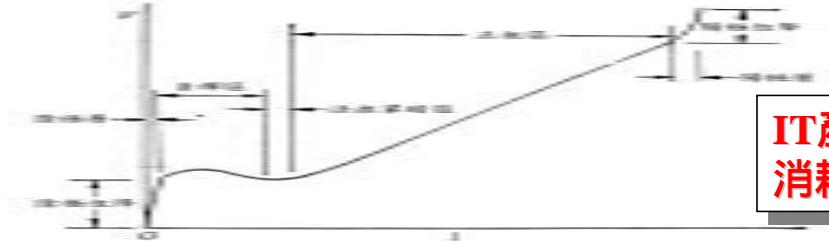
- ✓ CCFL是負阻抗元件(Negative Impedance)
- ✓ 需要交流高壓電驅動(啟動電壓~1300V, 燈管電壓~600V)





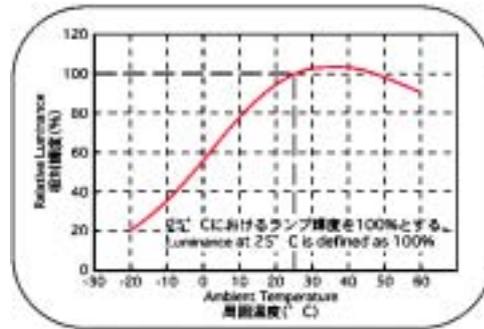
# CCFL的熱特性

❖ 電極區的單位長度產生的發熱量最高



IT產品用燈管每支  
消耗功率約在4W~6W

❖ 最佳亮度約在燈管周圍溫度35~40度C左右





# 常見的問題及因應措施

## ❖ 溫度過高或是分佈不良產生的影響

### ✓ 光學性能下降

➤ 亮度下降

### ✓ 可靠度問題

➤ 液晶液化, 失去規則排列特性

➤ 燈管水銀聚集於電極區而形成無效水銀, 縮短燈管壽命

➤ 燈管水銀移動, 造成燈管暗區

➤ 導光板局部融化, 光學特性改變, 造成亮暗

### ✓ 外觀不良

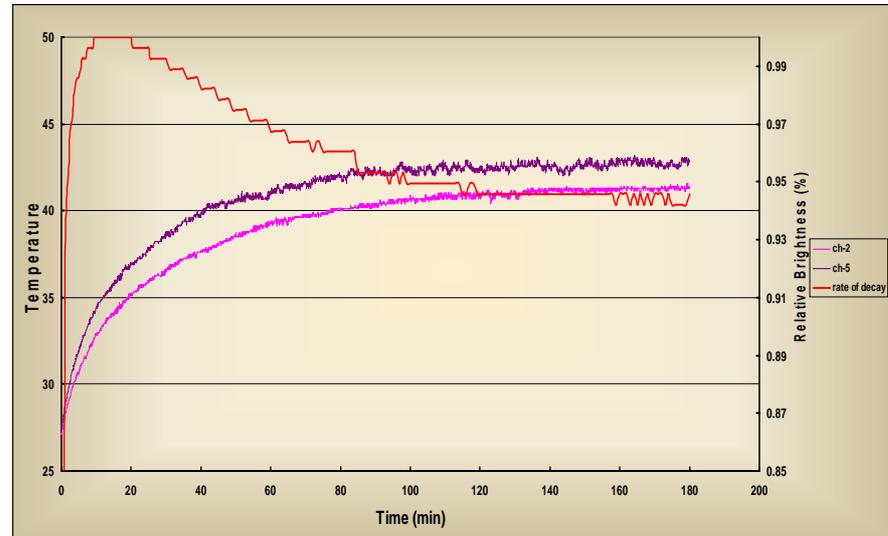
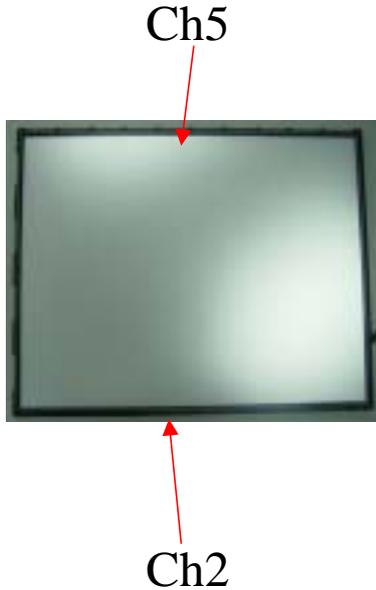
➤ 光學膜片膨脹而翹曲, 造成亮暗區

➤ 補償膜光學特性改變, 造成亮暗區



# 常見的問題及因應措施

## ❖ 因溫度過高導致亮度下降





# 常見的問題及因應措施

## ❖ 因溫度過高導致導光板融化

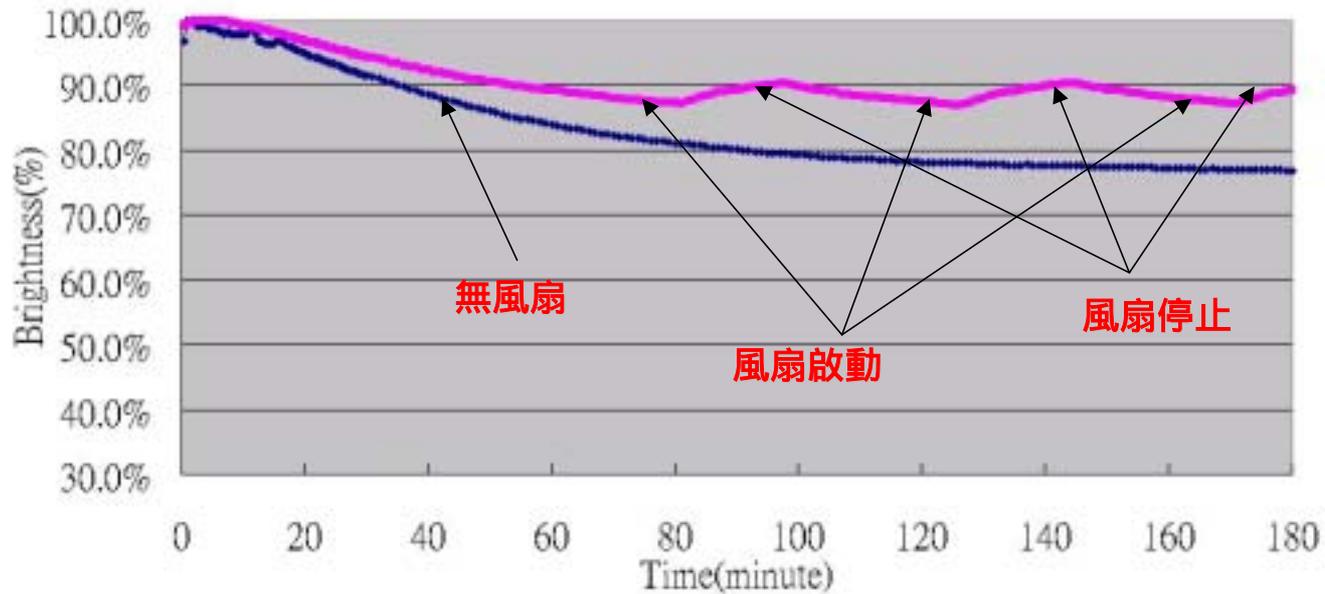




# 常見的問題及因應措施

❖ 解決溫度過高導致亮度下降 – 系統內的方法

✓ 加入風扇散熱, 解決溫度過高





# 常見的問題及因應措施

## ❖ 解決溫度過高的問題 – 面板的解決方案

- ✓ 燈管組加散熱片
- ✓ 反射罩用高熱導係數材質
- ✓ 使用低發熱燈管
- ✓ 減少燈管數或是降低燈管電流, 改用增光膜片 DBEF(3M產品)提升亮度規格



# 常見的問題及因應措施

## ❖ 燈管組加散熱片





# 常見的問題及因應措施

## ❖ 反射罩用高熱導係數材質

常用材質: 不銹鋼, 鋁, 黃銅



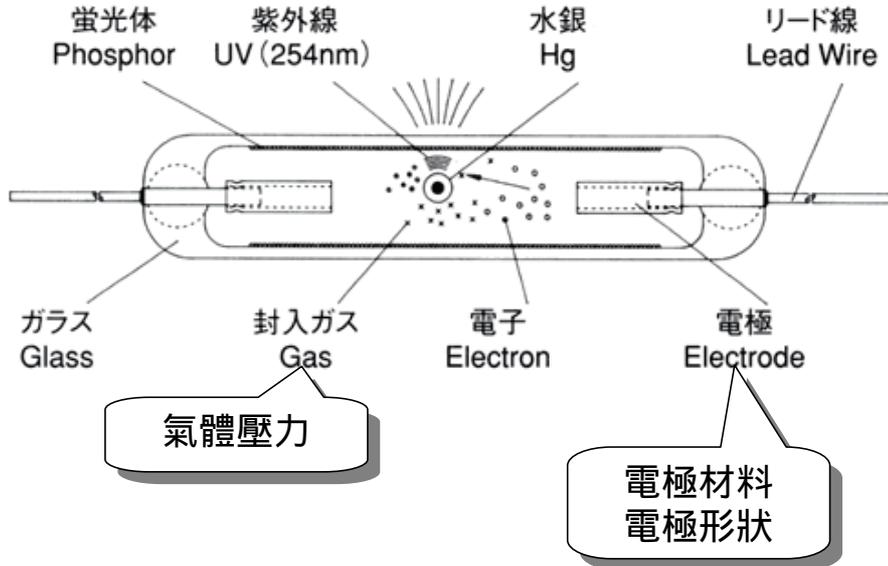
**導熱係數: 鋁(310) > 黃銅(170) > 不銹鋼(16.2)**

**單位: W/m-K**



# 常見的問題及因應措施

## ❖ 使用低發熱燈管

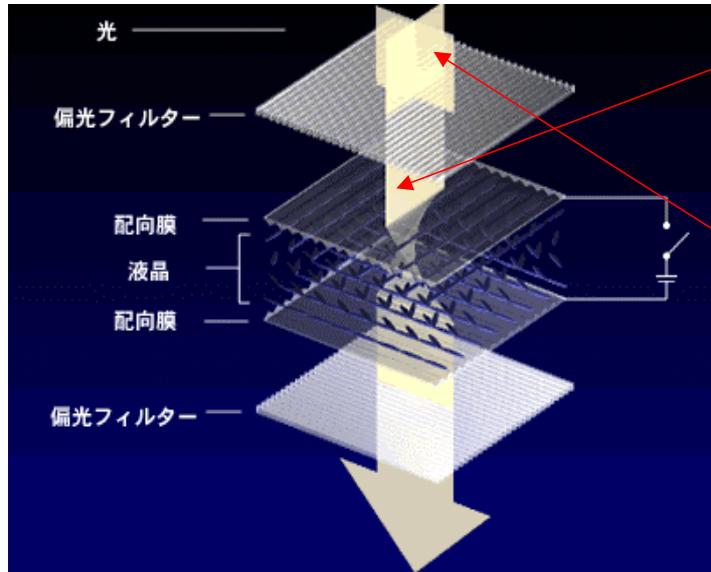




# 常見的問題及因應措施

❖ 利用DBEF, 減少燈管數或是降低燈管電流

✓ 背光源的光線至少被浪費掉50%!!



只有50%的光可以通過  
第一張偏光板(Polarizer)



原來被吸收掉的50%的光  
是否可以再利用??

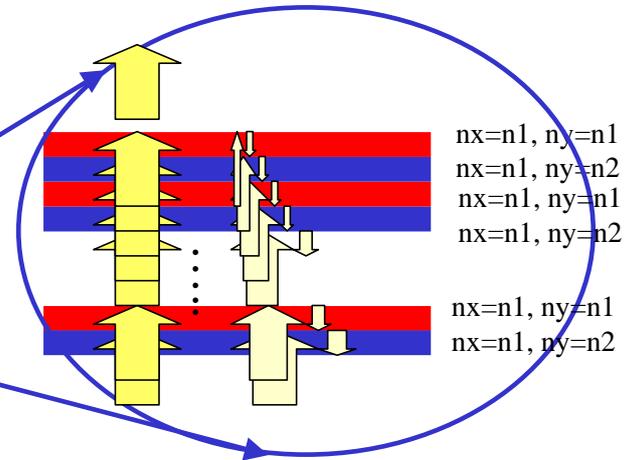
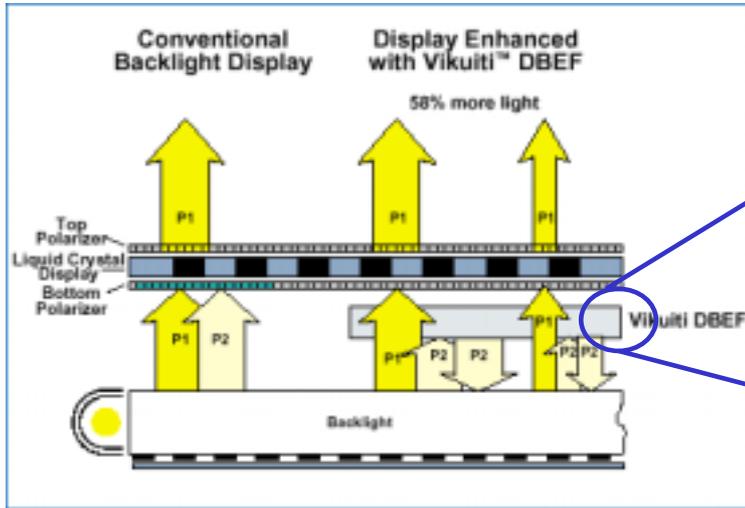


**DBEF可以!!**  
(Dual Brightness Enhancement Film)



# 常見的問題及因應措施

## ❖ DBEF的工作原理



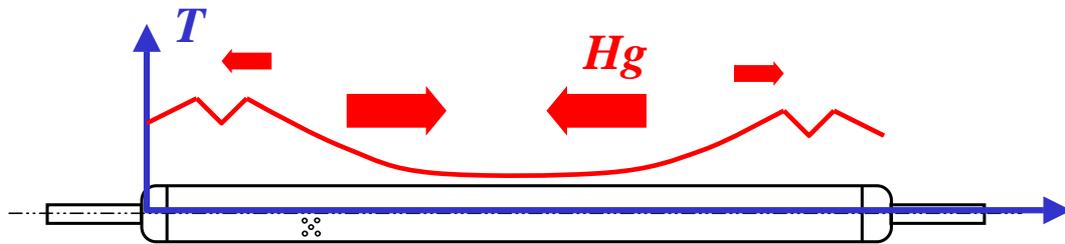
X方向的偏光看到的折射率均一化  
Y方向的偏光則看到各層的折射率在變化!!

**DBEF 可以提升光線的利用率約1.2到1.5倍!!**



## 常見的問題及因應措施

- ❖ 當燈管內的溫度差異過大時，燈管內的水銀會逐漸往低溫的區域移動聚集
  - ✓ 局部無水銀區域變暗
  - ✓ 聚集於電極附近的水銀，被電極濺射出來的物質 (Amalgam) 捕捉住，因而形成無效的水銀，縮短燈管壽命





# 常見的問題及因應措施

---

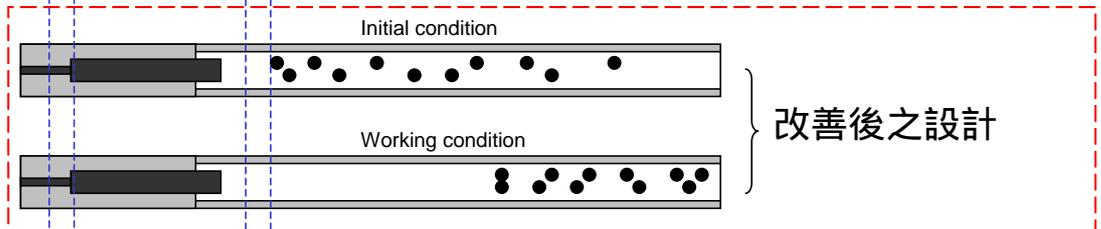
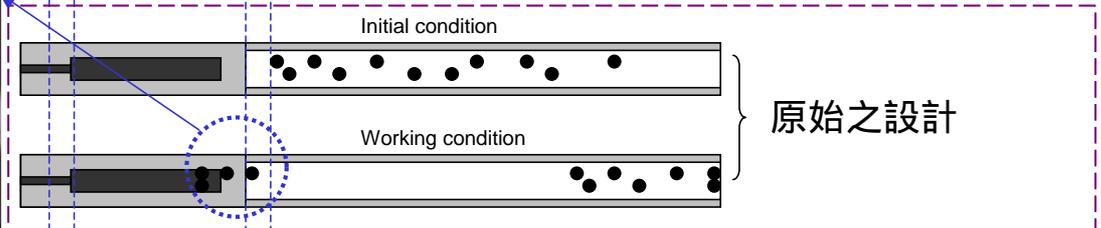
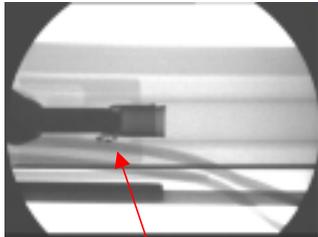
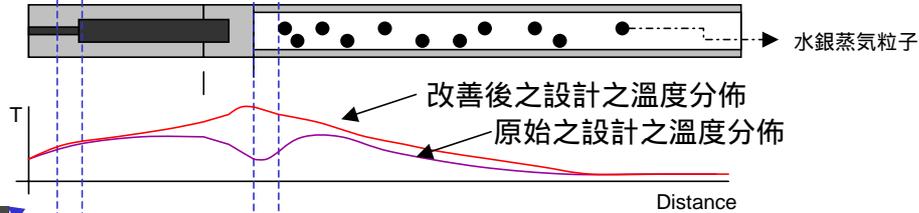
## ❖ 局部無水銀區域變暗

- ✓ 設法維持燈管發光區的溫度差異不要太大
- ✓ 不要有大面積的冷卻點



# 常見的問題及因應措施

## ❖ 電極區的局部低溫點造成水銀聚集

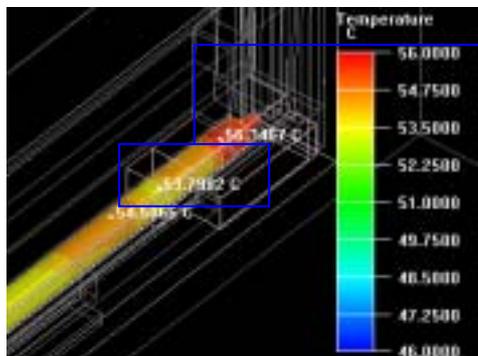




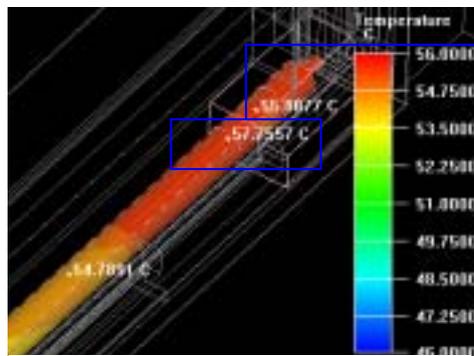
# 常見的問題及因應措施

## ❖ 電極區的局部低溫點造成水銀聚集

✓ 設計變更, 改變熱傳條件, 避免電極附近產生低溫



Rubber-Cap出口の温度  
段差は約1 ぐらい  
(54.5 53.8 )、  
水銀偏りになります。  
(水銀蒸気粒子を低温の  
ほうに移ります)



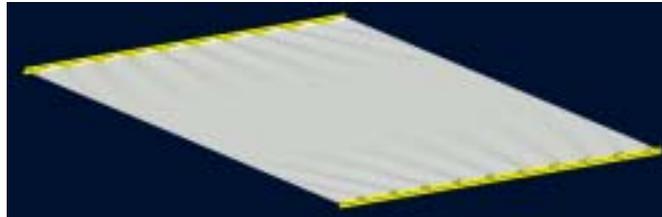
Rubber-Cap出口の温度  
段差は無くなります  
(54.8 57.7 )、

註: 高压側温度計算値



# 常見的問題及因應措施

- ❖ 光學膜片膨脹而翹曲，造成亮暗區 → Waving的現象

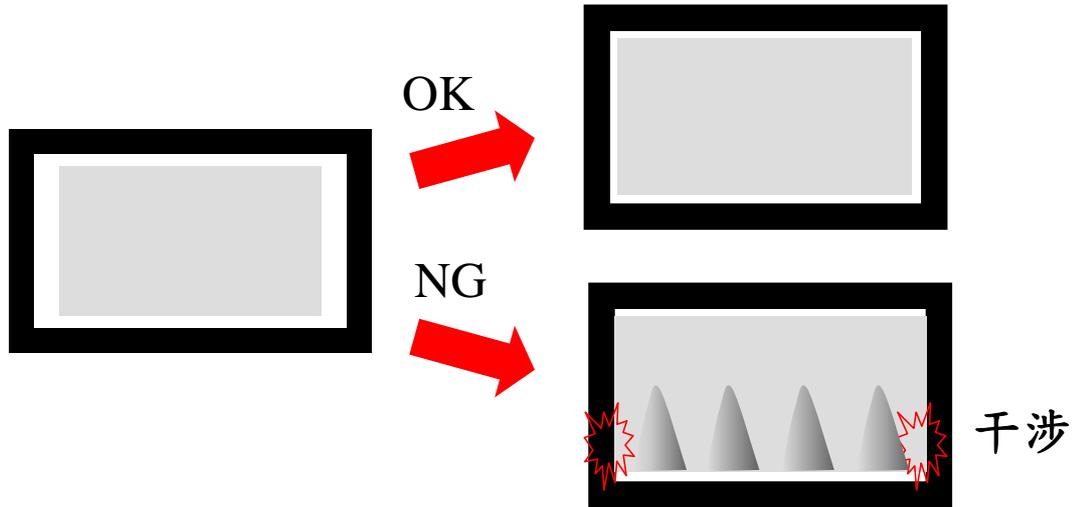




# 常見的問題及因應措施

## ❖ 光學膜片膨脹而翹曲，造成亮暗區

- ✓ 使用較厚之光學膜片
- ✓ 降低光學膜片中央部之組裝間隙，增加周圍四邊之組裝間隙





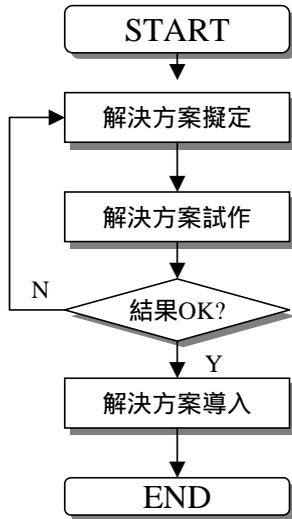
# 電腦輔助模擬分析的應用

- ❖ 隨著電腦軟硬體的進步，電腦輔助模擬分析(Computer Aided Engineering, CAE)已經漸漸普及，廣泛用在結構分析，熱傳分析等方面
- ❖ 解決產品設計的問題時，有時候很難單靠實驗來找到根本原因。例如產品內部各元件的互動關係，或是在特殊使用環境時會發生什麼事。這時可以利用CAE協助找出產品設計上的問題
- ❖ 當產品架構定案並製作模具後，基於開發時程的考量，往往很難做大幅度的設計變更。因此，在第一時間就將產品做對，便是很重要的課題。
- ❖ 利用CAE分析，我們希望能夠在設計初期，便將產品作對，然後再發包製作模具，以減少Try & Error次數

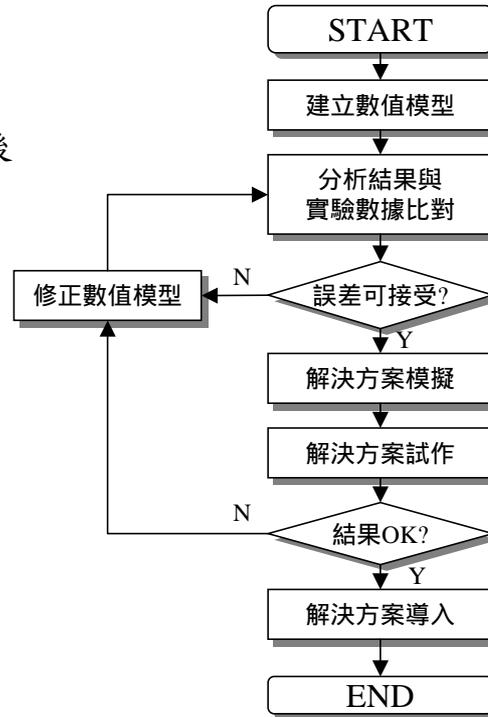


# 電腦輔助模擬分析的應用

## ❖ 利用CAE分析解決問題



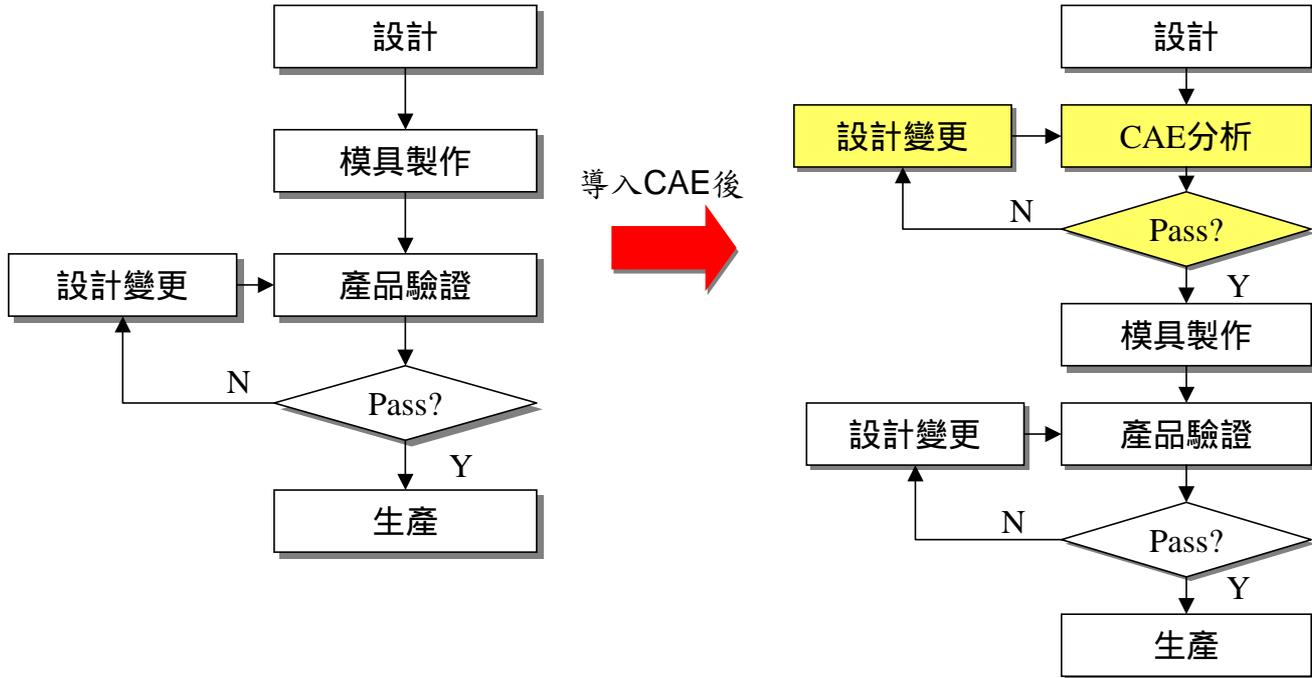
導入CAE後





# 電腦輔助模擬分析的應用

## ❖ 產品開發的流程導入CAE分析，早期發現問題

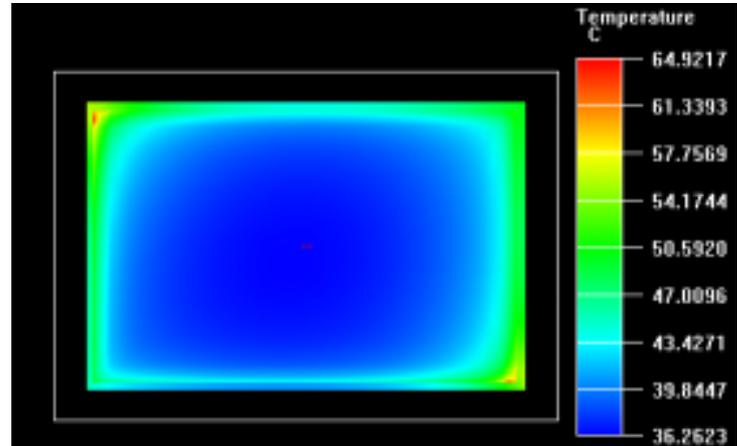




# 電腦輔助模擬分析的應用

## ❖ Case Study: 新型背光板的導入

✓ 局部溫度過高, 造成顯示畫面角落產生暗區

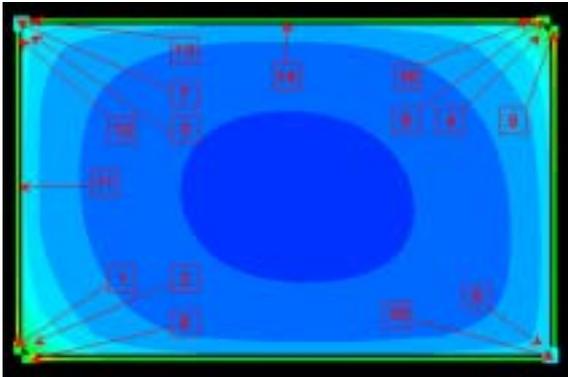




# 電腦輔助模擬分析的應用

## ❖ Case Study: 新型背光板的導入

✓ 建立數值模型，並與實驗數據比較，以校正數值模型



Position	1	2	3	4	5	6	7	8
Measurement	71.0	60.7	48.0	61.9	46.1	73.4	55.7	86.1
CAE analyzed	72.0	59.8	48	60.3	52.3	73.3	50.9	82.2

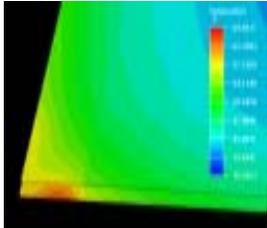
Position	9	10	11	12	13	14	15
Measurement	82.6	49.1	75.0	65.0	72.3	79.9	106.0
CAE analyzed	84.2	55.0	75.6	64.5	66.0	73.5	106.0



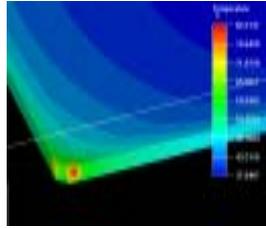
# 電腦輔助模擬分析的應用

## ❖ Case Study: 新型背光板的導入

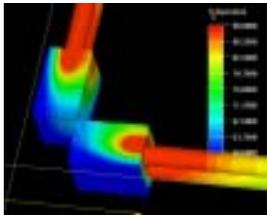
✓ 依據分析結果, 提出改善方案



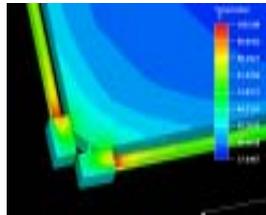
LCD Panel



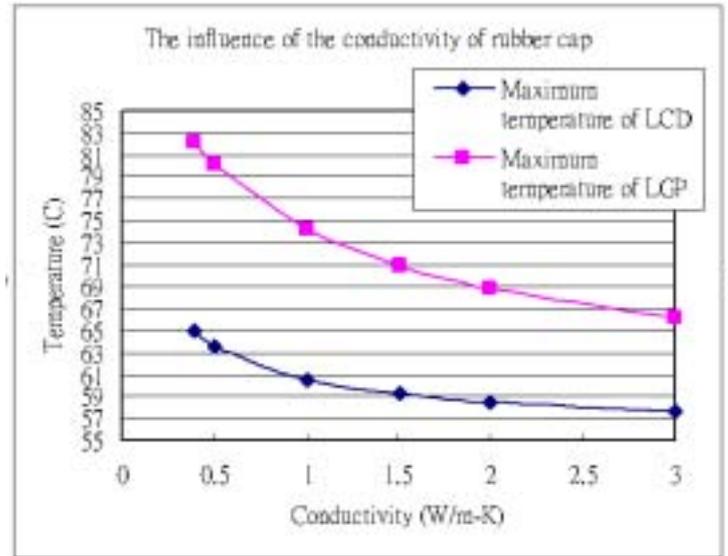
導光板



燈管組



燈管組與導光板





# Q & A

---



---

***Thank you !!***