



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



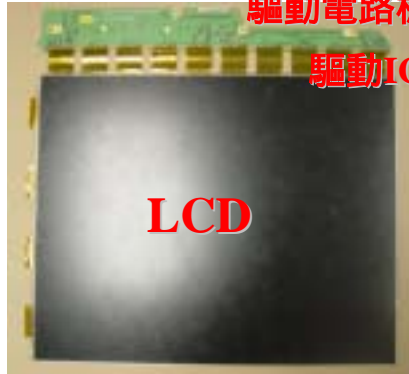
液晶面板的結構說明



金屬框



驅動電路板
驅動IC



LCD



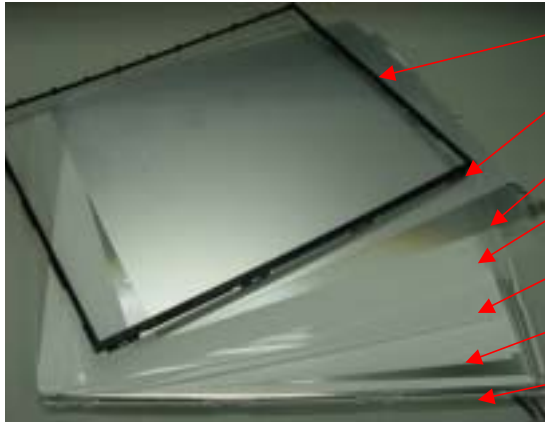
背光板(Backlight)





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

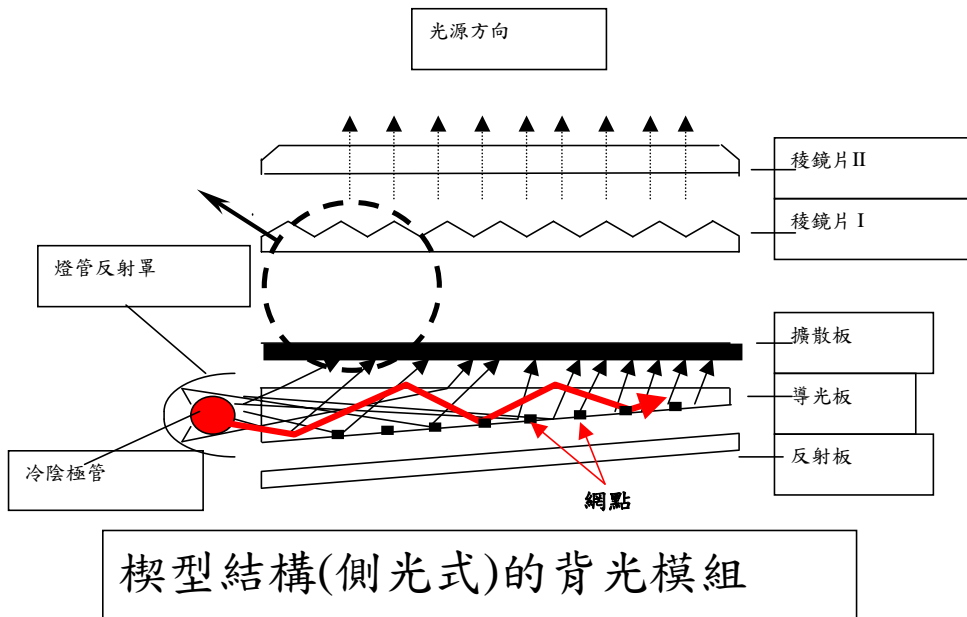
Lamp Holder
Lamp Reflector

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



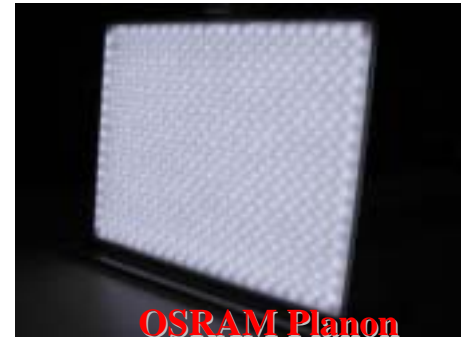
直下式CCFL燈箱



直下式LED燈箱



平面燈管



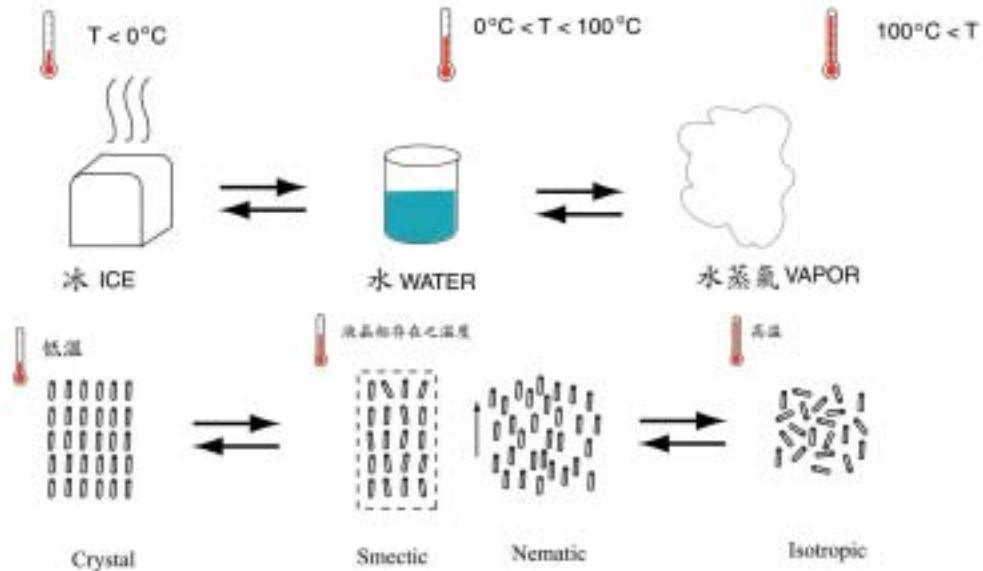
OSRAM Planon



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)

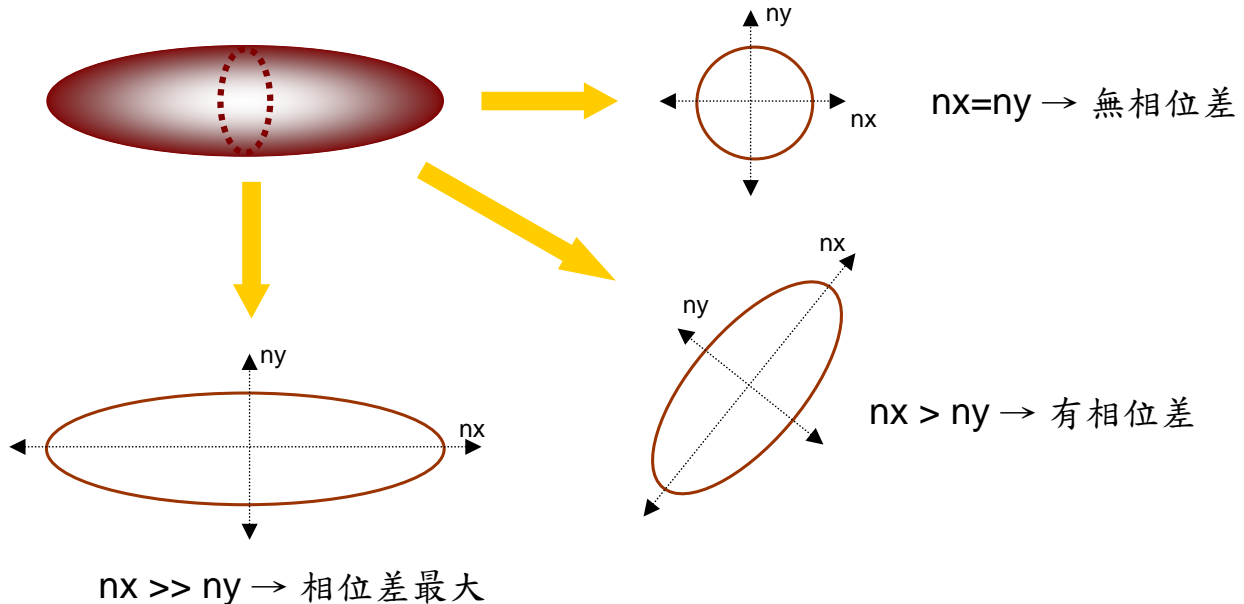




液晶顯示器的顯示原理

❖ 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



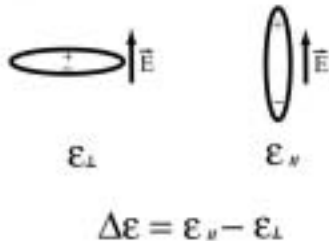


液晶顯示器的顯示原理

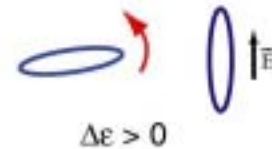
❖ 液晶的非等向介電性

- ✓ 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

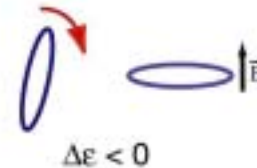
介電係數表示材料被外面電場誘發極化率的大小，介電係數越大表示極化率越大



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



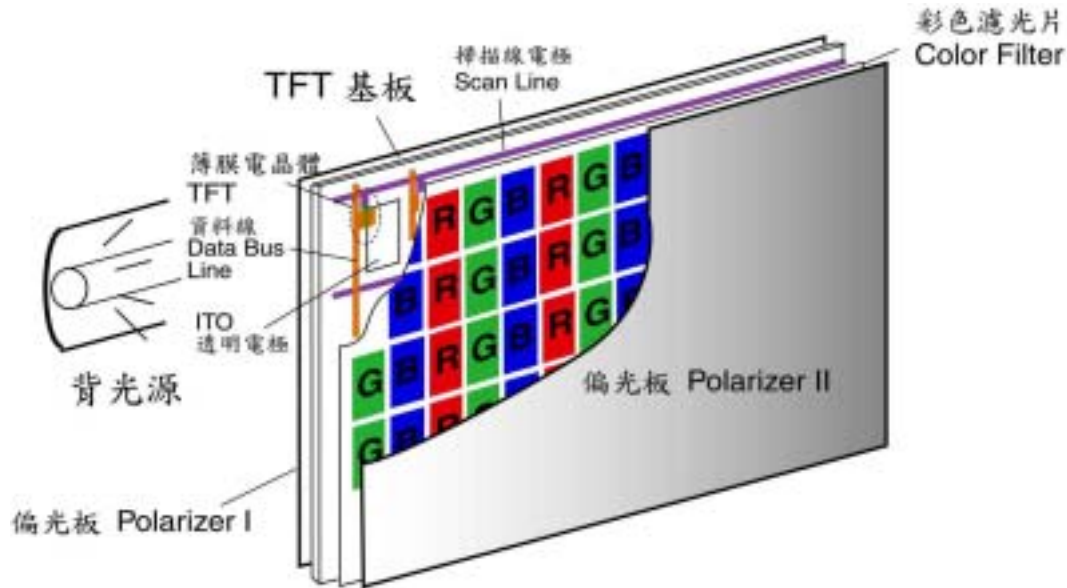
對 $\Delta\epsilon < 0$ 而言，當有外加電場時，液晶分子的對稱軸方向會傾向於與外加電場方向垂直





液晶顯示器的顯示原理

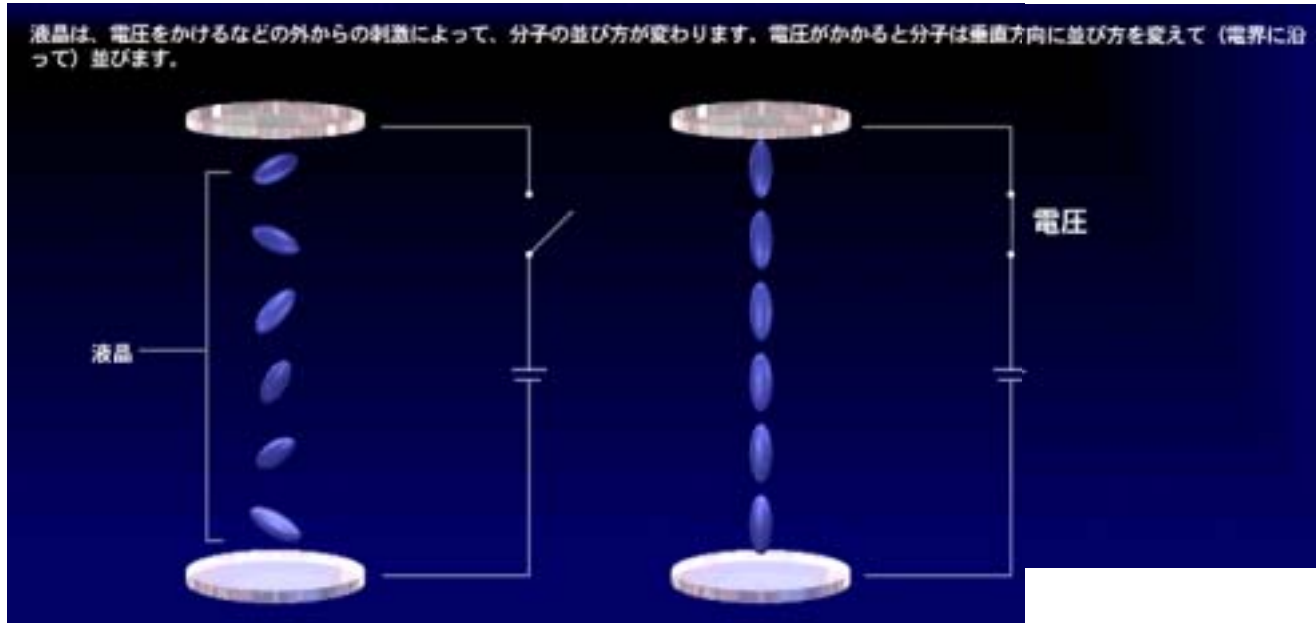
- ❖ LCD不會自己發光，而是將外來光源加以調變後，顯示出影像





液晶顯示器的顯示原理

❖ 液晶顯示器的工作原理



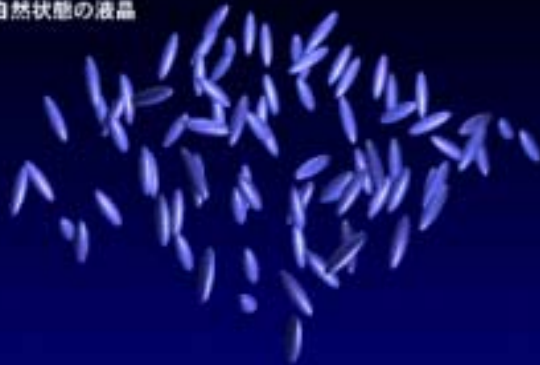


液晶顯示器的顯示原理

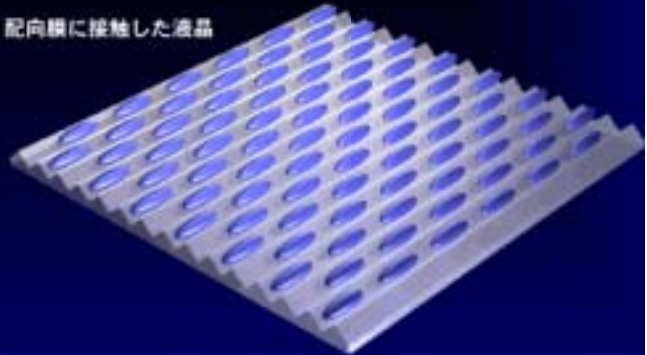
❖ 液晶顯示器的工作原理

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



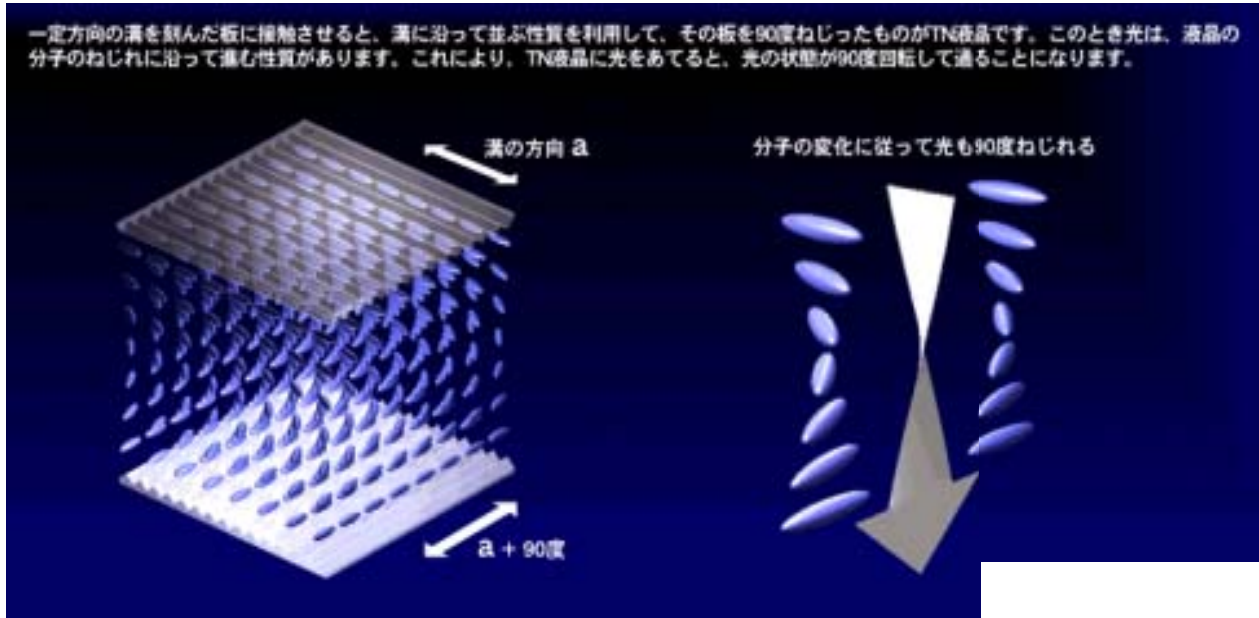
配向膜に接触した液晶





液晶顯示器的顯示原理

❖ 液晶顯示器的工作原理

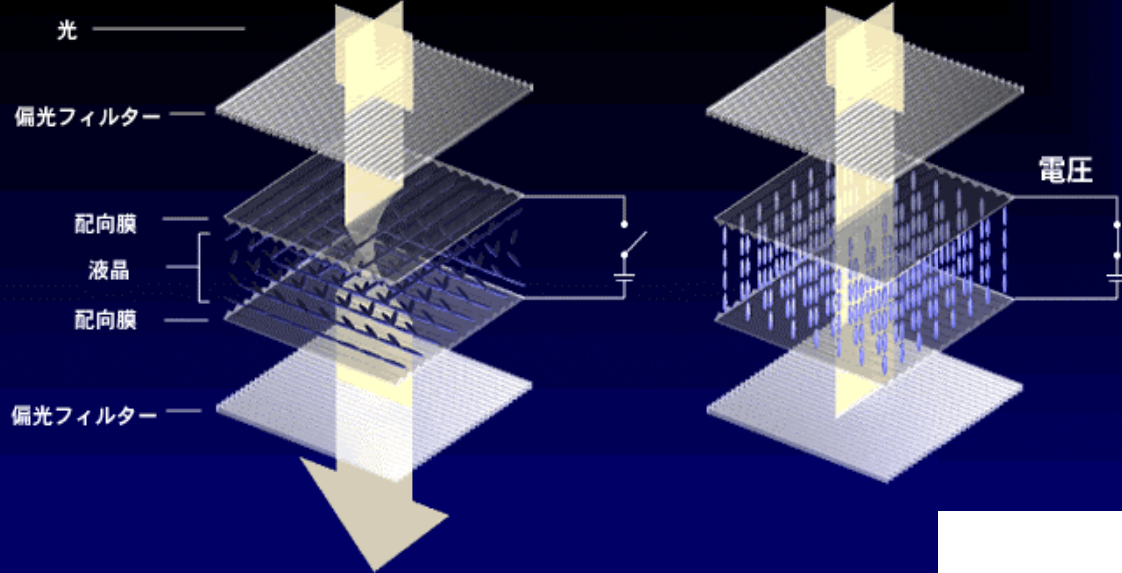




液晶顯示器的顯示原理

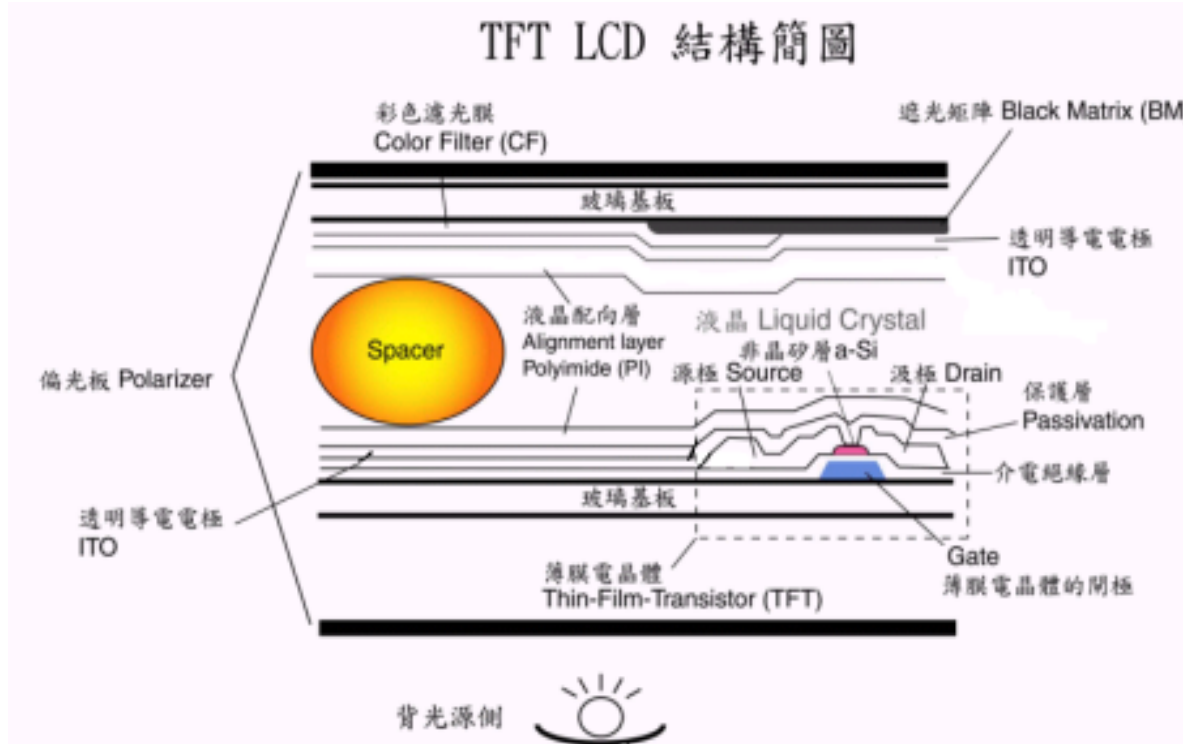
❖ 液晶顯示器的工作原理

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。





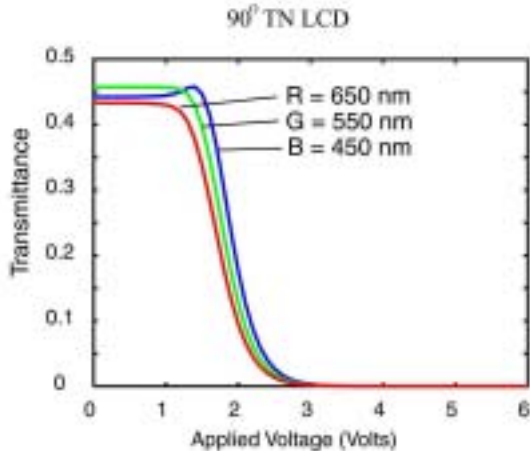
液晶顯示器的顯示原理





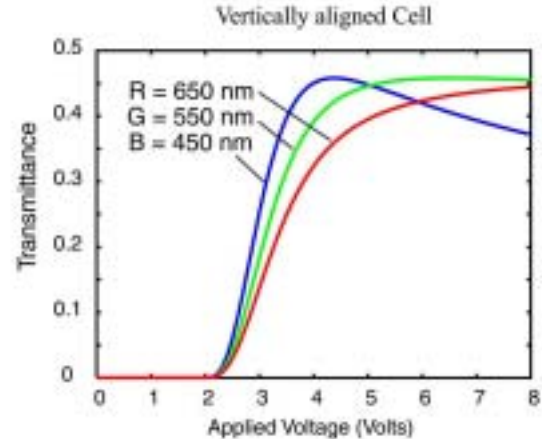
液晶顯示器的顯示原理

❖ 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 μm . 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 μm . 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

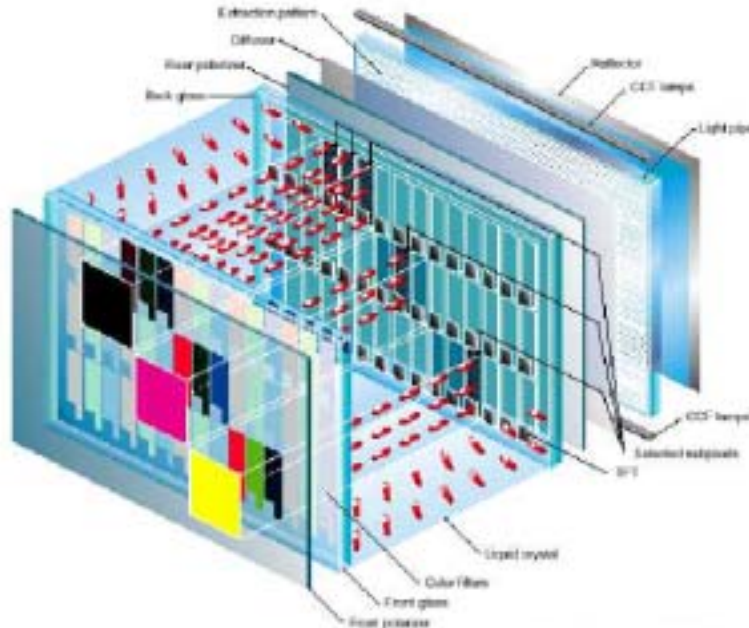


Figure 7.3 Active Matrix (TFT) Addressing

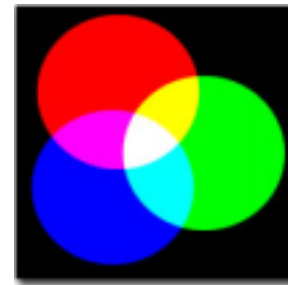
Courtesy of Silicon Graphics



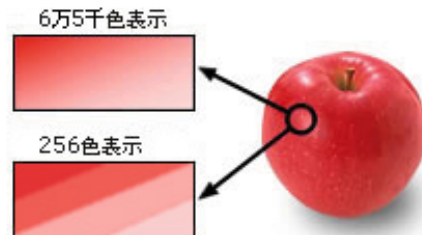
液晶顯示器的顯示原理

❖ 顏色的產生

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

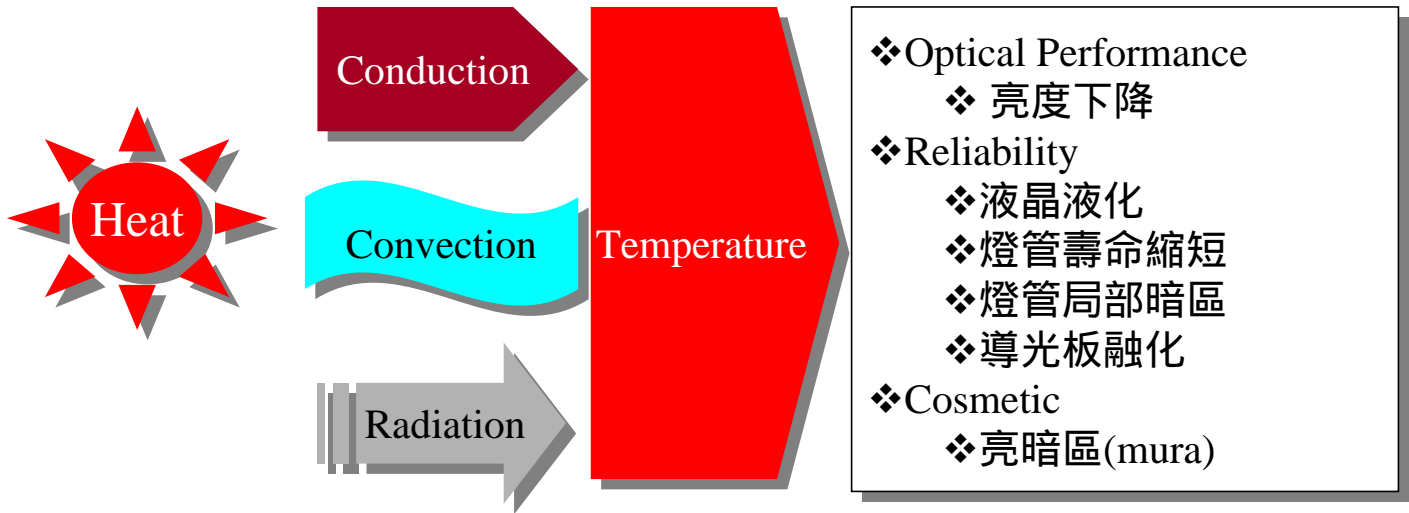


對6 bit顯示器而言，
共可以顯示 $2^6 \times 2^6 \times 2^6 = 262,144$
對8 bit顯示器而言，
共可以顯示 $2^8 \times 2^8 \times 2^8 = 16,777,216$





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

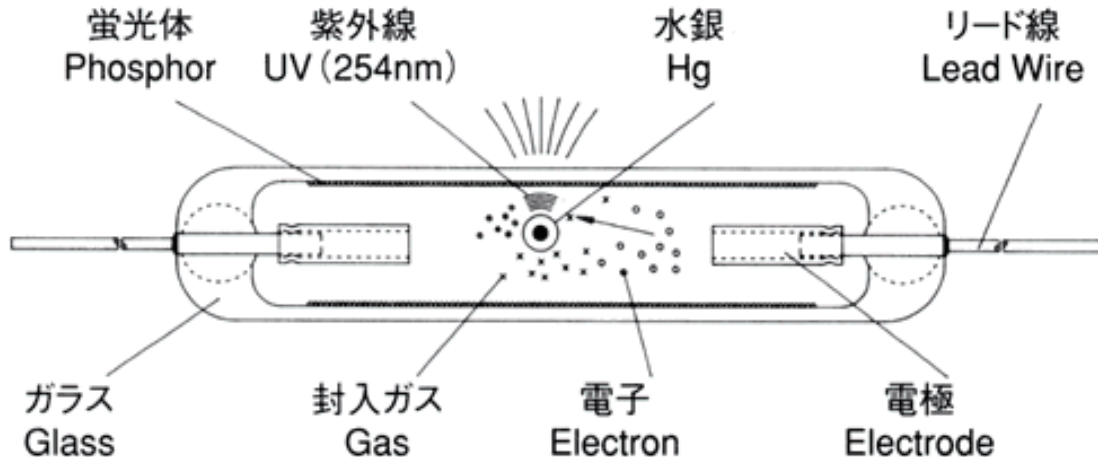
✓ 直下型背光板 → CCFL : 驅動電路 ~ 10:1

❖ 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

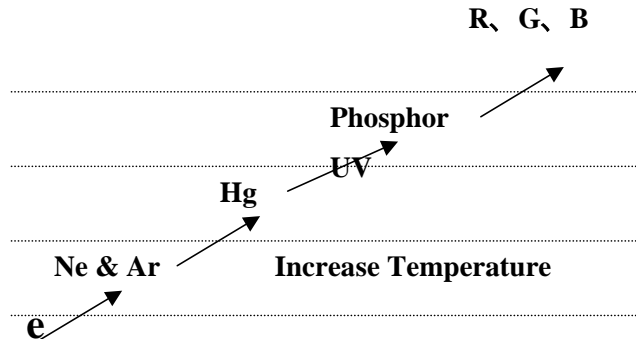




冷陰極燈管簡介

❖ 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)

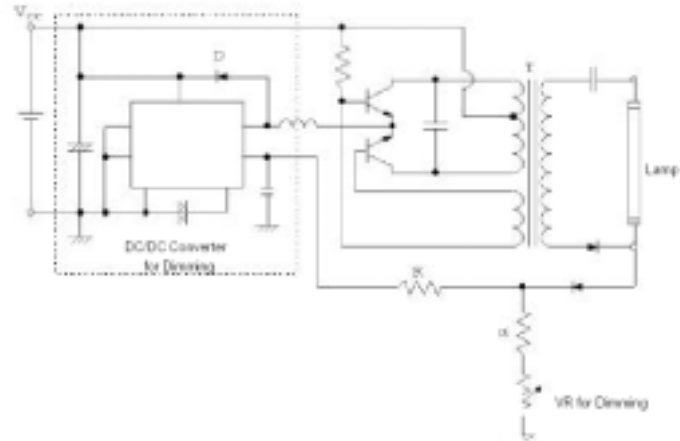
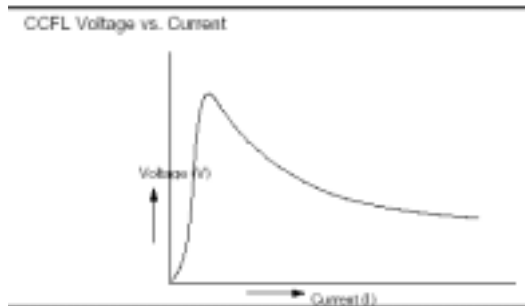




冷陰極燈管簡介

❖ CCFL的驅動

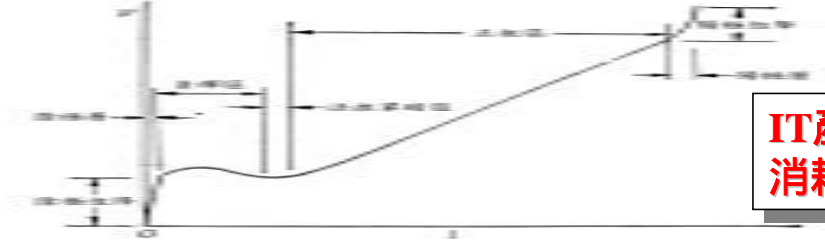
- ✓ CCFL是負阻抗元件(Negative Impedance)
- ✓ 需要交流高壓電驅動(啟動電壓~1300V, 燈管電壓~600V)





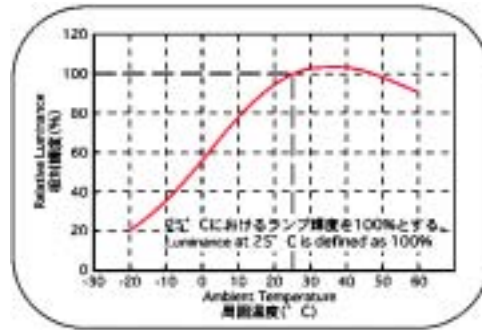
CCFL的熱特性

❖ 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

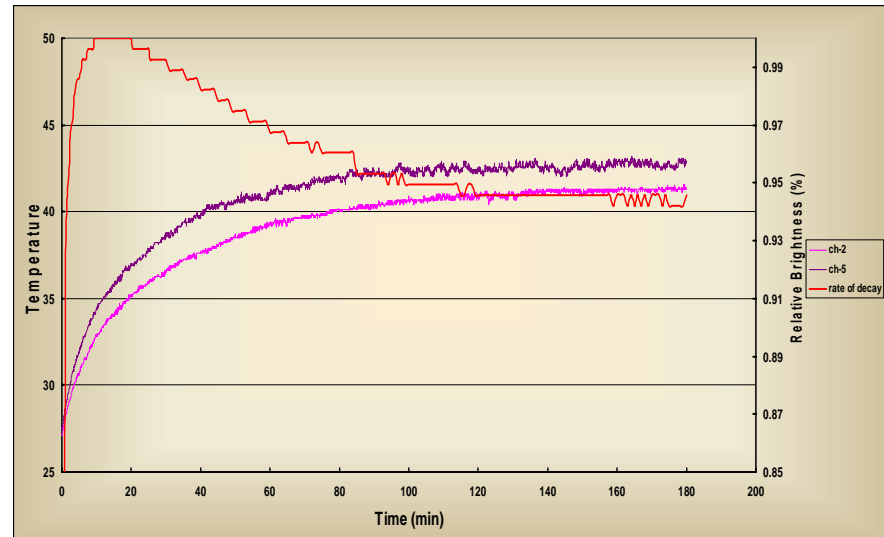
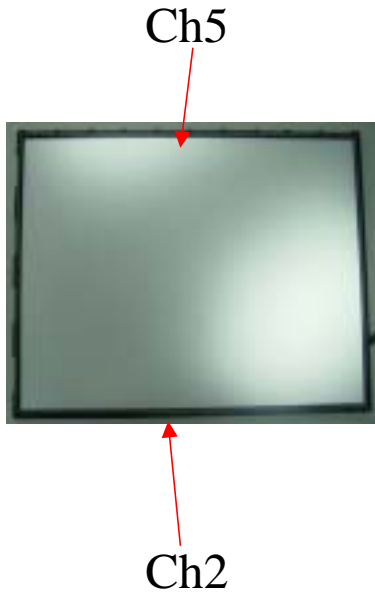
- 光學膜片膨脹而翹曲, 造成亮暗區

- 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

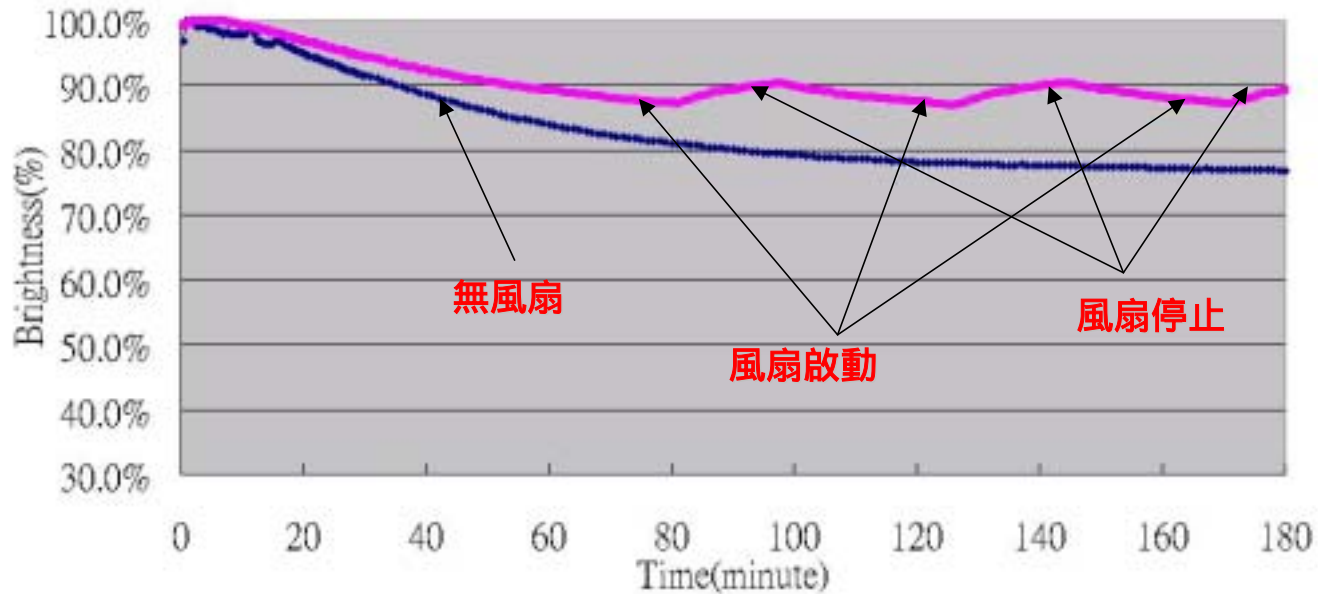




常見的問題及因應措施

❖ 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



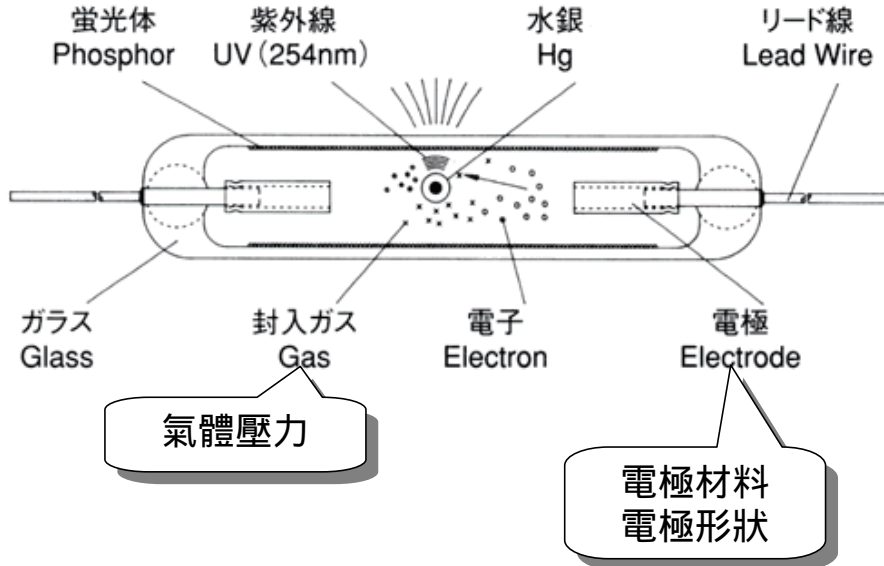
導熱係數: 鋁(310) > 黃銅(170) > 不銹鋼(16.2)

單位: W/m-K



常見的問題及因應措施

❖ 使用低發熱燈管

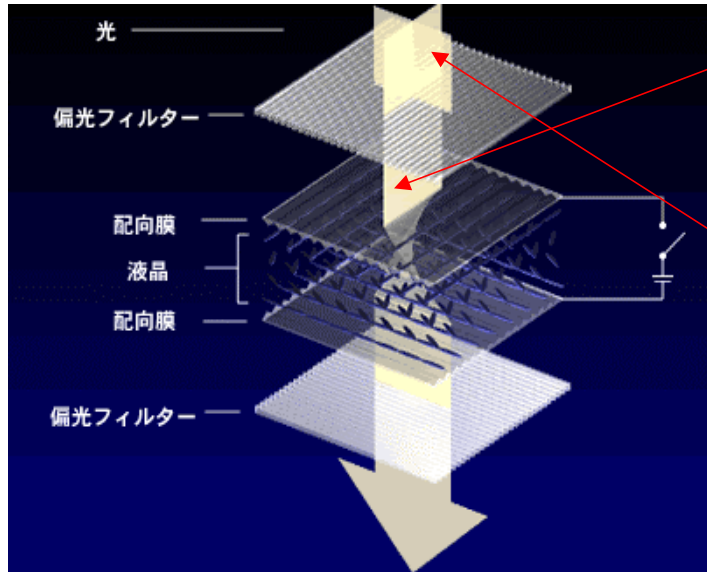




常見的問題及因應措施

❖ 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??

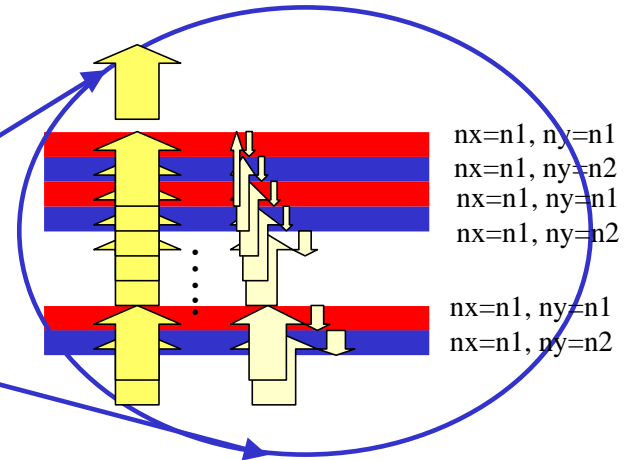
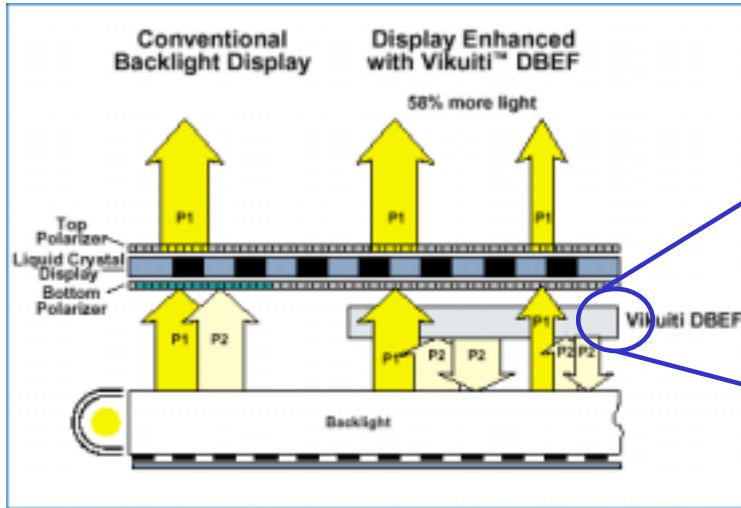


DBEF可以!!
(Dual Brightness Enhancement Film)



常見的問題及因應措施

❖ DBEF的工作原理



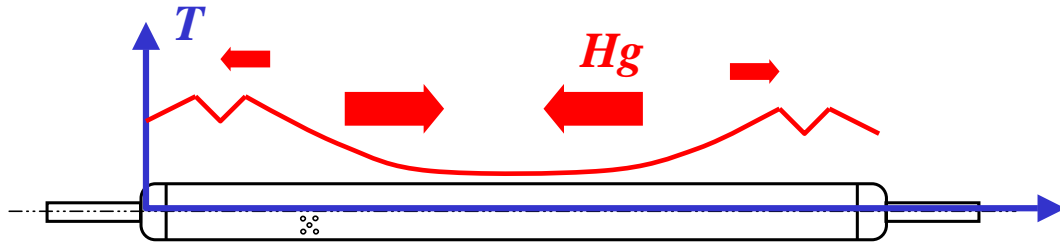
X方向的偏光看到的折射率均一化
Y方向的偏光則看到各層的折射率在變化!!

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

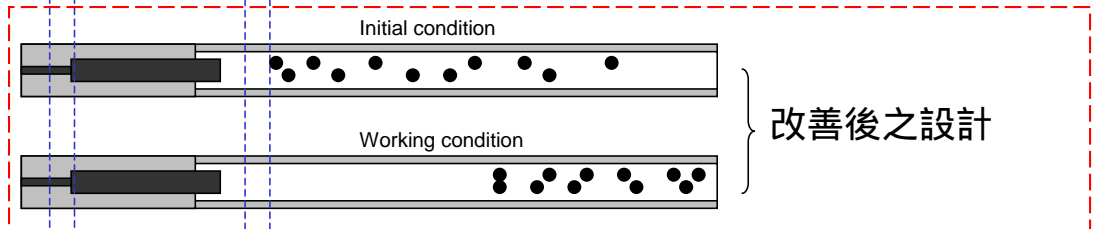
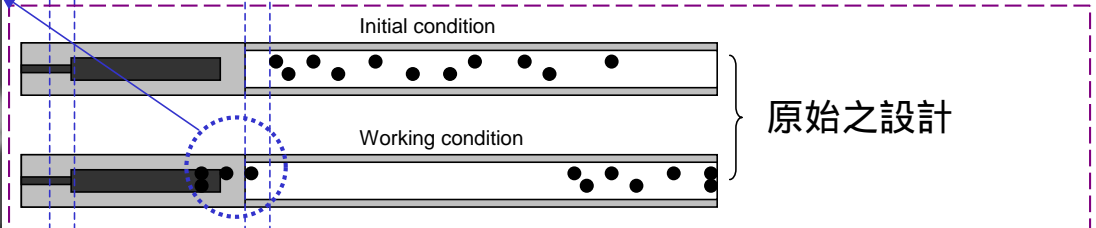
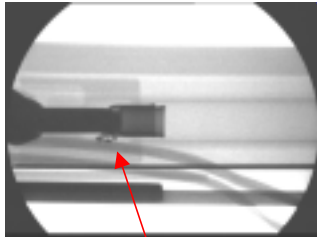
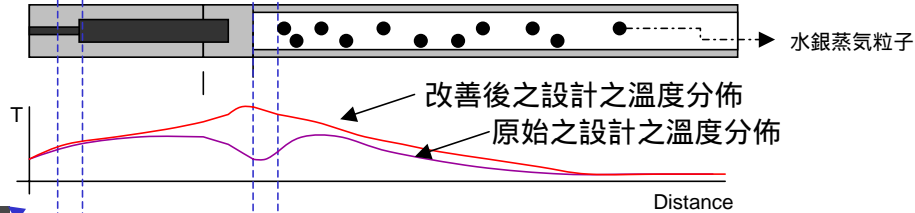
❖ 局部無水銀區域變暗

- ✓ 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

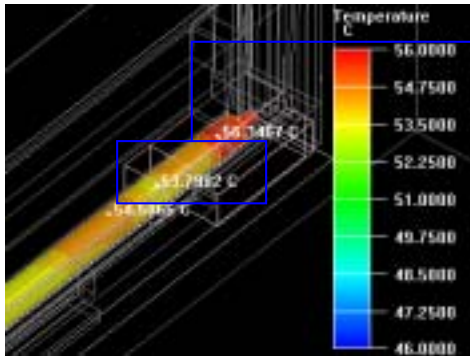




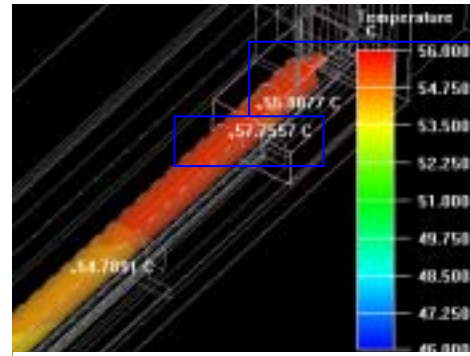
常見的問題及因應措施

❖ 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)



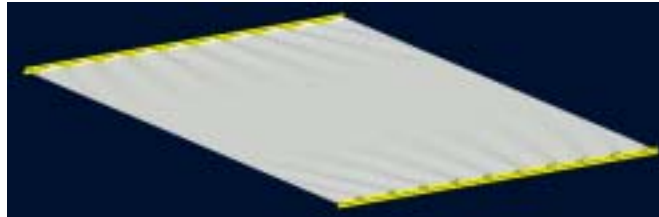
Rubber-Cap出口の温度
段差は無くなります
(54.8 57.7)、

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

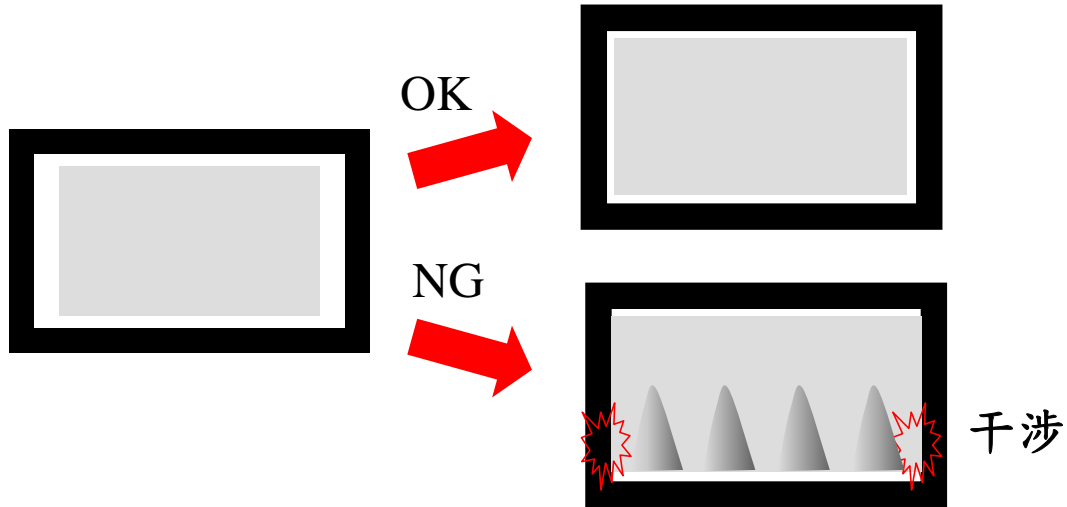




常見的問題及因應措施

❖ 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





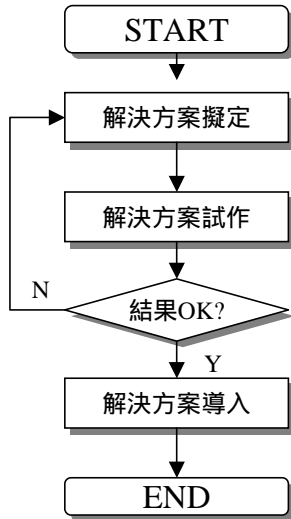
電腦輔助模擬分析的應用

- ❖ 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

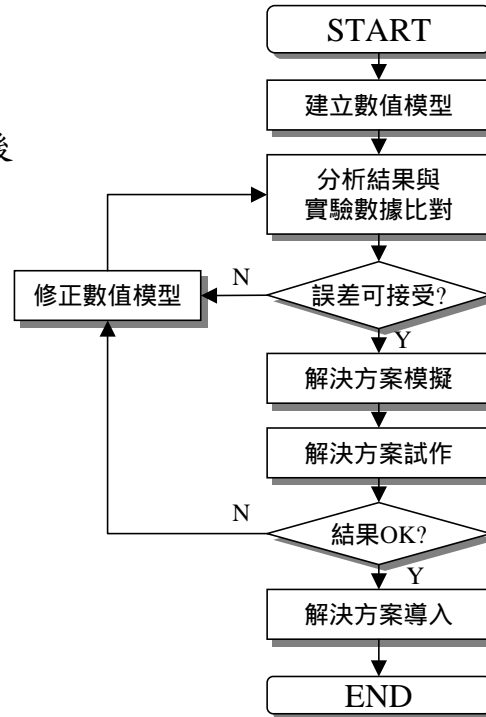


電腦輔助模擬分析的應用

❖ 利用CAE分析解決問題



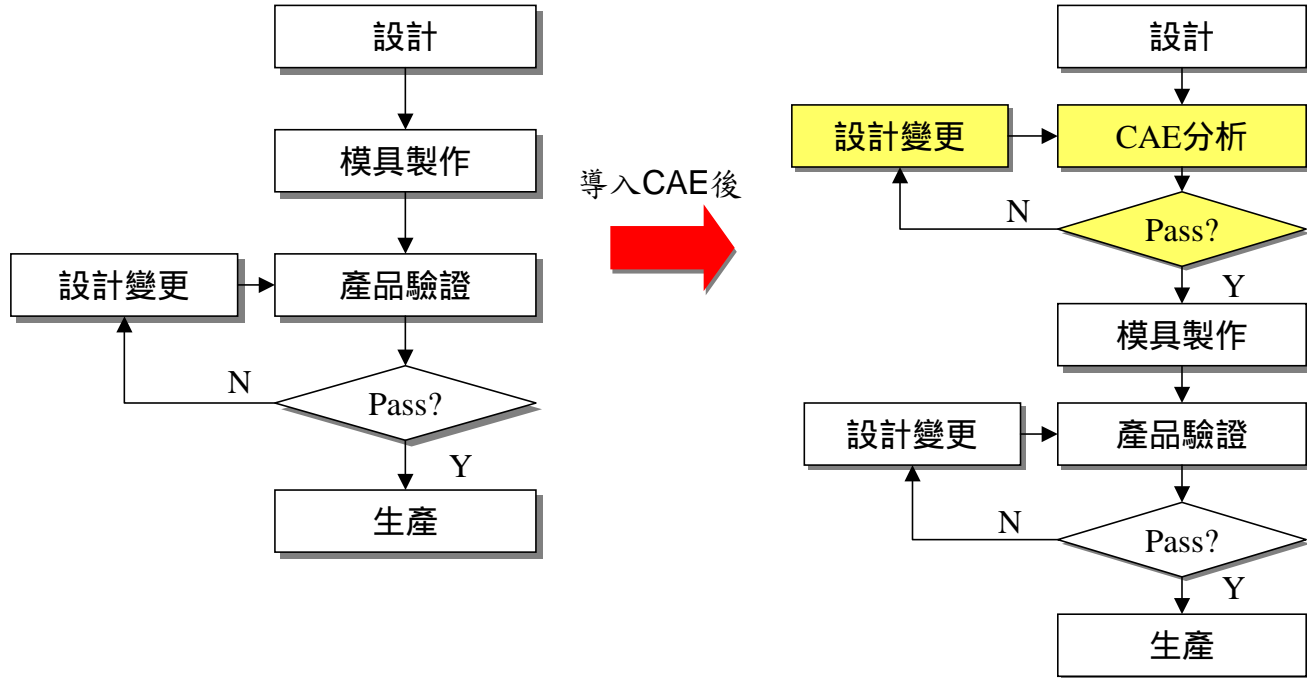
導入CAE後





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

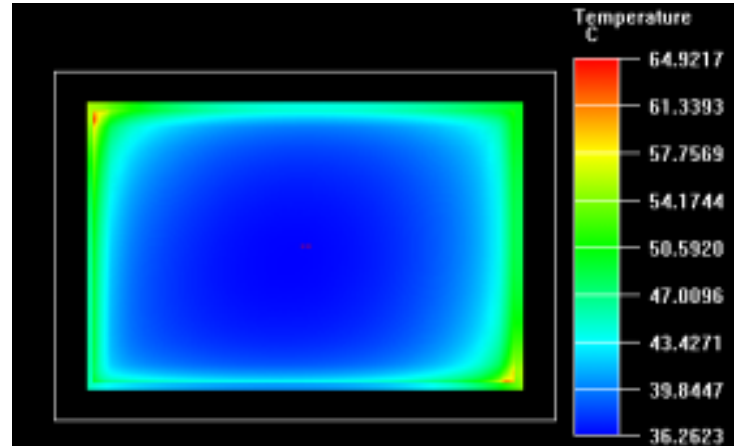




電腦輔助模擬分析的應用

❖ 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

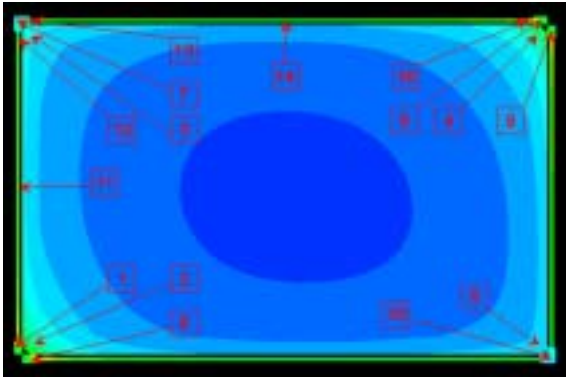




電腦輔助模擬分析的應用

❖ 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 |

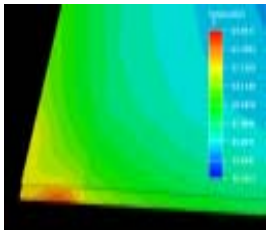
| Position | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
|--------------|------|------|------|------|------|------|-------|
| Measurement | 82.6 | 49.1 | 75.0 | 65.0 | 72.3 | 79.9 | 106.0 |
| CAE analyzed | 84.2 | 55.0 | 75.6 | 64.5 | 66.0 | 73.5 | 106.0 |



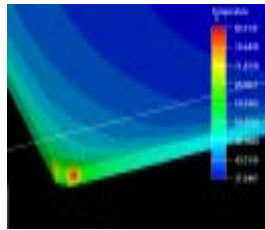
電腦輔助模擬分析的應用

❖ Case Study: 新型背光板的導入

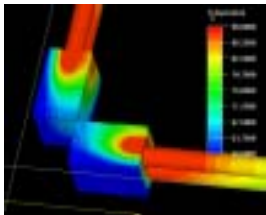
✓ 依據分析結果, 提出改善方案



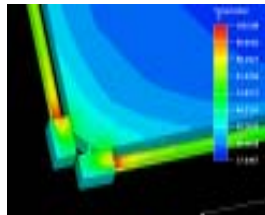
LCD Panel



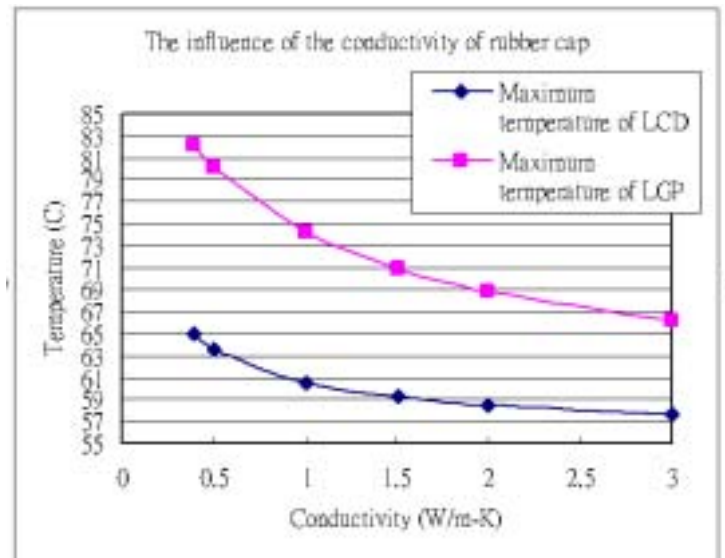
導光板



燈管組



燈管組與導光板





Q & A



Thank you !!