



# LED照明防眩光解決方案

## 微結構光學膜應用於LED照明

楊文勛

Timyang@itri.org.tw

微/奈米光學膜片技術部

先進製造技術組

工研院 機械與系統研究所

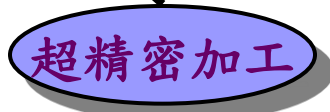
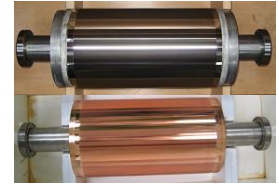
2011/09/28



# Outline

- 部門簡介
- LED市場趨勢與發展現況
- LED防眩光照明方案
  - 微結構光學膜應用於LED照明
- Conclusion

# 微奈米光學膜片技術部



- 多項光學設計專利保護
- 市場專利分析與專利迴避

- 產品模組建立
- 表面性質設定
- 產品需求最佳化設計
- 集光, 均勻, 擴散, 特殊光場

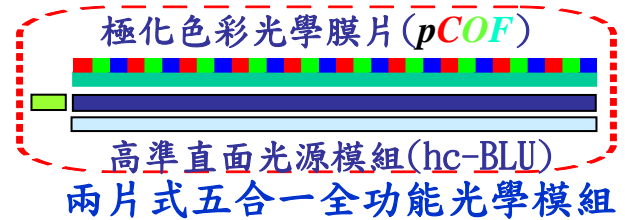
- 微結構刀具設計
- 鏡面微結構平面膜仁
- 滾筒技術

- 輝度/均勻性量測
- LED 視角與光電特性檢測
- 霧度測試



1. 具備完整的微/奈米結構模擬軟體
2. 累積十數年V-cut超精密加工國寶級經驗
3. 建置資料庫，設計與實務驗證誤差<5%
4. 快速的客制化設計與製程驗證能力
5. 提供設計IP到產線建置的Total Solution

未來應用



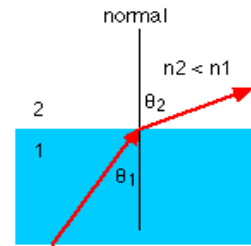
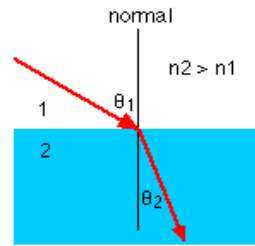
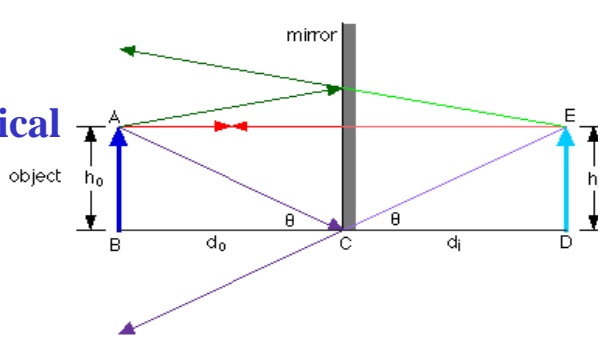
綠建築太陽能電池集光膜片



汽車隔熱膜

# 光學元件與設計原理

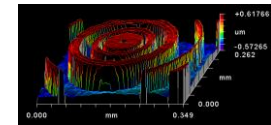
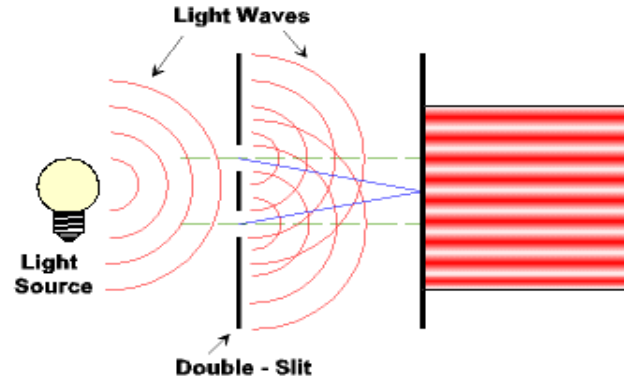
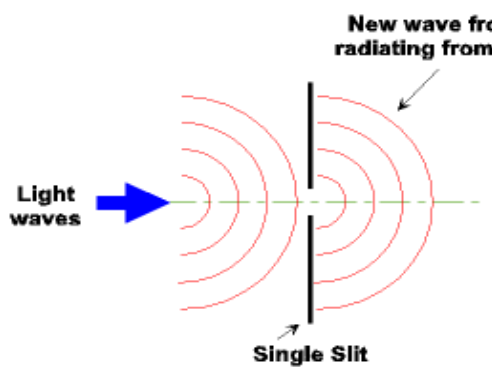
Geometry Optical  
*optic is flow*



Snell's law :  $n_1 \sin\theta_1 = n_2 \sin\theta_2$  or, equivalently,  $\sin\theta_1 / \sin\theta_2 = v_1 / v_2$

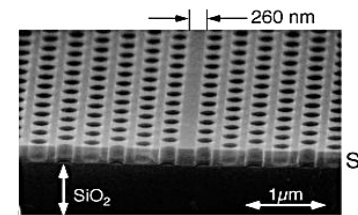


Diffractive Optical  
*optic is semi-wave*



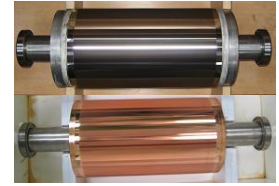
Nano-Optical  
*optic is full-wave*

$$\begin{aligned} \nabla \cdot \mathbf{B} &= 0 & \nabla \times \mathbf{E} + \frac{1}{c} \frac{\partial \mathbf{B}}{\partial t} &= 0 \\ \nabla \cdot \mathbf{D} &= 4\pi\rho & \nabla \times \mathbf{H} - \frac{1}{c} \frac{\partial \mathbf{D}}{\partial t} &= \frac{4\pi}{c} \mathbf{J} \end{aligned}$$



optical structure size

# 微奈米光學膜片技術部



- 多項光學設計專利保護
- 市場專利分析與專利迴避

- 產品模組建立
- 表面性質設定
- 產品需求最佳化設計
- 集光, 均勻, 擴散, 特殊光場

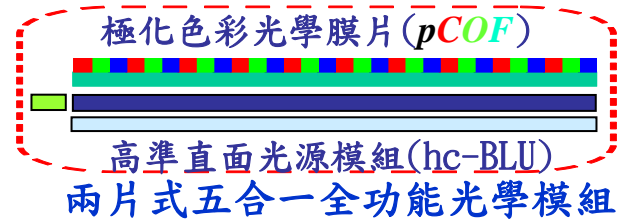
- 微結構刀具設計
- 鏡面微結構平面膜仁
- 滾筒技術

- 輝度/均勻性量測
- LED 視角與光電特性檢測
- 霧度測試



1. 具備完整的微/奈米結構模擬軟體
2. 累積十數年V-cut超精密加工國寶級經驗
3. 建置資料庫，設計與實務驗證誤差<5%
4. 快速的客制化設計與製程驗證能力
5. 提供設計IP到產線建置的Total Solution

未來應用



綠建築太陽能電池集光膜片



汽車隔熱膜



# LED Optical Elements Market Revenue

# 市場趨勢與發展現況

- 在LED發光效率逐年翻新與提高下，產品價格不斷大幅下滑，促使LED照明燈具之全球市場有明顯成長，但相較於傳統省電燈具仍認為LED燈具價格偏高、產業認證標準尚未明確規範與出光場形、半衰壽命、散熱、可靠度等之技術問題亟需解決。
- 全世界的應用領域依據Strategies Unlimited與IEK之統計分類，其中主要市場分布於建築照明(Architectural)、娛樂照明(Entertainment)、零售展示照明(Retail & Refrigerated Display)、商業/工業照明(Commercial& Industrial)、戶外照明(Outdoor)、離網型照明(Off-Grid)、住宅照明(Residential)、可攜式產品照明(Consumer Portable)、安全/緊急照明(Safety/Security)等九大應用領域
- 建築照明燈具市場比重約佔40%左右，為LED照明燈具最大應用領域，其次為可攜式產品照明約佔整體LED照明20%左右，再其次為安全/緊急照明佔整體LED照明16%左右，其餘LED照明應用產品比重仍不大。

# 市場趨勢與發展現況

- 中國大陸近年來在政府積極扶植推波助瀾下，LED照明燈具市場不斷成長與擴大，中國科技部於2008年更提出21城市之「十城萬盞」政策，2010年將加碼為「五十城二百萬盞」，預計在中國50個城市安裝200萬盞半導體LED示範照明，目標一年省電10億度電，更加速了LED照明戶外燈具之市場需求與技術推展。
- 依據美國能源局(Department of energy；DOE)在2009年四月與六月分別召開的兩次工作會議中指出，針對LED燈具成本此一項關鍵議題，所提出之LED燈具成本發展策略中，尤以LED元件成本之下降幅度最大，散熱元件與電源供應系統之成本下降次之，DOE更預期在2015年LED燈具的整體成本將會大幅下降七成，促使2015年的LED燈具整體成本將下降至約為現在的四分之一。



# Critical Issues



# 技術議題-效能/效果

- 依據美國DOE預估至2015年冷白光LED商品化產品的發光效率可達到188 lm/W，而LED商品化LED元件價格會下降至2美元/每千流明，同時期暖白LED商品化產品的發光效率亦可達到138 lm/W，其LED元件價格將會下降至4美元/每千流明。相較於剛推出的LED燈泡產品動輒近萬元日幣之譜，2009年6月日本廠商Sharp宣布大幅調降照明用LED燈泡產品之價格約50%，而同時期新推家庭用LED燈泡，價格大約落在3,900~8,000日圓區間內，明顯地價格已經大幅滑落，約為日本省電燈泡的3~4倍左右(早期價差達10倍以上)。
- 台灣預估2015年產值約為5,400億元，占全球市場比重為23%，有機會成為產值破兆之未來明星產業。而LED發光效率已大幅提升，目前為100流明/瓦左右，實驗室水準更達150 Lm/W，已超越白熾燈、螢光燈等傳統光源。一般照明年用電量260億度，估計若全面應用LED照明，每年可節省約107億度用電量，省電達41%左右。因替換成LED燈具所節省的電量相當於石門鄉十八王公廟附近的核電一廠全年的發電量(兩台汽輪發電機，每台機每年約可發電50億度電量)。
- 根據日本野村總和研究所的預測，120 lm/W的LED元件進入市場後，而LED燈具由晶片到最後燈具的效能損耗約為50%，其實已經達到燈具省電效率的基本水準，若能運用更有效率之LED一次光學或二次光學元件優化設計，以提升LED燈具之整體效能，將對全球節能減碳作出更大之貢獻。因此，高效率的燈具的設計將影響整體的照明之節能品質。

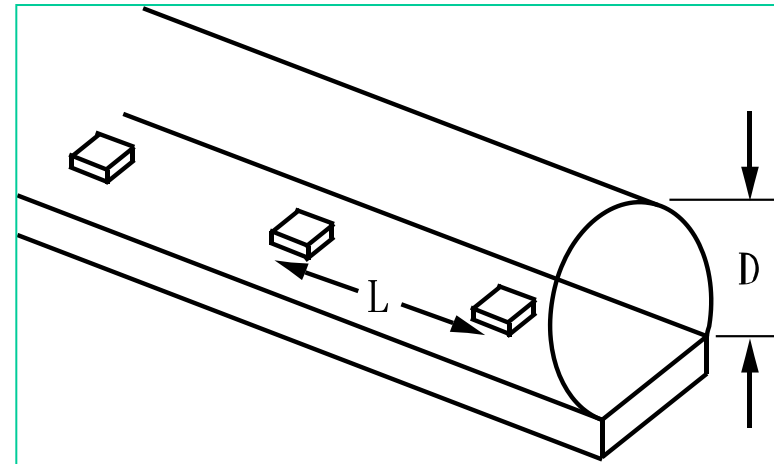
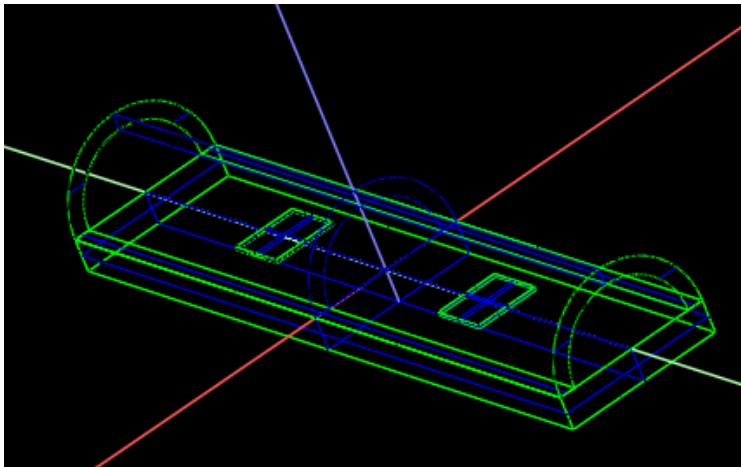


# The Current Development Status and challenge of Optical Elements for **Direct-Lit LED Lighting**

## -The Current Status of Glare-less Optical Film (I)-

# Direct-Lit LED Lighting Glare-less Optical Film (I)

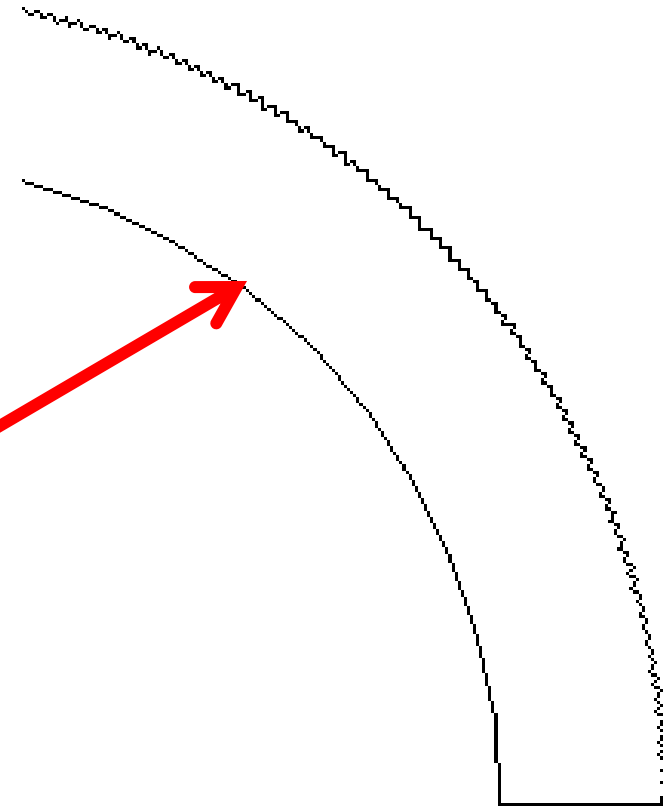
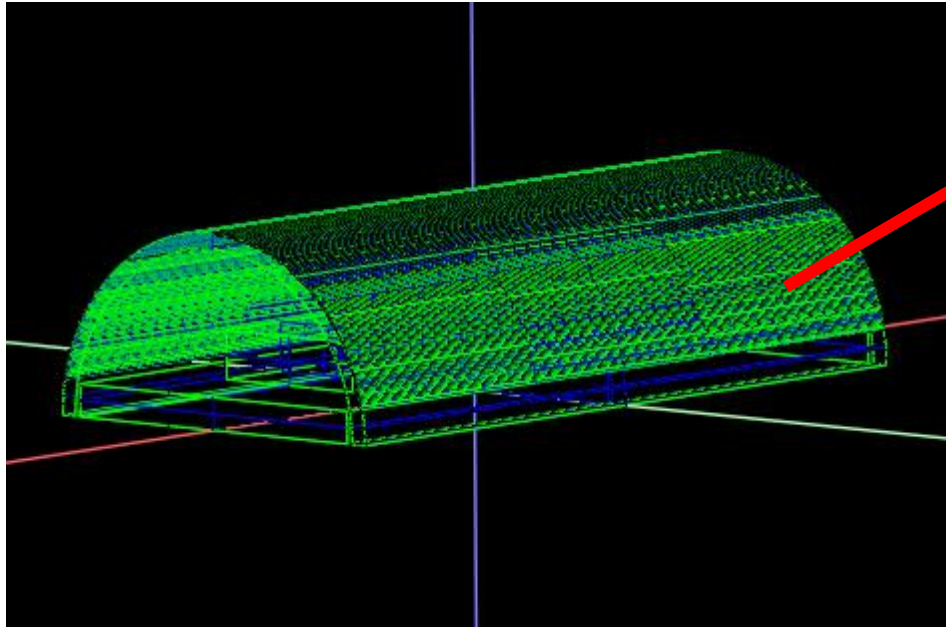
## ■一維均勻抑眩光學膜



LED Light Bar模組參考光源建模示意圖

# Direct-Lit LED Lighting Glare-less Optical Film (I)

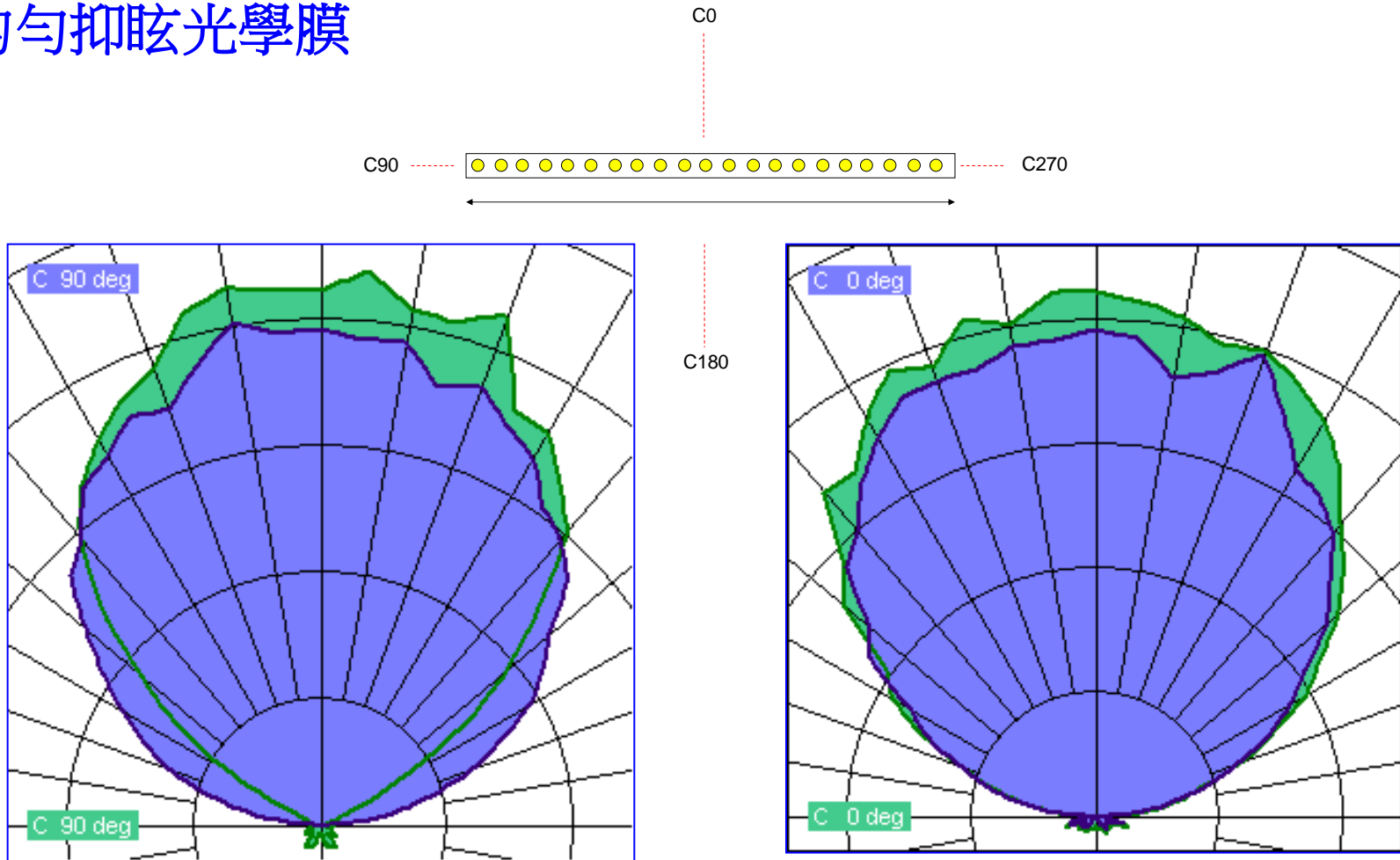
## ■一維均勻抑眩光學膜



LED Light Bar 上方施作一層微結構GOF光學膜系統示意圖

# Direct-Lit LED Lighting Glare-less Optical Film (I)

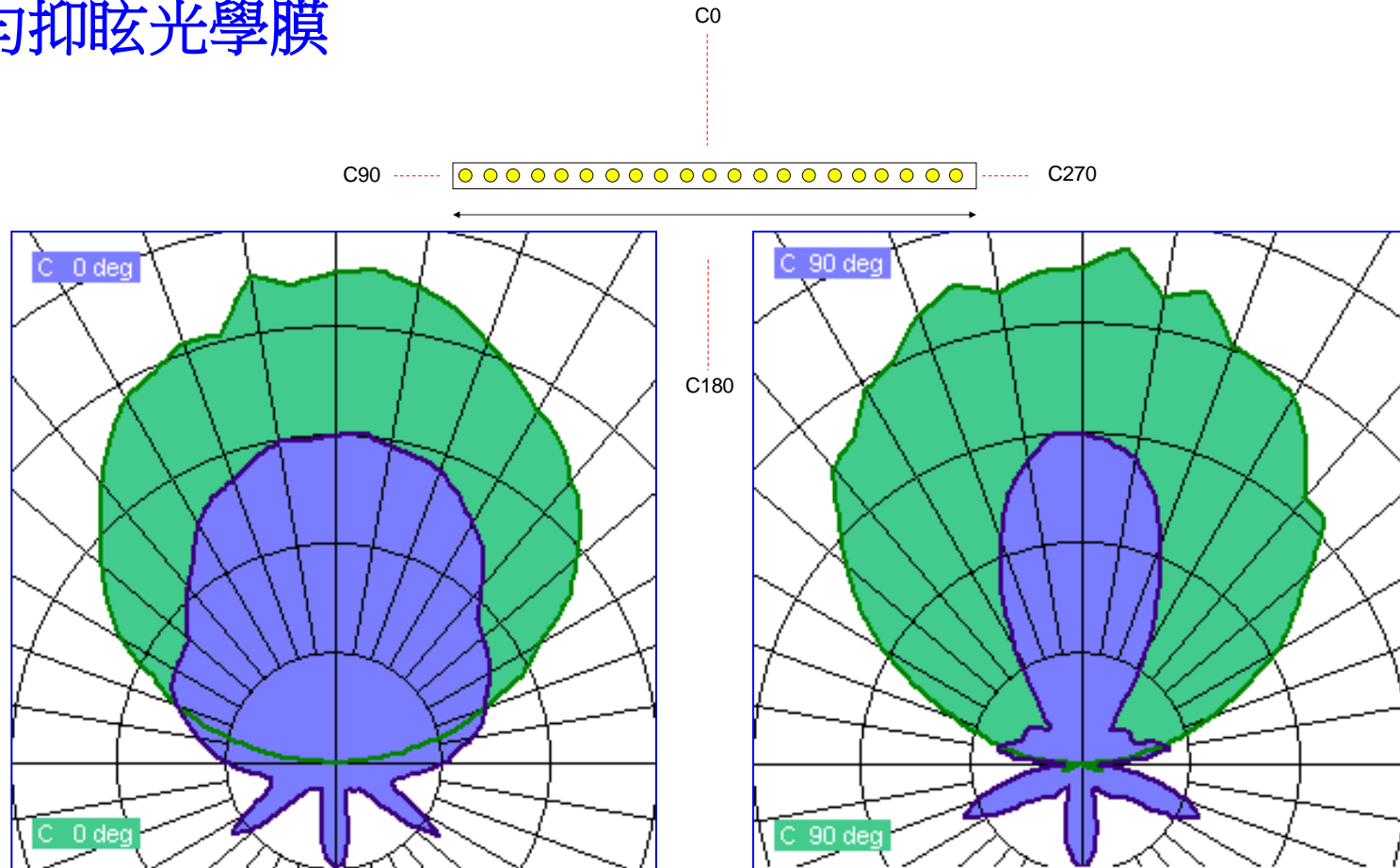
## ■一維均勻抑眩光學膜



LED 之配光曲線與強度(intensity A.U)檢測數據

# Direct-Lit LED Lighting Glare-less Optical Film (I)

## ■一維均勻抑眩光學膜

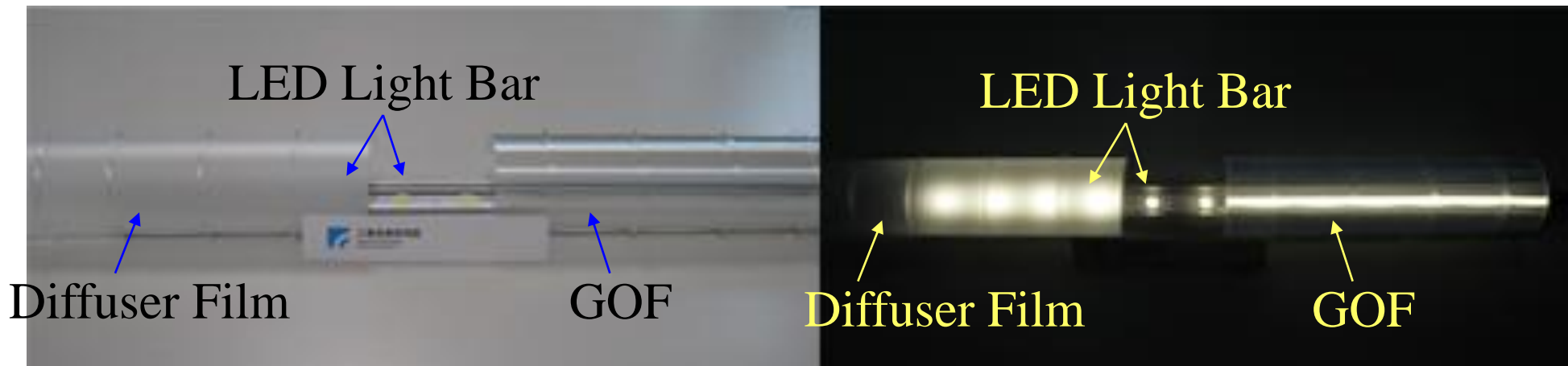


LED Light Bar 上方施作一層微結構光學膜後檢測其配光曲線與強度  
(intensity A.U)檢測數據

# Direct-Lit LED Lighting Glare-less Optical Film (I)

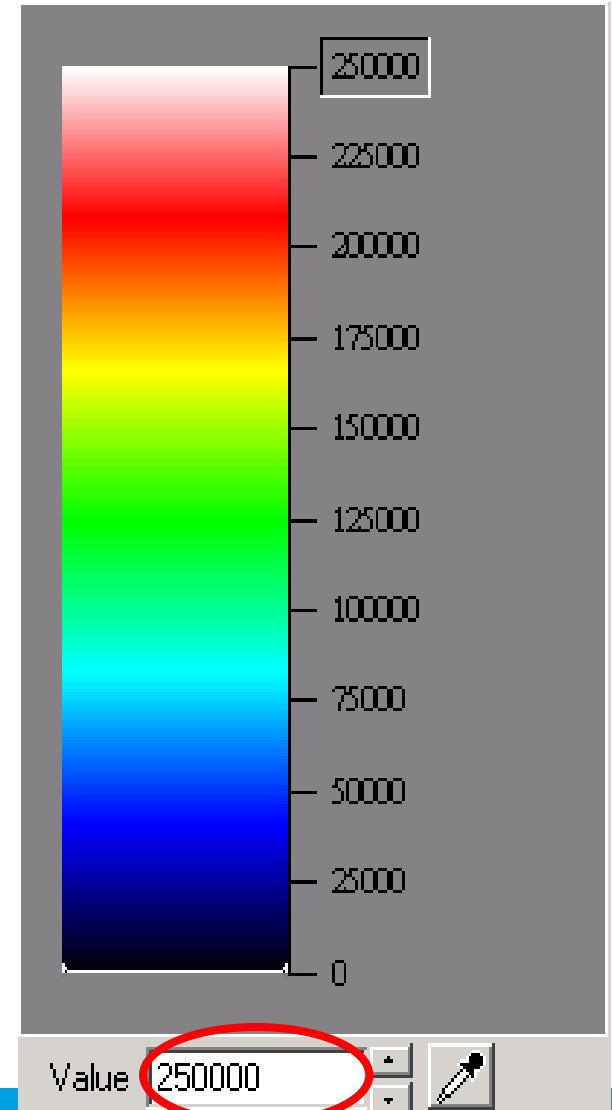
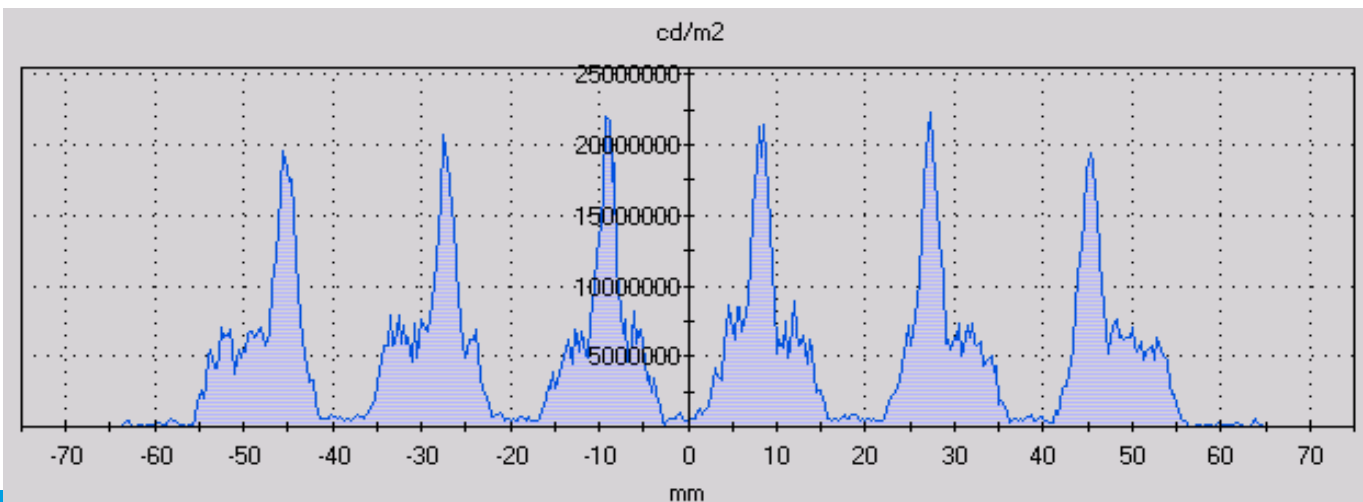
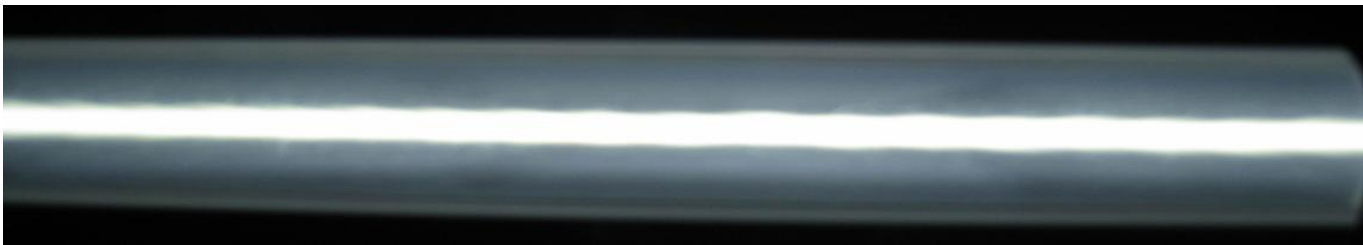
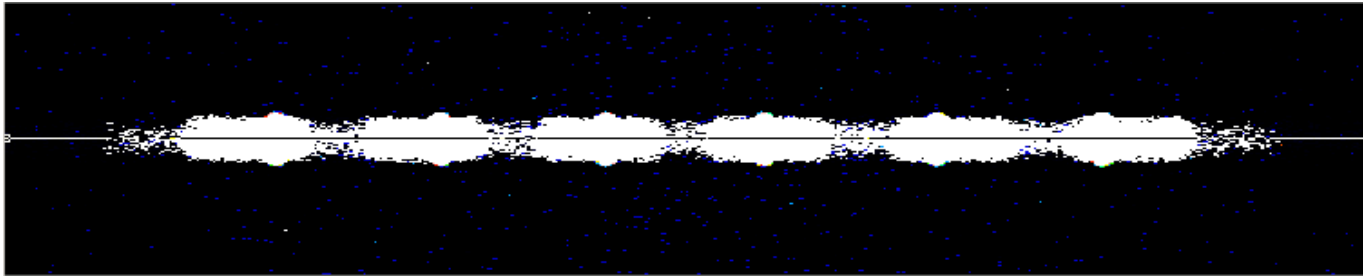
## ■一維均勻抑眩光學膜

- 在微結構無眩光學膜(Glare-less Optical Film/ GOF )中以複合式微結構的方式，控制LED光線行進方向，達到將間距25mm的點光源轉化成線/面光源的效果，在24VDC的電壓操作下，LED light bar 消耗功率3.3W，總光通量160流明，出光效率高達90%，大幅超越傳統擴散片(diffuser)所達到50%的出光效率。



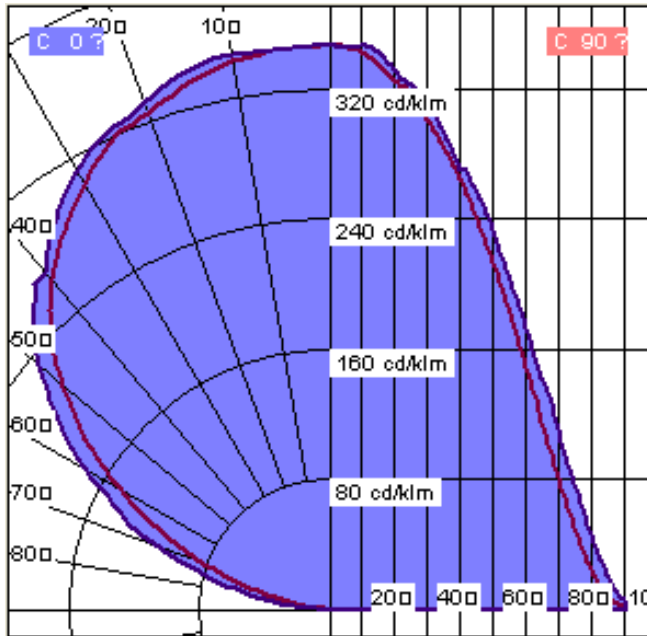
# GOF 模擬後呈現的結果

- 收光角：1度



# Direct-Lit LED Lighting Glare-less Optical Film (I)

## ■一維均勻抑眩光學膜

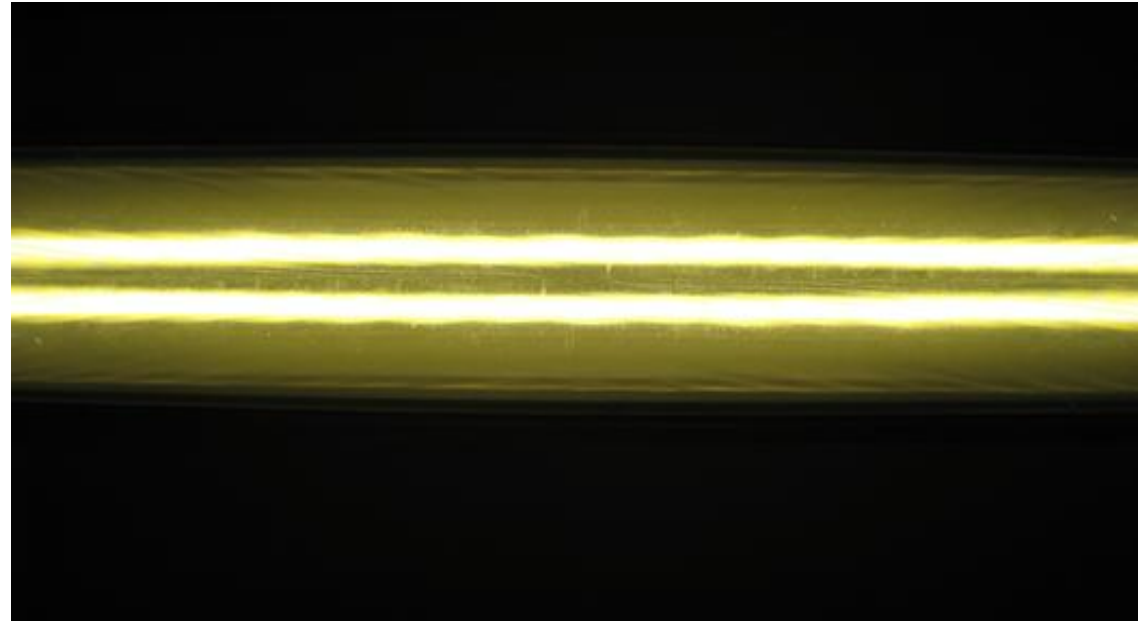
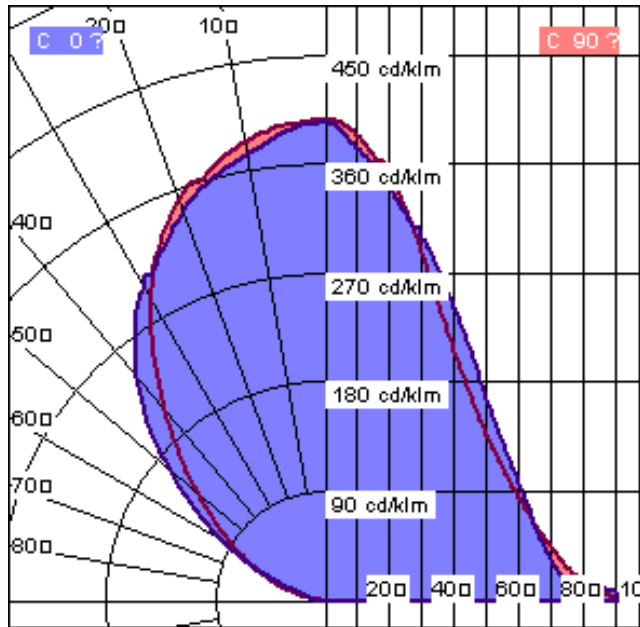


LED T-Bar 透明燈管配光曲線

TW, US, CN, JP, EPC, Patent Pending : ITRI, 2009~2011

# Direct-Lit LED Lighting Glare-less Optical Film (I)

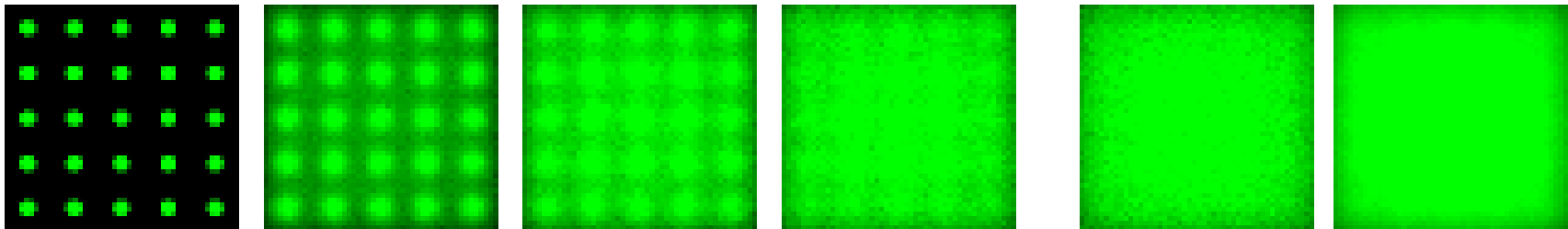
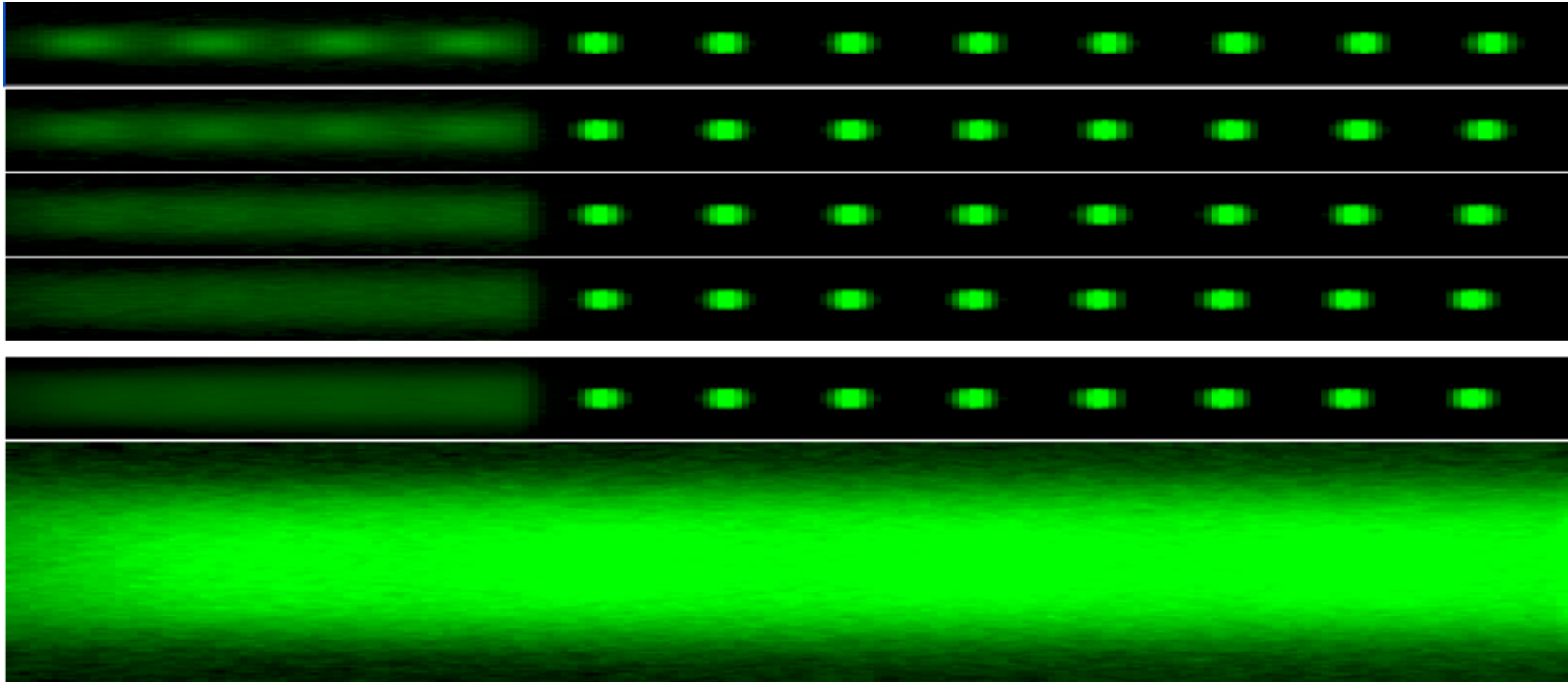
## ■一維均勻抑眩光學膜



LED T-Bar+GOF-I(一維防眩結構)配光曲線，輸出效率約 88.43%~92%

# Direct-Lit LED Lighting Glare-less Optical Film (II)

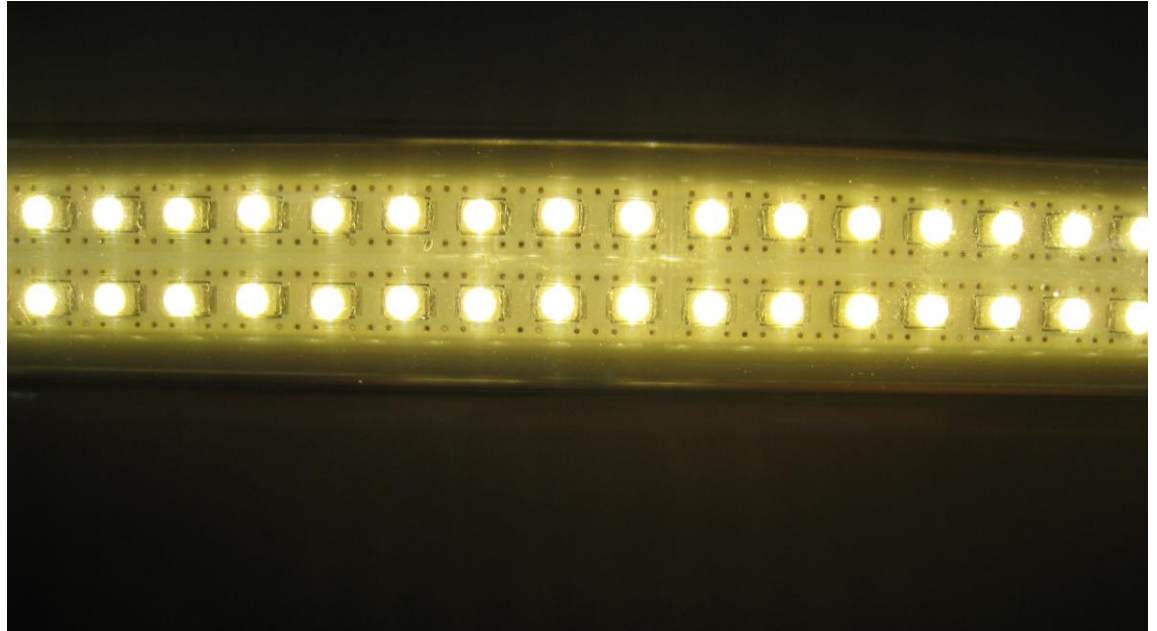
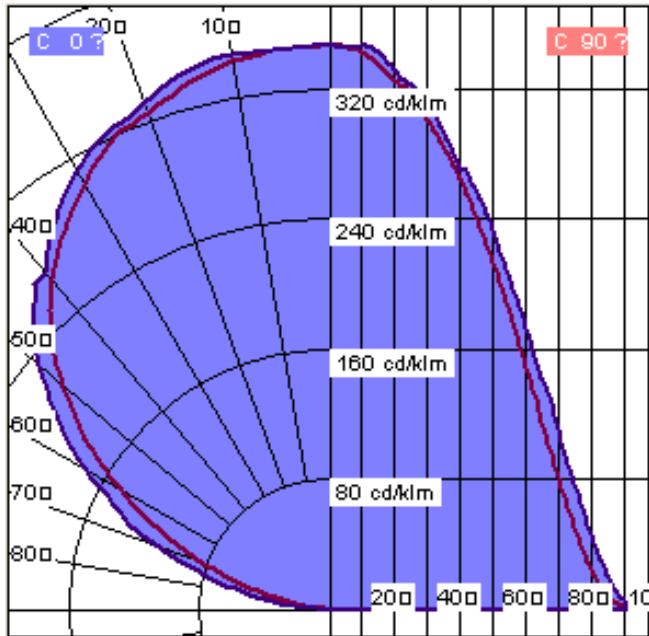
## ■二維均勻抑眩光學膜



TW, US, CN, JP, EPC, Patent Pending : ITRI, 2009~2011

# Direct-Lit LED Lighting Glare-less Optical Film (II)

## ■二維均勻抑眩光學膜



# Direct-Lit LED Lighting Glare-less Optical Film (II)

## ■二維均勻抑眩光學膜



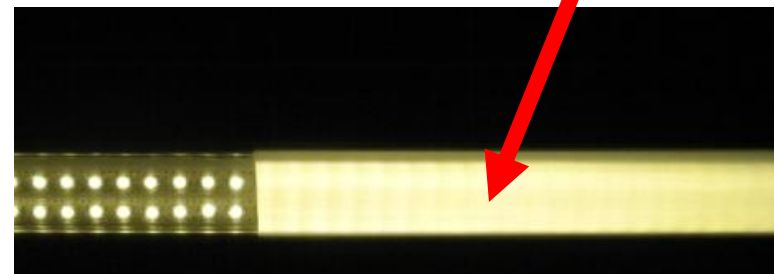
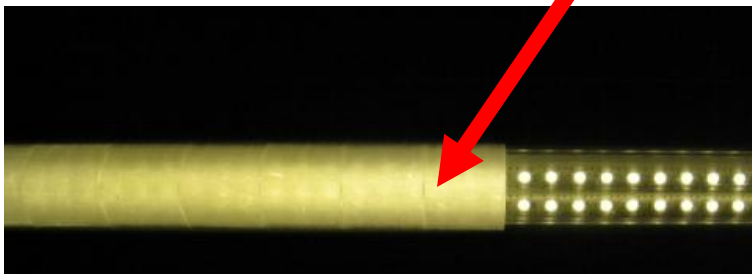
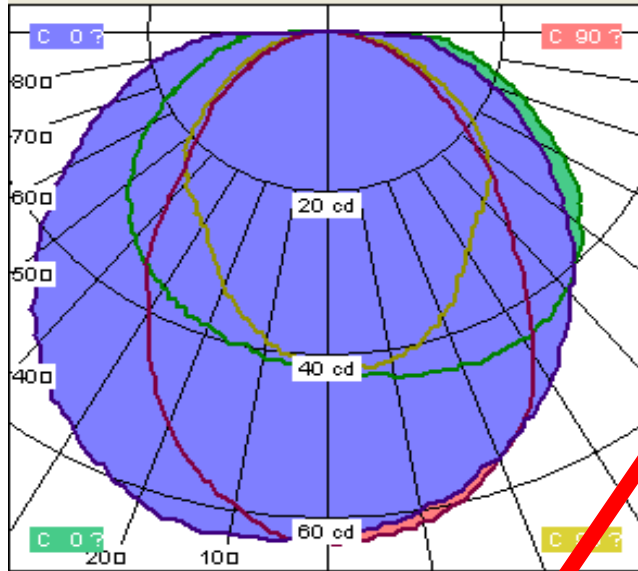
+ GOP-II  
➔



**LED T-Bar+GOP-II(二維防眩結構)可達到抑眩勻光效果，輸出效率約84%~87.6%**

# Direct-Lit LED Lighting Glare-less Optical Film (II)

## ■二維均勻抑眩光學膜

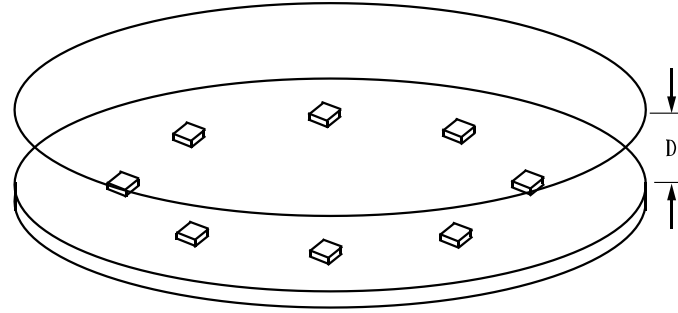


**S<sub>1</sub>公司的LED擴散光學膜與ITRI的GOF<sub>II</sub> 勻光抑眩光學膜功能測試結果，  
GOF<sub>II</sub>的穿透率是S公司的LED擴散光學膜的1.226倍**

**TW, US, CN, JP, EPC, Patent Pending : ITRI, 2009~2011**

# Direct-Lit LED Lighting Glare-less Optical Film (II)

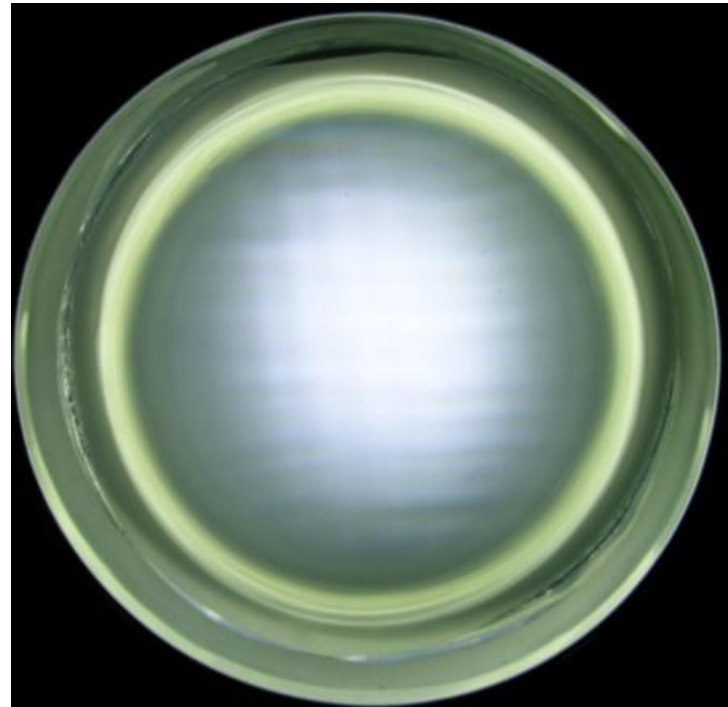
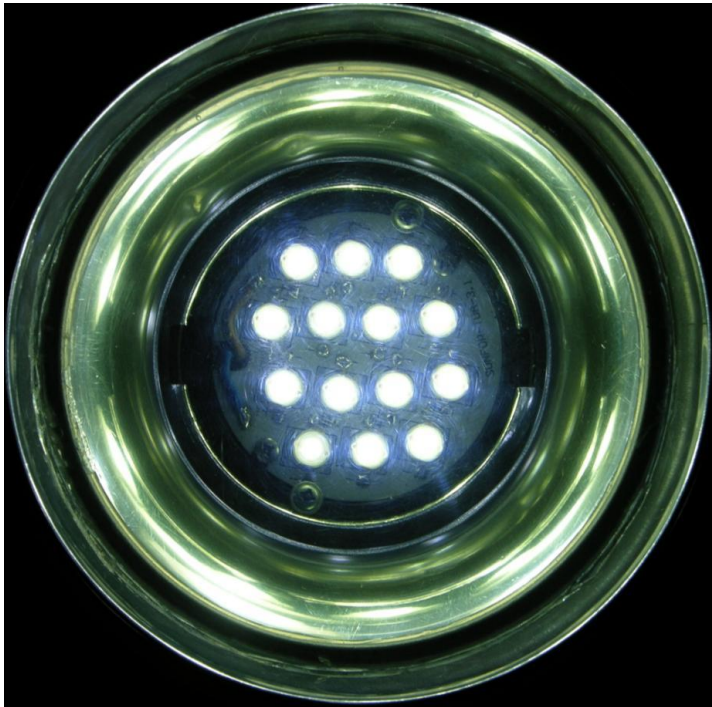
## ■二維均勻抑眩光學膜



高功率LED 投射燈(S2 公司, 220 V 60 Hz, 色溫5765 K, 50.3lm/W, 17W)為案例  
S2公司的LED投射燈上方組裝ITRI的GOF-II 勻光抑眩光學膜之外觀結果

# Direct-Lit LED Lighting Glare-less Optical Film (II)

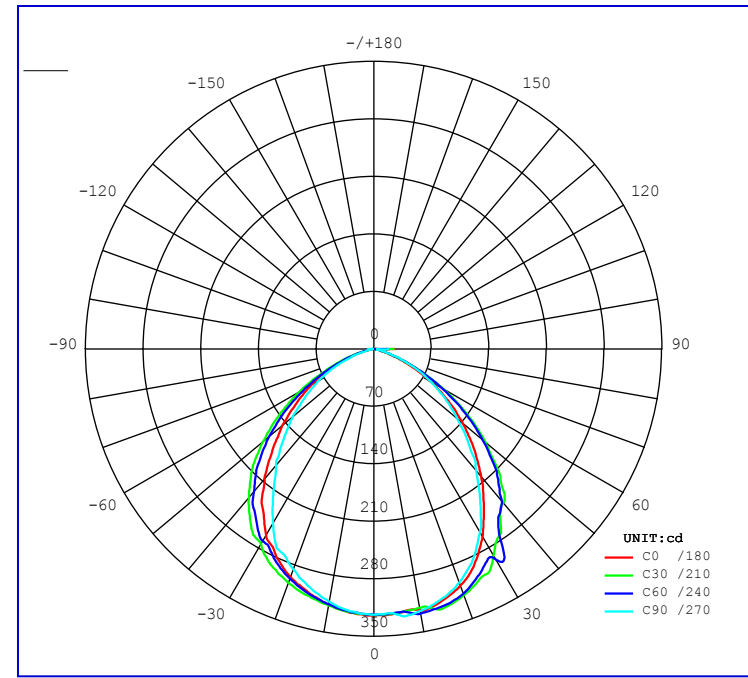
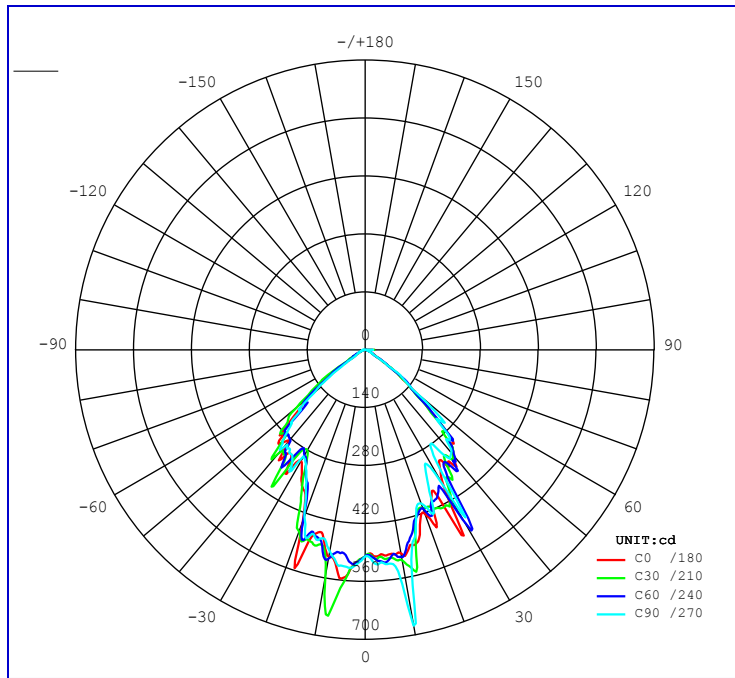
## ■二維均勻抑眩光學膜



高功率LED 投射燈(S2 公司, 220 V 60 Hz, 色溫5765 K, 50.3lm/W, 17W)為案例  
S2公司的LED投射燈上方組裝ITRI的GOF-II 勻光抑眩光學膜之點亮外觀結果

# Direct-Lit LED Lighting Glare-less Optical Film (II)

## ■二維均勻抑眩光學膜



高功率LED 投射燈(S2 公司，220 V 60 Hz，色溫5765 K，50.3lm/W，17W)為案例  
S2公司的LED投射燈+GOF-II的配光曲線，在勻光抑眩光學膜的抑制與重新分  
佈光場後，其整體出光效率還維持在82%。

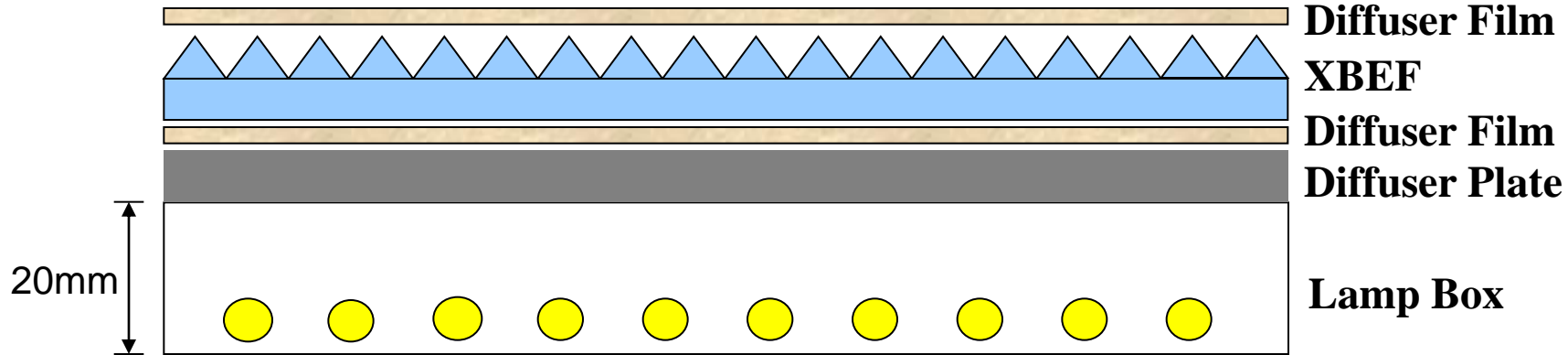
TW, US, CN, JP, EPC, Patent Pending : ITRI, 2009~2011



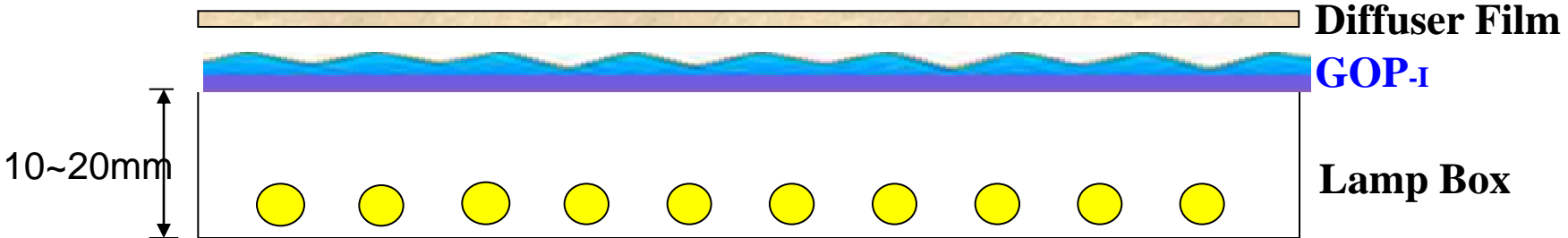
# The Current Development Status and challenge of Optical Elements for **Direct-Lit LED Lighting**

**-The Current Status of Direct-Lit LED Lighting Solution-**

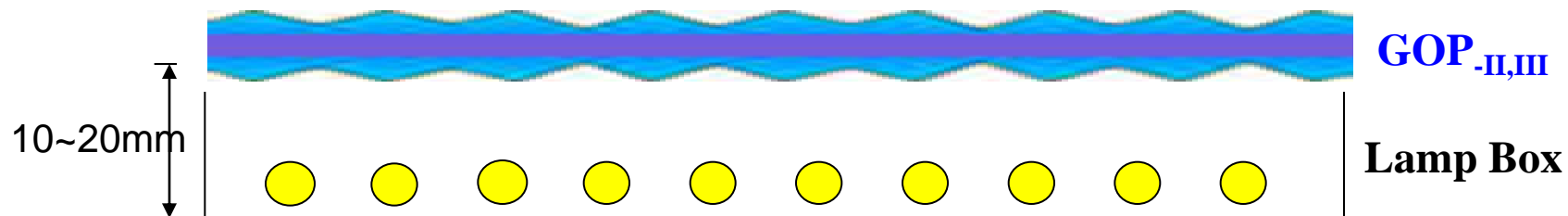
# Direct-Lit LED Lighting Gained Optical Plate (I)



**Traditional  
Type**



**Innovative  
Type I**



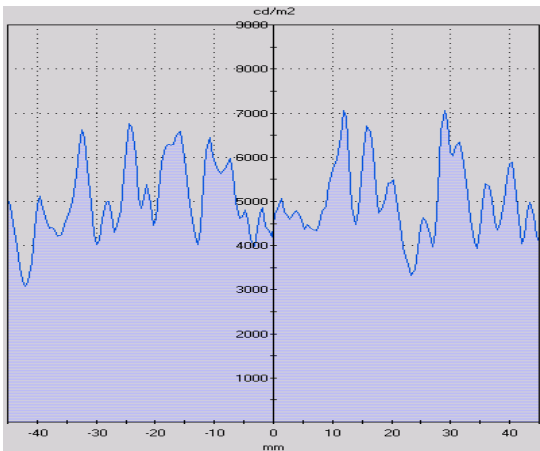
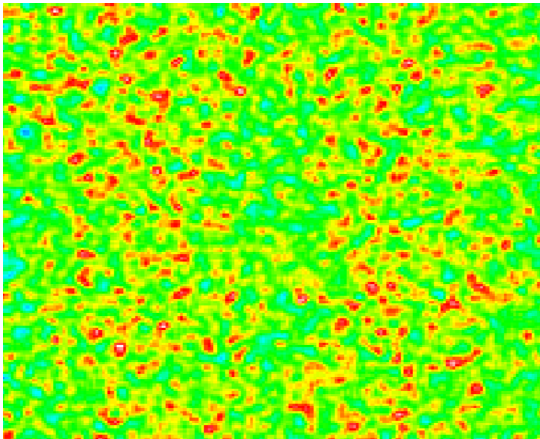
**Innovative  
Type II**

TW, US, CN, JP, EPC, Patent Pending : ITRI, 2009~2011

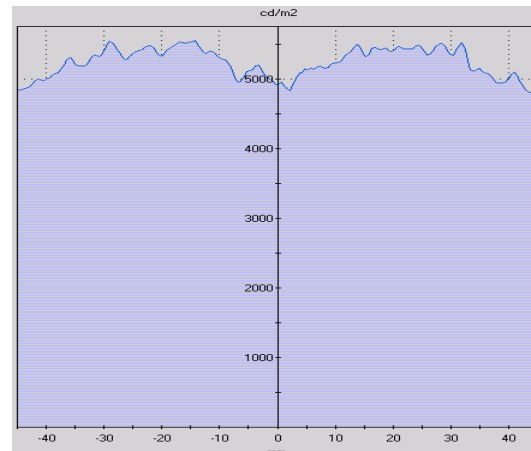
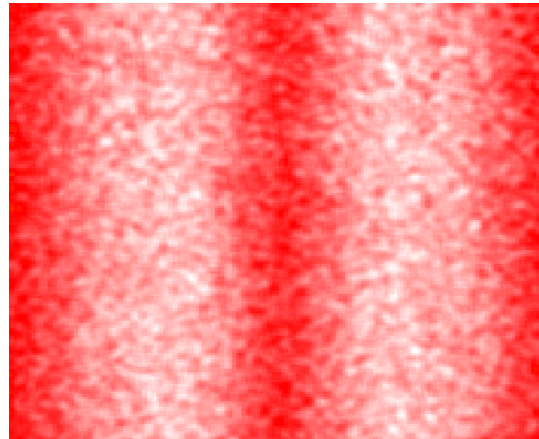
# Slim Type BLU Solution Gained Optical Plate (V)

縮小版26吋背光模組搭配雙片膜片的模擬結果

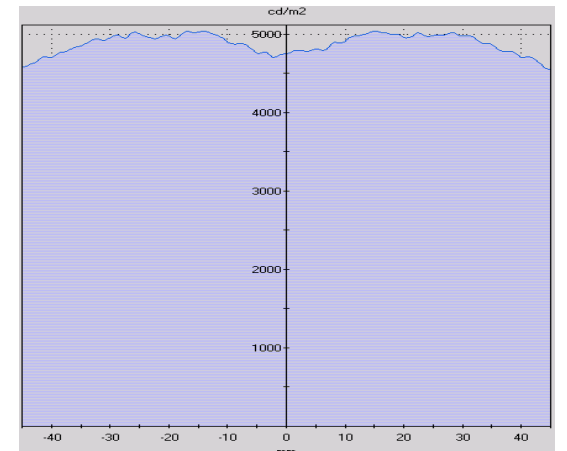
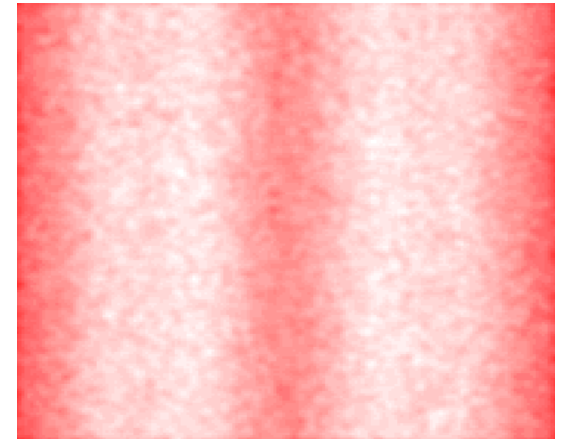
1度



10度

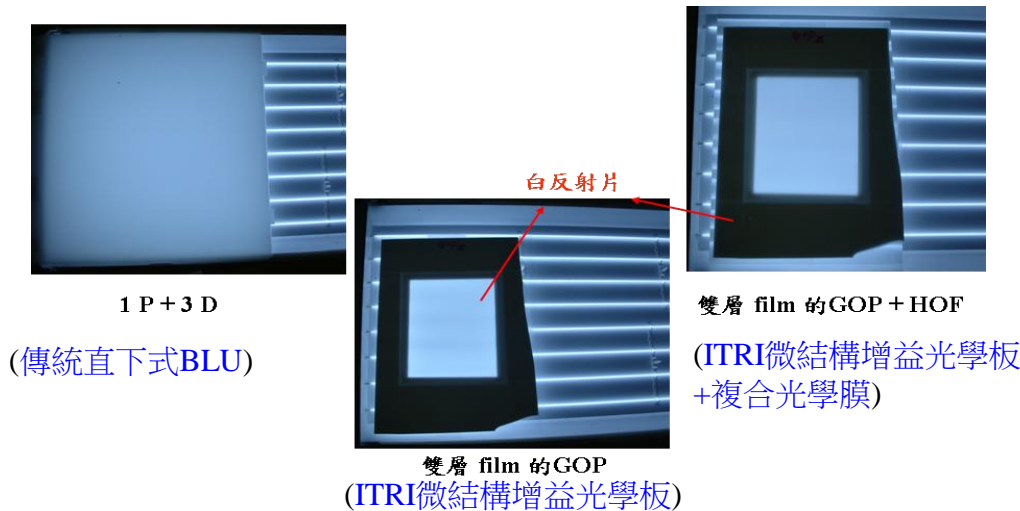


30度



# Direct-Lit LED Lighting Gained Optical Plate (I)

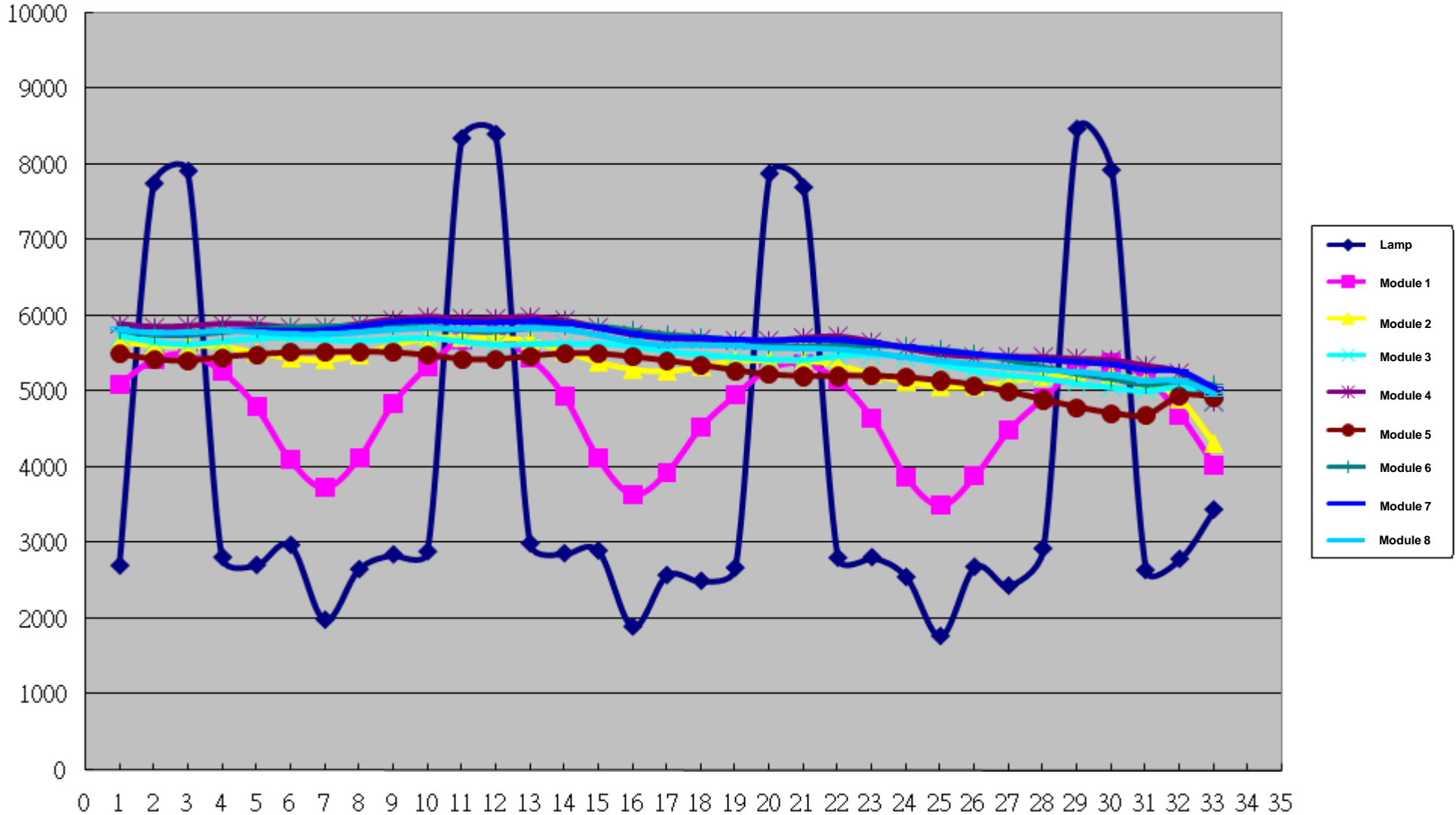
- 微結構型擴散板是液晶電視模組的關鍵材料，傳統直下式BLU所適用之擴散板係使用擴散粒子達到光源均勻功能，缺點是造成穿透率下降
- 運用雙軸微結構超精密加工技術，開發微結構增益擴散板，以微結構的方式取代使用擴散粒子方式達到勻光，提升光線的穿透率(1.4倍)，並減少增亮膜使用片數，**成本、薄型化與能源效益顯著**，隨著LCD TV普及及系統產品大型化，重要性與日俱增



**GOP 搭配 26吋 燈箱 的光學效果**

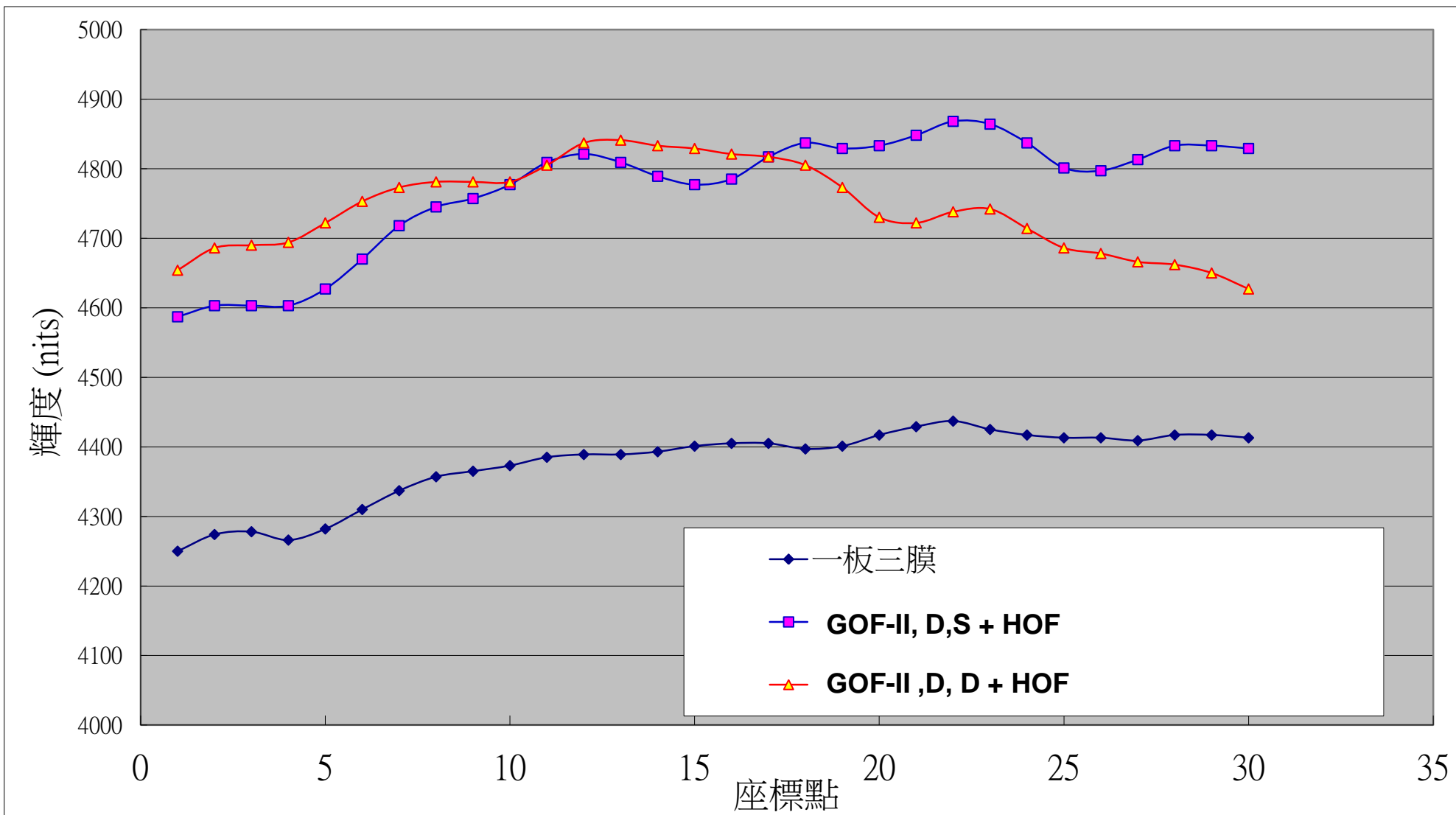
| 膜片組合                           | 量測輝度 (Nits) | 增益  |
|--------------------------------|-------------|-----|
| 1P + 3D (傳統直下式BLU)             | 4860        | 1   |
| GOP (ITRI微結構增益光學板)             | 6350        | 1.3 |
| GOP + HOF (ITRI微結構增益光學板+複合光學膜) | 6840        | 1.4 |

# Slim Type BLU Solution Gained Optical Plate (IV)



TW, US, CN, Patent Pending : ITRI, 2009

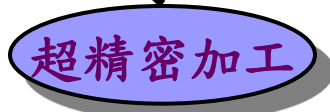
# Slim Type BLU Solution Gained Optical Plate (V)





# Conclusion

# 微奈米光學膜片技術部



- 多項光學設計專利保護
- 市場專利分析與專利迴避

- 產品模組建立
- 表面性質設定
- 產品需求最佳化設計
- 集光, 均勻, 擴散, 特殊光場

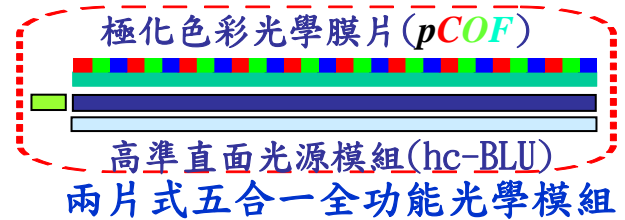
- 微結構刀具設計
- 鏡面微結構平面膜仁
- 滾筒技術

- 輝度/均勻性量測
- LED 視角與光電特性檢測
- 霧度測試



1. 具備完整的微/奈米結構模擬軟體
2. 累積十數年V-cut超精密加工國寶級經驗
3. 建置資料庫，設計與實務驗證誤差<5%
4. 快速的客制化設計與製程驗證能力
5. 提供設計IP到產線建置的Total Solution

未來應用



綠建築太陽能電池集光膜片



汽車隔熱膜

***Thanks for your attention !***