

# LCD市場新貴— 反射式液晶顯示器

◆張家瑋

工業技術研究院

IEK 產業分析師

## 摘要

新興的IA應用市場未來將帶動LCD的市場需求，尤其中小尺寸產品更需要強調省電的反射式LCD，日本EDEX展中多家LCD面板廠展出新開發的反射式LCD。本文將介紹日本LCD廠商的新產品、反射式LCD的結構及相關的上游材料。

## 關鍵詞

反射式LCD(Reflective LCD)；半穿透式LCD(Transflective LCD)；市場(Market)；2001年EDEX展

## 前言

液晶顯示器(Liquid Crystal Display; LCD)擁有省電、輕薄化的優點，符合資訊家電(Information Appliance; IA)強調「隨時隨地使用」的特性需求，目前已開發的IA產品有WebPad、手機(Samrt Hand Held)、PDA、電子書(e-book)等，隨著IA市場逐漸拓展開發，新產品的設計包含無線傳輸、長時間使用、畫面品質佳、省電、輕薄化等多項功能，攜帶式產品欲達到多功能之餘，必須符合基本的省電要求。若以PDA為例，廠商除了

開發新的電池，增加使用時間以外，試圖改變PDA的設計，提出各種微小化、易散熱設計，但提供訊息的LCD面板仍佔有70%的耗電量（圖一），是主要的省電目標，於是擅長消費性電子產品的日本LCD廠商發現商機，全力開發省電的反射式LCD技術。

---

### 一、反射式LCD市場現況

---

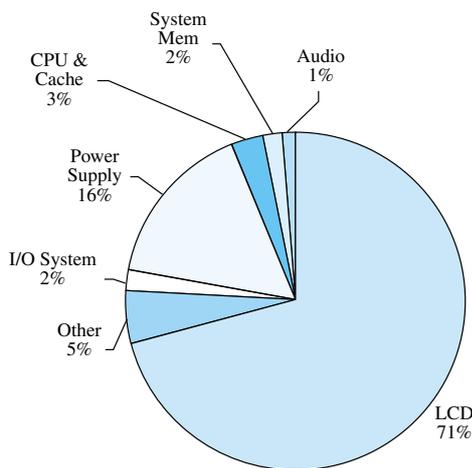
2001年4月日本EDEX展在東京舉行，由日本電子情報技術產業協會(JEITA)的電子顯示器展與ESS System

LSI Solution Fair合辦，參展廠商包含平面顯示器上中下游相關廠商共232家，會場中LCD面板廠商強力介紹應用在手機與PDA產品的彩色LCD螢幕，可窺探出手機彩色化的趨勢，2000年第一季彩色手機與PDA的市場佔有率分別從2%與27%成長到2001年第一季的13%與39%（圖二），主動驅動的面板使用成長率（圖三），應用在PDA中已經高達80%，手機部分於2000年第四季也開始採用。

手機與PDA大量運用TFT-LCD面板，反映出市場追求高品質的顯示畫面，也表示日本部分TFT-LCD廠不敵台灣3.5代與4代TFT-LCD的生產線在成本上低價競爭，已經將2.5代以下的TFT-LCD生產線轉為生產中小尺寸的面板，其中日本NEC就是非常鮮明的例子。1995~1997年NEC在LCD的佈局可說是相當積極，主要生產線有300×350mm<sup>2</sup>、360×465mm<sup>2</sup>、370×470mm<sup>2</sup>、550×650mm<sup>2</sup>四條生線，均在1997年之前量產，1998年遇到亞洲金融風暴投資規模大幅縮減，使NEC無法在1999年TFT-LCD景氣大幅翻揚時獲利，造成NEC在大尺寸LCD產業無法維持過往的競爭力，2001年NEC決定與Casio共同開發反射式LCD，轉戰行動電話市場，將大尺寸面板交由台灣奇美代工。

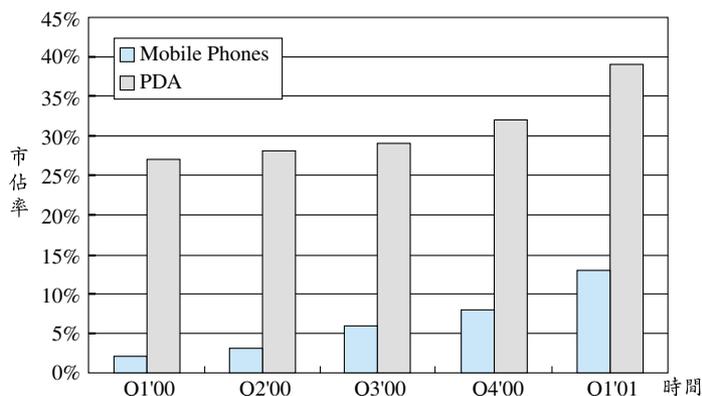
2000年日本EDEX展開發出手機用反射式LCD的廠商僅Samsung、Sharp、Epson、Panasonic等4家，在2001年EDEX展覽上參展廠商共發表32種新款的手機面板（表一），其中有16款為反射式LCD、16款為半穿透式LCD、3款為穿透式LCD與1款的OLED，在面板尺寸多數為1.9-2.1吋，大部分均使用0.5mm厚度的玻璃基板。各公司的產品簡介如下。

1. ADI開發兩款低溫多晶矽(Low



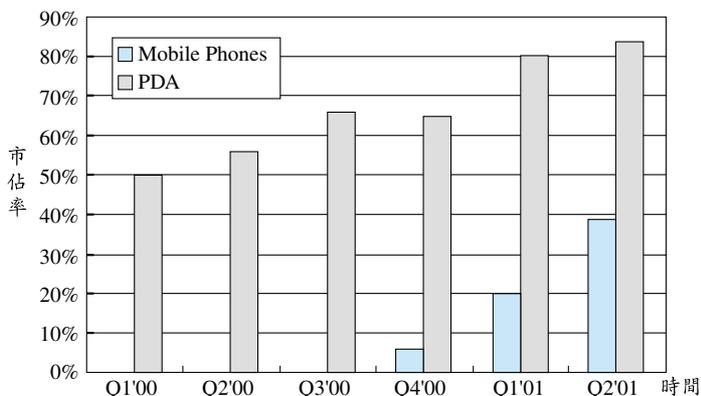
資料來源：Microsemi (2000/02)

▲圖一 PDA的耗電量分布



資料來源：Display Search (2001/05)；工研院經資中心ITIS計畫(2001/06)

▲圖二 彩色手機與PDA的市場佔有率變化



資料來源：Display Search (2001/05)；工研院經資中心ITIS計畫(2001/06)

▲圖三 主動驅動的彩色手機與PDA的市場佔有率變化

表一 日本LCD廠商新發表的手機用彩色面板

廠商	LCD種類	型態	尺寸(in.)	畫素	顏色
ADI	LTPS TFT LCD	反射式	2.15	132×162	4,096-65,000
	LTPS TFT LCD	反射式	2.27	132×162	512-4,096
Epson	STN LCD	半穿透式	1.7	120×143	256
	STN LCD	半穿透式	1.9	120×160	32,768
	STN LCD	半穿透式	2.0	120×160	262,144
	MD-TFT LCD	半穿透式	2.0	132×162	
	MD-TFT LCD	半穿透式	2.2	176×220	262,144
Hitachi	STN LCD	半穿透式	1.5	101×80	256
	STN LCD	半穿透式	1.6	98×128	256
	STN LCD	半穿透式	1.8	120×160	4,096
Kyocera	STN LCD	反射式	2.5	160×240	
NEC	TFT LCD	反射式	2.0	120×160	4,096
Panasonic	TFT LCD	反射式	2.2	176×220	262,144
	STN LCD	反射式	2.0	128×160	256
	STN LCD	半穿透式	2.0	120×160	256
	STN LCD	反射式	2.0	128×160	4,096
Samsung	LTPS TFT LCD	反射式	2.04	240×240	262,144
	TFT LCD	反射式	1.85	176×160	262,144
	TFT LCD	半穿透式	1.9	128×160	4,096
Sanyo	LTPS TFT LCD	反射式	2.2	176×220	全彩
	LTPS TFT LCD	反射式	1.5	521/3×218	全彩
	LTPS TFT LCD	反射式	1.5	521/3×218	全彩
Sharp	PF STN LCD	半穿透式	1.9	120×160	65,536
	STN LCD	反射式	1.6	96×128	256
	STN LCD	反射式	1.9	128×160	65,536
	GF STN LCD	半穿透式	1.9	120×160	65,536
	TFT LCD	半穿透式	2.0	120×160	8-65,536
	TFT LCD	半穿透式	2.0	186×220	全彩
	CGS TFT LCD	半穿透式	2.0	320×240	262,144
	TFT LCD	反射式	2.0	280×220	全彩
Pioneer	OLED	電激發光	2.1	176×192	4,096
Toshiba	LTPS TFT LCD	反射式	2.0	120×160	4,096

資料來源：Display Search (2001/05)；工研院經資中心ITIS計畫(2001/06)

Temperature Poly Silicon; LTPS)的面板，  
反射率50%為業界目前開發機種中最高，

2001年4月量產。

5. Panasonic開發反射式STN-LCD與

對比度30:1，在  
低灰階顯示時耗  
電量為4 mW。

2. 執手機  
面板市場供應量  
牛耳的Epson開  
發三款STN-  
LCD與兩款的  
MD-TFD面板，  
均為半穿透式  
LCD，STN-  
LCD的反射率  
40%，對比度  
20:1，利用COG  
技術將顯示的  
RAM整合到驅  
動IC中，縮小模  
組面積與重量，  
待機時耗電量為  
4 mW，計畫  
2001年第四季量  
產。

3. Kyocera  
開發反射式  
STN-LCD，反  
射率35%，對比  
度10:1，耗電量  
為31 mW。

4. NEC開  
發反射式STN-  
LCD，反射率  
40%，對比度  
35:1，面板含前  
光源的厚度僅  
1.4mm，耗電量  
為5 mW，計畫

TFT-LCD，反射率30%，對比度35:1，耗電量為10 mW。

6. Samsung開發反射式TFT-LCD，反射率30%，對比度從5:1到12:1，耗電量為50 mW，使用LED的前光源，計畫2001年第三季量產。

7. Sanyo開發反射式LTPS TFT-LCD面板，待機時耗電量為0.7 mW，動畫顯示時耗電量為9 mW，若LCD維持靜態畫面，3V的電池可使用10,000小時，利用部分傾斜的鏡面電極提昇反射率。

8. Sharp開發手機面板種類居LCD廠商之冠，產品有塑膠基板的彩色STN-LCD、反射式與半穿透式的STN與TFT-LCD，Sharp開發的塑膠LCD的性能愈來愈好，塑膠LCD具有更輕、更薄以及耐衝擊性的優點，Sharp計畫在2001年6月量產。

9. Pioneer開發主動式OLED面板，解析度為176×192，約4,096色，輝度約60 nits，耗電量為120 mW，計畫2001年第四季量產。

10. Toshiba開發反射式LTPS TFT-LCD，動畫顯示時耗電量為25 mW，畫面靜止時耗電量為1.7 mW，計畫在2001年6月量產。

表二是參展廠商發表共15種新款的PDA用彩色面板，其中有8款為反射式LCD、4款為半穿透式LCD、3款為穿透式LCD，面板尺寸多數為3.8”，其中NEC開發的面板性能與手機面板相同，但是沒有量產時程；Panasonic開發的反射式面板之反射率15%，對比度20:1；Philips開發反射式TFT-LCD，輝度約80 nits，對比度100:1；Sharp 3.5” 面板將應用在

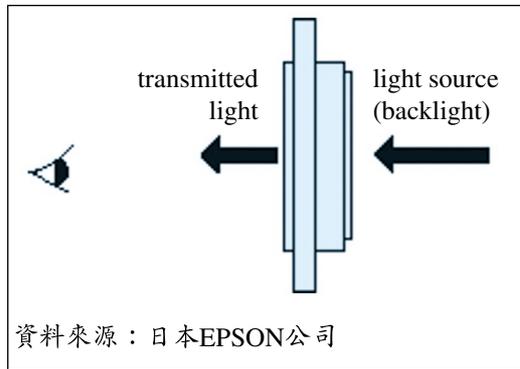
Compaq的iPAQ，面板若為6位元灰階顯示時，反射式LCD的耗電量為55 mW，半穿透式LCD（以CCFL為燈源）的耗電量555 mW。

從2001年EDEX展中可發現日本TFT-LCD廠商已經轉戰中小尺寸彩色反射式LCD面板市場。反射式LCD因應市場的省電要求，從過去學術論文的階段進入商業量產，對台灣生產中小尺寸的彩色STN與TFT-LCD面板廠來說威脅感倍增，也反映出彩色的手機與PDA市場即將瓜分單色的手機與PDA市場，LCD相關廠商也開始研發反射式LCD的面板機構與上游材料，期望能趕上IA市場的需求。

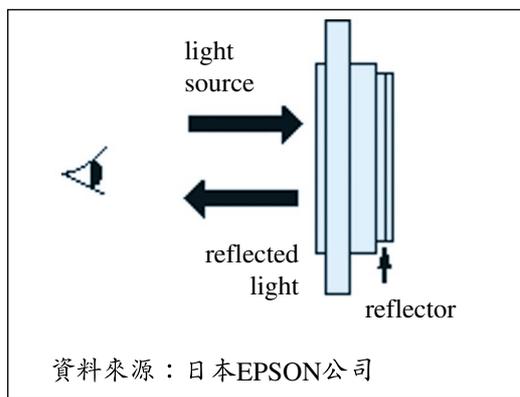
表二 日本LCD廠商新發表的PDA用彩色面板

廠商	LCD種類	型態	尺寸(in.)	畫素	顏色
Kyocera	STN LCD	半穿透式	3.8	320×240	4,096
NEC	TFT LCD	反射式	3.8	320×240	4,096
Panasonic	STN LCD	半穿透式	3.8	320x240	4,096
	STN LCD	反射式	3.8	320×240	4,096
	LTPS TFT LCD	反射式	3.6	VGA	262,144
	LTPS TFT LCD	半穿透式	3.6	VGA	262,144
Philips	TFT LCD	反射式	3.1	160×160	4,096
Samsung	TFT LCD	反射式	3.5	240×320	262,144
	TFT LCD	反射式	3.5	320×240	262,144
	TFT LCD	半穿透式	3.5	320×240	262,144
Sharp	PF STN LCD	半穿透式	3.8	320×240	65,536
	STN LCD	半穿透式	3.8	320×240	
	GF STN LCD	半穿透式	3.8	320×240	65,536
	TFT LCD	反射式	3.5	320×240	262,144
	TFT LCD	反射式	3.9	320×240	262,144
Toshiba	TFT LCD	反射式	3.5	240×320	262,144
	LTPS TFT LCD	半穿透式	4	640×480	262,144

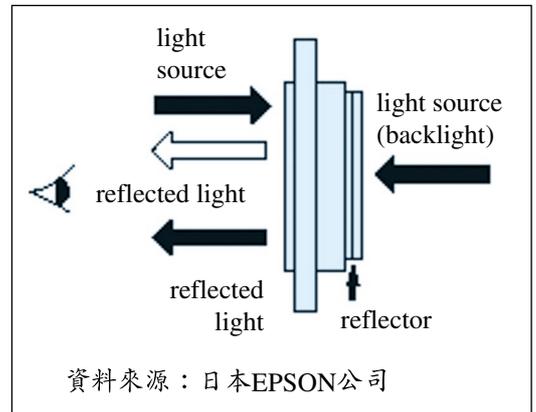
資料來源：Display Search(2001/05)；工研院經資中心ITIS計畫(2001/06)



▲圖四 穿透式LCD示意圖



▲圖五 反射式LCD示意圖



▲圖六 半穿透式LCD示意圖

昇背光源的亮度往往造成更多的耗電量，反射式LCD依據穿透式LCD的產品結構加以改善，當液晶顯示器產品在戶外使用可達到畫面品質佳且省電的目的。

### 1. 反射式LCD

反射式LCD以穿透式LCD為基礎，在液晶面板的下層玻璃上鍍一層反射板，反射板的功能像一面鏡子，經過適當的光學機構設計，將液晶面板前方的光源經由全反射的機制，均勻反射到面板四周，藉由外界光源提昇面板亮度（圖五）。當戶外光線愈強，顯示品質愈好，從減少背光模組的點燈時間達到省電效果，市面上最常見的產品如電子錶、手機、PDA、股票機，以及遊戲機等產品，均屬於單色的反射式LCD。

全反射式LCD沒有背光源的設計（圖七(a)），利用外界光當光源，產品更輕薄，適合戶外使用，外界光愈強，畫面品質愈佳，若欲獲得相同的輝度表現，全反射式LCD是三者中最省電的，非常適合以電池為驅動電源的IA產品，但是全反射式的缺點為反射板與前光源用Prism型導光板尚未開發完成，大尺寸面板的輝度均勻性比傳統的穿透式LCD

## 二、反射式LCD介紹

LCD為非自發光的顯示器，需要一個外加光源提供液晶面板足夠的亮度，依光源的使用不同可分為穿透式LCD、半穿透式LCD與反射式LCD三種。市面上的液晶顯示器產品如筆記型電腦或桌上型電腦用的螢幕屬於穿透式LCD，產品結構如圖四。穿透式LCD需要依靠背光模組作為光源，無論周圍環境明亮與否都要點亮背光模組，平均消耗LCD約60%電力，若用於攜帶式產品如手機、PDA和電子書等需要長時間在戶外使用，當戶外陽光太大時攜帶式產品的畫面顯得黯淡、明暗對比度低，需要更強的背光源才足以維持畫面品質，但是提

遜色，適合用在攜帶式產品。

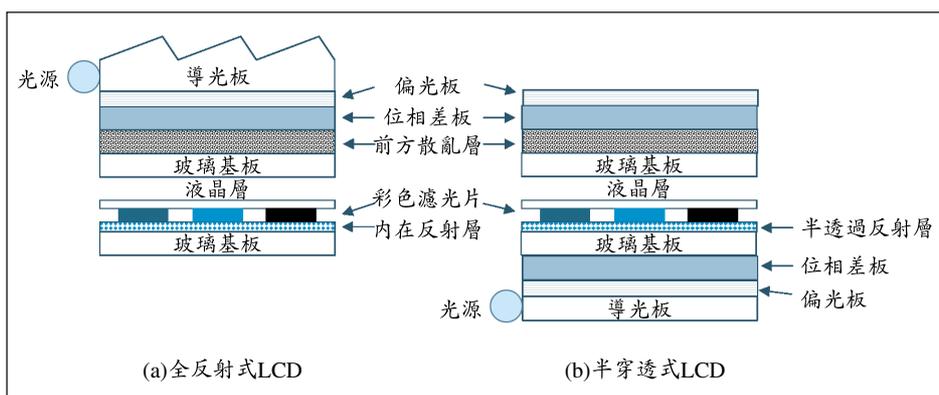
## 2.半穿透式LCD

當液晶顯示器使用於光線昏暗的地方時，仍要外加光源給液晶面板，反射式LCD依據光源的外加方式，分為全反射式與半穿透式兩種。全反射式LCD指光源完全由面板前方進入，此種光源設計稱為前光源，目前前光源技術仍未成熟；另一種以背光模組作為外加光源的半穿透式LCD（圖六），仍沿用穿透式LCD的背光源設計，由於背光源技術成熟，容易商品化，在前光源未開發完成前，半穿透式LCD兼顧省電與易商品化的需求，在攜帶式產品市場的成长也相當可觀。

半穿透式LCD針對穿透式LCD的缺點改善，在液晶面板的下層玻璃上鍍一層反射板，如圖七(b)，經由外界的光線反射到面板四周，達到省電的效果，由於反射板設計要兼顧反射率與穿透率兩種需求，因此半穿透式LCD面板的輝度(1-5%)，較全反射式LCD(10%)或穿透式LCD(4-8%)差，而面板輝度直接影響色彩表現，再加上半穿透式LCD仍要背光模組，無法達到輕薄化的要求。

穿透式LCD、半穿透式LCD與全反射式LCD三種面板特性不同，可使用於不同的應用產品（表

三)。穿透式LCD在液晶面板下加一個背光模組，不論使用地點在戶外或室內都需要點亮背光模組，面板的輝度不易受環境影響、品質穩定，適用於LCD-TV、桌上型電腦用顯示器與筆記型電腦等大型面板尺寸的產品；彩色穿透式LCD的光穿透率約為4-8%，在戶外使用時，面板輝度不敵外界太陽光，畫面顯得黯



資料來源：日本Citizen公司；工研院經資中心ITIS計畫(2001/05)

▲圖七 全反射式與半穿透式LCD結構圖

表三 反射式LCD與穿透式LCD之性能比較

項目	反射式LCD		穿透式LCD
	全反射式LCD	半穿透式LCD	
照明方式	前光源	背光源	背光源
光源設計	明亮場所	不亮燈	亮燈
	暗場所	亮燈	亮燈
光源種類	CCFL/LED	CCFL /LED	CCFL
畫面品質	明亮場所	◎	△
	暗場所	△	◎
省電	◎	○	X
穿透率/反射率(%)	彩色：10%	彩色：1~5%	彩色：4~8%
裝置厚度	○	△（需背光模組）	
應用產品	行動電話、PDA、影音產品、遊戲機		筆記型電腦、顯示器、LCD TV

註：◎：優，○：良，△：可，X：劣

資料來源：Display月刊(2000/04)；工研院經資中心ITIS計畫(2001/05)

表四 反射式LCD與穿透式LCD用材料比較

材料		反射式LCD	穿透式LCD
液晶面 板	偏光板數量	一片或不用	二片
	彩色濾光片	高穿透率	一般
	液晶材料	低 $\Delta n$ 、適當 $T_{NI}$	適當 $T_{NI}$
	Array	ITO玻璃鍍Al反射板	透光性高的ITO玻璃
光 源	光學膜	補償膜	增亮膜/補償膜
	擴散板	前向擴散板	擴散板
	導光板	Prism型導光板	導光板

註： $T_{NI}$ =Nematic/Isotropic Temperature

資料來源：工研院經資中心ITIS計畫(2001/03)

淡，長時間點亮背光源造成穿透式LCD不易省電的缺點。

穿透式、反射式與半穿透式LCD各有優點，可依應用產品之特性要求，選擇不同設計的LCD以達到省電之目的。例如重視畫面品質的LCD-TV、桌上型電腦用顯示器與筆記型電腦等較適用穿透式LCD，其他重視省電功能的攜帶式產品有行動電話、PDA、影音產品與遊戲機等等，需要藉由反射式LCD的設計達到彩色化與省電的雙重功能，至於兼顧背光源與反射板設計的半穿透式LCD，被視為過渡性產品，在前光源技術未成熟前，半穿透式LCD目前仍是商品化的唯一方法。

## 穿透式/反射式LCD之材料比較

反射式LCD的開發依面板是否使用偏光片或彩色濾光片來區分。反射式LCD種類甚多，其中相轉換式主客型(Cholesteric-nematic Phase Change Guest Host; PCGH)、聚合物擴散型(Polymer Dispersed Liquid Crystal; PDLC)以及膽固醇型(Polymer Stabilized Cholesteric Textures; PSCT)等反射式LCD，待液晶材

料的性能開發或相關製程有重大突破，可以不用彩色濾光片及偏光片，將大大節省材料成本，但是現階段商品化的反射式LCD仍需仰賴一片偏光片與使用彩色濾光片達到全彩功能。

穿透式與反射式LCD在材料使用的差異性如表四，由於外界光通過全反射式LCD面板

兩次，為了提高面板的光穿透率，對光源再生利用的技術更為重視，著重材料光穿透率的提昇。例如：偏光板的使用數量減少、需要高穿透率的彩色濾光片、複折射率( $\Delta n$ )小的液晶，以及採用內在鏡面反射板時，必須外貼前向擴散板，若採用前光源設計，Prism型的導光板更是不可或缺。

## 結論

對日本LCD面板廠來說，為因應IA市場對攜帶式產品省電與輕薄化需求，開發反射式LCD將是必然趨勢，生產穿透式或反射式LCD對面板商而言，差異不大。在製程設備方面，各TFT-LCD廠利用2.5代以下的生產線生產中小尺寸面板，原有的設備仍可使用，無轉換成本的問題；在面板技術方面，研發人員需要開發合適的反射板與前光源，改變原穿透式LCD的生產流程；在材料成本方面，反射式LCD較穿透式LCD多一層反射板，卻減少一片偏光板與補償膜的使用，不會增加負擔；對廠商而言，無需提高面板成本，達到省電的要求是反射式LCD受人歡迎的地方。