



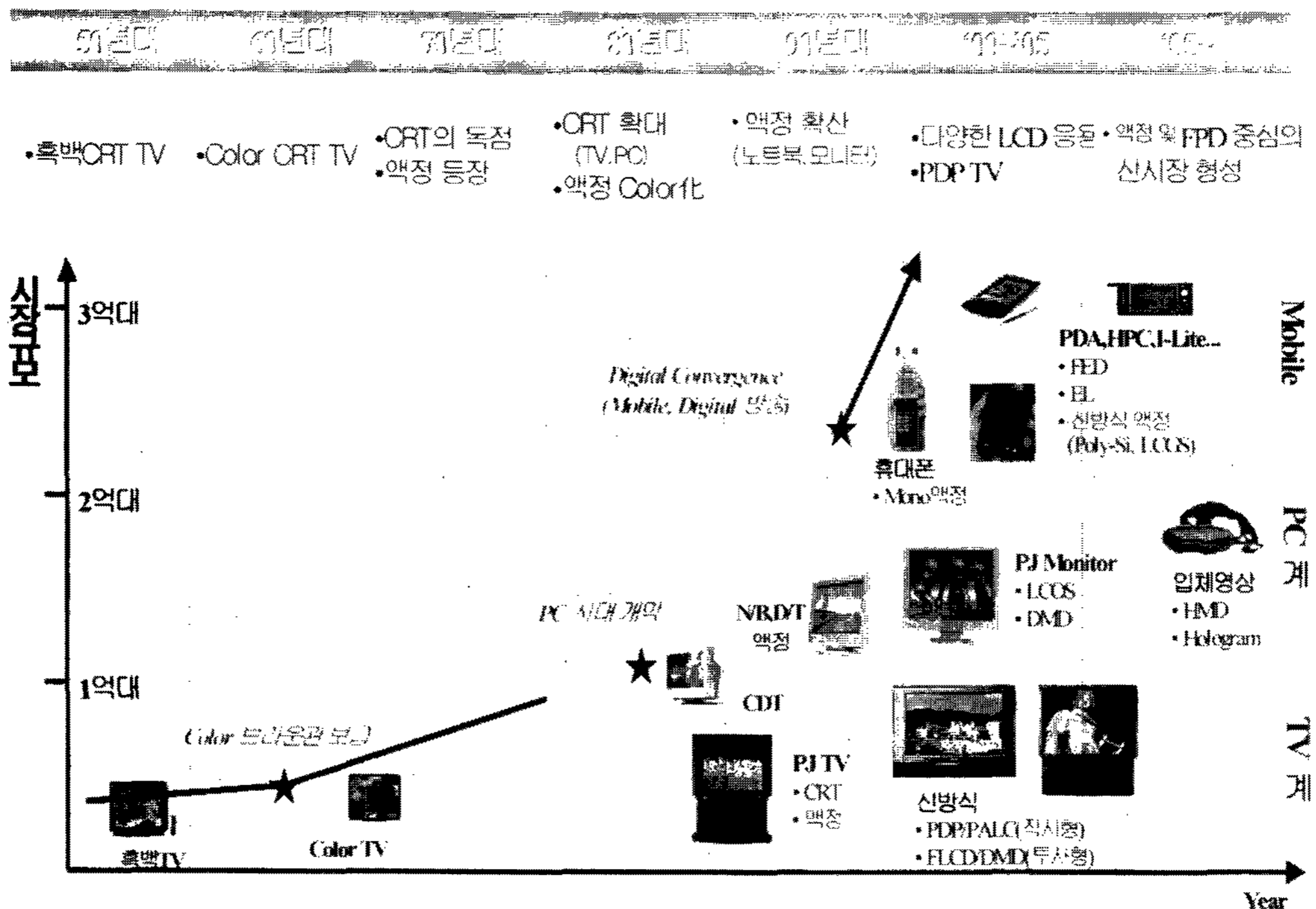
액정 모니터의 기술, 장단점 분석 및 시장 전망

정성은(한솔전자(주))

I. 디스플레이 발전사

흑백 CRT TV를 시작으로 디스플레이는 전자 사업의 발전과 맥을 같이 하며 매우 놀라운 발전을 해 오고 있다. 60년대에는 흑백이 칼라로 바뀌었으며 70년대에는 액정이라는 평판 디스플레이가 등장하여 RCA에서 맨 처음 응용제품이 나오게 되었다. 80년대에는 CRT는 PC용 모니터로 사용되어 TV이외의 새로운 응용제품으로 사용되기 시작했다. 그리고 칼라화 및 대형화 화

소 수 증가 등으로 발전하게 되었다. 90년대에는 액정이 노트북 컴퓨터에 응용되었고 모니터용으로 그 응용범위를 확대하여 30년 전에는 상상할 수도 없을 정도로 크기, 화소 수 증가, 시야 각 및 응답속도 등, 발전이 거듭되었고 조만간 CRT를 과거의 제품으로 남게 할지도 모른다는 예측을 가능하게 하였다. 또한 PDP 및 투사형 디스플레이 등장으로 60인치급 TV가 개발되었으며 2000년에는 입체 디스플레이를 예고하게 되었다. <그림 1>은 이를 도식화한 것이다.



<그림 1> 디스플레이 발전과정과 미래

본고는 평판 디스플레이의 선두 주자인 액정 디바이스가 모니터에 응용되면서 그 액정 모니터가 갖고 있는 장단점, 기술 변환 방향 및 시장 규모 등에 몇 가지 정보를 제공하여 액정 모니터를 정확히 이해하는데 약간의 도움이 되고자 한다. 또한 이 분야에서 종사하는 사람들과 새로 사업을 기획하고 있는 분들과 이를 계기로 활발한 정보 교환이 이루어진다면 또다른 기쁨이 될 것이다.

II. 미래는 액정 모니터 시대이다

1995년부터 시작된 액정 모니터는 병원이나 VIP 사무실 및 몇몇 매니아 등 매우 제한된 영역에서 사용되었다. 그 이유는 CRT 모니터에 비해 매우 고가(보통 10배 이상)이기 때문이었다. 따라서 전 세계적으로 시장도 매우 협소하였다. 그러나 98년부터 일부 부유층들에게 “첨단 기계” 사용이라는 자부심을 심어 주면서 점차 증가하기 시작하여 그 해 약 190만 대에 이르렀으며 99년부터는 본격적인 시장의 증가로 430만 대, 2000년에는 630만 대에 이르렀다. 이제 액정 모니터는 2010년내에 특수 분야를 제외하고는 CRT 모니터를 완전히 대체할 수 있다는 가정에 의심하는 사람은 거의 없게 되었다. 그 이유는 저소비전력 및 눈의 피로가 현저히 개선되었다는 데 있다. 그러나 아직까지도 전체 모니터 시장 중 차지하는 비율이 6% 미만임을 감안하면 매우 낮은 편이다.

III. 높은 가격과 표준화 지연이 시장확대에 걸림이었다

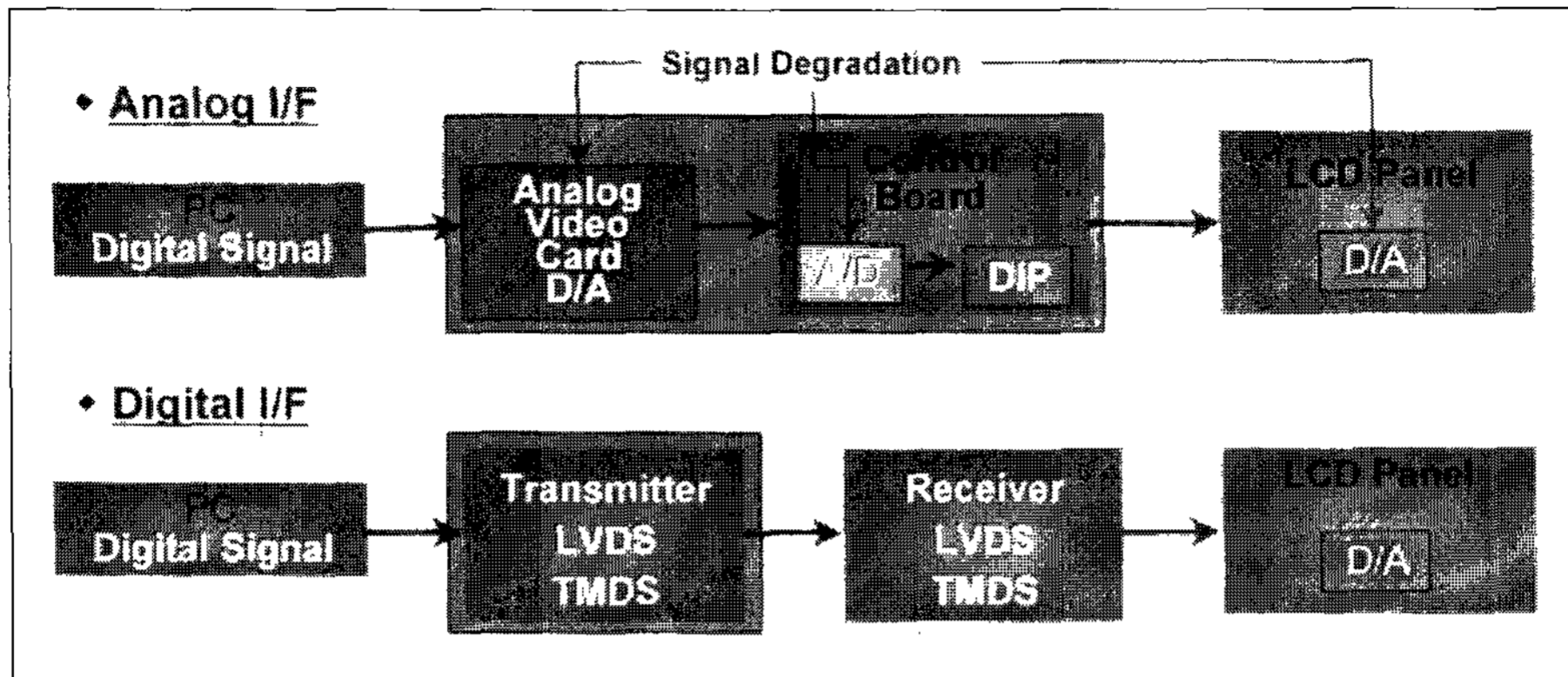
액정 모니터가 초기 시장 침투에 상당한 시간이 걸린 이유는 여러 가지가 있겠지만 중요한 것 두 가지를 생각할 수 있는데 가격이 매우 비싸다는 것과 PC와 인터페이스(Interface) 표준안이 오랫동안 마련되지 않았다는 것이다. 다행히 1999년 말부터 가격이 전년도에 비해 반 이하로 떨어졌으며 2000년부터 대만 업체들이 생산을 본격적으로 시작하면서 더욱 빠른 속도로 하락할

것이 분명하다. 또한 표준화면에서도 1999년 가을에 디지털 인터페이스(Digital Interface) 표준안(DDWG-Digital Display Working Group—에서 DVI-Digital Video Interface—을 표준으로 채택함)이 채택되어 시장에서의 성장의 길은 더욱 넓어지게 되었다. 여기에 디지털 인터페이스란 말을 사용하였는데 이는 아날로그 인터페이스에 대비하는 용어로 사용자의 편리성을 고려하여 기존의 PC와 15핀(pin) D-sub로 연결할 수 있도록 한 것이다. 이에 비해 디지털 인터페이스는 원래의 PC신호를 analog 변환없이 그대로 사용하는 것이다.

IV. 액정 모니터에는 두 가지 타입이 있다

액정 및 다른 평판 디바이스는 CRT와 다르다. CRT는 디스플레이 전체 픽셀(pixel)이 고정되어 있지 않지만 액정 디바이스는 픽셀 수가 이미 고정되어 있다는 것이다(fixed format devices). CRT 경우에는 특정 모드(mode)에서 최적화되도록 만들 수 있지만 디스플레이 전체 표시 픽셀 수는 변할 수 있다. 또한 컴퓨터에서 나오는 신호 처리 방식도 순전히 아날로그(analog)로 처리된다. 컴퓨터는 모두 디지털 신호인데 CRT 모니터를 위하여 디지털 신호를 아날로그로 바꿔주어야 한다(DAC-Digital to Analog Converter). 그러나 액정 모니터는 이러한 신호 변환이 필요없기에 신호의 로스(loss)가 적어 깨끗한 화질을 만들 수 있다. 여기에서 액정 모니터에서는 아날로그 인터페이스 타입과 디지털 인터페이스 타입이 생긴다.

아날로그 인터페이스 액정 모니터는 사용자의 편리성을 고려하여 기존의 CRT 모니터를 대체하여 사용할 수 있도록 한 것이다. PC에서 아날로그로 변환된 RGB 신호(실제로는 그래픽 카드에서 변환됨)를 액정 모니터에 맞게 디지털 신호로 바꾸어 주어야 한다. 여기에서 다시 신호 왜곡이 생기고 디지털 신호로 바꾸어 주기 위한 디바이스(ADC-Analog to Digital Converter)가 필요하게 된다. 이에 반해 컴퓨터에서 처리되는



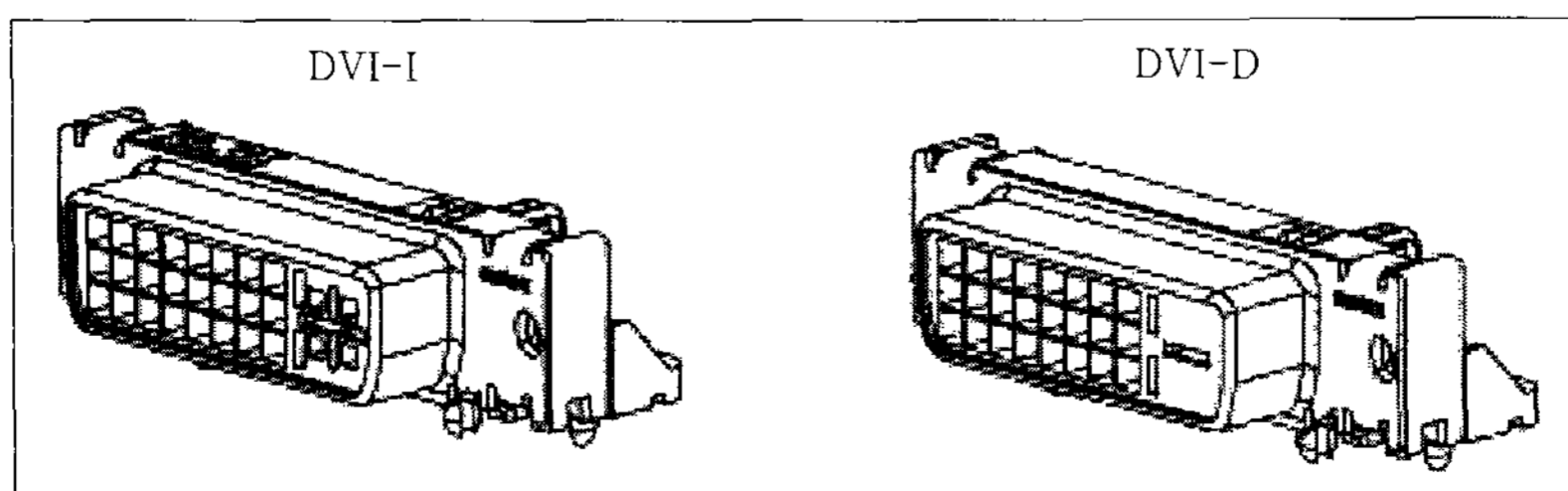
〈그림 2〉 아날로그 타입과 디지털 타입 액정 모니터

디지털 신호를 A/D 또는 D/A 과정없이 직접 모니터에 전달하는 기술이 디지털 인터페이스 타입이다. 이는 그래픽 카드에서 D/A 변환이나 모니터 인터페이스에서 다시 A/D 변환이 필요하지 않아 아날로그 인터페이스 액정 모니터에 비해 디지털 액정 모니터의 화질이 더 우수하다. 이를 그림으로 나타내면 〈그림 2〉와 같다.

V. 액정 모니터의 표준화 문제

이는 서로 다른 디바이스인 컴퓨터와 모니터 사이에 데이터 전송 방법과 연결 방식의 문제이다. 정상적으로 디지털 시스템(system)에서 많은 데이터를 빠르게 전송하는 방법은 병렬(parallel)로 동시에 보내는 것이다. 보통 디스플레이에서 사용하는 전송 속도는 24비트가 표준이다. 그 이상의 색깔 차이는 인간의 인식을 벗어나기 때문에 특수한 경우가 아니면 신경 쓸 필요가 없다. 이 24비트로 1670만 색상을 만들 수 있다. 이 정도의 전송 속도를 감안하여 약 30개의

라인(wire)이 필요하게 된다. 이때 새로운 문제는 주위 라인에 영향을 줄이기 위하여 케이블(cable) shielding이 필요하게 되며 따라서 만들기가 어렵고 비용이 많이 들며 두꺼워진다. 따라서 만들기 쉬운 직렬(serial) 전송이 나오게 되었는데 빠른 주파대역 때문에 전자파 발생의 문제가 있으며 이를 최소화하면서 효과적인 전송 방법 등이 제안되었는데, LVDS(Low Voltage Differential Signaling), TMDS(Transmission Minimized Differential Signaling) 등이 있다. 각각의 인터페이스는 장단점이 있으며 표준안으로 채택된 DVI는 DDWG에 의하여 제안된 규격으로 TMDS를 기반으로 하고 있는 디지털 신호 전송 규격이다. DVI는 구성 방법에 따라 DVI-I, DVI-D로 나뉘며, DVI-I는 디지털 + 아날로그, DVI-D는 순수하게 Digital 영상 신호만을 전송하도록 되어 있다. 여기서 DVI-I와 DVI-D에서 I와 D는 각각 Analog/Digital Integrated 및 디지털을 표시하는 약자이다. 다음 〈그림 3〉은 DVI에서 제안한 인터페



〈그림 3〉 DVI Connector

이스 및 커넥터(connector)이다.

VI. 액정 모니터의 특징

1. 액정 모니터 CRT 모니터보다 부가가치 없다.

액정 모니터는 현재까지 아날로그 인터페이스가 대부분이지만 점차 디지털 인터페이스 액정 모니터로 시장이 바뀔 것이다. 디지털 인터페이스 액정 모니터의 장점은 위에서 설명된 내용으로 유추할 수 있는데 가장 중요한 것이 신호 왜곡 없이 매우 깨끗한 화질을 만들 수 있다는 것이다. 이는 컴퓨터에서 사용되는 디지털 신호를 아날로그로 변환시키거나 이 변환된 신호를 다시 디지털로 변환시킬 필요가 없기 때문이다. 또한 신호변환 디바이스를 사용하지 않기 때문에 비용이 절감되고 컴퓨터에서 오는 신호를 처리하는 회로부도 매우 간단하게 된다. 그러기 때문에 액정 디바이스에 인터페이스와 파워(power)부만으로 구동이 가능하다. 이는 액정 모니터 업체 입장에서는 CRT 모니터에 비해 부가가치가 없다는 것이다. 즉 필요한 부분이 액정 디바이스, 인터페이스 파워 및 케이스(case)이다. 향후에는 이를 이용한 컴퓨터 일체형 모니터나 얇고 가벼운 제품을 만들기가 쉬어졌지만 모니터 생산업체는 단순히 컴퓨터 신호를 받아들이는 수동형의 모니터로는 더 이상 부가가치 창출이 어려워 매우 치열한 경쟁이 불가피하게 된다. 따라서 향후에는 Web기능, 인터넷을 활용, Thin PC, TV 수신 튜너(tuner), DVD(digital video disk), 모바일 시대 등을 활용한 새로운 아이디어를 창출하여 독창적인 기능으로 새로운 부가 기능의 모니터를 개발해야 한다는 숙제를 남겨 두게 되었다.

2. 디지털 인터페이스 액정 모니터의 딜레마

디지털 인터페이스 모니터를 사용하려면 사용자가 컴퓨터를 분해하여 사용 중인 비디오 카드를 디지털 비디오 카드로 갈아 끼워 주어야 한다. 여기에서 현실적인 큰 문제점이 생기는데 대부분의 컴퓨터 사용자는 컴퓨터를 분해해서 알지 못

하는 새로운 비디오 카드를 교환하는 것을 매우 귀찮아하거나 막연히 두려워한다. 이 분야에 종사하는 엔지니어 입장에서는 아무것도 아니지만 일반 사용자들은 심리적 두려움을 갖게 된다. 사실 액정 모니터가 처음 막 나오던 1995년도만 해도 많은 업체들이 디지털 모니터를 먼저 출시했다. 이는 개발 엔지니어 입장에서는 바른 판단이었지만 시장에서 받아들여진 것은 아날로그 타입의 액정 모니터였다.

디지털 타입 액정 모니터가 몇몇 디바이스를 사용하지 않기 때문에 아날로그 타입 액정 모니터보다 비용이 적게 든다고 했는데 사용자 입장에서 살펴보자 일반 비디오 카드는 \$50 정도이지만 디지털 그래픽 카드는 \$150~\$300 수준으로 매우 비싸다. 따라서 사용자 입장에서 디지털 인터페이스에서 절약한 비용이 비싼 그래픽 카드 구입으로 오히려 손해보는 결과를 가져오게 된다.

또 디지털 인터페이스 입장에서 자신 있게 주장하는 화질 문제도 DAC/ADC 디바이스의 성능향상으로 실제 디스플레이 상에서 화질의 차이가 없다는 것이다. 이러한 현실적인 문제점들을 고려했을 때 아날로그 타입 액정 모니터가 상당 기간 시장에서 살아남을 것으로 예상된다. 그러나 확실한 것은 액정 모니터만을 생산하는 업체에서는 여전히 부담이다. 왜냐하면 아날로그 타입 액정 모니터조차도 최근에는 부가가치가 없다는 것이다. 즉 몇 년 전만 해도 컴퓨터 신호를 처리하는 컨트롤러(controller)인 스케일링 칩(scaling chip)이 디지털 기술 발전으로 주변 디바이스, 즉 마이컴(micro computer), OSD(on screen display), PLL(phase lock loop), ADC, TMDS 등이 하나의 칩으로 ASIC화 되어 회로부가 매우 작아졌기 때문이다.

3. 액정 모니터의 장점 및 문제점

액정 모니터는 CRT에 비해 사람에게 좋은 점은 플리커(flicker; 화면 떨림)이 없어 눈이 피곤이 덜하는 것이다. CRT 모니터는 이를 없애기 위해서 수직 주파수를 85Hz 또는 그 이상으

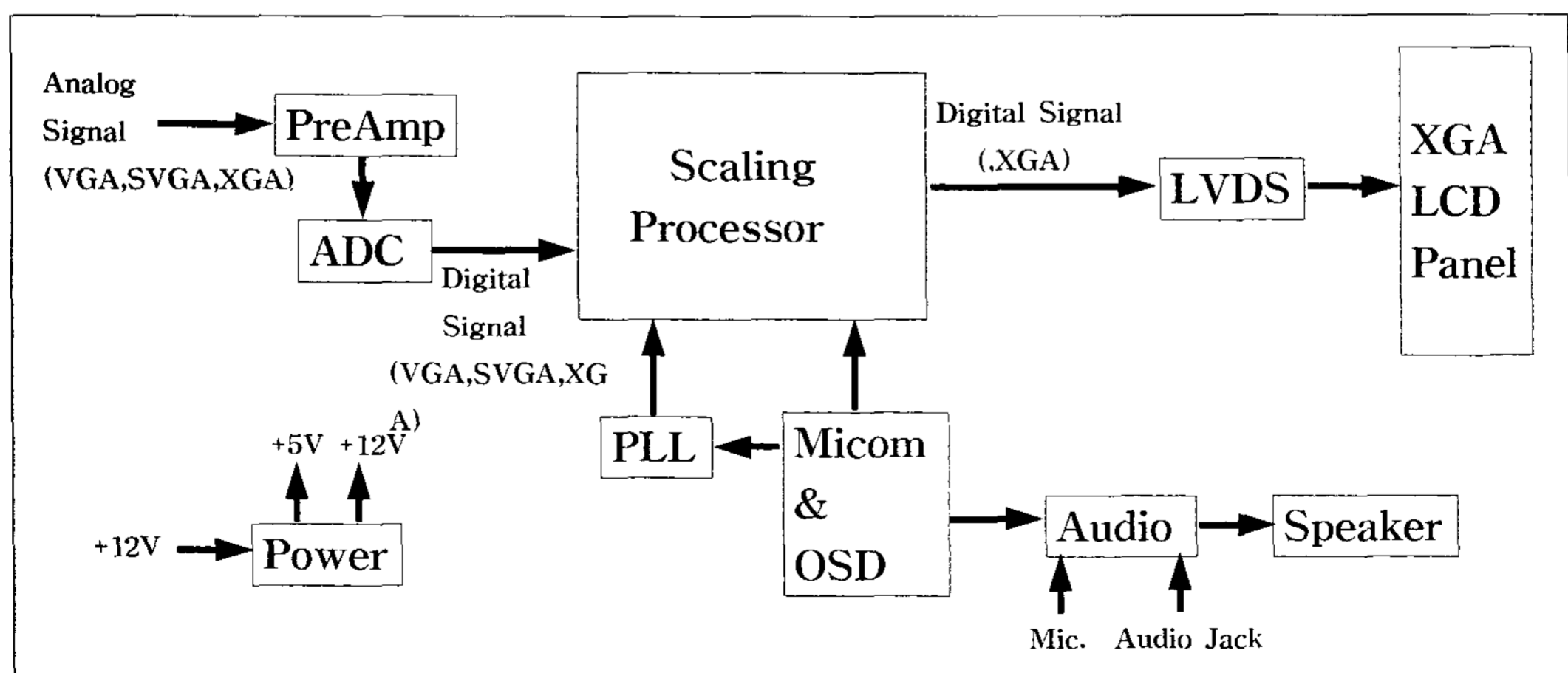
로 올리는 등 여러 가지 애를 쓰고 있으나 액정 모니터는 60Hz에서 대부분이 최적이다. 그러나 보통 사용하는 액정 모니터의 화소수가 XGA (1024×768)~SXGA (1200×1024)로 기본 클럭 주파수(clock frequency)가 매우 높아 EMI, 즉 전자파 차단이 어렵다는 것이다. 대부분의 디지털 제품의 특징이 광대역의 주파수 때문에 전자파 차단이 어렵고 전자파 직진성이 강한 것도 차단에 어려움을 준다. 이는 일반 사람들이 액정 모니터는 CRT 모니터에 비해 전자파가 없는 것이 큰 장점으로 인식되고 있으나 사실은 매우 강한 전자파를 발진하고 있는 것이다. 많은 업체들이 개발에 어려움을 겪고 있는데 가장 어려운 점이 전자파 차단이며 이는 향후 강화될 것이 확실시되는 국제 규격에 대응하기 위해서도 매우 험난한 길이 될 것이다.

그 다음으로 CRT에 비해 열세에 있는 것이 색채 표현 능력일 것이다. CRT의 경우 자연색에 비해 약 75%까지 표시할 수 있으나 액정 모니터의 경우는 60% 수준이다. 시야각의 경우는 최근 수직 배향 방식(vertical alignment), IPS (in plane switching), 광 배향 등으로 CRT 수준 또는 그 이상으로 기술이 발전되었다. 현재 광 시야 각을 적용한 제품은 17인치 이상의 제품에 한정되고 있으며 15인치에서는 한 업체에서

생산한 액정 디바이스를 사용한 모니터를 제외하고는 광 시야 필름을 사용하고 있어 CRT 모니터에 비해 열세이다. 또 응답속도의 문제가 남아 있는데 멀티미디어 및 자연스런 동화상을 위해서는 반드시 해결되어야 할 항목이다. 상기 문제점 중에서 색 표현 능력이나, 광 시야 및 응답속도 문제는 액정 디바이스에서 해결해 주어야 할 문제이다.

VII. 액정 모니터의 주요 블록 별 분석

아날로그 인터페이스 방식을 사용하는 LCD Monitor는 크게 아날로그 신호를 디지털 신호로 변환하는 ADC부, 디지털로 변환된 신호를 가공하여 LCD Panel이 요구하는 신호로 변환하는 Scaling Processor부, 신호를 전송하기 유리한 serial 전송 신호로 변환하는 LVDS부, 그리고 이들 각각에 필요한 기본 클럭을 발생하는 PLL부, 사용자 인터페이스를 제어하고 PLL이나 Scaling Processor에서 필요로 하는 기본 자료를 전송하는 마이컴과 사용자 편의를 위한 OSD 블록으로 구성된다. 그리고 부차적으로 Power변환부와 Audio기능 지원을 위한 Audio 블록이 있다. 전체 블록의 구성은 <그림 4>와 같다.



<그림 4> LCD Monitor 전체 구성도

1. ADC 블록

ADC는 PC에서 출력되는 아날로그 형태의 비디오 신호를 LCD 패널(Panel)에서 요구하는 디지털 신호로 변환하는 장치이다. 8비트의 디지털 자료를 출력하는 ADC의 경우 ADC의 bottom, top 전압레벨사이를 256등분하여 해당하는 등분에 해당되는 디지털 신호를 출력한다. 만일 bottom level을 1.4V, Top level을 3.4V 라 할 때 2V를 256등분하면 약 7.8mV를 1등분으로 디지털 값을 0000 0000에서 1111 1111까지의 값을 할당한다. 실제로 출력되는 비트수는 ADC의 성능과 입력 비디오 신호의 잡음정도에 따라 8비트에 미치지 못할 수도 있다.

2. PLL 블록

PLL(Phase Lock Loop) 블록은 기본적으로 입력 신호의 주파수에 위상이 고정된 발진파형을 생성한다. PLL을 LCD monitor에서 사용하는 목적은 위상이 입력 신호에 고정된 pixel clock를 발생시키고 이를 타 회로에서 사용할 수 있도록 한다. 이런 기능을 주파수 동기화(Frequency synthesis) 기능이라 한다. 이 기능은 액정 모니터에서 중요한 기능으로써 ADC에서 사용되는 정확한 개수의 샘플링 클럭을 발생시켜 올바른 비디오 자료를 샘플링할 수 있게 한다.

3. 마이컴 & OSD 블록

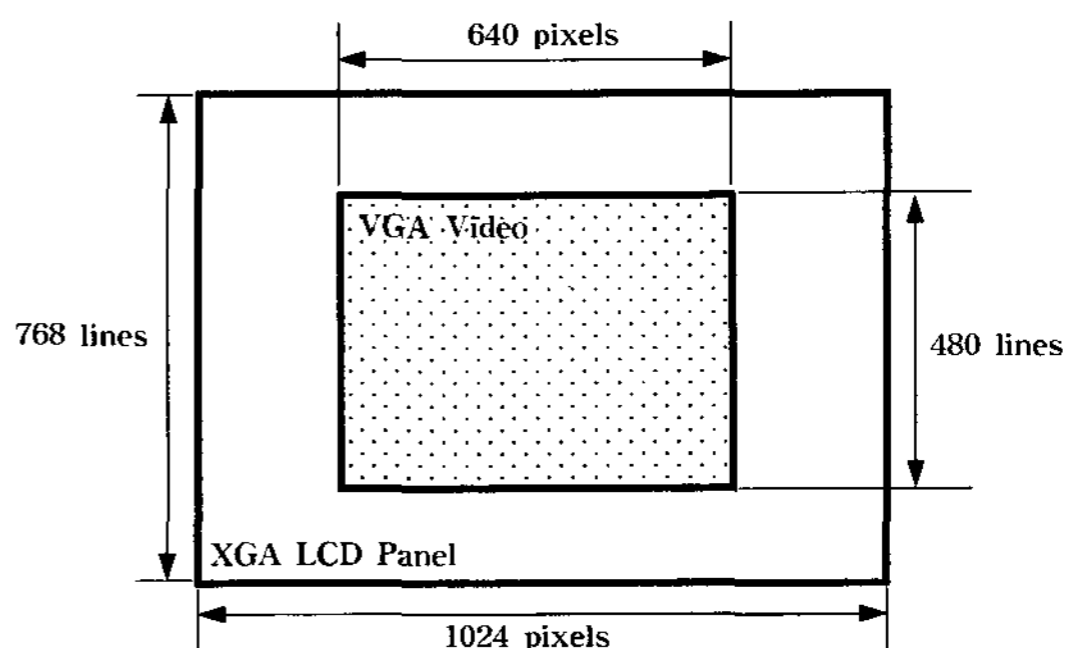
현재 액정 모니터에서 마이컴은 다양한 기능을 구현하기 위해 사용되고 있다. 마이컴은 입력 신호의 주파수를 조사하고 해당되는 기본 자료를 scaling processor와 PLL을 위해 전송한다. 그리고 사용자 인터페이스를 위한 OSD를 제어하여 사용자 인터페이스 환경을 만들고 function key를 인식하여 눌러진 key에 해당하는 기능을 수행한다. 기능의 수행이라 함은 변경된 자료를 scaling processor이나 PLL에 전송하여 그 블록들이 기능을 수행할 수 있도록 지원한다.

사용자 인터페이스를 위해서는 그래픽 기능과 function key기능을 가지고 있는데 그래픽 지원

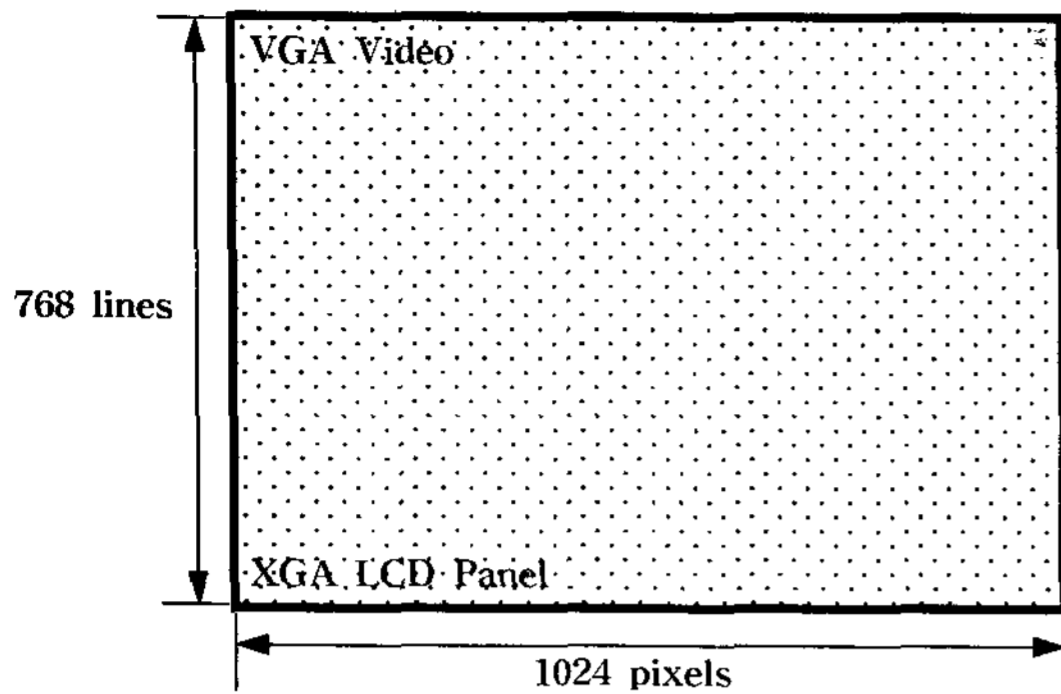
을 위해 마이컴은 OSD IC와 교류한다. OSD IC는 표시되는 기본 font를 내장하고 마이컴은 이를 참조하여 화면에 표시할 자료를 scaling processor로 전송한다.

4. Scaling processor 블록

액정 패널은 단일 주파수 영역의 신호를 표시할 수 있는 장치로써 Note PC형태의 제품이 아닌 stand-alone 방식의 제품을 위해 사용될 경우 다양한 형태의 주파수 영역의 신호를 LCD 패널이 요구하는 신호형태로 변환하는 중간장치가 필요하다. 만일 중간장치를 거치지 않을 경우 <그림 5>에 표시된 형태의 표시상태를 나타낸다. 여기서 볼 수 있듯이 낮은 해상도의 신호를 고해상도 패널 상에 표시할 경우 전체 영역에 표시되지 않고 해상도에 해당하는 일부 영역에만 표시되는 문제점을 가진다. 이를 구현하는 방법은 여러 가지가 있을 수 있고 이는 비용과 화질의 trade off 관계를 가진다. 그 처음 방식은 단순 보간 방식으로 수평적으로 샘플링 개수를 조정하고 수직적으로는 line duplication을 수행함으로써 화면 영역을 조정할 수 있다. 그 다음 방법은 DSP기술을 이용하는 방법으로 단순히 pixel이나 line를 추가하는 것이 아니라 일정크기의 블록을 단위로 해서 각 블록 전체를 참조함으로써 새로운 화소를 만들어 내는 방식을 사용한다. 이 scaling processor를 통해서 출력된 신호는 <그림 6>에서 보는 것처럼 full screen되어 표시된다.



<그림 5> 저해상도 신호 표시 형식(변환전)



<그림 6> 저해상도 신호 표시 형식(변환후)

5. LVDS 블록

LVDS 블록 18비트나 24비트의 TTL/CMOS level의 RGB 비디오 데이터를 3비트의 LVDS serial data로 변환하여 전송하는 블록이다. LVDS 블록은 내부에 자체적으로 PLL을 가지고 있어 입력과 출력의 클럭 위상의 변화없이 클럭을 전송할 수 있다. 이때 LVDS형태의 자료는 280Mbps 속도로 전송된다. 이는 TTL level로 전송되는 데이터가 가지는 EMI문제나 전송 케이블의 수를 줄이는 효과가 있다.

6. Power 블록

파워 블록은 액정 패널과 구동 Board에서 필요로 하는 전원을 공급하는 역할을 수행한다. 액정 패널은 backlight를 켜기 위해 +12V 전원이 필요한데 이 전원을 공급하고 구동 보드에서 필요로 하는 +5V 전원도 역시 이 블록에서 공급한다. +5V 전원은 12V 파워 어댑터(adaptor)에서 전달된 전원을 DC-DC 변환하여 공급된다.

최근에는 위의 블록들이 scaling processor 부와 ASIC화 되어 매우 작아졌으며 파워부를 제외하고는 모든 기능을 1-chip ASIC화가 진행되고 있다. 그렇게 되면 상기에 열거한 function 블록들이 1-chip화 되고 power부, 액정 패널부 및 case부만 남게 되어 디지털 인터페이스 액정 모니터와 모니터 구동 board에서 차이가 없다. 따라서 상기에서 언급했듯이 인터넷 시대에 맞는 기능 등을 첨가하여 부가가치를 높여나가야 할 것이며 디자인의 중요성이 더욱 부각될 것이다.

Ⅷ. 액정 모니터의 가격

1. 2000년 액정 모니터 가격이 \$1000이하로 내려왔다

2000년은 액정 모니터에서는 매우 획기적인 해였다. 15인치 액정 모니터 가격이 사용자들이 받아들일 수 있는 가격은 \$1000을 통과한 해이기 때문이다. 현재(2000년 12월 기준) 액정 모니터의 평균 가격은 미국 시장을 기준으로 평균 \$875(\$829~\$1129)이다. CRT 17인치와 비교했을 때(액정 모니터 15인치는 CRT 모니터 17인치에 해당) 평균 가격이 약 \$300이다. 물론 이 가격은 약 3배 정도 높아서 아직도 높은 편이지만 많은 사용자들에게는 관심을 끌 수 있는 가격 수준으로 내려왔다고 보여진다. 이제 새로운 사무실을 시작하는 곳이나 시기적으로 모니터 바꿀 시기가 된 사람들 입장에서는 액정 모니터나 CRT 모니터냐를 고민하게 될 것이다. 그리고 시대의 흐름이 디지털이라는 환경에서 이미지 확보를 위해서 또는 CRT 모니터를 사용하는 것은 시대에 처지는 인상을 주는 것도 액정 모니터로 바꾸게 하는데 적지 않은 영향을 미칠 것이다. 또한 종업원들의 책상 공간이 넓어지는 것도 부수적 장점이다.

2. 2001년에는 가격이 \$500 이하로 시장은 1100만 대로 성장할 것이다

액정 모니터는 이제 액정 디바이스의 주요 수요처로 확실히 자리잡았다. 1999년 이전까지만 하더라도 노트 PC가 절대 수요처였다. 이제는 두 응용분야가 액정 디바이스의 가격하락에 따른 시장 증가로 급격한 가격 하락을 흡수할 것이다. 사실 액정 모니터에서 액정 디바이스가 차지하는 비중이 재료비 기준으로 매우 높기 때문에 디바이스 가격이 약간만 하락하더라도 그대로 모니터 수요 증가로 작용하게 된다. 따라서 과거 1995년과 같은 급속히 하락은 하지 않을 것으로 보여지지만 최근 대만 업체까지 공급을 시작하면서 가격하락은 매우 급속할 것이며, 이의 영향으로 2001년은 액정 모니터 시장이 급속히 성장하여

천 만 대를 넘어서는 해가 될 전망이다. 실제로 1999년도에만 하더라도 액정 모니터용 디바이스는 일본, 한국이 거의 전부였다. 그러나 2000년에는 매우 다른 양상이 전개되었다. 1999년 1분기 기준으로 일본 및 한국이 15인치 공급 67%와 33%를 차지하였다. 그러나 1년이 지난 2000년 1분기에서는 일본 한국이 각각 51%, 31%이고 나머지 18%는 대만이 차지하였다. 2001년에는 일

본, 한국, 대만이 각각 42%, 33% 및 25% 차지할 것으로 예측된다. 그렇게 되면 액정 모니터는 약 75% 성장한 1100만이 될 것이다. 그러나 다행히도 액정 디바이스는 모바일(mobile) 시대에 다양한 응용제품들이 탄생할 것으로 예상되어 2002년도에는 하락이 잠시 주춤할 것으로 예상되고 시장도 50% 정도의 성장으로 1650만 대에 달할 것이다.