기술특집

BACK LIGHT UNIT(BLU) 기술 동향

김 차 연(태산 LCD)

최근 초고속 정보화의 시대에 발맞추어 디스플레이 산업은 급속한 성장을 보이고 있고 이러한 추세는 앞으로도 상당 기간 지속되리라 예측된다. 동영상을 포함한 대부분의 정보들은 사람의 눈을 통해 전달될 수 밖에 없고 따라서 디스플레이 제품은 사람의 시각적인 감각을 만족시키도록 발전할 수밖에 없는 실정이다. 자연에 가까운 색, 자연에 가까운 정교함을 표현하기 위한 노력의 결실이 바로 display device이다. 예전의 가족 생활 중심에서는 브라운관을 이용한 display 장치가 한 시대를 풍미하였으나 초고속화, digital화로 인한 개인의 생활 영역에 걸 맞는 새로운 개념의 display 출현은 불가피하게 진행되었다. 이를 대변하는 것들이 TFT-LCD, PDP, EL, 그리고 HDTV가 그것이다. 이 중 TFT-LCD에서는 자가 발광하는 광원이 없기 때문에 반드시 광원을 필요로 하고 있다. back light unit은 이 요구를 충족시키기 위하여 개발되었다.

본 고에서는 BLU의 원리, 구조 그리고 BLU 산업의 최근 연구 동향들을 순서대로 간략하게 언급하기로 한다.

Ⅰ. Back Light Unit의 구성과 현황

1. Back Light Unit이란 무엇인가?

Back Light Unit(BLU)는 TFT-LCD Panel 뒤쪽에서 배면광원으로 사용되고 있다. New paraph BLU는 TFT-LCD의 한 부품이나 자체가 많은 부품으로 구성되어 있기 때문에 독자적인 제품으로 취급되고 있다.

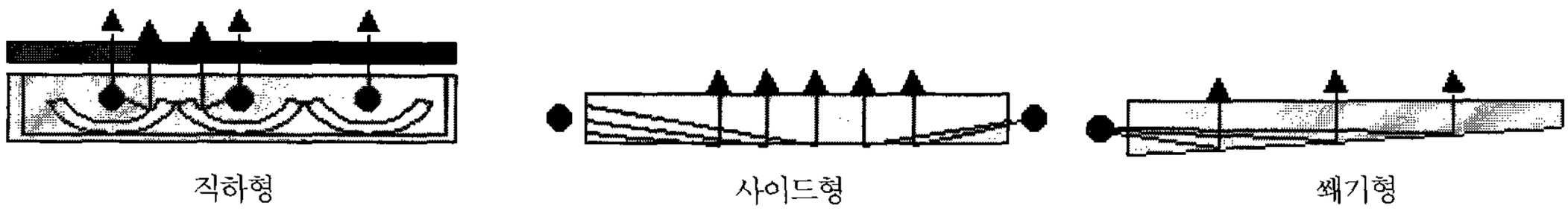
BLU가 가지고 있는 기능과 현상은 크게 3~4가지로 요약할 수 있다.

1) 광원으로서의 역할 수행 : 앞서 언급한 대로 BLU는 TFT-LCD의 뒤쪽에서 광원으로 기능을 수행하고 있다.
2) 주 전력 소모 부분 : TFT-LCD 소비전력의 약 2/3 이상이 여기서 일어나기 때문에 주 소모 전력원이며 또한 소비 전력을 줄이기 위한 노력도 병행해서 활발하게 개발되고 있는 곳이다.
3) 1차원의 선 광원을 2차원의 면 광원으로 전환 : 현재의 BLU는 형광램프를 사용하고 있기 때문에 사람이 직접 접하는 display는 2차원의 면이다. 따라서 몇 가지 부품과 작동으로 선 광원을 면 광원으로 전환 시키는 곳이다.
4) 광학의 원리 : 기본적으로 광을 이용하고 광을 조작하는 곳이기 때문에 광학에 대한 이해와 접근이 필요하다.

2. 기본 구조

1) 구조별 분류

〈그림 1〉에서 보여주고 있는 바와 같이 BLU의 분류는 램프의 위치에 따라 램프가 TFT-LCD 뒤편에서 바로 전면을 향하여 빛을 발하는 직하형(direct type), 램프가 도광판(Light Guide Plate : LGP)의 옆에 위치해서 빛이 도광판을 거치면서 전면을 향하도록 하는 사이드형(side type), 그리고 사이드형의 일부이지만 도광판이 경사가 진 쐐기형(wedge type)으로 분



〈그림 1〉 BLU의 종류

류할 수 있다. 주로 직하형과 사이드형은 대형의 monitor용으로 사용되고 있으며 쐐기형은 note-book PC용으로 사용되고 있다.

2) 구성 요소

〈그림 2〉는 BLU의 주요구조를 보여주고 있다. 부품은 전체적으로 약 50여가지가 있으나 중요 핵심 부품은 10여가지 내외로 볼 수 있다. 그 구성은 다음과 같다.

(ㄱ) 램프(Lamp) :

일차적으로 중요한 부품으로 발열양이 적은 냉음극관(CCFL : Cold Cathode Fluorescence Lamp)을 사용하고 있다. 최근 국산화가 진행되고 있고 2000년 후반이나 2001년 초에는 국산 램프를 사용할 수 있을 것으로 추정된다. 현재 대부분의 램프는 일본으로부터 수입되고 있는 실정이어서 원가 경쟁력을 높이기 위해서도 조기 국산화 및 국산품의 안정화가 절실히 요구되고 있는 부품이다. 현재 대부분의 lamp는 Harison, West, Kowa 등 일본업체에서 생산되고 있다.

(ㄴ) 램프 덮개(Lamp cover) :

BLU에서 불가피하게 광의 손실은 수반되나 이를 줄이기 위한 노력의 일환으로 반사판과 더불어 램프를 감싸고 있는 램프 덮개의 역할은 중요하다. 가능한 많은 빛을 도광판으로 반사시키기 위하여 컴퓨터 시뮬레이션을 통한 구조 변경을 시도하고 있다. 〈그림 3〉은 현재 사용되고 있는 램프들의 구조를 보여주고 있다.

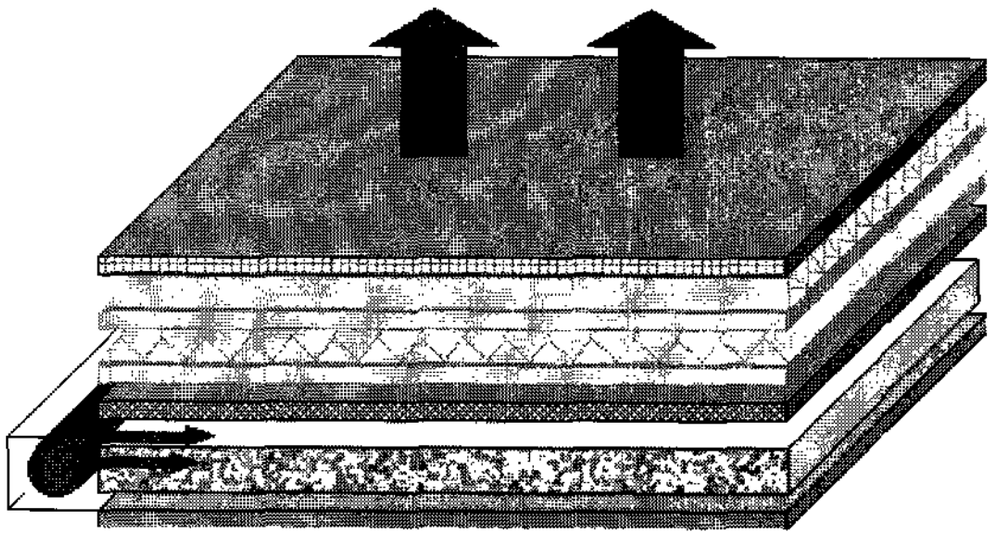
〈그림 3〉 램프커버의 단면 구조

(ㄷ) 반사판(Reflection sheet) :

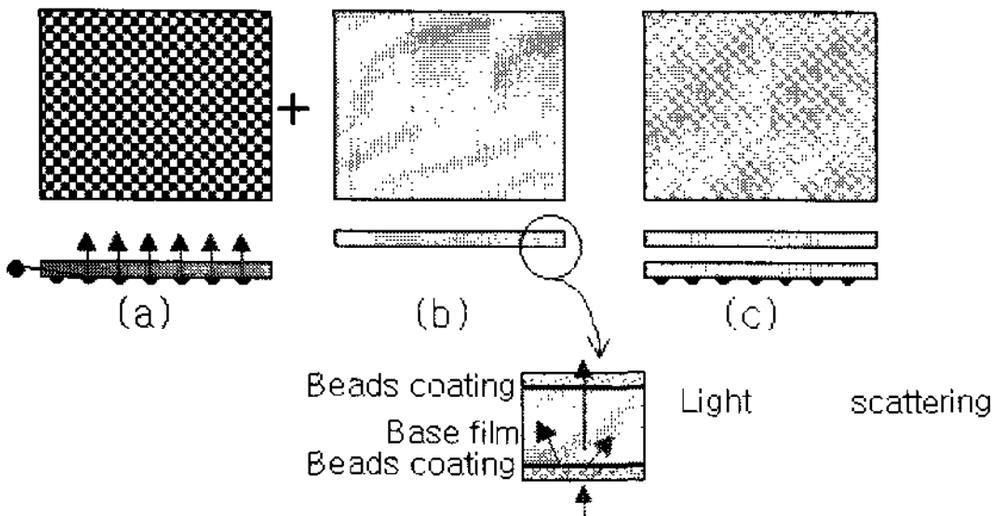
도광판에서 일부의 빛은 반대면을 통해 손실이 발생한다. 이 손실 부분을 줄이기 위하여 반사판을 사용하여 도광판 배면으로 빠져나가는 빛을 도광판 방향으로 반사시킨다. 반사판은 모재(base materials)에 반사율이 높은 물질을 코팅한다. SUS, BRASS, aluminum, PET 등의 모재위에 Silver를 주로 사용하나, 램프 주변에서 장시간의 흡열로 황변이 일어나는 것을 막기 위하여 titanium 등을 코팅한다. 최근에는 고반사율을 가진 polymer를 코팅층으로 사용하기도 한다.

(ㄹ) 도광판(LGP) :

BLU에서 가장 핵심이 되는 부품으로 광의 경로가 전면으로 향하는 곳이다. 실제로 광의 경로는 매질의 변화가 있어야만 일어나기 때문에 도광판 안에서는 경로 변경은 없다. 이를 위해서 별도의 공정이 필요한데 바로 이것이 dot screen 인쇄 과정이다. 인쇄로서 도광판 하부면에 dot를 형성시키고 이 dot 안에 작은 유리 구슬을 포함시킨다. 따라서 정확하게는 대부분의 광은 이 유리구슬 표면에서 산란되고 LGP 상부 표면으로 향한 빛이 도광판을 지나 LCD panel로 향하고 결국 사람의 눈이 이를 감지하게 된다. 스크린 인쇄를 이용한 dot pattern 제작은 수십 년간 사



〈그림 2〉 BLU의 주요 구조(사이드형)



〈그림 4〉 확산판 구조와 기능

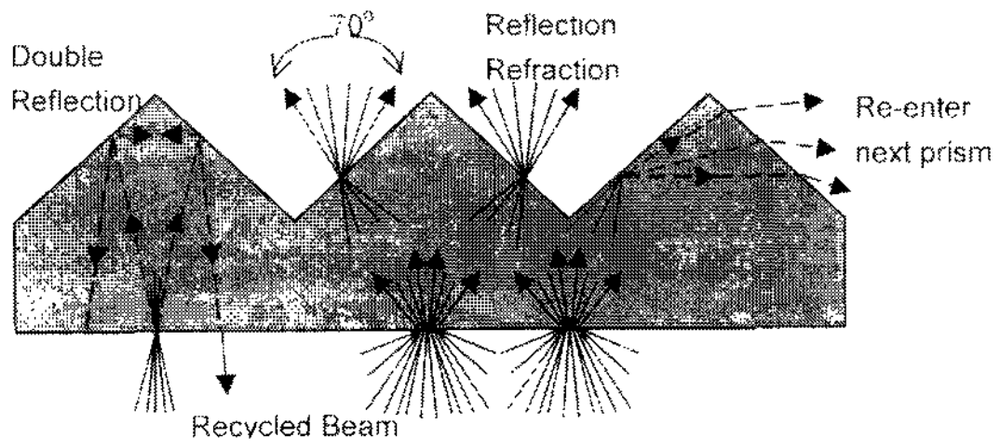
용해 온 비교적 안정화된 기술이나 다른 옵셋 등의 인쇄와는 달리 film의 해상도, 제판 작업 시 망사의 종류와 장력, 각도 등이 인쇄코자 하는 도광판의 dot size와 pitch와 긴밀하게 상관이 있어 이들의 상관관계를 규명하고 조절하는 데 실로 많은 노하우를 필요로 하고 있다.

(ㅁ) 확산판(Diffusion sheet) :

〈그림 4〉와 같이 인쇄된 도광판만으로는(a) 산란된 빛이 직접 눈으로 들어오기 때문에 도광판에 인쇄된 pattern의 모양이 그대로 비치게 된다. 이 pattern은 심지어는 LCD panel을 장착한 후에도 확연하게 감지할 수 있는 수준이다. 사람의 눈은 화면을 통한 영상들이며 dot pattern은 아니기 때문에 이들을 최소화 시키거나 없애는 과정이 필요하다. polymer 재료를 기본으로 하고 양면에 작은 유리 구슬 알갱이들이 혼합된 확산판은(b) 이 목적으로 사용된다. 〈그림 4(c)〉에서는 간접적이지만 dot pattern이 사라지는 것을 이미지를 통해 보여주고 있다.

(ㄹ) 프리즘판(Prism sheet) :

일단 확산판을 지나면 광 휘도는 면에 수직한 수평 수직 양 방향으로 확산이 일어나면서 광 휘도는 급격히 떨어진다. 이 광을 다시 Focus 시켜 광 휘도를 올리기 위하여 프리즘 판을 사용한다. 프리즘 판은 띠 모양(Strip type)의 micro-prism이 모재(base materials : PET) 상부에 형성된 것으로 거의 수직 수평 두 장을 한 set로 사용한다. 현재 이 프리즘시트는 3M사의 고유특허로 전량 수입에 의존하고 있는 실정이어서 국산화가 가장 안된 부분이다. 〈그림 5〉는 프리즘 내부에서 빛의 경로를 설명하고 있다. 최종적으로 프리즘을 통과한 빛은 약 70도의 시야각을 가지면서 전면을 향하게 되고 휘도 또한 개선 된다.



〈그림 5〉 프리즘 시트의 구조와 내부에서 빛의 경로

(ㅁ) 보호판(Protection sheet) :

이 BLU set를 외부의 충격이나 이물 유입으로 오는 오염 등을 방지하기 위하여 보호판을 사용한다.

(ㅂ) 몰드 프레임(Mold frame) :

최종적으로 몰드프레임으로 이들을 지지한다.

Ⅱ. Back Light Unit의 신제품 개발 동향

1. 평면 광원(Flat lamp)

TV 시장 등 대면적화 요구와 고속정보 전달을 위한 고휘도의 요구로(panel 장착시 450~600nit) 최근의 거의 대부분의 BLU업체들과 대학에서 이 면광원에 상당한 연구개발을 집중하거나 최소한 관심을 보이고 있다. 현재의 냉음극관(CCFL)은 lamp ass'y 등 많은 부품을 수반하고 있고 이로 인한 광특성 조절도 상당히 어렵다. 또한 수은을 사용하고 있기 때문에 이는 환경 친화적이지 못하다. 따라서 수은을 사용하지 않고 공정을 단순화 시키면서도 고휘도를 얻을 수 있는 평면 광원 개발은 시대적으로 불가피한 상황이다. 평면 광원으로 이용되고 있는 기술은 기본적으로 자가 발광이 가능한 display device는 모두 적용이 가능하다. 현재 개발되고 있는 기술별로 분류하면 다음과 같다.

1) PDP(Plasma Discharge Panel) 응용 :

플라즈마 방전을 직접 활용하는 것으로 그리고 수은을 사용하지 않기 때문에 친환경적 램프로 가장 널리 연구되고 있다. 현재 PDP를 이용한 평면 광원의 가장 큰 관점은 구동전압을 낮추는 것으로 Ar, Ne, Xr 등 penning gas의 종류와 비율을 조절하고 있다. 또한 가스 종류에 따라 여기상태에서 천이하면서 유지하는 발광의 시간이 각각 다르기 때문에 방전을 지속시키기 위하여 구동하는 교류전압의 주파수 조절 또한 관건으로 대두되고 있다.

국내에서도 이미 A사에서 이를 성공하여 1차 샘플을 선 보이고 있고 최대의 광원 회사인 독일의 Osram과 협력하여 몇몇 기업이 면광원을 개발하고 있다. PDP를 이용한 면광원의 장점은 무엇보다도 높은 휘도에 있다. 현재 개발된 제품의 휘도는 약 10,000cd/m^2 내외의 값을 보여주고 있다. 전체 면적을 통해 uniform한 휘도를 보이고 있다는 것도 장점이다. 하지만 아직도 구동전압이 높고 두께도 두꺼워 상용화하기는 다소의 시간이 필요하다고 사료된다.

여기에도 전극 방식에 따라 몇가지로 분류할 수 있다.

- 내부 전극 방식 : 상하방향으로 전극이 있는 경우
- Wall 전극 방식 : 상하방향이 아니라 격벽의 벽면을 전극으로 사용한 경우
- FED 응용 전극 방식 : 전극들을 뾰족하게 제작하여 방전개시를 쉽게 한 것
- 외부 전극 방식 : 전극을 아예 외부로 한 경우

2) 기존 세관 램프 변형 :

기존의 세관 램프를 사용하면서 목적에 맞게 다각도로 연구도 활발하게 진행되고 있다. 목적과 형태에 따라 분류하면 기존의 CCFL 변형, 외부전극(EEFL) 방식, 면광원으로 나눌 수 있다. 또한 수은 사용여부에 따라 mecury type, mecury free type으로 분류할 수 있다. mecury free는 친환경적이라는 점에서 개발이 집중되고 잇으나 효율은 여전히 mecury를 사용하는 것이 훨씬 높은 실정이다.

- 내부전극(CCFL) 구조변형 : U자, W자 등으로 구조 변경하여 active area 대부분을 밝게 하는 방법으로 직하형 대체가능하다.
- 외부전극(external electrode fluorescence lamp) 방식 : 이미 외부전극의 가능성은 1920대부터 알려져왔으며 CCFL과는 달리 회로적인 약간의 조작으로 램프를 병렬 연결하여 동시에 구동할 수 있다는 점에서 상당한 장점이 있다. 물론 CCFL처럼 inverter와 1 : 1 대응때보다는 상당한 전력 소모가 있으나 하나의 인버터로 여러 개의 램프를 구동할 수 있다는 점에서 대면적 직하형으로 개발하고 있다.
- 면광원 : 제목과 혼돈할 수 있으나 기존의 수은 사용등 형광등과 동일하나 모양만 면으로 형성된 램프를 말하며 면형태의 유리를 어떻게 사출하느냐하는 것이 기술적으로 여러운 점이다.

3) 기타

Organic Electro-Luminescent(OEL), thick Electro-Luminescence(EL), Field Emitting Display(FED), Light Emitting Diode(LED) 등도 면광원으로서 사용 가능하나 아직은 각자 device로서 적용에 초점이 맞추어져 있고 향후 상당한 부분까지 상용화가 진행된 후 적용될 가능성이 있다고 보여진다.

2. 도광판(LGP)

앞서 언급한대로 도광판은 광산란으로 일차원 선광원을 이차원 면광원으로 전환하는 부분으로 BLU의 가장 중요한 부품중의 하나이다. 도광판 제작은 기본적으로 재료와 금형 사출 기술로서 많은 경험과 know-how를 필요로 하고 있어 접근하기가 용이하지 않다. 현재 세계 도광판 시장의 대부분은 일본의 Stanley, Yuka, 대만의 Radiant, 한국의 태산LCD, 우영 등에서 생산하고 있다. 그리고 도광판 생산업체가 바로 BLU 제조업체라고 보아도 과언이 아니다.

앞서 언급한 바와 같이 현재 사출된 도광판은 빛을 전면으로 향하도록 하는 dot 형성을 위한

인쇄공정을 반드시 수반하고 있다. 이 인쇄 공정은 역사가 깊어 안정되어 있기는 하나 공정이 복잡하고 인쇄 과정상 많은 불량을 유발시키고 있다. 이에 따른 원가 손실을 감안하면 신속하게 printless LGP을 개발하는 것이 시급하다고 하겠다.

무인쇄 도광판은 인쇄공정 없이 바로 도광판 자체가 광 산란기능을 가지도록 형상을 만드는 것이다. 무인쇄 도광판을 작업 방법별로 분류하면 다음과 같다.

1) 물리적 형상 제작(Mechanical force) :

공작기를 이용하여 도광판에 직접 흠집을 만드는 방법으로 scratch, V-cut 등이 여기에 속한다. 국내에서도 올해 이미 V-cut 도광판이 선을 보인 적이 있을 정도로 상당한 부분 개발이 되었으나 상용화는 아직 적용되지 않고 있다.

2) 금형 가공법(Direct mold injection) :

금형 표면에 미리 광 산란 기능을 가진 형상을 제작하여 도광판을 바로 사출하는 방법으로 상당한 부분에서 진척이 이루어지고 있으며 금형에 형상을 새겨놓는 방법에 따라 다음과 같이 분류할 수 있다.

- 레이져 가공(Laser engraving)
- Sand-blust
- 부식(Chemically erosion)
- 전주(Stamper)

3) 산란도광판(Scattered LGP)

이는 도광판 내부에 산란자를 넣는 방법으로 도광판 재료인 수지와 산란자를 혼합하여 도광판을 사출하는 것을 말한다. 국내에서도 소형의 샘플이 만들어지고 있으나 아직 실용화까지는 추가적인 연구가 필요하다고 사료된다.

3. 일체형 도광판

앞서 언급한 바와 같이 BLU는 광을 조절하기 위하여 많은 종류의 sheet를 필요로 하고 있다. 특히 프리즘시트는 3M사의 독점 특허이며 후속으로 기능을 향상시킨 개발품들을 지속적으로 만들고 있어 BLU업체들의 고충이 여기에 있다. 따라서 일부 연구는 독점특허 회피차원에서 도광판에 직접 프리즘 기능을 가진 도광판 제작을 시도하고 있다. 또한 전부는 아니지만 상당한 Sheet들을 도광판안으로 포함시키려는 노력이 있다.

일체형으로 도광판에 집속시킬 수 있는 부품들은 prism, diffusion, 그리고 reflection sheet라고 여겨진다.

전체적으로 BLU 부품의 신기술개발은 크게 면광원, 무인쇄 도광판으로 요약이 되며 거의 대부분의 연구진들과 BLU업체는 여기에 R&D 기술력을 집중시키고 있다 해도 과언이 아니다. 국내 BLU 기술도 국제수준과 대등하거나 일부 우위를 보이고 있어 충분히 기술을 선도할 위치에 있는 분야라 생각된다. 현재 사용되고 있는 BLU의 크기별 주요 인자와 응용을 〈표 1〉에서 보여주고 있다.

Ⅲ. 문제점 및 응용

1. 현재의 과제

앞서 언급한 신기술 개발과 더불어서 반드시 극복해야 할 과제는 다음과 같다.

첫째, 고속 정보 전달을 위한 고휘도 구현은 팸널 장착시 약 450~600nit 도달하여야 하며 이는 광원인 lamp에 국한된 사안은 아니다. 분명하게 광은 매질을 통과할 때마다 그 강도가 급격하게 줄어들고 있다. 따라서 가능한 통과하는 매질의 수나 두께를 줄이는 노력이 필요하다. 이를 위해서도 일체형 도광판 혹은 몇몇의 부품의 수를 줄이려는 노력이 필요하다. Lamp 단품 자체로는 20,000~30,000cd/m^2 정도의 휘도를 가지고 있으나 BLU상에서는 그 휘도가 약 1/10 수준으로 급격히 저하한다. 여기에 LCD panel을 장착하면 그 휘도는 초기 램프 휘도보다 약 1/100 혹은 1/200정도로 낮아진다. 물론 고휘도 램프 개발, LCD 업체에서의 고 개구율 확보를 위한 설계 등의 노력도 필요하나 사실 이제 이런 노력은 한계점에 와 있다고 보아도 과언이 아니다. 따라서 남은 BLU업체에서 두께 감소 혹은 고투과율

〈표 1〉 크기별 응용사례와 주요 인자

	Size	Power(Watts)	Bright.(cd/m^2)	Viewing angle	Application
大	17~30	19(20″)	>300	Issue	Monitor, TV
	10~15	2(14″)	2000	Not serious	Note PC
中小	<10″	1.3(4″)	1000	Not serious	LCD Projector, PDA, Car navigation system

을 갖은 재료 개발만이 휘도를 높일 수 있는 길이라 사료된다.

둘째, 저 중량 구현. 개인용 정보단말기 사용의 확대로 이에 해당하는 notebook PC 등은 그 무게를 감소시키려는 노력을 병행해야 한다. 언급한대로 부피를 줄이려는 노력과 더불어 저밀도 고강도의 재료 선택도 중요하게 대두되고 있다. 한 예로 현재의 도광판 재료인 PMMA(Poly Methyl Meta Acrylate)에서 olefin 계열로 바꾸려는 시도나 반사판 등의 재료를 가벼운 aluminum이나 polymer로 바꾸려는 노력이 여기에 속한다.

세째, 저 소비전력화. 이는 lamp, BLU, LCD panel업체 모두가 달성해야 할 절대적 과제이다. Lamp부분에서는 세관화, panel에서는 고개율화를 실시하고 있으나 lamp와 panel부분에서는 한계에 와 있기 때문에 대부분의 노력은 BLU 부분에서 이루어져야 할 실정이다. BLU부분에서는 앞서 언급한 바와 같이 저 소비전력화는 고휘도, 경량화, 재료의 선정과 밀접한 관계가 있고 고투과도 sheet사용, sheet수 감소, 박막화 등이 여기에 속한다.

2. 응용

기본적으로 BLU의 응용은 LCD의 응용과 동일하다. 아래 표에서는 크기별 응용과 소비전력, 필요 휘도, 시야각 등 대략적인 주요 인자들을 보여주고 있다.

Ⅳ. 시장 동향

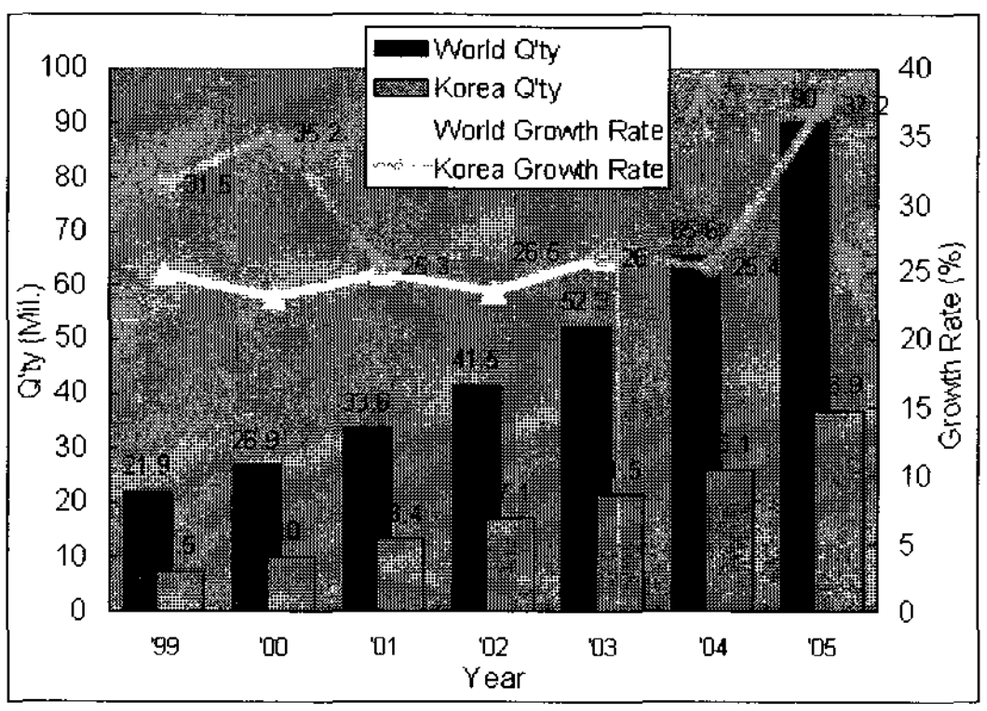
1. 국내외 TFT-LCD 동향

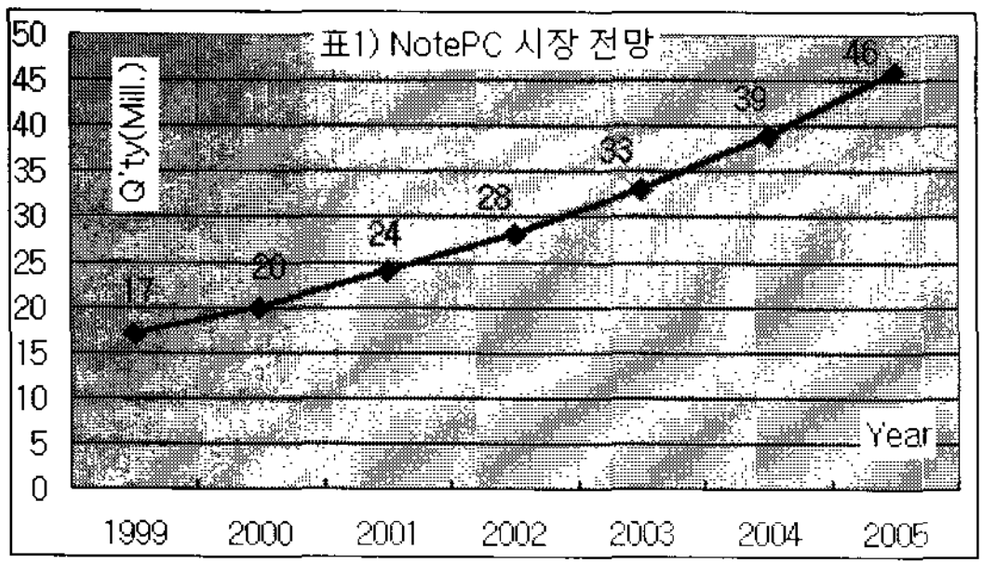
한국의 TFT-LCD 시장은 세계 시장의 30% 이상을 유지하면서 급속히 성장을 보이고 있다. 더구나 생산 양으로 볼 때 세계 1, 2위 업체가 한국에 있다는 것은 대단히 고무적인 일이라 하겠다. 아래 표는 IDC Japan(2000, April)에서 인용한 한국과 세계 TFT-LCD 생산 양과 시장 성장률 예측을 보여주고 있다.

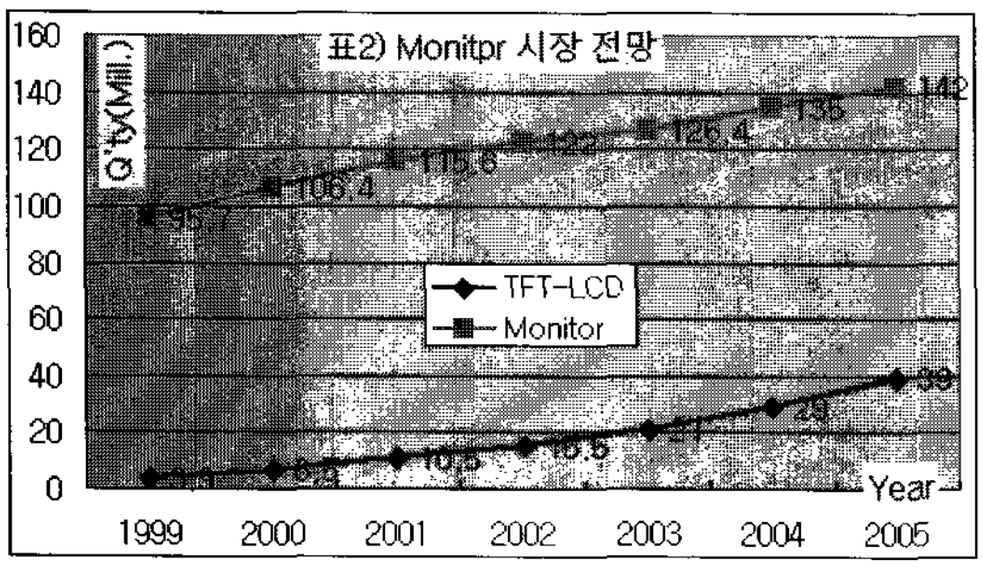
이를 Note PC, Monitor, TV 분류하면 대면적 디스플레이 제품에 대한 세계수요 시장 예측은 BLU업계로는 더욱 고무적이라 할만큼 시장은 열려져 있다.

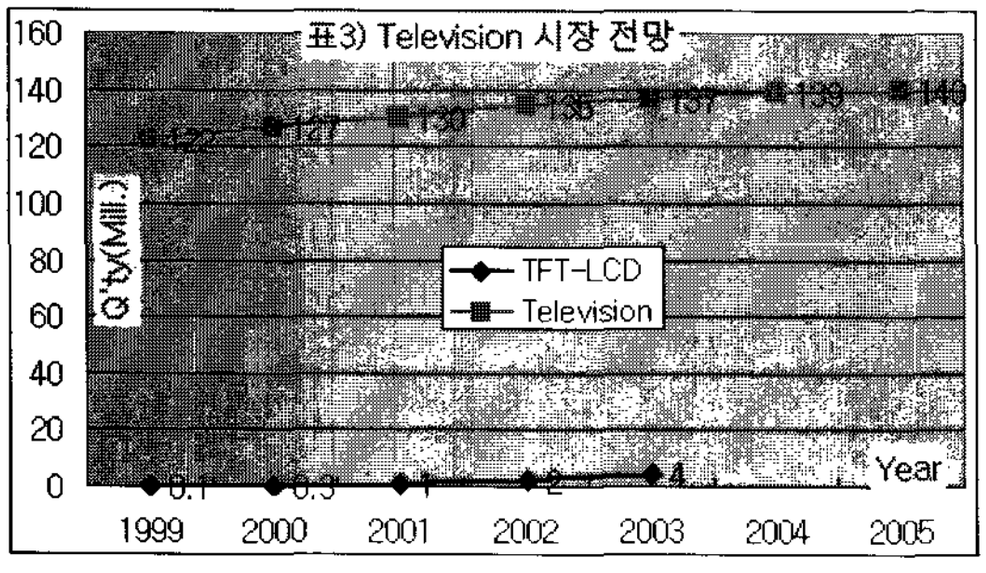
〈표 1〉의 note PC 연도별 성장율에서 보여준 것과 같이 note PC는 2005년 까지 연 20% 이상의 성장율을 보이고 있다. 상당한 기간동안 TFT-LCD의 주력으로서 역할을 할 것으로 예측된다.

〈표 2〉는 monitor시장에서 CRT와 비교한 것으로 년 100만개 이상의 차이를 보이고 있다. CRT에서 TFT-LCD로 대체만 된다면 그 시장은 굉장히 크다는 것을 알 수 있다. 이는 monitor 시장에서 TFT-LCD가 CRT 성장보다 훨씬 빠르게 성장하고 있다는 점을 보아 상당히 고무적으로 볼 수 있다.





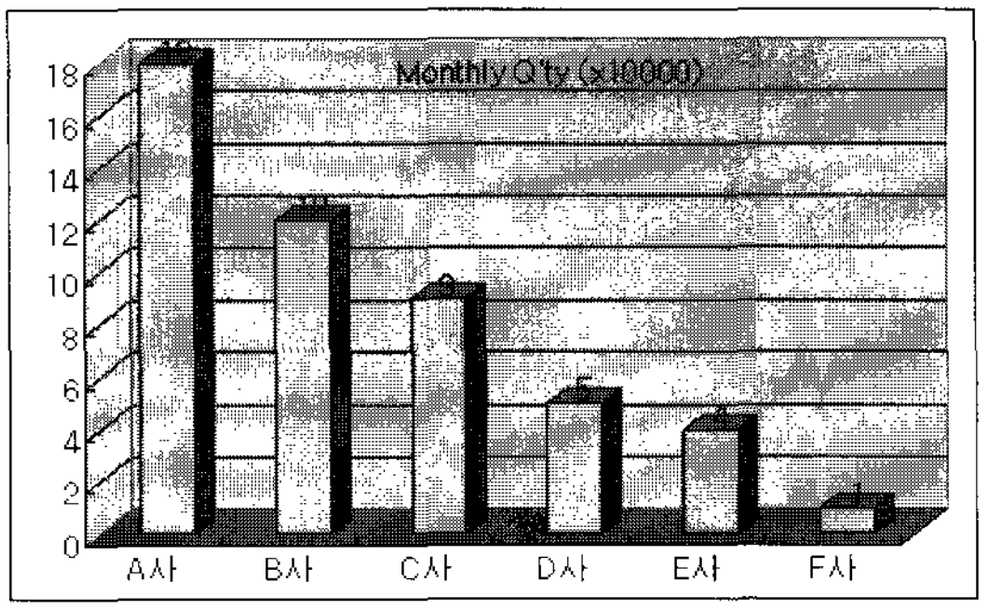




〈표 3〉 Television 시장에서의 LCD역할은 99년 0.1, 2000년 0.3million개로 아직까지는 미미하다고 할 수 있다. 하지만 monitor 보다 훨씬 큰 시장이 열렸다는 점을 감안하면 TFT-LCD 시장은 거의 무한하다고 볼 수 있다.

2. 한국의 BLU 동향

한국의 TFT-LCD시장의 꾸준한 성장과 더불어 괄목할 만한 것은 BLU업체들의 성장이라 하겠다. IMF 이후 경제의 회복과 재투자로 2000년 12월말 기준으로 약 20개 정도의 BLU업체가 설립 및 운영되고 있는 상황이다. 한국 대표적인



업체들의 월간 BLU 생산 양을(2000년 6월말 기준) 아래 표에서 보여주고 있다. 한국 업체들의 총 월간 생산양은 약 50만개 정도이고 현재 세계적으로 40만장 정도의 생산 능력을 보유한 곳이 2~3 업체가 있는 수준이다.

V. 결 론

Back Light Unit은 TFT-LCD의 부품이면서 그 자체로 보면 완전한 제품이다. 한국의 TFT-LCD 시장의 급속한 성장에 따라 그 수요가 실로 폭발적이라 할만큼 증가하고 있는 상황에서 한국의 BLU산업은 세계시장을 선도할 수 있는 분야라 생각된다. 그 실례로 첫째, 한국은 무엇보다도 반도체 경험이 풍부하다. 이를 바탕으로 확실한 청정도 관리가 필요한 BLU사업에서 한국은 세계 어느 기술보다도 앞서 나갈 수 있는 분야이다. 둘째, 제조 과정에서 정교한 전문 인력을 필요로 하고 있어 이 또한 한국이 앞설 수 있는 상황이다. 세번째, 각 대학과 기업의 연구진들의 역량을 집중하고 있어서 신기술 개발 면에서도 현재 세계 우수 기술과 대등한 수준이거나 곧 이 들을 능가할 가능성을 가지고 있다. 이러한 관점에서 한국의 BLU 기술은 세계를 주도할 분야라고 사료된다. 우리에게 남은 과제는 핵심 특허 보유와 신기술 개발에 대한 박차를 더욱 가하는 일이다. 한국특허청의 자료에 의하면 TFT-LCD 부품 중 가장 많은 수의 특허가 출원이 되고 등록 되고 있는 상황을 감안하면 이도 멀지 않다고 사료된다.