반도체및디스플레이장비학회지 제3권 제4호(2004년 12월)
Journal of the Semiconductor & Display Equipment Technology, Vol. 3, No. 4. December 2004.

플라즈마 디스플레이의 기술과 현황

강정원† · 김영섭*
†단국대학교 공과대학 전기전자컴퓨터공학부, *단국대학교 공학대학 전자컴퓨터학부

Current Status and Technology of Plasma Displays

Jung Won Kang†, and Young Seop Kim*
†Dept. of Electrical, Electronic and Computer Eng, Dankook Univ.
*Dept. of Electronic and Computer Eng., Dankook Univ.

ABSTRACT

21세기에 접어들면서 Digital 시험방송의 시작과 다양한 Contents의 유입으로 평판디스플레이 (Flat Panel Display) 에 관한 관심과 수요가 증가하고 있다. 이 중 PDP는 90년대 후반부터 양산 및 개발을 시작하여 현재는 40 inch에서 60 inch 화면 크기의 제품을 시장에서 구입할 수 있으며, 03년도에는 80 inch 크기의 Proto-type Model을 공개한 바 있다. PDP는 40 inch 이상의 대면적 구현이 용이하다는 점, CRT와 동등 수준의 화상 구현이 가능하다는 점, 제조공법이 간단하고 제조원가가 저렴하다는 점 등을 특징으로 시장을 확대하고 있으나, 좀 더 대중적인 디스플레이가 되기 위해서는 고휘도 및 고효율화, 화질개선 그리고 저가격화 등과 같은 과제를 해결하여야 한다. 본 논문에서는 PDP의 개발역사 및 시장현황, 구조 및 구동 방법 그리고 해결과제 및 전망에 대해서 포괄적으로 살펴보기로 한다.

Key Words : PDP(Plasma Display Panel), Plasma Display, FPD(Flat Panel Display)

최근 초고속 정보화의 시대에 발맞추어 Display 산업은 급속한 성장을 보이고 있고, 이러한 추세는 앞으로도 상당 기간 지속되리라 예측된다. 동영상을 포함한 대부분의 정보들은 사람의 눈을 통해 전달될 수 밖에 없고, Display 제품은 사람의 시각적인 감각을 만족시키며 기계로부터 얻어지는 정보를 전달하는 역할을 수행하고 있다. 과거에는 CRT (Cathode Ray Tube) 가 가정이나 공공장소에서 정보를 전달하는 역할을 하였으나, DVD나 다른 저장매체로부터 High Quality 정보의 유입과 Digital TV Broadcasting의 시작으로 새로운 개념의 Display (FPD: Flat Panel Display) 출현이 요구되고 있다. PDP (Plasma Display Panel) 와 TFT-LCD (Thin Film Transistor Liquid Crystal Display), 새로운 형태의 Projection 등이 이를 대표하는 Display 들이다. 이 중 PDP는 40" 이상의 대화면 구현이 용이하며, CRT와 동일한 자발광 (Self-emissive) 소자로서 동영상 구현과 색재현성이 우수하며, 제조공법이 기타 Display에 비하여 단순하고 제조원가가 저렴하다는 특징들을 갖고 있다.

†E-mail : jkang@dku.edu

1. PDP의 개발역사 및 현황

PDP의 역사는 1950년대 Burrough사의 Nixie Tube가 최초로 글자를 표현한 Display이나 현재 PDP에 적용된 개념은 1964년 미국 Ilinois대학의 Bitzer와 Slottow 교수에 의해서 개발되었다. 1990년대에 들어서면서 일본을 중심으로 PDP의 Color화와 대형화가 추진되어서 1996년에 일본 Fujitsu사에 의해 최초로 42" Color PDP (VGA: 640×480) 가 개발 전시되었다. 한국은 1995년부터 연구/개발을 시작하여 LG전자가 1997년 40" Color PDP (VGA: 640X480) 를 개발하였고 이후 LG전자와 삼성SDI 주도로 양산확충 및 다양한 모델개발을 통해 2003년과 2004년도에는 세계 최초로 70"급과 80" 급 Full HD(High Definition: 1920×1080) 을 개발 전시하였다.

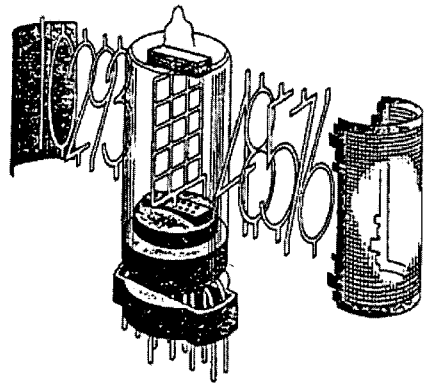


Fig. 1. 최초의 문자표시 Plasma Display 장치 (Nixie Tube)

대부분의 국가들이 현재 Digital 시험방송을 송출하고 있으며, 2010년도를 전후하여 현재의 Analog 방송이 중단되기에 PDP 및 기타 FPD의 수요는 급속하게 증가하는 추세이다. PDP의 경우 03년도에 100만대가 판매되었으나 07년도에는 7배가 넘는 700만대가 판매되리라 예상되고 있다. 판매되는 품목은 40"급이 주를 이루리라 예상되며, 02년도 이전에는 전시/회의/공공장소 용도가 주를 이루었으나 02년도 4Q이후에는 가정용도 (TV/Home Theatre) 가 주를 이루고 있다. 04년도 2분기 PDP 출하실적을 살펴보면 삼성SDI가 18만7000대를 생산, 22.8%의 시장점유율로 03년도 4분기 이후 3분기 연속 세계 1위를 차지했다. Ibaraki현에 위치한 2라인의 정상 가동으로 생산량이 증가한 일본 Matsushita가 17만3000대로 2위를 차지했고, LG전자는 3라인 가동으로 16만1000대를 생산, 신규 투자에 주춤한 일본 FHP를 근소한 차이로 누르고 3위를 기록 했다. 한국은 04년도 2분기 기준으로 전세계 PDP 출하량의 44%를 점유하고 있으며, 이는 일본의 55%에 이어 2위의 점유율을 보이고 있다.

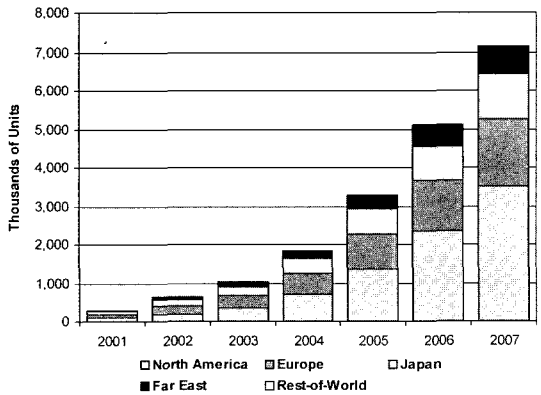


Fig. 2. PDP의 지역별 수요 예측 (Source: iSuppli/Stanford Resources)

2. PDP의 구조 및 동작 원리

PDP는 Plasma에서 발생되는 UV (Ultra Violet) 광을 이용하여, Panel 내부의 형광체를 여기시켜 화상을 구현하는데 필요한 빛의 삼원색 (Red, Green 및 Blue) 을 방출하는 소자이다. UV를 발생시키기 위해서 사용되는 Plasma는 음전하를 가진 전자와 양전하를 띤 이온으로 분리된 기체상태로서 전하분리도가 상당히 높으면서도 전체적으로는 음과 양의 전하수가 같아서 중성을 띠는 기체상태를 말한다. 일반 기체에 비해서 전리도가 매우 높기에 외부에서 인가된 전압에 따라서 기체의 이온화 (Ionization) 및 여기화 (Excitation) 하는 현상이 발생되기 용이하다.

PDP는 내부의 전극구조와 인가되는 파형에 따라서 분류되면, 현재는 동일면에서 Plasma가 발생/유지되는 면방전 (Coplanar Plasma) 형태에 교류 파형을 인가하는 ac PDP가 주를 이루고 있다. PDP는 크게 상판과 하판으로 구성된다. 상판에는 Plasma의 발생/유지를 위한 두 개의 투명전극 (Transparent Electrode) 과 투명전극의 저항손실을 개선하기 위한 금속재료인 두 개의 버스전극 (Bus Electrode) 이 있다. 전극들의 표면은 투명유전체와 MgO (유전체 보호 및 인가 전압을 낮추기 위한 2차 전자 방출 역할) 로 덮여 있다. 하판의 형광체에서 생성된 가시광은 상판을 통하여 외부로 전달되기에 상판의 투과도는 Panel의 휘도를 결정하는데 있어서 매우 중요한 역할을 한다. 하판은 상하판 사이의 간격과 각 화소들을 분리시키는 역할을 하는 격벽 (Barrier Rib), 화소들의 표시상태를 결정하는 Address 파형이 인가되는 전극 (Address Electrode), Plasma에서 발생된 UV를 가시광으로 변환시키는 형광체 및 전극 보호와 후면으로 가시광이 새어나가는 것을 방지하기 위한 유전재료 (White Back) 으로 구성된다. 상하판 사이의 공간은 Plasma 발생을 용이하게 하고 UV를 발생시키는 역할을 하는 가스들 (Ne+Xe 혹은 Ne+He+Xe) 을 채워넣게 된다.

PDP의 구동파형은 표시화소를 결정하는 Address영역과 선택된 화소에서 Plasma가 유지되어서 가시광을 방출시킬 수 있는 Sustain영역, 선택되거나 선택되지 않은 화소를 초기화하는 Erase 및 Reset 영역으로 구성된다. Address영역에서는 파형은 상판의 Scan전극 (상판 투명전극 중 하나) 과 하판의 Address전극에 인가

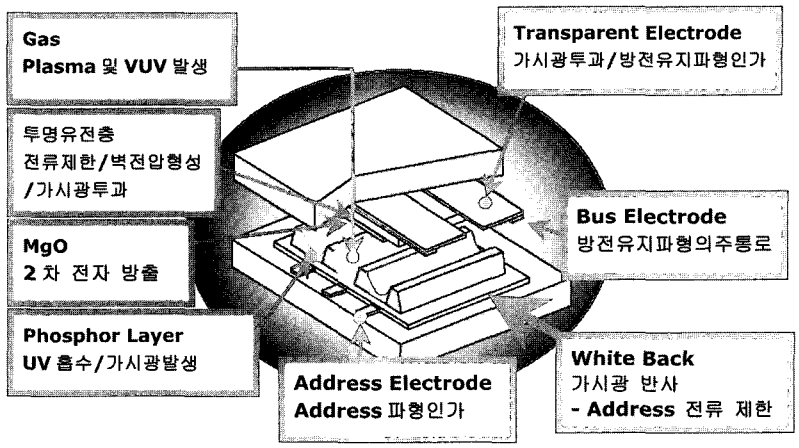


Fig. 3. PDP의 구조 및 구성 요소의 역할

된다. 선택된 화소에서는 인가된 파형에 따라서 Plasma가 발생하게 되고, 발생된 Plasma에 따라서 상판전극 표면에 전하들이 쌓이게 된다. Sustain영역에선 상판의 두 전극에 교차하는 파형이 인가되며, 선택된 화소의 경우 상판에 축적된 전하에 의한 벽전압과 인가된 전압에 의해서 Plasma가 발생되나, 선택되지 않은 화소는 축적된 전하의 부재로 Plasma가 발생되지 않게 된다.

PDP에서는 계조 (Grey Level) 를 표현하기 위하여 위에 언급된 것과 같이 Address영역과 Sustain영역이 분리된 파형을 연속해서 Panel에 인가하게 된다. TV의 1 Frame (16.7ms) 동안 Sustain기간이 다르게 설정된 파형을 8개~12개 조합하여 밝기의 고/저를 조절한다. 1 Frame내의 8개~12개의 조합을 모두 선택하게 되면 최고의 밝기를 구현 할 수 있게 된다.

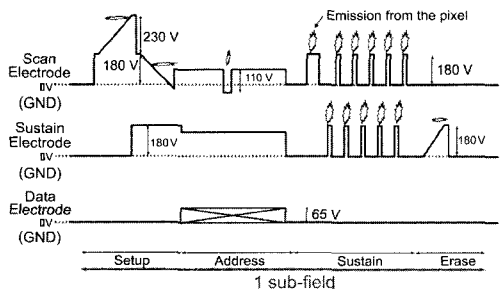


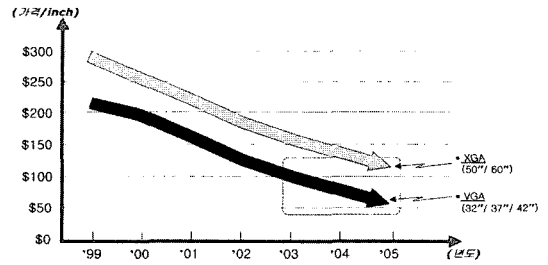
Fig. 4. PDP에 인가되는 구동 파형의 예

3. PDP의 기술과제 및 전망

PDP의 경우 [1-3], 이미 시장에서 소비자들이 구매할 수 있는 품목이기에 기술 과제 역시 기초적인 Research 보다는 상품의 특성 개선에 맞추어져 있다. 중요과제로는 1. 고휘도 및 고효율화, 2. 화질개선 그리고 3. 저가격화 등을 들 수 있다. 현재 양산되는 PDP의 경우, Module 효율은 2 lm/W 미만이고 Peak 휘도 (구현할 수 있는 최고 밝기) 는 1,000 cd/m^2 수준이다. PDP가 가정용으로 사용되기 위해서는 3 lm/W 이상을 달성하여 소비전력을 200 W 미만으로 낮추어야 한다. 휘도는 소비자들이 구매하는 PDP Set에선 전면에 Filter가 존재하기에 500 cd/m^2 미만이며, 이를 최소 700 cd/m^2 이상 상승시켜야 한다.

PDP의 화질은 현재 CRT에 동등하거나 근접한 수준으로 평가되나 Digital 방송이 시작되면 기존 480 Scan Line (Panel의 가로방향 Line 수)에 소비된 시간으로 768 혹은 1080 Scan Line에 화상을 구현하여야 한다. 한시적으로 Panel을 양분하여 두개의 독립된 화상을 한번에 구현하는 방법(Dual Scan)이 사용되고는 있으나, 가격이 상승하는 단점이 있기에 지속적으로 적용하기는 곤란하다. 명암비의 경우, 암실에서는 3000 : 1 (Peak휘도 : Black휘도) 을 나타내나 명실에서는 100 : 1 수준을 나타내기에 개선이 요구된다. 이외에 의사윤곽 (Contour Noise) 및 잔상 (Residual Image) 문제 등을 개선해 나아가야 한다.

PDP는 현재 HD급 모델의 경우, inch당 $100(40" 기준) 수준에서 시장 가격이 형성되어 있고, SD급 모델은 이보다 낮은 inch당 $60 수준이다. PDP는 경쟁 Display인 LCD에 비하여 비교적 간단한 공정을 사용하기에 생산시설 투자비나 Panel 제조단가가 싸다는 장점이 있으나, 생산수율이 낮다는 단점이 있다. 재료나 생산설비 부분에서는 한국의 다른 산업과 마찬가지로 외국제품/설비에 대한 의존도가 높기에 국산화가



빠른 속도로 이루어져야 한다. 적용되는 부품의 경우, 아직까지는 LCD에 비해 수요가 적기에 Cost-down이 빠르게 이루어지지 않는 편이다. LCD의 경우 [3] 04년도와 05년도에 걸쳐서 6세대와 7세대 생산시설이 가동되고 06년부터 대량/저가격의 40"급 Panel이 나오리라 예상되고 있다. PDP는 향후 1~2년 안에 inch당 $50 수준으로 낮추어야만 시장확대가 가능하리라 본다. PDP는 해결되어야 하는 몇 가지 과제를 안고 있지만, CRT에 가장 근접한 화질로서 40" 이상의 대형 Display 시장을 이미 선점하고 있기에 향후에 지속적인 성장이 예측된다.

참고문헌

1. Weber, L. F., "Do LCD TVs Really Last Longer than PDP TVs?," Information Display, Vol. 20, No. 2, pp. 12-17, 2004.
2. Uchidoi, W., "Fourth Generation PDPs: High Image Quality and Low Power Consumption," SID 04 Digest, pp. 202-205, 2004.
3. Lee, K. S., "PDP 기술 동향 Overview," 한국정보디스플레이학회지, Vol. 3, No. 6, pp. 3-7, 2002.
4. Kim, W., "How to Improve Large-sized TFT-LCDs for TV," Information Display, Vol. 20, No. 2, pp. 20-23, 2004.