

이인무, 배정국, 김준엽*
 세종대학교 전자공학과
 E-mail : jkim@sejong.ac.kr

Luminance and Luminance Efficiency Improvement by using Two Step Sustain Pulse for AC PDP

In-Moo Lee, Jeong-Guk Bae, Joon-Yub Kim*
 Department of Electronics Engineering, Sejong University

Abstract - AC PDP의 휘도는 유지기간에서의 휘도에 따라서 결정된다. 그래서 기존보다 향상된 휘도를 구현하기 위해서는 유지기간에서의 휘도를 높여야 한다. 이러한 PDP가 갖는 휘도 특성을 개선하기 위한 목적으로 Panel의 셀구조의 변형, 전극 구조의 변화 또는 방전 가스의 혼합비율조정 등 다양한 노력과 시도를 계속 하고 있지만 PDP의 생산 단가의 상승을 초래할 수 있으며, 전극 간격을 조절하여 휘도를 개선하는 방식은 화질의 저하시킬 뿐만 아니라 방전전압을 증가시키게 됨으로 소비전력을 증가시키게 된다.

본 논문에서는 AC PDP의 구조, 전극 및 가스등을 기존방식 그대로 사용하면서 고휘도 방전모드를 구현할 수 있는 새로운 유지필스에 관한 과형을 연구하였다. 본 연구에서 제안하는 새로운 방식의 유지방전 구동과형은 기존의 유지 방전 필스인 스퀘어 필스와는 다르게 계단형의 필스를 사용하는 방식으로 방전이 일어나기 전까지 일정한 전압을 인가하여 유지 시킨 뒤 어느 시점에서 방전 되기까지 전압을 올려주는 방법으로 PDP의 협소한 방전 영역을 증가 시킴으로써 고휘도를 얻을 수 있다. 실험 결과 기존의 유지필스와 비교하여 39.4%의 휘도와 50.0%의 효율 향상을 얻을 수 있었다.

X 와 Y 전극이 있으며, 이 두 전극은 버스전극, 유전체층, MgO 층이 차례로 덮여진 구조로 되어 있다. MgO층은 플라즈마로부터 유전체를 보호하고 유지 기간동안 2차 전자를 방출하여 방전 전압을 낮추는 목적이 있다. 한편에는 어드레스 전극으로 동작하는 세 번째 전극이 있으며, 이 전극은 X-전극과 Y-전극과는 수직으로 위치하고 빨간색, 녹색, 파란색의 형광체(Phosphors)로 덮여 있다. 충분히 높은 AC 전압이 인가되면 플라즈마가 생성되어 방전가스가 방전을 일으켜 이온화가 되며, 이 때 147nm의 UV(UltraViolet)가 발생하여 형광체에 충돌하여 고유 파장의 가시광선을 발광하고 각 셀의 가시광선이 조합되어서 칼라 이미지를 만들게 된다.[3]

1. 서 론

플라즈마 디스플레이 패널(PDP)은 40인치 이상의 대형 크기에서 digital high definition television을 구현하기 위한 가장 전망있는 디스플레이 소자 중 하나이다. 그러나 완전한 full color HDTV를 구현하기 위해서는 휘도와 발광 효율, 그리고 높은 가격등에서 더 많은 향상이 필요하다.[1][2] 차세대 대형 디스플레이 소자로 각광받고 있는 PDP는 1993년에 후지쯔(Fujitsu)에서 개발한 21인치의 교류형 플라즈마 표시평판(AC PDP)을 시작으로, 40인치와 50인치를 거쳐 현재는 80인치까지 개발되고 있다. 본 논문에서는 이러한 AC PDP의 단점인 낮은 휘도와 발광효율을 개선하기 위한 방법으로 셀구조나 전극 및 가스의 변화없이 기존의 Panel로 유지 방전 필스를 변형하여 발광 효율과 휘도를 개선하는 방법을 제안하였다.

2. 본 론

2.1 PDP의 구조

그림 1은 일반적인 교류형 플라즈마 디스플레이 Panel의 구조이다. AC PDP는 일반적으로 상판에 2개의 유지 방전 전극과 하판의 1개의 어드레스 전극을 갖는 3전극 면방전 구조로 구성되어 있다. 상판과 하판의 간격은 약 100-130 μ m이며 그 공간에는 Ne-Xe 혼합 가스가 일반적으로 채워져 있으며, 가스의 압력은 대략 400-500 torr 정도이다. 상판은 유지(sustain) 전극으로 사용되어 지는

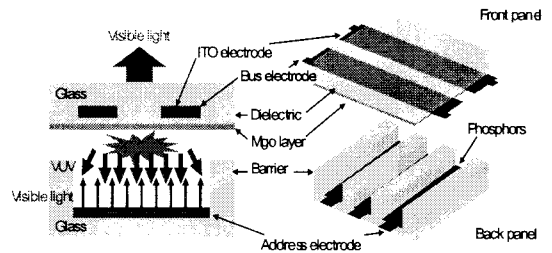


그림 1. AC PDP의 구조

2.2 실험의 목적

기존 AC PDP에서는 상판의 유지전극의 간격이 80 μ m로 Positive column 영역에서 방전하고 어렵고, 면방전 구조로 방전 시에 유지전극 사이에서 방전이 편중되어 발생하게 된다. 이 때 투명전극(ITO : Indium Tin Oxide) 면적에서의 커패시턴스는 다르게 나타나고 그 방전 전압 또한 격벽(Barrier rib)으로 향할수록 높은 값을 가지게 된다.[4][5] 그림 2는 AC PDP내의 커패시턴스 분포를 나타낸 것으로 최외각에 존재하는 커패시터 C_3 의 전계 길이는 가장 길어 C_1 에서의 전계보다 낮은 전계를 가진다. 이로 인하여 C_3 에서 방전이 시작하면 낮은 전계의 영향으로 전자의 에너지가 높아지고 Xenon의 여기율이 증가하게 되어 높은 휘도를 얻을 수가 있는 것이다.[6] 유지 방전을 일으키기 위해 기존의 사각파를 유지 전극에 인가하였을 경우 방전은 투명전극의 중심에서 집중적으로 발생하므로 방전 면적의 협소화를 초래하게 된다. 이와 같은 방전공간의 협소화를 막기 위해 본 논문에서는 새로운 방식의 유지필스인 계단형 필스를 유지기간에서 인가하여, 기존의 사각파 필스와는 다르게 방전 전 일정 전압에 오르고, 어느 시점에서 방전 전압까지 상승하여 우리가 원하는 위치에서 방전을 시작하도록 하였다.

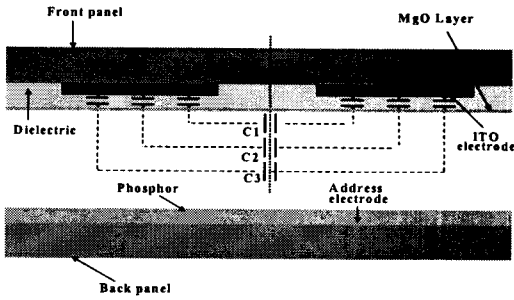


그림 2. AC PDP의 내부 커패시턴스 분포

2.3 새로운 방식의 계단형 유지방전 펄스

그림 3은 새로운 유지방전 펄스인 계단형 펄스이다. 계단형 펄스는 기존의 사각 펄스와는 달리 방전 전에 일정한 전압을 인가하고 적절한 시점에서 방전 전압 이상의 전압을 2단계로 인가하여 유지방전을 일으킨다. 이는, 기존 Panel의 구조와 전극 간격의 변화 없이 AC PDP의 휘도와 효율 등을 향상시킬 수 있으며, 전극 간격이나 셀구조의 변화 없이 기존의 화소 면적으로 화질의 저하 및 방전전압 증가의 문제가 없는 새로운 유지방전 방식이다.[7]

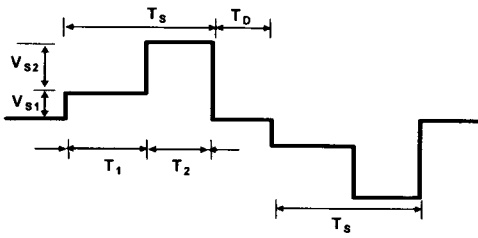


그림 3. 계단형의 유지전압 파형

2.4 실험시스템

새로운 계단형 파형은 실제 그림 4와 같은 회로로 구성되어 있다. 실험용 패널로는 42개의 스캔 라인과 108개의 어드레스라인을 가지는 산업체용 4인치 테스트 패널을 사용하였으며, 제어신호는 Signal generator를 이용하여, SW1, SW2, SW3, SW4를 각각의 터미널에 인가하여 조절 하였다.

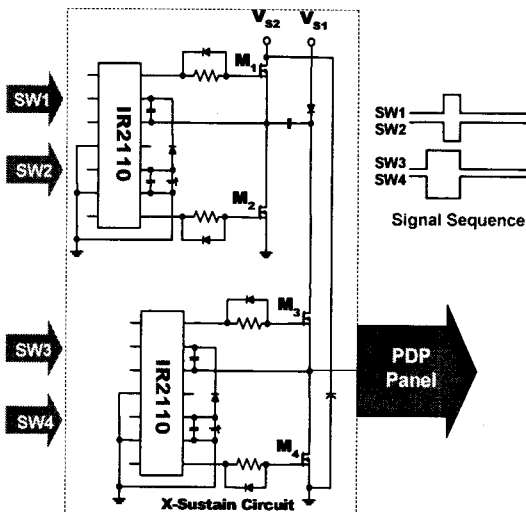


그림 4. 회로도와 제어신호의 동작순서

2.5 실험 결과

최초 측정에서 두 번째 스텝의 전압 V_{s2} 는 첫 번째 전압 V_{s1} 과 같이 설정하여 측정하였다. 그림 5(a)는 T_2 에 따른 안정적인 유지방전을 하기 위한 최소 필요 전압과 발광휘도를 측정한 것이다. T_s 는 5 μ s, T_D 는 2 μ s로 설정하였으며, 이 때 계단형 유지펄스의 주파수는 71.4kHz이다. 그림 5(b)는 T_2 에 따른 입력전력과 소비전력에 따른 발광효율을 나타낸 것이다. T_2 가 1.3 μ s일 때 863cd/m²이라는 최대 발광휘도를 가지며, 기존의 스퀘어 유지펄스를 사용하였을 때보다 29.4%증가한 값을 보였다. T_2 가 0.5 μ s일 때 1.18lm/W로 최대의 발광효율을 가지게 되며, 0.42lm/W를 가지는 기존의 스퀘어 유지펄스보다 180.9% 향상된 발광휘도를 측정하였다.

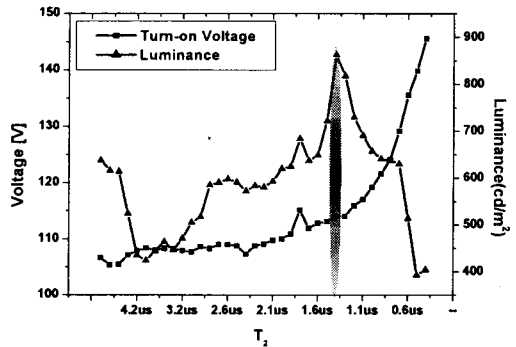


그림 5(a). T_2 에 따른 발광휘도와 Turn-on 전압

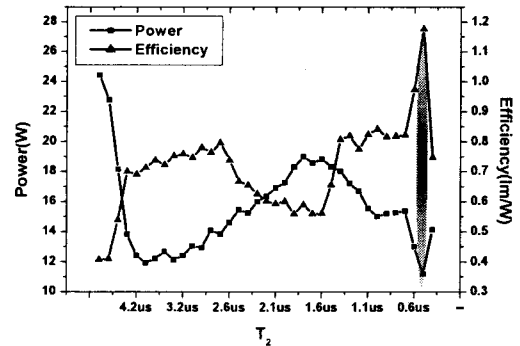
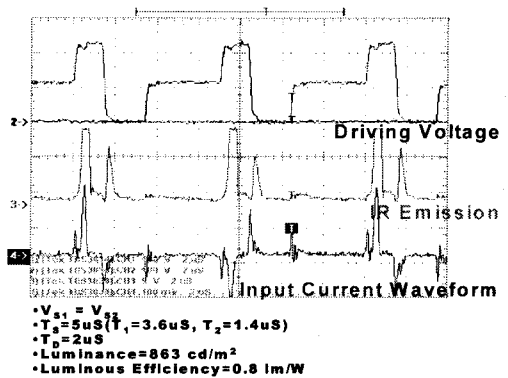
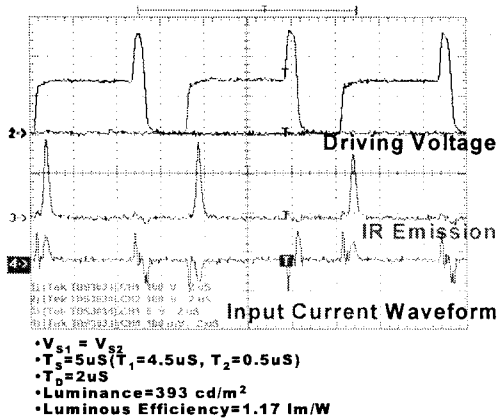


그림 5(b). T_2 에 따른 소비전력과 발광효율



(a) 최대 발광휘도인 경우



(b) 최대 발광효율인 경우

그림 6. IR Emission와 Input Current의 측정

그림 6(a)와 (b)는 최대 발광휘도와 최대 발광효율을 가질 때의 Input Current와 IR emission의 측정과정이다. 그림 7(a)는 최초 측정에서 두 번째 스텝의 전압 V_{S2} 를 첫 번째 전압 V_{S1} 과 같이 설정한 것이 아닌 V_{S1} 을 75V로 고정하여 실험한 T_2 에 따른 안정적인 유지방전을 하기 위한 최소 필요 전압과 발광휘도를 측정한 것이다. T_S 는 4 μ s, T_D 는 2.6 μ s로 설정하였으며, 유지펄스의 주파수는 75.8kHz로 하였다. 그림 7(b)는 T_2 에 따른 입력전력과 소비전력에 따른 효율을 나타낸 것이다. 그림 7(a)는 T_S 는 4 μ s이며, T_D 는 2.9 μ s 일때 1025 cd/m^2 라는 최대 발광휘도와 그림 7(b)는 0.63 lm/W 라는 최대 발광효율을 얻을 수 있었다. 이 결과는 동일 주파수를 사용했을 경우 기존의 유지펄스를 사용하여 측정하였을 때의 735 cd/m^2 인 휘도보다 39.4%의 향상된 값을 보이며, 효율 면에서는 0.42 lm/W 의 효율보다 50.0% 향상된 값을 나타냈다. 첫 번째 전압과 두 번째 전압을 같이 설정하였을 때와는 달리 각각의 전압을 독립적으로 제어를 하였을 경우 동일한 구간인 T_2 의 값에서 최대 발광효율과 최대 발광휘도를 가지게 된다. 그림 8은 첫 번째 스텝의 전압 V_{S1} 을 75V로 고정하고 주파수를 75.8kHz로 사용한, 최대 발광휘도와 효율을 가질 때의 Input Current waveform과 IR Emission의 측정과정이다.

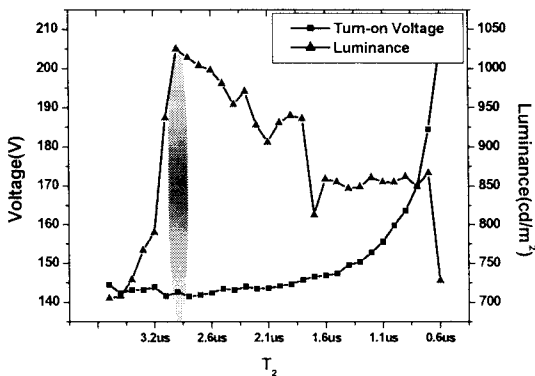


그림 7(a). T_2 에 따른 발광휘도와 Turn-on 전압

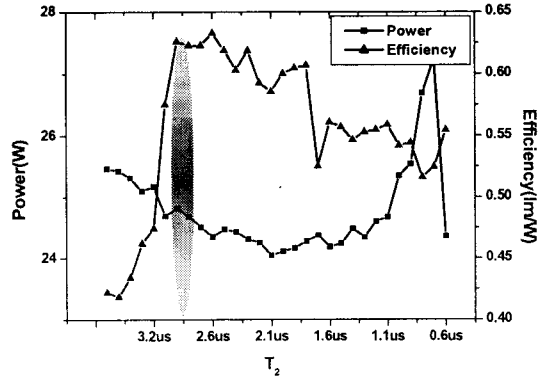


그림 7(b). T_2 에 따른 소비전력과 발광효율

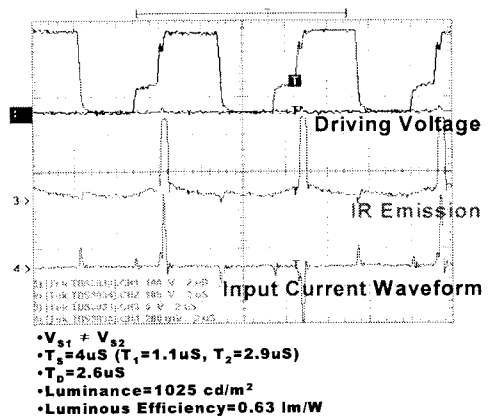


그림 8. 최대 발광휘도와 최대 발광효율일 때의 IR Emission과 Input Current의 측정

3. 결론

본 논문에서는 유지펄스에서의 휘도 향상을 위하여 새로운 유지펄스 파형이 제시되었다. PDP가 평판 디스플레이 시장에서 우위를 차지하기 위해서는 휘도의 향상이 반드시 필요한 사항이다. AC PDP의 휘도 특성 개선을 위해 기존의 셀구조와 전극 및 가스 등을 그대로 사용하면서 유지방전 구동 파형의 변화만으로 휘도와 효율을 향상시키는 방법을 제시하였다. 새로운 유지방전 구동파형은 기존의 유지 펄스인 스퀘어 펄스와는 다른 계단형 펄스를 사용하는 방법으로 방전 전에 일정한 전압을 인가하고 적절한 시점에서 방전 전압 이상의 저압을 2단계로 인가하여 유지 방전을 일으킨다. 그림 9는 기존 Panel에 새로운 유지방전 구동파형을 사용하였을 때 기존의 유지펄스와 비교하여 39.4%의 휘도와 50.0%의 효율이 향상되었음을 보여준다. 이는 Panel 및 전극 구조의 변화를 주지 않고 단지 유지펄스의 변화만으로 얻은 결과로서, 기존에 PDP가 안고 큰 문제점 중의 하나인 높은 생산 비용 또한 크게 줄일 수 있는 방법을 제시한 것이다.

[참 고 문 헌]

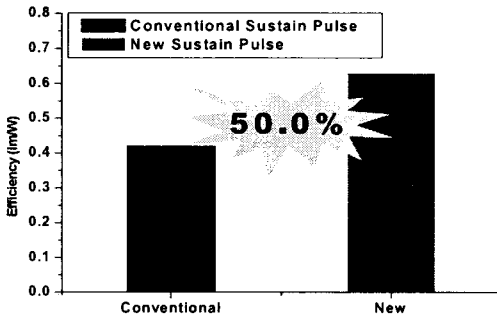
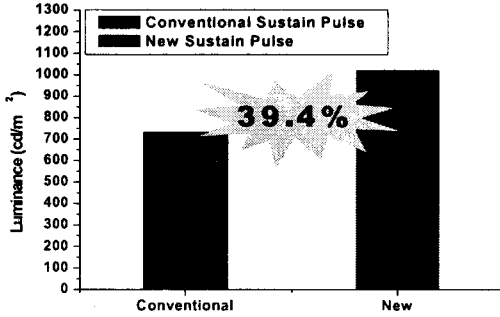


그림 9. 기존 유지펄스와 계단형 유지펄스의 최대 발광휘도와 최대 발광효율 비교

[1]김근배, 김상국, 권오경, 김지홍, 양홍근, 유재수, 박창배, 황기웅, 디스플레이 공학II, 청범출판사, 2000

[2]류재화, 김종균, "AC PDP의 고화질화 기술 동향", 한국 디스플레이 학회지 제 3권 제 6호, pp8-12, 2002

[3]K-W Whang, H-S Jeong, C-K Yoon, "Discharge Physics of AC Plasma Display Panel", SID '97, pp.394-397, 1997.

[4]D.Kim, J.-Jun.Ko, Y.-G, E.-H.Choi and G.Cho, "Influence of Applied Writing Pulse on the Wall Charge Distribution and Light Output in AC Plasma Display Panels," SID'00 Digest, pp706'709, 2000

[5]J.Ouyang, T.Callegari, N.Lebarg, B.Caillier and J.-P.Boeuf, "Plasma Display Panel Cell Optimization: Modeling and Macro-cell Experiments," Eurodisplay 2002, pp53-56, 2002.

[6]B.H.Hong and J.K.Kim, "Analysis for the Effect of Wall Charge Distribution Profile on the Firing Voltage in AC-PDP," SID'00 Digest, pp710-713, 2000

[7]J.-S.Lim, H.-S.Kim, "Improved Waveform for the Sustain Pulse for High Luminance," SID'03Digest, pp442-445, 2003