AC Plasma Display Panel에서의 Sustain Pulse 변화에 따른 발광효율 특성

(Characteristics of Luminance Efficiency with Sustain Pulse Variation in AC PDP)

조 기 덕 , 장 상 훈 , 태 흥 식

(Ki-Duck Cho, Sang-Hun Jang, and Heung-Sik Tae)

경북대학교 전자공학과

요 약

플라즈마 디스플레이 패널의 발광효율을 개선하기 위하여 sustain 구간의 파형을 변화시킨 새로운 구동파형을 제안하였다. 제안된 sustain 파형은 기존의 구형파에 기울기를 가진 ramp 형태의 파형을 덧붙여 줌으로써 Self-Erasing을 유도하는 파형이다. 기존에 제안된 Self-Erasing을 이용한 구동방식은 높은 구동주파수(>150kHz)에서만 발광효율이 개선되는 반면, 본 논문에서 제안하는 파형은 낮은 구동주파수(25kHz)에서도 30%정도의 발광효율이 개선되었다. 본 논문의 결과로부터 주파수, 듀티, 기울기 등의 다양한 구동조건에서의 연구가 진행된다면 더 큰 발광효율개선이 기대된다.

Abstract

We proposed the new driving waveform which has changed the waveform of sustain division to improve luminous efficiency in plasma display panel. This sustain waveform is to add the ramp to the rectangular waveform, resulting in self-erasing discharge in the falling edge region. The proposed waveform has improved the luminous efficiency of 30% even in low driving frequency(25kHz), whereas the conventional driving waveform using the self-erasing discharge can improve the luminous efficiency only in high driving frequency(>150kHz). From the results of this paper, we hope that the variety study on frequency and duty ratio, ramp waveform will increase the luminous efficiency.

Ⅰ. 서 론

최근 디스플레이 소자의 대형화와 고선명이라는 소비자의 욕구를 동시에 만족시키기 위한 연구가 활발히 진행되고 있다. 기존의 CRT(Cathode Ray Tube)로서는 그 중량과 방식의 한계로 대형화를 실현하기 어렵다. 이를 대체하기 위한 방법으로는 박형의 평면 디스플레이 소자의 개발이 있는데, 현재 연구되고 있는 여러 가지 새로운 박형의 디스플레이 소자들이 연구되고 있다. 새로운 디스플레이 소자로는 LCD (Liquid Crystal Display), VFD (Vacuum Fluorescent Display), FED (Field Emission Display), PDP (Plasma Display Panel), EL (Electro-luminescent Display) 등이 있다.[1] 이 중, 특히 PDP는 그 구조의 간단함과 대형화의 용이함, 저가의 재료 등의 장점을 가지고 있어 CRT를 대체할만한 차세대 디스플레이 소자로 가장 유망하다.

PDP는 전극이 방전셀에 직접 노출되어 있으면서 DC 형태의 전기적 에너지를 가하는 DC형 PDP와, 전극이 유전체로 덮여 있고 AC형의 펄스를 가하는 AC형 PDP

가 있다. DC형 PDP보다 AC형 PDP의 장점이 많기 때문에 최근에는 주로 AC형 PDP에 관한 연구가 더 활발하다.[2]

PDP가 상용 디스플레이 소자로 널리 이용되기 위해서는 아직 해결해야 할 몇가지 걸림돌이 있다. 화질 개선, contrast 향상, 발광 효율 개선, 소비전력 저감 등이 선행되어야 하는 과제이다.[2]

특히, CRT의 1/3 수준인 발광효율을 개선하기 위한 연구가 시급한데, 크게 방전셀 구조 개선과 새로운 구동 방식과 구동 파형 개발 등으로 향상시키는 노력이 진행되고 있다.[2]

새로운 구동 방법으로는 AWD (Address While Display) 방식[3], ALiS (Alternate Lighting of Surfaces) 방식[4] 등과 기존 ADS (Address Display Separate) 방식을 개선한 방식 등이 있으나 이러한 연구는 발광효율 측면이 크게 고려되지 않았다. ADS 방식에서의 펄스 형태에 관한 연구는 주로 contrast 향상을 위한 reset 구간에서의 펄스 파형과, 짧은 시간에서의 데이터 기록을 위한 address 구간에서의 펄스 파형에 관한 것이 대부분이었다. 그러나 발광 효율 개선을 위해서는 실제로 빛을 내는 sustain 구간의 펄스 파형에 관한 연구가 필요하다. 최근에 발광효율개선을 위한 새로운 파형이 제안되고 있으나, 주로 특정한 구동조건 하에서만 동작하는 단점이 있다.[6,7]

본 논문에서는 sustain 구간에서 기본적인 파형인 구형파의 펄스를 인가할 때와, 펄스 파형의 변화를 주었을 때의 전류 파형과 휘도, IR의 거동을 비교 분석하면서 발광효율 개선을 위한 여러 가지 구동조건에 대하여 실험하였다.

Ⅱ. 실험방법

그림 1에는 본 실험에서 사용된 PDP 패널의 셀모양과, 셀의 각 전극에 인가하는 전압 파형을 나타내었다.

그림 1은 기본적인 반사형 PDP의 구조와 같은 구조로 상판 글래스에 2개의 전극(sustain과 sustain & scan)이 있고, 하판 글래스에 1개의 전극(address)이 있다. 그림 1의 맨 위의 파형이 sustain 전극에 인가되고, 가운데 파형이 sustain & scan 전극에 인가된다. 맨 아래 파형은 하판 글래스의 address 전극에 인가되어 3개 전극에 각각의 다른 전압 파형을 동시에 인가하여 패널을 구동하였다.

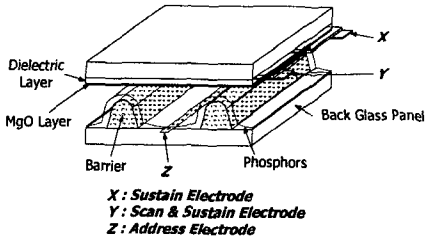

그림 1. 제작된 AC-PDP 패널의 셀모양과 3전극

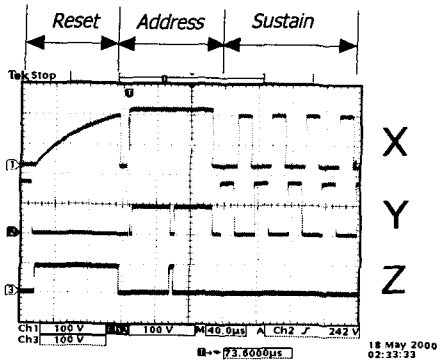

그림 2. 패널의 각 전극에 인가되는 전압 파형

그림 1의 파형을 시간적으로 보면 최초 램프 파형과 높고 좁은 펄스를 입력하는 reset 구간, scan과 address 전극을 이용하여 정보를 기입하는 address 구간, 기입된 정보를 이용하여 실제로 빛을 내는 sustain 구간이 있다. reset 구간에서는 이전의 화면에서 각각의 셀이 어떠한 조건으로 구동이 되었더라도 모든 셀이 똑같은 조건이 되도록 초기화시키고, 높고 좁은 pulse를 인가하여 전체 셀에 고르게 공간전하를 만든다. address 구간에서는 reset 구간에서 발생한 공간전하를 이용하여 현재의 화면에 나타낼 정보를 해당 셀에 벽전하를 쌓아두는 방법으로 기록한다. sustain에서는 모든 셀에 교번하는 펄스를 동시에 인가하여 address 구간에서 기록된 셀만을 방전시키고, 방전시 발생하는 VUV가 셀 주위에 도포되어 있는 형광막을 여기시킴으로서 정보를 표시한다.

그림 3에서는 본 실험에서 사용된 측정장비를 나타내었다. 본 실험은 sustain 파형을 변화시켰을 때의 패널의 효율을 측정하여야 하므로 전압파형, 전류파형,

828nm IR광펄스, 휘도 등을 동시에 측정하였다. 여기에서 828nm IR광펄스는 셀내에서의 방전 경향을 나타내어주는 데이터로서 셀내의 방전세기를 IR광펄스의 크기로 예측할 수 있다. IR광은 PMT와 Monochromator를 이용하여 광의 크기를 전기적 신호로 변화시켜 오실로스코프로 관측하였고, 휘도는 PR-704 Spectro-meter를 이용하여 측정하였다.

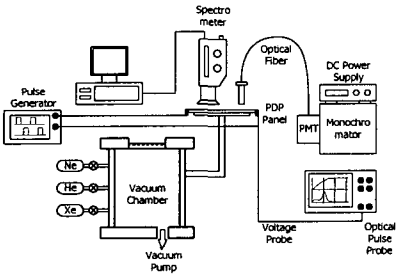

그림 3. 실험에 사용된 측정장치 구성

Ⅲ. 최근에 연구된 Self-Erasing을 이용한 발광효율개선 mechanism 및 문제점

최근 발광효율개선을 위하여 새로운 sustain 파형들이 제안되고 있다. 그림 3에서 새롭게 제안된 sustain 파형들을 나타내었다.

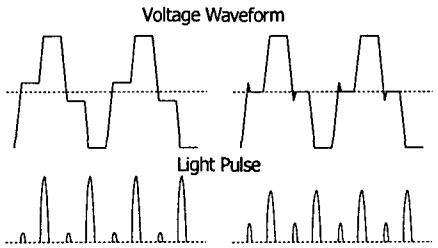

그림 4. Self-Erasing을 이용한 sustain 파형들

Self-Erasing은 주로 reset 구간에서 이용을 하는데, 이 현상이 발생하는 조건은 다음의 두가지 경우이다. 만일 패널에 쓰기 방전보다도 강한 펄스가 인가되면, 펄스의 상승부에서의 방전에 의해 쌓이는 벽전하의 양이 벽전하 자체만으로 또다른 방전을 일으킬 만큼 많아지게 된다. 이때, 펄스의 하강부에서 외부 인가전압이 없어지게 되면 벽전하들만의 방전이 일어나게 되고, 이러한 Self-Erasing 방전에 의해 대부분의 벽전하가 소거된다. 또한, 패널에 인가된 펄스의 크기가 높지 않아도, 펄스의 상승부에서의 방전에 의해 발생한 공간전하와 벽전하를 동시에 이용하면 Self-Erasing을 얻을 수 있다. 이때 공간전하의 수명이 짧기 때문에 펄스의 폭이 좁아야 한다.

그림 4에서와 같은 Self-Erasing을 이용한 sustain 파형에서는 위의 두 경우 중 두 번째 경우를 이용하는데, 이러한 파형에서 발광효율이 개선되는 물리적 현상을 정리하면 다음의 세가지로 나눌 수 있다. 첫째, 펄스의 상승부의 방전은 벽전하를 이용하지 않고, 이전 펄스의 Self-Erasing에서 발생된 공간전하를 이용하여 방전하기 때문에 약해지고, 소비전력과 휘도가 감소한다. 둘째, 상승부의 방전에서 발생된 벽전하와 공간전하를 동시에 이용하여 하강부에서 Self-Erasing 방전을 일으키고, 이 때는 전력을 소비하지 않으면서, 빛을 얻을 수 있기 때문에 상승부의 약한 휘도를 보상해 줄 수 있다. 셋째, Self-Erasing으로 소거된 벽전하 대신 공간전하를 이용하기 위하여 다음 펄스를 짧은 시간내에 다시 인가시키면 기억기능을 이용할 수 있다. 이상을 정리하면 벽전하 없이도 sustain이 가능하고, 전력은 상승부에서만 소비되고, 빛은 상승부와 하강부에서 얻을 수 있으므로 발광효율을 개선시킬 수 있는 것이다.

그러나, 이러한 파형은 공간전하의 수명에 의해 150kHz이상의 고속구동에서만 효과를 얻을 수 있기 때문에, 다양한 구동조건에서 같은 효과를 기대하기 어렵다는 문제점이 있다.

Ⅳ. 실험결과 및 토론

본 실험에서는 고속구동 조건이 아닌 경우에서도 Self-Erasing을 이용한 sustain 구동이 가능한 조건을 찾기 위해 다양한 sustain 파형을 인가하면서 실험을 하였다. 제안된 sustain 파형은 일반적으로 sustain 파형으로 사용되는 구형파에 일정한 기울기를 가지는 ramp파형을 덧붙여 인가시켜주어 Self-Erasing을 유도하는 파형이다. 새로운 sustain 파형을 인가하기에 앞서 패널의 방전조건을 찾았다. 실험에 사용된 패널의 sustain 전압은 180V였다. 패널에 인가되는 전압 파형은 그림 2와 같이 reset과 address 과정을 거친 후, 25kHz의 sustain 파형을 20개를 인가하는 과정까지를 반복적으로 인가하였다.

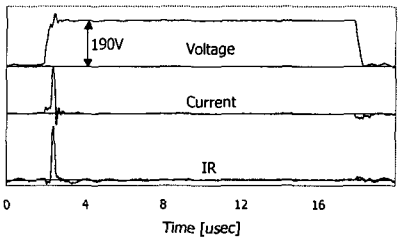

그림 5. 25kHz 190V 구형파의 전압파형이 인가된 경우의 전류 및 IR 파형

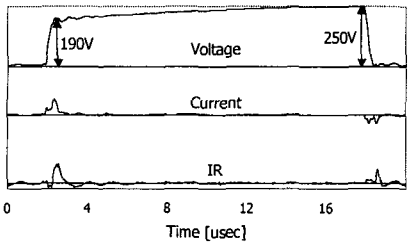

그림 6. 25kHz 190V의 ramp형 구형파가 인가된 경우의 전류 및 IR 파형

그림 5와 그림 6은 각각 구형파 전압 및 제안된 ramp형 구형파 인가에 따른 전압 및 IR 파형을 나타낸다. 그림에서도 알 수 있듯이 펄스의 상승부가 같이 190V이더라도 펄스가 인가되는 동안 기울기가 없다면 (그림 5) Self-Erasing이 발생하지 않지만, 기울기를 줌으로써(그림 6) Self-Erasing이 유도된다. 그림 6에서 펄스가 인가되어 있는 동안 추가적인 전류나 IR이 관측되지 않기 때문에, 이러한 현상은 기울기를 가진 파형이 방전을 일으키지는 않고, 펄스의 상승부 방전에서 발생한 공간전하를 지속적으로 변하는 전계를 셀 내부에 가해 줌으로써 벽전하로 더 쌓게 하는 역할을 하기 때문이라고 할 수 있다. 두 파형의 전류파형을 비교해 보면, 기울기가 있는 경우가 훨씬 적게 흐름을 알 수 있고, 그와 동시에 상승부의 방전이 약해져 발광도 약하지만, 하강부에서 Self -Erasing에 의해 추가적인 발광이 있다. 표 1에 이 두 경우의 휘도와 소비전력, 발광효율을 비교하였다.

추가전압 [V]	소비전력 [a.u.]	휘도 [cd/m^2]	발광효율 [a.u.]	비고
+0	20.7	497.4	24.08	
+60	11.8	369.8	31.32	30%상승

표 1. 구형파와 ramp형 구형파의 특성 비교

V. 결론

최근 구동 파형에서 sustain 구간의 파형을 변화시켜 발광효율을 개선시키기 위한 연구가 진행되고 있다. 하지만, 제안된 파형들은 고속구동에서만 효과를 나타내는 단점이 있다.

본 논문에서는 낮은 주파수에서도 Self-Erasing을 유도하는 sustain 파형을 제안하였다. 이전에 제안된 파형들이 상승부 방전에 의한 공간전하를 이용한 것이라면, 본 논문에서 제안하는 파형은 기울기를 가지는 ramp 파형을 추가로 인가시켜 줌으로써 상승부 방전에 의한 공간전하를 이용하여 좀 더 많은 벽전하를 쌓을 수 있게 하여 25kHz의 낮은 주파수에서도 Self-Erasing을 이용한 30%의 발광효율 상승을 얻을 수 있었다.

앞으로 다양한 주파수, 기울기, ramp의 듀티에서의 실험이 행해진다면 좀 더 높은 발광효율을 기대할 수 있을 것이다.

참 고 문 헌

[1] J. I. Pankove, *Display Devices*, Springer-Verlag, 1980.

[2] 松本正一, *Electronic Display*, 日本옴사, 1998.

[3] M. Ishii and K. Igarashi, "Reduction of Data Pulse Voltage to 20V by Using Address-while-Display Scheme AC-PDPs," *SID '99*, 1999.

[4] Y. Kanazawa and T. Ueda, "High-Resolution Interlaced Addressing for Plasma Displays," *SID '99*, 1999.

[5] T. Hashimoto and A. Iwata, "Improvement of Luminance Efficiency in an ACPDP by Self-Erase Discharge Waveform," *SID '99*, 1999.

[6] S. T. Lo and C. L. Chen, "Improvement of Luminous Efficiency by a Novel Sustaining Waveform for Plasma Display Panels," *SID '00*, pp. 702-705, May 2000.