



AC PDP의 개방형 유전체 구조에서 구동 파형에 의한 기입 방전 특성의 연구

조 병 권**

Study on Write Discharge Characteristics by Driving Waveform in Open Dielectric Structure of AC PDP

Byung-Gwon Cho**

요 약

AC PDP에서 개방형 유전체란 AC PDP의 휘도를 높이기 위하여 상판의 전극 사이에 존재하는 유전체를 제거하여 유지 방전이 더 쉽게 발생하기 위한 구조이다. 개방형 유전체에 종래의 구동방법을 사용했을 때, 비록 유지 방전은 쉽게 발생시킬 수 있었지만 상대적으로 기입 방전의 특성은 나빠졌다. 이전 연구에서 기입 방전의 특성을 향상시키기 위한 방법을 제시하였지만, 높은 전압에 의한 과도한 초기화 방전을 유발하여 명암비가 낮아지고 음의 방향으로도 높은 전압이 인가되는 단점이 존재했다. 본 연구에서는 종래 및 개방형 유전체 구조에서의 문턱전압 폐곡선(V_t closed curve)을 측정하고 구동파형에 의한 셀 내부의 벽전압 벡터를 분석하였다. 그 결과를 바탕으로 기입 방전 특성을 향상시키기 위한 수정된 구동 파형을 제시하였고 종래의 구동파형을 적용하였을 때와 비교해서 기입 방전의 지연시간을 각 기입 펄스에서 약 $0.3\mu\text{m}$ 단축시켰다.

Abstract

An open dielectric in AC PDP is a structure in which the sustain discharge is more easily generated by removing the dielectric layer between the electrodes of the top plate in order to increase the luminance of the AC PDP. Though the sustain discharge easily occurs when the conventional drive method is used for the open dielectric, the characteristic of the writing discharge is relatively poor. Previous studies have suggested a method to improve the characteristics of the write discharge, but it has been disadvantageous in that an excessive initializing discharge due to a high voltage causes a low contrast ratio and a high voltage is applied in the negative direction. In this study, threshold voltage (V_t) closed curves of conventional and open dielectric structures were measured and the wall voltage vector inside the cell was analyzed by the driving waveform. Based on the results, we show a modified driving waveform to improve the write discharge characteristics. Compared with the conventional driving waveform, the write discharge delay time is shortened by about $0.3\mu\text{m}$ in each write pulse.

Keywords

discharge characteristics, superposed scan, plasma display, write voltage, discharge delay

* 부경대학교 융합디스플레이공학과 교수
 - ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-0563-3494>

· Received: Sep. 13, 2017, Revised: Oct. 25, 2017, Accepted: Oct. 28, 2017
 · Corresponding Author: Byung-Gwon Cho
 Dept. of Display Engineering, Pukyong National University, Korea,
 Tel.: +82-51-629-6417, Email: bgcho@pknu.ac.kr

I. 서 론

교류형 플라즈마 디스플레이는 현재 제조사의 정책으로 사양길에 접어들었으나 대화면 제조에 유리하고, 빠른 응답속도, 자연스러운 색상 등의 많은 장점을 가진 소자이다. 그러나 치명적인 단점도 몇 가지 있었는데, 그중에 특히 큰 문제점은 낮은 휘도였다[1]. AC PDP에서 휘도를 높이기 위해서는 유지 펄스의 개수를 늘이거나 전압을 높이면 가능하지만 그만큼 소비전력의 저하와 발열의 문제점이 존재한다. 현재까지 휘도를 높이기 위하여 재료를 개선, 방전 가스의 최적화, 구동방법의 수정, 패널 구조의 변화 등의 수많은 연구가 진행되어 왔다[2]-[4]. 그중에서도 휘도를 상승시키는데 가장 효과가 높은 구조는 개방형 유전체 구조이다[5]. 일반적으로 AC PDP의 상판에는 두 개의 전극이 나란히 배열되어 있고 하판에는 한 개의 전극이 상판의 두 전극과 수직으로 배열되어 있다. 상판에서의 한 전극과 하판의 전극은 기입 기간 중에 펄스들이 인가되어서 셀을 선택하는 역할을 하는 반면에, 상판의 두 전극에서 전압 인가에 의해 발생하는 방전은 유지 기간 동안 빛을 만들어낸다. 그러므로 휘도의 상승은 상판에서의 두 전극 사이에서 발생하는 방전의 세기와 횟수에 크게 좌우된다. 앞에서 언급하였듯이 일반적으로 상판에서의 두 전극에 인가되는 펄스의 개수를 늘이거나 전압을 높이면 휘도는 상승하지만 다른 문제점이 발생한다.

상판의 두 전극 아래에는 유전체 층이 존재하는데, 강한 플라즈마 방전으로부터 전극을 보호하는 역할을 한다. 유전체 층이 평평하게 도포되어 있으므로 상판의 전극들은 마주보지 않고 평행하게 나열되어 있기 때문에 두 전극 사이의 방전은 직접적으로 발생하지 않고 셀의 공간 내에서 면방전의 형태로 발생된다. 만약 상판의 전극 사이의 유전체가 일부 제거된다면 방전이 전극 사이에서 직접적으로 발생하므로 휘도는 향상될 것이다. 개방형 유전체 구조는 빛을 발생시키는 유지 기간에서는 휘도상승에 유리하지만, 종래의 구동 파형을 적용했을 때, 셀의 벽전하를 재배열시키는 초기화 기간과 셀을 선택하는 기입 기간에서는 종래와는 다른 현상이 발생한다. 구체적으로 표현하면, 종래 구조의 면방

전과 비교해서, 개방형 유전체 구조에서는 상판에 있는 전극 사이의 방전 개시 전압이 낮아지므로 대부분의 방전이 상판의 전극 사이에서만 발생할 것이고 초기화 기간에서 하판의 전극에 벽전하를 쌓기가 어려울 것이다. 하판의 전극에서 축적되는 벽전하의 양이 줄어들면, 기입 기간에서 셀을 선택하는 방전이 어렵게 되고 또한 유지 기간에서 빛이 발생하지 않는다. 이러한 문제점을 해결하기 위하여, 이전 연구에서 수정된 구동 방법이 보고되었으나 높은 인가전압에 의해 검정화면의 밝기가 높아져서 명암비가 낮아지는 단점이 발견되었다. 또한 기입 방전을 개선하기 위하여 음의 방향으로 불필요하게 높은 주사 전압이 인가되었다[6].

본 연구에서는 종래와 개방형 패널 구조에 대해 설명하고, 각 셀 내부의 방전 개시전압을 조사하기 위하여 문턱전압 폐곡선(Vt Closed Curve)를 이용하였다. 문턱전압 폐곡선은 세 개의 전극사이의 방전 개시전압을 측정하여 2차원적으로 도시한 것이다 [7]. 그리고 AC PDP의 각 기간에서 전압이 인가될 때, 측정된 문턱전압 폐곡선에서 인가 전압 벡터를 표시하고 개방형 패널 구조에서 종래 구동 파형을 적용하였을 때의 문제점의 조사와 분석에 의해 수정된 구동 파형을 제시한다.

II. 개방형 유전체 구조

본 실험에서 사용된 42인치 AC PDP의 단면도는 그림 1에서 나타나 있다. 상판에 유지(X) 및 주사(Y) 그리고 하판에 기입(W)의 세 전극을 갖는 종래의 패널 구조 (a)와 상판의 두 전극 사이에 유전체가 제거된 개방형 유전체 구조 (b)의 단면을 보여준다. 상판에서는 유지와 주사 전극인 X와 Y가 평행하게 배열되어 있고 하판에서는 기입 전극인 A가 상판의 두 전극과 수직 방향으로 나열되어 있으며 셀 간의 격벽은 이 그림에서 생략되었다. AC PDP에서 빛이 발생하는 기간에는 X와 Y 전극 간에 면방전이 발생하기 때문에, 방전 공간 내에 강한 플라즈마의 발생에 의해 상판의 전극이 손상될 수 있으므로 그림과 같이 방전 공간에 전극이 직접 노출되지 않도록 유전체층에 의해 보호되어 있다. 플라즈마 방전이 발생한 뒤 VUV가 하판의 형광체를 여기

시켜 빛이 발생하고 유전체를 통과한 빛을 눈으로 볼 수 있다. 그러나 비록 투명한 유전체를 사용하지만 가시광선의 감소가 발생되고 상판의 두 전극이 서로 마주보지 않고 평행하게 배열되어 있으므로 유지 방전이 직접적으로 생성되지 않고 셀 내에서 면방전 형식으로 발생한다. 이러한 종래 구조의 단점을 극복하기 위하여 그림 1(b)와 같이 방전이 가까운 지점에서 발생할 수 있도록, 두 전극 사이에 투명 전극(ITO)이 없는 부분에서 유전체가 제거되었다. 종래의 구조에서는 X와 Y 전극 사이에는 유전체로 전체가 덮여있으므로 유지방전은 직접적으로 발생하지 않고 공간 내에서 길게 퍼져서 발생한다.

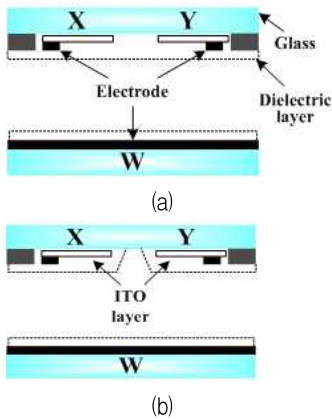


그림 1. 42인치 AC PDP의 한 셀에서의 종래 (a) 및 개방형 유전체 구조 (b)의 도식도
 Fig. 1. Schematic diagram of conventional (a) and open dielectric structures (b) in one cell of 42 inch AC PDP

그러나 그림 1(b)의 개방형 유전체 구조에서는 상판에 있는 두 전극 사이의 간격 85 μ m 중에서 유전체가 약 60 μ m 정도 제거되었고 다른 조건은 종래와 동일하다. 그러므로 개방형 유전체 구조에서 X와 Y 전극간의 방전은 직접적으로 발생할 것이다. 종래의 구조에서는 유지기간에 상판의 X와 Y 전극에 전압이 인가되면 전극들이 직접 마주보지 않기 때문에 방전을 발생시키기 위하여 높은 전압이 필요하였으나 개방형 유전체 구조에서는 트리거링을 일으키는 부분이 가깝기 때문에 낮은 전압으로도 방전을 일으키기가 쉬워지므로 방전 개시전압이 낮아질 것이다. 한편 낮은 방전 개시전압 때문에 상판에서의 두 전극 사이의 방전이 종래보다 쉽게 발생하므로 오방전의 발생이나 높은 기압 전압을 유발하는 등의 여러 가지 문제점이 발생하였다.

새로운 패널에서 셀 내부의 상태를 알아보기 위하여 보통 문턱전압 폐곡선 측정법이 많이 사용된다. 문턱전압 폐곡선은 세 개의 전극 사이의 방전 개시전압을 2차원으로 측정할 곡선이므로 수평축과 수직축의 레벨은 하나의 전극을 기준으로 다른 전극들과의 전압차를 의미한다. 여기서는 Y 전극이 기준이 되므로 X 전극과의 전압차가 수평축이고 W 전극과의 전압차가 수직축이다. 즉, 수평축은 X에서 Y 전극 사이의 전압차를 가리키고 수직축은 W에서 Y 전극 사이의 전압차를 가리킨다. 세 개의 전극 중에 두 개의 전극사이의 방전개시 전압을 측정하여 도면에 표시한 점들을 연결한 것이 문턱전압 폐곡선이다. 그림 2는 종래와 개방형 유전체 구조에서 측정된 문턱전압 폐곡선을 각각 그린 것이다. 그림에서 V_{XY} 는 X와 Y 전극 사이의 방전 개시전압이고, V_{WY} 는 W와 Y 전극 사이의 방전 개시전압이다. 종래와 개방형 유전체에서 측정된 문턱전압 폐곡선에서 위아래에 있는 점들의 위치는 거의 비슷했으나, 개방형 유전체의 좌우에 있는 점들이 더 안쪽의 위치에 있다. 이것은 개방형 유전체 구조에서 W와 Y 전극 사이의 방전 개시전압은 종래와 비슷하고, X와 Y 전극 사이의 방전 개시전압은 더 낮음을 의미한다. 즉, 상판의 X와 Y 전극 사이에 유전체를 제거함에 의해 낮은 전압으로 방전을 더 쉽게 일으킬 수 있으나 W 전극과의 방전 개시 전압은 큰 차이가 없음을 알 수 있다.

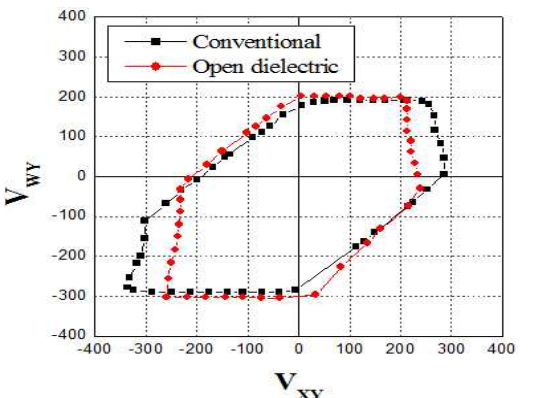


그림 2. 종래와 개방형 유전체 구조에서 측정된 문턱전압 폐곡선
 Fig. 2. V_t closed curve measured in conventional and open dielectric structure

III. 방전 특성의 분석

그림 3은 실험에 사용된 세 개의 전극에 인가되는 종래의 구동파형을 나타낸다. AC PDP에서는 회도를 표시하기 위하여 하나의 TV 프레임 시간 동안에 여러 개의 부-프레임으로 나눈 계조를 조합한다. 각 부-프레임은 각각 초기화, 기입, 유지 기간으로 나뉜다. 초기화 기간은 높은 전압에 의해 셀 내부에서 이전에 쌓인 벽전하들 또는 프라이밍 입자들을 제거하고 기입 방전을 발생시키기 위한 세 전극에 벽전하를 쌓아주는 역할을 한다. 기입 기간에서는 X 전극에 높은 전압이 인가된 상태에서 Y 전극에 주사 파형이 인가되고 A 전극에서 선택적인 기입 펄스가 인가될 때 기입 방전이 생성된다. 기입 방전이 생성되면 셀 내부에는 벽전하가 쌓이게 된다. 그 후 유지 기간에서 X와 Y 전극에 사각 파형이 교대로 인가되고 강한 플라즈마 방전에 의해 빛이 발생된다.

그림 4는 측정된 문턱전압 폐곡선에서 초기화 기간 동안 파형이 인가될 때의 인가전압 및 벽전압 벡터를 도시한 것이다. 인가전압은 외부 회로에서 공급하는 전압으로서 그림 3의 전압들을 의미하고, 벽전압은 셀 내부에 벽전하들이 생성되어 전극 사이에 작용되는 전압을 의미한다. 그림 3의 종래 구동파형에서 처음에 Y 전극에 상승 경사파 형태로 높은 전압이 인가되므로 그림 4의 문턱전압 폐곡선 내에서 0인 위치부터 왼쪽 아래 방향으로 전압 벡터를 그렸다 (붉은색 선). 그림 4(a)의 종래의 구조에서는 W와 Y와 전극 사이의 약한 방전에 의해 벽전하가 쌓이고 전압 벡터가 문턱전압 폐곡선의 왼쪽 아래 방향으로 이동한다 (파란색 선)[6]. 반면에 그림 4(b)의 개방형 유전체 구조에서는 상판에 있는 전극 사이의 방전 개시 전압이 종래보다 낮기 때문에 X와 Y 전극 사이에 방전이 먼저 발생하고 마찬가지로 벽전압 벡터가 폐곡면 왼쪽 아래 방향으로 이동한다. 그 후, 초기화 기간에서 Y 전극에 음의 방향으로 경사파가 인가되고 X 전극에 양의 전압이 주어질 때, 전압 벡터는 오른쪽 위 방향으로 이동한다 (녹색 선). 그림 4에서 음의 경사 파형이 인가된 마지막 부분을 비교해 보면, 개방형 유전체 구조에

서의 벽전압 위치가 종래 구조의 것보다 낮게 위치해 있는 것을 발견할 수 있다.

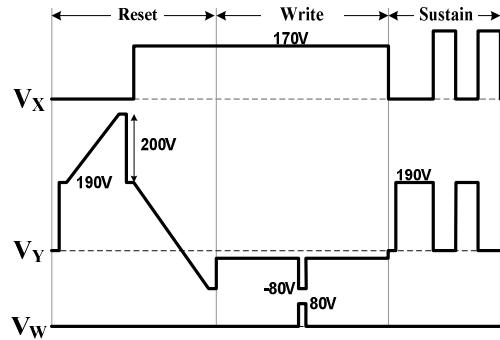
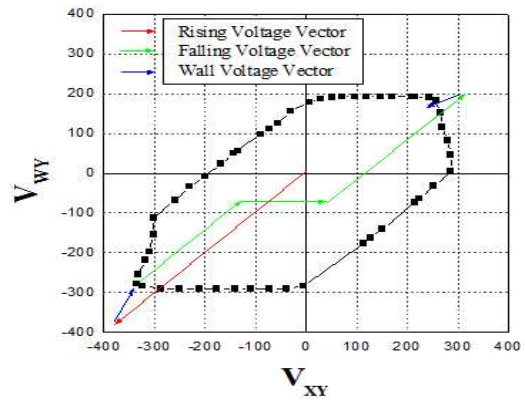
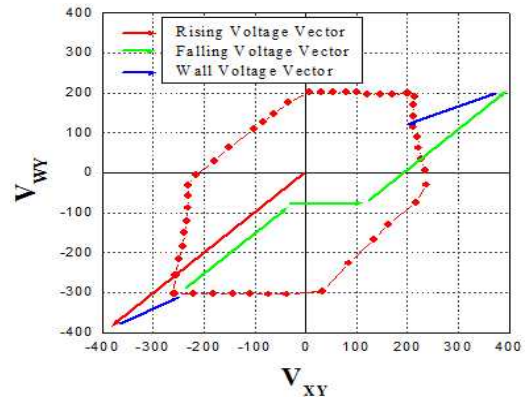


그림 3. 실험에 사용된 종래의 구동파형
Fig. 3. Conventional driving waveform used in experiment.



(a) 종래 구조



(b) 개방형 유전체 구조

그림 4. 측정된 문턱전압 폐곡선에서 초기화 기간에서의 인가전압 및 벽전압 벡터

Fig. 4. Applied and wall voltage vectors during reset period on measured V_t closed curves, (a) Conventional, (b) Open dielectric structure

기입 기간에는 W와 Y 전극에 파형이 인가되므로 문턱 전압 폐곡선의 오른쪽 위 근처에 있어야 기입 방전의 발생이 용이하다. 그러나 개방형 유전체에서의 벽전압 위치는 낮기 때문에 기입 방전의 특성이 나빠지고 빛이 발생하는 유지 기간에서도 방전이 실패하는 결과를 초래한다. 그러므로 초기화 기간에서 마지막 벽전압 위치를 종래와 비슷한 위치로 옮겨야만 같은 주사 및 기입 펄스가 인가될 때 기입 방전이 정상적으로 발생할 것이다.

개방형 유전체 구조에서 상판에 있는 전극 사이의 방전 개시 전압이 더 낮기 때문에 먼저 초기화 기간에 과도한 면방전을 방지하고 종래와 비슷한 W와 Y 전극사이에 방전을 먼저 발생시키기 위하여 X 전극에 적절한 바이어스 전압을 인가하였다.

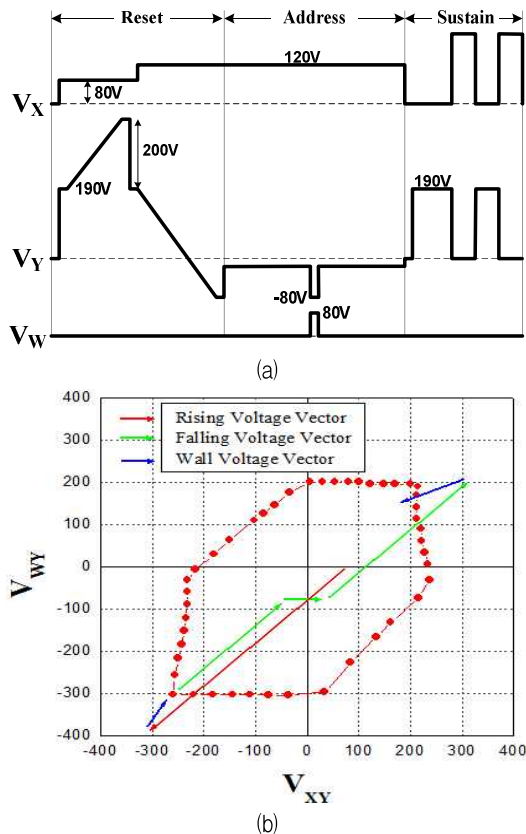


그림 5. 기입 방전의 향상을 위해 수정된 구동파형 (a)과 문턱 전압 폐곡선에서 초기화 기간에서의 인가전압 및 벽전압 벡터 (b)

Fig. 5. Modified driving waveform to improve write discharge (a) and applied and wall voltage vectors during reset period on measured V_t closed curve (b)

그림 5(a)에서 보이듯이, 개방형 유전체 구조의 상태에서는 Y 전극의 상승 경사파 기간 동안 X 전극에 80V가 인가되었다. 그 후 Y 전극의 하강 경사파 기간에서는 X와 Y 전극사이에 과도한 방전을 방지하기 위하여 X 전극의 전압이 종래보다 낮춰서 인가되었다. 그림 5(a)의 구동파형을 개방형 유전체 구조에 적용했을 때의 전압 벡터의 방향이 그림 5(b)에 나타나있다. X 전극에 먼저 80V의 전압이 인가되었기 때문에, 초기위치가 오른쪽 방향으로 이동된 후 상승 경사 파형에 의해 왼쪽 아래방향으로 전압벡터가 그려지고 초기화 방전은 W와 Y 전극사이에 먼저 발생된다. 그러므로 벽전하는 종래와 비슷하게 정상적으로 쌓일 것이다. 그 후 Y 전극에 하강 경사 파형이 인가되는 동안 X 전극의 전압이 낮기 때문에 전압 벡터가 종래 파형을 적용했을 때보다 오른쪽으로 덜 이동한다. 그림 4(b)와 비교해보면 마지막 벽전압의 위치가 많이 상승된 것을 확인할 수 있다.

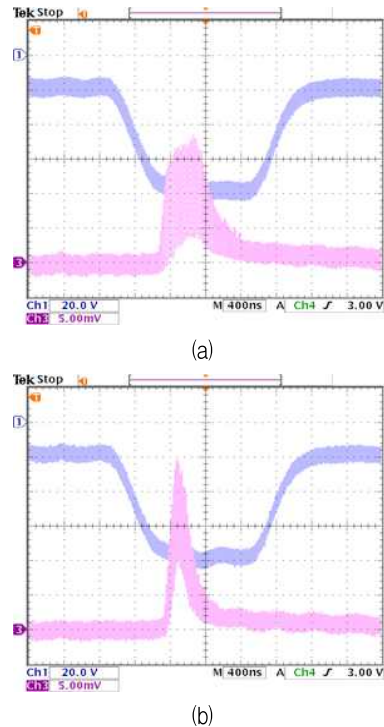


그림 6. 초기화 및 기입 기간 동안 X 전극에 전압이 170V (a)와 120V (b)일 때 정된 주사 및 광 파형들
Fig. 6. Measured scan and optical waveforms when voltage on X electrode is 170V (a) and 120V (b) during reset and write period

그림 6에서는 초기화 및 기입 기간 동안 X 전극의 전압이 170V와 120V 일 때 기입 기간에서 측정된 주사 및 광 파형들이다. 초기화 및 기입 기간에 X 전극에 인가된 전압이 낮아질수록 기입 방전은 빨리 발생하고 세기도 향상됨을 볼 수 있다. 그림 5(b)에서 보듯이 마지막의 벽전압 벡터의 위치가 종래의 그림 4(b)와 비교해서 위쪽으로 올라갔기 때문에 같은 기입 전압에도 방전이 향상되었음을 확인하였다. 기입 방전의 지연시간은 하나의 기입 펄스 내에서 1.2 μ m에서 0.9 μ m로 약 0.3 μ m 단축시켰다.

IV. 결 론

교류형 플라즈마 디스플레이에서 종래의 구동파형을 개방형 유전체 구조에 적용할 때 기입 방전 특성이 종래의 구조에 비하여 저하되었다. 초기화 기간 이후 벽전압을 종래와 비슷한 수준으로 만들기 위하여 문턱 전압 폐곡선의 측정 방법이 사용되었고 구동파형에 의한 벽전압 벡터의 분석에 의해 구동 전압과 파형 수정되었다. 초기화 기간의 Y 전극의 상승 경사파형 동안에 X 전극에 새롭게 전압이 인가되었고, Y 전극의 하강 경사파형 동안에 X 전극의 전압이 종래보다 낮게 인가하였다. 그 결과, 각 기입 펄스 당 방전지연 시간을 약 0.3 μ m 단축시키고 방전에 세기도 향상시킬 수 있었다.

References

[1] S. H. Jang, K. D. Cho, H. S. Tae, K. C. Choi, and S. H. Lee, "Improvement of luminance and luminous efficiency using address voltage pulse during sustain-period of ac-PDP", IEEE Trans. Electron Devices, Vol. 48, No. 9, pp. 1903-1910, Sep. 2001.

[2] H. Y. Jung, T. H. Lee, O. Kwon, and K. W. Whang, "Address discharge characteristic of high luminous-efficacy PDP with SrO protecting layer", Proc. of SID 09, pp. 58-61, May 2009.

[3] A. Saito, T. Maeda, M. Tone, T. Shiga, S. Mikoshiba, and G. Oversluizen, "A 121 contiguous

-subfield addressing of high Xe Content PDPs", Proc. of SID 04, pp. 210-213, May 2004.

[4] S. S. Park and B. G. Cho, "Improvement of Luminous Efficiency in AC Plasma Display Panel with Long Distance between Top Plate Electrodes", Journal of KIIT, Vol. 15, No. 2, pp. 41-46, Feb. 2017.

[5] D. S. Lee, J. W. Ok, H. J. Lee, H. J. Lee, D. H. Kim, and C. H. Park, "A study on improvement of luminous efficacy in AC PDP with open dielectric structure", Proc. of IDW 04, pp. 977-980, Dec 2004.

[6] J. Y. Kim, Y. T. Jeong, and B. G. Cho, "Modified driving waveform for ridged dielectric structure based on Vt closed curve analysis in AC PDP", Mol. Cryst. Liq. Cryst., Vol. 602, No. 1, pp. 46-55, Oct. 2014.

[7] K. Sakita, K. Takayama, K. Awamoto, and Y. Hashimoto, "Ramp Setup Design Technique in Three-electrode Surface-discharge AC PDPs", Proc. of SID 02, pp. 948-951, May 2002.

저자소개

조 병 권 (Byung-Gwon Cho)



2001년 2월 : 경북대학교
전자전기공학부(공학사)
2003년 2월 : 경북대학교
전자공학과(공학석사)
2006년 8월 : 경북대학교
전자공학과(공학박사)
2008년 3월 ~ 현재 : 부경대학교

융합디스플레이공학과 교수
관심분야 : 디스플레이 시스템, 고전압 회로,
영상정보시스템