

논문 2014-51-1-22

플라즈마 디스플레이의 개방형 유전체 구조에서 기입방전특성을 향상시키기 위한 V_t 폐곡선 분석

(V_t Close Curve Analysis for Improving Address Discharge
Characteristics in Open Dielectric Structure of AC PDP)

조 병 권*

(Byung-Gwon Cho[Ⓢ])

요 약

교류형 플라즈마 디스플레이에서의 V_t 폐곡선 측정에 기초하여 개방형 유전체 구조에서 방전 전압과 내부 벽전압 등의 방전 특성이 종래의 구조와 비교되어 조사되었다. 일반적인 교류형 플라즈마 디스플레이의 구조에서 상판은 유리, 전극, 유전체 등으로 이루어져 있는데, 개방형 유전체 구조는 상판 전극사이에 있는 유전체를 제거하여 상판에 있는 유지 전극간의 방전이 더욱 쉽게 발생하도록 하는 구조이다. 개방형 유전체 구조는 종래의 구조와 다르기 때문에 종래의 구동파형으로 구동시에 여러 가지 문제가 발생한다. 특히 상판의 두 전극인 주사와 유지전극 간 방전 개시전압이 달라지기 때문에 종래의 기입 파형을 포함한 초기화 파형도 수정되어야 한다. 본 연구에서는 종래와 개방형 유전체 구조에서 3 전극의 방전개시전압을 비교하기 위하여 V_t 폐곡선을 측정하였고 분석에 기초하여 개방형 유전체 구조에 적합하도록 구동파형이 수정되었다.

Abstract

The discharge characteristics of an open dielectric structure were investigated, especially such as a firing voltage and related wall voltage, compared with conventional panel structure based on the V_t close curve measurement in AC plasma display panel. While the front panel of the conventional structure in AC plasma display panel was composed of the glass, electrodes, and dielectric, the open dielectric structure could easily produce the discharge between the scan and the sustain electrodes by erasing the dielectric layer between two electrodes. As the open dielectric structure differ from the conventional structure, various problems were produced when driving with the conventional driving waveform. Especially, due to the changes in the discharge firing characteristics of the open dielectric structure between the scan and the sustain electrodes on the front panel, the conventional reset waveform including the address waveform needed to be modified. In this study, the V_t close curves were measured to compare the discharge firing voltages on three electrodes in the conventional and open dielectric structure and based on the V_t close curve analysis, the modified driving waveform suitable for the open dielectric structure was proposed.

Keywords : Open dielectric structure, Wall charge, V_t close curve, Driving waveform, AC PDP.

I. 서 론

최근 교류형 플라즈마 디스플레이 패널(AC PDP)은 TV나 모니터 시장에서 다른 디스플레이에 비해 다소 열세에 놓여 있으나 대화면에 유리하고, 제조 가격이 저렴하며, 빠른 응답속도 등의 장점이 있기 때문에 여전히 대형 및 3D TV의 디스플레이로서 적합하다고 볼 수 있다. 특히 3D TV는 특성상 빠른 응답속도를 요구

* 정회원, 부경대학교 이미지시스템공학과
(Department of Image Science and Engineering,
Pukyong National University)

Ⓢ Corresponding Author(E-mail: bgcho@pknu.ac.kr)
접수일자: 2013년4월19일, 수정완료일: 2013년12월23일

하고 있기 때문에 여러 디스플레이 중에서 PDP가 유리하다고 볼 수 있다^[1]. 그러나 3D TV의 원리의 특성상 PDP의 휘도가 크게 줄어들고 휘도효율도 감소되는데 이것은 다른 디스플레이에 비해 휘도가 부족한 PDP에 있어서 더욱 치명적인 약점이 된다. 현재까지 AC PDP의 휘도 및 휘도효율을 향상시키기 위하여 많은 연구가 진행되어 왔으며 AC PDP 재료의 개선, 방전 가스의 조성비 최적화, 구동 방식의 개선, 방전 셀의 디자인 개선 등의 방법을 통하여 AC PDP의 휘도 및 휘도효율을 높일 수 있었다^[2~4]. AC PDP의 방전발생 원리 살펴보면 셀 내부에 전압이 가해지면 플라즈마 방전이 발생하여 진공자외선 VUV(Vacuum Ultraviolet)를 발생시킨다. 이 VUV는 형광체를 여기시켜 가시광선이 발생하는데 여기서 발생된 가시광선은 유전체, 투명전극, 유리로 구성된 AC PDP의 상판을 통과하여 빛이 발생한다^[5]. 방전 셀의 디자인 개선 중에서 만약 빛이 발생하는 방전공간에서 유전체가 제거되어 진다면 형광체에서 여기된 가시광선이 유리를 통해 직접 발산되므로 휘도가 크게 향상될 것이며 유지 전극 간에 직접적인 방전이 발생하므로 유지 전압이 낮아지므로 휘도효율 향상에도 도움을 준다고 보고되었다^[6]. AC PDP의 구조가 바뀌게 된다면 종래의 구동파형을 인가하였을 때, 방전 개시전압의 차이로 인하여 오방전 등의 여러 가지 문제가 발생할 수 있다. 본 연구에서는 종래 및 새로운 구조에서 벽전하를 Vt 폐곡선을 통하여 해석하고 종래의 구동파형을 새로운 구조에 적합한 구동파형으로 수정하고자 한다.

II. 본 론

1. 패널구조 및 종래의 구동방법

본 연구에 사용된 패널은 42인치 AC PDP이며 그림 1에서 상판의 유지(X) 및 주사(Y) 그리고 기입(A)의 3 전극을 갖는 종래의 패널 구조(a)와 상판의 전극사이에 유전체가 제거된 개방형 유전체 구조(b)의 단면을 보여 준다. 상판에는 유지와 주사 전극인 X와 Y 두 전극이 나란히 있고 하판에는 기입전극인 A 전극이 유지와 주사 전극의 수직방향으로 되어있으며 격벽은 이 그림에서 생략되었다. AC PDP는 방전 공간 내에 강한 플라즈마 방전이 발생하면 전극이 손상될 수 있으므로 그림과 같이 방전 공간에 전극이 직접 노출되지 않도록 유

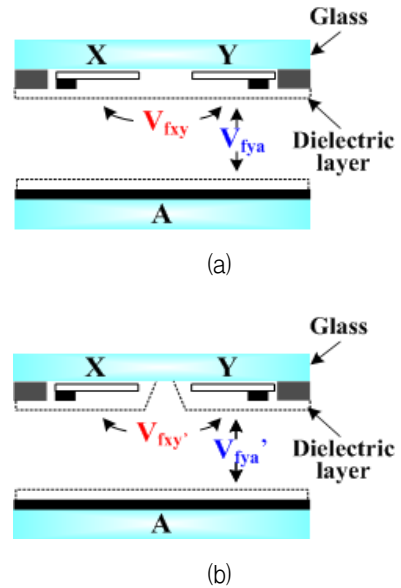


그림 1. 42인치 AC PDP에서 종래 (a) 및 개방형 유전체 구조 (b)의 도식도
 Fig. 1. Schematic diagram of conventional (a) and open dielectric structure (b) in 42 inch AC PDP.

전체에 의해 보호되어 있다. 그러나 플라즈마 방전이 발생한 뒤 VUV가 하판의 형광체를 여기시킨 후 빛이 나올 때 유전체를 통과해야 하는데 이 유전체에 의해서 통과되어 나오는 가시광선이 줄어들게 된다. 이러한 문제점을 해결하기 위하여 그림 1(b)와 같이 투명 전극(ITO)이 없는 부분에서 유전체를 제거하여 유리가 직접 방전공간에 연결되도록 설계되었다. 그림 1에서 종래 및 개방형 유전체 구조에서는 유전체 안에 있는 상판에서의 유지전극의 간격은 85 μm 이고 종래의 구조에서는 X와 Y 유지전극 사이에는 유전체로 전체가 덮여 있으므로 유지방전은 직접적으로 발생하지 않고 방전 공간 내에서 길게 퍼져서 발생한다^[7]. 그러나 그림1(b)의 개방형 유전체 구조에서 유전체가 개방된 간격은 약 60 μm 이며 다른 조건은 종래와 동일하다. 그러므로 개방형 구조에서 X와 Y 전극간의 유지 방전은 직접적으로 발생하게 될 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 용이해지리라 예상된다. 즉 X와 Y 전극간의 방전개시 전압을 낮출 수 있으리라 기대된다. 그러나 낮은 유지전압에 의해 유지방전이 오로지 두 전

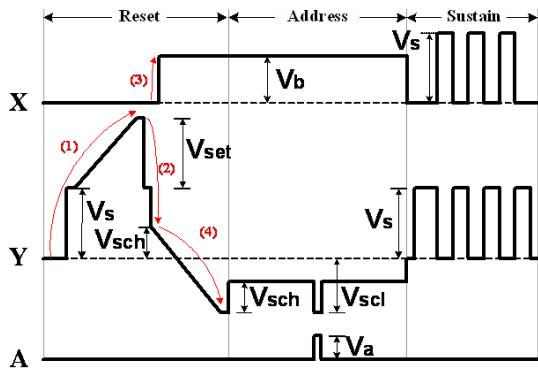


그림 2. 초기화, 기입, 유지 기간 동안 3 전극에 인가되는 종래의 구동파형

Fig. 2. Conventional driving waveform applied to three electrodes during reset, address, sustain periods.

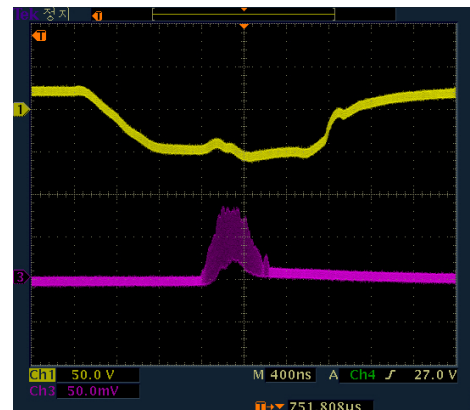
극 사이의 좁은 영역에서만 발생하므로 종래 파형에 의한 오방전이나 기입 전압이 낮아지는 등의 여러 가지 문제점이 발생할 가능성이 있다. 본 논문에서는 오방전의 문제가 발생하지 않는 범위 내에서 유지기간에 종래와 동일한 전압 및 파형을 인가하였으며 초기화 및 기입 방전특성의 변화에 대하여 분석하였다. 그림에서 종래구조의 유지 및 기입 방전개시전압을 V_{fix} 및 V_{fya} 로, 개방형 구조에서는 V_{fix}' 및 V_{fya}' 로 표시하였다.

AC PDP의 종래구조 및 개방형 유전체 구조에 적용되어진 종래의 구동파형은 그림 2에 나타나 있다. AC PDP의 구동파형은 하나의 프레임동안 여러 개의 서브필드가 있고 각 서브필드는 초기화, 기입, 유지기간이 있다. 초기화 기간은 Y 전극에 높은 전압을 천천히 인가하여 약방전에 의해 각 전극에 벽전하를 쌓은 후 하강 경사파 전압에 의하여 벽전하를 재분배하는 시간이다. 기입기간은 초기화 기간에 재분배된 벽전하와 기입 펄스에 의하여 방전이 발생하고 유지방전이 용이하도록 벽전하를 쌓아서 화면을 표시할 영역을 지정하는 기간이며 유지기간은 기입기간에 발생한 벽전하를 이용하여 방전을 유지시켜 실제 빛을 발산하는 시간이다.

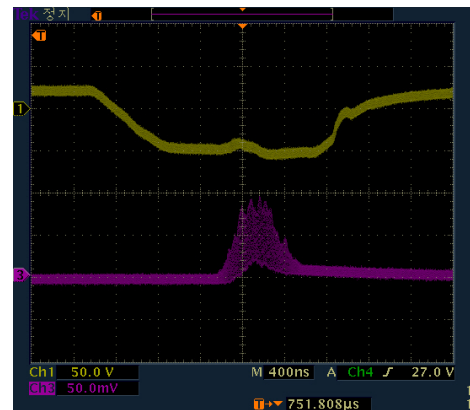
III. 실험

1. 기입 방전특성의 측정

종래구조와 개방형 유전체 구조에서 종래의 구동파형을 인가하였을 때 기입기간에서의 방전특성을 조사하기 위하여 주사 및 기입파형이 인가될 때의 광파형을 측정하였다. 그림 3(a)는 종래의, 그림 3(b)는 개방형 유



(a)



(b)

그림 3. (a) 종래구조에 $V_b = 150$ V, (b) 개방형 유전체 구조에 $V_b = 80$ V를 X 전극에서의 전압만 다르게 종래의 구동파형을 인가할 때, 기입기간 동안 기입 광파형의 비교

Fig. 3. Comparison of address light waveform during an address period when applying the conventional driving waveform to (a) conventional structure with $V_b = 150$ V and (b) open dielectric structure with $V_b = 80$ V on the X electrode.

전체 구조의 기입 광파형이다. 종래 구동파형에서 X 전극에 초기화 및 기입기간에 인가되는 V_b 전압을 150 V로 설정하였는데, 이 전압을 개방형 유전체 구조에 인가하였을 때는 오방전이 발생하였기 때문에 V_b 전압을 약 80 V 정도로 낮추었다. 이것은 상판의 유지전극 사이의 방전 개시전압이 종래보다 낮아졌기 때문임을 의미한다. 그러나 V_b 전압을 낮추게 되면 상판의 X와 Y 전극간의 방전개시전압은 적절히 조정이 되나 하판의 A 전극과는 인가전압이 너무 낮아지게 되므로 그림 3(b)에서와 같이 기입기간 내 Y와 A 전극간의 방전개시시간은 종래에 비하여 늦어지고 화면에서 확인해보면 불

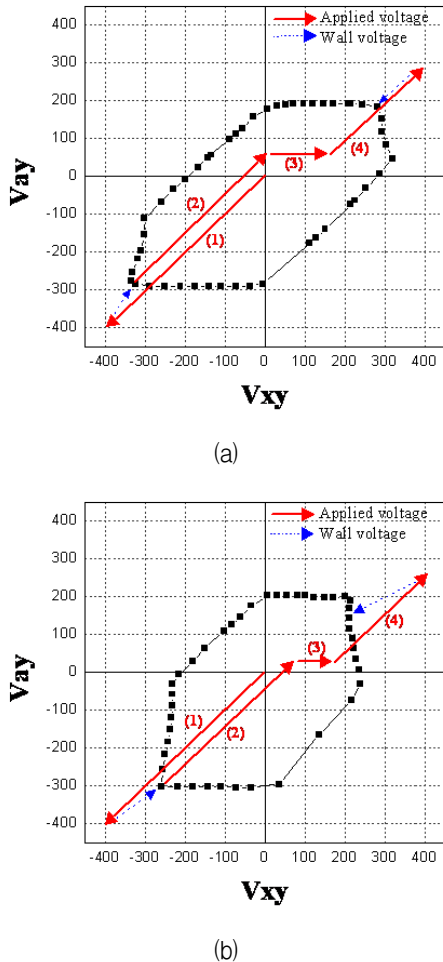


그림 4. 종래의 구동파형을 (a) 종래구조와 (b) 개방형 유전체 구조에 인가하였을 때, V_t 폐곡선 상에서 전압 벡터의 움직임

Fig. 4. The behavior of voltage vector on V_t close curve when applying conventional driving waveform to (a) conventional and (b) open dielectric structures.

안정한 방전을 발견하였다.

2. V_t 폐곡선 측정 및 분석

이러한 현상을 확인하고 종래구조와 개방형 유전체 구조에서 상판전극사이와 하판 전극사이의 방전개시 전압을 조사하기 위하여 V_t 폐곡선을 각각 측정하였다. 그림 4 (a)는 종래구조에서, 그림 4 (b)는 개방형 유전체 구조에서의 V_t 폐곡선을 측정한 것이다. 수평축의 V_{xy} 는 X와 Y 전극간의 방전개시전압이고 수직축의 V_{ay} 는 A와 Y 전극간의 방전개시전압이다. 전극간의 인가되는 전압차가 양이나 음이냐에 따라 상하좌우 점의 위치가 결정된다. 그림 4의 (a)와 (b)를 비교해 볼 때 상

하의 점의 위치는 큰 변화가 없으나 좌우의 점의 위치는 서로 크게 다르다. 개방형 유전체 구조에서 좌우의 점 V_{xy} 의 위치, 즉 상판 전극 X와 Y전극간의 방전개시 전압이 종래보다 낮게 측정 되었다. 실선 화살표는 초기화 기간 중에 3 전극에 인가된 외부 전압을 나타내고 점선 화살표는 초기화 방전으로 인하여 생긴 내부 벽전하에 의한 벽전압을 나타낸다 [8]. 그림 4 (a)에서 종래 구조에서 종래의 구동파형을 적용하여 초기화 기간이 끝난 위치에서의 벽전압이 오른쪽 상단에 위치하는 것이 정상적인 초기화 과정이다. (1)부터 (4)의 과정. 그 후 기입전압이 인가되면 위쪽 수직방향으로 전압 벡터가 이동하여 기입방전이 발생한다. 그러나 개방형 유전체 구조에서는 그림 4(b)와 같이 초기화 전압을 종래 파형과 동일하게 인가하였을 때 벽전압은 종래의 구조에서보다 약간 모자라게 형성된다. 기입파형이 위쪽 수직방향으로 인가될 때 V_t 폐곡선을 벗어나서 기입방전을 발생시키기 위해서 더 많은 전압이 필요하다. 다시 말하면 종래와 같은 레벨의 전압이 인가된다면 기입 방전은 분명 약해지거나 불안정해질 것이다.

3. 수정된 구동파형

개방형 유전체 구조의 경우 초기화 기간 이후 전압벡터를 V_t 폐곡선의 오른쪽 상단 모서리로 이동하게 하기 위해서는 구동파형의 수정이 필요하다. 그림 5(a)는 수정된 구동파형이고 그림 5(b)는 V_t 폐곡선 상에서 수정된 파형의 인가전압 및 벽전압의 벡터를 나타낸다. 기입 방전특성을 향상시키기 위하여 그림 5(a)의 수정된 파형은 Y 전극에 인가되는 초기화 파형은 종래와 큰 변화가 없으나 초기화 기간 중 Y 전극에 상승경사파의 인가 중에 X 전극에는 바이어스 전압 V_b 가 인가되었다. 초기화 과정을 V_t 폐곡선으로 설명하면, 먼저 X 전극의 전압 V_b 가 인가되고 동시에 Y 전극의 사각파와 상승 경사파가 인가 되면 [(1, 2)] 종래의 V_t 폐곡선에서의 전압벡터와 비슷한 경로로 변경되어 초기화 방전이 발생한다. 개방형 유전체 구조에서 종래의 상승 경사파형을 인가하였을 때는 A-Y 전극간에 초기화 방전이 주로 일어나지 않았으나 수정된 구동파형에서는 두 전극간 방전에 의해 기입방전을 위한 벽전하를 많이 쌓을 수 있다. 이후 X 전극의 전압 V_b 가 0이 되고 Y 전극에서도 0이 되는 (3, 4, 5) 기간에서는 전압 벡터의 경로가 V_t 폐곡선 내부에서 움직이기 때문에 방전은 발생하지 않는다. 만약 X 전극의 전압

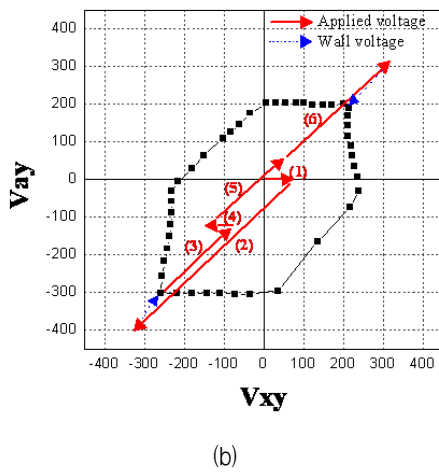
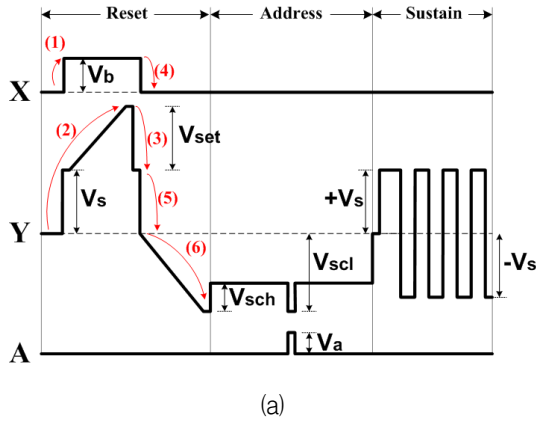


그림 5. (a) 개방형 유전체 구조를 위한 수정된 구동파형 및 (b) V_t 폐곡선 상에서 전압 벡터의 움직임
Fig. 5. (a) Modified driving waveform for the open dielectric structure and (b) the behavior of the voltage vector behavior on V_t close curve.

을 그대로 둔다면 Y 전극의 하강 경사파가 인가 될 때 개방형 유전체 구조의 특성에 의해 X-Y간 큰 방전이 발생하여 벽전하가 소실되고 명암비에도 영향을 준다. Y 전극의 하강 경사파인 (6)번 파형이 인가되면 전압 벡터의 위치는 종래와 비슷한 V_t 폐곡선 위치에 도달하게 되므로 종래와 비슷한 기입방전 특성을 가질 수 있다. 개방형 유전체 구조는 앞서 조사된 것과 같이 X-Y 전극 간에 방전개시전압이 낮기 때문에 유지기간 내에 양과 음의 전압을 갖는 단일 유지파형에 유리하다. 종래의 패널 구조에서 단일 유지파형을 인가하면 Y 전극과 기입 A 전극 간에 오방전이 발생하는데, 개방형 유전체 구조에서는 오방전이 발생하지 않기 때문이다^[9]. 단일 유지파형을 사용하는 이유는 종래의 구동회로보다 공급전압 및 회로부품의 감소로 인하여 가격의 절감이 가능하기 때문이다.

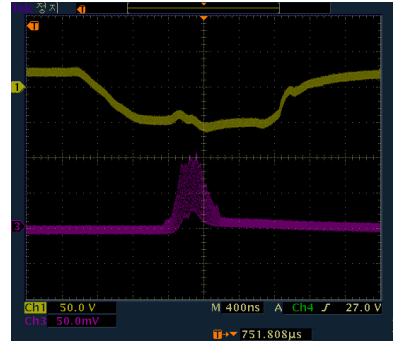


그림 6. 수정된 구동파형을 인가할 때 기입 광파형
Fig. 6. Address light waveform when applying the modified driving waveform.

표 1. 종래 및 개방형 유전체 구조에서 X 전극에 인가된 V_b 와 기입 방전 시간의 비교
Table 1. Comparison of applied V_b on the X electrode and address discharge time in the conventional and open dielectric structure.

Structure	Conventional		Open dielectric
Driving method	Conventional	Conventional	Proposed
V_b [V]	150	80	0
Address discharge firing time[ns]	800	1000	780

그림 6은 수정된 구동파형을 인가하였을 때 측정된 기입 광파형을 나타내고 그림 3(b)와 비교해볼 때 방전개시 시간이 개방형 유전체 구조에서 종래구동파형을 인가할 때보다 더 좋아졌음을 확인하였고 종래구조와는 비슷하게 형성되었음을 확인할 수 있었다. 종래구조와 개방형 유전체구조에서 종래파형과 제안된 파형을 적용하였을 때 X 전극의 V_b 전압과 기입방전 개시시간을 Table 1에서 비교하였다. 개방형 유전체 구조에 종래의 구동법을 적용하였을 때 기입방전 개시시간은 종래보다 지연되어 길어짐을 확인하였으나 제안된 구동법을 적용하였을 때 종래의 구동방법보다 약 200 ns 정도 개선됨을 Table 1에서 확인할 수 있다.

IV. 결 론

개방형 유전체 구조에 종래의 구동파형을 인가하였을 때, 기입방전 시간이 종래구조에 비해서 늦어짐을 발견하였다. 개방형 유전체 구조의 X-Y 전극간의 방전

개시전압을 Vt 폐곡선으로 측정된 결과, 종래구조보다 방전개시전압이 낮았고 이것은 초기화 기간 동안 기입 방전에 사용되는 셀 내부에서 기입방전을 발생시키기 위한 벽전하까지 소거되었기 때문이다. 본 논문에서는 X 전극의 전압을 낮추거나 접지시켜 개방형 유전체 구조에 적합하도록 구동파형을 수정하였다. 또한 X 전극의 기입 및 유지기간 중 파형을 제거하고 Y 전극에 단일 유지파형을 인가하여 전원 및 회로부품을 감소시켜 회로의 가격을 절감시킬 수 있었다. 수정된 구동파형을 개방형 유전체 구조에 적용시킨 결과, 기입방전의 개시 시간도 개방형 유전체 구조에서 종래파형을 적용하였을 때와 비교해서 약 200 ns 정도 단축시켜 종래와 비슷한 특성을 가질 수 있었다.

REFERENCES

- [1] Y. H. Jung, J. Y. Jeong, "New Gray Scale Implementaion Method for Improving Dynamic False Contours in ac PDPs" *J. Institute of Electronics Engineers of Korea*, Vol. 41-SD, No. 1, pp. 1-8, Jan. 2004.
- [2] G. Oversluizen, M. Klein, S. de Zwart, S. van Heusden, and T. Dekker, "Improvement of the discharge efficiency in plasma displays," *J. Appl. Phys.*, Vol. 91, No. 4, pp. 2403-2408, Feb 2002
- [3] B. S. Kim, J. H. Kim, H. D. Park, E. W. Lee, Y. S. Lee, and H. S. Tae, "Reduction of power consumption of counter electrode structure in AC-PDP," *Molecular Crystals and Liquid Crystals*, Vol. 564, No. 1, pp. 85-93, October 2012.
- [4] H. Y. Jung, T. H. Lee, O. K. and K. W. Whang, Address discharge characteristic of high-luminous-efficacy PDP with SrO protecting layer, Proc. of SID 09, pp. 58-61, San Antonio, USA, May 2009.
- [5] H. S. Tae, K. D. Cho, S. H. Jang, and K. C. Choi, "Improvement in the luminous efficiency using ramped-square sustain waveform in an AC surface-discharge plasma display panel," *IEEE Trans. Electron Devices*, Vol. 48, No. 7, pp. 1469-1472, July 2001.
- [6] 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, Niigata, Japan, Dec 2004.
- [7] H. Hirakawa, T. Katayama, S. Kuroki, T. Kanae, H. Nakahara, T. Nanto, K. Yoshikawa, A. Otsuka, and M. Wakitani, "Cell Structure and Driving Method of a 25-in (64-cm) Diagonal High-Resolution Color ac Plasma Display," Proc. of SID 98, pp. 279-282, Anaheim, USA, May 1998.
- [8] K. Sakita, K. Takayama, K. Awamoto, and Y. Hashimoto, "High-speed Address Driving Waveform Analysis Using Wall Voltage Transfer Function for Three Terminals and Vt Close Curve in Three-Electrode Surface-Discharge AC-PDPs," Proc. of SID 01, pp. 1022-1025, San Jose, USA, June 2001.
- [9] B. G. Cho, H. S. Tae, K. Ito, N. S. Jung, and K. S. Lee, "Study on discharge stability of cost-effective driving method based on Vt close curve analysis in AC plasma display panel," *IEEE Trans. Electron Devices*, Vol. 53, No. 5, pp. 1112-1119, May 2006.

저 자 소 개



조 병 권 (정회원)

2001년 경북대학교 전자전기공학부
학사 졸업.

2003년 경북대학교 전자공학과
석사 졸업.

2006년 경북대학교 전자공학과
박사 졸업.

2006년~2007년 경북대학교 박사후과정 연구원

2007년~2008년 미국 University of Illinois

at Urbana-Champaign 박사후과정 연구원

2008년~현재 부경대학교 이미지시스템공학과
부교수

<주관심분야 : 디스플레이시스템, 구동회로, 영상>