



양과 음의 유지전압에 의한 방전특성을 개선하기 위한 AC PDP의 수정된 구동 방법

박승섭*, 조병권**

Modified Driving Method of AC PDP for Improving Discharge Characteristics by Positive and Negative Sustain Voltage

Seung-Seob Park*, Byung-Gwon Cho**

요 약

교류형 플라즈마 디스플레이 패널에는 세 개의 전극에 구동 파형이 각각 인가되는데 그 중 유지 기간에는 두 개의 전극에 양의 전압이 교대로 사용된다. 구동회로의 저가격을 위하여 세 전극 중에서 하나의 전극이 접지인 상태에서 두 개의 전극에서의 구동파형이 수정되었을 때, 유지기간 중에는 하나의 전극에만 양과 음의 전압이 교대로 인가되었고 종래의 경우와 다르게 비대칭 방전이 발생되었다. 강한 방전은 음의 전압을 인가하였을 때 발생하였고, 약한 방전은 양의 전압일 때 발생함이 관찰되었다. 양의 전압이 인가되는 경우는 세 전극 사이의 전위차가 종래와 같은 경우이지만, 음의 전압이 인가되는 경우에는 기입 전극에게도 전압이 영향을 주기 때문에 방전이 강해진다. 비대칭 방전은 유지 전압의 마진과 효율을 저하시키므로 대칭 방전을 발생시켜야 한다. 대칭 방전을 발생시키기 위하여 양과 음의 전압 높이와 파형의 기울기를 다르게 하는 방법을 제시하였고, 종래와 비슷한 전압 마진과 효율을 얻을 수 있었다.

Abstract

In the alternating current plasma display panel, drive waveforms are applied to three electrodes, respectively, and positive voltages are alternately used for the two electrodes during the sustain period. When the driving waveforms of two electrodes are corrected in the state where one of the three electrodes is grounded for the low cost of the driving circuit, positive and negative voltages are alternately applied to only one electrode during the sustain period, and an asymmetric discharge is generated differently from the conventional case. It was observed that a strong discharge occurred when negative voltage was applied and a weak discharge occurred when positive voltage was applied. When a positive voltage is applied, the potential difference between the three electrodes is the same as in the conventional case. However, when a negative voltage is applied, the voltage also affects the write electrode, so that the discharge becomes strong. Asymmetric discharges decrease the margin and efficiency of the sustain voltage, so that a symmetrical discharge must be generated. In order to generate the symmetric discharge, we proposed a method of applying positive and negative voltage heights and slopes of the waveform differently, and obtained voltage margin and efficiency similar to the conventional one.

Keywords

AC PDP, asymmetric discharge, low cost, voltage margin, efficiency

* 부경대학교 컴퓨터공학과 교수

- ORCID: <http://orcid.org/00-0002-6358-693X>

** 부경대학교 융합디스플레이공학과 교수(교신저자)

- ORCID: <http://orcid.org/00-0002-0563-3494>

· Received: Oct. 26, 2018, Revised: Dec. 26, 2018, Accepted: Dec. 29, 2018

· Corresponding Author: Byung-Gwon Cho

Dept. of Display Engineering, Pukyong National University, Korea.

Tel.: +82-51-629-6417, Email: bgcho@pknu.ac.kr

1. 서 론

교류형 플라즈마 디스플레이 패널(AC PDP)을 비롯하여 모든 전자제품에 있어서 저가격화는 중요한 이슈중의 하나이다[1]. AC PDP에서 인건비를 제외한 제작 가격은 패널부분의 재료와 제작공정, 그리고 구동회로 부품 값으로 나누어져 있다. 그 중에서 가격을 낮출 수 있는 가장 효율적인 부분은 구동회로 부품이다[2]. 구동회로 부분에서도 부품 단가 자체를 낮추는 방법과 부품 개수를 줄이는 방법이 있다. 부품 단가를 낮추는 방법은 제조사에서 노력하고 있지만 한계에 봉착하고 있으므로 똑같은 동작이 가능하도록 하면서도 부품 개수를 줄이는 노력이 필요하다.

AC PDP의 구조를 살펴보면, 하나의 셀은 세 개의 전극으로 구성되어 있는데, 상판에 두 개가 일정 간격으로 나란히 있고 하판에 그것들의 수직방향으로 하나가 더 존재한다[3]. 그러므로 구동파형을 만드는 구동회로도 세 개가 필요하다. AC PDP에서 화면을 표시하는 방법은 하나의 TV 프레임 시간동안 각각 빛의 양이 다른 여러 개의 부프레임을 선택적하여 조합한다[4]. 하나의 부프레임 시간은 각각 초기화, 기입, 그리고 유지 기간으로 나뉜다. 초기화 기간은 처음 플라즈마 방전을 약하게 발생시켜 셀 내부의 벽전하를 쌓은 다음 기입 기간에서 쉽게 방전이 발생할 수 있도록 재분배하는 기간이며, 기입 기간에는 수평 및 수직 방향의 전극들에 전압들이 인가될 때 이전에 쌓인 벽전하를 이용하여 플라즈마 방전이 발생된다. 이때도 셀 내부에 벽전하가 발생하여 재배치되므로 선택된 셀이 기억되는 효과가 생긴다 [5]. 유지 기간에서는 일괄적으로 사각 펄스들이 상판에 있는 두 개의 전극에 교대로 인가되는데, 선택된 셀에서만 유지 방전이 발생하고 선택되지 않는 셀에서는 방전이 발생하지 않는다 [6][7].

앞서 언급하였지만 AC PDP는 구조적으로 세 개의 전극이 있으므로 세 개의 구동 회로가 각 전극에 연결되어 있다. 만약 세 개의 구동회로 중에 하나를 줄인다면 부품의 개수도 획기적으로 줄일 수 있고 가격도 크게 낮출 수 있다. 이전에 발표된 연

구에서는 하나의 전극을 줄이고 두 개의 전극에만 구동회로를 적용하기 위하여 구동 파형이 각각 수정되었다[8]. 즉, 하나의 전극에 있는 구동 파형을 다른 두 개의 전극으로 이동시켰다. AC PDP에는 셀 내부에서 방전이 발생하면 벽전하가 각 전극에 쌓이는데, 종래의 방법에서는 세 개의 전극에 인가되는 전압으로 벽전하를 조절하여 다음 방전을 발생시켰으나, 새로운 구동 방법에서는 두 개의 전극의 파형만으로 벽전하를 조절해야 하므로 오방전 등의 여러 가지 문제점이 발생하였다. 특히 초기화 기간에 벽전하가 안정적으로 쌓이지 않아서 기입 및 유지 기간에 원하지 않는 오방전이 발생하였다. 오방전을 방지하기 위하여, 초기화 및 유지 기간에서 기입 전극에 전압을 인가함으로써 벽전하의 양을 조절하여 선택되지 않는 셀에서 방전이 발생하지 않도록 하였다. 그런데, 선택된 셀에서 유지 기간 동안에 발생하는 방전의 특성을 측정하였을 때 비대칭적으로 발생함이 관찰되었다. 종래에는 상판에 있는 두 개의 전극에 양의 사각 파형이 교대로 인가되므로 대칭적인 방전이 발생하였으나, 새로운 구동 방법에서는 하나의 전극에서만 양과 음의 전압이 인가되므로 셀 내부에서의 전극간의 전위차는 종래와 달라진다.

본 연구에서는 종래와 새로운 구동 방법에서의 유지 방전에 의한 광파형을 측정하였고, 새로운 구동방법에서 발생된 비대칭 방전이 유지전압 마진과 휘도효율에 어떤 영향을 주는지 실험되었다. 새로운 구동 방법에서 유지 방전을 대칭적으로 발생시키기 위하여 두 가지 방법이 제시되었다. 첫째, 양과 음의 전압이 인가되는 동안에는 전압의 높이를 다르게 조절하였고, 둘째, 전압이 올라가는 기울기를 조절하였다. 두 방법에 의해 방전이 대칭적으로 발생할 때 유지전압 마진과 휘도효율을 각각 측정하였고 종래의 구동 방법과 비교되었다.

II. 패널 및 구동파형

그림 1은 본 실험에서 사용된 세 전극을 갖는 AC PDP에서 하나의 셀의 단면도를 보이고 있다. 상판에 유지(X) 및 주사(Y) 그리고 하판에 기입(W)의 세 개의 전극으로 구성되어 있다.

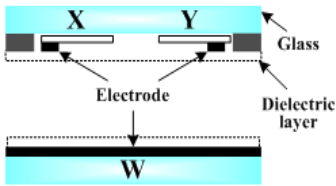
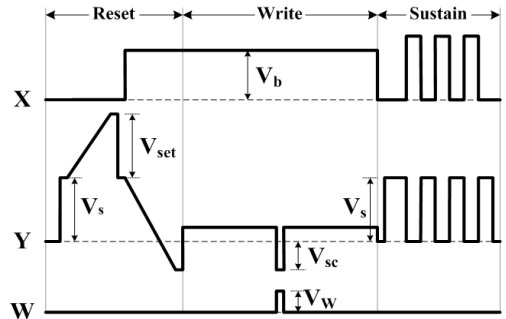


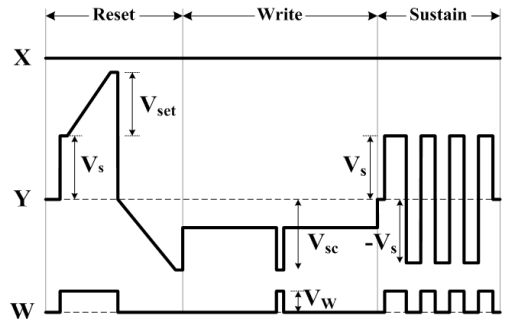
그림 1. AC PDP에서 세 전극을 갖는 한 셀의 단면도
Fig. 1. Cross-sectional diagram of one cell in AC PDP with three electrodes

상판에는 X와 Y 전극이 평행하게 배열되어 있고 하판에는 W 전극이 상판의 두 전극과 수직 방향으로 배치되어 있다. 하판에서 셀들 사이의 격벽은 이 그림에서 생략되었다. 빛이 발생하는 유지 기간에는 상판에서의 X와 Y 전극 사이에서 면방전이 발생하고 강한 플라즈마 방전의 발생에 의해 상판의 전극이 손상될 수 있기 때문에 그림과 같이 전극이 직접 노출되지 않도록 유전체 층에 의해 보호되어 있다. 플라즈마 방전에 의해 발생된 VUV가 하판에 도포되어 있는 형광체를 여기시켜 빛이 발생하고 다시 유전체를 통과한 RGB의 빛을 사람이 볼 수 있다.

그림 2는 하나의 부프레임 시간 동안 세 개의 전극에 인가된 종래의 구동 방법(a)과 두 개의 전극에만 파형이 인가된 새로운 구동 방법(b)을 나타낸 구동파형이다. AC PDP는 하나의 TV 프레임 시간 동안에 여러 개의 부-프레임의 조합으로 밝기를 표시하고, 부-프레임은 각각 초기화(Reset), 기입(Write), 유지(Sustain) 기간으로 나누어진다. 초기화 기간은 높은 전압에 의해 약한 방전이 발생하여 모든 셀의 내부에서 이전 시간에 쌓여진 벽전하들을 다시 동일한 상태로 만들어주고 재배열하는 역할을 한다. 초기화 기간 후에, 셀 내부의 벽전하는 기입 방전을 발생시키기 위한 상태로 바뀌게 된다. 기입 기간에서는 Y 전극에 주사 파형이 셀마다 순차적으로 인가되고 A 전극에서는 선택적으로 펄스가 인가될 때, 선택된 셀에서만 기입 방전이 발생하고 벽전하가 다시 쌓인다. 즉, 기입 방전이 발생한 경우에는 벽전하의 분포가 이전과 다르게 변하기 때문에 선택된 셀에서만 다음 방전이 발생하는 기억 효과가 생긴다. 유지 기간에서는 X와 Y 전극에 교대로 각각 파형이 인가되고 기입 기간에서 선택된 셀에서만 방전이 발생하여 빛이 발생한다.



(a)



(b)

그림 2. 하나의 부-프레임 시간 동안 종래(a) 및 새로운(b) 구동파형

Fig. 2. Conventional (a) and new (b) driving waveforms during one sub-frame time

그림 2(a)와 (b)를 비교해볼 때, 그림 2(a)에서 X 전극에 있는 전압 파형이 그림 2(b)에서는 접지가 되고 X 전극의 사라진 전압만큼 Y 전극에 반대로 이동되었다. 그러므로 X 전극에는 구동회로가 필요하지 않기 때문에 필요한 부품의 개수도 줄일 수 있을 것이다. 그림 2(b)에서 초기화 및 유지 기간 동안에 기입 전극에 전압이 인가되어 있는 것은 양과 음의 전압에 의한 오방전을 방지하기 위한 것이다.

표 1. 종래 및 새로운 구동방법에 인가된 전압들

Table 1. Voltages applied to conventional and new driving methods

	Conventional [V]	New [V]
V_{set}	190	190
V_s	170	170
$-V_s$	0	-170
V_w	60	60
V_{sc}	-50	-200
V_b	150	0

표 1은 그림 2에서의 종래 및 새로운 구동방법에 인가된 전압 레벨을 나타낸다. 새로운 구동방법에서는 X 전극의 전압이 없기 때문에 V_b 가 0으로 바뀌는 대신에 Y 전극의 V_{sc} 이 그 크기만큼 변화되었다.

III. 방전특성의 측정

그림 3은 종래와 새로운 구동방법에서 유지기간 동안 측정된 인가전압과 광파형을 나타낸 것이다. 그림 3(a)에서, 위쪽의 두 파형은 X와 Y 전극에서 교대로 인가되는 유지 전압이고 아래쪽의 파형은 각 전압이 인가될 때 측정된 광의 모습을 나타내었다. 종래의 구동 방법에서 광파형은 대칭적으로 발생함을 볼 수 있다. 그림 3(b)에서 X 전극은 접지 상태이므로 Y 전극에서의 전압 파형만 표시되었고 그 광파형이 측정되었다.

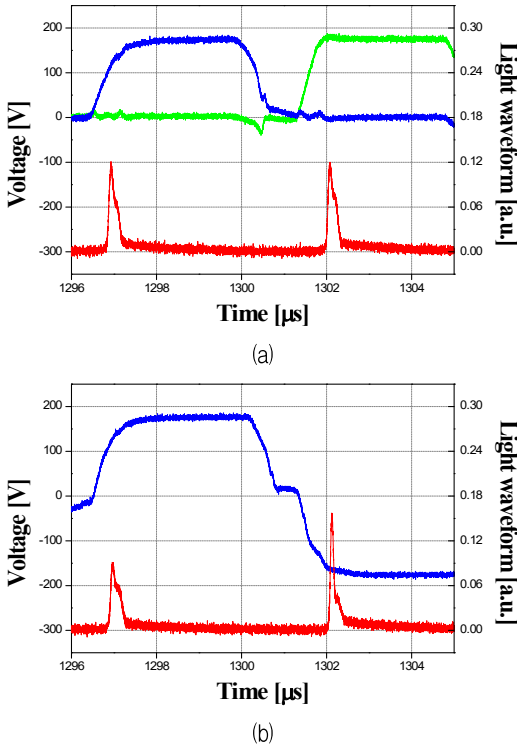


그림 3. 종래(a)와 새로운(b) 구동방법에서 유지기간 동안 전압과 광파형

Fig. 3. Voltage and light waveforms during sustain period in conventional (a) and new (b) driving method

종래의 구동방법과 비교해서 새로운 구동방법에서는 Y 전극에서 방전이 양의 전압이 인가될 때는 약하고, 음의 전압이 인가될 때 강하게 발생하였다. 종래의 구동 방법에서는 유지 전압이 양의 방향으로만 교대로 인가되므로 상판에 있는 X와 Y전극 사이에서만 방전이 발생한다. 그러나 새로운 구동 방법에서는 음의 전압이 인가될 때 하판의 A 전극 과도 방전이 발생하므로 광파형은 크게 발생한다. 한편, 음의 전압이 인가되어 발생된 큰 방전에 의해 셀 내부의 벽전하 일부가 소거되기 때문에 다음에 양의 전압이 인가될 때는 방전이 약해진다.

그림 4는 종래와 새로운 구동방법을 적용할 때 유지 전압 마진(a)과 휘도효율(b)의 그래프이다. 유지 전압 마진이란, 유지 방전이 성공적으로 생성될 수 있는 최소 전압부터 오방전이 발생하기 시작하는 최대 전압까지의 범위를 의미한다.

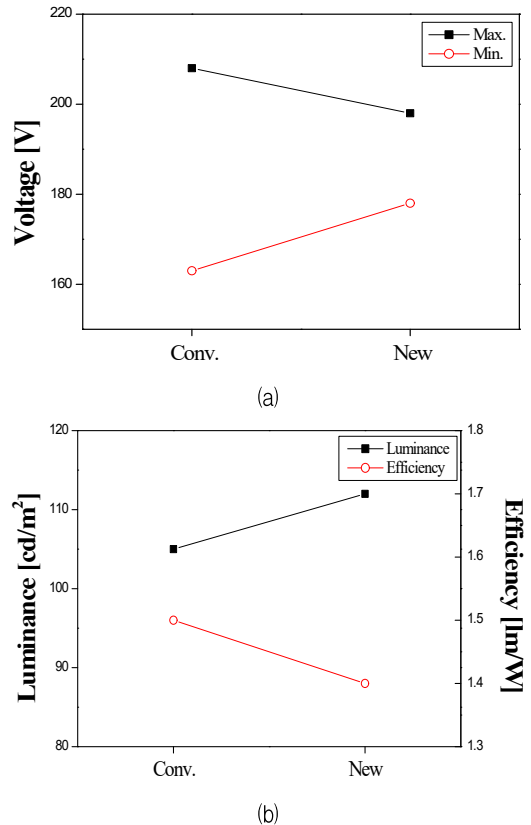


그림 4. 종래와 새로운 구동방법을 적용할 때 유지 전압 마진(a)과 휘도효율(b)

Fig. 4. Sustain voltage margin (a) and luminous efficiency (b) adopting conventional and new driving method

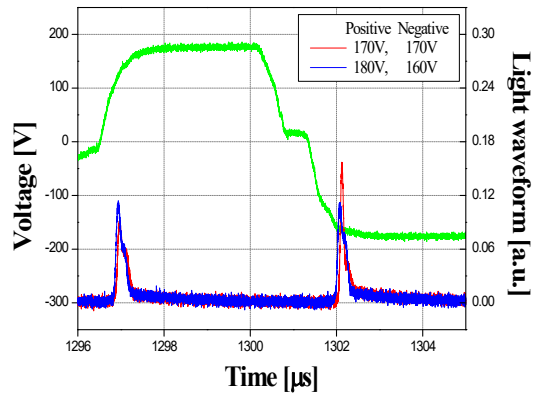
일반적으로 전압 범위가 넓을수록 안정적인 방전이 발생할 확률이 높음을 의미한다. 그림 4(a)에서 새로운 구동 방법의 전압마진은 종래와 비교해볼 때 약 20V이상 줄어든 것을 알 수 있다. 최소 전압이 상승한 이유는 그림 3(b)에서 확인할 수 있듯이, 양의 전압이 인가될 때 방전이 약하기 때문이다. 즉, 낮은 양의 전압에서는 방전이 실패할 가능성이 높다는 말이다. 또한 최대 전압이 하강한 이유도 음의 전압이 인가될 때 방전이 너무 강해져서 조금만 높은 전압에도 저절로 오방전이 발생할 가능성이 높기 때문이다. 그림 4(b)에서는 종래와 새로운 구동방법을 사용하였을 때 측정된 휘도와 효율이다. 휘도는 강한 방전에 의해 소폭 상승하였으나 효율은 오히려 하강하였다. 강한 방전은 일반적으로 휘도에는 비례하지만, 전류의 양도 급격히 증가하고 그로 인해 소비 전력이 높아지기 때문에 효율은 낮을 수밖에 없다. 일반적으로 약한 방전일 경우 전류는 더 낮게 흐르기 때문에 소비전력은 낮아진다.

IV. 실험 결과

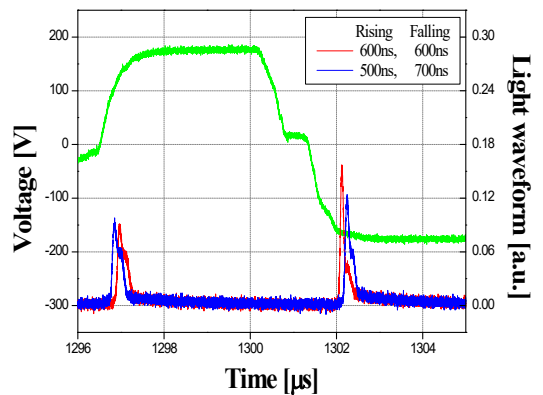
비대칭 유지 방전은 유지전압 마진을 줄일 뿐만 아니라 효율도 저감시키기 때문에 대칭적인 방전이 발생되어야 한다. 또한 대칭 방전은 비대칭 방전보다 안정적으로 계속 발생할 수 있다. 일반적으로 전압의 높낮이와 파형의 기울기는 방전의 세기에 비례한다. 유지 기간에서 양의 전압이 인가될 때 방전이 약하고 음의 전압이 인가될 때 방전이 강하게 발생하기 때문에, 양의 전압은 높이고 음의 절대 전압은 낮춘다면 비대칭 방전을 개선할 수 있을 것이다. 그림 5(a)와 같이 두 전압의 절대값이 170V로 같을 경우에는 비대칭 방전이 발생되었으나, 양의 전압을 180V, 음의 전압을 -160V로 변경했을 때는 거의 대칭의 방전이 발생되었다.

한편, 파형의 기울기는 상승 또는 하강시간과 관계가 있는데, 그 시간이 짧을수록 기울기가 가파르고 시간이 길수록 기울기가 완만하다. 본 실험에서 구동파형의 상승 및 하강시간은 그림 5(b)와 같이 600ns 이었으나 방전이 약한 양의 파형에서 상승 시간을 500ns로 줄여서 기울기를 가파르게 하였고, 방전이 강한 음의 파형에서는 하강 시간을 700ns로

늘여서 기울기를 완만하게 하였다. 그 결과 완전한 대칭 방전이 발생하지는 않았지만 약간 개선되는 효과를 얻을 수 있었다. 만약 기울기를 더 조정한다면 대칭 방전을 얻을 수 있겠지만, 회로적인 문제와 에너지 회수회로의 설계변경이 필요하므로 한계가 있다. 그림 5(b)에서 기울기의 변화에 의해 방전이 강하거나 약하게 발생되었기 때문에 개선된 방법의 광파형이 양의 전압에서는 앞서 발생하고 음의 전압에서는 뒤쳐져서 발생되었다. 즉, 양의 전압에서는 기울기가 높으므로 방전이 빨리 발생되었고, 음의 전압에서는 기울기가 낮으므로 늦게 발생되었다.



(a)



(b)

그림 5. 새로운 구동방법에서 양과 음의 전압을 다르게 인가했을 때 (a)와 전압 파형의 상승과 하강 시간이 변할 때 (b) 광파형의 비교

Fig. 5. Comparison of light waveforms when positive and negative voltages are applied differently (a) and when the rising and falling times of the voltage waveform are changed (b) in new driving method

V. 결 론

세 개의 전극과 구동 회로를 사용하는 교류형 플라즈마 디스플레이 패널에서, 회로의 부품 개수를 줄여서 가격을 낮추기 위하여 하나의 전극을 접지시키고 두 개의 구동회로만 사용하는 새로운 구동 방법이 이전 연구에서 제시되었다. 새로운 구동방법의 유지기간 중에 방전이 비대칭적으로 발생하였고 그 결과 낮은 유지전압 마진과 휘도효율이 유발되었다. 유지 방전을 대칭적으로 발생시키기 위하여 양과 음의 전압이 인가될 때 전압의 크기를 변화시키는 방법과 기울기를 다르게 인가하는 방법을 제안하였고 방전 특성이 개선되었다. 특히 양과 음의 전압의 기울기를 변화시키는 것보다 높이를 다르게 인가하였을 때 전압 마진은 20V에서 40V로 개선되었고 휘도효율은 1.4 lm/W에서 1.48 lm/W로 개선되었다.

References

- [1] S. H. Kang, K. D. Cho, M. S. Kim, J. H. Ryu, and K. S. Hong, "New Driving Method and Circuits for Low Cost AC Plasma Display Panel", IEEE Trans. Consumer Electronics, Vol. 51, No. 1, pp. 179-182, Feb. 2005.
- [2] K. Ito, B. G. Cho, M. K. Lee, J. W. Song, S. C. Kim, H. S. Tae, N. S. Jung, and K. S. Lee, "New Two Stage Recovery (TSR) Driving Method for Low Cost AC Plasma Display Panel", IDW '05, pp. 461-464, 2005.
- [3] L. F. Weber, "Color Plasma Displays", Proc. SID 02 Seminar Lecture Note, Vol. I, M-9, May 2002.
- [4] S. Kanagu, Y. Kanazawa, T. Shinoda, K. Yoshikawa, and T. Nanto, "A 31-in.-Diagonal Full-Color Surface-Discharge ac Plasma Display Panel", Proc. SID '92, pp. 713-716, 1992.
- [5] S. Mikoshiba, "Color Plasma Displays", Proc. SID 00 Seminar Lecture Note, Vol. I, M-2, 2000.
- [6] H. D. Park, J. H. Kim, B. J. Shin, J. H. Seo, and H. S. Tae, "Improving luminous efficacy using

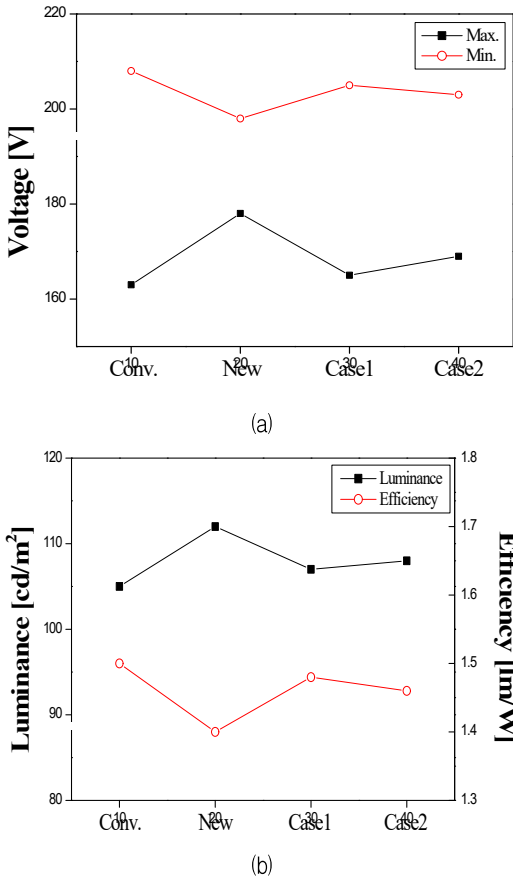


그림 6. 종래와 새로운, 그리고 제안된 구동 방법들을 사용했을 때, 유지 전압 마진 (a)와 휘도효율 (b)의 변화
 Fig. 6. Changes in sustain voltage margin (a) and luminous efficiency (b) when using conventional, new, and proposed driving methods

그림 6에서는 종래와 새로운, 그리고 제안된 구동 방법들에 따른 유지전압의 마진 (a)과 휘도효율 (b)의 변화를 나타낸 것이다. Case 1은 전압의 변화에 의한 실험 결과이고, Case 2는 기울기의 변화에 의한 실험 결과를 나타낸다. 새로운 구동방법을 적용하였을 때 구동마진은 종래의 45V에 비해 20V로 줄어들었지만, 개선된 방법은 종래와 비슷한 40V로 향상 시켰다. 마찬가지로 휘도효율에서도 제안된 방법이 새로운 방법의 1.4 lm/W 보다 1.48 lm/W로 향상되었다. 특히 두 가지의 제안된 방법 중에 기울기의 변화보다는 전압을 변화시켰을 때 구동전압 마진과 휘도효율에 더 큰 효과가 있음을 알 수 있었다.

dual sustain pulse waveform associated with short sustain pulse width in AC-plasma display panels", AIP Advances, Vol. 5, No. 5, 057119p, 2015.

- [7] C. S. Park, E. Y. Jung, D. H. Kim, H. J. Kim, H. S. Seo, S. O. Kim, B. J. Shin, and H. S. Tae, "Experimental study on permanent image sticking of single and double barrier ribs in alternating-current plasma display panel", Mol. Cryst. Liq. Cryst., Vol. 645, No. 1, pp. 112-122, May 2017.
- [8] 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, Apr. 2006.

저자소개

박 승 섭 (Seung-Seob Park)



1979년 2월 : 경북대학교
전자계산전공(공학사)
1984년 2월 : 일본 니혼대학교
전자공학과(공학석사)
1992년 2월 : 일본 도호쿠대학교
정보공학과(공학박사)
1986년 ~ 현재 : 부경대학교

컴퓨터공학과 교수
관심분야 : 컴퓨터네트워크, 네트워크관리, IPv6, IPTV, 컴퓨터시스템

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