

플라즈마 디스플레이 패널의 표시방전에 미치는 공간전하의 영향에 관한 연구

(A Study on the Space Charge Effect of Display Discharge for Plasma Display Pane)

손덕원*, 엄정덕

(Dukwon Son, Jeongduk Ryeom)

경주대학교 컴퓨터정보시스템공학부

요 약

Full-HDTV급 PDP를 구현하기 위해서는 고속 어드레스 구동이 필요하며 이러한 기술은 AWD 구동방식으로 구현하는 것이 용이하다. AWD 구동방식은 하나의 sustain 펄스 휴지기간에 복수개의 scan 펄스를 설치하는 것이 바람직하며 이 경우 sustain 펄스와 sustain 펄스 사이가 넓어진다. 본 연구에서는 이 휴지기를 고려한 sustain 방전특성을 해석하였다. 실험결과 address 바로 다음에 나오는 첫 번째 sustain 펄스는 공간전하 의존도가 높으며 두 번째 펄스부터는 공간전하 의존도 보다는 벽전하 의존도가 더 높다는 사실을 알았다. 또한 수십 μ s를 가지는 휴지기간에도 균일한 sustain 동작마진을 얻을 수 있음을 알았다.

1. 서 론

HDTV 방송의 확대와 더불어 CRT, LCD, PDP 등 HDTV급 디스플레이의 대중화가 활발히 진행되고 있으며 Full-HDTV의 조건은 1080개의 수평 주사선수를 가지며 12bit이상의 계조표현 능력을 지녀야 한다고 보고되고 있다.[1] 그러나 현재 PDP는 단일주사(single scan)구동방식 기준으로 768개의 수평 주사선수와 8bit의 계조구현 능력에 그치고 있어 화질 측면에서 타 디스플레이에 뒤지고 있는 실정이다. 그 주된 이유는 상용화되어 있는 3전극 면방전 AC PDP[2]의 구동방식인 ADS(Address Display Separated)구동방식의 원리적 문제점에 기인한다고 볼 수 있다. 이 방식은 address 기간과 표시발광(display)을 하는 sustain 기간이 분리되어 있으므로 HDTV와 같은 고해상도 PDP를 구동하기 위해서 주사선수를 늘리거나 동화상 의사윤곽 노이즈를 저감시키기 위해서 sub-field의 수를 늘리면 휘도가 저하하는 문제점이 있다.[3] ADS구동방식에서는 이러한 문제점을 개선하기 위해서, address 펄스폭을 좁게 하여 address기간을 단축시킴으로써 display 기간의 시간비율을 높이거나, sustain 펄스폭을 줄여 단위 시간당 sustain 방전 횟수를 늘리는 방법들이 시도

되고 있다. 그러나 address 펄스폭을 어느 정도 이상 좁게 하면, address 방전이 불안정하게 일어나게 되어 축적되는 벽전하량이 감소되고 그 결과 sustain 방전이 불안정해진다. 한편 sustain 펄스의 폭을 무리하게 좁히면 벽전하가 충분히 쌓이지 않아 sustain 방전이 불안정하게 된다.

이러한 ADS구동방식의 단점들을 개선하기 위해서 소거 address 기술을 이용하는 방법이 있다. 이 방식은 먼저 패널 전면의 모든 화소에 벽전하를 축적시켜 놓고 필요 없는 화소의 벽전하만 어드레스 방전으로 소거하는 방식이다. 이 방식은 어드레스 방전이 소거방전이므로 저전압의 폭이 좁은 펄스로도 어드레스가 가능하다. 그러나 각 서브필드마다 패널 전면에 벽전하를 형성시키기 위한 강방전을 일으키므로 불필요한 배면휘도가 증가하여 명암비(contrast ratio)가 저하하는 결점이 있다.

한편 address 펄스를 sustain 펄스의 휴지기간에 삽입시키는 구동기술인 address-display 동시 구동방식(AWD; Address While Display)이 여러 연구자들에 의해 연구되고 있다.[4][5] 이 방법은 address 방전과 sustain 방전이 인접되어 있어서 sustain 방전에서 발생하는 공간전하를 효과적으로 이용할 수 있으므로 폭이 좁은 address 펄스로도 충분히 안정된 sustain 방전을 유도할 수 있다. 패

널의 구조 및 방전 특성에 따라 차이가 있으나 이 구동 방식을 적용하여 650cdm² 이상의 고 휘도를 얻은 결과가 발표되어 있다.[5] 이 방식은 address 방전과 sustain 방전이 혼재되어 전 TV field에 걸쳐서 일어나므로 원리적으로 sustain 기간이 address 기간의 영향을 받지 않는다. 그러나 1개의 address slot에 1개의 address pulse를 인가하던 종래의 AWD구동방식은 구동전압이 높고 주사선수에 제한이 있어서 시간적인 효율을 고려하고 실제로 대면적 패널을 구동시키는 데에는 하나의 sustain 펄스의 휴지기에 여러개의 scan 펄스를 삽입하여 구동하는 편이 바람직하다.

본 연구는 sustain 방전의 공간전하 의존특성을 측정 평가하는 것으로 sustain 펄스의 휴지기간과 sustain 방전의 상관관계를 방전특성 측면에서 실험하여 향후 AWD 구동방식을 기본으로 한 고속 구동기술의 타이밍설계에 필요한 기본 자료를 얻는 것이다.

2. ADS구동방식과 AWD구동방식의 차이

그림 1은 ADS구동방식과 AWD구동방식의 차이점을 보여주는 것이다. 그림1의 (a)는 ADS구동방식의 1TV필드의 구성을 나타낸 것으로 하나의 TV필드가 복수개의 독립적인 서브필드로 나누어지며 각각의 서브필드는 다시 화면상에서 화상정보를 기억시키는 address 기간과 화상정보가 기억된 화소만을 표시발광 시키는 sustain 기간으로 독립적으로 나누어져 있다. 그러므로 ADS방식은 구동회로를 구성하기가 쉽고 영상신호의 처리도 비교적 단순한 장점이 있다. 그러나 예를 들어 첫 번째 주사선의 scan 펄스의 인가시점과 마지막 주사선의 인가시점 간에 차이가 1ms 이상 나고 이 차이에 의해 address 방전에 의한 공간전하를 이용할 수 없으며 전적으로 화상정보의 기억은 벽전하에 의존할 수밖에 없다. 그러므로 이론상 1.5 μ s 이하의 scan 펄스폭을 실현 시킬 수가 없다.

반면에 그림 1의 (b)는 AWD구동방식을 나타낸 것으로 AWD구동방식은 전 필드에 걸쳐서 표시방전을 위한 sub-field들이 설치되어 있고, 이것과 중첩해서 address 구간이 설정되어 있으므로 이론상으로는 전 TV필드를 모두 표시발광에 사용할 수 있어 주사선수나 서브필드가 증가하여도 휘도의 저하는 없다. 그림 2는 AWD구동방식의 자세한 구동 타이밍도이다. 그림에서 알 수 있듯이 Y 전극 측에 인가한 sustain 펄스에 연달아서 X 전극 측에 sustain 펄스를 인가하여, X, Y 전극의

sustain 펄스가 인가된 후에 휴지기간이 형성되도록 하였다. 이와 같이 형성된 하나의 sustain 휴지기간에 address 기간에 대응되는 scan 펄스를 설치한다. Data 펄스는 이 scan 펄스와 동기 되어 data의 유무에 따라 data 전극에 인가되게 된다.

이렇게 sustain 펄스의 휴지기에 scan 펄스를 삽입하기 때문에 ADS 방식과 마찬가지로 AWD 방식도 역시 address 기간이 표시발광에 기여할 수 없어 주사선수나 서브필드가 증가하면 휘도저하가 일어나는 것은 피할 수가 없다. 그러나 이 방식은 scan 펄스와 sustain 펄스의 간격이 수 μ s 이내로 설계하는 것이 가능하므로 address 방전의 공간전하를 이용하여 폭이 비교적 좁은 scan 펄스로도 address가 가능하다. 실제로 1.2 μ s 수준의 세폭 address펄스로 구동시킨 결과가 보고되어 있다.

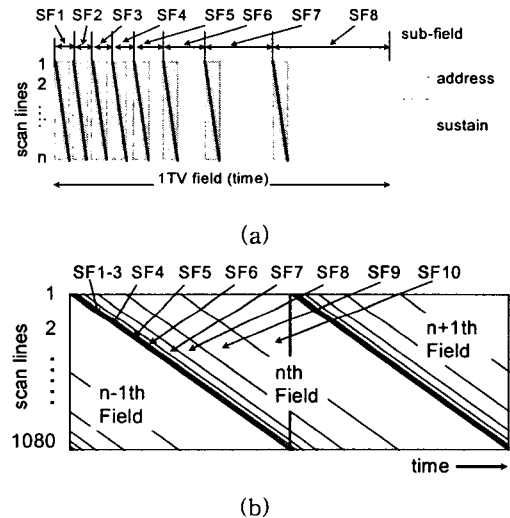


그림 1. ADS 구동방식과 AWD 구동방식의 TV 필드 타이밍 구성도

(a) ADS 구동방식

(b) AWD 구동방식

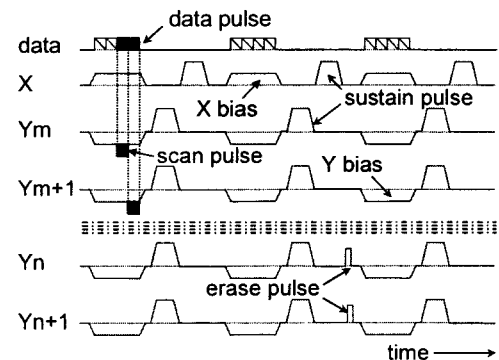


그림 2. AWD 구동방식의 sub-field 상세 타이밍도

3. 실험 결과 및 토론

본 연구의 목적은 고속구동기술을 연구하기 위한 기본적인 방전특성을 측정하고 평가하는 것으로 고속구동에 적합한 AWD 구동방식을 기본으로 하여 sustain 방전과 sustain 펄스의 휴지기간과의 관계에 대해 실험하였다. 실험에 사용된 실험용 PDP는 상용화된 PDP와 같은 3전극 면방전 교류 구동형 패널구조를 가지며 픽셀피치 330 μm , 화소수 80x80x3이다. 그림 3은 본 실험에 사용된 구동 타이밍도로서 address 기간에는 X전극과 Y전극에 각각 양과 음의 bias 전압을 인가하고 scan 펄스와 data펄스로써 address 방전을 일으킨다. 그리고 sustain 방전을 10회 일으키고 난 후 sustain 펄스와 sustain 펄스 사이에 하나의 휴지기간을 두어 이 휴지기간의 폭을 가변시키면서 휴지기간 이후에 오는 첫 번째와 두 번째 sustain 펄스의 방전특성을 측정하였다.

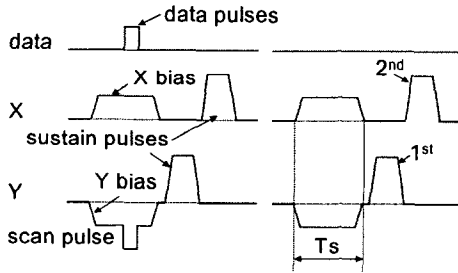


그림 3. 실험에 사용된 구동펄스들의 타이밍도

그림 4는 sustain 펄스의 휴지기간의 폭을 변화시키면서 휴지기간 이후에 오는 첫 번째 sustain 방전의 방전지연시간과 상대적인 방전강도를 측정 한 것이다. 그림에서 보면 휴지기간이 증가할수록 방전지연시간이 증가하다가 30 μs 이상에서 일정해지는 것을 알 수 있다. 이는 기존의 연구결과와 일치하는 것으로[6][7] 공간전하의 발생 후 약 30 μs 까지 그 다음 방전에 영향을 미친다는 것을 의미한다. 한편 상대적인 방전강도의 경우는 휴지기간이 늘어남에 따라 감소하여 40 μs 이후 일정해지고 있다. 이 역시 공간전하의 유효생존시간과 관련이 있을 것으로 추론된다. 일반적으로 sustain 방전의 방전지연시간이 0.5 μs 보다 작은 점을 고려하면 sustain 방전은 벽전하 뿐만 아니라 공간전하의 영향도 상당히 받는 것으로 생각할 수 있다.

그림 5는 휴지기간 이후 두 번째로 오는 sustain 펄스의 방전특성을 측정 한 것이다. 휴지기간 이후 첫 번째로 오는 sustain 펄스에서 어느 정도의 강

도를 가지는 방전이 일어나면 두 번째 펄스의 방전은 그 강도가 더 강해지고 거의 세 번째부터는 거의 방전강도가 일정해진다. 그러므로 두 번째 sustain 펄스에서의 방전이 sustain 방전에 의한 벽전하의 영향을 가장 잘 나타내고 있다고 볼 수 있다. 즉 첫 번째 방전강도보다 두 번째 방전 강도가 높아야 벽전하의 축적량이 증폭되어 안정적인 sustain 방전으로 이행되어 가는 것이다. 실험결과 특이한 점은 두 번째 sustain 펄스의 방전지연시간이 휴지기간의 증가에 그다지 영향을 받지 않는다는 사실이다. 이는 첫 번째 sustain 펄스가 어느정도 벽전하를 축적하면 두 번째 sustain 부터는 공간전하의 영향을 거의 받지 않는 것으로 생각할 수 있다. 그리고 방전강도는 휴지기간의 증가에 따라 급격이 감소하는데 이는 첫 번째 펄스의 방전강도와 관련이 있을 것이다. 첫 번째 sustain 방전에서 방전강도가 낮은 경우에는 충분한 양의 벽전하를 축적하지 못하기 때문에 역시 두 번째 sustain의 방전강도도 낮아지는 것으로 보여 진다.

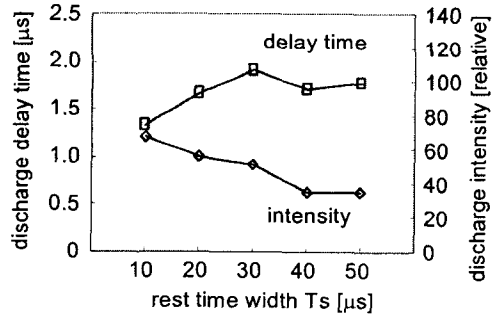


그림 4. sustain 휴지기간의 폭과 첫 번째 sustain 방전특성과의 관계

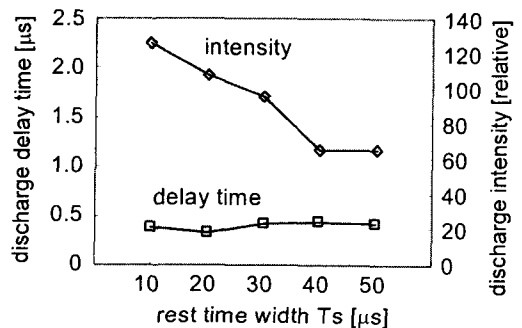


그림 5. sustain 휴지기간의 폭과 두 번째 sustain 방전특성과의 관계

그림 6은 위의 실험결과들을 오실로스코프로 측정 한 파형을 하나의 화면에 나타낸 것이다. 그림

에서 보면 휴지기간이 증가할수록 첫 번째 sustain의 광출력은 방전지연시간과 방전강도가 변화하나 두 번째 sustain 펄스의 방전은 방전강도만 확실하게 변화할 뿐 방전지연시간의 변화는 미미하다. 그리고 두 번째 sustain 펄스의 방전강도가 모두 첫 번째 sustain 펄스의 방전강도에 비해 높은 것으로 미루어 이 sustain 조건은 벽전하량을 증폭시키는 조건으로 두 번째 sustain 이후는 점차 안정적인 sustain 방전을 할 것으로 추론할 수 있다.

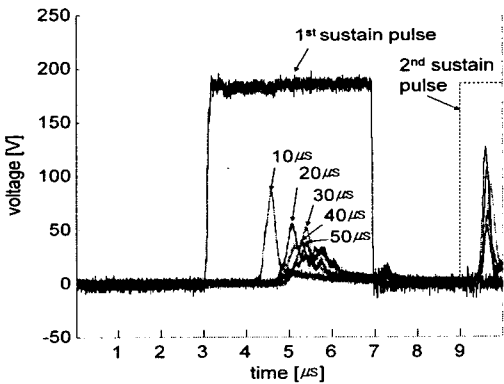


그림 6. sustain 펄스의 휴지기간에 따른 sustain 방전의 광출력 파형

그림 7은 휴지기간의 증가에 따른 sustain 방전의 동작마진을 측정하는 것이다. 여기서 최대 sustain 전압은 sustain 방전이 과방전에 의해 자기소거방전이 일어나 불안정해지는 전압의 직전 전압이고 최소 sustain 전압은 전 화소의 sustain 방전이 안정적으로 들어오기 시작하는 전압이다.

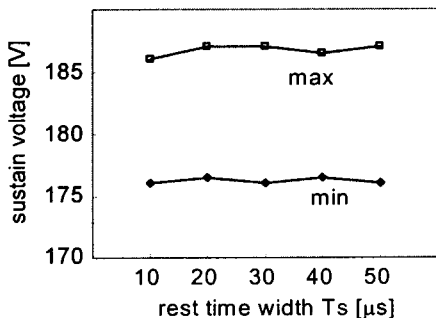


그림 7. sustain 펄스 휴지기간에 따른 sustain 전압 마진

그림에서 보면 sustain 방전의 동작마진은 휴지기간의 증가에 그다지 영향을 받지 않고 있음을 알 수 있다. 그 이유로는 sustain은 여러 개의 펄스로 이루어지므로 첫 번째 펄스의 방전이 다소 불안정하더라도 다음 펄스들의 방전이 일어나면서

벽전하가 증가하여 축적되어 금방 안정된 상태를 나타내기 때문이다. 그러므로 모든 sustain 펄스들의 안정적인 방전조건이 외관상 마진을 측정하는 조건에 반영되게 된다. 결과적으로 보면 복수개의 sustain 펄스를 연달아 설치하는 경우에는 수십 μs의 휴지기간이 sustain 펄스 사이에 1회 삽입되어도 전체 sustain 특성에 영향을 미치지 않는다고 할 수 있다.

4. 결론

Full-HDTV급 PDP를 구현하기 위해서는 고속 어드레스 구동이 필요하며 이러한 기술은 ADS 구동방식보다는 AWD 구동방식으로 구현하는 것이 용이하다. AWD 구동방식을 응용하는데 있어서 시간의 효율적인 활용 측면과 구동IC를 사용하는 측면에서 보면 하나의 sustain 펄스 휴지기간에 복수개의 scan 펄스를 설치하는 것이 바람직하다. 이 경우 sustain 펄스와 sustain 펄스 사이가 넓어지는데 이를 고려한 sustain 방전특성을 해석할 필요가 있다.

실험결과 address 바로 다음에 나오는 첫 번째 sustain 펄스는 공간전하 의존도가 높으며 두 번째 펄스부터는 공간전하 의존도가 그리 높지 않다는 사실을 알았다. 그리고 첫 번째와 두 번째의 sustain 방전강도를 비교하면 sustain의 안정성을 파악할 수 있다. 또한 실험결과 수십 μs를 가지는 휴지기간을 sustain 펄스와 sustain 펄스 사이에 설치한 경우에도 균일한 sustain 동작마진을 얻을 수 있음을 알았다.

이번 연구는 새로운 구동기술을 연구하기 위한 기초 자료로써 sustain 펄스의 공간전하 의존성을 해석한 것이다. 이 실험결과는 고속구동방식의 최적화에 활용이 가능하며 앞으로 sustain 펄스의 미세 방전특성에 대해 연구할 필요가 있다.

참고 문헌

- [1] T. kurita, SID 03 Digest 2003, p.776
- [2] S. Kanagu, et al., Proc. SID 92 Digest 1992, p.713.
- [3] 御子柴 茂生, "플라즈마디스플레이最新技術", ED 리サーチ社, 1996.
- [4] Japan Patent Application No. Showa 45-9928, 1970: 46-65396, 1971.
- [5] H. Homma, et al., IDRC 1997 Conference Record, Toronto, 1997, p.285.
- [6] M. Ishii, et al., SID 99 Digest 1999, p.162.
- [7] J. Ryeom, Proceedings of ASID, 1999, p.305.