

플라즈마 디스플레이 패널의 고속구동에 관한 연구

(A Study on the High Speed Driving for Plasma Display Panel)

염정덕*

(Jeongduk Ryeom)

경주대학교 컴퓨터정보시스템공학부

요 약

어드레스-표시 동시 구동방식을 사용한 고속 구동기술을 개발하여 실험용 PDP에 적용하였다. 연구에서 주사 펄스의 폭과 주사 펄스와 첫 번째 서스테인 펄스 사이의 시간간격을 변화시키면서 어드레스 방전 특성을 측정하였다. 실험결과 이 고속 구동기술은 어드레스 방전의 벽전하 대신에 공간전하로 서스테인 방전을 유도한다는 것을 알았다. 그리고 12개의 서브필드를 가지며 1080개의 주사선을 가지는 full-HDTV급 PDP를 구동시킬 수 있는 조건을 만족하는 $0.7\mu s$ 수준의 주사 펄스폭과 20V의 어드레스 구동마진을 실현하였다.

1. 서 론

Full-HDTV(High-Definition Television)를 만족시키기 위한 조건은 1080개의 수평주사선수와 12bit 이상의 계조표현 능력을 지녀야 한다고 보고되고 있다.[1] 한편 현재 상용화되어 있는 3 전극면방전 교류구동형 플라즈마 디스플레이 패널(Plasma Display panel; PDP)의 구동기술은 ADS(Address Display Separated)구동방식이라고 하는 것으로 시간분할 계조구현 방식을 사용한다.[2] 이 방식은 하나의 TV 필드(field)를 복수개의 독립된 서브필드(sub-field)로 나누고, 하나의 서브필드는 다시 화면상에서 점등되는 화소를 기억시키는 어드레스(address) 기간과 표시방전을 유지시키는 서스테인(sustain) 기간으로 분리되어 있으므로 이 구동방식은 구현할 수 있는 수평 주사선수나 서브필드의 개수에 제한이 있다.[3]

ADS구동방식의 이러한 단점을 개선하는 방법으로는 어드레스 펄스폭을 좁게 하여 어드레스 기간을 단축시킴으로써 서스테인 기간을 늘이는 방법이 있다. ADS구동방식은 이론적으로 400-700ns의 방전지연시간과 800ns의 어드레스 방전시간을 합하여 최소 $1.5\mu s$ 의 주사(scan) 펄스폭을 필요로 하며 실제 상용으로 사용되는 주사 펄스폭은 $2\mu s$ 정도이다. 그 이유는 ADS구동방식은 벽전하를 기억 매체로 활용하여 메모리기능을 수행하므로 주사 펄스폭은 이 벽전하를 충분히 축적시킬 만큼 넓어

야 하기 때문이다. 그러므로 ADS구동방식을 기본으로 한 구동기술로는 full-HDTV 규격을 충분히 만족시키기가 어렵다.

$2\mu s$ 이하의 고속 어드레스를 위해서는 공간전하를 이용하여 주사 펄스의 폭을 단축시켜야 하는데 ADS구동방식은 화면상에서 첫 번째 주사되는 라인과 가장 마지막에 주사되는 라인의 주사 펄스의 시간적인 차이가 1ms이상 되므로 표시방전을 유도함에 있어서 어드레스 방전의 공간전하를 이용하면 되려 표시방전의 불균일성만 증대시키게 된다.

ADS구동방식 이외의 고속구동기술에 대한 연구로는 크게 소거 어드레스를 사용하는 기술과 어드레스 표시 동시(Address While Display; AWD)구동방식[4]이 있다. 소거 어드레스 방법은 써닝기 어드레스 방식의 반대 개념으로서 일단 패널 전면의 각 화소에 벽전하를 모두 형성시켜 놓고 폭이 좁은 소거 펄스로 필요 없는 화소의 벽전하만을 소거하는 방식이다. 이 방식은 어드레스 펄스가 소거방전 펄스이므로 방전전압이 낮고 $1\mu s$ 수준의 폭이 좁은 펄스로 구동이 가능하다. 그러나 이 방식은 각 서브필드마다 패널전면에 벽전하를 써닝는 강방전을 한 번씩 하여야 하므로 불필요한 배면 휘도가 증가하여 명암비(contrast ratio)가 나빠져 화질이 저하되는 결점이 있다.

한편 AWD구동방식은 주사 펄스를 화면에 정보를 표시하는 표시방전 유지펄스의 휴지구간에 삽

입하는 것으로 어드레스 기간과 표시방전 유지기간이 혼재되어 일어나는 방식이다. 이 방식은 어드레스 방전과 첫 번째 표시방전 유지펄스의 사이가 좁아 어드레스 방전에서 발생한 공간전하의 영향을 표시방전이 받게 된다. 그러므로 폭이 1 μ s 수준에서도 썬닝기 어드레스가 가능하다.[5] 그러나 현재의 AWD구동방식도 역시 full-HDTV 급 PDP를 구동하기에는 부족한 실정이다.

본 연구는 AWD구동방식을 근간으로 하고 공간전하를 효과적으로 이용하여 full-HDTV 구동이 가능한 수준의 고속 구동방식을 연구한 것으로 주사 펄스의 폭과 어드레스 방전특성의 관계에 대해 고찰하였으며 고속 어드레스의 구동특성에 대해 측정하고 평가하였다.

2. AWD 구동방식의 원리

그림 1은 AWD 구동방식에서의 1TV 필드 전체의 타이밍도를 보인 것으로, 전 필드에 걸쳐서 표시를 위한 서브필드들이 설치되어 있고, 이것과 중첩해서 어드레스 구간이 설정되어 있다. 그러므로 이론적으로는 표시방전기간이 어드레스 기간의 영향을 받지 않으므로 100%의 표시방전 시간비율(duty)을 갖는 것이 가능하다.

그림 2는 본 방식의 자세한 구동 타이밍도이다. 그림에서 알 수 있듯이 Y전극 측에 인가한 서스테인 펄스에 이어서 X 전극 측 서스테인 펄스를 인가하여 X, Y 전극의 서스테인 펄스가 인가된 후에 휴지구간이 형성되도록 하였다. 이와 같이 형성된 하나의 서스테인 펄스 휴지구간에 4개의 주사 펄스들을 순차적으로 설치한다. 그리고 이 주사 펄스들과 동일한 타이밍에 X, Y 전극에 양과 음의 바이어스(bias) 전압을 인가한다. 데이터(data) 펄스는 이 주사 펄스와 동기 되어 데이터의 유무에 따라 인가하게 된다. 이 경우 어드레스 기간은 서스테인 펄스의 휴지구간에 삽입되므로 역시 어드레스 기간이 표시방전에 기여할 수 없어 ADS구동방식과 마찬가지로 주사선수나 서브필드의 개수가 증가함에 따라 한 필드당 들어가는 표시방전 유지펄스의 개수에는 제한이 있어 휘도가 감소할 수밖에 없다. 그러나 AWD구동방식은 어드레스 방전과 이어서 오는 서스테인 방전이 수 μ s 이내에 이루어지므로 어드레스 방전의 공간전하를 서스테인 방전에 이용할 수 있어 이를 활용한 고속 어드레스가 가능하다.

본 연구에서 제안한 구동 방식의 특징은 세 가

지으로써 하나는 폭이 좁은 펄스에 의한 소거방전과 Y bias에 의한 광폭 펄스 소거의 2단계 소거로써 안정된 소거특성을 얻을 수 있다는 것이다. 두 번째는 X 전극에 바이어스 전압을 인가하여 어드레스 방전시 벽전하 변환 효율을 높여 0.7 μ s 수준의 폭이 좁은 주사 펄스로도 저 전압의 안정된 어드레스를 할 수 있게 된 것이다. 세 번째로 하나의 서스테인 휴지구간에 설치된 네 개의 주사 펄스 중 서스테인 펄스와 가장 가까운 4번째 주사 펄스를 최초 비트(bit)의 어드레스에 사용한다는 것이다. 이 4번째 주사 펄스는 서스테인 펄스와 인접해 있으므로 어드레스 방전 시 발생한 공간전하를 이용하여 서스테인 방전을 원활히 개시 시킬 수 있다. 이 서스테인 방전에 의해 프라이밍 입자들이 생성되어 다른 비트의 어드레스 방전을 안정하게 일으킬 수 있도록 한다. 그러므로 TV 필드당 1회의 전면 프라이밍 방전을 하여주는 것으로 이후 별도의 프라이밍 방전 없이 안정된 어드레스 동작을 시킬 수가 있다.

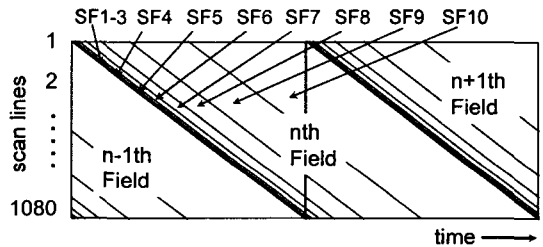


그림 1. 어드레스-표시 동시 구동방식의 서브필드 타이밍 구성도

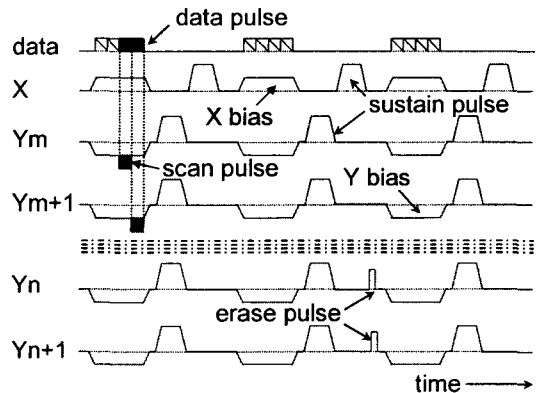


그림 2. 어드레스-표시 동시 구동방식의 펄스 타이밍도

3. 실험 결과 및 토론

본 연구에서 제안한 구동방식을 실험하기 위하여 상용화된 PDP와 같은 패널구조를 가지는 실험용 PDP를 사용하였다. 이 PDP는 3전극 면방전 교류구동형 구조를 가지며, 픽셀피치 $330\mu\text{m}$, 화소수 $80 \times 80 \times 3$ 을 갖는다. 그림 3은 실험에 사용된 구동펄스의 타이밍도이다. 이 실험에서는 서스테인 펄스의 휴지기간에 삽입되는 주사 펄스의 폭을 여러 단계로 변화시켜가면서 그때의 어드레스 및 서스테인 방전특성을 측정하였다. 그리고 주사 펄스와 주사 펄스 다음에 최초로 인가되는 첫 번째 서스테인 펄스 사이의 시간간격을 변화시키면서 이때의 어드레스 및 서스테인 방전특성에 대해 실험하였다.

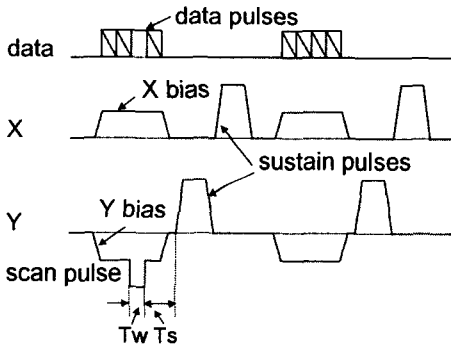


그림 3. 실험에 사용된 구동펄스의 타이밍도

그림 4는 주사 펄스와 첫 번째 서스테인 펄스 사이의 시간간격을 변화시키면서 여러 가지 펄스 폭을 갖는 주사 펄스에 대한 서스테인 방전의 시간지연을 광 검출기를 사용하여 측정한 것이다. 그림에서 보면 주사 펄스의 폭이 클수록 그리고 주사 펄스가 서스테인 펄스와 가까울수록 방전지연 시간이 짧아진다는 것을 알 수 있다. 이는 어드레스 방전에 의한 공간전하가 서스테인 방전에 큰 영향을 미치고 있음을 의미한다. 또한 주사 펄스가 서스테인 펄스에 가까워질수록 주사 펄스의 폭에 따른 방전지연시간의 변화폭이 작다. 이는 주사 펄스의 폭에 따라 벽전하의 축적량이 증가하지만 서스테인 펄스에 가까울수록 벽전하에 의한 영향보다 공간전하에 의한 영향을 더 받는 것으로 해석할 수 있다.

그림 5는 주사 펄스폭의 변화와 서스테인 펄스로부터의 주사 펄스의 위치에 따른 서스테인 방전의 방전강도를 측정한 것이다. 방전강도는 주사 펄

스의 폭이 증가함에 따라 증가하는데 이는 역시 주사 펄스폭이 증가함에 따라 벽전하의 축적량이 증가하기 때문으로 보인다. 또한 주사 펄스의 폭이 좁을 때는 주사 펄스의 위치에 관계없이 유사한 방전강도를 보이다가 주사 펄스의 폭이 넓어짐에 따라 방전강도의 변화폭이 증가하고 $1.5\mu\text{s}$ 에 이르러 다시 방전강도가 비슷해진다. 이로부터 주사 펄스의 폭이 좁은 경우에는 공간전하가 서스테인 방전에 크게 영향을 미치며 주사 펄스폭이 $1.5\mu\text{s}$ 정도가 되면 벽전하의 축적량이 서스테인 방전을 유도하는데 주로 영향을 미치는 것으로 사료된다. 이는 주사 펄스의 폭이 좁은 경우와 넓은 경우 서스테인 방전을 유도하는 메커니즘이 다르다는 것을 의미하며 이에 대해서는 향후 자세하게 해석할 필요가 있다.

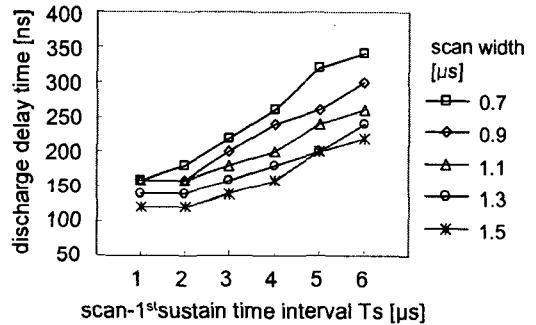


그림 4. 주사 펄스폭과 인가위치 변화에 따른 서스테인 방전의 방전지연시간 특성

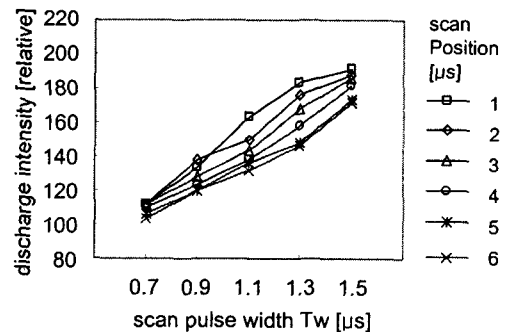


그림 5. 주사 펄스폭과 인가위치 변화에 따른 서스테인 방전의 방전강도 특성

그림 6은 주사 펄스폭의 변화와 주사 펄스의 인가위치에 따른 어드레스 방전의 동작마진을 측정하는 것이다. 여기서 주사 펄스 전압, 서스테인 펄스 전압 및 기타 펄스 전압들은 최적화하여 고정시켰으며 데이터 전압만을 변화시켜 방전전압을 측정하였다. 최대 데이터 전압은 주사 펄스 없이 데이

터 전압만으로 어드레스 방전이 일어나는 전압의 직전전압이고, 최소 데이터 전압은 서스테인 방전이 안정되게 일어나는 어드레스 방전이 최초로 일어나는 전압이다. 그림에서 보면 주사 펄스와 첫 번째 서스테인 펄스 사이의 위치 변화에 따른 방전특성의 변화는 거의 없다는 것을 알 수 있다. PDP에서 방전에 의해 발생한 공간전하의 유효 생존시간은 약 30 μ s 정도라고 알려지고 있다.[6][7] 본 연구의 구동방식에서 주사 펄스와 첫 번째 서스테인 펄스의 시간간격은 10 μ s를 넘지 않으므로 어드레스 방전에서 생성된 공간전하가 서스테인 방전에 큰 영향을 미치고 있다고 할 수가 있다. 그러나 주사 펄스폭의 변화에 따른 어드레스 방전의 변화는 크게 나타나는 것으로부터 전술한 것과 같이 공간전하와 벽전하가 주사 펄스의 폭에 따라 다르게 서스테인 방전에 영향을 미치는 것으로 사료된다. 특히 주사 펄스폭이 좁을수록 최대 데이터 전압이 상승하여 어드레스 동작 마진이 넓어짐을 알 수 있다. 이는 주사 펄스폭이 좁으면 주사 전압이 다소 높더라도 벽전하의 과잉 축적에서 오는 자기소거방전이 일어나지 않아 안정적으로 서스테인 방전을 유도시킬 수 있는 것으로 생각된다.

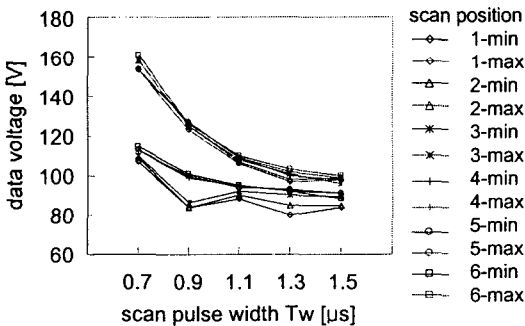


그림 6. 주사 펄스폭과 인가위치의 변화에 따른 어드레스 방전특성

그림 7은 주사 펄스폭이 0.7 μ s인 경우의 어드레스 동작마진을 측정된 것으로 주사 펄스와 첫 번째 서스테인 펄스 사이의 모든 시간간격에서 약 40V의 동작마진을 얻을 수가 있었다. 이 값은 대각 크기 40인치이상의 대면적 PDP의 구동조건을 만족하는 수준인 10V보다 큰 것으로 상용화 가능성이 높은 것으로 추론할 수 있다. 또한 주사 펄스의 위치에 따른 동작 마진의 변화가 거의 없으므로 하나의 서스테인 펄스 휴지구간에 여러개의 주사펄스를 삽입하는 것이 가능하여 상용 구동 IC를 사용한 타이밍설계가 가능함을 보여주고 있다.

그림 8은 주사 펄스폭이 0.7 μ s일 때 오실로스코프를 측정된 어드레스 및 서스테인 방전의 광출력 파형이다. 이 그림을 보면 어드레스 방전의 광출력이 일어나는 시간이 거의 주사 펄스의 폭과 비슷한 수준임을 알 수 있다. 그러므로 주사 펄스에서 벽전하의 축적이 어렵고 다음에 오는 첫 번째 서스테인 펄스는 공간전하의 영향으로 서스테인 방전이 개시되는 것이다. 그리고 그림에서 알 수 있듯이 실제 주사 펄스폭은 0.7 μ s보다도 작다. 그러므로 패널의 용량을 최적화하고 회로의 노이즈등을 최적화시키면 좀 더 좁은 펄스로도 어드레스가 가능함을 알 수 있다. 현재 구현된 수준인 0.7 μ s도 종래의 수준인 2 μ s에 비해 3배의 고속 어드레스가 가능한 수준이다. 이 고속 구동방식을 1080개의 주사선수를 가지는 full-HDTV급 PDP에 적용한다면 12개의 서브필드를 가지고 2400개의 표시방전 유지펄스를 설계하는 것이 가능하다. 그러므로 휘도저하가 없는 고화질의 full-HDTV급 PDP의 구동이 가능하다.

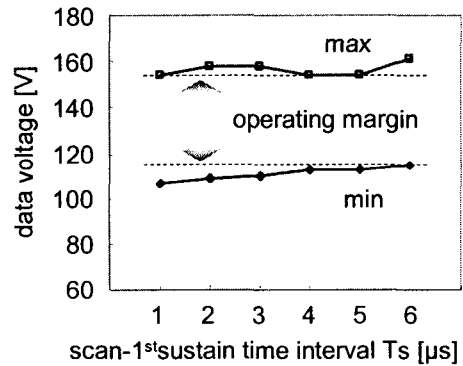


그림 7. 0.7 μ s의 펄스폭을 가지는 주사 펄스의 인가위치에 따른 어드레스 동작마진

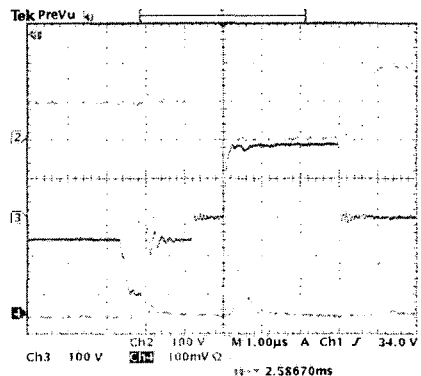


그림 8. 0.7 μ s의 펄스폭을 가지는 주사 펄스에 의한 PDP 구동파형

4. 결 론

본 연구에서는 PDP의 고속구동을 연구함에 있어서 주사 펄스의 폭과 주사 펄스와 그 다음에 이어서 인가되는 첫 번째 서스테인 펄스 사이의 시간간격에 따른 어드레스 방전특성을 고찰하였다. 주사 펄스의 폭은 좁을수록 서스테인 방전지연시간이 길어지고 방전강도가 낮아지는 것으로 보아 벽전하의 축적이 어려워짐을 알았다. 또한 주사 펄스의 위치가 서스테인 펄스에 가까워질수록 방전지연시간은 짧아지나 방전강도는 그다지 변화가 없는 것으로 보아 $1\mu\text{s}$ 이하의 폭이 좁은 주사 펄스는 벽전하가 아닌 공간전하가 서스테인 방전의 방전개시에 주도적으로 기여하는 것을 알았다.

본 고속 구동방식의 어드레스 동작마진을 측정 한 결과 주사 펄스의 위치에 따른 변화는 거의 없고 주사 펄스폭이 좁아질수록 마진이 증가하였다. 실험결과 $0.7\mu\text{s}$ 의 폭을 가지는 주사 펄스에서 20V의 어드레스 동작마진을 얻었으며 최대 6개의 주사 펄스를 하나의 서스테인 펄스 휴지구간에 삽입할 수 있음을 알았다.

본 연구에서 고안된 고속구동방식은 종래의 기술과는 달리 화상정보를 기억시키는 방식으로 벽전하를 사용하지 않고 공간전하를 사용하기 때문에 종래의 구동방식보다 3배의 고속 구동이 가능하며 1080개의 주사선수를 가지는 Full-HDTV PDP의 고화질 구동이 가능하다.

추후에는 주사 펄스의 폭에 따른 공간전하와 벽전하의 역할을 좀 더 자세하게 해석할 필요가 있으며 다수의 서브필드를 구동시켜 고계조 구현특성에 대한 실험을 할 필요가 있다. 또한 상품화 가능성을 평가하기 위하여 종래의 구동 IC를 고려한 구동타이밍의 설계가 필요하다.

참 고 문 헌

- [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, "プラズマディスプレイ最新技術", 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.