

# 변압기를 이용한 저가형 단일형 PDP 구동회로에 대한 연구

김우섭, 신종원, 채수용, 현병철, 조보형  
 서울대학교 전력전자시스템 연구실

## A study of simple PDP driver architecture using the transformer network

W.S. Kim, J.W. Shin, S.Y. Chae, B.C. Hyun, B.H. Cho  
 Power Electronics System Laboratory, Seoul National Univ.

### ABSTRACT

본 논문에서는 변압기를 이용한 단일형 전력회수회로 및 구동 회로를 제안한다. 제안된 회로는 변압기를 이용하여 회수 콘덴서 대체 및 다이오드를 제거하여 전력회수회로를 단순화 한다. 양전원을 이용하여 기존 구동회로의 소거방진시 필요한 주 경로상 직렬 단방향 스위치도 제거된다. 모의 실험을 통해 이용하여 제안된 회로의 타당성을 검토한다.

### 1. 서 론

플라즈마 디스플레이 패널(PDP)은 대화면의 용이성, 넓은 광시야각, 고계조 표현력을 통해 LCD와 함께 평판 디스플레이 시장을 주도하고 있다. 하지만 과거 LCD에 비해 강점으로 부각받던 대화면, 저가격, 고효율은 공정기술의 발전과 백라이트 유닛의 다양화로 인해 점차 퇴색되어 가고 있는 지금 PDP는 Full HD 영상표현, 저전압 구동, 가격 경쟁력 강화등 새로운 도전에 직면해 있다. 셀 구조의 한계를 극복하기 위해 Full HD 대응을 위해 50인치대의 개발이 이루어 지고 있으며, 방전가스의 함량 변화로 광효율의 향상은 이루어졌으나, 고속 address 구동이 요구되고 있기 때문에 이전보다 address 전압을 낮추어 동작시키고 있기 때문에 유지방전 전압은 상대적으로 높아지고 있는 추세이다. 따라서 60%이상의 전력이 소모되는 유지방전 구간동안의 전력회수회로에 대한 연구가 이전보다 활발히 이루어지고 있으며<sup>[1~8]</sup> 전력회수회로뿐 아니라 전체 구동회로 전체에 있어서 가격 경쟁력 향상을 위한 노력이 필요하다.

본 논문에서는 양전원을 이용한 변압기를 이용한 전력회수 회로 및 전체 구동회로를 제안한다. DC-DC 컨버터 출력단을 통해 들어오는  $+V_s$ ,  $-V_s$ 의 양전원을 이용하여 단일형 변압기를 이용한 전력회수 회로를 제안하며 기존의 방전경로상에 존재하던 소거방진과 어드레스 방진시의 차단 스위치를 제거하여 기존보다 단순한 형태의 구동회로를 설계한다. 기존 분리형 구동회로 동작시 패널전극에 전달되는 전압차를 단일형 회로를 이용하여 동일한 구동파형을 형성이 가능함을 검증한다.

### 2. 변압기를 이용한 단일형 전력회수회로

전력회수회로에의 변압기 도입은 기존의 용량성 분할전원을 이용한 전력회수회로<sup>[1]</sup>에 대해 수동성 소자와 공진인덕터를 제

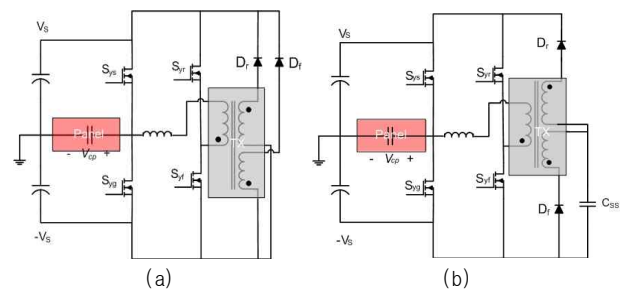


그림 1 변압기를 적용한 전력회수회로; (a) 기본형, (b) 보 조공진형

Fig. 1 Proposed Energy Recovery Circuit

거할 수 있어 가격경쟁력의 이점이 있다. 기존 회로와 동일한 구동파형 생성이 가능하며 상승시간과 하강시간 또한 변경 가능하다. 그림 1에 제안하는 두가지 형태의 단일형 PDP구동회로를 도시하였다.

#### 회로 구성 및 기본동작

제안된 전력회수회로의 경우 기존 단일형 회로에 비해 전력 회수시 공진원으로 작동하는 용량성 소자를 변압기로 대체한 형태가 된다. 기존 독립형 전력회수회로에 대해 패널을 기준으로 풀브릿지 형태가 아닌 하프브릿지 형태의 구동을 통해 유지방전 구간동안 전압을 인가하며 에너지를 변압기를 이용하여 d 용량성 공진원이 아닌 전원단으로 회수하게 된다. 유지구간동안의 기본동작을 그림 2에 도시하였다. 한주기에 대해 스위치 동작 및 파형에 대해 기술한다.

구간 1 ( $t_0 \sim t_1$ ):  $t_0$ 이전에  $S_{Ys}$ 가 도통되어 있고 패널전압( $V_{CP}$ )은  $V_s$ 가 인가되어 있다. 패널은 전원에서 주어지는 에너지를 통해 방전하고 있는 상태이다.

구간 2 ( $t_1 \sim t_2$ ):  $t_1$ 에서  $S_{Yf}$ 가 도통되고  $S_{Vs}$ 가 차단되면 패널 용량은 변압기의 누설인덕턴스와 함께 공진을 시작한다. 이때 변압기 1차측이 도통되면서 2차측에 있는 다이오드  $D_f$  또한 도통되게 된다. 따라서 변압기 1차측에  $nV_s$ 화의 전압이 인가되고 이를 1차측에 전압을 인가한다.  $V_s$ 의 전압을 공진원으로 누설 인덕턴스와의 공진에 의해 패널 전압은  $V_s$ 에서  $-V_s$ 까지 하강한다.

구간 3 ( $t_2 \sim t_3$ ):  $t_2$ 에서 인덕터 전류는 0이되고  $S_{Ys}$ 는 영전압 도통,  $S_{Yf}$ 는 영전류 차단된다.  $t_2$ 로부터 유지방전이 시작된다.

구간 4 ( $t_3 \sim t_4$ ):  $t_3$ 에서  $S_{Yf}$ 가 도통되고  $S_{Vs}$ 가 차단되면 패널 용

량과 누설인덕터의 공진이 시작된다. 패널전압에 의한 공진으로 인해 변압기가 자화되고 3차측의  $D_r$ 이 도통된다. 변압기 1차측에  $nV_s$ 가 형성되며 이로 인해 공진 전압은  $(1-n)V_s$ 가 된다.

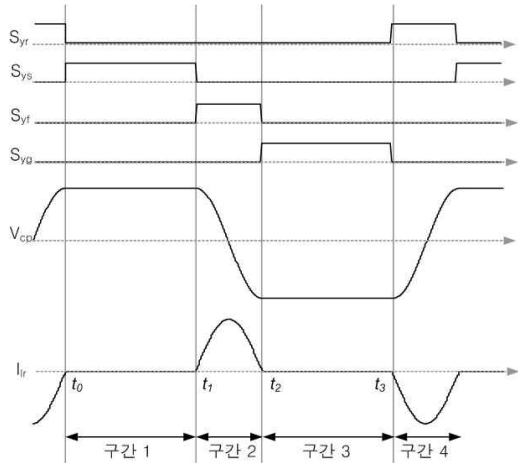


그림 2 제안된 회로의 동작모드별 주요 파형  
Fig. 2 Mode analysis diagram of the proposed ERC

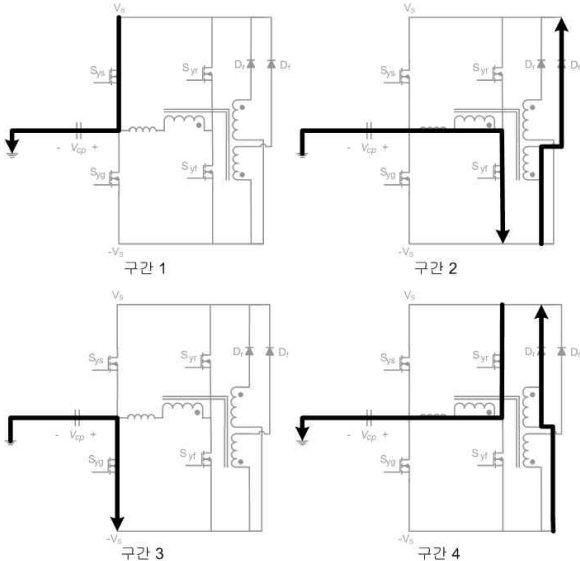


그림 3 제안된 회로의 주요 동작모드  
Fig. 3 The modes of operation

그림 1(b)의 경우도 1(a)회로와 동일한 스위치 동작 및 파형을 보이나, 변압기 2차측에 보조 콘덴서를 추가한 차이가 있다. 이를 이용할 경우 2차측의 다이오드 전압 스트레스를 1(a)에 비해 절반정도 줄여줄 수 있으나 전류량이 2배로 늘기 때문에 효율측면에서 단점을 가지고 있다. 두 회로 모두 변압기의 자화 인덕턴스를 이용하여 보조 스위치의 턴온손실을 절감할 수 있다.

### 3 양전원형 단일형 구동회로

그림 4에 기존 단일형 구동회로와 독립형 기본형 회로간의 어드레스와 Y보드간의 패널전극간 전압을 도시하였다. ADS구동에 대해 X보드를 접지화한 단일형 회로의 경우 X-Y전극간의 전압상대차는 동일하게 유지할 수 있으나, A-Y간의 전압차가 그림과 같이 상이하기 때문에 방전 마진에 있어 단점을 갖게된다.<sup>[9]</sup> 따라서 제안된 회로에서는 전원보드 출력단에 소거방

전과 어드레스방전시 필요한 최소한의 구동회로인 bias회로를 탑재한 구조를 갖도록 설계하였다. 그림 5와 같은 형태의 파형을 이용하여 모의 실험을 진행하였다.

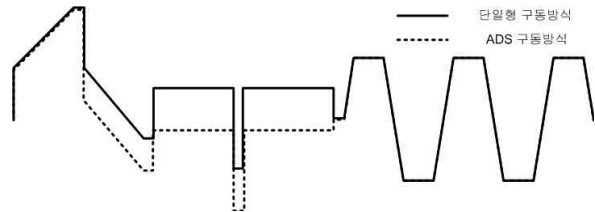


그림 4 ADS방식과 단일형간의 Y-A전극간 전압파형  
Fig. 4 Voltage waveform difference between the Y and A electrodes

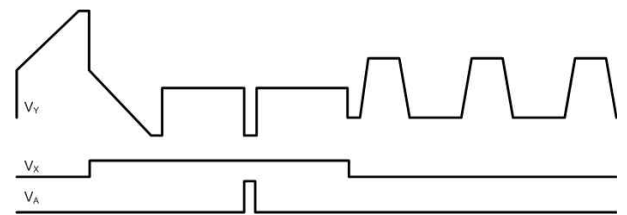


그림 5 단일형 전력회수회로 구동파형  
Fig. 5 Driving waveform for each electrode in Single stage driver

## 4. 시뮬레이션 결과

그림 6과 7에 제안된 회로의 구조와 시뮬레이션 결과를 도시하였다. 기존 회로에 비해 제안된 회로 구조는 양전원을 이용하기 때문에 어드레스 구간동안에 스캔 전압이 음의 값을 가지지만  $-V_s$ 보다 큰 값이 되기 때문에 차단 스위치가 필요 없게 된다. 실제 차단 스위치는 방전 경로상에 직렬로 존재하기 때문에 전류 내력이 좋은 스위치의 병렬연결로 존재하게 되며 이를 제거하여 소자수의 감소를 도모할 수 있다. bias 스위치와 구동회로의 경우 전원단에 통합함으로써 PCB또한 절감할 수 있다.

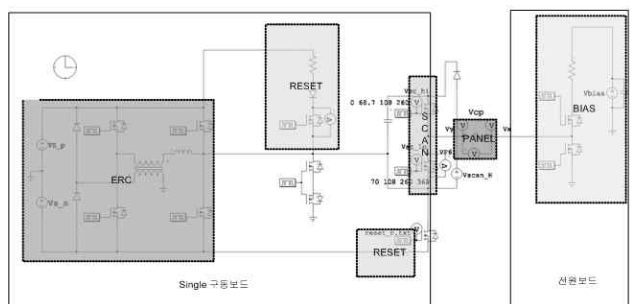


그림 6 제안된 PDP 구동 전체 회로도  
Fig. 6 Overall architecture of the cost effective PDP driving board

그림 7의 각 전극간 상대 전압차를 보면 유지방전구간뿐 아니라, 다른 구간에 있어서도 차단스위치를 제거한 후에도 기존과 동일한 파형을 생성할 수 있음을 알 수 있다. Bias회로를 전원선에 통합시킨후 어드레스시에 인가함으로써 소거방전시의 전위차로 인한 A-Y간의 불균일성을 X-A간의 전압을 이용하여 완화 시켜줄 수 있음을 알 수 있다.

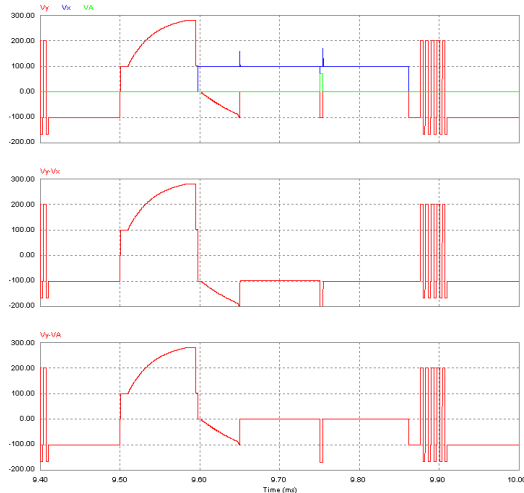


그림 7 제안된 회로의 주요 동작파형  
Fig. 7 key waveforms of the proposed PDP driving board

#### 4. 결 론

본 논문에서는 변압기를 이용한 단일형 PDP전력회수회로 및 구동회로를 제안하였다. 양전원을 이용하여 차단 스위치를 제거하고, 클램핑 다이오드와 공진인덕터, 보조커패시터를 변압기로 대체함으로써 소자수를 감소시킨다. 전원보드와의 통합을 통해 전체 구조를 간단히 하고 가격경쟁력을 강화시킬 수 있다. 모의실험과형을 통해 차단스위치 없이 제안된 회로구조로 구동파형 생성이 가능함을 확인하였다.

이 논문은 삼성SDI의 연구비 지원에 의하여 연구되었습

#### 참 고 문 헌

- [1] L. F. Weber and K. W. Warren, "Power efficient sustain driver and address drivers for plasma panel", U. S. patent 4 886 349, Sept. 1989.
- [2] M. Ohba, and Y. Sano, "Energy Recovery Driver For a Dot Matrix AC Plasma Display Panel with a Parallel Resonant Circuit allowing Power Reduction", U.S. Patent 5,670,974 Sept, 1997.
- [3] H. Yang, J.-K. Kim, C.-K. Yoon, and K.-W. Whang, "A new energy recovery circuit for AC plasma display", in Proc. Society for Information Display, 1998, pp. 3842.
- [4] H. B. Hsu, C. L. Chen; S. Y. Lin; and K. M. Lee, "Regenerative Power Electronics Driver for Plasma Display Panel in Sustain-Mode Operation", IEEE Trans. on Industrial Electronics, vol. 47, no. 5, pp.1118-1125, Oct. 2000.
- [5] C. U. Kim, F. S. Kang, J. H. Cho, and W. S. Yoon, "An efficient ACPDP sustain driver employing boost-up function", in Proc. IEEE/IECON'02, Nov. 5-8, 2002, Sevilla, Spain, pp. 135-139.
- [6] D.Y. Lee, J.H. Yang, and B.H. Cho, "Novel Energy-Recovery Driving Circuit for Plasma Display Panel using Regenerative Transformer", PESC03, vol.2,

pp.656-659, Jun, 2003.

- [7] J.Y. Lee, J.S. Kim, N.S. Jung and B.H. Cho, "The Current Injection Method for AC Plasma Display Panel (PDP) Sustainer", IEEE Tran. Ind. Electron., vol.51, June 2004
- [8] S.-K. Han, G.-W. Moon and M.-J. Youn, "A Resonant Energy-Recovery Circuit for Plasma Display Panel Employing Gas-Discharge Current Compensation Method", IEEE Trans. on Power Electronics, vol. 20, no. 1, Jan 2005.
- [8] B. G. Cho, H. S. Tae "Study on Discharge Stability of Cost-Effective Driving Method Based on  $V_t$  Close Curve Analysis in AC Plasma-Display Panel", IEEE Trans. on Electron Devices, vol. 53, no. 5, May 2006.
- [9] 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," Int. Conf. Consumer Electronics, pp201-202, 2005