

LCD 세정용 상압 플라즈마 전원장치

Power Supply for LCD Cleaning Plasma

조형기*, 김규식**

Hyung-Ki, Cho, Gyu-Sik Kim

Abstract - UV lamp systems have been used for cleaning of display pannels of TFT LCD or Plasma Display Panel (PDP). However, the needs for high efficient cleaning and low cost made high voltage plasma cleaning techniques be developed and improved. In this paper, 3kW high voltage plasma power supply system was developed for LCD cleaning. The 3-phase input voltage is rectified and then inverter system is used to make a high frequency pulse train, which is rectified after passing through a high-power transformer. Finally, bi-directional high voltage pulse switching circuits are used to generate the high voltage plasma. .

Key Words : LCD cleaning, display pannel, high voltage plasma, high power transformer

1. 서 론

TFT LCD, Plasma Display Panel (PDP) 등의 반도체 소자를 사용하는 공정은 다양한 종류의 대형 glass 및 폴리머 평판을 사용하는데, 고효율 세정 및 경제성 확보가 필요함에 따라 기존의 UV LAMP를 이용하는 대신에 상압 플라즈마 기술로 대처하려는 노력이 진행되고 있다. 이 기술은 유기물, glass 절단시의 수분, 회로 제작시 발생하는 잔류 폴리머 등의 오염물질을 플라즈마 내의 산소 radical을 이용하여 제거하는 것으로 환경적으로 안전하고 효율이 높다. 상압 플라즈마의 발생은 대기압하에서 다양한 방법의 전기방전을 이용하되, 전자에너지의 세기가 이온 및 중성입자 등의 에너지보다 높게 유지되도록 한다. 상압플라즈마를 구현하는 방법으로는 유전체 장벽 방전 (Dielectric Barrier Discharge, DBD), 코로나 방전(corona discharge), 마이크로웨이브방전(microwave discharge), 아크방전(arc discharge) 등의 기술이 있다. 이 중 수천도의 높은 온도를 수반하여 주로 spray melting 등에 사용하는 아크방전을 제외한 나머지 기술은 모두 비교적 저온에서 구현이 되므로 폴리머 분이나 전자/반도체 공정에 사용이 가능하며, 현재 널리 그 가능성이 타진되거나 적용이 이미 되고 있다. 이 중 유전체 장벽 방전은 기존의 진공플라즈마에 비해 1000배 이상 높은 반응 활성종(radical)의 농도를 구현할 수 있으면서도 온도가 상온150℃로 낮아서 폴리머, glass 및 저 용점 금속의 표면처리에 적합하다. 유전체 장벽 방전에 사용되는 상압 플라즈마 전원장치의 핵심 기술은 상압의 방전을 발생하기 위한 10kV/cm 이상의 고전압 출력, 유전체의 충방전 현상에 필요한 5μs 이하의 짧은 전류의

pulse 생성, 정밀한 출력 제어를 위한 인버터 전원기술, AC 출력을 위한 고전압 Switching 기술, 비정상 아크발생의 감지, 소호 및 재 기동 등의 제어기술로 pulse 전원장치 제조업체에서 기술개발에 노력하고 있다. 본 논문에서는 이와 같은 LCD 세정용 상압 플라즈마 전원장치를 개발하고 간단한 실험을 통해 그 유용성을 확인한다.

2. LCD 세정용 상압 플라즈마 전원장치

상압 플라즈마 기술 관련하여 최근 국내외에서도 다양한 상압 플라즈마 방전기술에 대한 연구와 개발이 이루어지고 있다. 안정된 상압 플라즈마 방전기술개발 연구와 이를 이용한 새로운 적용기술개발을 위해서 다양한 노력이 추진되고 있다. 이미 수년간 집중적인 연구개발을 지원하여 현재 세계적 수준의 상압 방전기술 및 응용기술이 확보되어 디스플레이, 반도체, 폴리머 산업 등에 실질적인 적용기술을 제시해 나가고 있다. 또한 현재 7, 8여개 신생업체를 중심으로 전자 부품 세정 및 페가스 정화 등의 분야에서 활발한 활동이 이루어지고 있으며 대기업을 포함한 국내 관련 수요업체 등에서도 상압 플라즈마 방전기술의 수월성과 실용성을 인식하고 보다 경쟁력 있는 생산공정에 적용하고자 많은 관심을 기울이고 있는 실정이다. 그러나 상압 플라즈마 전원장치의 기술개발은 업체의 영세성과 기술 인력의 부족으로 인하여 수입품에 의존하고 있는 실정이다. 국내 제품의 기술로는 그림 1과 같이 1차측에서 저압 펄스(LV Pulse)를 만들어 고압 고주파 변압기를 이용하여 고압 펄스를 형성한다. 이와 같은 방법은 Pulse의 상승 및 하강시간 제어 및 정확한 출력제어가 어려운 방법으로 정밀 제어를 위하여 고압 고주파 변압기 2차측에 그림 2와 같은 고압 Pulse Switching 부분을 추가하여 출력을 제어하는 기술의 개발이 필요하다. 국외에서는

저자 소개

* 조형기: (주)한삼기연 대표이사

** 김규식: 서울시립대학교 전자전기컴퓨터공학부 교수

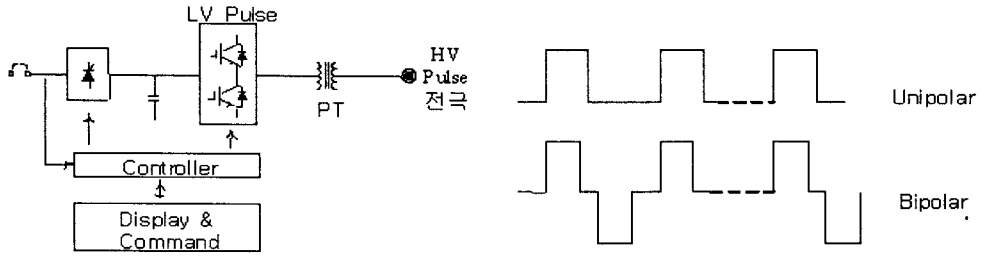


그림 1. 기존의 고압펄스 전원장치

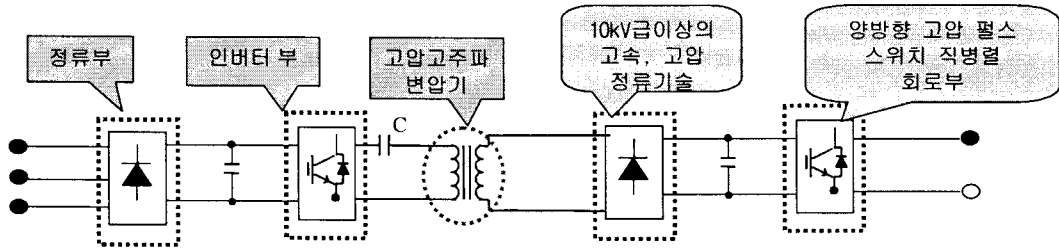


그림 3. 상압 플라즈마 전원장치 개념도

일본을 중심으로 세정 장비 시장에서 높은 시장점유율을 확보하고 있는 적수화학, 히다찌 등의 업체들이 최근 상압플라즈마를 이용한 세정기의 개발을 주도하고 있어서 세계적인 전자부품 세정 업계의 추세가 상압플라즈마를 이용한 세정으로 향해 있음을 알 수 있다. 미국의 경우에도 Stevenson Institute Technology (SIT) 에서 개발된 Capillary 형태의 상압 플라즈마 방전기술을 바탕으로 PLASMION이라는 미국 벤처업체가 설립되어 있으며, Univ. of Tennessee Knoxville 에서는 상압 플라즈마기술을 이용한 바이오 관련 벤처회사를 지난 1-2년 사이에 2곳 이상 설립하여 관련 적용 기술을 다양하게 개발하고 있다.

생방제독 분야 등에 새로운 시스템 및 처리기술을 적용하기 위한 연구가 활발히 추진되고 있다. 또한 일본에서는 다양한 상압 플라즈마 적용시스템을 개발하여 자동차산업, 폴리머산업, 코팅산업 등에 부분적으로 활용하고 있는 것으로 알려지고 있다. 전원장치 제조업체는 RF방식으로 미국의 AE (Advanced Energy), ENI 등이며, PULSE 전원장치 제조업체로는 미국의 DTI 등에서 제품기술을 주도하고 있다.

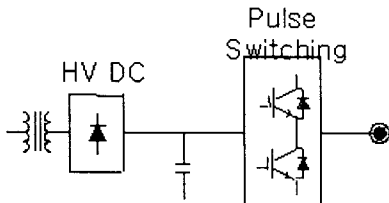


그림 2. 고압 펄스 스위칭

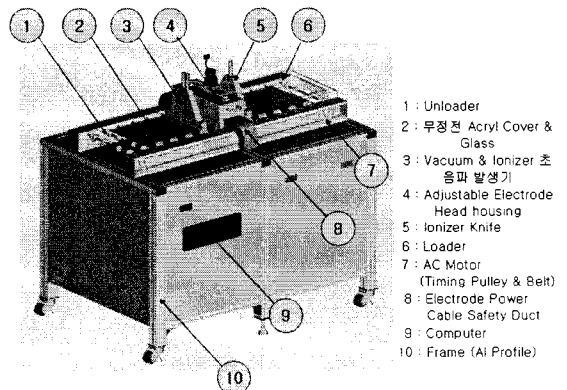


그림 4. LCD 세정용 파이롯트 시스템의 구조

기존의 코로나방전을 개발했던 업체들도 이를 개량한 상압 플라즈마기술을 이용하여 다양한 형태의 응용시스템 시제품을 소개하고 있으며, 유럽에서도 상압 플라즈마 기술을 이용하여 고출력 레이저 개발 등 전기, 전자관련 부품사업에 적용 영역을 확대해 나가고 있다. 세정 이외의 분야에서도 활용되고 있는데, 미국에서는 상압 플라즈마를 이용하여 Defense 사업을 중심으로 대학과 연계하여 미생물, 박테리아 살균, 화

본 논문에서 실험을 위해 제작한 3kW 급 LCD 용 플라즈마 세정장치의 구조가 그림 4에 있다. 또한, 실험장치 구성도가 그림 5에 있다. 저항부하를 바꾸어서 실험을 수행하였고 이에 대한 실험 결과가 그림 6, 7, 8, 9에 각각 보여진다.

3. 실험 및 결과

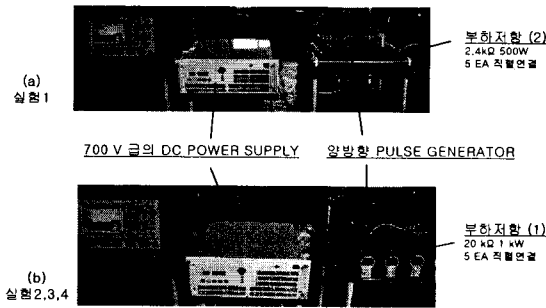


그림 5. 실험 장치 구성도

입력	출력	부하저항	비고
1. Pulse On Time 5 us	1. Pulse 상승시간 1.5us	2.4kΩ 500W	부하저항에 있는 리액터 성분으로 인한 전압 상승 및 하강시간의 지연 발생
2. 주파수 : 20kHz	2. Pulse 하강시간 2us	5 EA 직렬연결	
3. 전압 : 15 kV	3. Peak 전압 17kV		

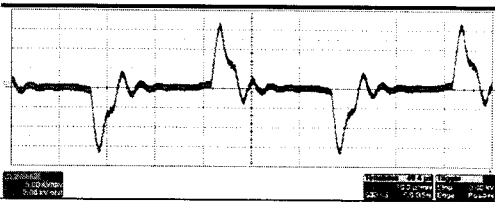


그림6. 부하 변동 실험 1의 출력 펄스 파형

입력	출력	부하저항	비고
1. Pulse On Time 5 us	1. Pulse 상승시간 2.5us	20kΩ 1kW	실험 1에 비해 부하저항에 있는 리액터가 커서 전압 상승 및 하강시간의 지연이 상대적으로 큼
2. 주파수 : 20kHz	2. Pulse 하강시간 3us	5 EA 직렬연결	
3. 전압 : 20 kV	3. Peak 전압 19kV		

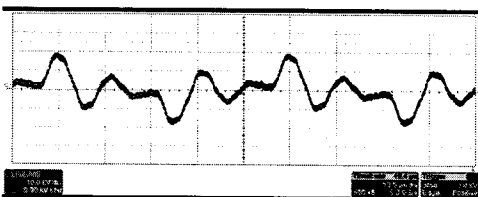


그림7. 부하 변동 실험 2의 출력 펄스 파형

그림 6, 7, 8, 9의 실험 1 - 4에서 나타난 바와 같이 다양한 저항부하로 시험한 결과의 출력파형을 얻었다. 부하가 리액터 값이 거의 없는 무유도 저항부하를 사용하였으나 출력선 및 저항내부에 있는 리액터성분으로 인하여 Pulse 상승 및 하강시간의 지연이 많이 발생하였다.

4. 결론

본 논문에서는 LCD 세정용 상압 플라즈마 전원장치 개발에 관한 연구를 수행한 결과, 700V급 DC 파워서플라이를 이용한 DC-DC컨버터를 통하여 40KV, 3KW급 출력 전원을 개발하였고 고압고주파 직병렬회로를 개발하여 10KV급 병렬운전기법을 구현하였다. 저온/상압 플라즈마 공정기술은 산업전반에 걸쳐 중요한 핵심요소기술의 하나로 이미 국내에서 세

계적인 추세를 앞질러서 적용되고 개발되고 있으므로 우수한 품질의 전원장치 개발과 공정기술의 개발이 동시에 진행되면 경제성 및 기술경쟁력이 향상된 21세기형 한국형 핵심기반기술로의 발전이 가능하다 할 수 있다.

입력	출력	부하저항	비고
1. Pulse On Time 5 us	1. Pulse 상승시간 2 us	20kΩ 1kW	실험2와 유의차가 없음.
2. 주파수 : 20kHz	2. Pulse 하강시간 3us	2 EA 직렬연결	
3. 전압 : 20 kV	3. Peak 전압 18 kV		

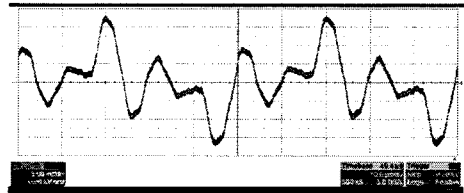


그림8. 부하 변동 실험 3의 출력 펄스 파형

입력	출력	부하저항	비고
1. Pulse On Time 12.5 us	1. Pulse 상승시간 2.5us	20kΩ 1kW	1. 최대전압의 유지 2. 리액터 성분으로 인한 상승 및 하강시간의 지연은 동일하게 발생
2. 주파수 : 20kHz	2. Pulse 하강시간 4us	5 EA 직렬연결	
3. 전압 : 20 kV	3. Peak 전압 21kV		

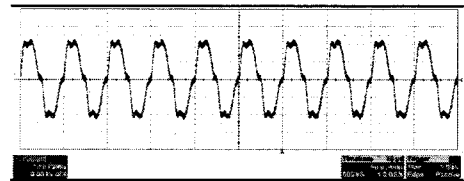


그림9. 부하 변동 실험 4의 출력 펄스 파형

감사의 글

본 연구는 지역산업진흥사업 지역특화기술개발사업의 일부 결과(과제번호:10015490) 로 지원에 감사드립니다.

참고 문헌

- [1] 임용식, 김규식, 원충연, 최규하, 목형수, "직류고전압 아크 스타트방식의 펄스 인버터 TIG 용접기," 전력전자학회논문지 제5권 3호, pp.238-245, 2000. 6
- [2] Hae-Ryong Choi, Hyung-Soo Mok, Gyu-Ha Choe, Chung-Yun Won, Kyu-Sik Kim, "Enhanced Characteristics of DCM Converter for Inverter Arc Welding System," *IEEE Power Electronics and Drive Systems PEDS'99*, pp.456-461, July, 1999
- [3] J.Y.Choi, G.J.Yu, Y.S.Jung, I.Choy, J.H.Song, G.S.Kim, "A Novel Two-Mode MPPT Control Algorithm Based on Comparative Study of Existing Algorithms," *Proceedings of PVSC 2002*, 2002. 8