

工學碩士 學位論文

자동이온조절 장치를 갖춘
이온블로워의 개발에 관한 연구

指導教授 李 東 勳

이 論文을 主 題 項 目 學 位 論 文 으 로 提 出 함



釜慶大學校 産業大學院

安全工學科

慶 贊 秀

이 論文을 慶 贊 秀의 工學碩士
學位論文으로 認准함

2004年 12月 23日

主 審 工學博士 崔 載 旭



委 員 工學博士 張 聖 祿



委 員 工學博士 李 東 勳



목 차

1. 서론	1
2. 본론	3
2.1 LCD 제조공정의 정전기성 불량	4
2.1.1 반도체와 LCD의 정전기적 특징의 차이	4
2.2 LCD 제조공정의 대표적 ESD 불량문제	5
2.2.1 배향막, 패턴 전극의 ESD 파괴에 의한 점·선 결함표시	6
2.2.2 정전기 방전에 의한 전극용융	8
2.2.3 LCD 구동용 IC, 능동소자의 ESD 에 의한 동작 불량	8
2.2.4 정전기방전시에 발생한 전자 노이즈로 인한 제조장치의 오작동	8
3. 실험방법 및 실험장치	9
4. 실험결과 및 고찰	10
4. 1 고전압 감시 및 +/- 고전압 경고	10
4. 2 고전압 전류값 및 저/고 이온생성 경고	12
4. 3 이온 전류	13
4. 4 방전전극 전압경보	14
4. 5 궤환 기능과 궤환 경고	14
5. 결론	32
참고문헌	33
Abstract	35

표 목 차

표 1. LCD와 반도체의 정전기적 비교	4
표 2. STN-LCD 제조공정별 정전기성 불량원인	5
표 3. 고(高)이온 및 저(低)이온의 설정 값	12
표 4. 궤환기능 상수의 설정 값	16

사 진 목 차

사진 1. ESD에 의한 파괴부분과 점 결함	7
사진 2. 자동이온 조절장치를 갖춘 송풍형 정전기제거장치	9

그림 목 차

그림 1. LCD 의 기본구조	3
그림 2. 자동이온조절장치의 내부 블록 다이어그램	11
그림 3. 궤환기능의 형태	16
그림 4. 주파수에 따른 고전압 변화	21
그림 5. 동작시간(ON Time)에 따른 고전압 변화	22
그림 6. \pm 고전압의 변화에 따른 고전압 변화율	23
그림 7. + 고전압의 변화에 따른 고전압 변화율	24
그림 8. - 고전압의 변화에 따른 고전압 변화율	25
그림 9. 주파수의 변화에 따른 고전압전류의 변화	26
그림 10. 동작시간의 변화에 따른 고전압전류의 변화	27
그림 11. \pm 고전압의 변화에 따른 고전압전류의 변화	28
그림 12. \pm 고전압 변화에 따른 고전압전류의 변화	29
그림 13. Feedback 기능에 의한 교정동작	30
그림 14. 비례기의 설정값이 과다하여 헌팅을 하는 경우	31
그림 15. 적분기의 설정값이 과소하여 헌팅을 하는 경우	31

1. 서론

지상 디지털 방송을 앞두고 30 인치가 넘는 TFT 액정 TV가 일제히 시장으로 나오고 있다. 이에 따라 TV도 슬림화하여 보급되고 고화질 디지털하이비전을 축으로 한 새로운 영상시대의 막이 올랐다.^{1~3)} 이러한 고화질 영상을 촬영하기 위해서는 View Finder를 장착한 하이비전카메라가 사용되고 있다. 중개 스튜디오 촬영 시 사용된 하이비전 카메라는 CRT형태의 View Finder가 사용되었다. 게다가 CRT는 흑백이고, 카메라맨이 View Finder로 보는 영상과 실제의 영상에는 색채의 점에서도 큰 차이가 있었다. 이들의 문제를 해결한 것이 고정밀 칼라의 TFT 액정 판넬이다. 이를 하이비전카메라의 View Finder에 사용하여 종래의 CRT에서는 현실화하지 못한 선명한 포커스를 맞추는 것이 가능하게 되었고, 실제의 영상에 필요한 1,677만 색의 칼라 영상이 가능하게 되었다.^{4~6)}

최근 반도체와 LCD 공정에 있어서 정전기 대책은 부유미립자 오염 제어와 더불어 중요한 환경제어의 하나로 되고 있다. 특히 LCD 제조 공정에서는 글라스 기판 사이즈의 급속한 대형화에 의해 정전기 발생이 촉진되고, 정전기에 의한 미립자 오염과 정전기 방전에 의한 회로 소자의 파괴 등의 정전기 장애가 큰 문제로 되고 있어서, 정전기제어에 대한 중요성이 점점 심화되고 있다. 반도체와 LCD 제조는 부유 미립자 오염 방지의 관점에서 깨끗한 제조 환경(Clean Room)에서 이루어지고 있으며, 이 때문에 LCD제조 등의 클린룸에서는 청정한 제조환경을 유지하고, 정전기를 제거하는 기술이 요구되고 있다.⁷⁾

LCD 제조공정에 있어 정전기에 의한 장애는 반도체와 비교하면 특

징적인 차이점이 있다. 최근 제품동향의 변화에 따라서 전반 공정인 글라스기판 가공공정에서 후반공정인 조립공정까지 LCD 특유의 정전기성 불량 발생되고 있다.⁸⁾

본 논문에서는 첫 번째로 TFT액정 패널의 제조공정에 있어서 정전기 장애와 정전기 제어 대책에 대하여 조사하였고, 두 번째로 자동이온 조절장치를 갖춘 송풍형 정전기 제거장치의 개발과 이에 대한 특성을 조사하여 향후 7세대 이상의 LCD제조공정에 적합한 정전기 제거장치 개발하는데 있다.

2. 본론

액정표시소자(LCD)는 반도체 소자와 같이 정전기의 영향을 매우 받기 쉽다. 그림 1은 LCD의 기본 구조도를 나타내고 있다.

최근 LCD는 대형화, 고정밀화, Color 화, 고속화, 경량화, 슬림화에 대응하는 움직임이 활발하게 전개 되고 있다. 이에 따라 유리기판은 대형화 되고, 전극의 간격도 협소하게 되고 있다. 이것은 정전기 방전 에너지도 크고, 방전하기 쉬운 구조를 의미한다. 더욱이 LCD 구동용 드라이버-IC는 크기가 작게 되어 정전기 내성에 약하게 되는 경향이 다. 이상과 같이 LCD 제조공정에 있어서 정전기방전(Electrostatic Discharge)에 파괴 문제는 보다 심각하게 되는 경향이다. 종래 LCD 제조공정에 있어서 정전기 방전에 의해 불량이 발생하면 공정의 특징에 의해 발생 공정 규명, 원인 해명, 대책 실시까지 많은 시간과 대책 비용이 필요로 하는 경우가 많았다. LCD 제조공정에 있어서 대표적 정전기성 불량의 특징과 대책은 다음과 같다.⁹⁾

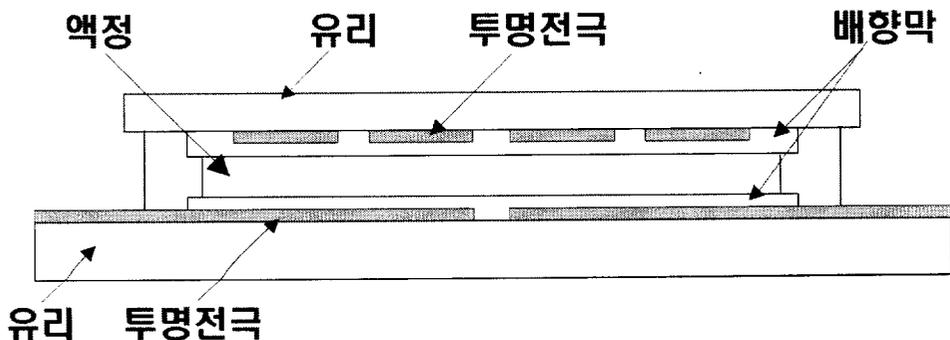


그림 1. LCD 의 기본구조

Fig 1. Fundamental Structure of LCD

2.1 LCD 제조공정의 정전기성 불량

2.1.1 반도체와 LCD의 정전기적 특성의 차이

표1은 LCD 제조공정의 정전기적 특성을 반도체와의 차이를 비교한 것이다.¹⁰⁾

표 1. LCD와 반도체의 정전기적 비교

항 목	반도체(IC등)	LCD
1. 기판재질	Doped-Si, GaAs 등	글라스(알칼리, 할로젠산등)
2. 기판면적	~ 300mm	넓음(1100 × 1250mm)
3. 대전특징	Wafer 방전경로가 있으면 대전할 수 없다. 수지 몰드 후에는 대전하기 쉽다	방전경로에 관계없이 전 공정에서 대전하기 쉽다.
4. 제품 정전용량	적음(~10수 PF)	큼(~수백 PF 또는 그 이상)
5. 방전 에너지	적음	큼

2.2 LCD 제조공정의 대표적 ESD 불량문제

표 2는 STN-LCD 제조공정에서 대표적 ESD 불량문제에 대하여 발생 공정을 정리한 것이다.¹⁰⁾

표 2. STN-LCD 제조공정별 정전기성 불량원인

불량현상	투명 전극 회로 형성	배향 막 형성	배향 처리	스페 이서 산포	절단	액정 주입	편광 판라 미 네트	최종 조립
배향막, 패턴전극 1.의 ESD 파괴에 의 한 점선 결함표시	○ ●	○ ●	○ ●	●	-	-	○	○
2. 정전기방전에 의해 전극용융	-	-	-	-	-	●	○ ●	○
LCD 구동용 IC, 능 3.동소자의 ESD에 의한 동작불량	-	-	-	-	-	-	-	○ ●
4. 정전기방전에 따른 전자 노이즈에 의 한 제조장치의 오 작동	-	-	-	-	-	-	-	○

(○ : 가공, ● : 반송, - : 해당없음)

2.2.1 배향막, 패턴 전극의 ESD 파괴에 의한 점·선 결함표시

이 불량은 LCD 제조공정 전체에서 발생하기 쉽다. 전반공정에서는 가공중의 대전과 가공후의 박리대전, 반송대전에서 불량이 발생하기 쉽다. 후반공정에서는 편광판공정, 즉 편광판 라미네트, 편광판보호시트 박리가공에서 발생하기 쉽다.

사진 1은 ESD에 의해 파괴된 부분과 점 결함을 표시한 사진이다.

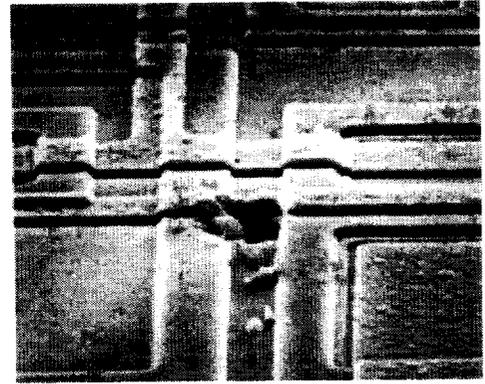
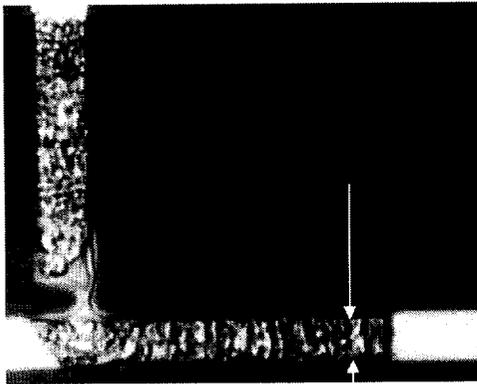
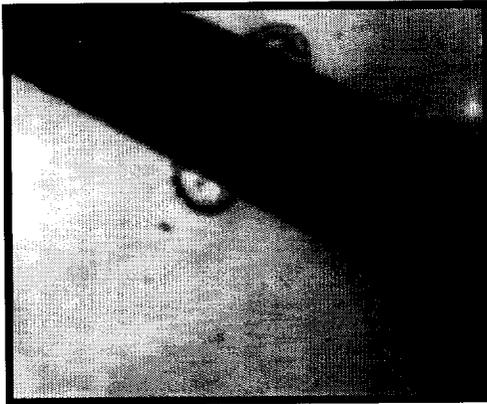


사진 1. ESD에 의한 파괴부분과 점 결함

Pic 1. Breakdown part and spot error by ESD

2.2.2 정전기 방전에 의한 전극용융

이 불량은 액정 주입 이후의 공정에서 주로 발생한다. 불량 메카니즘은 다음과 같다. 일반적으로 액정에는 이온성의 불순물이 존재하고 있다. 이것은 액정 자체가 가지고 있는 것, 접착제로 부터 유입된 것, LCD 제조공정으로부터 혼입 등으로 생각할 수 있다. LCD 단자에서 정전기방전이 발생하면 LCD 내부의 액정층양단에 있는 표시전극의 전위밸런스가 붕괴하여 표시 전극간에 직류 전위차가 발생한다. 표시 전극간은 고저항이기 때문에 직류전위차를 유지할 수 있어서 이온성 불순물은 전계에 의해 전극 양단으로 이동하여 전기 2중층을 형성하여 안정 상태로 된다. 그 후 구동전압을 인가하면 방전한 표시전극 라인의 액정층에 인가되어 실효전압이 변한다. 이렇게 하여 LCD 단자방전을 일으킨 표시전극은 용융을 일으키게 된다.

2.2.3 LCD 구동용 IC, 능동소자의 ESD 에 의한 동작 불량

LCD 구동용 IC를 장착한 실장공정 이후에는 IC의 정전기파괴에 의해 전체적으로 표시되지 않든가 또는 일부의 선이 표시되지 않는 불량이 발생한다. 특히 정전용량이 큰 LCD 패널과 구동용 IC가 접속되어 있을 때는 ESD에 의한 동작불량이 발생하기 쉽다.

2.2.4 정전기방전시에 발생한 전자 노이즈로 인한 제조장치의 오작동

이 불량은 모든 공정에서 발생할 가능성이 있지만, 일반적으로는 노이즈 대책으로서 전원에 노이즈 필터와 신호선의 정전 실드(Shield)가 일반적으로 실시되고 있는 경우가 많아 크게 문제되는 경우는 없다.

3. 실험방법 및 실험장치

사진 2는 본 연구에서 개발된 자동이온조절장치를 갖춘 송풍형 정전기 제거 장치의 모습을 나타낸 사진이다. 본 개발 장치는 정전기 제거 장치로부터 생성되는 \oplus 또는 \ominus 이온의 편차를 지속적으로 감지하는 이온밸런스 센서, 이온 밸런스가 $\pm 100V$ 이상 초과하면 외부 경보를 알리는 경보장치와 이온을 생성하는 방전전극의 외형구조로 형성되어 있다.

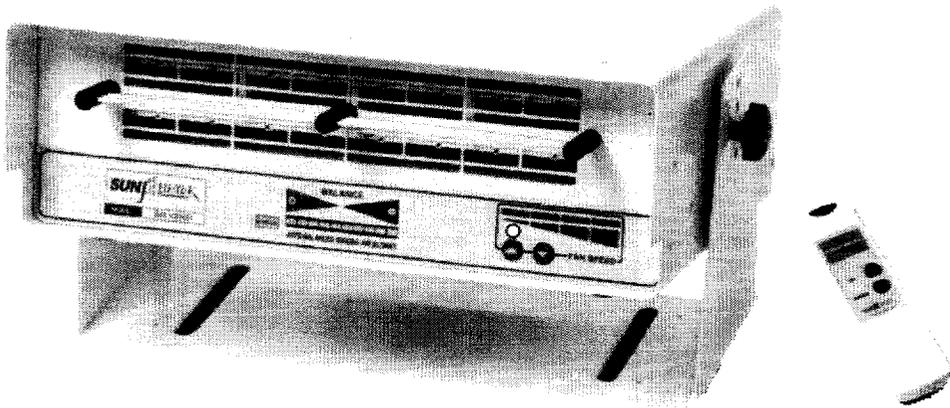


사진 2. 자동이온 조절장치를 갖춘 송풍형 정전기 제거 장치

Pic 2. Ion Blower equipped with Automatic Ion Balance control system.

4. 실험결과 및 고찰

본 연구에서는 LCD 제조공정에서 정전기에 의한 불량률을 최소화하기 위하여 잔류정전기전압 (Ion Balance Potential)을 최소한 $\pm 100V$ 이내로 유지하여야만 한다. 따라서 이를 위해서 자동이온조절장치를 갖춘 송풍형 정전기제거장치를 개발하였다.

그림 2는 자동이온조절장치의 내부 블록 다이어그램을 나타낸 것이다. 본 연구에서 제안된 회로는 주(Master)와 부(Slave)의 2개의 마이크로프로세서(Microprocessor)가 제어기(Controller)로부터 송신된 신호는 RS-485통신에 의해 $+/-$ 고전압의 발생량과 발생 타이밍(Timing)을 제어함과 동시에 각종의 신호를 감시하여 정보 및 궤환(Feedback) 동작을 한다.

4.1 고전압 감시 및 $+/-$ 고전압 정보

제어기로부터 송신된 신호에 따라서 주(Master) 마이크로프로세서는 $+/-$ 의 고전압값을 각각의 $+/-$ VCVS (Voltage Control Voltage Source)에 지시한다. VCVS는 주 마이크로프로세서로부터 보내어진 신호에 따라서 제어기로부터 공급된 기준전원 + 24 Volt를 변환하여 $+/-$ HVPS (High Voltage Power Source)에 보냄과 동시에 + 고전압 및 -고전압값으로 표시된다. 이와 동시에 제어기로부터 주 마이크로프로세서에 송신된 고전압에 대해서 VCVS로부터 HVPS에 보내어진 고전압값이 $\pm 20\%$ 를 초과하면 + 고전압 또는 -고전압 경보가 발생하고, 설정된 시간 후에는 송풍형 정전기제거장치는 자동 정지한다. 이와 같은 경보가 발생하는 주된 요인은 다음과 같다.

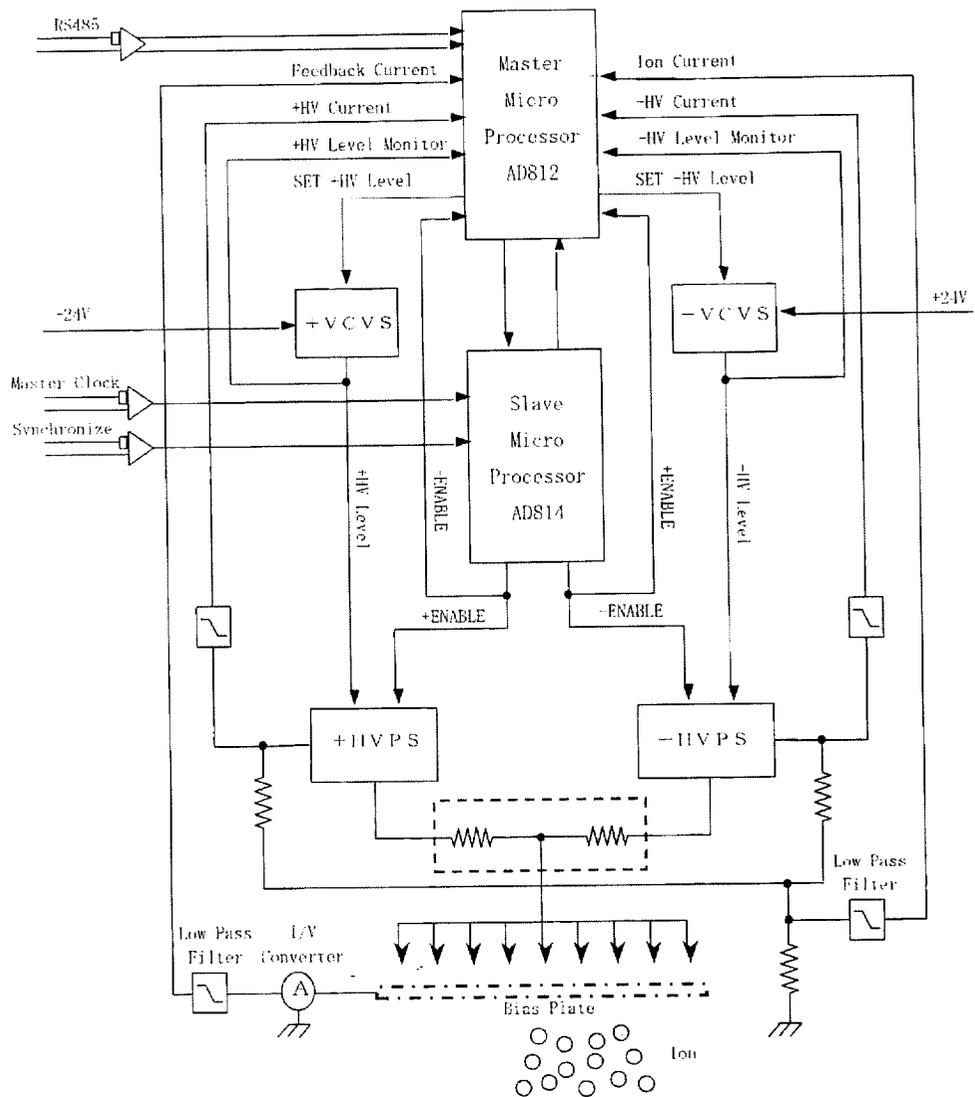


그림 2. 자동이온조절장치의 내부 블록 다이어그램

Fig. 2 Inner Block Diagram of Automatic Ion Control System

- ① VCVS의 고장
- ② HVPS의 고장
- ③ 반대극성의 HVPS로부터 과도한 유입이 있을 때
- ④ 방전전극에서의 이상방전

고전압경보는 위에서 언급한 원인에 의하여 VCVS에서 설정된 고전압보다 이상적으로 저하하든지 또는 상승하는 경우에 발생한다.

4. 2 고전압 전류값 및 저/고 이온생성 경보

HVPS는 VCVS로부터 공급된 전원에 의하여 +/- 직류고전압을 발생해서 방전전극에 공급하지만, 이 직류고전압의 전류와 동일하면서 반대극성인 누설전류가 +고전압전류 및 -고전압전류로서 나타난다. 고전압전류가 설정된 고(高) 이온설정값을 초과하면 고(高)이온경보가 발생하고, 설정된 시간 후에 송풍형 정전기제거장치는 자동 정지한다. 또 설정된 저(低)이온설정값보다도 저하하는 경우는 저(低)이온경보가 발행하지만, 이 경우에는 송풍형 정전기제거장치는 자동 정지하지 않는다. 이상과 같이 고전압전류는 고전압 발생량을 검지하고, 이 발생량의 이상을 고(高)이온 또는 저(低)이온 경보로 된다. 이상발생이 생기는 원인으로서는 고(高)전압경보와 동일하지만, 특히 방전전극에 금속물체의 접근 등에 의한 아크방전(불꽃방전) 및 내부회로의 단락 등의 위험상태를 피하기 위해서는 고(高)이온 경보 시에는 송풍형 정전기제거장치가 자동정지 하도록 하였다. 경보가 발생하는 주된 요인은 다음과 같다.

- ① VCVS의 고장

② HVPS의 고장

③ 반대극성의 HHVPS로부터 과도한 유입이 있을 때

④ +/- HVPS가 동시에 동작할 때

⑤ 방전전극의 이상방전

표 3은 각종의 조건에서 고전압전류값을 표시한다. 고전압전류는 주 파수, 동작시간(ON Time) 및 고전압에 의하여 결정된다고 생각된다. 또 고(高) 이온 및 저(低) 이온 경보설정 값은 조정 후 표시된 +고전압전류 및 -고전압전류 값을 참조해서 설정하면 좋다고 생각된다.

표 3. 고(高)이온 및 저(低)이온의 설정 값

	설 정 값
Ion Hi Limit	(+HV Current, -HV Current 중 큰 값)+2
Ion Low Limit	(+HV Current, -HV Current 중 큰 값)-2

4. 3 이온 전류

HVPS에서 발생된 고전압의 대부분은 전극에 공급 되지만, 일부는 반대극성의 HVPS로 유입된다. 또한 방전전극으로부터 방전된 전류의 일부는 Ion을 발생시키고, 일부는 접지극(Bias plate)에 유입된다. 이온 전류 값은 이온을 생성하는데 필요한 +/-의 전류의 평균값을 표시하는 것으로서, 이로부터 이온 발생량의 변동을 감지할 수 있다.

4. 4 방전전극 전압경보

+/- HVPS의 ON/OFF는 제어기로부터 송신된 주 클럭(Clock) 신호를 기준으로 해서 설정된 주파수에 따라서 주 및 부 마이크로프로세서를 제어한다. 또한 송풍형 정전기제거장치의 +/- 이온 발생을 동기화 시키기 위해서 설정된 시간마다 제어기로부터 동기신호가 송신된다. 이 때 이온의 발생은 약 0.1초 동안 정지한 후 + 이온이 먼저 발생한다. 방전전극 전압경보는 +/- HVPS의 ON/OFF를 감시하는 주 마이크로프로세서가 +/-의 한쪽 또는 양쪽이 ON 또는 OFF의 상태가 20초 동안 이상 계속되는 경우에 발생하고, 그 이후에는 자동 정지된다.

4. 5 궤환 기능과 궤환 경보

방전전극으로부터 방전된 전류의 일부는 접지극으로 유입된다. 이 전류는 전류/전압 변환기(I/V Converter)에 의해 전압으로 변환되고 저대역필터(Low Pass Filter)에 의해 여과되어 궤환전류로서 +/- 이온 밸런스를 일정한 범위 내로 유지 할 수 있다. 조정작업이 완료되어 +/- 이온 밸런스의 안정을 확인한 후에 FB을 ON한 순간의 궤환전류가 주 마이크로프로세서에 기억되어 기준 값으로 되고, 그 후의 궤환전류와 비교하는 것으로 궤환기능이 동작한다. 궤환전류는 앞에서 언급한 저대역필터(Low Pass Filter)에 의해서 여과되지만, 이 때 급격한 큰 변화가 있는 경우에는 최대 약 20초 동안 지연이 발생한다. 따라서 FB를 ON하기 전에 약 1분간은 +/- 이온밸런스의 안정을

확인 할 필요가 있다.

FB Int는 기준값과의 비교를 +/- HVPS의 ON/OFF 시에 매번 하지만, 다음 항의 적분기(Integration)에 의해 설정된 시간마다 할 것인가를 결정한다. FB Int을 OFF에 설정하고, +/- HVPS의 ON/OFF 시에 기준값과 비교를 하는 것은 궤환전류가 극히 안정한 경우 등의 특수한 조건 이외에는 궤환기능에 의해 헌팅(Hunting)이 발생 할 가능성이 높기 때문에 보통 때에는 ON으로 설정한다. 적분기(Integration)는 FB Int가 ON한 경우에 검출된 궤환전류값을 기준 값과 비교하는 시간 간격을 설정한다. 시간은 입력한 숫자의 2의 승수로 취한다. 예를 들면 8을 입력하면 2의 8승으로 256이 된다. 단위는 FB가 ON하는 경우는 [초], OFF의 경우는 [분]으로 된다. Dead band는 기억된 기준값을 중심으로 해서 궤환기능을 동작시키는 값을 설정한다. 즉, 궤환기능은 적분기(Integration)에서 설정된 시간으로 검출된 궤환전류가 Deadband에서 설정된 값을 초과하는 경우에 동작한다. Dead band를 [100]에 설정하면 FB ON 상태에서도 궤환기능은 해제된다. 비례기(Proportional)는 궤환기능이 동작한 경우에 원래의 이온밸런스로 되돌아가기 때문에 교정량을 설정한다.

교정은 다음 식(1)과 같이 표시 할 수 있다.

$$\{(\text{Deadband로 설정된 값}) - (\text{검출된 궤환전류값}) \times (\text{Proportional 설정 값}) \} \times 1/100 \text{-----}(1)$$

로서 구해진 값으로 이온밸런스를 변경할 수 있다. 비례기

(Proportional)를 [0]으로 설정하면 FB ON 상태에서도 궤환기능은 해제된다. 궤환기능에 의한 +/- 이온밸런스의 교정은 1 주기중의 +/- 고전압의 발생시간의 분할, 즉 밸런스 값을 변경하는 것으로 될 수 있다. 궤환기능에 의해 변경된 밸런스 값은 Misc. 메뉴에서 확인 가능하다. 밸런스 값을 FB ON의 상태에서도 변경하는 것이 가능하다. 위에서 언급한 궤환 기능의 형태를 표시하면 그림 3과 같다.

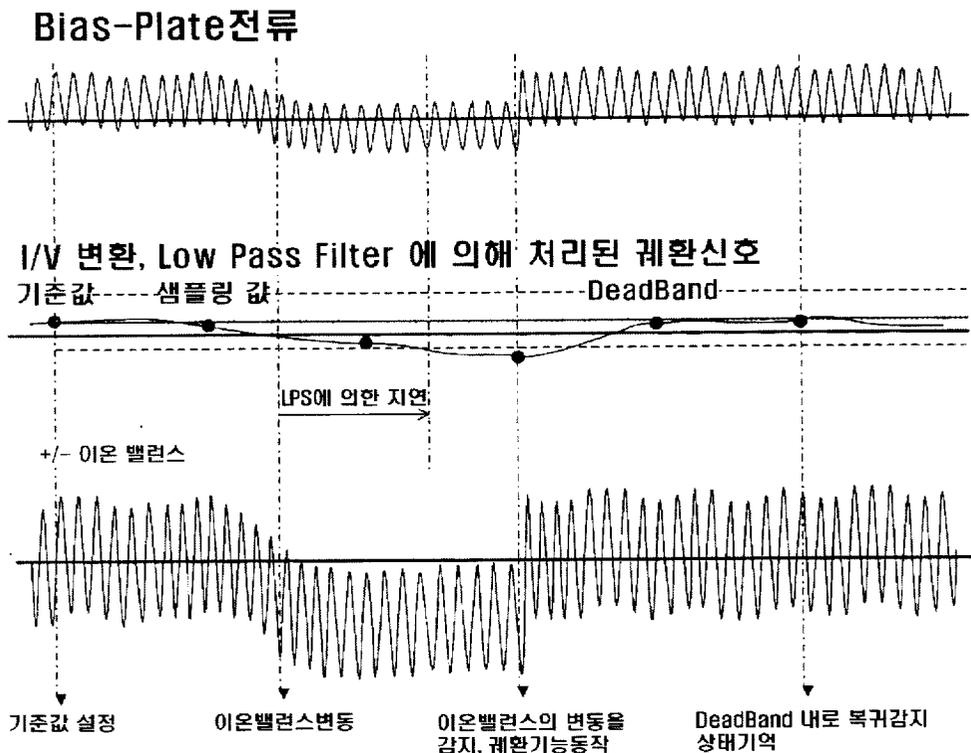


그림 3. 궤환기능의 형태

Fig 3. Pattern of Feedback Function.

위의 그림 2는 이상적인 상태로 적분기(Integration)를 너무 작은 값으로 설정하면 케환에 의해 +/- 이온밸런스는 교정됨에도 불구하고 케환 신호가 보내어 지기 때문에 Deadband를 초과한다고 판단해서, 다시 교정동작에 들어가서 결과적으로는 +/- 이온밸런스가 Over-Shoot해서, 최악의 경우에는 헌팅(Hunting)을 일으킨다. 헌팅(Hunting)의 원인으로서는 이외에도 Deadband를 너무 적게 설정 하는 경우나, Proportional의 설정이 너무 큰 경우에도 발생한다. 표 4는 각종의 설정에서 케환기능에 의한 교정동작을 나타낸다. 제 전대상물체와의 거리 및 설정 주파수 등의 조건에 의해 상수를 변경할 필요가 있다.

표 4. 케환기능 상수의 설정 값

주파수	거리	적분기 (Integration)	비례기 (Proportional)	Dead band
35.0 Hz	100mm	4 ± (16초)	20 %	10 %
24.5 Hz				
10 Hz	400mm	4 ± (16초)	20 %	30 %
5 Hz				10 %
1 Hz				

표 4에서 설정값은 +/- 이온밸런스를 기억된 ±100V 이내로 유지하고, 교정에 필요한 시간을 가능한 단시간으로 하기 위하여 설정하였다. 설정된 상수에 의해 기억된 +/- 이온밸런스의 범위는 밸런스 값을 의도적으로 조금씩 크게 또는 작게 하는 것으로 가능하다. 단 이 경우는 앞에서 언급한 저대역필터(Low-Pass Filter)의 지연을 예상하여 밸런스 값을 변경한 후 1분간정도는 교정동작의 작동여부를 기다릴 필요가 있다.

FB경보에는 다음의 2종류가 있다.

- ① 교정동작에 의한 밸런스 값의 변동이 +49.9% ~ -49.9%의 범위를 초과할 때, 이 경우에는 경보만으로 자동정지 하지 않는다.
- ② 케환 전류는 + 이온 또는 - 이온 중 발생하지 않는 경우에는 설정된 시간 후에 자동정지 한다.

케환에 이용되는 기준 값은 제어기의 전원이 꺼진 경우에도 다른 설정값과 동일하게 마이크로프로세서 내에 유지된다. 단 교정동작의 도중에 전원이 꺼진 경우는 보정에 관한 기억은 소실되고, 재교정동작

그림 4는 주파수에 의한 고전압값의 변화를 나타낸 것으로, 1% 이내로 동작함을 보여준다.

그림 5는 동작시간(On Time)의 변화에 따른 고전압의 변화를 나타낸 것으로, 1.5% 이내로 동작함을 보여준다. +극은 80%이상, -극은 90% 이상이 되면 고전압의 변화가 1.5%이상으로 증가함을 알 수 있다.

그림 6은 고전압을 80%로 고정하고 경보가 발생한 경우에 VCVS의 출력이 고전압의 약 40%까지 저하하든가 또는 100% 이상까지 상승 할 때의 고전압 변화를 나타낸 것이다.

그림 7은 - 고전압을 고정하고, + 고전압을 변화시킨 경우로서 고전압값은 설정된 고전압값과 거의 같게 됨을 알 수 있다.

그림 8은 + 고전압을 고정하고 - 고전압을 변화시킨 경우로서 - 고전압을 70% 이상으로 고전압값은 급격히 저하시키고, - 고전압의 78%에서 경보가 발생한 것을 나타낸다.

그림 9는 주파수에 의한 고전압 전류의 변화를 나타낸 것으로 1% 이내로 동작함을 알 수 있다.

그림 10은 동작시간(On-Time)의 상승에 따른 고전압 전류를 나타낸 것으로 2% 정도의 폭으로 상승함을 알 수 있다.

그림 11은 고전압의 상승에 따른 고전압전류의 변화를 나타낸 것으로 약 3.5%의 폭으로 상승함을 나타낸 것이다.

그림 12는 고전압전류와 거의 같은 값까지 고(高)이온설정값을 저하시킬 때 또는 저(低)이온설정값을 상승시킬 때 고전압전류의

변화를 나타낸 것으로, 고(高)이온 및 저(低)이온 경보가 발생함을 알 수 있다. 그림 13 (a), (b), (c)는 궤환기능에 의한 교정동작을 나타낸 것이다. 그림 13(a)는 제전대상물체와의 거리를 100mm로 고정하고, 주파수는 35Hz로 하였을 때의 궤환동작을 나타낸 것이다. 이 때 적분기는 4t(16초), 비례기는 20%, Deadband는 10%로 설정하였다. 그림 13(b)는 제전대상물체와의 거리를 400mm로 고정하고, 주파수는 10Hz로 하였을 때의 궤환동작을 나타낸 것이다. 이 때 적분기는 4t(16초), 비례기는 40%, Deadband는 30%로 설정하였다.

그림 13(c)는 제전대상물체와의 거리를 400mm로 고정하고, 주파수는 1Hz로 하였을 때의 궤환동작을 나타낸 것이다. 이 때 적분기는 4t(16초), 비례기는 40%, Deadband는 10%로 설정하였다.

그림 14는 비례기의 설정값을 너무 크게 한 경우 이온 밸런스가 헛탕하고 있음을 보여준다. 그림 15는 적분기의 설정값을 너무 적게 한 경우 이온밸런스가 헛탕하고 있음을 나타낸다.

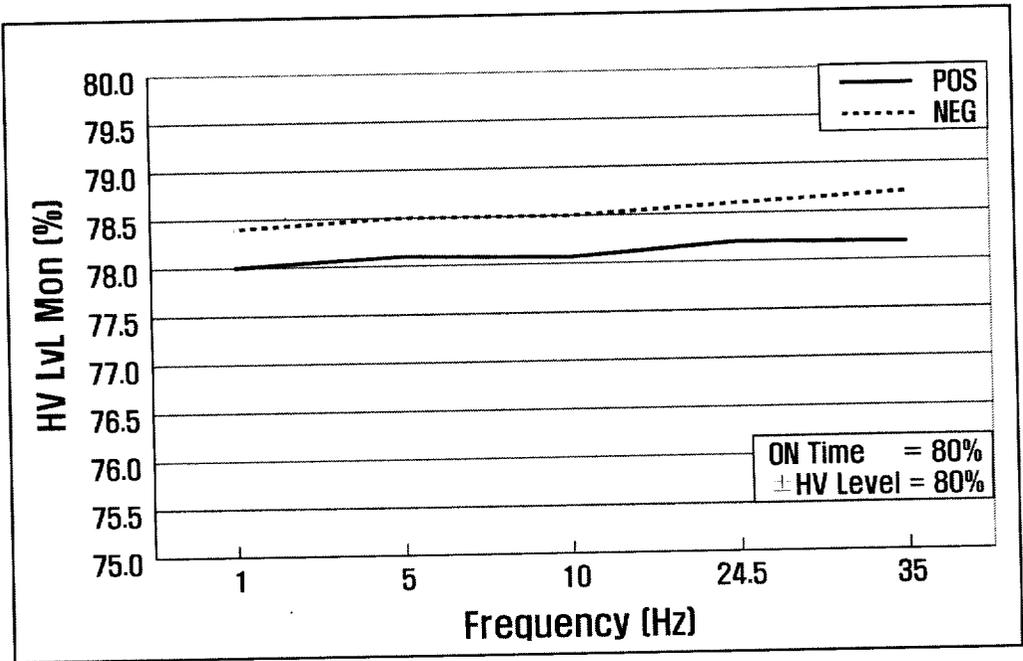


그림 4. 주파수에 따른 고전압 변화

Fig 4. High Voltage Level Deviations As Function of Frequency

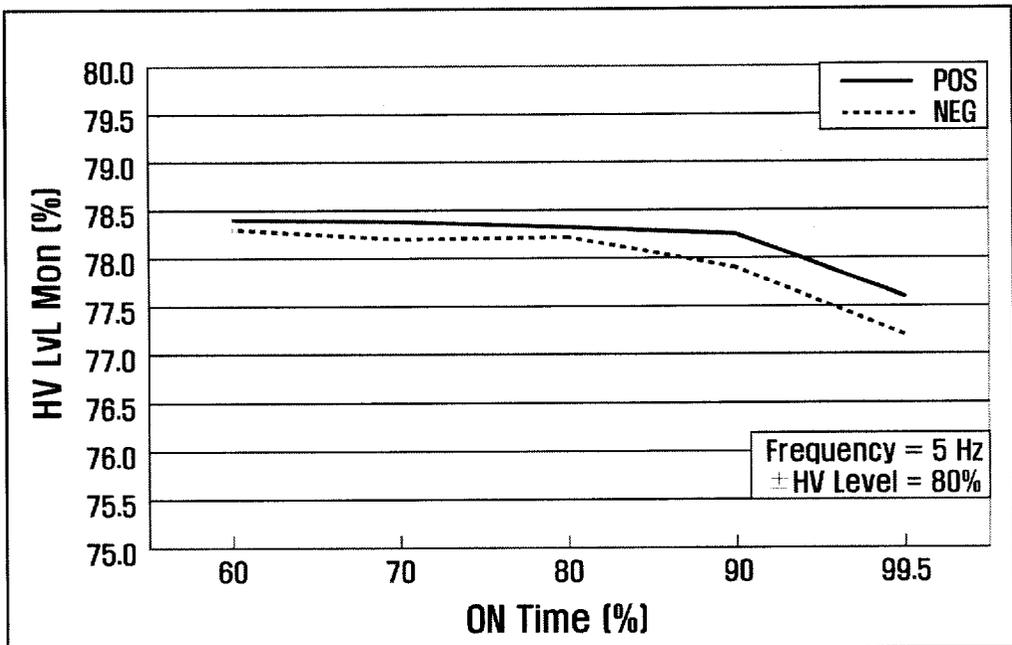


그림 5. 동작시간(ON Time)에 따른 고전압 변화

Fig 5. High Voltage Level Deviations As Function of ON-Time

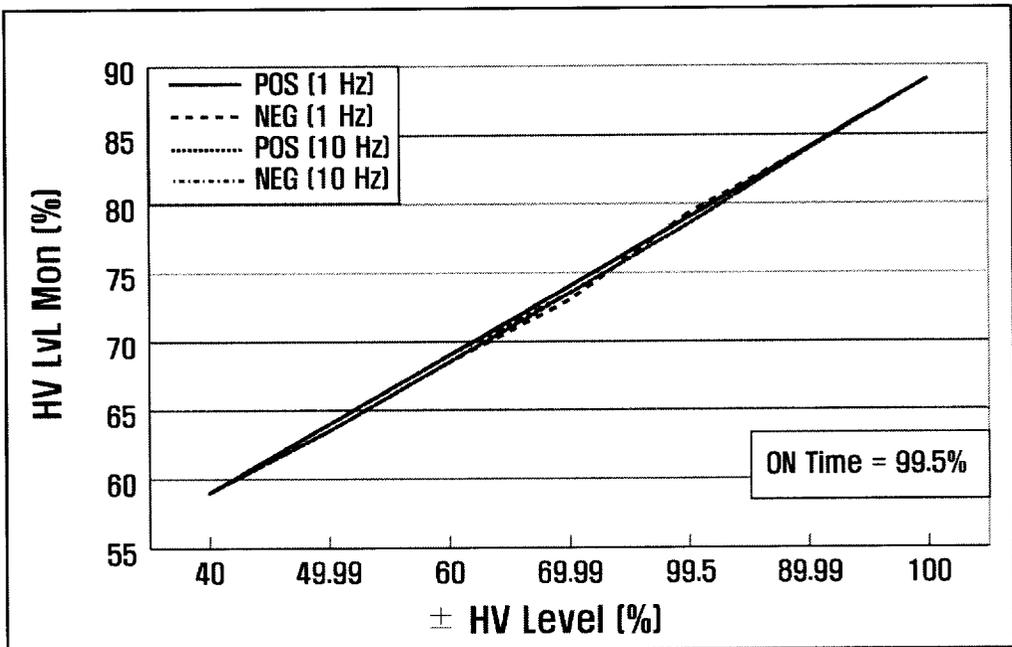


그림 6. ± 고전압의 변화에 따른 고전압 변화율

Fig 6. High Voltage Level Deviations As Function of ±HV Level(%)

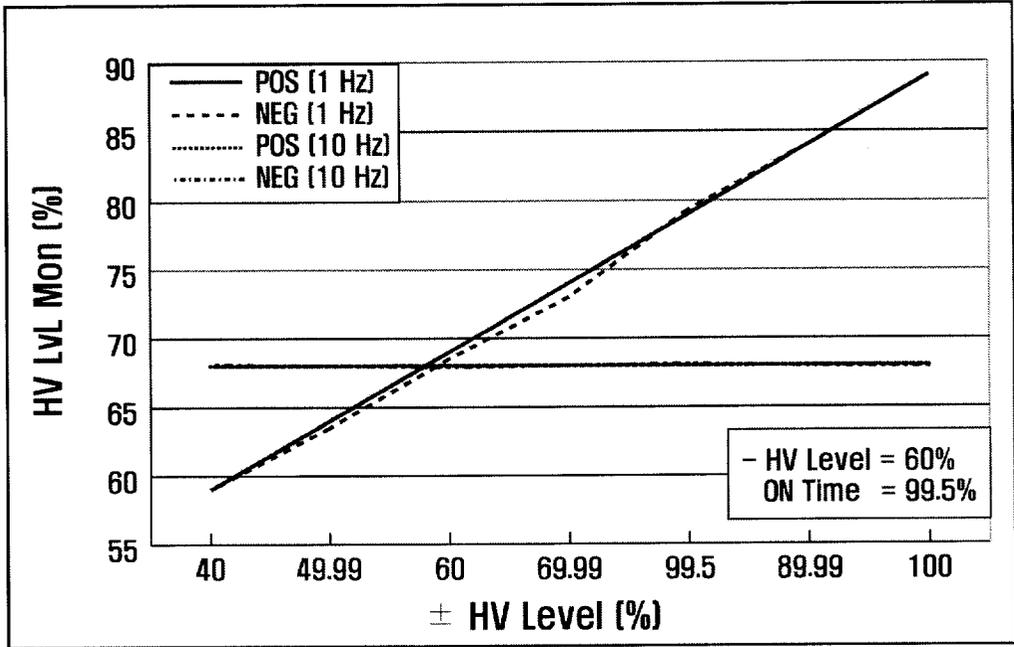


그림 7. + 고전압의 변화에 따른 고전압 변화율

Fig. 7 High Voltage Level Deviations As Function of + HV Level(%)

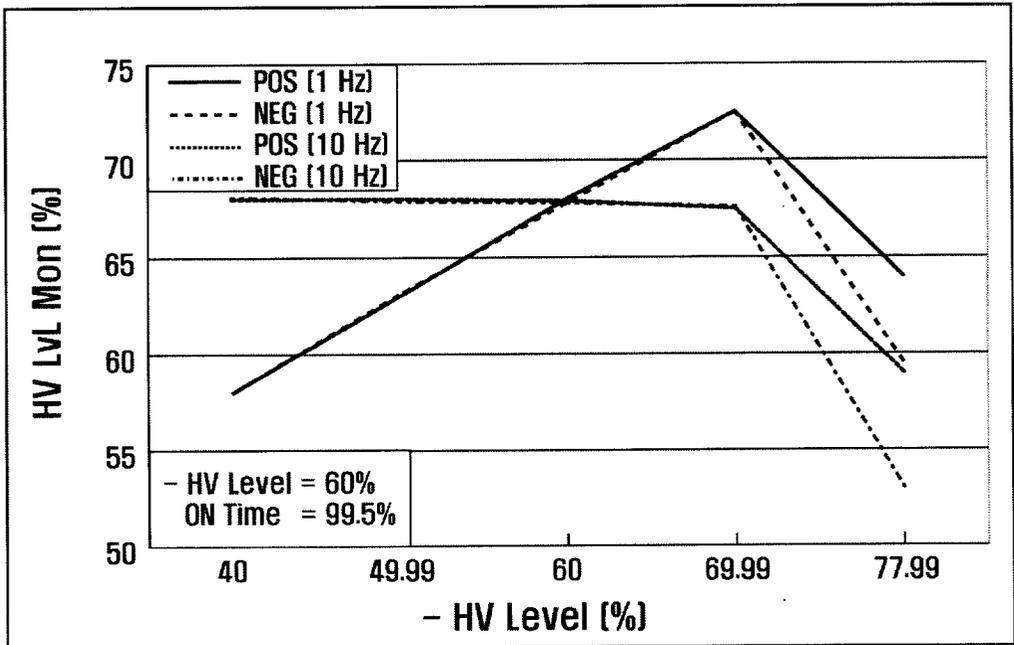


그림 8. -고전압의 변화에 따른 고전압 변화율

Fig 8. High Voltage Level Deviations As Function of - HV Level (%)

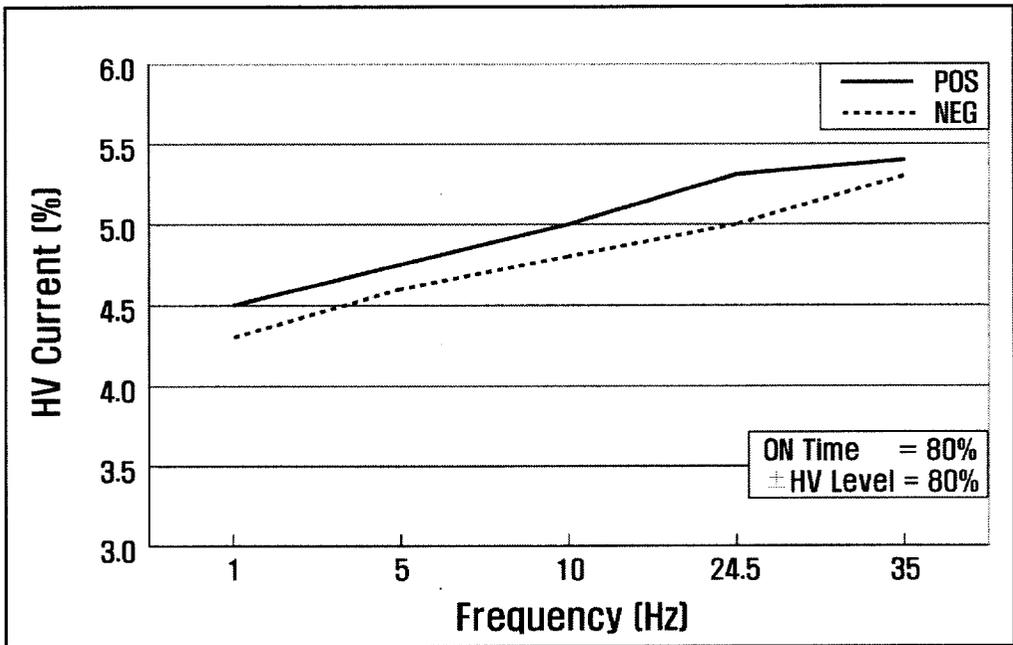


그림 9. 주파수의 변화에 따른 고전압전류의 변화

Fig 9. High Voltage Current Deviations As Function of Frequency

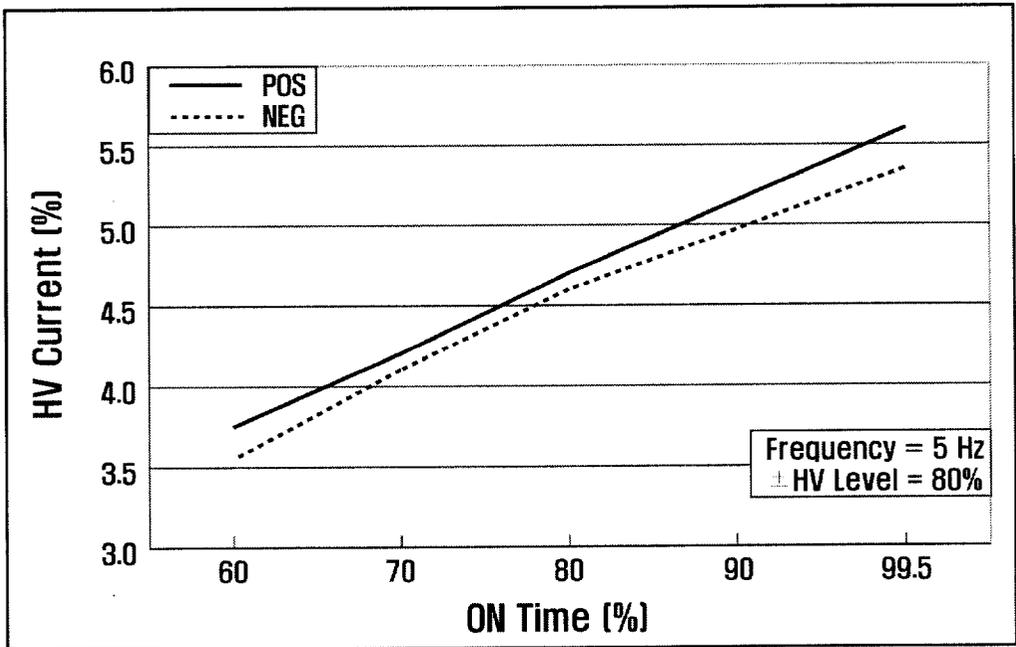


그림 10. 동작시간의 변화에 따른 고전압전류의 변화

Fig 10. High Voltage Current (%) As Function of On Time (%)

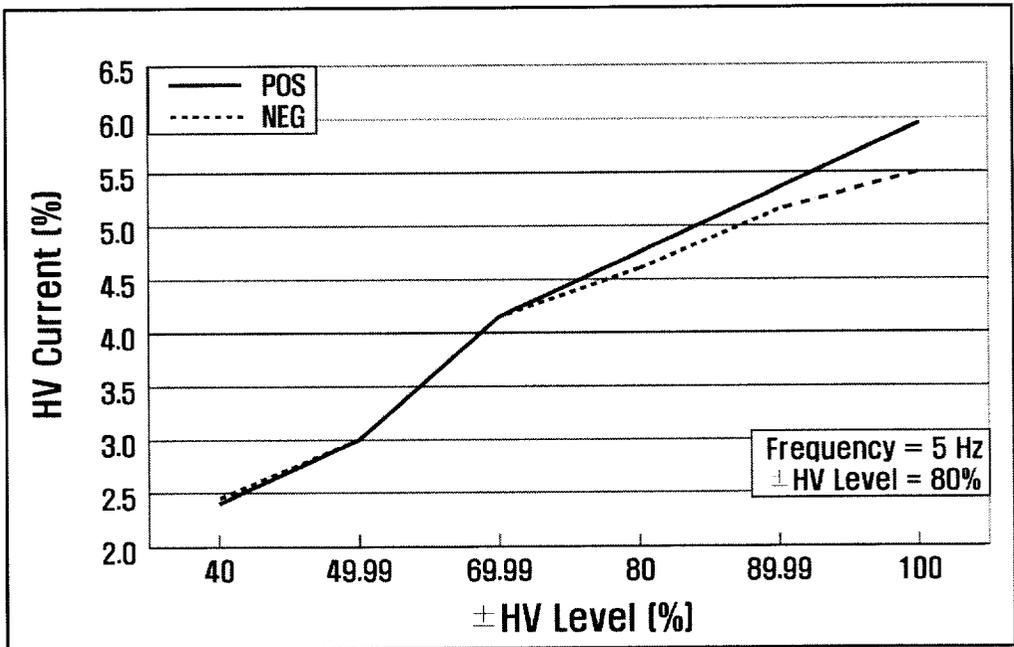


그림 11. ±고전압의 변화에 따른 고전압전류의 변화

Fig. 11 HV Current(%) As Function of ±HV Level(%)

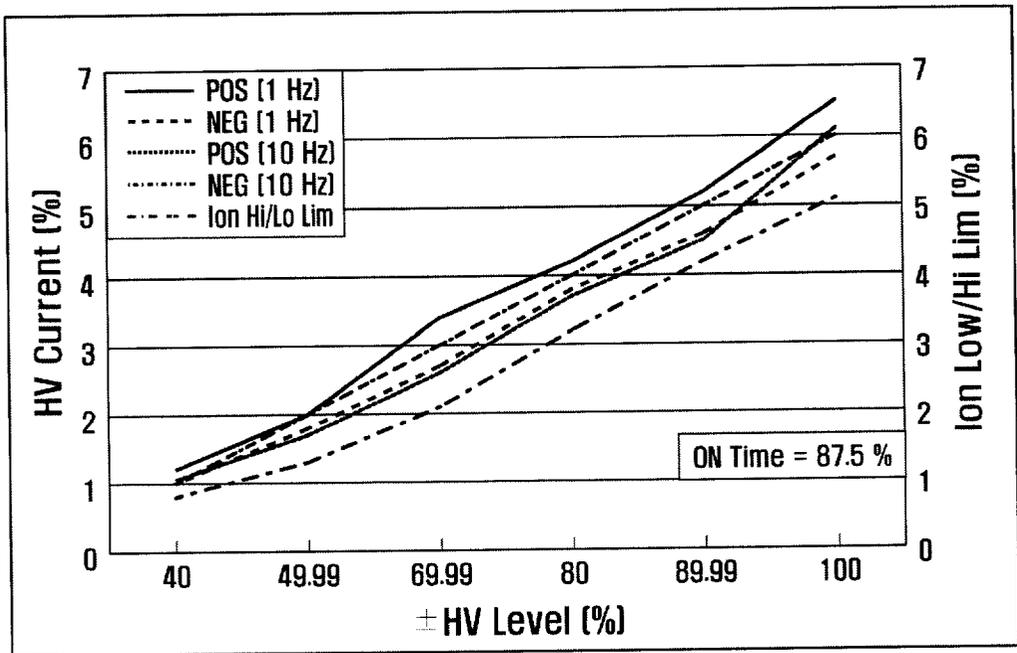
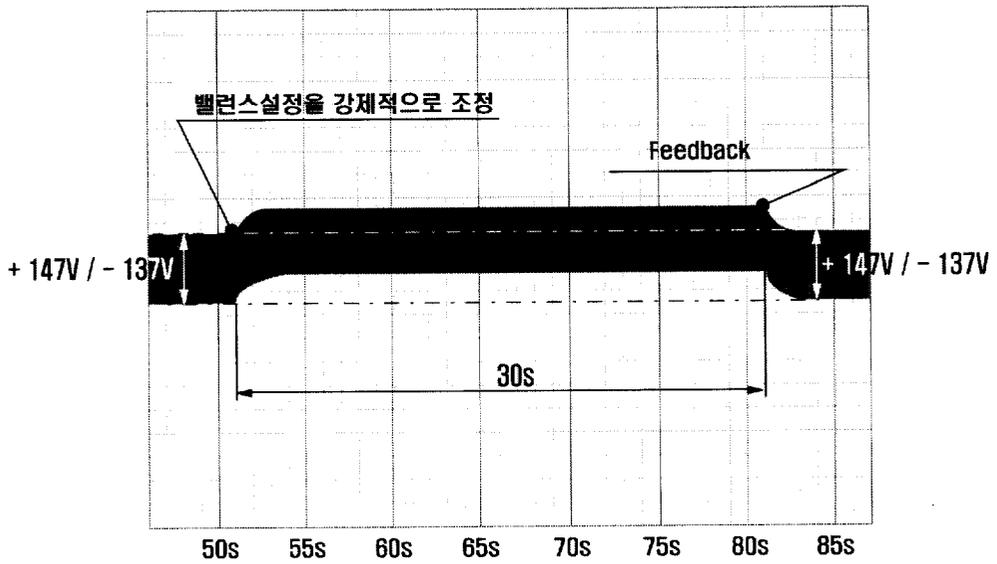
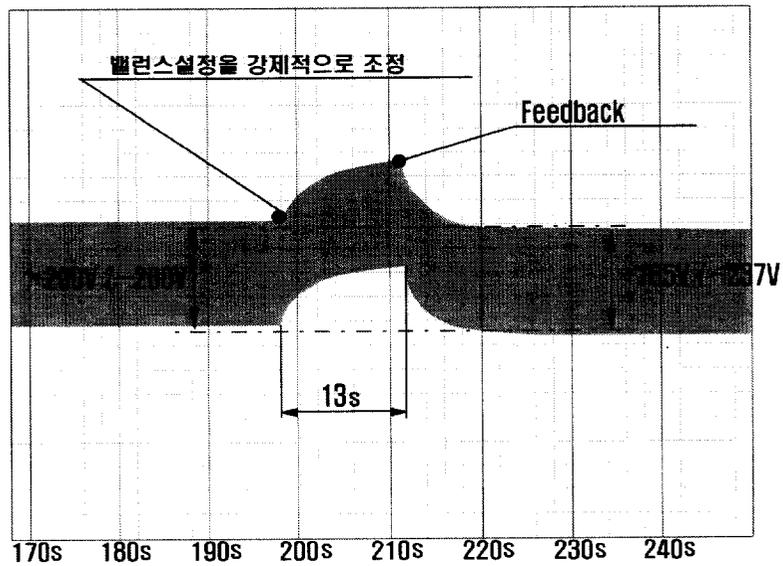


그림 12. ±고전압 변화에 따른 고전압전류의 변화

Fig 12. HV Current(%) As Function of ±HV Level(%)



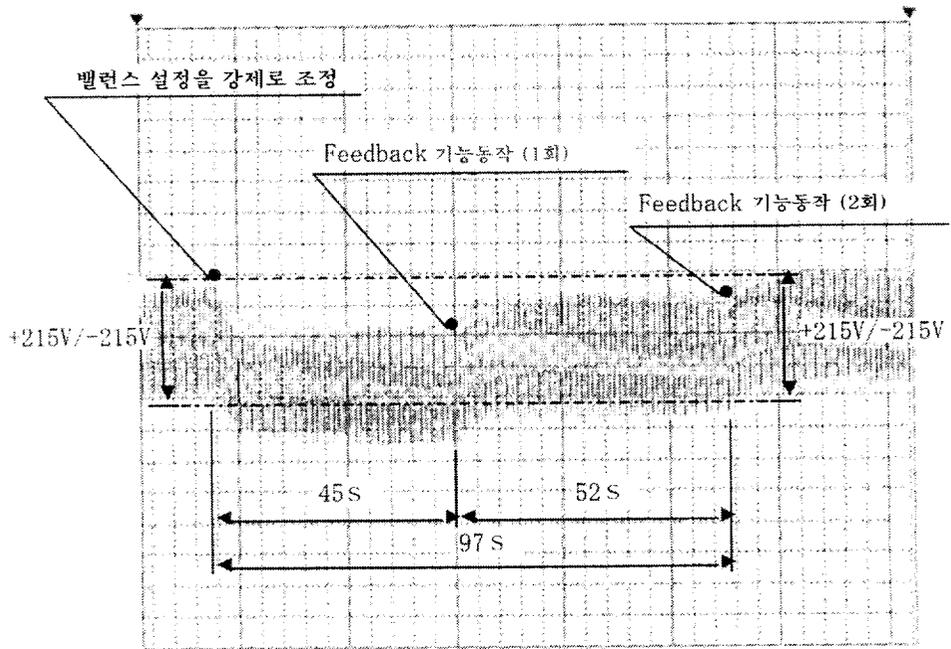
(a)



(b)

그림 13. Feedback 기능에 의한 교정동작

Fig. 13 Calibration Operation by Feedback Function



(c)

그림 13. Feedback 기능에 의한 교정동작

Fig. 13 Calibration Operation by Feedback Function

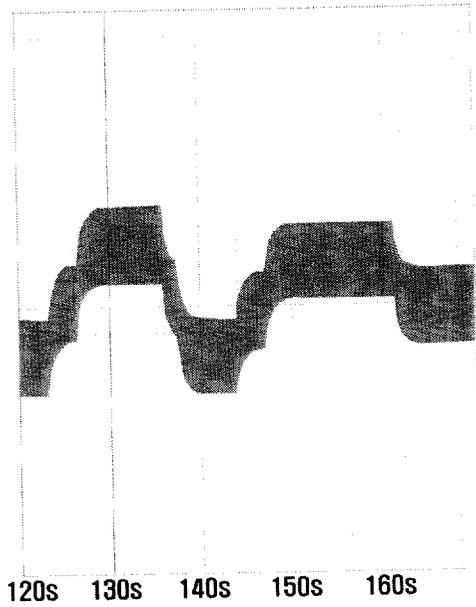


그림 14. 비례기의 설정값이 과다하여 헛팅을 하는 경우
 Fig 14. Incase of very High Proportional Limit Value

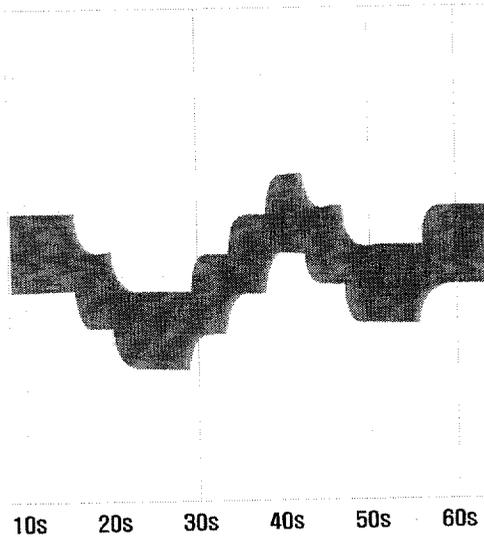


그림 15. 적분기의 설정값이 과소하여 헛팅을 하는 경우
 Fig. 15 In case of Very Low Integration Limit Value

5. 결론

자동이온조절장치를 갖춘 송풍형 정전기제거장치를 개발하여 주파수, 동작시간의 변화에 따른 고전압 및 고전압전류의 변동값 및 케환기능에 의한 교정동작을 실험한 결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

- 1) 인가주파수의 변화에 따른 고전압 및 고전압전류의 변동값은 각각 1%이내 임을 알 수 있었다 .
- 2) 동작시간(ON-Time)의 변화에 따른 고전압 및 고전압 전류의 변동값은 각각 1.5%이내 및 2%이내 임을 알 수 있었다.
- 3) 케환기능에 의한 교정동작을 실험한 결과, 설치거리가 100mm인 경우에는 13초 이내, 설치거리가 400mm인 경우에는 40초 이내 및 설치거리가 400mm, 주파수 1Hz인 경우에는 약 97초 이내 안정한 동작 상태로 유지 할 수 있음을 알 수 있었다.
- 4) 적분기의 설정값 및 비례기의 설정값은 각각 4t(16초) 및 20 ~ 40%일 때가 최적의 상태임을 알 수 있었으며, 이보다 과소 하거나 과중한 경우에는 헌팅(Hunting), 즉 불안정상태로 동작 함을 알 수 있었다.

참고문헌

- (1) 秋元丈美：第 6 回 EOS/ESD 信頼性 シンポジウム (`96),
6E-03, pp 7-14
- (2) A. Fujie : NIKKEI ELECTRONICS ASIA, Jan.1993,pp 62-65
- (3) A. Fujie : NIKKEI ELECTRONICS ASIA, Dec.1992. pp
56-59
- (4) 金子, 高井 : 静電気學會誌 vol 1. 19, No.6, 1995, 466-471
- (5) 山本 : “液晶製造工程における静電気対策”クリーンテクノロジー
2002.3月号 PP1-10 日本工業出版
- (6) EDEX '99 Seminar
高倉 : “次世代FPDラインにおけるイーールドマネジメントシステム”
(株) オーディーピー
- (7) 山本 : “第14章 検査 ・ 歩留まり管理技術”
Electronic Journal 別冊 2001FPD テクノロジー-大全 pp206-211
- (8) 野口 : LCDパネルプロセス検査技術 월간 FPD Intelligence
1998.10 pp94,99.
- (9) 第10回ファインプロセステクノロジー・ジャパン 専門技術セミナー
テキスト大保:“TFT工程管理システムの今後のあり方 ~デバイスメーカーからの要望
- (10) 第10回ファインプロセステクノロジー・ジャパン 専門技術セミナー
テキスト山本:トータル歩留まり管理技術の紹介及び提案

A study of Development of Ion Blower with Automatic Ion Balance control system.

Gyung, Chan-Soo

Department of Safety Engineering, Graduate School, Pukyong
National University

Abstract

Charge neutralization is often required in industry for increasing production rates and eliminating electrostatic hazards, which is semiconductor, TFT-LCD(Thin Film Transistor - Liquid Crystal Display), PDP(Plasma Display Panel) and OELD(Organic Electro Luminescence Display).

This paper discuss the effect of residual electrostatic potentials and the comparative between automatic ion balanced blower and semi ion balanced blower. Therefore automatic ion balanced blower could be proper type to neutralize static-electricity to the above manufacturing process.

The following conclusions were obtained;

- 1) The variations of applied high voltages and currents as function of the applied voltage's frequency was found within 1%
- 2) The variations of applied high voltages and currents as function of the applied voltage's ON- Time was found within .5% and 2% respectively.
- 3) The stable operating condition was maintained under feedback function. In this study, the following charge decay time was measured;
 - When the installed distance between ion blower and charged matter is 100mm, the decay time was within 13seconds
 - When the installed distance between ion blower and charged matter is 400mm, the decay time was within 30 seconds
- 4) When the integrator and proportionator's set values are 4t(16 sec.) and 20~40%, the optimum condition of ion blower was obtained.

If the set value would be lower higher than 4t(16 sec.) and 20~40%, the ion bar's operation condition was unstable, which means hunting state.