

플라즈마정전제진고압직류전원에 대한 연구

김강철, 송철욱, 배성길

위대한 령도자 김정일동지께서는 다음과 같이 교시하시였다.

《공기와 물을 비롯한 환경을 보호하기 위한 연구사업도 강화하여야 합니다. 공기와 물을 비롯한 환경을 보호하기 위한 연구사업을 잘하여야 인민들의 건강을 보호하고 그들에게 보다 위생문화적인 생활조건을 마련하여줄수 있습니다.》(《김정일선집》 증보판 제11권 42페이지)

공업이 발전함에 따라 공기중의 오염은 날을 따라 더욱 복잡해지고 다양해지고있다. 특히 화력발전소들에서 나오는 연재들에 의한 공기오염은 사람들의 생명뿐아니라 식료, 의학, 농업 등의 여러 분야에 엄중한 영향을 미친다.

지금까지 연재를 제거하기 위한 흡수법, 세척법, 정전제진법들이 많이 제기되고 실천에 응용되고있지만 제거효율이 높지 못하고 출력소비가 크고 운영비용이 높은 부족점이 있다.

최근에 저온비평형플라즈마에 의한 공기정화에 대한 연구가 심화되고있으며 여기서 고압직류전원은 매우 중요한 의의를 가진다.[1-4]

이로부터 논문에서는 선-판전극과 판-판전극에 기초한 플라즈마정전제진기의 고압직류전원에 대한 연구를 진행하고 고압에 따르는 연재제진특성을 고찰하였다.

1. 정전제진고압전원의 구성

전원체계의 구성도는 그림 1과 같다.

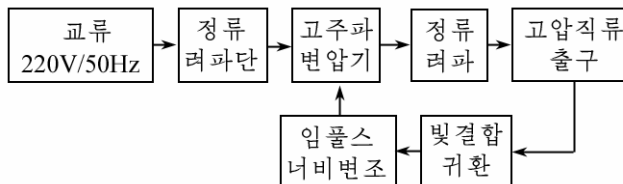


그림 1. 전원체계의 구성도

입구교류전압은 정류려파된 후 임펄스너비변조기의 출력신호와 함께 고주파변압기를 구동한다. 고주파변압기의 출고압은 다시 정류려파를 거쳐 직류고압으로 된다. 고압직류출구의 직류귀환신호는 빛결합분리단을 거쳐 임펄스너비변조기에 들어가며 이때 임펄스너비변조기의 오차증폭기의 기준전압과 비교하면서 임펄스너비변조기의 출력임펄스너비를 조종한다. 이런 방식으로 출구직류고압을 안정화한다.

2. 전 원 회 로

1) 임펄스너비변조회로

임펄스너비변조회로는 SG3525를 리용하여 구성하였다. SG3525의 내부구조는 그림 2와 같다.

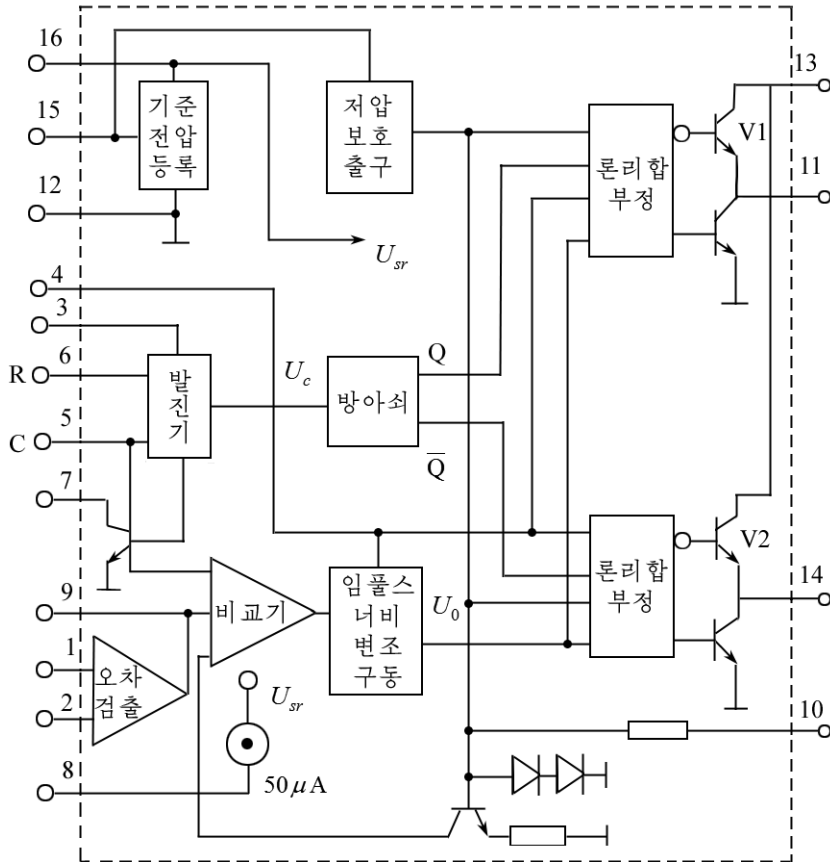


그림 2. SG3525의 내부구조

15번다리에 입구되는 직류전원은 논리합부정문과 기준전압안정기의 입구에 주어져서 여기서 안정된 +5V의 기준전압을 발생한다. 이 기준전압은 다시 내부회로의 기타 요소들의 전원으로 동작한다. 발진기의 5번다리와 6번다리에 연결한 콘덴서와 저항에 의해 발진주파수가 결정된다. 즉 $f = 1.18/RC$ 이다. 발진주파수가 10kHz일 때 콘덴서와 저항의 값은 각각 $0.22\mu F$, $5k\Omega$ 이다. 발진기의 출력임펄스는 박자임펄스형식으로 2중단안정부진기와 2개의 논리합부정문으로, 톱날파형식으로 비교기의 비반전입구에 주어져서 비교기의 반전입구는 오차증폭기의 출구와 연결한다. 비교기에서는 오차증폭기의 출구와 톱날파전압을 비교하여 오차증폭기의 출구전압의 높낮이에 따라 너비가 변하는 구형파임펄스를 출력한다. 이 구형파임펄스는 논리합부정문의 한 입구에 들어간다. 논리합부정문의 다른 한 입구는 2중단안정부진기와 발진기의 톱날파로 된다. 2중단안정부진기의 두 출구에서는 서로 엇바뀌어 출력되는 임펄스들이 발생한다. 이 임펄스들사이의 위상차는 180° 이다.

2) 과전류보호회로

과전류보호회로는 그림 3과 같다.

과전류보호는 전류변성기를 리용하여 전류검출을 진행하고 분압려파한 다음 전압비교기의 비반전입구단에 준다. 비반전입구의 과전류검출신호가 반전입구의 기준전압보다 높으면 비교기출구는 높은 준위로 되면서 2극소자 D2는 원래의 역방향상태로부터 정방향상태로 전환되어 비반전입구는 높은 준위로 된다. 이 과전류검출신호를 SG3525의 10번다리에 주면 높은 준위일 때 임펄스너비변조기의 출력임펄스들은 즉시 없어진다. 이렇게 출구보호를 실현한다.

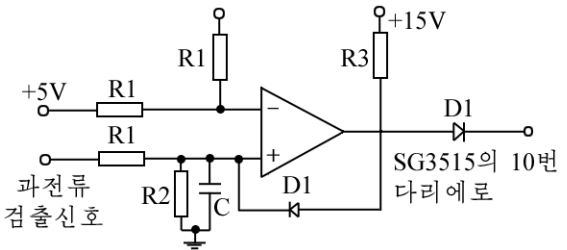


그림 3. 과전류보호회로

3) 고주파변압기구동회로

고주파변압기구동회로는 그림 4와 같다.

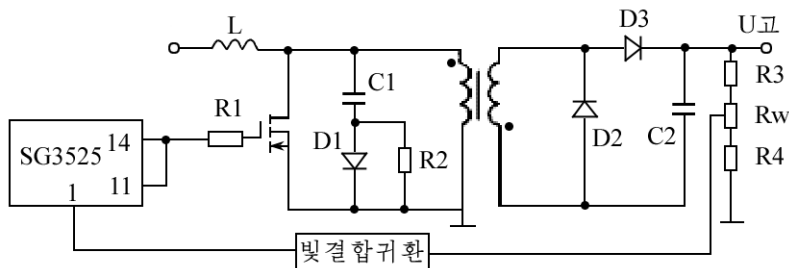


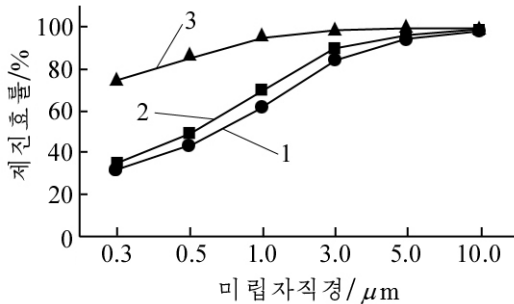
그림 4. 고주파변압기구동회로

구동회로는 SG3525의 11번, 14번다리의 출력신호에 의하여 구동한다. SG3525의 출구가 높은 준위일 때 출력소자는 열리며 이때 유도도 L에 에너르기가 저축된다. 낮은 준위일 때 출력소자는 막히며 유도도 L로 흐르는 전류는 순간적으로 령으로 하강한다. 이때 L에는 역기전력이 생기며 이 역기전력의 임펄스전압이 고주파변압기의 입구에 주어지면서 구동변압기는 동작한다. 동시에 L은 변압기의 저항정합요소로 작용한다. 고주파변압기의 출구교류전압은 2극소자 D2, D3, C2을 통하여 정류려파한 후 고압직류로 된다.

3. 고압전원특성실험

저항 R_w 를 변화시키는 방법으로 출구고압을 조절하면서 플라즈마정전제진직류고압전원의 고압특성을 실험하였다. 측정한데 의하면 출구고압은 800V로부터 8.5kV까지 련속적으로 변하였으며 이때의 응답시간은 0.5s정도였다. 가변저항을 변화시키면서 부하에 흐르는 전류를 측정한 결과 10~30mA였다. 고압이 4 000V일 때 전압맥동은 $\pm 100V$ 로서 2.5%였으며 최대전압맥동은 6%이하였다.

4. 제진 특성



출구고압을 변화시키면서 그에 따르는 연재먼지에 대한 제거효율을 미립자수측정기로 측정하였다.(그림 5)

그림 5로부터 고압이 증가함에 따라 제진효율은 증가하며 고압이 8kV일 때 PM2.5에 대한 제진효율은 거의 90%라는것을 알수 있다.

맺는 말

그림 5. 미립자직경에 따르는 연재제진효율
1-3은 고압이 각각 7.5, 8, 8.5kV인 경우

플라즈마정전제진고압직류전원을 임펄스너비변조방식으로 구성하고 그 특성을 밝혔다.

제진고압이 8kV일 때 연재에 대한 제진효율은 PM2.5에 대하여 90%였다.

참고 문헌

- [1] 김일성종합대학학보(자연과학), 55, 6, 78, 주제98(2009).
- [2] 김일성종합대학학보(자연과학), 55, 6, 83, 주제98(2009).
- [3] 冷雄春; 华东交通大学学报, 24, 1, 115, 2007.
- [4] 荣命哲; 高压电器, 39, 2, 76, 2003.

주제107(2018)년 6월 5일 원고접수

Research on High Voltage DC Supply for Plasma Electrostatic Dust Collection

Kim Kang Chol, Song Chol Uk and Pae Song Gil

We constructed the high-voltage DC power supply for plasma electrostatic dust collection as a mode of pulse-duration modulation and obtained its characteristics. In consequence of the experiments, we obtained the efficiency of dust collection with 90% over PM2.5 when the high voltage for dust collection was 8kV.

Key words: plasma, electrostatic dust collection