

소출력공기음이온발생기제작과 특성에 대한 연구

김명철, 김영혁

경애하는 최고령도자 김정은동지께서는 다음과 같이 말씀하시였다.

《우리는 가까운 앞날에 전반적인 과학기술분야에서 세계를 디디고 올라설수 있다는 배심을 가지고 첨단돌파의 기적들을 련이어 창조하여야 합니다.》

최근 세계적으로 전자공업, 식료공업 등 경제의 여러 분야와 환경보호, 인간생활에서 무진, 무균화의 필요성과 그에 대한 요구가 날로 높아지고있으며 기존정화기술의 제한성으로부터 플라즈마에 의한 정화기술이 널리 리용되고있다.

공기정화와 무진, 무균화실현에 여러가지 형태의 공기음이온발생기들이 개발되어 리용되고있으며 그에 대한 연구가 활발히 진행되고있으나 전원단으로 배전압정류회로나 네온변압기를 리용한 수십W급의 음이온발생기들[1-4]이 대부분이고 소출력공기음이온발생기들에 대하여서는 전극구조와 크기, 고압전원과 출력, 주파수, 전압전류특성 등 특성이 거의 밝혀지지 않고 제작기술도 공개되지 않고있다.

본문에서는 소출력공기음이온발생기를 제작하고 그 특성에 대하여 밝혔다.

1. 공기음이온발생기의 설계제작

공기음이온발생을 위한 임펄스부고압전원단 이 전원단은 +9V 전압안정단과 불안정상태 주파수발진기, 승압변압기와 높은 역전압을 가진 2극소자 및 침전극을 배합하여 구성하였다.

공기음이온발생을 위한 임펄스부고압발생회로는 그림 1과 같다.

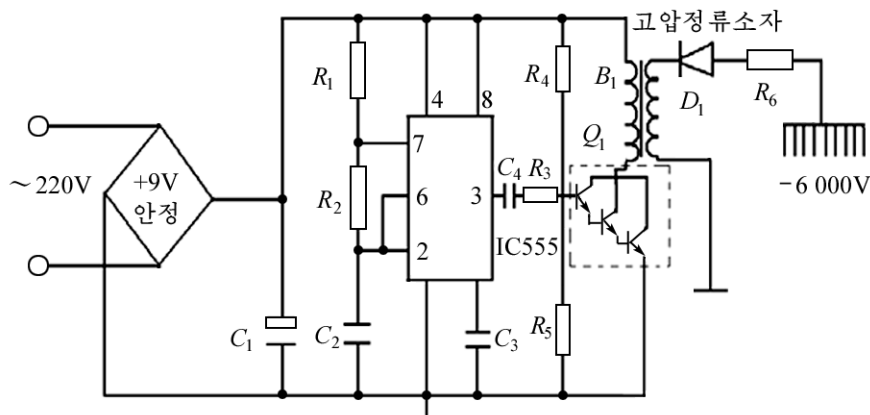


그림 1. 임펄스부고압발생회로

그림 1에서 보는바와 같이 임펄스부고압발생회로는 IC555를 기본으로 하고 승압변압기(B_1)와 높은 역전압을 가진 2극소자(D_1) 및 침전극을 배합하여 구성하였다.

IC555와 R_1 , R_2 , C_2 는 불안정상태의 주파수발진기를 구성하는데 발진주파수

$f = 1.44 / [(R_1 + 2R_2)C_2]$ 는 약 수십 Hz ~ 수십 kHz 정도이다.

승압변압기 B_1 로 승압시킨 다음 2차에서 7kV에 가까운 고압을 얻을 수 있으며 D_1 로 정류하여 거의 6kV의 고압을 얻는데 이때 부하전류는 $70\mu A$ 에 도달할 수 있다.

공기음이온발생기의 전극과 방전함 공기이온화를 위한 코로나방전은 두 전극사이의 전체 영역에서 일어나는 것이 아니라 부분적인 장소 즉 코로나전극(뾰족한 부분) 주위에서만 일어나기 때문에 공기이온화에서는 전극의 구조와 형태를 합리적으로 선정하는 것이 매우 중요하다.

방전전극이 기둥(선)형인 경우 전기마당세기는

$$E = f \frac{U}{d}$$

이다. 여기서 E 는 전극결면주위의 전기마당세기, U 는 전극에 걸리는 전압, d 는 전극직경, f 는 영향인자이다.

만일 기둥면이 미끈하면 중심에서 $f \approx 1.0$ 이다.

E 를 공기의 절연과피전기마당세기 E_b (표준상태에서 $E_b = 3\,000\text{kV/m}$) 보다 크게 하려면 U 와 d 를 적당히 선택하면 된다.

방전전극이 끝이 뾰족한 침전극인 경우 전기마당세기는

$$E \approx \frac{U}{r}$$

이다. 여기서 E 는 침전극주위의 전기마당세기, r 는 전극끝부위반경이다.

U 를 결정한 다음 공기의 절연과피전기마당세기에 도달할 수 있는가 하는 것은 r 에 따라 결정할 수 있다.

뾰족한 물체는 비교적 낮은 전압에서 공기의 절연과피전기마당세기에 도달할 수 있다. 전극실험에 의하면 침전극일 때 다른 형태의 전극들에 비하여 보다 쉽게 방전되며 방전 에너지는 전극직경의 증가에 따라 커진다.[4]

논문에서는 공기음이온발생기의 전극모양을 침전극으로 설계하고 제작하였다.

제작된 음극침전극들의 배열은 그림 2와 같다.

침전극의 직경은 1mm, 길이는 10mm이며 재질은 불수강이다. 침의 머리부의 뾰족각도는 $\alpha = 35^\circ$ 이고 전극의 뒷부분에 길이가 5mm인 절연물을 입혀 방전이 일어나지 않도록 하였다.

음극판은 직경이 100mm 인 원판형의 기판에 24개의 침을 납땜하여 제작하였다. 이때 침전극들은 방전함의 크기에 맞게 침 7개를 한조, 11개를 다른 한조, 침 6개를 또 다른 한조로 하여 3개의 행으로 배치하였다.

매 행에서 침과 침사이의 간격은 8mm이고 침전극들의 행과 행사이의 간격은 30mm, 침의 첫 행과 마지막행사이의 간격은 30mm로 하였다.

방전함은 직경이 120mm이고 높이가 180mm인 원기둥형으로 제작하였고 내부에 원판형의 음극판전극과 배풍기를 설치하였다.

방전함의 밑면에는 임펄스부고압발생기를 설치하여 침전극들에 부의 고전압을 걸어 주었다.

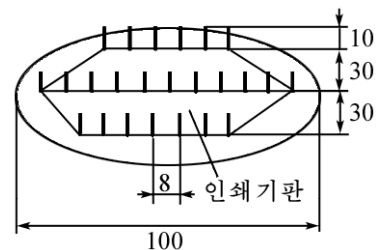


그림 2. 음극침전극들의 배열
단위는 mm

공기음이온발생기의 구성 공기음이온발생기는 임펄스부고압전원단과 침전극계, 배풍기로 구성하였다.



그림 3. 소출력공기음이온 발생기

공기음이온발생기의 음극침전극계는 24개의 침전극으로 된 원관형으로 구성하고 절연물로 된 수지원통속에 배치하였다.

기체주입은 대기압의 공기를 서서히 배풍시키는 방법으로 실현하였다.

전원을 연결하면 음극에 임펄스부고압이 걸리고 음극침전극계에서 음이온이 발생되며 동시에 배풍기가 동작하면서 발생된 음이온이 서서히 기체출구를 통하여 배출된다.

제작된 소출력공기음이온발생기는 그림 3과 같다.

발생기의 옷면둘레에는 여러개의 신호등이 설치되어있다.

수지원통의 외형크기는 직경 120mm, 높이 180mm(본체높이 150mm, 신호등설치높이 30mm)이다. 소비전력은 0.4W이고 사용전압은 220V, 질량은 200g이다.

음이온발생량은 최대로 $3.6 \cdot 10^6$ 개/cm³이다.

2. 실험결과 및 분석

임펄스부고압전원특성 임펄스부고압전원의 기본특성량들은 다음과 같이 측정하였다.

전압안정결수는 보통 전원전압변동이 10%일 때 출구고전압의 변화를 평가하여 결정한다.

전압안정결수를 결정하기 위하여 고전압 출구단에 분압저항 $R_1 \sim R_9$ 와 $R_{\text{분}}$ 을 직렬연결하고 저항 $R_{\text{분}}$ 에서의 전압값을 수자식전압계

(오실로그래프)로 측정하였다.

전압안정결수를 결정하기 위한 측정회로는 그림 4와 같다.

분압저항값은 각각 $R_1 = R_2 = \dots = R_9 = 10\text{M}\Omega$, $R_{\text{분}} = 10\text{M}\Omega$ 으로 설정하였다.

출구고전압이 $U_0 = 6\text{kV}$ 일 때 분압저항으로 흐르는 전류는 다음과 같다.

$$I = \frac{U_0}{10R_1} = 6 \cdot 10^{-5} \text{ A} \quad (1)$$

$$U_{\text{분}} = I \cdot R_{\text{분}} = 600 \text{ V}$$

출구고전압이 $U_0 = 6\text{kV}$ 일 때 교류입구전압을 170~240V에서 변화시키면서 그에 따르는 출구고전압의 분압저항 $R_{\text{분}}$ 에서의 전압값을 측정한 다음 그것을 분압비로 환산하여 출구고전압을 계산하고 다음식에 의하여 전압안정결수를 결정하였다.

$$S = \frac{|\bar{U}_0 - U_{0,i}|_{\text{최대}}}{\bar{U}_0} \cdot 100 \approx 0.15\% \quad (2)$$

장시간안정도는 교류전압을 220V로 고정하였을 때 8h동안의 고전압변화량을 측정하여 결정하였다.

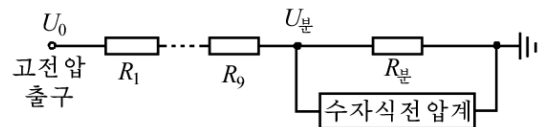


그림 4. 전압안정결수를 결정하기 위한 측정회로

$$S_{\text{장}} = \frac{|\bar{U}_0 - U_{0,i}|_{\text{최대}}}{\bar{U}_0} \cdot 100 \approx 0.16\% \quad (3)$$

맥동전압은 오실로그래프를 리용하여 측정하였을 때 얻어지는 맥동파의 최대봉우리 값이다.

맥동전압을 측정할 때 오실로그래프의 파괴를 막기 위하여 고전압출구와 장치사이에 전기용량이 2 200nF (절연파괴전압 20kV)인 고압콘덴샤를 직렬연결하였다.(그림 5)

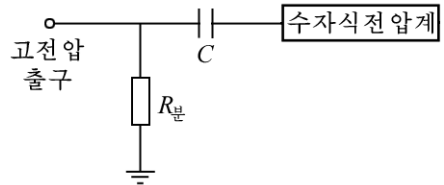


그림 5. 맥동전압의 측정회로

맥동전압은 무부하상태에서 0V부터 6kV까지 고전압을 변화시키면서 측정하였을 때 3.5kV이하에서 55mV, 4kV이상에서 45mV이며 고전압을 4, 5, 6kV로

고정하였을 때 0.5mA의 부하전류에 대하여 각각 48, 50, 53mV이다. 이때 최대부하전류는 1mA, 맥동전압은 55mV 이하라는것을 알수 있다.

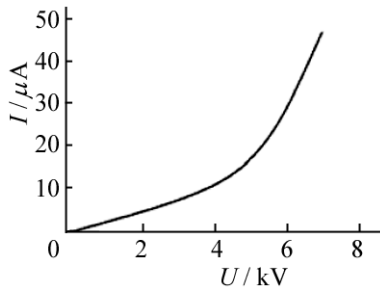


그림 6. 공기음이온발생기의 전압전류특성곡선

방전전원의 동작특성에 대한 결과들로부터 제작한 -6kV의 임펄스부고압전원을 공기음이온발생전원으로 충분히 리용할수 있다는것을 확정하였다.

공기음이온발생기의 전압전류특성 실험에서 얻어진 공기음이온발생기의 전압전류특성곡선은 그림 6과 같다.

공기음이온발생기의 전압전류특성은 그림 6에서 보는바와 같이 전압이 증가하는데 따라 전류가 초기에는 미세하게 증가하다가 4.5kV이상에서부터 점차적으로 커

진다. 그것은 일정한 전압이상에서부터 공기의 이온화가 활발히 진행되어 공기의 절연파괴가 쉽게 일어나는것과 관련된다.

침전극의 직경에 따르는 공기음이온발생기의 전압전류특성곡선은 그림 7과 같다.

그림 7에서 보는바와 같이 공기음이온발생기의 전압전류특성곡선의 경사도는 침전극의 직경이 감소함에 따라 증가한다. 그것은 침전극의 직경이 감소함에 따라 불균일전기마당의 세기가 더 커지므로 공기이온화가 보다 쉽게 일어나는것과 관련된다.

일반적으로 부코로나의 전류임펄스방전물림새는 대단히 복잡하며 코로나이온화대역에서의 전기마당의 이치려 침특성과 밀접하게 련관되어있다.

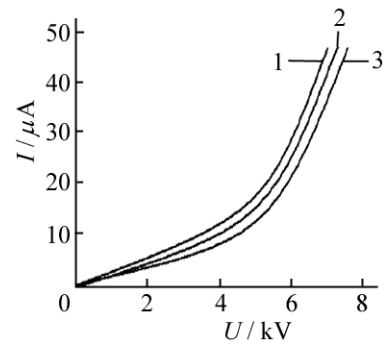


그림 7. 침전극의 직경에 따르는 공기음이온발생기의 전압전류특성곡선
1-0.8mm, 2-1mm, 3-1.2mm

맺 는 말

1) 공기음이온발생기의 음이온발생전원단을 IC555를 기본으로 하여 승압변압기, 높은 역전압을 가진 2극소자로 이루어진 소형화되고 경량화된 -6kV의 임펄스부고압전원회로를 새롭게 구성하였다.

2) 공기음이온발생을 위한 임펄스부고압전원단을 제작하고 임펄스부고압전원의 전압 안정결수, 장시간안정도, 맥동전압 등 기본특성량들을 평가하고 연구제작한 임펄스부고압전원을 공기음이온발생전원으로 충분히 리용할수 있다는것을 확정하였다.

3) 공기음이온발생기의 전압전류특성을 밝히고 방전함에서 부극성전압만을 인출할수 있는 전극배치를 실현하여 오존의 발생을 억제하고 단위시간당 일정한 공기음이온발생량을 보장할수 있는 0.3W급의 소출력공기음이온발생기를 설계제작하였다.

참 고 문 헌

- [1] H. H. Shiya et al.; Electrical Engineering in Japan, 145, 2, 42, 2003.
- [2] O. Chanrion et al.; J. Comput. Phys., 227, 15, 7222, 2008.
- [3] 唐国山 等; 水泥厂电除尘器应用技术, 北京化学工业出版社, 5~23, 2005.
- [4] 张继洲 等; 能源工程, 4, 8, 2005.

주체109(2020)년 3월 5일 원고접수

Study on Manufacture of Small Power Air-Anion Generator and Characteristics of Air-Anion Generation

Kim Myong Chol, Kim Yong Hyok

In this paper, we composed a pulsed high voltage power and showed its major parameters.

Then we designed and manufactured a small power air-anion generator and estimated the voltage-current characteristics of the air-anion generation.

Keywords: pulsed high voltage power, air-anion generator, voltage-current characteristic