

3전극형 이온풍 발생장치

황덕현, 정희원, 문재덕
경북대학교 대학원 전자전기컴퓨터학부

Ionic Wind Generator With Third Electrode

Deok-hyun Hwang, Hoi-won Jung, Jae-Duk Moon
School of Electrical Engineering and Computer Science

Abstract - Cooling systems for electronic equipments are becoming more important. Cooling technologies using natural and forced convection are limited and operated in very low efficiency. A corona discharge is utilized as the driving mechanism for an air pump, which allows for airflow generation with low noise and no moving parts. However they do not enhance the flow rate and overcome the control mechanism of the pump.

In this study a point-mesh type air pump, with a third electrode installed near the corona point, has been proposed and investigated by focusing on elevating the ionic wind velocity and power yield. As a result, the significantly enhanced ionic wind velocity and tremendously increased power yield can be obtained with the proposed air pump system.

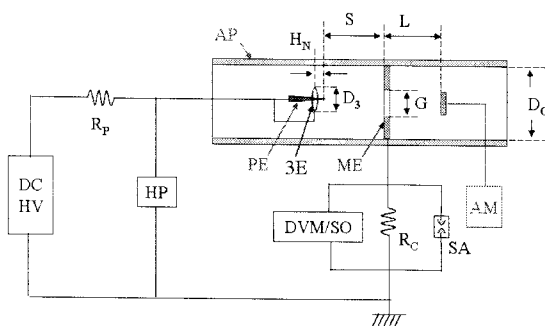
1. 서 론

최근 전자 통신기기의 발달과 초소형화가 급속히 진전되고 있으며, 이에 따른 초소형 전자회로 소자의 발열 밀도는 태양 표면 정도에 이르고 있다 [1,2]. 이와 같은 초소형 전자칩을 위한 냉각 장치는 매우 필요하나, 종래형 전기 송풍장치는 냉각 효율이 매우 낮을 뿐만 아니라 초소형화가 불가능하고, 기계적 회전부분이 있기 때문에 실적용화가 매우 어려운 실정이다 [3,4].

코로나 방전에 의한 전계중의 이온 이동력은 고속 정전 송풍기의 기본 원리로 적용될 수 있어서, 이에 대한 연구가 여러 연구자들에 의해 수행되고 있다 [5,6]. 코로나 방전극 부근에 3전극을 부설함으로써 코로나 방전을 적절히 제어할 수 있을 뿐만 아니라, 방전 효율도 올릴 수 있음이 보고된 바 있다.

본 연구에서는 침대 그물형 이온풍 발생장치에 3전극을 부설함으로써, 이온풍속의 향상과 전력 효율을 올릴 수 있는지를 실험적으로 검토한 결과를 보고한다.

2. 실험 장치 및 방법



DCHV: DC HV Source HP: HV probe PE: Point Electrode
3E: Third Electrode ME: Mesh Electrode AM: anemometer
AP: Acryl Pipe SO: Storage Oscilloscope DVM: Digital Voltmeter
SA: Surge Arrestor

〈그림 1〉 실험장치 개략도

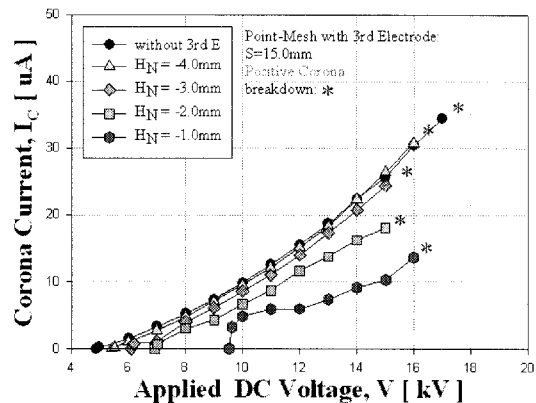
그림 1은 실험장치 개략도를 나타낸 것으로, 3전극이 부설된 침전극과 접지된 그물전극으로 구성된 방전장치, 직류 고전압 전원,

방전 전류 및 고전압 측정장치, 그리고, 이온 풍속 측정장치로 구성하였다. 침 전극으로는 바늘(sawing needle)을 사용하였고, 3전극으로는 내경이 6.0mm, 외경이 8.4mm인 환상선을 침 전극 주변에 부설하였다. 침 높이는 침 전극 끝단에서 그물전극의 반대쪽으로 각각 1.0~4.0mm로 가변 하였다. 접지된 그물전극은 두께가 0.7mm, 직경이 25mm인 금속(stainless steel, 15mesh)을 이용하였고, 그물전극 중앙에는 원활한 이온풍의 이동을 위해 구멍(hole, 5mm diameter)을 설정하였다. 침 전극과 그물전극간의 공격(S)은 15mm로, 그리고 그물전극과 풍속 측정부와와의 거리(L)는 10.0mm로 각각 고정하여 실험하였다.

전원은 높은 풍속이 나오는 정극성 직류 고전압만을 사용하였고, 방전전류와 전압은 디지털 전압계(DVM, Fluke, 179), 고전압 분압기(HP, high-volt probe, 1,000:1, Tektronix, P6015A), 그리고, 측정저항(R, carbon film type)을 사용하여 측정하였다. 풍속은 풍속계(AM, anemometer, climomaster 6511, thermal flow probe type)를 사용하여 측정하였으며, 모든 실험은 실험실내에서 실시하였다.

3. 실험 결과 및 고찰

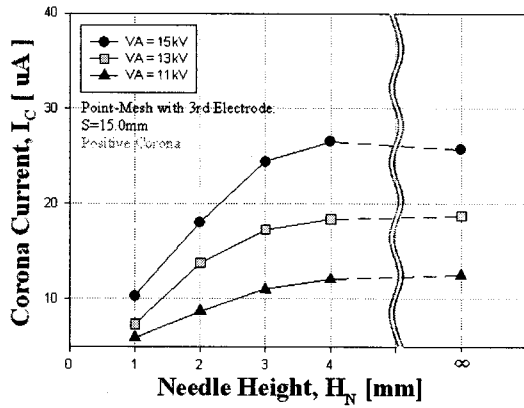
그림 2는 제안한 3전극형 이온풍 발생장치의 방전 침 높이 변화에 따른 전류-전압 특성을 나타낸 것이다. 방전 전류는 인가전압의 증가에 따라 방전개시전압으로부터 서서히 증가하는 전형적인 침대 평판간의 방전특성을 보여준다. 그리고 방전전류는 3전극의 영향을 매우 크게 받는 것을 보여준다.



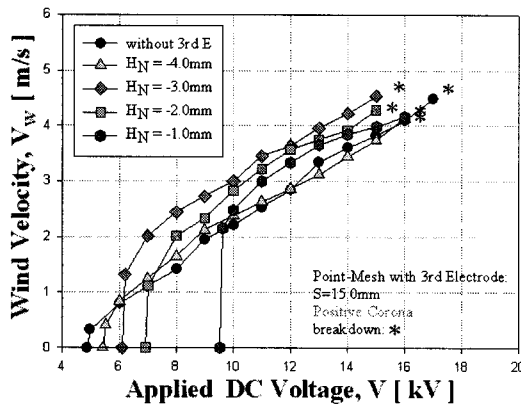
〈그림 2〉 침 전극의 높이 변화에 따른 I-V 특성

그림 3은 침 높이 변화에 따른 방전전류 특성을 여러가지 인가전압에 따라 그린 것이다. 침 전극의 높이가 높아질수록 방전전류는 증가하여 3전극이 없는 값에 수렴하는 것을 보여준다. 이는 3전극이 침 선단에 가까워질수록 침 선단의 전기력선이 3전극 쪽으로 이동하게 되어 상대적으로 침 선단에서의 전기력선수가 감소하기 때문에 방전전류도 감소하게 된다. 방전전류와 인가전압으로부터 구한 방전전력은 3전극으로부터 방전 침이 멀리 떨어질수록 커지고, 결국 3전극이 없는 경우의 방전전력 값에 수렴해 감을 알 수 있다.

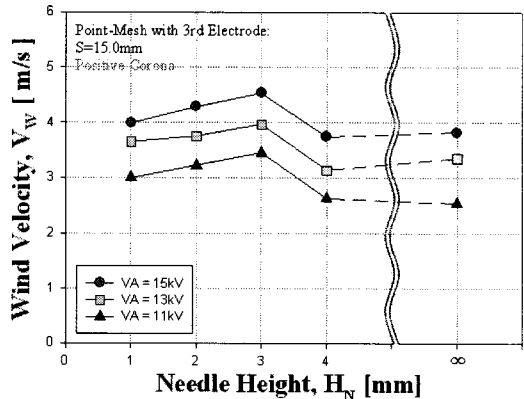
그림 4는 침 높이 변화에 따른 이온풍속-전압특성을 나타낸 것이다. 이온풍속은 인가전압과 침 높이에 매우 크게 영향을 받는 것을 보여주며, 3전극이 있는 경우가 없는 경우보다 풍속이 더 높은 경우도 있음을 보여준다.



〈그림 3〉 침 전극의 높이 변화에 따른 방전전류 특성



〈그림 4〉 침 전극의 높이 변화에 따른 이온풍속-전압 특성

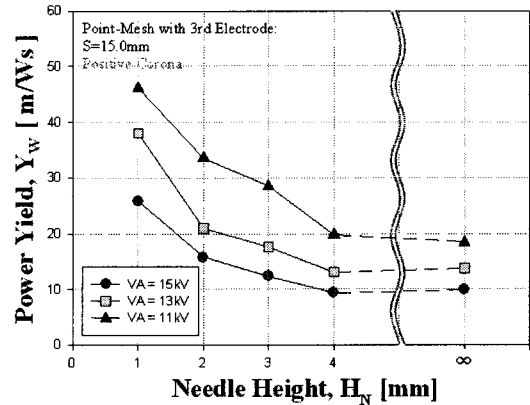


〈그림 5〉 침 전극의 높이 변화에 따른 이온풍속 특성

그림 5는 그림 4에서 구한 침 높이 변화에 따른 이온풍속 특성을 각각의 인가전압 별로 나타낸 것으로, 이온풍속은 인가전압이 높을수록 높은 값을 나타내었다. 이온풍속은 침 높이에 따라서는 피크값을 가지며, 침 높이가 3mm일 때 최대값을 가짐을 보여준다. 따라서 인가전압이 15kV이고, 침 높이가 3mm일 때 최대 이온풍속은 4.54m/s로 최대값을 가지며, 이는 3전극이 부설되지 않은 경우의 최대 풍속값인 3.82m/s에 비해서도 1.19배의 높은 값을 보여준다. 이와 같은 결과는 3전극이 침대 평판형 방전에 매우 큰 영향을 주며, 효과적인 코로나방전을 일으키는 적정 3전극의 조건이 있음을 보여준다.

그림 6은 침 높이 변화에 따른 이온풍 발생 전력효율 특성을 각각의 전압별로 나타낸 것으로, 이온풍속을 방전전력으로 나눈 이온풍 발생 전력효율은 침 높이에 따라 피크값을 가지며, 침 높이가 낮은 경우가 높은 전력효율을 나타내었다. 침 높이가 1mm이고, 인가전압이 11, 13, 15kV인 경우 이온풍 발생효율은 각각 46.15, 38.02,

25.91m/Ws로서, 3전극이 설치되지 않은 경우의 18.41, 13.79, 9.91m/Ws에 비해 각각 2.51, 2.76, 2.62배의 매우 높은 값을 보여 주었고, 침 높이가 3mm일 때의 최대 풍속의 경우인 4.54m/s의 경우에서도 전력효율은 3전극이 설치되지 않은 경우에 비해 1.25배로 크게 증가함을 보여주었다.



〈그림 6〉 침 전극의 높이 변화에 따른 이온풍 발생 전력효율 특성

이상의 결과는 침대 그물전극계의 침 전극의 선단에 환상의 3전극을 부설하면, 발생 풍속을 크게 증가시킬 수 있을 뿐만 아니라, 전력 효율도 크게 증가시킬 수 있음을 보여주었다.

4. 결 론

본 연구에서는 침대 그물형 이온풍 발생장치의 침 전극부근에 3전극을 부설함으로써, 이온풍속과 전력효율을 올릴 수 있는지를 실험적으로 검토한 결과는 다음과 같다.

방전전력은 3전극의 직경이 클수록 커져서 결국 3전극이 없는 경우의 방전전력 값에 수렴해 감을 보여주었다. 발생 풍속은 인가전압이 높을수록 증가하였다. 즉, 방전 침 높이가 3mm일 때 풍속은 4.54m/s로 최대값을 가지며, 이는 3전극이 부설되지 않은 경우의 최대 풍속값인 3.82m/s에 비해서도 1.19배의 높은 값을 보여준다. 인가전압과 침 높이가 낮을수록 풍속 발생 전력효율은 높았으며, 침 높이가 1mm인 경우의 전력 효율은 3전극이 설치되지 않은 경우에 비해 약 2.5배 이상의 매우 높은 값을 보여 주었고, 침 높이가 3mm의 최대 풍속의 경우인 4.54m/s에서도 전력 효율은 1.25배로 증가함을 보여주었다.

이상의 결과로부터 침대 그물전극계의 침 전극의 선단에 환상의 3전극을 부설함으로써, 발생 풍속과 전력 효율을 매우 크게 증가시킬 수 있었다.

[참 고 문 헌]

- [1] B. Komeili, J.S. Chang, G.D. Harvel, C.Y. Ching, "Electrohydrodynamically Enhanced Capillary Evaporator, International Symposium on New Plasma and Electrical Discharge Applications and on Dielectric Materials", pp. 111-116, (Aug, 2007).
- [2] F. Yang, N.E. Jewell-Larsen, D.L. Brown, K. Pendergrass, D.A. Parker, I.A. Krichtafovitch, A.V. Mamishev, "Corona driven air propulsion for cooling of electronics", XIIIth International Symposium on High Voltage Engineering, pp. 1-4, (2003).
- [3] H. Tsubone, B. Komeili, S.Minami, G.D. Harvel, K. Urashima, C.Y. Ching, J.S. Chang, "Flow characteristics of dc wire-non-parallel plate electrohydrodynamic gas pump", Journal of Electrostatics, 66, pp. 115-121, (2008).
- [4] R. Mestiri, R. Hadaji, S.B. Nasrallah, "The electrical discharge as a source of a mechanical energy", Desalination, 220 (2008) pp. 468-475.
- [5] M. Rickard, D. Dunn-Rankin, F. Weinberg, F. Carleton, "Maximizing ion-driven gas flows", Journal of Electrostatics, 64, pp. 368-376, (2006).
- [6] E. Moreau, G. Touchard, "Enhancing the mechanical efficiency of electric wind in corona discharge", Journal of Electrostatics, 66, pp. 39-44, (2008).