

## 유한요소법을 이용한 일렉트레트 형성의 최적화 기법

박건호<sup>o</sup>

청강문화산업대학교 모바일IT스쿨<sup>o</sup>

e-mail: ghpark@ck.ac.kr<sup>o</sup>

## Optimization Technique for Forming Electret Using Finite Element Method

Geon-Ho Park<sup>o</sup>

School of Mobile Information Technology, Chungkang College of Cultural Industries<sup>o</sup>

### ● 요약 ●

본 연구에서는 열자격전류의 측정을 통해 얻은 데이터를 유한요소법을 이용하여 일렉트레트 형성에 깊은 관련이 있는 대전 과정에 관한 시뮬레이션을 수행하였는데, 전극의 에지효과로 인한 전계의 집중 현상을 확인하였고 일렉트레트의 불균일한 대전 상태 여부를 검증한 후 최적 설계를 도출하여 각종 센서재료의 적용에 기여할 것으로 사료된다.

**키워드:** 열자격전류(Thermally Stimulated Current), 유한요소법(Finite Element Method), 일렉트레트(Electret), 에지효과(Edge Effect)

### I. 서론

일렉트레트는 고분자 필름을 센서 재료로 사용하기 위해 다양한 방식으로 형성되는데, 코로나 대전 장치로 시편에 전하를 충전하는 코로나 일렉트레트 방법이 다른 일렉트레트 방법보다 시간이 짧고 다양한 장비 측면이나 대전 과정에서 있어서도 단순하다. 그러나 전계 집중에 의한 절연 파괴 현상이나 코로나 발생 때문에 일렉트레트의 전기적 특성은 고정적이지 않다. 이러한 이유로 코로나 대전 장치가 일렉트레트를 형성하는 데 사용되기 때문에 대전 과정을 상세히 분석할 수 있는 기술이 필요하다. 항상 코로나 대전 장치를 최적화하기 위해 열자격전류 측정에서 전기적 특성을 구한 다음 기계공학 등 다양한 공학 분야에서 사용되는 유한요소법을 사용하여 시료에 나타나는 전위분포를 인가전압에 따라 분석하여 일렉트레트 형성에서 공간 대전 과정의 시뮬레이션을 수행하였다.[1]~[3]

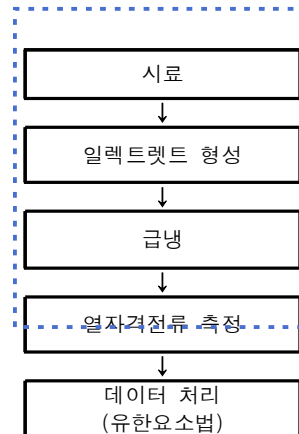


Fig. 1. Experimental Procedure

### II. 본론

#### 1. 실험

고전압(-5~-8[kV])으로 인가되어 형성된 일렉트레트에 대해서 -150~200[°C]의 온도범위에서 열자격전류를 측정하였으며, 전체적인 실험 절차는 그림 1에 나타내었다.

그림 2는 인가전압에 따른 열자격전류의 그래프로서 3개의 피크가 존재함을 나타내고 있다.

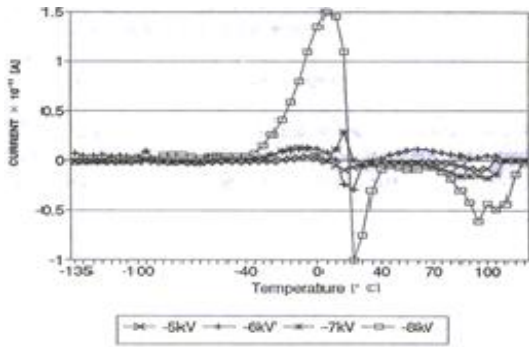


Fig. 2. TSC according to Applied Voltages

## 2. 데이터 처리

본 연구에서는 간단한 3개 노드의 삼각형 요소가 사용되었다. 분석된 도메인이 수직면에서 대칭임을 고려할 때, 전체 영역의 반쪽 면만이 분석 대상으로 간주된다. 그리고 컴퓨터 시스템의 메모리와 수렴 시간을 고려하여 요소의 수를 가감하였다.

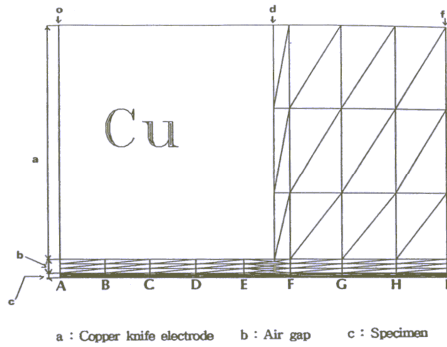


Fig. 3. Essential Element for Analytical Domain

그림 4에 시료 내부의 정전 윤곽선 및 전계 분포를 나타내었다.

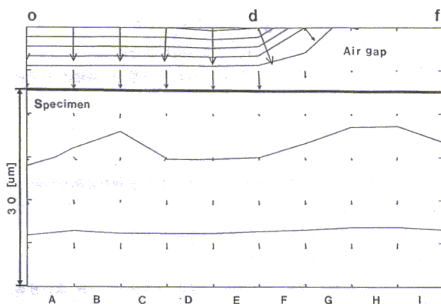


Fig. 4. Electrostatic Contour and Electric Field Distribution inside Specimen

전극의 가장자리에 집중된 전계는 표면 전위를 크게 상승시키지 않으며 시료 내 전계 벡터의 분산과 공극으로 인해 전위를 감소시키는 주요 요인으로 작용하는 것으로 판단된다.

## III. 결론

전계의 불균형 분포가 코로나 대전을 위한 칼날 전극의 가장자리에 의해 발생한다는 문제를 해결하고 전계의 집중화를 방지하기 위해 30[μm] 두께의 폴리프로필렌 필름에 DC -5~8[kV]의 고전압을 가하여 일렉트릿트를 형성시킨 후, -150~200[°C]의 온도 범위에서 TSC 스펙트라를 측정하여 얻은 데이터로부터 활성화 에너지를 계산하여 다음과 같은 결론을 도출할 수 있었다.

- (1) 에지효과로 인해 칼날 전극의 가장자리 주변에서 균일하지 않은 전위 상태와 전계 집중화 현상을 관찰하여 코로나 대전 상태를 이해할 수 있는 유한요소법의 파라미터를 정확하게 제공할 수 있었다.
- (2) 센서로 사용될 수도 있는 부분 외쪽에 절연강도를 강화시키고 가장자리에 설계 조정이 필요하며 코로나 대전 장치의 결함을 보완하기 위한 최적의 설계에 순환 계산 유형의 3D 시뮬레이션이 필요할 것으로 판단된다.

## REFERENCES

- [1] G. Dhatt and G. Touzot, "The Finite Element Method Displayed", pp. 129-162, 1982
- [2] M. R. Simpson, "An Integrated Design Environment for Semiconductor Device Simulation", IEEE Trans. on Computer Aided Design, Vol. 10, No. 9, pp. 1163-1174, 1991
- [3] H. Steinbiber and D. Haller, "Comparative Analysis of Methods for Computing 2-D and 3-D Electric Fields", IEEE Trans. on Electrical Insulation, Vol. 26, No. 3, pp. 529-536, 1991