

Teflon AF/FEP 이중 필름 일렉트렛의 전하저장 특성

김병수*, 이봉주**, 신백균***, 육재호****, 박구범****, 이덕출*
 인하대학교 전기공학과*, 아크로센서**, 구마모토 연구원***, 유한대학 전기공학과****

The Charge Storage Property of Teflon AF/FEP Dual Film Electret

B.S. Kim*, B. J. Lee**, B. K. Shin***, J. H. Yuk****, K. B. Park****, D. C. Lee*
 Inha Univ**, acro senser**, Kumamoto Univ***, Yuhan Coll****

Abstract - 일렉트렛을 이용한 전자제품의 시공정에 주로 이용되고 있는 Teflon FEP 일렉트렛의 전하 저장 특성을 개선하기 위하여 FEP 필름 위에 Teflon AF 1 μm 를 적층한 후 그 전기적 특성을 분석하였다. AF/FEP 이중 필름을 음극 코로나 방전에 의해 하전시켰으며, 반복 하전 및 열처리에 따른 표면전위 변화를 관찰하였다.

1. 서 론

일렉트렛의 응용에 있어 전하 저장 특성은 주된 관심 사중의 하나이며 많은 연구의 대상이 되어왔다.

Fluorethylencpropylene(Teflon FEP)는 Polytetrafluoroethylene(Teflon PTFE)와 함께 우수한 전하보존성을 가진 일렉트렛으로 알려져 있으며 PTFE에 비해 금속판과의 접촉력이 크다는 장점 때문에 일렉트렛의 응용 면에서 많은 부분을 차지하고 있다.

상품화된 몇몇 호일 일렉트렛에 대한 연구결과를 보면 FEP는 PFA, PTFE와 함께 약 200 $^{\circ}\text{C}$ 에서 전하 감쇠가 이루어지는 것으로 나타났다[1-3]. 그러나 일렉트렛을 이용한 제품의 생산 공정을 개선하기 위해서는 보다 높은 온도에서 열적 안정성을 유지할 수 있는 일렉트렛의 개발이 필요하다[4].

Teflon FEP의 열적 안정성을 개선하기 위한 방법으로 충전 전 열처리 및 급랭[5]이나 충전 후 열처리[6], 고온 충전[7] 등의 방법이 제시되었다. 또한 R. Gerhard-Multhaupt 등은 다공성 PTFE와 비다공성 PTFE의 이중 적층구조로 전하 보존성의 향상을 꾀하였다[8].

이 논문에서는 현재 일렉트렛을 응용한 제품의 생산 공정에서 널리 응용되고 있는 Teflon FEP(DuPont) 필름의 전하보존성 향상을 위하여 12.5 μm FEP 필름 위에 Teflon AF(DuPont) 1 μm 을 스핀 코팅 방법으로 적층한 후 부코로나 하전과 열처리를 반복 수행하였다.

Teflon AF는 상온에서 액상이므로 스핀코팅을 이용하여 2 μm 이내의 두께로 적층이 가능하고 기판에 접착력이 강하며 높은 열적 안정성을 가진 물질로서 이중 적

층에 용이하다[9]. 또한 Teflon AF의 전하 저장 특성은 Teflon FEP와 비교할 만큼 우수한 것으로 알려져 있다. [10]

FEP 필름과 FEP/AF 이중 적층된 시편을 음극 코로나 방전에 의해 하전시켰으며, 반복 하전 및 열처리에 따른 표면전위 변화를 관찰하였다.

2. 본 론

2.1 실험방법

1.5 mm 두께의 Al 기판 위에 12.5 μm FEP 필름을 열 압착 방법으로 코팅하고 압착된 FEP 필름 위에 Teflon AF1601S를 1 μm 두께로 스핀코팅 하였다. AF/FEP 이중 필름을 부 코로나 방전을 이용해 하전시켰다. 코로나 방전에 의한 일렉트렛의 하전 방법은 liquid contact[11, 12], voltage breakdown [13-15] 그리고 electron beam[16]등의 다른 방법에 비해 비교적 단순하면서도 표면전하의 균일성과 대면적 하전이 가능하다는 이유로 많이 이용되고 있다[17]. 그림 2는 이 실험에 사용된 코로나 하전장치의 개략도이다. 코로나 하전장치는 시편의 균일한 표면전위 분포를 위해 금속 침 전극과 그리드 전극으로 이루어져 있으며 금속 침에 10 kV, 그리드와 시편 사이에 1 kV의 전압을 인가하여 시편에 하전되도록 하였다. 이때 하전 후 시편의 표면전위를 400 V가 되도록 하였으며 하전된 시편을 230 $^{\circ}\text{C}$ 에서 10분간 열처리한 뒤 표면전위 변화를 측정하였다. 본 연구에서는 상기한 하전 및 열처리를 반복 수행함으로써 시편의 전하 저장 특성의 향상을 꾀하였다.

2.2 결과 및 논의

음극 코로나 하전된 FEP의 경우 고온(약 230 $^{\circ}\text{C}$)에서 하전하거나 상온 하전 후 고온(약 230 $^{\circ}\text{C}$)에서 열처리하면 표면의 전하가 시편 내부로 침투하는 이른바 전하확산(Charge spreading)에 의해 표면전위가 감소하는 것으로 알려져 있다[10]. 표 1은 하전 과 230 $^{\circ}\text{C}$ 열처리를 반복하면서 각 단계별 표면전위를 측정한 결과이다. 이를 그림 3의 그래프로 나타내었으며 각각의 측정 결과는 하전 직후의 표면전위(V_0)로 나누어 규격화하였다. 1차 400 V로 하전된 시편을 열처리한 결과 표

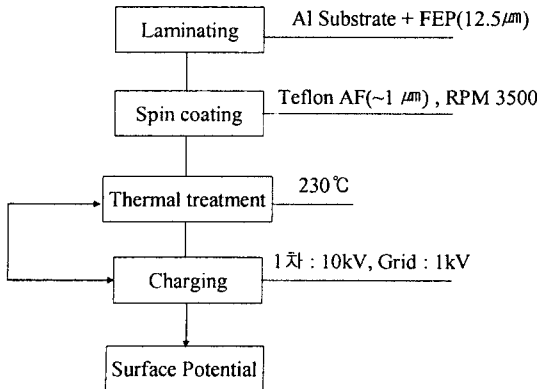


그림 1 시편의 제조 공정도

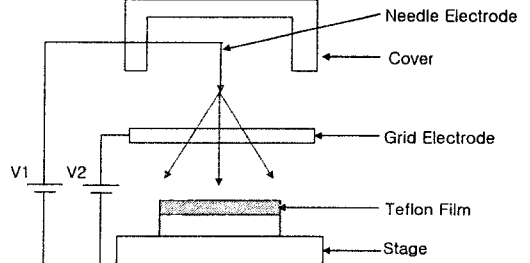


그림 2 코로나 하전장치의 개략도

표 2 반복 하전 및 열처리 단계 별 표면전위

	Surface Potential	
	V_s	V_s/V_0
1st Charging	400	1
1st Annealing	207	0.52
2nd Charging	400	1
2nd Annealing	320	0.8
3rd Charging	400	1
3rd Annealing	365	0.92
4th Charging	400	1
4th Annealing	378	0.95

면전위는 약 50 %로 감소하였다. 이는 시편이 고온(230 °C)이 전하 확산에 의해 표면전위를 잃게 되어 230 °C의 온도에 해당하는 에너지 준위를 가진 약 50 %의 전하만이 남아있게 되는 것이다. 다시 하전과 열처리를 반복함으로써 인해 높은 에너지 준위를 가진 전하들만 시편에 남게 되고 4차 반복 하전과 열처리 후에는 약 95 %의 전하들이 230 °C에서 견딜 수 있게 되는 것이다. 이러한 실험 결과는 AF/FEP 이중 필름이 하전과 230 °C에서의 열처리를 4회 반복하게 되면 최소 230 °C의 고온에서도 그 전하를 보존할 수 있다는 것을 의미한다.

3. 결 론

Teflon FEP의 열적 안정성 향상을 위해 FEP 필름 위에 Teflon AF 필름을 스펀코팅하여 이중 필름을 형성하고 그 전기적 특성을 분석하였다. AF/FEP을 부코로나 하전과 230 °C 열처리를 반복하여 각 단계별 표면전위를 측정된 결과 하전 및 열처리를 반복할수록 표면전위가 높아지는 것을 확인하였다. 하전과 열처리를 4회 이상 반복한 경우 최소 230 °C까지 시편의 전하를 보존할 수 있는 열적 안정성을 지녔다는 것을 확인하였으며 앞으로 AF/FEP 이중 필름의 특성을 구조적 해석과 함께 보다 면밀한 조사를 수행한다면 보다 높은 열적 안정성을 지닌 일렉트렛의 개발이 가능할 것으로 보인다.

[참 고 문 헌]

[1] R. L. Remke and H. von Seggern, "Modelling of thermally stimulated currents in

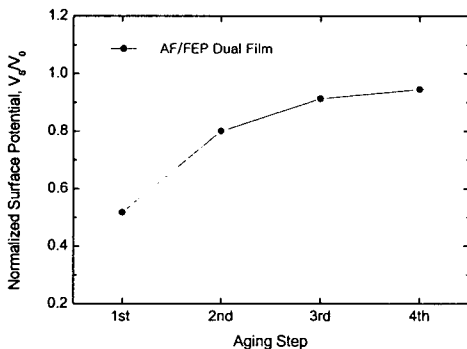


그림 3 AF/FEP 이중 필름의 반복 하전 및 열처리 단계별 표면전위 측정결과

polytetrafluoroethylene", J. Appl. Phys., Vol. 54, pp. 5262-5266, 1983

[2] H. von Seggern, "Identification of TSC peaks and surface-voltage stability in Teflon FEP", J. Appl. Phys., Vol. 50, pp.2817-2821, 1979.

[3] Z. Xia, "Corona charging and charge decay of Teflon PFA", IEEE Trans. Electr. Insul., Vol. 26, pp. 1104-1111, 1991

[4] Y. Yasuno and Y. Riko, "A Chronological review of production and applications of electret condenser microphone for consumer use", IEEE ISE8, pp. 943-948, 1994

[5] Xia Zhongfu, "Improved Charge Stability in Polymer Electrets Quenched before Charging", IEEE Trans. Electr. Insul. Vol. 25, 611-615, 1990

[6] R. Kressmann, G. M. Sessler and P. Gunther, "Space-charge Electrets", IEEE Trans. Elect. Insul, Vol 3, pp 607-623, 1996.

[7] T. Lu, G. Yang and X. Sun, "Behavior of negatively corona charging Teflon FEP at elevated temperature", IEEE ISE6, pp. 482-486, 1988

[8] R. Gerhard-Multhaupt, Z. Xia, W. Kunstler and A. Pucher, "Preliminary study of multi-layer space-charge electrets with piezoelectric properties from porous and non-porous Teflon films", IEEE ISE10, pp. 273-276, 1999

[9] J. H. Lowry, J. S. Mendlowitz. and N. S. Subramanian, "Optical Characteristics of Teflon AF Fluoroplastic Materials", Opt. Eng. Vol 31, pp. 1982-1985, 1992

[10] P. Gunther, H. Ding, and R. Gerhard-Multhaupt, "Electret properties of spin-coated Teflon-AF films", CEIDP Annual Report, pp. 197-202, 1993

[11] P. W. Chudleigh, R. E. Collins, and G. D Hancock, " Stability of Liquid charged Electrets", Appl. Phys. Lett., Vol 23, pp. 211-212, 1973

[12] P. W. Chudleigh, "Mechanism of Charge Transfer to a Polymer Surface by a Conducting Liquid Contact", J. Appl. Phys. Vol. 47, pp. 4474-4483, 1976

[13] G. M. Sessler and J. E. West, "Production of High Quasi-permanent Charge Densities on Polymer Foils by Applications of Breakdown Fields", J. Appl. Phys. Vol. 43, pp. 922-926, 1972

[14] R. A. C. Altafim, J. A. Giacometti and J. M. Janiszewski, "A Novel Method for Electret Production using Impulse Voltages", IEEE Trans. Elec. Insul., Vol. 27, pp. 739-743, 1992

[15] W. Stark, "Electret Formation by Electrical Discharge in Air", J. of Electrostatics, Vol. 22, pp. 329-339, 1989

[16] B. Gross, R. Gerhard-Multhaupt, A. Berraisoul, and G. M. Sessler, "Electron-beam Poling of Piezoelectric Polymer Electrets", J. Appl. Phys. Vol. 62, pp. 1429-1432

[17] W. D. Greason and B. H. Beyer, "Corona Charging Method for Controlled Production of Film Electrets", in 1982 Annual IAS-IEEE Meeting pp. 1148-1152