PVDF 일렉트렛트의 압전특성에 관한 연구

박 강식° 김 용 혁* 김 호 기* 손 병 청** 이 덕 출***
인하 대학원 ° KAIST* 홍익 대학교** 인하 대학교***

A study on piezoelectric properties of PVDF electret

Park kang sik° Kim yong huck.* Kim ho gi.* Son byeong chung.** Lee deok chool***
° Inha Univ. * KAIST. ** Hongik Univ. *** Inha Univ.

1. 서 론

최근 고분자 화학의 급속한 발전과함께 다양한 고분자재료가 출현 하였으며 전기적 기계적특성 및 화학적 안정성이 우수하여 전기절연재료, 유전재료, 전자 디바이스의 구조재료등 그용도가 다양해지고 있다. 종전에는 고기능성재료로서 주로 무기재료가 이용되어왔으나 최근 전자부품의 소형화, 경량화 하는 경향에따라 무기재료보다 유연성 및 가공성이 좋고 대면적화할 수 있는 고분자 재료에 관심이 집중되고 있으며 고분자재료와 무기재료의 복합화에도 상당한 연구가 진행되고 있다.

PVDF (polyvinylidene fluoride)는 내후성, 내방사선성, 기계적 특성등이 우수할 분만 아니라 유전율과 압전율이 고분자 재료 중 제일 커서 초음파 발생 장치나 수중 음파 탐지 및 각종 압력 센서로서 사용되고 음향 임피던스 (밀도×음속) 가 물이나 인체와 비슷하여 초음파 단층촬영, 심전도 측정 장치 등 생체의료 분야에서도 용도가 확대되고 있으며, 그에 따라 PVDF에 대한 연구도 활발히 진행되고 있다.

PVDF 는 $(-CH_2-CF_2-)$를 모노마로 한 선상고분자로 서결정화도는 40 - 45 % 이고 무정형 matrix 내에 결정성 영역이 존재하며 압전특성은 결정구조와 아주 밀접한 관계가 있는 것으로 알려지고 있다. C-F bond의 쌍극자 모멘트에 의해 자발분극 (spontaneous polarization)이 생기며 외부에서 강한 전장을 걸어주면 전장방향으로 쌍극자가 배열하게 되며 전장을 제거한 후에도 본래의 방향으로 돌아가지 못하게 되는데 이는 쌍극자가 이웃 분자와의 상호 작용력과 포텐셜 에너지에 의한 것으로 생각된다. 본 연구에서는 α형과 α+β형 film을 이용하여 분극조건을 변화시킴에 따라 압전특성의 변화 및 결정구조 변화를 측정하여 적당한 분극조건을 조사하고 압전특성이 쌍극자의 배향에 의한 것인가 아니면 공간전하의 주입에 의한 것인가 에 대해 알아보며 미연신 필림을 복잡한 연신과정을 거치지 않고 연신한 필림과 똑같은 압전특성을 낼수 있는 방법을 모색해 본다.

2. 사용 시료 및 실험방법

실험에 사용된 시료는 Kureha 회사 제품인 KF polymer로서 미연신 (α형, 25 um) 2축연신 (α+β형, 25 um) 필림을 사용했다.

전극은 실버 페이스트를 이용하여 면적 2 cm^2 로 원형 도포하였다.

1) 시료의 양면에 전극을 도포하여 전계로 분극시켰으며 2) 한쪽면에만 도포하여 코로나에 의해 여러가지 조건에 따라 분극시켰다.

3) 시료의 열처리 효과를 알아보기 위해 120 °C 에서 2시간 열처리 한 후 조건에 따라 분극시켰다.

3. 측정

LCR 메터를 이용하여 분극전후의 캐패시턴스와 유전손율을 주파수 변화에 따라 측정하였다.

spectrum analyzer 를 이용하여 공진 및 반공진 특성을 측정하였고 Berlincourt d_{33} meter

이용하여 압전계수를 측정하였다.

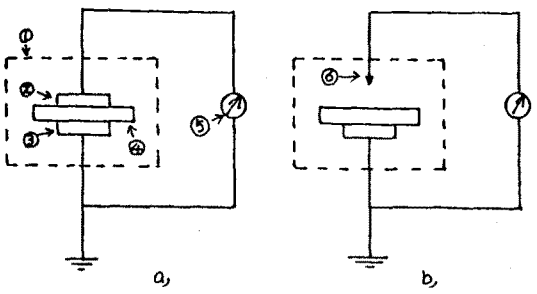


그림 1 대전장치의 개략도

a, 전계에 의한 방법 b, 코로나에 의한 방법

1. 챔버 2. 상부전극 3. 하부전극

4. 시료 5. 직류 고전압 전원 6. 침 전극

1. 실 험 결 과

형성전계를 변화시켜가면서 분극시킨 시료의 압전특성을 그림 2 에 나타냈다. 그림에서 압전계수는 저전계 측에서 완만한 증가 추세를 보이다가 1 - 1.5 MV/cm에서 급격한 증가를 보이고 있다. 이는 1 MV/cm 이하의 저전계에서는 분극이 제대로 이루어지지 않았으며, 결정구조를 변화시키는 데는 그 이상의 에너지가 필요함을 알수 있다.

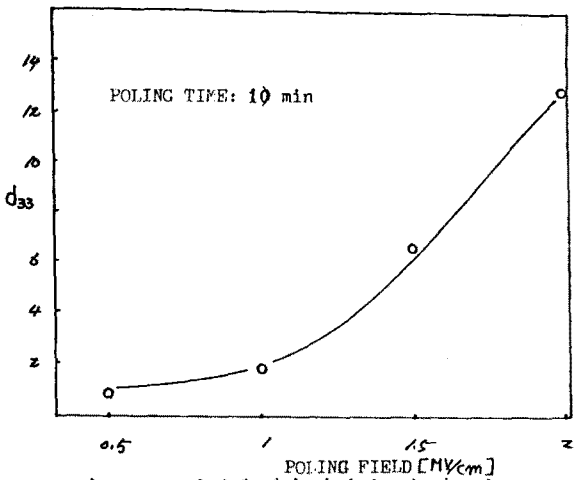


그림 2. 분극전계에 대한 압전계수의 의존성

그림 3 은 1.6 MV/cm 의 전계로서 분극시킨 경우에 압전계수의 분극시간 의존성에 대한 그림으로써 분극시간이 증가함에 따라 압전계수도 증가하는 경향을 보이나 그 증가율은 아주 작고 시간이 경과함에 따라 포화되는 경향을 볼 수 있다.

즉 1.6 MV/cm의 고전계에서는 아주 짧은 시간에 분극이 이루어지며 6 분 정도에서는 포화되는 것을 알수 있다.

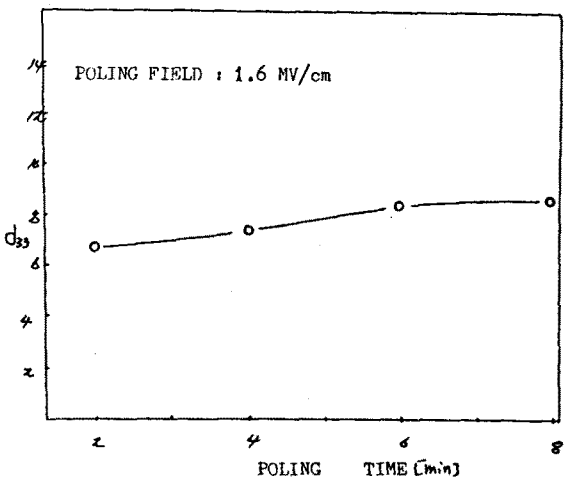


그림 3. 분극 시간에 대한 압전계수 (전계에 의한 분극)

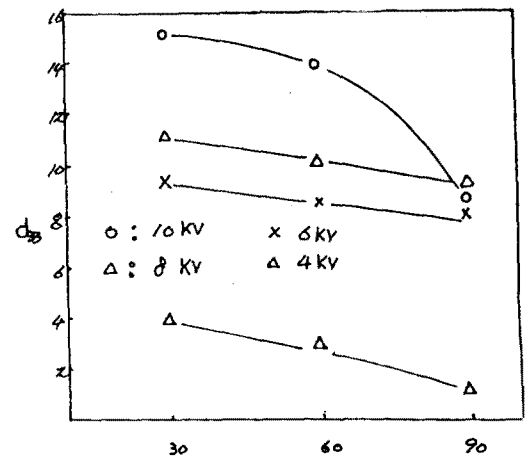


그림 4.분극 온도에 대한 압전계수의 의존성

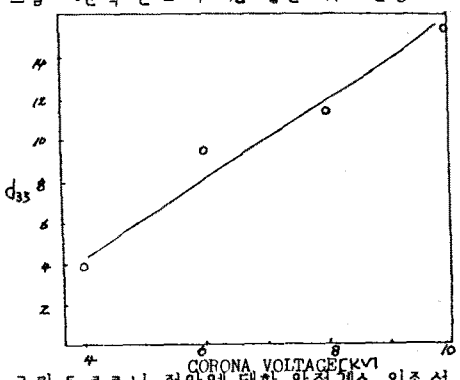
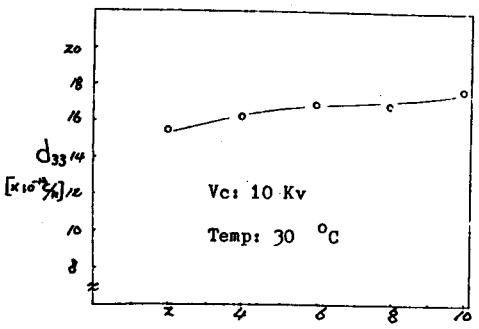


그림 5.코로나 전압에 대한 압전계수 의존성



CORONA POLING TIME

그림 6. 코로나 분극시간에 대한 압전계수 의존성

5. 결 론

1) α+β형 PVDF 의 압전계수는 분극전계에 따라 크게 영향을 받으며 특히 1-1.5 MV/cm 의 전계에서 급격히 증가한다.

2) PVDF의 압전계수는 분극시간 의존성을 다소 보이고 있으나 큰 영향을 보이지 않는다.

3) 분극전계를 높임으로써 실온에서도 충분히 분극이 가능하다.

4) 코로나 대전방식에 의한 PVDF 의 압전특성은 분극형성온도가 증가함에 따라 오히려 저하한다.

REFERENCES

1. G.M.Seller,"Piezoelectricity in polyvinylidenefluoride ", J. Acoust. Soc. Am. (1981)

2. T.Furukawa et al :"Polarization reversal associated with rotation of chain molecule in -phase polyvinylidenefluoride",J.Appl. Phys. (1983)

3. DK Das-Gupta et al : "Piezoelectricity in uniaxially stretched and corona poled polyvinylidenefluoride",J.Phys.D.(1980)

4. K.Doughty et al :" Corona charging and the piezoelectric effect in polyvinylidene fluoride", J.Appl.Phys., (1978)

5. T.T.Wang et al:"Polarization behavior during high field poling of polyvinylidene fluoride , J.Appl.Phys. , (1984)

6. T.T.Wang et al:" High electric field poling of electroded polyvinylidene fluoride",at room temperature", J.Appl.Phys. (1983)

. B.A.Newman et al:"Piezoelectric activity and field-induced crystal strusture transitions in poled polyvinylidenefluoride film",J.Appl.Phys.,(1979)