

# 전기영동법에의해 제작된 PI 박막의 표면처리 조건이 감습 특성에 미치는 영향

정승용\*, 김종석\*, 박강식\*\*, 한상옥\*\*\*, 이덕출#  
대전산업대학교\*, 충남전문대학\*\*, 충남대학교\*\*\*, 인하대학교#

## The effect of surface treatment of PI Thin Film prepared by Electrodporotic method on the characteristics of Humidity Sensing

S.Y. Jung, J.S. Kim, K.S. Park, S.O.Han, D.C.Lee

Taeion Nat.l univ. of tech. ChungNam Jnr. college, ChungNam Nat.l univ. Inha univ.

**Abstract** - We prepared polyimide film by electrophoretic deposition onto glass film as a sensing materials of humidity, and treated with plasma discharging as a function of discharging power to improve performance of the sensor. Then evaluated the characteristics of polyimide on humidity.

드막의 감습감도는 기존의 다른 습도센서보다 비교적 낮게 나타났다. 따라서 본 연구에서는 폴리이미드 감습막을 플라즈마로 처리하여 표면의 이미드 분자에 활성상태를 도입시킴으로서 이들이 공기중의 물분자를 끌어당기는 역할을 하게 함으로서 이들이 감습특성에 어떠한 영향을 미치는가 조사하고자 한다.

### 1. 서 론

폴리이미드는 우수한 전기 절연성과 함께 뛰어난 내열특성을 지니고 있기 때문에 반도체나 항공우주 분야등 내열 특성을 필요로 하는 각종 기기의 절연 재료는 물론 감광성 수지나 감습막으로서도 널리 알려져 왔다. 이와같은 폴리이미드는 그 용도에 따라 구조가 매우 다양하며 그에 따라 그 특성도 각기 다른 것으로 알려 지고 있다. 또한 폴리이미드는 내열성을 갖고 있기 때문에 고온에서 연화가 거의 일어나지 않으며 용매에도 잘 녹지 않는등 화학적으로도 매우 안정한 특성을 나타내지만 다른 열가소성 고분자 재료에 비하여 필름형태로 가공하기가 용이하지 않다.

그러나 전기영동법을 이용할 경우 막의 두께 제어가 용이하고 또한 얇은 막을 만들기가 용이하다. 또한 전기영동법을 이용하면 다른 도전성 물질에 직접 접착이 가능하며 또한 기존의 박막 제작법에서는 어려운 곡면 부분이나 모서리 부분의 처리도 균일한 두께로 처리가 가능하고 또한 필요한 부분만 선택적으로 박막화가 가능하다는 장점을 지니고 있다. 폴리이미드를 이용한 습도 센서로는 이전에도 기존의 제작법을 이용하여 많은 연구가 진행되어 왔지만 영동법을 이용한 감습막의 제작과 그 특성 연구는 거의 이루어져 있지 않다. 본 연구에서는 기존에 보고한 바와 같이 폴리이미드 감습막을 이용한 습도센서는 감습방식이 습도 증가에 의해 저항 변화를 이용한 것보다는 정전용량 변화를 이용한 것임을 보고한 바가 있다. 그러나 폴리이미

### 2. 감습막의 제작 및 측정

#### 2.1 유탕액의 제작 및 전기영동

전기영동법에 의해 폴리이미드 감습막을 제작하기 위해 베이스 물질로서 듀폰사의 Pyre-ML RC-5057을 이용하였다. Pyre-ML RC-5057은 용매 NMP에 16.5 wt%의 폴리아믹산이 녹아 있는 물질로서 이 물질을 다시 NMP를 이용하여 2.29 wt%의 묽은 아믹산 용액으로 만들었다. 다시 계면활성제(TEA) 0.5 g과 침전제(aceton) 178 ml를 혼합하여 만들어진 물질을 미리 만들어 놓은 묽은 폴리아믹산 용액과 혼합하여 유탕액을 제작하였다. 이와 같은 방법에 의해 제작된 유탕액의 색깔은 유백색을 띠었다.

유탕액으로부터 전기영동에 의한 이미드 막의 제작은 비이커에 유탕액을 넣고 유탕액 내부에 전착할 기판을 + 극으로 대향 전극을 - 극으로 하여 직류 전압을 인가하여 영동시켰다. 전기영동은 정전압 전원장치를 이용하였으며 영동전압을 20 (V)로 일정하게하고 지정된 시간동안 전압을 인가하여 막을 만든 다음 전원을 제거하였다. 영동이 끝난 기판은 즉시 유탕액으로부터 꺼내어 수평으로 유지시켰다. 그런 다음 전기오븐을 이용하여 70 °C에서 2시간 동안 건조 시킨 다음 열처리에 의해 이미드화시켰다. 열처리 조건은 전기오븐을 이용하여 300 °C에서 2 시간 동안 실시하였다.

#### 2.2 플라즈마 처리

폴리이미드 감습막의 표면을 개질하기 위하여 아르곤 가스 분위기에서 플라즈마 처리를 하였다. 이때 반응기 내부의 진공도는 0.1 Torr, 처리 시간을 20 분으로 일정하게 하고 조건에 따라 방전전력을 각각 20 W 와 40 W 로 하여 처리하였다.

### 2.3 상부 전극의 증착 및 측정

폴리이미드는 감습특성에 상부전극의 두께가 미치는 영향을 조사하기 위하여 진공증착시 상부전극의 두께를 각각 500 Å, 700 Å, 1000 Å 로 하였으며 진공증착시 상부전극의 패턴은 미리 제작한 빗살 타입의 마스크를 이용하여 빗살형으로 하였다. 본 실험에서 제작한 습도 센서와 전극 구조를 그림 1 에 나타냈다 증착된 하부전극과 상부전극으로부터 리드선의 접속은 실버페이스트를 이용하였다. 감습특성의 측정을 위해 습도 변화에 따라 정전용량 변화를 측정하였으며 습도변화는 화학적인 방법에 의해 표준 습도를 유지하는 방법을 이용하였다. 표준 습도는  $K_2CO_3 \cdot 2H_2O$ 를 이용하여 42%를,  $Na_2Cr_2O_7 \cdot 2H_2O$ 를 이용하여 52 %를, NaCl를 이용하여 65 %를, KCl을 이용하여 85 %를,  $K_2SO_4$ 를 이용하여 95 %를 만들어 측정에 이용하였다.

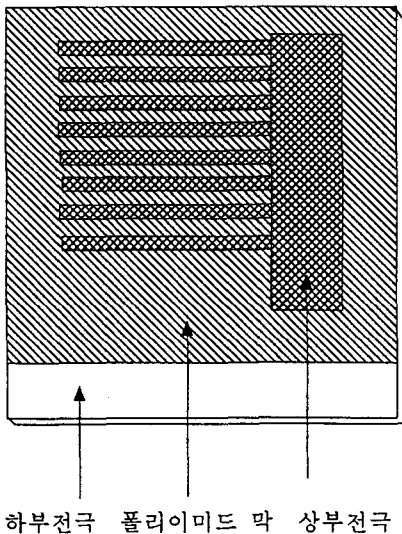


Fig. 1 schematic diagram of polyimide humidity sensor

### 3. 결과 및 고찰

그림 2는 영동법에 의해 제작한 폴리이미드 감습막을 플라즈마장치를 이용 각각의 시료를 20 W와 40 W로 10 분간 플라즈마 처리한 것에 대해 주파수 1 KHz에서 습도 변화에 따른 정전용량을 측정하여 나타낸 것이다. 각 시료 모두 습도 증가에

비례하여 정전용량이 상승하였음을 알 수 있다. 그러나 플라즈마 처리시의 방전전력에 의한 감습특성을 비교하면 방전전력의 영향은 그다지 크지 않음을 알 수 있다. 이것은 폴리이미드 감습막의 동작이 감습에 의한 표면의 저항 변화형이 아닌 내부에서의 정전용량 변화형이기 때문으로 추정된다. 즉, 플라즈마 처리가 표면에서의 수분흡착특성을 개선 시킨다 해도 흡착된 수분 분자가 감습막 내부로 확산되어가지 않기 때문으로 추정된다. 20 W로 플라즈마 처리한 시료의 감습특성은 상대 습도가 42 %에서 95 %로 53 % 증가할 때 정전용량은 3.52 (nF)에서 4.31 (nF) 로 22.4 % 증가하였으며 습도 1 % RH 당 14.9 (pF)의 변화를 나타냈다. 반면 40 W로 처리된 시편에서는 3.09 (nF)에서 3.56 (nF) 로 15.2 % 증가하였으며 습도 1 % RH 당 8.87 (pF)의 증가를 나타냈다.

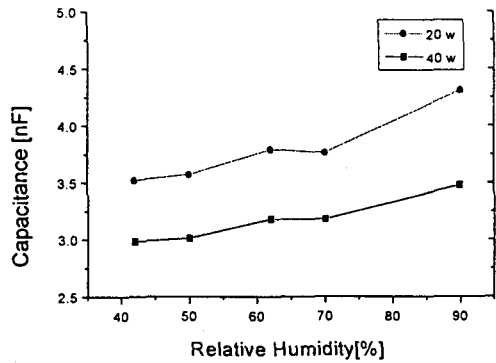


Fig. 2 Sensing properties of PI humidity sensor on treating plasma

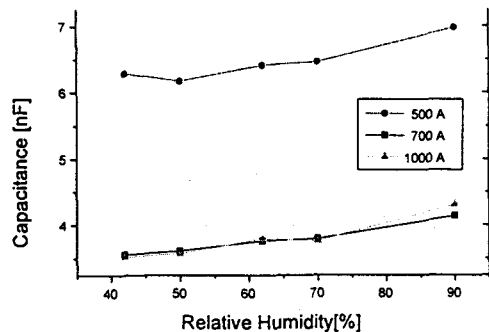


Fig. 3 Sensing properties of PI humidity sensor on electrode thickness

그림 3은 상부전극의 두께를 각각 500 Å, 700Å, 1000Å으로 하였을 경우 감습막 상부의 전극두께가 감습특성에 미치는 영향에 대하여 조사한 것이다. 이 결과에서 감습 특성은 상부전극의 두께에 따라 차이는 있으나 그 차이는 매우 미소하게 나타나 상부전극의 두께가 얇을 경우 그 영향은 그다지 크지 않은 것으로 나타나고 있다. 그러나 정전용량형 습도센서의 감습 특성에 미치는 상부 전극의 두께 의존성은 결코 배제할 수 없을 것이다. 그 이유는 정전용량형은 습도가 감습막 내부로 침투하는데 저해하는 요소를 작용할 수밖에 없는 구조이기 때문이다. 그러나 본 실험에서 두께에 따른 감습 특성의 변화가 크지 않은 것은 수분의 통과가 용이하도록 상부전극을 매우 얇게 하였으며 또한가지는 전극의 패턴을 사각의 블록 타입이 아닌 빗살형으로 함으로서 수준의 침투가 용이하도록 하였기 때문으로 생각된다.

#### 4. 결 론

전기영동법을 이용하여 제작된 폴리이미드를 습도센서의 감습막으로 제작하여 플라즈마 처리하였을 경우 플라즈마 처리가 감습특성에 미치는 영향에 대하여 조사한 결과 플라즈마 처리는 정전용량 변화형 습도센서에는 감습특성의 개선에 그다지 영향을 주지 않는 것으로 나타났으며 상부 전극의 패턴을 빗살형으로 함으로서 상부전극의 두께는 감습 특성에 거의 영향을 받지 않음을 알 수 있었다.

#### [참 고 문 헌]

- [1] Micheal Uebner, KA M. NG, "Electrodeposition of polyimide from Nonaqueous Emulsions", J. of appl. poly. scie. Vol. 36, pp. 1525-1540, 1988.
- [2] 김종석외, "폴리이미드 박막을 이용한 습도센서의 개발에 관한 연구", 대한전기학회 학술대회논문집, 1994. 7.
- [3] 김종석외, "전기영동법에 의해 제작된 폴리이미드박막의 습도특성", 대한전기학회 하계 학술대회 논문집, 1996. 7.
- [4] P. J. Schubert and J. H. Nevin, "A Polyimide-based Capacitive Humidity Sensor", IEEE Trans. on Electron Device, Vol. ED-32, No. 7, pp. 1220-1223, 1989.
- [5] 박강식 외, "전기영동법에 의해 제작된 폴리이미드막의 감습특성에 관한 연구", 대한전기학회 논문지, 45권 6 호, 851-856, 1996.