

전도성 고분자를 이용한 텍스타일 기반 환경센서의 VOC 검출 특성

전선희, 장경진, 곽동섭, 김태경, 김홍제¹

경북대학교 섬유시스템공학과, ¹한국봉제기술연구소

1. 서 론

현재 국내에서는 IT융합 섬유기반 센서소재를 스포츠레저, 헬스케어, 환경, 디지털소재 등의 다양한 제품군으로 실용화하기 위해 연구가 이루어지고 있다. 또한 섬유기반 센서소재의 용도확대를 위한 VOC, 자외선, 온도 및 pH 감응 섬유기반 환경센서 등의 개발도 이루어지고 있다. 기존의 센서용 섬유제품은 전도성 필름이 라미네이팅 되어 섬유소재의 촉감을 잃는 문제점이 있었기 때문에 섬유자체를 기반으로 한 전도성 직물 센서를 개발함으로써 섬유 자체의 감촉 및 태를 그대로 반영하여 실생활에서의 적용성을 높일 수 있도록 연구되어진다. 본 연구에서는 환경센서 중 섬유기반 Volatile Organic Compounds(VOC) 센서의 개발에 초점을 맞추었다. 유기용매 및 수분의 유무에 따른 전도성 고분자의 종류별 저항값 변화를 조사하여 유기용매에 대한 반응도와 센서기능의 지속가능성을 조사하였다.

2. 실험

이 실험에 사용된 전도성 고분자는 각각 화학적 특성이 서로 다른 Polyaniline계 전도성 고분자와 PEDOT [Poly (3,4-ethylenedioxythiophene)-poly(styrene sulfonate)]계 전도성 고분자이다. Volatile Organic Compounds (VOC)는 아세톤을 사용하였다. 또한 저항값 측정을 위해 base material 위에 도포된 전도성 고분자를 건조한 후 도전성 페이스트 [CANS 도전성 페이스트 ELCOAT P-100]를 이용하여 전선을 양 끝에 부착하였다. 실험은 전도성 고분자의 종류에 따른 저항값 변화 특성 차이와 함께 아세톤과 수분의 유무에 따른 저항값 변화 측정으로 이루어졌다. 또한 전도성 고분자가 도포되는 base material의 종류에 따른 저항값 차이를 비교분석하였다.

3. 결과 및 고찰

Glass를 base material로 하여 수분과 아세톤의 존재 유무에 따른 각각의 저항값을 측정하였다. Fig. 1을 보면 두 가지 전도성 고분자의 저항값 변화율이 다르게 나타나는 것을 볼 수 있다. PEDOT계의 경우 저항값이 낮아서 전기는 잘 통하나, 용매 물질의 존재 유무에 따른 저항값에는 큰 차이가 없었다. 반면 Polyaniline계는 PEDOT계와 비교하였을 때, 아세톤 존재 하에서는 저항값이 증가하는 경향을 보였고, 물 존재 하에서는 저항값이 감소하는 경향을 보였다. 환경센서는 작은 변화에도 쉽게 반응하여 감지해야한다. 따라서 PEDOT계보다는 Polyaniline계가 환경센서로서 더 적합함을 알 수 있었고 다른 base material을 이용한

저항값 측정에서는 Polyaniline계 전도성 고분자만을 이용하였다. 코팅되어진 전도성 고분자를 섬유에 적용하기 위해서는 도포되어진 물질이 유연성을 가져야하기 때문에 base material로 Polypropylene 필름을 사용하여 동일한 실험을 한 결과, Glass에서의 변화와 유사한 경향을 보였다. 그러나 PP 필름의 유연성 때문에 건조된 전도성 고분자가 금이 가서 저항값이 증가하였다.

최적의 base material 선정을 위해 세 종류의 porous membrane과 HDPE(High Density Polyethylene) 부직포를 이용하여서 Polyaniline계 전도성 고분자의 저항값을 측정하였다. PTFE membrane은 마찰계수가 낮은 성질로 인해 전도성 고분자가 도포되지 않았기 때문에 저항값 측정이 불가능하였다. Cellulose ester membrane은 PTFE membrane에 비해서 전도성 고분자가 잘 도포 되었고 수분과 아세톤의 각각의 존재 하에서 저항값의 변화 폭이 크게 나타났다. 그러나 건조과정과 유기용매 흡착과정에서 membrane이 수축되어 말림 현상이 일어나면서 전도성 고분자에 금이 생겨 전반적으로 저항값이 더 높게 나타났다. Mixed cellulose acetate membrane은 ester membrane과 달리 수축 현상은 없었으나, 수분에서는 저항값의 변화폭이 아주 작고 아세톤에서만 저항값이 증가하는 경향을 보였다. 한편 HDPE 부직포 또한 비교적 잘 도포 되었으며, 수분에서는 저항값이 감소하였고 아세톤에서는 저항값이 증가하는 경향을 비교적 잘 나타냈다. 한편 도포된 전도성 고분자의 보존성을 높이기 위해서 HDPE을 양면으로 부착시키킨 후 저항값 변화율을 측정하였다. Fig. 2를 보면 밀폐되지 않은 환경에서보다 비교적 높은 저항값과 용매에 따른 변화율을 나타냈지만 수증기나 유기용매의 투과 특성에 의해 밀폐 후에도 저항값 측정이 가능했다.

4. 결 론

실험 결과를 살펴보면 유기용매 또는 수분 환경센서로의 활용은 PEDOT계 보다 용매의 유무에 따라 저항값이 비교적 크게 변화한 Polyaniline계 전도성 고분자가 적합한 것으로 나타났다. 또한 Polyaniline계 전도성 고분자의 저항값 측정에 있어 최적의 base material은 HDPE 부직포인 것으로 나타났다. HDPE는 두 용매 모두에서 저항값의 변화를 보일 뿐 아니라, 내약품성이 뛰어나 유기용매의 저항값 측정 시에도 변형이 발생하지 않았다. 또한 수증기는 투과시키나 물은 막아주는 특성을 가져 수분 측정에도 용이하며 양면으로 밀폐시켰을 때에도 저항값 변화를 가졌다. 따라서 Polyaniline계 전도성 고분자의 환경센서로의 활용은 base material로 HDPE의 적용과 Polyaniline계 전도성 고분자에 대한 더 많은 연구를 통하여 가능할 것으로 보인다.

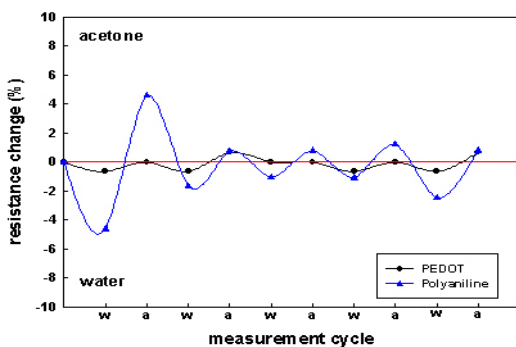


Fig. 1. Variation rate of electric resistance according to the type of conductive polymer spread on glass.

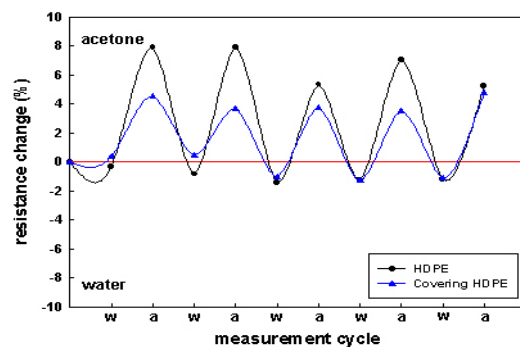


Fig. 2. Variation rate of electric resistance of polyaniline spread on HDPE according to the type of solvent.