

박테리아 셀룰로오스 고분자 기반 스트레인 게이지의 제작

Fabrication of Strain Gauge based on Bacterial Cellulose Polymer

*김시습¹, 기성룡¹, 송형두¹, 오일권², #기광두³

*S. S. Kim¹, S. J. Ki¹, H. D. Song¹, I. K. Oh², #C. D. Kee(cdkee@chonnam.ac.kr)³

¹전남대학교 대학원 기계공학과, ²KAIST 기계항공시스템학부 ³전남대학교 기계시스템공학부

Key words : Bacterial Cellulose, Strain Gauge, Polymer

1. 서론

셀룰로오스는 식물 세포벽의 기본 구조 성분으로서 모든 식물성 물질의 33%를 차지하며, 천연 자연에서 산출되는 유기화합물 중에 가장 많이 존재한다. 그러나 특이하게 박테리아 셀룰로오스는 식물이 아닌 박테리아에 의해 생산되며, 이를 생산하는 박테리아로서는 Acetobacter, Rhizobium, Agrobacterium, Sarcina 등이 있으며, 그 중 가장 많이 사용하고 있는 것은 Acetobacter이다. 나노 섬유들이 그물형태로 짜인 박테리아 셀룰로오스는 기계적, 화학적 성질의 우수하고 결정화도, 흡습성 등이 높아 산업적 응용 가능성이 높다. 이러한 특성을 바탕으로 박테리아 셀룰로오스를 이용하여 천연 고분자 작동기 및 센서를 개발하는 연구가 진행되고 있다.

센서는 일반적으로 관측대상의 정보를 물리적, 화학적, 생물학적 효과를 이용해 전기적 신호로 변환하는 소자로 정의된다. 일반적으로 스트레인 게이지는 반도체재료인 실리콘이 이용된다. 스트레인 게이지는 모양이 변하면 저항 값이 변하는데 이 저항을 측정함으로써 외부에서 가해진 압력이나 힘을 측정할 수 있다. 이러한 효과를 압전효과라고 한다. 스트레인 게이지의 종류에는 금속 박막 스트레인 게이지와 실리콘 스트레인 게이지가 있다.

본 연구에서는 천연고분자 재료로 결정화도가 높고 압전효과가 있는 박테리아 셀룰로오스 기반 스트레인 게이지를 제안하였고 실험을 통하여 가능성을 확인 하였다.

2. 박테리아셀룰로오스기반스트레인게이지 제작

일반적으로 스트레인 게이지는 실리콘 웨이퍼

를 가공하여 제작하거나 실리콘에 비해서 가공성이 좋은 금속을 이용하여 제작 할 수 있고 금속선을 이용한 것과 금속 박막을 이용한 두 가지로 나눌 수 있다.

본 연구에서는 박테리아 셀룰로오스를 기판으로 하여 금속 패턴 마스크를 제작하여 박테리아 셀룰로오스 위에 놓고 금을 증착시켜서 금속선형태로 제작한 것과 패턴을 제작하지 않고 전면에 금을 증착시켜 박막 형태로 스트레인 게이지를 제작하여 비교하였다.

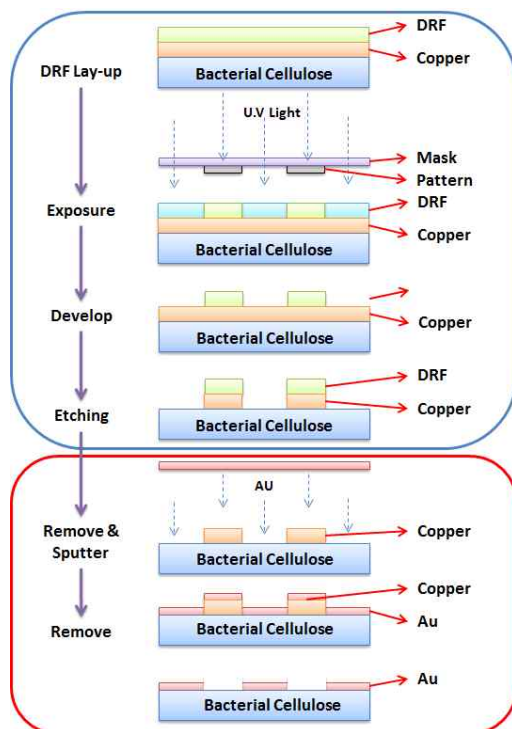


Fig. 1 Fabrication process of bacterial cellulose strain gauge

Fig. 1은 박테리아 셀룰로오스를 기판으로 하여 스트레인 게이지를 제작한 공정을 나타내고 있다. 스트레인 게이지 패턴을 제작하여 구리 박판에 붙이고 에칭을 통해서 마스크를 제작하였다. 이 마스크를 박테리아 셀룰로오스 위에 놓고 Sputter로 금을 증착하여 원하는 패턴을 제작하였다.

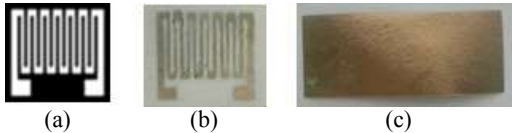
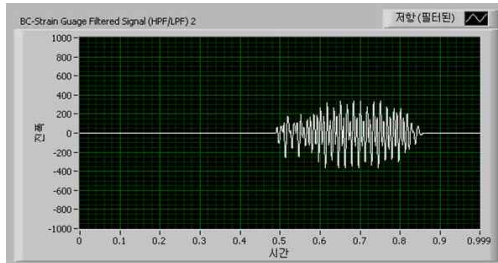


Fig. 2 Photos of pattern and bacterial cellulose strain gauges

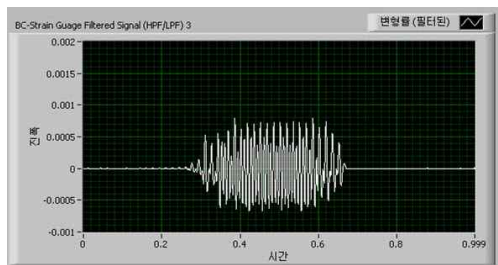
패턴 사이즈는 0.36mm로 하였으며 패턴 길이는 9.5mm, 그리드 두께는 10.5mm로 Fig. 2의 (a)와 같이 패턴을 디자인 하였고 스트레인 게이지를 제작한 결과는 (b)그림과 같다. 그리고 (c)와 같이 박막형태의 센서로 제작하였다.

3. 실험 및 고찰

제작한 박테리아 셀룰로오스 센서의 스트레인 게이지로서의 가능성을 확인하고 압전효과를 확인 하기위해서 Labview 시스템의 DAQ 기능을 이용하여 실험하였다. Fig. 3은 외부 자극에 대한 제안된 센서의 반응성을 나타낸 것이다.



(a) Resistor



(b) Strain

Fig. 3 Response of bacterial cellulose strain gauge by external load

(a)는 외부 응력에 대한 저항변화를 나타낸 것이며 (b)는 스트레인 변화를 나타낸 것이다. 실험 결과 저항변화는 약 600Ω으로 나타났다. 이 결과는 압전효과 때문인 것으로 생각되며 셀룰로오스 자체에 압전효과가 있음은 이미 알려져 있다. 이를 통하여 박테리아 셀룰로오스를 이용하여 스트레인 게이지 센서로 제작 가능함을 확인 하였다.

4. 결론

본 연구는 실리콘 반도체 공정을 이용한 방법이 아닌 천연 고분자인 박테리아 셀룰로오스를 기반으로 한 스트레인 게이지 센서를 제안 하였다. 박테리아 셀룰로오스의 센서로서의 사용가능성을 확인 하기위해서 스트레인 게이지 패턴을 구리박판에 만들고 이를 에칭해서 마스크를 제작하고 박테리아 셀룰로오스 위에 마스크를 놓고 금을 증착시켜서 센서를 제작하였다. 제안된 센서의 반응실험을 통해서 박테리아 셀룰로오스기반 스트레인 게이지 센서가 가능함을 확인하였고 향후 스트레인 게이지로서의 성능을 평가하기위해 감도, 비선형성, 히스테리시스 등을 측정하는 연구가 필요하며 촉각센서나 다른 센서로의 응용연구도 필요할 것으로 생각된다.

후기

본 연구는 2010년도 정부의 재원으로 한국연구재단의 중견연구자지원사업-도약연구의 지원을 받아 수행된 연구임(No. 2010-0277)

참고문헌

1. Tanja Zimmermann, Nicolae Bordeanu and Esther Stub, "Properties of nanofibrillated cellulose from different raw materials and its reinforcement potential," Carbonhydrate Polymers, 79, 1086-1093, 2010.
2. Jin-Han Jeon, Il-Kwon Oh, Chang-Doo Kee, Seong-Jun Kim, "Bacterial cellulose actuator with electrically driven bending deformation in hydrated condition," Sensor and Actuators B, 146, 307-313, 2010.
3. 김용대, 김영덕, 이철섭, 권세진 "금속 외팔보에 접착된 박막 실리콘 스트레인 게이지의 제작 및 성능평가," 대한기계학회논문집A권, 제34권 제4호, pp. 391~389, 2010.