

인쇄 전자 기술을 이용한 수중 압력센서 구현 연구 Development of Pressure Sensor For Underwater Environment Using Printed Electronics Method

최현석¹, 강성복²

H. S. Choi(hchoi@kitech.re.kr)¹, S.B. Kang¹

¹한국생산기술연구원 스마트 생산시스템

Key words : pressure sensor, printed electronics, silver paste, patterning, wireless, printed sensor, CNT

1. 서론

해양수중 시스템에서는 자세 제어, 위치 판단을 위해 여러 가지 센서요소가 필요하다. 특히 무인 수중 로봇 시스템의 경우, 위치를 판단하기 위해 육상에서 통용되는 GPS 신호를 사용하지 못함으로써 다양한 센서를 활용한 위치 인식 기술이 연구 개발 되고 있다.[1,2,3]

MEMS 기술은 각종 센서의 구현에서 많이 이용되고 있는 기술로써 센서의 소형화에 많은 기여를 하였다. 하지만 MEMS 공정 기술은 실리콘 기반으로 제작되어 습기에 약하고 취성 파괴 특성 때문에 해양시스템과 같이 열악한 환경용 센서에서는 내구성 확보에 어려움을 가지고 있다.[4]

이러한 문제점을 극복하기 위해 최근에는 폴리머 필름이나 종이를 기반으로 센서를 제작하여 유연성과 내구성, 방수성을 비교적 용이하게 구현할 수 있어 그 적용 분야가 확대되어 가고 있다. 센서를 위한 인쇄 전자기술에서는 인쇄를 통해 얻고자 하는 회로와 소자를 특성 구현을 위해 기능화 된 잉크 재료의 제조와 처리 방법이 센서의 성능과 기능을 결정지게 되므로 이에 대한 연구가 필요하다.[4]

본 논문에서는 수심에 따라 수압을 감지 할 수 있는 압력 센서를 구현하였다. 인쇄전자기술을 이용한 센서 구현 방법과 신호 처리 회로에 대한 연구를 수행하였다. 구현된 센서에 대해 가압수조에서 가압을 주면서 수심에 대한 센서의 출력값을 측정 하여 성능을 검증하였다.

2. 센서의 구조 및 원리

수심에 따른 압력을 측정을 하기 위해 인가되는 압력에 따라 저항이 변하는 패턴을 인쇄공정을

통해 구현하였다. 구현된 패턴은 도전성 패턴으로 수심의 수압에 의해 패턴부분의 밀도가 변화되고 이에 따라 패턴의 전체 저항이 변화함으로써 비례적으로 압력을 측정할 수 있게 된다.

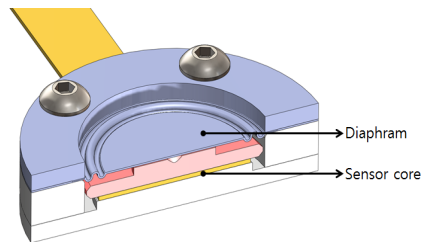


Fig. 1 Cross section view of the proposed sensor

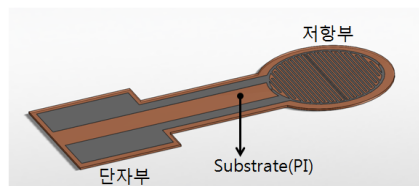


Fig. 2 Proposed sensor unit

수압이 다이어프램(diaphragm)을 거쳐 패턴에 압력으로 전해지면 패턴의 밀도가 증가하여 비저항이 낮아진다. 이러한 비저항의 증감에 따라 패턴의 전체 저항의 증감을 가져오므로써 패턴에 가해진 압력을 비례적으로 측정할 수 있게 된다. 압력에 의해 패턴의 밀도 변화와 비저항의 증감이 나타나게 하기 위해 패턴 재료로써 은 잉크(Silver paste)와 탄소나노튜브(CNT)를 혼합한 잉크를 사용하였다.

본 논문에서 제안된 센서는 수심 30m(3atm)에서 사용할 수 있도록 설계하였다. 압력에 의한 dia-

phram의 변형을 예측하여 강성을 조절을 위해 두께를 정하였다.

3. 센서 제작을 위한 인쇄 공정

단자부에서는 Ag paste를 사용하였고 저항 패턴 부분에서는 CNT를 Ag paste와 분산 혼합한 잉크를 사용하여 센서를 제작하였다. 공정은 그림3과 같다.

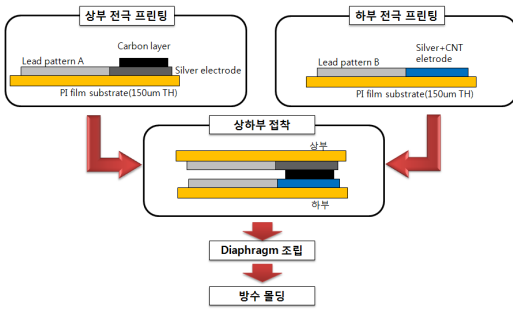


Fig. 3 Fabrication process of the proposed sensor using printed electronics

Ag paste는 IMD 사의 패턴용을 사용하였다. CNT를 혼합하기 전에 혼합을 쉽게 하기 위해 점도를 낮추기 위한 에탄올을 혼합하였다. CNT는 1.5wt%를 paste에 혼합하였다. 상부와 하부 각각의 층을 인쇄공정을 통해 제작하고 접착하여 센서를 만들고 다이어프램과 조립하여 방수 구조를 완성함으로써 센서를 구현하였다.

4. 센서를 위한 무선 전원공급 및 회로

센서에 전원을 공급하고 발생한 신호를 제어기에 공급하기 위한 신호 처리 모듈을 개발하였다. 수중 센서에 전원은 수중시스템 내부에서 공급할 수 있도록 무선전원 공급 회로를 구현하였으며 센서의 값은 ZigBee 무선통신을 사용하여 전달한다.

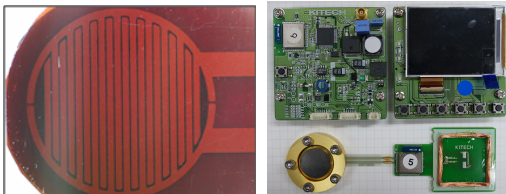


Fig. 4 Printed pattern and signal conditioning circuit

수중에 들어가는 센서모듈의 방수를 위해 회로부는 실리콘 고무로 몰딩(molding)처리하여 방수 처리 하였다.

5. 결과

센서 모듈을 가압수조에 부착한후 압력을 인가함에 따라 센서의 저항값을 회로 모듈을 통해 측정하였다. 측정 조건은 대기압에서부터 0~3.5atm을 가압하여 센서의 반응을 기록하였다. 시험결과 센서의 평균 저항 값은 50Ω~230Ω 사이의 값을 가지고 있었다. 시험을 통해 수심30m까지의 압력에 대해 센서의 성능을 검증하였다.

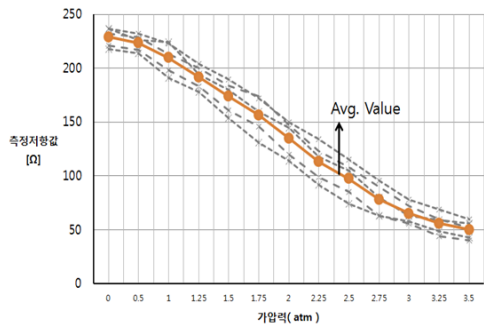


Fig. 5 Resistance value of sensor on water pressure

후기

본 연구는 한국생산기술연구원에서 “인쇄형 생체모방 수중환경 인식센서 개발”(과제번호 : ER12 0006)의 지원을 통해 수행되었습니다.

참고문헌

1. J. Ferguson and A. Pope, Explorer, "A Modular AUV for Commercial Site Survey", Proceedings of the 2000 International Symposium on Underwater Technology, 129-132, 2000.
2. www.dw-1.com - Douglas-Wesrwood Associates
3. C. Fiazza et. al., "Biomimetic Mechanical Design for Soft-Bodied Underwater Vehicles", OCEANS 2010IEEE, 1-7, 2000.
4. Chia-Ken Leong et. al., "Carbon black dispersions and carbon-silver combinations as thermal pastes that surpass commercial silver and ceramic pastes in providing high thermal contact conductance", Carbon, 42, 2323-2327, 2004.