

## 유무선 통신용 MEMS 온습도 네트워크 센서

정우철\*, 차부상\*  
포항산업과학연구원\*

### MEM Temperature and Humidity Network Sensor for Wire and Wireless Network

Woo-Chul Jung and Boo-Sang Cha\*  
Research Institute of Industrial Science & Technology\*

**Abstract** : This paper describes a wire and wireless network sensor for temperature and humidity measurements. The network sensor comprises PLC(Power Line Communication) and RF transmitter(433MHz) for acquiring an internal (on-board) sensor signal, and measured data is transmitted to a main processing unit. The network sensor module is consist of MEMS sensor, 10-bit A/D converter, pre-amp., gain-amp., ADUC812 one chip processor and PLC/RF transmitting unit. The temperature and humidity sensor is based on MEMS piezoelectric membrane structure and is implemented by using dual function sensor for smart home and smart building.

**Key Words** : Network sensor, MEMS, temperature, Humidity, RF, PLC

#### 1. 서 론

최근 ubiquitous 환경에 대응하는 네트워크 기능을 포함하는 센서의 개발이 주요한 연구 분야로 인식되고 있으며, 기존의 단순한 물리, 화학량의 변환소자로의 센서 기능에 부가하여 효과적인 신호처리장치, 제어장치 및 유/무선 통신 환경에 대응되는 통신 장치를 통합한 형태의 센서 module을 개발하는 것이 요구된다. 본 연구에서는 MEMS 공정을 이용하여 Polyimide 및 저항형 온도 검출부를 동시에 지니는 온습도 겸용 측정센서를 제작하고 그 특성을 측정하였다. 또한 이를 이용하여 지능형 홈(smart home) 및 지능형 빌딩(smart building) 등에 적용 가능한 온/습도 검출을 위한 네트워크 센서를 제작하고 특성을 시험하였다. 유무선 환경의 센서 네트워크를 구성하기 위하여 무선 전송부는 433MHz대역의 RF module을 사용하였고 유선 전송부는 전력선 통신 module을 이용하였다. 이러한 구성의 네트워크 센서는 검출용 센서, 아날로그 신호처리부, 제어장치 및 통신장치가 하나의 module로 구성되므로 센서 및 data 처리과정의 부수적인 각종 장치를 단일 module화 할 수 있으며, 특히 센서 출력신호를 규격화된 신호로 바꾸어 처리 할 수 있게 되므로 표준화된 센서응용이 가능하게 된다.

#### 2. 센서의 설계 및 제작

##### 2.1 MEMS 온습도 센서의 설계 및 제작

본 연구에서는 온습도 측정을 위한 센서를 제작하였다. 먼저 온도 측정을 위하여 휘스톤 브리지 형태의 저항성분을 이용하는 온도 측정부를 구성하였다. 습도 측정은 대기 중 습도 변화량에 따라 수축 및 팽창이 일어나는 폴리이미드(polyimide) 감습층을 통하여 발생하는 검지막의 수축 및 팽창에 의한 변화량이 에칭된 검출영역에 변위를 발생시키고, 이때 발생한 변형력에 의한 압저항 변형량을

검출하여 습도 변화를 측정하도록 구성하였다. 이와 같이 polyimide의 체적변화가 이루어짐에 따라 에칭된 실리콘 Membrane 에 응력을 가하게 되고 열확산 공정을 통해 형성된 브리지 형태의 실리콘 확산 저항체들로부터 출력을 이끌어내게 되는 것이다<sup>[1][2]</sup>. 감습막으로 사용한 Polyimide 용액은 'HD Microsystem'사의 'PI-2545' 제품을 사용하였으며 그림 1에 온습도 센서의 구조 및 제작된 센서의 사진을 나타내었다.

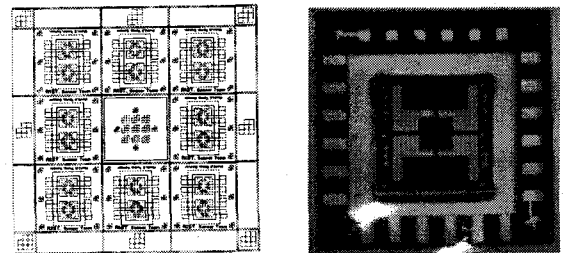


그림 1. MEMS온습도 센서의 구조 및 사진

##### 2.2 유무선 통신용 module의 설계 및 제작

이상에서 제작된 MEMS 온습도 측정용 센서를 이용하여 유무선 환경에서 검출 data 및 센서 ID를 전송할 수 있는 네트워크 센서 module을 설계하고 이를 제작하였다. 제작된 module은 측정용 센서에서 출력신호를 검출하는 아날로그 신호처리부 및 이를 디지털화 하는 A/D 변환부, 제어부 그리고 처리된 데이터를 유무선으로 전송하기 위한 PLC 및 RF module 로 구성된다. 이와 같이 설계된 시스템의 구성을 그림 2에 나타내었다. 이상의 센서 module은 전치 증폭기를 거친 아날로그 신호를 10 bit A/D 변환기를 통해 디지털화 하고 ADUC812 마이크로프로세서를 이용하여 검출결과 data 2byte와 센서의 종류와 특성을 나타내는 ID 값을 2byte 포함시켜 통신과정에서 센서의 종류 및 위치의 판단이 가능하도록 하였다. 이와 같은 data

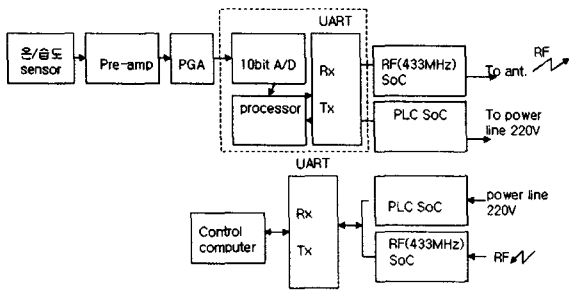


그림 2. 유무선 네트워크 센서의 구성

는 PLC 및 RF 통신용 module을 이용하여 전송되는데 사용된 PLC 는 220V 전력선을 이용하는 Xeline 사의 XPLC30 module을 사용하였으며 RF 통신용 module은 433MHz 대역을 이용하고 있다. 이와 같이 제작된 네트워크 센서 module 을 그림 3에 나타내었다.

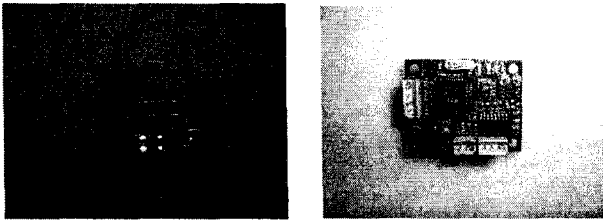


그림 3. 유무선 네트워크 센서 module 사진

### 3. 결과 및 고찰

이상에서 제작된 MEMS 온/습도 센서에 2.0mA 의 정전류를 공급하여 열적 안정성을 얻도록 하였으며 이때 외부의 온도 및 습도의 변화에 따라 변화하는 저항성분의 변화가 결과적으로 전압의 변화로 나타날 수 있도록 구성하였다. 온도 및 습도의 검출 특성 시험은 항온 항습 chamber를 이용하여 측정 온도구간 -20 ~ 80 °C에서 측정하였으며 습도의 경우 10 ~ 90 %RH의 환경으로 일정한 온도에서 연속적으로 습도의 변화량을 주었을 때 나타나는 감습막의 습도 검출에 따른 출력전압을 측정하여 그림 4 에 나타내었으며 구간에 대한 변화율이 선형적 변화를 보임을 알 수 있다

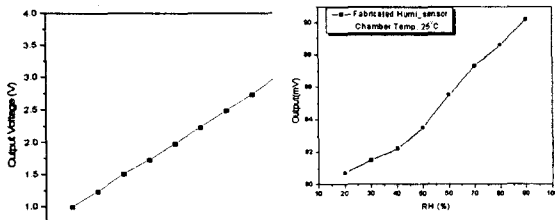


그림 4. 온습도 센서의 동작특성

다음으로 유무선 네트워크 센서 module을 제작하여 전력선 및 RF 를 이용한 센서 출력 data 전송 및 센서 인식 특성을 시험하였다. 사용된 전력선은 일반 단상 200V의 전력선을 이용하였으며 RF 경우 20~30m 거리의 센서에

대하여 통신시험을 실시하였다. 네트워크 시험에 사용된 센서는 유/무선 통신방식을 혼합한 1:9 구성 및 2:4 구성을 시험하였다. 1:9 의 경우 처리용 PC가 하나인 경우이며 2:4의 경우 네트워크센서가 4개 존재하고 이를 무작위로 2개의 처리용 PC 에서 access 하는 경우에 대응하는 시험으로 다수의 처리장치가 다수의 네트워크 센서를 제어하는 경우가 가능함을 시험하였다. 이와 같이 master 1개와 slave 9개(4개 PLC, 5개 RF)의 구성을 이용한 통신 및 master 2개와 slave 4개(PLC 2개 RF 2개)의 통신과정에 대해 실험을 실시하여 양쪽 모두 혼신 없는 통신이 가능함을 검증하였다. 전송되는 센서 데이터의 형식은 1 byte의 인식 및 시작(start) 데이터와 2byte의 센서 ID data, 획득된 온/습도 데이터 2 byte, 정지 신호 1byte의 형식으로 규격화 하였다.

### 4. 결론

이상과 같이 온습도 측정용 센서를 MEMS 공정을 이용하여 제작하였으며 이를 이용하는 네트워크 센서 module을 제작하여 smart home 및 smart building 등의 분야에서 효과적인 센서의 운용이 가능하게 하였다. 측정온도범위는 -20 ~ 80 °C, 습도범위는 10 ~ 90 %RH 이다. 또한 220V의 단상 전력선을 이용한 PLC 및 433MHz 대역의 RF를 이용하여 규격화된 통신 프로토콜을 작성하고 이를 통하여 data의 교환 및 센서의 종류 및 설치장소 등의 정보에 대한 인식이 가능하게 하였다. 또한 이러한 네트워크 센서간의 통신 시험을 실시하여 유 무선이 혼재하는 환경에서 센서 운용이 가능함을 확인하였다. 이와 같이 센서의 구동전압 및 출력 신호체계를 표준화하고 유무선 환경에서 통신을 가능하게 함으로서 센서 module을 연결하는 과정만으로 센서 전원공급, 물리량 검출, 신호처리, A/D 변환 및 data 전송에 걸친 일련의 동작을 수행 할 수 있도록 할 수 있게 된다. 이러한 기능은 기존의 사용분야에서 문제시되는 센서 수의 증가에 따른 network 설비의 증가를 대체할 수 있어 보다 효과적인 사용이 가능하게 할 수 있다.

### 참고 문헌

- [1] G. Gerlach and K.Sager, "A piezoresistive humidity sensor" Sensors and Actuators, A 43, pp. 181-184 (1994).
- [2] R. Buchhold, A. Nakladal, G. Gerlach and P. Neumann, "Design studies on piezoresistive humidity sensors" Sensors and Actuators, B 53, pp. 1-7 (1998).
- [3] R. Gayakwad and L. Sokoloff, "Analog and Digital Control Systems", Prentice Hall, 1988.
- [4] R. Pallas and J. G. Webster, "Sensors and Signal Conditioning", John Wiley & Sons, Inc., 1991.
- [5] "UHF FM Data Transmitter and Receiver Modules TX2 & RX2" Manual.