

논문 99-8-3-07

압력센서와 온습도센서를 이용한 일기예보 시스템의 개발을 위한 데이터 분석

김원재, 박세광

Data analysis for weather forecast system
using pressure, temperature and humidity sensors

Wonjae Kim and Sekwang Park

요약

본 논문은 일기에 관한 대표적인 정보인 온도, 습도, 그리고 기압의 변화를 감지하여 일기를 예측하는 일기예보 시스템을 개발함으로써, 가정에서 쉽게 일기에 대한 정보를 얻을 수 있도록 하는데 목적이 있다. 이를 위해 기상청으로부터 기상정보와 일기와의 관계를 분석하여, 차후 측정된 기상정보로부터 일기예보를 하는데 필요한 판단 기준을 마련하였다. 또한, 자체적인 데이터 수집을 위해 반도체 압저항성을 이용한 압력센서와 온습도센서를 제작하고, 마이크로프로세서를 이용하여 시스템을 제작하였다.

Abstract

This paper is written for the purpose of obtaining the information about the weather easily by the development of weather forecast system sensing temperature, humidity, and atmospheric pressure as key information. For this, data is obtained from the Weather Bureau, and analyzed in order to set a standard of weather forecast from the collected data. The pressure sensor and temperature-humidity sensor are fabricated using the piezoresistive effect of semiconductor, which are used to collect data. The weather forecast system is made using microprocessor.

1. 서 론

일상 생활을 계획하고 영위하는데 일기는 가장 중요한 변수가 된다. 일기에 따라서 계획이 취소되거나 변경될 수 있으므로, 시시각각으로 변화하는 일기를 가정에서 쉽게 예측할 수 있다면, 생활의 계획을 수립하는데 많은 도움이 될 것이다.

이러한 일기예보에 대한 정보는 보통 기상청의 발표에 전적으로 의존하고 있으므로, 기상청에 문의하거나 방송을 통하여 알아볼 수밖에 없다.

본 논문은 일기에 관한 대표적인 정보인 온도, 습도,

그리고, 기압의 변화를 감지하여 3-4시간이후의 일기를 예측하고 그 결과를 표시화면을 통해 알려줌으로써, 가정에서 쉽게 일기에 대한 정보를 얻을 수 있도록 하는데 목적이 있다.

이를 위해 먼저, 일기예보 시스템의 실현 가능성의 여부를 알기 위해 기상청으로부터 기상정보로 기압과 습도의 변화에 따라 달라지는 일기를 분석하였으며, 차후 측정된 기상정보로부터 일기예보를 하는데 필요한 판단기준을 마련하였다. 또한, 자체적인 데이터 수집을 위해 반도체 압저항성을 이용하여 미세한 압력의 변화를 측정할 수 있는 압력센서와 반복성이 우수한 온습도센서를 제작하였으며, 근사함수를 이용하여 소프트웨어적으로 온도보상을 하였다.

* 경북대학교 대학원 전기공학과 (Dept. of Electrical Eng., Graduate School, Kyungpook National Univ.)
<접수일자 : 1999년 2월 11일>

2. 일기에측을 위한 데이터 분석

일기에측에 필요한 기상정보를 직접 수집하는 것은 많은 시간이 걸리므로 기상청의 도움을 받았으며, 96년 6월부터 97년 5월까지 1일부터 10일간 총 120일동안 대구지방에서 측정된 일기의 분포는 표 1과 같다.

그림 1은 계절별로 10일간 1시간 간격으로 측정된 기압과 습도의 변화를 그래프적으로 나타낸 것이다. (a) 봄철, (b) 여름철, 그리고 (d) 겨울철에서는 기압의 변화와 일기와의 관계가 나타나고 있어 일기에측의 가능성을 볼 수 있었다. 그러나, (c) 가을철에는 기압 변화가 거의 없는 것으로 측정되었다.

자료의 분석 결과는 다음과 같다

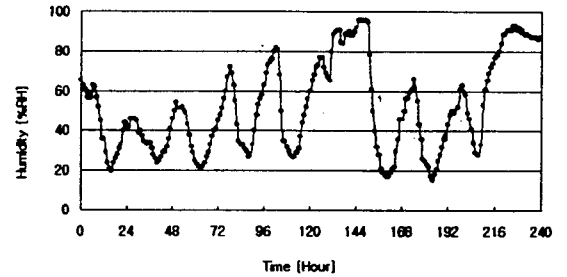
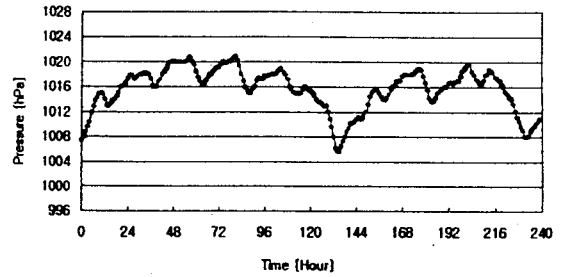
먼저, 일반적으로 기압과 습도의 변화가 하루주기의 일정한 패턴이 있었다. 그러므로, 기압과 습도의 변화 추세를 알려면 24시간동안 측정된 값을 평균하여 그림 2와 같이 구할 수 있었다.

또한, 많은 부분에서 기압의 변화가 일기와 관계가 있었지만, 입수한 가을철의 기압 데이터로 미루어 볼 때, 기압의 변화만으로 완전한 일기에측을 하기에는 부족하였다. 그러나, 최대습도와 최소습도의 변화와 차이가 일기와 관계가 있음이 나타났고, 이를 고려한다면 일기에측의 정확성을 높일 수 있을 것이다.

표 1. 일기 분포

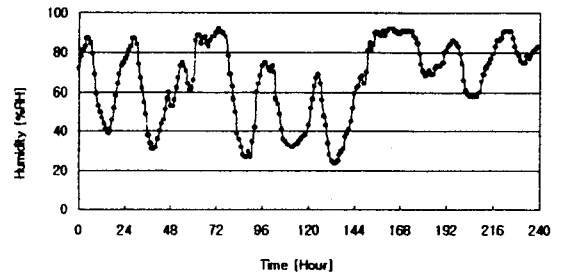
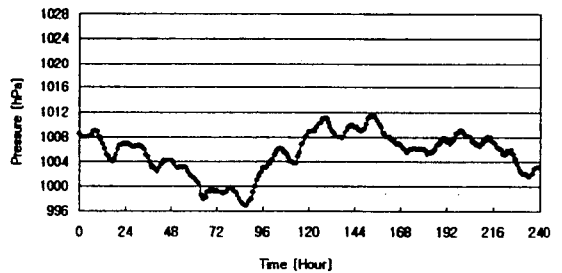
Table 1. Distribution of weather

Weather	Time	Percentage
Clear	32	26.67%
Cloudy/Clear	42	35%
Cloudy	5	4.17%
Rain/Cloudy/Clear	11	9.17%
Cloudy/Rain	25	20.83%
Cloudy/Snow/Rain	2	1.67%
Clear/Snow	1	0.83%
Snow/Cloudy/Clear	1	0.83%
Cloudy/Snow	1	0.83%
	120	100%



Date	3/1	3/2	3/3	3/4	3/5	3/6	3/7	3/8	3/9	3/10
Weather	C	CC	C	C	C	CC	C	C	CC	CL

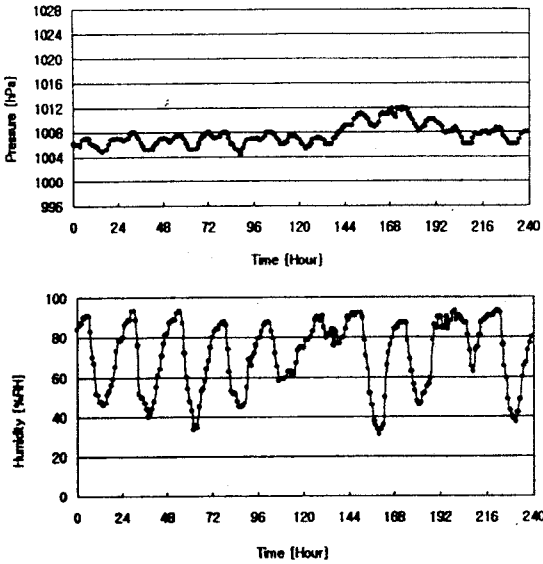
(a) Spring (97/3/1~97/3/10)



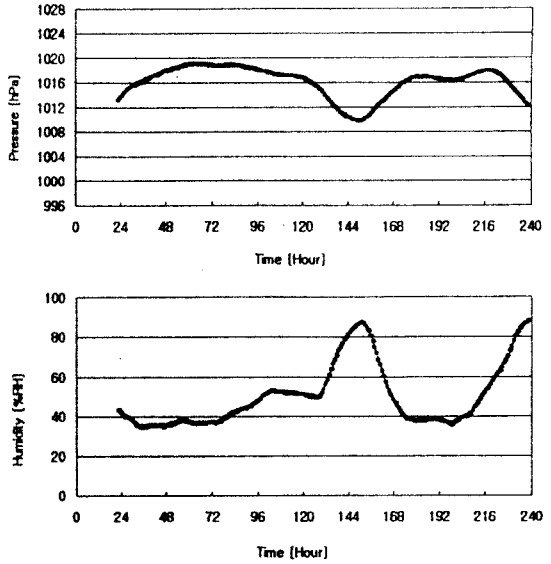
Date	6/1	6/2	6/3	6/4	6/5	6/6	6/7	6/8	6/9	6/10
Weather	C	CC	CL	CC	CC	CC	CL	CL	CL	CL

(b) Summer (96/6/1~96/6/10)

C : Clear, CC : Cloudy&Clear, CL : Cloudy
R : Rain, S : Snow, F : Fog



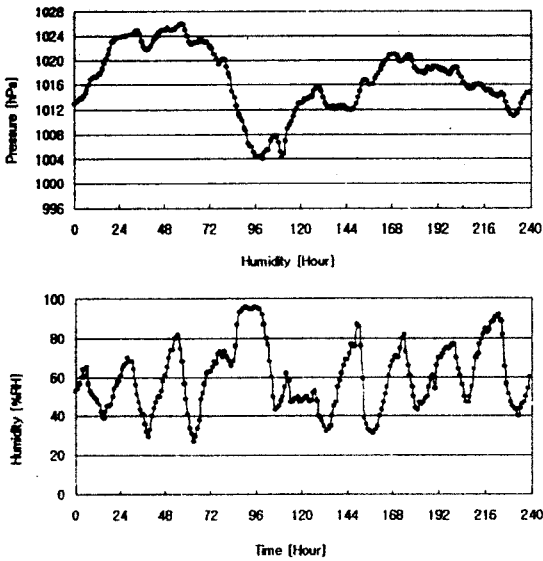
(c) Fall (96/9/1~96/9/10)



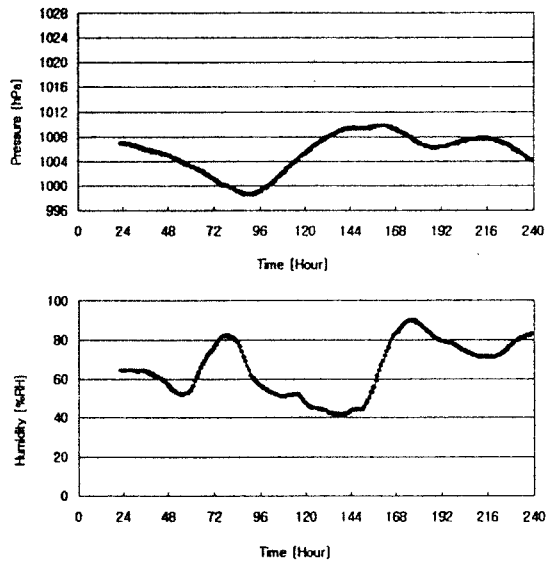
(a) Spring (97/3/1~97/3/10)

Date	9/1	9/2	9/3	9/4	9/5	9/6	9/7	9/8	9/9	9/10
Weather	C	C	C	CC	CL	CL	CC	CL	CL	CC

Date	3/1	3/2	3/3	3/4	3/5	3/6	3/7	3/8	3/9	3/10
Weather	C	CC	C	C	C	CC	C	F	C	CC
						R				R



(d) Winter (96/12/1~96/12/10)



(b) Summer (96/6/1~96/6/10)

Date	12/1	12/2	12/3	12/4	12/5	12/6	12/7	12/8	12/9	12/10
Weather	C	C	C	CL	CL	C	C	CC	CC	C
				SR	RS		S			

Date	6/1	6/2	6/3	6/4	6/5	6/6	6/7	6/8	6/9	6/10
Weather	C	CC	CL	CC	CC	CC	CL	CL	CL	CL
			R				R	R		R

그림 1. 계절별 기압과 습도 변화.

Figure 1. Variation of each seasonal atmospheric pressure and humidity.

C : Clear, CC : Cloudy&Clear, CL : Cloudy
R : Rain, S : Snow, F : Fog

3. 센서 제작

기압과 같은 미세한 압력의 변화를 측정할 수 있는 압력센서와 반복성이 우수한 온도센서를 제작하기 위하여 반도체의 압저항성을 이용하여 센서를 제작하였다.

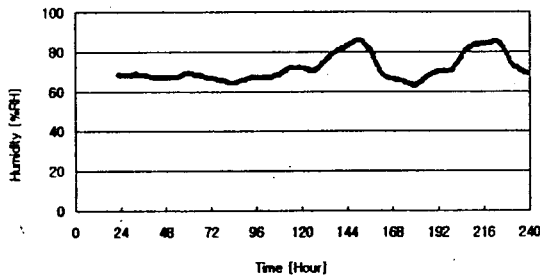
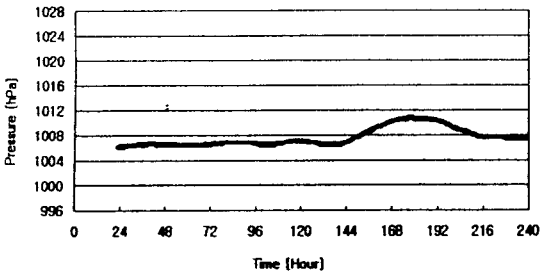
반도체 압저항형 센서는 그림 3과 같이 단결정 실리콘 웨이퍼에 boron을 확산시켜 압저항체를 형성하고, 실리콘 웨이퍼 뒷면을 미세 가공 기술로 식각하여 다이아프램으로 만든 구조로 되어있다. 여기에 폴리이미드를 코팅하고 curing 조건을 달리하여 한개는 보호층으로 작용하도록 만들어 압력센서로 사용하였고, 다른 한개는 감습막으로 작용하도록 만들어 습도센서로 사용하였다. 또한, 압력센서는 절대압을 측정하기 위해 제작된 센서와 Pyrex 유리를 진공중에서 접합하였으며, 온도센서는 습도센서 상단에 있는 확산저항 3개와 외부저항 1개를 브리지 형태로 연결하여 온도에 대하여 출력값이 변하도록 만들었다.

설계한 반도체 압력센서와 온도센서의 칩 크기는 각각 3×4 mm²이고, 다이아프램의 크기는 1.5×3 mm²이며, 다이아프램의 두께는 20~25 μm, 폴리이미드층의 두께는 10 μm 정도이다. 그림 4에서 중앙부분의 저항체가 압저항체이며, 압력센서에서는 기압의 변화로, 습도센서에서는 감습막으로 작용하는 폴리이미드의 팽창으로 압저항체의 저항값이 변하게 된다. 상부의 저항체는 확산 저항체로서, 온도에 따라 저항값이 변하게 되고, 외부의 고정저항과 브리지 형태로 연결하여 온도센서로 사용한다.^{[1][2]}

반도체의 압저항성을 이용한 습도센서와 압력센서는 영점전압 드리프트와 압력감도가 온도 의존성을 가지고 있다. 이것은 온도를 증가시켰을 때, 압력이 인가되지 않은 상태에서 출력전압이 변하거나 동일한 인가압력에 대하여 출력전압이 감소하는 것을 말하며, 이것은 압저항체의 온도계수와 pn 접합구조의 누설전류가 주된 원인이다.

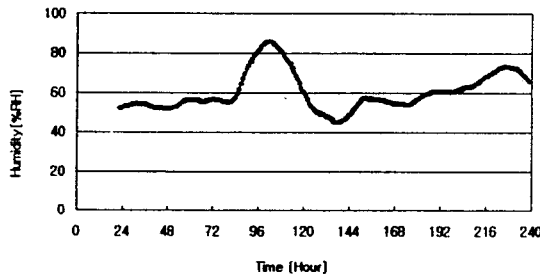
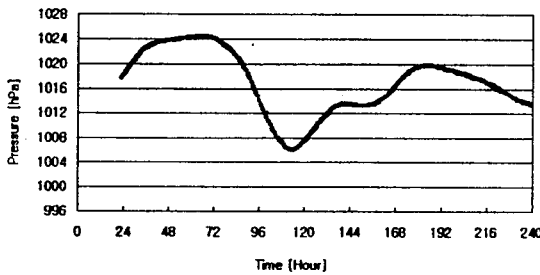
여기에 사용된 온도보상은 온도 의존성을 알기위해 온도 테스트를 하고, 이를 바탕으로 근사함수를 이용하여 온도에 대한 습도와 압력의 관계를 수식하여, 마이크로프로세서를 이용하여 소프트웨어적으로 온도보상을 하였다.^[3]

표 2는 일기예보를 하기위한 각 센서의 측정범위와 제작된 센서의 감도를 나타낸 것이다.



Date	9/1	9/2	9/3	9/4	9/5	9/6	9/7	9/8	9/9	9/10
Weather	C	C	C	CC	CL	CL	CC	CL	CL	CC

(c) Fall (96/9/1~96/9/10)



Date	12/1	12/2	12/3	12/4	12/5	12/6	12/7	12/8	12/9	12/10
Weather	C	C	C	CL SR	CL RS	C	C S	CC	CC	C

(d) Winter (96/12/1~96/12/10)

그림 2. 평균화된 계절별 기압과 습도 변화.

Figure 2. Averaging variation of each seasonal atmospheric pressure and humidity.

표 2. 센서 특성

Table 2. Characteristics of sensor

Sensor	Flange	Sensitivity
Pressure	990 ~ 1030 hPa	171 μ V/hPa
Temperature	-10 ~ 40 $^{\circ}$ C	556 μ V/ $^{\circ}$ C
Humidity	5 ~ 95 %RH	581 μ V/%RH

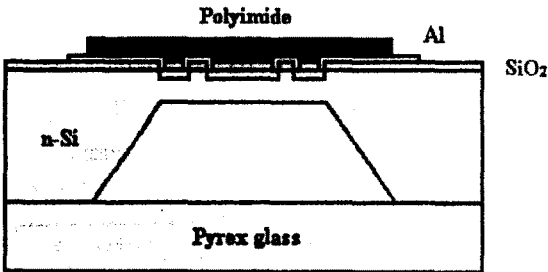


그림 3. 센서 구조.

Figure 3. Structure of sensor.

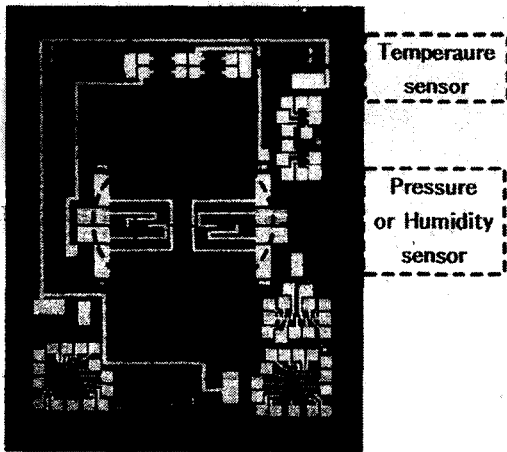


그림 4. 센서 사진.

Figure 4. Photography of sensor.

4. 시스템 제작

현재, 본 논문에서 제작한 시스템은 그림 5와 같이 일기예보를 위한 데이터 수집을 주 목적으로 제작하였으며, 차후에 완전한 일기예보의 기능을 추가할 수 있도록 설계하였다.

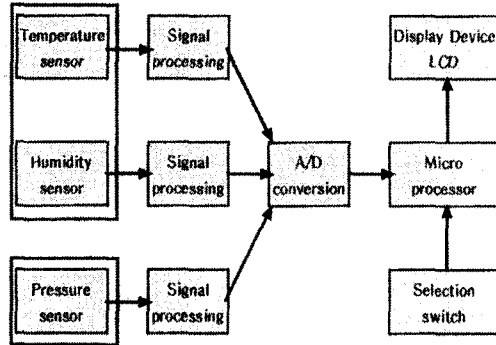


그림 5. 시스템 구성도.

Figure 5. Block diagram of system.

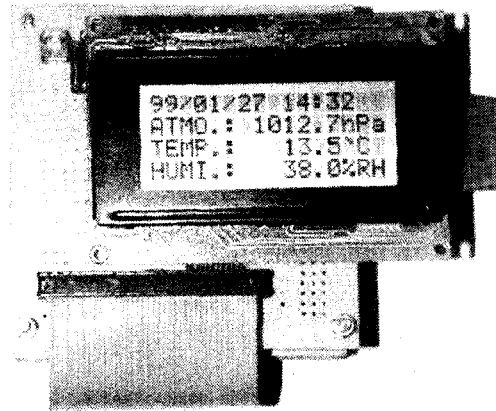


그림 6. 시스템 사진.

Figure 6. Photography of system.

시스템 하드웨어 제작에는 보편적으로 많이 사용되는 Intel사의 80c31 마이크로프로세서를 선택하였으며, 구동 프로그램과 수집된 데이터를 저장할 메모리로 EPROM 27256(32 kB)와 SRAM 62256(32 kB)를 사용하여 제작하였다.

센서에서 출력된 아날로그 신호를 디지털로 변환시키기 위해 Harris사의 ICL7109 적분형 A/D 컨버터와 4 채널 아날로그 multiplex를 사용하여 제작하였으며, 표시장치로서는 16 char \times 4 line의 character형 LCD 모듈을 사용하였다.

제작된 시스템을 구동할 프로그램은 8051용 C 컴파일러와 ROM emulator를 사용하여 효율적으로 작성할 수 있도록 하였으며, 수집된 데이터를 백업하기 위해 RS-232를 이용하여 PC로 데이터 전송을 할 수 있도록 설계하였다.

신호처리회로는 그림 6과 같이 압력센서와 온습도센서에 공급되는 전류발생회로와 센서에서 출력되는 전압신호를 증폭시키는 증폭회로로 구성되어 있다

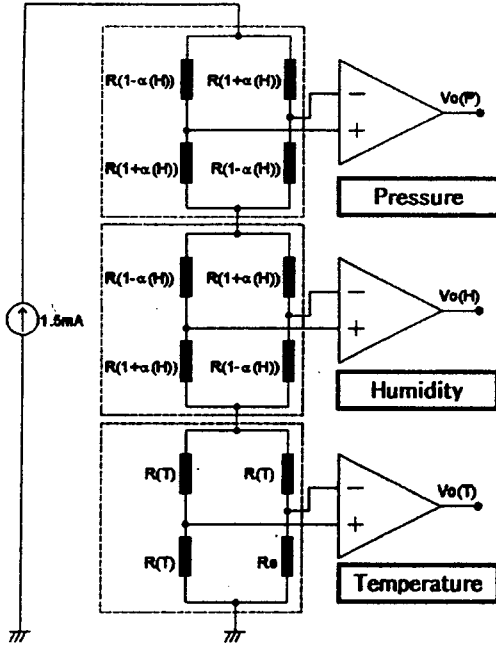


그림 7. 신호처리회로.
Figure 7. Signal processing circuit.

5. 결 론

본 연구는 반도체를 이용한 압력센서와 온습도센서를 이용하여 가정에서 사용할 수 있는 일기예보 시스템의 개발을 목표로 한다. 이러한 일기예보 시스템의 개발로 일반인이 기상에 관한 비교적 정확한 정보를 손쉽게 제공받을 수 있을 것으로 기대된다.

이를 위해, 좀더 많은 기상정보 데이터 베이스를 구축하여 신뢰도를 높이고, 회로의 ASIC화와 저소비 전력화로 시스템을 설계함으로써 상품화 가치를 높일 수 있을 것이라 생각된다.

또한, 이러한 시스템을 개발하기 위해서 먼저 제작되어야 하는 것은 기압과 같이 미세한 압력의 변화를 정확하게 측정할 수 있는 압력센서와 반복성이 우수한 온습도센서를 제작하는 것이다. 따라서, 본 연구 개발로 미세한 압력변화를 측정할 수 있는 압력센서와 반복성이 우수한 온습도센서의 개발과 같이 센서의 설계, 제작 등 미래의 첨단산업인 센서산업의 기반을 확보할 수 있고, 마이크로프로세서와 센서를 이용한 제어기술

과 모니터링기술의 확보로 일반 산업용의 정밀제어 등에 널리 활용될 수 있을 것이라 생각된다.

참고문헌

[1] 강정호, 정준환, 박세광, "일체화된 실리콘 압저항형 습도센서와 확산저항을 이용한 온도센서의 연구", 센서기술학술대회논문집, Vol 7, No 1, (1996), pp.131 -136
 [2] 김용득, "압저항형 실리콘 압력센서의 영점 전압 드리프트와 감도의 온도보상", 석사학위논문, (1996).
 [3] 김원재, 박세광, "근사함수를 이용한 압저항형 압력센서의 온도보상", 센서기술학술대회논문집, Vol 9, No 1, (1998), pp.270-276

감사의 글

※ 본 연구는 1997년도 산학협동재단의 학술연구비로 수행되었습니다.

著 者 紹 介

김 원 재
 1974년 6월 30일생
 1997년 경북대학교 전기공학과 졸업(학사)
 1997년~현재 동 대학원 전기공학과 석사과정
 주관심분야 : 반도체압력센서, 마이크로머시닝기술

박 세 광

「센서학회지 제1권 제1호」 논문92-04, p.41 참조
 현재 경북대학교 전자전기공학부 부교수