

정밀계측기술의 개발현황

吳明煥 · 權用武 · 金弘錫
(韓國科學技術院計測素子研究室)

■ 차례 ■

- | | |
|-------------|-----------|
| 1. 머릿 말 | 5. 습도계측기술 |
| 2. 탐지센서의 분류 | 6. 맺음* 말 |
| 3. 온도계측기술 | 참고문헌 |
| 4. 압력계측기술 | |

1 머릿 말

최근 산업기술의 발달과 더불어 산업공정의 자동화 (process automation) 및 공장의 자동화(factory automation)에 대한 연구가 주목되어지고 있다. process automation 및 factory automation의 실현을 위하여는 전자공학, 기계공학, 기타 관련 산업기술이 전반적으로 발전되어야하나, 가장 우선적으로 이루어져야하는 것은 정밀계측기술이다. 계측기술은 트랜스듀서(transducer)의 특성을 이용하여 정보원으로부터 신호를 얻어낸 후 이를 변환처리하여주는 정보처리기술로서 계측의 정밀도는 제어의 신뢰성을 결정한다.

계측기술의 핵심부분인 탐지센서기술은 오늘날 반도체기술, 컴퓨터산업등과 더불어 첨단과학기술로서 주목을 받고있다. 한편 국내의 경우 최근 탐지 센서의 필요성을 절실히 느끼고 있으나, 이 분야에 대한 기술축적이 전혀 이루어지지 않아 탐지센서들을 전량 수입에 의존하고 있는 실정이다.

본고에서는 정밀계측기술의 개발 및 탐지센서에 대한 연구의 활성화라는 취지하에 공업계측용 탐지센서의 현황 및 산업공정의 주요변수 중 가장 널리 사용되는 온도, 압력, 습도의 계측기술에 대해 간단히 살펴보기로한다. (본 연구실에서는 1983년 7월부터 9개월에 걸쳐 마이크로프로세서를 이용한 '프

로그래밍 온도계측제어기' 시제품을 개발하였으며, 현재 온도, 압력, 습도등 다중탐지기술(multi-sensing technology)을 연구개발 중에있다.)

2 탐지센서의 분류

계측시스템은 일반적으로 입력부분, 신호처리부분, 출력부분으로 구성된다. 입력부분은 정보원으로부터 신호를 받아 이를 전기적인 신호로 변환한 후 신호처리부분으로 보내준다. 입력부분에서 나오는 전기적인 신호는 대부분 매우 작은값을 가지며, 잡음문제, 트랜스듀서의 비선형성등으로 인해 신호처리부분에서는 적당한 증폭, 필터링, 또한 선형화작업등을 하여야한다. 이와 같은 과정을 거친 후 출력부분에서는 미터기 또는 디스플레이장치를 통해 실제로 원하는 값을 표시해준다.

트랜스듀서는 "한 시스템의 에너지와 반응하여 이를 동일한 형태 또는 다른 형태의 에너지로 변환시켜주는 소자"라고 정의되어진다.⁽¹⁾ 즉 트랜스듀서는 한 형태의 에너지를 다른 형태의 에너지로 변환시켜주는 에너지변환소자라는 것을 알 수 있다. 트랜스듀서는 적용대상, 에너지변환방식, 출력신호의 특성등 여러가지 방법으로 분류할 수 있으나⁽²⁾ 명확하게 트랜스듀서의 종류를 분류한다는 것은 어려운 일이다. 여기서는 에너지 변환과정에서 관련된 전기적인 특성에 따라 표 1과 같이 분류했다. 즉 트랜스

표 1. 탐지센서의 분류¹⁾

구분	전기적인 특성	트랜스 듀서	용도
수 동 소 자	• 저항	<ul style="list-style-type: none"> • RTD • thermistor • potentiometric device • resistance strain gage • pirani gage 또는 hot-wire meter • resistance hygrometer • photoconductive cell 	온도, 방사열 (radiant heat) 온도 압력, 변위 압력, 회전력, 변위 가스압력, 가스유량 상대습도 photosensitive relay
	• 커패시턴스	<ul style="list-style-type: none"> • variable capacitance pressure gage • capacitor microphone • dielectric gage 	변위, 압력 음, 음악, 잠음 액위
자	• 인덕턴스	<ul style="list-style-type: none"> • magnetic circuit transducer • reluctance pickup • LVDT • eddy current gage • magnetostriction gage 	압력, 변위 압력, 변위, 진동, 위치 압력, 힘, 변위, 위치 변위, 두께 힘, 압력, 음
	• 기전력 발생	<ul style="list-style-type: none"> • thermocouple, thermopile • piezoelectric pickup • moving-coil generator • photovoltaic cell 	온도, radiation 음, 진동, 가속도, 압력 속도, 진동 light meter, solar cell

듀서는 에너지변환시 외부전원을 필요로 하는 수동 소자와 외부전원 없이 스스로 전압 또는 전류를 발생하는 능동소자로 나누어진다.

3. 온도계측 기술

가. 기본개념

온도는 물체 (substance)의 hotness 또는 coldness의 정도를 표시해주는 것으로서 오늘날 가장 널리 사용되어지는 프로세스변수이다. 초기의 온도계측방법은 온도에 따른 유체 (liquid 또는 gas)의 확장효과를 이용한 것이 대부분이었으나 오늘날의 경우 그 방법이 매우 다양해져 현재 산업분야에서 널리 사용되는 온도센서로는 열전대 (thermocouple), 측온저항체 (RTD), thermistor, pyrometer 등이 있다.

온도단위로서는 17세기경 Daniel Fahrenheit에 의해 제시된 화씨 (°F) 및 Celsius가 제시한 섭씨 (°C), 또한 19세기경 열역학이론에 바탕을 두고 Kelvin이 제시한 절대온도 (°K)가 사용된

다.

20세기에 들어와 1927년에 6개의 equilibrium state를 사용하여 전세계적으로 통일된 온도기준점을 정하였다. (ITS-27) 그 후 온도계측기술이 진보함에 따라 약간의 수정 및 추가를 하여 1968년에 오늘날 국제적으로 통용되고 있는 IFTS-68(International Practical Temperature Scale)을 정하였다. (표 2참조) IPTS-68은 물 (H₂O)의 삼중점 (triple point)을 273.16°K (0.01°C)로 정하였으며, 적용되는 최저온도는 13.61°K 최고온도는 1337.58°K이다.

나. 온도센서^{1), 3)~9)}

온도센서는 계측방법에 따라 접촉형 (contact type)과 비접촉형 (non-contact type)으로 나누어진다. 일반적으로 접촉형이 많이 사용되고 있으나 경우에 따라서는 비접촉형, 즉 방사 (radiation)에 의한 방법이 유일한 수단일 수도 있다.

표 2. 온도 기준점 ³⁾

	1927 ITS-27	1948 ITS-48	1948 IPTS-48	1968 IPTS-68	
tp-triple point					
bp-boiling point					
fp-freezing point	°C	°C	°C	°C	K
tp hydrogen				-259.34	13.61
bp hydrogen, 25/76 atm,				-256.108	17.042
bp hydrogen				-252.87	20.28
bp neon				-246.048	27.102
tp oxygen				-218.789	54.361
bp oxygen	-182.97	-182.970	-182.97	-182.962	50.188
fp water	0.000	0			
tp water			+0.01	+0.01	273.16
bp water	100.00	100	100	100	373.15
fp zinc				419.58	692.73
bp sulphur	444.60	444.600	444.6		
fp silver	960.5	960.8	960.8	961.93	1235.08
fp gold	1063	1063.0	1063	1064.43	1337.58
fp tin		231.9	231.91	231.9681	505.1181
fp lead		327.3	327.3	327.502	606.652
fp zinc		419.5	419.505		
bp sulphur				444.674	717.824
fp antimony		630.5	630.5	630.74	903.89
fp aluminium		660.1	660.1	660.37	933.52

표 3. 열전대의 종류 및 특성

종 류	사 용 재 료	온 도 범 위	분 해 능
R	• Platinum 13%, Rhodium (+) Platinum (-)	0 ~ 1760 °C (ANSI*) 0 ~ 1769 °C (JIS*)	0.1 °C
K	• Nickel Chromel (+) Nickel Alumel (-)	-200 ~ +1370 °C	0.1 °C
J	• Iron (+) Constantan (-)	-200 ~ +980 °C (ANSI) -200 ~ +900 °C (JIS)	0.1 °C
T	• Copper (+) Constantan (-)	-250 ~ 400 °C	0.1 °C
E	• Nickel Chromium (+) Constantan (-)	-200 ~ 980 °C	0.1 °C
KPvsAu 7Fe	• Chromel (+) Gold 0.07 at% Iron (-)	4 ~ 280 °K	0.1 °K

*ANSI (American National Standards Institute)

*JIS (Japanes Industrial Standards) (Source ; YEW Bulletin)

1) 접촉형

가) 열전대

열전대는 한쌍의 상이한 금속선을 연결하여 만든 두개의 접점 (junction) 간에 온도차이가 생기면 열

기전력 (emf) 가 생긴다는 Seebeck 효과를 이용한 온도센서이다. 두 접점 중 온도를 측정하고자 하는 접점은 sensing (또는 hot) junction, 이미 온도를 알고있는 접점은 reference (또는 cold) junc-

tion 이라한다. 일반적으로 reference junction 은 0°C를 사용하며, 0°C가 아닌 경우에는 그에 따른 보상 (compensation) 을 해주어야한다. 한편 열기전력의 크기는 사용하는 금속선의 재료 및 접점간의 온도차에 의한다. 열전대의 종류는 type R, K, J, T, E, KP, Au 7 Fe 등이 있으며 각각의 특성은 표 3 과 같다.

나) 측온저항체

RTD (resistance temperature detector) 는 온도에 따라 저항값이 변화하는 성질을 이용한 온도센서로서 그 재료로는 platinum, nickel, copper 등이 있다. 이들 각각의 특성은 표 4 와 같다.

측온저항체는 열전대에 비해 총체에 약하며 cost 가 높다는 단점이 있으나 reproducibility, stability, accuracy 가 우수하며 reference junction이 요구되지 않는다는 장점으로 인해 점점 열전대 대신 사용되어지는 경향이 있다.

다) thermistor

thermistor (thermal resistor) 는 온도에 따라 저항값이 변화하는 반도체 온도센서로서 온도계수의 정, 부에 따라 PTC 및 NTC로 나뉘어진다. NTC 는 니켈, 망간, 코발트, 기타의 산화물을 혼합소결한 반도체소자로서 온도의 상승에 따라 저항값이 감소하는 특성을 갖고 있다. PTC는 지단산바륨에鉛이나 스트로튬등을 가한 반도체소자로 어떤 온도가상이 되면 저항이 급증하는 성질을 갖는다.

thermistor 의 사용온도범위는 -100 ~ +300°C 이며, 일반적으로 온도에 따른 저항변화율이 대단히 크므로 (온도계수 $\approx 3 \sim 6\% / ^\circ\text{C}$) 고감도소자 (10^{-4} °F 정도의 오차) 및 제어, 보상회로등에 이용된다. 지금까지 살펴본 열전대, 측온저항체, ther-

mistor 의 각 특성비교는 표 5 와 같다.

2) 비접촉형

radiation 을 이용한 온도측정기술은 1884년 발표된 Stefan-Boltzmann 의 법칙 즉 주어진 시간에 단위표면적으로부터 방사되어지는 에너지는 절대온도의 4승에 비례한다는 이론에 기초를 두고 있다.

비접촉형 고온온도계인 pyrometer 의 종류에는 radiation pyrometer, optical pyrometer, infrared pyrometer 등이 있다.

가) radiation pyrometer

radiation pyrometer 는 정보원으로부터 방사되는 에너지를 모아 detector 로 보내주는 optical system 과 이 에너지를 전기적인 신호로 바꾸어주는 detector 로 구성된다. radiation pyrometer 의 기본적인 구조는 그림 1 과 같다. radiation pyrometer 는 온도측정 방법에 따라 broad band 형, single band 형, two-color 형으로 나뉘어진다. broad band 형은 일반적으로 자동제어가 요구되는 산업분야에 사용되며, 세가지 중 가장 경제적이면서 넓은 범위에 걸친 온도측정 (0 ~ 7000 °F) 이 가능하다. narrow band 형과 two-color 형은 특별히 어느 한 부분만 선택하여 온도를 측정할 때 적합한 방식이다.

나) optical pyrometer

optical pyrometer 는 1400 ~ 6300 °F 범위의 온도측정이 가능하며 일반적으로 용광로, 제련소등에서 용융상태의 유리 또는 금속의 온도를 측정하는데 이용된다. 대부분의 optical pyrometer 는 accuracy 가 그다지 높지 않으나 고온에서 공정제어를

표 4 RTD 특성비교 ¹⁾

종 류	온도범위 (°F)	정확도 (°F)	장 점	단 점	비 고
platinum	- 300 ~ +1500	± 1	<ul style="list-style-type: none"> 안정성이 높음 동작범위가 큼 	<ul style="list-style-type: none"> 응답시간이 늦음 (15s) copper 에 비해 선형성이 떨어짐 	<ul style="list-style-type: none"> 연구실 또는 산업용으로 가장 많이 사용됨
copper	- 325 ~ +250	± 0.5	<ul style="list-style-type: none"> 선형성이 뛰어남 상온에서 정확도 뛰어남 	<ul style="list-style-type: none"> 동작범위가 제한됨 (to 250 °F) 	<ul style="list-style-type: none"> 제조하기 쉬움 가격이 싸
nickel	+ 32 ~ + 150	± 0.5	<ul style="list-style-type: none"> 수명이 김 온도계수가 큼 	<ul style="list-style-type: none"> copper 에 비해 선형성이 떨어짐 동작범위가 제한됨 (to 150 °F) 	<ul style="list-style-type: none"> copper 와 동일함

표 5. 접촉형 온도센서 특성 비교¹⁾

종 류	장 점	단 점
열 전 대	1. 진동, 충격등에 강함 2. 온도 측정이 용이함 3. 비교적 고온의 측정에 적합함 4. 온도측정범위가 넓음	1. 기준접점 (cold junction)이 필요함 2. 기준온도가 0 °C가 아닌경우 보상회로가 필요함
RTD	1. 기준접점이 필요하지 않음 2. 열전대에 비교할 때 상온, 중온 부근에서 정도가 뛰어나 3. 온도측정범위가 넓음	1. 진동이 심한곳에서는 파손될 위험이 큼 2. 정전류원이 필요함 3. cost 가 높음
thermistor	1. 감도가 대단히 높음 2. 경시변화가 적음 3. 측정목적에 맞는 각종의 형을 만들수 있음 4. 온도계수가 대단히 높아, 고정도의 온도 측정에 적합함	1. 저항-온도 특성의 비선형이 큼 2. 사기가열에 주의하여야 함 3. 대부분의 경우 호환용저항을 필요로 함 4. 충격등에 약함 5. 온도측정범위가 제한됨

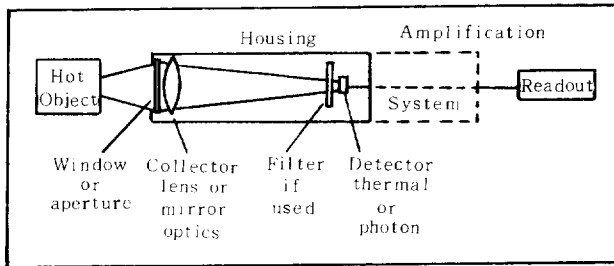


그림 1. radiation pyrometer 의 기본시스템³⁾

하기위한 기구로서는 충분한 accuracy를 갖는다.

다) infrared pyrometer

infrared pyrometer는 내부 reference source에서 방사되는 에너지양과 정보원에서 방사되는 에너지양을 비교함에 의해 온도를 측정한다. IR (Infrared) 기술은 오래전부터 과학자들의 주목을 받아오다가 2차대전중 군사용으로 개발됨에 따라 급속히 발전된 기술이다. 이 방법에 의해 측정 가능한 온도범위는 0 ~ 6000 °F이다.

4) 압력계측기술

가. 기본개념

17세기경 Evangelista Torricelli가 mercury barometer를 발명한 이래, dead-weight piston

표 6. pressure standard 특성⁴⁾

종 류	압 범 위	허 용 오 차
Deadweight piston gage	0.01~10,000 psig	0.01~0.05 %
Manometer	0.1~ 100 psig	0.02~0.2 %
Barometer	27~31 in. Hg	0.001~0.03 %
McLeod gage	0.01~ 1 mm Hg	0.5~ 3 %

gauge, manometer, barometer, McLeod gauge 등이 개발되어 pressure standard 장치로서 사용되어 왔다. pressure standard 장치들의 특성은 표 6과 같다.⁴⁾

일반적으로 압력은 단위면적당 가해지는 힘, 즉 $P = F/A$ 로 정의되어진다. 압력은 기준압력에 따라

절대압력과 gauge pressure 로 구분된다. 절대압력은 기준압력이 0인 경우로서 대부분의 경우 관심의 대상이 되지 못하고 있다. gauge pressure 는 기준압력이 대기압 (1 atm ≈ 14.7 psi) 으로서 정보원에 실제로 가해지는 실효압력을 나타낸다. gauge pressure 는 다음과 같이 정의되어진다. (압력의 단위 중 psig 는 gauge pressure 를 나타낸다)

$$P_g = P_{abs} - P_{at}$$

P_g : gauge pressure

P_{abs} : 절대압력

P_{at} : 대기압

압력의 단위는 다음과 같은 것이 일반적으로 사용된다. 이들 단위간의 관계는 참조문헌 (4)를 참조하기 바란다.

- pascals (N/m²)
- pounds per square inch (psi)
- inches of water (in. H₂O)
- inches of mercury (in. Hg)
- atmospheres (atm)
- microbars (μbar)
- millimeters of mercury (mm Hg ≈ torr)
- microns (μ)

나. 압력센서 1), 3) - 6), 10)

압력센서는 크게 mechanical type 과 electri-

cal type 으로 나누어진다. mechanical type 은 탄성체 (elastic element) 를 사용하여, 압력을 변위의 형태로 바꾸어준다. electrical type 은 압력을 전기적인 신호로 바꾸어주기 위한 것으로서 일단 mechanical type 을 사용하여 압력을 변위로 바꾸어준 후, electrical element 에 의해 변위를 전기적인 신호로 변환해준다. 그림 2 는 주요압력센서의 예이다.

1) 기계적 특성을 이용한 센서

가) diaphragm

diaphragm 은 유연성의 얇은 막 (membrane) 으로서 (그림 2 - a 참조) 사용재료로는 trumpet brass, phosphor bronze, beryllium copper, stainless steel, Ni-Span-C, monel, hastelloy, titanium, tantalum 등이 있다. diaphragm 은 대부분 저압력 (0 - 1 in. Hg, 1 in. Hg ≈ 0.49115 psi) 용으로 사용되어지나 그보다 더 높은 압력 (0 ~ 330 psig) 에서도 사용가능하다. accuracy 는 ± 0.1 ~ ± 3%이다.

나) bellows

bellows 는 그림 2 - b 에서 보는 바와 같이 accordion 모양으로 생긴 압력센서이다. 주로 저압력 (0 ~ 1 in. Hg 및 0.5 ~ 30 psi) 용으로 사용된다.

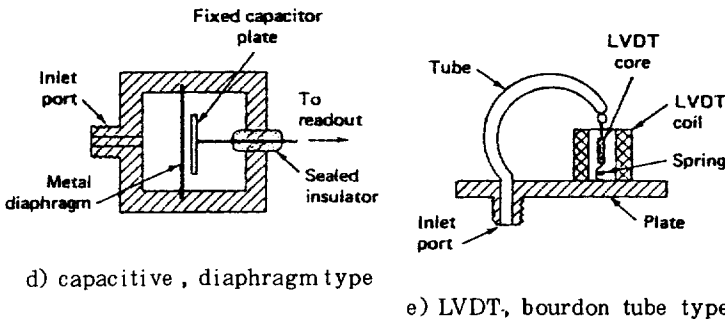
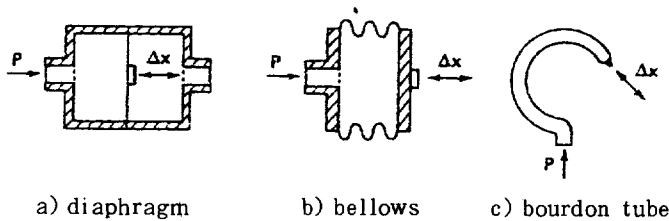


그림 2. 압력센서 5)

accuracy 는 $\pm 1 \sim \pm 3 \%$ 이다.

다) bourdon tube

그림 2 - c 와 같이 압력에 따라 변위가 달라지는 성질을 이용한 것으로서 C type, spiral, helical 의 세가지 종류가 있다. 사용압력범위는 30 in. Hg ~ 100,000psig, accuracy 는 $\pm 0.1 \sim \pm 5 \%$ 이며 응답속도가 느리다는 단점이 있다.

2) 전기적 특성을 이용한 센서

가) piezoelectric element

압력에 따른 변형 (deformation) 의 크기에 비례해서 기전력을 발생하는 능동소자이다. piezoelectric 소자로 사용되어지는 것은 quartz, ADP(ammonium dihydrogen phosphate), sintered ceramics 등이 있다. 사용압력범위는 0.1~10,000psi, accuracy 는 1%이다.

나) strain gauge

물체의 변형을 strain 이라하며, 변형을 일으키는 힘을 stress 라 한다. strain gauge 는 압력에 따라 저항이 변화하는 성질을 이용한 압력센서로서, 사용재료로는 constantan, nichrome, dynaloy, stability, platinum-tungsten alloy 등이 있다. 종류로는 unbonded 형, bonded 형이 있으며 사용압력범위는 0.5~30,000 psi, accuracy 는 1%이다.

다) potentiometric 소자

압력을 저항값으로 바꾸어 주는 소자로서 일반적으로 bourdon tube 등과 함께 사용된다. 이 소자는 가장 간단하며 경제적인 것으로서 압력에 따른 출력값이 매우 크므로 증폭회로가 요구되지 않으나 일반적으로 수명이 짧다는 단점이 있다. 사용압력범위는 5~10,000 psi, accuracy 는 1%이다.

라) capacitance type

압력에 따라 capacitance 값이 변화하는 성질을 이용한 것으로서 (그림 2 - d 참조) 일반적으로 diaphragm 과 함께 사용된다. 소형이며 선형성, 주파수특성이 우수하다는 장점이 있다. accuracy 는 약 1%정도이다.

마) reluctance / inductance type

압력에 따라 inductance 의 값이 변화하는 성질을 이용한다. 즉 diaphragm 등 탄성체를 사용하여 압력에 따라 core 의 위치를 변경시켜주며 이에 따른 inductance 의 변화량을 검지한다. 사용압력범위는 1 in. H₂O ~ 10,000 psi, (1 in. H₂O \approx 0.036 psi) accuracy 는 0.5%이다.

바) LVDT (linear variable differential trans-

former)

LVDT 는 위치검출소자로서 transformer 의 기본 원리를 응용하고있다. LVDT 는 하나의 1 차코일과 두개의 2 차코일, core 로서 구성되며 (그림 2 - e) bourdon tube 등을 사용하여 압력이 가해지면 core 의 위치를 변경시켜주고 이를 전기적인 신호로 변환하여준다.

5) 습도측정기술

가. 기본개념

습도는 물체 (substance) 속에 포함되어있는 수분함유량을 표시해주는 것으로서 산업공정분야뿐만 아니라 인간의 생활과도 밀접한 관계를 갖고있는 주요변수이다. 일반적으로 습도의 검출은 모발이나 건습구온도계에 의해 이루어져 왔으나, 오늘날은 습도를 전기적인 신호로 변환해줄 수 있는 여러종류의 습도센서를 개발하여 실용화하고 있다. 그러나 아직 정도, 응답속도, 측정가능한 습도범위, 환경에대한 내구성, 경년변화, 수명등 여러가지 문제점들이 지적되고 있으며 이러한 문제점들을 해결하기 위한 연구가 계속 진행 중에 있다.

습도의 단위로서는 상대습도 (%RH) 및 PPM (parts per million) 이 사용된다. 상대습도는 주어진 온도에서 가능한 최대 수분함유량과 현재의 수분함유량 비를 나타낸다. PPM은 수분의 무게(PPMw) 또는 수분의 부피 (PPMv)를 사용하여 수분함유량을 표시한다.

나. 습도센서^{3),11)~14)}

습도센서 역시 mechanical type 과 electrical type 으로 나누어진다. 한편 최근의 연구개발동향으로서 주로 집적회로를 목적으로 하는 초소형센서 및 신뢰성향상에 주안점을 두고 개발 중에 있는 세라믹센서가 있다. 그림 3 은 주요습도센서들의 예이다.

1) 기계적 특성을 이용한 센서

가) oscillating-crystal 형

oscillating-crystal 형은 검습성고분자 (hygroscopic polymer) 를 코팅한 piezoelectric crystal 과 발진회로로 구성된다. (그림 3 - a 참조) 수분을 흡수하면 코팅된 부분의 질량이 증가되며 이것은 기계적으로 crystal 에 압력을 가해 공진주파수를 감소시킨다. 이 주파수변화를 측정함으로써 수분함유량을 알 수 있다.

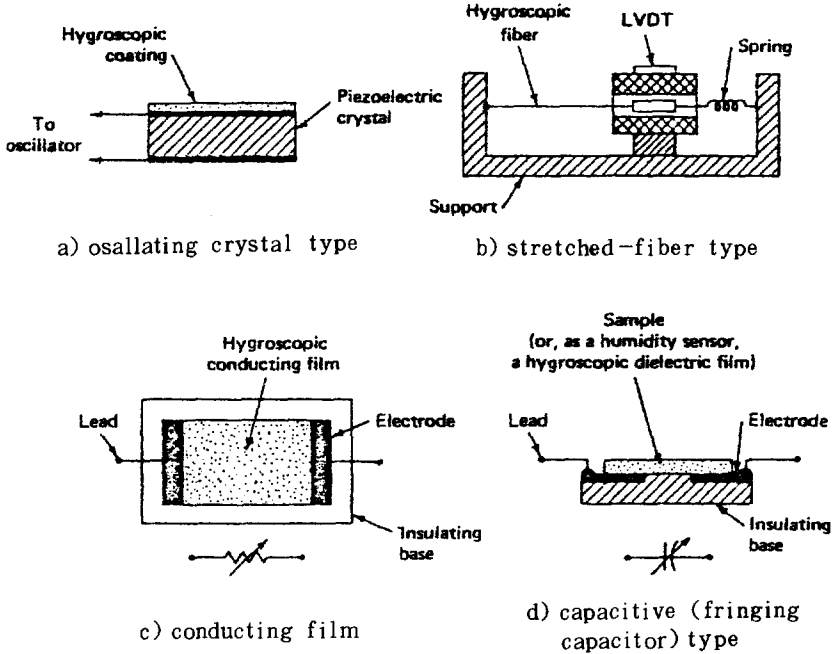


그림 3. 습도센서⁵⁾

나) stretched-fiber 형

비록 정확성이 떨어지나 가장 널리 사용되어지는 방식이다. 이 방식은 습도에 따라 꼬피 또는 검습성 섬유(hygroscopic fiber)의 길이가 변화하는 성질을 이용한다. (그림 3-b 참조) 길이의 변화는 매우 작으며 비선형적이다. (상대습도 50% 변화에 대해 약 1%정도의 길이가 변화함)

2) 전기적 특성을 이용한 센서

가) conducting film

conducting film은 검습성 화학물질 (LiCl 또는 KH_2PO_4)를 이용한 것으로서 습도가 증가함에 따라 흡수하는 수분의 양이 많게되고 이에 따라 전해질의 저항값이 감소하는 성질을 이용하고있다. (그림 3-c 참조)

나) capacitive type

capacitive type은 수분을 흡수함에 따라 유전체의 유전상수가 증가하는 성질을 이용하고있다. 이 방법은 물의 유전상수(80)가 다른 물질(2~4)에 비해 매우 크므로 실용성이 높다. (그림 3-d 참조)

3) 초소형센서

IC회로를 포함하는 전자부품의 고장의 원인으로서

습도가 관계되어 있다는 것이 판명되어짐에 따라 최근 전자회로 package 내장형 습도센서에 대한 연구가 진행되고 있다.

가) dew point sensor

노점센서는 적당한 절연기판위에 빗살모양의 전극을 부착한 후 전자회로에 내장되어지는 것으로서 온도가 하강함에 따라 전극간 도전율이 증가하는 성질을 이용하고 있다. 이 센서는 냉각장치가 필요하다는 것과 노점이 0°C 이하인 경우 측정결과의 정량적인 해석이 어렵다는 단점이 있다.

나) 알루미늄나센서

알루미늄나센서는 수분을 흡수함에 따라 체적이 변하는 효과를 이용한 것으로서 구조는 알루미늄나기판 표면을 양극산화시키고, 알루미늄나막을 형성, 그 위에 침투성 금전극을 부착한 콘덴서형 센서이다.

다) CFT (charge flow transistor)

미국 MIT에서 새로 개발된 소자로서 습도는 물론 가스검출용으로도 사용가능한 센서이다. 구조는 저저항의 Si기판상에 SiO_2 절연막을 부착시키고 두 개의 금속전극을 좌우에 만든 후, 두 전극사이에 고분자를 코팅하였다. 이 센서는 습도, 가스등에 의해 고분자 저항율이 변화함에 의해 전하확산속도가 변하는 성질을 이용하고있다. 실험적으로 P channel

MOS 와 PAPA (P-aminopheny accetylene) 고분자를 사용하고있다.

4) 세라믹센서

세라믹은 금속산화물을 주체로한 소결체로서 열적, 물리화학적으로 매우 안정하다는 특징을 갖고있어 최근 많은 연구가 진행되고있다.

가) ZnO계센서

ZnO계센서는 습도센서로서 요구되는 제조조건들 거의 만족하는 이상에 가까운 센서이다. 소자의 제법은 통상의 세라믹제조법과 동일하다. 조성은 ZnO를 주성분으로하며 여기에 Li_2O_2 , V_2O_5 등을 첨가한다. 소성온도는 비교적 낮다. ($800 \sim 900^\circ C$) 실용적으로 사용가능한 습도범위는 $20 \sim 100RH$ 이며 accuracy 는 2%이내이다. 다른 세라믹센서와 비교할 때 응답속도 또한 우수하다.

나) $MgCr_2O_4$ 계센서

$MgCr_2O_4 - TiO_2$ 계 세라믹의 양면에 RuO_2 계 전극과 Pt-Ir 선을 부착한 것이다. $MgCr_2O_4$ 계센서는 전 상대습도범위 ($1 \sim 100\%$)에서 사용가능하다는 것이 특징이며 응답속도도 우수하다.

6) 맺음 말

정밀측정기술은 모든 산업분야에서 가장 기본적으로 요구되는 기술로서 오늘날은 계측분야에 인공지능을 가진 마이크로프로세서를 응용함에 따라 계측의 정밀도, 신뢰도의 향상 및 기능의 다양화가 가능하여졌다.

한편 탐지센서기술은 국내에서의 필요성이 절실한 주요핵심기술로서 하루빨리 선진기술을 습득토착화하고 새로운 기술을 연구개발하여 기술의 자립화를 실현하여야 한다. 특히 재료분야의 혁명이라 일컬어지는 세라믹반도체를 이용한 탐지센서기술은 선진제국에서도 현재 활발히 연구가 진행되고있는 분야로서 국내 산업기술계에서도 이 분야에 대한 많은 투

자 및 적극적인 연구개발이 이루어져야한다고 생각된다.

참 고 문 헌

- 1) William David Cooper; Electronic Instrumentation and Measurement Techniques, Prentice Hall, 1978
- 2) 홍승홍, "센서기술", 전자공학회잡지, Vol. 10, No. 1, pp 14-18, 1983
- 3) Peter H. Sydenham; Transducers in Measurement and Control, Adam Hilger Ltd., Bristol, 1980
- 4) Robert P. Benedict; Fundamentals of Temperature, Pressure and Flow Measurements, Wiley-Interscience, 1977
- 5) Darold Wobschall; Circuit Design for Electronic Instrumentation, McGraw-Hill, 1979
- 6) Curtis D. Johnson; Process Control Instrumentation Technology, John Wiley & Sons, 1982
- 7) Walter S. Sharshon; "Temperature Sensors: How and where they're used", ICS Vol. 54, pp. 47-52, March, 1981
- 8) John Hall; "More on temperature sensors", ICS Vol. 54, pp. 53-55, March, 1981
- 9) 小林啓 : "온도 센서", 전자기술, 제25권, 제5호, p. 108, May, 1983
- 10) Ed Farmer, P. E.; "Making pressure measurements", ICS Vol. 54, pp. 75-80, May, 1981
- 11) John Hall; "More on measurement", ICS Vol. 54, pp. 46-47, July, 1981
- 12) 山本達夫: "최근의 습도센서의 동향과 전망", 센서 기술, Vol. 2, No. 1, pp. 53-56, 1982
- 13) 山本達夫: "湿度센서", 세라믹센서, pp. 66-71, 1979
- 14) 一ノ瀬昇: "세라믹센서의最近의動向", 세라믹센서, pp. 1-10, 1979