

# 저온액화가스 저장용기의 차압식 액면 측정장치 개발 Development of Differential Pressure Type Gas Level Measuring System of Liquefied Gas Tank with Low Temperature

\*#고석조<sup>1</sup>, 박장식<sup>2</sup>, 박형진<sup>1</sup>, 최동준<sup>3</sup>

\*#S. J. Go(sjgo@dit.ac.kr)<sup>1</sup>, J. S. Park<sup>2</sup>, H. J. Park<sup>1</sup>, D. J. Choi<sup>3</sup>

<sup>1</sup>동의과학대학 컴퓨터응용기계계열, <sup>2</sup>동의과학대학 전자과, <sup>3</sup>부영CST(주)

Key words : Very Low Temperature, Liquefied Gas, Pressure Sensor, Zigbee, Monitoring program

## 1. 서론

상온에서 기체상태로 존재하는 대부분의 가스들은  $-10^{\circ}\text{C}$  이하의 온도에서 액화된다. 그러나 헬륨, 수소, 네온, 질소, 아르곤, 공기, 메탄 등의 극저온 가스는  $-169^{\circ}\text{C}$  이하로 온도가 떨어져야만 액화가 되며 액화 후에는 체적이 수백분의 1로 감소한다. 이런 극저온 가스를 액화상태로 저장하면 고압의 압축가스로 저장하는 것에 비하여 동일 크기 저장용기의 저장 능력을 수배 증대시킬 수 있으며 충전압력을 보다 낮게 유지할 수 있으므로 안전성이 크게 높아진다[1]. 최근 산업이 발달함에 따라 산업체 전반에서 고압의 극저온 액화가스 사용이 매년 증가하고 있고 극저온 액화가스를 담은 용기도 대형화되고 있으므로 외부 온도의 변화에 따라 내부 액화가스의 압력증가에 의한 용기 파손 등에 대한 관리가 필요하다[2].

본 연구에서는 저장 용기 내의 압력 변화를 보다 정밀하게 측정하기 위해 차압센서를 이용한 압력과 액면 높이를 측정하는 차압식 압력 측정 장치를 개발하고자 한다. 그리고 저장 용기의 원격 관리를 위해 측정된 결과를 Zigbee 무선 통신을 통해 전송하도록 하고 사용자 편의를 위한 측정 정보 모니터링 프로그램을 개발하고자 한다.

## 2. 차압센서에 의한 액면 높이 측정

기존의 고압 액화가스 액면 높이 측정장치는 Fig. 1과 같이 아날로그 방식이 주로 사용되고 있다. 즉 액화가스 탱크에 부착된 압력계 또는 액면계를 직접 확인하는 방식이며 비중 보정 등이 되지 않아 정도가 낮은 문제점을 가지고 있다[3]. 따라서 본 논문에서는 차압센서를 이용하여 디지털 액면 높이를 측정하는 장치를 개발하고자 한다.

Fig. 2는 차압센서를 이용한 디지털 압력 측정 장치의 기본 구성도이다. 개발한 디지털 압력 측정 장치는 저장용기의 상단부와 하단부 사이의 차압

을 측정하기 위한 차압센서, 차압센서 출력 전압을 AD변환하기 위한 AD변환기 그리고 측정된 차압으로부터 액면높이와 부피, 잔존량을 계산하기 위한 마이크로컨트롤러로 구성된다. 마이크로컨트롤러는 기본적으로 시리얼통신, Zigbee 무선통신, 그래픽 LCD를 통하여 액면높이, 부피, 잔존량을 표시하는 기능을 가지고 있다.

액면높이를 측정하는 기본적인 방법은 식 (1)과 같이 차압을 밀도로 나누면 액면 높이  $h$ 를 측정할 수 있다.

$$h = \frac{P_d}{\rho} \quad (1)$$

$P_d$  : differential pressure  
 $\rho$  : liquid gas density



Fig. 1 Analog type measuring device of a gas level

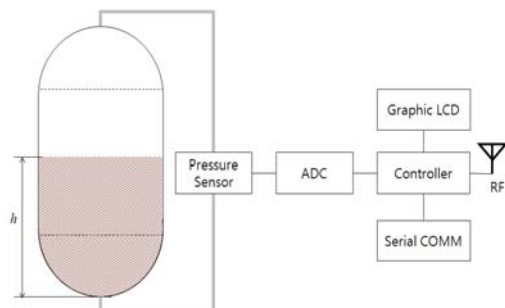


Fig. 2 Measuring process of a gas level

차압을 측정하기 위한 차압센서는 FreeScale의 MPX4200A를 사용하였다[3]. Fig. 3은 본 연구에서 개발한 차압센서부를 나타낸다.

### 3. 액면 측정 장치 및 모니터링 프로그램 개발

극저온 액화가스의 액면높이와 잔존량을 측정하기 위하여 차압식 압력 측정 장치와 모니터링 프로그램을 개발하였다. 차압식 압력 측정 장치의 CPU는 8051기반 Zigbee 통신모듈을 실장한 마이크로컨트롤러를 사용하여 무선통신용 모듈을 개발하였다. Fig. 4는 본 연구에서 개발한 Zigbee 무선통신 기능을 가진 차압식 압력 측정 장치를 나타내며 Table 1은 그 사양을 나타낸다. 그리고 원격지 모니터링 프로그램을 LabVIEW를 이용하여 Fig. 5와 같이 구현하였다. Fig. 5는 2종류의 액화가스를 전송하는 화면이다. 왼쪽 상단에는 액화가스의 상태를 날짜 시간 순으로 확인할 수 있도록 하였고 그래프 형태로 모니터링하도록 구성하였다. 그리고 오른쪽에는 각 액화가스 저장용기에 저장된 잔량을 그림형태로 표현함으로써 관리자가 직관적으로 잔량을 확인할 수 있도록 하고 임계값 이하가 될 때 경고 표시가 나타나도록 하였다.

### 4. 결론

본 논문에서는 아날로그 액면높이 측정장치에 비하여 정도가 높고 압력변화에 의한 비중 변화를 반영한 차압식 압력 측정 장치를 개발하였다. 그리고 저장 용기의 원격 관리를 위해 측정된 결과를 Zigbee 무선 통신을 통해 전송하도록 하였으며 사용자 편의를 위한 원격 모니터링 프로그램을 개발하였다. 향후 연구에서는 극저온 가스에 대한 측정 평가 실험을 하고자 한다.

### 후기

본 논문은 중기업청에서 지원하는 2009년도 산학공동기술개발지원사업의 지원에 의한 것입니다.

### 참고문헌

1. 최동준, "극저온 용기 용접부의 특성평가 및 설계에 관한 연구," 한국해양대학교 박사학위논문, 2009.
2. 김형훈, 한근조, 한동섭, "극저온 밸브의 구조안진성 분석에 관한 연구," 한국정밀공학회 2008년도 추계학술대회 논문집, pp. 569-570, 2008.
3. 박장식, 서현규, 고석조, 박형진, 최동준, "극저

온 액화가스 액면높이 측정 시스템의 설계," 한국정밀공학회 2010년도 추계학술대회논문집, pp. 1039-1040, 2010.

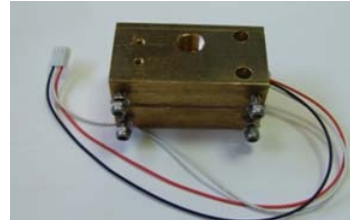


Fig. 3 Developed differential pressure sensor part

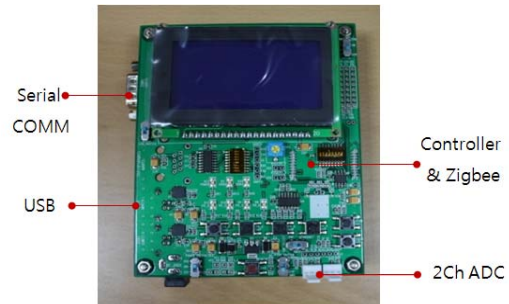


Fig. 4 Developed digital level meter with Zigbee

Table 1 Specifications of the developed level meter

controller	8051, 8MHz
RF communication	Zigbee
Serial port	USB
Digital I/O	8 pins
Analog inputs	2 channels
ADC	2 channels with a low-pass filter(10bit)

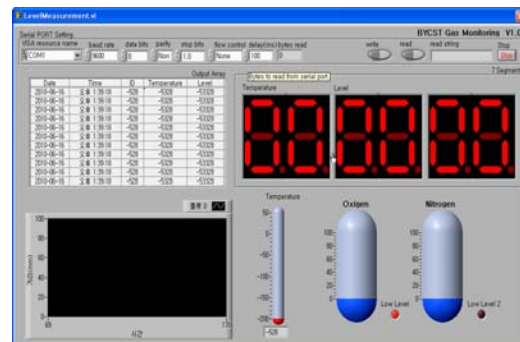


Fig. 5 Monitoring program