

## 양압측정 및 화학탐지 모듈을 적용한 화생방 방호시설의 가스차단밸브에 관한 연구

박형근  
남서울대학교 전자공학과

### Study on the Gas Tight Shut-off Valve of NBC Shelter using Positive Pressure Measurement and Chemical Detection Module

Park Hyoung-Keun

Deptment of Electronic Engineering, Namseoul University

**요 약** 대량살상무기를 이용한 전쟁 발발 시 가장 위협적인 것은 일반적으로 눈에 보이지 않으면서 극소량으로도 사망에 이를 수 있다는 것이다. 군 당국은 화생방 오염상황 발생 시 전투원의 생존성을 보장하기 위해 개인 및 화생방대피분야에 대해 상당한 노력을 투입하고 있다. 따라서 본 논문에서는 화생방 방호시설에 사용되는 각종 차단밸브의 제어에 이용되는 양압측정을 위한 모듈과 화학탐지 모듈을 개발하였다. 또한, 수작업에 의한 제조 공정으로 품질의 균일성이 부족하고, 불량품 과다 및 제조 원가가 높은 단점을 개선할 수 있는 고성능 가스차단밸브를 개발하였으며, 여기에 양압측정 및 화학탐지 모듈을 적용하여 화생방방호시설의 제어에 사용하였다. 개발된 가스차단밸브는 규정풍속에서의 압력손실 28[Pa] 및 내부압력 30[kPa]에서 기밀특성을 유지하였다. 원격에서 측정된 양압에 따라 가스차단밸브의 제어가 가능하므로 향후 수입대체 및 국방관련 기술의 대외 독립성 확보가 가능할 것으로 기대된다. 또한 재래식 무기 및 핵폭발에 의한 폭풍압의 급격한 유입으로 인한 피해를 예방하기 위하여 화생방 방호시설의 외부와 연결된 모든 흡기구나 배기구에 설치하여 시설내의 인명 및 장비 등을 보호할 수 있다.

**Abstract** One of the most frightening aspects of weapons of mass destruction (WMD) is their ability to cause death in very small quantities without being visible to the public. The military authorities are making considerable effort to ensure the survivability of the combatants in the event of NBC(Nuclear, Biological and Chemical) contamination. Therefore, in this study, modules were developed for the measurement of the positive pressure and for the detection of the chemicals used for the control of the various shut-off valves used in an NBC shelter. In addition, a high performance gas tight shut-off valve was developed that can overcome the disadvantages associated with manual manufacturing, such as the occurrence of defective products and high manufacturing cost. By applying the positive pressure measurement and chemical detection modules, this valve was able to be used to control the facility. The developed gas-tight shut-off valve maintained airtight characteristics at a pressure loss of 28[Pa] at the prescribed wind velocity and an internal pressure of 30[kPa]. It is expected to be possible to control the gas-tight shut-off valve through the remote measurement of the positive pressure, thereby ensuring the foreign independence of import substitution and defense related technology in the future. In addition, by installing these valves in all of the intake ports or exhaust ports connected to the outside of the NBC shelter, it is possible to prevent the damage resulting from the rapid inflow of the storm pressure caused by conventional weapons and nuclear explosions, thereby protecting the people and equipment in the shelter.

**Keywords** : Gas Tight Shut-off Valve, NBC Shelter, Positive Pressure Measurement, Chemical Detection, airtight characteristics

이 논문은 2017년도 남서울대학교 학술연구비 지원에 의해 연구되었음.

\*Corresponding Author : Hyoung-Keun Park(Namseoul Univ.)

Tel: +82-41-580-2118 email: phk315@nsu.ac.kr

Received June 26, 2017

Revised July 6, 2017

Accepted July 7, 2017

Published July 31, 2017

## 1. 서론

최근 언론의 화생방 방호시설 현황에 관한 관련보도에 따르면 우리나라의 화생방 방호시설은 국민의 0.02%만 보호할 수 있는 것으로 조사되어 국민들에게 충격과 공포를 안기고 있어 화생방 방호시설의 확충이 예상되고 있다[8]. 또한 유럽 국가들처럼 일정규모이상의 건물 신축 시 화생방 방호시설 설치가 법제화될 경우 시장이 급속도로 확대될 것으로 전망되고 있으나 화생방 방호시설에 소요되는 각종 밸브, 여과기 및 자동제어시스템을 위한 모듈 등에 관한 국내의 연구 개발은 초기단계로 현재 외국 업체들의 제품들이 시장을 주도하고 있으며, 국내 업체들의 경우는 외국 업체들의 제품을 모방하여 제작하고 있는 실정이다[1-3]. 따라서 본 논문에서는 재래식 무기 및 핵폭발에 의한 폭풍압의 급격한 유입으로 인한 피해를 예방하기 위하여 화생방 방호시설의 외부와 통하는 모든 흡기구나 배기구에 설치하여 시설내의 인명 및 장비 등을 보호할 수 있도록 방호시설의 양압을 측정할 수 있는 모듈과 화학탐지 모듈을 개발하였다. 또한, 수작업에 의한 제조 공정으로 품질의 균일성이 부족하고, 불량품 과다 및 제조 원가가 높은 단점을 개선할 수 있는 고성능 가스차단밸브를 개발하였다. 개발된 가스차단밸브에 양압측정모듈을 적용하여 원격에서 측정된 양압에 따라 가스차단밸브의 제어가 가능하도록 함으로써 향후 수입대체 및 국방관련 기술의 대외 독립성 확보가 가능할 것으로 기대된다.

## 2. 양압측정 모듈 개발

본 연구에서는 16Bit의 ADC 디지털 데이터를 출력할 수 있도록 2-wire 동기식 시리얼 인터페이스를 채용하였으며, 온도 보상회로를 통해 별도의 보정이 필요하지 않도록 설계하였다[4-6]. 또한 데이터통신에 필요한 풀업, 풀다운 저항 및 Bypass 콘덴서를 장착하여 컨트롤러와 쉽게 연결이 가능하다. 본 논문에서 사용한 센서는 압전저항형(piezo-resistive) 센서로 온도, 대기압, 입력전원 측정이 가능하며, 압력 측정 범위는 300 ~ 1,100mbar(1Bar Range), 온도 측정 범위는 -20 ~ 70°C 이며 내부블록도는 Fig. 1과 같다.

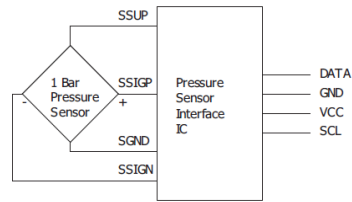


Fig. 1. Pressure sensor internal block diagram

본 논문에서 설계된 양압측정을 위한 모듈 회로도는 Fig. 2와 같다.

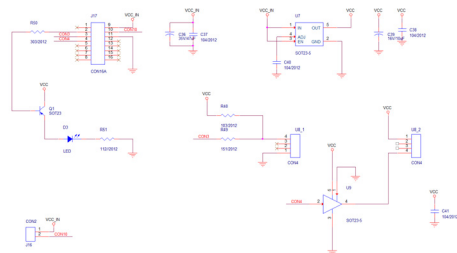


Fig. 2. Module circuit for positive pressure measurement

본 연구에서는 양압측정을 위한 모듈에 대한 1차 PCB Layout 및 제작을 수행한 후 회로보정 및 최적화를 통하여 후 2차 설계 및 제작을 수행하였다.

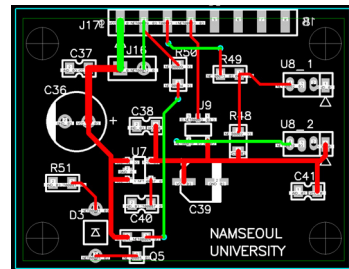


Fig. 3. PCB Layout of Positive pressure measurement module

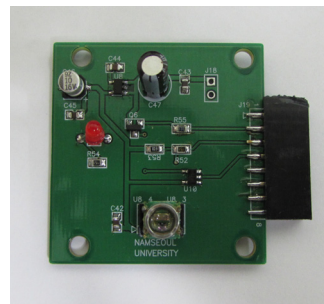


Fig. 4. Developed positive pressure measurement module

### 3. 화학탐지기 신호 감지모듈 개발

본 연구에서는 화학탐지를 위하여 MiCS-4514 robust MEMS 센서를 사용하였으며, 다음과 같은 검출특성 및 범위를 갖는다.

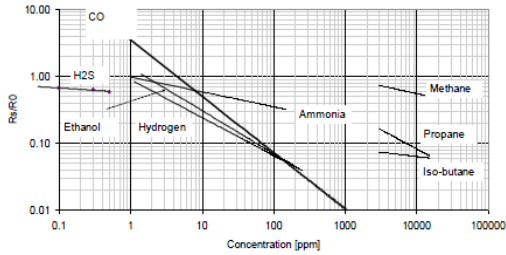


Fig. 5. Detection characteristic of MiCS-4514 robust MEMS sensor

- Carbon monoxide(CO) : 1 - 1000[ppm]
- Nitrogen dioxide(NO2) 0.05 - 10[ppm]
- Ethanol(C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH) : 10 - 500[ppm]
- Hydrogen(H<sub>2</sub>) 1 - 1000[ppm]
- Ammonia(NH<sub>3</sub>) 1 - 500[ppm]
- Methane(CH<sub>4</sub>) >1000[ppm]

개발된 화학탐지기 신호감지 모듈, 전원공급 및 측정을 위한 회로는 Fig. 6, Fig. 7, Fig. 8과 같다.

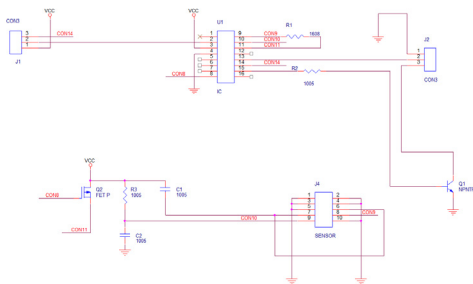


Fig. 6. Chemical detect signal sensing module Circuit

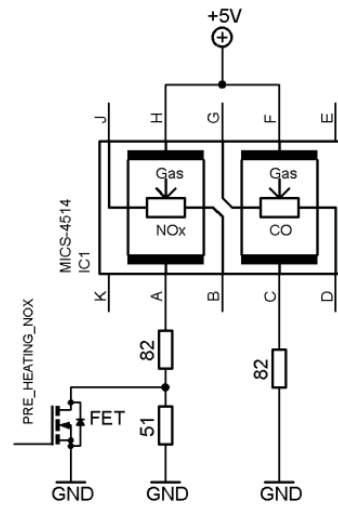


Fig. 7. Power supply circuit of chemical detect sensor

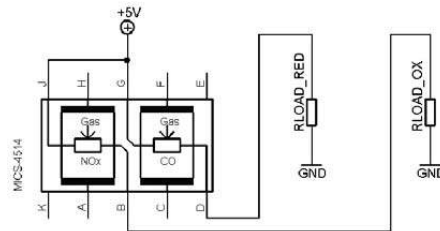


Fig. 8. Measurement method of chemical detect sensor

본 연구에서는 화학탐지기 신호감지 모듈에 대한 1차 PCB Layout 및 제작을 수행한 후 회로보정 및 최적화통하여 2차 설계 및 제작을 수행하였다.

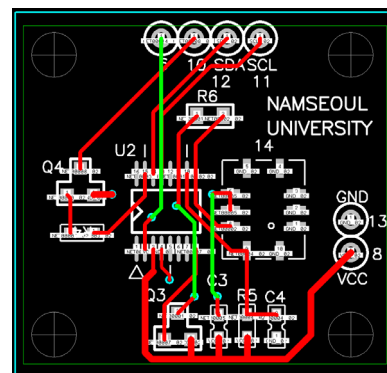


Fig. 9. PCB Layout of Chemical detect signal sensing module

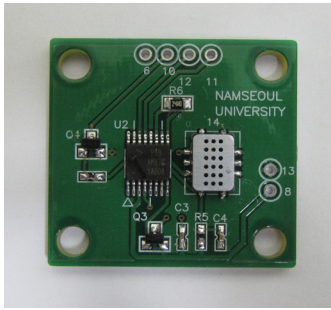


Fig. 10. Developed Chemical detect signal sensing module

#### 4. 가스차단밸브 설계

화생방 방호시설(NBC(nuclear, biological and chemical) shelter)내로 들어오는 흡입공기의 경우 평시에는 송풍기를 통해 들어오지만 화생방 상황에서 송풍기로 연결된 관로를 폐쇄하고 가스입자 여과기에 연결된 관로를 통해 오염된 공기를 정화한다[1,4-7]. 이와 같이 상황에 따라 공기 흐름 경로를 조절하는 기구가 가스차단 밸브이며, 내부 조립체 설계도는 Fig. 11, 디스크 조립체 및 몸체 설계도는 Fig. 12, 개발된 차단밸브를 기밀시험용 챔버에 적용한 예는 Fig. 13과 같다.

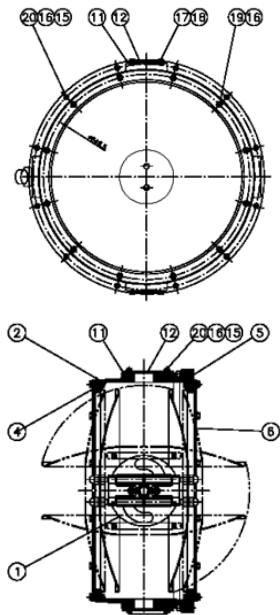


Fig. 11. Internal assembly drawing of Gas Tight Shut-off Valve

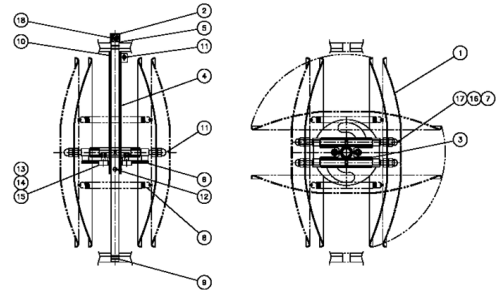


Fig. 12. Disk assembly drawing of Gas Tight Shut-off Valve

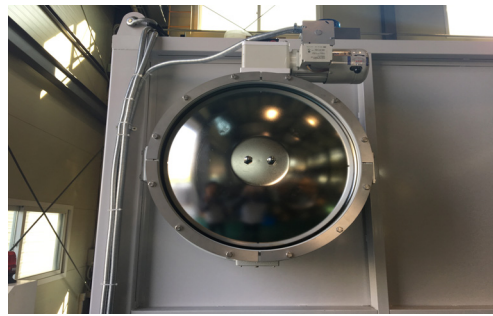


Fig. 13. Gas Tight Shut-off Valve applied to chamber for tightness test

#### 3. 성능시험 및 결론

본 논문에서는 재래식 무기 및 핵폭발에 의한 폭풍압의 급격한 유입으로 인한 피해를 예방하기 위하여 화생방 방호시설의 외부와 통하는 모든 흡기구나 배기구에 설치하여 시설내의 인명 및 장비 등을 보호할 수 있도록 방호시설의 양압을 측정할 수 있는 모듈과 화학탐지 모듈을 개발하였다. 개발된 양압측정 모듈을 테스트하기 위한 환경은 Fig. 14와 같고, 측정결과는 Fig. 15와 같다.

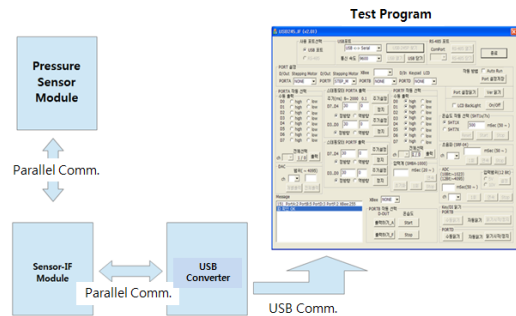


Fig. 14. Test environment for positive pressure measurement

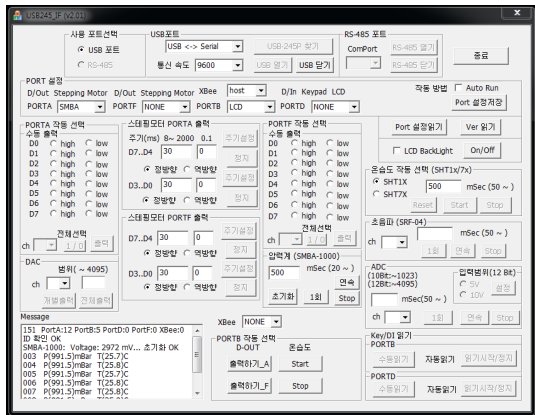


Fig. 15. Test result for positive pressure measurement

개발된 화학탐지 모듈을 테스트하기 위한 환경은 Fig. 16, Fig. 17과 같고, 측정결과는 Fig. 18, Fig. 19와 같다.

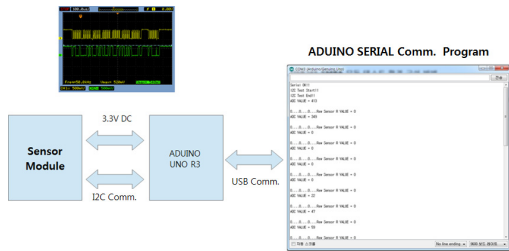


Fig. 16. Test environment for Chemical detect signal sensing module(I)

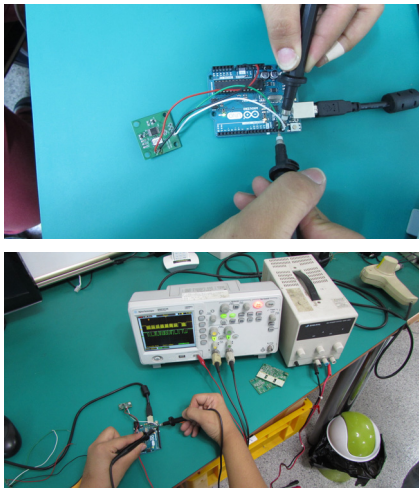


Fig. 17. Test environment for Chemical detect signal sensing module(II)

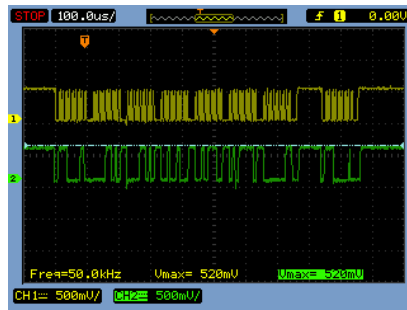


Fig. 18. Test result for Chemical detect signal sensing module(I)

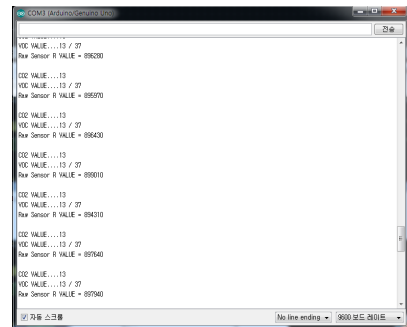


Fig. 19. Test result for Chemical detect signal sensing module(I)

압력손실 시험은 개발된 가스차단밸브를 풍량발생 덕트의 최종단에 설치한 후 밸브를 완전히 개방시킨다음 개구부 전면에서 균등하게 9포인트 측정하여 평균값을 평균풍속으로 적용하였고, 차단밸브 전단의 압력과 대기압의 차이를 구함으로써 압력손실을 측정하였다. 측정결과 규정풍속(7±5%)m/s 통과시 압력손실은 28[Pa], 기밀 실험결과 내부압력 30[kPa]에서 누출량은 0으로 화생방 오염상황 발생 시 전투원의 생존성을 보장하기 위한 방호시설에 적용이 가능할 것으로 판단된다.

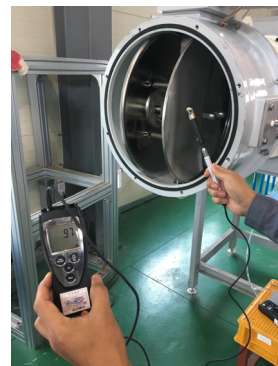


Fig. 20. Measurement process of gas tight shut-off valve

**Table 1.** Performance test result

Specification	Unit	Target value	Test result
Pressure loss in Prescribed wind velocity(7±5%[m/s])	Pa	below 80	28
Leakage in internal pressure(30[kPa])	bar	0	0

\*Tested by KTC(Korea Testing Certification)

성능시험 결과 개발한 화재방 방호설비용 가스차단밸브 및 양압측정 모듈, 화학탐지기 신호감지 모듈을 방폭 밸브 뿐만 아니라 화재방 방호설비를 원격에서 감시 및 제어시스템에도 적용이 가능할 것으로 판단된다.

**박형근(Hyoung-Keun Park)**

[종신회원]



- 1995년 2월 : 원광대학교 대학원 전자공학과 (공학석사)
- 2000년 2월 : 원광대학교 대학원 전자공학과 (공학박사)
- 1998년 5월 ~ 2001년 9월 : (주) 미디어서브기술연구소 선임연구원
- 2005년 3월 ~ 현재 : 남서울대학교 전자공학과 교수

<관심분야>

마이크로프로세서응용, 임베디드시스템, SOC

## References

- [1] Jeong-Kook Lee, Hyoung-Keun Park, "Design of Blast Protection Valve for Chemical, Biological and Radiological Protective Facility", *Proc. of The 2016 Autumn Conference of the Kora Academic-industry Cooperation Society*, vol. 16, no. 1, p. 419, May 2015.
- [2] J. S. Lim, B. S. Kim, *Study on the standard and application plan of NBC shelter*, National Emergency Management Agency Policy Study Report, pp. 203-280, 2009.
- [3] Ministry of National Defense, *Chemical, Biological and Radiological Protective Facility Design Guideline - Gas Tight Shut-off Valve*, National Defense and Military facilities Standard, 2011.
- [4] J. I. Park, *Introduction Protection Engineering*, CIR publishing company, 2011.
- [5] S. B. Kim, *Government Chemical, Biological and Radiological Protective Facility Design Guideline and Standard Model Development*, Ministry of Government Administration and Home Affairs Study Report, 2011.
- [6] Jeong-Kook Lee, Hyoung-Keun Park, "Study on the Gas Tight Shut-off Valve of NBC Shelter using Positive Pressure Measurement Module", *Proc. of The 2016 Autumn Conference of the Kora Academic-industry Cooperation Society*, vol. 17, no. 2, pp. 786-787, December, 2016.
- [7] Jeong-Kook Lee, Hyoung-Keun Park, "Development of High Performance Gas Tight Shut-off Valve for NBC Shelter", *Proc. of The 2016 Autumn Conference of the Kora Academic-industry Cooperation Society*, vol. 17, no. 2, pp. 758-759, Dec. 2016.
- [8] Seunghoon Jung, Jae-Choon An, Yeung-Kyu Hwang, Hyun-Ju Jung, Yongtae Shin, A Study for the Efficient Improvement Measures of Military EMP Protection Ability, *Asia-pacific Journal of Multimedia Services Convergent with Art, Humanities, and Sociology*, vol. 7, no. 1, pp. 219-227, Jan. 2017.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.14257/AJMAHS.2017.01.60>