

CPLD칩을 이용한 다채널 가스누출 경보시스템의 설계 및 제작

정도운*, 정완영*, 이덕동**

동서대학교 정보통신공학부*, 경북대학교 전자전기공학부**

전화 : (051) 320-1655 / 팩스 : (051) 320-1468

Design and Fabrication of multi-channel gas leakage monitoring system using CPLD

Do-Un Jung*, Wan-Young Chung*, Duk-Dong Lee**

School of Information and Communications Eng., Dongseo University*

School of Electronic and Electrical Eng., Kyungpook National University**

E-mail : wychung@dongseo.ac.kr

Abstract

A multi-channel gas leakage monitoring system was designed and fabricated by using CPLD(complex Programmable Logic Device) for monitoring and controlling the leakage of natural gas from supplying-pipes under the ground. Fabricated SnO₂ thick film gas sensor elements were attached on safeguard steel plate of natural gas supplying pipes, and the local monitoring system in this study received the signal from the gas sensors. The monitoring system was implemented by using CPLD chip to reduce the development time and implement simple one chip system. The time division multi-channel system received the input signal from individual gas sensor at one of divided times by multiplexor and signal processed sequentially. The system reduced the size of peripheral circuit resulted in implementation of creditable simple system.

I. 서론

도시가스의 사용확산에 따라 천연가스 배관망 또한 널리 확산되고 있다. 도시가스 배관망은 현재 전국의

주요 40여 개의 도시에 가스를 공급하는 주배관과 각 도시내에서의 배관망으로 구분되어 관리되고 있다 [1]. 또 2000년 이후에는 전국적인 배관망이 완성될 예정이다. 이러한 도시가스 사용의 확산에 따라 도시가스 누출에 따른 위험성 또한 크게 증가하고 있다. 특히 도시지역에서의 가스의 누출은 곧 바로 대형사고로 이어질 가능성 때문에 초기 누설 단계에서의 경보와 문제해결이 중요하다.

본 연구에서는 가스의 누출을 다채널의 금속산화물 반도체식 가스센서로 부터 입력받아 CPLD (Complex Programmable Logic Device)를 이용한 중앙통제시스템에서의 누출지점확인, 1차 경보, 2차 경보 및 누출량의 모니터링이 가능한 시스템을 설계, 제작하였다. CPLD칩을 이용함으로써 적은 비용으로 빠른 시간 내에 복잡한 디지털회로를 단일 칩 상에 제작이 가능하였다.

II. 시스템 기능

전체시스템은 이 시스템의 실현가능성을 테스트한다는 측면에서 4채널로 고정하였다. 4곳에 분산배치되어 있는 가스센서로부터 가스의 존재에 대한 정보를 받아 들여 분산된 국부적인 중앙모니터링 시스템으로 모니터링하는 것으로 가정하였다. 즉, 도시지역의 경우에 아파트관리소나 동사무소 등의 단위에서 그 주변지역

의 가스누출을 모니터링할 수 있을 것으로 예상된다. 그림 1은 도시가스배관의 형태를 보여주고 있다. 그림과 같이 가스배관과 함께 반드시 설치하기로 되어있는 보호용철판(가스배관으로부터 모래층 30cm 위에 위치한다)에 가스센서를 설치하여 가스누출을 모니터링하는 시스템이다. 이 누출경보시스템은 일단 가스누출의 정보를 시분할에 의해 순차적으로 입력하고 출력으로는 각 채널에서의 누출가스농도를 6등분하여 시각적으로 LED의 배열을 통해 나타내고, 가스가 전혀 누출되지 않았을 때는 7개의 LED중에서 하나만 'on'되게 하였다. 시분할에 의한 각 채널의 선정을 시각적으로 LED를 통해 알 수 있게 하였고 가스누출시에는 1차 정보에 이어 더 많은 농도에서는 2차 정보를 발하도록 설계하였고 환풍기가 동작하도록 설계하였다.

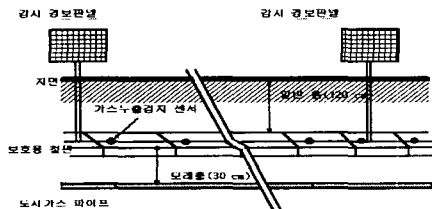


그림 1. 도시가스파이프 보호용 철판을 이용한 가스누출 감시시스템의 개략도.
Fig. 1. Gas leakage monitoring system using safeguard steel plate of natural gas supply pipes.

III. 가스센서의 제작

가스센서는 특정가스(도시가스 또는 CH계 가스)에만 반응하도록하는 가스의 선택성을 고려하여 반도체식 가스센서를 사용하였다. 공침법으로 합성한 SnO₂(Pt, Ca) 분말[2]을 스크린 프린팅하여 후면에 RuO₂ 평면히터와 전면에 백금 후막전극이 형성된 알루미늄 기판위에 감지막을 형성하였다. 그림2는 제조된 후막형 센서의 최종 실장된 모습이다.

IV. 시스템 구성

4.1 입력부

시스템의 입력은 4채널로 구성되어 있어서 4개의 각기 다른 위치에 있는 가스센서를 통해 가스누출정보를 입수하도록 하였다. 각각의 가스센서가 동작하는데 필

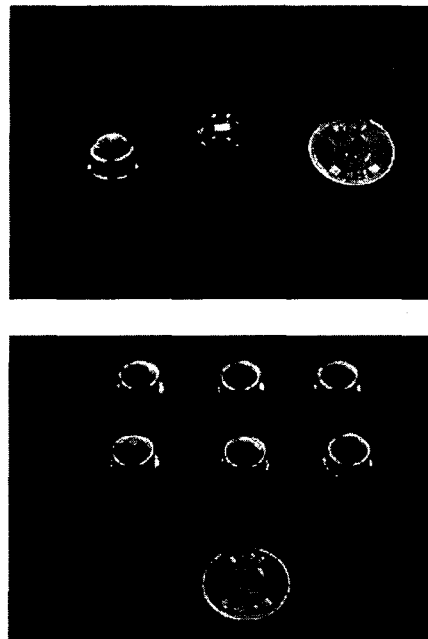


그림 2. 반도체식 후막형 가스센서의 구조.
Fig. 2. Structure of semiconducting thick film gas sensor.

요한 히터전력은 가스센서가 위치한 곳의 전원으로부터 공급받도록 하였다.

그림 3은 가스누출경보시스템의 전체적인 개략도(a)와 CPLD칩의 내부구조도(b)를 보인 것이다. 신호처리회로의 단순화를 위해서 입력신호는 동시에 4채널에서 입력되는 것이 아니라 멀티플렉서를 통해 4채널 중에서 결정되어진 한개의 채널신호만이 순차적으로 A/D 변환기를 통해 3-bit의 디지털신호로 변환되고 이 신호가 CPLD 칩의 입력단으로 들어가게 설계하였다.

4.2 신호처리부

신호처리부는 입력신호를 6-bit의 신호로 디코더하는 부분과 입력신호의 크기를 설정된 값과 비교하는 비교부, 채널결정을 위한 링카운터로 구성된다. 링카운터로부터의 신호를 기준으로 내부 신호처리가 되고 출력채널이 결정된다.

입력신호는 6-bit로 디코더 되어 링카운터의 신호와 동기되는 채널에 신호를 출력함으로써 가스의 누출 정도를 나타내는 6개의 LED를 채널별로 구동할 수 있게 하였다.

비교부에서는 2개의 3진 비트 비교기로 구성되어 있는데 이 비교기에서는 칩 상에 프로그램된 기준값과 입력신호를 비트 비교하여 입력신호의 크기에 따라 정상 상태, 1차 경보, 2차 경보를 출력할 수 있게 하였다.

센서로부터의 입력채널 결정과 입력과 출력의 채널 동기를 위한 신호 발생을 위하여 링카운터가 설계되었다. 예를 들면 링카운터의 최하위 비트가 '1'이면 1번 센서로부터의 신호(부하전압의 저항값)가 입력되고 1번 디스플레이부에 이 신호의 크기(누출가스농도의 표시)가 표시된다. 1번 센서의 입력을 받아들이기 위해서는 링카운터의 4-bit신호를 2진 코드로 인코더 하여 입력부의 멀티플렉서로 보냄으로서 1번 센서의 입력을

선택 할 수 있도록 하였다.

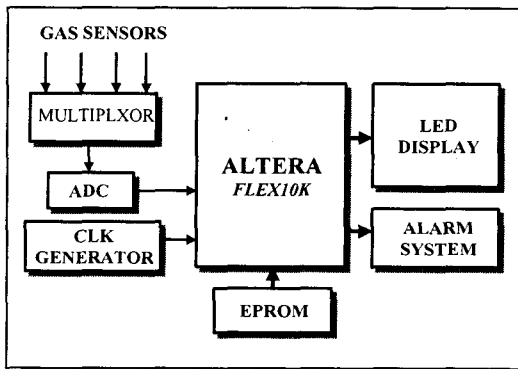
4.3 출력부

입력신호의 크기는 6-bit의 신호로 디코딩되어 링카운터에 의해 결정된 출력채널을 통해 출력하게 된다. 이때 비교기를 통한 경보신호의 출력도 이루어진다. 이 출력신호는 플립플롭을 이용하여 다음 입력이 들어올 때까지 현재의 상태를 유지하게 하였다.

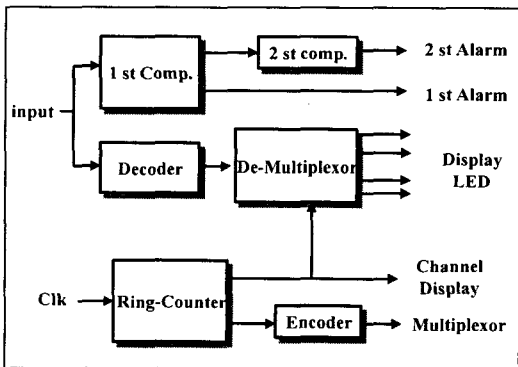
V. 시스템 동작 특성

5.1 컴퓨터 시뮬레이션

본 연구에서 사용한 CPLD칩은 ALTERA사의 SRAM 방식 FLEX10K(84핀)를 사용하였다[3]. ALTERA사의 전용 프로그램인 Max+II를 사용하였고 VHDL을 이용하여 프로그래밍을 한 후, 그 동작특성을 시뮬레이션하였다. 그림 4는 시뮬레이션한 결과를 보여주고 있다. 예상된 동작들이 정확히 수행되는 것을 확인할 수 있었다.



(a)



(b)

그림 3. 4채널 가스누출 경보시스템.

(a) 시스템 구성도 (b) CPLD칩 내부구조

Fig. 3. 4-channel gas leakage monitoring system.

(a) Block diagram

(b) Internal structure of the CPLD chip

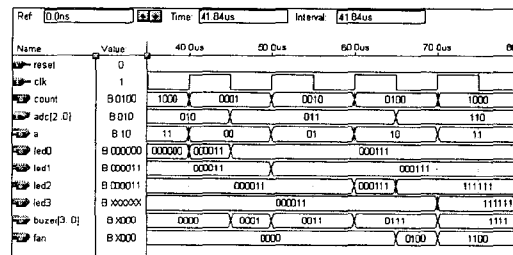


그림 4. CPLD 프로그램의 검증 시뮬레이션 결과.

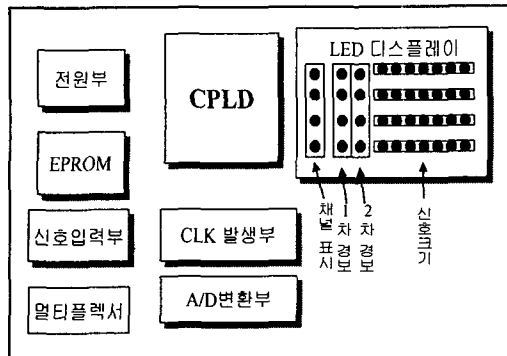
Fig. 4. Simulation of CPLD Program.

5.2 하드웨어의 구현

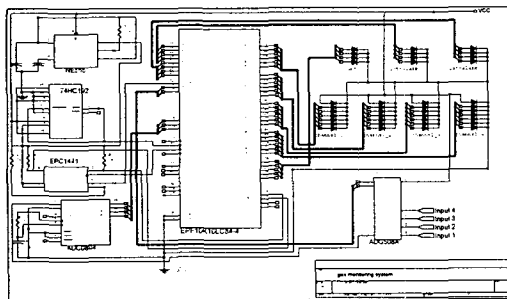
그림 5는 시스템의 전체구성도(a)와 회로도(b)를 보여주고 있다. 사용된 FLEX10K 계열의 CPLD칩은 SRAM방식이므로 전용 EPROM을 사용하여 하드웨어를 구성하였다.

그림 1처럼 실제 매설환경을 꾸민 후 가스누출에 대한 모니터링이 가능한 가를 실험하였다. 도시가스 파이프는 직경 6인치인 플라스틱으로 대체하여 사용하였고 보호용철판은 실제 12인치 직경의 가스수송관의 설치시 사용되는 보호용철판의 1/2 모형(길이: 150 cm, 넓이: 22 cm, 돌출부분(fringe): 11 cm, 굽은 내각: 100° (허용한계: 90~130°)을 제작하여 사용하였고 두 보호용철판의 연결부위는 완전히 밀봉하였다[4]. 도시가스배관과 보호용철판의 사이에는 건조된 모래를 사

VI. 결론



(a)



(b)

그림 4. 시스템의 전체구성.

(a) 전체구성도 (b) 회로도

Fig. 4. Layout of the system.

(a) Layout diagram (b) Circuit diagram

용하였다. 센서모듈은 편의상 보호용철판의 하단에 3 cm 정도의 공간을 두고 모래와 수분의 침입을 방지하기 위해 3겹의 금속망으로 보호되었다. 평균적으로 가스누출 후에 1분 이내에 가장 가까운 지점에서의 채널에서 경보신호가 들어오는 것이 확인되었다.

본 연구에서 제안된 도시가스 배관으로부터의 가스 누설경보 시스템은 다음과 같은 특성과 문제점을 가지는 것으로 나타났다.

1. 가스배관 보호용철판에 가스센서를 설치하므로써 비용을 획기적으로 절감할 수 있는 시스템으로 생각된다.
2. CPLD칩을 사용하여 시스템의 규모를 획기적으로 줄일 수 있었으며 앞으로 A/D변환부 등을 칩내에 집적화시킴으로써 완전한 원칩화가 가능할 것으로 예상된다.
3. 시스템의 원칩화에 의해 초소규모 모니터링 시스템이 가능하고 시스템의 소비전력도 획기적으로 줄일 수 있다.
4. 도시가스 파이프의 노후나 갑작스런 충격에 따른 파손 때문에 일어나는 가스누출의 즉각적인 경보가 가능하여 가스누출에 의한 위험을 현저히 줄여줄 수 있을 것으로 생각된다.
5. 이러한 시스템은 도시가스배관뿐만 아니라 지역적인 가스누출 모니터링에도 이용이 가능할 것이다.
6. 가스센서의 주기적인 교체 등을 위해 파이프보호용 철판의 구조변경 등에 대한 추가적인 연구가 필요하다.

참고문헌

- [1] 한국가스공사 홈페이지 - 천연가스관련자료, <http://www.kogas.or.kr/>
- [2] 홍영호, 결정성장억제제 Ca를 첨가한 SnO₂/Pt 미세분말로 제조한 메탄가스센서, 1995. 12, 경북대학교 대학원 전자공학과 박사학위논문, 3장
- [3] 이승호, 이경은, 임만직, Altera Max+plusII를 사용한 디지털시스템설계, 북두출판사, 1999.
- [4] (주)그린산업, 파이프보호용 철판제작 사양, 1998.