

MEMS 센서를 활용한 휴대용 음주 측정기 구현

주용완* · 박장식** · 김현태* · 유윤식*

*동의대학교 부산IT융합부품연구소, **경성대학교 전자공학과

Implementation of a Portable Breathalyzer Using MEMS Sensor

Yong-Wan Ju* · Jang-Sik Park** · Hyun-Tae Kim* · Yun-Sik Yu*

*Convergence of IT Devices Institute Busan, Donggeui University

**Division of Electronics Engineering, Kyung Sung University

E-mail : htaekim@deu.ac.kr

요 약

음주는 음주 운전, 그리고 건강 이상 등 사회적인 여러 문제들의 가장 중요한 원인 중 하나이다. 음주를 한 개인이 자신이 어느 정도 취한 상태인지를 즉시 알 수 있다면, 음주 운전이나 계속된 음주 스케줄을 자제할 수 있다. 본 논문은 휴대가 가능하도록 MEMS 기반 반도체식 가스센서를 이용한 초소형의 디지털 음주측정기의 구현 방법을 제시한다. 소형 마이크로컨트롤러로써 저전력 소모와 표면 실장이 가능한 ATMEGA48를 기반으로 반도체식 가스센서를 디지털적으로 제어하고 7 세그먼트 LED에 알콜 농도 값을 표출한다.

ABSTRACT

Drinking is one of most prominent causes for social problems like domestic violence, drinking and driving, and health problems. If who drunken can check promptly how much blood alcohol content, abstain from drunken driving or successive drinking schedule. In this paper, implementation of digital portable breathalyzer using semiconductor gas sensor based on MEMS were suggested. A small size micro controller with low power and surface mountable, ATMEGA48 can control semiconductor gas sensor digitally and display the value of alcohol concentration on LED.

키워드

MEMS 센서, 알코올 센서, 휴대용 음주측정기, 마이크로컨트롤러

1. 서 론

음주측정기는 위와 장에서 흡수돼 혈액으로 들어간 뒤 숨을 쉴 때 날숨에 포함된 알코올 양을 측정해 간접적으로 혈중 알코올 농도를 계산한다. 1939년 미국 인디애나 주 경찰이 처음 사용하였고, 그 후 다양한 형태의 음주측정기가 등장하였

다. 현재 많이 사용하는 전자식 음주 측정기에는 백금으로 만든 전극이 들어있는데, 알코올 분자가 백금전극의 양극에 달라붙으면 알코올이 전극에 전자를 전해주며 전류가 흐른다. 날숨 속에 알코올 분자가 많으면 결국 전류의 세기가 커지기 때문에 전류를 측정하면 혈중알코올 농도를 알 수 있다. 즉 흐르는 전류량은 혈중알코올 농도와 간

접적인 비례 관계라는 것을 이용하여 혈액 100ml 속에 몇 mg의 알코올이 포함되어 있는 지를 퍼센트 단위로 표시하는 장치이다. 휴대용 음주측정기와 관련되는 기술은 크게 두 가지로 분류할 수 있다. 첫째는 알콜 농도를 측정하는 방법에 관한 기술이며, 둘째는 측정 방법과 관련된 제어 및 표시장치에 관한 기술이다.

알콜 농도를 측정하는 방법은 크로마토그래피, 분광광도법 등이 있으나 비용이 많이 소요되기 때문에 휴대용으로 구현하기 어렵다[1]. 금속촉매를 사용하여 전기 화학적인 방법으로 알코올만을 선택적으로 산화시킬 때 흐르는 전류의 양을 측정하는 방법이 있다. 날숨의 알코올은 아세트산으로 바뀌고 백금에 부딪히면 산화되어 전지 역할을 한다. 이 때 흐르는 전류의 양은 알코올의 양과 비례관계를 가지기 때문에 쉽게 측정할 수 있다[2,3].

본 논문에서는 MEMS 방식의 반도체식 가스센서를 이용하여 전기 화학적인 방법으로 알코올량을 측정하는 저가의 휴대용 소형 음주 측정 시스템을 구현하였다.

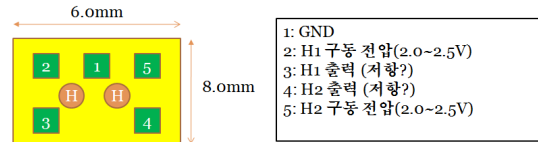


그림 2. 센서 구조 및 핀 배열

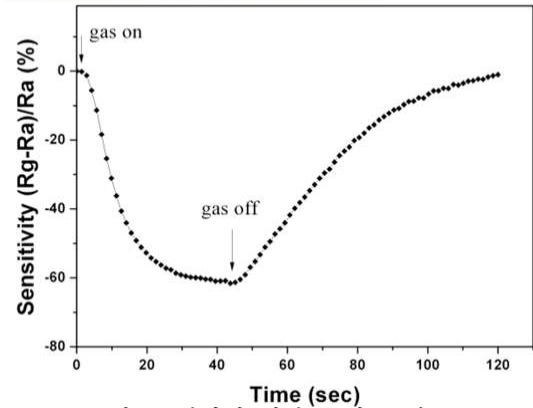


그림 3. 센서의 시간 특성 그래프

II. 시스템 구현

구현한 시스템의 전체 블록도는 그림 1과 같다.

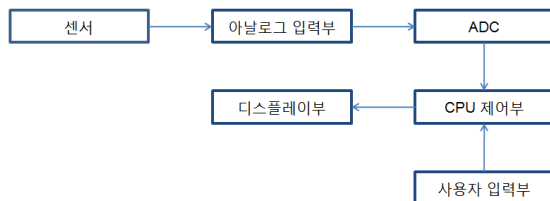


그림 1. 전체 시스템 블록도

센서는 그림 2와 같이 구성되어 있으며, 알코올 및 구취측정을 위한 복합 가스 검출 구조로 제작되었다. 6핀의 사각형 모양이며 1번 GND는 공통이며 2번, 3번이 알콜측정용 단자이고 4번, 5번이 구취측정용 단자이다. 센서는 2번 또는 5번에 2~2.5V 사이의 전원을 걸어주면 센서의 내부 히터가 동작하며 이때 가스의 농도에 해당하는 만큼의 부저항이 3번 또는 4번 핀에 출력된다. 초기 전압 인가시 20 ~ 30초 정도의 히터 구동시간이 필요하고 가스 주입 후에도 실제 가스가 측정될 때까지 5~8초 정도의 시간이 필요하다. 초기 상태로 다시 회복하는 데 필요한 시간은 약 40초 정도이며 그림 3에서 확인된다.

센서 출력은 저항으로 나오며 검출가스가 없을 시는 수백 kΩ(보통 500kΩ 이상)이 나타나며 해당가스가 있을 경우는 수십 kΩ(보통 10k~50kΩ) 정도로 나타난다. 제작된 센서의 사진은 그림 4와 같다.



그림 4. MEMS 가공으로 제작한 센서 모듈

CPU는 ATMEL사의 ATMEGA48을 사용하였다. CPU는 내부에 RAM, 플래시 메모리를 내장하고 있기 때문에 외부에 별도의 메모리를 사용하지 않아도 된다. 그리고 AD Converter도 내장되어 있고 내부 클럭으로 최대 8Mhz로 동작가능하다. 센서입력을 위해 ADC6, ADC7의 두개를 사용하였다.

전원은 휴대폰 연동을 염두하여 24P 표준 코넥터에 연결할 수 있도록 하였다. 4.2V 전원으로부터 2.3V로 구동한다.

구현한 시스템의 펌웨어 구조는 그림 5과 같다. 펌웨어는 초기화 루틴, 메인 루틴 그리고 타이머 인터럽트 서비스 루틴의 세 가지로 구성되어 있다. 먼저 전원이 들어오면 초기화 루틴을 통하여 CPU, ADC, 타이머를 초기화하며 센서를 초기화하기 위하여 20초 정도를 기다린 후 메인 루틴으로 진입한다. 메인 루틴에서는 7-세그먼트로 데이터를 출력하기 위한 데이터를 정리하는 작업과 사용자의 키입력을 받아서 처리하도록 하는 부분이 들어있다.

타이머/카운터 인터럽터는 1ms 마다 동작하도록

록 하며 200ms 마다 센서 값을 AD변환 입력으로 받아서 AD 변환을 수행하도록 하였고 그 결과를 변수에 저장하도록 하였다. 그리고 메인 루틴에서 정리된 데이터를 실제로 7-세그먼트로 출력하는 부분이 들어있다.

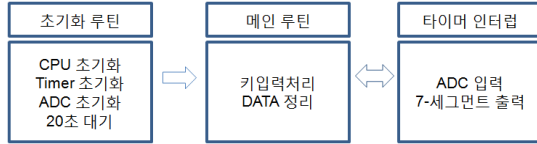


그림 5. 전체 S/W 구조

III. 시스템 구현 결과

MEMS가공 센서를 사용하여 하드웨어를 제작하고 펌웨어를 개발하였으며 개발 결과물인 장치를 가지고 알코올 농도를 측정하였으며 네 가지 경우에 대해 측정하였다.

알콜 등의 구취가 없는 상태에서 디스플레이는 1~2% 정도를 표시하고 있음을 확인하였다. 두 번째로 음주를 하지 않은 실험자가 입김을 불어 측정하였을 경우는 3~5% 정도를 표시하였다. 세 번째로는 알콜을 한방울 정도 떨어질 정도로 근접시켜 측정하면 40~60% 까지 측정되었다. 알콜을 섭취 후 구취를 측정하면 농도에 따라서 40~60% 범위의 값이 표시된다.

실험에서 표시되는 값이 계속 변하는 것을 볼 수 있는데 이것은 프로그램에서 입력되는 값을 계속 표시하도록 하였기 때문이다. 만약 상용제품처럼 일정한 값이 계속 표시되도록 하려면 측정기간 중의 최대값을 유지하도록 프로그램을 수정하면 된다. 그리고 본 실험은 정밀하게 측정할 실험이 아니고 동작여부를 살펴보는 실험으로써 음주를 한 경우와 안한 경우가 확연히 차이가 남을 알 수 있었다. 표 1에 실험결과를 정리하였으며, 구현한 결과물 및 동작 상태는 그림 6에 나타내었다.

표 1. 테스트 결과

구분	공기 중	무알콜 구취	알콜 근접	알콜 구취
측정값 (%)	1~2	3~5	40~60	40~60
저항 (kΩ)	>500	200~300	6~15	6~15



그림 6. 구현한 시스템 및 동작 확인

IV. 결론

본 연구의 목적은 상용화에 앞서 센서의 기능 이해와 전체 시스템의 동작여부를 알기 위한 시스템 구현이었으며 만족스런 테스트 결과를 얻었다. 연구를 진행하면서 센서의 동작과 전체 시스템의 구성 및 동작 그리고 각 부품의 특성을 이해하게 되었으며 이를 기반으로 하여 상용화제품을 구현할 수 있을 것으로 기대한다. 그리고 현재 개발된 장치의 테스트는 동작여부를 가늠하는 수준으로써 상용화에 앞서서 먼저 음주의 정도에 따른 정밀한 측정을 해야 할 필요가 있다.

감사의 글

본 연구는 지식경제부(정보통신산업진흥원), 부산광역시 및 동의대학교의 지원을 받아 수행된 연구결과임(08-기반-13, IT특화연구소:"부산IT융합 부품연구소" 설립 및 운영).

참고문헌

- [1] 장수현 외 7명, "근적외선 분광분석법을 이용한 음주측정기술 개발에 관한 연구", 한국분석과학회 제12권 제5호, pp. 375-381, 10월, 1999.
- [2] 정동규, 윤창현, "알코올량 측정 및 자동차 시건 제어용 전자시스템 개발", 한국정보기술학회 하계종합학술발표논문집, pp. 38-42, 2003
- [3] 황태진 외 9명, "산업시설물 안전진단분야에 관한 연구(세부과제 : 폭발성 및 유기가스 검지용 스마트센서 개발에 관한 연구)", 과학기술부 연구보고서, 8월 2000.