

# 근거리 무선 통신을 이용한 선량계 구현

## A Dosimeter System using a short distance radio communication

\*서용칠, \*\*손종대, \*\*\*이흥호, \*\*\*\*김승호

Yong-Chil Seo, Jong-Dae Son, Heung-Ho Lee, Seung-Ho Kim

**Abstract** - 본 논문에서는 휴대용 선량계 시스템에 근거리 무선 통신 방식중 Bluetooth 을 이용하여 선량계를 구현한 것에 대해 논하였다. 휴대용 선량계란 감마선과 속중성자 및 열중성자를 현장에서 실시간으로 측정 할 수 있는 기기이다. 휴대용 선량계는 선량계의 소형화를 위해 모듈별로 구성하여 공간의 최적화를 꾀하였다. 모듈의 구성은 시스템의 전반적인 제어를 하는 CPU부 센서로부터 측정된 데이터를 처리하는 신호처리부 방사선량을 측정하는 센서부로 구성되어졌다. 센서 모듈의 PIN 다이오드와 MODFET 센서를 이용하여 감마선, 속중성자, 열중성자를 측정한다. 휴대용 선량계를 관리하고 측정된 데이터의 백업 및 분석을 위하여 PC용 관리프로그램과 근거리 무선 통신(Bluetooth)을 사용하여 통신 하도록 만들어 사용하였다. 측정 지역의 방사선량을 휴대용 선량계로 측정하여 PC용 관리프로그램에서 실시간으로 방사선량을 확인 할 수 있다.

**Key Words** : Bluetooth: 선량계: 방사선: 근거리 무선 통신

### 1. 장 서 론

방사선은 우리 일상생활의 다양한 분야에서 사용 되어지고 있다. 의료 기관이나 발전시설 등 많은 곳에서 사용 되어 우리에게 유용하게 사용되고 있다. 하지만 전장에 사용된다면 방사선은 우리에게 많은 피해를 입히는 존재 이다. 이렇게 방사선은 우리가 어떻게 사용하느냐에 따라 우리에게 이로운과 해로움을 동시에 가져 다 주고 있다. 또한 원자력 발전소나 그 주변지역의 방사선 노출로 인한 문제가 사회적으로 대두가 되기도 했다. 이렇게 우리에게 유익 하지만 위험한 방사선을 보다 효율적인 차원에서 관리하기 위한 방편으로 이 연구를 하였다.

안전성을 고려 하지 않은 무분별한 원자력 에너지 사용은 극단적으로 방사능 누출이라는 상황을 야기 시킬켜 피폭될 가능성은 내포 하고 있다. 이에 방사선 피폭양을 실시간에 산출 할 수 있는 계측장비의 개발이 필요시 되어 다른 선진국에서는 오래전부터 개발, 연구 되어 보급 되고 있으며 국내에서도 많은 연구와 개발이 이루어 지고 있는 상황이다.

기존에 연구 되어졌던 방사선량 측정기(선량계)는 감마선의 방사선량을 측정 하는 기기 이다. 하지만 아직 까지 중성자 방사선량을 측정 할 수 있는 기기가 국내외에서 많이 연구 되지 않고 있는 실정이다. 현재 사용되어지는 방사선량 측정기는 부피가 크기 때문에 이동성이 불가능하다. 때문에 방사선량을 측정하기 위해서는 방사선물질을 측정 장소로 가져가 측정해야 하는 불편성이 있다. 그래서 휴대용 선량계를

구현하게 되면 이동성이 용이 하여 특정 지역 이디서나 방사선량을 측정 할 수 있다는 장점이 있다.

이렇게 이동성이 쉽게 휴대용 방사선량 측정기를 만들기 위해서 각 기능별로 모듈화 하여 공간을 최적화하여 선량계를 구현하였다. 또한 선량계로부터 측정된 방사선량의 데이터 백업이나 선량계 관리를 위해 PC프로그램을 구현하였다.

### 2. 장 본 론

#### 2.1 절 Bluetooth을 이용한 선량계 시스템 구성

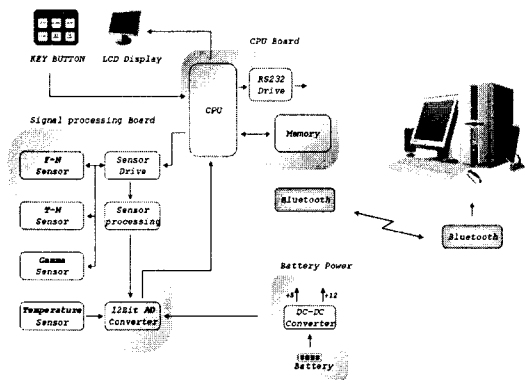


그림 1. 시스템 전체 구성도

구성된 Bluetooth를 적용한 선량계는 감마선과 속중성자 및 열중성자를 현장에서 실시간으로 측정할 수 있는 선량계로 그림 1과 같이 시스템 제어부(CPU Board)와 신호처리부(Signal Processing Board) 그리고 센서보드(Sensor

#### 저자 소개

- \* 準 會 員 : 韓國原子力研究所
- \*\* 正 會 員 : 忠南大學 電氣工學科 碩士課程
- \*\*\* 正 會 員 : 忠南大學 電氣工學科 教授 · 工博
- \*\*\*\* 正 會 員 : 韓國原子力研究所

Board)와 블루투스 통신부 4부분으로 구성되어 있다. PIN 다이오드와 MOSFET를 사용한 센서 모듈에서 탐지된 방사선량 정보는 신호처리 보드를 거쳐 시스템 제어 보드에서 피폭 선량 정보로 변환되어 디스플레이 되며, 동시에 Bluetooth 통신으로 PC에서 모니터링 및 제어된다. 본 방사선량계는 기존 방사선원별 선량계를 각각 착용해야하는 불편함을 제거하기 위해 한 모듈에 3종류의 방사선량을 측정할 수 있도록 만들었고 피폭 방사선량 정보를 확인하는데 부가적인 대형 장치를 요하는 구형 선량계과 다르게 일반 PC에서 응용소프트웨어를 이용하여 정보를 분석하고 관리할 수 있도록 구현 하였다.

### 2.1.1 절 센서부

센서보드의 경우 Fast Neutron측정을 위한 PIN Diode센서와 Thermal Neutron 및 Gamma Ray를 측정하기 위한 RADFET센서 2개로 구성되며 센서의 부착일자 및 센서정보를 저장하기 위한 EEPROM이 내장되어 있다. 센서보드에 방사능 피폭량에 따라 센서의 저항값이 변화 하여 센서의 양단에서 측정 되는 전압값이 변화게 된다. 이 원리를 이용 하여 방사선량을 측정 하게 된다. 또한 센서 보드에 2종의 센서가 있어 Fast Neutron, Thermal Neutron, Gamma Ray를 측정하기 때문에 측정시 센서를 지정 해주기 위해 멀티 트랜지스터를 이용하여 전류의 흐름을 제어해 준다. 또한 측정된 전압값도 같은 방식으로 측정된 전압값을 선택적으로 읽어 들이게 된다.

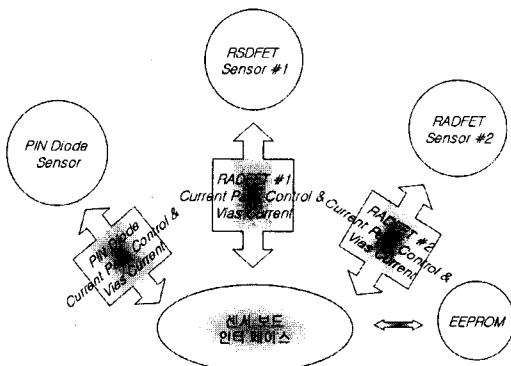


그림 2. 센서부 구성도

### 2.1.2 절 신호 처리부

방사능의 측정을 위한 센서는 중성자(Fast Neutron)를 측정하기 위한 PIN Diode센서와 열중성자(Thermal Neutron) 및 감마선(Gamma ray) 측정을 위한 RADFET센서로 구성되며 각 방사능소스에 대한 조사량은 각 센서로의 정 전류소스를 인가한 후 센서양단의 전압을 측정한 후 이를 Dose값으로 환산하여 측정하게 된다.

방사능의 정보를 얻어내기 위하여 신호처리부는 각 센서별로 전류를 인가 하기위한 정전류 소스와 전류가 인가된 센서

양단의 전압을 측정위한 ADC, 각 센서별 전류패스(Current Pass)를 제어하기 위한 I/O제어 부 그리고 센서별 온도보상을 위한 온도센서로 구성된다.

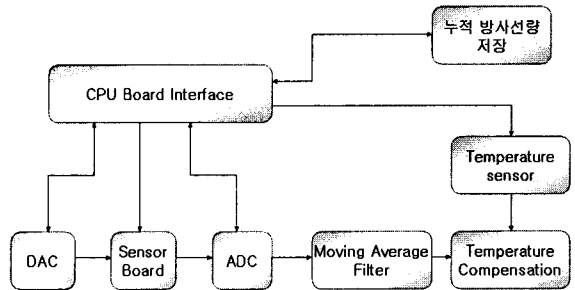


그림 3. 신호 처리부 구성도

PIN 다이오드 센서와 pMOSFET 센서로의 입력신호인 정전류 입력 신호를 구현하기 위하여 정전류 출력용 DAC 칩인 AD420을 사용하였다. mA~24mA 의 범위의 전류출력을 16bit 분해능으로 제어가능하다. 출력은 정 · 전류 출력형태이다.

센서의 측정은 전압 레벨로 측정 되어지 진다. 전압 레벨로 측정되어진 방사선량 측정치를 디지털 신호 처리 하기 위해 ADC 칩인 LTC1298 을 사용하였다. 0V~5V레벨의 아날로그 전압을 12Bit의 분해능으로 디지털 출력해주며 CSI 인터페이스 형태로 되어 있어 간단하게 구현 할 수 있다.

### 2.1.3 절 시스템 제어부

중앙처리부는 신호처리보드로부터 센서보드에 장착된 방사능 센서(PIN Diode 센서, MOSFET 센서)의 방사능에 대하여 정전류 소스인가에 대한 센서의 응답특성(ΔV)을 이용한 ΔDose 및 누적 Dose량을 계산하는 기능 및 현재 측정된 데이터를 LCD로 표시하는 기능을 담당한다. 또한 Bluetooth 통신을 이용하여 외부장치와 데이터를 송 · 수신 기능을 통하여 외부장치로부터 특정명령을 입력받아 수행할 수 있는 기능 및 현재 측정된 데이터를 전송하여 외부장치(PC)에서 실시간으로 모니터링 할 수 있도록 기능을 구현하였다.

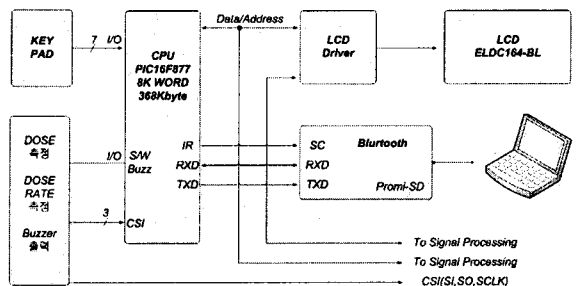


그림 4. 제어부 구성도

시스템 제어부는 제어 입력 신호로서 KeyPad를 이용하였으며 방사선량 제한 신호로서 부저 신호를 출력 하고 선량계 상태 표시로서 LED를 점등 한다. 시스템 제어부의 CPU로는 마이크로칩사의 8K Word의 프로그램 메모리와 368Kbyte의 데이터 메모리를 가지고 있는 PIC16F877을 사용하였다.

### 2.2 절 관리용 PC 프로그램

관리용 PC 프로그램은 PC상에서 실시간으로 장비의 정보(센서측정전압, 누적Dose량 등)를 표시하고 센서로의 인가전류 값 및 전류인가시간 등 제어정보를 전달하는 기능을 수행한다.

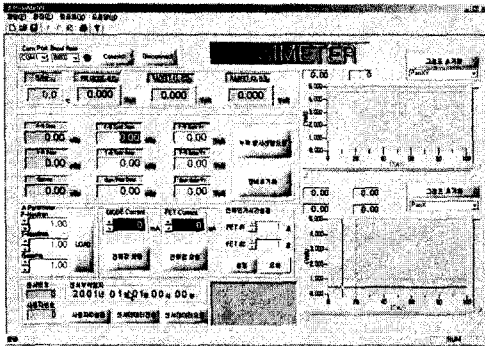


그림 5. 관리용 PC 프로그램 화면

장비의 실시간 모니터링 및 제어를 위한 소프트웨어의 구성은 통신연결기능, 센서별 측정전압표시 및 2D그래프표시 기능, 누적Dose량 표시기능, 센서데이터설정 및 표시기능, 파라미터 설정기능, 센서인가전류 설정 및 표시기능으로 구성된다.

#### 2.2.1 절 관리용 PC프로그램 기능 설명

전체 운용 프로그램은 그림 6과 같이 구성 되어 있고 운용 프로그램의 주요기능으로 데이터 송·수신 기능과 시리얼 데이터 수신 및 명령처리를 들 수 있다.

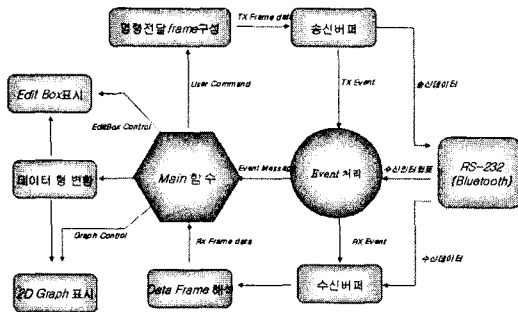


그림 6. 관리용 PC 프로그램 구성도

장비로부터 수신한 정보에 대한 명령 처리는 시리얼 데이터 수신 함수로부터 수신된 데이터 프레임을 해석하여 명령

코드 및 데이터를 분리한 후 수신된 명령코드에 대한 명령을 수행하는 방식으로 구성된다. 데이터가 수신되면 프로그램은 데이터를 분석하게 된다. 데이터의 분석은 통신 프로토콜 형식에 맞추어 수신된 데이터를 분석 하게 되는데, 첫 번째로 확인 하는 것이 Preamble 코드이다. 통신 방식이 블루투스 방식이기 때문에 통신상에 많은 노이즈가 존재하게 되는데, 이러한 노이즈 사이에서 안정적인 데이터 송수신 상태를 만들기 위해서 Preamble 코드가 필요하고, 이로 인해 보다 안정된 통신 조건을 갖출 수 있다.

### 3. 결 론

본 논문에서는 중성자를 실시간으로 탐지 할 수 있는 휴대용 선량계를 구현해 하였다. 또 구현한 휴대용 선량계의 유지 관리나 데이터 분석을 위해 PC 와 Bluetooth 통신 방식을 이용하여 인터페이스 하였다. 실시간으로 방사선량을 측정 할 수 있는 선량계를 구현하기 위해서 시스템 제어부, 신호 처리부, 센서부, 블루투스 통신부 등의 모듈화를 하여 선량계를 구현하였다. 또한 블루투스 통신 방식으로 선량계에서 측정된 데이터를 PC에서 실시간으로 모니터링 하고 선량계로 측정된 데이터를 분석 할 수 있었다. 블루투스 통신방식을 적용함으로써 적외선 같은 방식에 비해 통신 거리의 향상과 공간상의 구조적인 제약이 해결 되었다.

### 참 고 문 헌

- [1] G. Shani, Radiation Dosimetry - Introduction and Method, Second Edition, CRC Press LLC, 2001
- [2] M. Sasaki, "Development and characterization of real-time personal neutron dosimeter with two silicon detectors," Nuclear Instruments and Methods in Physics Research A Vol. 418, pp. 465-475, 1998
- [3] B. Barelaud, "Study of an Integrated Electronic Monitor for Neutron fields," Radiation Protection Dosimetry, Vol. 61, No. 1-3, pp. 153-158, 1995
- [4] Son jong Dae, "A Dosimeter System using Bluetooth", Proceeding of the KIEE summer Annual conference 2004, Vol. D, pp. 2616-2618, 2004