

## 섬광감마스펙트르메터에 대한 연구

한 정 혁

위대한 수령 김일성동지께서는 다음과 같이 교시하시였다.

《...원자력부문의 과학자들이 원자력에 대한 연구사업을 더 적극적으로 하도록 하여야 합니다.》(《김일성전집》 제60권 352페이지)

현재 섬광감마스펙트르메터는 핵물리연구에서는 물론 물질분석을 비롯하여 방사성동위원소와 방사선을 인민경제 여러 부문에 널리 리용하는데서 중요한 수단의 하나로 되고있다.

논문에서는 종전의 섬광감마스펙트르메터에 비하여 분해능이 개선되고 신호처리속도가 빠른 새로운 섬광감마스펙트르메터의 구성과 그 특성량을 밝혔다.

### 1. 섬광감마스펙트르메터의 구성

종전의 섬광감마스펙트르메터는 고압 및 저압전원, 증폭기, 진폭분석기가 개별적인 장치들로 구성되어있으며 따라서 매 장치들의 전압안정성, 장치들사이의 정합, 신호케블길이 가 늘어나는것으로 인한 신호전송에서의 잡음영향 등에 의하여 스펙트르메터의 특성량들을 충분히 만족시킬수 없었다.

우리는 고압 및 저압전원, 예비증폭기, 증폭기, 진폭분석기들이 하나의 장치로 일체화된 방사선스펙트르분석기를 새롭게 설계제작하여 섬광감마스펙트르메터를 구성하였다.(그림 1)

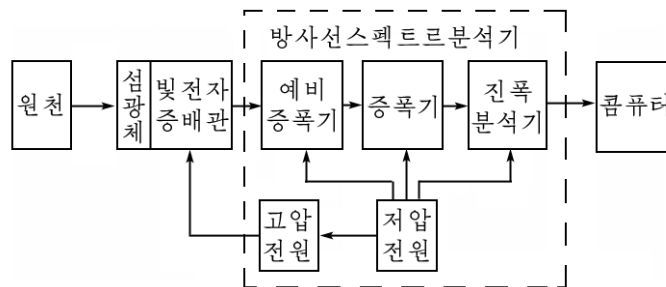


그림 1. 섬광감마스펙트르메터의 구성도

#### 1) 저압 및 고압전원

지난 시기 스펙트르메터용전원은 변압기식보상형전압안정전원으로서 전압안정구간이 180~220V로서 매우 작았다.

여기서는 스펙트르메터용저압전원을 한소편여단이집적소자를 리용하여 임폴스너비변조방식으로 구성하였다.(그림 2) 이 전원은 고효율, 저출력AC-DC-DC여단이전원모듈로서 85~265V의 교류전압을  $\pm 12V$ ,  $+5V$ 로 변환한다.

한소편여단이집적소자는 내부에 PWM조종기, 출력여단이소자(MOSFET), 보호회로 등이 포함되어있다. 한소편여단이집적소자로 VIPer22A를 리용하였다.

저압전원의 특성량은 다음과 같다.

전압안정구간: 85~265V

출구전압:  $\pm(12 \pm 0.6)V$ ,  $(5 \pm 0.5)V$

최대출구전류: 1A

전원효율: 80%

지난 시기 스펙트르메터용고압전원으로 단속조종방식을 리용하였으며 이러한 방식의 고압전원은 회로구성과 조종이 복잡하고 전압안정구간이 작은 결함이 있다.

여기서는 현시기 널리 리용되고있는 전용PWM집적소자 TL494를 리용하여 고압전원을 구성하였다.(그림 3)

TL494는 내부에 발진기(OSC), 기준전압원 ( $V_{REF}$ ), 불감시간조종기(DTC), 오차증폭기,

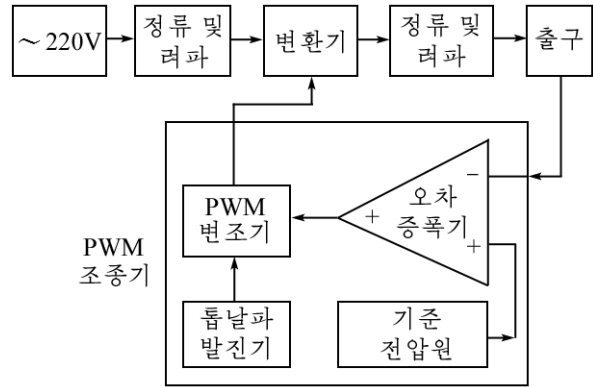


그림 2. 저압전원의 구성도

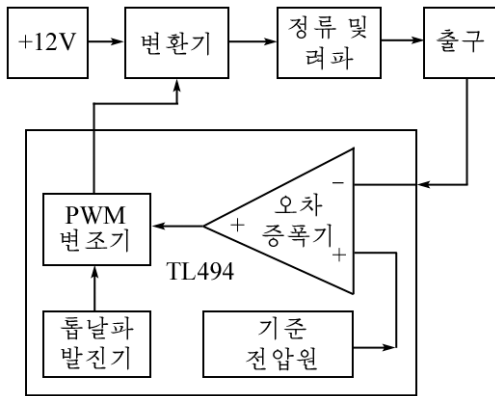


그림 3. 고압전원의 구성도

PWM조종기, 반전 및 비반전기, 출구조종회로 등이 포함되어있다. 이 전원은 고효율, 저출력DC-DC여단이전원모듈로서 +12V의 직류전압을 0~2 000V로 변환한다. 출구전압은 오차증폭기의 기준전압을 조절하여 0~2 000V의 임의의 전압을 설정할 수 있다.

새로 개발한 고압전원의 특성량은 다음과 같다.

전압안정구간: 85~265V

출구전압: 0~2 000V

최대출구전류: 2mA

발진주파수: 40kHz

전원효율: 80%

## 2) 증폭기

새롭게 구성된 선형증폭기의 구성도는 그림 4와 같다.

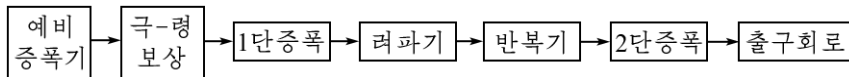


그림 4. 선형증폭기의 구성도

예비증폭기는 반복기로 구성하였으며 전달결수는  $K_1=1$ 이다. 쌍극성신호를 단극성신호로 만들기 위하여 극-령보상방법을 리용하였다.

1단증폭회로의 증폭결수는 귀환저항을 조절하는 방법으로 1~10의 범위에서 변화시킬 수 있다. 신호를 최량려파하기 위하여 능동려파기를 리용하였다. 2단증폭회로의 증폭결수도 귀환저항을 조절하는 방법으로 1~10의 범위에서 변화시킬 수 있다.

증폭기의 특성량은 다음과 같다.

증폭결수: 1~100

적분비선형성:  $\eta < 0.1\%$

미분비선형성:  $\xi < 1.0\%$

### 3) 진폭분석기

이전시기 진폭분석기들은 연속변환방법의 AD변환기를 리용하여 구성하였으며 분해시간이  $17\mu s$  로서 매우 크다.[1] 분해시간을 줄이자면 축차비교형의 AD변환기를 리용하여야 한다.[2, 3]

논문에서는 분해시간이 작은 축차비교형의 AD변환기를 내장하고있는 극소형처리기 STM32F103RE를 리용한 진폭분석기를 새롭게 구성하였다.(그림 5)

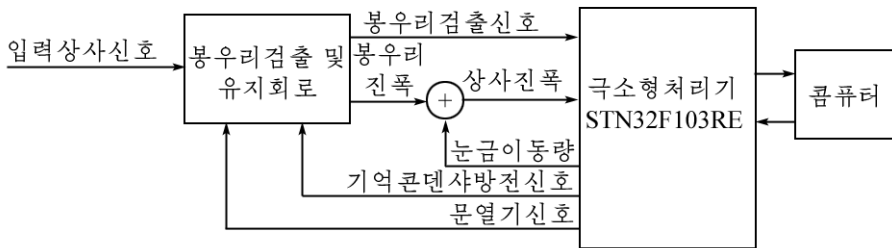


그림 5. 진폭분석기의 구성도

STM32F103RE의 비동기식직렬통신포구(USART1)와 컴퓨터의 표준직렬통신포구(COM 포구)를 리용하여 결합을 실현하였다.

진폭분석기의 특성량은 다음과 같다.

변환척도: 128, 256, 512, 1 024, 2 048, 4 096

변환시간:  $3\mu s$

적분비선형성: 0.1%

미분비선형성: 2%

## 2. 섬광감마스펙트르메터에 의한 표준원천들의 스펙트르측정

새로 구성된 섬광감마스펙트르메터를 리용하여 몇가지 표준방사선원천들의 스펙트르를 측정하였다.(그림 6, 7) 여기서 섬광검출기로는 NZ-307(섬광체 NaI(Tl), 빛전자증배관)을, 표준방사선원천들로  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{60}\text{Co}$ 을 리용하였다.

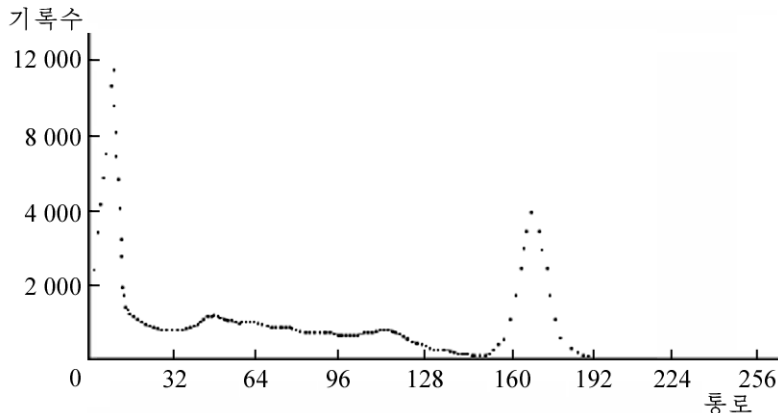


그림 6.  $^{137}\text{Cs}$ 원천의 스펙트르

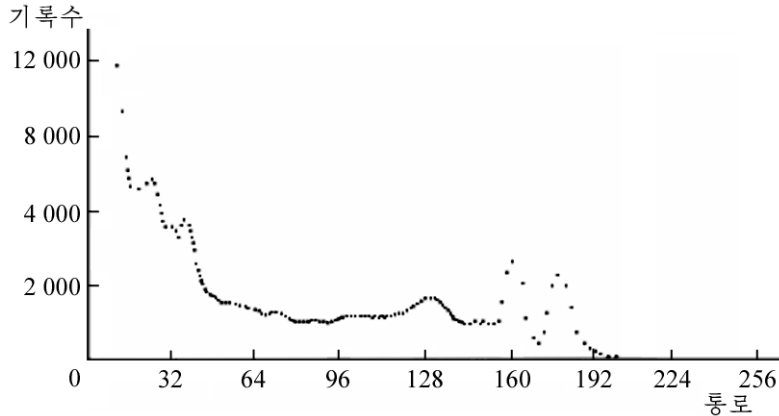


그림 7.  $^{60}\text{Co}$  원천의 스펙트르

스펙트르메터의 분해능은 7.8%였다.

## 맺 는 말

우리는 일체화된 방사선스펙트르분석기를 리용하여 새로운 섬광감마스펙트르메터를 구성하였다. 섬광감마스펙트르메터의 에너지분해능은 7.8%였다.

종전에 비하여 신호처리속도는 6배로 높이고 전력소비는 1/15, 장치크기는 1/10로 줄이였다.

## 참 고 문 헌

- [1] 김일성종합대학학보(자연과학), 56, 6, 89, 주체99(2010).
- [2] 김일성종합대학학보(자연과학), 56, 12, 76, 주체99(2010).
- [3] MTMicroelectronics:UM0488 User Manual/STM3210E-EVAL Evaluation Board, 14~19, 2013.

주체106(2017)년 12월 5일 원고접수

## Study on a Scintillation Gamma Spectrometer

*Han Jong Hyok*

We made a new scintillation gamma spectrometer, using an integrated radiation spectra analyzer. Its energy resolution was 7.8%.

This spectrometer has some advantages; its signal processing speed is 6 times higher than before and the power consumption is 15 times less, the size is 10 times smaller than that.

Key words: spectrometer, analyzer, energy resolution