

논문 98-7-5-07

PC를 이용한 TLD 판독장치의 제작과 특성조사

우 홍*, 강희동**, 김도성***

Construction of the TLD Readout System Using the Personal
Computer and Its Characteristics

Hong U*, Hee-Dong Kang** and Do-Sung Kim***

요 약

방사선 선량판독과 함께 열형광 현상의 연구가 가능한 다목적 TLD 판독장치를 제작하고 그 특성을 조사하였다. TLD에서 방출되는 열형광은 광전증배관과 전류-주파수 변환장치로 측정하였으며, 백금 열판을 사용하여 TLD를 가열하고 가온율을 선형적으로 변화시켰다. 개인용 컴퓨터와 interface board를 이용하여 전 장치를 제어하고 glow 곡선을 측정하였으며, 제어 소프트웨어로 자동이득조절이 가능하게 하였다. 제작한 TLD 판독장치는 선형적인 선량판독이 가능하였고 검출하한은 약 10 μ Gy였다.

Abstract

A multipurpose TLD readout system for radiation dosimetry and thermoluminescence study is constructed and its characteristics are investigated. The thermoluminescent lights are measured by a PM tube and the current-to-frequency converter. TLDs are heated by platinum heater and the heating rate is linearly varied. Measurement of the glow curve and control of the whole system have been done by a personal computer equipped with an interface board. The automatic gain control can be done by the control software. The lower detection limit of the system is about 10 μ Gy and dose response is linear.

1. 서 론

TLD(Thermoluminescent Dosimeter) 방사선 센서는 ^{11,12} 개인피폭선량 및 환경방사능측정 등의 분야에서 널리

사용되고 있으며 TLD의 감도향상과 판독장치의 자동화에 대한 연구가 활발하다. 현재 상품화된 TLD 판독장치는 선량측정은 물론이고 열형광 현상의 연구가 가능하도록 여러 형태의 TLD를 판독할 수 있도록 고안된 것과 특정 형태의 TLD만을 판독하고 개인피폭선량을 주목적으로 다량의 TLD badge를 자동으로 판독할 수 있도록 고안된 것으로 나누어 생각할 수 있다. 그러나 상품화된 TLD 판독장치는 대체로 고가의 장비이며, 시판 중인 가장 좋은 판독장치를 이용하고 주의 깊게 TLD 방사선 센서를 다루어도 2~3 % 정도의 고

* 경산대학교 물리학과 (Dept. of Physics, Kyungsan University)

** 경북대학교 물리학과 (Dept. of Physics, Kyungpook National University)

*** 대구대학교 물리교육과 (Dept. of Physics Education, Taegu University)

<접수일자 : 1998년 8월 5일>

유한 오차를 유발하고 있는 실정이다¹²⁾.

본 연구에서는 열형광 현상의 물리적 특성 연구가 가능하고, 상품화된 TLD는 물론 자체적으로 개발한 여러 형태의 TLD를 폭넓게 판독할 수 있으며 측정 가능한 선량범위가 넓으며 ISO stand DP 8034에¹³⁾ 맞는 개인용 컴퓨터를 이용한 경제적이고 다목적용인 TLD 판독장치를 제작하고 그 특성을 조사하였다.

II. TLD 판독장치의 제작

그림 1은 제작한 TLD 판독장치의 개략적인 구성도이다. 판독장치는 다른 연구자들^{14,5,6)}과 마찬가지로 (1) 광전증배관과 TLD 시료 drawer 등을 장착할 housing, (2) 열형광측정부, (3) TLD의 가열 및 온도제어부, (4) 장치의 제어 및 측정결과를 표시, 기록하기 위한 개인용 컴퓨터와 interface board로 구성하였다.

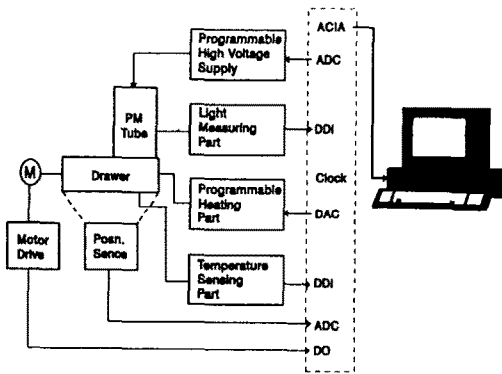


그림 1. 제작한 TLD 판독장치의 개략도
Fig. 1. The block diagram of the TLD readout system.

1. 광전증배관과 TLD drawer의 Housing 제작

그림 2는 본 연구에서 제작한 광전증배관 및 TLD 시료 drawer의 housing 전체의 단면도이다. 광전증배관으로 빛을 검출하기 위해서는 광전증배관을 외부의 빛과 자기장으로부터 완전히 차단하여야 하므로 광전증배관을 알미늄합금으로 된 원통내에 뮤메탈로 된 자기장 차폐금속을 삽입하여 외부의 빛과 자기장을 차폐하였으며, TLD 시료와 열판으로부터의 열선이 직접 광전증배관에 닿지 않게 하기 위하여 광전증배관과 열판 사이에 석영필터를 설치하였다.

백금 열판과 시료 및 열전대를 장착한 drawer는 알

미늄합금 및 베이크라이트로 제작하였으며, 열형광 측정시 시료의 교환을 쉽게 하고, drawer의 이동을 자유롭게 하기 위하여 drawer를 마찰이 매우 적은 슬라이드바 위에 장착하였으며, 슬라이드바는 개인용 컴퓨터로 제어하는 스텝핑 모터로 구동하였다. Drawer housing은 상하, 좌우, 앞뒤면 각각이 닿는 부분에 요철을 주어 결합하여 외부 빛을 차폐하였다.

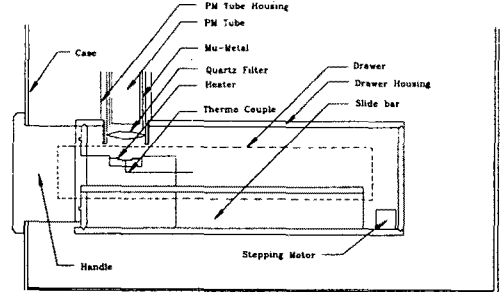


그림 2. TLD drawer와 광전증배관 housing의 단면도
Fig. 2. The cross sectional view of the housing for the PM tube and TLD drawer.

2. 열형광의 검출과 신호 처리

TLD 방사선 센서로부터 나오는 열형광은 광전증배관을 사용하여 검출하였다. $2.58 \times 10^{-7} \text{ C/Kg(1mR)}$ 의 γ 선을 받은 TLD 방사선 센서를 가열할 때 나오는 열형광의 파장 범위는 300~600 nm이며, 밝기는 약 1×10^3 lumen이므로 TLD 판독장치에 사용하는 광증배관은 감도가 아주 우수하여야 하며, 우수한 파장 응답 특성을 가져야 한다¹⁷⁾. 광전증배관으로서의 파장응답 범위가 185 - 650 nm, 광전면이 Bialkali(SbKCs)이고, UV glass window를 갖고 있으며, 11개의 dynode를 가진 양자효율이 약 25%인 Hamamatsu사의 Model R-269를 사용하였다¹⁸⁾. 광전증배관을 전자기적으로 차폐하였을 경우 암전류는 1 nA, 최소감도는 1 lumen 당 100 A이다. 또한 고전압원장치는 광전증배관의 동작에 필요한 전압을 공급하므로 출력전압을 조정할 수 있어야 광전증배관의 이득을 항상 일정하게 유지할 수 있어야 한다. 고전압원장치로서는 Hamamatsu사에서 제공하는 Model 1309-06을 사용하였으며, 광전증배관(R-269)의 최대 동작전압이 -1500 V이므로 고전압원장치의 전압조정 범위를 -400 ~ -1500 V로 하였고 인가전압에 따른 신호 대 잡음비 특성을 조사하여 동작전압을 결정하였다.

일반적인 열형광의 측정 방법은 최대전류 측정법과 최대전류에 의한 면적측정법이 있다. 최대전류 측정법은 광전증배관의 전류를 커패시터에 충전시키고 커패시터의 최대 충전전하량을 전압으로 측정하는 것이다. 면적 측정법은 전하를 펄스로 전환하는 회로에 의해 디지털화된 광전증배관의 신호를 계수기로 보내어 이를 계수하는 방법이며, 최종 판독시점에서의 펄스들의 합은 TLD에서 방출한 총광량에 비례한다. 본 연구에서는 Sapiro^[9]가 제안한 전류-주파수 변환장치(current-to-frequency converter, I/F converter)를 개조하여 이용함으로써 최대전류를 측정하였으며, 자동으로 이득을 조절할 수 있도록 하였다.

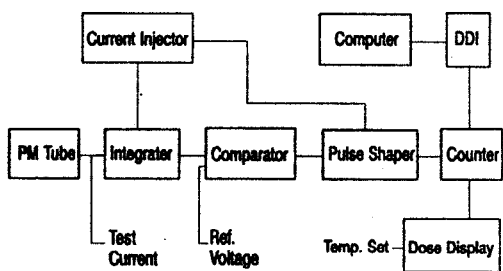


그림 3. 열형광 측정회로의 개략도
Fig. 3. The block diagram of TL light measuring circuit.

그림 3은 제작한 열형광측정회로로서 광전증배관, 적분기, 비교기, 파형변조기, switched current injector 및 계수기로 구성하였다.

광전증배관으로부터 나오는 미약한 신호는 적분기를 통하여 전하를 누적시키고, 누적된 전하를 전압으로 변환하였다. 비교기는 적분기의 전압이 지정된 상한전압(upper limited voltage : ULV = 140 mV)에 도달하면 비교신호(5 V)를 발생시키고 하한전압(lower limited voltage : LLV = 100 mV)에 이르면 이 비교신호를 끝나게 하였다. 비교기의 출력신호는 펄스 shaper에 의해 일정한 펄스 폭(0.35 μ s)이 되도록 변조하였다. 변조된 신호중 하나는 switched current injector로 전달되며, 다른 하나는 계수기로 전달하여 적분기의 전압이 LLV에서 ULV로 되면 계수치가 하나씩 증가하도록 하였다. Switched current injector는 펄스 지속시간 동안에 적분기의 전압이 LLV에 이르도록 축적된 전하를 방전시킨다. 계수기의 계수치는 Latch를 통하여 컴퓨터 interface board의 디지털 입력(digital input, DI) port

로 보내어져 메모리에 보관하였으며, 최대 누적계수치를 DI channel과 같은 2^{16} -1로 제한하였다. 전류-주파수 변환장치의 정상동작 진단과 고장 진단의 편의성을 위하여 50 nA의 정전류원을 광전증배관과 적분기 사이에 설치하였다.

3. 온도제어와 TLD의 가열

열형광체의 가열방법은 전기저항을 이용한 가열방법(planchet heating)과 고온기체가열법(hot gas heating)이 가장 많이 사용되고 때로는 마이크로 파 및 레이저를 이용한 가열방법이 사용되기도 하는데, 선형적인 가온을 필요로 하는 경우에는 대부분 전기저항을 이용한 가열 방식을 택하고 있다. 본 연구에서는 선형적인 가온이 가능하도록 4 cm x 1.2 cm의 백금 열판을 사용하였다.

백금 열판의 온도센서로는 K-type 열전대를 사용하였으며, TLD 방사선 센서가 놓이는 가열판 중앙부 바로 뒷면에 열전대를 용접하여 설치하였다. 열전대의 기전력으로 가열판의 온도를 실시간으로 감시하기 위하여서는 이 기전력을 선형화하고 기준점을 보상하여야 한다. 본 연구에서는 AD595AQ (Analog Devise Co.)를 사용하여 열전대의 기전력을 증폭하고 기준점을 보상하였다. 그러나 증폭기의 출력특성이 비선형적이므로 출력전압을 선형화하여 가열판의 온도로 이용해야 한다. 증폭기의 비선형적 특성을 선형화하기 위하여 그림 4와 같은 온도 측정회로를 제작하였다.

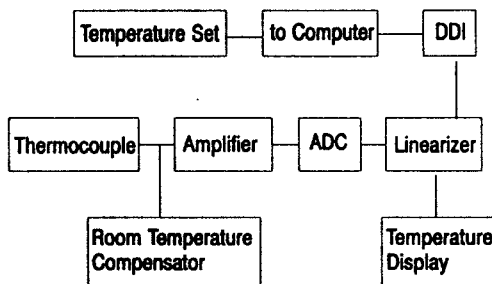


그림 4. 온도 측정회로의 개략도.
Fig. 4. The block diagram of the temperature sensing circuit.

AD595AQ의 출력을 컴퓨터와 독립된 16bits ADC(ADAD71JD, Analog Devise Co.)를 14bits로 하여 디지털화 한 후 이미 선형화된 값을 기억하고 있는 EPROM(27C256)으로 구성된 선형기의 번지로 입력하

였다. 선형기는 온도를 선형화된 디지털 전압으로 출력하므로 이를 3-state buffer로 보내어 DDI와 ACIA를 통하여 컴퓨터로 전송하였다. 독립된 선형기 및 ADC를 사용한 이유는 컴퓨터가 전체 회로를 감시하고 제어하는 시간에 영향을 주지 않도록 하기 위함이다.

한편 백금 열판의 가열부는 그림 5와 같은 회로로 제작하였다. TLD 판독장치를 제어하는 컴퓨터에 시간에 따른 가열체의 온도(heating profile)를 설정하고, 설정된 값을 12 bits DAC를 통하여 전압으로 출력한다. 출력된 전압은 비교기에서 그 시점의 백금열판의 열전대 전압과 비교하여 열판 온도의 전압이 낮거나 높으면 전력증폭기는 열판에 전압을 상승 또는 하강함과 아울러 전압의 상승 및 하강분과 같은 비율로 전류를 공급하도록 하였다. 열판은 열저항체이므로 열판의 전력 증가는 열판의 온도 상승과 선형적으로 비례하기 때문에 직접전력 공급방식이 된다. 가온율이나 열판의 최대온도, 선량을 판독하기 위한 온도의 영역 등은 사용하는 방사선센서의 특성에 따라 다르므로 이를 변화할 수 있게 하였다.

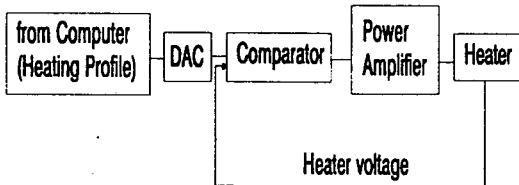


그림 5. 가열 회로의 개략도
Fig. 5. The block diagram of the heating circuit.

4. 제어 프로그램

그림 6은 열형광 신호측정 및 온도제어를 위한 컴퓨터 프로그램의 흐름도이며 프로그램은 C언어로 작성하였다. 프로그램을 수행시키면 컴퓨터의 메모리와 interface board를 초기화한 후 광전증배관에 필요한 고전압전원장치를 켜다. 그리고 전류-주파수변환장치를 초기화시키고 heater 전원을 켜다. 동시에 Schmitt trigger 펄스를 발생시켜 온도제어를 시작하며 설정온도(통상 400°C)에 도달할 때까지 온도를 제어하면서 온도신호와 열형광 신호를 측정한다. 이 때 열형광 신호의 계수치가 2^{14} 이상이 되면 전류-주파수 변환장치를 다시 초기화시켜 자동이득조절이 가능하도록 하였다.

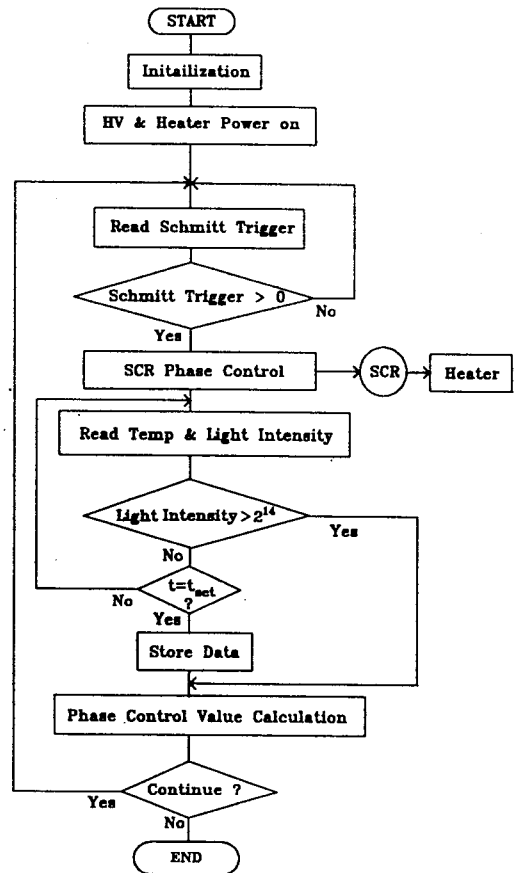


그림 6. TLD 판독장치 제어 프로그램의 흐름도
Fig. 6. The flow chart of computer program for the TLD readout system control.

5. 제어용 컴퓨터 및 Interface Board

제어용 컴퓨터는 IBM 호환인 국산 AT 기종을 사용하였으며, interface board는 분해능이 2^{12} , 변환속도가 30 μ s인 16 Channel ADC 및 2 Channel DAC와 각각 16bits인 DI 및 디지털 출력(digital output, DO) ports와 counter를 갖고 있는 PCL-812 LAB Card를 사용하였다. 컴퓨터는 광 계수기의 계수치를 DI로 받아들이며, 입력된 가열 프로그램에 따라 ADC에서 감지된 온도를 가열 프로그램과 비교하여 가열장치를 제어하고, 온도 및 열형광 신호를 측정하여 저장하고 이를 보조 기억장치나 프린터 등의 주변장치로 출력하게 하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 신호 대 잡음비 특성

TLD 판독장치의 열형광측정부의 성능은 사용한 광전증배관의 종류와 인가전압에 크게 좌우된다. 광전증배관에 인가하는 전압이 증가할수록 광전증배관을 따라 흐르는 신호가 강해지고 아울러 dynode 증배에 의한 상대적 잡음이 줄어들기 때문에 신호 대 잡음비(S/N ratio)가 증가한다.

제작한 TLD 판독장치의 백금 열판을 실온에 두고 광전증배관(Hamamatsu Co., Model R269)의 전압을 -600 V에서 -1175 V까지 변화하면서 5번을 반복 측정하여 그 평균 구하여 암전류(dark current)를 측정하고, 같은 방법으로 열형광측정부의 적분기에 1 μ A의 시험전류를 입력하고 그 출력신호를 측정하여 인가전압에 따른 S/N 비를 측정하였는데 그 결과는 그림 7과 같다. 그림에서 알 수 있듯이 광전증배관의 전압이 상승함에 따라 암전류는 서서히 증가한 반면 출력신호는 지수 함수적으로 증가하여 S/N 비가 -750 V까지 증가하다가 증가폭이 점차 둔화되어 -800 V 이상에서는 거의 일정하였다. 따라서 광전증배관의 동작전압을 -850 V로 정하였으며, 이 전압에서 TLD 판독장치의 성능을 조사하였다.

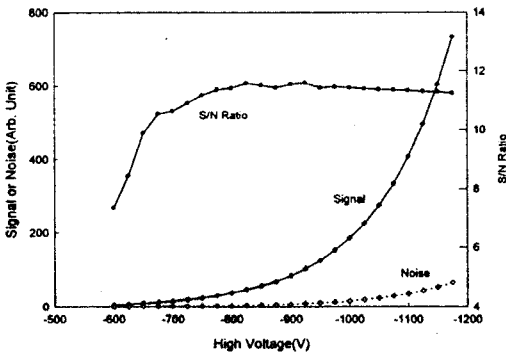


그림 7. TLD 판독장치에 사용한 광전증배관의 신호 대 잡음비 특성

Fig. 7. The S/N ratio characteristics of PM tube used in TLD readout system.

한편, 열형광측정부의 기본특성을 조사하기 위하여 1 μ A(TLD-100의 경우 흡수선량 50 μ Gy에 해당)의 시험전류를 가하고 광전증배관에 -850 V의 전압을 인가하며, 가온율을 5 $^{\circ}$ C/s로 하였을 때 열형광측정부의 각 부분에서의 파형을 조사하여 이를 바탕으로 파형변조기의 최적과형폭(switched current injector가 적분기에 전류를 공급하는 시간)을 구하였는데 적분기의 커

패시터 전하를 99%까지 방전시키는 최적과형폭은 2 μ s였고, 1 count 당 소요된 시간은 0.4 s였다.

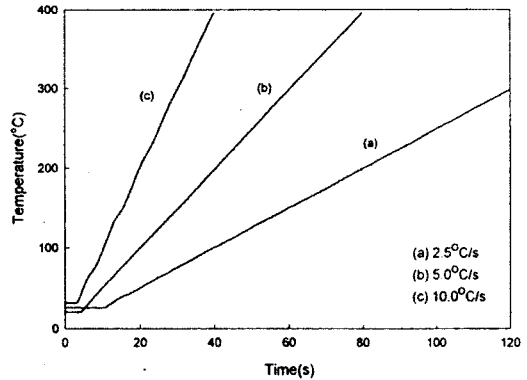


그림 8. 2.5, 5 및 10 $^{\circ}$ C/s의 가온율에서 측정된 백금 열판의 가열 특성

Fig. 8. Heating profile of the platinum heater at the heating rate of 2.5, 5.0 and 10 $^{\circ}$ C/s.

2. 온도제어 특성

전기저항을 이용한 가열방식은 가열체와 TLD사이의 열적 접촉때문에 가온율의 변화에 제한을 받으며, 재현성을 고려할 때 최대가온율은 10 $^{\circ}$ C/s이다. 본 연구에서는 최대가온율을 10 $^{\circ}$ C/s, 최소가온율을 2.5 $^{\circ}$ C/s로 정하여 온도를 제어하였으며, heating profile에 따라 가열판으로 전달되는 전력 P_{trans} 를 다음과 같은 함수형태로 하였다.

$$P_{trans} = \frac{(T_{max} + T_0 - 4\Delta T - 4400)^2}{R}$$

단, R 은 가열체의 저항, T_{max} 는 최대가열온도, T_0 는 측정개시온도, T_A 는 현재의 온도차로서 각각 열전대에서 감지되는 전압으로 환산한 값이다.

가온율을 2.5 $^{\circ}$ C/s, 5 $^{\circ}$ C/s 및 10 $^{\circ}$ C/s로 하였을 때 백금 열판의 온도제어 특성을 조사한 결과는 그림 8과 같다. 백금 열판의 최대 가열온도를 500 $^{\circ}$ C로 설정하였을 경우 14bits ADC를 사용하였으므로 감지되는 온도의 오차는 이론적으로 0.03 $^{\circ}$ C이다. 그러나 열전대, ADC, 증폭기의 오차 및 온도특성 때문에 가온율에 따라 약간의 차이는 있었지만 최대오차는 0.5 $^{\circ}$ C을 초과하지 않아서 온도감지능력이 아주 우수하였다.

3. Glow 곡선의 측정과 자동 이득조정

전류-주파수 변환기의 계수율은 interface board의 DI port에서 값을 계수하는 시간주기에 의존하게 되는데 본 연구에서는 최소계수주기를 가열체의 위상제어 주기와 같이 1/120 s로 하였다. 최소계수주기 동안 전류-주파수 변환기의 계수기 최대치를 $2^{16}-1$ 로 제작하였으나 들어오는 광량이 매우 많아서 계수기 최대치를 초과하면 하드웨어적인 초기화가 일어나서 계수치를 잃어버리게 되므로 초기화가 일어나기 전에 자동으로 이득을 조절하여야 한다.

자동이득조절은 다음과 같이 하였다. 최소계수주기 동안의 계수치를 하드웨어적으로 누적하여 기록하고, 계수주기가 끝나면 컴퓨터에서 초기화 신호를 보내어 계수기를 초기화한 후 계수를 계속한다. 이 때 계수값이 최대치를 초과하면 그 값을 일시적으로 누적 보관하고 계수기를 초기화한 후 계수를 계속하여 계수주기가 끝나면 이를 제어 소프트웨어에 의하여 합산하고 자동이득 조절을 하였다.

자동이득조절을 위하여 계수기의 최대치를 2^H , 총 계수점의 수를 400점으로 설정하였다.

따라서 최대가열온도를 T_m , 가온율을 β , 최소계수주기를 $\Delta t = 1/120$ s라 하면, 계수주기 t 는 $t = T_m / (\beta \cdot 400)$ 으로 주어지며 $t/\Delta t$ 를 자동이득조절폭으로 사용할 수 있다. 예를 들면 $T_m = 400^\circ\text{C}$, $\beta = 5^\circ\text{C/s}$ 인 경우 계수주기는 $t = 0.2$ s가 되고, 최대이득은 $G = 0.2\text{s} / (1/120\text{s}) = 24$ 가 되며, 계수주기동안 최대계수치는 계수기 최대치와 최대이득의 곱이므로 393216 count가 된다.

그림 9의 (a)는 제작한 판독장치로 측정된 $\text{CaSO}_4:\text{Tm-PTFE}$ TLD의 glow 곡선으로서(가온율은 5°C/s) 계수치가 최대값을 초과하면 이와 같은 자동이득조절이 이루어졌음을 나타내며, (b)는 이를 재구성하여 구한 전체 glow 곡선이다. 또한 그림 10의 (a)는 Harshaw Chemical Co.에서 제작한 TLD-100($\text{LiF}:\text{Mg, Ti}$)의 glow 곡선으로서(가온율은 5°C/s) 자동이득조절이 이루어졌음을 나타내며, (b)는 이를 재구성하여 구한 전체 glow 곡선이다.

4. 선량측정 특성

방사선을 전혀 받지 않은 TLD 방사선 센서를 판독장치로 측정하였을 때 열형광 검출량을 “zero dose” 라 하며, 이 값이 TLD 판독장치의 검출하한이 된다. 본

연구에서 제작한 TLD 판독장치의 zero dose는 약 $10 \mu\text{Gy}$ 였다.

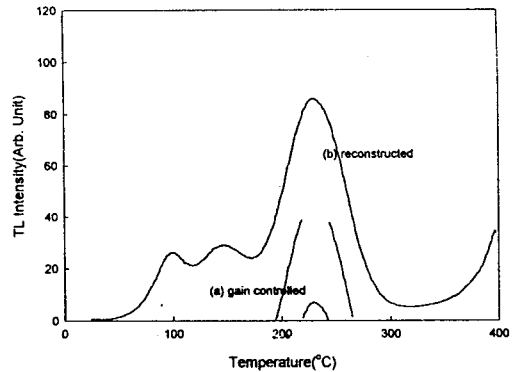


그림 9. (a) 자동이득조절한 경우와 (b) 재구성한 $\text{CaSO}_4:\text{Tm-PTFE}$ TLD의 glow 곡선.

Fig. 9. (a) The automatically gain controlled and (b) reconstructed glow curve of $\text{CaSO}_4:\text{Tm-PTFE}$ TLD.

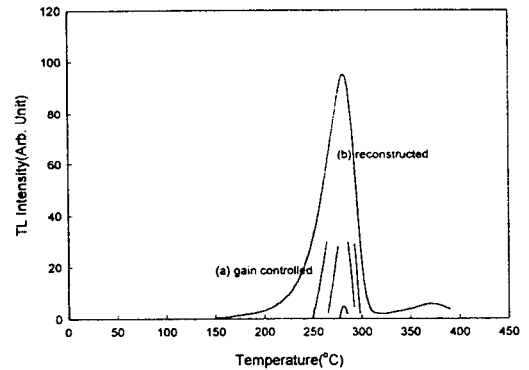


그림 10. (a) 자동이득조절한 경우와 (b) 재구성한 TLD-100의 glow 곡선.

Fig. 10. (a) The automatically gain controlled and (b) reconstructed glow curve of TLD-100.

TLD 방사선 센서에 의해 방사선 선량을 측정하기 위해서는 기본적으로 glow 곡선을 측정하고 peak 강도나 glow 곡선의 면적을 측정하여야 한다. 제작한 판독장치를 사용하여 본 연구진에^[10] 의해 제작된 $\text{CaSO}_4:\text{Tm-PTFE}$ TLD와 Harshaw Chemical Co.에서 제작한 TLD-100의 선량측정 특성을 조사하였다. 측정의 정밀성을 기하기 위해 TLD는 조사 전에 충분한

annealing을 하였으며, TLD에 X선을 조사한 후 본 연구에서 제작한 판독장치로서 5°C/s의 가온율로 glow 곡선을 측정하고(그림 9와 그림 10), 주 peak의 면적을 측정하여 조사된 방사선 선량을 측정하였다.

그림 9는 CaSO₄:Tm-PTFE TLD 열형광 감도의 선량의존성을 조사한 결과인데, 100 μGy ~ 5 Gy 범위에서 선형적인 것으로 나타나 제작한 TLD 판독장치의 선형성이 비교적 우수한 것으로 판단된다. 이때 5 Gy 이상에서 supralinearity가 나타나는 것은 판독장치에 의한 것이 아니고 CaSO₄:Tm-PTFE TLD 자체의 특성에 의한^[10] 것으로 생각된다. 또한 TLD-100에 대한 선량의존성을 조사한 결과, 10 mGy ~ 10 Gy의 범위내에서 선형적인 선량의존성을 나타내었으며, 각 선량에 대응하는 판독값의 오차는 각각 5% 이내였다.

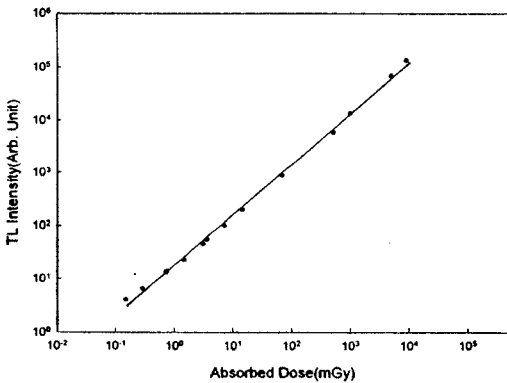


그림 11. 제작한 TLD 판독장치로 측정한 CaSO₄:Tm-PTFE TLD의 선량의존성
 Fig. 11. The dose dependence of CaSO₄:Tm-PTFE TLD measured by the constructed TLD readout system.

그리고 판독장치의 안정성과 TLD의 zero-dose 판독치, 열적 및 전기적 잡음을 고려할 때 측정 가능한 TLD 판독장치 자체의 저선량한계는 약 10 μGy였으며, TLD 자체의 선량의존성이 선형적인 범위 내에서는 제작한 TLD 판독장치로 선형적인 선량판독이 가능함을 확인할 수 있었다.

한편, X-선이 0.01 Gy 조사된 5개의 TLD 방사선센서를 판독하여 각각의 열형광량(D₁)을 구한 후 열처리하여 방사선을 소거하고, 다시 같은 양의 방사선을 조사하여 얻은 열형광량(D₂)을 구하여 각각 D₁/D₂를 취하면 판독장치의 재현성을 구할 수 있는데, 그 결과 판독

장치의 재현성은 표준편차 0.05 이내로 아주 우수하였다.

IV. 결 론

열형광 현상의 물리적 특성연구가 가능하고, 여러 종류의 TLD 방사선 센서를 판독할 수 있으며 측정 가능한 선량범위가 넓고 개인용 컴퓨터로 제어되는 경제적인 TLD 판독장치를 제작하였다. 백금 열판을 사용하여 TLD를 가열하고, 선형적인 가온이 가능하도록 하였으며, 광전증배관과 전류-주파수 변환장치로 열형광을 검출하였으며, 제어 소프트웨어에 의해 자동이득 조절이 가능하도록 하였다.

인가전압에 따른 광전증배관의 S/N비를 측정하여 동작전압을 -850 V로 정하였으며, 이때 암전류는 무시할 수 있는 정도로서 zero dose는 약 10 μGy였다. 제작한 TLD 판독장치로서 열형광 glow 곡선을 측정하고 peak 면적을 분석하여 선량을 측정한 결과, TLD 자체의 선량의존성이 선형적인 범위 내에서는 선형적인 선량판독이 가능하였고, 재현성의 표준편차는 0.05로서 ISO stand DP 8034의 규정을 만족하였다. 또한 열형광 측정 및 온도제어 등 전과정을 개인용 컴퓨터와 interface board를 사용하여 제어함으로써 측정과 분석이 보다 효율적이고, 아울러 저렴한 가격으로 제작이 가능하였다.

제작한 판독장치는 선형적인 가온율 특성과 glow 곡선의 측정 및 선량측정에서의 선형성 등이 매우 우수하였고, 장치의 제어 및 측정을 개인용 컴퓨터와 interface board를 통해 이룩함으로써 비교적 저렴한 가격으로 제작할 수 있었으므로, 개인피폭선량이나 환경방사능 측정등 방사선 안전관리의 측면에서 TLD와 판독장치의 보급을 확대하기 위해서는 이의 국산화 개발이 필요할 것이다.

참고문헌

[1] M. Mahesh, P. S. Weng and C. Furetta, "Thermoluminescence in Solids and Its Applications", Nuclear Tech. Pub., pp. 108-130(1968)
 [2] M. Oberhofer and A. Scharmann, "Applied Thermoluminescence Dosimetry", Adam Hilger Ltd. pp. 39-81(1981).

- [3] ISO Standard DP 8034, "Thermoluminescence dosimetry for personal and environmental monitoring"(1987).
- [4] B. Bjarland, "Microcomputer Control of Automated TL Reader", report STL-A28, Institute of Radiation Protection, Helsinki(1979).
- [5] M. H. van Vijnngaarden, J. Plaisier and A. J. J. Bos, "A Microprocessor Controlled Thermo-luminescence Dosimeter Reader for Routine Use and Research", Radiat. Protec. Dosim., 11(3), 179(1985).
- [6] H. W. Julius, "Instrumentation in Thermoluminescence Dosimetry", Radiat. Protec. Dosim., 17, 267(1986).
- [7] P. Spanne, "Selecting PM Tube Power Supply Voltages for TLD Reader", Nucl. Inst. Meth. 175, 92(1980).
- [8] Hamamatzu catalog, Photomultiplier tube(1993).
- [9] E. G. Sapiro, "Linear Seven-Decade Current/Voltage to Frequency Converter", IEEE Trans. Nucl. Sci., 17(1), 335(1970).
- [10] 김도성, 박강수, 강희동, "CaSO₄:Tm-PTFE TLD의 제작과 선량계 특성", 세물리, 33(5), 517(1993).

著 者 紹 介

우 흥

「센서학회지 제1권 제1호」 논문 92-07, p59 참조
 현재 경상대학교 자연과학대학 물리학과 조교수

강희동

「센서학회지 제1권 제1호」 논문 92-07, p59 참조
 현재 경북대학교 자연과학대학 물리학과 교수

김도성

「센서학회지 제1권 제1호」 논문 92-07, p59 참조
 현재 대구대학교 사범대학 물리교육과 교수