

## 실험실용 간이 분광기 구동장치

성학제 · 김태삼

한국자원연구소, 기기분석연구실  
 (1993. 7. 14. 접수)

### 1. 서론

물질의 광학적 성질을 이용한 화학 분석과 물성 측정에 있어서 분광기(Monochromator)는 필수적인 부분으로서 대부분 회절발을 사용하여 그 각도를 조절함으로써 분광하여 파장별로 빛의 세기 등을 측정하고 있다. 스펙트럼 기록을 얻기 위하여 파장별로 주사하거나 측정하고자 하는 위치로 회절발을 이동하기 위하여 대부분 전기 모터와 이를 조절하는 전자 장치를 사용하며 필요한 정밀도와 직선성을 얻기 위해 분광기의 구동 방법에 많은 연구가 이루어졌다.<sup>1~2</sup>

여러 가지 우수한 기능을 가진 분광기 및 구동 장치가 상업적으로 제작되고 있으나 실험자의 목적에 맞는 별도의 구동 장치가 필요한 경우가 많다. 어느 측정기로부터 분광기만을 분리 사용하는 경우, 분광기를 따로 제작한 경우, 구동기능이 아주 빈약한 경우 등이다.

Czerny-Turner 형식의 분광기는 회절발의 분광 파장이 회절각의  $\sin$ 값에 비례하므로 기계적 구동장치로서  $\sin$  bar를 설치하여 구동용 모터의 회전수와 분광 파장이 바로 비례하게 되어 있다.<sup>3~4</sup> 구동용 모터와 회절발의 회전각과의 관계를 Fig. 1에 나타내었다. 이 그림에서 모터의 회전은 이동나사 MB의 직선적 이동거리  $x$ 에 비례하므로 이동나사가 밀어낸 접촉점 CP는 각도  $\theta$ 에 대하여  $\sin\theta = x/R$ 의 관계를 가지고 움직이므로 축과 연결된 회절발도 각도  $\theta$ 만큼 회전한다. 한편, 회절발에서 분산되는 빛은 Bragg의 식에서  $n\lambda = 2d \sin\theta$ 이므로 결국  $x = nR\lambda/2d$ 이 되어 모터의 회전수와 분산되는 빛의 파장은 직선적 비례관계가 된다.

본 장치는 분광기의 초기화로서 분광학적인 정렬이 완비되어 모터의 회전수와 회절되는 빛의 파장이 직선적 관계를 가지고 있는 상태에서 사용할 수 있으며, 분

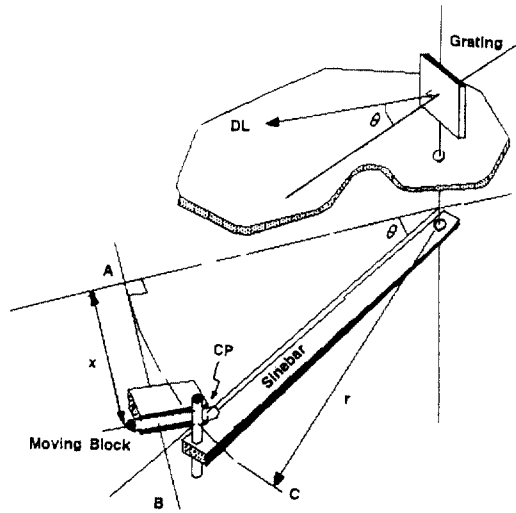


Fig. 1. Diffraction angle and Sinebar Movement in Czerny-Turner Type Monochromator. The Moving Block moves along with the line AB. The Contact Point(CP) moves along with the arc AC. The wavelength of Diffracted Light(DL) changes linearly with  $\sin\theta$  and  $x/R$ .

광기의 구동이 자동화되어 있지 않거나 기능이 빈약한 경우에 측정기능을 자동화할 수 있다. 또 자동화되어 있는 분광기 또는 실험 장비를 실험자 자신의 상황에 적합한 구동방식으로 쉽게 바꿀 수 있다.

### 2. 장치의 제작 및 실험

분광기 구동장치의 구성은 Fig. 2와 같다. 진동자로부터 만들어진 클럭신호를 구동하고자 하는 속도에 맞

도록 Timer IC인 8253 내부의 COUNTER 1에서 분주한다. 이 분주된 신호는 스텝 모터의 전력을 공급해주는 드라이버로 입력되어 구형파 신호의 개수만큼 분광기에 연결된 모터가 회전한다. 모터의 회전량과 분광파장의 단위를 맞추기 위해 COUNTER 2, 다시 분주하여 COUNTER 3으로 보낸다. COUNTER 3에서는 해야된 개수가 바로 파장의 변화값이므로 이것을 세어 원하는 위치까지 이동했는지 검사고 동작이 완료되면 DRIVER로 보내는 신호는 끊는다. 컴퓨터를 분광기 구동 전용으로 사용할 경우는, 이동하고 있는 현재의 위치를 계속해서 화면에 표시해 줄 수 있도록 COUNTER 3으로부터 개수되고 있는 값을 컴퓨터로 판독하여 당초 시작점으로부터 그때까지의 이동량을 가감하여 실제 분광파장을 화면에 표시한다.

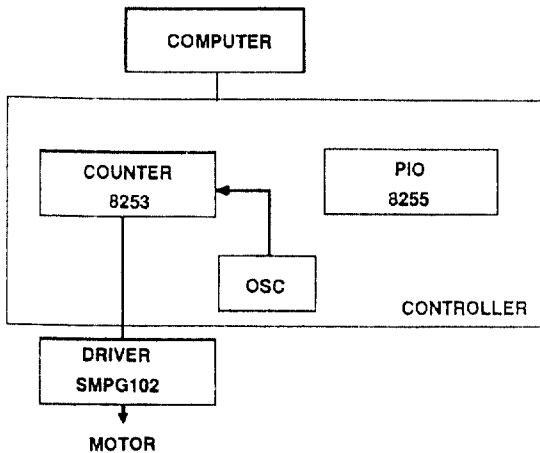


Fig. 2. Block diagram of Monochromator Controller.

컴퓨터와의 연결은 외부 입출력 슬롯으로부터 Interface IC인 8255와 계수용 IC 8253을 연결하고 Decoder인 74LS138로 어드레스를 분할하였다. 8255는 8비트의 입출력 포트가 3개가 있으나 여기서는 한 포트만 사용하고 그 중 4개의 비트를 개별적으로 통제하는 모드를 사용하여 방향설정, 기동시작, 정지, 외부기록장치의 스위치작용으로 각각 사용되도록 하였다.

실험에 사용된 스텝모터 드라이버는 프론티어사의 SMPG102를 사용하고 분광기 구동용 모터는 Oriental Motor사 스텝모터 PH266-01을 사용하였다. 조절회로

로부터 회전방향에 따라 나오는 클럭은 드라이버의 입력부의 사양에 맞는 부논리로 입력시켰으며 릴레이로 스위치 회로를 구성하여 외부 기록장치 등과 연동실험이 가능도록 하였다.

### 3. 결과 및 토의

일반적으로 실험실의 측정장비는 자동화를 고려하여 독립적으로 마이크로프로세서를 채용하고 있으나 본 장치에서는 개인용 컴퓨터를 사용하여 제작비와 복잡한 개발과정을 줄일 수 있었다.

본 장치의 조절 회로는 2개의 인터페이스용 IC와 4개의 논리 회로로 구성되었으므로 만능 기판 위에 간단히 제작할 수 있었다. 이것과 본 실험실에서 제작한 분광기를 연결하여 분광 실험을 하였다. 제작된 분광기는 2400gr/mm의 회절발파 초점거리 0.8m를 가지고 있다. Zenon 광원을 다른 1차 분광기로 빛의 파장을 적절히 선택하여 형광 방출 시료인 Er 화합물에 쬐고 이 시료로부터 나오는 형광스펙트럼을 XY 기록기로 기록하였다. 처음 550nm 위치의 분광파장을 파장주사 시작위치 450nm로 이동하고 여기서부터 일정한 속도로 600nm까지 주사하였다. 회절발이 움직임에 따라 PMT로부터의 신호는 형광스펙트럼(Fig. 3)을 보인다.

파장 주사를 위해 처음 시작위치로 이동할 때는 속도를 점점 빨리 하여 최고속도를 목적지 근처까지 가면 다시 속도를 줄여 가며 목적지에 닿으면 정지한다. 스텝 모터는 계단식 동작을 하기 때문에 주어진 신호에 해당하는 양만큼 정확히 이동하게 되어 있으나, 실제로는 어느 정도 이상의 빠른 속도변화에는 관성과 부하 등의 이유로 비정상적인 동작을 한다. 본 장치에서도 속도를 서서히 증가시킴으로써 순간 가속 구동에 비해 모터의 최고 회전속도를 3배 이상 늘일 수 있었다. 정지시킬 때도 서서히 감속하여 회전속도를 줄여 정지시켜 오동작을 방지할 수 있었다.

이 분광실험에서는 XY 기록계와 본 장치의 구동장치를 분광기의 파장 주사와 동시에 작동하도록 연결하여 정확한 스펙트럼기록을 얻을 수 있었다.

또 고압 수은등을 사용하여 스펙트럼의 절대위치 및 상대위치를 검사한 후 조절회로로부터 나오는 펄스수와 분광기의 분광파장과의 관계를 측정한 결과 구동용 구형파 25개만큼 모터가 회전하면 0.1nm이 이동되었

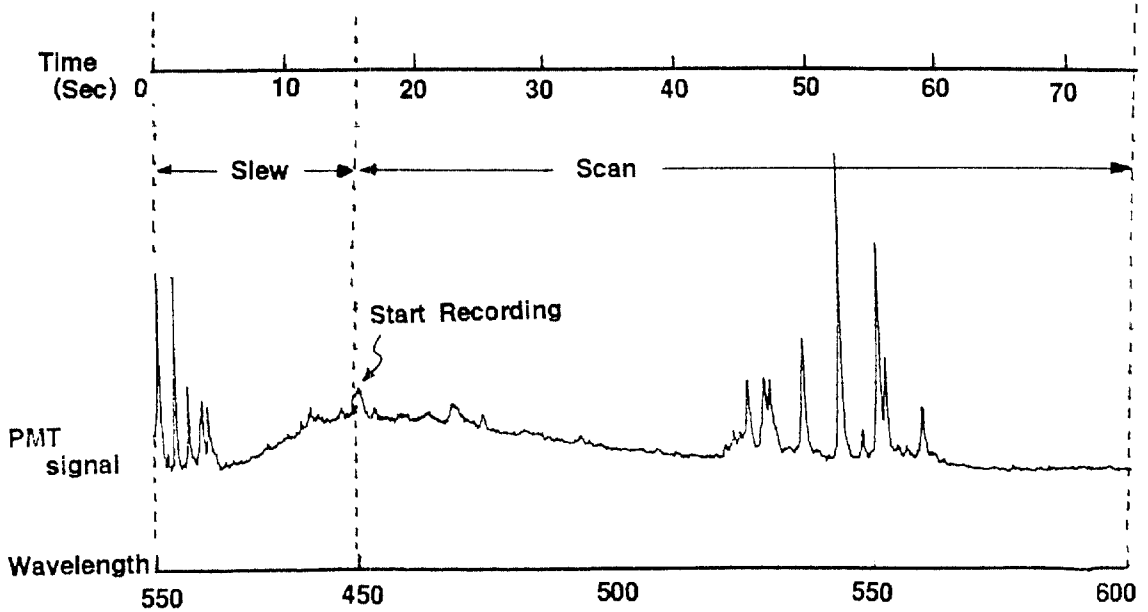


Fig. 3. The PMT Signal and Tuned Wavelength. The monochromator slews from 550nm to 450nm by maximum speed and scans from 450nm to 600nm by scanning speed.

다. 따라서 스텝 분해능은 0.004nm으로 주사할 수 있으나 구동용 프로그램에서는 파장 주사의 시작과 끝의 제어 하한을 0.1nm까지 설정하였다. 이러한 정밀도는 상온에서 형광 측정실험에 있어서 불편이 없었다.

한편, 본 장치에서는 분광기 파장 위치에 해당하는 전기적 펄스 수를 세는 데 있어 컴퓨터 내부의 프로그램을 사용하지 않고 하드웨어적인 계수를 하기 때문에 계속해서 진행상황을 감시할 필요가 없다. 따라서 데이터 취득에 필요한 다른 프로그램을 동시에 구동할 수 있었다.

전기적 클럭의 계수에 있어서 누락이나 첨가현상은 나타나지 않았고 반복해서 100번 파장주사를 실행한 후에도 파장위치의 변동을 볼 수 없었다.

### 참고문헌

1. S. A. Floodstrom, R. Bachrach, *Rev. Sci. Instrum.*, **47**, 1464(1976).
2. G. P. Koch, W. J. Taylor, H. L. Johnston, *J. Opt. Soc. Am.*, **41**, 125(1950).

3. N. A. Finkelstein, *J. Opt. Soc. Am.*, **41**, 179(1951).

4. J. F. Rabek, "Experimental Methods in Photochemistry and Photophysics", John Wiley and Sons, p. 400 (1982).

### A Simple Laboratory Monochromator Controller

Hakje Sung, Taesam Kim

Korea Institute of Geology, Mining and Material,  
Daejeon 305-350, Korea

A monochromator controller has been built to drive directly by a personal computer. This controller gives better convenience and accuracy on spectroscopic experiment when a monochromator has deficient driver.

This controller consists with simple electronic circuit and control program. The original spectroscopic precision is retained by using stepper motor.

The rate changing method is adopted for short slew time. And the scanning is synchronized with spectrum recording device. Because the controller

includes electronic counting circuit, other program can be executed on personal computer during monochromator scanning.