

## 선배렬CCD에 의한 접지중합률결정용 변위측정계에 대한 연구

석철, 허동길

위대한 령도자 김정일동지께서는 다음과 같이 교시하시였다.

《최신과학기술에 기초하여 나라의 경제를 현대화, 정보화하기 위한 투쟁을 힘있게 벌려야 합니다.》(《김정일선집》 증보판 제22권 22페이지)

방사선접지중합반응에 의한 양이온교환막의 합성에서 접지중합률을 실시간적으로 정확히 측정하여 주어진 접지중합률을 정확히 보장하는것은 매우 중요하다.

이 문제를 해결하기 위하여 지난 시기에는 기초실험에서 얻은 접지중합반응시간을 리용하거나 반응기의 외부에서 막의 크기를 시각적으로 평가하여 접지중합률을 결정하였다.[1, 2]

이 방법은 오차가 크고 실시간적으로 접지중합률을 결정하지 못하는것이 결함이다.

접지중합반응에서 접지중합률은 반응과정에 모체박막을 계에서 분리할수 없는것과 관련하여 반응진행상태에서 측정하여야 한다.

이 문제를 해결하기 위하여 우리는 선배렬CCD를 리용한 변위측정계를 제작하고 반응기의 외부에서 접지중합률과 일정한 관계가 있는 막의 크기변화상태를 실시간적으로 평가하여 접지중합률을 결정하였다.

### 1. 선배렬CCD를 리용한 변위측정계

본문에서는 선배렬CCD(TCD1200D)를 리용하였다.

CCD소편은 측정분야에서 광학수감부로 널리 응용되고있다.[3]

수정편발진기와 계수기 74LS393, 론리곱하기부정소자 등을 리용하여 TCD1200D구동신호를 구성하고 해당한 조종신호와 임펄스계수부분을 PIC소자와 결합하여 구동임펄스조종을 실현하였다.

회로에서는 16MHz수정편과 2진계수기 74HC393 및 4입구론리곱하기부정소자 74HC20 등을 리용하여 TCD1200D를 구동하기 위한 RS(재설정신호),  $\phi 1$ (박자신호 1),  $\phi 2$ (박자신호 2)임펄스를 얻었다.

CCD소편을 정확히 구동하기 위하여서는 측정시작때에 SH신호를 1준위에서 0준위로 떨어구어 화소신호를 읽는 전기간 낮은 준위를 유지하게 하여야 한다. SH신호가 령준위로 된 상태에서  $\phi 1$ 과  $\phi 2$ 신호를 시동시킨다. 이때부터 정확히 2 236개의 조종임펄스를 내보내야 CCD의 출력신호를 정확히 얻을수 있다.

이로부터 SH신호는 PIC의 출력핀으로 구성하고  $\phi 1$ ,  $\phi 2$ , RS신호는 구동신호발생부에서 16MHz수정편과 TTL소자들을 리용하여 발생시키며 출력허가신호만 PIC소자에서 프로그래밍적으로 조종하도록 하였다.

또한 중합반응기안의 박막의 변위는 막에 의해 가리워진 부분에서는 화소신호가 작

고 나머지부분에서는 신호가 크므로 명암경계가 생기게 되는데 CCD소편의 광학수감구역에서 이 명암경계가 이동한 화소개수로부터 결정할수 있다.

이를 위하여 단안정부진기 74HC123의 입구 A단자에 CCD로부터 출력되는 OS, DOS편의 검측신호를 연산증폭기를 거쳐 증폭하고 비교기를 거쳐 입력함으로써 출력신호의 상태변화를 수감하도록 하였다.

이 신호를  $\phi 1$  과 논리곱하기하여 PIC의 T1계수기입구인 RC0핀에 입력하였다.

PIC에서는 또한  $\phi 1$  신호를 T0계수기를 통하여 계수함으로써 전체 화소개수를 계수하고 구동허가신호를 불허하며 SH신호를 1준위로 하여 한주기의 측정을 끝내도록 하였다. 이 방법의 원리는 그림과 같다.

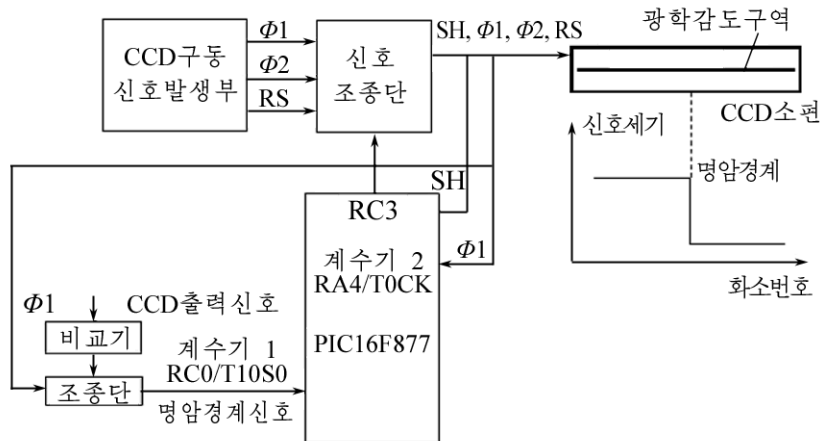


그림. CCD 조종신호구동 및 변위판정을 위한 원리

앞에서 언급한 회로에 기초하여 조종단추입력과 구동신호조종 및 구동신호계수, 변위 위치판정 및 측정상태표시 등을 위하여 PIC의 입출구핀초기설정을 다음과 같이 진행한다.

RB4~RB7 : 입력 - 조종단추입력신호

RB0~RB3 : 출력 - LED표시소자 공통양극신호

RA4/T0CK1 : 입력 - CCD구동신호조종을 위한  $\phi 1$  임펄스

RC0/T1OSO : 입력 - CCD출력신호로부터 명암경계판정을 위한 임펄스

RD0~RD7 : 출력 - LED표시자료

등록기들에 대한 해당 설정을 진행하여 TMR0을 CCD구동임펄스계수등록기로, TMR1을 명암경계화소까지의  $\phi 1$  임펄스계수기로 리용하였다.

조종단추의 신호입력을 위해 RB4~RB7을 입구로 설정하고 핀의 상태를 검출하여 초기설정, 측정, 정지, 계산 등 해당한 처리를 진행하도록 하였다.

초기설정에서는 현재 CCD수감부의 상태와 명암경계를 확정하고 이것을 초기값으로 보관한다. 이 상태에서 조종기관에 대한 턱값조종을 진행하여 측정감도를 조절한다. 또한 반응이 진행되는 한계를 결정하는 접지중합률값을 설정하여 보관하도록 한다. 또한 초기설정에서 정해진 접지중합률값에 이르면 반응정지신호를 출력한다. 이밖에 PIC의 D/A변환기를 리용하여 RE0핀에 온도수감소자 DS1820으로부터 입력되는 온도측정자료의 수자값을 one\_wire통신을 통해 입력하여 반응온도측정을 진행하도록 하였다.

## 2. 변위측정계의 특성

박막의 접지중합률은 접지중합된 단량체의 량과 주사슬중합물량의 비이다.

일반적으로 접지중합반응에서 접지중합률은 반응전 모체박막의 초기질량에 대한 접지후 박막의 질량에 대한 백분율로 결정한다.

$$\text{접지중합률(\%)} = \frac{\text{접지후 박막의 질량}}{\text{박막의 초기질량}} \times 100 \quad (1)$$

접지중합반응에서 막의 질량변화와 함께 크기변화도 동반한다.

방사선접지막을 제조할 때 접지중합률 30~40%범위에서 모체중합체막의 가로 및 세로방향의 크기변화율은 10~20%까지 거의 선형적으로 증가한다는것을 알수 있다.

이로부터 접지중합반응에서 크기변화를 측정하여 접지중합률을 결정한다.

$$\text{접지중합률(\%)} = \frac{\text{접지후 박막의 변위}}{\text{박막의 초기길이}} \times 100 \quad (2)$$

변위측정구간은 TCD1200D의 특성으로부터 매개 화소의 크기가  $14\mu\text{m} \times 14\mu\text{m}$  이고 화소중심사이의 거리 역시  $14\mu\text{m}$  이므로 CCD수감부의 화소의 총연장길이는 3.024cm이다.

이로부터 변위측정한계는 약 3cm정도이며 측정오차는  $\pm 14\mu\text{m}$  이다.

또한 매 화소를 한번 주사하는데 걸리는 시간은 CCD구동임펄스의 주기가  $2\mu\text{s}$  이므로 4.472ms이다.

이에 기초하여 측정한 변위측정계의 특성은 표와 같다.

표. 변위측정계의 특성

| 수감부자호       | 한계<br>/cm | 화소수/개   |         | 화소크기      | 구동주파수<br>/kHz | 측정시간<br>/ms |          |
|-------------|-----------|---------|---------|-----------|---------------|-------------|----------|
|             |           | 전체 화소수  | 유효화소수   |           |               |             |          |
| TCD1200D    | 3.024     | 2 236   | 2 160   | 14μm×14μm | 500           | 4.472       |          |
| 장치의<br>주요기능 | 변위<br>측정  | 온도수감    |         |           | 반응진행<br>조종    | 측정자료<br>표시  | 자료<br>처리 |
|             |           | 수감부     | 범위/℃    | 분해능/℃     |               |             |          |
|             |           | DS18B20 | −55~125 | 0.5       |               |             |          |

연구한 변위측정계의 측정한계가 약 3cm이므로 접지중합률결정한계는 박막의 초기크기가 10cm일 때 약 30%이다.

표에서 보는바와 같이 변위측정장치로는 접지중합반응의 변위를 최대로 3cm정도까지 측정할수 있으며 이에 기초하여 접지중합률을 결정할수 있다.

## 맺 는 말

한소편조종소자 PIC16F877과 선배렬CCD소편 TCD1200D를 리용하여 불소수지양이온 교환막합성에서 접지중합률의 실시간결정에 필요한 합리적인 변위측정계를 제작하고 그 특성을 밝혔다. 변위측정장치의 측정한계는 약 3cm정도이며 분해능은  $14\mu\text{m}$  이다.

## 참 고 문 헌

- [1] 김일성종합대학학보(자연과학), 62, 5, 77, 주체105(2016).
- [2] 김일성종합대학학보(자연과학), 63, 10, 93, 주체106(2017).
- [3] Honjo Kenichi et al.; Patent No. US20160261806, Imaging Apparatus and Imaging Method, 2016.

주체107(2018)년 9월 5일 원고접수

### **Study on the Displacement Measuring Instrument for Determinating the Ratio of Graft Polymerization by Linear CCD**

*Sok Chol, Ho Tong Gil*

The displacement measuring instrument is manufactured by using microcontroller-PIC16F877 and CCD linear image sensor.

The displacement measuring instrument can be used to real time measurement of the ratio of graft copolymerization for synthesis of fluororesin cation exchange membrane.

The max measurement range of the displacement measuring instrument is about 3cm within plus or minus  $14\mu\text{m}$ .

Key words: ratio of graft polymerization, CCD linear image sensor, PIC16F877