

수직브릿지맨(VB)법에 의한 CdTe 결정성장로의 온도조종특성

최삼혁, 전창원, 김룡진

CdTe는 γ 선흡수능력이 큰것으로 하여 γ 선검출기재료로 많이 쓰이고있다.[1, 2]
여기서 중요한것은 고질의 CdTe결정을 성장시키는것인데 그러자면 온도조종 및 열처리를 정
확히 진행하여야 한다.

우리는 VB법으로 CdTe결정을 성장시키는데서 로의 온도조종곡선을 미리 정하고 성
장 및 열처리를 동시에 진행할수 있는 온도조종장치를 제작하여 PID자동온도조종을 실현
하였다.

1. CdTe결정성장로온도조종장치

VB법으로 CdTe결정을 성장시킬 때에는 성장온도가 1 050℃로서 매우 높다. 보통 온도
를 측정하기 위하여 크로멜-알루멜열전대를 리용하는데 우리는 이 열전대신호를 A/D변환
하여 컴퓨터에 입력시켜 온도를 수감하도록 하였다. 온도조종의 정밀도를 높이기 위하여서
는 A/D변환비트수가 높아야 하므로 16bit A/D변환기 AD7705를 리용하여 온도조종장치를 제
작하였다.

AD7705는 2개의 상사입구를 가지고있고 프로그램적으로 증폭도를 조절할수 있게 된 16bit
직렬출구A/D변환소자이다. AD7705의 다리구조는 그림 1과 같다.

매 단자의 기능은 다음과 같다.

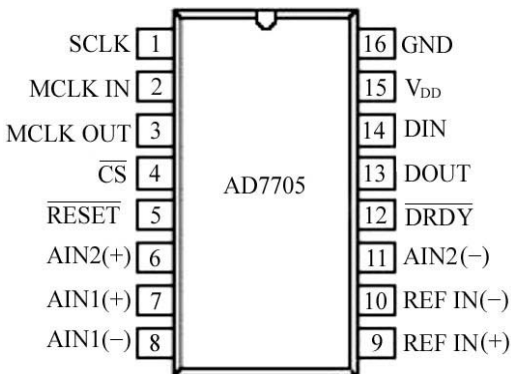


그림 1. AD7705의 다리구조

SCLK : 직렬박자입구단자

MCLK IN : 500kHz~5MHz의 박자입구단자

MCLK OUT : 박자출구단자

\overline{CS} : 소원선택단자

\overline{RESET} : 재설정단자

AIN2(+): 상사신호입구단자(+)

AIN1(+): 상사신호입구단자(+)

AIN1(-): 상사신호입구단자(-)

GND : 접지단자

VDD : 전원입구단자

DIN : 직렬수자자료입구단자

DOUT : 직렬수자자료출구단자

$\overline{\text{DRDY}}$: 수자자료출구상태표시단자
 $\text{AIN2}(-)$: 상사신호입구단자(-)
 $\text{REF IN}(-)$: 기준전압단자(-)
 $\text{REF IN}(+)$: 기준전압단자(+)
 A/D변환은 한소편컴퓨터
 《STC89C52》를 AD7705와 결합하여 실행하였다.

STC89C52와 AD7705결합회로는 그림 2와 같다.

그림 2에서 보는바와 같이

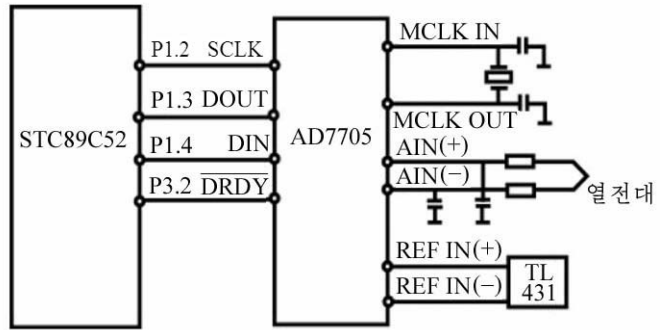


그림 2. STC89C52와 AD7705결합회로

STC89C52의 P1.2단자로 직렬박자신호를 내보내면서 P1.3 및 P1.4단자를 통하여 직렬수자신호를 수신 및 송신한다. AD7705에서 A/D변환이 끝나면 그 신호가 P3.2단자로 STC89C52에 들어오며 이때 STC89C52는 P1.3 단자로 직렬수자신호를 읽어들이어 A/D변환값을 알게 된다.

AD7705를 구동시키기 위한 알고리즘은 그림 3과 같다.

2. 결정성장 및 열처리온도조종

VB법에서는 1 050℃에서 CdTe결정을 성장시키고 성장된 단결정을 각 이한 온도에서 열처리하는 방법[2]으로 Cd빈자리를 없애어 결정의 질을 높인다.

먼저 결정성장로의 시간에 따르는 온도곡선을 미리 설정하고 높은 정밀도의 PID자동온도조종을 실현하였다. 온도조종전구간에서의 높은 조종정밀도를 보장하기 위하여서는 온도에 따르는 K_P , K_I , K_D 결수가 정확히 결정되어야 한다.

먼저 로의 열관성을 100℃ 간격으로 측정하여 K_P , K_I , K_D 결수를 결정하고 나머지 온도에 해당하는 K_P , K_I , K_D 결수들은 100℃ 간격으로 측정한 K_P , K_I , K_D 결수들을 선형보간하는 방법으로 결정하였다. 측정한 K_P , K_I , K_D 결수들은 표와 같다.

표. 각이한 온도에서 측정한 K_P , K_I , K_D 결수

결수	온도/℃									
	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1 000
K_P	0.003	0.011	0.029	0.093	0.321	1.575	3.092	5.871	12.828	27.352
K_I	1 079.7	351.0	158.0	69.0	25.8	9.6	5.8	3.6	2.0	1.6
K_D	269.9	87.7	39.5	17.3	6.5	2.4	1.4	0.9	0.5	0.4

측정한 K_P , K_I , K_D 결수들에 대한 보간곡선들은 그림 4와 같다.

그림 4에 기초하여 결정성장로의 성장 및 열처리에 대한 온도조종을 진행하였다.

CdTe결정성장로의 성장 및 열처리온도조종곡선은 그림 5와 같다.

온도조종결과 조종정밀도는 온도유지구간에서 $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$, 온도경사도에 따라 $\pm 0.1 \sim \pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 이다.

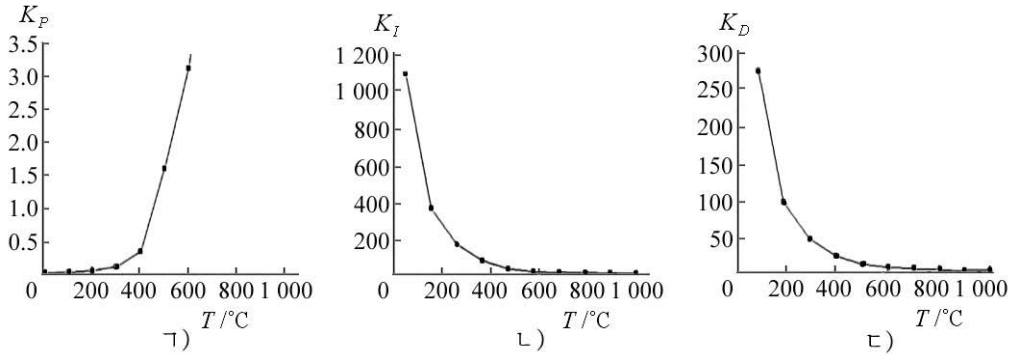


그림 4. 온도에 따르는 $K_p(\tau)$, $K_i(\tau)$, $K_d(\tau)$ 곡선

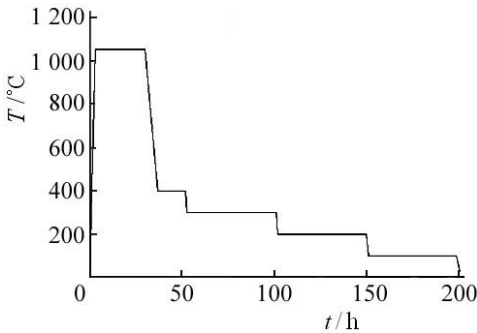


그림 5. CdTe결정성장로의 성장 및 열처리온도조종곡선

맺는 말

1) VB법으로 CdTe결정을 성장시키기 위하여 결정성장로의 온도를 자동조종하기 위한 장치를 제작하였다.

2) 성장 및 열처리에 대한 온도조종결과 조종정밀도는 온도유지구간에서 $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$, 온도경사도에 따라 $\pm 0.1 \sim \pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 이다.

참고 문헌

- [1] R. Grill et al.; IEEE Trans. Nucl. Sci., 52, 1925, 2005.
- [2] R. Grill et al.; J. Electron. Mater., 34, 939, 2005.

주체103(2014)년 2월 5일 원고접수

Characteristics of Temperature Control for CdTe Crystal Growth Furnace using Vertical Bridgman(VB) Method

Choe Sam Hyok, Jon Chang Won and Kim Ryong Jin

We have manufactured the device for automatically controlling the temperature of CdTe crystal growth furnace using VB method, and performed the temperature control on growing and annealing process. As the result, the control precision was $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$ in the region keeping the temperature, and was in the range from $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$ to $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ with the temperature gradient.

Key words: crystal growth furnace, CdTe crystal