

열자격 전류 어케지션을 위한 회로 구성에 관한 연구

A Study on the configuration of a Circuit for Thermally Stimulated Current Acquisition

이 상교*, 오 재한*, 박 회두*, 박 광현*, 이 성일**, 이준웅***
* : 삼척산업대학교 전기공학과, ** : 충주산업대학교 산업안전과
*** : 광운대학교 전기공학과

Lee Sang-Kyo*, Oh Jea-Han*, Park Hee-Doo*, Park Kwang-Hyun*, Lee Sung-Il**, Lee Joon-Ung***
*: Samchuk National Univ. Elec. Eng. **: Chungjoo National Univ of Tech. Indu. Saf.
*** : Kwangoon Univ. Elec. Eng.,

Abstract

In this study, the properties of Thermally Stimulated Current is measured automatic Data Acquisition System with a A/D Converter set.

The A/D Converter set is configured with DIO 8255(Intel), AMD 9513 Timer/Counter and some Programed Controllers. Especially, the numerical method of asymptotic estimation to separate single relaxation curve and physical factors related to charged particles were obtained rapidly and completely.

As a result, the data obtained by automatic Acquisition System need to be corrected to average value and the whole control and inspection system is needed.

1. 서론

TSC 향온조로부터 Electrometer를 연결하여 수치를 시간에 따라 기록하며 읽어들이는 방법을 사용하지만 이 방법은 인체에서 발생하는 전자파 간섭이나 노이즈를 제거할 방안이 없는 것으로 알려져 있어서 측정자의 인내력에 의존하고 있는 실정이다. 또한 TSC 관측으로부터 얻어내고 있는 자료들은 절연파괴 및 유전완화등으로 일어나는 사고등의 분석에 유용하게 사용되기 때문에 측정 및 분석

의 자동화가 필요하다.

본 연구에서는 PVT₂ 양면에 직경 20[mm] 원형의 전극을 시료로 사용하고 온도조절장치, 직류전압 발생장치 그리고 미소전류계 KEITHLEY 602, USA), TSC 데이터를 자동으로 컴퓨터에 입력시키기 위해서 A/D 변환 및 증폭 회로가 내장된 Data Acquisition System을 연결하여 측정하였다.

2. Interface

그림 2-1과 같이 Electrometer의 출력인 아날로그 신호는 인터페이스를 거치면서 디지털 신호로 변환된다.

인터페이스의 구성은 Operational Amplifier, Active Filter, Analog Multiplexer, Sample and Hold 회로 및 A/D 변환기로 되어 있는데 Electrometer의 출력 1 [V] 미만의 신호인 TSC Spectra는 A/D 변환을 위하여 Operational Amplifier로 0-5 [V] 정도로 증폭한다. 이때 Reference 전압값에 의해 증폭된 S/N비 신호값에 포함된 잡음은 Low Pass Filter를 사용하여 제거하였으며 각기 다른 아날로그 채널들 사이에 A/D 변환기를 시간 분할로 연결해주는 멀티플렉서는 출력선에 연결되어 있는 병렬 전자스위치의 배열로 2진 값을 디코딩하고 점유되는 스위치를 "ON"시키기 위한 드라이버를 포함하고 있다.

"Sample and Holder" 회로는 A/D 변환을 수행하는 시간 동안 입력된 아날로그 값을 저장하고 있고 이 회로를 가지고 난 아날로그 신호값은 A/D 변환기에 의해서 디지털 값으로 변환된다.

3. A/D Converter

본 연구에서 사용한 변환기는 Integrating 형이며 이 방식의 제품 A/D 0817 (Intel)을 이용하였다. 이 제품의 사양은 변환시간 100us, 8bit 형이며 제한된 제작요건에 의해서 더욱 정밀한 소자를 사용하지 못했다.

이 방식의 변환기는 간접변환방식에 의해서 조작되는 Integrating 형식으로서 미지의 입력전압을 하나의 주기로 변환하여 Clock과 Counter에 의해서 측정한다. 이러한 방식은 속도가 비교적 느리다는 단점이 있으나 입력 노이즈에 대한 방어능력을 가진 훌륭한 선형적 특성을 가지고 있다. 이러한 특성에 힘입어 Integrating 형 ADC는 Digital Panel Meter, Digital Multimeter, 그리고 다른 저속도 측정용 기구에 독점적인 존재로 사용되어지고 있다.

4. Sample and Hold 회로

Sample and Hold 회로는 아날로그 정보를 저장하고 A/D 변환시 발생하는 aperture time 을 축소시키기 위해서 단순히 전압값을 저장했다가 양질의 정전용량에 저장하는 기능을 수행한다. 출력은 반드시 안정성을 가진 보유 캐패시터를 운전할 수 있어야 한다.

전자스위치는 일반적으로 FET를 사용하며 TTL 입력값에 따르는 드라이버 회로에 의해서 신속하게 집적되며 출력증폭기는 극도의 저입력 바이어스 전류를 가져야 하기 때문에 FET 입력 증폭기가 필요하게 된다. 이때 스위치의 모드는 닫힐때 Sample, 열릴때 Hold 모드를 유지하게 된다.

5. AD 변환기의 정확도와 분해능

AD 변환기의 정확도는 아날로그 회로와 디지털 회로의 페루프 시스템으로부터 나오는 오차의 영향을 받고 있고 디지털 출력과 기준신과의 최대번차로서 정의할 수 있다. 이상적인 상태에서의 값은 LSB의 절반에 해당한다.

시스템의 모든 구성요소들이 정상적으로 동작하고 있을

경우에는 디지털 오차원은 단지 시스템의 분해능에 의해서 결정되며 그림 5-1과 같이 분해능은 출력에서 1 비트의 변화를 가지오기 위한 입력전압의 변화를 가리킨다.

AD 변환에 있어서 연속적인 아날로그 전압을 디지털수의 집합으로 등가적으로 표현하게 되는데, 이 디지털 전압 레벨이 Ladder회로에 의해서 다시 아날로그 형태로 출력은 계단파가 된다. 즉 이 파형은 입력전압파를 나타낸다고 하지만 분명히 연속신호전압은 아니고 여러 계단으로 나뉘어진 불연속 신호가 된다. 따라서 아날로그 입력신호를 비교기, 계수기 및 레디 등을 거쳐 다시 아날로그로 재현하려고 할때 입력전압과 그 진폭이 아주 비슷한 계단파를 발생하는 것이다.

이상과 같이 레디 전압이 계단파로 되어있기 때문에 디지털 오차가 발생하고 신호중폭을 디지털화 하기 위한 가장 작은 디지털 단위, 즉 양자(quantum)는 LSB에 의해서 정해지고 오로지 계수기의 비트수를 증가시킴으로서 디 작게 될 수 있다. 이러한 피할 수 없는 오차를 양자화오차(quantization error)라 하며 보통 1비트 정도이다. 이것은 AD 변환기의 정확도에 대한 사양의 하나가 되며 동시에 성능을 측정하는 중요한 척도로서 차분 직선성을 들 수 있는데 이것은 출력에서 1 비트를 얻기 위한 입력전압의 최대 변화량과 이상적인 변화량과의 편차를 말한다. 이러한 성능 특성은 변환방법에 따라서 각각 다르며 연속적으로 계수하는 변환기에 알맞다. 계수형 및 연속형 변환기는 수차 근사형 변환기 보다 차분 직선성이 좋은데 그 이유는 양쪽에 사용되는 비교기는 발생하는 오차가 커지기 때문이다.

6. 실험장치를 사용한 TSC 결과

그림 6-1은 PVF_2 필름을 형성온도 $60[^\circ C]$ 에서 형성전계 $1 \times 10^6 - 1 \times 10^7 [V/m]$ 로 변화시켜 형성한 인렛트렛트를 승온속도 $5[^\circ C/min]$ 로 승온시켜 얻은 형성전계 의존성 일사적 전류 스펙트라이다. 그림에서 알 수 있는 것과 같이 4개의 피크점이 나타났으며 이들의 명칭을 고온에서 저온측으로 각각 α' , α , β_2 , 그리고 β_1 이라 명명하였으며 이중 가장 큰 피크가 α 있다. 이들 TSC 스펙트라에 나타난 여러가지 데이터를 사용하여 각 피크별로 전류값과 전류밀도, 그리고 전하량을 계산할 수 있다.

활성화 에너지가 분포되어 있는 상태를 알아보기 위하여 부분가열법을 사용하였으며 형성온도 $60[^\circ C]$ 에서 전계

10[MV/m], 형성시간 10분을 인가하여 분극시킨 후 열자극전류를 자동화된 실험장치를 이용하여 얻어내고 그 자료를 분석하여 활성화 에너지와 아르네우스 도시 (Arrhenius Plot)를 할 수 있다. 이 결과 β_2 , β_1 , α 피크의 온도부근에서 활성화 에너지의 분포가 각각 0.01 - 0.39, 0.2 - 0.25, 0.3 - 0.95 [eV] 있다.

7. 결과 데이터의 형성 온도 및 시간 의존성

형성 온도 의존성은 β_2 와 β_1 피크의 온도값은 형성온도에 관계없이 거의 일정하며, 이러한 β 피크는 유리전이 온도 이하에서 동결되었던 쌍극자가 형성온도의 상승으로 인하여 활성화되어 β 피크에 기여하고 있는 것으로 판단되고, α 피크는 형성온도에 크게 의존하고 있었다. 또한 G.T. Davis 등의 이론에 의하면 PVT2 시료에 형성조건 변화에 의해서 결정구조의 변화가 일어난다고 보고하고 있는데, 이에 따라 β_2 피크는 CF_2 기의 쌍극자에 의하여 나타나는 것으로 사료된다.

형성 시간 의존성은 β_2 , β_1 피크의 최대온도와 열자극 전류의 값은 거의 일정하나 α 및 α' 피크는 시간에 크게 의존하고 있다. 또한 형성시간을 30 이하로 인가하면 피크의 온도는 고온측으로 이동하지만 전하량의 크기는 거의 비슷하며 형성시간을 30[min] - 240[min] 인가하면 피크의 온도는 형성시간에 의존하지 않고 거의 일정한 값을 알 수 있다. 또 열자극 전류값의 진폭은 형성시간에 비례하여 증가하고 형성시간이 480[min]으로 더욱 커지면 열자극 전류값은 줄어들지만 최대온도는 고온측으로 이동하는데, 이 현상은 형성시간이 240분 이상되면 전극으로부터 시료내로 주입된 전하가 깊게 트랩되는 이유로서 주입된 전하가 공간전하를 형성하여 전극과 반발작용으로 나타나는 것으로 사료된다.

8. ADC 에 의해서 얻어진 데이터의 해석

열자극 곡선이 하나의 독립된 단일한 완화특성으로 나타날 경우에 각각의 이론 및 알고리즘을 적용할 수 있지만 실제로는 대부분이 복잡한 복합완화 특성으로 나타나기 때문에 피크의 온도값이 중첩되는 경우가 많다.

9. 결론

열자극전류 (TSC)를 측정하여 사고 후의 물성을 분석하는 방법은 매우 유용한 사고진단 방법으로 사용할 수 있고 이를 위해서 필수적으로 실행되어야 할 장치가 자동화된 TSC 데이터 취득 시스템과 프로그램 알고리즘이다.

본 연구를 통하여 데이터 취득이 자동화되고 분석법의 자동화 까지 완성되면 사고진단 과정이 매우 단순해질 뿐 아니라 시간상으로도 상당한 연구의 진전을 이룩하게 된다.

그러므로 본 연구를 진전하여 완전한 통합 시스템의 구축이 기대된다.

參考文獻

1. Mark R. Simpson, "An Integrated Design Environment for Semiconductor Device Simulation", IEEE Trans. on Computer-Aided Design. Vol.10, No.9, pp.1163-1174, (1991)
2. H. Steinbiber and D. Haller, "Comparative Analysis of Methods for Computing 2-D and 3-D Electric Fields", IEEE Trans. on Electrical Insulation, Vol. 26, No. 3, pp.529-536, (1991)
3. Tadasu. Takuma, "Field Behavior at Triple Junction in Composite Dielectric Arrangements", IEEE Trans. on Electrical Insulation, Vol. 26, No. 3, pp.500-509, (1991)
4. T. Takuma and T. Kawamoto, "Electrical Field at various Points of Contact Between Rounded Dielectric and Electrode", Fifth International Symposium on HV Engineering, paper 33. 09, (1987)

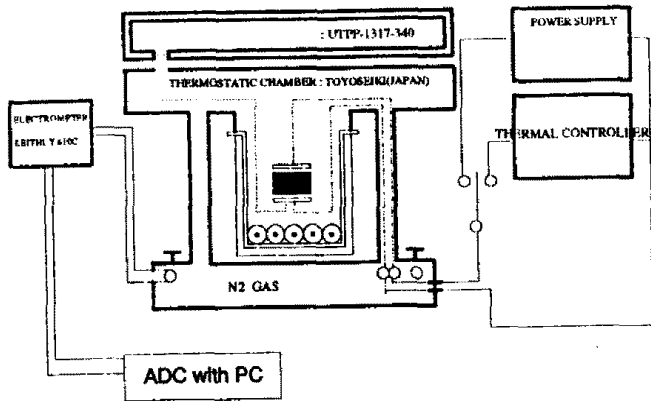


그림 2-1 인터페이스

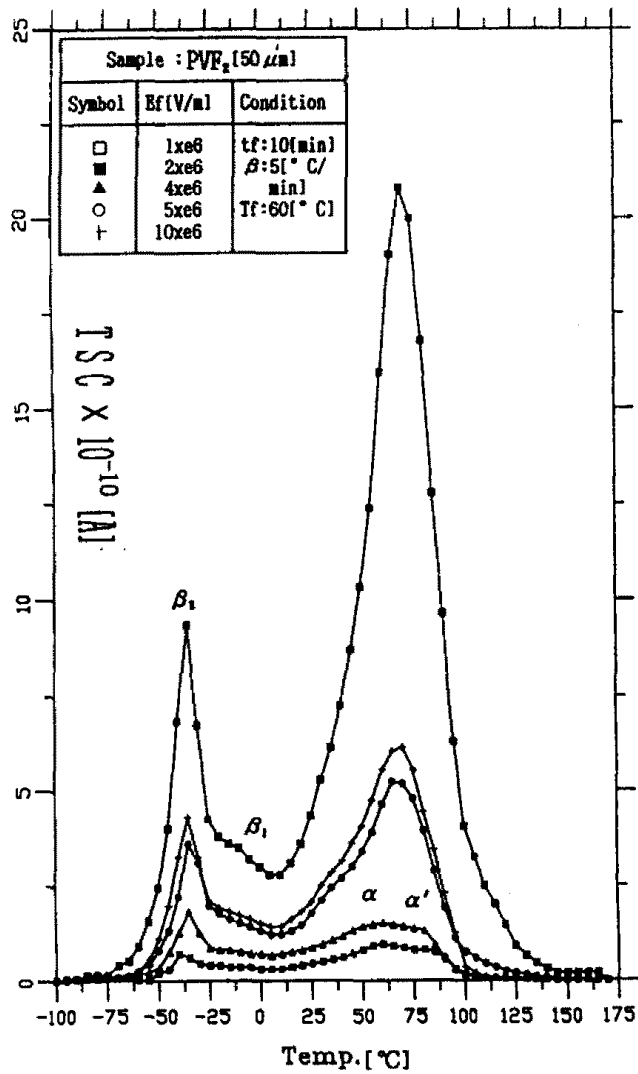


그림 6-1 TSC Spectra

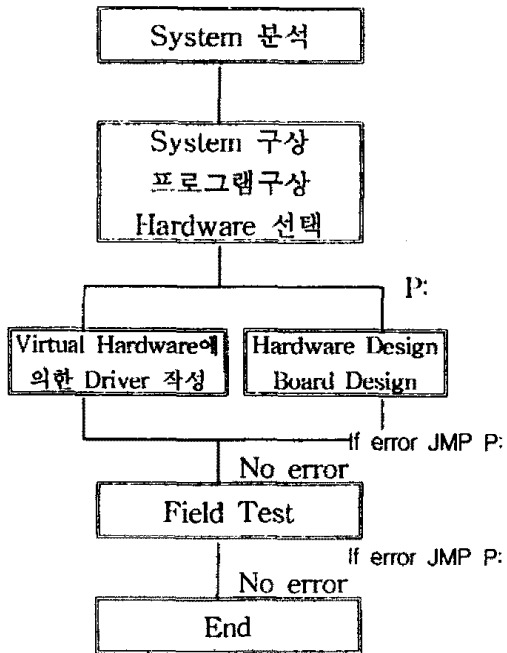


그림 5-1. Flow Chart