

## Gadolinium 의 자기 상전이점에서의 동적 비열 및 초음파 실험

포항공대 물리학과 정 윤희\*  
권 태우  
배 동재

## Dynamic specific heat and ultrasonics measurements of the magnetic transition in gadolinium

Department of Physics, POSTECH  
Yoon H. JEONG\*, T. W. Kwon, and D. J. Bae

동적 비열 측정을 위한 장치를 개발하였다. [1] (여기서 동적 비열 (dynamic specific heat) 이라 함은 측정 주파수의 함수로서의 비열 (frequency dependent specific heat) 을 말한다.)  $3\omega$ -technique 이라 불리는 이 방법은 기존의 ac-calorimetric technique 을 개선하여 동적 비열의 측정을 가능하게 한 것이다. 그 원리는 다음과 같다. 시료에 증착된 저항 히터에 주파수  $\omega$ 인 전류를 흘려서 주파수  $2\omega$ 에서 열을 발생시킨다. 이 열은 시료에 의해 흡수되고 그 정도에 따라 히터면에서의 주파수  $2\omega$ 의 진동온도가 결정된다. 따라서 이 진동온도의 크기와 위상은 시료의 열적 성질에 관한 정보를 가지고 있다. 이러한 진동온도에 비례하여 히터의 저항 자체도 진동수  $2\omega$ 로 진동하게 되므로 이때 히터의 전위차는 주파수  $\omega$ 인 전류와 주파수  $2\omega$ 인 저항진동의 곱으로 주어지게 된다. 따라서 히터의 양단간의 전압에는 시료의 열적 성질에 관한 정보를 가진  $3\omega$  신호가 나타나게 된다. 이 신호를 Wheatstone bridge 를 써서 측정한다. 이 방법으로 측정 가능한 주파수의 범위는 0.01 Hz 에서 10 kHz 까지이다.

또한 heterodyning phase sensitive detection scheme 을 사용하는 ultrasonic spectrometer 를 완성하였다. [2] 이 방법으로 측정 가능한 주파수는 1 MHz 에서 100 MHz 까지이다. 따라서 위의 방법과 같이 사용함으로써 약 10 decades 에 걸친 dynamic range 의 측정이 가능하다.

이와 같은 방법을 사용하여 희토류 원소인 gadolinium 의 자기 상전이에 대한 측정을 수행하였다. 비열은 상전이점에서 아주 뾰족한 peak 를 가진다. peak 의 모양은 매우 비대칭적인  $\lambda$  모양을 가지고 있으며 이를 power law fitting 하여 critical exponent 를 구한 결과  $\alpha$ 는 0에 가까운 값을 갖는다. 현재 동적 성질 (dynamic property) 을 연구하기 위한 kHz range 에서의 측정이 진행 중이다. 또한 5, 10, 20, 30 MHz 에서 초음파 실험을 행하였다. 초음파 (longitudinal) 의 속도는 상전이점 근처에서 softening 을 나타내는 minimum 을 갖으며 감쇄상수 (attenuation constant) 는 매우 뾰족한 peak 를 갖는다. 비열과 초음파 실험의 결과를 dynamic scaling theory 를 이용하여 설명하고자 한다.[3]

## 참고 문헌

- [1] D. H. Jung, T. W. Kwon, D. J. Bae, and Y. H. Jeong, Fully automatized dynamic calorimeter, submitted for publication
- [2] Y. H. Jeong et al., Phys. Rev. **A34**, 602 (1986)
- [3] P. C. Hohenberg and B. I. Halperin, Rev. Mod. Phys. **49**, 435 (1977)