

A2

결정장 효과에 의한 Ce_3S_4 의 온도에 따른 탄성계수

연세대학교 이과대학 물리학과

김미양*
노현식
김철구

연세대학교 문리대학 물리학과

남 군

The crystal field effect on the temperature dependence
of elastic constants

Department of Physics
College of Science,
Yonsei University

M. Y. Kim*
H. S. Noh
C. K. Kim

Department of Physics
College of Liberal Arts and Science
Yonsei University

K. Nahm

1. 서 론

정방형 구조내에 있는 Ce^{3+} 이온은 주위에 있는 전하에 의한 결정장에 의해 큰 영향을 받고 있다. 따라서 보통의 Th_3P_4 형 복합물의 경우와는 달리 T_0 이하에서의 탄성계수의 변화는 Ce^{3+} 이온의 결정장 효과를 고려하여 계산하여야 한다.

2. 이 론

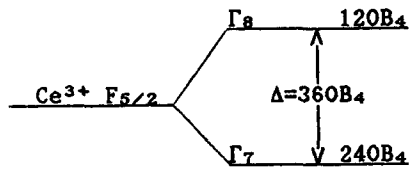
T_0 이하의 온도에서 Ce_3S_4 의 탄성계수, c' 와 C_{44} 가 증가하는 현상을 설명하기 위해서는 고체의 자기적 성질이 탄성에 미치는 영향을 부가적으로 고려하여야 한다. 결정장효과가 없는 Th_3P_4 형인 Nd_3Se_4 의 탄성계수는 다음과 같다.

$$c' \left(\frac{C_{11}-C_{12}}{2} \right) = C_0' + BT - P(1+\exp(-T_0/T))^{-1} + X \left(\frac{M}{M_0} \right)^2 + \Delta C T_0'$$

여기서 처음 두항은 격자기어이며, 세째항은 피기어, 네째항이 자기적인 기어이고, 마지막 항은 자기구역효과이다. 또한 x 와 y 등의 상수는 참고문헌 (1)에 정의되어

있다. 그리고 $\frac{M}{M_0} = B_J$ (Brillouin 함수)로 T_0 이하에서 $\left(\frac{M}{M_0} \right)^2$ 항이 탄성계수에 기여하게 됨을 알 수 있다.

Ce_3S_4 의 경우에 Ce^{3+} 의 상태는 결정장 효과에 의해 다음과 같은 에너지 준위를 갖는다.



결정장에 의한 갈라짐

Ce_3S_4 의 경우 Δ 는 약 400 K로 T_0 가 7.2K인 Ce_3S_4 의 T_0 이하에서의 자기적 성질은 주로 Γ_7 에 의해 결정된다. 따라서 총 각운동량은 $J = \frac{5}{2}$ 가 아닌 $J = \frac{1}{2}$ 이 된다. Ce_3S_4 의 온도에 따른 탄성계수의 변화는 Fütterer가 발표한 실험값과 윗식을 이용한 이론값을 비교한 결과 잘 일치하였다.

3. 결 론

본 연구에서는 T_0 이하에서 Ce_3S_4 의 온도에 따른 탄성계수 변화는 Ce^{3+} 이온의 결정장 효과를 고려하여 계산한 결과, 실험과 일치함을 보여주었다.

4. 참고문헌

- (1) T. S. Kwon, *Solid State Communications*, 74, No.11, 1233 (1990).
- (2) T. Hutchings, in Solid State Physics, edited by F. Seitz & Turnbull (Academic Press, New York, 1964) Vol.16.
- (3) H. Fütterer, Ph.D. Thesis, Ruhr-Univ. Bochum (1988).