

遍歴電子反強磁性体 CrB_2 の熱膨張

電総研 西原美一, 徳本 圓

1. はじめに

遍歴電子強磁性体の磁気体積効果¹⁻⁴⁾に比べ、反強磁性体について調べた例は非常に少ない。われわれは、 CrB_2 および MoB_2 , VB_2 との合金の熱膨張を測定し、 CrB_2 の磁気体積効果について検討した。

CrB_2 は六方晶 AB_2 構造(C32)の遍歴電子反強磁性体である。反強磁性転移温度 T_N は 87K にあり、磁気構造は 0.5 Mb の磁気モーメントが a-c 面内で回転してイソサイクロイド構造である。⁵⁾ 図1に示すように、 MoB_2 , VB_2 との合金では、 MoB_2 が ~60% を越えたところ、 VB_2 が 30% を越えたところで、常磁性体となる。

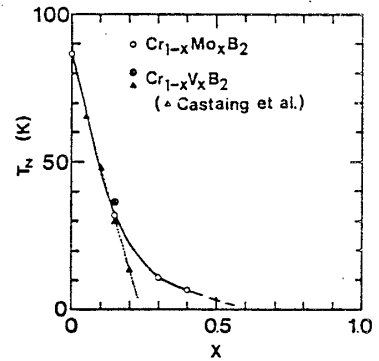


図1. T_N の濃度変化

2. 実験結果

2.1 格子定数の温度変化

常磁性試料の格子定数は a, c とも温度上昇により単調に増加する。一方、反強磁性の試料では、図2の CrB_2 のように、格子定数 c が温度上昇につれて室温近くまで減少する。 T_N の近くでは減少が急になり、 T_N を越えたところでゆるやかになる。

c と a の比は図3のような温度変化を示す。常磁性の試料では c/a は温度上昇とともに明らかに増加するが、反強磁性を示す CrB_2 , $\text{Cr}_{0.85}\text{V}_{0.15}\text{B}_2$ では室温まで減少する。反強磁性転移温度においても、c/a にはほとんど変化が見られない。図3の結果から、反強磁性の試料は常磁性のものより c 軸方向にのびていて、その磁気効果によりと見られるのびは室温まで残っていることがわかる。

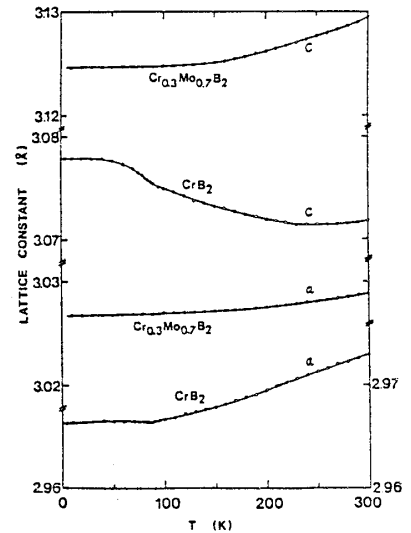


図2. 格子定数の温度変化

2.2 体積の温度変化

図4に体積の温度変化を示す。磁気秩序による体積の増加 ($\Delta V/V$) は CrB_2 で 0.085% である。

体積変化より求めた CrB_2 と $\text{Cr}_{0.3}\text{Mo}_{0.7}\text{B}_2$ の熱膨張係数の温度変化を図5に示す。 $\text{Cr}_{0.3}\text{Mo}_{0.7}\text{B}_2$ の温度変化は、実際で示したデバイ温度 ~850K のデバイ比熱関数の変化でほぼ合わせることができると推定される。

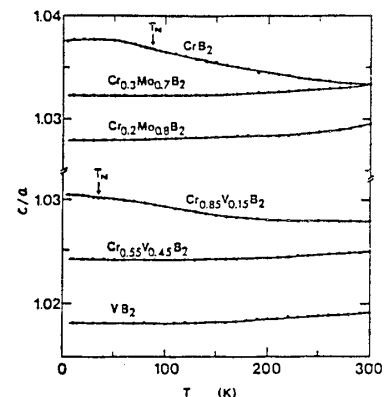


図3. c/a の温度変化

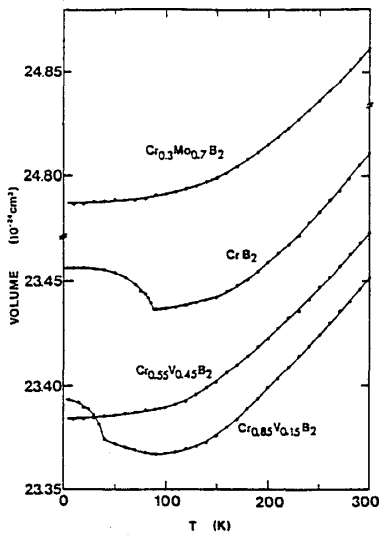


図4. 体積の温度変化.

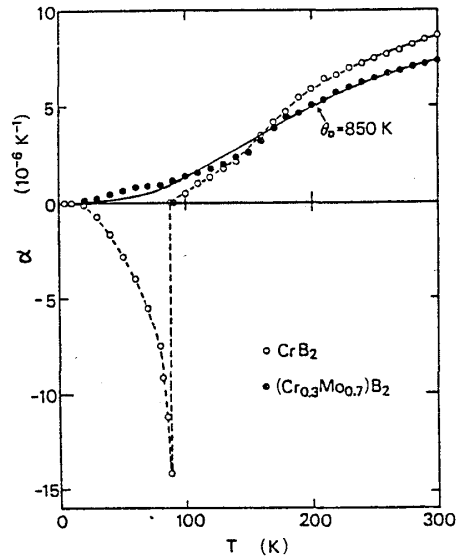


図5. 熱膨張係数の温度変化.

3. CrB₂の磁気体積効果

図5からCrB₂の磁気体積効果を求めるため、Cr_{0.3}Mo_{0.7}B₂の熱膨張係数を非磁性の寄与と仮定して両者の差をとると、図6のようになる。Cr_{0.85}V_{0.15}B₂とCr_{0.55}V_{0.45}B₂との差をとったものも、T_Nの差を除くと、常磁性温度領域ではCrB₂の結果とほぼ同じになる。

熱膨張係数に対する磁気的な寄与は、T_Nで大きな負のピークをつくった後、~150 Kで正となり~200 K以上では一定値~1×10⁻⁶ K⁻¹となる。常磁性温度領域でのこの大きさは、弱い強磁性体MnSi⁽¹⁾における2.5×10⁻⁶ K⁻¹、ZrZn₂⁽²⁾における~1×10⁻⁶ K⁻¹等とほぼ同じ程度の大きさである。

スピンのゆらぎの理論的結果⁽⁶⁾から予想されるように、遍歴電子反強磁性体CrB₂では、T_N以上の常磁性領域でも、正の磁気体積効果が存在することがわかる。

参考文献

- 1) M. Matsunaga, Y. Ishikawa and T. Nakajima: J. Phys. Soc. Jpn. 51 (1982) 1153.
- 2) S. Ogawa: Physica 119B (1983) 68.
- 3) G. Creuzet, I. A. Campbell and J. L. Smith: J. Phys. (France) 44 (1983) L547.
- 4) K. Suzuki and Y. Masuda: J. Phys. Soc. Jpn. 54 (1985) 630.
- 5) S. Funahashi, Y. Hamaguchi, T. Tanaka and E. Bannai: Solid State Commun. 23 (1977) 859.
- 6) T. Moriyaz and K. Usami: Solid State Commun. 34 (1980) 95.

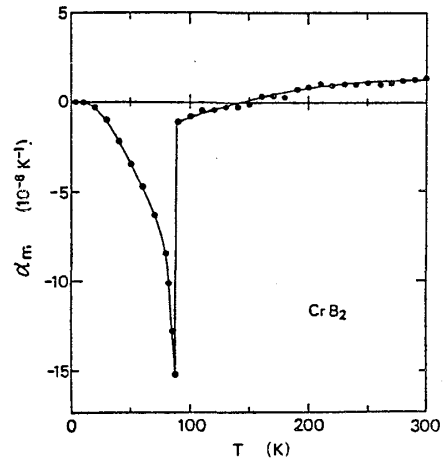


図6. CrB₂の熱膨張係数に対する磁気的な寄与.