

極低温冷凍機用の磁性体の開発 - 希土類窒化物の低温磁気特性 -

¹ 阪大院工、² 阪大院工（院生） 中川貴¹、荒川貴行²、富岡直人²、山本孝夫¹
³ 阪大産研、⁴ 物材機構 楠瀬尚史³、新原皓一³、神谷宏治⁴、沼澤健則⁴

【緒言】 Gd, Tb, Dy, Ho, Er の窒化物は強磁性体で、そのキュリー温度はそれぞれ 59 ~ 74、42、26、18、5 K と報告されており、極低温冷凍機用の磁気冷媒や蓄冷材として期待できる。これらの窒化物中では希土類原子の充填密度は金属中よりも高く、これらの応用のための磁気特性が体積あたりでは優れていると考えられる。そこで、我々はこれらの低温磁気特性を測定し評価した。

【実験】 希土類窒化物 (GdN, TbN, DyN, HoN 及び ErN) は、酸化物に炭素を混合し窒素ガス中で 1773K で反応させる炭素熱還元法と、金属片を 1873 K、130 MPa の窒素ガスと反応させる HIP 法でそれぞれ合成した。試料は X 線回折で窒化物の単相であることを確認し、磁化と比熱を測定した。

【結果】 HIP 法で合成した HoN の無磁場中と 5 T の磁場中で測定した低温領域の比熱を右図に示す。12 K での比熱は $2.4 \text{ MJ K}^{-1} \text{ m}^{-3}$ に達し、従来 GM 冷凍機の蓄冷材として使用されてきた Er_3Ni の $0.35 \text{ MJ K}^{-1} \text{ m}^{-3}$ (@ 7.5 K) や ErNi の $0.95 \text{ MJ K}^{-1} \text{ m}^{-3}$ (@ 10 K) より遙かに大きい。また、DyN の比熱も 18 K で $1.7 \text{ MJ K}^{-1} \text{ m}^{-3}$ であり、希土類窒化物が冷凍機用蓄冷材として優れた物性を示すことがわかった。

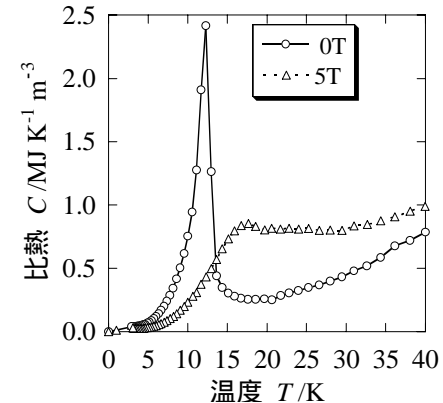


図 HIP 法で合成した HoN の
○ : 無磁場比熱と △ : 5 T の磁場
中比熱 の温度依存性