

상온용 자기냉동기에 사용될 영구자석의 배열에 관한 연구

민 성 기, 유 성 초, 서 항 석*, 이 승 원**, 조 한 중***
 충북대학교 물리학과, *한국에너지기술연구원, **충남대학교 금속공학과, ***마그토피아

Research of Magnetocaloric Effects for pure Gd and alloys

Seong-Gi Min, Seong-Cho Yu, Hang-Suk Suh*, Seoung-Won Lee**, HanJoong Cho***
 Department of Physics, Chungbuk Nat'l University, Cheongju 361-763, Korea
 *Korea Institute of Energy research, Daejeon 305-343, Korea
 **Department of Metallurgy of Engineering, Chungnam Nat'l University, Daejeon 305-764, Korea
 ***Magtopia Co., Gumi, Gyeongbuk 730-030, Korea

요 약

자성재료에 자기장을 가해주면 가열되고 자기장을 제거하게 되면 냉각되는 성질이 있는데, 이것을 자기열량효과(magnetocaloric effect: MCE)라고 한다. 외부 자기장이 증가를 할 때 외부 자기장이 증가를 할 때 자성체내의 자기모멘트들은 자기장의 방향으로 정렬을 하게 되어 엔트로피는 감소하게 된다. 단열과정에서 총엔트로피를 변화시키지 않으려면 자성체의 온도가 올라가야 한다. 단열과정이 아닌 등온 과정이면 온도는 변화하지 않고 자성체의 엔트로피만 변화(ΔS_M)가 생기게 된다. 자기열량효과는 이 엔트로피 변화를 통하여 간접적인 방법으로 측정될 수 있다. 단열상태에서 외부자기장이 가해진 상태에서 외부자기장을 제거하게 되면 엔트로피는 변화가 없지만 자성체의 온도가 내려가게 된다. 이것을 단열온도변화(ΔT_{ad})라 하며 단열온도변화정하는 것이 자기열량효과를 직접적으로 측정하는 방법이다. 이러한 자성체의 엔트로피변화와 단열온도변화는 큐리온도-강자성에서 상자성으로 변하는 온도-에서 가장 큰 값을 갖게 된다.

상온에서 1976년 Brown에 의해서 보고 되었다⁽¹⁾. 그는 가돌리늄(Gd)을 자기냉매로 사용하여 상온에서도 자기냉동이 가능함을 보여주었다. 이 때 사용된 자석은 초전도자석을 이용하여 매우 높은 자기장하에서 실험이 되었다. 특히 1997년 2월에 미국의 Ames 연구소(아이오와 주립대)와 Astronautics사의 공동연구팀은 자기냉동이 실현 가능하며 기존의 증기압축 냉동에 필적할 만하다는 것을 보인 실증 실험장치의 성공적인 작동을 공개한 바 있다^(2,3).

그 이후의 연구결과들은 영구자석을 이용한 자기냉동기가 사용될 수 있음을 나타낸다. 자기열량효과는 외부자기장의 세기와 비례를 하므로 영구자석을 이용하여 가장 큰 자속밀도를 나타낼 수 있게 할 필요가 있다. 본 연구에서는 전산모의을 통하여 영구자석의 모양과 배열 방법에 대하여 자기장의 분포를 알아보았다. 그 결과 영구자석을 사각형태로 배열했을 때 공극의 중앙부분에서 1.18 T를 얻었고 영구자석과 강자성체를 팔각형태로 배열하여 10 mm의 공극의 중앙부분에서 2.25 T의 자속밀도를 얻을 수 있었다.

참고 문헌

1. Brown, G. V., 1976, Magnetic heat pumping near room temperature, J. Appl. Phys., Vol. 47, pp. 3673-3680
2. Gschneidner, K. A., Jr., Pecharsky, V. K. and Zimm, C. B., 1999, Magnetic cooling for appliances, Proc. 50th Ann. International Appliance Tech. Conf., West Lafayette, IN, pp. 144-154
3. Gschneidner, K. A., Jr., Pecharsky, V. K. Pecharsky, A. O. and Zimm, C. B., 1999, Recent developments in magnetic refrigeration, Materials Science Forum, Vol. 315-317, pp. 69-76