2004-S-182

회전식 자기냉동장치에 대한 실험적 연구

이 종 석†, 홍 정 호*

강릉대학교 정밀기계공학과, *강릉대학교 대학원

Experimental Study on a Rotary Magnetic Refrigeration Device

Jong Suk Lee†, Jeong Ho Hong*

Department of Precision Mechanical Engineering, Kangnung National University, Gangneung-si, Gangwon-do, 210-702, Korea

**Graduate School, Kangnung National University, Gangneung-si, Gangwon-do, 210-702, Korea*

요 약

자기냉동은 자성재료를 냉매로 사용하기 때문에 기존의 증기압축식 냉동에서 사용하는 CFC, HCFC 등의 냉매가 가지고 있는 오존층 파괴 등의 문제를 발생시키지 않으며, 대체냉매인 HFC가 가지고 있는 지구 온난화의 문제도 일으키지 않으므로 인체나 환경에 무해하다는 점에서 친환경적인 냉동기술이라고 할 수 있다. 게다가 자기냉동기는 소형으로 만들 수 있는데, 이는 자성재료의 자기엔트로피 밀도가 기존의 프레온가스 냉매의 그것보다 크기 때문이다. 자기냉동에 필요한 자기장은 전자석, 초전도자석, 또는 영구자석 등에 의해 제공될 수 있으며, 자기냉동은 전력소모, 소음, 진동 등이 발생하는 압축기를 필요로 하지 않는 것이 최대의 장점이다.

1976년에 Brown은 최초로 실온에서 작동하는 자기냉동기를 보고하였는데, 가돌리늄(Gd)을 자기냉매로 사용하여 유체(물 80%와 에틸알코올 20%)를 재생시킴으로써 7 T의 큰 자기장에서 47℃의 온도차를 얻었다. 자기냉동에서의 큰 진전은 1997년에 미국의 Astronautics사와 Ames Lab의 공동연구팀이 (1) 자기냉동이 실온에서도 실현 가능한 기술이며, 증기압축식 냉동에 필적할 만하다는 것을 보인 것과 (2) 이미 알려져 있던 자기냉매보다 자기열량효과가 훨씬 큰 새로운 재료를 발견한 것이다. 이로써 자기냉동에 대한 관심과 기대가 한결 커졌으며, 실온 부근의 자기냉동에 대한 연구가 더욱 활발해지고 있다.

본 연구에서는 자기열량효과가 큰 자성재료인 가돌리늄 리본과 상당히 높은 자기장을 형성하는 영구자석인 상용 NdFeB자석을 이용한, 실온에서 작동하는 회전식 자기냉동 실험장치를 구성하고 실험을 수행하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

(1) 0.5 mm 두께의 비교적 작은 양의 가돌리늄과 상용 영구자석을 이용한 실험장치에서, 고온부(발열부)와 저온부(냉각부)가 형성되는 것을 보임으로써 자기냉동의 원리를 실증하였다.

(2) 14 mm 떨어진 한 쌍의 상용 NdFeB자석(50×50×25 mm) 중간지점에서 0.6 T의 자기장이 형성되었으며, 한쪽에 4개씩의 자석을 붙여서 사용하면 자기장의 세기는 0.9 T로 증가하였다.

(3) 중국산 가돌리늄 샘플의 자기열량효과(온도변화)는 Ames Lab의 고순도 샘플과 비교해서, 0.5 T에서는 평균 82%, 0.9 T에서는 평균 90% 정도로, 샘플의 순도에 따라 상당한 차이가 있음을 보여준다.

(4) 샘플의 길이 방향과 자기장의 방향이 수직(V)일 때와 수평(H)일 때의 온도변화의 비(V/H)는 0.5 T에서 평균 63%, 0.9 T에서는 평균 66% 정도로, 자기냉매의 자기열량효과가 자기장의 방향에도 상당한 영향을 받는 것을 보여준다.

(5) 고온부와 저온부 사이의 온도차는 원판의 회전속도가 일정하게 유지되는 동안은 변하지 않고, 회전속도가 줄어듦에 따라 온도차가 조금 더 벌어졌는데, 자기장의 세기가 0.9 T 정도일 때 평균적인 온도차는 30 rpm에서 0.4℃, 20 rpm에서 0.5℃, 10 rpm에서 0.7℃ 정도였다.