

동축형맥동관냉동기의 재생기와 맥동관 온도분포 특성 연구

박성제[†], 홍용주, 김효봉, 김양훈^{*}

한국기계연구원 열유체공정기술연구부, ^{*}부산대학교 기계공학부

Temperature Distribution of the Regenerator and Pulse Tube on the Coaxial Pulse Tube Cryocooler

Seong-Je Park[†], Yong-Ju Hong, Hyo-Bong Kim, Yang-Hun Kim^{*}

Korea Institute of Machinery & Materials, Daejeon 305-343, Korea

^{*}Department of Mechanical Engineering, Pusan National University, Pusan, Korea

요 약

맥동관 냉동기는 팽창부의 변위기 대신에 가스 피스톤에 의해 냉동을 발생하여 진동과 소음문제는 물론이고, 부가적인 열손실 요소를 제거함으로써 신뢰성과 수명성과 수명이 향상되어 기존의 극저온 냉동기들을 대체하고 있다.

맥동관 극저온 냉동기는 재생기와 맥동관의 배열에 따라 in-line type(직렬형), U-type과 coaxial type(동축형) 등의 3가지 유형으로 구분할 수 있다. 동축형 맥동관 극저온 냉동기는 구조적으로 가장 소형으로 제작이 가능하기 때문에 센서가 부착되는 실제 시스템에 가장 유리하지만 냉동성능은 3가지 유형 중에 가장 나쁜 것으로 알려져 있다. 이것은 재생기와 맥동관 접촉면에서의 온도분포가 다르기 때문에 서로간의 열교환이 큰 손실로 작용하기 때문이다.

본 연구에서는 선형압축기를 이용한 동축형 관성관 맥동관 냉동기의 성능을 향상시키기 위하여 재생기와 맥동관 사이에 진공단열공간을 두어 재생기와 맥동관 사이의 열교환 손실을 제거하고, 재생기 재질 및 맥동관과 재생기의 체적비와 관성관 효과 등에 의한 냉각특성을 조사하기 위한 기초연구로서 오리피스형 맥동관 극저온 냉동기의 성능특성에 관한 실험적인 연구결과를 제시하고자 한다.

오리피스형 동축형 맥동관 냉동기에서 오리피스의 open turn 수는 성능에 커다란 영향을 미치며, 최적의 작동 주파수에도 영향을 준다. 그리고 오리피스의 open turn 수가 증가하면서 최저도달온도는 저하하지만 입력전력도 같이 상승하는 것을 알 수 있었다. 또한 오리피스형 동축형 맥동관 냉동기에서 충전압력 20kg/cm²G에 비해 25kg/cm²G일 때 대체로 최저도달온도가 낮은 것을 알 수 있었다. 마지막으로 coldhead의 온도는 맥동관의 최저온도보다 높게 나타났으며, 재생기와 맥동관 길이방향으로 저온부 영역의 온도를 비교하면 맥동관에서 온도가 훨씬 낮게 나타났고, 고온부 영역에서는 거의 비슷한 온도분포를 보였다. 따라서 재생기와 맥동관 사이의 진공단열층이 없다면 재생기와 맥동관 사이의 열교환 손실이 상당히 크게 작용하리라는 것을 예상할 수 있었다.

참고문헌

1. Martin, J.L., Corey, J.A., Martin, C.M., "A pulse Tube cryocooler for Telecommunications Applications", Cryocooler 10, 1998
2. R. Radebaugh, "Development of the Pulse tube Refrigerator as an Efficient and Reliable Cryocooler", Proceedings Institute of Refrigeration, London, 2000
3. Gifford, W. E. and Longsworth, R. C., "Pulse Tube Refrigeration", Trans. ASME, J. of Eng. for Industry, Paper No. 63-WA-210, 1964