

2단 GM형 맥동관 냉동기 적용 크라이오 펌프 개발

고준석¹, 박성제¹, 고득용¹, 김효봉¹, 홍용주¹, 염한길¹, 강민정², 강상백²

¹한국기계연구원, ²우성진공

반도체 생산 공정은 청정 환경을 요구하며, 이를 위해서는 고진공 환경이 필수적인 요소이다. 반도체 생산 라인의 고진공 환경 조성을 위해서는 주로 복합 분자 펌프와 크라이오 펌프가 사용되고 있다. 본 연구에서는 기존의 상용 크라이오 펌프에 사용되던 GM 극저온 냉동기를 맥동관 냉동기로 대체하기 위한 연구를 수행하였다. 맥동관 냉동기는 저온부에 움직이는 부분이 없어 진동이 작고, 신뢰성이 높은 장점이 있어 이를 이용한 크라이오 펌프는 반도체 생산 공정의 공정 정밀도 향상에 기여할 수 있을 것으로 기대된다.

맥동관 냉동기는 크라이오 펌프에 사용하기 위하여 2단으로 구성되며, 저온부가 U자 형상으로 개발되었다. 상용화를 고려하여 로터리 밸브와 위상조절기구가 위치하는 상온부는 일체형으로 제작하였다. 제작된 맥동관 냉동기의 기초 냉각 성능 시험 결과 부하가 없는 조건에서 최저도달온도는 1단과 2단에서 각각 42.53 K과 8.68 K 이었으며, 부하 시험 결과 1단과 2단에서 각각 40 W at 82.97 K, 10 W at 20.51 K의 냉각 능력을 갖는 것으로 측정되었다. 개발된 맥동관 냉동기에 복사차폐막 및 1차, 2차 냉각판을 설치하여 크라이오 펌프를 구성하였고, 기체 질소에 대한 배기 속도 측정 시험을 수행하였다. 배기속도 측정 결과 배기속도는 2차 냉각판의 형상에 크게 영향을 받는 것이 확인되었으며, 약 650 L/의 배기속도를 갖는 것으로 측정되었다. 실험 결과를 바탕으로 크라이오 펌프로 작동시 맥동관 냉동기의 동작 특성 및 배기 속도 향상을 위한 방안을 논의하였다.

Keywords: 맥동관 냉동기, 크라이오 펌프, 배기속도