

2단 Gifford-McMahon 극저온 냉동기를 이용한 Cryopump 시험에 관한 연구

박성제, 홍용주, 고득용, 염한길, 김효봉, 고준석

한국기계연구원

고진공과 초고진공에서는 진공펌프로부터 오일분자등의 오염분자가 작업공간으로 역류하여 진공중의 제품과 기기를 오염시키는 것이 가장 큰 관심사이다. 특히 반도체 및 신소재 개발, 입자가속기, 핵융합연구 및 우주개발 등의 첨단과학분야와 현재 날로 발전하고 있는 표면공학연구 등에서는 10^{-10} Torr 급의 초고진공 분위기와 청정진공이 필수불가결하다. 특히 선진국의 산업구조는 반도체, 디스플레이, IT 제품 등 고부가가치 산업으로 재편되고 있으며, 이에 따라 핵심생산장비인 초고진공펌프의 수요가 급격히 증대하고 있다. 본 연구에서는 cryopump의 국산화 개발을 위해 cryoarray와 cryoarray를 극저온으로 만드는 데 사용하는 2단 Gifford-McMahon(G-M) 극저온 냉동기를 설계, 제작하여 성능시험을 수행하였다. 최적의 작동조건은 작동주파수 70 rpm, 정상작동상태압력 14 atm에서 작동개시로부터 2단 팽창부의 최저도달온도에 이르는 시간은 약 55분이었으며, 1단과 2단에서 각각 36.5 K, 9.5 K 이었다. 또한 1단과 2단에서의 순수냉동능력은 1단 팽창부의 온도 80 K와 2단 팽창부의온도 20 K에서 약 42 W와 11 W로써 양호한 성능을 보였다. 또한 2단 Gifford-McMahon 극저온 냉동기 에 1차, 2차 array와 복사셴드를 부착한 cryopump 시제품의 성능시험을 한 결과 1단, 2단 저온부와 1차, 2차 array의 최저도달온도는 각각 약 80 K, 17 K, 88 K, 18 K 이었고, 최고진공도는 최소한 10^{-8} Torr 이하로써 기존의 제품과 유사한 성능을 보여주었다. 본 연구에서 개발한 2단 G-M 극저온 냉동기의 열교환은 축냉방식을 이용하므로 Stirling, Pulse tube 극저온 냉동기에도 활용할 수 있고, cryoarray의 설계 및 제작 기술의 습득으로 인해 실험에 의한 검증이 가능하게 되었다.