



80

냉동기/히트펌프

11

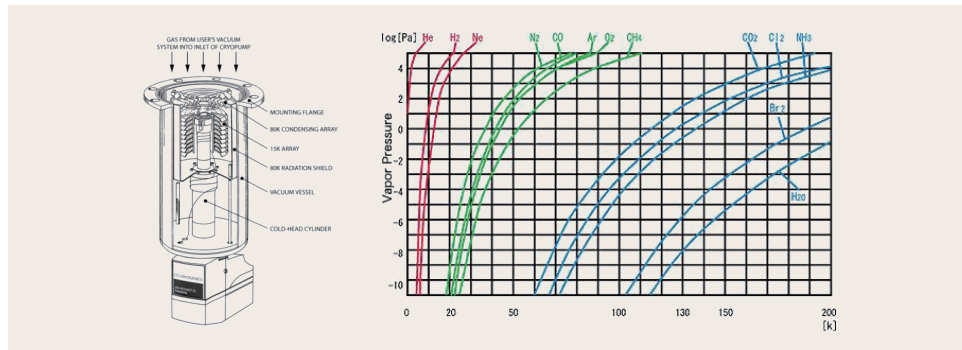
GM(Gifford-McMahon) 극저온냉동기 및 극저온 고진공펌프

연구자. 박지호

소속. 에너지저장연구실 042-868-7204

기술 개요

- 극저온 고진공펌프는 극저온환경을 이용하여 기체를 응축 또는 흡착하여 진공환경을 조성하는 기기로, 극저온 환경을 조성하는 극저온냉동기 기술이 핵심
- 극저온 고진공펌프에 사용되는 다단 GM 극저온냉동기는 1단에서 80K, 2단에서 20K의 온도를 조성하며, 기체입자는 온도의 하강으로 인해 운동에너지의 대부분을 잃고 cryo-condensation, cryo-sorption, cryo-trapping 현상에 의해 진공환경 조성



〈극저온 고진공펌프의 일반적인 구조(왼쪽), 다양한 기체에 대한 증기압(오른쪽)〉

고객 · 시장

- GM 극저온냉동기 초저온 물성측정 장치, 양자 컴퓨터 냉각장치, 의료기기, 초전도 냉각기기, 액체수소 및 천연가스를 비롯한 다양한 산업가스 액화분야
- 극저온 고진공펌프 초저온 반도체 식각장비 및 반도체/디스플레이 제조장비 제조사

기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

- 대외 수출규제대응 및 산업구조 관점
 - 국내 반도체 제조공정용 극저온 고진공펌프는 Brooks(미)사가 시장을 점유, 디스플레이 제조공정용 극저온 고진공펌프는 Ulvac(일)사가 시장을 점유하고 있어, 현 시점 대일무역규제 관련, 특히 디스플레이 분야에서는 향후 기술자립화를 위한 국산화가 절실
 - 국내 극저온 고진공펌프뿐만 아니라. 핵심부품인 극저온냉동기에 대한 기반기술이 낙후되어 있으며, 설계부터 제조, 생산, 성능시험/신뢰성평가 등의 전주기적 상품화 기술이 미흡한 실정
 - 디스플레이의 대면적화 및 유기물을 사용하는 유기발광다이오드 디스플레이 위주로 기술이 발전함에 따라, 수분 제거능력을 가지는 유일한 초고진공 진공펌프인 극저온 고진공펌프의 수요가 증가할 것으로 기대
- 탄소중립 대응 관점
 - 미래 에너지원으로 고려되고 있는 수소 및 천연가스는 탄소의 함유량이 낮아 상온에서 액체로 존재하기 어려워 이의 안전한 보관을 위한 액화를 위해서는 극저온 냉각시스템이 요구

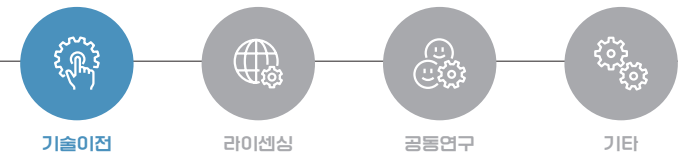
KIMM CORE TECHNOLOGIES 2024

81

기술완성도(TRL)



희망 파트너쉽



기술의 차별성

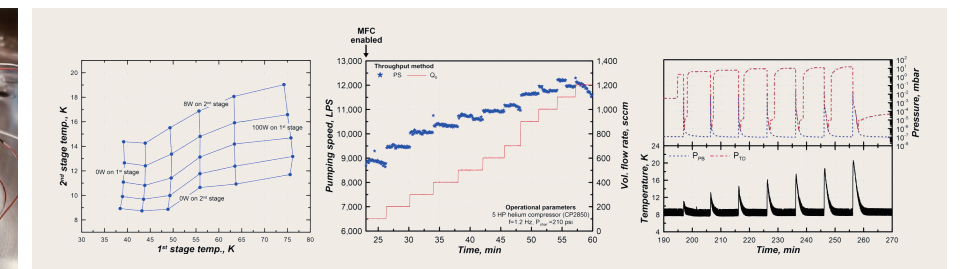
- GM 극저온냉동기의 대용량화에 유리한 로터리밸브를 채택하여 유동 제어. 로터리밸브의 내구성 및 기밀성을 향상시키기 위한 재질 및 표면처리기술 적용
- 극저온 고진공펌프의 부하변동에 따른 GM 극저온냉동기의 부하추종 운전기술 적용

기술의 우수성

- (GM 극저온냉동기) 지구온난화 지수(global warming potential, GWP)가 0인 헬륨을 냉매로 사용하는 극저온 냉동기로 경쟁 브랜드 제품대비 높은 냉각능을 기록. 10,000 시간 이상 내구성 테스트 수행 중
 - Cooling power : 100 W@ 80 K, 8 W@ 20 K
 - Electrical consumption : 5.7 kW
 - Cooling time : 45 min to base temperature of 10 K
- (극저온 고진공펌프) 단일 GM 극저온냉동기를 사용한 국내 최대 규모의 20인치 구경을 갖는 극저온 고진공펌프
 - Pumping speed : 11,000 L/s, crossover : 2,500 L · mbar(N₂)
 - Ultimate pressure : 10-9 mbar
 - Cooling time : 150 min



〈GM 극저온냉동기 저온부(왼쪽), 극저온 고진공펌프 및 시험설비(오른쪽)〉



〈극저온냉동기 냉각능력(왼쪽), 극저온 고진공펌프 배기속도(가운데), crossover(오른쪽)〉

지식재산권 현황

특허

- 극저온 펌프 시스템 및 극저온 펌프 시스템 제어방법(KR2602814)

노하우

- 필요 단수, 작동온도 및 냉각용량에 따른 GM 극저온냉동기 최적설계 패키지
- 최대 구경 20인치 극저온 고진공펌프 공인시험(ISO21360-1)