

# 02 극저온용 비가연성 혼합냉매 및 이를 이용하는 극저온 냉동 장치

연구자 정보: 지속가능기술연구소 산업에너지연구부 이천규 수석연구원 기술이전문의 | tlo@kitech.re.kr

### 기술 구분

기술 분류

기계/소재    전기/전자    섬유/화학    바이오/의료

기술 단계 구분

기초원천기술    상용화·제품화 기술

### 기술 개요

다양한 산업공정에 적용 가능한 혼합냉매 기반 극저온 칩러 제조 기술임.

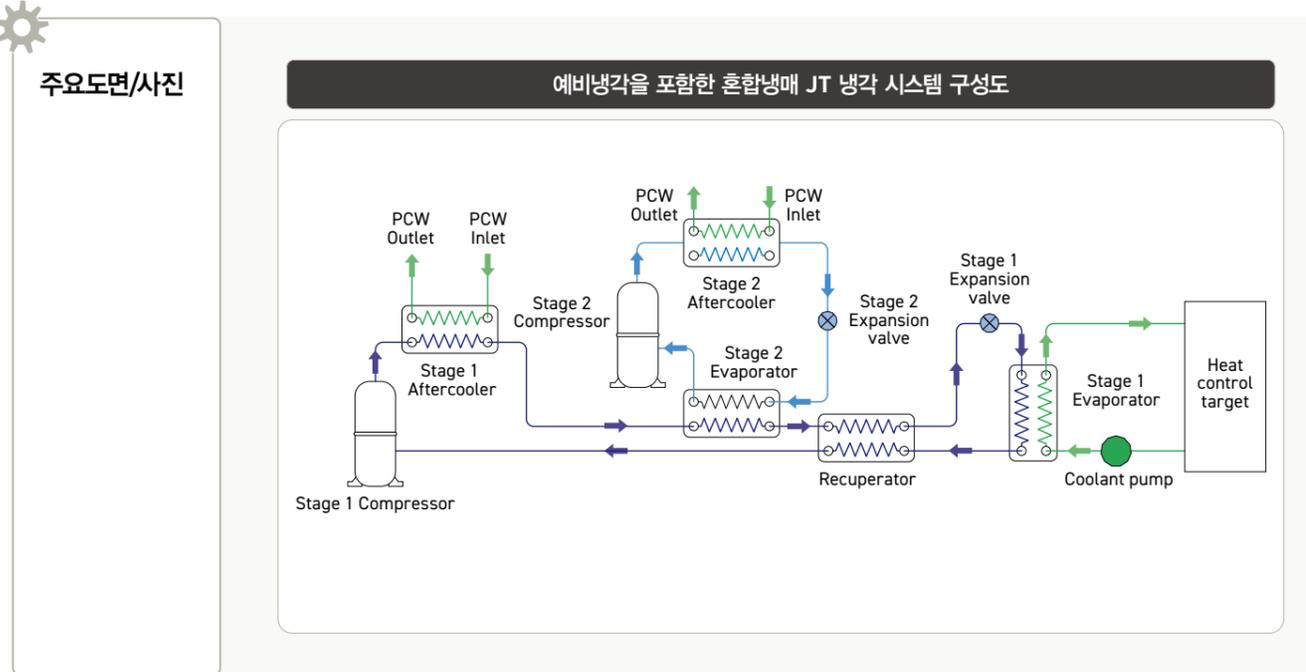
비가연성(Non-flammable) 혼합냉매를 이용해 -120°C 이하 극저온을 구현할 수 있음.

본 기술은 R-218 및 R-14를 주성분으로 하는 혼합냉매 조성비에 관한 것으로, 특정 비율 이상에서 안정적 저온 운전이 가능함.

2단 혼합냉매 냉각 사이클 구조로, 예비냉각(Stage 2) 과 주냉각(Stage 1) 단계로 구성됨.

예비냉각부에서 냉매를 이슬점까지 사전 냉각한 후 주사이클에 공급함으로써 냉동 효율(COP) 향상 및 안정 운전 확보함.

가연성 냉매 없이도 -170°C급까지 냉각 가능한 고안전·고효율 극저온 냉동 기술임.



### 기술의 특징 및 장점

기존 기술 한계	개발 기술 특성
-100°C 이하의 극저온을 구현하기 위해서는 일반적으로 3단 캐스케이드(cascade) 냉동기 구성이 필요함. 다만 압축과 열교환 과정으로 시스템이 복잡하고 설치 공간·비용 증가함.	비가연성 혼합냉매를 적용하여 -120°C 이하의 극저온 영역에서도 안정 운전 가능함.
효율 저하, 유지보수 어려움, 냉매 누설 위험 등으로 산업 적용성 낮음.	예비냉각 단계를 포함한 혼합냉매 줄-톰슨(Joule-Thomson) 냉동 사이클 기반으로 설계되어, 복잡한 다단 냉동기 없이도 극저온 도달 가능함.
단순 구조에서 -120°C 이하 구현이 어려운 것이 기존 기술의 한계였음.	고효율·안전성·구조 단순화를 동시에 구현한 기술임.

### 기술 적용제품 및 활용 분야

본 냉동 시스템은 기존에 반도체 칩러용으로 많이 개발 되었으나, 반도체 공정뿐만 아니라 바이오 저장, 극저온 냉각, 천연가스 재액화 사이클 등 -120°C 이하의 온도가 필요한 모든 극저온 공정에서 활용 가능하고, 본 혼합냉매 사이클로 구성될 시스템은 -120°C 이하에서부터, 최저 -170°C(100K)급까지 구성 가능

### 국·내외 시장 동향

**[국내 시장 동향]**  
현재 국내에서는 일부 바이오 시료 냉동용 소형 극저온 시스템이 국산화되어 있으나, 냉각 온도 -150°C 이하의 제품은 전무함.  
바이오 저장용으로는 일신바이오베이스의 -120°C급 초저온 냉동기, 세일유프리저의 -80°C급 장비 등이 일부 판매 중임. 그러나 이러한 제품들은 대부분 연구용 또는 실험용 소형 장비 수준에 머물러 있으며, 산업 공정용 칩러나 수 kW급 이상의 중형·대형 극저온 냉동기는 국내 개발 사례가 없음.  
반도체, 바이오, 에너지 플랜트 등 산업 현장에서 요구되는 -120°C 이하 냉각용 국산 칩러 수요가 증가하고 있으나, 기술 및 생산 기반이 미흡한 실정임.

**[해외 시장 동향]**  
해외의 경우, 천연가스 액화(LNG) 시스템 등 대형 플랜트용 극저온 냉동 기술은 일부 상용화가 완료됨. 다만 5 kW 이하급 소형 냉동기 시장에서는 Edward사의 PCC 크라이오 쿨러(수십 W @ -150°C), 또는 Maxcool사의 크라이오 칩러(약 4 kW @ -120°C) 정도가 상용화되어 있음.  
이 외 중형 이상급 산업용 칩러 제품은 한정적이며, 특히 비가연성 혼합냉매 기반으로 -150°C 이하 구현 가능한 제품군은 극히 드물음.  
본 기술은 국내외 시장에서 안전성과 효율성을 동시에 갖춘 중형급 극저온 냉동 시스템으로 경쟁력 확보 가능성이 높음.

### 기술 완성도

해당되는 단계에 체크 표시

TRL 1    TRL 2    TRL 3    TRL 4    TRL 5    **TRL 6**    TRL 7    TRL 8    TRL 9

**TRL 6** 시스템/서브시스템 모델 또는 시제품이 유사환경에서 시험 및 검증된 단계

### 지식재산권 현황

No.	특허명	출원일자	출원번호	등록번호
1	극저온용 비가연성 혼합냉매 및 이를 이용하는 극저온 냉동 장치	2022. 04. 27.	10-2022-0052117	10-2712189