

고출력 열전발전모듈 기술

전기변환소재연구센터 | 김봉서

○ 본 기술은 산업 전 분야에서 발생하는 폐열(산업체의 대형 플랜트 폐열, 수송기기 폐열 등)을 이용하여 나노구조제어 기술 기반의 열전변환기술을 적용함으로써 고출력의 열전발전모듈을 개발하는 기술임. 이는 소각로 폐열, 대형 및 소형 자동차 폐열 등을 열원으로 하는 열전발전 기술에 활용됨.

기술개념 및 구성

기술개념

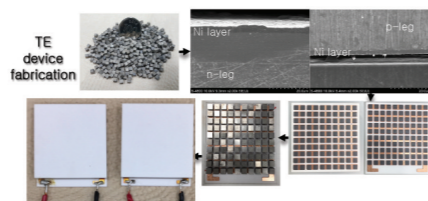
▶ 본 기술은 폐열 에너지로부터 전기에너지로 변환하는 열전변환기술로, 나노구조제어 기술을 기반으로 하는 고출력 열전발전모듈 기술을 개발하는 것임.

기술의 구성도

▶ 산업체 폐열 및 수송장치 폐열을 이용한 발전용 고출력 열전발전모듈 기술임.
- 구성 : 열전소재, 열전모듈 제조 기술, 특성평가 기술



[열전발전기술의 구성 및 응용 예]



[발전용 열전모듈 제조 기술]

1. 기술 개요

기술개발의 필요성

- ▶ 산업체의 대형 플랜트(제철, 정유, 열처리 등의 플랜트), 수송용 기기(트럭, 버스, 승용차, 선박 등에서 대량의 열에너지가 폐열 형태로 대기중으로 버려지고 있음
- ▶ 산업 전 분야에서 화석연료 기반의 열에너지가 폐열 형태로 대기 중에 버려지기 때문에 CO2 가스에 의한 지구온난화 문제가 글로벌 이슈로 대두되고 있음
- ▶ 폐열 에너지 재활용 및 이를 통한 에너지 사용 효율 향상과 환경오염 저감을 위해 고효율 에너지 변환 기술이 필요하고, 이에 대응하기 위해 열 에너지를 전기에너지로 직접 변환할 수 있는 고출력 열전발전모듈 기술 개발이 필요함.

2. 기술 내용

기술의 특징

- ▶ 기술의 특징점
 - 산업체 폐열과 수송용 장치 폐열을 이용하여 열전변환기술을 적용함으로써 소규모 및 독립 발전이 가능하여 다양한 응용분야에 활용이 가능함.
 - 폐열을 에너지원으로 사용하기 때문에 이산화탄소 발생이 없고, 장수명 및 유지보수의 편리성으로 이동형 독립 발전에 응용이 용이함
 - 높은 성능지수를 가지는 열전소재의 적용과 소재 및 모듈 제조공정 기술을 결합하여 고출력의 발전용 모듈 제조가 가능함
 - 소형 독립전원 및 타 발전원과 함께 복합전원으로 활용이 가능함.
- ▶ 기술의 상용화
 - 발전용 열전소재 제조 및 평가 기술

- 열전발전용 모듈 설계 기술
- 열전모듈 가공 및 어셈블리 기술
- 열전모듈 특성 평가 기술

경쟁기술과 차별성

- ▶ 국내외 유사·경쟁 기술 현황
- 중고온 폐열 이용 열전발전 기술

구분	기술명	기술내용
국내	기술명	중온 폐열 이용 열전발전 기술
	기술내용	Pb계 열전소재를 이용한 중온 폐열 이용 열전발전 기술은 열전 변환 성능지수가 높고, 500℃ 이상의 중온 폐열을 이용함
국외	기술명	산화물계 열전발전 기술
	기술내용	700℃ 이상의 고온 폐열을 이용한 열전발전 기술로 고온 폐열 확보가 어렵고, 출력 특성이 낮음
국외	기술명	TRG 열전변환 기술
	기술내용	우주선 또는 달탐사선 등에 적용하기 위해 개발된 열전변환기술

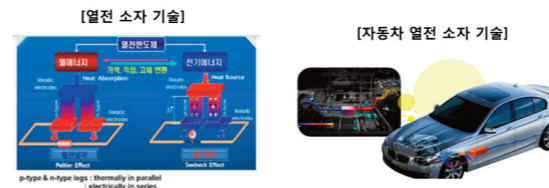
경쟁 기술 대비 우수성

경쟁기술	본 기술의 우수성
저온 폐열 이용 고출력 열전발전 모듈 기술	<ul style="list-style-type: none"> • 300℃ 이하의 저온 폐열을 이용하기 때문에 다양한 열원 확보가 용이하고, 상용화를 통해 안정적인 기술임 • 열전소재 및 모듈 제조 공정이 안정화된 기술 • 열전모듈 설계 및 나노구조제어 소재 기반의 고출력 열전 모듈 기술

3. 기술의 시장성

기술 응용분야 및 제품

- 산업체, 자동차, 발전 등 폐열이 발생하는 산업/제품 전반에 적용

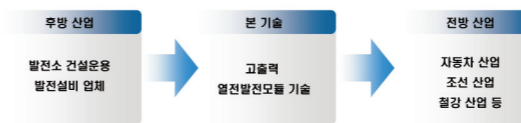


시장이슈

- 에너지 가격 상승과 자립화 트렌드에 맞춰 관련 산업 및 연구 계통에서는 공정 및 제품에서 발생하는 폐열에 주목하고 이를 회수, 활용하기 위한 연구를 진행, 포스텍의 경우 폐열 발전시스템의 상용화에 들어간 상태
- 한국에너지공단은 탄소배출권 등의 이슈에 따라 배출권거래제 활동대상 업체에 대한 폐열회수 이용설비 지원 및 에너지 이용합리화 자금 융자지원 및 세제지원을 바탕으로 중소/중견기업들에 대한 폐열 활용율을 확산코자 하고 있음
- 폐열발전 적용분야가 지속적으로 확장되어, 2019년의 경우 시멘트 폐열발전, 디젤 발전기 폐열 발전시스템, 스마트시티에 적용될 바이오가스 발전 폐열 활용시스템 등 넓은 시장 분야에서의 폐열 발전 기술들이 적용중임

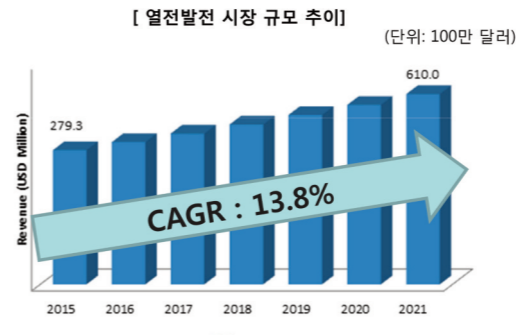
Supply chain

- 본 기술은 중고온의 폐열을 이용한 열전발전기술로 폐열이 발생하는 산업 전반에 폭넓게 적용 가능한 기술임



수요전망

- 세계 열전발전기 시장은 2015년 2억 7900만 달러시장에서 연평균 13.8%이상의 성장률을 보여 2021년까지 6억 1000만 달러 시장에 이를 것으로 전망되고 있음



자료: Zionmarket, 2016

4. 주요 연구성과

특허 출원 및 등록 현황

구분	특허명	국가	번호	년도
출원	최고효율 온도가 200도 이상인 비스무스-안티몬-텔루륨계 열전재료의 제조방법	한국	10-2018-0135857	2018
출원	구리가 도핑된 열전소재	한국	10-2017-0145089	2017

기술의 완성도

- ▶ TRL 6 수준의 기술완성도 단계 : Full-Scale 시제품 개발
- ▶ 개발 기술 범위 : 고출력 발전용 열전소재, 모듈 및 제조 기술
 - 고성능저수 열전소재 기술
 - 발전용 열전모듈 설계 기술
 - 고출력 발전용 열전모듈 제조 공정 기술
- ▶ 기술개발 완료 시기
 - 2018년 12월 : 저온 폐열을 이용한 발전용 열전 소재 및 모듈 제조 기술 개발

5. 기대 효과

기술 도입 효과

- ▶ 경제적인 효과
 - 글로벌 열전발전기 시장은 2021년 기준 600M\$ 규모로, 연평균 20% 이상으로 고성장 추세로, 다양한 폐열을 이용하여 소규모 독립 전원 및 복합 발전용 전원에 대한 수요가 증가하고 있음.
 - 이산화탄소 발생이 없고, 장수명 및 고신뢰도를 가진 발전기술인 열전발전기 기술 분야를 활성화시키고, 확장되는 글로벌 시장을 선점하고, 친환경 에너지 산업구조 개선에 기여함.
 - 고성장 에너지 산업분야에서 고부가가치 친환경 열전발전기술 개발을 통해 신산업 체계를 구축하고, 신규 해외시장 창출에 기여함.

기술·산업적 파급 효과

- ▶ 기술적 파급 효과
 - 기술 중속성이 강한 최첨단 소재 핵심기술을 확보함으로써 차세대 에너지 및 발전 기술을 선도 할 수 있음.
 - 국내 에너지 산업 생태계 구축 및 친환경 발전기술 분야의 국제 경쟁력을 향상시키고, 국내 열전발전 산업 기술의 고도화에 기여.