

구부릴수 있는 단열차폐체

■ 보유기관 국가핵융합연구소

■ 주요 발명자 박영민

■ 권리사항

· 출원번호 10-2005-0123357

· 출원일 2005년 12월 14일

· 현재상태 ■ 등록 □ 공개(심사중) □ 미공개

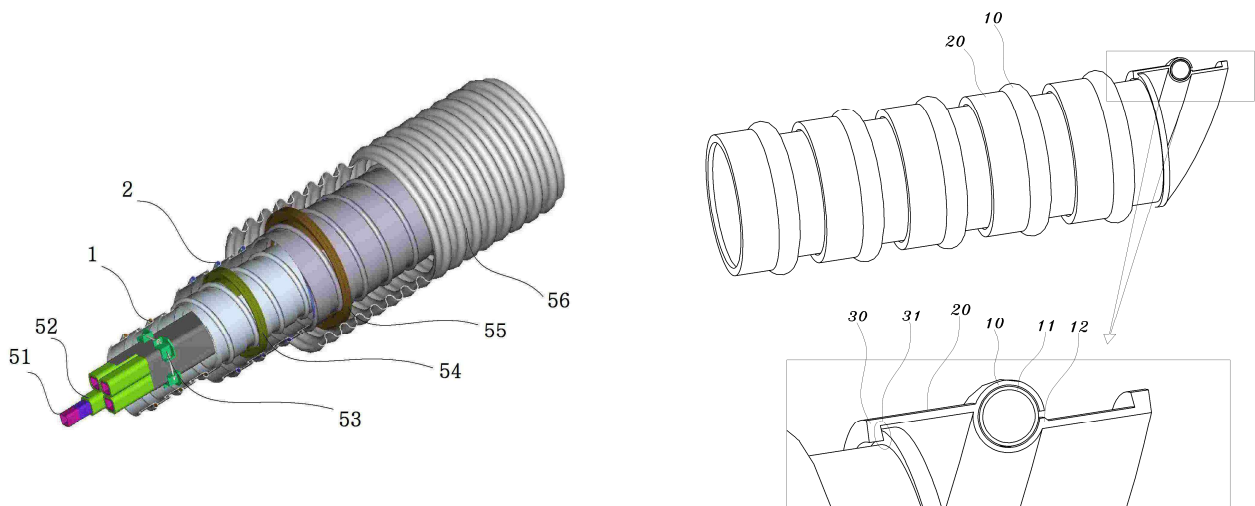
■ 기술완성도 □ 기초연구단계 □ 실험단계 ■ 시작품단계 □ 제품화단계

■ 적용가능분야 및 목표시장 핵융합로 초전도송전선 단열차폐, 공장굴뚝 연통 적용 단열차폐체

■ 기술 개요

본 기술은 구부릴 수 있는 단열차폐체에 관한 것으로, 단열을 위한 냉매를 관 자체의 별도 냉매관에 흐르게 하고, 관 자체가 별개의 이음부에 의해 수축팽창이 가능하여 유연하게 구부러질 수 있음. 이를 위해 관 자체에 냉매를 흐르도록 하여 관의 내외부의 열을 차단하는 구부릴 수 있는 단열차폐체에 있어서, 관 형상으로 비스듬하게 형성됨

■ 기술 개념도



[그림] 단열차폐체가 일 개 저온 송전선에 적용된 사용상태도(좌) 및 구부릴 수 있는 단열차폐체의 사시상태도 및 절개확대도(우)

■ 기술 내용 및 동향

[상세 기술 내용]

각종 산업공정 및 건축물 등으로 부터 폐기되는 폐열의 양이 매우 막대함. 물론 폐열의 성격상 현재의 기술로서는 해결하지 못하는 대상도 없지는 않으나 국내외 연구소 및 기관들의 자료에 의하면 설비 입열량을 기준하여 산업용 오탁류는 약 30내지 60% 정도, 보일러의 경우는 약 9내지 20%정도, 각종 건조설비는 약 10내지 50%정도, 대형빌딩 공조의 경우는 30내지 50%정도로 상당한 폐열이 발생하고 있다고 함

이와 같은 폐열은 일반적으로는 배기, 또는 배가스 등의 형태로 배출되는 것이 대부분이고 어떤 방법을 동원하든지 상당 수준까지는 줄일 수 있는 대상으로 파악되고 있음

폐열의 형태는 배가스, 배공기, 폐온수, 폐증기 등이 있고 생산공정의 제품의 현열, 반응열 또한 폐열로 분류되며 이들의 폐열회수는 부식성 물질 포함여부, 온도 및 유량의 조건에 따라 적용가능한 열교환기의 형태 및 규격과 재질 등도 다양하게 적용되고 있음

[기술의 특징점]

본 기술은 관 내외부의 열을 차단하는 단열차폐관에 관한 것으로, 관 자체에 냉매를 흐르도록 하여 관 내 외부의 열을 차단하고 배관 시 유연하게 구부릴 수 있는 단열차폐관에 관한 것임

기존의 단열차폐체는 단열효과를 위한 냉매를 흐르도록 하기 위해 2중으로 관을 형성하여 그 2중 관의 사이에 냉매를 흐르게 했고, 관이 유연하게 구부러지도록 하기 위해 2중 관을 외측이 주름진 주름관으로 관을 형성함

기존과 같은 형식의 단열차폐체는 초전도케이블의 외곽에는 절연관이 감싸지고, 절연관의 외측에는 주름관이 형성되며 주름관의 외측에는 다른 절연관이 형성되고, 절연관의 외측에는 일정간격으로 스페이서가 설치됨

절연관의 외측에는 다른 주름관이 스페이서에 의해 이격되어 형성되고, 절연관과 주름관의 사이에 냉매가 흐르도록 하여 절연관과 주름관 및 냉매가 단열차폐체를 구성함

그러나 위와 같은 기존의 단열차폐체는 관과 관 사이에 전체적으로 냉매를 흐르게 하여 냉매가 많이 소요되고, 관 자체가 주름관이든 민자 원형관이든지 관계없이 플렉시블하게 구부리는 데 있어 한계가 있는 단점이 있음

기존의 단열차폐체를 무리하게 구부리거나 다른 관과 용접 등의 방법으로 연결하는 경우 관 자체에 상처가 생기거나 제대로 연결이 되지 않아 냉매의 누설이 발생하는 문제점이 있음

아울러 파이프와 같이 길이가 긴 구조물에 들어가는 단열차폐체는 온도가 내려갈 때 열수축이 발생하는 데, 열수축을 자유롭게 보상할 수 있는 기존의 단열차폐체와 다른 구조가 필요한 실정임

따라서 본 사업화 기술은 단열을 위한 냉매를 관 자체의 별도 냉매관에 흐르게 하고, 관 자체가 별개의 이음부에 의해 수축팽창이 가능하여 유연하게 구부릴 수 있는 단열차폐체를 제공함

구부릴 수 있는 단열차폐체는 관 자체에 냉매를 흐르도록 하여 관의 내외부의 열을 차단하는 구부릴 수 있는 단열차폐체에 있어서, 관형상으로 비스듬하게 형성되어 냉매가 흐르는 냉매관과 매관의 양측에 판형상으로 형성되는 몸체판과 몸체판의 양측에 형성되는 이음부를 포함하여 이루어지고, 이음부와 이음부가 서로 겹쳐서 연속적인 관형상을 이루는 것을 특징으로 함

냉매관의 내측에는 내부관이 설치되어 냉매가 보다 안전하게 흐르도록 하는 것을 특징으로 하는 구부릴 수 있는 단열차폐체를 제공함

냉매관의 내부에 내부관이 설치될 시 냉매관의 일측이 절개되어 냉매관에 내부관의 설치가 용이하게 하고, 냉매관과 일측의 몸체판 사이에는 고정구가 돌출 형성되어 냉매관 내부에 내부관을 고정하는 것을 특징으로 하는 구부릴 수 있는 단열차폐체임

이음부는 양측 몸체판의 단부에 몸체판과 직각방향으로 각각 방향을 달리하여 형성되고, 이음부위가 내측으로 경사지게 형성되어 이음이 잘 풀리는 것을 방지함

냉매관은 관형상으로 이루어지고 그 내부로 냉매가 흐르는 것으로, 이러한 냉매관을 컬(curl)타입과 같이 연속적으로 비스듬히 감아 그 형상을 유지하며 후술될 몸체판 및 이음부가 냉매관에 일체로 형성되어 전체적인 관형상이 이루어짐

냉매관은 그 자체로써 내부에 냉매를 흐르게 할 수 있으나, 냉매관의 내측에 내부관이 설치되어 냉매가 보다 안전하게 흐르도록 함

이때 냉매관의 내부에 내부관이 설치되는 경우에는 단면상 냉매관이 폐쇄된 원형이 아닌 일측이 개방된 원형으로 형성되는데 이는 내부관을 냉매관의 내부에 설치할 때 냉매관이 내부관을 덮도록 하여(도 3b에서 도 3c로) 냉매관의 내부에 내부관을 설치하기 용이하도록 하기 위함임

냉매관은 열전도율이 높은 알루미늄 재질로 형성되고, 내부관은 열전도율이 높으면서 쉽게 굽어지지 않는 구리 재질로 형성됨

몸체판은 냉매관의 양측에 판형상으로 형성되고, 길이방향으로 연결되어 냉매관과 함께 관형상을 이루고, 몸체판은 열전도율이 높은 알루미늄 재질로 형성됨

몸체판 사이에는 고정구가 돌출 형성되어 냉매관 내부에 내부관을 고정하고, 냉매관 자체가 내부관을 덮어 냉매관 내부에 내부관을 완전히 고정함

이음부는 몸체판의 단부에 몸체판의 단면상 길이방향과 직각방향으로 형성되고 이음부는 열전도율이 높은 알루미늄 재료로 형성되며, 이음부위가 내측으로 경사지게 형성되어 이음이 잘 풀리는 것을 방지함

그리고 단열차폐체를 무리하게 구부리거나 다른 관과 용접 등의 방법으로 연결하는 경우 생겨나는 관 자체의 상처를 방지하고 다른 관과 연결이 용이하여 냉매의 누설이 발생하는 것을 방지할 수 있는 효과를 제공함

구분	분야	기술성과	파급효과	비고
세계 최고 기술 확보	초전도 선재제작	- 세계 최고성능의 초전도 선재제작기술 개발 - 선재 표면에 1 μ m의 크롬 박막 균일코팅기술 적용 - ITER와 동급사양으로 전류밀도 성능 달성	- ITER초전도선재의 20%를 국산품으로 공급 - 수억원 규모의 국내 생산유발효과 기대	
	초전도 전송시스템 설계·제작	- 세계 최초 34kA급 저손실형 Brass 전류 인입 장치 제작기술 개발 - 40kA급의 대전류 송전용 초전도 버스장치 제작·설치기술 개발	- 제작기술의 국산화로 수억원 규모의 수입대체효과 달성	
	진공기술 및 단열차폐체 기술	- 세계 최초 3차원 곡면의 진공용기제작기술 개발 - 대형 온도급 기술이 적용된 단열차폐 기술 개발	- ITER 진공용기, 포트 및 열차폐체 전량을 국산품으로 공급 예정 - 수억원 규모의 국내 생산유발 효과 기대	
	토카막 정밀조립	- 세계 최초 회전공법을 적용한 TF 초전도자석 정밀 조립기술 개발 - 세계 최초 분할형 솔레노이드 코일 보호를 위한 전치하중 인가기술 개발	- ITER의 조립기술을 총괄 담당 - ITER 조립 장비류 전체를 국산품으로 공급	
	초전도자석 설계·제작	- 대형 초전도자석 제작 전체 공정 기술 개발 - 뛰어난 운전 안정성 확보 - 세계 최초로 전치하중 인가조립 기법 성공	- 기술력 확보로 ITER TF 자석 및 구조물 시장 경쟁력 확보 (수억원 규모)	

< KSTAR 성공적인 건설을 통한 10대 기술성과 중 단열차폐체 기술 (출처: 국가핵융합연구소) >

[기술동향]

폐열이란 열발생 및 사용설비에서 이용되지 못하고 버려지는 에너지를 폐열이라고 쉽게 정의할 수 있으나 각종 산업공정에서의 폐열의 종류와 형태는 매우 다양한 양상을 나타내고 있음

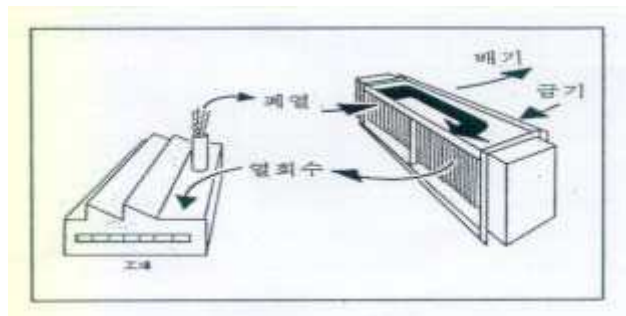
1, 2차 석유파동을 겪으면서 비교적 투자경제성이 양호한 대상의 폐열회수는 일부의 기업은 원가절감차원에서 적극적으로 실행해 왔다고 볼 수 있으나 아직 상당수의 기업은 투자리스크에 대한 우려와 검토, 적용기술의 한계성 등으로 그러하지 못한 실정임

이러한 사실은 어떠한 방법으로도 회수 이용 가능한 폐열이 아직도 상당 수준은 그대로 버려지고 있음을

의미함

폐열은 일반적으로 각종 요로나 보일러 등 연료 사용 설비류에서는 연소 배가스로 배출되고, 가열, 냉각, 증류, 증발, 정제, 분리 등의 공정에서는 냉각, 응축 등의 냉각수로 배출되고 있음

또한 간접 열충식의 건조 설비나 공조 설비의 경우는 배공기로 배출되고 있으나, 각종 설비 및 공정으로부터의 폐열은 각기 다른 물성, 유량 및 온도로 배출되고 있으므로 이상적인 폐열회수 장치의 적용성 검토는 그리 간단하지 않음



폐열회수의 원리(자료: 에너지관리공단)

폐열을 회수 이용하는 시스템은 크게 나누어 공정자체에 이용하는 경우와 타공정 보조 열원 또는 난방 등에 이용하는 경우로 생각할 수 있음

공정자체에 이용하는 경우는 해당 공정(설비)의 열효율제고로 나타나고 회수열의 손실은 없지, 만회수열을 자체이용하지 않는 경우는 열수요처의 가동조건에 따라 회수열을 효과적으로 이용하지 못하는 경우도 예상해야 함

경우에 따라서는, 폐열을 회수해도 이용할 대상이 없는 경우도 있을 수 있음

1) 열발생설비 등 Flue Gas 폐열	가) 공기 예열기 / GAH 관형(중소형 Boiler), 판형(LNG 연소설비), 히트파이프형(), 회 전재생식(발전용 등 대형 Boiler), 레큐퍼레이터(요로류의 고온 배가스), 내식성 열교환기(부식성 배가스 폐열회수)
	나) 급수 예열기 / 에코노마이저 튜브러식(탈기기가 있는 발전용 등 대형보일러) 핀튜브식 튜블러(LNG 등 Clean 에너지 사용설비) 내식성 튜블러(B-C유 등 저급연료 사용설비 및 소각설비)
	다) 폐열보일러(대형소각설비, 요로류 등 고온배가스 배출설비)
2) 건조설비, 공조설비 등 중저온폐열	가) 급배기 열교환기(공기예열기) 관형(고온설비), 판형(중저온, 고온설비), 히트파이프식(중저온설 비), 회전재생식(중저온설비), 내식성열교환기/Glass tube 식, 페놀수지 coating식, Teflon 소재 열교환기 등 (중저온설비)
	나) 급수예열기(온수발생) 핀튜브식 / 레디알핀(고온설비)/ sheet핀(중저온설비) 튜브러식(Dust등 오염물질이 많은 경우) 내식성 열교환기 (부식성 배가스 폐열회수)
3) 증류, 분리, 정제 등 식품, 화학 공정 폐열	가) 판형(Feed와 Product 열교환, 온수발생 등)
	나) Shell and Tube형()
	다) 흡수식 히트펌프(공정 현열 및 잠열회수)
	라) 압축식 " / TVR, MVR (공정 현열 및 잠열 회수) 공정폐 열로서 저압(저온)증기를 발생시켜 사용가능한 압력(온도) 까지 TVR 또는 MVR로서 증기를 압축하는 시스템임

<공정 및 설비별 폐열 회수 장치>

■ 관련 시장 동향

[시장 정의 및 시장규모]

초고온의 플라즈마를 생성하는 진공용기와 극저온의 초천도 자석 사이 온도 변화를 차단하는 열차폐체의 제작에 성공해 약 600억 원 규모인 ITER 열차폐체 전량을 국산품으로 조달하게 됨

또한, 본 사업화 기술은 굴뚝에 설치하여 방출되는 폐열을 다시 쓸 수 있도록 응용할 수 있음

실제로, 에쓰오일 온산공장은 공기 중으로 버려지던 폐열을 압축해 열원으로 이용하는 설비를 구축하고 있음

내년에 이 폐열회수시스템이 본격 가동되면 연료비를 연간 200억 원 아낄 수 있다고 예상함



< 에쓰오일 온산공장 폐열회수시스템 >

정유공장에서 원유를 처리할 땐 가열하고 식히는 과정이 수없이 반복되는데 여기서 나오는 열은 증기 형태로 굴뚝을 통해 공기 중으로 방출됨

이에 에쓰오일 온산공장은 이러한 폐열을 재활용하는 시스템을 구축하고 내년까지 설치를 마칠 예정임

폐열회수시스템은 이를 그대로 버려진 열을 모아 다시 쓸 수 있게 해 주는 장치로 증기 형태의 폐열에 기계적인 압력을 가해 에너지원으로 쓸 수 있는 중압스팀(원유 정제시설, 휘발유 제조시설, 중질유 분해시설 등 정유공장의 거의 모든 공정에서 쓰임)으로 만드는 것임

에쓰오일의 폐열 재활용은 이번이 처음이 아니라 2007년 온산공장 인근에 있는 동제련업체 LS-니코동제련과의 협력을 통해 폐열로 중압스팀을 만든 뒤 이를 파이프라인을 통해 에쓰오일 온산공장에 공급하기로

합

이렇게 해서 에쓰오일이 2008년 7월부터 공급받은 스팀이 연간 50만t에 달하고 에쓰오일은 전보다 25%가량 싸게 스팀을 공급받음으로써 연간 30억원의 연료비를 줄였고 스팀을 만들기 위한 벙커C유 사용까지 줄어들어 이산화탄소를 적게 배출하는 효과도 거둬

정유업종은 철강과 함께 에너지를 가장 많이 쓰는 업종으로 석유 정제 과정에는 높은 열과 압력이 필요하기 때문에 정유공장 운영비용의 80% 정도가 연료비·전기료 등 에너지 비용으로 소모되니 그만큼 에너지 절약이 정유회사엔 중요한 과제임

정유, 철강, 쓰레기소각장, 일반 가정집 등 모든 굴뚝에 이용될 수 있어 폐열회수시스템의 시장이 매우 밝을 것으로 전망됨

유럽에서는 2020년까지 재생가능 에너지 사용 비율을 20% 향상 시키는 것을 목표로 지정하였으며, 히트 펌프를 이용하여 회수한 열에너지를 재생가능 에너지로 인정함

스웨덴은 유럽에서 히트펌프 보급이 가장 활발하게 이루어졌으며 2007년도 히트펌프로 공급된 에너지 전력량은 225억kWh(전력환산)

영국은 히트펌프를 재생가능에너지로 정의하고 인센티브를 제공

일본에서는 히트펌프 에너지 기술개발에 주도적으로 참여하여 축열센터가 각 정부부처에서 필요한 히트펌프의 보급을 전담

국내·외에서 폐열보일러를 활용한 난방이 사용되고 있음

국내 기업의 중동지역 화력 및 열병합발전소 건설 진출과 더불어 폐열보일러가 수출되고 있음

우리나라는 폐열 회수기술과 관련하여 정부의 자금 및 세제 지원으로 기술개발이 이루어지고 있으며, 폐열회수와 관련된 에너지절약전문기업(ESCO)을 활용하여 절약효과 실현 가능하게 하는 는 적극적인 각종 유인책 도입이 필요함

[주요기업 동향 및 경쟁현황]

신재생에너지 분야로 포함되고, 녹색성장이라는 사회적 공감대 확보로 시장성장 잠재력이 높은 분야이며, 고유가 시대에 적합한 산업분야로 급부상이 될 것으로 전망되고 있음

고형연료화의 고급화를 추진하며, 연평균성장률이 10%로 높은 시장전망을 나타내고 있으며, 10%의 소각발전 효율을 20% 수준으로 높이는 기술개발, 기존의 단순소각이 아닌 MBT(Mechanical Biological Treatment), RDF(Refuse Derived Fuel)로 대체 열분해 방법을 통한 폐자원의 고급 연료화 추세 등이 폐자원 에너지화 시장을 이끄는 성장 동력이 되고 있어 사업화 성공 가능성이 높을 것으로 전망되고 있음



< 세계 폐자원 에너지화 시장 >

(출처: 에너지관리공단, 신재생에너지RD&D 전략 2030, 2007)

국내 폐자원 에너지화 기술 수준은 평균적으로 선진국의 60%내외 수준으로 기술실증 및 사업화를 위한 단계이나, 분야별로 기술 수준차이가 존재하고 있음

가연성 폐자원 에너지화는 지방자치단체와 민간사업자가 소규모 시설을 운영하고 있는 기업이 다수이며, 최근 대기업이 시장에 참여하고 있음

다른 신재생에너지와 비교하여 단기간 내에 상용화 및 대량보급이 가능한 분야로 인식되고 있으며, 국내 시장만을 고려하면 규모가 다른 산업분야에 비교하여 상대적으로 협소하여 시장경쟁이 매우 치열하기 때문에 수출 산업화 전략 및 다양한 산업화 전략이 필요함

폐자원 에너지화 산업의 경우 재생에너지를 얻는 것이 목적이므로 석탄, 석유 등 화석연료의 가격이 하락하면 경쟁력이 떨어져 사업성이 활성화되지 못하기 때문에, 화석연료의 가격의 민감한 반응성에 대처 가능한 전략이 필요함

세부전략분야	대기업	중소기업
폐자원 고형연료	대우건설 등 대부분 대기업 건설사	태영건설 한라산업개발
고형폐자원 가스화	포스코건설, 코오롱 건설 현대중공업, 삼성물산	도화엔지니어링, 영남에너지
소각일체형 보일러	대우건설, GS건설, STX	화성보일러, 대림보일러, 한국코트렐,
폐자원 에너지화 공통 핵심설비	대우건설, 롯데건설	가이아, 건민산업, 대보마크네틱스, 포스벨, 지환테크
열분해 복합 에너지화 플랜트	-	서흥인테크, 정일기계, 동명알파에프

< 폐자원 에너지화 분야 국내 업체 현황 (자료: KETEP, 예기물 에너지
기술개발 전략로드맵,2012,04) >

■ 문의처	
· 소속	과학사업화팀
· 담당자	김보경
· 연락처	042-879-6232, godpk2@nfri.re.kr