

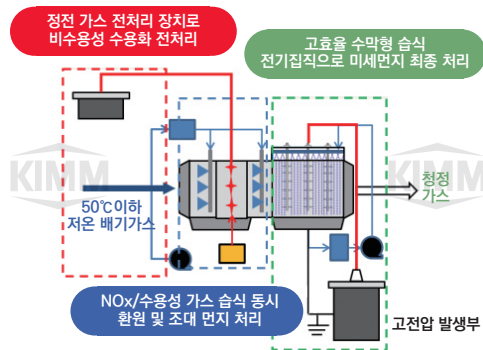
유해가스 및 초미세먼지 동시 저감 기술

지속가능환경연구실

연구자 : 김학준, 한방우
T. 042.868.7775,7068

기술 개요

- 정전산화/습식환원/습식전기집진 복합 가스/초미세먼지 동시저감기술발
- 국내 산업 공정에서 발생하는 가스 및 입자상 대기오염물질을 정전 방식으로 동시에 저감하는 기술을 세계 최초로 상용화 개발



고객 · 시장

- 화력발전소, 일반 제조 공장, IT 제조 공장 등 국내외 산업 배출 가스 정화 시장

기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

- 국내 미세먼지 배출은 사업장에서 약 40% 이상으로 가장 높은 비율을 차지하고 있으며, 지속적으로 증가 추세를 보이고 있음
- 기존 가스 저감 기술과 초미세먼지 제거 기술은 스크러버, 탈질촉매, 전기집진기, 백필터 등의 별개의 장치를 각 공정 별로 적용하여 비용 및 설치 면적이 증가하는 단점 존재
- 특히, 반도체 산업은 SOx, NOx, HF, PM2.5 등 여러 대기오염 물질을 배출하는 대표적인 산업으로 환경 설비에 큰 비용이 지출됨

기술의 차별성

- 정전 산화, 습식 환원, 습식 전기집진 등 복합화를 통해, 세계 최초로 NOx/SOx/HF/PM2.5 등 입자 및 가스상 대기오염 물질 동시 저감 기술이 반도체 제조 산업 및 화력발전소 등에 실증 연구 완료되었고, 반도체 산업에서 상용화되었음
- 정전 라디컬을 이용, 배가스 수용성화하여 복합환원제 분무를 통해 SOx/NOx/HF/PM2.5 등의 오염 물질 동시 저감 기술 개발
- 최종 배출되는 초미세 미스트 및 먼지를 제거하는 자동 세정형 습식 전기집진장치 개발

기술완성도 (TRL)

- 자료조사 기초설명
- 프로젝트 개념 또는 아이디어 개발
- 기술개념 검증
- 프로토타입 개발
- 유사환경 시제품 제작 · 평가
- 파일럿 현장실증
- **상용모델의 개발 및 최적화**
- 상용데모
- 양산 및 초기시장 진입

희망 파트너십



기술이전



라이선싱



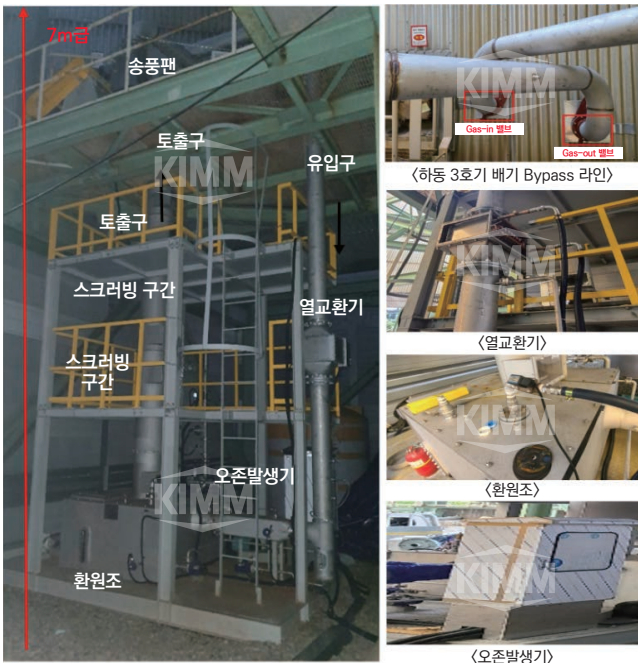
공동연구



기타

기술의 우수성

- SOx/NOx/PM2.5 등 상온 환경에서 95% 이상 동시 저감 성능 확인
- 기존 250℃ 이상의 고온 촉매 방식을 탈피한 상온 NOx 및 초미세먼지 고효율 저감 기술 상용화로 국내 환경기술의 대외 경쟁력 강화
- 대기 오염물질 통합 시스템화로 기존 배기정화장치 유지비 및 설치면적 획기적 개선 기대
- 반도체, LED 등 IT 제조 공정과 화력발전소 등에 실증 연구 완료



< 화력발전소 실증 모습 >

지식재산권 현황

특허

- 정전 복합형 통합 오염가스 처리 시스템(KR1448881)
- 반도체 제조 설비의 배기가스 처리장치(KR2145661)
- 원통형 습식 전기집진기(KR2080979) 등 다수

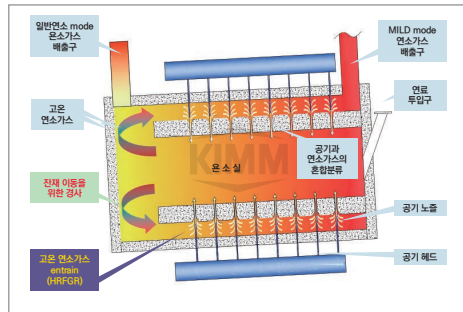
코안다 효과의 노즐이 적용된 고온 FGR을 이용한 저공해 연소기술

지속가능환경연구실

연구자 : 심성훈
T. 042.868.7349

기술 개요

- 코안다 효과의 노즐을 이용하여 고온의 연소가스를 재순환시켜 공기분류의 산소농도를 낮추는 동시에 고온으로 가열하여 초저NOx MILD연소를 구현하는 기술



고객 · 시장

- 연소기/공업로/소각로/화력발전

기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

- 일산화탄소(CO) 및 질소산화물(NOx)을 동시에 줄이기 위한 저공해 연소장치에서 고온의 연소가스를 연소용 공기의 분류에 유인시키는 방법으로 기존에는 공기 노즐과 조합된 벤츄리형의 혼합관을 사용하였음
- 하지만, 이 방법은 공기노즐부와 벤츄리 혼합관의 중심이 일직선으로 조합되어야 하며, 벤츄리 혼합관의 길이가 일정 이상 확보되어야 고온연소가스의 유인을 위한 부압을 발생시킬 수 있으므로, 연소실의 벽 두께가 두꺼워지는 문제점이 있음
- 연소실의 벽이 두꺼워지게 되면 고온의 연소가스가 유동하는 통로의 폭과 함께 전체 연소실의 폭이 더욱 커지게 되어 설치면적도 증가되어야 하므로, 비용의 상승 요인이 되는 문제가 있음

기술의 차별성

- 간단한 구조와 벽체두께의 증가없이 고온의 연소가스를 재순환시켜 공기류에 혼합가능하게 하여 질소산화물(NOx)과 일산화탄소(CO)의 저감이 용이하며, 기체연료의 경우에 80% 이상, 고체연료에서는 40% 이상의 NOx 저감 효과로 이에 해당하는 후처리 설비의 설비비와 운영비를 절감할 수 있음
- 고온연소가스의 재순환을 위해 코안다 효과를 이용한 노즐을 적용한 것으로 사전기술조사결과 유사한 사례 없음

기술완성도 (TRL)



희망 파트너십



기술이전



라이선싱



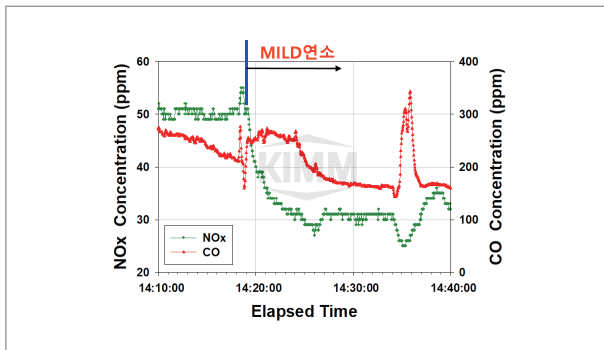
공동연구



기타

기술의 우수성

- 현재 보유하고 있는 공기노즐과 벤츄리 혼합관을 가지는 연소로에서 NOx와 CO의 저감효과가 입증되었으며, 코안다 효과를 가지는 노즐을 제작하여 연소가스의 유인이 효과적으로 이루어짐을 확인하였음
- MILD연소적용 소각로 및 펠릿난방기 상용화 기술이전 중임
- 고체연료 MILD연소 실험결과(미분탄) NOx 농도는 50→30ppm 수준으로 40% 저감 확인함
- 기존 연소에서보다 과잉공기비를 10% 이내의 수준으로 크게 낮출 수 있어 열손실 저감 및 열 이용 효율 향상됨
- 연소로 내 최고온도를 낮춤으로써 화재의 응용부착을 방지하여 로벽의 손상 예방 및 정비시간 단축됨



지식재산권 현황

특허

- 고온 FGR을 이용한 저공해 연소장치(KR1133434)
- 코안다 효과의 노즐이 적용된 고온 FGR을 이용한 저공해 연소장치(KR1289411)
- 코안다 효과를 이용한 고온 FGR 초저NOx 연소장치(KR1320406, PCT/KR2013/011796)
- 저공해 펠릿 연소 장치 및 그 방법(KR1471636)
- 코안다 효과를 이용한 초저 질소산화물 연소장치(KR1453859)

노하우

- FGR율을 높이는 코안다 노즐 최적설계 기술
- NOx저감 효과 극대화를 위한 FGR용 코안다 노즐의 최적 배치기술
- 초저NOx 연소를 위한 수평 및 수직형 연소로 설계기술

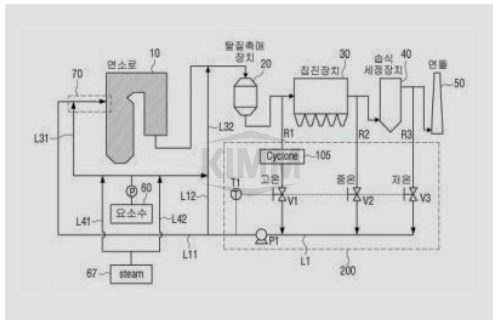
다단 연소가스재순환을 이용한 지능형 질소산화물 제어기술

지속가능환경연구실

연구자 : 윤진한
T. 042.868.7528

기술 개요

- 다단 연소가스재순환 지능형 제어기술은 화력발전 및 소각로 연소시스템에서 대기오염물질 형성을 억제할 수 있는 기술
- 연소가스재순환(FGR) 기술은 전체 연소시스템에서 발생하는 배출 연소가스를 연소실 내부로 순환시켜 질소산화물 농도를 낮추는 기술이며, FGR 가스를 다단 연소기술에 접목하여 연소로 내 국부과열을 방지하고 연소 영역을 분산시켜 질소산화물 총 발생량 억제함
- 질소산화물 생성과 관련있는 연소공기, 연소온도, TMS 질소산화물 배출 등 운전정보를 실시간으로 계측 및 제어하여, 최적의 질소산화물 제어 조건을 도출하고 운전하는 지능형 탈질 시스템 기술 도입



고객 · 시장

- 신재생에너지설비 및 발전 설비
- 제철소나 열처리설비 등 연소분야에 폭넓게 적용 가능

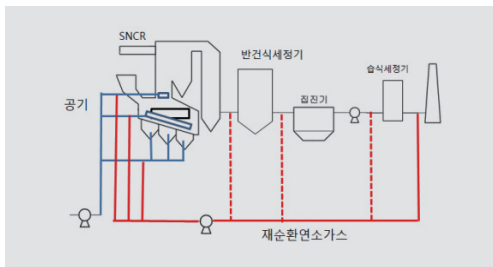
기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

- 질소산화물 및 황산화물은 초미세먼지 유발물질 제어
- 대기오염 배출허용 기준의 강화 및 배출총량제 적용으로 인해 기업 부담 가중
- 선택적비촉매환원법(SNCR) 설비만으로 강화되는 배출허용기준 이내 운전이 어려움
- 선택적촉매환원법(SCR) 설비 설치에 대한 경제적 부담 가중

기술의 차별성

- 연소반응장제어 및 연소가스재순환(FGR) 기술 적용으로 NOx 발생 최소화
- 1, 2차 연소용 공기 및 연소가스재순환(FGR) 가스 배분/유량 자동제어
- 최적연소기법, 다단연소기법, 연소가스재순환 기술 및 SNCR 최적화 기술 적용

〈 다단 연소가스재순환 제어기술 개념도 〉



기술완성도 (TRL)



희망 파트너십



기술이전



라이선싱



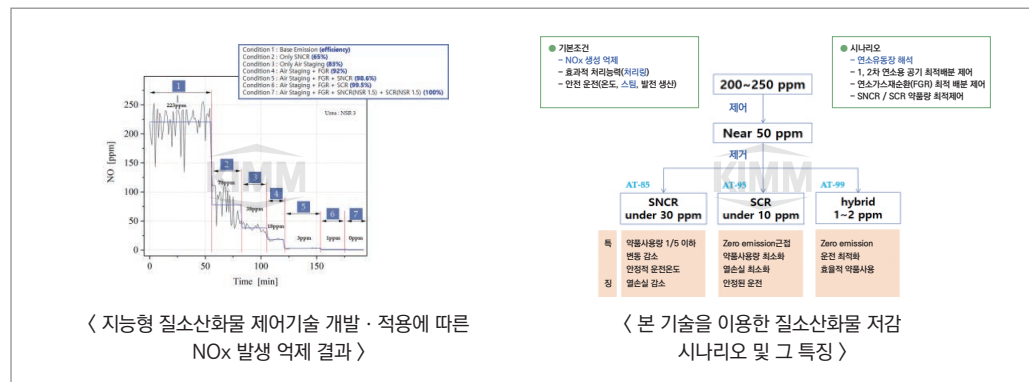
공동연구



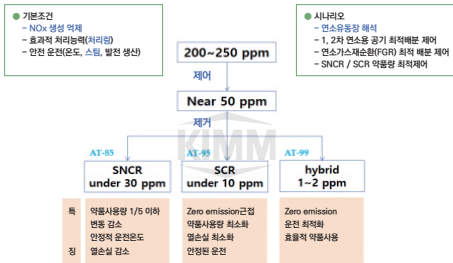
기타

기술의 우수성

- 연소반응장제어 및 연소가스재순환(FGR) 기술 적용만으로 90% 이상의 NOx 저감효과
- 연소반응장 안정화로 운전시간 연장 및 로내 Clinker 생성 억제
- 연소반응장 온도 안정성으로 설비손상방지 및 내화재 수명연장
- 약품사용량 감소로 경제성 제고
- 연소배가스량 및 대기오염물질 배출 총량 감소
- 연소가스재순환 기술 이용, 배출가스 총유량 감소로 질소산화물 배출총량 저감효과
- 내부순환가스량 유지로 안정적인 스팀생산가능
- 현장설비에 따라 질소산화물 농도 30~10ppm 이하 저감가능(아래 시나리오 참고)
- 본 기술은 충남 및 경북지역 상용설비 2곳에 기술 적용하여 대기오염물질 배출 저감



〈 지능형 질소산화물 제어기술 개발 · 적용에 따른 NOx 발생 억제 결과 〉



〈 본 기술을 이용한 질소산화물 저감 시나리오 및 그 특징 〉

지식재산권 현황

특허

- 다단 연소가스 재순환을 이용한 연소가스 처리시스템 및 방법(KR1957450)
- 환원제의 열분해 방식을 이용한 질소산화물 처리 시스템(KR2068334)
- 환원제를 이용한 질소산화물(NOx) 및 아산화질소(N2O) 동시 제거 시스템 및 방법(KR0142034)
- 소각로 내부열을 이용한 요소수 분사장치 및 요소수 분사방법(KR2020-0132158)
- 연소변동성 억제를 통한 소각로 질소산화물 제어방법 및 장치(KR2020-132152)

기술료 계약

- 석탄연소 반응장에서 질소산화물(NOx) 제어기술(정액 55백만원, 경상 총매출액의 1%)
- 연소반응장에서 질소산화물(NOx) 제어기술(정액 110백만원, 경상 총매출액의 1%)

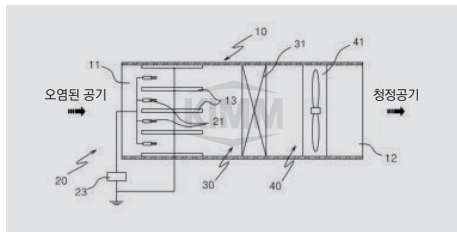
탄소섬유 이온화 공정을 이용한 실내용 정전여과 공기 정화장치

지속가능환경연구실

연구자 : 한방우
T. 042.868.7068

기술 개요

- 마이크로급 탄소섬유 방전극으로 오존 발생 없이 미세 입자를 전기적으로 하전시키고 강력한 정전기력으로 포집하는 공기정화장치



고객 · 시장

- 공기청정기 업체, 지하역사/주차장/공항 등 다중이용시설 능동형 환기시스템, 집진설비 제조업체, 환경설비 분야

기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

- 기존의 전기식 공기정화장치는 오존 발생 문제로 밀폐된 실내 환경에서 적용하기가 어려운 문제가 있고, 필터식은 필터 관리 문제 이외에도 필터 차압 상승에 의한 소요 동력 증가문제가 발생함
- 집진장치의 기술개발은 2개 이상의 원리가 접목된 하이브리드 형으로 가고 있으며, 기존 방식에서 성능 향상을 위한 핵심기술의 보완이 필요함
- 기존의 필터방식의 공기정화장치는 필터를 주기적으로 교환해 주어야 하고, 소비자들의 관리 소홀로 필터 오염에 따른 미생물 등의 2차 오염물질이 발생하기 쉬우며, 전기집진 방식은 압력손실이 적은 장점은 있으나 미세입자 처리효율을 높이기 위해 고전압을 인가해야 하는데 강력한 코로나 방전 중에 오존이 실내 권고치 이상으로 발생할 수 있어 사용에 제약이 따름

기술의 차별성

- 필터 교체 없이 지속적인 유지관리가 가능하고 압력손실이 낮으며 에너지 효율이 우수하면서도 오존과 같은 유해 물질 발생없이 미세입자 처리성능이 우수함
- 압력손실이 매우 낮은 전기집진 방식을 사용하면서도 5~10 μ m급의 극미세 마이크로 탄소섬유 방전극을 적용하여 낮은 인가전압에서도 방전이 고르게 발생할 수 있어 오존 발생량이 수 ppb 이하로 실내 유해물질 발생이 거의 없고, 필터를 교체하지 않아도 되므로 필터 교체비용이 들지 않으며 필터 폐기물 발생이 없어 친환경적으로 우수함
- 오존의 방출이 없으면서도 압력손실이 적은 전기적 방식으로 미세입자를 처리할 수 있고, 유전체 코팅 집진판을 사용함으로써 높은 절연성을 유지할 수 있어 다습한 환경 또는 수세정 환경에서도 안정적 운전이 가능함
- 오존 발생량이 수 ppb 이하 수준으로 친환경 인증(10ppb) 기준보다도 낮은 수치이고, 필터 사용없이 간단한 물 교체만으로 유지관리가 되고, 필터가 없어 압력손실이 낮아 에너지 소비 측면에서도 우수함

기술완성도 (TRL)



희망 파트너십



기술이전



라이선싱



공동연구



기타

기술의 우수성

- 극미세 마이크로 탄소섬유 다발에 상대적으로 낮은 전압을 인가하여 오존 발생 없이 미세입자를 고효율로 하전시킨 뒤 고강도의 전기장이 형성된 정전필터, 금속 집진판 또는 유전체 코팅 집진판에서 하전 입자를 포집시키는 기능이 결합된 원리를 적용한 것으로 오존발생량이 약 1~2ppb로 국내 실내환경 기준치 50ppb에 비해 현저히 낮으면서도 7~10kV의 하전부 및 10kV 이상의 집진부에 고전압을 인가하여 0.3 μ m 미세입자에 대한 집진효율을 95% 이상으로 향상시킬 수 있는 기술임



〈 공기청정기 실물사진 〉

지식재산권 현황

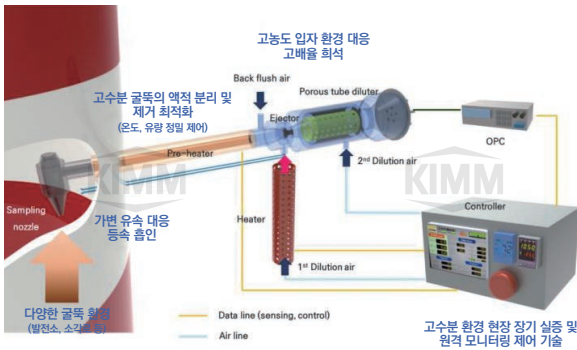
특허

- 탄소섬유를 이용한 입자하전장치(KR0849674)
- 탄소섬유 직물을 이용한 전기집진기(KR1064488)
- 탄소섬유를 이용한 공기정화장치(KR0937944)
- 탄소섬유 직물을 이용한 공기정화장치(KR1032612)
- 재생능력과 신뢰성을 향상시킨 전기집진방식의 공기정화장치(KR1112441)
- 탄소섬유 직물을 이용한 전기집진기(KR1064487)
- 탄소섬유 직물을 이용한 공기정화장치(KR1064486)
- 기계가공에 의한 친수성 처리를 향상시킨 전기집진기용 친수성 집진판(KR1178766)
- 집진판 교체가 용이한 전기집진장치(KR1331611)
- 에지 코팅형 집진판이 구비된 탄소섬유를 이용한 전기집진기(KR1453499)
- 토출구측에 이온발생기가 장착된 전기집진방식의 공기정화장치(KR859840)
- 유해가스 처리장치(KR1190604)
- 탄소섬유 직물을 이용한 에어로졸의 하전장치(KR1048416)
- 활성탄 섬유필터를 이용하는 전기집진기(KR1373720)
- 활성탄소섬유 필터를 이용한 전기집진기(KR1087055)
- 촉매입자를 포함하는 미스트 용액 회수장치 및 방법(KR1334263)
- 전기집진장치 및 이를 이용하는 전기집진 시스템(KR1221962)

굴뚝 고정형 미세먼지(PM2.5, PM10) 연속 측정기술

기술 개요

- 가변 유속 대응 등속 흡인 샘플링 기술, 고수분 액적 분리 제거 기술, 정량 흡입 회석 기술, 벽면 손실 억제 기술 및 자동 세정 기술 등을 적용하여 굴뚝 배기가스에 존재하는 PM10 및 PM2.5 미세먼지를 실시간으로 상시 연속 측정하는 기술임



〈 굴뚝 미세먼지 연속 측정 기술 이미지 〉

고객 · 시장

- 발전소, 제철소, 소각장 등 미세먼지 배출 대형 시설
- 미세먼지 배출 중소 산업시설

기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

- 발전소, 제철소 등 굴뚝에서 배출되는 PM10, PM2.5 미세먼지를 실시간으로 측정 및 관리할 수 있는 기술이 전 세계적으로 부재하여 현재 굴뚝 원격모니터링시스템(TMS)으로는 총부유분진(TSP)으로만 측정하고 있음
- 표준중량법으로 굴뚝 미세먼지를 채취하여 무게를 측정하는 방식으로 전체 총부유분진 중 미세먼지 비율을 수동적으로 산출하고 있으나 측정에 수 일이 소요되어 모든 굴뚝을 실시간으로 관리하기는 불가능함
- 굴뚝의 고온, 고수분, 고농도의 배기가스 환경을 상온, 저수분, 저농도의 환경으로 변환시켜 줘야만 상온에서 굴뚝 미세먼지를 실시간으로 연속적으로 측정할 수 있음
- 기존 이젝터-이젝터, 다공튜브-이젝터 등의 상용 회석장치가 존재하고 있으나 주로 디젤 엔진 배기가스 측정이나 굴뚝에 잠시 설치하여 입자 크기분포를 측정하기 위한 용도로 사용되어 왔고, 굴뚝에 고정적으로 설치하여 장시간 연속 운전을 위한 회석장치로는 개발이 전무인 상태임
- 따라서 굴뚝에서 미세먼지 농도를 실시간으로 연속적으로 측정하기 위한 기술 개발이 매우 필요함

기술의 차별성

- 본 기술은 새로운 이젝터-다공튜브 방식의 2단 회석장치로 구성하여 이젝터 후단에서 발생하는 난류에 의한 1μm 이상의 큰 입자의 벽면 손실을 최소화하여 PM2.5와 PM10을 구분하여 측정할 수 있음

지속가능환경연구실

연구자 : 한방우
T. 042.868.7068

기술완성도 (TRL)



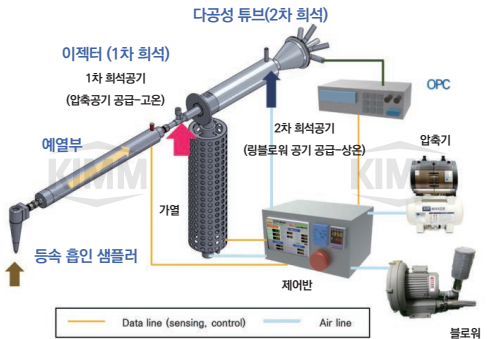
희망 파트너십



- 또한 전처리 히터와 이젝터로 공급하는 고온의 회석공기를 이용하여 회석과정에서 발생하는 수분 응축현상을 억제하여 굴뚝 내의 미세먼지만을 광학계수기로 왜곡 없이 측정할 수 있음
- 새로운 정제공기 샘플러를 이용하여 굴뚝 유속 조건에 상관없이 항상 등속흡입 샘플링 조건을 유지할 수 있고, 새로운 2단 이젝터를 이용하여 굴뚝의 압력 조건에 상관없이 항상 정량 회석비로 흡입이 되도록 하였음
- 기존 회석장치에 비해 압축공기 사용량 및 고온 공기 공급 유량이 적어 전력소모량을 크게 줄일 수 있어 현장 적용성이 매우 우수함

기술의 우수성

- 가변 유속 굴뚝 대응 95~105% 범위의 등속흡입 조건 달성
- 95% 이상 수분 분리 기술 개발
- H발전소와 C소각로 대상 현장 3개월 이상 연속 운전 수행 완료
- 표준 중량법 대비 90% 수준의 상대정확도 달성
- 환경측정기기 구조 성능 세부기준 및 성능시험 방법 등의 예비형식승인 절차 마련



〈 기계연 개발 굴뚝 미세먼지 측정 시스템 〉

특허

- 배기가스 회석장치(KR2154808)
- 배기가스 회석장치(KR2223147)
- 배기가스 회석장치(KR2020-0156433)
- 배기가스 회석장치(KR2020-0156579)
- 배기가스 회석장치(KR2021-0094806)

노하우

- 굴뚝용 미세먼지 회석장치, 제어반 설계 및 제작 관련 기술 노하우
- 굴뚝 미세먼지 측정 관련 기술 노하우

지식재산권 현황

가스터빈 기반 발전 시스템의 설계 성능 및 운전 성능 분석 기술

무탄소연료발전연구실

연구자 : 강도원
T. 042.868.7655

기술 개요

- 압축기, 연소기, 터빈 등의 구성부 물리모델을 이용하여 가스터빈 시스템을 모델링하고 가스터빈의 성능을 분석하는 기술
- 설계 성능 분석 기술은 복합발전 시스템의 효율을 극대화하는 가스터빈 설계 성능 및 설계 인자 도출하거나 복합발전 플랜트 설치 시 인수 성능을 평가하는데 활용이 가능한 기술이며, 새로운 방식은 가스터빈 발전 시스템 개발에도 활용되는 기술임
- 운전 성능 분석 기술은 가스터빈의 운전 정보 및 형상 정보를 이용하여 가스터빈 상태를 분석하고 비용 절감을 위한 가스터빈을 운전 및 운영을 가능하게 하는 기술임

고객 · 시장

- 가스터빈 제작사
- 가스터빈 복합발전 엔지니어링사
- 가스터빈 복합발전소 운영사

기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

- 고효율 발전시스템 개발의 중요성은 점점 증가하고 있으며, 가스터빈 고효율화 설계를 달성하기 위해서는 모델기반 설계 성능 분석을 활용하는 연구가 필수적임
- 물리모델 기반 가스터빈 시스템 설계 성능 분석을 활용하면 기존에 없었던 새로운 방식의 가스터빈 발전 방식에 대한 연구 수행이 가능
- 가스터빈 복합발전소 건설완료시 계약조건에 해당하는 성능을 얻을 수 있는 지를 확인하는 인수성능 평가 시 각 주기기 공급업체의 설계 사양을 조합하여 평가의 기준자료가 되는 복합발전의 성능 보정곡선을 도출해야함
- 가스터빈 개발 측면뿐만 아니라 운영 측면에서도 물리모델 기반 가스터빈 해석 기술이 활용될 수 있으며, 가스터빈의 부분부하 운전 시 효율을 높게 유지하는 운전에 필요한 터빈입구온도 예측이 필요함
- 기존에는 운전 성능분석에 운전데이터만을 사용하지만 형상 정보를 반영하여 정확도를 높이는 기술이 요구됨

기술의 차별성

- 가스터빈 고효율화 설계를 위해 기존 가스터빈들의 구성부 성능에 대한 정보를 DB화하였으며, 이와 같은 데이터를 새로운 가스터빈 시스템 설계 성능 분석에 적용하므로 합리적인 성능 설계안 도출이 가능
- 복합발전 보정곡선 제작 시 주기기사에서 제공받은 각 주기기의 보정곡선을 조합하여 복합발전의 보정곡선을 도출할 수 있을 뿐만 아니라, 물리모델을 이용하는 전체 복합발전 시스템 모델링을 통해 보정곡선을 도출 할 수 있어 보정곡선 예측 정확도를 높일 수 있음

기술완성도 (TRL)

- 자료조사 기초설명
- 프로젝트 개념 또는 아이디어 개발
- 기술개념 검증
- 프로토타입 개발
- 유사환경 시제품 제작 · 평가
- 파일럿 현장실증
- 상용모델의 개발 및 최적화
- **상용데모**
- 양산 및 초기시장 진입

희망 파트너십



기술이전



라이선싱



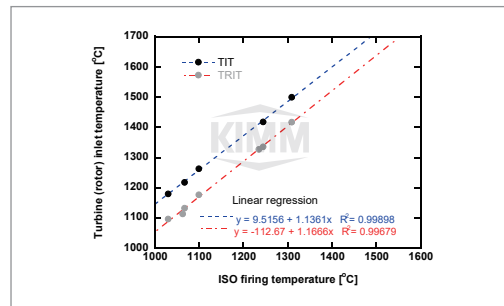
공동연구



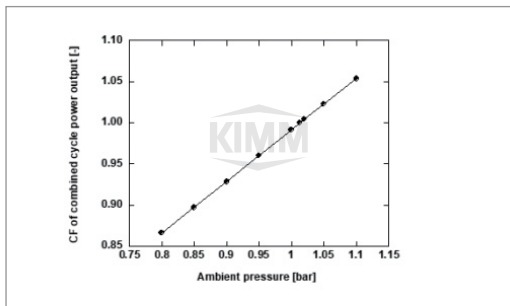
기타

- 가스터빈 운전 성능 분석 시 터빈 블레이드를 스캐닝하여 3D 모델을 개발하고, 터빈의 성능특성을 분석/반영하여 가스터빈 운전 성능 분석 정확도를 높임
- 가스터빈 운전데이터를 이용하여 가스터빈의 정지 상태부터 정격부하까지의 동적변화를 분석 할 수 있는 가스터빈 동적 거동 모델링이 가능하므로 동적 특성을 반영한 운전 성능 분석이 가능

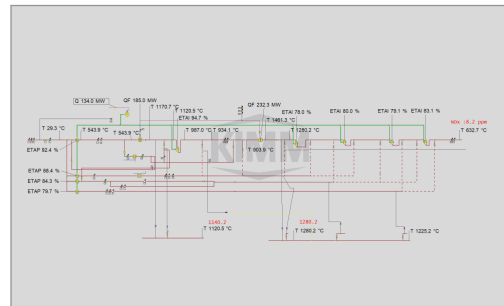
기술의 우수성



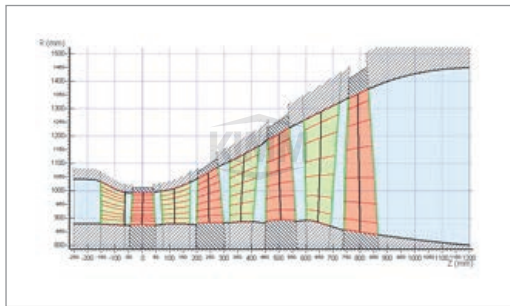
〈 가스터빈 터빈입구온도 DB예시 〉



〈 가스터빈 복합발전 보정곡선 제작 예시 〉



〈 GT24 모델기반 운전성능 분석 예시 〉



〈 GT24 LP 터빈 모델링 예시 〉

지식재산권 현황

노하우

- 복합발전용 가스터빈 설계 성능사양 설계
- 가스터빈 복합발전소 보정곡선 도출
- 운전데이터 분석을 통한 가스터빈 성능분석
- 새로운 가스터빈 발전시스템 설계

레이저 광계측과 연소상태량 동시계측을 활용한 수소 및 저탄소연료 연소기술

무탄소연료발전연구실

연구자 : 황정재
T. 042.868.7273

기술 개요

- 수소 및 천연가스를 연료로 하는 다양한 연소기에 적용할 수 있는 연소 기술
- 일반적인 방법으로는 측정이 어려운 고온 고압 연소 현상에 대하여 비접촉식 레이저 광계측 기법 및 연소상태량 동시계측을 이용하여 화염구조/속도/농도/혼합도/온도/연소진동 등 다양한 정보를 취득하는 기술
- 복잡한 난류 유동장내에서 발생하는 연소-열유동-진동 현상에 대한 상세 분석을 통해 유해 배출물 저감, 연소진동 저감, 역화방지 등의 고성능 연소기 설계가 가능한 기술

고객 · 시장

- 수소, 저탄소 연료 및 천연가스를 연료로 하는 연소기의 신규 개발 또는 기존 연소기의 성능 향상이 필요한 업체
- 연소-열유동-연소진동 현상에 대한 정확한 측정 및 분석이 필요한 업체

기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

- 수소를 포함하는 연료를 사용하는 연소기는 높은 연소 속도로 인해 화염역화의 위험성이 높고 질소산화물의 배출량이 많기 때문에 이를 극복하는 연소기를 설계하기 위해서는 연소 상태를 정확하게 파악하고 제어해야함
- 고속의 난류 유동장에 존재하는 복잡한 연소-열유동-진동 현상을 정확하게 계측하는 것은 매우 어려운 문제임
- 특히 수소를 포함하는 연료의 연소기의 경우 화염 역화, 연소 진동, NOx 배출 등이 서로 큰 영향을 미침
- 따라서 레이저 광계측, 일반 센서측정 및 연소진동 측정의 고속 동시계측을 통하여 화염구조/속도/농도/혼합도/온도/연소진동의 다각도 분석이 가능한 기술이 필요함

기술의 차별성

- 실 스케일의 연소기 시험리그에 고온 고압 운전 조건을 구현함으로써 계측 결과의 신뢰성과 유용성을 극대화함
- 공기량 3.6 kg/s, 9.5 BarA, 900K max., 수소공급량 30 kg/h, NG공급량 200 kg/h
- 특수 광학창 설계를 통해 고온 고압 환경에서 비접촉 광학 계측이 가능함
- 연소진동 및 고속자발광의 동시계측을 고속으로(5kHz 이상) 수행 가능하고, 위상동기화를 통한 PLIF와 연소진동의 동시계측이 가능함

기술완성도 (TRL)



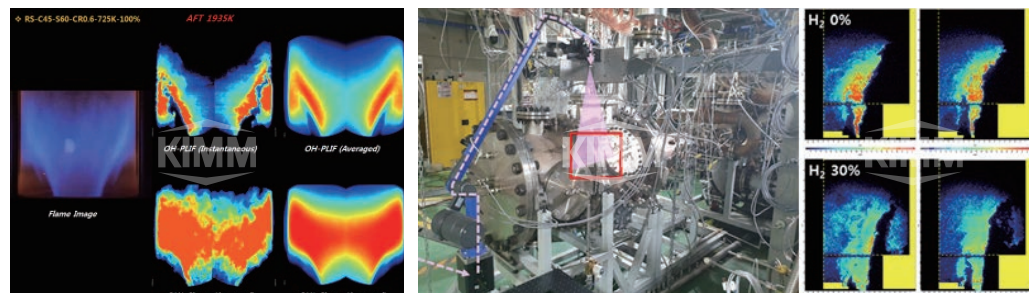
희망 파트너십



기술의 우수성

- 실 스케일 고온 고압 연소 시험에 대한 계측 및 제어의 신뢰성을 확보함
- 정확한 레이저 광계측에 필요한 레이저 제어, 광학계 구성, 신호 동기화, 신호 보정, 데이터 분석의 전문성을 확보함
- 다양한 레이저 응용 계측 기법 및 연소상태량의 동시계측을 통해 서로 다른 측정 데이터 간의 상호 연계 분석이 가능함

동시 계측 가능 광계측 보유 기술 목록	
Stereoscopic PIV	속도장(2D3C)
OH-PLIF	반응 농도장(OH 라디칼)
Acetone-PLIF	가스 연료 혼합도
Kerosene PLIF	액체연료 분포(mixture fraction)
High-speed Chemiluminescence	반응장(5kHz 이상)
Spray Mie Scattering	분무 패턴
2D SMD(Fluorescence/Mie)	2차원 SMD 분포
PDPA	속도 및 입경
Spectroscopy	혼합도 및 당량비



〈 OH-PLIF, OH 고속자발광 측정 예 〉

〈 수소 연소 레이저 광계측 리그 및 OH-PLIF 측정 예 〉

지식재산권 현황

노하우

- 대유량 수소 연소시험 기술
- OH-PLIF와 Stereo PIV 동시 계측을 통한 연소-유동장 상호 관계 분석 기술
- 연소진동(동압)과 고속 자발광 혹은 위상동기 PLIF 계측을 통한 연소 진동 발생 원인 규명 및 회피 기술
- 아세톤 PLIF 기법을 통한 연료 혼합도 정량화 기술
- 고온 고압 유동 챔버 설계 및 운영

연료전지와 엔진을 연계하는 고효율 하이브리드 발전시스템 기술

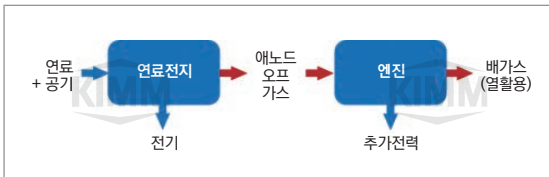
210

무탄소연료발전연구실

연구자 : 김영상
T. 042.868.7806

기술 개요

- 고온 연료전지 SOFC와 내연기관 엔진을 연계하여 발전효율을 획기적으로 향상시킨 고효율 분산발전 기술 개발
- 연료전지-엔진 하이브리드 시스템에서는 연료전지 연료극에서 배출되는 미반응 연료성분(애노드 오프가스)을 HCCI 엔진으로 연소시켜 추가전력을 얻음



〈 연료전지-엔진 하이브리드 시스템 개념 〉

고객 · 시장

- 연료전지 시스템 개발업체, 집단에너지 사업자, 분산발전 시스템 개발/운용 업체
- 고효율 분산발전 시스템(RPS 시장, 공공건물 에너지이용 효율화, 분산발전 시장)
- 향후 분산 발전 시스템 보급확대 예상(건물용/집단에너지 등)
- 선박용 발전시스템(추진/보조전력) - 대형 선박의 고효율 에너지 분야 시장 창출(EEDI 대응)

기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

- 연료전지 기술이 상용화에 근접함에 따라, 발전시스템의 효율을 향상시키는 기술에 대한 중요성이 더욱 중요해지고 있음
- 시스템 효율 향상을 위해서는 연료전지 스택의 효율 향상, 시스템 최적화, BOP 소모동력 저감 등도 중요하나, 연료전지 기술의 내구성과 기술적 한계를 고려하면, 하이브리드 시스템 개발이 현실적으로 타당한 접근방법임. 기존의 하이브리드 발전은 연료전지와 가스터빈을 결합하는 방식이 주로 고려되었으나, 수백kW급 이하 분산형 발전에서는 가스터빈보다는 엔진을 적용하는 것이 다방면에서 유리함(성능, 내구성, 제작비용 등)
- 상압형 고온 연료전지를 내연기관 엔진과 통합하면 연료극 미반응 연료 성분을 엔진에서 연소시켜 추가전력을 얻을 수 있어 발전효율이 향상됨. 발전효율 향상을 통해 장치비용 저감, 연료비 저감, CO₂ 배출 저감 동시 달성. 발전효율이 5~7%p 향상되고, 장치비용 감소와 연료비 저감으로 인해 전력생산비용(LCOE)을 10% 이상 저감할 수 있음
- 연료전지 애노드 오프가스 중의 연료성분의 비율은 15% 수준. 엔진에서 완전연소를 달성하기 위해서는 엔진의 설계/운전 조건을 최적화하여야 하고, 시스템 구현을 위해서는 엔진과 연료전지 간의 인터페이스 설계 및 제어가 매우 중요함. 이에 대한 설계 노하우가 중요

기술의 차별성

- 연료전지와 내연기관 엔진을 결합한 연료전지-엔진 하이브리드 시스템은 기존의 연료전지 시스템의 발전효율을 획기적으로 향상시킨 유망한 기술로서 본 연구팀에서 세계 최초로 실증 시스템 개발과 운전에 성공함
- 실증 파일럿 시스템을 구축하고, 발전효율 5.3%p 향상 검증(소규모 시스템에서 발전효율 5%이상 향상은 획기적인 결과임) 또한 실험결과를 바탕으로 100kW급 시스템 개발이 가능한 엔지니어링 기술을 확보하였음
- 용량과 효율면에서 국내 최고의 시스템 기술 확보. 향후 대용량 SOFC 상용 발전시스템 개발로 연계하여 기술개발/제품개발 추진 중
- 대용량 발전시스템 개발을 위한 다양한 노하우 기술 확보

211

기술완성도 (TRL)

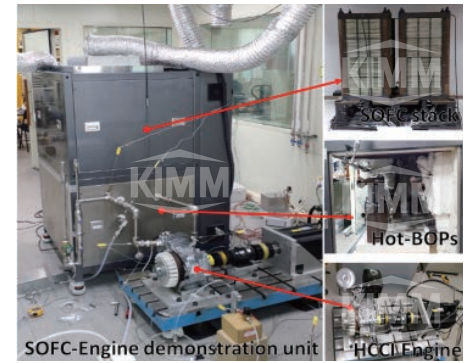


희망 파트너십



기술의 우수성

- 연료전지-엔진 하이브리드 발전시스템에 대한 해석/설계 기술, 주요 구성품 설계기술, 시스템 통합 및 운전제어기술을 확보하고 세계 최초로 실증운전 성공
- 연료전지-엔진 하이브리드 시스템은 국내에서 독창적으로 고안한 신개념 시스템으로 효율/경제성/운전안정성 모든 측면에서 매우 유망한 기술. 향후 건물용 발전시스템, 선박용 하이브리드 시스템 등 다양한 적용처 확보
- (시스템 통합 및 운전제어 기술) 개발한 하이브리드 시스템은 연료전지, 엔진, 개질기 다양한 부품으로 구성. 시스템 최적화 및 운전제어 기술을 확보하였고, 200시간 연속운전에 성공
- (SOFC 스택 스케일업 기술) 효율 50% 이상의 5kW급 SOFC 스택 스케일업 기술 확보
- (HCCI 엔진 연소 기술) 연료전지 애노드 오프가스 초희박 연소기술 확보. 예혼합 압축착화(HCCI) 엔진 제어기술 확보. NOx 10ppm 이하의 우수한 연소특성
- (개질 및 기수분리 기술) 개질기 열전달 최적화 기술 및 기수분리 기술 확보
- (Modeling & Simulation) 정확도와 계산 속도를 모두 만족하는 M&S 기술개발
- 논문게재 및 학술발표 실적: SCI급 논문 11편, 국내논문 6편, 국제학술발표 20회, 국내학술발표 62회 등 우수한 학술성과 달성



지식재산권 현황

특허	
<ul style="list-style-type: none">고효율 연료전지 하이브리드 시스템 (KR1440191, KR1358095, US13/469142)연료전지-엔진 하이브리드 시스템의 예열운전 방법 (KR1653372)	<ul style="list-style-type: none">냉각 장치를 갖는 분산발전용 연료전지-엔진 하이브리드 발전시스템(KR1735647)연료전지-엔진 하이브리드 발전시스템 (KR1690634, KR1690635, KR1690636, KR1690637, KR1690638)
노하우	
<ul style="list-style-type: none">연료전지 발전시스템 해석기술 (공정모델링, 경제성평가, 환경성평가 기법)연료전지 시스템 시뮬레이션 기술/연료전지 스택 스케일업을 위한 유량 분배 기술	<ul style="list-style-type: none">하이브리드 시스템용 엔진 초희박 연소 기술고온 부품 설계 및 핫박스 내부 열설계 기술연료전지-엔진 하이브리드 시스템 운전제어 기술

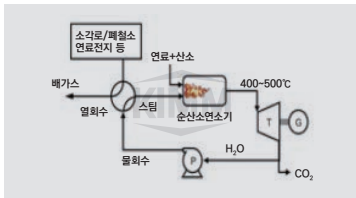
효율 저하를 최소화한 순산소 연소 이용 발전시스템 기술

무탄소연료발전연구실

연구자 : 안국영
T. 042.868.7324

기술 개요

- 소각로, 제철소 등 대용량 열설비로부터 배출되는 폐열 또는 페스탐과 순산소 연소기술을 연계하여 전력과 CO₂ 회수를 동시에 획득하는 연소 기술 및 발전시스템 기술



고객 · 시장

- 가열로, 소각로, 제철소, 연료전지시스템 등 대용량 열 배출 설비

기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

- 지구온난화 및 기후변화의 주범으로 인식되고 있는 CO₂배출을 저감하는 기술 개발은 세계적으로도 중요한 기술이며, 효율개선, 폐열회수, 신재생에너지의 접목, CO₂ 포집 및 저장(CCS) 기술 등의 다양한 기술개발이 이루어지고 있음
- 기존 설비의 폐열을 회수하여 전력을 생산하는 기존기술은 유기랭킨사이클(ORC), 열전(Thermo-electric) 발전 시스템 등이 있으나, 효율이 낮고 초기투자비 대비 전력생산량이 낮아 경제성면에서 불리함
- 발전 시스템에 적용 가능한 CO₂ 포집(capture)기술은 연소전처리, 연소후처리, 순산소연소 등으로 구분할 수 있는데, 흡수제 재생에너지나 산소생산 전력으로 인해 효율이 10% 정도 저하되는 문제가 있고, 이로 인해 경제성을 확보하기 어려움
- 효율 감소를 극복하기 위한 구성품의 효율향상, 신개념 사이클의 고안 등 대책이 필요함
- 순산소 연소기술, 고효율 CO₂ 포집형 발전시스템 기술이 요구됨

기술의 차별성

- 고효율 시스템 구현에 따라 본 “폐열회수형 순산소 연소 발전시스템 기술”은 소각로, 제철소 등에서 활용되지 못하고 버려지는 에너지를 회수하여 스팀을 생산하고 순산소 연소가스와 스팀을 혼합하여 터빈에 공급함으로써, 전력을 생산하는 기술임
- 배열 또는 페스탐을 이용함으로써, 기존의 CO₂ 포집기술의 효율저하 문제를 극복할 수 있음
- CO₂ 저감 및 포집에 따라 공급되는 연료에 포함된 CO₂를 전량 포집할 수 있으며, 미활용 스팀을 순산소 연소 발전 시스템에 적용함으로써, 산소 제조로 인한 효율저하를 최소화함에 따라 경제성 확보가 가능함
- 동등 투자비 대비 많은 전력을 생산할 수 있어 경제성을 확보할 수 있으며, 포집된 CO₂는 재활용(온실재배에 활용)도 가능함
- CO₂ 포집형 발전기술에 대한 대규모 실증연구도 국제적으로 수행(미국 Clean Energy System사 등)되고 있지만, 효율 저하를 고려한 연구는 없음

기술완성도 (TRL)



희망 파트너십



기술이전



라이선싱



공동연구

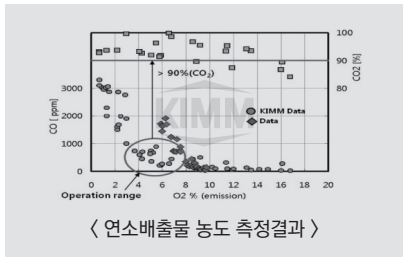


기타

- 본 제안시스템은 효율저하를 최소화하기 위해 고안된 신개념 사이클임
- 가스터빈의 희박연소(Lean Burn) 기술을 적용한 독자적인 순산소 연소기 설계 원천기술임

기술의 우수성

- 기술은 크게 “순산소 연소기 기술”과 “시스템 통합 및 제어기술”로 나눌 수 있음
- 핵심 구성품은 “순산소 연소기”로서 스팀을 공급하면서도 화염이 안정적으로 유지되고 완전연소를 구현함(불완전 연소를 나타내는 CO 배출농도가 매우 작게 배출됨)
- 선진사의 연소기 배출물 대비 우수한 특성을 확인함
- KIMM 실험동에 100kW급 파일럿 플랜트를 구축하였으며, 실증 운전에 성공하였음(전력생산 80kW, CO₂ 농도 93%)
- SCI급 논문 총 18편(시스템 해석/순산소연소/터빈개발 등), 국내논문 10편, 국내외 학술발표 40편 발표함
- YTN 방송(2011. 12. 7), 연합뉴스(2010. 11. 30), 한국경제, 전력신문, 대전일보 등 신문에 보도됨
- 연구책임자 연구경력 25년(청정연소기술 분야)이고, 박사급 연구인력 10여명 참여함



지식재산권 현황

특허

- 순산소연소를 이용한 연료전지 연계형 발전플랜트 및 그의 제어방법(KR1067509)
- 연소장치 및 그 연소방법(KR0395646, KR395647, KR397210)
- 배기가스 재순환을 이용한 산소연소기 및 연소시스템(KR0590845)
- 고속분사를 이용한 저 NOx 산소연소기(KR0657864)
- 이젝터를 이용하는 배기가스 재순환 유닛이 구비된 연소시스템(KR0707520)
- 순산소연소기를 구비한 화력발전플랜트(KR0814940, PCT/KR2008/002600, CNZL 2008 8 0000374.6, EP08753396.4)
- 폐 스팀을 이용하고 순산소연소기를 구비한 화력발전 플랜트(KR0779609)
- 과열방지 가스터빈 시스템(KR0862374)
- 가스터빈 시스템(KR0890823)
- 저 질소산화물 가스터빈 시스템(KR0890824)
- 순산소연소를 이용한 연료전지 연계형 발전플랜트(KR0817898)
- 터빈날개 및 이를 이용한 터빈(KR0916354)

노하우

- 순산소 연소 가스터빈 발전시스템 해석기술 (공정모델링, 경제성평가, 환경성평가 기법)
- 고압 순산소 연소기 설계 기술
- 순산소 연소 가스터빈 발전 시스템 운전제어 기술

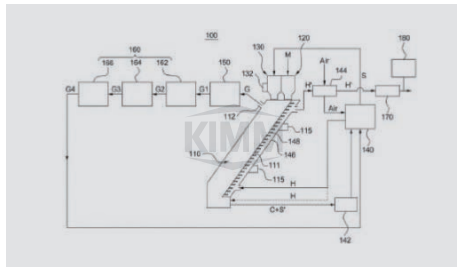
바이오 원유 (bio-crude oil) 제조시스템

무탄소연료발전연구실

연구자 : 최연석
T. 042.868.7344

기술 개요

- 급속 열분해 방법을 이용하여 바이오매스로부터 바이오 원유를 효과적으로 생산할 수 있는 바이오 원유 제조 장치, 바이오 원유 제조 시스템 및 바이오 원유 제조 방법



고객 · 시장

- 바이오에너지 관련 업체

기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

- 기포유동층 방식 바이오원유 제조설비는 모래유동을 위한 유동화가스를 공급해야 하므로 반응기 및 배관 등이 커지고 시설비도 비싼 단점이 있으며, 찰(char)을 증기와 함께 유동시킨 후 분리하므로 바이오원유 속에 찰가 많이 잔류하게 됨

기술의 차별성

- 본 기술로 바이오매스를 급속열분해(fast pyrolysis)할 경우 유동화가스를 공급할 필요가 없으므로 설비가 소형화 되고 설치비가 저렴해짐
- 본 기술로 바이오매스를 급속열분해(fast pyrolysis)할 경우 열 및 물질 전달의 최적 제어로 volatile의 수율을 높일 수 있으며, 찰(char)가 적게 함유된 바이오원유 생산이 가능함
- 생산된 바이오원유는 Bio-refinery 산업과의 연계가 가능하고 이산화탄소 중립적 위치로 향후 국제적 탄소배출권에 능동적 대처가 가능함
- 본 바이오원유 제조 장치는 설비 구조가 기존 기포유동층, 순환유동층 반응기에 비해 단순한 구조를 가지고 있어 2/3 수준으로 플랜트 건설 비용 및 크기를 줄일 수 있음
- 원유 생산 공정 자체에서 바이오 증기와 찰(char)을 분리하기 때문에 고품질의 바이오원유 생산이 가능함
- 반응기 운전조건 값에 영향을 미치는 운반기체를 이용하지 않으므로 플랜트 운전이 용이함

기술완성도 (TRL)

- 자료조사 기초설명
- 프로젝트 개념 또는 아이디어 개발
- 기술개념 검증
- 프로토타입 개발
- 유사환경 시작품 제작 · 평가
- 파일럿 현장실험
- 상용모델의 개발 및 최적화**
- 상용데모
- 양산 및 초기시장 진입

희망 파트너십



기술이전



라이선싱



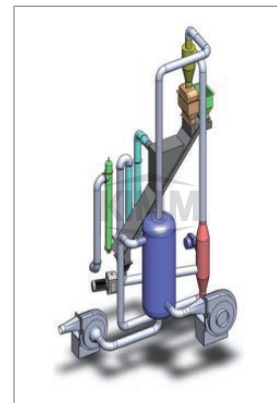
공동연구



기타

기술의 우수성

- 본 기술은 해외저널에 10여건이 게재되었고, 해외 7개국에 특허등록을 하였음
- 필리핀, 캄보디아 등에서 본 플랜트를 방문하였고, 기술 활용에 관한 관심이 높음
- 실증규모(200kg/hr) 플랜트를 개발하여 성능실험을 한 결과, 선진국 동등 수준의 바이오원유 수율 65%를 달성 하였음
- 바이오 원유 제조 장치, 바이오 원유 제조 시스템 및 바이오 원유 제조 방법에 관한 국내 특허 및 해외 각국(미국, 독일, 캐나다, 중국, 일본, 스웨덴, 핀란드)에서 특허 등록을 하였음



〈 200kg/hr 바이오원유 제조 실증플랜트 〉



〈 바이오원유 〉

지식재산권 현황

특허

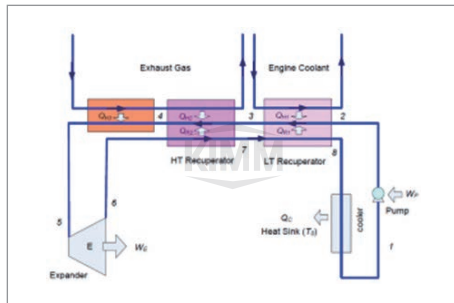
- 바이오 원유 제조 장치, 바이오 원유 제조 시스템 및 바이오 원유 제조 방법 (KR0946714, US9005313, CA2762961, JP5633828, CN102449117, EP10780769.5)
- 급속 열분해 반응기 및 그 장치를 이용하는 바이오 원유 제조시스템(KR1068748)
- 유동층 급속열분해를 통해 바이오원유연료를 얻는 장치(KR1285879)
- 응축액을 분사하여 바이오증기를 포집하는 장치 및 그것을 구비한 바이오원유 생산 장치(KR2012-0113240)
- 응축 장치(KR1175094)
- 유동화 촉진 및 폐열 회수형 바이오 원유 제조시스템(KR2014-0026713)
- 다단 응축이 가능한 바이오 원유 제조시스템(KR2014-0026716)

모빌리티동력연구실

연구자 : 김영민
T. 042.868.7377

기술 개요

- 엔진 냉각수열과 배기열을 모두 100% 재활용할 수 있는 Organic Rankine Cycle 발전시스템



고객 · 시장

- 차량, 선박, 발전용 엔진 폐열 발전

기존 기술의
문제점 또는
본 기술의 필요성

- 현재까지 엔진 폐열회수를 목적으로 제시되고 있는 Single-Loop 방식의 ORC 시스템은 Dual-Loop 방식에 비해 장치 구성이 단순해지고 경제성 측면에서 유리한 장점이 있으나, 엔진 냉각수열과 배기열을 동시에 100% 효과적으로 활용하지는 못하기 때문에 Dual- Loop 방식에 비해 동일한 엔진 폐열로부터 약 70% 정도의 ORC 출력을 얻게 되는 단점이 있음

기술의
차별성

- 엔진 냉각수열과 배기열을 모두 100% 활용함
- 사이클 효율 9.5% 달성됨
- 제1열교환기에 의한 냉매의 증발온도는 엔진 냉각수보다 약간 낮도록 함으로써, 제1재생열교환기에서 냉매가 예열되어도 제1열교환기에서 엔진 냉각수열을 증발열로서 100% 활용할 수 있음
- 엔진 냉각수열을 최대 100% 증발열로 활용함으로써, 엔진 폐열 회수 장치는 냉매가 제1열교환기에서 증발하는 과정에서 열원과 작동 유체의 온도차이를 작게 할 수 있으므로, 기존의 엔진 배기가스의 열에 의한 증발과정에서 온도차에 의해 발생하는 비가역 손실을 감소시킬 수 있음
- 독창적인 열교환 배열과 ORC 시스템 최적화로 시스템 구성이 간단한 Single-Loop 방식으로 동일한 조건과 가정에서 기존 Dual-Loop 방식에 거의 근접하거나 오히려 능가하는(출력 5.7 kW) 시스템 구성임

기술완성도
(TRL)

- 자료조사 기초설명
- 프로젝트 개념 또는 아이디어 개발
- 기술개념 검증
- 프로토타입 개발
- 유사환경 시제품 제작 · 평가
- 파일럿 현장실증
- 상용모델의 개발 및 최적화
- 상용데모
- 양산 및 초기시장 진입

희망 파트너십



기술이전



라이선싱



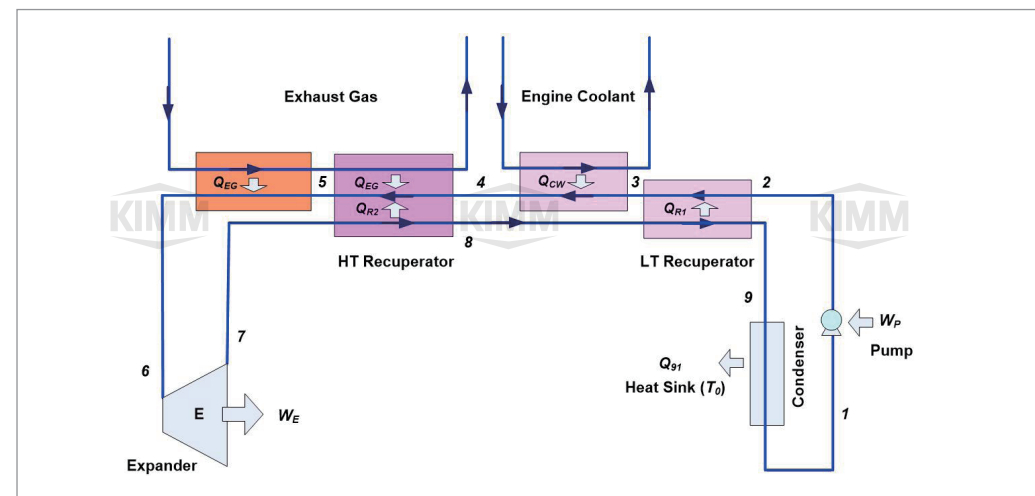
공동연구



기타

기술의
우수성

- 재생열교환기는 고온부(HT Recuperator)와 저온부(LT Recuperator)로 분리되어 있으며, LT 재생열교환기에 의해 예열된 액냉매는 엔진 냉각수열에 의해 증발하며 다시 HT 재생열교환기에 의해 과열((Superheat)되고 엔진 배기열에 의해 최고 온도까지 더욱 과열되어 팽창기로 공급됨
- 액냉매의 증발온도는 엔진 냉각수보다 약간 낮도록 하여 재생열교환기에 의해 액냉매가 예열되더라도 증발열로서 엔진 냉각수열을 100%활용할 수 있음. 엔진 냉각수 온도에 의해 증발온도가 제한되기 때문에 사이클 효율을 더 높일 수 없는 단점이 있지만, 증발과정에서 열원과 작동유체의 온도차가 매우 작기 때문에 기존 엔진 배기열에 의한 증발과정에서 온도차에 의한 비가역 손실을 줄일 수 있는 장점이 있음
- 국제학회 논문발표함(“Highly efficient single-loop organic Rankine cycle for engine waste heat recovery” presented at Conference on Sustainable Development of Energy, Water and Environmental Systems(SDEWES 2014))
- SCI(E)논문 게재함(“Highly efficient single-loop organic Rankine cycle for engine waste heat recovery”(Energies, 2014.10 submitted))



〈 고효율 엔진폐열회수 ORC 시스템 개략도 〉

지식재산권
현황

특허

- 엔진 폐열 회수 장치(KR1477741)

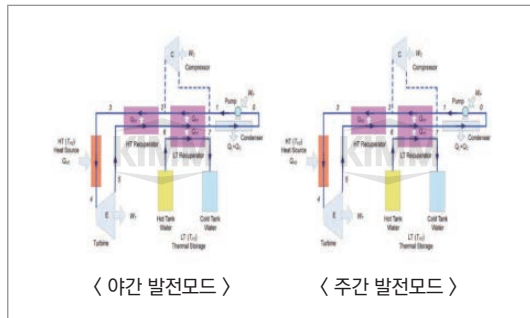
고온 열원과 저온 열원을 동시에 활용하여 엑서지 효율을 향상시킨 초임계 CO₂ 발전 사이클 구성 및 운영방법

모빌리티동력연구실

연구자 : 김영민
T. 042.868.7377

기술 개요

- 저온 열원을 효과적으로 활용함으로써 동일한 고온 열원으로부터 더 높은 출력을 얻을 수 있는 초임계 CO₂ 발전사이클 구성과 운영방법



고객 · 시장

- 석탄화력발전 태양열발전 원자력발전

기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

- 효율 및 출력을 향상시키고, 부하조절이 가능해야 함
- 초임계 CO₂ 발전사이클의 재생열교환과정에서 고압측이 저압측보다 비열이 높아 효율 향상에 한계가 있음
- 기존에 재압축 사이클이 제시되었으나 압축일의 증가로 인한 출력이 감소됨
- 화석연료, 바이오연료, 태양열, 원자력, 폐열 등 다양한 열원을 직접 활용할 수 있는 초임계 CO₂ 사이클 발전시스템에 대한 관심이 높아지고 있음
- 석탄화력 또는 원자력발전의 경우 부하조절의 어려움이 있으며, 동일한 열원으로부터 효율 향상 및 부하조절이 가능한 초임계 CO₂ 사이클 발전시스템의 개발이 필요함

기술의 차별성

- 저온 폐열, 지열 등 저온열을 활용함으로써 석탄화력, 태양열, 원자력 등 고온열을 이용한 고효율 발전 가능함
- 화력발전과 원자력발전의 경우 동일한 고온 열원으로부터 기존 대비 20% 효율 향상과 40% 부하조절 가능함
- 제시하는 초임계 CO₂ 발전 사이클의 구성은 저온 폐열을 활용하여 동일한 고온 열원으로부터 20% 이상 출력 및 효율 향상 가능함
- 제시하는 초임계 CO₂ 발전 사이클의 구성은 저온 폐열을 활용하여 동일한 고온 열원으로부터 20% 이상 출력 및 기존 부하조절이 어려운 화력발전과 원자력발전의 경우 동일한 고온 열원으로부터 40% 이상 부하 조절 가능함

기술완성도 (TRL)

- 자료조사 기초설명
- 프로젝트 개념 또는 아이디어 개발
- 기술개념 검증
- 프로토타입 개발
- 유사환경 시제품 제작 · 평가
- 파일럿 현장실증
- 상용모델의 개발 및 최적화
- 상용데모
- 양산 및 초기시장 진입

희망 파트너십



기술이전



라이선싱



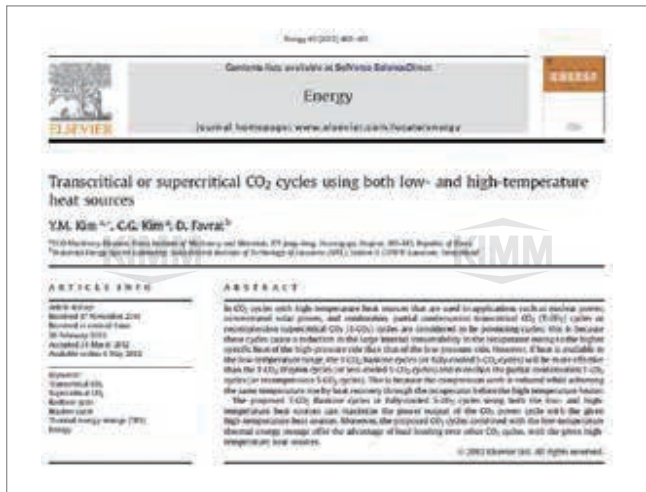
공동연구



기타

기술의 우수성

- 심야에는 부분 냉각 초임계 CO₂ 사이클 운영 및 저온 폐열 저장함
- 주간에는 저장된 폐열을 이용하여 제안된 초임계 CO₂ 사이클을 운영함
- 일례로, 원자력의 경우, 심야에는 발전출력 358MWe, 발전효율 37.6%이고, 주간에는 발전출력 500MWe, 발전 효율 52.5%를 나타냄
- 동일한 열원으로부터 40% 이상 부하조절 가능함
- SCI 논문 게재함: Transcritical or supercritical CO₂ cycles using both low- and high-temperature heat sources(Energy 43(2012), 22회 인용(2014년 9월 기준))
- 고효율 발전 및 에너지저장 관련 다수의 특허 및 논문 보유함



지식재산권 현황

특허

- 엑서지 효율이 향상된 초월임계 랭킨 사이클 열기관과 그 방법 (KR1345106, PCT/KR2012/010664)

디젤엔진 NOx 저감용 고체 암모늄 SCR 시스템

모빌리티동력연구실

연구자 : 김홍석
T. 042.868.7367

기술 개요

- 고체암모늄을 약 60~120℃에서 열분해하여 암모니아를 만들고, 내연기관 등에서 배출되는 질소산화물의 환원제로 사용하는 기술



고객 · 시장

- 자동차, 선박, 농기계, 건설기계 등의 배기후처리 시스템 회사

기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

- 기존 액체 Urea 기술은 해동 능력이 포함된 우레아 탱크, 부식방지성능의 펌프, 레귤레이터, 온도/압력 센서, 분사 밸브, 공급관 등으로 구성되어 매우 복잡하고, 고가임
- 기존 액체 Urea 기술은 액체로 배기관에 분사되어 암모니아로 열분해되는 원리이기 때문에, 정교한 노즐을 이용한 고압분사가 필요하며, 분사위치에서부터 SCR입구까지의 거리를 충분히 확보해야 하는데, 자동차, 선박 및 농기계 대부분은 배기시스템이 협소하여 충분한 공간이 없는 상황임
- 액체 분사이므로 저온 NOx 저감 성능이 저하됨

기술의 차별성

- 고체암모늄 시스템은 반응기를 가열하여 암모니아로 열분해시켜, 레귤레이터와 도징밸브로 분사하는 시스템이므로 액체 Urea SCR 시스템 대비 가격적으로 매우 유리함
- 액체 Urea보다 고체암모늄은 암모니아 저장능력이 3배 크므로 환원제 저장용기 용량을 약 2~3배 축소할 수 있음
- 액체분사가 아닌 가스분사이므로 장착공간이 짧아도 되고, 이에 따라 자동차 또는 농기계 제작사의 관련 시스템 설계가 용이함
- 액체분사가 아닌 가스분사이므로, 저온 NOx 저감성능이 우수함 (액체 Urea는 배출가스 온도가 200℃ 미만인 경우 사용할 수 없음)
- 기존 액체 Urea 사용 경우 대비 환원제 저장용기 2~3배 축소 가능함
- 배기열 및 전기히터를 이용하여 환원제인 고체 암모늄을 손쉽게 열분해함

기술완성도 (TRL)



희망 파트너십



기술이전



라이선싱



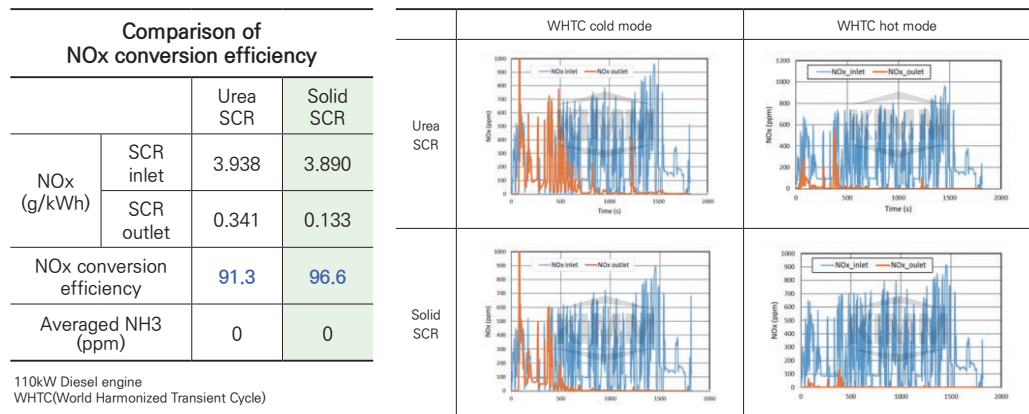
공동연구



기타

기술의 우수성

- 2021~22년 1.1MW급 선박엔진 대상 실증실험 수행
- 고체암모늄을 배기열 및 전기히터로 가열(60~120℃)하여 암모니아로 열분해하고, 레귤레이터와 도징밸브를 이용하여 배기관에 분사하는 시스템임



〈 NRTC(Non-Road Transient Cycle) NOx 저감특성 시험결과 〉

지식재산권 현황

특허

- 고체암모늄염반응기, 그 제어방법 및 고체 암모늄염과 선택적환원촉매를 이용한 질소산화물 정화시스템 (KR1436936, PCT/KR2013/011542, US14/382614, EP13863670.9)
- 고체 암모늄염과 선택적 환원촉매를 이용한 질소산화물 정화시스템(KR1185413)
- 고체 우레아와 선택적 환원촉매를 이용한 유해배출가스 정화시스템(KR924591)
- 고체 우레아와 선택적 환원촉매를 이용한 자동차 질소산화물 정화장치 및 이에 사용되는 고체 우레아 반응기 (KR999571)
- 배기가스 정화 시스템(KR1476757, US13/855113)
- 배기가스 정화시스템(KR2012-0145181)
- 배출가스 정화용 촉매 시스템(KR2013-0136264)
- 고체암모늄염을 이용한 암모니아 가스 발생기(KR1527719)
- 고체 암모늄염 카트리지 및 그 제조 방법(KR1518850)
- 선택적 촉매 환원장치용 고체 암모늄 이용 배출가스 저감장치(KR1569893)

Post EURO-6 대응 시내버스용 수소-천연가스 혼합연료(HCNG) 엔진

모빌리티동력연구실

연구자 : 박철웅
T. 042.868.7928

기술 개요

- 본 기술은 차세대 에너지로서 수소시대를 효과적으로 견인할 수 있는 수소-천연가스 혼합연료(HCNG)를 이용한 엔진 기술임
- HCNG란 Hydrogen(수소)의 첫 글자와 CNG(Compressed Natural Gas, 압축천연가스)를 합친 용어으로써 수소와 천연가스가 혼합된 연료를 의미하며 CNG보다 더 우수한 청정성과 연소성능을 보임
- 본 기술은 EURO-6 이후의 배기규제를 만족시킬 수 있는 HCNG 엔진 기술임



〈 HCNG 엔진 및 부속부품 〉

고객 · 시장

- 차량 및 선박용, 발전용 엔진 제조/공급/수요 업체

기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

- EU의 배기규제인 EURO-6은 2014년부터 발효되어 현재 적용되고 있으며 Post EURO-6, 즉 EURO-7 배기규제는 EURO-6보다 더욱 강화되어 2025년부터 적용될 것으로 예상됨
- 국내 배기규제의 경우 버스를 비롯한 대형자동차는 EU 기준을 준용하고 있음에 따라 현재 연구 개발되고 있는 자동차는 반드시 EURO-7 배기규제를 만족시킬 수 있는 기술을 확보하여야만 상용화가 가능함

기술의 차별성

- HCNG 엔진은 동등 출력성능만으로 기존의 천연가스 시내버스 대비 이산화탄소를 18% 더 적게 배출하고 연비 성능은 8%가 향상됨
- 특히 모든 유해배기물질을 현재 EURO-6 배기규제의 1/3이하 수준으로 저감시켜 2025년부터 적용될 EURO-7의 배기규제도 무난하게 만족시킬 것으로 예상됨
- 고유량 배기가스 재순환장치(High EGR) 기술, 연료공급 및 제어기술, 배기후 처리 기술이 적용되어 특히 HCNG 엔진에 적합한 고유량 배기가스 재순환 기술을 전 운전영역에 걸쳐 최적화하여 내구성과 연비를 더욱 개선함

기술완성도 (TRL)

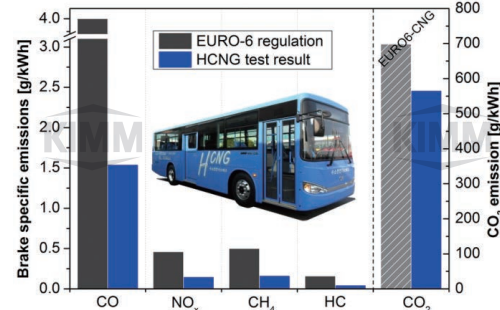


희망 파트너십



기술의 우수성

- 세계 최초로 개발된 수소-천연가스 혼합연료(HCNG) 엔진임(해외 선진국들도 미래 수소에너지 시대를 대비하여 HCNG 엔진을 개발하고 있지만 EURO-6 배기규제를 만족하는 엔진을 아직 개발하지 못함)
- HCNG 엔진은 더 많은 상용화 기술을 확보하기 위해 현재 2대의 시내버스에 탑재되어 울산과 인천에서 각각 시험 운행 중임
- 연구팀은 HCNG 엔진 관련 SCI 논문 13건을 포함하여 27건의 논문을 게재 완료



〈 HCNG 엔진의 공인시험결과 및 동일 엔진이 탑재된 HCNG 버스의 모습 〉

지식재산권 현황

특허

- 수소 엔진의 연소 제어 방법(KR1290775)
- 천연가스와 수소의 혼합 연료 엔진의 시동성 개선 방법(KR1550813)
- 천연가스와 수소의 혼합 연료 엔진의 아이들 운전 개선 및 촉매 효율 향상 방법(KR1544388)
- 개질 가스와 천연가스를 사용하는 엔진의 제어 장치(KR1203161)

노하우

- 수소-천연가스 혼합연료 연료시스템, 터보차저 및 ECU 매칭 기술
- 수소-천연가스 혼합연료 엔진의 운전조건별 제어변수 최적화 기술
- 수소-천연가스 혼합연료 엔진의 공기 과잉률, EGR율 및 배출가스 최적화 매핑 기술
- 수소-천연가스 혼합연료 엔진의 연료 및 과도운전 조건에 대한 후처리장치 최적화 매칭 기술
- 수소-천연가스 혼합연료 엔진의 연소실 최적화 및 주요 운전조건의 연소특성 평가 기술

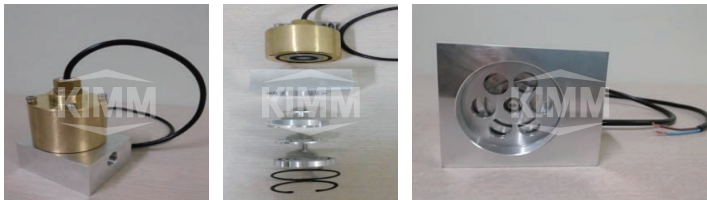
대유량 메탄계 가스연료 분사기

모빌리티동력연구실

연구자 : 최영
T. 042.868.7962

기술 개요

- 메탄이 주요 구성성분인 메탄계 가스연료의 MW급 내연기관 적용을 위해 필요한 연료공급시스템의 핵심장치인 분사기 개발 기술로서 솔레노이드로부터 발생한 전자기장에 의해 개폐부가 열리고 압력차와 스프링 힘에 의해 개폐부가 닫히는 구조이면서 특정 형상의 유로를 특징으로 하는 메탄계 가스연료 분사기 기술임



고객 · 시장

- MW급 가스엔진 제작 업체(선박용 및 발전용)
- 대형 디젤엔진 가스엔진 개조 Retrofit 업체(개조 Kit 제작 및 판매 업체 포함)
- 중대형 선박용 및 발전용 가스엔진 정비 업체

기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

- 기존 분사기는 한정된 면적의 유로에 의해 충분한 연료 공급에 한계가 있음
- 기존 대유량 분사기의 누설 유량(0.7bar 차압에서 4.8L/min 이하)이 커서 더 작은 누설 유량을 갖는 분사기가 필요함
- 코어와 전기자 재질이 강자성을 갖는 고가의 재료가 사용되어 경제적이면서도 요구되는 응답성과 유량을 만족시킬 수 있는 성형성과 내구성이 우수한 재료의 사용이 필요함
- 동일한 제어 신호에 의해 변함없는 변위와 유량을 보증할 수 있는 분사기 성능이 요구됨

기술의 차별성

- 전자기 해석과 실험에 의해 자기력이 극대화된 솔레노이드 구조
- 빠른 응답성과 충분한 유량을 확보하기 위해 저항을 최소화시키고 변위(Stroke)가 최적화된 전기자 구조
- 솔레노이드 코어와 전기자 재질 변화에 따른 분사밸브 구동 특성 차별화 (규소강의 경우 강한 자기력으로 높은 차압에 적합)
- 대유량을 보장하기 위해 고안된 특정 형상의 내부 유로 구조
- 분사밸브 구동 반복에 따른 밸브 열림과 닫힘 응답성 및 변위가 일치
- 오링 대체형 밸브 하단 출구 구조 개선을 통한 밸브 누설 최소화
- 대용량 메탄계 가스연료 분사기 모니터링 및 제어 기능 포함
- 가속도 센서에 의한 충격 진동 감지를 통한 Stopper 마모 및 스프링 탄성 변화 계측을 통해 분사기 유지 보수 및 이상 유무 자가 진단 가능

기술완성도 (TRL)

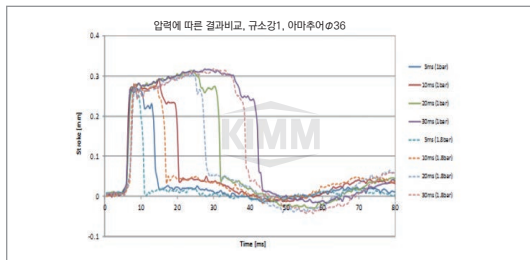


희망 파트너십

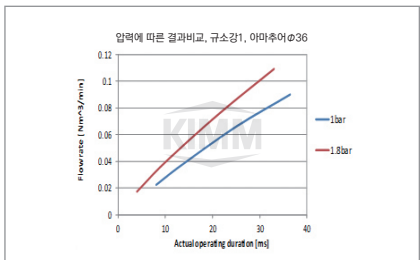


기술의 우수성

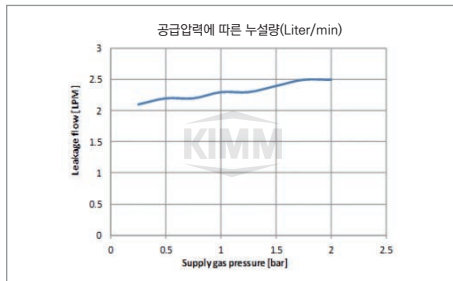
- 제어 듀티비에 따른 밸브 응답 정확성, 재현성 및 유량 선형성
- 2ms 이내의 분사밸브 열림과 닫힘 응답성
- 차압 0.2~2bar 조건에서 2~3L/min 범위 누설량을 갖는 초저누설량 분사밸브



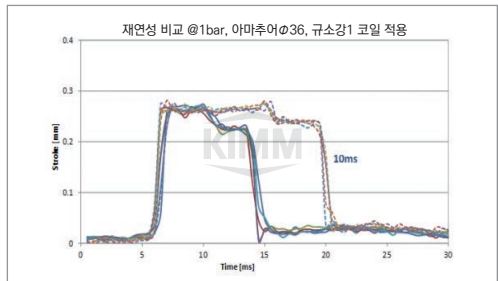
〈 각기 다른 인가 시간에 따른 밸브 개폐 응답 특성 〉



〈 작동 시간에 따른 유량 선형성 〉



〈 공급압력에 따른 누설량 변화 〉



〈 밸브 열림과 닫힘 반복 시 변위 및 개폐시기 재현 정확성 〉

지식재산권 현황

특허

- 메탄계 가스연료 분사기(KR1570492)
- 가스연료 분사기의 모니터링 및 제어 방법(KR1674994)

노하우

- 대유량 메탄계 가스연료 분사기 설계 기술
- 메탄계 가스연료 분사기 고장 및 진단 기술
- 대유량 메탄계 가스연료 분사기 제어 기술

모빌리티동력연구실

연구자 : 박철웅, 김용래, 최영
T. 042.868.7928

기술 개요

- 청정성과 경량화가 가능한 수소 연료의 이동형 동력원 및 모빌리티 적용을 위한 수소연료 적용 핵심부품 및 엔진 제어 기술

고객 · 시장

- 레저용, 임무수행용 드론 및 로봇, 퍼스널 모빌리티 또는 친환경 운송수단 제조업체

기존 기술의
문제점 또는
본 기술의 필요성

- 기존의 수소엔진 기술은 차량용에 기반하여 현장에서 적용하기 어려운 극저온 또는 한정된 연소방식을 이용함
- 연료전지는 stack 적층에 의한 출력 증대 방식을 취하기 때문에 출력에 따라 동력원의 가격이 선형적으로 증가하는 특성이 있으며, 연료전지의 비출력은 수소 내연기관의 1/3~1/5 수준으로 고중량, 장기체공 임무 적용에는 한계가 발생함
- 수소는 현존하는 가용 연료 중 에너지 밀도가 가장 높은 연료로서 고출력 장기간 운전을 위한 에너지 밀도가 높고 고비출력을 얻을 수 있는 동력원으로서 수소엔진의 형태가 최적임
- 수소엔진 개발과 관련하여 전 세계적인 연구 현황은 자동차용 정도로 손꼽을 수준이며 선도적인 기술 개발을 통해 4차 산업 동력원의 확보를 통한 국가 기술 경쟁력 확보 및 민간 기업 지원을 위해 초기 정부재정 투자를 통한 기술 확보가 시급함

기술의
차별성

- 그 동안 수소엔진의 가장 큰 취약점으로 여겨져 온 수소연료 분사기 문제를 천연가스 분사기를 이용하여 해결하는 기술적 돌파구를 마련하였으며, 이를 통해 안정적 흡기 포트 가스수소 연료공급을 가능하게 하여 충전효율을 개선 하면서 출력을 높인 연구결과를 도출함
- 수소연료 직접분사식 엔진의 경우, 가스 연료를 엔진의 실린더 내에 직접 분사함으로써 연료제어의 정확도가 개선 될 뿐만 아니라 이를 바탕으로 희박연소의 구현이 가능하기 때문에 연소 효율을 극대화할 수 있음
- 수소 엔진에서 배기재순환 및 과급장치의 적용에 따른 운전영역별 운전안정성을 확보함으로써 내구성과 효율을 개선함

기술완성도
(TRL)

- 자료조사 기초설명
- 프로젝트 개념 또는 아이디어 개발
- 기술개념 검증
- 프로토타입 개발
- 유사환경 시제품 제작 · 평가
- 파일럿 현장실증
- 상용모델의 개발 및 최적화
- 상용데모
- 양산 및 초기시장 진입

희망 파트너십



기술이전



라이선싱



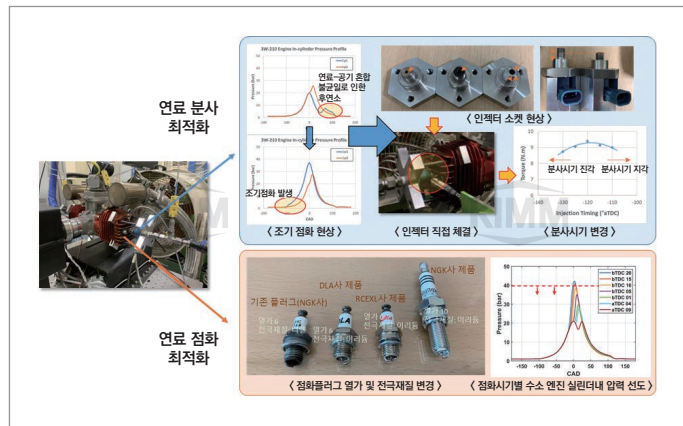
공동연구



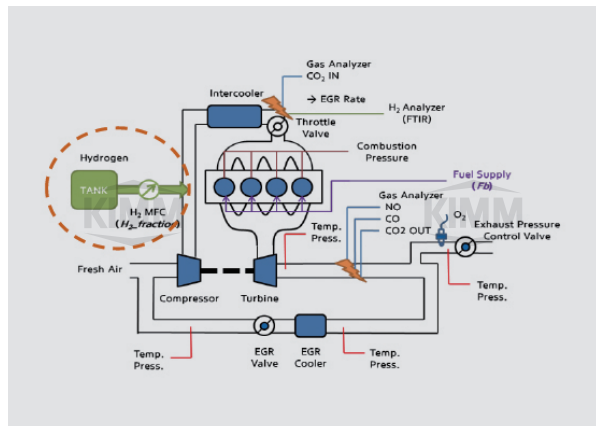
기타

기술의
우수성

- 국가적인 성장 동력이 되어 온 자동차 및 조선 산업에서 획득한 기술을 차세대 성장 동력으로 육성하고 있는 항공 및 모빌리티 산업에 적용한 세계적 수준의 산출물로서 수소연료의 활용 다변화가 가능함
- 무인기 및 개인용 모빌리티뿐만 아니라 잠수정이나 로봇 등의 이동형 동력원으로 활용이 가능함
- 대형 엔진에서 수소 연료를 효율적으로 대량 공급할 수 있는 연료공급시스템 설계, 엔진 및 연소기 시스템 설계/해석, 성능개발, 실증을 포함한 엔지니어링 기술 보유



〈 수소엔진 최적화 〉



〈 수소엔진의 구성요소별 배치 및 운전전략 〉

지식재산권
현황

특허

- 역화 방지 수소 엔진(KR2027498)
- 이중 분사 가스 엔진(KR2165282)
- 수분 분리 수소 엔진(KR2168221)
- 과잉산소 재순환을 이용한 준무배기 엔진 및 제어 방법(KR2193900)

노하우

- 수소연료 고압 연료공급 및 점화제어 기술
- 초희박혼합기 엔진 연소안정성 제어 기술
- 운전영역별 엔진 최적 제어 및 EGR/과급 제어 기술

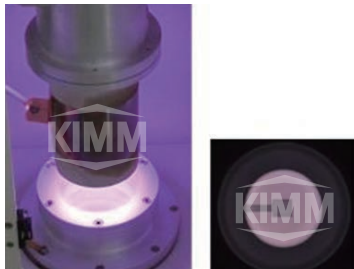
리모트 플라즈마 발생장치

플라즈마연구실

연구자 : 강우석
T. 042.868.7435

기술 개요

- 광범위한 운전영역 내에서 기판의 손상을 줄이는 효과적인 공정이 가능한 플라즈마 발생장치



고객 · 시장

- 반도체/디스플레이 장비업체
- 플라즈마 공정을 요구하는 소재업체

기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

- 기존의 리모트 플라즈마 발생장치는 고주파(RF) 전원을 사용하는 유도 결합형 플라즈마(inductively coupled plasma, ICP) 또는 마이크로웨이브(microwave)를 이용한 방식 등으로서, 플라즈마 반응기와 전원 사이의 정합(matching) 기술이 요구되는 등 부하 변동에 취약하며, 높은 압력에서 구동이 어려움
- 특히, ICP 전원기술의 한계로 인해 전력 증가와 대용량 및 대면적 처리에 한계가 있음

기술의 차별성

- 기판 손상을 최소화하는 공정처리가 가능함
- 유연소자/디스플레이 및 바이오분야 등 새로운 응용기술로 광범위하게 적용 가능함
- 다양한 운전영역에 적용 가능함
- 플라즈마 특성의 제어로 효과적인 공정을 실현함
- 중성입자 및 저에너지 이온 조사: 효과적인 플라즈마 화학공정/피처리물 손상 최소화함
- 유전체의 축전결합효과로 광범위한 압력범위에서 운전 가능함
- 부하변동에 효과적으로 대응함
- 노즐형 구조를 통한 유속/반응효과/균일도 제어가 용이함
- 대전력/대용량 구동 가능함

기술완성도 (TRL)



희망 파트너십



기술이전



라이선싱



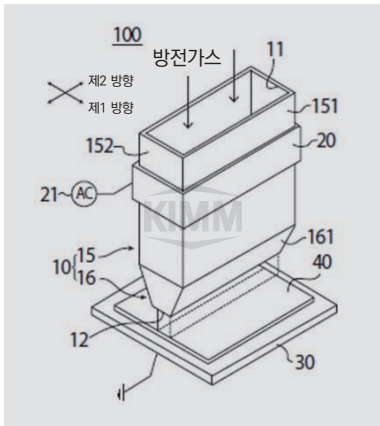
공동연구



기타

기술의 우수성

- 축전 결합식으로서 특별한 정합 기술이 요구되지 않으며, 유전 지지체의 크기에 따라 대용량 및 대면적 플라즈마 처리를 용이하게 할 수 있음
- 또한, 수 mTorr 내지 수 Torr의 광범위한 운전 범위를 가지며, 노즐부를 구성하는 경사면의 경사 각도에 따라 전기장과 유속의 변화 정도를 조절하여 공정 변수를 용이하게 제어 가능함



〈 축전결합식 리모트플라즈마 〉

지식재산권 현황

특허

- 리모트 플라즈마 발생장치(KR2013-0073901, EP14153996.5)
- 축전 결합식 플라즈마 발생장치(KR1512159)

플라즈마 버너를 활용한 디젤매연저감장치

플라즈마연구실

연구자 : 송영훈
T. 042.868.7302

기술 개요

- 디젤차량 매연여과필터에 포집된 매연을 차량 운행 중 자동으로 태워 매연여과필터를 재생시켜주는 플라즈마 버너 및 매연여과장치임



고객 · 시장

- 자동차 부품 및 완성차 회사

기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

- 현재 일부 차종에서 매연을 태우는 귀금속 촉매가 코팅된 매연여과필터가 사용되고 있으나, 매연을 태우는 귀금속 촉매는 연료의 황성분에 의해 성능이 빠르게 저하되고, 대도시를 운행하는 디젤차는 촉매의 활성온도보다도 배기 온도가 낮은 경우가 많아 매연여과필터의 촉매가 작동되지 않는 사례가 빈번하게 발생함

기술의 차별성

- 플라즈마 버너를 활용하여 매연여과필터에 포집된 매연을 태울 경우
 - 1) 값비싼 귀금속 촉매를 사용할 필요가 없고,
 - 2) 연료의 황성분에 성능이 좌우되지 않으며,
 - 3) 디젤 배기가스 온도에도 상관없이 디젤차의 매연을 95% 이상 저감할 수 있음
- 플라즈마 버너는 일반 디젤버너에 비해 부피가 1/10~1/100에 불과하기 때문에 가격이 저렴할 뿐만 아니라 차량에 장착이 용이하다는 장점이 있음
- 기존의 버너로 디젤연료를 연소하기 위해서는 4단계 즉, 연료의 미립화, 증발, 공기와의 혼합 및 점화 단계를 거치게 되나, 플라즈마 버너에서는 이 모든 단계를 one step에서 달성하기 때문에 버너의 부피가 일반 디젤버너 대비 1/10~1/100에 불과하고, 플라즈마 버너의 형상도 매우 단순하여 다양한 차종에 동일한 형상의 버너를 사용함
- 플라즈마 버너는 mis-firing의 가능성이 없어 차량에 활용하기에 안전한 기술임

기술완성도 (TRL)

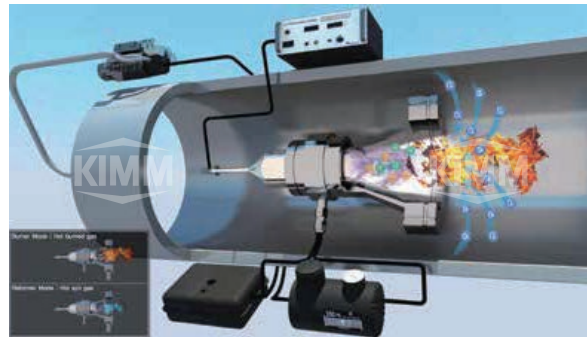


희망 파트너십



기술의 우수성

- 플라즈마 버너를 장착한 차량을 이용한 field test에서 100,000km 이상의 운전을 통해 성능을 검증하였으며 군 특수차량에서 190대 이상 실증 운전을 수행하였고 2022년 건설기계 배기저감장치 장착 시범사업에 참여할 예정임
- 현대기아자동차에서 spin-off한 매연저감장치 전문 회사인 HK-MnS에서는 기계연의 플라즈마 버너 기술을 이전 받아 2009년도부터 지하철 선로관리용 디젤 기관차량에 플라즈마 버너를 이용한 매연여과 장치를 장착하여 운행 중임
- 해당 기술은 한국 특허청의 발명상, 산업자 원부의 기술 대상을 수상하였고, 이를 근거로 해당 기술의 연구 책임자는 국무총리 표창, 한국연소학회에서 수여하는 산업기술상 등을 수상한 바 있음



〈 플라즈마 버너의 작동 원리 〉

지식재산권 현황

특허

- 플라즈마 반응장치 및 이를 이용한 플라즈마 반응방법, 난분해성 가스의 플라즈마 반응방법 및 흡착촉매 (PCT/KR2006/004043, KR0619237, KR0679868, KR0586880, KR0561199, IN252034, IN2744/KOLNP/2011, US8568662, US8524162, CNZL 2006 8 0037559.5, CNZL201010284991.2, CNZL201010284993.1, EP 1933975, EP2343114, EP2233203, EP2233196, EP1933975, JP4834736, JP5339220)
- 플라즈마 반응기와 이를 이용한 배기가스 내 입자상 물질의 저감시스템(pct/kr2007/003394, KR0692948, KR0679869, KR0699495, CNZL 2007 8 0001193.0, US8,272,206, EP4659097, HK09101433.4)
- 플라즈마 버너 및 매연여과장치(KR0866327, KR0866330, KR0866328, KR0913606, CNZL 2008 1 0129999.4, US8,257,455, JP5086199, JP5473023, EP08356112.6, EP11181993.4)

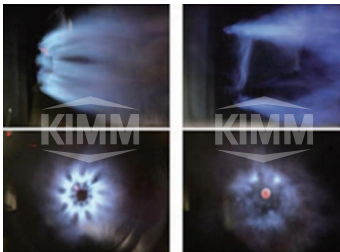
저 NOx 발생이 가능한 플라즈마 연소장치

플라즈마연구실

연구자 : 이대훈
T. 042.868.7406

기술 개요

- 플라즈마 반응기를 연소기에 내장, 수소가 포함된 개질가스를 공급하여 부상 상태의 화염을 안정적으로 형성, 초저 NOx 발생이 가능하도록 하는 연소장치



고객 · 시장

- 버너, 연소기 제작 업체 혹은 보일러나 산업용 버너를 사용하는 생산 설비 소유 회사로 NOx 총량제의 규제를 받는 산업체

기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

- 버너, 연소기 등에서 필연적으로 발생하는 NOx의 배출을 최소화하는 연소기술을 개발하고자 함
- 기존 저 NOx 버너는 다단연소, 과도한 EGR 등 과도하게 부가적인 설비가 필요함
- 연소기의 과도한 변경, 추가적인 설비 없이 NOx를 저감하기 위한 기술이 필요함
- NOx 총량제 등 강화되는 규제를 만족시키지 못하면 산업 전반에 걸쳐 설비 증설이 제한되는 상황이며, 과도한 비용과 설비가 필요한 후처리 기술이 아니라 연소기술을 통한 초 저 NOx 실현은 경제적이고 효과적인 대안임

기술의 차별성

- 기존 버너 설비 외에 추가적인 설비의 설치나 후처리 시설의 필요없이 기존 버너, 연소기 설치 조건 내에서 변경된 기술 적용 가능함
- 기존 저 NOx 버너와 비교할 때 EGR 없이 single digit ppm NOx 배출이 가능한 신개념 연소 기술임
- 초 저 NOx 실현으로 인한 부가적인 비용은 기존 버너 가격에 큰 영향을 주지 않는 범위로 개발이 가능함
- 초 저 NOx 실현을 위한 플라즈마 버너 기술은 기존 버너의 외형을 유지하면서 개량 실현할 수 있는 기술임
- 플라즈마 버너의 간단한 구조 및 형태는 내구성, 신뢰성 관점에서 장점을 가짐
- 기존 버너의 화염에서는 불가능한 부상화염 상태의 화염 안정화를 실현함

기술완성도 (TRL)



희망 파트너십



기술이전



라이선싱



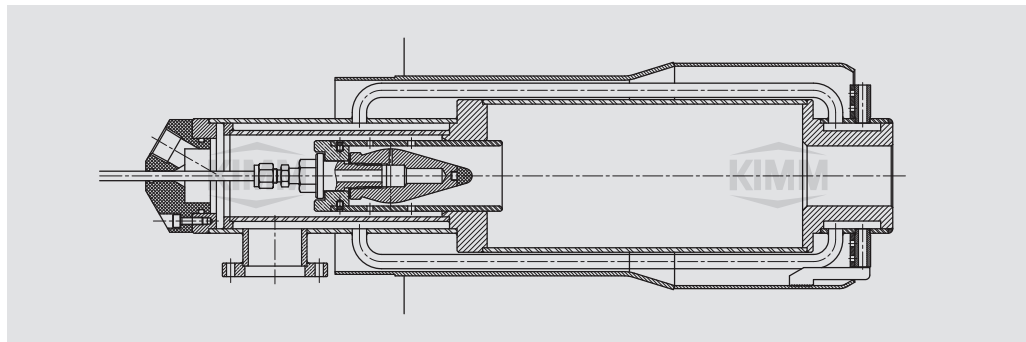
공동연구



기타

기술의 우수성

- 버너 head 내에 설치된 플라즈마 반응기에서 연료 개질을 통해 수소가 풍부한 개질 가스를 연소부에 공급함
- 수소 포함 개질 가스는 급속한 화염 안정화를 통해 주화염이 부상된 상태에서 화염이 안정화되도록 함
- 부상 화염 상태는 공기/연료 혼합 특성을 급속히 개선할 뿐 아니라, 화염기저의 열 밀도를 현저히 떨어뜨리고 합성 가스 자체로 환원제의 기능을 하게 됨
- NOx Reduction Strategy by Staged Combustion with Plasma-Assisted Flame Stabilization(Energy & Fuels 2012; 26; 7; 4284-4290) 발표함
- 2007 특허기술상 지식영상 수상함



지식재산권 현황

특허

- 플라즈마 버너(KR1525140)
- 플라즈마 버너(KR1527960)
- 플라즈마 토치(KR2013-0136523)
- 플라즈마 버너(KR1174094)

VOC 및 저농도 오염물질 제거 기술

플라즈마연구실

연구자 : 이대훈
T. 042.868.7406

기술 개요

- 별도의 연료사용 없이 플라즈마-촉매 반응을 이용하여 유기 용매나 탄화수소 등의 증발 과정에서 발생하는 휘발성 유기물질(VOC; volatile organic compound)의 효과적인 제거가 가능하게 하는 장치

고객 · 시장

- 도장 공장, 석유계 연료 저장 시설
- 유기 용매를 사용하는 사업장 및 제조현장

기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

- 낮은 농도의 VOC는 발열량이 높지 않아 이들의 제거는 단순 흡착방식 혹은 별도의 연료를 사용해야 하는 소각 방식 등을 통해 제거되어 왔음
- 단순 흡착 방식의 경우 흡착제의 교환 및 재생 과정이 필요하며 흡착과정에서 화재 등의 위험이 발생
- 소각 방식의 경우 별도의 연료공급 설비의 필요 및 연소에 의한 NOx 등의 2차 오염물질 발생

기술의 차별성

- 본 기술은 플라즈마-촉매 방식을 이용 별도의 연료 사용 없이 VOC를 산화 제거함
- 촉매 산화 방식으로 인해 NOx와 같은 2차 부산물의 발생이 없음

기술완성도 (TRL)



희망 파트너십



기술이전



라이선싱



공동연구



기타

기술의 우수성

- Benzene, Toluene 등의 유기 물질 제거 성능 확인
- 복합 오염물질, VOC 조건에서도 처리 가능
- 플라즈마 반응과 산화 촉매 반응을 이용하므로 저온에서 산화 촉매의 활성을 유도할 수 있음
- Alkane 족 이외의 탄화수소는 300 도 이하 조건에서 제거 가능
- 논문 게재 Low temperature activation of CO removal by O3 assisted catalysis (Environmental Science & Technology 2014; 48(24), 14543-14548)



〈 Pilot VOC 처리 장치 〉

지식재산권 현황

특허

- 공기 청정 장치(KR1544387)
- 공기 청정 장치(KR1661678)
- 공기 청정 장치 및 그 구동 방법(KR1767159)
- 공기 청정 장치(KR1607645)