

플라즈마기술연구소 기술자료집

INSTITUTE OF
PLASMA
TECHNOLOGY

KOREA
INSTITUTE OF
FUSION ENERGY

www.kfe.re.kr



대표 홈페이지



유튜브



네이버 블로그



페이스북

한국핵융합에너지연구원 플라즈마기술연구소
전라북도 군산시 동장산로 37 TEL. 063.440.3900

KFE 한국핵융합에너지연구원



KFE 한국핵융합에너지연구원

INTRODUCTION	플라즈마기술연구소 소개	04
RESEARCH FIELD	플라즈마 기반기술	
	원자·분자·광학 물성 연구	08
	플라즈마-물질 반응 연구	10
	플라즈마 모델링 및 시뮬레이션 연구	12
	플라즈마 상태 물성 진단 및 분석 기술	14
	플라즈마 물성 데이터베이스	16
	플라즈마 원천기술	
	고온 플라즈마 폐기물 처리를 위한 발생원 기술	20
	대면적 다이아몬드 합성을 위한 플라즈마 발생원 기술	22
	선형 ECR 플라즈마 발생원 기술	24
	플라즈마 분체 처리를 위한 플라즈마 발생원 기술	26
	고효율 플라즈마 발생원 개발	28
	플라즈마 기반 바이오 소재 처리 기술	30
	플라즈마 융복합기술	
	수중 플라즈마를 이용한 수처리(하폐수 정화 및 살균) 기술	34
	고수분 폐기물 전처리 및 자원화(폐음식물, 부패작물 등 바이오 폐기물) 기술	36
	대기환경 오염원 처리 및 개질(이산화탄소 자원화, 반도체 폐가스, 미세먼지 전구체 등)	38
	스마트 저장 시스템 실증 기술	40
	플라즈마 기반 바이오 활성 기술	42



INTRODUCTION OF PLASMA TECHNOLOGY RESEARCH INSTITUTE

플라즈마기술연구소 소개

국내 유일 정부출연
플라즈마기술
전문연구기관

플라즈마는 다양한 미래 첨단 기술의 원천을 제공하고 있습니다. 반도체, 조명, 디스플레이, 의료장비 분야뿐만 아니라 오염된 공기, 물, 토양의 정화와 같은 환경개선 분야와 태양전지, 석탄 가스화와 같은 신에너지 개발 분야 및 농산물 생산성·저장성 증대, 바이오소재 개발과 같은 바이오 분야 등 다양한 방식으로 NT, ET, BT, IT, ST 분야에 융복합적으로 적용할 수 있습니다. 이에 플라즈마기술연구소는 산업체 전반에 활용되고 있는 플라즈마의 원천기술을 확보하고, 새로운 플라즈마 기술 분야를 개척하기 위해 노력하고 있습니다.

연구 분야

기반기술

원천기술

융복합
기술

플라즈마 기반기술은 나무뿌리처럼 겉으로는 드러나지 않지만, 플라즈마 원천 및 융복합 기술에 내재되어 플라즈마 기술 경쟁력의 근간을 형성하는 기술입니다. 주로 원소재 (기체, 액체, 고체)를 구성하는 원자 및 분자 특성부터 플라즈마의 발생 특성에 이르기까지 플라즈마와 물질과의 반응을 측정·분석·해석·예측을 통해 다양한 플라즈마가 발생하는 원리를 규명하고 플라즈마의 효과 등을 연구합니다.



플라즈마 기반기술

FUNDAMENTAL TECHNOLOGY

1

세부 연구 주제

- ① 원자·분자·광학 물성 연구
- ② 플라즈마 - 물질 반응 연구
- ③ 플라즈마 모델링 및 시뮬레이션 연구
- ④ 플라즈마 상태 물성 진단 및 분석 기술
- ⑤ 플라즈마 물성 데이터베이스

1.
FUNDAMENTAL
TECHNOLOGY

1

원자·분자·광학 물성 연구

물질이 플라스마 상태로 변화되는 과정을 이해하기 위한 원자 및 분자의 물리화학적 특성 및 물리화학 반응 연구

연구 목표

- 탄소 중립 실현 대응 산업 공정 혁신을 위한 대체 후보 가스의 플라스마 물성 및 플라스마-물질 반응 데이터 확보

연구 필요성

- 점차 강화되는 환경 규제 대응을 위해 한계를 극복한 플라즈마 기술 기반 제조 장비 지능화 및 차세대 공정기술 혁신을 지원하기 위한 플라즈마 기반기술 연구 가속화 필요
- 플라즈마 상태에서 전자-화합물 상호작용을 이해하기 위해 화합물의 고유 물성과 화학 반응 메커니즘 규명 필요
- 반도체-디스플레이 및 전력 산업이 직면한 친환경 공정 대체물질 설계와 개발 요구에 적극적으로 대응하기 위해서 화합물의 물리·화학·전기 total-DB의 선제 확보는 해당 산업의 경쟁력과 직결

연구 내용

- 다양한 양자화학 이론 계산을 통한 플라스마 분자의 UV, IR 스펙트럼 및 들뜬 전자 상태 특성 예측
- 반응속도 이론 기반 플라스마 분자의 화학반응 경로, 생성화합물 종류와 상대적 분포 예측
- 전자의 수송 계수들에 대한 데이터베이스 확보, 이를 이용해 시뮬레이션에 적용 가능한 전자 수송 계수 예측 모델 개발
- 충돌 단면적 이론 데이터를 활용한 볼츠만 전자 에너지 분포함수 계산 및 화합물의 절연 특성 예측
- 화합물의 물리·화학·전기 특성 데이터베이스 구축 및 이를 활용한 PFC/HFC/SF6 대체 화합물 구조 설계

연구 그룹 소개

- 플라스마기술연구소, 플라스마융합연구부, 기반기술연구팀
- 화합물의 기초 물성, 화학반응 특성, kinetics 이론계산 연구 : 최희철(hcchoi@kfe.re.kr)
- 화합물의 분광학 특성, kinetics 이론계산 연구 : 박영춘(youngchoonpark@kfe.re.kr)
- 전자 에너지 분포함수와 전자 수송 계수 계산, 예측 모델 개발 연구 : 장현우(monax@kfe.re.kr)
- 전자-분자 충돌 산란 단면적 이론계산 연구 : 송미영(mysong@kfe.re.kr)

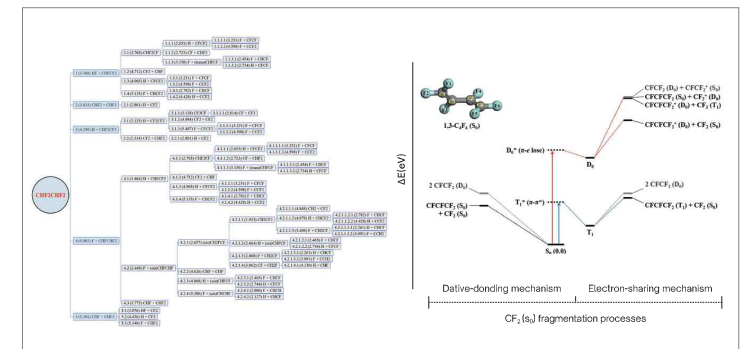
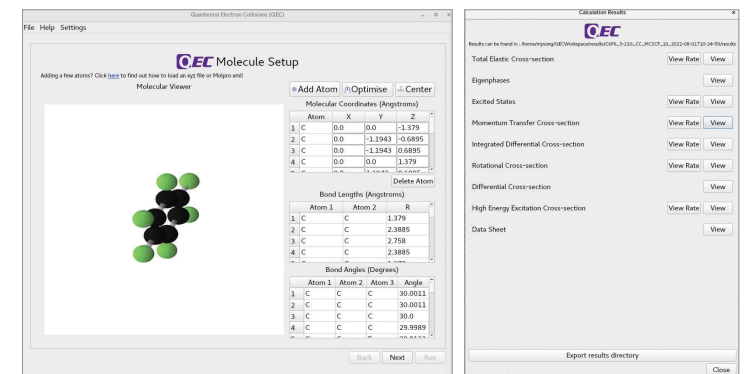
연구 성과 및 결과

- 물리·화학 특성 데이터베이스 저작권 국내 9건, 국외 3건, 국외 논문 게재 11편

물리·화학 특성 데이터
보유 화합물(좌)과
데이터 종류(우) 현황

[illegible]

Reaction Path

전자-분자 충돌 산란
단면적 이론 연구

1.
FUNDAMENTAL
TECHNOLOGY

2

플라즈마 - 물질 반응 연구

플라즈마-물질 간 상호작용을 통해 획득되는 무기물 표면 개질, 화학반응 유도, 미생물 살균 및 활성 등의 현상을 이해하기 위한 연구

연구 목표

- 탄소 중립 실현 대응 산업 공정 혁신을 위한 대체 후보 가스의 플라즈마 물성 및 플라즈마-물질 반응 데이터 확보

연구 필요성

- 플라즈마 의료 및 바이오, 방사선 의료 기술 개발과 해석을 위한 전자의 생체분자 영향 메커니즘 규명과 정량적 데이터 생산 필요
- 플라즈마 내에 존재하는 고(高) 반응성 해리종들은 플라즈마-표면 반응에 중요한 역할을 하므로 플라즈마 근원 반응을 이해하기 위해 해리단면적 측정 필요
- 기존 열처리 방식이 아닌, 플라즈마 내 전자를 이용한 기술로써, 표면 개질 및 저온 열처리 기술 개발 필요

연구 내용

- 플라즈마 발생 초기 현상 해석을 위한 전자-분자 상호작용 물성 연구(총 산란단면적) : 기체분자의 기초 물성인 총 산란단면적을 기체분자 유무에 따른 전자의 통과 전류 차이를 이용하여 측정
- 저에너지 전자와 생체분자 손상 메커니즘 연구 : 20 eV 이하 저에너지 전자 영역에서 고체 형태의 생체분자에 대한 충돌 반응 메커니즘 규명과 손상 발생 정도의 정량 데이터 생산
- 전자-기체 해리반응 측정 연구 : 해리 단면적 측정은 문턱이온화 방법(Ionization Threshold Spectroscopy Method)을 이용하여 플라즈마 반응에 의해 생성되는 해리 생성물의 단면적을 측정
- 플라즈마-물질 표면 반응 물성 연구 : 플라즈마 내 생성되는 전자 이온, 중성입자와 물질 표면 간 반응에 의한 물질 구조 및 특성 측정

연구 그룹 소개

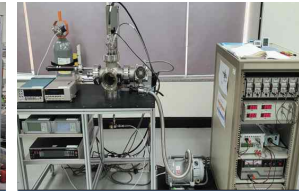
- 플라즈마기술연구소, 플라즈마융합연구부, 기반기술연구팀
- 전자-기체 반응 측정 : 최영락(yrchoi@kfe.re.kr)
- 전자-생체분자 반응 측정 : 박연수(parkys@kfe.re.kr)
- 전자-기체 해리반응 측정 : 김대철(dchcharm@kfe.re.kr)
- 플라즈마 내 전자 및 표면 반응 측정 : 박종배(pjb0410@kfe.re.kr)
- 플라즈마 이온 및 중성종-표면 반응 측정 : 장원석(wschang@kfe.re.kr)

연구 성과 및 결과

- 총 산란단면적 : 국외 논문 게재 2편
- 생체분자 : 국내 논문 게재 2편, 국외 논문 게재 2편, 학술대회 우수상 수상 2건
- 표면반응 : 특허 1건, 국외 논문 게재 1편

기체분자-총 산란단면적
측정장치(좌)생체분자-전자충돌
측정장치(우)

성능	
전자빔 에너지	10 eV - 90 eV
전자빔 전류	~ nA
진공도	~ 5×10 ⁻¹⁰ Torr 이하
자기장 세기	최대 730 Gauss
실험대상	기체상의 분자



성능	
전자빔 에너지	10 eV - 90 eV
전자빔 전류	~ nA
진공도	~ 5×10 ⁻¹⁰ Torr 이하
자기장 세기	최대 730 Gauss
실험대상	기체상의 분자

기체분자-해리반응
측정장치(좌)플라즈마-전자 열처리
측정장치(우)

성능	
전자 에너지	0 eV - 150 eV
전자 전류	1 uA - 2 mA
질량 범위	~ 300 amu
실험대상	기체상의 분자



성능	
RF power	200 - 1,000 W
작동 압력	1 - 30 mTorr
펄스 DC Bias 전압	~ 500 V
사용 가스	He, H ₂

플라즈마 표면 반응
측정장치

성능	
상부전극	300 mm (13.56 MHz+400 kHz)
하부전극	300 mm (접지, Heater 500°C) Radial 진단 포트 구성
GAS	Ar, He, N ₂ , NF ₃
운전 압력	≥ 10 mTorr

1. FUNDAMENTAL TECHNOLOGY

3

플라즈마 모델링 및 시뮬레이션 연구

플라즈마 장치 및 공정을 시뮬레이션할 수 있는 소프트웨어를 개발하고, 이를 활용하여 장비 및 공정을 해석·최적화하는 연구

연구 목표

- 계산 과학 기반 플라즈마 장비 모델링과 시뮬레이터 개발
- 다양한 공정에 활용 가능한 플라즈마 데이터베이스 개발

연구 필요성

- 반도체·디스플레이 제조 과정에서 대부분의 난제는 플라즈마 공정에서 발생하며, 이러한 플라즈마 장비 및 공정을 정확히 이해하기 위해서는 물리·화학적 이론을 기반으로 개발된 시뮬레이터 필수
- 다양하고 복잡한 장비·공정을 대상으로 새로운 기술과 제품을 개발할 수 있으려면 공학적 도구와 기법 필요
- 반도체·디스플레이 공정·장비의 빠른 시장 수요변화에 대응하기 위한 시뮬레이션 기반 기술 개발 병행 요구

연구 내용

- 반도체 및 디스플레이 장치 제조 공정용 플라즈마 장비 해석 시뮬레이터 개발
- 계산 속도 및 정확성 향상을 위한 수치해석 알고리즘 개발
- 다양한 공정에 활용 가능한 플라즈마 데이터베이스 개발
- 전자 에너지 분포 함수 및 확산계수 계산을 위한 볼츠만 방정식 솔버 개발

연구 그룹 소개

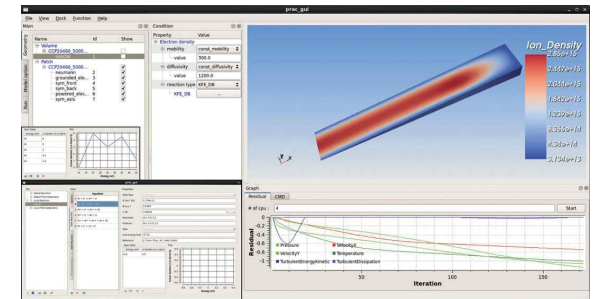
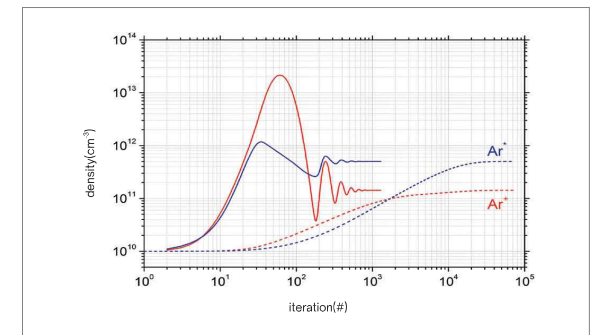
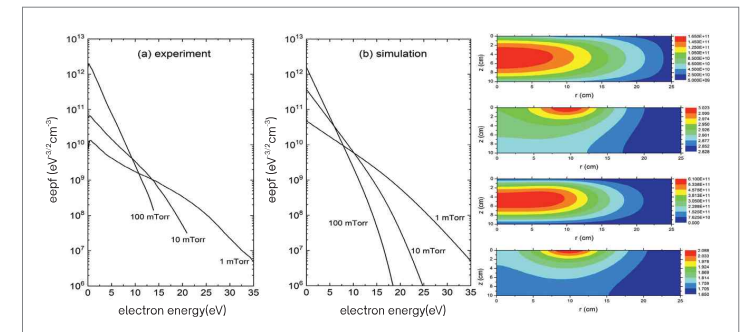
- 플라즈마기술연구소, 플라즈마융합연구부, 기반기술연구팀
- 모델링 및 시뮬레이터 개발 : 권득철(dckwon@kfe.re.kr)
- 플라즈마 데이터베이스 개발 : 정상영(sychung@kfe.re.kr)
- 이론 및 중성종 측정 : 장원석(wschang@kfe.re.kr)
- 모델링 및 시뮬레이터 개발 : 장현우(monax@kfe.re.kr)

연구 성과 및 결과

- 기술이전 3건, 국내 특허 출원 6건, 국내 특허 등록 3건, 국외 특허 등록 1건, 국외 논문 게재 28편

K-ODPLASMA
상용화(상용 소프트웨어와 비교)

Feature	K-ODPLASMA	CHEMKIN	Quantemol-P
Electron heating model	o	x	x
N, Te	o	o	o
Tgas	o	o	o
Plasma chemistry	o	o	o
RF sheath model(pulse)	o	x	x
ODE Solver	FCAM, CVODE	TWOPNT/DASPK	VODE
EEPF module	o	x	x
Optimization	o	o	x
Parametric study	o	o	o

플라즈마 장비 해석
3차원 시뮬레이터속도 향상 알고리즘
개발플라즈마 장비 해석
예시

1. FUNDAMENTAL TECHNOLOGY

4

플라즈마 상태 물성 진단 및 분석 기술

플라즈마 발생 장치 내부의 플라즈마 관측 및 공정 진행 중 내부 변화를 측정 및 분석하는 기술

연구 목표

- 저온·진공 플라즈마 물성 진단 및 분석 기술 개발
- 저온·대기압 플라즈마 물성 진단 및 분석 기술 개발

연구 필요성

- 플라즈마 기술 적용 장비의 신뢰성 확보를 위한 첨단 진단 기술 개발 필요
- 표준화된 진단 및 신뢰도 측정기술을 바탕으로 장비와 부품의 특성 분석과 이를 바탕으로 장비·공정·제어를 종합적으로 융합(Integration)할 수 있는 기술 및 성능평가 기술 개발 필요
- 신규 플라즈마 발생원의 산업 분야 적용 활성화를 위해 비파괴 방식의 플라즈마 진단 기술 개발 필요

연구 내용

- 저온·진공 플라즈마 물성 진단 및 분석 기술 개발
- 플라즈마 내 입자의 온도 및 밀도 측정 기술 개발
- 플라즈마 내 이온, 중성종 진단 기술 개발
- 저온·대기압 플라즈마 물성 진단 및 분석 기술 개발
- 플라즈마 내 입자의 온도 및 밀도 측정 기술 개발
- 레이저 기반 플라즈마 진단 및 분석 기술 개발

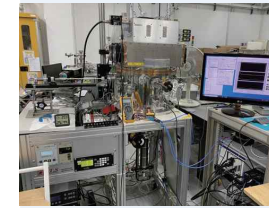
연구 그룹 소개

- 저온·진공 플라즈마 물성 진단 및 분석 기술 개발
- 플라즈마융합연구부, 기반기술연구팀 : 김종식(jongsik@kfe.re.kr), 김대철, 김용현
- 저온·대기압 플라즈마 물성 진단 및 분석 기술 개발
- 플라즈마 바이오연구부, 바이오 2팀 : 박승일(spark@kfe.re.kr), 지성훈, 기세훈

연구 성과 및 결과

- 국내 특허 출원 7건, 국내 특허 등록 7건, 국외 특허 출원 4건, 국외 논문 게재 6편

다목적 플라즈마 진단 시스템



- 반응기 구성
- 상부전극 : 250 mm (13.56 MHz)
 - 하부전극 : 200 mm (GND or 13.56 MHz)
 - Multi 진단 포트 구성
 - GAS : Ar, Kr, Xe, N₂, O₂
 - 운전 압력 : ≥ 1 mTorr

- 진단계 구성
- 정전탐침 : 플라즈마 온도, 밀도, 전자온도 분포 측정
 - 컷-오프 탐침 : 실시간 전자밀도 측정
 - OES : 플라즈마 온도, 밀도, 전자온도 분포 및 여기종 밀도 측정
 - VI 센서 : 전극 입력전압, 전류, 전력, 위상 측정

- CCP와 ICP type 교체 가능
- 플라즈마 발생 방식과 운전 조건에 따른 특성 분석
- 플라즈마 대향 소재·부품의 특성 분석

건식 식각(ETCHER) 반응 진단 시스템



- 반응기 구성
- 상부전극 : 300 mm (100 MHz)
 - 하부전극 : 300 mm (13.56 MHz+2 MHz)
 - Radial 진단 포트 구성
 - GAS : CxHy, Ar, O₂, He, SF₆, ...
 - 운전 압력 : ≥ 10 mTorr

- 진단계 구성
- 정전탐침 : 플라즈마 온도, 밀도, 전자온도 분포 측정
 - 컷-오프 탐침 : 실시간 전자밀도 측정
 - OES : 플라즈마 온도, 밀도, 전자온도 분포 및 여기종 밀도 측정
 - VI 센서 : 전극 입력전압, 전류, 전력, 위상 측정
 - 고전압 탐침 : 전극 전압 측정
 - 질량-에너지 분석기 : 이온종, 중성종의 질량-에너지 분포
 - 매칭박스 센서 : 임피던스, 축전지 포지션, 전력 인가 측정

- 건식 식각 반응기 (S 사 장비)
- 건식 공정가스 및 운전 전력에 따른 플라즈마 특성 분석

Plasma Nitridation 반응 진단 시스템



- 반응기 구성
- ICP antenna
 - 하부전극 : 300 mm (접지)
 - Radial 진단 포트 구성
 - GAS : Ar, He, N₂, NF₃
 - 운전 압력 : ≥ 1 mTorr

- 진단계 구성
- 정전탐침 : 플라즈마 온도, 밀도, 전자온도 분포 측정
 - 컷-오프 탐침 : 실시간 전자밀도 측정
 - OES : 플라즈마 온도, 밀도, 전자온도 분포 및 여기종 밀도 측정
 - VI 센서 : 전극 입력전압, 전류, 전력, 위상 측정
 - 매칭박스 센서 : 임피던스, 축전지 포지션, 전력 인가 측정

- 플라즈마 질화용 반응기
- 질소 가스 및 운전 전력에 따른 플라즈마 특성 분석

대기압 플라즈마 통합 진단 시스템



- 반응기 구성
- 종합진단챔버 (12 ports)
 - ISOplane w/ ICCD, FTIR, QMS (200AMU)
 - Nd : YAG (532nm), Dye laser (370-620 nm), Triple grating
 - 3ch. E-field probe, IR camera

- 진단계 구성
- OES (Tvb, Trot, etc.)
 - OAS (Ozone, NOx, etc.)
 - Thomson scattering
 - Te, ne, Trot, etc.
 - TALIF (nO, nOH, etc.)
 - TDLAS (nAr_{1s5}, etc.)
 - CRDS (nN₂, etc.)

- 대기압 플라즈마 발생원의 물리·화학적 특성 진단 및 분석
- 개별 진단계 운용 가능, 플라즈마-바이오 반응 기전 연구

1. FUNDAMENTAL TECHNOLOGY

5

플라즈마 물성 데이터베이스

플라즈마가 발생하면서 유발되는 다양한 상태 변화를 이해하기 위해, 원자-분자의 물리화학적 특성 및 물리화학 반응 연구 데이터를 산업체 및 관련 플라즈마 연구 분야에서 활용하기 위한 데이터베이스 구축

연구 목표

- 다양한 플라즈마 연구 분야에서 활용가능한 플라즈마 물성 데이터베이스 구축

연구 필요성

- 산업체 등 다양한 응용 분야에서 활용되고 있는 플라즈마 물성 정보는 원자-분자의 충돌 단면적, 플라즈마의 확산계수 그리고 플라즈마의 진단 데이터 등의 관련 분야 응용에 필요
- 플라즈마를 응용하고 활용하는 분야에서는 관련 장비들이 고가이면서 까다로운 조건을 만족해야 하는 제어 기술도 함께 필요하기 때문에 이와 관련하여 필요한 물성 정보를 또한 데이터베이스화하여 관리 필요
- 플라즈마 물성 정보의 필요성에 비하여 관련 연구가 부족하고, 연구자들이 쉽게 접근 가능하고 신뢰성 높은 플라즈마 물성 데이터베이스 부족

연구 내용

- 플라즈마 물성 정보 데이터베이스 시스템에서 충돌 단면적, 표면 반응 데이터, 기초 열역학 데이터 등 플라즈마 물성 정보 제공
- 수치, 그래프 등 다양한 형태로 관련 데이터 획득이 가능한 통합 검색 및 개별 검색 구현
- 2017년 리뉴얼 이후 지속적인 데이터 정제 작업 및 신규 데이터 업데이트
- 신뢰성 있는 플라즈마 물성 참조표준 데이터 함께 제공

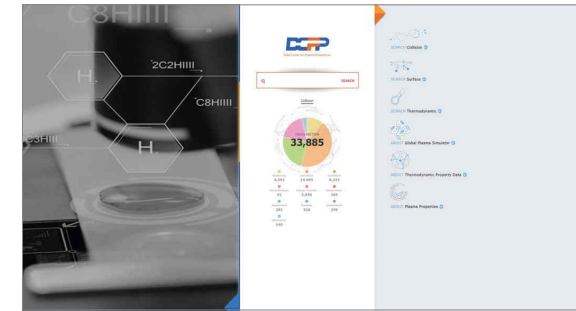
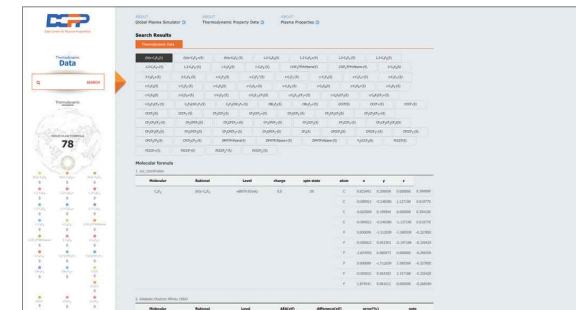
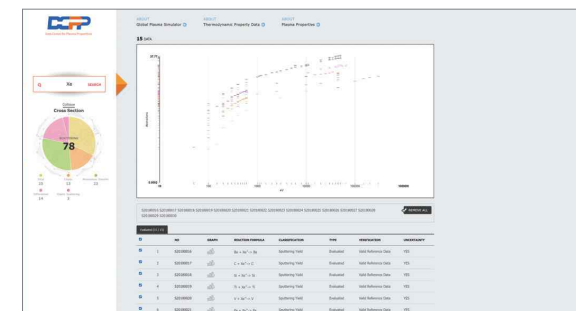
연구 그룹 소개

- 플라즈마기술연구소, 플라즈마융합연구부, 기반기술연구팀
- 플라즈마 물성 정보 ML 분석 및 플라즈마 물성 데이터베이스 개발 : 박준형(pjh1126@kfe.re.kr)
- 플라즈마 물성 정보 관리 및 IAEA AMBDAS 연계 데이터 획득 및 수집 : 한선민(smhan87@kfe.re.kr)

연구 성과 및 결과

- Open Data : <https://dcpk.kfe.re.kr>, 2022년 현재 누적 접속자 수 31,680명
- 보유 데이터 : Cross Section 69,371건, Rate Coefficient 32,230건, Sputtering Yield 60건, Thermodynamics 660건 등
- 국내 논문 게재 1편

DCPP 메인화면

Collision Data
검색 화면
(Total Cross
Section, CH4)Thermodynamics
Data 검색 화면Surface Data
검색 화면
(Sputtering
Yield, Xe)

플라즈마 원천기술은 원소재(기체, 액체, 고체)에 다양한 방식으로 전압·전류를 인가하여 플라즈마를 잘 만드는 기술입니다. 주로 플라즈마의 특정 기능 구현을 위해 제어해야 할 속성을 규명하고, 목적에 맞는 플라즈마를 발생·유지하는 기술을 연구합니다.



플라즈마 원천기술

CORE TECHNOLOGY

2

세부 연구 주제

- ① 고온 플라즈마 폐기물 처리를 위한 발생원 기술
- ② 대면적 다이아몬드 합성을 위한 플라즈마 발생원 기술
- ③ 선형 ECR 플라즈마 발생원 기술
- ④ 플라즈마 분체 처리를 위한 플라즈마 발생원 기술
- ⑤ 고효율 플라즈마 발생원 개발
- ⑥ 플라즈마 기반 바이오 소재 처리 기술

2.
CORE
TECHNOLOGY

1

고온 플라즈마 폐기물 처리를 위한
발생원 기술

심각한 사회 문제인 폐기물을 가장 깨끗하게 처리할 수 있는 플라즈마 발생원 기술과 환경에 유해한 물질을 배출하지 않고서 재자원화할 수 있는 기술 연구

연구 목표

- 유해물질 배출 없는 폐기물 처리를 위한 플라즈마 환경 핵심 기술 개발
- 플라즈마를 활용한 폐기물의 처리 및 가스화 동시 가능 기술 개발

연구 필요성

- 국내·외적으로 매립장 확보의 어려움과 매립지의 환경오염으로 인해 직매립을 금지하고 있어, 폐기물 발생량 증대에 따른 친환경 폐기물 처리 및 에너지화 기술 필요성 증대
- 플라즈마를 이용한 폐기물 고온 열분해 시 발생하는 유해 가스 및 부산물의 재활용을 통한 Zero-emission 구현으로 친환경 폐기물 열분해 장치 개발 필요
- 경제성 확보를 위해 폐기물 산업과 신재생에너지 등과 연계된 에너지 기술 개발 필요

연구 내용

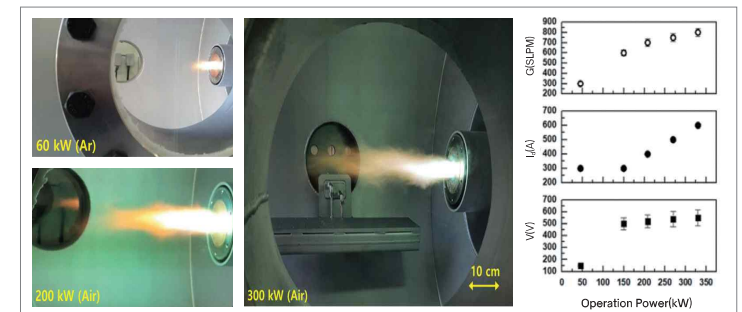
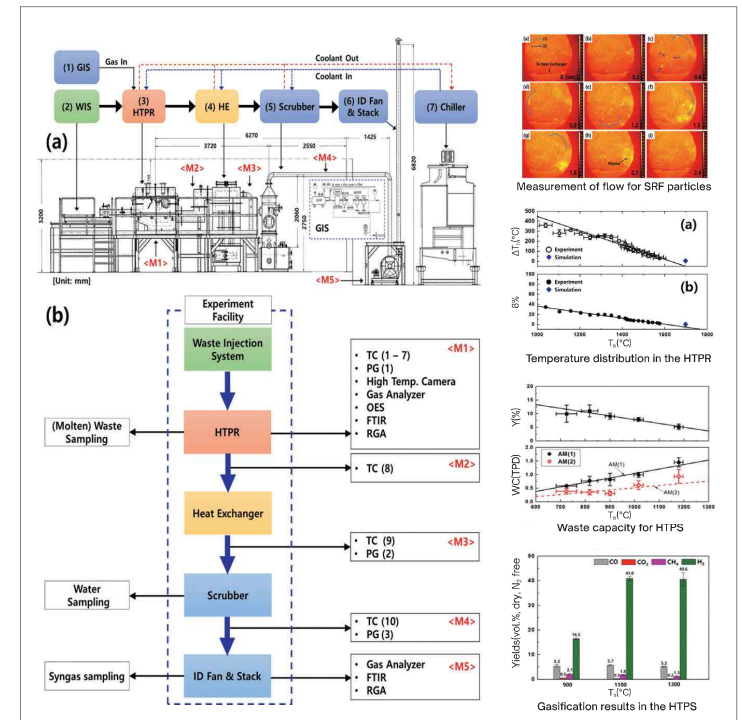
- 고온 연소로 공정 실증 연구
 - 60 kg/hr급 플라즈마 고온 열분해로 구축 및 SRF를 이용한 폐기물 분해 실험
- 고온 연소로 적용을 위한 대용량 플라즈마 토치 개발
 - 500 kW급 직류아크 플라즈마 토치 개발 및 운전 특성 평가

연구 그룹 소개

- 플라즈마기술연구소, 플라즈마융합연구부, 원천기술연구팀
- 최용섭(yschoi@kfe.re.kr), 김지훈, 한덕선, 최대현, 강인제

연구 성과 및 결과

- 플라즈마 고온 연소로 관련 특허 출원 5건(3건 출원 및 2건 준비 중), SCI급 논문 게재 5편(게재 3편 및 2편 리뷰 중)

High
Temperature
Plasma System
for Waste
Treatment(좌)500 kW DC Arc
Plasma Torch
System(우)

2. CORE TECHNOLOGY

2

대면적 다이아몬드 합성을 위한
플라즈마 발생원 기술

궁극의 반도체 소자 및 양자 센서의 소재인 다이아몬드 기판 합성을 위한 대면적 마이크로웨이브 플라즈마 성막 장치와 새로운 고품위 플라즈마 성막 기술(발생원) 개발

연구 목표

- 대면적 다이아몬드 기판 합성을 위한 새로운 마이크로파 플라즈마 발생원 및 성막 장치 개발
- 마이크로파 플라즈마를 이용한 반도체 소자용 고속, 고품위 다이아몬드 합성 공정기술 확보

연구 필요성

- 다이아몬드는 우수한 전기적, 광학적, 기계적, 열적 특성이 있어 5G 이상 전력반도체 핵심 소재로 개발 중이며, 최근 상온 양자 컴퓨터 및 양자 센서 소자로 탁월한 성능을 보이는 등 소재로서의 가치와 상용화 가능성이 매우 큼
- 현재 합성 다이아몬드 공정, 장비 기술은 보석 제조용으로 최적화되어 있어 대면적화에 기술적 어려움이 있어 다이아몬드 소재가 반도체 기판으로써의 경쟁력을 확보할 수 있는 혁신적인 공정, 장비 기술 필요
- 국내의 합성 다이아몬드 공정 및 장비 기술은 글로벌 선진 장비 기업에 의존하고 있으며 향후 급격한 성장이 예상되는 합성 다이아몬드 시장에 동참하기 위해서는 독자적인 합성 다이아몬드 공정, 장비 원천기술 확보 필요

연구 내용

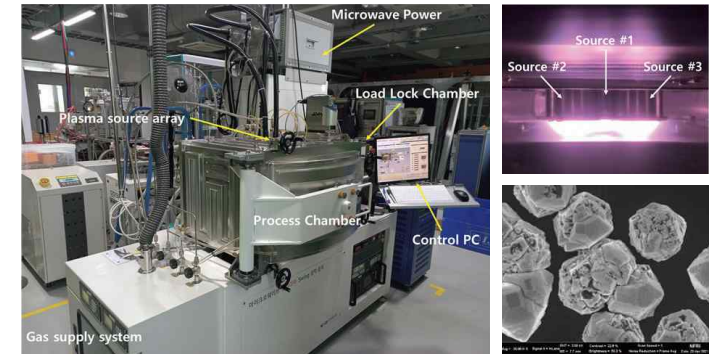
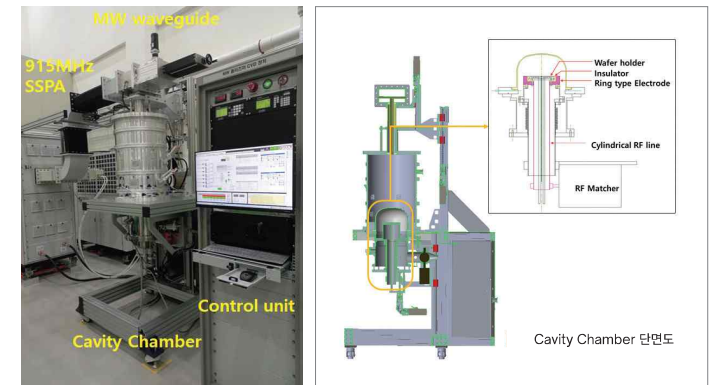
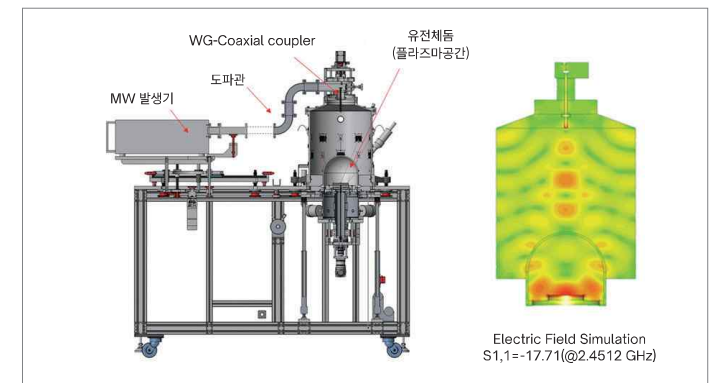
- 수소, 메탄 플라즈마 기반의 다이아몬드 합성 메커니즘 연구
- 대면적 합성 다이아몬드 성막을 위한 무한 확장이 가능한 Multiple Microwave Plasma 발생원 및 Swing 성막 시스템 개발
- Single mode Resonant Cavity(915MHz) 기반의 Hybrid 마이크로파 플라즈마 합성 다이아몬드 성막 장치 개발
- 대면적 다이아몬드 기판 대응 Multiple mode Resonant Cavity 해석 및 이를 이용한 플라즈마 합성 다이아몬드 성막 장치 개발

연구 그룹 소개

- 플라즈마기술연구소, 플라즈마융합연구부, 원천기술연구팀
- 이강일(kilee@kfe.re.kr), 유현중, 홍승표, 장수욱

연구 성과 및 결과

- 합성 다이아몬드 기술 관련 국내 특허 출원 3건, 국외 논문 게재 1편

Multiple Plasma Source 합성
다이아몬드 성막Single mode Cavity 기반
Hybrid 다이아몬드
성막 장치Multiple mode Resonant Cavity
다이아몬드 성막 장치

2. CORE TECHNOLOGY

3

선형 ECR 플라즈마 발생원 기술

에너지 저장장치용 전극이나 대면적 디스플레이 공정에 적용 가능한 높은 품질의 박막을 생성할 수 있는 ECR(Electron Cyclotron Resonance) 플라즈마 발생원 대형화 기술 개발

연구 목표

- 새로운 형태의 대면적 고밀도 선형 ECR 플라즈마 발생원 개발
- 선형 ECR 플라즈마 발생원을 이용한 신공정 기술 확보

연구 필요성

- 에너지 저장 장치 및 디스플레이 제작 공정에서 기존의 플라즈마보다 높은 밀도의 새로운 플라즈마 발생원에 대한 지속적인 개발 요구
- 대량생산을 위한 Roll to Roll 공정용 선형의 ECR 플라즈마원에 대한 높은 개발 수요
- ECR 플라즈마 발생원은 파장의 한계로 인해 대면적화가 힘들고, 마이크로웨이브 진공창을 사용하기 때문에 장시간 안정성과 내구성 확보가 매우 어려움. 이를 극복하기 위하여 혁신적인 플라즈마 발생원 공학 기술 요구
- 국내 선형 ECR 플라즈마 발생원의 개발 업무는 대부분 KFE 플라즈마기술연구소에서 진행하였고, 향후 급격한 시장 성장이 예상되는 에너지저장장치 및 대면적 디스플레이 공정 적용을 위한 신규 플라즈마 발생원 및 신공정의 원천기술을 확보할 수 있는 유망한 기술

연구 내용

- 선형 ECR 플라즈마 발생원의 대형화 및 내구성 확보를 위한 기술 개발
- 고전력 마이크로웨이브 전달, 분배 기술 연구
- 선형 ECR 플라즈마 발생원을 이용한 Roll to Roll 연속 공정용 시스템 개발
- 신규공정 기술 개발 및 안정성 확보

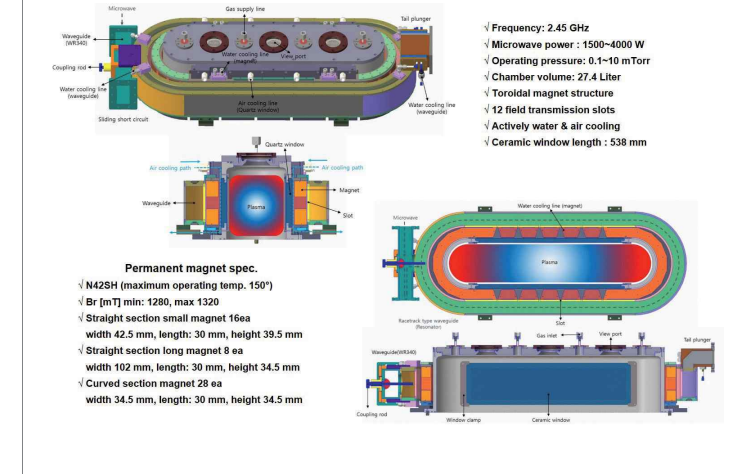
연구 그룹 소개

- 플라즈마기술연구소, 플라즈마융합연구부, 원천기술연구팀
- 장수욱(sojang@kfe.re.kr), 박현재, 이강일, 신진하, 노태협

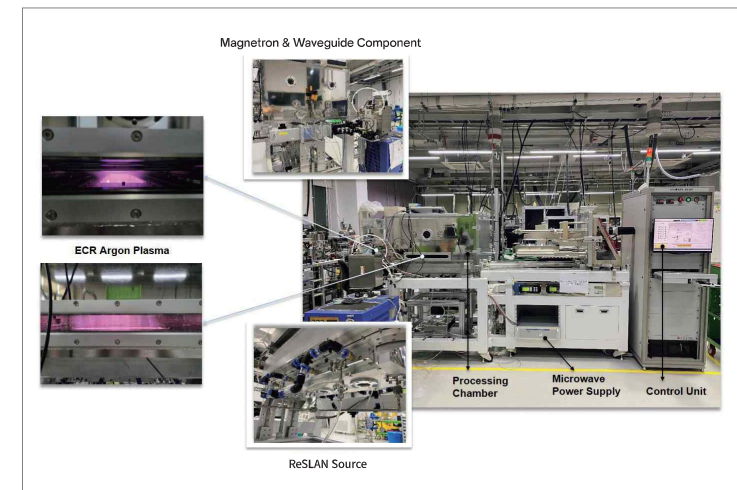
연구 성과 및 결과

- 선형 ECR 플라즈마 발생원 기술 관련 국내 특허 출원 2건

선형 ECR 플라즈마 발생원 사양 및 개략도



선형 ECR 플라즈마 발생원 장치



2. CORE TECHNOLOGY

4

플라즈마 분체 처리를 위한
플라즈마 발생원 기술

다량의 분말을 처리할 수 있는 마이크로웨이브 플라즈마 발생원 및 유전체 장벽 방전(DBD) 발생원 기술 개발

연구 목표

- 플라즈마를 이용한 분체, 입체 소재의 표면처리 장치 및 공정기술 개발

연구 필요성

- 분체 소재는 최종제품이 되기 위한 여러 공정을 거치면서 한 종류의 분체 소재가 단독으로 사용되기 보다는 특성의 액체와 혼합되어 현탁 분산되거나, 다른 분체 소재와 혼합되어 사용
- 고기능성을 가진 분체 소재일수록 표면 물성의 특이성이 매우 강한 편이며 이 때문에 액체 내의 분산 특성이 매우 좋지 않거나, 혼합되는 분체와의 표면 물성이 매우 달라 서로 균일하게 혼합되지 못하는 문제 존재
- 분체 재료의 낮은 분산성과 다른 분체와의 낮은 상용성(균일하게 혼합되는 특성) 문제는 다양한 종류의 분산제를 적용하는 습식 공정을 통하여 해결
- 플라즈마를 이용한 분체의 건식 표면처리 기술은 기존의 습식 분체 표면 조작 공정에 따르는 문제들을 (분산제 비용, 폐수 발생, 에너지 및 시간 소요, 재료의 적용 분야 제한 등) 해결하는 효과적인 수단 제공 가능
- 모바일 에너지 저장매체를 (이차전지, 연료전지, 커패시터 등) 구성하는 핵심 원료들은 (양·음극 활물질, 바인더) 분체 형태 그대로 활용
- 에너지 장치의 더욱 높은 용량, 수명, 안전성 등을 개선하는 데에 활물질 분체의 불순물 제거, 도핑, 식각 등의 처리가 필요할 수 있으며 플라즈마-분체 처리 기술은 그에 대한 효과적인 수단 제공
- 또한 바인더와 활물질 분체의 상용성을 개선하여 공정 시간 단축, 제품의 안정성을 개선하는 데 도움

연구 내용

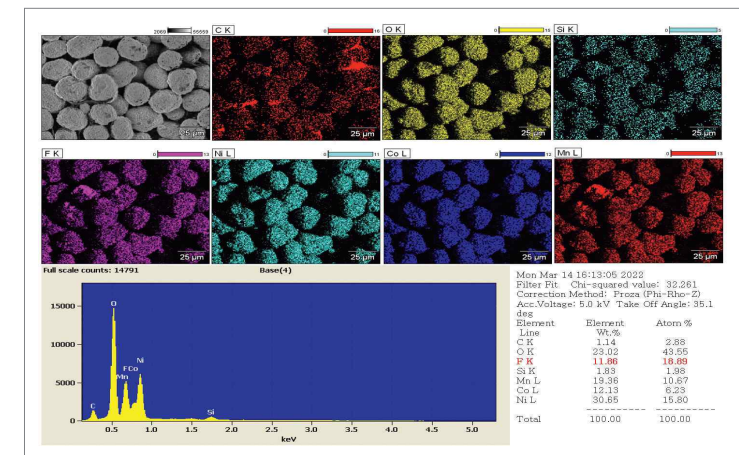
- SDBD(표면 면방전) 플라즈마 발생원을 이용한 유전체 분체의 표면처리 기술 개발 : 가장 빠르고 고효율인 플라즈마 직접 접촉 방식의 분체 표면처리 기술
- APPJ(대기압 플라즈마 Jet)를 이용한 분체의 표면처리 기술 개발 : 처리 분체의 종류 제한이 없는 플라즈마 간접 접촉 방식의 분체 표면 처리 기술
- PAG(플라즈마 활성화가스)를 이용한 분체의 표면처리 기술 개발 : 원격 플라즈마 분체 불순물 제거, 표면기능화 처리 기술
- 플라즈마-분체 표면처리 물성 평가 기반 구축

연구 그룹 소개

- 플라즈마기술연구소, 플라즈마융합연구부, 원천기술연구팀
- 플라즈마 진단 : 정용호(yhjung@kfe.re.kr)
- 플라즈마 발생원 개발, 플라즈마 공정개발 : 석동찬(stackroach@kfe.re.kr)
- 플라즈마 공정개발, 플라즈마 공정결과 분석 : 유승열(sryoo@kfe.re.kr)

연구 성과 및 결과

- 국내 특허 등록 12건, 해외 특허 등록 12건, 국외 논문 게재 7편(SCI 3편, SCIE 3편, SCOPUS 1편), UKC-IP 경연대회 입선 1건

플라즈마-분체
표면처리 시스템PAG 플라즈마
처리된 NCM 622
리튬이차전지 양극활
물질의 불화처리 결과

2. CORE TECHNOLOGY

5

고효율 플라즈마 발생원 개발

기존 플라즈마 적용 분야의 단점을 보완하기 위한 새로운 플라즈마 발생원 원천 기술 개발

연구 목표

- 기존 플라즈마 원의 단점 보완 및 단일 플라즈마 소스의 한계 극복을 위한 고효율 플라즈마 발생원 개발

연구 필요성

- 환경개선, 공정개선, 재료합성 및 개질 분야에는 다양한 기술이 접목되고 있으나 기존 기술의 한계로 인한 답보상태에 있음
- 에너지 효율, RE100, 저탄소 등 환경문제 대두로 플라즈마 기술이 떠오르지만 비싸고 전력 소모가 많다는 단점이 늘 앞서있음
- 고효율 플라즈마 소스 개발은 전력을 낮추고 저탄소 공정을 개발할 수 있는 여러 가지 장점이 있음
- Arc의 고온과 Microwave의 큰 볼륨 등 장점을 접목하여 하이브리드 플라즈마 소스 개발 필요

연구 내용

- Arc+MW 플라즈마 소스의 최적 파워 변곡점 파악
- MW의 Arc 플라즈마 히팅 시간 및 이론에 의한 가능성 확인
- Arc+MW 최대 볼륨 증가구간 확인 및 응용 분야 발굴
- 분말(세라믹 및 금속) 개질, 전구체 탄소섬유의 안정화·탄화, PFC 분해, 메탄 크래킹, 이산화탄소 자원화 응용 연구를 통한 검증

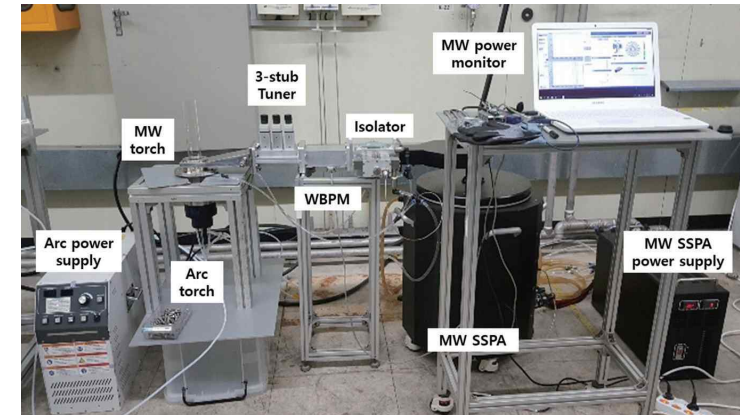
연구 그룹 소개

- 플라즈마기술연구소, 플라즈마융합연구부, 융복합기술연구팀
- 홍용철(ychong@kfe.re.kr), 신동훈, 김강일, 천세민, 신용욱, 정상윤, 양건우, 이희재

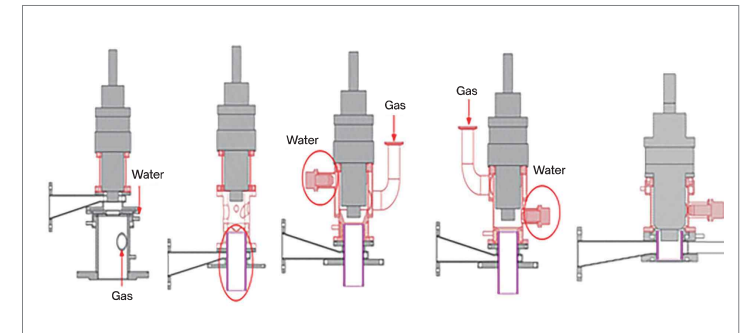
연구 성과 및 결과

- 기술이전 1건, 특허 4건, SCI 논문 게재 2편

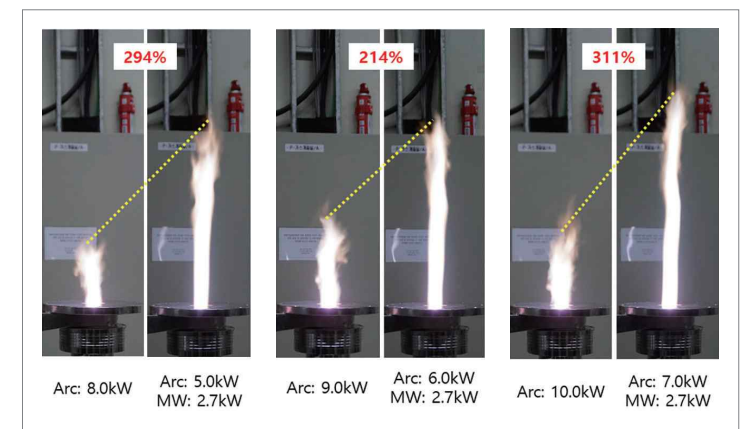
Arc+MW 플라즈마
하이브리드 소스
장비 셋업



Arc+MW 플라즈마
최적 형상 구조
테스트



Arc+MW 플라즈마
볼륨 증대 테스트
결과



2. CORE TECHNOLOGY

6

플라즈마 기반 바이오 소재 처리 기술

고부가가치 식의약 관련 소재 발굴을 위한 플라즈마를 이용한 바이오 소재 처리 기술

연구 목표

- 바이오 소재 발굴을 위한 플라즈마 처리 기술 연구

연구 필요성

- 미래 고부가가치 창출을 위한 그린바이오 분야의 기술 개발 필요성 대두
- 바이오 소재는 천연물의약품·건강기능식품 등 미래 신성장 동력 산업의 원천
- 플라즈마를 활용한 식의약 기능성 소재의 합성 유도 및 제어 기술 확보
- 플라즈마를 활용한 바이오 소재 처리 및 발굴은 새로운 연구 분야로 원천기술 개발 가능

연구 내용

- 바이오 소재 처리를 위한 플라즈마 발생원 개발 및 특성 평가
- 플라즈마를 이용한 바이오 소재 처리 시 플라즈마 처리의 주요 인자 도출 및 기전 연구

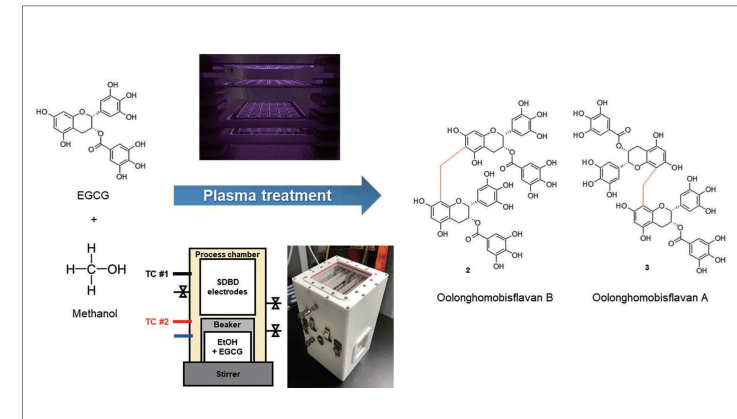
연구 그룹 소개

- 플라즈마 발생원 개발 : 박승일(spark@kfe.re.kr)
- 플라즈마 발생원 특성 측정 : 기세훈(ksh8721@kfe.re.kr)
- 플라즈마 발생원 제작 및 운용 : 지성훈(shjee76@kfe.re.kr)
- 동물형 의약품 소재 개발 : 김성봉(sbkim@kfe.re.kr)
- 협력 기관 : 대구대학교(합성 화합물 구조 분석 및 효능평가)

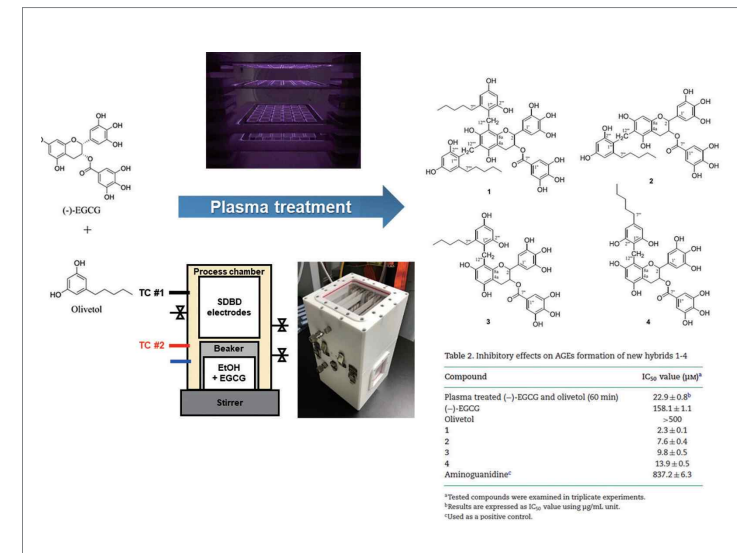
연구 성과 및 결과

- 특허 출원 4건, 특허 등록 1건, SCI 논문 게재 4편

플라즈마를 이용한
메탄올 내 EGCG의
이량체 2중 합성



플라즈마를 이용한
신규 Hybrid
Molecule 4중 합성



플라즈마 융복합기술은 플라즈마를 이용하는 다양한 산업 공정에 적용 가능한 기술입니다. 주로 환경개선 분야, 신에너지 개발 분야, 바이오 분야 등에서 특정 목적에 맞는 플라즈마를 발생·유지할 수 있도록 제어하여 산업체 전반에서 활용이 가능한 기술을 연구합니다.



플라즈마 융복합기술

APPLICATION
TECHNOLOGY

3

세부 연구 주제

- ① 수중 플라즈마를 이용한 수처리(하폐수 정화 및 살균) 기술
- ② 고수분 폐기물 전처리 및 자원화(폐음식물, 부패작물 등 바이오 폐기물) 기술
- ③ 대기환경 오염원 처리 및 개질(이산화탄소 저감, 반도체 폐가스, 미세먼지 전구체 등)
- ④ 스마트 저장 시스템 실증 기술
- ⑤ 플라즈마 기반 바이오 활성 기술

3.
APPLICATION
TECHNOLOGY

1

수중 플라즈마를 이용한 수처리
(하폐수 정화 및 살균) 기술

저전력·고효율의 수중 플라즈마를 개발·적용하여 하폐수 내 미세·미량 오염 물질 저감과 동시에 생태 독성을 무해화하는 공정과 기술을 개발하고 물의 플라즈마 활성화를 통해 Water-/air-borne 유해균 및 바이러스를 제거하는 플라즈마 기술 연구

연구 목표

- 경제성이 확보된 수중 플라즈마 모듈 개발 및 이를 이용한 초고도 수처리 시스템 실증
- 물의 플라즈마 활성화를 통한 Water-/air-borne 유해균 및 바이러스 제거 기술 개발

연구 필요성

- 산업의 고도화로 방류수 내 미규제 미량 오염물질 및 난분해성 물질의 배출 증가로 인한 수생태계 파괴 개선 및 대비
- 잔류 의약품 및 내분비계 장애 물질의 하천 유입을 통한 수생태계 교란 현상 발생
- 국내 AOP 공정은 주로 오존과 UV를 사용하는데 전량 수입 제품에 의존하고 있어 국산 고도 수처리 기술의 개발 필요
- 전 세계 팬데믹에 대비할 수 있는 인체 안정성이 보장된 살균제 및 처리 기술 필요

연구 내용

- 저전력 소모 수중 플라즈마 최적화를 통한 초고도 수처리 모듈 개발
- 산업별 폐수의 미량오염물질 배출 특성을 통한 공정 최적화
- 수중 플라즈마의 초고도정화를 통한 생태독성 무해화
- No-chemical, No-toxicity, No-damage의 비간접적 플라즈마 처리 기술 개발

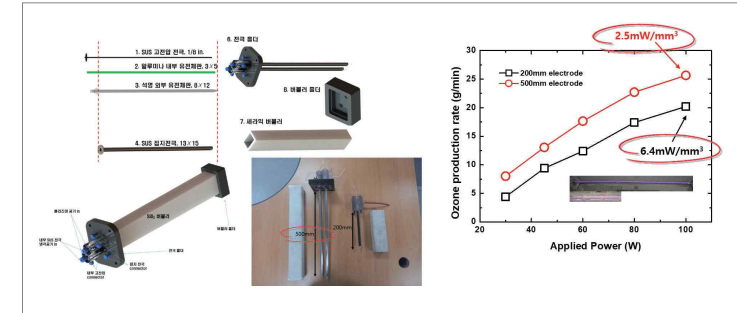
연구 그룹 소개

- 플라즈마기술연구소, 플라즈마융합연구부, 융복합기술연구팀
- 홍용철(ychong@kfe.re.kr), 김강일, 신용욱, 안금란, 김해광, 이희재

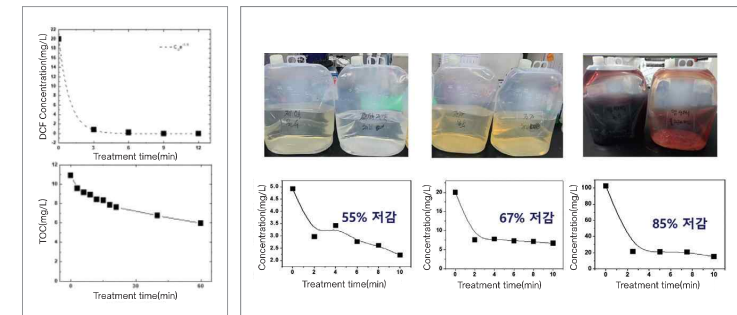
연구 성과 및 결과

- 기술이전 5건, 국내외 특허 등록 20건 이상, SCI 논문 게재 15편 이상
- 플라즈마 살균수 제품화 1건, XXX환경사업소 데모 1건

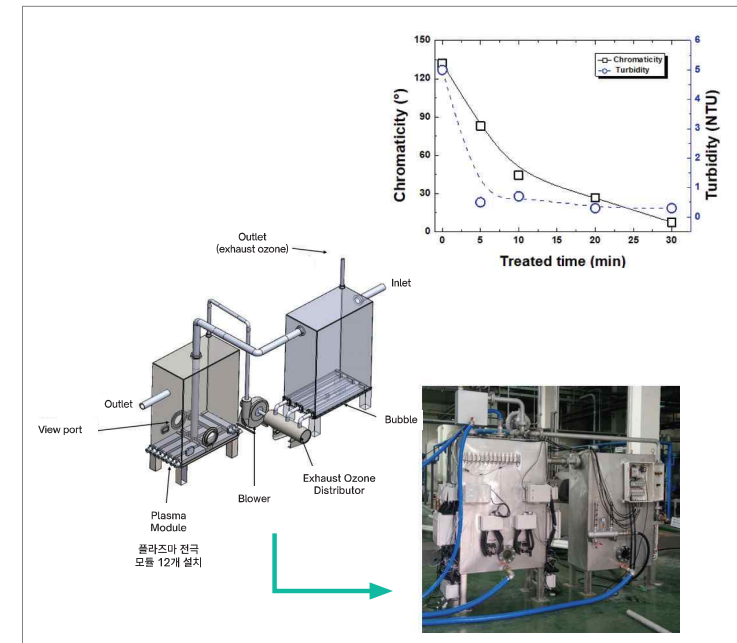
저전력 소모
수중플라즈마 전극의
Scale-up 및 최적화



난분해성 잔류
의약품질
모의폐수의 정화(좌)
실제 산업별 방류수의
TOC 제거 평가(우)



1.5 Nm³/hr급
수중 플라즈마
수처리 시스템
구축 및 테스트



고수분 폐기물 전처리 및 자원화 (폐음식물, 부패작물 등 바이오 폐기물) 기술

바이오 폐기물을 효율적으로 건조·탄화하여 비료 및 연료 등으로 자원화하는
기술로 기존의 화석연료 버너에 플라즈마를 적용하여 에너지 효율을 높여
연료 비용을 절감하는 경제적 기술

연구 목표

- 플라즈마 기술 적용 고수분 폐기물의 건조 및 자원화 기술

연구 필요성

- 매립장 포화에 따른 불연성 폐기물 반입 제한 조치로 감골 및 농식품, 폐음식물 등의 매립장 반입이 점차 불가한 상황
- 매립장으로 반입이 불가하여 처리하지 못한 고수분 폐기물의 무단투기에 따른 악취와 침출수 오염 등 민원 발생으로 지역 문제 확산
- 음식, 과일 등 폐기물을 장시간 적체하면, 곤충 및 야생 동물들이 사람과 가축에게 전염 병을 전파할 가능성이 높음
- 특히 제주도의 매립장 포화로 인해 발생하는 부패 감골의 처리 곤란으로 농가와 유통 센터에서도 처리 비용이 상승하여 주민 부담으로 전가

연구 내용

- 플라즈마 버너 적용 부재 감굴 건조시설 구축
- 건조 부산물의 비료 활용이 가능한 수분 20% 이하, 유기물 50% 이상의 공정 최적화
- 전기, 연료 사용량 및 부산물 생산 데이터베이스 구축에 따른 경제성 도출
- 현장 자동화 공정 적용 성능 검증 및 공인기관 시험·평가 성적서 확보

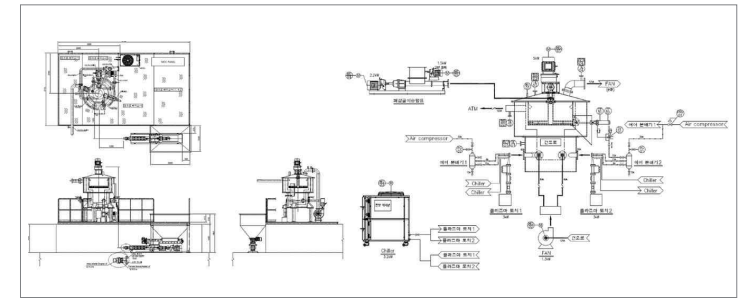
연구 그룹 소개

- 플라스마기술연구소, 플라스마융합연구부, 융복합기술연구팀
- 신동훈(shindong17@kfe.re.kr), 홍용철, 천세민, 양건우, 이희재, 김해광

연구 성과 및 결과

- 기술이전 2건, 국내·외 특허 등록 약 20건, SCI 논문 게재 10편 이상, 국내 논문 게재 1편
- 행정안전부 최우수 사업상, 중소기업 협력 우수사례 선정, 현장 적용 3건

2톤/일 급 플라즈마
버너 적용 건조시설
도면 및 P&ID

부패 감귤 건조 사진
및 구축된 시설

건조 부산물의 비료
품질검사 시험 성적서

[illegible]

제주 서귀포시 남원읍 현장 구축 및 운영



3.
APPLICATION
TECHNOLOGY

3

대기환경 오염원 처리 및 개질(이산화탄소
자원화, 반도체 폐가스, 미세먼지 전구체 등)

플라즈마 화학반응을 통한 개질 및 수소 생산, 고 온난화지수(GWP)
Fluorinated gases(F-gases)의 분해, 생활 및 산업악취(미세먼지 전구체) 저감
기술 개발

연구 목표

- 플라즈마 기반 차세대 CCU(Carbon Capture Utilization) 기술 연구개발 및 상용화
- 이산화탄소를 활용한 수소 및 합성가스 생산용 플라즈마 개질 공정개발
- 플라즈마 적용 온난화 지수가 높은 반도체 공정 폐가스의 고효율 분해 공정개발
- 현장 환경을 고려한 플라즈마 발생원 최적화를 통한 악취 저감 시스템 개발

연구 필요성

- 정부의 2030년 온실가스 40% 감축(291백만 CO₂eq/년) 목표
- 화학적 전환 방법인 개질 반응 공정에 플라즈마를 적용하여 전환에 필요한 에너지를 효율적으로 줄이고, 처리 유량을 증대시켜 플라즈마 기반의 한국형 CCU 기술 확보 필요
- 2050 장기 저탄소 발전 전략 수립과 기업들의 RE100 가입에 의한 저탄소 저전력 스크러버 요구사항 증가
- 도시화로 폐음식물 처리시설, 공공하수처리장, 폐기물 매립시설 등 집단 처리시설 증가 및 이에 따른 민원의 지속적 증가

연구 내용

- 플라즈마-촉매 복합 개질 공정을 이용한 고효율 이산화탄소 저감 및 합성가스 생산 기술 개발
- 대기압 플라즈마 진단을 통한 최적 공정개발 및 고효율 촉매 일체형 개질 반응 메커니즘 연구
- 이산화탄소를 활용한 수소 생산 공정개발
- 개질 효율과 운전 공정 최적화(수소정제공정(PSA)과 연계 가능한 후단 처리공정 개발)
- 플라즈마 적용된 폐가스 분해 반응로 개발
- CF₄, SF₆, NF₃ 5,000ppm(N₂ 150LPM 기준) 90% 이상 분해 고효율 공정개발
- 생활·산업 악취의 특성을 파악하고 특성에 따른 플라즈마 발생원의 선별 및 개발
- 현장환경 수준에서 발생원의 최적화 및 기본단위 모듈(20/50CMM) 개발을 통한 스케일업

연구 그룹 소개

- 플라즈마기술연구소, 플라즈마융합연구부, 원천기술연구팀·융복합기술연구팀
- 이산화탄소를 활용한 합성가스 및 수소 생산용 플라즈마 개질 공정 개발 :
조창현(neojo81@kfe.re.kr), 홍용철(ychong@kfe.re.kr)
- 플라즈마 적용 반도체 공정 폐가스 고효율 분해공정 :
김지훈(jhkim75@kfe.re.kr), 신동훈(shindong17@kfe.re.kr)
- 현장 환경을 고려한 플라즈마 발생원 최적화를 통한 악취 저감 시스템 :
김강일(kikim@kfe.re.kr)

연구 성과 및 결과

이산화탄소를 활용한
플라즈마 개질 합성
가스 생산량 및 CO₂,
CH₄, 전환율과 에너지
효율

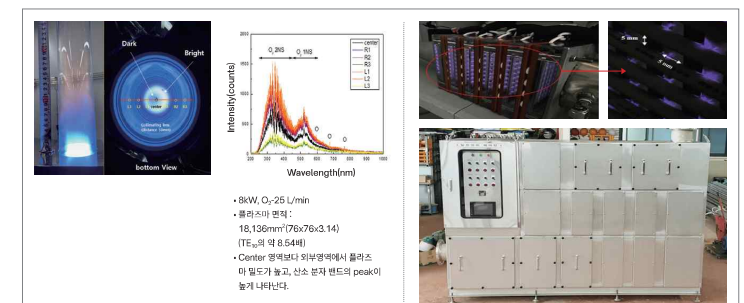
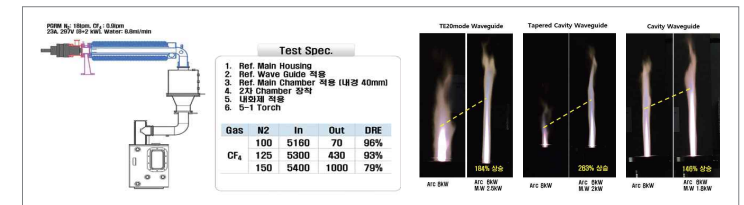
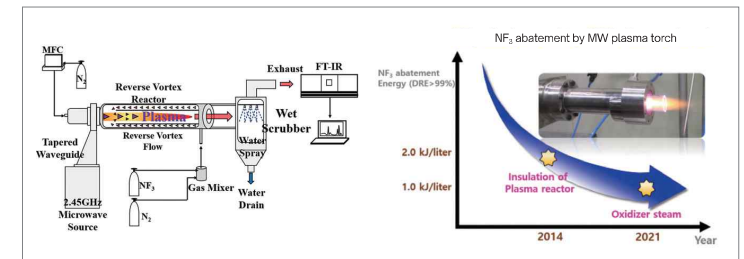
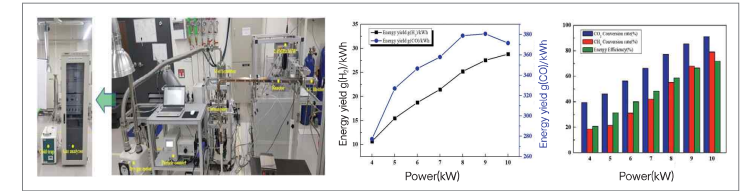
플라즈마 스크러버 및
NF₃ 분해 에너지

Arc+MW 플라즈마
적용 CF₄ 분해 테스트
결과 및 Arc+MW
플라즈마의 볼륨

이산화탄소를 활용한
수소 공정개발(좌)

현장 적용 및
상품화된 악취저거
시스템(우)

- 이산화탄소를 활용한 합성가스 및 수소 생산용 플라즈마 개질 공정 개발 :
기술이전 1건, 국내·외 특허 등록 10건, 논문 게재 3편
- 플라즈마 적용 반도체 공정 폐가스(고 온난화지수) 분해 및 정화 공정 개발 :
기술이전 1건, 특허 등록 2건, SCI 논문 게재 9편
- 현장 환경을 고려한 플라즈마 발생원 최적화를 통한 악취 저감 시스템 개발 :
기술이전 3건, 특허 5건



3.
APPLICATION
TECHNOLOGY

4

스마트 저장 시스템 실증 기술

농식품의 저장성과 안전성 향상을 통해 미래 식량난 문제를 해결할 수 있는
플라즈마-농식품 융합기술 연구개발

연구 목표

- 스마트 플라즈마 저장 시스템 개발
- 부패 방지를 위한 플라즈마 저장 기술 개발
- 과숙 방지를 위한 플라즈마 저장 기술 개발
- 저장 시스템 운전 시 자동 제어를 위한 모니터링 시스템 개발
- 빅데이터 활용을 위한 DAQ 시스템 및 데이터베이스 구축

연구 필요성

- 식량 안보
- 세계인구는 급격히 증가(2050년까지 90억 명~100억 명 예상)하는 반면, 온난화 등의 기후 변화로 식량 생산량은 감소하기 때문에 식량 생산량이 2050년까지 현재보다 70% 이상 증가시킬 수 있는 미래 농업기술 필요(UN FAO report)
- 환경 문제, 사회(국가) 갈등 등의 문제로 인해 식량 수급의 어려움이 발생할 수 있으며 사회의 안정과 국가 발전을 위해 문제 해결 필요
- 지속 가능한 농업을 위해서는 농업 환경 오염(토양 오염, 수질 오염 등)을 최소화하고 자원(에너지, 물 등)을 효율적으로 사용할 수 있는 친환경 농업기술 필요
- > 농업 선진국뿐만 아니라 우리나라도 ‘지속 가능한 농업’의 국가 정책 수행 중
- 농산물 수확 후 저장 시 발생하는 작물의 손실은 경제적으로 약 3조원 가량으로 추정되며 이에 대한 혁신적 저장 방법의 개발이 필요하고 이를 통한 저장성 향상으로 식량 문제의 일부 해결 가능
- 국민 건강
- 국민은 건강한 삶을 영위할 권리가 있으며 국가는 이 요구를 만족시키기 위한 노력 필요
- 식품의 안전은 생산, 저장·유통, 가공의 단계를 거치며 소비자에게 전달되는 동안 안전하게 유지되어야 하며 특히, 신선한 농산물의 저장을 위한 기술 개발 필요
- 환경 보전
- 수확 후 작물의 저장 중에 상품성 및 신선도가 저하되어 폐기되는 작물은 경제적·환경적 측면에서 큰 문제
- 저장 폐기물의 양을 줄여 환경 문제 해결 가능
- 플라즈마 저장 기술의 필요성
- 플라즈마 저장 기술은 잔류 화학물질이 없는 친환경적이고 농산물 손실의 최소화 등을 만족시키는 저장 기술

연구 내용

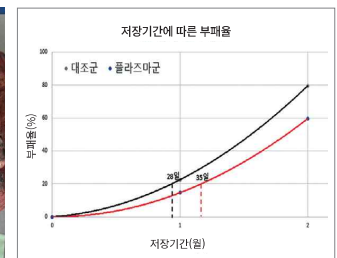
- 부패 방지를 위한 플라즈마 저장 기술 개발
- 살균력을 가진 플라즈마 활성종(오존)을 이용한 미생물 살균 연구
- 저장고 환경 내부의 온도 조절을 통한 부패 방지 및 저장성 향상 연구
- 작물별 저장 환경 조건에 따른 운전 조건 수립
- 과숙 방지를 위한 플라즈마 저장 기술 개발
- 산화력을 가진 플라즈마를 이용해 숙성 호르몬인 에틸렌(C_2H_4) 제거
- 에너지 효율과 장비 안정성을 위해 포집 후 처리 방법을 사용하여 효율성 증대
- 작물별 저장 환경 조건에 따른 에틸렌 촉매와 운전 방법 결정
- 저장 시스템 운전 시 자동 제어를 위한 모니터링 시스템 개발
- 모니터링 시스템을 개발하여 플라즈마 활성종, 저장 내부 환경, 작물 생리 성분 등 측정
- 다양한 종류의 저장 작물에 대한 최적의 저장 조건을 확립하기 위해 저장 환경 데이터 획득 및 분석
- 빅데이터 활용을 위한 DAQ 시스템 및 데이터베이스 구축
- 자동으로 작물 저장 상태를 파악하고 그에 따른 운전 환경을 자동으로 제어하기 위해 저장 환경 데이터 획득 및 분석
- 작물별 저장 데이터베이스를 구축하여 빅데이터 활용

연구 그룹 소개

- 플라즈마 발생원 개발, 모니터링 시스템 개발, 저장 연구 : 전형원(jhw1222@kfe.re.kr)
- 전원 장치 개발, 저장 연구 : 엄상홍(eomsh@kfe.re.kr)
- 저장 장치 개발, 저장 연구 : 윤정우(yoonjw85@kfe.re.kr)

연구 성과 및 결과

- 특허 출원 2건, 특허 등록 3건, 국내 논문 게재 2편, 국외 논문 게재 4편

양파 저장 시험
결과

3.
APPLICATION
TECHNOLOGY

5

플라즈마 기반 바이오 활성 기술

플라즈마를 이용한 작물의 수량성 증진, 농업 및 환경에 유용한 미생물의 기능성 활성 및 활력 증대 등의 바이오 소재 활성 기술

연구 목표

- 플라즈마를 발생시키고 이때 생성되는 고농도의 질소산화물 등을 물에 녹여 질산염을 이용하여 식물의 기능성 성분 증진
- 담배 또는 애기장대로 플라즈마 효과를 형태학적으로 선행 검증, 분자생물학적 기초를 이해하여 토마토, 땅콩, 콩과 같은 식량, 원예 및 약용 작물에 적용하여 고부가가치의 식량 자원 개발 및 미래 식량작물 개발에 응용
- 플라즈마 기술을 이용한 식물의 생장 및 병 저항성을 촉진하는 유용 미생물의 활성화 기작 연구 및 폐플라스틱 분해 가속화 연구

연구 필요성

- 양액을 공급하는 기존 기술과 달리, 공기 중에 질소를 물에 녹여 질산염 비료를 현장에서 손쉽게 제조 가능
- 모델작물을 선행연구로 하여 식량작물로 활용할 여지가 있으며 화학비료를 대체할 만한 대체 개발 비료로서 활용 가능
- 지구온난화와 같은 환경 이슈에 대한 식량안보 확보방안으로 환경 스트레스 저항성 작물의 수량성 및 병 저항성 증진
- 세계적으로 점차 증가하는 폐플라스틱으로 인한 환경오염에 고효율의 플라스틱 분해 기술 필요

연구 내용

- 플라즈마를 이용한 식물의 기능성 성분 증진
- 플라즈마 활성수 제조 및 이를 활용한 식물 활성 증진 및 수량성 증진 연구
- 플라즈마로 활성화된 유용 미생물에 의한 식물과 반응연구 및 기작 구명
- 플라즈마 처리를 통한 플라스틱 분해 미생물의 외부환경 스트레스 저항성 향상 기술 개발

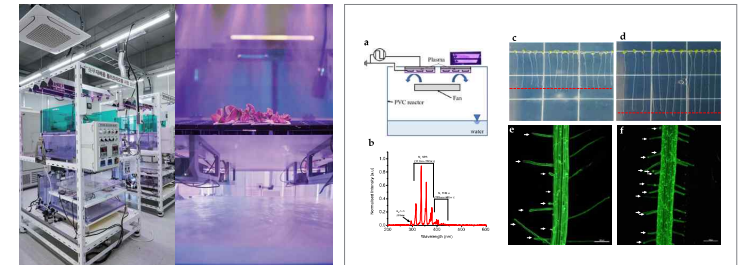
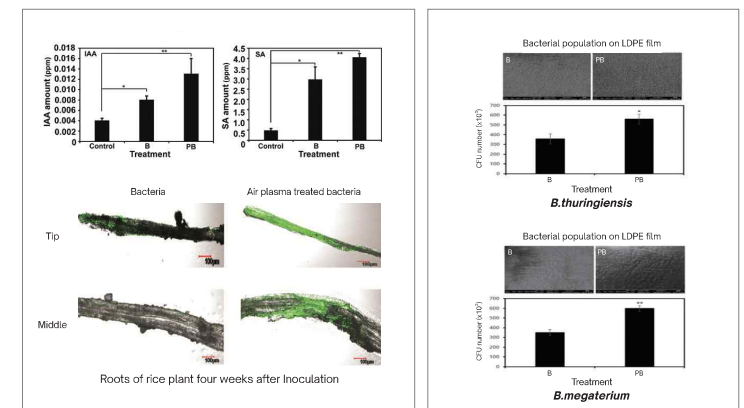
연구 그룹 소개

- 플라즈마 활성수 제조 장치 개발, 기능성 성분 증진 연구 : 송중석(jongseoksong@kfe.re.kr), 정선경(jungsk@kfe.re.kr)
- 플라즈마 활성수 장치 고안·운영, 분자생물학적 메커니즘, 작물에서의 플라즈마 효과 규명 : 이영경(leeyk@kfe.re.kr), 리자 아디티아(priatama@kfe.re.kr), 송일찬(chan365@kfe.re.kr)

연구 성과 및 결과

- 농업 및 환경에 유용한 미생물 특성평가 및 플라즈마 기전 규명 : 지상혜(sanghye@kfe.re.kr), 박승일(spark@kfe.re.kr), 기세훈(ksh8721@kfe.re.kr)

- 플라즈마를 처리한 활성수를 수경재배에 이용하여 다양한 식물체의 생육과 기능성 성분 증진
- 활성수 처리에 의한 애기장대 뿌리털 생장 촉진
- 플라즈마 활성 유용 미생물에 의한 식물의 생장 및 병 저항성 증진
- 플라즈마로 활성화된 미생물의 플라스틱 표면의 군집화 증가
- 특허 출원 5건, 특허 등록 1건, SCI 논문 게재 8편
- 학술대회 포스터 발표상 수상 3건, 학술대회 신진연구자 수상 1건

플라즈마 수경재배
시스템(좌)애기장대 뿌리털
생장 촉진(우)플라즈마 처리된
미생물과 식물체의
반응(좌)LDPE film 표면의
플라즈마 처리 미생물
CFU 농도(우)

플라즈마기술연구소
기술자료집

발행일	2022년 8월
발행처	한국핵융합에너지연구원 플라즈마기술연구소
기획/감수	운영관리실
편집위원	최용섭, 송미영, 유승민, 박종현, 문재희
주소	전라북도 군산시 동장산로 37 플라즈마기술연구소
디자인/인쇄	슬로먼트