전략품목 환경분석

반도체 공정용 CF4 처리 시스템

CONTENTS

■ 전략품목 환경분석

전략품목 #6 반도체 공정용 CF4 처리 시스템

1. 개요 ····· 5

가. 정의 및 필요성 ····· 5

나. 범위 및 분류 ····· 8

2. 환경 분석 ····· 9

가. 시장 현황 및 전망 ····· 9

나. 기술개발 동향 ····· 11

3. 특허분석 ····· 14

가. 특허 동향 분석 ····· 14

나. 주요 기술 키워드 분석 ····· 18

다. 주요 출원인 분석 ····· 23

라. 분석 종합 ····· 38

4. 기술개발 로드맵 ····· 30

가. 요소기술 도출 및 핵심기술 선정 ····· 31

나. 기술로드맵 구축 ····· 34

전략품목 정의 및 범위

- **(개념 및 정의)** 기존의 Scrubber는 Burn 또는 Plasma Type의 방식으로 CF4 분해과정에서 다량의 NOx발생, 낮은 분해효율(90%이상), 높은 에너지 소비율이 문제로 제기되어, 이러한 열적 처리 방식에서 저온(700℃)영역에서 촉매를 활용하여 CF4를 99%까지 분해 가능한 스크러버 시스템 개발

전략품목 관련 동향

○ **시장전망 및 제품 동향**

- **(시장전망)** 세계 반도체 제조 장비 시장은 2021년 680억 달러에서 연평균 9.0%로 증가하여 2027년에는 1140.58억 달러에 이를 것으로 전망
- **(제품동향)** 반도체 가스 스크러버 장비의 경우 소모품 특성상 꾸준한 수요가 발생하며 반도체, 디스플레이, 태양광 등 다양한 공정에 적용할 수 있으며, CVD(증착기술) 등 미세공정 확대에 따라 유해물질 처리 난이도가 상승하고 있으며, 스크러버 수요가 증가

○ **기술개발 및 플레이어 동향**

- **(기술동향)** 제조공정에서 발생되는 배기가스 처리에 대한 기술은 아직 수준이 미약한 상황으로 스크러버 회사가 개발을 진행하여 다양한 방식의 스크러버를 개발하였으나, 아직 회수기술 분야에 있어서는 기술개발이 미흡한 실정
- **(플레이어)** RF environmental systems(미), Texas A&M universit(미), 리트머스(미), 모토로라(미), 유니셈, GST, 지앤비에스엔지니어링, 한국기계연구원, 한국화학연구원

○ **핵심기술**

- CF4 처리 시스템 구축·최적화 기술
- CF4 분해용 촉매 제조 기술

중소기업 기술개발 전략

- 기존 플라즈마 및 열처리 방식에서 발생하는 이산화탄소 및 thermal NOX로 인한 2차 온난화 가스 발생의 방지 및 억제
- 수요기술과의 협업체계를 기반하여 차 오염 발생이 낮은 환경친화적 공정기술 개발

1. 개요

가. 정의 및 필요성

(1) 정의

□ **반도체 산업에서 사용되고 있는 과불화화합물(PFXs)은 대표적인 온실가스* 이며, 배출 규제들에 대응하고자 다양한 기술을 적용하여 처리 후 배출 중**

* 교토의정서에서는 지구온난화를 유발물질 중 이중 CO2, CH4, N2O, HFCs, PFCs, SF6을 6대 온실가스로 지정하였으며, 이후 NF3가 추가되어 관리하고 있음

○ 지속적인 반도체 수요 증가에 따라 PFCs 사용량 또한 증가하고 있으며 이에 대응하기 위한 고효율 대용량의 스크러버 기술 개발의 필요성 부각

○ 특히, PFCs 중 주로 식각(Etching) 및 증착(CVD) 공정에 활용되는 사불화탄소(CF4)는 매우 안정된 난분해성 물질로 비활성, 무독성, 불연성 등의 특성을 보유하고 있으며 열분해 온도가 2,500℃ 이상에 해당

□ **CF4는 배출총량 기준으로 절대적 배출량은 작지만 체류시간이 길고 지구온난화지수가 이산화탄소의 수천에서 수만 배에 이르는 심각한 지구온난화 물질로서 반도체 산업계의 환경문제로 대두**

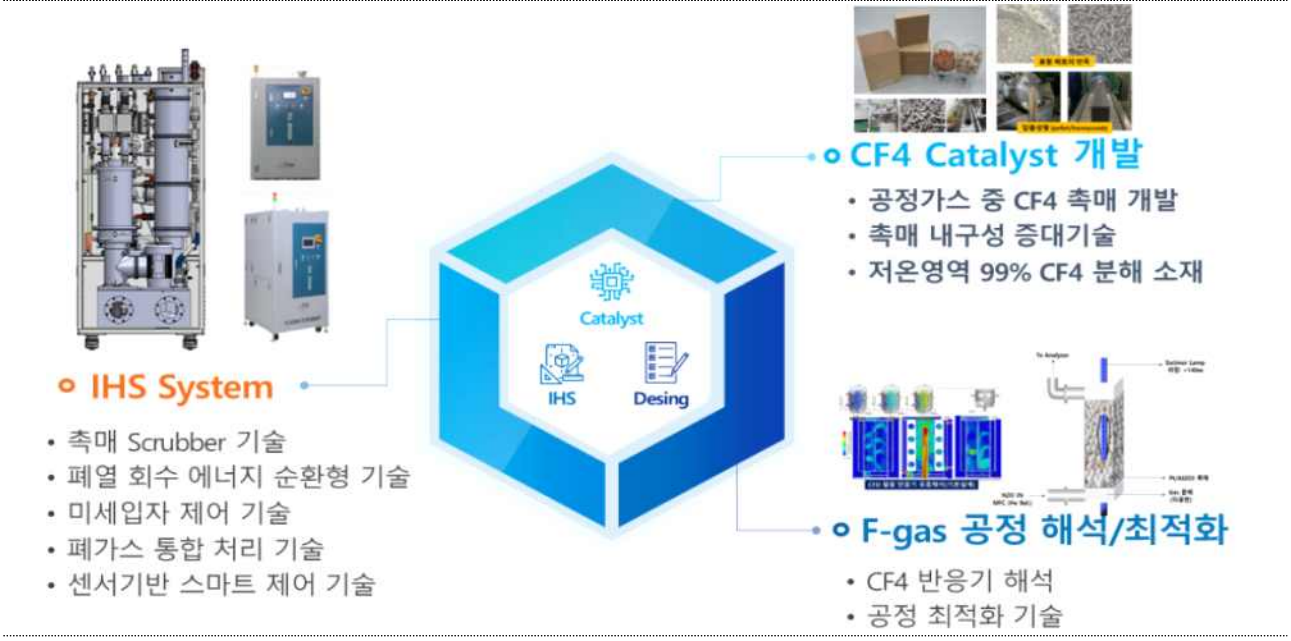
○ 그러나 현재 CF4를 완전히 대체할 수 있는 화학물질이 없는 실정으로 고효율 저에너지 소비형 분해기술에 대한 관심이 증가

○ CF4 제거에 높은 에너지가 필요함에 따라, 이를 극복하기 위한 다양한 연구가 수행되고 있으며, PFCs 제거에 효과적인 촉매를 이용하여 CF4를 제거하기 위한 연구 또한 수행 중

□ **반도체 사업장에서 활용하는 CF4 분해 방식은 연소방식(Burn), 플라즈마(Plasma Type) 2개의 방식**

○ 기존의 Scrubber는 연소방식(Burn) 혹은 플라즈마(Plasma Type) 방식으로 CF4 분해과정에서 다량의 NOx발생, 낮은 분해효율(90%이상), 높은 에너지 소비율이 문제로 제기

○ 이러한 열적 처리 방식에서 저온(700℃) 영역에서 촉매를 활용하여 CF4를 99% 까지 분해 가능한 스크러버 시스템 개발을 통한 친환경 전환 기술의 개발 본격화



[반도체 온실가스 CF4 99% 고분해 촉매 스크러버 시스템]

(2) 기술개발 필요성

□ **반도체 제조 공정에서 주로 배출되는 CF4는 반도체, 디스플레이, LED 등 다양한 산업군에서 사용되고 있으나, 환경문제를 유발하므로 분해, 회수, 대체 관련한 해결방안 마련이 시급**

○ CF4는 온난화지수가 이산화탄소의 수천에서 수만 배에 이르는 심각한 지구 온난화 물질로 높은 열분해 온도를 갖는 CF4 제거를 위해 많은 에너지를 소모

○ 선진국에서는 CF4의 대체가스에 대한 연구가 활발히 추진되고 있으며, 대체 물질로서 NF3*가 제시되었으나 식각 능력이 떨어져 반응기의 세정공정에만 사용되고 식각 공정에는 적용되지 못하는 현황

* CF4 대비 반도체 공정의 배출 가스량을 감소시키고 장비의 수명을 연장

○ CF4의 특성상 현재까지 대체가 용이하지 않아 사용공정의 최적화 및 폐가스 처리시스템 개발 등에 많은 연구가 필요한 실정

□ **반도체 산업의 경우 전자, 정보통신, 기계, 항공우주 등 파급효과가 큰 첨단기술 산업이자 국가의 전략산업과 연계성이 높으므로 향후 배출규제 강화가 예상되는 시점임에 따라 선제적 대응방안 마련 필요**

○ 국내 메모리반도체 산업의 규모는 세계 1위의 반도체 공급국으로서 한국전자산업 발전의 척도로 일컬어질 만큼 비중이 높은 국가의 전략산업 중 하나이며, 장기적 관점에서 연평균 6%의 성장이 전망되고 있는 만큼 사용량 또한 지속적으로 증가할 전망

○ 국제적 협약 이행을 위해서는 엄격한 배출규제 적용이 예상되나 산업체에서 대체물질을 사용하는데 따른 불확실성을 꺼려하고 있어 1차적으로 배출되는 폐가스를 처리하는 End of Pipe 기술을 우선 적용대상으로 하고 있으므로 확실한 감축 방법인 효과적인 분해기술 및 공정에대한 연구가 필요

□ **기존 CF4 제거는 분리회수 기술과 연소, 플라즈마, 촉매를 이용한 분해기술이 사용되어 왔으나 낮은 처리 효율, 높은 에너지 소비, 2차 부산물(HF, HCl, NOx, SOx) 생성으로 인한 2차 환경오염 등 문제점이 잔존**

○ 현재 연소 또는 플라즈마 처리방식에서(CF4 5,000ppm, 150 LPM) CF4 분해율은 90% 이하로 낮고, 높은 에너지 소비로 ESG 경영에 부합하기 어려운 현실

- (분리회수 기술) 재활용이 가능하다는 장점은 있으나 고 순도로 회수하기 위해서는 타 성분들을 제거하기 위한 전처리가 필요하므로 소량가스의 포집 및 처리에 따른 경제성 확보 및 전력사용비의 부담이 큰 문제점으로 대두되고 있으며, 저농도 폐 불화가스의 분리회수에 한계를 가지고 있어 상업적으로 응용되지 못하고 있다.

□ **(분해제거 기술) 분리회수기술보다 실용화에 근접해 있는 기술로 판단되나 2차부산물(HF, HCl, NOx,SOx) 생성, 열효율에 따른 성능 저하, 촉매의 내구성 및 교체 문제 등**

- (플라즈마 분해법) CF4와 같이 화학적으로 안정하고 분해가가장 어려운 난분해성 온실가스의 분해에 유리한 기술로 평가

□ **이에, 국내 수요기업에서는 CF4 처리에 있어서 분해율이 높고, 에너지 소비가 낮고, 2차 오염 발생이 낮은 환경친화적 공정기술 필요**

○ 동 기술 개발공정 성공으로 탄소감축량을 분석하면 기존기술 대비 추가로 1기당 하루 2.4톤의 탄소감축 예상(CF4 5,000ppm, 150 LPM, 저감율 90 vs 99, GWP 6,500 기준)

나. 범위 및 분류

(1) 가치사슬

□ 글로벌 온실가스 저감을 위해 반도체사업장에서는 촉매기반 고효율 분해 기술, 나노촉매 합성기술, 고내구성 촉매기술, 전체 시스템 운전 및 효율 예측기술이 시급히 요구되는 초격차 시장임

[촉매기반 CF_4 분해기술 산업구조]

후방산업	온실가스 분해 시스템	전방 산업
반도체 및 디스플레이 제조 사업장	온실가스 처리 시스템 촉매 합성 및 생산기술 시스템 처리 기술	휴대폰, 노트북, 스마트 기기 디지털 기기

(2) 용도별 분류

[반도체 온실가스 CF4 99% 고분해 촉매 스크러버 시스템 개발 기술분류]

분류	상세내용
건식 스크러버	▪ 비휘발성 다공성 고형물 형태의 흡착제를 이용한 유해물질 제거 방법이 적용된 스크러버로서 흡착제의 물리/화학적 특성을 이용하여 유해가스를 제거
습식 스크러버	▪ 유해물질 중 부유 미립자 또는 물에 녹는 수용성 물질을 액을 사용하여 포집, 중화 및 흡수 시 사용하며 단독 설비로의 사용보다는 연소법, 열분해법, 플라즈마법 등과 같은 방법으로 유해가스를 분해하는 설비의 후단에 결합된 형태로 사용
전기 열분해 스크러버	▪ 전기 히터를 열원으로 한 간접산화 방식을 사용하여 700~800℃의 고온에서 인화성 가스, 발화성 가스 및 과불화합물 일부를 분해하는 설비 ▪ 1990년대 반도체 공정 배기가스 저감에 많이 사용되었으나, 처리가스의 고온 가열을 위한 과도한 에너지 사용, 낮은 처리효율로 사용률이 줄어드는 추세
연소 소각식 스크러버	▪ 반도체, 디스플레이 산업에서 유해물질 처리를 위해 가장 일반적으로 사용되고 있는 방법으로 연료(주로 LNG)와 산화제(산소 또는 공기)에 의해 형성된 고온의 화염 또는 열로 유입되는 과불화합물, 인화성 가스, 발화성 가스 등을 가열 및 분해하는 방법
열 플라즈마 스크러버	▪ 직류 아크(DC Arc) 방전에 의해 발생시킨 전자, 이온, 중성입자로 구성된 기체로서 고온의 고속 젯트(jet) 불꽃 형태를 가짐 ▪ 직류 아크 이외에도 마이크로 웨이브를 이용한 플라즈마, 진공단계에서 사용하는 진공 스크러버가 있으나 일반적으로 직류 아크 방식을 적용한 상압용 설비를 활용
촉매 스크러버	▪ 식각 공정에서 일부 사용하고 있으며, 촉매 반응 시 활성화 에너지를 낮춰 저온에서 유해가스의 분해를 유도하는 장점이 있으며, CF4의 일반적 연소분해가 1,600℃ 이상 고온이 필요하나, 촉매 이용시 700℃내외에서 분해가 가능하므로 에너지 절감효과가 있음 ▪ 또한 낮은 온도에서 운전되므로 질소산화물의 배출이 극히 적으며, 대유량/저농도 가스 처리에 적합

2. 환경 분석

가. 시장 현황 및 전망

(1) 개황

□ **최근 친환경 트렌드에 따라 전방 업체들의 수요가 지속적으로 증가하는 추세이며, 반도체 공정 내 유해가스 정화에 대한 중요도 증가로 스크러버 도입이 확대되고 있어 시장 규모 또한 대폭 확대될 전망**

○ 탄소중립 정책(산업공정 배출 감축, 저탄소 연, 원료 사용 등)과 빅테크 기업들의 ESG 강화가 맞물리면서 스크러버 부문에 대한 관심이 주목되고 있으며, 특히 환경 규제를 의식한 국내외 고객사들의 스크러버 장비 수요가 증가할 것으로 예측

○ 반도체 가스 스크러버 장비의 경우 소모품 특성상 꾸준한 수요가 발생하며 반도체, 디스플레이, 태양광 등 다양한 공정에 적용할 수 있으며, CVD(증착 기술) 등 미세공정 확대에 따라 유해물질 처리 난이도가 상승하고 있으며, 스크러버 수요가 증가

□ **스크러버 제조업체의 경우 중국의 반도체·디스플레이 굴기 등의 이유로 대외 수출이 급격히 증가**

○ 이와 더불어 수출되고 있는 스크러버의 GWP 및 온실가스 저감효율 등에 대한 성능인증을 국내 제조업체가 국제적 기준에 따라 증빙하도록 요구받고 있는 상황

○ 세계 반도체·디스플레이 시장에서 국내 장비 업체의 수출 실적은 2017년을 기점으로 급격히 증가하여 2020년 180억달러를 상회하는 실적을 기록할 것으로 예측

○ 이와 같은 실적을 유지하기 위해서는 저감효율 기술 개발을 통한 경쟁사들보다 우위의 성능 확보 및 이에 대한 인증체계 통한 적극적인 기술력 대외 홍보가 필요

□ **5G, 클라우드 등의 수요 확대로 인해 반도체 시장의 지속적인 성장이 예상되며, ESG 탄소중립 비전 정책, 소부장 정책 및 반도체 공정 미세화에 따른 증가 및 반도체 생산량 증가로 인해 반도체 장비산업 투자가 확대될 전망**

○ 5G 상용화, 대형 IT 기업들의 서버 증설 등 DRAM 수요가 증가할 것으로 전망됨에 따라 전방산업인 반도체 시장 확대 전망

(2) 관련 시장 규모 및 전망

1 세계 시장

□ 세계 반도체 제조 장비 시장은 2021년 680억 달러에서 연평균 9.0%로 증가하여 2027년에는 1140.58억 달러에 이를 것으로 전망

○ 세계 반도체·디스플레이 시장의 호황으로 인해 세계 스크러버 시장은 2015년 4,560억원에서 2020년 5,470억원으로 시장이 증대할 것으로 전망

- 향후 전 세계적인 탄소배출 감소 활동으로 인하여 태양광, LED 등의 산업이 활발하게 증가할 것으로 예상되며 이는 더 많은 스크러버가 필요하다는 것을 예상

[반도체 제조 장비 분야 세계 시장 규모 및 전망]

(단위 : 억 달러, %)

구분	'21년	'22년	'23년	'24년	'25년	'26년	'27년	CAGR ('21~'27)
반도체 제조 장비	680.00	741.00	808.00	881.00	960.00	1046.40	1140.58	9.0

* 출처 : : Semiconductor Manufacturing Equipment Market, MarketsandMarkets(2020)

2 국내 시장

□ 국내 반도체 제조 장비 시장은 2021년 139.61억 달러에서 연평균 8.9%로 증가하여 2027년에는 232.85억 달러에 이를 것으로 전망

○ 국내 스크러버 시장은 2015년 1,200억원에서 2020년 1,400억원 규모로 증가

- 국내의 스크러버 시장은 '95년 초 한국 DNS가 국내 최초로 완전 국산화에 성공한 이래 매년 폭발적으로 수요가 증대 중

[반도체 제조 장비 분야 국내 시장 규모 및 전망]

(단위 : 억 달러, %)

구분	'21년	'22년	'23년	'24년	'25년	'26년	'27년	CAGR ('21~'27)
반도체 제조 장비	139.61	152.04	165.57	180.30	196.35	213.82	232.85	8.9

* 출처 : Semiconductor Manufacturing Equipment Market, MarketsandMarkets(2020)

나. 기술개발 동향

(1) 개황

□ **반도체 공정 과정내 배출되는 가스들은 폭발성, 반응성, 부식성 및 독성 등을 가지고 있어 공정 배기계통에서 즉시 처리되어야 하며, 이에 반도체 제조라인에서는 1차 처리장치로 흡수/흡착식, 산화/연소식 및 플라즈마 스크러버 등을 사용**

○ 플라즈마 방식의 경우 난분해성의 CF4제거를 위한 고온 조건 생성을 위해 과도한 전력 사용량을 사용하는 문제점이 있고, 촉매 스크러버의 경우 열교환장치의 소형화가 어려워 POU 대응에 대한 어려움이 있음

- 플라즈마 스크러버는 POU(150 LPM) 적용 형태로 SK Hynix 에 주로 보급이 되어 있고, 대용량(100~150 m3/min급)의 촉매 스크러버는 삼성전자에 주로 설치되어 운전되고 있음

○ 현재 국내에서 반도체 제조공정에 사용되는 배출가스의 처리 기술을 보유하고 있는 국내 회사는 일주CSK, 유니셈, KC tech, GnBS, GST 정도

○ 특허에서도 기존의 처리방식에 비해 효율성 및 경제성 향상이 가능한 기술이 점점 늘어나고 있는 추세

□ **국내의 반도체 제조기술은 세계 최고의 수준으로 매해 꾸준한 발전이 진행 중**

○ 그러나 제조공정에서 발생되는 배기가스 처리에 대한 기술은 아직 수준이 미약한 상황

○ 여러 국내 스크러버 회사가 개발을 진행하여 다양한 방식의 스크러버를 개발하였으나, 아직 회수기술 분야에 있어서는 기술개발이 미흡한 실정

(2) 주요 기술개발 동향

1 해외 기업

□ RF environmental systems(미국)

○ 마이크로웨이브를 이용한 surface wave plasma를 이용하여 scrubber를 개발

□ Texas A&M universit(미국)

○ 마이크로웨이브를 이용한 surface wave plasma를 이용하여 scrubber를 개발

□ 리트머스(미국)

○ ICP (Inductively coupled plasma) 형태의 scrubbing system을 구축

□ 모토로라(미국)

○ digital DNA Lab은 공정시험에서 두 시스템 모두 1kW 정도의 power에서 96~99%이상의 분해처리가 가능함을 검증

□ Kanken

○ 전기 가열 방식의 스크러버 개발 및 출시

2 국내 기업

□ 유니셈

○ 제조공정에서 발생하는 가연성 · 부식성 · PFC가스 등 각종 유해 유독 가스를 처리하는 친환경 가스정화 장비로서 온실가스 배출을 최소화하는 기술과 ENERGY SAVING 기술을 융합

○ 고온 버너를 활용한 직접 연소 방식의 번(Burn)타입에서 전기 토치 열을 사용한 플라즈마 타입의 스크러버를 개발

□ 지앤비에스엔지니어링

○ INTEL FAB 68 ETCH 공정에 무폐수 플라즈마 스크러버(WFPS), FAB 68의 신규 CVD 공정에 PLASMA Wet Scrubber를 2022년 중반기에 처음으로 출하

□ 글로벌스탠다드테크놀로지(GST)

○ NOx저감기술, Non CO2 온실가스 저감기술, 연소기술, 플라즈마기술, 열재생 연소기술, 화학 흡착기술 등 차세대 스크러버 개발

○ 열전도기술, 냉매기술, 고효율 TEM기술, 에너지 저감기술, Inverter 기술 기반의 하이브리드 칠러 개발

3 국내 연구개발 기관

□ 한국기계연구원

○ 반도체 생산공정의 배출 오염물질 제거에 기존 투입 1/3 전력인 5kW급 교류(AC) 전원공급 조건에서의 플라즈마 스크러버 기술 개발

□ 한국화학연구원

○ 800℃ 이하의 저온에서 PFC 분해능을 갖는 성형 산화촉매를 사용하여 PFC를 분해하고, 분해시 동반되어 발생하는 생성물을 효과적으로 포집 고형화 시킬 수 있는 흡착제 개발

3. 특허 분석

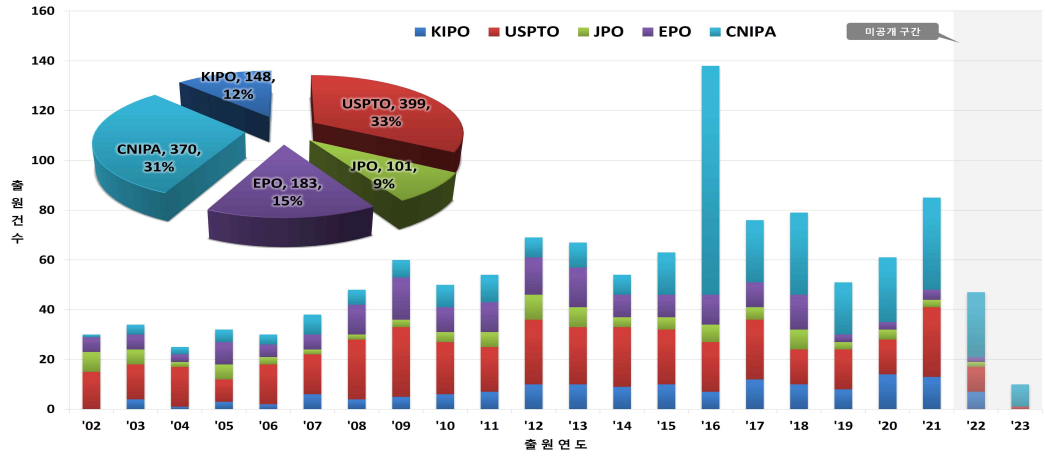
가. 특허동향 분석

(1) 특허증가율 분석

□ 연도별·국가별 출원동향

○ 주요 국가의 해당품목 기술개발 활동현황 분석

- 과거부터 최근까지(20년) 해당품목에 대한 특허기술 출원의 양적 트렌드 분석을 통해 해당품목의 기술개발 동향파악
- 한국(KIPO), 미국(USPTO), 일본(JPO), 유럽(EPO), 중국(CHIPA) 국가별, 연도별 특허출원 동향을 통해 해당품목을 선도하는 국가 파악



[연도별·국가별 특허출원동향]

- 반도체 온실가스 CF_4 99% 고분해 촉매 스크러버 시스템 개발 품목은 2000년 초반부터 최근까지 관련 출원이 증감이 있으나 유사한 수준의 출원이 지속적으로 진행되고 있는 추세이며, 미국, 중국, 유럽, 한국, 일본 순으로 활발한 출원 활동이 진행되고 있음
- 국가별 출원비중을 살펴보면, 미국이 33%의 출원비중을 차지하고 있어 최대 출원국으로 반도체 온실가스 CF_4 99% 고분해 촉매 스크러버 시스템 개발 산업분야를 리드하고 있는 것으로 나타났으며, 다음으로 중국 31%, 유럽 15%, 한국 12%, 일본 9% 순으로 나타남
- 연도별 출원동향을 살펴보면, 지속적으로 증가하는 추세를 나타내는데, 이는 광촉매 분사 방법 개선 및 저에너지형 스크러버 통합 시스템 운영 기술 발전에 기인한 것으로 분석됨

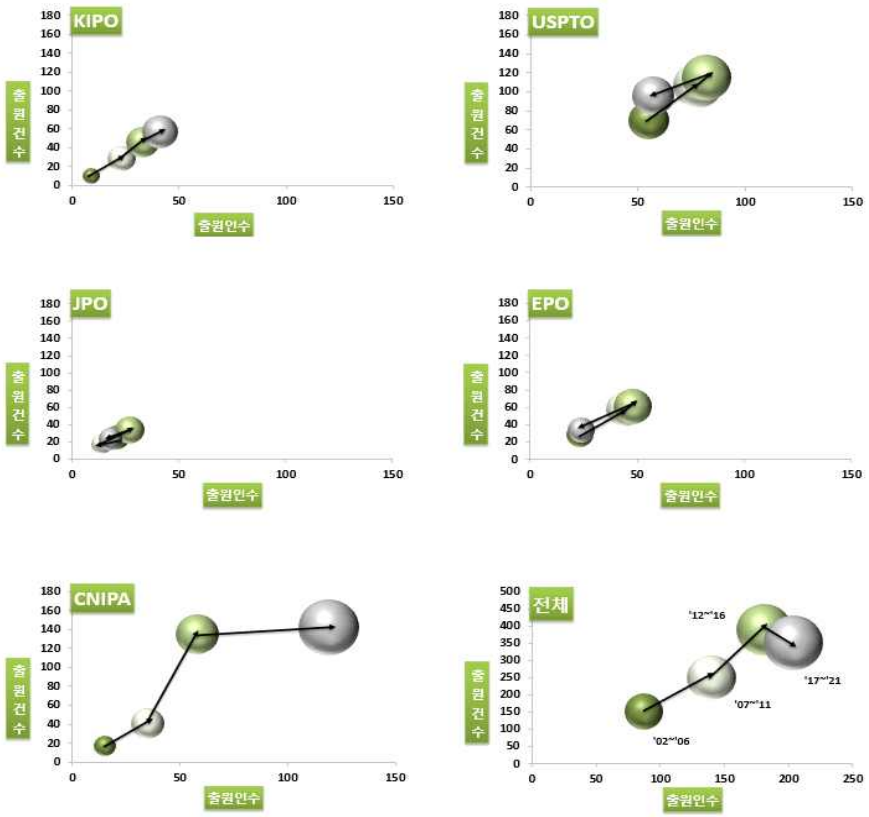
(2) 기술경쟁력 및 기술수명측정

□ 기술수명주기 분석

○ 기술수명주기 분석을 통해 해당품목 기술의 현재 위치를 파악함

- 해당품목의 전체 출원동향을 4구간(각 5년)으로 나누어 각각의 구간별 특허출원인수 및 특허출원수를 그래프로 나타냄으로써 해당기술의 수명주기 파악이 가능함

* 기술수명주기 분석 = 구간에 따른 특허출원건수와 출원인수 변화의 상관관계 분석



[기술수명주기분석]

- 반도체 온실가스 CF_4 99% 고분해 촉매 스크러버 시스템 개발 기술 분야의 기술 위치를 살펴본 결과, 전체적인 동향은 기술혁신의 주체인 특허출원인수와 기술혁신의 결과인 특허출원건수가 증가하는 동향을 보임으로 성장기 단계로 분석됨

- 한국, 중국은 특허출원인수와 특허출원건수가 전 구간에서 증가하는 추세이므로 성장기 단계로 분석됨. 다만 미국, 유럽, 일본은 특허출원인수와 특허출원건수가 정체 또는 소폭 감소하는 추세이므로 성숙기 단계로 분석됨

□ TCT(기술순환주기) 분석

○ TCT 분석을 통하여 해당품목 기술의 진보속도 및 주요국가의 기술혁신 속도를 파악함

- TCT는 최신 기술을 활용하는 경향을 나타내는 지표로서, 제품의 개발주기와 기술개발활동의 강도와 연관되며, TCT 값이 크면 신기술 개발주기가 길어져서 시장에서 새로운 기술 도입에 긴 시간이 걸리며, TCT 값이 작으면 신기술 개발주기가 짧아져서 해당품목관련 신기술 도입에 오랜 시간이 걸리지 않아서 새로운 기술이 적용된 신제품이 자주 등장한다는 것을 의미함

* TCT(Technology Cycle Time) = 한 특허에서 인용한 과거 특허 문서들과의 시차의 중앙값



[TCT분석]

- 전체 기술순환주기(TCT) 값을 살펴보면, 2002~2016년까지는 평균 TCT 값이 12.8년으로 원천기술에 기초한 기술이 중심을 이루고 있으나, 2017년 이후에는 TCT값이 10.3으로 낮아져 개량기술을 기반으로 해당품목의 기술개발이 진행되고 있는 것으로 분석됨

- 최근 값을 살펴보면, 중국의 기술순환주기 값이 7.3으로 주요국가 중 가장 낮게 나타나며 한국이 10.4의 값을 보임으로써 다른 주요국가와 대비하여 해당품목의 기술개발활동이 활발하게 진행되는 것으로 분석됨. 미국이 13.5의 기술순환주기 값을 보여 다소 기술개발 속도가 느린 것으로 나타남

(3) 특허영향력 분석

□ 기술영향력

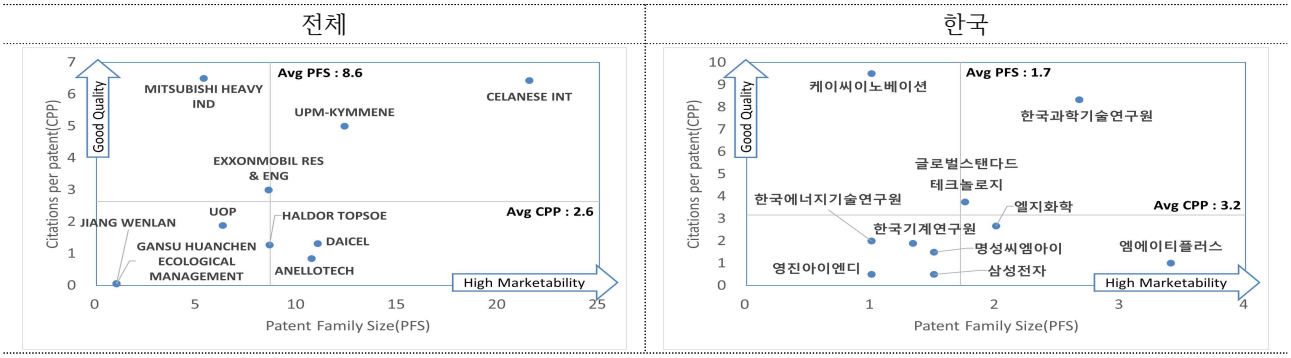
○ 기술영향력 지수(CPP) 분석을 통해 특정 출원인의 기술력을 파악함

- 기술영향력(CPP) 지수는 특정 등록특허가 다른 특허들에 의해 인용된 횟수를 나타내며, 이 값이 클수록 질적 수준이 높은 특허임

□ 시장지배력

○ 시장확보지수(PFS) 분석을 통해 특정 출원인의 시장지배력 정도를 파악함

- 시장확보지수(PFS)는 출원인 국적별 패밀리국가수를 분석하는 것으로, 해당품목에서 글로벌시장을 타겟팅한 출원인이 누구인지 파악 가능함



[특허 영향력 분석]

- 반도체 온실가스 CF_4 99% 고분해 촉매 스크러버 시스템 개발 품목에 대한 주요 출원인들의 경쟁력 분석 결과, 전체국가에서는 CELANESE INT, UPM-KYMMENE 특허가 상업적 가치가 높은 것으로 평가됨

- 전체국가에서 한국 기업은 없으며, 국내 기업의 시장확보력 및 질적수준이 다소 낮은 것으로 평가됨

(전체) CELANESE INT : 기술영향력(CPP) 6.4 / 시장확보력(PFS) 21.5
UPM-KYMMENE : 기술영향력(CPP) 5.0 / 시장확보력(PFS) 12.3

- 한국에서는 한국과학기술연구원의 특허가 시장확보력 및 질적수준이 상대적으로 높으며, 엠에이티플러스의 시장확보력이 가장 높고, 케이씨이노베이션의 질적수준이 가장 높은 것으로 분석됨.

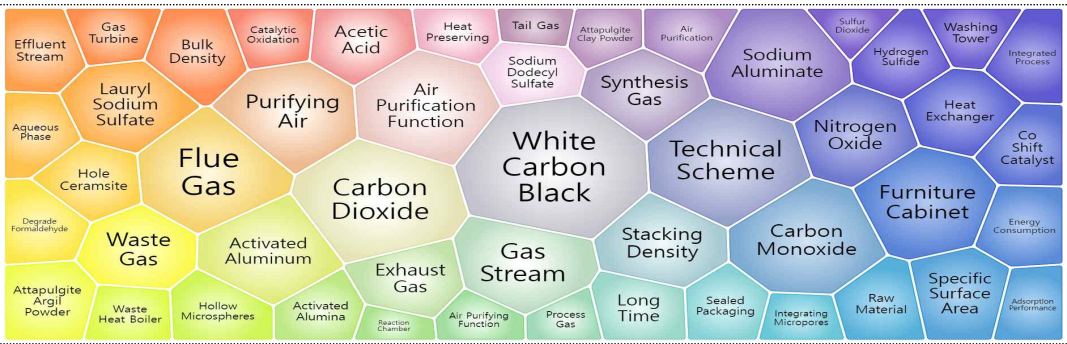
(한국) 한국과학기술연구원 : 기술영향력(CPP) 8.3 / 시장확보력(PFS) 2.7
엠에이티플러스 : 기술영향력(CPP) 1.0 / 시장확보력(PFS) 3.4
케이씨이노베이션 : 기술영향력(CPP) 9.5 / 시장확보력(PFS) 1.0

나. 주요 기술 키워드 분석

(1) 기술개발동향 변화분석

□ 키워드 분석

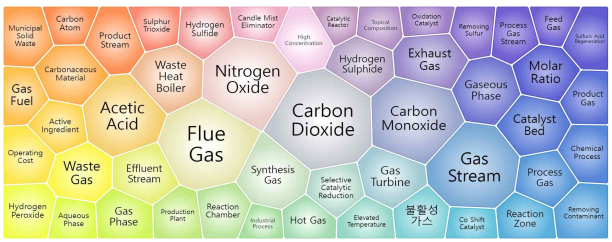
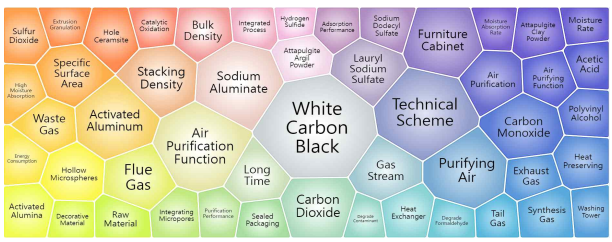
○ AI 알고리즘을 활용하여 해당품목에 대한 기간별 기술 키워드를 분석함



[전체구간 특허 주요 키워드]

- 반도체 온실가스 CF_4 99% 고분해 촉매 스크러버 시스템 개발 품목 분석 결과, 고분해 촉매 스크러버 시스템 개발 기술 관련 키워드가 주로 도출되었으며, ‘White Carbon Black’ 및 ‘Carbon Dioxide’ 키워드가 도출된 것으로 조사됨

(전체구간 주요 키워드) White Carbon Black, Carbon Dioxide, Carbon Monoxide, Flue Gas, Technical Scheme, Air Purification Function, Purifying Air, Gas Stream

제 1구간(2002~2011)	제 2구간(2012~2023)
	

[구간별 특허 주요 키워드]

- 반도체 온실가스 CF_4 99% 고분해 촉매 스크러버 시스템 개발 품목에 대한 최근 구간 특허 주요기술 키워드 분석결과, 1구간에는 ‘Carbon Dioxide’가 기술 키워드로 도출되었고, 2구간에서는 ‘White Carbon Black’이 주요 기술 키워드로 도출됨

(1구간 주요 키워드) Carbon Dioxide, Carbon Monoxide, Nitrogen Oxide, Flue Gas, Gas Stream, Acetic Acid, Exhaust Gas, Waste Heat Boiler, Catalyst Bed

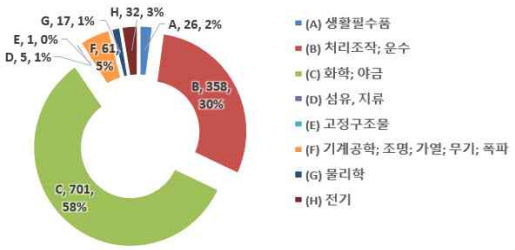
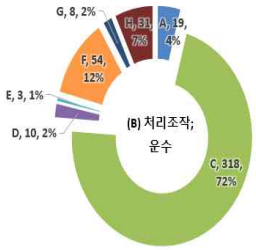
(2구간 주요 키워드) White Carbon Black, Air Purification Function, Purifying Air, Carbon Dioxide, Gas Stream, Sodium Aluminate, Activated Aluminum

(2) 기술현황 분석

□ IPC(국제특허분류) 분석

○ 전 세계적으로 통용되고 있는 IPC를 통해 해당품목의 기술현황 및 집중 기술분야를 확인함

- 기술·산업 간 융합에 기반한 새로운 시장전개에 대한 이해증진을 위해 IPC를 활용한 기술융합 분석 정보를 제공함

분야별 IPC 분석	기술융합 분석
	

[IPC 분석]

- 반도체 온실가스 CF_4 99% 고분해 촉매 스크러버 시스템 개발 품목은 섹션 C 화학; 야금 (58%), 섹션 B 처리조작; 운수 기술분야의 비중(30%)이 높은 것으로 나타났으며, 그중에서도 분리(B01D), 비환 화합물 또는 탄소환 화합물(C07C) 분야에서 집중 연구가 진행되고 있는 것으로 분석됨

- 기술융합에 대한 추이를 살펴보면, (B)처리조작; 운수에서 (C)화학; 야금과의 기술융합이 활발히 진행되고 있는 것으로 나타남

[IPC Sub Class]

IPC Sub Class	국문타이틀	건수
B01D	분리(습식법에 의한 고체와 고체의 분리 B03B, B03D; 풍력테이블 또는 풍력선광기에 의한 것 B03B; 다른 건식법에 의한 것 B07; 자기 또는 정전기에 의한 고체 또는 유체로부터의 고체의 분리, 고압전기장에 의한 분리 B03C; 원심분리기 과류장치 B04; 액체 함유물로부터 유체를 짜내는데 쓰이는 프레스 그 자체 B30B9/02; 수(水)처리 C02F, 예. 이온교환에 의한 연화 1/42; 냉방장치, 가습기 또는 통풍장치에서 여과기의 설치 또는	257
C07C	비환 화합물 또는 탄소환 화합물	183
C01B	비금속 원소; 그 화합물	133
B01J	화학적 또는 물리적 방법, 예. 촉매 또는 콜로이드 화학; 그들의 관련 장치 [1974.07]	78
C04B	석회; 마그네시아; 슬래그; 시멘트; 그 조성물, 예. 모르타르, 콘크리트 또는 유사한 건축재료; 인조석; 세라믹	71

(3) 기술집중력 분석

□ CRn 분석

○ 주요 출원인에 의한 특허점유율을 분석하여 기술집중력(시장 독과점 수준)을 판단함

- 특허동향조사에서는 통상 CR4를 사용하며, CRn값이 0에 가까울수록 시장 독과점 수준이 낮은 것을 의미하고, CR4 값이 40에서 60일 경우 시장의 독과점 수준이 높은 것으로 해석됨

[CR4 분석_ 전체기업 집중력]

출원인	출원건수	특허점유율	CRn	n
GANSU HUANCHEN ECOLOGICAL MANAGEMENT(CN)	41	3.4%		1
JIANG WENLAN(CN)	32	2.7%		2
UOP(US)	25	2.1%		3
CELANESE INT(US)	21	1.7%	9.9%	4
MITSUBISHI HEAVY IND(JP)	18	1.5%		5
DAICEL(JP)	16	1.3%		6
EXXONMOBIL RES & ENG(US)	16	1.3%		7
HALDOR TOPSOE(DK)	15	1.2%		8
UPM-KYMMENE(FI)	15	1.2%		9
ANELLOTECH(US)	13	1.1%		10
기타	989	82.3%		
합계	1,201	100.0%	CR4=9.9%	

[CR4 분석_국내시장 연구주체별 집중력]

출원인	출원건수	특허점유율	CRn	n
중소기업(개인)	43	29.1%	29.1%	1
대기업	11	7.4%		2
연구기관/대학	16	10.8%		3
기타(외국인)	78	52.7%		4
합계	148	100.0%		

- 반도체 온실가스 CF_4 99% 고분해 촉매 스크러버 시스템 개발 관련 기술에 대한 시장관점의 기술독점 현황분석을 위해 집중률 지수(CRn) 분석 결과, 상위 4개 기업의 시장점유율이 9.9%로 독과점 정도가 낮은 수준으로 분석되어 주요 출원인들에 의한 기술 집중화 정도가 낮은 시장으로 판단됨

- 국내시장에서의 중소기업의 점유율 분석 결과, 반도체 온실가스 CF_4 99% 고분해 촉매 스크러버 시스템 개발 품목에서 중소기업의 점유율은 29.1%로 조사되며, 기타(외국인)의 점유율이 52.7%로 국내시장에서 중소기업의 해당시장 진입장벽은 높은 수준으로 분석됨

□ HHI 분석

○ 주요 출원인에 의한 특허점유율을 분석하여 기술집중력(시장 독과점 수준)을 판단함

- 특허데이터를 활용하여 전체 또는 특정 산업부문 내 모든 기업의 특허점유율을 이용해 시장집중도를 분석함

- HHI값이 높을수록 기술활동의 집중수준이 높고 특정 기업들이 해당 시장을 과점하고 있기 때문에 신규 업체가 해당시장을 진입하기가 쉽지 않은 것으로 해석됨

* HHI(Herfindahl-Hirschman Index) = 시장(산업)내 모든 기업의 각 점유율을 제곱하여 합한 값

[HHI 분석]

공보	KIPO	USPTO	JPO	EPO	CHIPA	전체
HHI	164	87	202	131	235	61

- 반도체 온실가스 CF_4 99% 고분해 촉매 스크러버 시스템 개발 관련 기술에 대한 HHI(허핀달-허쉬만)지수 분석결과, 전체 61로 경쟁적인 시장이 형성되어 있으므로 시장진입이 다소 용이한 것으로 분석됨

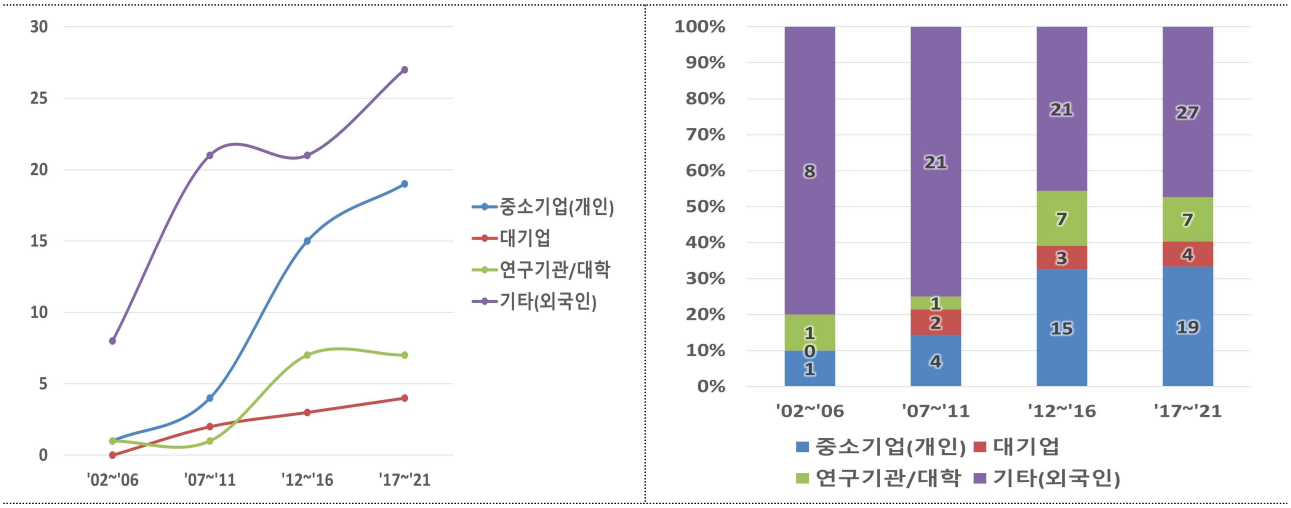
- 한국의 경우 HHI 지수가 164로 다른 주요국가 대비 상대적으로 낮게 나타나며, 기술활동의 집중수준이 높지 않은 상태이므로 시장진입이 어렵지 않은 것으로 분석됨

□ 기간별 연구주체 분석

○ 국내 연구주체에 따른 기간별 특허동향을 분석하여 해당품목의 기술개발 선도주체를 파악함

* 국내 대기업과 중소기업의 판단기준은 2022년 4월 공정거래위원회의 대기업 집단 지정결과(대기업집단 76개)에 따름

- 기간별 연구주체 분석을 통하여 해당품목의 중소기업 현재 역량을 파악할 수 있으며, 향후 중소기업의 기술개발 및 투자전략 타당성 확보를 위한 가이드라인을 제시함



[기간별 연구주체 동향]

- 기간별 연구주체 분석에 따르면, 최근 반도체 온실가스 CF_4 99% 고분해 촉매 스크러버 시스템 개발 관련 기술은 기타(외국인)이 주체가 되어 기술개발이 활발히 진행되고 있는 것으로 나타남. 따라서 해당 품목의 국가경쟁력 강화를 위해서는 차상위를 차지하고 있는 중소기업 중심의 기술개발 및 투자전략 수립이 시급함을 보여줌

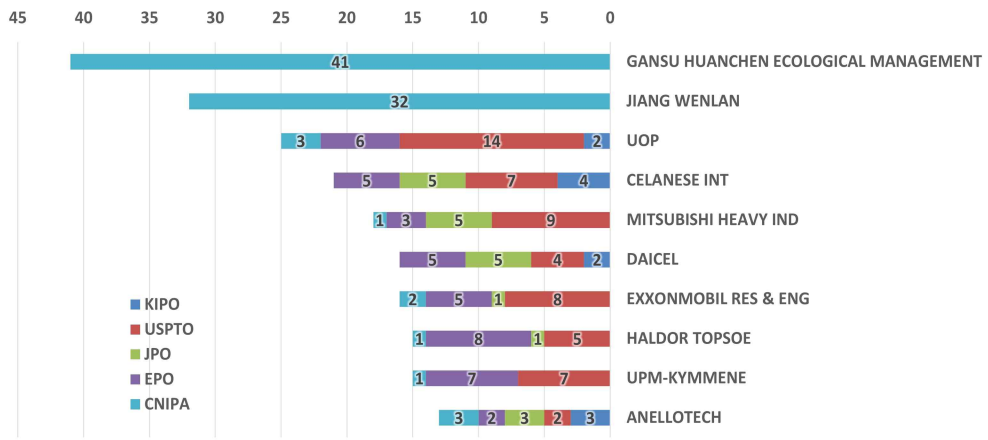
다. 주요 출원인 분석

(1) 주요 출원인 동향

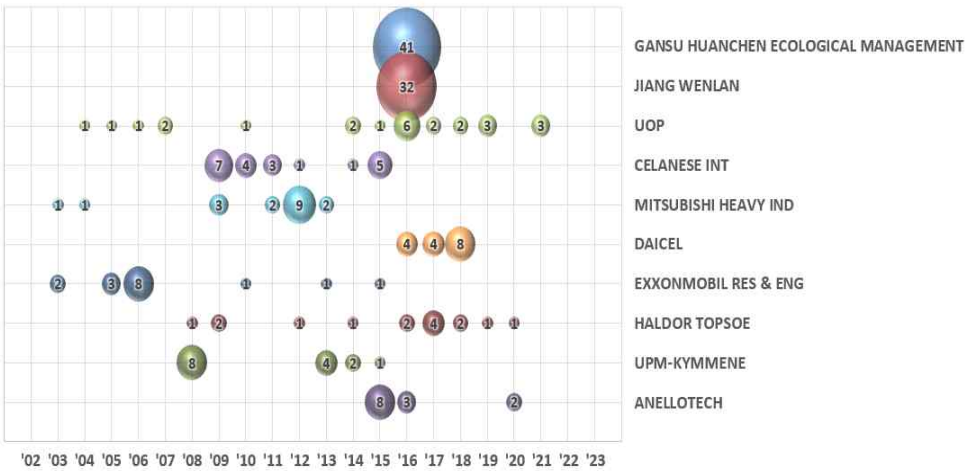
□ 주요 출원인 분석

○ 해당품목에서 다수의 출원을 보유하고 있는 주요 출원인(Top 10)의 분석을 통해 전략적인 지적재산관리와 기업의 경쟁력을 강화함

- 주요 출원인을 기준으로, 해당품목에 대해 기술개발을 주도하고 있는 기관 및 기업을 파악하고, 한국(KIPO), 미국(USPTO), 일본(JPO), 유럽(EPO), 중국(CHIPA) 국가별 출원현황 분석을 통해 주요 출원인들이 고려하고 있는 주요 시장이 어디인지 예측하여 거시적 관점의 향후 트렌드를 전망함



[주요 출원인 국가별 출원 건수]

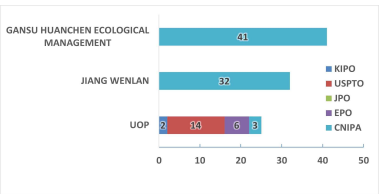
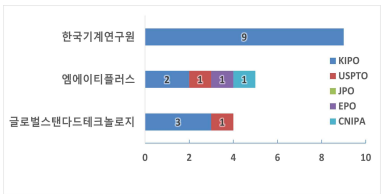
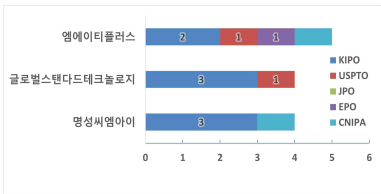


[연도별 출원인 건수]

- 반도체 온실가스 CF_4 99% 고분해 촉매 스크러버 시스템 개발 품목의 주요 출원인을 살펴보면, 중국, 미국 출원인이 다수 포함되어 있는 것으로 나타났으며 제 1출원인은 중국 GANSU HUANCHEN ECOLOGICAL MANAGEMENT인 것으로 조사됨

- 반도체 온실가스 CF_4 99% 고분해 촉매 스크러버 시스템 개발 품목 관련 해외 주요 출원인으로는 GANSU HUANCHEN ECOLOGICAL MANAGEMENT, JIANG WENLAN, UOP 등이 도출되었으며, 국내 주요 출원인으로는 한국기계연구원, 엠에이티플러스, 글로벌스탠다드테크놀로지 등이 나타남

- 국내 주요 출원인은 국가연구기관보다 기업 출원인이 출원을 주도하고 있어 민간 주도의 연구개발이 활발히 진행되고 있는 것으로 분석됨

해외 주요 출원인 (TOP 3)	국내 주요 출원인 (TOP 3)	국내 중소기업 출원인 (TOP 3)
		

[국내외 주요 출원인 / 국내 중소기업 주요 출원인]

* 국내 대기업과 중소기업의 판단기준은 2022년 4월 공정거래위원회의 대기업 집단 지정결과(대기업집단 76개)에 따름

- 국내 중소기업 주요 출원인은 엠에이티플러스, 글로벌스탠다드테크놀로지, 명성씨엠아이 등이 도출되었으며, 엠에이티플러스, 글로벌스탠다드테크놀로지는 국내 Top3 출원인에도 중복으로 도출되어 기술개발이 활발히 진행되는 것으로 분석됨

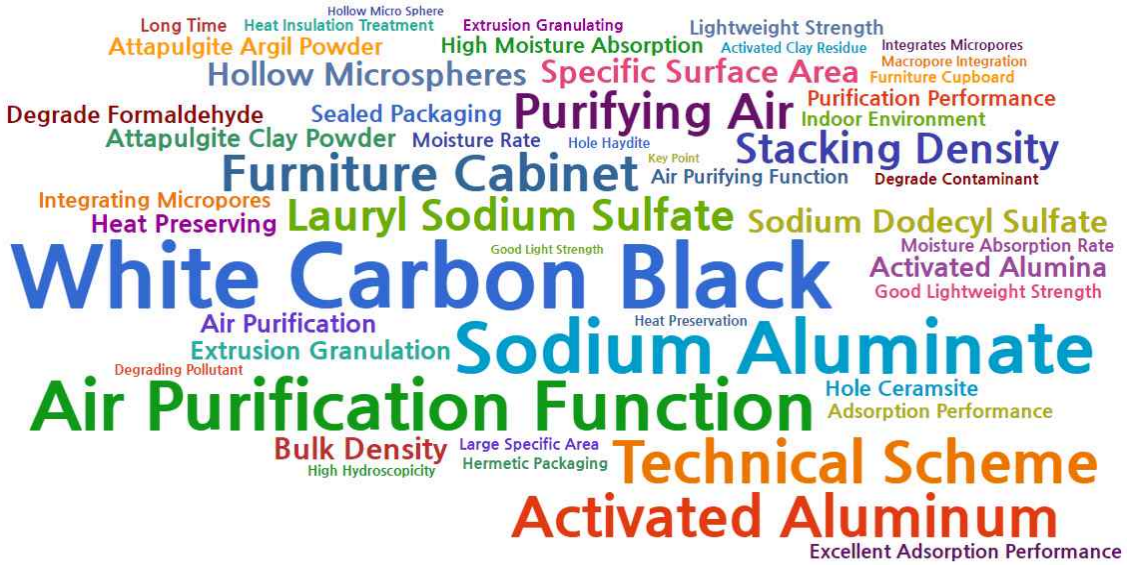
(2) 주요 출원인 기술 키워드 및 주요 특허 분석

□ 키워드 및 주요 특허 분석

○ AI 알고리즘을 활용하여 주요 출원인별 주요 기술 키워드를 통하여 집중연구분야를 파악함

○ 주요 출원인이 출원한 주요 특허를 검토하여 키워드를 통하여 주력기술 분야를 예측함

◎ GANSU HUANCHEN ECOLOGICAL MANAGEMENT



[주요 출원인 기술 키워드]

[주요 특허 분석]

등록/공개번호 (출원일)	명칭	기술적용분야	IP 경쟁력	
			피인용 문헌수	패밀리 국가수
CN 106631149 (2016.09.24.)	Gravel-shaped light ceramsite with air purification function and volcaniclastic rock	공기정화기능이 있는 자결형 경세라믹사이트와 화산성 암석 제조방법에 관한 기술	1	1
CN 106431484 (2016.09.24.)	Quincunx-shaped coal ash light perforated ceramsite with air purification function	공기정화기능이 있는 퀸쿤스형 석탄재 및 타공 세람사이트 제조방법에 관한 기술	1	1
CN 106431483 (2016.09.24.)	Gravel-shaped boron mud lightweight ceramsite with air purification function	공기정화기능이 있는 자갈형 붕소 진흙 경량 세람사이트 제조방법에 관한 기술	1	1

- White Carbon Black, Sodium Aluminate, Air Purification Function, Activated Aluminum, Technical Scheme, Purifying Air, Stacking Density 키워드가 도출됨

- GANSU HUANCHEN ECOLOGICAL MANAGEMENT는 반도체 온실가스 CF_4 99% 고분해 촉매 스크러버 시스템 개발 품목과 관련하여 Top 1 출원인으로, 중국을 위주로 출원을 진행하였으며, 공기정화기능이 있는 세람사이트 제조 방법에 관한 기술력이 높은 것으로 조사됨

◎ JIANG WENLAN



[주요 출원인 기술 키워드]

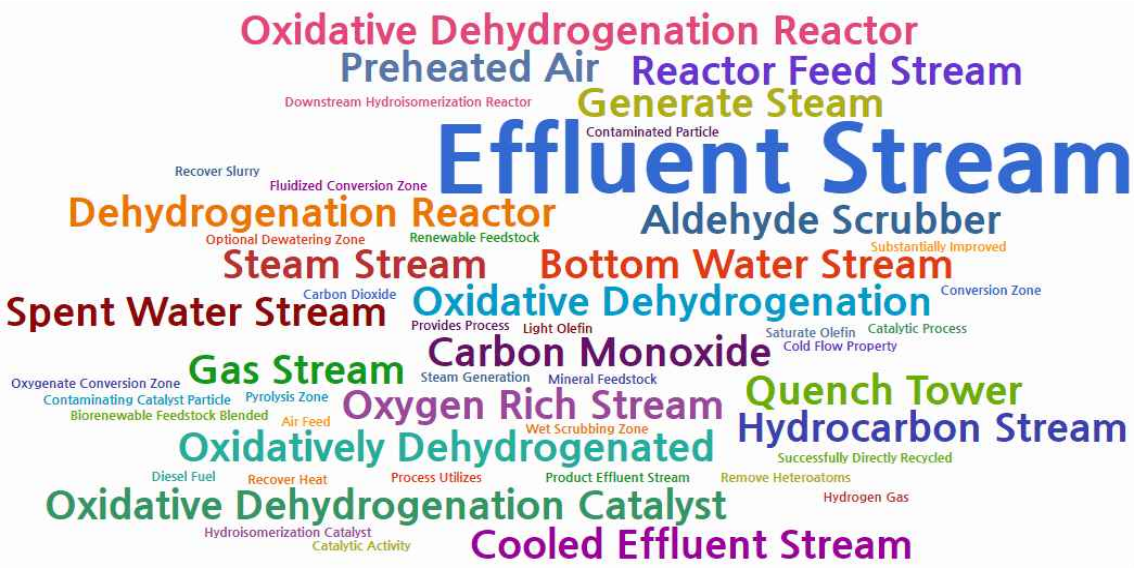
[주요 특허 분석]

등록/공개번호 (출원일)	명칭	기술적용분야	IP 경쟁력	
			피인용 문헌수	패밀리 국가수
CN 106221414 (2016.07.29.)	Scrubbable chlorite photocatalyst spraying liquid	스크러빙성 아염소산염 광촉매 분사 방법에 관한 기술	2	1
CN 106009974 (2016.07.29.)	Scrubbable obsidian photocatalyst spraying solution	스크러빙성 요오드 광촉매 분사 방법에 관한 기술	2	1
CN 106431463 (2016.09.19.)	Light cylindrical attapulgite through-hole ceramsite with air purification function	공기정화기능이 있는 가벼운 원통형 애타풀라이트 관통홀 세람사이트 제조 방법에 관한 기술	2	1

- White Carbon Black, Technical Scheme, Purifying Air, Air Purification Function, Polyvinyl Alcohol, Polyethylene Glycol, Nano Magnesium 키워드가 도출됨

- JIANG WENLAN은 반도체 온실가스 CF_4 99% 고분해 촉매 스크러버 시스템 개발 품목과 관련하여 Top 2 출원인으로, 중국을 위주로 출원을 진행하였으며, 스크러빙성 광촉매 분사 방법에 관한 기술력이 높은 것으로 조사됨

◎ UOP



[주요 출원인 기술 키워드]

[주요 특허 분석]

등록/공개번호 (출원일)	명칭	기술적용분야	IP 경쟁력	
			피인용 문헌수	패밀리 국가수
US 7329790 (2004.04.15.)	Wet scrubbing and recycle of effluent-contaminating catalyst particles in an oxygenate-to-olefin process	올레핀 산화 공정에서 배출물 오염 촉매 입자의 습식 스크러빙 방법에 관한 기술	44	9
US 8853475 (2010.12.15.)	Process for producing a renewable hydrocarbon fuel	재생 가능한 탄화수소 연료 생산 공정 방법에 관한 기술	11	3
US 8227367 (2006.03.23.)	Removal of water and salts from a catalyst regenerator to maintain catalyst activity	분자체 촉매 조성물을 사용한 올레핀 제조 공정 방법에 관한 기술	5	12

- Effluent Stream, Dehydrogenation Reactor, Aldehyde Scrubber, Oxidative Dehydrogenation, Carbon Monoxide, Oxygen Rich Stream 키워드가 도출됨
- UOP는 반도체 온실가스 CF_4 99% 고분해 촉매 스크러버 시스템 개발 품목과 관련하여 Top 3 출원인으로, 미국을 위주로 유럽, 중국 및 한국에 대해 폭넓은 국제출원을 진행하였으며, 배출물 오염 촉매 입자의 습식 스크러빙 방법에 관한 기술력이 높은 것으로 조사됨

라. 분석 종합

(1) 분석결과 요약

□ 분석 내용 요약

[특허 분석 결과]

구분		분석 내용
특허동향 분석	특허증가율 분석	주요 국가별로 살펴보면 미국이 가장 활발한 출원활동을 보이는 것으로 조사되었으며, 다음으로 중국, 유럽, 한국, 일본 순으로 분석됨
	기술주기 분석	반도체 온실가스 CF4 99% 고분해 촉매 스크러버 시스템 개발 기술 분야의 기술 위치를 살펴본 결과, 전체적인 동향은 기술혁신의 주체인 특허출원인수와 기술혁신의 결과인 특허출원건수가 증가하는 동향을 보임으로 성장기 단계로 분석됨
	특허영향력 분석	반도체 온실가스 CF4 99% 고분해 촉매 스크러버 시스템 개발 품목에 대한 주요 출원인들의 경쟁력 분석 결과, 전체국가에서는 CELANESE INT, UPM-KYMMENE 특허가 상업적 가치가 높은 것으로 평가됨. 한국에서는 한국과학기술연구원의 특허가 시장확보력 및 질적수준이 상대적으로 높은 것으로 분석됨
기술동향 분석	기술개발동향 변화분석	반도체 온실가스 CF4 99% 고분해 촉매 스크러버 시스템 개발 품목에 대한 지난 20년간의 특허 주요 기술 키워드 분석 결과, 'White Carbon Black', 'Carbon Dioxide'가 주요 키워드로 도출됨
	기술현황 분석	반도체 온실가스 CF4 99% 고분해 촉매 스크러버 시스템 개발 품목은 섹션 C 화학; 야금 (58%), 섹션 B 처리조작; 운수 기술분야의 비중(30%)이 높은 것으로 나타났으며, 그중에서도 분리(B01D), 비환 화합물 또는 탄소환 화합물(C07C) 분야에서 집중 연구가 진행되고 있는 것으로 분석됨
	기술집중력 분석	반도체 온실가스 CF4 99% 고분해 촉매 스크러버 시스템 개발 품목은 기술활동의 집중수준이 높지 않은 상태이므로 시장진입이 어렵지 않은 것으로 분석됨
주요 출원인 분석	출원인 동향 분석	반도체 온실가스 CF4 99% 고분해 촉매 스크러버 시스템 개발 품목의 주요 출원인을 살펴보면 중국, 미국 출원인이 다수 포함되어 있는 것으로 나타났으며 제 1출원인은 중국 GANSU HUANCHEN ECOLOGICAL MANAGEMENT인 것으로 조사됨
	주요 출원인 기술 키워드 및 주요 특허 분석	GANSU HUANCHEN ECOLOGICAL MANAGEMENT는 White Carbon Black, Sodium Aluminate 등 키워드가 도출되었으며. 공기정화기능이 있는 세람사이트 제조 방법에 관한 기술력이 높은 것으로 조사됨 JIANG WENLAN은 White Carbon Black, Technical Scheme 등의 키워드가 도출되었으며, 스크러빙성 광촉매 분사 방법에 관한 기술력이 높은 것으로 조사됨 UOP는 Effluent Stream, Dehydrogenation Reactor 등의 키워드가 도출되었으며, 배출물 오염 촉매 입자의 습식 스크러빙 방법에 관한 기술력이 높은 것으로 조사됨

□ 분석 종합표

[평가지표/ 정량적 분석]

평가지표	한국		미국	유럽	일본	중국
	전체	중소기업				
특허 활동도[1]	20.1	12.9	100.0	68.1	16.2	62.8
특허 부상도[2]	94.7	100.0	37.2	67.9	47.2	76.0
특허 시장력[3]	21.4	22.6	92.6	100.0	67.5	13.4
특허 영향력[4]	36.5	38.6	100.0	30.4	50.3	25.6
↓						
상대적 기술경쟁력[5]	52.4	52.8	100.0	80.8	54.9	53.9

* 각 평가지표 값은 원 계산 값에 상대적 비교의 편의성을 위해 최고점 100점으로 환산한 값이며, 상대적 기술경쟁력은 각 평가지표의 가중치를 1:1로 반영하여 평균값을 도출한 것임

[주요 특허 선별지표]

선별지표	가중치
패밀리 특허 수(A)	2
피인용 횟수(B)	2
발명자 수(C)	2
청구항 수(D)	1.5
등록 여부(E)	1.5
IPC 수(F)	1
↓	
선별지표 최종 계산식[6]	(A+B+C)X2 + (D+E)X1.5 + (F)X1

1) 전체 출원건수 대비 국가별 출원건수 평가
2) 각 국가별 전체 출원건수 대비 최근 5년 출원건수 평가
3) 국가별 패밀리 국가수(PFS) 평가
4) 국가별 피인용도(CPP) 평가
5) 상기 4개 평가지표의 합계 최고 국가 대비 상대값
6) 전략품목과의 정합성을 높이기 위하여 선별지표 최종 계산식에서 2~3배 후보군을 도출한 다음 명칭, 요약, 청구항을 참조하여 최종 주요 특허를 선별함

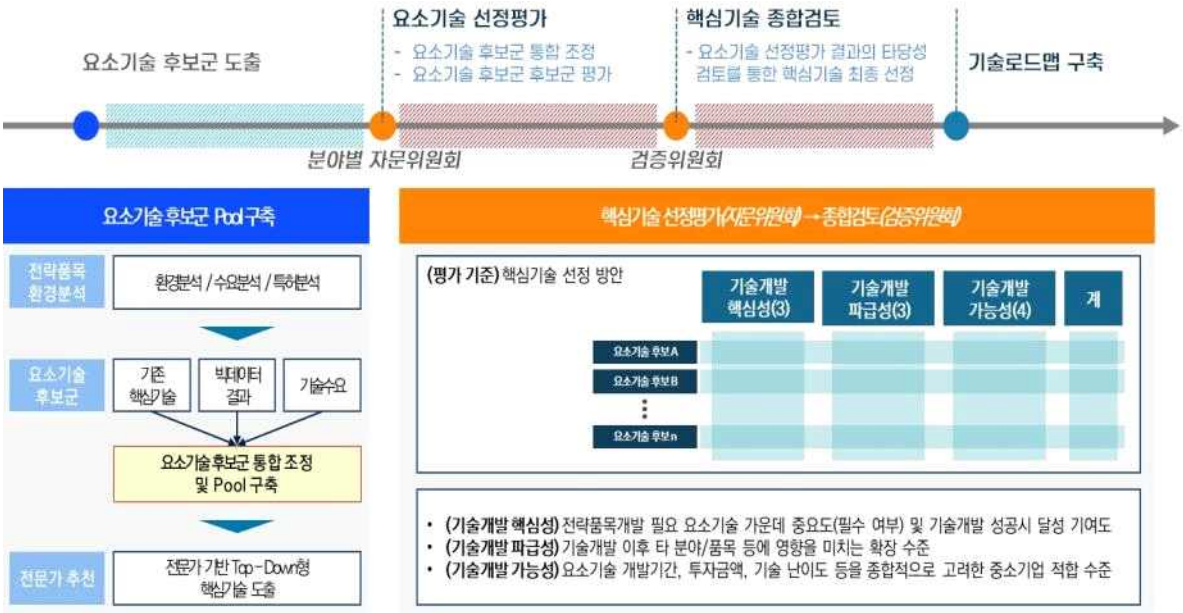
4. 기술개발 로드맵

[기술 로드맵 구축 개요]

□ 구축 절차 및 방법론

- 기추진 로드맵 핵심기술, 빅데이터 분석방법론(KDD/KM)을 활용한 정량분석 결과와 기술수요 니즈, 전문가 참여 등을 기반으로 핵심기술을 선정하고 기술로드맵 기획

  - 핵심기술은 기술개발 핵심성, 기술개발 파급성, 기술개발 가능성 등 평가점수 도출 후 전문위 종합검토를 통해 선정
  - 도출된 요소기술을 대상으로 전문위원회를 통해 평가요인별 평가를 실시하고 검증위원회를 통하여 최종 선정



< 기술 로드맵 구축 절차 및 방법론 >

□ 로드맵 수립 시 중점 고려사항

- 대상 전략품목 관련 최종 선정된 핵심기술에 대한 정의서를 작성하고 이에 기반하여 로드맵 수립
- 산업생태계를 고려 중분류 단위까지 세분화하여 상용화를 고려한 개발목표 제시
- 핵심기술의 현 기술수준 및 중소기업 니즈를 고려 중소기업 적합 기술목표 제시
- 기술변화속도를 고려 일률적인 1년 단위 목표제시가 아닌 순환 주기별 로드맵 구조화

가. 요소기술 도출 및 핵심기술 선정

(1) 요소기술 도출

□ 기추진 로드맵 핵심기술, 빅데이터 분석방법론(KDD/KM)을 활용한 정량 분석 결과와 기술수요 니즈, 전문가 참여 등을 기반으로 핵심기술 선정을 위한 전략품목 요소기술 2개 선정

[요소기술 도출]

구분	중분류	요소기술	출처*
1	친환경공정전환	• 온실가스 CF4 처리 시스템	전문가 의견
2	친환경공정전환	• 온실가스 CF4 제거 촉매개발	전문가 의견

* 출처 : 기존 핵심기술, 특허-빅데이터, 중소기업 니즈, 수요처 니즈, 대국민(재밍), 전문가 등

(2) 핵심기술 선정

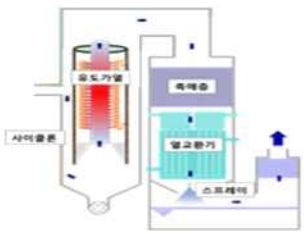
□ 전략품목 요소기술을 대상으로 전문위원회를 통하여 핵심기술 선정

[「반도체 공정용 CF4 처리시스템」 핵심기술 선정]

중분류	핵심기술	개요
CF4 처리시스템	CF4 처리 시스템 구축·최적화 기술	- 반도체 공정에서 배출되는 CF_4를 고주파유도가열을 활용한 촉매방식을 사용하여 처리하는 시스템을 개발하는 기술
촉매공정	CF4 분해용 촉매 제조 기술	- 반응온도가 상대적으로 저온(약 750℃)이며, 6개월 이상 사용이 가능한 고내구성인 IHS용 촉매를 개발하는 기술

핵심기술 정의서(안)

1 CF4 처리 시스템 구축 · 최적화 기술

<table>
<tr><td>기술 유형
(중분류)</td><td colspan="3">■ 처리기술 □ 촉매공정</td></tr>
<tr><td>기술개요</td><td colspan="3">• 반도체 공정에서 배출되는 CF4를 고주파유도가열을 활용한 촉매방식을 사용하여 처리하는 시스템을 개발하는 기술</td></tr>
<tr><td>기술요구사항</td><td colspan="3">• - Induction Hybrid Scrubber(IHS) 방식의 CF4 처리 시스템 개발 필요
• - 주요장치 및 공정 최적화 기술 개발 필요</td></tr>
<tr><td>기술개발 목표</td><td colspan="3">
<table>
<tr><th rowspan="2">현재 수준(모습)</th><th colspan="2">R&D 수행시 개선수준(모습)</th><th rowspan="2">향후 수준(모습)</th></tr>
<tr><th>1차년도 수준</th><th>최종 목표수준</th></tr>
<tr><th>~'23</th><th>1차년도</th><th>종료년도</th><th>~종료이후</th></tr>
<tr><td>· 150LPM 조건에서 95% 제거 가능함</td><td>· 500LPM 용량의 IHS 방식 CF_4 제거 시스템 개발 착수</td><td>· 500LPM 용량의 IHS 방식 CF_4 제거 시스템 현장 실증</td><td>· 반도체 공정에서 IHS 적용에 따른 시장 확대
· CF_4 배출량 감소에 따른 탄소중립에 기여</td></tr>
<tr><td colspan="3"> 
Burn wet Plasma wet
<As Is></td><td>
Induction wet
<To Be></td></tr>
</table>
• 최종 성과물 : 고효율 CF4 처리 시스템
- 온실가스 CF_4 분해율: 99% (@750℃, 400LPM)
- CF_4 함유 배출가스 처리용량 : 400LPM
- 탄소감축량: 20톤/일 (1기당)</td></tr>
<tr><td rowspan="3">기술
개발
내용</td><td>1차년도</td><td colspan="2">• CF4 처리시스템 공정 구성 및 기본 설계안 도출
• Induction Hybrid Scrubber(IHS) 형상(3D) 설계/폐열회수 에너지 순환형 기술개발</td></tr>
<tr><td>2차년도</td><td colspan="2">• CF4 처리시스템 공정 확정 및 제작
• CF4 처리 시스템 주요장치 및 주변 장치 제작 및 설치</td></tr>
<tr><td>3차년도</td><td colspan="2">• 센서기반 스마트 제어기술 확보
• 현장 검증 (현장검증/경제성 평가)</td></tr>
</table>

2 CF4 분해용 촉매 제조 기술

<table>
<tr><td>기술 유형
(중분류)</td><td colspan="3">□ 처리기술 ■ 촉매공정</td></tr>
<tr><td>기술개요</td><td colspan="3">• 반응온도가 상대적으로 저온(약 750℃)이며, 6개월 이상 사용이 가능한 고내구성인 IHS용 촉매를 개발하는 기술</td></tr>
<tr><td>기술요구사항</td><td colspan="3">• 고내구성 촉매제조 기술 개발 필요
• 엑시머 램프를 결합하는 효율증대 기술 개발필요</td></tr>
<tr><td>기술개발 목표</td><td colspan="3">
<table>
<tr><th rowspan="2">현재 수준(모습)</th><th colspan="2">R&D 수행시 개선수준(모습)</th><th rowspan="2">향후 수준(모습)</th></tr>
<tr><th>1차년도 수준</th><th>최종 목표수준</th></tr>
<tr><th>~'23</th><th>1차년도</th><th>종료년도</th><th>~종료이후</th></tr>
<tr><td>· CF_4 제거 전용 촉매가 개발되었으나 lab scale 규모임
· 상용화를 대비한 내구성 및 효율 등에 대해서는 검증되지 않음</td><td>· Pilot Scale에 적용 가능한 촉매 개발 시작</td><td>· Pilot Scale에 적용 가능한 촉매 실증</td><td>· 상업용에 적용위한 연구 및 시장확대
· 개발촉매보다 고효율 고내구성을 가진 촉매 개발착수</td></tr>
<tr><td colspan="3"> 
Burn wet Plasma wet
<As Is></td><td>
CF_4 촉매
<To Be></td></tr>
</table>
• 최종성과물 : CF4 제거용 촉매 개발
- CF_4 제거 전용 촉매 선정 및 제조 기술
- CF_4 촉매 내구성: >3개월
- 탄소감축량: 20톤/일 (1기당)</td></tr>
<tr><td rowspan="3">기술
개발
내용</td><td>1차년도</td><td colspan="2">• 촉매 선정 및 물성 및 성형 방법 개발
• 촉매의 활성물질 담지 조건 도출</td></tr>
<tr><td>2차년도</td><td colspan="2">• 엑시머 램프 장치 및 파장 조절장치 제작 효율평가
• 장기운전대비 촉매 제조</td></tr>
<tr><td>3차년도</td><td colspan="2">• 내구성 평가 및 성능 향상 연구
• 촉매 공정 최적화</td></tr>
</table>

나. 기술 로드맵 구축

(1) 기술개발 목표

[「반도체 공정용 CF4 처리 시스템」 기술개발 로드맵]

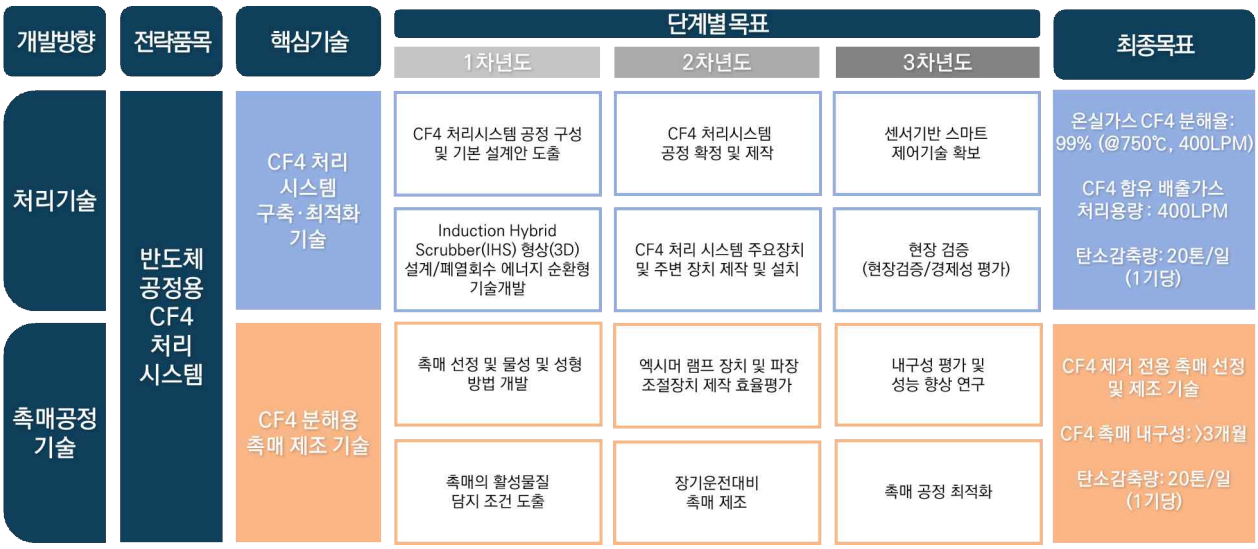
중분류	핵심기술	기술 요구사항	개발목표			최종목표
			1차년도	2차년도	3차년도	
처리기술	CF4 처리 시스템 구축·최적화 기술	Induction Hybrid Scrubber(IHS) 방식의 CF4 처리 시스템 개발 필요 주요장치 및 공정 최적화 기술 개발 필요	CF4 처리시스템 공정 구성 및 기본 설계안 도출 Induction Hybrid Scrubber(IHS) 형상(3D) 설계/폐열회수 에너지 순환형 기술개발	CF4 처리시스템 공정 확정 및 제작 CF4 처리 시스템 주요장치 및 주변 장치 제작 및 설치	센서기반 스마트 제어기술 확보 현장 검증 (현장검증/경제성 평가)	온실가스 CF4 분해율: 99% (@750℃, 400LPM) CF4 함유 배출가스 처리용량 : 400LPM 탄소감축량: 20톤/일 (1기당)
촉매공정	CF4 분해용 촉매 제조 기술	고내구성 촉매제조 기술 개발 필요 엑시머 램프를 결합하는 효율증대 기술 개발필요	촉매 선정 및 물성 및 성형 방법 개발 촉매의 활성물질 담지 조건 도출	엑시머 램프 장치 및 파장 조절장치 제작 효율평가 장기운전대비 촉매 제조	내구성 평가 및 성능 향상 연구 촉매 공정 최적화	CF4 제거 전용 촉매 선정 및 제조 기술 CF4 촉매 내구성: >3개월 탄소감축량: 20톤/일 (1기당)

(2) 로드맵 기획

□ (총론) CF4의 지구온난화지수 이슈에 대응하는 공온실가스 저감, 에너지 회수등을 위한 중소기업 전략기술로드맵 구축

○ (중소기업 기술개발전략 1) 기존 플라즈마 및 열처리 방식에서 발생하는 이산화탄소 및 thermal NOX로 인한 2차 온난화 가스 발생의 방지 및 억제

○ (중소기업 기술개발전략 2) 수요기술과의 협업체계를 기반하여 차 오염 발생이 낮은 환경친화적 공정기술 개발



[「반도체 공정용 CF4 처리 시스템」 기술개발 로드맵]