

2024년도
에너지기술개발사업
연구개발과제기획보고서

연료전지

목 차

I . 동향분석	1
1. 개 요	
2. 산업·기술동향	
3. 특허동향	
4. 표준화동향	
5. 정부R&D 지원현황	
6. 시사점	
II . 기획대상연구개발과제 도출	31
1. 연구개발과제기획방향	
2. 개발위험 관리방안	
3. 기획연구개발과제 RFP/기술개요서(연구개발과제기획이력서)	

1. 개요

수소저장합금 적용 수소지게차

□ 개념

- 저압 충전 가능한 수소저장합금 저장시스템을 적용한 실내 물류용 수소지게차 및 안전하고 경제적인 수소충전시스템 개발

□ 주요이슈

- (정책) 국가 수소경제 활성화를 위해 연료전지 시스템의 경제성 및 신뢰성을 향상시킬 수 있는 기술개발 필요
 - 미래 모빌리티 시장은 전동화 추세에 있어 다양한 수소 모빌리티 수요가 발생하고 있으므로, 양산이 가능한 수준의 가격 경쟁력과 고내구 기술을 확보하면 수소 모빌리티 신시장 창출 및 정책적 목표 달성에 기여 가능
- (기술) 현재 수소지게차 기체수소충전 압력은 350bar or 700bar 수준으로 충전인프라 구축에 많은 비용이 발생함으로 인해 보급에 어려움 존재
 - (저압화) 수소저장합금을 적용하면 수소지게차의 충전 압력을 60bar 이하로 획기적으로 감소시킬 수 있으므로 충전시 보다 안전하고 인프라 비용을 획기적으로 감소시켜 시장 진입 및 사업화에 유리
 - (열이용) 연료전지에서 발생하는 열을 효과적으로 사용하여 지게차의 열관리 부담 감소 가능
- (산업) 중소·중견기업 중심의 수소지게차 부품 기술 확보를 통한 국내 부품 업체들의 수출판로의 확대를 기대할 수 있으며, 연료전지 성능 및 수소저장 충전 능력 향상에 따른 수소지게차 가격경쟁력을 확보를 통한 세계 시장 선점 가능

- (환경) 수소지게차 고체수소저장시스템 기술은 저압의 수소를 사용함으로써 인하여 고압 수소에 비해 안전하고 경제적이므로 물류센터를 기반으로 보급 시 근무자 환경개선에 역할 가능

수소·암모니아 선박용 연료전지

□ 개념

- 친환경 선박 무탄소 발전을 위한 이산화탄소의 배출이 없는 암모니아 수소 추출기와 고분자전해질 연료전지의 통합 보조 전원 시스템
 - 암모니아를 고온에서 열분해 하여 수소를 추출하고 미반응 암모니아를 흡착 제거하여 고분자 전해질 연료전지에 필요한 수소 공급

□ 주요이슈

- (정책) 미래모빌리티 친환경 무탄소(암모니아/수소) 선박 분야 탄소중립 국가 정책목표 달성 필요
 - 한국형 친환경선박(Greenship-K) 개발 시행 계획 및 탄소중립 녹색성장 국가전략 및 제1차 국가기본 계획을 통해 무탄소선박 개발 계획 수립
- (기술) 친환경 무탄소(암모니아/수소) 대형 선박 보조전원용 연료전지 시스템 핵심기술 개발로 해양 운송 분야 초격차 유지
 - 암모니아 기반 선박용 연료전지 상용화 사례가 전무하며, 암모니아 기반 고순도 수소추출기를 활용한 50 kW급 PEMFC 제품 개발 진행중
- (산업) 미래 무탄소 추진선박 핵심기술 확보 지원을 통한 新산업 창출 및 시장 주도권 선점
 - 국제해사기구(IMO)의 환경규제 강화로 해운·조선산업의 친환경 전환이 불가피한 실정이며, 수소·암모니아 등 무탄소선박 시장 확대 전망
- (환경) 친환경 해운물류체계 구축을 위한 무탄소선박 핵심기술 확보를 통해 탄소중립 기여 및 수소 모빌리티 다양화를 통한 수소 활용 확대 기대

□ 개념

- (수소전소엔진) 수소를 직접 연료로 사용하여 발전과정에서 온실가스 및 오염 물질 배출이 거의 없으며, 저순도 수소사용이 가능한 경제적인 수소공급설비
 - 기존 내연기관을 사용함으로써 초기 투자비 및 유지보수비용을 절감할 수 있어, 분산발전 고려 시 우수한 사업성 확보 예상
 - 부하변동 및 on/off 가 자유로울 뿐만 아니라 국산화 측면에서도 유리하여, 지역사회 수소 그리드에 적용 및 연료전지 고장 대비 비상 혹은 상시 발전용 적용이 가능하므로, MW급 이상의 발전용 모델 개발 및 현장 적용 가능

□ 주요이슈

- (정책) 정부는 2018년 8월 '혁신성장전략투자방향'에서 수소경제를 3대 투자 분야 중 하나로 선정하여 '수소경제추진 위원회'를 구성한데 이어 2019년 1월 「수소경제 활성화 로드맵」 발표 및 초격차 프로젝트 등 정부 정책 수소산업 육성 관련성으로 추진 진행 중
 - 수소경제 활성화 로드맵 발표 및 2022년 청정수소 발전의무화제도(CHPS)를 통해 새로운 성장 동력 및 친환경 에너지 원천이 되는 수소 경제를 천명
- (기술) 청정수소 발전시장에서 분산 급전부하 대응에 유연하게 대응하기 위해 낮은 장치비와 출력변화에 대응 가능한 고효율 수소전소엔진 발전기 국산화 실증 필요
- (산업) 발전사업자 관점에서는 설비 구축 및 운영 노하우 습득, 유지보수 프로세스 확립, 문제점 검증, 실제 사업 운영을 통한 비즈니스 모델 타당성 확인 등의 업무를 수행하는 실증 단계가 필요
- (환경) 2023년 일반수소 및 2024년 청정수소 입찰시장을 개장해 수소 발전시장 확대를 통해 2027년도의 청정수소-암모니아 발전에서 청정수소와 청정암모니아를 활용해 발전 부문의 온실가스 저감을 진행할 계획

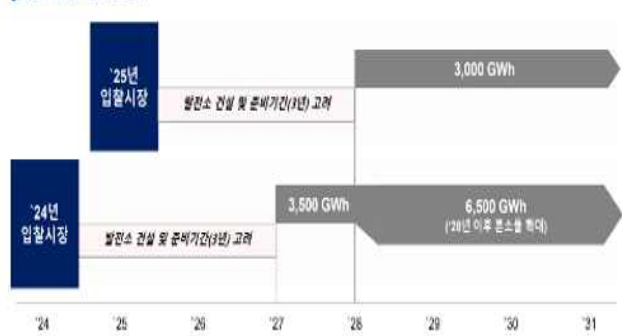
〈 일반수소 및 청정수소 발전 입찰시장 현황 〉

구분	2021	2022	2023	
수소경제 정책목표 및 활성화 방안 (산업부)	수소법 시행 (21.02.)	제1차 수소경제이행 기본계획* 수립 (21.11.)	수소법 개정 (22.06.) 청정수소 생태계 조성방안 마련** (22.11.)	시행령·시행규칙 개정 (22.12.) 고시(안) 행정예고 (23.03.) 고시(안) 운영규칙 제정완료(예정) (23.04.-05.)
				수소발전 입찰시장 개설 (5-6월)
	* 수소경제 이행을 효과적으로 추진하기 위하여 수소분야 법정계획을 수립하도록 규정(수소법 제5조) ** 제5차 수소경제위원회			

일반수소발전시장 개성유량



청정수소발전시장 개성유량



2. 산업·기술 동향

수소저장합금 적용 수소지게차

□ 해외 동향

- 월마트, 코카콜라 등 30개 이상 사업장에서 수소지게차 수 만여대 운영 중으로 해외에서 수소연료전지시스템을 적용한 수소지게차 실증 및 보급은 진행 중에 있으나, 수소저장합금 저장시스템을 적용한 실내 물류용 수소지게차 및 수소충전시설에 대한 개발은 전무한 상태
 - Wal-Mart stores는 미국 19개 권역에서 Plug-Power의 연료전지가 적용된 수소지게차를 3000기 이상 운영하고 있으며 전용 수소공급시스템을 구비
 - Coca-Cola는 2012년 이후 50기 이상 수소지게차를 운영하고 있으며 Air Liquide industrial U.S의 액체수소공급시스템을 적용함
 - Procter & Gamble는 캘리포니아 및 루지애나 음식물류센터에 200기 이상 수소지게차 운영 중임
 - Home Depot.는 수소지게차 172개를 운영 중이며 Plug-Power의 수소공급 시스템인 GenKey solution을 도입 적용함
 - Amazon은 수소지게차 사업을 위해 Plug-Power의 연료전지 사업에 7천만 달러를 투자하고 지분 23% 인수함
 - 벤츠는 자사물류센터의 지게차 72대에 Plug-Power의 젠드라이브 수소연료 전지 유닛을 적용 운영하고 있으며 Air-product의 콤팩트 수소충전소 사용
 - 독일 냉난방기기 기업인 비스만은 물류창고에 스틸(Still)회사 수소지게차를 도입해 현재 물 전기분해 방식의 충전소를 사용, 향후 바이오가스를 이용 예정
 - 린데는 미국 사우스캐롤라이나주 스파턴버스 소재 BMW 물류센터에서 수소 지게차 230대 운영 중
 - 독일 지게차 생산업체인 KION 그룹은 수소지게차, 팰릿트럭, 견인트랙터, 리치 트럭, 카운트밸런스트럭 등 생산되는 제품의 80%이상 수소연료전지 적용

□ 국내 동향

- 국내의 경우 실내 물류용 지게차에 대한 지속적인 관심 증가와 함께 저압으로 수소를 충전할 수 있는 시설에 대한 기술개발 필요성 대두
 - 2.5톤급 수소지게차(가온셀)와 5톤급 수소지게차(현대건설기계&현대모비스) 개발 및 성능 실증 등 추진 중
- 저압 수소충전을 활용한 실내 물류용 수소지게차 분야에 대한 관심은 증대되고 있으나, 현재까지 국내 기업의 기술개발은 미흡

□ 사업수행에 필요한 요소기술·제반기술

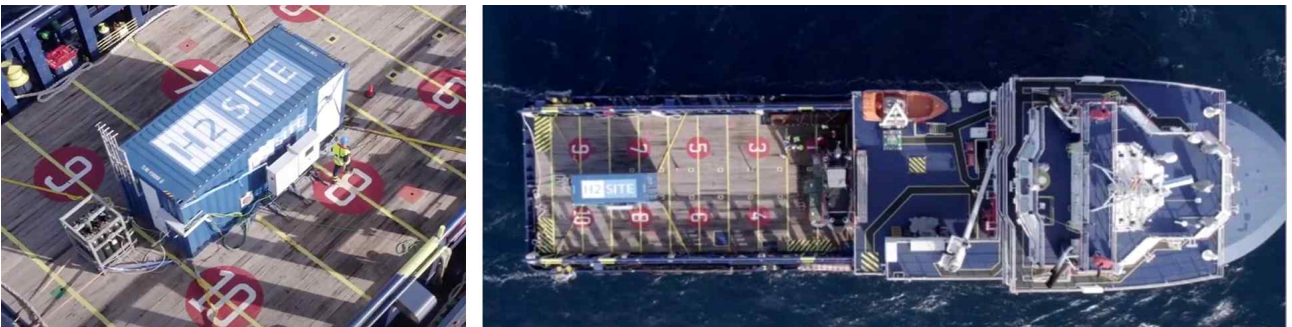
- 고압가스를 사용하는 실증방안으로 자체 안전성 평가를 실시하고, 그 결과를 반영하여 실증 안전기준을 마련한 후, 실증 안전기준을 포함한 자체 안전관리 계획 수립 및 준수 필요
 - 안전관리형 과제로 중량물 및 전기, 고압가스 취급 등의 안전법규와 안전수칙 준수 필요
 - 안전성 확보를 위해 실증 단계별로 안전관리 계획의 적정성 및 계획 이행 여부 등을 확인하고, 그 결과를 자체 안전위원회 및 관련 기관의 승인 필요
- 수소저장합금 저장시스템을 적용한 실내 물류용 수소지게차 및 수소충전시설 개발목표 달성을 위해 수소저장합금 저장장치와 수소충전시설 개발을 포함하고 있어 관련 안전성 확보 필요
 - 수소저장합금 적용 실내 물류용 수소지게차 실증 안전기준을 마련하고, 동 기준에 따라 수소저장합금 저장 장치 및 수소충전시설을 설계하여 한국가스안전공사의 검사 및 승인 필요
 - 수소용기 제조 사업자는 「고압가스 안전관리법」에 따른 등록, 검사 및 재검사 등 안전관리체계 준수 필요

수소·암모니아 선박용 연료전지

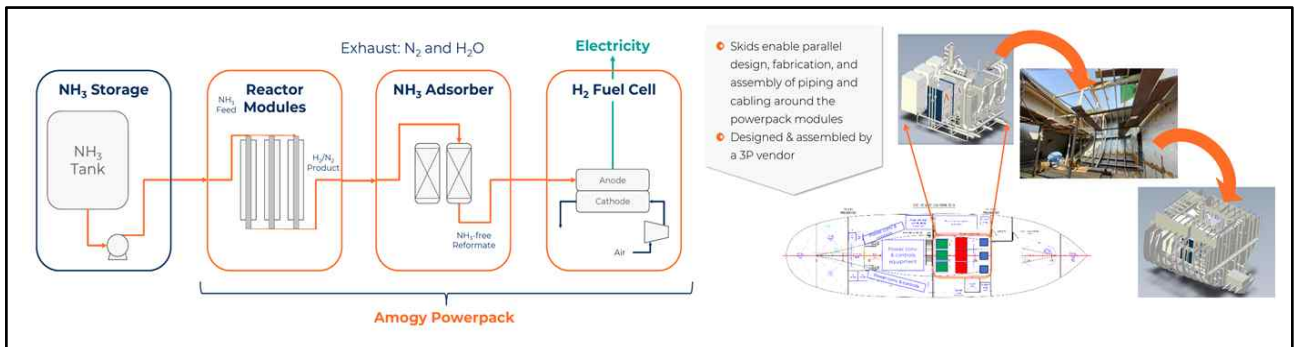
□ 해외 동향

- 암모니아 연료 기반 암모니아 수소추출기와 연료전지를 연계한 선박 실증 활발
 - 해외 스타트업인 Amogy(미국)와 H2site(스페인)사는 암모니아 수소추출기를 연료전지와 연계한 암모니아 선박 개발에 적극적으로 참여 중

< H2SITE에서 세계 최초로 실증한 선박용 암모니아 연료전지 시스템 >



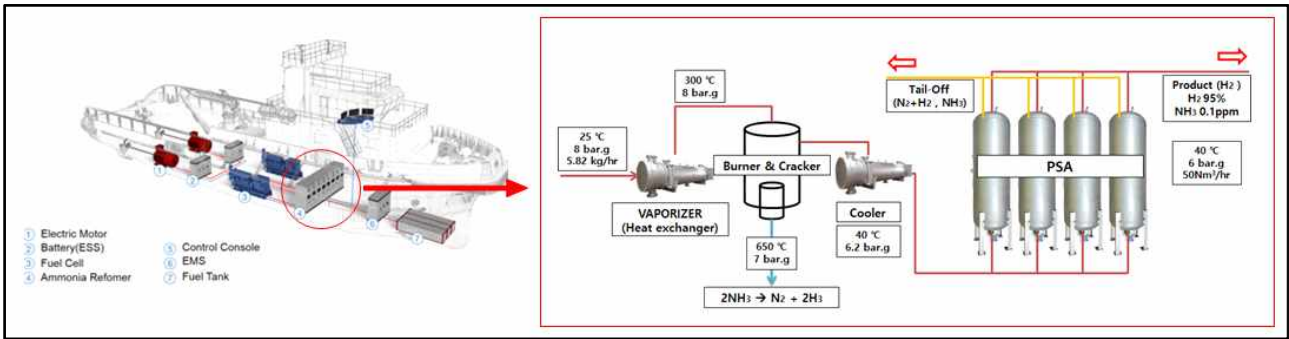
< Amogy社 개발 중인 선박용 암모니아 연료전지시스템 >



□ 국내 동향

- 부산 암모니아 친환경에너지 규제자유특구의 “암모니아 기반 연료전지 하이브리드 친환경선박” 실증사업이 추진 중
 - 파나시아가 주관기관으로 50kW급 연료전지 시스템에 적용하기 위한 암모니아 수소추출기 개발을 담당

< 파니시아 개발 중인 친환경 선박의 암모니아 수소추출기 개념도 >



□ 사업수행에 필요한 요소기술·제반기술

- 암모니아의 독성 및 부식특성에 의한 영향을 진단하고 그로 인한 이상 거동 발생을 방지할 수 있는 테스트환경 구축
- 100 kW급 시스템 검증을 위한 대용량 암모니아 공급 및 사용 환경 구축 및 안전 규격 검증 방안 마련 필요
- 암모니아 기반 선박용 연료전지 안전 및 인증 기준안(선급/KGS) 필요

분산발전용 수소엔진

□ 해외 동향

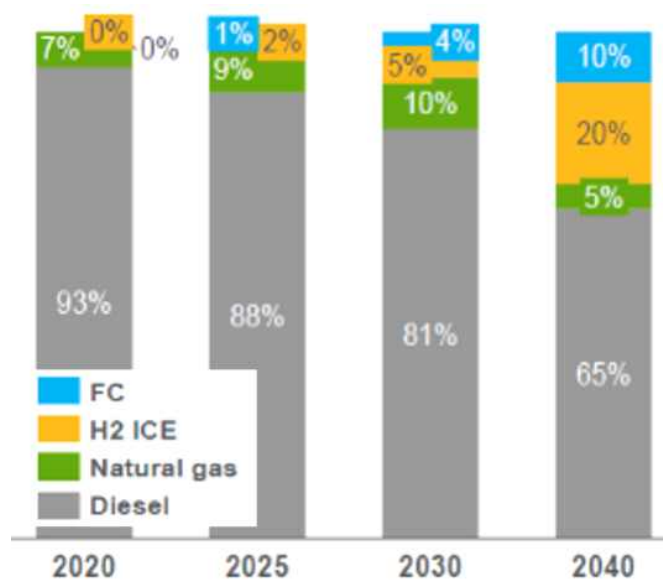
- 수소전소엔진은 2030년부터 본격적인 시장진입을 통해 탄소중립 동력원으로서의 역할을 기대하고 있으며 2040년 시장 점유율 약 20% 예상되는 등 CO2규제 대응을 위한 발전용으로서의 시장 점유율을 확대 할 것으로 예상
- 전 세계 글로벌 엔진, 차량, 장비 제조사에서 승용, 상용, 건설기계, 발전, 철도 및 선박용 수소전소엔진을 개발하고 있으며, 특히 발전기 엔진의 경우는 MTU사에 1MW급 수소전소엔진을 2024년 양산 목표로 개발하고 있으며 미국 캐터필러, 독일 Siemens사 등도 개별적으로 가스엔진 기반 수소혼소엔진 개발을 진행하고 있는 등 CO2 규제가 시작되는 2025년부터 양산 착수 예상

< 글로벌 엔진 제조업체 수소전소엔진 개발 현황(FEV, 2023) >



- 수소전소엔진 발전기의 경우, 오스트리아에 본사를 둔 가스엔진 전문 기업 INNIO Jenbacher사에서 2020년 1MW급 수소전소엔진 발전기 시험설비를 독일 함부르크에서 실증한 이력이 있으며, 독일 엔진 제조사 Deutz에서 2022년 6개월 동안 자체 실증을 진행하는 등 일부 선진 제조사에서 자체 실증을 진행한 이력은 있으나, 정부 주도 실증 사례는 없어 국내 실증 수행 시 최초 사례가 될 것으로 기대

< Hydrogen ICE M/S for Genset Equipment(Garret, 2022) >



□ 국내 동향

- 국내의 경우 연구 목적의 차량용 소형 수소 엔진 관련 연구는 일부 진행되었으나, 상용화 수준의 고효율 고회전 수소 발전기 엔진 기술 개발 및 실증은 전무
 - 수소를 이용한 파워트레인 기술은 현대자동차에서 넥소, 일렉시티 FCEV, 유니버스 FCEV, 엑시언트 FCEV 등이 개발완료 및 양산중에 있으며, 24년에는 두산밥캣이 수소 연료전지 지게차를 개발완료 및 양산을 시작
 - 수소내연기관은 에이치디현대인프라코어가 ‘건설기계용 상용차용 300kW급 Zero-CO2 수소 연소 엔진 시스템 및 저장 공급계 개발’ 국책과제를 통하여 국내 최초로 PFI(Port fuel Injection) 분사/연소 방식을 이용한 대형 수소전소 엔진을 개발중에 있으며, 24년 초 차량 탑재개발 진행 중으로 카고 트럭 및 시내/광역 버스용으로 25년말 양산을 목표로 개발 중

□ 사업수행에 필요한 요소기술·제반기술

- 실증을 위한 발전기 시스템 설치 및 시공 사양 확보
 - 수소전소엔진 발전기 시스템 설치 및 실증 진행 시, 기존 설비와의 간섭이 적은 위치 선정 필요 및 안정적인 수소공급망을 통한 연료 공급 확보
 - 실증 시 생산되는 전력의 수요처(소내전력 등) 확보를 통한 안정적인 실증 검증 추진
 - 전기설비, 냉각설비 등 수소전소엔진 발전기 외 부대설비 구성 및 사양 도출을 통해 기본적인 수소엔진발전소 구축을 위한 사양 개발
 - 가스, 전기 등 각종 사고에 대비한 안전 사양 적용, 특히 실증 시 사용되는 고압 수소트레일러, NG개질 공급설비를 통한 고압 수소연료 공급설비의 안전규정 준수를 통한 구축/활용 및 설비 인/허가 획득을 통한 안전 확보
 - 자연재해 및 사고 등에 대비한 보험 가입하여 피해에 대한 대비 추진
- 실증 운영기술 개발
 - 부하 추종, 모듈 휴지 제어, 발전량 추종 등 수소전소엔진 발전기의 발전량 제어를 통해 운영 최적화를 위한 다양한 운전 제어 기술 개발
 - 고장, 소모품, 유지보수 등에 관한 이력을 확보하여 운영 및 관리 절차 도출

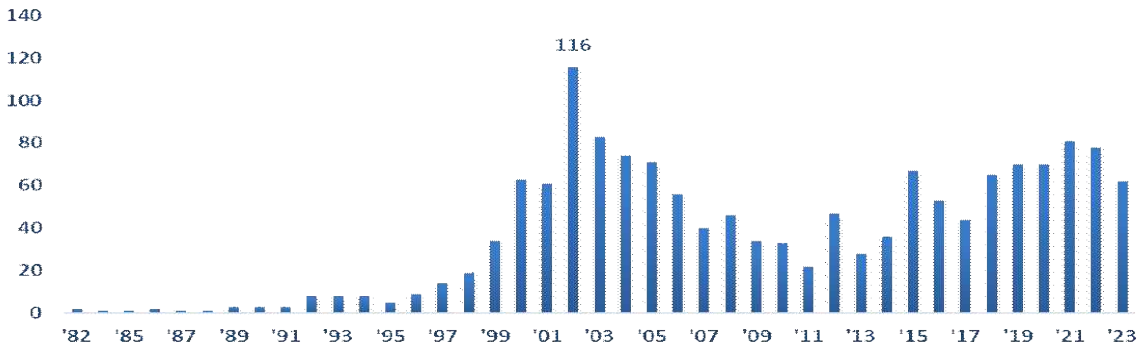
3. 특허 동향

수소저장합금 적용 수소지게차

□ 해외 동향

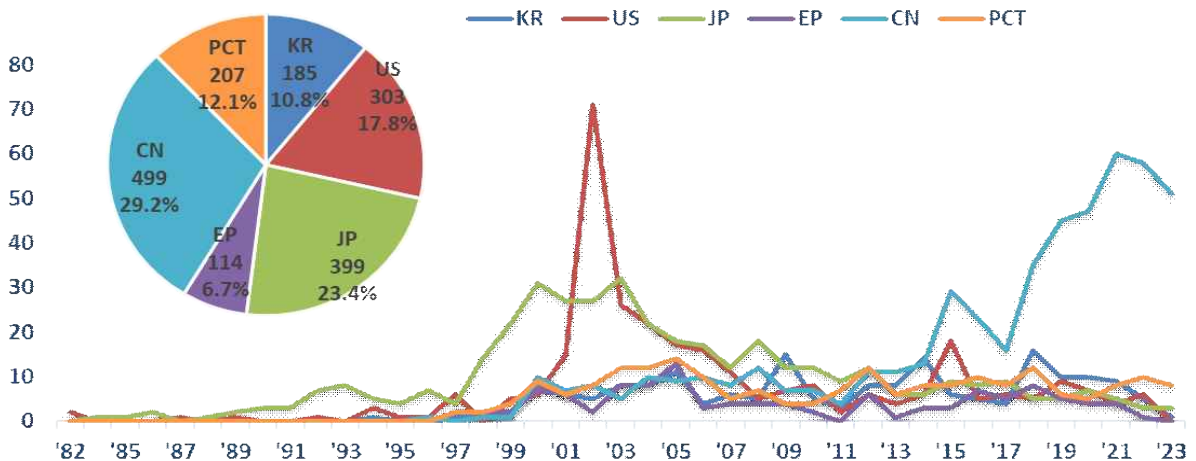
- (연도별 동향) 해외기술의 연도별 출원동향을 살펴보면, 1982년부터 시작되어, 2002년에 116건으로 최다 특허가 출원되었으며, 2023년 이후 감소하고 있는 것으로 보이나, 미공개특허로 인한 것으로 예상
- 특허 출원 후 1년 6개월 이후 공개되는 특성으로 인해 미공개특허가 존재하므로, 최근 특허수는 추후 증가할 수 있음을 고려

< 해외 연도별 출원 동향 >



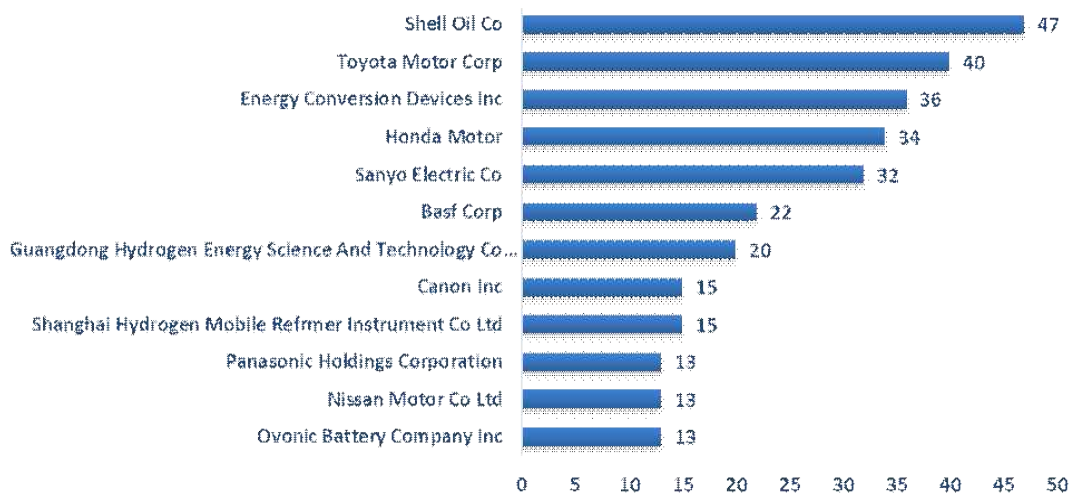
- (국가별 동향) 2010년 중반 이후 중국의 출원이 다른 국가 대비 급증하면서 중국이 29.2%로 가장 비중이 높고, 일본 23.4%, 미국 17.8%, PCT출원 12.1%, 한국 10.8% 및 유럽 6.7% 순으로 확인됨

< 국가별-연도별 출원 점유율 동향 >



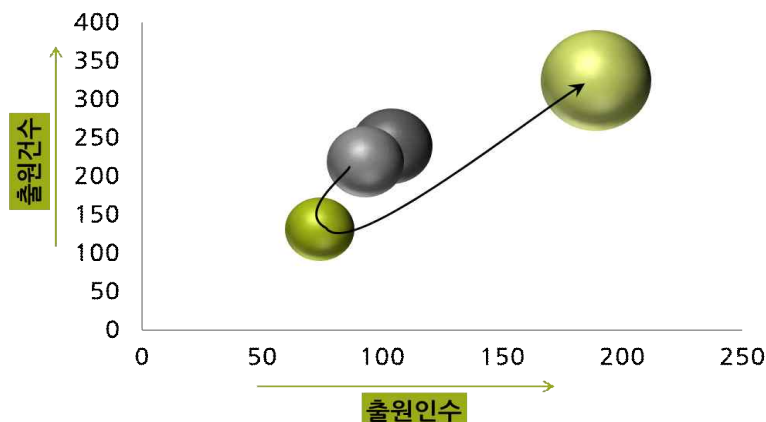
- (상위출원인 동향) 미국, 일본, 유럽 및 중국 특허청에 출원한 특허 대상으로 상위출원인을 살펴보면, Shell Oil 47건, Toyota Motor 40건, Energy Conversion Devices 36건, Honda Motor 34건, Sanyo Electric 32건, Basf 22건, Guangdong Hydrogen Energy Science And Technology 20건, Canon 15건, Shanghai Hydrogen Mobile Refrmer Instrument 15건, Panasonic Holdings 13건, Nissan Motor 13건, Ovonic Battery Company 13건 순

< 해외 상위 출원인 동향 >



- (기술성장단계) 최근 20년을 5개년씩 4구간(1구간 '04~'08, 2구간 '09~'13, 3구간 '14~'18 및 4구간 '19년이후)으로 구분하여 출원인수/출원건수 포트폴리오 산출
 - 1구간에서 3구간까지는 출원인 및 출원건수가 정체하는 추세를 보이고 있으나, 이후 최근 3구간에서 4구간은 성장기의 모습으로 이전 구간 대비 3구간 대비 4구간의 증가폭이 월등하게 높은 것으로 보아, 최근 시장의 급성장, 연구분야의 관심 증가, 시장 및 선도/선점을 위한 연구개발이 활발하게 이루어지고 있을 것으로 예상

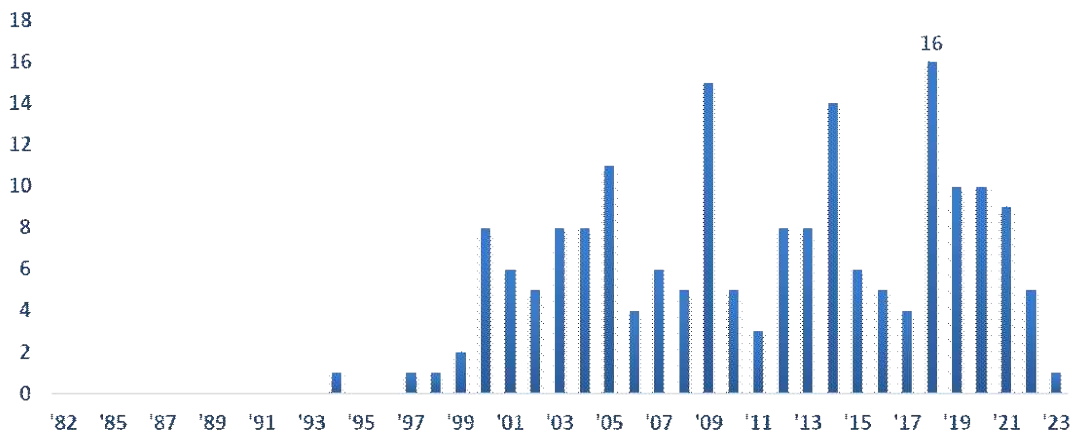
< 해외 기술성장단계 동향 >



□ 국내 동향

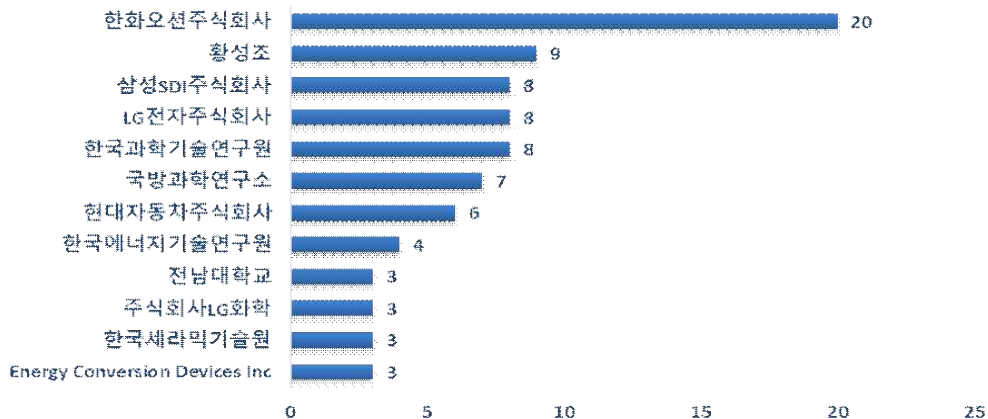
- (연도별 동향) 국내기술의 연도별 출원동향을 살펴보면, 1994년부터 출원이 시작되었고, 2000년대 중반에 들어서면서 출원이 증가하는 추세를 보이며, 2018년에 16건으로 최다 특허를 출원하였으며, 2023년 이후 감소하고 있는 것으로 보이나, 미공개특허로 인한 것으로 예상
- 특허 출원 후 1년 6개월 이후 공개되는 특성으로 인해 미공개특허가 존재하므로, 최근 특허수는 추후 증가할 수 있음을 고려 필요

< 국내 연도별 출원 동향 >



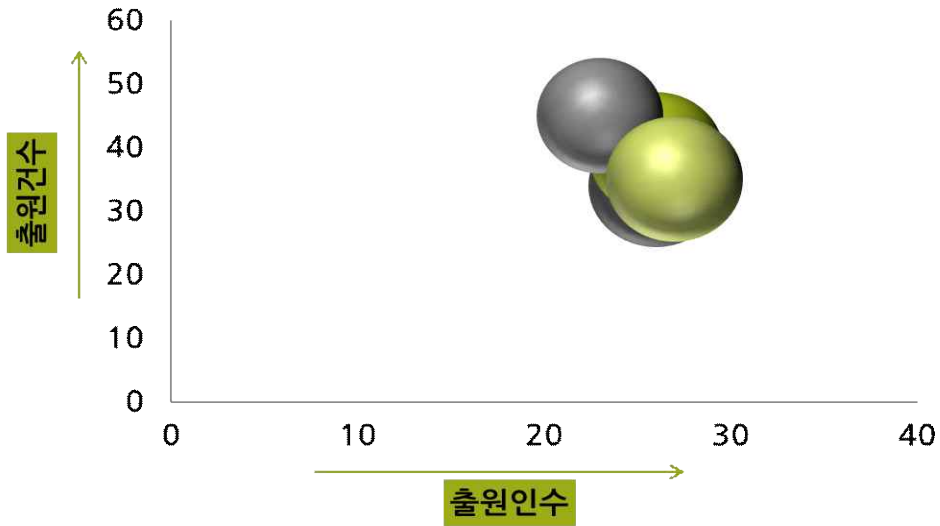
- (상위출원인 동향) 한국 특허청에 출원한 특허 대상으로 상위출원인을 살펴보면, 한화오션 20건, 황성조 9건, 삼성SDI 8건, LG전자 8건, 한국과학기술연구원 8건, 국방과학연구소 7건, 현대자동차 6건, 한국에너지기술연구원 4건, 전남대학교 3건, LG화학 3건, 한국세라믹기술원 3건 및 Energy Conversion Devices 3건 순

< 국내 상위 출원인 동향 >



- (기술성장단계) 최근 20년을 5개년씩 4구간(1구간 '04~'08, 2구간 '09~'13, 3구간 '14~'18 및 4구간 '19년이후))으로 구분하여 출원인수 및 출원건수를 바탕으로 기술성장단계(포트폴리오)를 살펴보았으며, 1구간에서 4구간까지는 정체하는 추세로, 태동기의 모습을 나타내고 있음

< 국내 기술성장단계 동향 >

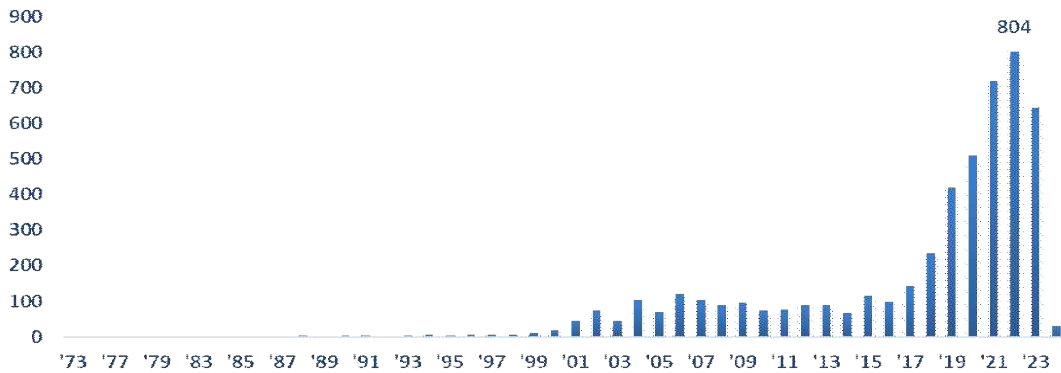


수소·암모니아 선박용 연료전지

□ 해외 동향

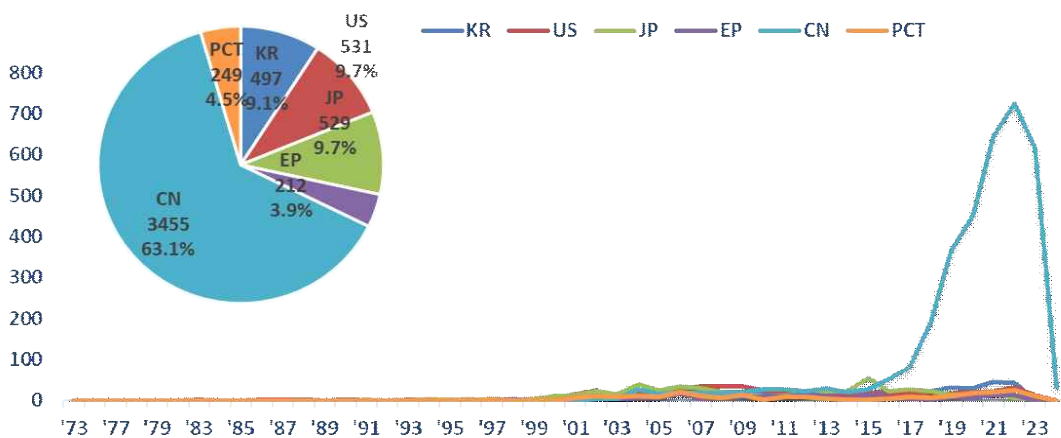
- (연도별 동향) 해외기술의 연도별 출원동향을 살펴보면, 1973년부터 시작되어, 2022년에 804건으로 최다 특허가 출원되었으며, 2023년 이후 감소하고 있는 것으로 보이나, 미공개특허로 인한 것으로 예상
- 특허 출원 후 1년 6개월 이후 공개되는 특성으로 인해 미공개특허가 존재하므로, 최근 특허수는 추후 증가할 수 있음을 고려 필요

< 해외 연도별 출원 동향 >



- (국가별 동향) 2010년 중반 이후 중국의 출원이 다른 국가 대비 급증하면서 중국이 63.1%로 가장 비중이 높고, 미국 9.7%, 일본 9.7%, 한국 9.1%, PCT출원 4.5% 및 유럽 3.9% 순으로 확인

< 국가별-연도별 출원 점유율 동향 >



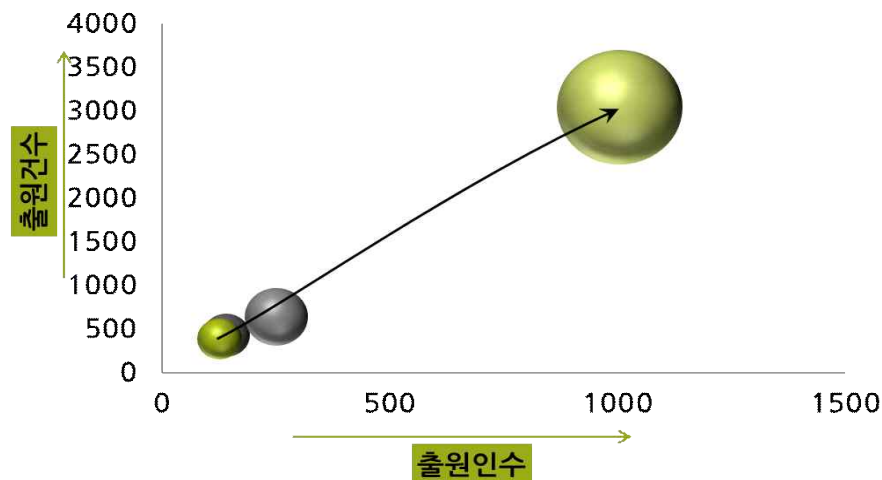
- (상위출원인 동향) 미국, 일본, 유럽 및 중국 특허청에 출원한 특허 대상으로 상위출원인을 살펴보면, Panasonic Ip Management 175건, Beijing Sinohytec 166건, 현대자동차 103건, Toyota Motor 94건, Wuhan Grove Hydrogen Automobile 68건, Panasonic Holdings 61건, Gm Global Technology Operations 52건, Weichai Power 35건, Shenzhen Hynovation Technologies 34건 및 Dalian Institute Of Chemical Physics Chinese Academy Of Scien 33건 순

< 해외 상위 출원인 동향 >



- (기술성장단계) 최근 20년을 5개년씩 4구간(1구간 '04~'08, 2구간 '09~'13, 3구간 '14~'18 및 4구간 '19년이후))으로 구분해 출원인수/출원건수 포트폴리오 구축
 - 1구간에서 4구간까지 출원인/출원건수가 전체적으로 증가 추세로 성장기로 판단, 최근 3구간 대비 4구간의 증가폭이 월등하게 높으므로 최근 시장의 급성장, 연구 관심 증가, 시장 및 선도/선점을 위한 연구개발이 활발하게 이루어지고 있을 것으로 예상

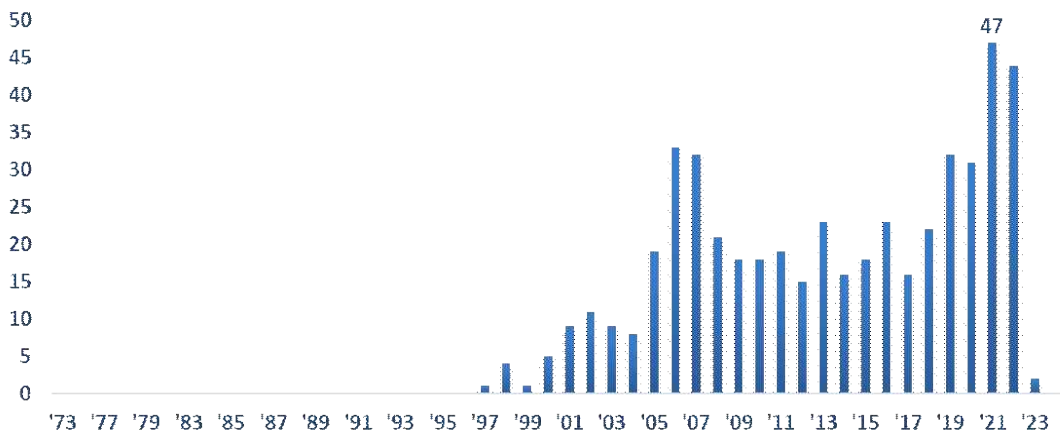
< 해외 기술성장단계 동향 >



□ 국내 동향

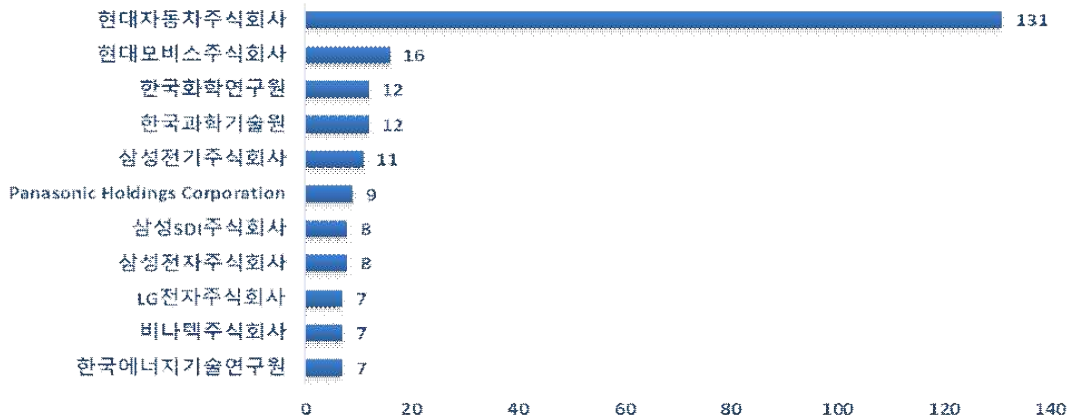
- (연도별 동향) 국내기술의 연도별 출원동향을 살펴보면, 1997년부터 출원이 시작되었고, 2000년대 중반에 들어서면서 출원이 증가하는 추세를 보이며, 2021년에 47건으로 최다 특허를 출원하였으며, 2023년 이후 감소하고 있는 것으로 보이나, 미공개특허로 인한 것으로 예상
- 특허 출원 후 1년 6개월 이후 공개되는 특성으로 인해 미공개특허가 존재하므로, 최근 특허수는 추후 증가할 수 있음을 고려 필요

< 국내 연도별 출원 동향 >



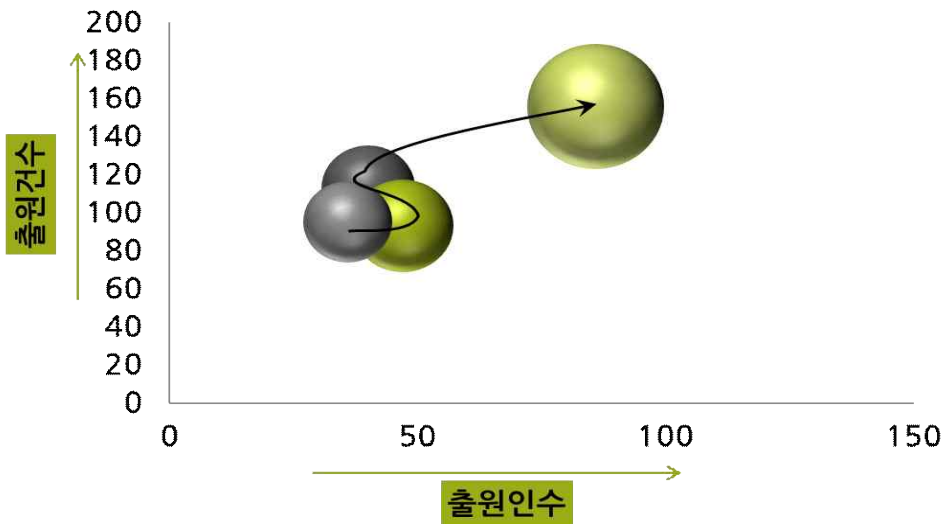
- (상위출원인 동향) 한국 특허청에 출원한 특허 대상으로 상위출원인을 살펴보면, 현대자동차 237건, 현대모비스 32건, 한국과학기술연구원 25건, 삼성SDI 21건, 한국에너지기술연구원 20건, 한국전력공사 16건, Exxonmobil Research And Engineering 13건, 두산에너지빌리티 12건, 모토닉 11건 및 한온시스템 11건 순

< 국내 상위 출원인 동향 >



- (기술성장단계) 최근 20년을 5개년씩 4구간(1구간 '04~'08, 2구간 '09~'13, 3구간 '14~'18 및 4구간 '19년이후))으로 구분하여 출원인수 및 출원건수 포트폴리오 구축
 - 1구간에서 3구간까지는 정체하는 추세이나, 최근 3구간에서 4구간은 출원인 및 출원건수가 증가하는 추세를 보이고 있어, 성장기의 모습을 나타내고 있음

< 국내 기술성장단계 동향 >

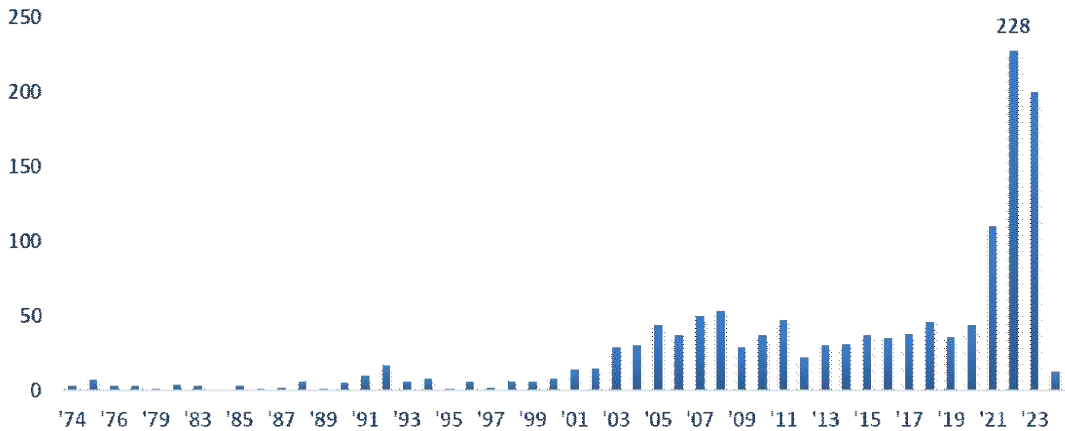


분산발전용 수소엔진

□ 해외 동향

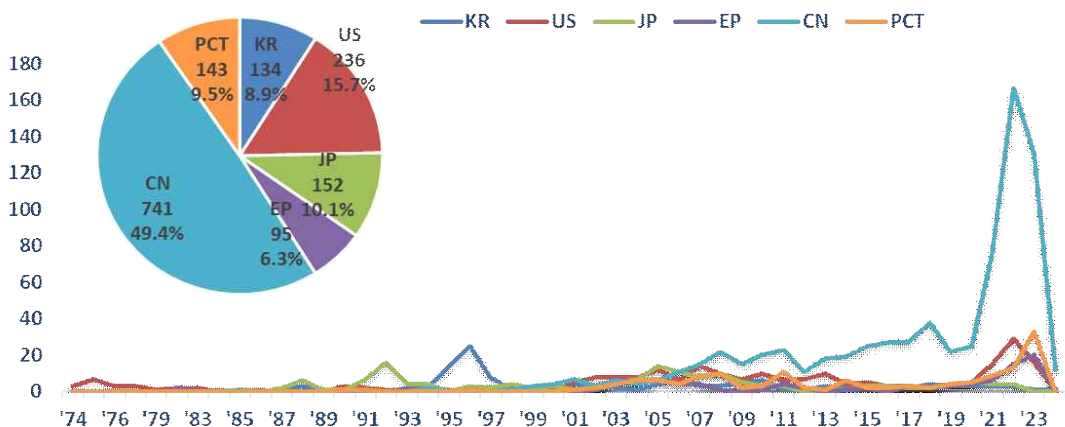
- (연도별 동향) 해외기술의 연도별 출원동향을 살펴보면, 1974년부터 시작되어, 2022년에 228건으로 최다 특허가 출원되었으며, 2023년 이후 감소하고 있는 것으로 보이나, 미공개특허로 인한 것으로 예상
- 특허 출원 후 1년 6개월 이후 공개되는 특성으로 인해 미공개특허가 존재하므로, 최근 특허수는 추후 증가할 수 있음을 고려 필요

< 해외 연도별 출원 동향 >



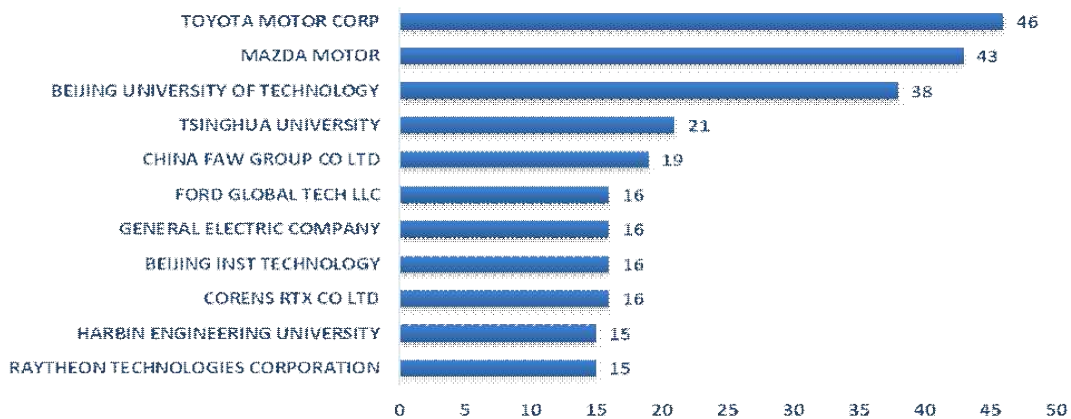
- (국가별 동향) 2010년 초반 이후 중국의 출원이 다른 국가 대비 급증하면서 중국이 49.4%로 가장 비중이 높고, 미국 15.7%, 일본 10.1%, PCT출원 9.5%, 한국 8.9% 및 유럽 6.3% 순으로 확인

< 국가별-연도별 출원 점유율 동향 >



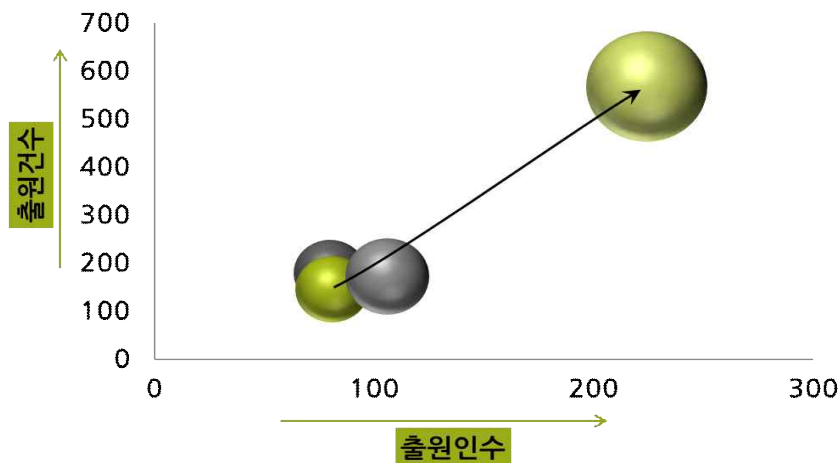
- (상위출원인 동향) 미국, 일본, 유럽 및 중국 특허청에 출원한 특허 대상으로 상위출원인을 살펴보면, TOYOTA MOTOR 46건, MAZDA MOTOR 43건, BEIJING UNIVERSITY OF TECHNOLOGY 38건, TSINGHUA UNIVERSITY 21건, CHINA FAW GROUP 19건, FORD GLOBAL TECH 16건, GENERAL ELECTRIC 16건, BEIJING INST TECHNOLOGY 16건, CORENS RTX 16건, HARBIN ENGINEERING UNIVERSITY 15건 및 RAYTHEON TECHNOLOGIES 15건 순

< 해외 상위 출원인 동향 >



- (기술성장단계) 최근 20년을 5개년씩 4구간(1구간 '04~'08, 2구간 '09~'13, 3구간 '14~'18 및 4구간 '19년이후))으로 구분해 출원인수/ 출원건수 포트폴리오 산출
 - 1구간에서 4구간까지 출원인 및 출원건수가 전체적으로 증가 추세로 성장기이며 최근 3구간 대비 4구간의 증가폭이 월등하게 높아, 최근 시장의 급성장, 연구관심 증가, 시장 및 선도/선점을 위한 연구개발이 활발한 것으로 판단

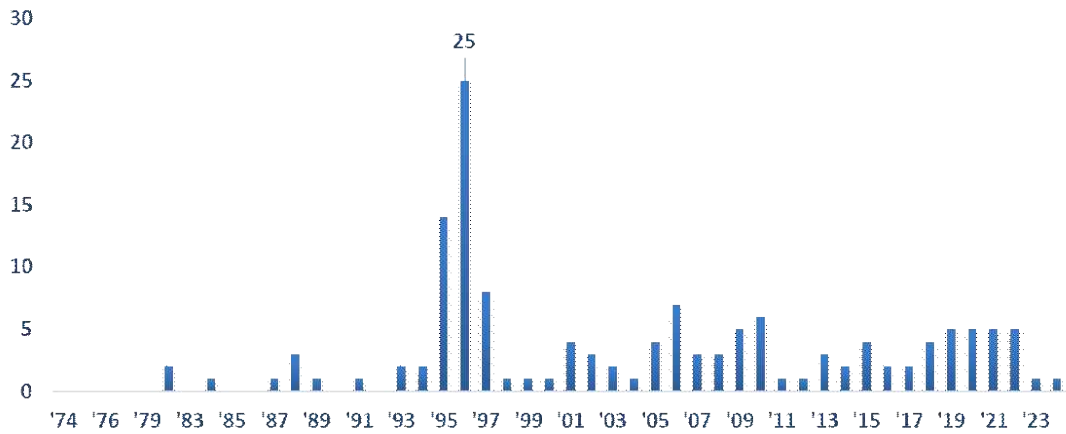
< 해외 기술성장단계 동향 >



□ 국내 동향

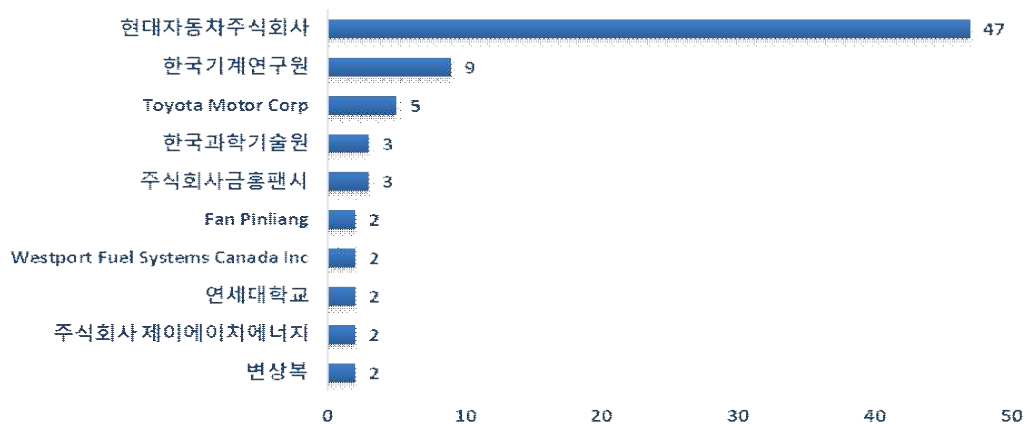
- (연도별 동향) 1984년부터 출원이 시작되었고, 1990년대 중반 최다 특허를 출원하였으며, 2000년대 이후 증감 추세가 횡보하고 있는 것으로 보이고, 2023년 이후 감소하고 있는 것으로 보이나, 미공개특허로 인한 것으로 예상
 - 특허 출원 후 1년 6개월 이후 공개되는 특성으로 인해 미공개특허가 존재하므로, 최근 특허수는 추후 증가할 수 있음을 고려

< 국내 연도별 출원 동향 >



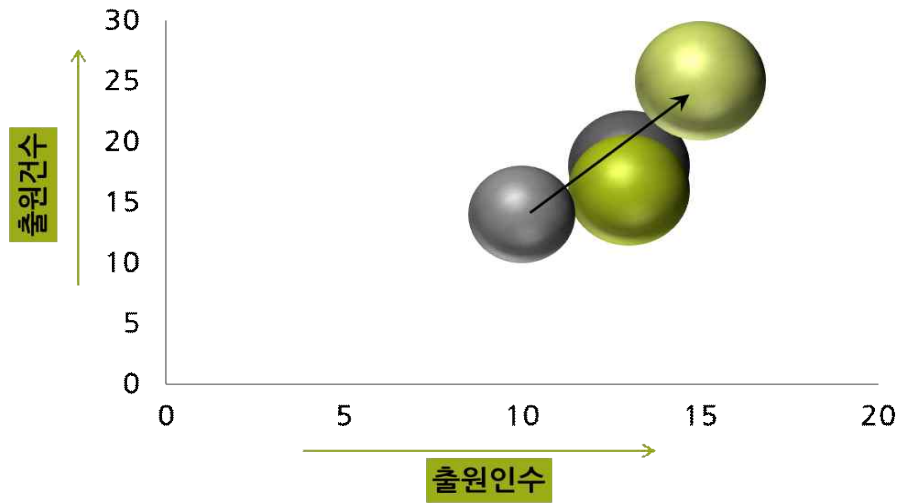
- (상위출원인 동향) 한국 특허청에 출원한 특허 대상으로 상위출원인을 살펴보면, 현대자동차 47건, 한국기계연구원 9건, Toyota Motor 5건, 한국과학기술원 3건, 주식회사금호팬시 3건, Fan Pinliang 2건, Westport Fuel Systems Canada 2건, 연세대학교 2건, 제이에이치에너지 2건 및 변상복 2건 순

< 국내 상위 출원인 동향 >



- (기술성장단계) 최근 20년을 5개년씩 4구간(1구간 '04~'08, 2구간 '09~'13, 3구간 '14~'18 및 4구간 '19년이후))으로 구분하여 출원인수 및 출원건수를 바탕으로 기술성장단계(포트폴리오)를 살펴보았으며, 1구간에서 3구간까지는 정체하는 추세이나, 최근 3구간에서 4구간은 출원인 및 출원건수가 증가하는 추세를 보이고 있어, 성장기의 모습을 나타내고 있음

< 국내 기술성장단계 동향 >



4. 표준화 동향

□ 해외 동향

- 수소분야 국제표준화는 ISO, IEC, 기업 컨소시엄 주도로 진행 중
 - (ISO, 수소 기술위원회) 수소 생산·저장·충전인프라 제품 및 부품 표준화
 - 수소기술의 시장 접근성 향상을 위해 차량용 설비, 충전소 안전 설비 등 모빌리티, 수소품질·수소발생기 등 수소공급 시설 및 부품에 관한 표준 개발
 - 재생에너지 이용 수전해(P2G), 액체수소 설비 등의 차세대 모빌리티·수소 공급 분야에서 ‘30년까지 26건의 표준 개발이 전망
 - 캐나다가 수소차량용 설비, 일본이 수소품질·충전소설비에서 강세, 최근 미국이 충전소부품·수소발생기 표준 개발에 적극 참여 중
 - (IEC, 국제전기기술위원회) 가정·건물 등 연료전지 제품 및 그 부품 표준화
 - 상용차에 이어 향후 5~10년 사이에 상용화가 전망되는 드론·선박 등의 신수요 제품 분야에 대한 표준의 개발이 진행 중
 - 드론·선박·열차·건설기계 등 연료전지와 배터리 하이브리드 시스템 등의 융합기술 분야에서 ‘30년까지 38건의 표준 개발이 전망
 - 미국이 연료전지 안전에서, 일본이 고정형 연료전지 활용에서, 유럽은 산업용 트럭 등 응용분야 표준 개발에서 우위 선점
 - (글로벌 컨소시엄) 수소상용차 연합 (상용차부품 표준화)
 - 2019년 3월 상용차용 고압 대용량 충전 표준 부품 개발 및 표준화를 위해 현대차·도요타 등 6개 업체가 연합
 - 프랑스 에어리퀴드(수소생산), 노르웨이 넬(충전설비), 미국 니콜라(수소트럭), 네덜란드 쉘(에너지)
 - 수소 주입구, 주입구와 연결된 노즐, 호스 등 부품개발, SAE 표준 개발을 추진 중

- (연료전지 기술위원회(IEC TC105)) 연료전지 기술 국제표준 담당
 - 연료전지 기술과 관련한 국제표준을 주로 담당하고 있는 IEC의 TC105는 1999년 만들어진 후 일본, 프랑스, 독일에서 의장국을 수임, 2023년 9월부터는 한국이 의장국(우석대 이흥기교수)을 맡고 있음
 - 현재 TC105에 참여하고 있는 국가는 총 32개국으로 이들 국가 중 일본, 독일, 미국, 프랑스, 중국, 한국 등이 주도적으로 국제표준 개발에 참여하고 있음
 - TC105의 작업범위는 발전용, 가정용, 수송용 보조전원, 휴대용 등의 연료전지 분야에서 안전과 성능시험방법, 설치, 호환 등에 대한 국제표준 개발이며, 연료전지 기술이 쉽게 시장에 접근할 수 있도록 관련 표준화 도입이 필요한 분야를 우선적으로 선정, 표준화 개발 중

< 표준화 내용 >

- 보조전원시스템에 대한 연료전지 시스템 표준화
- 열병합발전시스템(CHPs)을 포함한 모든 기술의 연료전지 시스템 표준화
- 연료전지 시스템과 다른 형태의 전기저장장치(배터리, 플라이휠 등)와의 상호작용을 고려한 표준화
- 연료전지 시스템과 전력부하와의 상호작용을 고려한 표준화
- 마이크로연료전지 시스템과 전지저장, 의학기술, 산업서비스, 군수지역, 자동차의 상호작용을 고려한 표준화
- 모든 전기방식이 장착된 비행기, 배와의 상호작용을 고려한 표준화
- reverse operation에서 연료전지 시스템의 표준화
- 장기적으로 연료전지 시스템과 열엔진(가스터빈, 스텔링엔진 등)과의 하이브리드 표준화 등

□ 국내 동향

- 산업통상자원부 국가기술표준원(이하, '국표원')은 2030년까지 국제표준 선점을 통해 수소산업 글로벌 시장을 선도하겠다는 비전과 우리 최고 기술을 국제표준으로 15건 이상 제안하는 것을 목표로 하는 '수소경제 표준화 전략 로드맵'을 2019년 4월 수립하여 발표
- 수소 승용차에 대한 국제표준 개발이 완료, 상용차에 대해 현대차·도요타 등 업체 간 컨소시엄 형태로 기술표준 경쟁이 이루어지고 있음.
 - 업체 간 연합하여 시장을 선점하기 위해 기술표준을 활용하며, SAE (미국자동차공학회)는 전세계 기업·학계 전문가들의 참여를 통해 자동차 표준을 사실상 주도
- 수소차 분야에서 국내업체는 표준보다 법규와 같은 강제기준이 중요한 점, 표준화를 통해 축적된 기술데이터가 유출될 수 있다는 점 등의 이유로 그간 표준화에 소극적인 입장
- 국제표준 주도를 위한 종합적인 전략 부재로 R&D 과제가 표준화로 연계되지 못하고, 일부 분야의 표준화 대응만 산발적으로 전개
 - 수소기술 R&D 과제 56건('13~'18) 중, 표준화 연계 과제는 4건(7%)에 불과하나, 우리나라는 2000년대 중반부터 국제회의 참여를 통해 건설 기계분야(중장비 연료전지 파워팩) 컨비너 진출 등 주도기반 마련
- 2019년 4월에 발표된 표준화 로드맵에서 수소 모빌리티 분야는 2030년까지 국제표준 8건 이상 제안, KS 인증 20건 이상 품목을 제정하는 것을 목표로 하며, 수소 에너지 분야는 2030년까지 국제표준 4건 이상을 제안하고, KS 인증 10건 이상 제정하는 것을 목표

5. 정부R&D 지원현황

□ 투자 동향

- 연료전지 분야는 최근 5년 간 신재생에너지핵심기술개발사업을 통해 약 2,266억원 투자됨
 - 연료전지 R&D는 주로 발전용 및 모빌리티용을 중심으로 투자가 이루어지고 있으며 최근에는 수소 경제 활성화를 위해 수소 모빌리티 투자가 점차 확대되는 중

* 연료전지 분야 정부 R&D 투자 추이(단위: 억원)

구분	'19	'20	'21	'22	'23	합계
연료전지	219	330	518	620	579	2,266

□ 기술개발 현황

- 수소저장합금 저장시스템을 적용한 실내 물류용 수소지게차 및 수소 충전시설 분야는 신산업·신기술 분야로 기존에는 기체수소 저장을 기반으로하는 수소지게차 실증 연구*가 진행 중

* 수소지게차 상용화를 위한 실증 기반 신뢰성 검증 기술개발('22~'26, 주관기관: 건설기계부품연구원)

- 친환경 선박용 암모니아 수소추출기 통합형 PEMFC 시스템 분야는 세계 최고/최초 기술개발로, 국내에는 선박을 타겟으로 하는 암모니아 수소추출기 통합형 PEMFC 개발 지원은 미흡한 실정
 - 다만, 연료전지 선박에 대한 R&D 과제*는 과거부터 지속적으로 지원 중이며 최근 국제해사기구의 온실가스 규제 현실화와 더불어 무탄소 선박인 연료전지 선박에 대한 연구 필요성 증대

* 연료전지선박의 평가 및 설계를 위한 웹기반 가이드스 플랫폼 기술 개발 ('22~'25, 주관기관: 한국선급) 등

6. 시사점

수소저장합금 적용 수소지게차

□ (필요성)

- 실내물류용 수소지게차 품질 및 안전성 확보로 사용자 수용성 확보
- 실내물류용 수소지게차 품질 및 안전성 확보로 사용자 수용성 확보
 - 저압 수소저장장치 및 수소충전시설 개발을 통한 실내물류용 수소지게차 안정성 확보를 통한 보급 확산 필요

□ (정부R&D 역할)

- 350bar 또는 700bar의 고압 수소저장시스템을 적용한 실내 물류용 수소 지게차 기술개발은 정부 R&D로 지원되어 실증 중에 있으나, 고압 수소 및 수소모빌리티 충전 규제에 따라 보급에 어려움
- 이러한 문제점을 해결하기 위해서 60bar 이하의 저압의 수소저장합금 저장시스템 및 수소충전시설에 대한 정부 R&D 지원을 통해 수소지게차 시장 선점 가능

□ (기대성과)

- (기술적) 수소저장합금 저장시스템을 적용한 실내 물류용 수소지게차 및 수소충전시설 세계 최초 기술 개발
 - 수소지게차의 충전 압력을 60bar 획기적으로 감소시킴으로 인해 충전시 안전 및 인프라 비용을 획기적으로 감소시킬 수 있는 기술(세계 최고)
 - 60bar이하 수소충전 + 15분내 충전 + 1회충전 8시간 이상 운행 (세계최고)
- (사회경제적) 수송 부문 온실가스 저감을 위한 미래 모빌리티로 전환
 - 수소·전기 모빌리티 생산·보급 확대, 기술 개발·인프라 확충, 친환경차 모빌리티 전환 가속화

□ (필요성)

- 친환경 무탄소(암모니아/수소) 대형 선박 보조전원용 연료전지 시스템 개발로 해양 운송 분야 초격차 유지 및 미래모빌리티 분야 탄소중립 국가 정책목표 달성에 기여
- 국제해사기구(IMO)의 환경규제 강화로 해운 조선산업의 친환경 전환이 불가피하며, 수소·암모니아 등 무탄소선박 시장 확대 전망 ('30년 상용화 후 '40년 LNG선 추월)

□ (정부R&D 역할)

- 무탄소(암모니아/수소) 선박 개발 및 실증 기회 제공을 통해 미래 친환경선박 세계 선도 기술 확보
 - 한국형 친환경선박 (GreenShip-K) 개발을 위한 선박환경에 적합한 암모니아 수소추출기와 연료전지가 통합 시스템 설계 新기술 개발 기회 제공
- 공공주도 친환경선박 및 무탄소연료 활용에 대한 선제적 수요 창출

□ (기대성과)

- (기술적) 세계 최고 수준의 선박용 암모니아 수소추출기 통합형 PEMFC 시스템 개발
 - 해외 Amogy사의 40% 보다 높은 45% 이상의 발전효율 달성으로 세계 최초, 최고 수준의 도전적 기술 확보
- (사회경제적) 탄소중립, 산업육성 효과
 - 미래 친환경선박 세계 기술 확보 시, 2030년까지 친환경선박 528척 전환(전환율 15%)을 통해 온실가스 40만톤 감축, 11조원 생산유발, 4만명 직간접 고용창출 기대 (제1차 친환경선박 개발보급 기본계획, '20.12)

□ (필요성)

- 수소전소엔진의 장점인 우수한 응답성을 통해 IoT 연계 분산전원 활용, 빠른 급전대응 및 피크부하 운전이 가능하여 소규모 그리드에서 효율적인 전력 수급관리 활용 가능
- 직접 수소 활용과 응답성의 장점을 통해 태양광, 풍력 등 재생에너지원으로 부터 생산된 잉여 전력을 수전해 설비를 통해 수소로 저장하였다가 필요 시 수소전소엔진을 통해 전력을 생산 가능. 이러한 에너지 변환 및 저장 모델을 통해 재생 에너지의 한계인 간헐적 전력생산 특성을 보완할 수 있으며, 연료인 수소의 친환경성 확보 가능

□ (정부R&D 역할)

- 수소전소엔진은 실증 이력은 있으나 아직 사업화 성공단계에 이르지 못해, 상용화 수준의 고효율 고풍력 수소 발전기 엔진기술 실증 및 양산 촉진을 위한 기술개발을 통해 분산전원으로써 경쟁력 강화

□ (기대성과)

- (기술적)
 - 해외 선진사의 경우 가스엔진 기반 수소전소엔진 기술개발 진행 중이며, 일부 수소전소엔진 실증 이력이 있으나 아직 사업화 성공단계에 이르지 못함.
 - 국내의 경우 연구 목적의 차량용 소형 수소 엔진 관련 연구는 일부 진행되었으나, 상용화 수준의 고효율 고풍력 수소 발전기 엔진 기술 개발은 전무함
 - (기술목표) 수소 직접연소기술 적용을 통한 발전 실증/운영 국내 최초 사례이며, 정격출력 500kW 및 시스템 효율 45% 이상의 세계 최고의 기술 자립을 통한 부품 국산화 및 자체 개발 로열티 절감 등 자본 유출 방지

○ (사회경제적) 탄소중립, 산업육성 효과

- 정부 수소경제 활성화 정책 이행 및 RPS 제도의 적극적 이행을 통한 탄소 중립 기여하고 국내 환경 및 대기질 개선에 일조할 뿐아니라, 수소전소엔진 발전 기술 기반 청정 발전 방식의 다변화를 통한 사업모델을 창출하여 도서지역 및 산간오지 대상 분산전원 적용이 가능한 전력자립도 개선에 기여

- 정부 수소로드맵 2040년 누적 15GW 보급 목표 중, 본 국산화 수소전소엔진 발전기 10% 점유 시, 약 3조 3,750억원 수입대체 및 비용절감 기대 예상되며 해외 수출 고려 시 국익 창출 가능

- CHPS 입찰 진행 시, 가스터빈 및 연료전지 외에 수소전소엔진 발전기 적용으로 시장 경쟁 유도를 통한 입찰단가 경쟁력 확보에 기여

II.

기획대상연구개발과제 도출

1. 연구개발과제기획 방향

□ 연구개발과제기획 기본방향

- 수소모빌티 신시장 창출을 위한 경제성 확보
- 수소 분산발전을 위한 유연성 확보 및 발전단가 감소

□ 신규 예산 지원 계획안

(단위 : 억원)

구 분	원천기술	혁신제품형	계
지정공모	-	-	-
품목지정	-	96.75	96.75
자유공모	-	-	-
계	-	96.75	96.75

□ 기획대상연구개발과제 현황

연구개발과제(품목)명		연계 수요 (도출근거)
기획대상주제명	기획대상 연구개발과제(품목)명	
선박용 암모니아 수소추출기 통합형 100kW급 PEMFC 시스템 개발	선박용 암모니아 수소추출기 통합형 100kW급 PEMFC 시스템 개발	<ul style="list-style-type: none"> ○ 정부정책 <ul style="list-style-type: none"> - 초격차 11대 분야 40개 프로젝트(, 23, 산업부) ; 차세대선박: 친환경 대체연료(암모니아/수소) 선박 추진 및 탄소저감 선도기술 개발 - 한국형 친환경선박 (Greenship-K) 개발 시행계획 (, 23, 산업부) - 무탄소선박 개발을 위한 암모니아 연료전지 추진시스템 개발 - 탄소중립 녹색성장 국가전략 및 제1차 국가 기본계획(, 23, 관계부처합동) - 新산업: 무탄소 암모니아 추진선박 핵심기술 확보 ○ 기술수요조사명 <ul style="list-style-type: none"> - 친환경 선박용 암모니아 기반 50kW급 CO2-free PEMFC 시스템 개발 (일부 반영)

연구개발과제(품목)명		연계 수요 (도출근거)
기획대상주제명	기획대상 연구개발과제(품목)명	
500kW 이상급 분산발전용 고효율 수소전소엔진 발전기 시스템 국산화 실증	500kW 이상급 분산발전용 고효율 수소전소엔진 발전기 시스템 국산화 실증	<ul style="list-style-type: none"> ○ 정부정책 <ul style="list-style-type: none"> - 초격차 11대 분야 40개 프로젝트('23, 산업부) : 에너지신산업(수소)-수소전환 복합발전 - 수소발전 입찰시장 개설 및 분산에너지 활성화 특별법('23, 산업부) - 수소산업 소부장 육성 전략('23, 산업부) : 수소엔진 ○ 기술수요조사명 <ul style="list-style-type: none"> - 상시발전용 수소전소엔진 탑재 고효율 발전시스템 실증 과제 (반영)
수소저장합금 저장시스템을 적용한 실내 물류용 수소지게차 및 수소충전시설 개발	수소저장합금 저장시스템을 적용한 실내 물류용 수소지게차 및 수소충전시설 개발	<ul style="list-style-type: none"> ○ 정부정책 <ul style="list-style-type: none"> - 초격차 11대 분야 40대 프로젝트('23, 산업부) : 미래모빌리티-전기&#8228;수소차 미래 전동화 부품개발 및 원가절감공정 기술개발 - 자동차 산업 글로벌 3강 전략('22.9, 산업부) 및 제4차 친환경자동차 기본계획('21.2) : 수소모빌리티 전환 및 생태계 변화 대비를 위한 전략 제시 - 수소경제 이행 기본계획('21.11, 산업부) : 수소모빌리티 세계시장 선도 ○ 기술수요조사명 <ul style="list-style-type: none"> - 지게차용(3톤 미만) 수소연료전지 파워팩의 신뢰성 확보를 위한 부품 모듈화 및, 냉시동 & 열관리 기술 개발 (일부반영) - 수소저장합금을 활용한 이동형 모빌리티와 자동 충전 및 교환시스템 개발 (일부반영)

□ 사업화 연계성과 발생 가능성

연구개발과제(품목)명		지식재산권				표준 ²⁾	인증 ³⁾
		등록특허		소프트웨어	기타 ¹⁾		
기획대상 주제명	기획대상 연구개발과제(품목)명	해외	국내				
선박용 암모니아 수소추출기 통합형 100kW급 PEMFC 시스템 개발	선박용 암모니아 수소추출기 통합형 100kW급 PEMFC 시스템 개발	△	○	○	×	△	△
500kW급 분산발전용 고효율 수소전소엔진 발전기 시스템 국산화 실증	500kW급 분산발전용 고효율 수소전소엔진 발전기 시스템 국산화 실증	△	○	○	△	△	×

수소저장합금 저장시스템을 적용한 실내 물류용 수소지게차 및 수소충전시설 개발	수소저장합금 저장시스템을 적용한 실내 물류용 수소지게차 및 수소충전시설 개발	△	○	○	△	△	△
---	---	---	---	---	---	---	---

* 동 기획과제 수행을 통해 발생할 수 있는 사업화 연계성과(지재권, 표준·인증)를 예측하여 발생가능성을 ○(높음) / △(보통) / ×(낮음) 중 선택하여 제시

- 1) 실용신안, 디자인, 상표 등 기타 지식재산권
- 2) 국제표준, 국가표준, 단체표준의 제·개정(표준화연계형 과제는 보통 이상으로 제시 必)
- 3) 법적임의 인증(KS인증, 고효율에너지기자재인증, 신제품인증(NEP), 신기술인증(NET), 녹색인증, 제로에너지건축물인증, 소프트웨어품질(GS)인증 등)

2. 개발위험 관리방안

수소저장합금 적용 수소지게차

□ 기술개발 위험요인

- 수소저장합금 저장시스템의 경우, 고중량 weight balance 요구하는 산업기계 및 건설기계에 적합하나 배터리 대비 수소연료전지의 장점인 짧은 수소충전시간(수소탱크시스템 : 5분 이내)을 확보할 수 있는 금속수소화합물 및 효율적인 시스템 통합 열관리 기술 개발 필요
- 안전한 수소충전 및 사용을 위해 고체수소 저장시스템의 Fail-Safety 제어 기술 개발 및 수소충전시설에 대한 충전 프로토콜 개발 필수

□ 사업화 애로사항

- 수소지게차 판매를 위해서는 KGS AH372 (지게차용 이동형 연료전지 제조 안전기준) 인증 취득 필수. 따라서 수소저장합금 저장시스템을 고려한 KGS AH372 개정 및 고체수소 저장용기와 수소충전소에 대한 안전기준 수립 필요
- 현재 사업화에 가장 큰 걸림돌인 실내 수소충전소 구축 및 수소 사용 시설에 대한 인허가 기준 완화 또는 현실화 필요

□ 사회환경 위험요인

- 수소 폭발 및 화재 등의 안전에 대한 우려로 인해 현재 수소용품 및 수소충전시설에 대한 사회적 수용성이 부족한 상황으로 다양한 실증 및 검증을 통해 안전성 입증 필요.

□ 기술영향 검토

- 기존 고압 수소 충전(350bar 혹은 700bar) 대비 저압 충전(60bar이하)이 가능한 고체수소 저장시스템 적용 수소지게차와 전용 수소충전시설 개발 완료 시, 수소지게차의 실내 물류센터 보급 확대 및 물류센터 근무 환경 개선에 기여 가능

□ 기술개발 위험요인

- 암모니아의 독성 및 부식특성에 의한 영향을 진단하고 그로 인한 이상거동 발생을 방지할 수 있는 테스트환경 구축 필요
- 100 kW급 시스템 검증을 위한 대용량 암모니아 공급 및 사용 환경 구축 및 안전 규격 검증 방안 마련 필요
- 암모니아 기반 선박용 연료전지 안전 및 인증 기준안(선급/KGS) 필요

□ 사업화 애로사항

- 국내 선박시장은 상당히 보수적이기 때문에 암모니아 크래킹 및 연료전지 기술을 진입시키기 위해서는 유의미한 Track record 검증이 요구됨
- 수요기업 뿐 아니라 정부/지자체가 같이 실증기회를 마련하고 시장진입을 도울 수 있는 데 진입할 수 있도록 하는 협력체계 구축 미비

□ 사회환경 위험요인

- 국제해사기구(IMO)의 환경규제 강화로 미래 무탄소 추진선박 핵심기술 확보 지원을 통한 新산업 창출 및 시장 주도권 선점이 절실
- 해운·조선산업의 친환경 전환이 불가피한 실정이며, 수소·암모니아 등 무탄소선박 시장 확대의 기반이 되는 기술개발이 시급

□ 기술영향 검토

- 현재 암모니아 크래킹 기술이 상당히 주목받고 있으며, 선박분야의 규제대응에 대안이 될 뿐 아니라 수소산업의 기존 패러다임을 뛰어넘는 새로운 에너지원으로 자리잡을 것으로 기대
- 친환경 무탄소(암모니아/수소) 대형 선박 보조전원용 연료전지 시스템 핵심기술 개발로 해양 운송 분야 초격차 유지
- 친환경 해운물류체계 구축을 위한 무탄소선박 핵심기술 확보를 통해 탄소중립 기여 및 수소 모빌리티 다양화를 통한 수소 활용 확대 기대

□ 기술개발 위험요인

- 고효율 발전 시스템 개발을 위해 적절한 핵심 요소기술 선정을 통한 기술개발이 필요하고, 안정적인 실증 검증 추진을 위해서는 수소공급망을 통한 연료 공급, 전력수요 및 실증사이트 확보가 필수적임

□ 사업화 애로사항

- 정부는 수소경제 활성화 발표 및 수소발전 생태계 확대를 위한 CHPS 입찰 시장 발표 및 운영을 통해 수소연료전지 시장이 급팽창 되었으나, 초기 시장진입 비용, 급전부하 대응 등 분산발전을 위한 원래 목적 달성이 부족, 해당 단점 Catch-up 가능한 수소엔진발전의 국산화 개발 및 상용화를 위해 Track-record 확보를 통한 시장진입 필요

□ 사회환경 위험요인

- 수소발전 보급에 대한 가장 큰 장애 요소는 수소를 연료로 사용하는 발전의 안전에 대한 불안감으로 인한 주민수용성이 낮다는 점임. 이에 수소전소엔진 발전시스템이 가지고 있는 위험요인이 무엇인지를 살펴보고, 그에맞는 안전 조치를 통한 수소전소엔진 발전시스템의 안전 확보 방안이 필수적

□ 기술영향 검토

- 정부 수소경제 활성화 정책 이행 및 RPS 제도의 적극적 이행을 통한 탄소 중립 기여하고 국내 환경 및 대기질 개선에 일조할 뿐아니라, 수소 전소엔진 발전 기술 기반 청정 발전 방식의 다변화를 통한 사업모델을 창출하여 도서지역 및 산간오지 대상 분산전원 적용이 가능한 전력자립도 개선에 기여
- 수소전소엔진의 장점인 우수한 응답성을 통해 IoT 연계 분산전원 활용, 빠른 급전대응 및 피크부하 운전이 가능하여 소규모 그리드에서 효율적인 전력 수급관리 활용 가능

- 직접 수소 활용과 응답성의 장점을 통해 태양광, 풍력 등 재생에너지원으로 부터 생산된 잉여 전력을 수전해 설비를 통해 수소로 저장하였다가 필요 시 수소전소엔진을 통해 전력을 생산 가능. 이러한 에너지 변환 및 저장 모델을 통해 재생에너지의 한계인 간헐적 전력생산 특성을 보완할 수 있으며, 연료인 수소의 친환경성 확보 가능

3. 기획연구개발과제 RFP / 기술개요서(연구개발과제기획이력서)

[품목지정공모 (기술개요서)]

품목명 : 수소저장합금 저장시스템을 적용한 실내 물류용 수소지게차 및 수소충전시설 개발
39

품목명 : 친환경 선박용 암모니아 수소추출기 통합형 PEMFC 시스템 개발 42

품목명 : 500kW 이상급 분산발전용 고효율 수소전소엔진 발전기 시스템 국산화 실증 44

'24년도 에너지기술개발사업 신규연구개발과제 기술개요서 (품목지정)

관리번호	2024-신재생-연료전지-품목-1	산업 기술 분류	중분류 I	중분류 II
과제유형	<input type="checkbox"/> 원천기술 <input checked="" type="checkbox"/> 혁신제품		신재생에너지	-
해당여부	<input type="checkbox"/> 표준연계 <input type="checkbox"/> 경쟁형R&D <input type="checkbox"/> 복수형 R&D <input type="checkbox"/> 국가핵심기술 <input checked="" type="checkbox"/> 안전관리형과제 <input type="checkbox"/> 공기업협력 <input checked="" type="checkbox"/> 탄소중립 <input type="checkbox"/> 국제공동 R&D <input type="checkbox"/> 통합형 <input type="checkbox"/> 초격차 <input type="checkbox"/> 실증형			
R&D 자율성트랙	<input checked="" type="checkbox"/> R&D 자율성트랙(일반) <input type="checkbox"/> R&D 자율성트랙(지정)			
품목명	수소저장합금 저장시스템을 적용한 실내 물류용 수소지게차 및 수소충전시설 개발 (TRL : [시작] 4단계 ~ [종료] 7단계)			
1. 개념 및 개발내용				
<input type="checkbox"/> 개념 <ul style="list-style-type: none"> ○ 저압 충전 가능한 수소저장합금을 적용한 실내 물류용 수소지게차 및 수소충전 기술 개발 <input type="checkbox"/> (최종목표) 수소저장합금을 적용한 2톤 이하 실내물류용 수소지게차와 전용수소충전소 개발 및 실증 <div style="border: 1px dashed black; padding: 5px; margin: 5px 0;">* 핵심목표 : (충전) 60bar이하 수소충전 + 15분내 충전 (지게차) 1회충전 8시간 이상 운행</div> <input type="checkbox"/> 개발내용 <ol style="list-style-type: none"> ① 수소저장합금 저장시스템을 이용한 수소지게차 개발 <ul style="list-style-type: none"> ○ 수소지게차 운영에 필요한 수소공급 및 60bar이하 수소충전이 가능한 수소저장합금기반 저장시스템 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 고효율 운전과 수소 충전을 위한 통합 열관리시스템 및 제어 기술 개발 - 수소압력, 수소밸브, 수소누출감지, 수소저장량(SOF, State Of Fuel)등의 시그널 제어 기반 Fail-Safety 가능한 수소저장시스템 제어 기술 개발 ○ 수소저장합금 저장시스템을 적용한 연료전지 파워팩 및 수소지게차 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 지게차 운영 가용시간 (8시간/1회 충전) 확보 및 KGS AH372 (지게차용 이동형 연료전지 제조 안전기준) 인증 - 표준운전모드 및 지게차 제조사가 제시하는 요구 성능 만족하는 연료전지 파워팩 개발 (무부하시험, 부하시험, 최대속도 주행시험, 제동시험 등) ② 수소저장합금 수소충전 시스템 개발 <ul style="list-style-type: none"> ○ 수소저장합금시스템 저압 수소충전기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 저압 수소 충전소 설계 및 동시 충전 프로토콜 개발 - 50대/1기 이상 충전이 가능한 수소충전소 구축 및 실증 				

③ 수소저장합금 시스템 및 충전 안전기술 개발

- 수소저장합금을 적용한 지게차용 이동형 연료전지 및 수소충전시설에 대한 안전기준 수립
 - 지게차용 이동형 연료전지파워팩 안전기준 (AH372) 개정안 수립
 - 고체수소저장시스템 용기 및 수소충전소 안전기준안 수립

④ 실차 실증

- 수소지게차 및 수소충전시설을 활용한 실내 물류센터 실증
 - 수소지게차 운용대수 5대 이상, 실증시간 1500시간 이상(1년 운행시간 기준)
 - 일간 운영시간에 기반한 50대 이상 물류 시설에 대한 활용 모델 분석

연구개발계획서 제출시 다음의 항목의 정량적 목표치 및 상용화 수준 제시 필수
 - 연료전지 파워팩 출력(kW급), 연료전지 파워팩 내구성(hr), 수소충전압력(bar), 수소저장량(kg), 수소충전시간(분/완충), 충전온도(°C) 수소충전소 일일 충전가능대수(대/일), 수소지게차 실증 시간(시간), 수소지게차 실증운용대수(대), 표준운전모드 연속운전시간(hr)

□ 개발위험 극복방안

- 과제기간내 실증을 위해 규제 샌드박스 필요성 여부 사전 검토 필요
- 수소저장시스템 수소충전관련 고압가스 안전관리법 및 수소모빌리티 충전소 시설 기준 등에 대한 현행 규제 검토 필요

□ 안전관리 사항

- 본 연구개발과제는 「안전관리형 연구개발과제」로 연구개발계획서 제출시 ‘연구개발과제별 안전관리계획’을 제출해야 함 (적정성을 검토하여 부적정시 지원 제외함)
- 위험물질 취급연구개발과제 여부 : 고압가스(수소)

2. 지원 필요성

□ 정책적

- 다양한 수소 모빌리티 확대와 경제성을 확보할 수 있는 사업화 모델 개발을 통해 모빌리티 분야의 수소산업 확대 정책에 기여
 - * 수소경제 이행 기본계획(21.11, 산업부), 세계 1등 수소산업 육성전략(22.11, 산업부)

□ 기술적

- 수소지게차의 충전 압력을 60bar 획기적으로 감소시킴으로 인해 충전시 안전 및 인프라 비용을 획기적으로 감소시킬 수 있는 기술 개발 필요
- 연료전지에서 발생하는 열을 효과적으로 사용하여 지게차의 열관리 부담 감소 가능

□ 시장적

- 중소·중견기업 중심의 수소지게차 부품 기술 확보를 통한 국내 부품업체들의 수출판로의 확대를 기대할 수 있으며, 지게차와 전용충전소를 패키지 사업화를 통해 부가가치 창출 예상

사회적

- 수소저장합금 저장시스템을 적용한 수소지게차 기술은 저압의 수소를 사용함으로써 고압 수소에 비해 안전하고 경제적으로 물류센터를 기반으로 보급 시 근무자 환경 개선에 역할 가능

활용분야

- 물류/이송/배달, 제조 공정, 군사, 소방, 치안, 재난 구호, 의료, 돌봄, 일상생활지원용 수소모빌리티 핵심 파워팩 및 수소저장시스템 활용

3. 지원기간/예산/추진체계

기간 : 36개월 이내

정부지원연구개발비 : '24년 32억원 이내 (총 정부출연금 80억원 이내)

주관연구개발기관 : 기업

기술료 징수여부 : 징수

기타사항 : 수소지게차 및 수소충전소 실증 가능한 기업의 과제 참여 필수
한국가스안전공사 참여 필수

'24년도 에너지기술개발사업 신규연구개발과제 기술개요서 (품목지정)

관리번호	2024-신재생-연료전지-품목-2	산업 기술 분류	중분류 I	중분류 II
과제유형	<input type="checkbox"/> 원천기술 <input checked="" type="checkbox"/> 혁신제품		신재생에너지	-
해당여부	<input type="checkbox"/> 표준연계 <input type="checkbox"/> 경쟁형R&D <input type="checkbox"/> 복수형 R&D <input type="checkbox"/> 국가핵심기술 <input checked="" type="checkbox"/> 안전관리형과제 <input type="checkbox"/> 공기업협력 <input checked="" type="checkbox"/> 탄소중립 <input type="checkbox"/> 국제공동 R&D <input type="checkbox"/> 통합형 <input checked="" type="checkbox"/> 초격차 <input type="checkbox"/> 실증형			
R&D 자율성트랙	<input checked="" type="checkbox"/> R&D 자율성트랙(일반) <input type="checkbox"/> R&D 자율성트랙(지정)			
품목명	친환경 선박용 암모니아 수소추출기 통합형 PEMFC 시스템 개발 (TRL : [시작] 4단계 ~ [종료] 6단계)			
1. 개념 및 개발내용				
<input type="checkbox"/> 개념				
<ul style="list-style-type: none"> ○ 친환경 선박 보조전원 무탄소 발전을 위한 이산화탄소의 배출이 없는 암모니아 수소추출기와 고분자 전해질 연료전지의 통합 시스템 				
<input type="checkbox"/> (최종목표) 선박용 암모니아 수소추출기 통합형 100kW급 PEMFC 시스템 개발				
* 핵심목표 : 정격출력 100kW 이상, 시스템 효율(45%, LHV) 이상				
<input type="checkbox"/> 개발내용				
<ul style="list-style-type: none"> ○ 암모니아 기반 PEMFC 연계형 수소추출기 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 시동시간 저감 및 부하변동 대응형 암모니아 수소추출기 및 제어로직 개발 - NOx 저감 및 고효율 수소추출기 설계를 위한 연소시스템 개발 - 잔류 암모니아 제거 시스템 개발 ○ 해상환경 및 암모니아 분해가스 운전용 PEMFC 스택 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 질소/수소 혼합 분해가스 운전용 PEMFC 스택 개발 - 해상환경(진동, 경사) 적합형 PEMFC 스택 개발 ○ 100kW급 통합 시스템 개발 및 해상환경 테스트 <ul style="list-style-type: none"> - 통합시스템 설계 및 운전 최적화 기술 개발(안정성, 효율성, 경제성 향상) - 해상환경 테스트를 통한 연료전지 통합 시스템 안정성 및 내구성 확보 ○ 선박용 암모니아 인증 체계 마련 <ul style="list-style-type: none"> - 암모니아 기반 선박용 연료전지 안전 및 인증 기준 안 검토 				
연구개발계획서 제출시 다음의 항목의 정량적 목표치 및 상용화 수준 제시 필수 - 시스템 정격출력(kW), 시스템 발전효율(%LHV), 수소추출기 효율(% LHV), 연료전지 효율(% LHV), 실증운전 시간(hr), 내구성(%/khr), 단위스택용량(kWh), 경제성평가(원/kWh), NOx 배출량(g/kWh), 이산화탄소 배출량(g/kWh)				
<input type="checkbox"/> 개발위험 극복방안				
<ul style="list-style-type: none"> ○ 암모니아의 독성 및 부식특성에 의한 영향을 진단하고 이상거동 발생을 방지할 수 있는 테스트환경 구축 				

- 100kW급 시스템의 검증을 위한 암모니아 공급 및 사용 환경 구축, 관련 안전 규격 검증 방안 제시

안전관리 사항

- 본 연구개발과제는 「안전관리형 연구개발과제」로 연구개발계획서 제출시 ‘연구개발과제별 안전관리계획’을 제출해야 함 (적정성을 검토하여 부적정시 지원 제외)
- 위험물질 취급연구개발과제 여부 : 고압가스(수소), 독성가스(암모니아)

2. 지원 필요성

정책적

- 선박분야 탄소저감 국가 정책 이행을 위해 수소 암모니아 기반 선박용 연료전지 기술 확보 필요
 - 친환경 대체연료(수소, 암모니아 등)를 이용하는 차세대 선박 탄소저감 기술개발 선도를 통한 조선 분야 초격차 유지 및 시장 점유율 확대
 - * 초격차 11대 분야:미래모빌리티 조선분야(23, 산업부), 한국형 친환경선박 개발 시행계획

기술적

- 선박 환경에 적합한 암모니아 수소추출기와 연료전지가 통합 설계된 100kW급 PEMFC 제품으로 ‘30년 친환경선박 전환율 15% 달성을 위해 지원 시급

시장적

- 국제해사기구(IMO)의 환경규제 강화로 해운·조선산업의 친환경 전환 불가피
- 수소·암모니아 등 무탄소 선박의 시장규모가 확대될 전망(IMO): `30년 상용화, `40년 시장규모가 증가할 전망

사회적

- 친환경 해운물류체계 구축을 위한 무탄소선박 핵심기술 확보를 통해 탄소중립 기여
- 수소 모빌리티 다양화를 통한 수소 활용 확대 기대

활용분야

- 친환경 무탄소선박, 청정수소 분산발전

3. 지원기간/예산/추진체계

기간 : 48개월 이내

정부지원연구개발비 : ‘24년 40억원 이내 (총 정부출연금 110억원 이내)

주관연구개발기관 : 기업

기술료 징수여부 : 징수

기타사항 : 선박안전법 및 수소법에 따른 안전기준 마련을 위해 한국선급 및 한국가스 안전공사참여 필수, 수요기업 참여 필수

'24년도 에너지기술개발사업 신규연구개발과제 기술개요서 (품목지정)

관리번호	2024-신재생-연료전지-품목-3	산업 기술 분류	중분류 I	중분류 II
과제유형	<input type="checkbox"/> 원천기술 <input checked="" type="checkbox"/> 혁신제품		신재생에너지	-
해당여부	<input type="checkbox"/> 표준연계 <input type="checkbox"/> 경쟁형R&D <input type="checkbox"/> 복수형 R&D <input type="checkbox"/> 국가핵심기술 <input checked="" type="checkbox"/> 안전관리형과제 <input type="checkbox"/> 공기업협력 <input checked="" type="checkbox"/> 탄소중립 <input type="checkbox"/> 국제공동 R&D <input type="checkbox"/> 통합형 <input type="checkbox"/> 초격차 <input checked="" type="checkbox"/> 실증형			
R&D 자율성트랙	<input checked="" type="checkbox"/> R&D 자율성트랙(일반) <input type="checkbox"/> R&D 자율성트랙(지정)			
품목명	500kW 이상급 분산발전용 고효율 수소전소엔진 발전기 시스템 국산화 실증 (TRL : [시작] 5단계 ~ [종료] 7단계)			
1. 개념 및 개발내용				
<input type="checkbox"/> 개념				
<ul style="list-style-type: none"> ○ 청정수소 발전시장에서 분산 급전부하 대응에 유연하게 대응하기 위해 낮은 장치비와 출력변화에 대응 가능한 고효율 수소엔진 발전기 국산화 				
<input type="checkbox"/> (최종목표) 경제성, 시스템 안정성, 친환경성을 확보한 500kW급 분산발전용 고효율 수소전소엔진 발전기 시스템 국산화 실증				
* 핵심목표 : 정격출력 500kW이상, 시스템 효율(45%, LHV)				
<input type="checkbox"/> 개발내용				
<ul style="list-style-type: none"> ○ 수소전소엔진 발전기 운용을 위한 인프라 기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 수소공급배관, 압력안정화설비, 수소유량 측정기, 제어기 설계/구축 - 전력 변환기 및 내/외부 활용 인프라 구축 ○ 수소전소엔진 발전기 운영 기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 부하추종 제어기술개발, 발전량 변동 제어기술 개발 - 고장모드 감지기술개발, 소모품 교체 주기 분석 기술 개발 ○ 스케일업/효율 증대 및 트랙레코드 확보 <ul style="list-style-type: none"> - 수소전소엔진 대용량화 및 발전효율 증대 국산화 기술 개발 - 실증용 수소전소엔진의 내구 및 신뢰성 기술 개발 - 장시간 실증 운영을 통한 트랙레코드 확보 ○ 개발 시스템의 사업화 타당성 검증 <ul style="list-style-type: none"> - 수소발전시장 대응 경제성 확보 모델 분석 - 비상발전, 열활용 등 추가 사업 모델 개발 				
연구개발계획서 제출시 다음의 항목의 정량적 목표치 및 상용화 수준 제시 필수 - 정격출력(kW), 발전효율(%LHV), 실증운전 시간(hr), 급전대응시간(sec), 배출가스(NOx, g/kWh)				
<input type="checkbox"/> 개발위험 극복방안				
<ul style="list-style-type: none"> ○ 수소전소엔진 발전기 시스템 실증을 위해 실증 부지 선정과 안정적인 수소 공급처 확보 및 생산된 전력의 활용처 마련 				

- 장시간 실증을 위한 기반 유틸리티 확보와 안전 체계 마련

안전관리 사항

- 본 연구개발과제는 「안전관리형 연구개발과제」로 연구개발계획서 제출시 ‘연구개발과제별 안전관리계획’을 제출해야 함 (적정성을 검토하여 부적정시 지원 제외함)
- 위험물질 취급연구개발과제 여부 : 고압가스(수소)

2. 지원 필요성

정책적

- 수소를 이용한 친환경 발전 및 무탄소 분산에너지 활성 보급 정책 이행을 위한 수소 엔진기술 확보 필요
- * 분산에너지 활성화 특별법(23, 산업부)

기술적

- 상용화 수준의 고효율 고효율 수소 발전기 엔진의 실증 기술 개발을 통하여 부하 대응, 백업 발전 기술개발과 함께 핵심 부품 국산화 필요

시장적

- 정부 수소로드맵 2040년 누적 15GW 보급 목표 중, 본 국산화 수소전소엔진 발전기 10% 점유 시, 약 3조 3,750억원 수입대체 및 비용절감 기대 예상되며 해외 수출 고려 시 국익 창출 가능
- CHPS 입찰 진행 시, 가스터빈 및 연료전지 외에 수소전소엔진 발전기 적용으로 시장 경쟁 유도를 통한 입찰단가 경쟁력 확보에 기여

사회적

- 수소전소엔진 발전 기술 기반 청정 발전 방식의 다변화를 통한 탄소 중립에 기여하고 도서지역 및 산간오지 대상 무탄소 분산전원 적용이 가능한 전력자립도 개선에 기여

활용분야

- 분산전원 활용, 빠른 급전대응 발전, 전력수요 대응 증감발 대응

3. 지원기간/예산/추진체계

기간 : 36개월 이내

정부지원연구개발비 : ‘24년 24.75억원 내외 (총 정부출연금 60억원 내외)

주관연구개발기관 : 기업

기술료 징수여부 : 징수

기타사항 : 실증형 사업으로 수소엔진 및 발전기는 기업현물로 제공 필수