

## 미래 친환경차 시대를 선도할, 수소자동차 혁신 기술 트렌드와 향후 전망

### I. 수소경제를 견인할 수소자동차

#### 1. 주요국별 수소경제 대응 전략

##### 1-1. 탄소중립(Net-Zero)

- 1) 탄소중립(Carbon Neutral) 개념
- 2) 탄소중립정책(시장기반) 추진 동향
  - (1) 탄소배출권거래제
  - (2) 탄소세
  - (3) 탄소국경조정세
- 3) 탄소중립정책(非시장기반) 추진 동향
  - (1) 직접 규제
  - (2) 공공투자
- 4) 탄소중립과 수소경제

##### 1-2. 수소경제 개요

- 1) 수소경제의 개념
- 2) 수소경제의 주요 의미
  - (1) 에너지 체계의 변화
  - (2) 수소 공급체계의 다원화
  - (3) 기술혁신 촉진과 신산업의 창출
- 3) 수소 경제 전망

##### 1-3. 주요국별 수소경제 대응 전략

- 1) 미국
  - (1) 바이든 정부의 수소 경제
  - (2) 주요 기업별 수소경제 사례
- 2) 일본
  - (1) 수소연료전지 전략 로드맵
  - (2) 수소 서플라이체인 구축전략
- 3) 유럽연합(EU)
  - (1) 수소 기술의 실용화와 보급을 위한 전략 발표
  - (2) 저탄소 수소도 투자 대상
  - (3) 수소 전략을 추진하기 위해 관민 협동 플랫폼 설립
  - (4) 예산 및 투자지원 계획
- 4) 독일
  - (1) 생성 방법에 따른 수소의 4 가지 분류
  - (2) 국가 수소 전략
  - (3) 보다 야심적인 시책을 요구하는 산업계
  - (4) 진행되고 있는 주 정부의 시책
  - (5) 기업에 의한 수소 사업 추진 가속
- 5) 프랑스
  - (1) 정부의 목표·방침
  - (2) 정부의 파일럿 프로젝트
  - (3) 가속화되는 지방자치체의 시책

- (4) 수소 보급을 위한 시책에 대한 평가
- 6) 스웨덴
  - (1) 건설 분야에서의 수소 기술 활용
  - (2) 태양광발전의 전력으로 인해 수소를 제조
  - (3) FCEV 보급 동향
- 7) 중국
  - (1) 수소 사회를 위한 대응
  - (2) 지역별 발전 계획
  - (3) 수소 에너지 도시 경쟁력 랭킹 발표
- 8) 호주
  - (1) 수소 관련 정책 및 규제
  - (2) 수소 산업 지원을 위한 펀드 설립
- 1-4. 국내 수소 경제 대응 전략
  - 1) 수소경제활성화 로드맵('19.1.17.)
    - (1) 수소 모빌리티
    - (2) 에너지 분야
    - (3) 수소 생산
    - (4) 저장·운송
    - (5) 전주기 안전관리 체계 확립 및 수소산업 생태계 조성
  - 2) 수소법 제정('20.02.04)
  - 3) 2차 수소경제위원회('20.10.15)
    - (1) 수소 발전 의무화 제도 도입
    - (2) 추출수소 경쟁력 확보방안
    - (3) 수소시범도시 기본계획 및 '수소도시법' 제정방안
    - (4) 제 1차 수소경제위원회 후속조치 추진현황
    - (5) '수소법' 하위법령 제정 추진현황
  - 4) 3차 수소경제위원회('21.03.02)
    - (1) 수소경제 민간투자 계획 및 정부 지원방안
    - (2) 2021년 수소경제 전담기관 사업계획
    - (3) 서울 수소 체험박물관 건립계획
  - 5) 수소경제 성과 및 수소선도국가 비전
    - (1) 수소경제 성과
    - (2) 수소선도국가 비전

## 2. 수소 밸류체인별 기술 동향

- 2-1. 제조 분야
  - 1) 수전해
  - 2) 부생가스 정제
  - 3) 개질 정제
- 2-2 저장·운송
  - 1) 압축 수소
  - 2) 배관 운송
  - 3) 액화 수소
  - 4) 수소 저장 합금
  - 5) 유기 하이드라이드
- 2-3. 공급
  - 1) 정치형 압축 수소 스테이션
  - 2) 주유소 병설형 수소 스테이션
- 2-4. 애플리케이션
  - 1) 정치형 연료전지
  - 2) FC 모빌리티

## 3. 수소자동차·수소충전소 기술개발 동향

- 3-1. 수소자동차 기술 개요
  - 1) 개념

- 2) 분류
- 3) 주요 특징
  - (1) 장점
  - (2) 단점
- 4) 구조
  - (1) 스택(Stack)
  - (2) 운전장치
  - (3) 전장장치
  - (4) 수소저장장치
- 5) 구동원리
- 6) 안전성
  - (1) 안전관리가 확보된 분야
  - (2) 안전성
- 7) 수소차와 전기차 비교
- 3-2. 주요 업체별 개발 동향
  - 1) 현대자동차 수소차 전략
    - (1) 주요 계획
    - (2) NEXO FCEV 기술
    - (3) 생산 확대 및 제휴 동향
    - (4) 상용차에 수소전기차 모델을 배치
  - 2) 토요타 수소차 전략
    - (1) 토요타의 수소 엔진차
    - (2) EV 전환에 대한 위기감
    - (3) 수소 엔진의 장점
    - (4) 수소 엔진을 보급하기 위한 토요타의 전략
- 3-3. 수소충전소 기술 개요
  - 1) 개념과 분류
    - (1) 개념
    - (2) 분류
  - 2) 수소 저장 기술
  - 3) 수소버스용 충전소

## II. 수소자동차 국내외 시장 전망과 정책 추진 현황

### 1. 수소연료전지차 관련 시장 동향과 전망

- 1-1. 수소연료전지차 시장 동향과 전망
  - 1) 글로벌 시장 동향과 전망
    - (1) 제조사별 판매 현황
    - (2) 지역별 판매 현황
    - (3) 수소자동차 트렌드
    - (4) 수소 경쟁력
    - (5) 시장 전망
  - 2) 수소 상용차 시장
    - (1) 시장규모
    - (2) 지역별 시장 및 개발 동향
    - (3) 주요업체별 경쟁 구도
  - 3) 중국 시장 동향과 전망
    - (1) 연료전지 상용화 추진
    - (2) 시장 규모
    - (3) 해외 업체들의 중국 시장 진출 현황
  - 4) 국내 내수 및 수출 동향
    - (1) 내수
    - (2) 수출
- 1-2. 수소충전소 국내외 구축 동향
  - 1) 글로벌 수소충전소 동향

- 2) 주요국별 구축 및 정책 동향
  - (1) 일본
  - (2) 미국
  - (3) 유럽
  - (4) 중국
- 3) 국내 수소충전소 구축 현황
  - (1) 시도별 구축 현황(2021년)
  - (2) 향후 목표 및 실적
  - (3) 수소 공동구매 시범사업

## 2. 수소차 관련 주요 참여업체의 사업 추진 동향과 전략

- 2-1. 현대자동차
- 2-2. 현대모비스
- 2-3. 현대제철
- 2-4. 현대글로벌비스
- 2-5. 현대로템
- 2-6. SK E&S
- 2-7. SK 가스
- 2-8. 포스코
- 2-9. 포스코인터내셔널
- 2-10. 두산퓨얼셀
- 2-11. 효성첨단소재
- 2-12. 효성중공업
- 2-13. 롯데케미칼
- 2-14. 한국가스공사
- 2-15. 일진하이솔루스
- 2-16. 상아프론테크

## 3. 국내외 수소차 보급 및 시장 활성화를 위한 정책 및 참여업체 동향

- 3-1. 국내 정책 추진 동향
  - 1) 수소자동차
    - (1) 그간 추진 동향
    - (2) 수소경제활성화 로드맵 이후
  - 2) 수소충전소
    - (1) 수소경제 활성화 로드맵
    - (2) 미래자동차 확산 및 시장선점 전략
    - (3) 제 4 차 친환경자동차 기본계획
    - (4) 수소버스용 충전소 실증사업
- 3-2. 미국
  - 1) 수소차 · 수소 스테이션 현황
  - 2) 참여업체 주요 동향
  - 3) 수소열차
- 3-3. 중국
  - 1) 수소차
  - 2) 참여업체 주요 동향
  - 3) 해외 기업과의 파트너십 동향
  - 4) 수소연료전지차 모델 도시군
- 3-4. 일본
  - 1) 수소차
  - 2) 수소충전소
- 3-5. 독일
  - 1) 참여업체 주요 동향
  - 2) 수소버스 · 수소철도
- 3-6. 네덜란드
  - 1) 수소차

- 2) 수소선박
- 3) 수소철도
- 3-7. 프랑스
  - 1) 수소차
  - 2) 정책 및 협업 관련 현황
- 3-8. 스웨덴
  - 1) 참여업체 주요 동향
    - (1) PowerCell Sweden AB
    - (2) Cell Impact AB 와 나카니시 금속제작소의 MoU
    - (3) Impact Coatings AB 와 현대자동차의 공동 개발
- 3-9. 영국
  - 1) 연료전지 광산용 트럭 개발
  - 2) 수소버스
- 3-10. 오스트리아

### Ⅲ. 수소자동차 · 수소충전소의 연구개발 및 특허 동향

#### 1. 주요 분야별 기술개발 동향

- 1-1. 수소 연료전지 시스템
  - 1) 개요
    - (1) 개념
    - (2) 분류
  - 2) 국내외 시장 동향과 전망
    - (1) 세계 시장
    - (2) 국내 시장
    - (3) 주요 이슈
  - 3) 주요 기술개발 동향
    - (1) 수소차
    - (2) 기타 수소 모빌리티
- 1-2. 전력공급 및 저장시스템
  - 1) 기술 개요
  - 2) 시장 동향과 전망
  - 3) 주요 기술개발 동향
  - 4) 국내 기술 수준과 연구개발 방향
- 1-3. 수소충전용 장비 및 부품
  - 1) 기술 개요
  - 2) 국내외 시장 규모
    - (1) 글로벌 시장
    - (2) 국내 시장
  - 3) 주요 기술개발 동향
    - (1) 실시간 수소충전시스템 모니터링
    - (2) 수소가스 압축 · 액화수소 기술
    - (3) 수소 충전용 장비 · 자재
    - (4) 액체수소 저장탱크 개발
  - 4) 국내외 주요 업체별 개발 동향
    - (1) 해외
    - (2) 국내
- 1-4. 수소차 부품 국산화 동향
  - 1) 기술 개요
    - (1) 개요
    - (2) 기술 분류
    - (3) 필요성
  - 2) 관련 산업 동향
  - 3) 국내 연구 동향
    - (1) 수소전기차용 고성능 고내구 가스켓용 탄성소재 및 적용기술 개발

- (2) 5kW 급 모듈형 PEMFC 스택 및 시스템 국산화 기술개발
- (3) 듀얼 컨버터 방식의 25kW 급 모듈형 연료전지 전력변환시스템 개발
- (4) FCEV 수소저장시스템 주변장치(Balance Of Tank) 수소누설 최소화 기술 개발
- (5) 수소 에너지 기반 전력 어플리케이션 활성화를 위한 고성능 연료전지 기술 개발
- (6) 수소연료전지용 가스켓 원천소재 및 부품/스택 연계 기술 개발
- (7) 알칼라인 하이드라진 연료전지 MEA 용 100% 비귀금속 촉매 기술 개발

## 2. 수소자동차 관련 국내 로드맵 및 R&D 추진 동향

### 2-1. 수소자동차 분야 중소기업형 기술 로드맵(2021-2023)

- 1) 수소 연료전지 시스템
  - (1) 핵심기술 리스트
  - (2) 중소기업 기술개발 전략
  - (3) 기술개발 로드맵
- 2) 수소차 부품 국산화
  - (1) 핵심기술 리스트
  - (2) 중소기업 기술개발 전략
  - (3) 기술개발 로드맵
- 3) 전력공급 및 저장시스템
  - (1) 핵심기술 리스트
  - (2) 중소기업 기술개발 전략
  - (3) 기술개발 로드맵
- 4) 수소 저장·운반용 복합 소재
  - (1) 핵심 기술 리스트
  - (2) 중소기업 기술개발 전략
  - (3) 기술개발 로드맵

### 2-2. 수소자동차 관련 국내 R&D 동향

- 1) 수소트럭용 액체수소저장시스템 기술개발 기획연구
- 2) 탄소중립합성연료(eFuel) 차량적용 기술개발 기획연구
- 3) 극저온 단열소재의 액체수소 저장용기 적용 기술 개발
- 4) 수소상용차 운행 환경을 고려한 극저온 단열소재 및 저장용기 적용성 평가 기술 개발
- 5) 수소상용차 액체수소 저장용기용 극저온 단열소재 기술개발
- 6) 수소상용차 액체수소 저장용기용 극저온 단열 소재 및 용기 적용 평가기술 개발
- 7) 대형 상용차 수소저장시스템용 고압 대유량 요소부품 기술 개발
- 8) 대형 상용차용 연료전지 스택 내구성 확보 운전기술 개발
- 9) 수소자동차 연료전지 Stack 을 위한 300kPa 이하급 경로 환경용 센서 ECU 및 모듈 상용화 기술 개발
- 10) 수소전기자동차용 16bar 레귤레이터를 위한 30bar 급 내구력을 갖는 압력센서 통합형 체 및 모듈 상용화 기술 개발
- 11) 수소 전기 자동차용 온도압력 복합 센서 처리 반도체 및 센서통합 모듈 상용화 기술 개발
- 12) 상용 수소전기차용 70MPa 급 대형 수소저장용기의 고속충전내화성능 및 생산성 향상 기술 개발
- 13) AI 기반 전기차 및 수소차용 전력변환장치 혼류 생산자동화 시스템 개발
- 14) 대형 수소상용차 충전시간 단축을 위한 멀티포트 충전기술 개발
- 15) 수소전기차용 차세대 연료전지시스템 기술 개발
- 16) 수소전기차용 연료전지 스택 고도화 기술 개발
- 17) 경량화 대체 소재 기반 고성능 분리판 개발
- 18) 연료전지 스택용 체결 및 패키징 부품 경량소형화 기술 개발
- 19) 연료전지시스템 효율 향상을 위한 단위 셀 핵심기술 개발
- 20) 800Volt 상용 수소 전기차 연료전지 내구성 확보를 위한 열관리 냉각팬 BLDC 모터 및 제어기 개발
- 21) 레이저 용접 기술을 활용한 수소전기차용 차세대 금속분리판 제조 공정 기술 개발
- 22) 대형 수소특장차 실도로 검증을 위한 운영 및 실증기술개발
- 23) 대형 수소트럭 개조용 특장 요소부품 및 차량적용 기술 개발
- 24) 비정형 수소저장장치 평가절차 및 검증 기술 개발
- 25) 수소전기차용 비정형 수소저장용기 모듈 및 시스템 기술개발
- 26) 공항특수차용 연료전지시스템 및 차량장착 기술 개발

- 27) 대형 수소트럭 기반 특장차용 요소부품시스템 기술개발 및 실증
- 28) 다중 입력 기반 전달토크 18000Nm 이상 다단 동력전달장치 기술 개발
- 29) 대형 상용차용 다중모터 기반 400kW 급 전기구동장치 기술 개발
- 30) 다중 모터 기반 400kW 급 고회력 다단 전기구동시스템 수소전기트럭 적용기술 개발
- 31) 대형 수소전기트럭용 400kW 급 다단 전기구동시스템 및 차량적용 기술 개발
- 32) 토우 프리프레그 기반 수소저장용기 고속 와인딩 장비 개발
- 33) 중대형 연료전지 상용차용 고전압 부스트 컨버터 기술개발
- 34) 초고강도 탄소섬유 적용 경량 수소저장용기 및 고속 와인딩 기술 개발
- 35) 수소자동차용 고강도 내취화 특성 동시 구현을 위한 고엔트로피 소재 및 seamless 튜브 제조 기술
- 36) 토우프레그 적용 압력용기(700Bar 1400L 급)를 활용한 1 회 수소운송량 1ton 이상 총 20ton 이하의 튜브스키드 개발
- 37) 수소연료전지 차량용 15kW 급 터보형 2 단 공기압축기 개발
- 38) 수소전기차 고압연료시스템 요소부품 평가 검증기술 개발
- 39) 대형 수소 및 일반버스의 자율주행기술을 실도로에서 검증하기 위한 실증기술 및 운영시스템 구축
- 40) 수소택시 실증기반 수소저장 및 운전장치 요소부품 내구성 검증기술 개발

### 3. 수소차·수소충전소 관련 글로벌 연구개발 및 특허 동향

- 3-1. 수소차 연구개발 동향 분석
  - 1) 분석절차
  - 2) 연도별 연구 동향
  - 3) 인용 상위 연구
  - 4) 주요 단어 및 네트워크 분석
  - 5) 주제 분석
  - 6) 연구 주제별 평균 인용 수
  - 7) 연도별 주요 학술지
  - 8) 주제별 전망
- 3-2. 수소 자동차 특허 동향 분석
  - 1) 분석절차
  - 2) 연도별 특허 동향
  - 3) 국가별 출원 동향
  - 4) 기업별 출원 동향
  - 5) 주요 단어 및 네트워크 분석
  - 6) 주요 특허
    - (1) Control method and system for car-mounted fuel reformer
    - (2) Production of alcohols from synthesis gases
    - (3) Wholly aromatic copolyester
    - (4) System for generating hydrogen and oxygen
    - (5) Composition for suppressing infiltration of eosinophils
    - (6) Condition managing system of storage battery for a movable body
    - (7) Environment-protection and combustion-supporting device used on the int of an engine
    - (8) Car dry-bright composition
    - (9) Device of a micro mobile phone battery charger
    - (10) Use of quaternized imidazoles as corrosion inhibitors for non-ferrous met and coolant compositions and antifreeze concentrates comprising them
    - (11) Passenger car having a fuel tank mounted between the vehicle seats method of making and using same
    - (12) All electric motor vehicle
    - (13) Reciprocating compressor
    - (14) Personal renewable-energy fueling and storage station for electric-powered vehicles
    - (15) Silane compositions, processes for their preparation and rubber compositi containing same
    - (16) Method for driving hydrogen internal combustion engine car
    - (17) Carbon monoxide catalyst
    - (18) Reciprocating system with buoyant aircraft, spinnaker sail, and heavy c for generating electric power
    - (19) Apparatus and method for on-board production of fuel for a fuel cell car
    - (20) Filter

### 3-3. 수소 충전소 연구개발 동향 분석

- 1) 분석절차
- 2) 연도별 연구 동향
- 3) 인용 상위 연구 433
- 4) 주요 단어 및 네트워크 분석
- 5) 주제 분석
- 6) 연구 주제별 평균 인용 수
- 7) 연도별 주요 학술지
- 8) 주제별 전망

### 3-4. 수소 충전소 특허 동향 분석

- 1) 분석절차
- 2) 연도별 특허 동향
- 3) 국가별 출원 동향
- 4) 기업별 출원 동향
- 5) 인용 상위 특허
  - (1) Hydrogen fueling with integrity checks
  - (2) Method and system for tank refilling using active fueling speed control
- 6) 주요 단어 및 네트워크 분석
- 7) 주제 분석
- 8) 평균 인용 수
- 9) 주제별 전망