

04 비정형 수소저장용기의 급속 충전 기술

연구자 정보: 인간중심생산기술연구소 섬유솔루션부문 이재철 수석연구원 기술이전문의 | tlo@kitech.re.kr

기술 구분

기술 분류

- 기계/소재
- 전기/전자
- 섬유/화학
- 바이오/의료

기술 단계 구분

- 기초원천기술
- 상용화·제품화 기술

기술 개요

수소 저장의 표준은 350/700 bar 고압 압축 방식, 차량 주행거리 확대를 위한 용량 증대 수요 존재

정형 용기 다중 탑재 시 공간 활용 저하·제작비 상승으로 경제성 악화

해결 방향은 세장형 소형 용기 다수를 결합한 비정형 수소저장용기 채택, 끝단 피팅부 수소 집약으로 설치성·원가 이점 확보

비정형 구조 특성상 충전 중 내부 온도 85 °C 제한 준수 필요, 유동 불균일로 국부 과열·충전시간 증가 우려

핵심 해법은 순환형 충전유닛 통합으로 자가순환·열 균일화 유도, 국부 온도 상승 억제

듀얼(2포트) 충전부 적용으로 병렬·교번 등 다양한 프로토콜 구성, 총 충전시간 단축과 효율 향상

온도·압력·유량 센싱 연동 제어로 안전 기준 충족 및 급속 충전 운용 용이

목표 효과는 공간·원가 효율 개선, 열적 안전성 확보, 실사용 성능 및 가동률 제고

주요도면/사진

단일 포트 급속충전 시 유로 말단부 과열 (열 균일화 장치와 교번 충전의 필요)

끝단 헤더-엘보 피팅으로 모듈을 집약 배관하고, 지그재그 유로가 순환 루프를 이뤄 충전 중 국부 과열을 줄이는 구조

기술의 특징 및 장점

기존 기술 한계	개발 기술 특성
단일 포트·단방향 충전은 비정형(세장·다중) 용기에서 유동 편차를 키워 말단부 국부 과열과 큰 온도 구배 유발	[국부 과열 억제] 충전 시 내부 기체가 고르게 순환해 특정 부위만 뜨거워지는 현상 절감
보호 제어가 개입되며 감속·일시정지가 반복 되어 전체 충전시간이 늘고 에너지 손실 증가	[충전시간 단축] 충전 포트 2개를 활용해 병렬 또는 교번 충전이 가능, 상황에 맞는 프로토콜을 적용하여 충전 효율 향상
병렬 라인 간 유량 불균형이 생겨 일부는 과충전·고온, 일부는 저충전 상태가 되어 용량 활용률 저하	[안전성 강화] 85°C 제한을 안정적으로 관리하여 충전 안전성을 확보
피팅·배관 분산은 누설·중량·원가 부담을 키우고, 장착부 응력 집중을 초래하며, 단일 센서·전원 의존 트리거는 화재 대응 신뢰성 저하	[장착 안정성] 고세장비·곡관형 용기도 안정적으로 고정할 수 있는 이동식 넥마운트를 적용, 진동과 변형에 대한 내구성 확보
	[화재 대응] 열 감응식 센서와 광센서를 활용한 이중 안전 장치로, 화재 발생 시 전원 없이도 TPRD 등 방출 장치가 작동되도록 설계

기술 적용제품 및 활용 분야

수소 전기차(승용차, 상용차)의 고압저장용기	수소 드론의 고압저장용기
수소저장장치	소방용 산소저장용기

국·내외 시장 동향

수소가스 저장용기 시장은 2021년 기준 5,190만 달러 규모로 전체 가스저장용기 시장의 2.43%를 차지하고 있으며, 2026년까지 연평균 32%의 높은 성장률로 2억 830만 달러 규모로 높아질 것으로 기대되며, 전체 가스저장용기 시장의 6.12%를 차지 할 것으로 전망

이러한 수소가스 저장용기 시장의 높은 성장성은 수소연료전지차, 수소 드론 등 다양한 수소 모빌리티 기술의 발전이 주요한 원인이며, 세계 각국의 다양한 그린 에너지 산업의 정책 및 성장과 관련 되어 있다고 판단

국내 수소저장용기 시장은 2021년 467만 달러에서 연평균 35%의 높은 성장률로 2026년 아시아태평양(APAC) 지역 시장의 약 37%인 2,094만 달러의 시장규모를 형성할 것으로 전망

이러한 배경에는 우리나라와 일본의 수소 정책에 따른 수소차 보급 확산(우리나라: 현대차의 넥쏘, 일본: 도요타의 미라이와 혼다의 클라리티)과 이에 따른 수소 관련 충전 인프라 확대에 기인한 것으로 분석

기술 완성도

해당되는 단계에 체크 표시

TRL 1 TRL 2 **TRL 3** TRL 4 TRL 5 TRL 6 TRL 7 TRL 8 TRL 9

TRL 3 수치적, 실험적으로 기술개념의 주요기능/특성이 입증된 단계

지식재산권 현황

No.	특허명	출원일자	출원번호	등록번호
1	순환형 충전유닛을 포함하는 수소저장용기 어셈블리 및 이를 이용한 수소 급속 충전 방법	2024. 09. 19.	10-2024-0126872	-
2	열 감응형 화염인식센서 및 이를 포함하는 화염 안전 시스템	2023. 11. 24.	10-2023-0165305	-
3	유체저장용기의 변형을 고려한 이동식 넥마운트 어셈블리	2022. 11. 15.	10-2022-0152396	10-2800492