

## 벤질(메틸벤질)벤젠을 제조하는 방법

탄소 중립 기술

수소공급

연구책임자

박지훈 박사 · jihpark@kriect.re.kr  
화학공정연구본부 CO2에너지연구센터

### 기술활용영역 분류/활용 분야

대분류	중분류	소분류	세분류
신재생 에너지	수소	저장 매체	액상 유기물질

### 기술개요 및 개발배경

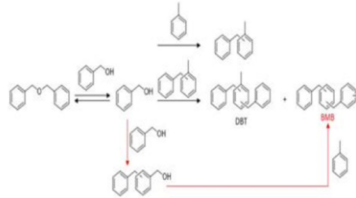
- 수소를 이용하는 장치에 있어서 수소를 공급하기 위해서는 별도로 설치된 수소 저장 장치로부터 필요할 때마다 수소를 공급
- 기존의 압축수소저장 및 액화수소저장 방법 관련 기술은 수소 생산에서부터 수소 수요처까지 수소를 이송하는데 가격 및 안전에 대한 이슈가 존재

Core key word

# 벤질벤젠 # 벤질알콜 # 수소 저장  
# 탈수소화 # 액상 유기수소 저장체

### 기술내용 및 대표이미지

- 할로겐화합물 사용없이 주성분으로서 수소화 및 탈수소화 성능이 우수한 벤질(메틸벤질)벤젠을 제조하는 기술
- 본 기술의 제법으로부터 제조된 BMB를 포함하는 액상 유기수소 저장체를 이용하여 수소 저장 및 방출 방법을 제공



[벤질 알콜 및 톨루엔으로부터 벤질(메틸벤질)벤젠(BMB) 및 디벤질톨루엔(DBT) 등이 생성되는 반응경로]

### 기술 한계점 vs 개선점

#### [기존기술한계점]

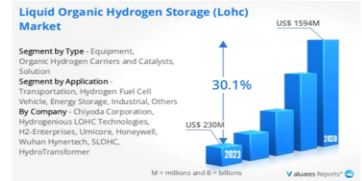
- 헤테로고리 화합물은 수소 총방전 속도가 빠르지만 가격이 고가라는 문제와 수소 방출 시 반응물의 분해에 대한 문제점 존재
- LOHC(liquid organic hydrogen carriers)를 이용한 화학적 수소 저장 및 방출 시스템을 상용화하기 위해서는 경제적으로 저렴한 방향족 물질을 사용해야 함

#### [개발기술개선점]

- 벤질알콜의 축합반응을 통해 주성분으로서 벤질(메틸벤질)벤젠을 제조 가능하며, 수소화 및 탈수소화 성능이 향상된 수소 저장물질로서 활용 가능
- 제조과정에서 할로겐화합물이 사용되지 않아 최종 제품에 할로겐이 포함되지 않으므로, 최종제품에서 할로겐을 제거하는 공정을 생략할 수 있음

### 관련시장동향

- 액상 유기 수소 저장체(LOHC) 시장은 현재 빠르게 성장하고 있으며, 2030년까지 시장 규모는 15억 9400만 달러에 이를 것으로 전망
- 현재는 Chiyoda Corporation, Hydrogenious LOHC Technologies, H2-Enterprises 등 해외기업 중심으로 시장을 주도하고 있는 것으로 조사됨



### Business Idea / 응용·적용분야

- 수소저장 및 활용을 위한 물질설계 및 제조 시설
- 응용범위: 수소저장 및 운송
- 적용제품: 액체수소 저장체



### 기술성숙도



기초연구 단계: 기초 이론 및 실험 방법 확립

### IP Portfolio

No	발명의 명칭	출원번호	출원일자	등록번호	등록일자
216	벤질(메틸벤질)벤젠을 제조하는 방법	10-2022-0181649	2022-12-22		

### 기술이전 문의처 한국화학연구원 기술사업화실

한국화학연구원 기술사업화실

☎ 042-860-7079

✉ ebcho@kriect.re.kr

## 금속-유기 골격체를 이용한 촉매 및 이의 제조 방법

국가  
전략  
기술

수소

50개 중점  
수소 저장·운

탄소  
중립  
기술

수소공급

연구책임자

**박선영** 박사 · spark517@krikt.re.kr  
한국화학연구원 화학공정연구본부 저탄소석유화학연구센터

## ▶ 기술활용영역 분류/활용 분야

대분류	중분류	소분류	세분류
신재생 에너지	수소	저장 매체	장치

## ▶ 기술개요 및 개발배경

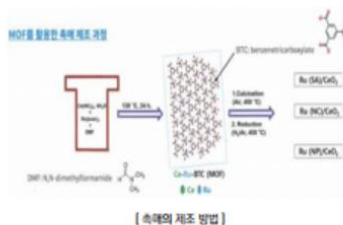
- 지지체 내에 활성 금속이 높은 분산성 및 균일성을 갖도록 담지된 촉매
- 알루미나 하층 또는 분해에 특히 매우 효과적임

 Core key word

# 암모니아 합성 # 활성 금속 # 표면 분산  
# 전구체 # 유기 골격체

### ▶ 기술내용 및 대표이미지

- 지치해 표면에 활성 금속이 균일하게 분산되고 높은 표면 분산성을 가지는 촉매와 그 제조방법을 제공하며, 암모니아 합성 및 분해에 매우 효과적
- 촉매는 전체 중량의 0.5~5% 활성 금속을 포함하며, 90% 이상의 분산도를 구현해 뛰어난 효율을 발휘함



### ▶ 기술 한계점 VS 개선점

[ 기존기술한계점 ]

- 암모니아는 높은 에너지 밀도와 비용 효율적인 인프라로 미래 에너지 공급원으로 주목받고 있으며, 기존 공정  
의 에너지 효율을 높일 새로운 고효율 촉매 개발이 필요.
- 철(Fe)과 루테튬(Ru)이 주로 사용되며, 기존 담지 기술의  
제한으로 활성 금속의 분산성과 코일업성이 낮아 한계가  
있음 및 부패 환경에 안정하게 존재할

[ 개발기술개선점 ]

- 활성 금속의 함량이 매우 높은 분산성을 갖는 촉매를 제조 가능
- 임프모니아 합성 또는 분해를 위해 지지체 표면에 위치

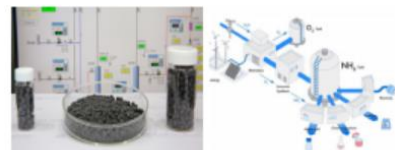
## ▶ 관련시장동향

- 글로벌 금속 유기 골격(MOF) 시장 규모는 2022년에 3억 5,190만 달러였으며, 예측 기간 동안 22.5%의 CAGR로 2031년까지 21억 8,478만 달러에 도달할 것으로 예상
- 온실 가스 배출 감소와 지속 가능한 에너지 시스템으로의 전환에 대한 집중이 커지면서 효율적인 가스 저장 및 분리 기술에 대한 수요가 촉진되면서



## ▶ Business Idea / 응용·적용분야

- 암모니아 합성 및 제조 생산 시설
- 응용분야 : 암모니아 합성
- 적용제품 : Haber bosch 공정



## ▶ 기술성숙도



Lab-scale 성능 평가 단계 : 실용화를 위한 핵심기술요소 확보

▶ IP Portfolio

No	발명의 명칭	출원번호	출원일자	등록번호	등록일자
1	금속-유기 골격체 기반 임모니아 합성 및 분해용 촉매 및 그 제조방법	10-2021-0148935	2021-11-02	10-2673038	2024-06-03

▶ **기술이전 문의처** 한국화학연구원 기술사업화실

한국화학연구원 기술사업화실

☎ 042-860-7079

 ebcho@krikt.re.kr

# 액체 유기 수소 운반체 기반 탈수소화 반응용 촉매모듈 및 이를 이용한 수소 방출 시스템

국가 전략 기술

12대 분야  
수소50개 중점  
수소 저장·운송

탄소 중립 기술

수소공급

연구책임자

김 상 준 박사 · sangjoon@kricr.re.kr  
한국화학연구원 화학공정연구본부 CO2에너지연구센터

## 기술활용영역 분류/활용 분야

대분류	중분류	소분류	세분류
신재생 에너지	수소	저장 매체	액상 유기물질

## 기술개요 및 개발배경

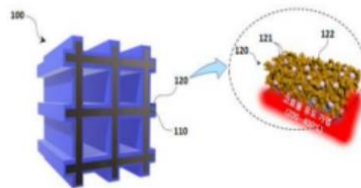
- 유도 가열방식을 활용하여 액체 유기 수소 운반체로부터 수소를 효율적으로 탈수소화할 수 있는 촉매모듈과 이를 활용한 수소 방출 시스템 제공
- 유도 가열방식이 탈수소화 반응의 효율을 높이고 시스템의 에너지 활용성을 강화하여 수소 방출 공정 최적화 가능

Core key word

# 촉매 합성성분 # 구조 탄화물  
# 수소 방출 시스템 # 교류 전자기장  
# 유도 가열

## 기술내용 및 대표이미지

- 저에너지로 촉매만 선택적으로 유도 가열하여 빠른 반응속도와 에너지 절약을 동시에 실현하는 탈수소화 반응용 촉매모듈 및 수소 방출 시스템 제공
- MAX상 구조 탄화물 지지체와 이를 기반으로 교류 전자기장을 활용하는 시스템 설계를 통해 높은 효율과 응답성을 갖춘 탈수소화 반응 구현



[액체 유기 수소 운반체 기반 탈수소화 반응용 촉매모듈의 모식도]

## 기술 한계점 vs 개선점

### [기존기술한계점]

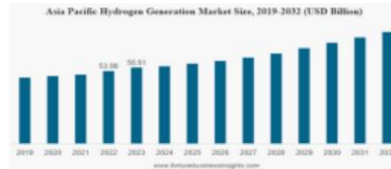
- 기존 LOHC 기술은 담지체 기반 귀금속 촉매에서 낮은 금속 분산, 응집으로 인한 활성 저하, 내구성 문제와 외부 가열 방식에서 큰 에너지 소비와 효율 저하 문제가 존재
- 선택적 촉매 가열을 통해 에너지 절약과 고응답성을 동시에 실현할 수 있는 탈수소화 반응용 효과적인 기술 개발 필요

### [개발기술개선점]

- 촉매모듈은 MAX상 탄화물 구조체로 구성되어 유도 가열을 통해 촉매만 선택적으로 균일 가열하며, 탈수소화 반응에서 에너지 절감 및 시스템 소형화에 유리
- 액체 유기 수소 운반체의 회화를 억제하고 촉매 재사용성을 높여 반응 효율을 크게 향상시키며, 3.5초 내 수소 추출이 가능해 수소 모빌리티 및 분산형 발전 산업에 적용 가능

## 관련시장동향

- 세계 수소 발생 시장 규모는 2023년 1,676억 2천만 달러로 평가되었으며, 2024년 1,767억 4천만 달러에서 2032년 2,782억 6천만 달러로 성장하여 예측 기간 동안 CAGR 5.84%를 나타낼 것으로 예상
- FCEV는 연료전지 장치를 탑재하고 있으며, 수소를 1차 연료로 사용하여 작동하므로 유해한 배출가스 없는 작업이 가능함. 또한 수많은 정부의 엄청난 FCEV 배치 목표로 인해 도로의 FCEV 수가 크게 증가했음



## Business Idea / 응용·적용분야

- 촉매합성 및 제조 생산 시설 보유
- 응용분야: 수소저장 및 발생
- 적용제품: 수소 발생기



## 기술성숙도



Lab-scale 성능 평가 단계: 실용화를 위한 핵심기술요소 확보

## IP Portfolio

No	발명의 명칭	출원번호	출원일자	등록번호	등록일자
1	액체 유기 수소 운반체 기반 탈수소화 반응용 촉매모듈 및 이를 이용한 수소 방출 시스템	10-2022-0020814	2022-02-17	10-2692709	2024-08-02

## 기술이전 문의처 한국화학연구원 기술사업화실

한국화학연구원 기술사업화실

☎ 042-860-7079

✉ ebcho@kricr.re.kr



# 액상 유기 수소 운반체의 탈수소화 반응용 촉매 및 그 제조방법

탄소  
중립  
기술

수소공급

연구책임자

박지훈 박사 · jihpark@kriict.re.kr  
화학공정연구본부 CO2에너지연구센터

## 기술활용영역 분류/활용 분야

대분류	중분류	소분류	세분류
신재생 에너지	수소	촉매	백금계 촉매

## 기술개요 및 개발배경

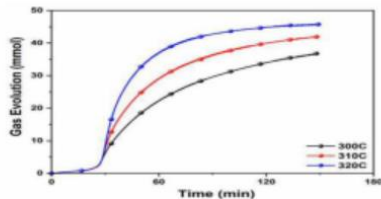
- 기존 화석 연료를 효과적으로 대체하기 위해 안정적으로 에너지를 공급할 수 있도록 잉여 에너지를 저장하고 공급하는 기술에 대한 개발이 필요
- 수소는 태양에너지, 풍력 등과 같은 다른 신재생 에너지를 이용하여 생산할 수 있고, 광범위하게 적용될 수 있어 국내외에서 미래의 핵심 에너지원으로 부상

Core key word

# 액상 유기 수소 운반체 # 탈수소화  
# 탄소 지지체 # 스템 처리 # 대체 에너지 개발  
# 신재생 에너지

## 기술내용 및 대표이미지

- 액체 유기 수소 담체를 위한 탈수소화 반응 촉매에 관한 것이며, 액체 유기 수소 담체 (LOHC)를 사용하는 수소 생산 시스템에 적용
- 증기 처리된 탄소 지지체, 특히 활성탄 상에 분산된 백금 및 황을 포함하는 탈수소화 반응 촉매를 포함



[ 매의 탈수소화 반응 온도에 따른 반응시간별 수소 생성 물량 측정 그래프 ]

## 기술 한계점 vs 개선점

### [ 기존기술한계점 ]

- 수소를 압축하여 고압탱크에 저장하는 방식이 채택되었으나, 고압 저장 방식은 수소의 폭발 위험성이 높고, 대용량으로 저장하기 어려움
- 기존 액상유기수소운반체 기술은 금속 촉매의 낮은 분산도와 함께, 저온에서의 낮은 탈수소화 반응 효율 등 문제점

### [ 개발기술개선점 ]

- 스템 처리된 탄소 지지체 상에 백금 원자와 황 원자를 함유시켜 제조함으로써, 기존 촉매에 비해 저온에서 빠른 반응속도로 수소를 안정적으로 생성
- 저온에서 빠른 반응속도로 수소를 생성할 수 있는 동시에 촉매의 장기 안정성과 재생성을 개선할 수 있어 수소 생산의 효율을 크게 향상

## 관련시장동향

- 액상 유기 수소 저장체(LOHC) 시장은 현재 빠르게 성장하고 있으며, 2030년까지 시장 규모는 15억 9400만 달러에 이를 것으로 전망
- 현재는 Chiyoda Corporation, Hydrogenious LOHC Technologies, H2-Enterprises 등 해외기업 중심으로 시장을 주도하고 있는 것으로 조사됨

### Liquid Organic Hydrogen Storage (Lohc) Market



## Business Idea / 응용·적용분야

- 수소저장 및 활용을 위한 물질설계 및 제조 시설
- 응용범위 : 수소저장 및 운송
- 적용제품 : 액체수소 저장체



## 기술성숙도



Lab-scale 성능 평가 단계 : 실용화를 위한 핵심기술요소 확보

## IP Portfolio

No	발명의 명칭	출원번호	출원일자	등록번호	등록일자
217	액상 유기 수소 운반체 기반 탈수소화 반응용 촉매 및 그 제조방법	10-2022-0092865	2022-07-27		

## 기술이전 문의처 한국화학연구원 기술사업화실

한국화학연구원 기술사업화실

☎ 042-860-7079

✉ ebcho@kriict.re.kr