

이중촉매를 이용한 이산화탄소 유래 포름산 제조방법

국가
전략
기술12대 분야
수소50개 중점
수소 저장·운송탄소
중립
기술

CCUS

연구책임자

황영규 박사 · ykhwang@kriict.re.kr
한국화학연구원 화학공정연구본부 그린탄소연구센터

기술활용영역 분류/활용 분야

대분류	중분류	소분류	세분류
바이오 신소재	바이오 원료	포름산	촉매

기술개요 및 개발배경

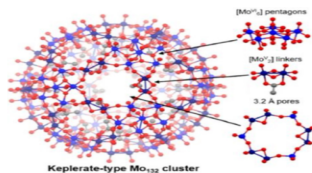
- 이중 촉매 기술로 이산화탄소를 물 기반 환경에서 포름산으로 전환하며, 고가의 염기 대신 친환경 용매 사용 및 응해도 한계 극복을 통해 효율성 향상
- 바이오기반 수소를 활용해 상온에서 직접 제조 가능성을 제공하는 친환경 이산화탄소 수소화 촉매 기술

Core key word

수소 촉매 # 중탄산 이온 # 케플레이트 타입
수소화 반응 # 탄산수물

기술내용 및 대표이미지

- 무염기 조건에서 케플레이트 타입 금속 나노 클러스터를 활용해 이산화탄소의 수소화 반응을 촉진하고 포름산 수율을 높이는 이중 촉매 기술
- 탄산탈수효소를 모방한 몰리브덴 나노 클러스터 기반 촉매를 통해 효율적인 이산화탄소 수소화 및 중탄산 이온 생성을 지원



[Mo132 클러스터 수소 촉매의 구조]

기술 한계점 vs 개선점

[기존기술한계점]

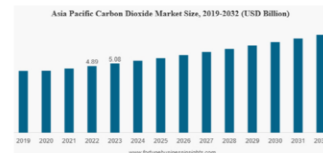
- 이산화탄소를 포름산으로 전환하는데, 반응용액 내 이산화탄소의 낮은 용해도 및 이산화탄소 활성화 한계 존재
- 무염기 조건에서 이산화탄소를 수소화하여 포름산을 제조하는 것은 매우 낮은 전환 효율을 가짐

[개발기술개선점]

- 무염기 조건에서 이산화탄소 수소 촉매로서 케플레이트 타입의 금속 함유 나노 클러스터 또는 이중화된 촉매를 수소화 촉매와 함께 사용
- 수소화 촉매와 반응되는 중탄산 이온의 반응용액 내 함량을 높임으로써, 포름산의 수율 향상

관련시장동향

- 세계 이산화탄소 시장 규모는 2023년 111억 1천만 달러로 평가되었으며, 2024~2032년 연평균 성장률(CAGR) 3.6%로 성장해 2024년 115억 1천만 달러에서 2032년 152억 1천만 달러로 성장할 것으로 예상
- 이산화탄소는 최소 침소 수출 및 호흡 자극 증 체강 안정화를 포함하여 의료 산업에서 다양한 용도로 사용되어 시장이 성장하고 있음



Business Idea / 응용·적용분야

- 이산화탄소 전환 촉매를 활용한 유기용매 제조 생산 시설
- 응용분야 : 촉매
- 적용제품 : 포름산



기술성숙도



Lab-scale 성능 평가 단계 : 실험실 규모의 기본성능 검증

IP Portfolio

No	발명의 명칭	출원번호	출원일자	등록번호	등록일자
1	이중촉매를 이용한 이산화탄소 유래 포름산 제조방법	10-2021-0180798	2021-12-16	10-2689182	2024-07-24

기술이전 문의처 한국화학연구원 기술사업화실

한국화학연구원 기술사업화실

☎ 042-860-7079

✉ ebcho@kriict.re.kr

이산화탄소 직접 전환을 통한 디메틸카보네이트의 제조방법 및 그 촉매

탄소
중립
기술

CCUS

연구책임자

김현탁 박사 · htkim91@kricr.re.kr
화학공정연구본부 CO₂에너지연구센터

기술활용영역 분류/활용 분야

대분류	중분류	소분류	세분류
기후 및 대기환경 관리	온실가스 활용	이산화탄소 전환	촉매

기술개요 및 개발배경

- 디메틸카보네이트(dimethylcarbonate)는 정밀화학의 메틸레이션(methylation)과 카보닐레이션(carbonylation)에 사용됨
- 2차전지의 전해질, 정밀화학 제품의 중간체를 비롯하여 고성능 수지, 용매, 염료 중간체, 약물, 방향제, 식품방부제, 윤활유첨가제 등 여러 분야에서 광범위하게 응용

Core key word

디메틸카보네이트 # 세륨 질산염
세륨 할로겐염 # 세륨 탄산염 # 메탄올 반응
이산화탄소 전환

기술내용 및 대표이미지

- 친환경 화학물질의 제조에 적용될 수 있는 CeO₂촉매를 이용한 이산화탄소와 메탄올의 직접 반응을 통한 디메틸 카보네이트의 제조 방법
- 이산화탄소와 메탄올 사이의 반응 효율을 향상시켜 디메틸 카보네이트의 더 높은 수율을 허용하는 신규한 촉매를 개발

기술 한계점 vs 개선점

[기존기술한계점]

- 기존 메탄올과 이산화탄소로부터 디메틸카보네이트를 직접 제조하는 방법은 공정이 간단하고 독성 물질을 사용하지 않기 때문에 친환경적이지만, 디메틸카보네이트 수율 낮은 단점
- 디메틸카보네이트의 제조에 적용하기 위한 다양한 촉매군이 연구되었지만, 아직까지 적합한 촉매 시스템 및 효율적인 제조방법이 제시되지 못함

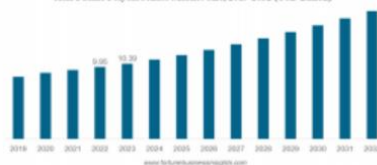
[개발기술개선점]

- 이산화탄소와 메탄올을 촉매 반응시켜 디메틸카보네이트를 직접 합성하는 데 있어, 세륨 기반 금속-유기 프레임워크(Ce-BTC)를 소성하여 제조된 산화세륨(CeO₂)을 촉매로 사용
- 독성 반응물에 대한 필요성을 제거하면서 디메틸카보네이트 생산의 수율 및 효율을 향상시켜 공정을 보다 친환경적으로 만들 수 있음

관련시장동향

- 2024년 폴리카보네이트 시장 규모는 약 158억 6천만 달러로 추정되며, 2032년까지 연평균 성장률(CAGR) 5.4%로 성장 전망
- 폴리카보네이트 시장은 상위 5개 기업이 67.53%를 점유하는 집중구조를 보이는데, 주요 기업으로는 Covestro AG, SABIC, Lotte Chemical, Mitsubishi Chemical Corporation, Teijin Limited 등임

Asia Pacific Polycarbonate Market Size, 2019-2032 (USD Billion)



Business Idea / 응용·적용분야

- 제철, 철강, 발전 등 배가스 시설의 이산화탄소 재활용
- 응용분야 : 화학플랫폼 물질 합성
- 적용제품 : 폴리카보네이트 합성



기술성숙도



Lab-scale 성능 평가 단계 : 실험실 규모의 기본성능 검증

IP Portfolio

No	발명의 명칭	출원번호	출원일자	등록번호	등록일자
231	이산화탄소 직접 전환을 통한 디메틸카보네이트의 제조방법 및 그 촉매	10-2022-0108258	2022-08-29		

기술이전 문의처 한국화학연구원 기술사업화실

한국화학연구원 기술사업화실

☎ 042-860-7079

✉ ebcho@kricr.re.kr

이산화탄소 직접 전환을 통한 디메틸카보네이트 제조용 바이메탈 촉매 및 이를 이용한 디메틸카보네이트 제조방법

탄소
중립
기술

석유화학

연구책임자

이진희 박사 · leejh@kricr.re.kr
화학공정연구본부 CO2에너지연구센터

기술활용영역 분류/활용 분야

대분류	중분류	소분류	세분류
기후 및 대기환경 관리	온실가스 활용	이산화탄소 전환	촉매

기술개요 및 개발배경

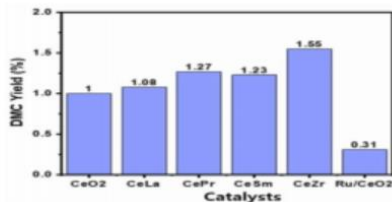
- 디메틸카보네이트(dimethylcarbonate)는 인체에 독성이 없는 환경 친화적인 화학물질로서 여러 분야에서 그 수요가 증가
- 디메틸카보네이트는 독성이 강한 포스겐이나 염화메틸(methyl chloride) 및 디메틸설파이드 등을 대체 가능

Core key word

디메틸카보네이트 # 전이금속 # 리간드 용액
지르코늄 클로라이드 # 세륨 할로겐염

기술내용 및 대표이미지

- 이산화탄소와 메탄올을 촉매 반응시켜 디메틸카보네이트를 직접 합성하는 데 있어 촉매로서 세륨(Ce)을 포함
- 란탄(La), 프라세오디뮴(Pr), 사마륨(Sm) 및 지르코늄(Zr) 중 에서 선택된 전이금속(M)을 추가로 포함하는 세륨-전이금속(CeM) 기반 금속-유기 프레임워크(CeM-BTC)를 소성하여 제조되는 세륨/전이금속(CeM) 촉매 사용



[촉매를 사용하였을 때의 디메틸카보네이트 수율]

기술 한계점 vs 개선점

[기존기술한계점]

- 기존 메탄올과 이산화탄소로부터 디메틸카보네이트를 직접 제조하는 방법은 공정이 간단하고 독성 물질을 사용하지 않기 때문에 친환경적이지만, 디메틸카보네이트 수율 낮은 단점
- 디메틸카보네이트의 제조에 적용하기 위한 다양한 촉매군이 연구되었지만, 아직까지 적합한 촉매 시스템 및 효율적인 제조방법이 제시되지 못함

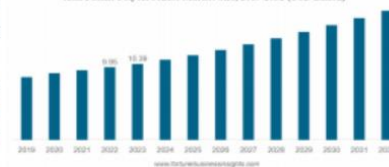
[개발기술개선점]

- 세륨-전이금속(CeM) 촉매를 사용함으로써, 이산화탄소와 메탄올로부터 디메틸카보네이트를 고수율로 직접 합성할 수 있는 효과
- 메탄올과 이산화탄소로부터 디메틸카보네이트를 직접 제조할 수 있는 새로운 촉매 및 이를 이용한 디메틸카보네이트 제조방법 신규로 제시

관련시장동향

- 2024년 폴리카보네이트 시장 규모는 약 158억 6천만 달러로 추정되며, 2032년까지 연평균 성장률(CAGR) 5.4%로 성장 전망
- 폴리카보네이트 시장은 상위 5개 기업이 67.53%를 점유하는 집중구조를 보이는데, 주요 기업으로는 Covestro AG, SABIC, Lotte Chemical, Mitsubishi Chemical Corporation, Teijin Limited 등임

Asia Pacific Polycarbonate Market Size, 2019-2032 (USD Billions)



Business Idea / 응용·적용분야

- 제철, 철강, 발전 등 배가스 시설의 이산화탄소 재활용
- 응용분야 : 화학물류용 물질 합성
- 적용제품 : 폴리카보네이트 합성



기술성숙도



Lab-scale 성능 평가 단계 : 실용화를 위한 핵심기술요소 확보

IP Portfolio

No	발명의 명칭	출원번호	출원일자	등록번호	등록일자
230	이산화탄소 전환 디메틸카보네이트 합성을 위한 혼합 금속 산화물 촉매	10-2022-0168888	2022-12-06		

기술이전 문의처 한국화학연구원 기술사업화실

한국화학연구원 기술사업화실

☎ 042-860-7079

✉ ebcho@kricr.re.kr