

알칸(포화탄화수소)의 기능성 부여를 위한 촉매(ALKANE FUNCTIONALIZATION CATALYST)

균일촉매계를 이용하여 에너지 절감 및 폐기물 저감이 가능한 상품(commodity) 생산

알칸(Alcane)은 가장 풍부하고 가격이 저렴함에도 불구하고 이를 직접적으로 유용한 제품으로 전환할 수 있는 유용한 방법이 희소하여 화학제품의 기초 구성물(building block)으로 잘 사용되지 않고 있다. 예를 들어, 메탄올은 메탄의 산화반응을 통해 생성되지 않고, 1920년대에 개발된 고온 및 고에너지가 소모되는 수증기 개질공정(steam reforming process)과 이후의 수소화 공정을 거쳐 생성된다.

상온에서 메탄의 직접산화를 통해 메탄올을 생성하여 에너지 소모량 및 폐기물 발생량을 상당히 줄일 수 있는 균일계 촉매의 개발이 진행 중이다. 새로운 시스템은 환경친화적 매질(물 또는 조밀상(dense-phase) 이산화탄소)에서 작동하는 촉매를 사용하며, 기존의 수증기 개질공정에서 발생하는 이산화탄소와 같은 부산물 생성을 제거할 수 있다. 이 기술의 또 다른 주요 응용은 석유 시추지에서 메탄을 메탄올로 전환하는 것이다. 이곳에서의 메탄은 매우 높은 운송비(메탄은 반드시 운송을 위하여 압축되어야 함)로 인하여 일반적으로 연소하여 소모하거나 재주입한다. 상당한 양의 메탄 저장량(1995년 약 3백만톤)의 전환을 통하여 메탄 연소가 필요하지 않게 되고 따라서 상응하게 이산화탄소의 발생량의 감소를 야기한다.

HOMOGENEOUS CATALYST SYSTEM



Rapid throughput energy containment reactor boosts catalyst discovery and testing rates.

목표: 현재의 에너지 다소비형 메탄올 생산공정을 알칸 기능화 촉매를 사용하는 공정으로 대체

제안된 공정은 거의 상온에서 선택적으로 메탄올 직접 메탄올로 전환하여 생활용품으로 사용되는 메탄올을 생산할 수 있도록 개발되고 있으며 chelating 질소 리간드를 갖는 백금 복합체가 현재까지 유망한 촉매로 보고되고 있으나, 실제적으로 유용한 공정으로 검증받지는 못한 상황이다. 보다 실용적인 촉매를 빠르게 개발하기 위하여 chelating 질소 리간드와 백금 및 팔라듐 복합체를 급속 합성하고 시험하는데 중점을 두고 있다.

주요 기술 혁신사항으로는 (1)아민 결합(coupling)을 통한 새로운 다이아민(diamine)의 급속 다량 합성(rapid throughput synthesis) (2)백금 및 팔라듐 복합체의 리간드 결합/전자-화학적 연구(ligand binding/electrochemical studies) (3)촉매를 모니터하기 위한 독창적인 고압, 다중 구멍(multi-well) 반응기의 응용 (4)적절한 용제에서의 촉매 최적화 (5)위 모든 사항을 컴퓨터와 기계적 연구와 통합

장점

- 2020년까지 연간 약 7조 Btu의 에너지 절감.
- 2020년까지 약 6십만 톤의 이산화탄소 배출량 감소.
- 풍부하고 값싼 원료물의 보다 효율적인 이용.
- 조업비용을 줄이고 안정성이 증대되며 오염물 배출량의 감소

응용

알칸의 직접 전환을 위한 알칸 기능화 촉매는 현재의 메탄올 합성 방식을 대체하여 보다 저렴하게 메탄올을 생산할 것이며, 또한 다른 알칸이나 석유 시추지에서 메탄올 직접 전환하는 데에 응용할 가능성이 상당히 큼.

참고자료

DOE project fact sheet (1999)

고처리량 촉매 스크리닝(HIGH THROUGHPUT CATALYST SCREENING)

새로운 장치를 통해 촉매 개발을 가속화

불균일 촉매는 거의 모든 화학제품 생산에 사용되고 있다. 전통적인 촉매 생산 방식은 비용과 시간을 소모하며 때로는 일년에 단지 몇몇 촉매의 생산만 이루어지기도 한다. 미국에서 촉매를 사용하여 생산되는 제품의 값어치는 연간 약 1조 달러에 달한다. 촉매가 최고의 효율을 나타내지 않거나 작업에 적합하지 않는 경우 수백만 달러의 손실이 발생하게 된다. 따라서, 화학 산업에서는 촉매가 가능한 한 효율적이고 선택적인 것이 매우 중요하다. 실제 산업 조건에서 촉매 배열(array)을 신속하게 평가할 수 있는 조합 시험 장치(combinatorial testing apparatus)는 상당한 에너지 절약 및 이산화탄소 저감을 가능하게 한다.

새로운 촉매를 개발을 신속하게 하는 데 있어서의 병목은 전통적인 촉매 시험 방식이 느리게 이루어진다는 점이다. 현재까지 촉매의 성능을 빠르고 정확하게 시험하기에 적합한 장치는 없으며, 제안된 장치는 대기업 및 중소기업에서 고처리량의 촉매시험 능력의 보유를 가능하게 할 것이다. 화학산업의 연구자들에게 이러한 장치를 제공하면 새로운 촉매의 개발이 가속화 될 것이다. 장치의 초기 응용의 한 예로 에틸렌을 생산하는 새로운 촉매의 스크리닝을 들 수 있으며(현재 에너지 소비량이 매우 큰 공정을 통하여 에틸렌 생산), 이를 통해 2020년까지 약 689조 Btu의 에너지의 절약이 가능할 것이다.

과제 설명

목표: 불균일 촉매 시료 배열(array)을 병렬적으로 시험할 수 있는 장치를 설계, 제작 및 평가

제안된 장치는 온도 및 압력을 조절하고 잘 정의된 공간속도에서 실제 공정조건에 가깝게 불균일 촉매 배열의 성능시험을 가능하게 할 수 있다.

장치는 세계의 주요 구성으로 이루어져 있다. (1)촉매 매트릭스(matrix)에 일정하게 공급물을 주입할 수 있는 고압 매니폴드(manifold) (2)개별적 촉매시료의 매트릭스에 대해 독립적으로 반응을 유지할 수 있는 반응기 (3)신속하고 개별적으로 각 촉매의 활성 및 선택성에 대한 자료를 제공할 수 있는 분석 방법. 촉매성능을 대별할 수 있는 자료가 빠르게 매 15초마다 수집될 것이다. 검지 방법을 통해 반응물과 생성물을 분류하고 분류된 종들의 농도를 측정할 수 있을 것이다.



High throughput screening apparatus rapidly tests activity and selectivity of heterogeneous catalysts.

장점

- 공정 효율 증진.
- 후단에 분리공정이 필요하지 않음.
- 수율을 증대하고 반면에 부산물 생성 감소.
- 온실가스 배출량 감소.
- 에너지 소비량 감소.

응용

이러한 고처리량 촉매시험장치는 화학 및 석유산업에서 모두 촉매를 개발하고 평가하는데 적용할 수 있다. 에틸렌 생산공정은 에너지 소비량과 온실가스 배출량을 감소시키는 데 큰 영향을 미치는 새로운 촉매 개발의 한 예이다.

참고자료

DOE project fact sheet (2001)