(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) Int. Cl.[6]
C07C 5/42

(45) 공고일자 2003년03월06일
(11) 등록번호 10-0338298
(24) 등록일자 2002년05월15일

(21) 출원번호 10-1996-0700044
(22) 출원일자 1996년01월06일
번역문제출일자 1996년01월06일
(86) 국제출원번호 PCT/US1994/07474
(86) 국제출원일자 1994년06월30일
(81) 지정국 국내특허 : 오스트레일리아 바베이도스 불가리아 브라질 캐나다 중국 체코 헝가리 일본 북한 대한민국 스리랑카 슬로바키아 우크라이나 미국 베트남 트리니다드토바고 AP ARIPO특허 : 케냐
EA 유라시아특허 : 벨라루스 카자흐스탄
EP 유럽특허 : 오스트리아 스위스 리히텐슈타인 독일 덴마크 스페인 핀랜드 영국 스웨덴
OA OAPI특허 : 코트디브와르

(65) 공개번호 특1996-0703829
(43) 공개일자 1996년08월31일
(87) 국제공개번호 WO 1995/01947
(87) 국제공개일자 1995년01월19일

(30) 우선권주장 08/088306 1993년07월07일 미국(US)

(73) 특허권자 워싱톤 그룹 인터내셔날 인코포레이티드
미국 아이다호 83712 보이스 파크 불러바르드 720
(72) 발명자 첸 쉬오우-산
미합중국 매사추세츠 01890 윈체스터 웨인라이트 로드 42
황 사이 유안
미합중국 매사추세츠 02139 캠브리지 헨리 스트리트 29
올레크시 슬라워미어 에이
미합중국 매사추세츠 01821 빌레리카 밸드윈 로드 81
램 산지브
미합중국 매사추세츠 02043 힌감 어코드 레인 6
(74) 대리인 이훈

심사관 : 고태욱

(54) 탈수소촉매의재생과안정화

명세서

<1> 본 발명은 전환 공정을 중단할 필요없이 고도의 전환과 고도의 선택성을 유지하면서 알킬방향족 탄화수소의 촉매탈수소에 사용되는 촉매층의 유용한 수명을 크게 연장시키는 방법과 관련 장치에 관한 것이다.

<2> 알킬 방향족 탄화수소를 촉매탈수소하여 에틸벤젠을 스티렌으로 전환시키는것과 같이, 알켄일 방향족 탄화수소를 형성시키는 것은 본분야에 공지되어 있다. 종래, 각각 다른 장단점을 갖는, 여러가지 다른 탈수소 촉매와 방법 파라미터를 기술하고 있다. 일반적으로 어떠한 균형선택은 통상 전화수준과 선택성 수준사이에서, 전환과 촉매 수명사이에서 이루어지거나 정해지는 것으로 종래기술에서 서술하고 있다. 예를들면, 몇몇 공정에서 알킬 방향족의 고도의 탈수소를 얻는 단점은 낮은 수준의 선택성, 즉 더높은 퍼센트의 원치않는 탈수소 부산물에 있다. 가능하면, 두 고도의 전환과 고도의 선택성을 얻는것이 가장 유익하고 경제적인 것이다.

<3> 촉매 수명고, 관련 비용요인은 이들 탈수소 반응에서 다른 중요한 공정 파라미터에 있다. 첫째 촉매 그자체에 관련되는 비용에 있다. 비록 촉매의 단위 비용이 크지 않더라도, 환경적으로 수용할 수 있는 방법으로 오염된 사용촉매를 처리하는 비용은 물론 대량의 촉매를 필요로하기 때문에, 촉매의 수명과 사용된 촉매를 재생시키는 능력은 통상의 탈수소 방법에서 한정적 요소이다. 둘째는 촉매층을 대치하거나 아니면 재생하기 위하여, 600℃의 온도에서 조작하는 대형의 즉 다단식 탈수소 반응기를 운전정지하는데 관련되는 비용에 있다. 또한 현저한 노임과 더불어, 장기간 동안 고가의 장치 비직결이 갖는 자본금에 있다. 더욱 중요한 것은 운전 정지 기간동안 생산 손실의 비용에 있다.

<4> 따라서, 한편으로 촉매 수명을 최대화하는 것이 바람직하며, 그러나 다른 한편으로는 사용하는 동안 정상 촉매 탈수소는 전환수준, 선택성 수준을 감소시키는 경향이 있거나, 또는 둘다 공정 효능의 원하지 않는 손실을 가져온다. 이들은 촉매 표면의 탄소화, 촉매의 격자간 구조의 물리적 파괴, 촉매화 촉진제의 손실 등이 있다. 촉매와 여러가지 방법의 파라미터에 따라서 하나 또는 그이상의 이들 메카니즘 또는 아직 확인되지 않은 다른 메카니즘으로 작업할수 있다.

<5> 종래기술에서는 촉매의 유효성을 일시적으로 단지 부분적으로 복원하기 위하여 사용된 촉매를 재

생하는 여러가지 방법을 제시하였으나, 일반적으로 이들 방법은 탈수소 중지, 탈수소 반응기 중단, 또는 몇몇의 경우, 외부 재생용 촉매 제거에 있다. 더우기, 이와같이 주기적 촉매 재생의 공정층력은 원지않는 톱니 모양의 생산을 가져오는 것이며; 전환과 선택성 수준은 촉매가 재생되어 비교적 매우 높은 수준의 전환과 선택성을 복원하는 점까지 비교적 높게 시작하나 서서히 계속적으로 퇴화를 시작한다. 그러나, 그 즉시 촉매의 유효성은 다시 퇴화하기 시작한다. 결과적으로 일반적인 촉매 재생방법을 사용하여 고도의 전환과 선택성을 실제적인 정상 상태 가공조건으로 성취하는 것은 불가능하다.

<6> 예를들면, 독일 특허번호 DD 298.353, DD 298.354, DD 298.355, DD 298.356과 DD298.357에는 에틸벤젠에서 스티렌으로 탈수소하는 촉매층을 재생하는 3-단계공정: (1) 반응 중단하고 증기 공급을 혼합된 증기-에틸벤젠 공급물 유동으로 대치하는 단계;(2)열처리 단계:(3)증기공급으로 칼륨이온을 주입하는 단계(예를들면 KOH 또는 K_2CO_3를 증발시켜서)를 기술하고 있다. 이들 독일 특허의 방법은 비경제적이고, 결합을 가지며, 상술한 바와같은 원치않는 톱니 모양을 가져온다.

<7> 따라서, 종래 기술에서는 공정을 중단하지 않고, 실제적 정상상태 탈수소 조건을 확대된 기간이상으로 매우 높은 수준의 전환과 선택성을 유지하기 위하여 촉매 활성을 재생시키거나 안정화하는 어떠한 방법도 개시하지 못했다.

<8> 따라서, 본발명의 주 목적은 탈수소 촉매를 재생하거나 또는 안정화하는 방법과 장치를 제공하는데 있다.

<9> 또한 본 발명의 목적은 원위치에서 탈수소 촉매를 재생하는 방법과 장치를 제공하는데 있다.

<10> 본발명의 다른 목적은 고도의 전환과 선택성으로 연장된 기간이상에서 실제적 정상-상태 반응 조건을 유지하고 공정의 중단없이 탈수소 촉매를 연속적 또는 불연속적으로 재생하는 방법과 장치를 제공하는데 있다.

<11> 더욱 본발명의 다른 목적은 철과 하나 또는 그이상의 알카리 금속 화합물을 함유하는 촉매의 존재하에 에틸벤젠을 스티렌으로 탈수소하는 개량된 방법을 제공하는데 있다.

<12> 특히, 본발명의 목적은 반응물 공급유동에 알카리 금속 화합물을 연속적으로(즉 연속적 또는 불연속적으로)첨가하여 하나 또는 그이상의 알카리 금속 화합물과 철을 함유하는 탈수소 촉매를 재생하거나 또는 안정화하는 방법과 관련 장치를 공급하는데 있다.

<13> 본 발명의 또 다른 목적은 이후 부분적 명백하게 하고 부분적으로 설명할 것이다. 따라서, 본 발명은 수개의 단계와, 다음에 상세히 예를들어 설명한 장치와 각 단계에 있어 하나 또는 그 이상의 이와같은 단계의 관계와 순소와, 특허청구의 범위에서 나타낸 출원의 범위를 포함하는 방법, 공정과 장치로 이루어진다.

<14> 본 발명의 탈수소 촉매 재생과/또는 안정화 방법은 연속적 아니면 불연속적인 계속적으로, 반응물 공급유동에 유효량의 알카리 금속 화합물을 탈수소 공정을 계속하는 동안 가하는 단계로 이루어진다. 또한, 본발명의 방법에는 반응지역 온도를 서서히 증가시키는 단계를 포함한다. 본발명의 방법은 예를들어 에틸벤젠을 스티렌으로 촉매 탈수소하는 것을 이용하는 고도의 전환과 선택성에서 실제적 정상-상태반응 조건을 성취할 수 있다.

도면의 간단한 설명

<15> 제 1 도는 본발명의 방법과 장치의 한 구성을 나타낸 계통도.

<16> 제 2 도는 본발명의 알카리 금속 첨가 단계를 행하는 바람직한 방법과 관련장치의 예시도.

<17> 제 3 도는 본발명의 알카리 금속첨가 단계를 행하는 선택적 방법과 관련장치의 예시도.

<18> 본 발명의 방법은 특별하게 원하는 알켄일방향족 탄화수소를 얻기위하여 알킬방향족 탄화수소를 촉매 탈수소하는데 사용한 탈수소 촉매의 활성을 재생과/또는 안정화하는 것으로 광범위하게 이루어진다. 이와같은 탈수소 촉매는 본 분야에 잘 알려져 있고 시판되고 있다. 일반적으로 이와같은 촉매 탈수소 공정은 약400~400℃, 바람직하기로는 약 500~700℃범위의 온도에서 알킬방향족 탄화수소와 증기의 혼합물을 함유하는 예열된 공급 유동물를 특정 탈수소 촉매와 접촉시켜서 행한다. 방법은 고정된 촉매층을 갖는 단일 또는 다단계 반응기에서 또는 유동층에서 행한다. 출발 알킬방향족 탄화수소, 탈수소 촉매, 반응 온도와 공급 유동물에서 알킬방향족 탄화수소와 증기의 비율의 선택은 부분적으로 전환 공정의 효능과 선택도는 물론 생성한 알켄일방향족 탄화수소에 영향을 미칠것이다.

<19> 특히, 상술한 방법을 사용할때, 철과 최소한 하나의 알카리 금속 화합물을 함유하는 탈수소 촉매와 에틸벤젠을 접촉시켜서 스티렌으로 전환시키는 것이다. 예를들면, 에틸벤젠에서 스티렌으로 전환은 약500° ~700℃, 바람직하기로는 약5~9Psia 범위의 압력에서 행하는 것이 유리하다. 반응물 공급유동에서 증기 대 탄화수소 비율은 중량으로 약0.6:1 내지 약1.0:1 내지 약2.0:1의 증기 대 에틸벤젠의 비율을 나타낸다.

<20> 공간속도는 촉매 칼로그람당 매시간 약 0.2~1.2 칼로그람의 에틸벤젠이다. 새로운 촉매로 에틸벤젠에서 스티렌으로의 전환방법을 시작한 다음 가동하면, 높은 최초 활성 다음 신속한 탈활성의 특징을 갖는 최초 처리기간이 약 3~45일 계속하는 것이 대표적이다. 예를들면, 최초 처리 기간동안, 에틸벤젠을 스티텐으로 전환하는 전체 수준은 약55몰%이히도 떨어지고 스티텐 선택도의 수준은 약93몰%이하로 떨어진다.

<21> 다음 통상의 에틸벤젠의 스티렌으로의 탈수소 공정에서 촉매활성의 수준은 최초 처리기간 동안보다 더 낮은 속도임에도 불구하고 계속하여 떨어진다. 다단식 반응기에서, 각 단계의 에틸벤젠의 스티렌으로서 전환 수준은 최초 처리 기간동안 약 삼분의 일까지, 예를들면 약 30~36 몰% 내지 약20~24몰%가지 떨어지고 다음 이후 더 늦은 속력에서 계속하여 떨어진다. 이 공정에서 최초 처리기간의 끝에 시간이상에

서 선기입 전화수준의 경가사 평평하게 되는 점으로 본분야의 전문가는 일반적으로 확인할 수 있다.

<22> 전술한 바와같이, 종래 기술에서는 촉매활성의 점진적 퇴화에 대한 여러가지 설명이 가능하지만 이러한 현상에 대하여 완전히 설명하는 단일 메카니즘은 볼수없다.

<23> 어떠한 설명이든, 최초 처리기간을 지나서 계속적인 공정퇴화는 여러가지 문제와 결점을 가져온다. 첫째, 전환공정의 효능이 감소된다. 미반응 메틸벤젠을 재순환한 생성유동물의 다른 성분과 분리해야 한다. 비슷하게 스티렌을 다른 반응 생성물은 물론 미반응 에틸벤젠과 분리시켜야한다. 둘째, 비교적 일정한 비율의 스티렌, 에틸벤젠과 여러가지 부산물을 갖는 비교적 균일한 생성 유동물 대신에 공정퇴화는 상습-변화 조성물의 생성유동을 가져온다.

<24> 또는 둘다는 공정이 경제적으로 더이상 존재가치가 없을 정도로 충분히 낮게 떨어진다. 이점에서, 공정은 중단해야하고 일반적 수단으로 촉매를 대치하거나 아니면 재생시켜야 한다.

<25> 에틸벤젠의 스틸렌으로서 전화수준을 유지하는 한가지 방법은 반응온도를 상승시키는 것이다. 이것은 예를들면 유동반응물 유동의 온도를 증가시키거나 또는 반응실에 열을 가하여 성취시킬수 있다. 반응 온도는 서서히 계속적으로 증사시킬수 있고 또는 이를 주기적으로 증대시켜 증가시킬수 있다. 이와같은 반응 온도 증가의 충격을 촉매활성의 계속적인 퇴화를 상쇄시키기 위하여 반응 속도를 증가시키는데 있다. 그러나 이러한 온도-상승 방법의 실용성의 한계는 비교적 좁다. 특히, 상기 어떠한 온도는 촉매 또는 장치의 기계적 온도 한계에 가깝다. 이점이외에 또 다른 온도 증가는 촉매의 물리적 구조의 붕괴와 장치 보존의 붕괴를 가져온다. 그러므로 상술한 한계에 근접할때, 공정은 중단해야 하고 촉매는 통상의 수단에 의하여 대치 아니면 재생해야한다. 이러한 온도-상승방법은 촉매수명을 다소간 연장시키고 한정된 기간동안 에틸벤젠의 비교적 일정한 전환 유지하도록 이용할 수 있드라도 (예를들면, 연속 또는 작은, 빈발성 반응온도증가를 통하여) 그자체 설명한 이유 때문에 한정된 실용성을 갖는다.

<26> 대조적으로 본발명의 발명으로 촉매의 활성을 복원하고 안정화하므로서 통상의 방법으로 성취할 수 없는 촉매의 수명을 연장할 수 있다. 더우기, 본 발명의 방법은 최초 처리기간의 끝에 설립된 것과 실제적으로 동일한 높은 수준의 전환과 선택성으로 탈수소 촉매의 활성을 복원시킬수 있다.

<27> 본 발명의 방법은 통상의 방법으로 성취할 수 없는 연장된 기간동안 동일한 높은 수준의 전환과 선택성으로 촉매의 활성을 안정화시킬수 있다. 또한 본 발명의 방법은 촉매수명을 더 증가시키거나 또는 에틸벤젠 전환을 증가시키는 부가적 이점의 상술한 온도-상승방법을 순차적으로 이용할 수 있다.

<28> 본 발명의 방법은 탈수소 촉매의 활성을 재생하고, 안정화하고 또는 보강하므로서 고도의 전환과 선택성을 유지하는데 충분한 유효량의 알카리 금속 화합물을 알킬방향족 탄화수소의 반응물 공급에 연속적으로 또는 불연속적으로 첨가하는 단계를 광범위하게 함유한다. 여기서 사용된 "유지"라는 용어는 "회복, 효능 또는 유효성 상태로 유지하기 위하여; 또는 연장된 기간이상, 예를들어 수개월 또는 여러해 동안 감퇴 또는 쇠퇴에서 보존하기 위하여 "란 의미로 해석된다. 방법은 철과 최소한 하나의 알카리 금속 화합물을 함유하는 탈수소 촉매를 재생하거나 안정화하는 것과 관련하여 특별한 이용성이 있다. 이와같은 탈수소 촉매는 본 분야에 잘 알려져 있으며, 시판하고 있는 몇가지에는 바스프 회사의 S-6-20, S6-21과 S6-30시리즈: 크리테리온 카탈리스토 캄파니 엘.피.의 C-105, C-015, C-025와 C-035 시리즈와 유나이티드 카탈리스트 인코포레이티드의 G-64와 G-84 시리즈(다음 실시예 1~4에 사용된 촉매 G-84C 포함)가 있다. 이들 촉매는 대표적으로 40~80%의 Fez 03, 5~30%의 K_2O와 기타 촉진제를 함유한다. 이와 유사한 촉매 모두가 본발명의 범위에 들어가는 것으로 생각된다.

<29> 본발명의 방법은 알킬방향족 탄화수소를 대응하는 알켄일방향족 탄화수소로 촉매 탈수소하는 것과 연관하여 사용될 수 있다. 원하는 특정 알켄일방향족 탄화수소를 얻기위하여 알킬방향족 탄화수소, 촉매와 반응조건의 적당한 조합은 일반적으로 본분야에 잘알려져 있고, 어떤 경우에 선택과 정기 실험으로 실시한다. 본발명의 방법은 에틸벤젠을 스티렌으로 전환시키는 방법에서 탈수소 촉매를 재생시키거나 안정화하는 것과 관련하여 특별한 이용성을 갖는다.

<30> 제 1 도는 다단식 반응기의 단계들 사이를 통과한 부분적으로 전환된 반응물 유동에는 물론 인입 공급물 유동에 알카리 금속화합물을 첨가하는 본발명의 방법의 한 구성을 계통적으로 예시한 순소도이다. 제1도를 설명하는데 있어, "공급물유동"과 "부분적으로 전환된 반응물 유동"이란 용어를 전환공정에서 특정 단계를 확인하기 위하여 사용하였드라도, 이 설명의 다른 부분에서 이들 용어는 일반적이고 상호 교환성이 있는 것으로 생각된다.

<31> 제1도에서, 인입 유동91)은 알킬방향족 탄화수소, 예를들어 에틸벤젠의 공급을 뜻하고, 인입물 공급유동물(2)는 증기를 뜻한다. 제1도에 표시된 바와같이, 유효량의 알카리 금속 화합물은 연속적으로 즉 연속적 아니면 불연속적으로 알카리 금속 공급수단(46)에 의하여 공급 유동물(2)에 가한다. 알카리 금속 화합물을 함유하는 공급물 유동(1)과(2)는 유동반응물(3)에 조합하여, 적당한 탈수소 촉매로 충전된 제일 반응기단계(50)의 입구로 향한다. 선택적으로 알카리 금속 화합물을 공급유동(1)과 (2)후에 첨가하여 제일 반응기 단계(50)전에 유동반응물(3)에 조합할 수 있다. 알킬방향족 탄화수소, 예를들면 에틸벤젠을 수니렌으로의 부분적 전환은 반응기 단계(50)에서 일어난다.

<32> 반응기 단계(50)에서 나온 부분적으로 전환된 유동반응물 또는 출구 유동물(4)를 반응기 단계(50)에서 손실된 열을 복원하기 위하여 재열기(52)로 통과시켜서 최적의 반응온도를 재설정한다. 알카리 금속 공급수단(66)에서 나온 부가적 알카리 금속 화합물을 연속적으로 즉 연속적 아니면 불연속적으로 재열기(52)에서 나온 부분적으로 전환된 유동반응물(5)에 가한후 유동반응물 (5)을 제이 반응기 단계(54)의 입구로 보낸다. 선택적으로 부가적인 알카리 금속 화합물은 재열기(52)로 들어가기전에 반응기 단계(50)에서 나온 부분적으로 전환된 유동반응물(4)에 첨가될 수 있다. 반응기 단계(54)는 적당한 탈수소 촉매에 충전된다. 알킬방향족 탄화수소의 다른 전환은 반응기 단계(54)에서 일어난다. 각각 적당한 촉매로 충전된, 제삼 또는 제4단계와 같은 부가적 하류반응기 단계는 알킬방향족 탄화수소의 또다른 전환을 얻는데 이용할 수 있음을 본분야의 전문가는 알수있다.

<33> 본 발명에 따른 반응물 기류에 알카리 금속 화합물의 첨가는 다단식 반응기에서 몇몇 또는 모든

반응기 단계사이에 유리하게 사용될 수 있다.

<34> 제1도에서 볼수있는 바와같이, 본발명의 장치는 유동반응물(4)와(6)과 각각 연관되는 감시 수단(42)와 (62)와 같은, 하나 또는 그이상의 반응기 단계의 출구에서 나온 출구 유동물의 화학 조성물을 감시하는 감시수단을 유리하게 포함시킬수 있다.

<35> 또한 감시수단은 주 반응기 단계, 즉 각 반응기 단계(50)와 (54)로 부터 상류에 위치하는 각 펌프 또는 분사수단(46)과(66)과 같은, 알카리 금속 화합물 공급수단을 활성화하고 신호를 보내는 각전선(44)와 (64)와같은, 활성화 수단에 유리하게 연결할 수 있다.

<36> 감시 수단에 주반응기 단계에서 나온 출구 유동물의 반응기 단계에서 촉매 활성의 붕괴를 나타내는 예정된 수준의 전환 또는 선택성 이하로 떨어질때 알카리 금속 화합물 공급 수단에 신호를 보내도록 통상의 방법을 채택할 수 있다. 연결된 감시 수단에서 나온 신호에 의하여 활성화하면, 알카리 금속 화합물 공급수단은 예정된 속도로 알카리 금속 화합물을 관련된 공급유동물 또는 유동반응물에 공급하기 시작한다. 예를들면, 제일 반응기 단계(50)에서 전환 또는 선택성이 일정 수준이하로 떨어지는 감시수단(42)에서 나온 신호에서, 펌프수단(46)은 알카리 금속 화합물을 공급 유동물(2)에 공급하기 시작한다.

<37> 장치는 예정된 기간동안 또는 주 반응기 단계에서 촉매활성이 원하는 활성 수준으로 복원되는 관련된 감시수단 신호로 부터 다른 신호가 있을때까지 알카리 금속 화합물을 계속 공급하도록 활성화에 관하여 설계할 수 있다.

<38> 또한, 상술한 자동화 불연속 첨가 장치의 선택에 따라 예정량의 알카리 금속 화합물을 각 공급 유동물 또는 유동 반응물에 연속적으로 첨가하는 것이나, 선택적으로 예정량의 알카리 금속 화합물을 예정된 간격으로 첨가하는 것은 본 발명의 범위에 들어간다. 어떠한 반응기 단계에서 촉매 붕괴가 나타나면, 주반응기 단계에서 나온 상류의 공급 유동물 또는 반응물에 알카리 금속 화합물의 첨가를 증가시키는 수단을 수동으로 활동시킬수 있다. 알카리 금속 화합물 첨가의 증가 속도는 원하는 촉매 활성 수준이 복원되거나 또는 새롭게 더 높은 속도로 유지될 수 있들때까지 한정된 기간동안 가능하다.

<39> 제2도는 본발명에 따라서 공급유동물 또는 유동반응물에 알카리 금속 화합물을 첨가하는 하나의 바람직한 방법과 연관된 장치를 더 상세히 계통적으로 예시한 것이다.

<40> 제2도에서 도관(10)은 화살표로 표시한 바와같이 탈수소 촉매를 함유하는 반응기 단계의 방향으로 유동(12)이 이루어지게한다. 유동(12)은 제1도에 표시된 바와같이 예를들면 공급 유동물(1) 또는(2), 조합된 유동반응물(3) 또는 부분적으로 변환된 유동반응물(4)와(5)를 나타낸다. 알카리 금속 화합물은 도관(10)벽의 개구에 장치된 분사관(20)의 출구말단에서 분사수단(24)을 통하여 전달되는 수용액(22)형태로 유동(12)에 계속적으로 즉 연속적 아니면 불연속적으로 첨가된다. 분사관(20)의 출구 말단 하류의 유동(14)은 본발명에 따른 알카리 금속 화합물과 혼합된 공급물 유동 또는 반응물 유동을 나타낸다.

<41> 제3도는 본발명에 따라서 알카리 금속 화합물을 공급물 유동 또는 반응물 유동에 첨가하는 선택한 방법과 관련장치를 계통적으로 예시한 것이다. 제3도의 도관(10)은 화살표(12)와(14)로 표시한 바와같이 탈수소 촉매를 함유하는 반응기 단계의 방향으로 유동(12)이 이루어지도록 한다.

<42> 유동(12)은 예를들면, 제1도에 표시된 바와같이 공급유동물(1) 또는(2), 조합된 유동반응물(3), 또는 부분적으로 전환된 유동반응물(4)와(5)를 나타낸다. 도관(10)은 유동(12)의 유동통로에 개방증기를 전달하고 고체 또는 액체를 보유할수 있는 용기(30)와 인접하여 이루어진다. 고체 또는 책체 상태의 알카리 금속 화합물을 필요에 따라 용기(30)내의 화살표로 표시한 바와같이, 공급구(32)를 통하여 용기(30)의 내부(34)에 공급하여 서서히 증발시켜서 통과 기류에 확산시킨다. 용기(36)하류의 유동(14)은 본발명에 따른 알카리 금속 화합물과 혼합되는 공급유동물 또는 유동반응물을 나타낸다.

<43> 본발명의 방법으로 실시하는데 유용한 알카리 금속 화합물은 알카리 금속 이온의 모든 비-할로겐 급원을 포함한다. 본발명과 연과하여 사용된, "알카리 금속"이란 용어는 제한없이 칼륨, 나트륨, 칼륨 및 기타 리비듐과 세슘과 같은, 주기율표 IA금속의 비공통 원소를 포함하는 것을 의미한다. 비용을 고려할 때, 통상 칼륨 또는 나트륨 화합물을 선택한다. 그러나, 몇가지 용도에 있어 주기율표 IIA족 금속(예를들면, 마그네슘, 칼슘 등)의 원소도 이용할 수 있다. 적당한 알카리 금속 화합물의 선택한 정기 실험으로 이루어진다. 에틸벤젠을 스티렌으로 탈수소함에 있어서, 바람직한 알카리 금속 화합물에는 칼륨화합물, 특히 산화칼륨, 수산화 칼륨과 탄산 칼륨에서 선택한 하나 또는 그이상의 화합물이 있다. 또한 둘 또는 그이상의 알카리 금속 화합물의 혼합물을 사용하는 것도 본발명의 범위에 들어간다. 염화물과 같은, 할로겐 이온은 통상탈수소 촉매를 악화시키기 때문에, 염화 칼륨과 같은 알카리 금속 화합물은 일반적으로 피해야한다.

<44> 본 발명에 따라서 공급 유동물 또는 유동반응물에 첨가되는 알카리 금속 화합물의 양은, 촉매, 알킬방향족 탄화수소, 반응 조건과 알카리 금속 화합물 그자체에 따라서 변할 수 있다. 고도의 전환과 선택성을 유지하는데 충분한 유동반응물에 알카리 금속 화합물을 첨가하는 유효량 또는 유효율을 정기 실험으로 측정하여 시스템성능을 최적과 할 수 있다. 일반적으로 알카리 금속 화합물의 대표적인 시간범위에서 평균하여 유동반응물 백만부당 약 0.01~100중량부, 바람직하기로는 약0.10~10중량부의 알카리 금속 화합물로 이루어진다. 여기서 사용된 대표적인 시간 범위는 알카리 금속 화합물을 더이상 첨가하지 않고 고도의 전환과 선택성을 유지하는 기간을 뜻한다. 또한 최적의 시스템 성능을 복원하거나 유지하기 위하여 시간이상으로 반응 유도에서 알카리 금속 화합물의 양을 변화시키는 것도 본발명의 범위에 들어간다.

<45> 알카리 금속 화합물은 연속적으로 또는 불연속적으로 불연속적이면, 규칙적 또는 불규칙적 간격으로 반응물 유동에 가할수 있다. 알카리 금속 화합물을 연속적으로 또는 불연속적으로 첨가하는지 여부에 있어 첨가되는 양과, 불연속적 첨가의 경우에는, 선택되는 간격은 원하는 고도의 전환과 선택성을 복원하거나 유지하는데 충분한 유효량의 첨가가 보증되도록 해야한다.

<46> 일반적으로 이와같은 양은 대표적인 시간범위에서 평균하여 유동반응물 백만부당 약0.01~100중량부로 이루어진다.

<47> 반응물 유동에 알카리 금속 화합물의 첨가는 여러가지 방법으로 성취할 수 있다. 이와같은 하나의 첨가방법은 건조, 고체, 분말형태의 알카리 금속 화합물을 유동반응물에 첨가하는 것이다. 또한 고체, 액체 또는 용액 형태의 알카리 금속 화합물을 함유하는 용기 또는 고체 덩어리를 제3도에 예시된 바와같이, 가열된 반응물 유동 통로에 놓아서 통과기류로 서서히 증발시킬수 있다. 다른 특히 바람직한 첨가 방법은 예를들은 제2도에서 상술한 바와같이 수용액 형태의 알카리 금속화합물을 유동반응물에 첨가하는 것이다. 제1도에서 서술한 바와같이, 취급이 용이하고 공정을 자동화하는 능력이 있기때문에, 수용액 형태로 알카리 금속 화합물의 첨가는 본 발명을 바람직한 상업적 용도로 가능하게 한다. 또 다른 첨가 방법은 액체 형태의 알카리 금속 화합물을 유동반응물에 분사하는 것이다. 더욱 다른 첨가 방법은 알카리 금속 화합물을 미리 증발시켜서 증기를 유동반응물에 분사하는 것이다.

<48> 본발명의 방법은 다음 실시예와 시험 데이타를 참고하면 더 잘 이해될 것이며, 이는 단지 예시할 뿐이며 본 발명의 범위 또는 실시를 한정하는 것은 아니다.

<49> 실시예 1

<50> 12대 1의 몰비와 825그람/시간의 속도로 증기와 에틸벤젠을 1인치 스케줄 40스테인레스강 파이프로 구성된 반응기에 주입하고 8-구역 전기오븐에서 가열한다. 유나이티드 카탐리스트스 인코포레이티스에 의하여 제조되고 G-84C로 표시되는 전체 390 그람의 촉매를 네섹션의 반응기에 충전한다. 반응기를 촉매지역들 사이에서와 제4지역 아래의 제일 촉매지역의 최상부에 비활성 알루미나 볼로 채운다. 반응 혼합물을 250℃의 온도에서 반응기에 넣고 이것이 제일 촉매섹션에 들어갔을때 598℃로 예열한다. 제사 촉매 섹션의 평균 온도를 594℃의 1℃내로 유지한다. 반응기 출구는 대기압에서 유지한다. 촉매의 탈활성화는 하기 표1에 표시한 바와같이 854와 1298 시간의 유동시간 사이에서 관찰한다. 스틸렌 선택성은 이기간동안 에틸벤젠 전환의 쇠퇴로 인하여 약간 증가한다. 1310시간에서, 시험 단위를 중단하고 5.4그람의 ACS급 KOH로 충전된 스테인레스강 용기를 알루미나의 최상부에 놓는다. 반응기를 재출발시킨후 소량의 KOH를 계속적으로 증발시키고 반응기 공급 유동물에 의하여 촉매와 접촉시킨다. 용기의 온도를 조절하여 KOH증기압이 전체 공급물증 약5PPm(중량)으로 균형을 이루도록한다. 촉매의 활성과 선택성이 1310과 1500시간 사이에서 연속적으로 개량됨을 알수 있다. KOH첨가전에 보다 전환에서 약2.3퍼센트 더 높은 점에서와 스티렌 선택성에 약0.3퍼센트 더 높은 점에서와 스티렌 선택성에 약 0.3퍼센트 더 높은 점에서 촉매 활성의 안정을 유지한 다음, 1642시간에 KOH첨가한 에틸벤젠 전환은 KOH의 주입전과 동일한 비율도 탈활성화된 촉매를 갖는 동일한 유동시간에 있는것보다 4.4퍼센트 더 높은 점에 있다. KOH첨가한 스티렌 선택성은 비교할 수 있는 에틸벤젠전환(예를들어, 854시간에서)에서 데이타와 비교할때 KOH가 없는 것보다 0.4퍼센트 더 높은 점에 있다.

<51> 표 1

유동 시간(시)	854	874	1283	1298	1476	1506	1535	1563	1620	1642
KOH (ppm)	0	0	0	0	5	5	5	5	5	5
전체전환 (몰%)	61.7	61.7	59.3	59.2	60.9	61.5	61.4	61.5	61.5	61.6
전체 선택성 (몰%)	96.6	96.7	96.9	96.7	96.9	97.0	97.0	97.0	97.1	97.1

<53> 실시예 2

<54> 실시예1에서 서술한 것과 유사하게 구성되고 충전된 제어반응기에 최상부 지역에서 32.5그람의 G-84C촉매를 충전한다. 594와 612℃사이의 평균온도 9와 12사이의 증기 대 에틸벤젠 비율에서 0과 3341시간사이의 14.7 Psia의 출구 압력하에 반응기를 조작한다. 조작하는 동안 에틸벤젠 공급율은 실시예1에서와 동일하게 유지한다. 하기 표2에 표시한 바와같이, 최상부지역 촉매의 탈활성화를 1722과 1888시간사이에서 관찰하고, 지역을 597℃의 1℃내에서 유지한다. 증기 대 에틸벤젠 비율은 12몰이다. 3341시간에 유니트를 중단하고 반응을 중단하지 않고 더 늦게 KOH를 충전하는 과열기를 반응기 입구의 상류에 장치한다. 유니트를 재출발시킨후, 최상부 지역 촉매를 계속하여 탈활성화하고 이를 622℃의 1℃내에서 유지한다. (표2) 증기 대 에틸벤젠 비율은 9이고 반응기 출구 압력은 14.7 Psis이다. 348시간에 반응을 중단시키지 않고, 7.0그람의 ACS급 KOH를 과열기에 충전한다. 과열기 온도를 조절하여 소량의 KOH를 계속하여 증발시켜서 반응 혼합물을 촉매와 접촉시킨다. 이와같은 온도에서 KOH의 증기압은 전체 공급물의 약 9PPm(중량)으로 평형을 이룬다. 최상부 지역에서 에틸벤젠 전환은 103시간에서 5.1%내지 12.3%로 신속하게 개량되고, 반면에 지역에 622℃의 1℃로 유지하면 176시간에서 12.9%로 서서히 증가하고 630시간동안 이와같은 높은 수준을 유지한다. 이 실시예는 공급 유동물에 즉시 노출시킨 촉매가 탈활성화에 가장 민감하고 본 발명의 방법에서 가장 큰 이익을 받는것을 예시한 것이다.

<55> 표 2

유동 시간(시)	1722	1800	1888	3347	3418	3473	3504	3584	3760	4132	4390
KOH (ppm)	0	0	0	0	0	0	9	9	9	9	9
최상부지역 전화 (몰%)	9.4	8.9	8.3	6.0	5.6	5.1	6.9	12.3	12.9	12.8	12.9

<57> 실시예 3

<58> 과열기에서 KOH가 고갈될때까지 실시예2에 기술된 반응기를 조작한다. 출구 압력과 증기-대-에틸벤젠 비율을 각각 6Psia와 8:1몰로 조정한다. 최상부 지역 온도를 622℃의 1℃내로 유지한다. 최상부 지역 촉매의 노화를 4731와 5022시간 사이에서 관찰하고 스티렌 선택성은 퇴화했다. 5022시간에 1.90그람의 KOH를 부가적으로 과열기에 충전하고 과열기 온도를 조절하여 KOH증기압을 전체 공급물의 약 2PPm(중량)으로 평형을 이루게한다. 하기 표3에 표시된 바와 같이, 최상부 지역 전환은 24시간에 9.2% 내지 11.4%이었고, 이때 연장된 기간 동안 약11.0%로 안정화하고, 반면에 최상부 지역 스티렌 선택성은 94.8 내지 96.8%에서 개량되었다.

<59> 표 3

유동시간 (시)	4731	4925	5022	5026	5034	5046	5062	5114	5159	5204
KOH (ppm)	0	0	0	2	2	2	2	2	2	2
최상부 지역 전환 (몰%)	11.0	9.6	9.2	10.1	11 1	11.4	11.0	11.1	11.1	11.0
최상부지역 선택성 (몰%)	95.0	94.8	94.8	94.5	95.1	96.4	96 7	96.9	96.8	96.7

<61> 실시예 4

<62> 실시예 3에서, 제4촉매의 평균온도는 613℃의 1℃내에서 유지했다. 반응기 출구 압력은 6psia이고, 증기-대-에틸벤젠 비율은 8:1몰이다. 전체 전화은 KOH의 제이 배취를 충전하기전에 4728과 5019시간 사이에 70.4%에서 69.3로 감소했다. 전체 스티렌 선택성은 96.9%에서 안정성을 갖는다. KOH를 5022시간에 과열기에 충전한후 전체 전환은 이일동안 69.3%로 감소했다. 전체 스티렌 선택성은 96.9%에서 안정성을 갖는다. KOH를 5022시간에 과열기에 충전한후, 전체 전환은 이일동안 69.3%에서 70.4%로 증가했고, 따라서 높은 수준이상으로 유지되었다. 스티렌 선택성은 이기간에 96.9%에서 안정성을 유지했으며 즉 동일한 선택성을 더 높은 전환에서 관찰했다.

<63>

표 4

유동시간 (시)	4728	4860	4932	5019	5031	5047	5071	5121	5168	5211
KOH (ppm)	0	0	0	0	2	2	2	2	2	2
전체전환 (몰%)		70.1	69.7	69.3	69.8	70.2	70.4	70.4	70.5	70.5
전체선택성 (몰%)		96.9	96.9	96.9	96.8	96.9	96.9	96.9	96.9	97.0

<65> 전술한 실시예들은 본 발명의 방법이 스티렌에 대한 선택성을 동시에 유지하거나 개량하면서, 부분적으로 탈활성화된 촉매의 활성을 복원하는데와 높은 수준으로 에틸벤젠을 스티렌으로의 전환을 안정화하는데 효과적이다.

<66> 여기에 포함된 본발명의 범위내에서 상술한 장치와 방법에 변경할 수 있으므로, 상기 설명에 함유되어 있는 모든것은 예시적으로 설명한 것이고 범위의 제한을 의미한는 것은 아니다.

(57) 청구의 범위

청구항 1

탈수소 촉매를 함유하는 반응기에 알킬 방향족 탄화수소와 증기를 주입하여 알킬 방향족 탄화수소를 알켄일 방향족 탄화수소로 촉매로 변화시키는 방법에 있어서,

(a) 상기 알킬 방향족 탄화수소, 증기와, 반응기에 주입된 전체 알킬 방향족 탄화수소와 증기의 중량에 비하여 약 0.01~100 중량 ppm의 알카리 금속 화합물을 계속 첨가한 것과 같은 유효량의 알카리 금속 화합물로 이루어지는 혼합된 유동 반응물을 형성하는 단계;

(b) 3~45일의 최초 촉매처리 기간 이상 동안 상기 촉매 전환을 계속하면서 알카리 금속으로 활성화 되는 산화철 촉매로 구성된 탈수소 촉매와 상기 혼합된 유동 반응물을 접촉시키고, 상기 알카리 금속 화합물의 유효량을 상기 촉매처리 기간 이상 실제적으로 일정한 수준의 알킬 방향족 탄화수소의 전환과 알켄일 방향족 탄화수소의 선택성을 유지하는데 충분한 양으로 하는 단계로 이루어지는 상기 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서, 상기 알킬 방향족 탄화수소가 에틸벤젠이고, 상기 알켄일 방향족 탄화수소가 스티렌임을 특징으로 하는 상기 방법.

청구항 3

제 1 항에 있어서, 상기 알카리 금속 화합물이 칼륨 또는 나트륨 화합물임을 특징으로 하는 상기 방법.

청구항 4

제 3 항에 있어서, 상기 나트륨 또는 칼륨 화합물을 수산화나트륨, 수산화칼륨, 산화나트륨, 산화칼륨, 탄산나트륨, 탄산칼륨 또는 이들의 혼합물에서 선택함을 특징으로 하는 상기 방법.

청구항 5

제 1 항 내지 제 4 항중 어느 한 항에 있어서, 상기 알카리 금속 화합물을 건조, 고체, 분말형태로 첨가함을 특징으로 하는 상기 방법.

청구항 6

제 1 항 내지 제 4 항중 어느 한 항에 있어서, 고체 또는 액체상태의 상기 알카리 금속 화합물을 상기 반응기의 공급 유동물의 유동통로에 놓음을 특징으로 하는 상기 방법.

청구항 7

제 1 항 내지 제 4 항중 어느 한 항에 있어서, 상기 알카리 금속 화합물을 수용액 형태로 첨가함을 특징으로 하는 상기 방법.

청구항 8

제 1 항 내지 제 4 항중 어느 한 항에 있어서, 상기 알카리 금속 화합물을 증기로 첨가함을 특징으로 하는 상기 방법.

청구항 9

제 1 항 내지 제 4 항중 어느 한 항에 있어서, 상기 알카리 금속 화합물을 액체로 첨가함을 특징으로 하는 상기 방법.

청구항 10

제 1 항 내지 제 4항중 어느 한 항에 있어서, 상기 혼합된 유동물과 탈수소 촉매 사이의 접촉을 실제적으로 일정한 반응온도에서 행함을 특징으로 하는 상기 방법.

청구항 11

제 1 항 내지 제 4항중 어느 한 항에 있어서, 반응온도를 주기적으로 증가시키는 단계를 더 포함하는 상기 방법.

청구항 12

제 1 항 내지 제 4 항중 어느 한 항에 있어서, 상기 촉매가 40～80%의 Fe_2O_3와 5～30%의 K_2O로 이루어짐을 특징으로 하는 상기 방법.

청구항 13

제 1항 내지 제 4항중 어느 한 항에 있어서, 알카리 금속 화합물을 증기로 이루어지는 제일 공급 유동물에 가하여 증기와 알카리 금속 화합물의 제이 공급 유동물을 형성시키고, 제이 공급 유동물을 상기 알킬 방향족 탄화수소로 이루어지는 제 3 공급 유동물과 조합하여 상기 혼합된 유동 반응물을 형성시킴을 특징으로 하는 상기 방법.

청구항 14

제 1 항 내지 제 4 항중 어느 한 항에 있어서, 알카리 금속 화합물을 상기 알킬 방향족 탄화수소로 이루어지는 제일 공급 유동물에 가하여 알킬 방향족 탄화 수소와 알카리 금속 화합물의 제이 공급 유동물을 형성시키고, 제이 공급 유동물을 증기로 이루어지는 제 3 공급 유동물과 조합하여 상기 혼합된 유동 반응물을 형성시킴을 특징으로 하는 상기 방법.

청구항 15

제 1 항 내지 제 4 항중 어느 한 항에 있어서, 상기 알카리 금속 화합물을 상기 알킬 방향족 탄화수소와 증기로 이루어지는 공급 유동물에 가하여 혼합된 유동 반응물을 형성시킴을 특징으로 하는 상기 방법.

청구항 16

제 1 항 내지 제 4항중 어느 한 항에 있어서, 알킬 방향족 탄화수소, 증기와 탈수소 생성물로 이루어지는 상류 반응기에서 나온 유동 유출액에 상기 알카리 금속 화합물을 가하여 혼합된 유동 반응물을 형성시키고, 이 혼합된 유동 반응물을 하류 반응기에서 상기 탈수소 촉매와 접촉시킴을 특징으로 하는 상기 방법.

청구항 17

알켄일 방향족 탄화수소를 얻기 위하여, 촉매를 함유하는 반응기에서 알킬 방향족 탄화수소의 촉매 탈수소에 사용되고, 알카리 금속으로 활성화 되는 산화철 촉매로 이루어지는 탈수소 촉매의 활성을 재생하고, 안정화 하는 방법에 있어서, 실제로 일정한 수준의 촉매 전환과 선택성을 유지하는데 충분한 유효량의 알카리 금속 화합물을 상기 알킬 방향족 탄화수소를 함유하는 공급 유동물에 가하여 혼합된 유동 반응물을 형성시키는 단계와 3～45일의 최초 촉매처리 기간 이상 동안 상기 촉매 전환을 계속하면서 상기 반응기에 상기 유동 혼합물을 주입하는 단계도 이루어지는 상기 방법.

청구항 18

제 17 항에 있어서, 촉매가 40～80%의 Fe_2O_3와 5～30%의 K_2O로 이루어짐을 특징으로 하는 상기 방법.

청구항 19

제 17 항에 있어서, 상기 알카리 금속 화합물을 상기 공급 유동물에 연속적으로 첨가함을 특징으로 하는 상기 방법.

청구항 20

제 17 항에 있어서, 상기 알카리 금속 화합물을 상기 공급 유동물에 불연속적으로 첨가함을 특징으로 하는 상기 방법.

청구항 21

제 17 항 내지 제 20 항중 어느 한 항에 있어서, 알카리 금속 화합물의 유효량이 전체 혼합된 유동 반응물의 중량에 대하여 0.01～100 중량 ppm의 알카리 금속 화합물을 연속적으로 첨가하는 것과 같음을 특징으로 하는 상기 방법.

청구항 22

제 17 항 내지 제 20 항중 어느 한 항에 있어서, 상기 알킬 방향족 탄화수소가 에틸벤젠이고, 알켄일 방향족 탄화수소가 스티렌임을 특징으로 하는 상기 방법.

청구항 23

제 17 항 내지 제 20 항중 어느 한 항에 있어서, 알카리 금속 화합물의 유효량이 최초 촉매처리 기간 끝에 설정된 것과 실제로 동일한 전환과 선택성의 수준을 유지하는데 충분한 것임을 특징으로 하는 상기 방법.

청구항 24

제 17 항 내지 제 20 항중 어느 한 항에 있어서, 상기 알카리 금속 화합물이 칼륨 또는 나트륨 화합물인 상기 방법.

청구항 25

제 24 항에 있어서, 상기 나트륨 또는 칼륨 화합물을 수산화나트륨, 수산화 칼륨, 산화나트륨, 산화칼륨, 탄산나트륨, 탄산칼륨과 이들의 혼합물에서 선택함을 특징으로 하는 상기 방법.

청구항 26

제 17 항 내지 제 20 항중 어느 한 항에 있어서, 상기 알카리 금속 화합물이 건조, 고체형태로 첨가함을 특징으로 하는 상기 방법.

청구항 27

제 17 항 내지 제 20 항중 어느 한 항에 있어서, 고체 또는 액체상태의 상기 알카리 금속 화합물을 상기 공급 유동물의 유동통로에 놓음을 특징으로 하는 상기 방법.

청구항 28

제 17 항 내지 제 20 항중 어느 한 항에 있어서, 상기 알카리 금속 화합물을 수용액 형태로 첨가함을 특징으로 하는 상기 방법.

청구항 29

제 17 항 내지 제 20 항중 어느 한 항에 있어서, 상기 알카리 금속 화합물을 증기로 첨가함을 특징으로 하는 상기 방법.

청구항 30

제 17 항 내지 제 20 항중 어느 한 항에 있어서, 상기 알카리 금속 화합물을 액체로 첨가함을 특징으로 하는 상기 방법.

청구항 31

제 17 항 내지 제 20 항중 어느 한 항에 있어서, 상기 촉매 탈수소를 실제로 일정한 반응온도에서 행함을 특징으로 하는 상기 방법.

청구항 32

제 17 항 내지 제 20 항중 어느 한 항에 있어서, 반응온도를 주기적으로 증가시키는 단계를 더 함유하는 상기 방법.

청구항 33

입구 및 출구수단을 갖고 알카리 금속으로 활성화 되는 산화철 촉매로 구성되는 탈수소 촉매로 충전된 최소한 하나의 반응실; 알킬 방향족 탄화수소, 증기와 실제로 일정한 수준의 촉매 전환과 선택성을 유지하는데 충분한 유효량의 알카리 금속 화합물로 구성되는 혼합된 유동 반응물을 상기 반응실의 입구로 유도하는 도관수단; 전환반응을 중단하지 않고 상기 전환과 선택성 수준을 실제로 유지하는데 필요되는 상기 혼합된 유동 반응물에 알카리 금속 화합물을 첨가하는 알카리 금속 화합물 공급수단을 조합하여 이루어지는 알킬 방향족 탄화수소를 알켄일 방향족 탄화수소로 변환시키는 장치.

청구항 34

제 33 항에 있어서, 상기 반응실의 출구에서 출구 유동물의 화학 조성을 감시하는 감시수단을 부가적으로 함유하는 상기 장치.

청구항 35

제 33 항에 있어서, 상기 전환 또는 선택성 수준이 예정된 양에 의하여 감소됨을 나타내는 상기 감시수단에서 나온 신호를 수용하여 상기 알카리 금속 화합물 공급수단을 활성화 하는 상기 알카리 금속 화합물 공급수단과 상기 감시 수단에 결합되는 활성화 수단을 부가적으로 함유하는 상기 장치.

청구항 36

제 33 항 내지 제 35 항중 어느 한항에 있어서, 상기 알카리 금속 화합물 공급수단을 수동적으로 활성화 시킴을 특징으로 하는 상기 수단.

청구항 37

제 33 항 내지 제 35 항중 어느 한 항에 있어서, 상기 촉매의 활성수준이 예정된 수준 이하로 떨어질 때 상기 알카리 금속 화합물 공급수단이 자동적으로 활동함을 특징으로 하는 상기 장치.

청구항 38

제 33 항 내지 제 35 항중 어느 한 항에 있어서, 상기 촉매가 약 40~80%의 Fe_2O_3와 약 5~30%의 K_2O로 이루어짐을 특징으로 하는 상기 장치.

청구항 39

제 33 항 내지 제 35 항중 어느 한 항에 있어서, 다수의 연속 반응실과 이 각 반응실과 연결된 감시수단으로 이루어지는 상기 장치.

청구항 40

제 39 항에 있어서, 각 반응실과 연결된 알카리 금속 화합물 공급수단과, 상기 전환 또는 선택성 수준이 예정된 양에 의하여 감소되는 것을 나타내는 연관된 감시수단에서 나온 신호를 수용하여 연관된 알카리 금속 화합물 공급수단을 활성화하는 상기 각 알카리 금속 화합물 공급수단과 상기 각 감시수단에 각각 결합된 활성화 수단을 부가적으로 포함하는 상기 장치.

요약

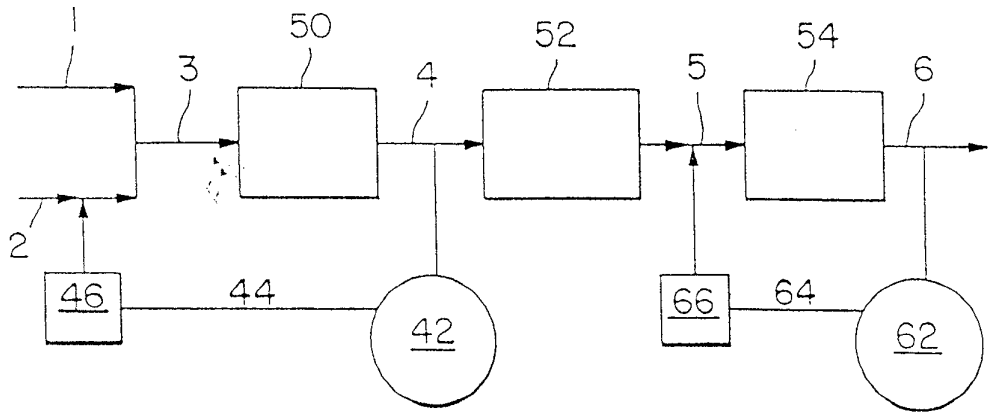
알킬방향족 탄화수소를 탈수소하는데 사용된 촉매를 재생하거나 안정화하는 방법과 관련 장치를 개시한다. 알킬방향족 탄화수소(1)과 증기(2)가 조합하여 공급유동물(3)을 형성하여 반응기(50)로 통과한다. 유동생성물(4)을 가열기(52)에서 재가열하여 손실된 열을 복원하고 부분적으로 변환된 유동 반응물(5)로 제이 반응기(54)로 통과시키고 탈수소 생성물을 함유하는 유동물(6)로 출발한다. 촉매의 복원과/또는 안정화는 각 공급수단(46과 66)을 통하여 공급유동물(2)와 또는 유동 생성물(5)에 공급되는 알카리 금속 화합물에 의하여 성취된다. 반응기(들)에 들어온 알카리 금속 화합물에 양은 신호로 활성화하는 수단(44와 64)에 의하여 감시된다. 이러한 방법과 장치는 탈수소 반응을 중단하지 않고 촉매의 복원과/또는 안정화를 이룬다.

대표도

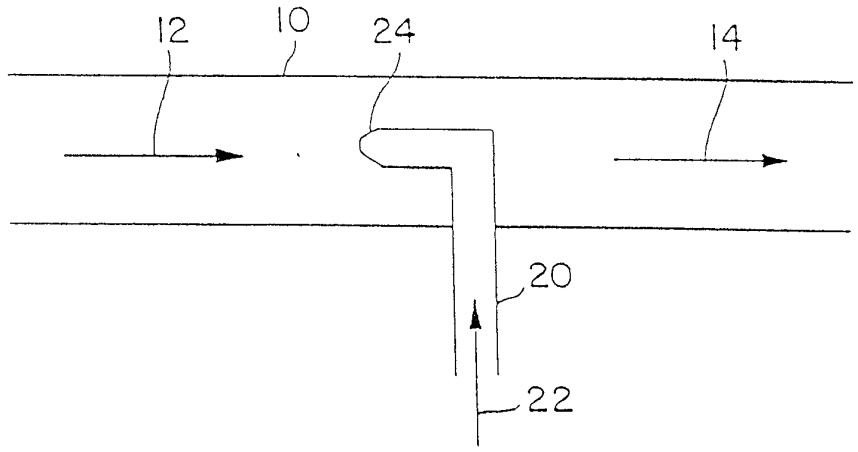
도1

도면

도면1



도면2



도면3

