



(19)대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(51) Int. Cl.

C07C 1/26 (2006.01)

C07C 29/124 (2006.01)

C07C 41/01 (2006.01)

(11) 공개번호 10-2007-0055502

(43) 공개일자 2007년05월30일

(21) 출원번호 10-2007-7003851

(22) 출원일자 2007년02월16일

심사청구일자 2007년02월16일

번역문 제출일자 2007년02월16일

(86) 국제출원번호 PCT/US2005/002829

(87) 국제공개번호 WO 2006/019399

국제출원일자 2005년02월02일

국제공개일자 2006년02월23일

(30) 우선권주장 10/894,165 2004년07월19일 미국(US)

(71) 출원인 지알티, 인코포레이티드
미국 93111-2920 캘리포니아주 산타 바바라 워드 드라이브 861

(72) 발명자 그로소 필립
미국 95602 캘리포니아주 오번 스퀘렐 크리크 플레이스 1201
셔먼 제프리 에이치.
미국 32958 플로리다주 세바스찬 사우스 웹브로우 드라이브 301비
맥팔랜드 에릭 더블유.
미국 93111 캘리포니아주 산타 바바라 포인세티아 웨이 820

(74) 대리인 유미특허법인

전체 청구항 수 : 총 37 항

(54) 존 반응기

(57) 요약

알칸을 그에 대응하는 알코올, 에테르, 올레핀 및 기타 탄화수소로 변환하는 방법에 있어서, 용기는 제1, 제2 및 제3 존으로 구획된, 중공의 분할되지 않은 내부를 포함한다. 본 발명의 제1 실시예에서, 산소는 제1 존에서 금속 할로겐화물과 반응하여 기상 할라이드를 제공하고, 할라이드는 제2 존에서 알칸과 반응하여 할로겐화알킬을 형성하고, 할로겐화알킬은 제3 존에서 금속 산화물과 반응하여 원래의 알칸에 대응하는 탄화수소를 형성한다. 금속 할로겐화물은 용기를 통해 제3 존으로부터 제1 존으로 이송되고, 금속 산화물은 제1 존으로부터 제3 존으로 재순환된다. 본 발명의 제2 실시예는, 금속 산화물이 용기를 통해 제1 존으로부터 제3 존으로 이송되고, 금속 할로겐화물이 제3 존으로부터 제1 존으로 재순환되는 점에서 제1 실시예와 상이하다. 본 발명의 제3 실시예에서, 용기를 통과하는 가스의 흐름은 반전되어, 금속 산화물이 금속 할로겐화물로 복귀되고, 금속 할로겐화물은 금속 산화물로 복귀되도록 변환된다.

대표도

도 1

특허청구의 범위

청구항 1.

알칸을 그에 대응하는 탄화수소로 변환시키는 방법으로서,

제1 존, 제2 존 및 제3 존으로 구획된, 중공의(hollow) 분할되지 않은(unsegregated) 내부를 가진 용기를 제공하는 단계;

상기 용기의 제1 존에서 금속 할로겐화물과 산소를 반응시켜 금속 산화물과 할라이드(halide)를 형성하는 단계;

상기 제1 존에서 얻어진 할라이드를 상기 용기의 제2 존에서 알칸과 반응시켜 할로겐화알킬을 형성하는 단계;

상기 제2 존에서 얻어진 할로겐화알킬을 상기 용기의 제3 존에서 금속 산화물과 반응시켜, 할로겐화알킬 반응물에 대응하는 1종 이상의 반응 생성물(product) 및 금속 할로겐화물을 형성하는 단계;

상기 금속 할로겐화물을 상기 용기의 제3 존으로부터 상기 제1 존으로 이송하는 단계; 및

금속 산화물을 상기 용기의 제1 존으로부터 상기 제3 존으로 순환시키는 단계

를 포함하는, 알칸의 변환 방법.

청구항 2.

알칸을 그에 대응하는 탄화수소로 변환시키는 방법으로서,

제1 존, 제2 존 및 제3 존으로 구획된, 중공의 분할되지 않은 내부를 가진 용기를 제공하는 단계;

상기 용기의 제1 존에서 금속 할로겐화물과 산소를 반응시켜 금속 산화물과 할라이드를 형성하는 단계;

상기 제1 존에서 얻어진 할라이드를 상기 용기의 제2 존에서 알칸과 반응시켜 할로겐화알킬을 형성하는 단계;

상기 제2 존에서 얻어진 할로겐화알킬을 상기 용기의 제3 존에서 금속 산화물과 반응시켜, 할로겐화알킬 반응물에 대응하는 1종 이상의 반응 생성물 및 금속 할로겐화물을 형성하는 단계;

상기 금속 산화물을 상기 용기의 제1 존으로부터 상기 용기를 통해 상기 제3 존으로 이송하는 단계; 및

금속 할로겐화물을 상기 용기의 제3 존으로부터 상기 제1 존으로 순환시키는 단계

를 포함하는, 알칸의 변환 방법.

청구항 3.

알칸을 그에 대응하는 탄화수소로 변환시키는 방법으로서,

제1 존, 제2 존 및 제3 존으로 구획된, 중공의 분할되지 않은 내부를 가진 용기를 제공하는 단계;

초기에, 상기 용기의 제1 존에서 금속 할로겐화물과 산소를 반응시켜 금속 산화물과 할라이드를 형성하는 단계;

상기 제1 존에서 얻어진 할라이드를 상기 용기의 제2 존에서 알칸과 반응시켜 할로겐화알킬을 형성하는 단계;

상기 제2 존에서 얻어진 할로겐화알킬을 상기 용기의 제3 존에서 금속 산화물과 반응시켜, 할로겐화알킬 반응물에 대응하는 1종 이상의 반응 생성물 및 금속 할로겐화물을 형성하는 단계;

상기 용기 내의 가스의 흐름을 반전시키는 단계;

금속 할로겐화물과 산소를 상기 용기의 제3 존에서 반응시켜 금속 산화물과 할라이드를 형성하는 단계;

상기 제3 존에서 얻어진 할라이드를 상기 용기의 제2 존에서 알칸과 반응시켜 할로겐화알킬을 형성하는 단계; 및

상기 제2 존에서 얻어진 할로겐화알킬을 상기 용기의 제1 존에서 금속 산화물과 반응시켜 브롬화알킬 반응물에 대응하는 반응 생성물 및 금속 브롬화물을 형성하는 단계

를 포함하는, 알칸의 변환 방법.

청구항 4.

알칸을 그에 대응하는 탄화수소로 변환시키는 방법으로서,

a. 제1 단부 및 제2 단부를 가진 구멍이 없는(imperforate) 챔버로서, 상기 제1 단부에 위치한 제1 반응물 수용 존, 상기 제2 단부에 위치한 제2 반응물 수용 존, 및 상기 제1 반응물 수용 존과 상기 제2 반응물 수용 존 사이에 위치하고 중앙에 형성된 반응 존을 포함하는 챔버를 제공하는 단계;

b. 소정량의 금속 할로겐화물을 제공하는 단계;

c. 상기 소정량의 금속 할로겐화물을 상기 챔버의 제1 반응물 수용 존에 위치시키는 단계;

d. 소정량의 금속 산화물을 제공하는 단계;

e. 상기 소정량의 금속 산화물을 상기 챔버의 제2 반응물 수용 존에 위치시키는 단계;

f. 산화성 가스를 제공하는 단계;

g. 상기 산화성 가스를 상기 금속 할로겐화물과 반응시킴으로써, 기상(氣相) 할라이드 및 금속 산화물을 생성하는 단계;

h. 소정량의 알칸을 제공하는 단계;

i. 상기 알칸을 상기 챔버의 반응 존 내에 도입하는 단계;

j. 상기 알칸을 상기 단계 g에서 생성된 기상 할라이드와 상기 반응 존에서 반응시킴으로써, 할로겐화알킬을 생성하는 단계;

k. 상기 단계 j에서 생성된 할로겐화알킬을 상기 금속 산화물과 반응시킴으로써, 비-알칸(non-alkane) 탄화수소 및 금속 할로겐화물을 생성하는 단계; 및

l. 상기 단계 k에서 생성된 비-알칸 탄화수소를 상기 챔버로부터 회수하는 단계

를 포함하는, 알칸의 변환 방법.

청구항 5.

제4항에 있어서,

상기 단계 b의 금속 할로겐화물을 포함하는 상기 할라이드는, 브롬, 염소 및 요오드로 이루어지는 군으로부터 선택되는 것을 특징으로 하는 알칸의 변환 방법.

청구항 6.

제4항에 있어서,

상기 단계 f의 산화성 가스는, 산소 및 공기로 이루어지는 군으로부터 선택되는 것을 특징으로 하는 알칸의 변환 방법.

청구항 7.

제4항에 있어서,

상기 단계 h의 알칸은, 메탄, 에탄, 프로판, 부탄 및 이소부탄으로 이루어지는 군으로부터 선택되는 것을 특징으로 하는 알칸의 변환 방법.

청구항 8.

제4항에 있어서,

상기 알칸을 제공하는 단계는, 2종 이상의 알칸의 혼합물을 제공함으로써 이루어지는 것을 특징으로 하는 알칸의 변환 방법.

청구항 9.

제4항에 있어서,

상기 단계 k에서 생성된 상기 금속 할로겐화물을 산화성 가스와 반응시킴으로써 기상 할라이드 및 금속 산화물을 생성하는 단계; 및

상기 단계 g에서 생성된 상기 금속 산화물을 할로젠화알킬과 반응시킴으로써 비-알칸 탄화수소 및 금속 할로겐화물을 생성하는 단계

를 추가로 포함하는 것을 특징으로 하는 알칸의 변환 방법.

청구항 10.

제4항에 있어서,

상기 제1 반응물 수용 준과 상기 반응 준 사이에 제1 촉매 수용 준을 제공하는 단계;

상기 반응 준과 상기 제2 반응물 수용 준 사이에 제2 촉매 수용 준을 제공하는 단계;

소정의 촉매를 제1 양 및 제2 양으로 제공하는 단계;

상기 촉매의 제1 양을 상기 제1 촉매 수용 존에 위치시키는 단계; 및

상기 촉매의 제2 양을 상기 제2 촉매 수용 존에 위치시키는 단계

를 추가로 포함하고,

상기 촉매는 상기 반응 존에서 생성된 할로젠화알킬 분자의 커플링(coupling)을 촉진시키는 것을 특징으로 하는 알칸의 변환 방법.

청구항 11.

알칸을 그에 대응하는 탄화수소로 변환시키는 방법으로서,

a. 제1 단부 및 제2 단부를 가진 구멍이 없는 챔버로서, 상기 제1 단부에 위치한 제1 반응물 수용 존, 상기 제2 단부에 위치한 제2 반응물 수용 존, 및 상기 제1 반응물 수용 존과 상기 제2 반응물 수용 존 사이에 위치하고 중앙에 형성된 반응 존을 포함하는 챔버를 제공하는 단계;

b. 소정량의 금속 할로젠화물을 제공하는 단계;

c. 상기 소정량의 금속 할로젠화물을 상기 챔버의 제1 반응물 수용 존에 위치시키는 단계;

d. 소정량의 금속 산화물을 제공하는 단계;

e. 상기 소정량의 금속 산화물을 상기 챔버의 제2 반응물 수용 존에 위치시키는 단계;

f. 소정의 촉매를 제1 양 및 제2 양으로 제공하는 단계;

g. 상기 촉매의 제1 양을 상기 제1 촉매 수용 존에 위치시키는 단계;

h. 상기 촉매의 제2 양을 상기 제2 촉매 수용 존에 위치시키는 단계

i. 산화성 가스를 제공하는 단계;

j. 상기 산화성 가스를 상기 금속 할로젠화물과 반응시킴으로써, 기상 할라이드 및 금속 산화물을 생성하는 단계;

k. 소정량의 알칸을 제공하는 단계;

l. 상기 알칸을 상기 챔버의 반응 존 내에 도입하는 단계;

m. 상기 알칸을 상기 단계 j에서 생성된 기상 할라이드와 상기 반응 존에서 반응시킴으로써, 할로젠화알킬을 생성하는 단계;

n. 상기 할로젠화알킬을 상기 제2 촉매 수용 존 내의 촉매와 접촉하도록 인도함으로써 할로젠화알킬 분자의 커플링을 촉진하는 단계;

o. 상기 단계 m에서 생성된 할로젠화알킬을 상기 금속 산화물과 반응시킴으로써, 비-알칸 탄화수소 및 금속 할로젠화물을 생성하는 단계; 및

p. 상기 단계 o에서 생성된 비-알칸 탄화수소를 상기 챔버로부터 회수하는 단계

를 포함하는, 알칸의 변환 방법.

청구항 12.

제11항에 있어서,

상기 단계 b의 금속 할로겐화물을 포함하는 상기 할라이드는, 브롬, 염소 및 요오드로 이루어지는 군으로부터 선택되는 것을 특징으로 하는 알칸의 변환 방법.

청구항 13.

제11항에 있어서,

상기 단계 f의 산화성 가스는, 산소 및 공기로 이루어지는 군으로부터 선택되는 것을 특징으로 하는 알칸의 변환 방법.

청구항 14.

제11항에 있어서,

상기 단계 h의 알칸은, 메탄, 에탄, 프로판, 부탄 및 이소부탄으로 이루어지는 군으로부터 선택되는 것을 특징으로 하는 알칸의 변환 방법.

청구항 15.

제11항에 있어서,

상기 알칸을 제공하는 단계는, 2종 이상의 알칸의 혼합물을 제공함으로써 이루어지는 것을 특징으로 하는 알칸의 변환 방법.

청구항 16.

제11항에 있어서,

상기 단계 k에서 생성된 상기 금속 할로겐화물을 산화성 가스와 반응시킴으로써 기상 할라이드 및 금속 산화물을 생성하는 단계; 및

상기 단계 g에서 생성된 상기 금속 산화물을 할로겐화알킬과 반응시킴으로써 비-알칸 탄화수소 및 금속 할로겐화물을 생성하는 단계

를 추가로 포함하는 것을 특징으로 하는 알칸의 변환 방법.

청구항 17.

제11항에 있어서,

상기 촉매가 소정의 제올라이트를 포함하는 것을 특징으로 하는 알칸의 변환 방법.

청구항 18.

알칸을 그에 대응하는 탄화수소로 변환시키는 방법으로서,

- a. 실질적으로 구멍이 없는 제1 및 제2 단부 섹션(end section), 및 천공된(perforated) 중앙 섹션을 가지고, 상기 제1 단부 섹션에 위치한 제1 반응물 수용 존, 상기 제2 단부 섹션에 위치한 제2 반응물 수용 존, 및 상기 천공된 중앙 섹션에 위치하고 중앙에 형성된 반응 존을 포함하는 챔버를 제공하는 단계;
- b. 소정량의 금속 할로겐화물을 제공하는 단계;
- c. 상기 소정량의 금속 할로겐화물을 상기 챔버의 제1 반응물 수용 존에 위치시키는 단계;
- d. 소정량의 금속 산화물을 제공하는 단계;
- e. 상기 소정량의 금속 산화물을 상기 챔버의 제2 반응물 수용 존에 위치시키는 단계;
- f. 산화성 가스를 제공하는 단계;
- g. 상기 산화성 가스를 상기 금속 할로겐화물과 반응시킴으로써, 기상 할라이드 및 금속 산화물을 생성하는 단계;
- h. 소정량의 알칸을 제공하는 단계;
- i. 상기 알칸을 상기 챔버의 중앙 섹션의 구멍을 통해 상기 반응 존 내에 도입하는 단계;
- j. 상기 알칸을 상기 단계 g에서 생성된 기상 할라이드와 상기 반응 존에서 반응시킴으로써, 할로겐화알킬을 생성하는 단계;
- k. 상기 단계 j에서 생성된 할로겐화알킬을 상기 금속 산화물과 반응시킴으로써, 비-알칸 탄화수소 및 금속 할로겐화물을 생성하는 단계; 및
- l. 상기 단계 k에서 생성된 비-알칸 탄화수소를 상기 챔버로부터 회수하는 단계

를 포함하는, 알칸의 변환 방법.

청구항 19.

제18항에 있어서,

상기 단계 b의 금속 할로겐화물을 포함하는 할라이드는, 브롬 및 염소로 이루어지는 군으로부터 선택되는 것을 특징으로 하는 알칸의 변환 방법.

청구항 20.

제18항에 있어서,

상기 단계 f의 산화성 가스는, 산소 및 공기로 이루어지는 군으로부터 선택되는 것을 특징으로 하는 알칸의 변환 방법.

청구항 21.

제18항에 있어서,

상기 단계 h의 알칸은, 메탄, 에탄, 프로판, 부탄 및 이소부탄으로 이루어지는 군으로부터 선택되는 것을 특징으로 하는 알칸의 변환 방법.

청구항 22.

제18항에 있어서,

상기 알칸을 제공하는 단계는, 2종 이상의 알칸의 혼합물을 제공함으로써 이루어지는 것을 특징으로 하는 알칸의 변환 방법.

청구항 23.

제18항에 있어서,

상기 단계 k에서 생성된 상기 금속 할로젠화물을 산화성 가스와 반응시킴으로써 기상 할라이드 및 금속 산화물을 생성하는 단계; 및

상기 단계 g에서 생성된 상기 금속 산화물을 할로젠화알킬과 반응시킴으로써 비-알칸 탄화수소 및 금속 할로젠화물을 생성하는 단계

를 추가로 포함하는 것을 특징으로 하는 알칸의 변환 방법.

청구항 24.

제18항에 있어서,

상기 제1 반응물 수용 존과 상기 반응 존 사이에 제1 촉매 수용 존을 제공하는 단계;

상기 반응 존과 상기 제2 반응물 수용 존 사이에 제2 촉매 수용 존을 제공하는 단계;

소정의 촉매를 제1 양 및 제2 양으로 제공하는 단계;

상기 촉매의 제1 양을 상기 제1 촉매 수용 존에 위치시키는 단계; 및

상기 촉매의 제2 양을 상기 제2 촉매 수용 존에 위치시키는 단계

를 추가로 포함하고,

상기 촉매는 상기 반응 존에서 생성된 할로젠화알킬의 커플링을 촉진하는 것을 특징으로 하는 알칸의 변환 방법.

청구항 25.

제18항에 있어서,

챔버를 둘러싸는 인클로저(enclosure)를 제공하는 단계, 및 상기 인클로저 내에 소정량의 알칸을 제공함으로써 알칸을 상기 인클로저로부터 상기 챔버의 구멍을 통해 상기 반응 존으로 유입하는 단계를 추가로 포함하는 것을 특징으로 하는 알칸의 변환 방법.

청구항 26.

알칸을 그에 대응하는 탄화수소로 변환시키는 방법으로서,

- a. 제1 단부 및 제2 단부를 가진 인클로저를 제공하는 단계;
- b. 상기 인클로저를 제1 존과 제2 존으로 분할하는 배플(baffle)을 상기 인클로저 내에 제공하는 단계;
- c. 열전달 유체를 제공하는 단계;
- d. 상기 열전달 유체로 상기 인클로저를 실질적으로 채우는 단계;
- e. 상기 인클로저의 하나의 단부에 반응 매니폴드(manifold)를 제공하는 단계;
- f. 상기 인클로저의 제2 단부에 산화성 가스 수용 매니폴드를 제공하는 단계;
- g. 상기 인클로저의 제2 단부에 생성물 수용 매니폴드를 제공하는 단계;
- h. 하나 이상의 구멍 없는 제1 튜브를 제공하는 단계;
- i. 상기 제1 튜브를 상기 산화성 가스 수용 매니폴드로부터 상기 인클로저의 제1 존을 통해 상기 반응 매니폴드까지 연속적으로 연장시키는 단계;
- j. 하나 이상의 구멍 없는 제2 튜브를 제공하는 단계;
- k. 상기 제2 튜브를 브롬화 매니폴드로부터 상기 인클로저의 제2 존을 통해 상기 생성물 수용 매니폴드까지 연속적으로 연장시키는 단계;
- l. 소정량의 금속 할로겐화물을 제공하는 단계;
- m. 상기 소정량의 금속 할로겐화물을 상기 제1 튜브에 위치시키는 단계;
- n. 소정량의 금속 산화물을 제공하는 단계;
- o. 상기 소정량의 금속 산화물을 상기 제2 튜브에 위치시키는 단계;
- p. 산화성 가스를 제공하는 단계;
- q. 상기 산화성 가스를, 상기 산화성 가스 수용 매니폴드에 도입한 다음 상기 산화성 가스 수용 매니폴드로부터 상기 제1 튜브에 도입하는 단계;
- r. 상기 산화성 가스를 상기 제1 튜브에서 상기 금속 할로겐화물과 반응시킴으로써 기상 할라이드 및 금속 산화물을 생성하는 단계;
- s. 소정량의 알칸을 제공하는 단계;
- t. 상기 알칸을 상기 반응 매니폴드에 도입하는 단계;
- u. 상기 알칸을, 상기 단계 r에서 생성된 기상 할라이드와 상기 반응 매니폴드에서 반응시킴으로써 할로겐화알킬을 생성하는 단계;

- v. 상기 단계 u에서 생성된 할로젠화알킬을 상기 제2 튜브에 도입하는 단계;
- w. 상기 단계 u에서 생성된 할로젠화알킬을 상기 금속 산화물과 상기 제2 튜브에서 반응시킴으로써 비-알칸 탄화수소 및 금속 할로젠화물을 생성하는 단계;
- x. 상기 단계 w에서 생성된 비-알칸 탄화수소를 상기 생성물 수용 매니폴드에 도입하는 단계; 및
- y. 상기 단계 w에서 생성된 비-알칸 탄화수소를 상기 생성물 수용 매니폴드로부터 회수하는 단계를 포함하는, 알칸의 변환 방법.

청구항 27.

제26항에 있어서,

상기 단계 1의 금속 할로젠화물을 포함하는 상기 할라이드는, 브롬 및 염소로 이루어지는 군으로부터 선택되는 것을 특징으로 하는 알칸의 변환 방법.

청구항 28.

제26항에 있어서,

상기 단계 n의 산화성 가스는, 산소 및 공기로 이루어지는 군으로부터 선택되는 것을 특징으로 하는 알칸의 변환 방법.

청구항 29.

제26항에 있어서,

상기 단계 1의 알칸은, 메탄, 에탄, 프로판, 부탄 및 이소부탄으로 이루어지는 군으로부터 선택되는 것을 특징으로 하는 알칸의 변환 방법.

청구항 30.

제26항에 있어서,

상기 알칸을 제공하는 단계는, 2종 이상의 알칸의 혼합물을 제공함으로써 이루어지는 것을 특징으로 하는 알칸의 변환 방법.

청구항 31.

제26항에 있어서,

상기 단계 w에서 생성된 상기 금속 할로젠화물을 산화성 가스와 반응시킴으로써 기상 할라이드 및 금속 산화물을 생성하는 단계; 및

상기 단계 r에서 생성된 상기 금속 산화물을 할로젠화알킬과 반응시킴으로써 비-알칸 탄화수소 및 금속 할로젠화물을 생성하는 단계

를 추가로 포함하는 것을 특징으로 하는 알칸의 변환 방법.

청구항 32.

알칸을 그에 대응하는 탄화수소로 변환시키는 방법으로서,

- a. 실질적으로 구멍이 없는 제1 반응물 수용 챔버를 제공하는 단계;
- b. 실질적으로 구멍이 없는 제2 반응물 수용 챔버를 제공하는 단계;
- c. 실질적으로 구멍이 없는 반응 챔버를 제공하는 단계;
- d. 상기 반응 챔버를 제1 반응 존 및 제2 반응 존으로 분할하고 상기 제1 반응 존과 상기 제2 반응 존을 서로 상대적으로 팽창 및 수축시키도록 상기 반응 챔버 내에서 이동가능한, 피스톤을 상기 반응 챔버 내에 제공하는 단계;
- e. 소정량의 금속 할로젠화물을 제공하는 단계;
- f. 상기 소정량의 금속 할로젠화물을 상기 제1 반응물 수용 챔버에 위치시키는 단계;
- g. 소정량의 금속 산화물을 제공하는 단계;
- h. 상기 소정량의 금속 산화물을 상기 제2 반응물 수용 챔버에 위치시키는 단계;
- i. 산화성 가스를 제공하는 단계;
- j. 상기 산화성 가스를 상기 금속 할로젠화물과 반응시킴으로써 기상 할라이드 및 금속 산화물을 생성하는 단계;
- k. 소정량의 알칸을 제공하는 단계;
- l. 상기 알칸을 상기 반응 챔버의 상기 제1 반응 존에 도입하는 단계;
- m. 상기 알칸을 상기 단계 j에서 생성된 기상 할라이드와 상기 제1 반응 존에서 반응시킴으로써 할로젠화알킬을 생성하는 단계;
- n. 상기 제1 반응 존에서 할로젠화알킬을 생성함으로써, 상기 반응 챔버 내의 피스톤을 이동시켜 상기 제1 반응 존의 팽창 및 상기 제2 반응 존의 수축을 초래하는 단계;
- o. 상기 반응 챔버의 피스톤의 이동으로 초래되는 상기 제2 반응 존의 수축에 의해, 앞서 생성된 할로젠화알킬이 상기 제2 반응 존으로부터 상기 제2 반응물 수용 챔버로 유입되도록 하는 단계;
- p. 이전에 생성된 할로젠화알킬을 상기 금속 산화물과 상기 제2 반응물 수용 챔버에서 반응시킴으로써 비-알칸 탄화수소 및 금속 할로젠화물을 생성하는 단계; 및
- q. 상기 비-알칸 탄화수소를 상기 제2 반응물 수용 챔버로부터 회수하는 단계

를 포함하는, 알칸의 변환 방법.

청구항 33.

제32항에 있어서,

상기 단계 e의 금속 할로겐화물을 포함하는 상기 할라이드는, 브롬, 염소 및 요오드로 이루어지는 군으로부터 선택되는 것을 특징으로 하는 알칸의 변환 방법.

청구항 34.

제32항에 있어서,

상기 단계 g의 산화성 가스는, 산소 및 공기로 이루어지는 군으로부터 선택되는 것을 특징으로 하는 알칸의 변환 방법.

청구항 35.

제32항에 있어서,

상기 단계 k의 알칸은, 메탄, 에탄, 프로판, 부탄 및 이소부탄으로 이루어지는 군으로부터 선택되는 것을 특징으로 하는 알칸의 변환 방법.

청구항 36.

제32항에 있어서,

상기 알칸을 제공하는 단계는, 2종 이상의 알칸의 혼합물을 제공함으로써 이루어지는 것을 특징으로 하는 알칸의 변환 방법.

청구항 37.

제32항에 있어서,

상기 단계 p에서 생성된 상기 금속 할로겐화물을 산화성 가스와 반응시킴으로써 기상 할라이드 및 금속 산화물을 생성하는 단계; 및

상기 단계 j에서 생성된 상기 금속 산화물을 할로겐화알킬과 반응시킴으로써 비-알칸 탄화수소 및 금속 할로겐화물을 생성하는 단계

를 추가로 포함하는 것을 특징으로 하는 알칸의 변환 방법.

명세서

기술분야

관련 출원에 대한 교차 참조

본원은 2003년 2월 19일에 출원되어 현재 계류중인 출원번호 10/369,148호의 37 C.F.R. §1.63에 의거한 일부 계속출원이며, 상기 10/369,148호 출원은 2002년 4월 2일에 출원된 출원번호 10/114,579호(현재 미국특허 제6,525,230호)의 계속출원이고, 상기 10/114,579호 출원은 2001년 9월 11일에 출원된 출원번호 09/951,570호(현재 미국특허 제6,462,243호)의 일부 계속출원이고, 상기 09/951,570호 출원은 2001년 4월 18일에 출원된 가출원번호 60/284,642호에 대한 우선권을 주장한다.

기술 분야

본 발명은 존 반응기에 관한 것으로, 보다 구체적으로는 알칸을 알코올, 에테르, 올레핀, 기타 탄화수소로 변환시키는 공정에 유용한 존 반응기에 관한 것이다.

배경기술

미국특허 제6,462,243호는 브롬을 사용하여 알칸을 그에 대응하는 알코올 및 에테르로 변환시키는 방법을 개시한다. 상기 특허는 당해 발명의 네 가지 실시예를 포함하는데, 개시된 각각의 실시예는, 브롬과 알칸을 반응시켜 브롬화알킬 및 브롬화수소를 형성하는 데 사용되는 반응기, 상기 반응기에서 형성된 브롬화알킬을 금속 산화물과 반응시켜 대응 알코올 또는 에테르를 형성하는 데 사용되는 변환기(converter), 및 다수의 기타 개별적 구성 요소를 포함한다.

발명의 상세한 설명

본 발명은 상기 공동 계류중인 특허 출원에 개시된 여러 가지 반응이 단일 용기에서 수행되는 존 반응기를 포함한다. 이러한 방식으로, 알칸을 대응 알코올, 에테르, 올레핀 및 기타 탄화수소로 변환시키는 시스템의 전반적 복잡성이 실질적으로 감소된다. 또한, 상기 용기 내의 특정 존에서 일어나는 반응에 의해 발생하는 열은 다른 존에서 일어나는 반응을 촉진하는데 활용될 수 있다.

본 발명의 다양한 실시예를 개시한다.

제1 실시예에 따르면, 존 반응기는, 가스가 제1 방향으로 유동하고 금속 화합물은 그 반대 방향으로 유동하는 향류 시스템(countercurrent system)을 포함한다. 본 발명의 제2 실시예는, 상기 가스와 금속 화합물이 동일한 방향으로 이동하는 병류 장치(cocurrent arrangement)를 포함한다. 본 발명의 제1 및 제2 실시예는 연속적 시스템이며, 연속적으로 가동되는 고정상 시스템(fixed-bed system)인 본 발명의 제3 실시예와 대조적이다. 제3 실시예에 따르면, 금속 화합물이 용기 내에 고정 상태로 유지되며, 가스는 먼저 하나의 방향으로 용기를 통과하고, 그 후에 반대 방향으로 흐른다.

이하의 상세한 설명에서, 메탄에서 메탄올로의 변환과 관련하여 본 발명을 설명한다. 그러나, 당업자라면 알 수 있는 바와 같이, 본 발명은 에탄 및 에탄보다 고급인 알칸을 대응 알코올, 에테르, 올레핀 및 기타 탄화수소로 변환시키는 데에도 동일하게 적용될 수 있다.

이하의 상세한 설명은 또한 특별한 할라이드(halide), 즉 브롬의 사용과 관련하여 본 발명을 설명한다. 그러나, 당업자라면 알 수 있는 바와 같이, 본 발명은 특히 염소 및 요오드를 포함하는 다른 할라이드를 사용하여 알칸을 대응 알코올, 에테르 및 기타 탄화수소로 변환시키는 공정도 동일하게 적용될 수 있다.

실시예

본 발명은 하나의 용기 내의 분할된 존에서 세 가지 순차적 화학 반응이 일어나는 존 반응기를 포함한다. 존 1에서, 산소가 금속 브롬화물과 반응하여 브롬 가스와 대응 금속 산화물을 형성한다. 브롬 가스는 존 1로부터 존 2로 유입되어 제2 화학 반응을 일으킨다. 존 2에서, 메탄 가스가 용기의 중간 지점에 도입된다. 메탄은 존 1에서 유입된 브롬과 반응하여 브롬화메틸과 브롬화수소를 형성한다. 상기 형성된 가스들은 존 3으로 유입되고, 여기서 제3 화학 반응에 의해 브롬화메틸과 브롬화수소가 금속 산화물과 반응하여 메탄올과 금속 브롬화물을 형성한다. 메탄올은 응축되어 액상으로 변환되고, 액체로서 반응 용기로부터 회수된다. 메탄이 대부분인 과량의 가스는 상기 회수된 메탄올로부터 분리되어 새로 공급되는 메탄과 함께 존 반응기로 반송된다. 존 1에서 얻어지는 금속 산화물은 존 3으로 이송되고, 존 3으로부터 존 2를 통해 존 1까지 진행함으로써 완전한 사이클을 이룬다.

존 1에서의 반응은 흡열 반응이며, 따라서 열을 공급하는 수단이 제공된다. 존 2와 존 3은 발열 반응을 수반하며, 따라서 열을 제거하는 수단이 제공된다.

존들 사이에는 물리적 장벽이 없기 때문에 존의 분할이 반드시 명확해야 할 필요는 없다. 그러므로, 반응들이 어느 정도 중첩될 수도 있다. 그러나 중요한 점은, 존 2에서 메탄과 반응할 수 있는 산소가 전혀 없거나 거의 잔류하지 않도록 모든 산소가 존 1에서 금속 산화물로 변환되어야 한다. 존 2에서, 다른 브롬화물, 즉 브롬화메틸 이외의 고도로 브롬화된 물질이 형성될 수 있고, 존 3에서 여러 가지 에테르와 같은 메탄올 이외의 생성물을 초래할 수 있다. 일체의 부산물은 다양한 분리/

정제 단계를 통해 메탄올로부터 분리된다. 존 2에서의 모든 미반응 메탄올은 존 3을 통과하게 되고 존 2로 재순환된다. 다른 미반응 브롬화물은, 화학적 평형을 충족시킴으로써 반응용으로 또는 고도로 브롬화된 물질의 추가 형성을 억제하도록, 존 2로 반송된다.

존 반응기는 본질적으로 대기압 및 약 750°F 이하의 온도에서 작동된다. 종래의 메탄올 공정에 비해 주된 이점은 시스템의 단순성에 있다. 존 반응기는 단일 용기에서 메탄올의 합성을 달성하지만, 종래의 공정은 먼저 합성 가스를 생성한 다음 촉매 반응을 수행하기 위한 복수의 용기를 필요로 한다. 또한, 존 반응기는 대기압보다 약간 높은 압력에서 작동되지만, 종래의 공정은 200 기압에 달하는 압력을 필요로 한다.

당업자라면 알 수 있는 바와 같이, 본 발명의 존 반응기는 에탄 및 보다 고도의 알칸을 사용하여 대응 알코올, 에테르, 올레핀 및 기타 탄화수소를 생성할 수 있다.

존 반응기는 또한 동일한 브롬의 화학반응을 이용하는 다단계 공정에 비해 이점을 가진다. 한 가지 이점은 다단계 대신에 1단계라는 점이다. 게다가, 브롬 가스는 하나의 용기에 잔류하며, 응축시키거나 재증발시킬 필요가 없다.

도 1은 본 발명의 존 반응기를 사용한 향류 시스템을 나타낸다. 이 실시예에서, 가스는 아래쪽으로 이동하는 고체의 베드(bed)를 통과하여 위쪽으로 유동한다. 산소는 용기의 저부에서 도입되어 금속 브롬화물과 반응하여, 브롬 가스와 대응 금속 산화물을 형성한다. 이 단계는 존 3에서 소진된 금속 산화물의 재생을 수반한다. 브롬은 존 1로부터 존 2로 진행하고, 존 2에서 메탄 가스가 도입된다. 메탄은 브롬과 반응하여 브롬화메틸과 브롬화수소를 형성한다. 상기 두 가지 가스는 존 3까지 상승하고, 존 3에서 새로운 금속 산화물이 이들 가스와 반응하여 메탄과 금속 브롬화물을 형성한다. 존 1로부터 재생된 금속 산화물은 존 3으로 반송됨으로써 사이클이 완결된다.

존 1에서의 반응은 열을 필요로 할 수 있다. 그럴 경우, 적절한 열 공급 장치가 제공된다. 존 2에서의 반응은 발열 반응이다. 존 2 반응기로부터 발생된 열은 형성된 가스의 온도를 높이게 된다. 존 3은 열의 제거를 필요로 하는 반응을 수반하며, 따라서 적절한 열 제거 장치가 제공된다.

도 1의 존 반응기는 단일 용기를 포함한다. 도 1A를 참조하면, 도 1의 존 반응기는 또한 적절한 고정구(fastener)에 의해서 고정되어 있는 다중 컴포넌트를 가진 용기를 포함할 수도 있다. 이로써, 세정 및/또는 수리를 위해 용기의 컴포넌트를 제거하는 것이 가능하다.

도 2는 존 반응기 개념을 이용한 병류 시스템을 나타낸다. 이 시스템에서, 가스와 고체는 동일한 방향으로 함께 진행한다. 또한, 고체는 가스에 의해 고체가 수송되는 방식으로 가스의 유동 중에 현탁되어 있다. 이 실시예는 반응 단계를 고체의 물리적 운동과 결합한다. 화학적 반응 단계는 도 1에 있어서 설명한 바와 같다.

도 2의 존 반응기는 단일 용기를 포함한다. 도 2A를 참조하면, 도 2의 존 반응기는 또한 적절한 고정구에 의해서 서로 고정되어 있는 다중 컴포넌트를 가진 용기를 포함할 수도 있다. 이로써, 세정 및/또는 수리를 위해 용기의 컴포넌트를 제거하는 것이 가능하다.

도 3은 본 발명의 제3 실시예를 포함하는 고정상 시스템을 나타낸다. 도 1 및 도 2는 연속적 시스템(continuous system)을 설명하고 있지만, 도 3은 단속적 시스템(continal system)을 설명한다. 도 3의 시스템에서, 금속 브롬화물/산화물 고체는 용기 내부에 고정되어 유지되지만, 가스는 용기를 통과하여 흐른다. 재생 단계는 시스템을 통과하는 가스의 유동을 반전시킴으로써 소정 위치에서 수행된다. 수반되는 단계들 및 그러한 단계가 실행되는 순서가 도 3에서 설명된다. 이러한 방식의 작동은 도 1 및 도 2의 실시예에서와 같은 고체의 운동을 배제함으로써 구별된다. 또한, 각 단계의 지속 시간을 주의 깊게 설정함으로써, 존 2와 3에서 발생하는 열에 의해 고체 베드의 온도를 적어도 부분적으로 상승시킬 수 있게 된다. 그런 다음, 유동이 반전되어 존 3이 존 1로 되면, 고체에 저장된 열은 존 1에서 필요한 반응열을 제공하는 데 사용될 수 있다. 이렇게 해서, 전체적 효과는 스팀 발생과 같은 중간 단계를 거치지 않고, 발열 존으로부터 열을 필요로 하는 존으로 직접 열이 전달된다. 그러나, 존 2 및 존 3에서 발생된 열은 존 1에서 필요로 하는 열보다 많은 것이 보통이므로, 시스템으로부터 어느 정도의 열을 제거하는 것이 여전히 필요할 수 있다.

도 3의 존 반응기는 단일 용기를 포함한다. 도 3A를 참조하면, 도 3의 존 반응기는 또한 적절한 고정구에 의해서 서로 고정되어 있는 다중 컴포넌트를 가진 용기를 포함할 수도 있다. 이로써, 세정 및/또는 수리를 위해 용기의 컴포넌트를 제거할 수 있다.

도 14를 참조하면, 본 발명의 존 반응기는 별도의 용기들을 포함할 수도 있다. 존 반응기를 구획하기 위해 별도의 용기들을 활용함으로써, 각각의 용기 내에서 반응이 일어나는 압력을 제어하기 위해 펌프를 사용할 수 있다. 별도의 용기들을 활용함으로써, 또한 반응이 완결될 때까지 특정 용기로부터 유출되는 것을 방지하고, 그 후 생성물을 다음번 존으로 용이하게 전달할 수 있도록 밸브를 사용할 수 있다.

본원에 개시된 존 반응기의 가동중에 형성된 화학 물질의 물리적 분리는 종래의 수단에 의해 이루어지며, 가치있는 생성물 및 부산물은 회수되고, 다른 유용한 물질은 화학적 평형의 변환 또는 충족을 위해 적절한 존으로 반송된다.

도 4A를 참조하면, 장치(20)가 도해식으로 예시되어 있다. 장치(20)는 적절한 금속, 적절한 폴리머 물질, 또는 두 가지 모두로 형성된 구멍 없는(imperforate) 실린더(22)를 포함한다. 실린더(22)는 밀폐된 단부(24, 26)를 가진다. 통로(passageway)(28)는 상기 실린더(22)의 단부(24)를 통해 연장되고, 통로(30)는 실린더(22)의 단부(26)를 통해 연장되고, 통로(32)는 실린더의 단부(24, 26) 사이의 실린더(22)의 중앙부를 통해 연장된다.

상기 장치(20)는 초기에 금속 할로겐화물(metal halide)로 채워져 있는 제1 존(34)을 추가로 포함한다. 존(34)으로부터 실린더(22)의 반대측 단부에 위치한 제2 존(36)은 초기에 금속 산화물로 채워져 있다. 제1 존(34)과 제2 존(36) 사이의 중앙에 설치된 제3 존, 즉 중앙 존(38)은 초기에 비어있다.

도 4B를 참조하면, 상기 장치(20)의 제1 작동 단계가 도시되어 있다. 산소 또는 공기가 개구부(28)를 통해 제1 존(34)에 도입된다. 산소 또는 공기 중의 산소는 금속 할로겐화물과 반응하여 금속 산화물과 할라이드를 생성한다. 할라이드는 제1 존(34)으로부터 중앙 존(38)으로 유동한다.

개구부(28)를 통해 산소 또는 공기가 제1 존(34)에 도입됨과 동시에, 선택된 알칸이 개구부(32)를 통해 중앙 존(38)으로 도입된다. 중앙 존(38) 내에서 할라이드는 알칸과 반응하여 할로겐화알킬과 할로겐화수소를 생성한다. 상기 할로겐화알킬과 할로겐화수소는 중앙 존(38)으로부터 제2 존(36)으로 통과한다.

제2 존(36) 내에서 할로겐화알킬과 할로겐화수소는 금속 산화물과 반응하여 생성물을 생성하는데, 생성물은 통로(30)를 통해 회수된다. 제2 존(36) 내에서의 반응은 또한 금속 할로겐화물을 생성한다.

도 4C를 참조하면, 제1 존(34), 중앙 존(38) 및 제2 존(36)에서의 상기 반응들은 실질적으로 당초 제1 존(34)에 있었던 금속 할로겐화물 전부가 금속 산화물로 변환될 때까지 계속된다. 동시에, 당초 제2 존(36)에 있었던 금속 산화물 전부가 금속 할로겐화물로 변환된다. 이 시점에서, 반응은 정지되고, 중앙 존(38)은 배기된다.

상기 장치(20)의 다음번 작동 단계가 도 4D에 도시되어 있다. 도 4B와 관련하여 앞에서 설명한 반응들은 이제 반전되어, 개구부(30)를 통해 제2 존(36)으로 산소 또는 공기가 도입된다. 산소 또는 공기 중의 산소는 제2 존(36)에서 금속 할로겐화물과 반응하여 금속 산화물과 할라이드를 생성한다. 제2 존(36)의 반응에서 생성된 할라이드는 중앙 존(38)으로 이송되고, 여기서 개구부(32)를 통해 도입된 알칸과 반응하여 할로겐화알킬 및 할로겐화수소를 생성한다. 중앙 존 내의 반응에서 생성된 할로겐화알킬 및 할로겐화수소는 제1 존(34)으로 이송되고, 여기서 수용되어 있는 금속 산화물과 반응하여 생성물과 금속 할로겐화물을 생성한다. 상기 반응은, 실질적으로 제2 존(36)에 있는 금속 할로겐화물 전부가 금속 산화물로 변환되고, 실질적으로 제1 존(34) 내의 금속 산화물 전부가 금속 할로겐화물로 변환될 때까지 계속되며, 이 때 장치(20)는 도 4A의 구성으로 복귀한다. 이 시점에서, 중앙 존(38)은 배기되고, 진술한 작동 사이클이 반복된다.

도 5를 참조하면, 도 3에 예시되고 그와 관련하여 앞에서 설명된 본 발명의 제3 실시예를 실행하는 데 사용되는 장치(40)가 도시되어 있다. 상기 장치(40)의 구성 부분 중 많은 것이, 도 4A 및 4B에 도시되고 그와 관련하여 앞에서 설명된 상기 장치(20)의 구성 부분과 구조 및 기능 면에서 동일하다. 도 5에서, 상기 동일한 구성 부분은 상기 장치(20)의 상기 설명에서 활용한 것과 동일한 참조 번호로 표기되어 있다.

장치(40)는 제1 실린더(42) 및 제2 실린더(44)를 포함한다. 상기 실린더(42, 44)는, 각각 도 4A 내지 4D에 도시되고 그와 관련하여 앞에서 설명한 실린더(22)와 구조 및 기능 면에서 동일하다. 상기 실린더(42)는 개구부(32)를 통해, 메탄, 에탄, 프로판 등을 포함하는 알칸의 혼합물을 수용한다. 실린더(42) 내에서 일어나는 여러 가지의 반응을 통해 생성물 및 메탄이 생성되고, 이것들은 초기에 개구부(30)를 통해 회수된다.

실린더(42) 내에서 일어나는 반응으로부터 얻어지는 메탄은, 증류와 같은 종래 기법에 의해 실린더(42) 내의 반응으로부터 얻어지는 생성물과 분리된다. 메탄은 이어서 개구부(32)를 통해 실린더(44) 내에 도입된다. 실린더(44) 내에서, 상기 장치(20)와 관련하여 앞에서 설명한 것과 동일한 반응을 이용하여 메탄은 생성물로 변환된다. 실린더(42) 내에서 일어나는 반응으로부터 얻어지는 생성물은 초기에 개구부(30)를 통해 회수된다.

장치(20)의 작동에 대한 상기 설명을 참조함으로써 이해할 수 있는 바와 같이, 장치(40)의 작동은, 실질적으로 당초 실린더(42, 44)의 제1 존(34)에 있었던 금속 할로겐화물 전부가 금속 산화물로 변환되고, 실질적으로 당초 실린더(42, 44)의 제2 존(36)에 있었던 금속 산화물 전부가 금속 할로겐화물로 변환될 때까지 계속된다. 이 시점에서 실린더(42, 44)를 통한 유동 방향은 반전된다. 즉, 산소가 통로(30)를 통해 실린더(42, 44)에 도입되고, 생성물 및 메탄은 통로(28)를 통해 실린더(42)로부터 회수되고, 생성물은 통로(28)를 통해 실린더(44)로부터 회수된다.

도 6A를 참조하면, 도 3에 도시되고 그와 관련하여 전술한 본 발명의 제3 실시예의 변형을 실행하는 데 사용되는 장치(50)가 도시되어 있다. 상기 장치(50)의 구성 부분 중 많은 것이, 도 4A 내지 4D에 도시되고 그와 관련하여 앞에서 설명된 상기 장치(20)의 구성 부분과 구조 및 기능 면에서 실질적으로 동일하다. 도 6A 및 6B에서, 상기 실질적으로 동일한 구성 부분은 상기 장치(20)의 설명에서 활용한 것과 동일한 참조 번호로 표기되어 있지만, 프라임(') 표시에 의해 구별된다.

상기 장치(50)가 도 4A 내지 4D의 장치(20)와 다른 점은, 장치(50)의 실린더(22')가 부가적 존(52, 54)을 포함하는 점이다. 존(52, 54)의 각각은 촉매를 수용하고, 그 촉매의 기능은, 중앙 존(38') 내에서 일어나는 반응에 의해 생성되는 할로겐화알킬 분자의 커플링(coupling)을 용이하게 함으로써, 그렇지 않은 경우에 비해 더 많은 수의 탄소 원자를 포함하는 생성물을 생성하는 것이다. 존(52, 54) 내에 수용되는 촉매는 선택된 제올라이트인 것이 바람직하다. 그러나, 존(52, 54) 내에 수용된 촉매는 금속 할로겐화물/산화물을 포함할 수도 있다. 금속 할로겐화물/산화물이 존(52, 54)에 사용되는 경우, 그것은 존(34, 36)에서 사용되는 금속 할로겐화물/산화물과는 상이한 금속 할로겐화물/산화물을 포함하는 것이 바람직하다. 상기 장치(50)의 작동은, 존(52, 54)에 존재하는 촉매에 의해 존(38) 내에 생성되는 할로겐화알킬 분자가 생성물로 용이하게 커플링된다는 것 이외에는, 전술한 장치(20)의 작동과 동일하게 진행된다.

이제 도 7, 8 및 9를 참조하면, 도 3에 도시되고 그와 관련하여 전술한 본 발명의 제3 실시예를 실행하는 데 사용되는 장치(60)가 도시되어 있다. 장치(60)의 구조 및 작동은, 도 6A 및 6B에 도시되고 그와 관련하여 전술한 장치(50)의 구조 및 작동과 여러 가지 측면에서 유사하다.

상기 장치(60)는 복수의 실린더(64)가 내장되어 있는 배럴(barrel)(62)을 포함한다. 각각의 실린더(64)가 천공된(perforated) 중앙부(66)를 가지는 것을 제외하고 실린더(64)에는 구멍이 없다. 알칸은 입구(68)를 통해 배럴(62)에 도입되고, 배럴(62)로부터 중앙부(66)를 포함하는 구멍을 통해 실린더(64) 내로 들어간다. 배럴(62) 내 알칸의 압력은, 반응 생성물이 유출되는 것을 방지하면서 알칸이 실린더(64) 내로 유입되도록 충분히 높게 유지된다.

상기 장치(60)의 실린더(64)는 도 9에 추가로 도시되어 있다. 앞에서 언급한 바와 같이, 각각의 실린더(64)는 천공된 중앙부(66)를 제외하고 구멍이 없다. 실린더(64)는 마주보는 단부에 위치한 단부벽(end wall)(68, 70)을 가진다. 각각의 단부벽(68, 70)에는 산소 또는 공기 도입 통로(72) 및 생성물 배출 통로(74)가 설치되어 있다.

각각의 실린더(64)는, 초기에 금속 할로겐화물을 수용하는 제1 존(76) 및 초기에 금속 산화물을 수용하는 제2 존(78)을 포함한다. 제3 존인 중앙 존(80)은 실린더(64)의 천공된 부분(66)을 포함하는 구멍을 통해 할라이드를 수용한다. 양측 존(76, 78)과 존(80) 사이에 각각 위치한 존(82)은 촉매를 수용한다.

상기 존(82) 내에 수용된 촉매는 선택된 제올라이트를 포함하는 것이 바람직하다. 상기 촉매는 또한 금속 할로겐화물/산화물을 포함할 수도 있다. 상기 존(82)의 금속 할로겐화물/산화물이 사용되는 경우, 그것은 존(76, 78)에 수용된 금속 할로겐화물/산화물과는 상이한 금속 할로겐화물/산화물인 것이 바람직하다.

상기 장치(60)의 작동은, 도 6A 및 6B에 도시되고 그와 관련하여 전술한 장치(50)의 작동과 실질적으로 동일하다. 산소 또는 공기는 초기에 통로(72)를 통해 실린더(64) 내로 도입된다. 산소 또는 공기 중의 산소는 존(76) 내에서 금속 할로겐화물과 반응하여 할라이드와 금속 산화물을 생성한다. 할라이드는 중앙 존(80) 내로 이송되고, 여기서 알칸과 반응하여 할로겐화알킬과 할로겐화수소를 생성한다. 할로겐화알킬과 할로겐화수소는 존(82) 내부의 촉매를 통과함으로써, 할로겐화알킬을 포함하는 분자가, 더 많은 수의 탄소 원자를 가진 분자로 커플링되는 것을 촉진한다. 할로겐화수소와 상기 커플링된 할로겐화알킬은 이어서 존(78) 내로 이송되고, 여기서 금속 산화물과 반응하여 생성물과 물을 생성한다. 생성물과 물은 출구(74)를 통해 실린더(64)로부터 회수된다.

전술한 공정은 실질적으로 존(76) 내부의 금속 할로겐화물이 전부 금속 산화물로 변환되고, 실질적으로 존(78) 내부의 금속 산화물이 전부 금속 할로겐화물로 변환될 때까지 계속된다. 이 시점에서, 실린더(64)를 통과하는 유동 방향은 반전되어, 산소 또는 공기가 실린더(64)의 단부(70)에 있는 개구부(72)를 통해 도입되고 생성물과 물은 실린더(64)의 단부(68)에 형성된 개구부(74)를 통해 도입된다.

도 10을 참조하면, 도 3에 도시되고 그와 관련하여 전술한 본 발명의 제3 실시예를 실행하는 데 사용되는 장치(90)가 도시되어 있다. 상기 장치(90)는 열전달 유체(94)가 들어있는 배럴(92)을 포함한다. 배럴(92)은 그 일단에 설치된 브롬화 매니폴드(bromination manifold)(96) 및 그 반대측 단부에 설치된 한 쌍의 산소 도입/생성물 배출 매니폴드(98, 100)를 추가로 포함한다.

배럴(92) 내부에는 중앙에 배플(102)이 설치되어 있다. 배플(102)의 일면에는 상기 산소 도입/생성물 배출 매니폴드(98)와 브롬화 매니폴드(96) 사이에 연장되어 있는 복수의 튜브형 통로(104)가 형성되어 있다. 상기 매니폴드(96)와 매니폴드(100) 사이에는 복수의 튜브형 통로(106)가 연장되어 있다.

튜브(104)에는 초기에 금속 할로겐화물이 패킹(packaging)되어 있다. 산소 또는 공기는 통로(108)를 통해 매니폴드(98)에 도입된다. 산소 또는 공기 중의 산소는 튜브(104) 내의 금속 할로겐화물과 반응하여 할라이드와 금속 산화물을 생성한다. 할라이드는 튜브(104)로부터 매니폴드(96) 내로 유입되고, 여기서 통로(110)를 통해 매니폴드(96)에 도입되는 알칸과 반응한다.

매니폴드(96) 내에서 할라이드와 알칸의 반응에 의해 할로겐화알킬과 할로겐화수소가 생성된다. 튜브(106)는 초기에 금속 산화물로 채워져 있다. 매니폴드(96) 내의 반응으로부터 얻어지는 할로겐화알킬과 할로겐화수소는 튜브(106)를 통해 통과함으로써 튜브 내에 수용된 금속 산화물은 금속 할로겐화물로 변환되고 생성물이 생성된다. 생성물은 매니폴드(100)에 수용된 다음, 통로(112)를 통해 회수된다.

앞에서 언급한 바와 같이, 산소 또는 공기 중의 산소와 금속 할로겐화물의 반응은 흡열반응일 수 있다. 이와 반대로, 할로겐화알킬 및 할로겐화수소와 금속 산화물의 반응은 발열반응일 수 있다. 또한, 상황에 따라서는, 금속 할로겐화물의 산화가 발열반응이고, 및/또는 할라이드/금속 산화물 반응이 흡열반응일 수도 있다. 배럴(92) 내의 열전달 유체(94)는 화살표(114)로 표시된 바와 같이 배플(102) 주위로 흐름으로써, 발열반응과 흡열반응 사이에서 열전달이 이루어지도록 하고, 이러한 방식으로 열역학적 평형을 달성한다.

튜브(104) 내부의 금속 할로겐화물과 산소 또는 공기 중의 산소의 반응은, 실질적으로 금속 할로겐화물이 전부 금속 산화물로 변환될 때까지 계속된다. 마찬가지로, 튜브(106) 내부의 금속 산화물과 할로겐화알킬 및 할로겐화수소의 반응은, 실질적으로 금속 산화물이 전부 금속 할로겐화물로 변환될 때까지 계속된다. 이 시점에서 장치(90)를 통한 유동 방향은 반전되어, 산소 또는 공기가 통로(112)를 도입되고, 생성물은 통로(108)를 통해 회수된다.

도 11, 12A 및 12B를 참조하면, 도 3에 도시되고 그와 관련하여 전술한 본 발명의 제3 실시예를 실행하는 데 사용되는 장치(120)가 도시되어 있다. 상기 장치(120)는 피스톤(128)에 의해 제1 부분(124)과 제2 부분(126)으로 분할되어 있는 브롬화 챔버(122)를 포함한다. 밸브(130)가, 통로(132)를 통해 상기 챔버의 제1 부분(124)으로 도입되는 산소 또는 공기의 흐름을 선택적으로 제어하거나, 통로(134)를 통해 생성물의 흐름을 장치(120)의 외부로 유도한다. 통로(132) 및 밸브(130)를 통해 장치(120)에 유입되는 산소 또는 공기는, 통로(136)를 통해 초기에 금속 할로겐화물이 수용된 챔버(138) 내로 통과한다. 챔버(138) 내에서 산소 또는 공기 중의 산소는 금속 할로겐화물과 반응하여 할라이드와 금속 산화물을 생성한다. 할라이드는 통로(140)를 통해 챔버(138)로부터 챔버(122)의 부분(124) 내로 유입된다.

알칸은 통로(142), 밸브(144) 및 통로(146)를 통해 챔버(122)의 부분(124)에 수용된다. 상기 부분(124) 내에서 알칸은 챔버(138) 내의 반응에 의해 생성된 할라이드와 반응하여 할로겐화알킬과 할로겐화수소를 생성한다. 반응이 계속됨에 따라, 상기 할로겐화알킬과 할로겐화수소는 피스톤(128)을 오른쪽(도 11)으로 이동하도록 가압한다. 이 공정은 챔버(138) 내의 금속 할로겐화물이 전부 금속 산화물로 변환되고, 피스톤(128)이 챔버(122)의 오른쪽 끝(도 11)까지 밀려날 때까지 계속된다.

상기 설명한 공정의 초기에, 챔버(122)의 부분(126)은 할로겐화알킬과 할로겐화수소로 충전되어 있었다. 당업자라면 이해할 수 있는 바와 같이, 상기 부분(126)에 할로겐화알킬과 할로겐화수소가 존재하는 것은 통로(148), 밸브(150) 및 통로(152)를 통해, 초기에 금속 할로겐화물로 채워져 있었던 챔버(154) 내로 산소 또는 공기가 유입됨에 따른 결과이다. 산소 또는 공기 중의 산소와 금속 할로겐화물의 반응은 할라이드 및 금속 산화물을 생성했다. 할라이드는 통로(156)를 통해 챔

버(122)의 부분(126) 내로 유입되었고, 여기서 할라이드는 통로(142), 밸브(158) 및 통로(160)를 통해 도입된 알칸과 반응하였다. 챔버(122)의 상기 부분(126) 내에서, 할라이드는 알칸과 반응하여 할로젠화알킬 및 할로젠화수소를 생성했다. 챔버(122)의 상기 부분(126) 내의 할로젠화알킬 및 할로젠화수소의 생성은 실질적으로 챔버(154)의 내용물 전체가 금속 할로젠화물로부터 금속 산화물로 변환될 때까지 계속되었다.

특히 도 12A를 참조하면, 피스톤(128)의 우측 방향 이동은 할로젠화알킬 및 할로젠화수소를 챔버(122)의 상기 부분(126) 으로부터 밀어내어 통로(156)를 통해 챔버(154)로 유입시킨다. 이 시점에, 챔버(154)는 금속 산화물로 채워져 있다. 챔버(122)의 상기 부분(126) 으로부터 도입된 할로젠화알킬 및 할로젠화수소는 챔버(154) 내의 금속 산화물과 반응하여 생성물과 물을 생성한다. 생성물과 물은 통로(152), 밸브(150) 및 통로(162)를 통과하여 회수된다.

피스톤(128)이 챔버(122)의 오른쪽 끝에 도달했을 때, 실질적으로 모든 할로젠화알킬 및 할로젠화수소는 챔버(122)의 부분(126) 으로부터 밀려나서 챔버(154) 내부의 금속 산화물과의 반응에 의해 생성물로 변환되었다. 이 시점에서, 실질적으로 챔버(154) 내의 모든 금속 산화물은 금속 할로젠화물로 환원되었다. 밸브(150)의 위치는 반전되고, 그 결과 산소 또는 공기가 통로(148), 밸브(150) 및 통로(152)를 통해 챔버(154) 내에 유입될 수 있다. 한편, 밸브(130)의 위치도 마찬가지로 반전됨으로써, 챔버(122)의 부분(124) 내의 할로젠화알킬 및 할로젠화수소와 챔버(138) 내의 금속 산화물이 반응하여 얻어지는 생성물을 용이하게 회수할 수 있다. 이렇게 해서, 피스톤(128)이 챔버(122) 내에서 왕복 운동하여, 앞서 생성된 할로젠화알킬 및 할로젠화수소를 관련 챔버(138 또는 154)에 수용된 금속 산화물을 통과하여 밀어냄으로써 생성물을 생성하는 공정이 계속 진행된다.

도 13A 및 13B를 참조하면, 장치(170)가 도시되어 있다. 장치(170)의 모든 구성 부분은 도 11, 12A 및 12B에 도시되고 그와 관련하여 전술한 장치(120)의 구성 부분과 동일하다. 그러한 동일한 구성 부분은 장치(120)의 설명에서 사용한 참조 번호에 의해 도 13A 및 13B에서 식별된다.

상기 장치(170)는 챔버(138, 154)에 대한 재료의 유입 및 유출을 제어하는 동일한 구성 부분과 함께 쌍을 이루는 챔버(138, 154)를 사용한다. 쌍을 이룬 챔버(138, 154) 및 그의 부속 구성 부분의 사용은, 상기 장치(120)에 비해 상기 장치(170)의 처리속도를 증가시키는 데 및/또는 챔버(138, 154) 내에서 일어나는 반응들의 동역학의 균형을 맞추는 데 유용하다.

도 15A 및 15B를 참조하면, 장치(172)가 도시되어 있다. 장치(172)의 모든 구성 부분은 도 11, 12A 및 12B에 도시되고 그와 관련하여 전술한 장치(120)의 구성 부분과 동일하다. 그러한 동일한 구성 부분은 장치(120)의 설명에서 사용한 참조 번호에 의해 도 15A 및 15B에서 식별된다.

상기 장치(170)는 챔버(122)에 대한 재료의 유입 및 유출을 제어하는 동일한 구성 부분과 함께, 쌍을 이루는 챔버(122)를 사용한다. 쌍을 이룬 챔버(122) 및 그의 부속 구성 부분의 사용은, 상기 장치(120)에 비해 상기 장치(172)의 처리속도를 증가시키는 데 및/또는 챔버(122) 내에서 일어나는 반응들의 동역학을 균형잡는 데 유용하다.

이상과 같이 본 발명의 바람직한 실시예를 첨부 도면에 나타내고, 전술한 상세한 설명에서 설명했지만, 본 발명은 개시된 실시예에 한정되지 않으며, 본 발명의 사상을 벗어나지 않고 여러 가지 재구성, 변형 및 부분과 엘리먼트의 치환이 가능하다는 것을 이해할 수 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

첨부하는 도면과 관련하여 이하의 상세한 설명을 참조함으로써 본 발명을 보다 완전히 이해할 수 있을 것이다.

도 1은 본 발명의 제1 실시예를 포함하는 향류식 존 반응기의 개략도이다.

도 1A는 도 1의 향류식 존 반응기의 변형을 나타내는 도면이다.

도 2는 본 발명의 제2 실시예를 포함하는 병류식 존 반응기의 개략도이다.

도 2A는 도 2의 병류식 존 반응기의 변형을 나타내는 도면이다.

도 3은 본 발명의 제3 실시예를 포함하는 고정상 존 반응기의 개략도이다.

도 3A는 도 3의 고정상 존 반응기의 변형을 나타내는 도면이다.

도 14는 본 발명의 제4 실시예를 포함하는 고정상 존 반응기의 개략도이다.

도 4A는 도 3에 나타난 본 발명의 실시예를 실행하는 데 사용되는 장치의 단면도이다.

도 4B는 도 4B의 장치의 작동에서 초기 단계를 나타내는 도면이다.

도 4C는 도 4B의 장치의 작동에서 후기 단계를 나타내는 도면이다.

도 4D는 도 4B의 장치의 작동에서 더 후기의 단계를 나타내는 도면이다.

도 5는 알칸류의 혼합물을 화학적으로 관련된 생성물로 변환시키는 데에 도 4A의 장치를 이용하는 방법을 나타내는 모식도이다.

도 6A는 도 3에 나타난 본 발명의 실시예의 변형을 실행하는 데 사용되는 장치를 개략적으로 나타내는 단면도이다.

도 6B는 도 6A의 장치를 활용하는 예의 개략도이다.

도 7은 도 3에 나타난 본 발명의 실시예의 변형을 실행하는 데 사용되는 장치의 개략도이다.

도 8은 도 7의 선분 8-8을 따라 화살표 방향으로 절취한 단면도이다.

도 9는 도 7에 나타난 장치의 컴포넌트 부분의 개략도이다.

도 10은 도 3에 나타난 본 발명의 실시예의 변형을 구현하는 데 사용되는 장치의 개략도이다.

도 11은 본 발명의 제5 실시예를 실행하는 데 사용되는 장치의 개략도이다.

도 12A는 도 11에 나타난 장치의 작동에 있어서 초기 단계를 나타내는 도면이다.

도 12B는 도 11에 나타난 장치의 작동에 있어서 후기 단계를 나타내는 도면이다.

도 13A는 도 11에 나타난 장치의 변형을 포함하는 장치의 가동에 있어서 초기 단계의 개략도이다.

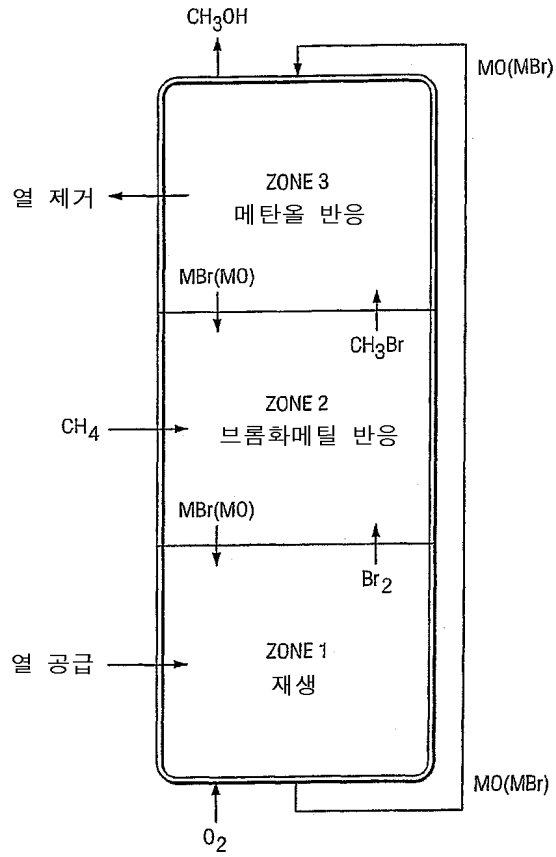
도 13B는 도 13A에 나타난 장치의 작동에 있어서 후기 단계를 나타내는 도면이다.

도 15A는 도 11에 나타난 장치의 변형을 포함하는 장치의 가동에 있어서 초기 단계의 개략도이다.

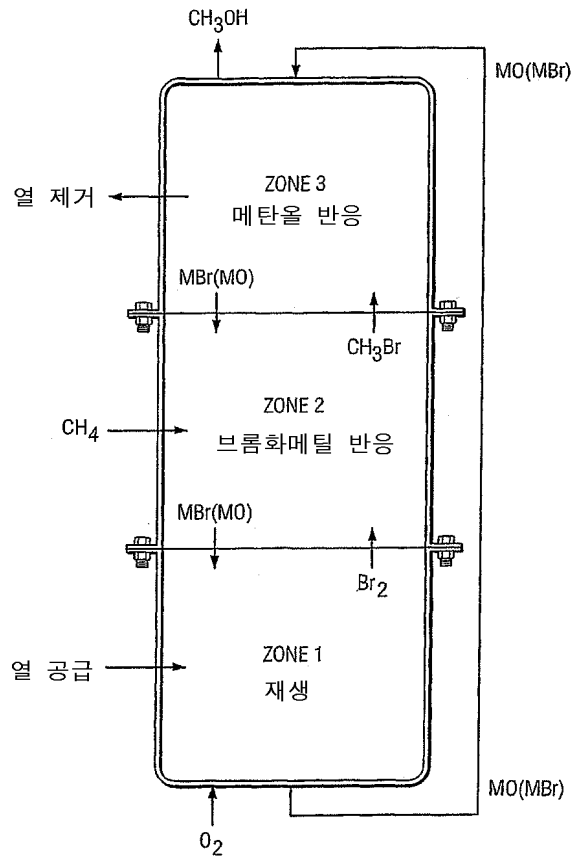
도 15B는 도 15A에 나타난 장치의 작동에 있어서 후기 단계를 나타내는 도면이다.

도면

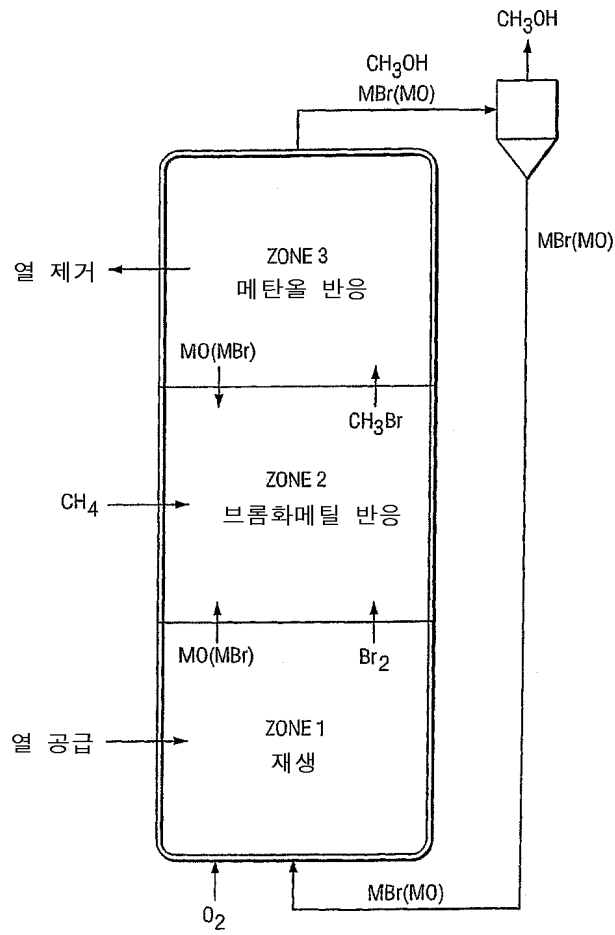
도면1



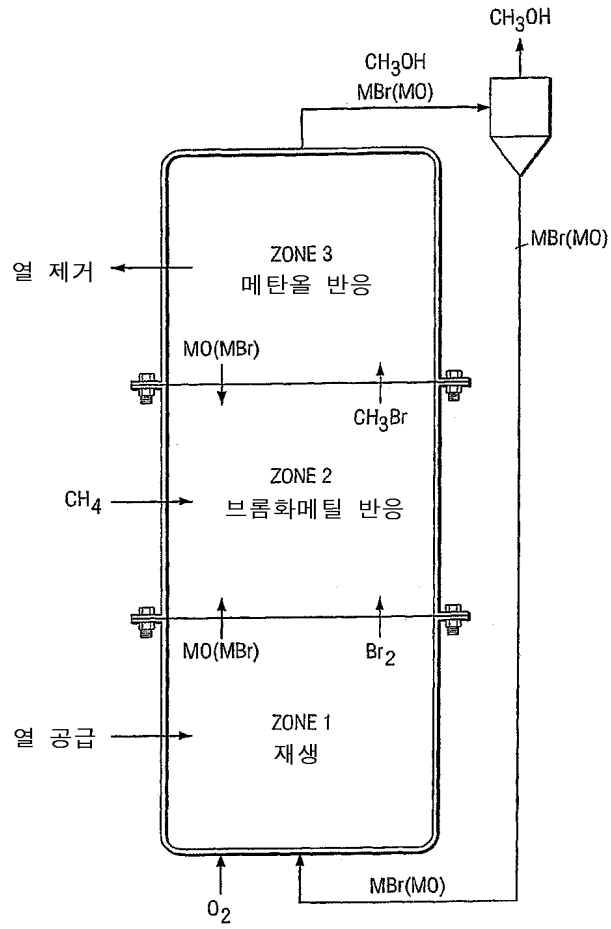
도면1A



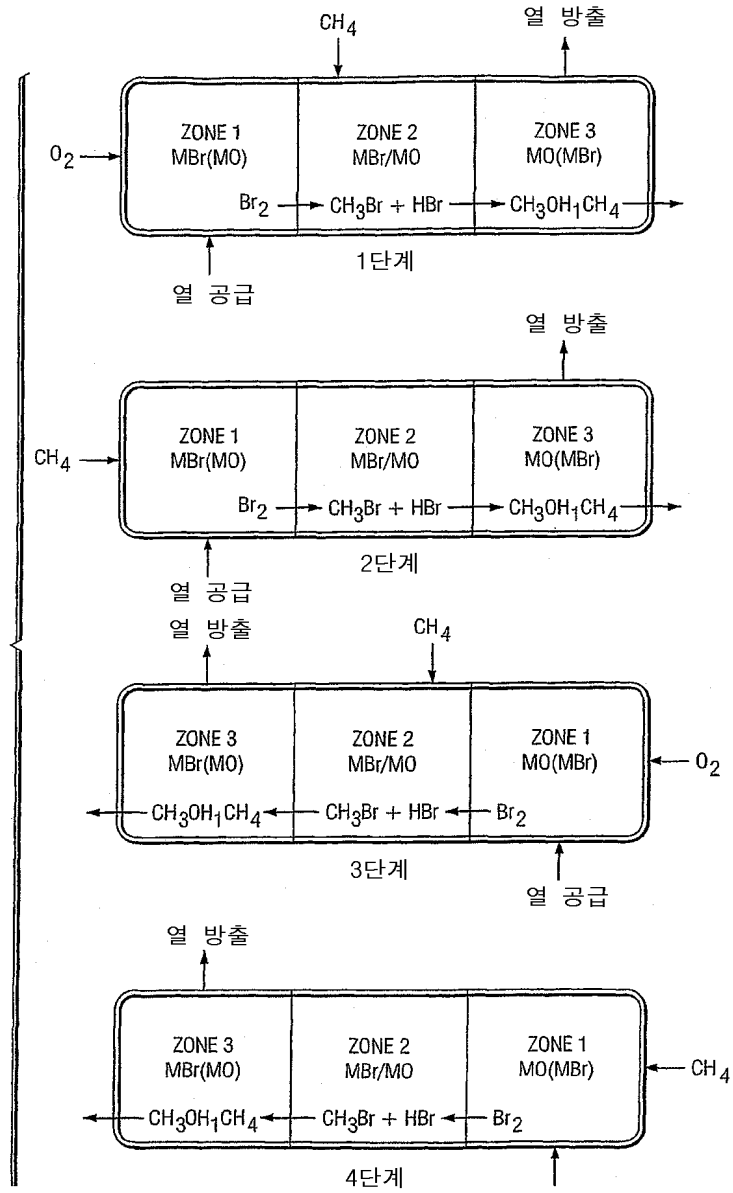
도면2



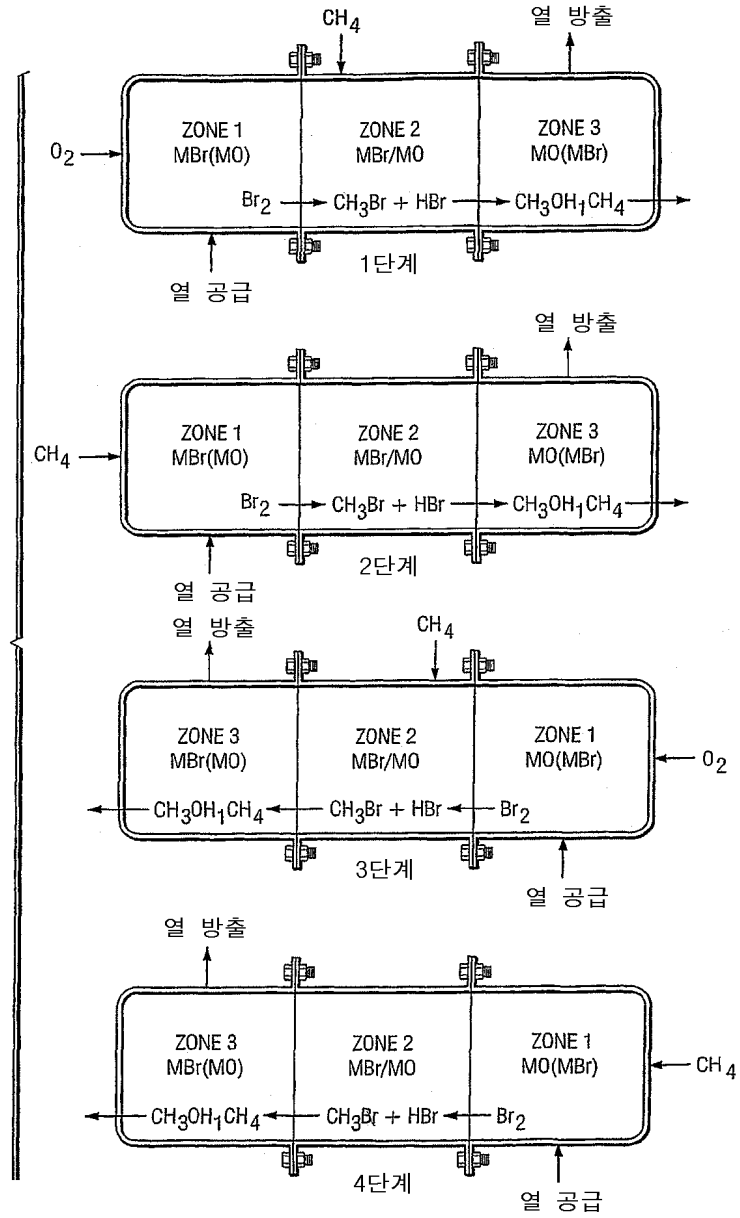
도면2A



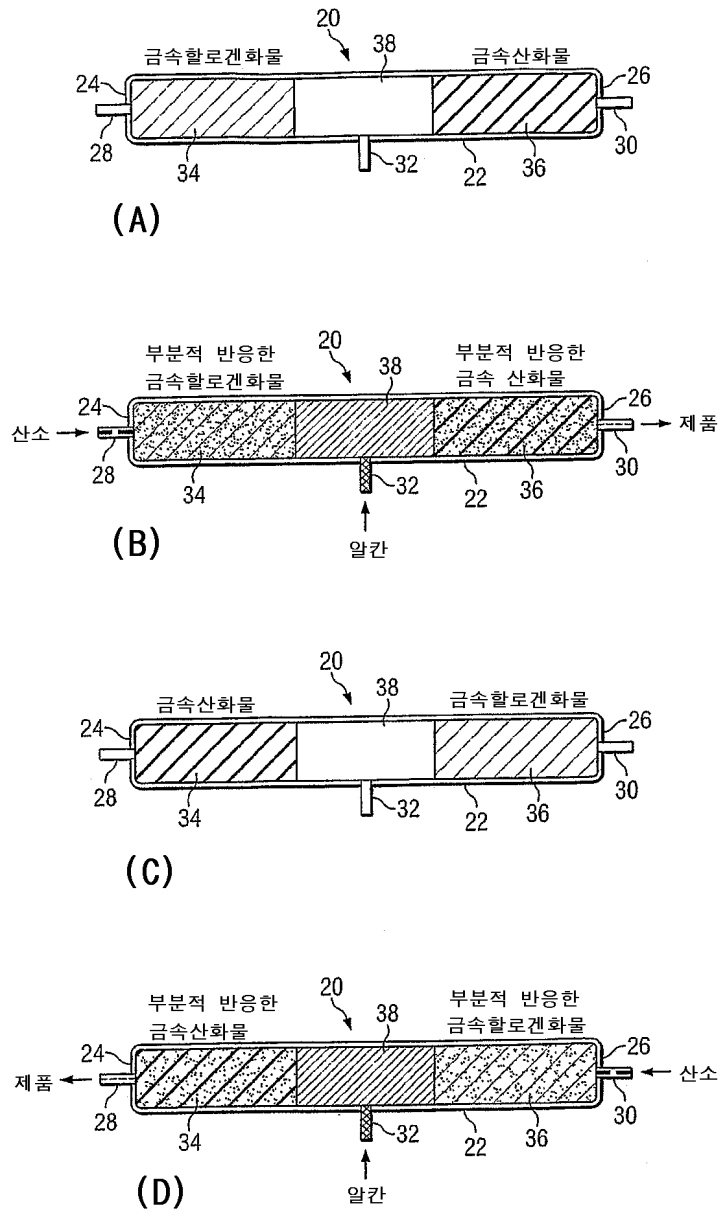
도면3



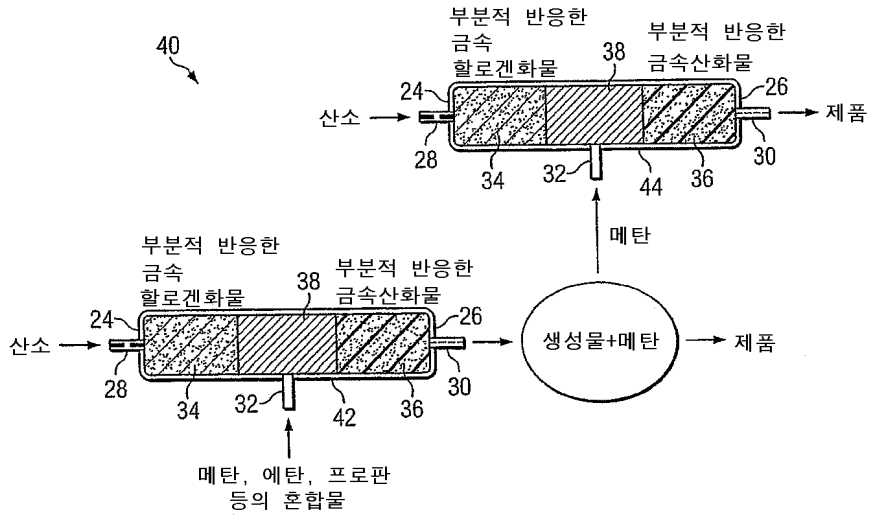
도면3A



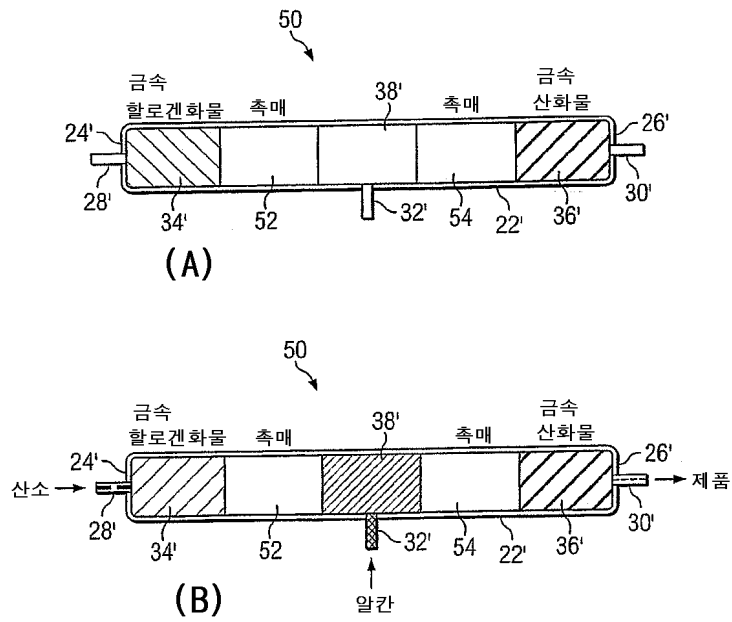
도면4



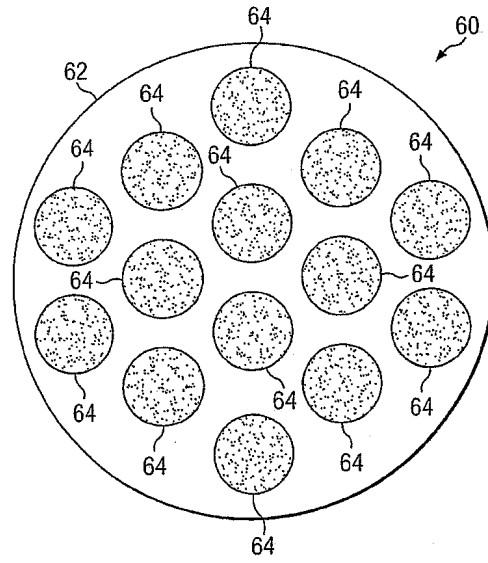
도면5



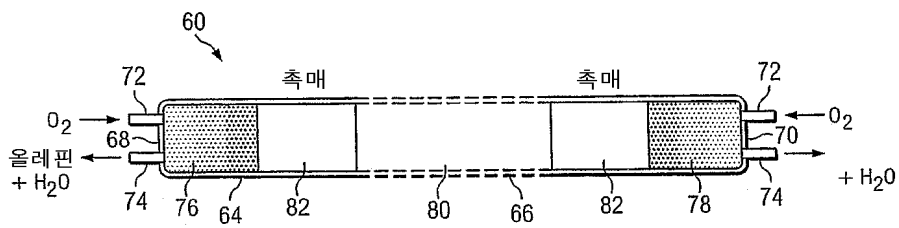
도면6



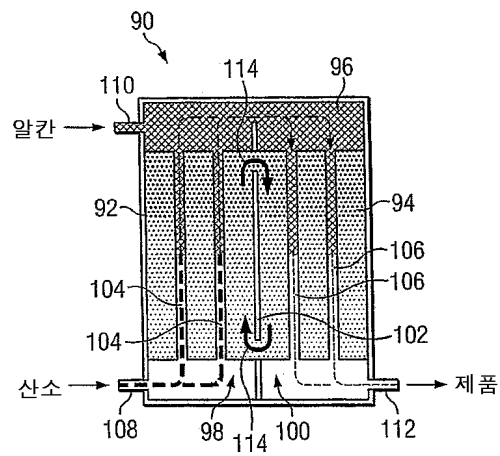
도면8



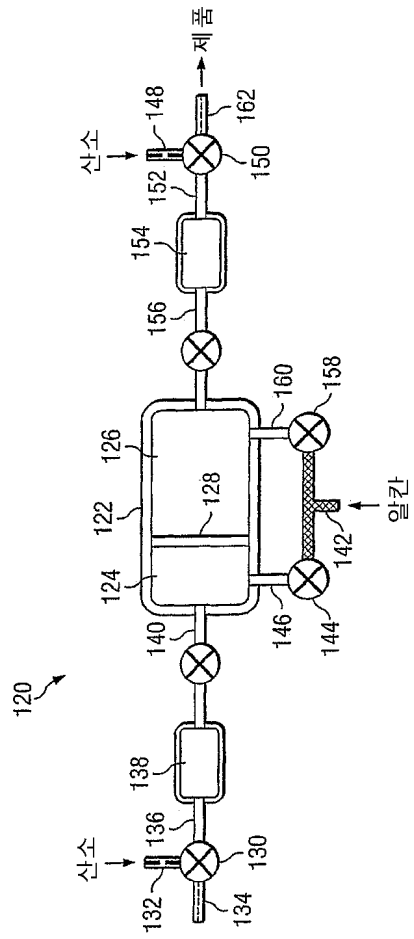
도면9



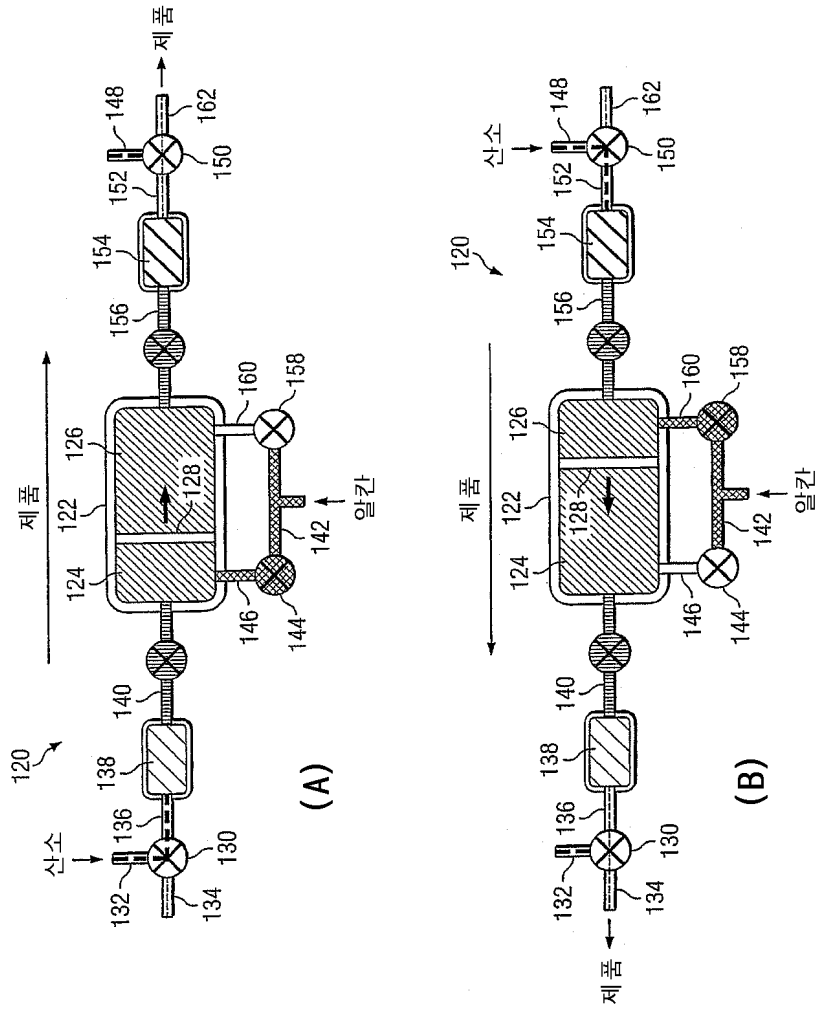
도면10



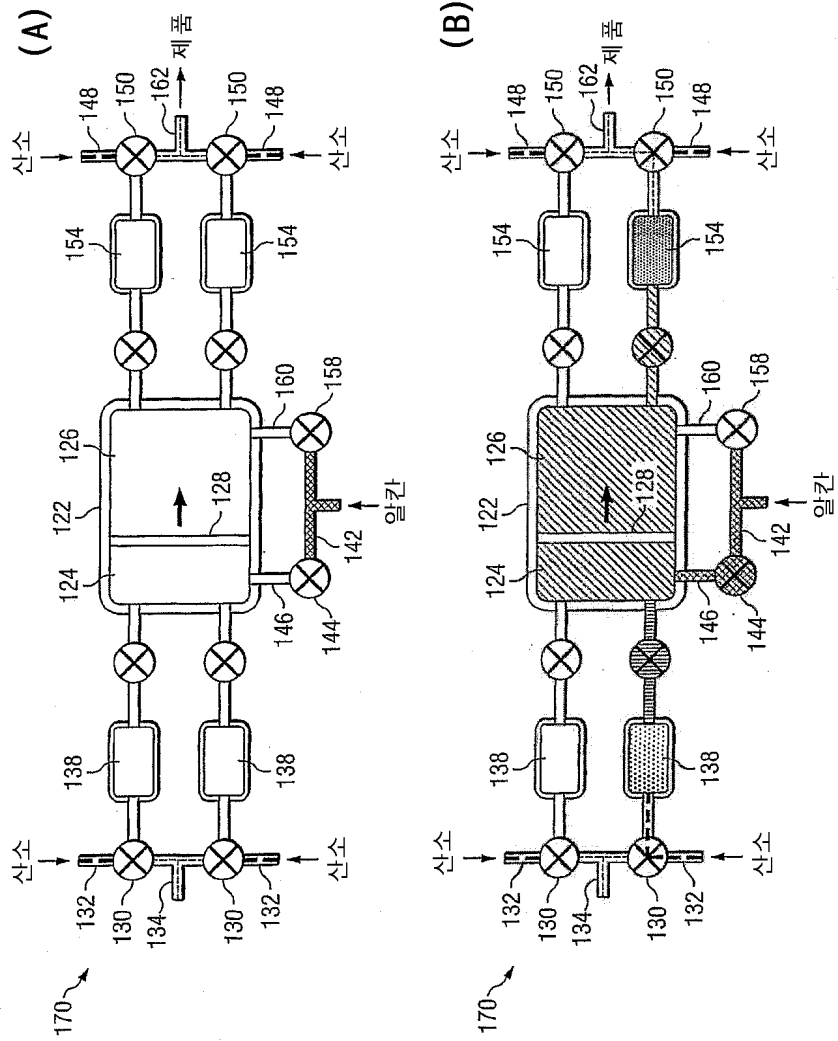
도면11



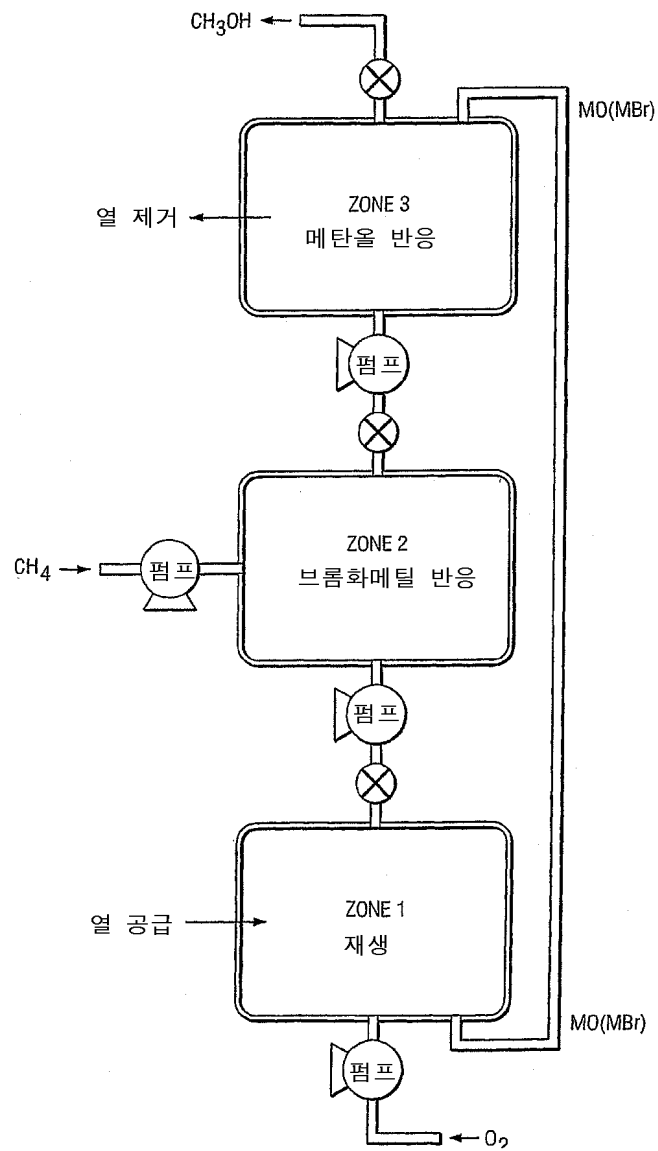
도면12



도면13



도면14



도면15

