



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2018-0078175
(43) 공개일자 2018년07월09일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

B01J 8/02 (2006.01) B01J 31/12 (2006.01)
B01J 8/00 (2018.01) C07C 51/15 (2006.01)
C07C 57/04 (2006.01)

(52) CPC특허분류

B01J 8/02 (2013.01)
B01J 31/12 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2017-0184529

(22) 출원일자 2017년12월29일

심사청구일자 2017년12월29일

(30) 우선권주장

1020160183095 2016년12월29일 대한민국(KR)

(71) 출원인

서강대학교산학협력단

서울특별시 마포구 백범로 35 (신수동, 서강대학교)

(72) 발명자

이진원

서울특별시 송파구 양재대로 1218 (방이동, 올림픽선수기자촌아파트) 201동 1601호

김진홍

대전광역시 서구 둔산북로 160 108동 1204호(둔산1동, 한마루아파트)

(74) 대리인

윤대웅, 공병욱

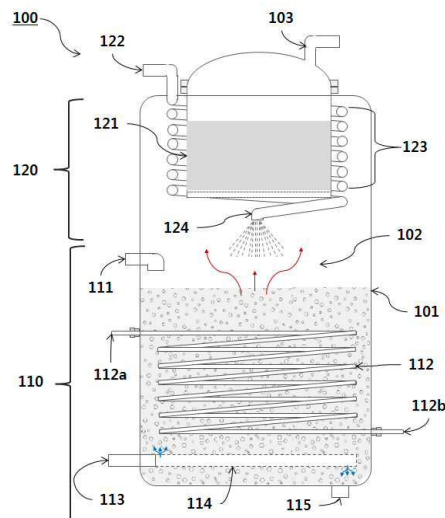
전체 청구항 수 : 총 11 항

(54) 발명의 명칭 액상반응부 및 기상반응부를 포함하는 일체형 반응기

(57) 요약

본 발명은 액상반응부 및 기상반응부를 하나의 반응용기 안에 포함하는 일체형 반응기에 관한 것으로서, 상기 일체형 반응기를 이용하면 반응단계 사이의 부가공정 및 추가적인 시설을 생략할 수 있으므로, 이를 효과적으로 고효율의 경제적인 일체형 반응기로서 이용할 수 있다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

B01J 8/008 (2013.01)

C07C 51/15 (2013.01)

C07C 57/04 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 201632003

부처명 미래창조과학부

연구관리전문기관 (재)한국연구재단

연구사업명 C1가스리파이너리

연구과제명 C1 가스 전환 기술 공통시험 연구

기 여 율 1/1

주관기관 서강대학교

연구기간 2016.03.01 ~ 2017.02.28

명세서

청구범위

청구항 1

액상반응부 및 기상반응부를 하나의 반응용기 안에 포함하는 일체형 반응기:

상기 액상반응부는 배관부 및 원료투입구로 구성되고,

상기 기상반응부는 촉매 충전부, 스팀분사장치, 및 반응산물 배출구로 구성된다.

청구항 2

제1항에 있어서, 액상반응부는 기상반응부의 하부에 위치하는 것인 일체형 반응기.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 배관부는 배관출입구를 구비하는 것인 일체형 반응기.

청구항 4

제1항에 있어서, 상기 액상반응부는 원료투입구와 연결되는 스파저(sparger)를 추가적으로 포함하는 것인 일체형 반응기.

청구항 5

제1항에 있어서, 상기 액상반응부는 주입구를 추가적으로 포함하고, 상기 주입구는 액상의 반응매질을 반응용기에 주입하기 위한 것인 일체형 반응기.

청구항 6

제1항에 있어서, 상기 액상의 반응매질은 촉매를 분산 또는 용해되어 있는 상태로 함유하는 것인 일체형 반응기.

청구항 7

제6항에 있어서, 상기 촉매는 $[QMy(CO)_w]^x$ 로 표시되는 것인 일체형 반응기:

Q는 유기리간드이고,

M은 금속원소로서 Co, Fe, Ti, V, Rh, Os, Cr, Ru 및 Mn으로 이루어지는 군으로부터 선택되는 것일 수 있고,

W는 1 내지 20일 수 있고,

X는 1 내지 100일 수 있고,

Y는 1 내지 6일 수 있다.

청구항 8

제1항에 있어서, 상기 촉매 충전부는 고정층 촉매를 배치시키기 위한 것인 일체형 반응기.

청구항 9

제8항에 있어서, 상기 고정층 촉매는 $[QMy(CO)_w]^x$ 로 표시되는 것인 일체형 반응기:

Q는 유기리간드이고,

M은 금속원소로서 Co, Fe, Ti, V, Rh, Os, Cr, Ru 및 Mn으로 이루어지는 군으로부터 선택되는 것일 수 있고,

W는 1 내지 20일 수 있고,

X는 1 내지 100일 수 있고,

Y는 1 내지 6일 수 있다.

청구항 10

제1항에 있어서, 상기 촉매 충전부는 메쉬 또는 타공판으로 이루어진 것인 일체형 반응기.

청구항 11

제1항에 있어서, 상기 기상반응부는 스팀분사장치에 연결된 스팀배관 및 상기 스팀배관에 연결된 물 투입구를 추가적으로 포함하는 것인 일체형 반응기.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 액상반응부 및 기상반응부를 포함하는 일체형 반응기에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 카르보닐화 반응이 일어나는 액상반응부와 가수분해 반응이 일어나는 기상반응부가 하나의 반응용기 안에 포함되는 일체형 반응기에 관한 것이다.

배경 기술

- [0002] 화학산업에서 원하는 제품을 효과적으로 수득하기 위해 때로는 액상반응을 또 한편으로는 기상반응을 선호한다.
- [0003] 액상반응기는 회분반응기, 반 회분반응기, 연속흐름 반응기로 분류될 수 있으며, 주어진 반응온도와 반응압력에서 원료와 반응산물이 액체상태를 유지하는 경우 작은 용량의 반응을 진행하고자 할 때 회분 반응기를 사용하고, 반응조건에서 원료 중 하나 이상 또는 생성물 중 하나 이상이 기상인 경우에는 반 회분반응기를 사용하는 것이 유리하다.
- [0004] 반응속도가 충분히 빠르고 시간당 많은 양의 제품을 생산하고자 할 경우에는 연속 흐름식 반응기를 사용한다. 다른 반응조건이 동일하다면 회분반응기는 운전시간을 조절하여 반응산물의 수율을 조정하지만, 연속 흐름식 반응기의 경우에는 체류시간을 조절하여 반응산물의 수율을 조절한다.
- [0005] 액상반응에서의 촉매는 원료 또는 분산매체에 균일하게 녹아 있거나 혹은 불균일하게 분산되어 있다. 산업화된 액상반응의 응용분야는 고분자 합성, 유기합성, 발효, 정밀화학 제품 합성 등이 있을 수 있다.
- [0006] 기상반응의 경우는 고체상태의 불균일 촉매를 사용하며 고정되어 있는 촉매층을 반응 기체가 통과하는 고정층 반응기와 촉매 입자가 반응기체의 흐름에 의해 움직이는 유동층 반응기로 나눌 수 있는데, 고정층 반응기의 경우 반응기의 설계 및 제작이 쉽고 운전이 간단하다는 장점이 있고 유동층 반응기의 경우는 고온반응이나 심한 발열반응의 경우에 장점이 있다.
- [0007] 대개의 경우 액상반응은 비교적 낮은 온도에서 기상반응은 고온에서 진행되는 경우가 많다. 또한 반응을 촉진하는 촉매의 선택에 있어 액상반응의 경우는 반응물의 일부나 별도의 반응용매에 녹을 수 있는 고활성의 균일촉매를, 기상반응의 경우에는 고체상태의 불균일 촉매를 선호한다.
- [0008] 이와 같이 원료의 상태, 반응조건, 촉매의 상태가 서로 달라 2개 원료로부터 최종 반응산물을 수득하기 위해 2개 이상의 반응이 단계적으로 필요할 때에 대부분의 경우에는 2개의 반응기를 연속하여 구비하여 공정을 구성하게 된다.
- [0009] 이에 따라 각 반응기 사이에는 1차 반응생성물의 수득과 분리 및 정제, 미반응 원료의 재순환, 1차 반응생성물과 또 다른 반응원료를 다음 단계의 반응기에 공급하기 위한 기화장치, 압축기, 밸브류 등의 부가장치를 필요로 하게 되며, 반응단계가 증가할수록 더욱 많은 부가 장치를 필요로 하게 되어, 과도한 장치비용의 발생, 공정운전의 복잡성, 효율의 저하를 유발하게 되어 상업적 구현을 어렵게 하는 문제점이 있다.
- [0010] 한편, 관련 선행문헌으로는 KR 10-1481160 B(열 교환식 황화 카르보닐 가수분해 반응 시스템 및 그 반응 시스템의 피드 가스 코일 배치구조), US 2014/0309399 A(PROCESS FOR PRODUCTION OF ACRYLATES FROM EPOXIDES) 등이 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0011] 이에 본 발명자들은 액상반응부인 기포탑 반응기와 기상반응부인 고정층 반응기를 일체형으로 구성함으로써, 반응단계 사이의 부가공정 및 추가적인 시설을 생략할 수 있어 고효율의 경제적인 일체형 반응기를 제공할 수 있음을 확인하였다.
- [0012] 이에, 본 발명의 목적은 액상반응부 및 기상반응부를 하나의 반응용기 안에 포함하는 일체형 반응기를 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

- [0013] 본 발명은 액상반응부 및 기상반응부를 포함하는 일체형 반응기에 관한 것으로, 본 발명에 따른 일체형 반응기는 액상반응부와 기상반응부를 하나의 반응용기 안에 일체형으로 포함하여 반응기 내부에서 액상반응과 기상반응을 동시에 진행할 수 있음을 나타낸다.
- [0014] 본 발명자들은 반응매질에 액상 또는 기상의 원료를 투입하여, 반응용기 하단부에서 기-액반응을 촉진시켜 1차 반응산물을 얻고, 1차 반응산물은 기화되어 반응용기 내부의 혼합공간에서 또 다른 반응물과 혼합된 후, 반응용기 상부에 구비된 불균일 촉매의 고정층을 통과하면서 2차 전환됨으로써, 2차 반응산물을 얻을 수 있음을 확인하였다.
- [0015] 본원 발명을 통해 제공될 반응기는 2개 단계의 반응을 하나의 반응용기에서 진행할 수 있어 별도의 장치로 원료를 가열할 필요가 없고, 별도의 혼합기가 필요하지 않으며, 각 반응 단계 사이에 별도의 분리, 정제 공정을 구비할 필요가 없어 생산공정을 간소화하고 공정손실을 최소화할 수 있는 반응기이다.
- [0016] 이하 본 발명을 더욱 자세히 설명하고자 한다.
- [0017] 본 발명의 일 양태는 액상반응부 및 기상반응부를 하나의 반응용기 안에 포함하는 일체형 반응기이다:
- [0018] 상기 액상반응부는 배관부 및 원료투입구로 구성되고,
- [0019] 상기 기상반응부는 촉매 충전부, 스팀분사장치, 및 반응산물 배출구로 구성된다.
- [0020] 상기 액상반응부 및 기상반응부는 격벽으로 구분되거나 배관으로 연결되는 것 없이 하나의 반응용기 안에 포함됨으로써, 액상반응부에서 수행된 반응으로부터 생성된 1차 반응산물이 별도의 추가적인 공정, 단계 또는 장치를 거치지 않고, 그대로 기상반응부에서 수행되는 반응에 참여하여 2차 반응산물을 생성할 수 있다.
- [0021] 상기 액상반응부에서 수행되는 반응은 카르보닐화 반응일 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0022] 상기 반응용기의 재질은 금속, 플라스틱, 탄소강 및 스테인리스로 이루어진 군으로부터 선택되는 것일 수 있으며, 예를 들어, 탄소강 또는 스테인리스일 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다. 탄소강 또는 스테인리스를 사용할 경우 장기간 사용 시 부식에 강하다는 장점이 있다.
- [0023] 상기 액상반응부는 기상반응부의 하부에 위치하는 것일 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0024] 상기 배관부는 양 말단에 배관출입구를 구비하는 것일 수 있다.
- [0025] 상기 배관부의 재질은 금속, 플라스틱, 탄소강 및 스테인리스로 이루어진 군으로부터 선택되는 것일 수 있으며, 예를 들어, 탄소강 또는 스테인리스일 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다. 탄소강 또는 스테인리스를 사용할 경우 장기간 사용 시 부식에 강하다는 장점이 있다.
- [0026] 상기 배관출입구를 통해 열전달 매체가 통과할 수 있고, 이로 인해 액상반응부에서 수행되는 반응에 필요한 온도 조건을 제어할 수 있다. 배관부의 임의의 한 쪽 말단을 배관입구로 선택하고, 나머지 한 쪽 말단을 배관출구로 선택할 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0027] 상기 원료투입구를 통해 액상반응부에서 수행되는 반응에 사용되는 원료를 투입할 수 있다.
- [0028] 상기 액상반응부는 주입구 및 원료투입구와 연결되는 스파저(sparger)를 추가적으로 포함하는 것일 수 있다.
- [0029] 상기 주입구는 일체형 반응기의 좌측면 또는 우측면에 구비될 수 있고, 반응기에 액상의 반응매질, 고체상태의

불균일 촉매, 또는 균일 촉매를 포함하는 혼합액을 주입하기 위해 사용될 수 있다.

- [0030] 상기 스파저는 원료투입구에서 공급된 액상의 원료로부터 기화된 기체 또는 기상의 원료를 미세한 기포 형태로 변환하여 반응용기 내부에 존재하는 액상의 반응매질에 공급할 수 있다.
- [0031] 상기 스파저의 재질은 금속, 플라스틱, 탄소강 및 스테인리스로 이루어진 군으로부터 선택되는 것일 수 있으며, 예를 들어, 탄소강 또는 스테인리스일 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다. 탄소강 또는 스테인리스를 사용할 경우 장기간 사용 시 부식에 강하다는 장점이 있다.
- [0032] 상기 액상의 반응매질은 사슬형 탄화수소, 고리형 탄화수소 또는 탄소수 1 내지 6의 저가 알코올로 이루어진 군으로부터 선택될 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0033] 상기 액상의 반응매질은 촉매를 포함하는 것일 수 있고, 상기 촉매는 균일촉매 또는 균일촉매를 지지체에 고정된 불균일 촉매일 수 있다.
- [0034] 상기 촉매는 $[QMy(CO)_w]^x$ 로 표시되는 것일 수 있다:
- [0035] Q는 유기리간드이고,
- [0036] M은 금속원소로서 Co, Fe, Ti, V, Rh, Os, Cr, Ru 및 Mn으로 이루어지는 군으로부터 선택되는 것일 수 있고,
- [0037] W는 1 내지 20일 수 있고,
- [0038] X는 1 내지 100일 수 있고,
- [0039] Y는 1 내지 6일 수 있다.
- [0040] 액상의 반응매질은 끓는점이 100℃, 120℃, 140℃ 또는 160℃ 이상인 액체일 수 있고, 예를 들어, 165℃ 이상인 액체일 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0041] 드레인(drain)용 출구는 반응용기 하부에 위치할 수 있고, 반응매질, 혼합액 또는 액상반응부에서 생성된 반응산물을 반응기 밖으로 배출시킬 수 있다.
- [0042] 본 발명의 일 구현예에서, 액상반응부에서 반응을 수행하기 위해 반응용기에 반응매질을 주입하고, 원료투입구로 공급된 원료가 스파저를 통해 반응매질에 공급되며, 반응을 위한 온도 조건은 배관부를 통과하는 열전달 매체를 통해 조절된다. 이를 통해 생성된 기상의 1차 반응산물은 별도의 분리, 정제 공정 없이 기상반응부에서 수행되는 반응에 사용할 수 있다.
- [0043] 상기 기상반응부에서 수행되는 반응은 가수분해 반응일 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0044] 상기 촉매 충전부는 고정층 촉매를 배치시키기 위한 것일 수 있다. 상기 고정층 촉매를 촉매 충전부의 내부에 배치함으로써, 기상반응부에서 수행되는 반응에 상기 고정층 촉매가 사용될 수 있다.
- [0045] 상기 촉매 충전부는 일부 또는 전체가 메쉬 또는 타공판인 것일 수 있고, 따라서 기상의 1차 반응산물이 고정층 촉매와 충분히 반응할 수 있다.
- [0046] 상기 촉매 충전부의 재질은 금속, 플라스틱, 탄소강 및 스테인리스로 이루어진 군으로부터 선택되는 것일 수 있으며, 예를 들어, 탄소강 또는 스테인리스일 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다. 탄소강 또는 스테인리스를 사용할 경우 장기간 사용 시 부식에 강하다는 장점이 있다.
- [0047] 상기 고정층 촉매는 $[QMy(CO)_w]^x$ 로 표시되는 것일 수 있다:
- [0048] Q는 유기리간드이고,
- [0049] M은 금속원소로서 Co, Fe, Ti, V, Rh, Os, Cr, Ru 및 Mn으로 이루어지는 군으로부터 선택되는 것일 수 있고,
- [0050] W는 1 내지 20일 수 있고,
- [0051] X는 1 내지 100일 수 있고,
- [0052] Y는 1 내지 6일 수 있다.
- [0053] 상기 고정층 촉매는 제올라이트, 금속산화물, 이온교환수지, 금속염 및 첨착활성탄소로 이루어진 군으로부터 선택되는 1종 이상일 수 있다.

- [0054] 상기 기상반응부는 스팀분사장치에 연결된 스팀배관 및 상기 스팀배관에 연결된 물 투입구를 추가적으로 포함하는 것일 수 있다.
- [0055] 상기 스팀배관은 촉매 충전부를 감싸는 코일 구조로 구비될 수 있으나 이에 한정되는 것은 아니다. 스팀배관에서는 별도의 가열장치를 통하여 물 투입구에서 공급된 물을 기화시켜 스팀으로 변환하고, 이를 스팀분사장치에서 분사할 수 있도록 전달한다.
- [0056] 상기 스팀배관의 재질은 금속, 플라스틱, 탄소강 및 스테인리스로 이루어진 군으로부터 선택되는 것일 수 있으며, 예를 들어, 탄소강 또는 스테인리스일 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다. 탄소강 또는 스테인리스를 사용할 경우 장기간 사용 시 부식에 강하다는 장점이 있다.
- [0057] 스팀분사장치에서 분사되는 스팀의 온도는 120 내지 160℃, 120 내지 150℃, 130 내지 160℃, 130 내지 150℃ 또는 135 내지 160℃일 수 있고, 예를 들어, 135 내지 150℃일 수 있으나 이에 한정되는 것은 아니다. 135 내지 150℃의 스팀을 사용하는 경우 기상반응부에서의 가수분해 반응이 효과적으로 수행될 수 있다.
- [0058] 상기 스팀분사장치는 스팀배관에서 발생된 스팀을 넓은 범위로 분사하는 장치이고, 액상반응부에서의 제1 단계 반응으로 인한 반응산물을 고정층 촉매와 반응하는 공간인 혼합부에서 균일하게 혼합하기 위해, 물 투입구를 통해 도입된 물을 기화시켜 스팀을 분사한다.
- [0059] 본 명세서상의 용어 "혼합부"는 액상반응을 통해 생성된 1차 반응산물이 기상반응을 통해 2차 반응산물을 생성하는 공간을 의미한다. 본 발명의 일체형 반응기는 액상반응부 및 기상반응부를 하나의 반응용기에 포함하기 때문에, 혼합부는 별도의 격벽 또는 배관으로 구분되는 공간을 의미하는 것은 아니다.
- [0060] 상기 반응산물 배출구는 기상반응부에서의 제2 단계 반응으로 인한 반응산물을 일체형 반응기 밖으로 배출하는 것일 수 있다.
- [0061] 본 발명의 일 구현예에서, 액상반응부에서 생성된 1차 반응산물은 고정층 촉매와 반응하여 혼합부에서 2차 반응산물을 생성할 수 있다. 고정층 촉매는 일부 또는 전체가 메쉬 또는 타공판으로 이루어진 촉매 충전부에 배치된 것일 수 있다. 스팀분사장치에서 스팀을 분사함으로써, 혼합부에서 1차 반응산물과 고정층 촉매가 균일하게 혼합될 수 있다.

발명의 효과

- [0062] 본 발명은 액상반응부 및 기상반응부를 하나의 반응용기 안에 포함하는 일체형 반응기에 관한 것으로서, 상기 일체형 반응기를 이용하면 반응단계 사이의 부가공정 및 추가적인 시설을 생략할 수 있으므로, 이를 효과적으로 고효율의 경제적인 일체형 반응기로서 이용할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0063] 도 1은 본 발명에 따른 액상반응부 및 기상반응부를 하나의 반응용기 안에 포함하는 일체형 반응기의 구성도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0064] 상술한 목적, 특징 및 장점은 첨부된 도면을 참조하여 후술되어 있는 상세한 설명을 통하여 보다 명확해질 것이며, 그에 따라 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자가 본 발명의 기술적 사상을 용이하게 실시할 수 있을 것이다. 또한, 본 발명을 설명함에 있어서 본 발명과 관련된 공지기술에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에 그 상세한 설명을 생략하기로 한다. 이하, 첨부된 도면들을 함께 참조하여 본 발명에 따른 바람직한 실시예를 상세히 설명하기로 한다.
- [0065] 도 1은 본 발명에 따른 액상반응부 및 기상반응부를 하나의 반응용기 안에 포함하는 일체형 반응기의 구성도이다.
- [0066] 본 발명의 반응기를 사용하여 에틸렌옥사이드와 일산화탄소 그리고 물을 투입하여 아크릴산을 제조하고자 할 경우 아래와 같은 방법을 사용할 수 있다.
- [0067] 먼저, 투입구(111)를 통해 $[QMy(CO)_w]^x$ 의 화학적 조성을 갖는 금속카르보닐 촉매와 액상의 반응매질의 혼합물을 반응용기(101) 내부의 적정 높이까지 투입한다. 이때 촉매는 고체상태일수도 있지만, 반응매질에 용해될 수 있

으면 바람직하다. 반응매질은 사슬형 탄화수소, 고리형 탄화수소, 알코올류, 이온성 액체(ionic liquid) 등으로 특별한 제약이 없고 이들 중 끓는점이 165℃ 이상인 액체를 선정하여 사용할 수 있다.

[0068] 다음으로 배관출입구(112a, 112b)를 통해 열전달 매체를 흘려준다. 통과한 열전달 매체는 배관출구를 통해 배출되어 외부에 구비된 가열장치에서 가열된 후 배관입구를 통해 다시 투입된다. 열전달 매체는 반응용기(101) 내부 온도를 165℃로 유지할 수 있도록 계속 순환하여 흐른다.

[0069] 반응용기(101) 하부 액체의 온도가 165℃에 도달하면 물 투입구(122)를 통해 물을 공급한다. 물은 스팀배관(123)을 통과하는 중에 기화되어 스팀으로 바뀌고 스팀은 스팀분사장치(124)를 통해 혼합부(102)로 분사된다.

[0070] 반응 원료인 에틸렌옥사이드와 일산화탄소는 반응용기(101) 외부에서 혼합되어 원료투입구(113)를 통해 반응기 내부로 도입된다. 혼합원료는 스파저(114)의 표면에 난 구멍을 통해 미세한 기포 형태로 촉매가 분산 또는 녹아 있는 반응매질을 통과하며 액상반응부(제1단계 반응)의 반응인 카르보닐화 반응이 일어나 베타-프로티오락톤으로 전환된다.

[0071] 액상반응부(제1단계 반응)의 반응산물인 베타-프로티오락톤의 끓는점은 161℃이므로 베타-프로티오락톤은 미전환 에틸렌옥사이드와 일산화탄소와 함께 기포형태로 액체의 수면까지 상승하여 중공에는 기체상태로 액체수면 위의 혼합부(102)로 이탈한다.

[0072] 액상의 온도는 반드시 165℃로 한정할 필요는 없으며, 베타-프로티오락톤이 분해되지 않고 기화될 수 있도록 액상의 온도를 160℃ 이하로 유지하고 반응산물 배출구(103)의 드레인(drain)용 출구(115)를 통해 반응기 내부를 약한 음압으로 만들어 준 후 액상반응부(제1단계 반응)의 반응을 진행하여도 무방하다.

[0073] 베타-프로티오락톤은 혼합부(102)의 혼합구간에서 스팀분사장치(124)를 통해 분사된 스팀과 혼합되어 촉매 충전부(121)에 구비된 고정층 촉매를 통과하고, 기상반응부(제2단계 반응)의 반응인 가수분해 반응을 거쳐 아크릴산 또는 아크릴산 유도체로 전환된다. 이 때 고정층 촉매는 가수분해 반응에 효과적인 고체상 촉매 또는 이와 동일한 기능을 수행하는 고체상태의 불균일 촉매이면 사용에 특별한 제약이 없다.

[0074] 보다 구체적으로는 제올라이트 계통, 금속산화물 계통, 이온교환 수지 계통, 금속염 계통, 침착 탄소계통이거나 이들의 조합으로 구성되어 가수분해 반응을 촉진할 수 있는 전환할 수 있는 산성의 촉매일 수 있으며, 이들을 일정비율로 혼합하여 사용하여도 무방하다.

[0075] 기상반응부(제2단계 반응) 반응의 반응산물인 아크릴산 또는 아크릴산 유도체를 포함한 가스의 흐름은 반응산물 배출구(103)를 통해 배출되고, 제품화를 위해 다음 단계인 분리, 정제 공정으로 도입된다. 본 발명에서는 반응기 배출구 이후의 공정 및 공정조작에 대해 특별한 제한을 두지는 않는다.

[0076] 상기에서 본 발명의 일체형 반응기 내에 에틸렌옥사이드와 일산화탄소 그리고 물을 원료로 투입하여 아크릴산 유도체를 제조하는 과정을 기술하였으나, 본원 발명의 일체형 반응기는 특정한 반응산물의 수득에 국한되지 않고 반응변수와 반응기 운전조작의 간단한 변경으로 카르보닐화와 가수분해반응에 의해 전환되는 모든 반응산물의 제조에 사용될 수 있다.

부호의 설명

[0077] 100: 일체형 반응기

101: 반응용기

102: 혼합부

103: 반응산물 배출구

110: 액상반응부

111: 주입구

112: 배관부

112a, 112b: 배관출입구

113: 원료투입구

114: 스파저(sparger)

115: 드레인(drain)용 출구

120: 기상반응부

121: 촉매 충전부

122: 물 투입구

123: 스팀배관

124: 스팀분사장치

도면

도면1

