



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2017-0001661
(43) 공개일자 2017년01월04일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

C12M 1/00 (2006.01) *B01J 19/28* (2015.01)
B01J 19/30 (2006.01) *C12N 9/20* (2006.01)
C12P 41/00 (2006.01) *G01N 33/50* (2006.01)
G01N 33/53 (2006.01)

(52) CPC특허분류

C12M 1/00 (2013.01)
B01J 19/28 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2016-0080317

(22) 출원일자 2016년06월27일

심사청구일자 2016년06월27일

(30) 우선권주장

1020150090710 2015년06월25일 대한민국(KR)

(71) 출원인

고려대학교 산학협력단

서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암동5가)

(72) 발명자

김중배

서울특별시 강남구 역삼로 309, 101동 1501호 (역삼동, 래미안펜타빌아파트)

양주상

서울특별시 동대문구 무학로 45, 36, 306호 (용두동)

임중성

충청남도 논산시 연무읍 황화로 285, 10

(74) 대리인

특허법인이룸리온

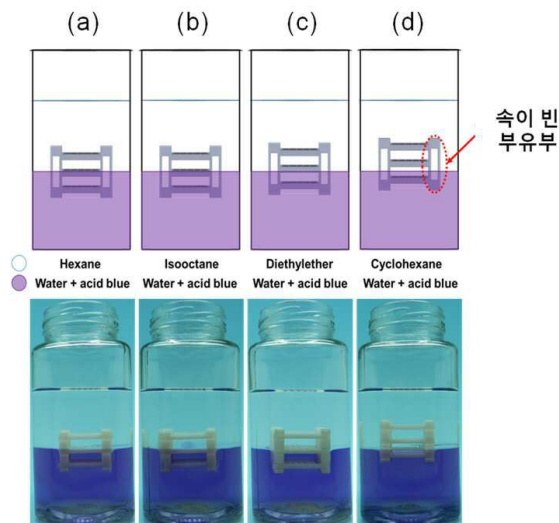
전체 청구항 수 : 총 25 항

(54) 발명의 명칭 액체-액체 계면에서의 반응물질 전환 공정

(57) 요약

본 발명은 액체-액체 계면에서의 반응물질 전환 공정에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 두 액체 사이의 계면에서 일어나는 반응을 보다 원활한 조건에서 빠르게 수행시켜 반응 효율을 높이는 동시에 생성물질의 수율을 현저히 향상시킬 수 있는 액체-액체 계면에서의 반응물질 전환 공정에 관한 것이다.

대표도 - 도13



(52) CPC특허분류

B01J 19/305 (2013.01)

C12N 9/20 (2013.01)

C12P 41/00 (2013.01)

G01N 33/50 (2013.01)

G01N 33/53 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 2014043032

부처명 미래창조과학부

연구관리전문기관 한국연구재단

연구사업명 글로벌연구실사업

연구과제명 미생물 오염 방지 및 제거를 위한 나노바이오촉매 소재 개발

기 여 율 6/10

주관기관 고려대학교 산학협력단

연구기간 2015.08.01 ~ 2016.06.30이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 20142020200980

부처명 산업통상자원부

연구관리전문기관 한국에너지기술평가원

연구사업명 에너지기술개발사업

연구과제명 나노바이오촉매 기반 고효율 이산화탄소 전환 및 활용 기술 개발

기 여 율 4/10

주관기관 고려대학교 산학협력단

연구기간 2015.10.01 ~ 2016.09.30

명세서

청구범위

청구항 1

액체-액체 간 계면에 구조체를 배치하게 하며,
상기 구조체는 반응 촉매를 포함하는 것을 특징으로 하는,
액체-액체 간 계면에서의 반응물질 전환 공정.

청구항 2

제1항에 있어서, 제1액체, 제2액체 및 구조체로 구성되고,
하기 방정식 1을 만족하는 것을 특징으로 하는 액체-액체 계면에서의 반응물질 전환 공정;
[방정식 1]
제1액체 밀도 < 구조체 평균밀도 < 제2액체 밀도

청구항 3

제2항에 있어서, 제1액체 및 제2액체 중 어느 하나 이상의 액체는 반응물질을 포함하고,
상기 반응물질은 상기 구조체가 포함한 반응촉매에 촉매 작용에 의해 생성물질을 형성하는 것을 특징으로 하는
액체-액체 계면에서의 반응물질 전환 공정.

청구항 4

제2항에 있어서, 상기 제1액체 및 제2액체는 각각 독립적으로 물, 이소옥탄(isooctane), 디클로로헥산(dichlorohexane), 헥산(hexane), 헵테탄(heptane), 사이클로헥산(cyclohexane), 디에틸에테르(diethylether), 옥탄(octane), 에틸 아세테이트(ethyl acetate), 디클로로메탄(dichloromethane), 클로로포름(chloroform), 사염화탄소(carbon tetrachloride), 톨루엔(toluene), 테트라히드로푸란(tetrahydrofuran), 아세톤(acetone), 피리딘(pyridine), 에틸렌 글리콜(ethylene glycol) 및 부탄디올(butanediol) 중에서 선택된 1종 이상의 용매를 포함하는 것을 특징으로 하는 액체-액체 계면에서의 반응물질 전환 공정.

청구항 5

제1항에 있어서, 제1액체, 제2액체, 제3액체 및 제1구조체, 제2구조체로 구성되고,
제3액체는 제1액체 및 제2액체와 계면을 형성하고, 제1액체와 제2액체는 서로 분리되어 있으며,
상기 구조체는 제1구조체 및 제2구조체를 포함하고, 제1구조체는 제1액체와 제3액체 사이에 형성된 계면에 존재하며, 제2구조체는 제2액체와 제3액체 사이에 형성된 계면에 존재하고 있는 것을 특징으로 하는 액체-액체 계면에서의 반응물질 전환 공정.

청구항 6

제5항에 있어서, 상기 제1액체, 제2액체, 제3액체, 제1구조체 및 제2구조체는 하기 방정식 2 및 방정식 3을 만족하는 것을 특징으로 하는 액체-액체 계면에서의 반응물질 전환 공정;

[방정식 2]

제1액체 밀도 < 제1구조체 평균밀도 < 제3액체 밀도

[방정식 3]

제2액체 밀도 < 제2구조체 평균밀도 < 제3액체 밀도

청구항 7

제5항에 있어서, 제1구조체 및 제2구조체 각각은 동일한 반응촉매 또는 서로 다른 반응촉매를 포함하는 것을 특징으로 하는 액체-액체 계면에서의 반응물질 전환 공정.

청구항 8

제5항에 있어서, 제1액체가 반응물질을 포함하고,

상기 반응물질은 제1구조체가 포함하는 반응촉매에 의해 제3액체에 중간물질을 형성하며,

상기 중간물질은 제2구조체가 포함하는 반응촉매에 의해 제3액체에 최종생성물질을 형성하는 것을 특징으로 하는 액체-액체 계면에서의 반응물질 전환 공정.

청구항 9

제5항에 있어서, 상기 제1액체, 제2액체 및 제3액체는 각각 독립적으로 물, 이소옥탄(isooctane), 디클로로헥산(dichlorohexane), 헥산(hexane), 헵테탄(heptane), 사이클로헥산(cyclohexane), 디에틸에테르(diethylether), 옥탄(octane), 에틸 아세테이트(ethyl acetate), 디클로로메탄(dichloromethane), 클로로포름(chloroform), 사염화탄소(carbon tetrachloride), 톨루엔(toluene), 테트라히드로푸란(tetrahydrofuran), 아세톤(acetone), 피리딘(pyridine), 에틸렌 글리콜(ethylene glycol) 및 부탄디올(butanediol)으로 이루어진 군으로부터 선택되는 어느 하나 이상을 포함하는 것을 특징으로 하는 액체-액체 계면에서의 반응물질 전환 공정.

청구항 10

제1항에 있어서, 상기 구조체는

반응 촉매;

상기 반응 촉매를 포함하는 몸체부; 및

상기 몸체부와의 결합에 의해, 상기 구조체를 액체-액체 계면에 위치하도록 하는 부유부;를 포함하는 것을 특징으로 하는 액체-액체 계면에서의 반응물질 전환 공정.

청구항 11

제10항에 있어서, 상기 몸체부는 한 개 이상 구비되어 적층되며,

상기 반응 촉매는 상기 몸체부에 흡착, 이온결합, 공유결합 또는 점착성 물질에 의해 반응 촉매에 고정되는 것을 특징으로 하는 액체-액체 계면에서의 반응물질 전환 공정.

청구항 12

제10항에 있어서, 상기 몸체부는 한 개 이상 구비되어 적층되며,

상기 몸체부가 담체를 포함하며,

상기 반응 촉매는 상기 담체에 고정되는 것을 특징으로 하는 액체-액체 계면에서의 반응물질 전환 공정.

청구항 13

제12항에 있어서, 상기 담체는 고분자 섬유, 전기전도성 고분자, 다공성 입자, 구형입자, 나노입자, 비드, 탄소 나노튜브, 와이어, 필라, 그래핀, 폴러렌 및 폴리도파민으로 이루어진 군으로부터 선택되는 어느 하나 이상을 포함하는 것을 특징으로 하는 액체-액체 계면에서의 반응물질 전환 공정.

청구항 14

제12항에 있어서, 상기 담체는 흡착, 이온결합, 공유결합 또는 접착성 물질에 의해 반응 촉매에 고정되는 특징으로 하는 액체-액체 계면에서의 반응물질 전환 공정.

청구항 15

제10항에 있어서, 상기 반응 촉매는 유기촉매인 효소와 무기촉매 중에서 선택된 1종 이상을 포함하는 것을 특징으로 하는 반응물질 전환 공정.

청구항 16

제15항에 있어서, 상기 효소는 탄산무수화효소, 트립신, 키모트립신, 서브틸리신, 파파인, 서몰리신, 리파아제, 펙톡시다아제, 티로시나아제, 라카아제, 셀룰라아제, 자일라나제, 락타아제, 유기포스포하이드롤레이즈, 콜린에스테라아제, 글루코스 산화효소, 피라노스 산화효소, 포름산 탈수소 효소, 알데하이드 탈수소 효소, 알코올 탈수소 효소, 포도당 탈수소 효소, 및 포도당 이성화 효소로 이루어진 군으로부터 선택되는 어느 하나 이상을 포함하는 것을 특징으로 하는 액체-액체 계면에서의 반응물질 전환 공정.

청구항 17

제15항에 있어서, 상기 무기촉매는 플래티늄, 백금, 로듐, 팔라듐, 납, 이리듐, 루비듐, 철, 니켈, 아연, 코발트, 구리, 망간, 티타늄, 루테튬, 은, 몰리브덴, 텅스텐, 알루미늄, 철, 안티몬, 주석, 비스무트, 바륨, 오스뮴, 산화질소, 산화구리, 산화망간, 산화티타늄, 산화바나듐, 산화아연으로 이루어진 군으로부터 선택되는 어느 하나 이상을 포함하는 것을 특징으로 하는 액체-액체 계면에서의 반응물질 전환 공정.

청구항 18

제16항에 있어서,

상기 효소는 가교 결합제를 이용하여 효소 간의 가교결합을 통한 효소군집체를 형성하고 있는 것을 특징으로 하는 액체-액체 계면에서의 반응물질 전환 공정.

청구항 19

제16항에 있어서,

상기 효소는 석출제를 통해 효소를 석출시키고,

가교 결합제를 이용하여 효소 간의 가교결합을 통한 효소군집체를 형성하고 있는 것을 특징으로 하는 액체-액체

계면에서의 반응물질 전환 공정.

청구항 20

제18항 또는 제19항에 있어서, 상기 가교결합제는 디이소시아네이트, 디안히드라이드, 디에폭사이드, 디알데하이드, 디이미드, 1-에틸-3-디메틸 아미노프로필카보디이미드, 글루타르알데하이드, 비스(이미도에스테르), 비스(석신이미도에스테르), 디에시드 클로라이드, 도파민, 도파민 유래 카테콜기를 포함하는 화합물, 제니핀 및 에틸렌 글리콜 디글리시딜 에테르로 이루어진 군으로부터 선택되는 어느 하나 이상을 포함하는 것을 특징으로 하는 액체-액체 계면에서의 반응물질 전환 공정.

청구항 21

제19항에 있어서, 상기 석출제는 메탄올, 에탄올, 1-프로판올, 2-프로판올, 부틸알콜, 아세톤, 폴리에틸렌글리콜, 암모늄 설페이트, 소듐클로라이드, 소듐설페이트, 소듐포스페이트, 포타슘클로라이드, 포타슘설페이트, 포타슘포스페이트 및 이들의 수용액으로 이루어진 군으로부터 선택되는 어느 하나 이상을 포함하는 것을 특징으로 하는 액체-액체 계면에서의 반응물질 전환 공정.

청구항 22

제10항에 있어서, 상기 몸체부는 격자 형태의 면상 구조체이고,

상기 몸체부에는 반응물질이 외부로부터 내부로 접근할 수 있는 개구가 형성되는 것을 특징으로 하는 액체-액체 계면에서의 반응물질 전환 공정.

청구항 23

제10항에 있어서, 상기 부유부는 부유 조절 물질이 포함될 수 있는 하나 이상의 공극을 가지며,

상기 부유 조절 물질은 공기, 질소, 산소, 아르곤, 이산화탄소, 네온, 오존, 헬륨, 메탄, 크세논, 크립톤, 수소으로 이루어진 군으로부터 선택되는 어느 하나 이상의 물질을 포함하는 것을 특징으로 하며,

빈 공극들의 부피를 조절하여 구조체의 평균밀도를 조절하는 것을 특징으로 하는 액체-액체 계면에서의 반응물질 전환 공정.

청구항 24

제10항에 있어서, 상기 몸체부 및 부유부 중 1종 이상의 재질 및 조성을 변화시킴으로써 상기 구조체의 평균밀도를 조절하는 것을 특징으로 하는 액체-액체 계면에서의 반응물질 전환 공정;

청구항 25

제10항에 있어서, 몸체부의 재질 및 부유부의 재질 각각은 독립적으로 니트릴-부타디엔-스티렌(ABS), 폴리카보네이트(PC), 폴리비닐알코올(PVA), 폴리스티렌(PS), 폴리락틱산, 폴리카프로락탐, 폴리카프로락톤, 폴리락틱-co-글리콜산, 폴리아크릴로니트릴, 폴리에스테르, 폴리에틸렌, 폴리에틸렌이민, 폴리프로필렌옥사이드, 폴리우레탄, 폴리글리콜산, 폴리에틸렌테레프탈레이트, 폴리메틸메타크릴레이트, 폴리디메틸실록산, 폴리스티렌-co-무수말레산, 테플론, 콜라겐, 나일론, 셀룰로오스, 키토산, 유리, 금, 은, 알루미늄, 철, 구리 및 실리콘으로 이루어진 군으로부터 선택되는 어느 하나 이상을 포함하는 것을 특징으로 하는 액체-액체 계면에서의 반응물질 전환 공정

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 액체-액체 계면에서의 반응물질 전환 공정에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 액체-액체 계면에 반응 촉매를 포함하는 구조체를 위치시켜서 각 액체에 존재하는 반응물질 간의 전환 및 전환 수율을 현저하게 향상시킬 수 있는 반응공정에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 종래에는 두 혼합되지 않는 액체에서 반응을 이용하는 방법으로는 혼합 되지 않는 각 액상에 반응물질을 분산시켜 두 상의 계면에서 반응이 일어날 수 있도록 하는 방법과 한 액상에 두 반응물질을 분산하여 반응 후 생성물질을 선택적으로 다른 액상으로 이동시키는 방법 등이 있었다.

[0003] 상기 방법들은 효소 또는 촉매 물질을 이용하는 경우가 있으나 촉매 반응을 수행하는 물질들이 계면이 아닌 한 쪽 액체 내에 고르게 퍼져 있어 반응의 효율이 저하되는 문제가 발생할 수 있고, 두 액체가 계면을 형성하여 상하로 위치할 경우 상부에 위치한 액체의 상층부에 부유하거나 하부에 위치한 액체의 하층부로 가라앉기 때문에, 반응이 일어나는 계면에 위치하는 촉매의 양이 현저히 적어지는 문제점이 있었다. 또한, 두 액체 사이의 계면에서 일어나는 반응을 보다 원활한 조건에서 빠르게 수행시켜 반응 효율을 높이는 동시에 반응 생성물질의 수율을 현저히 향상시키는 효과를 동시에 가질 수 없었다. 또한, 촉매에 의해 매개되는 어떤 반응은 가역적 반응일 수 있어 촉매에 의해 생성물질로 전환되더라도 생성물질을 분리에 시간이 지체될 경우 상기 생성물질이 다시 반응물질로 전환되어 목적하는 생성물질을 수득할 수 없는 문제점이 있었다.

선행기술문헌

특허문헌

[0004] (특허문헌 0001) JP 1997-248585 A (공개일 1997.09.22)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 본 발명은 상기와 같은 문제점을 해결하기 위하여 안출된 것으로, 본 발명의 해결하려는 과제는 액체-액체 계면에 반응촉매를 위치시키기 위하여, 상기 계면에 위치할 수 있는 구조체를 도입하고, 상기 구조체에 반응촉매를 포함시켜서, 액체-액체 계면에서 반응물질들의 전환 수율을 현저히 향상시킬 수 있는 반응물질 전환 공정을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0007] 상술한 과제를 해결하기 위해 본 발명은 액체-액체 계면에 부유하는 구조체 하에서 반응을 수행하는 반응공정을 제공한다.

[0008] 본 발명의 바람직한 일실시예에 따르면, 상기 구조체는 반응 촉매를 포함한다.

[0009] 본 발명의 바람직한 일실시예에 따르면, 제1액체, 제2액체 및 구조체는 하기 방정식 1을 만족할 수 있다.

[0010] [방정식 1]

[0011] 제1액체 밀도 < 구조체 평균밀도 < 제2액체 밀도

[0012] 본 발명의 바람직한 일실시예에 따르면, 제1액체 내 반응물질 및/또는 제2액체 내 반응물질은 상기 구조체 내 반응촉매에 의해 생성물질을 형성할 수 있으며, 상기 생성물질은 제1액체 및/또는 제2액체 내 존재할 수 있다.

[0013] 본 발명의 바람직한 일실시예에 따르면, 상기 제1액체 및 제2액체는 각각 독립적으로 물, 이소옥탄(isooctane), 디클로로헥산(dichlorohexane), 헥산(hexane), 헵탄(heptane), 사이클로헥산(cyclohexane), 디에틸에테르

(diethylether), 옥탄(octane), 에틸 아세테이트(ethyl acetate), 디클로로메탄(dichloromethane), 클로로포름(chloroform), 사염화탄소(carbon tetrachloride), 톨루엔(toluene), 테트라히드로푸란(tetrahydrofuran), 아세톤(acetone), 피리딘(pyridine), 에틸렌 글리콜(ethylene glycol) 및 부탄디올(butanediol)로 이루어진 군으로부터 선택되는 하나 이상의 용매를 포함할 수 있다.

- [0014] 본 발명의 바람직한 일실시예에 따르면, 서로 섞이지 않는 제1액체, 제2액체 및 제3액체를 포함하고, 제2액체는 제1액체 및 제3액체와 계면을 형성하고, 제1액체와 제3액체는 서로 분리되어 있으며, 상기 구조체는 제1구조체 및 제2구조체를 포함하며, 제1구조체는 제1액체와 제2액체 사이에 형성된 계면에 존재하며, 제2구조체는 제2액체와 제3액체 사이에 형성된 계면에 존재할 수 있다.
- [0015] 본 발명의 바람직한 일실시예에 따르면, 상기 제1액체, 제2액체, 제3액체, 제1구조체 및 제2구조체는 하기 방정식 2 및 방정식 3을 만족할 수 있다.
- [0016] [방정식 2]
- [0017] 제1액체 밀도 < 제1구조체 평균밀도 < 제2액체 밀도
- [0018] [방정식 3]
- [0019] 제2액체 밀도 < 제2구조체 평균밀도 < 제3액체 밀도
- [0020] 본 발명의 바람직한 일실시예에 따르면, 제1구조체 및 제2구조체 각각은 동일한 반응축매 또는 서로 다른 반응축매를 포함할 수 있다.
- [0021] 본 발명의 바람직한 일실시예에 따르면, 제1액체 내 반응물질 및/또는 제2액체 내 반응물질은 제1구조체 내 반응축매에 의해 중간물질을 형성하며, 상기 중간물질은 제2구조체 내 반응축매에 의해 최종생성물질을 형성할 수 있다.
- [0022] 본 발명의 바람직한 일실시예에 따르면, 반응이 진행될수록 제1액체 내 반응물질의 농도가 낮아지고, 제3액체 내 최종생성물질의 농도는 증가할 수 있다.
- [0023] 본 발명의 바람직한 일실시예에 따르면, 상기 제1액체, 제2액체 및 제3액체는 각각 독립적으로 물, 이소옥탄(isooctane), 디클로로헥산(dichlorohexane), 헥산(hexane), 헵테탄(heptane), 사이클로헥산(cyclohexane), 디에틸에테르(diethylether), 옥탄(octane), 에틸 아세테이트(ethyl acetate), 디클로로메탄(dichloromethane), 클로로포름(chloroform), 사염화탄소(carbon tetrachloride), 톨루엔(toluene), 테트라히드로푸란(tetrahydrofuran), 아세톤(acetone), 피리딘(pyridine), 에틸렌 글리콜(ethylene glycol) 및 부탄디올(butanediol)로 이루어진 군으로부터 선택되는 하나 이상의 액체를 포함할 수 있다.
- [0024] 본 발명의 바람직한 일실시예에 따르면, 상기 구조체는 반응 축매; 상기 반응 축매를 지지하는 몸체부; 및 부유부;를 포함할 수 있다.
- [0025] 본 발명의 바람직한 일실시예에 따르면, 상기 부유부는 상기 몸체부에 결합되고, 상기 구조체가 액체-액체 계면에 부유하게 한다.
- [0026] 본 발명의 바람직한 일실시예에 따르면, 제10항에 있어서, 상기 몸체부는 한 개 이상 구비되어 적층되며, 상기 반응 축매는 상기 몸체부에 흡착, 이온결합, 공유결합 또는 접착성 물질에 의해 반응 축매에 고정되어 있을 수 있다.
- [0027] 본 발명의 바람직한 일실시예에 따르면, 상기 상기 몸체부는 한 개 이상 구비되어 적층되며, 상기 몸체부에 담체가 포함되며, 상기 반응 축매는 상기 담체에 고정되어 있을 수 있다.
- [0028] 본 발명의 바람직한 일실시예에 따르면, 상기 몸체부는 제1몸체 및 제2몸체를 포함하여 구성될 수 있으며, 상기 제1몸체 및 상기 제2몸체 사이에 담체를 더 포함하고, 상기 반응 축매는 상기 담체의 표면에 고정되어 있을 수 있다.
- [0029] 본 발명의 바람직한 일실시예에 따르면, 상기 담체는 고분자 섬유, 전기전도성 고분자, 다공성 입자, 구형입자, 나노입자, 비드, 탄소나노튜브, 와이어, 필라, 그래핀, 풀러렌 및 폴리도파민 중에서 선택된 1종 이상을 포함할 수 있다.
- [0030] 본 발명의 바람직한 일실시예에 따르면, 상기 담체는 단순 흡착, 이온결합 및 작용기에 의한 공유결합에 의해

반응 촉매와 결합되어 상기 반응 촉매가 상기 담체에 고정되어 있을 수 있다.

- [0031] 본 발명의 바람직한 일실시예에 따르면, 상기 반응 촉매는 유기촉매인 효소 및 무기촉매 중에서 선택된 1종 이상을 포함할 수 있다.
- [0032] 본 발명의 바람직한 일실시예에 따르면, 상기 효소는 탄산무수화효소, 트립신, 키모트립신, 서브틸리신, 파파인, 서몰리신, 리파아제, 펩록시다아제, 티로시나아제, 라카아제, 셀룰라아제, 자일라나제, 락타아제, 유기 포스포하이드롤레이즈, 콜린에스테라아제, 글루코스 산화효소, 피라노스 산화효소, 포름산 탈수소 효소, 알데하이드 탈수소 효소, 알코올 탈수소 효소, 포도당 탈수소 효소, 및 포도당 이성화 효소로 이루어진 군으로부터 선택되는 하나 이상의 효소를 포함할 수 있다.
- [0033] 본 발명의 바람직한 일실시예에 따르면, 상기 무기촉매는 플래티늄, 백금, 로듐, 팔라듐, 납, 이리듐, 루비듐, 철, 니켈, 아연, 코발트, 구리, 망간, 티타늄, 루테튬, 은, 몰리브덴, 텅스텐, 알루미늄, 철, 안티몬, 주석, 비스무트, 바륨, 오스뮴, 산화질소, 산화구리, 산화망간, 산화티타늄, 산화바나듐, 산화아연 로 이루어진 군으로부터 선택되는 하나 이상의 무기촉매를 포함할 수 있다.
- [0034] 본 발명의 바람직한 일실시예에 따르면, 상기 효소는 가교결합체를 통해 효소들이 군집체를 형성하고 있을 수 있다.
- [0035] 본 발명의 바람직한 일실시예에 따르면, 상기 효소는 가교결합체 및 석출체를 통해 효소들이 집적된 효소군집체를 형성하고 있을 수 있다.
- [0036] 본 발명의 바람직한 또 다른 일실시예에 따르면, 상기 가교결합체는 디이소시아네이트, 디안히드라이드, 디에폭사이드, 디알데하이드, 디이미드, 1-에틸-3-디메틸 아미노프로필카보디이미드, 글루타르알데하이드, 비스(이미도에스테르), 비스(석신이미달에스테르), 디에시드 클로라이드, 도파민, 도파민 유래 카테콜기를 포함하는 화합물, 제니핀 및 에틸렌 글리콜 디글리시딜 에테르로 이루어진 군으로부터 선택되는 하나 이상의 가교결합체를 포함할 수 있다.
- [0037] 본 발명의 바람직한 또 다른 일실시예에 따르면, 상기 석출체는 메탄올, 에탄올, 1-프로판올, 2-프로판올, 부틸알콜, 아세톤, 폴리에틸렌글리콜, 암모늄 설페이트, 소듐클로라이드, 소듐설페이트, 소듐포스페이트, 포타슘클로라이드, 포타슘설페이트 및 포타슘포스페이트로 이루어진 군으로부터 선택되는 하나 이상의 석출체를 포함할 수 있다.
- [0038] 본 발명의 바람직한 또 다른 일실시예에 따르면, 상기 제1몸체 및 상기 제2몸체 각각은 격자 형태의 면상 구조체일 수 있고, 상기 제1몸체 및 상기 제2몸체 각각에는 상기 반응물질이 외부로부터 내부로 접근할 수 있는 개구가 형성될 수 있다.
- [0039] 본 발명의 바람직한 또 다른 일실시예에 따르면, 상기 제1몸체 및 상기 제2몸체는 상하방향으로 서로 나란하게 배열될 수 있다.
- [0040] 본 발명의 바람직한 또 다른 일실시예에 따르면, 상기 부유부는 상기 몸체부의 일 단부에 결합되는 제1구조체 및 상기 몸체부의 타 단부에 결합되는 제2구조체를 포함하되, 상기 제1구조체 및 상기 제2구조체는 상기 몸체부를 상기 제1액체 및 상기 제2액체 사이의 계면에 부유되도록, 상기 제1액체 및 제2액체에 잠긴 상태에서 상하방향으로 이동할 수 있다.
- [0041] 본 발명의 바람직한 또 다른 일실시예에 따르면, 상기 제1구조체 또는 상기 제2구조체는 내부에 유체가 저장될 수 있는 유체 저장부를 포함할 수 있고, 상기 제1구조체 또는 상기 제2구조체에 연결되어 상기 유체 저장부에 유체를 유 출입시키는 펌프를 포함할 수 있다.
- [0042] 본 발명의 바람직한 또 다른 일실시예에 따르면, 상기 펌프를 통해서 상기 유체 저장부에 유출입 되는 유체는 공기 또는 상기 제1액체 및 상기 제2액체일 수 있다.
- [0043] 본 발명의 바람직한 또 다른 일실시예에 따르면, 상기 반응물질은 상기 제1액체 및 제2액체 중에서 선택된 1종 이상의 액체에 포함될 수 있다.
- [0044] 본 발명의 바람직한 또 다른 일실시예에 따르면, 상기 부유부는 부유 조절 물질이 포함될 수 있는 하나 이상의 빈 공극을 가지며, 빈 공극들의 부피를 조절하여 구조체의 평균밀도를 조절할 수 있다.
- [0045] 본 발명의 바람직한 또 다른 일실시예에 따르면, 상기 부유 조절 물질은 공기, 질소, 산소, 아르곤,

이산화탄소, 네온, 오존, 헬륨, 메탄, 크세논, 크립톤, 수소으로 이루어진 군으로부터 선택되는 어느 하나 이상의 물질을 포함될 수 있다.

[0046] 본 발명의 바람직한 또 다른 일실시예에 따르면, 상기 몸체부 그리고/혹은 부유부의 재질을 조절하여 구조체의 평균밀도를 조절할 수 있다.

[0047] 본 발명의 바람직한 또 다른 일실시예에 따르면, 상기 몸체부 그리고/혹은 부유부의 재질은 아크릴로니트릴-부타디엔-스티렌(ABS), 폴리카보네이트(PC), 폴리비닐알코올(PVA), 폴리스티렌(PS), 폴리락틱산, 폴리카프로락탐, 폴리카프로락톤, 폴리락틱-co-글리콜산, 폴리아크릴로니트릴, 폴리에스테르, 폴리에틸렌, 폴리에틸렌이민, 폴리프로필렌옥사이드, 폴리우레탄, 폴리글리콜산, 폴리에틸렌테레프탈레이트, 폴리메틸메타크릴레이트, 폴리디메틸실록산, 폴리스티렌-co-무수말레산, 테플론, 콜라겐, 나일론, 셀룰로오스, 키토산, 유리, 금, 은, 알루미늄, 철, 구리 및 실리콘으로 이루어진 군으로부터 선택되는 어느 하나 이상의 재질을 가질 수 있다.

[0049] 이하, 본 발명에서 사용한 용어에 대해 설명한다.

[0050] 본 발명에서 사용하는 용어인 "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 명세서 상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다. 또한, 층, 막, 영역, 판 등의 부분이 다른부분 "위에" 있다고 할 경우, 이는 다른부분 "바로 위에" 있는 경우뿐만 아니라 그 중간에 또 다른 부분이 있는 경우도 포함한다. 반대로 층, 막, 영역, 판 등의 부분이 다른 부분 "아래에" 있다고 할 경우, 이는 다른부분 "바로 아래에" 있는 경우 뿐만 아니라 그 중간에 또 다른 부분이 있는 경우도 포함한다.

발명의 효과

[0052] 구조체 존재 하에서 수행하는 본 발명의 액체-액체 계면에서의 반응물질 전환 공정은 액체와 액체 사이의 계면 반응을 통해 전환된 생성물질이 다시 반응물질로 전환되는 것을 방지할 뿐만 아니라, 반응 촉매가 최적 위치에 존재하는 바, 생성물질의 수율을 현저히 향상시킬 수 있으며, 또한, 특정 액체 내 존재하는 물질을 고농도로 분리 및/또는 이를 고농도로 회수할 수도 있다. 또한, 거울상 이성질체의 분리 및 계면 반응을 통한 물질 합성도 가능하다.

도면의 간단한 설명

[0054] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 액체-액체 계면에서의 반응물질 전환 공정을 도시한 개략도이다.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 구조체를 도시한 사시도이다.

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 구조체를 분해한 분해 사시도이다.

도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 구조체의 담체에 반응 촉매가 결합된 것을 도시한 평면도이다.

도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 구조체의 부유부를 도시한 단면도이다.

도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 구조체 부유부의 제1변형예를 도시한 단면도이다.

도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 구조체 부유부의 제2변형예를 도시한 단면도이다.

도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 구조체 부유부의 제3변형예를 도시한 단면도이다.

도 9 내지 11은 본 발명의 일 실시예에 따른 구조체가 제작되는 순서를 도시한 평면도이다.

도 12는 준비예 1에서 제조한 구조체의 실사진을 나타낸 것이다.

도 13의 a ~ d는 본 발명의 실시예 1 ~ 4에 따른 구조체의 부유도 측정 결과 사진이다.

도 14는 구조체의 부유부 내 공극의 크기를 조절하여, 구조체가 부유 정도를 조절한 것을 찍은 사진이다.

도 15은 본 발명의 실시예 5에 따른 구조체의 반응 공정을 수행한 사진 및 개념도이다.

도 16는 실험예 1에서 수행한 반응 결과 그래프이다.

도 17은 본 발명의 반응물질 전환 공정에 대한 바람직한 일구현예에 대한 개략도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0055] 이하, 본 발명을 보다 상세히 설명한다.
- [0056] 상술한 바와 같이 종래의 기술은 촉매 반응을 수행하는 물질들이 한쪽 액체 내에 고르게 퍼져 있어 반응의 효율이 저하되는 문제가 발생할 수 있고, 두 액체가 계면을 형성하여 상하로 위치할 경우 상부에 위치한 액체의 상층부에 부유하거나 하부에 위치한 액체의 하층부로 가라앉기 때문에, 반응이 일어나는 계면에 위치하는 촉매의 양이 현저히 적어지는 문제가 있었다.
- [0057] 또한, 촉매에 의해 매개되는 어떤 반응은 가역적 반응일 수 있어 촉매에 의해 반응물질이 생성물질로 전환되더라도 생성물질의 분리에 시간이 지체될 경우 상기 생성물질이 다시 반응물질로 전환되어 목적하는 생성물질을 수득할 수 없는 문제점이 있었다.
- [0058] 이에 본 발명은 액체-액체 계면에 위치하는 구조체 하에서 반응물질 전환을 수행함으로써, 상술한 문제의 해결을 모색하였다.
- [0060] 본 발명의 반응물질 전환 공정은 액체-액체 계면에 위치하는 구조체 하에서 반응을 수행하며, 상기 액체 각각은 반응물질(또는 용질) 및 용액을 포함하거나, 또는 액체 중 어느 하나는 용액만 포함할 수 있다.
- [0061] 또한, 상기 반응물질은 액체(즉, 용액) 그 자체일 수 있으며, 이 경우 액체 각각이 반응물질이 되어 액체와 액체의 계면에서 새로운 생성물질이 생성되거나 반응물질이 분해되는 반응을 일으킬 수도 있다.
- [0062] 또한, 서로 섞이지 않는 제1액체 및 제2액체를 포함할 수 있으며, 상기 제1액체 및 제2액체와 상기 구조체의 밀도는 하기 방정식 1을 만족할 수 있다.
- [0063] [방정식 1]
- [0064] 제1액체 밀도 < 구조체 밀도 < 제2액체 밀도
- [0065] 도 1을 참조하면, 제1액체(3)와 제2액체(5) 사이에 형성된 계면에 구조체가 존재(즉, 제1액체에 부유함)하며, 제1액체 내 반응물질 및/또는 제2액체 내 반응물질은 상기 구조체 내 반응촉매에 의해 생성물질을 형성하게 된다. 그리고, 형성된 생성물질은 제1액체 및/또는 제2액체 내 존재하게 되며, 바람직하게는 제2액체 내 존재하게 된다.
- [0066] 본 발명에 있어서, 상기 구조체는 반응물질의 반응을 촉매하는 반응 촉매를 포함할 수 있다. 상기 반응물질은 상기 제1액체 및 제2액체 중에서 선택된 1종 이상의 액체에 포함될 수 있다.
- [0067] 또한, 상기 반응물질은 제1액체 및 제2액체 그 자체일 수 있으며, 이 경우 제1액체 및 제2액체가 각각 반응물질이 되어 제1액체와 제2액체의 계면에서 새로운 생성물질이 생성되거나 반응물질이 분해되는 반응을 일으킬 수 있다. 또한, 상기 반응물질은 제1액체 및 제2액체에 각각 포함되는 제1 성분 및 제2 성분일 수 있으며, 이 경우 액체간 계면에서 제1 성분과 제2 성분이 반응을 일으킬 수 있다.
- [0068] 상기 제1액체 및 제2액체는 각각 독립적으로 물, 이소옥탄(isooctane), 디클로로헥산(dichlorohexane), 헥산(hexane), 헵테탄(heptane), 사이클로헥산(cyclohexane), 디에틸에테르(diethylether), 옥탄(octane), 에틸 아세테이트(ethyl acetate), 디클로로메탄(dichloromethane), 클로로포름(chloroform), 사염화탄소(carbon tetrachloride), 톨루엔(toluene), 테트라히드로푸란(tetrahydrofuran), 아세톤(acetone), 피리딘(pyridine), 에틸렌 글리콜(ethylene glycol) 및 부탄디올(butanediol) 중에서 선택된 1종 이상을 포함할 수 있으며, 바람직하게는 물, 이소옥탄(isooctane), 1,6-디클로로헥세인(1,6-dichlorohexane), 헥세인(hexane) 및 헵테인(heptane)으로 이루어진 군으로부터 선택되는 하나 이상을 포함할 수 있으며, 보다 바람직하게는 물 및 이소옥탄(isooctane)을 포함할 수 있다.

- [0070] 상기 반응물질 전환을 구체적인 예를 들어 설명하면, 제1액체가 물이고, 제2액체가 아이소옥텐이며, 제1액체에 반응물질인 알코올과 유기산이 포함되어 있다고 가정할 때, 상기 제1액체에 포함된 반응물질은 리파아제(반응촉매)에 의해 에스테르 화합물로 반응을 일으킬 수 있는데, 생성물질인 상기 에스테르 화합물이 제1액체 내 지속적으로 존재할 경우 촉매의 가역적 반응으로 인해 다시 반응물질인 유기산과 알코올로 역반응이 일어나 목적하는 생성물질의 수율이 현저히 저하될 수 있는 문제점이 있다. 이에 따라 제1액체에서 일어난 반응물질의 반응으로 생성된 생성물질은 최대한 빠르게 제1액체에서 분리시키는 것이 바람직한데, 만일 생성물질에 대해 제1액체보다 용해도가 더 큰 제2액체를 준비할 경우 상기 생성물질은 제1액체에서 제2액체로 이동하여 제1액체 및/또는 제2액체에, 바람직하게는 제2액체에 용해된 상태로 저장될 수 있다.
- [0071] 그리고, 제1액체에서 존재하는 생성물질이 반응물질로 역반응이 일어나기 전에 빠르게 제2액체로 이동해야 하는데, 만일 반응사이트인 제1액체와 이동 저장 사이트인 제2액체 사이의 계면의 제1액체부분에서 상기 생성물질로의 반응이 일어난다면 생성물질을 가장 빠르게 제2액체로 이동시킬 수 있을 것이다. 따라서, 반응촉매가 두 액체의 계면에 존재한다면 생성물질이 제2액체로 이동 및 저장되어 목적하는 생성물질의 수율을 현저하게 증가할 수 있는 이점이 있다.
- [0072] 따라서, 본 발명은 제1액체와 제2액체의 계면에 부유할 수 있는 구조체 내에 반응촉매를 적용시켜서 반응을 수행함으로써, 반응 수율을 향상시킬 수 있는 것이다.
- [0074] 또한, 본 발명은 도 15의 (a) 및 (b)에 나타난 바와 같이, 특정 액체 내에 존재하는 특정 물질을 이격된 다른 액체 내로 이동 및 저장함으로써, 특정 액체 내 존재하는 특정 물질을 선별적으로 분리시키거나 고농도로 얻을 수도 있다.
- [0075] 이를 좀 더 구체적으로 설명하면, 본 발명의 반응물질 전환 공정은 제1액체, 제2액체 및 제3액체가 존재하며, 상기 제2액체는 제1액체 및 제3액체와 계면을 형성하고, 제1액체와 제3액체는 서로 분리되어 있으며, 상기 구조체는 제1구조체 및 제2구조체를 포함하며, 제1구조체는 제1액체와 제2액체 사이에 형성된 계면에 존재하며, 제2구조체는 제2액체와 제3액체 사이에 형성된 계면에 존재할 수 있다.
- [0076] 이때, 상기 제1액체, 제2액체, 제3액체, 제1구조체 및 제2구조체는 하기 방정식 2 및 방정식 3을 만족할 수 있다.
- [0077] [방정식 2]
- [0078] 제1액체 밀도 < 제1구조체 밀도 < 제2액체 밀도
- [0079] [방정식 3]
- [0080] 제2액체 밀도 < 제2구조체 밀도 < 제3액체 밀도
- [0081] 그리고, 상기 제1액체, 제2액체 및 제3액체는 각각 독립적으로 물, 이소옥텐(isooctane), 디클로로헥산(dichlorohexane), 헥산(hexane), 헵테탄(heptane), 사이클로헥산(cyclohexane), 디에틸에테르(diethylether), 옥탄(octane), 에틸 아세테이트(ethyl acetate), 디클로로메탄(dichloromethane), 클로로포름(chloroform), 사염화탄소(carbon tetrachloride), 톨루엔(toluene), 테트라히드로푸란(tetrahydrofuran), 아세톤(acetone), 피리딘(pyridine), 에틸렌 글리콜(ethylene glycol) 및 부탄디올(butanediol)로 이루어진 군으로부터 선택되는 하나 이상의 용매를 포함할 수 있다.
- [0082] 또한, 상기 제1구조체 및 제2구조체 각각은 동일한 반응촉매 또는 서로 다른 반응촉매를 포함할 수 있다.
- [0083] 도 15의 (b)에 나타난 바와 같이, 제1액체 내 반응물질과 제2액체 내 반응물질은 제1구조체 내 반응촉매에 의해 중간물질을 형성하며, 중간물질은 제1액체 및/또는 제3액체 내, 바람직하게는 제1액체 보다 제2액체 내 더 높은 농도로 존재하며, 상기 중간물질은 제2구조체 내 반응촉매에 의해 최종생성물질을 형성한다. 즉, 반응물질 전환 공정이 진행될수록 제1액체 내 반응물질의 농도가 낮아지고, 제3액체 내 최종생성물질의 농도는 증가하게 되는 것이다. 이를 통해서, 제1액체(도 15(b)의 A)로부터 특정 물질을 제2액체(도 15(b)의 B)로 이동, 분리시킬 수 있고, 고농도 특정 물질을 얻을 수 있는 것이다.
- [0084] 또한, 제1액체 내 반응물질과 제3액체 내 최종생성물질은 위와 같이 동일한 물질이거나 또는 다른 물질일 수 있으며, 이는 제2액체 내 반응물질의 종류, 제2구조체 내 반응촉매의 종류에 따라 달라질 수 있다.

- [0085] 도 15의 (b)를 통해 좀 더 구체적으로 설명하면, 제1액체는 용매인 물에 (R)상 및 (S)상을 모두 포함하는 2-페녹시프로피오닉산이 용해된 액체이고, 제3액체는 물만을 포함하고, 제2액체는 용매인 이소옥탄에 부틸알콜을 용해된 액체이며, 제1액체와 제3액체는 격막에 의해 분리되어 있다. 그리고, 제2액체는 제1액체와 제3액체와는 각각 계면을 형성하고 있다.
- [0086] 그리고, 제1액체와 제2액체와의 계면에는 반응촉매를 포함하는 제1구조체가 부유하고, 제2액체와 제3액체와의 계면에는 반응촉매를 포함하는 제2구조체가 부유하도록 한 후, 반응을 개시하면, 제1액체 내 (R)상 및 (S)상을 모두 포함하는 2-페녹시프로피오닉산과 제2액체 내 부틸알콜이 반응하여 부틸-2-페녹시프로파노에이트(butyl-2-phenoxypropanoate)가 생성물질로 형성되며, 이는 제2액체에 존재하게 된다. 이때, 제1구조체 내 반응촉매에 의해 반응속도가 증가하고, 부틸-2-페녹시프로파노에이트의 수율이 증가하게 된다. 그리고, 제2액체의 부틸-2-페녹시프로파노에이트는 제2액체와의 계면에 존재하는 제2구조체의 반응촉매와 반응을 일으켜서 부틸알콜 및 (R)상의 2-페녹시프로피오닉산으로 되고, (R)상의 2-페녹시프로피오닉산은 제2액체에 용해된다. 즉, 반응 개시 전 제1액체에 존재하나 제2액체에는 존재하지 않았던 2-페녹시프로피오닉산이 반응이 진행되면서 제1액체로부터 제2액체로 이동하게 되며, 2-페녹시프로피오닉산을 제1액체로부터 분리 및 고농도로 수득할 수 있는 것이다. 또한, (S)상 화합물을 (R)상 화합물로 전환시켜 얻거나 또는 (R)상 및 (S)상을 모두 포함하는 화합물로부터 (R)상 또는 (S)상만 선택적으로 분리, 고농도로 수득할 수 있는 것이다.
- [0087] 이러한 방법을 통해서 액체에 다수 물질이 존재할 때, 액체로부터 특정 물질을 분리 및 고농도로 수득할 수 있다.
- [0089] 또한, 본 발명의 액체-액체 계면에서의 반응물질 전환 공정은 도 17의 개략도와 같이 반응조의 하부에는 서로 분리된 제1액체 및 제3액체가 있고, 상부에는 서로 분리된 제2액체 및 제4액체가 존재하며, 제1액체 및 제3액체의 계면, 제3액체와 제2액체의 계면 및 제2액체와 제4액체 계면 각각에는 구조체가 존재하는 공정 조건에서 수행할 수 있다.
- [0090] 이때, 제1액체와 제2액체는 제3액체 보다 밀도가 낮으며, 제2액체는 제4액체 보다 밀도가 낮다. 하지만, 직접 접하지 않는 제1액체는 제4액체 보다 반드시 밀도가 낮을 필요는 없다.
- [0091] 그리고, 상기 계면들에 존재하는 구조체(제1 ~ 제3 구조체) 각각은 서로 다른 종류의 반응촉매를 포함할 수 있다.
- [0092] 이를 구체적으로 설명하면, 제1액체 내 반응물질인 A가 제1구조체의 반응촉매에 의해 제3액체의 B와 반응하여 C 생성물질을 형성한 후, 제3액체의 C 생성물질이 제2구조체의 반응촉매에 의해 생성물질인 A 생성물질 또는 D 생성물질을 형성하여 제2액체에 형성된다. 다음으로, 제2액체 내 생성물질인 A 생성물질 또는 D 생성물질이 제3구조체의 반응촉매에 의해 제4액체의 E 반응물질과 반응하여, F 생성물질을 형성시킬 수 있다.
- [0093] 그리고, 제1구조체 ~ 제3 구조체 내 반응촉매는 서로 같을 수도 있고, 다른 반응촉매를 포함할 수도 있다.
- [0094] 이와 같이, 본 발명의 액체-액체 계면에서의 반응물질 전환 공정은 액체의 종류 및 반응촉매의 종류를 달리하면서 반응 공정에 변화를 줄 수 있다.
- [0096] 이하에서는 본 발명의 액체-액체 계면에서의 반응물질 전환 공정에서 사용되는 반응촉매를 포함하는 구조체에 대하여 구체적으로 설명한다. 이하에서는 도면을 참조하여 본 발명의 일 실시예에 따른 구조체(또는 구조체)를 보다 상세히 설명하도록 하는데, 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며 여기에서 설명하는 실시예에 한정되지 않는다. 한편, 도면에서 본 발명을 명확하게 설명하기 위해서 설명과 관계없는 부분은 생략하였으며, 명세서 전체를 통하여 동일 또는 유사한 구성요소에 대해서는 동일한 참조부호를 붙였다.
- [0097] 상기 구조체는 반응 촉매; 상기 반응 촉매를 지지하는 몸체부; 및 상기 몸체부에 결합되어 상기 몸체부가 액체-액체 계면에 부유 가능하도록 하는 적어도 하나의 부유부;를 포함할 수 있다.
- [0098] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 액체-액체 계면에서의 반응물질 전환 공정을 도시한 개략도인데, 도 1을 참고하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 액체-액체 계면에서의 반응물질 전환 공정(1)은 수조(7) 및 구조체(2)를 포함할 수 있다.
- [0099] 한편 본 발명의 일 실시예에서 수조(7)은 제1액체 및 제2액체가 내부에 수용될 수 있다. 이때, 본 발명의 일 실

시에에서 두 액체는 상호작용이 일어나지 않는 제1액체(3) 및 제2액체(5)를 포함하되, 제2액체는 제1액체 상에 위치할 수 있고, 제1액체는 제2액체 상에 위치할 수 있으나, 이에 제한되지 않는다.

- [0100] 본 발명의 일 실시예에 따른 구조체(2)는 반응 촉매(60)를 지지할 수 있고 제1액체(3) 및 제2액체(5)의 계면에 부유 가능할 수 있다. 이때, 반응 촉매(60)는 제1액체(3) 및 제2액체(5) 중 어느 하나에 존재하는 반응물질(미도시)과 반응하도록 형성될 수 있다.
- [0101] 본 발명의 일 실시예에 따른 구조체(2)가 부유되는 액체에는 유기산(반응물질)을 포함하는 물일 수 있다.
- [0102] 도 1을 참고하면, 반응물질인 물에 존재하는 유기산이 구조체(2)의 몸체부(10)에 지지되는 반응 촉매(60)와 반응하여 에스터(ester)가 될 수 있다.
- [0103] 또한, 도 1에 도시된 바와 같이, 본 발명의 일 실시예에 따른 구조체(2)는 반응 촉매(60)에 의해 제1액체에 존재하는 임의의 물질을 제거하거나 반응물질을 용도에 맞는 생성물질로 전환 반응시킬 수 있다.
- [0104] 본 발명에서 상기 구조체는 재질 자체가 액체와 밀도가 다르거나, 또는 구조체에 부유가 가능한 구조로 형성되어 있을 수 있다.
- [0105] 도 2를 참고하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 구조체(2)는 몸체부(10) 및 부유부(30)를 포함할 수 있다. 본 발명의 일 실시예에 따른 구조체(2)는 몸체부(10)를 포함하여 반응 촉매(60)를 지지할 수 있고, 외부 환경변화로 부터 반응 촉매를 오랜 기간 보호할 수 있다.
- [0106] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따른 구조체(2)는 부유부(30)를 포함하여 몸체부(10)를 제1액체 및 제2액체 사이의 계면에 부유 가능할 수 있도록 한다.
- [0107] 또한, 상기 반응촉매(60)는 상기 제1액체 및 제2액체, 제1액체 및 제2액체 중 어느 일액체에 포함되는 반응물질과 상기 반응물질이 포함되지 않은 다른 액체 또는 제1액체에 포함되는 제1 물질 및 제2액체 포함되는 제2 물질과 반응하도록 형성될 수 있다.
- [0108] 도 3을 참고하면, 본 발명의 일 실시예에서 몸체부(10)는 제1몸체(11) 및 제2몸체(21)를 포함할 수 있다. 이때, 제1몸체(11) 및 제2몸체(21) 사이에서 반응 촉매(60)가 위치되어 반응 촉매가 제1몸체 및 제2몸체 사이에서 지지될 수 있다.
- [0109] 한편 본 발명의 일 실시예에서 제1몸체(11) 및 제2몸체(21)는 아크릴로니트릴-부타디엔-스티렌(ABS), 폴리카보네이트(PC), 폴리비닐알코올(PVA), 폴리스티렌(PS), 폴리락틱산, 폴리카프로락탐, 폴리카프로락톤, 폴리락틱-co-글리콜산, 폴리아크릴로니트릴, 폴리에스테르, 폴리에틸렌, 폴리에틸렌이민, 폴리프로필렌옥사이드, 폴리우레탄, 폴리글리콜산, 폴리에틸렌테레프탈레이트, 폴리메틸메타크릴레이트, 폴리디메틸실록산, 폴리스티렌-co-무수말레산, 테플론, 콜라겐, 나일론, 셀룰로우스, 키토산, 유리, 금, 은, 알루미늄, 철, 구리 및 실리콘으로 이루어진 군으로부터 선택되는 하나 이상의 물질을 포함할 수 있다.
- [0111] 한편, 본 발명의 일 실시예에서 제1몸체(11) 및 제2몸체(21)는 동일한 형태로 단면이 사각형, 마름꼴형, 육각형 등의 다각형, 원형, 타원형 등의 형태일 수 있으며, 이에 한정되지는 않는다. 또한, 제1몸체(11) 및 제2몸체 각각에는 반응물질이 외부로부터 내부로 접근할 수 있도록 개구(13, 23)가 형성될 수 있다.
- [0112] 도 3을 참고하면, 제1몸체(11) 및 제2몸체(21)는 상하방향으로 서로 나란하게 배열되며 각각은 격자 형태의 면상 구조체일 수 있다. 또한, 제1몸체, 제2몸체 외 동일, 또는 유사한 형태의 제3몸체, 제4몸체, 제5몸체를 가질 수도 있다.
- [0113] 한편, 본 발명의 일 실시예에서 제2몸체(21)는 제1액체(3)의 표면에 인접하게 배치될 수 있다. 즉 예를 들어, 제2몸체(21)는 제1액체(3)와 접하여 제1액체에 잠겨 있거나 제1액체 표면에 떠 있을 수 있다.
- [0114] 본 발명의 일 실시예에서는 제1몸체(11) 및 제2몸체(21)는 단일구조로 분리되어 서로 나란하게 배열되었지만 이에 한정되지 않고 제1몸체 및 제2몸체가 일체로 형성될 수 있다.
- [0115] 한편, 본 발명의 일 실시예에서 몸체부(10)의 양 단부에는 돌기부(15, 25)가 형성되어 부유부(30)에 결합될 수 있다. 다만 본 발명의 일 실시예에서 몸체부(10)의 돌기부(15, 25)는 부유부(30)의 결합홈(33a, 37b)에 삽입되어 끼움 결합되지만 이에 한정되지는 않는다.
- [0116] 또한, 몸체부는 3개 이상의 몸체부를 구비할 수도 있으며, 각 몸체에 서로 다른 반응촉매를 구비시켜고, 구조체

의 부유 정도를 조절하여, 반응물질 전환을 수행할 수 있다. 예를 들면, 제1몸체에는 A 반응촉매, 제2몸체에는 B 반응촉매, 제3몸체에는 C반응촉매를 적용시키고, A 반응촉매는 제1액체에만 존재하고, B 반응촉매는 제1액체와 제2액체 계면 사이에 존재하고, C 반응촉매는 제2액체에만 존재할 수도 있다.

- [0118] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 구조체의 담체에 반응 촉매가 고정된 것을 도시한 평면도이다.
- [0119] 도 4를 참고하면, 본 발명의 일 실시예에서 제1몸체(11) 및 제2몸체(21) 사이에는 담체(50)가 위치하여 반응 촉매(60)를 제1몸체와 제2몸체 사이에 고정될 수 있도록 한다.
- [0120] 이때, 반응 촉매(60)는 담체(50)의 표면에 결합되어 고정될 수 있다. 본 발명의 일 실시예에서 담체(50)는 나노 구조물일 수 있으나, 이에 한정되지는 않는다.
- [0121] 본 발명의 일실시예에서는 상기 담체는 고분자 섬유, 전기전도성 고분자, 다공성 입자, 구형입자, 나노입자, 비드, 탄소나노튜브, 와이어, 필라, 그래핀, 폴러렌 및 폴리도파민 중에서 선택된 1종 이상을 포함할 수 있고, 바람직하게는 고분자 섬유, 다공성 입자, 탄소나노튜브, 그래핀 및 폴러렌로 이루어진 군으로부터 선택되는 하나 이상의 담체를 포함할 수 있다.
- [0122] 한편, 본 발명의 일실시예에서 상기 고분자 섬유는 폴리비닐알콜, 폴리아크릴로니트릴, 나일론, 폴리에스테르, 폴리우레탄, 폴리염화비닐, 폴리스티렌, 셀룰로오즈, 키토산, 폴리락틱산, 폴리락틱-co-글리콜산, 폴리글리콜산 폴리카프로락톤, 콜라겐, 폴리피롤, 폴리아닐린 및 폴리(스티렌-co-무수말레산) 중 어느 하나 이상, 바람직하게는 키토산, 폴리락틱산, 폴리락틱-co-글리콜산, 폴리글리콜산폴리카프로락톤, 콜라겐, 폴리피롤, 폴리아닐린 및 폴리(스티렌-co-무수말레산)으로 이루어진 군으로부터 선택되는 하나 이상의 고분자 섬유를 포함할 수 있으며, 상기 고분자 섬유를 개질시켜서 작용기를 형성시켜 제조한 작용기를 가지는 고분자 섬유일 수 있다.
- [0123] 또한, 상기 담체는 작용기를 포함하는 고분자 섬유를 다수 개 포함하는 고분자 섬유 집합체가 3차원 네트워크 구조를 형성하고 있는 고분자 매트릭스일 수도 있다. 또한, 상기 고분자 매트릭스는 고분자 섬유 집합체 중 일부의 고분자 섬유가 고분자 매트릭스의 표면 외부로 돌출되어 형성된 다수 개의 섬유기둥을 포함할 수도 있다.
- [0124] 그리고, 상기 작용기와 반응 촉매 간 결합되어 상기 반응 촉매가 상기 담체에 고정될 수 있다. 이때, 반응 촉매에 따라 반응하는 작용기가 달라지므로 반응 촉매에 따라 작용기는 특정될 수 있다.
- [0125] 한편, 본 발명의 일실시예에서 상기 반응 촉매는 상기 담체에 흡착되어 고정될 수 있으나, 이에 제한되지는 않는다.
- [0127] 도 2를 참고하면 본 발명의 일 실시예에서 부유부(30)는 몸체부(10)에 결합되는 제1구조체(31) 및 제2구조체(35)를 포함할 수 있다.
- [0128] 이때 제1구조체(31)는 몸체부(10)의 일 단부 예를 들어 도 3을 참고하면 좌측 단부에 결합될 수 있고, 제2구조체(35)는 몸체부의 타 단부 예를 들어 도 2를 참고하면 우측단부에 결합될 수 있다.
- [0130] 도 5 내지 도 8을 참고하면, 본 발명의 일 실시예에서 제1구조체(31) 및 제2구조체(35)는 직육면체 형태로서 내부에 유체가 저장될 수 있는 공간인 유체 저장부(S)가 형성될 수 있다.
- [0131] 도 6 내지 도 8을 참고하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 구조체(2)는 두 액체인 제1액체(3) 및 제2액체(5)의 계면에 부유되도록 두 액체에 잠긴 상태에서 상하방향으로 이동할 수 있다.
- [0132] 도 6 내지 도 8을 참고하면, 본 발명의 일 실시예에서 제1구조체(31) 및 제2구조체(35)는 유체 저장부(S)에 존재하는 공기 및 액체(3, 5)의 양이 부력에 영향을 미치므로 이를 조절하여 부력을 조절한다.
- [0133] 이때 제1구조체(31) 및 제2구조체(35)의 유체 저장부(S)는 공기 및 액체(3, 5)가 저장되는 공간이므로 제1구조체 및 제2구조체는 압력에 의해 부피가 증가하거나 감소하는 변형이 일어나지 않는 재질로 이루어질 수 있다.
- [0134] 본 발명의 일 실시예에서 제1구조체(31) 및 제2구조체(35)의 부피가 변하면 이에 따른 부력의 변화를 고려해야 하기 때문에 부력 조절이 더 복잡할 수 있다.
- [0135] 즉, 본 발명의 일 실시예에서 제1구조체(31) 및 제2구조체(35)는 아크릴로니트릴-부타디엔-스티렌(ABS), 폴리카

보네이트(PC), 폴리비닐알코올(PVA), 폴리스티렌(PS), 폴리락틱산, 폴리카프로락탐, 폴리카프로락톤, 폴리락틱-co-글리콜산, 폴리아크릴로니트릴, 폴리에스테르, 폴리에틸렌, 폴리에틸렌이민, 폴리프로필렌옥사이드, 폴리우레탄, 폴리글리콜산, 폴리에틸렌테레프탈레이트, 폴리메틸메타크릴레이트, 폴리디메틸실록산, 폴리스티렌-co-무수말레산, 테플론, 콜라겐, 나일론, 셀룰로오스, 키토산, 유리, 금, 은, 알루미늄, 철, 구리 및 실리콘으로 이루어진 군으로부터 선택되는 하나 이상의 물질을 포함할 수 있다.

- [0136] 한편, 도 6을 참조하면, 제1구조체(31) 내부에는 제1밸브(39), 제1펌프(41), 제2밸브(43) 및 에어 탱크(45)를 포함할 수 있다.
- [0137] 이때, 제1구조체(31) 및 제2구조체(35)의 측면에는 도 6에 도시된 바와 같이 제1구조체 및 제2구조체의 좌측 하단부에는 유체가 유입될 수 있도록 유입구(31a, 35a)가 형성되고, 우측 하단부에는 유체가 배출될 수 있도록 배출구(31b, 35b)가 형성된다.
- [0138] 본 발명의 일 실시예에서 제1구조체(31) 및 제2구조체(35)는 유입구(31a, 35a)와 배출구(31b, 35b)를 통해 유체 저장부(S)에 존재하는 유체(공기 또는 액체(3, 5))의 양을 조절한다.
- [0139] 한편, 제1밸브(39) 및 제3밸브(46)는 각각 제1구조체(31) 및 제2구조체(35) 내부에 설치되고, 일단은 유입구(31a, 35a)와 연결되어 제1구조체 및 제2구조체의 내부로 유체를 유입시키는 유로를 개폐제어 한다.
- [0140] 따라서, 도 6을 참고하면, 제1밸브(39)를 열면 제1구조체(31)외부에 있는 제1액체(3) 및 제2액체(5)가 내부로 유입하게 된다. 이를 통해 본 발명의 일 실시예에 따른 구조체(2)는 부력을 감소시켜 하부로 이동할 수 있다.
- [0141] 또한, 제2밸브(43) 및 제4밸브(49)는 각각 제1구조체(31) 및 제2구조체(35) 내부에 설치되고, 일단은 배출구(31b, 35b)와 연결되어 제1구조체 및 제2구조체의 외부로 유체를 배출시키는 유로를 개폐제어 한다.
- [0142] 또한, 제2밸브(43) 및 제4밸브(49)의 타단은 각각 제1펌프(41) 및 제2펌프(47)와 연결되어 펌프의 송출작동에 의해서 제1구조체(31) 및 제2구조체(35)내부의 유체인 제1액체(3) 및 제2액체(5)를 외부로 이동시킨다.
- [0143] 도 6을 참고하면, 제1펌프(41)가 유체를 송출하는 작동을 하면 제1구조체(31) 내부에 있던 유체인 제1액체(3) 및 제2액체(5)가 제2밸브(43)를 통해 외부로 배출되며, 이에 따라 제1구조체 내부에 있는 유체의 양이 줄어들어 제1구조체의 부력이 상승한다.
- [0144] 이때, 제1펌프(41)는 일 방향으로 유체를 배출시키는 펌프이다. 다만 이에 한정되지 않고 양 방향으로 유체를 유출입시키는 펌프가 될 수도 있다. 제1펌프(41)가 양 방향 펌프이면 제1펌프를 작동시켜서 제1밸브(39)를 통해 유체가 유입될 수 있다.
- [0145] 도 6을 참고하면 에어 탱크(45)는 제1펌프(41)에 의해 유체가 배출되면 유체인 제1액체(3) 및 제2액체(5)가 배출된 만큼 공기를 제1구조체(31) 내부에 채워서 제1구조체의 부력을 증가시킨다.
- [0146] 이때, 에어 탱크(45)는 공기 실린더 탱크일 수 있고 내부에는 압축공기가 채워져 있을 수 있다. 또한, 에어 탱크(45)는 제1구조체(31)가 공기를 대기에서 얻을 수 없는 위치에 있을 때 부력을 조절하기에 효과적이다.
- [0147] 도 7을 참고하면, 본 발명의 일 실시예에서 제1구조체(31) 내부에는 유체가 존재하고, 제1구조체 외부에 제1펌프(41)가 설치되어 제1구조체의 일단, 예를 들어 제1구조체의 좌측 단부에 연결될 수 있다.
- [0148] 이때 제1펌프(41)는 일 방향 또는 양 방향 펌프일 수 있으며 제1구조체(31) 내부로 유체인 공기 또는 액체(3, 5)를 유입 또는 배출하여 부력을 조절할 수 있다.
- [0149] 도 8을 참고하면, 제1구조체(31) 내부에는 제1밸브(39), 제1펌프(41), 제2밸브(43) 및 에어 탱크(45)를 포함할 수 있다. 이때, 제1구조체(31) 및 제2구조체(35)의 측면에는 도 8에 도시된 바와 같이 제1구조체 및 제2구조체의 우측 하단부에는 유체가 배출될 수 있도록 배출구(31b, 35b)가 형성된다.
- [0150] 한편, 제1밸브(39) 및 제3밸브(46)는 각각 제1구조체(31) 및 제2구조체(35) 내부에 설치되고, 일단은 에어 탱크(45)와 연결되어 제1구조체 및 제2구조체의 내부로 유체를 유입시키는 유로를 개폐제어한다.
- [0151] 본 발명의 일 실시예에서 제1밸브(39)를 열면 제1구조체(31)의 에어 탱크(45) 내부에 있는 압축 공기가 제1구조체의 유체 저장부(S)로 유입되게 된다. 이를 통해 본 발명의 일 실시예에 따른 구조체(2)는 부력을 감소시켜 하부로 이동할 수 있다.
- [0152] 또한, 제2밸브(43)의 타단은 각각 제1펌프(41)와 연결되어 펌프의 송출작동에 의해서 제1구조체(31) 내부의 유

체인 공기를 외부로 이동시킨다.

- [0153] 도 8을 참조하면, 제1펌프(41)가 유체를 송출하는 작동을 하면 제1구조체(31) 내부에 있던 유체인 공기가 제2밸브(43)를 통해 외부로 배출될 수 있다.
- [0154] 이에 따라 제1구조체 내부에 있는 공기의 양이 줄어들어 제1구조체의 부력이 상승하여 본 발명의 일 실시예에 따른 구조체(2)는 상부로 이동할 수 있다.
- [0155] 이러한 제1구조체(31)의 작동원리는 제2구조체(35)의 제3밸브(46), 제2펌프(47) 및 제4밸브(49)와 동일하므로 이하 생략한다.
- [0156] 도 2를 참고하면, 본 발명의 일 실시예에서 제1구조체(31) 및 제2구조체(35) 각각에는 돌출부(33, 37)가 직육면체 형태로 형성될 수 있다.
- [0157] 이때 돌출부(33, 37)는 제1구조체(31)가 몸체부(10)와 결합되는 일면 예를 들어 우측면 또는 제2구조체(35)가 몸체부(10)와 결합되는 좌측면에 형성될 수 있다.
- [0159] 또한, 도 2를 참고하면, 돌출부(33, 37)에는 몸체부(10)의 돌기부(15, 25)가 삽입되어 끼움 결합되는 결합홈(33a, 37b)이 형성될 수 있다. 이때, 결합홈(33a, 37b)은 돌기부(15, 25)와 끼움 결합되도록 돌기부와 대응되게 형성될 수 있다.
- [0160] 도 9 내지 11은 본 발명의 일 실시예에 따른 구조체가 제작되는 순서를 도시한 평면도인데, 본 발명의 일 실시예에 따른 구조체(2)는 3D 프린트로 제작할 수 있다.
- [0161] 도 11을 참고하면, 제2몸체(21)상부면에 효소가 결합된 담체(50)를 결합시키고 제1몸체(11)를 덮어 제1몸체와 제2몸체 사이에 반응 촉매(60)를 결합시킨다.
- [0162] 또한, 제1몸체(11) 및 제2몸체(21)의 돌기부(15, 25)를 3D 프린트로 제작된 제1구조체(31) 및 제2구조체(35) 각각에 형성된 결합홈(33a, 37b)에 끼움 결합시킨다.
- [0163] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따른 구조체(2)는 제1구조체(31) 및 제2구조체(35)를 포함하여 제1액체(3) 및 제2액체(5)에 잠긴 상태에서 부력을 조절하여 제1액체 및 제2액체의 계면에 부유 가능하도록 할 수 있다.
- [0164] 이때, 본 발명의 일 실시예에서 제1구조체(1)의 유체 저장부에 존재하는 공기의 양을 조절하여 또는 유체 저장부의 부피를 조절하여 부력을 조절할 수 있고, 또한, 유체 저장부에 존재하는 제1액체(3) 및 제2액체(5)의 양을 조절하여 부력을 조절할 수도 있다.
- [0165] 이를 통해 본 발명의 일 실시예에 따른 구조체(2)는 담체(50)에 결합된 반응 촉매에 의한 촉매반응을 통해 혼합물에서의 물질 분리, 거울상 이성질체의 분리 및/또는 계면 반응을 통한 물질 합성에 이용될 수 있다.
- [0167] 본 발명의 바람직한 일구현예에 따르면, 구조체 내 상기 반응 촉매는 유기촉매인 효소와 무기촉매 중에서 선택된 1종 이상을 포함할 수 있으며, 상기 유기촉매는 탄산무수화효소, 트립신, 키모트립신, 서브틸리신, 파파인, 서몰리신, 리파아제, 펩록시다아제, 티로시나아제, 라카아제, 셀룰라아제, 자일라나제, 락타아제, 유기포스포하이드롤레이즈, 콜린에스테라아제, 글루코스 산화효소, 피라노스 산화효소, 포름산 탈수소 효소, 알데하이드 탈수소 효소, 알코올 탈수소 효소, 포도당 탈수소 효소, 및 포도당 이성화 효소로 이루어진 군으로부터 선택되는 하나 이상의 촉매를 포함할 수 있다.
- [0168] 본 발명의 바람직한 일구현예에 따르면, 상기 무기촉매는 플래티늄, 백금, 로듐, 팔라듐, 납, 이리듐, 루비듐, 철, 니켈, 아연, 코발트, 구리, 망간, 티타늄, 루테튬, 은, 몰리브덴, 텅스텐, 알루미늄, 철, 안티몬, 주석, 비스무트, 바륨, 오스뮴, 산화질소, 산화구리, 산화망간, 산화티타늄, 산화바나듐, 산화아연으로 이루어진 군으로부터 선택되는 하나 이상의 무기촉매를 포함할 수 있다.
- [0169] 상기 효소는 가교 결합제를 이용하여 효소 간의 가교결합을 통한 효소군집체를 형성하고 있을 수 있다.
- [0170] 이때, 상기 가교결합제는 디이소시아네이트, 디안히드라이드, 디에폭사이드, 디알데하이드, 디이미드, 1-에틸-3-디메틸 아미노프로필카보디이미드, 글루타르알데하이드, 비스(이미도에스테르), 비스(석신이미달에스테르), 디에시드 클로라이드, 도파민, 도파민 유래 카테콜기를 포함하는 화합물, 제니핀 및 에틸렌 글리콜 디글리시딜

에테르 중에서 선택된 1종 이상을 포함할 수 있으며, 바람직하게는 상기 가교결합제는 디이소시아네이트, 디안히드라이드, 디에폭사이드, 디알데하이드, 디이미드, 1-에틸-3-디메틸 아미노프로필카보디이미드, 글루타르알데하이드 및 글루타르알데하이드로 이루어진 군으로부터 선택되는 하나 이상의 가교결합제를 포함할 수 있다.

[0171] 상기 효소는 석출제를 이용하여 효소를 석출시킨 뒤, 가교 결합제를 이용하여 효소 간의 가교결합을 통한 효소 군집체를 형성하고 있을 수 있다.

[0172] 이때, 상기 석출제는 메탄올, 에탄올, 1-프로판올, 2-프로판올, 부틸알콜, 아세톤, 폴리에틸렌글리콜, 암모늄 설페이트, 소듐클로라이드, 소듐설페이트, 소듐포스페이트, 포타슘클로라이드, 포타슘설페이트, 포타슘포스페이트 및 이들의 수용액을 단독 또는 혼합하여 사용할 수 있으며, 바람직하게는 메탄올, 에탄올, 1-프로판올, 2-프로판올, 부틸알콜, 아세톤, 폴리에틸렌글리콜 및 암모늄 설페이트로 이루어진 군으로부터 선택되는 하나 이상의 석출제를 포함할 수 있다.

[0174] 이하, 본 발명을 하기 실시예들을 통해 설명한다. 이때, 하기 실시예들은 발명을 예시하기 위하여 제시된 것일 뿐, 본 발명의 권리범위가 하기 실시예들에 의해 한정되는 것은 아니다.

[실시예]

[준비예 1 : 구조체의 제조]

[0177] ABS(Acrylonitrile Butadiene Styrene)고분자로 2개의 부유부 및 3개의 몸체부를 도 3과 같은 형태로 각각 제조한 후, 이들을 조립하여 도 12에 반응 개략도 및 사진에 나타난 3층 몸체부 및 부유부로 구성된 구조체를 제조하였다. 이때, 구조체의 부유부는 속이 비어 있는 형태이다. 그리고, 상기 몸체부는 부유부와 조립전 반응 촉매로서 하나의 몸체부 당 PS-PSMA(Polystyrene-Poly(styrene-co-maleic anhydride))로 만든 고분자 나노섬유 1 mg에 리파아제 10 mg씩 고정화시킨 것이다.

[0178] 그리고, 반응 촉매를 고정화시키지 않은 상태에서 부유부와 몸체부를 조립한 구조체의 사진을 도 12의 (a) 및 (b)에 나타내었다.

[0179] 또한, 반응 촉매를 적용시킨 후의 구조체를 물에 띄운 사진을 도 12의 (c)에 나타내었다.

[준비예 2 : 구조체의 제조]

[0182] 상기 준비예 1과 동일한 방법으로 구조체를 제조하되, 상기 준비예 1의 부유부 내부 빈 공간보다 적은 빈 공간을 가진 부유부를 사용하여 구조체를 제조하였다.

[준비예 3 : 구조체의 제조]

[0185] 상기 준비예 1과 동일한 방법으로 구조체를 제조하되, 상기 준비예 1의 부유부 내부 빈 공간보다 더 큰 빈 공간을 가진 부유부를 사용하여 구조체를 제조하였다.

[실시예 1]

[0188] 제1용매로서, 물에 블루염색(acid blue)을 혼합하여 준비하였다. 그리고, 제2용매로서 헥산(hexane)을 준비하였다.

[0189] 다음으로 빈 병에 제1용매를 투입한 후, 준비예 1의 구조체를 넣었다. 다음으로, 제2용매를 투입하여 구조체의 부유 정도를 확인하였으며, 그 사진을 도 13의 (a)에 나타내었다.

[실시예 2]

[0192] 제1용매로서, 물에 블루염색(acid blue)을 혼합하여 준비하였다. 그리고, 제2용매로서 이소옥탄(isooctane)을 준비하였다.

[0193] 다음으로 빈 병에 제1용매를 투입한 후, 준비예 1의 구조체를 넣었다. 다음으로, 제2용매를 투입하여 구조체의 부유 정도를 확인하였으며, 그 사진을 도 13의 (b)에 나타내었다.

[0195] 실시예 3

[0196] 제1용매로서, 물에 블루염색(acid blue)을 혼합하여 준비하였다. 그리고, 제2용매로서 디에틸에테르(Diethyl ether)을 준비하였다.

[0197] 다음으로 빈 병에 제1용매를 투입한 후, 준비예 1의 구조체를 넣었다. 다음으로, 제2용매를 투입하여 구조체의 부유 정도를 확인하였으며, 그 사진을 도 13의 (c)에 나타내었다.

[0199] 실시예 4

[0200] 제1용매로서, 물에 블루염색(acid blue)을 혼합하여 준비하였다. 그리고, 제2용매로서 사이클로헥산(Cyclohexane)을 준비하였다.

[0201] 다음으로 빈 병에 제1용매를 투입한 후, 준비예 1의 구조체를 넣었다. 다음으로, 제2용매를 투입하여 구조체의 부유 정도를 확인하였으며, 그 사진을 도 13의 (d)에 나타내었다.

[0203] 비교예 1

[0204] 상기 실시예 2와 동일하게 실시하되, 구조체에 반응 촉매를 적용시키지 않고, 구조체만을 제1용매와 제2용매의 계면에 부유시켰다.

[0206] 실험예 1 : 용액에 따른 구조체 부유 평가

[0207] 도 13의 (a) ~ (d) 각각은 실시예 1 ~ 실시예 4에서 실시한 사진을 나타낸 것으로서, 제1용매의 용액의 종류에 따라 구조체의 제1액체에 대한 부유 정도가 다른 것을 확인할 수 있다.

[0208] 이는 실시예 1 ~ 4의 구조체의 평균밀도가 동일한 데, 제2액체의 밀도가 각각 다르기 때문에 부유 정도가 다른 것을 확인할 수 있다.

[0210] 실험예 2 : 반응 실험

[0211] 상기 실시예 2 및 비교예 1의 제1액체 및 제2액체 하에서 물질 전환 반응을 실험을 평가하였다.

[0212] 제1액체로서, 용매인 물에 2-페녹시프로피오닉산을 용해시켜서 10 mM 의 2-페녹시프로피오닉산 수용액을 준비하였다.

[0213] 그리고, 제2액체로서, 1 M의 농도로 이소옥탄에 부틸알콜을 용해시킨 용액을 준비하였다.

[0214] 다음으로, 상기 실시예 2는 제1용매와 제2용매의 계면에 준비예 1의 부유시키고, 비교예 1은 반응촉매가 적용되지 않은 구조체를 부유시킨 후, 반응을 진행시켜서 생성물질인 부틸-2-페녹시프로파노에이트(butyl-2-phenoxypropanoate)의 농도를 측정하였고, 그 결과를 도 16에 나타내었다.

[0215] 도 16르 살펴보면, 비교예 1의 경우, 4시간 정도 이후부터는 생성물질의 농도 변화가 거의 없는데, 반해, 실시예 2의 경우, 시간이 증가할수록 생성물질의 농도가 지속적으로 증가하는 것을 확인할 수 있다.

[0217] 실험예 3 : 부유부 내부 공극 크기에 따른 구조체 부유 정도 측정

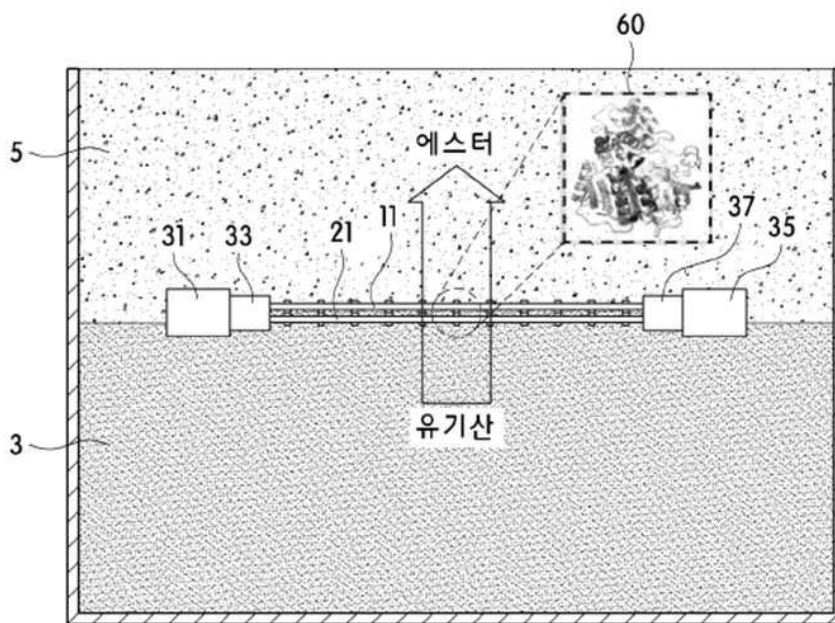
[0218] 제1용매로서, 물에 블루염색(acid blue)을 혼합하여 준비하였다. 그리고, 제2용매로서 이소옥탄(isooctane)을 준비하였다.

[0219] 다음으로 빈 병에 제1용매를 투입하여 3개의 병을 준비하였다. 다음으로 준비한 3병 각각에 준비예 1 ~ 3에서

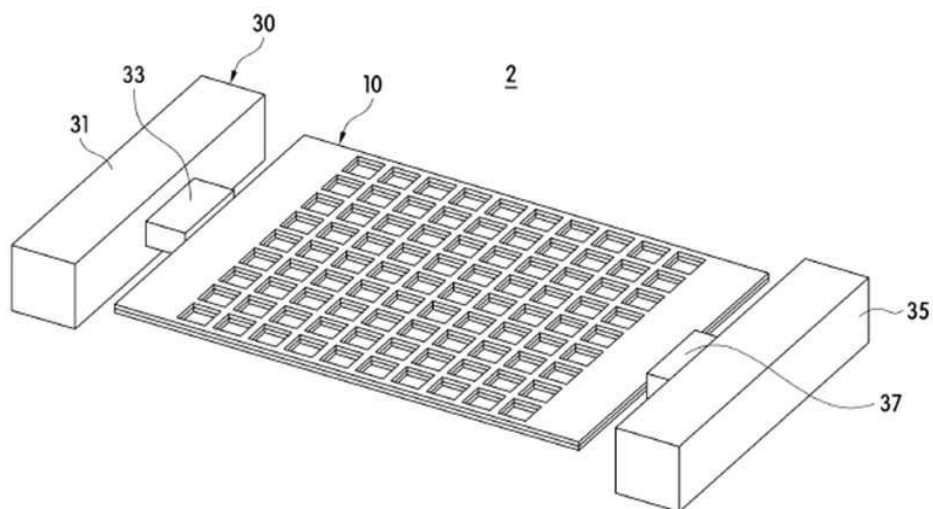
- | | |
|----------------|--------------|
| 31 : 제1구조체 | 33, 37 : 돌출부 |
| 33a, 37a : 결합홈 | 35 : 제2구조체 |
| 39 : 제1밸브 | 41 : 제1 펌프 |
| 43 : 제2밸브 | 45 : 에어탱크 |
| 46 : 제3밸브 | 47 : 제2펌프 |
| 49 : 제4밸브 | 50 : 담체 |
| 60 : 반응 촉매 | |

도면

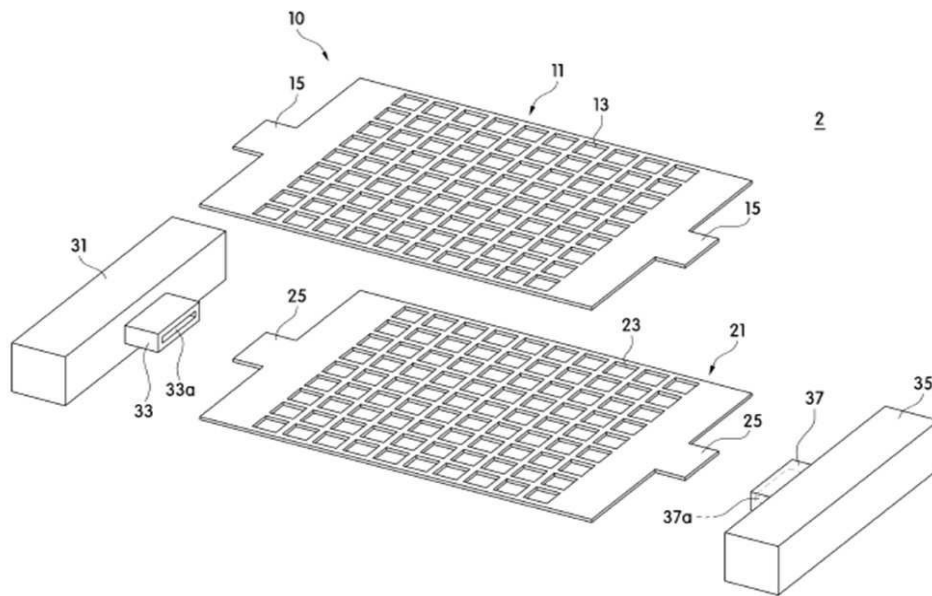
도면1



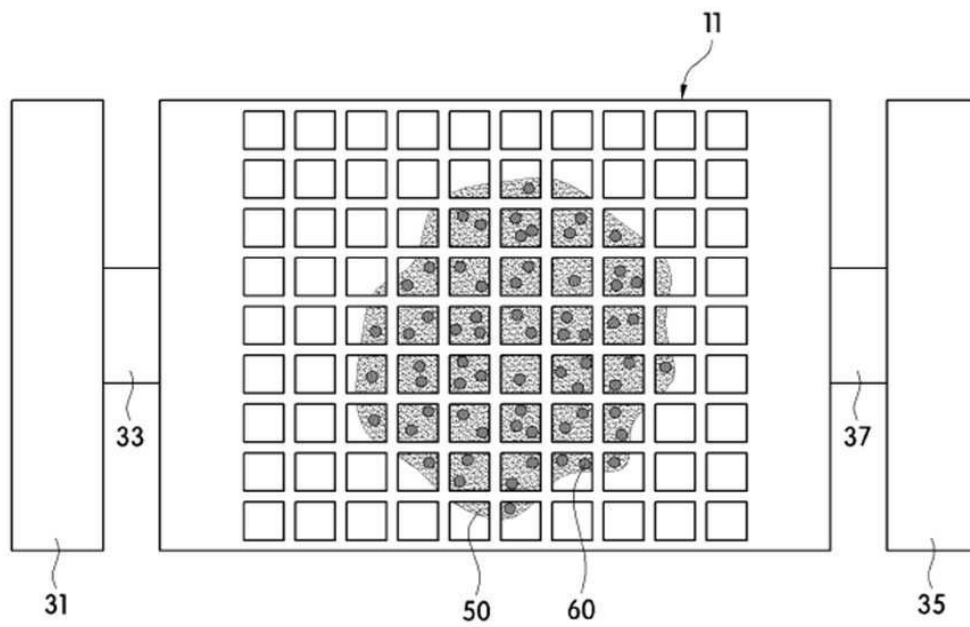
도면2



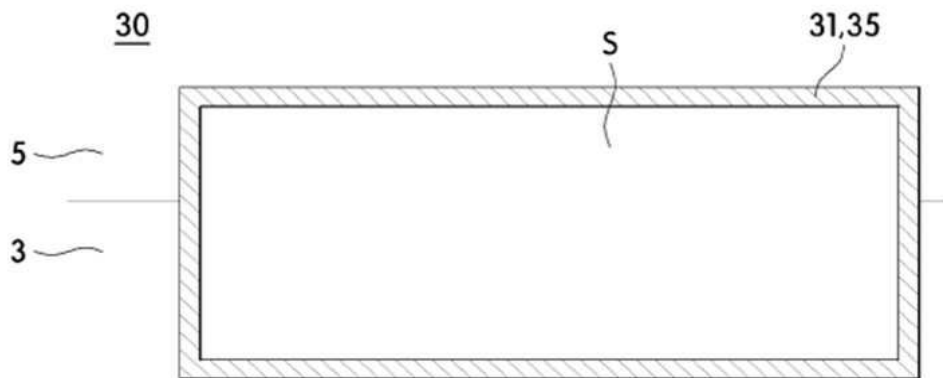
도면3



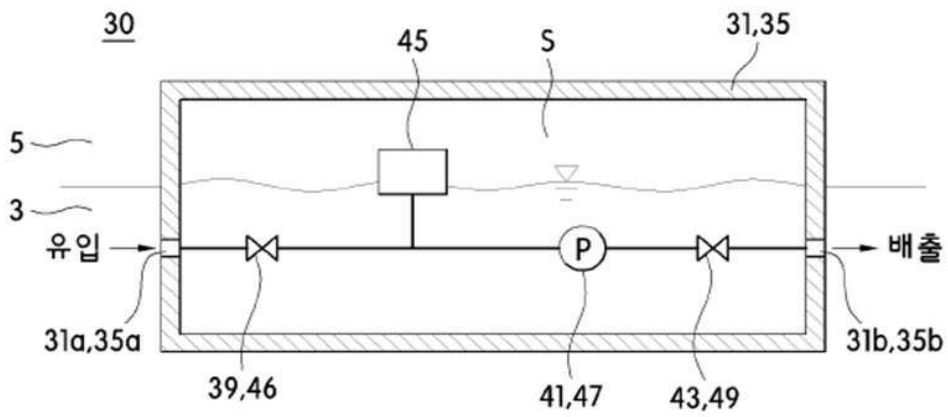
도면4



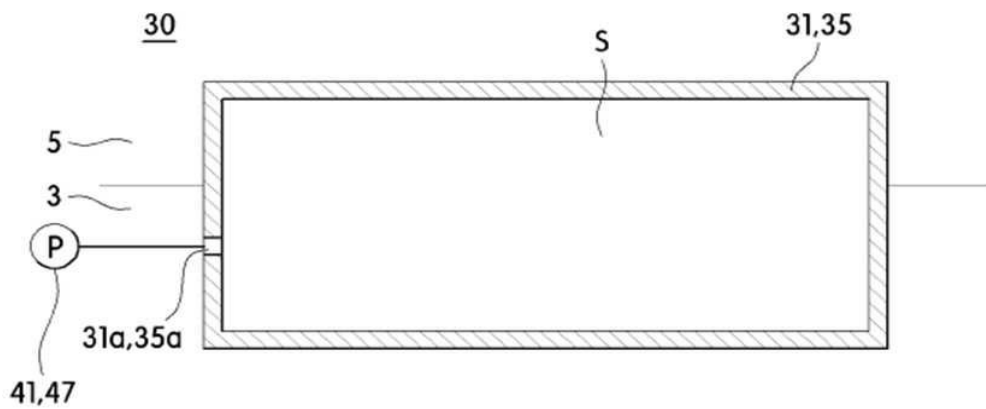
도면5



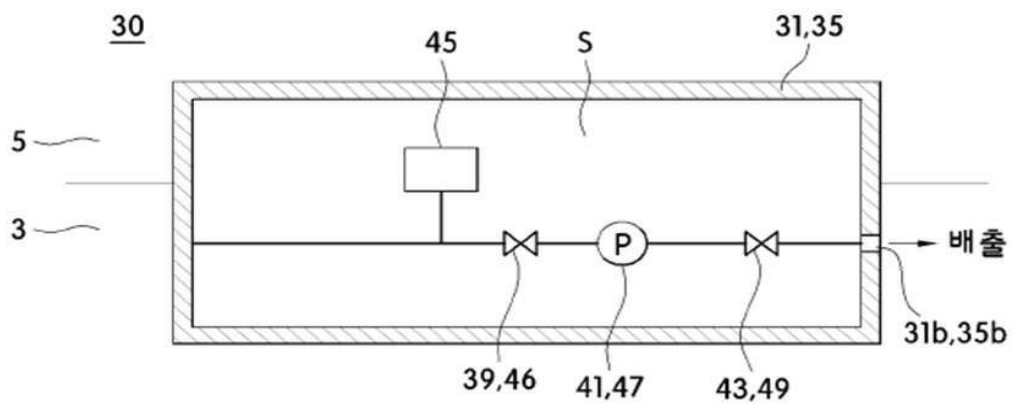
도면6



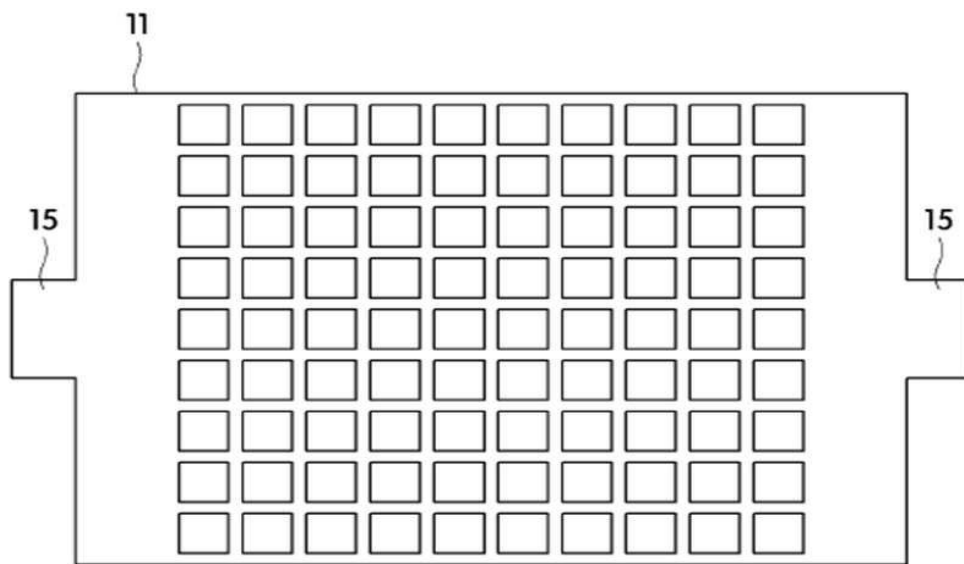
도면7



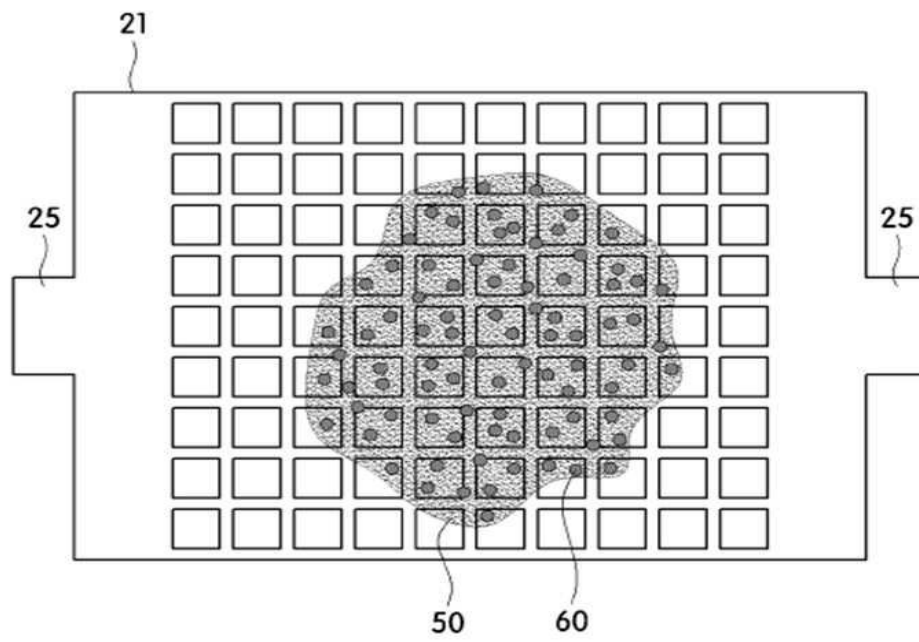
도면8



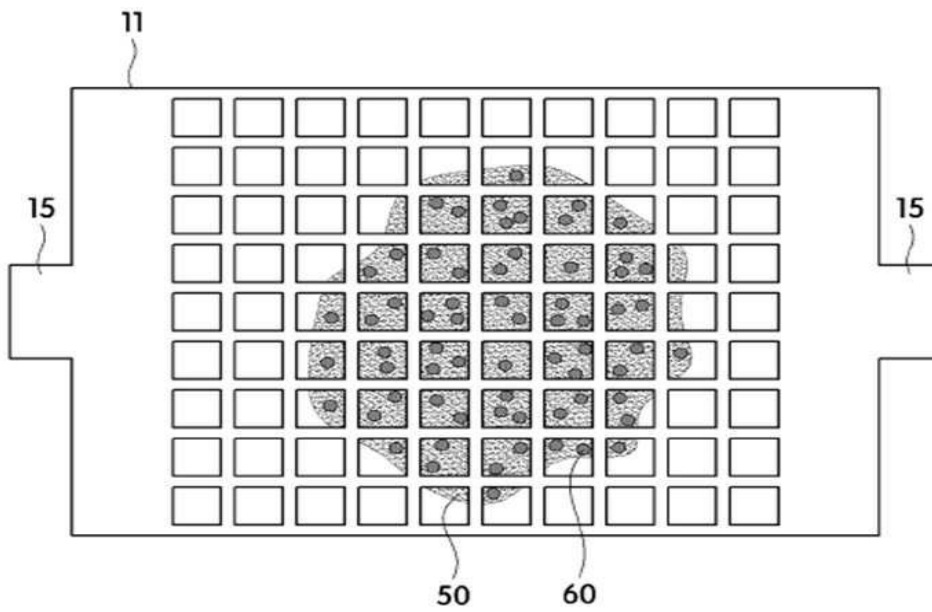
도면9



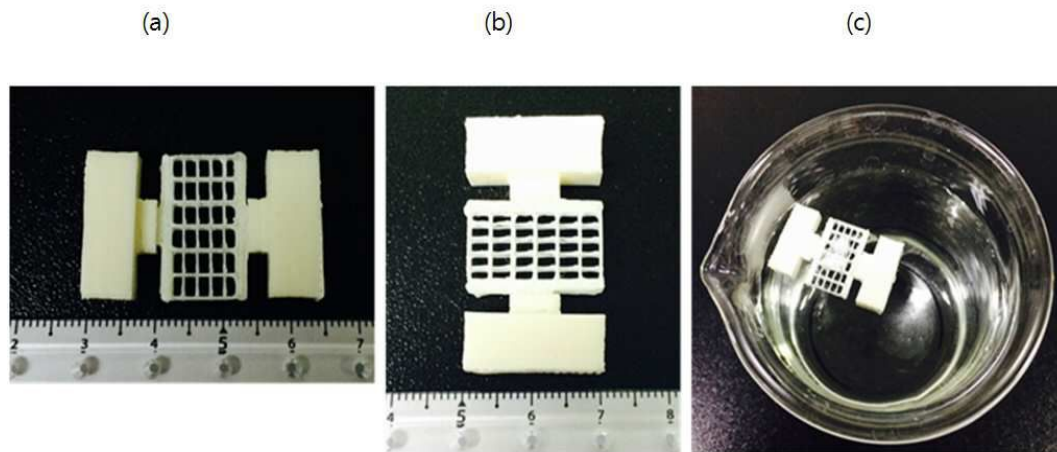
도면10



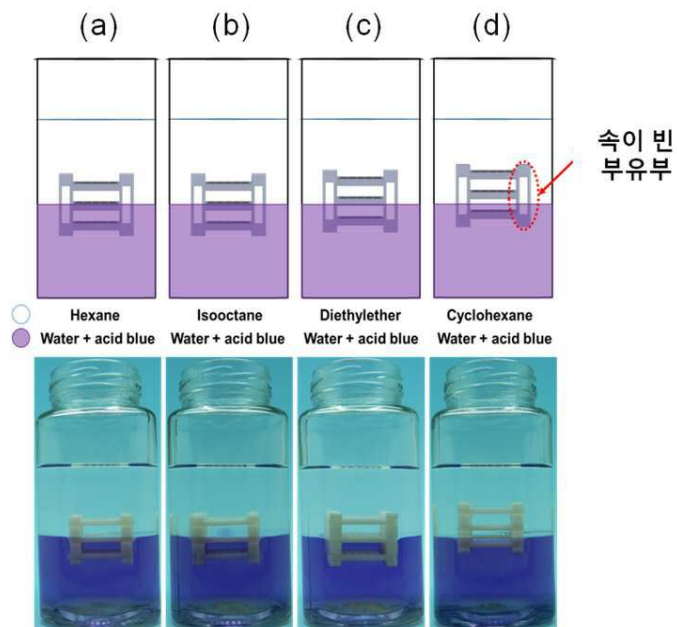
도면11



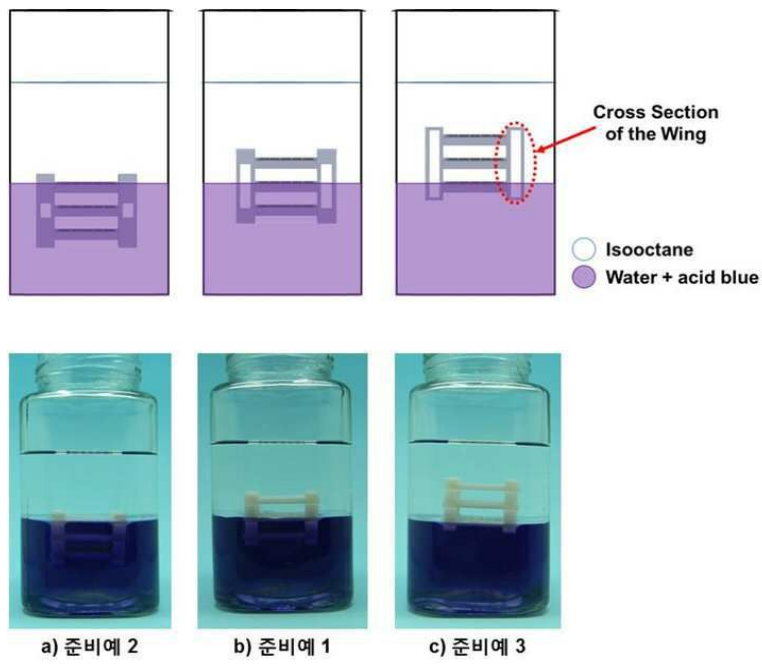
도면12



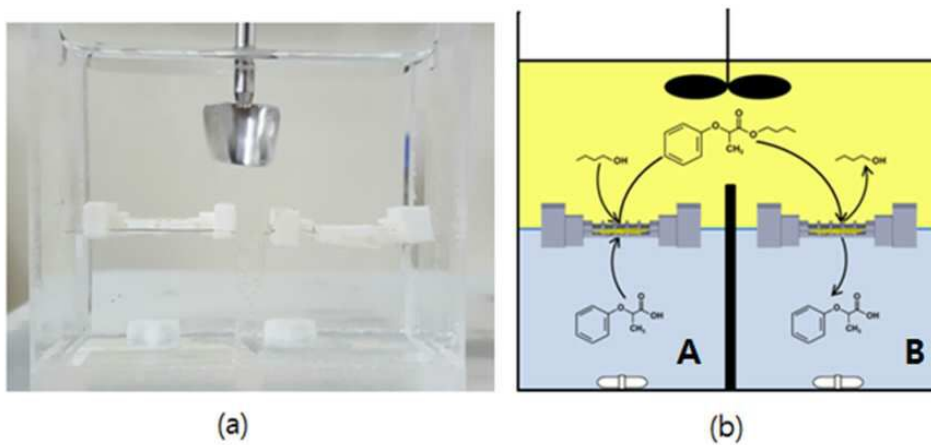
도면13



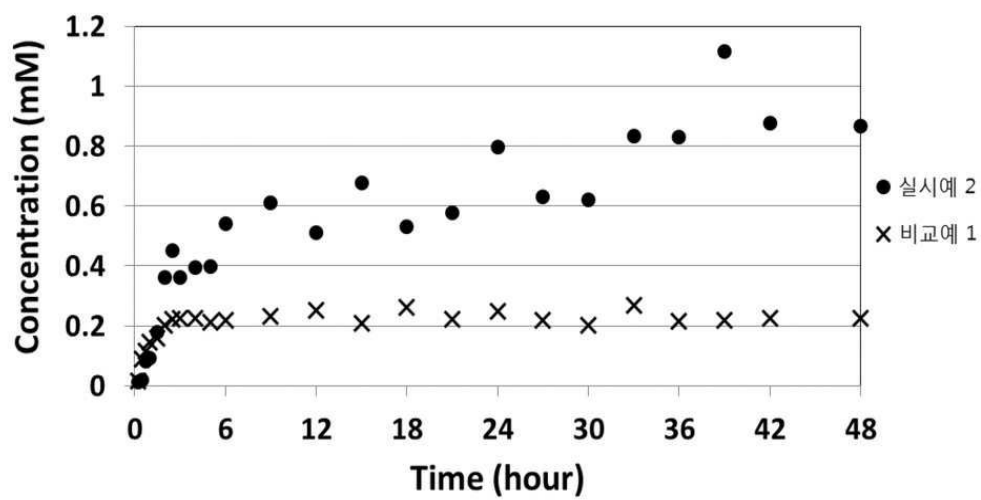
도면14



도면15



도면16



도면17

