



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2018-0024236
(43) 공개일자 2018년03월08일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

C12M 1/40 (2006.01) C12M 1/00 (2006.01)

C12M 1/02 (2006.01) C12M 1/06 (2006.01)

(52) CPC특허분류

C12M 21/18 (2013.01)

C12M 27/02 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2016-0110051

(22) 출원일자 2016년08월29일

심사청구일자 2016년08월29일

(71) 출원인

고려대학교 산학협력단

서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암동5가)

(72) 발명자

김승욱

서울특별시 노원구 공릉로46길 32, 104동 905호

유하영

서울특별시 성북구 오패산로16가길 40, 101동 1206호

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

정은열

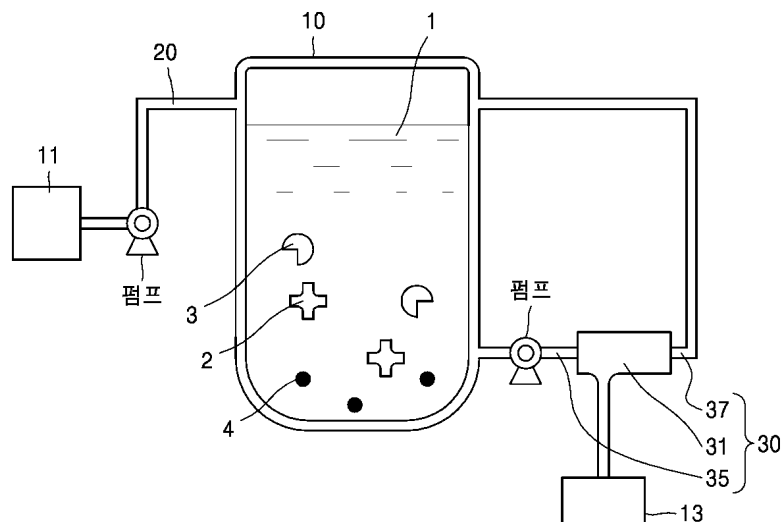
전체 청구항 수 : 총 9 항

(54) 발명의 명칭 효소반응용 반응시스템

(57) 요약

본 발명은 효소반응용 반응시스템에 관한 것으로서, 본 발명의 실시예에 따른 효소반응용 반응시스템은 내부에 수용된 용매(1) 내의 기질(2)과 효소(3)가 반응하여 소정의 생성물(4)을 생성하는 반응조(10), 반응조(10) 내부로 기질(2) 또는 효소(3)를 공급하는 공급라인(20), 및 반응조(10)와 연결되어, 반응조(10) 내부의 효소(3) 및 생성물(4)을 포함하는 혼합물(5)이 유입되고, 혼합물(5) 중에 포함된 생성물(4)을 여과하여, 생성물(4)이 분리된 혼합물(5)을 반응조(10)로 재공급하는 순환부(30)를 포함한다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

C12M 29/04 (2013.01)

C12M 41/18 (2013.01)

(72) 발명자

이수권

서울특별시 마포구 백범로25길 63, 105동 1504호

이주훈

인천광역시 남동구 석산로 35, 106동 2303호

이자현

서울특별시 구로구 고척로52길 53, 110동 403호

유진철

광주광역시 서구 송풍로 30, 102동 502호

한성욱

서울특별시 송파구 올림픽로 135, 225동 2802호

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 G01201506010245

부처명 한국산업자원통산부

연구관리전문기관 한국산업기술 평가관리원

연구사업명 바이오의료기기산업핵심기술개발사업

연구과제명 코리네박테리움을 이용한 고부가 바이오플라스틱용 신규 단량체인 Heme의 생물학적 전환
및 이에 기반을 둔 Hemozoin 중합 공정 개발

기 여 율 1/1

주관기관 고려대학교

연구기간 2015.06.01 ~ 2018.05.31

명세서

청구범위

청구항 1

내부에 수용된 용매 내의 기질과 효소가 반응하여 소정의 생성물을 생성하는 반응조;
상기 반응조 내부로 상기 기질 또는 효소를 공급하는 공급라인; 및
상기 반응조와 연결되어, 상기 반응조 내부의 상기 효소 및 상기 생성물을 포함하는 혼합물이 유입되고, 상기 혼합물 중에 포함된 생성물을 여과하여, 상기 생성물이 분리된 혼합물을 상기 반응조로 재공급하는 순환부;
를 포함하는 효소반응용 반응시스템.

청구항 2

청구항 1에 있어서,
상기 순환부는
상기 혼합물에서 상기 생성물을 여과하는 여과기;
상기 반응조와 상기 여과기를 연결하여, 상기 반응조 내부의 혼합물을 상기 여과기로 주입하는 수송라인; 및
상기 여과기와 상기 반응조를 연결하여, 상기 생성물이 분리된 혼합물을 상기 반응조로 순환시키는 바이패스라인;
을 포함하는 효소반응용 반응시스템.

청구항 3

청구항 2에 있어서,
상기 여과기는
중공관 형태로 형성되고, 상기 수송라인과 연결되어, 상기 혼합물을 수송하는 본체; 및
상기 혼합물이 이동하는 방향과 수직으로 상기 생성물이 여과되어 이동하도록, 상기 본체 내부에, 상기 본체의 길이 방향을 따라 배치되는 필터막;
을 포함하는 효소반응용 반응시스템.

청구항 4

청구항 3에 있어서,
상기 필터막은
중공관 형태로 형성되는 효소반응용 반응시스템.

청구항 5

청구항 1에 있어서,
다공성 막 형태로 형성되고, 상기 반응조 내부에 배치되어, 미반응 기질을 걸러내는 분리기;

를 더 포함하고,

상기 분리기를 통과한 혼합물이 상기 순환부로 유입되는 효소반응용 반응시스템.

청구항 6

청구항 1에 있어서,

상기 반응조 내부의 온도를 조절하는 온도조절부;

를 더 포함하는 효소반응용 반응시스템.

청구항 7

청구항 6에 있어서,

상기 온도조절부는

중공관 형태로, 상기 반응조의 외면에 배치되어, 내부에 가열수 또는 냉각수가 순환되는 효소반응용 반응시스템.

청구항 8

청구항 1에 있어서,

상기 반응조 내부에 배치되어, 상기 기질과 효소를 혼합하는 교반기;

를 더 포함하는 효소반응용 반응시스템.

청구항 9

청구항 1에 있어서,

상기 기질은 불용성 기질인 효소반응용 반응시스템.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 효소반응용 반응시스템에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 생물공정(bioprocess)이란 생명체 내의 효소반응 또는 그 총합으로서 발현되는 생물의 기능을 이용해서 유용한 물질을 생산하거나 변환하는 공정을 의미한다. 특히, 효소를 이용한 생물공정의 경우에 화학공정에 비해 반응조건이 온화하고, 반응 선택도가 높아서 열-화학 안정성이 우수하며, 다양한 혼합 물질들의 반응을 통해 고순도 물질을 생성할 수 있다. 다만, 높은 효소 가격으로 인하여 실제 공정으로의 활용이 다소 제한적이다. 또한, 상용화된 대부분의 공정에서는, 하기 선행기술문헌의 특허문헌에 개시된 바와 같이, 효소를 담체 등에 고정화(immobilization)하여 사용하는데, 이러한 경우 재사용 측면에서는 장점이 있지만, 몇 가지 중대한 문제점을 내포한다.

[0003] 가장 대표적으로, 고정화된 효소의 사용은 비고정화 효소(free enzyme)에 비해 반응속도가 낮고, 반응조건이 제한된다. 반응조건이 제한되는 예로서, 반응계에서 기질이 용매에 불용성이고, 그 크기가 효소의 담체와 비슷하거나, 담체보다 클 경우, 반응이 종료된 후 고정화 담체와 미반응 기질 그리고 생성물을 분리하기 어렵기 때문

에, 효소 손실이 불가피하고, 이로 인해 전체 공정의 효율이 저하된다. 또한, 반응시 용매 내의 불용성 물질들(기질과 담체 등) 사이의 충돌로 인하여 고정화된 효소의 수명이 줄어드는 문제가 야기된다.

[0004] 따라서, 종래 기술에 따른 효소반응의 문제점을 해결하기 위한 방안이 절실히 요구되고 있는 상황이다.

선행기술문헌

특허문헌

[0005] (특허문헌 0001) KR 10-2012-0053277 A

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 본 발명은 상술한 종래기술의 문제점을 해결하기 위한 것으로, 본 발명의 일 측면은 효소를 고정화하지 않고, 기질과 효소가 반응하여 생성물을 생성한 후에, 생성물과 효소를 분리 회수하고, 효소를 재사용하는 효소반응용 반응시스템을 제공하는 것이다.

[0007] 또한, 본 발명의 다른 측면은 반응기의 온도를 제어하고, 기질과 효소가 반응하는 반응조에서 미반응 기질을 분리하는 효소반응용 반응시스템을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0008] 본 발명의 실시예에 따른 효소반응용 반응시스템은 내부에 수용된 용매 내의 기질과 효소가 반응하여 소정의 생성물을 생성하는 반응조; 상기 반응조 내부로 상기 기질 또는 효소를 공급하는 공급라인; 및 상기 반응조와 연결되어, 상기 반응조 내부의 상기 효소 및 상기 생성물을 포함하는 혼합물이 유입되고, 상기 혼합물 중에 포함된 생성물을 여과하여, 상기 생성물이 분리된 혼합물을 상기 반응조로 재공급하는 순환부;를 포함한다.

[0009] 또한, 본 발명의 실시예에 따른 효소반응용 반응시스템에 있어서, 상기 순환부는 상기 혼합물에서 상기 생성물을 여과하는 여과기; 상기 반응조와 상기 여과기를 연결하여, 상기 반응조 내부의 혼합물을 상기 여과기로 주입하는 수송라인; 및 상기 여과기와 상기 반응조를 연결하여, 상기 생성물이 분리된 혼합물을 상기 반응조로 순환시키는 바이패스라인;을 포함한다.

[0010] 또한, 본 발명의 실시예에 따른 효소반응용 반응시스템에 있어서, 상기 여과기는 중공관 형태로 형성되고, 상기 수송라인과 연결되어, 상기 혼합물을 수송하는 본체; 및 상기 혼합물이 이동하는 방향과 수직으로 상기 생성물이 여과되어 이동하도록, 상기 본체 내부에, 상기 본체의 길이 방향을 따라 배치되는 필터막;을 포함한다.

[0011] 또한, 본 발명의 실시예에 따른 효소반응용 반응시스템에 있어서, 상기 필터막은 중공관 형태로 형성된다.

[0012] 또한, 본 발명의 실시예에 따른 효소반응용 반응시스템에 있어서, 다공성 막 형태로 형성되고, 상기 반응조 내부에 배치되어, 미반응 기질을 걸러내는 분리기;를 더 포함하고, 상기 분리기를 통과한 혼합물이 상기 순환부로 유입된다.

[0013] 또한, 본 발명의 실시예에 따른 효소반응용 반응시스템에 있어서, 상기 반응조 내부의 온도를 조절하는 온도조절부;를 더 포함한다.

[0014] 또한, 본 발명의 실시예에 따른 효소반응용 반응시스템에 있어서, 상기 온도조절부는 중공관 형태로, 상기 반응조의 외면에 배치되어, 내부에 가열수 또는 냉각수가 순환된다.

[0015] 또한, 본 발명의 실시예에 따른 효소반응용 반응시스템에 있어서, 상기 반응조 내부에 배치되어, 상기 기질과 효소를 혼합하는 교반기;를 더 포함한다.

[0016] 또한, 본 발명의 실시예에 따른 효소반응용 반응시스템에 있어서, 상기 기질은 불용성 기질이다.

[0017] 본 발명의 특징 및 이점들은 첨부도면에 의거한 다음의 상세한 설명으로 더욱 명백해질 것이다.

[0018] 이에 앞서 본 명세서 및 청구범위에 사용된 용어나 단어는 통상적이고 사전적인 의미로 해석되어서는 아니되며, 발명자가 그 자신의 발명을 가장 최선의 방법으로 설명하기 위해 용어의 개념을 적절하게 정의할 수 있다는 원

칙에 입각하여 본 발명의 기술적 사상에 부합하는 의미와 개념으로 해석되어야만 한다.

발명의 효과

- [0019] 본 발명에 따르면, 효소를 고정화하지 않고, 기질과 효소가 반응하여 생성물을 생성한 후에, 생성물과 효소를 분리 회수하고, 효소를 재사용함으로써, 효소 손실을 차단하여 공정효율을 상승시키고, 나아가 반응시 효소 고정화를 위한 담체에 기질이 충돌하여 발생할 수 있는 효소의 수명 저하를 방지한다.
- [0020] 또한, 본 발명에 따르면, 기질과 효소가 반응하는 반응조에서 미반응 기질을 분리함으로써, 생성물을 분리하는 여과기가 미반응 기질에 의해 파손되는 것을 방지한다.

도면의 간단한 설명

- [0021] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 효소반응용 반응시스템을 개략적으로 도시한 단면도이다.
- 도 2a 내지 도 2b는 도 1에 도시된 여과기의 일부를 절개한 사시도이다.
- 도 3은 본 발명의 다른 실시예에 따른 효소반응용 반응시스템을 개략적으로 도시한 단면도이다.
- 도 4는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 효소반응용 반응시스템을 개략적으로 도시한 단면도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0022] 본 발명의 목적, 특정한 장점들 및 신규한 특징들은 첨부된 도면들과 연관되어지는 이하의 상세한 설명과 바람직한 실시예들로부터 더욱 명백해질 것이다. 본 명세서에서 각 도면의 구성요소들에 참조번호를 부가함에 있어서, 동일한 구성 요소들에 한해서는 비록 다른 도면상에 표시되더라도 가능한 한 동일한 번호를 가지도록 하고 있음에 유의하여야 한다. 또한, "제1", "제2" 등의 용어는 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하기 위해 사용되는 것으로, 구성요소가 상기 용어들에 의해 제한되는 것은 아니다. 이하, 본 발명을 설명함에 있어서, 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있는 관련된 공지 기술에 대한 상세한 설명은 생략한다.
- [0023] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시형태를 상세히 설명하기로 한다.
- [0024] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 효소반응용 반응시스템을 개략적으로 도시한 단면도이고, 도 2a 내지 도 2b는 도 1에 도시된 여과기의 일부를 절개한 사시도이다.
- [0025] 도 1 내지 도 2b에 도시된 바와 같이, 본 발명의 실시예에 따른 효소반응용 반응시스템은 내부에 수용된 용매(1) 내의 기질(2)과 효소(3)가 반응하여 소정의 생성물(4)을 생성하는 반응조(10), 반응조(10) 내부로 기질(2) 또는 효소(3)를 공급하는 공급라인(20), 및 반응조(10)와 연결되어, 반응조(10) 내부의 효소(3) 및 생성물(4)을 포함하는 혼합물(5)이 유입되고, 혼합물(5) 중에 포함된 생성물(4)을 여과하여, 생성물(4)이 분리된 혼합물(5)을 반응조(10)로 재공급하는 순환부(30)를 포함한다.
- [0026] 본 실시예에 따른 효소반응용 반응시스템은 기질(2)과 효소(3)를 반응시켜 소정의 생성물(4)을 생성하기 위한 반응장치로서, 반응조(10), 공급라인(20), 및 순환부(30)를 포함한다.
- [0027] 생명체 내의 효소반응 또는 그 총합으로서 발현되는 생물의 기능을 이용해서 유용한 물질을 생산하거나 변환하는 공정을 생물공정(bioprocess)이라고 하는데, 본 실시예에 따른 효소반응용 반응시스템은 기질과 효소를 반응시키는 생물공정에 사용된다. 효소를 이용한 생물공정은 화학공정에 비해 반응조건이 온화하고, 반응 선택도가 높으며, 고순도 물질을 생성할 수 있다. 다만, 종래 기술에 따른 효소반응 공정에서는, 효소의 재사용을 고려하여 담체 등에 효소를 고정화하는데, 이때 고정화 담체와 미반응 기질 그리고 생성물을 분리하기 어려워 효소 손실이 불가피하므로 공정 효율이 저하되고, 담체와 기질 사이의 충돌로 인하여 효소 수명이 단축되는 문제가 있는바, 본 실시예에 따른 효소반응용 반응시스템은 이러한 문제점을 해결하기 위해 안출되었다.
- [0028] 본 실시예에 따른 효소반응용 반응시스템의 반응조(10)는 기질(2)과 효소(3)가 반응을 일으켜 소정의 생성물(4)을 생성시키는 반응용기이다. 여기서, 기질(2)과 효소(3)는 용매(1) 내에 혼합되므로, 용매(1), 기질(2), 효소(3), 및 생성물(4)이 반응조(10) 내부에 수용된다.
- [0029] 이때, 기질(2)은 불용성(insolubility)으로서, 용매(1)에 거의 용해되지 않은 채로 존재할 수 있다. 상술한 효소 고정화로 인한 문제점은, 특히 불용성 기질(2)이 포함된 효소 반응계에서 문제되므로, 본 실시예에 따른 효소반응용 반응시스템은 불용성 기질(2)에서 현저한 기술적 의의를 가진다. 다만, 여기서의 기질(2)이 반드시 불용성 기질(2)에 한정되는 것은 아니고, 본 실시예에 따른 효소반응용 반응시스템도 불용성 기질(2)의 경우에 한

정하여서만 기술적 특징이 있는 것도 아니다.

- [0030] 반응조(10) 내부의 기질(2) 또는 효소(3)는 공급라인(20)에 의해서 반응조(10) 내부로 공급된다. 여기서, 공급라인(20)은 유체를 공급하는 관으로서, 기질(2) 또는 효소(3)를 수용하는 공급탱크(11)와 반응조(10) 내부를 소통시킨다. 이러한 공급라인(20)은 기질(2)이 공급되는 라인과 효소(3)가 공급되는 라인이 별개로 형성되어 기질(2)과 효소(3)를 구별하여 따로 공급하거나, 또는 하나의 라인으로 형성되어 기질(2)과 효소(3)를 동일한 라인을 통해 공급할 수도 있다. 하나의 공급라인(20)을 사용하는 경우에, 반응조(10) 내에서의 최적반응 조건에 따라 효소(3)를 먼저 주입한 후에, 반응기 용량을 고려하여 기질(2)을 투입한다. 다만, 투입 순서가 반드시 이에 한정되어야 하는 것은 아니다. 이렇게 반응조(10)로 기질(2)과 효소(3)가 공급되어 생성물(4)이 생성된 후에는, 순환부(30)를 통해 생성물(4)과 효소(3)가 분리된다.
- [0031] 여기서, 순환부(30)는 반응조(10)와 연결되어, 반응조(10) 내부로부터 유입된 혼합물(5)에서 생성물(4)과 효소(3)를 분리한 후에, 분리된 효소(3)를 반응조(10)로 재공급한다. 여기서, 혼합물(5)은 용매(1) 내의 미반응 기질(2), 효소(3), 및 생성물(4)을 포함할 수 있는데, 미반응 기질(2)은 후술할 분리기(40)에 의해 분리될 수 있으므로, 이 경우에 미반응 기질(2)은 혼합물(5)에 포함되지 않을 수 있다. 결과적으로, 어느 경우이나 혼합물(5)은 효소(3) 및 생성물(4)을 포함하고, 순환부(30) 내로 유입된 혼합물(5) 중 생성물(4)은 여기서 여과되어 생성물 저장탱크(13)로 흘러가 수거되고, 효소(3)를 포함하는 혼합물(5)은 다시 반응조(10)로 순환되어, 효소(3)가 재사용된다.
- [0032] 이러한 공정을 구현하기 위해, 순환부(30)는 여과기(31), 수송라인(35), 및 바이패스라인(37)을 포함할 수 있다. 여기서, 여과기(31)는 여과장치로서, 반응조(10)에서 유입된 혼합물(5) 중의 생성물(4)을 여과하고, 수송라인(35)은 반응조(10)와 여과기(31)를 연결하는 관으로서, 반응조(10) 내부의 혼합물(5)을 여과기(31)로 주입한다. 한편, 바이패스라인(37)은 여과기(31)와 반응조(10)를 연결하는 관으로, 생성물(4)이 분리되고 효소(3)를 포함하는 혼합물(5)을 반응조(10) 내부로 우회 순환시킨다.
- [0033] 여기서, 여과기(31)는 본체(32), 및 필터막(33)을 포함할 수 있다. 본체(32)는 중공관 형태로 형성되고, 그 일단은 수송라인(35)과, 그 타단은 바이패스라인(37)과 연결되어, 수송라인(35)을 통해 유입되는 혼합물(5)은 본체(32) 내부를 통과하여 바이패스라인(37) 쪽으로 배출된다.
- [0034] 이러한 본체(32) 내부에는 필터막(33)이 배치된다(도 2a 참조). 여기서, 필터막(33)은 다공성 막으로서, 막에 형성된 세공을 통해 생성물(4)이 여과되는데, 이때 필터막(33)은 본체(32)의 길이 방향, 즉 본체(32)의 일단에서부터 타단을 향하는 방향을 따라 배치된다. 따라서, 생성물(4)은 혼합물(5)이 이동하는 방향과 수직으로 여과되어 이동한다. 다시 말해, 필터막(33)은 혼합물(5)의 이동방향과 나란하게 배치되고, 필터막(33)에 형성된 세공보다 직경이 작은 생성물(4)은 혼합물(5)의 이동방향에 대해 수직으로, 필터막(33)을 투과하여 여과된다. 이때, 필터막(33)과 본체(32) 내부 사이에 공간이 형성되어, 그 공간을 통해 생성물(4)이 수거되며, 종국적으로 생성물(4)은 본체(32)와 연결된 생성물 저장탱크(13)로 흘러들어간다. 한편, 효소(3)는 필터막(33)을 투과하지 못하고, 혼합물(5)에 포함되어 바이패스라인(37)을 통해 반응조(10)로 재공급된다.
- [0035] 여기서, 필터막(33)은 박막 형태로 형성되거나(도시되지 않음), 또는 중공관 형태로 형성될 수 있다. 중공관 형태로 형성되는 경우에는, 본체(32) 내부에 중공관 형태의 필터막(33)이 삽입되어, 이중관 구조를 이루고, 필터막(33) 내부의 중공으로 혼합물(5)이 유입되어 통과되면서, 생성물(4)이 여과된다.
- [0036] 한편, 필터막(33)은 다중 구조로 배치될 수 있다. 즉, 박막 형태의 다수의 필터막(33)이 서로 적층되거나(도시되지 않음), 또는 중공관 형태의 다수의 필터막(33)이 어느 필터막(33a) 내부에 다른 필터막(33b)이 삽입되는 구조로 배치될 수 있다(도 3 참조). 생성물(4)의 여과는 필터막(33)에 형성된 세공의 직경에 관계되므로, 다중 구조로 필터막(33)을 배치함으로써, 효소(3)가 세공을 통과하지 못하도록 하여 효소(3)의 손실을 막을 수 있다.
- [0037] 또한, 혼합물(5) 내에 미반응 기질(2)이 포함된 경우에, 그 크기와 농도에 따라 필터막(33)을 손상시킬 수 있으므로, 다중 구조의 필터막(33) 구조로서 미반응 기질(2)을 분리하여, 필터막(33)을 보호할 수 있다. 예를 들어, 효소(3) 및 생성물(4)에 비해 크기가 큰 미반응 기질(2)이 혼합물(5)에 포함된 경우에, 내측에 배치되는 필터막(33b)에 형성된 세공을 통해 효소(3) 및 생성물(4)이 투과되어 미반응 기질(2)이 분리되고, 외측에 배치되는 필터막(33a)을 통해 생성물(4)이 투과되도록, 필터막(33)을 배치할 수 있다. 이때, 미반응 기질(2)이 분리되는 필터막(33)은 강도가 큰 소재로 이루어져, 미반응 기질(2)에 따른 파손을 방지할 수 있다.
- [0038] 한편, 박막 형태의 다수의 필터막(33)을 사용하는 경우에는 서로 소정의 간격을 두고 이격되도록 배치되고(도시되지 않음), 중공관 형태의 필터막(33)을 사용하는 때에도 외측 필터막(33a)의 내주연과 내측 필터막(33b)의 외

주연이 이격되도록 배치되어, 어느 하나의 필터막(33a)과 다른 하나의 필터막(33b) 사이의 공간을 통해 효소(3)와 생성물(4)을 구별하여 분리하고, 수거된 효소(3)를 다시 반응조(10)로 공급하여 재사용할 수 있다.

[0039] 결과적으로, 본 발명에 따른 효소반응용 반응시스템에 따르면, 효소(3)를 고정화하지 않고, 기질(2)과 효소(3)가 반응하여 생성물(4)을 생성한 후에, 생성물(4)과 효소(3)를 분리 회수하고, 그 효소(3)를 재사용함으로써, 효소(3)의 손실을 차단하여 공정효율을 상승시키며, 나아가 반응시 효소 고정화를 위한 담체에 기질(2)이 충돌하여 발생할 수 있는 효소(3)의 수명 저하를 방지할 수 있다.

[0040] 도 3은 본 발명의 다른 실시예에 따른 효소반응용 반응시스템을 개략적으로 도시한 단면도이다.

[0041] 도 3에 도시된 바와 같이, 본 발명의 다른 실시예에 따른 효소반응용 반응시스템은 반응조(10) 내의 미반응 기질(2)을 분리하기 위하여, 분리기(40)를 더 포함할 수 있다. 분리기(40)는 다공성 막 형태로 형성되어, 반응조(10) 내부에 배치됨으로써, 미반응 기질(2)을 걸러내고, 순환부(30)로 유입되는 혼합물(5)은 분리기(40)를 통과한 혼합물(5)로서, 미반응 기질(2)이 함유되지 않으므로, 미반응 기질(2)에 의한 필터막(33)의 파손을 방지할 수 있다.

[0042] 여기서, 분리기(40)는 예를 들어, 체(sieve)일 수 있고, 반응조(10) 내의 공간을 상부와 하부로 분리하도록, 반응조(10) 공간을 가로질러 배치될 수 있다. 이때, 반응조(10) 내의 상부 공간에서 기질(2)과 효소(3)가 반응하여 생성물(4)을 생성하고, 중력 내지 상부 공간의 교반에 의한 움직임에 의해, 효소(3)와 생성물(4)은 분리기(40)를 통과하여 반응조(10)의 하부 공간으로 이동하지만, 미반응 기질(2)은 분리기(40)를 통과하지 못하여 그 상부 공간에 남게 된다. 여기서, 반응조(10)의 하부 공간으로부터 순환부(30)의 수송라인(35)을 통해 혼합물(5)이 여과기(31)로 주입되므로, 그 혼합물(5)에는 미반응 기질(2)이 포함되지 않아서, 필터막(33, 도 2a 참조)이 손상되지 않는다.

[0043] 또한, 본 실시예에 따른 효소반응용 반응시스템은 교반기(50)를 더 포함할 수 있다. 여기서, 교반기(50)는 반응조(10) 내부에 배치되어, 기질(2)과 효소(3)를 혼합하여, 효소반응을 활성화하고, 혼합물(5)의 이동을 유발한다.

[0044] 구체적으로, 교반기(50)는 모터의 회전하는 샤프트에 블레이드가 결합된 구조로 구현될 수 있다. 다만, 교반기(50)가 반드시 이러한 구조로 형성되어야 하는 것은 아니고, 자력, 또는 진동 등을 기반으로 하는 교반 방식을 채용할 수도 있다.

[0045] 도 4는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 효소반응용 반응시스템을 개략적으로 도시한 단면도이다.

[0046] 도 4에 도시된 바와 같이, 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 효소반응용 반응시스템은 반응조(10) 내부의 온도를 조절하기 위하여, 온도조절부(60)를 더 포함할 수 있다. 효소반응에 있어서, 효소(3)는 단백질이고 극단적인 pH나 열에 의해 변성된다. 따라서 각각의 효소(3)마다 특유한 최적 pH와 최적 온도가 있으므로, 반응조(10)의 온도를 효소(3)에 따라 제어할 필요가 있는데, 그 역할을 온도조절부(60)가 수행된다.

[0047] 구체적으로, 온도조절부(60)는 가열수 또는 냉각수(61)가 반응조(10) 주변을 돌며 반응조(10) 내부의 온도를 상승시키거나 하강시키도록, 중공관 형태로, 반응조(10)의 외면에 배치될 수 있다. 여기서, 가열수(61)는 반응조(10) 내부의 온도보다 상대적으로 온도가 높은 유체이고, 냉각수(61)는 반응조(10) 내부보다 온도가 상대적으로 낮은 유체로서, 중공관 형태의 온도조절부(60) 내부를 순환하면서, 반응조(10)에 열을 공급하거나 반응조(10)의 열을 회수한다. 다만, 온도조절부(60)가 반드시 이에 한정되는 것은 아니고, 열선이나 UV를 통해 반응조(10)를 가열하는 방식 등으로 구현될 수도 있다.

[0048] 이하에서는, 본 발명에 따른 효소반응용 반응시스템을 통해 생성물을 생성하는 과정을 설명한다.

[0049] 우선, 온도조절부를 통해 반응조의 내부 온도를 효소반응 최적온도로 조정하고, 최적반응 조건에 따라 소정의 효소를 반응조 내부로 주입한다. 효소가 주입되면, 반응기 용량에 따라 기질을 투입하여, 기질-효소 반응을 유도하고, 반응이 종료되면, 순환부를 통해 생성물을 분리하고, 효소와 미반응 기질을 다시 반응조 내로 우회시켜 재투입한다. 이때, 미반응 기질이 상술한 필터막이나 분리기에서 분리된 경우에는 효소만 반응기 내로 재투입된다. 이러한 방식으로, 효소를 재사용하면서 효소반응을 유도하고, 기질이 소모됨에 따라 줄어든 양만큼 새로운 기질을 반응기 내로 투입하여 연속적으로 생성물을 생성한다. 여기서, 반응시간은 사용하는 효소의 최적조건 데이터를 바탕으로 전체 반응의 기질 및 효소 농도를 결정하고 그 농도에 따라 설정하며, 반응시간을 기준으로 기질의 반응기 내 체류시간을 설정하고, 반응기 용량에 따른 기질 투입 유속을 결정한다. 이때, 공급라인을 통해 투입되는 효소 또는 기질의 투입유속과 순환부로 유출되는 유출유속을 같도록 설정하는 것이 바람직하지만, 반

드시 그 유속이 같아야 하는 것은 아니다.

[0050] 이상 본 발명을 구체적인 실시예를 통하여 상세히 설명하였으나, 이는 본 발명을 구체적으로 설명하기 위한 것으로, 본 발명은 이에 한정되지 않으며, 본 발명의 기술적 사상 내에서 당 분야의 통상의 지식을 가진 자에 의해 그 변형이나 개량이 가능함이 명백하다.

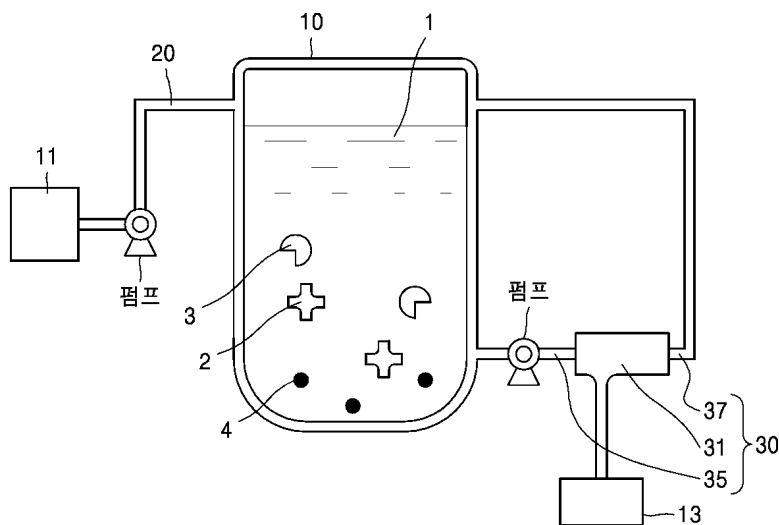
[0051] 본 발명의 단순한 변형 내지 변경은 모두 본 발명의 영역에 속한 것으로 본 발명의 구체적인 보호 범위는 첨부된 특허청구범위에 의하여 명확해질 것이다.

부호의 설명

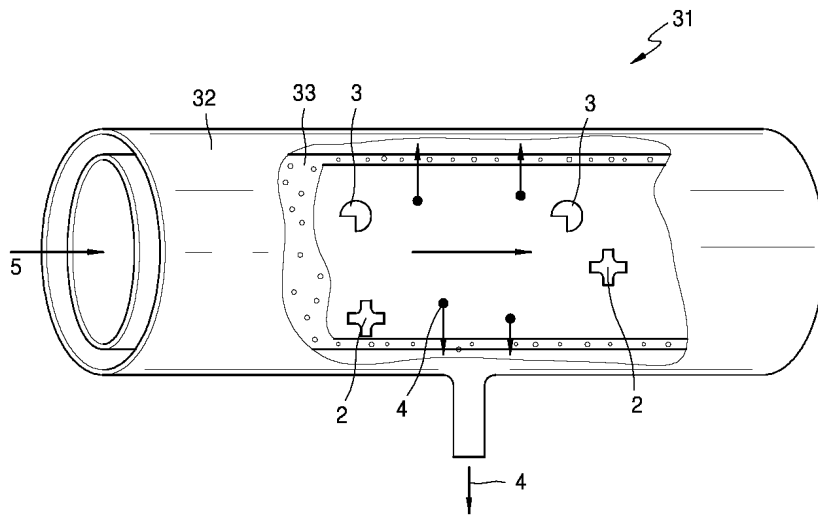
[0052] 1: 용매 2: 기질
3: 효소 4: 생성물
5: 혼합물 10: 반응조
20: 공급라인 30: 순환부
31: 여과기 32: 본체
33: 필터막 35: 수송라인
37: 바이패스라인 40: 분리기
50: 교반기 60: 온도조절부

도면

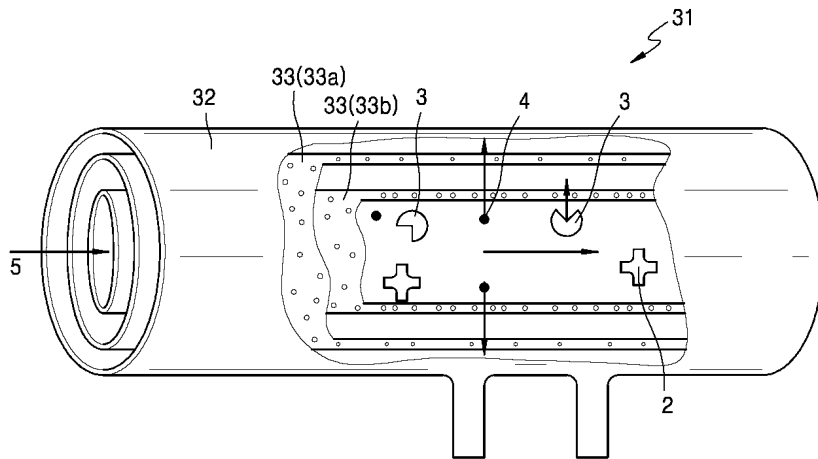
도면1



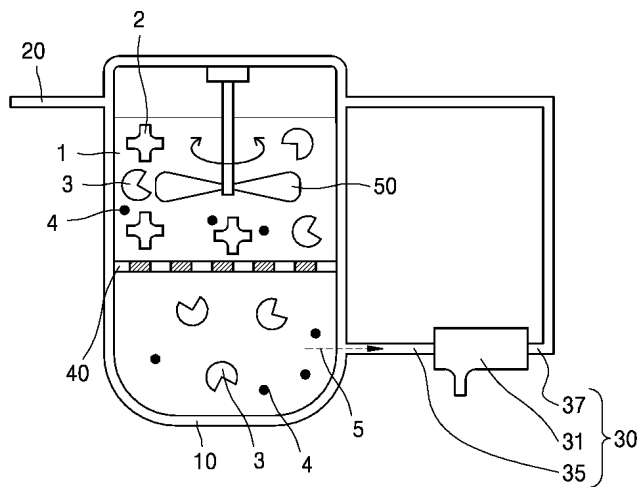
도면2a



도면2b



도면3



도면4

