



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2017-0079216
(43) 공개일자 2017년07월10일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

C07C 29/74 (2006.01) B01D 35/02 (2006.01)
B01D 61/00 (2006.01) B01D 63/00 (2006.01)
C07C 29/76 (2006.01) C07C 29/86 (2006.01)
C07C 31/20 (2006.01)

(52) CPC특허분류

C07C 29/74 (2013.01)
B01D 35/02 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2015-0189546

(22) 출원일자 2015년12월30일

심사청구일자 없음

(71) 출원인

서강대학교산학협력단

서울특별시 마포구 백범로 35 (신수동, 서강대학교)

(72) 발명자

김현철

서울특별시 영등포구 63로 7, B동 501호 (여의도동, 은하아파트)

이선호

충청북도 진천군 진천읍 중앙동로 8, 703호 (장산아파트)

(74) 대리인

김현진

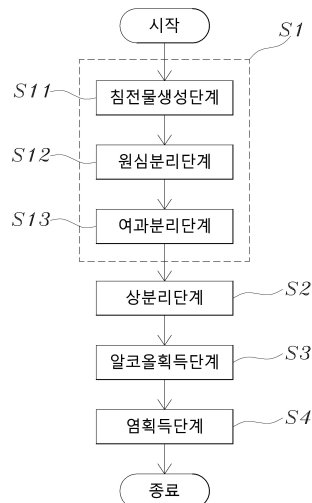
전체 청구항 수 : 총 10 항

(54) 발명의 명칭 고순도 알코올의 생산방법

(57) 요약

본 발명은 고순도 알코올의 생산방법에 대한 것으로, 더욱 상세하게는 알코올과 물과 불순물이 혼합되어 있는 가스기반 바이오 전환 산물에 응집제를 첨가하여 침전물을 형성한 후 물과 알코올을 포함한 혼합용액을 회수하는 혼합용액회수단계와 상기 혼합용액회수단계에서 회수된 혼합용액에 유기용제 및 염을 가해 알코올과 유기용제가 존재하는 제1의 상과 물과 염이 존재하는 제2의 상으로 분리하는 상분리단계와 친수성 물질과 소수성 물질을 분리하는 멤브레인을 이용하여 상기 제1의 상의 알코올과 유기용제를 분리하여 알코올 및 유기용제를 각각 회수하는 알코올획득단계와 역삼투 분리막을 이용하여 상기 제2의 상의 물과 염을 분리하여 염을 회수하는 염획득단계를 포함하여, 고순도의 알코올을 얻어낼 수 있고, 물과 끓는점이 비슷한 알코올도 효과적으로 회수할 수 있으며, 생산과정에서 사용되는 물질을 재사용하여 경제성을 향상시킬 수 있는 고순도 알코올의 생산방법에 대한 것이다.

대 표 도 - 도1



(52) CPC특허분류

B01D 61/00 (2013.01)

B01D 63/00 (2013.01)

C07C 29/76 (2013.01)

C07C 29/86 (2013.01)

C07C 31/207 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

알코올과 물을 포함하는 혼합용액에 유기용제 및 염을 가해, 알코올과 유기용제가 존재하는 제1의 상과, 물과 염이 존재하는 제2의 상으로 분리하는 상분리단계와; 친수성 물질과 소수성 물질을 분리하는 멤브레인을 이용하여 상기 제1의 상의 알코올과 유기용제를 분리하여 알코올 및 유기용제를 각각 회수하는 알코올획득단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 고순도 알코올의 생산방법.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 고순도 알코올의 생산방법은

역삼투 분리막을 이용하여 상기 제2의 상의 물과 염을 분리하여 염을 회수하는 염획득단계를 추가로 포함하는 것을 특징으로 하는 고순도 알코올의 생산방법.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 알코올은

2,3-부탄디올(2,3-butanediol), 1,4-부탄디올(1,4-butanediol) 및 n-부틸알콜(n-butyl alcohol) 중의 어느 하나인 것을 특징으로 하는 고순도 알코올의 생산방법.

청구항 4

제3항에 있어서, 상기 유기용제는

1-부탄올이 사용되는 것을 특징으로 하는 고순도 알코올의 생산방법.

청구항 5

제4항에 있어서, 상기 염은

소듐 카보네이트(sodium carbonate), 포타슘 카보네이트(potassium carbonate), 소듐 클로라이드(sodium chloride), 리튬 클로라이드(lithium chloride), 암모늄 설페이트(ammonium sulphate), 소듐 설페이트(sodium sulphate), 디포타슘 하이드로젠 포스페이트(dipotassium hydrogen phosphate), 소듐 하이드로젠 포스페이트(sodium hydrogen phosphate), 포타슘 포스페이트(potassium phosphate), 소듐 포스페이트(sodium phosphate), 포타슘 디하이드로젠 포스페이트(potassium dihydrogen phosphate), 소듐 디하이드로젠 포스페이트(sodium dihydrogen phosphate), 소듐 아세테이트(sodium acetate), 포타슘 아세테이트(potassium acetate), 소듐 시트레이트(sodium citrate), 포타슘 시트레이트(potassium citrate), 소듐 옥살레이트(sodium oxalate) 및 포타슘 옥살레이트(potassium oxalate)로 이루어진 군에서 선택된 어느 하나 이상이 사용되는 것을 특징으로 하는 고순도 알코올의 생산방법.

청구항 6

제1항에 있어서, 상기 멤브레인은

제오라이트와 피디엡스가 담지되어 선택적인 투과를 통해 알코올과 유기용제를 분리하는 멤브레인이 사용되는 것을 특징으로 하는 고순도 알코올의 생산방법.

청구항 7

제1항에 있어서, 상기 고순도 알코올의 생산방법은

알코올과 물과 불순물이 혼합되어 있는 가스기반 바이오 전환 산물에 응집제를 첨가하여 침전물을 형성한 후, 물과 알코올을 포함한 혼합용액을 회수하는 혼합용액회수단계를 추가로 포함하는 것을 특징으로 하는 고순도 알

코올의 생산방법.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 불순물은 미생물 세포, 배지 및 단백질을 포함하고, 상기 응집제는 키토산 또는 폴리아크릴아마이드가 사용되는 것을 특징으로 하는 고순도 알코올의 생산방법.

청구항 9

제8항에 있어서, 상기 혼합용액회수단계는

포스페틱산을 이용하여 pH를 3.5 내지 4.5로 적정한 후, 상기 가스 기반 바이오 전환 산물에 키토산 또는 폴리아크릴아마이드를 첨가하여, 상기 미생물 세포 및 단백질을 응집제와 반응시켜 침전물을 형성하는 침전물형성단계와; 상기 침전물생성단계에서 생성된 침전물을 원심분리를 이용하여 제거하는 원심분리단계와; 상기 원심분리단계에서 침전물이 제거된 상기 가스 기반 바이오 전환 산물을 필터를 사용하여 여과하여 배지를 제거하여 알코올과 물을 포함하는 혼합용액을 회수하는 여과단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 고순도 알코올의 생산방법.

청구항 10

제1항 내지 제9항 중 어느 한 항에 기재된 생산방법으로 제조된 알코올.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 고순도 알코올의 생산방법에 대한 것으로, 더욱 상세하게는 알코올과 물과 불순물이 혼합되어 있는 가스기반 바이오 전환 산물에 응집제를 첨가하여 침전물을 형성한 후 물과 알코올을 포함한 혼합용액을 회수하는 혼합용액회수단계와 상기 혼합용액회수단계에서 회수된 혼합용액에 유기용제 및 염을 가해 알코올과 유기용제가 존재하는 제1의 상과 물과 염이 존재하는 제2의 상으로 분리하는 상분리단계와 친수성 물질과 소수성 물질을 분리하는 멤브레인을 이용하여 상기 제1의 상의 알코올과 유기용제를 분리하여 알코올 및 유기용제를 각각 회수하는 알코올획득단계와 역삼투 분리막을 이용하여 상기 제2의 상의 물과 염을 분리하여 염을 회수하는 염획득단계를 포함하여, 고순도의 알코올을 얻어낼 수 있고, 물과 끓는점이 비슷한 알코올도 효과적으로 회수할 수 있으며, 생산과정에서 사용되는 물질을 재사용하여 경제성을 향상시킬 수 있는 고순도 알코올의 생산방법에 대한 것이다.

배경 기술

[0002] 제철소, 화력발전소 등에서 발생하는 온실가스로 인한 환경오염의 문제점을 해결하고 세일가스의 경제성을 향상시키기 위해, 온실가스(CO , CH_4 등), 세일가스(CH_4) 등을 활용하여 기초 화학소재와 수송연료를 생산하는 기술이 각광받고 있다. 상기 기술을 이용한 일 예의 제품으로 2,3-부탄디올 등의 가스 기반 바이오 전환 알코올을 들 수 있는데, 상기 가스 기반 바이오 전환 알코올은 미생물을 이용하여 온실가스, 세일가스로부터 얻어지며, 살충제, 의약품, 보수제 및 유연제 등의 다양한 화학제품 생산에 사용되게 된다.

[0003] 하지만, 상기 가스 기반 바이오 전환 알코올은 물에 용해되어 저농도(예컨대, 5 ~ 10g/L)의 상태로 존재하며 물과 알코올 혼합물에는 미생물 세포(microbial cell), 단백질, 배지 등의 불순물이 혼합되어 있으므로, 상기 가스 기반 바이오 전환 알코올을 상용화하기 위해서는 물 및 불순물을 제거하여 고순도의 알코올을 얻는 것이 중요하다. 따라서, 하기 특허문헌처럼 막, 증류 등의 정제방법을 이용하여 고순도의 알코올을 얻고 있다.

[0004] (특허문헌)

[0005] 특허 제1989-7000558호(1989. 04. 25. 공개) "과불소화된 이오노머 막을 사용한 알코올의 회수방법"

[0006] 특허 제1989-0003657호(1989. 04. 17. 공개) "조 sec-부틸 알코올의 정제 증류방법"

[0007] 하지만, 종래의 정제방법을 사용하는 경우 물과 끓는점이 비슷한 알코올을 분리해내기가 어려웠으며, 정제효율 및 경제성이 떨어지는 문제가 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0008] 본 발명은 상기의 문제점을 해결하기 위해 안출된 것으로,
- [0009] 본 발명은 알코올과 물과 불순물이 혼합되어 있는 가스 기반 바이오전환 산물에서 고순도의 알코올을 얻어낼 수 있는 고순도 알코올의 생산방법을 제공하는데 그 목적이 있다.
- [0010] 또한, 본 발명은 물과 끓는점이 비슷한 알코올도 효과적으로 회수할 수 있는 고순도 알코올의 생산방법을 제공하는데 그 목적이 있다.
- [0011] 또한, 본 발명은 생산과정에서 사용되는 물질을 재사용하여 경제성을 향상시킬 수 있는 고순도 알코올의 생산방법을 제공하는데 그 목적이 있다.

과제의 해결 수단

- [0012] 본 발명은 앞서 본 목적을 달성하기 위해서 다음과 같은 구성을 가진 실시예에 의해서 구현된다.
- [0013] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 본 발명에 따른 고순도 알코올의 생산방법은 알코올과 물을 포함하는 혼합용액에 유기용제 및 염을 가해, 알코올과 유기용제가 존재하는 제1의 상과, 물과 염이 존재하는 제2의 상으로 분리하는 상분리단계와; 친수성 물질과 소수성 물질을 분리하는 멤브레인을 이용하여 상기 제1의 상의 알코올과 유기용제를 분리하여 알코올 및 유기용제를 각각 회수하는 알코올회수단계;를 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0014] 본 발명의 다른 실시예에 따르면, 본 발명에 따른 고순도 알코올의 생산방법은 역삼투 분리막을 이용하여 상기 제2의 상의 물과 염을 분리하여 염을 회수하는 염회수단계를 추가로 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0015] 본 발명의 또 다른 실시예에 따르면, 본 발명에 따른 고순도 알코올의 생산방법에 있어서 상기 알코올은 2,3-부탄디올(2,3-butanediol), 1,4-부탄디올(1,4-butanediol) 및 n-부틸알콜(n-butyl alcohol) 중의 어느 하나인 것을 특징으로 한다.
- [0016] 본 발명의 또 다른 실시예에 따르면, 본 발명에 따른 고순도 알코올의 생산방법에 있어서 상기 유기용제는 1-부탄올이 사용되는 것을 특징으로 한다.
- [0017] 본 발명의 또 다른 실시예에 따르면, 본 발명에 따른 고순도 알코올의 생산방법에 있어서 상기 염은 소듐 카보네이트(sodium carbonate), 포타슘 카보네이트(potassium carbonate), 소듐 클로라이드(sodium chloride), 리튬 클로라이드(lithium chloride), 암모늄 설페이트(ammonium sulphate), 소듐 설페이트(sodium sulphate), 디포타슘 하이드로젠 포스페이트(dipotassium hydrogen phosphate), 소듐 하이드로젠 포스페이트(sodium hydrogen phosphate), 포타슘 포스페이트(potassium phosphate), 소듐 포스페이트(sodium phosphate), 포타슘 디하이드로젠 포스페이트(potassium dihydrogen phosphate), 소듐 디하이드로젠 포스페이트(sodium dihydrogen phosphate), 소듐 아세테이트(sodium acetate), 포타슘 아세테이트(potassium acetate), 소듐 시트레이트(sodium citrate), 포타슘 시트레이트(potassium citrate), 소듐 옥살레이트(sodium oxalate) 및 포타슘 옥살레이트(potassium oxalate)로 이루어진 군에서 선택된 어느 하나 이상이 사용되는 것을 특징으로 한다.
- [0018] 본 발명의 또 다른 실시예에 따르면, 본 발명에 따른 고순도 알코올의 생산방법에 있어서 상기 멤브레인은 제오라이트와 피디엡스가 담지되어 선택적인 투과를 통해 알코올과 유기용제를 분리하는 멤브레인이 사용되는 것을 특징으로 한다.
- [0019] 본 발명의 또 다른 실시예에 따르면, 본 발명에 따른 고순도 알코올의 생산방법은 알코올과 물과 불순물이 혼합되어 있는 가스기반 바이오 전환 산물에 응집제를 첨가하여 침전물을 형성한 후, 물과 알코올을 포함한 혼합용액을 회수하는 혼합용액회수단계를 추가로 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0020] 본 발명의 또 다른 실시예에 따르면, 본 발명에 따른 고순도 알코올의 생산방법에 있어서 상기 불순물은 미생물 세포, 배지 및 단백질을 포함하고, 상기 응집제는 키토산 또는 폴리아크릴아마이드가 사용되는 것을 특징으로 한다.
- [0021] 본 발명의 또 다른 실시예에 따르면, 본 발명에 따른 고순도 알코올의 생산방법에 있어서 상기 혼합용액회수단계는 포스패틱산을 이용하여 pH를 3.5 내지 4.5로 적정한 후, 상기 가스 기반 바이오 전환 산물에 키토산 또는

폴리아크릴아마이드를 첨가하여, 상기 미생물 세포 및 단백질을 응집제와 반응시켜 침전물을 형성하는 침전물형성단계와; 상기 침전물생성단계에서 생성된 침전물을 원심분리를 이용하여 제거하는 원심분리단계와; 상기 원심분리단계에서 침전물이 제거된 상기 가스 기반 바이오 전환 산물을 필터를 사용하여 여과하여 배지를 제거하여 알코올과 물을 포함하는 혼합용액을 회수하는 여과단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0022] 본 발명의 또 다른 실시예에 따르면, 본 발명에 따른 고순도 알코올은 제1항 내지 제9항 중 어느 한 항에 기재된 생산방법으로 제조된 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

[0023] 본 발명은 앞서 본 실시예에 의해 다음과 같은 효과를 얻을 수 있다.

[0024] 본 발명은 알코올과 물과 불순물이 혼합되어 있는 가스 기반 바이오전환 산물에서 고순도의 알코올을 얻어낼 수 있는 효과가 있다.

[0025] 또한, 본 발명은 물과 끓는점이 비슷한 알코올도 효과적으로 회수할 수 있는 효과가 있다.

[0026] 또한, 본 발명은 생산과정에서 사용되는 물질을 재사용하여 경제성을 향상시킬 수 있는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

[0027] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 고순도 알코올의 생산방법의 순서도.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 고순도 알코올의 생산방법의 프로세스를 설명하기 위한 참고도.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0028] 이하에서는 본 발명에 따른 고순도 알코올의 생산방법을 첨부된 도면을 참조하여 상세히 설명한다. 특별한 정의가 없는 한 본 명세서의 모든 용어는 본 발명이 속하는 기술분야의 통상의 지식을 가진 기술자가 이해하는 당해 용어의 일반적 의미와 동일하고 만약 본 명세서에 사용된 용어의 의미와 충돌하는 경우에는 본 명세서에 사용된 정의에 따른다. 명세서 전체에서, 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함"한다고 할 때 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다.

[0029] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 고순도 알코올의 생산방법의 순서도이며, 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 고순도 알코올의 생산방법의 프로세스를 설명하기 위한 참고도이다.

[0030] 본 발명의 일 실시예에 따른 고순도 알코올의 생산방법을 도 1 내지 2를 참조하여 설명하면, 상기 고순도 알코올의 생산방법은 알코올과 물과 불순물이 혼합되어 있는 가스기반 바이오 전환 산물에 응집제(flocculant)를 첨가하여 침전물을 형성한 후, 물과 알코올을 포함한 혼합용액을 회수하는 혼합용액회수단계(S1)와; 상기 혼합용액회수단계(S1)에서 회수된 혼합용액에 유기용제(organic solvent) 및 염(salt)을 가해, 알코올과 유기용제가 존재하는 제1의 상(phase)과, 물과 염이 존재하는 제2의 상(phase)으로 분리하는 상분리단계(S2)와; 친수성 물질과 소수성 물질을 분리하는 멤브레인(membrane)을 이용하여 상기 제1의 상의 알코올과 유기용제를 분리하여 알코올 및 유기용제를 각각 회수하는 알코올회수단계(S3)와; 역삼투 분리막을 이용하여 상기 제2의 상의 물과 염을 분리하여 염을 회수하는 염회수단계(S4);를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0031] 상기 혼합용액회수단계(S1)는 알코올과 물과 불순물이 혼합되어 있는 가스기반 바이오 전환 산물에 응집제(flocculant)를 첨가하여 침전물을 형성한 후, 물과 알코올을 포함한 혼합용액을 회수하는 단계로, 침전물생성단계(S11), 원심분리단계(S12), 여과단계(S13) 등을 포함한다. 앞서 본 바와 같이, 미생물을 이용하여 메탄가스 등을 전환하여 형성한 가스 기반 바이오 전환 산물에는 알코올뿐만 아니라 미생물 세포(microbial cell)의 배양에 필요한 배지(medium), 물(water), 단백질(protein) 등을 포함한다. 상기 가스 기반 바이오 전환 산물에 포함되어 있는 알코올은 다양한 알코올일 수 있으나, 에탄올, 프로판올 및 부탄올 중의 어느 하나인 것이 바람직하며, 2,3-부탄디올(2,3-butanediol), 1,4-부탄디올(1,4-butanediol) 및 n-부틸알콜(n-butyl alcohol) 중의 어느 하나인 것이 더욱 바람직하다. 즉, 가스 기반 바이오 전환 산물에는 미생물 세포, 배지, 단백질 등의 불순물과 물과 알코올(5 - 10g/L의 저농도 존재)을 포함하게 되어, 먼저 상기 혼합용액회수단계(S1)에서는 상기 가스 기

반 바이오 전환 산물에서 불순물을 제거하여 물과 알코올을 포함한 혼합용액을 회수한다.

- [0032] 상기 침전물생성단계(S11)는 알코올과 물과 불순물이 혼합되어 있는 가스 기반 바이오 전환 산물에 응집제를 첨가하여 침전물을 형성하는 단계로, 응집제로는 키토산(chitosan) 또는 폴리아크릴아마이드(polyacrylamide) 등이 사용될 수 있다. 구체적으로, 상기 침전물생성단계(S11)에서는 포스페틱산(phosphatic acid)을 이용하여 pH를 3.5 내지 4.5로 적정한 후, 상기 가스 기반 바이오 전환 산물에 키토산 또는 폴리아크릴아마이드를 첨가하면, 상기 미생물 세포 및 단백질은 응집제와 반응하여 침전물을 형성하게 된다.
- [0033] 상기 원심분리단계(S12)는 상기 침전물생성단계(S11)에서 생성된 침전물을 원심분리를 이용하여 제거하는 단계이다. 상기 원심분리단계(S12)에서 침전물이 제거된 가스 기반 바이오 전환 산물은 알코올, 물, 배지, 물에 녹아있는 미량의 수용성 단백질(soluble protein)을 포함한다.
- [0034] 상기 여과단계(S13)는 상기 원심분리단계(S12)에서 침전물이 제거된 상기 가스 기반 바이오 전환 산물을 필터를 사용하여 여과하여, 배지 등을 제거하는 단계이다. 상기 필터는 알코올, 물 등을 통과시키나 배지를 필터링할 수 있는 종래의 필터(멤브레인)를 사용할 수 있으며, 예컨대, 셀룰로즈 아세테이트, 폴리비닐이딘 플루오라이드, 하이드로젤 및 나일론 중의 어느 하나로 이루어지며, 0.1 내지 1 μ m의 미세기공의 직경을 가진 필터(멤브레인)가 사용될 수 있다. 상기 여과단계(S13)를 거친 후에 물과 알코올을 포함하는 혼합용액을 얻게 되며, 상기 혼합용액에는 극히 미량의 수용성 단백질을 포함할 수 있다.
- [0035] 상기 상분리단계(S2)는 상기 혼합용액회수단계에서 회수된 혼합용액에 유기용제(organic solvent) 및 염(salt)을 가해, 알코올과 유기용제가 존재하는 제1의 상(phase)과, 물과 염이 존재하는 제2의 상(phase)으로 분리하는 단계이다.
- [0036] 상기 상분리단계(S2)에서는 물에 녹아있는 알코올을 분리하기 위해 액체-액체 상분리(liquid-liquid phase separation)를 이용하는데, 상분리 효율을 높이기 위해 유기 용제와 염을 첨가하게 된다. 상기 상분리단계(S2)에서는 물과 알코올의 화학적 성질의 차이(주로, 용해도 차이)를 이용하여 혼합용액에 추출 용매인 유기 용제를 가해 원하는 대상물인 알코올을 녹여내게 되며, 위 과정에서 염을 첨가하여 염의 양이온과 음이온에 물 분자의 (-), (+) 부분 전하가 각각 결합수(bound water)를 형성하도록 하여 알코올의 용해도를 감소시키고, 위에서 언급한 수용성 단백질도 함께 분리되어 불순물을 추가적으로 분리할 수 있도록 한다.
- [0037] 상기 유기 용제로는 에탄올(ethanol), 1-부탄올(1-butanol), n-부틸 아세테이트(n-butyl acetate), 부틸렌(butylene), 글리콜 디아세테이트(glycol diacetate), 메틸 비닐 카보닐 아세테이트(methyl vinyl carbonyl acetate), 4-노닐 페놀(4-nonyl phenol), 2-에틸 1-헥사놀(2-ethyl 1-hexanol), 에틸 아세테이트(ethyl acetate), 올레일 알콜(oleyl alcohol), 3-메틸 1-부타놀(3-methyl 1-butanol), 1-데카놀(1-decanol), 테트라옥틸 암모늄 2-메틸 1-나프소에이트(tetraoctyl ammonium 2-methyl 1-napthoate) 등이 사용될 수 있으며, 알코올이 2,3-부탄디올(2,3-butanediol, 2,3-BDO)인 경우, 2,3-BDO의 분리 효율을 높이기 위해 1-부탄올(1-butanol)이 사용되는 것이 바람직하다.
- [0038] 상기 염은 유기염(organic salt) 및/또는 무기염(inorganic salt)이 사용되며, 무기염으로는 소듐 카보네이트(sodium carbonate), 포타슘 카보네이트(potassium carbonate), 소듐 클로라이드(sodium chloride), 리튬 클로라이드(lithium chloride), 암모늄 설페이트(ammonium sulphate), 소듐 설페이트(sodium sulphate), 디포타슘 하이드로젠 포스페이트(dipotassium hydrogen phosphate), 소듐 하이드로젠 포스페이트(sodium hydrogen phosphate), 포타슘 포스페이트(potassium phosphate), 소듐 포스페이트(sodium phosphate), 포타슘 디하이드로젠 포스페이트(potassium dihydrogen phosphate) 및 소듐 디하이드로젠 포스페이트(sodium dihydrogen phosphate)로 이루어진 군에서 선택된 어느 하나 이상이 사용될 수 있으며, 유기염으로는 소듐 아세테이트(sodium acetate), 포타슘 아세테이트(potassium acetate), 소듐 시트레이트(sodium citrate), 포타슘 시트레이트(potassium citrate), 소듐 옥살레이트(sodium oxalate) 및 포타슘 옥살레이트(potassium oxalate)로 이루어진 군에서 선택된 어느 하나 이상이 사용될 수 있다.
- [0039] 상기 혼합용액에 유기 용제와 염을 첨가하면, 두 개의 상으로 분리되고 제1의 상(top-phase)는 유기 용제와 알코올이 존재하게 되고, 제2의 상(bottom-phase)에는 결합수(bound water)를 형성한 물과 염이 존재하게 된다. 또한, 상기 제2의 상에는 미량의 수용성 단백질이 존재하게 된다.

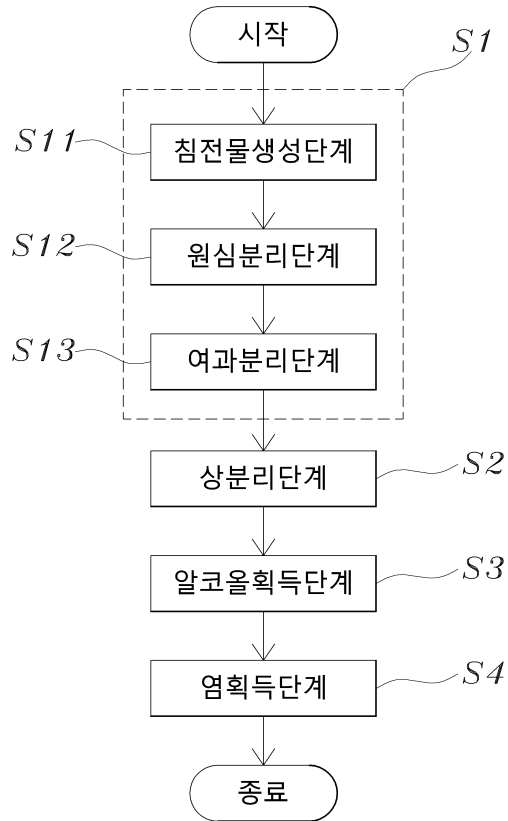
- [0040] 상기 알코올획득단계(S3)는 친수성 물질과 소수성 물질을 분리하는 멤브레인(membrane)을 이용하여 상기 제1의 상의 알코올과 유기용제를 분리하여 알코올 및 유기용제를 각각 회수하는 단계이다. 상기 제1의 상의 알코올과 유기용제는 각각 친수성과 소수성을 가지므로, 친수성 물질과 소수성 물질을 분리하는 멤브레인을 사용하여 고순도의 알코올과, 상기 상분리단계(S2)에서 사용되는 유기용제를 각각 회수할 수 있게 된다. 상기 멤브레인은 친수성 물질과 소수성 물질을 분리할 수 있는 종래의 멤브레인을 포함하여 다양한 멤브레인이 사용될 수 있으나, 바람직하게는 제올라이트(zeolite)와 피디엠스(PDMS, polydimethylsiloxane)가 담지되어 선택적인 투과를 통해 알코올과 유기용제를 분리하는 멤브레인이 사용되는 것이 바람직하다. 상기 멤브레인은 제올라이트에 의해 기공(pore)이 막혀 자체의 투과능력은 없지만 피디엠에스와의 소수성 상호작용에 의해서 유기용제는 투과되고 알코올은 멤브레인 표면에 남아 두 물질을 분리할 수 있을 뿐만 아니라 유기용제의 회수율도 높아 재사용이 가능하게 된다.
- [0041] 상기 염획득단계(S4)는 역삼투 분리막을 이용하여 상기 제2의 상의 물과 염을 분리하여 염을 회수하는 단계이다. 상기 염획득단계(S4)에서 사용되는 역삼투 분리막은 종래의 역삼투 분리막을 포함하여 다양한 역삼투 분리막이 사용될 수 있으나, 바람직하게는 다공성 지지체의 일면에 용해도 파라미터 값이 다른 2종 이상의 혼합용매(예컨대, Polydimethylsiloxane(PDMS)/Polytetrafluoroethylene(PTFE))를 포함되어 있는 용액을 분리막에 접촉시켜 폴리 숴폰층을 형성하여 다공성 지지체 상에 활성층이 형성된 분리막을 이용하는 것이 바람직하다.
- [0042] 이하에서는 상기와 같은 구성을 가지는 고순도 알코올의 생산방법을 이용하여 알코올의 일 예인 2,3-부탄디올을 생산하는 방법을 구체적으로 살펴보도록 한다. 하지만, 이는 본 발명을 보다 상세하게 설명하기 위한 것일 뿐, 본 발명의 권리범위가 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0043] 먼저, 2,3-부탄디올은 미생물을 이용하여 메탄가스 등을 전환시켜 가스 기반 바이오 전환 산물을 생산하는 바이오 반응기(1)를 통해 얻게 되는데, 상기 바이오 반응기(1)에 의해 생성되는 상기 바이오 전환 산물은 미생물 세포, 배지, 단백질 등의 불순물과 물과 알코올(5 - 10g/L의 저농도 존재)을 포함한다.
- [0044] 상기 바이오 전환 산물에 키토산 또는 폴리아크릴아마이드를 첨가하고 포스패틱산(phosphatic acid)을 이용하여 pH를 3.5 내지 4.5로 적정하면, 상기 미생물 세포 및 단백질은 응집제와 반응하여 침전물을 형성하게 되고, 이후 원심 분리 및 여과를 통해 침전물 및 배지 등을 제거하여 물과 알코올을 포함하는 혼합용액을 회수한다. 상기 혼합용액을 반응기(2)에 투입하고 1-부탄올과 염(예컨대, sodium carbonate 등)을 첨가하면, 도 2에 도시된 바와 같이 상분리가 일어나고 제1의 상(top-phase)는 1-부탄올과 2,3-부탄디올이 존재하게 되고, 제2의 상(bottom-phase)에는 결합수(bound water)를 형성한 물과 염이 존재하게 된다. 이후, 제올라이트(zeolite)와 피디엠스(PDMS, polydimethylsiloxane)가 담지되어 선택적인 투과를 통해 알코올과 유기용제를 분리하는 멤브레인이 설치된 반응기(3)에 제1의 상의 1-부탄올과 2,3-부탄디올을 투입하고 여과시키면 1-부탄올과 2,3-부탄디올을 각각 회수할 수 있다. 또한, 역삼투 분리막이 설치된 반응기(4)에 제2의 상의 물과 염을 투입하고 여과시키면 염을 회수할 수 있다.
- [0045] 따라서, 상기 고순도 알코올의 생산방법은 기존의 방법인 증류를 이용하지 않고 상분리를 이용하여 분리하고 멤브레인을 사용하여 고순도 알코올, 유기용제 및 염을 얻어내므로, 물과 끓는점이 비슷한 알코올도 효과적으로 회수할 수 있고, 생산과정에서 사용되는 유기용제 및 염을 재사용할 수 있어 경제성을 향상시킬 수 있다.
- [0046] 본 발명의 다른 실시예는 상기 고순도 알코올의 생산방법으로 제조된 알코올을 포함한다.
- [0047] 이상에서, 출원인은 본 발명의 다양한 실시예들을 설명하였지만, 이와 같은 실시예들은 본 발명의 기술적 사상을 구현하는 일 실시예일 뿐이며, 본 발명의 기술적 사상을 구현하는 한 어떠한 변경에 또는 수정에도 본 발명의 범위에 속하는 것으로 해석되어야 한다.

부호의 설명

[0048] 1: 바이오반응기

도면

도면1



도면2

