(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2015년02월25일
(11) 등록번호 10-1489166
(24) 등록일자 2015년01월28일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C12M 1/42 (2006.01) *C12N 1/20* (2006.01)
C12P 7/06 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2013-0047216
(22) 출원일자 2013년04월29일
심사청구일자 2013년04월29일
(65) 공개번호 10-2014-0128604
(43) 공개일자 2014년11월06일
(56) 선행기술조사문헌
KR101180340 B1
US20110315560 A1
US20120288898 A1
KR101234203 B1
전체 청구항 수 : 총 7 항

(73) 특허권자
한국원자력연구원
대전광역시 유성구 대덕대로989번길 111(덕진동)
(72) 발명자
정일래
대전광역시 유성구 지족로 343, 205-1703 (지족동, 반석마을아파트)
박두현
서울특별시 노원구 덕릉로 459-18, 102동 1112호 (상계동, 미도아파트)
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인 플러스

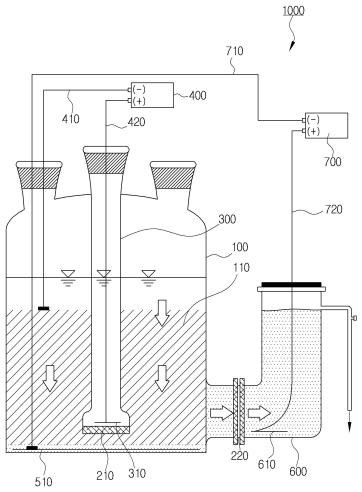
심사관 : 이재영

(54) 발명의 명칭 **이산화탄소 고정화 세균을 이용한 알코올 생산 장치**

(57) 요 약

본 발명에 따른 이산화탄소 고정화 세균을 이용한 알코올 생산 장치는 음극반응조; 양극반응조; 제1전원부; 제2음극; 배출조; 및 제2전원부;를 포함하며, 세균이 전기화학적 환원력을 에너지원으로 사용하고 이산화탄소를 유일한 에너지원으로 사용하여 대사산물인 알코올을 생산하는 것을 특징으로 한다.

대 표 도 - 도1



(72) 발명자

이준영

서울특별시 동대문구 사가정로15길 1-1 (전농동)

전보영

서울특별시 노원구 한글비석로 479, 103동 804호 (상계동, 보람아파트1단지)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 77750-12

부처명 지식경제부

연구관리전문기관 한국산업기술평가관리원

연구사업명 신재생에너지융합원천기술개발(에특)

연구과제명 미생물에서 방사선 및 태양광 전기화학에너지를 이용한 이산화탄소 고정 및 바이오 에탄올 생산 기술 개발

기 여 율 1/1

주관기관 한국원자력연구원

연구기간 2012.06.01 ~ 2013.05.31

특허청구의 범위

청구항 1

내부에 뉴트랄레드가 고정된 흑연부직포로 이루어지는 제1음극(110), 배양액, 이산화탄소, 이산화탄소 고정화 세균, 배지가 수용되는 음극반응조(100);

일면에 상기 배양액만 선별하여 통과시키는 분리막(210)이 설치되어 상기 음극반응조(100)의 내부에 수용되며, 내부에 제1양극(310)과 양극전해질이 수용되는 양극반응조(300);

상기 제1음극(110) 및 제1양극(310)과 각각 전기적으로 연결되어 제1전압을 인가하여 상기 세균에 전기화학적 환원력을 공급하는 제1전원부(400);

상기 음극반응조(100)의 내면에 설치되는 제2음극(510);

일면에 상기 세균의 대사산물인 알코올과 배양액만 선별하여 통과시키는 여과필터(220)가 설치되어 상기 음극반응조(100)의 내부와 연통되며, 내부에 제2양극(610)이 설치되는 배출조(600); 및

상기 제2음극(510) 및 제2양극(610)과 각각 전기적으로 연결되어 제2전압을 인가하는 제2전원부(700);를 포함하며, 상기 세균이 전기화학적 환원력을 에너지원으로 사용하고 상기 이산화탄소를 유일한 탄소원으로 사용하여 대사산물인 알코올을 생산하는 것을 특징으로 하는 이산화탄소 고정화 세균을 이용한 알코올 생산 장치(1000).

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 이산화탄소 고정화 세균을 이용한 알코올 생산 장치(1000)는

상기 제1전압이 3V이고, 상기 제2전압이 2.8V인 것을 특징으로 하는 이산화탄소 고정화 세균을 이용한 알코올 생산 장치.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 분리막(210)는

유리 여과막, 세라믹 여과막, 셀룰로오스 아세테이트가 첨가된 유리필터 또는 셀룰로오스 아세레이트가 첨가된 세라믹 막인 것을 특징으로 하는 이산화탄소 고정화 세균을 이용한 알코올 생산 장치.

청구항 4

제1항에 있어서, 상기 제2음극(510)은

백금으로 이루어지는 것을 특징으로 하는 이산화탄소 고정화 세균을 이용한 알코올 생산 장치.

청구항 5

제1항에 있어서, 상기 이산화탄소 고정화 세균을 이용한 알코올 생산 장치(1000)는

상기 음극반응조(100)의 상면이 개구되며,

상기 음극반응조(100)의 상면을 덮는 커버(800);

상기 커버(800)와 관통 결합되어 상기 음극반응조(100)의 내부로 배양액을 공급하는 배양액 공급관(910);

상기 커버(800)와 관통 결합되어 상기 음극반응조(100)의 내부로 이산화탄소를 공급하는 이산화탄소 공급관(920);

상기 커버(800)와 관통 결합되어 상기 세균과 미반응된 이산화탄소가 외부로 배출되게 하는 이산화탄소 배출관(930); 및

상기 양극반응조(300)의 내부와 연통되어 상기 배양액의 전기분해에 의해 발생된 산소가 외부로 배출되게 하는 산소 배출관(940);을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 이산화탄소 고정화 세균을 이용한 알코올 생산 장치.

청구항 6

제1항에 있어서, 상기 이산화탄소 고정화 세균은

클로스트리디움 타이로부틸리쿰, 쿨로스트리움 부틸리쿰, 또는 클로스트리디움 아세토부틸리쿰인 것을 특징으로 하는 이산화탄소 고정화 세균을 이용한 알코올 생산 장치.

청구항 7

제1항 내지 제6항 중 선택되는 어느 한 항에 의한 상기 이산화탄소 고정화 세균을 이용한 알코올 생산 장치(1000)를 이용하여 이산화탄소 고정화 세균의 알코올 생산 방법.

명 세 서

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 세균의 발효대사, 분해 반응을 이용하여 유용한 대사산물을 생산하는 장치에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 클로스트리디움 속의 이산화탄소 고정능력이 있는 세균을 이용하여 이산화탄소의 발효대사, 분해 반응에 의해 알코올을 생산할 수 있는 이산화탄소 고정화 세균을 이용한 알코올 생산 장치에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 농화배양은 한 서식처에 공존하는 미생물 군집으로부터 여러 가지 환경적 요인 등을 변화시켜 특정 세균만을 얻어낼 수 있도록 고안된 배양 방법으로 이를 통해 목표로 하는 미생물만을 얻어낼 수 있다. 또한, 찾고자하는 미생물이 무엇인가에 따라 배지의 조성이 달라져야 하므로, 배지 제조에 있어 목적에 따라 그 조성을 달리해야 하며, 미생물의 농화배양을 위한 가변요인으로는 배지 영양소의 조성, 통기, pH, 온도, 삼투압 및 표면장력을 들 수 있다.

[0003] 일반적으로 연구용으로 사용하는 전기화학반응기 구성은 양극 반응조와 음극 반응조를 병렬로 배치하고 양 반응조를 양이온 교환막(Cation exchange Nafion membrane, Electrosynthesis)을 이용하여 분리하는데 이는 순도가 높은 기체나 액체의 반응을 위해 유용하지만 다양한 유기물질, 효소 또는 세균을 촉매로 사용하는 생화학 반응을 위한 반응기로서 유용하지 않다. 또한 플라스틱 재질의 양이온 교환막은 장시간 물속에 담가 놓으면 양이온 교환 기능을 갖는 얇은 막이 지지체인 매트릭스와 분리되어 기능을 상실하기 쉽고 미세한 막공 주변에 수식한 전하를 갖는 작용기(carboxy, sulfone 등)에 유기물질이 정전기적 인력 또는 이온결합에 의해 부착하여 이온교환 기능을 상실할 수 있어 수개월에서 수년간 연속적으로 운전해야 하는 세균의 배양용으로 적합하지 않고, 반응액을 이산화탄소로 포화하기 위해 음극 반응조에 공급하는 이산화탄소는 음극 반응조와 양극 반응조의 압력 차이를 유발하여 압력에 약한 나피온(Nafion) 막은 손상될 수 있다.

[0004] 이와 관련된 기술로서, 본 출원인은 한국공개특허 제2012-0066958호의 내주면에 환형 형상으로 밀착되게 구비되는 배지와, 배양액 및 이산화탄소가 채워지는 원통형의 음극 반응조; 상기 배지의 중공부에 구비되어 상기 배양액의 전기분해에 의한 전기화학적 산화력과 환원력이 발생하는 원통형의 양극 반응조; 상기 양극 반응조 하단부에 구비되어 상기 양극 반응조에서 발생하는 전기분해에 의한 전기화학적 산화반응과 환원반응을 분리하는 분리막; 및 상기 음극 반응조의 상부를 밀폐하고 다수의 외부 연결부를 구비한 음극 반응조 커버를 포함하되, 상기 외부 연결부는 음극선을 구비하여 상기 음극 반응조의 배지와 연결되는 음극 연결부; 상기 양극 반응조에서 발생하는 산소를 배출하는 산소 배출관과 양극선을 구비하여 상기 양극 반응조와 연결되는 양극 연결부; 및 상기 음극 반응조 하부에 구비되어 배양액 내에 이산화탄소를 공급하는 이산화탄소 스파저와 상기 음극 반응조 상부

에 구비되어 미반응 이산화탄소를 외부로 배출하는 이산화탄소 배출관을 구비하는 이산화탄소 입출입구;을 포함하는 것을 특징으로 하는 이산화탄소 고정화 세균의 농화배양을 위한 전기화학반응기를 제시한 바 있다.

[0005] 그러나 종래 기술은 이산화탄소 고정화 세균이 이산화탄소와 전기화학적 환원력을 이용하여 알코올을 생산할 수 있도록 촉진하는 기능이 없는 문제점이 있다.

[0006] 이에 따라, 상술한 문제점을 해결하기 위한 다양한 이산화탄소 고정화 세균을 이용한 알코올 생산 장치의 개발이 필요한 실정이다.

선행기술문헌

특허문헌

[0007] (특허문헌 0001) 한국공개특허 제2012-0066958호(2012.06.25)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 본 발명은 상기한 문제점을 해결하기 위하여 안출된 것으로, 이산화탄소 고정화 세균이 전기화학적 환원력을 에너지원으로 사용하고 이산화탄소를 유일한 탄소원으로 사용하여 알코올을 생산할 수 있는 이산화탄소 고정화 세균을 이용한 알코올 생산 장치를 제공하기 위한 것이다.

과제의 해결 수단

[0009] 본 발명에 따른 이 산화탄소 고정화 세균을 이용한 알코올 생산 장치(1000)는 내부에 뉴트랄레드가 고정된 흑연 부직포로 이루어지는 제1음극(110), 배양액, 이산화탄소, 이산화탄소 고정화 세균, 배지가 수용되는 음극반응조(100); 일면에 상기 배양액만 선별하여 통과시키는 분리막(210)이 설치되어 상기 음극반응조(100)의 내부에 수용되며, 내부에 제1양극(310)과 양극전해질이 수용되는 양극반응조(300); 상기 제1음극(110) 및 제1양극(310)과 각각 전기적으로 연결되어 제1전압을 인가하여 상기 세균에 전기화학적 환원력을 공급하는 제1전원부(400); 상기 음극반응조(100)의 내면에 설치되는 제2음극(510); 일면에 상기 세균의 대사산물인 알코올과 배양액만 선별하여 통과시키는 여과필터(220)가 설치되어 상기 음극반응조(100)의 내부와 연통되며, 내부에 제2양극(610)이 설치되는 배출조(600); 및 상기 제2음극(510) 및 제2양극(610)과 각각 전기적으로 연결되어 제2전압을 인가하는 제2전원부(700);를 포함하며, 상기 세균이 전기화학적 환원력을 에너지원으로 사용하고 상기 이산화탄소를 유일한 탄소원으로 사용하여 대사산물인 알코올을 생산하는 것을 특징으로 한다.

[0010] 또한, 상기 이산화탄소 고정화 세균을 이용한 알코올 생산 장치(1000)는 상기 제1전압이 3V이고, 상기 제2전압이 2.8V인 것을 특징으로 한다.

[0011] 또한, 상기 분리막(210)는 유리 여과막, 세라믹 여과막, 셀룰로오스 아세테이트가 첨가된 유리필터 또는 셀룰로오스 아세레이트가 첨가된 세라믹 막인 것을 특징으로 한다.

[0012] 또한, 상기 제2음극(510)은 백금으로 이루어지는 것을 특징으로 한다.

[0013] 또한, 상기 이산화탄소 고정화 세균을 이용한 알코올 생산 장치(1000)는 상기 음극반응조(100)의 상면이 개구되며, 상기 음극반응조(100)의 상면을 덮는 커버(800); 상기 커버(800)와 관통 결합되어 상기 음극반응조(100)의 내부로 배양액을 공급하는 배양액 공급관(910); 상기 커버(800)와 관통 결합되어 상기 음극반응조(100)의 내부로 이산화탄소를 공급하는 이산화탄소 공급관(920); 상기 커버(800)와 관통 결합되어 상기 세균과 미반응된 이산화탄소가 외부로 배출되게 하는 이산화탄소 배출관(930); 및 상기 양극반응조(300)의 내부와 연통되어 상기 배양액의 전기분해에 의해 발생된 산소가 외부로 배출되게 하는 산소 배출관(940);을 더 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0014] 또한, 상기 이산화탄소 고정화 세균은 클로스트리디움 타이로부틸리쿰, 쿨로스트리움 부틸리쿰, 또는 클로스트

리디움 아세토부틸리쿰인 것을 특징으로 한다.

[0015] 또한, 본 발명에 따른 이산화탄소 고정화 세균의 알코올 생산 방법은 상기 이산화탄소 고정화 세균을 이용한 알코올 생산 장치(1000)를 이용하여 이루어진다.

발명의 효과

[0016] 이에 따라, 본 발명에 따른 이산화탄소 고정화 세균을 이용한 알코올 생산 장치는 이산화탄소 고정화 세균이 전기화학적 환원력을 에너지원으로 사용하고 이산화탄소를 유일한 탄소원으로 사용하여 알코올을 생산할 수 있는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

[0017] 도 1은 본 발명에 따른 이산화탄소 고정화 세균을 이용한 알코올 생산 장치를 나타낸 개략도

도 2는 본 발명의 실시예에 따른 이산화탄소 고정화 세균을 이용한 알코올 생산 장치를 나타낸 개략도

도 3은 본 발명의 실시예에 따른 스파저를 나타낸 사시도

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0018] 이하, 본 발명의 기술적 사상을 첨부된 도면을 사용하여 더욱 구체적으로 설명한다.

[0019] 첨부된 도면은 본 발명의 기술적 사상을 더욱 구체적으로 설명하기 위하여 도시한 일예에 불과하므로 본 발명의 기술적 사상이 첨부된 도면의 형태에 한정되는 것은 아니다.

[0020] 본 발명은 이산화탄소 고정 세균이 전기화학적 환원력을 에너지원으로 사용하고 이산화탄소를 유일한 탄소원으로 사용하여 알코올을 생산하는 장치이다.

[0021] 도 1은 본 발명에 따른 이산화탄소 고정화 세균을 이용한 알코올 생산 장치를 나타낸 개략도이다.

[0022] 도 1에 도시된 바와 같이, 본 발명에 따른 이산화탄소 고정화 세균을 이용한 알코올 생산 장치(1000)는 음극반응조(100), 분리막(210), 양극반응조(300), 제1전원부(400), 제2음극(510), 여과필터(220), 배출조(600), 제2전원부(700)를 포함하여 구성된다.

[0023] 상기 음극반응조(100)는 원통형태로 형성될 수 있으며, 내부에 뉴트랄레드를 수식한 흑연부직포로 이루어지는 제1음극(110), 음극전해질, 배양액, 이산화탄소, 배지, 이산화탄소 고정화 세균이 수용된다.

[0024] 상기 제1음극(110)은 원통형으로 형성되며, 폴리비닐알콜이 흡수된 흑연부직포를 뉴튜랄레드(neutral red)와 티오닐 클로라이드를 혼합한 용액에 담궈 폴리비닐알콜의 -OH기와 뉴트랄레드의 $-NH_2$기 사이에 탈수결합 반응을 유도하여 뉴트랄레드를 고정시킨 것으로 이루어진다.

[0025] 즉, 상기 제1음극(110)은 뉴트랄레드가 고정된 흑연부직포로 이루어진다.

[0026] 상기 배양액은 상기 세균의 증식에 필요한 영양분을 제공하는 역할을 하며, 음극전해질의 역할을 한다.

[0027] 상기 이산화탄소는 상기 세균에 탄소원을 제공하는 역할을 한다.

[0028] 상기 배지는 상기 염화암모늄, 제2인산칼륨, 탄산수소나트륨, Mg, Ca, Mo, Ni, Se, Fe, Mn, Cu, Zn, Al 등의 미량원소를 포함하는 무기질 배지로 이루어질 수 있으며, 상기 세균의 배양에 필요한 영양소를 제공하는 역할을 한다.

[0029] 상기 세균은 상기 전기화학적 환원력을 에너지원으로 사용하고 상기 이산화탄소를 탄소원으로 사용하여 대사산물을 생산하는 역할을 한다.

[0030] 상기 양극반응조(300)는 일면이 개구되어 상기 음극반응조(100)의 내부에 수용되며, 그 일면에 상기 음극반응조

(100)의 내부에 수용된 배양액만 선별하여 통과시키는 분리막(210)이 설치되며, 내부에 제1양극(310)과 양극전해질이 수용된다.

[0031] 상기 제1양극(310)은 도체 재질로 이루어진다.

[0032] 상기 분리막(210)는 유리 여과막, 세라믹 여과막, 셀룰로오스 아세테이트가 첨가된 유리필터, 또는 셀룰로오스 아세테이트가 첨가된 세라믹 막으로 구성될 수 있으나, 본 발명은 이에 한정되지 아니한다.

[0033] 상기 제1전원부(400)는 상기 제1음극(110)과 전기적으로 연결되는 제1-1전원선(410), 상기 제1양극(310)과 전기적으로 연결되는 제1-2전원선(420)을 포함하며, 상기 제1-1전원선(410) 및 상기 제1-2전원선(420)을 통해 상기 제1음극(110) 및 상기 제1양극(310)으로 제1전압을 인가하며,

[0034] 상기 분리막(210)을 통해 상기 양극반응조(300)의 내부로 유입된 배양액의 전기분해에 의해 발생된 전기화학적 환원력을 상기 세균으로 공급하는 역할을 한다.

[0035] 더욱 상세하게, 상기 제1전원부(400)가 상기 제1음극(110) 및 제1양극(310)으로 각각 제1전압을 인가하면 상기 배양액의 전기분해가 일어나게 되며, 이 때, 상기 분리막(210)은 상기 배양액의 전기분해에 의해 발생되는 전기화학적 환원반응 및 산화반응이 각각 상기 제1음극(110) 및 제1양극(310)에서만 일어날 수 있도록 분리하는 역할을 하게 된다. 이 때, 상기 제1음극(110)에서는 상기 뉴트랄레드가 고정된 흑연부직포 전극에 의한 전기화학적 환원반응에 의해 전기화학적 환원력이 발생되어 상기 세균으로 공급되며, 상기 제1양극(310)에서는 상기 전기화학적 산화반응에 의해 전기화학적 산화력이 발생된다.

[0036] 상기 제2음극(510)은 상기 음극반응조(100)의 내면에 설치되되, 상기 음극반응조(100)의 바닥면 내면에 설치될 수 있으며, 백금으로 이루어질 수 있다.

[0037] 상기 배출조(600)는 일면이 개구되어 상기 양극반응조(300)의 측면과 연통되며, 그 일면에 상기 세균의 알코올을 포함하는 대사산물과 물을 선별하여 통과시키는 여과필터(220)가 설치되며, 내부에 제2양극(610)이 수용된다.

[0038] 상기 제2양극(610)은 도체 재질로 이루어진다.

[0039] 상기 여과필터(220)는 유리 여과막으로 구성될 수 있다.

[0040] 상기 제2전원부(700)는 상기 제2양극(610)과 전기적으로 연결되는 제2-1전원선(710), 상기 제2음극(510)과 전기적으로 연결되는 제2-2전원선(720)을 포함하며, 제2-1전원선(710) 및 제2-2전원선(720)을 통해 상기 제2양극(610)과 제2음극(510)으로 제2전압을 인가하여, 상기 제2양극(610)은 상기 제1음극(110)에서 상기 세균으로 공급되는 전기화학적 환원력을 유지하는 역할을 하며 표면에서 산소기체가 발생되며, 상기 제2음극에서는 수소기체가 발생된다.

[0041] 죽, 본 발명에 따른 이산화탄소 고정화 세균을 이용한 알코올 생산 장치(1000)는 상기 세균이 전기화학적 환원력을 에너지원으로 사용하고 이산화탄소를 유일한 탄소원으로 사용하여 대사산물인 알코올을 생산하는 장치(1000)로서, 상기 세균은 상기 배지에 포함된 전자전달 매개체를 통해 전기화학적 환원력을 공급받게 되는데, 이에 대해 좀 더 상세하게 설명하기로 한다.

[0042] 상기 제1전원부(400)와 제2전원부(700)가 각각 전원을 인가하면 상기 음극반응조(100)의 내부에서는 상기 세균으로 전기화학적 환원력들과 이산화탄소가 공급되며 상기 양극반응조(300)에서는 상기 배양액이 전기분해되면서 수소와 산소가 발생하는데, 상기 양극반응조(300)에서 발생하는 산소는 외부로 방출되고 상기 음극반응조(100)에 발생하는 수소는 전자와 수소이온으로 분리되어 흑연부직포에 고정된 뉴트랄레드로 이루어지는 제1음극(110)을 통해 세균에 전달된다.

[0043] 이 때, 상기 배지에 전달된 전자는 전자전달 매개체를 환원시키고 환원된 전자전달 매개체는 상기 세균의 세포대사에 작용하여 상기 세균의 대사산물인 알코올의 생산에 필요한 에너지원이 된다.

[0044] 이때, 상기 제1전압이 3V이고, 상기 제2전원 압이 2.8V으로 이루어질 수 있다. 단, 본 출원인은 상기 제1전원부(400)의 전원 전압과 상기 제2전원부(700)의 전원 전압이 상술한 바와 같은 수치로 이루어질 때, 상기 세균이 전기화학적 환원력과 이산화탄소를 유일한 탄소원으로 사용하여 대사산물인 알코올을 생산하는 효율이 극대화되

는 것을 확인하여, 경험적 및 실험적으로 상술한 바와 같은 수치를 도출하였다.

[0045] 이에 따라, 본 발명에 따른 이산화탄소 고정화 세균을 이용한 알코올 생산 장치(1000)는 이산화탄소 고정화 세균이 전기화학적 환원력을 에너지원으로 사용하고 이산화탄소를 유일한 탄소원으로 사용하여 알코올을 생산할 수 있는 효과가 있다.

[0046] 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 이산화탄소 고정화 세균을 이용한 알코올 생산 장치를 나타낸 개략도, 도 3은 본 발명의 실시예에 따른 스파저를 나타낸 사시도이다.

[0047] 도 2에 도시된 바와 같이, 본 발명의 실시예에 따른 이산화탄소 고정화 세균을 이용한 알코올 생산 장치(1000)는 상기 음극반응조(100)의 상면이 개구되며, 커버(800), 배양액 공급관(910), 이산화탄소 공급관(920), 이산화탄소 배출관(930), 산소 배출관(940)을 더 포함하여 구성될 수 있다.

[0048] 상기 커버(800)는 상기 음극반응조(100)의 상면을 덮는 구성이다.

[0049] 이 때, 상기 커버(800)와 상기 음극반응조(100)의 상면 사이에는 기밀을 위하여 고무 패킹이 설치될 수 있다

[0050] 상기 배양액 공급관(910)은 상기 커버(800)와 관통 결합되어 상기 음극반응조(100)의 내부로 배양액을 공급한다. 이 때, 상기 배양액 공급관(910)은 상기 배양액이 저장되는 배양액 저장용기(미도시)와 연통되어 상기 음극반응조(100)의 내부로 배양액을 공급할 수 있다.

[0051] 이 때, 상기 배양액 공급관(910)은 상기 제1전원부(400)의 전원 인가와 제2전원부(700)의 전원 인가에 의해 전기분해된 배양액 양만큼 상기 음극반응조(100)의 내부로 배양액을 공급할 수 있으며, 이를 위해 별도의 제어 수단(미도시)이 구성될 수 있다.

[0052] 상기 이산화탄소 공급관(920)은 상기 커버(800)와 관통 결합되어 상기 음극반응조(100)의 내부로 이산화탄소를 공급한다. 이 때, 상기 이산화탄소 공급관(920)은 상기 이산화탄소가 저장되는 이산화탄소 저장용기(미도시)와 연통되어 상기 음극반응조(100)의 내부로 이산화탄소의 내부로 배양액을 공급할 수 있다.

[0053] 한편, 도 3을 참조하면, 상기 이산화탄소 공급관(920)은 상기 이산화탄소 공급관(920)에서 상기 음극반응조(100)의 내부로 이산화탄소를 공급하는 부위에 설치되어 상기 이산화탄소가 방사방향으로 퍼지게 하는 스파저(921)를 더 포함하여 구성될 수 있다.

[0054] 상기 스파저(921)는 구형태로 형성될 수 있으며, 다수의 통공이 촘촘히 형성된다.

[0055] 상기 이산화탄소 배출관(930)은 상기 커버(800)와 관통 결합되어 상기 세균과 미반응된 이산화탄소가 외부로 배출되게 한다. 이 때, 상기 이산화탄소 배출관(930)은 상기 세균과 미반응되어 외부로 배출되는 이산화탄소가 상기 이산화탄소 공급관(920)으로 다시 유입되도록 상기 이산화탄소 공급관(920)과 연통될 수 있다.

[0056] 상기 산소 배출관(940)은 상기 양극반응조(300)의 내부와 연통되어 상기 배양액의 전기분해에 의해 발생된 산소를 외부로 배출되게 한다.

[0057] 이에 따라, 본 발명의 실시예에 따른 이산화탄소 고정화 세균을 이용한 알코올 생산 장치(1000)는 상기 커버(800)를 상기 음극반응조(100)의 상면에서 분리하여 상기 음극반응조(100)의 내부로 음극전해질, 배양액, 이산화탄소, 이산화탄소 고정화 세균, 배지를 용이하게 주입할 수 있는 효과가 있다.

[0058] 또한, 본 발명의 실시예에 따른 이산화탄소 고정화 세균을 이용한 알코올 생산 장치(1000)는 상기 음극반응조(100)의 내부로 배양액, 이산화탄소를 용이하게 공급할 수 있고, 상기 음극반응조(100)에서 미반응된 이산화탄소를 용이하게 배출할 수 있으며,

[0059] 한편, 상기 이산화탄소 고정화 세균은 클로스트리디움 타이로부틸리쿰, 클로스트리움 부틸리쿰, 또는 클로스트리디움 아세토부틸리쿰일 수 있다.

[0060] 본 발명에 따른 이산화탄소 고정화 세균의 알코올 생산 방법은 상기 이산화탄소 고정화 세균을 이용하여 이루어진다.

[0061] 본 발명은 상기한 실시예에 한정되지 아니하며, 적용범위가 다양함은 물론이고, 청구범위에서 청구하는 본 발명의 요지를 벗어남이 없이 다양한 변형 실시가 가능한 것은 물론이다.

부호의 설명

[0062] 1000 : 본 발명에 따른 이산화탄소 고정화 세균을 이용한 알코올 생산 장치

100 : 음극반응조

110 : 제1음극

210 : 분리막

220 : 여과필터

300 : 양극반응조

310 : 제1양극

400 : 제1전원부

410 : 제1-1전원선

420 : 제1-2전원선

510 : 제2음극

600 : 배출조

610 : 제2양극

700 : 제2전원부

710 : 제2-1전원선

720 : 제2-2전원선

800 : 커버

910 : 배양액 공급관

920 : 이산화탄소 공급관

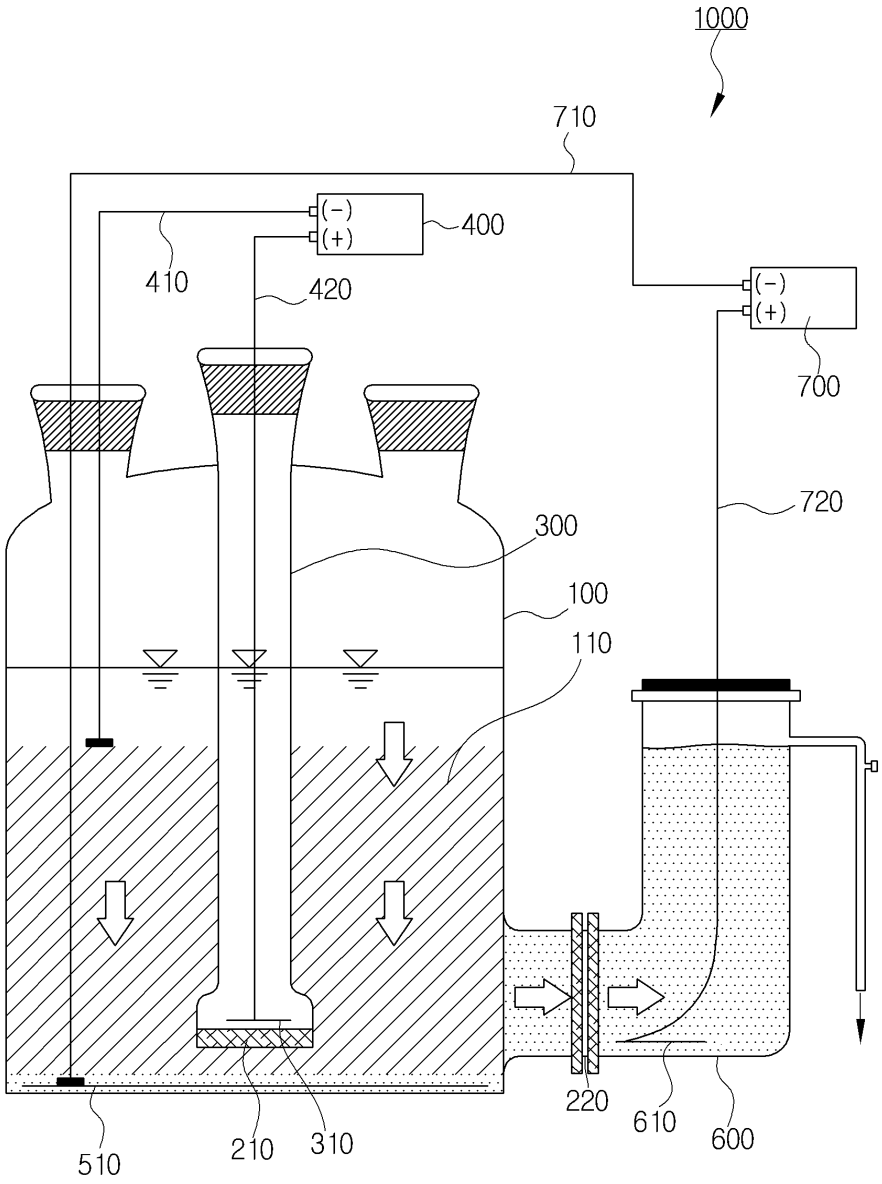
921 : 스파저

930 : 이산화탄소 배출관

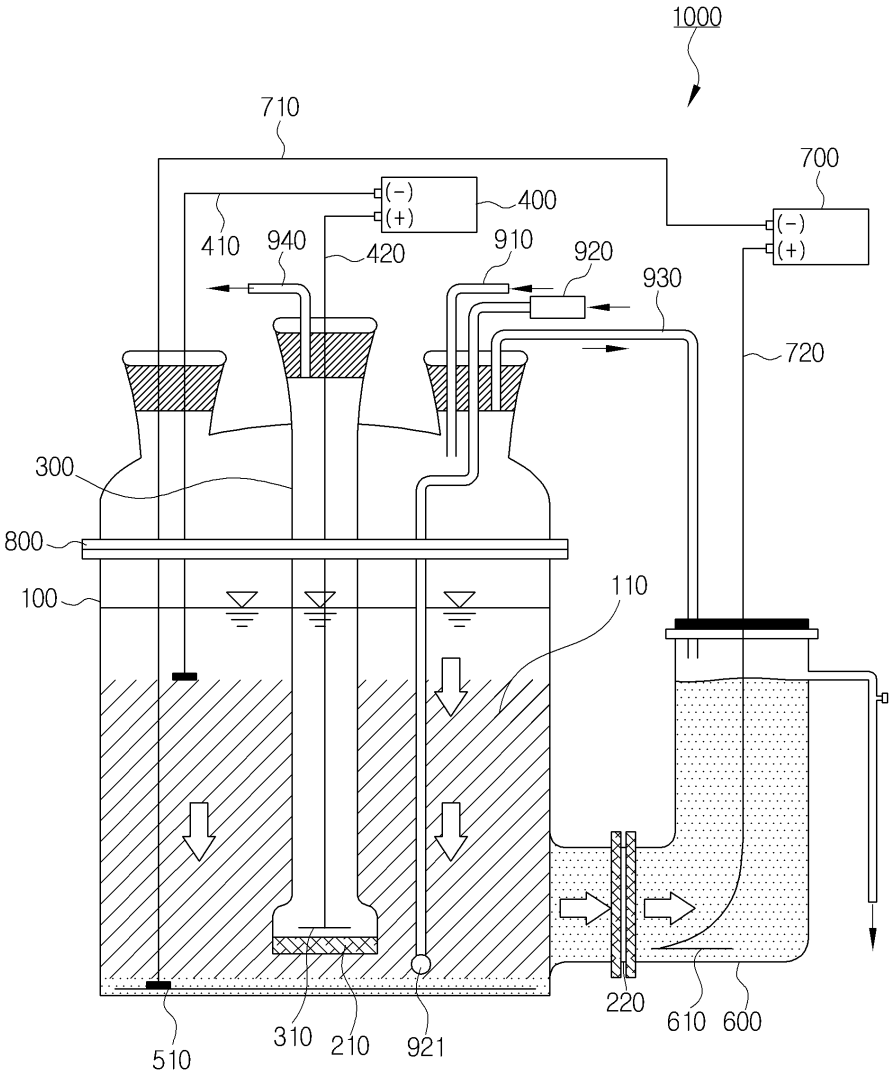
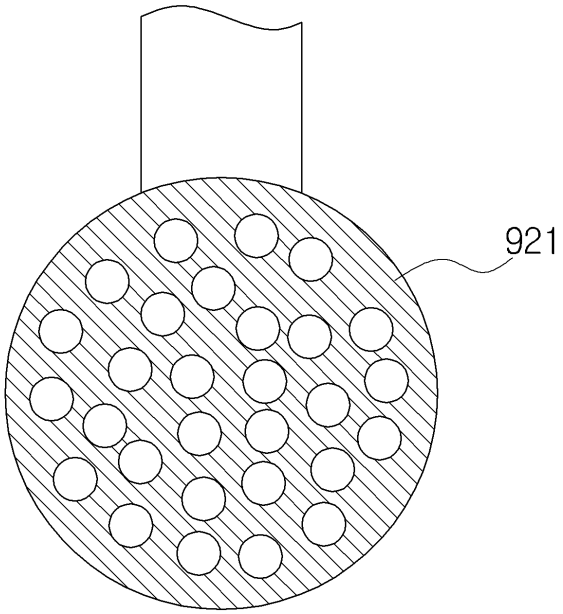
940 : 산소 배출관

도면

도면1



도면2


1000
710
700
(-)
(+)
400
410
940
420
910
920
930
720
300
800
100
110
510
310
210
921
220
610
600

도면3