(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2016-0093262
(43) 공개일자 2016년08월08일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B63C 11/18 (2006.01)
(52) CPC특허분류
B63C 11/184 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2015-0014033
(22) 출원일자 2015년01월29일
심사청구일자 2015년01월29일

(71) 출원인
울산과학기술원
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50
한국기계연구원
대전광역시 유성구 가정북로 156 (장동)
(72) 발명자
김태성
울산광역시 울주군 범서읍 구영로 75-9, 303동 1205호 (구영우미린1차아파트)
이종완
인천광역시 서구 가정로189번길 7-2 (석남동)
허필우
대전광역시 유성구 가정북로 156
(74) 대리인
전용준

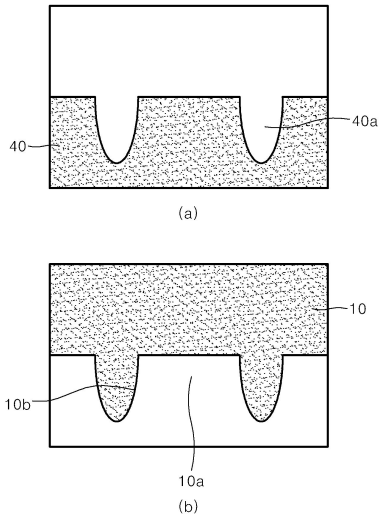
전체 청구항 수 : 총 12 항

(54) 발명의 명칭 **인공 아가미 장치 및 그의 제조방법**

(57) 요 약

본 발명은, 고분자 분리막의 표면에 요철형상의 복수의 가이드 유로들을 형성함으로써, 물과의 접촉 면적이 증대되어 산소 포집 효과가 보다 향상될 수 있다. 또한, 고분자 분리막의 표면에 나노섬유를 결합시킴으로써, 나노섬유의 기계적 강도로 인해 변형이 방지되고, 표면적 증대 효과도 얻을 수 있다. 또한, 고분자 분리막의 표면에 금속 메시를 포함하는 보조 지지체를 구비함으로써, 변형을 방지하여 형상 유지가 가능하므로, 산소 분압차 형성이 보다 안정적으로 이루어질 수 있다.

대 표 도 - 도4



이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 9991002624
부처명 교육부
연구관리전문기관 한국연구재단
연구사업명 일반연구자지원
연구과제명 마이크로채널내 패턴닝된 나노공극물질에 의한 특이적 이온전달 및 비선형적 유체유동의 실험적·해석적 연구 및 미세유체장치 응용
기 여 율 1/2
주관기관 울산과학기술대학교
연구기간 2013.09.01 ~ 2014.08.31이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 1711016383
부처명 미래창조과학부
연구관리전문기관 한국연구재단
연구사업명 중견연구자지원
연구과제명 나노 패터닝을 위한 “크랙-포토리소그래피” 공정기술 개발
기 여 율 1/2
주관기관 울산과학기술대학교
연구기간 2014.11.01 ~ 2015.10.31

명 세 서

청구범위

청구항 1

산소와 이산화탄소가 포함된 액체 공간과 산소와 이산화탄소가 포함된 기체 공간을 분리하고, 상기 액체 공간의 산소 농도가 상기 기체 공간의 산소 농도보다 상대적으로 높을 경우 상기 액체 공간으로부터 상기 기체 공간으로 산소 가 유입되고, 상기 기체 공간의 이산화탄소 농도가 상기 액체 공간의 이산화탄소 농도보다 상대적으로 높을 경우 상기 기체 공간으로부터 상기 액체 공간으로 이산화탄소가 배출되도록 하는 고분자 분리막과;

상기 고분자 분리막의 표면에 결합되어, 상기 액체 공간과 상기 기체 공간의 압력차에 의한 상기 고분자 분리막의 형상 변형을 방지하도록 나노 섬유로 이루어진 지지체를 포함하는 인공 아가미 장치.

청구항 2

인체의 호흡기관을 가리고 상기 호흡기관과의 사이에 소정의 내부공간을 형성하여, 수중에서 상기 내부공간으로 액체의 투과는 차단하고 기체의 투과는 허용하며, 수중으로부터 상기 내부공간으로 산소는 유입하고, 상기 내부공간으로부터 수중으로 이산화탄소는 배출하는 고분자 분리막과;

상기 고분자 분리막의 표면에 결합되어, 상기 고분자 분리막 내,외부의 압력차에 의한 형상 변형을 방지하는 나노 섬유로 이루어진 지지체를 포함하는 인공 아가미 장치.

청구항 3

청구항 1 또는 청구항 2에 있어서,

상기 고분자 분리막의 표면은, 물과의 접촉 면적을 증대시키도록 요철형상의 복수의 가이드 유로들이 형성된 인공 아가미 장치.

청구항 4

청구항 3에 있어서,

상기 복수의 가이드 유로들은, 상기 고분자 분리막의 표면에 돌출 형성된 복수의 돌기들 사이에 형성된 인공 아가미 장치.

청구항 5

청구항 1 또는 청구항 2에 있어서,

상기 나노 섬유는, 직접주사전기방사기술을 통해 상기 고분자 분리막의 표면에 결합되는 인공 아가미 장치.

청구항 6

청구항 1 또는 청구항 2에 있어서,

상기 나노 섬유는, 상기 고분자 분리막과 같은 소재로 이루어지고, 직접주사전기방사기술을 통해 상기 고분자 분리막의 표면에 결합되는 인공 아가미 장치.

청구항 7

청구항 1 또는 청구항 2에 있어서,

상기 고분자 분리막은, PDMS(Polydimethylsiloxane)로 이루어진 인공 아가미 장치.

청구항 8

청구항 1 또는 청구항 2에 있어서,

상기 고분자 분리막에서 상기 기체공간을 향한 표면에 구비되어, 상기 고분자 분리막 형상을 지지하는 보조 지

지체를 더 포함하는 인공 아가미 장치.

청구항 9

청구항 8에 있어서,

상기 보조 지지체는, 금속 재질의 메시(mesh)를 포함하는 인공 아가미 장치.

청구항 10

고분자 소재의 몰드에 복수의 그루브들을 가공하는 단계와;

상기 몰드를 이용해 상기 그루브들에 대응하는 복수의 돌기들을 포함하는 고분자 분리막을 성형하는 단계와;

상기 고분자 분리막의 표면에 나노 섬유를 결합시키는 단계를 포함하는 인공 아가미 장치의 제조방법.

청구항 11

청구항 10에 있어서,

상기 복수의 그루브들은 레이저 가공기를 이용해 가공된 인공 아가미 장치의 제조방법.

청구항 12

청구항 10에 있어서,

상기 나노 섬유는, 상기 고분자 분리막과 동일한 소재를 직접주사전기방사 통해 상기 고분자 분리막의 표면에 결합시키는 인공 아가미 장치의 제조방법.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 인공 아가미 장치 및 그의 제조방법에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 고분자 분리막을 이용하여 수중 산소 공급 및 이산화탄소 방출이 가능한 인공 아가미 장치 및 그의 제조방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 최근 해양산업의 발전 및 이에 관련한 수중 호흡 장비에 대한 관심이 증대되고 있다. 수중 환경에서 탐사나 구조 등의 작업을 하는 잠수부 등은 수중 호흡 장비 등을 통해 수중 호흡에 필요한 산소를 제공받는다. 일반적으로 수중 호흡 장비는 산소가 저장되는 산소통과, 산소통으로부터 잠수부에게 산소를 공급하기 위한 마스크 등으로 이루어진다. 상기 수중 호흡 장비는 수중 호흡에 필요한 양의 산소를 산소통에 저장하여 휴대한다. 따라서, 산소통의 용량에 따라 잠수부가 공급받는 산소량에 제한이 있으므로 작업시간에 제한이 따르는 문제점이 있다. 산소통의 용량을 늘릴 경우, 휴대나 이동에 제약이 따르는 문제점이 있다.

[0003] 최근에는 중공사(hollow fiber)를 이용한 호흡 장비나 원심분리를 이용한 호흡장비 등이 연구되고 있다. 중공사를 이용한 호흡 장비는 중공사 제작을 위한 비용이 많이 들고 제작 과정이 복잡하기 때문에 산업화하기에 제약이 따르는 문제점이 있다. 또한, 원심분리를 이용한 호흡장비는 원심분리를 위한 큰 크기의 탱크가 필요하여 수중 생활시 활동성이 떨어지며, 탱크 내부의 원심분리를 위한 별도의 전력 공급원이 필요한 문제점이 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0004] (특허문헌 0001) 등록특허 10-1439142호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 본 발명의 목적은, 휴대가 용이하면서도 수중 산소 공급 및 이산화탄소 배출이 용이한 인공 아가미 장치 및 그의 제조방법을 제공하는 데 있다.

과제의 해결 수단

[0006] 본 발명에 따른 인공 아가미 장치는, 산소와 이산화탄소가 포함된 액체 공간과 산소와 이산화탄소가 포함된 기체 공간을 분리하고, 상기 액체 공간의 산소 농도가 상기 기체 공간의 산소 농도보다 상대적으로 높을 경우 상기 액체 공간으로부터 상기 기체 공간으로 산소 가 유입되고, 상기 기체 공간의 이산화탄소 농도가 상기 액체 공간의 이산화탄소 농도보다 상대적으로 높을 경우 상기 기체 공간으로부터 상기 액체 공간으로 이산화탄소가 배출되도록 하는 고분자 분리막과, 상기 고분자 분리막의 표면에 결합되어, 상기 액체 공간과 상기 기체 공간의 압력차에 의한 상기 고분자 분리막의 형상 변형을 방지하도록 나노 섬유로 이루어진 지지체를 포함한다.

[0007] 본 발명에 따른 인공 아가미 장치는, 인체의 호흡기관을 가리고 상기 호흡기관과의 사이에 소정의 내부공간을 형성하여, 수중에서 상기 내부공간으로 액체의 투과는 차단하고 기체의 투과는 허용하며, 수중으로부터 상기 내부공간으로 산소는 유입하고, 상기 내부공간으로부터 수중으로 이산화탄소는 배출하는 고분자 분리막과, 상기 고분자 분리막의 표면에 결합되어, 상기 고분자 분리막 내,외부의 압력차에 의한 형상 변형을 방지하는 나노 섬유로 이루어진 지지체를 포함한다.

[0008] 본 발명에 따른 인공 아가미 장치의 제조방법은, 고분자 소재의 몰드에 복수의 그루브들을 가공하는 단계와, 상기 몰드를 이용해 상기 그루브들에 대응하는 복수의 돌기들을 포함하는 고분자 분리막을 성형하는 단계와, 상기 고분자 분리막의 표면에 나노 섬유를 결합시키는 단계를 포함한다.

발명의 효과

[0009] 본 발명은, 고분자 분리막의 표면에 요철형상의 복수의 가이드 유로들을 형성함으로써, 물과의 접촉 면적이 증대되어 산소 포집 효과가 보다 향상될 수 있다.

[0010] 또한, 고분자 분리막의 표면에 나노섬유를 결합시켜 지지체로 구비함으로써, 나노 섬유의 기계적 강도로 인해 변형이 방지되고, 표면적 증대 효과도 얻을 수 있다.

[0011] 또한, 고분자 분리막의 표면에 금속 메시를 포함하는 보조 지지체를 구비함으로써, 변형을 방지하여 형상 유지가 가능하므로, 산소 분압차 형성이 보다 안정적으로 이루어질 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0012] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 인공 아가미 장치의 고분자 분리막이 도시된 사시도이다.

도 2는 도 1에 도시된 고분자 분리막의 단면도이다.

도 3은 본 발명의 실시예에 따른 인공 아가미 장치의 제조방법이 도시된 블록도이다.

도 4는 본 발명의 실시예에 따른 PMMA 몰드와 고분자 분리막의 단면도이다.

도 5는 본 발명의 실시예에 따른 인공 아가미 장치의 실험 장치가 도시된 구성도이다.

도 6은 도 5에 도시된 실험의 결과를 나타낸 그래프이다.

도 7은 도 5에 도시된 인공 아가미 장치에 보조 지지체를 구비한 상태를 도시한 도면이다.

도 8은 보조 지지체가 설치되고, 고분자 분리막의 표면 형상에 따른 산소 투과성을 비교한 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0013] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시예에 대하여 설명한다.

[0014] 본 발명의 실시예에 따른 인공 아가미 장치는, 수중에서 인체의 호흡을 돕는 웨어러블 수중 호흡장치이다. 상기 인공 아가미 장치는, 인체의 코나 입 등의 호흡기관에 착용되는 것으로 예를 들어 설명한다. 상기 인공 아가미 장치는 상기 호흡기관과의 사이에 공기가 존재하도록 소정의 내부공간이 유지되어야 한다. 다만, 이에 한정되지 않고, 상기 인공 아가미 장치는 수중 잠수복이나 수영복 등에도 적용가능하며, 이러한 경우 헬멧 타입의 장치를 포함하고 헬멧 내부를 산소 교환을 위한 공간으로 사용하고 잠수복 및 수영복 전체를 인공 아가미 장치로 사용

하면 표면적 증대를 통한 원활한 산소 유입이 가능하다.

[0015] 상기 인공 아가미 장치는, 고분자 분리막(10)과 지지체(미도시)를 포함한다.

[0016] 상기 고분자 분리막(10)은, 수중으로부터 상기 내부공간으로의 액체의 투과는 차단하고 기체의 투과는 허용하며, 수중으로부터 상기 내부공간으로 산소는 유입하고 상기 내부공간으로부터 수중으로 이산화탄소는 배출한다. 상기 고분자 분리막(10)은, 기체의 경우 농도가 상대적으로 높은쪽에서 낮은 쪽으로 이동하는 특징을 이용한 것으로서, 용존 산소가 높은 수중으로부터 산소가 상기 고분자 분리막 내부인 상기 내부공간으로 유입되고, 인체의 호흡에 의해 발생되는 이산화탄소는 수중으로 배출되는 원리이다.

[0017] 상기 고분자 분리막의 산소 투과능은 소재 및 화학물질의 조성 비율을 통해 조절이 가능하다. 표 1은 다양한 소재로 제작된 고분자 분리막의 산소 투과능 결과를 나타낸다. 표 1을 참조하면, poly(TMSP)의 산소 투과능이 가장 높은 것으로 나타나고 있다.

표 1

(Unit: Barrers)

소 재	산소 투과능	소 재	산소 투과능
TMPA-6FDA Polyimide	122	poly(4-methyl1-1pentyne)	2700
6FDA-durene	134.8	Silicone Rubber	781
TeflonAF2400	1600	PDMS	630
poly(p-Me3SiDPA)	1100	poly(m-Me3SiDPA)	1200
poly(TMSP)	4500	PIM	370

[0018]

[0019] 상기 고분자 분리막(10)은, 산소 투과능 뿐만 아니라 미세 구조의 가공 및 표면 개질이 용이한 소재로 선택할 수 있다. 후술하는 PMMA는 레이저 가공을 통한 미세 구조의 가공이 용이한 이점이 있으며, PDMS는 베이스와 경화에이전트(curing agent)를 배합한 후 열을 이용하여 쉽게 경화가 가능하므로, 액체상태의 용액을 몰드에 부어준 후 열 경화를 통해 손쉽게 표면개질이 가능한 이점이 있다.

[0020] 상기 고분자 분리막(10)의 표면은, 물과의 접촉 면접을 증대시키도록 요철형상의 복수의 가이드 유로(10a)들이 형성된다. 상기 복수의 가이드 유로들(10a)은, 어류의 아가미에 형성되어 물의 흐름을 안내하는 미세 구조를 모방하여 형성된다.

[0021] 상기 복수의 가이드 유로들(10a)은, 상기 고분자 분리막의 표면에 돌출 형성된 복수의 돌기들(10b)사이에 형성된 유로이다. 상기 복수의 돌기들(10b)의 형성방법은 뒤에서 상세히 설명한다. 본 실시예에서는, 상기 가이드 유로들(10a)은 복수의 돌기들(10b)사이에 형성된 유로인 것으로 예를 들어 설명하나, 이에 한정되지 않고, 상기 복수의 가이드 유로들(10a) 자체가 상기 고분자 분리막(10)의 표면에 형성된 홈인 것도 가능하다. 상기 고분자 분리막(10)의 표면에는 상기 복수의 가이드 유로들(10a)이 형성됨으로써, 상기 고분자 분리막(10)의 표면적이 최대화되어, 수중 용존 산소의 포집량이 최대화될 수 있다. 상기 복수의 가이드 유로들(10a)은 서로 소정간격 이격되게 형성된다.

[0022] 도 8을 참조하면, 후술하는 보조 지지체(70)가 설치된 상기 고분자 분리막(10)의 표면 형상에 따른 산소 투과율을 알 수 있다. 도 8a는 상기 고분자 분리막(10)의 표면이 평평한 슬래브(slab)인 경우이고, 도 8b는 상기 고분자 분리막(10)의 표면에 상기 복수의 가이드 유로들(10a)이 형성된 경우이다. 도 8a와 도 8b를 비교해보면, 상기 복수의 가이드 유로들이 형성된 고분자 분리막(10)의 경우에 시간에 따른 산소 농도(Oxygen concentration)가 슬래브 경우에 비해 더 높은 것을 알 수 있다.

[0023] 상기 고분자 분리막(10)의 두께는 얇을수록 좋다. 상기 고분자 분리막(10)의 두께는 약 300 ㎛가 적합하다. 두께가 300 ㎛미만으로 얇을 경우, 실험 또는 사용 중 손실의 위험이 크다. 두께가 두꺼워질수록 산소 투과능이 저하된다.

[0024] 상기 고분자 분리막(10)의 두께와 산소 투과능의 관계는 수학식 1과 같습니다.

수학식 1

$$f_{O_2} = P_w \cdot \frac{P_{O_2water} - P_{O_2chamber}}{L_{membrane} + \delta_{water} + \delta_{air}}$$

[0025]

[0026] f_{02}는 산소의 플럭스량, Pw는 산소의 투과능, P_{02_water} 및 $P_{02_chamber}$는 고분자 분리막 내부와 외부의 산소 분압, L_membrane은 멤브레인의 두께이며, δ_{air} 및 δ_{water} 수학적 계산을 위해 추가되는 분리막의 공기쪽과 물쪽의 확산 레이어 두께이다.

[0027] 따라서, 산소의 플럭스량은 상기 고분자 분리막(10)의 두께에 반비례하기 때문에, 상기 고분자 분리막(10)의 두께가 얇을수록 산소투과가 원활하다. 또한 산소 플럭스 량은 분리막 내부와 외부의 산소 분압차 (P_{02_water}-$P_{02_chamber}$)에 비례하기 때문에 분압차를 유지하기위해 인공지지체 및 나노섬유를 적용하는 것입니다.

[0028] 상기 지지체는, 상기 고분자 분리막(10)의 표면에 결합되고 나노 섬유(20)로 이루어진다. 상기 지지체는, 상기 고분자 분리막 내,외부의 압력차에 의한 형상 변형을 방지하는 역할을 한다. 상기 지지체는, 직접주사전기 방사기술(DWES,Direct Writing Electro Spinning)을 이용하여, 상기 고분자 분리막(10)의 표면에 나노 섬유(20)를 결합시킨다. 상기 나노 섬유(20)는, 기계적 강도가 높기 때문에 지지역할을 할 수 있으며, 1g당 수십 제곱미터의 표면적을 가지므로, 상기 고분자 분리막(10)의 표면적 증대에도 도움을 준다.

[0029] 상기와 같이 구성된 본 발명의 실시예에 따른 인공 아가미 장치의 제조방법을 설명하면, 다음과 같다.

[0030] 도 3a 및 도 4a를 참조하면, 먼저, PMMA 몰드(40)를 제조한다. 상기 PMMA 몰드(40)의 표면에는, 상기 레이저 가공기(30)를 이용하여 복수의 그루브들(40a)을 형성한다. 상기 그루브들(40a)의 깊이는 약 1.5mm이하로 설정된다. 상기 그루브들(40a)의 깊이가 1.5mm 이상인 경우, 상기 고분자 분리막(10)의 분리가 어렵다. 본 실시예에서는, 상기 레이저 가공기(30)를 이용하는 것으로 예를 들어 설명하나, 이에 한정되지 않고 표면에 그루브를 가공할 수 있는 방법이라면 어느 것이나 사용가능하다.

[0031] 상기 PMMA 몰드(40)에 상기 그루브들(40a)을 가공한 이후, 매끄러운 표면을 위하여 추가공정을 수행할 수 있다. 여기서, 상기 추가공정은 어닐링 공정(annealing process)이고, 상기 PMMA 몰드(40)를 약 180℃ 오븐에서 약 30분을 유지한다. 상기 PMMA 몰드의 레이저 가공시 가공 표면의 거칠기가 증가하게 되어, 거친 표면은 추후 상기 PMMA 몰드에서 상기 고분자 분리막을 분리할시 원할한 분리를 방해한다. 따라서, 추가공정인 어닐링 공정을 통해 상기 PMMA몰드의 가공면을 깨끗하게 한다. 상기 어닐링 공정을 마치면, 추후 상기 PMMA 몰드에서 상기 고분자 분리막(1)의 분리가 보다 용이해질 수 있다.

[0032] 상기 PMMA 몰드(40)에, 액상 고분자 분리막 용액을 부은 후, 열경화 시킨다. 여기서, 상기 액상 고분자 분리막 용액은 PDMS 베이스와 경화 에이전트를 일정 비율로 배합하여 이루어진다. 상기 열경화는 65℃에서 약 4시간 이루어진다. 열경화 이후, 상기 복수의 그루브들(40a)이 형성된 상기 PMMA 몰드(40)로부터 상기 고분자 분리막(10)을 분리한다.

[0033] 도 4b를 참조하면, 상기 고분자 분리막(10)을 상기 PMMA 몰드(40)로부터 분리하면, 상기 고분자 분리막(10)의 표면에는 상기 그루브들(40a)에 대응되는 복수의 돌기들(10b)이 형성된다. 상기 복수의 돌기들(10b)사이에는 물이 통과하는 상기 가이드 유로들(10a)이 형성된다. 따라서, 상기 고분자 분리막(10)의 표면에 요철형상의 상기 가이드 유로들(10a)이 형성됨으로써, 상기 고분자 분리막(10)의 표면적이 증대되어 수중의 용존 산소의 포집량이 증대될 수 있다.

[0034] 이후, 상기 고분자 분리막(10)의 표면에 상기 나노섬유(20)를 결합시킨다. 상기 나노섬유(20)는 상기 고분자 분리막(10)과 같은 소재로 이루어지며, 상기 직접주사전기방사기술(DWES)을 통해 상기 고분자 분리막(10)의 표면에 결합된다. 상기 나노섬유(20)는 상기 고분자 분리막(10)의 표면에서 상기 복수의 돌기들(10b)과 상기 가이드

유로들(10a) 표면에 전체적으로 부착된다. 본 실시예에서는, 상기 직접주사전기방사기술을 이용하는 것으로 예를 들어 설명하나, 이에 한정되지 않고 다른 방법을 이용하는 것도 가능하다.

[0035] 상기 고분자 분리막(10)의 표면에 상기 나노섬유(20)가 결합되면, 상기 나노섬유(20)의 기계적 강도에 의해 상기 고분자 분리막(10)의 변형 등이 방지될 수 있다. 또한, 상기 나노섬유는 1g당 수십제곱미터의 표면적을 가지므로, 상기 고분자 분리막(10)의 표면적 증대에도 도움이 되므로, 산소 포집 효과가 향상될 수 있다

[0036] 또한, 상기 고분자 분리막(10)에서 기체 공간을 향한 표면에는 보조 지지체(70)를 구비할 수 있다. 상기 보조 지지체는 금속 메시(Mesh)이고, 본 실시예에서는 스테인레스 스틸 재질로 이루어진 것으로 예를 들어 설명한다. 본 실시예에서 상기 메시의 그리드는 약 1㎜인 것으로 예를 들어 설명한다. 상기 보조 지지체(70)는 상기 고분자 분리막(10)의 형상 유지에 도움을 줄 수 있다.

[0037] 도 5 및 도 6을 참조하면, 상기 고분자 분리막(10)을 이용한 산소 포집 효과실험에 대해 설명한다.

[0038] 본 실험에서, 상기 고분자 분리막(10)은, PDMS(Polydimethylsilosane)를 사용하였다. 상기 고분자 분리막(10)을 이용하여 챔버(50)를 제작하였다. 상기 챔버(50)에는, 상기 챔버(50) 내부의 산소 농도를 측정하기 위한 산소 농도 센서(52)와, 상기 챔버(50) 내부의 산소 소모를 위한 전지(54)가 설치된다. 상기 산소 농도 센서(52)로부터 측정된 값과, 상기 전지(54)의 전류 측정을 위해 컨트롤러(55)와 컴퓨터(56)도 설치된다. 상기 전지(54)는 아연 전지를 사용하였다.

[0039] 상기 전지(54)를 이용해 상기 챔버(50)내부의 산소를 소모시키고, 산소 소모에 따른 산소 농도 감소를 측정하였다.

[0040] 상기 챔버(50)내부에서 상기 산소 농도가 감소되면, 물로부터 상기 고분자 분리막을 통해 상기 챔버(50)로 산소 공급이 이루어진다. 따라서, 시간에 따른 상기 챔버(50) 내부의 산소 농도 변화를 측정하였다.

[0041] 도 6을 참조하면, 실험 결과, 전지의 작동시간에 따라 상기 챔버(50)내부의 산소 농도가 감소하는 현상을 확인할 수 있었다. 본 실험에서는 약 1개의 상기 전지(54)를 사용할 경우, 산소 농도가 감소하다가 약 6%에서 산소 농도가 안정화되었다. 이후, 시험 시작 시간으로부터 약 35시간 경과시 산소 농도가 다시 회복되는 것을 알 수 있었다. 상기 산소 농도의 안정화 및 회복은, 상기 고분자 분리막(10)을 통해 수중의 산소가 상기 챔버(50)의 내부로 유입되는 것을 보여준다.

[0042] 한편, 도 7 및 도 8을 참조하면, 도 7에서는 상기 고분자 분리막(10)의 내부 표면에 보조 지지체(70)를 설치하여 실험하였다. 상기 보조 지지체(70)를 설치하면, 변형이 방지되어 형상 유지가 가능하다. 상기 고분자 분리막(10)의 형상이 유지되면, 상기 고분자 분리막(10) 내외부의 산소 분압차가 용이하게 형성될 수 있다.

[0043] 도 8a는 상기 보조 지지체(70)가 설치되고, 상기 고분자 분리막(10)의 표면이 평평한 슬래브(slab)인 경우이고, 도 8b는 상기 보조 지지체(70)가 설치되고, 상기 고분자 분리막(10)의 표면에 상기 복수의 가이드 유로들(10a)이 형성된 경우이다. 도 8a를 참조하면, 약 14%에서 산소 농도가 평형상태를 보인다. 또한, 도 8b를 참조하면, 약 16%에서 산소 농도가 평형상태를 보인다. 상기 보조 지지체(70)가 설치되지 않은 도 6의 경우에는 약 6%에서 산소 농도가 평형상태를 보인 것과 비교해보면, 상기 보조 지지체(70)가 설치된 경우가 설치되지 않은 경우보다 높은 농도에서 평형상태를 보임을 알 수 있다. 따라서, 상기 보조 지지체(70)가 설치된 경우, 챔버와 물 사이의 분압차가 확보될 수 있으며, 산소 분압차가 확보되어야 산소의 이동이 보다 원활하게 이루어질 수 있다.

[0044] 한편, 도 8a와 도 8b를 비교해보면, 상기 복수의 가이드 유로들이 형성된 고분자 분리막(10)의 경우에 시간에 따른 산소 농도(Oxygen concentration)가 슬래브 경우에 비해 더 높은 것을 알 수 있다.

[0045] 본 발명은 도면에 도시된 실시예를 참고로 설명되었으나 이는 예시적인 것에 불과하며, 본 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 다른 실시예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서, 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 특허청구범위의 기술적 사상에 의하여 정해져야 할 것이다.

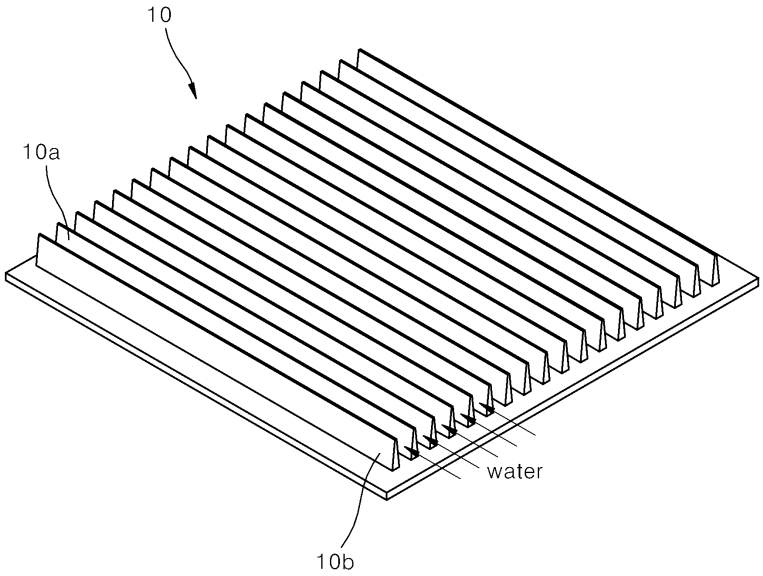
부호의 설명

[0046] 10: 고분자 분리막 10a: 가이드 유로

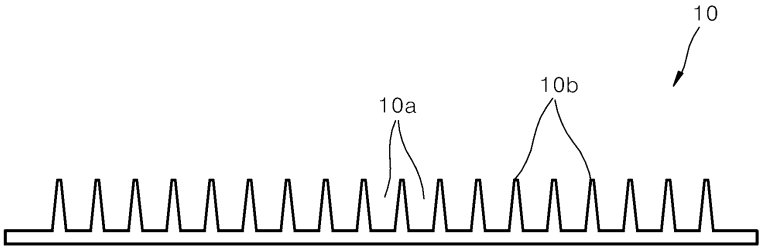
20: 나노 섬유

도면

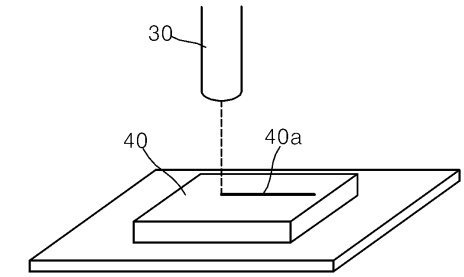
도면1



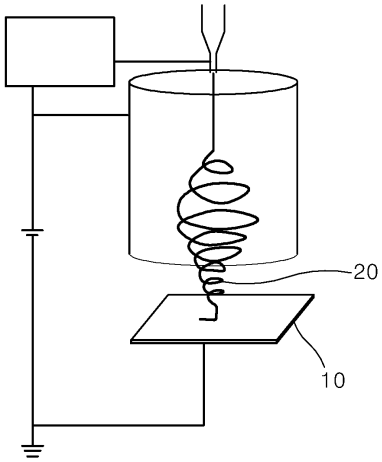
도면2



도면3

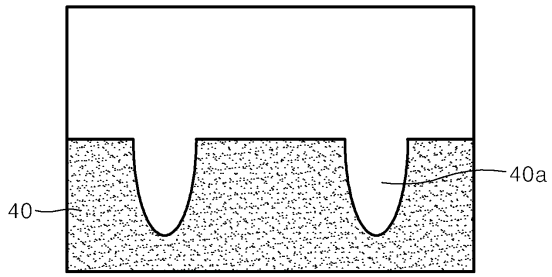


(a)

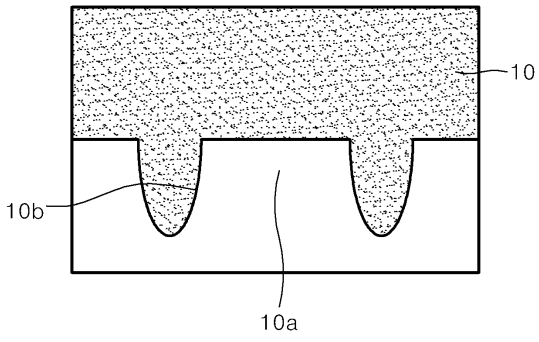


(b)

도면4

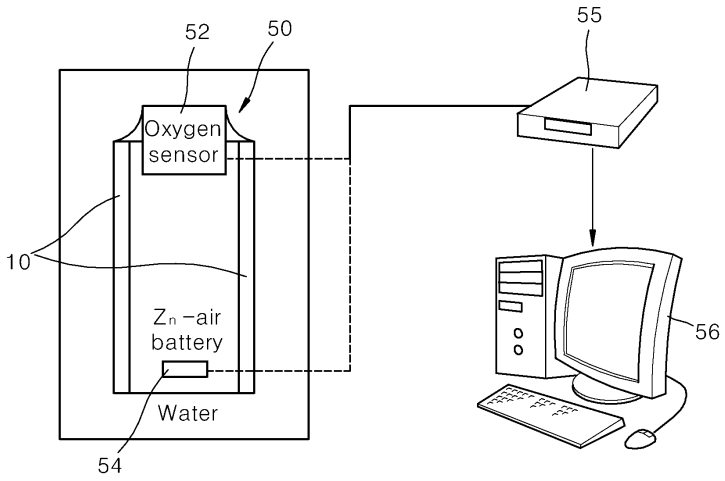


(a)

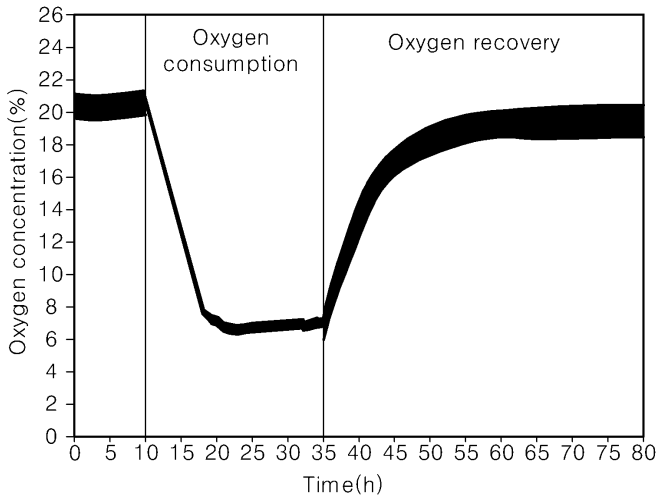


(b)

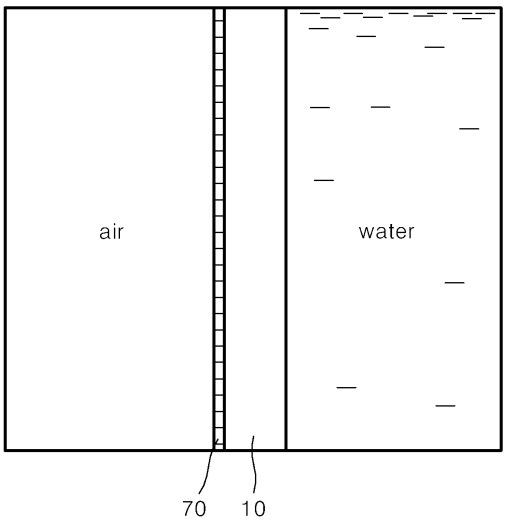
도면5


52
50
55
Oxygen sensor
10
Zn-air battery
Water
54
56

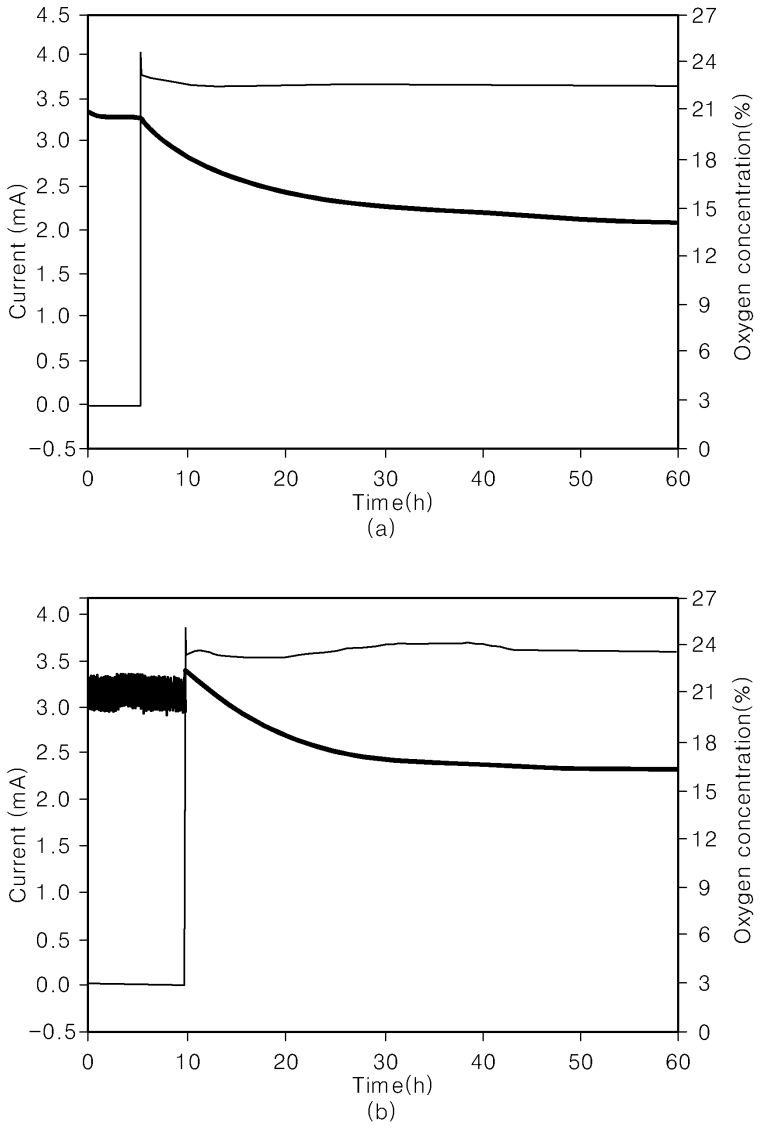
도면6


Oxygen consumption
Oxygen recovery
Oxygen concentration(%)
Time(h)
0 2 4 6 8 10 12 14 16 18 20 22 24 26
0 5 10 15 20 25 30 35 40 45 50 55 60 65 70 75 80

도면7


air
water
70
10

도면8


Current (mA)
Oxygen concentration(%)
Time(h)
(a)
Current (mA)
Oxygen concentration(%)
Time(h)
(b)