

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일
2018년 3월 15일 (15.03.2018) **WIPO | PCT**

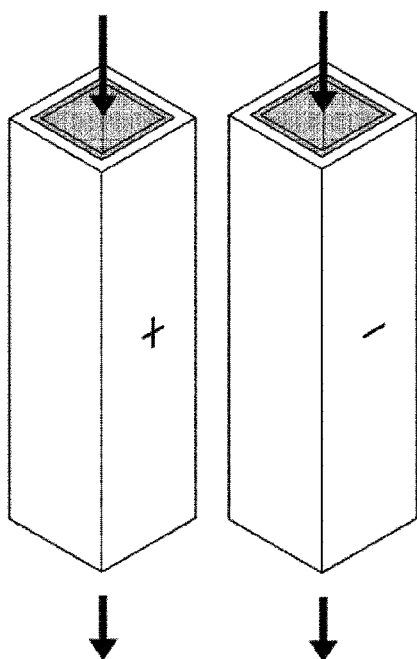


(10) 국제공개번호
WO 2018/048180 A1

- (51) 국제특허분류:
H01M 4/94 (2006.01) *H01M 8/18* (2006.01)
H01M 8/0258 (2016.01) *C02F 1/469* (2006.01)
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2017/009730
- (22) 국제출원일: 2017년 9월 5일 (05.09.2017)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보:
10-2016-0114568 2016년 9월 6일 (06.09.2016) KR
- (71) 출원인: 한국에너지기술연구원 (KOREA INSTITUTE OF ENERGY RESEARCH) [KR/KR]; 34129 대전시 유성구 가경로 152, Daejeon (KR).
- (72) 발명자: 김동국 (KIM, Dong-kook); 34140 대전시 유성구 어은로 57, 132동 606호, Daejeon (KR). 조용현 (CHO, Younghyun); 31455 충청남도 아산시 탕정면 탕정면로 339번길 37, Chungcheongnam-do (KR). 양승철 (YANG, Seung Cheol); 63262 제주도 제주시 남광로 181, 312동 504호, Jeju-do (KR). 최지연 (CHOL, Ji Yeon); 05664 서울시 송파구 가락로 187, 30동 407호, Seoul (KR). 추고연 (CHOO, Ko-yeon); 34199 대전시 유성구 상대로 16, 504동 1102호, Daejeon (KR). 이기숙 (LEE, Ki Sook);
- (74) 대리인: 손민 (SON, Min); 06302 서울시 강남구 양재천로163 6층 한얼국제특허사무소, Seoul (KR).
- (81) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 역내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 유럽 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI

(54) Title: ELECTROCHEMICAL CELL INCLUDING CHANNEL-TYPE FLOW ELECTRODE UNIT STRUCTURE

(54) 발명의 명칭: 채널형 흐름전극 단위 구조체를 구비한 전기화학적 셀



(57) Abstract: The present invention relates to an electrochemical cell including a channel-type flow electrode unit. A channel-type flow electrode unit structure including at least two channel-type flow electrode units according to the present invention has an electrode capacity expanded to be suitable for use in large-scale plants for electricity generation, energy storage, desalting and the like, includes a reduced number of components, which bring about a significant reduction in production cost and installation space, and finds applications in capacitive flow-electrode devices and/or redox flow-electrode devices and even in any device that uses the migration of ions or protons in electricity generation, energy storage, or desalting.

(57) 요약서: 본 발명은 채널형 흐름 전극 단위체를 구비한 전기화학적 셀에 관한 것이다. 본 발명에 따라 채널형 흐름 전극 단위체를 2개 이상 구비한 채널형 흐름 전극 구조체는 발전, 에너지저장, 탈염 등의 대단위 플랜트에 적합하도록 전극용량을 확대시키면서도 부품수를 줄여서 제조비용과 설치공간을 획기적으로 감소시킬 수 있으며, 축전식 흐름전극장치 및/또는 레독스 흐름전극장치에 적용될 수 있으며, 이온 또는 플라톤을 이동하면서 전기를 발전, 에너지저장, 탈염하는 장치에 모두 적용이 가능하다.

(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML,
MR, NE, SN, TD, TG).

공개:

- 국제조사보고서와 함께 (조약 제21조(3))
- 청구범위 보정 기한 만료 전의 공개이며, 보정서를 접수하는 경우 그에 관하여 별도 공개함 (규칙 48.2(h))

명세서

발명의 명칭: 채널형 흐름전극 단위 구조체를 구비한 전기화학적 셀

기술분야

- [1] 본 발명은 채널형 흐름전극 단위 구조체를 구비한 전기화학적 셀에 관한 것이다.

배경기술

- [2] 최근 세계 각국은 대기환경 오염 및 지구온난화 문제를 해결하기 위해 청정대체 에너지 개발에 노력을 기울이고 있으며 특히 최근에는 전해질 농도차를 이용한 해양 발전이 새로운 화두로 크게 대두되고 있다.
- [3] 이와 함께 다양한 대체 에너지를 통해 생성된 전기에너지를 저장할 수 있는 대용량 전력저장기술 개발은 미래 녹색산업기반의 핵심으로 대두되고 있다. 이러한 미래 전력저장 기술의 대부분은 Li 이온 전지 방식 또는 이온의 흡착(충전) 및 탈착(방전) 원리를 이용한 슈퍼캐패시터(Super capacitor)와 같은 방식으로, 세계 각국은 소재부품의 충방전 특성의 개선을 통한 고효율 컴팩트화와 대용량화를 위해 많은 연구개발 노력을 진행 중이다.
- [4] 한편, 최근에는 수질오염 및 물부족에 대비한 정수 또는 폐수처리, 해수담수화와 같은 수처리 분야에서도 이와 동일한 원리를 이용하여 기존의 증발법이나 역삼투압(RO)법에 비해 매우 낮은 에너지 비용만으로 수처리가 가능한 공정, 즉 축전식 탈염(Capacitive Deionization: CDI) 공정개발이 진행 중이다.
- [5] 이러한 동일 원리를 이용한 전력저장과 수처리 시스템에 있어 가장 큰 문제는 대용량화시 효율저하와 고가의 장치비용이다. 즉 스케일업을 위한 전극의 대면적화, 이에 따른 전극내 전기장 분포의 불균일, 집전체에 코팅되는 박막전극의 제한된 활물질량, 코팅과정에서 바인더에 의한 활물질과 전해질의 접촉면적 감소 및 충방전 효율저하 등으로 다수의 단위셀 스택화가 필요하고, 이에 따른 장치의 고가화, 특히 CDI(Capacitive Deionization) 공정의 경우 스택(stack) 내 물(전해질) 흐름의 압력손실에 의한 운전비용의 증가가 문제점으로 지적되고 있다.
- [6] 상기의 문제점을 해결하기 위하여 본 출원인은 축전식 흐름전극장치(한국특허 제10-1233295호)를 개발하였고, 이를 발전(한국특허 제10-1318331호), 에너지 저장(한국특허 제10-1210525호), 수처리(한국특허 제10-1221562호) 등에 사용하였다.
- [7] 상기의 발명에서 제안한 흐름전극으로 무한한 전극용량 가진 전극을 단위셀에 공급하는 것이 가능하였지만 흐름전극을 이용한 장치들을 비롯한 레독스 흐름전지(redox flow battery) 등의 종래기술은 대용량화를 위해서는 전극면적을

늘리거나, 스택화를 하여야 하는데, 이 경우 종래기술에서는 양극집전체 및 음극집전체를 비롯한 단위구성요소들을 무한히 적층하게 된다.

- [8] 이 결과, 단위셀의 적층은 부피가 크게 증대할 뿐만 아니라, 많은 유로로 인하여 부품수가 증대하여 장치를 제작하기 위한 비용이 커진다는 큰 문제가 있다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [9] 본 발명의 목적은, 발전, 에너지저장, 탈염 등의 대단위 플랜트에 적용시 장치비용을 낮추고 작은 공간을 차지하면서도 대용량화시키기 위해, 흐름 전극 단위체를 액체침투성 벽체 또는 분리막에 의해 한정된 채널로 구성하고, 기본 골격을 전해질을 공급하는 지지체로 형성하면서 상기 복수개의 채널형 흐름 전극 단위체들을 격자형과 같이 고도로 밀집하게 배치한 흐름 전극 구조체를 제공하는 것이다.

과제 해결 수단

- [10] 본 발명의 제1양태는 액체침투성 벽체에 의해 한정된 채널형 흐름 전극 단위체(unit)로서, 양이온 또는 음이온을 통과시키고 전기 전도성을 가지는 이온교환집전체가 채널형 벽체 내부면에 위치되어 있으며, 채널 입구로부터 도입되어 채널 출구로 배출되는 전극활물질 함유 유체가 흐르는 전극 유로가, 이온교환집전체를 통해 상기 벽체로부터 이격되어 있는 것이 특징인 채널형 흐름 전극 단위체를 제공한다.
- [11] 본 발명의 제2양태는 액체침투성 벽체에 의해 한정된 채널형 흐름 전극 단위체(unit)로서, 양이온 또는 음이온을 통과시키도록 이온교환 물질이 채널형 벽체 내부면, 외부면, 벽체 자체 또는 이들의 조합 위치에 적용되어 있으며, 다공성 집전체가 이온교환 물질이 적용된 채널형 벽체의 내부면에 적용되어 있고, 채널 입구로부터 도입되어 채널 출구로 배출되는 전극활물질 함유 유체가 흐르는 전극 유로가, 다공성 집전체를 통해 상기 벽체로부터 이격되어 있는 것이 특징인 채널형 흐름 전극 단위체를 제공한다.
- [12] 본 발명의 제3양태는 제1양태 또는 제2양태의 채널형 흐름 전극 단위체를 2개 이상 구비한 채널형 흐름 전극 구조체를 제공한다.
- [13] 본 발명의 제4양태는 제1양태 또는 제2양태의 채널형 흐름 전극 단위체의 제조방법으로서, 액체침투성 벽체에 의해 한정된 채널을 준비하는 제1a단계; 양이온 또는 음이온을 통과시키는 이온교환물질을 채널형 벽체 내부면, 외부면, 벽체 자체 또는 이의 조합에 적용하는 제2a단계; 및 다공성 집전체를 이온교환 물질이 적용된 채널형 벽체의 내부면에 적용하는 제3a단계를 포함하는 것이 특징인 채널형 흐름 전극 단위체의 제조방법을 제공한다.
- [14] 본 발명의 제5양태는 제1양태의 채널형 흐름 전극 단위체의 제조방법으로서, 액체침투성 벽체에 의해 한정된 채널을 준비하는 제1b단계; 다공성 집전체를 채널형 벽체의 내부면에 적용하는 제2b단계; 및 양이온 또는 음이온을

통과시키는 이온교환막을 다공성 집전체가 적용된 채널형 벽체 내부면에 적용하는 제3b단계를 포함하는 것이 특징인 채널형 흐름 전극 단위체의 제조방법을 제공한다.

- [15] 본 발명의 제6양태는 제3양태의 채널형 흐름 전극 구조체의 제조방법으로서, 유체가 입구로 도입되어 출구로 배출되는 채널들을 복수개 구비한 기본 골격을 형성하는 액체침투성 벽체를 준비하는 제1c단계; 선택된 채널(들)을 양이온을 통과시키는 이온교환물질로 채널형 벽체 내부면, 벽체 자체 또는 이의 조합에 적용하고, 선택된 다른 채널(들)을 음이온을 통과시키는 이온교환물질로 채널형 벽체 내부면, 벽체 자체 또는 이의 조합에 적용하는 제2c단계; 및 다공성 집전체를 이온교환 물질이 적용된 채널형 벽체의 내부면에 적용하는 제3c단계를 포함하는 것이 특징인 채널형 흐름 전극 구조체의 제조방법을 제공한다.
- [16] 본 발명의 제7양태는 제3양태의 채널형 흐름 전극 구조체의 제조방법으로서, 유체가 입구로 도입되어 출구로 배출되는 채널들을 복수개 구비한 기본 골격을 형성하는 액체침투성 벽체를 준비하는 제1d단계; 다공성 집전체를 채널형 벽체의 내부면에 적용하는 제2d단계; 다공성 집전체가 적용된 채널들 중 선택된 채널(들)을 양이온을 통과시키는 이온교환물질로 채널형 벽체 내부면에 코팅하고, 다공성 집전체가 적용된 채널들 중 선택된 다른 채널(들)을 음이온을 통과시키는 이온교환물질로 채널형 벽체 내부면에 코팅하는 제3c단계를 포함하는 것이 특징인 채널형 흐름 전극 구조체의 제조방법을 제공한다.
- [17] 본 발명의 제8양태는 액체침투성 벽체에 의해 한정된 채널형 흐름 양극 단위체(unit)로서, 양이온을 통과시키고 전기 전도성을 가지는 양극 이온교환집전체가 채널형 벽체 내부면에 위치되어 있는 채널형 흐름 양극 단위체; 및 액체침투성 벽체에 의해 한정된 채널형 흐름 음극 단위체(unit)로서, 음이온을 통과시키고 전기 전도성을 가지는 음극 이온교환집전체가 채널형 벽체 내부면에 위치되어 있는 채널형 흐름 음극 단위체를 구비하되, 채널 입구로부터 도입되어 채널 출구로 배출되는 전극활물질 함유 유체가 흐르는 전극 유로가, 이온교환집전체를 통해 상기 벽체로부터 이격되어 있는 것이 특징인 채널형 흐름 전극 구비 셀을 제공한다.
- [18] 본 발명의 제9양태는 액체침투성 벽체에 의해 한정된 채널형 흐름 양극 단위체(unit)로서, 양이온을 통과시키도록 이온교환 물질이 채널형 벽체 내부면, 외부면, 벽체 자체 또는 이들의 조합 위치에 적용되어 있으며 다공성 집전체가 이온교환 물질이 적용된 채널형 벽체의 내부면에 적용되어 있는 채널형 흐름 양극 단위체; 및 액체침투성 벽체에 의해 한정된 채널형 흐름 음극 단위체(unit)로서, 음이온을 통과시키도록 이온교환 물질이 채널형 벽체 내부면, 외부면, 벽체 자체 또는 이들의 조합 위치에 적용되어 있으며 다공성 집전체가 이온교환 물질이 적용된 채널형 벽체의 내부면에 적용되어 있는 채널형 흐름 음극 단위체를 구비하되, 채널 입구로부터 도입되어 채널 출구로 배출되는 전극활물질 함유 유체가 흐르는 전극 유로가, 다공성 집전체를 통해 상기

- 벽체로부터 이격되어 있는 것이 특징인 채널형 흐름 전극 구비 셀을 제공한다.
- [19] 본 발명의 제10양태는 유체가 입구로 도입되어 출구로 배출되는 채널들을 복수개 구비한 기본 골격을 형성하는 분리막 지지체; 상기 분리막 지지체에서 선택된 채널(들)의 내부 벽면에 다공성 집전체가 배치되고, 채널 입구로부터 도입되어 채널 출구로 배출되는 양극활물질 함유 유체가 흐르는 양극 유로가 다공성 집전체를 통해 상기 채널형 분리막 지지체로부터 이격되어 있는, 채널형 흐름 양극 단위체(unit); 및 상기 분리막 지지체에서 선택된 다른 채널(들)의 내부 벽면에 다공성 집전체가 배치되고, 채널 입구로부터 도입되어 채널 출구로 배출되는 음극활물질 함유 유체가 흐르는 음극 유로가 다공성 집전체를 통해 상기 채널형 분리막 지지체로부터 이격되어 있는, 채널형 흐름 음극 단위체(unit)를 포함하는 것이 특징인 채널형 흐름 전극 구조체를 제공한다.
- [20] 본 발명의 제11양태는 제3양태 또는 제10양태의 채널 형 흐름 전극 구조체를 구비하는 것이 특징인 축전식 흐름전극장치를 제공한다.
- [21] 본 발명의 제12양태는 제3양태 또는 제10양태의 채널 형 흐름 전극 구조체를 구비하는 것이 특징인 레독스 흐름전지장치를 제공한다.
- [22] 이하, 본 발명을 자세히 설명한다.
- [23] 본 발명에서 양극은 캐소드(cathode)를 의미하며, 음극은 애노드(anode)를 의미한다. 탈염 또는 방전에서는 극성이 바뀔 수 있다.
- [24] 구체적인 작용원리는 다르지만 condenser, capacitor, battery와 같은 이차전지(secondary cell)의 공통적인 4가지 기본 구성은 양극, 음극, 분리막 및 전해질이다. Battery에서는 산화환원(Redox)반응이, Capacitor에는 이온흡착(EDL)이론이 적용된다.
- [25] 통상 흐름전지(Flow Cell)라고 알려진 Redox 흐름전지는 4가지 구성요소중 전해질(electrolyte, 반응축매포함)이 흐르는 것이다.
- [26] 본 발명에 따른 채널형 흐름 전극(flowable electrode, flow-electrode)은 전극 활물질이 고정용기 안에서만 유동하는 것이 아니라, 채널을 통해 전극 활물질의 in-out 흐름(flow)이 있는 것이다. "축전식 흐름전극"의 경우, 전극 활물질은 이온을 흡착 및 탈착할 수 있는 것을 사용한다.
- [27] 따라서, 본 발명에 따른 채널형 흐름 전극 구비 셀이 적용될 수 있는 FCDI은 현상적 측면에서 "Capacitive 흐름전지"라고 할 수 있으나, 4가지 구성요소 중 양극 활물질(cathode active materials) 및 음극 활물질(anode active materials)이 동시에 전극 유로 입구로부터 도입되어 전극 유로 출구로 배출되도록 흐르는 것으로, 이때 입구/출구를 갖는 유로를 통해 전해질은 흐를 수도, 흐르지 않을 수도 있다.
- [28] 본 발명에서는 채널형 흐름전극 단위체(unit) 및 단위 구조체(unit structure)를 동일한 의미로 사용한다.
- [29] 한편, 전해질로부터 전기를 생산하는 발전장치에 사용될 수 있는 축전식 흐름전극장치(100)를 도 1를 참조하여 설명하면, 판상형 전해질 유로(102)를

중심으로 그 양측에 판상형 흐름 양극(112)과 판상형 흐름 음극(114)가 배치된다. 상기 전해질 유로(102)와 상기 흐름 양극(112) 사이에는 판상형 양극 이온교환집전체가 배치되고, 상기 전해질 유로(102)와 상기 흐름음극(114) 사이에는 판상형 음극 이온교환집전체가 배치된다. 그리고, 상기 판상형 흐름 양극(112)의 외측과 상기 판상형 흐름 음극(114)의 외측으로 유로를 형성하기 위한 폐쇄플레이트(116,118)가 배치된다.

[30] 상기 양극 이온교환집전체는 도 1에 도시된 바와 같이, 양극 이온교환막(104)과 다공성양극판(106)을 적층한 것을 사용할 수 있다. 상기 양극 이온교환막(104)은 상기 전해질 유로(102) 측에 배치되고, 상기 다공성양극판(106)은 상기 흐름 양극(112) 측에 배치된다. 반대로, 상기 양극 이온교환막(104)은 상기 흐름양극(112) 측에 배치되고, 상기 다공성양극판(106)은 상기 전해질 유로(102) 측에 배치되는 것도 가능하다.

[31] 또, 상기 음극 이온교환집전체는 도 1에 도시된 바와 같이, 음극 이온교환막(108)과 다공성음극판(110)을 중첩한 것을 사용할 수 있다. 상기 음극 이온교환막(108)은 상기 전해질 유로(102) 측에 배치되고, 상기 다공성음극판(110)은 상기 흐름음극(114) 측에 배치된다. 반대로, 상기 음극 이온교환막(108)은 상기 흐름음극(114) 측에 배치되고, 상기 다공성음극판(110)은 상기 전해질 유로(102) 측에 배치되는 것도 가능하다.

[32] 상기 판상형 흐름 양극(112)은 전극용액에 양극 활물질(111)이 분산된 슬러리 상태로 흐르는 판상형 유로이다. 그리고, 상기 판상형 흐름 음극(114)은 전극용액에 음극 활물질(113)이 분산된 슬러리 상태로 흐르는 판상형 유로이다. 상기 판상형 흐름 양극(112)과 상기 판상형 흐름 음극(114)은 판상형 유로를 형성하기 위해 외측에 폐쇄플레이트(116,118)와 내측에 판상형 지지체가 필요하다.

[33] 발전장치로 활용시 상기 축전식 흐름전극장치(100)의 작동원리는, 상기 판상형 전해질 유로(102)로 양이온과 음이온을 가지는 전해질을 흘리면, 상기 판상형 양극 이온교환집전체를 통과한 양이온이 상기 판상형 흐름 양극(112)로 이동하고 상기 음극 이온교환집전체를 통과한 음이온이 상기 판상형 흐름 음극(114)로 이동하면, 상기 흐름 양극(112)와 상기 흐름 음극(114) 사이에 전위차가 발생하게 된다. 이 전위차가 상기 다공성 양극판(106)과 상기 다공성 음극판(110)을 통해 외부로 전기적으로 연결되면, 상기 축전식 흐름전극장치(100)는 발전유니트로써 활용될 수 있다.

[34] 반대로, 상기 다공성 양극판(106)과 상기 다공성 음극판(110)에 전위차가 발생하도록 외부에서 전류를 흘리면, 상기 흐름 양극(112)와 상기 흐름 음극(114)로 상기 전해질 유로(102)를 흐르는 전해질로부터 강제로 양이온과 음이온이 이동하면서, 전해질을 탈염시키게 된다.

[35] 또, 동시에 상기 흐름 양극(112)와 상기 흐름 음극(114)를 흐르는 슬러리에 전하가 채워지므로, 상기 슬러리를 저장하여 전기 저장장치로 활용하는 것도

가능하다.

- [36] 상기 폐쇄플레이트(116,118)는 비전기 전도성 플레이트를 사용할 수도 있고, 전기 전도성이 있는 금속판을 사용할 수도 있다. 전기 전도성 금속판을 사용하는 경우에는 추가 집전체로써 활용될 수 있다.
- [37] 발전, 에너지저장, 탈염 등의 대단위 플랜트에 적용시 장치비용을 낮추고 작은 공간을 차지하면서도 대용량화시키기 위해, 본 발명자들은 도 1에 도시된 판상형 흐름 전극 유로 구성을 응용하면, 상기 폐쇄플레이트가 필요없는 채널형 흐름 전극 유로를 액체침투성 벽체 또는 분리막으로 둘러싸인 채널로 설계할 수 있고, 복수개의 채널형 흐름 전극 단위체들을 격자형과 같이 고도로 밀집하게 배치한 채널형 흐름 전극 구조체를 제공할 수 있으며, 액체침투성 벽체 또는 분리막이 기본 골격을 형성하면서 전해질을 공급하는 지지체 역할을 수행할 수 있다는 것을 발견하였다. 본 발명은 이에 기초한 것이다.
- [38] 따라서, 본 발명은 유체가 입구로 도입되어 출구로 배출되는 채널들을 복수개 구비한 기본 골격을 일체형의 액체침투성 벽체 또는 분리막으로 형성한 후 액체침투성 벽체 또는 분리막으로 둘러싸여 한정된 채널들 중 일부 또는 전부가 흐름 전극 단위체(unit)(도 3)를 구성하는 채널형 흐름 전극 구조체를 제공하는 것이 하나의 특징이다. 이 경우 서로 인접한 두 개의 채널형 흐름 전극 단위체는 액체침투성 벽체 또는 분리막을 공유할 수 있다(도 2).
- [39] 또한, 본 발명은 채널형 흐름 전극 단위체(unit)를 블록형태로 조립가능하게 설계하여(도 3), 채널형 흐름 전극 단위체를 2개 이상 구비한 채널형 흐름 전극 구조체를 제공하는 것이 다른 특징이다(도 4).
- [40] 나아가, 본 발명에 따른 채널형 흐름 전극 구조체는 도 1에 도시된 판상형 전극 유로를 갖는 축전식 흐름전극장치와 달리 별도의 전해질 유로가 없더라도 채널형 전극 단위체의 액체침투성 벽체를 통해 전해질이 공급될 수 있으므로 전기화학적 셀로서 작동할 수 있는 것이 또다른 특징이다.
- [41] 본 발명은 축전식 흐름전극장치 중 양극/음극/분리막/전해질을 본 발명의 제3양태 또는 제10양태에 따른 채널형 흐름 전극 구조체로 제공한다. 본 발명의 제3양태에 따른 채널형 흐름 전극 구조체는 본 발명의 제1양태 또는 제2양태에 따른 채널형 흐름 전극 단위체를 2개 이상 구비한 것이다.
- [42] 본 발명의 제1양태에 따른 채널형 흐름 전극 단위체는 액체침투성 벽체에 의해 한정된 채널형 흐름 전극 단위체(unit)로서,
- [43] 양이온 또는 음이온, 바람직하게는 양이온 및 음이온 중 어느 하나만을 통과시키고 전기 전도성을 가지는 이온교환집전체가 채널형 벽체 내부면에 위치되어 있으며,
- [44] 채널 입구로부터 도입되어 채널 출구로 배출되는 전극활물질 함유 유체가 흐르는 전극 유로가, 이온교환집전체를 통해 상기 벽체로부터 이격되어 있는 것일 수 있다.
- [45] 이때, 양이온을 통과시키고 전기 전도성을 가지는 양극 이온교환집전체를

구비하는 경우 채널형 흐름 양극 단위체가 될 수 있고, 음이온을 통과시키고 전기 전도성을 가지는 음극 이온교환집전체를 구비하는 경우 채널형 흐름 음극 단위체가 될 수 있다(도 5).

- [46] 이때, 이온교환집전체는 이온만을 투과시키면서 전기 전도성을 띠는 재료로 제조될 수도 있고, 이온교환막과 다공성 집전체(예, 탄소, 및 금속 물질, 전도성고분자)가 적층된 것일 수 있다. 이때, 이온교환집전체 역할을 수행하는 한 적층 순서는 중요하지 않다.
- [47] 양이온 교환막은 전해질 액체의 유통을 막고 양이온만 선택적으로 통과시키는 치밀막일 수 있고, 상기 음이온 교환막은 전해질 액체의 유통을 막고 음이온만 선택적으로 통과시키는 치밀막일 수 있다. 양이온 교환막과 음이온 교환막은 공지의 이온 분리막을 사용할 수 있다.
- [48] 본 발명의 제2양태에 따른 채널형 흐름 전극 단위체는 액체침투성 벽체에 의해 한정된 채널형 흐름 전극 단위체(unit)로서,
- [49] 양이온 또는 음이온, 바람직하게는 양이온 및 음이온 중 어느 하나만을 통과시키도록 이온교환 물질이 채널형 벽체 내부면, 외부면, 벽체 자체 또는 이들의 조합 위치에 적용(예, 코팅)되어 있으며,
- [50] 다공성 집전체가 이온교환 물질이 적용된 채널형 벽체의 내부면에 적용되어 있고,
- [51] 채널 입구로부터 도입되어 채널 출구로 배출되는 전극활물질 함유 유체가 흐르는 전극 유로가, 다공성 집전체를 통해 상기 벽체로부터 이격되어 있는 것일 수 있다.
- [52] 양이온을 통과시키는 이온교환물질이 적용된 경우 채널형 흐름 양극 단위체가 될 수 있고, 음이온을 통과시키는 이온교환물질이 적용된 경우 채널형 흐름 음극 단위체가 될 수 있다.
- [53] 본 발명에서 양극활물질 및 음극활물질은 서로 다른 물질이 사용될 수도 있지만, 동일한 물질이 사용될 수 있으며, 이 경우에 양자를 합쳐서 전극활물질이라고 명명한다. 상기 양극활물질 및 상기 음극활물질은 다공성 탄소(활성탄, 카본파이버, 탄소에어로젤, 탄소나노튜브 등), 흑연분말, 금속산화물 분말 등이 사용될 수 있다.
- [54] 또, 상기 전극용액은 NaCl, H₂SO₄, HCl, NaOH, KOH, Na₂NO₃ 등 수용성 전해질액과, 프로필렌카보네이트(Propylene Carbonate, PC), 디에틸카보네이트(Diethyl Carbonate, DEC), 테트라히드로푸란(Tetrahydrofuran, THF)와 같은 유기성 전해질액을 포함할 수 있다. 특히, 상기 전극용액으로써 다량의 염(특히, NaCl)이 함유된 염수 또는 미량의 염이 함유된 담수를 사용하는 것이 가능하다.
- [55] 상기 다공성 집전체는 전기가 통하면서도 유체가 통과할 수 있는 물질, 예를 들어 다공성 탄소 또는 전도성 고분자일 수 있다. 상기 다공성 탄소는 그라파이트, 그래핀, 탄소섬유, 활성탄, 카본나노튜브 등으로 제작될 수 있다.

- [56] 전해질로는 상기 전극용액과 마찬가지로 NaCl, H₂SO₄, HCl, NaOH, KOH, Na₂NO₃ 등 수용성 전해질액과, 프로필렌카보네이트(Propylene Carbonate, PC), 디에틸카보네이트(Diethyl Carbonate, DEC), 테트라히드로푸란(Tetrahydrofuran, THF)와 같은 유기성 전해질액을 포함할 수 있다. 특히, 상기 전해질로 다량의 염(특히, NaCl)이 함유된 염수 또는 미량의 염이 함유된 담수를 사용하는 것이 가능하다.
- [57] 액체침투성 벽체는 골격 지지체 역할을 할 수 있다. 액체침투성 벽체에 둘러싸여 한정된 채널은 도 3에 도시된 바와 같이 사각 기둥과 같은 다각기둥 일 수 있고, 원기둥일 수 있다.
- [58] 액체침투성 벽체는 전기절연성인 것이 바람직하다. 액체침투성 벽체의 재료는 제올라이트, 세라믹, 또는 고분자물질을 함유할 수 있다. 전해질이 이동하기 용이하도록 섬유조직으로 이루어지는 것이 바람직하다.
- [59] 본 발명에서 액체투과성 벽체에 형성되는 이온교환막은 다공성 지지체에 이온을 투과시키는 물질을 코팅한 세공충진막일 수 있다.
- [60] 도 8에 예시된 바와 같이, 본 발명의 채널형 흐름 전극 단위체는
- [61] 액체침투성 벽체에 의해 한정된 채널을 준비하는 제1a단계;
- [62] 양이온 또는 음이온, 바람직하게는 양이온 및 음이온 중 어느 하나만을 통과시키는 이온교환물질을 채널형 벽체 내부면, 외부면, 벽체 자체 또는 이의 조합에 적용하는 제2a단계; 및
- [63] 다공성 집전체를 이온교환 물질이 적용된 채널형 벽체의 내부면에 적용하는 제3a단계
- [64] 를 포함하는 제조방법에 의해 제공될 수 있다.
- [65] 또한, 본 발명의 채널형 흐름 전극 단위체는
- [66] 액체침투성 벽체에 의해 한정된 채널을 준비하는 제1b단계;
- [67] 다공성 집전체를 채널형 벽체의 내부면에 적용하는 제2b단계; 및
- [68] 양이온 또는 음이온 바람직하게는 양이온 및 음이온 중 어느 하나만을 통과시키는 이온교환막을 다공성 집전체가 적용된 채널형 벽체 내부면에 적용하는 제3b단계;
- [69] 를 포함하는 제조방법에 의해 제공될 수 있다.
- [70] 한편, 본 발명의 제3양태에 따른 채널형 흐름 전극 구조체는 조립가능한 블록형태의 채널형 흐름 전극 단위체들을 조립한 것일 수 있다. 또한, 본 발명의 제3양태에 따른 채널형 흐름 전극 구조체는 유체가 입구로 도입되어 출구로 배출되는 채널들을 복수개 형성하는 기본 골격을 액체침투성 벽체로 형성한 후, 액체침투성 벽체로 한정된 채널들 중 일부 또는 전부를 흐름 전극 단위체(unit)로 구성한 것일 수 있다.
- [71] 본 발명에 따른 채널형 흐름 전극 구조체는 채널형 전해질 유로를 추가로 구비할 수 있다. 전해질 유로는 지속적으로 전해질을 공급해 주는 역할을 할 수 있다. 이때, 전해질 유로는 액체침투성 벽체에 둘러싸여 한정된 채널형일 수

있다. 채널형 전해질 유로는 적어도 하나의 채널형 흐름 양극 단위체 및 적어도 하나의 채널형 흐름 음극 단위체와 인접하여 전해질을 공급할 수 있는 한 그 형태 및 위치에 제한이 없다(도 9 중 빈공간, 도 10 중 빗금표시, 도 11 중 검은 원표시).

- [72] 별도의 전해질 유로가 있는 경우, 액체침투성 벽체는 주로 이온의 이동 및 구조물의 역할을 하며, 전해질의 이동은 주로 전해질 유로에 의할 수 있다.
- [73] 채널형 전해질 유로에서 전해질 이동방향과 채널형 흐름 양극 단위체 및 채널형 흐름 음극 단위체에서 유체의 이동방향은 서로 동일하거나 반대방향일 수 있다.
- [74] 전해질 유로가 없는 경우에는, 채널형 흐름 양극 단위체와 채널형 흐름 음극 단위체만으로 본 발명에 따른 채널형 흐름 전극 구조체를 형성할 수 있다.
- [75] 전해질은 별도의 채널형 유로를 통해, 액체침투성 벽체를 통해 또는 둘다를 통해 공급되고, 채널을 기준으로 전해질은 채널 길이 방향으로 공급되거나, 채널의 측면방향으로 공급되거나 둘 다일 수 있다.
- [76] 액체침투성 벽체는, 전해질 용액에 일부가 담겨져서 중력 또는 모세관 현상에 의해 자연적으로 전해질이 이동하도록 하거나, 상기 전해질 유로에 강제로 유동되는 전해질이 상기 액체침투성 벽체로 스며들면서 유동될 수 있다.
- [77] 본 발명에 따른 채널형 흐름 전극 구조체에서 채널형 흐름 양극 단위체, 채널형 흐름 음극 단위체 및 채널형 전해질 유로 단위체는 설계자의 의도에 따라 다양한 형태의 배열이 가능하며, 이를 통해 흐름 전극활물질의 공급이 계속된다면 무한한 흡착 용량에 의해 지속적으로 탈염/발전될 수 있다(도 9 및 도 10).
- [78] 예컨대, 채널형 전해질 유로의 주위로 채널형 흐름 양극 단위체와 채널형 흐름 음극 단위체가 서로 마주보는 형태를 가지며, 동시에 채널형 흐름 양극 단위체와 채널형 흐름 음극 단위체는 대각선 방향으로 배치될 수도 있다. 그리고, 채널형 전해질 유로는 대각선 방향으로 배치될 수 있다.
- [79] 본 발명에 따른 채널형 흐름 전극 구조체는 채널형 흐름 양극 단위체를 하나 이상, 그리고 채널형 흐름 음극 단위체를 하나 이상 구비하고 액체침투성 벽체를 통해 전해질이 공급되어 전기화학적 셀을 형성할 수 있다.
- [80] 본 발명에서 전기화학적이라 함은 산화환원 반응뿐만 아니라 이온의 흡탈착 반응도 포함한다.
- [81] 전기화학적 셀을 형성하기 위해, 본 발명에 따른 채널형 흐름 전극 구조체는 서로 인접한 채널형 흐름 양극 단위체 및 채널형 흐름 음극 단위체의 관계가 하나 이상 있는 것이 바람직하다. 채널형 흐름 양극 단위체 및 채널형 흐름 음극 단위체가 서로 인접한 관계에는 채널형 흐름 양극 단위체와 채널형 흐름 음극 단위체가 직접 인접한 경우 뿐만 아니라, 전해질 유로를 사이에 두고 인접한 경우도 포함한다.
- [82] 본 발명에 따른 채널형 흐름 전극 구조체에서 전기화학적 셀의 작동원리는 도 5 및 도 6에 도시되어 있다.

- [83] 도 5a에 도시한 바와 같이, 본 발명에 따른 채널형 흐름 전극 구조체에서도, 도 1과 동일한 작동원리가 적용된다. 그러나, 본 발명에 따른 채널형 흐름 전극 구조체는 도 1에 도시된 판상형 전기유로를 갖는 축전식 흐름전극장치와 달리 별도의 전해질 유로가 없더라도 채널형 전극 단위체의 액체침투성 벽체에 의해 전해질이 공급될 수 있으므로 전기화학적 셀로서 작동할 수 있다(도 7). 또한, 본 발명에 따른 채널형 흐름 전극 구조체에서는 전극 유로를 둘러싸고 있는 채널형 액체침투성 벽체 전체 벽면에서 음이온과 양이온의 이동이 발생되므로, 판상형 흐름 전극과 달리 전극 유로 내 음이온과 양이온의 이동 거리가 짧아 전극활물질에 흡착/탈착 속도가 높을 뿐만 아니라 충방전 효율이 높고 흐름전극장치(200)의 용량도 크게 증가할 수 있다.
- [84] 다공성 집전체에 전압을 인가하면 채널을 흐르는 양극 활물질 및 음극 활물질에 전하가 형성되어 전해질내의 양이온 및 음이온이 분리막 및 채널형 벽체를 통해 활물질과 흡착하여 빠져나감으로서 탈염이 일어난다. 전극활물질에서의 이온 흡착 또는 탈착을 통해 전기를 발생할 때 전기를 집전할 수 있다.
- [85] 도 7에 도시된 바와 같이, 본 발명에 따른 채널형 흐름 전극 구조체는 별도의 전해질 유로가 없을 수 있고, 액체 투과성 벽체가 이를 대신할 수 있다. 따라서, 축전식 흐름전극장치의 크기를 더욱 작게 할 수 있는 장점이 있다.
- [86] 본 발명의 채널형 흐름 전극 구조체는
- [87] 유체가 입구로 도입되어 출구로 배출되는 채널들을 복수개 구비한 기본 골격을 형성하는 액체침투성 벽체를 준비하는 제1c단계;
- [88] 선택된 채널(들)을 양이온을 통과시키는 이온교환물질로 채널형 벽체 내부면, 벽체 자체 또는 이의 조합에 적용하고, 선택된 다른 채널(들)을 음이온을 통과시키는 이온교환물질로 채널형 벽체 내부면, 벽체 자체 또는 이의 조합에 적용하는 제2c단계; 및
- [89] 다공성 집전체를 이온교환 물질이 적용된 채널형 벽체의 내부면에 적용하는 제3c단계
- [90] 를 포함하는 제조방법에 의해 제공될 수 있다.
- [91] 또한, 본 발명의 채널형 흐름 전극 구조체는
- [92] 유체가 입구로 도입되어 출구로 배출되는 채널들을 복수개 구비한 기본 골격을 형성하는 액체침투성 벽체를 준비하는 제1d단계;
- [93] 다공성 집전체를 채널형 벽체의 내부면에 적용하는 제2d단계;
- [94] 다공성 집전체가 적용된 채널들 중 선택된 채널(들)을 양이온을 통과시키는 이온교환물질로 채널형 벽체 내부면에 코팅하고, 다공성 집전체가 적용된 채널들 중 선택된 다른 채널(들)을 음이온을 통과시키는 이온교환물질로 채널형 벽체 내부면에 코팅하는 제3c단계;
- [95] 를 포함하는 제조방법에 의해 제공될 수 있다.
- [96] 한편, 본 발명의 제8양태에 따른 채널형 흐름 전극 구비 셀은

- [97] 액체침투성 벽체에 의해 한정된 채널형 흐름 양극 단위체(unit)로서, 양이온을 통과시키고 전기 전도성을 가지는 양극 이온교환집전체가 채널형 벽체 내부면에 위치되어 있는 채널형 흐름 양극 단위체; 및
- [98] 액체침투성 벽체에 의해 한정된 채널형 흐름 음극 단위체(unit)로서, 음이온을 통과시키고 전기 전도성을 가지는 음극 이온교환집전체가 채널형 벽체 내부면에 위치되어 있는 채널형 흐름 음극 단위체를 구비하되,
- [99] 채널 입구로부터 도입되어 채널 출구로 배출되는 전극활물질 함유 유체가 흐르는 전극 유로가, 이온교환집전체를 통해 상기 벽체로부터 이격되어 있는 것일 수 있다.
- [100] 또한, 본 발명의 제9양태에 따른 채널형 흐름 전극 구비 셀은
- [101] 액체침투성 벽체에 의해 한정된 채널형 흐름 양극 단위체(unit)로서, 양이온을 통과시키도록 이온교환 물질이 채널형 벽체 내부면, 외부면, 벽체 자체 또는 이들의 조합 위치에 적용되어 있으며 다공성 집전체가 이온교환 물질이 적용된 채널형 벽체의 내부면에 적용되어 있는 채널형 흐름 양극 단위체; 및
- [102] 액체침투성 벽체에 의해 한정된 채널형 흐름 음극 단위체(unit)로서, 음이온을 통과시키도록 이온교환 물질이 채널형 벽체 내부면, 외부면, 벽체 자체 또는 이들의 조합 위치에 적용되어 있으며 다공성 집전체가 이온교환 물질이 적용된 채널형 벽체의 내부면에 적용되어 있는 채널형 흐름 음극 단위체를 구비하되,
- [103] 채널 입구로부터 도입되어 채널 출구로 배출되는 전극활물질 함유 유체가 흐르는 전극 유로가, 다공성 집전체를 통해 상기 벽체로부터 이격되어 있는 것일 수 있다.
- [104] 본 발명의 제8양태 또는 제9양태에 따른 채널형 흐름 전극 구비 셀은 채널형 흐름 양극 단위체를 하나 이상, 그리고 채널형 흐름 음극 단위체를 하나 이상 구비하고 액체침투성 벽체를 통해 전해질이 공급되어 전기화학적 셀을 형성한다. 이때, 채널형 흐름 양극 단위체 및 채널형 흐름 음극 단위체는 인접한 벽체를 공유할 수 있다(도 7)
- [105] 도 12에 도시된 바와 같이, 레독스 흐름전극장치(120)는 분리막(130)을 기준으로 양측에 전극용액이 흐르는 양극유로(126)와 음극유로(128)가 형성되고, 상기 양극유로(126) 및 상기 음극유로(128) 각각에는 전기를 모으는 양극집전체(122)와 음극집전체(124)가 배치된다.
- [106] 상기 양극유로(126)에는 양극용액탱크(132)에 저장된 양극용액이 양극펌프(134)에 의해 순환하게 되고, 상기 음극유로(128)에는 음극용액탱크(136)에 저장된 음극용액이 음극펌프(138)에 의해 순환하게 된다. 양극용액과 음극용액은 일반적으로 아연이온과 브롬이온을 포함하는 전해질용액을 사용한다.
- [107] 따라서, 상기 분리막(130)을 기준으로 상기 양극유로(126)와 상기 음극유로(128)에서 산화환원반응이 일어나면서, 전기를 방출하거나 축전하게 된다.

- [108] 본 발명은 레독스 흐름전극장치 중 양극/음극/분리막/전해질을 본 발명의 제3양태 또는 제10양태에 따른 채널형 흐름 전극 구조체로 제공하는 것이 특징이다.
- [109] 본 발명의 제10양태에 따른 채널형 흐름 전극 구조체는 채널형 골격 지지체의 기능으로 액체침투성 벽체 대신 분리막을 적용하기 위해 본 발명의 제1양태 또는 제2양태에 따른 채널형 흐름 전극 단위체를 일부 수정한 것이다.
- [110] 여기서, 분리막은 이온이 자유롭게 통과될 수 있는 전기절연성 막으로, 양극과 음극을 물리적으로 분리시켜준다.
- [111] 본 발명의 제10양태에 따른 채널형 흐름 전극 구조체는,
- [112] 유체가 입구로 도입되어 출구로 배출되는 채널들을 복수개 구비한 기본 골격을 형성하는 분리막 지지체;
- [113] 상기 분리막 지지체에서 선택된 채널(들)의 내부 벽면에 다공성 집전체가 배치되고, 채널 입구로부터 도입되어 채널 출구로 배출되는 양극활물질 함유 유체가 흐르는 양극 유로가 다공성 집전체를 통해 상기 채널형 분리막 지지체로부터 이격되어 있는, 채널형 흐름 양극 단위체(unit); 및
- [114] 상기 분리막 지지체에서 선택된 다른 채널(들)의 내부 벽면에 다공성 집전체가 배치되고, 채널 입구로부터 도입되어 채널 출구로 배출되는 음극활물질 함유 유체가 흐르는 음극 유로가 다공성 집전체를 통해 상기 채널형 분리막 지지체로부터 이격되어 있는, 채널형 흐름 음극 단위체(unit)를 포함할 수 있다.
- [115] 이때, 전기화학적 셀로 작동하기 위해, 상기 채널형 흐름 양극 단위체의 주위로는 상기 채널형 흐름 음극 단위체가 인접하여 배치되어 있는 것일 수 있다.
- [116] 상기 분리막 지지체는, 구조물을 형성하도록 하는 다공성 지지체에 프로톤을 선택적으로 투과시키는 물질을 상기 다공성 지지체의 공극에 코팅한 세공충진막 형태일 수 있다.
- [117] 다공성 집전체는 분리막 지지체에 의해 형성된 채널의 내벽면에 맞닿도록 배치될 수 있다. 따라서, 양극 활물질 함유 유체가 흐르는 양극 유로는 다공성 집전체를 통해 상기 채널형 분리막 지지체로부터 이격되어 있고, 음극 활물질 함유 유체가 흐르는 음극 유로는 다공성 집전체를 통해 상기 채널형 분리막 지지체로부터 이격되어 있다.
- [118] 이때 사용되는 양극 활물질 및 상기 음극 활물질은 서로 다른 물질이 사용될 수도 있지만, 동일한 물질이 사용될 수도 있다.
- [119] 또한, 본 발명의 제10양태에 따른 채널형 흐름 전극 구조체는 채널형 전해질 유로를 추가로 구비할 수 있으며, 전해질 유로는 분리막에 의해 한정된 채널형일 수 있다.
- [120] 도 13에 도시된 바와 같이, 본 발명의 제10양태에 따른 채널형 흐름 전극 구조체를 구비한 레독스 흐름전극장치(418)는, 프로톤만을 투과시키는 분리막 지지체(402)와, 상기 채널형 분리막 지지체(402)의 내부에 형성된 흐름 양극

유로(401)과 흐름 음극 유로(403)를 포함할 수 있다. 도 13에 도시된 바와 같이, 상기 채널형 흐름 양극 유로(401)과 상기 채널형 흐름 음극 유로(403)는 바둑판 무늬를 가지도록 배치될 수 있다. 이 결과, 상기 분리막 지지체(402)를 통해 프로톤이 이동하면서, 상기 채널형 흐름 양극 유로(401)과 상기 채널형 흐름 음극 유로(403)에서 각각 양극 활물질 함유 유체 및 음극 활물질 함유 유체에서 산화환원반응이 일어나면서, 충전 또는 방전을 하게 된다.

[121] 본 발명의 일 구체예에 따른 격자형 축전식 탈염 셀은 도 17과 같은 배치 모드(batch mode), 또는 공급된 염수가 탈염되어 빠져나가는 연속 모드(continuous mode)로 작동될 수 있다.

[122] 탈염은 주로 양이온 및 음이온 교환막-코팅된 채널 사이의 탈염 장소(1x3 셀의 가운데 채널)에서 일어난다. 채널의 수가 3개에서 9개로 증가하는 경우, 4개의 개별적인 장소가 탈염 장소로 기능할 수 있다. 즉 전체 시스템(3x3 셀)의 부피가 3배 증가한 반면 탈염 장소는 1x3 셀의 4배로 증가한 것이다. 따라서, 셀 크기가 확장됨에 따라, 탈염 장소의 수가 급격히 증가함으로써 염 제거 용량은 현저히 증가한다. 더욱이, 격자형 셀의 경우 채널 수가 증가하더라도, 연속형(series-type) FCDI 스택의 문제점 중 하나인 압력 증가가 일어나지 않는다.

발명의 효과

[123] 본 발명에 따라 채널형 흐름 전극 단위체를 2개 이상 구비한 채널형 흐름 전극 구조체는 발전, 에너지저장, 탈염 등의 대단위 플랜트에 적합하도록 전극용량을 확대시키면서도 부품수를 줄여서 제조비용과 설치공간을 획기적으로 감소시킬 수 있으며, 축전식 흐름전극장치 및/또는 레독스 흐름전극장치에 적용될 수 있으며, 이온 또는 프로톤이 이동하면서 전기를 발전, 에너지저장, 탈염하는 장치에 모두 적용이 가능하다.

도면의 간단한 설명

[124] 도 1은 본 발명의 기본구조 및 작동원리가 도출되는 판상형 축전식 흐름전극장치의 개략도이다.

[125] 도 2는 본 발명의 일구체예에 따라 채널형 흐름 전극 단위체를 2개 이상 일체형으로 구비한 채널형 흐름 전극 구조체의 개략도이다.

[126] 도 3은 본 발명의 일구체예에 따른 채널형 흐름 양극 단위체 및 채널형 흐름 양극 단위체의 개략도이다.

[127] 도 4는 본 발명의 일구체예에 따라 채널형 흐름 전극 단위체를 2개 이상 조립한 채널형 흐름 전극 구조체의 개략도이다.

[128] 도 5a는 본 발명의 일구체예에 따라 채널형 흐름 양극 단위체와 채널형 흐름 음극 단위체 사이에 별도의 전해질 유로가 있는 경우 각 채널에서 전극활물질 흐름 상 및 전해질 흐름 상의 양이온 및 음이온의 분포 및 흐름을 도시한 개략도이다.

[129] 도 5b는 본 발명의 일구체예에 따라 채널형 흐름 양극 단위체와 채널형 흐름

음극 단위체 사이에 별도의 전해질 유로가 있는 경우 채널형 흐름 전극 구조체의 구조 단면도이다.

- [130] 도 6은 본 발명의 일구체예에 따라 채널형 흐름 양극 단위체와 채널형 흐름 음극 단위체 사이에 전해질 유로가 배치되는 경우 채널형 흐름 전극 구조체의 작동원리를 도시한 개략도이다.
- [131] 도 7은 본 발명의 일구체예에 따라 채널형 흐름 양극 단위체와 채널형 흐름 음극 단위체 사이에 별도의 전해질 유로가 없는 경우 액체침투성 벽체를 통해 전해질의 흐름을 도시한 개략도이다.
- [132] 도 8은 실시예 1의 3개 채널형 흐름 전극 구조체를 제조하는 방법의 도시한 개략도이다.
- [133] 도 9는 본 발명의 일구체예에 따른 채널형 흐름 전극 구조체에서 채널형흐름 양극 단위체 및 채널형흐름 음극 단위체의 배치도이다.
- [134] 도 10은 본 발명의 일구체예에 따라 채널형 전해질 유로(빗금으로 표시)를 구비한 채널형 흐름 전극 구조체에서 각 채널의 배치도이다.
- [135] 도 11은 본 발명의 다양한 구체예에 따라 전해질 유로(검은 원으로 표시)를 구비한 채널형 흐름 전극 구조체의 개략도이다.
- [136] 도 12는 일반적인 레독스 흐름전지의 구조를 나타내는 개략도이다.
- [137] 도 13은 본 발명의 일구체예에 따른 레독스 흐름전극장치의 개략도이다.
- [138] 도 14는 실시예 1에서 제조된 3개 채널형 흐름 전극 구조체를 사용하여, 반응시간에 따른 전류값의 변화를 도시한 그래프이다.
- [139] 도 15는 실시예 2에서 제조된 9개 채널형 흐름 전극 구조체를 사용하여, 반응시간에 따른 전류값의 변화를 도시한 그래프이다.
- [140] 도 16은 본 발명의 일 구체예에 따른 격자형 축전식 탈염 셀의 개략도이다((a): 상면도(1x3-채널 셀), (b): 3x3-채널 셀, (c): 탈염 과정).
- [141] 도 17은 본 발명의 일 구체예에 따른, 배치 모드(batch mode)에서 작동하는 격자형 축전식 탈염 셀의 구성((a)) 및 염 농도 변화((b))를 나타낸다.

발명의 실시를 위한 형태

- [142] 이하, 본 발명을 실시예를 통하여 보다 구체적으로 설명한다. 다만, 하기 실시예는 본 발명의 기술적 특징을 명확하게 예시하기 위한 것일 뿐 본 발명의 보호범위를 한정하는 것은 아니다.
- [143] 실시예 1: 3개 채널형 흐름 전극 구조체
- [144] 도 8에 도시된 바와 같이 3개 채널을 가진 채널형 전극 구조체를 제조하였다.
- [145] 구체적으로는 3개의 사각 기둥 채널 지지체를 성형하여, 액체침투성 가능한 마이크로포러스 허니컴 구조를 준비하였다. 이어서, 첫번째 사각 기둥 채널은 양이온분리막으로 코팅하고, 세번째 사각 기둥 채널은 음이온분리막으로 코팅하여, 각각 양이온 교환막 및 음이온 교환막은 채널 내부벽면에 형성하였다. 이어서, 이온 교환막이 코팅된 첫번째 사각 기둥 채널 및 세번째 사각 기둥 채널

내부벽면에 그래핀을 코팅하여 다공성 집적체를 형성하였다.

- [146] 이로 인해 첫번째 사각 기동 채널은 양극 활물질 함유 유체가 흐르는 양극 유로를, 두번째 사각 기동 채널은 전해질 유로를, 세번째 사각 기동 채널은 음극 활물질 함유 유체가 흐르는 음극 유로를 제공하는 채널형 흐름 전극 구조체를 준비하였다.
- [147] 한편, 양극활물질과 음극활물질은 활성탄소를 사용하였으며, 양극 활물질 함유 유체 및 음극 활물질 함유 유체는 물에 10 wt%의 활성탄소와 0.1M의 NaCl을 첨가하여 제조하였다.
- [148] 상기와 같이 준비된 셀을 염수 (35 g/L)이 담긴 용기에 담고 반응을 시작하였다. 염수내의 NaCl의 양은 염수의 전도도(conductivity)로부터 유추할 수 있다. 탈염반응을 하지 않은 초기 염수(35g/L)의 전도도는 55 mS/cm 인데 비해 탈염반응후 전도도가 37 mS/cm 으로 감소하였다. 이를 통해 염수의 농도는 23.5 g/L 라는 결과를 유추하였다.
- [149] 도 14에 도시된 바와 같이, 실시예 1에서 제조된 3개 채널형 흐름 전극 구조체는 Salt Removal Efficiency가 ~ 33 % 정도로 탈염장치로서 구동가능하다.
- [150] 실시예 2: 9개 채널형 흐름 전극 구조체
- [151] 실시예 1과 동일한 방법으로 도 5a에 도시된 바와 같은 9개 채널형 흐름 전극 구조체를 제조하였다.
- [152] 또한, 실시예 1과 동일한 방법으로 실험한 결과를 표 1 및 도 15에 나타내었다.
- [153] 준비된 셀을 염수 (35 g /L)이 담긴 용기에 담고 반응을 시작하였다. 염수내의 NaCl의 양은 염수의 전도도(conductivity)로부터 유추할 수 있다. 3개 채널 셀의 경우 탈염반응을 하지 않은 초기 염수(35g/L)의 전도도는 62 mS/cm 인데 비해 탈염반응후 전도도가 50 mS/cm 으로 감소하였다. 이를 통해 염수의 농도는 28 g/L 라는 결과를 유추하였고 이 때 염 제거효율은 20% 이다. 셀을 9개 채널로 확장한 경우에는 전도도가 8.15 mS/cm 로 감소하였고 이 때 염수의 농도는 8.1 g/L이며 염 제거효율은 87 %이다.
- [154] [표1]

	Conductivity (mS/cm)	Salt Concentration (g/L)	Salt Removal Efficiency (%)
Pristine	62	35	
Desalinated (3 Cell Type)	50	28	20
Desalinated (9 Cell Type)	8.15	8.1	87

- [155] Operating Condition: @1.2 V for 90 min 3.5 mL
- [156] 실시예 3: 배치 모드에서 1x3 및 3x3 셀의 탈염 파라미터 측정

[157] 문헌(A novel three-dimensional desalination system utilizing honeycomb-shaped lattice structures for flow-electrode capacitive deionization, Energy Environ. Sci., 2017, 10, 1746-1750)에 기재된 바와 같이, 도 17의 배치 모드에서 탈염 실험을 수행하였으며, 상기 문헌은 본 발명에 포함된다.

[158] 격자 구조의 규격은 폭 3 mm, 벽 두께 0.5 mm, 높이 120 mm였다. 코디어라이트(cordierite)는 10 내지 30 μm 의 다공성 채널을 가지며, 표면에 이온 교환막이 코팅되었다. 그 위에 전류 집전체로서 그래핀 층이 약 30 μm 로 코팅되었다. 준비된 셀을 35 g/L의 염수가 담긴 챔버에 담가 배치 모드에서 탈염 실험을 수행하였다. 염 제거 효율은 아래의 식에 의해 계산하였다. 실험 결과는 표 2에 나타나 있다.

[159] [표2]

	Current after 100 min (mA)	Current density after 100 min (A/m ²)	Salt removal capacity ($\mu\text{mol}/\text{min}$)	Desalination efficiency after 100 min (%)
1x3 cell	5.8	17.6	9	5.6
3x3 cell	21.1	15.9	33	18.3

[160] 상기와 같이, 본 발명의 바람직한 실시예를 참조하여 설명하였지만 해당 기술 분야의 숙련된 당업자라면 하기의 특허청구범위에 기재된 본 발명의 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 및 변경시킬 수 있음을 이해할 수 있을 것이다.

[161] 부호의 설명

[162] 100,200,418: 흐름전극장치

[163] 102,216,416: 전해질 유로

[164] 104,204: 양극 이온교환막

[165] 106,206 : 다공성양극판

[166] 108,208: 음극 이온교환막

[167] 110,210 : 다공성음극판

[168] 111: 양극활물질

[169] 112,201,401: 흐름양극

[170] 113: 양극활물질

[171] 114,203,403: 흐름음극

[172] 116,118: 폐쇄플레이트

[173] 202,402: 지지체

[174] 212,214,412,414: 전극용액

[175]

청구범위

- [청구항 1] 액체침투성 벽체에 의해 한정된 채널형 흐름 전극 단위체(unit)로서, 양이온 또는 음이온을 통과시키고 전기 전도성을 가지는 이온교환집전체가 채널형 벽체 내부면에 위치되어 있으며, 채널 입구로부터 도입되어 채널 출구로 배출되는 전극활물질 함유 유체가 흐르는 전극 유로가, 이온교환집전체를 통해 상기 벽체로부터 이격되어 있는 것이 특징인 채널형 흐름 전극 단위체.
- [청구항 2] 액체침투성 벽체에 의해 한정된 채널형 흐름 전극 단위체(unit)로서, 양이온 또는 음이온을 통과시키도록 이온교환 물질이 채널형 벽체 내부면, 외부면, 벽체 자체 또는 이들의 조합 위치에 적용되어 있으며, 다공성 집전체가 이온교환 물질이 적용된 채널형 벽체의 내부면에 적용되어 있고, 채널 입구로부터 도입되어 채널 출구로 배출되는 전극활물질 함유 유체가 흐르는 전극 유로가, 다공성 집전체를 통해 상기 벽체로부터 이격되어 있는 것이 특징인 채널형 흐름 전극 단위체.
- [청구항 3] 제1항에 있어서, 이온교환집전체는 이온교환막과 다공성 집전체가 적층된 것이 특징인 채널형 흐름 양극 단위체.
- [청구항 4] 제1항 또는 제2항에 있어서, 액체침투성 벽체는 전기절연성인 것이 특징인 채널형 흐름 전극 단위체.
- [청구항 5] 제1항 또는 제2항에 있어서, 전극활물질은 이온을 흡착 및 탈착할 수 있는 것이 특징인 채널형 흐름 전극 단위체.
- [청구항 6] 제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 기재된 채널형 흐름 전극 단위체를 2개 이상 구비한 채널형 흐름 전극 구조체.
- [청구항 7] 제6항에 있어서, 채널형 흐름 전극 단위체들은 블록형태로 조립가능한 것이 특징인 채널형 흐름 전극 구조체.
- [청구항 8] 제6항에 있어서, 서로 인접한 두 개의 채널형 흐름 전극 단위체는 액체침투성 벽체를 공유하는 것이 특징인 채널형 흐름 전극 구조체.
- [청구항 9] 제8항에 있어서, 유체가 입구로 도입되어 출구로 배출되는 채널들을 복수개 구비한 기본 골격을 일체형의 액체침투성 벽체로 형성한 후 액체침투성 벽체로 한정된 채널들 중 일부 또는 전부가 상기 흐름 전극 단위체(unit)를 구성하는 것이 특징인 채널형 흐름 전극 구조체.
- [청구항 10] 제6항에 있어서, 채널형 전해질 유로를 추가로 구비하는 것이 특징인 채널형 흐름 전극 구조체.
- [청구항 11] 제10항에 있어서, 전해질 유로는 액체침투성 벽체에 의해 한정된 채널형인 것이 특징인 채널형 흐름 전극 구조체.
- [청구항 12] 제6항에 있어서, 채널형 흐름 양극 단위체를 하나 이상, 그리고 채널형 흐름 음극 단위체를 하나 이상 구비하고 액체침투성 벽체를 통해

전해질이 공급되어 전기화학적 셀을 형성하는 것이 특징인 채널형 흐름 전극 구조체.

[청구항 13] 제6항에 있어서, 채널형 흐름 양극 단위체를 하나 이상, 그리고 채널형 흐름 음극 단위체를 하나 이상 구비하되, 서로 인접한 채널형 흐름 양극 단위체 및 채널형 흐름 음극 단위체의 관계가 하나 이상 있는 것이 특징인 채널형 흐름 전극 구조체.

[청구항 14] 제6항에 있어서, 전해질은 별도의 채널형 유로를 통해, 액체침투성 벽체를 통해 또는 둘다를 통해 공급되고, 채널을 기준으로 전해질은 채널 길이 방향으로 공급되거나, 채널의 측면방향으로 공급되거나 둘 다인 것이 특징인 채널형 흐름 전극 구조체.

[청구항 15] 제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 기재된 채널형 흐름 전극 단위체의 제조방법으로서,
액체침투성 벽체에 의해 한정된 채널을 준비하는 제1a단계;
양이온 또는 음이온을 통과시키는 이온교환물질을 채널형 벽체 내부면, 외부면, 벽체 자체 또는 이의 조합에 적용하는 제2a단계; 및
다공성 집전체를 이온교환 물질이 적용된 채널형 벽체의 내부면에 적용하는 제3a단계
를 포함하는 것이 특징인 채널형 흐름 전극 단위체의 제조방법.

[청구항 16] 제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 기재된 채널형 흐름 전극 단위체의 제조방법으로서,
액체침투성 벽체에 의해 한정된 채널을 준비하는 제1b단계;
다공성 집전체를 채널형 벽체의 내부면에 적용하는 제2b단계; 및
양이온 또는 음이온을 통과시키는 이온교환막을 다공성 집전체가 적용된 채널형 벽체 내부면에 적용하는 제3b단계;
를 포함하는 것이 특징인 채널형 흐름 전극 단위체의 제조방법.

[청구항 17] 제6항에 기재된 채널형 흐름 전극 구조체의 제조방법으로서,
유체가 입구로 도입되어 출구로 배출되는 채널들을 복수개 구비한 기본 골격을 형성하는 액체침투성 벽체를 준비하는 제1c단계;
선택된 채널(들)을 양이온을 통과시키는 이온교환물질로 채널형 벽체 내부면, 벽체 자체 또는 이의 조합에 적용하고, 선택된 다른 채널(들)을 음이온을 통과시키는 이온교환물질로 채널형 벽체 내부면, 벽체 자체 또는 이의 조합에 적용하는 제2c단계; 및
다공성 집전체를 이온교환 물질이 적용된 채널형 벽체의 내부면에 적용하는 제3c단계
를 포함하는 것이 특징인 채널형 흐름 전극 구조체의 제조방법.

[청구항 18] 제6항에 기재된 채널형 흐름 전극 구조체의 제조방법으로서,
유체가 입구로 도입되어 출구로 배출되는 채널들을 복수개 구비한 기본 골격을 형성하는 액체침투성 벽체를 준비하는 제1d단계;

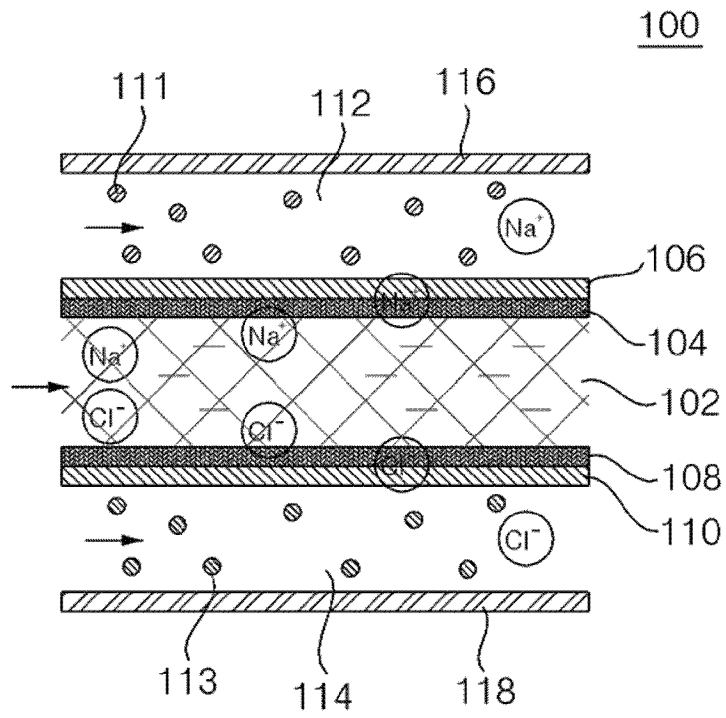
다공성 집전체를 채널형 벽체의 내부면에 적용하는 제2d단계;
 다공성 집전체가 적용된 채널들 중 선택된 채널(들)을 양이온을 통과시키는 이온교환물질로 채널형 벽체 내부면에 코팅하고, 다공성 집전체가 적용된 채널들 중 선택된 다른 채널(들)을 음이온을 통과시키는 이온교환물질로 채널형 벽체 내부면에 코팅하는 제3c단계;
 를 포함하는 것이 특징인 채널형 흐름 전극 구조체의 제조방법.

- [청구항 19] 액체침투성 벽체에 의해 한정된 채널형 흐름 양극 단위체(unit)로서, 양이온을 통과시키고 전기 전도성을 가지는 양극 이온교환집전체가 채널형 벽체 내부면에 위치되어 있는 채널형 흐름 양극 단위체; 및 액체침투성 벽체에 의해 한정된 채널형 흐름 음극 단위체(unit)로서, 음이온을 통과시키고 전기 전도성을 가지는 음극 이온교환집전체가 채널형 벽체 내부면에 위치되어 있는 채널형 흐름 음극 단위체를 구비하되,
 채널 입구로부터 도입되어 채널 출구로 배출되는 전극활물질 함유 유체가 흐르는 전극 유로가, 이온교환집전체를 통해 상기 벽체로부터 이격되어 있는 것이 특징인 채널형 흐름 전극 구비 셀.
- [청구항 20] 액체침투성 벽체에 의해 한정된 채널형 흐름 양극 단위체(unit)로서, 양이온을 통과시키도록 이온교환 물질이 채널형 벽체 내부면, 외부면, 벽체 자체 또는 이들의 조합 위치에 적용되어 있으며 다공성 집전체가 이온교환 물질이 적용된 채널형 벽체의 내부면에 적용되어 있는 채널형 흐름 양극 단위체; 및 액체침투성 벽체에 의해 한정된 채널형 흐름 음극 단위체(unit)로서, 음이온을 통과시키도록 이온교환 물질이 채널형 벽체 내부면, 외부면, 벽체 자체 또는 이들의 조합 위치에 적용되어 있으며 다공성 집전체가 이온교환 물질이 적용된 채널형 벽체의 내부면에 적용되어 있는 채널형 흐름 음극 단위체를 구비하되,
 채널 입구로부터 도입되어 채널 출구로 배출되는 전극활물질 함유 유체가 흐르는 전극 유로가, 다공성 집전체를 통해 상기 벽체로부터 이격되어 있는 것이 특징인 채널형 흐름 전극 구비 셀.
- [청구항 21] 제19항 또는 제20항에 있어서, 채널형 흐름 양극 단위체를 하나 이상, 그리고 채널형 흐름 음극 단위체를 하나 이상 구비하고 액체침투성 벽체를 통해 전해질이 공급되어 전기화학적 셀을 형성하는 것이 특징인 채널형 흐름 전극 구비 셀.
- [청구항 22] 제19항 또는 제20항에 있어서, 채널형 흐름 양극 단위체 및 채널형 흐름 음극 단위체는 인접한 벽체를 공유하는 것이 특징인 채널형 흐름 전극 구비 셀.
- [청구항 23] 유체가 입구로 도입되어 출구로 배출되는 채널들을 복수개 구비한 기본 골격을 형성하는 분리막 지지체;

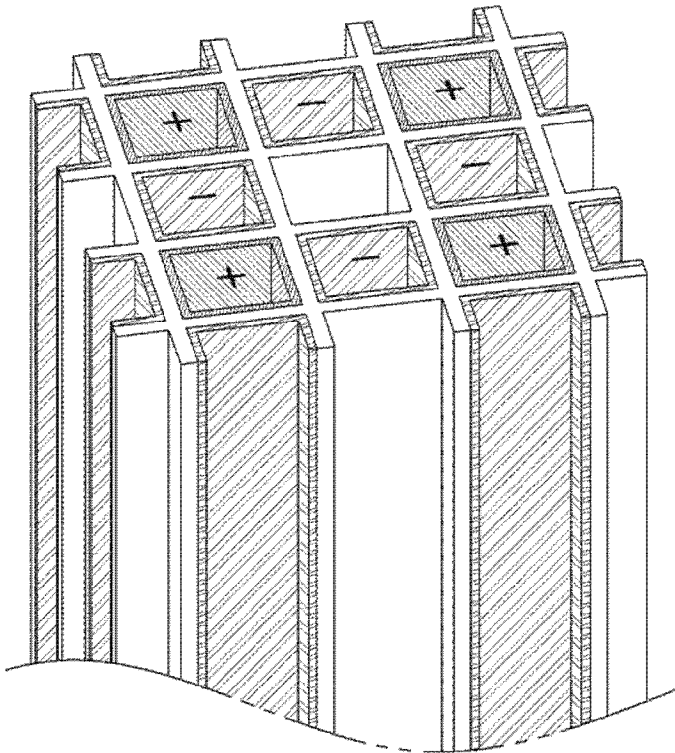
상기 분리막 지지체에서 선택된 채널(들)의 내부 벽면에 다공성 양극판이 배치되고, 채널 입구로부터 도입되어 채널 출구로 배출되는 양극활물질 함유 유체가 흐르는 양극 유로가 다공성 양극판을 통해 상기 채널형 분리막 지지체로부터 이격되어 있는, 채널형 흐름 양극 단위체(unit); 및 상기 분리막 지지체에서 선택된 다른 채널(들)의 내부 벽면에 다공성 음극판이 배치되고, 채널 입구로부터 도입되어 채널 출구로 배출되는 음극활물질 함유 유체가 흐르는 음극 유로가 다공성 음극판을 통해 상기 채널형 분리막 지지체로부터 이격되어 있는, 채널형 흐름 음극 단위체(unit)를 포함하는 것이 특징인 채널형 흐름 전극 구조체.

- [청구항 24] 제23항에 있어서, 상기 채널형 흐름 양극 단위체의 주위로는 상기 채널형흐름 음극 단위체가 인접하여 배치되어 있는 것이 특징인 채널형 흐름 전극 구조체.
- [청구항 25] 제23항에 있어서, 채널형 전해질 유로를 추가로 구비하는 것이 특징인 채널형 흐름 전극 구조체.
- [청구항 26] 제6항 또는 제23항의 채널 형 흐름 전극 구조체를 구비하는 것이 특징인 축전식 흐름전극장치.
- [청구항 27] 제6항 또는 제23항의 채널형 흐름 전극 구조체를 구비하는 것이 특징인 레독스 흐름전지장치.

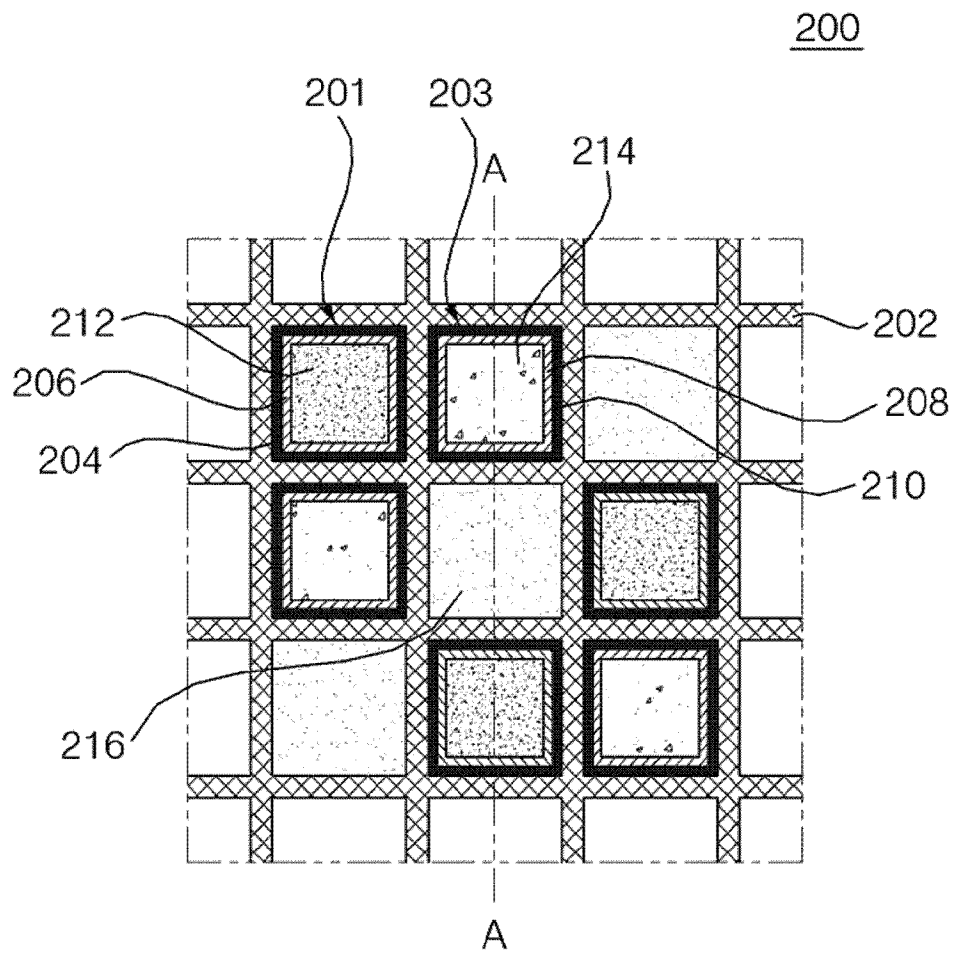
[도1]



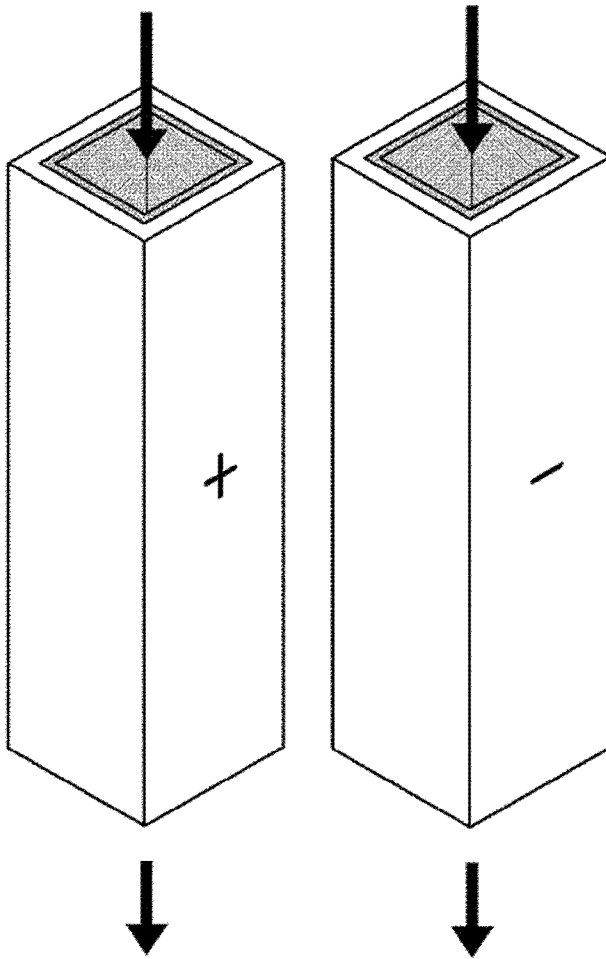
[도2a]



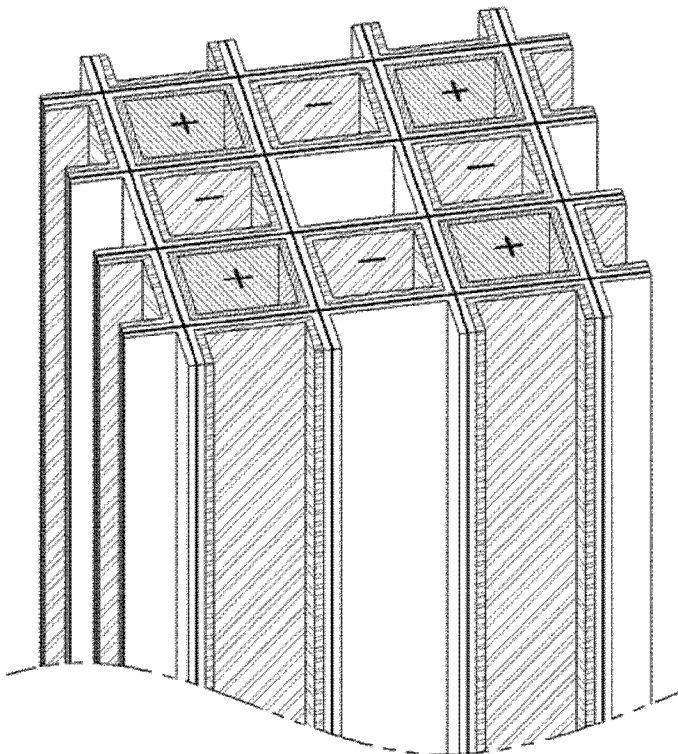
[도2b]



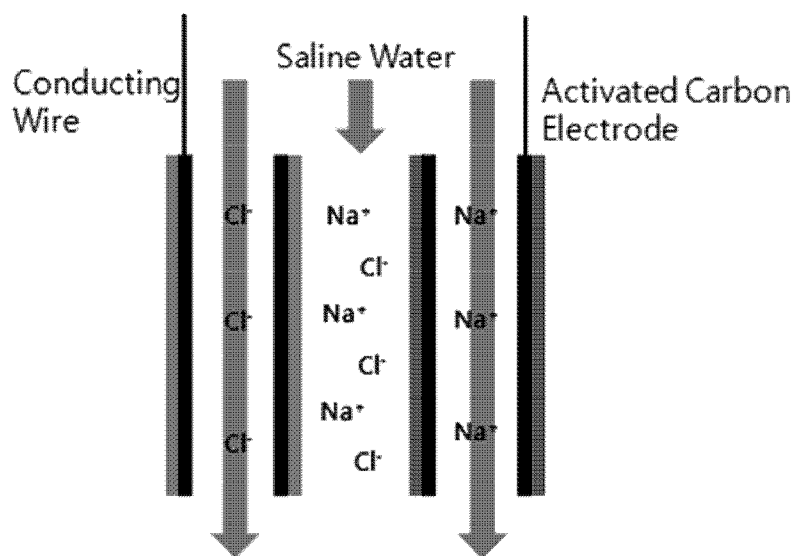
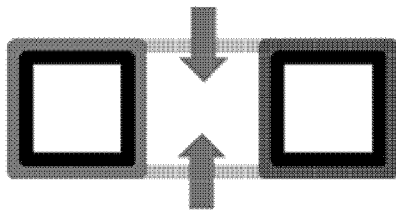
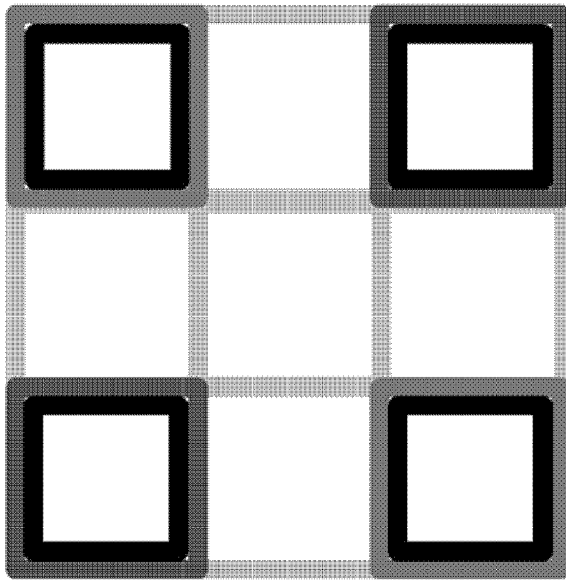
[도3]



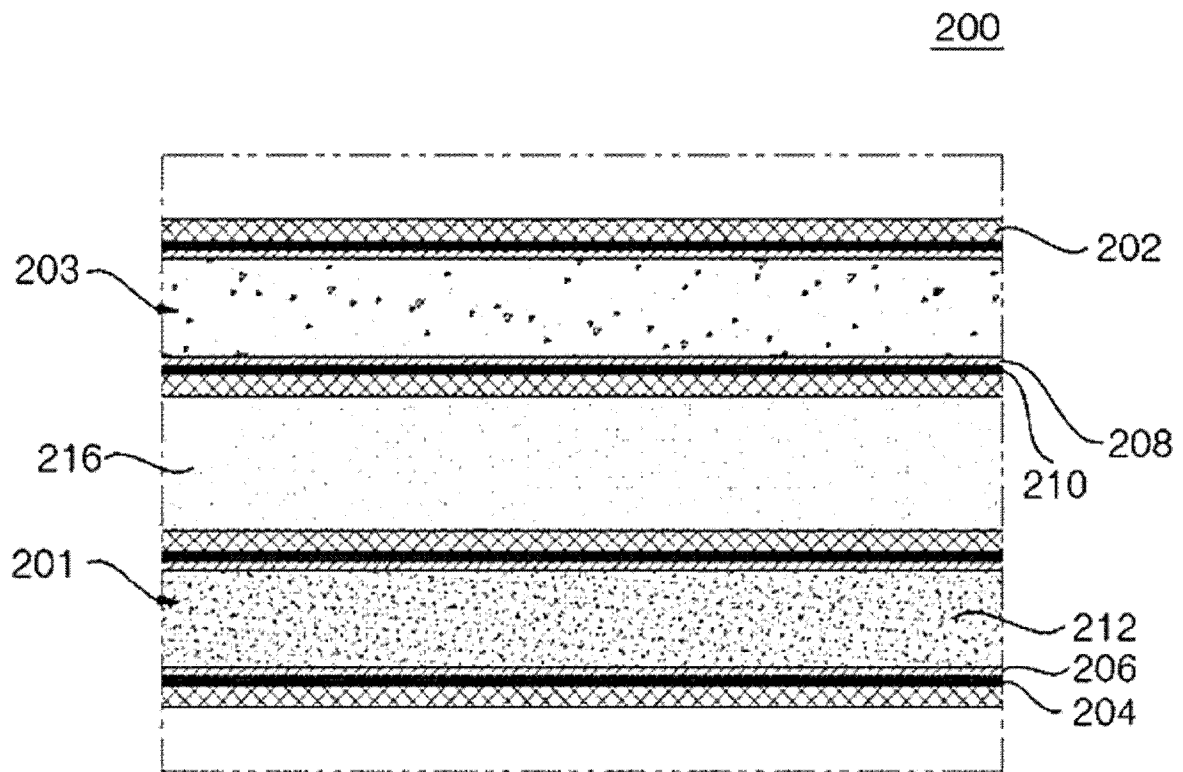
[도4]



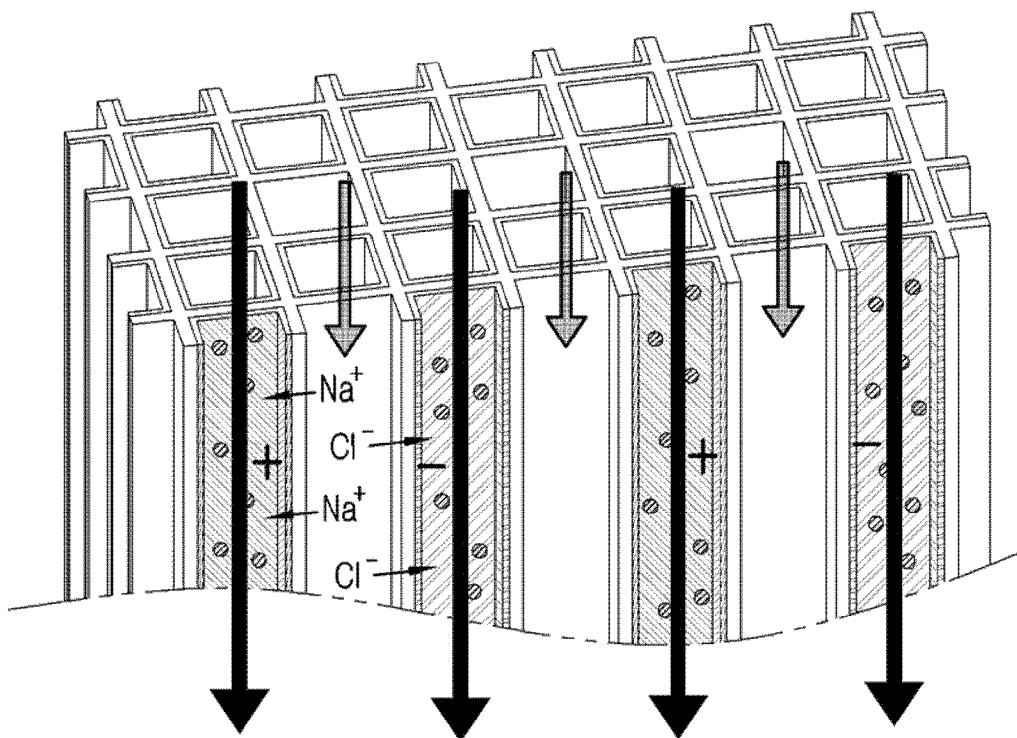
[도5a]



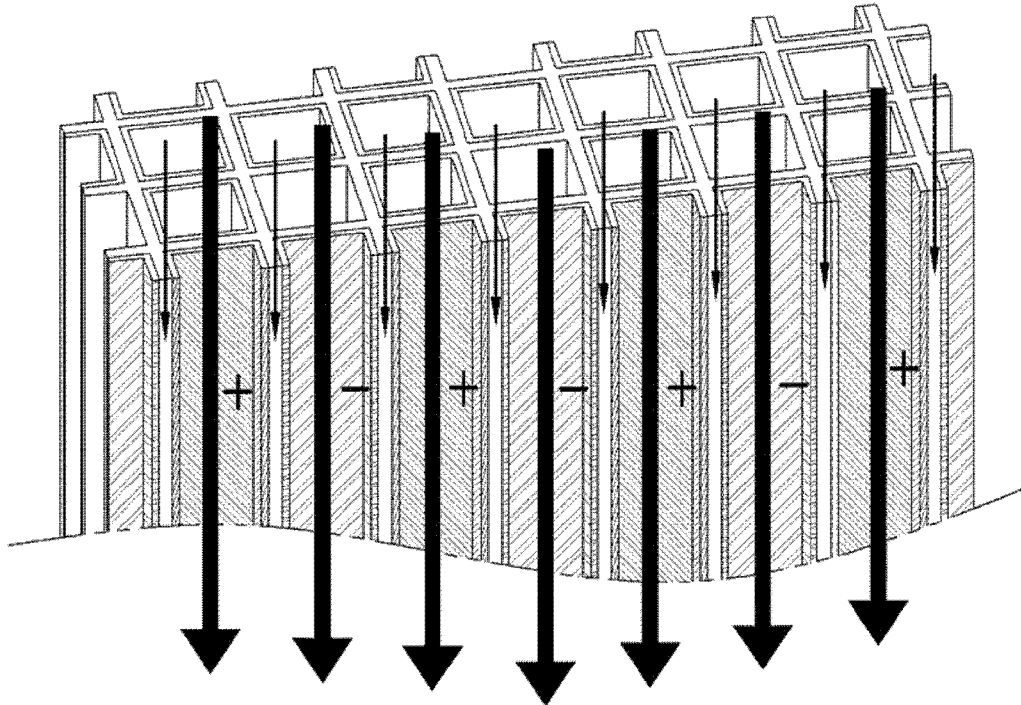
[도5b]



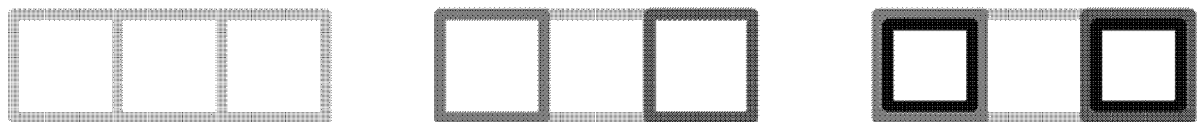
[도6]



[도7]



[도8]



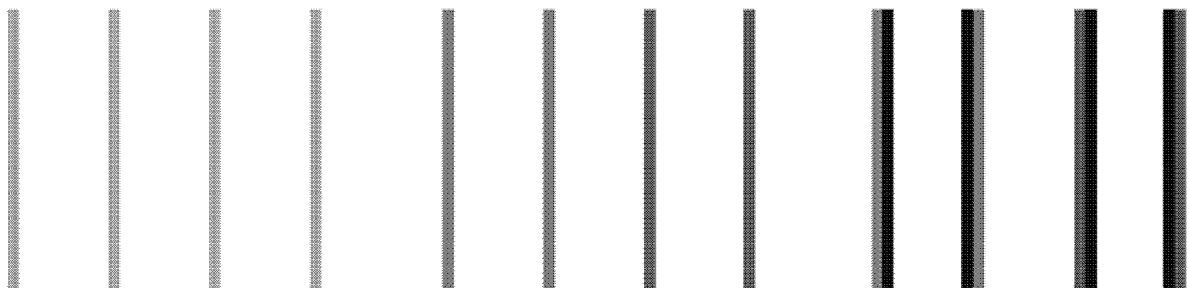
Microporous
Honeycomb Structure



Ion-Exchange
Membrane Coating



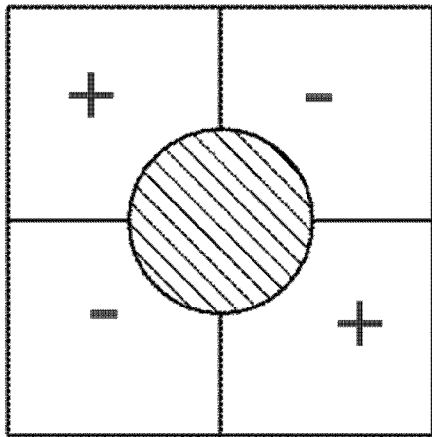
Graphene Coating



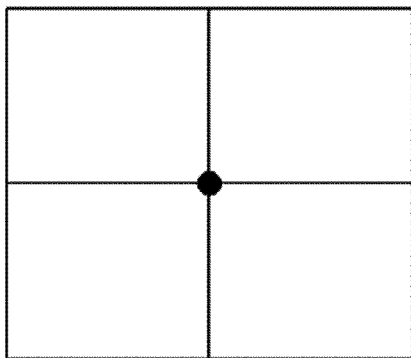
[도9]

+	-	
-		+
	+	-

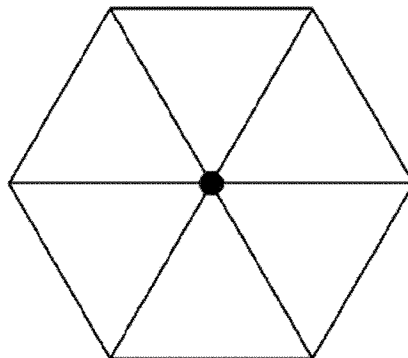
[도10]



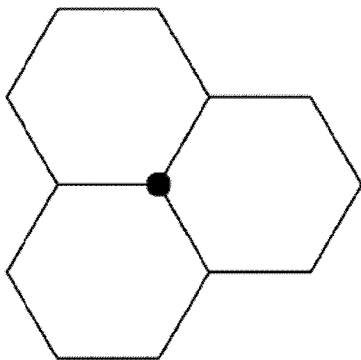
[도11]



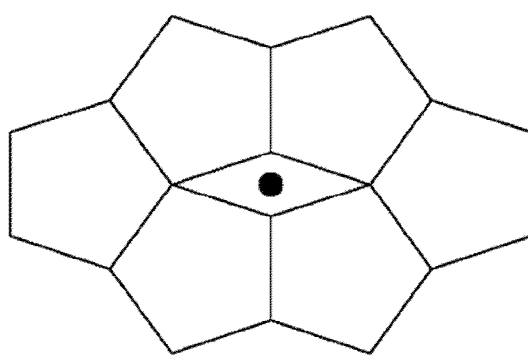
(a)



(b)

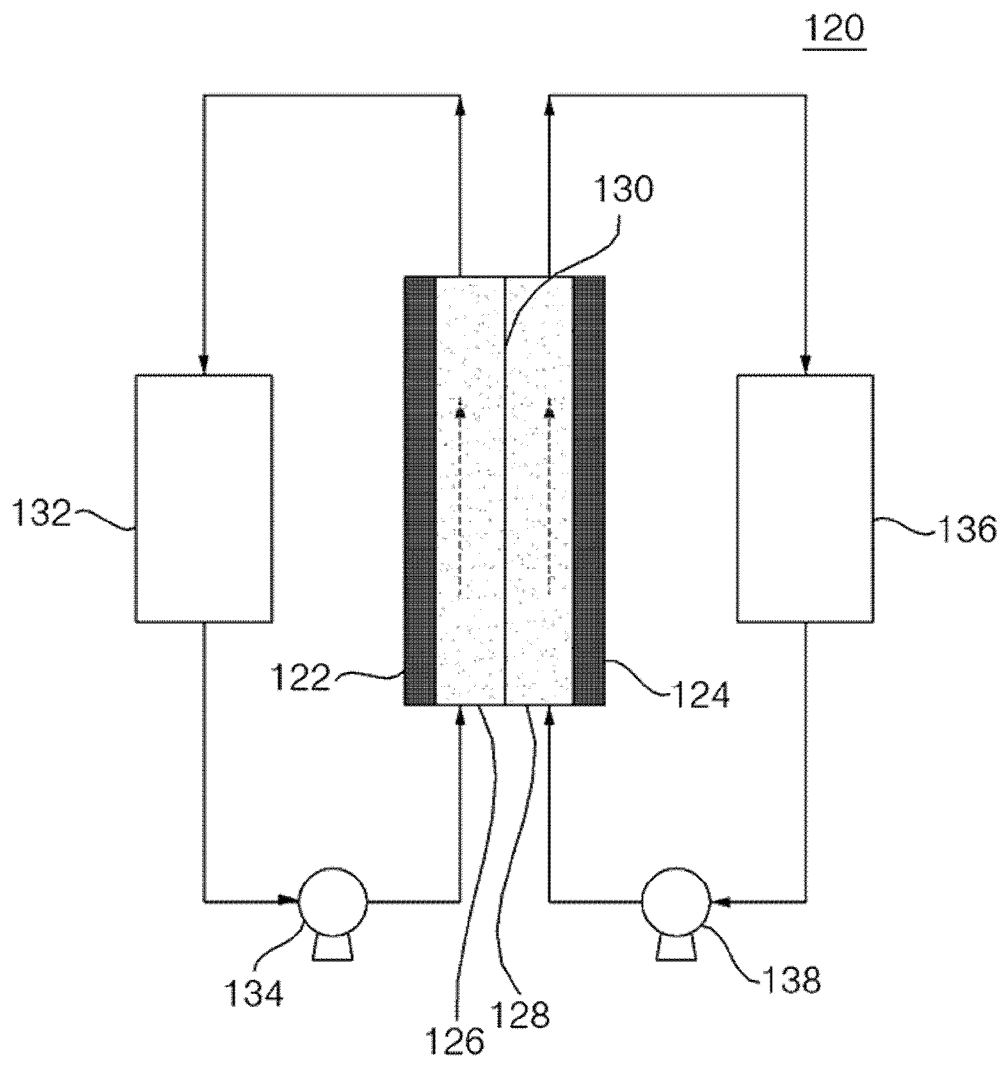


(c)

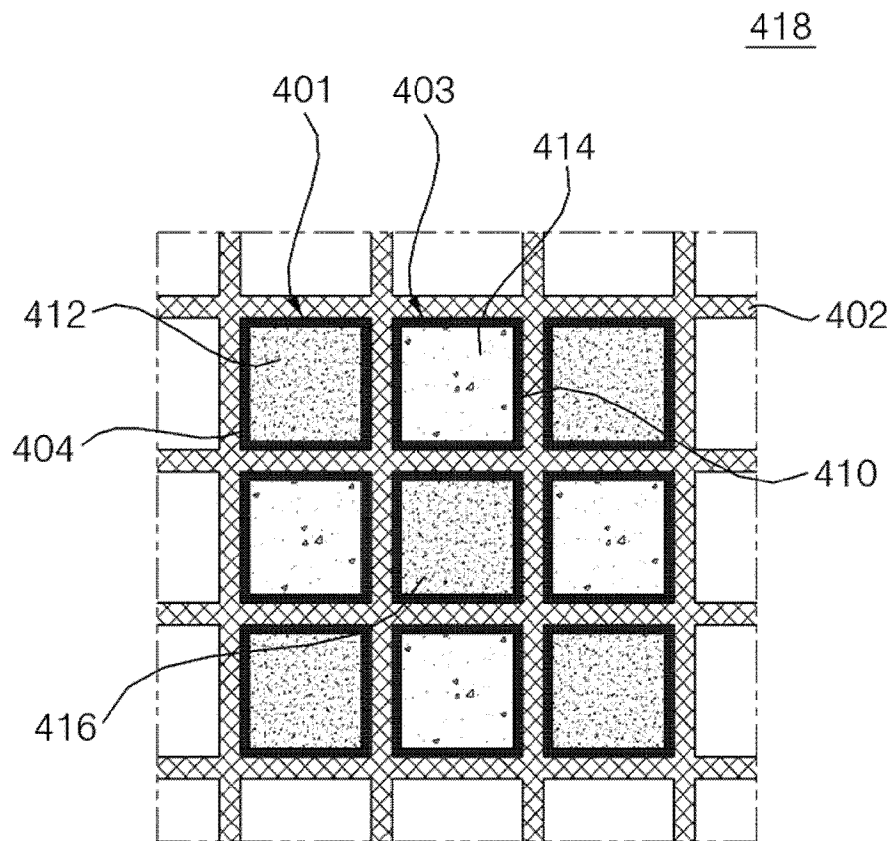


(d)

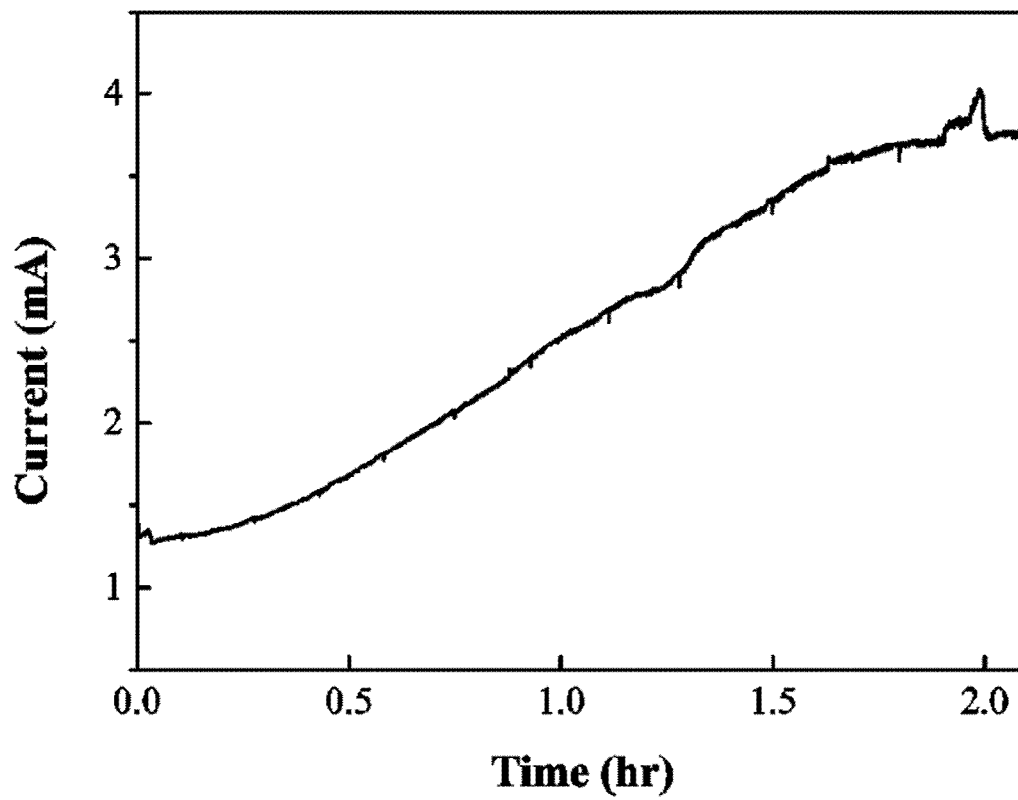
[도12]



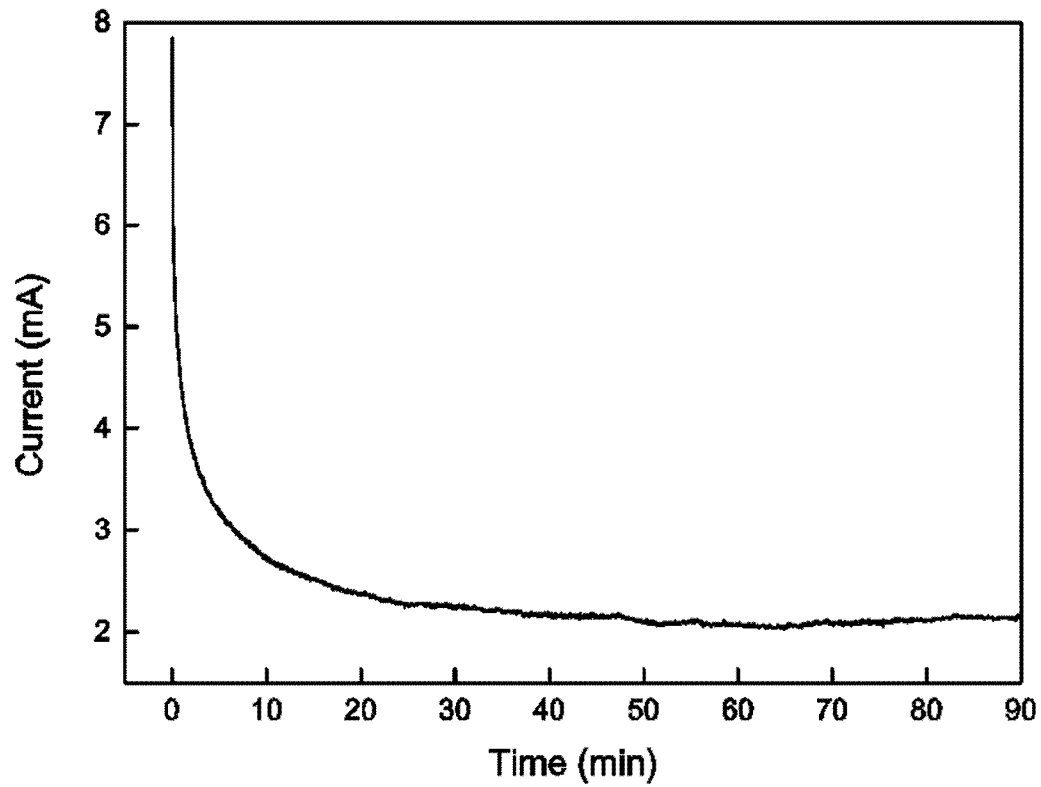
[도13]



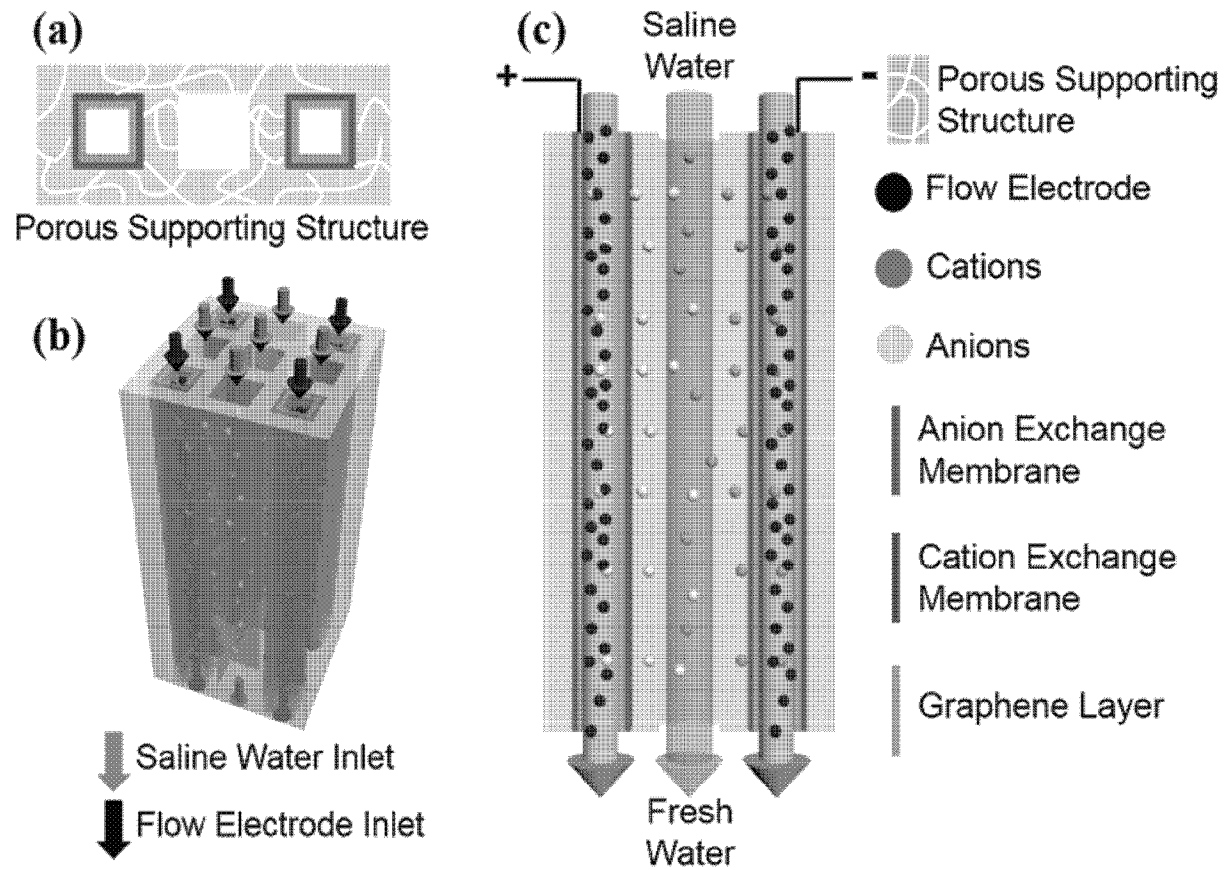
[도14]



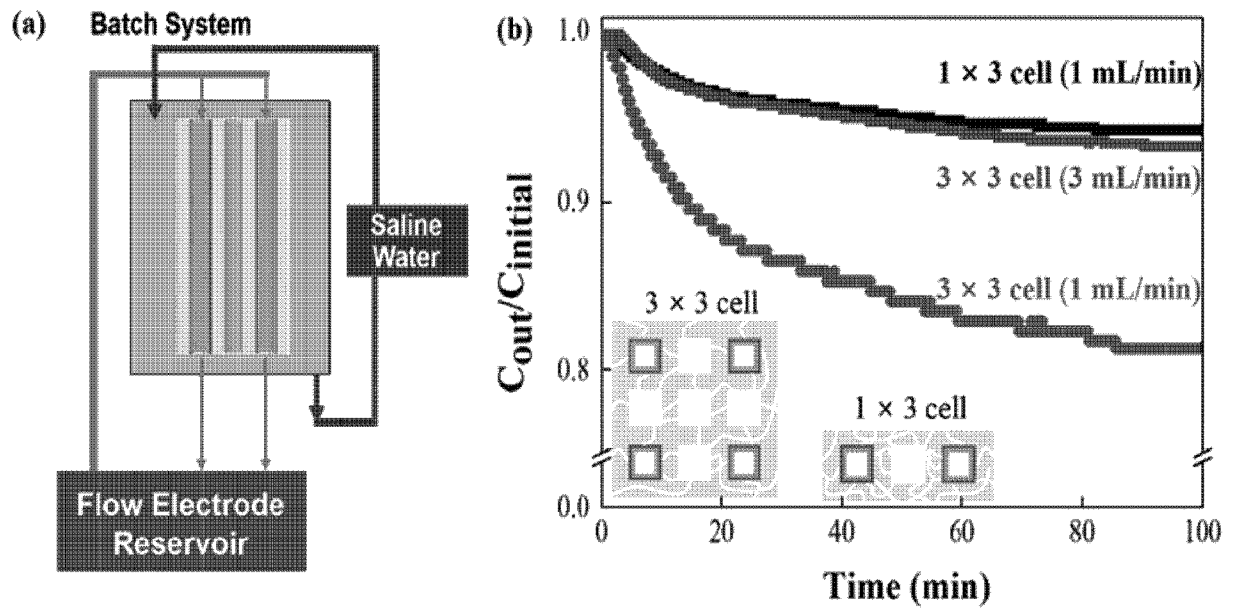
[도15]



[도16]



[도17]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2017/009730

Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. ☐ Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

3. ☒ Claims Nos.: **26, 27**
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

4. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.
- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- ☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2017/009730**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER*****H01M 4/94(2006.01)i, H01M 8/0258(2016.01)i, H01M 8/18(2006.01)i, C02F 1/469(2006.01)i***

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H01M 4/94; H01M 8/18; C02F 1/469; B03C 9/00; B01D 61/42; G01N 27/28; C25B 11/12; G01N 27/416; H01M 8/0258

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Korean Utility models and applications for Utility models: IPC as above

Japanese Utility models and applications for Utility models: IPC as above

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

eKOMPASS (KIPO internal) & Keywords: flow electrode, ion exchange current collector, channel, lattice type structure, porous current collector, high capacity

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	KR 10-2016-0032949 A (KOREA INSTITUTE OF ENERGY RESEARCH) 25 March 2016 See paragraphs [0029]-[0077]; claims 1, 2; and figures 1-6.	1-25
A	JP 2009-098027 A (EIWA CORPORATION) 07 May 2009 See paragraphs [0022]-[0037]; claims 1-3; and figures 1, 4.	1-25
A	EP 3045431 A1 (DWI-LEIBNIZ-INSTITUT FR INTERAKTIVE MATERIALIEN E.V.) 20 July 2016 See paragraphs [0045]-[0057]; claims 1-13; and figure 7.	1-25
A	US 2012-0273359 A1 (SUSS, Matthew E. et al.) 01 November 2012 See paragraphs [0044]-[0057]; claim 1; and figures 4A-8.	1-25
A	KR 10-2015-0127828 A (SK INNOVATION CO., LTD.) 18 November 2015 See paragraphs [0032]-[0087]; claim 1; and figure 3.	1-25



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

05 JANUARY 2018 (05.01.2018)

Date of mailing of the international search report

05 JANUARY 2018 (05.01.2018)

Name and mailing address of the ISA/KR

Korean Intellectual Property Office
Government Complex-Daejeon, 189 Seonsa-ro, Daejeon 302-701,
Republic of Korea

Facsimile No. +82-42-481-8578

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/KR2017/009730

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member	Publication date
KR 10-2016-0032949 A	25/03/2016	KR 10-1621033 B1	16/05/2016
JP 2009-098027 A	07/05/2009	NONE	
EP 3045431 A1	20/07/2016	WO 2016-113139 A1	21/07/2016
US 2012-0273359 A1	01/11/2012	US 2014-0202880 A1	24/07/2014
		WO 2012-148709 A2	01/11/2012
		WO 2012-148709 A3	17/01/2013
KR 10-2015-0127828 A	18/11/2015	NONE	

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC))

H01M 4/94(2006.01)i, H01M 8/0258(2016.01)i, H01M 8/18(2006.01)i, C02F 1/469(2006.01)i

B. 조사된 분야

조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재)

H01M 4/94; H01M 8/18; C02F 1/469; B03C 9/00; B01D 61/42; G01N 27/28; C25B 11/12; G01N 27/416; H01M 8/0258

조사된 기술분야에 속하는 최소문헌 이외의 문헌

한국등록실용신안공보 및 한국공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC

일본등록실용신안공보 및 일본공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC

국제조사에 이용된 전산 데이터베이스(데이터베이스의 명칭 및 검색어(해당하는 경우))

eKOMPASS(특허청 내부 검색시스템) & 키워드: 흐름 전극, 이온교환집전체, 채널, 격자형 구조, 다공성 집전체, 대용량화

C. 관련 문헌

카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
A	KR 10-2016-0032949 A (한국에너지기술연구원) 2016.03.25 단락 [0029]-[0077]; 청구항 1, 2; 및 도 1-6 참조.	1-25
A	JP 2009-098027 A (EIWA CORPORATION) 2009.05.07 단락 [0022]-[0037]; 청구항 1-3; 및 도 1, 4 참조.	1-25
A	EP 3045431 A1 (DWI - LEIBNIZ-INSTITUT FR INTERAKTIVE MATERIALIEN E.V.) 2016.07.20 단락 [0045]-[0057]; 청구항 1-13; 및 도 7 참조.	1-25
A	US 2012-0273359 A1 (SUSS, MATTHEW E. 등) 2012.11.01 단락 [0044]-[0057]; 청구항 1; 및 도 4A-8 참조.	1-25
A	KR 10-2015-0127828 A (에스케이이노베이션 주식회사) 2015.11.18 단락 [0032]-[0087]; 청구항 1; 및 도 3 참조.	1-25

☐ 추가 문헌이 C(계속)에 기재되어 있습니다.

☒ 대응특허에 관한 별지를 참조하십시오.

* 인용된 문헌의 특별 카테고리:

“A” 특별히 관련이 없는 것으로 보이는 일반적인 기술수준을 정의한 문헌

“T” 국제출원일 또는 우선일 후에 공개된 문헌으로, 출원과 상충하지 않으며 발명의 기초가 되는 원리나 이론을 이해하기 위해 인용된 문헌

“E” 국제출원일보다 빠른 출원일 또는 우선일을 가지나 국제출원일 이후에 공개된 선출원 또는 특허 문헌

“X” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌 하나만으로 청구된 발명의 신규성 또는 진보성이 없는 것으로 본다.

“L” 우선권 주장에 의문을 제기하는 문헌 또는 다른 인용문헌의 공개일 또는 다른 특별한 이유(이유를 명시)를 밝히기 위하여 인용된 문헌

“Y” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌이 하나 이상의 다른 문헌과 조합하는 경우로 그 조합이 당업자에게 자명한 경우 청구된 발명은 진보성이 없는 것으로 본다.

“O” 구두 개시, 사용, 전시 또는 기타 수단을 언급하고 있는 문헌

“&” 동일한 대응특허문헌에 속하는 문헌

“P” 우선일 이후에 공개되었으나 국제출원일 이전에 공개된 문헌

국제조사의 실제 완료일

2018년 01월 05일 (05.01.2018)

국제조사보고서 발송일

2018년 01월 05일 (05.01.2018)

ISA/KR의 명칭 및 우편주소



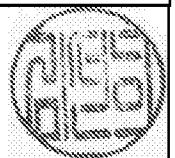
대한민국 특허청
(35208) 대전광역시 서구 청사로 189,
4동 (둔산동, 정부대전청사)

팩스 번호 +82-42-481-8578

심사관

김선희

전화번호 +82-42-481-5405



제2기재란 일부 청구항을 조사할 수 없는 경우의 의견(첫 번째 용지의 2의 계속)

PCT 제17조(2)(a)의 규정에 따라 다음과 같은 이유로 일부 청구항에 대하여 본 국제조사보고서가 작성되지 아니하였습니다.

1. ☐ 청구항:
이 청구항은 본 기관이 조사할 필요가 없는 대상에 관련됩니다. 즉,
2. ☐ 청구항:
이 청구항은 유효한 국제조사를 수행할 수 없을 정도로 소정의 요건을 충족하지 아니하는 국제출원의 부분과 관련됩니다. 구체적으로는,
3. ☒ 청구항: 26, 27
이 청구항은 종속청구항이나 PCT규칙 6.4(a)의 두 번째 및 세 번째 문장의 규정에 따라 작성되어 있지 않습니다.

제3기재란 발명의 단일성이 결여된 경우의 의견(첫 번째 용지의 3의 계속)

본 국제조사기관은 본 국제출원에 다음과 같이 다수의 발명이 있다고 봅니다.

1. ☐ 출원인이 모든 추가수수료를 기간 내에 납부하였으므로, 본 국제조사보고서는 모든 조사 가능한 청구항을 대상으로 합니다.
2. ☐ 추가수수료 납부를 요구하지 않고도 모든 조사 가능한 청구항을 조사할 수 있었으므로, 본 기관은 추가수수료 납부를 요구하지 아니하였습니다.
3. ☐ 출원인이 추가수수료의 일부만을 기간 내에 납부하였으므로, 본 국제조사보고서는 수수료가 납부된 청구항만을 대상으로 합니다. 구체적인 청구항은 아래와 같습니다.
4. ☐ 출원인이 기간 내에 추가수수료를 납부하지 아니하였습니다. 따라서 본 국제조사보고서는 청구범위에 처음 기재된 발명에 한정되어 있으며, 해당 청구항은 아래와 같습니다.

이의신청에
관한 기재

- ☐ 출원인의 이의신청 및 이의신청료 납부(해당하는 경우)와 함께 추가수수료가 납부되었습니다.
- ☐ 출원인의 이의신청과 함께 추가수수료가 납부되었으나 이의신청료가 보정요구서에 명시된 기간 내에 납부되지 아니하였습니다.
- ☐ 이의신청 없이 추가수수료가 납부되었습니다.

국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
KR 10-2016-0032949 A	2016/03/25	KR 10-1621033 B1	2016/05/16
JP 2009-098027 A	2009/05/07	없음	
EP 3045431 A1	2016/07/20	WO 2016-113139 A1	2016/07/21
US 2012-0273359 A1	2012/11/01	US 2014-0202880 A1	2014/07/24
		WO 2012-148709 A2	2012/11/01
		WO 2012-148709 A3	2013/01/17
KR 10-2015-0127828 A	2015/11/18	없음	