(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) Int. Cl.[6]
C02F 1/46

(45) 공고일자 2003년12월24일
(11) 등록번호 10-0397883
(24) 등록일자 2003년09월01일

(21) 출원번호 10-1997-0709473
(22) 출원일자 1997년12월17일
번역문제출일자 1997년12월17일
(86) 국제출원번호 PCT/RU1996/00092
(86) 국제출원일자 1996년04월18일
(81) 지정국 국내특허 : 아일랜드 오스트레일리아 불가리아 브라질 캐나다 중국 체코 헝가리 일본 대한민국 멕시코 노르웨이 뉴질랜드 AP ARIPO특허 : 케냐 레소토 말라위 수단 스와질랜드
EP 유럽특허 : 오스트리아 벨기에 스위스 독일 덴마크 스페인 핀랜드 프랑스 영국 그리스 이탈리아 룩셈부르크 모나코 네덜란드 포르투칼

(65) 공개번호 특1999-0023003
(43) 공개일자 1999년03월25일
(87) 국제공개번호 WO 1997/38942
(87) 국제공개일자 1997년10월23일

(73) 특허권자 백키르, 비톨드 미카일로비치
러시아 117321 모스크바 유엘. 프로프소유즈나야 136-3-292
자도로츠니, 유리 게오르기에비치
러시아 115533 모스크바 유엘. 나가틴스카야 33-37
(72) 발명자 백키르, 비톨드 미카일로비치
러시아 117321 모스크바 유엘. 프로프소유즈나야 136-3-292
자도로츠니, 유리 게오르기에비치
러시아 115533 모스크바 유엘. 나가틴스카야 33-37
(74) 대리인 남상선

심사관 : 김용일

(54) 전기화학전지

명세서

기술분야

<1> 본 발명은 화학 기술 분야에 관한 것이며, 특히 물 및/또는 수용액을 처리하고, 수용액의 전기분해에 의해 상이한 생성물을 전기 화학적으로 제조함에 있어서 산성-알칼리 특성, 산화-환원 전위(ORP) 및 물 및/또는 수용액의 촉매 활성도에 대한 전기 화학적 조절에 사용될 수 있는 전기 화학 전지에 관한 것이다.

배경기술

<2> 전기 화학 분야에 있어서, 상이하게 설계된 전해조가 물 및/또는 수용액이나 상이한 생성물의 제조에 사용된다. 예를 들어, 다이어프램에 대해 가압되어 있는 평탄한 전극을 갖는 전해조[본 발명자 소유의 러시아공화국 특허 882 944(1979)호 참조] 또는 동축의 원통형 전극 및 이들 전극 사이에 배열되어 있는 세라믹 다이어프램을 갖는 전해조[일본 공개 특허 평성1-104 387(1989)]가 있다.

<3> 그러나, 모듈 전해조들은 필요로 하는 수의 모듈과 함께 결합됨으로써 소정의 생산 효율을 제공할 수 있으므로 상당히 진보되었다. 이는 소정의 용량에 따른 전해조의 설계 및 제조 비용을 감소시킬 수 있게 하며 부품들을 규격화할 수 있을 뿐더러 전해조의 조립 및 분해시간을 감소시킬 수 있게 한다.

<4> 전술한 기술에 의한 설계의 결과로서 가장 양호한 장치는 동축의 원통형 로드 전극 및 지르코늄, 알루미늄 및 이트륨 산화물을 기초로 하는 재료로 제조된 동축의 한외여과(ultrafiltration) 세라믹 다이어프램을 갖춘 전기 화학 전지를 사용하는 모듈 원리에 의해 수행되는 물 처리용 장치(미국 특허 제5,427,667호 참조)이다.

<5> 상기 로드 전극은 다수의 영역을 갖는 포토타입로 제조되며 상기 핀-단부의 직경은 중간영역 직경의 0.75정도이다. 이는 수압 모드(hydraulic mode)의 개선을 가능하게 한다. 또한, 전극과 다이어프램의 직경은 이들 상호간의 변경을 한정하는 공식으로 특정화될 수 있다.

<6> 포토타입에 있어서, 상기 로드와 원통형 전극 및 다이어프램은 로드 전극챔버로부터 배출되거나 상기 챔버로 유입되는 처리된 물용 채널을 구비한 특정 유전체 부싱내에 고정된다. 상기 원통형 전극의 측면, 전극의 상부 및 하부 부품상에는 채널이 제공되어 있어서 상기 원통형 전극의 챔버로부터 처리된 물을 공급 및 배출한다. 물은 전지챔버를 바닥으로부터 상부로 통과하는 동안에 처리된다.

<7> 소정의 제조용량을 갖는 장치가 특정 콜렉터를 사용하여 다수의 전지와 조립되며, 상기 콜렉터는 하나의 전지에 대해서 통합 디테일(monolithic detail) 또는 특정한 분리블록으로서 제조되고 결합 및 밀

봉 공구가 제공되어 있다. 상기 전극을 전원 공급부의 폴(poles)에 연결하는 순서는 적용행태에 따라 달라진다.

<8> 상기 포토타입은 낮은 에너지 소모로써 물 또는 수용액을 처리한다. 상기 포토타입은 사용법, 조림 및 분해가 매우 간단하다.

<9> 그러나, 상기 포토타입은 단점은 가진다. 특정 콜렉터는 장치의 크기를 증대시키며, 내수압을 증가시키며, 또한 대용량 펌프의 사용을 필요로 한다. 또한 상기 콜렉터는 많은 밀봉 및 결합부품을 필요로 한다. 상기 포토타입은 구조적 특성으로 인해 전극의 상이한 극성하에서는 효과적으로 작동하지 않는다. 그래서 상기 로드 전극이 양극으로서 작동할 때, 코팅은 중간 영역에서 핀-단부(표면영역이 작은 구멍은 포함하지 않음)로의 전이영역에서 급속히 마모된다. 상기 전이영역 이외의 모든 영역은 원통형 전극부분이며 높은 전기장의 강력한 영향을 받는 부분(집중적인 변이영역)이다. 상기 포토타입내에 처리된 용액의 가스 충전을 제어하는 것은 불가능하다. 또한 상기 포토타입 장치는 모든 상세부품 및 다이어프램에 엄격한 동축성을 필요로 하므로 제조가 매우 복잡하다. 상기 로드 전극용 고정 시스템은 상기 부싱 채널의 내측면상의 깊은 환상 고리 및 그 환상 고리의 밀봉으로 인해 제조에 어려움이 있다.

<10> 본 발명의 목적은 상기 전기 화학 전지의 설계를 단순히 하는 것이며 또한 필요로 한 수의 전지를 작은 공간내에 위치시키는 것을 가능하게 하는 것이다. 본 발명의 다른 목적은 상기 전지요소에 대한 고정 시스템을 단순화하는 동시에, 전극 사이의 공간내에 있는 곡선의 자기장의 영향을 감소시켜 전지의 수명을 증대시키고 전지의 신뢰도를 향상시키는 것이다. 또한, 본 발명의 또 다른 목적은 전기 화학적 공정중에 전해액의 가스-충전 영향에 대한 조절을 가능하게 함으로써 전지의 기능을 향상시키는 것이다.

<11> 이러한 본 발명의 목적은 물 및/또는 수용액 처리용 전기 화학 전지를 가변 영역의 내부 전극(단부의 직경이 중간 영역 직경의 0.75 이하), 외부 전극 및 상기 전극내의 내부 전극 공간을 분리하는 동축 세라믹 다이어프램(알루미늄 및 이트륨 산화물을 포함해서, 지르코늄 산화물을 기초한 재료로 제조됨)과 같은 직각 원통형 동축 부품들로 제조할 때 성취할 수 있다. 상기 전극은 전기분해중 용해되지 않는 재료로 제조되어야 한다. 상기 외부 전극은 상부 및 하부 유전체 부싱내에 설치된다. 상기 상부 및 하부 부싱의 말단부상에는 슬롯이 제공되어 있으며, 상기 전지는 축선방향 채널을 갖는 상부 및 하부 유전체 콜렉팅 헤드를 포함한다. 또한, 상기 헤드는 회전가능하게 상기 부싱의 슬롯내에 설치된다. 상기 다이어프램은 상기 부싱 슬롯내에 놓이는 탄성 가스켓에 의해 체결된다. 상기 내부 전극의 중간 영역 직경은 다음 공식으로 정의된다.

$$2M < D < 4M$$

<13> 여기서, D는 단위가 mm인 상기 내부 전극 중간 영역의 직경, 이고

<14> M은 단위가 mm인 상기 전극들 사이의 거리이다.

<15> 상기 전극의 효율 및 극성에 따라, 상기 내부 전극의 중간 영역 직경의 길이는 상기 외부전극의 길이보다 2M 만큼 더 짧거나, 상기 외부 전극의 길이보다 2M 이상 더 길다. 상기 전극 사이의 양호한 거리는 2.8 내지 3.3mm이다. 상기 내부 전극은 상기 축선방향 헤드 채널내에 놓이는 탄성 가스켓에 의해 상기 헤드의 내측에 체결된다. 상기 상부 및 하부 헤드 및 상기 상부 및 하부 부싱내에 있는 채널의 용도는 처리된 물 및/또는 용액을 상기 전극의 내외부 챔버의 내측으로 공급 또는 상기 챔버로부터 배출하기 위한 것이다. 상기 채널은 측표면까지 연장하여 출구를 제공한다. 상기 외부 전극의 길이는 필요에 따라 50 내지 240mm 범위로 변경될 수 있다.

<16> 상기 전극재료는 상기 장치의 설계조건 및 요건에 따라서 현존하는 자원으로부터 선택될 수 있다. 전극의 극성을 변경할 필요가 없다면, 티타늄 산화물 및 루테늄 산화물에 의해 피복된 티타늄 전극 또는 귀금속 또는 망간 산화물이나 주석 산화물 또는 코발트 산화물에 의해 피복된 티타늄 전극이 양극으로서 사용될 수 있다. 파이로그래파이트(pyrographite), 그라스 카본에 의해 피복된 폴리싱된 티타늄 또는 탄탈늄 또는 지르코늄 또는 그 이외의 피막이 음극으로서 사용될 수 있다. 전극의 극성을 변경할 필요가 있다면, 플레티늄 또는 플레티늄-이리듐에 의해 피복된 티타늄 전극이 사용될 수 있다. 상기 전극의 재료들로는 전술한 재료들을 상이하게 조합한 재료나 전기 화학 산업에 공지된 기타의 재료들을 사용하는 것도 가능하다.

<17> 상기 전기 화학 전지의 다이어프램은 지르코늄, 알루미늄 및 이트륨 산화물로 이루어진 세라믹으로 제조되고 니오븀 산화물, 탄탈늄 산화물, 티타늄 산화물, 가돌리늄 산화물, 하프늄 산화물과 같은 첨가물 및 그 이외의 물질들을 함유할 수 있다. 적용분야에 따라서, 상기 다이어프램은 한외여과, 정밀여과(micorfiltration), 또는 초정밀여과(nanofiltration)로서 형성될 수 있다. 상기 다이어프램의 형태는 변경될 수 있다. 상기 다이어그램은 1 : (100 내지 1000)의 원뿔율을 갖는 원추절두형 원뿔로서, 원뿔의 길이를 따라 0.4 내지 0.8mm의 벽두께를 가지며, 큰 베이스가 하방을 향하거나 또는 큰 베이스가 상방을 향해서 전지내에 설치될 수 있다.

<18> 상기 다이어프램의 외(또는 내)면은 원통형으로서 제조될 수 있으며, 그 나머지 내(또는 외)면은 1 : (100 내지 1000)의 원뿔율을 가진 원추절두형 원뿔로서 제조될 수 있다. 그러한 경우에, 하나의 접촉 단부의 벽 두께는 0.4 내지 0.5이고 다른 접촉 단부의 벽 두께는 0.7 내지 0.8이다. 상기 다이어프램은 가장 두꺼운 벽을 가진 접촉 단부가 하방 또는 상방을 향하도록 전지내에 설치된다.

<19> 상기 다이어프램의 외면 및 내면은 1 : 100 내지 1000 원뿔율을 가진 원추절두형 원뿔로서 제조될 수 있다. 또한, 상기 원뿔들의 상부는 다이어프램의 대향단부에 위치되며 상기 하나의 접촉 단부의 벽 두께는, 0.4 내지 0.5mm이고 다른 접촉 단부의 두께는 0.7 내지 0.8mm이다. 다이어프램은 가장 두꺼운 벽을 갖는 접촉 단부가 하방 또는 상방으로 향하도록 전지내에 설치된다.

<20> 다이어프램의 내면 및 외면은 벽 두께가 0.4 내지 0.7mm인 원통체로서 제조될 수 있다. 다이어프램의 기하학적 교정 면으로부터의 편차는 표면의 어느 위치에서든 0.05mm 이내가 되어야 한다. 상기 내부

전극은 내측이 막혀 있거나 빈 형태로 제조될 수 있다. 상기 내부 전극은 하나 이상의 재료로 제조되며 레이저 비임 용접, 진공 용접, 기계적 결합법 등과 같은 (재료에 따라)상이한 방법에 의해 결합될 수 있는 여러 세부부품을 포함한다. 와셔와 너트를 조정함으로써 상기 헤드를 제어하기 위해서 내부 전극의 핀-단부상에는 나사가 형성되어 있다.

<21> 전극이 동력 공급용 폴에 연결되는 순서에 따라서 내부 직경이 상이한 전극을 사용할 수도 있다. 예를 들어, 외부 전극이 동력 공급부의 음극에 연결되고 내부 전극이 동력 공급부의 양극에 연결되면, 상기 내부 전극 중간 영역의 길이는 외부 전극의 길이를 2M 이상으로 초과하며 상기 내주 전극은 외부 전극에 대칭이 되게 전지내에 설치된다. 상기 외부 전극이 동력 공급부의 양극에 연결되고 상기 내부 전극이 동력 공급부의 음극에 연결되면, 상기 내부 전극의 중간 영역의 길이는 외부 전극의 길이에서 2M과 같거나 만큼 더 작으며, 상기 내부 전극은 상기 외부 전극에 대칭으로 전지내에 설치된다.

<22> 상기 전지내에서의 전극의 정확한 동축성을 제공하기 위해서는 상이한 변수가 전극의 치수에 따라 축선방향 헤드 채널내에 내부 전극을 체결하기 위해서 사용될 수 있다.

<23> 상기 내부 전극의 길이가 충분한 길이만큼 외부 전극의 길이를 초과하면, 상기 축선방향 헤드 채널은 가변 영역을 포함하고 큰 직경을 갖는 내부 전극의 중간 영역은 탄성 가스켓이 놓이는 헤드가 축선방향 채널과 함께 슬롯 조인트를 형성한다. 상기 내부 전극의 중간 영역이 상부 및 하부 헤드를 갖는 축선방향 채널과 함께 슬롯 조인트를 형성하면, 탄성 가스켓은 상기 내부 전극의 중간 영역의 그루브 내부에 놓인다. 내부 전극이 핀-단부로 고정된다면, 축선방향 헤드 채널은 내부 전극의 핀-단부의 직경과 동일하게되고; 탄성 가스켓은 내부 전극의 핀-단부상의 그루브에 위치설정되거나, 내부 전극 핀-단부의 직경과 동일한 직경을 구비하고 접촉 단부에서 확장부를 가진 축선방향 헤드 채널상에 위치설정되고; 탄성 가스켓은 확장부에 놓여진다. 이외에도, 전지는 이 확장부에 놓인 클램프형 유전체 부싱을 구비한다.

<24> 이러한 개선책들은 보다 향상된 기능을 구비한 우수한 전지를 제공하게 된다. 동축의 전극 및 다이어프램을 사용하고, 전극들을 유전체 부싱 및 헤드에 설치되면, 최적의 유압 체제를 허용하고 전지 조립의 단순화가 이루어진다. 내부의 원통형 전극내의 구멍을 드릴로 천공할 필요 없고, 그럼으로써 보다 단순화된 제조가 이루어진다. 헤드를 회전하고 출구 위치를 규정할 수 있기 때문에, 다수의 전지는 한 장치로 콤팩트하게 함께 조립된다.

도면의 간단한 설명

<25> 도 1은 본 발명의 전기 화학 전지의 횡단면을 나타낸다.

<26> 도 2는 본 발명의 전기 화학 전지의 콜렉팅 헤드에서 내부전극의 고정을 위한 구조물의 제 1 실시예를 나타낸다.

<27> 도 3은 콜렉팅 헤드에서 내부전극의 고정을 위한 구조물의 제 2 실시예를 나타낸다.

<28> 도 4는 콜렉팅 헤드에서 내부전극의 고정을 위한 구조물의 제 3실시예를 나타낸다.

<29> 도 5는 콜렉팅 헤드에서 내부전극의 고정을 위한 구조물의 제 4실시예를 나타낸다.

<30> 도 6은 본 발명의 전기 화학 전지에 사용된 제 1 다이어프램의 설계도를 나타낸다.

<31> 도 7은 본 발명의 전기 화학 전지에 사용된 제 2 다이어프램의 설계도를 나타낸다.

<32> 도 8은 본 발명의 전기 화학 전지에 사용된 제 3 다이어프램의 설계도를 나타낸다.

<33> 도 9는 본 발명의 전기 화학 전지에 사용된 제 4 다이어프램의 설계도를 나타낸다.

<34> 도 10은 본 발명의 전기 화학 전지에 사용된 제 5 다이어프램의 설계도를 나타낸다.

<35> 도 11은 본 발명의 전기 화학 전지에 사용된 제 6 다이어프램의 설계도를 나타낸다.

<36> 도 12는 본 발명의 전기 화학 전지에 사용된 제 7 다이어프램의 설계도를 나타낸다.

<37> 도 13은 본 발명의 전기 화학 전지에 사용된 제 8 다이어프램의 설계도를 나타낸다.

<38> * 도면의 주요부분에 대한 부호의 설명 *

<39> 1: 외부 원통형 전극 2: 내부 전극

<40> 3: 세라믹 다이어프램 4: (하부의) 유전체 부싱

<41> 5: (상부의) 유전체 부싱 6: 하부 유전체 콜렉팅 헤드

<42> 7: 상부 유전체 콜렉팅 헤드 8, 9: 가스켓

<43> 10, 11: 탄성 가스켓 12, 13: 와셔

<44> 14, 15: 너트 16: 와셔

<45> 17: 중공 실린더 18: 고형체 핀-단부

실시예

<46> 도 1을 참조하면, 본 발명의 전기 화학 전지는 동축의 외부 원통형 전극(1), 내부 전극(2) 및, 원통형 외부 전극과 내부 전극 사이에 위치된 세라믹 다이어프램(3)으로 구성된다. 외부 전극(1)은 하부의 유전체 부싱(4)과 상부의 유전체 부싱(5)사이에 매우 기밀하게 고정되는데, 이들 부싱(4, 5)은 각각 처리되는 물/또는 수용액을 외부 전극(1)의 챔버내로 공급하고 이러한 챔버로부터 배출시키는 채널을 구비한다. 이러한 채널은 부싱(4, 5)의 측면까지 도달되며, 파이프 연결부를 구비한다. 하부 유전체 콜렉팅

헤드(6)와 상부 유전체 콜렉팅 헤드(7)는 처리되는 물/또는 수용액을 내부 전극(2)의 챔버내로 공급하고, 이러한 챔버로부터 배출시키는 채널을 구비한다. 유전체 콜렉팅 헤드(6, 7)는 슬롯 조인트에 의해 유전체 부싱(4, 5)에 연결된다. 헤드(6, 7)의 채널들도 각각 헤드(6, 7)의 측면까지 도달되며 파이프 연결부를 구비한다. 또한, 유전체 콜렉팅 헤드(6, 7)에는 축선방향의 채널이 있다. 내부 전극(2)의 핀-단부들이 이러한 축선방향 채널로 들어간다. 다이어프램(3)은, 부싱(4, 5)과 헤드(6, 7)사이의 슬롯 조인트에 각각 위치된 가스켓(8, 9)에 의해 유전체 콜렉팅 헤드(6,7)내에서 밀봉된다. 내부 전극(2)은 탄성 가스켓(10,11)에 의해 밀봉된다. 와셔(12,13) 및 너트(14,15)가 고정되는 내부 전극(2)의 핀-단부상에는 나사가 형성되어 있다. 헤드(6, 7)의 위치를 결정한 후에 외부 전극(1)의 접촉 단부에 대해서 부싱(4, 5) 및 헤드(6, 7)의 와셔(12, 13)와 너트(14, 15)에 의해 볼트 결합시킴으로서 전지의 조립 및 밀봉이 이루어진다.

<47> 탄성 가스켓(10,11)의 위치 및 형식은 내부 전극(2)의 구조에 좌우된다. 헤드(7)의 축선방향 채널 및 내부 전극(2)의 중간 영역이 슬롯 조인트를 형성하면(도 2 참조), 이러한 슬롯 조인트의 내부, 즉 시일(11)은 내부 전극(2) 및 축선방향 채널의 각각의 직경이 변화하는 지점에 시일(17)이 설치된다. 이 경우에, 시일은 균일하게 부하를 받는데, 이는 시일이 변형될 위험성을 감소시킨다. 시일(10)은 유사하게 헤드(6)에 설치된다.

<48> 헤드(7)의 축선방향 채널 및 내부 전극(2)의 중간 영역이 각각의 직경을 연결하는 위치에서 슬롯 조인트를 형성하면, 전극(2)의 상부에는 시일(11, 도 3 참조)이 설치되는 그루브가 형성된다. 내부 전극(2)은 도 3에 도시된 바와 같이 중공 실린더(17) 및 고형체 핀-단부(18)의 결합물이다.

<49> 헤드(7)의 축선방향 채널의 직경이 내부 전극(2)의 핀-단부(18)의 직경과 동일하면 시일(11)용 그루브는 단부상에 형성되며(도 4 참조); 또는 시일(11)을 위치 설정하고 와셔(16, 도 5)를 부가하도록 축선방향의 채널이 접촉 단부에서 보다 넓게 형성되기도 한다(도 5 참조).

<50> 내부 전극에는 다양한 영역이 형성된다. 전극의 핀-단부 직경은 전극의 중간 영역 직경의 0.75배 정도이다. 이 비율은 최적의 유체역학 특성을 제공하고, 셋업되는 탄성 가스켓의 다양한 방법으로 헤드상에 전극을 고정시킬 수 있다. 내부 전극은 고형체 실린더 또는 고형체 핀-단부를 구비한 중공 실린더로 구성되므로 전극의 소정의 형태를 제공한다. 부품을 결합하는 방법은 적용 물질에 따라 차이가 있을 수 있다. 진공 용접 또는 레이저 빔 용접과 같은 기계적인 결합 또는 다른 형식의 결합중 어느 하나는 내구성과 신뢰성을 얻을 수 있다. 중공 전극을 사용하여 장치의 중량을 감소시키고 재료를 절감할 수 있을 뿐만 아니라 또한 전극의 표면 전하를 형성하는 조건을 변경시킴으로 인해 현재의 전기 화학 방법으로 작업을 수행할 수 있다. 이에 외도, 내부 전극은 조인트 디테일로서 작용되는데, 여기에는 전지를 결합하고 용접 밀폐물을 제공할 뿐만 아니라 헤드를 주어진 작업 위치에서 고정하는 와셔와 너트 셋팅물의 핀-단부들에 나사부가 제공되어 있기 때문이다.

<51> 다이어프램은 알루미늄 산화물 및 이트륨 산화물을 포함해서, 지르코늄 산화물을 기초한 세라믹 재료로 제조되는데, 이 다이어프램은 산, 알칼리, 및 부식성 가스에 대한 높은 내식성을 갖추고 있으며, 수명이 길고 그리고 재생이 용이하다. 다른 첨가물은 다이어프램 표면의 특징을 조정할 수 있도록 하며 그리고 이 다른 첨가물은 특히 전기 화학 전지가 임의의 특정 생성물을 수득하는데 사용될 때 중요한 전기 화학 공정에 직접적인 영향을 미친다. 다이어프램은 해결하고자 하는 문제에 따라, 한외여과, 정밀여과 또는 초정밀 여과를 위해 다른 재료로 제조될 수 있다.

<52> 다이어프램의 형태, 뿐만 아니라 다이어프램의 설치 방법은 처리된 물 유동과 비교한 전지의 작업 조건에 영향을 미친다. 다이어프램은 많은 다른 형태를 취할 수 있다.

<53> 도 6 및 7에 도시된 바와 같이, 다이어프램(3)은 원뿔율(conicity) 1 : (100-1000)을 갖는 절두원추형 원뿔일수 있으며, 벽의 두께는 전체의 길이에 대해 0.4㎜ 내지 0.8㎜이고, 큰 베이스가 하방을 향하거나(도 6) 또는 큰 베이스가 상방을 향하도록(도 7) 전지내에 설치될 수 있다.

<54> 도 8 및 9에 도시된 바와 같이, 다이어프램(3)의 외면은 원통형으로 제공될 수 있고 그리고 다이어프램의 내면은 하부 큰 베이스(도 8) 또는 상부 큰 베이스(도 9)의 원뿔율 1 : (100-1000)을 갖는 원추절두형 원뿔로서 제공될 수 있다. 이와 달리, 도 10 및 11에 도시된 바와 같이, 다이어프램(3)의 내면이 원통형으로 제공될 수 있고 그리고 다이어프램의 내면이 하부 큰 베이스(도 10) 또는 상부 큰 베이스(도 11)의 원뿔율 1 : (100-1000)을 갖는 원추절두형 원뿔로서 제공될 수 있다. 접촉 단부의 벽 두께는 0.4㎜이고, 다른 접촉 단부의 두께는 0.7㎜ 내지 0.8㎜이고, 그리고 다이어프램은 접촉 단부가 더 두꺼운 벽이 하방 또는 상방을 향하도록 전지내에 설치된다.

<55> 도 12 및 13에 도시된 바와 같이, 다이어프램(3)의 외면 및 내면은 또한 원뿔율이 1 : (100-1000)인 절두원추형 원뿔로 제조될 수 있다. 이와 달리, 원뿔의 상부는 대향 단부에 위치하며 그리고 하나의 접촉 단부의 벽의 두께는 0.4㎜ - 0.5 ㎜, 다른 하나는 0.7㎜ - 0.8㎜이 되도록 할 수 있다. 다이어프램은 접촉 단부가 더 두꺼운 벽이 하방으로 향하거나(도 12) 또는 상방으로 향하도록(도 13) 전지내에 설치된다. 더 낮은 원뿔율을 갖는 다이어프램을 사용하여도 원통형 다이어프램과 비교하여 다른 결과를 생성하지는 않는다. 원뿔율이 더 높을 뿐만 아니라 벽 두께가 증가된 다이어프램을 사용할 때, 전지의 크기를 변경시키고 그리고 전기 화학 공정을 위한 동력 소모를 증가시킬 수 있는 상호 전극 거리를 증가시키는 것이 필요하다. 상기 언급된 것보다 낮은 벽 두께를 사용하면 다이어프램의 취성을 증가시키고 그리고 수명을 감소시켜서, 전지를 조립하고 해체하는 것을 더욱 어렵게 만든다. 가변 프로파일을 갖는 다이어프램을 사용함에 의해 전기 화학 공정을 조절하는 것이 가능하다. 예를 들어, 다이어프램은 챔버의 단면이 가스가 과도하게 방출되는 공정을 위해 바닥으로부터 전지의 상단으로 증가되도록 하는 방식으로 전지내에 설치된다. 선택적으로는, 다이어프램은 챔버의 단면이 전지의 상단에서의 가스 충진을 증가시키고 그리고 전지의 마지막 형태에서 용액의 전기 화학 처리의 강도를 감소시키도록 하단으로부터 상단으로 감소되는 방법으로 전지내에 설치된다. (한 표면이 원뿔이고 다른 표면이 원통형인) 단지 하나의 챔버에 대한 가변 프로파일을 제공하는 다이어프램을 사용하여 처리하는 동안 양쪽 챔버내의 가스 방출 용적이 차이가 나게 한다. 이외에도, (외면 및 내면이 원추절두형 원뿔 및 원뿔의 상단인 다이어프램이 반대방향으로 향해져 있는 다이어프램 뿐만 아니라) 이러한 다이어프램은 전지의 전극 챔버에서의 다른 질 및 용량

의 용액을 처리하는데 사용될 수 있다.

<56> 다이어프램의 내면 및 외면은 벽 두께가 0.4㎜ - 0.7㎜인 원통형으로 제조될 수 있다. 이러한 타입의 다이어프램은 매우 희석된 용액 처리를 위해 매우 효과적이다. 다이어프램의 형태적으로 기하학적 교정 표면으로부터의 편차는 어느 위치에서든지 0.05㎜보다는 크지 않아야 한다. 그렇지 않으면, 다이어프램의 표면상에서 이중 전기 층을 생성하는 조건이 변경되고 그리고 다이어프램의 저항체 상에서 이중 전기 층의 영향이 또한 변경되어, 표면을 따른 균등하지 않은 작업으로 인해 용액 처리의 질을 떨어뜨린다.

<57> 다이어프램은 공축으로 조립하는 것이 용이하도록 부싱 그루브내에 배치된 탄성 가스켓에 의해 고정된다.

<58> 본질적으로 내부 전극의 중간 영역의 지름의 제한은 다음의 상관성에 의해 영향을 받는다.

$$2M < D < 4M$$

<60> 여기서, D = 내부 전극의 중간 영역의 지름(㎜),

M = 내부 전극 거리(㎜)

<62> 내부 전극 거리는 2.8㎜ - 3.3㎜이어야 한다. 이 거리를 감소시킬 때, 모세관 작용은 전기 화학 처리의 효과를 떨어뜨린다. 이 거리를 증가시킬 때, 동력 소모가 또한 증가되고 그리고 질량 및 에너지 교환 자기 조직 공정을 달성하는 것이 불가능하다.

<63> 또한, 내부 전극의 중간 영역의 길이가 외부 전극의 길이보다 2M 만큼 더 짧거나 또는 외부 전극의 길이보다 2M 이상만큼 더 길어야 하는 것이 중요하다. 외부 전극의 길이는 50㎜ 내지 240㎜으로 변경될 수도 있어서, 임의의 전지의 작업 조건에서 처리 액체의 최적의 가스 충전을 제공한다.

<64> 내부 및 외부 전극 크기의 상호 상관성은 전극의 극성에 의해 결정된다. 외부 전극이 동력 공급부의 음극으로 접촉되고 그리고 내부 전극이 동력 공급부의 양극과 연결된다면, 내부 전극의 중간 영역의 길이는 외부 전극의 길이를 2M 이상을 초과한다. 외부 전극이 전력 공급부의 양극에 연결되고 내부 전극이 전력 공급부의 음극에 연결된다면, 내부 전극의 중간 영역 길이는 외부 전극보다 2M과 같거나 만큼 더 작다. 내부 전극은 어떠한 경우에도 외부 전극에 대칭적으로 전지내에서 장착된다. 그러한 설계는 고 강도 전기장(핀-단부상에서 또는 형태를 변경하는 대신에 필드의 농도) 대신에 전극의 코팅이 마모되는 것을 방지한다. 정확한 내부 전극 체결은 전지의 효과적인 작업에 중요하다. 축선방향 헤드 채널 내에 위치한 탄성 가스켓에 의해 헤드 내 내부 전극의 체결은 비교적 단순한 조립으로 정밀한 동축성을 제공한다. 전지의 설계는 전극 동축성을 위한 요구와는 다를 수 있다. 예를 들어, 내부 전극의 중간 영역의 길이가 외부 전극의 길이를 초과한다면, 내부 전극은 축선방향 헤드 채널과 함께 슬롯 조인트를 형성하기에 충분한 길이로 만들어져야 한다. 탄성 가스켓은 슬롯 조인트 내에 위치된다. 헤드의 축선방향 채널은 가변성 영역을 갖고 있다. 이것은 동축성을 제공하며, 탄성 가스켓의 변형을 방지한다. 선택적으로, 내부 전극의 중간 영역은 상부 및 하부 헤드의 축선방향 채널과 함께 슬롯 조인트를 형성하고, 그 후에 탄성 가스켓이 내부 전극의 중간 영역 상의 그루브 내에 위치된다. 이러한 설계는 조립을 쉽게 만든다. 헤드 내 내부 전극의 체결이 핀-단부의 패킹에 의해 제공된다면(중간 영역이 외부 전극의 길이보다 작거나 또는 중간 영역이 길지만 헤드의 위치에 도달하지 않는다면), 축선방향 채널의 직경은 내부 전극 핀-단부의 직경과 동일하고, 탄성 가스켓은 축선방향 채널 내에 있는 내부 전극 핀-단부의 표면상에 만들어지는 그루브 내에 위치된다. 선택적으로, 축선 방향 헤드 채널의 직경은 내부 전극의 핀-단부의 직경과 동일하고 축선방향 채널은 탄성 가스켓과 추가 클램프 유전체 부싱을 허용하는 헤드의 단부에서 넓어진다.

<65> 물은 전지 챔버를 통해 바닥에서 상단까지 흐르는 동안 처리된다. 처리되어진 물 및/또는 용액은 전지의 전극 챔버를 통해 개별적으로 흐른다.

<66> 본 발명은 본 발명에 따른 가능성을 남겨놓고 있는 하기의 실시예에 의해 설명될 것이다.

<67> 따로 언급되지 않더라도, 한외여과 세라믹 다이어프램(구성: 지르코늄 산화물-60% 질량 퍼센트, 알루미늄 산화물-27% 질량 퍼센트, 이트륨 산화물-3% 질량 퍼센트)이 모든 실시예에서 사용된다.

<68> 실시예 1

<69> 물의 소독을 위한 전지이다. 외부 전극이 전력 공급부의 음극에 연결되고 연마된 티타늄으로 만들어져 있다. 내부 전극은 망간 산화물로 코팅된 티타늄으로 만들어져 있으며 전력 공급부의 양극에 연결되어 있다. 외부 전극의 길이는 80 ㎜이다. 전극 사이의 거리는 2.9 ㎜이다. 내부 전극의 중간 영역의 직경은 9.0 ㎜이고, 중간 영역의 길이는 86 ㎜이다. 다이어프램은 전 길이를 따라 0.5 ㎜의 벽두께를 갖는 원통이다. 처리되는 물의 광화량은 0.5 g/l이다. 처리되는 물 내에 있는 미생물의 양은 1 ml에 10^5 콜로니이다. 물의 광화량은 처리 후에 동일하게 남지만, 미생물은 제거된다.

<70> 결론 : 필드 내의 포터블 장치에 의한 물의 소독을 위하여 최소치(공식에 명기된 바와 같은)에 가까운 치수를 갖는 전지를 사용하는 것이 합당하다.

<71> 실시예 2

<72> 소독제를 제조하기 위한 전지이다. 외부 전극은 전력 공급부의 음극에 연결되고 그라스 탄소로 만들어져 있다. 내부 전극은 루테늄 산화물로 코팅된 티타늄으로 만들어져 있으며 전력 공급부의 양극에 연결되어 있다. 외부 전극의 길이는 240 ㎜이다. 내부 전극의 중간 영역의 길이는 250 ㎜이다. 중간 영역의 직경은 10 ㎜이다. 전극 사이의 거리는 3 ㎜이다. 다이어프램은 0.6 ㎜의 벽두께를 갖는 원통형이다.

<73> 처리되는 용액은 2 g/l의 농도를 갖는 나트륨 염화물이다. 처리되는 용액의 유동률은 양극 챔버

를 통과할 때 30 l/시이고 음극 챔버를 통과할 때 5 l/시이었다. 그 결과, 하기의 매개변수를 갖는 두 용액이 얻어졌다.

<74> - 양극 챔버 산출물(양극액) : pH = 6.0, ORP = +800 mv

<75> - 음극 챔버 산출물(음극액) : pH = 8.6, ORP = -600 mV

<76> 전력 소비량은 0.95 킬로와트시/입방미터이다.

<77> 실시예 3

<78> 전지에 의해 소독제를 얻기 위한 방법은 실시예 2와 동일한 상태 하에서 처리되었지만, 다이어프램은 1.500의 원뿔율을 갖는 원추절두형 원뿔이며 다이어프램의 전 길이를 따라 일정하게 0.7 mm의 벽두께를 갖는다. 다이어프램은 큰 베이스가 상방을 향하도록 설치되었다. 처리 후, pH = 5.5, ORP = +900 mV의 양극액과 pH = 8.0, ORP = -550 mV의 음극액이 얻어졌다.

<79> 다이어프램이 큰 베이스가 하방을 향하도록 설치되었을 때는, pH = 6.3, ORP = +650 mV의 양극액과 pH = 9.1, ORP = -730 mV의 음극액이 얻어졌다.

<80> 실시예 4

<81> 전지에 의해 세척 용액과 소독제를 얻기 위한 방법은 실시예 2와 동일한 상태 하에서 처리되었지만, 다이어프램의 외면은 원통이고 다이어프램의 내면은 0.5 mm의 상부 접촉 단부 및 0.8 mm의 하부 접촉 단부의 벽두께를 갖는 원뿔이다. 음극 챔버의 폭은 전지에 걸쳐 일정하지만, 양극 챔버는 상단부에서 넓어진다. 처리 결과는 다음과 같다. 양극액의 pH는 5.6이고 ORP는 +900 mV이며, 음극액의 pH는 8.7이고 ORP는 -780 mV이다.

<82> 실시예 5

<83> 나트륨 염화물 수용액의 전기 분해에 의해 염소(염소와 산소가 주인 산화체의 혼합물)를 얻기 위한 전지이다. 외부 전극은 루테늄 산화물로 코팅된 티타늄으로 만들어져 있으며 전력 공급부의 양극에 연결되어 있다. 내부 전극(음극)은 티타늄으로 만들어지며 파이로그래파이트(pyrographite)로 코팅된다. 외부 전극의 길이는 240 mm 이다. 내부 전극의 중간 영역의 길이는 230 mm 이다. 중간 영역의 직경은 11 mm 이다. 내부 전극과 외부 전극 사이의 거리는 3.1 mm 이다. 다이어프램은 벽두께 0.6 mm 정도의 원통부로 구성되어 있다. 농도 300 g/l 정도인 나트륨 염화물 수용액이 전지의 양극으로 유입되어 처리된다. 0.5 g/l 정도의 광화량을 갖는 물이 음극으로 유입되어 처리된다. 이들 물과 수용액은 전지 챔버의 하부로부터 상부로 유동하면서 처리된다. 그 결과, 10 리터의 가스가 제공된다. 이러한 가스는 염소 70%, 염화이산화물 20%, 그리고 잉여물(혼합물) 3% 정도를 함유한다. 전지를 통과한 염소의 전환율을 약 30% 정도이다.

산업상이용가능성

<84> 음극 챔버의 산출물은 pH 13 정도의 수산화물이다. 이러한 용액은 갈바니 전지의 생산 등에 사용될 수가 있다. 이들 실시예는 본 발명에 따른 전지가 염화물의 생산에 효과적으로 사용될 수 있음을 입증하는 것이다.

<85> 본 발명은 전지의 형상을 단순화시키고, 작은 공간 내에 소정의 필요한 양의 전지를 함께 위치시키는 것을 가능하게 하며, 전지의 부품들에 대한 고정 시스템을 단순화시킬 뿐만 아니라, 고도의 신뢰성을 제공하고, 전극들 사이의 공간에 있는 곡선화된 전계의 영향을 제거시킴으로 인하여 전지의 수명을 연장시키며, 전기 화학 처리 중에 전해물에 가스가 채워지는 것을 조절할 수 있도록 전지의 기능을 확대시킨다. 또한, 본 발명의 전지는 물의 정화 및 소독, 소정의 특성을 갖는 용액의 제공, 그리고 수용액의 전해질에 의한 제품의 생산에 효과적으로 이용될 수가 있다.

(57) 청구의 범위

청구항 1

물 및 수용액, 또는 이들 중 어느 하나의 처리용 전기 화학 전지로서,

1) 중간 영역, 및 양단부에 각각 형성된 핀-단부를 갖추고 있으며, 상기 핀-단부의 직격이 상기 중간 영역의 직경의 0.75 이하인 원통형의 수직한 가변 영역의 내부 전극과,

2) 상기 내부 전극의 둘레로 장착되어 있는 원통형의 수직한 외부 전극과, 그리고

3) 상기 전지의 전극 챔버 내의 별도의 상기 내부 전극 공간에 장착되어 있고, 지르코늄, 알루미늄, 및 이트륨 산화물로 이루어진 혼합물의 기본 조성으로 제조된 동축 세라믹 다이어프램을 포함하고 있으며,

상기 내부 및 외부 전극이 전기분해 중에 용해되지 않는 재료로 제조되어 있고,

상기 외부 전극은 상부 및 하부 유전체 부싱 내에 설치되어 있으며, 상기 상부 및 하부 부싱은 각각의 접촉 단부 상에 슬롯을 갖추고 있으며,

상기 내부 및 외부 전극 양자는 전원의 양극과 음극에 연결되어 있고,

상기 전지는 각각 축선방향 채널을 갖는 상부 및 하부 유전체 콜렉터 헤드를 더 포함하고 있고, 각각의 상기 상부 및 하부 유전체 콜렉터 헤드가 회전가능하게 각각 상기 상부 및 하부 부싱의 슬롯 내에 설치되어 있으며,

상기 다이어프램은 상기 부싱 슬롯 내에 설치된 탄성 가스켓에 의해 체결되어 있고,

상기 내부 전극의 중간 영역의 직경은 다음 공식으로 한정되어 있으며,

$$2M < D < 4M$$

여기서, D는 상기 내부 전극의 중간 영역의 직경(㎜) 이고

M은 상기 내부 및 외부 전극들 사이의 거리(㎜) 이며,

상기 내부 전극의 중간 영역의 길이가 상기 외부 전극의 길이 보다 2M 만큼 더 짧거나 또는 상기 외부 전극의 길이 보다 2M 이상 만큼 더 길며,

상기 내부 전극은 상기 축선방향 헤드 채널 내에 설치된 탄성 가스켓에 의해서 상기 헤드의 내측에 체결되어 있고,

상기 상부 및 하부 헤드와 상기 상부 및 하부 부싱이 상기 내부 및 외부 전극의 챔버로 유입되거나 그로부터 방출되는 처리수 및 처리 용액, 또는 이들 중 어느 하나를 공급하는 채널을 각각 갖추고 있는 전기 화학 전지.

청구항 2

제 1 항에 있어서, 상기 외부 전극의 길이가 50 내지 240㎜ 이고, 상기 내부 및 외부 전극 사이의 거리가 2.8 ㎜ 내지 3.3 ㎜ 정도인 전기 화학 전지.

청구항 3

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서, 상기 부싱 및 상기 헤드 채널이 측면까지 연장하여 있고, 파이프 연결부를 갖추고 있는 전기 화학 전지.

청구항 4

제 1항 또는 제 2항에 있어서, 상기 다이어프램은 필수적으로 지르코늄, 알루미늄, 및 이트륨 산화물로 구성되는 그룹으로부터 선택된 기초 조성물에 니오븀, 탄탈륨, 티타늄, 가돌리늄, 및 하프늄 산화물의 첨가제를 갖는 세라믹으로 구성되는 전기 화학 전지.

청구항 5

제 1항 또는 제 2항에 있어서, 상기 다이어프램은 한외여과, 정밀여과 또는 초정밀여과 성질을 포함하는 전기 화학 전지.

청구항 6

제 1항 또는 제 2항에 있어서, 상기 다이어프램은 1 : (100～1000)의 원뿔율을 갖는 원추절두형 원뿔로서, 상기 원뿔의 걸이를 따라 0.4㎜ 내지 0.8㎜의 벽두께를 가지며, 큰 베이스가 하방을 향하거나 또는 상방을 향하도록 전지 내에 설치되는 전기 화학 전지.

청구항 7

제 1항 또는 제 2항에 있어서, 상기 다이어프램의 외면은 원통형으로 구성되고, 내면은 1 : (100～1000)의 원뿔율을 가진 원추절두형 원뿔로서 구성되며, 제 1 접촉 단부에서의 벽의 두께는 0.4㎜~0.5㎜이고, 제 2접촉 단부의 벽의 두께는 0.7㎜～0.8㎜이며, 상기 다이어프램은 두꺼운 벽을 갖는 접촉 단부가 하방 또는 상방을 향하도록 전지 내에 설치되는 전기 화학 전지.

청구항 8

제 1항 또는 제 2항에 있어서, 상기 다이어프램의 외면 및 내면은 1 : (100～1000)의 원뿔율을 갖는 원추절두형 원뿔로 각각 구성되며, 상기 원뿔들의 상부는 대향 단부에 위치하며, 제 1접촉 단부의 벽두께는 0.4㎜～0.5㎜이고, 제 2 접촉 단부의 벽두께는 0.7㎜～0.8㎜이며, 상기 다이어프램은 두꺼운 벽을 갖는 접촉 단부가 하방 또는 상방을 향하도록 전지 내에 설치되는 전기 화학 전지.

청구항 9

제 1항 또는 제 2항에 있어서, 상기 다이어프램의 내면 및 외면은 0.4㎜～0.7㎜의 벽두께를 갖는 원통형인 전기 화학 전지.

청구항 10

제 1항 또는 제 2항에 있어서, 기하학적 교정 표면으로부터의 편차는 상기 다이어프램의 길이를 따라 어느 위치에서든 0.05㎜ 이하인 전기 화학 전지.

청구항 11

제 1항 또는 제 2항에 있어서, 상기 내부 전극은 고형체이거나 내부가 중공인 전기 화학 전지.

청구항 12

제 1항 또는 제 2항에 있어서, 상기 내부 전극의 핀-단부 상에 나사가 있으며, 압력 와셔와 너트가 고정을 위해 사용되는 전기 화학 전지.

청구항 13

제 1항 또는 제 2항에 있어서, 상기 외부 전극은 전원의 음극에 연결되고, 상기 내부 전극은 전원의 양극에 연결되며, 상기 내부 전극은 큰 직경을 갖는 그의 중간 영역의 길이가 전극 사이의 거리의 두 배 이상으로 외부 전극의 길이를 초과하도록 구성되며, 상기 내부 전극은 상기 외부 전극과 대칭적으로 전지 내에 설치되는 전기 화학 전지.

청구항 14

제 1항 또는 제 2항에 있어서, 상기 외부 전극은 전원의 양극에 연결되고, 상기 내부 전극은 전원의 음극에 연결되며, 상기 내부 전극은 큰 직경을 갖는 그의 중간 영역의 길이가 외부 전극의 길이보다 전극 사이의 거리의 두 배의 길이와 같거나 작도록 구성되며, 상기 내부 전극은 상기 외부 전극과 대칭적으로 전지 내에 설치되는 전기 화학 전지.

청구항 15

제 1항 또는 제 2항에 있어서, 상기 축선방향 헤드 채널은 가변 영역을 가지며, 상기 내부 전극의 중간 영역은 상기 축선방향 헤드 채널과 슬롯 조인트를 형성하며, 상기 탄성 가스켓이 상기 슬롯 조인트에 설치되는 전기 화학 전지.

청구항 16

제 1항 또는 제 2항에 있어서, 상기 축선방향 헤드 채널은 가변 영역을 가지며, 상기 내부 전극의 중간 영역은 상기 축선방향 헤드 채널과 슬롯 조인트를 형성하며, 상기 내부 전극의 중간 영역이 상기 축선방향 헤드 채널과 슬롯 조인트를 형성하면, 상기 내부 전극의 표면은 큰 직경을 갖는 중간 영역의 하부와 상부 내의 그루브를 가지며, 상기 탄성 가스켓이 상기 그루브 내에 설치되는 전기 화학전지.

청구항 17

제 1항 또는 제 2항에 있어서, 상기 축선방향 헤드 채널의 직경은 상기 내부 전극 핀-단부의 직경과 동일하며, 상기 내부 전극 핀-단부의 표면에는 그루브가 형성되어 있으며, 상기 탄성 가스켓이 상기 그루브 내에 설치되는 전기 화학 전지.

청구항 18

제 1항 또는 제 2항에 있어서, 상기 축선방향 헤드 채널의 직경은 상기 내부 전극 핀-단부의 직경과 동일하며, 상기 축선방향 헤드 채널은 상기 헤드의 접촉 단부에서 보다 확장되며, 탄성 가스켓이 이들 확장부에 설치되며, 상기 전지는 이들 확장부에 견고하게 고정되는 유전체 부싱을 가지는 전기 화학 전지.

요약

본 발명에 따른 물 및/또는 수용액 처리용 전기화학 전지는, 중앙부, 및 상기 중앙부의 직경의 0.75 이하의 직경을 가지며 상기 중앙부의 각각의 단부에 제공된 핀 단부를 갖추고 있는 내부 전극과, 상기 내부 전극의 둘레로 장착되어 있는 외부 전극과, 상기 전지의 전극 챔버 내에서 상기 내부 전극과 상기 외부 전극 사이의 별도의 공간에 장착되어 있는 동축 세라믹 다이아프램을 포함하고 있다. 외부 전극은 상하부 유전체 부싱 내에 설치되어 있다. 이들 내부 및 외부 전극이 모두 전원의 양극과 음극에 연결되어 있다. 또한, 이러한 전지는 각각 축방향 채널을 갖는 상하부 유전체 콜렉터 헤드를 더 포함하고 있고, 각각의 상기 상하부 유전체 콜렉터 헤드가 회전가능하게 상기 부싱의 슬롯 내에 설치되어 있다. 다이아프램은 상기 부싱 슬롯 내에 설치된 탄성 가스켓에 의해 체결되어 있다. 내부 전극의 중앙부의 직경은 다음 공식으로 한정되어 있으되,

$$2M < D < 4M$$

여기서, D는 상기 내부 전극의 중앙부의 직경(㎜) 이고

M은 상기 내부 및 외부 전극들 사이의 거리(㎜) 이다.

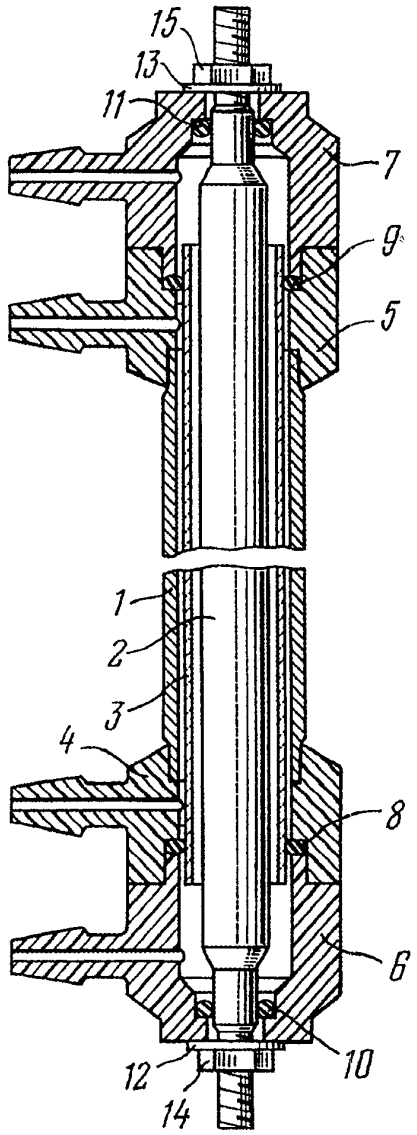
내부 전극의 중앙부의 길이가 상기 외부 전극의 길이 보다 짧거나(2M) 또는 상기 외부 전극의 길이 보다 길다(2M 이상).

대표도

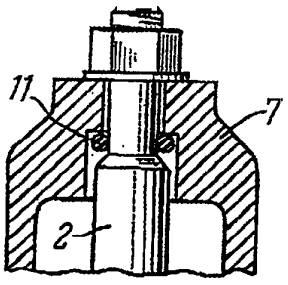
도1

도면

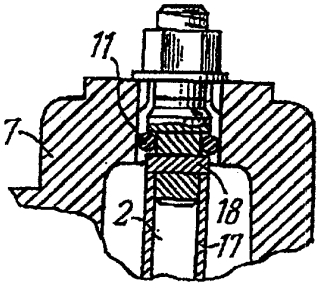
도면1



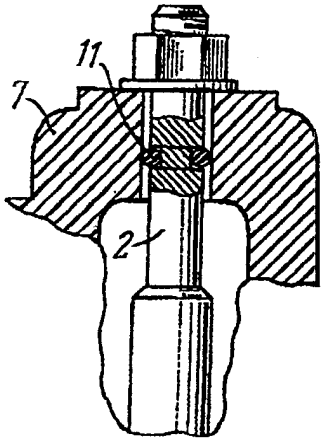
도면2



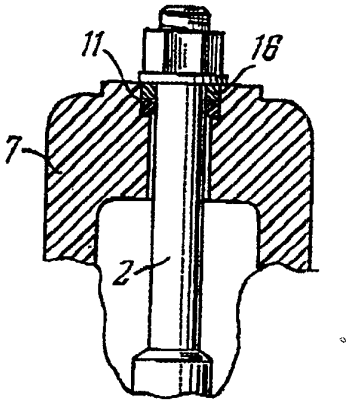
도면3



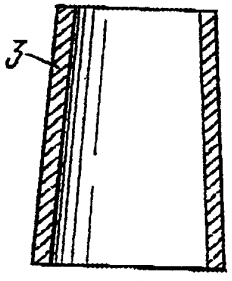
도면4



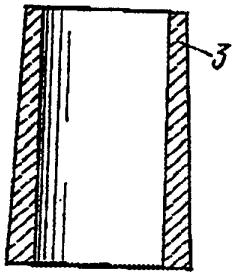
도면5



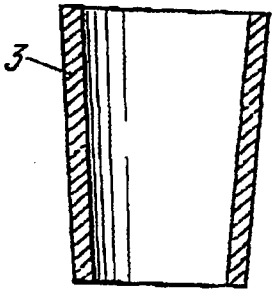
도면6



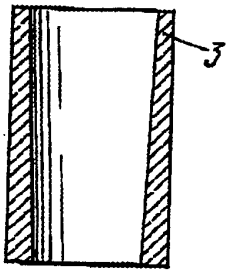
도면7



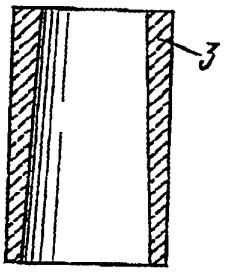
도면8



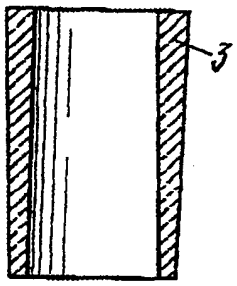
도면9



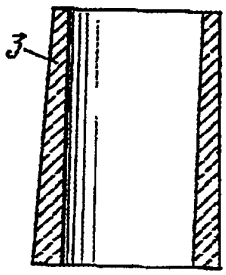
도면10



도면11



도면12



도면13

