

# (19) 대한민국특허청(KR) (12) 공개특허공보(A)

(51) 。 Int. Cl. <sup>7</sup>  
C02F 1/469

(11) 공개번호 특2002 - 0006596  
(43) 공개일자 2002년01월23일

(21) 출원번호 10 - 2001 - 0041174  
(22) 출원일자 2001년07월10일

(30) 우선권주장 JP - P - 2000 - 0021 2000년07월13일 일본(JP)  
3078

(71) 출원인 쿠리타 고교 가부시킴가이사  
타케토시 카즈오  
일본 도쿄도 신주쿠구 니시신주쿠 3 - 4 - 7

(72) 발명자 사토노부  
일본도쿄도신주쿠구니시신주쿠3 - 4 - 7쿠리타고교가부시킴가이사나이

(74) 대리인 김태홍  
김승호  
김진희

심사청구 : 없음

(54) 전기 탈이온 장치 및 그 운전 방법

## 요약

원수(原水)는 유입구(6)로부터 탈염실(8)로 유입되어, 애노드(2a)의 선단측 음이온 교환막(4)을 감돌아 음이온 교환막(4)과 양이온 교환막(5) 사이로 유입되고, 다음에 캐소드(3a)의 선단측 양이온 교환막(5)을 감돈다. 탈염수는 이하 마찬가지로 애노드(2b) 및 캐소드(3b)의 선단측 교환막(4, 5)을 감돌도록 탈염실(8)내를 흘러 생산수 유출구(7)로부터 유출된다. 생산수의 일부가 농축실(30, 40)의 순환 농축수에 첨가된다. 농축실(30)에서 유출하는 농축수의 일부가 농축실(10)의 순환 농축수에 첨가되고, 농축실(40)에서 유출하는 농축수의 일부가 농축실(20)의 순환 농축수에 첨가된다. 농축실로부터의 실리카의 농도 확산이 억제되고, 이에 따라 극히 낮은 실리카 농도의 생산수가 생산된다.

대표도  
도 1

명세서

## 도면의 간단한 설명

도 1은 실시 형태에 따른 전기 탈이온 장치의 모식적인 단면도.

도 2는 실시 형태에 따른 전기 탈이온 시스템의 통수(通水) 계통도.

도 3a는 실시 형태에 따른 전기 탈이온 장치를 개략적으로 도시한 사시도이고, 도 3b는 이 장치의 계통도.

도 4는 비교예의 계통도.

## 발명의 상세한 설명

### 발명의 목적

#### 발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 물에서 이온을 전기적으로 분리하기 위한 전기 탈이온 장치 및 그 운전 방법에 관한 것이다.

순수, 초순수 등을 제조하는 분야 등에서 전기 탈이온 장치가 이용되고 있다. 플레이트 앤드 프레임형의 전기 탈이온 장치는 양극과 음극과 해당 양극, 음극 사이에 농축실과 탈염실(희석실)을 교대로 형성하도록 교대로 배치된 평막형의 양이온 교환막 및 음이온 교환막을 갖는다. 탈염실에는 이온 교환 수지 등의 이온 교환체가 충전되어 있다. 이 탈염실에 탈염 처리하여야 할 물이 유통되어 수중의 이온이 이온 교환막을 투과하여 탈염실에서 농축실로 이동한다.

일본국특공소56 - 16688호 공보에는 원통형의 장치 케이싱내에 막대 형상의 전극(애노드와 캐소드)을 평행하게 배치하고, 이들 전극의 주위를 원통형의 이온 교환막으로 둘러싸서 이온 교환막과 전극 사이를 농축실로 하여, 각 이온 교환막의 외측에 탈염수를 유통시키도록 한 전기 탈이온 장치가 기재되어 있다.

동 공보의 전기 탈이온 장치에서는 애노드 주위의 농축실에서의 농축수와 캐소드 주위의 농축실에서의 농축수를 혼합하여 각 농축실로 순환시키고 있다.

종래의 전기 탈이온 장치에서는 농축실에서의 실리카의 확산 현상에 의해 실리카를 높은 제거율로 제거하는 것이 곤란했다. 예컨대, 실리카 농도가 200 ppb인 원수를 전기 탈이온 장치에 공급하여 90%의 물 회수율로 운전하면, 농축실 유출수의 실리카 농도는 약 2000 ppb로 고농도가 된다. 그 결과, 실리카 농도가 농축실에서 현저히 높기 때문에, 농축실에서 탈염실측으로의 실리카의 확산 속도가 커져 생산수의 실리카 농도를 낮게 하는 것이 곤란해진다.

#### 발명이 이루고자 하는 기술적 과제

본 발명은 농축실에서의 실리카의 농도 확산을 억제하고, 이에 따라 극히 낮은 실리카 농도의 생산물을 얻을 수 있는 전기 탈이온 장치와 그 운전 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

### 발명의 구성 및 작용

본 발명은 양극과 음극 사이에 이온 교환막에 의해 농축실과 탈염실이 구획된 전기 탈이온 장치의 운전 방법에 관한 것이다. 농축수가 해당 농축실로 유통되는 동시에, 원수가 탈염실로 유통되어, 생산수가 해당 탈염실에서 추출되어, 해당 농축실에서 유출하는 농축수의 실리카 농도는 생산수의 실리카 농도의 1000배 이하, 바람직하게는 700배 이하가 된다.

실리카 농도를 0.1 ppb 이하의 고순도 생산수를 제조하기 위해서는, 농축실에서 유출하는 농축수의 실리카 농도를 100 ppb 이하, 특히 70 ppb 이하로 하는 것이 바람직하다.

농축실로서 탈염실내의 피처리수의 유동 방향에 따라 복수개의 농축실이 마련되어 있어, 최하류측의 농축실에서 유출하는 농축수의 실리카 농도를 생산수의 실리카 농도의 1000배 이하로 해도 좋다. 이러한 운전 방법에 있어서는, 농축실의 출구 근방에서도 농축실에서 탈염실을 향하는 실리카 농도차가 비교적 작고, 농축실에서 탈염실로의 실리카 확산이 억제되어 생산수의 실리카 농도를 낮게 할 수 있다.

본 발명의 일 형태에서는 탈염실내의 피처리수의 유동 방향을 따라 제1 내지 제 $n$ ( $n$ 은 2이상의 정수)의  $n$  개의 농축실이 마련되어 있으며, 제1 농축실에서 유출하는 농축수의 일부를 배출하고, 잔부를 제1 농축실로 순환시켜서, 제 $k$ ( $2 \leq k \leq n$ ) 농축실에서 유출하는 농축수의 일부를 1단만 전단의 제( $k-1$ ) 농축실로 공급하고, 잔부를 제  $k$  농축실로 순환시켜서, 생산수의 일부를 탈염실의 최하류측인 제 $n$  농축실에 공급한다. 이러한 방법에 따르면, 가장 출구측인 농축실의 실리카 농도를 충분히 낮게 하여 생산수의 실리카 농도를 현저히 낮게 할 수 있다.

본 발명에서 물을 농축실에 공급할 경우, 물은 농축실에 직접 공급되어도 좋고, 그 농축실로 유입되는 다른 물, 예컨대 농축수에 첨가되어도 좋다. 즉, 농축실에 간접적으로 첨가되어도 좋다.

본 발명의 한 형태의 전기 탈이온 장치는 양극과 음극과 이들 사이에 이온 교환막에 의해 구획된 농축실과 탈염실을 갖는다. 농축수가 해당 농축실로 유통되고, 원수가 해당 탈염실로 유통되어, 생산수로서 추출된다. 해당 농축실로서 탈염실의 최상류측에서 최하류까지 제1 내지 제 $n$ 의  $n$  개의 농축실이 마련되어 있어, 해당 제 $n$  농축실로 생산수의 일부가 보급된다.

이 전기 탈이온 장치의 한 형태에서는, 제1 농축실에서 유출하는 농축수의 일부를 배출하고 잔부를 제1 농축실에 순환시키고, 제 $k$ ( $2 \leq k \leq n$ ) 농축실에서 유출하는 농축수의 일부를 제( $k-1$ ) 농축실에 공급하고 잔부를 제 $k$  농축실로 순환시키는 유로를 구비한다.

탈염실에는 이온 교환 수지, 이온 교환 섬유 등의 이온 교환체가 충전되어도 좋다. 농축실에도 이온 교환체 또는 활성탄이 충전되어도 좋다.  $n$ 은 바람직하게는 2 10, 특히 2 5 특히 2 4이다.

본 발명의 다른 형태의 전기 탈이온 장치는 양극과 음극 사이에 이온 교환막에 의해 농축실과 탈염실이 구획되어, 농축수가 해당 농축실에 유통되고, 원수가 피처리수로서 해당 탈염실에 유통되어 생산수로서 추출된다. 양이온 교환막과 음이온 교환막이 교대로 배치된 농축실과 탈염실이 교대로 형성되어 있다. 해당 농축실은 칸막이 벽에 의해 2 이상의 농축수 유통부로 구획되어 있고, 해당 칸막이 벽은 탈염실내의 통수 방향과 교차 방향으로 연장 설치되고, 이에 의해 해당 농축수 유통부내의 농축수 유동 방향은 탈염실내의 유동 방향과 교차 방향으로 되어 있다.

이 형태에서는 탈염실내의 피처리수의 유동 방향에 따라 제1 내지 제 $n$ ( $n$ 은 2이상의 정수)의  $n$  개의 농축수 유통부가 설치되어 있고, 제1 농축수 유통부에서 유출하는 농축수의 일부를 배출하고, 잔부를 제1 농축수 유통부로 순환시키고, 제 $k$ ( $2 \leq k \leq n$ ) 농축수 유통부에서 유출하는 농축수의 일부를 1단만 전단의 제( $k-1$ ) 농축수 유통부에 공급하고, 잔부를 제 $k$  농축수 유통부에 순환시키고, 생산수의 일부를 최하류측인 제 $n$  농축수 유통부에 공급하는 것이 바람직하다.

본 발명의 또 다른 형태에 따른 전기 탈이온 시스템은 양극과 음극 사이에 이온 교환막에 의해 농축실과 탈염실이 구획되어, 농축수가 해당 농축실로 유통되고, 원수가 피처리수로서 해당 탈염실로 유통되어 생산수로서 추출되는 전기 탈이온 장치를 직렬로 복수 구비하고 있다. 제1 전기 탈이온 장치의 농축실에서 유출하는 농축수의 일부를 배출하고, 잔부를 제1 전기 탈이온 장치의 농축실로 순환시키고, 제 $k$ ( $2 \leq k \leq n$ ) 전기 탈이온 장치의 농축실에서 유출하는 농축수의 일부를 1단만 전단의 제( $k-1$ ) 전기 탈이온 장치의 농축실에 공급하고, 잔부를 제 $k$  전기 탈이온 장치의 농축실로 순환시키고, 생산수의 일부를 최하류측인 제 $n$  전기 탈이온 장치의 농축실에 공급한다.

본 발명의 또 다른 형태는 후술하는 바람직한 형태로 기술되어 있다.

이하, 실시 형태와 실시예를 설명하지만, 본 발명은 이들에 한정되는 것은 아니다.

도 1은 제1 실시 형태에 따른 전기 탈이온 장치의 모식적인 수평 단면도이다. 장치 케이싱(1)내에 판 형상의 애노드(2a, 2b)와 캐소드(3a, 3b)가 평행하게 교대로 배치되어 있다. 이 실시 형태에서는 애노드(2a, 2b)는 케이싱(1)의 한 쪽 측면(1a)에 지지되고, 그 선단은 다른 쪽 측면(1b)으로부터는 격리되어 있다. 캐소드(3a, 3b)는 케이싱(1)의 다른 쪽 측면(1b)에 지지되고, 그 선단은 한 쪽 측면(1a)으로부터 격리되어 있다.

이 애노드(2a, 2b)는 음이온 교환막(4)으로 둘러싸여 있고, 애노드(2a)와 음이온 교환막(4) 사이에 제1 농축실(10)이 형성되고, 애노드(2b)와 음이온 교환막(4) 사이에 제3 농축실(30)이 형성되어 있다. 캐소드(3a, 3b)는 양이온 교환막(5)으로 둘러싸여 있고, 캐소드(3a)와 양이온 교환막(5) 사이에 제2 농축실(20)이 형성되고, 캐소드(3b)와 양이온 교환막(5) 사이에 제4 농축실(40)이 형성되어 있다.

이 농축실(10, 30)내의 애노드(2a, 2b)의 한 쪽 판면측에 애노드용 농축수를 도입하고, 다른 쪽 판면측에서 농축수를 유출시키도록 케이싱(1)에 농축수의 유입구(15, 35)와 유출구(11, 31)가 설치되어 있다.

제2 및 제4 농축실(20, 40)내의 캐소드(3) 한 쪽 판면측에 캐소드용 농축수를 도입하여 다른 쪽 판면측에서 농축수를 유출시키도록 케이싱(1)에 농축수의 유입구(25, 45)와 유출구(21, 41)가 설치되어 있다.

케이싱(1)의 도면 좌단측에 원수의 유입구(6)가 설치되고, 우단측에 탈염된 생산수의 유출구(7)가 설치되어 있다. 이 유출로(7a)에 생산수 추출용 배관(7a)이 접속되어 있다.

케이싱(1)내의 음이온 교환막(4)과 양이온 교환막(5) 사이 부분이 탈염실(8)로 되어 있고, 이 탈염실(8)내를 피처리수가 흐른다. 이 탈염실(8)에는 이온 교환 수지 등의 이온 교환체가 충전되어 있다. 또, 농축실에도 이온 교환체가 충전되어도 좋다. 탈염실에는 이온 교환 수지, 이온 교환 섬유 등의 이온 교환체가 충전되어도 좋다. 농축실에도 이온 교환체 또는 활성탄이 충전되어도 좋다.

각 농축실(10, 20, 30, 40)내의 농축수를 순환시키도록, 유출구(11)와 유입구(15), 유출구(21)와 유입구(25), 유출구(31)와 유입구(35), 유출구(41)와 유입구(45)가 각각 배관(12, 22, 32, 42), 펌프(13, 23, 33, 43) 및 배관(14, 24, 34, 44)에 의해 연통되어 있다.

생산수 유출구(7)에 가까운 농축실(30, 40)의 순환 농축수에 보급수로서 생산수를 가하도록, 생산수 추출용 배관(7a)에서 분기된 배관(36, 46)이 각각 순환용 배관(32, 42)에 접속되어 있다.

배관(32)을 흐르는 농축실(30)의 순환 농축수의 일부를 농축실(10)에 공급하기 위해서, 배관(32)이 배관(37)을 통해 배관(12)에 접속되어 있다. 배관(42)을 흐르는 농축실(40)의 순환 농축수의 일부를 농축실(20)에 공급하기 위해서, 배관(42)이 배관(47)을 통해 배관(22)에 접속되어 있다.

배관(12, 22)으로부터는 각각 농축수 배출용의 배관(16, 26)이 분기되어 있다. 이와 같이 구성된 전기 탈이온 장치에서는 탈염 처리되는 원수는 유입구(6)로부터 탈염실(8)로 유입되고, 애노드(2a)를 둘러싸는 음이온 교환막(4)의 선단부(4a)를 감돌아 음이온 교환막(4)과 양이온 교환막(5) 사이로 유입되고, 다음에 캐소드(3a)를 둘러싸는 양이온 교환막(5)의 선단부(5a)를 감돈다. 피처리수는 또한 애노드(2b) 및 캐소드(3b)를 둘러싸는 교환막(4, 5)의 선단부(4b, 5b)를 감돌아 탈염실(8)내를 흘러서 생산수 유출구(7)로부터 유출한다.

이와 같이 피처리수가 탈염실(8)내를 흐르는 사이에 피처리수 중의 음이온과 양이온이 각각 음이온 교환막(4) 또는 양이온 교환막(5)을 투과하여 제1 내지 제4 농축실(10, 20, 30, 40)내로 이동한다. 각 농축실(10, 20, 30, 40)내에는 농축수가 유통하고 있어, 각 농축실내의 농축수에 이입된 이온은 최종적으로는 농축실(10, 20)에 연속해 있는 농축수 순환용 배관(12, 22)으로부터 배관(16, 26)을 지나서 유출한다.

캐소드용 농축실(40)의 농축수 유출구(41)로부터 유출한 농축수는 배관(42), 펌프(43), 배관(44)을 통해 순환되고, 그 사이에 배관(7a)으로부터 생산수의 일부가 배관(46)을 통해 배관(42)에 공급된다. 배관(42)을 흐르는 농축수의 일부가 배관(47)을 통해 농축실(20)에 연속해 있는 농축수 순환용 배관(22)으로 유입된다. 캐소드용 농축실(20)의 농축수 유출구(21)로부터 유출된 농축수는 배관(22), 펌프(23), 배관(24)을 통해 순환하고, 그 사이에 일부의 농축수가 배관(26)을 통해 배출되는 동시에, 상기한 바와 같이, 배관(47)을 통해 순환용 배관(42)내의 농축수 일부가 배관(22)에 도입된다.

애노드용 농축실(30)의 농축수 유출구(31)로부터 유출된 농축수는 배관(32), 펌프(33), 배관(34)을 통해 순환되고, 그 사이에 배관(7a)으로부터 생산수의 일부가 배관(36)을 통해 배관(32)에 공급된다. 배관(32)을 흐르는 농축수의 일부가 배관(37)을 통해 농축실(10)에 연속해 있는 농축수 순환용 배관(12)으로 유입된다. 애노드용 농축실(10)의 농축수 유출구(11)로부터 유출된 농축수는 배관(12), 펌프(13), 배관(14)을 통해 순환하고, 그 사이에 일부 농축수가 배관(16)을 통해 배출되는 동시에, 상기한 바와 같이, 배관(37)을 통해 순환용 배관(32)내의 농축수 일부가 배관(12)에 도입된다.

이와 같이 생산수 추출측의 농축실(30, 40)에 배관(7a)으로부터 생산수를 도입하기 때문에, 해당 농축실(30, 40)의 실리카 농도가 생산수의 실리카 농도 1000배보다도 낮다. 이 때문에, 농축실(30, 40)에서 탈염실(8)로의 실리카 농도차가 작아지고, 농축실(30, 40)에서 탈염실(8)로의 실리카 확산이 억제되어 배관(7a)에서 추출되는 최종 생산수의 실리카 농도가 현저히 낮아진다.

도 1에서는 2개의 애노드용 농축실 및 2개의 캐소드용 농축실이 마련되어 있지만, 3개 이상의 애노드용 농축실 및 3개 이상의 캐소드용 농축실이 마련되어도 좋다.

도 2는 본 발명의 다른 실시 형태에 따른 전기 탈이온 시스템의 통수 계통도이다. 이 시스템에서는 2기의 전기 탈이온 장치(60, 70)를 갖는다.

각 전기 탈이온 장치(60, 70)는 이온 교환막(63, 73)에 의해 구획 형성된 탈염실(61, 71)과 농축실(62, 72)을 갖고 있다. 처리되는 원수는 배관(50)에 의해 전기 탈이온 장치(60)의 탈염실(61)로 도입되고, 탈염 처리된 후 배관(51)을 통해 전기 탈이온 장치(70)의 탈염실(71)로 도입되어 탈염 처리된다. 최종 생산수는 배관(52)을 통해 탈염실(71)로부터 추출된다. 이 생산수 추출용 배관(52)으로부터 배관(53)이 분기되어 있어, 생산수의 일부가 농축수 순환용 배관(74)에 도입된다.

전기 탈이온 장치(60, 70)의 농축실(72)의 농축수 출구와 농축수 입구는 순환용 배관(64)에 의해 접속되고, 이 배관(64)에 펌프(65)가 설치되어 있다. 농축실(72)의 농축수 출구와 농축수 입구는 순환용 배관(74)을 통해 접속되어 있고, 배관(74)에 펌프(75)가 설치되어 있다. 후단의 전기 탈이온 장치(70)의 배관(74)에 대해, 생산수 추출용 배관(52)으로부터 분기된 보급수용 배관(53)을 통해 최종 생산수의 일부가 도입된다. 농축실(72)에 연속해 있는 배관(74)을 흐르는 농축수의 일부는 배관(77)을 통해 전기 탈이온 장치(60)의 배관(64)에 도입된다. 농축실(62)에 연속해 있는 배관(64)을 흐르는 농축수의 일부는 배관(67)을 통해 배출된다.

도 2의 전기 탈이온 장치에 있어서, 농축실(72)내의 농축수는 배관(74)을 통해 순환하고, 그 사이에 최종 생산수의 일부가 배관(53)을 통해 배관(74)에 공급된다. 이 때문에, 농축실(72)의 실리카 농도는 생산수의 실리카 농도 1000배보다도 낮다. 그 때문에, 농축실(72)에서 탈염실(71)로 향하는 실리카 농도차가 작아지고, 농축실(72)에서 탈염실(71)로의 실리카 확산이 억제되어 배관(52)에서 추출되는 최종 생산수의 실리카 농도가 현저히 낮아진다.

도 1, 2의 실시 형태에 있어서, 실리카 농도 200 ppb의 원수를 1.1 t/h로 탈염실(8) 또는 (61)에 공급하고, 농축실(10, 20, 30, 40, 62, 72)에서의 농축수 순환량을 모두 1 t/h로 하고, 농축수 순환 라인으로부터의 농축수 추출량을 0.1 t/h로 하고, 농축수 순환 배관(34, 44, 74)으로의 생산수 도입량을 0.1 t/h로 한 경우, 농축실(30, 40, 72)에서의 농축수 실리카 농도는 약 40 ppb, 농축실(10, 20, 62)에서의 농축수 실리카농도는 약 2000 ppb가 되고, 농축실(30, 40, 72)에서 탈염실을 향하는 실리카 농도차가 현저히 작아져서 최종 생산수의 실리카 농도가 0.1 ppb 이하가 된다.

도 2에서는 2기의 전기 탈이온 장치가 이용되고 있지만, 3기 이상의 전기 탈이온 장치가 직렬로 접속되어도 좋다.

도 3a는 본 발명의 전기 탈이온 장치의 다른 실시 형태를 도시한 개략적인 사시도, 도 3b는 그 통수 계통도이다.

이 전기적 탈이온 장치에서는, 애노드(101)와 캐소드(102) 사이에 양이온 교환막과 음이온 교환막이 교대로 배열되어 농축실(103)과 탈염실(104)이 형성되어 있다.

이 실시 형태에서는 농축실(103)이 애노드(101)와 캐소드(102) 중간에 배치되고, 농축실(103)의 애노드측 및 캐소드측에 각각 탈염실(104)이 배치되어 있다. 처리되는 원수는 배관(106)을 통해 탈염실(104)에 공급되고, 탈염되어 생산수가 배관(110)으로부터 추출된다.

농축실(103)은 칸막이 벽(105)에 의해 2이상의 농축수 유통부(103A, 103B)로 구획되어 있다. 또, 각 농축수 유통부(103A, 103B)의 농축수 통수 방향은 탈염실(104)내의 통수 방향과 교차하는 방향, 바람직하게는 대략 직교 방향으로 되어 있다. 또, 대략 직교 방향이란 약 80° ~ 100°의 각도를 나타낸다. 탈염실(104)은 도 3a의 상측이 입구측, 아래쪽이 출구측이며, 탈염실(104)내를 피처리수가 위에서 아래로 향하여 흐른다.

농축실(103)내에는 이 탈염실(104)내의 통수 방향인 수직 방향에 대해 대략 직교 방향으로 연장하는 칸막이 벽(105)이 설치되고, 농축실(103) 내에는 상측 농축수 유통부(103A)와 아래측 농축수 유통부(103B)가 설치되어 있다.

이하에서 탈염실(104)의 통수 방향 입구측의 농축수 유통부(103A)를 「전단 농축실(103A)」이라 칭하고, 출구측의 농축수 유통부(103B)를 「후단 농축실(103B)」이라 칭한다.

전단 농축실(103A)의 농축수 출구와 농축수 입구는 순환용 배관(107A), 펌프(108A), 배관(109A)를 통해 접속되어 있다. 후단 농축실(103B)의 농축수 출구와 농축수 입구는 순환용 배관(107B), 펌프(108B), 배관(109B)을 통해 접속되어 있다. 후단 농축실(103B)내의 농축수는 배관(107B), 펌프(108B), 배관(109B) 순으로 흘러서 순환한다. 이 배관(109B)내를 흐르는 농축수에 대해, 생산수 추출용 배관(110)으로부터 분기된 보급수용 배관(111)을 통해 최종 생산수의 일부가 도입된다. 배관(107B)내를 흐르는 후단 농축실(103B)로부터의 농축수 일부는 배관(112)을 통해 전단 농축실(103A)의 배관(107A)에 도입된다. 전단 농축실(103A)에서 유출된 농축수의 일부는 배관(113)을 통해 배출된다.

후단 농축실(103B), 배관(107B, 109B)을 순환하고 있는 농축수에 최종 생산수가 도입되기 때문에, 후단 농축실(103B)내의 농축수 중의 실리카 농도가 생산수의 실리카 농도 1000배보다도 낮다. 그 때문에, 농축실(103B)에서 탈염실(104)로 향하는 실리카 농도차가 작다. 따라서, 농축실(103B)에서 탈염실(104)로의 실리카 확산이 억제되어, 배관(110)으로부터 추출되는 최종 생산수의 실리카 농도가 현저히 낮다.

이하에 실시예 및 비교예를 들어 본 발명을 보다 구체적으로 설명한다.

#### 실시예 1

수도물을 활성탄 처리한 후, 역침투막 분리 처리하고, 그리고 탈기막으로 처리한 물(실리카 농도 400 ppb)을 공급수로서, 도 2에 도시하는 본 발명의 방법으로 통수했다. 전기 탈이온 장치의 탈염실에는 다우케미컬사 제조의 이온 교환 수지 「650C」와 미쓰비시화학사 제조의 이온 교환 수지 「SSA10」가 4:6 비율로 혼합되어 충전되었다. 이온 교환막은 도쿠야마사 제조의 CMB와 AHA이다. 둘째 단의 전기 탈이온 장치는 농축실에도 상기 이온 교환 수지를 충전했다. 탈염실의 크기는 가로187 mm × 높이 795 mm × 2.5 mm 두께이다. 1기의 전기 탈이온 장치는 3개의 탈염실을 갖는다. 원수 유량은 80 L/h로 하고, 각 전기 탈이온 장치의 회수율은 90%로 했다. 전압은 21V의 조건이다.

이 운전에 있어서, 둘째 단의 전기 탈이온 장치의 농축실에서 유출한 농축수의 실리카 농도와 얻어진 생산수의 실리카 농도를 조사하여 결과를 표 1에 나타냈다.

#### 비교예 1

둘째 단의 전기 탈이온 장치의 농축실 입구에 실리카 용액을 첨가하여 농축수의 실리카 농도가 220 ppb가 되도록 한 것 이외는 실시예 1과 같이 하여 처리를 하여, 실리카 농도의 측정 결과를 표 1에 나타냈다.

#### 비교예 2

도 4에 도시하는 장치에 실시예 1과 같이 하여 통수하고 실리카 농도를 조사하여 결과를 표 1에 나타냈다.

또, 도 4에 있어서, 원수는 배관(80)으로부터 전기 탈이온 장치(81)의 탈염실(84)로 공급되어 배관(82)을 통해 생산수로서 추출된다. 전기 탈이온 장치(81)내에는 이온 교환막(83)에 의해 탈염실(84)과 농축실(85)이 구획 형성되어 있다. 농축실(85)의 농축수 출구와 농축수 입구는 순환용 배관(86), 펌프(87) 및 배관(88)을 통해 접속되어 있고, 배관(86)에 대해 원수 공급용 배관(80)으로부터 분기된 배관(89)을 통해 원수가 보급된다. 농축실(85)에서 배관(86)으로 유출된 농축수의 일부는 배관(90)을 통해 추출되어 배출된다.

**[표 1]**

| 예     | 둘째 단의 전기 탈이온 장치의 농축수의 실리카 농도(ppb) | 생산수의 실리카 농도(ppb) |
|-------|-----------------------------------|------------------|
| 실시예 1 | 80                                | <0.1             |
| 비교예 1 | 220                               | 0.2              |
| 비교예 2 | 4000                              | 3.8              |

#### 실시예 2

도 1의 장치에 있어서, 탈염실 유량, 이온 교환 수지의 혼합비는 실시예 1과 같이 하고, 도 1의 탈염실(8)의 유로 길이는 3200 mm으로 했다. 이 장치를 실시예 1과 같이 운전한 바, 최후단의 농축수 유출로(41)에서 유출하는 농축수의 실리카 농도는 40 ppb이며, 생산수의 실리카 농도는 0.1 ppb 이하였다.

#### 실시예 3

도 3의 장치에 있어서, 탈염실 유량, 이온 교환 수지의 혼합비는 실시예 1과 같이 하여 실시예 1과 같이 운전한 바, 후단 농축실(103B)에서 배관(107B)으로 유출하는 농축수의 실리카 농도는 80 ppb이며, 생산수의 실리카 농도는 0.1 ppb 이하였다.

상기한 바와 같이, 본 발명의 전기 탈이온 장치 및 그 운전 방법에 의해 실리카 농도 0.1 ppb 이하의 탈이온수가 생산된다.

## 발명의 효과

본 발명에 의하면, 농축실에서의 실리카의 농도 확산을 억제하고, 이에 따라 극히 낮은 실리카 농도의 생산물을 얻을 수 있다.

## (57) 청구의 범위

### 청구항 1.

양극과 음극 사이에 이온 교환막에 의해 농축실과 탈염실이 구획된 전기 탈이온 장치의 운전 방법으로서,

농축수를 해당 농축실로 유통시키는 동시에, 원수를 피처리수로서 탈염실로 유통시켜, 생산수로서 해당 탈염실에서 추출하는 운전 방법에서,

해당 농축실에서 유출하는 농축수의 실리카 농도를 생산수의 실리카 농도의 1000배 이하로 하는 것을 특징으로 하는 전기 탈이온 장치의 운전 방법.

### 청구항 2.

제1항에 있어서, 상기 농축실에서 유출하는 농축수의 실리카 농도가 100 ppb 이하인 것을 특징으로 하는 전기 탈이온 장치의 운전 방법.

### 청구항 3.

제1항에 있어서, 상기 농축실로서 피처리수의 유동 방향에 따라 복수개의 농축실이 마련되어 있고, 피처리수의 유동 방향의 최하류측의 농축실에서 유출하는 농축수의 실리카 농도를 생산수의 실리카 농도의 1000배 이하로 하는 것을 특징으로 하는 전기 탈이온 장치의 운전 방법.

### 청구항 4.

제3항에 있어서, 피처리수의 유동 방향에 따라 제1 내지 제 $n$ ( $n$ 은 2이상의 정수)의  $n$  개의 농축실이 마련되어 있으며,

제1 농축실에서 유출하는 농축수의 일부를 배출하고, 잔부를 제1 농축실로 순환시키고,

제 $k$ ( $2 \leq k \leq n$ ) 농축실에서 유출하는 농축수의 일부를 1단만 전단의 제( $k-1$ ) 농축실에 공급하고, 잔부를 제 $k$  농축실로 순환시키고,

생산수의 일부를 최하류측의 제 $n$  농축실에 공급하는 것을 특징으로 하는 전기 탈이온 장치의 운전 방법.

### 청구항 5.

제4항에 있어서,  $n$ 은 2 ~ 10인 것을 특징으로 하는 전기 탈이온 장치의 운전 방법.

### 청구항 6.

제4항에 있어서,  $n$ 은 2 ~ 5인 것을 특징으로 하는 전기 탈이온 장치의 운전 방법.

### 청구항 7.

제4항에 있어서,  $n$ 은 2 ~ 4인 것을 특징으로 하는 전기 탈이온 장치의 운전 방법.

청구항 8.

제1항에 있어서, 탈염실내에 이온 교환체가 충전되어 있는 것을 특징으로 하는 전기 탈이온 장치의 운전 방법.

청구항 9.

제8항에 있어서, 이온 교환체는 이온 교환 수지 및 이온 교환 섬유의 적어도 한 쪽인 것을 특징으로 하는 전기 탈이온 장치의 운전 방법.

청구항 10.

제1항에 있어서, 농축실내에 이온 교환체가 충전되어 있는 것을 특징으로 하는 전기 탈이온 장치의 운전 방법.

청구항 11.

제1항에 있어서, 농축실내에 활성탄이 충전되어 있는 것을 특징으로 하는 전기 탈이온 장치의 운전 방법.

청구항 12.

제1항에 있어서, 농축실에서 유출하는 농축수의 실리카 농도가 생산수의 실리카 농도의 700배 이하인 것을 특징으로 하는 전기 탈이온 장치의 운전 방법.

청구항 13.

제1항에 있어서, 복수개의 전기 탈이온 장치가 피처리수가 직렬로 흐르도록 직렬로 설치되어 있고, 최종의 전기 탈이온 장치로부터 유출하는 농축수의 실리카 농도가 해당 최종의 전기 탈이온 장치로부터 얻어지는 생산수의 실리카 농도의 1000배 이하인 것을 특징으로 하는 전기 탈이온 장치의 운전 방법.

청구항 14.

제13항에 있어서,  $n$  개의 전기 탈이온 장치가 설치되어 있으며,

제1 전기 탈이온 장치의 농축실에서 유출하는 농축수의 일부를 배출하고, 잔부를 제1 전기 탈이온 장치의 농축실로 순환시키고,

제 $k$ ( $2 \leq k \leq n$ ) 전기 탈이온 장치의 농축실에서 유출하는 농축수의 일부를 1단만 전단의 제( $k - 1$ ) 전기 탈이온 장치의 농축실에 공급하고, 잔부를 제 $k$  전기 탈이온 장치의 농축실로 순환시키고,

생산수의 일부를 최하류측의 제 $n$  전기 탈이온 장치의 농축실에 공급하는 것을 특징으로 하는 전기 탈이온 장치의 운전 방법.

청구항 15.

제13항에 있어서,  $n$ 이 2인 것을 특징으로 하는 전기 탈이온 장치의 운전 방법.

청구항 16.

제1항에 있어서, 양극과 음극 사이에 양이온 교환막과 음이온 교환막이 교대로 배치된 농축실과 탈염실이 교대로 형성되며,

해당 농축실은 칸막이 벽에 의해 2이상의 농축수 유통부로 구획되어 있고, 해당 칸막이 벽은 탈염실내의 통수 방향과 교차 방향으로 연장 설치되고, 이에 의해 해당 농축수 유통부내의 농축수의 유동 방향이 탈염실내의 유동 방향과 교차 방향으로 되어 있는 것을 특징으로 하는 전기 탈이온 장치의 운전 방법.

#### 청구항 17.

제16항에 있어서, 탈염실내의 피처리수의 유동 방향에 따라 제1 내지 제 $n$ ( $n$ 은 2이상의 정수)의  $n$  개의 농축수 유통부가 설치되어 있으며,

제1 농축수 유통부에서 유출하는 농축수의 일부를 배출하고, 잔부를 제1 농축수 유통부로 순환시키고,

제 $k$ ( $2 \leq k \leq n$ ) 농축수 유통부에서 유출하는 농축수의 일부를 1단만 전단의 제( $k - 1$ ) 농축수 유통부에 공급하고, 잔부를 제 $k$  농축수 유통부로 순환시키고,

생산수의 일부를 최하류측의 제 $n$  농축수 유통부에 공급하고, 최하류측의 농축수 유통부에서 유출하는 농축수의 실리카 농도를 생산수의 실리카 농도의 1000배 이하로 하는 것을 특징으로 하는 전기 탈이온 장치의 운전 방법.

#### 청구항 18.

양극과 음극 사이에 이온 교환막에 의해 농축실과 탈염실이 구획되어, 농축수가 해당 농축실로 유통되고, 원수가 피처리수로서 해당 탈염실로 유통되고, 생산수로서 추출되는 전기 탈이온 장치에 있어서,

해당 농축실로서 피처리수의 유동 방향의 최상류측에서 최하류까지 제1 내지 제 $n$ 의  $n$  개의 농축실이 설치되어 있고,

해당 제 $n$  농축실에 생산수의 일부를 도입하는 유로를 구비한 것을 특징으로 하는 전기 탈이온 장치.

#### 청구항 19.

제18항에 있어서, 제1 농축실에서 유출하는 농축수의 일부를 배출하고, 잔부를 제1 농축실로 순환시키고, 제 $k$ ( $2 \leq k \leq n$ ) 농축실에서 유출하는 농축수의 일부를 제( $k - 1$ ) 농축실에 공급하고, 잔부를 제 $k$  농축실로 순환시키는 유로를 구비한 것을 특징으로 하는 전기 탈이온 장치.

#### 청구항 20.

양극과 음극 사이에 이온 교환막에 의해 농축실과 탈염실이 구획되어, 농축수가 해당 농축실로 유통되고, 원수가 피처리수로서 해당 탈염실로 유통되고, 생산수로서 추출되는 전기 탈이온 장치를 직렬로 복수 구비한 전기 탈이온 시스템에 있어서,

제1 전기 탈이온 장치의 농축실에서 유출하는 농축수의 일부를 배출하고, 잔부를 제1 전기 탈이온 장치의 농축실로 순환시키고,

제 $k$ ( $2 \leq k \leq n$ ) 전기 탈이온 장치의 농축실에서 유출하는 농축수의 일부를 1단만 전단의 제( $k - 1$ ) 전기 탈이온 장치의 농축실에 공급하고, 잔부를 제 $k$  전기 탈이온 장치의 농축실로 순환시키고,

생산수의 일부를 최하류측의 제 $n$  전기 탈이온 장치의 농축실에 공급하는 것을 특징으로 하는 전기 탈이온 시스템.

#### 청구항 21.

양극과 음극 사이에 이온 교환막에 의해 농축실과 탈염실이 구획되어, 농축수가 해당 농축실로 유통되고, 원수가 피처리수로서 해당 탈염실로 유통되고, 생산물로서 추출되는 전기 탈이온 장치에 있어서,

양이온 교환막과 음이온 교환막이 교대로 배치된 농축실과 탈염실이 교대로 형성되고,

해당 농축실은 칸막이 벽에 의해 2이상의 농축수 유통부로 구획되어 있고, 해당 칸막이 벽은 탈염실내의 통수 방향과 교차 방향으로 연장 설치되고, 이에 의해 해당 농축수 유통부내의 농축수의 유동 방향은 탈염실내의 유동 방향과 교차 방향으로 되어 있는 것을 특징으로 하는 전기 탈이온 장치.

청구항 22.

제21항에 있어서, 탈염실내의 피처리수의 유동 방향에 따라 제1 내지 제 $n$ ( $n$ 은 2이상의 정수)의  $n$  개의 농축수 유통부가 마련되어 있으며,

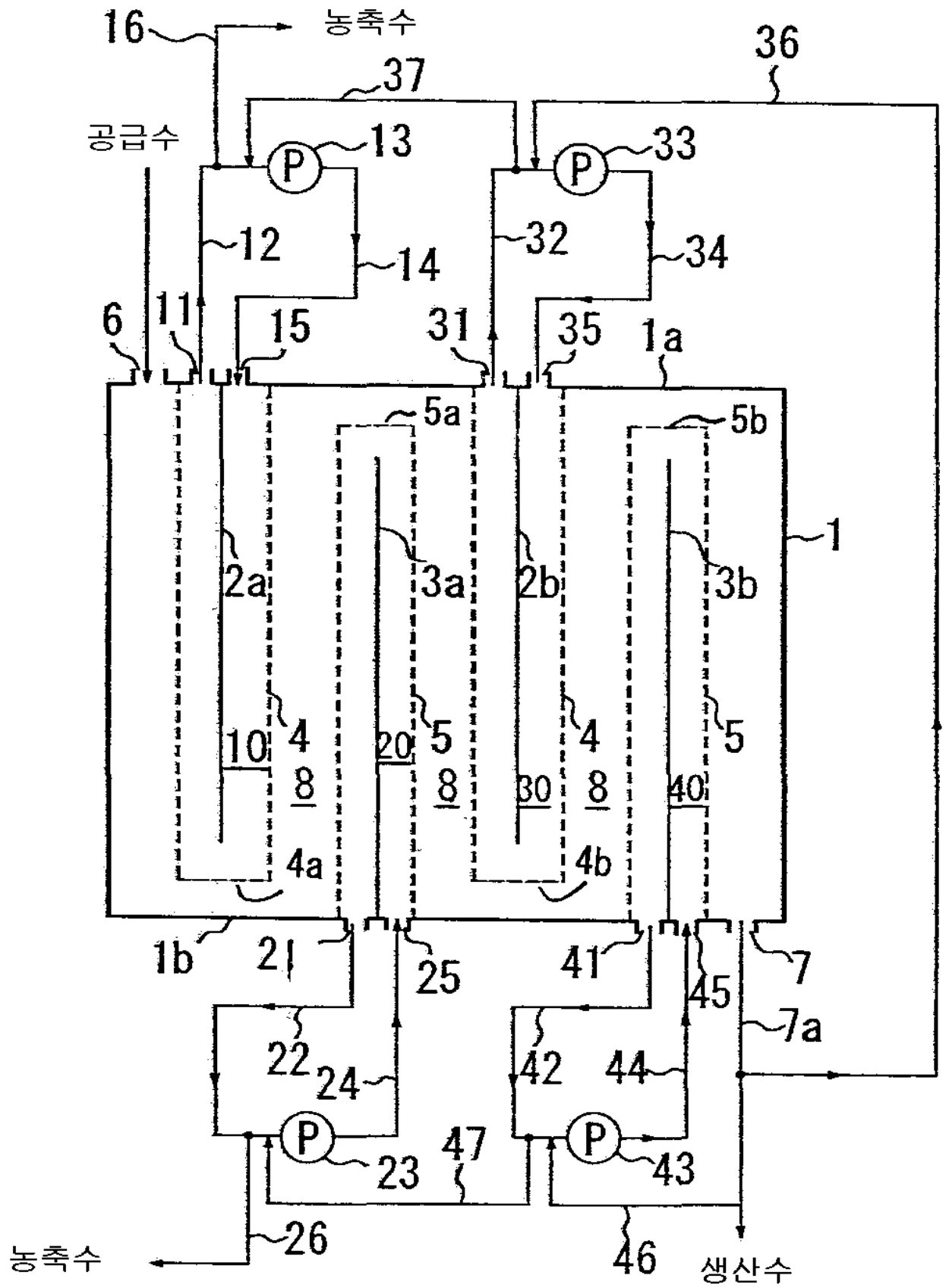
제1 농축수 유통부에서 유출하는 농축수의 일부를 배출하고, 잔부를 제1 농축수 유통부로 순환시키고,

제 $k$ ( $2 \leq k \leq n$ ) 농축수 유통부에서 유출하는 농축수의 일부를 1단만 전단의 제( $k - 1$ ) 농축수 유통부에 공급하고, 잔부를 제 $k$  농축수 유통부로 순환시키고,

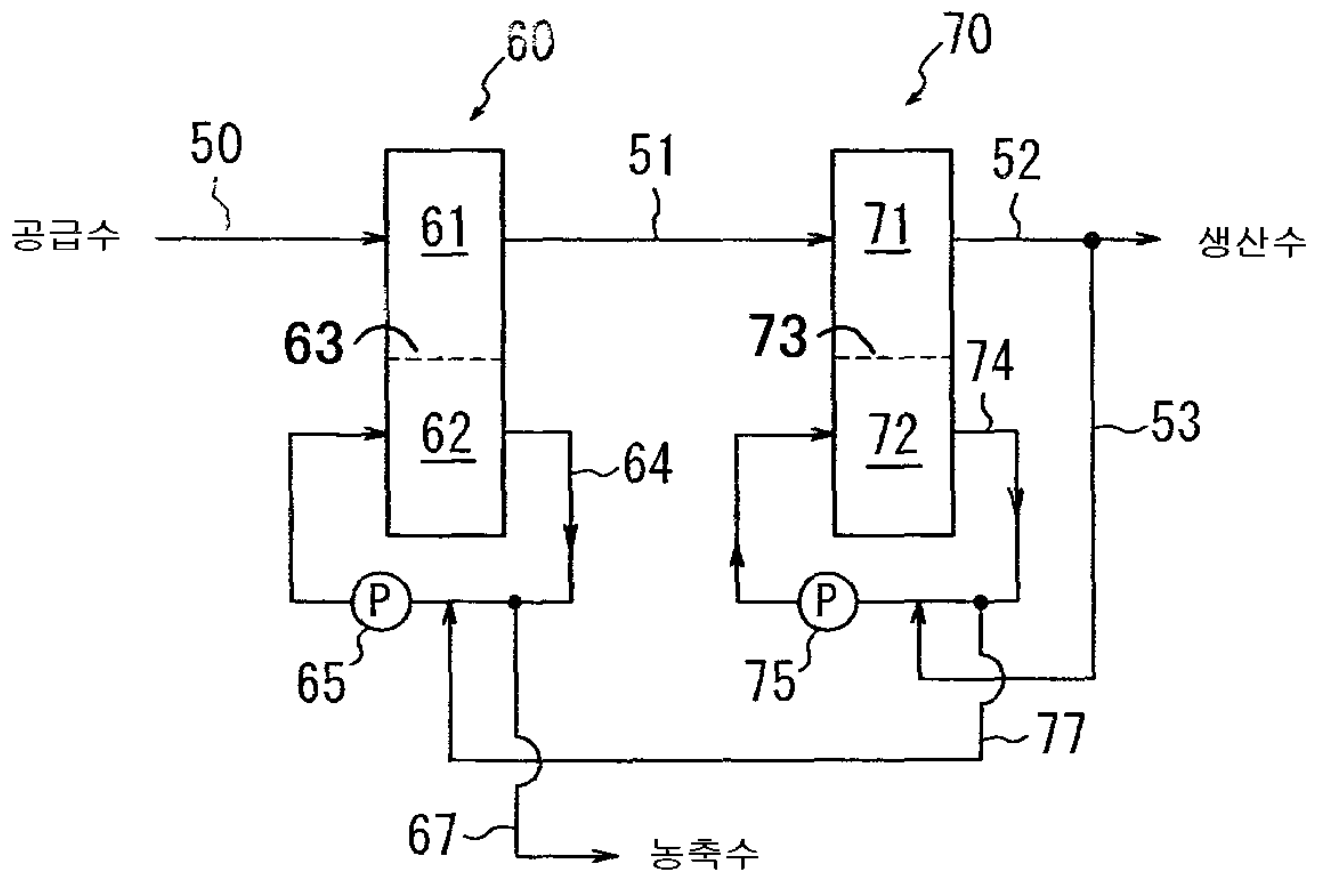
생산수의 일부를 최하류측의 제 $n$  농축수 유통부에 공급하는 것을 특징으로 하는 전기 탈이온 장치.

도면

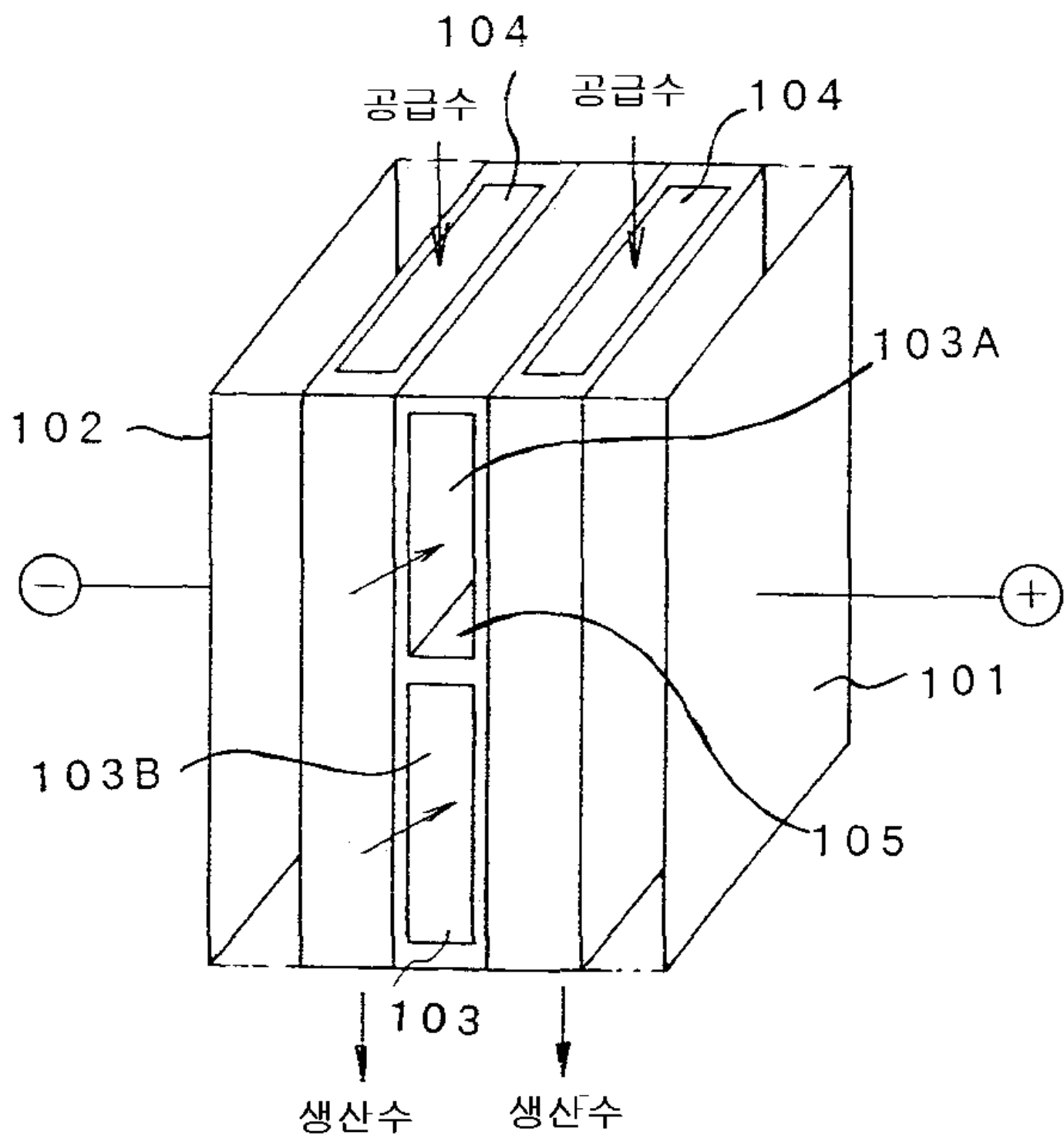
도면 1



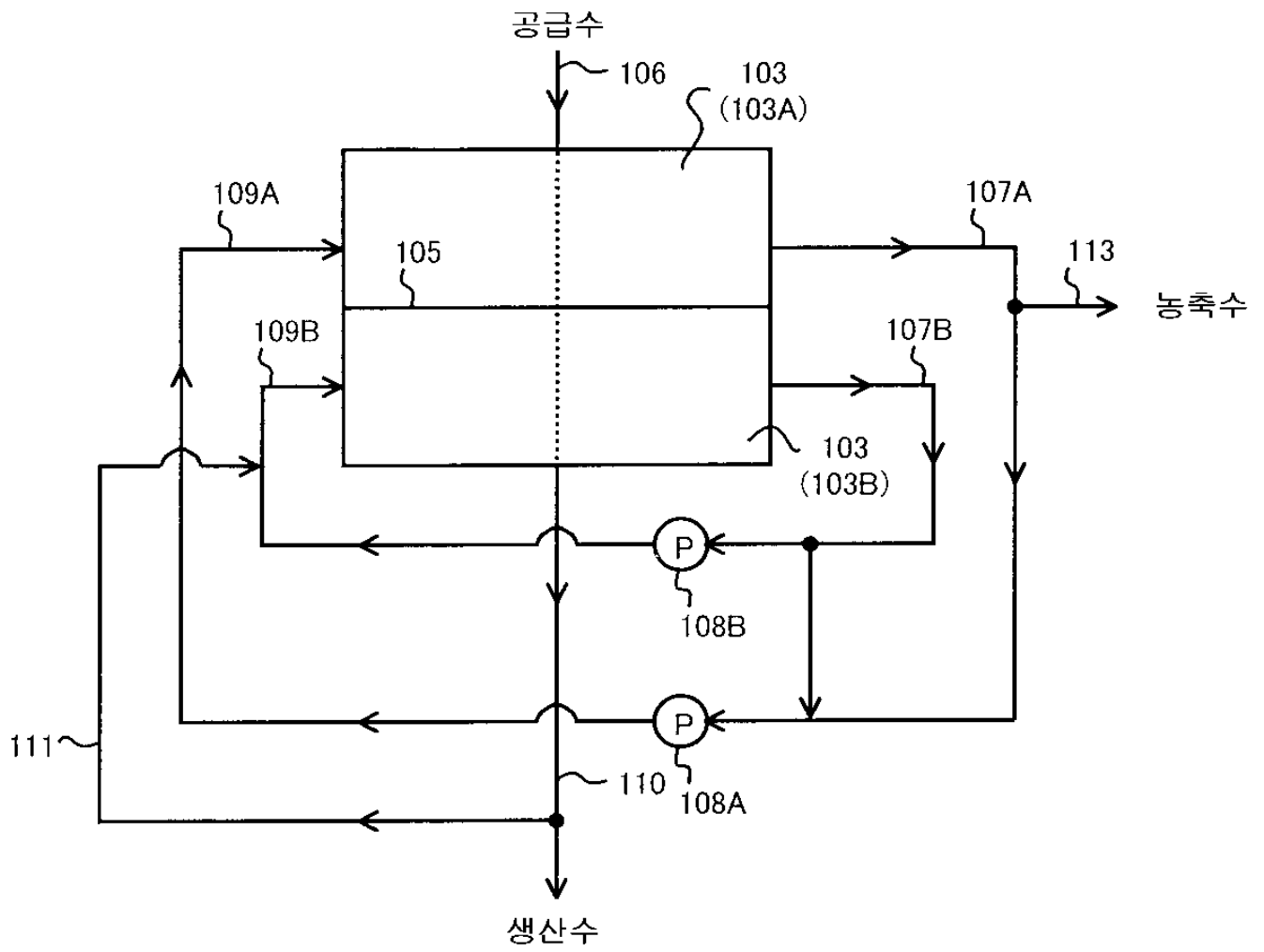
도면 2



도면 3a



도면 3b



도면 4

