



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2008-0032081
(43) 공개일자 2008년04월14일

(51) Int. Cl.

C02F 1/469 (2006.01) *B01D 61/44* (2006.01)

(21) 출원번호 10-2008-7000547

(22) 출원일자 2008년01월08일

심사청구일자 없음

번역문제출일자 2008년01월08일

(86) 국제출원번호 PCT/JP2006/311562

국제출원일자 2006년06월02일

(87) 국제공개번호 WO 2006/132336

국제공개일자 2006년12월14일

(30) 우선권주장

JP-P-2005-00169943 2005년06월09일 일본(JP)

JP-P-2005-00176073 2005년06월16일 일본(JP)

(71) 출원인

가부시키가이샤 에바라 세이사꾸쇼

일본국 도쿄도 오타쿠 하네다아사히쵸 11-1

(72) 발명자

아카호리 마사지

일본국 도쿄도 오타쿠 하네다아사히쵸 11-1, 가부
시키 가이샤에바라세이사꾸쇼 내

나카가와 소타

일본국 도쿄도 오타쿠 하네다아사히쵸 11-1, 가부
시키 가이샤에바라세이사꾸쇼 내

사사키 유지

일본국 도쿄도 오타쿠 하네다아사히쵸 11-1, 가부
시키 가이샤에바라세이사꾸쇼 내

(74) 대리인

특허법인화우

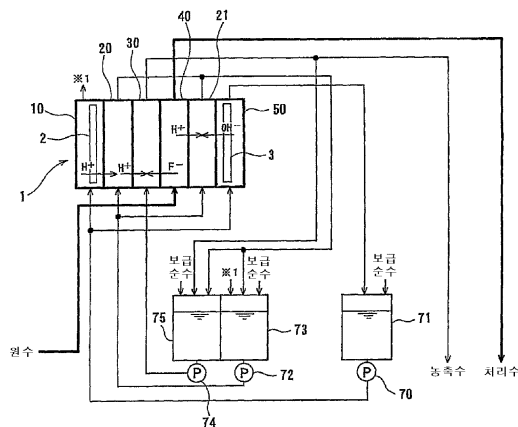
전체 청구항 수 : 총 34 항

(54) 전기투석장치, 배수처리방법 및 플루오르처리시스템

(57) 요약

본 발명의 전기투석장치는, 양극(2)을 가지는 양극실(10)과, 음극(3)을 가지는 음극실(50)을 가지고 있다. 전기 투석장치는, 공급된 배수로부터 플루오르 이온을 제거하여 처리수를 생성하는 탈염실(40)과, 탈염실(40)로부터 이동한 배수 중의 플루오르 이온을 농축하여 농축수를 생성하는 농축실(30)과, 배수 중의 플루오르 이온이 농축 실(30)로부터 직접 양극실(10)에 유입하지 않도록 차단하는 버퍼실(20)을 구비하고 있다. 또, 전기투석장치는 양극실(10)에 순수를 공급하는 경로와, 양극실(10)에서 나온 유출수를 버퍼실(20)에 공급하는 경로를 가지고 있다.

대표도



특허청구의 범위

청구항 1

양극을 가지는 양극실과,
음극을 가지는 음극실과,
공급된 피처리수로부터 대상 이온을 제거하여 상기 대상 이온의 농도가 낮추어진 처리수를 생성하는 탈염실과,

상기 탈염실에서 이동한 상기 피처리수 중의 대상 이온을 농축하여 상기 대상 이온의 농도가 높여진 농축수를 생성하는 농축실과,

상기 양극실에 순수를 공급하는 경로와,

상기 양극실에서 나온 유출수의 적어도 일부를 상기 농축실에 공급하는 경로를 구비한 것을 특징으로 하는 전기 투석장치.

청구항 2

양극을 가지는 양극실과,
음극을 가지는 음극실과,
공급된 피처리수로부터 대상 이온을 제거하여 상기 대상 이온의 농도가 낮추어진 처리수를 생성하는 탈염실과,

상기 탈염실에서 이동한 상기 피처리수 중의 대상 이온을 농축하여 상기 대상 이온의 농도가 높여진 농축수를 생성하는 농축실과,

상기 피처리수 중의 대상 이온이 상기 농축실에서 상기 양극실에 직접 유입하지 않도록 차단하는 버퍼실과,

상기 양극실에 순수를 공급하는 경로와,

상기 양극실에서 나온 유출수의 적어도 일부를 상기 농축실에 공급하는 경로를 구비한 것을 특징으로 하는 전기 투석장치.

청구항 3

양극을 가지는 양극실과,
음극을 가지는 음극실과,
공급된 피처리수로부터 대상 이온을 제거하여 상기 대상 이온의 농도가 낮추어진 처리수를 생성하는 탈염실과,

상기 탈염실에서 이동한 상기 피처리수 중의 대상 이온을 농축하여 상기 대상 이온의 농도가 높여진 농축수를 생성하는 농축실과,

상기 피처리수 중의 대상 이온이 상기 농축실에서 상기 양극실에 직접 유입하지 않도록 차단하는 버퍼실과,

상기 양극실에 순수를 공급하는 경로와,

상기 양극실에서 나온 유출수의 적어도 일부를 상기 버퍼실에 공급하는 경로를 구비한 것을 특징으로 하는 전기 투석장치.

청구항 4

양극을 가지는 양극실과,
음극을 가지는 음극실과,

공급된 피처리수로부터 대상 이온을 제거하여 상기 대상 이온의 농도가 낮추어진 처리수를 생성하는 탈염실과,
 상기 탈염실에서 이동한 상기 피처리수 중의 대상 이온을 농축하여 상기 대상 이온의 농도가 높여진 농축수를 생성하는 농축실과,
 상기 피처리수 중의 대상 이온이 상기 농축실에서 상기 양극실에 직접 유입하지 않도록 차단하는 버퍼실과,
 상기 양극실에 순수를 공급하는 경로와,
 상기 양극실에서 나온 유출수의 적어도 일부를 상기 버퍼실을 경유하여 상기 농축실에 공급하는 경로를 구비한 것을 특징으로 하는 전기투석장치.

청구항 5

양극을 가지는 양극실과,
 음극을 가지는 음극실과,
 공급된 피처리수로부터 제 1 대상 이온과 제 2 대상 이온을 제거하여 상기 제 1 대상 이온 및 상기 제 2 대상 이온의 농도가 낮추어진 처리수를 생성하는 탈염실과,
 상기 탈염실에서 이동한 상기 피처리수 중의 제 1 대상 이온을 농축하여 상기 제 1 대상 이온의 농도가 높여진 제 1 농축수를 생성하는 제 1 농축실과,
 상기 탈염실에서 이동한 상기 피처리수 중의 제 2 대상 이온을 농축하여 상기 제 2 대상 이온의 농도가 높여진 제 2 농축수를 생성하는 제 2 농축실과,
 상기 피처리수 중의 제 2 대상 이온과 반대의 극성을 가지는 이온을 상기 제 2 농축실에 공급하는 이온 공급실과,
 상기 양극실에 순수를 공급하는 경로와,
 상기 양극실에서 나온 유출수의 적어도 일부를 상기 제 1 농축실에 공급하는 경로를 구비한 것을 특징으로 하는 전기투석장치.

청구항 6

양극을 가지는 양극실과,
 음극을 가지는 음극실과,
 공급된 피처리수로부터 제 1 대상 이온과 제 2 대상 이온을 제거하여 상기 제 1 대상 이온 및 상기 제 2 대상 이온의 농도가 낮추어진 처리수를 생성하는 탈염실과,
 상기 탈염실에서 이동한 상기 피처리수 중의 제 1 대상 이온을 농축하여 상기 제 1 대상 이온의 농도가 높여진 제 1 농축수를 생성하는 제 1 농축실과,
 상기 피처리수 중의 제 1 대상 이온이 상기 제 1 농축실에서 상기 양극실에 직접 유입하지 않도록 차단하는 버퍼실과,
 상기 탈염실에서 이동한 상기 피처리수 중의 제 2 대상 이온을 농축하여 상기 제 2 대상 이온의 농도가 높여진 제 2 농축수를 생성하는 제 2 농축실과,
 상기 피처리수 중의 제 2 대상 이온과 반대의 극성을 가지는 이온을 상기 제 2 농축실에 공급하는 이온 공급실과,
 상기 양극실에 순수를 공급하는 경로와,
 상기 양극실에서 나온 유출수의 적어도 일부를 상기 버퍼실에 공급하는 경로를 구비한 것을 특징으로 하는 전기투석장치.

청구항 7

양극을 가지는 양극실과,

음극을 가지는 음극실과,

공급된 피처리수로부터 제 1 대상 이온과 제 2 대상 이온을 제거하여 상기 제 1 대상 이온 및 상기 제 2 대상 이온의 농도가 낮추어진 처리수를 생성하는 탈염실과,

상기 탈염실에서 이동한 상기 피처리수 중의 제 1 대상 이온을 농축하여 상기 제 1 대상 이온의 농도가 높여진 제 1 농축수를 생성하는 제 1 농축실과,

상기 피처리수 중의 제 1 대상 이온이 상기 제 1 농축실에서 상기 양극실에 직접 유입하지 않도록 차단하는 버퍼실과,

상기 탈염실에서 이동한 상기 피처리수 중의 제 2 대상 이온을 농축하여 상기 제 2 대상 이온의 농도가 높여진 제 2 농축수를 생성하는 제 2 농축실과,

상기 피처리수 중의 제 2 대상 이온과 반대의 극성을 가지는 이온을 상기 제 2 농축실에 공급하는 이온 공급실과,

상기 양극실에 순수를 공급하는 경로와,

상기 양극실에서 나온 유출수의 적어도 일부를 상기 제 1 농축실에 공급하는 경로를 구비한 것을 특징으로 하는 전기투석장치.

청구항 8

양극을 가지는 양극실과,

음극을 가지는 음극실과,

공급된 피처리수로부터 제 1 대상 이온과 제 2 대상 이온을 제거하여 상기 제 1 대상 이온 및 상기 제 2 대상 이온의 농도가 낮추어진 처리수를 생성하는 탈염실과,

상기 탈염실에서 이동한 상기 피처리수 중의 제 1 대상 이온을 농축하여 상기 제 1 대상 이온의 농도가 높여진 제 1 농축수를 생성하는 제 1 농축실과,

상기 피처리수 중의 제 1 대상 이온이 상기 제 1 농축실에서 상기 양극실에 직접 유입하지 않도록 차단하는 버퍼실과,

상기 탈염실에서 이동한 상기 피처리수 중의 제 2 대상 이온을 농축하여 상기 제 2 대상 이온의 농도가 높여진 제 2 농축수를 생성하는 제 2 농축실과,

상기 피처리수 중의 제 2 대상 이온과 반대의 극성을 가지는 이온을 상기 제 2 농축실에 공급하는 이온 공급실과,

상기 양극실에 순수를 공급하는 경로와,

상기 양극실에서 나온 유출수의 적어도 일부를 상기 버퍼실을 경유하여 상기 제 1 농축실에 공급하는 경로를 구비한 것을 특징으로 하는 전기투석장치.

청구항 9

양극을 가지는 양극실과,

음극을 가지는 음극실과,

공급된 피처리수로부터 제 1 대상 이온과 제 2 대상 이온을 제거하여 상기 제 1 대상 이온 및 상기 제 2 대상 이온의 농도가 낮추어진 처리수를 생성하는 탈염실과,

상기 탈염실에서 이동한 상기 피처리수 중의 제 1 대상 이온을 농축하여 상기 제 1 대상 이온의 농도가 높여진 제 1 농축수를 생성하는 제 1 농축실과,

상기 탈염실에서 이동한 상기 피처리수 중의 제 2 대상 이온을 농축하여 상기 제 2 대상 이온의 농도가 높여진 제 2 농축수를 생성하는 제 2 농축실과,

상기 양극실에 순수를 공급하는 경로와,

상기 양극실에서 나온 유출수의 적어도 일부를 상기 제 1 농축실에 공급하는 경로를 구비한 것을 특징으로 하는 전기투석장치.

청구항 10

양극을 가지는 양극실과,

음극을 가지는 음극실과,

공급된 피처리수로부터 제 1 대상 이온과 제 2 대상 이온을 제거하여 상기 제 1 대상 이온 및 상기 제 2 대상 이온의 농도가 낮추어진 처리수를 생성하는 탈염실과,

상기 탈염실에서 이동한 상기 피처리수 중의 제 1 대상 이온을 농축하여 상기 제 1 대상 이온의 농도가 높여진 제 1 농축수를 생성하는 제 1 농축실과,

상기 피처리수 중의 제 1 대상 이온이 상기 제 1 농축실에서 상기 양극실에 직접 유입하지 않도록 차단하는 버퍼실과,

상기 탈염실에서 이동한 상기 피처리수 중의 제 2 대상 이온을 농축하여 상기 제 2 대상 이온의 농도가 높여진 제 2 농축수를 생성하는 제 2 농축실과,

상기 양극실에 순수를 공급하는 경로와,

상기 양극실에서 나온 유출수의 적어도 일부를 상기 버퍼실에 공급하는 경로를 구비한 것을 특징으로 하는 전기투석장치.

청구항 11

양극을 가지는 양극실과,

음극을 가지는 음극실과,

공급된 피처리수로부터 제 1 대상 이온과 제 2 대상 이온을 제거하여 상기 제 1 대상 이온 및 상기 제 2 대상 이온의 농도가 낮추어진 처리수를 생성하는 탈염실과,

상기 탈염실에서 이동한 상기 피처리수 중의 제 1 대상 이온을 농축하여 상기 제 1 대상 이온의 농도가 높여진 제 1 농축수를 생성하는 제 1 농축실과,

상기 피처리수 중의 제 1 대상 이온이 상기 제 1 농축실에서 상기 양극실에 직접 유입하지 않도록 차단하는 버퍼실과,

상기 탈염실에서 이동한 상기 피처리수 중의 제 2 대상 이온을 농축하여 상기 제 2 대상 이온의 농도가 높여진 제 2 농축수를 생성하는 제 2 농축실과,

상기 양극실에 순수를 공급하는 경로와,

상기 양극실에서 나온 유출수의 적어도 일부를 상기 제 1 농축실에 공급하는 경로를 구비한 것을 특징으로 하는 전기투석장치.

청구항 12

양극을 가지는 양극실과,

음극을 가지는 음극실과,

공급된 피처리수로부터 제 1 대상 이온과 제 2 대상 이온을 제거하여 상기 제 1 대상 이온 및 상기 제 2 대상 이온의 농도가 낮추어진 처리수를 생성하는 탈염실과,

상기 탈염실에서 이동한 상기 피처리수 중의 제 1 대상 이온을 농축하여 상기 제 1 대상 이온의 농도가 높여진 제 1 농축수를 생성하는 제 1 농축실과,

상기 피처리수 중의 제 1 대상 이온이 상기 제 1 농축실에서 상기 양극실에 직접 유입하지 않도록 차단하는 버

퍼실과,

상기 탈염실에서 이동한 상기 피처리수 중의 제 2 대상 이온을 농축하여 상기 제 2 대상 이온의 농도가 높여진 제 2 농축수를 생성하는 제 2 농축실과,

상기 양극실에 순수를 공급하는 경로와,

상기 양극실에서 나온 유출수의 적어도 일부를 상기 버퍼실을 경유하여 상기 제 1 농축실에 공급하는 경로를 구비한 것을 특징으로 하는 전기투석장치.

청구항 13

양극을 가지는 양극실과,

음극을 가지는 음극실과,

공급된 피처리수로부터 대상 이온을 제거하여 상기 대상 이온의 농도가 낮추어진 처리수를 생성하는 탈염실과,

상기 탈염실에서 이동한 상기 피처리수 중의 대상 이온을 농축하여 상기 대상 이온의 농도가 높여진 농축수를 생성하는 농축실과,

상기 피처리수 중의 대상 이온이 상기 농축실에서 상기 양극실에 직접 유입하지 않도록 차단하는 버퍼실과,

상기 버퍼실에 순수를 공급하는 경로와,

상기 버퍼실에서 나온 유출수의 적어도 일부를 상기 농축실에 공급하는 경로를 구비한 것을 특징으로 하는 전기투석장치.

청구항 14

양극을 가지는 양극실과,

음극을 가지는 음극실과,

공급된 피처리수로부터 제 1 대상 이온과 제 2 대상 이온을 제거하여 상기 제 1 대상 이온 및 상기 제 2 대상 이온의 농도가 낮추어진 처리수를 생성하는 탈염실과,

상기 탈염실에서 이동한 상기 피처리수 중의 제 1 대상 이온을 농축하여 상기 제 1 대상 이온의 농도가 높여진 제 1 농축수를 생성하는 제 1 농축실과,

상기 피처리수 중의 제 1 대상 이온이 상기 제 1 농축실에서 직접 상기 양극실에 직접 유입하지 않도록 차단하는 버퍼실과,

상기 탈염실에서 이동한 상기 피처리수 중의 제 2 대상 이온을 농축하여 상기 제 2 대상 이온의 농도가 높여진 제 2 농축수를 생성하는 제 2 농축실과,

상기 양극실과 상기 버퍼실의 사이에 설치된 제 1 양이온 교환막과,

상기 음극실과 상기 제 2 농축실의 사이에 설치된 제 1 음이온 교환막과,

상기 버퍼실과 상기 제 1 농축실의 사이에 설치된 제 2 양이온 교환막과,

상기 제 1 농축실과 상기 탈염실의 사이에 설치된 제 2 음이온 교환막과,

상기 탈염실과 상기 제 2 농축실의 사이에 설치된 제 3 양이온 교환막을 구비한 것을 특징으로 하는 전기투석장치.

청구항 15

양극을 가지는 양극실과,

음극을 가지는 음극실과,

공급된 피처리수로부터 제 1 대상 이온과 제 2 대상 이온을 제거하여 상기 제 1 대상 이온 및 상기 제 2 대상

이온의 농도가 낮추어진 처리수를 생성하는 탈염실과,

상기 탈염실에서 이동한 상기 피처리수 중의 제 1 대상 이온을 농축하여 상기 제 1 대상 이온의 농도가 높여진 제 1 농축수를 생성하는 제 1 농축실과,

상기 피처리수 중의 제 1 대상 이온이 상기 제 1 농축실에서 상기 양극실에 직접 유입하지 않도록 차단하는 버퍼실과,

상기 탈염실에서 이동한 상기 피처리수 중의 제 2 대상 이온을 농축하여 상기 제 2 대상 이온의 농도가 높여진 제 2 농축수를 생성하는 제 2 농축실과,

상기 피처리수 중의 제 2 대상 이온과 반대의 극성을 가지는 이온을 상기 제 2 농축실에 공급하는 이온 공급실과,

상기 양극실과 상기 버퍼실의 사이에 설치된 제 1 양이온 교환막과,

상기 음극실과 상기 이온 공급실의 사이에 설치된 제 1 음이온 교환막과,

상기 버퍼실과 상기 제 1 농축실의 사이에 설치된 제 2 양이온 교환막과,

상기 제 1 농축실과 상기 탈염실의 사이에 설치된 제 2 음이온 교환막과,

상기 탈염실과 상기 제 2 농축실의 사이에 설치된 제 3 양이온 교환막과,

상기 제 2 농축실과 상기 이온 공급실의 사이에 설치된 제 3 음이온 교환막을 구비한 것을 특징으로 하는 전기 투석장치.

청구항 16

양극을 가지는 양극실과,

음극을 가지는 음극실과,

복수의 실(室)로 이루어지는 복수의 실 구조와,

전극을 가지고, 상기 복수의 실 구조의 사이에 배치되고, 이온 교환체가 충전된 적어도 하나의 복극실과,

상기 양극실과 상기 실 구조와의 사이에 설치된 제 1 양이온 교환막과,

상기 음극실과 상기 실 구조와의 사이에 설치된 제 1 음이온 교환막과,

상기 복극실의 상기 양극측에 설치된 제 2 음이온 교환막과,

상기 복극실의 상기 음극측에 설치된 제 2 양이온 교환막을 구비하고,

상기 실 구조는,

공급된 피처리수로부터 제 1 대상 이온과 제 2 대상 이온을 제거하여 상기 제 1 대상 이온 및 상기 제 2 대상 이온의 농도가 낮추어진 처리수를 생성하는 탈염실과,

상기 탈염실에서 이동한 상기 피처리수 중의 제 1 대상 이온을 농축하여 상기 제 1 대상 이온의 농도가 높여진 제 1 농축수를 생성하는 제 1 농축실과,

상기 피처리수 중의 제 1 대상 이온이 상기 제 1 농축실에서 상기 양극실 또는 상기 복극실에 직접 유입하지 않도록 차단하는 버퍼실과,

상기 탈염실에서 이동한 상기 피처리수 중의 제 2 대상 이온을 농축하여 상기 제 2 대상 이온의 농도가 높여진 제 2 농축수를 생성하는 제 2 농축실과,

상기 피처리수 중의 제 2 대상 이온과 반대의 극성을 가지는 이온을 상기 제 2 농축실에 공급하는 이온 공급실과,

상기 양극실 및 상기 복극실에 순수를 공급하는 경로와,

상기 버퍼실과 상기 제 1 농축실의 사이에 설치된 제 3 양이온 교환막과,

상기 제 1 농축실과 상기 탈염실의 사이에 설치된 제 3 음이온 교환막과,

상기 탈염실과 상기 제 2 농축실의 사이에 설치된 제 4 양이온 교환막과,

상기 제 2 농축실과 상기 이온 공급실의 사이에 설치된 제 4 음이온 교환막을 구비한 것을 특징으로 하는 전기투석장치.

청구항 17

제 1항 내지 제 13항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 양극실 또는 상기 버퍼실에서 나온 유출수의 적어도 일부를 상기 피처리수 또는 상기 처리수에 혼합하는 경로를 더 구비한 것을 특징으로 하는 전기투석장치.

청구항 18

제 1항 내지 제 16항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 피처리수는 플루오르를 함유하는 배수인 것을 특징으로 하는 전기투석장치.

청구항 19

제 18항에 있어서,

상기 양극실 및/또는 상기 복극실에서 나온 유출수의 플루오르 농도가 1 mg-F/L 이하가 되도록, 상기 양극실 및/또는 상기 복극실에 공급하는 순수의 수량을 조정하는 것을 특징으로 하는 전기투석장치.

청구항 20

제 1항 내지 제 16항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 양극실, 상기 음극실 및 상기 복극실의 하나 이상에는 이온 교환체가 충전되어 있는 것을 특징으로 하는 전기투석장치.

청구항 21

제 1항 내지 제 16항 중 어느 한 항에 있어서,

각각의 실에는, 상기 양이온 교환막에 접하는 양이온 교환 섬유재료 또는 상기 음이온 교환막에 접하는 음이온 교환 섬유재료가 충전되어 있는 것을 특징으로 하는 전기투석장치.

청구항 22

제 1항 내지 제 16항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 양극실, 상기 음극실, 상기 복극실, 또는 상기 버퍼실에 순수 대신에 전기투석장치의 처리수를 공급하는 것을 특징으로 하는 전기투석장치.

청구항 23

적어도 암모늄 이온과 플루오르를 함유하는 배수를 전기투석장치에 의하여 처리함으로써, 상기 배수로부터 암모늄 이온 및 플루오르를 제거하여 암모늄 이온 및 플루오르의 농도가 낮추어진 처리수를 생성함과 동시에, 플루오르의 농도를 높인 제 1 농축수와 암모늄 이온의 농도를 높인 제 2 농축수를 생성하는 것을 특징으로 하는 배수처리방법.

청구항 24

적어도 금속 수산화물 슬러지를 형성하는 금속 이온과 플루오르를 함유하는 배수를 전기투석장치에 의하여 처리함으로써, 상기 배수로부터 상기 금속 이온 및 플루오르를 제거하여 상기 금속 이온 및 플루오르의 농도가 낮추어진 처리수를 생성함과 동시에, 플루오르의 농도를 높인 제 1 농축수와 상기 금속 이온의 농도를 높인 제 2 농축수를 생성하는 것을 특징으로 하는 배수처리방법.

청구항 25

제 23항 또는 제 24항에 있어서,

적어도 과산화수소와 플루오르를 함유하는 배수를 과산화수소 분해 처리하고, 상기 과산화수소 분해 처리후의 배수를 상기 전기투석장치에 공급하는 것을 특징으로 하는 배수처리방법.

청구항 26

제 23항 또는 제 24항에 있어서,

상기 배수의 플루오르 농도가 1 mg/L을 초과하고, 10,000 mg/L 이하인 것을 특징으로 하는 배수처리방법.

청구항 27

제 23항 또는 제 24항에 있어서,

상기 처리수의 플루오르 농도가 1 mg/L 미만인 것을 특징으로 하는 배수처리방법.

청구항 28

제 23항 또는 제 24항에 있어서,

상기 제 1 농축수의 적어도 일부를 플루오르 재자원화 장치에 공급하여 상기 배수 중의 플루오르를 플루오르화 칼슘(CaF_2)으로서 회수하는 것을 특징으로 하는 배수처리방법.

청구항 29

적어도 플루오르를 함유하는 배수를 처리하는 제 1항 내지 제 12항 중 어느 한 항에 기재된 전기투석장치와,

상기 전기투석장치로부터 얻어지는 플루오르 농축수를 플루오르화 칼슘으로서 회수하는 플루오르 재자원화 장치를 구비한 것을 특징으로 하는 플루오르처리시스템.

청구항 30

적어도 플루오르를 함유하는 배수를 처리하는 제 1항 내지 제 12항 중 어느 한 항에 기재된 전기투석장치와,

상기 전기투석장치로부터 얻어진 플루오르 농축수의 적어도 일부를 함유하는 물을 응집 침전처리하는 응집 침전 장치를 구비한 것을 특징으로 하는 플루오르처리시스템.

청구항 31

제 1항 내지 제 12항 중 어느 한 항에 기재된 전기투석장치와,

상기 전기투석장치로부터 얻어지는 처리수를 원수로 하여 순수를 제조하는 순수 제조장치를 구비한 것을 특징으로 하는 물 리사이클시스템.

청구항 32

제 1항 내지 제 12항 중 어느 한 항에 기재된 전기투석장치와,

제해장치와,

상기 제해장치의 배수를 상기 전기투석장치에 공급하는 경로와,

상기 전기투석장치로부터 얻어지는 처리수의 일부를 상기 제해장치에 공급하는 경로를 구비한 것을 특징으로 하는 물 리사이클시스템.

청구항 33

제 1항 내지 제 12항 중 어느 한 항에 기재된 전기투석장치와,

적어도 플루오르를 함유하는 배수의 고액 분리를 행하는 고액 분리수단과,

상기 고액 분리수단에 의하여 고액 분리가 이루어진 배수를 상기 전기투석장치에 공급하는 경로를 구비한 것을

특징으로 하는 플루오르처리시스템.

청구항 34

제 1항 내지 제 12항 중 어느 한 항에 기재된 전기투석장치와,

적어도 플루오르를 함유하는 배수의 유기물 분리를 행하는 유기물 분리수단과,

상기 유기물 분리수단에 의하여 유기물 분리가 이루어진 배수를 상기 전기투석장치에 공급하는 경로를 구비한 것을 특징으로 하는 플루오르처리시스템.

명세서

기술분야

<1> 본 발명은 전기투석장치에 관한 것으로, 특히 플루오르를 함유하는 액체, 예를 들면, (1) 반도체제조, 액정제조 또는 전자부품제조에 관한 장치로부터의 배수 또는 그 배수를 전처리한 배수, (2) 반도체제조, 액정제조 또는 전자부품제조에 사용된 PFC 가스를 제해장치로 분해하여 생성한 가스를, 물 또는 알칼리수로 세정함으로써 발생하는 배수 또는 그 배수를 전처리한 배수, (3) 플론류 파괴업자에 있어서의 플론류 파괴시설에서 플론을 분해하여 생성한 가스를, 물 또는 알칼리수로 세정함으로써 발생하는 배수 또는 그 배수를 전처리한 배수, (4) 수용액 중의 플루오르를 플루오르화 칼슘(CaF_2)으로서 회수하는 플루오르 재자원화 장치의 처리수인 배수 또는 그 배수를 전처리한 배수 등을 처리대상으로 하는 전기투석장치에 관한 것이다. 또 본 발명은 이와 같은 전기투석장치를 사용한 배수처리방법에 관한 것이다. 또한 본 발명은 이와 같은 전기투석장치를 사용하여 플루오르를 처리하는 플루오르처리시스템에 관한 것이다.

배경기술

- <2> 각종 공정에서 부생성물 또는 폐기물로서 배출되는 배수 중에 함유되는 중성염, 폐산, 폐알칼리에 의한 환경부하를 작게 하고, 또한 부생성물 또는 폐기물 중의 유용성분을 회수하여 재이용할 수 있는 기술을 개발하는 것은 여러가지 플랜트에 있어서의 큰 과제이다. 또 배수 중에서 환경에 부하를 주는 물질을 제거하였을 때에 얻어지는 처리수가 플랜트 내에서 재이용 가능하게 되면 더욱 바람직한 것은 물론이다.
- <3> 예를 들면 반도체, 액정 또는 전자부품의 제조공정에서는 수십 내지 수백 mg-F/L의 희박한 플루오르함유 배수가 대량으로 발생한다. 이 희박 플루오르함유 배수는, 지금까지는 수산화칼슘($\text{Ca}(\text{OH})_2$)을 사용하는 응집 침전법에 의하여 처리되어 왔다. 그러나 이 응집 침전법에 의하면, 취급성이 나쁜 오니가 대량으로 발생한다는 문제가 있었다. 이 플루오르에 유래되는 오니 발생량은, 배수의 수량과 함께 증가하기 때문에, 희박한 플루오르함유 배수의 감용화가 검토되어 왔으나, 효율적으로 농축하는 기술은 지금까지 없었다. 발생한 오니는 플루오르가 재이용되지 않고 매설 처분되고, 처리수도 Ca를 다량으로 함유하고 있기 때문에 재이용이 곤란하여 외부로 방류되는 것이 통상이었다.
- <4> 배기가스 세정장치의 세정용수로서 공업용수 또는 시수(市水)를 사용하는 것이 저렴하여 많이 사용되고 있기 때문에, 특히 PFC 가스를 제해장치로 분해하여 생성한 가스를 물 세정할 때에 발생하는 배수에는, 공업용수나 시수(市水)에 원래 함유되어 있던 Ca가 함유되어 있다. Ca는 플루오르와 반응하여 난용성의 플루오르화 칼슘(CaF_2)을 형성하여 침강하거나, 또는 알칼리성 수용액 중에서는 수산화물을 형성하여 침전하거나 하기 쉽다. 이 때문에 상기 배수 중에 함유되는 플루오르를 분리하거나 농축하거나 하는 것은 곤란하였다.
- <5> 수용액의 농축조작에 사용되는 통상의 물처리 기술을 플루오르함유 배수의 처리에 적용하려고 하면, 여러가지 문제가 있는 것이 알려져 있다. 예를 들면 플루오르함유 배수를 RO막 처리로 농축하려고 한 경우, 플루오르화 수소산(HF)은 막투과성이 높기 때문에 막투과수측으로 누출되는 HF가 많아 효율적으로 농축할 수 없음과 동시에 처리수 중의 플루오르 농도가 높다는 문제가 있다.
- <6> 또, 증발 농축법은 10,000 mg/L 정도 이상의 농후한 배수를 더욱 농축하려고 할 때에는 유효한 방법이나, 희박 배수에 적용하려고 하여도, 물 증발에 관한 에너지소비가 커지기 때문에 적용하기 어렵다는 문제가 있다. 또 증류수 중에도 플루오르 이온이 캐리 오버하기 때문에 증류수의 플루오르 농도가 높아 그대로는 재이용하기 어렵다는 단점도 있다.
- <7> 이들 방법에 대하여, 전기투석법은 이온 농도가 1,000 mg/L 내지 10,000 mg/L 정도의 농도의 배수를 농축 또는

탈염하기 위해서는 우수한 방법이며, 함수로부터 음료수의 제조, 산의 회수, 염류의 농축기술로서 실용화되어 있다. 그러나 전기투석법은, 고도의 탈염은 할 수 없기 때문에 처리수 중에 이온이 많이 잔존하기 때문에, 배수처리에 적용하려고 하면, 처리수의 2차 처리가 필요하게 되는 경우가 있다.

<8> 또, 금속 수산화물을 형성하는 금속 이온을 함유하는 산 배수의 처리에 전기투석법을 적용하는 경우에는, 전기투석조 내에서 금속 수산화물이 생성되지 않도록 대책을 취할 필요가 있었다. 또 플루오르를 함유하는 배수의 처리에 적용하려고 하면 전기투석조의 전극이 플루오르로 부식된다는 문제가 있다.

<9> 또, 플루오르 이온은, 사람의 건강에 관계되는 피해를 일으킬 염려가 있는 유해한 물질로서 배수 규제의 대상물질이고, 일본에서는 해역 이외의 공공용수역에 배출되는 것으로 8 mg/L 이하, 해역에 배출되는 것으로 15 mg/L 이하가 일률 배수기준으로서 정해져 있다. 또 사람의 건강보호를 목적으로 한 환경기준에서는 0.8 mg/L가 정해져 있고, 플루오르함유 배수를 처리한 처리수 중의 플루오르 농도는 일률 배수기준을 만족할 뿐만 아니라, 가능한 한 환경기준에 근접하는 것이 요망되고 있다.

<10> 그런데 플루오르함유 배수의 처리에 있어서 응집 침전법을 사용한 경우에, 처리수 중의 플루오르 농도를 환경기준에 근접하도록 하면, 응집 침전에 필요한 약품의 사용량이 급격하게 증가하여 오니의 발생량이 현저하게 증가한다는 문제가 있다.

<11> 또, 플루오르함유 배수로부터 플루오르를 제거하여 순수 제조용 원수 등으로서 재이용을 도모하는 경우는, 플루오르 농도가 저감되어 있는 것이 바람직하고, 바람직하게는 1 mg/L 이하로 까지 저감되어 있는 것이 바람직하다. 이것은 플루오르 농도가 1 mg/L을 초과하고 있는 경우에는, 예를 들면 지하수나 수돗물 등의 Ca 함유수와 혼합하여 순수제조용 원수로 한 경우에는, 순수제조 과정에서의 불순물의 분리/농축조작으로 플루오르화 칼슘이 생성되어 순수 제조장치를 폐쇄시켜 버릴 염려가 있기 때문이다.

<12> 전기투석기술을 사용하여 플루오르함유 배수 등을 처리하는 종래 기술로서는 이하에 나타내는 바와 같은 것이 있다.

<13> 일본국 특개소54-20196호 공보에는, 양이온 교환막과 음이온 교환막을 사용하는 전기투석조 중에서 플루오르 이온(F^-) 및 칼슘 이온(Ca^{2+})을 함유하는 전해질 수용액을 탈염 농축하는 전기투석처리방법이 개시되어 있다. 이 방법에서는 탈염실과 농축실을 교대로 배치한 전기투석조를 사용하여 한계 전류 밀도의 1/2 이하의 전류밀도로 운전하고, 다른 음이온과 비교하여 음이온 교환막 중을 이동하기 어려운 플루오르 이온을 탈염실에 잔존시켜, 농축실에서의 CaF_2 스케일 석출을 억제함으로써 탈염 처리한다.

<14> 일본국 특허제2726657호 공보에는, 플루오르 이온을 함유하는 적어도 2종의 이종 음이온과 적어도 2종의 염을 함유하는 혼합염의 수용액(스테인리스강 산 세정 폐액)으로부터 공지의 바이폴라막을 사용한 3실법에 의한 전기투석식 물 해리장치를 사용하여 혼합산을 회수하는 방법이 개시되어 있다. 이 방법에서는 중금속 이온을 함유하는 폐액을 미리 알칼리용액(바람직하게는 KOH)을 가하여 침전시키고, 얻어진 현탁액은 여과 유닛을 통과시킴으로써 침전을 여과함에 의하여 가용성 혼합염의 용액을 형성시키고, 그 가용성 혼합염의 용액을 전기투석식 물 해리장치의 탈염실에 공급함으로써 혼합산을 회수한다.

<15> 일본국 특공평7-112558호 공보에는, 금속 이온함유의 질불산 폐액의 재생처리방법이 개시되어 있다. 이 방법에서는 금속 이온을 함유하는 질불산 폐액에 전기투석조작에 있어서의 질산의 회수효율을 높이기 위하여 플루오르산을 첨가하여 F^-/NO_3^- 몰비를 높인 폐액으로 한 후, 산 회수용 이온 교환막 전기투석조를 사용하여 투석 탈산처리(질산을 회수)한다. 다음에 처리수 중에 함유되는 금속 이온은 알칼리를 가하여 수산화물로서 침전시켜 제거한다. 그리고 바이폴라막과 음이온 교환막 양이온 교환막을 조합하여 이루어지는 이온 교환막 전기투석장치에 의하여 질불산과 알칼리로 분리하여 회수한다.

<16> 일본국 특공평7-112559호 공보에는, 금속 이온 및 유류를 함유하는 알칼리성의 플루오르화물 폐액의 처리방법이 개시되어 있다. 이 방법에서는 금속 이온 및 유류를 함유하는 알칼리성의 플루오르화물 폐액을 플루오르산의 첨가에 의하여 중화처리하여 유류의 제거처리를 한 후, 킬레이트수지에 의한 금속 이온의 흡착 제거처리를 하고, 이어서 바이폴라막과 음이온 교환막 양이온 교환막을 조합하여 이루어지는 이온 교환막 전기투석장치에 의하여 알칼리와 플루오르산으로 분리하여 재생 회수한다.

<17> 일본국 특허제3364308호 공보에는, 플루오르를 함유하는 배수의 처리방법이 개시되어 있다. 이 방법에서는 플루오르를 함유하는 배수로부터 플루오르 흡착제에 의하여 플루오르를 제거한 처리수를 생성함과 동시에, 플루오르 흡착제로부터 플루오르를 용리한 액을 전기투석하고, 플루오르 농축수와 플루오르 회박수로 분리하여 얻어진

플루오르 화합수로부터 다시 플루오르 흡착제에 의하여 플루오르를 제거한 처리수를 생성한다.

- <18> 일본국 특개평9-262588호 공보에는, 주로 반도체공장에서 배출되는 BHF 용액 등의 플루오르 및 암모니아함유의 수용액으로부터 플루오르를 분리하여 얻어진 플루오르를 탄산 칼슘과 반응시켜 플루오르를 회수하는 방법이 개시되어 있다. 이 방법에서는 플루오르 및 암모늄함유 배수를, 음이온 교환막 및 양이온 교환막을 교대로 나열한 전기투석조를 사용하여 배수와 광물산을 1실 걸러 교대로 공급함으로써 배수처리를 행하고, 플루오르 이온은 탄산 칼슘입자에 의한 처리에 적합한 농도로 까지 농축한 액으로서 회수하고, 암모늄 이온은 광물산의 염의 형으로 회수하며, 처리수는 플루오르 이온 및 암모늄 이온 모두 50~100 mg/L로 수치흡착 등의 2차 처리 공정에 흘릴 수 있는 농도범위로 까지 저감시킨다.
- <19> 일본국 특허 제3555732호 공보에는, 반도체장치의 제조공정에서 발생하는 플루오르산 및 광물산을 함유하는 회박한 혼합 산성 배수를 전기식 탈이온장치로 처리하는 방법이 개시되어 있다. 이 방법에서는, 광물산 및 플루오르산을 함유하는 회박 산성부를 약전해질인 플루오르산이 해리하는 pH 값까지 알칼리를 첨가하고, 이온 교환수지, 이온 교환 섬유 등의 이온 교환체가 충전된 탈염실과 이온 교환막을 거쳐 칸막이된 농축실을 가지는 전기식 탈이온장치(EDI)로 처리함으로써 플루오르산이 제거된 처리수를 얻는다. 또 염류가 농축된 농축수를 얻는다.
- <20> 일본국 특개2000-176457호 공보에는, 반도체 제조공장에서 반도체 제조시에 발생하는 폐액의 처리를 행하는 폐액 처리장치가 개시되어 있다. 이 폐액처리장치에서는 반도체 제조시에 발생하는 폐액을, 전기투석장치의 폐액실 내에 이온 교환수지를 충전한 전기투석장치를 사용하여, 폐액 중의 플루오르를 플루오르화 수소로서 회수한다. 또 금속 이온은 음극실에 회수한다. 폐액실에서 음이온 교환막을 투과하여 산 회수실로 이동하여 온 F⁻ 성분은, 양이온 교환막에 의하여 산 회수실에 멈춰 양극실에 도달하기 어려운 구조로 되어 있다. 금속 이온 성분은 폐액실에서 양이온 교환막을 거쳐 음극측 극 액실로 투과하고, 음극측 전극에 석출한 금속은 전극의 극성을 짧은 기간만 역극성으로 함으로써, 음극측 전극에 석출한 금속을 다시 이온화시켜, 음극측 극액 탱크로 이동시키고, 농축후 수산화물로서 침전시킴으로써, 금속성분도 회수하는 구성으로 하고 있는 것이다.
- <21> 일본국 특개2000-229289호 공보에는, 플루오르함유수를 전기탈염장치로 처리하는 방법이 개시되어 있다. 이 방법은, 전기탈염장치에 공급되는 물의 칼슘농도와 플루오르 농도의 농도적과 전기탈염장치의 물 회수율의 관계를 제약함으로써, 농축실에서의 플루오르화 칼슘 스케일의 생성을 방지한다는 것이다.
- <22> 일본국 특개2001-121152호 공보는, 플루오르산을 함유하는 회박 산성 배수의 회수/재이용을 위한 전기투석장치가 개시되어 있다. 이 장치에서는 음양의 양 전극 사이에, 양이온 교환막 및 음이온 교환막을 적어도 일부 교대로 배열함으로써 탈염실과 농축실이 형성되어 있고, 적어도 탈염실과 극실에는 이온 교환체가 충전되어 있다. 전극실의 공급수로서 탈염실로부터의 처리수를 사용함으로써, 전극실에는 플루오르산이 저장된 액이 공급되기 때문에, 전극을 부식하지 않고 탈염처리를 행할 수 있다. 또 이 일본국 특개2001-121152호 공보에는 사용된 전극액이 원수 탱크로 되돌아가서 피처리수와 혼합되는 것이 기재되어 있다.
- <23> 일본국 특개2001-145819호 공보에는, 유해가스를 무해화하는 배기가스의 처리방법이 개시되어 있다. 이 방법에서는 플루오르화 수소를 함유하는 산성가스를(알칼리성 수용액의) 흡수액과 습식 스크리버로 기액 접촉/분해 흡수시키고 생성하는 배액은 음이온 선택 투과막을 가지는 전기투석장치에 보내어 투석 처리하고, 흡수한 음이온의 일부 또는 전부를 시스템 밖으로 배출하며, 얻어진(알칼리성 수용액의) 처리액을 흡수액으로서 다시 습식 스크리버에 보내어 순환시킨다.
- <24> 일본국 특개2002-119974호 공보에는, 플루오르 이온 함유수를 전기재생식 탈이온장치로 탈이온하여 순수를 제조하는 방법이 개시되어 있다. 이 방법에서는 전기재생식 탈염장치의 농축수를 음이온 교환수지로 처리하여 플루오르 이온 농도 1 mg/L 이하의 물, 필요에 따라 염 수용액을 가함으로써 전기 전도도가 10 μ S/cm 이상의 물, 또는 양극실의 입구 pH를 8 이상으로 하는 물을 조제하여 극액으로서 통액함으로써 전극의 부식을 방지한다.
- <25> 일본국 특개2003-126863호 공보에는, 플루오르 이온 등의 부식성이 강한 이온을 함유하는 피처리수이어도 전극을 부식시키지 않고 전기 탈이온장치로 탈이온처리하는 장치가 개시되어 있다. 이 장치에서는 도전성 기관의 표면에 붕소를 도포한 CVD 다이아몬드 박막을 성막한 양극판 및 음극판을 사용함으로써, 플루오르산에 의한 부식을 방지한다.
- <26> 일본국 특개2003-159593호 공보에는, 스테인리스강의 산 세정에 사용된 폐액 등의 금속과 플루오르 이온을 함유하는 폐액을 처리하는 방법이 개시되어 있다. 이 방법에서는 먼저 금속과 플루오르 이온을 함유하는 폐액을 알칼리용액으로 중화하고, 이어서 여과하여 플루오르 이온 비함유 금속 수산화물 슬러지와 플루오르 이온함유 중

화액으로 분리하고, 이어서 플루오르 이온함유 중화액을 바이폴라막 전기투석에 의하여 산 알칼리 분리하여 플루오르 이온함유 산용액과 알칼리용액으로 분리하고, 그 후 플루오르 이온함유 용액은 다단 수증기 정류탑을 사용하여 플루오르 이온 농축액과 희박 산용액으로 분리한다. 이 일본국 특개2003-159593호 공보에는, 바이폴라 전기투석장치에 의하여 분리 농축된 플루오르 이온함유 산용액의 플루오르 이온 농도가 예를 들면 20 g/L(2%)이고, 또한 다단 수증기 정류탑으로 농축된 재이용 가능한 플루오르 이온함유 농축액의 플루오르 이온 농도가 130 g/L(13%)정도인 것이 기재되어 있다.

- <27> 일본국 특개2004-174439호 공보에는, 플루오르함유 배수의 처리방법이 개시되어 있다. 이 방법은, 플루오르함유 배수를 탈염 및 농축하는 전기투석공정을 구비하고, 탈염처리액을 플루오르함유 배수의 발생원내의 보급수로서 재생하고, 플루오르산 농축액은 이용 가능한 농도의 플루오르산 용액으로서 재생하는 정도로 전기투석한다. 전기투석공정에서는, 대향 형상으로 배치되는 음극부와 양극부를 구비하는 전기투석수단을 사용한다. 이 전기투석수단의 음극부 및 중앙부에는, 양이온 교환막과 음이온 교환막이 교대로 배치되고, 양극부 근방에는, 양이온 교환막이 복수매 연속하여 배치되어 있다. 음극부와 양극부에 탈염처리수를 공급하고, 양극부 근방의 양이온 교환막 배치부위(차단실)에도 탈염 처리액을 공급함으로써 전극 순환액 및 차단액의 플루오르산 농도를 낮게 억제하여 양극의 부식을 방지한다. 또 피처리수의 일부가 농축액이 되고, 농축액을 순환함으로써 농축 배율을 높게 한다. 또 플루오르산 농축액 중의 플루오르 이온 농도 및/또는 전해질 농도를 측정하여, 이 농도의 변동에 따라 농축 배율을 제어한다.
- <28> 상기한 종래의 전기투석장치에 의하면, 이온 교환막의 플루오르 투과성이 높기 때문에 극실에 플루오르 이온이 유입하여 전극을 부식하기 때문에, 안정된 운전を 계속할 수 없다는 문제가 있었다. 또 칼슘을 함유하는 희박 플루오르산 배수를 처리대상으로 하는 경우에는, 농축실 중에 플루오르화 칼슘이 석출되기 때문에, 안정된 운전을 계속할 수 없다는 문제가 있었다. 또한 암모늄 이온을 함유하는 플루오르함유 배수는, 플루오르 재자원화가 곤란하였다. 또 종래의 전기투석장치에서는 희박한 플루오르함유 배수로부터 플루오르 농도가 1 mg/L 미만의 재이용 가능한 처리수를 얻음과 동시에 플루오르 재자원화장치에 공급할 수 있을 때까지 농축수 중의 플루오르 농도를 높일 수 없었다.
- <29> 또한 일본국 특개소54-20196호 공보에 기재된 방법에서는, 처리수 중에 플루오르 이온이 잔존한 채이어서 잔존하는 플루오르의 처리가 필요하다는 문제가 있다. 또 이 일본국 특개소54-20196호 공보에는 플루오르에 의한 전극 부식의 회피방법에 대해서는 전혀 개시되어 있지 않다.
- <30> 일본국 특허제2726657호 공보에 기재된 방법은, 전처리로서 알칼리를 가하여 혼합염의 수용액 중의 중금속 이온을 수산화물로서 침전시켜 제거함으로써 전기투석조 내에서의 수산화물 형성을 방지하는 방법이나, 침전장치와 침전물의 여과장치가 필요하게 되기 때문에 장치가 커짐과 동시에 조작도 번잡해진다는 문제가 있다. 또 이 방법은 농후한 스테인리스강 산 세정 용액으로부터 산을 회수하는 것을 목적으로 하고 있으며, 처리수 중에는 아직 플루오르가 다량으로 잔존하고 있기 때문에, 그대로는 도저히 재이용할 수 없다는 문제가 있다. 또, 일본국 특공평7-112558호 공보에 기재된 방법은, 일본국 특허제2726657호 공보와 동일한 과제를 가지고 있다.
- <31> 일본국 특공평7-112559호 공보에 기재된 방법은, 유기화학 플랜트로부터 발생하는 유분을 함유하는 알칼리성의 플루오르화물 폐액이라는 특이한 폐액을 대상으로 하는 것이다. 이 방법에서는 플루오르산을 가한 중화처리와 유분 제거처리를 한 후, 금속 이온은 킬레이트 수지로 제거하고, 그 후 바이폴라막 법을 이용한 전기투석장치로 플루오르산과 알칼리를 회수한다. 이 일본국 특공평7-112559호 공보에는 플루오르에 의한 전극의 부식을 회피하는 방법에 대해서는 개시되어 있지 않다.
- <32> 일본국 특허제3364308호 공보에 기재된 방법은, 플루오르 흡착제로부터 플루오르를 용리하고, 그 용리액을 전기투석하여 플루오르 농축수와 플루오르 희박수로 분리하고, 상기 플루오르 희박수로부터 상기 플루오르 흡착제에 의하여서 플루오르를 제거한 처리수를 얻는다는 방법이나, 플루오르의 일부가 흡착제와 전기투석조를 순환하기 때문에 처리의 효율이 나쁘다는 문제가 있다. 또 이 일본국 특허제3364308호 공보에는 플루오르에 의한 전극의 부식을 회피하는 방법에 대해서는 개시되어 있지 않다.
- <33> 일본국 특개평9-262588호 공보에 기재된 방법은, 전기투석조를 사용하여 암모니아 농도를 저하시켜 플루오르 농도를 높인 농축수를 플루오르 회수를 위한 탄산 칼슘입자에 의한 농도에 까지 적합한 액으로서 회수하는 방법이나, 처리수 중의 플루오르 농도가 높아 그대로 재이용할 수 없기 때문에 수지에 의한 처리수의 2차 처리가 필요하게 된다. 또 이 일본국 특개평9-262588호 공보에는 플루오르에 의한 전극의 부식을 회피하는 방법에 대해서는 개시되어 있지 않다.

- <34> 일본국 특허제3555732호 공보에 기재된 방법은, 플루오르산을 함유하는 혼합산성수에 알칼리를 첨가하여 전기식 탈이온장치로 처리함으로써, 플루오르산이 제거된 처리수를 얻는 방법이나, 플루오르가 염의 형태로 농축되기 때문에 플루오르산 또는 플루오르의 회수나 재이용에 적합하지 않다. 또 극실에 농축수를 공급하고 있기 때문에 플루오르에 의하여 전극의 부식을 회피할 수 없다는 문제가 있다.
- <35> 일본국 특개2000-176457호 공보에 기재된 장치에서는 음극에 석출한 금속을 용해시키기 위하여 역극성으로 하였을 때에 석출에 필요한 전류량과 동등한 용해 전류량이 필요하게 되고, 또 처리수에 플루오르 및 금속 이온이 누설되기 때문에, 처리수의 2차 처리가 필요하게 된다는 문제가 있다.
- <36> 일본국 특개2000-229289호 공보에 기재된 방법에서는 운전 가능한 칼슘 및 플루오르의 농도영역이 좁기 때문에, 전처리로서 플루오르 함유수를 이온 교환수지로 처리하여 스케일성분의 플루오르 이온 또는 칼슘 이온을 미리 제거할 필요가 있다. 또, 이 일본국 특개2000-229289호 공보에는 전극의 부식을 회피하는 방법에 대해서는 개시되어 있지 않다.
- <37> 일본국 특개2001-121152호 공보에 기재된 장치는, 버퍼실을 설치한 구조가 아니기 때문에, 농축실 중의 플루오르 농도를 크게 높이면 농축실에서 극실에 플루오르의 누설이 시작되기 때문에, 회석하여 플루오르 농도를 저하시키기 위하여 전극실에 공급하는 전기식 탈염장치의 처리수 유량을 크게 할 필요가 있고, 농축실의 플루오르 농도를 높여서의 회수는 할 수 없다는 문제점이 있다. 또 회박 산성 배수 중에 Ca 이온을 함유하는 경우는, 농축실 내에서 Ca 이온 및 플루오르 이온 모두 농축되고, CaF_2 가 석출되기 때문에 적용할 수 없다.
- <38> 일본국 특개2002-119974호 공보에 기재된 방법에서는, 극액의 플루오르 농도를 음이온 교환수지로 제거하여 낮게 억제하면서, 또한 극액의 도전율을 높게 유지하기 위하여 염수용액을 가하는 등의 번잡한 관리가 필요하게 된다는 문제가 있다.
- <39> 일본국 특개2003-126863호 공보에 기재된 장치에서는 전극제작에 고가의 대형 CVD 장치가 필요하게 된다는 문제가 있다.
- <40> 또, 일본국 특개2003-159593호 공보에 기재된 방법에서는, 전처리로서 알칼리를 사용하여 금속 이온을 미리 분리할 필요가 있다. 또 이 일본국 특개2003-159593호 공보에는 바이폴라막 전기투석장치의 전극의 부식을 회피하는 방법에 대해서는 개시되어 있지 않다.
- <41> 일본국 특개2004-174439호 공보에 기재된 방법은, 전기투석 처리한 탈염수를 차단실 및 전극실에 도입함으로써 전극의 부식을 방지하는 방법이나, 탈염수를 공급하는 것에 따르는 운전 전압의 상승을 억제하는 대책이 취해져 있지 않기 때문에, 운전 전압이 높아진다는 문제가 있다. 또 고배율 농축된 농축실과 인접하는 차단실 중에는 플루오르가 누설되어 오기 때문에 차단실 순환액은 플루오르 함유수가 되고, 플루오르를 제거하거나 또는 회수한다는 후처리가 필요하게 된다는 문제가 생긴다. 또 전극 순환액 및 차단액의 플루오르 농도는, 탈염수의 수질에 의존하기 때문에, 인가전류 등의 운전조건 및 원수의 수질변동에 의하여 탈염수의 플루오르 농도가 높아진 경우는, 전극이 부식될 염려가 있다는 문제점이 있다.
- <42> 이상과 같은 문제가 있기 때문에, 플루오르 함유 배수를 효율적으로 또한 안정되게 처리하는 기술이 크게 요망되고 있었다. 또 플루오르 함유 배수로부터 플루오르를 농축하여 재이용에 제공하는 기술 및 동시에 처리수를 재이용 가능한 정도로 플루오르를 제거하는 기술이 크게 요망되고 있었다.

발명의 상세한 설명

- <43> 본 발명은 이와 같은 종래 기술의 문제점을 감안하여 이루어진 것으로, 전극 부식을 수반하지 않고 안정되게 플루오르 함유 배수를 전기투석할 수 있는 전기투석장치를 제공하는 것을 제 1의 목적으로 한다.
- <44> 또, 플루오르 함유 배수를 전기투석한 후의 처리수의 플루오르 농도가 1 mg/L 미만으로 낮고, 처리수를 재이용할 수 있는 전기투석장치를 제공하는 것을 제 2의 목적으로 한다.
- <45> 또, 암모늄 이온을 함유하는 플루오르 함유 배수를 전기투석하여 암모늄 이온을 분리한 플루오르 농축수를 얻을 수 있는 전기투석장치를 제공하는 것을 제 3의 목적으로 한다.
- <46> 또, 금속 수산화물 슬러지를 형성하는 금속 이온을 함유하는 플루오르 함유 배수를 전기투석하는 경우에, 금속 수산화물 슬러지를 형성하지 않고, 금속 이온을 분리한 플루오르 농축수를 얻을 수 있는 전기투석장치를 제공하는 것을 제 4의 목적으로 한다.

- <47> 또, 플루오르 함유 배수를 전기투석한 플루오르 농축수를 플루오르 재자원화 장치에 공급함으로써, 플루오르화 칼슘(CaF_2)으로서 회수할 수 있는 전기투석장치를 제공하는 것을 제 5의 목적으로 한다.
- <48> 또, 암모늄 이온을 함유하는 플루오르 함유 배수로부터 암모늄 이온을 분리하여 플루오르 재자원화를 용이하게 한 플루오르산 농축수를 플루오르 재자원화 장치에 공급함으로써 플루오르화 칼슘(CaF_2)으로서 회수할 수 있는 전기투석장치를 제공하는 것을 제 6의 목적으로 한다.
- <49> 또, 상기한 전기투석장치를 사용하여 효과적으로 플루오르를 처리하는 플루오르처리시스템을 제공하는 것을 제 7의 목적으로 한다.
- <50> 본 발명의 제 1 형태에 의하면, 양극을 가지는 양극실과, 음극을 가지는 음극실을 가지는 전기투석장치가 제공된다. 이 전기투석장치는, 공급된 피처리수로부터 대상 이온을 제거하여 그 대상 이온의 농도가 낮추어진 처리수를 생성하는 탈염실과, 상기 탈염실에서 이동한 상기 피처리수 중의 대상 이온을 농축하여 그 대상 이온의 농도가 높여진 농축수를 생성하는 농축실을 구비하고 있다. 또, 전기투석장치는, 상기 양극실에 순수를 공급하는 경로와, 상기 양극실에서 나온 유출수의 적어도 일부를 상기 농축실에 공급하는 경로를 가지고 있다.
- <51> 본 발명의 제 2 형태에 의하면, 양극을 가지는 양극실과, 음극을 가지는 음극실을 가지는 전기투석장치가 제공된다. 이 전기투석장치는, 공급된 피처리수로부터 대상 이온을 제거하여 그 대상 이온의 농도가 낮추어진 처리수를 생성하는 탈염실과, 상기 탈염실에서 이동한 상기 피처리수 중의 대상 이온을 농축하여 그 대상 이온의 농도가 높여진 농축수를 생성하는 농축실과, 상기 피처리수 중의 대상 이온이 상기 농축실에서 상기 양극실에 직접 유입하지 않도록 차단하는 버퍼실을 구비하고 있다. 또, 전기투석장치는, 상기 양극실에 순수를 공급하는 경로와, 상기 양극실에서 나온 유출수의 적어도 일부를 상기 농축실에 공급하는 경로를 가지고 있다.
- <52> 본 발명의 제 3 형태에 의하면, 양극을 가지는 양극실과, 음극을 가지는 음극실을 가지는 전기투석장치가 제공된다. 이 전기투석장치는, 공급된 피처리수로부터 대상 이온을 제거하여 그 대상 이온의 농도가 낮추어진 처리수를 생성하는 탈염실과, 상기 탈염실에서 이동한 상기 피처리수 중의 대상 이온을 농축하여 그 대상 이온의 농도가 높여진 농축수를 생성하는 농축실과, 상기 피처리수 중의 대상 이온이 상기 농축실에서 상기 양극실에 직접 유입하지 않도록 차단하는 버퍼실을 구비하고 있다. 또, 전기투석장치는, 상기 양극실에 순수를 공급하는 경로와, 상기 양극실에서 나온 유출수의 적어도 일부를 상기 버퍼실에 공급하는 경로를 가지고 있다.
- <53> 본 발명의 제 4 형태에 의하면, 양극을 가지는 양극실과, 음극을 가지는 음극실을 가지는 전기투석장치가 제공된다. 이 전기투석장치는, 공급된 피처리수로부터 대상 이온을 제거하여 그 대상 이온의 농도가 낮추어진 처리수를 생성하는 탈염실과, 상기 탈염실에서 이동한 상기 피처리수 중의 대상 이온을 농축하여 그 대상 이온의 농도가 높여진 농축수를 생성하는 농축실과, 상기 피처리수 중의 대상 이온이 상기 농축실에서 상기 양극실에 직접 유입하지 않도록 차단하는 버퍼실을 구비하고 있다. 또, 전기투석장치는, 상기 양극실에 순수를 공급하는 경로와, 상기 양극실에서 나온 유출수의 적어도 일부를 상기 버퍼실을 경유하여 상기 농축실에 공급하는 경로를 가지고 있다.
- <54> 본 발명의 제 5 형태에 의하면, 양극을 가지는 양극실과, 음극을 가지는 음극실을 가지는 전기투석장치가 제공된다. 이 전기투석장치는, 공급된 피처리수로부터 제 1 대상 이온과 제 2 대상 이온을 제거하여 상기 제 1 대상 이온 및 상기 제 2 대상 이온의 농도가 낮추어진 처리수를 생성하는 탈염실과, 상기 탈염실에서 이동한 상기 피처리수 중의 제 1 대상 이온을 농축하여 그 제 1 대상 이온의 농도가 높여진 제 1 농축수를 생성하는 제 1 농축실과, 상기 탈염실에서 이동한 상기 피처리수 중의 제 2 대상 이온을 농축하여 그 제 2 대상 이온의 농도가 높여진 제 2 농축수를 생성하는 제 2 농축실과, 상기 피처리수 중의 제 2 대상 이온과 반대의 극성을 가지는 이온을 상기 제 2 농축실에 공급하는 이온 공급실을 구비하고 있다. 또, 전기투석장치는 상기 양극실에 순수를 공급하는 경로와, 상기 양극실에서 나온 유출수의 적어도 일부를 상기 제 1 농축실에 공급하는 경로를 가지고 있다.
- <55> 본 발명의 제 6 형태에 의하면, 양극을 가지는 양극실과, 음극을 가지는 음극실을 가지는 전기투석장치가 제공된다. 이 전기투석장치는 공급된 피처리수로부터 제 1 대상 이온과 제 2 대상 이온을 제거하여 상기 제 1 대상 이온 및 상기 제 2 대상 이온의 농도가 낮추어진 처리수를 생성하는 탈염실과, 상기 탈염실에서 이동한 상기 피처리수 중의 제 1 대상 이온을 농축하여 그 제 1 대상 이온의 농도가 높여진 제 1 농축수를 생성하는 제 1 농축실과, 상기 피처리수 중의 제 1 대상 이온이 상기 제 1 농축실에서 상기 양극실에 직접 유입하지 않도록 차단하는 버퍼실을 구비하고 있다. 또, 전기투석장치는, 상기 탈염실에서 이동한 상기 피처리수 중의 제 2 대상 이온을 농축하여 그 제 2 대상 이온의 농도가 높여진 제 2 농축수를 생성하는 제 2 농축실과, 상기 피처리수 중의

제 2 대상 이온과 반대의 극성을 가지는 이온을 상기 제 2 농축실에 공급하는 이온 공급실을 구비하고 있다. 또한 전기투석장치는, 상기 양극실에 순수를 공급하는 경로와, 상기 양극실에서 나온 유출수의 적어도 일부를 상기 버퍼실에 공급하는 경로를 가지고 있다.

<56> 본 발명의 제 7 형태에 의하면, 양극을 가지는 양극실과, 음극을 가지는 음극실을 가지는 전기투석장치가 제공된다. 이 전기투석장치는 공급된 피처리수로부터 제 1 대상 이온과 제 2 대상 이온을 제거하여 상기 제 1 대상 이온 및 상기 제 2 대상 이온의 농도가 낮추어진 처리수를 생성하는 탈염실과, 상기 탈염실에서 이동한 상기 피처리수 중의 제 1 대상 이온을 농축하여 그 제 1 대상 이온의 농도가 높여진 제 1 농축수를 생성하는 제 1 농축실과, 상기 피처리수 중의 제 1 대상 이온이 상기 제 1 농축실에서 상기 양극실에 직접 유입하지 않도록 차단하는 버퍼실을 구비하고 있다. 또, 전기투석장치는, 상기 탈염실에서 이동한 상기 피처리수 중의 제 2 대상 이온을 농축하여 그 제 2 대상 이온의 농도가 높여진 제 2 농축수를 생성하는 제 2 농축실과, 상기 피처리수 중의 제 2 대상 이온과 반대의 극성을 가지는 이온을 상기 제 2 농축실에 공급하는 이온 공급실을 구비하고 있다. 또한 전기투석장치는, 상기 양극실에 순수를 공급하는 경로와, 상기 양극실에서 나온 유출수의 적어도 일부를 상기 제 1 농축실에 공급하는 경로를 가지고 있다.

<57> 본 발명의 제 8 형태에 의하면, 양극을 가지는 양극실과, 음극을 가지는 음극실을 가지는 전기투석장치가 제공된다. 이 전기투석장치는, 공급된 피처리수로부터 제 1 대상 이온과 제 2 대상 이온을 제거하여 상기 제 1 대상 이온 및 상기 제 2 대상 이온의 농도가 낮추어진 처리수를 생성하는 탈염실과, 상기 탈염실에서 이동한 상기 피처리수 중의 제 1 대상 이온을 농축하여 그 제 1 대상 이온의 농도가 높여진 제 1 농축수를 생성하는 제 1 농축실과, 상기 피처리수 중의 제 1 대상 이온이 상기 제 1 농축실에서 상기 양극실에 직접 유입하지 않도록 차단하는 버퍼실을 구비하고 있다. 또, 전기투석장치는, 상기 탈염실에서 이동한 상기 피처리수 중의 제 2 대상 이온을 농축하여 그 제 2 대상 이온의 농도가 높여진 제 2 농축수를 생성하는 제 2 농축실과, 상기 피처리수 중의 제 2 대상 이온과 반대의 극성을 가지는 이온을 상기 제 2 농축실에 공급하는 이온 공급실을 구비하고 있다. 또한 전기투석장치는, 상기 양극실에 순수를 공급하는 경로와, 상기 양극실에서 나온 유출수의 적어도 일부를 상기 버퍼실을 경유하여 상기 제 1 농축실에 공급하는 경로를 가지고 있다.

<58> 본 발명의 제 9 형태에 의하면, 양극을 가지는 양극실과, 음극을 가지는 음극실을 가지는 전기투석장치가 제공된다. 이 전기투석장치는, 공급된 피처리수로부터 제 1 대상 이온과 제 2 대상 이온을 제거하여 상기 제 1 대상 이온 및 상기 제 2 대상 이온의 농도가 낮추어진 처리수를 생성하는 탈염실과, 상기 탈염실에서 이동한 상기 피처리수 중의 제 1 대상 이온을 농축하여 그 제 1 대상 이온의 농도가 높여진 제 1 농축수를 생성하는 제 1 농축실과, 상기 탈염실에서 이동한 상기 피처리수 중의 제 2 대상 이온을 농축하여 그 제 2 대상 이온의 농도가 높여진 제 2 농축수를 생성하는 제 2 농축실을 구비하고 있다. 또, 전기투석장치는, 상기 양극실에 순수를 공급하는 경로와, 상기 양극실에서 나온 유출수의 적어도 일부를 상기 제 1 농축실에 공급하는 경로를 가지고 있다.

<59> 본 발명의 제 10 형태에 의하면, 양극을 가지는 양극실과, 음극을 가지는 음극실을 가지는 전기투석장치가 제공된다. 이 전기투석장치는, 공급된 피처리수로부터 제 1 대상 이온과 제 2 대상 이온을 제거하여 상기 제 1 대상 이온 및 상기 제 2 대상 이온의 농도가 낮추어진 처리수를 생성하는 탈염실과, 상기 탈염실에서 이동한 상기 피처리수 중의 제 1 대상 이온을 농축하여 그 제 1 대상 이온의 농도가 높여진 제 1 농축수를 생성하는 제 1 농축실과, 상기 피처리수 중의 제 1 대상 이온이 상기 제 1 농축실에서 상기 양극실에 직접 유입하지 않도록 차단하는 버퍼실과, 상기 탈염실에서 이동한 상기 피처리수 중의 제 2 대상 이온을 농축하여 그 제 2 대상 이온의 농도가 높여진 제 2 농축수를 생성하는 제 2 농축실을 구비하고 있다. 또, 전기투석장치는, 상기 양극실에 순수를 공급하는 경로와, 상기 양극실에서 나온 유출수의 적어도 일부를 상기 버퍼실에 공급하는 경로를 가지고 있다.

<60> 본 발명의 제 11 형태에 의하면, 양극을 가지는 양극실과, 음극을 가지는 음극실을 가지는 전기투석장치가 제공된다. 이 전기투석장치는, 공급된 피처리수로부터 제 1 대상 이온과 제 2 대상 이온을 제거하여 상기 제 1 대상 이온 및 상기 제 2 대상 이온의 농도가 낮추어진 처리수를 생성하는 탈염실과, 상기 탈염실에서 이동한 상기 피처리수 중의 제 1 대상 이온을 농축하여 그 제 1 대상 이온의 농도가 높여진 제 1 농축수를 생성하는 제 1 농축실과, 상기 피처리수 중의 제 1 대상 이온이 상기 제 1 농축실에서 상기 양극실에 직접 유입하지 않도록 차단하는 버퍼실과, 상기 탈염실에서 이동한 상기 피처리수 중의 제 2 대상 이온을 농축하여 그 제 2 대상 이온의 농도가 높여진 제 2 농축수를 생성하는 제 2 농축실을 구비하고 있다. 또, 전기투석장치는, 상기 양극실에 순수를 공급하는 경로와, 상기 양극실에서 나온 유출수의 적어도 일부를 상기 제 1 농축실에 공급하는 경로를 가

지고 있다.

- <61> 본 발명의 제 12 형태에 의하면, 양극을 가지는 양극실과, 음극을 가지는 음극실을 가지는 전기투석장치가 제공된다. 이 전기투석장치는, 공급된 피처리수로부터 제 1 대상 이온과 제 2 대상 이온을 제거하여 상기 제 1 대상 이온 및 상기 제 2 대상 이온의 농도가 낮추어진 처리수를 생성하는 탈염실과, 상기 탈염실에서 이동한 상기 피처리수 중의 제 1 대상 이온을 농축하여 그 제 1 대상 이온의 농도가 높여진 제 1 농축수를 생성하는 제 1 농축실과, 상기 피처리수 중의 제 1 대상 이온이 상기 제 1 농축실에서 상기 양극실에 직접 유입하지 않도록 차단하는 버퍼실과, 상기 탈염실에서 이동한 상기 피처리수 중의 제 2 대상 이온을 농축하여 그 제 2 대상 이온의 농도가 높여진 제 2 농축수를 생성하는 제 2 농축실을 구비하고 있다. 또, 전기투석장치는, 상기 양극실에 순수를 공급하는 경로와, 상기 양극실에서 나온 유출수의 적어도 일부를 상기 버퍼실을 경유하여 상기 제 1 농축실에 공급하는 경로를 가지고 있다.
- <62> 본 발명의 제 13 형태에 의하면, 양극을 가지는 양극실과, 음극을 가지는 음극실을 가지는 전기투석장치가 제공된다. 이 전기투석장치는, 공급된 피처리수로부터 대상 이온을 제거하여 그 대상 이온의 농도가 낮추어진 처리수를 생성하는 탈염실과, 상기 탈염실에서 이동한 상기 피처리수 중의 대상 이온을 농축하여 그 대상 이온의 농도가 높여진 농축수를 생성하는 농축실과, 상기 피처리수 중의 대상 이온이 상기 농축실에서 상기 양극실에 직접 유입하지 않도록 차단하는 버퍼실을 구비하고 있다. 또, 전기투석장치는, 상기 버퍼실에 순수를 공급하는 경로와, 상기 버퍼실에서 나온 유출수의 적어도 일부를 상기 농축실에 공급하는 경로를 가지고 있다.
- <63> 상기 전기투석장치는, 상기 버퍼실에서 나온 유출수의 적어도 일부를 상기 피처리수 또는 상기 처리수에 혼합하는 경로를 더 구비하고 있어도 좋다.
- <64> 본 발명의 제 14 형태에 의하면, 양극을 가지는 양극실과, 음극을 가지는 음극실을 가지는 전기투석장치가 제공된다. 이 전기투석장치는, 공급된 피처리수로부터 제 1 대상 이온과 제 2 대상 이온을 제거하여 상기 제 1 대상 이온 및 상기 제 2 대상 이온의 농도가 낮추어진 처리수를 생성하는 탈염실과, 상기 탈염실에서 이동한 상기 피처리수 중의 제 1 대상 이온을 농축하여 그 제 1 대상 이온의 농도가 높여진 제 1 농축수를 생성하는 제 1 농축실과, 상기 피처리수 중의 제 1 대상 이온이 상기 제 1 농축실에서 직접 상기 양극실에 직접 유입하지 않도록 차단하는 버퍼실을 구비하고 있다. 또, 전기투석장치는, 상기 탈염실에서 이동한 상기 피처리수 중의 제 2 대상 이온을 농축하여 그 제 2 대상 이온의 농도가 높여진 제 2 농축수를 생성하는 제 2 농축실을 구비하고 있다. 또, 전기투석장치는, 상기 양극실과 상기 버퍼실의 사이에 설치된 제 1 양이온 교환막과, 상기 음극실과 상기 제 2 농축실의 사이에 설치된 제 1 음이온 교환막과, 상기 버퍼실과 상기 제 1 농축실의 사이에 설치된 제 2 양이온 교환막과, 상기 제 1 농축실과 상기 탈염실의 사이에 설치된 제 2 음이온 교환막과, 상기 탈염실과 상기 제 2 농축실의 사이에 설치된 제 3 양이온 교환막을 가지고 있다.
- <65> 본 발명의 제 15 형태에 의하면, 양극을 가지는 양극실과, 음극을 가지는 음극실을 가지는 전기투석장치가 제공된다. 이 전기투석장치는, 공급된 피처리수로부터 제 1 대상 이온과 제 2 대상 이온을 제거하여 상기 제 1 대상 이온 및 상기 제 2 대상 이온의 농도가 낮추어진 처리수를 생성하는 탈염실과, 상기 탈염실에서 이동한 상기 피처리수 중의 제 1 대상 이온을 농축하여 그 제 1 대상 이온의 농도가 높여진 제 1 농축수를 생성하는 제 1 농축실과, 상기 피처리수 중의 제 1 대상 이온이 상기 제 1 농축실에서 상기 양극실에 직접 유입하지 않도록 차단하는 버퍼실을 구비하고 있다. 또, 전기투석장치는, 상기 탈염실에서 이동한 상기 피처리수 중의 제 2 대상 이온을 농축하여 그 제 2 대상 이온의 농도가 높여진 제 2 농축수를 생성하는 제 2 농축실과, 상기 피처리수 중의 제 2 대상 이온과 반대의 극성을 가지는 이온을 상기 제 2 농축실에 공급하는 이온 공급실을 구비하고 있다. 또한 전기투석장치는, 상기 양극실과 상기 버퍼실의 사이에 설치된 제 1 양이온 교환막과, 상기 음극실과 상기 이온 공급실의 사이에 설치된 제 1 음이온 교환막과, 상기 버퍼실과 상기 제 1 농축실의 사이에 설치된 제 2 양이온 교환막과, 상기 제 1 농축실과 상기 탈염실의 사이에 설치된 제 2 음이온 교환막과, 상기 탈염실과 상기 제 2 농축실의 사이에 설치된 제 3 양이온 교환막과, 상기 제 2 농축실과 상기 이온 공급실의 사이에 설치된 제 3 음이온 교환막을 가지고 있다.
- <66> 본 발명의 제 16 형태에 의하면, 양극을 가지는 양극실과, 음극을 가지는 음극실을 가지는 전기투석장치가 제공된다. 이 전기투석장치는, 복수의 실로 이루어지는 복수의 실 구조와, 전극을 가지는 적어도 하나의 복극실과, 상기 양극실과 상기 실 구조의 사이에 설치된 제 1 양이온 교환막과, 상기 음극실과 상기 실 구조의 사이에 설치된 제 1 음이온 교환막과, 상기 복극실의 상기 양극측에 설치된 제 2 음이온 교환막과, 상기 복극실의 상기 음극측에 설치된 제 2 양이온 교환막을 구비하고 있다. 상기 복극실은, 상기 복수의 실 구조의 사이에 배치되고, 이온 교환체가 충전되어 있다. 상기 실 구조는, 공급된 피처리수로부터 제 1 대상 이온과 제 2 대상 이온

을 제거하여 상기 제 1 대상 이온 및 상기 제 2 대상 이온의 농도가 낮추어진 처리수를 생성하는 탈염실과, 상기 탈염실에서 이동한 상기 피처리수 중의 제 1 대상 이온을 농축하여 그 제 1 대상 이온의 농도가 높여진 제 1 농축수를 생성하는 제 1 농축실과, 상기 피처리수 중의 제 1 대상 이온이 상기 제 1 농축수로부터 상기 양극실 또는 상기 복극실에 직접 유입하지 않도록 차단하는 버퍼실을 구비하고 있다. 또 실 구조는, 상기 탈염실에서 이동한 상기 피처리수 중의 제 2 대상 이온을 농축하여 그 제 2 대상 이온의 농도가 높여진 제 2 농축수를 생성하는 제 2 농축실과, 상기 피처리수 중의 제 2 대상 이온과 반대의 극성을 가지는 이온을 상기 제 2 농축실에 공급하는 이온 공급실을 구비하고 있다. 또, 전기투석장치는 상기 양극실 및 상기 복극실에 순수를 공급하는 경로를 구비하고 있다. 또 실 구조는, 상기 버퍼실과 상기 제 1 농축실의 사이에 설치된 제 3 양이온 교환막과, 상기 제 1 농축실과 상기 탈염실의 사이에 설치된 제 3 음이온 교환막과, 상기 탈염실과 상기 제 2 농축실 사이에 설치된 제 4 양이온 교환막과, 상기 제 2 농축실과 상기 이온 공급실의 사이에 설치된 제 4 음이온 교환막을 가지고 있다.

- <67> 상기 피처리수는 플루오르를 함유하는 배수인 것이 바람직하다. 또 상기 양극실 또는 상기 음극실에서 나온 유출수의 플루오르 농도가 1 mg-F/L 이하가 되도록, 상기 양극실 또는 상기 음극실에 공급하는 순수의 수량을 조정하는 것이 바람직하다.
- <68> 상기 양극실 및 상기 음극실에는 이온 교환체가 충전되어 있는 것이 바람직하다. 또 각각의 실에는 상기 양이온 교환막에 접하는 양이온 교환 섬유재료 또는 상기 음이온 교환막에 접하는 음이온 교환 섬유재료가 충전되어 있는 것이 바람직하다.
- <69> 본 발명의 제 17 형태에 의하면, 적어도 암모늄 이온과 플루오르를 함유하는 배수를 전기투석장치에 의하여 처리하는 배수처리방법이 제공된다. 이에 의하여 상기 배수로부터 암모늄 이온 및 플루오르를 제거하여 암모늄 이온 및 플루오르의 농도가 낮추어진 처리수를 생성함과 동시에, 플루오르의 농도를 높인 제 1 농축수와 암모늄 이온의 농도를 높인 제 2 농축수를 생성한다.
- <70> 본 발명의 제 18 형태에 의하면, 적어도 금속 수산화물 슬러지를 형성하는 금속 이온과 플루오르를 함유하는 배수를 전기투석장치에 의하여 처리하는 배수처리방법이 제공된다. 이것에 의하여 상기 배수로부터 상기 금속 이온 및 플루오르를 제거하여 상기 금속 이온 및 플루오르의 농도가 낮추어진 처리수를 생성함과 동시에, 플루오르의 농도를 높인 제 1 농축수와 상기 금속 이온의 농도를 높인 제 2 농축수를 생성한다.
- <71> 여기서 적어도 과산화수소와 플루오르를 함유하는 배수를 과산화수소 분해처리하고, 상기 과산화수소 분해 처리 후의 배수를 상기 전기투석장치에 공급하여도 좋다. 또 상기 배수의 플루오르 농도는 1 mg/L를 초과하고, 10,000 mg/L 이하인 것이 바람직하다. 또한 상기 처리수의 플루오르 농도는 1 mg/L 미만인 것이 바람직하다. 또 상기 제 1 농축수의 적어도 일부를 플루오르 재자원화 장치에 공급하여, 상기 배수 중의 플루오르를 플루오르화 칼슘(CaF_2)으로서 회수할 수도 있다.
- <72> 또한 전기투석장치의 도입 목적에 따라서는 처리수의 플루오르 농도를 1 mg/L 이상의 것으로 하여도 좋다. 처리수를 재이용하지 않고 외부로 방류하는 경우에는, 방류기준인 8 mg/L 이하로 하면 된다. 그 때문에 처리수의 플루오르 농도를 5 mg/L 정도로 유지하는 것은 전기투석조의 운전 전류를 조정함으로써 가능하고, 플루오르 농도를 1 mg/L 미만으로 유지하여 운전하는 것보다 에너지 절약의 운전방법이 된다.
- <73> 또, 전기투석장치의 다른 도입 목적에 따라서는 플루오르 농축수를 플루오르 재자원화 장치에 공급하지 않고, 종래 처리방식의 응집 침전설비에 공급하여도 된다. 이 경우에도 피처리수인 플루오르 함유 배수를 그대로 응집 침전처리하기 보다는 응집 침전처리에 필요한 약품의 사용량이 감소하고, 따라서 발생하는 슬러지의 양이 감소한다는 장점이 생긴다. 또 농축됨으로써 처리대상인 폐수의 양이 감소하기 때문에 폐수 처리 설비의 규모가 작아도 된다는 장점도 생긴다. 예를 들면 10 mg/L의 플루오르 함유 배수를 1000 mg/L로 농축함으로써 배수량이 100분의 1이 되고, 배수량에 따라 주입하는 응집 침전에 필요한 응집제의 필요량이 약 100분의 1이 되어, 결과적으로 발생하는 슬러지의 양을 현저하게 저감할 수 있다.
- <74> 또, 암모늄 이온을 함유하는 플루오르 함유 배수로부터 암모늄 이온과 플루오르 이온을 함께 동일한 액체 중에 농축한 플루오르 농축수를 얻어도 좋다. 일반적으로 플루오르의 재자원화를 행할 때는, 플루오르 농축수 중에 암모늄 이온을 함유하고 있으면, 플루오르 재자원화를 위한 반응이 저해되어 반응효율이 저하하나, 플루오르 농축수를 응집 침전처리할 때에는 암모늄 이온이 존재하여도 반응효율에는 영향하지 않기 때문이다.
- <75> 본 발명의 제 19 형태에 의하면, 상기한 전기투석장치와, 상기 전기투석장치로부터 얻어지는 플루오르 농축수를

플루오르화 칼슘으로서 회수하는 플루오르 재자원화 장치를 구비한 플루오르처리시스템이 제공된다.

- <76> 본 발명의 제 20 형태에 의하면, 상기한 전기투석장치와, 상기 전기투석장치로 얻어진 플루오르 농축수의 적어도 일부를 함유하는 물을 응집 침전처리하는 응집침전장치를 구비한 플루오르처리시스템이 제공된다.
- <77> 본 발명의 제 21 형태에 의하면, 상기한 전기투석장치와, 상기 전기투석장치로부터 얻어지는 처리수를 원수로 하여 순수를 제조하는 순수 제조장치를 구비한 물 리사이클링시스템이 제공된다.
- <78> 본 발명의 제 22 형태에 의하면, 상기한 전기투석장치와, 제해장치와, 상기 제해장치의 배수를 상기 전기투석장치에 공급하는 경로와, 상기 전기투석장치로 얻어지는 처리수의 일부를 상기 제해장치에 공급하는 경로를 구비한 물 리사이클링시스템이 제공된다.
- <79> 본 발명의 제 23 형태에 의하면, 상기한 전기투석장치와, 적어도 플루오르를 함유하는 배수의 고액분리를 행하는 고액 분리수단과, 상기 고액 분리수단에 의하여 고액 분리가 이루어지는 배수를 상기 전기투석장치에 공급하는 경로를 구비한 플루오르처리시스템이 제공된다.
- <80> 본 발명의 제 24 형태에 의하면, 상기한 전기투석장치와, 적어도 플루오르를 함유하는 배수의 유기물 분리를 행하는 유기물 분리수단과, 상기 유기물 분리수단에 의하여 유기물 분리가 이루어진 배수를 상기 전기투석장치에 공급하는 경로를 구비한 플루오르처리시스템이 제공된다.
- <81> 본 발명의 상기한 목적 및 그 다른 목적 및 효과는, 본 발명의 바람직한 실시형태를 일례로 하여 도시한 첨부도면과 대조하면 이하에 설명하는 설명으로부터 분명해질 것이다.

실시예

- <102> 이하, 본 발명에 관한 전기투석장치의 실시형태에 대하여 도 1 내지 도 20을 참조하여 상세하게 설명한다. 또한 도 1 내지 도 20에서, 동일 또는 상당하는 구성요소에는 동일한 부호를 붙이고 중복된 설명을 생략한다.
- <103> 도 1은 본 발명의 제 1 실시형태에서의 전기투석장치의 구성을 나타내는 모식도이다. 도 1에 나타내는 바와 같이 이 전기투석장치는 양극실(10)과, 버퍼실(20), 농축실(30), 탈염실(40), 음극실(50)을 가지는 전기투석조(1)를 구비하고 있다. 또, 전기투석장치는, 펌프(70)를 거쳐 순수를 양극실(10) 및 음극실(50)에 공급하는 극액 탱크(71)와, 펌프(72)를 거쳐 버퍼수를 버퍼실(20) 및 농축실(21)에 공급하는 버퍼수 탱크(73)와, 펌프(74)를 거쳐 농축수를 농축실(30)에 공급하는 농축수 탱크(75)를 구비하고 있다.
- <104> 양극실(10)의 내부에는 양극(2)이 배치되고, 음극실(50)의 내부에는 음극(3)이 배치되어 있다. 탈염실(40)은, 플루오르를 함유하는 원수(피처리수)로부터 플루오르 이온을 제거하여 플루오르 농도가 낮추어진 처리수를 생성한다. 또 버퍼실(20)은 원수 중의 플루오르 이온(대상 이온)이 농축실(30)로부터 직접 양극실(10)에 유입하지 않도록 차단한다. 또 농축실(30)은, 탈염실(40)로부터 이동한 원수 중의 플루오르 이온을 농축하여 플루오르 이온 농도가 높여진 농축수를 생성한다.
- <105> 도 2는 도 1의 전기투석조(1)를 나타내는 모식도이다. 도 2에 나타내는 바와 같이 양극실(10)과 버퍼실(20)은 이온 교환막의 일종인 양이온 교환막(CM1)으로 칸막이되고, 버퍼실(20)과 농축실(30)은 이온 교환막의 일종인 양이온 교환막(CM2)으로 칸막이되어 있다. 또 농축실(30)과 탈염실(40)은, 이온 교환막의 일종인 음이온 교환막(AM1)으로 칸막이되고, 농축실(21)과 탈염실(40)은 이온 교환막의 일종인 양이온 교환막(CM3)으로 칸막이되어 있다. 또 음극실(50)과 농축실(21)은 이온 교환막의 일종인 음이온 교환막(AM2)으로 칸막이되어 있다. 또한 도 2에서 이온 교환막의 양측에 위치하는 패키징의 도시는 생략하고 있다.
- <106> 양극실(10)에는 이온 교환체의 일종인 양이온 교환 부직포(CF1)가 충전되어 있다. 버퍼실(20)에는 이온 교환체의 일종인 양이온 교환 부직포(CF2), 이온 교환체의 일종인 양이온 교환 스페이서(CS1), 이온 교환체의 일종인 양이온 교환 부직포(CF3)가 충전되어 있다. 이온 교환 부직포는 가늘고 표면적이 큰 섬유로 친밀하게 구성된 부직포 형상의 이온 교환체이기 때문에, 이온의 포착능력 및 전도능력이 높으나, 전기투석조에 충전한 경우에 압손이 커진다는 문제가 있다. 한편, 이온 교환 스페이서는 종래의 전기투석조에 통상 사용되고 있는 망 형상의 스페이서의 표면에 이온 교환 기능을 도입한 것으로, 물의 분산성이 우수하고, 압손이 낮으나, 이온의 포착 능력은 낮다는 문제가 있다. 본 실시형태에서의 전기투석조(1)에서는, 이온 교환 부직포와 이온 교환 스페이서를 조합시켜 충전함으로써, 이온의 포착 능력과 전도능력을 높게 유지한 채로, 압손을 낮게 할 수 있다.
- <107> 농축실(30)에는 이온 교환체의 일종인 양이온 교환 부직포(CF4), 이온 교환체의 일종인 양이온 교환 스페이서(CS2), 이온 교환체의 일종인 음이온 교환 부직포(AF1)가 충전되어 있다. 탈염실(40)에는 이온 교환체의 일종

인 음이온 교환 부직포(AF2), 이온 교환체의 일종인 음이온 교환 스페이서(AS1), 이온 교환체의 일종인 양이온 교환 부직포(CF5)가 충전되어 있다. 농축실(21)에는, 이온 교환체의 일종인 양이온 교환 부직포(CF6), 이온 교환체의 일종인 양이온 교환 스페이서(CS3), 이온 교환체의 일종인 음이온 교환 부직포(AF3)가 충전되어 있다. 음극실(50)에는 이온 교환체의 일종인 음이온 교환 부직포(AF4)가 충전되어 있다.

- <108> 극액 탱크(71)로부터는 극액으로서의 순수가 양극실(10) 및 음극실(50)에 공급되도록 되어 있다. 양극실(10)에서 나온 유출수는, 플루오르 이온 농도가 순수보다 높기 때문에, 본 실시형태에서는 극액 탱크(71)로 순환하지 않고 전량을 버퍼수 탱크(73)에 공급하도록 되어 있다. 음극실(50)에서 나온 유출수는, 통상 플루오르 이온 농도가 아주 희박하고, 순수와 대략 같은 농도 레벨인 것이 실험적으로 확인되어 있기 때문에 본 실시형태에서는 극액을 보급하기 위하여 극액 탱크(71)로 순환하도록 되어 있다. 또한 양극실(10)에서 나온 유출수에 대해서도 일부 또는 전량을 극액 탱크(71)로 순환하는 구성으로 하여도 좋다. 또 양극실(10)에서 나온 유출수를 농축수 탱크(75)에 공급하는 구성으로 하여도 좋다.
- <109> 또, 버퍼수 탱크(73)로부터는 버퍼수가 버퍼실(20) 및 농축실(21)에 공급되도록 되어 있다. 버퍼실(20) 및 농축실(21)에서 나온 유출수는, 버퍼수 탱크(73)와 농축수 탱크(75)에 공급되도록 되어 있다. 또한 본 실시형태에서는 버퍼실(20) 및 농축실(21)에서 나온 유출수의 일부를 농축수 탱크(75)에 공급하는 구성으로 하고 있으나, 그 유출수의 전량을 농축수 탱크(75)에 공급하는 구성으로 하여도 좋다.
- <110> 또, 농축수 탱크(75)로부터는 농축수가 농축실(30)에 공급되도록 되어 있다. 농축실(30)에서 나온 유출수는, 농축수로서 인출되는 외에, 일부는 농축수 탱크(75)에 공급되도록 되어 있다.
- <111> 탈염실(40)에는 원수가 공급되도록 되어 있고, 탈염실(40)에서 나온 유출수는 처리수로서 인출된다.
- <112> 이와 같은 구성에 의하여 양극실(10)에서 물의 전기분해반응으로 생성한 수소 이온은, 양이온 교환체(CF1, CM1, CF2, CS1, CF3, CM2, CF4, CS2)상을 이온 전도하고, 버퍼실(20)을 경유하여 농축실(30)까지 도달하는 것이 가능하게 된다. 따라서 양극실(10) 및 버퍼실(20)에 걸리는 전압은, 양극액 및 버퍼수의 이온 농도에 의존하지 않고, 낮게 유지하는 것이 가능하게 된다.
- <113> 음이온을 함유하는 물을 전기투석처리하는 경우는, 원수 중의 음이온이 농축수 중에 농축된다. 통상, 농축된 음이온이 양극(2)측의 양이온 교환막(CM2, CM1)을 투과하여 예를 들면 버퍼실(20)이나 양극실(10)에 누설되는 일은 거의 없으나, 농축대상이 플루오르 이온인 경우는, 농축수 중의 플루오르 이온의 일부가 농축실(30)과 버퍼실(20)을 가로 막고 있는 양이온 교환막(CM2)을 투과하여 농축실(30)보다 양극(2)측에 위치하는 버퍼실(20) 나아가서는 양극실(10)에 도달하는 현상이 일어나는 경우가 있다.
- <114> 본 실시형태에서는 상기한 구성에 의하여 양극실(10)에는 항상 순수가 보급되게 되고, 버퍼실(20)에서 양극실(10)에 누설되는 플루오르 이온을 양극실(10)의 밖으로 배출하여 양극실(10)의 플루오르 농도를 아주 낮은 값으로 유지할 수 있다. 또 플루오르에 의한 전극 부식을 억제할 수 있다.
- <115> 또, 버퍼실(20) 중의 플루오르 농도에 대해서도 버퍼수 탱크(73)의 버퍼수에 양극실(10)에서의 유출수가 보급됨으로써 농축실(30)에서 버퍼실(20)로 누설되어 온 플루오르 이온을 버퍼실(20)의 외부로 배출할 수 있다. 이에 의하여 양극실(10)보다는 농도가 약간 높아지나, 버퍼실(20)의 플루오르 농도를 낮은 값으로 유지할 수 있다. 또 버퍼실(20) 및 농축실(21)로부터의 유출수에 의하여 농축수를 보급하고 있기 때문에, 농축수 탱크(75)에 추가하는 보급 순수의 양을 저감할 수 있다.
- <116> 또, 극액의 보급수로서 순수를 사용하고 있기 때문에, 보급수 중의 플루오르 농도가 운전조건에 의하여 변동하거나 높아지거나 하는 일은 없다. 이 때문에 운전조건에 상관없이 항상 양극실(10)의 플루오르 농도를 매우 낮은 값으로 유지할 수 있다. 또 양극(2)의 부식방지를 더욱 확실하게 할 수 있다. 여기서 전기투석장치의 처리수의 수질이 순수 평균인 경우 등, 처리수를 순수 대신에 사용할 수 있는 경우는 순수 대신에 처리수를 사용하여도 된다.
- <117> 또, 양극실(10)로부터의 유출수에 의하여 버퍼수를 보급하고 있기 때문에, 양극실(10)로부터 장치의 외부로 배출되는 물의 양 및 버퍼수에 추가하는 보급 순수의 양을 적게 할 수 있다. 특히, 양극실(10)로부터의 유출수의 전량을 버퍼수 탱크(73)에 공급하면, 양극실(10)로부터 장치의 외부로 배출되는 물의 양 및 버퍼수에 추가하는 보급 순수의 양을 제로로 할 수 있다.
- <118> 또, 버퍼실(20) 및 농축실(21)로부터의 유출수에 의하여 농축수를 보급하고 있기 때문에, 농축수에 추가하는 보급 순수의 양 및 버퍼실(20) 및 농축실(21)로부터 장치의 외부로 배출되는 물의 양을 적게 할 수 있다. 특히

농축수의 전량을 버퍼실(20) 및 농축실(21)로부터의 유출수로 공급하는 경우는, 농축수에 추가하는 보급 순수의 양 및 버퍼실(20) 및 농축실(21)로부터 장치의 외부로 배출되는 물의 양을 제로로 할 수 있다.

- <119> 전기투석조(1)로부터 배출되는 배수의 종류로서는, 양극실(10)로부터 장치의 외부로 배출되는 물의 양 및 버퍼실(20) 및 농축실(21)로부터 장치의 외부로 배출되는 물의 양이 제로인 경우에는, 처리수와 농축수의 2 계통만이 되어, 배관계통이 복잡해지는 일이 없다. 양극실(10), 버퍼실(20) 및 농축실(21)에서의 평형 플루오르 농도는, 양극실(10) 및 음극실(50)에 공급하는 극액의 양 및 버퍼실(20) 및 농축실(21)에 공급하는 버퍼수의 양을 조정함으로써 임의로 조정할 수 있다. 또한 도 1에 나타내는 실시형태에서, 극액 및/또는 버퍼수의 적어도 일부를 원수 또는 처리수와 혼합하여도 좋다.
- <120> 도 3은 본 발명의 제 2 실시형태에서의 전기투석장치의 구성을 나타내는 모식도이다. 본 실시형태에서의 전기투석장치는, 제 1 실시형태에서의 전기투석장치와 기본적으로 동일한 구성을 가지고 있으나, 이하의 점에서 제 1 실시형태에서의 전기투석장치와 다르다.
- <121> 버퍼수 탱크(73)로부터는 버퍼수가 버퍼실(20)에만 공급되도록 되어 있고, 농축실(21)에는 공급되지 않게 되어 있다. 그 대신에 음극실(50)에서 나온 유출수가 농축실(21)에 공급되도록 되어 있다. 또 농축실(21)에서 나온 유출수는, 극액을 보급하기 위하여 극액 탱크(71)에 공급되도록 되어 있다.
- <122> 원수 중에 존재하는 양이온은 음극실(50)에 인접하는 농축실(21)에 농축되나, 농축된 양이온이 전기투석장치의 처리성능에 악영향을 미치지 않는다고 판단되는 경우에는, 도 3에 나타내는 바와 같은 구성을 사용할 수 있다. 또한 농축실(21)에서 나온 유출수를 버퍼수 탱크(73)에 공급하여도 되는 것은 물론이다. 이와 같은 구성에 의해서도 본 발명이 효과를 나타낼 수 있다.
- <123> 도 4는 본 발명의 제 3 실시형태에서의 전기투석장치의 구성을 나타내는 모식도이다. 본 실시형태에서의 전기투석장치는, 제 1 실시형태에서의 전기투석장치와 기본적으로 동일한 구성을 가지고 있으나, 이하의 점에서 제 1 실시형태에서의 전기투석장치와 다르다.
- <124> 버퍼수 탱크(73)로부터는 버퍼수가 버퍼실(20)에만 공급되도록 되어 있고, 농축실(21)에는 공급되지 않게 되어 있다. 그 대신에 극액 탱크(71)에서는 극액으로서의 순수가 양극실(10)과 농축실(21)에 공급되도록 되어 있다. 또 농축실(21)에서 나온 유출수는, 농축실(21)에 인접하는 음극실(50)에 공급되도록 되어 있다. 이와 같은 구성에 의해서도 본 발명의 효과를 나타낼 수 있다.
- <125> 도 5는 본 발명의 제 4 실시형태에서의 전기투석장치의 구성을 나타내는 모식도, 도 6은 도 5의 전기투석조(101a)를 나타내는 모식도이다. 본 실시형태에서의 전기투석장치는, 제 1 실시형태에서의 전기투석장치와 기본적으로 동일한 구성을 가지고 있으나, 음극실(50)에 인접하고, 버퍼수(도 1), 극액(도 3) 또는 순수(도 4)가 공급되고 있던 농축실(21)을 도 5에서는 농축수가 공급되는 농축실(31)로서 사용하고 있는 점에서 제 1 실시형태에서의 전기투석장치와 다르다. 이와 같은 구성에 의해서도 본 발명의 효과를 나타낼 수 있다.
- <126> 도 7은 본 발명의 제 5 실시형태에서의 전기투석장치의 구성을 나타내는 모식도, 도 8은 도 7의 전기투석조(101b)를 나타내는 모식도이다. 본 실시형태에서의 전기투석장치는, 제 1 실시형태에서의 전기투석장치와 기본적으로 동일한 구성을 가지고 있으나, 도 1에서의 탈염실(40)과 농축실(30)의 사이에 농축실(30)과 탈염실(40)을 더 추가한 점에서 제 1 실시형태에서의 전기투석장치와 다르다. 이와 같은 구성에 의해서도 본 발명의 효과를 나타낼 수 있다. 또한 도 5의 경우와 마찬가지로 음극실(50)에 인접한 농축실(21)을 농축실(31)로서 사용하고, 이 농축실(31)에 농축수를 공급하도록 하여도 좋다.
- <127> 도 9는 본 발명의 제 6 실시형태에서의 전기투석장치의 구성을 나타내는 모식도이다. 이 전기투석장치는, 도 1에 나타내는 전기투석장치와 마찬가지로 양극의 부식을 방지하는 효과가 얻어짐과 동시에, 금속 이온을 함유하는 플루오르산 배수를 대상으로 하는 경우에서도 플루오르산과 금속 이온을 개별로 농축할 수 있다. 또한 금속 이온은 석출하는 수산화물로서가 아니라, 용해성의 염화물로서 분리 농축하기 때문에, 전기투석조 내에서의 석출 등의 트러블을 회피할 수 있다.
- <128> 도 9에 나타내는 바와 같이 전기투석장치는 양극실(210), 버퍼실(220), 산 농축실(230), 탈염실(240), 알칼리 농축실(231), 산 공급실(260), 복극실(261), 버퍼실(220), 산 농축실(제 1 농축실)(230), 탈염실(240), 알칼리 농축실(제 2 농축실)(231), 산 공급실(이온 공급실)(260), 음극실(250)을 가지는 전기투석조(201)를 구비하고 있다. 이와 같이 본 실시형태에서는 복극실(261)을 사이에 두고 양측에 버퍼실(220), 산 농축실(230), 탈염실(240), 알칼리 농축실(231), 산 공급실(260)이 각각 설치되어 있다.

- <129> 또, 도 9에 나타내는 바와 같이 전기투석장치는 펌프(270)를 거쳐 순수를 양극실(210) 및 음극실(250)에 공급하는 극액 탱크(271)와, 펌프(272)를 거쳐 버퍼수를 버퍼실(220)에 공급하는 버퍼수 탱크(273)와, 펌프(274)를 거쳐 산 농축수를 산 농축실(230)에 공급하는 산 농축수 탱크(275)와, 펌프(276)를 거쳐 알칼리 농축수를 알칼리 농축실(231)에 공급하는 알칼리 농축수 탱크(277)와, 펌프(278)를 거쳐 산 공급수를 산 공급실(260)에 공급하는 산 공급수 탱크(279)를 구비하고 있다.
- <130> 또, 전기투석장치는 펌프(280)를 거쳐 HCl 등의 산 원액을 산 공급수 탱크(279)에 공급하는 산 원액 탱크(281)와, 산 공급수 탱크(279)의 pH를 측정하는 pH 모니터(282)를 구비하고 있다. 또한 전기투석장치는 펌프(283)를 거쳐 원수를 탈염실(240)에 공급하는 원수 탱크(284)와, 제해배수(플루오르를 함유하는 피처리수)를 활성탄(285) 및 카트리지 필터(286)를 거쳐 원수 탱크(284)에 공급하는 펌프(287)를 구비하고 있다.
- <131> 양극실(210)의 내부에는 양극(202)이 배치되고, 음극실(250)의 내부에는 음극(203)이 배치되어 있다. 또 복극실(261)의 내부에는 전극(204)이 배치되어 있다. 탈염실(240)은 원수(피처리수)로부터 플루오르 이온(제 1 대상 이온) 및 칼슘 이온(제 2 대상 이온)을 제거하여 플루오르 농도 및 칼슘 이온 농도가 낮추어진 처리수를 생성한다. 또 버퍼실(220)은 원수 중의 플루오르 이온이 산 농축실(230)로부터 직접 양극실(210)에 유입하지 않도록 차단한다. 또한 산 농축실(230)은 탈염실(240)로부터 이동한 원수 중의 플루오르 이온을 농축하여 플루오르 이온 농도가 높여진(제 1) 농축수를 생성한다. 또 알칼리 농축실(231)은, 탈염실(240)로부터 이동한 원수 중의 칼슘 이온을 농축하여 칼슘 이온 농도가 높여진(제 2) 농축수를 생성한다. 산 공급실(260)은 배수 중의 칼슘 이온과는 반대의 극성을 가지는 이온을 알칼리 농축실(231)에 공급한다.
- <132> 도 10은 도 9의 전기투석조(201)를 나타내는 모식도이다. 도 10에 나타내는 바와 같이 양극실(210)과 버퍼실(220)은, 이온 교환막의 일종인 양이온 교환막(CM11)으로 칸막이되고, 버퍼실(220)과 산 농축실(230)은 이온 교환막의 일종인 양이온 교환막(CM12)으로 칸막이되어 있다. 산 농축실(230)과 탈염실(240)은 이온 교환막의 일종인 음이온 교환막(AM11)으로 칸막이되고, 탈염실(240)과 알칼리 농축실(231)은 이온 교환막의 일종인 양이온 교환막(CM13)으로 칸막이되어 있다. 알칼리 농축실(231)과 산 공급실(260)의 사이는, 이온 교환막의 일종인 음이온 교환막(AM12)으로 칸막이되고, 산 공급실(260)과 복극실(261)의 사이는, 이온 교환막의 일종인 음이온 교환막(AM13)으로 칸막이되어 있다. 또한 도 10에서 이온 교환막의 양측에 위치하는 패키지의 도시는 생략하고 있다.
- <133> 양극실(210)에는 이온 교환체의 일종인 양이온 교환 부직포(CF11)가 충전되어 있다. 버퍼실(220)에는 이온 교환체의 일종인 양이온 교환 부직포(CF12), 이온 교환체의 일종인 양이온 교환 스페이서(CS11), 이온 교환체의 일종인 양이온 교환 부직포(CF13)가 충전되어 있다.
- <134> 산 농축실(230)에는 이온 교환체의 일종인 양이온 교환 부직포(CF14), 이온 교환체의 일종인 양이온 교환 스페이서(CS12), 이온 교환체의 일종인 음이온 교환 부직포(AF11)가 충전되어 있다. 탈염실(240)에는 이온 교환체의 일종인 음이온 교환 부직포(AF12), 이온 교환체의 일종인 음이온 교환 스페이서(AS11), 이온 교환체의 일종인 양이온 교환 부직포(CF15)가 충전되어 있다.
- <135> 알칼리 농축실(231)에는 이온 교환체의 일종인 양이온 교환 부직포(CF16), 이온 교환체의 일종인 양이온 교환 스페이서(CS13), 이온 교환체의 일종인 음이온 교환 부직포(AF13)가 충전되어 있다. 산 공급실(260)에는 이온 교환체의 일종인 음이온 교환 부직포(AF14), 이온 교환체의 일종인 음이온 교환 스페이서(AS12), 이온 교환체의 일종인 음이온 교환 부직포(AF15)가 충전되어 있다.
- <136> 복극실(261)에는 이온 교환체의 일종인 음이온 교환 부직포(AF16) 및 양이온 교환 부직포(CF11)가 충전되어 있다. 복극실(261)의 전극(204)으로부터 음극실(250)의 음극(203)까지의 구조는, 상기한 양이온 교환 부직포(CF11)로부터 음이온 교환 부직포(AF16)까지의 구조와 동일하기 때문에 여기서는 설명을 생략한다.
- <137> 극액 탱크(271)에서는 극액으로서의 순수가 양극실(210), 복극실(261) 및 음극실(250)에 공급되도록 되어 있다. 양극실(210), 복극실(261) 및 음극실(250)에서 나온 유출수는 극액을 보급하기 위하여 극액 탱크(271)로 순환하도록 되어 있다.
- <138> 또, 버퍼수 탱크(273)로부터는 버퍼수가 버퍼실(220)에 공급되도록 되어 있다. 버퍼실(220)에서 나온 유출수는 버퍼수 탱크(273)와 원수 탱크(284)에 공급되도록 되어 있다. 또한 양극실(210), 복극실(261) 및 음극실(250)에서 나온 유출수의 일부는, 이 버퍼실(220)에서 나온 유출수와 혼합된다.
- <139> 또, 산 농축수 탱크(275)로부터는 산 농축수가 산 농축실(230)에 공급되도록 되어 있다. 산 농축실(230)에서

나온 유출수는 농축수로서 인출되는 외에, 일부는 산 농축수 탱크(275)에 공급되도록 되어 있다. 또 알칼리 농축수 탱크(277)로부터는 알칼리 농축수가 알칼리 농축실(231)에 공급되도록 되어 있다. 알칼리 농축실(231)에서 나온 유출수는 알칼리 농축수 탱크(277)에 공급되도록 되어 있다.

- <140> 원수 탱크(284)로부터는 원수가 탈염실(240)에 공급되도록 되어 있다. 탈염실(240)에서 나온 유출수는 처리수로서 인출된다.
- <141> 복극실(261)의 음극실(250)측에 인접하는 버퍼실(220)로부터 복극실(261)에 플루오르가 유입하는 것이 염려되기 때문에, 본 실시형태에서는 복극실(261)에는 양극실(210)과 마찬가지로 순수가 공급된다. 또 복극실(261)을 나온 유출수에 대해서도 양극실(210)을 나온 유출수와 마찬가지로 버퍼수 탱크(273)의 보급수로서 사용된다.
- <142> 이와 같은 구성에 의하여 산과 금속 이온을 개별로 농축하는 것이 가능하게 된다. 또 금속 이온은 산 공급실(260)로부터 전기 영동에 의하여 공급되는 광물산 유래의 음이온과 용해성의 염을 형성함으로써 금속 수산화물 등이 석출되는 것이 방지된다. 예를 들면 광물산으로서 염산을 사용하는 경우는, 원수 중에 함유되는 칼슘 이온을 용해도가 높은 염화 칼슘으로서 농축시키는 것이 가능하게 된다.
- <143> 도 11은 본 발명의 제 7 실시형태에서의 전기투석장치의 구성을 나타내는 모식도, 도 12는 도 11의 전기투석조(301)를 나타내는 모식도이다. 이 전기투석조(301)는 상기한 제 6 실시형태의 전기투석조에서의 알칼리 농축실(231)의 음극(203)측에 설치된 산 공급실(260)을 생략한 것이다. 이와 같은 구성은 암모늄 이온 등 알칼리성에서도 석출되지 않는 양이온(카티온)을 농축하는 경우에 사용할 수 있다.
- <144> 도 13은 본 발명의 제 8 실시형태에서의 전기투석장치의 전기투석조(401)를 나타내는 모식도이다. 도 13에 나타내는 바와 같이 이 전기투석조(401)는 양극실(210), 버퍼실(220), 산 농축실(230), 탈염실(240), 알칼리 농축실(231), 산 공급실(260)과, 음극실(250)을 구비하고 있고, 상기한 제 6 실시형태의 전기투석조(201)에서 복극실(261)을 없애고 각각의 실을 1개만으로 한 것이다. 이와 같은 구성에 의해서도 본 발명의 효과를 나타낼 수 있다.
- <145> 상기한 각 실시형태에서 전기투석장치는 정전류 운전 또는 정전압 운전을 행하는 것이 바람직하고, 전류밀도는 10 A/dm^2 이하, 특히 3 A/dm^2 이하로 하는 것이 바람직하다. 탈염실 및 농축실의 두께는 $1 \sim 10 \text{ mm}$, 바람직하게는 $2 \sim 4 \text{ mm}$ 로 한다. 이온 교환체로서 부직포 형상 또는 스펀지 형상 등의 시트 형상의 것을 사용하는 경우, 각 실의 충전매수 및 종류는 임의로 설정할 수 있다. 바람직하게는 양극실의 플루오르 농도가 1 mg/L 미만, 버퍼실의 플루오르 농도가 10 mg/L 미만이 되도록 각 실에 액을 공급한다.
- <146> 전극의 재료로서는 백금, 탄탈, 니오브, 다이아몬드, SUS 등을 사용할 수 있다. 또 티탄, 니켈, 모넬, 하스텔로이, 인코넬 등의 기재에 백금, 금, 산화 이리듐 등을 도금한 것을 전극으로서 사용할 수 있다.
- <147> 전극의 형상은, 평판 형상이어도 좋고, 또는 통수성 및 통가스성을 가지는 라스망 형상 등이어도 좋다. 농축수 중의 이온 농도에는 특별히 제한은 없으나, 양이온 또는 음이온의 농도가 $100 \sim 100,000 \text{ mg/L}$ 의 범위 내에 있는 것이 바람직하다. 원수의 농도에는 특별히 제한은 없으나, 양이온 또는 음이온의 농도가 $5 \sim 500 \text{ mg/L}$ 의 범위 내에 있는 것이 바람직하다. 이 경우에 얻어지는 처리수의 농도는, 전류값 등의 운전조건을 설정함에 의하여 원하는 값으로 조정할 수 있다. 예를 들면 양이온 또는 음이온의 농도가 $0.01 \sim 10 \text{ mg/L}$ 의 범위 내에 있는 처리수가 얻어진다.
- <148> 양극실, 음극실, 복극실에 공급하는 순수로서는 특별히 제약이 없고, 당업자가 통상 사용하고 있는 순수 제조방법에 의하여 제조되는 순수가 모두 사용 가능하다. 예를 들면 RO(역침투막), 이온 교환법, 증류법, 전기식 탈염법 등의 공지의 기술 또는 그 조합에 의하여 제조한 순수 또는 그 순수의 순도를 더욱 높인 초순수를 사용할 수 있다. 또한 양극실에 공급하는 순수의 양은, 양극실 중의 플루오르 농도가 1 mg/L 미만이 되도록 설정하는 것이 가장 바람직하다.
- <149> 상기한 전기투석장치의 양극실, 음극실, 복극실, 버퍼실, 탈염실, 농축실 중에 충전하는 이온 교환체로서는, 고분자 섬유 기재에 이온 교환기를 그래프트중합법에 의하여 도입한 것을 사용하는 것이 바람직하다. 고분자 섬유로 이루어지는 그래프트화 기재는 폴리올레핀계 고분자, 예를 들면 폴리에틸렌이나 폴리프로필렌 등의 일종의 단섬유이어도 좋고, 또 중심과 시스부가 다른 고분자에 의하여 구성되는 복합섬유이어도 좋다. 사용할 수 있는 복합섬유의 예로서는, 폴리올레핀계 고분자, 예를 들면 폴리에틸렌을 시스 성분으로 하고, 시스 성분으로서 사용한 것 이외의 고분자, 예를 들면 폴리프로필렌을 심 성분으로 한 심 시스구조의 복합섬유를 들 수 있다. 이와 같은 복합섬유재료에, 이온 교환기를 방사선 그래프트중합법을 이용하여 도입한 것이 이온 교환능력이 우수

하고, 균일한 두께로 제조할 수 있기 때문에 상기한 목적으로 사용되는 이온 교환섬유로서 바람직하다. 이온 교환 섬유재료의 형태로서는 직포나 부직포 등을 들 수 있다.

- <150> 또, 사교망 등의 스페이서부재 형태의 이온 교환체로서는 폴리올레핀계 고분자제 수지, 예를 들면 전기투석조에서 널리 사용되고 있는 폴리에틸렌계의 사교망(네트)을 기재로 하고, 이것에 방사선 그라프트중합법을 사용하여 이온 교환 기능을 부여한 것이 이온 교환 능력이 우수하고, 피처리수의 분산성이 우수하기 때문에 바람직하다.
- <151> 또한 방사선 그라프트중합법이란, 고분자기체에 방사선을 조사하여 라디칼을 형성시키고, 이것에 모노머를 반응시킴으로써 모노머를 기재 중에 도입한다는 기법이다. 방사선 그라프트중합법에 사용할 수 있는 방사선으로는 α 선, β 선, γ 선, 전자선, 자외선 등을 들 수 있으나, 감마선이나 전자선을 사용하는 것이 바람직하다. 방사선 그라프트중합법에는 그라프트기체에 미리 방사선을 조사한 후, 그라프트 모노머와 접촉시켜 반응시키는 전조사 그라프트중합법과, 기재와 모노머의 공존하에 방사선을 조사하는 동시 조사 그라프트중합법이 있으나, 어느 쪽의 방법도 사용할 수 있다.
- <152> 또, 모노머와 기재의 접촉방법에 의하여 모노머 용액에 기재를 침지시킨 채로 중합을 행하는 액상 그라프트중합법, 모노머의 증기에 기재를 접촉시켜 중합을 행하는 기상 그라프트중합법, 기재를 모노머용액에 침지한 후 모노머용액으로부터 인출하여 기상 속에서 반응을 행하게 하는 함침 기상 그라프트중합법 등을 들 수 있으나, 어느 쪽의 방법도 사용할 수 있다.
- <153> 부직포 등의 섬유기체나 스페이서기체에 도입하는 이온 교환기로서는, 특별히 한정되는 일 없이 여러가지의 양이온 교환기 또는 음이온 교환기 등을 사용할 수 있다. 예를 들면 양이온 교환기로서는 술폰기 등의 강산성 양이온 교환기, 인산기 등의 중산성 양이온 교환기, 카르복실기 등의 약산성 양이온 교환기, 음이온 교환기로서는 제 1급 내지 제 3급 아미노기 등의 약염기성 음이온 교환기, 제 4급 암모늄기 등의 강염기성 음이온 교환기를 사용할 수 있다. 또는 상기 양이온 교환기 및 음이온 교환기의 양쪽을 병유하는 이온 교환체를 사용할 수도 있다.
- <154> 또, 관능기로서 이미노디아세트산 및 그 나트륨염으로부터 유도되는 관능기, 각종 아미노산, 예를 들면 페닐 알라닌, 리신, 로이신, 발린 및 프롤린 및 그 나트륨염으로부터 유도되는 관능기, 이미노디아세트산으로부터 유도되는 관능기 등을 가지는 이온 교환체를 사용하여도 좋다.
- <155> 상기한 목적으로 사용할 수 있는 이온 교환기를 가지는 모노머로서는 아크릴산(AAc), 메타크릴산, 스티렌술폰산나트륨(SSS), 메타릴술폰산나트륨, 알릴술폰산나트륨, 비닐술폰산나트륨, 비닐벤질트리메틸암모늄클로라이드(VBTAC), 디에틸아미노에틸메타크릴레이트, 디메틸아미노프로필아크릴아미드 등을 들 수 있다.
- <156> 예를 들면 스티렌술폰산나트륨을 모노머로서 사용하여 방사선 그라프트중합을 행함으로써, 기재에 직접 강산성 양이온 교환기인 술폰기를 도입할 수 있고, 또 비닐벤질트리메틸암모늄클로라이드를 모노머로서 사용하여 방사선 그라프트중합을 행함으로써 기재에 직접 강염기성 음이온 교환기인 제 4급 암모늄기를 도입할 수 있다.
- <157> 또, 이온 교환기로 전환 가능한 기를 가지는 모노머로서는, 아크릴로니트릴, 아크롤레인, 비닐피리딘, 스티렌, 클로로메틸스티렌, 메타크릴산글리시딜(GMA) 등을 들 수 있다. 예를 들면 메타크릴산글리시딜을 방사선 그라프트중합에 의하여 기재에 도입하고, 다음에 아황산나트륨 등의 술포화제를 반응시킴으로써 강산성 양이온 교환기인 술폰기를 기재에 도입하거나, 또는 클로로메틸스티렌을 그라프트중합한 후에 기재를 트리메틸아민수용액에 침지하여 4급 암모늄화를 행함으로써 강염기성 음이온 교환기인 제 4급 암모늄기를 기재에 도입할 수 있다.
- <158> 또 기재에 클로로메틸스티렌을 그라프트중합한 후, 술포드를 반응시켜 술포늄염으로 한 후, 이미노디아세트산나트륨을 반응시킴으로써 관능기로서 이미노디아세트산나트륨기를 기재에 도입할 수 있다. 또는 먼저 기재에 클로로메틸스티렌을 그라프트중합한 후, 클로로를 옥소로 치환하고, 다음에 이미노디아세트산디에틸에스테르를 반응시켜 옥소를 이미노디아세트산디에틸에스테르기로 치환하고, 다음에 수산화나트륨을 반응시켜 에스테르기를 나트륨염으로 변환함으로써, 관능기로서 이미노디아세트산나트륨기를 기재에 도입할 수 있다.
- <159> 상기한 각종 형태의 이온 교환체 중에서는 부직포 또는 직포 등의 형태의 이온 교환 섬유재료가 특히 바람직하다. 직포나 부직포 등의 섬유재료는, 수지 비즈나 사교망 등의 형태의 재료와 비교하여 표면적이 매우 크기 때문에 이온 교환기의 도입량이 크고, 또 수지 비즈와 같이 비즈 내부의 마이크로 포어 또는 매크로 포어 내에 이온 교환기가 존재한다는 것은 없고, 모든 이온 교환기가 섬유의 표면에 배치되기 때문에 처리수 중의 금속 이온이 용이하게 이온 교환기의 근방으로 확산되고, 이온 교환에 의하여 흡착된다. 따라서 이온 교환 섬유재료를 사용하면 금속 이온의 제거/회수 효율을 더욱 향상시킬 수 있다.

- <160> 또한 상기한 이온 교환 섬유재료 등 이외에도 공지의 이온 교환체 수지 비즈를 사용할 수도 있다. 예를 들면 폴리스티렌을 디비닐벤젠으로 가교한 비즈 등을 기재수지로서 사용하고, 이것을 황산이나 클로로술폰산과 같은 술폰화제로 처리하여 술폰화를 행하여 기재에 술폰기를 도입함으로써 상기한 각 실시형태에서 사용 가능한 강산성 양이온 교환수지 비즈를 얻을 수 있다.
- <161> 이와 같은 제조방법은 주지이며, 또 이와 같은 방법에 의하여 제조된 양이온교환수지 비즈로서는 여러가지 상품명으로 시판되고 있는 것을 들 수 있다. 또 관능기로서 이미노디아세트산 및 그 나트륨염으로부터 유도되는 관능기, 각종 아미노산, 예를 들면 페닐알라닌, 리신, 로이신, 발린 및 프롤린 및 그 나트륨염으로부터 유도되는 관능기, 이미노디에탄올로부터 유도되는 관능기 등을 가지는 수지 비즈를 사용하여도 좋다.
- <162> 상기한 실시형태에서의 전기투석장치에 의하여 적어도 암모늄 이온과 플루오르를 함유하는 배수를 처리하면, 배수로부터 암모늄 이온 및 플루오르를 제거하여 암모늄 이온 및 플루오르의 농도가 낮추어진 처리수를 생성함과 동시에, 플루오르의 농도를 높인 제 1 농축수와 암모늄 이온의 농도를 높인 제 2 농축수를 생성할 수 있다. 또는 상기한 각 실시형태에서의 전기투석장치에 의하여 적어도 금속 수산화물 슬러지를 형성하는 금속 이온과 플루오르를 함유하는 배수를 처리하면, 배수로부터 상기 금속 이온 및 플루오르를 제거하여 금속 이온 및 플루오르의 농도가 낮추어진 처리수를 생성함과 동시에, 플루오르의 농도를 높인 제 1 농축수와 금속 이온의 농도를 높인 제 2 농축수를 생성할 수 있다.
- <163> 과산화수소와 플루오르를 함유하는 배수의 경우에는, 배수를 과산화수소 분해처리한 후, 전기투석장치에 공급하여도 좋다. 또 배수의 플루오르 농도는 1 mg/L을 초과하고, 10,000 mg/L 이하인 것이 바람직하며, 처리수의 플루오르 농도는 1 mg/L 미만인 것이 바람직하다.
- <164> 또 상기한 전기투석장치는, 플루오르 재자원화장치와 조합하여 플루오르처리 시스템을 구성할 수 있다. 예를 들면 도 14에 나타내는 바와 같이 플루오르 함유 배수를 상기한 전기투석장치로 처리하고, 전기투석장치로 얻어진 플루오르 농축수를 플루오르 재자원화 장치(500)에 공급하여, 배수 중의 플루오르를 플루오르화 칼슘(CaF_2)의 결정으로서 회수할 수 있다.
- <165> 상기한 전기투석장치의 운전방법 또는 제어방법으로서의 이하와 같은 방법이 있다. 먼저 본 발명에 관한 전기투석장치로부터 얻어지는 처리수, 플루오르 농축수, 또는 원수의 플루오르 농도를 측정하는 플루오르 농도 측정수단(예를 들면 도전율을 측정하는 도전율계나 이온 전극법에 의하여 플루오르 농도를 측정하는 플루오르 농도계)을 설치함으로써, 처리성능을 모니터링하는 것이 가능하게 된다. 또 원수 라인 및/또는 처리수 라인에 유량계를 설치함으로써, 플루오르 부하의 모니터링이 가능하게 된다.
- <166> 또, 처리수의 플루오르 농도를 제어하는 플루오르 농도 제어수단을 설치하는 것이 바람직하고, 이 플루오르 농도 제어수단으로서의 원수, 처리수 또는 농축수의 플루오르 농도, 플루오르 부하 또는 처리성능의 모니터링 값에 의하여 전기투석장치에의 통전량을 자동적으로 조정하거나, 유량 조정 밸브에 의하여 원수의 유량을 자동적으로 조정하거나 하는 것이 좋다. 이에 의하여 처리수의 플루오르 농도의 자동제어가 가능하게 된다. 또 처리수의 플루오르 농도가 소정의 값보다 높은 경우에만 자동적으로 이온 교환수지층에 통수하는 구성으로 하여도 좋다. 이 경우에는 처리수질의 안정성을 더욱 높이는 것이 가능하게 된다. 또 플루오르 농축수의 농도가 소정 값 미만으로 저하되어 있는 것 또는 처리수의 농도가 소정 값 이상으로 높아져 있는 것을 플루오르 농도 측정수단에 의하여 검지하여도 좋다. 이에 의하여 전기투석조 내부의 파손, 예를 들면 이온 교환막의 찢어짐 등을 예리신호로서 출력하는 것이 가능하게 된다.
- <167> 또 플루오르 농축수의 2차적 처리수단[예를 들면 플루오르 재자원화 장치(CaF_2 정석장치, 플루오르를 탄산 칼슘과 반응시켜 플루오르를 회수하는 CaF_2 치환장치), 응집 침전장치, 감압 증류장치]의 종류에 관계없이, 플루오르 농축수의 플루오르 농도를 안정된 농도로서 공급함으로써 이것들의 2차적 처리를 행하는 장치의 성능을 안정된 것으로 할 수 있다.
- <168> 플루오르 농축수의 플루오르 농도를 제어하는 수단으로서, 플루오르 농축수가 흐르는 라인에 설치한 도전율계나 플루오르 농도계 등의 플루오르 농도 측정수단의 측정값에 의거하여, 플루오르 농축수의 라인이나 농축수 탱크로부터의 플루오르 농축수 뽑아냄 수량(2차적 처리를 행하는 장치에의 플루오르 농축수의 송수량) 또는 플루오르 농축수의 라인이나 농축수 탱크에의 보급 수량을 조정하는 것이 좋다. 또, 전기투석장치에서의 통전량이나 원수의 유량을 자동적으로 조정하는 것이어도 좋다.
- <169> 여기서 플루오르 농축수의 2차적 처리를 행하는 장치의 운전조건을 적성으로 하기 위해서는, 예를 들면 이하에

나타내는 바와 같은 구성을 생각할 수 있다. 예를 들면 도 15에 나타내는 바와 같이 본 발명에 관한 전기투석장치를 플루오르 제자원화 장치로서의 CaF_2 치환장치(501)와 조합하여 배수 중의 플루오르를 CaF_2 결정으로서 회수하는 플루오르처리시스템을 구성할 수 있다. 상기한 전기투석장치로 얻어진 플루오르 농축수의 pH값 또는 α 값(산성도의 값)의 측정수단을 설치하고, 이 값이 적성이 되도록 산이나 알칼리를 주입하여 조정하는 pH값 또는 α 값 조정수단(502)을 설치하는 것이 좋다. 이에 의하여 CaF_2 치환장치(501)에서 사용하는 탄산칼슘입자의 용해를 방지할 수 있다. 또 얻어지는 CaF_2 결정의 순도가 높아진다.

<170> 특히 제해 배수 중에는 플루오르산 이외에 염산, 황산, 질산 등이 혼재되어 있는 경우가 있고, 플루오르산 이외의 산은, 탄산칼슘을 용해시키는 성질이 있다. 본 발명에 관한 전기투석장치에 의하면 이것들의 산도 플루오르산과 함께 농축하는 경우가 있다. 따라서 예를 들면 제해장치 배수(제해 배수)의 플루오르 농축수를 대상으로 하는 경우에서도, 상기한 pH 값 또는 α 값 조정수단(502)에 의하여 pH를 높게, 또는 산성도를 낮게 함으로써 탄산칼슘의 용해를 방지하는 것이 가능하게 된다. CaF_2 치환장치(501)로부터 배출되는 잔액에 함유되는 플루오르는, 응집 침전장치(504)로 오니로서 분리 제거하는 것이 좋다.

<171> 본 발명에 관한 전기투석장치는, 처리수의 플루오르 농도가 배수 기준값 8 mg-F/L을 하회하도록 운전 조건을 설정하는 것이 가능하기 때문에, 이 처리수를 다시 응집 침전할 필요는 없다. 따라서 대규모의 응집 침전처리시설을 필요로 하지 않고, 방류 또는 물의 재이용이 가능하게 된다. 예를 들면 도 15에 나타내는 바와 같이 전기투석장치로부터 배출된 처리수를 순수 제조장치(505)의 원수 등에 재이용함으로써 시설의 물 사용량(물 구입량)을 줄이는 것이 가능하게 된다.

<172> 또, 예를 들면 도 16에 나타내는 바와 같이 본 발명에 관한 전기투석장치를 플루오르 제자원화 장치로서의 CaF_2 정석장치(506)와 조합하여 배수 중의 플루오르를 CaF_2 결정으로서 회수하는 플루오르처리시스템을 구성할 수 있다. 이 경우에는 pH 값 또는 α 값 조정수단(502)에 의하여 플루오르 농축수를 정석에 적합한 pH 또는 산성도로 조정할 수 있다.

<173> 또 CaF_2 정석장치(506)로 첨가하는 칼슘화합물(예를 들면 염화칼슘이나 수산화칼슘)의 첨가량을 조정하는 칼슘화합물 첨가량 조정수단(507)을 설치하여 플루오르 농축수의 플루오르 농도 측정수단으로 얻어지는 측정값에 따라 칼슘화합물의 첨가량이 적성이 되도록 조정할 수 있다. 이에 의하여 플루오르 농축수 중의 플루오르 농도의 변동이 생긴 경우에서도 이것에 적응한 칼슘화합물의 첨가량으로 조정할 수 있고, 얻어지는 CaF_2 결정의 순도 및 입자지름을 원하는 것으로 하는 것이 가능하게 된다. CaF_2 정석장치(506)로부터 배출되는 잔액에 함유되는 플루오르는 응집 침전장치(504)로 오니로서 분리 제거하는 것이 좋다.

<174> 또, 예를 들면 도 17에 나타내는 바와 같이 본 발명에 관한 전기투석장치를 플루오르 농축수의 적어도 일부를 함유하는 물을 응집 침전처리하는 응집 침전처리장치(508)와 조합하여 플루오르 농축수 중의 플루오르를 CaF_2 함유 오니로서 분리 제거할 수도 있다. 이 경우에는 플루오르 함유 배수의 플루오르 농도가 매우 낮아 응집침전처리에 적합하지 않은 경우에도 플루오르의 농도를 응집 침전처리에 적합한 농도까지 높일 수 있고, 또 플루오르 함유 배수의 수량보다 플루오르 농축수의 수량의 쪽이 적기 때문에, 플루오르 함유 배수를 그대로 응집 침전처리하는 경우에 비하여 응집제의 첨가량(예를 들면 1일당 사용량)을 적게 할 수 있고, 또 작은 규모의 처리시설로 고액 분리하는 것이 가능하게 된다. 예를 들면 플루오르 함유 배수 중의 플루오르를 10배 농축하는 경우는, 응집 침전처리장치(508)의 처리 수량을 10분의 1로 까지 작게 하는 것이 가능하게 된다.

<175> 플루오르 함유 배수가 현탁물질이나 분체 등의 고체를 함유하는 경우는, 이것들의 고체를 미리 분리함으로써 이와 같은 배수로부터도 플루오르의 분리 농축을 행하는 것이 가능하게 된다. 이와 같은 배수의 예로서는 제해 배수가 있다. 제해장치에서는 PFC 가스 외에 실리카함유 가스도 도입되기 때문에, 제해장치에 의한 가스분해처리후에 실리카 분말이 대량으로 발생하고, 이것이 배수에 혼입한다. 제해장치로서는 연소식, 가열식 등 가동시에 배수를 발생하는 것을 들 수 있다.

<176> 이와 같은 제해장치를 사용하는 경우에는, 예를 들면 도 18에 나타내는 바와 같이 침강 분리조(550) 등의 고액 분리수단을 거쳐 플루오르 함유 배수를 전기투석장치에 도입하는 플루오르처리시스템이 적합하다. 도 18에서는 배수에 함유되는 고체를 침강시켜 오니층(552)으로서 분리하고 있다. 또 상등수(554)를 전기투석장치에 도입하고 있다. 이 경우에 있어서 상등수(554)에는 부유성의 고체가 미량으로 함유되어 있는 경우가 있기 때문에, 다시 보안 필터를 거쳐 전기투석장치에 도입하는 것이 좋다. 또 배수에 유기물이 함유되는 것이 염려되는

경우는, 전기투석장치 내의 이온 교환막의 유기물에 의한 오염을 회피하기 위하여 다시 활성탄 처리층을 거쳐 전기투석장치에 도입하는 것이 좋다.

<177> 고액 분리수단으로서는, 공지의 모든 수단, 예를 들면 침강 분리조(550) 외에, 공지의 막(필터) 분리수단이나 원심 분리수단 등을 사용할 수 있다. 배수에 함유되는 고형 물량이 대량인 경우에는, 고액 분리수단으로서 침강 분리조(550)를 사용하는 것이 바람직하다. 또한 도 18에서는 오니(552)의 후단으로의 유출방지 및 수류의 우회를 목적으로 하여 복수의 칸막이판(556)이 설치되어 있다. 또한 제해장치 내부에도 조대입자의 고형물을 분리하기 위한 수단, 예를 들면 고액 분리조나 필터가 설치되어 있는 경우가 있으나, 상기 고액 분리수단은 이 후단측에 따로 설치하는 것이 바람직하다.

<178> 전기투석장치의 처리수는, 플루오르 농도가 충분히 저감되어 있기 때문에, 제해장치(558)의 공급수로서 순환시킬 수 있고, 물 사용량의 삭감을 하는 것도 가능하게 된다. 또, 전기투석장치의 처리수의 일부를 배수함으로써 시스템 내의 미량 물질의 축적방지도 가능하게 된다.

<179> 플루오르 함유 배수가 계면활성제 등의 유기물을 함유하는 경우는, 이것들의 유기물을 미리 분리함으로써 이와 같은 배수에서도 플루오르의 분리 농축을 행하는 것이 가능하게 된다. 이와 같은 배수의 예로서는, 계면활성제를 함유하는 플루오르산 또는 버퍼드 플루오르산(NH_4F)에 유래하는 배수 및 미량의 유기물을 함유하는 공업용수가 급수되는 제해장치로부터의 배수를 들 수 있다.

<180> 이와 같은 경우에서도 예를 들면 도 19에 나타내는 바와 같이 활성탄 흡착층(560) 등의 유기물 분리수단을 거쳐 플루오르 함유 배수를 전기투석장치에 도입하는 플루오르처리시스템이 적합하다. 유기물 분리수단으로서는 활성탄 흡착층 외에, 공지의 유기물 분리수단, 예를 들면 막 분리수단 등을 사용할 수 있다. 또 공지의 유기물 분해수단 등도 사용할 수 있는 것은 물론이다.

<181> 또, 도 20에 나타내는 바와 같이 본 발명에 관한 전기투석장치로 얻어지는 플루오르 농축수를 다시 감압 증류장치(562) 등의 물 증발수단으로 플루오르 농도를 높이는 것도 가능하다. 이 경우는 플루오르 농축수의 농도가 1000~10000 mg/L의 경우에서도 플루오르 농도를 1~10% 이상으로 까지 더욱 용이하게 높일 수 있기 때문에, 철강업계에서의 스테인리스강 산 세정용도에 사용할 수 있는 등, 제이용의 용도가 확대된다.

<182> [실시에 1]

<183> 도 1에 나타내는 전기투석장치를 사용하여, 플루오르함유 배수(60 mg-F/L)를 대상으로 한 플루오르 농축시험을 행하였다. 전기투석장치의 사양은 이하와 같다.

<184> · 투석면적 : 6 dm^2

<185> · 양이온 교환막 : 아스토펙사제 네오셉터 CMB

<186> · 음이온 교환막 : 아스토펙사제 네오셉터 AHA

<187> · 양이온 교환 부직포 : 기재는 폴리에틸렌제 부직포. 관능기는 술폰기. 그래프트중합법에 의하여 작성.

<188> · 음이온 교환 부직포 : 기재는 폴리에틸렌제 부직포. 관능기는 4급 암모늄기. 그래프트중합법에 의하여 작성.

<189> · 양이온 교환 스페이서 : 기재는 폴리에틸렌제 사공망. 관능기는 술폰기. 그래프트중합법에 의하여 작성.

<190> · 음이온 교환 스페이서 : 기재는 폴리에틸렌제 사공망. 관능기는 4급 암모늄기. 그래프트중합법에 의하여 작성.

<191> · 양극 : 티탄에 백금도금을 실시한 것. 라스망 형상.

<192> · 음극 : SUS 304, 라스망 형상

<193> 또, 전기투석장치의 운전조건은 이하와 같다.

<194> · 전류밀도 : 1 A/dm^2

<195> · 원수의 유량 : 500 ml/min

<196> · 양극액의 공급 수량 : 25 ml/min

- <197> · 음극액의 순환 수량 : 25 ml/min
- <198> · 버퍼수의 순환 수량 : 250 ml/min
- <199> · 농축수 탱크에의 버퍼수 보급 수량 : 25 ml/min
- <200> · 농축수의 순환 수량 : 250 ml/min
- <201> 이 결과, 농축실 내의 플루오르 농도는 1200 mg-F/L로 높으나, 버퍼실의 농도는 5~10 mg-F/L, 양극실의 농도는 1 mg-F/L 미만이고, 양극실의 플루오르 농도는 매우 낮은 값으로 유지되었다. 양극의 부식도 확인되지 않았다. 음극실의 플루오르 농도도 1 mg-F/L 미만으로, 매우 저농도이었다. 음극의 부식도 확인되지 않았다. 또한 극간 전압은 약 10 V이었다.
- <202> [실시예 2]
- <203> 도 3 내지 도 5에 나타내는 전기투석장치를 사용하여, 플루오르 함유 배수(60 mg-F/L)를 대상으로 한 플루오르 농축시험을 행하였다. 전기투석장치의 사양은 이하와 같다.
- <204> · 투석면적 : 6 dm^2
- <205> · 양이온 교환막 : 아스토프사제 네오셉터 CMB
- <206> · 음이온 교환막 : 아스토프사제 네오셉터 AHA
- <207> · 양이온 교환 부직포 : 기재는 폴리에틸렌제 부직포. 관능기는 숄폰기. 그래프트중합법에 의하여 작성.
- <208> · 음이온 교환 부직포 : 기재는 폴리에틸렌제 부직포. 관능기는 4급 암모늄기. 그래프트중합법에 의하여 작성.
- <209> · 양이온 교환 스페이서 : 기재는 폴리에틸렌제 사공망. 관능기는 숄폰기. 그래프트중합법에 의하여 작성.
- <210> · 음이온 교환 스페이서 : 기재는 폴리에틸렌제 사공망. 관능기는 4급 암모늄기. 그래프트중합법에 의하여 작성.
- <211> · 양극 : 티탄에 백금도금을 실시한 것. 라스망 형상.
- <212> · 음극 : SUS 304, 라스망 형상
- <213> 또, 전기투석장치의 운전조건은 이하와 같다.
- <214> · 전류밀도 : $1\text{A}/\text{dm}^2$
- <215> · 원수의 유량 : 500 ml/min
- <216> · 양극액의 공급 수량 : 25 ml/min
- <217> · 음극액의 순환 수량 : 25 ml/min
- <218> · 버퍼수의 순환 수량 : 250 ml/min
- <219> · 농축수 탱크에의 버퍼수 보급 수량 : 25 ml/min
- <220> · 농축수의 순환 수량 : 250 ml/min
- <221> 이들 경우에서도 농축실 내의 플루오르 농도는 약 1200 mg-F/L으로 높으나, 버퍼실의 농도는 5~10 mg-F/L, 양극실의 농도는 1 mg-F/L 미만이며, 양극실의 플루오르 농도는 매우 낮은 값으로 유지되었다. 음극실의 플루오르 농도는, 어느 쪽의 전기투석장치에서도 1 mg-F/L 미만이 되어, 매우 저농도이었다. 양극의 부식도 확인되지 않았고, 음극의 부식도 확인되지 않았다.
- <222> [실시예 3]
- <223> 도 9에 나타내는 전기투석장치를 사용하여 칼슘 이온을 10 mg/L, 유기물 3 mg/L(모두 유기탄소로서)함유하는 제해 배수(60 mg-F/L)를 대상으로 한 플루오르 농축시험을 행하였다. 제해장치는 실리카함유 가스 및 PFC 가스를 연소처리에 의하여 제해하는 구성의 것이었다. 본 실시예에서의 제해 배수는, 침강 분리조에 의하여 제해 배수에 함유되는 고체를 침강 분리한 후의 상등수를 사용하였다. 또한 이 실험에서는 칼슘 이온을 염산염으로 하여

플루오르산과는 별도의 실(알칼리 농축실)에 농축하는 구성으로 하고 있다. 또, 전기투석 셀 2세트를 1세트의 누름판의 사이에 합친 구조이며, 경계에는 복극실이 설치되어 있다. 복극실에는 양극실과 마찬가지로 순수가 공급되어 있고, 복극실로부터의 유출수는 버퍼수로서 사용하고 있다. 버퍼실로부터의 유출수의 일부는 원수와 혼합되어 있다. 전기투석장치의 사양은 이하와 같다.

- <224> · 투석면적 : 6 dm^2
- <225> · 양이온 교환막 : 아스토프사제 네오셉터 CMB
- <226> · 음이온 교환막 : 아스토프사제 네오셉터 AHA
- <227> · 양이온 교환 부직포 : 기재는 폴리에틸렌제 부직포. 관능기는 술폰기. 그래프트중합법에 의하여 작성.
- <228> · 음이온 교환 부직포 : 기재는 폴리에틸렌제 부직포. 관능기는 4급 암모늄기. 그래프트중합법에 의하여 작성.
- <229> · 양이온 교환 스페이서 : 기재는 폴리에틸렌제 사공망. 관능기는 술폰기. 그래프트중합법에 의하여 작성.
- <230> · 음이온 교환 스페이서 : 기재는 폴리에틸렌제 사공망. 관능기는 4급 암모늄기. 그래프트중합법에 의하여 작성.
- <231> · 양극 : 티탄에 백금도금을 실시한 것. 라스망 형상.
- <232> · 음극 : SUS 304, 라스망 형상
- <233> · 복극 : 티탄에 백금도금을 실시한 것. 라스망 형상.
- <234> · 카트리지 필터 : 구멍지름 $5 \mu\text{m}$
- <235> · 활성탄 : 입자형상 활성탄 충전층
- <236> 또, 전기투석장치의 운전조건은 이와 같다.
- <237> · 전류밀도 : 1 A/dm^2
- <238> · 원수의 유량 : 1000 ml/min
- <239> · 양극액의 공급 수량 : 25 ml/min
- <240> · 복극액의 공급 수량 : 25 ml/min
- <241> · 음극액의 공급 수량 : 25 ml/min
- <242> · 버퍼수 탱크에의 극액 보급 수량 : 50 ml/min
- <243> · 버퍼수의 순환 수량 : 50 ml/min
- <244> · 농축수의 보급 수량 : 50 ml/min
- <245> · 농축수의 순환 수량 : 500 ml/min
- <246> 이들 경우에서도 산 농축실 내의 플루오르 농도는 약 1200 mg-F/L 으로 높으나, 버퍼실의 농도는 $5 \sim 10 \text{ mg-F/L}$ 으로 낮았다. 또 양극실 및 복극실의 농도는 1 mg-F/L 미만이고, 양극실 및 복극실의 플루오르 농도는 매우 낮은 값으로 유지되었다. 또 음극실의 플루오르 농도는 1 mg-F/L 미만으로, 매우 저농도이었다. 양극 및 복극실의 전극의 부식도 확인되지 않고, 음극의 부식도 확인되지 않았다.
- <247> [실시예 4]
- <248> 도 11에 나타내는 전해투석장치를 사용하여, 암모늄 이온을 40 mg/L 함유하는 플루오르함유 배수(60 mg-F/L)를 대상으로 한 플루오르 농축시험을 행하였다. 또한 이 실험에서는 암모늄 이온을 플루오르산과는 별도의 실(알칼리 농축실)에 농축하는 구성으로 하고 있다. 또, 전기투석 셀 2세트를 1세트의 누름판의 사이에 합친 구조이며, 경계에는 복극실이 설치되어 있다. 복극실에는 양극실과 마찬가지로 순수가 공급되고 있고, 복극실로부터의 유출수는 버퍼수로서 사용하고 있다. 버퍼실로부터의 유출수의 일부는 산 농축 탱크에 공급되고 있다. 전기투석장치의 사양은 이하와 같다.

- <249> · 투석면적 : 6 dm^2
- <250> · 양이온 교환막 : 아스토퍼사제 네오셉터 CMB
- <251> · 음이온 교환막 : 아스토퍼사제 네오셉터 AHA
- <252> · 양이온 교환 부직포 : 기재는 폴리에틸렌제 부직포. 관능기는 술폰기. 그라프트중합법에 의하여 작성.
- <253> · 음이온 교환 부직포 : 기재는 폴리에틸렌제 부직포. 관능기는 4급 암모늄기. 그라프트중합법에 의하여 작성.
- <254> · 양이온 교환 스페이서 : 기재는 폴리에틸렌제 사공망. 관능기는 술폰기. 그라프트중합법에 의하여 작성.
- <255> · 음이온 교환 스페이서 : 기재는 폴리에틸렌제 사공망. 관능기는 4급 암모늄기. 그라프트중합법에 의하여 작성.
- <256> · 양극 : 타탄에 백금도금을 실시한 것. 라스망 형상.
- <257> · 음극 : SUS 304, 라스망 형상
- <258> · 복극 : 티탄에 백금도금을 실시한 것. 라스망 형상.
- <259> 또, 전기투석장치의 운전조건은 이하와 같다.
- <260> · 전류밀도 : 1 A/dm^2
- <261> · 원수의 유량 : 1000 ml/min
- <262> · 양극액의 공급 수량 : 25 ml/min
- <263> · 복극액의 공급 수량 : 25 ml/min
- <264> · 음극액의 공급 수량 : 25 ml/min
- <265> · 버퍼수 탱크에의 극액 보급 수량 : 50 ml/min
- <266> · 버퍼수의 순환 수량 : 500 ml/min
- <267> · 산 농축 탱크에의 버퍼수 보급 수량 : 50 ml/min
- <268> · 산 또는 알칼리 농축수의 순환 수량 : 500 ml/min
- <269> 산 농축실에는 플루오르산으로서 플루오르 이온이 농축되고, 플루오르 농도는 약 1200 mg-F/L 으로 높으나, 버퍼실의 농도는 $5 \sim 10 \text{ mg-F/L}$ 으로 낮았다. 또 양극실 및 복극실의 농도는 1 mg-F/L 미만이며, 양극실 및 복극실의 플루오르 농도는 매우 낮은 값으로 유지되었다. 또 음극실의 플루오르 농도는 1 mg-F/L 미만으로, 매우 저농도이었다. 알칼리 농축실에는 암모니아수로서 암모늄 이온이 약 1000 mg/L 의 농도로 농축되었다. 암모늄 이온과 플루오르 이온은 개별로 농축 가능하였다. 양극 및 복극실의 전극의 부식도 확인되지 않고, 음극의 부식도 확인되지 않았다.
- <270> 본 발명에 의하면 전극부식을 수반하지 않고 안정되게 플루오르 함유 배수를 전기투석할 수 있다. 또 플루오르 함유 배수를 전기투석한 후의 처리수의 플루오르 농도가 1 mg/L 미만으로 낮아, 처리수를 재이용할 수 있다. 또한 암모늄 이온을 함유하는 플루오르 함유 배수를 전기투석하여 암모늄 이온을 분리한 플루오르 농축수를 얻을 수 있다. 또 금속 수산화물 슬러지를 형성하는 금속 이온을 함유하는 플루오르 함유 배수를 전기투석하는 경우에, 금속 수산화물 슬러지(40)를 형성하지 않고, 금속 이온을 분리한 플루오르 농축수를 얻을 수 있다. 또한 플루오르 함유 배수를 전기투석한 플루오르 농축수를 플루오르 재자원화 장치에 공급함으로써 플루오르화 칼슘(CaF_2)으로서 회수할 수 있다. 또 암모늄 이온을 함유하는 플루오르 함유 배수에서도 암모늄 이온을 분리하여 플루오르 재자원화를 용이하게 한 플루오르산 농축수를 플루오르 재자원화 장치에 공급함으로써 플루오르화 칼슘(CaF_2)으로서 회수할 수 있다.
- <271> 또, 수용액 중의 플루오르를 플루오르화 칼슘(CaF_2)으로서 회수하는 플루오르 재자원화 장치의 처리수인 배수 또는 그 배수를 전처리한 배수 등을 처리대상으로 하여 본 발명에 관한 전기투석장치에 의한 처리를 행하는 경우에는 플루오르 재자원화 장치의 플루오르 재자원화율, 즉 플루오르화 칼슘 결정으로서의 회수율을 향상시킬

수 있다. 이것은 플루오르 재자원화 장치에서는 받아 들인 플루오르 중 약 10~20% 정도가 회박 플루오르산 배수로서 배출되고 있으나, 이것에 함유되는 플루오르를 본 발명에 관한 전기투석장치로 농축함으로써, 플루오르 재자원화 장치의 원수로서 다시 이용할 수 있게 되기 때문이다. 플루오르 재자원화 장치는, 회박 플루오르산 배수를 대상으로 한 경우에는, 재자원화, 즉 플루오르화 칼슘 결정으로서의 회수가 곤란하고, 농후 플루오르산 배수를 대상으로 한 경우에 충분한 성능을 발휘하는 성질을 가지고 있기 때문이다.

산업상 이용 가능성

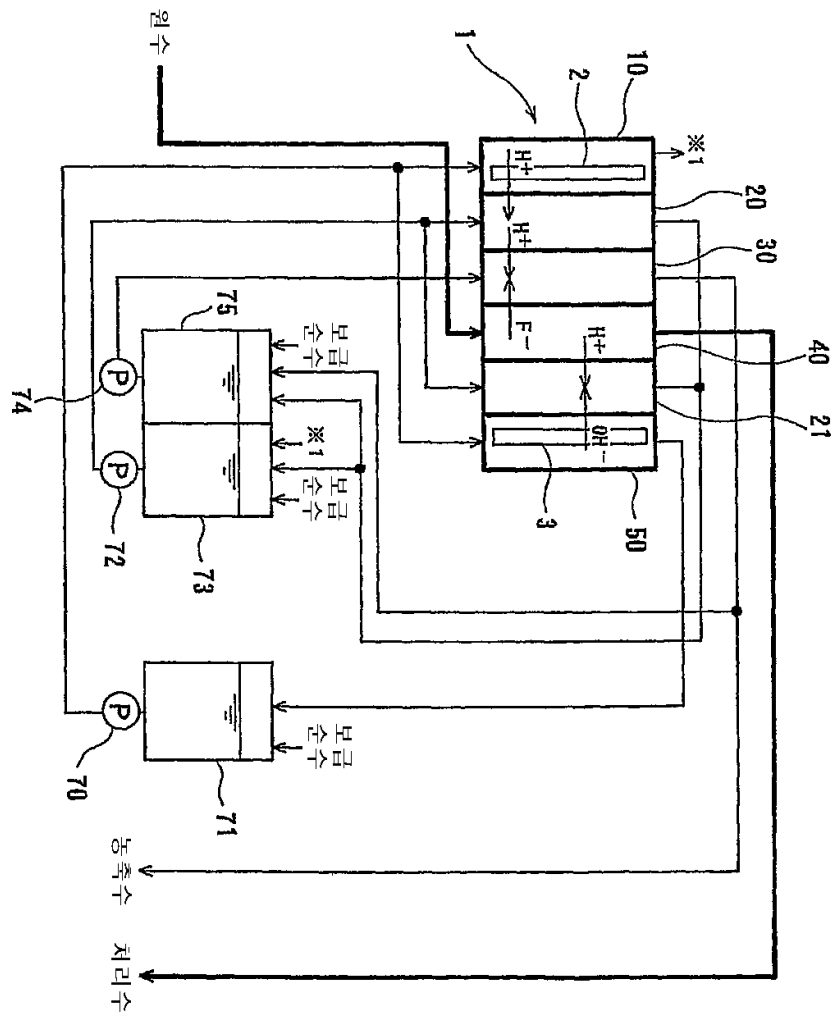
본 발명은 플루오르를 함유하는 액체 등을 처리대상으로 하는 전기투석장치에 적합하게 사용된다.

도면의 간단한 설명

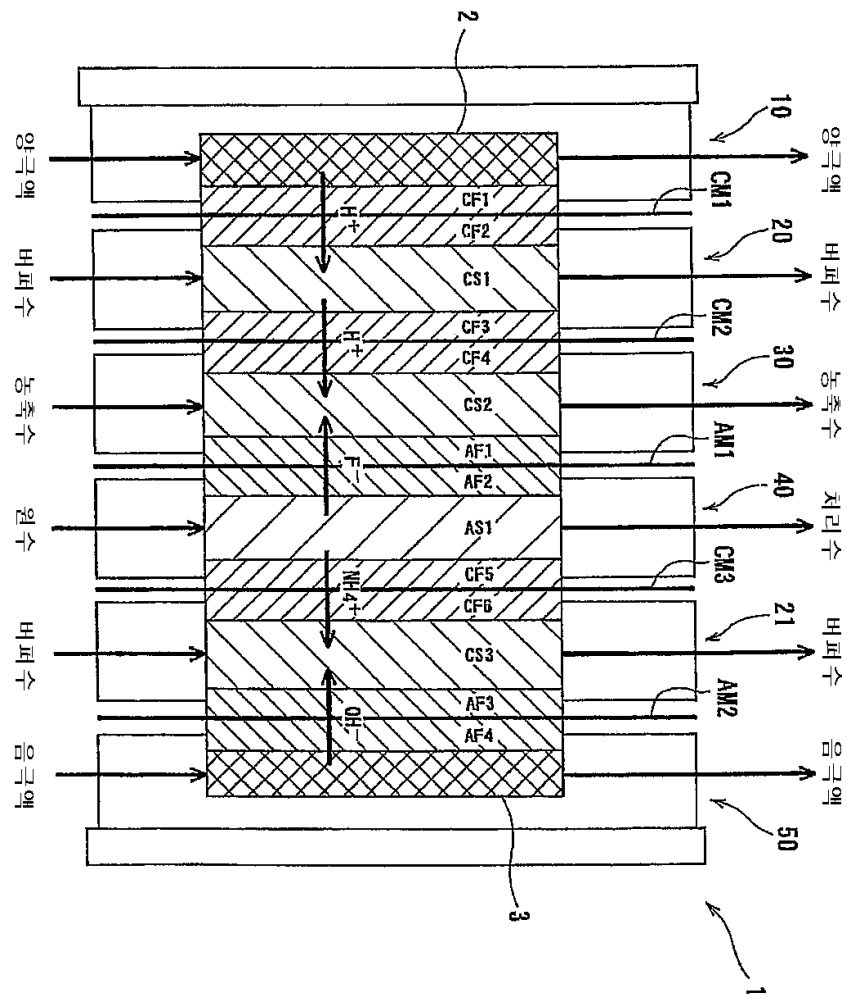
- <82> 도 1은 본 발명의 제 1 실시형태에서의 전기투석장치의 구성을 나타내는 모식도,
- <83> 도 2는 도 1의 전기투석조를 나타내는 모식도,
- <84> 도 3은 본 발명의 제 2 실시형태에서의 전기투석장치의 구성을 나타내는 모식도,
- <85> 도 4는 본 발명의 제 3 실시형태에서의 전기투석장치의 구성을 나타내는 모식도,
- <86> 도 5는 본 발명의 제 4 실시형태에서의 전기투석장치의 구성을 나타내는 모식도,
- <87> 도 6은 도 5의 전기투석조를 나타내는 모식도,
- <88> 도 7은 본 발명의 제 5 실시형태에서의 전기투석장치의 구성을 나타내는 모식도,
- <89> 도 8은 도 7의 전기투석조를 나타내는 모식도,
- <90> 도 9는 본 발명의 제 6 실시형태에서의 전기투석장치의 구성을 나타내는 모식도,
- <91> 도 10은 도 9의 전기투석조를 나타내는 모식도,
- <92> 도 11은 본 발명의 제 7 실시형태에서의 전기투석장치의 구성을 나타내는 모식도,
- <93> 도 12는 도 11의 전기투석조를 나타내는 모식도,
- <94> 도 13은 본 발명의 제 8 실시형태에서의 전기투석장치의 전기투석조를 나타내는 모식도,
- <95> 도 14는 본 발명에 관한 전기투석장치와 플루오르 재자원화 장치를 조합한 플루오르처리시스템의 일례를 나타내는 개념도,
- <96> 도 15는 본 발명에 관한 전기투석장치와 CaF_2 치환장치를 조합한 플루오르처리시스템의 일례를 나타내는 개념도,
- <97> 도 16은 본 발명에 관한 전기투석장치와 CaF_2 정석장치를 조합한 플루오르처리시스템의 일례를 나타내는 개념도,
- <98> 도 17은 본 발명에 관한 전기투석장치와 응집 침전장치를 조합한 플루오르처리시스템의 일례를 나타내는 개념도,
- <99> 도 18은 본 발명에 관한 전기투석장치와 제해장치를 조합한 플루오르처리시스템의 일례를 나타내는 개념도,
- <100> 도 19는 본 발명에 관한 전기투석장치와 활성탄 흡착층을 조합시킨 플루오르처리시스템의 일례를 나타내는 개념도,
- <101> 도 20은 본 발명에 관한 전기투석장치와 감압 증류장치를 조합한 플루오르처리시스템의 일례를 나타내는 개념도이다.

도면

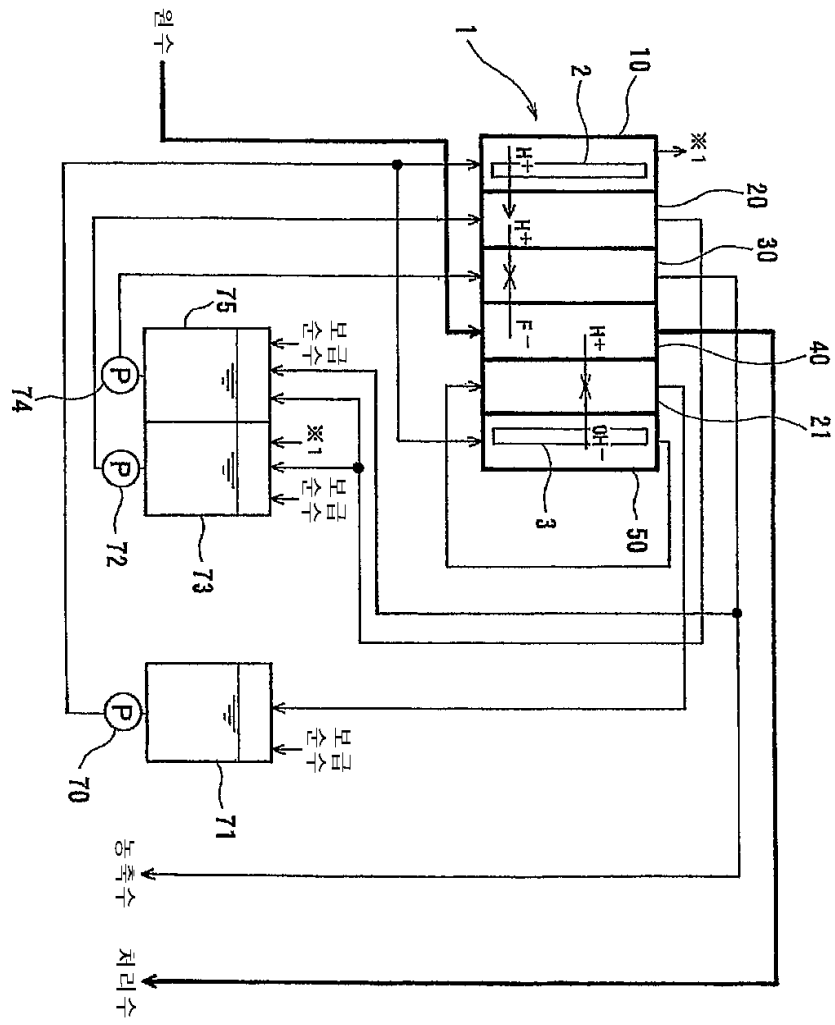
도면1



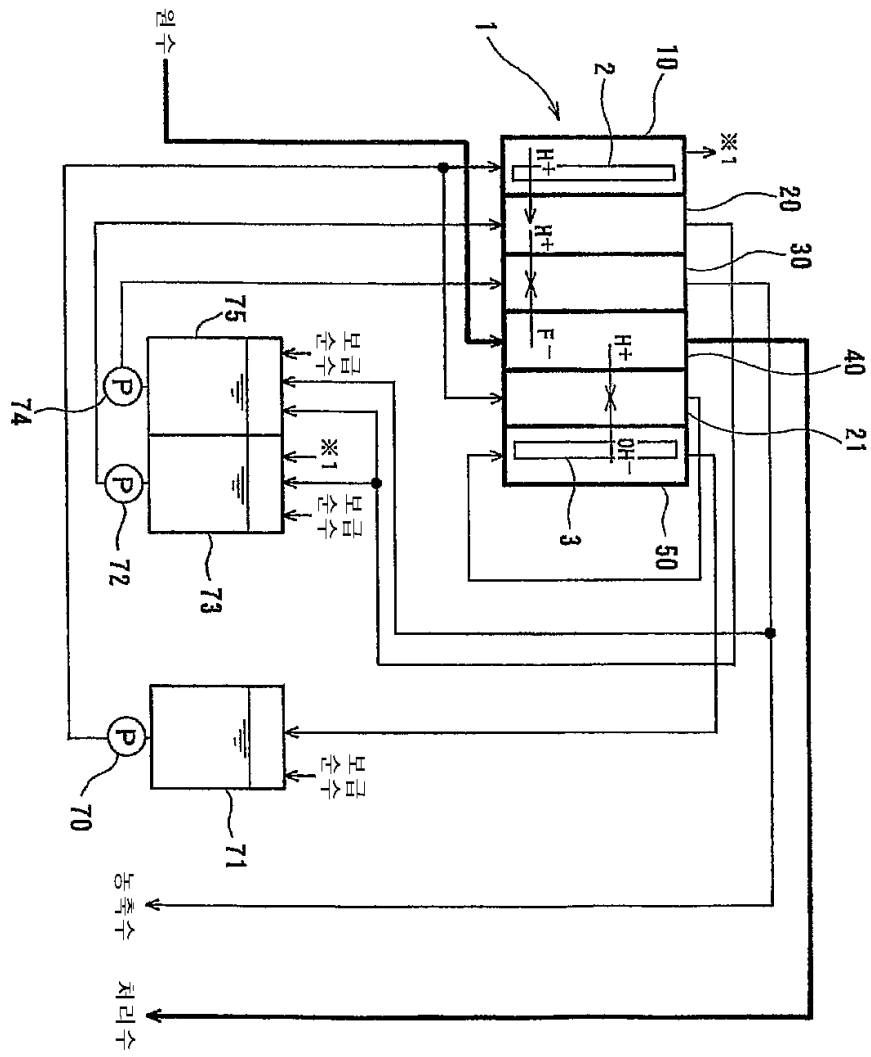
도면2



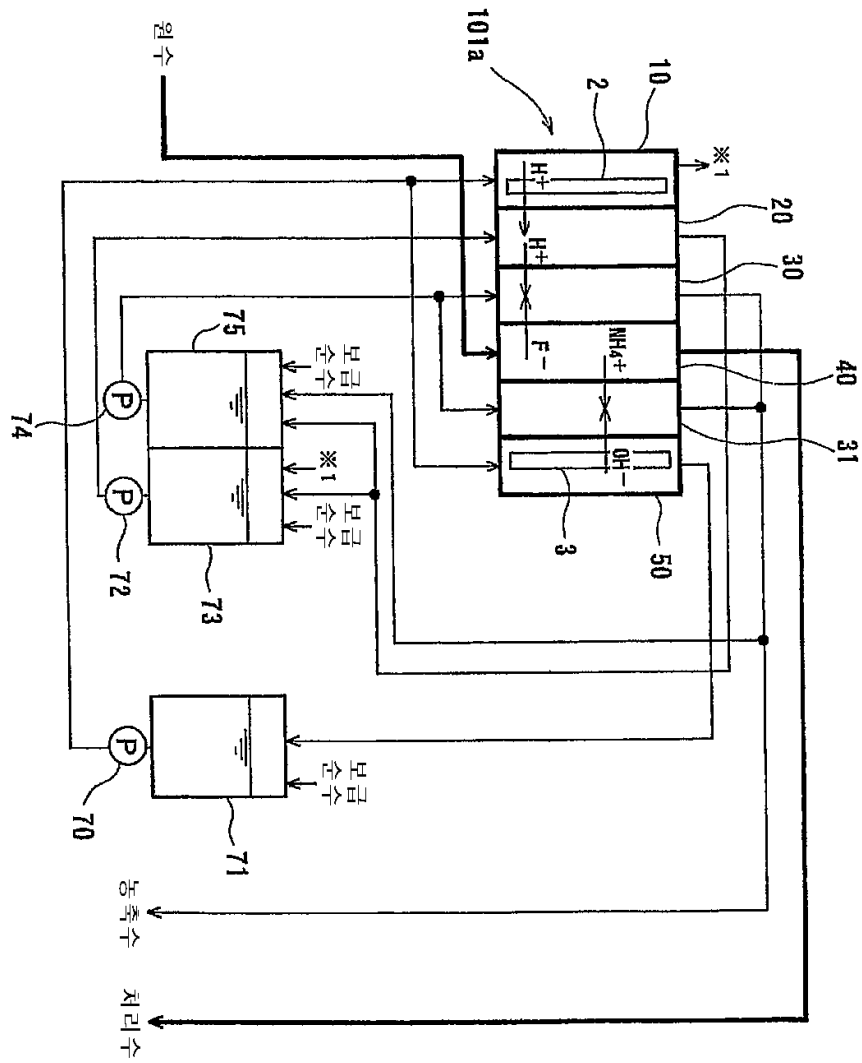
도면3



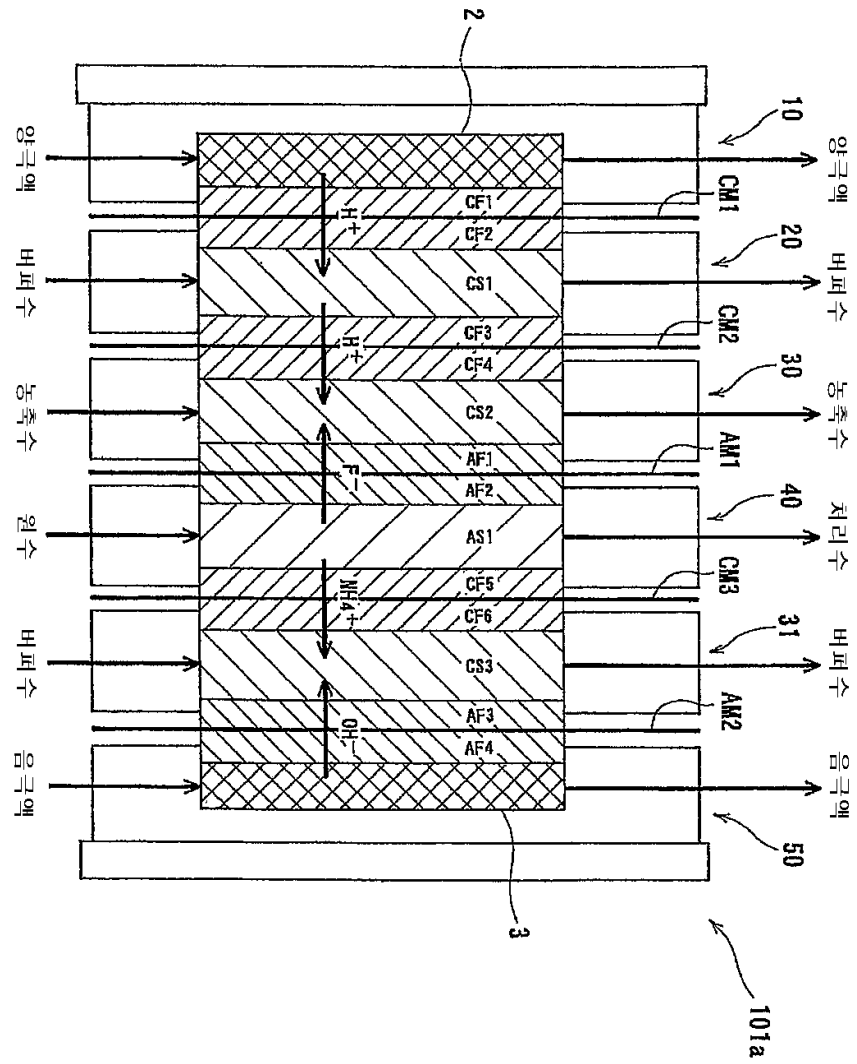
도면4



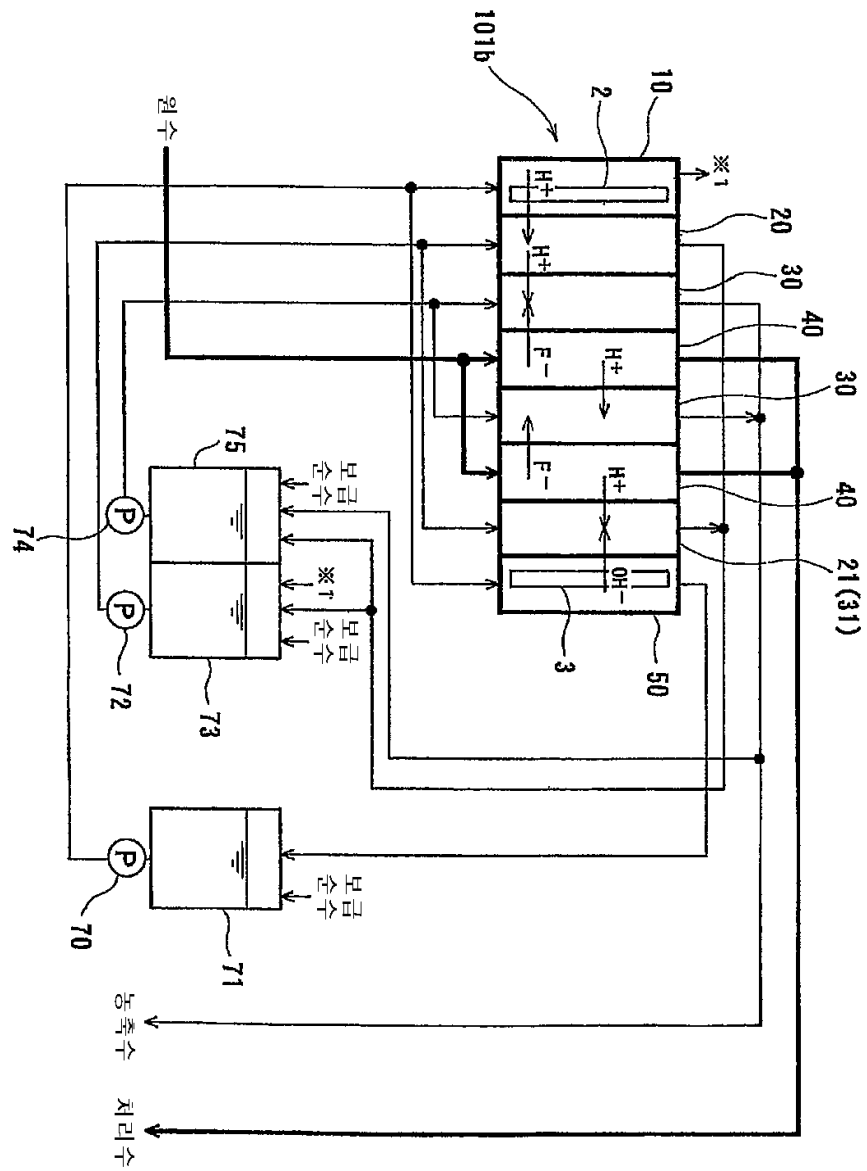
도면5



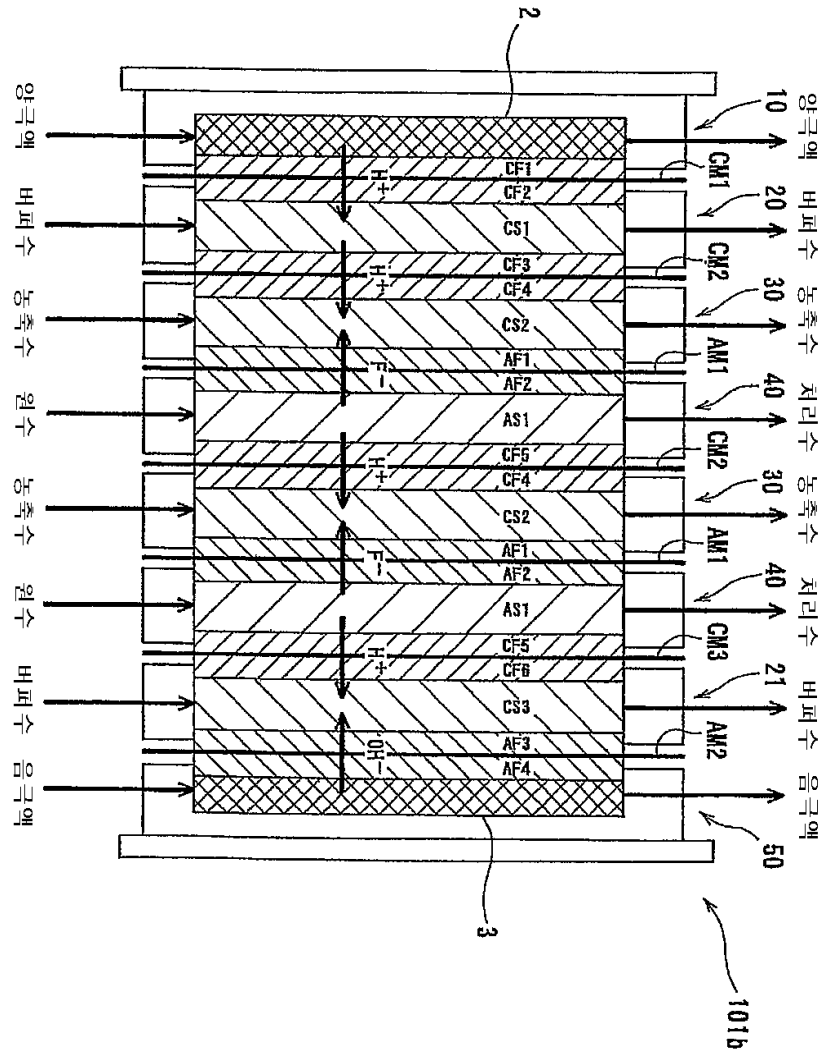
도면6



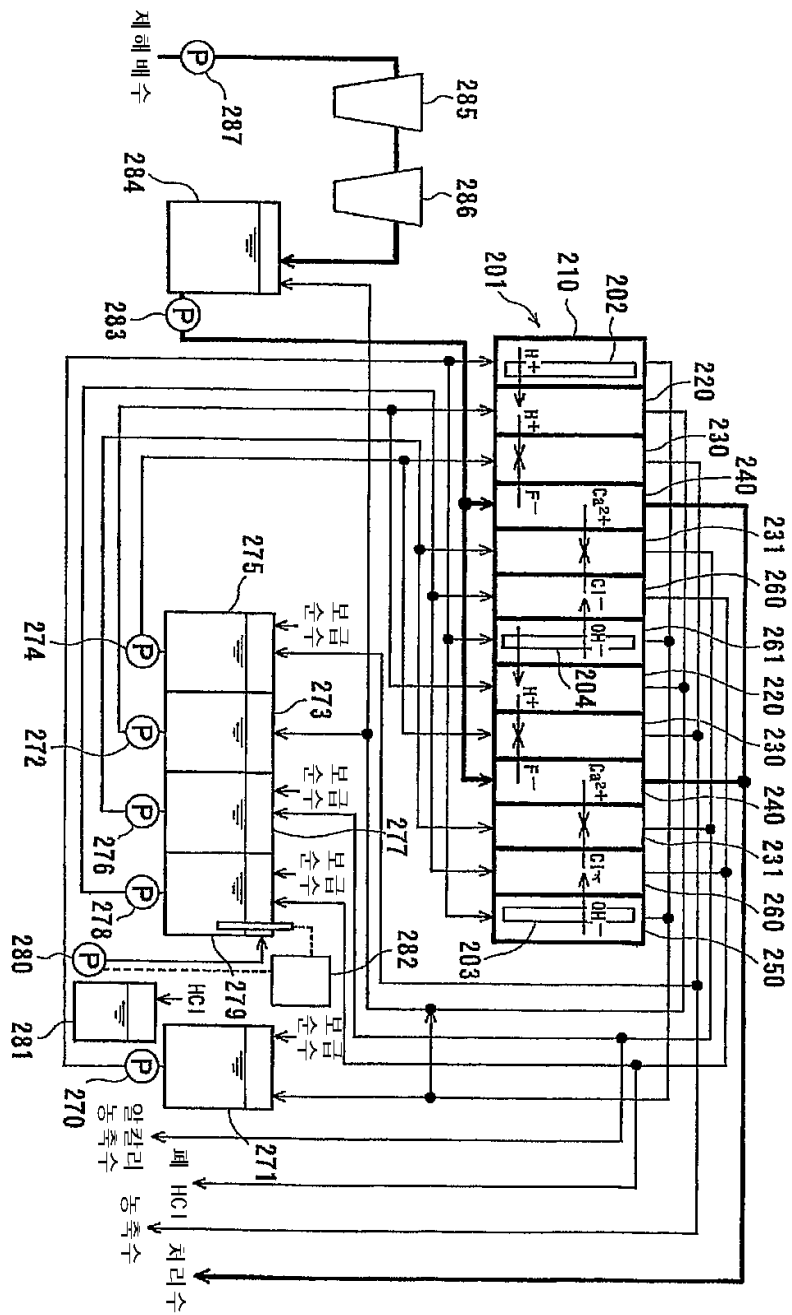
도면7



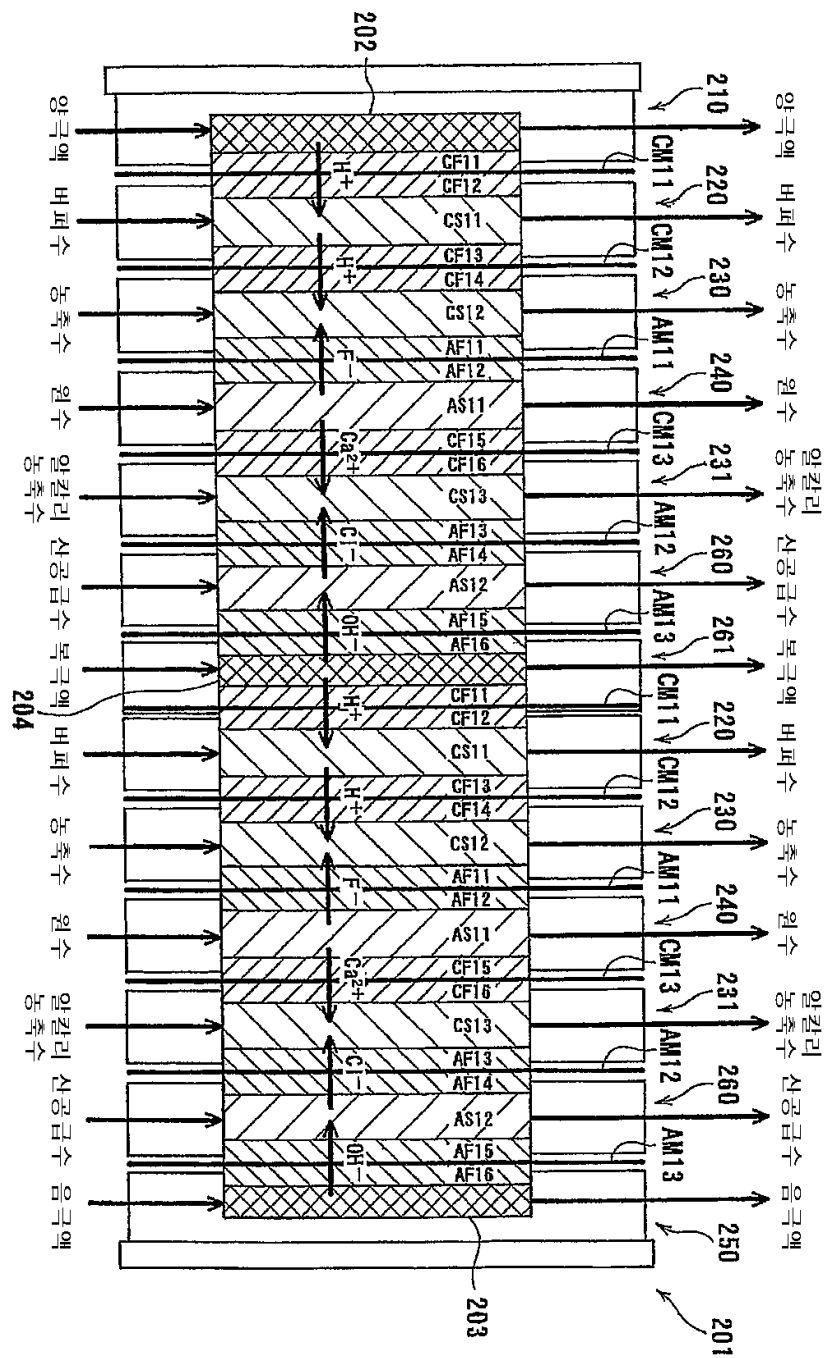
도면8



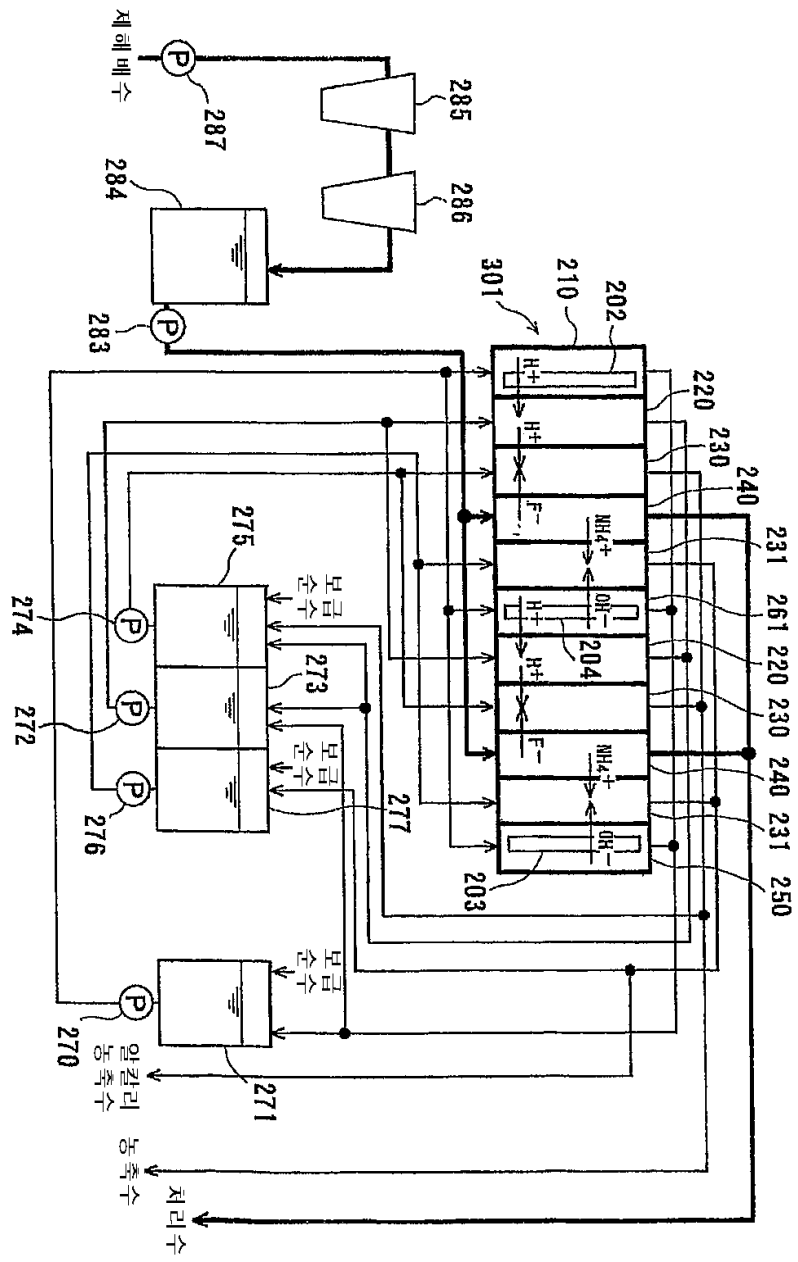
도면9



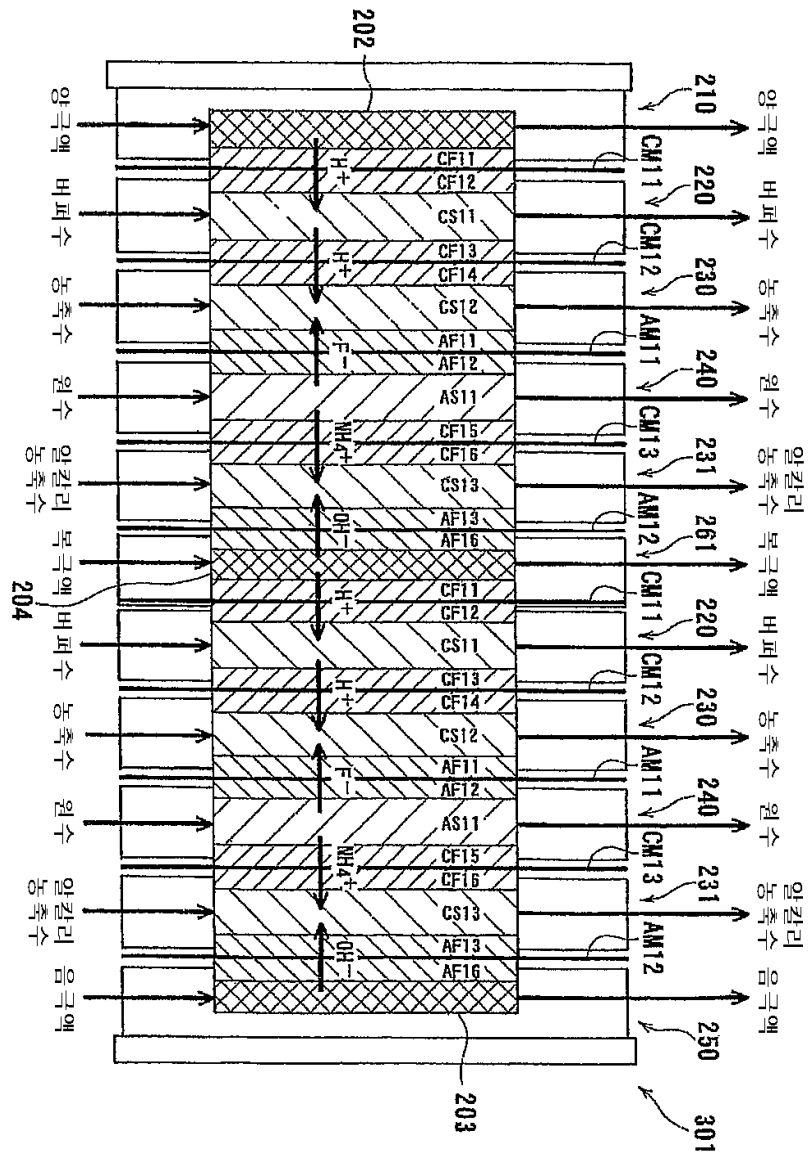
도면10



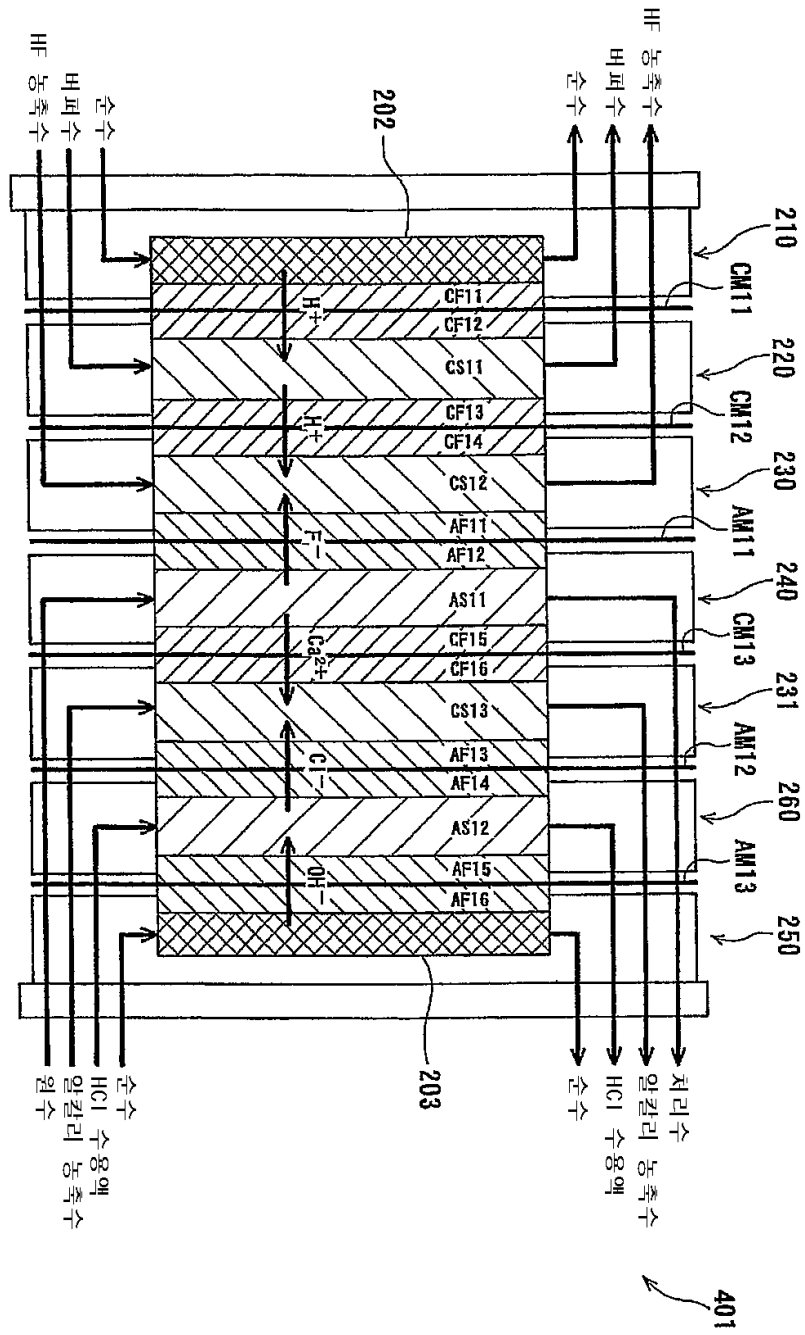
도면11



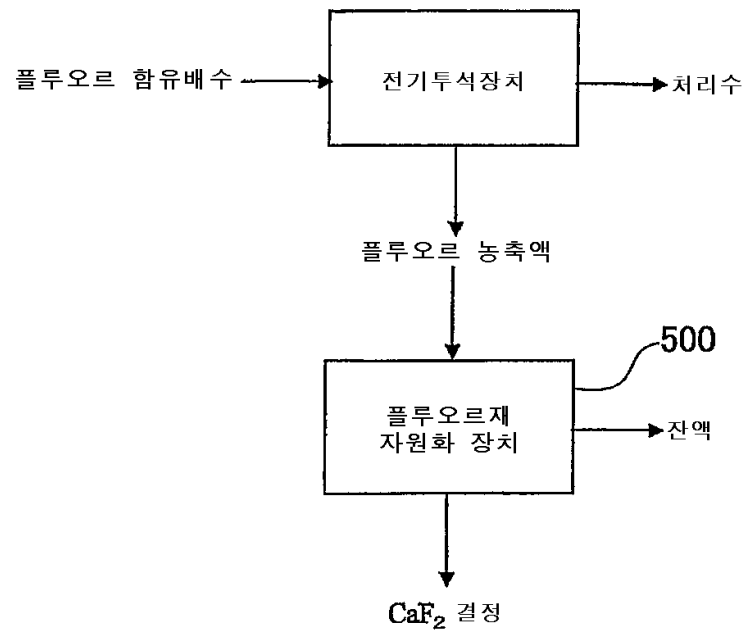
도면12



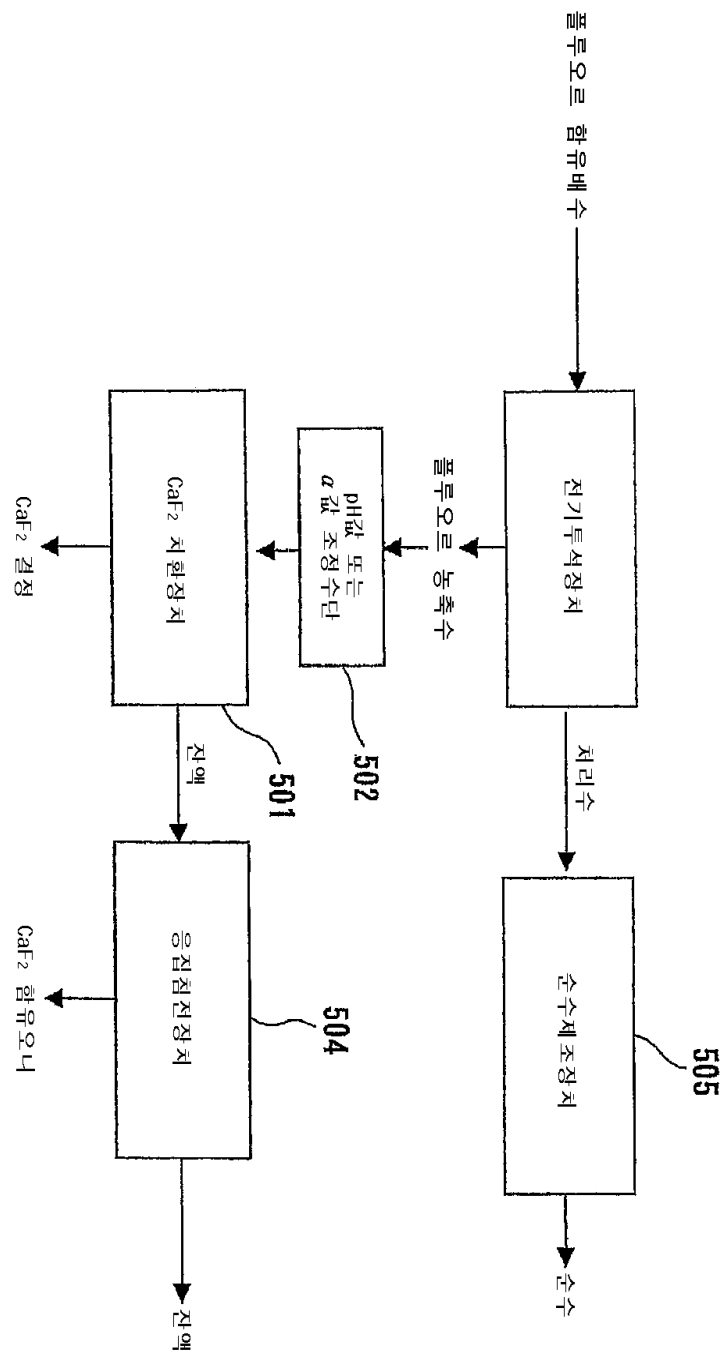
도면13



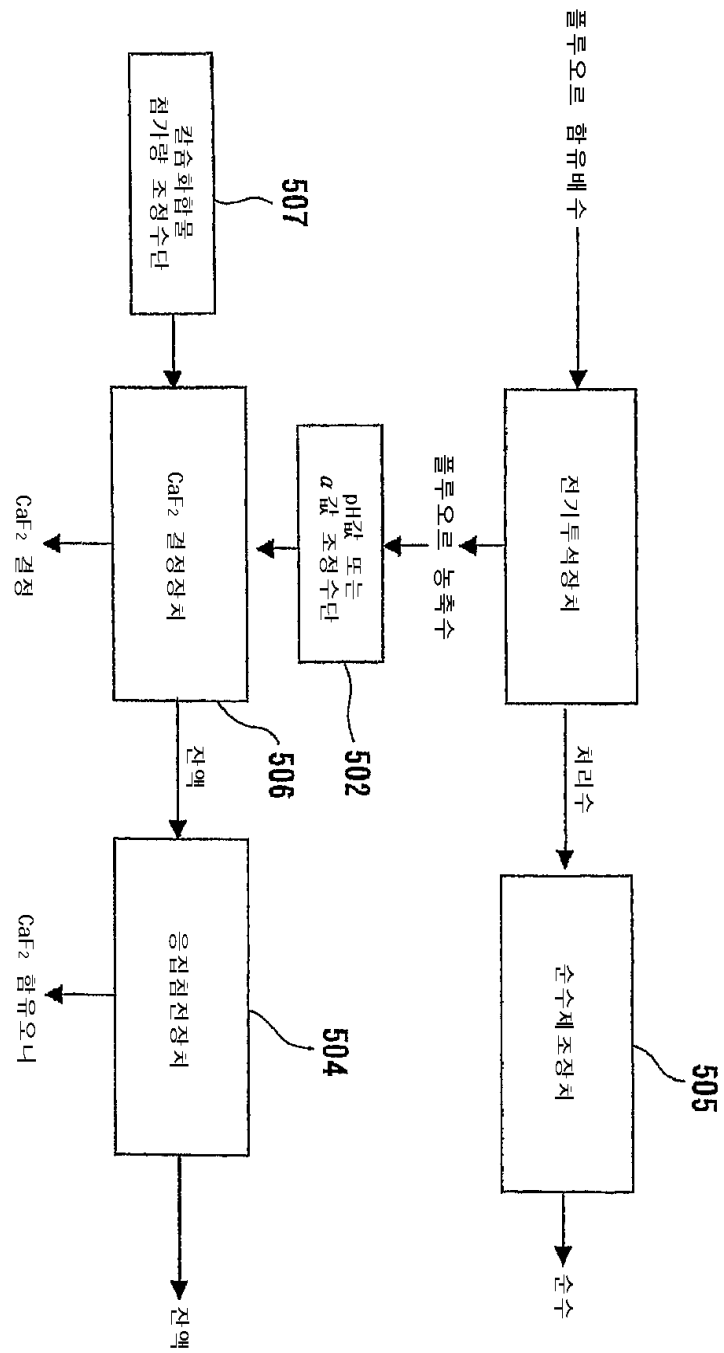
도면14



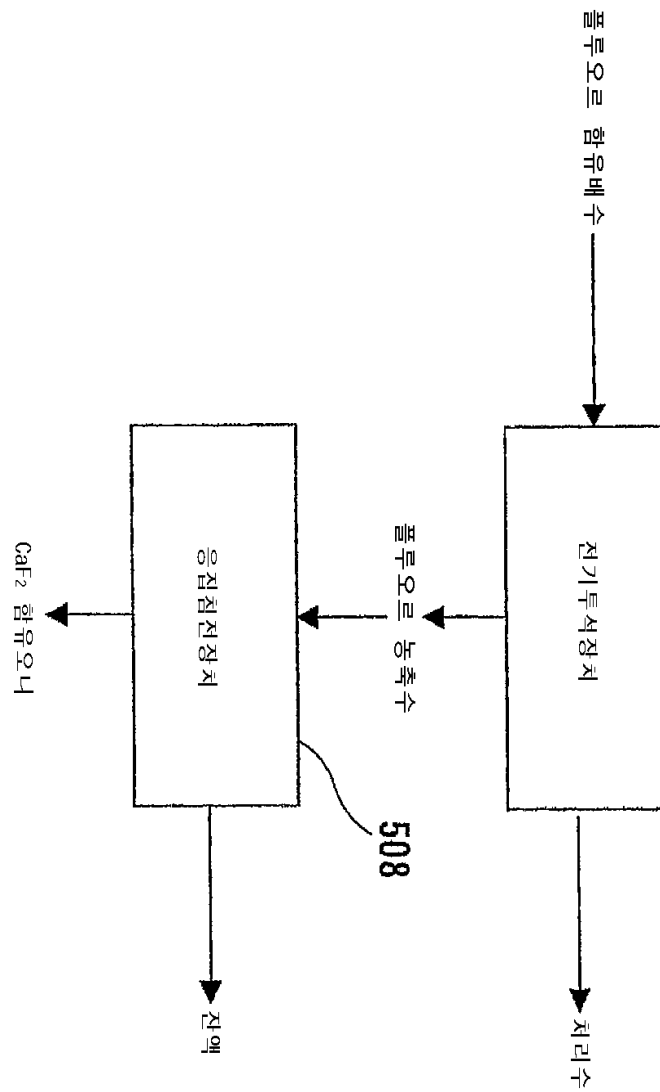
도면15



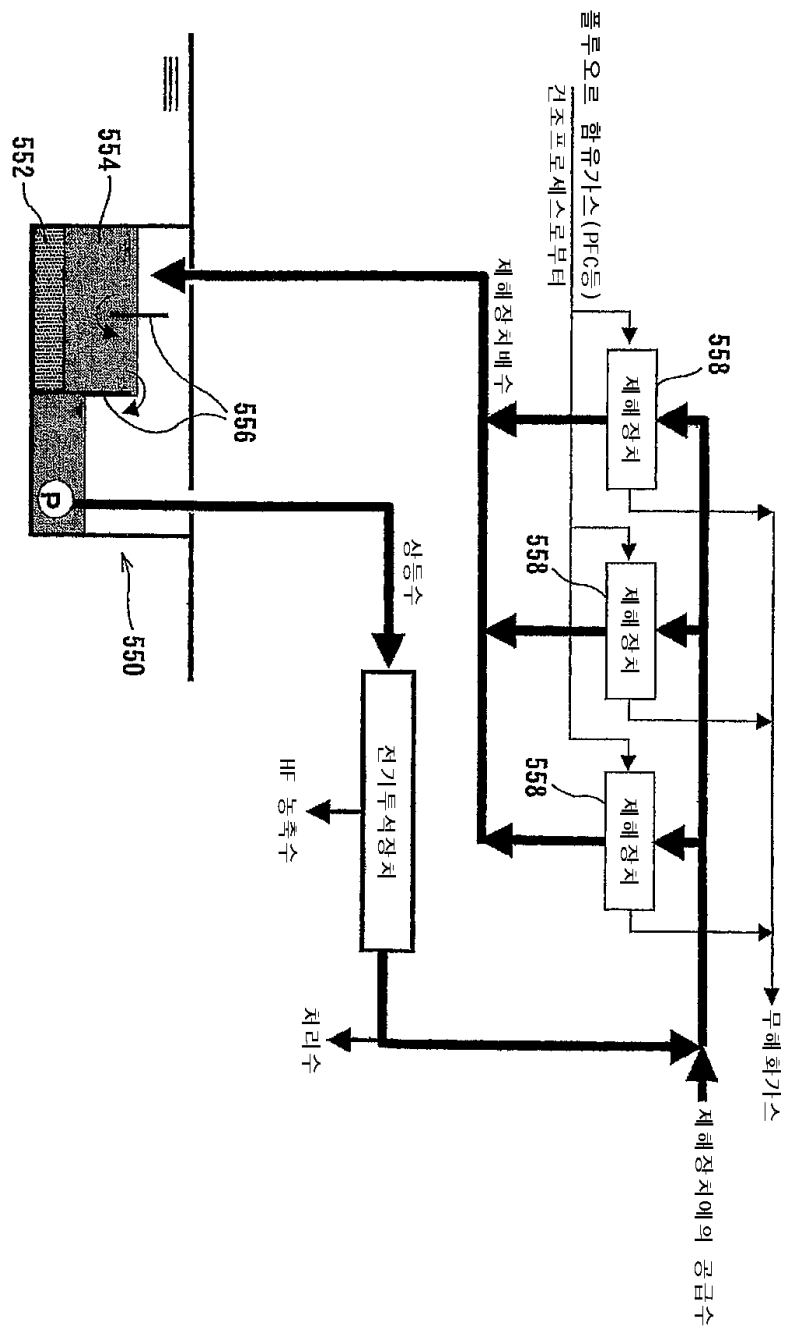
도면16



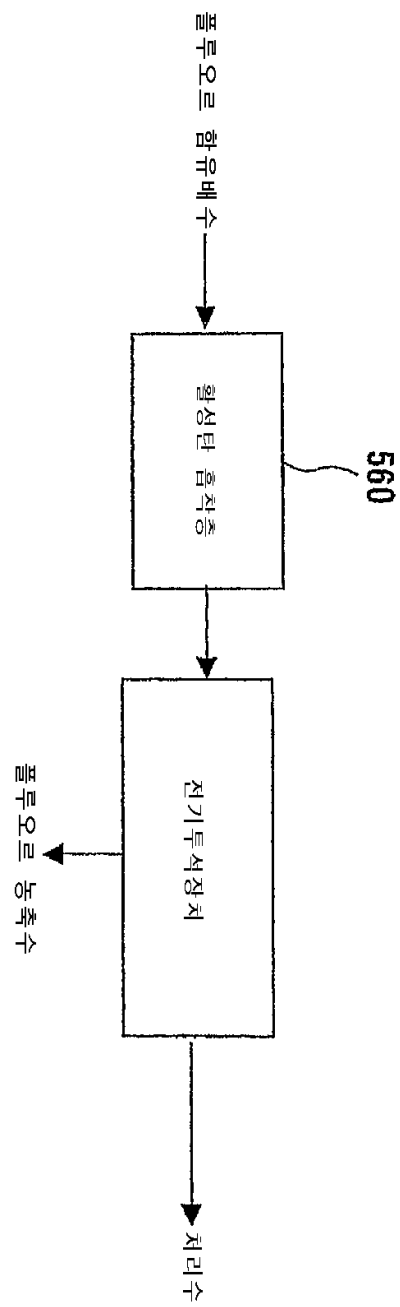
도면17



도면18



도면19



도면20

