



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2018년08월09일
(11) 등록번호 10-1887189
(24) 등록일자 2018년08월03일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B01D 61/12 (2006.01) B01D 61/10 (2006.01)
C02F 1/44 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2012-0103813
(22) 출원일자 2012년09월19일
심사청구일자 2017년06월13일
(65) 공개번호 10-2013-0031221
(43) 공개일자 2013년03월28일
(30) 우선권주장
JP-P-2011-205345 2011년09월20일 일본(JP)
(56) 선행기술조사문헌
KR1020070121541 A*
JP2011161445 A*
JP2009285522 A*
JP2006258513 A*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
미우라고교 가부시키가이샤
일본국 에히메겐 마쓰야마시 호리에쵸7
(72) 발명자
마나베 아츠유키
일본국 에히메겐 마쓰야마시 호리에쵸 7, 미우라
교교 가부시키가이샤 내
와타나베 하야토
일본국 에히메겐 마쓰야마시 호리에쵸 7, 미우라
교교 가부시키가이샤 내
노구치 유키오
일본국 에히메겐 마쓰야마시 호리에쵸 7, 미우라
교교 가부시키가이샤 내
(74) 대리인
특허법인(유)화우

전체 청구항 수 : 총 2 항

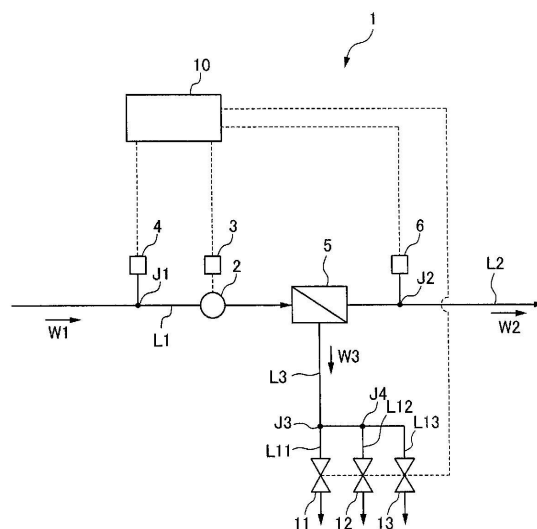
심사관 : 오혜연

(54) 발명의 명칭 역침투막 분리 장치

(57) 요약

공급수를 투과수와 농축수로 분리하는 역침투막 모듈과, 투과수의 유량을 검출하고, 당해 유량에 따른 검출 유량값을 출력하는 유량 검출 수단과, 공급수를 상기 역침투막 모듈에 공급하는 공급수 라인과, 입력된 구동 주파수에 따른 회전 속도로 구동되고, 상기 공급수 라인을 유통하는 공급수를 상기 역침투막 모듈을 향하여 압송하는 가압 펌프와, 입력된 전류값 신호에 대응하는 구동 주파수를 상기 가압 펌프로 출력하는 인버터 장치와, 상기 유량 검출 수단으로부터 출력된 검출 유량값이, 미리 설정된 목표 유량값이 되도록, 속도형 디지털 PID 알고리즘에 의해 상기 가압 펌프의 구동 주파수를 연산하고, 당해 구동 주파수의 연산값에 대응하는 전류값 신호를 상기 인버터 장치에 출력하는 제어부를 구비하고 있다.

대표도



명세서

청구범위

청구항 1

공급수를 투과수와 농축수로 분리하는 역침투막 모듈과,
투과수의 유량을 검출하고, 당해 유량에 따른 검출 유량값을 출력하는 제 1 유량 검출 수단과,
공급수를 상기 역침투막 모듈에 공급하는 공급수 라인과,
입력된 구동 주파수에 따른 회전 속도로 구동되고, 상기 공급수 라인을 유통하는 공급수를 상기 역침투막 모듈을 향하여 압송하는 가압 펌프와,
입력된 전류값 신호에 대응하는 구동 주파수를 상기 가압 펌프로 출력하는 인버터 장치와,
상기 제 1 유량 검출 수단으로부터 출력된 검출 유량값이, 미리 설정된 목표 유량값이 되도록, 속도형 디지털 PID 알고리즘에 의해 상기 가압 펌프의 구동 주파수를 연산하고, 당해 구동 주파수의 연산값에 대응하는 전류값 신호를 상기 인버터 장치로 출력하는 제어부와,
공급수, 투과수 또는 농축수의 온도를 검출하는 온도 검출 수단과,
장치 밖으로 배출하는 농축수의 배수 유량을 조절 가능한 배수 밸브를 구비하고,
상기 제어부는, (i) 미리 취득된 공급수의 실리카 농도, 및 상기 온도 검출 수단의 검출 온도값으로부터 결정한 실리카 용해도에 의거하여, 농축수에 있어서의 실리카의 허용 농축 배율을 연산하고, (ii) 당해 허용 농축 배율의 연산값 및 투과수의 상기 목표 유량값으로부터 배수 유량을 연산하고, (iii) 농축수의 실제 배수 유량이 당해 배수 유량의 연산값이 되도록, 상기 배수 밸브를 제어하는, 역침투막 분리 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,
장치 밖으로 배출하는 농축수의 배수 유량을 조절 가능한 배수 밸브로서의 비례 제어 밸브와,
농축수의 배수 유량을 검출하는 제 2 유량 검출 수단을 구비하고,
상기 제어부는, 상기 제 2 유량 검출 수단의 검출 유량값이 상기 배수 유량의 연산값이 되도록, 상기 비례 제어 밸브의 밸브 개도를 조절하는, 역침투막 분리 장치.

청구항 3

삭제

청구항 4

삭제

청구항 5

삭제

발명의 설명

기술 분야

본 발명은, 역침투막 분리 장치에 관한 것이다.

배경 기술

반도체의 제조 공정, 전자 부품이나 의료 기구의 세정 등에 있어서는, 불순물을 포함하지 않는 고순도의 순수가

[0001]

[0002]

사용된다. 이 종류의 순수는, 일반적으로, 지하수나 수돗물 등의 원수를, 역침투막 모듈(이하, 「RO막 모듈」이라고도 한다)로 역침투막 분리 처리함으로써 제조된다.

[0003] 고분자 재료로 이루어지는 역침투막의 물투과 계수는, 온도에 의해 변화된다. 또, 역침투막의 물투과 계수는, 세공(細孔)의 폐색(閉塞)(이하, 「막 폐색」이라고도 한다)이나, 재질의 산화에 의한 열화(이하, 「막 열화」라고도 한다)에 의해서도 변화된다.

[0004] 구체적으로는, RO막 모듈의 물투과 계수는, 공급된 물(이하, 「공급수」라고도 한다)의 온도가 낮은 경우나 막 폐색 시에는 작아진다. 또, RO막 모듈의 물투과 계수는, 공급수의 온도가 높은 경우나 막 열화 시에는 커진다.

[0005] 그 때문에, RO막 모듈에 공급수를 송출하는 가압 펌프를 일정한 운전 압력으로 운전한 경우에 있어서, 공급수의 온도가 낮은 경우나 막 폐색 시에는, 요구되는 생산 수량에 대하여 제조되는 투과수(순수)의 수량(水量)이 적어진다. 이 경우, 수요 지점에서의 공급량이 부족하다. 또, 공급수의 온도가 높은 경우나 막 열화 시에는, 요구되는 생산 수량에 대하여 투과수의 수량이 많아진다. 이 경우에는, 역침투막의 1차측에서 과농축이 일어나기 쉬워지고, 막 폐색으로 이어진다.

[0006] 그래서, 공급수의 온도나 역침투막의 상태에 관계없이, RO막 모듈에 있어서의 투과수의 유량을 일정하게 유지하기 위하여, 유량 피드백 수량 제어를 행하는 수질 개질(改質) 시스템이 제안되어 있다. 이 유량 피드백 수량 제어에서는, RO막 모듈에서 제조되는 투과수의 유량이 목표 유량값이 되도록, 가압 펌프의 구동 주파수가 인버터 장치에 의하여 제어된다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 상기 서술한 유량 피드백 수량 제어에 의하면, 공급수의 온도나 역침투막의 상태에 의해 RO막 모듈의 물투과 계수가 변화되어도, 투과수의 유량을 목표 유량값으로 유지할 수 있다. 그러나, 종래의 유량 피드백 수량 제어에서는, RO막 모듈의 물투과 계수가 급격하게 변화된 경우에, 그 변화에 충분히 추종할 수 없고, 투과수의 유량이 목표 유량값으로부터 크게 괴리하는 일이 일어날 수 있다.

과제의 해결 수단

[0008] 본 발명은, 공급수를 투과수와 농축수로 분리하는 역침투막 모듈과, 투과수의 유량을 검출하고, 당해 유량에 따른 검출 유량값을 출력하는 유량 검출 수단과, 공급수를 상기 역침투막 모듈에 공급하는 공급수 라인과, 입력된 구동 주파수에 따른 회전 속도로 구동되고, 상기 공급수 라인을 유통하는 공급수를 상기 역침투막 모듈을 향하여 압송하는 가압 펌프와, 입력된 전류값 신호에 대응하는 구동 주파수를 상기 가압 펌프로 출력하는 인버터 장치와, 상기 유량 검출 수단으로부터 출력된 검출 유량값이, 미리 설정된 목표 유량값이 되도록, 속도형 디지털 PID 알고리즘에 의해 상기 가압 펌프의 구동 주파수를 연산하고, 당해 구동 주파수의 연산값에 대응하는 전류값 신호를 상기 인버터 장치로 출력하는 제어부를 구비하는 역침투막 분리 장치에 관한 것이다.

도면의 간단한 설명

[0009] 도 1은 제1 실시 형태에 관련된 역침투막 분리 장치(1)의 전체 구성도이다.
 도 2는 제어부(10)가 유량 펄스 신호의 시간폭을 계측하는 경우의 처리 순서를 나타내는 플로우 차트이다.
 도 3은 제어부(10)가 수치 정보로서의 검출 유량값을 연산하는 경우의 처리 순서를 나타내는 플로우 차트이다.
 도 4는 제어부(10)가 유량 피드백 수량 제어를 실행하는 경우의 처리 순서를 나타내는 플로우 차트이다.
 도 5는 제어부(10)가 온도 피드 포워드 회수율 제어를 실행하는 경우의 처리 순서를 나타내는 플로우 차트이다.
 도 6은 제2 실시 형태에 관련된 역침투막 분리 장치(1A)의 전체 구성도이다.
 도 7은 제어부(10A)가 수질 피드 포워드 회수율 제어를 실행하는 경우의 처리 순서를 나타내는 플로우 차트이다.
 도 8은 제3 실시 형태에 관련된 역침투막 분리 장치(1B)의 전체 구성도이다.
 도 9는 제어부(10B)가 수질 피드백 회수율 제어를 실행하는 경우의 처리 순서를 나타내는 플로우 차트이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0010] (제1 실시 형태)
- [0011] 본 발명의 제1 실시 형태에 관련된 역침투막 분리 장치(1)에 대하여, 도면을 참조하면서 설명한다. 제1 실시 형태는, 역침투막 모듈을 구비한 역침투막 분리 장치에 관한 것이다. 제1 실시 형태는, RO막 모듈의 물투과 계수가 급격하게 변화된 경우에도, 투과수의 유량을 목표 유량값으로 유지할 수 있는 역침투막 분리 장치를 제공하는 것을 목적으로 한다.
- [0012] 제1 실시 형태에 관련된 역침투막 분리 장치(1)는, 예를 들면, 담수로부터 순수를 제조하는 순수 제조 시스템에 적용된다. 도 1은, 제1 실시 형태에 관련된 역침투막 분리 장치(1)의 전체 구성도이다. 도 2는, 제어부(10)가 유량 펄스 신호의 시간폭을 계측하는 경우의 처리 순서를 나타내는 플로우 차트이다. 도 3은, 제어부(10)가 수치 정보로서의 검출 유량값을 연산하는 경우의 처리 순서를 나타내는 플로우 차트이다. 도 4는, 제어부(10)가 유량 피드백 수량 제어를 실행하는 경우의 처리 순서를 나타내는 플로우 차트이다. 도 5는, 제어부(10)가 온도 피드 포워드 회수율 제어를 실행하는 경우의 처리 순서를 나타내는 플로우 차트이다.
- [0013] 도 1에 나타내는 바와 같이, 본 실시 형태에 관련된 역침투막 분리 장치(1)는, 가압 펌프(2)와, 인버터 장치(3)와, 온도 검출 수단으로서의 온도 센서(4)와, 역침투막 모듈로서의 RO막 모듈(5)과, 유량 검출 수단으로서의 유량 센서(6)와, 제어부(10)와, 배수 밸브로서의 제1 배수 밸브(11)~제3 배수 밸브(13)를 구비한다. 도 1에서는, 전기적인 접속의 경로를 파선으로 나타낸다(후술하는 도 6, 도 8에 대해서도 동일).
- [0014] 또, 역침투막 분리 장치(1)는, 공급수 라인(L1)과, 투과수 라인(L2)과, 농축수 라인(L3)과, 농축수(W3)의 배수 라인[제1 배수 라인(L11), 제2 배수 라인(L12) 및 제3 배수 라인(L13)]을 구비한다. 본 명세서에 있어서의 「라인」이란, 유로, 경로, 관로 등의 유체의 유통이 가능한 라인의 총칭이다.
- [0015] 공급수 라인(L1)은, 공급수(W1)를 RO막 모듈(5)에 공급하는 라인이다. 공급수 라인(L1)의 상류 측의 단부(端部)는, 공급수(W1)의 공급원(도시 생략)에 접속되어 있다. 공급수 라인(L1)의 하류 측의 단부는, RO막 모듈(5)의 1차측 입구 포트에 접속되어 있다.
- [0016] 가압 펌프(2)는, 공급수(W1)를 흡입하고, RO막 모듈(5)을 향하여 토출하는 장치이다. 가압 펌프(2)는, 인버터 장치(3)(후술)와 전기적으로 접속되어 있다. 가압 펌프(2)에는, 인버터 장치(3)로부터, 주파수가 변환된 구동 전력이 입력된다. 가압 펌프(2)는, 공급된 구동 전력의 주파수(이하, 「구동 주파수」라고도 한다)에 따른 회전 속도로 구동된다.
- [0017] 인버터 장치(3)는, 가압 펌프(2)에, 주파수가 변환된 구동 전력을 공급하는 전기 회로이다. 인버터 장치(3)는, 제어부(10)와 전기적으로 접속되어 있다. 인버터 장치(3)에는, 제어부(10)로부터 전류값 신호가 입력된다. 인버터 장치(3)는, 제어부(10)로부터 입력된 전류값 신호에 대응하는 구동 주파수의 구동 전력을 가압 펌프(2)로 출력한다.
- [0018] 온도 센서(4)는, 공급수(W1)의 온도를 검출하는 기기이다. 온도 센서(4)는, 접속부(J1)에 있어서 공급수 라인(L1)에 접속되어 있다. 접속부(J1)는, 공급수(W1)의 공급원(도시 생략)과 가압 펌프(2)의 사이에 배치되어 있다. 온도 센서(4)는, 제어부(10)와 전기적으로 접속되어 있다. 온도 센서(4)에서 검출된 공급수(W1)의 온도(이하, 「검출 온도값」이라고도 한다)는, 제어부(10)로 검출 신호로서 송신된다.
- [0019] RO막 모듈(5)은, 가압 펌프(2)로부터 토출된 공급수(W1)를, 용존 염류가 제거된 투과수(W2)와, 용존 염류가 농축된 농축수(W3)로 막 분리 처리하는 설비이다. RO막 모듈(5)은, 단일 또는 복수의 RO막 엘리먼트(도시 생략)를 구비한다. RO막 모듈(5)은, 이들 RO막 엘리먼트에 의해 공급수(W1)를 막 분리 처리하고, 투과수(W2) 및 농축수(W3)를 제조한다.
- [0020] 투과수 라인(L2)은, RO막 모듈(5)에서 제조된 투과수(W2)를 수요처로 송출하는 라인이다. 투과수 라인(L2)의 상류 측의 단부는, RO막 모듈(5)의 2차측 포트에 접속되어 있다. 투과수 라인(L2)의 하류 측의 단부는, 수요처의 장치 등(도시 생략)에 접속되어 있다.
- [0021] 유량 센서(6)는, 투과수 라인(L2)을 유통하는 투과수(W2)의 유량을 검출하는 기기이다. 유량 센서(6)로서, 예를 들면, 유로 하우징 내에 축류(軸流) 날개차 또는 접선 날개차(도시 생략)를 배치한 펄스 발신식의 유량 센서를 사용할 수 있다. 유량 센서(6)는, 접속부(J2)에 있어서 투과수 라인(L2)에 접속되어 있다. 유량 센서(6)는, 제어부(10)와 전기적으로 접속되어 있다. 유량 센서(6)에서 검출된 투과수(W2)의 유량(이하, 「검

출 유량값」이라고도 한다)은, 제어부(10)로 펄스 신호로서 송신된다.

- [0022] 본 실시 형태에서 사용되는 펄스 발신식의 유량 센서는, 짝수 매의 날개의 선단(先端) 부분이 N극과 S극으로 번갈아 착자(着磁)된 날개차를 구비하고, 이 날개차의 회전을 홀 IC로 검출함으로써, 투과수(W2)의 유속에 비례한 시간폭의 펄스 신호를 출력한다. 홀 IC는, 전압 레귤레이터, 홀 소자, 증폭 회로, 슈미트 트리거 회로, 출력 트랜지스터 등이 패키징화된 전자 회로이며, 날개차의 회전 운동에 따른 자속 변화에 응답하여, 날개차가 1회전할 때마다 구형파 펄스 신호를 출력한다. 여기서, 펄스 신호의 시간폭은, 구형파 펄스 신호의 앞의 하강 에지로부터 다음의 하강 에지까지의 시간을 말하고, 날개차가 1회전할 때의 시간에 대응하고 있다. 즉, 펄스 신호의 시간폭은, 투과수(W2)의 유속이 높을수록(유량이 많을수록) 짧아지고, 반대로 투과수(W2)의 유속이 낮을수록(유량이 작을수록) 길어진다.
- [0023] 농축수 라인(L3)은, R0막 모듈(5)로부터 농축수(W3)를 송출하는 라인이다. 농축수 라인(L3)의 상류 측의 단부는, R0막 모듈(5)의 1차측 출구 포트에 접속되어 있다. 또, 농축수 라인(L3)의 하류 측은, 분기부(J3, J4)에 있어서, 제1 배수 라인(L11), 제2 배수 라인(L12) 및 제3 배수 라인(L13)으로 분기되어 있다.
- [0024] 제1 배수 라인(L11)에는, 제1 배수 밸브(11)가 설치되어 있다. 제2 배수 라인(L12)에는, 제2 배수 밸브(12)가 설치되어 있다. 제3 배수 라인(L13)에는, 제3 배수 밸브(13)가 설치되어 있다. 제1 배수 밸브(11)~제3 배수 밸브(13)는, 농축수 배출 라인(L4)으로부터 장치 밖으로 배출되는 농축수(W3)의 배수 유량을 조절하는 밸브이다.
- [0025] 제1 배수 밸브(11)는, 제1 배수 라인(L11)을 개폐할 수 있다. 제2 배수 밸브(12)는, 제2 배수 라인(L12)을 개폐할 수 있다. 제3 배수 밸브(13)는, 제3 배수 라인(L13)을 개폐할 수 있다.
- [0026] 제1 배수 밸브(11)~제3 배수 밸브(13)는, 각각 정류량 밸브 기구(도시 생략)를 구비한다. 정류량 밸브 기구는, 제1 배수 밸브(11)~제3 배수 밸브(13)에 있어서, 각각 다른 유량값으로 설정되어 있다. 예를 들면, 제1 배수 밸브(11)는, 열림 상태에 있어서, R0막 모듈(5)의 회수율이 95%가 되도록 배수 유량이 설정되어 있다. 제2 배수 밸브(12)는, 열림 상태에 있어서, R0막 모듈(5)의 회수율이 90%가 되도록 배수 유량이 설정되어 있다. 제3 배수 밸브(13)는, 열림 상태에 있어서, R0막 모듈(5)의 회수율이 80%가 되도록 배수 유량이 설정되어 있다.
- [0027] 농축수 라인(L3)으로부터 배출되는 농축수(W3)의 배수 유량은, 제1 배수 밸브(11)~제3 배수 밸브(13)를 선택적으로 개폐함으로써, 단계적으로 조절할 수 있다. 예를 들면, 제2 배수 밸브(12)만을 열림 상태로 하고, 제1 배수 밸브(11) 및 제3 배수 밸브(13)를 닫힘 상태로 한다. 이 경우에는, R0막 모듈(5)의 회수율을 90%로 할 수 있다. 또, 제1 배수 밸브(11) 및 제2 배수 밸브(12)를 열림 상태로 하고, 제3 배수 밸브(13)만을 닫힘 상태로 한다. 이 경우에는, R0막 모듈(5)의 회수율을 85%로 할 수 있다. 따라서, 본 실시 형태에 있어서, 농축수(W3)의 배수 유량은, 제1 배수 밸브(11)~제3 배수 밸브(13)를 선택적으로 개폐함으로써, 회수율을 65%~95%까지의 사이에서, 5%마다 단계적으로 조절할 수 있다.
- [0028] 제1 배수 밸브(11)~제3 배수 밸브(13)는, 각각 제어부(10)와 전기적으로 접속되어 있다. 제1 배수 밸브(11)~제3 배수 밸브(13)에 있어서의 밸브체의 개폐는, 제어부(10)로부터의 구동 신호에 의해 제어된다.
- [0029] 제어부(10)는, CPU 및 메모리를 포함하는 마이크로프로세서(도시 생략)에 의해 구성된다. 제어부(10)는, 유량 피드백 수량 제어로서, 유량 센서(6)의 검출 유량값이 미리 설정된 목표 유량값이 되도록, 속도형 디지털 PID 알고리즘에 의해 가압 펌프(2)를 구동하기 위한 구동 주파수를 연산하고, 당해 구동 주파수의 연산값에 대응하는 전류값 신호를 인버터 장치(3)로 출력한다. 제어부(10)에 의한 유량 피드백 수량 제어에 대해서는 후술한다.
- [0030] 제어부(10)는, 펄스 신호로서 입력된 검출 유량값을, 수치 정보로서의 검출 유량값으로 치환하여 유량 피드백 수량 제어에 이용한다. 즉, 유량 피드백 수량 제어에 있어서의 목표 유량값은, 수치 정보로서 설정되는 점에서, 비교 대상의 검출 유량값을 수치 정보로 변환한다. 이 연산 처리에 있어서, 제어부(10)는, 입력된 펄스 신호의 시간폭을 측정하면서, 미리 설정된 1펄스당의 유량값을 사용하여, 소정의 주기로 순간 유량을 연산한다. 그리고, 제어부(10)는, 연산한 최근 6회분의 순간 유량(샘플값)에 대하여, 최대측의 2개의 값 및 최소측의 2개의 값을 제외한 나머지 2개의 값을 평균화(이하, 「평균화 처리」라고도 한다)하고, 당해 평균화 처리에 의해 얻어진 수치를 검출 유량값으로 한다. 제어부(10)에 의한 검출 유량값의 연산 처리의 구체예에 대해서는 후술한다.
- [0031] 또, 제어부(10)는, 공급수(W1)의 온도에 기초하여, 투과수(W2)의 회수율 제어(이하, 「온도 피드 포워드 회수

을 제어」라고도 한다)를 실행한다. 이 온도 피드 포워드 회수율 제어는, 상기 서술한 유량 피드백 수량 제어와 병행하여 실행된다. 제어부(10)에 의한 온도 피드 포워드 회수율 제어에 대해서는 후술한다.

- [0032] 다음으로, 펄스 신호로서 입력된 검출 유량값을, 수치 정보로서의 검출 유량값으로 치환하는 처리에 대하여, 도 2 및 도 3을 참조하여 구체적으로 설명한다. 도 2 및 도 3에 나타내는 플로우 차트의 처리는, 역침투막 분리장치(1)의 운전 중에 있어서, 반복 실행된다.
- [0033] 도 2는, 펄스 신호의 시간폭을 측정하기 위한 처리를 나타내고 있다. 이 처리는, 마이크로프로세서에 내장된 인터그레이티드 타이머 유닛(이하, 「ITU」라고 약칭한다)의 인풋 캡처 기능을 이용하여 실행된다.
- [0034] 단계 ST101에 있어서, ITU는, 카운트 클럭의 입력마다 타이머 레지스터의 카운트값 M_t 를 1씩 가산한다. 카운트 클럭의 주파수는, 예를 들면, 19.5kHz로 설정되어 있다. 이 경우, 타이머 레지스터의 카운트값 M_t 는, 51.2 μ s의 간격으로 1씩 가산된다.
- [0035] 단계 ST102에 있어서, ITU는, 유량 센서(6)의 펄스 신호에 대하여, 하강 에지의 인터럽션이 검출되었는지의 여부를 판정한다. 이 단계 ST102에 있어서, ITU에 의해, 하강 에지의 인터럽션이 검출되었다(YES)고 판정된 경우에, 처리는 단계 ST103으로 이행한다. 또, 단계 ST102에 있어서, ITU에 의해, 하강 에지의 인터럽션이 검출되지 않는다(NO)고 판정된 경우에, 처리는 단계 ST108로 이행한다.
- [0036] 단계 ST103(단계 ST102: YES 판정)에 있어서, ITU는, 타이머 레지스터의 카운트값 M_t 를 캡처 레지스터로 받아들이고, 그 값을 유지하는 캡처 동작을 실행한다.
- [0037] 캡처 동작이 실행되면, 단계 ST104에 있어서, ITU는, 타이머 레지스터의 카운트값 M_t 를 제로로 리셋한다.
- [0038] 단계 ST105에 있어서, ITU는, 이벤트 레지스터의 카운트값 M_e 를 1개 가산한다. 이 이벤트 레지스터의 카운트값 M_e 는, 하강 에지의 인터럽션 횟수에 대응하고 있다.
- [0039] 단계 ST106에 있어서, ITU는, 이벤트 레지스터의 카운트값 M_e 가 2 이상인지의 여부를 판정한다. 이 단계 ST106에 있어서, ITU에 의해, 카운트값 M_e 가 2 이상(YES)이라고 판정된 경우에, 처리는 단계 ST107로 이행한다. 또, 단계 ST106에 있어서, ITU에 의해, 카운트값 M_e 가 2 미만(NO)이라고 판정된 경우에, 처리는 단계 ST101로 돌아간다. 또한, 이벤트 레지스터의 카운트값 M_e 가 2 미만인 경우에는, 캡처 레지스터의 카운트값 M_t 가 펄스폭을 정확히 반영하고 있지 않을 가능성이 있기 때문에, 후술하는 단계 ST107의 처리를 스킵시키고 있다.
- [0040] 단계 ST107(단계 ST106: YES 판정)에 있어서, ITU는, 캡처 레지스터의 카운트값 M_t 를 「유효」로 하는 플래그를 설정하고, 처리는 단계 ST101로 돌아간다.
- [0041] 단계 ST108(단계 ST102: NO 판정)에 있어서, ITU는, 타이머 레지스터에 대하여, 오버 플로우의 인터럽션이 검출되었는지의 여부를 판정한다. 오버 플로우의 인터럽션은, 펄스 신호의 하강 에지가 검출되지 않은 채, 타이머 레지스터의 카운트값 M_t 가 상한값(예를 들면, 16비트 카운트 시에는 65535)을 넘은 경우에 발생한다. 즉, 타이머 레지스터의 오퍼 플로우는, 투과수(W2)의 유속이 제로, 혹은 극소이며, 유량 센서(6)의 날개차가 회전 운동하지 않는 경우에 일어날 수 있다. 이 단계 ST108에 있어서, ITU에 의해, 오버 플로우의 인터럽션이 검출되었다(YES)고 판정된 경우에, 처리는 단계 ST109로 이행한다. 또, 단계 ST108에 있어서, ITU에 의해, 오버 플로우의 인터럽션이 검출되지 않는다(NO)고 판정된 경우에, 처리는 단계 ST101로 돌아간다.
- [0042] 단계 ST109(단계 ST108: YES 판정)에 있어서, ITU는, 타이머 레지스터의 카운트값 M_t 를 제로로 리셋한다.
- [0043] 단계 ST110에 있어서, ITU는, 이벤트 레지스터의 카운트값 M_e 를 제로로 리셋한다.
- [0044] 단계 ST111에 있어서, ITU는, 캡처 레지스터의 카운트값 M_t 를 「무효」로 하는 플래그를 설정하고, 처리는 단계 ST101로 돌아간다.
- [0045] 이상의 단계 ST101로부터 단계 ST111까지의 처리에 의해, 캡처 레지스터에는, 펄스 신호의 앞의 하강 에지가 검출되고 나서, 다음의 하강행 에지가 검출되기까지의 최근의 카운트값 M_t 가 항상 유지된다.
- [0046] 도 3은, 측정된 펄스 신호의 시간폭에 기초하여, 수치 정보로서의 검출 유량값을 연산하기 위한 처리를 나타내

고 있다.

[0047] 도 3에 나타내는 단계 ST201에 있어서, 제어부(10)는, ITU에 의한 계시(計時) t가 연산 주기인 100ms에 도달했는지의 여부를 판정한다. 이 단계 ST201에 있어서, 제어부(10)에 의해, ITU에 의한 계시가 100ms에 도달했다(YES)고 판정된 경우에, 처리는 단계 ST202로 이행한다. 또, 단계 ST201에 있어서, 제어부(10)에 의하여, ITU에 의한 계시가 100ms에 도달하지 않았다(NO)고 판정된 경우에, 처리는 단계 ST201로 돌아간다.

[0048] 단계 ST202(단계 ST201: YES 판정)에 있어서, 제어부(10)는, 캡처 레지스터의 카운트값 M_t 를 「유효」로 하는 플래그가 설정되어 있는지의 여부를 판정한다. 이 단계 ST202에 있어서, 제어부(10)에 의해, 카운트값 M_t 를 「유효」로 하는 플래그가 설정되어 있다(YES)고 판정된 경우(즉, 도 2의 단계 ST107의 처리가 행해져 있는 경우)에, 처리는 단계 ST203으로 이행한다. 또, 단계 ST202에 있어서, 제어부(10)에 의해, 카운트값 M_t 를 「유효」로 하는 플래그가 설정되어 있지 않다(NO)고 판정된 경우(즉, 도 2의 단계 ST111의 처리가 행해져 있는 경우)에, 처리는 단계 ST209로 이행한다.

[0049] 단계 ST203(단계 ST202: YES 판정)에 있어서, 제어부(10)는, 캡처 레지스터에 유지된 카운트값 M_t 의 판독을 실행한다.

[0050] 단계 ST204에 있어서, 제어부(10)는, 단계 ST203에서 판독한 카운트값 M_t 와, 카운트 클럭의 주기 시간($51.2\mu s$)을 사용하여, 하기의 식 (1)에 의하여, 펄스 신호의 시간폭 $W[s/p]$ 를 연산한다.

$$W = 51.2 \times 10^{-6} \times M_t \quad (1)$$

[0052] 단계 ST205에 있어서, 제어부(10)는, 1펄스당의 유량값 $\alpha [L/p]$ 를 취득한다. 이 1펄스당의 유량값 α 는, 예를 들면, 장치 관리자가 유저 인터페이스(도시 생략)를 통하여 제어부(10)의 메모리에 입력한 설정값이다. 또한, 1펄스당의 유량값 α 는, 유량 센서(6)의 설계 사양에 따라 결정되는 정수(定數)이다.

[0053] 단계 ST206에 있어서, 제어부(10)는, 펄스 신호의 시간폭 $W[s/p]$, 및 1펄스당의 유량값 $\alpha [L/p]$ 를 사용하고, 하기의 식 (2)에 의해, 투과수($W2$)의 순간 유량 $Q_i[L/h]$ 를 연산한다.

$$Q_i = (3600/W) \times \alpha \quad (2)$$

[0055] 제어부(10)는, 최근의 순간 유량 Q_i 를 연산할 때마다, 이 연산값을 메모리에 기억한다. 메모리에는, 항상, 최근 6회분의 연산값이 기억되도록 되어 있고, 최신의 순간 유량 Q_i 가 연산되면, 가장 오래된 연산값이 삭제되고, 최신의 연산값으로 치환된다.

[0056] 단계 ST207에 있어서, 제어부(10)는, 최신의 순간 유량 Q_i 를 포함하는 최근 6회분의 연산값을 샘플값으로 하여, 최대측의 2개의 값, 및 최소측의 2개의 값을 제외한 나머지 2개의 값을 평균화 처리한다.

[0057] 단계 ST208에 있어서, 제어부(10)는, 평균화 처리에 의해 얻어진 수치를 검출 유량값 Q_b 로서 확정하고, 당해 수치를 메모리에 기억한다. 그리고, 처리는 단계 ST201로 돌아간다.

[0058] 단계 ST209(단계 ST202: NO 판정)에 있어서, 제어부(10)는, 최신 순간 유량 Q_i 의 연산값을 제로로서 메모리에 기억한다. 즉, 단계 ST209의 처리에서는, 타이머 레지스터의 오버 플로우가 발생하고, 캡처 레지스터의 카운트값 M_t 를 「무효」로 하는 플래그가 설정되어 있는 경우에는, 유량 센서(6)의 날개차가 회전 운동하고 있지 않은 상태이기 때문에, 순간 유량 Q_i 를 제로로 간주하고 있다. 단계 ST209 후, 처리는 단계 ST207로 이행한다.

[0059] 이상의 단계 ST201로부터 단계 ST209까지의 처리에 의해, 100ms의 연산 주기마다, 최근 6회분의 순간 유량 Q_i 에 대한 이동 평균값이, 최신의 검출 유량값 Q_b 으로써 메모리에 기억된다.

[0060] 다음으로, 제어부(10)에 의한 유량 피드백 수량 제어를, 도 4를 참조하여 설명한다. 도 4에 나타내는 플로우 차트의 처리는, 역침투막 분리 장치(1)의 운전 중에 있어서, 반복 실행된다.

[0061] 도 4에 나타내는 단계 ST301에 있어서, 제어부(10)는, 투과수($W2$)의 목표 유량값 Q_b' 를 취득한다. 이 목표 유량값 Q_b' 는, 예를 들면, 장치 관리자가 유저 인터페이스(도시 생략)를 통하여 제어부(10)의 메모리에 입력한

설정값이다.

[0062] 단계 ST302에 있어서, 제어부(10)는, ITU에 의한 계시 t 가 제어 주기(Δt)인 100ms에 도달했는지의 여부를 판정한다. 이 단계 ST302에 있어서, 제어부(10)에 의해, ITU에 의한 계시가 100ms에 도달하였다(YES)고 판정된 경우에, 처리는 단계 ST303으로 이행한다. 또, 단계 ST302에 있어서, 제어부(10)에 의해, ITU에 의한 계시가 100ms에 도달하지 않았다(NO)고 판정된 경우에, 처리는 단계 ST302로 돌아간다.

[0063] 단계 ST303(단계 ST302: YES 판정)에 있어서, 제어부(10)는, 최신의 검출 유량값 Q_p 를 피드백값으로서 취득한다. 취득되는 최신의 검출 유량값 Q_p 는, 도 3의 단계 ST208에 있어서, 메모리에 기억된 순간 유량 Q_i 의 이동 평균값이다.

[0064] 단계 ST304에 있어서, 제어부(10)는, 단계 ST303에서 취득한 최신의 검출 유량값 Q_p 와, 단계 ST301에서 취득한 목표 유량값 Q_p' 의 편차가 제로가 되도록, 속도형 디지털 PID 알고리즘에 의해 조작량 U_n 을 연산한다. 속도형 디지털 PID 알고리즘에서는, 제어 주기 Δt (100ms)마다 조작량의 변화분 ΔU_n 을 연산하고, 이것을 전회의 제어 주기 시점의 조작량 U_{n-1} 에 가산함으로써 현시점의 조작량 U_n 을 결정한다.

[0065] 속도형 디지털 PID 알고리즘에 사용되는 연산식은, 하기의 식 (3a) 및 식 (3b)에 의해 나타내어진다.

$$\Delta U_n = K_p \{ (e_n - e_{n-1}) + (\Delta t / T_i) \times e_n + (T_d / \Delta t) \times (e_n - 2e_{n-1} + e_{n-2}) \} \quad (3a)$$

$$U_n = U_{n-1} + \Delta U_n \quad (3b)$$

[0067] 식 (3a) 및 식 (3b)에 있어서, Δt : 제어 주기, U_n : 현시점의 조작량, U_{n-1} : 전회의 제어 주기 시점의 조작량, ΔU_n : 전회부터 금회까지의 조작량의 변화분, e_n : 현시점의 편차의 크기, e_{n-1} : 전회의 제어 주기 시점의 편차의 크기, e_{n-2} : 전전회의 제어 주기 시점의 편차의 크기, K_p : 비례 게인, T_i : 적분 시간, T_d : 미분 시간이다. 또한, 현시점의 편차의 크기 e_n 은, 하기의 식 (4)에 의해 구해진다.

$$e_n = Q_p' - Q_p \quad (4)$$

[0069] 단계 ST305에 있어서, 제어부(10)는, 현시점의 조작량 U_n , 및 가압 펌프(2)의 최대 구동 주파수 F' (50Hz 또는 60Hz의 설정값)를 사용하고, 하기의 식 (5)에 의해, 가압 펌프(2)의 구동 주파수 F [Hz]를 연산한다.

$$F = U_n / 2 \times F' \quad (5)$$

[0071] 단계 ST306에 있어서, 제어부(10)는, 구동 주파수 F 의 연산값을, 대응하는 전류값 신호(4~20mA)로 변환한다. 전류값 신호의 출력값 I [mA]는, 예를 들면, 하기의 식 (6)에 의해 연산되고, 구동 주파수 F 가 제로인 경우에 $I=4mA$, 구동 주파수 F 가 최대 구동 주파수 F' 인 경우에 $I=20mA$ 가 된다.

$$I = F / F' \times 16 + 4 \quad (6)$$

[0073] 단계 ST307에 있어서, 제어부(10)는, 변환한 전류값 신호를 인버터 장치(3)로 출력한다. 이것에 의해 본 플로우 차트의 처리는 종료된다(단계 ST101로 리턴한다).

[0074] 또한, 단계 ST307에 있어서, 제어부(10)가 전류값 신호를 인버터 장치(3)로 출력하면, 인버터 장치(3)는, 입력된 전류값 신호로 지정된 주파수로 변환된 구동 전력을 가압 펌프(2)에 공급한다. 그 결과, 가압 펌프(2)는, 인버터 장치(3)로부터 입력된 구동 주파수에 따른 회전 속도로 구동된다.

[0075] 다음으로, 제어부(10)에 의한 온도 피드 포워드 회수율 제어를, 도 5를 참조하여 설명한다. 도 5에 나타내는 플로우 차트의 처리는, 역침투막 분리 장치(1)의 운전 중에 있어서, 반복 실행된다.

[0076] 도 5에 나타내는 단계 ST401에 있어서, 제어부(10)는, 투과수(W2)의 목표 유량값 Q_p' 를 취득한다. 이 목표 유량값 Q_p' 는, 예를 들면, 장치 관리자가 유저 인터페이스(도시 생략)를 통하여 메모리에 입력한 설정값이다.

[0077] 단계 ST402에 있어서, 제어부(10)는, 공급수(W1)의 실리카(SiO_2) 농도 C_s 를 취득한다. 이 실리카 농도 C_s 는, 예를 들면, 장치 관리자가 유저 인터페이스(도시 생략)를 통하여 메모리에 입력한 설정값이다. 공급수(W1)의 실리카 농도는, 사전에 공급수(W1)를 수질 분석함으로써 얻을 수 있다. 또한, 공급수 라인(L1)에 있어서, 도시 생략한 센서에 의해 공급수(W1)의 실리카 농도를 측정해도 된다.

[0078] 단계 ST403에 있어서, 제어부(10)는, 온도 센서(4)로부터 공급수(W1)의 검출 온도값 T 를 취득한다.

[0079] 단계 ST404에 있어서, 제어부(10)는, 취득한 검출 온도값 T 에 기초하여, 물에 대한 실리카 용해도 S_s 를 결정한다.

[0080] 단계 ST405에 있어서, 제어부(10)는, 앞의 단계에서 취득 또는 결정한 실리카 농도 C_s , 및 실리카 용해도 S_s 에 기초하여, 농축수(W3)에 있어서의 실리카의 허용 농축 배율 N_s 를 연산한다. 실리카의 허용 농축 배율 N_s 는, 하기의 식 (7)에 의해 구할 수 있다.

$$N_s = S_s / C_s \quad (7)$$

[0082] 예를 들면, 실리카 농도 C_s 가 $20\text{mgSiO}_2/\text{L}$, 25°C 에 있어서의 실리카 용해도 S_s 가 $100\text{mg SiO}_2/\text{L}$ 이면, 허용 농축 배율 N_s 는 "5"가 된다.

[0083] 단계 ST406에 있어서, 제어부(10)는, 앞의 단계에서 취득 또는 연산한 목표 유량값 Q_p' , 및 허용 농축 배율 N_s 에 기초하여, 회수율이 최대가 되는 배수 유량(목표 배수 유량 Q_d')을 연산한다. 목표 배수 유량 Q_d' 는, 하기의 식 (8)에 의해 구할 수 있다.

$$Q_d' = Q_p' / (N_s - 1) \quad (8)$$

[0085] 단계 ST407에 있어서, 제어부(10)는, 농축수(W3)의 실제 배수 유량 Q_d 가 단계 ST406에서 연산한 목표 배수 유량 Q_d' 가 되도록, 제1 배수 밸브(11)~제3 배수 밸브(13)의 개폐를 제어한다. 이것에 의해 본 플로우 차트의 처리는 종료된다(단계 ST401로 리턴한다).

[0086] 상기 서술한 제1 실시 형태에 관련된 역침투막 분리 장치(1)에 의하면, 예를 들면, 이하와 같은 효과가 얻어진다.

[0087] 제1 실시 형태에 관련된 역침투막 분리 장치(1)에 있어서, 제어부(10)는, 유량 센서(6)로부터 출력된 검출 유량값 Q_p 가, 미리 설정된 목표 유량값 Q_p' 가 되도록, 속도형 디지털 PID 알고리즘에 의해 가압 펌프(2)의 구동 주파수(F)를 연산하고, 당해 구동 주파수 F의 연산값에 대응하는 전류값 신호를 인버터 장치(3)로 출력한다.

[0088] 상기 속도형 디지털 PID 알고리즘에서는, 전회 연산한 조작량으로부터의 변화분을 연산하고, 이것에 전회의 조작량을 가산해 가는 방식이기 때문에, 검출 유량값 Q_p 가 이산(離散)값인 경우이어도, 목표 유량값 Q_p' 와의 편차를 고속으로 해소할 수 있다. 이 때문에, RO막 모듈(5)의 물투과 계수가 급격하게 변화된 경우이어도, 그 변화에 충분히 추종할 수 있다. 따라서, RO막 모듈(5)의 물투과 계수가 급격하게 변화된 경우에, 투과수(W2)의 유량이 목표 유량값 Q_p' 로부터 크게 괴리하는 것을 억제하여, 투과수(W2)의 유량을 목표 유량값 Q_p' 로 유지할 수 있다. 제1 실시 형태에 관련된 역침투막 분리 장치(1)에 의하면, RO막 모듈의 물투과 계수가 급격하게 변화된 경우이어도, 투과수의 유량을 목표 유량값으로 유지할 수 있는 역침투막 분리 장치를 제공할 수 있다.

[0089] 또, 제1 실시 형태에 관련된 역침투막 분리 장치(1)에 있어서, 제어부(10)는, 유량 센서(6)로부터 출력된 펄스 신호의 시간폭 W 및 미리 설정된 1펄스당의 유량값 α 에 기초하여 순간 유량 Q_i 를 연산하고, 연산한 최근 6회분의 순간 유량 Q_i (샘플값)에 대하여, 최대측의 2개의 값 및 최소측의 2개의 값을 제외한 나머지 2개의 값을 평균화 처리하고, 당해 평균화 처리에 의해 얻어진 수치를 검출 유량값 Q_p 로 한다.

[0090] 상기 평균화 처리에 의하면, 노이즈 등의 외란(外亂)에 의해, 펄스 신호의 시간폭 W 에 이상값(다른 값에 비하여 돌출되어 긴 값 또는 짧은 값)이 발생한 경우이어도, 그 돌출된 이상값에 기초하는 순간 유량 Q_i 의 연산값은, 샘플값의 대상에서 제외된다. 이 때문에, 펄스 신호의 시간폭 W 에 이상값이 발생한 경우이어도, 투과수(W2)의 실

제 유량이 목표 유량값 Q_p' 로부터 크게 괴리하는 것이 억제된다. 따라서, 투과수(W2)의 실제 유량을 더욱 안정적으로 목표 유량값 Q_p' 로 유지할 수 있다.

[0091] 또, 제1 실시 형태에 관련된 역침투막 분리 장치(1)에 있어서, 제어부(10)는, 온도 피드 포워드 회수율 제어를 실행한다. 이 때문에, 역침투막 분리 장치(1)에 있어서, 투과수(W2)의 회수율을 최대화 하면서, RO막 모듈(5)에 있어서의 실리카계 스케일의 석출을 더욱 확실하게 억제할 수 있다.

[0092] (제2 실시 형태)

[0093] 다음으로, 본 발명의 제2 실시 형태에 관련된 역침투막 분리 장치(1A)의 구성에 대하여, 도 6을 참조하여 설명한다. 도 6은, 제2 실시 형태에 관련된 역침투막 분리 장치(1A)의 전체 구성도이다. 또한, 제2 실시 형태에서는, 주로 제1 실시 형태와의 차이점에 대하여 설명한다. 제2 실시 형태에서는, 제1 실시 형태와 동일하거나 또는 동등한 구성에 대해서는 같은 부호를 붙여서 설명한다. 또, 제2 실시 형태에서는, 제1 실시 형태와 중복되는 설명을 적당히 생략한다.

[0094] 도 6에 나타내는 바와 같이, 제2 실시 형태에 관련된 역침투막 분리 장치(1A)는, 가압 펌프(2)와, 인버터 장치(3)와, RO막 모듈(5)과, 유량 센서(6)와, 경도 측정 수단으로서의 경도 센서(7)와, 제어부(10A)와, 제1 배수 밸브(11)~제3 배수 밸브(13)를 구비한다.

[0095] 경도 센서(7)는, 공급수 라인(L1)을 유통하는 공급수(W1)의 칼슘 경도(탄산 칼슘 환산값)를 측정하는 기기이다. 경도 센서(7)는, 접속부(J1)에 있어서 공급수 라인(L1)에 접속되어 있다. 접속부(J1)는, 공급수(W1)의 공급원(도시 생략)과 가압 펌프(2)의 사이에 배치되어 있다. 경도 센서(7)는, 제어부(10A)와 전기적으로 접속되어 있다. 경도 센서(7)로 측정된 공급수(W1)의 칼슘 경도(이하, 「측정 경도값」이라고도 한다)는, 제어부(10A)로 검출 신호로서 송신된다.

[0096] 제어부(10A)는, CPU 및 메모리 포함하는 마이크로 프로세서(도시 생략)에 의해 구성된다. 제어부(10A)는, 제1 실시 형태의 제어부(10)와 동일하게 속도형 디지털 PID 알고리즘에 의한 유량 피드백 수량 제어(도 4 참조)를 실행한다.

[0097] 또, 본 실시 형태의 제어부(10A)는, 공급수(W1)의 경도에 기초하여, 투과수(W2)의 회수율 제어(이하, 「수질 피드 포워드 회수율 제어」라고도 한다)를 실행한다. 이 수질 피드 포워드 회수율 제어는, 상기 서술한 유량 피드백 수량 제어와 병행하여 실행된다.

[0098] 다음으로, 제어부(10A)에 의한 수질 피드 포워드 회수율 제어에 대하여 설명한다. 도 7은, 제어부(10A)가 수질 피드 포워드 회수율 제어를 실행하는 경우의 처리 순서를 나타내는 플로우 차트이다. 도 7에 나타내는 플로우 차트의 처리는, 역침투막 분리 장치(1A)의 운전 중에 있어서, 반복 실행된다.

[0099] 도 7에 나타내는 단계 ST501에 있어서, 제어부(10A)는, 투과수(W2)의 목표 유량값 Q_p' 를 취득한다. 이 목표 유량값 Q_p' 는, 예를 들면, 장치 관리자가 유저 인터페이스(도시 생략)를 통하여 메모리에 입력한 설정값이다.

[0100] 단계 ST502에 있어서, 제어부(10A)는, 경도 센서(7)로 측정된 공급수(W1)의 측정 경도값 C_c 를 취득한다.

[0101] 단계 ST503에 있어서, 제어부(10A)는, 물에 대한 탄산칼슘 용해도 S_c 를 취득한다. 이 탄산칼슘 용해도 S_c 는, 예를 들면, 시스템 관리자가 유저 인터페이스(도시 생략)를 통하여 메모리에 입력한 설정값이다. 또한, 물에 대한 탄산칼슘 용해도는, 통상적인 운전 온도(5~35℃)에서는, 대략 일정값으로 간주된다.

[0102] 단계 ST504에 있어서, 제어부(10A)는, 앞의 단계에서 취득한 측정 경도값 C_c , 및 탄산칼슘 용해도 S_c 에 기초하여, 농축수(W3)에 있어서의 탄산칼슘의 허용 농축 배율 N_c 를 연산한다. 탄산칼슘의 허용 농축 배율 N_c 는, 하기의 식 (9)에 의해 구할 수 있다.

$$N_c = S_c / C_c \quad (9)$$

[0103]

[0104] 예를 들면, 측정 경도값 C_c 가 3mgCaCO₃/L, 25℃에 있어서의 탄산칼슘 용해도 S_c 가 15mgCaCO₃/L이면, 허용 농축 배율 N_c 는 “5”가 된다.

[0105] 단계 ST505에 있어서, 제어부(10A)는, 앞의 단계에서 취득 또는 연산한 목표 유량값 Q_p' , 및 허용 농축 배율 N_c 에 기초하여, 회수율이 최대가 되는 배수 유량(목표 배수 유량 Q_d')을 연산한다. 목표 배수 유량 Q_d' 는, 하기의 식 (10)에 의해 구할 수 있다.

$$Q_d' = Q_p' / (N_c - 1) \quad (10)$$

[0107] 단계 ST506에 있어서, 제어부(10A)는, 농축수(W3)의 실제 배수 유량 Q_d 가 단계 ST505에서 연산한 목표 배수 유량 Q_d' 가 되도록 제1 배수 밸브(11)~제3 배수 밸브(13)의 개폐를 제어한다. 이것에 의해, 본 플로우 차트의 처리는 종료된다(단계 ST501로 리턴한다).

[0108] 상기 서술한 제2 실시 형태에 관련된 역침투막 분리 장치(1A)에 있어서, 제어부(10A)는, 속도형 디지털 PID 알고리즘에 의해 투과수(W2)의 유량 피드백 수량제어를 실행한다. 이 때문에, 제1 실시 형태와 동일한 효과가 얻어진다. 또, 제2 실시 형태에 관련된 역침투막 분리 장치(1A)에 있어서, 제어부(10A)는, 수질 피드 포워드 회수율 제어를 실행한다. 이 때문에, 역침투막 분리 장치(1A)에 있어서는, 투과수(W2)의 회수율을 최대화하면서, R0막 모듈(5)에 있어서의 탄산칼슘계 스케일의 석출을 더욱 확실하게 억제할 수 있다.

[0109] (제3 실시 형태)

[0110] 다음으로, 본 발명의 제3 실시 형태에 관련된 역침투막 분리 장치(1B)의 구성에 대하여, 도 8을 참조하여 설명한다. 도 8은, 제3 실시 형태에 관련된 역침투막 분리 장치(1B)의 전체 구성도이다. 또한, 제3 실시 형태에서는, 주로 제1 실시 형태와의 차이점에 대하여 설명한다. 제3 실시 형태에서는, 제1 실시 형태와 동일 또는 동등한 구성에 대해서는 같은 부호를 붙여서 설명한다. 또, 제3 실시 형태에서는, 제1 실시 형태와 중복되는 설명을 적당히 생략한다.

[0111] 도 8에 나타내는 바와 같이, 제3 실시 형태에 관련된 역침투막 분리 장치(1B)는, 가압 펌프(2)와, 인버터 장치(3)와, R0막 모듈(5)과, 유량 센서(6)와, 전기 전도율 측정 수단으로서의 전기 전도율 센서(8)와, 제어부(10B)와, 제1 배수 밸브(11)~제3 배수 밸브(13)를 구비한다.

[0112] 전기 전도율 센서(8)는, 투과수 라인(L2)을 유통하는 투과수(W2)의 전기 전도율을 측정하는 기기이다. 전기 전도율 센서(8)는, 접속부(J5)에 있어서 투과수 라인(L2)에 접속되어 있다. 전기 전도율 센서(8)는, 제어부(10B)와 전기적으로 접속되어 있다. 전기 전도율 센서(8)로 측정된 투과수(W2)의 전기 전도율(이하, 「측정 전기 전도율값」이라고도 한다)은, 제어부(10B)로 검출 신호로서 송신된다.

[0113] 제어부(10B)는, CPU 및 메모리를 포함하는 마이크로프로세서(도시 생략)에 의해 구성된다. 제어부(10B)는, 제1 실시 형태의 제어부(10)와 동일하게, 속도형 디지털 PID 알고리즘에 의한 유량 피드백 수량 제어(도 4 참조)를 실행한다.

[0114] 또, 본 실시 형태의 제어부(10B)는, 투과수(W2)의 전기 전도율에 기초하여, 투과수(W2)의 회수율 제어(이하, 「수질 피드백 회수율 제어」라고도 한다)를 실행한다. 이 물질 피드백 회수율 제어는, 상기 서술한 유량 피드백 수량 제어와 병행하여 실행된다.

[0115] 다음으로, 제어부(10B)에 의한 수질 피드백 회수율 제어에 대하여 설명한다. 도 9는, 제어부(10B)가 수질 피드백 회수율 제어를 실행하는 경우의 처리 순서를 나타내는 플로우 차트이다. 도 9에 나타내는 플로우 차트의 처리는, 역침투막 분리장치(1B)의 운전 중에 있어서, 반복 실행된다.

[0116] 도 9에 나타내는 단계 ST601에 있어서, 제어부(10B)는, 투과수(W2)의 목표 전기 전도율값 E_p' 를 취득한다. 목표 전기 전도율값 E_p' 는, 투과수(W2)에 요구되는 순도의 지표이다. 목표 전기 전도율값 E_p' 는, 예를 들면, 장치 관리자가 유저 인터페이스(도시 생략)를 통하여 메모리에 입력한 설정값이다.

[0117] 단계 ST602에 있어서, 제어부(10B)는, 전기 전도율 센서(8)로 측정된 투과수(W2)의 측정 전기 전도율값 E_p 를 취득한다.

[0118] 단계 ST603에 있어서, 제어부(10B)는, 단계 ST602에서 취득한 측정 전기 전도율값(피드백값) E_p 와 단계 ST601에서 취득한 목표 전기 전도율값 E_p' 의 편차가 제로가 되도록, 제1 배수 밸브(11)~제3 배수 밸브(13)의 개폐를 제어한다. 즉, 농축수(W3)의 배수 유량을 단계적으로 증감시킴으로써, 요구 순도의 투과수(W2)가 얻어지도록,

막 표면의 용존 염류의 농도를 변화시킨다. 이것에 의해 본 플로우 차트의 처리는 종료된다(단계 ST601로 리턴한다).

- [0119] 상기 서술한 제3 실시 형태에 관련되는 역침투막 분리 장치(1B)에 있어서, 제어부(10B)는, 투과수(W2)의 유량 피드백 수량 제어를 실행한다. 이 때문에, 제1 실시 형태와 동일한 효과가 얻어진다. 또, 제3 실시 형태에 관련된 역침투막 분리 장치(1B)에 있어서, 제어부(10B)는, 수질 피드백 회수율 제어를 실행한다. 이 때문에, 역침투막 분리 장치(1B)에 있어서는, 투과수(W2)에 요구되는 수질을 만족시키면서, 투과수(W2)의 회수율을 최대한까지 높일 수 있다.
- [0120] 이상, 본 발명의 바람직한 실시 형태에 대하여 설명하였다. 그러나, 본 발명은, 상기 서술한 실시 형태에 한정되지 않으며, 다양한 형태로 실시할 수 있다.
- [0121] 예를 들면, 제1 실시 형태에서는, 온도 피드 포워드 회수율 제어에 있어서, 공급수(W1)의 온도를 검출하는 예에 대하여 설명하였다. 이에 한정하지 않고, 예를 들면, RO막 모듈(5)에서 얻어진 투과수(W2) 또는 농축수(W3)의 온도를 검출해도 된다.
- [0122] 제2 실시 형태에서는, 수질 피드 포워드 회수율 제어에 있어서, 탄산칼슘의 허용 농축 배율 및 투과수(W2)의 목표 유량값에 기초하여, 회수율이 최대가 되는 배수 유량을 산출하는 예에 대하여 설명하였다. 이에 한정하지 않고, 다음과 같은 방법을 채용해도 된다. 즉, 탄산칼슘의 허용 농축 배율 N_c 와 실리카의 허용 농축 배율 N_s 를 비교하여, 작은 측의 허용 농축 배율을 선택한다. 그리고, 선택한 허용 농축 배율 및 투과수(W2)의 목표 유량값에 기초하여, 회수율이 최대가 되는 배수 유량을 산출한다.
- [0123] 제1 실시 형태(도 3)의 단계 ST207에서는, 제어부(10)가, 최신의 순간 유량 Q_i 를 포함하는 최근 6회분의 연산값을 샘플값으로서, 최대측의 2개의 값, 및 최소측의 2개의 값을 제외한 나머지 2개의 값을 평균화 처리하는 예에 대하여 설명하였다. 이에 한정하지 않고, 예를 들면, 최신의 순간 유량 Q_i 를 포함하는 최근 8회분의 연산값을 샘플값으로 하여, 최대측의 3개의 값, 및 최소측의 2개의 값을 제외한 나머지 3개의 값을 평균화 처리하도록 해도 된다. 즉, 제어부(10)는, 최근 n 회분의 순간 유량의 연산값을 샘플값으로 하여, 최대측의 j 개($j \geq 1$)의 값 및 최소측의 k 개($k \geq 1$)의 값을 제외한 나머지 $(n-j-k)$ 개의 값을 평균화 처리하면 되고, 상기 n , j , k 의 값은 적당히 설정할 수 있다.
- [0124] 제1~제3 실시 형태에 있어서, 농축수 라인(L3)을 유통하는 농축수(W3)의 일부를, 공급수 라인(L1)에 있어서, 가압 펌프(2)보다 상류 측으로 환류시키는 농축수 환류 라인을 설치한 구성으로 해도 된다. 농축수 환류 라인을 설치함으로써, 막 표면에서의 유속을 높일 수 있기 때문에, 파울링의 발생을 억제할 수 있다.
- [0125] 제1~제3 실시 형태에 있어서, 공급수(W1)는, 지하수나 수돗물 등의 원수이어도 된다. 또, 공급수(W1)는, 원수를 제철 제망간 장치, 활성탄 여과 장치, 경수 연화 장치 등에 의해 전처리한 물이어도 된다.
- [0126] 제1~제3 실시 형태에서는 각 회수율 제어에 있어서, 제1 배수 밸브(11)~제3 배수 밸브(13)를 선택적으로 개폐함으로써, 농축수(W3)의 배수 유량을 단계적으로 조절하는 예에 대하여 설명하였다. 이에 한정하지 않고, 배수 라인을 분기시키지 않고 1개로 하고, 이 라인에 비례 제어 밸브를 설치한 구성으로 해도 된다. 그 경우에는, 제어부(10)(10A, 10B)로부터 전류값 신호(예를 들면, 4~20mA)를 비례 제어 밸브로 송신하여 밸브 개도를 제어함으로써, 농축수(W3)의 배수 유량을 조절할 수 있다.
- [0127] 또, 비례 제어 밸브를 설치한 구성에 있어서, 배수 라인에 유량 센서를 설치한 구성으로 해도 된다. 유량 센서로 검출된 유량값을, 제어부(10)(10A, 10B)에 피드백값으로서 입력한다. 이것에 의해, 농축수(W3)의 실제 배수 유량을 더욱 정확하게 제어할 수 있다.

부호의 설명

- [0128] 1, 1A, 1B: 역침투막 분리 장치
2: 가압 펌프
3: 인버터 장치
4: 온도 센서(온도 검출 수단)
5: RO막 모듈(역침투막 모듈)
6: 유량 센서(유량 검출 수단)
7: 경도 센서(경도 측정 수단)
8: 전기 전도율 센서(전기 전도율 측정 수단)

10, 10A, 10B: 제어부

12: 제2 배수 밸브(배수 밸브)

L1: 공급수 라인

L3: 농축수 라인

L12: 제2 배수 라인

W1: 공급수

W3: 농축수

11: 제1 배수 밸브(배수 밸브)

13: 제3 배수 밸브(배수 밸브)

L2: 투과수 라인

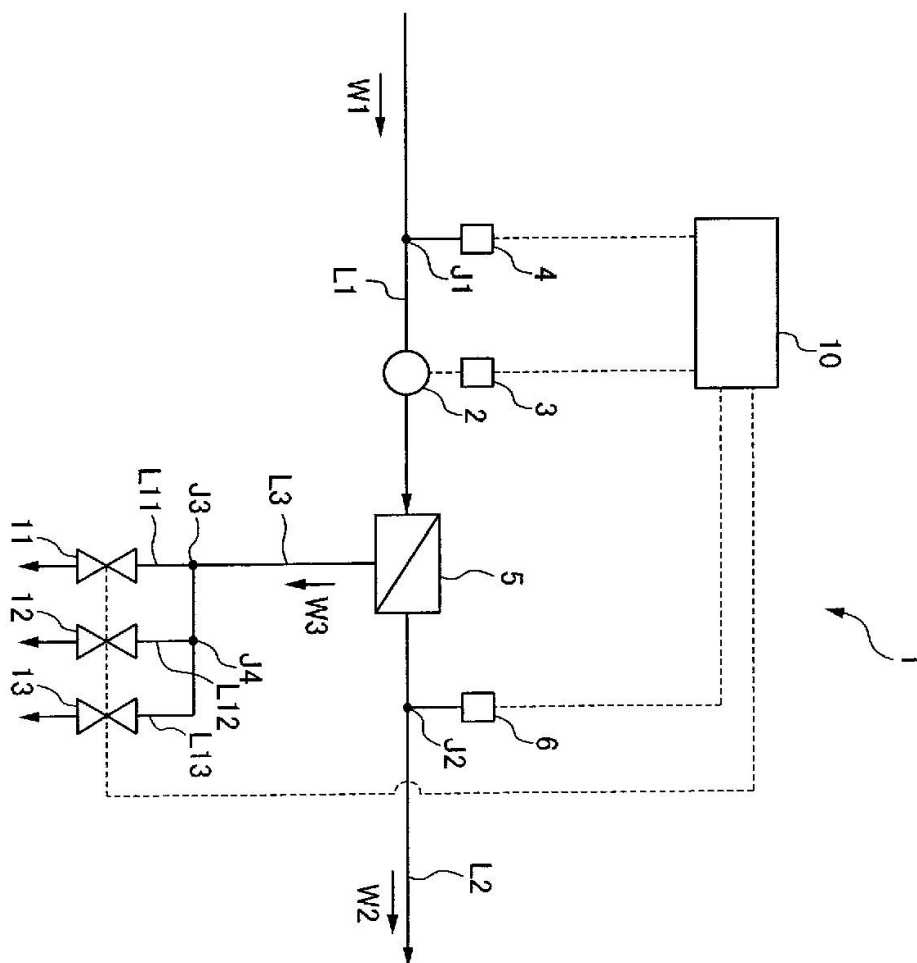
L11: 제1 배수 라인

L13: 제3 배수 라인

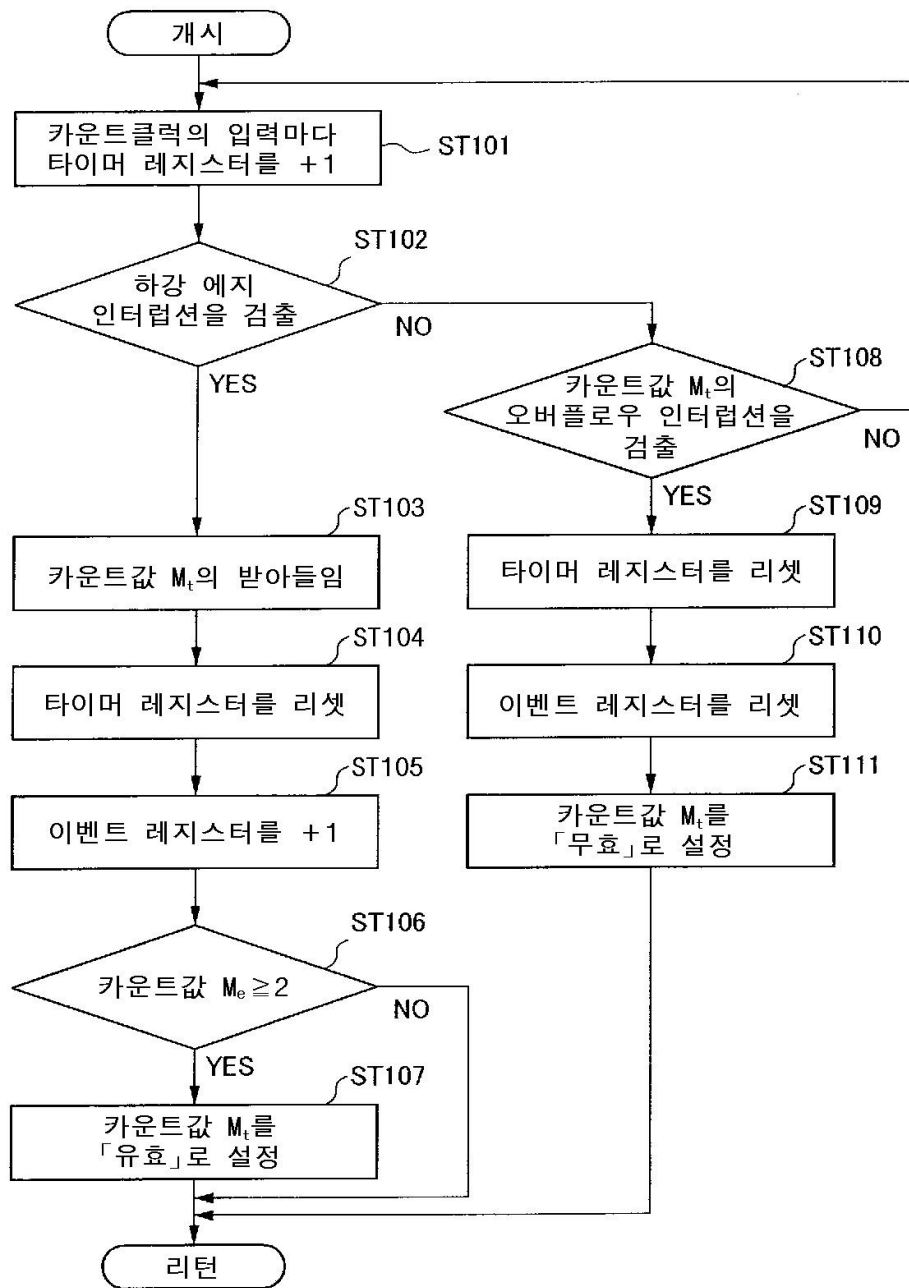
W2: 투과수

도면

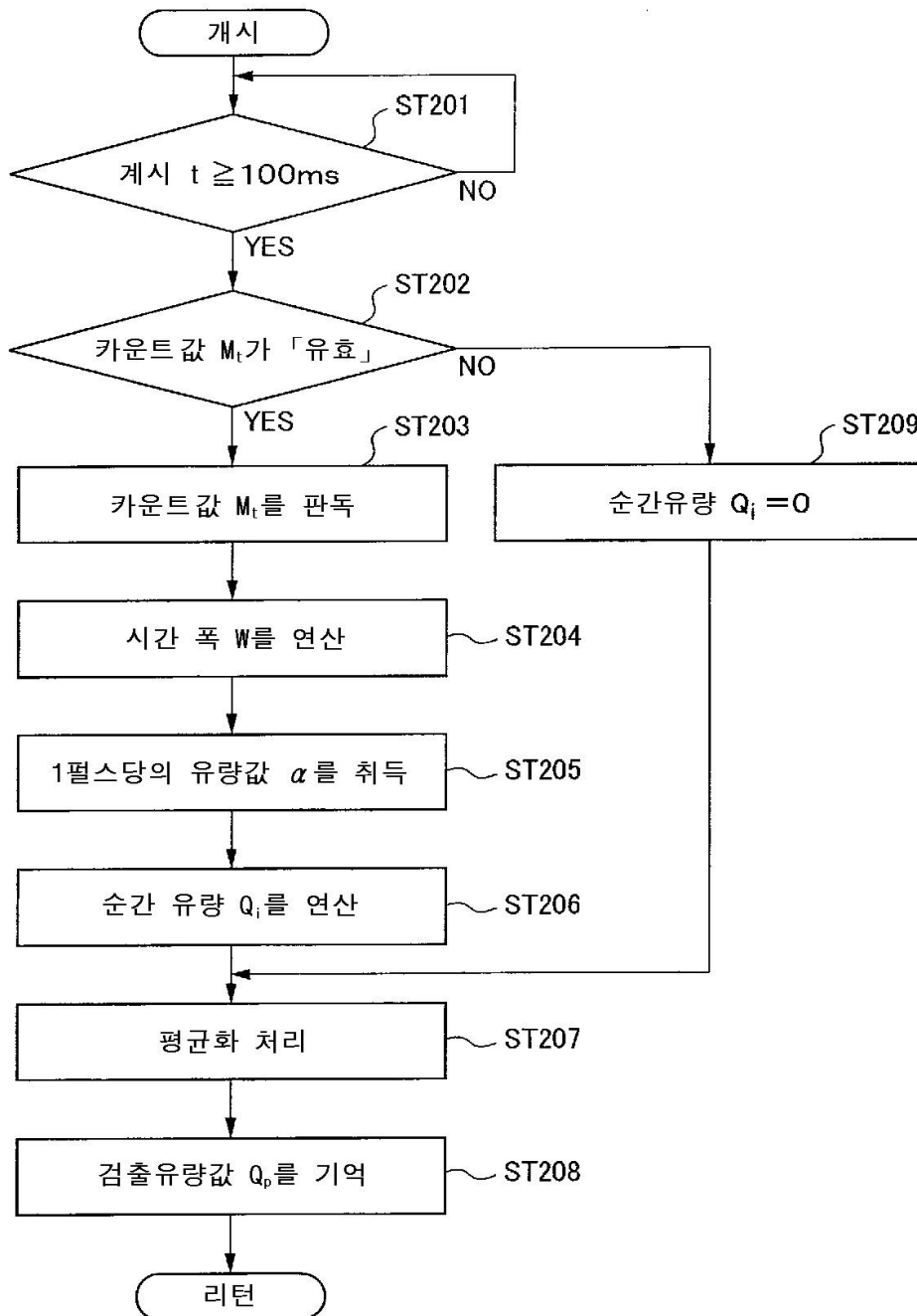
도면1



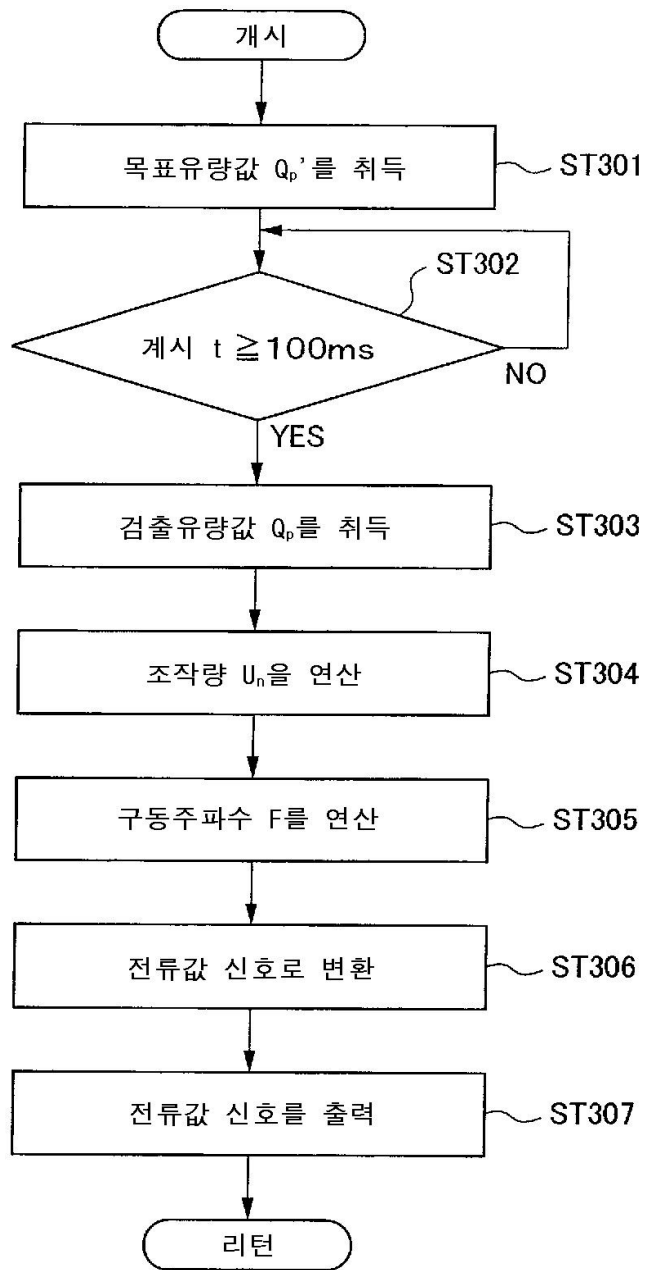
도면2



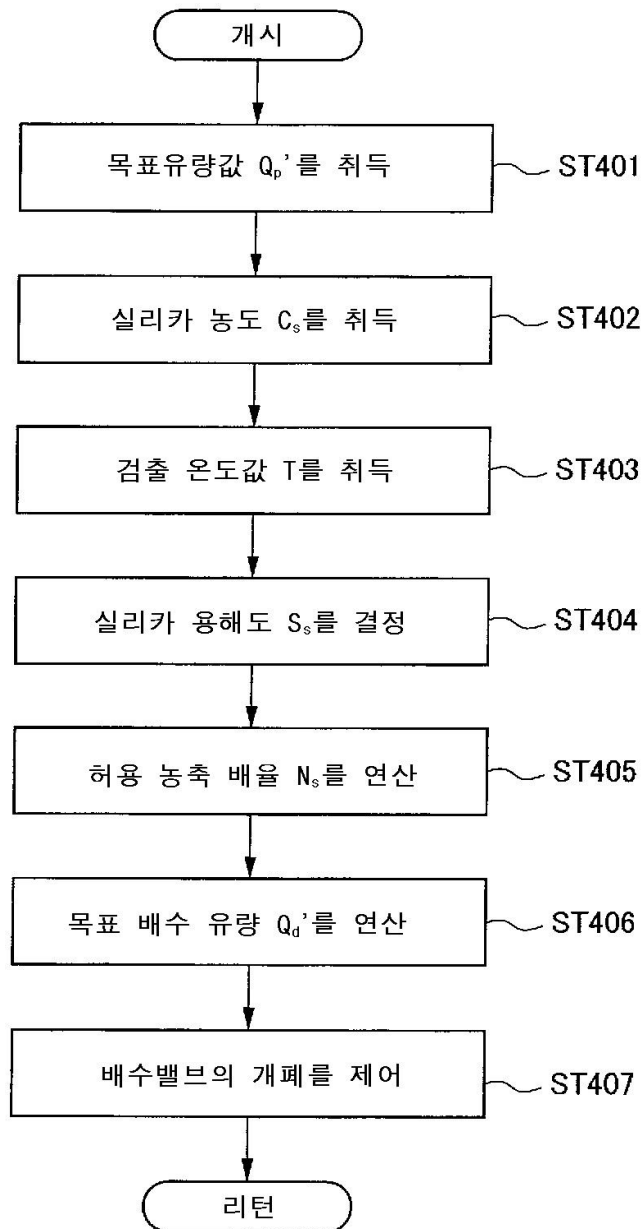
도면3



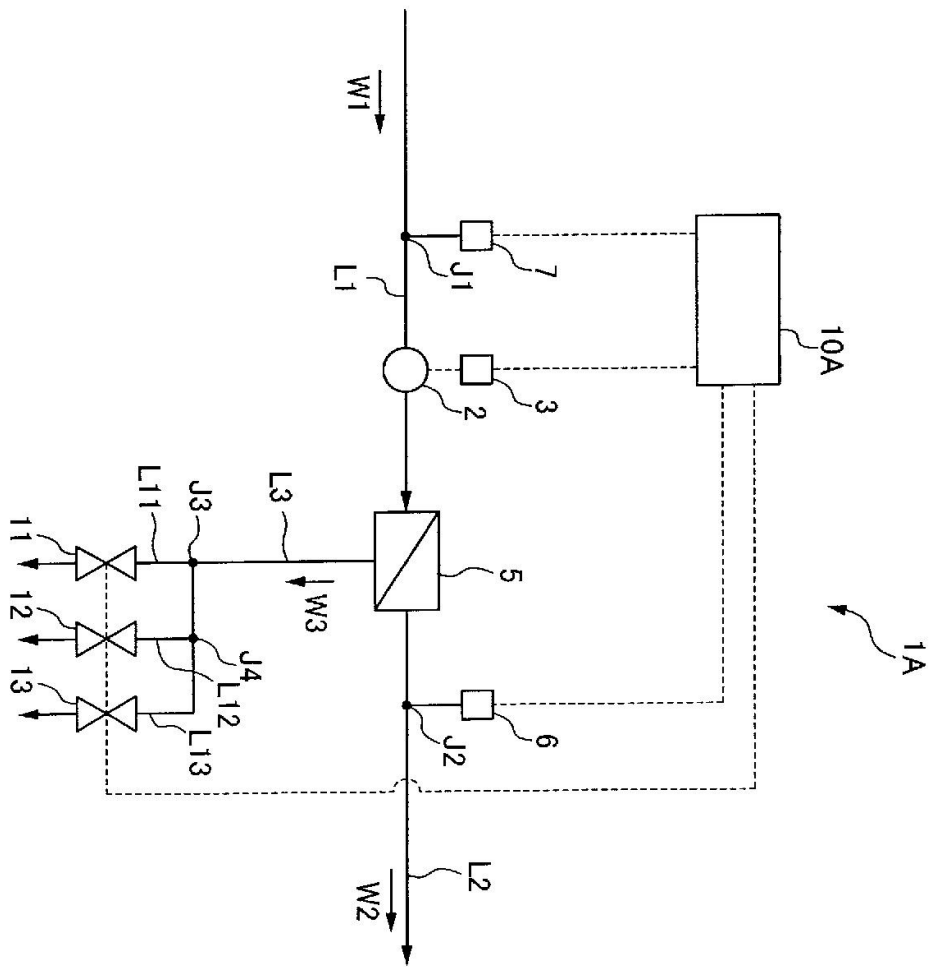
도면4



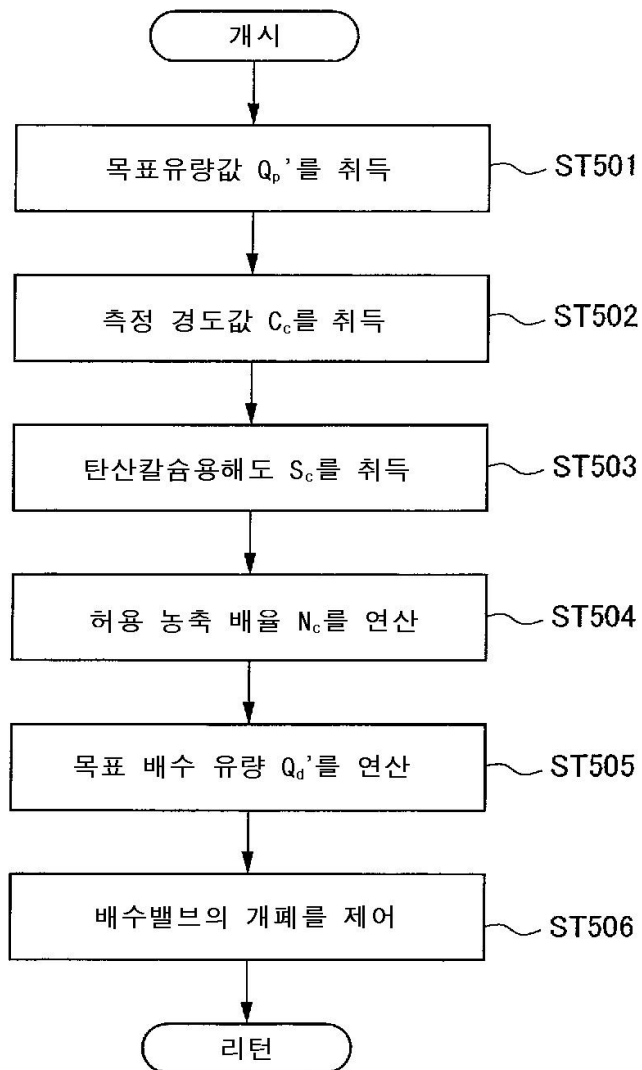
도면5



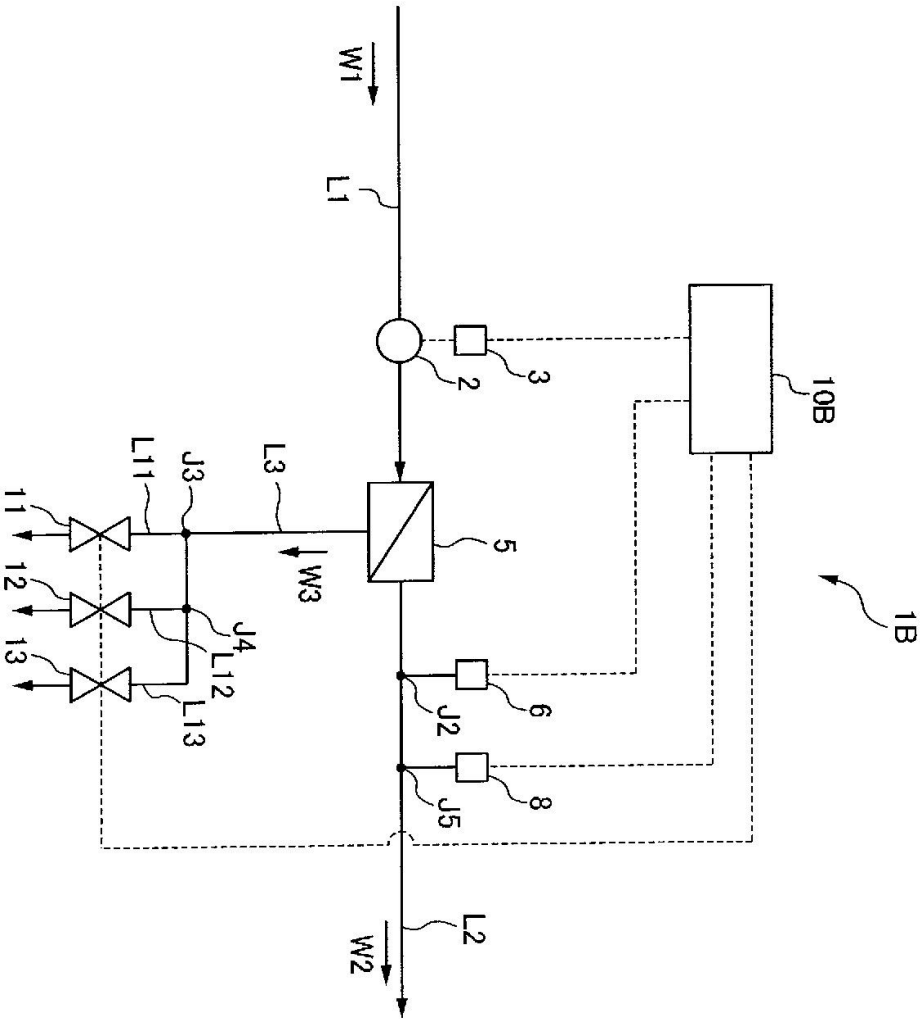
도면6



도면7



도면8



도면9

