



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2018년11월21일
(11) 등록번호 10-1920811
(24) 등록일자 2018년11월15일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

B01D 65/10 (2006.01) B01D 63/10 (2006.01)
B01D 65/02 (2006.01) B01D 65/08 (2006.01)
C02F 1/44 (2006.01) G06N 3/08 (2006.01)

(52) CPC특허분류

B01D 65/10 (2013.01)
B01D 63/10 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2017-0082452

(22) 출원일자 2017년06월29일

심사청구일자 2017년06월29일

(56) 선행기술조사문헌

KR1020080091244 A*

(뒷면에 계속)

(73) 특허권자

울산과학기술원

울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50

(72) 발명자

조경화

울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50

박종관

울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

특허법인이룸리온

전체 청구항 수 : 총 14 항

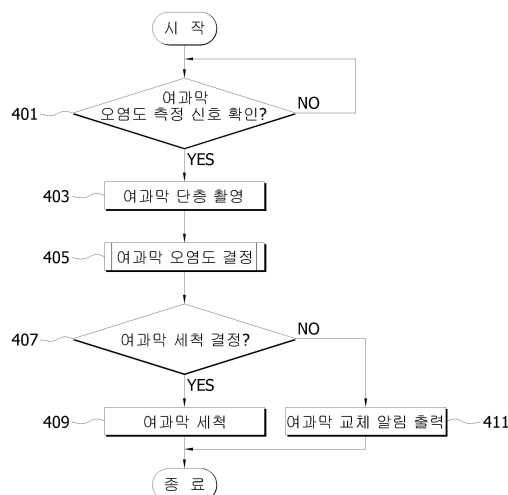
심사관 : 한상현

(54) 발명의 명칭 영상데이터의 딥러닝 처리에 기반하는 수처리 시스템 및 동작 방법

(57) 요약

본 발명은 영상데이터의 딥러닝 처리에 기반하는 수처리 시스템 및 그 동작 방법에 관한 것으로, 본 발명의 일 실시 예에 따르면, 영상데이터의 딥러닝 처리에 기반하는 수처리 시스템은, 측면에 내부를 향하여 형성된 투명창을 포함하고, 내부에 설치된 여과막을 통하여 유입되는 원수를 처리하는 수처리장치; 상기 투명창을 통하여 상기 여과막을 촬영하고 영상데이터를 생성하는 촬영장치; 상기 여과막을 세척하도록 상기 수처리장치에 세척수 및 약품을 제공하는 세척장치; 및 상기 여과막이 촬영된 상기 영상데이터에 기반하여 결정된 상기 여과막의 측정 오염도를 데이터베이스와 비교하여 상기 여과막의 비교 오염도를 결정하고, 결정된 상기 비교 오염도에 기반하여 상기 여과막의 세척 방법 또는 상기 여과막의 교체 시점을 결정하는 제어장치;를 포함하고, 다른 실시 예로도 적용이 가능하다.

대표도 - 도4



(52) CPC특허분류

B01D 65/02 (2013.01)

B01D 65/08 (2013.01)

C02F 1/44 (2013.01)

G06N 3/08 (2013.01)

(72) 발명자

박상훈

울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50

유정엽

울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50

(56) 선행기술조사문헌

JP2015009174 A*

KR101026928 B1

KR101414944 B1

KR100742282 B1

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 2015R1A5A7037825

부처명 미래창조과학부

연구관리전문기관 한국연구재단

연구사업명 NCRC

연구과제명 사이언스 월든

기 여 율 1/1

주관기관 울산과학기술원

연구기간 2015.08.01 ~ 2022.02.28

명세서

청구범위

청구항 1

측면에 내부를 향하여 형성된 투명창을 포함하고, 내부에 설치된 여과막을 통하여 유입되는 원수를 처리하는 수처리장치;

상기 투명창을 통하여 상기 여과막을 촬영하고 영상데이터를 생성하는 촬영장치;

상기 여과막을 세척하도록 상기 수처리장치에 세척수 및 약품을 제공하는 세척장치; 및

상기 여과막이 촬영된 상기 영상데이터에 기반하여 결정된 상기 여과막의 측정 오염도를 데이터베이스와 비교하여 상기 여과막의 비교 오염도를 결정하고, 결정된 상기 비교 오염도에 기반하여 상기 여과막의 세척 방법 또는 상기 여과막의 교체 시점을 결정하는 제어장치;를 포함하되,

상기 제어장치는, 상기 영상데이터에 촬영된 상기 여과막 표면의 유기물을 정량화하고, 정량화된 상기 유기물 수치에 기반하여 상기 여과막의 측정 오염도를 결정하며,

상기 데이터베이스는, 둘 이상의 여과막 오염 진행이 촬영된 영상데이터 및 상기 둘 이상의 여과막 오염 진행이 촬영된 영상데이터로부터 결정된 측정 오염도에 신경망 및 회귀분석 알고리즘 중 적어도 일부를 적용하여 생성된 것을 특징으로 하는 영상데이터의 딥러닝 처리에 기반하는 수처리 시스템.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 수처리장치는, 나권형으로 구비되고,

상기 투명창은 복수개 형성되며, 상기 복수의 투명창은 상기 수처리장치의 외주면을 따라서 나선형을 이루며 형성되는, 영상데이터의 딥러닝 처리에 기반하는 수처리 시스템.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 촬영장치는, 이동 가능하도록 구비되며, 둘 이상의 투명창을 통해서 상기 여과막을 촬영하는, 영상데이터의 딥러닝 처리에 기반하는 수처리 시스템.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 촬영장치는, 상기 투명창을 통해서 상기 여과막을 촬영하는 광 간섭 단층촬영장치로 구비되는, 영상데이터의 딥러닝 처리에 기반하는 수처리 시스템.

청구항 5

삭제

청구항 6

삭제

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 제어장치는, 상기 측정 오염도 및 상기 데이터베이스에 기반하여 상기 여과막의 측정 오염 단계, 상대적인 오염 단계, 오염 진행 속도, 상대적인 오염 진행 속도 중 적어도 일부에 대한 정보를 포함하여 상기 여과막의

비교 오염도를 결정하는, 영상데이터의 딥러닝 처리에 기반하는 수처리 시스템.

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 제어장치는, 상기 여과막의 비교 오염도에 포함된 상기 여과막의 상대적인 오염 단계, 상기 여과막의 상대적인 오염 진행 속도에 기반하여, 상기 여과막의 측정 오염도에 대응하여 결정된 상기 여과막의 처리 방법을 변경하는, 영상데이터의 딥러닝 처리에 기반하는 수처리 시스템.

청구항 9

제7항에 있어서,

상기 제어장치는, 상기 오염 단계에 기반하여 상기 여과막의 세척수 세척, 화학세척 중 적어도 하나의 세척방법을 결정하는, 영상데이터에 기반하는 수처리 시스템.

청구항 10

여과막 오염도 측정 신호를 확인하면, 상기 여과막이 촬영된 영상데이터를 획득하는 과정;

상기 영상데이터에 기반하여 결정된 상기 여과막의 측정 오염도를 데이터베이스와 비교하여 비교 오염도를 결정하는 과정; 및

상기 비교 오염도에 기반하여 상기 여과막의 세척 방법 또는 상기 여과막의 교체 시점을 결정하는 과정;을 포함하되,

상기 여과막의 측정 오염도는, 상기 영상데이터에 촬영된 상기 여과막 표면의 유기물을 정량화하고, 정량화된 상기 유기물 수치에 기반하여 결정하며,

상기 데이터베이스는, 둘 이상의 여과막 오염 진행이 촬영된 영상데이터 및 상기 둘 이상의 여과막 오염 진행이 촬영된 영상데이터로부터 결정된 측정 오염도에 신경망 및 회귀분석 알고리즘 중 적어도 일부를 적용하여 생성된 것을 특징으로 하는 영상데이터의 딥러닝 처리에 기반하는 수처리 시스템의 동작 방법.

청구항 11

제10항에 있어서,

상기 여과막이 촬영된 영상데이터를 획득하는 과정은, 상기 여과막이 포함된 수처리장치의 외주면에 형성된 투명창을 통해서 상기 여과막을 촬영하여 상기 영상데이터를 생성하는 과정;을 포함하는, 영상데이터의 딥러닝 처리에 기반하는 수처리 시스템의 동작 방법.

청구항 12

제11항에 있어서,

상기 여과막이 촬영된 영상데이터를 획득하는 과정은, 상기 수처리장치의 외주면에 형성된 복수의 투명창 중 둘 이상으로 이동하며 상기 여과막을 촬영하는 과정;을 포함하는, 영상데이터의 딥러닝 처리에 기반하는 수처리 시스템의 동작 방법.

청구항 13

제10항에 있어서,

상기 영상데이터는, 광 간섭 단층촬영장치로 촬영된 이미지를 포함하는, 영상데이터의 딥러닝 처리에 기반하는 수처리 시스템의 동작 방법.

청구항 14

삭제

청구항 15

삭제

청구항 16

제10항에 있어서,

비교 오염도는, 상기 측정 오염도 및 상기 데이터베이스에 기반하여 상기 여과막의 측정 오염 단계, 상대적인 오염 단계, 오염 진행 속도, 상대적인 오염 진행 속도 중 적어도 일부에 대한 정보를 포함하는, 영상데이터의 딥러닝 처리에 기반하는 수처리 시스템의 동작 방법.

청구항 17

제10항에 있어서,

상기 비교 오염도에 기반하여 상기 여과막의 세척 방법 또는 상기 여과막의 교체 시점을 결정하는 과정은, 상기 여과막의 비교 오염도에 포함된 상기 여과막의 상대적인 오염 단계, 상기 여과막의 상대적인 오염 진행 속도에 기반하여, 상기 여과막의 측정 오염도에 대응하여 결정된 상기 여과막의 처리 방법을 변경하는 과정;을 포함하는, 영상데이터의 딥러닝 처리에 기반하는 수처리 시스템의 동작 방법.

청구항 18

제16항에 있어서,

상기 비교 오염도에 기반하여 상기 여과막의 세척 방법 또는 상기 여과막의 교체 시점을 결정하는 과정은, 상기 오염 단계에 기반하여 상기 여과막의 세척수 세척, 화학세척 중 적어도 하나의 세척방법을 결정하는, 영상데이터의 딥러닝 처리에 기반하는 수처리 시스템의 동작 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 영상데이터의 딥러닝 처리에 기반하는 수처리 시스템 및 동작 방법에 관한 것으로, 상세하게는, 촬영된 영상데이터가 딥러닝 처리된 데이터베이스를 이용하여 수처리 공정을 자동화하기 위한 시스템 및 그 동작 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 수처리 기술은 인간의 생존에 반드시 필요한 물을 확보하기 위한 기술로, 폐수 정화, 해수 담수화 등의 수처리 공정에 있어서, 시설 설비가 용이한 여과막, 투과막 등의 삼투/역삼투 필터가 이용되고 있다.

[0003] 환경 정책에 따른 미래산업을 고려해볼 때, 이러한 수처리 시설의 효과 향상에 대한 연구, 특히 수처리의 핵심인 필터의 오염을 처리하는 방법에 대한 연구가 급격하게 증가되는 추세이며, 수처리 연속성을 향상시키고 필터의 성능을 유지하는 방향으로 연구가 진행되고 있다.

[0004] 특허문헌 제10-1187416호는 해수담수화 플랜트에서 축적된 데이터를 기반으로 인공 신경망이나 유전 프로그래밍에 의하여 구축된 예측 모델을 이용하여 에너지 효율을 극대화할 수 있는 해수담수화 방법 및 이를 수행하는 장치에 관련된 것으로, 제1 유입원수 운전값과, 제1 생산수 실 유량 및 제1 생산수 실 수질 중 적어도 하나를 포함하는 적어도 하나의 데이터와 학습 알고리즘을 이용하여 예측 모델을 생성하는 단계와, (b) 생산수 목표 유량 및 생산수 목표 수질 중 적어도 하나를 입력 받는 단계와, (c) 유입되는 유입원수 특성을 측정하는 단계와, (d) 측정된 상기 유입원수 특성을 생성된 상기 예측 모델에 대입하여 도출된 생산수 예측 유량 및 생산수 예측 수질 중 적어도 하나와, 상기 생산수 목표 유량 및 상기 생산수 목표 수질 중 적어도 하나를 비교하여 제2 유입원수 운전값을 산출하는 단계 및 (e) 산출된 상기 제2 유입원수 운전값으로 상기 유입원수 특성을 조절하는 단계를 개시하고 있다.

[0005] 이러한 해수 담수화 방법 및 장치는, 인공 신경망이나 유전 프로그래밍에 의하여 구축된 예측 모델을 이용하여 생산수의 목표 수질 및 목표 수량을 만족시키기 위한 최적화를 수행하는 것을 개시하고 있으나, 이러한 과정 중의 중요한 요소인 여과막의 상태를 일정하게 유지하기 위한 솔루션을 제공하는데 여전히 한계가 존재한다.

선행기술문헌

특허문헌

[0006] (특허문헌 0001) 제10-1187416호(등록특허공보)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 이러한 종래의 문제점을 해결하기 위한 본 발명의 다양한 실시 예에 따르면, 영상데이터의 딥러닝 처리를 통하여 생성된 데이터베이스를 통하여 수처리 여과막의 상대적인 오염도를 결정하는, 영상데이터의 딥러닝 처리에 기반하는 수처리 시스템 및 동작 방법을 제공할 수 있다.

[0008] 다양한 실시 예에 따르면, 영상데이터 및 데이터베이스에 기반하여 결정된 여과막의 상대적인 오염도에 따라서 수처리 여과막의 처리 방법을 결정하는, 영상데이터의 딥러닝 처리에 기반하는 수처리 시스템 및 동작 방법을 제공할 수 있다.

과제의 해결 수단

[0009] 본 발명의 일 실시 예에 따르면, 영상데이터의 딥러닝 처리에 기반하는 수처리 시스템은, 측면에 내부를 향하여 형성된 투명창을 포함하고, 내부에 설치된 여과막을 통하여 유입되는 원수를 처리하는 수처리장치; 상기 투명창을 통하여 상기 여과막을 촬영하고 영상데이터를 생성하는 촬영장치; 상기 여과막을 세척하도록 상기 수처리장치에 세척수 및 약품을 제공하는 세척장치; 및 상기 여과막이 촬영된 상기 영상데이터에 기반하여 결정된 상기 여과막의 측정 오염도를 데이터베이스와 비교하여 상기 여과막의 비교 오염도를 결정하고, 결정된 상기 비교 오염도에 기반하여 상기 여과막의 세척 방법 또는 상기 여과막의 교체 시점을 결정하는 제어장치;를 포함한다.

[0010] 다양한 실시 예에 따르면, 상기 수처리장치는, 나권형으로 구비되고, 상기 투명창은 복수개 형성되며, 상기 복수의 투명창은 상기 수처리장치의 외주면을 따라서 나선형을 이루며 형성될 수 있다.

[0011] 또한, 상기 촬영장치는, 이동 가능하도록 구비되며, 둘 이상의 투명창을 통해서 상기 여과막을 촬영할 수 있다.

[0012] 또한, 상기 촬영장치는, 상기 투명창을 통해서 상기 여과막을 촬영하는 광 간섭 단층촬영장치로 구비될 수 있다.

[0013] 또한, 상기 제어장치는, 상기 영상데이터에 촬영된 상기 여과막 표면의 유기물을 정량화하고, 정량화된 상기 유기물 수치에 기반하여 상기 여과막의 측정 오염도를 결정할 수 있다.

[0014] 또한, 상기 데이터베이스는, 둘 이상의 여과막 오염 진행이 촬영된 영상데이터 및 상기 둘 이상의 여과막 오염 진행이 촬영된 영상데이터로부터 결정된 측정 오염도에 신경망 및 회귀분석 알고리즘 중 적어도 일부를 적용할 수 있다.

[0015] 또한, 상기 제어장치는, 상기 측정 오염도 및 상기 데이터베이스에 기반하여 상기 여과막의 측정 오염 단계, 상대적인 오염 단계, 오염 진행 속도, 상대적인 오염 진행 속도 중 적어도 일부에 대한 정보를 포함하여 상기 여과막의 비교 오염도를 결정할 수 있다.

[0016] 또한, 상기 제어장치는, 상기 여과막의 비교 오염도에 포함된 상기 여과막의 상대적인 오염 단계, 상기 여과막의 상대적인 오염 진행 속도에 기반하여, 상기 여과막의 측정 오염도에 대응하여 결정된 상기 여과막의 처리 방법을 변경할 수 있다.

[0017] 또한, 상기 제어장치는, 상기 오염 단계에 기반하여 상기 여과막의 세척수 세척, 화학세척 중 적어도 하나의 세척방법을 결정할 수 있다.

[0018] 한편, 본 발명의 일 실시 예에 따르면, 영상데이터의 딥러닝 처리에 기반하는 수처리 시스템의 동작 방법은, 여과막 오염도 측정 신호를 확인하면, 상기 여과막이 촬영된 영상데이터를 획득하는 과정; 상기 영상데이터에 기반하여 결정된 상기 여과막의 측정 오염도를 데이터베이스와 비교하여 비교 오염도를 결정하는 과정; 및 상기 비교 오염도에 기반하여 상기 여과막의 세척 방법 또는 상기 여과막의 교체 시점을 결정하는 과정;을 포함한다.

- [0019] 다양한 실시 예에 따르면, 상기 여과막이 촬영된 영상데이터를 획득하는 과정은, 상기 여과막이 포함된 수처리 장치의 외주면에 형성된 투명창을 통해서 상기 여과막을 촬영하여 상기 영상데이터를 생성하는 과정;을 포함할 수 있다.
- [0020] 또한, 상기 여과막이 촬영된 영상데이터를 획득하는 과정은, 상기 수처리장치의 외주면에 형성된 복수의 투명창 중 둘 이상으로 이동하며 상기 여과막을 촬영하는 과정;을 포함할 수 있다.
- [0021] 또한, 상기 영상데이터는, 광 간섭 단층촬영장치로 촬영된 이미지를 포함할 수 있다.
- [0022] 또한, 상기 여과막의 측정 오염도는, 상기 영상데이터에 촬영된 상기 여과막 표면의 유기물을 정량화하고, 정량화된 상기 유기물 수치에 기반하여 상기 여과막의 측정 오염도를 결정할 수 있다.
- [0023] 또한, 상기 데이터베이스는, 둘 이상의 여과막 오염 진행이 촬영된 영상데이터 및 상기 둘 이상의 여과막 오염 진행이 촬영된 영상데이터로부터 결정된 측정 오염도에 신경망 및 회귀분석 알고리즘 중 적어도 일부를 적용하여 생성될 수 있다.
- [0024] 또한, 비교 오염도는, 상기 측정 오염도 및 상기 데이터베이스에 기반하여 상기 여과막의 측정 오염 단계, 상대적인 오염 단계, 오염 진행 속도, 상대적인 오염 진행 속도 중 적어도 일부에 대한 정보를 포함할 수 있다.
- [0025] 또한, 상기 비교 오염도에 기반하여 상기 여과막의 세척 방법 또는 상기 여과막의 교체 시점을 결정하는 과정은, 상기 여과막의 비교 오염도에 포함된 상기 여과막의 상대적인 오염 단계, 상기 여과막의 상대적인 오염 진행 속도에 기반하여, 상기 여과막의 측정 오염도에 대응하여 결정된 상기 여과막의 처리 방법을 변경하는 과정;을 포함할 수 있다.
- [0026] 또한, 상기 비교 오염도에 기반하여 상기 여과막의 세척 방법 또는 상기 여과막의 교체 시점을 결정하는 과정은, 상기 오염 단계에 기반하여 상기 여과막의 세척수 세척, 화학세척 중 적어도 하나의 세척방법을 결정할 수 있다.

발명의 효과

- [0027] 본 발명의 다양한 실시 예에 따르면 수처리장치의 여과막 오염도를 모니터링하고, 딥러닝 처리를 통하여 생성된 데이터베이스에 기반하여 결정된 여과막의 상대적인 오염도에 따라서 여과막의 오염을 정확하게 진단하고, 여과막의 오염에 최적화된 세척 방법을 결정함으로써, 여과막 세척 자동화의 효율을 향상시킬 수 있다.
- [0028] 또한, 본 발명의 다양한 실시 예에 따르면, 수처리장치의 여과막에 대하여 결정된 상대적인 오염도에 따라서 최적화된 세척 방법을 결정하고, 결정된 세척 방법에 따라서 여과막 세척을 수행함으로써, 수처리장치의 품질, 상세하게는 여과막의 품질을 일정하게 유지하고, 나아가 시스템을 통하여 처리되는 처리수의 품질을 일정하게 유지할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0029] 도 1은 본 발명의 일 실시 예에 따른 수처리 시스템의 개략적인 구성 요소를 도시하는 도면이다.
- 도 2는 본 발명의 일 실시 예에 따른 제어장치의 주요 구성을 나타낸 도면이다.
- 도 3은 본 발명의 일 실시 예에 따른 시스템에서 수처리장치(103) 및 촬영장치(105)의 구성 및 그 동작을 설명하는 도면이다.
- 도 4는 본 발명의 일 실시 예에 따른 시스템에서 제어장치가 수처리장치의 여과막 오염을 처리하는 방법을 설명하기 위한 순서도이다.
- 도 5는 본 발명의 일 실시 예에 따른 시스템에서 제어장치가 여과막 오염도를 결정하는 동작을 설명하기 위한 상세 순서도이다.
- 도 6은 본 발명의 일 실시 예에 따른 시스템에서 제어장치가 여과막을 세척한 후 수행하는 동작을 설명하기 위한 상세 순서도이다.
- 도 7은 본 발명의 일 실시 예에 따른 제어장치에서 딥러닝 처리를 통하여 수처리 여과막의 오염과 관련된 데이터베이스를 생성하는 동작의 흐름을 도시한다.
- 도 8은 본 발명의 일 실시 예에 따른 제어장치에서 수행되는 딥러닝 프로세스의 구성을 도시한다.

도 9 및 도 10은 본 발명의 일 실시 예에 따른 제어장치에서 다양한 수처리 환경에서 수처리 진행 중 촬영된 영상데이터를 도시한다.

도 11은 본 발명의 일 실시 예에 따른 제어장치에서 수처리 환경에서 획득한 영상데이터로부터 검출된 유기물 이미지를 도시한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0030] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시 예들을 보다 상세하게 설명하고자 한다. 이 때, 첨부된 도면에서 동일한 구성 요소는 가능한 동일한 부호로 나타내고 있음을 유의해야 한다. 그리고 본 발명의 요지를 흐리게 할 수 있는 공지 기능 및 구성에 대한 상세한 설명은 생략할 것이다.
- [0031] 본 발명의 다양한 실시 예에서 사용되는 ‘또는’, ‘적어도 하나’ 등의 표현은 함께 나열된 단어들 중 하나를 나타내거나, 또는 둘 이상의 조합을 나타낼 수 있다.
- [0032] 본 발명의 다양한 실시 예에서 사용되는 용어들은 특정 일 실시 예를 설명하기 위한 것으로, 본 발명을 한정하는 것으로 해석되어서는 안되며, 예를 들어, 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다른 것으로 명시되지 않는 한 복수의 의미를 포함할 수 있을 것이다.
- [0033] 본 발명의 다양한 실시 예에 따르면, 단층촬영에 기반하여 용수 또는 폐수와 같은 원수(raw water)를 처리하는 시스템(수처리 시스템 이하, 시스템) 및 그 동작 방법을 설명한다. 원수를 처리하는 시스템은, 해수 담수화 처리 시스템, 하수(또는 생활하수) 정수 처리 시스템과 같이 물의 성분, 수질을 변경하기 위한 시스템으로 제공될 수 있다.
- [0034] 여기서, 시스템은 적어도 하나의 전자장치를 포함하여 구성될 수 있다. 일 실시 예에 따르면, 도 1에 도시된 바와 같이 시스템(10)은 원수를 처리하는 수처리장치(103), 수처리장치(103)에 포함된 수처리 여과막(이하, 여과막)을 촬영하는 단층촬영장치(이하, 촬영장치(105)), 수처리장치(103)의 오염을 처리하는 세척장치(107) 및 수처리장치(103) 및 촬영장치(105)의 동작을 제어하는 제어장치(101)를 포함할 수 있다.
- [0035] 제어장치(101)는 촬영장치(105)를 통하여 수처리장치(103)의 내부에 구성된 여과막을 촬영한 영상데이터를 획득한다. 제어장치(101)는 획득한 영상데이터로부터 여과막의 오염의 정도(오염도)를 결정한다. 여기서, 제어장치(101)는 오염의 정도를 결정함에 있어서, 기 저장된 여과막의 오염 정보에 기반하여 수처리장치(103)에 포함된 여과막의 오염 단계를 포함하여 결정할 수 있다.
- [0036] 또한, 제어장치(101)는 결정된 오염 단계, 여과막을 교체한 이후 수행된 수처리(예: 여과막을 이용한 원수 여과)와 관련된 정보 및 기 저장된 기준 오염 정보의 연관 관계에 기반하여 여과막의 상대적인 오염 단계를 결정할 수 있다. 또한, 제어장치(101)는 상대적인 오염 단계를 이용하여 이후 수처리 동작에 따른 여과막의 오염을 예측할 수 있다.
- [0037] 여기서, 오염 단계는, 지정된 복수의 단계(또는 레벨) 중 하나로 결정될 수 있다. 또한, 기준 오염 정보는, 새로운 여과막을 이용하여 수처리를 시작하고 시간의 경과(예: 지정된 시점)에 따른 여과막의 오염 정도(또는 오염 단계)를 비교하기 위한 기준이 되는 정보일 수 있다.
- [0038] 예를 들면, 기준 오염 정보는, 정상 상태로 지정된 여과 동작에 대하여 수처리를 시작하고 시간의 경과에 따른 여과막의 오염 단계에 대응되는 여과막의 영상데이터를 포함할 수 있다. 여기서, 여과막의 영상데이터는, 단층촬영장치를 통하여 촬영된 여과막의 이미지를 포함할 수 있다.
- [0039] 이하 설명에서, 기 저장된 여과막의 오염 정보에 따라서 측정(또는 결정)되는 여과막의 오염 단계를 여과막의 측정(된) 오염 단계로 표현할 수 있고, 측정 오염 단계, 여과막을 교체한 이후 수행된 수처리와 관련된 정보 및 기 저장된 기준 오염 정보에 기반하여 결정되는 여과막의 오염 단계를 여과막의 비교(된) 오염 단계로 표현할 수 있다. 이하 설명에서, 측정 오염 단계를 포함하는 여과막의 오염 정도를 측정(된) 오염도로 표현할 수 있고, 비교 오염 단계를 포함하는 여과막의 오염 정도를 여과막의 비교(된) 오염도로 표현할 수 있다. 마찬가지로, 측정 오염도와 비교 오염도를 포함하는 여과막의 오염 정도는 여과막의 오염도로 표현할 수 있다.
- [0040] 제어장치(101)는 결정된 비교 오염도에 기반하여 여과막 세척 또는 교체를 결정한다. 제어장치(101)는 여과막의 오염에 대하여 여과막의 세척을 결정하는 경우 지정된 세척 방법에 따라서 여과막을 세척하도록 세척장치(107)를 제어하고, 촬영장치(105)를 통해서 여과막의 처리(예: 세척) 및 처리 결과를 모니터링 한다. 이때, 제어장치(101)는 여과막의 처리 결과에 따라서 재세척 또는 여과막 교환을 결정할 수 있다.

- [0041] 반면, 제어장치(101)는 여과막의 오염에 대하여 여과막의 교환을 결정하는 경우, 지정된 교환 시점을 확인하고, 여과막의 교환에 대한 알람을 출력할 수 있다. 제어장치(101)는 비교 오염도에 기반하여 여과막의 교환을 결정(또는 여과막의 교환 시점을 결정)할 수 있고, 또는 여과막의 세척 결과에 기반하여 여과막의 교환을 결정할 수 있다.
- [0042] 수처리장치(103)는 원통형 또는 나권형으로 형성되며, 내부에 원수를 처리하는 적어도 하나의 여과막을 포함하여 구성될 수 있다. 수처리장치(103)는 촬영장치(105)를 통하여 여과막의 단층촬영이 가능하도록 제공될 수 있다. 또한, 단층촬영으로 촬영된 영상데이터에 기반하여 세척장치(107)로부터 세척수 또는 약품이 유입되도록 형성되며, 유입된 세척수 또는 약품을 통하여 여과막이 세척되도록 구성될 수 있다.
- [0043] 촬영장치(105)는 제어장치(101)의 특정 위치에 배치되거나, 제어장치(101)의 외부에서 제어장치(101)와 연결되어 영상데이터를 획득할 수 있다. 촬영장치(105)는 렌즈를 통하여 광학적 신호를 수신할 수 있다. 촬영장치(105)는 수신한 광학적 신호로부터 영상데이터를 생성한다. 촬영장치(105)는 카메라 센서와 신호변환부를 구비할 수 있다. 카메라 센서는 광학적 신호를 전기적 영상신호로 변환한다. 신호변환부는 아날로그 영상신호를 디지털 영상데이터로 변환할 수 있다.
- [0044] 여기서, 영상데이터는 하나의 프레임(또는 하나의 이미지)로 제공될 수 있다. 또한, 영상데이터는 복수의 프레임으로 구성된 동영상데이터일 수 있으며, 하나의 프레임은 동영상데이터를 구성하는 하나의 영상데이터와 동일한 의미로 사용될 수 있다.
- [0045] 다양한 실시 예에 따르면, 촬영장치(105)는 다양한 단층촬영장치가 적용될 수 있지만, 본 발명의 일 실시 예에 따르면, 단층촬영장치는 광 간섭 단층촬영(optical coherence tomography, OCT)(또는 광학 단층촬영)장치가 제공될 수 있다. 예를 들면, 광 간섭 단층촬영장치는 빛의 간섭 현상과 공초점 현미경 구성의 적어도 일부를 조합하여 미세 구조를 영상화 하기 위한, 높은 분해능을 가진 촬영장치로 제공될 수 있다.
- [0046] 세척장치(107)는 수처리장치(103) 내부에 세척수 및/또는 약품을 주입하여 수처리장치(103) 내부, 여과막을 세척하도록 처리하는 장치로 제공된다. 세척장치(107)는 제어장치(101)를 통해서 결정된 세척 방법에 따라서 지정된 시점, 지정된 시간 동안 세척수 및/또는 약품을 수처리장치(103)로 제공할 수 있다. 일 실시 예에 따르면, 세척장치(107)는 수처리장치(103)의 배출구를 통하여 세척수 또는 약품을 주입하도록 형성될 수 있다. 하지만, 이에 한정하지 않고, 수처리장치(103)에 여과막의 세척을 위해서 형성된 별도의 유입구 및/또는 배출구를 통하여 세척수 또는 약품을 주입할 수 있다.
- [0047] 본 발명의 다양한 실시 예에 따르면, 시스템(10)은 취수구, 전처리, 역삼투 시스템, 브라인(brine), 생산수 탱크, 수질 컨트롤러(water quality controller) 중 적어도 하나의 구성 요소를 추가적으로 포함하여 구성될 수도 있다.
- [0048] 도 2는 본 발명의 일 실시 예에 따른 제어장치의 주요 구성을 나타낸 도면이다. 도 2를 참조하면, 제어장치(101)는 통신부(201), 입력부(203), 출력부(205), 메모리(207) 및 제어부(209) 중 적어도 하나의 구성 요소를 포함한다.
- [0049] 통신부(201)는 제어장치(101)와 연결된 수처리장치 및/또는 촬영장치와 같은 외부장치와 통신을 수행한다. 이를 위해, 통신부(201)는 유선 또는 무선 통신 중 적어도 하나를 수행할 수 있다. 통신부(201)는 WiFi(wireless fidelity), 블루투스(bluetooth), BLE(bluetooth low energy) 및 NFC(near field communication) 등의 무선 통신을 수행할 수 있다. 제어장치(101)가 수처리장치(103) 또는 촬영장치(105)에 장착되지 않고, 수처리장치(103) 또는 촬영장치(105)의 외부에 위치하는 경우, 통신부(201)는 수처리장치(103) 또는 촬영장치(105)와 유선 또는 무선 통신을 수행할 수 있다.
- [0050] 입력부(203)는 제어장치(101)에 대한 사용자 입력에 대응하여, 입력데이터를 발생시킨다. 입력부(203)는 적어도 하나의 입력수단을 포함한다. 이러한 입력부(203)는 키 패드(key pad), 돔 스위치(dome switch), 터치 패널(touch panel), 조그 셔틀(jog and shuttle), 터치 키(touch key) 중 적어도 하나를 포함한다.
- [0051] 출력부(205)는 제어부(209)의 처리 결과를 출력한다. 출력부(205)는 디스플레이 및 스피커 중 적어도 하나의 장치를 포함하여 구성될 수 있다. 출력부(205)가 디스플레이로 구비되는 경우 출력부(205)는 표시데이터를 출력한다. 예를 들면, 출력부(205)는 액정 디스플레이(LCD; liquid crystal display), 발광 다이오드(LED; light emitting diode) 디스플레이, 유기 발광 다이오드(OLED; organic LED) 디스플레이 등을 포함할 수 있다. 또한 출력부(205)는 다수개의 발광 소자들을 포함할 수 있다. 출력부(205)는 입력부(203)와 결합되어 터치 스크린

(touch screen)으로 구현될 수 있다. 출력부(205)가 스피커로 구비되는 경우 출력부(205)는 제어부(209)로부터 수신하는 데이터를 오디오로 출력할 수 있다.

- [0052] 메모리(207)는 제어장치(101)의 동작 프로그램들 또는 처리/생성되는 데이터를 저장할 수 있다. 메모리(207)는 촬영장치(105)를 통해서 수처리장치(103)의 여과막이 촬영된 영상데이터를 저장한다. 여기서, 영상데이터는, 적어도 일 위치에서 여과막이 단층촬영된 프레임을 포함할 수 있다.
- [0053] 또한, 메모리(207)는 여과막의 비교 오염도를 결정하기 위한 데이터베이스를 포함할 수 있다. 일 실시 예에 따르면, 데이터베이스는, 딥러닝(deep-learning) 처리(프로세스 또는 프로세싱))를 통하여 생성될 수 있다. 여기서, 딥러닝 처리는, 입력된 데이터 사이의 연관관계를 검출하는 기계학습 동작의 적어도 일부를 포함할 수 있다. 또한, 딥러닝 처리는 입력된 데이터에 기반하여 적어도 하나의 비선형 기법 또는 둘 이상의 조합에 기반하는 기계학습을 통하여 수행될 수 있다. 여기서 딥러닝 처리를 수행하는 장치는 딥러닝 모듈로 표현될 수 있다. 딥러닝 모듈은, 메모리(207) 또는 메모리(207)와 연결된 별도의 저장장치에 저장되는 소프트웨어(또는 프로그램)로 제공될 수 있고, 또는 하드웨어로 제공될 수 있다.
- [0054] 일 실시 예에 따르면, 딥러닝 처리는 입력부(203)를 통하여 제어장치(101)에 입력된 제어신호에 기반하여 통신부(201)를 통해서 입력되는 영상데이터를 분석하고, 분석 결과와 관련된 정보를 재구성하여 데이터베이스(예: 딥러닝 데이터베이스)를 생성하는 동작을 포함할 수 있다.
- [0055] 여기서, 데이터베이스는 제어장치(101)의 수처리에 있어서 시간의 경과에 따른 여과막의 변화와 관련된 정보가 저장될 수 있다. 데이터베이스는 제어장치(101)의 수처리가 정상 상태인 경우 시간의 경과에 따른 여과막의 변화가 단계별로 구분되어 저장될 수 있다.
- [0056] 여기서, 수처리의 정상 상태는 제어장치(101)가 원수의 수처리를 수행함에 있어서 연 평균 또는 월 평균 등 평균적으로 확인되는 통계에 기반하여 결정될 수 있다. 예를 들면, 연 평균에 기반하여 결정되는 수처리의 정상 상태는 원수의 오염도, 여과막에 형성된 유기물 수치(또는 양), 유기물 종류, 유기물의 형성 패턴, 여과막 최소 오염 단계, 여과막 최대 오염 단계의 연평균 데이터를 기준으로 하여 수처리의 시간 경과에 따른 여과막의 변화, 투과유량과 관련된 정보가 포함될 수 있다. 이하, 설명에서 수처리의 정상 상태 또는 그 요소들은 비교 기준이 되는 기준 상태 또는 기준 요소들로 표현될 수 있다.
- [0057] 상술한 바에 따르면, 수처리의 정상 상태는 시간 경과에 따른 여과막의 변화를 포함한다. 이때, 수처리의 정상 상태와 관련된 데이터베이스는, 새로운 여과막이 수처리장치(103)설치되고, 수처리가 시작된 시점을 기준으로 지정된 시점에 대응되는 영상데이터를 포함할 수 있다. 여기서, 지정된 시점은 기준 시점 또는 이전 지정된 시점으로부터 지정된 시간이 흐른 시점으로 결정될 수 있다. 또한 지정된 시점은, 지정된 시간 간격에 대하여 결정될 수 있다.
- [0058] 수처리의 정상 상태는, 각각의 시점에 대한 영상데이터에 기반하여 확인된 여과막에 형성된 유기물 수치(또는 양), 유기물 종류, 유기물의 형성 패턴, 여과막의 오염 단계(예: 측정 오염 단계)와 관련된 정보를 포함할 수 있다.
- [0059] 데이터베이스는 상술한 바와 같이 정상 상태의 수처리장치(103)와 관련된 정보에 기반하여 수처리장치(103)의 수처리 또는 여과막의 변화에 대한 상태를 결정하는 것에 한정하지 않고, 수처리장치(103)의 상황을 결정하기 위한 다양한 상태의 비교군 정보(또는 비교군 데이터)를 포함할 수 있다.
- [0060] 일 실시 예에 따르면, 데이터베이스는, 영상데이터에 촬영된 여과막의 표면에 형성된 유기물을 비교하고 여과막의 오염도를 결정하기 위한, 유기물 비교군 정보를 포함할 수 있다. 데이터베이스는, 원수의 다양한 상태, 예를 들면, 정상 상태를 기준으로 원수의 오염이 심하거나 또는 덜한 상태에 대하여 원수의 오염도, 수처리에 따라 획득되는 영상데이터, 여과막에 형성된 유기물 수치(또는 양), 유기물 종류, 유기물의 형성 패턴, 여과막 최소 오염 단계, 여과막 최대 오염 단계의 연평균 데이터를 기준으로 하여 수처리의 시간 경과에 따른 여과막의 변화, 투과유량과 관련된 정보가 포함될 수 있다.
- [0061] 또한 유기물의 양이 수치로 정량화되어 데이터베이스의 비교군 정보에 저장될 수 있다. 여기서, 유기물의 양이 정량화된 수치로 저장되는 경우, 유기물의 정도에 따라서 여과막의 오염도가 단계별로 구분되어 비교군 정보에 저장될 수 있다. 제어부(209)는 여과막으로부터 검출되는 유기물의 양을 정량화하고, 정량화 결과를 비교군 정보와 비교하여 여과막의 측정 오염도 또는 비교 오염도를 결정할 수 있다.
- [0062] 메모리(207)는 여과막의 오염도에 따른 여과막 처리 방법과 관련된 정보를 포함할 수 있다. 일 실시 예에 따르

면, 여과막 처리 방법은, 여과막의 오염이 복수의 단계로 구분되고, 각각의 오염 단계에 대응되는 세척 방법, 예를 들면, 세척수를 이용한 세척(이하, 물세척), 화학세척(또는 화학세정) 및 교체 중 적어도 하나의 방법이 매칭된 상태로 저장될 수 있다.

- [0063] 상술한 바와 같이, 메모리(207)는 입력된 영상데이터, 여과막의 측정 오염도, 비교군 정보, 영상데이터 및 비교군 정보에 기반하여 생성된 여과막의 비교 오염도를 결정하도록, 딥러닝 처리를 위한 데이터베이스가 구성될 수 있다.
- [0064] 제어부(209)는 촬영장치(105)를 통하여 촬영되는 수처리장치(103)의 영상데이터를 획득한다. 제어부(209)는 획득한 영상데이터에 포함된 수처리장치(103)의 여과막 오염도(예: 측정 오염도 또는 비교 오염도)를 판단하고, 오염도에 대응하여 여과막의 처리 방법을 결정할 수 있다. 제어부(209)는 지정된 시각에 또는 시간 간격으로 촬영장치(105)를 통해서 수처리장치(103)의 여과막이 촬영된 영상데이터를 획득할 수 있다.
- [0065] 제어부(209)는 획득한 영상데이터에서 여과막에 형성된 유기물을 정량화하고, 메모리(207)에 저장된 유기물의 비교군 정보와 비교하여 여과막의 오염도(예: 측정 오염도)를 결정할 수 있다. 여기서, 여과막에 형성되는 유기물은 막 형태로 여과막 표면에 쌓이게 되며, 제어부(209)는 여과막에 형성된 유기물의 두께를 측정하거나 또는 유기물이 형성된 여과막의 광투과도를 측정하여 여과막에 형성된 유기물의 양을 정량화할 수 있다. 또한, 제어부(209)는 유기물의 양을 정량화함에 있어서 유기물의 종류, 쌓여진 유기물의 두께, 쌓여진 유기물의 밀도 중 적어도 일부에 대한 정보를 이용할 수 있다. 제어부(209)는 여과막으로부터 검출되는 유기물, 예를 들면, 유기물의 정량화된 정보에 기반하여 여과막의 측정 오염도를 결정할 수 있다.
- [0066] 다양한 실시 예에 따르면, 현미경, 예를 들면, 레이저 현미경과 같은 측정장치를 여과막의 표면에 형성된 유기물의 양을 정량화 하는 과정에 추가적으로 이용할 수 있다.
- [0067] 제어부(209)는 데이터베이스의 비교군 정보에 포함된 기준 상태의 여과막 오염과 관련된 정보와 여과막의 측정 오염도에 기반하여 정상 상태에서 여과막의 오염 변화 대비 수처리장치(103)에 설치된 여과막(최후 여과막)의 오염 변화를 결정할 수 있고, 비교 결과에 기반하여 최후 여과막의 비교 오염도를 결정할 수 있다.
- [0068] 일 실시 예에 따르면, 제어부(209)는 기준 상태의 수처리에서 시간의 경과에 따른 여과막 오염 단계의 변화 및 각각의 여과막 오염 단계에 대응되는 영상데이터, 여과막의 유기물 형성 패턴, 유기물의 정량화 데이터, 유기물의 종류 중 적어도 일부 정보를 비교군 정보로 결정할 수 있다.
- [0069] 제어부(209)는 데이터베이스에서 비교군 정보(예: 기준 상태의 측정 오염도)와 최후 여과막의 측정 오염도를 비교하여, 최후 여과막의 오염 진행이 기준 상태의 여과막 오염 진행보다 빠르지 여부, 빠른 경우 여과막의 오염 단계의 차이, 오염 진행 속도(또는 가속도), 오염 진행 속도의 차이, 여과막의 유기물 형성 패턴과 관련된 정보를 포함하여 최후 여과막의 비교 오염도를 결정할 수 있다. 여기서, 여과막의 오염 단계의 차이는 기준 상태의 여과막과 최후 여과막의 오염도를 비교하여 그 차이에 대하여 결정된 복수의 단계들 중 매칭되는 단계로 결정될 수 있다. 제어부(209)는 여과막의 오염 단계의 차이에 기반하여 해당 시점에서 여과막의 오염 수준을 비교할 수 있다.
- [0070] 다양한 실시 예에 따르면, 제어부(209)는 기준 여과막의 오염 진행 속도에 기반하여 최후 여과막의 상대적인 오염 진행 속도를 결정할 수 있다. 또한, 제어부(209)는 기준 여과막의 오염 단계에 기반하여 최후 여과막의 상대적인 오염 단계를 결정할 수 있다. 일 실시 예에 따르면, 최후 여과막의 상대적인 오염 단계를 결정하기 위하여 이용되는 기준 여과막의 오염 단계와 최후 여과막의 오염 단계는, 각각의 여과막에 대하여 수처리 시작 이후 동일한 시점 또는 유사한 다른 시점에 촬영된 영상데이터로부터 결정된 오염 단계의 차이일 수 있다. 제어부(209)는 여과막의 오염 진행 속도 및 오염 단계에 기반하여 최후 여과막의 오염이 최대 오염 단계에 도달하기까지 소요되는 시간을 예측할 수 있다.
- [0071] 제어부(209)는 복수의 시점에 대한 여과막의 오염 단계의 차이를 이용하여 기준 상태의 여과막 오염 진행 속도 및 최후 여과막의 오염 진행 속도를 확인할 수 있고, 그 비교에 기반하여 여과막 세척 시점 또는 여과막 교체 시점을 예측(또는 결정)할 수 있다. 더하여, 제어부(209)는 여과막의 세척 시점 또는 여과막 교체 시점을 예측하는 것에 한정하지 않고, 여과막의 오염 진행 속도에 기반하여 이후 오염 단계에 대한 도달 시간, 여과막의 최대 오염 단계까지 처리될 수 있는 원수의 여과량과 같은 정보를 예측할 수 있다. 이하 설명에서, 여과막의 오염 단계의 차이는 기준 상태의 여과막 오염 단계 대비 최후 여과막 오염 단계 차이로, 최후 여과막의 상대적인 오염 단계로 표현될 수 있다. 또한, 마찬가지로 여과막의 오염 속도의 차이는 기준 상태의 여과막 오염 진행 속도 대비 최후 여과막의 오염 진행 속도의 차이로, 최후 여과막의 상대적인 오염 진행 속도로 표현될 수 있다.

- [0072] 제어부(209)는 최후 여과막의 유기물 형성 패턴을 검출할 수 있고, 여과막의 오염 진행과 관련하여 특징을 가지는지 여부를 검출할 있다. 제어부(209)는 여과막의 유기물 형성 패턴과 관련하여 특징을 확인하는 경우, 확인된 특징이, 여과막 오염의 진행 속도 변화에 영향을 주었는지 여부를 확인할 수 있다. 이때, 제어부(209)는 데이터베이스에 기 저장된 유기물 형성 패턴 및 유기물 형성 패턴에 따른 원수 처리 정보에 기반하여 유기물 형성 패턴으로부터 검출된 특징이 여과막 오염의 진행 속도 변화 원인을 확인할 수 있다.
- [0073] 또한, 제어부(209)는 유기물의 정량화뿐만 아니라, 여과막에 성형되는 유기물의 패턴을 검출하고, 여과막에 형성되는 유기물의 종류, 여과막의 투과유량 변화 등의 정보를 결정할 수 있다. 제어부(209)는 여과막의 유기물 종류, 여과막의 투과유량 변화에 기반하여 시간의 경과에 따른 여과막의 오염 변화를 예측할 수 있다.
- [0074] 상술한 바에 따르면, 제어부(209)는 촬영장치(105)로부터 수신된 영상데이터 및 데이터베이스에 기반하여 여과막의 측정 오염도를 결정하고, 결정된 측정 오염도를 이용하여 여과막의 비교 오염도를 결정하는 것으로 표현하고 있지만, 측정 오염도를 결정하는 동작을 수행하지 않고, 영상데이터 및 데이터베이스에 기반하여 여과막의 비교 오염도를 결정할 수 있음은 자명하다.
- [0075] 제어부(209)는 영상데이터에 촬영된 여과막의 오염도를 결정하고, 오염도에 따라서 여과막의 처리 방법을 결정하며, 여과막의 처리 시점을 결정할 수 있다. 여과막의 처리 방법을 결정함에 있어서, 제어부(209)는 결정된 오염도에 따라서 물세척, 약품을 통한 화학세척 및 여과막 교체 중 적어도 하나의 여과막 처리 방법을 결정할 수 있다.
- [0076] 일 실시 예에 따르면, 제어부(209)는 데이터베이스 및 최후 여과막의 오염도에 기반하여 물세척을 수행할 지, 화학세척을 수행할지 또는 여과막 교체가 필요한지 여부를 결정할 수 있다.
- [0077] 일 실시 예에 따르면, 제어부(209)는 측정 오염도 및 비교 오염도에 기반하여 여과막의 오염 진행 속도, 여과막의 오염이 최대 오염 단계가 될 때까지 소요되는 예측 시간, 여과막 처리 방법 또는 처리 시점을 결정할 수 있다. 또한, 제어부(209)는 딥러닝 처리를 통해서 생성된 최후 여과막의 비교 오염도에 기반하여 측정 오염도에 대응하여 결정된 여과막의 처리 방법을 변경할 수 있다.
- [0078] 제어부(209)는 여과막의 처리 시점을 결정함에 있어서, 수처리장치(103)의 원수 처리량에 기반하여 결정할 수 있다. 예를 들면, 제어부(209)는 원수 처리량이 지정된 수치보다 낮을 때 여과막 처리를 수행하도록 결정할 수 있다. 또한, 제어부(209)는 원수 처리 통계에 기반하여 지정된 수치보다 낮은 원수 처리량이 지정된 시간 이상 유지될 때 여과막 처리를 수행하도록 결정할 수 있다.
- [0079] 또한, 제어부(209)는 여과막의 오염도에 따라서 결정된 여과막의 처리 방법을 수행함 있어서 세척장치(107)의 동작 시간을 제어할 수 있다. 일 실시 예에 따르면, 제어부(209)는 오염도에 따라서 결정된 물세척 또는 화학세척의 동작 시간을 제어할 수 있다. 또한 화학세척의 경우, 제어부(209)는 세척장치(107)를 통해서 수처리장치(103)에 유입되는 약품 투입량과 약품 투입 시점을 결정할 수 있다.
- [0080] 더하여, 제어부(209)는 상술한 바와 같이 여과막으로부터 검출된 특징에 기반하여, 여과막 세척 방법을 결정할 수 있다. 예를 들면, 제어부(209)는 여과막에서 검출된 유기물의 종류, 유기물 형성 두께, 유기물 형성 패턴 중 적어도 일부를 포함하는 정보를 이용하여 데이터베이스로부터 물세척 또는 화학세척을 결정할 수 있다. 또한, 제어부(209)는 세척 시간, 수압을 결정하고 또는, 화학세척을 결정하는 경우, 사용되는 약품, 약품의 용량, 약품 투입 시점 등을 결정할 수 있다.
- [0081] 제어부(209)는 수처리장치(103)의 여과막 처리 후 촬영장치(105)를 통해서 여과막의 영상데이터를 획득할 수 있다. 제어부(209)는 여과막의 처리 이후 촬영된 영상데이터로부터 여과막의 오염도를 결정하고, 결정된 여과막의 오염도에 기반하여 여과막의 재처리 여부를 결정할 수 있다.
- [0082] 일 실시 예에 따르면, 제어부(209)는 여과막의 처리 전/후 촬영된 유기물, 그리고 비교군 정보를 비교하여 여과막의 재처리 여부를 결정할 수 있다. 예를 들면, 제어부(209)는 여과막의 처리 전/후 촬영된 유기물 및 비교군 정보와 비교하여, 여과막의 오염이 감소하였으나 지정된 수준의 오염도를 만족하지 못하는 경우, 물세척 또는 화학세척을 수행하도록 결정할 수 있다. 또한, 제어부(209)는 여과막의 오염이 감소하지 않은 경우 화학세척을 수행하도록 결정하거나, 또는 여과막을 교체할 것을 결정할 수 있다.
- [0083] 상술한 바와 같이 제어부(209)를 통하여 수행되는 다양한 동작들 중 적어도 일부를 포함하여 딥러닝 처리로 표현될 수 있다. 제어부(209)는 메모리(207)에 기 저장된 여과막과 관련된 정보 또는 통신부(201), 입력부(203)를 통하여 입력되는 정보의 연관관계에 기반하여 딥러닝 처리를 수행하며, 최후 여과막의 오염도, 처리 방법 또는

재처리를 결정할 수 있다.

- [0084] 예를 들면, 제어부(209)는 상술한 바와 같이, 기준 상태의 여과막 오염(또는 오염도) 관련된 정보에 기반하여 최종 여과막의 지정된 시점에 대응되는 영상데이터에 기반하여 측정 오염도 및 비교 오염도를 결정할 수 있다. 여기서, 기준 상태의 여과막 오염도는 메모리(207)에 저장된 정보 또는 딥러닝 처리를 통하여 생성된 데이터베이스로 제공될 수 있다. 또한, 제어부(209)는 상술한 바와 같이 데이터베이스 및 최종 여과막에 대하여 입력된 영상데이터의 딥러닝 처리를 통하여 비교 오염도 및 처리 방법을 결정할 수 있다.
- [0085] 제어부(209)는 상술한 바와 같이 딥러닝 처리를 통해 생성된 데이터베이스에 기반하여 최종 여과막에 대하여 촬영된 영상데이터의 연관관계를 분석하고 적절한 세척 방법 및 세척 조건을 결정할 수 있다.
- [0086] 본 발명의 다양한 실시 예에 따르면, 최종 여과막은, 수처리장치(103)에 설치된, 오염도를 결정하고, 처리 방법을 결정하기 위한 여과막을 나타내기 위한 표현이며, 최종 여과막에 처리되는 동작들이 다양한 여과막들 중 어느 하나에 적용될 수도 있음은 자명하다.
- [0087] 도 3은 본 발명의 일 실시 예에 따른 시스템에서 수처리장치(103) 및 촬영장치(105)의 구성 및 그 동작을 설명하는 도면이다. 도 3을 참조하면, 광 간섭 단층촬영을 위한 수처리장치(103) 및 촬영장치(105)의 단면을 도시한다.
- [0088] 일 실시 예에 따르면, 수처리장치(103)는 여과막의 광 간섭 단층촬영이 가능하도록 제공될 수 있다. 도 3에 도시된 바와 같이, 수처리장치(103)의 외형(예: 하우스)은 나권형으로 형성될 수 있다. 수처리장치(103)의 최외곽에 위치하는 하우스에는 외부로부터 내부의 관통홀까지 빛이 투과되도록 할 수 있는 적어도 하나의 투명창(이하, 투명창(301))이 형성될 수 있다. 도 3에 도시된 바와 같이, 투명창(301)이 복수개 형성되는 경우, 투명창(301)은 빛 투과도가 우수한 소재로 이루어질 수 있다.
- [0089] 투명창(301)을 통하여 수처리장치(103)의 내부에 마련된 여과막의 오염도를 측정할 수 있다. 투명창(301)은 광 감쇄율을 줄이기 위해 투과도가 높은 소재로 이루어질 수 있으며, 투과도가 높을수록 측정된 정보의 오차를 줄이고, 정확도를 높일 수 있다.
- [0090] 수처리장치(103)의 여과막 오염도가 수처리장치(103)에 유입되는 원수의 흐름을 따라서 다양한 방향에서 측정할 수 있도록 투명창(301)은 수처리장치(103)의 외주면에 횡방향(예: 원주방향)을 따라 일정간격 이격되어 형성될 수 있다. 동시에 투명창(301)은 수처리장치(103)의 종방향(예: 축방향, 길이방향)으로도 일정간격 이격되어 형성될 수 있다. 상세히 설명하면, 수처리장치(103)의 외주면에 형성되는 투명창 각각은 순차적으로 횡방향 및 종방향으로 일정 간격 이격되어 형성될 수 있다. 즉, 결과적으로 투명창(301)은 원통형으로 형성된 수처리장치(103)의 표면의 원주방향을 따라서 나선형을 이루며 형성될 수 있다.
- [0091] 도 3에 도시하고 있지는 않지만, 수처리장치(103)는 외부에 마련된 모터에 의해 수처리장치(103)의 중심축을 기준으로 회전될 수 있다. 수처리장치(103)의 중심축에는 수처리장치(103)의 투과생성관이 형성될 수 있다.
- [0092] 수처리장치(103)의 회전방향은 중심축을 기준으로 좌방향 또는 우방향일 수 있다. 수처리장치(103)의 회전방향 및 회전 속도는 촬영장치(105)가 수처리장치(103)의 투명창(301)을 통해 여과막의 오염도를 측정하도록 기설정된 제어 조건에 따라 결정될 수 있다.
- [0093] 따라서, 외부의 모터에 의해 수처리장치(103)가 회전하는 동안 촬영장치(105)로부터 방출되는 광이 수처리장치(103)에 형성된 투명창(301)을 통해 투명창(301)의 표면에 수직하게 조사되어 여과막의 오염도가 모든 방향에 대하여 측정될 수 있다.
- [0094] 다양한 실시 예에 따른 수처리장치(103)를 구성하는 여과막의 오염도는 투명창(301)을 통해 촬영장치(105)를 이용하여 측정될 수 있다. 이에 따라서, 수처리장치의 세척을 위해서 해수담수화 공정 전체를 중지하고, 수처리장치를 해체 및 분해하는 방법을 이용하지 않고, 수처리장치(103)를 외부에서 모니터링을 하여 여과막의 오염도를 정량화하고, 이에 따라 여과막의 세척이 필요할 때를 판단하여 세척, 또는 교환할 수 있게 되었다.
- [0095] 더불어, 수처리장치(103)의 동작을 해체 또는 분해할 경우 여과막의 재활용이 불가 했던 문제가 있었는데, 이러한 문제점을 해결할 수 있게 되었다. 더하여, 여과막의 오염도 측정에 소요되는 시간 및 비용을 절감할 수 있다.
- [0096] 촬영장치(105)는 수처리장치(103)의 종방향에 수직방향으로 빛을 조사하도록 수처리장치(103)의 외부에 설치될 수 있다. 일 실시 예에 따르면, 투명창(301)의 윗면이 곡물을 갖는다면, 촬영장치(105)에서 방출된 빛은 나권형

으로 형성된 수처리장치(103) 외주면의 접선에 수직한 방향으로 들어올 수 있고, 투명창(301)의 윗면이 곡면이 아닌 평면인 경우 투명창(301)의 평면에 수직한 방향으로 빛이 입사될 수 있다.

- [0097] 구체적으로, 촬영장치(105)가 수처리장치(301)의 횡방향으로 이동이 가능하도록 수처리장치(103)의 중심축으로부터 일정간격 이격되어, 수처리장치(103)와 나란하도록 레일(311)이 설치될 수 있다. 이 레일(311)에 촬영장치(105)가 연결되고, 레일(311)에 설치된 촬영장치(105)는 측정되는 수처리장치(103)의 투명창(301) 위치에 따라 수처리장치(103)의 횡방향으로 이동할 수 있다.
- [0098] 도 3을 참조하면, 촬영장치(105)는 형성된 레일(311)을 통해서 이동되는 것으로 설명하고 있지만, 이에 한정하지 않고, 바퀴 또는 베어링 등 다양한 이동 가능한 수단을 통해 이동될 수 있다.
- [0099] 촬영장치(105)는 기 설정된 제어 조건에 따라 이동될 수 있다. 예를 들면, 촬영장치(105)는 측정 위치, 측정 시간 또는 측정 반복 횟수 중 적어도 일부를 포함하는 제어 조건에 기반하여 이동될 수 있다.
- [0100] 촬영장치(105)의 측정 위치는 수처리장치(103)의 여과막 위치에 마련된 투명창의 중앙 부분에 카메라가 위치하도록 결정될 수 있다. 즉, 수처리장치(103)에 마련된 여과막의 횡방향 및 종방향의 중앙에 촬영장치(105)에서 방출되는 빛이 도달될 수 있도록 제어장치(101)는 촬영장치(105)의 위치를 이동할 수 있다.
- [0101] 다양한 실시 예에 따르면, 촬영장치(105)뿐만 아니라 수처리장치(103)의 회전이 제어될 수 있다. 수처리장치(103)는 촬영장치(105)로부터 방출된 빛이 수처리장치(103)의 투명창(301)에 수직한 방향으로 입사될 수 있도록 모터에 의해 회전될 수 있다.
- [0102] 이를 통해, 제어부(209)는 수처리장치(103) 내부의 여과막과 관련하여 다양한 방향에 대한 영상데이터를 획득하며, 다양한 방향에서 측정된 영상데이터에 기반하여 여과막의 오염도를 정확하게 모니터링할 수 있다. 또한, 제어부(209)는 수처리장치(103)의 회전을 제어함으로써 투명창(301)을 통하여 원하는 시간 동안 여과막을 모니터링할 수 있다.
- [0103] 다양한 실시 예에 따르면, 시스템(10)은 복수의 수처리장치를 포함하여 형성될 수 있다. 시스템(10)에 수처리장치가 복수개 포함되는 경우, 수처리장치(103)와 적어도 하나의 다른 수처리장치는 직렬 또는 병렬로 연결될 수 있다. 또한, 수처리장치(103)를 제외한 나머지 수처리장치는 직렬 또는 병렬로 연결될 수 있다. 시스템(10)에 복수의 수처리장치가 포함되는 경우, 복수의 수처리장치는 제어장치(101)를 통하여 제어될 수 있다.
- [0104] 제어장치(101)는 측정된 여과막에 관한 데이터에 기반하여 여과막 오염물질을 시각적 자료, 예를 들면, 영상 또는 이미지 자료로 생성할 수 있다. 이를 통해, 여과막 표면에 생성된 오염물질을 직관적으로 확인할 수 있다. 또한, 여과막의 물세척 또는 화학세척을 수행함에 있어서, 수처리장치의 동작을 중단하는 과정이 없기 때문에 여과막 처리 공정이 진행되는 동안 여과막 오염도 측정이 가능하여 시간에 따른 여과막 오염물질(예: 유기물)의 생성 또는 제거 과정을 실시간으로 모니터링하고 분석할 수 있다.
- [0105] 추가적으로, 제어장치(101)는 생성된 시각적 자료를 후처리하여 여과막 표면에 생성된 오염물질을 정량적으로 분석할 수 있다. 오염물질 생성량에 따라 여과막을 화학세척하기 위해 투입되는 약품의 최적 투입량을 계산할 수 있다.
- [0106] 이에 따라, 여과막 세척을 위한 약품 투입량을 경험적인 유추를 통해 대략적으로 결정하지 않고, 정량화된 분석 자료를 기반으로 최적의 약품 투입량을 계산할 수 있다.
- [0107] 도 4는 본 발명의 일 실시 예에 따른 시스템에서 제어장치가 수처리장치의 여과막 오염을 처리하는 방법을 설명하기 위한 순서도이다.
- [0108] 도 4를 참조하면, 401 동작에서 제어부(209)는 여과막 오염도 측정 신호를 확인한다. 예를 들면, 제어부(209)는 메모리(207)에 저장된(또는 설정된) 여과막 처리 정보에 기반하여 여과막 오염도 측정 신호를 확인한다. 여기서, 여과막 오염도 측정 신호는 지정된 시각 또는 지정된 시각(또는 시간) 범위에 발생되도록 설정된 상태일 수 있다. 다양한 실시 예에 따르면, 여과막 오염도 측정 신호는 입력부(203)를 통해서 입력되는 신호일 수 있다.
- [0109] 또한, 여과막 오염도 측정이 실시간으로 수행되는 경우, 제어부(209)는 401 동작의 수행 없이 403 동작을 수행할 수 있다.
- [0110] 403 동작에서 제어부(209)는 촬영장치(105)를 통해서 여과막 단층촬영을 수행할 수 있다. 제어부(209)는 수처리장치(103)에 형성된 적어도 하나의 투명창을 통해서 여과막 영상데이터를 촬영하도록 촬영장치(105)를 제어할

수 있다. 이때, 제어부(209)는 메모리(207)에 저장된 단층촬영 정보에 기반하여 촬영장치(105)의 위치 이동 또는 촬영 시간과 같은 촬영 조건을 제어할 수 있다.

- [0111] 일 실시 예에 따르면, 제어부(209)는 기 설정된 위치로 촬영장치(105)를 이동하고, 이동한 위치에서 촬영장치(105)의 렌즈가 수처리장치(103)의 투명창에 위치하도록 수처리장치(103)를 회전시킬 수 있다. 여기서, 제어부(209)는 촬영장치(105)에서 방출되는 빛이 투명창에 수직으로 도달하도록 수처리장치(103)의 회전을 제어할 수 있다.
- [0112] 제어부(209)는 상술한 바와 같이 촬영장치(105)의 위치 또는 수처리장치(103)의 회전을 제어하며 복수의 투명창을 통하여 여과막의 단층촬영 영상데이터를 획득할 수 있다. 여기서, 촬영장치(105)가 투명창을 통하여 여과막 촬영을 수행하는 시간은 첫 번째 촬영 시간과 동일하거나 또는 다르게 처리될 수 있다.
- [0113] 더욱 구체적으로, 제어부(209)는 촬영장치(105)를 통하여 여과막을 촬영하는 위치, 시간 또는 횟수는 사용자의 설정, 예를 들면, 입력부(203)를 통하여 입력되는 정보 또는 메모리(207)에 기 저장된 정보에 따라 달라질 수 있다.
- [0114] 405 동작에서 제어부(209)는 획득한 영상데이터에 기반하여 여과막의 오염도를 결정한다. 일 실시 예에 따르면, 제어부(209)는 획득한 영상데이터의 여과막 오염을 수치화하고, 여과막의 측정 오염 단계를 결정할 수 있다. 예를 들면, 제어부(209)는 여과막의 특정 위치에서 측정되는 여과막 측정 정보에 대하여 메모리(207)에 기 설정된 여과막 오염 정보와 비교하여 여과막의 오염도를 결정할 수 있다. 여기서, 여과막 오염 정보는, 여과막의 오염과 관련하여 여과막의 광투과도, 유기물의 종류, 쌓여진 유기물의 두께, 쌓여진 유기물의 밀도, 유기물의 정량화된 수치, 수치와 관련하여 복수의 지정된 범위로 구분된 영역의 오염 단계와 같은 정보를 포함할 수 있다.
- [0115] 또한, 시스템(10)을 통해서 측정되는 여과막 측정 정보는 메모리(207)에 기 저장된 여과막 오염 정보 중 적어도 일부 조건과 관련된 정보를 포함할 수 있다. 예를 들면, 여과막 측정 정보는 여과막의 오염과 관련하여 여과막의 광투과도, 유기물의 종류, 쌓여진 유기물의 두께, 쌓여진 유기물의 밀도, 유기물의 정량화된 수치 중 적어도 일부 정보를 포함할 수 있다.
- [0116] 제어부(209)는 데이터베이스 및 기 결정된 여과막의 측정 오염도(또는 영상데이터)에 기반하여 여과막의 비교 오염도를 결정할 수 있다. 일 실시 예에 따르면, 제어부(209)는 데이터베이스에 저장된 기준 상태의 여과막 오염도와 최후 여과막의 측정 오염도에 기반하여 최후 여과막의 비교 오염도를 결정할 수 있다.
- [0117] 일 실시 예에 따르면, 최후 여과막의 비교 오염도는, 기준 여과막의 오염 진행 속도에 기반하여 결정되는 최후 여과막의 상대적인 오염 진행 속도와 관련된 정보가 포함될 수 있다. 또한, 최후 여과막의 비교 오염도는, 기준 여과막의 오염 단계에 기반하여 결정되는 최후 여과막의 상대적인 오염 단계와 관련된 정보가 저장될 수 있다. 제어부(209)는 여과막의 오염 진행 속도 및 오염 단계에 기반하여 최후 여과막의 오염이 최대 오염 단계에 도달하기까지 소요되는 시간을 예측할 수 있다.
- [0118] 제어부(209)는 상술한 바와 같이 예측된 소요 시간, 여과막의 오염 진행 속도 및 상대적인 오염 단계 중 적어도 일부에 기반하여 여과막 처리 방법, 예를 들면, 여과막을 세척할 것인지 또는 세척 없이 사용하고 여과막을 교체할 것인지 여부를 결정할 수 있다. 여과막 세척을 결정하는 경우 제어부(209)는 여과막의 오염도에 따라서 여과막 물세척 및 여과막 화학세척 중 적어도 하나의 여과막 처리 방법을 결정할 수 있다.
- [0119] 더하여, 제어부(209)는 여과막 처리 방법을 결정함에 있어서 여과막의 오염도에 따라서 세부 동작을 결정할 수 있다. 일 실시 예에 따르면, 여과막 처리 정보는 여과막의 오염도에 따라서 여과막 물세척, 여과막 화학세척 각각에 대하여 다양한 세부 동작이 구분될 수 있다.
- [0120] 예를 들면, 제어부(209)는 여과막의 상대적인 오염 단계에 따라서 여과막의 단계를 5개의 단계(예; 1부터 5까지의 단계, 오염의 정도에 따른 오름차순)를 구분하는 경우, 제2단계 및 제3단계에 대한 여과막 처리를 물세척으로 결정하되, 제2단계 및 제3단계의 물세척에 있어서, 세척 시간, 수압과 같은 세부 조건을 다르게 결정할 수 있다.
- [0121] 마찬가지로, 제어부(209)는 여과막의 상대적인 오염 단계에 따라서 제4단계 및 제5단계에 대한 여과막 처리를 화학세척으로 결정하되, 제4단계 및 제5단계의 화학세척에 있어서, 약품의 종류, 약품의 양, 약품 처리 시간과 같은 세부 조건을 다르게 결정할 수 있다.
- [0122] 또한, 제어부(209)는 하나의 단계에 대하여 둘 이상의 여과막 처리를 수행할 수 있다. 예를 들면, 제어부(209)는 제3단계 또는 제4단계에서 여과막 물세척과, 화학세척을 동시에 또는 순차적으로 처리할 수 있다. 이때, 제

어부(209)는 여과막의 오염 정도에 따라서 각각의 처리에 대한 세부 조건을 다르게 결정할 수 있다.

- [0123] 상술한 바에 따르면, 여과막의 오염 단계를 5개의 단계로 구분하여 설명하고 있지만, 오염 단계 수는 변경 가능하며, 또한 여과막의 비교 오염도에 따른 여과막 처리 방법 또한 다양하게 설정할 수 있음은 자명하다.
- [0124] 407 동작에서 제어부(209)는 여과막의 오염도에 따라서 결정된 여과막 처리 방법이 여과막 교체인지 여부를 확인한다. 제어부(209)는 수처리장치(103)의 여과막 교체를 결정하는 경우 411 동작을 수행하고, 여과막 세척을 결정하는 경우 409 동작을 수행할 수 있다.
- [0125] 409 동작에서 제어부(209)는 여과막 오염도에 따라서 지정된 여과막 세척을 수행한다. 일 실시 예에 따르면, 제어부(209)는 오염도에 따라서 결정된 여과막 처리 방법에 따라서 여과막 물세척 및 여과막 화학세척 중 지정된 처리를 수행할 수 있다.
- [0126] 제어부(209)는 여과막 오염 정도에 따라서 결정된 여과막 처리 방법이 화학세척인지 여부를 확인한다. 제어부(209)는 수처리장치(103)의 여과막 화학세척을 결정하는 경우 여과막의 오염 특징에 기반하여 화학세척 동작을 처리할 수 있다. 예를 들면, 제어부(209)는 여과막에 형성된 유기물에 기반하여 화학세척에 사용하는 약품 및 약품 처리량을 결정할 수 있다.
- [0127] 일 실시 예에 따르면, 제어부(209)는 여과막에 형성된 유기물 종류, 유기물의 양, 유기물의 두께 또는 유기물의 밀도와 같은 정보에 기반하여 여과막의 화학세척에 사용되는 약품의 종류, 양, 세척 시간 중 적어도 하나를 포함하는 동작 조건을 결정할 수 있다. 제어부(209)는 결정된 동작 조건에 따라서 수처리장치(103) 내부에 약품을 주입하며, 여과막 세척을 수행할 수 있다.
- [0128] 반면, 제어부(209)는 수처리장치(103)에 포함된 여과막의 세척수를 이용한 물세척을 수행할 수 있다. 여기서, 세척은 수처리장치(103)의 배출구를 통하여 세척수를 주입하는 역세척 방법이 적용될 수 있다.
- [0129] 제어부(209)는 여과막에 형성된 유기물의 양, 유기물의 두께 또는 유기물의 밀도와 같은 정보에 기반하여 여과막의 물세척에 사용되는 세척수의 양, 수압, 세척 시간 중 적어도 하나를 포함하는 동작 조건을 결정할 수 있다. 제어부(209)는 결정된 동작 조건에 따라서 수처리장치(103) 내부에 세척수를 주입하며, 여과막 세척을 수행할 수 있다.
- [0130] 상술한 바에 따르면, 제어부(209)는 여과막의 오염도(예: 여과막 측정 정보)에 기반하여 화학세척 또는 물세척을 수행하는 것으로 설명하고 있지만, 이에 한정하지 않고, 여과막의 오염도에 따라서 화학세척 및 물세척을 함께 수행할 수 있다.
- [0131] 일 실시 예에 따르면, 제어부(209)는 비교 오염도에 따라서 지정된 시점, 예를 들면, 여과막의 측정 오염 단계가 지정된 측정 오염 단계에 도달하는 시점 또는 최후 여과막의 상대적인 오염 단계가 지정된 차이를 만족하는 시점에 여과막의 세척을 수행할 수 있다.
- [0132] 제어부(209)는 여과막의 오염도에 따라서 지정된 세척 처리를 수행한 경우 도 4의 실시 예를 종료할 수 있다.
- [0133] 411 동작에서 제어부(209)는 여과막의 교체에 대한 알람을 출력부(205)를 통해서 출력한다. 여기서, 여과막 교체에 대한 알람은, 여과막 교체가 필요함을 알리는 여과막 교체와 관련된 정보를 출력할 수 있다. 더하여, 여과막 교체와 관련된 정보는 여과막 오염도, 여과막 교체 시점, 수처리장치(103)의 가동 현황 중 적어도 일부에 대한 정보를 포함할 수 있다.
- [0134] 일 실시 예에 따르면, 제어부(209)는 비교 오염도에 따라서 지정된 시점, 예를 들면, 여과막의 측정 오염 단계가 지정된 측정 오염 단계에 도달하는 시점 또는 최후 여과막의 상대적인 오염 단계가 지정된 차이를 만족하는 시점에 여과막의 세척을 수행할 수 있다.
- [0135] 더하여, 제어부(209)는 여과막 교체와 관련된 정보를 출력함에 있어서, 여과막 교체의 긴급 정도를 함께 출력할 수 있다. 여기서, 여과막 교체의 긴급 정도는, 여과막의 오염도에 기반하여 결정될 수 있다.
- [0136] 제어부(209)는 여과막의 여과막 교체와 관련된 정보를 출력한 경우 도 4의 실시 예를 종료할 수 있다.
- [0137] 도 5는 본 발명의 일 실시 예에 따른 시스템에서 제어장치가 여과막 오염도를 결정하는 동작을 설명하기 위한 상세 순서도이다. 일 실시 예에 따르면, 도 5를 통해서 설명되는 동작 중 적어도 일부는 도 4의 405 동작에서

수행되는 것으로 설명할 수 있다.

- [0138] 501 동작에서 제어부(209)는 획득한 영상데이터로부터 여과막(예: 최후 여과막)에 형성된 유기물을 정량화할 수 있다. 예를 들면, 제어부(209)는 영상데이터에 촬영된 여과막에 형성된 유기물을 검출할 수 있다. 제어부(209)는 투명창을 통해서 촬영된 여과막의 지정된 위치 또는 여과막 전체 영역에 대하여 형성된 유기물을 검출하고, 검출된 유기물을 정량화할 수 있다.
- [0139] 503 동작에서 제어부(209)는 정량화된 여과막의 유기물 수치에 기반하여 여과막의 측정 오염도를 결정한다. 예를 들면, 제어부(209)는 정량화된 여과막의 오염도 수치와 메모리(207)에 기 저장된 여과막 오염 정보와 비교하여 여과막의 측정 오염단계를 결정할 수 있다. 또한, 제어부(209)는 여과막의 측정 오염 단계 및 여과막의 오염과 관련된 정보를 포함하는 여과막의 측정 오염도를 결정할 수 있다.
- [0140] 여기서, 제어부(209)는 여과막의 일부 지정된 영역에 대한 유기물의 정량화 수치를 이용하여 여과막의 측정 오염 단계를 결정할 수 있고, 또는 여과막 전체 영역에 대한 유기물의 정량화 수치를 이용하여 여과막의 측정 오염 단계를 결정할 수 있다.
- [0141] 505 동작에서 제어부(209)는 여과막의 측정 오염 단계에 기반하여 비교 오염도를 결정할 수 있다. 일 실시 예에 따르면, 제어부(209)는 메모리(207)에 저장된 기준 상태의 여과막에 대한 오염 정보에 기반하여 최후 여과막의 상대적인 오염도를 결정할 수 있다.
- [0142] 일 실시 예에 따르면, 제어부(209)는 기준 상태의 여과막의 오염 진행 상태, 오염 진행 속도 및 지정된 시점에 대한 여과막의 오염 단계 중 적어도 일부에 기반하여 최후 여과막의 비교 오염도를 결정할 수 있다.
- [0143] 여기서, 최후 여과막의 비교 오염도는, 최후 여과막의 영상데이터, 기준 상태의 여과막의 오염 단계에 기반하여 결정되는 최후 여과막의 비교 오염 단계, 최후 여과막의 오염 진행 속도, 최후 여과막에 형성된 유기물과 관련된 정량화 데이터 중 적어도 일부를 포함할 수 있다. 제어부(209)는 503 동작을 수행하면 도 5의 실시 예를 종료할 수 있고 또는 도 4의 407 동작을 수행할 수 있다.
- [0144] 도 6은 본 발명의 일 실시 예에 따른 시스템에서 제어장치가 여과막을 세척한 후 수행하는 동작을 설명하기 위한 상세 순서도이다. 일 실시 예에 따르면, 도 6를 통해서 설명되는 동작 중 적어도 일부는 도 4의 409 동작을 수행한 후 수행되는 것으로 설명할 수 있다.
- [0145] 601 동작에서 제어부(209)는 여과막 세척 처리가 완료되었는지 여부를 확인한다. 제어부(209)는 물세척 또는 화학세척 과정 중 세척장치(107)를 통해서 수처리장치(103)에 유입되는 세척수의 유입이 종료되었는지 여부를 확인할 수 있다.
- [0146] 제어부(209)는 여과막 세척 처리가 종료된 경우 603 동작을 수행할 수 있다.
- [0147] 603 동작에서 제어부(209)는 여과막 단층촬영을 수행할 수 있다. 여과막 단층촬영은 도 4의 403 동작에서 수행된 여과막 단층촬영과 동일 또는 유사한 방법으로 수행될 수 있다.
- [0148] 605 동작에서 제어부(209)는 수처리장치(103)의 여과막의 세척 처리 결과가 지정된 기준을 만족하는지 여부를 결정한다. 제어부(209)는 여과막 세척을 수행함에 있어서 측정된 오염도 및 세척 처리 방법을 통하여 수행된 여과막 세척 결과가 여과막 세척 예측 결과를 만족하였는지 여부를 결정할 수 있다.
- [0149] 제어부(209)는 여과막 세척 결과가 여과막 세척 예측 결과를 만족하면 도 6의 실시 예를 종료할 수 있다. 반면 제어부(209)는 여과막 세척 결과가 여과막 세척 예측 결과를 만족하지 못하면 607 동작을 수행할 수 있다.
- [0150] 607 동작에서 제어부(209)는 여과막의 물세척이 필요한지 여부를 결정한다. 일 실시 예에 따르면, 제어부(209)는 여과막 세척 전 오염도, 세척 후 오염도, 여과막의 오염 진행 속도에 기반하여 여과막 재세척을 수행하는 경우, 기 설정된 여과막 세척 예측 결과를 만족할 수 있는지 여부를 결정할 수 있다. 제어부(209)는 여과막 세척 예측 결과를 만족할 수 있는 것으로 결정하는 경우 도 4의 409를 수행할 수 있다. 여기서, 제어부(209)는 여과막 세척 전 오염도, 세척 후 오염도 및/또는 여과막의 오염 진행 속도에 기반하여 물세척 및/또는 화학세척을 결정하고 결정된 세척 방법에 대한 세척 조건을 결정할 수 있다.
- [0151] 반면, 제어부(209)는 여과막의 재세척을 수행하더라도 기 설정된 여과막 세척 예측 결과를 만족할 수 없는 것으로 결정하는 경우 609 동작을 수행할 수 있다.
- [0152])는)는)는)

- [0153] 609 동작에서 제어부(209)는 여과막의 물세척 및/또는 화학세척을 수행함으로써 기 설정된 여과막 세척 예측 결과를 만족할 수 없는 것으로 결정한다. 이때, 제어부(209)는 도 4의 411 동작을 수행할 수 있다.
- [0154] 도 7은 본 발명의 일 실시 예에 따른 제어장치에서 딥러닝 처리를 통하여 수처리 여과막의 오염과 관련된 데이터베이스를 생성하는 동작의 흐름을 도시한다. 여기서, 수처리 여과막의 오염과 관련된 데이터베이스는 딥러닝 처리에 기반하여 생성될 수 있다.
- [0155] 701 동작에서 제어부(209)는 여과막의 오염 진행에 기반하여 데이터베이스를 생성하기 위한 환경 설정을 수행한다. 여기서, 제어부(209)는 수처리에 기반하여 여과막의 변화를 측정하기 위한 특정 조건을 결정할 수 있다. 예를 들면, 원수의 밀도, 오염도, 산도, 온도, 유량 중 적어도 하나의 조건을 결정하고, 수처리장치가 복수 개 사용되는 경우, 사용되는 수처리장치 및 원수 공급 조건 등을 설정하여 지정된 환경을 결정할 수 있다.
- [0156] 703 동작에서 제어부(209)는 설정된 수처리 환경에서 여과막의 파울링(fouling) 실험을 수행할 수 있다. 제어부(209)는 설정된 수처리 환경에서 원수를 수처리장치(103)에 유입시켜 여과막의 오염을 진행시킬 수 있다.
- [0157] 705 동작에서 제어부(209)는 여과막의 수처리 중 지정된 시간 간격에 따라서 여과막의 영상데이터를 획득할 수 있다. 제어부(209)는 703 동작에서 파울링 실험을 수행하는 과정에서 지정된 시간 간격 예를 들면, 1일, 4일, 11일, 20일, 35일 및 50일이 되는 시점에 여과막에 대한 영상데이터를 촬영하도록 촬영장치(105)를 제어할 수 있다.
- [0158] 여기서, 상술한 1일, 4일, 11일, 20일, 35일 및 50일의 촬영 시점은 수처리 동작 중 영상데이터를 획득하는 일 실시 예를 설명하기 위함으로 그 수나 촬영 시점이 변경될 수 있음은 자명하다.
- [0159] 707 동작에서 제어부(209)는 설정된 수처리 환경 및 획득한 영상데이터에 기반하여 딥러닝 처리를 수행할 수 있다. 일 실시 예에 따르면, 제어부(209)는 입력된 영상데이터 각각에 대하여 여과막의 측정 오염 단계를 결정할 수 있다.
- [0160] 일 실시 예에 따르면, 제어부(209)는 여과막에 대하여 획득한 영상데이터로부터 여과막의 광투과도, 유기물의 종류, 쌓여진 유기물의 두께, 쌓여진 유기물의 밀도, 여과막 또는 유기물의 산도, 유기물의 정량화된 수치, 수치와 관련하여 복수의 지정된 범위로 구분된 영역의 오염 단계와 같은 정보를 검출할 수 있다. 또한, 제어부(209)는 영상데이터로부터 여과막에 발생하는 세공현상, 세공막힘(Plugging) 현상, 흡착층 형성, 급속오염, 축적오염, 농축분극 현상, 농도분극 현상, 층 현상 중 적어도 일부에 대한 발생을 검출하고, 검출된 현상들을 분석할 수 있다. 제어부(209)는 검출된 정보를 정량화하고, 정량화된 데이터에 기반하여 여과막의 측정 오염 단계를 결정할 수 있다.
- [0161] 제어부(209)는 여과막과 관련하여 획득한 영상데이터, 검출된 정보 및 정형화된 정보에 대하여 구성 요소들 사이의 연관관계를 확인할 수 있다. 이때, 제어부(209)는 영상데이터가 촬영된 시점, 원수 및 여과수와 관련된 정보를 함께 고려하여 연관관계를 확인할 수 있다.
- [0162] 제어부(209)는 703 동작 또는 705 동작을 수행함에 있어서 적어도 일회 이상의 여과막 세척이 수행된 것을 확인하는 경우 여과막 세척 방법 또는 세척 조건을 함께 고려하여 연관관계를 확인할 수 있다.
- [0163] 709 동작에서 제어부(209)는 여과막과 관련하여 획득한 영상데이터, 영상데이터가 촬영된 시점, 검출된 정보 및 정형화된 정보, 원수 및 여과수와 관련된 정보, 그리고 상술한 정보에 기반하여 확인된 연관관계 정보 중 적어도 일부를 포함하여 해당 원수의 수처리에 대한 딥러닝 데이터베이스로 결정할 수 있다.
- [0164] 제어부(209)는 상술한 바와 같이 생성된 데이터베이스를 비교군 정보로 이용할 수 있다. 일 실시 예에 따르면, 제어부(209)는 새롭게 입력되는 여과막의 영상데이터 또는 영상데이터로부터 생성된 여과막의 측정 오염도 및 데이터베이스에 기반하여 여과막의 비교 오염도 또는 여과막 처리 방법을 결정할 수 있다.
- [0165] 또한, 제어부(209)는 새롭게 입력된 여과막의 영상데이터, 영상데이터에 기반하여 생성된 측정 오염도, 비교 오염도 및 새롭게 입력된 여과막의 영상데이터에 기반하여 확인되는 연관관계 중 적어도 일부를 데이터베이스에 포함할 수 있다.
- [0166] 다양한 실시 예에 따르면, 제어부(209)는 원수 처리 환경을 변경하여 수행되는 여과막의 파울링 실험 또는 수처리장치(103)의 원수 처리 동작을 통해서 다양한 조건의 여과막 오염 진행과 관련된 수처리 정보 및 영상데이터를 수집할 수 있다. 제어부(209)는 수집된 정보에 기반하여 여과막 오염 진행과 관련된 다양한 상태를 결정할 수 있고, 비교 기준이 되는 적어도 하나의 여과막 오염 진행 상태를 수처리의 정상 상태 또는 기준 상태의 로

결정할 수 있다.

- [0167] 제어부(209)는 709 동작을 수행하면 도 7의 실시 예를 종료할 수 있다.
- [0168] 도 8은 본 발명의 일 실시 예에 따른 제어장치에서 수행되는 딥러닝 프로세스의 구성을 도시한다.
- [0169] 일 실시 예에 따르면, 딥러닝 프로세스의 구성 요소는, 데이터를 입력받는 입력 레이어(input layer, 801), 딥러닝 처리를 수행하는 러닝 레이어(learning layer, 803) 및 딥러닝 처리 결과를 출력하는 출력 레이어(output layer, 805)를 포함하여 구성될 수 있다.
- [0170] 입력 레이어(801)는 통신부(201) 또는 입력부(203)를 통해서, 여과막이 촬영된 영상데이터, 설정 정보 및 제어 정보 중 적어도 일부 정보가 입력될 수 있다. 또한, 도 8을 참조하면, 입력 레이어(801)는 복수의 구성 요소들이 입력될 수 있다. 또한 입력 레이어(801) 구성 요소들 각각에 대하여 러닝 레이어(803)와 딥러닝 처리가 수행될 수 있다. 여기서, 도 8에 도시된 바와 같이 입력 레이어(801)가 복수의 구성 요소로 형성되는 경우 구성 요소들 각각은 하나의 여과막에 대응될 수 있다. 또한, 각각의 여과막에 대응되는 구성 요소들은 복수의 영상데이터를 포함하여 형성될 수 있다. 입력 레이어(801)의 구성 요소는 개수가 변화될 수 있고, 또는 하나의 구성 요소로 형성될 수 있음은 자명하다.
- [0171] 러닝 레이어(803)는, 입력 레이어(801)를 통해서 입력된 데이터에 기반하여 데이터의 연관관계를 확인할 수 있고, 새로운 연관관계를 생성할 수 있다. 일 실시 예에 따르면, 러닝 레이어(803)를 통해서 수행되는 딥러닝 처리는 일반적으로 알려진 신경망(또는 인공 신경망) 또는 회귀분석 알고리즘 중 적어도 일부를 통하여 처리될 수 있다. 러닝 레이어(803)는 메모리(207)에 저장된 데이터베이스에 기반하여 처리될 수 있다. 또한, 도 8을 참조하면, 러닝 레이어(803)는 복수의 층 또는 깊이(depth)로 형성될 수 있고, 각각의 층(예: 러닝 레이어1, 러닝 레이어2 또는 러닝 레이어3)은 복수의 구성 요소를 포함하여 형성되고, 상위 레이어 또는 하위 레이어와 연관된 적어도 하나의 연관관계를 확인 또는 생성할 수 있다.
- [0172] 상술한 바와 같이 러닝 레이어(803)는, 입력 레이어(801)를 통해서 입력된 데이터에 기반하여 딥러닝 처리를 수행할 수 있다. 일 실시 예에 따르면, 러닝 레이어(803)는 입력 레이어(801)의 데이터 및 메모리(207)에 저장된 데이터베이스에 기반하여 데이터베이스를 생성하는 동작을 수행할 수 있다. 또한, 러닝 레이어(803)는, 입력 레이어(801)의 데이터 및 메모리(207)에 저장된 데이터베이스에 기반하여 여과막의 비교 오염도, 여과막 처리 방법을 결정하는 동작을 수행할 수 있다.
- [0173] 출력 레이어(805)는, 러닝 레이어(803)의 딥러닝 처리를 통해서 수행된 결과를 출력할 수 있다. 일 실시 예에 따르면, 출력 레이어(805)는, 딥러닝 처리를 통해서 생성된 데이터베이스, 여과막의 비교 오염도, 여과막의 처리 방법을 출력할 수 있다.
- [0174] 일 실시 예에 따르면, 입력 레이어(801), 러닝 레이어(803) 또는 출력 레이어(805)는, 메모리(207)에 저장될 수 있다. 또한, 각각의 레이어 또는 레이어를 통하여 생성된 결과는 메모리(207)의 데이터베이스에 포함될 수 있다. 또한, 각각의 레이어에서 수행되는 동작은 제어장치(101)의 제어부(209)를 통해서 처리될 수 있다.
- [0175] 도 9 및 도 10은 본 발명의 일 실시 예에 따른 제어장치에서 다양한 수처리 환경에서 수처리 진행 중 촬영된 영상데이터를 도시한다.
- [0176] 도 9는 서로 다른 두가지 원수 처리 상태 각각에 대하여 복수의 지정된 시점에 여과막의 정면을 촬영하여 생성된 영상데이터(901, 903)이고, 도 10은 여과막의 정면을 빋겨 촬영하여 생성된 영상데이터(1001, 1003)이다. 제어부(209)는, 입력된 영상데이터에 여과막 또는 여과막의 오염과 관련하여 선명도를 향상시키기 위한 적어도 하나의 영상 처리를 수행할 수 있다.
- [0177] 도 11은 본 발명의 일 실시 예에 따른 제어장치에서 수처리 환경에서 획득한 영상데이터로부터 검출된 유기물 이미지를 도시한다.
- [0178] 일 실시 예에 따르면, 제어부(209)는, 영상데이터로부터 여과막의 표면에 형성된 유기물을 검출하고, 검출된 유기물의 이미지 또는 검출된 유기물에 대하여 처리된 정량화 데이터를 생성할 수 있다.
- [0179] 제어부(209)는 도 9 내지 도 11에 도시된 바와 같이, 시간의 흐름에 대응되는 영상데이터에 기반하여 복수의 여과막 각각에 대하여 오염 진행과 관련된 정보들을 생성할 수 있다. 예를 들면, 제어부(209)는 영상데이터로부터 여과막 각각에 대한 오염 진행 속도, 비교 오염도와 같은 정보를 결정할 수 있고, 적어도 하나의 다른 비교군 정보와 비교하여, 여과막의 상태, 처리 방법 등을 결정할 수 있다.

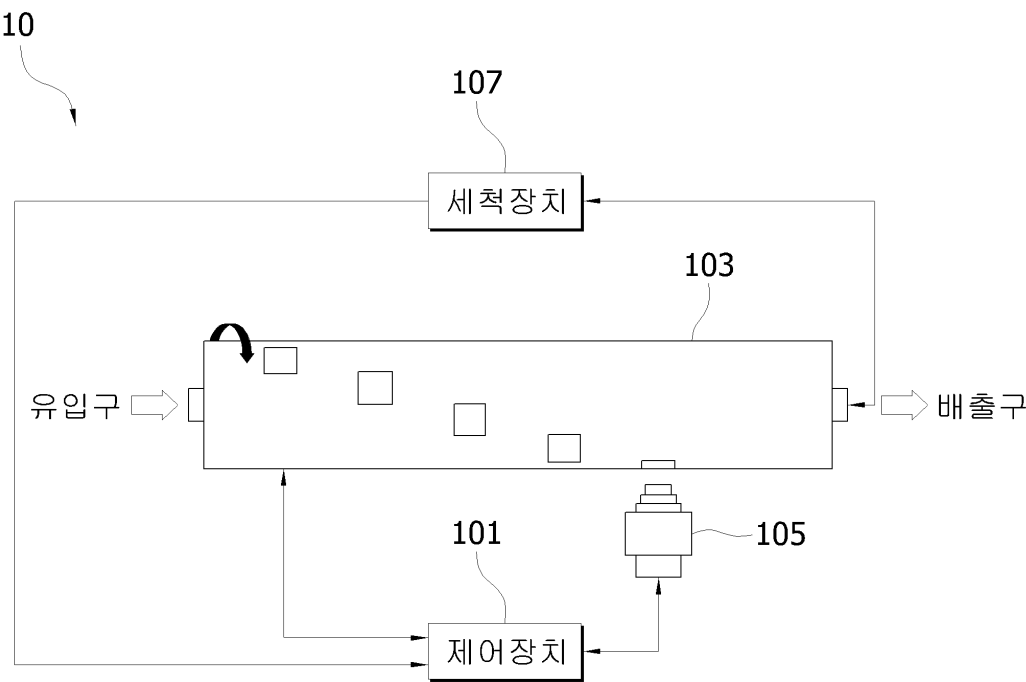
- [0180] 상술한 바와 같이, 비교를 통하여 여과막의 상태, 처리 방법을 결정하는 동작은 제어장치(101)의 메모리(207)에 저장된 데이터베이스 및 딥러닝 처리에 기반하여 수행될 수 있다.
- [0181] 본 발명의 다양한 실시 예에 따르면, 수처리장치(103)의 여과막 오염도를 모니터링하고, 기 생성된 데이터베이스의 비교군 정보와 비교하여 여과막의 상대적인 오염도를 결정함으로써, 수처리장치(103)에 포함된 여과막의 상태를 정확하게 진단(또는 판단)할 수 있다.
- [0182] 또한, 여과막의 상대적인 오염도에 따라서 적절한 세척 방법을 결정하고, 결정된 세척 방법에 따라서 여과막 세척을 수행하거나 여과막의 교체를 요청하는 시스템을 제공함으로써, 여과막이 처리 한계에 도달하여 수처리장치(103)의 가동이 중단되는 상황을 방지하고, 수처리장치(103)의 상태 유지를 최적화할 수 있다.
- [0183] 또한, 수처리장치(103)의 동작에 따라 획득되는 여과막의 영상데이터를 이용하여 새로운 연관관계를 학습하고 데이터베이스의 비교군을 확장함으로써, 수처리에 사용되는 여과막의 오염도를 판단하고 처리 방법을 결정함에 있어서 효과를 향상시킬 수 있다. 본 발명의 다양한 실시 예에 따르면, 최후 여과막과 관련된 정보를 데이터베이스에 저장된 정상 상태의 여과막과 관련된 정보와 비교하여 최후 여과막의 비교 오염도를 결정하는 것으로 설명하고 있지만, 정상 상태(또는 기준 상태)는 데이터베이스에 포함된 다양한 여과막의 오염 진행 상태(또는 오염 진행 정보) 중 하나이며, 제어장치(101)는, 데이터베이스에 포함된 하나 또는 둘 이상의 여과막에 대한 오염 진행 상태를 이용하여 최후 여과막의 비교 오염도를 결정할 수 있음은 자명하다.
- [0184] 또한, 본 발명의 다양한 실시 예에 따르면, 수처리장치(103)의 여과막 오염도에 따라서 적절한 세척 방법을 결정하고, 결정된 세척 방법에 따라서 여과막 세척을 수행함으로써, 수처리장치(103)의 품질, 상세하게는 여과막의 품질을 일정하게 유지하고, 나아가 시스템을 통하여 처리되는 처리수의 품질을 일정하게 유지할 수 있다.
- [0185] 한편, 본 명세서와 도면에 개시된 본 발명의 실시 예들은 본 발명의 기술 내용을 쉽게 설명하고 본 발명의 이해를 돕기 위해 특정 예를 제시한 것일 뿐이며, 본 발명의 범위를 한정하고자 하는 것은 아니다. 즉 본 발명의 기술적 사상에 바탕을 둔 다른 변형 예들이 실시 가능하다는 것은 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 자명한 것이다.

부호의 설명

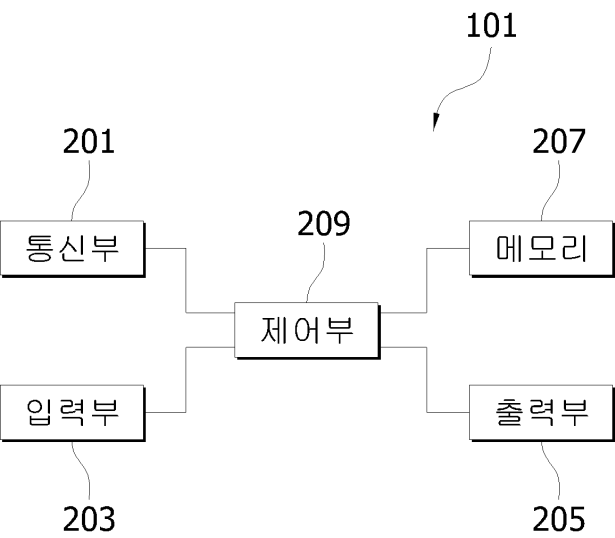
- | | | |
|--------|-------------|------------|
| [0186] | 10 : 시스템 | 101 : 제어장치 |
| | 103 : 수처리장치 | 105 : 촬영장치 |
| | 107 : 세척장치 | 201 : 통신부 |
| | 203 : 입력부 | 205 : 출력부 |
| | 207 : 메모리 | 209 : 제어부 |

도면

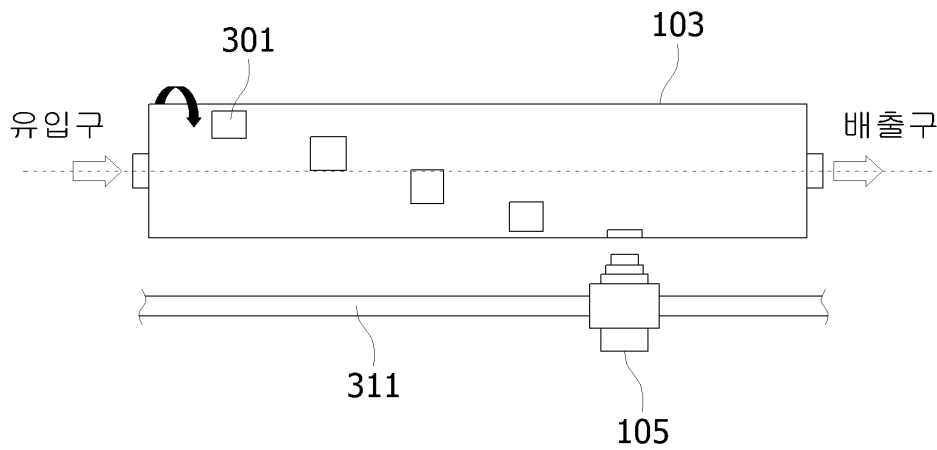
도면1



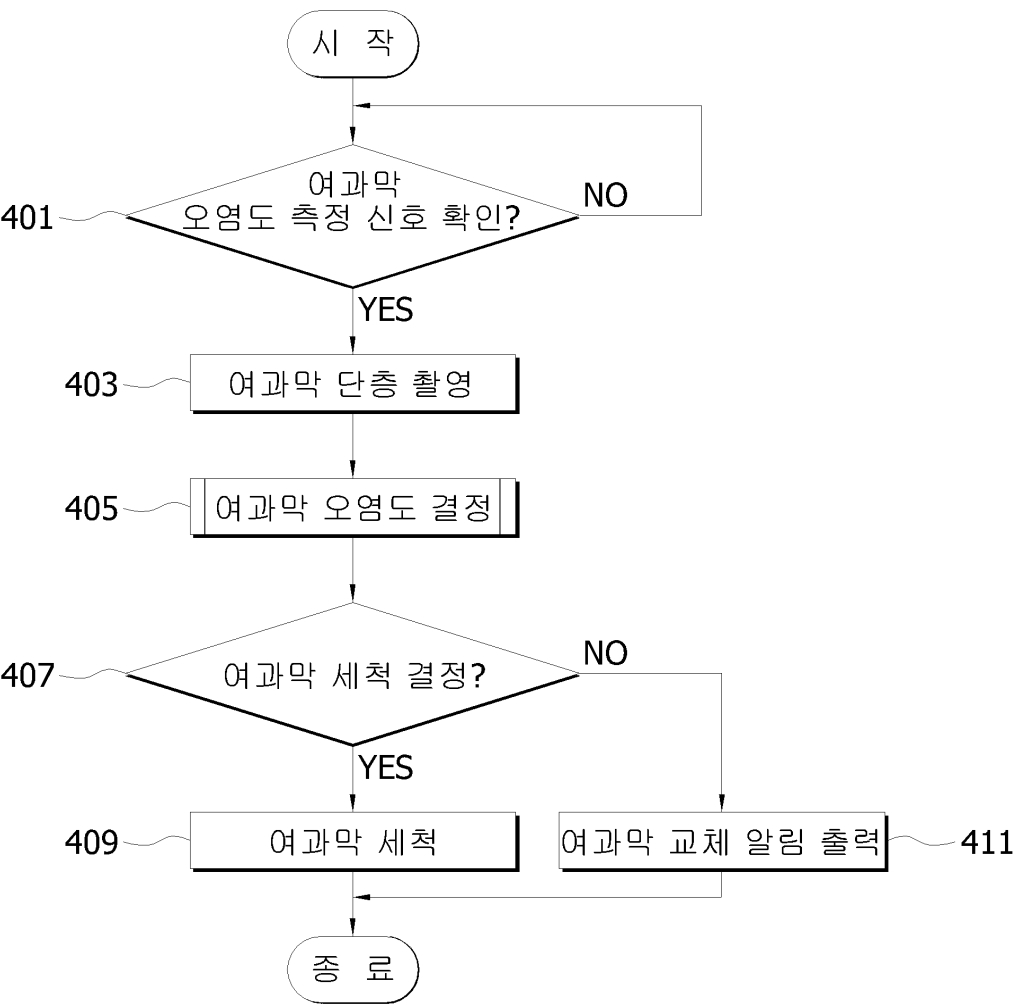
도면2



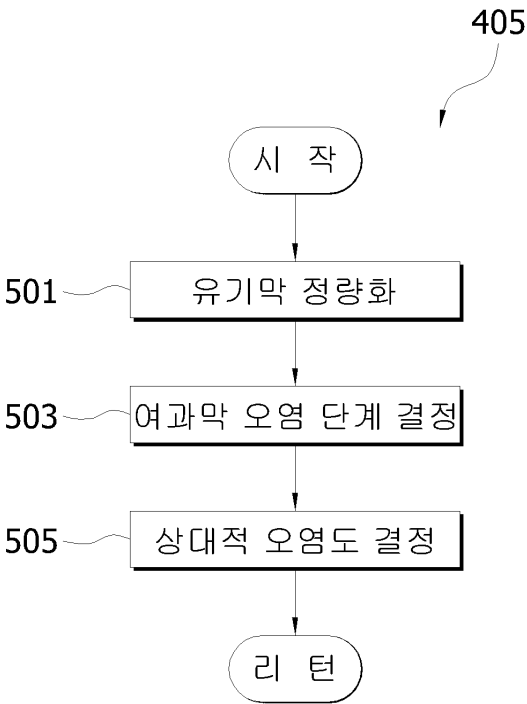
도면3



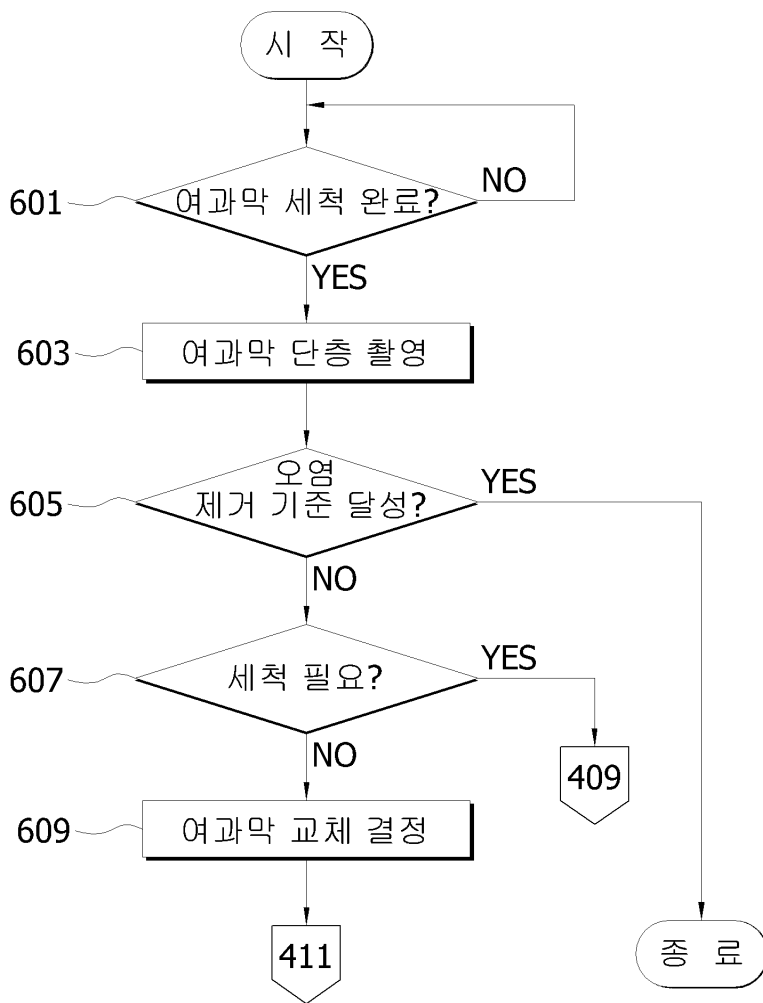
도면4



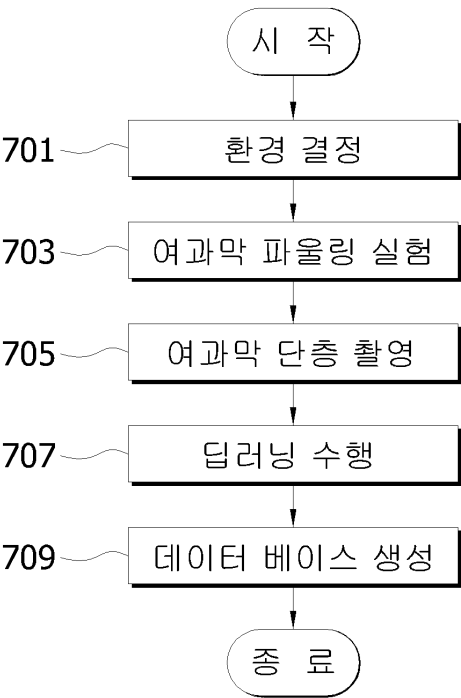
도면5



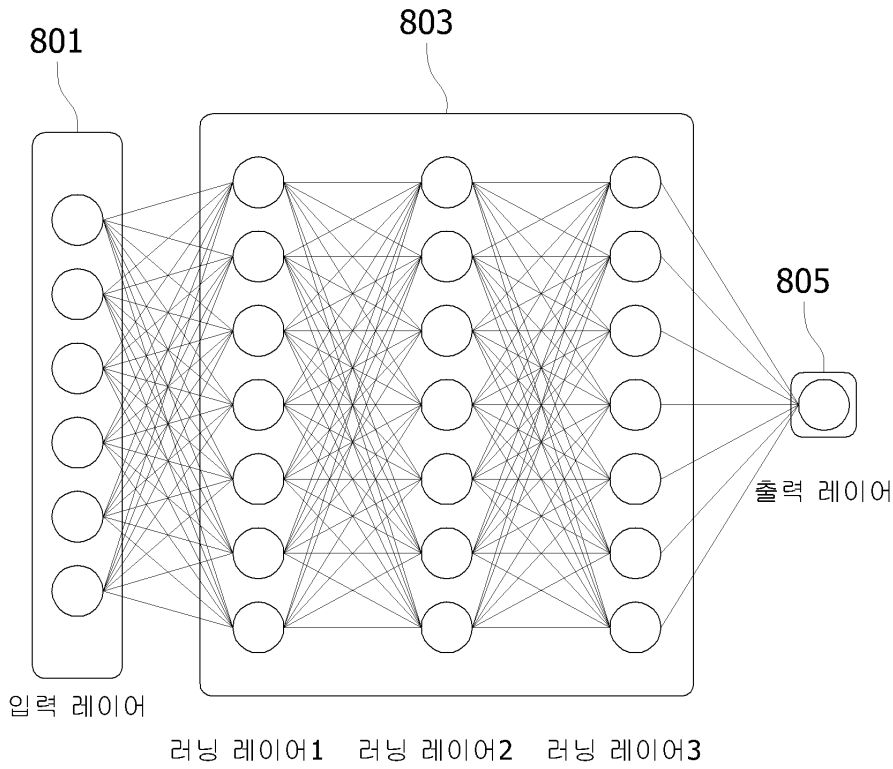
도면6



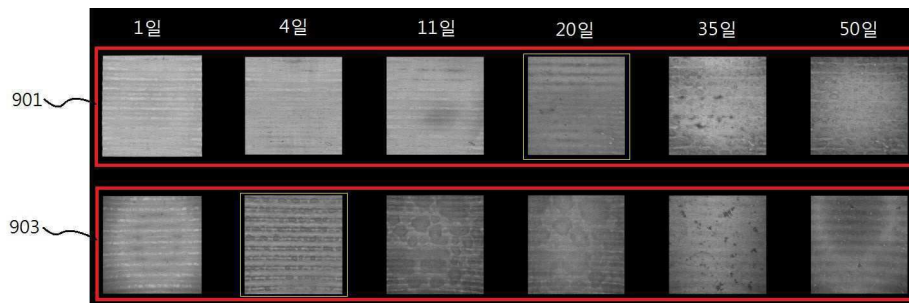
도면7



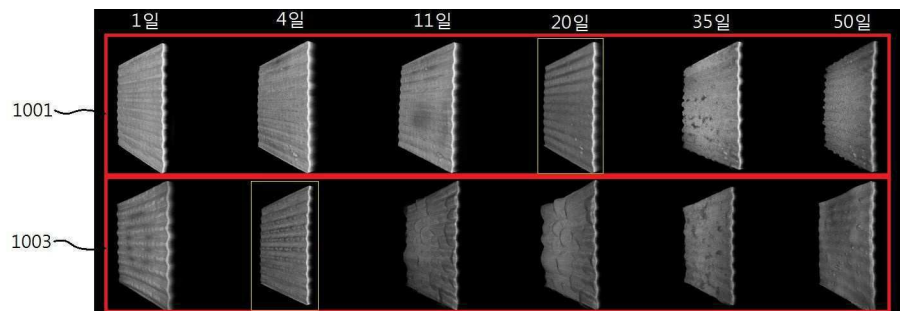
도면8



도면9



도면10



도면11

