



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2015년02월12일

(11) 등록번호 10-1492865

(24) 등록일자 2015년02월06일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

G01N 33/18 (2006.01) C12Q 1/06 (2006.01)

C12Q 1/04 (2006.01) D21B 1/02 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2010-7013617

(22) 출원일자(국제) 2008년11월19일

심사청구일자 2013년08월21일

(85) 번역문제출일자 2010년06월18일

(65) 공개번호 10-2010-0109907

(43) 공개일자 2010년10월11일

(86) 국제출원번호 PCT/US2008/084020

(87) 국제공개번호 WO 2009/067504

국제공개일자 2009년05월28일

(30) 우선권주장

11/943,162 2007년11월20일 미국(US)

(56) 선행기술조사문헌

WO2008101089 A1

GB2312278 A

US19945281537 A1

전체 청구항 수 : 총 1 항

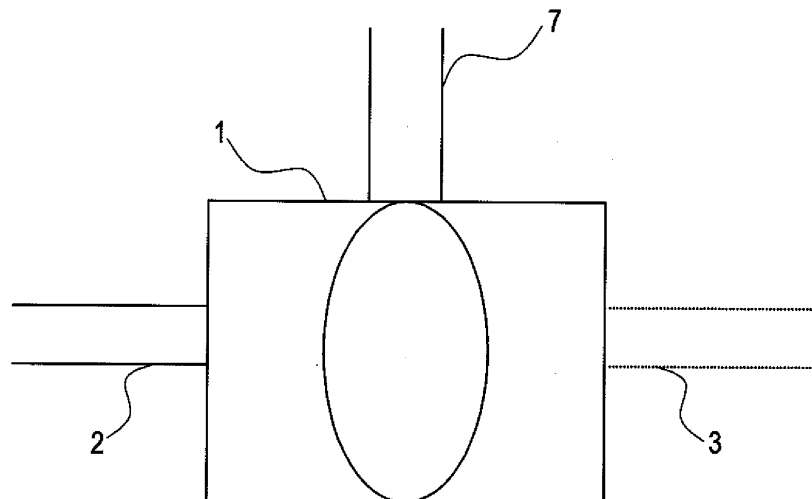
심사관 : 김도현

(54) 발명의 명칭 공정 스트림 중의 벌크(총) 미생물 활성을 모니터링하는 방법

(57) 요약

본 발명은 용존 산소를 측정함으로써 공정 스트림 중의 미생물학적 활성을 모니터링 및 제어하는 방법 및 그 장치가 개시된다.

대표도 - 도1



특허청구의 범위

청구항 1

공정 스트림 중의 총 미생물학적 용수 활성을 모니터링 및 제어하는 방법에 있어서,

(a) 공정 스트림에 장치를 연결시키는 단계로서, 상기 장치는 하나 이상의 개구부가 상기 공정 스트림으로부터 유입되는 유체를 위한 플로우 셀 입구이고 하나 이상의 개구부가 상기 플로우 셀에서 나가는 유체를 위한 플로우 셀 출구인 복수개의 개구부를 구비한 플로우 셀, 상기 복수개의 개구부들 중 하나에 부착되어 있는 DO 프로브, 상기 복수개의 개구부들 중 하나에 부착되어 있는 선택적인 ORP 프로브, 상기 복수개의 개구부들 중 하나에 부착되어 있는 선택적인 클리닝 장치, 상기 플로우 셀 입구에 부착되어 있는 선택적인 제 1 도관, 상기 플로우 셀 입구에 부착되어 있는 선택적인 제 2 도관, 및 상기 플로우 셀과 관련되는 밸브를 구비하는 것을 특징으로 하는 단계;

(b) 유체를 상기 공정 스트림으로부터 상기 플로우 셀 내로 유입하는 단계;

(c) 유체가 상기 플로우 셀 내로 유입되도록 상기 장치의 밸브를 개방하는 단계;

(d) 상기 DO 프로브를 이용하여 상기 공정 스트림의 DO 농도를 1회 이상 측정하는 단계로서, 이때 각 측정 전에 상기 DO 프로브의 표면을 클리닝하는 것을 특징으로 하는 단계;

(e) 유체가 상기 플로우 셀 내로 유입되는 것을 막기 위해 상기 장치의 밸브를 닫는 단계;

(f) 상기 DO 프로브를 이용하여 상기 장치 내의 유체의 DO 농도를 1회 이상 측정하는 단계로서, 이때 각 측정 전에 상기 DO 프로브의 표면을 클리닝하는 것을 특징으로 하는 단계;

(g) 단계(d)와 단계(f) 사이의 ΔDO 값을 계산하는 단계;

(h) 단계(g)의 ΔDO 값을 상기 공정 스트림의 총 미생물학적 활성과 상호연관시키는 단계; 및

(i) 공정 스트림에,

- 1종 이상의 산화성 살생물제를 함유하는 유효량의 처리제, 또는

- 1종 이상의 비산화성 살생물제 및 임의선택적으로 n-수소 화합물, 산화성 살생물제 및 선택적인 완충액으로 구성된 혼합물을 함유하는 유효량의 처리제, 또는

- 1종 이상의 산화성 살생물제를 함유하는 유효량의 처리제, 및 1종 이상의 비산화성 살생물제 및 임의선택적으로 n-수소 화합물, 산화성 살생물제 및 선택적인 완충액으로 구성된 혼합물을 함유하는 유효량의 처리제

를 첨가함으로써 상기 미생물학적 활성의 양을 제어하는 단계

를 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 2

삭제

청구항 3

삭제

청구항 4

삭제

청구항 5

삭제

청구항 6

삭제

청구항 7

삭제

명세서

기술분야

[0001] 본 출원은 2007년 2월 16일자 미국특허출원 제 11/675,726호의 일부 계속 출원이며, 참고사항으로 본 명세서에 포함된다.

[0002] 본 발명은 공정 스트림 중의 미생물학적 활성을 모니터링하기 위한 장치 및 그 방법에 관한 것이다.

배경기술

[0003] 산업 용수 시스템 속의 미생물 증식은 변질 및 표면 파울링(surface-fouling)을 유발시킨다. 증식을 적절히 제어하지 못하면, 변질로 인해 불쾌한 냄새가 나게 되고 첨가제의 기능이 감소된다(예컨대, 미생물은 과산화 수소가 선명도를 향상시키는데 사용하는 카탈라제를 생성시킬 수 있고 섬유 강도에 영향을 주는 셀룰라제를 생성시킬 수 있다). 표면 파울링을 적절히 제어하지 못하면, 이로 인해 생기는 생물막(biofilm)이 열교환을 방해하며, 제지 시스템의 경우에, 이 생물막은 제지 공정의 속도를 늦추거나, 침적물(deposit)을 표면으로부터 제거하기 위해 공정을 일시정지할 필요성을 유발시키거나, 또는 표면으로부터 떨어져 나가 최종 종이 또는 보드 제품의 구멍 또는 반점을 유발시킬 수 있다. 따라서 이러한 산업 용수 시스템은 미생물 증식을 제어하고 관련 문제점을 방지하기 위해 살생물제 처리를 한다.

[0004] 산업 용수 시스템에서 변질 및 생물막 형성은 서로 다른 문제를 유발시키며, 부유성 세균과 고착성 세균은 생물학적 방제(biocontrol) 수단에 서로 다르게 반응하기 때문에, 생물학적 방제 프로그램이 이러한 서로 다른 미생물 증식 모드에 미치는 영향을 모니터링할 필요성이 요구된다.

[0005] 이러한 산업 용수 시스템을 모니터링하는데 통상적으로 사용되는 표준 기법은 표준 플레이트 카운트 기법(standard plate count techniques)이다. 이 기법은 긴 배양 기간을 필요로 하며 사전 활성 제어 및 미생물 증식과 관련한 문제점 방지를 위한 충분한 정보를 제공하지 못한다. 보다 최근에는, 아데노신 트리포스페이트(adenosine triphosphate, ATP) 측정법이 사전 활성 제어의 한 방법으로서 사용되고 있다. 그러나, 이 물질은 값이 비싸고 대량 용수 시스템으로부터 소량의 표본 추출이 이루어진다. 또한 데이터 수집도 자주 이루어지지 못하는 편이므로 데이터에 있어서 상당한 격차를 유발한다. 따라서, 이러한 방법은 관심의 대상이 되는 미생물의 상태에 관한 정보를 충분히 제공하지 못한다. 게다가, 이러한 방법은 통상적으로 부유성 세균을 모니터링하는데 사용된다. 일부 경우이기는 하지만, 생물막 세균을 정량화하기 위해 표면을 면봉으로 모아서 분석할 수도 있다. 이 방법은 매우 지루하고 시간소모적이다.

[0006] 유체 속의 미생물 활성을 측정하기 위해서 용존 산소(dissolved oxygen, DO) 프로브가 사용되고 있는데, 용존 산소 농축물 속에서는 미생물 활성 및 유산소 대사가 감소된다는 사실이 잘 알려져 있다. 미국 특허 제 5,190,728 호 및 제 5,282,537 호(Robertson 등)는 DO 측정법을 이용하여 산업 용수 중의 파울링을 모니터링하는 방법 및 그 장치에 대해 기술하고 있다. 그러나 이 방법은 생물학적 파울링과 비생물학적 파울링을 구별하기 위해 영양소 첨가를 필요로 하며, 프로브 표면이 파울링된 후 후속적인 측정을 위해 이 프로브가 어떻게 리프레쉬되는지에 대한 언급이 없다. 게다가 이 방법은 연속적인 산소 공급수단을 필요로 한다.

[0007] 표준 클라크(Clark) 스타일 전기화학적 DO 프로브는 화학적 방해(H_2S , pH, CO_2 , NH_3 , SO_4 , Cl^- , Cl_2 , ClO_2 , MeOH, EtOH, 및 여러가지 이온 종류), 빈번한 눈금 측정 및 막 교체, 느린 반응 및 느린 변화 기록, 열 충격, 및 막 전면에서 걸쳐 높은 흐름성을 필요로 하는 등의 많은 단점이 있다. 최근에 다수의 회사(예컨대, HACH, Loveland, CO)로부터 시중 구입할 수 있는 새로운 형태의 용존 산소 프로브는 공정수(process water) 속의 DO를 온라인으로 측정할 수 있게 함으로써 상기 모든 단점들을 거의 해결하였다. 이 새로운 DO 프로브(LDO)는 산소의 존재가 여기된 형광체의 형광 수명을 단축시키는 수명 형광 붕괴를 기초로 하고 있다. 형광체는 센서 표면의 막 내에서 움직이지 않게 되며, 여기서 청색 LED를 제공한다.

[0008] 미국 특허 제 5,698,412 호 및 제 5,856,119 호(Lee 등)는 유체 속의 미생물 활성을 모니터링 및 제어하는 방법

에 대해 기술하고 있다. 이 방법은 특히 영양소/기질 소비와 관련된 대사 작용에서의 변이를 측정하기 위해 pH와 병행하여 DO를 측정한다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0009]

산업 용수 속의 부유성 및 생물막 세균을 모니터링하기 위한 보다 신뢰성있고 편리한 방법으로서, 생물학적 방제 프로그램이 변질 및 문제성있는 생물막을 적절히 제어할 수 있는 방법의 필요성이 존재한다. 이 방법은 대기 환경 조건을 대표하는 조건(최소 변경) 하에서 미생물 활성을 측정할 수 있도록 시약을 사용하지 않아야 한다. 또한 이 방법은 자동화되어야 하며, 모니터의 원격 제어, 데이터로의 원격 접속, 그리고 생물학적 방제 프로그램의 원격 제어 또는 자동 피드백 제어가 가능해야 한다. 이상적으로, 이 방법은 생물학적 방제 프로그램이 통상적으로 생물막 속의 미생물을 제어하려는 경우에 직면하는 챌린지 증가를 적절히 처리할 수 있도록 하기 위해서 용수 시스템 벌크 미생물 활성과 표면상의 미생물 활성을 구별할 수 있어야 한다. 또한 이 방법은 적절한 제어 수단이 제공되도록 침적물(생물학적 또는 비생물학적)의 성질에 관한 정보를 제공하여야 한다.

과제의 해결 수단

[0010]

본 발명은 공정 스트림 중의 미생물 활성을 측정하는 장치에 관한 것으로서, (a) 복수개의 개구부를 구비한 플로우 셀(flow cell)로서, 상기 복수개의 개구부들 중 하나 이상의 개구부가 상기 공정 스트림으로부터 유입되는 유체를 위한 플로우 셀 입구이고 하나 이상의 개구부가 상기 플로우 셀에서 나가는 유체를 위한 플로우 셀 출구인 플로우 셀, (b) 상기 개구부들 중 하나에 부착되어 있는 DO 프로브, (c) 상기 개구부들 중 하나에 부착되어 있는 선택적인 ORP 프로브, (d) 상기 개구부들 중 하나에 부착되어 있는 클리닝 장치, (e) 상기 플로우 셀 입구에 부착되어 있는 선택적인 제 1 도관, (f) 상기 플로우 셀 입구에 부착되어 있는 선택적인 제 2 도관, 및 (g) 상기 플로우 셀과 관련되는 밸브를 구비한다.

[0011]

또한 본 발명은 공정 스트림 중의 벌크(총) 미생물 활성을 모니터링하는 방법에 관한 것으로서, (a) 공정 스트림에 장치를 연결시키는 단계로서, 상기 장치는 하나 이상의 개구부가 상기 공정 스트림으로부터 유입되는 유체를 위한 플로우 셀 입구이고 하나 이상의 개구부가 상기 플로우 셀에서 나가는 유체를 위한 플로우 셀 출구인 복수개의 개구부를 구비한 플로우 셀, 상기 개구부들 중 하나에 부착되어 있는 DO 프로브, 상기 개구부들 중 하나에 부착되어 있는 선택적인 ORP 프로브, 상기 개구부들 중 하나에 부착되어 있는 선택적인 클리닝 장치, 상기 플로우 셀 입구에 부착되어 있는 선택적인 제 1 도관, 상기 플로우 셀 입구에 부착되어 있는 선택적인 제 2 도관, 및 상기 플로우 셀과 관련되는 밸브를 구비하는 것을 특징으로 하는 단계, (b) 유체를 상기 공정 스트림으로부터 상기 플로우 셀 내로 유입하는 단계, (c) 유체가 상기 플로우 셀 내로 유입하도록 상기 장치의 밸브를 개방하는 단계, (d) 상기 DO 프로브를 이용하여 상기 공정 스트림의 DO 농도를 1회 이상 측정하는 단계로서, 이때 각 측정 전에 상기 DO 프로브의 표면을 클리닝하는 것을 특징으로 하는 단계, (e) 유체가 상기 플로우 셀 내로 유입되는 것을 막기 위해 상기 장치의 밸브를 닫는 단계, (f) 상기 DO 프로브를 이용하여 상기 공정 스트림의 DO 농도를 1회 이상 측정하는 단계로서, 이때 각 측정 전에 상기 DO 프로브의 표면을 클리닝하는 것을 특징으로 하는 단계, (g) 단계 (d)와 단계 (f) 사이의 ΔDO 리딩(reading)을 계산하는 단계, 및 (h) 상기 공정 스트림에서의 벌크(총) 미생물 활성을 단계 (g)의 ΔDO 값과 상호연관시키는 단계를 포함한다.

[0012]

또한 본 발명은 공정 스트림 내에서의 표면관련 미생물 활성을 측정하는 방법에 관한 것으로서, (a) 공정 스트림에 장치를 연결시키는 단계로서, 상기 장치는 하나 이상의 개구부가 상기 공정 스트림으로부터 인출되는 유체를 위한 플로우 셀 입구이고 하나 이상의 개구부가 상기 플로우 셀에서 나가는 유체를 위한 플로우 셀 출구인 복수개의 개구부를 구비한 플로우 셀, 상기 개구부들 중 하나에 부착되어 있는 DO 프로브, 상기 개구부들 중 하나에 부착되어 있는 선택적인 ORP 프로브, 상기 개구부들 중 하나에 부착되어 있는 선택적인 클리닝 장치, 상기 플로우 셀 입구에 부착되어 있는 선택적인 제 1 도관, 상기 플로우 셀 입구에 부착되어 있는 선택적인 제 2 도관, 및 상기 플로우 셀과 관련되는 밸브를 구비하는 것을 특징으로 하는 단계, (b) 유체를 상기 공정 스트림으로부터 상기 플로우 셀 내로 유입하는 단계, (c) 유체가 상기 플로우 셀 내로 유입되도록 상기 장치의 밸브를 개방하는 단계, (d) 상기 DO 프로브를 이용하여 상기 공정 스트림의 DO 농도를 1회 이상 측정하는 단계, (e) 상기 DO 프로브의 표면을 클리닝하는 단계, (f) 상기 DO 프로브를 이용하여 상기 장치 내의 유체의 DO 농도를 1회 이상 측정하는 단계로서, 이때 각 측정 전에 상기 DO 프로브의 표면을 클리닝하는 것을 특징으로 하는 단계, (g) 단계 (d)와 단계 (f) 사이의 ΔDO 리딩을 계산하는 단계, 및 (h) 표면관련 미생물 활성을 단계 (g)의 ΔDO

값과 상호연관시키는 단계를 포함한다.

[0013] 또한 본 발명은 벌크(총) 미생물 활성 및 표면관련 미생물 활성을 둘 다 모니터링하는 방법에 관한 것이다.

도면의 간단한 설명

[0014] 도 1은 플로우 셀, DO 프로브, 클리닝 장치, 및 선택적인 ORP 프로브를 구비하는 장치의 개략도이다.

도 2는 인클로저 내의 백 플레이트에 설치된 장치의 개략도이며, 이 장치는 플로우 셀, DO 프로브, ORP 프로브, 와이퍼 솔레노이드가 구비된 클리닝 장치, 제 1 도관, 제 2 도관 및 밸브를 구비한다.

도 3은 DO 프로브, ORP 프로브, 및 클리닝 장치를 구비하는 장치의 개략도이다.

도 4는 플로우 셀, ORP 프로브, DO 프로브, 및 와이퍼 블레이드가 구비된 클리닝 장치를 구비하는 장치의 개략도이다.

도 5는 표면적 증가를 위해 사용되는 부재 및 플로우 셀을 구비하는 장치의 개략도이다.

도 6은 제지 공장에서 수집된 데이터로서, 벌크 (총) 미생물 활성 및 표면 고착과 관련된 데이터이다.

도 7은 제지 공장에서 수집된 데이터로서, 벌크 (총) 미생물 활성 및 표면 파울링과 관련된 데이터이다.

도 8은 벌크 미생물 활성 및/또는 표면관련 미생물 활성을 모니터링하기 위한 흐름도이다.

도 9는 본 발명의 일 실시예를 도시한 것으로서, DO 프로브, ORP 프로브 및 클리닝 장치가 연결되어 있는 플로우 셀을 구비한다.

도 10은 본 발명의 일 실시예를 도시한 것으로서, 프로브, ORP 프로브 및 클리닝 장치가 연결되어 있는 플로우 셀과 OFM을 구비한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0015] <용어의 정의>

[0016] "DO"는 용존 산소를 의미한다.

[0017] "DO 프로브"는 용존 산소를 측정할 수 있는 어떠한 종류의 프로브도 포함한다. 바람직한 DO 프로브는 발광성 용존 산소 프로브이다.

[0018] "LDO"는 발광성 용존 산소를 의미한다. LDO 프로브는 산소의 존재가 여기된 형광체의 형광 수명을 단축시키는 수명 형광 붕괴를 기초로 하고 있다. 형광체는 센서 표면의 막 내에서 부동화 되며, 여기서 청색 LED(발광 다이오드)를 제공한다. LDO 프로브는 Hach Company(Loveland, CO 소재)로부터 구입할 수 있다. 이 프로브는 일반적으로 측정을 수행하는 센서 헤드를 구비한다.

[0019] "ORP"는 산화-환원 전위를 의미한다. ORP 프로브는 Walchem Corporation (Holliston, MA 소재)로부터 구입할 수 있다.

[0020] "REDOX"는 산화-환원 상태를 의미한다.

[0021] "OFM"은 광학 파울링 모니터(optical fouling monitor)를 의미한다. 특정 공정을 모니터링하기에 적합한 광학적 파울링이 이용될 수 있다. 이러한 모니터에는 수정 발진자(quartz crystal microbalance, QCM)와 같은 어떠한 일반적인 증착 모니터도 포함된다.

[0022] "밸브"는 유체의 흐름을 조절하는 어떠한 장치도 포함한다.

[0023] "클리닝 장치"는 표면, 예컨대 DO 프로브 표면 및/또는 ORP 프로브 표면을 클리닝할 수 있는 어떠한 장치도 포함한다.

[0024] "공정 스트림"은 산업 공정에서의 어떠한 유체도 포함한다. 예컨대, 제지 공정 중에 도관으로부터 취한 유체, 및 제지 공정 중에 헤드박스로부터 취한 유체 등을 포함한다.

[0025] <바람직한 실시예>

[0026] 공정 스트림 내의 미생물 활성은 용존 산소의 소비량을 모니터링함으로써 간접적으로 측정될 수 있다. 그 이유는 용존 산소 소비량이 산소 호흡 상태하에 세포가 생성하고 있는 ATP의 양과 직접적으로 관계가 있으며, 세포

가 생성하는 ATP의 양은 상기 공정 스트림 내의 미생물 활성 정도와 상관관계가 있다. 본 발명의 방법은 산소 호흡이 미생물 세포 내의 에너지 발생의 기본 경로가 아닌, DO 양이 낮은 공정 스트림에는 적합하지 않다.

- [0027] 공정 스트림으로부터 수집된 DO 측정치는 공정 스트림의 압력, 온도, 염도 수치를 이용하여 포화 퍼센트로 전환시켜야 한다. 이는 상기 변수들의 공정 변동을 기초로 하여 데이터를 표준화하는데 기여한다. 특히, 온도 수정이 중요한데, 분석하고자 하는 공정 스트림의 온도는 중저-흐름 상태 동안에 1 ~ 10℃ 강하할 것이며, 이러한 현상은 유체가 더 이상 플로우 셀 내로 흐르지 않을 때 발생한다.
- [0028] 용존 산소 소비량과 미생물 활성 사이의 상관 관계를 높이기 위해서 공정 유체의 REDOX 상태를 산화시킴으로써 산소 소비가 화학적 산화 과정의 결과가 아니라는 것을 나타내어야 한다. pH와 같은 인자는 공정수의 REDOX 상태에 영향을 미칠 것이다. pH가 높은 조건하에서는, 예를 들어 pH가 9.5 이상인 공정수는 상승된 REDOX 상태에서조차도 공정 유체 내의 유기 물질의 산화를 유발할 수 있다.
- [0029] 따라서, 바람직하게는 용존 소비가 기본적으로 공정 스트림 화학작용이 아닌 미생물 활성과 상호연관이 있다는 것을 보장하기 위해 공정 스트림의 ORP를 DO 농도와 병행하여 측정해야 한다.
- [0030] **A. 장치**
- [0031] 본 장치는 공정 스트림 내의 용존 산소를 실용적으로 측정하기 위해 개발된 것이다. 본 장치는 다른 분석 장치, 예컨대 ORP 프로브와 함께 사용될 수 있다.
- [0032] 도 1에 도시되 바와 같이, 본 장치는 플로우 셀(1), DO 프로브(2), 선택적인 ORP 프로브(3), 및 클리닝 장치(7)를 구비한다.
- [0033] 플로우 셀(1)은 복수개의 개구부를 구비한다. 이들 개구부는 유체가 플로우 셀(1)을 통해 흐르도록 해주는 역할을 한다. 개구부의 크기 및 모양은 다양하며, 특히, 공정 스트림의 유형을 고려하여야 한다.
- [0034] 도 3에서, 플로우 셀(1)은 입구(13) 및 출구(14)를 구비한다. 개구부의 직경은 공정 스트림으로부터 나온 유체가 플로우 셀(1)을 용이하게 통과시킬 수 있으며, 플로우 셀(1)을 막거나 DO 프로브(2) 및 ORP 프로브(3) 표면에 비생물학적 고착이 발생하는 것을 방지하기에 충분한 크기이어야 한다. 그러므로, 플로우 셀(1)의 직경은 많은 인자, 예컨대 공정 스트림의 유형에 따라 달라질 것이다.
- [0035] 또한 플로우 셀 개구부는 DO 프로브(2), ORP 프로브(3), 및/또는 클리닝 장치(7)와 같은 여러 가지 장치를 플로우 셀에 부착시킴으로써 하나 이상의 공정 스트림의 측정이 가능하도록 하는 역할을 한다. 또 다른 장치, 예컨대 pH 측정기도 플로우 셀에 결합시킬 수 있다.
- [0036] 특히, DO 프로브(2) 및/또는 ORP 프로브(3)는 플로우 셀(1)과 결합된다.
- [0037] 일 실시예에서, DO 프로브(2) 및 ORP 프로브(3)는 플로우 셀에 부착된다. 프로브는 당해 분야의 일반적 숙련자에게 알려져 있는 다양한 방법으로 플로우 셀(1)의 개구부들 중 하나에 부착될 수 있다. 결합은 어떠한 유형의 조임 및/또는 장착 수단에 의해서도 달성될 수 있다. 예를 들어, 플로우 셀(1)에 유닛을 부착시키고 이 유닛을 통해 프로브/장치를 삽입시킨 다음 그 상태에서 고정시킨다.
- [0038] 도 3에 도시된 바와 같이, 프로브는 플로우 셀(1)의 벽에 맞닿아 있다.
- [0039] 일 실시예에서, DO 프로브(2) 및 선택적인 ORP 프로브(3)의 적어도 일부가 상기 플로우 셀 내부로 돌출되어 있다.
- [0040] 다른 실시예에서, DO 프로브(2)는 DO 센서 헤드를 구비하며, 상기 DO 센서 헤드의 적어도 일부는 상기 플로우 셀 내부로 돌출되어 있다. 선택적인 ORP 프로브(3)는 ORP 센서 헤드를 구비하며, 상기 ORP 센서 헤드의 적어도 일부가 상기 플로우 셀 내부로 돌출되어 있다.
- [0041] 또 다른 실시예에서, 프로브는 플로우 셀(1)을 통과하는 유체의 흐름을 방해하지 않는 방식으로 배향되어야 한다.
- [0042] 또 다른 실시예에서, DO 프로브(2) 및 ORP 프로브(3)는 서로 가로지르도록 하는 위치로 배치된다.
- [0043] 도 2는 본 장치의 추가적인 특징으로 도시한 것이다. 보다 구체적으로, 도 2에는 제 1 도관(4), 제 1 도관(4)과 연결된 밸브(6), 제 1 도관(4)와 연결된 배출구(15), 플로우 셀(1), DO 프로브(2), ORP 프로브(3), 클리닝 장치(7), 상기 클리닝 장치(7)와 커뮤니케이션되는 솔레노이드(9) 및 제 2 도관(5)이 도시되어 있다.

- [0044] 제 1 도관(4) 및 제 2 도관(5)은 상기 플로우 셀(1)의 하나 이상의 개구부, 뿐만 아니라 공정 스트림의 하우징에 부착되어 있다. 부착은 당해 분야의 일반적 숙련자에게 알려져 있는 다양한 방법에 의해 달성될 수 있다. 예를 들어, 제 1 도관(4)은 파이프를 통해 공정 스트림 내로 전달시킬 수 있다.
- [0045] 제 1 도관(4)은 유체를 운반하거나 공정 스트림으로부터 플로우 셀 및/또는 OFM과 같은 다른 장치로 유체의 방향을 전환시킨다. 제 1 도관(4)은 유체를 공정 스트림으로부터 플로우 셀(1)로 이동되는 것을 촉진시키는 방식에 적합하다. 예를 들어, 펌프와 같이 중력이나 에너지를 기본으로 한 메커니즘은 유체를 공정 스트림으로부터 플로우 셀(1)을 구비한 장치로 끌어낼 수 있다.
- [0046] 또 다른 실시예에서, 공정 스트림으로의 흐름을 백업/제한 방지하기 위해서, 제 1 도관(4)에 배출구(15)를 연결시킬 수 있다.
- [0047] 제 2 도관(5)은 플로우 셀(1)을 통과해서 흐르는 유체의 출구로서의 역할을 하며, 또한 공정 스트림으로부터 나온 유체를 수용하기 위한 저장고의 역할도 한다. 특히, 제 2 도관(5)은 유체 중지 조건하에 모니터링이 수행될 때 분석을 위해서 플로우 셀(1)이 유체를 플로우 셀(1)의 내부에 보유하도록 공간적으로 배향될 수 있다. 예를 들어, 제 2 도관(5)은 중력이 유체를 플로우 셀(1)의 내부에 잡아둘 수 있도록 배향된다.
- [0048] 다른 실시예에서, 제 2 도관(5)은 또한 배출구로서 역할을 할 수 있다.
- [0049] 밸브(6)는 플로우 셀(1)에 연결되어 있다. 특히, 밸브(6)는 원하는 기능을 달성하기 위한 방식으로 플로우 셀(1)에 연결되어 있다. 밸브(6)는 공정 스트림으로부터 플로우 셀(1)로 흐르는 유체의 흐름을 제어/조절한다.
- [0050] 일 실시예에서, 밸브(6)는 제 1 도관(4)을 통해 플로우 셀(1)과 연결되어 있다. 특히, 밸브(6)는 폐쇄 위치에서는 흐름을 제한하고 개방 상태에서는 흐르도록 할 수 있는 방식으로 제 1 도관(4)과 통합/연결되어 있다.
- [0051] 다른 실시예에서, 밸브(6)는 유체의 흐름을 OFM 및/또는 플로우 셀(1) 쪽으로 조절할 수 있다.
- [0052] 또 다른 실시예에서, 밸브(6)의 직경은 고체를 다량 함유하는 공정 용수의 흐름을 방해하지 않도록 하기에 충분한 크기이어야 한다.
- [0053] 또 다른 실시예에서, 밸브(6)는 또한 흐름을 막은 상태하에서 표시 도수를 얻을 수 있도록 유체가 플로우 셀(1) 또는 제 2 도관(5) 외부로 나가는 것을 저지할 수 있다.
- [0054] 또 다른 실시예에서, 밸브(6)의 직경은 1인치 이상이다.
- [0055] 또 다른 실시예에서, 밸브(6)는 볼 밸브이다.
- [0056] 또 다른 실시예에서, 밸브(6)는 수동, 전기적 또는 공기압으로 작동된다.
- [0057] 또 다른 실시예에서, 볼 밸브(6)는 수동적, 전기적 또는 공기압으로 작동된다.
- [0058] 도 2 및 도 4에서, 클리닝 장치(7)는 플로우 셀(1) 개구부 중 하나에 부착되어 있다. 클리닝 장치는 DO 프로브(2) 및/또는 ORP 프로브(3) 표면을 클리닝하는 역할을 하며, 클리닝 장치의 방향은 이러한 기능을 수행하도록 배치되어야 한다. 클리닝 장치(7)는 플로우 셀(1)과 연결되어 있는 다른 장치를 클리닝할 수 있다.
- [0059] 일 실시예에서, 클리닝 장치(7)는 플로우 셀(1)의 영역을 횡단한다.
- [0060] 또 다른 실시예에서, 클리닝 장치(7)는 플로우 셀(1)의 영역을 횡단함으로써 DO 프로브(2), ORP 프로브(3) 또는 플로우 셀(1)과 연결될 수 있는 다른 종류의 분석 기기와 같은 하나 이상의 장치/프로브를 클리닝할 수 있다.
- [0061] 또 다른 실시예에서, 클리닝 장치(7)는 와이퍼 블레이드 또는 브러시(8)를 구비한다.
- [0062] 또 다른 실시예에서, 클리닝 장치(7)는 와이퍼 솔레노이드(9)에 의해 작동된다. 와이퍼 솔레노이드(9)는 클리닝 시기와 비클리닝 시기를 지시하는 논리가 프로그래밍되어 있는 컨트롤러로부터 명령을 받는다.
- [0063] 도 4에 도시된 바와 같이, 와이퍼 블레이드(8)는 DO 프로브(2)와 ORP 프로브(3) 둘 다에 수직인 방향으로 플로우 셀(1)을 횡단하도록 배치되어 있다.
- [0064] 플로우 셀(1)에 하나 이상의 배플(baffle)(11)을 부가함으로써 플로우 셀(1)의 면적을 증가시킬 수 있다. 도 5는 수정된 플로우 셀을 도시한 것이다. 구체적으로, 플로우 셀에 부재가 부착되며, 이 부재는 하나 이상의 배플을 포함한다. 부재는 다양한 방법으로 플로우 셀에 부착될 수 있다. 표면적을 증가시킬 수 있는 또 다른 대상을 유사한 방식으로 활용할 수 있다.

- [0065] 일 실시예에서, 부재(10)는 어댑터(12)의 도움으로 플로우 셀(1) 상에 확고하게 고정된다. 부재는 상기 공정 스트림으로부터 나오는 흐름을 수용하는 부재 입구(15) 및 플로우 셀에 부착되어 있는 출구를 구비한다.
- [0066] 일 실시예에서, 제 1 도관(4)은 플로우 셀(1)에 직접 부착되지 않고 부재(10)에 부착된다.
- [0067] 또 다른 실시예에서, 부재(10)는 하나 이상의 (11) 배플을 포함한다.
- [0068] 본 장치는 용수의 벌크 미생물 활성, 표면관련 미생물 활성 또는 이 두 가지를 모니터링하도록 설정될 수 있다.
- [0069] **B. 공정 스트림 속의 벌크 미생물학적 활성의 모니터링**
- [0070] 공정 스트림 속의 벌크 미생물학적 활성을 모니터링하는 방법이 개시된다. 벌크(총) 미생물학적 활성은 공정 스트림 속의 부유성 미생물 및 고착성 미생물과 같이, 벌크 공정 스트림 속의 미생물학적 활성을 의미한다.
- [0071] 공정 스트림의 벌크 미생물학적 활성은 공정 스트림의 DO 농도를 측정함으로써 결정된다. 이러한 분석에 병행하여 다른 매개변수를 이용할 수 있다. 보다 상세하게 기술하면, 본 방법은 (a) 공정 스트림에 장치를 연결시키는 단계로서, 상기 장치는 하나 이상의 개구부가 상기 공정 스트림으로부터 유입되는 유체를 위한 플로우 셀 입구이고 하나 이상의 개구부가 상기 플로우 셀에서 나가는 유체를 위한 플로우 셀 출구인 복수개의 개구부를 구비한 플로우 셀, 상기 복수개의 개구부들 중 하나에 부착되어 있는 DO 프로브, 상기 복수개의 개구부들 중 하나에 부착되어 있는 선택적인 ORP 프로브, 상기 복수개의 개구부들 중 하나에 부착되어 있는 선택적인 클리닝 장치, 상기 플로우 셀 입구에 부착되어 있는 선택적인 제 1 도관, 상기 플로우 셀 출구에 부착되어 있는 선택적인 제 2 도관, 및 상기 플로우 셀에 연결되어 있는 밸브를 구비하는 것을 특징으로 하는 단계, (b) 유체를 상기 공정 스트림으로부터 상기 플로우 셀 내로 유입하는 단계, (c) 유체가 상기 플로우 셀 내로 유입되도록 상기 장치의 밸브를 개방하는 단계, (d) 상기 DO 프로브를 이용하여 상기 공정 스트림의 DO 농도를 1회 이상 측정하는 단계로서, 이때 각 측정 전에 상기 DO 프로브의 표면을 클리닝하는 것을 특징으로 하는 단계, (e) 유체가 상기 플로우 셀 내로 유입되는 것을 막기 위해 상기 장치의 밸브를 닫는 단계, (f) 상기 DO 프로브를 이용하여 상기 공정 스트림의 DO 농도를 1회 이상 측정하는 단계로서, 이때 각 측정 전에 상기 DO 프로브의 표면을 클리닝하는 것을 특징으로 하는 단계, (g) 단계(d)와 단계(f)사이의 ΔDO 리딩을 계산하는 단계, 및 (h) 상기 공정 스트림 속의 벌크(총) 미생물학적 활성을 단계(g)의 ΔDO 값과 상호연관시키는 단계를 포함한다.
- [0072] 본 방법론은 다양한 다른 형태의 공정 스트림에 적용될 수 있다.
- [0073] 일 실시예에서, 공정 스트림은 제지 공정, 냉각 용수 공정, 식품 또는 음료 공정, 및 여가제품용 공정으로 구성된 그룹 중에서 선택되는 공정으로부터 얻는 스트림이다.
- [0074] 용수의 벌크 미생물학적 활성은 흐름을 개방한 상태와 흐름을 중지시킨 상태 사이의 DO 농도 변화(ΔDO)를 관찰함으로써 측정된다. 보다 구체적으로는, ΔDO 를 관찰함으로써 DO 소비율을 측정할 수 있다. 그 다음, DO 소비율을 상기 공정 스트림 속의 미생물학적 활성과 상호연관시킬 수 있으나, 상관관계의 완전성은 DO 측정과 병행해서 ORP가 측정되는 경우에 더욱 가능하다. 그 이유는 DO 측정은 공정 스트림 유체의 REDOX 상태가 산화되지 않은 경우 영향을 받기 때문이다.
- [0075] 흐름 개방 상태는 공정 스트림 유체가 플로우 셀을 통과할 수 있을 때 이루어지며, 플로우 셀에 연결되어 있는 분석 기기, 특히 유체의 DO 농도를 측정하기 위한 DO 프로브에 의해 측정된다.
- [0076] 흐름 중지 상태는 공정 스트림 유체가 플로우 셀 내로 더 이상 흘러오지 않는 경우를 의미한다. 흐름 중지 상태 하에서, 유체는 플로우 셀 내에서 유지되며 플로우 셀은 이 유체의 DO 농도를 모니터링한다.
- [0077] 단계(d)에서와 같이, 흐름 개방 상태 하에서, 공정 스트림의 DO 농도의 정확한 리딩을 얻기 위해서는 충분한 시간 동안 공정 스트림의 DO 농도를 측정하여야 한다. 이는 1회 이상의 리딩(reading)을 취할 수 있다. 당해 분야의 일반적인 숙련자는 과도한 실험을 하지 않고 정확한 공정 스트림 리딩을 얻기 위해 취할 수 있는 리딩 횟수 뿐만 아니라 정확한 공정 스트림 리딩을 얻기 위해 취할 수 있는 리딩의 간격을 결정할 수 있을 것이다.
- [0078] 단계(f)에서와 같이, 흐름 중지 상태 하에서, 플로우 셀 내의 유체 속의 1종 이상의 미생물 종이 상기 유체 속의 용존 산소를 소비하기에 충분한 시간을 가질 수 있도록 보장하기 위해서 플로우 셀 내의 유체의 첫 번째 DO 측정 이전에 충분한 시간을 제공하여야 한다. 이 시간 기간(time period)은 다를 수 있으며, 모니터링하고자 하는 공정의 유형, 및 본 발명의 방법을 수행하기 전에 사용되는 미생물학적 프로그램의 효율성 등을 포함하는 하나 이상의 인자에 따라 좌우된다. 예를 들어, 제지 산업에서, 공정수가 미생물로 심각하게 오염되어 있다면, 미생물이 용존 산소를 소비하는데 시간이 덜 걸릴 것이다. 미생물의 종류(예컨대, 진균류 또는 사상세균)도 또한

DO 소비의 양 및 속도에 영향을 미칠 수 있다.

- [0079] 일 실시예에서, 흐름 개방 상태와 흐름 중지 상태 하에서 취해진 측정치는 동일한 시간 간격으로 취해진 것이다. 또 다른 실시예에서, 흐름 개방 상태와 흐름 중지 상태 하에서 취해진 측정치는 동일한 시간 기간 및 동일한 시간 간격으로 취해진 것이다.
- [0080] 공정 스트림은 연속적으로, 간헐적으로 또는 1회로 모니터링할 수 있다. 연속적인 모니터링은 실시간 상태를 계공함으로써 공정 스트림 내에서 시스템 업셋이 용이하게 감지될 수 있다.
- [0081] ΔDO 는 다양한 방법으로 계산될 수 있다.
- [0082] 일 실시예에서, 밸브를 닫음으로써 공정수가 중지되는 흐름 중지 상태에 대해 용수가 연속적으로 흐르는 기간 동안(흐름 개방 상태) 최대 DO 농도 변화치를 취함으로써 벌크 미생물학적 활성을 측정할 수 있다. 다시 말해서, 단계(d)와 단계(f)에서의 리딩을 기초로 한 DO 농도의 최대 변화치를 이용하여 ΔDO 를 계산한다.
- [0083] 또 다른 실시예에서, ΔDO 값은 단계(d)의 평균 DO 측정치와 단계(f)의 최소 DO 레벨을 취함으로써 결정된다.
- [0084] 또 다른 실시예에서, ΔDO 값은 단계(d)의 최고 측정치와 단계(f)의 최소 DO 레벨을 취함으로써 결정된다.
- [0085] 또 다른 실시예에서, ΔDO 값은 단계(d)의 마지막 측정치와 단계(f)의 최소 DO 레벨을 취함으로써 결정된다.
- [0086] 또 다른 실시예에서, 단계(d)와 단계(f)의 측정 지속기간 및 측정 간격은 동일하다.
- [0087] 또 다른 실시예에서, 단계(d)와 단계(f)의 측정 지속기간은 어디든지 5 ~ 240분이다.
- [0088] 또 다른 실시예에서, 단계(d)와 단계(f) 동안 측정 지속기간은 30분이고 같은 시간간격으로 5회 측정치가 기록된다.
- [0089] 또 다른 실시예에서, 단계(d)와 단계(f)에서 측정치가 기록되기 전에 표면을 클리닝하고 난 후 30초 지연시킨다.
- [0090] 공정 스트림의 ORP는 공정 스트림의 DO 농도와 병행해서 측정될 수 있다.
- [0091] 일 실시예에서, 본 방법은 단계(d)와 단계(f)에서 적어도 1회 ORP를 측정하며, 각 측정 전에 ORP 프로브 표면을 클리닝하는 단계를 포함한다.
- [0092] 또 다른 실시예에서, ORP 값이 예측한 수준보다 낮은 경우 1종 이상의 산화제를 첨가할 수 있다.
- [0093] 또 다른 실시예에서, ORP 측정치가 소정의 수준보다 낮은 경우, ORP 측정과 병행해서 측정된 DO 측정치는 ΔDO 를 계산하는데 포함시키지 않는다. 보다 상세하게 설명하자면, 이 측정치를 제외시킴으로써, 공정 오퍼레이터는 DO 소비가 미생물학적 활성 또는 공정 스트림 화학작용과 관련 있는 지에 대해 보다 잘 인지할 수 있다.
- [0094] 또 다른 실시예에서, 예측한 수준이 약 100mV보다 낮으면, DO 측정치는 제외된다. 왜냐하면 ORP가 이 범위 내인 경우, 일반적으로 상태는 산화되지 않은 상태이며 용존 산소 소비는 공정 스트림의 화학적 상태와 관련이 있기 때문이다.
- [0095] 공정 스트림 속의 총(벌크) 미생물학적양에 대한 대응은 많은 다른 경로를 취할 수 있다.
- [0096] 일 실시예에서, 총(벌크) 미생물학적 양이 높거나 공정에 매우 효과적인 것으로 생각되는 예측 수준보다 높은 경우, 프로토콜은 미생물학적 양을 원하는 수준으로 되돌려 놓기 위해 유효량의 살생물제를 첨가하는 단계를 포함한다.
- [0097] 살생물제는 산화 및/또는 비산화 물질일 수 있다.
- [0098] 제지 공정에 있어서, 살생물제는 이소티아졸론, 글루타르알데히드, 디브로모니트릴로프로피오나미드, 카르바메이트, 제 4급 암모늄 화합물, 차아염소산 나트륨, 과산화 염소, 과초산, 오존, 클로라민, Stabrex™ (브로모-술폰메이트), 브로모-클로로-디메틸 히단토인, 디클로로-디메틸 히단토인, 모노클로라민, 암모늄염과 함께 사용되는 차아염소산 나트륨, 및 디메틸 히단토인, 아미노산, 시아누르산, 숙신이미드 및 요소를 포함한 안정화제, 그리고 이들의 혼합물로 구성되는 그룹 중에서 선택된다.
- [0099] 공정 스트림 속의 미생물학적 활성의 정도에 대한 대응을 실행하기 위해서 하나 이상의 컨트롤러를 사용할 수 있다. 보다 상세하게 기술하면, 컨트롤러는 예컨대 DO 프로브와 같은 공정 스트림으로부터 데이터를 받고, 컨트롤러(예를 들어, 프로그램 로직 컨트롤러)에 입력되어 있는 논리를 기초로 하여 ΔDO 를 계산하고, 이 ΔDO 에 따

르는 대응을 실행하도록 프로그래밍될 수 있다. 이 컨트롤러는 살생물제 또는 부착 제어 중합체를 공정 스트림에 공급하는 펌프를 가동시키는 것과 같은 다양한 기능을 포함한다.

[0100]

일 실시예에서, 컨트롤러는 웹을 기반으로 한다.

[0101]

또 다른 실시예에서, 컨트롤러는 ORP 프로브, DO 프로브, 클리닝 장치, 밸브 또는 그 조합체 중 적어도 하나와 커뮤니케이션(communication) 한다.

[0102]

또 다른 실시예에서, 컨트롤러는 상기 DO 프로브로부터 입력 신호를 수신하며, 상기 컨트롤러에 프로그래밍된 원하는 프로토콜을 구현한다.

[0103]

또 다른 실시예에서, 컨트롤러는 컨트롤러 시스템이다. "컨트롤러 시스템" 및 유사 용어는 프로세서, 메모리 장치, 음극선관, 액정 디스플레이, 플라즈마 디스플레이, 터치 스크린 또는 다른 모니터 및/또는 기타 다른 구성요소 등과 같은 구성요소를 구비한 전자 장치 또는 수동 오퍼레이터를 의미한다. 일부 경우에, 컨트롤러는 하나 이상의 주문형 집적회로, 프로그램 또는 알고리즘, 하나 이상의 하드웨어에 내장된 장치, 및/또는 하나 이상의 기계적 장치와 통합되어 실행된다. 컨트롤러 시스템의 일부 또는 모든 기능은 근거리 통신망, 광역 통신망, 무선 통신망, 인터넷 접속, 마이크로파 링크, 적외선 링크 등과의 교신을 위해, 네트워크 서버와 같은 중앙 위치에 존재한다. 또한, 신호 처리 알고리즘을 촉진시키기 위해 시그널 컨디셔너 또는 시스템 모니터와 같은 다른 구성요소도 구비할 수 있다.

[0104]

또 다른 실시예에서, 원하는 프로토콜은 공정 스트림을 모니터하고 공정 스트림을 처리하는 책임을 담당하는 오퍼레이터 또는 사람에게 경고를 보내도록 되어 있다.

[0105]

또 다른 실시예에서, 바람직한 프로토콜은 상기 ΔDO 가 예측 수준에 도달한 경우, 공정 스트림에 유효량의 살생물제를 첨가하는 단계를 포함한다. 살생물제는 산화 및/또는 비산화 물질일 수 있다.

[0106]

광학 파울링 모니터(OFM)는 공정 스트림 내에서 발생하는 침적물 형성의 성질/기원을 결정하기 위해 상기 플로우 셀에 연결하여 사용될 수 있다.

[0107]

일 실시예에서, 본 발명의 방법론은 상기 공정 스트림과 연결되는 광학 파울링 모니터를 제공하는 단계, 상기 공정 스트림으로부터 나온 유체를 상기 광학 파울링 모니터로 끌어당기는 단계, 광학 파울링 모니터를 이용하여 침적물 형성을 측정하는 단계, 광학 파울링 모니터 내의 침적물 형성을 상기 공정 스트림 속의 ΔDO 로부터 결정된 상기 미생물학적 활성과 상호연관시킴으로써 침적물의 유형을 결정하는 단계, 임의선택적으로 상기 침적물 형성과 미생물학적 활성 사이의 상관관계에 따라서, 상기 OFM 및 적어도 DO 프로브와 연결된 컨트롤러가 상기 공정 스트림에 1종 이상의 화학 종을 첨가시키도록 프로그래밍하는 단계를 추가로 포함한다.

[0108]

또 다른 실시예에서, 상기 상관관계가 광학 파울링에서 형성된 침적물이 미생물학적 성질을 가진다는 것을 시사하는 경우, 화학 종은 살생물제를 포함한다. 예를 들어, OFM 상의 침적물이 형성되고 ΔDO 가 높으면, 침적물 형성을 제거하고 공정 스트림의 미생물학적 활성을 낮추기 위해 상기 공정 스트림에 살생물제를 첨가시키는 것이 한 방법이다. 살생물제는 산화 및/또는 비산화 물질일 수 있다.

[0109]

또 다른 실시예에서, 상기 상관관계가 침적물 형성이 미생물학적 성질을 가지지 않는다는 것을 시사하는 경우, 화학 종은 침적 제어 화학적성질을 가진다. 예를 들어, OFM 상의 침적물이 형성되고 ΔDO 가 낮으면, 침적물 형성을 제거하기 위해 상기 공정 스트림에 침적 제어 화학물질을 첨가시키는 것이 한 방법이다. 당해 분야에 일반적인 숙련자에 알려져 있는 다양한 종류의 침적 제어 화학물질이 있다. 예를 들어 제지 공정 중에 침적물 형성을 방지하는데 도움을 주는 피치억제제, 및 침적 제어 중합체 등이 있다.

[0110]

C. 공정 스트림 속의 표면관련 미생물학적 활성의 모니터링

[0111]

표면관련 미생물학적 활성은 표면 미생물, 예를 들어 생물막의 미생물 활성을 의미한다.

[0112]

표면관련 미생물학적 활성은 공정 스트림의 DO 농도를 측정함으로써 결정된다. 이러한 분석에 병행하여 다른 매개변수를 이용할 수 있다. 보다 상세하게 기술하면, 본 방법은 (a) 공정 스트림에 장치를 연결시키는 단계로서, 상기 장치는 하나 이상의 개구부가 상기 공정 스트림으로부터 유입되는 유체를 위한 플로우 셀 입구이고 하나 이상의 개구부가 상기 플로우 셀에서 나가는 유체를 위한 플로우 셀 출구인 복수개의 개구부를 구비한 플로우 셀, 상기 개구부들 중 하나에 부착되어 있는 DO 프로브, 상기 개구부들 중 하나에 부착되어 있는 선택적인 ORP 프로브, 상기 개구부들 중 하나에 부착되어 있는 선택적인 클리닝 장치, 상기 플로우 셀 입구에 부착되어 있는 선택적인 제 1 도관, 상기 플로우 셀 출구에 부착되어 있는 선택적인 제 2 도관, 및 상기 플로우 셀에 연결되어

있는 밸브를 구비하는 것을 특징으로 하는 단계, (b) 유체를 상기 공정 스트림으로부터 상기 플로우 셀 내로 유입하는 단계, (c) 유체가 상기 플로우 셀 내로 유입되도록 상기 장치의 밸브를 개방하는 단계, (d) 상기 DO 프로브를 이용하여 상기 공정 스트림의 DO 농도를 1회 이상 측정하는 단계로서, 이때 각 측정 전에 상기 DO 프로브는 클리닝되지 않는 것을 특징으로 하는 단계, (e) 상기 DO 프로브의 표면을 클리닝하는 단계, (f) 상기 DO 프로브를 이용하여 상기 장치 내부의 유체의 DO 농도를 1회 이상 측정하는 단계로서, 이때 임의선택적으로 각 측정 전에 상기 DO 프로브의 표면을 클리닝하는 것을 특징으로 하는 단계, (g) 단계(d)와 단계(f) 사이의 ΔDO 리딩을 계산하는 단계, 및 (h) 표면관련 생물학적 활성을 단계(g)의 ΔDO 값과 상호연관시키는 단계를 포함한다.

[0113] 본 방법론은 다양한 다른 형태의 공정 스트림에 적용될 수 있다.

[0114] 일 실시예에서, 공정 스트림은 제지 공정, 냉각 용수 공정, 식품 또는 음료 공정, 및 여가용 공정으로 구성된 그룹 중에서 선택되는 공정으로부터 얻는 스트림이다.

[0115] 생물막 활성은 흐름을 개방한 상태 동안 와이핑 전 대 와이핑 후 즉시 취해진 DO 측정치의 차이에 의해 계산된다. 이러한 분석에 병행하여 다른 매개변수를 이용할 수 있다. ΔDO 와 생물막 활성 사이의 상관관계의 완전성은 DO 측정과 병행해서 ORP가 측정되는 경우에 더욱 가능하다. 그 이유는 DO 측정은 공정 스트림 유체의 REDOX 상태가 산화되지 않은 경우 영향을 받기 때문이다.

[0116] 흐름 개방 상태는 공정 스트림 유체가 플로우 셀을 통과할 수 있을 때 이루어지며, 플로우 셀에 연결되어 있는 분석 기기, 특히 유체의 DO 농도를 측정하기 위한 DO 프로브에 의해 측정된다.

[0117] 단계(d) 및 단계(f)에서와 같이, 흐름 개방 상태 하에서, 생물막 집적(accumulation)이 존재한다면 충분한 시간 동안 생물막 집적이 이루어지도록 하기 위해서 DO 측정 이전에 충분한 시간이 경과하도록 해야 한다. 이 시간 기간은 모니터링하고자 하는 공정의 유형, 및 현재 본 발명의 방법을 수행하기 전에 사용되는 현 미생물학적 프로그램의 효율성 등을 포함하는 다양한 인자에 따라 달라질 수 있다. 예를 들어, 제지 산업에서, 공정수가 미생물로 심각하게 오염되어 있다면, 미생물이 용존 산소를 소비하는데 시간이 덜 걸릴 것이다. 미생물의 종류(예컨대, 진균류 또는 사상세균)도 또한 DO 소비의 양 및 속도에 영향을 미칠 수 있다.

[0118] 일 실시예에서, 흐름 개방 상태와 흐름 중지 상태 하에서 취해진 측정치는 동일한 시간 간격으로 취해진 것이다. 또 다른 실시예에서, 흐름 개방 상태와 흐름 중지 상태 하에서 취해진 측정치는 동일한 시간 기간 및 동일한 시간 간격으로 취해진 것이다.

[0119] 공정 스트림은 연속적으로, 간헐적으로 또는 1회로 모니터링할 수 있다. 연속적인 모니터링은 실시간 상태를 제공함으로써 공정 스트림 내에서 시스템 업셋이 용이하게 감지될 수 있다.

[0120] ΔDO 는 다양한 방법으로 계산될 수 있다.

[0121] 일 실시예에서, ΔDO 값은 단계(d)의 최저 DO 측정치와 단계(f)의 평균 DO 측정치를 취함으로써 결정된다.

[0122] 또 다른 실시예에서, ΔDO 값은 단계(d)의 최저 측정치와 단계(f)의 최고 DO 레벨을 취함으로써 결정된다.

[0123] 또 다른 실시예에서, ΔDO 값은 단계(d)의 마지막 측정치와 단계(f)의 최고 DO 레벨을 취함으로써 결정된다.

[0124] 또 다른 실시예에서, 흐름이 연속적으로 진행되는 동안 선택된 시간 간격으로 5회 DO 측정이 수행되며 측정치가 기록된다. 그러나 이러한 각 측정 이전에 와이퍼 블레이드에 의한 프로브 클리닝은 하지 않는다.

[0125] 또 다른 실시예에서, 선택된 시간 간격이 종료되기 1분 전에, 프로브를 클리닝하고 나서 2회 연속적으로 측정이 수행되고 측정치가 기록된다.

[0126] 공정 스트림의 ORP는 공정 스트림의 DO 농도와 병행해서 측정될 수 있다.

[0127] 일 실시예에서, 본 방법은 단계(d)와 단계(f)에서 적어도 1회 ORP를 측정하며, 각 측정 전에 ORP 프로브 표면을 클리닝하는 단계를 포함한다. 이 때 ORP 프로브는 단계(d)에서는 클리닝되지 않고 임의선택적으로 단계(f)에서 클리닝된다. 임의선택적으로, ORP 값이 예측한 수준보다 낮은 경우 1종 이상의 산화제를 첨가할 수 있다.

[0128] 또 다른 실시예에서, ORP 측정치가 소정의 수준보다 낮은 경우, ORP 측정과 병행해서 측정된 DO 측정치는 공정 스트림의 미생물학적 활성을 결정하는데 사용되는 ΔDO 를 계산하는데 포함시키지 않는다. 보다 상세하게 기술하면, 이 측정치를 제외시킴으로써, 공정 오퍼레이터는 DO 소비가 미생물학적 활성 또는 공정 스트림 화학적작용과 관련있는지에 대해 보다 잘 인지할 수 있다.

- [0129] 또 다른 실시예에서, 예측한 수준이 약 100mV보다 낮으면, DO 측정치는 제외된다. 왜냐하면 ORP가 이 범위 내인 경우, 상태는 산화되지 않은 상태이며 용존 산소 소비는 공정 스트림의 화학적 상태와 관련이 있기 때문이다.
- [0130] 또 다른 실시예에서, DO 프로브, ORP 프로브 또는 두 혼합체는 와이퍼 블레이드를 구비하는 클리닝 장치에 의해 클리닝된다.
- [0131] 또 다른 실시예에서, 와이퍼 블레이드는 프로브 표면을 2회 닦아낸다.
- [0132] 공정 스트림 속의 표면관련 미생물학적 양에 대한 대응은 많은 다른 경로를 취할 수 있다.
- [0133] 일 실시예에서, 표면관련 미생물학적 양이 높거나 공정에 매우 효과적인 것으로 생각되는 예측 수준보다 높은 경우, 프로토콜은 미생물학적 양을 원하는 수준으로 되돌려 놓기 위해 유효량의 살생물제를 첨가하는 단계를 포함한다.
- [0134] 살생물제는 산화 및/또는 비산화 물질일 수 있다.
- [0135] 제지 공정에 있어서, 살생물제는 이소티아졸린, 글루타르알데히드, 디브로모니트릴로프로피오나미드, 카르바메이트, 제 4급 암모늄 화합물, 차아염소산 나트륨, 과산화 염소, 과초산, 오존, 클로라민, StabrexTM (브로모-솔과 메이트), 브로모-클로로-디메틸 히단토인, 디클로로-디메틸 히단토인, 모노클로라민, 암모늄염과 함께 사용되는 차아염소산 나트륨, 및 디메틸 히단토인, 아미노산, 시아누르산, 숙신이미드 및 요소를 포함한 안정화제, 그리고 이들의 혼합물로 구성되는 그룹 중에서 선택된다.
- [0136] 공정 스트림 속의 미생물학적 활성의 정도에 대한 대응을 실행하기 위해서 하나 이상의 컨트롤러를 사용할 수 있다. 보다 상세하게 기술하면, 컨트롤러는 예컨대 DO 프로브와 같은 공정 스트림으로부터 데이터를 받고, 컨트롤러(예를 들어, 프로그램 로직 컨트롤러)에 입력되어 있는 논리를 기초로 하여 ΔDO 를 계산하고, 이 ΔDO 에 따르는 반응을 수행하도록 프로그래밍될 수 있다. 이 컨트롤러는 살생물제 또는 침적 제어 중합체를 공정 스트림에 공급하는 펌프를 가동시키는 것과 같은 다양한 기능을 포함한다.
- [0137] 일 실시예에서, 컨트롤러는 웹을 기반으로 한다.
- [0138] 또 다른 실시예에서, 컨트롤러는 ORP 프로브, DO 프로브, 클리닝 장치, 밸브 또는 그 조합체 중 적어도 하나와 커뮤니케이션한다.
- [0139] 또 다른 실시예에서, 컨트롤러는 상기 DO 프로브로부터 입력 신호를 수신하며, 상기 컨트롤러에 프로그래밍되어 있는 원하는 프로토콜을 실행한다.
- [0140] 또 다른 실시예에서, 컨트롤러는 컨트롤러 시스템이다. "컨트롤러 시스템" 및 유사 용어는 프로세서, 메모리 장치, 음극선관, 액정 디스플레이, 플라즈마 디스플레이, 터치 스크린 또는 다른 모니터 및/또는 다른 구성요소 등과 같은 구성요소를 구비한 전자 장치 또는 수동 오퍼레이터를 의미한다. 일부 경우에, 컨트롤러는 하나 이상의 주문형 집적회로, 프로그램 또는 알고리즘, 하나 이상의 하드웨어에 내장된 장치, 및/또는 하나 이상의 기계적 장치와 통합되어 실행될 수 있다. 컨트롤러 시스템의 일부 또는 모든 기능은 근거리 통신망, 광역 통신망, 무선 통신망, 인터넷 접속, 마이크로파 링크, 적외선 링크 등과 같은 통신을 위해, 네트워크 서버와 같은 중앙 위치에 존재한다. 또한, 신호 처리 알고리즘을 촉진시키기 위해 시그널 컨디셔너 또는 시스템 모니터와 같은 다른 구성요소도 구비할 수 있다.
- [0141] 또 다른 실시예에서, 바람직한 프로토콜은 공정 스트림을 모니터링하고 공정 스트림을 처리하는 책임을 맡은 오퍼레이터 또는 사람에 경계를 유지할 것이다.
- [0142] 또 다른 실시예에서, 바람직한 프로토콜은 상기 ΔDO 가 예측 수준에 도달한 경우, 공정 스트림에 유효량의 살생물제를 첨가하는 단계를 포함한다. 살생물제는 산화 및/또는 비산화 물질일 수 있다.
- [0143] 광학 파울링 모니터(OFM)는 공정 스트림 내에서 발생하는 침적물 형성의 성질/기원을 결정하기 위해 상기 플로우 셀에 연결하여 사용될 수 있다.
- [0144] 일 실시예에서, 본 발명의 방법론은 상기 공정 스트림과 연결되는 광학 파울링 모니터를 제공하는 단계, 상기 공정 스트림으로부터 나온 유체를 상기 광학 파울링 모니터로 끌어당기는 단계, 광학 파울링 모니터를 이용하여 침적물 형성을 측정하는 단계, 광학 파울링 모니터의 침적물 형성을 상기 공정 스트림 속의 ΔDO 로부터 결정된 상기 미생물학적 활성과 상호연관시킴으로써 침적물의 유형을 결정하는 단계, 임의선택적으로 상기 침적물 형성과 미생물학적 활성 사이의 상관관계에 따라서, 상기 공정 스트림에 1종 이상의 화학 종을 첨가시키도록 상기

OFM 및 적어도 DO 프로브와 커뮤니케이션하는 컨트롤러를 프로그래밍하는 단계를 추가로 포함한다.

[0145] 또 다른 실시예에서, 상기 상관관계가 광학 파울링으로 형성된 침적물이 미생물학적 성질을 가지는 것을 시사하는 경우, 화학 종은 살생물제를 포함한다. 예를 들어, OFM 상의 침적이 형성되고 ΔDO 가 높으면, 침적물 형성을 제거하고 공정 스트림의 미생물학적 활성을 낮추기 위해 상기 공정 스트림에 살생물제를 첨가시키는 것이 한 방법이다. 살생물제는 산화 및/또는 비산화 물질일 수 있다.

[0146] 또 다른 실시예에서, 상기 상관관계가 침적물 형성이 미생물학적 성질을 가지지 않는 것을 시사하는 경우, 화학 종은 침적 제어 화학적 성질을 가진다. 예를 들어, OFM 상의 침적물이 형성되고 ΔDO 가 낮으면, 침적물 형성을 제거하기 위해 상기 공정 스트림에 침적 제어 화학물질을 첨가시키는 것이 한 방법이다. 당해 분야에 일반적인 숙련자에 알려져 있는 다양한 종류의 침적 제어 화학물질이 있다. 예를 들어 제지 공정 중에 침적물 형성을 방지하는데 도움을 주는 피치억제제, 및 침적 제어 중합체 등이 있다.

[0147] D. 공정 스트림 속의 벌크 및 표면관련 미생물학적 활성의 모니터링

[0148] 벌크 미생물학적 활성과 표면관련 미생물학적 활성은 함께 모니터링될 수 있다. 공정 스트림 속의 벌크 미생물학적 활성과 표면관련 미생물학적 활성을 측정하는 방법은 (a) 상기 공정 스트림에 장치를 연결시키는 단계로서, 상기 장치는 하나 이상의 개구부가 상기 공정 스트림으로부터 유입되는 유체를 위한 플로우 셀 입구이고 하나 이상의 개구부가 상기 플로우 셀에서 나가는 유체를 위한 플로우 셀 출구인 복수개의 개구부를 구비한 플로우 셀, 상기 개구부들 중 하나에 부착되어 있는 DO 프로브, 상기 개구부들 중 하나에 부착되어 있는 선택적인 ORP 프로브, 상기 개구부들 중 하나에 부착되어 있는 선택적인 클리닝 장치, 상기 플로우 셀 입구에 부착되어 있는 선택적인 제 1 도관, 상기 플로우 셀 출구에 부착되어 있는 선택적인 제 2 도관, 및 상기 플로우 셀에 연결되어 있는 밸브를 구비하는 것을 특징으로 하는 단계, (b) 유체를 상기 공정 스트림으로부터 상기 플로우 셀 내로 유입하는 단계, (c) 유체가 상기 플로우 셀 내로 유입하도록 상기 장치의 밸브를 개방하는 단계, (d) 상기 DO 프로브를 이용하여 상기 공정 스트림의 DO 농도를 1회 이상 측정하는 단계로서, 이때 각 측정 전에 상기 DO 프로브는 클리닝되지 않는 것을 특징으로 하는 단계, (e) 상기 DO 프로브의 표면을 클리닝하는 단계, (f) 상기 DO 프로브를 이용하여 상기 장치 내부의 유체의 DO 농도를 1회 이상 측정하는 단계로서, 이때 임의선택적으로 각 측정 전에 상기 DO 프로브의 표면을 클리닝하는 것을 특징으로 하는 단계, (g) 유체가 상기 플로우 셀 내로 유입되는 것을 막기 위해 상기 장치의 밸브를 닫는 단계, (h) 상기 DO 프로브를 이용하여 상기 장치 내부의 유체의 DO 농도를 1회 이상 측정하는 단계로서, 이때 각 측정 전에 상기 DO 프로브의 표면을 클리닝하는 것을 특징으로 하는 단계, (i) 단계(f)와 단계(h) 사이의 ΔDO 리딩을 계산하고, 상기 공정 스트림 속의 벌크 (총) 미생물학적 활성을 상기 ΔDO 와 상호연관시키는 단계, 및 (i) 단계(d)와 단계(f) 사이의 ΔDO 리딩을 계산하고, 상기 공정 스트림 속의 표면관련 생물학적 활성을 상기 ΔDO 와 상호연관시키는 단계를 포함한다.

[0149] 또 다른 실시예에서, 모니터링은 오퍼레이터가 벌크 미생물학적 활성(노말 모드) 및/또는 표면관련 활성(생물막 모드) 사이에서 토글링/스위칭할 수 있도록 설정된다. 도 8은 순서도에 의해 본 메커니즘의 일 실시예를 도시한 것이다.

[0150] 또 다른 실시예에서, 본 방법은 단계(d), 단계(f) 및 단계(h)에서 적어도 1회 ORP를 측정하는 단계로서, 이 때 ORP 프로브는 단계(d)에서는 클리닝되지 않고, 임의선택적으로 단계(f)에서 클리닝되며, 단계(h)에서 클리닝되는 것을 특징으로 하는 단계; 임의선택적으로, ORP 값이 예측한 수준보다 낮은 경우 1종 이상의 산화제를 상기 공정 스트림에 첨가하는 단계; 및 임의선택적으로 ORP 측정치가 소정의 수준보다 낮은 경우, DO 측정치를 사용하지 않고 ΔDO 를 계산하는 단계를 추가로 포함한다.

[0151] 또 다른 실시예에서, 본 방법론과 병행해서, 공정 스트림으로부터 침적물 형성도 모니터링할 수 있다. 보다 상세히 기술하면, 본 발명의 방법론은 상기 공정 스트림과 연결되는 광학 파울링 모니터를 제공하는 단계, 상기 공정 스트림으로부터 나온 유체를 상기 광학 파울링 모니터로 끌어당기는 단계, 광학 파울링 모니터를 이용하여 침적물 형성을 측정하는 단계, 광학 파울링 모니터의 침적물 형성을 상기 공정 스트림 속의 ΔDO 로부터 결정된 상기 미생물학적 활성과 상호연관시킴으로써 침적물의 유형을 결정하는 단계, 임의선택적으로 상기 침적물 형성과 미생물학적 활성 사이의 상관관계에 따라서, 컨트롤러가 상기 공정 스트림에 1종 이상의 화학 종을 첨가하도록 프로그래밍하는 단계를 추가로 포함한다.

[0152] E. 추가 실시예

[0153] 추가적으로, 본 발명은 공정 스트림 중의 벌크 (총) 미생물학적 활성을 모니터링하고 제어하는 방법을 제공한다. 본 방법은 (a) 공정 스트림에 장치를 연결시키는 단계로서, 상기 장치는 하나 이상의 개구부가 상기

공정 스트림으로부터 유입되는 유체를 위한 플로우 셀 입구이고 하나 이상의 개구부가 상기 플로우 셀에서 나가는 유체를 위한 플로우 셀 출구인 복수개의 개구부를 구비한 플로우 셀, 상기 개구부 중 하나에 부착되어 있는 DO 프로브, 상기 개구부 중 하나에 부착되어 있는 선택적인 ORP 프로브, 상기 개구부 중 하나에 부착되어 있는 선택적인 클리닝 장치, 상기 플로우 셀 입구에 부착되어 있는 선택적인 제 1 도관, 상기 플로우 셀 출구에 부착되어 있는 선택적인 제 2 도관, 및 상기 플로우 셀에 연결되어 있는 밸브를 구비하는 것을 특징으로 하는 단계, (b) 유체를 상기 공정 스트림으로부터 상기 플로우 셀 내로 유입하는 단계, (c) 유체가 상기 플로우 셀 내로 유입되도록 상기 장치의 밸브를 개방하는 단계, (d) 상기 DO 프로브를 이용하여 상기 공정 스트림의 DO 농도를 1회 이상 측정하는 단계로서, 이때 각 측정 전에 상기 DO 프로브의 표면을 클리닝하는 단계, (e) 유체가 상기 플로우 셀 내로 유입되는 것을 막기 위해 상기 장치의 밸브를 닫는 단계, (f) 상기 DO 프로브를 이용하여 상기 장치 내부의 유체의 DO 농도를 1회 이상 측정하는 단계로서, 이때 각 측정 전에 상기 DO 프로브의 표면을 클리닝하는 것을 특징으로 하는 단계, (g) 단계(d)와 단계(f) 사이의 ΔDO 리딩을 계산하는 단계, (h) 상기 공정 스트림의 벌크(총) 생물학적 활성을 상기 단계(g)의 ΔDO 와 상호연관시키는 단계, 및 (i) 공정 스트림에 1종 이상의 산화성 살생물제를 함유하는 유효량의 처리제를 첨가 및/또는 공정 스트림에 1종 이상의 비산화성 살생물제 및 임의선택적으로 n-수소 화합물, 산화성 살생물제 및 선택적인 완충액으로 구성된 혼합물을 함유하는 유효량의 처리제를 첨가함으로써 상기 미생물학적 활성의 양을 제어하는 단계를 포함한다.

[0154] 또 다른 실시예에서, 비산화성 살생물제는 혼합물 다음에 첨가된다.

[0155] 또 다른 실시예에서, 상기 공정 스트림은 제지 공정 스트림 또는 수압직조식(hydroentangling) 부직포 공정 스트림이다.

[0156] 또 다른 실시예에서, 수압직조식 부직포 공정 스트림이 유리섬유 매트 제조 공정의 일부이다.

[0157] 또 다른 실시예에서, n-수소 화합물은 암모늄염, 황산 암모늄, 초산 암모늄, 중탄산 암모늄, 브롬화 암모늄, 탄산 암모늄, 염화 암모늄, 구연산 암모늄, 질산 암모늄, 옥살산 암모늄, 과황산 암모늄, 인산 암모늄, 황산 암모늄, 황산 제2철 암모늄, 및 황산 제1철 암모늄 중 적어도 하나를 포함한다.

[0158] 또 다른 실시예에서, n-수소 화합물은 석신이미드, 시아나미드, 디시아나미드, 멜라민, 에탄올아민, 에틸렌디아민, 디에탄올아민, 트리에탄올아민, 트리에틸렌테트라민, 디부틸아민, 트리부틸아민, 글루타민, 디페닐아민, 하이드라진, 우레아, 티오우레아, N-메틸우레아, 아세틸우레아, 에틸카르바메이트, 1,3-디메틸뷰렛, 메틸 페닐뷰렛, 이소시아누르산, 바르비투르산, 6-메틸우라실, 2-아미다졸린, 5,5-디메틸히단토인, 2-피리미디논, 벤자미드, 프탈이미드, N-에틸아세타미드, 아제티딘-2-온, 2-피롤리돈, 카프롤락탐, 설파민산, 설파미드, p-톨루엔설포아미드, 페닐 설포아미드, 디메틸 설파니민, 이소티아졸렌-1,1-디옥사이드, 오르토포스포릴 트리아미드, 피로포스포릴 트리아미드, 페닐 포스포릴-비스 디메틸아미드, 붕산아미드, 메탄설포나이미드, 멜라민, 피롤리돈, 히단토인, 아세트아닐리드, 아세트미드, 뷰렛, 알로파네이트, 피롤, 인돌, 구아니딘, 비구아니딘, 및 1차 및 2차 질소 함유 중합체 중 적어도 하나를 포함한다.

[0159] 또 다른 실시예에서, 비산화성 살생물제는 2,2-디브로모-3-니트릴로프로피온아미드(DBNPA), 글루타르알데히드, 메틸렌 비스티오시아네이트(MBTC), 티아졸 유도체, 이소티아졸리논 유도체, 5-클로로-2-메틸-4-이소티아졸린-3-온(CMIT), 2-메틸-4-이소티아졸린-3-온(MIT), 1,2-벤즈이소티아졸린-3-온(BIT), 2-브로모-2-니트로프로판-1,3-디올(브로노폴), 긴 사슬 제 4급 암모늄 화합물, 지방족 디아민, 구아니딘, 비구아니딘, n-도데실구아니딘 하이드로클로라이드(DGH), n-알킬 디메틸 벤질 암모늄 클로라이드, 디데실 디메틸 암모늄 클로라이드, 1,2-디브로모-2,4-디시아노부탄, 2,2-디브로모-3-니트릴로프로피온아미드(DBNPA), 비스(트리클로로메틸)설포, 4,5-디클로로-1,2-디티올-3-온, 2-브로모-2-니트로스티렌, 5-클로로-2-메틸-4-이소티아졸린-3-온(CMIT), 및 2-메틸-4-이소티아졸린-3-온(MIT) 중 적어도 하나를 포함한다.

[0160] 본 실시예는 제한적인 의미는 아니다.

[0161] <실시예 1>

[0162] 공정 스트림을 제 1 도관을 통해 플로우 셀 내로 유입되게 한다. 하나 이상의 밸브는 흐름을 플로우 셀쪽으로 조절한다. 제 1 도관 및 하나 이상의 밸브와 연결되어 있는 배출구는 공정 스트림이 정체되는 것을 방지하고 공정 스트림 내에 존재하는 고체물질로 인해 막히는 것을 억제하는데 도움을 준다. 흐름 개방 상태에서, 밸브는 유체가 플로우 셀을 통과하도록 위치한다. 플로우 셀에는 DO 프로브, ORP 프로브 및 클리닝 장치(예컨대 와이퍼 블레이드)가 부착되어 있다. 분석을 위해 유체는 플로우 셀을 통과한다.

[0163] 모니터링(벌크/표면관련/둘다)에 따라서, 밸브는 유체가 플로우 셀로 유입되도록 개방 위치/또는 닫음 위치로

돌려지고, 상기 기술한 공정 프로토콜 중 한 프로토콜에 따라 DO 농도 및/또는 ORP가 기록된다. 플로우 셀을 통과한 유체는 배출구를 통해 배출된다. 배출기 내로 유입되는 유체는 공정 스트림 내로, 예를 들어 제지 공정의 머신 체크스트 내로 되돌려 질 수 있다. 도 9는 플로우 셀 셋업의 개략도 및 플로우 셀 셋업을 통과하는 공정 스트림의 흐름을 보여준다.

[0164] OFM 모니터도 공정 스트림과 연합될 수 있다. 하나 이상의 밸브는 흐름을 OFM 쪽으로 조절한다. 도 10은 플로우 셀 셋업과 OFM의 개략도 뿐만 아니라, 플로우 셀 셋업과 OFM을 통과하는 공정 스트림의 흐름을 보여준다.

[0165] 공정 스트림 중의 미생물학적 활성 및/또는 침적물의 양에 따라서, 문제점을 수정하는데 적절한 화학을 공정 스트림 내에 공급할 수 있다. 예를 들어, 컨트롤러는 공급 매커니즘과 관련된 솔레노이드를 실행시키는 펌프에 신호를 보낼 수 있다.

[0166] <실시예 2>

[0167] 독일에 소재하는 제지 공장의 제지 공정수의 사이드 스트림을 모니터링 장치를 통해 흐르게 하였다(초당 2리터). 이 공장은 코팅 인쇄용지 및 비코팅 인쇄용지를 생산하며, 생물학적 방제를 위해 안정화된 산화제를 사용한다. 모니터링 장치에 있는 밸브를 60분 간격으로 개방 및 폐쇄함으로써 플로우 셀 모니터링 챔버 내로 흐름을 개시 및 중지시켰다. 10분 간격으로 ORP 및 LDO 값을 측정하였다. ORP 및 LDO 모니터링 장치로부터 얻은 데이터를 데이터 로거에 의해 수집하고, 이를 웹사이트 상에서의 전시를 위해 웹 서버로 전송하였다. 데이터를 웹사이트로부터 다운로드 받아서, 생물학적 방제 프로그램과 공정 조건이 미생물 활성에 미치는 영향을 알아보기 위해 분석을 행하였다.

[0168] 본 발명에서는 문제가 되는 침적물의 성질/기원을 결정하기 위해 OFM과 병행하였다. 예를 들어, 침적 및 활성이 높은 수준이면, 침적물이 생물학적 성질을 가지는 것으로 추측된다. 반면에, 침적이 높은 수준이고 미생물 활성이 낮은 수준이면 미생물이 침적물의 원인이 되는 것이 아니므로, 문제점을 해결하기 위한 노력은 다른 점에 초점을 두어야 할 것이다. 도 6에 도시되어 있는 본 실시예는 기계의 일시 중지가 정체되어있는 공정수 중의 ORP, 미생물 활성 및 침적(OFM)에 미치는 영향을 보여준다. 미생물 활성은 ΔDO 로 표시된다. 8월 4일에 기계를 중지시켰다. 중지 이후 곧 ΔDO 가 급격히 증가하였으며, 이는 ORP의 감소 및 OFM에 의해 측정된 바와 같이 표면 파울링의 증가와 일치한다. 이 데이터는 산화제를 기초로 한 프로그램이 기계가 중지한 동안 지속성이 없고 미생물 증식 및 침적물 형성을 충분히 제어하지 못했다는 것을 입증한다. 표면 침적물에 대한 현미경 검사는 사상 세균을 포함한 미생물이 다량 존재한다는 것을 확인시켜 주었다.

[0169] <실시예 3>

[0170] 미국에 소재하는 제지 공장의 제지 공정수의 사이드-스트림을 모니터링 장치를 통해 흐르게 하였다(초당 0.25리터). 이 공장은 종이 제품의 섬유 함량을 자주 변화시키는데, 이는 생물학적 방제 프로그램의 기능에 큰 영향을 미칠 수 있다. 특히, 이 공장은 공정수 시스템 내의 할로젠 필요성을 증가시키는 아조토 퍼니쉬를 사용한다. 모니터링 장치에 있는 밸브를 30분 간격으로 개방 및 폐쇄함으로써 플로우 셀 모니터링 챔버 내로 흐름을 개시 및 중지시켰다. 6분 간격으로 ORP 및 LDO 값을 측정하였다. ORP 및 LDO 모니터링 장치로부터 얻은 데이터를 데이터 로거에 의해 수집하거나, 모니터링 장치에 구비된 소프트웨어를 이용하여 컴퓨터로 다운로드하였다.

[0171] 모니터링 장치를 설치한 후 즉시, 생물학적 방제 프로그램의 실행이 ORP 측정치, 미생물 활성 정도 및 OFM에 의해 측정된 표면 파울링에 미치는 영향을 알아보기 위해 공정 변화를 관찰하였다. 도 7에 도시되어 있는 본 실시예는 섬유 함량 변화가 ORP, 미생물 활성 및 침적(OFM)에 미치는 영향을 보여준다. 미생물 활성은 LDO(포화%)로 표시되며, 흐름 개방 상태 동안의 배경 LDO와 흐름 중지 상태 동안 측정된 LDO 사이의 큰 차이는 미생물 활성이 높은 수준이라는 것을 시사한다. 이 데이터는 산화제 필요성이 높은 아조토급 퍼니쉬를 사용했을 때, 산화제를 기초로 한 프로그램이 지속성이 없고 미생물 증식 및 침적물 형성을 충분히 제어하지 못했다는 것을 입증한다. 따라서, 이러한 특정 등급의 제조시 침적 억제물 향상시키기 위해 프로그램을 수정하여야 한다.

[0172] <실시예 4>

[0173] 용존 산소 모니터는 샘플 물 중 용존 산소를 연속적으로 측정한다. 모니터링 프로그램은 PLC(프로그래밍 가능 로직 컨트롤러)에 의해 제어되는데, 이것은 프로그램 주기가 종료될 때까지 측정된 LDO 값을 리딩하고 저장하고 있을 것이다. 또한 PLC는 센서 클린의 면을 닦는 와이퍼 유니트와, 샘플 셀을 통과하는 물의 흐름을 중지시킬 수 있는 동력화 볼 밸브를 조절한다.

[0174] 두 가지 기본 모니터링 모드를 구입할 수 있는데, 벌크 미생물학적 활성(BMA) 모드 및/또는 표면관련 미생물학

적 활성(SAMA) 모드이다. 두 모드는 프로그램을 특정 용도의 필요에 따라 설정하기 위해 세 가지 변수, X, Xt 및 Xti를 사용한다. 상세하게 기술하면, X는 볼 밸브의 개방 시간 및 폐쇄 시간으로, 분으로 표시되고, Xt는 X 시간동안 저장된 LDO 리딩의 수이며, Xti는 LDO 리딩 사이의 간격이다. 밸브가 개방되어 샘플이 흐르게 되면, LDO 리딩은 샘플 소스에서 흐름 상태를 반영하여 안정해야 한다. 밸브가 닫혀서 샘플의 흐름이 중지되면, 흐름이 정체된 플로우 셀 속의 용존 산소는 유기 물질과의 반응에 의해 완전소비될 것이다.

[0175] BMA 모드에서, 모든 리딩은 프로브가 와이핑 클리닝 된 후 즉시 취해진다. ΔDO 값은 물질대사 과정 동안 용존 산소의 소비를 반영함으로써 샘플 바디 속의 미생물 활성을 판단하는 기준이 된다. 다음의 표 1은 BMA모드를 나타낸다.

[0176] SAMA 모드에서, 밸브 개방 주기의 최초부분 동안은 전극이 와이핑되지 않는다. 이 시간 동안 전극의 표면에 생물막이 형성될 수 있다. 그 다음, 전극을 와이핑 클리닝한다. 그 차이는 주기의 최초부분 동안 집적된 생물막의 정도를 보여준다. 볼 밸브가 폐쇄되면 리딩은 BMA 모드의 경우와 같이 취해진다. 다음의 표 2는 SAMA 모드(리딩 1-7)와 BMA 모드를 나타낸다.

표 1

시간(분)	진행	이벤트	리딩	샘플 흐름
00:00	시작	볼 밸브 개방		흐름
01:00	Xti-01:00	와이핑		
01:30	Xti-00:30	LDO 리드	1	
03:00	2Xti-01:00	와이핑		
03:30	2Xti-00:30	LDO 리드	2	
05:00	3Xti-01:00	와이핑		
05:30	3Xti-00:30	LDO 리드	3	
07:00	4Xti-01:00	와이핑		
07:30	4Xti-00:30	LDO 리드	4	
09:00	5Xti-01:00	와이핑		
09:30	5Xti-00:30	LDO 리드	5	정지
10:00	5Xti	볼 밸브 폐쇄		
11:00	6Xti-01:00	와이핑		
11:30	6Xti-00:30	LDO 리드	6	
13:00	7Xti-01:00	와이핑		
13:30	7Xti-00:30	LDO 리드	7	
15:00	8Xti-01:00	와이핑		
15:30	8Xti-00:30	LDO 리드	8	
17:00	9Xti-01:00	와이핑		
17:30	9Xti-00:30	LDO 리드	9	
19:00	10Xti-01:00	와이핑		
19:30	10Xti-00:30	LDO 리드	10	
20:00	10Xti	주기 종료		

[0178] $X=10$; $X_t = 5$ MAX :
 $1 > 5$ 리딩의 평균 MIN : $6 > 10$ 중
 최소 리딩 활성 :
 $BMA = MAX - MIN$

표 2

시간(분)	진행	이벤트	리딩	샘플 흐름
-------	----	-----	----	-------

00:00	시작	볼 밸브 개방		흐름
04:30	Xti-01:30	LDO 리드	1	
12:030	2Xti	LDO 리드	2	
18:00	3Xti	LDO 리드	3	
24:00	4Xti	LDO 리드	4	
30:00	5Xti	LDO 리드	5	
30:30	5Xti+0:30	2회 와이핑		
31:00	5Xti+1:00	LDO 리드	6	
31:20	5Xti+01:20	LDO 리드	7	
		볼 밸브 폐쇄		정지
35:00	X+(Xti-01:00)	와이핑		
35:30	X+(Xti-00:30)	LDO 리드	8	
41:00	X+(2Xti-01:00)	와이핑		
41:30	X+(2Xti-00:30)	LDO 리드	9	
47:00	X+(3Xti-01:00)	와이핑		
47:30	X+(3Xti-00:30)	LDO 리드	10	
53:00	X+(4Xti-01:00)	와이핑		
53:30	X+(4Xti-00:30)	LDO 리드	11	
59:00	X+(5Xti-01:00)	와이핑		
59:30	X+(5Xti-00:30)	LDO 리드	12	
60:00	2X	주기 종료		

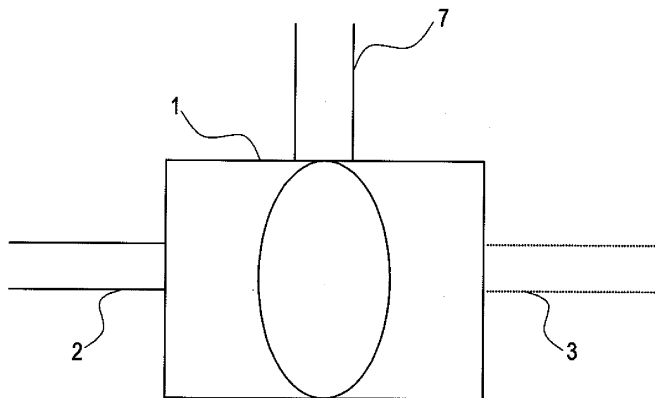
[0180]

B MIN = 리딩 5
리딩 6 및 7의 평균
최소 리딩

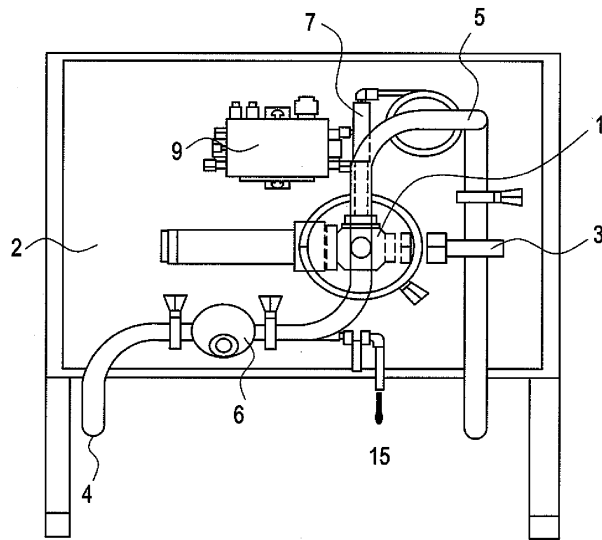
B MAX =
MIN = 8~12 중의
활성:
BMA = B MAX - MIN
SAMA = B MAX - B MIN

도면

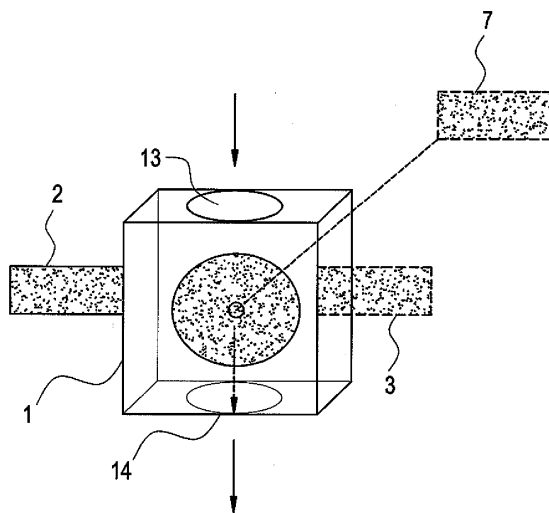
도면1



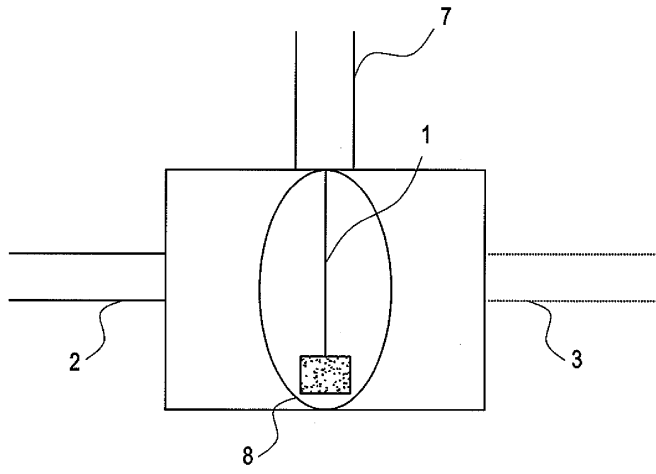
도면2



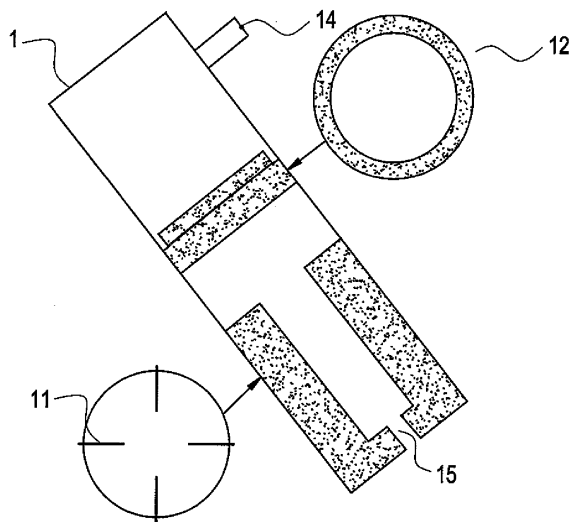
도면3



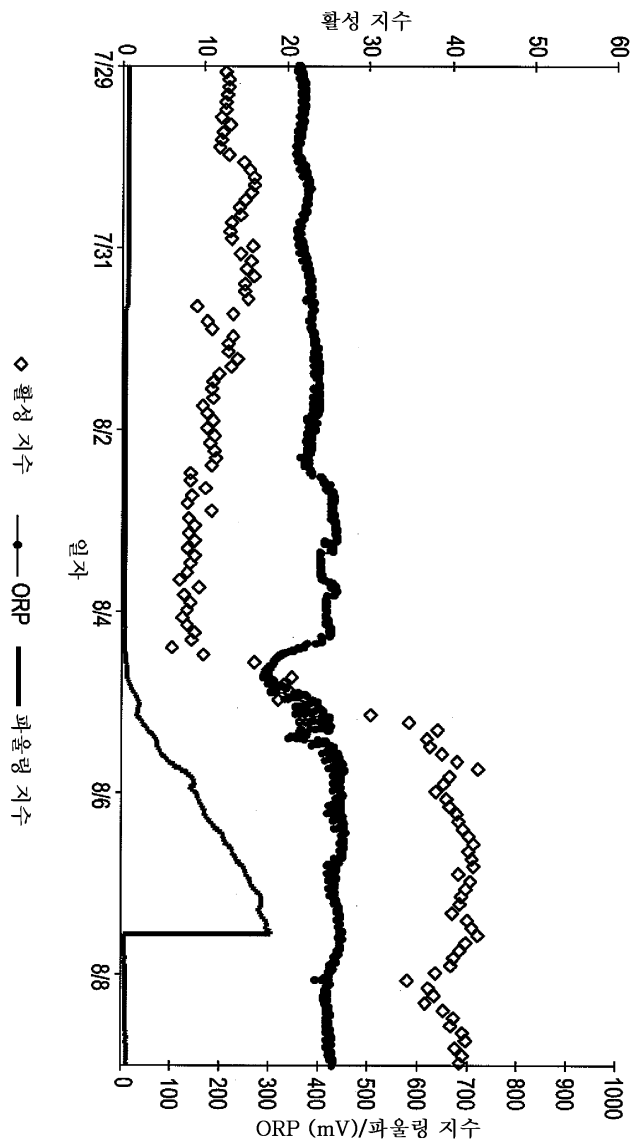
도면4



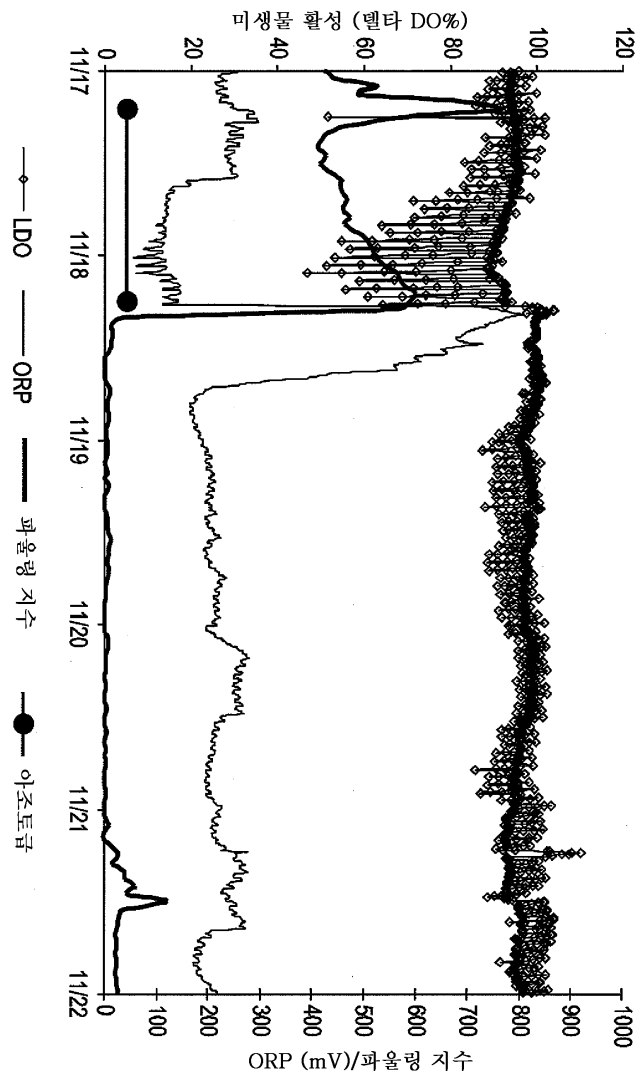
도면5



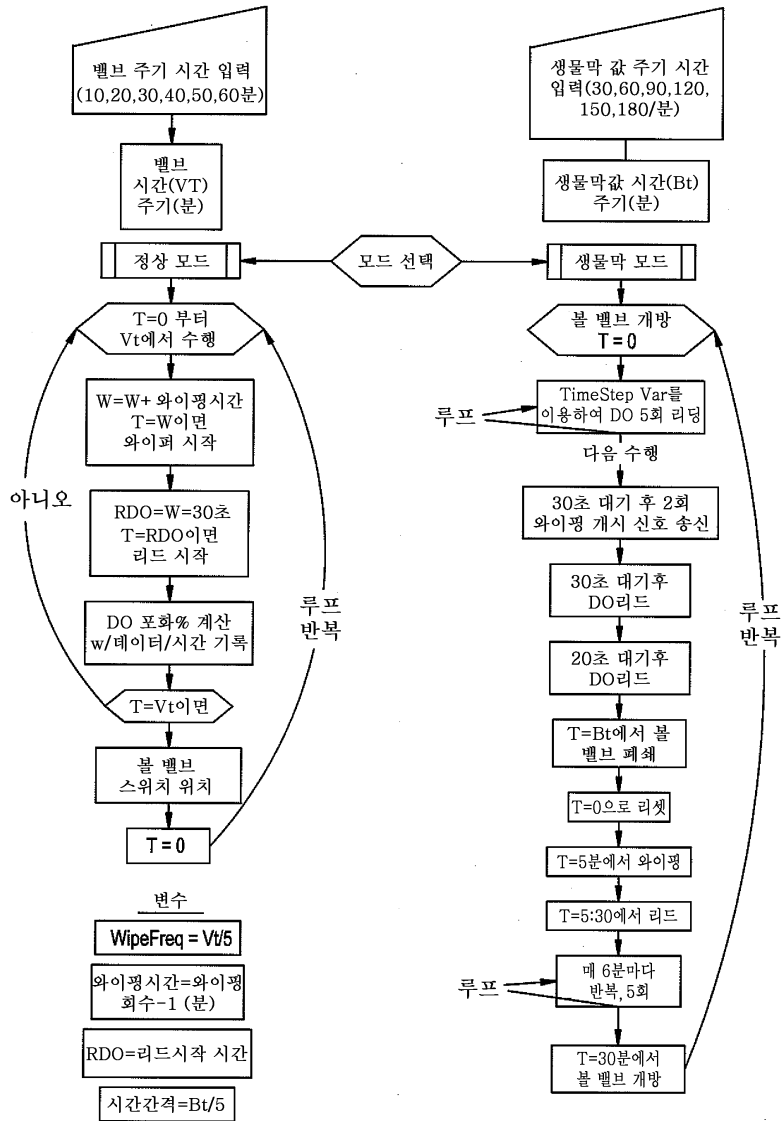
도면6



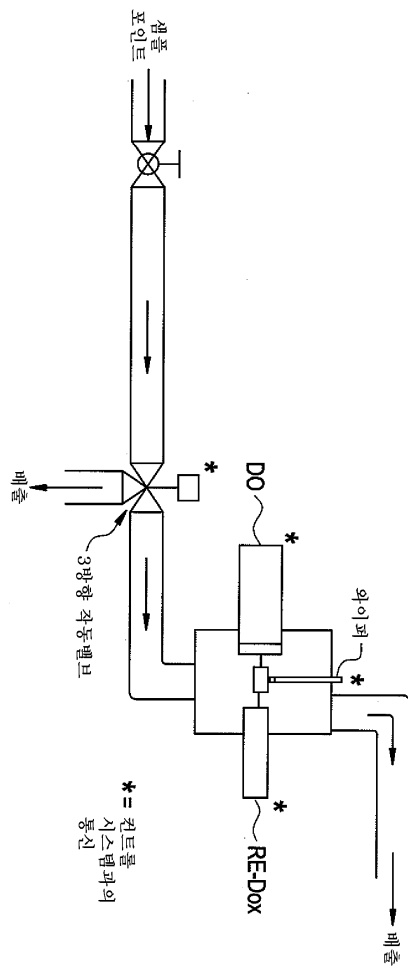
도면7



도면8



도면9



도면10

