



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2023-0142732  
(43) 공개일자 2023년10월11일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
*C12M 1/12* (2006.01) *C12M 1/34* (2006.01)  
*C12M 1/36* (2006.01) *G01N 15/06* (2006.01)  
*G01N 15/10* (2006.01) *G01N 15/14* (2006.01)  
*G16H 50/20* (2018.01)
- (52) CPC특허분류  
*C12M 37/00* (2013.01)  
*C12M 41/32* (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2023-7027396
- (22) 출원일자(국제) 2021년02월08일  
 심사청구일자 없음
- (85) 번역문제출일자 2023년08월11일
- (86) 국제출원번호 PCT/AT2021/060047
- (87) 국제공개번호 WO 2022/165541  
 국제공개일자 2022년08월11일

- (71) 출원인  
 씨-스퀘어 바이오사이언스 게엠베하  
 오스트리아 3430 툴른 안 테어 도나우 게보이데  
 씨 테크노파크 1
- (72) 발명자  
 크레취머 제랄드  
 오스트리아 3443 시크하르츠키르헨 피세랄름 2비
- (74) 대리인  
 유미특허법인

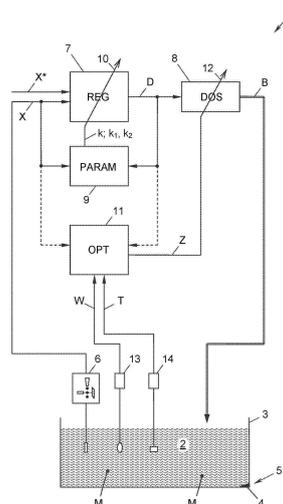
전체 청구항 수 : 총 16 항

(54) 발명의 명칭 미생물의 함량을 조정하기 위한 디바이스 및 방법

(57) 요약

본 발명은 액체(2) 내의 미생물(M)의 함량(X)을 조정하기 위한 디바이스(1) 및 방법(15)으로서, 미생물의 함량(X)을 측정하기 위한 측정 유닛(6), 미생물의 규정된 함량( $X^*$ )을 획득하기 위하여, 살생물제(B)의 측정된 양(D)을 미생물의 측정된 함량(X)을 이용하여 적어도 하나의 파라미터( $k; k_1; k_2; n$ )를 가지는 모델을 사용해서 결정하는 조정 유닛(7), 조정 유닛(7)에 의해 결정된 측정된 양(D)으로 살생물제를 액체(2)로 공급하는 공급 유닛(8), 및 적어도 하나의 파라미터( $k; k_1; k_2; n$ )를, 적어도 하나의 이전의 시간 간격( $\Delta t$ )에 걸쳐서 측정 유닛(6)에 의해 측정된 미생물 함량(X)의 기록 및 상기 시간 간격 내에 공급된 살생물제(B)의 양(P)으로부터 계산하는 계산 유닛(9)을 포함하는, 디바이스 및 방법에 관한 것이다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

*C12M 41/36* (2013.01)

*C12M 41/48* (2013.01)

*G01N 15/0656* (2013.01)

*G01N 15/1031* (2022.02)

*G01N 15/1459* (2013.01)

*G16H 50/20* (2018.01)

*G01N 2015/1486* (2013.01)

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

액체(2) 내의 미생물(M)의 함량(X)을 제어하기 위한 디바이스(1)로서,

상기 미생물 함량(X)을 측정하기 위한 측정 유닛(6);

상기 측정 유닛(6)에 연결되고, 미리 규정된 미생물 함량(X\*)을 획득하기 위하여 살생물제(B)의 용량(D)을 측정된 미생물 함량(X)에 기반하여 결정하도록 구성된 제어 유닛(7);

상기 제어 유닛(7)에 연결되고, 살생물제(B)를 상기 제어 유닛(7)에 의해 결정된 용량(D)으로 액체(2)에 공급하도록 구성된 공급 유닛(8); 및

상기 측정 유닛(6) 및 상기 제어 유닛(7)에 연결된 계산 유닛(9)을 포함하고,

상기 제어 유닛(7)은, 시간 간격( $\Delta t$ ) 내에 공급된 살생물제(B)의 양(P)과 상기 시간 간격( $\Delta t$ ) 내에 살생물제를 통하여 초래된 미생물 함량(X)의 변화 사이의 관계의 적어도 하나의 파라미터( $k; k_1, k_2; n$ )를 가지는 모델을 사용하여 상기 용량(D)을 결정하도록 구성되며,

상기 계산 유닛(9)은 상기 제어 유닛(7)에 의하여 적어도 하나의 추후의 시간 간격( $\Delta t$ )에서 사용되기 위한 적어도 하나의 파라미터( $k; k_1, k_2; n$ )를, 적어도 하나의 과거 시간 간격( $\Delta t$ )에 걸쳐서 상기 측정 유닛(6)에 의해 측정된 미생물 함량(X)의 기록 및 이러한 시간 간격 내에 공급된 살생물제(B)의 양(P)으로부터 계산하도록 구성된, 미생물 함량 제어 디바이스.

#### 청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 모델은 다음 수학적식

$$\frac{dX}{dt} = -kBX$$

에 의해 제공되고,

여기서  $\frac{dX}{dt}$  는 시간 간격( $\Delta t$ ) 내의 미생물 함량(X)의 변화이며,

k는 상기 모델의 파라미터(k)이고,

B는 상기 시간 간격( $\Delta t$ ) 내에 공급된 살생물제(B)의 양(P)이며,

n은 살생물제(B)의 희석 계수(n)이고,

X는 측정된 미생물 함량(X)인, 미생물 함량 제어 디바이스.

#### 청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 모델은 다음 수학적식

$$\frac{dX}{dt} = -k_1 B_0^n e^{-k_2 m} X$$

에 의해 제공되고,

$$\frac{dX}{dt}$$

여기서  $\frac{dX}{dt}$  는 시간 간격( $\Delta t$ ) 내의 미생물 함량(X)의 변화이며,

$k_1, k_2$ 는 상기 모델의 파라미터들( $k_1, k_2$ )이고,

$B_0$ 는 그 공급 시에 상기 시간 간격( $\Delta t$ ) 내에 공급된 살생물제(B)의 양(P)이며,

$n$ 은 살생물제(B)의 회식 계수이고,

X는 측정된 미생물 함량(X)인, 미생물 함량 제어 디바이스.

#### 청구항 4

제 1 항 내지 제 3 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 측정 유닛(6)은 미리 결정된 타입(A)의 미생물(M)의 함량(X)을 측정하도록 구성된 흐름 세포측정기(flow cytometer)인, 미생물 함량 제어 디바이스.

#### 청구항 5

제 1 항 내지 제 4 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 계산 유닛(9)은 시간 간격들( $\Delta t$ )의 시퀀스의 각각의 시간 간격( $\Delta t$ ) 이후에 적어도 하나의 파라미터( $k; k_1, k_2; n$ )를, 적어도 하나의 바로 앞 시간 간격( $\Delta t$ ) 동안에 상기 측정 유닛(6)에 의해 측정된 미생물 함량(X)의 기록 및 상기 적어도 하나의 바로 앞 시간 간격( $\Delta t$ ) 내에 공급된 살생물제(B)의 양(P)으로부터 계산하도록 구성된, 미생물 함량 제어 디바이스.

#### 청구항 6

제 1 항 내지 제 5 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 공급 유닛(8)은 미리 결정된 조성(Z)에 따라서 하나 이상의 성분 중에서 살생물제(B)를 선택하도록 구성되고,

상기 디바이스(1)는,

상기 공급 유닛(8)에 연결되고, 상기 공급 유닛(8)을 위한 조성(Z)을 미리 결정하도록 구성되는 제어 유닛(11)을 더 포함하는, 미생물 함량 제어 디바이스.

#### 청구항 7

제 6 항에 있어서,

상기 디바이스(1)는,

상기 액체(2)의 pH(W), 온도(T), 압력 및 전도성으로 구성된 측정량 중 적어도 하나를 측정하기 위한 적어도 하나의 센서(13, 14)를 포함하고,

상기 제어 유닛(11)은 상기 적어도 하나의 센서(13, 14)에 연결되고,

적어도 상기 측정량(들)(W, T)에 따라 조성(Z)을 미리 결정하도록 구성된, 미생물 함량 제어 디바이스.

#### 청구항 8

제 6 항 또는 제 7 항에 있어서,

상기 제어 유닛(11)은 상기 공급 유닛(8)을 위한 조성(Z)을 규칙적 시간 간격에서 미리 결정하도록 구성된, 미생물 함량 제어 디바이스.

#### 청구항 9

액체(2) 내의 미생물(M)의 함량(X)을 제어하기 위한 방법으로서,

제어 프로세스(R)에서,

상기 미생물 함량(X)을 측정 유닛(6)을 이용하여 측정하는 단계(19);

미리 규정된 미생물 함량(X\*)을 획득하기 위하여, 측정된 미생물 함량(X) 및 시간 간격( $\Delta t$ ) 내에 공급된 살생물제(B)의 양(P) 및 상기 시간 간격( $\Delta t$ ) 내에 살생물제를 통하여 초래된 미생물 함량(X)의 변화 사이의 관계의 적어도 하나의 파라미터(k;  $k_1, k_2; n$ )를 포함하는 모델에 기반하여 살생물제(B)의 용량(D)을 결정하는 단계(17); 및

살생물제(B)를 결정된 용량(D)으로 액체(2)에 공급하는 단계(18)를 포함하고,

상기 제어 프로세스(R)와 병렬적이거나 상기 제어 프로세스에 대하여 간헐적인 추적 프로세스(F)에서,

상기 적어도 하나의 파라미터(k;  $k_1, k_2; n$ )를, 적어도 하나의 과거 시간 간격( $\Delta t$ ) 동안에 상기 측정 유닛(6)에 의해 측정된 미생물 함량(X)의 기록 및 적어도 하나의 추후의 시간 간격( $\Delta t$ ) 내에 상기 제어 프로세스(R)에서 사용되기 위하여 상기 시간 간격( $\Delta t$ ) 내에 공급되는 살생물제(B)의 양(P)으로부터 계산하는 단계(21)를 포함하는, 미생물 함량 제어 방법.

### 청구항 10

제 9 항에 있어서,

상기 모델은 다음 수학적식

$$\frac{dX}{dt} = -kBX$$

에 의해 제공되고,

여기서  $\frac{dX}{dt}$  는 시간 간격( $\Delta t$ ) 내의 미생물 함량(X)의 변화이며,

k는 상기 모델의 파라미터(k)이고,

B는 상기 시간 간격( $\Delta t$ ) 내에 공급된 살생물제(B)의 양(P)이며,

n은 살생물제(B)의 회식 계수(n)이고,

X는 측정된 미생물 함량(X)인, 미생물 함량 제어 방법.

### 청구항 11

제 9 항에 있어서,

상기 모델은 다음 수학적식

$$\frac{dX}{dt} = -k_1 B_0^n e^{-k_2 m} X$$

에 의해 제공되고,

여기서  $\frac{dX}{dt}$  는 시간 간격( $\Delta t$ ) 내의 미생물 함량(X)의 변화이며,

$k_1, k_2$ 는 상기 모델의 파라미터들( $k_1, k_2$ )이고,

$B_0$ 는 그 공급 시에 상기 시간 간격( $\Delta t$ ) 내에 공급된 살생물제(B)의 양(P)이며,

n은 살생물제(B)의 회식 계수이고,

X는 측정된 미생물 함량(X)인, 미생물 함량 제어 방법.

**청구항 12**

제 9 항 내지 제 11 항 중 어느 한 항에 있어서,  
 상기 측정 유닛(6)은 미리 결정된 타입(A)의 미생물(M)의 함량(X)을 측정하는, 미생물 함량 제어 방법.

**청구항 13**

제 9 항 내지 제 12 항 중 어느 한 항에 있어서,  
 상기 추적 프로세스(F)는 시간 간격들( $\Delta t$ )의 시퀀스의 각각의 시간 간격( $\Delta t$ ) 이후에 수행되고,  
 상기 적어도 하나의 파라미터( $k$ ;  $k_1$ ,  $k_2$ ;  $n$ )는, 적어도 하나의 바로 앞 시간 간격( $\Delta t$ ) 동안에 상기 측정 유닛 (6)에 의해 측정된 미생물 함량(X)의 기록 및 상기 적어도 하나의 바로 앞 시간 간격( $\Delta t$ ) 내에 공급된 살생물제(B)의 양(P)으로부터 계산된, 미생물 함량 제어 방법.

**청구항 14**

제 9 항 내지 제 13 항 중 어느 한 항에 있어서,  
 살생물제(B)는 미리 결정된 조성(Z)에 따라서 하나 이상의 성분 중에서 선택된, 미생물 함량 제어 방법.

**청구항 15**

제 14 항에 있어서,  
 적어도 하나의 센서(13, 14)가 상기 액체(2)의 pH(W), 온도(T), 압력 및 전도성으로 구성된 측정량 중 적어도 하나를 측정하고,  
 상기 조성(Z)은 적어도 상기 측정량(들)(W, T)에 따라 미리 결정된, 미생물 함량 제어 방법.

**청구항 16**

제 14 항 또는 제 15 항에 있어서,  
 조성(Z)은 규칙적 시간 간격에서 미리 결정된, 미생물 함량 제어 방법.

**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] 본 발명은 액체 내의 미생물의 함량을 제어하기 위한 디바이스에 관한 것이고, 디바이스는 상기 미생물 함량을 측정하기 위한 측정 유닛, 측정 유닛에 연결되고, 미리 규정된 미생물 함량을 획득하기 위하여 살생물제의 용량을 측정된 미생물 함량에 기반하여 결정하도록 구성된 제어 유닛, 및 제어 유닛에 연결되고 제어 유닛에 의해 결정된 용량으로 살생물제를 액체에 공급하도록 구성된 공급 유닛을 포함한다. 더 나아가, 본 발명은 액체 내의 미생물 함량을 제어하기 위한 방법에도 관련된다.

**배경 기술**

[0002] 다수의 산업용 프로세스 및 프로시저에서는, 그들의 사용 중에, 예를 들어 화학적인 건축 자재 또는 음식 산업에서 세정 또는 냉각 중에 또는, 예를 들어 음료, 설탕, 전분, 지질, 셀룰로스, 목재 재료, 냉각제 또는 윤활제, 페인트, 건축 자재의 생산 또는 처리 시에, 또는, 예를 들어 아미노산, 항생제, 효모, 시트르산, 바이오에탄올의 발효 시에, 음료 병입, 물 및 폐기물 물 처리 등의 경우에, 미생물로 원치 않게 오염된 액체가 사용된다. 프로세스들은 배치(batch)로 실행되고, 예를 들어 액체는 열리거나 닫힌 컨테이너, 예를 들어 프로세스 탱크 내에 있으며 저어지거나 대략적으로 정지된 상태로 유지된다. 다른 프로세스에서, 액체는 채널 또는 파이프를 통하여, 예를 들어 입구 및 출구 사이에서 또는 회로 안에서 연속적으로 흐른다. 어떠한 경우에서도, 그 조성 및/또는 산업용 프로세스 및 그 안에서 사용되는 컨테이너의 결과로서, 바람직하지 않은 미생물, 예를 들어 조류(algae), 박테리아, 곰팡이, 특히 효모 등이 액체 내에서 연속적으로 형성되고 액체를 오염시키며, 및/또는 강한 침착, 소위 "바이오필름(biofilm)", 또는 컨테이너 내의 부식을 초래한다.

[0003] 액체 내의 과도한 미생물 함량을 방지하기 위하여, 살생물제, 즉 미생물-살균 효과가 있는 약제가 액체에 첨가

된다. 일반적으로, 살생물제는 연속적으로 첨가된다; 선택적으로, 살생물제는 개별적인 용량으로 첨가된다.

[0004] 전술된 산업용 프로세스에서는, 일면으로는 액체 내의 미생물의 함량 그리고, 다른 면으로는 액체에 공급된 살생물제가 미생물 함량에 미치는 영향이 느리게만 변하기 때문에, 오늘날 많은 경우에 액체의 샘플을, 예를 들어 하루에 한 번 또는 서너 번 취하고, 이들을 그들의 미생물 함량에 대해서 분석하며, 그 후에 살생물제의 대응하는 양을 수동으로 첨가하거나, 또는 적어도 공급량을, 예를 들어 펌프를 수동으로 조절하고 다음 샘플이 취해질 때까지 이것을 유지시키는 것이 공통적인 실무이다. 이러한 프로시저는 무엇보다도, 적어도 채용된 흔히 느린 분석 방법에 의해 조건부로 수행된다. 이러한 이유로, 살생물제는 일반적으로는 높은 레벨로 용량이 결정되는데, 그 이유는 용량이 너무 낮은 경우에는 보통 미생물이 지수적으로 성장하기 때문에 과도한 미생물 함량이 너무 빨리 초래될 수 있기 때문이다. 그러나, 과다투여는, 예를 들어 살생물제로 오염된 액체의 결과 환경에 및/또는 높은 살생물제 입력 또는, 예를 들어 생물학적 폐수 처리 시에 액체를 살생물제로부터 정화시키기 위해서 후속 정화가 필요한 결과로서 프로세스 비용에 부정적인 영향을 미친다.

[0005] 예를 들어 용량적 PCR("quantitative PCR(qPCR)"), 아데노신삼인산(adenosine triphosphate; ATP) 테스트, 차세대 시퀀싱("next generation sequencing(NGS)"), 라만 분광학 또는 흐름 세포측정에 따라서 미생물 함량을 측정하기 위한 새롭고 더 빠른 방법을 고려하면, 이제는 측정된 미생물 함량에 따라 살생물제의 공급량을 자동으로 제어하는 것이 가능하다. 예를 들어, 분석 시스템이 액체 내에 함유된 미생물을 결정하고, 다운스트림 살생물제 선택 시스템이 데이터베이스로부터 그들을 선택하고 이들을 제어기에 특정함으로써 적절한 살생물제 및 그들의 농도를 결정된 미생물에 기반하여 결정하며, 제어기가 살생물제를 결정된 농도로 액체에 제어된 방식으로 공급하는 방법이 EP 1 350 431 A1으로부터 공지되어 있다.

[0006] 비록 이러한 자동 제어가 증가하는 미생물 함량에 대하여 또는 살생물제 공급, 및 따라서 수동 공급에 비하여 더 많이 표적화된, 즉 더 낮은 한 살생물제 사용에 대해서 더 빠른 대응을 가능하게 하지만, 사용되는 방법 또는 데이터베이스는 사용되거나 특정한 산업 프로세스에서 사용되는 액체(들) 및 미생물에 맞춰서 적용되어야 하고, 즉 이러한 방법은 그 적용가능성에 있어서 탄력적이지 않다. 더욱이, 데이터베이스 내에 저장된 살생물제 및 농도는 수동 공급 시에 사용되는 것들에 대응함으로써, 이러한 프로세스에서 공급되는 살생물제가 어떠한 경우에서도 과도한 미생물 함량을 방지하기 위해서 보통 과다투여되게 된다.

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

[0007] 본 발명은, 살생물제의 과다투여를 피하면서도 상이한 산업 프로세스, 상이한 액체 및 상이한 미생물에 대해서 간단하고 탄력적으로 그리고 신뢰가능하게 사용될 수 있는, 액체 내의 미생물의 함량을 제어하기 위한 디바이스 및 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

### 과제의 해결 수단

[0008] 본 발명의 제 1 양태에 따르면, 이러한 목표는 처음에 언급된 타입의 디바이스에 의해 달성되고, 이러한 디바이스는 측정 유닛 및 제어 유닛에 연결된 계산 유닛에 의해 구별되며, 상기 제어 유닛은, 시간 간격 내에 공급된 살생물제의 양과 상기 시간 간격 내에 살생물제를 통하여 초래된 미생물 함량의 변화 사이의 관계의 적어도 하나의 파라미터를 가지는 모델을 사용하여 용량을 결정하도록 구성되고, 상기 계산 유닛은 상기 제어 유닛에 의하여 적어도 하나의 추후의 시간 간격에서 사용되기 위한 적어도 하나의 파라미터를, 적어도 하나의 과거 시간 간격에 걸쳐서 상기 측정 유닛에 의해 측정된 미생물 함량의 기록 및 이러한 시간 간격 내에 공급된 살생물제의 양으로부터 계산하도록 구성된다.

[0009] 상기 모델은 첨가된 살생물제의 양에 대한 액체의 반응, 즉 그 미생물 함량의 변화의 운동학적 모델이다; 따라서, 살생물제의 첨가에 대한 미생물로 오염된 모든 액체의 반응이 모델링될 수 있다. 계산 유닛의 도움을 받으면, 이러한 모델이 상이한 액체에 대하여, 그리고 무엇보다도, 그 안에 미생물이 함유된 액체의 동적 변화 또는 살생물제 공급에 대한 그들의 반응에 대하여 파라미터(들)의 간단한 계산에 의해서 적응, 즉 추적된다. 반응의 이러한 파라미터화된 모델을 사용함으로써, 디바이스 또는 그 제어 유닛은 각각의 프로세스 및 사용되거나 그 안에서 생기는 액체 및 그 안에 함유된 미생물에 대해서 동시에 적응될 수 있고, 제어가 추적된다. 따라서, 본 발명의 디바이스는 사용 시에 특히 간단하고 탄력적이며, 액체의 미생물 함량을 특히 효과적으로 제어하고, 따라서 많은 양의 살생물제를 절약한다.

[0010] 상기 모델은 다음 수학적식

$$\frac{dX}{dt} = -kB^n X$$

[0011]

[0012] 에 의해 제공되고,

[0013]  $\frac{dX}{dt}$  는 시간 간격 내의 미생물 함량의 변화이며,

[0014] k는 상기 모델의 파라미터이고,

[0015] B는 상기 시간 간격 내에 공급된 살생물제의 양이며,

[0016] n은 살생물제의 희석 계수이고,

[0017] X는 측정된 미생물 함량이다.

[0018] 이것은 그 파라미터가 거의 노력을 들이지 않고서 결정될 수 있는, 특히 간단하고 범용적으로 적용가능한 모델을 나타낸다. 살생물제의 희석 계수는, 예를 들어 사용된 살생물제 및 액체 또는 그 안에 함유된 미생물이 충분한 정확도로 알려져 있다면 사전에 알려져 있을 수 있고, 또는 모델의 추가적인 파라미터로서 계산 유닛에 의해서 계산된다; 계산 유닛은 이러한 추가적인 파라미터를, 예를 들어 적어도 대응하도록 많은 개수의 추가적인 과거 시간 간격에 걸친 기록으로부터 계산한다.

[0019] 동일한 내용이 대안적인 실시형태에도 적용되는데, 이러한 실시형태에 따르면 언급된 모델이 다음 방정식에 의해 주어지고

$$\frac{dX}{dt} = -k_1 B_0^n e^{-k_2 t} X$$

[0020]

[0021]  $\frac{dX}{dt}$  는 시간 간격 내의 미생물 함량의 변화이며,

[0022] k<sub>1</sub>, k<sub>2</sub>는 상기 모델의 파라미터들이고,

[0023] B<sub>0</sub>는 그 공급 시에 상기 시간 간격 내에 공급된 살생물제의 양이며,

[0024] n은 살생물제의 희석 계수이고,

[0025] X는 측정된 미생물 함량이다.

[0026] 이러한 확장된 운동학적 모델은 액체에 공급된 이후에 시간이 지남에 따라서 분해되거나 비활성화되는 살생물제의 가능한 속성을 고려한다.

[0027] 측정 유닛은 액체 내의 미생물의 함량을, 예를 들어 용량적 PCR("qPCR"), 아데노신삼인산(ATP) 테스트, 차세대 시퀀싱("NGS") 또는 라만 분광학의 원리에 따른 다양한 방법들로 측정할 수 있다. 측정 유닛이 미리 결정된 타입의 미생물의 함량을 측정하도록 구성된 흐름 세포측정기(flow cytometer)라면 특히 유리하다. 흐름 세포측정기는 여러 측정 채널을 고속으로, 또한 실시간으로 병렬적으로 평가할 수 있게 하고, 동시에 미생물을 상이한 형광 염료의 선택적인 도움을 받아 상이한 형광, 구조, 색상, 전기적 속성 등에 기반하여 구별할 수 있게 한다. 흐름 세포측정기에서, 미생물은 높은 전압을 따라서 및/또는 레이저 빔을 통해서 고속 연속체로서 개별적으로 유도되고, 전기장 및/또는 레이저 빔에 대한 그들의 각각의 특정한 반응(예를 들어 편향 또는 예를 들어 반사, 색상, 형광 등)이 검출되고 평가된다. 대부분의 경우에, 검출된 미생물이, 예를 들어 (다차원) 클러스터 형성에 의해서 자동으로 분류되고, 따라서 분화되는 다차원 데이터 필드가 생성된다. 이러한 방식으로, 미리 결정된 타입의 미생물이 발견되고 선택적으로 카운팅될 수 있다. 분류를 위하여, EP 3 617 691 A1으로부터 알려져 있는 학습 시스템이 선택적으로 사용될 수도 있다.

[0028] 계산 유닛이 시간 간격들의 시퀀스의 각각의 시간 간격 이후에 적어도 하나의 파라미터를, 적어도 하나의 바로 앞 시간 간격 동안에 상기 측정 유닛에 의해 측정된 미생물 함량의 기록 및 상기 적어도 하나의 바로 앞 시간

간격 내에 공급된 살생물제의 양으로부터 계산하도록 구성된다면 특히 바람직하다. 이를 통하여 모델의 적어도 하나의 파라미터가 연속적으로 추적됨으로써, 미생물로 오염된 액체의 속성에서의 임의의 변화에 대해 제어각 즉각적으로 적응되게 되고, 따라서 특히 양호한 효과가 달성된다. 시퀀스의 시간 간격은 여기에서 각각의 요구 사항에 맞춰 적응될 수 있고, 특히 액체가 그 속성을 얼마나 빠르게 변경하느냐에 의존한다.

[0029] 이러한 디바이스의 바람직한 실시형태에서, 상기 공급 유닛은 미리 결정된 구성에 따라서 하나 이상의 성분 중에서 살생물제를 선택하도록 구성되고, 상기 디바이스는, 상기 공급 유닛에 연결되고, 상기 공급 유닛을 위한 구성을 미리 결정하도록 구성되는 제어 유닛을 더 포함한다. 그러면, 미생물의 측정된 함량 및 측정된 타입(들)에 대해서 특히 효과적인 하나 이상의 성분으로 형성된 살생물제를 사용하기 위해서 용량을 넘는 최적화가 가능해진다.

[0030] 상기 디바이스가 상기 액체의 pH, 온도, 압력 및 전도성으로 구성된 측정량 중 적어도 하나를 측정하기 위한 적어도 하나의 센서를 포함하면 특히 바람직한데, 상기 제어 유닛은 상기 적어도 하나의 센서에 연결되고, 적어도 상기 측정량에 따라 구성을 미리 결정하도록 구성된다. 이를 통하여, 살생물제가 확실하게 측정된 액체 속성에 기반하여 최적화되고, 이것은 예를 들어 경험에 따라서 액체 내의 미생물의 함량에 영향을 준다. 예를 들어, 살생물제는 일면으로는 적어도 하나의 항미생물 성분에 추가하여, 상이한 효과를 가지는 적어도 하나의 성분을 함유할 수 있는데, 이것은, 예를 들어 액체의 pH 값 또는 전도성에 영향을 줌으로써 살생물제의 항미생물 성분이 특히 효과적이 되게 한다; 반면에, 상이한 항미생물 성분들이 결합될 수도 있다. 조성은 측정된 파라미터(들)에 따라서 또는 다른 양태, 예를 들어 액체 내의 미생물 함량, 성분의 환경적 친화성 및/또는 그들의 비용에 따라서 미리 결정되고 선택될 수 있다. 언급된 선택은, 두 개 이상의 성분의 경우에, 이들을 혼합하거나 하나의 성분을 다른 성분 내에 용해시키는 것을 포함한다; 또는 선택된 성분들은 액체에 별개로 공급된다.

[0031] 제어 유닛이 공급 유닛을 위하여 구성을 규칙적인 시간 간격에서 미리 결정하도록 구성된다면 특히 바람직하다. 조성의 변화가 요구되지 않으면, 제어 유닛은 동일한 조성을 여러 번 연속하여 미리 결정할 수도 있다. 더욱이, 적어도 때때로, 살생물제의 무작위 조성이 미리 결정될 수 있는데, 여기에서 제어 유닛은 상이한 조성들의 효과를 테스트할 수 있고, - 예를 들어 제어 유닛이 자기-학습 시스템이라면 - 최적 조성을 학습된 것에 기반하여 추후에 미리결정할 수 있도록 학습할 수도 있다.

[0032] 제 2 양태에서, 본 발명은 액체 내의 미생물의 함량을 제어하기 위한 방법으로서, 제어 프로세스에서: 상기 미생물 함량을 측정 유닛을 이용하여 측정하는 단계; 미리 규정된 미생물 함량 및 시간 간격 내에 공급된 살생물제의 양 및 상기 시간 간격 내에 살생물제를 통하여 초래된 미생물 함량의 변화 사이의 관계의 적어도 하나의 파라미터를 포함하는 모델에 기반하여 살생물제의 용량을 결정하는 단계; 및 살생물제를 결정된 용량으로 액체로 공급하는 단계를 포함하고, 상기 제어 프로세스와 병렬적이거나 상기 제어 프로세스에 대하여 간헐적인 추적 프로세스에서: 상기 적어도 하나의 파라미터를, 적어도 하나의 과거 시간 간격 동안에 상기 측정 유닛에 의해 측정된 미생물 함량의 기록 및 적어도 하나의 추후의 시간 간격 내에 상기 제어 프로세스에서 사용되기 위하여 상기 시간 간격 내에 공급되는 살생물제의 양으로부터 계산하는 단계를 포함하는, 미생물 함량 제어 방법을 제공한다.

[0033] 이러한 방법과 추가적인 변형물의 장점에 관해서, 디바이스에 관련된 앞선 설명을 참조한다.

### 도면의 간단한 설명

[0034] 본 발명은 첨부 도면에 도시된 예시적인 실시형태를 참조하여 상세하게 후술된다. 도면에서:

도 1은 액체 내의 미생물의 함량을 제어하기 위한 본 발명에 따른 디바이스를 블록도로 도시한다;

도 2는 도 1의 디바이스의 측정 유닛으로 검출된 미생물의 형광 속성의 다이어그램을 도시한다;

도 3은 도 1의 디바이스를 사용한, 시간이 지남에 따른 살생물제 공급 및 액체 내의 미생물 함량의 그래프를 도시한다; 그리고

도 4는 액체 내의 미생물 함량을 제어하기 위하여 도 1의 디바이스에 의해 실행된 예시적인 방법을 흐름도로 도시한다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0035] 도 1에 따른 디바이스(1)는 미리 규정된 미생물 함량( $X^*$ )을 획득하기 위해서 액체(2) 내의 미생물(M)의 함량

(X)을 제어한다. 미생물(M)은, 예를 들어 조류, 박테리아, 곰팡이, 특히 효모 등이다. 액체(2)는, 예를 들어 물체 또는 물질의 생산, 처리, 냉각, 세정 또는 기타 등등을 위한 산업 프로세스에서 사용되거나, 예를 들어 충전 플랜트 내의 음료의 형태인 실제 프로세스 대상물이다. 산업 프로세스는 여기에서 액체(2)가 배치 단위로 생산되거나 사용되는 배치(batch) 프로세스일 수 있고, 또는 액체(2)가 연속적으로 사용되는 연속 프로세스일 수도 있다.

[0036] 액체(2)는 컨테이너(여기에서는 개방된 탱크임)(3) 내에 있고, 미생물(M)은 이러한 예에서 그들의 증식의 결과로서 탱크(3)의 코너(5)에 원치 않는 침착(4)을 형성했다. 대안적으로, 미생물(M)은 침착(4)이 없이 액체 내에서 증착하고 액체(2)를 오염시키거나, 다른 이유 때문에 바람직하지 않다.

[0037] 측정 유닛(6)은 액체(2) 내의 상기 미생물 함량(X)을 측정한다. 함량(X)은 액체(2)의 레퍼런스 양마다, 즉 액체(2)의 부피마다(예를 들어 밀리리터마다), 질량마다(예를 들어 그램마다) 또는 양마다(예를 들어 몰(mole)마다)의 미생물(M)의 개수를 표시한다. 미생물 함량(X)을 측정하기 위하여, 측정 유닛(6)은 상이한 방법, 예를 들어 용량적 PCR("qPCR"), 아데노신삼인산(ATP) 테스트, 차세대 시퀀싱("NGS") 측정 방법 또는 라만 분광학을 사용할 수 있다. 도시된 경우에, 측정 유닛(6)은 도 2의 예를 사용하여 더 상세하게 후술되는 바와 같은, 미리 결정된 타입 A의 미생물(M)의 함량(X)을 측정한다.

[0038] 흐름 세포측정기에서, 입자는 높은 전압을 및/또는 레이저 빔을 지나서 고속 연속체로서 개별적으로 통과되고, 전기장 및/또는 레이저 빔에 대한 그들의 각각의 특정한 반응(예를 들어 편향 또는 예를 들어 반사, 색상, 형광 등)이 검출되고 평가된다. 흐름 세포측정기는 고속에서, 즉 실시간으로 여러 측정 채널의 병렬적인 평가를 허용하고, 입자들을 그들의 속성 또는 반응에 따라서 구별한다; 선택적으로, 보조 물질, 예를 들어 형광 염료들이 여기에서 사용된다. 대부분의 경우에, 검출된 입자가, 예를 들어 (다차원) 클러스터 형성에 의해서 자동으로 분류되고, 그 후에 예를 들어 클래스별로 선택적으로 카운팅되는 다차원 데이터 필드가 생성된다. 이러한 방식으로, 함량(X)이 액체(2) 내에서 (선택적으로) 측정된 미생물(M)의 타입 A가 선택적으로 미리 결정될 수 있다.

[0039] 도 2의 예시적인 2-차원 다이어그램은 흐름 세포측정에 의해 검출되고, 그들의 속성(이러한 경우에는 두 가지 속성, 즉 적색 및 녹색 형광)에 따라서 구별되며 기록된 미생물(M)을 보여준다. 이러한 다이어그램에서, 녹색 형광은 가로로 표시되고 적색 형광은 세로로 표시된다(여기에서: 이들은 각각의 경우에 로그 스케일임). 추가적인 물리적 또는 화학적 속성(예를 들어 다른 형광 등)은 추가적인 측정 채널에서 검출될 수 있고, 예를 들어 추가적인 차원에서 평가될 수 있다. 유사한 속성(여기에서는 이러한 두 가지 파장 범위에 속함)을 가지는 미생물(M)은 다이어그램 내의 클러스터( $C_1$ ,  $C_2$ , ..., 일반적으로  $C_k$ )를 각각 형성한다. 공지된 클러스터  $C_k$  또는 학습 클러스터 평가의 도움을 받아 결정된 클러스터를 이용하여, 상이한 미생물(M)이 서로 구별될 수 있다; 예를 들어, 도 2의 다이어그램에서 조류는 점선 사각형  $E_1$ 으로 표시되고 박테리아(일점쇄선 사각형  $E_2$ )와 구별된다. 그러므로, 조류 또는 (이러한 경우에) 박테리아 등이 위에서 언급된 타입 A로서 미리 결정될 수 있다. 대안적으로, 특정 조류, 예를 들어 청녹 조류, 또는 특정 박테리아, 예를 들어 젖산균 등, 또는 특별한 속성을 가지는 미생물(M)의 타입 A는 흐름 세포측정에서 구별될 수 있는 한에서 언급된 타입 A로서 미리 결정될 수 있고, 예를 들어 미리 결정된 타입 A에 의해서 미생물(M)이 생균인지 여부가 구별될 수 있고, 생균인 미생물(M)만이 타입 A라고 미리 결정될 수도 있다. 마지막으로, 상이한 미생물(M), 예를 들어 조류 박테리아가 타입 A로서 함께 미리 결정될 수도 있다.

[0040] 도 2의 경우에서 예를 들어 언급된 박테리아가 타입 A로서 미리 결정되면 측정 유닛(6)은 액체(2) 내의 그들의 함량(X)을 측정하고, 즉 전혀 미생물(M)이 아닌 다른 미생물(M) 또는 입자는 이러한 예에서 미생물 함량(X)을 측정할 때에 측정 유닛(6)에 의해서 추가적으로 고려되지 않는다. 연속적인 시간 간격( $\Delta t$ )의 다이어그램으로부터, 액체(2) 내의 미생물(M), 특히 시간이 지남에 따른 그들의 함량(X)의 변화가 결정될 수 있다.

[0041] 측정 유닛(6)이 미생물 함량(X)을 일반적으로 컨테이너(3)로부터 취해진 액체(2)의 샘플로부터 측정한다는 것이 이해된다.

[0042] 도 1의 디바이스(1)로 돌아가면, 제어 유닛(7)은 측정 유닛(6)에 연결되어, 각각의 경우에 측정 유닛(6)에 의해 측정된 미생물 함량(X)에 액세스하게 된다. 제어 유닛(6)은, 예를 들어 미생물 함량(X)을 제어하기 위한 비례적분(PI), 비례적분미분(PID) 제어기 또는 기타 등등을 가진다. 이러한 목적을 위하여, 제어 유닛(7)은 미리 규정된 미생물 함량( $X^*$ )을 획득하기 위해서 액체(2) 내에 첨가될 살생물체(B)의 용량(D)을 결정한다. 미리 규정된 미생물 함량( $X^*$ )은 여기에서 일면으로는 일정하게 또는 다른 면으로는 시간이 지남에 따라 변화도록 미리

규정될 수 있다. 미리 규정된 미생물 함량( $X^*$ )의 시간적 변동은, 예를 들어 이전에 계획된 코스 및/또는 산업 프로세스의 측정된 상태에 대한 적응에 기반한다. 예를 들어, 액체(2)를, 예를 들어 발효 프로세스에서 연속적으로 공급하는 소위 "배치-공급(fed-batch)" 프로세스의 콘텍스트에서는, 액체(2)의 양만이 프로세스 진행에 의존하는, 즉 시간이 지남에 따라서 변하는 것이 아니라, 보통 미리 규정된 미생물 함량( $X^*$ )도 변하게 된다; 특히, 액체의 양은 작을 수 있고, 예를 들어 미리 규정된 높은 미생물 함량( $X^*$ )이 프로세스의 초기 스테이지에서 소망될 수 있는 반면에, 프로세스의 추후의 스테이지에서는 액체의 양이 더 많아지고 미리 규정된 미생물 함량( $X^*$ )은 감소될 것이다.

[0043] 디바이스(1)는, 예를 들어 제어가능한 펌프 또는 제어 밸브를 이용하여 액체(2)에 살생물제(B)를 공급하는 하나 이상의 저장소를 가지는 공급 유닛(8)을 더 포함한다. 공급 유닛(8)은 제어 유닛(7)에 연결되어 살생물제(B)를 제어 유닛(7)에 의해서 결정된 용량(D)으로 액체(2)에 공급한다.

[0044] 용량(D)을 결정하기 위하여, 제어 유닛(7)은 적어도 하나의 파라미터 k를 가지는 모델을 사용한다. 이러한 모델은 시간 간격( $\Delta t$ ) 내에 공급된 살생물제(B)의 양(P) 및 이를 통하여 이러한 시간 간격( $\Delta t$ ) 내에 초래된 미생물 함량(X)의 변화 사이의 관계를 나타내고, 즉 이것은 공급된 살생물제(B)에 대한 액체(2)의 그리고 따라서 그 미생물 함량(X)의 반응의 운동학적 모델이다. 시간 간격( $\Delta t$ ) 내에 공급된 살생물제(B)의 양(P)이, 동일한 시간 간격( $\Delta t$ )에 대해서 액체(2)에 공급될 살생물제(B)의 용량(D)이 결정되었다면 이것과 일치한다는 것이 이해된다. 제어 유닛(7)은 이러한 모델을 사용하여 그 제어기의 하나 이상의 시간 상수 및/또는 이득을, 살생물제 공급에 대한 액체(2)의 반응, 즉 그 미생물 함량(X)의 변화에 적응시킨다.

[0045] 이러한 모델은 다양한 타입일 수 있고, 특히 살생물제 첨가에 따른 미생물 함량(X)의 선형, 이차 또는 지수적인 감소를 가정하는 모델이다. 일 실시형태에서, 이러한 모델은 다음 수학식 1에 의해 제공되고,

**수학식 1**

[0046] 
$$\frac{dX}{dt} = -kB^n X$$

[0047] 여기서  $\frac{dX}{dt}$  는 시간 간격( $\Delta t$ )(여기에서는 "무한소(infinitesimal)" 시간 간격( $\Delta t$ )임) 내의 미생물 함량(X)의 변화이며,

[0048] k는 미생물(M)의 비활성화(deactivation)와 관련된 모델의 파라미터이고,

[0049] B는 시간 간격( $\Delta t$ ) 내에 공급된 살생물제(B)의 양(P)이며,

[0050] n은 살생물제(B)의 희석 계수이고,

[0051] X는 측정된 미생물 함량(X)이다.

[0052] 대안적인 실시형태에서, 이러한 모델은 다음 수학식 2에 의하여 주어지고,

**수학식 2**

[0053] 
$$\frac{dX}{dt} = -k_1 B_0^n e^{-k_2 m} X$$

[0054] 여기서  $\frac{dX}{dt}$  는 시간 간격( $\Delta t$ )(여기에서는 "무한소" 시간 간격( $\Delta t$ )임) 내의 미생물 함량(X)의 변화이며,

- [0055]  $k_1$ 은 미생물(M)의 비활성화와 관련된 모델의 파라미터이고,
- [0056]  $k_2$ 는 액체(2)에 공급된 이후의 살생물제(B)의 불활성화(inactivation)와 관련된 모델의 파라미터이며,
- [0057]  $B_0$ 는 공급 시에 이러한 시간 간격( $\Delta t$ ) 내에 공급된 살생물제(B)의 양(P)이고,
- [0058]  $n$ 은 살생물제(B)의 희석 계수이며,
- [0059]  $X$ 는 측정된 미생물 함량(X)이다.
- [0060] 수학적 2의 확장된 모델은 파라미터  $k_2$ 를 통하여 액체(2)에 공급된 이후의 살생물제(B)의 불활성화를 더 고려할 수 있게 한다.
- [0061] 전술된 모델들 양자 모두에서, 살생물제(B)의 희석 계수  $n$ 은 사용된 살생물제(B) 및 액체(2) 및 그 안에 함유된 미생물(M)이 알려져 있으면 사전에 알려진다; 그렇지 않으면, 희석 계수  $n$ 은 모델의 다른 파라미터여서, 수학적 1에 의해 주어졌던 모델이 두 개의 파라미터  $k$  및  $n$ 을 가지게 하고, 수학적 2에 의해 주어졌던 모델이 세 개의 파라미터  $k_1$ ,  $k_2$  및  $n$ 을 가지게 한다.
- [0062] 모델이 공급된 살생물제(B)의 양(P) 및 이를 통하여 초래된 미생물 함량(X)의 변화 사이의 관계에 대한 산업 프로세스의 임의의 부반응의 영향을 더 표현하여야 한다면, 모델에는 선택적으로, 예를 들어 커플링된 미분 연립 방정식이 제공될 수도 있는데, 이들은 각각의 경우에 산업 프로세스 자체의 영향 또는 그 부반응의 영향을 기술한다.
- [0063] 살생물제 공급에 대한 액체(2)의 반응에 대하여 이러한 모델 또는 그 적어도 하나의 파라미터( $k$ ,  $k_1$ ,  $k_2$ ,  $n$ ) 및 따라서 제어 유닛(7)을 적응시키고, 또한 이러한 반응에서의 동적 변화가 있는 경우에 이것을 추적하기 위하여, 디바이스(1)는 측정 유닛(6) 및 제어 유닛(7)에 연결되고 제어 경로(10)를 통하여 제어 유닛(7)을 추적하는 계산 유닛(9)을 가진다. 계산 유닛(9)은 각각의 모델의 파라미터(들)( $k$  또는  $k_1$ ,  $k_2$  등(및, 필요하다면, 희석 계수  $n$ 을 추가적인 파라미터로서))을 계산하고, 이러한 목적을 위하여, 적어도 하나의 과거 시간 간격( $\Delta t$ ) 동안에 걸쳐 측정 유닛(6)에 의해서 측정된 미생물 함량(X)의 기록 및 이러한 시간 간격( $\Delta t$ ) 내에 액체(2)에 공급되었던 살생물제(B)의 양(P)을 파라미터  $k$ 를 가지는 모델에 관련되는 도 3의 예를 참조하여 더 자세하게 후술되는 바와 같이 사용한다. 두 개 이상의 파라미터( $k_1$ ,  $k_2$ ,  $n$ , ...)을 가지는 모델의 경우, 계산 유닛(9)이 이들을 적어도 대응하는 개수의 이전의 시간 간격( $\Delta t$ )의 기록으로부터 계산할 수 있다는 것이 이해된다.
- [0064] 도 3은 시간 간격( $\Delta t_1$ ,  $\Delta t_2$ , ..., 일반적으로  $\Delta t_n$ )의 시퀀스를 보여주는데, 이들 각각은 두 개의 시간( $t_1$ ,  $t_2$ , ..., 일반적으로  $t_n$ ) 사이에 있다. 적어도 각각의 시간  $t_n$ 에서, 측정 유닛(6)은 미생물 함량( $X_1$ ,  $X_2$ , ..., 일반적으로  $X_n$ )(여기에서는 미생물 함량(X)의 연속적으로 측정된 진행임)을 측정한다. 시퀀스의 각각의 시간 간격( $\Delta t_n$ ) 내에서, 살생물제(B)의 양( $P_1$ ,  $P_2$ , ..., 일반적으로  $P_n$ )이 각각의 경우에(여기에서는 각각의 시간 간격( $\Delta t_n$ ) 동안에 연속적으로) 공급된다. 만일, 예를 들어 살생물제(B)의 양( $P_4$ )이 시간  $t_4$  및  $t_5$  사이의 시간 간격( $\Delta t_4$ ) 내에 액체(2)에 첨가되면, 이것은 미생물 함량(X)이 시간  $t_4$ 에서의 값( $X_4$ )으로부터 시간  $t_5$ 에서의 값( $X_5$ )으로 변하게 한다.
- [0065] 모델의 상기 파라미터  $k$ 는 시퀀스의 각각의 시간 간격( $\Delta t_n$ ) 중 임의의 것 이후에 또는 각각의 시간 간격 이후에 계산 유닛(9)에 의해서 계산될 수 있다. 만일, 예를 들어 파라미터  $k$ 가 시간 간격( $\Delta t_4$ )에 대해서 계산되어야 하면, 계산 유닛(9)은 이러한 시간 간격( $\Delta t_4$ )이 경과된 이후에, 이러한 시간 간격( $\Delta t_4$ )에 걸쳐서 측정 유닛(6)에 의해서 측정된 미생물 함량( $X_4$ )을 이러한 기록(도 3) 및 이러한 시간 간격( $\Delta t_4$ ) 동안에 공급된 살생물제(B)의 양( $P_4$ )으로부터 취한다. 파라미터  $k$ 는 이러한 양( $P_4$ ) 및 이에 의해서 초래된 미생물 함량(X)의 변화( $\Delta X$ )(또는 무한소인  $dX$ )에 기반하여 계산되고(예를 들어  $\Delta X = X_5 - X_4$ 에 따라서 계산됨), 하나 이상의 추후의 시간 간격( $\Delta t_n$ )(여기에서는, 예를 들어  $\Delta t_5$  및/또는  $\Delta t_6$ )에서 사용되도록 제어 유닛(7)으로 송신된다.
- [0066] 선택적으로, 계산 유닛(9)은 이전의 시간 간격( $\Delta t$ )에 대해서 계산된 파라미터  $k$ 의 값을 가지는 계산된 파라미터  $k$ 를 평균화(예를 들어, 가중 평균)에 의해서, 제어 유닛(7)으로 전달되기 이전에 평균화하거나 조절하는 조

절 디바이스를 포함할 수 있다. 조절 디바이스는, 예를 들어 계산 유닛(9) 또는 신경망, 특히 LSTM(Long Short-Term Memory)의 추가적인 계산 모듈인데, 이것은 조절하는 동안에 선택적으로, 이전의 시간 간격( $\Delta t$ ) 내에 초래된 미생물 함량(X)의 변화를 더 고려한다. 이러한 경우에, 제어 유닛(7)은 모델의 조절된 파라미터 k를 사용하여 그 제어를 조절하고, 이를 통하여 과거의 파라미터 변화가 고려되고 제어가 갑작스럽게 조절되는 것이 방지된다.

[0067] 다시 도 1을 참조하면, 선택적인 실시형태에서는 살생물제(B)의 미리 결정된 조성(Z)을 획득하기 위하여, 전달 유닛(8)은 저장소 내에 전달 유닛(8)이 각각 보유한 하나 이상의 성분으로부터 살생물제(B)를 선택하도록 구성된다. 이러한 실시형태에서, 디바이스는 제어 유닛(11)을 포함하고, 이것은 공급 유닛(8)에 연결되고 공급 유닛(8)을 위해서 상기 조성(Z)을 미리 결정한다. 따라서, 제어 유닛(11)은, 예를 들어 제어 경로(12)를 통하여 살생물제(B)의 조성(Z)을 미리 결정하거나 변경함으로써 살생물제(B)의 공급에 개입한다.

[0068] 선택적으로, 조성(Z)은 여기에서 무작위로(적어도 때때로) 미리 결정될 수도 있다; 대안적으로, 조성(Z)의 성분은 휴리스틱하게, 예를 들어 더 자세하게 후술되는 것처럼 선택된다. 선택적으로, 디바이스(1)는 이러한 목적을 위하여 하나 이상의(도 1에서는 두 개의) 센서(13, 14)를 포함하는데, 이들은 적어도 하나의 측정량(보통 센서(13, 14)별로 하나의 측정량), 예를 들어 액체(2)의 pH W, 온도 T, 압력 및/또는 전도성을 측정한다. 도 1의 예에서, 상기 센서(13, 14)의 하나의 센서(13)는 pH W를 측정하고, 다른 센서(14)는 액체(2)의 온도 T를 측정한다. 이러한 경우에, 제어 유닛(11)은 조성(Z)을 적어도 상기 측정량 W, T에 따라 미리 결정한다.

[0069] 살생물제(B)의 조성(Z)을 미리 결정할 때에, 제어 유닛(11)은 선택적으로 측정 유닛(6)에 더 연결되어 조성(Z)을 역시 미생물 함량(X)에 따라 미리 결정한다. 더욱이, 제어 유닛(11)은 선택적으로 제어 유닛(7)에 연결되어 제어 유닛에 의해 결정되는 용량(D)을 획득함으로써, 제어 유닛(11)이 조성(Z)을, 시간 간격( $\Delta t$ ) 내에 공급된 살생물제(B)의 용량(D) 또는 양(P)에도 의존하여, 그로부터 계산된 파라미터(들)(k,  $k_1$ ,  $k_2$ , n)에도 의존하여, 및/또는 살생물제 공급의 결과인 미생물 함량(X)의 변화에도 의존하여 미리 결정할 수 있게 한다. 더욱이, 제어 유닛(11)은 다른 정보, 예를 들어 환경적 호환성 및/또는 성분들 각각의 비용을 고려할 수 있고, 조성(Z)을 이들에 따라 미리 결정할 수도 있다.

[0070] 이러한 의존성을 모두는, 예를 들어 데이터베이스에 휴리스틱(heuristics)으로서 저장되고, 이것은 제어 유닛(11)에 속함으로써 적절한 조성(Z)을 휴리스틱에 기반하여 미리 결정할 수 있게 된다. 대안적으로, 제어 유닛(11)은 선택적으로 자기-학습 시스템, 예를 들어 신경망, 특히 LSTM을 가지는데, 이것은 과거에 미리 결정된 조성(Z)으로부터 첨가된 살생물제(B)의 결과적인 양(P) 또는 이를 통하여 초래된 미생물 함량(X)의 변화를 학습한다. 센서(13, 14) 또는 측정 유닛(6)의 각각의 측정된 값 및/또는 상기 정보 및 휴리스틱의 임의의 추가적인 것에 기반하여, 제어 유닛(11)은 이제 살생물제(B)의 특히 적합하고, 예를 들어 특히 효과적이고 환경적으로 친화적이며 비용-효과적인 조성(Z)을 각각의 경우에 미리 결정한다. 이러한 목적을 위하여, 시스템은 무작위 조성(Z)을 적어도 때때로 미리 결정할 수 있다.

[0071] 도 4에 도시되는 예를 참조하면, 액체(2) 내의 미생물 함량(X)을 제어하기 위해서 디바이스(1)에 의해서 수행되는 방법(15)의 다양한 예들이 더 자세하게 후술될 것이다.

[0072] 초기화 단계(16)에서, 희석 계수 n 및 획득될 미생물 함량( $X^*$ )을 포함하는 모델의 파라미터(들)(k 또는  $k_1$ ,  $k_2$ )이 미리 규정되고, 액체(2)의 미생물 함량(X)이 측정된다. 그러면, 방법(15)의 제어 프로세스(R)가, 예를 들어 아날로그 제어기 컴포넌트의 도움을 받아 연속적으로 실행되거나, 디지털 제어 프로세스(R)로서 도시된 예에서와 같이 순환적으로, 특히 주기적으로 실행된다. 전술된 바와 같이, 제어 프로세스(R)는 제어 유닛(7)이 살생물제(B)의 용량(D)을 결정하는 적어도 하나의 단계(17), 공급 유닛(8)이 살생물제(B)를 단계(17)에서 결정된 용량(D)으로 액체(2)에 공급하고 선택적으로 조성(Z)을 선택하는 단계(18), 및 측정 유닛(6)이 액체(2) 내의 미생물 함량(X)을 측정하는 단계(19)를 포함한다.

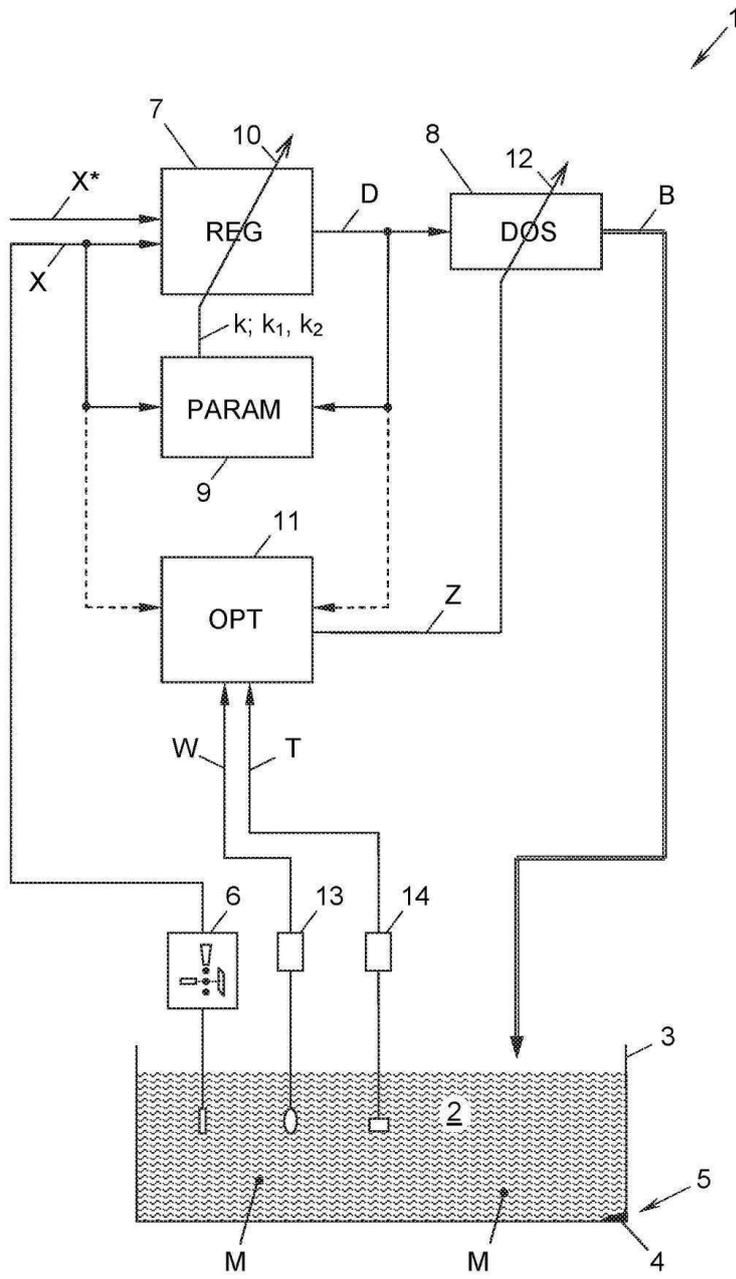
[0073] 제어 프로세스(R)가 순환적으로(도시된 바와 같이) 실행된다면, 공급 유닛(8)은 단계(18)에서 제어 유닛(7)에 의해 결정된 살생물제(B)의 용량(D)의 전체 용량을 액체(2)로 즉시 공급하거나, 예를 들어 펌프의 도움을 받아 살생물제(B)가 결정된 용량(D) 내에서 액체(2)에 연속적으로 첨가되게 할 수도 있다.

[0074] 살생물제(B)가 공급된(18) 이후에 미생물 함량(X)에서의 느린 변화만을 고려하기 위하여, 제어 프로세스(R)는 변경된 미생물 함량(X)이 후속하는 측정(19) 도중에 미리 기대될 수 있도록 대기 단계(20)를 선택적으로 포함한다.

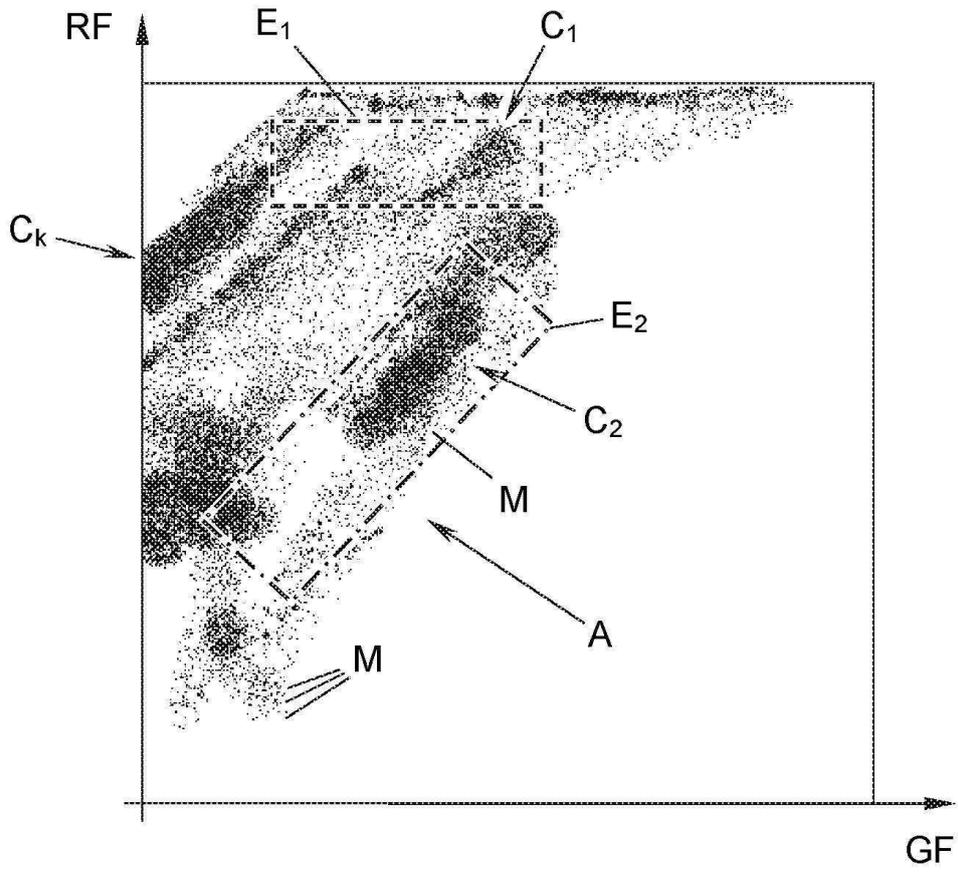
- [0075] 추적 프로세스(F)에서, 계산 유닛(9)은 모델의 파라미터(들)( $k, k_1, k_2, n$ )를 단계(21)에서 전술된 바와 같이 계산한다. 모델의 계산된 파라미터(들)( $k, k_1, k_2, n$ )는 제어 유닛(7) 또는 그 제어기를 경로(단계(17)까지의 경로)(22)를 통하여 추적하기 위하여 사용된다. 추적 프로세스(F)는 제어 프로세스(R)와 병렬적으로, 또는 도시된 바와 같이 간헐적으로, 즉 제어 프로세스(R)를 각각의 경우에 인터럽트하면서 수행될 수 있다. 도시된 변형예에서, 추적 프로세스(F)는 제어 프로세스(R)를 바로 추종하고, 즉 이것은 브랜치(23)에서 긍정적인 점검이 수행되면 제어 프로세스(R)를 인터럽트한다(브랜치(23)의 브랜치 "Y"); 부정적인 점검이 수행되면(브랜치(23)의 브랜치 "N"), 제어 프로세스(R)가 계속 실행된다. 브랜치(23)에서 사용되는 테스트 기준은, 예를 들어 추적 프로세스(F)의 마지막 실행 이후의 제어 프로세스(R)의 실행 횟수, 소정 시간 기간의 만료, 예를 들어 시간 간격( $\Delta t$ ), 또는, 예를 들어 제어 유닛(7)에 의해 결정된 용량(D) 또는 측정 유닛(6)에 의해 측정된 미생물 함량(X)에 대한 특히 높은 값이다. 대안적으로, 추적 프로세스(F)는 각각의 사이클 내에서 제어 프로세스(R)를 즉시 추종할 수 있고, 즉 프로세스(15)는 브랜치(23)를 가지지 않을 수 있다.
- [0076] 이러한 콘텍스트에서, 시간 간격( $\Delta t$ )은, 예를 들어 이것이 주기적으로 실행되면 제어 프로세스(R)의 주기와 같게, 또는 더 길게, 특히 그 배수가 되도록 선택될 수 있다.
- [0077] 제어 프로세스(R) 및 추적 프로세스(F)와 병렬적으로 또는 도시된 바와 같이 이들에 대해서 간헐적으로 수행되는 선택적인 단계(24)에서, 제어 유닛(11)은 살생물제(B)의 조성(Z)을 전술된 바와 같이 결정하고, 이것을 경로(25)를 통하여 공급 유닛(8)에게 설정한다(stipulate). 도시된 변형예에서, 미리 결정하는 단계(24)는 브랜치(26) 내에서 긍정적인 점검이 수행되면(브랜치(26)의 브랜치 "Y") 추적 프로세스(F)를 바로 추종한다; 점검이 부정적이면(브랜치(26)의 브랜치 "N"), 제어 프로세스(R)가 계속된다. 일반적으로, 조성(Z)은 규칙적인 시간 간격에서 미리 결정되고, 즉 미리 결정된(24) 마지막 포인트로부터 상기 시간 간격에 도달하는 것이 브랜치(26)에서의 테스트 기준으로 사용된다. 이러한 시간 간격은 보통, 제어 프로세스(R) 및 추적 프로세스(F)에서 고려되는 시간 간격( $\Delta t$ )보다 훨씬 크고, 예를 들어 10 배 또는 100 배 더 크다. 대체예로서 또는 보충적인 테스트 기준으로서, 예를 들어 높은 용량(D)에도 불구하고 미생물 함량(X)이 임계 값 아래로(그리고, 따라서 기대된 것보다 낮게) 내려가는 것 또는 미생물 함량(X)의 임계 값을 초과하는 것 또는 미생물 함량이 증가하는 것이 사용될 수도 있다.
- [0078] 본 발명은 도시된 실시예로 한정되지 않고, 첨부된 청구항들의 범위에 속하는 모든 변형예, 수정예, 및 이들의 조합을 망라한다.

도면

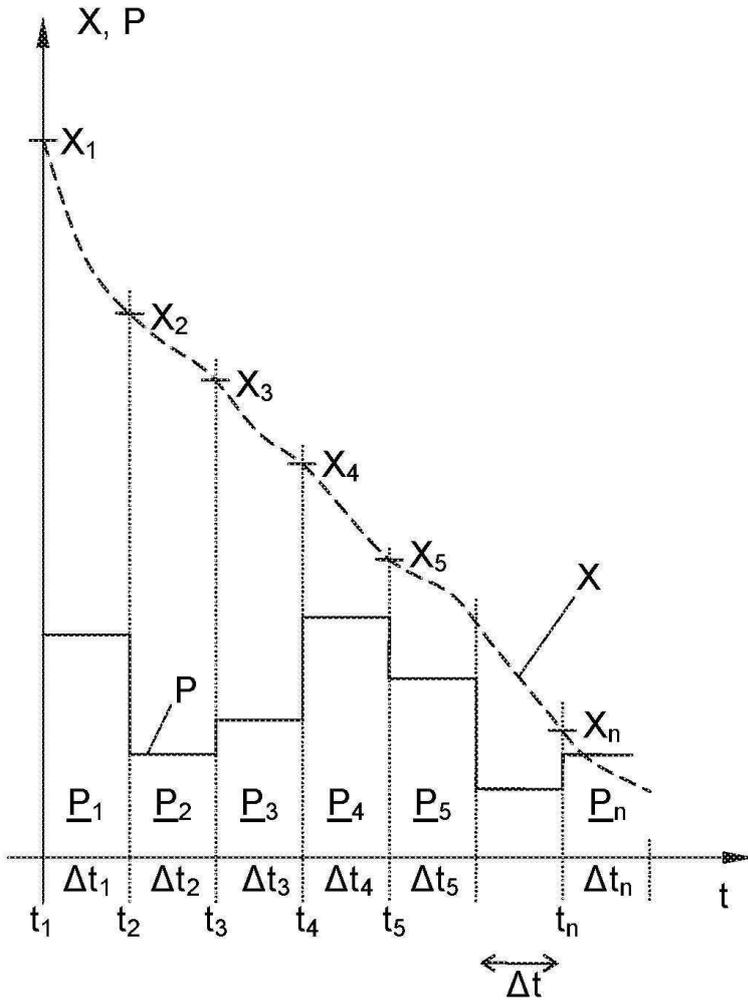
도면1



도면2



도면3



도면4

