

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2017-531428

(P2017-531428A)

(43) 公表日 平成29年10月26日(2017.10.26)

(51) Int.Cl.			F I			テーマコード (参考)	
C 1 2 M	1/00	(2006.01)	C 1 2 M	1/00	D	4 B 0 2 9	
C O 2 F	3/12	(2006.01)	C O 2 F	3/12	M	4 B 0 6 4	
C O 2 F	3/28	(2006.01)	C O 2 F	3/12	H	4 D 0 2 8	
C O 2 F	3/34	(2006.01)	C O 2 F	3/28	A	4 D 0 4 0	
C 1 2 P	7/06	(2006.01)	C O 2 F	3/34	1 O 1 B		
			審査請求 未請求	予備審査請求 未請求	(全 37 頁)		最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2017-518150 (P2017-518150)	(71) 出願人	517111262
(86) (22) 出願日	平成27年9月28日 (2015.9.28)		ウインフロー ウォーター オサケ ユキ
(85) 翻訳文提出日	平成29年5月29日 (2017.5.29)		チュア
(86) 国際出願番号	PCT/FI2015/050643		フィンランド国 エフアイ - 4 8 7 5
(87) 国際公開番号	W02015/189482		0 コトカ、リープシルランティエ 1
(87) 国際公開日	平成27年12月17日 (2015.12.17)		8
(31) 優先権主張番号	20145850	(74) 代理人	110000855
(32) 優先日	平成26年9月30日 (2014.9.30)		特許業務法人浅村特許事務所
(33) 優先権主張国	フィンランド (F1)	(72) 発明者	ハイラ、オッリ - ベッカ
			フィンランド国、コトカ、レヴィクヤ 1
		(72) 発明者	ハイラ、デヴィ
			フィンランド国、コトカ、レヴィクヤ 1
			2
		Fターム(参考)	4B029 AA01 BB01 CC01 DC07
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 水流体処理用バイオリアクタ

(57) 【要約】

本発明は、水流体を生物学的に処理するための、および/またはバイオマスにより所望の最終生成物を生成するための、および/またはバイオマスを生成するためのバイオリアクタに関する。また、本発明は、そのようなバイオリアクタを製造および使用するための方法に関する。上記バイオリアクタ (BR) は、栓流構成である少なくとも第1の処理ユニット (Z_F)、第2の処理ユニット (Z₂)、最終処理ユニット (Z_L)、および随意に第2の処理ユニット (Z₂) と最終処理ユニット (Z_L) との間の追加処理ユニット (Z₃、Z₄) ; 第1の処理ユニット (Z_F) から最終処理ユニット (Z_L) へと、および/または追加処理ユニット (Z₃、Z₄) へとバイオマス (BM) を循環させるための少なくとも1つの順方向循環系 (FCS、FCS1、FCS2) ; および最終処理ユニット (Z_L) からおよび/または追加処理ユニット (Z₃、Z₄) から第1の処理ユニット (Z_F) へとバイオマス (BM) を循環させるための少なくとも1つの逆方向循環系 (RCS、RCS1、RCS2) を備える。

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

水流体 (WF) を生物学的に処理するための、バイオマスにより所望の最終生成物を生成するための、および / またはバイオマスを生成するためのバイオリアクタ (BR) であって、

- 栓流構成 (a plug flow configuration) における、少なくとも第 1 の処理ユニット (ZF)、第 2 の処理ユニット (Z₂)、最終処理ユニット (Z_L)、および随意に第 2 の処理ユニット (Z₂) と最終処理ユニット (Z_L) との間の追加処理ユニット (Z₃、Z₄) と、

- 第 1 の処理ユニット (ZF) から最終処理ユニット (Z_L) へと、および / または追加処理ユニット (Z₃、Z₄) へとバイオマス (BM) を循環させるための少なくとも 1 つの順方向循環系 (FCS、FCS1、FCS2) と、

- 最終処理ユニット (Z_L) からおよび / または追加処理ユニット (Z₃、Z₄) から第 1 の処理ユニット (ZF) へとバイオマス (BM) を循環させるための少なくとも 1 つの逆方向循環系 (RCS、RCS1、RCS2) とを備える、バイオリアクタ (BR)。

【請求項 2】

前記バイオリアクタ (BR) が、少なくとも 4 つの処理ユニット (ZF、Z₂、Z₃、Z₄、Z_L) を備える、請求項 1 に記載のバイオリアクタ (BR)。

【請求項 3】

前記バイオリアクタ (BR) が、少なくとも 1 つのバイオマス改質ユニット (BMU) を備える、請求項 1 または 2 に記載のバイオリアクタ (BR)。

【請求項 4】

前記バイオリアクタが、第 1 の処理ユニット (ZF) と最終処理ユニット (Z_L) との間に追加された、水流体 WF の処理には少なくとも部分的に関与するが、主バイオマス循環および / または順方向循環系 (FCS) および / または逆方向循環系 (RCS) には関与しない少なくとも 1 つの追加処理ステップを更に備える、請求項 1 ~ 3 のいずれか一項に記載のバイオリアクタ (BR)。

【請求項 5】

少なくとも 1 つの処理ユニット (ZF、Z₂、Z₃、Z₄、Z_L) が、少なくとも 1 つの内部清澄化ユニット (ICU) を備える、請求項 1 ~ 4 のいずれか一項に記載のバイオリアクタ (BR)。

【請求項 6】

内部清澄化ユニット (ICU) が、水位および水流体 (WF) を自動調節するための制御チャンネル (CHA)、およびバイオマス (BM) の逆方向循環系 (RCS) を備える、請求項 5 に記載のバイオリアクタ (BR)。

【請求項 7】

前記バイオリアクタ (BR) が、少なくとも 2 つの順方向循環系 (FCS、FCS1、FCS2) および / または少なくとも 2 つの逆方向循環系 (RCS、RCS1、RCS2) を備える、請求項 1 ~ 6 のいずれか一項に記載のバイオリアクタ (BR)。

【請求項 8】

前記バイオリアクタ (BR) が、前記最終処理ユニット (Z_L) の後に、少なくとも 1 つの処理清澄化ユニット (PCU) を更に備える、請求項 1 ~ 7 のいずれか一項に記載のバイオリアクタ (BR)。

【請求項 9】

少なくとも 2 つの処理ユニット (ZF、Z₂、Z₃、Z₄、Z_L) は、少なくとも一部が同じ容器 (VES) に配置されている、請求項 1 ~ 8 のいずれか一項に記載のバイオリアクタ (BR)。

【請求項 10】

前記水流体が、ガスであるかまたはガスを含む、請求項 1 ~ 8 のいずれか一項に記載のバイオリアクタ (BR)。

10

20

30

40

50

【請求項 1 1】

水流体 (WF) を生物学的に処理するための、バイオマスにより所望の最終生成物を生成するための、および/またはバイオマスを生成するためのバイオリアクタ (BR) を製造するための方法であって、前記バイオリアクタにおいて、

- 栓流構成における、少なくとも第 1 の処理ユニット (Z_F)、第 2 の処理ユニット (Z_2)、最終処理ユニット (Z_L)、および随意に第 2 の処理ユニット (Z_2) と最終処理ユニット (Z_L) との間の追加処理ユニット (Z_3 、 Z_4) と、

- 第 1 の処理ユニット (Z_F) から最終処理ユニット (Z_L) へと、および/または追加処理ユニット (Z_3 、 Z_4) へとバイオマス (BM) を循環させるための少なくとも 1 つの順方向循環系 (FCS、FCS1、FCS2) と、

- 最終処理ユニット (Z_L) からおよび/または追加処理ユニット (Z_3 、 Z_4) から第 1 の処理ユニット (Z_F) へとバイオマス (BM) を循環させるための少なくとも 1 つの逆方向循環系 (RCS、RCS1、RCS2) とが配置される方法。

10

【請求項 1 2】

淡水、プロセス水、廃水、スラリー、固形物、バイオマス、および/またはガス等の水流体 (WF) を生物学的に処理するためのバイオリアクタとしての、請求項 1 ~ 10 のいずれか一項に記載の製造物の使用。

【請求項 1 3】

バイオマスにより所望の最終生成物を生物学的に生成するための、および/またはバイオマスを生物学的に生成するためのバイオリアクタとしての、請求項 1 ~ 10 のいずれか一項に記載の製造物の使用。

20

【請求項 1 4】

バイオガス (BG) を生成するための、請求項 1 ~ 10 のいずれか一項に記載の製造物の使用。

【請求項 1 5】

窒素除去のための、リン除去のための、および/または固形物除去のための、請求項 1 ~ 10 のいずれか一項に記載の製造物の使用。

【請求項 1 6】

好気性、無酸素性、および/または嫌気性の 1 つまたは複数のプロセスにおける、請求項 1 ~ 10 のいずれか一項に記載の製造物の使用。

30

【請求項 1 7】

前記処理ユニット (Z_F 、 Z_2 、 Z_3 、 Z_4 、 Z_L) の少なくとも 1 つが、他の 1 つまたは複数のユニット (Z_F 、 Z_2 、 Z_3 、 Z_4 、 Z_L) とは異なり、好気性、無酸性、または嫌気性である、好気性、無酸素性、および/または嫌気性の 1 つまたは複数のプロセスにおける、請求項 1 ~ 10 のいずれか一項に記載の製造物の使用。

【請求項 1 8】

前記処理ユニット (Z_F 、 Z_2 、 Z_3 、 Z_4 、 Z_L) の少なくとも 1 つが、前記作動において少なくとも部分的に断続的である、請求項 1 ~ 10 のいずれか一項に記載の製造物の使用。

【請求項 1 9】

前記処理ユニットの少なくとも 1 つが、バッチモードで、例えば、処理ユニット (Z_F 、 Z_2 、 Z_3 、 Z_4 、 Z_L) のバッチ通気で、バッチ順方向循環系 (FCS、FCS1、FCS2) で、バッチ逆方向循環系 (RCS、RCS1、RCS2) で、および/またはバッチプロセス流体流動 (WF) で作動する、請求項 1 ~ 10 のいずれか一項に記載の製造物の使用。

40

【請求項 2 0】

限定ではないが、メタン、エタノール、または微生物バイオマスの生成を含む、目的の最終生成物を生産するためのバイオリアクタとしての、または前記系に供給された少なくとも 2 つの化学的化合物間の化学反応を微生物的に実施するためのバイオリアクタとしての、または前記水流体に存在するバイオマスを処理するためのバイオリアクタとしての、請

50

求項 1 ~ 10 のいずれか一項に記載の製造物の使用。

【請求項 2 1】

順方向循環系が、バイオマスを第 1 の処理ユニット (Z_F) から、前記第 1 の処理ユニットからのバイオマスの廃棄速度を差し引いた前記第 1 の処理ユニット (Z_F) でのバイオマスの増殖を超える平均速度で移動させるように提供される、請求項 1 2 ~ 2 0 のいずれか一項に記載の使用。

【請求項 2 2】

前記バイオマス循環ループに含まれている任意の 2 つの処理ユニット間の逆方向循環系 R C S またはその任意の部分のバイオマス流速が、前記 2 つの処理ユニット間のバイオマスおよび前記通常のプロセス水流体流動の漏出を超えるように提供される、請求項 1 2 ~ 2 1 のいずれか一項に記載の使用。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、水流体を生物学的に処理するための、および/またはバイオマスにより所望の最終生成物を生成するための、および/またはバイオマスを生成するためのバイオリアクタに関する。また、本発明は、そのようなバイオリアクタを製造および使用するための方法に関する。

【背景技術】

【0002】

微生物は、酵素レベルを変化させることにより、栄養素および他の化学的化合物の摂取および排泄を制御していると考えられる。こうしたレベルは、複雑な機序を介して DNA により変更される。例えば、複数の栄養素が同時に豊富に存在する場合、微生物は、エネルギー的に最も効率的な栄養素、またはそうでなければ最も好ましい栄養素を選択し、それをほとんどゼロレベルに消費し尽くした後で、次に好ましい栄養素の処理に注力する。研究によると、そのような選択での酵素レベルは、以下のように変化する。酵素の構築に、ある程度の時間がかかり（これも遅延時間の一部である）、栄養素選択的酵素の分解は、それよりはるかに遅く、栄養素が完全に消費し尽くされた後になることさえある。

20

【0003】

バイオリアクタの総バイオマスの大半は、バイオフィルムにより占められている（約 90 % 程度）。微生物およびそれらの増殖は、バイオフィルムの表面に最も近い層にほとんどが集中する。したがって、バイオフィルム、フロック、または層内の深部（100 μm 以上）では、栄養素の利用可能性および更に排泄物質の廃棄は、それらがバイオフィルム層から周囲流体へと比較的ゆっくりと拡散するため、バイオフィルムにより動力学的な制限を受ける。

30

【0004】

バイオマスの最も活性な部分および最大の微生物密度は、バイオフィルムまたはフロックの表面に非常に近いところであることが知られている。最適な深度は、30 ~ 50 μm 未満という浅い深度であり得ると考えられている。

【0005】

多くの有機化合物は、段階的に分解され、この分解は、様々な微生物集団が様々な処理段階に参与することにより行われることが多い。より大きなフロックの形成は、より幅広く多様な集団という有益性を提供することができるが、動力学も大きく低減されるため、大きなフロックサイズまたは層厚がもたらす有益性よりも、制限的要因が大きくなってしまふ場合がある。

40

【0006】

増殖速度は、栄養素消費速度にバイオマス収量かけたものとみなすことができ、基質濃度が高くなると共に増加することが知られている。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

50

【0007】

本発明は、より速い処理速度で、水流体を生物学的に処理するための、バイオマスにより所望の最終生成物を生成するための、および/またはバイオマスを生成するための、バイオリアクタに関する。また、本発明は、そのような装置を製造および使用するための方法に関する。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明のバイオリアクタ、およびそのようなバイオリアクタを製造および使用するための方法が、独立クレームに示されている。加えて、本発明の幾つかの好ましい実施形態が、従属クレームに示されている。従属クレームに示されている特徴は、別様の明示的な記載がない限り、相互に自由に組み合わせ可能である。

10

【0009】

水流体WFを生物学的に処理するための、および/またはバイオマスにより所望の最終生成物を生成するための、および/またはバイオマスを生成するためのバイオリアクタBRは、栓流構成における、少なくとも第1の処理ユニットZF、第2の処理ユニットZ₂、最終処理ユニットZ_L、および随意に第2の処理ユニットZ₂と最終処理ユニットZ_Lとの間の追加処理ユニットZ₃、Z₄と；バイオマスBMを第1の処理ユニットZFから最終処理ユニットZ_Lおよび/または追加処理ユニットZ₃、Z₄へと循環させるための少なくとも1つの順方向循環系FCS、FCS1、FCS2と；バイオマスBMを最終処理ユニットZ_Lおよび/または追加処理ユニットZ₃、Z₄から第1の処理ユニットZFへと循環させるための少なくとも1つの逆方向循環系RCSとを備える。

20

【0010】

本発明の目的によると、上記バイオリアクタBRは、少なくとも4つの処理ユニットを備える。これにより、上記バイオリアクタの調節能力および制御、ならびに複数のFCSおよび/またはRCSの可能性が付加される。

【0011】

本発明の目的によると、上記バイオリアクタBRは、少なくとも1つのバイオマス処理清澄化ユニットPCUを備える。これにより、二次清澄化系を単純化しつつ、更により多量のバイオマスをこの系で使用することが可能になる。

【0012】

本発明の目的によると、上記バイオリアクタBRは、少なくとも1つのバイオマス改質ユニットBMUを備える。これにより、系のバイオマスを改質する可能性、またはそれを一時的に系外部で使用する可能性が付加される。

30

【0013】

本発明の目的によると、上記バイオリアクタは、第1の処理ユニットZFと最終処理ユニットZ_Lとの間に追加されている、水流体WFの処理には少なくとも部分的に関与するが、主バイオマス循環および/または順方向循環系FCSおよび/または逆方向循環系RCSには関与しない少なくとも1つの追加処理ステップを更に備える。これにより、処理速度および効率を増加させるために系を変更する可能性が付加される。

【0014】

本発明の目的によると、この系は、流入水流体に存在するバイオマスが、または別様にこの系にもたらされるバイオマスを処理するために使用される。

40

【0015】

本発明の目的によると、少なくとも1つの処理ユニットZF、Z₃、Z₃、Z₄、Z_Lは、少なくとも1つの内部バイオマス清澄化ユニットICUを備える。これにより、系の設計が単純化され、ポンプ送金の必要性が低減され、既存の系を簡単に本発明の実施形態へと変換することができる。

【0016】

本発明の目的によると、内部清澄化ユニットICUは、水位および水流体WFを自動調節するための制御チャンネルCHAならびにバイオマスBMの逆方向循環系RCSを備える

50

。これにより、複雑さを低減させつつ、系のバランスおよび安定性が付加される。

【0017】

本発明の目的によると、上記バイオリアクタBRは、少なくとも2つの順方向循環系FCS、FCS1、FCS2、および/または少なくとも2つの逆方向循環系RCS、RCS1、RCS2を備える。これにより、処理速度および効率を増加させるために系を変更する可能性が付加される。

【0018】

本発明の目的によると、少なくとも2つの処理ユニットZF、Z2、Z3、Z4、ZLは、少なくとも一部が同じ容器VESに配置されている。これにより、系の構築費用を低減することができる。

10

【0019】

本発明の目的によると、少なくとも2つの処理ユニットZF、Z2、Z3、Z4、ZLが、少なくとも1つの栓流容器に配置されており、栓流容器には、少なくともRCSの一部が、上記容器の拡散および/または混合により作動するように配置されている。

【0020】

本発明の目的によると、処理ユニットZF、Z2、Z3、Z4、ZLの少なくとも1つは、他の処理ユニットとは実質的に異なる環境条件を形成するように配置されている。環境条件としては、限定ではないが、温度、基質の利用可能性、または溶存酸素、および/または化学薬品、触媒、もしくは酵素の添加が挙げられる。これにより、1つまたは複数の処理ステップが、他とは異なる環境条件で実施されることが好ましい場合、柔軟性および性能が系に付加される。

20

【0021】

本発明の目的によると、処理ユニットZF、Z2、Z3、Z4、ZLの少なくとも1つは、そのバイオマスの少なくとも一部が、他の機能または目的のために、系FCSおよび/またはRCSの外部で循環するか、またはそうでなければ恒久的に取り出されるかのいずれかのように配置されており、他の機能または目的としては、限定ではないが、バイオマスの硝化、脱窒、または生成が挙げられる。

【0022】

水流体は、水を含む任意の流体であってもよく、形状を変えることができる。微生物学的/生物学的反応が、上記水流体で生じ得ることが有利である。例えば、上記水流体は、淡水、プロセス水、廃水、スラリー、固形物、バイオマス、および/またはガスであってもよくまたはそれらを含んでいてもよい。上記バイオリアクタは、バイオマスにより所望の最終生成物を生物学的に生成するための、および/またはバイオマスを生物学的に生成するためのバイオリアクタとして使用することができる。上記バイオリアクタは、バイオガスを生成するために使用することができる。また、上記バイオリアクタは、窒素除去のために、リン除去のために、および/または固形物除去のために使用することができる。また、上記バイオリアクタは、好気性、無酸性、および/または嫌気性の1つまたは複数のプロセスに使用することができる。上記バイオリアクタは、限定ではないが、メタン、エタノール、または微生物バイオマスの生成を含む、目的の最終生成物を生成するために使用してもよく、または系に供給された少なくとも2つの化学的化合物間の化学反応を微生物的に実施するためのバイオリアクタとして使用してもよく、または水流体に存在するバイオマスを処理するバイオリアクタとして使用してもよい。

30

40

【0023】

本発明の目的によると、水流体は、ガスであるかまたはガスを含むが、水は、ガスと共にまたはガスとは別に系に供給される。これにより、限定ではないが、バイオガスからの生物学的硫化水素(H2S)の除去を含む、上記ガスの処理が可能になる。

【0024】

ここで、本発明による水流体を処理するためのバイオリアクタは、より小さな総HRT(処理容積)で、処理容積が同じ場合はより高度な能力で、または流出液を高品質化して、またはそれらをバランスよく組み合わせ使用することができる。流入水の様々な基質

50

は、系の様々な箇所ですらなくとも部分的に処理することができるが、系は、栓流系の全長にわたって処理のバランスを保つ傾向を有する。系には、流入基質および生成された全ての中間処理産物を分解することが可能である最も効率的な微生物が好ましい。SRTの範囲内で、できるだけ完全な処理を確実にする、流入液中の任意の所与の基質の処理に必要なあらゆる種類の微生物が好ましい。系中のバイオマスは、少なくとも部分的に内部循環し、ごく一部分だけが、フィルター、清澄化装置、または他の二次もしくは三次処理等の次の処理ステップへと流れているため、系は、より高いMLSS（混合液浮遊物質）での使用が可能である。MLSSがより高いと、処理ユニットサイズの更なる小型化が可能になり、または性能の向上が可能になる。この系は、その通常の作動ポイントにて過剰な処理能力を保留するように自動的に調節されるため、従来の系と比較して、より高いピーク負荷が可能になる。

10

【0025】

また、この系では、処理ユニットにわたって処理をより均一に実施することが可能であり、したがって、通気系でのより均一な通気、最適な系全体の容積のためのより均一な処理特性、および作業段階の低減が可能になる。

【0026】

より急増殖する微生物がバイオフィルムの表面を支配し（動力学制限による）、更に成長するフロックサイズは、多様な集団の有益性を相殺する場合がある。更に、バイオマス動力学は、実際にはそのようなバイオフィルムの有効表面積により支配され、フロック直径が半分であると、所与の総質量のフロックの表面積はおよそ2倍になる。そのため、フロックサイズまたはバイオフィルム厚さを制限することが有益である。

20

【0027】

バイオリアクタで主要な集団を形成することができるのはどの微生物であるかは、バイオマス平均滞留時間により決まる場合がある。集団の倍增時間が、バイオフィルムの滞留時間を超える場合、そのような集団が、そのようなバイオリアクタで主要な集団個体数を形成する可能性は非常に少ない。しかしながら、バイオフィルムフロックサイズに関する部分を参照すると、フロックサイズをより小さいかまたは層深度がより薄いためにバイオフィルムの動力学が向上すると、集団倍增時間が低減される場合がある。したがって、動力学が向上すると、滞留時間を低減することができる。また、バイオマスの滞留時間は、バイオマス全体の生存バイオマスの部分に影響を及ぼす。典型的には、バイオマスは、生（活性）細胞、死細胞、および溶解細胞に分類することができる。これらは、系中の全ての非バイオマス固形物と共に、系中の固形物の総質量を形成する。バイオマス滞留時間が長期間である系の細胞のある部分は、分裂（増殖）せずに死滅することは避けられず、それは、大きなフロックサイズ等による動力学的な結果であり得るが、バイオマスの滞留時間をより短時間にすると、典型的には、死細胞および溶解細胞と比較して生細胞の部分が向上する。微生物は、増殖のために栄養素を消費するに過ぎないとみなすことができる。バイオマス滞留時間が長期間である内生系では、栄養素およびエネルギーは細胞修復のみ使用されると考えられているが、同じ観察結果は、平均細胞死速度と同じ速度で生じる基質消費による増殖と考えることもできる。

30

【0028】

ある栄養素の酵素レベルが高い微生物は、環境条件がその栄養素の消費に好ましい間、細胞材料内部にそうした栄養素を多量に収集する傾向があることが観察されている。また、例えば、好気性微生物が、良好な環境およびより高い栄養素レベルから無酸素状態へと移されると、栄養素は、比較的短い遅延時間後、微生物細胞内部からバイオフィルムに、したがって周囲流体へと向かって排泄される。

40

【0029】

そのような知見の重要な帰結は、十分な量の微生物が、より低い栄養素レベルからより高い栄養素レベルへと移されると、微生物は、環境の栄養素レベルがより低い栄養素レベルであった際と同じレベルに到達するまで非常に迅速に栄養素を吸収する。栄養素は、直ぐには完全に処理されないため、細胞への栄養素吸収速度は、経時的に低減し、消費率と

50

同じになる。また、通気を一時的に停止すると、流体中の栄養素レベルは、比較的短い遅延時間後に上昇し始める。

【0030】

したがって、典型的には、系中の所与量のバイオフィーム/バイオマスで達成されることになる最大の栄養素または基質消費または吸収速度は、以下の場合に達成され得る。

- 基質を吸収および消費するための酵素が微生物中で既に高いレベルにあり、栄養素が利用可能になった場合。

- バイオフィームが十分に薄いかまたはフロックサイズが十分に小さく、栄養素および酸素等ならびに最終生成物排泄の動力学的最大化が可能になる場合。

- そうでなければ環境条件が好ましい場合。

- 細胞内部に吸収した基質がまだ飽和レベルに達してないが、そのような基質に対する酵素レベルが高い微生物が、基質を高度に低減させることが望ましい系位置に新たに導入された場合。

- 細胞内部が満たされるまで基質を既に吸収した微生物が、系から除去されるか、またはしたがってそうでなければ好ましい環境条件にある系内の他所に移された場合。

【0031】

この方法を用いて、上記系により、最大増殖の微生物消費が通常に可能にするものよりも著しくより多くの栄養素をプロセス水から除去させることができる。

【0032】

系の操作

本発明の幾つかの特徴および利点を図面に示すものとする。

【図面の簡単な説明】

【0033】

【図1】1つのループを備えた基本的バイオマス循環系を示す図である。

【図2】複数の交互バイオマス循環ループ構成の例を示す図である。

【図3】重複循環ループを示す図である。

【図4】基本的な処理清澄化系、バイオマス、またはTSS漏出、およびプロセス流体を示す図である。

【図5】処理清澄化系を示す図である。

【図6】栓配置の基本的処理を示す図である。

【図7】第1の処理ユニットZFに接続されているバイオマス改質ユニットBMUを有する水流体WFの基本的バイオマス循環系FCS-RCSを示す図である。

【図8】交差循環の基本的処理を示す図である。

【図9】本発明の実施形態として構成されている通気活性汚泥反応槽BR-AS中の単純な向流バイオマス移動の原理を示す図である。

【図10】ICUを使用した実施形態として構成されている通気活性汚泥反応槽BR-AS中の単純な向流バイオマス移動の実際の詳細な例を示す図である。

【図11】基質ポンプ送出系の単純化された例を示す図である。

【図12】パイロット試験系を示す図である。

【図13】嫌気性バイオリアクタの基本的な系を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0034】

基本的な系

本発明の基本系構成は、栓流構成に構成されている複数の2つ以上の処理ユニットからなり、プロセス流体流動および活性バイオマスの流動は(概して)向流である。

【0035】

図1に示されている基本系構成は単独で使用してもよく、またはより大きな系の一部として使用してもよく、ループに含まれる実際のユニットの数は様々であってもよい。この系では、プロセス流体、水流体WFは、第1の処理ユニットZFから最終処理ユニットZLへと流動し、バイオマスBMは、最終的にZLからZFへと流動し、ZFからZLへと

10

20

30

40

50

戻る。Z2 - ZF、Z3 - Z2、およびZL - Z3間のバイオマスの正味流動は、プロセス流体流動WFとは反対であり、プロセス流体流動WFは、例えば、バイオマスカリヤ等をポンプ送し、移動させることにより、返流として第1のZFから最終処理ユニットZLへと移動することに留意することが重要である。

【0036】

プロセス流体に加えてバイオマスおよび他の固形物の漏出は、系の後期部分からその初期部分へのバイオマス返流を部分的に補償することができることは、当業者であれば周知である。新発明では、系におけるバイオマスの正味流動は、隣接するユニット間のプロセス流体の流動の通常方向とは反対に流れるように調整される。

【0037】

好ましくは、順方向循環系は、第1の処理ユニットZFからバイオマスを、上記第1の処理ユニットからのバイオマスの廃棄速度を差し引いた上記第1の処理ユニットZFでのバイオマスの増殖を超える平均速度で移動させるように提供される。好ましくは、バイオマス循環ループに含まれている任意の2つの処理ユニット間の逆方向循環系RCSまたはその任意の部分のバイオマス流速は、上記2つの処理ユニット間のバイオマスおよび通常プロセス水流体流動の漏出を超えるように提供される。

【0038】

バイオマス流動の実施

プロセス流体流動と逆方向のバイオマスの循環は、これらに限定されないが、第1のユニットから、ろ過または沈殿等の、上記第1のユニットのプロセス流体からバイオマスを分離する手段を使用してバイオマスを受け取る第2のユニットまで、バイオマスを能動的に移動させるポンプ送しまたは他の手段により、バイオマスカリヤまたはバイオマスを付着させる他の手段または上記第1のユニットから上記第2のユニットへの運搬媒体を収集することにより、図9および図10の構成、またはバイオマスの流動が、重力または上述のものの組み合わせの手段によりプロセス流体に対して向流に調整されている他の類似構成を使用することにより、実施することができる。

【0039】

また、バイオマス循環ループ中のバイオマス循環に関与する第1のユニットから、上記ループの最終ユニットへと順方向に供給されるバイオマスは、類似のまたは他の方法を使用してプロセス流動と反対に循環するように調整することができるが、特に、選択したバイオマス循環速度が、プロセス流体流速と比較して比較的大きい場合、またはそうでなければ、そのようなバイオマスおよびプロセス流体と一緒に移動するバイオマス部分が、比較的少なく、プロセス流体短絡が低減される場合、プロセス流体からのバイオマスの高度な分離を使用して、プロセス流体、および上記第1のユニットから上記第2の受領側ユニットへのバイオマスの短絡を制限することは有益であり得る。

【0040】

しかしながら、例えば、図10に類似する処理ユニットを使用し、いかなる分離手段も実施せずに、汚泥循環ループに関与する第1のユニットのプロセス流体を上記ループの最終ユニットへと単にポンプ送しすることで、高性能および低コストの系を実装することに成功することができることも確認された。

【0041】

基本的な系での流入基質の消費

ZFでは、バイオマスは、基質を吸収および部分的に消費する。ZLに移されると、バイオマスは、細胞内部およびバイオフィームで枯渇するまで、基質を放出せずに処理し続け、最も好ましい利用可能な基質に適応するために酵素を構築することを含む、バイオマスの状態を変更することにより、消費すべき他の利用可能な基質に適応し始める。

【0042】

通常の作業系では、流入基質レベルは全て、ZLで最小になる。任意のタイプの基質がより高い量で利用可能な場合、微生物は、飢餓を回避するためにそれらに適応して吸収しようと試みる。

10

20

30

40

50

【0043】

Z3に移されると、幾つかの基質は、Z1よりも高い濃度で利用可能である。Z1に滞留している間、ある基質を吸収および消費するために非常に高レベルまたは最大レベルに構築された幾つかの酵素は、ここでは比較的高いレベルにあるため、微生物は、適応するのにかかる遅延時間損が最小限であるかまたは全くなく、最大速度でそれらを消費することが可能になる。

【0044】

ほとんどの基質は、Z1からの流入微生物が、細胞内部での基質消費よりも速い速度で基質を吸収しているため、Z3では依然として比較的低レベルである。

【0045】

Z2に移されると、Z3と同様の現象が生じるが、典型的には、より豊富なレベルの多様な基質が利用可能である。しかしながら、Z2およびZ3では、典型的には、ほとんどの好ましい流入基質の濃度は低いかまたはほとんど枯渇している。

【0046】

再びZFに移されると、微生物は、系の残りと比較して、ZFで最も高い濃度で存在する可能性が高い、流入液で利用可能な最も好ましい基質を選択する。

【0047】

また、ZFに滞留している間および基質が豊富である間、微生物が、典型的には過剰な熱産生およびエネルギー流出経路等の非効率的な様式で基質を使用することは、系にとって有益である。しかしながら、Z1に到着し、増殖が抑制される厳しい条件下に置かれても、細胞膜活性化および輸送系の機能は、環境条件が変化したら直ちに増殖を再開するための必須条件であるため、微生物は、依然として高エネルギーフラックスを維持し続ける。

【0048】

したがって、記載されているようなバイオマスの循環は、内生系と比較して、微生物の基質処理速度も増加させる。

【0049】

好ましい微生物集団

微生物の増殖速度は、基質の利用可能性に依存するため、一般的に、この系には、栄養素が過剰である際に最も迅速な速度で基質を消費することができ、その認識された基質濃度で、最も迅速な増殖速度を示す微生物が好ましい。

【0050】

また、最も短時間で最も多くの栄養素を細胞内に吸収する（過剰な場合でも）微生物は、最も高い基質レベルを認識することになるため、この系にとって好ましい。

【0051】

また、任意の他のより急増殖している集団にとって、この系のどの場所でも最も好ましい基質にならないあらゆる栄養素は、そのような基質を好む最も好適な微生物のための機会を提供することになる。

【0052】

したがって、この系では、微生物種が多様であることが非常に好ましい。微生物種が多様であることは、増殖速度、および利用可能な任意の所与の基質の基質消費速度が最も迅速であることを示す。

【0053】

微生物集団は全て、全ての処理ユニットでほとんど均一に存在するため、上述したことは、中間産物にも当てはまる。

【0054】

更に、処理ユニットの環境条件は、例えば、処理ユニットの少なくとも1つの上記条件が、他の条件とは異なり、好気性、無酸性、嫌気性である場合、異なる微生物集団が、異なる処理ユニットで最適条件を経験することができるように、1つまたは複数の様式で実質的に変化することが望ましい場合がある。本発明による製造物は、処理ユニットの少な

10

20

30

40

50

くとも1つが、他の1つまたは複数のユニットとは異なり、好気性、無酸性、または嫌気性である、好気性、無酸性、および/または嫌気性の1つまたは複数のプロセスで使用することができる。そのような系では、処理を、段階的実行あるいは制御することができ、基質の消費は、この系に設定された要件に従って変更することができる。

【0055】

中間産物

流入液中の基質の幾つかは、典型的には、複数のステップで生分解されるか、または複数の微生物集団により実施される。そのような生分解プロセスは、1つまたは複数の中間産物を生成する。その濃度は、この系では様々であり、複数のパラメータに依存する。

【0056】

一般的に、中間産物は、元の基質の処理または消費が起こる場所でこの系に導入される新しい基質とみなすことができる。

【0057】

バイオマス循環がなければ、この現象は、系全体の作業段階分け(phasing)に結びつく場合があるため、そのような中間産物を処理するための時間不足、ならびにこの系の幾つかの部分での処理の阻害が生じる場合がある。

【0058】

また、この基本的な系では、中間産物をこの系に沿ってより均一に一様に利用可能にするために、各基質の処理は分散されている。その結果、上記中間産物は、適切に吸収および消費される。例えば、ZFで元の基質を吸収し、ZLに移動した微生物によりZLで産生された中間産物は、依然としてZ3またはZ2よりも非常に低いレベルである可能性が高く、それは、既に飢餓に近い状態にあるZLに好適な微生物の既に高い酵素レベルおよび吸収能力が、上記中間産物を効率的に更に処理することができることを意味する。

【0059】

更に、ZFの微生物には上記中間産物の元の基質が好ましいと仮定すると、そのような中間産物は、典型的にはZFで最も豊富である。

【0060】

任意の中間産物に関して、そのような元の基質がそのような中間産物に変換される場所がプロセス流体流動のより初期であればあるほど、そのような中間産物を更に低減するために利用可能な処理時間が長くなる。更に、そのような産物を吸収および消費する微生物は、系の前部に向かって連続的に移動するため、そのような中間産物の処理にかかる時間が長ければ長いほど、系が、そのような基質を処理するために許される時間が長くなり、したがって、任意の(生分解性)物質の生分解の処理ステップには全て、バイオマスを循環させない栓流系よりも長い処理時間が与えられる。

【0061】

この基本的な系は、好気性または嫌気性の処理系として実施することができる。しかしながら、好気性系の少なくとも一部が、無酸素段階を有する場合、特に厳密に好気性の微生物は、周囲のバイオフィームおよび流体に栄養素の幾つかを排泄し、プロセス流体中の基質レベルを増加させる場合がある。

【0062】

同じことが、好気性条件に曝された嫌気性微生物で観察される場合がある。この基本的な系では、この現象の負の効果も低減することができるが、系の好気性/無酸性/嫌気性の部分間の流動が、プロセス流体のみが状態間で移動し、上記部分間のバイオマス交換が低減されるように確実に実施されることは、系の実施に依然として好ましい場合がある。図2の複数の交互ループは、そのような実施の例である。

【0063】

複数の循環ループ

幾つか場合、複数の循環ループを使用して、系に更なる利点を提供することができる。そのような有益性としては、例えば、必要とされる通気エネルギーを低減し、適切な硝化/脱窒性能等を可能にするために、好気性処理および嫌気性処理を変更することが挙げら

10

20

30

40

50

れる。

【 0 0 6 4 】

複数の交互バイオマス循環ループ構成の例は、図 2 に示されている（実際のループまたは各ループ中のユニットの数は様々であり得る）。図 2 では、バイオリアクタ B R は、2 つの順方向循環系 F C S 1、F C S 2、および 2 つの逆方向循環系 R C S 1、R C S 2 を備える。図 2 の例示的な系のバイオマス B M は、図示されているループで主に循環し、ループ間の量は非常に少ないと仮定されている。ループ間の混合が大きい場合、系は、次第に図 3 に示されている重複ループの例に類似していく。

【 0 0 6 5 】

また、複数の重複ループにより、所望の場合、系の多くの他の有益性を保持しつつ、系の意図的な（部分的な）作業段階分け (phasing) が可能になる。

10

【 0 0 6 6 】

図 2 の嫌気性 - 好気性実施の例。

ループ Z F - Z 3 は、嫌気性処理であってもよく、ループ Z 2 - Z L は好気性処理であってもよい。そのような系の応用は、例えば、Z 2 で硝化が生じ得、硝化ステップ後の Z 3 で脱窒が生じ得る廃水処理であり得る。再び、Z F から Z 3 に到達する脱窒素微生物は、Z F では硝酸塩が少ないため、硝酸塩を吸収しやすい。また、幾つかの Z 3 微生物は、Z 3 では、Z F でのレベルを超えて V F A および他の基質を受け取ることができる。

【 0 0 6 7 】

同時に、Z 3 では、Z F に存在する阻害性化合物のレベルが低減される可能性が高い。それらが Z F に戻ると、そのような基質の処理を Z F で継続し、それにより、系の様々な部分間の処理のバランスが保たれる。

20

【 0 0 6 8 】

Z 2 および Z L は、系から流出液を放出する前の嫌気性処理に通常要求される効率的な仕上げステップを提供することができる。

【 0 0 6 9 】

更に、Z F が、例えば、嫌気性汚泥フィルター、U A S B 等である場合、Z F も固形物用フィルターとして作用し、より多くの量の基質微粒子を嫌氣的に処理して、エネルギー効率を向上させるかまたはメタンを生成すると同時に、初期ステップでの固形物分離の必要性を低減させることができる。そのような消化装置が実装されている系では、過剰な好気性スラッジまたは他の生分解性物質ならびに嫌気性処理での流入固形物を消化し、したがって、メタン産生を更に増加させることが更に有益であり得る。これにより、例えば、ポンプおよび通気に消費される電気と、生成されたバイオガスエネルギーとを比較したエネルギー収支が正である排水処理系をもたらすことができる。

30

【 0 0 7 0 】

この例示的な応用における複数のバイオマス循環ループの有益性は、主として、好気性処理および嫌気性処理の両方の処理時間が大幅に向上され、それにより、系の H R T をより短くし、したがってプロセス温度を上昇させずに系の物理的総容積をより小さくすることが可能になることに起因する。しかしながら、特に嫌気性処理側での作業段階分け (phasing) を免れることは、プロセス安定性および制御可能性の点で別の重要な有益性である。

40

【 0 0 7 1 】

複数の重複ループ

系には複数の重複ループを構成することができる。そのような系は、例えば、流入液が著しい量の緩徐生分解性基質を有する場合等の特別な必要性に好適なように構成することができる。重複循環ループは図 3 に示されている。

【 0 0 7 2 】

図 3 の例は、Z F でバイオマスに付着したバイオ固形物が、流出液の一部となる前に全ての系部分を通過する最低限の流動を有することになることを保証しつつ、バイオマス B M の十分な再循環が可能になるため、独特な有益性を有し得る。つまり、最低限の経路は、Z F - > Z 3 - > Z 2 - > Z L であり、ループ 1 およびループ 2 の純方向および逆方向

50

循環速度は、バイオマス流動およびプロセス流体流動が十分に制御されている場合、そのようなバイオ固形物の系における平均滞留時間に影響を及ぼす場合がある。

【0073】

循環でのバイオマスの移動

所与の例では、プロセス容器間のバイオマスの流動は、プロセス流動に対して向流となるように調整されていると仮定する。これにより、バイオマス滞留および各容器のバランスも十分な量に保証される。

【0074】

Z_F から Z_L へのまたはプロセスの他の部分間のバイオマス流動は、簡単なポンプ送出により調整することができる。

10

【0075】

処理ユニットの2つ以上が、例えば、個々の処理ユニットの数が多いとみなすことができる1つまたは複数の細長栓流容器として配置され、1つの容器として配置されている上記ユニット間の物理的境界が、拡散流動および重力流動にさえ低減される場合、上記容器の初期部分からおよび/または上記容器の後期部分へとバイオマスを取り除く FCS および/または RCS は、上記容器内にバイオマス濃度勾配を生成する。この勾配は、混合および/または拡散により低減し、したがって上記容器の後期部分から初期部分へのバイオマスの逆方向循環が形成され、上記容器内の RCS の少なくとも一部として作用し、および/または上記容器内の処理ユニット間の少なくとも1つの RCS を形成することになるだろう。

20

【0076】

そのような構成の一例が、図6に示されている。この例では、系全体は、1つの容器VESに配置されており、処理ユニットZF、Z2、Z3、およびZLは部分的壁PWAで隔てられている。部分的壁は、PWAを通過してZFからZLへと至るWFの流動を可能にし、また、PWAを通過してZLからZFへと至るバイオマスBM流動を可能にする。FCSは、ZFでのバイオマスの増殖よりも速い速度でZFからZLへとバイオマスを移動させて、バイオマスの濃度勾配を引き起こし、それにより、Z3およびZ2を通過してZLからZFへと向かうバイオマスの正味流動が誘導される。

【0077】

部分的壁PWAは、バイオマス流動の通過に対する抵抗を形成し、ユニット間の自由な混合および拡散を低減する。この抵抗は、この2つが向流であるため、そのような壁の開口部の面積および上記開口部を通過するWFの流動の関数である。開口部を既知の表面積および長さを有するチャンネルとして形成すると、所与のWF流動におけるバイオマス流動に対する同様の抵抗を達成することができる。

30

【0078】

この種の構成では、RCSの他の更なる形態が処理ユニット間に使用されていない場合、バイオマス濃度は、ZLで最も高くZFで最も低いため、例えばユニットに簡単なICUを構築することによる場合と比較して、系の総容積または下位系の性能の非効率的な使用がもたらされることになる。

【0079】

通常のAS系が、本発明の実施形態に改変されている場合、バイオマスの逆方向循環は、例えば、図9および図10の構成では、好ましくは費用効果的に達成することができる。

40

【0080】

図9および図10には、ICUを含む活性汚泥反応槽BR-ASが示されている。任意の対の2つの隣接ユニット、例えば、ZFおよびZ2またはZ2およびZ3、ここでは上記対は、 Z_x および Z_y と省略され、少なくとも Z_y は、プロセス流体WFが Z_x から Z_y へと自由に流れることができるような連通が生じるチャンネルCHAを有するICUを含むが、同時にCHAは、 Z_x の簡単な清澄化装置として作用し、そこで、CHAに進入するバイオマス(BM)は Z_x に戻る。任意の数のユニット $Z_F \dots Z_L$ が、同様の様式で

50

栓流構成に配置されている場合、正味バイオマス流動は、第1のユニットZ_Fへと向かい、つまり、プロセス流体流動に対して向流である。任意の2つの隣接ユニットZ_XおよびZ_Yの通気部分間のポートを形成するチャンネルCHAは、プロセス流体WFを有するバイオマスBMに抵抗し、Z_Yの最上部部分は開口しており、チャンネルCHAの最上部は、Z_YからのバイオマスBMを受け取り、プロセス流動WFの1つ前のユニットZ_XへとバイオマスBMを効率的に輸送する。

【0081】

ポートを有するこのチャンネルは、Z_Yの内部清澄化ユニットICUの例示的な実施形態である。

【0082】

この構成は、ある量の乱流がチャンネルに存在する場合でも、本目的には十分であることが多いが、それでも問題が生じる場合、バイオマス沈殿の向上またはチャンネルでの滞留時間の低減は、例えば、沈殿槽で使用される同様の様式で容易に達成することができる。

【0083】

Z_YからZ_Xへと移動するバイオマスの量は、まず第1に、CHAの上部部分と接触し、したがってチャンネルを介してバイオマス分離/沈殿に供されるZ_Yのプロセス流体（およびその内部のバイオマス）の量に、第2には、Z_Yプロセス流体中のバイオマスの濃度に強く依存する。前者は、大部分は機械設計パラメータとして選択することができ、後者、Z_Yのバイオマス濃度も自動調節することができる。したがって、各処理ユニットZ_Yのバイオマス濃度は、設計により、ならびに各処理ユニットZ_Yのバイオマスの平均SRTにより、そのプロセス流体容積または流動とは独立して、個々に設定することができる。

【0084】

バイオマスをプロセス流体中で重力により沈殿させる場合、図9に類似した実行例を実装することができる。バイオマスが、例えば浮遊バイオフィルムキャリアに付着する場合と同様に、通常のように浮遊することになる場合、類似のチャンネルを逆に使用することができる。

【0085】

Z_XからZ_Yへのバイオマス漏出速度およびZ_YからZ_Xへのバイオマス返流速度に関連するパラメータは、例えば、バイオマスの沈殿特性に依存する場合があります、設計により影響を受ける場合があります。

【0086】

幾つかの場合、ICUは、変更された様式で使用されることが好ましい場合がある。例えば、Z_Fでは、流入液がCHAを通過しないようにするが、CHAのみを使用して、FCSのためにバイオマスを分離または濃縮することが有益であり得る。したがって、流入液のZ_Lへの短絡を防止または低減することができる。

【0087】

また、例えば、図2の系にて、2つの隣接ユニットが異なるバイオマスを有するように設計されている場合、Z₃のCHAを、Z₂へのポートを用いずを使用して、RCF2を実施する目的でバイオマスを分離または濃縮することができる。また、Z₃では、個別のCHAを変更して使用して、Z₃から上記変更CHAの最上部への、したがって上記変更CHAからZ₂へのバイオマス流動を防止することができ、そのため、上記変更CHAは、バイオマス流動を両方向で阻止する。この方法は、バイオマスループを分離したままにしておくことが好ましい場合がある。

【0088】

同様のタイプの構成を、例えば、嫌気性または無酸性の連続混合処理ユニット間に配置することができる。また、上記2つの処理ユニットが、通気、非通気、静止または混合処理ユニットの組み合わせを備える場合、また上記組み合わせが、少なくとも部分的に断続的に作動する場合、例えば、処理ユニットがバッチモードで、例えばバッチ通気および/またはバッチプロセス流体流動で作動する場合、同様のタイプの構成を配置することがで

10

20

30

40

50

きる。処理ユニットの少なくとも1つは、バッチモードで、例えば処理ユニットでのバッチ通気、バッチ順方向循環系、バッチ逆方向循環系、および/またはバッチプロセス流体流動で作動することができる。

【0089】

バッチで作動する系では、次の処理ユニットへの流動のチャンネルが、第1のユニットの最上部および次のユニットの底部にあり、沈殿段階では、ユニットの底部にバイオマスが濃縮され、沈殿段階後の充填段階では、流動がバイオマスを第2のユニットに移動しないように、同じ構成を逆に使用することが有用であり得る。また、そのようなバッチ系では、混合または通気段階中にチャンネルに進入するバイオマスの量を低減させることは、そうでなければ、系の隣接ユニット間でバイオマスを順方向に移動させることになり望ましくないため、有益であり得る。

10

【0090】

また、そのようなバッチ系構成では、FCSおよびRCSは、例えば、通常のプロセス流体流動に対して向流のバイオマス移動が、同じチャンネルだがプロセス流体流動に対して反対方向にポンプ送出的ることにより生じるように、チャンネル幅を選択することにより、容易に調整することができる。そのような構成では、例えば、充填段階の代わりに、沈殿後にバイオマスをZFからZLへとポンプ送出し、生み出された重力ポテンシャルが、ZLからZFへの流動を全ユニットで引き起こし、したがって、バイオマスがZLに向かってチャンネルを流動する。

【0091】

UASB等の栓流の嫌気性系では、バイオマスの滞留は、通常で既に実施されており、循環は、反応器の底部に滞留するバイオマスの一部を反応器の上部部分へと単にポンプ送出的ることにより調整することができる。この場合、反応器の底部部分に向かう循環の残りは、重力により達成される。

20

【0092】

バイオマス循環速度

チャンネルが、系を順方向に移動するバイオマスの例えば80%を保持することができ、乱流によりチャンネルの最上部に進入するバイオマスの同様に80%がチャンネルを流動すると仮定すると、系を順方向に(所望の方向と反対に)移動するバイオマスの確率は、数パーセントに過ぎないとみなすことができる。また、プロセス流体流動とは反対に移動するバイオマスの速度は、十分に合理的に制御して所望の値に接近させることができるため、合計平均バイオマス再循環時間を確立し、所望の値に設定することができる。

30

【0093】

最適な循環速度の選択は、これらに限定されないが、系のHRTおよび選択したSRT、生分解性の物質の性質およびその生分解速度、ならびにユニット間のバイオマス滞留の効率、ならびに更に余剰汚泥廃棄速度および機構等を含む、多数のパラメータに依存する。

【0094】

また、例えば、バイオマスの返流速度が経時的にまたはバイオマス濃度により処理ユニット間で変動するRCSを実施することは、好適な設計により可能である。これにより、異なる処理ユニットで、異なるバイオマス滞留時間を選択することが可能になる。

40

【0095】

また、例えば、通気系では、混合またはバイオマス循環は、断続的であってもよく、またはそうでなければ、時間、またはこれらに限定されないが、OLR、HLR、窒素除去、もしくはリン除去等の理由を含む、他のパラメータの関数として調整してもよい。

【0096】

また、上述の理由で、幾つかの構成のバイオマス循環速度は、これらに限定されないが、系の構成、各処理ユニットでの選択滞留時間、ならびに1つまたは複数の過剰バイオマス除去機構の位置および速度を含む、パラメータに基づいて設計することにより選択される。

50

【0097】

過剰バイオマス除去

本発明の系では、所与の合計量のバイオマスの基質除去能力は、通常の系よりも数倍高い場合がある。特に通気系で処理したCOD量当たりのバイオマス収量は、従来よりも低い場合があるが、バイオマスSRTは、典型的には低減するだろう。

【0098】

したがって、プロセスが必要とする微生物集団全てが、選択したSRTを使用して十分な集団を形成することができることを確実にし、活性汚泥プロセスでのバイオマス量の増加またはより高いMLSS値の選択等の、更なる制限または指示を系に与えることができるように、非常に短時間のHRTが望ましいことが多い。

10

【0099】

また、例えば、活性汚泥系では、過剰バイオマス除去は、バイオマスFCSで実施することができ、したがってZ_Fからポンプ送出手されているバイオマスが、別々の流動に分割され、1つの流動がZ_Lに進入し、別の流動が、スラッジ濃縮等の過剰バイオマス処理系に向けられる。

【0100】

好適なバイオマス循環および/または除去速度を実施する別の手段は、図9および図10のものと同様の構成を使用することができる。これは、図9および図10の2つの処理ユニット間を連通するチャンネルでは、チャンネル前の通気または混合処理ユニットでのバイオマス濃度が、チャンネルで形成されるバイオマスブランケットの高さに影響を及ぼすという特性を使用する特に活性汚泥系で観察されている。したがって、処理ユニット中のバイオマスの量は、次の上向流チャンネルの選択した高さにてバイオマスの除去手段を用いて制御することができる。更に、バイオマスが上記ブランケットの最上部で除去される場合、除去されたバイオマスは、その沈殿特性に部分的に基づいて選択されるため、より良好に沈殿するバイオマスは、このプロセスでは保持される。

20

【0101】

したがって、バイオマス循環ループ中の系バイオマスは、そのようなループに関与する全てのユニット間で循環するため、過剰バイオマスの除去は、事実上、図9および図10のタイプの構成を有する系のチャンネルのいずれでも実施することができる。

【0102】

バイオマス循環ループでの過剰バイオマス除去が、例えば上記ループの第1の処理ユニットZFで実施される場合、後の処理ユニットでのバイオマス滞留時間を、処理ユニットZFでの滞留時間よりも長くすることもできる。したがって、高基質条件と低基質条件との間でバイオマスの環境サイクルを選択することができる。

30

【0103】

複数のループを使用すると、系の異なる処理ユニットに対して異なるSRTおよび環境条件を個々に選択する更に大きな自由度を達成することができる。

【0104】

バイオマスカリヤ系のバイオマス

バイオフィルムキャリアをプロセス流体から分離するのは典型的には容易であるため、移動バイオフィルムキャリア系でのバイオマスFCSおよびRCSの実施は、応用の点で非常に簡単である。また、バイオマス移動速度を比較的正確に規定することができる。しかしながら、選択したキャリアタイプに基づいて、バイオフィルムキャリア移動の機構を選択する必要がある。

40

【0105】

基本処理は、図4に示されているように、プロセス流体と共に、バイオマスおよび/またはTSS漏出を有する場合がある。FLS1、FLS2、およびFLS3は、処理流体流動と共に漏出を表す。こうした漏出は、所望のバイオマス移動方向とは反対であり、部分的に正味バイオマス流動を低減する。漏出を低減または最小限に抑えることは有益であり、また、RCSの一部としてのRc3、Rc2、およびRc1が、バイオマスの正味流

50

動がプロセス流体流動に対して依然として反対方向であるように、それぞれ漏出 F L S 1、F L S 2、および F L S 3 を補償することが重要である。

【 0 1 0 6 】

バイオマス改質

循環でのバイオマスの性質に応じて、例えば、移動バイオマスカリヤを使用する場合、ループ内で循環するカリヤまたは他の媒体を清浄化することは有益であり得る。また、例えば、活性汚泥が使用される場合、汚泥の組成を変更すること、またはその沈殿特性に基づいて循環汚泥を選択することが有益であり得る。また、バイオマスが、主プロセス流動に戻る前に細胞内に吸収された栄養素を排泄することを可能にして、例えば、主流動 H R T を低減することが有益である。更に、例えば、嫌気性または無酸性の汚泥は、一時的に主バイオマス循環の外部で脱窒に使用することができる。

10

【 0 1 0 7 】

ループの第 1 ユニットから最終ユニットへとバイオマスが戻ってくる場所に位置決めされているバイオマス改質の一例が、図 7 に示されている。

【 0 1 0 8 】

バイオマス改質ユニット B M U は、バイオマスが、上記ループで通常生じるプロセス流体の通常処理以外の幾つかの目的のために、バイオマス循環ループから一時的に移される系またはサブ系である。

【 0 1 0 9 】

また、B M U は、過剰バイオマス除去の手段として構成することができる。

20

【 0 1 1 0 】

本発明に関する更なる研究中に、例えば、好気性処理を使用し、ループに關与するバイオマスを、好気性処理から嫌気性または無酸素性容器へとプロセス流体と共に一時的に移動させると、上記バイオマスを含む移動させた処理流体の基質濃度は、短時間の遅延時間の後、急速に上昇することを発見した。

【 0 1 1 1 】

この現象は、D O または正常な増殖のための他の環境的前提条件が突然制限された場合、好気性微生物が、基質を周囲流体へと排泄するためと考えることができる。この現象は、本発明に特徴的であるが、例えば、A S 系清澄化装置では著しくは生じない。これは、部分的には、A S 系の微生物が内生段階にあるため、細胞内部に過剰基質を有していないためである。

30

【 0 1 1 2 】

しかしながら、本発明の系では、基質の枯渇中に、系の後期部分の微生物が、自身の酵素または最大効率で基質を細胞内に吸収するための他の機構を修飾するように促すため、初期段階に移動した際、または特に系の第 1 のユニットに移動した際、微生物は、依然として高度に高い速度で基質を吸収している。

【 0 1 1 3 】

限定ではないが、第 1 のユニットへの流入基質流動と比較した酸素摂取速度 (O U R) の手段を含む、系の第 1 のユニットでは、微生物は、消費することができるよりも著しく多くの基質を吸収することが観察された。

40

【 0 1 1 4 】

また、この現象は、後期では、特に系の最終ユニットでは、少なくともかなり低い程度にしか生じないことが観察された。したがって、例えば、好気性バイオマスループの最終ユニットの後で、基質を処理流体へとそれほど戻さずに、ループバイオマスを無酸素性または嫌気性条件に接触させることができることは有益である。

【 0 1 1 5 】

バイオマス改質ユニット B M U は、バイオマス B M 循環ループ F C S、R C S (R c 1、R c 2、R c 3 等) の任意の 1 つまたは複数のユニット Z F、Z 2、Z 3、Z L に接続されている。

【 0 1 1 6 】

50

また、そのようなBMUの実際の応用は、幾つかの望ましくない流入夾雑物、基質、または中間産物を除去すること、例えば、固形物、脂肪、油状物、またはグリースを分離することであってもよい。BMUの環境条件が、DO、剪断、正常状態の他の変動、またはそれらの組み合わせの点で異なるかまたはより過酷である場合、ある物質を、バイオマスから分離することができ、バイオマスをその特性に基づいて選択することができ、またはバイオフィルムキャリアを清浄化することができ、または過剰バイオフィルムを部分的に除去して、その厚さを低減することができる。

【0117】

また、BMUの別の応用は、ループ中の微生物を基質ポンプ送出に使用することである。例えば、好気性微生物がバイオマス改質ユニットで無酸素性条件に曝される場合、流入基質のかなりの部分を、バイオマスからバイオマス改質ユニットの流体へと抽出することができることを発見した。

10

【0118】

基質ポンプ構成の単純化された例が、図11に示されている。BMUは、無酸素性バイオマス改質ユニットとして構成されており、サイクルの始めに、ZFからのプロセス水およびバイオマスBM混合物のバッチを受け取る。ポンプ送出を停止させた後、ミキサにより、30~120分等の選択した時間にわたってバイオマスの懸濁を維持し、その後沈殿を開始させる。沈殿させた後、沈殿したバイオマスをZFに戻し、バイオマスBMからの基質を豊富に含むプロセス水を、嫌気性処理へと移動させる。

【0119】

20

ユニットは、例えば、以下の段階スキームで駆動することができる。

1. ZFからのバイオマスBMを、バイオマス改質ユニットBMUへとポンプ送出PUMする。ポンプ送出中、バイオマスの以前のバッチを、オーバーフローチャネルCHAからZFへと流し戻すRET。

2. ミキサMIXを始動させ、バイオマスを、例えば30~120分間、無酸素性または嫌気性懸濁状態に維持する。

3. 混合段階の後、バイオマスの沈殿を開始させる。十分な沈殿時間の後、良好な沈殿バイオマスのほとんどは、ポンプ送出レベル未満の好ましいレベルになる。

4. ポンプ送出を開始し、バイオマスEXHにより排泄された基質を豊富に含むプロセス水を例えば嫌気性処理へと移動させる。

30

【0120】

ZFに流し戻された返流バイオマスRETは、そこでその通常サイクルを継続することになる。

【0121】

この系には、3つの主な有益性がある：第1には、基質を嫌氣的に処理することができ、第2には、主ループに戻されたバイオマスは、そのような増殖段階中断サイクルを用いない場合よりも著しく低い新しいバイオマス収量を示すことになり、また、第3には、沈殿特性が劣るバイオマスを、主ループから抽出することができ、嫌氣的に消化されることになり、それにより、二次清澄化装置に進入する際の主プロセスの沈殿特性も向上される。

40

【0122】

混合段階中に基質をその流体へと抽出した後、無酸素性バイオマス改質の好気性バイオマスを移動させてループに戻し、バイオマス改質ユニットBMUの残りの流体を嫌気性処理へと移動させると、著しいコスト削減を達成することができる。嫌気性処理は、エネルギー効率がより高く、その流動は処理流体流動に依存しない。また、そのような嫌気性処理のための高温は、比較的低い基質濃度の流入液の場合、効率的に使用することができる。したがって、主プロセス流体流動とは別の嫌気性系にて、流入基質のそのような部分を処理することは、経済的に実現可能である。

【0123】

処理清澄化装置

50

処理清澄化系は、バイオマスが、処理流体に逆らってZ Lおよび/または系の他のより初期の部分に向かって移動し、ユニットでの処理または後処理が、清澄化機能と同時に起こる、好気性、無酸素性、嫌気性の系であってもよい。

【0124】

これは、二次清澄化操作に有益であり、幾つかの場合には、個別の二次清澄化装置は必要ではない。各ユニットでバイオマスが高度に滞留する系の性質により、最終処理ユニットの後に、主にバイオマス滞留および返流のために1つまたは複数の処理清澄化ユニットが実装されている場合、系は、比較的高いMLSSを有するように構成することができる。

【0125】

処理清澄化系の一例が、図5に示されている。ユニットZ a 1、Z a 2、Z a 3は、バイオマス循環系の最終処理ユニットZ Lの後の、処理清澄化ユニットPCUとして構成されている。実際、RCSタイプの系は、FCSを用いず実施されるため、バイオマスは全て、Z Lに向かって移動する。バイオマスF l a 1、F l a 2、およびF l a 3の漏出は、それぞれ逆方向循環ユニットR c a 1、R c a 2、およびR c a 3により過剰に補償される。

【0126】

例えば、R c a 1の返流速度は、Z Lのバイオマス濃度が、Z a 1のバイオマスの濃度の3倍であり、Z a 1、Z a 2、およびZ a 3の全ての段階では同様である場合、系が、R c a 1およびF l a 1のバイオマス移送速度間の均衡に至り、Z Lから二次清澄化装置へのバイオマスの総漏出を、Z L濃度の4%未満に低減することができるように選択されることに留意することが重要である。

【0127】

そのような処理清澄化ユニットは、二次清澄化装置の前の前清澄化装置とみなすことができ、それらの各々は、バイオマスの大部分を保持または流動とは反対に返流させ、同時に小型の処理ユニットとして作動する。

【0128】

例えば、そのような前清澄化装置は、図9および図10の構成と類似していてもよく、したがって、実際の「処理容積」が小さくまたは最小限に低減されており、HRTが、実際上チャンネルHRTにより支配されるICUを有していてもよい。したがって、先行する系のユニット、特にZ LのMLSSは、実際上、MLSS選択を制限する二次清澄化装置を用いず選択することができる。

【0129】

例えば、通気系における上記処理清澄化ユニットPCUの別の具体的な有益性は、栄養素を大量に吸収した微生物は、環境が好ましいままであるため、上記栄養素をバイオフィルムに、したがって流出液に放出しないだろうということである。

【0130】

一方で、全ての所望の微生物集団の集団レベルを保証するのに必要なSRTは、そうでなければバイオマス廃棄の達成可能な速度を制限する場合がある。

【0131】

そのような系のユニットは、固定または移動バイオフィルムキャリア等の、以前の処理の媒体以外の他の媒体を含有していてもよい。

【0132】

1つの応用は、前段階からのバイオマス漏出が、そのような前段階に戻される好気性バイオマスループの後に、無酸素性または嫌気性処理を導入することである。有益なことには、例えば、固定または移動媒体を、処理清澄化ユニット内部で脱窒等の嫌気性または無酸素性処理に使用する場合、そのような固定または移動媒体から分離されたバイオマスも、その前のループに戻され、ループバイオマス廃棄物と共に廃棄されることになる。

【0133】

別の応用は、例えば、嫌気性消化段階後に固定または移動バイオフィルムキャリアを用

10

20

30

40

50

いて、分離されたバイオマスが系の初期段階に移され、したがって仕上げ段階で生成された好気性汚泥も消化される好気性後処理または仕上げを確立することである。例えば、移動バイオフィルムキャリアを処理清澄化ユニットで使用する場合、処理清澄化系のそのようなキャリアが処理性能を向上させるように、本発明のバイオフィルム循環ループを配置することができる。

【0134】

返流汚泥

図8には、二次清澄化ユニットSCUを有する系が、SCUからバイオマスを戻す返流バイオマス循環ユニットRCU1と共に示されている。従来の系とは異なり、SCUでは、微生物が直ちに正常な代謝を再開することができない環境条件に比較的長期間にわたって曝されているため、バイオマスをSCUから直接ZFへと戻さないように調整することが有益である。したがって、図示されている代替経路を介して、ZFにではなく、Z2、Z3、またはZLへとバイオマスを戻すことが有益であり得る。

10

【0135】

特に処理清澄化ユニットPCUがZLとSCUとの間に使用される場合、SCUからのバイオマスの少なくとも一部も廃棄することができる。

【0136】

FCSおよびRCSの系要件

処理ユニット全てのBMバランスは、所望のレベルに維持されなければならない。処理ユニット間のバランスは、RCSの設計で設定することができる。FCSまたはRCSを用いない場合のZFのBMの合計量は、ZFでのBM正味増殖の速度(r_{Growth})、流入液と共に進入するBMの速度($r_{Influent}$)、およびプロセス流体と共にZFから順方向に漏出するBMの速度(r_{Leak})、およびZFで系から除去されるBMの速度($r_{Removed}$)で変化することになり、したがって、ZFでのBM正味変化率は、以下の通りである。

20

$$r_{Net} = r_{Growth} + r_{Influent} - r_{Leak} - r_{Removed}$$

【0137】

また、RCSは、BMを r_{RCS} の速度でZFへと移動させている。 r_{RCS} は、ZFに進入するより低い栄養素環境からのBMの量を規定し、したがってZFでの栄養素吸収速度に著しい影響を及ぼすため、重要な系設計パラメータの1つである。

30

【0138】

ZFでの基質吸収速度は、 r_{RCS} が十分である場合、そこでの実際の基質消費速度よりも著しく高く、実際の速度は、基質および微生物にも依存することに留意することが重要である。したがって、ZFでの r_{Growth} も、基質吸収速度より低く、そうなければ、対応するバイオマス収量がもたらされるはずである。その結果として、養分素吸収と消費との差ならびにそれに伴うBM増殖が、他の処理ユニットで生じることになる。

【0139】

FCS速度である r_{FCS} は、以下のように、ZFの選択した作動ポイントでの r_{RCS} を補償するように設計されている。

$$r_{FCS} = r_{Net} + r_{RCS}$$

40

【0140】

ZFでの平均滞留時間($T_{Res ZF}$)ではZFの微生物は、集団倍增時間TDに対応する最も速い増殖速度をZFにて示す可能性が高いため、 r_{RCS} および r_{FCS} は、上記 $T_{Res ZF}$ がTDよりも短くなるように選択され、それによりフロック形成を促進し、浮遊細胞の量を低下させることは、系にとって非常に有益である。

【0141】

また、微生物の増殖段階が妨害されるため、基質の同化消費は異化へと移行し、新しいバイオマス生成の低減がもたらされるが、サイクル時間が十分に短時間に維持されるため、微生物は、エネルギー消費を内生段階に典型的なレベルには低下させない。

【0142】

50

Z_F にて流入基質の大部分を吸収するのに必要な最低限の r_{RCS} は、流入基質濃度に依存する。 r_{RCS} および r_{FCS} が増加し、したがって $TRes_{Z_F}$ が、 Z_F にて基質が既に不足したレベルに低下する場合、 TD は増加することになる。したがって、他の系パラメータに応じて、 r_{RCS} および r_{FCS} を、 Z_F での TD および基質濃度を調節するためのツールとして使用することができる。

【0143】

Z_F での合計 BM が、 mZ_F である場合、 $TRes_{Z_F}$ は TD よりも低くするべきあるため、典型的には、バイオマスの沈殿特性を向上するために、また、生成される新しいバイオマスの量を低減するために、おおよそのガイドラインが使用されるべきである。

$r_{FCS} > mZ_F / TD$ 、および

$r_{RCS} > mZ_F / TD - r_{Net}$

10

【0144】

r_{RCS} および r_{FCS} が増加するか、または流入流速もしくは基質濃度のいずれかが減少する場合、 TD は増加する傾向があり、 Z_F での基質濃度は減少する傾向があり、変化は両方とも非線形様式である。

【0145】

適用する系条件のそのようなパラメータが既知である場合、流入基質濃度、目的微生物の BM 収量、および選択した食物対微生物比 (F/M)、ならびに Z_F での測定基質吸収速度 r_{SA} は、 r_{RCS} および r_{FCS} の目標値を評価するために使用することができる。

【0146】

しかしながら、例えば、流入基質の段階的分解では、全てのバイオマスが、上記基質を直接分解することができるとは限らないため、上記基質の分解が可能なその BM 中の微生物の部分の Z_F における F/M 比は、1未満である。

20

【0147】

したがって、系全体のために選択した F/M 比は、流入液に存在する任意の基質に関して Z_F にて観察される F/M 比とは異なり、流入基質、存在する微生物集団の多様性、および系の構成に強く依存する。したがって、 F/M 比または r_{SA} の使用は、系が、所望の最終生成物の生成または微生物バイオマスの生成等の、既知微生物による既知流入液の処理である場合、最も実現可能である。

【0148】

概して、 FCS および RCS 速度を増加させると、少なくとも1つの局所的な最大値に到達するまで、系の性能が増加する。そのような最大値を超えて r_{FCS} および r_{RCS} を増加させると、達成される利点よりも大きな負荷が系の設計にかかってしまう。

30

【0149】

研究結果

本発明の系の様々な構成を使用し、活性汚泥をバイオマスとして使用し、通常の AS プロセス反応器を基準として使用した研究を実施した。

【0150】

基準反応器 (C)

基準反応器の性能は、正常であり、廃水処理に現在広く使用されているものと同様であることを確認した。反応器の HRT は、8から43時間まで変動させた。

40

【0151】

本発明の試験反応器 (A タイプおよび B タイプ)

この研究では2種類の構成を研究し、それらの構成に対する幾つかの改変を試験した。構成 (A) は、汚泥循環を用いた3ユニット反応器であり、構成 (B) は、汚泥循環用いた4ユニット反応器だった。

【0152】

(A) および (B) は両方とも、それぞれ概して6時間および8時間の HRT で試験し、反応器の通気部分は、全容積および HRT の約 $2/3$ を占めていた。残りの $1/3$ は、容器の沈殿槽部分で汚泥を分離するために使用し、したがって栓流構成の次のユニットへ

50

の汚泥の流動は十分に低減された。この分離は、通常の沈殿槽を使用して実施した。また、本発明の処理清澄化装置構成を、通常の沈殿槽の代わりに試験した。上記清澄化装置の通気は、主に混合の目的で実施したため、通気量は、主反応器部分よりも著しく低かった。

【0153】

汚泥循環

ペリスタルティックポンプを使用してFCSを実施し、この構成の第1のユニットから最終ユニットへと汚泥を移動させた。

【0154】

汚泥移動は、いずれにせよ汚泥を一切濃縮することなく生じる場合があり、その場合、汚泥を有するプロセス流体をポンプで移動させた。あるいは、ポンプ送出前に沈殿法または他の濃縮法を使用して、第1のユニットから最終ユニットへと直接通過するプロセス流体の量を、移動させた汚泥と同じ量に低減させることができる。

10

【0155】

試験中、汚泥を濃縮した場合と濃縮しなかった場合の両方でこの構成を試験し、汚泥濃縮に使用した方法は、沈殿だった。

【0156】

沈殿法は、2つの様式で試験した。第1の様式は、ユニットの通気を4～8分間停止し、第1のユニットの底部に沈殿したスラッジをポンプ送出することによるものであり、第2の様式は、第1のユニット内部に小型非通気収集ユニットに加えることによるものであった。収集ユニットは最上部が開いていた。したがって第1のユニットの汚泥は収集ユニットに進入することが可能であり、その後上記収集ユニットの底部に沈殿し、そこから汚泥をポンプ送出した。

20

【0157】

また、汚泥を循環させる3つのユニットを有し(Aタイプ)、その後汚泥を循環させない1つの類似ユニットを有する構成を試験した(Bmodタイプ)。更に、3ユニット構成(Aタイプと類似の)を、汚泥を循環させずに試験した。この構成では、FCSおよびRCSは両方とも、最初の3つの容器でのみ使用し、4番目の容器はBM循環に関与しなかった。

【0158】

更に、図10のものと類似した6つの処理ユニットが、最初の4つの処理ユニットが処理部分ZF、Z2、Z3、ZLを形成し、その次の2つの処理ユニットが清澄化装置部分Za1、Za2を形成するように反応器が形成されていた構成(Zタイプ)を試験した。上記Zタイプ構成では、ペリスタルティックポンプを使用してZF液体をZLへとポンプ送出することにより、一切の汚泥濃縮法を用いずにFCSを使用した。図9および図10と同様の処理ユニットは、任意の処理ユニットからその前の処理ユニットへとプロセス流体流動と反対方向に汚泥をポンプ送出するという固有の特性を有する。

30

【0159】

汚泥循環速度(SCR)は、汚泥が、上記循環の全てのユニットまたは処理ユニットを通過し、元の同じユニットまたは処理ユニットに戻ってくるまでの平均時間として、汚染循環に関与する構成中の汚泥に関して規定することができる。

40

【0160】

この研究で使用したSCRは、0.5日から5日まで変動させた。

【0161】

試験した流入液

試験に使用した流入液は、通常の都市廃水を模倣するために設計された合成廃水だった。流入液のCODは、300から4000mg/l超まで変動させた。これは、(A)および(B)では、約0.2～5のF/M比範囲に、(C)では、約0.1～0.65のF/M比範囲に相当した。また、窒素およびリン等の他の化合物は、C:N:P比が100:5:0.5から100:20:5までの範囲で変動させた。

50

【0162】

流入液COD濃度は、系が新しい流入液を沈殿させるのに10～90時間かかるように変動させた。(C)のHRTは、特に通常の測定間隔を超える場合、概して(A)および(B)よりも著しく長く、したがって、(C)はより長い適応期間も有していた。

【0163】

流入液COD値が約4000を超えた場合、使用した試験容器の通気限界のため、試験しなかった。(A)および(B)は、通気により制限される場合以外に、高CODでの性能限界を一切示さなかった。

【0164】

結果

基準反応器は予想通りに作動し、その性能は、都市または他の廃水処理プラントで使用されるものと同様だった。予想通り、(C)反応器は、流入液CODが高い(>1500mg/l)および流入液CODの変動が大きいと、もはやHRTを著しく増加させずに許容される流出液性能に到達することができなかった。

【0165】

試験した(A)および(B)は、変動が大きくともおよび/または流入液CODのレベルが高くとも、安定した良好な品質の流出液を生成した。

【0166】

CのCOD除去率は、流入液に応じて、概して約80～90%だった。(C)の除去率は、(C)のHRTを増加させることにより(A)および(B)の範囲と同じ範囲に維持することが当初の目的だったが、特に流入液CODが高い場合(>1500)その目的は実現可能でないことが判明した。したがって、(C)の流出液CODは、高流入液CODでの(A)および(B)の流出液CODよりも著しく高いことを許容した。

【0167】

試験した種々のタイプおよび構成の性能を評価した。以下の式を使用した。

【0168】

【数1】

$$\text{流出液}_{\text{COD}} \left(\frac{\text{mg}}{\text{l}} \right) = X * \frac{\text{流入液}_{\text{COD}} \left(\frac{\text{mg}}{\text{l}} \right)}{(\text{HRT}(\text{h}) * \text{MLSS} \left(\frac{\text{g}}{\text{l}} \right))}$$

【0169】

数式中のXは、性能示数として使用することができる。より低いXの値は、より良好な除去率を示し、したがって系の性能がより良好であることも示す。

【0170】

(C)のX値は、試験中、概して約8を維持した。(A)および(B)のXは、どの変動でも概して2未満だった。FCSおよびRCSを最適化すると、Xは、1未満になることが観察された。このような結果は、500mg/l以上の流入液COD値で得られた。

【0171】

また、本発明の系(Aタイプ)の後に污泥循環に関与しない別の通気ユニットが後続する構成(Bmodタイプ)を試験したところ、污泥循環に関与しない処理ユニットは、総合的な流出液品質を向上させることができなかったが、全HRTの1/4を占め、そのような構成に対するX値は、通常のAタイプ構成よりも約1/3高かったことが観察された。

【0172】

また、Aタイプ構成と似た構成であるが、FCSおよびRCSが完全に無効にされており、したがって本発明の污泥循環をさせなかった構成は、性能が劣り、また十分な沈殿特性で流出液を生成することができなかったことが観察された。したがって、本発明は、F/M比の高いMLSSの沈殿特性も向上させる。

10

20

30

40

50

【0173】

また、構成(B)に統合されている処理清澄化装置を、Zタイプの系として試験した。6時間の総HRTは、系全体の合計HRTを表していた。得られたXの値は、1未満であり、典型的には0.2~0.8だった。同時に流出液TSSは、約30~200mg/lに低減された。処理ユニットの通気部部分と、2つの通気処理ユニット間のチャンネルを形成する処理ユニットの非通気部分との間の分割に応じて、2つの処理ユニットで90~99%のTSS低減が達成された。

【0174】

したがって、この研究は、本発明の系が、従来のAS系の性能を、>500の流入液COD値で4倍以上向上させることができ、約10を超える向上係数を達成することができることを示す。また、2:1負荷変更等の衝撃負荷中の動的パフォーマンスが優れていた。この性能向上は、HRTの短縮または流出液品質の向上またはそれらの組み合わせであると解釈することができる。

10

【0175】

パイロット試験系

パイロット試験は、フィンランド国コトカ市のKymen Vesioy社のMusalo廃水処理プラントで実施した。プラント流入液は、都市発生源および産業発生源に由来し、流入液CODのおよそ半分は、製紙産業および食品産業を含む産業に由来するものだった。この試験に使用した流入液は、プラントの一次沈殿槽からの副流だった。通常、廃水は、そこからプラントの無酸素性/好気性処理タンクへと進行する。

20

【0176】

パイロット試験中、幾つかの運転モードを試験した。各生物学的処理ユニットがそれ自体の沈殿槽を備えている連続的流動モードを試験した。結果を、同様の総容積を有するバッチ運転反応器と比較した。

【0177】

図12に示されているように、このプロセス構成は、3つの生物学的処理ユニット系ZF、Z2、ZLの後に従来型の後沈殿槽SCUを備えていた。パイロットバイオリアクタBRの容積は、1.5m³であり、それぞれ3~15m³/日の流入液流動に対応する12~2.4時間の滞留時間を試験した。

【0178】

二次沈殿槽から流入液への再循環は、活性汚泥プラントにてより高い全窒素除去を達成する通常の方法である。再循環は、例えば、流入液流動の1~2倍であり得る。再循環も試験したが、試験したプロセスでは、特にバッチモードで非常に良好な窒素低減値を達成するために、著しい再循環速度を必要としないことが認められた。

30

【0179】

この試験の接種汚泥は、窒素除去も実施した同じプラントプロセスから得た。

【0180】

この試験は冬期に実施したため、プロセス温度は、概して、連続流動試験では摂氏8~12度であり、バッチ試験では摂氏6~10度だった。

【0181】

プラント流入液栄養素濃度は、通常の都市廃水と同等であり、COD、全窒素平均濃度、および全リン平均濃度は、それぞれおよそ600、60、および10であり、一次沈殿後は、それぞれおよそ450、45、および4mg/lだった。また砂ろ過後に少量の硫酸鉄も添加したため、CODおよび全窒素は約25%、リンは50%の低減を示した。BOD/COD比は、およそ0.5だった。

40

【0182】

連続モードおよびバッチモードを両方とも試験したが、試験は、実施がより単純であったため、バッチモードにより重点を置いた。バッチ系の実施は、図12に示されている。

【0183】

バッチサイクルは、3つの段階を含み、合計サイクル時間は、20分から40分までの

50

範囲だったが、ほとんどは約25～30分の合計サイクル時間を使用した。第1は、沈殿段階だった。その間に、全てのタンクにあるバイオマスBMは、流出パイプ下方の範囲に汚泥床を迅速に形成した。最適な沈殿段階は、合計サイクル時間のおよそ25%である。次の段階は、充填/デカント段階だった。その間に、汚泥床はわずかに膨張したが、依然として流出パイプ下方にあった。充填/デカント段階は、合計サイクル時間のおよそ25%だった。第3の段階は、通気段階だった。この段階の最適値は、合計サイクル時間のおよそ50%だった。

【0184】

合計水流体WFは、試験中、滞留時間が長く流動が少ない間に著しく変動したため、長期間の沈殿時間を使用し、充填/デカント段階後に別の休止または後沈殿を使用した。

10

【0185】

充填/デカント段階中、各生物学的処理ユニットZF、Z2、およびZLを底部から満たし、タンク中の汚泥床は、上向流汚泥フィルターとして作用した。

【0186】

順方向循環系FCSは、バイオマスをZFからZLへのポンプ送を実施した。その結果生じたZLからZ2へのおよびZ2からZFへの重力流動により、バイオマスは、主体流動に対して逆方向に移動し、逆方向循環系RCSを形成した。また、汚泥循環により、ZF～ZLのバイオマス量のバランスが維持された。

【0187】

加えて、通気の終了時に、また沈殿槽からの少量の汚泥を、通気中のプロセスユニットZF～ZLの空気の容積と同等の量が逆流する間、重力流動によりZLへと移動させた。余剰汚泥を、沈殿槽からポンプで除去した。

20

【0188】

流出液BODレベルは、2.4～12時間の滞留時間で10から3mg/lまで変動した。これは、プラント流入液値から約97～99%の完全除去、および生物学的プロセスでの95～98%低減を表す。

【0189】

流出液の全窒素は、2.4～12時間の滞留時間で3.4から1.1mg/lまで変動した。これは、プラント流入液値から約42～82%の完全除去、および生物学的プロセスでは25～75%低減を表す。特に、バッチモードでは、高性能の全窒素除去には再循環は必要ではない。全ユニットZF～ZLで脱窒が生じるため、沈殿槽中の硝酸塩レベルは既に低い。

30

【0190】

また、バッチモードは、有機リン除去を可能にした。流出液の典型的なリンレベルは、2.4～12時間の滞留時間で0.46から0.16mg/lまで変動した。したがって、低減は、全ての滞留時間で90%を超えていた。生物学的低減は、全ての滞留時間で85%を超えていた。試験したプロセスでは、化学薬品添加を使用しなかったが、要求される範囲への更なる低減は、例えば二次沈殿に好適な化学薬品を添加することにより達成することができる。

【0191】

ZFの流出液に高硝酸塩濃度液体を再利用しなかったため、バッチモードでの有機リン除去が可能だった。したがって、ZFの沈殿段階は、溶存酸素DOレベルを非常に迅速に低下させ、比較的少量の硝酸塩が短い通気期間中に形成された。したがって、ZFの条件は嫌気性になった。好気性状態-嫌気性状態間の切り替えは、リン蓄積生物PAOを増殖させ、リンを効果的に低減させるのに非常に好都合である。更なる生物学的処理ユニットZ2およびZLは、ZFと比較して非常に低い揮発性脂肪酸VFAレベルを示した。これによりリン取り込みが更に増強され、Z2およびZLでのリン放出が低減された。

40

【0192】

したがって、本発明の系では、リンの生物学的除去を使用して非常に良好な流出液レベルを達成することができる。

50

【0193】

また、特にバッチモードの本発明の系では、有機リン除去を効果的に作動させることができ、同時に、系への更なる付加または複雑さを加えずに全窒素を高度に除去することができたことを確認した。

【0194】

汚泥容量指標SVIは、活性汚泥プロセスの重要な要因である。試験した系は、特にバッチモードで作動させる場合、嫌気性/無酸性または更に嫌気性の点で、ならびに栄養素濃度の点で、幾つかのセレクトラ（微生物の環境条件の急激に変化させる）を備えている。

【0195】

また、この系では、繊維状生物の増殖が制限され、バイオマスの顆粒化が優勢であったことを確認した。形成された顆粒は、直径が、概して約150～300μmであり、500μmまでの範囲だった。また、水力学的滞留時間HRTが短いと、汚泥滞留時間SRTも短くなり、顆粒は大きくなることができなかった。

【0196】

顆粒の形成および繊維状生物量の制限により、65から80までの範囲のSVIでバイオマスを良好に沈殿させることが可能だった。これは、特にバッチモードで、この系の性能にとって非常に有益だった。同じ流出液と比較すると、Musialoプラント汚泥SVIは、同じ期間中でおよそ200～250だった。

【0197】

試験した系では汚泥の沈殿特性が非常に良好であるため、バッチモード合計サイクル時間を、20～40分に低減することができ、6kg/m³までのMLSSレベルを使用することができる。この試験での最適値は、約5～5.5kg/m³であることが確認された。沈殿段階は、約5～8分に低減することができる。

【0198】

沈殿段階では、沈殿汚泥は、およそ8～12分で圧縮段階に進行した。したがって、沈殿時間が短時間であることにより、タンクの底部部分からの充填、およびタンクの最上部でのオーバーフローとしてのデカントを同時に実施することが可能になる。また、これにより、上流汚泥床または膨張汚泥床条件が形成される。

【0199】

良好な沈殿汚泥は、充填速度、つまり充填/デカント段階中にタンクの液体が上昇する速度に応じて、MLSSが約5～6kg/m³を超えるまで、系に留まることになる。MLSS量が、汚泥の沈殿速度の範囲を超えると、余剰汚泥は、系から二次清澄化装置へと自動的に退出することになり、余剰汚泥は、この二次清澄化装置から取り除かれる。

【0200】

次いで、これは、比較的短い嫌気性または無酸素性段階が、微生物と栄養素との間の良好な接触を達成するための追加の混合を必要とせず、大量のタンク液体を1回のサイクルで交換することができるため、系の性能にとって非常に有益である。同時に、MLSSは、自動的に最適値に調節される。

【0201】

バイオガス消化装置パイロット試験

本発明の系を使用したバイオガスBG消化装置BRのパイロット試験を、図13に示されているように直列に構成されている3つのUASBタイプ反応器Z1、Z2、Z3で実施する。流入WFは、温度が摂氏約15度であり、CODがおよそ10,000～12,000mg/Lのブタ堆肥である。

【0202】

各生物学的処理ユニットZ1、Z2、Z3は、UASB反応器と同様であり、ユニットの最上部にはガス-液体 個体分離器があり、バイオマスをユニット内に保持することができる。Z1の下位中間部分からZFの下位中間部分へと固形物をポンプ送出的ることによりFCFを形成する。ポンプ送出手は、流入液流動がポンプ送出手にもたらされないように実施する。それにより、RCS系は、静水圧によりZ2の底部からZFへと、およびZ

10

20

30

40

50

Lの底部からZ2へと、FCSとほぼ等しい速度でバイオマスを移動させることが可能になる。

【0203】

嫌気性処理系のほとんどの多ステップ構成での典型的な問題は、系の作業段階分け(phasing)であり、これは、第1の処理ユニットのバイオマスが、生物多様性に向かって増殖する際に生じ、メタン生成細菌と比較して酸産生細菌の増殖速度がより高いため、加水分解、酸産生、酢酸産生により、有機酸を過剰に産生することができ、pHの低下をもたらされる。

【0204】

本発明の系では、バイオマスが異なる環境を循環するため、系の作業段階分け(phasing)が防止される。より急増殖する種は、好適な基質が少ない環境により長期間留まることになり、メタン生成細菌等の増殖がより遅い種の集団は十分ではなく、これは、全ての処理ユニットで基質濃度が高いことを意味し、最大の増殖速度をもたらされる。したがって、生物多様性は、直列構成にも関わらず、嫌気性プロセスの異なる段階間のバランスを維持する方向に進行する。

【0205】

有機リン除去パイロット試験

また、有機リン除去は、バッチモードで作動させる場合、図13の構成で活性である。大型養豚場で発生したブタ堆肥スラリーは、アンモニア濃度が高いため良好な肥料であるが、リンの相対量が高すぎるため、農地での肥料としての土地面積当たりの最大使用量が制限される。この制限のため、スラリーの輸送は過剰なコストをもたらす。また、スラリーの臭気が問題である。

【0206】

そのようなスラリーは、直接または嫌気性消化後のいずれであっても、本発明の系で処理して、有機リン低減および臭気低減を両方とも達成することができる。パイロット系では、スラリーを、図XXXXの構成で処理した。この構成には、有機リン低減および臭気を低減する腐植化が両方とも組み込まれている。

【0207】

この系では、約300mg/Lから約70~90mg/Lまでのリン低減が、摂氏15度および短時間の水学的滞留時間で達成された。より短時間の滞留時間では、リン低減は維持することができるが、腐植化を維持することができず、したがって臭気低減はそれほど効率的でなくなってしまう。処理後のリンは、生成された汚泥の一部を形成するリン蓄積生物PAOのバイオマスと結合する。

【0208】

したがって、固形物から液体を分離することにより、肥料に好適な低リン低臭液体が提供される。好適な化学薬品を使用した場合と比較した、生物学的リン除去の具体的な有益性は、環境にやさしいことであり、更に有機農法に非常に好適であることである。

【0209】

廃水処理パッケージプラント

本発明の系を使用して、50~80世帯の商業市場を目指した排水処理パッケージプラントを、400人相当PEサイズ(MTB-400)で設計した。プラントは、例えば、ガラス繊維材料であってもよく、余剰汚泥貯蔵、処理、および後清澄化が組み込まれている。また、含まれている有機リン除去は部分的であり、化学薬品を使用してリンを更に低減するが、その使用量は従来処理よりもはるかに低い。

【0210】

このパッケージプラントは、廃水処理に関する現在のフィンランド規制を全て満たしており、プラントのサイズは、100PE用に製造した従来技術プラントと同じであり、したがって4:1のサイズ有益性が実現されているが、それでも全窒素除去はより高度であり、衝撃負荷に対する許容度は高い。

【0211】

10

20

30

40

50

この系は、図 1 2 のパイロットと同様であり、余剰汚泥貯蔵槽としても使用される沈殿区画が系の前部に設置されている。沈殿区画のシュレッダーポンプにより、流入液を系に供給する。この系を、バッチモードで作動させる。余剰汚泥を沈殿槽から定期的に取り出す。これにより、流入液が長期間パッケージプラントに供給されない場合、系での循環も提供される。高度な全窒素除去には、循環は必要ではないため、長期間にわたって、より高い水力学的ピーク負荷を効率的に許容することができる。

【 図 1 】

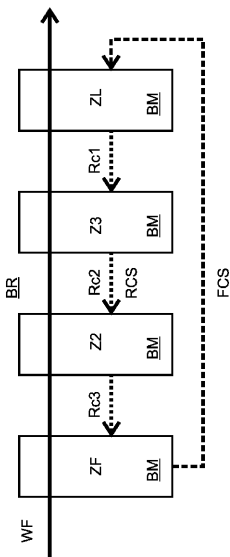


FIG. 1

【 図 2 】

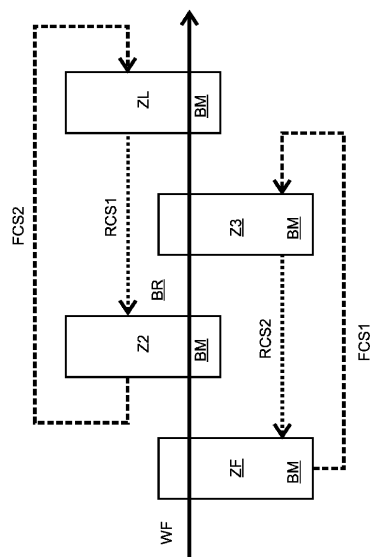


FIG. 2

【 3 】

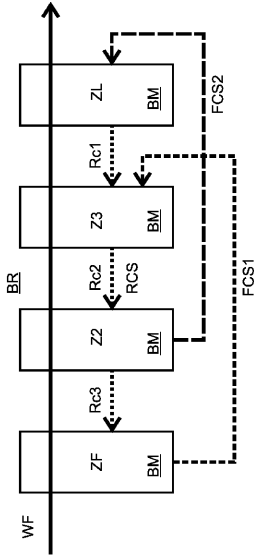


FIG. 3

【 4 】

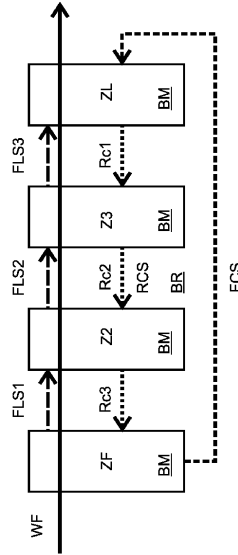


FIG. 4

【 5 】

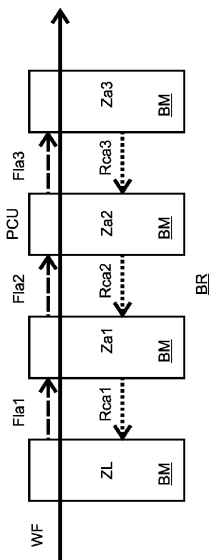


FIG. 5

【 6 】

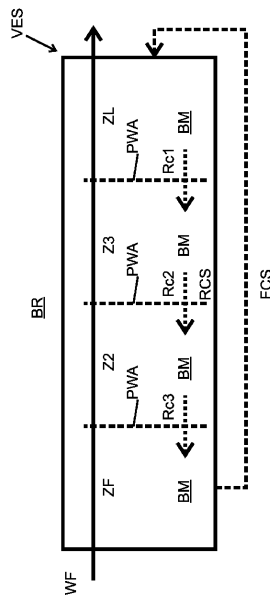


FIG. 6

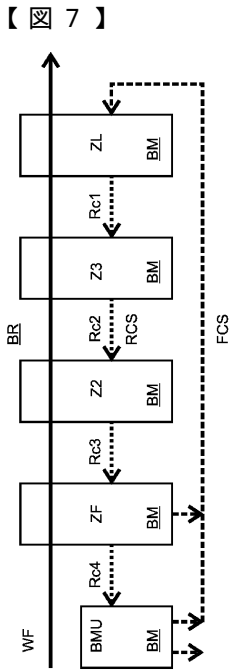


FIG. 7

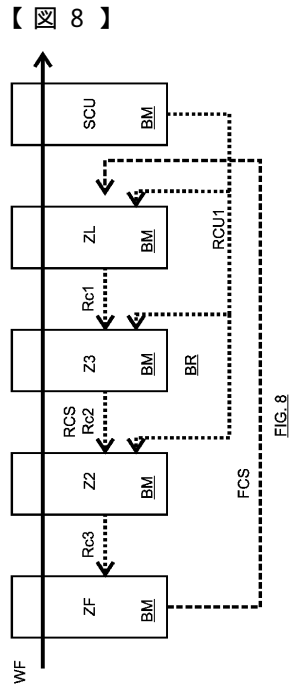


FIG. 8

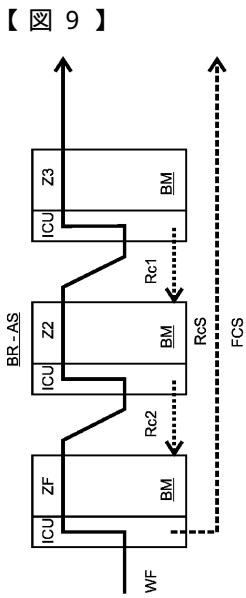


FIG. 9

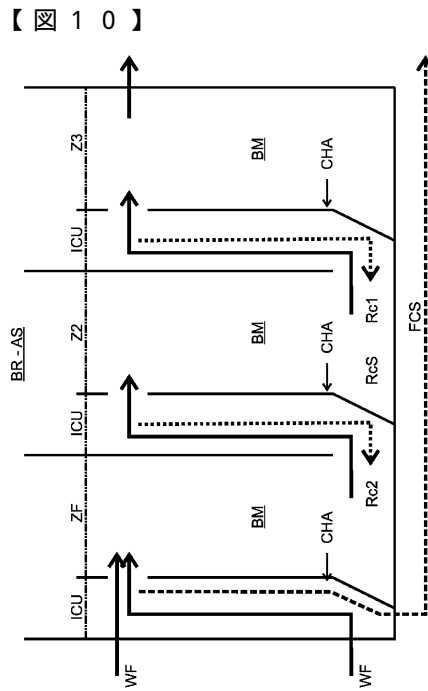


FIG. 10

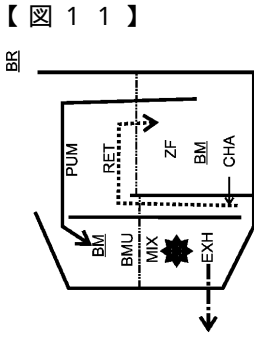


FIG. 11

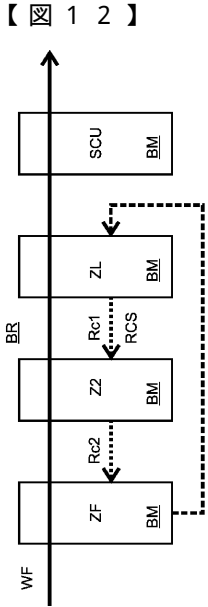


FIG. 12

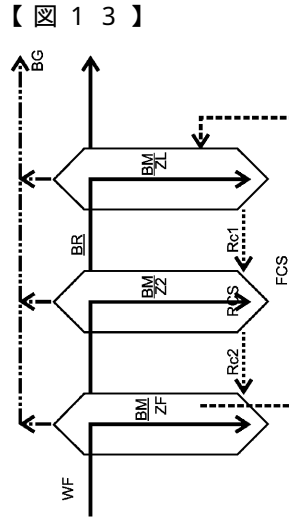


FIG. 13

【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/FI2015/050643
A. See extra sheet, amended See extra sheet According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) IPC: C02F, C12M		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched FI, SE, NO, DK		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base, and, where practicable, search terms used) EPODOC, WPI		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2014238932 A1 (ERDOGAN ARGUN O [US] et al.) 28 August 2014 (28.08.2014) (figure 1; paragraphs [0055]-[0072], [0086])	1-17, 20-22
X	US 5514278 A (KHUDENKO BORIS M [US]) 07 May 1996 (07.05.1996) abstract; column 6, line 57 - column 7, line 14; column 7, lines 36-39; column 8, lines 28-32; figure 1	1-6, 8-22
A	CN 102730832 B (NAT ENGINEERING RES CT FOR WATER & WASTEWATER) 20 August 2014 (20.08.2014) figure 1 & abstracts [online] EPOQUENET EPODOC & WPI	1-22
A	US 4500429 A (REIMANN HANS [DE] et al.) 19 February 1985 (19.02.1985) column 3, line 46 - column 5, line 15; figures 1, 2	1-22
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "&" document member of the same patent family "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed		
Date of the actual completion of the international search 13 January 2016 (13.01.2016)		Date of mailing of the international search report 15 January 2016 (15.01.2016)
Name and mailing address of the ISA/FI Finnish Patent and Registration Office P.O. Box 1160, FI-00101 HELSINKI, Finland Facsimile No. +358 9 6939 5326		Authorized officer Pirkko Karinen Telephone No. +358 9 6939 500

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/FI2015/050643

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2009026686 A1 (UNIV WESTERN ONTARIO [CA]) 05 March 2009 (05.03.2009) figures 1, 7	1-22
A	US 2014131272 A1 (JOSSE JUAN CARLOS [US]) 15 May 2014 (15.05.2014) figures 1, 3	1-22

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on Patent Family Members

 International application No.
 PCT/FI2015/050643

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family members(s)	Publication date
US 2014238932 A1	28/08/2014	AU 2014262972 A1	29/10/2015
		CA 2909559 A1	13/11/2014
		CN 103068748 A	24/04/2013
		EP 2606008 A1	26/06/2013
		GB 2527989 A	06/01/2016
		US 2012043277 A1	23/02/2012
		US 8808544 B2	19/08/2014
		WO 2012024279 A1	23/02/2012
		WO 2014182533 A1	13/11/2014
US 5514278 A	07/05/1996	AU 1562395 A	01/08/1995
		AU 6621294 A	08/11/1994
		BR 9405922 A	12/12/1995
		BR 9505641 A	09/01/1996
		CA 2160373 A1	27/10/1994
		US 5514277 A	07/05/1996
		US 5616241 A	01/04/1997
		US 5846424 A	08/12/1998
		US 6015496 A	18/01/2000
		WO 9424056 A1	27/10/1994
		WO 9519322 A1	20/07/1995
CN 102730832 B	20/08/2014	CN 102730832 B	20/08/2014
US 4500429 A	19/02/1985	DE 3301643 A1	19/07/1984
WO 2009026686 A1	05/03/2009	CA 2557070 A1	01/09/2005
		CA 2557070 C	10/12/2013
		CA 2703065 A1	05/03/2009
		CA 2703065 C	11/06/2013
		CN 1922111 A	28/02/2007
		CN 100594057 C	17/03/2010
		CN 101842323 A	22/09/2010
		CN 101842323 B	10/10/2012
		EP 1723083 A1	22/11/2006
		EP 1723083 B1	19/09/2012
		EP 2197799 A1	23/06/2010
		US 6716344 B1	06/04/2004
		US 2004226890 A1	18/11/2004
		US 6887386 B2	03/05/2005
		US 2004178132 A1	16/09/2004

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on Patent Family Members

International application No.
PCT/FI2015/050643

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family members(s)	Publication date
		US 7261811 B2	28/08/2007
		US 2008053897 A1	06/03/2008
		US 7736513 B2	15/06/2010
		US 2010133158 A1	03/06/2010
		WO 2005080276 A1	01/09/2005
		WO 2005080276 B1	27/10/2005
.....			
US 2014131272 A1	15/05/2014	CA 2870947 A1	24/10/2013
		CA 2870952 A1	24/10/2013
		CN 104955547 A	30/09/2015
		EP 2838717 A1	25/02/2015
		EP 2838855 A1	25/02/2015
		EP 2922612 A1	30/09/2015
		KR 20150086256 A	27/07/2015
		TW 201437415 A	01/10/2014
		US 2014161699 A1	12/06/2014
		US 9211493 B2	15/12/2015
		US 2013277319 A1	24/10/2013
		US 2015076059 A1	19/03/2015
		US 2015076085 A1	19/03/2015
		WO 2013155630 A1	24/10/2013
		WO 2013155631 A1	24/10/2013
		WO 2014081880 A1	30/05/2014
.....			

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/FI2015/050643

CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Amended

IPC
C02F 3/00 (2006.01)
C02F 3/12 (2006.01)
C02F 3/28 (2006.01)
C02F 3/30 (2006.01)
C02F 9/00 (2006.01)
C02F 9/02 (2006.01)
C12M 1/00 (2006.01)
C02F 101/16 (2006.01)
C02F 101/10 (2006.01)

フロントページの続き

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
	C 0 2 F 3/34	1 0 1 A
	C 1 2 P 7/06	

(81) 指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), EP(AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US

F ターム (参考) 4B064 AB03 AC03 CA01 CC30 DA16
 4D028 BB06 BC05 BD11 BD16 CA05
 4D040 AA01 AA31 BB04 BB05 BB13 BB23 BB56 BB57 BB72