

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4153558号
(P4153558)

(45) 発行日 平成20年9月24日(2008.9.24)

(24) 登録日 平成20年7月11日(2008.7.11)

(51) Int.Cl. F 1
C O 2 F 3/30 (2006.01) C O 2 F 3/30 B

請求項の数 3 (全 7 頁)

(21) 出願番号	特願平8-523434	(73) 特許権者	パクエス ベースローテン フェンノート シャップ オランダ国エヌエル - 8560 エー ビー バルク, ピー. オー. ボックス 52
(86) (22) 出願日	平成8年1月31日(1996.1.31)	(74) 代理人	弁理士 浅村 皓
(65) 公表番号	特表平10-513110	(74) 代理人	弁理士 浅村 肇
(43) 公表日	平成10年12月15日(1998.12.15)	(74) 代理人	弁理士 小堀 貞文
(86) 国際出願番号	PCT/NL1996/000048	(74) 代理人	弁理士 池田 幸弘
(87) 国際公開番号	W01996/023735		
(87) 国際公開日	平成8年8月8日(1996.8.8)		
審査請求日	平成15年1月7日(2003.1.7)		
(31) 優先権主張番号	9500171		
(32) 優先日	平成7年1月31日(1995.1.31)		
(33) 優先権主張国	オランダ(NL)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 廃水の好氣的処理方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

反応器タンクからなる一体化した嫌氣的処理及び好氣的廃水処理のための装置であって、液体供給用分配器が前記反応器の底に配置され、ガス収集のための手段が前記液体分配器の上に配置され、通気手段が前記ガス収集手段の上に配置され、バイオマスの分離及びガス収集用手段が反応器の頂部に配置されている、前記の装置。

【請求項 2】

反応器タンクからなる一体化した嫌氣的処理及び好氣的廃水処理のための装置であって、液体供給用分配器が前記反応器の底に配置され、一体化バイオマス沈降・ガス収集用手段が前記液体分配器の上に配置され、通気手段が前記ガス収集手段の上に配置され、好気性細菌を支持する充填材料が反応器の頂部に配置されている、前記の装置。

【請求項 3】

通気手段を、反応器の高さの一部分に互って動かすことができる、請求項 1 又は 2 に記載の装置。

【発明の詳細な説明】

〔技術分野〕

本発明は、処理される流出物を底から供給される通気反応器中で廃水を好氣的処理するための方法及び装置に関する。

〔背景技術〕

方法

廃水の生物学的処理は、本質的に二つの方法、即ち酸素を用いた微生物を利用する好氣的処理、及び酸素を存在させずに微生物を増殖させる嫌氣的処理で行うことができる。両方の方法共、廃水処理技術で利用されてきている。第一の方法は、主に汚染度が低く、低い水温で仕上げ処理として用いられている。第二の方法は、一層ひどい有機物汚染及び一層高い水温で前処理として特に利点を有する。両方の方法共適切に知られている。

今日嫌氣性反応器は、例えば、

1. BOD/CODを広範に除去するための小型の嫌氣的前処理及びそれに続く好氣的後処理（仕上げ処理）；

2. 窒素を広範に除去するための硝化及びそれに続く脱硝；

3. 硫黄を除去するための硫酸塩還元及びそれに続く硫化物の元素状硫黄への酸化；

のように、好氣性反応器と直列にしてしばしば配置されている。

同じ反応器中で同時に行われる好氣的及び嫌氣的反応の存在も、益々広く報告されるようになってきている。これらの例は硝化／脱硝反応、及び硫化物酸化の影響下での脱硝である。

嫌氣的処理は、高度に詰め込まれた好氣性装置ではスラッジ生成数量が低いことが根拠になっている。凝集した（羊毛状）バイオマスが入った反応器中に比較的低い酸素圧力を用いることにより、凝集物の外側の層中に存在する好氣性細菌による酸素結合物質の迅速な転化をもたらすことができる。これらの細菌は、それらの細胞外に多糖類の形で蓄えとして栄養物を保存するのが好ましい。

続いて細菌は酸素欠乏のためにこれらの蓄えを利用する機会を持つことができず、従ってこれらの蓄えは、浸透する酸素が存在しない場合には凝集物の内部で嫌氣的鉱化過程のための基質として働き始める。その結果、多糖類の蓄積と分解が同時に行われ、多糖類は凝集細菌培養のための接着剤として働く。原生動物は正味のスラッジ生成量の低い細菌消費捕食生物として重要な役割を果たすこともできる。

これに関連して、用語「微好氣性」は、完全な好氣的反応のために必要になる量よりも少ない酸素が装置に供給されることを示すために実際に用いられている。これは、非常に低い酸素圧で増殖することができる細菌集団が発達する結果を与える。これらの条件の欠点は、 H_2S 、 NH_3 、又は揮発性有機酸のような悪臭物質を生ずることがあるということである。これらは空気を気泡として通すことにより追い出すことができ、外の空気中へ送ることができる。従って、この空気を、もし必要ならば処理するために収集することが重要になる。

一方、反応器中に十分な接種物質が存在したままで、形成された凝集物が、嫌氣的鉱化過程が行われる前に流出しないことが重要である。

最近の研究は、嫌氣性細菌が酸素に対し大きな許容性を有することができることを示している〔M. T. 加藤、Biotech. Bioeng., 42, 1360-1366 (1993)〕。酸素の添加は、嫌氣的処理、例えば、EP-A 1 431 49に記載されているような、発酵タンク中での硫酸塩還元を抑制するためには時々不利になることもある。この後者の過程では、スラリー中に存在する有機固体廃棄物がガスの発生と共に転化され、そのガスは主成分としてメタンを含み、3体積%までの僅かな割合、一層特別には0.1～1.5体積%の酸素も含む。

反応器

廃水を処理するための反応器中にバイオマスを保持することは、その反応器の能力にとって本質的に重要なことである。従来の好氣的処理では、これは通常生物学的反応が行われる通気タンクに沈降により反応器の外で分離されたスラッジ（＝バイオマス）を連続的に戻すことにより達成される。通気タンク中のスラッジ濃度が3～6 g/lになるこの方法は、活性化スラッジ法と呼ばれている。同じ原理は初期の嫌氣的処理系統にも適用されているが、その場合スラッジは嫌氣性反応室へ再循環される前にラメラ（lamella）分離器を利用して通常分離されている。この方法は接触法として知られている。

嫌氣的接触工程の改良は、異なったやり方、例えば沈降室と反応室を一体にするか、又はキャリア物質に固定することによりバイオマスの流出を防ぐことによりスラッジ保持を

10

20

30

40

50

達成した装置を用いることに関する。スラッジの滞留時間が種々の微生物の分裂時間よりもかなり長いことが蓄積にとって重要である。このことは嫌氣的処理にとっては特に重要である。なぜなら、増殖速度が非常に低いからである。1970年代にUASB反応器として世界中に知られた「上昇流嫌気性スラッジブランケット」(Upflow Anaerobic Sludge Blanket) 反応器の開発は、嫌氣的処理の進歩にとって重要な第一歩であった。嫌氣的処理の大部分は現在この型の反応器で行われている。

UASB反応器の特徴は、処理すべき流出物をタンクの底から供給して底全体に分布させ、そこからバイオマスの層を通してゆっくり上方へ流す。バイオマスと接触している間に、 CH_4 、 CO_2 、及び H_2S から主になるガス混合物が生ずる。この混合物はバイオガスとして知られている。このバイオガスの気泡が上昇し、これによって或る程度の混合が与えられる。水面下のガス収集フードの巧妙な配置の結果として、ガス気泡は水面には到達せず、頂部には静かな領域が生じ、巻き上げられた全てのスラッジ粒子はバイオマスの層(スラッジブランケット) 中へ再び沈降することができる。UASB反応器でのスラッジ濃度は、一般に $40 \sim 120 \text{ g/l}$ 、通常 $80 \sim 90 \text{ g/l}$ である。UASB反応器は多くの特許に記載されており、就中、EP-A193999及びEP-A244029に記載されている。UASB反応器が最も人気のある嫌気性装置になった一つの理由は、適切な工程制御により、バイオマスを非常によく沈降する数mmの大きさの球状粒子の形で成長させることができるということにある。

その後UASBの原理に基づく更に発展又は変更したものが提案されており、それらは、例えば一体的ポンプとしてバイオマスを用いることにより、或は単に一層狭い高い塔を建設することにより、流出物を再循環する結果として、一層大きな流速を有する。しかし、基本原理はUASBのものと同じままになっている。

〔発明の開示〕

本発明は、上で述べたようなUASB反応器で好氣的廃水処理を用いることに関する。従って、本発明による方法は、UASB反応器を利用して、その底に酸素も供給し、特に通性好気性バイオマスの増殖が促進されるような量で供給することを特徴とする。このことは、UASB反応器に通気設備を配備し、好ましくは微細な気泡を与えるように配備することを意味する。この型の反応器は、独立の装置として、又は嫌氣的前処理と組合せて用いることができる。特別の場合として、反応器は嫌気的に操作されるものと、好氣的操作のものとを交互にし、例えば、廃水の量が甚だしく変動する季節的な操作で用いることもできる。本方法は、原理的には多くの目的、例えば、COD/BOD除去、硝化、脱硝及び硫化物酸化のために用いることができる。

上昇流の原理及び一体的沈降の結果として、多量のバイオマスを蓄積することができ、その量は活性化スラッジ法の場合よりも多く、嫌氣的操作のUASB反応器の場合よりは少ない。反応器の底でのバイオマスの濃度は、 $0.5 \sim 75 \text{ g/l}$ であるのが好ましく、特に $5 \sim 50$ 、又は $10 \sim 50 \text{ g/l}$ である。この方法を嫌氣的処理の後の好氣的処理として用いた場合、バイオマスの濃度は一層低く、例えば $0.5 \sim 10 \text{ g/l}$ でもよい。

この良好なスラッジ保持は、通気強度及び反応器への水導入速度の両方に依存する。大きな水導入速度では低い通気度が適切であり、その逆でもよい。例えば、 $4.0 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{h}$ の水導入速度の特別な場合、通気度は $0.9 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{h}$ より低いのが好ましいが、 $1.2 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{h}$ 以下の水導入速度では、スラッジ保持のための通気度は実質的に無制限である。逆に $4.0 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{h}$ の通気度では、水導入速度は $1.3 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{h}$ より少ないのが好ましいが、 $0.8 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{h}$ 以下の通気度では、スラッジ保持のための水導入速度は実質的に無制限である。この関係は第1図のプロットに示されている。用いる反応器の大きさ及びスラッジにより、適用される数字はここで言及したものとは異なることがあるが、傾向は同じである。

従って、この方法は薄い廃水及び濃厚な廃水に対して用いることができる。反応器の底にある大きな密度のバイオマスを用いるので、酸素はあらゆる所に浸透することはできず、その結果嫌気性スラッジ鉱化が行われる。その結果、逃げる使用済み空気は微量、10体積%以下のメタンを含むことがある。更に、空気又は酸素気泡の滞留時間が比較的短いた

10

20

30

40

50

め、全ての酸素が水中に溶解する訳ではなく、逃げる空気は残留酸素を少なくとも2体積%、特に3体積%より多く、例えば15体積%まで含むであろう。残留ガスの残りは、主に二酸化炭素及び窒素からなり、時にはメタンを含む。

本発明による好氣的廃水処理用装置は、反応器の底に付属させた分配水供給部材、及び一体化したバイオマス沈降・ガス収集（所謂3相分離）用手段を反応器の頂部に具えたUASB反応器からなる。この型の一体化した分離は、一般にガスフードによって液面の下で行われるガス収集を含み、そのガスフードは、上から見ると、反応器の全断面に互って広がっている。本発明による装置では、慣用的UASB反応器とは対照的に、通気手段は反応器の底に、供給水分配器の下又は上、又は同じ高さの所に配置されている。反応器の高さは4～14m、好ましくは4.5～10mの範囲にある。ここでの記述で、「反応器の頂部」とは、反応器の上の方の部分、即ち、反応器の最も高い液面（全有効高さ）と、その有効高さの0.75倍の所との間の反応器の上部を意味する。同様に、「反応器の底」とは、反応器の底部、即ち最低の液体の高さと、有効高さの0.25倍との間の部分を意味する。

嫌氣的処理と好氣的処理とを一緒にした場合、好気性反応器は通常嫌気性反応器の横に配置され、嫌気性反応器と好気性反応器とは別の反応器になっている。この場合、嫌気性反応器から排出された空気は、好気性反応器のための通気用として用いることができる。

嫌気性反応器及び好気性反応器は、一つの反応タンク中に垂直に一体化することもできる。そのような垂直に一体化した反応タンクの場合、通気手段は嫌気性領域のためのガス収集部より上に配置する。廃水の嫌氣的処理及び好氣的処理を一体化したこの型の装置は、液体を供給するための分配器が反応器の底に配置され、ガス収集手段が中間領域中に配置され、通気手段がそれらの上に配置され、一体化バイオマス沈降・ガス収集用手段が反応器の頂部に配置されているUASB反応器からなる。嫌気性領域のためのガスフード及び通気手段は、必ずしも正確に反応器の中間の高さの所に配置されている必要はない。例えば、「中間領域」とは、反応器の有効高さの0.25倍～0.75倍の所を意味する。処理すべき廃水の種類により、これらの部品の位置は一層低くても高くてもよい。この場合、反応器の全高さは好ましくは6～25mの範囲にすることができる。

本発明による装置の特別な態様として、通気手段は反応器高さの一部分に互って垂直に移動できるようにしてある。これは、例えば、枠によって行うことができ、その枠に通気手段を上側に配置し、場合によりガスフードを下側に配置し、その枠を反応器の高さに対し機械的に上昇させたり、下降させたりすることができるようにする。この態様により、特定の廃水及び希望の浄化結果に対し反応器の形状を容易に適合させることができる。

嫌氣的／好氣的処理が一体化された方法の場合、水供給速度は、スラッジバランスが最適になるように、即ち、嫌気性スラッジが反応器の下半分に残留し、好気性スラッジが上半分に残留するように調節することができる。もし好気性領域で多量のスラッジ生成が行われた場合、水供給速度を低下することにより過剰のスラッジを嫌気性相中に沈降させることができ、好気性バイオマスの量が再び一定になるようにすることができる。過剰の好気性スラッジは、時間の経過と共に重くなり、それ自身で嫌気相中へ沈降させることもできる。

上に記載した垂直に一体化した嫌氣的及び好氣的廃水処理のための装置の一つの変更したものは、反応器の頂部にある一体化バイオマス沈降・ガス収集用手段の代わりに、反応器の頂部領域に好気性細菌を支持する充填材料を有する。その充填材料は、フィルター又は他の好気性細菌固定手段を持ってもよい。この態様では、好気性相から生じたガスを反応器の上で収集することができ、又はそれを大気中へ単に放出することもできる。ここでは嫌気性ガスが好氣的処理を妨げないように、低い方の嫌気性領域より上の効果的な3相分離が重要である。通気手段、好ましくは嫌気性ガス収集器も、同じく垂直に移動できるようにしてもよい。

第1図は、水導入速度 (V_{water}) と通気速度 (V_{gas}) との間の関係の測定値を示している。 V_{water} と V_{gas} は、 $\text{m}^3/\text{h} = \text{m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{h}$ で示されている。陰を付けた領域は、スラッジが流出される領域である。

第2図は、別にした好氣的処理のための装置を示している。反応器1は、U A S B反応器である。廃水は、場合により嫌氣的処理にかけた後、供給部材2及び分配器3を通して反応器の底へ、垂直プラグ流（plug flow）が実質的に生ずるようなやり方で供給する。処理された水は反応器頂部の溢流部4及び排出管5を通して排出される。コンプレッサーを具えた導管6を通して空気又は酸素を供給し、分配器7を通して水中に分散させる。反応器頂部のガスフード8は残留ガスを収集し、好氣性スラッジが沈降するための十分な空間がそのフードの上に存在する。ガスフードには、残留ガスのための排出管（図示されていない）が配備されている。

第3図は、嫌氣的及び好氣的処理を一体化した装置を示している。ここで論じていない部分に関して、反応器10は第2図の反応器に匹敵する。嫌氣性ガス（主にメタン）を除去するためのガスフード9が、反応器10の中間領域中に配置されている。空気分配器7は、そのフードの上に配置されている。

実施例1

12 m³の容量、4.5 mの有効（液体）高さ、及び2.67 m²の底部表面積を有する第2図に示したようなU A S B型パイロット反応器を、嫌氣的前処理のないマイクロ好氣性反応器として用いた。約1500 mg/lのCODを有する未処理製紙工場廃水を1.5 m³/hの速度で反応器へ供給した（上昇流速度 V_{up} = 0.56 m/h）。反応器を12 m³/h（ V_{up} = 4.5 m/h）の空気に通気した。反応器の温度は約30℃で、pHは中性であった。使用済み空気中に検出可能な臭気成分は存在していなかった。

1週間適用後の結果は次の通りであった：

	全COD	濾過COD	酢酸塩	プロピオン酸塩
流入物 (mg/l)	1515	1455	426	181
流出物 (mg/l)	1006	762	198	93
効率 (%)	33	47	53	48

更に最適にすることにより、全COD除去効率を75%以上にすることができる。

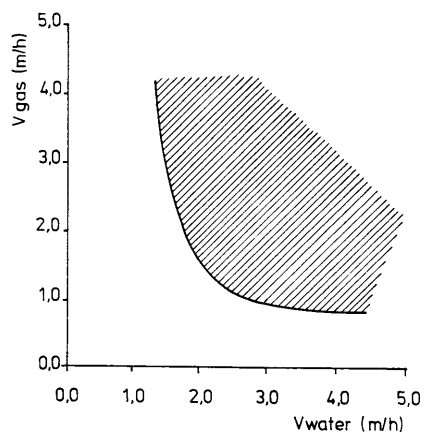
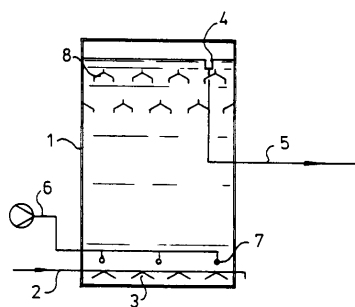
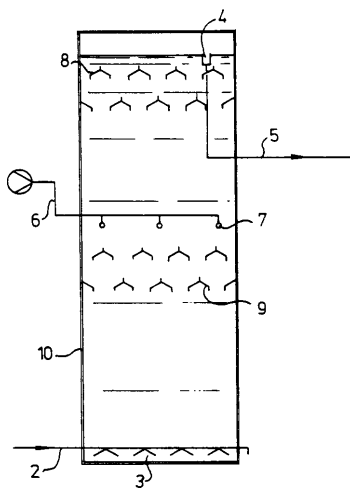
実施例2

実施例1と同じ反応器を好氣的後処理反応器として用いた。嫌氣的前処理した約600 mg/lのCODを有する製紙工場廃水を4.0 m³/hの速度で反応器へ導入した（上昇流速度 V_{up} = 1.5 m/h）。反応器を3.5 m³/h（ V_{up} = 1.3 m/h）の空気に通気した。使用済み空気中に検出可能な臭気成分は存在していなかった。

試料を濾過する前及び濾過後のCOD値は次の通りであった：

	全COD	濾過COD
流入物 (mg/l)	621	543
流出物 (mg/l)	465	249
効率 (%)	25	54

これらの値は、反応器が嫌氣的処理後の残留CODのかなりの部分を転化したことを示している。

【図 1】
fig-1【図 2】
fig-2【図 3】
fig-3

フロントページの続き

- (72)発明者 ヘイベッツ, レオナルド ヒューバータス アルフォンサス
オランダ国 エヌエル - 8604 エイディー スネイク, ボーダイン 36
(72)発明者 ドリースセン, ウィルヘルムス ヨハネス ベルナルドゥス マリア
オランダ国 エヌエル - 8252 ジェイアール ドロンテン, デ モルゲン 11

審査官 伊藤 紀史

- (56)参考文献 特表平05-508581 (JP, A)
特開昭60-099393 (JP, A)
特開平02-258099 (JP, A)
特開平05-185091 (JP, A)
実開平05-013599 (JP, U)
特開昭54-163782 (JP, A)
特開平01-123697 (JP, A)
特開昭62-282693 (JP, A)
須藤隆一ら, 微生物固定化法による排水処理, 日本, 株式会社産業用水調査会, 1988年 6月10日, 初版, p.220-p227, p.254-p.255
中西弘、KONG H-N、稲森悠平, 特集 最新の高度水処理技術(1) 自己造粒プロセスによる高度処理, 用水と廃水, 日本, 株式会社産業用水調査会, 1992年10月, 34巻10号, p.843-p.849

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
C02F 3/30