

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2016-131974

(P2016-131974A)

(43) 公開日 平成28年7月25日(2016.7.25)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード(参考)
CO2F 3/34 (2006.01)	CO2F 3/34 101B	4D040
CO2F 1/00 (2006.01)	CO2F 1/00 P	
CO2F 3/28 (2006.01)	CO2F 3/28 B	

審査請求有 請求項の数 4 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2016-3335 (P2016-3335)	(71) 出願人	509282550 黎明興技術顧問股▲分▼有限公司 台湾台北市松山区敦化南路一段3号4楼
(22) 出願日	平成28年1月12日(2016.1.12)	(71) 出願人	598139748 國立交通大學 台湾新竹市大學路1001號
(31) 優先権主張番号	104101327	(74) 代理人	110000660 Knowledge Partners 特許業務法人
(32) 優先日	平成27年1月15日(2015.1.15)	(74) 代理人	100117396 弁理士 吉田 大
(33) 優先権主張国	台湾(TW)	(72) 発明者	黎 德明 台湾台北市松山区敦化南路一段3号4楼
		(72) 発明者	江 明桂 台湾台北市松山区敦化南路一段3号4楼 最終頁に続く

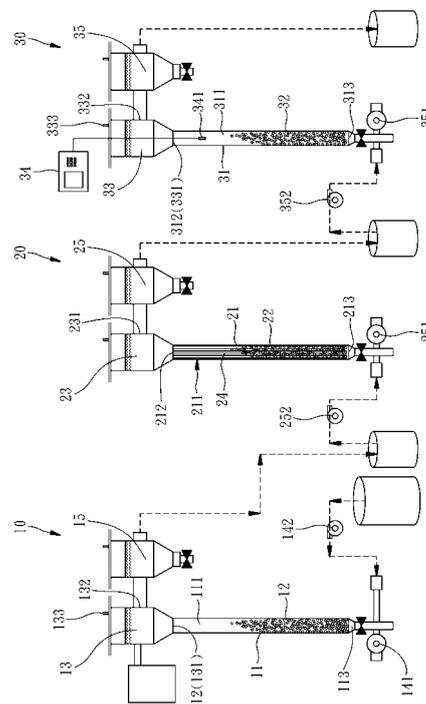
(54) 【発明の名称】 廃水処理システム

(57) 【要約】

【課題】 廃水処理システムを提供する。

【解決手段】 本発明に係る廃水処理システムは廃水中の少なくとも一部分の化学的酸素要求量及び含窒素化合物を除去させ、脱炭素嫌気性流動床反応器及び窒素除去流動床反応器を備える。脱炭素嫌気性流動床反応器は、主に廃水中の大部分の化学的酸素要求量を順に加水分解、酸化及びメタン化させてメタンにし、窒素除去流動床反応器則是廃水中のアンモニア態窒素及び余剰の化学的酸素要求量を部分的な硝化反応、独立栄養性脱硝反応及び従属栄養性脱硝反応を経て窒素に変化させる。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

廃水中の少なくとも一部分の化学的酸素要求量及びアンモニア態窒素を含む含窒素化合物を除去させる廃水処理システムであって、前記廃水処理システムは、第一コラムと、複数の第一キャリア粒子と、第一沈殿槽と、第一流動化手段と、第一微生物と、細胞外酵素を含む脱炭素嫌気性流動床反応器であって、前記第一コラムの内部には第一流動チェンバーが定義され、前記第一コラムは第一上部開口及び第一下部開口を有し、第一上部開口及び第一下部開口は共に前記第一流動チェンバーに連通され、これら前記第一キャリア粒子の一部が前記第一流動チェンバーに充填され、前記第一沈殿槽は第一底側開口及び前記第一底側開口より高い第一排水口を有し、前記第一底側開口は前記第一上部開口に連通され、前記第一流動化手段は廃水を前記第一下部開口を經由させて前記第一流動チェンバーに導入させ、且つこれら前記第一キャリア粒子を第一流動チェンバー中で懸濁させ、一部分の化学的酸素要求量は前記細胞外酵素により加水分解反応が発生することで前記化学的酸素要求量を構成させる有機化合物がアミノ酸、糖類及び脂肪酸の内の少なくとも1つに分解され、少なくとも一部分の前記第一微生物がこれら前記第一キャリア粒子に付着され、前記第一微生物は酸産生菌及びメタン細菌を含み、酸産生菌は酸化反応を発生させて前記アミノ酸、糖類及び脂肪酸の内の少なくとも1つを酸化させて主鎖の炭素数が4つかそれより少ない脂肪酸、水素及び二酸化炭素にし、メタン細菌はメタン化反応を発生させて主鎖の炭素数が4つかそれより少ない脂肪酸、水素及び二酸化炭素をメタン化させてメタン及び二酸化炭素にし、前記第一流動チェンバー内の酸化還元電位は - 400 mV より小さく、前記第一排水口は脱炭素嫌気性流動床反応器内の廃水を排出させることと、

10

20

第二コラムと、複数の第二キャリア粒子と、第二沈殿槽と、第二流動化手段と、第二微生物とを含む窒素除去流動床反応器であって、第二コラムの内部には第二流動チェンバーが定義され、前記第二コラムは第二上部開口及び第二下部開口を有し、前記第二上部開口及び前記第二下部開口は共に前記第二流動チェンバーに連通され、前記第二下部開口は脱炭素嫌気性流動床反応器により処理された後の廃水を導入させ、これら前記第二キャリア粒子の一部が前記第二流動チェンバーに充填され、前記第二沈殿槽は第二底側開口及び前記第二底側開口より高い第二排水口を有し、前記第二底側開口は前記第二上部開口に連通され、前記第二流動化手段は廃水を前記第二下部開口を經由させて前記第二流動チェンバーに導入させ、且つこれら前記第二キャリア粒子を前記第二流動チェンバー中で懸濁させ、少なくとも一部分の前記第二微生物はこれら前記第二キャリア粒子に付着され、前記第二微生物は硝化細菌、嫌气的アンモニア酸産生菌及び従属栄養性脱硝菌を含み、硝化細菌は部分的な硝化反応を発生させてアンモニア態窒素を酸化させて亜硝酸態窒素にし、嫌气的アンモニア酸産生菌は独立栄養性脱硝反応を発生させてアンモニア態窒素及び亜硝酸態窒素を窒素及び硝酸態窒素に変化させ、従属栄養性脱硝菌は従属栄養性脱硝反応を発生させて硝酸態窒素及び少なくとも一部分の余剰の化学的酸素要求量を窒素に変化させることとを備えることを特徴とする廃水処理システム。

30

【請求項 2】

廃水中の少なくとも一部分の化学的酸素要求量及びアンモニア態窒素を含む含窒素化合物を除去させる廃水処理システムであって、前記廃水処理システムは、第一コラムと、複数の第一キャリア粒子と、第一沈殿槽と、第一流動化手段と、第一微生物と、細胞外酵素とを含む脱炭素嫌気性流動床反応器であって、前記第一コラムの内部には第一流動チェンバーが定義され、前記第一コラムは第一上部開口及び第一下部開口を有し、第一上部開口及び第一下部開口は共に前記第一流動チェンバーに連通され、これら前記第一キャリア粒子の一部が前記第一流動チェンバーに充填され、前記第一沈殿槽は第一底側開口及び前記第一底側開口より高い第一排水口を有し、前記第一底側開口は前記第一上部開口に連通され、前記第一流動化手段は廃水を前記第一下部開口を經由させて前記第一流動チェンバーに導入させ、且つこれら前記第一キャリア粒子を第一流動チェンバー中で懸濁させ、一部分の化学的酸素要求量は前記細胞外酵素により加水分解反応が発生する

40

50

ことで化学的酸素要求量を構成させる有機化合物がアミノ酸、糖類及び脂肪酸の内の少なくとも1つに分解され、少なくとも一部分の前記第一微生物はこれら前記第一キャリア粒子に付着され、前記第一微生物は酸産生菌及びメタン細菌を含み、酸産生菌は酸化反応を発生させて前記アミノ酸、糖類及び脂肪酸の内の少なくとも1つを酸化させて主鎖の炭素数が4つかそれより少ない脂肪酸、水素及び二酸化炭素にし、メタン細菌はメタン化反応を発生させて主鎖の炭素数が4つかそれより少ない脂肪酸、水素及び二酸化炭素をメタン化させてメタン及び二酸化炭素にし、前記第一流動チェンバー内の酸化還元電位は400 mVより小さく、前記第一排水口は加水分解反応、酸化反応及びメタン化反応を経て処理された後の廃水を排出させることと、

第三コラムと、複数の第三キャリア粒子と、第三沈殿槽と、第三流動化手段と、少なくとも1つの管状膜とを含む嫌気性流動化薄膜反応器であって、前記第三コラムの内部には第三流動チェンバーが定義され、前記第三コラムは第三上部開口及び第三下部開口を有し、前記第三上部開口及び前記第三下部開口は共に前記第三流動チェンバーに連通され、前記第三下部開口は脱炭素嫌気性流動床反応器により処理された後の廃水を導入させ、これら前記第三キャリア粒子の一部が前記第三流動チェンバーに充填され、前記第三沈殿槽は第三排水口を有し、前記第三沈殿槽は前記第三コラムの上端に設置されると共に前記管状膜を経て前記第三流動チェンバーに連通され、前記管状膜は前記第三沈殿槽から前記第三流動チェンバー内に延伸され、且つ前記管状膜は多孔性管壁を有すると共に中空の管状を呈し、前記第三流動化手段は廃水を前記第三下部開口を経由させて前記第三流動チェンバーに導入させ、且つこれら前記第三キャリア粒子を第三流動チェンバー中で懸濁させ、前記第三排水口は前記嫌気性流動化薄膜反応器内の廃水を排出させることと、

第二コラムと、複数の第二キャリア粒子と、第二沈殿槽と、第二流動化手段と、第二微生物とを含む窒素除去流動床反応器であって、第二コラムの内部には第二流動チェンバーが定義され、前記第二コラムは第二上部開口及び第二下部開口を有し、前記第二上部開口及び第二下部開口は共に前記第二流動チェンバーに連通され、前記第二下部開口は嫌気性流動化薄膜反応器により処理された後の廃水を導入させ、これら前記第二キャリア粒子の一部が前記第二流動チェンバーに充填され、前記第二沈殿槽は第二底側開口及び前記第二底側開口より高い第二排水口を有し、前記第二底側開口は前記第二上部開口に連通され、前記第二流動化手段は廃水を前記第二下部開口を経由させて前記第二流動チェンバーに導入させ、且つこれら前記第二キャリア粒子を前記第二流動チェンバー中で懸濁させ、少なくとも一部分の前記第二微生物はこれら前記第二キャリア粒子に付着され、前記第二微生物は硝化細菌と、嫌氣的アンモニア酸産生菌と、従属栄養性脱硝菌とを含み、硝化細菌は部分的な硝化反応を発生させてアンモニア態窒素を酸化させて亜硝酸態窒素にし、嫌氣的アンモニア酸産生菌は独立栄養性脱硝反応を発生させてアンモニア態窒素及び亜硝酸態窒素を窒素及び硝酸態窒素に変化させ、従属栄養性脱硝菌は従属栄養性脱硝反応を発生させて硝酸態窒素及び少なくとも一部分の余剰の化学的酸素要求量を窒素に変化させることとを備えることを特徴とする廃水処理システム。

【請求項3】

前記第二流動チェンバー内の溶存酸素濃度は0.1 - 0.5 mg/Lであることを特徴とする、請求項1または2に記載の廃水処理システム。

【請求項4】

前記第一沈殿槽の上部はメタン排気口を有することを特徴とする、請求項1または2に記載の廃水処理システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、廃水処理システムに関し、更に詳しくは、微生物を水中の化学的酸素要求量及びアンモニア態窒素の処理に応用される廃水処理システムに関する。

【背景技術】

【0002】

生物処理による廃水処理分野では、従来の硝化 - 脱硝処理方法が最も広く使用されている技術である。ただし、近年嫌氣的アンモニア酸産生菌 (anammox bacteria) を主とする処理システムが新たに発展しており、そのエネルギー効率の高さにより、業界での採用が徐々に拡大している。嫌氣的アンモニア酸化反応では、アンモニア態窒素及び亜硝酸態窒素がそれぞれ電子の提供及び受け取りの役割を果たしており、続けて窒素及び硝酸態窒素に変化させる。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

しかしながら、前述した従来の技術では、すなわち、ある学者は、嫌氣的アンモニア酸産生菌が高濃度のアンモニア態窒素 (アンモニア態窒素の濃度が 500 mg N/L より高い) を含む廃水の処理に適合すると開示している。その原因の一つは、嫌氣的アンモニア酸産生菌の生長速度が遅く、与えられるアンモニア態窒素の濃度が低ければ、生物反応器の起動時間が大幅に増加してしまい、或いは嫌氣的アンモニア酸産生菌を基礎とした反応システムを構築できなくなる。家庭の廃水のアンモニア態窒素の濃度は低く、一般的には $20 - 85 \text{ mg N/L}$ であり、このため嫌氣的アンモニア酸産生菌は有効的に家庭の廃水 (municipal wastewater) の処理を行えない。このほか、生活廃水中の化学的酸素要求量は通常アンモニア態窒素の濃度より高く、化学的酸素要求量が高過ぎると、嫌氣的アンモニア酸産生菌を主とする反応槽は化学的酸素要求量を有効的に除去できない。

10

【0004】

そこで、本発明者は上記の欠点が改善可能と考え、鋭意検討を重ねた結果、合理的設計で上記の課題を効果的に改善する本発明の提案に到った。

20

【0005】

本発明は、このような従来の問題に鑑みてなされたものである。上記課題解決のため、本発明は、廃水中の少なくとも一部分の化学的酸素要求量及び含窒素化合物を有効的に除去させる廃水処理システムを提供することを主目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

上述した課題を解決し、目的を達成するために、本発明に係る廃水処理システムは廃水中の少なくとも一部分の化学的酸素要求量及びアンモニア態窒素を含む含窒素化合物を除去させる。廃水処理システムは脱炭素嫌気性流動床反応器及び窒素除去流動床反応器を備え、前記脱炭素嫌気性流動床反応器は第一コラムと、複数の第一キャリア粒子と、第一沈殿槽と、第一流動化手段と、第一微生物と、細胞外酵素とを含む。前記第一コラムの内部には第一流動チェンバーが定義され、前記第一コラムは第一上部開口及び第一下部開口を有し、第一上部開口及び第一下部開口は共に前記第一流動チェンバーに連通される。これら前記第一キャリア粒子は一部が前記第一流動チェンバーに充填される。前記第一沈殿槽は第一底側開口及び前記第一底側開口より高い第一排水口を有し、前記第一底側開口は前記第一上部開口に連通される。前記第一流動化手段は廃水を前記第一下部開口を経由させて前記第一流動チェンバーに導入させ、且つこれら前記第一キャリア粒子を第一流動チェンバー中で懸濁させる。一部分の化学的酸素要求量は前記細胞外酵素により加水分解反応が発生することで前記化学的酸素要求量を構成させる有機化合物がアミノ酸、糖類及び脂肪酸の内の少なくとも1つに分解され、少なくとも一部分の前記第一微生物がこれら前記第一キャリア粒子に付着され、前記第一微生物は酸産生菌及びメタン細菌を含む。酸産生菌は酸化反応を発生させて前記アミノ酸、糖類及び脂肪酸の内の少なくとも1つを酸化させて主鎖の炭素数が4つかそれより少ない脂肪酸、水素及び二酸化炭素にし、メタン細菌はメタン化反応を発生させて主鎖の炭素数が4つかそれより少ない脂肪酸、水素及び二酸化炭素をメタン化させてメタン及び二酸化炭素にし、前記第一流動チェンバー内の酸化還元電位は -400 mV より小さい。前記第一排水口は脱炭素嫌気性流動床反応器内の廃水を排出させる。窒素除去流動床反応器は第二コラムと、複数の第二キャリア粒子と、第二沈殿槽と、第二流動化手段と、第二微生物とを備える。第二コラムの内部には第二流動

30

40

50

チェンバーが定義され、前記第二コラムは第二上部開口及び第二下部開口を有し、前記第二上部開口及び前記第二下部開口は共に前記第二流動チェンバーに連通され、第二下部開口は第一排水口から排出される廃水を導入させる。これら前記第二キャリア粒子の一部が前記第二流動チェンバーに充填される。前記第二沈殿槽は第二底側開口及び前記第二底側開口より高い第二排水口を有し、前記第二底側開口は前記第二上部開口に連通される。前記第二流動化手段は廃水を前記第二下部開口を經由させて前記第二流動チェンバーに導入させ、且つこれら前記第二キャリア粒子を前記第二流動チェンバー中で懸濁させる。少なくとも一部分の前記第二微生物はこれら前記第二キャリア粒子に付着され、前記第二微生物は硝化細菌、嫌氣的アンモニア酸産生菌及び従属栄養性脱硝菌を含み、硝化細菌は部分的な硝化反応を発生させてアンモニア態窒素を酸化させて亜硝酸態窒素にし、嫌氣的アンモニア酸産生菌は独立栄養性脱硝反応を発生させてアンモニア態窒素及び亜硝酸態窒素を酸化させて窒素及び硝酸態窒素にし、従属栄養性脱硝菌は従属栄養性脱硝反応を発生させて硝酸態窒素及び少なくとも一部分の余剰の化学的酸素要求量を窒素に変化させる。

10

20

30

40

50

【0007】

さらに、上述した他の目的を達成するために、本発明の他の廃水処理システムは、廃水中の少なくとも一部分の化学的酸素要求量及びアンモニア態窒素を含む含窒素化合物を除去させる。廃水処理システムは、脱炭素嫌気性流動床反応器と、嫌気性流動化薄膜反応器と、窒素除去流動床反応器とを備え、前記脱炭素嫌気性流動床反応器は第一コラムと、複数の第一キャリア粒子と、第一沈殿槽と、第一流動化手段と、第一微生物と、細胞外酵素とを含む。前記第一コラムの内部には第一流動チェンバーが定義され、前記第一コラムは第一上部開口及び第一下部開口を有し、第一上部開口及び第一下部開口は共に前記第一流動チェンバーに連通される。これら前記第一キャリア粒子の一部が前記第一流動チェンバーに充填される。前記第一沈殿槽は第一底側開口及び前記第一底側開口より高い第一排水口を有し、前記第一底側開口は前記第一上部開口に連通される。前記第一流動化手段は廃水を前記第一下部開口を經由させて前記第一流動チェンバーに導入させ、且つこれら前記第一キャリア粒子を第一流動チェンバー中で懸濁させる。一部分の化学的酸素要求量は前記細胞外酵素により加水分解反応が発生することで化学的酸素要求量を構成させる有機化合物がアミノ酸、糖類及び脂肪酸の内の少なくとも1つに分解され、少なくとも一部分の前記第一微生物はこれら前記第一キャリア粒子に付着され、前記第一微生物は酸産生菌及びメタン細菌を含み、酸産生菌は酸化反応を発生させて前記アミノ酸、糖類及び脂肪酸の内の少なくとも1つを酸化させて主鎖の炭素数が4つかそれより少ない脂肪酸、水素及び二酸化炭素にし、メタン細菌はメタン化反応を発生させて主鎖の炭素数が4つかそれより少ない脂肪酸、水素及び二酸化炭素をメタン化させてメタン及び二酸化炭素にし、前記第一流動チェンバー内の酸化還元電位は400 mVより小さい。第一排水口は脱炭素嫌気性流動床反応器内の廃水を排出させる。嫌気性流動化薄膜反応器は第三コラムと、複数の第三キャリア粒子と、第三沈殿槽と、第三流動化手段と、少なくとも1つの管状膜とを備える。前記第三コラムの内部には第三流動チェンバーが定義され、前記第三コラムは第三上部開口及び第三下部開口を有し、前記第三上部開口及び前記第三下部開口は共に前記第三流動チェンバーに連通され、第三下部開口は第一排水口から排出された廃水を導入させる。これら前記第三キャリア粒子の一部が前記第三流動チェンバーに充填される。前記第三沈殿槽は第三排水口を有し、前記第三沈殿槽は前記第三コラムの上方に設置されると共に前記管状膜を経て前記第三流動チェンバーに連通され、管状膜は前記第三沈殿槽から前記第三流動チェンバー内に延伸され、且つ前記管状膜は多孔性管壁を有すると共に中空の管状を呈し、前記第三流動化手段は廃水を前記第三下部開口を經由させて前記第三流動チェンバーに導入させ、且つこれら前記第三キャリア粒子を第三流動チェンバー中で懸濁させる。第三排水口は嫌気性流動化薄膜反応器内の廃水を排出させる。窒素除去流動床反応器は第二コラムと、複数の第二キャリア粒子と、第二沈殿槽と、第二流動化手段と、第二微生物とを備える。第二コラムの内部には第二流動チェンバーが定義され、前記第二コラムは第二上部開口及び第二下部開口を有し、前記第二上部開口及び第二下部開口は共に前記第二流動チェンバーに連通され、第二下部開口は第三排水口から排出される廃水を導入さ

せる。これら前記第二キャリア粒子の一部が前記第二流動チェンバーに充填される。前記第二沈殿槽は第二底側開口及び前記第二底側開口より高い第二排水口を有し、前記第二底側開口は前記第二上部開口に連通される。第二流動化手段は廃水を前記第二下部開口を経由させて前記第二流動チェンバーに導入させ、且つこれら前記第二キャリア粒子を前記第二流動チェンバー中で懸濁させる。少なくとも一部分の前記第二微生物はこれら前記第二キャリア粒子に付着され、前記第二微生物は硝化細菌と、嫌氣的アンモニア酸産生菌と、従属栄養性脱硝菌とを含み、硝化細菌は部分的な硝化反応を発生させてアンモニア態窒素を酸化させて亜硝酸態窒素にし、嫌氣的アンモニア酸産生菌は独立栄養性脱硝反応を発生させてアンモニア態窒素及び亜硝酸態窒素を酸化させて窒素及び硝酸態窒素にし、従属栄養性脱硝菌は従属栄養性脱硝反応を発生させて硝酸態窒素及び少なくとも一部分の余剰の化学的酸素要求量を窒素に変化させる。

10

【発明の効果】

【0008】

本発明の廃水処理システムによれば、その起動時間が他の処理システムよりも大幅に短縮され、且つ低濃度のアンモニア態窒素を含む廃水でも良好な脱窒効率を有し、且つ大部分の化学的酸素要求量をメタンに変化させる。

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1】発明の第1実施形態による廃水処理システムの構成を示す概念図である。

【図2】発明の第1実施形態のアンモニア性窒素の濃度、アンモニア性窒素除去率が時間に対する関係図である。

20

【図3】発明の第1実施形態の総目標窒素の濃度、総目標窒素除去率が時間に対する関係図である。

【発明を実施するための形態】

【0010】

本発明における好適な実施の形態について、添付図面を参照して説明する。尚、以下に説明する実施の形態は、特許請求の範囲に記載された本発明の内容を限定するものではない。また、以下に説明される構成の全てが、本発明の必須要件であるとは限らない。

【実施形態】

【0011】

30

(第1実施形態)

図1は発明の第1実施形態による廃水処理システムの構成を示す概念図である。廃水中の少なくとも一部分の化学的酸素要求量及びアンモニア態窒素を含む含窒素化合物を除去させる。廃水処理システムは脱炭素嫌気性流動床反応器10と、嫌気性流動化薄膜反応器20と、窒素除去流動床反応器30とを有する。本発明に係る廃水処理システムの前半段は主に水中の炭素含有化合物を除去に用いられ、後半段は主に水中の含窒素化合物の除去に用いられる。

【0012】

脱炭素嫌気性流動床反応器10は第一コラム11と、複数の第一キャリア粒子12と、第一沈殿槽13と、第一流動化手段と、第一微生物と、細胞外酵素(extracellular enzymes)とを備える。また、第一コラム11の内部には第一流動チェンバー111が定義され、且つ第一コラム11は第一上部開口112及び第一下部開口113を有し、第一上部開口112及び第一下部開口113は共に第一流動チェンバー111に連通され、第一上部開口112は第一コラム11の上端に設置され、第一下部開口113はその底端に設置されると共に廃水を導入させる。

40

【0013】

第一キャリア粒子12の一部が第一流動チェンバー111に充填される。本実施形態では天然の沸石(natural zeolite)が第一キャリア粒子12として使用されるが、ただしこれに制限されない。

【0014】

50

第一沈殿槽 13 は第一底側開口 131 及び第一底側開口 131 より高い第一排水口 132 を有し、第一沈殿槽 13 は第一コラム 11 の上端に設置され、第一底側開口 131 は第一上部開口 112 に連通され、第一沈殿槽 13 の上部にはメタン排気口 133 が設けられる。

【0015】

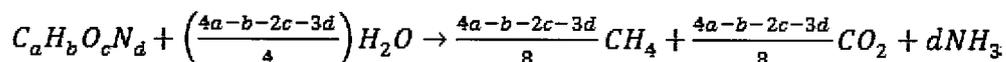
流動化手段は廃水を第一下部開口 113 を経由させて第一流動チェンバー 111 に導入させ、且つ第一キャリア粒子 12 を第一流動チェンバー 111 中で懸濁させる。また、ある使用においては、第一キャリア粒子 12 は第一流動化手段により第一沈殿槽 13 に進入されるのではない。第一流動化手段は第一流動チェンバー 111 に上昇流を発生させる装置を備え、例えば、磁気ポンプ 141 (magnetic pump) 及び / 或いは蠕動ポンプ 142 (peristaltic pump) 等の水ポンプであり、水ポンプの数量に制限はなく、ただし上昇流の流速は第一キャリア粒子 12 を懸濁させるのに十分でなければならない。

【0016】

少なくとも一部分の第一微生物は第一キャリア粒子 12 に付着され、前記第一微生物は *Methanosaeta* spp 等の酸産生菌 (acidogenic bacteria) 及びメタン細菌 (methanogens) を含む。前記細胞外酵素とは細胞内で合成されると共に細胞外に分泌されて細胞外で作用する酵素を指し、且つ前記細胞外酵素は加水分解反応を促進させる酵素である。廃水中の一部分の化学的酸素要求量は細胞外酵素により加水分解 (hydrolysis) 反応が発生することで化学的酸素要求量を構成させる有機化合物がアミノ酸、糖類及び脂肪酸の内の少なくとも 1 つに分解され、酸産生菌が酸化 (acidogenesis) 反応を発生させて前記アミノ酸、糖類及び脂肪酸の内の少なくとも 1 つを酸化させて主鎖の炭素数が 4 つかそれより少ない脂肪酸 (例えば、酢酸、プロピオン酸、酪酸)、水素及び二酸化炭素にし、メタン細菌がメタン化 (methanogenesis) 反応を発生させて主鎖の炭素数が 4 つかそれより少ない脂肪酸、水素及び二酸化炭素をメタン化させてメタン及び二酸化炭素にし、いわゆる生物ガス (biogas) である。第一流動チェンバー 111 内には嫌気環境が保持され、酸素が供給されず、且つ酸化還元電位は -400 mV より小さい。化学的酸素要求量中の含窒素化合物は前述の過程で共にアンモニア態窒素に変化される。加水分解反応、酸化反応及びメタン化反応を経た後に廃水が第一排水口 132 から排出され、生成される少なくとも一部分のメタン及び二酸化炭素はメタン排気口 133 を経由して排出されると共にさらに収集される。第一流動チェンバー 111 内の総反応は概ね以下の反応方程式により表示される。

【0017】

【数 1】



【0018】

第一流動チェンバー 111 で第一微生物を培養するために、第一流動チェンバー 111 に第一微生物を含んだ活性汚泥が投入され、少なくとも一部分の第一微生物が第一キャリア粒子 12 に付着されて生長する。本実施形態では、投入される活性汚泥は台湾の林口廃水処理場の嫌気性消化プール (anaerobic digester) から採取されたものであり、投入量は 500 ml であり、その混合液に懸濁される固体物の濃度 (MLSS) は 22.5 g/L であり、混合液の揮発性の懸濁される固体物の濃度 (MLVSS) は 5.5 g/L である。

【0019】

なお、嫌気性流動化薄膜反応器 20 は第三コラム 21 と、複数の第三キャリア粒子 22 と、第三沈殿槽 23 と、第三流動化手段と、1 つ或いは複数の管状膜 24 とを備える。また、第三コラム 21 の内部には三流動チェンバー 211 が定義され、且つ第三コラム 21 は第三上部開口 212 及び第三下部開口 213 を有し、第三上部開口 212 及び第三下部開口 213 は共に第三流動チェンバー 211 に連通される。第三上部開口 212 及び第三下部開口 213 は第三コラム 21 の二端にそれぞれ位置され、第三下部開口 213 は第一排水口 132 から排出される廃水を導入させる。第三流動チェンバー 211 内には同様に嫌気環境が保持され、特に曝気は行われぬ。実施形態では、第三流動チェンバー 211

の酸化還元電位は同様に - 4 0 0 m v より小さい。

【 0 0 2 0 】

第三キャリア粒子 2 2 の一部が第三流動チェンバー 2 1 1 に充填される。本実施形態では、第三キャリア粒子 2 2 は天然沸石であるが、これに限定されるわけではない。

【 0 0 2 1 】

第三沈殿槽 2 3 は第三排水口 2 3 1 を有し、第三沈殿槽 2 3 は第三コラム 2 1 の上端に設置され、且つ第三沈殿槽 2 3 は管状膜 2 4 を経て第三流動チェンバー 2 1 1 に連通され、管状膜 2 4 は第三沈殿槽 2 3 の底側の近くから第三流動チェンバー 2 1 1 内に延伸される。また、管状膜 2 4 は多孔性の管壁を有すると共に中空の管状を呈し、第三沈殿槽 2 3 は第三流動チェンバー 2 1 1 に直接連通されず、よって第三沈殿槽 2 3 と第三流動チェンバー 2 1 1 との境界箇所には隔離板が設置される。本実施形態では、管状膜は外径が 1 . 2 m m であり、内部の細孔サイズ (inner pore size) は 0 . 1 μ m より小さく、且つ薄膜の総表面積 (total membrane surface area) は 0 . 0 8 m ² の中空の繊維状薄膜である。

10

【 0 0 2 2 】

第三流動化手段は廃水を第三下部開口 2 1 3 を経由させて第三流動チェンバー 2 1 1 に導入させ、且つ第三キャリア粒子 2 2 を第三流動チェンバー 2 1 1 中で懸濁させる。ある使用においては、第三キャリア粒子 2 2 は第三流動化手段により第三沈殿槽 2 3 に進入するものではない。第三流動化手段は第三流動チェンバー 2 1 1 に上昇流を発生させる装置を備え、例えば、磁気ポンプ 2 5 1 及び / 或いは蠕動ポンプ 2 5 2 等の水ポンプであり、水ポンプの数量に制限はなく、ただし上昇流の流速は第三キャリア粒子 2 2 を懸濁させるのに十分でなければならない。第三キャリア粒子 2 2 が上昇流により流される過程では、管状膜 2 4 の表面が洗浄 (scrubbing) されるため、管状膜を化学的に洗浄する必要がない。嫌気性流動化薄膜反応器 2 0 内には嫌気環境が保持されて酸素が入らず、且つ主に廃水中の懸濁される固体物の除去に用いられ、処理後の廃水は第三排水口 2 3 1 から排出される。

20

【 0 0 2 3 】

脱炭素嫌気性流動床反応器 1 0 及び嫌気性流動化薄膜反応器 2 0 の化学的酸素要求量 (COD) 及び懸濁する固体物の除去能力の測定を行うために、本実施形態では以下の操作条件の下で測定を行う。生活廃水が第一下部開口 1 1 3 を経由して脱炭素嫌気性流動床反応器 1 0 に連続的に導入され、前述の生活廃水は台湾交通大学の廃水処理場から採取されたものである。脱炭素嫌気性流動床反応器 1 0 の有機物負荷率 (organic loading rate、O LR) は 1 . 7 5 - 4 . 7 k g / m ³ / d に制御され、脱炭素嫌気性流動床反応器 1 0 の水理学的滞留時間 (HRT) は 1 時間であり、嫌気性流動化薄膜反応器 2 0 の膜透過流束 (membrane flux) は 8 . 3 3 - 1 2 . 5 L M H に制御され、嫌気性流動化薄膜反応器 2 0 の水理学的滞留時間は 2 - 3 時間の間である。上述の測定では 1 1 1 日間連続的に操作を行い、測定結果は以下の表 1 に記載する。表の中の「AFBR」は脱炭素嫌気性流動床反応器を表し、「AFMBR」は嫌気性流動化薄膜反応器を表し、「TSS」は懸濁する全固体物を表し、「VSS」は揮発性の懸濁する固体物を表し、「TKN」は総ケルダール窒素を表し、表 1 の中の流入水及び流出水の欄の中の、p H 以外の他の項目の単位は m g / L である。

30

40

【 0 0 2 4 】

【表 1】

項目	サンプル数	流入水	流出水		除去率 (%)	
			AFBR	AFMBR	AFBR	AFBR+AFMBR
pH	30	7.15±0.21	7.01±0.08	7.19±0.1		
COD	26	130±38	42±11	20±5	66±12	84±5
TSS	12	58±31	12±10	2±3	74±28	96±7
VSS	12	44±18	9±8	1±1	74±5	97±5
TKN	4	61±22	48±7	34±7		
アンモニア 態窒素	11	42±15	51±15	47±16		
硝酸態窒素	11	3±4	2±4	3±4		
亜硝酸態窒 素	11	0	0	0		

10

測定結果が示すように、脱炭素嫌気性流動床反応器 10 及び嫌気性流動化薄膜反応器 20 の総化学的酸素要求量の除去率が約 70 - 90% であり、懸濁する全固体物の除去率は 96% に達し、且つ脱炭素嫌気性流動床反応器 10 が単独で使用される場合、良好な除去効果を有し、故に嫌気性流動化薄膜反応器 20 は実施形態では省略する。処理過程において、脱炭素嫌気性流動床反応器 10 内の一部分の微生物及び細胞外酵素は廃水に追従して嫌気性流動化薄膜反応器 20 内に流入され、嫌気性流動化薄膜反応器 20 が同様に嫌気環境を保持させるため、一部分の COD が嫌気性流動化薄膜反応器 20 中でメタン及び二酸化炭素に変化する。脱炭素嫌気性流動床反応器 10 及び嫌気性流動化薄膜反応器 20 の特殊メタン生産量 (specific methane production) は $0.13 \text{ L CH}_4 / \text{g COD removed}$ に達し、提供するエネルギーは約 $0.0024 \text{ kWh} / \text{m}^3$ である。

20

【0025】

一方、窒素除去流動床反応器 30 は第二コラム 31 と、複数の第二キャリア粒子 32 と、第二沈殿槽 33 と、曝気装置 34 と、第二流動化手段と、第二微生物とを備える。また、第二コラム 31 の内部には第二流動チェンバー 311 が定義され、第二コラム 31 は第二上部開口 312 及び第二下部開口 313 を有し、第二上部開口 312 及び第二下部開口 313 は共に第二流動チェンバー 311 に連通され、第二下部開口 313 は第三排水口 231 から排出される廃水を導入させる。なお、第二キャリア粒子 32 の一部が第二流動チェンバー 311 に充填される。本実施形態では、表面に複数の凹溝を有するバイオボール (bioball、AQUARIUM CO.、LTD、Taiwan) が第二キャリア粒子 32 として使用されるが、これに限定されるわけではない。

30

【0026】

第二沈殿槽 33 は第二底側開口 331 及び第二底側開口 331 より高い第二排水口 332 を有し、第二底側開口 331 は第二上部開口 313 に連通され、第二沈殿槽 33 の上部には排気口 333 を有し、処理過程で発生した窒素を排出させる。曝気装置 34 は第二沈殿槽 33 から第二コラム 31 内に延入される曝気端 341 を有し、第二流動チェンバー 311 内の溶存酸素濃度が $0.1 - 0.5 \text{ mg} / \text{L}$ に維持される。

40

【0027】

第二流動化手段は廃水を第二下部開口 313 を経由させて第二流動チェンバー 311 に導入させ、且つ第二キャリア粒子 32 を第二流動チェンバー 311 中で懸濁させる。ある使用においては、第二キャリア粒子 32 は第二流動化手段により第二沈殿槽 33 に進入するものではない。第二流動化手段は第二流動チェンバー 311 に上昇流を発生させる装置を備え、例えば、磁気ポンプ 351 及び / 或いは蠕動ポンプ 352 等の水ポンプであり、水ポンプの数量は制限されず、ただし上昇流の流速は第二キャリア粒子 32 を十分に懸濁させるものでなければならない。少なくとも一部分の第二微生物が第二キャリア粒子 32

50

に付着され、且つ第二微生物は硝化細菌と、嫌氣的アンモニア酸産生菌と、従属栄養性脱硝菌とを含み、硝化細菌は部分的な硝化反応を発生させて廃水中のアンモニア態窒素を酸化させて亜硝酸態窒素にし、嫌氣的アンモニア酸産生菌は独立栄養性脱硝反応を発生させて廃水中のアンモニア態窒素及び亜硝酸態窒素を窒素及び硝酸態窒素に変化させ、従属栄養性脱硝菌は従属栄養性脱硝反応を発生させて廃水中の硝酸態窒素及び少なくとも一部分の余剰の化学的酸素要求量をアンモニア態窒素に変化させる。

【 0 0 2 8 】

さらに、第二流動チェンバー 3 1 1 中でこれら前記微生物を培養するために、第二流動チェンバー 3 1 1 中に第二微生物を含む活性汚泥が投入され、培養過程に連れて、少なくとも一部分の微生物が第二キャリア粒子 3 2 に付着されて生長する。本実施形態によると、使用される活性汚泥は台湾の台北市のごみ浸出液の処理を行う污水处理場から採取され、これら前記活性汚泥は窒素除去流動床反応器 3 0 の起動段階で投入される。窒素除去流動床反応器 3 0 の起動段階では、先ず前記活性汚泥が窒素除去流動床反応器 3 0 の流動チェンバーに投入され、前記起動段階の操作条件は以下の表 2 に表示する。本実施形態の起動段階では、汚泥の排出は行われない。

10

【 0 0 2 9 】

【表 2】

項目	条件
温度	室温
流速	2L/min
汚泥滞留時間	無期限
汚泥濃度	MLSS : 4725 mg/L
	MLVSS : 3510 mg/L

20

【 0 0 3 0 】

次に、廃水が窒素除去流動床反応器 3 0 の第二下部開口 3 1 3 から前記第二流動チェンバー 3 1 1 に導入される。使用される廃水は二級沈殿プールの廃水であり、台湾の桃園污水处理場の二級沈殿プールから採取され、廃水の水質条件は以下の表 3 に詳しく表示する。TTN は本文中の総標的窒素 (Total target nitrogen) を指し、総標的窒素濃度はアンモニア態窒素、亜硝酸態窒素及び硝酸態窒素の濃度の合計である。

30

【 0 0 3 1 】

【表 3】

パラメータ	濃度(mg/L)	パラメータ	濃度(mg/L)
アンモニア態窒素	26±4	COD	25±16
亜硝酸態窒素	0±0	TSS	7±8
硝酸態窒素	2±1	VSS	4±3
TTN	28±5		

40

【 0 0 3 2 】

窒素除去流動床反応器 3 0 の起動後に、第二キャリア粒子 3 2 は廃水の水流の連動により前記第二流動チェンバー 3 1 1 中で懸濁され、これら前記生長は第二キャリア粒子 3 2 に付着される第二微生物が第二流動チェンバー 3 1 1 内で同時に部分的な硝化反応、独立栄養性脱硝反応及び従属栄養性脱硝反応を発生させる。廃水は第二下部開口 3 1 3 を経由して第二流動チェンバー 3 1 1 に流入された後、前記第二上部開口 3 1 2、第二沈澱槽 3 3 の第二底側開口 3 3 1 及び前記第二排水口 3 3 2 を順に流れる。このほか、廃水は第二流動チェンバー 3 1 1 内での水理的滞留時間が 1 2 時間から 2 4 時間である。本実施形態によると、窒素除去流動床反応器 3 0 の廃水の水理的滞留時間は 1 日目 - 2 8 日目で

50

は24時間であり、29日目 - 63日目では18時間である。

測定結果は以下の表四及び図2、図3に詳細に示し、結果から分かるように、アンモニア態窒素の除去率の総平均は98.3%である。また、反応時間は1日目で93.5%に達し、且つ1日目から70%以上を維持させ、9日目からは安定的に80%以上を保持させ、平均は99.7%である。アンモニア態窒素の除去率を異なる水理学的滞留時間に細分して探求すると、水理学的滞留時間が24時間(1日目 - 28日目)ではアンモニア態窒素の除去率は平均96.1%であり、水理学的滞留時間が8時間(29日目 - 63日目)ではアンモニア態窒素の除去率は平均で99.7%である。また、TTNの除去率の総平均は91.3%であり、1日目には75.8%に達し、9日目からは安定的に80%以上を保持させ、平均では95.6%である。水理学的滞留時間が24時間(1日目 - 28日目)ではTTNの除去率は平均で87.2%であり、水理学的滞留時間が18時間(29日目 - 63日目)ではTTNの除去率は平均で96.3%である。

10

20

30

40

50

【0033】

【表4】

パラメータ	水理学的滞留時間(HRT)	
	18時間	24時間
TTN	1±1 mg/L	2±0 mg/L
アンモニア態窒素	0±0 mg/L	0±0 mg/L
亜硝酸態窒素	0±0 mg/L	0±0 mg/L
硝酸態窒素	1±1 mg/L	2±0 mg/L
COD	13±5 mg/L	17±3 mg/L
TSS	2±5 mg/L	2±1 mg/L
VSS	1±1 mg/L	2±1 mg/L

【0034】

以上から分かるように、本発明に係る窒素除去流動床反応器30は低濃度のアンモニア態窒素を含む廃水に対して良好な脱窒効率を有し、且つ先行技術に記載される他の処理方法或いは他の反応器を使用した結果に比べて、本発明の起動時間は明らかに大幅に短縮されている。例えば、特許第TW201429884号発明では、逐次回分反応器(sequencing batch reactor)が使用され、起動段階では合成廃水が使用され、硝化細菌、嫌氣的アンモニア酸産生菌及び従属栄養性脱硝菌等の微生物がその内部で前記合成廃水に対して脱窒作用を発生させ、前記合成廃水のアンモニア態窒素の濃度は400 - 600 mg/Lであり、結果は、このような操作環境では、約90日もの起動時間がなければTTNの除去率が安定的に80%以上に達せず、且つ330日目の後にアンモニア態窒素の除去率がやっと安定的に100%近くに達することを示している。また、Daverey氏等(Achlesh Daverey、Nien-Tzu Hung、Kasturi Dutta、Jih-Gaw LinChen、2013、Ambient temperature SNAD process treating anaerobic digester liquor of swine wastewater、Bioresource Technology 141:191-198)が同様に逐次回分反応器を使用して養豚場の廃水(swine wastewater)を処理するものを提案し、その起動段階ではアンモニア態窒素の除去率が60日目 - 70日目の後にやっと安定して約80%に達し、TTNの除去率は75日目にやっと75%に達し、480日後に80%に達する。Keluskar氏等(Radhika Keluskar、Anuradha Nerurkar、Anjana Desai、2013、Development of a simultaneous partial nitrification、anaerobic ammonia oxidation and denitrification (SNAD) bench scale process for removal of ammonia from effluent of a fertilizer industry、Bioresource Technology 130:390-397)が円筒型反応器(cylindrical reactor)を使用して肥料工業廃水(fertilizer industry wastewater)の処理を行うものを提案し、その起動段階では30日目付近でアンモニア態窒素の除去率がやっと80%に達する。

【 0 0 3 5 】

一般的には、脱窒率が80%以上で安定する場合に前記システムの起動が完成したと言える。このような定義において、本発明に係る窒素除去流動床反応器は起動時間が大幅に短縮されるという長所を有する。このほか、窒素除去流動床反応器能は低濃度のアンモニア態窒素を含む廃水に適用され、例えば、アンモニア態窒素の濃度が通常は20 - 85 mg / Lの家庭廃水等であり、このような結果は、嫌氣的アンモニア酸産生菌が生活廃水を有効的に処理できないという認識を覆すものである。

【 0 0 3 6 】

ちなみに、第一微生物の培養及び第二微生物の培養はそれぞれ独立して行われ、培養が完成した後、脱炭素嫌気性流動床反応器10及び窒素除去流動床反応器30が連結される。嫌気性流動化薄膜反応器20の主な目的は廃水中に懸濁する固体物の除去であり、よって、ある実施形態では、嫌気性流動化薄膜反応器20が省略される。この場合、第一排水口132から排出される廃水は第二下部開口313を経由して第二流動チェンバー311に導入される。他の実施形態では、窒素除去流動床反応器の下流には付加の流体化薄膜反応槽が設置されて廃水中に懸濁する固体物を除去させる。本実施形態では、脱炭素嫌気性流動床反応器10、嫌気性流動化薄膜反応器20及び窒素除去流動床反応器30は共に付加の沈殿槽15、沈殿槽25及び沈殿槽35を備えて懸濁する固体物の沈殿を助けるが、ただし、これら沈殿槽15、沈殿槽25及び沈殿槽35は省略可能である。

10

【 0 0 3 7 】

以上のことから、本発明に係る廃水処理システムは、水中のCOD及び含窒素化合物を有効的に処理させ、且つ処理の目標物の濃度が低い生活廃水に応用され、処理過程ではメタン等の生物ガスを十分に生成させ、さらにエネルギー源に変化させて、同時に流出水の懸濁する固体物の濃度も大幅に低下させ、放出される水も環境保護基準に符合する。よって、本発明は、新世代の廃水の生物処理技術として極めて高い潜在能力を間違いなく有する。

20

【 0 0 3 8 】

上述の実施形態は本発明の技術思想及び特徴を説明するためのものにすぎず、当該技術分野を熟知する者に本発明の内容を理解させると共にこれをもって実施させることを目的とし、本発明の特許請求の範囲を限定するものではない。従って、本発明の精神を逸脱せずに行う各種の同様の効果をもつ改良又は変更は、後述の請求項に含まれるものとする。

30

【 符号の説明 】

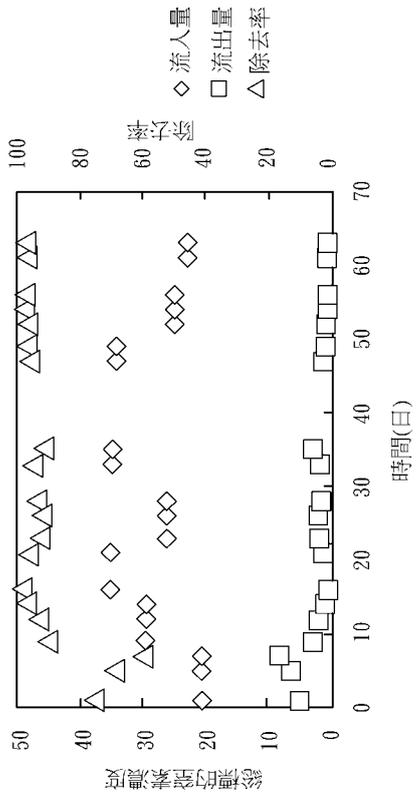
【 0 0 3 9 】

- 10 脱炭素嫌気性流動床反応器
- 11 第一コラム
- 111 第一流動チェンバー
- 112 第一上部開口
- 113 第一下部開口
- 12 第一キャリア粒子
- 13 第一沈殿槽
- 131 第一底側開口
- 132 第一排水口
- 133 メタン排気口
- 141 磁気ポンプ
- 142 蠕動ポンプ
- 20 嫌気性流動化薄膜反応器
- 21 第三コラム
- 211 第三流動チェンバー
- 212 第三上部開口
- 213 第三下部開口
- 22 第三キャリア粒子

40

50

【 図 3 】



フロントページの続き

- (72)発明者 陳 金得
台湾台北市松山区敦化南路一段3号4楼
- (72)発明者 宋 耿全
台湾台北市松山区敦化南路一段3号4楼
- (72)発明者 藍 茜 茹
台湾台北市松山区敦化南路一段3号4楼
- (72)発明者 林 志高
台湾台北市松山区敦化南路一段3号4楼
- (72)発明者 江 翌安
台湾台北市松山区敦化南路一段3号4楼
- (72)発明者 蔡 承祐
台湾台北市松山区敦化南路一段3号4楼

Fターム(参考) 4D040 AA01 AA04 AA12 AA22 AA31 AA34 AA42 AA58 BB02 BB07
BB12 BB13 BB42 BB52 BB63 BB82 BB92 DD01 DD03 DD14
DD22