

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6022536号

(P6022536)

(45) 発行日 平成28年11月9日 (2016. 11. 9)

(24) 登録日 平成28年10月14日 (2016. 10. 14)

(51) Int. Cl.	F I
CO2F 3/34 (2006.01)	CO2F 3/34 1 O 1 B
CO2F 3/12 (2006.01)	CO2F 3/12 J
	CO2F 3/34 1 O 1 C

請求項の数 16 (全 28 頁)

(21) 出願番号	特願2014-503572 (P2014-503572)	(73) 特許権者	507214083
(86) (22) 出願日	平成25年3月11日 (2013. 3. 11)		メタウォーター株式会社
(86) 国際出願番号	PCT/JP2013/056693		東京都千代田区神田須田町一丁目2 5 番地
(87) 国際公開番号	W02013/133443	(74) 代理人	100089118
(87) 国際公開日	平成25年9月12日 (2013. 9. 12)		弁理士 酒井 宏明
審査請求日	平成27年11月17日 (2015. 11. 17)	(72) 発明者	古屋 勇治
(31) 優先権主張番号	特願2012-53782 (P2012-53782)		東京都千代田区神田須田町一丁目2 5 番地
(32) 優先日	平成24年3月9日 (2012. 3. 9)		メタウォーター株式会社内
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)	(72) 発明者	鈴木 重浩
			東京都千代田区神田須田町一丁目2 5 番地
			メタウォーター株式会社内
		(72) 発明者	坪井 伸貴
			東京都千代田区神田須田町一丁目2 5 番地
			メタウォーター株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】排水の処理装置、排水の処理方法、および排水の処理システム、並びに制御装置、制御方法、およびプログラム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

硝化反応及び脱窒反応が並行して行われる反応槽内において窒素含有水の流れに従って前記窒素含有水が含有するアンモニアが硝酸に硝化され、前記窒素含有水の流れ方向に沿った各位置で硝酸の各所望割合が脱窒されるように前記窒素含有水に対して前記流れ方向の略全域に亘って気体を供給する散気手段と、

前記窒素含有水の流れ方向における所定位置に設けられ、前記所定位置において前記硝酸の所望割合が脱窒されているか否かという脱窒状態を確認する脱窒確認手段と、

前記脱窒確認手段により確認された前記脱窒状態に基づいて、前記所定位置において前記硝酸の所望割合が脱窒されるように、前記窒素含有水の流れ方向に沿って前記脱窒確認手段より少なくとも上流側における前記散気手段による気体の供給量を制御することにより、前記反応槽内における前記所定位置よりも上流側の硝化反応及び脱窒反応を制御する気体供給量制御手段と、

を備えることを特徴とする排水の処理装置。

【請求項 2】

前記反応槽は、前記窒素含有水の流れ方向に沿った上流側区間と、前記上流側区間の前記窒素含有水の流れ方向に沿った下流側に後続する下流側区間とに区分され、

前記脱窒確認手段が設けられる前記所定位置は、前記上流側区間と前記下流側区間との間である、請求項 1 に記載の排水の処理装置。

【請求項 3】

10

20

前記気体供給量制御手段は、前記脱窒確認手段が検出した硝酸性窒素濃度の検出結果が、5.0 mg/L以下の予め設定した目標範囲となるように、前記散気手段による気体の供給量を制御する、請求項1又は請求項2に記載の排水の処理装置。

【請求項4】

前記散気手段が、時間の経過または前記窒素含有水の流れ方向に従って、硝化反応が行われる領域と脱窒反応が行われる領域とを、順次、交互、または繰り返し形成させるように気体を供給可能に構成されていることを特徴とする請求項1から請求項3のいずれか1項に記載の排水の処理装置。

【請求項5】

前記気体供給量制御手段が、硝化反応により硝化されて生じた硝酸に対する所望割合の脱窒が前記脱窒確認手段によって確認できない場合に、前記窒素含有水の流れ方向に沿って前記脱窒確認手段より少なくとも上流側における前記散気手段による気体の供給量を増減制御することを特徴とする請求項1から請求項4のいずれか1項に記載の排水の処理装置。

【請求項6】

前記脱窒確認手段が硝酸濃度を測定可能に構成された硝酸濃度測定手段であるとともに、前記硝酸の所望割合が脱窒されているか否かの確認を、硝酸濃度を測定することにより行い、前記気体供給量制御手段は、前記硝酸濃度測定手段によって測定された硝酸濃度が所定範囲内になるように、少なくとも前記窒素含有水の流れ方向に沿った前記硝酸濃度測定手段より上流側における前記散気手段からの気体の供給量を制御することを特徴とする請求項1から請求項5のいずれか1項に記載の排水の処理装置。

【請求項7】

前記気体供給量制御手段は、前記窒素含有水の流れ方向に沿って前記脱窒確認手段より少なくとも上流側において、前記散気手段を、前記散気手段からの気体供給量が略一様になるように制御することを特徴とする請求項1から請求項6のいずれか1項に記載の排水の処理装置。

【請求項8】

前記気体供給量制御手段は、前記窒素含有水の流れ方向に沿った全域において、前記散気手段を、前記散気手段からの気体の供給量が略一様になるように制御することを特徴とする請求項1から請求項7のいずれか1項に記載の排水の処理装置。

【請求項9】

前記反応槽の前段に嫌気槽が設けられていることを特徴とする請求項1から請求項8のいずれか1項に記載の排水の処理装置。

【請求項10】

硝化反応及び脱窒反応が並行して行われる反応槽内を流れる窒素含有水に対して硝化反応および脱窒反応による生物処理を行う生物処理ステップと、

前記窒素含有水の流れに従って前記窒素含有水に含まれるアンモニアが硝酸に硝化され、前記窒素含有水の流れ方向に沿った各位置で硝酸の各所望割合が脱窒されるように前記窒素含有水に対して前記流れ方向の略全域に亘って気体を供給する散気ステップと、

前記窒素含有水の流れ方向における所定位置において、前記硝酸の所望割合が脱窒されているか否かという脱窒状態を確認する脱窒確認ステップと、

前記脱窒確認ステップにおいて確認された前記脱窒状態に基づいて、前記所定位置において前記硝酸の所望割合が脱窒されるように、前記窒素含有水の流れ方向に沿った前記所定位置より少なくとも上流側における気体の供給量を制御することにより、前記反応槽内における前記所定位置よりも上流側の硝化反応及び脱窒反応を制御する気体供給量制御ステップと、

を含むことを特徴とする排水の処理方法。

【請求項11】

時間の経過または前記窒素含有水の流れ方向に従って、硝化反応が行われる領域と脱窒反応が行われる領域とを、順次、交互、または繰り返し形成させるように前記窒素含有水

10

20

30

40

50

に気体を供給することを特徴とする請求項 10 に記載の排水の処理方法。

【請求項 12】

前記脱窒確認ステップにおいて確認される硝酸の割合が前記所定位置における硝酸濃度であり、前記気体供給量制御ステップにおいて、前記脱窒確認ステップで測定された硝酸濃度が所定範囲に収まる方向に、前記所定位置より前記窒素含有水の流れ方向に沿った少なくとも上流側における気体の供給量を制御することを特徴とする請求項 10 または請求項 11 に記載の排水の処理方法。

【請求項 13】

窒素含有水の流れ方向における所定位置に設けられるとともに、前記流れ方向に従ってアンモニアが硝酸に硝化され、前記流れ方向に沿った各位置で硝酸の各所望割合が脱窒されるように前記流れ方向の略全域に亘って気体が供給される窒素含有水に対して、前記所定位置において前記硝酸の所望割合が脱窒されているか否かという脱窒状態を確認する脱窒確認手段と、

前記脱窒確認手段により確認された前記脱窒状態に基づいて、前記所定位置において前記硝酸の所望割合が脱窒されるように、前記窒素含有水の流れ方向に沿った、前記脱窒確認手段より少なくとも上流側における前記窒素含有水に供給する気体の供給量を制御することにより、前記所定位置よりも上流側の硝化反応及び脱窒反応を制御する気体供給量制御手段と、

を備えることを特徴とする排水の処理システム。

【請求項 14】

窒素含有水の流れに従って前記窒素含有水に含まれるアンモニアが硝酸に硝化され、前記窒素含有水の流れ方向に沿った各位置で硝酸の各所望割合が脱窒されるように前記窒素含有水に前記流れ方向の略全域に亘って気体を供給する散気手段に対して、

前記窒素含有水の流れ方向における所定位置に設けられ、前記所定位置において前記硝酸の所望割合が脱窒されているか否かという脱窒状態を確認する脱窒確認手段が確認した前記所定位置における前記脱窒状態に基づいて、前記所定位置において前記硝酸の所望割合が脱窒されるように前記窒素含有水の流れ方向に沿った前記脱窒確認手段より少なくとも上流側における気体の供給量を制御することにより、前記所定位置よりも上流側の硝化反応及び脱窒反応を制御する

ことを特徴とする制御装置。

【請求項 15】

窒素含有水に対する気体供給量を制御する制御装置による制御方法において、

前記窒素含有水の流れ方向における所定位置で、前記流れ方向に従って前記窒素含有水に含まれるアンモニアが硝酸に硝化され、前記流れ方向に沿った各位置で硝酸の各所望割合が脱窒されるように前記流れ方向の略全域に亘って気体が供給される窒素含有水に対して、前記硝酸の所望割合が脱窒されているか否かという脱窒状態を確認する脱窒確認ステップと、

前記脱窒確認ステップにおいて確認された前記脱窒状態に基づいて、前記所定位置において前記硝酸の所望割合が脱窒されるように、前記窒素含有水の流れ方向に沿った前記所定位置より少なくとも上流側における前記窒素含有水に供給する気体の供給量を制御することにより、前記所定位置よりも上流側の硝化反応及び脱窒反応を制御する気体供給量制御ステップと、

を含むことを特徴とする制御方法。

【請求項 16】

前記窒素含有水の流れ方向における所定位置で、前記流れ方向に従って前記窒素含有水に含まれるアンモニアが硝酸に硝化され、前記流れ方向に沿った各位置で硝酸の各所望割合が脱窒されるように前記流れ方向の略全域に亘って気体が供給される窒素含有水に対して、前記硝酸の所望割合が脱窒されているか否かという脱窒状態を確認する脱窒確認ステップと、

前記脱窒確認ステップにおいて確認された前記脱窒状態に基づいて、前記所定位置にお

10

20

30

40

50

いて前記硝酸の所望割合が脱窒されるように、前記窒素含有水の流れ方向に沿った前記所定位置より少なくとも上流側における前記窒素含有水に供給する気体の供給量を制御することにより、前記所定位置よりも上流側の硝化反応及び脱窒反応を制御する気体供給量制御ステップと、

をコンピュータに実行させることを特徴とするプログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、好気槽における曝気風量を制御する排水の処理装置、排水の処理方法、および排水の処理システム、並びに制御装置、制御方法、およびプログラムに関する。

10

【背景技術】

【0002】

従来、生活排水または工場排水等の下水を処理する下水処理システムとして、標準活性汚泥法によるものや散水ろ床法によるものなど、様々な下水処理システムが実用化されている。

【0003】

標準活性汚泥法による下水処理システムにおいては、反応槽内に処理対象の下水を流入させつつ、この反応槽内に存在する多種類の好気性微生物に対して酸素を供給する曝気処理を行う。これによって、反応槽内の下水中に含まれる有機物は、好気性微生物の作用によって分解され、安定した処理水質が得られる。

20

【0004】

反応槽内での曝気処理においては、曝気を行う散気装置に対して、流入水比例制御や、DO（溶存酸素）制御またはアンモニア制御（特許文献1参照）が行われる。流入水比例制御は、反応槽の流入側に設置された流量計を用いて、反応槽に流入する流入水量に比例した量の空気を散気装置に供給する制御である。DO制御は、反応槽の流出側の末端に設置した溶存酸素計（DO計）を用いて溶存酸素濃度を計測し、この溶存酸素濃度を所定の濃度に維持するように散気装置に空気を供給する制御である。アンモニア制御は、反応槽の流出側の末端に設置したアンモニア計を用いて、反応槽の末端におけるアンモニア性窒素（ $\text{NH}_4\text{-N}$ ）を所定の濃度に維持するように散気装置に空気を供給する制御である。

【先行技術文献】

30

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2005-199116号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかしながら、上述した各種制御においては、次のような問題があった。すなわち、流入水比例制御においては、窒素を含有する流入水の有機物負荷やアンモニア負荷が変わって水質が変動するため、流入水量に比例させて空気量を制御すると、空気量の過不足が生じてしまう。また、DO制御においては、窒素を含有する流入水の有機物負荷やアンモニア負荷が変化し、これらの負荷が低下した時には空気量が過剰になりやすく、反対に、負荷が上昇した時には空気量が不足しやすくなる。さらに、アンモニア制御においては、窒素を含有する流入水のアンモニア負荷に応じて適切な量の空気を散気装置に供給できる反面、アンモニア制御を行う前段階での脱窒処理の制御を行うことが困難であった。

40

【0007】

本発明は、上記に鑑みてなされたものであって、その目的は、曝気を行う反応槽に流入する窒素含有水の負荷に応じて気体供給量（曝気量）を適切に制御することによって、反応槽に適正量の酸素を供給することができるとともに、脱窒処理を適切に制御することができ、窒素除去率を向上させて処理水質を改善させることができる排水の処理装置、排水の処理方法、および排水の処理システム、並びに制御装置、制御方法、およびプログラム

50

を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0008】

上述した課題を解決し、上記目的を達成するために、本発明に係る排水の処理装置は、反応槽内において窒素含有水の流れに従って窒素含有水が含有するアンモニアが硝酸に硝化され、窒素含有水の流れ方向に沿った各位置で硝酸の各所望割合が脱窒されるように窒素含有水に対して流れ方向の略全域に亘って気体を供給する散気手段と、窒素含有水の流れ方向における所定位置に設けられ、所定位置で生じた硝酸の所望割合が脱窒されているか否かを確認する脱窒確認手段と、脱窒確認手段により確認された所定位置で硝化されて生じた硝酸の割合に応じて、硝酸の所望割合が脱窒されるように、窒素含有水の流れ方向

10

【0009】

本発明に係る排水の処理装置は、上記の発明において、散気手段が、時間の経過または窒素含有水の流れ方向に従って、硝化反応が行われる領域と脱窒反応が行われる領域とを、順次、交互、または繰り返し形成させるように気体を供給可能に構成されていることを特徴とする。

【0010】

本発明に係る排水の処理装置は、上記の発明において、気体供給量制御手段が、硝化反応により硝化されて生じた硝酸に対する所望割合の脱窒が脱窒確認手段によって確認できない場合に、窒素含有水の流れ方向に沿って脱窒確認手段より少なくとも上流側における散気手段による気体の供給量を増減制御することを特徴とする。

20

【0011】

本発明に係る排水の処理装置は、上記の発明において、脱窒確認手段が硝酸濃度を測定可能に構成された硝酸濃度測定手段であるとともに、硝酸の所望割合が脱窒されているか否かの確認を、硝酸濃度を測定することにより行い、気体供給量制御手段は、硝酸濃度測定手段によって測定された硝酸濃度が所定範囲内になるように、少なくとも窒素含有水の流れ方向に沿った硝酸濃度測定手段より上流側における散気手段からの気体の供給量を制御することを特徴とする。

【0012】

30

本発明に係る排水の処理装置は、上記の発明において、脱窒確認手段がアンモニア性窒素を測定可能に構成されたアンモニア性窒素測定手段であるとともに、アンモニア性窒素の所望割合が脱窒されているか否かの確認を、アンモニア性窒素濃度を測定することにより行い、気体供給量制御手段は、アンモニア性窒素測定手段によって測定された硝酸濃度が所定範囲内になるように、少なくとも窒素含有水の流れ方向に沿ったアンモニア性窒素測定手段より上流側における散気手段からの気体の供給量を制御することを特徴とする。

【0013】

本発明に係る排水の処理装置は、上記の発明において、気体供給量制御手段は、窒素含有水の流れ方向に沿って脱窒確認手段より少なくとも上流側において、散気手段を、散気手段からの気体供給量が略一様になるように制御することを特徴とする。

40

【0014】

本発明に係る排水の処理装置は、気体供給量制御手段は、窒素含有水の流れ方向に沿った全域において、散気手段を、散気手段からの気体の供給量が略一様になるように制御することを特徴とする。

【0015】

本発明に係る排水の処理装置は、上記の発明において、反応槽の前段に嫌気槽が設けられていることを特徴とする。

【0016】

本発明に係る排水の処理方法は、反応槽内を流れる窒素含有水に対して硝化反応および

50

脱窒反応による生物処理を行う生物処理ステップと、窒素含有水の流れに従って窒素含有水に含まれるアンモニアが硝酸に硝化され、窒素含有水の流れ方向に沿った各位置で硝酸の各所望割合が脱窒されるように窒素含有水に対して流れ方向の略全域に亘って気体を供給する散気ステップと、窒素含有水の流れ方向における所定位置で生じた硝酸の所望割合が脱窒されているか否かを確認する脱窒確認ステップと、脱窒確認ステップにおいて確認された所定位置で硝化されて生じた硝酸の割合に応じて、硝酸の所望割合が脱窒されるように、窒素含有水の流れ方向に沿った所定位置より少なくとも上流側における気体の供給量を制御する気体供給量制御ステップと、を含むことを特徴とする。

【0017】

本発明に係る排水の処理方法は、上記の発明において、時間の経過または窒素含有水の流れ方向に従って、硝化反応が行われる領域と脱窒反応が行われる領域とを、順次、交互、または繰り返し形成させるように窒素含有水に気体を供給することを特徴とする。

10

【0018】

本発明に係る排水の処理方法は、上記の発明において、脱窒確認ステップにおいて確認される硝酸の割合が所定位置における硝酸濃度であり、気体供給量制御ステップにおいて、脱窒確認ステップで測定された硝酸濃度が所定範囲に収まる方向に、所定位置より窒素含有水の流れ方向に沿った少なくとも上流側における気体の供給量を制御することを特徴とする。

【0019】

本発明に係る排水の処理システムは、窒素含有水の流れ方向における所定位置に設けられるとともに、流れ方向に従ってアンモニアが硝酸に硝化され、流れ方向に沿った各位置で硝酸の各所望割合が脱窒されるように流れ方向の略全域に亘って気体が供給される窒素含有水に対して、所定位置で生じた硝酸の所望割合が脱窒されているか否かを確認する脱窒確認手段と、脱窒確認手段により確認された所定位置で硝化されて生じた硝酸の割合に応じて、硝酸の所望割合が脱窒されるように、窒素含有水の流れ方向に沿った脱窒確認手段より少なくとも上流側における窒素含有水に供給する気体の供給量を制御する気体供給量制御手段と、を備えることを特徴とする。

20

【0020】

本発明に係る制御装置は、窒素含有水の流れに従って窒素含有水に含まれるアンモニアが硝酸に硝化され、窒素含有水の流れ方向に沿った各位置で硝酸の各所望割合が脱窒されるように窒素含有水に流れ方向の略全域に亘って気体を供給する散気手段に対して、窒素含有水の流れ方向における所定位置で生じた硝酸の所望割合が脱窒されているか否かを確認する脱窒確認手段が確認した所定位置で硝化されて生じた硝酸の割合に応じて、硝酸の所望割合が脱窒されるように窒素含有水の流れ方向に沿った脱窒確認手段より少なくとも上流側における気体の供給量を制御することを特徴とする。

30

【0021】

本発明に係る制御方法は、窒素含有水に対する気体供給量を制御する制御装置による制御方法において、窒素含有水の流れ方向における所定位置において、流れ方向に従ってアンモニアが硝酸に硝化され、流れ方向に沿った各位置で硝酸の各所望割合が脱窒されるように流れ方向の略全域に亘って気体が供給される窒素含有水に対して、脱窒確認手段により所定位置で生じた硝酸の所望割合が脱窒されているか否かを確認する脱窒確認ステップと、脱窒確認ステップにおいて確認された所定位置で硝化されて生じた硝酸の割合に応じて、硝酸の所望割合が脱窒されるように、窒素含有水の流れ方向に沿った所定位置より少なくとも上流側における窒素含有水に供給する気体の供給量を制御する気体供給量制御ステップと、を含むことを特徴とする。

40

【0022】

本発明に係るプログラムは、窒素含有水の流れ方向における所定位置で、流れ方向に従ってアンモニアが硝酸に硝化され、流れ方向に沿った各位置で硝酸の各所望割合が脱窒されるように流れ方向の略全域に亘って気体が供給される窒素含有水に対して、所定位置で生じた硝酸の所望割合が脱窒されているか否かを確認する脱窒確認ステップと、脱窒確認

50

ステップにおいて確認された所定位置で硝化されて生じた硝酸の割合に応じて、硝酸の所望割合が脱窒されるように、窒素含有水の流れ方向に沿った所定位置より少なくとも上流側における窒素含有水に供給する気体の供給量を制御する気体供給量制御ステップと、をコンピュータに実行させることを特徴とする。

【発明の効果】

【0023】

本発明に係る排水の処理装置、排水の処理方法、および排水の処理システム、並びに制御装置、制御方法、およびプログラムによれば、曝気を行う反応槽に流入する窒素含有水の負荷に応じて気体供給量を適切に制御することができ、反応槽に適量の酸素を供給することができるとともに、脱窒処理を適切に制御することができ、窒素除去率を向上させて処理水質を改善させることが可能となる。

10

【図面の簡単な説明】

【0024】

【図1】図1は、本発明の第1の実施形態による排水処理装置を示す構成図である。

【図2A】図2Aは、本発明の第1の実施形態による排水処理装置における反応槽を示す平面図である。

【図2B】図2Bは、本発明の第1の実施形態による排水処理装置における反応槽の他の変形例を示す平面図である。

【図3】図3は、反応槽内の被処理水の流れに沿って測定した、 $\text{NH}_4\text{-N}$ 、 $\text{NO}_2\text{-N}$ 、および $\text{NO}_3\text{-N}$ のそれぞれの窒素濃度、および全窒素濃度を示すグラフである。

20

【図4】図4は、本発明の第1の実施形態による排水の処理方法を示すフローチャートである。

【図5】図5は、本発明の第2の実施形態による排水処理装置を示す構成図である。

【図6】図6は、本発明の第3の実施形態による反応槽を示す斜視透視図である。

【図7A】図7Aは、図6に示す反応槽におけるA-A線に沿った断面図である。

【図7B】図7Bは、図6に示す反応槽におけるB-B線に沿った断面図である。

【図8A】図8Aは、本発明の実施形態による反応槽の他の変形例を示す構成図である。

【図8B】図8Bは、本発明の実施形態による反応槽の他の変形例を示す構成図である。

【図8C】図8Cは、本発明の実施形態による反応槽の他の変形例を示す構成図である。

【図8D】図8Dは、図8Cに示す反応槽における散気部の時間経過に伴う曝気のタイミングを示すタイミング図である。

30

【図8E】図8Eは、本発明の実施形態による反応槽の他の変形例を示す構成図である。

【図8F】図8Fは、図8Eに示す反応槽に浮遊させる微生物を担持した担体の断面模式図である。

【図9A】図9Aは、図6に示す反応槽に一对のDO計を設置した場合における設置位置での断面図である。

【図9B】図9Bは、脱窒速度および硝化速度の溶存酸素濃度依存性を示すグラフである。

【図10A】図10Aは、図6に示す反応槽に一对のORP計を設置した場合における設置位置での断面図である。

40

【図10B】図10Bは、脱窒速度および硝化速度の酸化還元電位依存性を示すグラフである。

【図11A】図11Aは、図5に示す排水処理装置においてアンモニア計を設置した場合を示す構成図である。

【図11B】図11Bは、目標硝化速度および測定硝化速度を説明するための反応槽内の被処理水の流れに沿って測定した、 $\text{NH}_4\text{-N}$ 、 $\text{NO}_2\text{-N}$ 、および $\text{NO}_3\text{-N}$ のそれぞれの窒素濃度、および全窒素濃度を示すグラフである。

【発明を実施するための形態】

【0025】

以下、本発明の実施形態について図面を参照しつつ説明する。なお、以下の実施形態の

50

全図においては、同一または対応する部分には同一の符号を付す。また、本発明は以下に説明する実施形態によって限定されるものではない。

【0026】

(第1の実施形態)

(排水処理装置の構成)

まず、本発明の第1の実施形態による制御装置を含む排水の処理装置の構成について説明する。図1は、本発明の第1の実施形態である排水処理装置の構成を示す模式図である。図1に示すように、本発明の第1の実施形態である排水処理装置は、最初沈殿池1、順次連通した複数段の好気槽2a、2b、2c、2d(第1槽～第4槽)からなる反応槽2、固液分離槽3、汚泥返送経路5、および制御部9を備える。

10

【0027】

最初沈殿池1には、窒素含有原水(以下、原水)が流入する。最初沈殿池1においては、原水を緩やかに流水させて、比較的粒子の小さいゴミなどを沈殿させる。

【0028】

反応槽2には、最初沈殿池1から流出した窒素含有水である被処理水が流入する。この反応槽2を構成する複数段の好気槽2a～2dは、被処理水の流れ方向に沿って配列されている。ここで、反応槽2における被処理水の流入側においては、BOD酸化領域が生じている場合もある。そして、好気槽2a～2dはそれぞれ、散気手段としての散気部6a、6b、6c、6dを備える。散気部6a～6dは、ブロー8が供給する空気などの気体を用いて、それぞれの好気槽2a～2d内に散気を行い、貯留されている活性汚泥を曝気する。それぞれの好気槽2a～2dにおいては、主に、好気条件下で被処理水中に含まれるアンモニア性窒素が亜硝酸性窒素および硝酸性窒素に硝化される。それぞれの散気部6a～6dが設けられた好気槽2a～2dは、直線的に配列しても良く、反応槽2の一例を示す平面図である図2Aに示すように、途中で折り返して配列した迂回水路としても良い。

20

【0029】

また、図1に示すように、散気部6a～6dにはそれぞれ、制御装置を構成する気体供給量制御手段の一部としての気体供給量制御部10a、10b、10c、10dが設けられている。気体供給量制御部10a～10dはそれぞれ、空気流量制御弁などから構成され、制御装置を構成する気体供給量制御手段の一部としての制御部9からの制御信号に従って、それぞれの好気槽2a～2dにおける散気部6a～6dからの気体供給量をそれぞれ一様または個別に制御する。

30

【0030】

制御装置としての制御部9は、例えばCPU、ROMやRAMなどの記憶媒体、およびハードディスクなどの記録媒体を有して構成されるコンピュータ(PC)などからなる。制御部9においては、記録媒体に後述する排水の処理方法や制御方法を実行可能な所定のプログラムが格納されている。制御部9は、後述するように、入力された硝酸濃度の計測値データなどの確認信号にตอบสนองして、格納されたプログラムに従って制御信号を出力することで、気体供給量制御部10a～10dを制御して散気部6a～6dからの気体供給量を制御する。

40

【0031】

また、反応槽2における被処理水の流れに沿った所望の位置には、硝酸計7が備えられている。この脱窒確認手段としての硝酸計7は、脱窒を制御する所望の位置における被処理水の硝酸濃度を測定する硝酸濃度測定手段である。この第1の実施形態において、硝酸計7は、例えば反応槽2のほぼ中間位置である好気槽2cの流入位置に設置する。ここで、硝酸計7の設置位置としては、所望の位置に設定可能であり、後述するように脱窒反応の制御に用いることから、脱窒反応により除去したい窒素量を確保できる位置より下流側、かつ、反応槽2の内部において硝化反応を十分に行うことができる位置より上流側が望ましい。さらには、硝酸計7の設置位置は、あらかじめ測定した全窒素濃度、硝酸性窒素、亜硝酸性窒素、およびアンモニア性窒素のそれぞれの濃度に関する反応槽2の位置依存

50

性に基づいて決定可能である。そして、制御部 9、気体供給量制御部 10、および硝酸計 7 によって、排水の処理システムが構成されている。

【0032】

なお、本明細書において硝酸とは、硝酸 (HNO_3)、亜硝酸 (HNO_2)、硝酸性窒素 (NO_3-N)、亜硝酸性窒素 (NO_2-N)、硝酸性窒素と亜硝酸性窒素との集合、および硝酸と亜硝酸とをともに示す NO_x を含む概念である。また、本明細書においてアンモニアとは、アンモニアおよびアンモニア性窒素を含む概念である。すなわち、本明細書において硝酸濃度は、硝酸、亜硝酸、硝酸性窒素、亜硝酸性窒素、硝酸性窒素と亜硝酸性窒素との集合、および硝酸と亜硝酸とをともに示す NO_x の、いずれの濃度であってもよく、アンモニア濃度は、アンモニア (NH_3) およびアンモニア性窒素 (NH_4-N) のいずれの濃度であっても良い。

10

【0033】

また、反応槽 2 を構成する複数段の好気槽 2 a ~ 2 d が図 2 A に示すように折り返して配列されている場合においても、硝酸計 7 は反応槽 2 の被処理水の流れに沿った所望の位置、例えば好気槽 2 c の流入位置などに設けられる。なお、硝酸計 7 の設置位置に関する詳細については後述する。

【0034】

そして、図 1 に示すように、硝酸計 7 は、測定した硝酸濃度の値を制御部 9 に供給する。測定された硝酸濃度の値が供給された制御部 9 は、気体供給量制御部 10 a ~ 10 d に制御信号を供給し、硝酸濃度の値に基づいて、散気部 6 a ~ 6 d による気体供給量を制御する。すなわち、制御部 9 および気体供給量制御部 10 a ~ 10 d によって、制御装置である気体供給量制御手段が構成される。なお、硝酸計 7 の設置位置および制御部 9 による制御の詳細については後述する。

20

【0035】

固液分離槽 3 には、最下流の好気槽 2 d から流出した被処理水が流入する。固液分離槽 3 においては、被処理水が分離液 4 a と活性汚泥 4 b とに分離する。固液分離槽 3 の側壁には、配管 (図示せず) が接続されており、この配管を介して分離液 4 a が消毒処理過程に送られるように構成されている。また、固液分離槽 3 の底部には、汚泥返送経路 5 が接続されており、固液分離槽 3 の底部に堆積した活性汚泥 4 b を好気槽 2 a に返送できるように構成されている。これにより、好気槽 2 a および下流側の好気槽 2 b, 2 c, 2 d 内の生物量を所定量に維持することができる。

30

【0036】

(排水の処理方法における気体供給量制御)

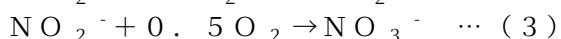
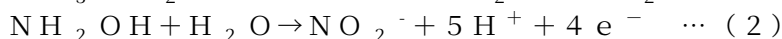
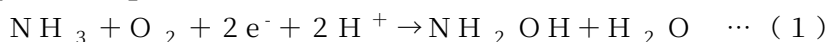
次に、好気槽 2 a ~ 2 d において行われる排水の処理方法、およびこれに伴う制御方法並びに制御部 9 が実行するプログラムによる気体供給量制御について説明する。図 4 は、この第 1 の実施形態による処理方法を示すフローチャートである。

【0037】

この好気槽 2 a ~ 2 d において行われる排水の処理方法においては、まず、図 1 に示す最初沈殿池 1 からの被処理水が、好気槽 2 a から好気槽 2 d に順次送られる。それぞれの好気槽 2 a ~ 2 d においては、好気性条件下で活性汚泥中の好気性微生物である硝化菌により、被処理水中のアンモニア性窒素 (NH_4-N) が、下記の反応式 (1) ~ (3) のように、亜硝酸性窒素 (NO_2-N) や硝酸性窒素 (NO_3-N) に硝化される (図 4 中、ステップ S T 1 およびステップ S T 2)。

40

【0038】



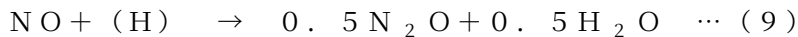
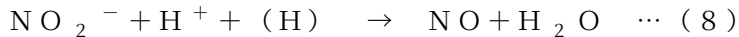
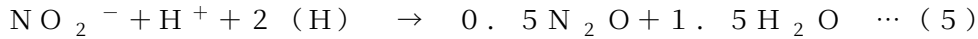
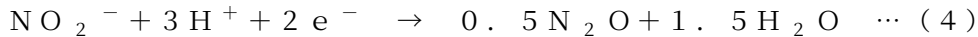
【0039】

一方、反応槽 2 における被処理水中の酸素量が少ない領域や場合によって硝化槽などにおいても、酸素量が少ない領域において脱窒菌による脱窒反応 (嫌気反応) が発生する。

50

そのため、この脱窒反応を生じる領域（脱窒反応領域）に十分な炭素源を供給すれば、脱窒反応も十分に進行させることができる。その結果、反応槽 2 において、部分的に脱窒反応が行われる領域が発生する。これにより、下記の反応式（４）～（１０）のように、硝化が不十分であることによって発生した亜酸化窒素（ N_2O ）ガスを分解したり、亜酸化窒素を発生させることなく亜硝酸を還元したりして、窒素と二酸化炭素とに分解させて、窒素除去を行うことができる。

【００４０】



【００４１】

ここで、本発明者は、このような脱窒反応と硝化反応とが並行して進行する場合について、反応槽 2 における好気槽 2 a の流入側から好気槽 2 d の流出側の方向、すなわち被処理水の流れの方向に沿って、複数の位置での、アンモニア性窒素（ $\text{NH}_4\text{-N}$ ）、亜硝酸性窒素（ $\text{NO}_2\text{-N}$ ）、および硝酸性窒素（ $\text{NO}_3\text{-N}$ ）におけるそれぞれの窒素濃度と、これらを合計した全窒素濃度とを測定した。図 3 は、 $\text{NH}_4\text{-N}$ 、 $\text{NO}_2\text{-N}$ 、および $\text{NO}_3\text{-N}$ の窒素濃度および全窒素濃度を、反応槽 2 の位置によって測定した結果を示すグラフである。

【００４２】

図 3 に示すように、反応槽 2 の比較的前半側である好気槽 2 a の流入側から好気槽 2 b の流出側の位置までは、被処理水の流れに従って、 $\text{NO}_2\text{-N}$ および $\text{NO}_3\text{-N}$ の窒素濃度があまり増加せず、全窒素濃度が減少する。これは、反応槽 2 の上流側の好気槽 2 a、2 b において、硝化反応領域と脱窒反応領域とが存在し、硝化反応領域における硝化処理と脱窒反応領域における脱窒処理とが同時に進行して、窒素除去率が向上しているためと考えられる。また、反応槽 2 における比較的后半側である好気槽 2 c の流入側から好気槽 2 d の流出側の位置までは、 $\text{NO}_2\text{-N}$ および $\text{NO}_3\text{-N}$ の窒素濃度が増加している。すなわち、本発明者は、反応槽 2 の下流側の好気槽 2 c、2 d においては、脱窒反応が継続して進行しているとともに、硝化反応が急速に進行していると考えた。そこで、本発明者は、まず、硝酸計 7 を反応槽 2 における窒素濃度が減少する所望の位置に設置して、この位置における硝酸濃度に基づいて、硝酸計 7 より少なくとも上流側における気体の供給量を略一様または個別に制御すれば、硝酸計 7 より上流側で発生している脱窒反応および硝化反応とともに制御可能になることを想起した。

【００４３】

具体的に本発明者は、被処理水が反応槽 2 内を流下するに従って、散気部 6 a～6 d によって被処理水に含まれるアンモニア（ NH_4 ）が徐々に硝酸（亜硝酸性窒素（ $\text{NO}_2\text{-N}$ ）および硝酸性窒素（ $\text{NO}_3\text{-N}$ ））に硝化されるように、反応槽 2 内における被処理水に対して、その流れ方向の略全体に亘って気体を供給することによって、反応槽 2 内における被処理水の流れ方向における各位置で硝化されて生じた硝酸の各所望割合が脱窒できることを知見した。これにより、本発明者は、硝酸計 7 を所望位置に設置して、硝酸計 7 により計測される計測値が所定範囲に収まるように、少なくとも硝酸計 7 より上流側の散気部 6 からの気体供給量を一様または個別に制御することによって、硝酸計 7 より上流側の脱窒反応および硝化反応を制御できることを知見した。

【００４４】

そこで、本発明においては、まず、制御部 9 は、好気槽 2 c の流入側に設置した硝酸計 7 による硝酸濃度の測定をモニタリングするとともに、被処理水の流れ方向に沿って少なくとも硝酸計 7 より上流側の気体供給量制御部 10 a、10 b を制御する。そして、本発

10

20

30

40

50

明においてはさらに、気体供給量制御部10a～10dによって反応槽2における気体供給量、すなわちそれぞれの好気槽2a～2dの気体供給量を調整する。この場合、反応槽2における脱窒反応を制御することを考慮すると、硝酸計7は、脱窒反応および硝化反応が共存する領域のうちの脱窒反応の制御を所望する位置、例えば、硝化反応による硝酸の発生を抑制しつつ脱窒反応を進行させる必要のある反応槽2における領域の最下流側の近傍に設置することが望ましい。

【0045】

そこで、この第1の実施形態においては、硝酸計7を好気槽2cの流入側に設置するのが望ましい。そして、この硝酸計7によって測定される NO_2-N および NO_3-N の合計の硝酸濃度があらかじめ設定した目標範囲になるように、制御部9が、被処理水の流れ方向に沿って硝酸計7より上流側の少なくとも気体供給量制御部10a、10bを制御する。なお、必要に応じて制御部9は、気体供給量制御部10c、10dに制御信号を供給する。これにより、制御部9は、それぞれの好気槽2a、2b、さらには好気槽2c、2dにおける気体供給量をそれぞれ個別または略一様に制御する。そして、硝酸計7によって硝化反応により硝化されて生じた硝酸に対する所望割合の脱窒が確認できない場合に、被処理水の流れ方向に沿った硝酸計7より少なくとも上流側の散気部6a、6bによる気体の供給量を個別または一様に増減制御する。そして、制御部9によって気体供給量を制御することによって、反応槽2内の硝酸計7より上流側における被処理水において、硝化反応を抑制しつつ脱窒反応を進行させることができる。硝酸計7より下流側においては、被処理水の最上流側から下流側への流れに沿って被処理水中の溶存酸素量が増加するので、脱窒反応が進行しつつも被処理水はより好気条件となって硝化反応が急速に進行して、アンモニア(NH_4)が急速に減少するとともに、硝酸(亜硝酸性窒素(NO_2-N)および硝酸性窒素(NO_3-N))の濃度が急速に増加する。なお、気体供給量の制御においては、後述するように曝気を連続的に行っても、気体供給量を0とした曝気の停止制御を含んで間欠的に行っても良い。

【0046】

具体的には、硝酸計7が、好気槽2cの流入側における NO_2-N および NO_3-N の合計の硝酸濃度を測定する(図4中、ステップST3)。硝酸計7は、硝酸濃度の計測値を制御部9に供給する。制御部9は、供給された硝酸濃度の値が所定範囲内であるか否か、すなわち例えば 5.0mg/L 以下などのあらかじめ設定した目標範囲(設定目標範囲)内であるか否かを判断する(図4中、ステップST4)。

【0047】

ここで、本発明者の知見によれば、反応槽2内の硝酸濃度が 5.0mg/L を超えると硝酸化が急激に進行してしまい、空気量を低減しても反応槽2の内部の状況を制御することが困難になるため、設定目標範囲は 5.0mg/L 以下であることが好ましい。そして、供給された硝酸濃度の計測値が設定目標範囲内である場合(図4中、ステップST4: Yes)には、制御部9は、硝酸計7による硝酸濃度のモニタリングを継続する(図4中、ステップST3)。なお、この設定目標範囲については、反応槽2の形状、寸法などの設計に応じて反応槽ごとに最適な設定目標範囲が設定される。

【0048】

他方、制御部9は、硝酸計7から供給された硝酸濃度の計測値が設定目標範囲未満、すなわち設定目標範囲の下限未満であると判断する(図4中、ステップST4: No)と、気体供給量制御部10a～10dに制御信号を供給して、少なくとも好気槽2a、2bにおける硝酸濃度を増加させるように、少なくとも散気部6a、6bからの気体供給量を増加させる制御を行う(図4中、ステップST5)。このとき、好気槽2c、2dにおいては、散気部6c、6dによる気体供給量を、散気部6a、6bと同様に増加させる制御を行っても、変化させない制御を行っても良い。

【0049】

一方、硝酸計7から供給された硝酸濃度の値が設定目標範囲を超えた場合、すなわち設定目標範囲の上限を超えた場合にも、制御部9は、硝酸濃度の計測値が設定目標範囲外で

10

20

30

40

50

あると判断し（図4中、ステップST4：No）、気体供給量制御部10a～10dに制御信号を供給して、少なくとも好気槽2a，2bにおける硝酸濃度を低下させるように、少なくとも散気部6a，6bによる気体供給量を減少させる制御を行う（図4中、ステップST5）。このとき、好気槽2c，2dにおいては、制御部9は、散気部6c，6dによる気体供給量を、散気部6a，6bと同様に減少させる制御を行っても、変化させない制御を行っても良い。

【0050】

すなわち、上述した散気部6a～6dの制御においては、散気部6a～6dからの気体供給量を一樣に増減させたり、散気部6a，6bからの気体供給量を増減させつつ散気部6c，6dからの気体供給量を一定に維持させたりすることが可能である。なお、硝酸計7の設置位置に応じて、増減制御を行う必要のある散気部6が選択される。具体的には、硝酸計7を好気槽2aの下流側または好気槽2bの上流側に設置した場合においては、制御部9は、少なくとも気体供給量制御部10aにより、散気部6aからの気体供給量を制御する。反対に、硝酸計7を好気槽2cの下流側または好気槽2dの上流側に設置した場合には、制御部9は、少なくとも気体供給量制御部10a～10cにより、散気部6a～6cからのそれぞれの気体供給量を制御する。なお、これらの気体供給量の制御において、制御部9は、それぞれの散気部6a～6dに対して、それぞれの気体供給量制御部10a～10dごとの独立した制御を行っても良く、互いに同一の制御を行っても良く、散気部6a，6b，6c，6dにおいて複数の散気部を適宜選択して集団化させ、この集団ごとに独立して制御を行っても良い。

【0051】

このように、制御部9がそれぞれの気体供給量制御部10a～10dに制御信号を供給して、それぞれの散気部6a～6dにおける気体供給量を制御することにより、好気槽2a，2b内において、脱窒反応と硝化反応とを適切に共存させて、反応槽2の内部において脱窒反応の生成を制御することが可能となる。また、制御部9が気体供給量を最適に制御していることにより、散気部6a～6dによる気体供給量を必要十分な量に制御することができ、プロア8の消費電力量を削減して、排水処理における消費電力を削減することも可能となる。

【0052】

以上説明した本発明の第1の実施形態によれば、反応槽2を構成する複数の好気槽2a～2dにおいて、反応槽2における被処理水の流れ方向に沿った所望の位置、例えば反応槽2の中間の位置である好気槽2cの流入部側に硝酸計7を設置し、この硝酸計7による硝酸濃度の測定に基づいて、硝酸濃度が所定範囲に収まるように、少なくとも散気部6a，6b，必要に応じて散気部6a～6dによって、好気槽2a～2dにおける気体供給量を制御している。これにより、主に反応槽2の比較的前半側である好気槽2a，2bにおいて行われる脱窒反応を硝化反応とともに制御することができ、窒素除去率を向上させることができるとともに、被処理水の有機物負荷や窒素負荷に応じて反応槽2に適正な量の酸素を供給することができる。また、反応槽2と同形状の別の反応槽があり、同条件で排水の流入、返送汚泥の返送がある場合、その別の反応槽も反応槽2と同条件で気体供給量の制御をして、適正な量の酸素を供給することができる。

【0053】

（第1の実施形態の変形例1）

また、この第1の実施形態においては、反応槽2を4槽の好気槽2a～2dから構成したが、この反応槽2を被処理水の流れが生じる単一槽とすることも可能である。図2Bは、第1の実施形態の変形例1としての、反応槽2を単一槽から構成した場合の平面図である。図2Bに示すように、散気手段としては、複数の散気部6a～6dの代わりに単体の散気部6から構成しても良い。この場合においても、硝酸計7は、被処理水の流れ方向に沿って、脱窒反応を制御する必要がある領域の最下流側の所望の位置に設けられるが、ここでは反応槽2の被処理水の流れ方向に沿ったほぼ中間の位置に設けられる。なお、散気手段を単体の散気部6から構成した場合であっても、散気部6における反応槽2内の気

体の供給部分ごとに気体供給量を制御可能に構成しても良い。また、反応槽 2 を単一槽とした場合においても、散気手段を、上述した第 1 の実施形態と同様に複数の散気部から構成してもよい。そして、反応槽 2 を単一槽とし、散気手段を複数の散気部から構成する場合においても、複数の散気部を互いに独立して制御しても、互いに同一に制御しても良い。

【0054】

(第 2 の実施形態)

次に、本発明の第 2 の実施形態による制御装置を備えた排水の処理装置について説明する。図 5 は、この第 2 の実施形態による排水の処理装置を示す構成図である。

【0055】

図 5 に示すように、この第 2 の実施形態による排水の処理装置においては、第 1 の実施形態と異なり、反応槽 2 は、複数段の好気槽ではなく単一の好気槽である硝化脱窒反応槽から構成されている。また、この反応槽 2 の被処理水の流れ方向において所望の位置、すなわち、より上流側の被処理水中の脱窒反応を制御するための所定位置に硝酸計 7 が設置されている。硝酸計 7 は、この所定位置における硝酸濃度を測定して測定結果を制御部 9 に供給する。制御部 9 は、供給された硝酸濃度に基づいて、硝酸計 7 より少なくとも上流側の散気部 6 a, 6 b の気体供給量（曝気量）を制御する。なお、制御部 9 は、反応槽 2 に亘って、散気部 6 a ~ 6 d を気体供給量が一様になるように制御することも可能であり、散気部 6 a, 6 b と散気部 6 c, 6 d とをそれぞれ個別に制御することも可能である。

【0056】

また、反応槽 2 に対して、被処理水の流れ方向に沿った前段には、嫌気槽 1 2 が設けられている。嫌気槽 1 2 は、窒素含有水である被処理水が最初沈殿池 1 を介して流入する槽である。嫌気槽 1 2 内には、外部のモータ 1 2 a により回転可能な攪拌部 1 2 b が設けられており、この攪拌部 1 2 b により、嫌気槽 1 2 内の活性汚泥が攪拌される。なお、下水処理場の構成によっては最初沈殿池 1 が設けられていない場合もあり、この場合には原水は最初に嫌気槽 1 2 に流入する。この嫌気槽 1 2 は、嫌気環境下でリン蓄積細菌の作用によって被処理水に対し脱リン処理（嫌気処理）を施すための槽である。そして、嫌気槽 1 2 においては、嫌気条件下で被処理水中に含まれる有機物が活性汚泥に取り込まれるとともに、活性汚泥中に含まれるリンが原水中に放出される。

【0057】

また、固液分離槽 3 の底部に接続された汚泥返送経路 5 によって、固液分離槽 3 の底部に堆積した活性汚泥 4 b が嫌気槽 1 2 に返送される。これにより、嫌気槽 1 2 および下流側の反応槽 2 内の生物量を所定量に維持することができる。なお、固液分離槽 3 において生成された活性汚泥 4 b の残部は余剰汚泥として外部に排出される。その他の構成については、第 1 の実施形態と同様であるので、説明を省略する。

【0058】

この第 2 の実施形態においては、単一槽からなる反応槽 2 の所望の位置に、計測した硝酸濃度を制御部 9 に供給する硝酸計 7 を設置していることにより、第 1 の実施形態と同様の効果を得ることができる。

【0059】

(第 3 の実施形態)

次に、本発明の第 3 の実施形態による制御装置を備えた排水の処理装置について説明する。図 6 は、第 3 の実施形態による排水の処理装置における嫌気槽 1 2 および反応槽 2 を示す斜視透過図である。図 6 において、以下の説明のために、嫌気槽 1 2 および反応槽 2 における図面手前側の側壁は記載していない。また、図 7 A および図 7 B はそれぞれ、図 6 における A-A 線および B-B 線に沿った反応槽の断面図である。

【0060】

図 6 に示すように、この反応槽 2 は、単一槽から構成されているとともに、被処理水の流れ方向に沿った反応槽 2 の前段には嫌気槽 1 2 が設けられている。嫌気槽 1 2 には一方の側から原水が流入され、嫌気槽 1 2 において嫌気処理された被処理水が、他方の側から

10

20

30

40

50

反応槽 2 に供給される。

【0061】

また、反応槽 2 の内部には、反応槽 2 の高さ方向に沿ったほぼ中間に板形状の散気部 6 が設けられている。散気部 6 は、反応槽 2 の長手方向である被処理水の流れ方向に沿った所定の区画ごとに、気体供給量制御部 10 によって気体の供給量を調整可能に構成されている。

【0062】

また、反応槽 2 における被処理水の流れ方向、すなわち反応槽 2 の長手方向に沿った所定位置に硝酸濃度を計測可能な硝酸計 7 が設置されている。硝酸計 7 は計測した硝酸濃度を制御部 9 に供給する。制御部 9 は、供給された硝酸濃度の計測値に応じ、所定のプログラムに従って、気体供給量制御部 10 に制御信号を供給する。気体供給量制御部 10 は、供給された制御信号に応じて、散気部 6 の全体に亘って一様になるように気体供給量を制御したり、散気部 6 の所定の区画ごとに気体供給量を制御したりする。

【0063】

また、反応槽 2 内には、その中央部分に、反応槽 2 の長手方向に沿って仕切り板 13 が設けられている。仕切り板 13 は、その厚さ方向が反応槽 2 の底面とほぼ平行になるように設置されている。換言すると、仕切り板 13 は、その面が反応槽 2 の底面に対して垂直になるように設置されている。この仕切り板 13 によって、反応槽 2 の内部は、仕切り板 13 の上方部分および下方部分が開いて部分的に仕切られた状態になっている。

【0064】

以上のように構成された反応槽 2 内において、被処理水を流しつつ散気部 6 から被処理水に気体を供給して曝気を行うと、曝気された気体は、仕切り板 13 に沿って上昇して、仕切り板 13 に仕切られた状態で反対側面に旋回する。これとともに、被処理水は、反応槽 2 の長手方向に沿って流動しているため、曝気された気体は図 6 中矢印 C のように螺旋状の旋回流を形成しながら、被処理水に溶存していく。同様にして、被処理水は反応槽 2 の長手方向の軸をほぼ中心とするような螺旋状に旋回しつつ、反応槽 2 の長手方向に沿って進行する。なお、散気部 6 からの気体供給量は、被処理水の流入量や反応槽 2 の大きさや形状などの条件に応じて適宜設定される。

【0065】

そして、硝酸計 7 が設けられた位置における A-A 線に沿った断面図である図 7 A 中の矢印 C に示すように、散気部 6 から散気される空気などの酸素を含有した気体は被処理水とともに仕切り板 13 の上方部分の間隙を通過して反対側に旋回する。また、空気の旋回に伴う被処理水は、仕切り板 13 の下方部分の間隙を通過して、散気部 6 の下方に到達する。この場合、被処理水の旋回流の流れ方向（矢印 C）に沿って、上流側の好気領域 31 と下流側の無酸素嫌気領域 32 とが共存状態となる。好気領域 31 は、好気性の硝化菌によって硝化反応が促進されて硝化領域を構成する一方で、無酸素嫌気領域 32 は、嫌気性の脱窒菌によって脱窒反応が促進されて脱窒領域を構成する。

【0066】

そして、図 7 A に示すように、反応槽 2 の長手方向に沿った上流側においては、被処理水には、図 7 A に示す位置より上流側の散気部 6 からの気体供給量に基づいた酸素が溶存している。これに対し、図 7 B に示す位置においては、さらに反応槽 2 の長手方向に沿った下流側であるため、図 7 A に示す位置に比して、溶存酸素量が多くなっている。そのため、図 7 B に示す無酸素嫌気領域 32 は、図 7 A に示す無酸素嫌気領域 32 に比して、その領域が縮小している。すなわち、被処理水は、反応槽 2 の長手方向に沿って上流側から下流側に向かって流れることから、下流に行くほど酸素との接触量が増加するので、溶存酸素が増加して好気領域 31 が拡大する。これにより、この反応槽 2 内の被処理水においては、上流側から下流側になるに従って脱窒領域は減少傾向になる。一方、硝化領域は、上流側から下流側になるに従って増加傾向になる。

【0067】

以上のことから、反応槽 2 の上流側においては、硝化反応が共存しつつも脱窒反応が促

10

20

30

40

50

進され、下流側においては脱窒反応が生じつつも硝化反応が促進される。これにより、図3に示すように、反応槽2の上流側では、硝化反応が行われてもすぐに脱窒反応が進行するため、硝酸系窒素(NO_3-N)や亜硝酸系窒素(NO_2-N)はほとんど現出しない。そして、反応槽2の下流側に進むに従って、脱窒反応によって全窒素濃度が減少しつつも、硝化反応が促進されることによって硝酸濃度が増加する。なお、その他の構成については、第1および第2の実施形態と同様であるので、説明を省略する。

【0068】

以上説明したこの第3の実施形態によれば、反応槽2の内部において、仕切り板13を設けつつ散気部6からの気体の供給によって、被処理水の旋回流を形成していることにより、硝化反応と脱窒反応とを制御良く共存させつつ、上流側において硝化反応による硝酸の現出をより効率良く抑制できるとともに、下流側において硝化反応を促進できるので、硝酸計7によって硝酸濃度を計測しつつ、この硝酸濃度が設定範囲内に納まるように散気部6を制御することにより、反応槽2における脱窒反応と硝化反応とをより正確に制御することが可能となる。

【0069】

(反応槽および散気部の変形例)

次に、上述した本発明の各実施形態における反応槽2および内部の散気部6に関する変形例について説明する。

【0070】

(変形例2)

図8Aは、変形例2による反応槽2を示す構成図である。図8Aに示すように、変形例2による反応槽2においては、第2の実施形態と同様に、反応槽2の内部に複数の散気部16a, 16b, 16cが設けられている。これらの散気部16a~16cはそれぞれ、制御部9(図8A中、図示せず)からの制御信号に基づいて、気体供給量を制御する気体供給量制御部19a, 19b, 19cにより制御される。また、第2の実施形態とは異なり、それぞれの散気部16a~16cの間は、所定間隔に隔てて設けられている。すなわち、反応槽2の全体としては気体が供給されている一方、被処理水の流れ方向に沿って局所的に、気体が供給される領域と気体が供給されない領域とが順次、交互または繰り返して形成される。これにより、反応槽2内において、好気性細菌の硝化菌と通性嫌気性の脱窒菌とを共存させつつ、それらの活動を交互に活発化させることができるので、第3の実施形態において説明した反応槽2のように、反応槽2内において、硝化反応が生じる領域と脱窒反応が生じる領域とを制御性良く形成することができる。

【0071】

(変形例3)

また、図8Bは、変形例3による反応槽2を示す構成図である。図8Bに示すように、変形例3による反応槽2においては、第2の実施形態におけると同様に、反応槽2の内部に複数の散気部26a, 26b, 26c, 26d, 26eが設けられている。そして、これらの散気部26a~26eはそれぞれ、制御部9(図8B中、図示せず)からの制御信号に基づいて、気体供給量を制御する気体供給量制御部29a, 29b, 29c, 29d, 29eにより制御される。また、第2の実施形態とは異なり、制御部9により、複数の散気部26a~26eに対して選択的に、曝気を行う散気部と曝気を行わない散気部とが設定される。なお、図8Bにおいては、散気部26a, 26c, 26eが曝気を行うとともに、散気部26b, 26dが曝気を行わないように制御される。そして、これらの散気部26a~26eのうちの曝気を行う散気部と曝気を行わない散気部とは、反応槽2内を流れる被処理水の水質性状に応じて適宜選択される。すなわち、反応槽2の全体としては気体が供給されている一方、被処理水の流れ方向に沿って局所的に、気体が供給される領域と気体が供給されない領域とが順次、交互または繰り返して形成される。これにより、反応槽2内において、好気性細菌の硝化菌と通性嫌気性の脱窒菌とを共存させつつ、それらの活動を順次、交互、または繰り返して活発化させることができるので、第3の実施形態による反応槽2と同様に、反応槽2内において、硝化反応が生じる領域と脱窒反応が生

じる領域とを制御性良く形成することができる。

【0072】

(変形例4)

また、図8Cは、変形例4による反応槽2を示す構成図である。図8Cに示すように、変形例4による反応槽2においては、第1の実施形態における変形例1と同様に、反応槽2の内部に単体の散気部36が設けられている。そして、この散気部36は、制御部9（図8C中、図示せず）からの制御信号に基づいて、気体供給量を制御する気体供給量制御部39により制御される。また、変形例3とは異なり、制御部9により、散気部36は、時間の経過に従って、順次、交互、または繰り返して曝気を行ったり曝気を行わなかったりするように制御される。

10

【0073】

図8Dは、この曝気の有無のタイミングを示すタイミングチャートの一例である。図8Dに示すように、散気部36による曝気を行う時間（図8D中、ON）と、曝気を行わない時間（図8D中、OFF）とは、反応槽2内を流れる被処理水の水質性状などの種々の条件によって適宜設定される。すなわち、反応槽2の全体としては気体が供給される一方、時間の経過に従って、被処理水に気体が供給される時間と供給されない時間とが順次、交互または繰り返して設定される。これにより、反応槽2内において、好気性細菌の硝化菌と通性嫌気性の脱窒菌とを共存させつつ、それらの活動を時間の経過に従って、順次、交互、または繰り返して活発化させることができるので、第3の実施形態において説明した反応槽2と同様に、反応槽2内において、硝化反応が生じる領域と脱窒反応が生じる領域とを制御性良く形成することができる。

20

【0074】

(変形例5)

さらに、図8Eは、変形例5による反応槽2を示す構成図である。図8Eに示すように、変形例5による反応槽2においては、変形例4と同様に反応槽2の内部に単体の散気部46が設けられている。そして、この散気部46は、制御部9（図8E中、図示せず）からの制御信号に基づいて、気体供給量を制御する気体供給量制御部49により制御される。また、反応槽2内には、好気性細菌の硝化菌と通性嫌気性の脱窒菌とをともに担持した担体43が複数投入されている。そして、反応槽2内に散気部46から気体が供給されると反応槽2内が攪拌され、処理水中において担体43が流動して被処理水内において担体43は略一様に分布する。図8Fは、この担体43の断面構造を示す断面図である。

30

【0075】

図8Fに示すように、担体43は、粒状の樹脂製担体からなり、担体43が被処理水中において、流動しても菌を保持可能である限りにおいて、その大きさや形状は種々の大きさや形状を採用できる。例えば、円柱形、球形等で、外径寸法が数mm程度のものが好ましい。また、担体43の表面部の硝化反応ゾーンには主に好気性の硝化菌が、脱窒反応ゾーンには主に通性嫌気性の脱窒菌が担持されるようにしている。具体的には、担体43は、硝化反応に寄与する好気性の硝化菌を外側領域43aに、この硝化菌に取り囲まれる形態で嫌気性の脱窒反応に寄与する通性嫌気性の脱窒菌を優占種として内側領域43bに、それぞれ存在させる2層の微生物膜を表面部に担持させている。これにより、被処理水中の担体43において、優占種として、より外側に位置する硝化菌は好気性条件とされ、より内側に位置する脱窒菌は、硝化菌に取り囲まれる形態で嫌気性条件が確保される。

40

【0076】

すなわち、反応槽2の全体としては気体が供給される一方、反応槽2の被処理水内における担体43自体によって、好気性の硝化菌と嫌気性の脱窒菌とが共存して、硝化反応と脱窒反応とが共存した状態を形成することができる。これにより、反応槽2内において、好気性細菌の硝化菌と通性嫌気性の脱窒菌とを共存させつつ、それらの活動をともに活発化させることができるので、反応槽2内において、硝化反応と脱窒反応とを制御性良く共存させることができる。

【0077】

50

(脱窒確認手段の変形例)

次に、上述した本発明の各実施形態における脱窒確認手段として用いる計器に関する変形例について説明する。

【0078】

(変形例6)

まず、変形例6について説明する。図9Aは、第3の実施形態による反応槽2を示す図7Aに対応した変形例6による反応槽2の断面図である。また、図9Bは、脱窒速度および硝化速度における溶存酸素濃度依存性を示すグラフである。この変形例6においては、脱窒確認手段として一对の溶存酸素(DO)計を用いる。

【0079】

すなわち、図9Aに示すように、旋回流を形成する反応槽2の内部において、好気領域31および無酸素嫌気領域32はそれぞれ、被処理水の旋回流に沿って上流側および下流側に順次形成される。そして、この変形例6においては、第3の実施形態とは異なり、あらかじめ形成が判明している好気領域31および無酸素嫌気領域32にそれぞれ、溶存酸素濃度(DO濃度)を計測する第1のDO計51aおよび第2のDO計51bが一对で設置されている。なお、反応槽2内の旋回流が一般に螺旋状であることから、第1のDO計51aおよび第2のDO計51bは、反応槽2の長手方向に沿って若干ずれた位置に設置するのが好ましいが、図9Aにおいては便宜上、反応槽2の長手方向に沿った同じ位置に記載している。また、それぞれの第1のDO計51aおよび第2のDO計51bによって計測されたDO濃度の計測値はそれぞれ、制御部9に供給される。その他の構成は、第3

10

20

【0080】

次に、脱窒確認手段としてDO計を用いた場合における制御部9による制御方法について説明する。まず、第2のDO計51bが無酸素嫌気領域32におけるDO濃度DO2を計測する。第2のDO計51bはDO濃度DO2を制御部9に供給する。続いて、またはこれとともに、第1のDO計51aが好気領域31におけるDO濃度DO1を計測する。第1のDO計51aはDO濃度DO1を制御部9に供給する。

【0081】

制御部9は、無酸素嫌気領域32におけるDO濃度DO2が、所定のDO濃度範囲内、本発明者が実験から得た知見によれば具体的には例えば0mg/Lより大きく0.5mg/L以下($0\text{ mg/L} < \text{DO}2 \leq 0.5\text{ mg/L}$)であるか否かを判断する。ここで図9Bに示すように、DO濃度が0.5mg/L以下の場合、脱窒速度のDO濃度依存性は上に凸のグラフとなっており、DO濃度が減少するに従って処理速度は増加する。また、DO濃度が0.5mg/L以下の場合、硝化速度のDO濃度依存性は極めて小さい速度である。そのため、第2のDO計51bにより計測された無酸素嫌気領域32における被処理水のDO濃度DO2が0.5mg/L以下であれば、この第2のDO計51bより反応槽2の長手方向に沿った上流側において、硝化处理が抑制されつつ脱窒処理を効率良く行われていることが確認できる。

30

【0082】

そして、図9Aに示す無酸素嫌気領域32におけるDO濃度DO2が所定のDO濃度範囲外となった場合、制御部9は、散気部6からの気体供給量を制御することにより、無酸素嫌気領域32におけるDO濃度が所定のDO濃度範囲内になるように制御する。具体的には、DO濃度DO2が所定のDO濃度範囲の上限(例えば0.5mg/L)を超えた場合、被処理水の流れ方向に沿った、少なくとも第2のDO計51bより上流側の気体供給量を減少させる。一方、DO濃度DO2が所定のDO濃度範囲の下限を下回った場合、被処理水の流れ方向に沿った、少なくとも第2のDO計51bより上流側の気体供給量を増加させる。

40

【0083】

また、制御部9は、好気領域31におけるDO濃度DO1が、無酸素嫌気領域32におけるDO濃度DO2に対して、所定のDO濃度、具体的には例えば0.5mg/Lだけ高

50

いDO濃度以上 ($DO_2 + 0.5 \text{ mg/L} \leq DO_1$) であるか否かを判断する。ここで図9Bに示すように、 $DO_2 + 0.5 \text{ mg/L}$ の取り得る範囲として、DO濃度が 0.5 mg/L より大きい場合、硝化速度のDO濃度依存性は単調増加しており、DO濃度が増加するに従って処理速度も増加する。そのため、第1のDO計51aより計測された好気領域31における被処理水のDO濃度 DO_1 が、無酸素嫌気領域32における被処理水のDO濃度 DO_2 より 0.5 mg/L 以上大きければ、この第1のDO計51aより反応槽2の長手方向に沿った下流側において、脱窒処理が行われつつ硝化処理が促進されることを確認できる。

【0084】

そして、図9Aに示す好気領域31におけるDO濃度 DO_1 が、無酸素嫌気領域32におけるDO濃度 DO_2 に所定のDO濃度（例えば 0.5 mg/L ）だけ加算したDO濃度未満になった場合、制御部9は、散気部6からの気体供給量を制御することによって、好気領域31におけるDO濃度 DO_1 が、DO濃度 DO_2 より所定のDO濃度以上高いDO濃度になるように制御する。具体的には、DO濃度 DO_1 がDO濃度 DO_2 に所定のDO濃度（例えば 0.5 mg/L ）だけ加算したDO濃度未満となったら、被処理水の流れ方向に沿った、少なくとも第1のDO計51aより上流側の気体供給量を増加させる。

【0085】

以上説明した変形例6においては、上述した実施形態において硝酸計によって行っていた脱窒処理の制御を、一对のDO計を用いて行っている。これにより、反応槽2内において、好気性細菌の硝化菌と通性嫌気性の脱窒菌とを共存させつつ、それらの活動をともに活発化させることができるので、反応槽2内において、硝化反応と脱窒反応とを制御性良く共存させることができる。

【0086】

（変形例7）

次に、変形例7について説明する。図10Aは、第3の実施形態による反応槽2を示す図7Aに対応した変形例7による反応槽2の断面図である。また、図10Bは、脱窒速度および硝化速度における酸化還元電位依存性を示すグラフである。この変形例7においては、脱窒確認手段として一对の酸化還元電位（ORP）計を用いる。

【0087】

すなわち、図10Aに示すように、変形例7においては、第3の実施形態とは異なり、旋回流を形成する反応槽2の内部において、あらかじめ形成されていることが判明している好気領域31および無酸素嫌気領域32にそれぞれ、酸化還元電位（ORP値）を計測可能な第1のORP計55aおよび第2のORP計55bが一对で設置されている。なお、反応槽2内の旋回流が一般に螺旋状であることから、第1のORP計55aおよび第2のORP計55bは、反応槽2の長手方向に沿って若干ずれた位置に設置するのが好ましいが、図10Aにおいては便宜上反応槽2の長手方向に沿った同じ位置に記載している。また、第1のORP計55aおよび第2のORP計55bによって計測されたORP値の計測値は制御部9に供給される。その他の構成は、第3の実施形態と同様であるので、説明を省略する。

【0088】

次に、脱窒確認手段として一对のORP計を用いた場合における制御部9による制御方法について説明する。まず、第2のORP計55bが無酸素嫌気領域32におけるORP値 ORP_2 を計測する。第2のORP計55bはORP値 ORP_2 を制御部9に供給する。続いて、またはこれとともに、第1のORP計55aが好気領域31におけるORP値 ORP_1 を計測する。第1のORP計55aはORP値 ORP_1 を制御部9に供給する。

【0089】

制御部9は、無酸素嫌気領域32におけるORP値 ORP_2 が、所定のORP値範囲内、本発明者が実験から得た知見によれば具体的には例えば -50 mV 以下 ($ORP_2 \leq -50 \text{ mV}$) であるか否かを判断する。ここで図10Bに示すように、ORP値が -50 mV 以下の場合、脱窒速度のORP値依存性は上に凸のグラフとなっており、ORP値が減

10

20

30

40

50

少するに従って処理速度は増加する。また、ORP値が -50 mV 以下の場合、硝化速度はほとんど0に近い値になる。そのため、第2のORP計55bにより計測された無酸素嫌気領域32における被処理水のORP値が -50 mV 以下であれば、この第2のORP計55bより反応槽2の長手方向に沿った上流側において、硝化処理が抑制されつつ脱窒処理を効率良く行われていることが確認できる。

【0090】

そして、図10Aに示す無酸素嫌気領域32におけるORP値ORP2が所定のORP値範囲外となった場合、制御部9は、散気部6からの気体供給量を制御することにより、無酸素嫌気領域32におけるORP値が所定のORP値範囲内になるように制御する。具体的には、ORP値ORP2が所定のORP値範囲の上限（例えば -50 mV ）を超えた場合、被処理水の流れ方向に沿った、少なくとも第2のORP計55bより上流側の気体供給量を減少させる。一方、ORP値ORP2が所定のORP値範囲の下限（例えば -100 mV ）を下回った場合、被処理水の流れ方向に沿った、少なくとも第2のORP計51bより上流側の気体供給量を増加させる。

10

【0091】

また、制御部9は、好気領域31におけるORP値ORP1が、無酸素嫌気領域32におけるORP値ORP2に対して、所定のORP値、具体的には例えば 50 mV だけ高いORP値以上（ $\text{ORP}2 + 50\text{ mV} \leq \text{ORP}1$ ）であるか否かを判断する。ここで図10Bに示すように、 $\text{ORP}2 + 50\text{ mV}$ の取り得る範囲として、ORP値が -50 mV より大きい場合、硝化速度のORP値依存性は単調増加し、ORP値が増加するに従って処理速度も増加する。そのため、第1のORP計55aより計測された好気領域31における被処理水のORP値ORP1が、無酸素嫌気領域32における被処理水のORP値ORP2より 50 mV 以上大きければ、この第1のORP計55aより反応槽2の長手方向に沿った下流側において、脱窒処理が行われつつ硝化処理が促進されることを確認できる。

20

【0092】

そして、図10Aに示す好気領域31におけるORP値ORP1が、無酸素嫌気領域32におけるORP値ORP2に所定のORP値（例えば 50 mV ）だけ加算したORP値未満になった場合、制御部9は、散気部6からの気体供給量を制御することによって、好気領域31におけるORP値ORP1が、ORP値ORP2より所定のORP値以上高いORP値になるように制御する。具体的には、ORP値ORP1がORP値ORP2に所定のORP値（例えば 50 mV ）だけ加算したORP値未満となったら、被処理水の流れ方向に沿った、少なくとも第1のORP計55aより上流側の気体供給量を増加させる。

30

【0093】

以上説明した変形例7においては、上述した実施形態において硝酸計によって行っていた脱窒処理の制御を、一対のORP計を用いて行っている。これにより、反応槽2内において、好気性細菌の硝化菌と通性嫌気性の脱窒菌とを共存させつつ、それらの活動をともに活発化させることができるので、反応槽2内において、硝化反応と脱窒反応とを制御性良く共存させることができる。

【0094】

（変形例8）

40

次に、変形例8について説明する。図11Aは、第2の実施形態における図5に対応した変形例8による排水処理装置の構成図である。また、図11Bは、目標硝化速度および測定硝化速度を説明するための反応槽内の被処理水の流れに沿って測定した図3に対応する $\text{NH}_4\text{-N}$ 、 $\text{NO}_2\text{-N}$ 、および $\text{NO}_3\text{-N}$ のそれぞれの窒素濃度、および全窒素濃度を示すグラフである。この変形例8においては、脱窒確認手段として一対のアンモニア計を用いる。

【0095】

すなわち、図11Aに示すように、変形例8においては、第2の実施形態とは異なり、反応槽2の硝酸計7の代わりに、被処理水の流れ方向に沿った上流側の第1のアンモニア計58aと下流側の第2のアンモニア計58bとの一対のアンモニア計からなる硝化速度

50

計 5 8 が設置されている。第 1 のアンモニア計 5 8 a および第 2 のアンモニア計 5 8 b によって計測されたアンモニア濃度の計測値は、それぞれ制御部 9 に供給される。その他の構成は、第 2 の実施形態と同様であるので、説明を省略する。

【0096】

次に、脱窒確認手段として一対の第 1 のアンモニア計 5 8 a および第 2 のアンモニア計 5 8 b からなる硝化速度計 5 8 を用いた場合における、制御部 9 による制御方法について説明する。まず、第 1 のアンモニア計 5 8 a および第 2 のアンモニア計 5 8 b がそれぞれ、第 1 のアンモニア濃度 NH1 および第 2 のアンモニア濃度 NH2 を計測する。それぞれの第 1 のアンモニア濃度 NH1 および第 2 のアンモニア濃度 NH2 は、制御部 9 に供給される。制御部 9 は、供給された第 1 のアンモニア濃度 NH1 と第 2 のアンモニア濃度 NH2 (NH1 > NH2) とから測定硝化速度を算出する。具体的には、上流側の第 1 のアンモニア計 5 8 a により測定されたアンモニア濃度 NH1 と、これより下流側のアンモニア濃度 NH2 とから、(11) 式に基づいて測定硝化速度を算出する。なお、この測定硝化速度は、図 11 B に示す実線の傾きの絶対値に相当し、硝化速度計 5 8 の設置位置に応じて測定硝化速度は 2 本の実線のように異なる場合がある。

10

【数 1】

$$\text{測定硝化速度} = \frac{\text{NH1} - \text{NH2}}{\text{一対のアンモニア計の間での処理時間}(\Delta t)} \quad \dots(11)$$

【0097】

20

一方、種々の反応槽 2 ごとにあらかじめ、処理水目標値としての最終的なアンモニア濃度（目標アンモニア濃度）NH3 が設定されている。制御部 9 は、この目標アンモニア濃度 NH3 と、第 1 のアンモニア計 5 8 a の位置において計測されたアンモニア濃度 NH1 とから、基準となる硝化速度（目標硝化速度）を算出して、制御部 9 の記録領域（図示せず）に格納する。この目標硝化速度は、以下の(12)式に基づいて算出される。なお、この目標硝化速度は、図 11 B に示す点線の傾きの絶対値に相当する。

【数 2】

$$\text{目標硝化速度} = \frac{\text{NH1} - \text{NH3}}{\text{第 1 のアンモニア計から流出側までの処理時間}(\Delta T)} \quad \dots(12)$$

30

【0098】

そして、図 11 A に示すように、制御部 9 は、第 1 のアンモニア計 5 8 a と第 2 のアンモニア計 5 8 b との間における測定硝化速度、すなわち硝化速度計 5 8 により計測された測定硝化速度が、目標硝化速度未満になるように、少なくとも第 2 のアンモニア計 5 8 b より上流側の散気部 6 からの気体供給量を制御する。これにより、第 2 のアンモニア計 5 8 b より上流側における硝化反応の進行を抑制して、この領域における脱窒反応を促進することができる。また、測定硝化速度が目標硝化速度未満であっても、遅くなりすぎると、反応槽 2 の流出側においてアンモニア濃度が所望の目標アンモニア濃度 NH3 まで減少しない場合がある。そこで、本発明者の実験から得た知見によれば、測定硝化速度は、目標硝化速度の半分より大きくするのが好ましい。すなわち、制御部 9 は、以下の(13)式が成り立つように散気部 6 からの気体供給量を制御する。

40

【数 3】

$$0.5 < \frac{\text{測定硝化速度}}{\text{目標硝化速度}} < 1.0 \quad \dots(13)$$

【0099】

具体的には、目標硝化速度に対する測定硝化速度が(13)式によって設定された範囲よりも大きくなった場合、すなわち、測定硝化速度が目標硝化速度以上になった場合には、硝化反応が進みすぎていることになる。そのため、制御部 9 は、反応槽 2 における被処

50

理水の流れ方向に沿った第2のアンモニア計58bより少なくとも上流側における散気部6a, 6bからの空気の供給量を減少させる。これにより制御部9は、反応槽2において、硝化反応が進みすぎないように制御する。一方、目標硝化速度に対する測定硝化速度が(13)式によって設定された範囲よりも小さくなった場合、すなわち、測定硝化速度が目標硝化速度の半分以下になった場合には、硝化反応が抑制されすぎていることになる。そのため、制御部9は、反応槽2における被処理水の流れ方向に沿った第2のアンモニア計58bより少なくとも上流側における散気部6a, 6bからの空気の供給量を増加させる。これにより、制御部9は、反応槽2において硝化反応を所望の硝化速度で行うように制御する。

【0100】

10

以上説明した変形例8においては、上述した実施形態において硝酸計によって行っていた脱窒処理の制御を、一対のアンモニア計を用いて行っている。これにより、反応槽2内において、好気性細菌の硝化菌と通性嫌気性の脱窒菌とを共存させつつ、それらの活動とともに活発化させることができる。これによって、反応槽2内において、硝化反応と脱窒反応とを制御性良く共存させることができる。

【0101】

(変形例9)

次に、変形例9について説明する。この変形例9においては、図5に示す第2の実施形態による排水の処理装置と異なり、脱窒確認手段として、硝酸計7の代わりに流量計を用いる。そして、この流量計と、被処理水の流れ方向に沿ってこの流量計より上流側の散気部6a、6bからの気体供給量と、流量計による計測値の各値での脱窒状況とをあらかじめ検出しておき、これらの相関関係のデータを制御部9の記録領域(図示せず)のデータテーブルに格納しておく。制御部9は、流量計から供給された流量値と、制御部9に格納されたデータテーブルとに基づいて、計測された流量値に対して演算を行うことにより、脱窒反応の状況を予測する。そして、計測された流量値に基づいて、少なくとも流量計の上流側における散気部6a, 6bからの気体供給量を制御する。なお、脱窒反応の状況として、硝酸値、DO濃度、ORP値、硝化速度などの値を採用しても良い。

20

【0102】

この変形例9によれば、流量計と脱窒反応の状況との相関関係に基づいて、制御部9が、少なくとも流量計より上流側の脱窒反応の状況を予測し、この予測に基づいて、流量計より上流側の散気部6a, 6bからの気体供給量を制御していることにより、反応槽2内において、好気性細菌の硝化菌と通性嫌気性の脱窒菌とを共存させつつ、それらの活動とともに活発化させることができる。これによって、反応槽2内において、硝化反応と脱窒反応とを制御性良く共存させることができる。

30

【0103】

以上、本発明の実施形態について具体的に説明したが、本発明は、上述の実施形態に限定されるものではなく、本発明の技術的思想に基づく各種の変形が可能である。例えば、上述の一実施形態において挙げた数値はあくまでも例に過ぎず、必要に応じてこれと異なる数値を用いてもよい。

【0104】

40

また、上述の実施形態においては、いわゆる標準活性汚泥法による排水の生物処理について説明したが、本発明は、必ずしもこの方法に限定されるものではなく、好気槽を用いる種々の処理方法に適用することができる。具体的に、本発明は、AO(嫌気-好気)法、A₂O(嫌気-無酸素-好気)法、硝化+内生脱窒法、多段ステップ流入式硝化脱窒法、および多段ステップ流入式A₂O法などの好気槽を用いる各種の排水の処理方法に適用することが可能である。

【0105】

また、反応槽2として、深さが10m程度の深槽旋回流反応槽や、5m程度の浅槽反応槽を採用することも可能である。

【0106】

50

また、上述の実施形態においては、脱窒確認手段として硝酸計、溶存酸素（DO）計、酸化還元電位（ORP）計、アンモニア計、および流量計を用いているが、必ずしもこれらの計器に限定されるものではなく、BOD計、COD計、TOC計、R_r計、ATU-R_r計、およびUV計などを採用することが可能である。

【0107】

また、上述の実施形態においては、制御部と気体供給量制御部とを別体としているが、これらの制御部と気体供給量制御部とは同一の制御部から構成することも可能であり、同様の機能を有する3つ以上の別体から構成することも可能である。

【0108】

また、上述の変形例6、7においては、DO計やORP計を旋回流反応槽に設置しているが必ずしも旋回流反応槽に限定されるものではなく、反応槽2内において脱窒領域および硝化領域が共存している状態が確認可能な反応槽であれば、一对のDO計や一对のORP計を用いて、一方の計器によって脱窒領域におけるDO濃度やORP値を測定するとともに、他方の計器によって硝化領域におけるDO濃度やORP濃度を測定することによって、上述と同様の脱窒領域および硝化領域の形成を制御することができる。さらに、上述した変形例4において説明した反応槽2のように、時間によって脱窒領域と硝化領域とが交互に現出するような反応槽においては、一对のDO計やORP計による計測を、1つのDO計やORP計で行うことも可能である。

【0109】

また、上述の変形例6、7においては、第3の実施形態による反応槽2を用い、変形例8、9においては第2の実施形態による反応槽2を用いているが、変形例6～9において、変形例2～5における反応槽2を採用することも可能である。この場合においては、脱窒領域に設置する計器および硝化領域に設置する計器をそれぞれ、各反応槽2において形成が確認されている硝化領域および脱窒領域に設置することによって、第1～第3の実施形態と同様の効果を得ることができる。

【0110】

また、上述の変形例8においては、硝化速度計を複数のアンモニア計、具体的には一对のアンモニア計から構成し、この硝化速度計を用いて反応槽2内の被処理水における硝化速度を測定しているが、硝化速度計は必ずしも一对のアンモニア計に限定されるものではなく、さらに3つ以上のアンモニア計を採用しても、硝化速度を計測可能な各種の装置を採用しても良い。

【符号の説明】

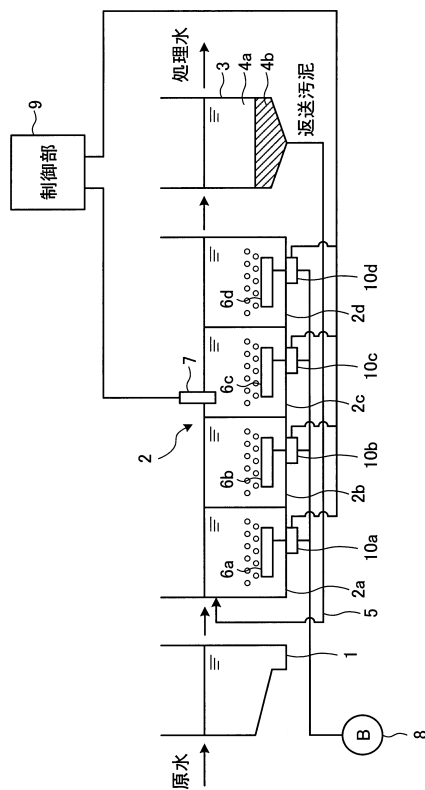
【0111】

- 1 最初沈殿池
- 2 反応槽
- 2 a, 2 b, 2 c, 2 d 好気槽
- 3 固液分離槽
- 4 a 分離液
- 4 b 活性汚泥
- 5 汚泥返送経路
- 6, 6 a, 6 b, 6 c, 6 d, 16 a, 16 b, 16 c, 26 a, 26 b, 26 c, 26 d, 26 e, 36, 46 散気部
- 7 硝酸計
- 8 プロア
- 9 制御部
- 10, 10 a, 10 b, 10 c, 10 d, 19 a, 19 b, 19 c, 29 a, 29 b, 29 c, 29 d, 29 e, 39, 49 気体供給量制御部
- 12 嫌気槽
- 12 a モータ
- 12 b 攪拌部

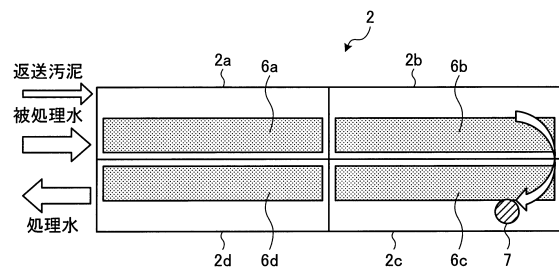
- 1 3 仕切り板
- 3 1 好気領域
- 3 2 無酸素嫌気領域
- 4 3 担体
- 4 3 a 外側領域
- 4 3 b 内側領域
- 5 1 a 第 1 の D O 計
- 5 1 b 第 2 の D O 計
- 5 5 a 第 1 の O R P 計
- 5 5 b 第 2 の O R P 計
- 5 8 硝化速度計
- 5 8 a 第 1 の アンモニア計
- 5 8 b 第 2 の アンモニア計

10

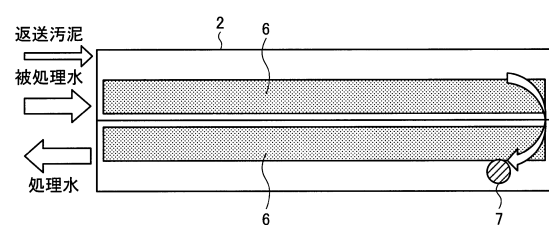
【図 1】



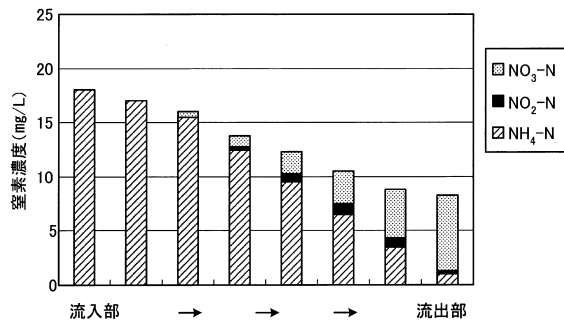
【図 2 A】



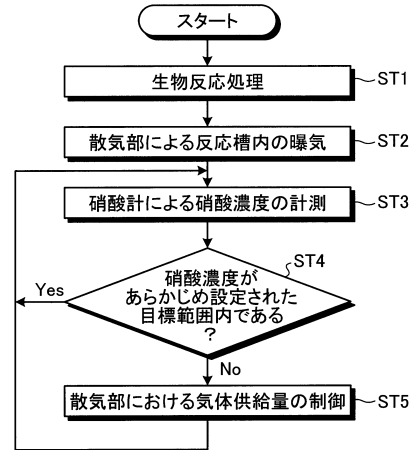
【図 2 B】



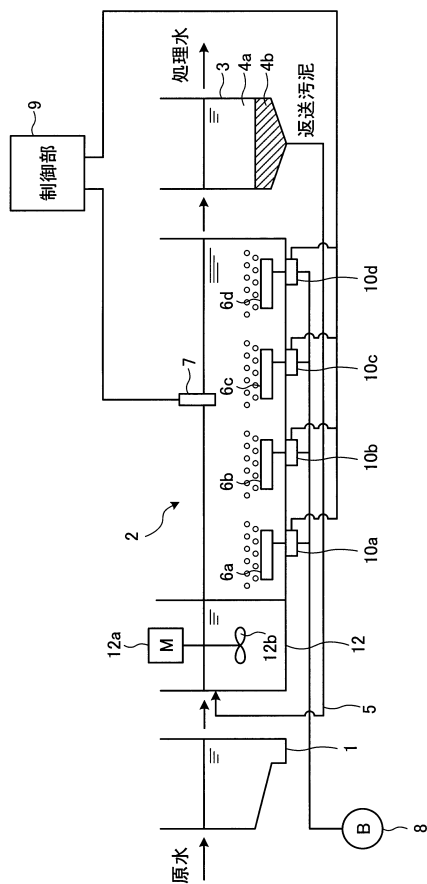
【図 3】



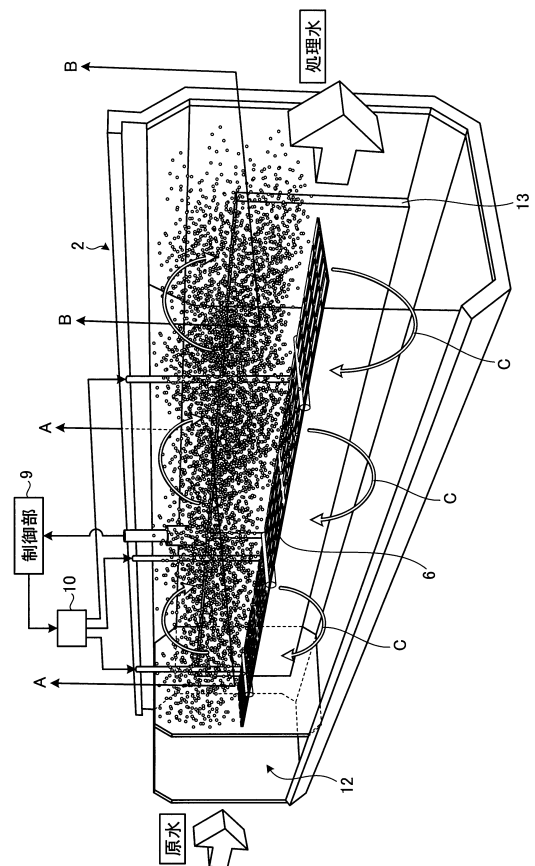
【図 4】



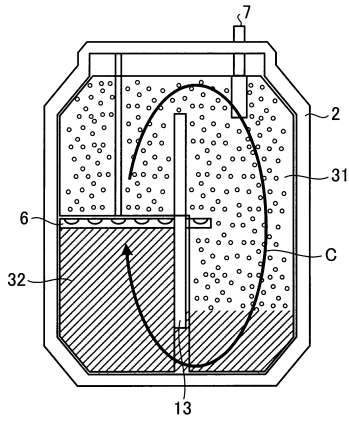
【図 5】



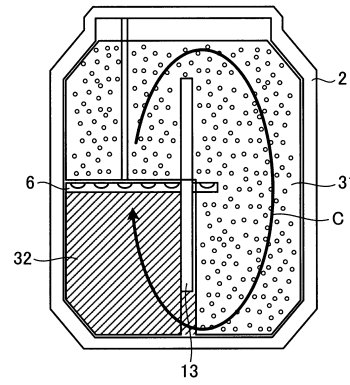
【図 6】



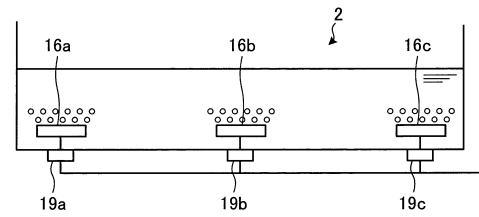
【図 7 A】



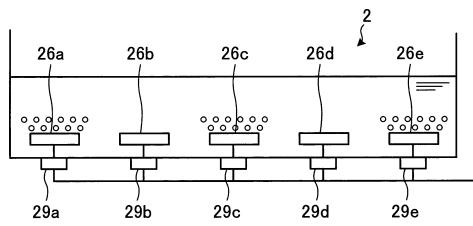
【図 7 B】



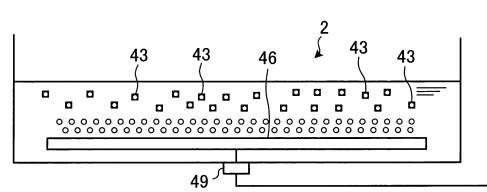
【図 8 A】



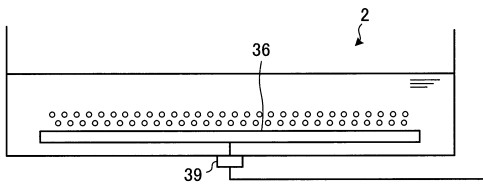
【図 8 B】



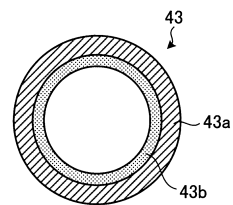
【図 8 E】



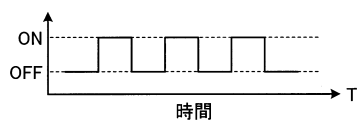
【図 8 C】



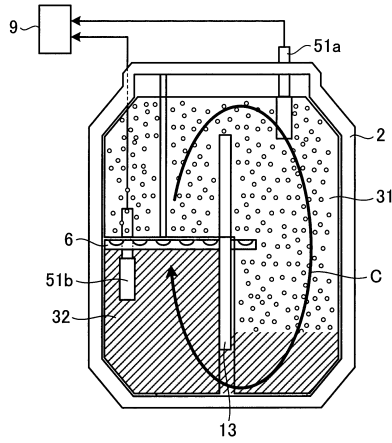
【図 8 F】



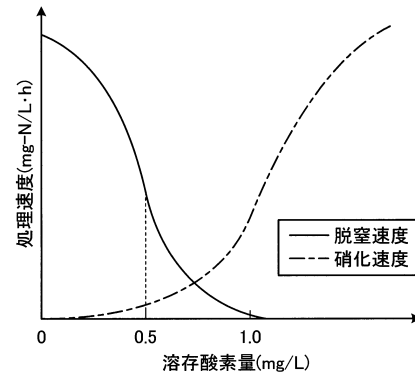
【図 8 D】



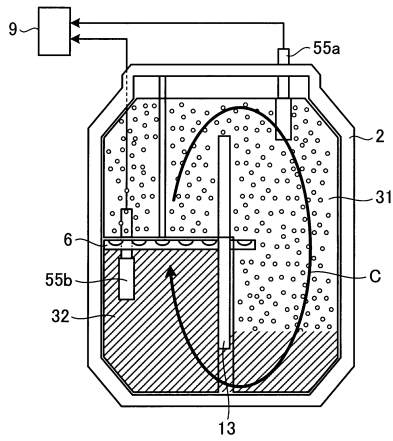
【図 9 A】



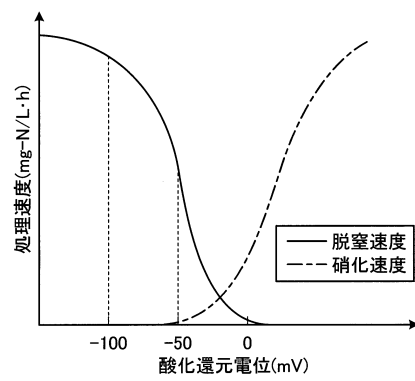
【図 9 B】



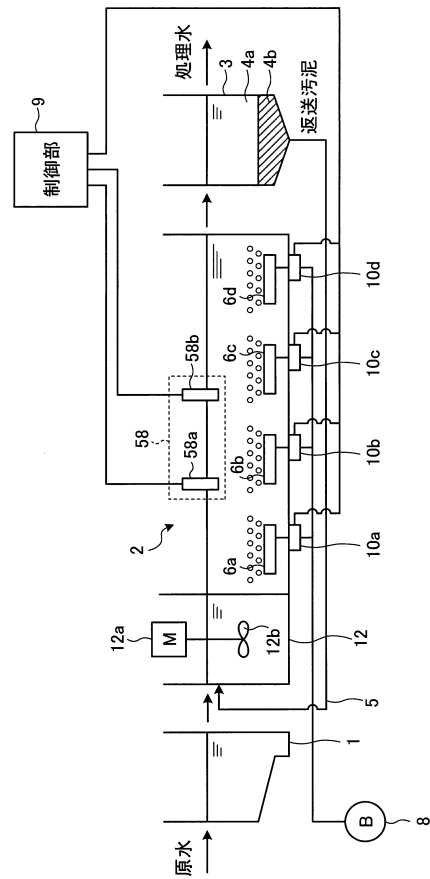
【図 10 A】



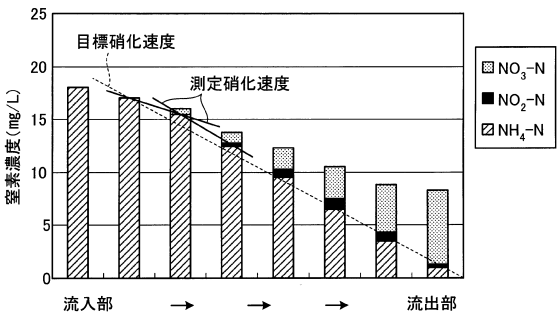
【図 10 B】



【図 1 1 A】



【図 1 1 B】



フロントページの続き

- (72)発明者 高橋 宏幸
東京都千代田区神田須田町一丁目25番地 メタウォーター株式会社内
- (72)発明者 稲垣 智亮
東京都千代田区神田須田町一丁目25番地 メタウォーター株式会社内
- (72)発明者 和田 努
東京都千代田区神田須田町一丁目25番地 メタウォーター株式会社内
- (72)発明者 前田 誠
東京都千代田区神田須田町一丁目25番地 メタウォーター株式会社内

審査官 松井 一泰

- (56)参考文献 特開平07-136687 (JP, A)
国際公開第2011/148949 (WO, A1)
特開2005-193236 (JP, A)
特開2010-221201 (JP, A)
特開2008-221162 (JP, A)
特開2006-055683 (JP, A)
特開2005-000715 (JP, A)
特開昭59-012797 (JP, A)
特開2006-255514 (JP, A)
特開2001-353496 (JP, A)
特開2005-199116 (JP, A)
特開2011-005354 (JP, A)
特開平08-294698 (JP, A)
実開平04-110198 (JP, U)
特開2011-218346 (JP, A)
特開2008-155086 (JP, A)
特開2002-355693 (JP, A)
特開2010-063987 (JP, A)
特開2012-228645 (JP, A)
特開2011-092831 (JP, A)
特開2012-143727 (JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
C02F 3/28-3/34