(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号

特許第4685224号
(P4685224)

(45)発行日　平成23年5月18日(2011.5.18)　(24)登録日　平成23年2月18日(2011.2.18)

(51)Int.Cl.			F I		
C02F	3/34	(2006.01)	C02F	3/34	101B
C02F	1/58	(2006.01)	C02F	3/34	101D
C02F	3/06	(2006.01)	C02F	1/58	M
C02F	3/10	(2006.01)	C02F	3/06	
C12M	1/00	(2006.01)	C02F	3/10	Z

請求項の数 4　(全 11 頁)　最終頁に続く

(21)出願番号　特願2000-275825 (P2000-275825)
(22)出願日　平成12年9月12日 (2000.9.12)
(65)公開番号　特開2002-86190 (P2002-86190A)
(43)公開日　平成14年3月26日 (2002.3.26)
審査請求日　平成19年6月8日 (2007.6.8)

前置審査

(73)特許権者　000004400
オルガノ株式会社
東京都江東区新砂１丁目２番８号
(74)代理人　110001210
特許業務法人ＹＫＩ国際特許事務所
(72)発明者　恵良　彰
東京都江東区新砂１丁目２番８号　オルガノ株式会社内

審査官　新居田　知生

最終頁に続く

(54)【発明の名称】排水処理方法および排水処理装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

カルシウムおよび窒素を含む排水を、硝化槽にて硝化処理した直後にそのまま脱窒槽にて脱窒処理を行う排水処理方法において、

微生物の必須栄養素であるリンを硝化槽および脱窒槽の両方にそれぞれ個別に注入するに際し、前記リンを、前記硝化槽に比べ前記脱窒槽へより多く添加するとともに、

前記硝化槽へのリンの添加量をカルシウムイオン濃度とリン酸イオン濃度とを用いて計算されるリン酸カルシウム飽和濃度以下になるように制御する

ことを特徴とする排水処理方法。

【請求項２】

請求項１に記載の排水処理方法において、

前記硝化槽は、内部に微生物保持充填材が充填された固定床式の硝化槽である

ことを特徴とする排水処理方法。

【請求項３】

請求項１または２に記載の排水処理方法において、

前記カルシウムおよび窒素を含む排水は、フッ素および窒素を含む排水にカルシウムを反応させて、フッ素をフッ化カルシウムとして除去して得られた排水である

ことを特徴とする排水処理方法。

【請求項４】

カルシウムおよび窒素を含む排水を、硝化槽にて硝化処理した後、脱窒槽にて脱窒処理

を行う排水処理装置において、
リンを硝化槽に注入する第１のリン注入手段と、
リンを脱窒槽に注入する第２のリン注入手段と、
を有し、
前記第１のリン注入手段と前記第２のリン注入手段による注入量を個別に決定し、前記硝化槽に比べ前記脱窒槽へより多くリンを添加するようにし、前記硝化槽へのリンの添加量をカルシウムイオン濃度とリン酸イオン濃度とを用いて計算されるリン酸カルシウム飽和濃度以下になるように制御するように構成されている
ことを特徴とする排水処理装置。

【発明の詳細な説明】

【０００１】

【発明の属する技術分野】

本発明は、カルシウムおよび窒素を含む排水の処理方法および処理装置、特に窒素を微生物を用いて硝化脱窒処理するものに関わる。

【０００２】

【従来の技術】

従来より、ＩＣなどの半導体装置の製造工程などでは、フッ酸、アンモニア、硝酸などが使用されるため、フッ素および窒素を含む排水が排出される。すなわち、エッチングなどにこれらの薬品が使用され、濃厚廃液は廃棄物として処分されるが、半導体基板を超純水などで洗浄した際の洗浄廃液として、フッ素（フッ酸）、窒素（アンモニア、硝酸）を含む排水が排出される。ＬＣＤ（液晶ディスプレイ）製造工程も基本的に半導体装置と同様の工程を有しており、同様の排水が生じる。さらに、石炭火力発電所、ガラス表面加工工場などにおいてもフッ素および窒素を含む排水が生じる。

【０００３】

排水中のフッ素（フッ素イオン）は、カルシウムを添加して、フッ化カルシウムとして除去するのが一般的であり、上述のような排水についても水酸化カルシウムなどを添加してフッ化カルシウムを析出させて除去している。なお、フッ化カルシウムは非常に細かい微粒子になりやすく、これを除去するためにアルミニウム系などの無機凝集剤やアクリル系高分子凝集剤を添加してフロックを形成してフッ化カルシウムを沈殿除去している。

【０００４】

ここで、カルシウムによるフッ素除去は、

$$2F^{-}+Ca^{2+}=CaF_{2}$$

という反応である。

【０００５】

通常、フッ素除去処理水中のフッ素濃度の目標濃度は１０ｍｇ／Ｌ以下程度であり、このような場合には処理水中の残留カルシウム濃度を１００～１０００ｍｇ／Ｌ程度にする必要がある。従って、フッ素除去後の排水中には多量のカルシウムが含有される。なお、排水中にケイ素や、リン酸などが存在すると、フッ化カルシウムの析出に悪影響があり、その場合にはより多くのカルシウムを添加したり、無機凝集剤や高分子凝集剤による凝集処理が必要となる場合がある。

【０００６】

一方、窒素除去としては、通常生物学的脱窒が採用される。この生物学的脱窒は、通性嫌気性細菌である脱窒菌の無酸素状態における硝酸呼吸を利用して窒素を除去するものである。この生物学的脱窒は、まず、排水を硝化処理して排水中のアンモニア態窒素を亜硝酸態窒素および／または硝酸態窒素とし、その後メタノールなどの水素供与体を添加して、無酸素状態にすることにより脱窒処理を行う。なお、本明細書において、亜硝酸態窒素および／または硝酸態窒素を簡単に硝酸態窒素または単に硝酸と適宜呼ぶ。

【０００７】

そして、フッ酸は微生物に害があるため、半導体製造工場等で発生するフッ素および窒素を含む排水については、まずカルシウムとの反応によるフッ素除去を行い、その後生物学

的脱窒を行い排水中のフッ素および窒素を除去していた。

【０００８】

【発明が解決しようとする課題】

ここで、フッ素除去の際には、カルシウムと反応させるため、フッ素とともに排水中に元々含まれていたリン酸イオンも、

$3Ca^{2+}+PO_4^{3-}=Ca_3(PO_4)_2$

という反応で除去される。このため、フッ素除去後のリン濃度は０．１～０．５ｍｇ－Ｐ／Ｌ程度であり、非常に低濃度となる。

【０００９】

一方、リンは、微生物の必須栄養素であり、生物学的脱窒において、微生物の増殖に必要なリン濃度は、全窒素１００ｍｇ－Ｎ／Ｌに対して１．０ｍｇ－Ｐ／Ｌ程度である。このため、フッ素除去後排水には、不足分のリンを適宜排水に注入する必要がある。

【００１０】

従来は、上記不足分のリンを前段の硝化槽に流入する排水に対して一度に添加していたが、このようにした場合は、折角添加したリンが硝化槽においてリン酸カルシウムの固形物として析出しやすくなる。このため、固定床式の硝化槽では、充填材に目詰まりが生じ、また浮遊式の場合にも汚泥中にリン酸カルシウムが含まれ微生物濃度を十分高く維持できないという問題がある。さらに、添加したリンが前段の硝化槽でリン酸カルシウムとして析出してしまう結果、後段の脱窒槽において脱窒菌の増殖に必要なリンが不足してしまうという問題もある。

【００１１】

本発明は、上記課題に鑑みなされたものであり、カルシウムおよび窒素を含む排水について、効率的な処理を行うことができる排水処理装置を提供することを目的とする。

【００１２】

【課題を解決するための手段】

本発明はカルシウムおよび窒素を含む排水を、硝化槽にて硝化処理した直後にそのまま脱窒槽にて脱窒処理を行う排水処理方法において、微生物の必須栄養素であるリンを硝化槽および脱窒槽の両方にそれぞれ個別に注入するに際し、前記リンを、前記硝化槽に比べ前記脱窒槽へより多く添加するとともに、前記硝化槽へのリンの添加量をカルシウムイオン濃度とリン酸イオン濃度とを用いて計算されるリン酸カルシウム飽和濃度以下になるように制御することを特徴とする。

【００１３】

本発明者らは、上記課題を解決するために種々検討を行い、硝化槽にて消費されるリン濃度はアンモニア態窒素１００ｍｇ－Ｎ／Ｌに対して０．２ｍｇ－Ｐ／Ｌ程度であり、一方、脱窒槽にて消費されるリン濃度は硝酸態窒素１００ｍｇ－Ｎ／Ｌに対して０．８ｍｇ－Ｐ／Ｌ程度であることを知得した。

【００１４】

すなわち、亜硝酸菌および硝酸菌の増殖に必要なリン濃度は脱窒菌の増殖に必要なリン濃度に比べて非常に低濃度であり、リンを硝化槽および脱窒槽にそれぞれ必要量注入することにより、硝化槽内部のリン濃度を大幅に低減することが可能である。この結果、リン酸カルシウムの析出を抑制することができる。なお、リンの必要量は、脱窒槽の方が多いため、硝化槽に比べ脱窒槽へより多く添加する。

【００１６】

上述した通り、フッ素除去後の排水中のリン濃度は非常に低濃度であるが、例えば排水中のアンモニア態窒素濃度が５０ｍｇ－Ｎ／Ｌ程度と低濃度であれば、硝化槽で必要なリン濃度はわずかに０．１ｍｇ－Ｐ／Ｌである。したがって、排水中のアンモニア態窒素濃度が比較的低い場合は、フッ素除去後の排水中に硝化に必要な量のリンが残留していることもあり、このような場合は、硝化槽へのリンの注入を必要としない。したがって、このような場合には、脱窒槽にのみ必要量を注入すれば良い。なお、硝化槽及び／又は脱窒槽に注入するリンとしては、水中においてリン酸イオン（PO_4^{3-}）を生成する化合物であ

ればよく、例えばリン酸（H_3PO_4）やリン酸水素二カリウム（K_2HPO_4）、リン酸水素二ナトリウム（Na_2HPO_4）等のリン酸塩等を挙げることができる。

【００１７】

また、前記硝化槽は、内部に微生物保持充填材が充填された固定床式の硝化槽であることが好適である。微生物保持充填材に十分な硝化菌を保持して効率的な硝化処理を行うことができる。

【００１８】

また、前記カルシウムおよび窒素を含む排水は、フッ素および窒素を含む排水にカルシウムを反応させて、フッ素をフッ化カルシウムとして除去して得られた排水であることが好適である。フッ素および窒素を含む排水は半導体製造工場などでよく発生する排水であり、このフッ素をカルシウムを使用して除去することで、カルシウムおよび窒素を含む排水が発生する。フッ素をカルシウムと反応させて除去する方法としては、例えば排水に水酸化カルシウム等のカルシウム化合物を添加してフッ素をフッ化カルシウムとして析出させ、析出させたフッ化カルシウムを固液分離する方法や、排水を粒状の炭酸カルシウムと接触させ、炭酸カルシウム中の炭酸イオンをフッ素イオンと置換してフッ化カルシウムとすることでフッ素を除去する方法等を採用することができる。

【００１９】

【発明の実施の形態】

以下、発明の実施の形態（以下実施形態という）について、図面に基づいて説明する。

【００２０】

本実施形態においては、カルシウムおよび窒素を含む排水を処理して、窒素を除去する。この排水処理装置の構成を図１に示す。

【００２１】

半導体製造工場、ＬＣＤ製造工場、石炭火力発電所、ガラス（表面加工）工場などにおいて生じるフッ素および窒素を含有する排水は、貯留槽などを経て、凝集槽１に導入される。この凝集槽１には、水酸化カルシウム貯槽２からの水酸化カルシウムが水酸化カルシウムポンプ３を介し供給される。また、凝集槽１には、撹拌装置４が設けられており、この撹拌装置４により、排水と水酸化カルシウムが攪拌混合され、フッ化カルシウムが固形物として析出する。

【００２２】

そして、凝集槽１からの排水は沈殿槽５に導入され、ここで固形物が沈殿分離される。ここで、通常の場合、沈殿槽５から排出される排水（沈殿処理水）中のフッ素濃度を１ｍｇ／Ｌ以下にする。この場合、排水中のカルシウムの濃度は１００～１０００ｍｇ／Ｌ程度になる。

【００２３】

なお、添加するカルシウムとしては、水酸化カルシウムの他、塩化カルシウムなどを利用することができる。また、アルミ系の無機凝集剤や高分子有機凝集剤を添加して凝集反応を促進することも好適である。さらに、必要な場合には、凝集処理に適したｐＨになるようにｐＨ調整を行うとよい。

【００２４】

また、フッ素除去装置として、粒状炭酸カルシウムを充填した塔を設け、ここにフッ素含有排水を流通することで、炭酸カルシウムをフッ化カルシウムに置換する形式のものが知られている。このようなフッ素除去装置を利用することもできる。さらに、粒状炭酸カルシウムではなく、砂などのろ材を充填しておき、排水に水酸化カルシウムや塩化カルシウムを添加した後にろ材充填槽に通流させることにより、このろ材の表面にフッ化カルシウムを晶析によって順次析出させて除去するものを採用することもできる。

【００２５】

このようにして、フッ素と窒素を含有する排水中のフッ素が除去され、カルシウムと窒素を含む排水が得られるが、フッ素除去の際に排水中に元々含まれていたリン酸イオンもリン酸カルシウムとして同時に除去される。そこで、この得られたカルシウムと窒素を含む

排水は、リン濃度がかなり低いものになっている。

【００２６】

このようなカルシウムおよび窒素を含む排水が固定床硝化槽６に被処理水として流入されるが、この際に硝化に必要な最少限のリン濃度を満たすようリンが供給される。すなわち、リン酸貯槽１２からのリン酸（H_3PO_4）がリン酸注入ポンプ１４によって、ライン注入される。ここで、硝化に必要な最少限のリン濃度とは、アンモニア態窒素１００ｍｇ－Ｎ／Ｌに対して０．２ｍｇ－Ｐ／Ｌ程度である。

【００２７】

この固定床硝化槽６の内部には、微生物保持用充填材９が充填されている。この微生物保持用充填材９の表面上に硝化菌が付着生育することにより、固定床硝化槽６内の硝化菌を十分高濃度に維持することができ、効率的な硝化処理を行うことができる。

【００２８】

この微生物保持用充填材９としては、図２に示すように活性炭繊維とポリプロピレンとの混合物をフェルト状に形成した活性炭不織布を波板状に成型した波板材９ｂと例えばポリプロピレンからなる平板材９ａを交互に積層して構成したものが好適に使用される。そして、この微生物保持用充填材９を槽内において垂直方向に通路が形成されるように複数縦に並べて配置したり、丸めて配置することによって、不織布の周囲が垂直方向の水通路となる。なお、このような微生物保持用充填材は、例えば特開平７－２４４８９号公報に示されている。

【００２９】

固定床硝化槽６においては、アンモニア態窒素の硝化によって、ｐＨは低下する。ところが、ｐＨが低下すると、硝化菌の活性が阻害されるため、固定床硝化槽６内には水酸化ナトリウムなどのアルカリ剤が添加され、槽内のｐＨを中性付近に維持するようにしている。すなわち、槽内ｐＨをｐＨセンサー１５で測定し、ｐＨの低下にあわせて、アルカリ剤貯槽１１からのアルカリ剤がアルカリポンプ１３により固定床硝化槽６に供給される。

【００３０】

ここで、リン酸カルシウムの飽和に関しては、下記の式が知られている。

【００３１】

（ｐＨ・温度ファクター）＝（カルシウムファクター）＋（リン酸塩ファクター）

但し

$$（pH・温度ファクター）＝2\log\left(K_1K_2K_3／\left(K_1K_2K_3+[H^+]^3+K_1[H^+]^2+K_1K_2[H^+]\right)\right)-\log Ksp$$

$$（カルシウムファクター）＝-3\log(Ca^{2+})$$

$$（リン酸塩ファクター）＝-2\log(PO_4^{3-})\ total$$

Ksp：リン酸カルシウムの溶解度積

K_1，K_2，K_3：リン酸の第１、第２、第３の解離定数

そして、実際の排水のｐＨとカルシウムイオン濃度とリン酸イオン濃度とを用いて計算される（ｐＨ・温度ファクター）、（カルシウムファクター）及び（リン酸塩ファクター）の関係が、

（ｐＨ・温度度ファクター）＞｛（カルシウムファクター）＋（リン酸塩ファクター）｝・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・（１）

の場合は、リン酸カルシウムが過飽和で析出する可能性があり、

（ｐＨ・温度ファクター）＜｛（カルシウムファクター）＋（リン酸塩ファクター）｝・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・（２）

の場合は、未飽和でリン酸カルシウム析出の可能性がないとされている。

【００３２】

したがって、硝化槽内にアルカリを添加してｐＨを制御するにあたっては、硝化槽内においてリン酸カルシウムが析出しないようにすると言う観点からは上記（２）式のような関係になるように硝化槽のｐＨを制御する（一般的にはｐＨが低い方、即ち、酸性側の方が析出しにくい）のが望ましい。

【００３３】
しかしながら、亜硝酸菌および硝化菌の活性を維持するためには硝化槽内のｐＨを７．０～８．５程度に制御するのが望ましい。
【００３４】
本発明においては、硝化に必要なリンと脱窒に必要なリンとを、硝化槽および脱窒槽に個別に注入するので、硝化槽には硝化に必要なだけの極少量のリン（前述のごとく、硝化および脱窒に必要な全リン量の１／５程度）を注入すればよい。そして、このような少量注入で済む結果、硝化槽内のｐＨを硝化菌の活性を維持するのに最適なｐＨ７．０～８．５程度に制御しても硝化槽内においてリン酸カルシウムが析出する虞はほとんど無くなり、固定床硝化槽６においてリン酸カルシウムの析出による目詰まりを防止しつつ効率的な硝化処理を行うことが出来る。
【００３５】
これに対して、硝化及び脱窒に必要なリンを硝化槽に流入する排水に一度に注入する従来装置においては、硝化槽に対してリンが過剰に供給されることとなり、そのため、硝化槽内のｐＨを硝化菌の活性を維持するのに最適なｐＨ７．０～８．５程度に制御しようとすると、硝化槽内において上記（１）のような関係が成立し、折角、注入したリンの一部がリン酸カルシウムとして析出してしまう。
【００３６】
なお、菌の活性が多少低下しても良いから硝化槽内におけるリン酸カルシウムの析出を極力防止したいという場合は、上記（２）式の関係を満足するようにアルカリの添加量を抑制しても良い。
【００３７】
さらに、固定床硝化槽６では、アルカリ剤が添加される関係で、アルカリ剤が添加された部分のｐＨが局所的に上昇しやすい。そこで、アルカリ剤の注入点を定期的に変更することが好ましい。さらに、硝酸化は徐々に進むため、硝化槽内において排水の流れ方向に対してｐＨの分布ができる。そこで、硝化槽６の曝気を片側曝気として、槽内に一方向の旋回流を起こさせ、これを定期的に切り換え反対方向の旋回流とすることも好適である。これによって、旋回流の下流側に位置する部位において硝化が進み、最も低ｐＨになるが、その部位が時間的に変更されるため、一旦発生したスケールも後の段階でｐＨが低下することによって溶解されることになり、全体としてリン酸カルシウムの析出を抑制することができる。
【００３８】
次に、硝化処理水は、ＵＳＢ脱窒槽７に導入されるが、この際に脱窒に必要な最少限のリン濃度を満たすようリン酸が供給される。すなわち、リン酸貯槽１２からのリン酸がリン酸注入ポンプ１６によって、ライン注入される。ここで、脱窒に必要な最少限のリン濃度とは硝酸態窒素１００ｍｇ－Ｎ／Ｌに対して０．８ｍｇ－Ｐ／Ｌ程度である。
【００３９】
このＵＳＢ脱窒槽７は上向流スラッジブランケット（ＵＳＢ）方式の脱窒槽であり、槽内に脱窒菌のスラッジブランケットを形成し、ここに排水を上向流で流通する。このように脱窒菌によりスラッジブランケットを形成すると、脱窒菌が高濃度に凝集した粒状物（グラニュールという）が形成され、脱窒菌を高濃度に維持して効率的な脱窒処理が行われる。
【００４０】
そして、このＵＳＢ脱窒槽７には、メタノール等の水素供与体が供給され、スラッジブランケットを形成している通性嫌気性の脱窒細菌により、硝化処理水に含まれる硝酸の酸素を利用したメタノールの酸化が行われ、硝酸が窒素ガスに還元され除去される。なお、この脱窒反応により、ｐＨが上昇するため、必要に応じて塩酸などの酸が添加されｐＨ調整される。
【００４１】
ここで、このＵＳＢ脱窒槽７に流入してくる硝化処理水には、多量のカルシウムが含まれ

ているが、このカルシウムの一部が、ＵＳＢ脱窒槽７において除去される。

【００４２】

すなわち、このＵＳＢ脱窒槽７においては、上述したようにメタノール等の水素供与体を亜硝酸や硝酸の酸素を用いて酸化して窒素を還元するが、その際に、次式に従って二酸化炭素が発生する。

【００４３】

$2NO_2^- + CH_3OH \rightarrow N_2\uparrow + CO_2 + 2OH^- + H_2O$

$2NO_3^- + (5/3)CH_3OH \rightarrow N_2\uparrow + (5/3)CO_2 + 2OH^- + (7/3)H_2O$

このようにして発生した二酸化炭素は、水に溶解し、次式のように、重炭酸イオンとなり、これが被処理水中のカルシウムと反応し不溶性の炭酸カルシウムとなる。

【００４４】

$CO_2 + OH^- \rightarrow HCO_3^-$

$Ca^{2+} + HCO_3^- \rightarrow CaCO_3\downarrow + H^+$

このようにして、このＵＳＢ脱窒槽７におけるスラッジブランケット内で炭酸カルシウムが発生、ここに捕捉される。このような炭酸カルシウムの発生は、グラニュールの形成を促進し、安定なスラッジブランケットを形成することができる。これによって、効率的な脱窒処理が行える。

【００４５】

このようにして、このＵＳＢ脱窒槽７において、脱窒処理とカルシウムの除去が行われる。特に、このＵＳＢ脱窒槽７においては、カルシウムの存在に起因してグラニュールの形成が促進され、槽内の脱窒菌濃度を高濃度にでき、効率的な処理が行える。また、このＵＳＢ脱窒槽７は洗浄操作が不要であり、汚泥の引き抜きも簡単であるため、槽内の汚泥濃度を適宜調整して、効率的な処理を行うことができる。

【００４６】

なお、このＵＳＢ脱窒槽７には必要に応じて、ｐＨ調整剤としての酸が添加される。また、脱窒を完全にするために、メタノールが若干残留するようにメタノールを添加する。

【００４７】

また、脱窒処理は、必ずしもＵＳＢ脱窒槽７を利用する必要はなく、通常の浮遊式や、固定床式の脱窒槽を利用してもよい。

【００４８】

次に、ＵＳＢ脱窒槽７の脱窒処理水は、固定床酸化槽８に導入され、ここで曝気処理されて残留するメタノールの除去が行われる。この固定床酸化槽８の微生物保持用充填材１０としては、網目状のプラスチックパイプを多数充填したようなものが好適である。このような微生物保持用充填材１０を充填することで、固定床酸化槽８において効率的な酸化処理が行え、かつ沈殿槽を省略することができる。

【００４９】

ここで、固定床硝化槽６および固定床酸化槽８は、好気的条件下で処理を行う。このため、これら固定床硝化槽６および固定床酸化槽８の底部には、ブロワー１７からの空気が供給され、槽内が曝気されるようになっている。

【００５０】

このようにして、高濃度のカルシウムが存在する条件下において、窒素が効果的に除去された処理水が得られる。この実施形態によれば、固定床硝化槽６において、カルシウムの析出を防止しながら、硝化処理が行える。従って、固定床硝化槽６内の硝化菌の濃度を高濃度にして、効率的な硝化処理が行える。また、次段のＵＳＢ脱窒槽７において、脱窒処理を行いながらカルシウムを除去することができ、さらに、カルシウムが析出されることでグラニュールの形成を促進し、効果的な脱窒が行える。

【００５１】

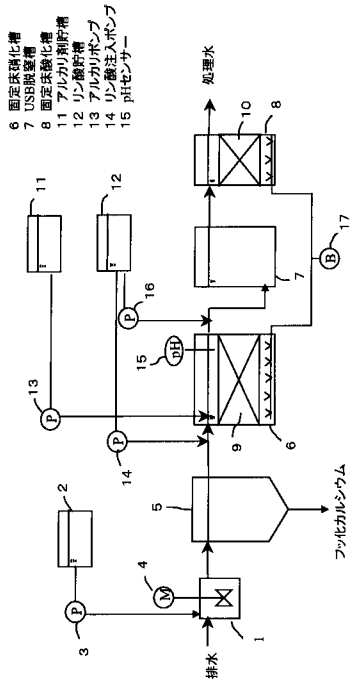
このように、固定床硝化槽６、ＵＳＢ脱窒槽７、固定床酸化槽８とすると、全槽浮遊式の処理装置と比べて、非常に効率的な処理を行うことができる。また、この場合沈殿槽が不

要であり、設置面積を全槽浮遊式の半分以下とすることが可能である。
【００５２】
なお、硝化槽、脱窒槽、酸化槽を浮遊式として、酸化槽の後段に沈殿槽などの固液分離装置を設けてもよい。また、上述の実施形態では固定床硝化槽６及び脱窒槽７の両方にリンを注入する構成としたが、排水中のアンモニア態窒素濃度が例えば５０ｍｇ－Ｎ／Ｌ程度と低く、フッ素除去後の排水中に硝化槽で必要なリンが残留している場合は、図１における硝化槽６へのリンの注入設備を省略し、脱窒槽７にのみ、リンを注入する構成とすればよい。
【００５３】
【実施例】
次に、実施例および比較例を挙げて本発明をより具体的に説明する。
【００５４】
（実施例）
表１に示すカルシウムと窒素を含み、リンを殆ど含まない（検出限界以下）模擬排水を図１に示す装置で処理した。水温２０℃、硝化負荷１．０ｋｇ－Ｎ／ｍ^3／ｄとし、硝化槽入口のリン濃度がアンモニア態窒素１００ｍｇ－Ｎ／Ｌに対して０．２ｍｇ－Ｐ／Ｌ、脱窒槽入口のリン濃度が硝酸態窒素１００ｍｇ－Ｎ／Ｌに対して０．８ｍｇ－Ｐ／Ｌとなるようにリン酸（H_3PO_4）水溶液をそれぞれ注入した。
【００５５】
すなわち、排水のアンモニア態窒素濃度が１００ｍｇ－Ｎ／Ｌであるから、硝化槽入口のリン濃度が０．２ｍｇ－Ｐ／Ｌとなるように、また、硝化処理後の排水の硝酸態窒素濃度が１５０ｍｇ－Ｎ／Ｌ（排水中のアンモニア態窒素が硝化された分、１００ｍｇ－Ｎ／Ｌと、排水中に元々含まれていた硝酸態窒素５０ｍｇ－Ｎ／Ｌの合計量）であるから、脱窒槽入口のリン濃度が１．２ｍｇ－Ｐ／Ｌとなるようにそれぞれ注入した。
【００５６】
なお、硝化槽内のｐＨが７．０となるように水酸化ナトリウムを添加し、調整した。
【００５７】
その結果、硝化槽内においてリン酸はほぼ消費され、硝化槽出口のリン酸濃度は０．０４ｍｇ－Ｐ／Ｌ以下となった。１００日間にわたって通水を行ったが、試験終了時、硝化槽内の充填材上にスケールの発生は認められなかった。アンモニア除去率は試験を通じて９５％以上であった。
【００５８】
（比較例）
実施例と同様に、表１に示す、カルシウムおよび窒素を含む模擬排水を図１に示す装置で処理した。ただし、リン酸の注入は硝化槽入口でのみ行った。ここで、硝化槽入口のリン濃度が全窒素１００ｍｇ－Ｎ／Ｌに対して１．０ｍｇ－Ｐ／Ｌ程度となるように、すなわち、１．５ｍｇ－Ｐ／Ｌとなるように注入した。
【００５９】
また、硝化槽内のｐＨが７．０となるように水酸化ナトリウムを添加し、調整した。
【００６０】
その結果、硝化槽出口のリン酸濃度は０．２～０．３ｍｇ－Ｐ／Ｌとなった。硝化槽内での微生物によるリン酸の消費を差し引いて、１．０ｍｇ－Ｐ／Ｌ程度がカルシウムと結合し、リン酸カルシウムとして、槽内で析出したことになる。
【００６１】
なお、通水開始３０日前後で充填材上にスケールの発生が認められ、通水終了時である１００日目には明かな目詰まりが認められた。試験開始時には硝化槽におけるアンモニア除去率は９５％以上であったが、終了時には８０％程度にまで低下した。
【００６２】
【表１】

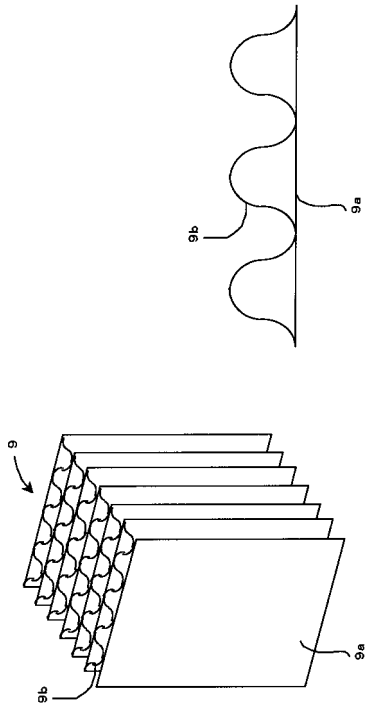
pH	8.3
NH_4-N (mg-N/L)	100
NO_3-N (mg-N/L)	50
Ca^{2+} (mg-Ca/L)	500
PO_4-P (mg-P/L)	N.D

【発明の効果】
以上説明したように、本発明によれば、リンを硝化槽および脱窒槽にそれぞれ注入するか、あるいは脱窒槽にのみ注入することで、硝化槽内のリン濃度を極めて低濃度にすることが可能であり、硝化槽内でのカルシウムスケールの析出を防止することができる。
【００６３】
これによって、硝化槽として固定床硝化槽を採用することができ、さらに、後段をＵＳＢ脱窒槽、固定床酸化槽とすると、従来の全槽浮遊式の処理装置と比べて、非常に効率的な処理を行うことができる。また、この場合沈殿槽が不要であり、設置面積を全槽浮遊式の半分以下とすることが可能である。
【図面の簡単な説明】
【図１】　実施形態の構成を示すブロック図である。
【図２】　固定床硝化槽に充填する微生物保持用充填材の構成を示す図である。
【符号の説明】
６　固定床硝化槽、７　ＵＳＢ脱窒槽、８　固定床酸化槽、１１　アルカリ剤貯槽、１２　リン酸貯槽、１３　アルカリポンプ、１４　リン酸注入ポンプ、１５　ｐＨセンサー。

【図１】


6 固定床硝化槽
7 USB脱窒槽
8 固定床脱化槽
11 アルカリ剤貯槽
12 リン酸貯槽
13 アルカリポンプ
14 リン酸注入ポンプ
15 pHセンサー
処理水
排水
ファイバルシウム

【図２】


9
9a
9b

フロントページの続き

(51)Int.Cl.			FI		
C12M 1/40	*(2006.01)*		C12M	1/00	H
			C12M	1/40	Z

(56)参考文献 特開昭54－108461（JP, A）
特開平09－314187（JP, A）
特開平05－123696（JP, A）
特開昭60－054784（JP, A）
特開平08－141597（JP, A）

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
C02F 3/28-34