(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2014 年 3 月 13 日(13.03.2014)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2014/038537 A1

(51) 国際特許分類:
C02F 1/56 (2006.01) *B01D 21/24* (2006.01)
B01D 21/01 (2006.01) *C02F 1/52* (2006.01)
B01D 21/08 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2013/073643

(22) 国際出願日: 2013 年 9 月 3 日(03.09.2013)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:
特願 2012-198559 2012 年 9 月 10 日(10.09.2012) JP

(71) 出願人: 栗田工業株式会社(KURITA WATER INDUSTRIES LTD.) [JP/JP]; 〒1640001 東京都中野区中野四丁目１０番１号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 清水　哲(SHIMIZU, Satoshi); 〒1640001 東京都中野区中野四丁目１０番１号　栗田工業株式会社内 Tokyo (JP). 寺嶋　光春(TERASHIMA, Mitsuharu); 〒8080135 福岡県北九州市若松区ひびきの１番１号　北九州市立大学内 Fukuoka (JP).

(74) 代理人: 重野　剛(SHIGENO, Tsuyoshi); 〒1600022 東京都新宿区新宿二丁目５番１０号日伸ビル９階 Tokyo (JP).

(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): 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, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, 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, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (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), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

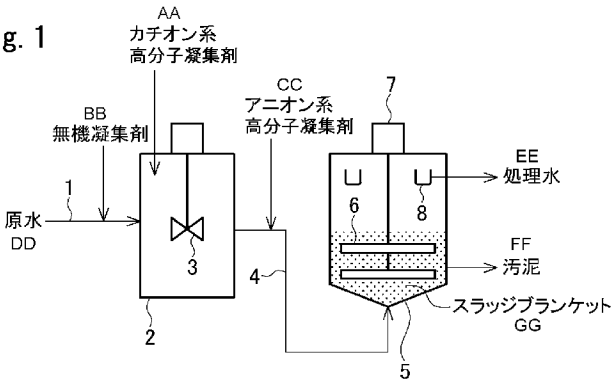
[続葉有]

(54) **Title**: WATER TREATMENT METHOD AND APPARATUS

(54) 発明の名称 : 水処理方法及び装置

[図1]

Fig. 1



AA... CATIONIC POLYMER FLOCCULANT
BB... INORGANIC FLOCCULANT
CC... ANIONIC POLYMER FLOCCULANT
DD... RAW WATER
EE... TREATED WATER
FF... SLUDGE
GG... SLUDGE BLANKET

(57) **Abstract**: [Problem] To provide a water treatment method and apparatus for obtaining treated water by adding an anionic polymer flocculant to the water to be treated, thereafter stirring to flocculate same, and then separating the solids from the liquids, wherein flocs that are stable enough not to disintegrate due to shearing forces during stirring and that have good settleability can be formed and the water quality of the treated water is excellent. [Solution] A water treatment method comprising a flocculation process for adding an anionic polymer flocculant to the water being treated to generate flocs, a flocculation process for then stirring the water being treated to form the flocs, and a solid-liquid separation process for separating the formed flocculated product into solids and liquids to obtain treated water, the water treatment method being characterized in that before adding the anionic polymer flocculant, a cationic polymer flocculant with a cationic group ratio of 10 - 50 mole% is added to the water being treated.

(57) 要約: 【課題】被処理水にアニオン系高分子凝集剤を添加し、その後、撹拌して造粒し、次いで固液分離して処理水を得る水処理方法及び装置において、撹拌時の剪断力によって破壊されないような強固で沈降性の良好なフロックを形成させることができ、しかも処理水の水質が良好となる水処理方法及び装置を提供する。 【解決手段】被処理水にアニオン系高分子凝集剤を添加して凝集フロックを生成させる凝集工程と、次いで該被処理水を撹拌して凝集フロックを造粒する造粒工程と、生成した造粒物を固液分離して処理水を得る固液分離工程とを有する水処理方法において、前記アニオン系高分子凝集剤を添加する前に、前記被処理水に、カチオン基比率が１０～５０モル%のカチオン系高分子凝集剤を添加することを特徴とする水処理方法。

WO 2014/038537 A1

添付公開書類:

— 国際調査報告（条約第 21 条(3)）

明　細　書

発明の名称 ： 水処理方法及び装置

技術分野

[0001] 本発明は、河川水、雨水、工場の用排水等、微細な懸濁物質が含まれる水から、懸濁物質を凝集分離する水処理方法及び装置あるいは、重金属やフッ素又はリン酸含有水からこれら含有物を凝集分離する水処理方法及び装置に関する。

背景技術

[0002] 工場廃水、下水などの原水（被処理水）に無機凝集剤を添加した後、アニオン系高分子凝集剤及びカチオン系高分子凝集剤を同時に添加し、固液分離することが公知である（特許文献１の比較例６，１０）。

[0003] 特許文献２には、上下水、産業廃水などの原水に無機凝集剤を添加して凝集物を生成させた後、有機高分子凝集剤を添加し、次いで撹拌造粒して粒状物を沈殿させることが記載されている。

[0004] 特許文献３には、排水処理や浄水処理において、原水に無機凝集剤を添加して凝集物を生成させた後、有機高分子凝集剤を添加し、次いで液体サイクロン内で旋回させて凝集固液分離することが記載されている。

[0005] 特許文献４には、メッキ工場排水などの金属水酸化物を含む懸濁液にアニオン系高分子凝集剤を添加し、次いでカチオン系高分子凝集剤を添加し、その後、撹拌造粒して固液分離することが記載されている。凝集物を撹拌して剪断力を与えることにより、フロックの機械的脱水を促進し、密度の高い凝集体（ペレット）が形成される。造粒されたペレットは、通常のフロックよりも沈降速度が大きいため、従来型のスラッジブランケット型凝集沈殿装置よりも水面積負荷を大きくとることができ、装置をコンパクトなものとすることができる。

[0006] 特許文献５には、重金属含有水を中和すると共にポリマーを添加して凝集処理する重金属含有排水の処理方法が記載されている。

[0007] 特許文献６には、フッ素含有水を鉄と反応させて不溶性リン酸鉄を生成させた後、ポリアクリルアミド系高分子凝集剤を添加し、固液分離するフッ素含有水の処理方法及び装置が記載されている。

先行技術文献

特許文献

[0008] 特許文献1：特開２００３－１４５１６８

特許文献2：特開平１１－１６９６０９

特許文献3：特開２０１０－２１４２４８

特許文献4：特開平６－５５００４

特許文献5：特開平５－３３７４７４

特許文献6：特開２００７－９８３２５

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0009] 造粒型の凝集沈殿装置においてブランケットゾーンを撹拌することによりフロックの造粒を行う場合、造粒フロック(ペレット)の一部が撹拌羽根による剪断力によって破壊されて微細化し易い。微細化されたフロックは、そのまま処理水に流出するため、処理水の水質が悪化する。

[0010] 本発明は、被処理水にアニオン系高分子凝集剤を添加し、その後、撹拌して造粒し、次いで固液分離して処理水を得る水処理方法及び装置において、撹拌時の剪断力によって破壊されないような強固で沈降性の良好なフロックを形成させることができ、しかも処理水の水質が良好となる水処理方法及び装置を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0011] 本発明の水処理方法は、被処理水にアニオン系高分子凝集剤を添加して凝集フロックを生成させる凝集工程と、次いで該被処理水を撹拌して凝集フロックを造粒する造粒工程と、生成した造粒物を固液分離して処理水を得る固液分離工程とを有する水処理方法において、前記アニオン系高分子凝集剤を

添加する前に、前記被処理水に、カチオン基比率が１０～５０モル％のカチオン系高分子凝集剤を添加することを特徴とするものである。

[0012] 本発明の水処理装置は、被処理水にアニオン系高分子凝集剤を添加するアニオン系高分子凝集剤添加手段と、該アニオン系高分子凝集剤添加手段の下流側に設けられた、被処理水を撹拌して凝集フロックを造粒する撹拌手段と、該撹拌手段によって撹拌された後の被処理水を固液分離して処理水を得る固液分離手段とを備える水処理装置において、前記アニオン系高分子凝集剤添加手段の上流側に設けられた、カチオン基比率が１０～５０モル％のカチオン系高分子凝集剤を添加するカチオン系高分子凝集剤添加手段を備えたことを特徴とするものである。

[0013] 本発明の一態様では、被処理水にまず無機凝集剤を添加する。この無機凝集剤の添加は、カチオン系高分子凝集剤の添加と同時であってもよく、それよりも前であってもよい。

[0014] 本発明の別の一態様では、被処理水が重金属を含んでおり、被処理水をまず中和して重金属水酸化物を析出させる。この中和処理はカチオン系高分子凝集剤の添加と同時であってもよく、それよりも前であってもよい。

発明の効果

[0015] 本発明者が種々研究を重ねた結果、被処理水に必要に応じ無機凝集剤を添加するか又は被処理水が重金属を含む場合には中和処理し、カチオン系高分子凝集剤、アニオン系高分子凝集剤をこの順に添加して造粒型の凝集沈殿を行うことにより、フロック強度が大きく、密度が高い凝集体が形成できることが見出された。特に、カチオン系高分子凝集剤として、カチオン基比率が１０～５０モル％のカチオン系高分子凝集剤を用いることにより、密度が高く、壊れにくいフロックを形成させることができることが見出された。

[0016] 本発明は、かかる知見に基づくものである。本発明によると、撹拌造粒工程においてフロックが撹拌による剪断力を受ける際に微細化が起こりにくいので、微細フロックがＳＳとして処理水に混入することが抑制され清澄な処理水が得られる。また、造粒物は密度が高く、沈降速度が大きいものとなる

ので、高負荷処理を行うことができる。

図面の簡単な説明

[0017] [図1]実施の形態に係る水処理方法及び装置を示すフロー図である。

[図2]実施の形態に係る水処理方法及び装置を示すフロー図である。

[図3]実施の形態に係る水処理方法及び装置を示すフロー図である。

[図4]実験結果を示すグラフである。

[図5]実験結果を示すグラフである。

[図6]実験結果を示すグラフである。

[図7]実験結果を示すグラフである。

[図8]実験結果を示すグラフである。

[図9]実験結果を示すグラフである。

[図10]実験結果を示すグラフである。

[図11]実施の形態に係る水処理方法及び装置を示すフロー図である。

発明を実施するための形態

[0018] ＜無機凝集剤を添加する第１態様＞

本発明の第１態様は、被処理水に無機凝集剤、カチオン系高分子凝集剤及びアニオン系高分子凝集剤を添加し、その後、撹拌して造粒し、次いで固液分離して処理水を得る水処理方法及び装置に関するものである。

[0019] ［被処理水及び凝集剤］

処理対象水は、河川水、雨水、工場の用排水等、微細な懸濁物質が含まれる水や、重金属、フッ素又はリン酸を含む水であれば特に限定されない。なお、懸濁物質含有水が処理対象水である場合、好ましくはそのＳＳ濃度は１～１００００ｍｇ／Ｌ特に２０～２０００ｍｇ／Ｌである。また、フッ素含有水が処理対象の場合は、フッ素濃度は１０～１００００ｍｇ／Ｌ程度が好ましく、リン酸含有水が処理対象の場合は、リン酸濃度は５～１００００ｍｇ／Ｌ程度が好ましい。

[0020] 無機凝集剤は、ＰＡＣ、ポリ鉄（ポリ硫酸第二鉄）、塩鉄（塩化第二鉄）あるいは硫酸バンドなど水酸化物を形成するものが好ましい。また、フッ素

含有水やリン酸含有水では、消石灰などのカルシウム化合物も無機凝集剤として使用することができる。無機凝集剤の添加量は１０～１０００ｍｇ／Ｌ特に２０～５００ｍｇ／Ｌ程度が好ましい。

[0021] カチオン系高分子凝集剤はアクリルアミド系のものが好適であり、そのカチオン基比率は１０～５０モル％、特に１５～４０モル％、更に２０～３０モル％が好適である。カチオン系高分子凝集剤の重量平均分子量は１２００万～２５００万特に１５００万～２２００万程度が好適である。カチオン系高分子凝集剤の添加量は０．２～５ｍｇ／Ｌ特に１～３ｍｇ／Ｌが好適である。

[0022] このようなカチオン系高分子凝集剤としては、一般にカチオン性高分子凝集剤として使用されているものが適用でき、具体的にはカチオン性モノマーとアクリルアミドとの共重合物を好適に用いることができる。カチオン性モノマーの具体例としては、ジメチルアミノエチルアクリレートやジメチルアミノエチルメタクリレート（以下、両化合物を併せて「ジメチルアミノエチル（メタ）アクリレート」と記す場合がある）の酸塩もしくはその４級アンモニウム塩、ジメチルアミノプロピルアクリアミドやジメチルアミノプロピルメタクリアミド（以下、両化合物を併せて「ジメチルアミノプロピル（メタ）アクリルアミド」と記す場合がある）の酸塩もしくはその４級アンモニウム塩を好適に用いることができるが、これに限定されるものではない。なお、カチオン性高分子凝集剤の製品形態は特に限定されるものではなく、粉末品、Ｗ／Ｏ型エマルション、或いは、高塩類濃度の水系媒体中にカチオン性高分子凝集剤粒子が分散しているディスパージョンなど、排水の凝集処理用に一般に流通しているのが適用できる。

[0023] アニオン系高分子凝集剤はアクリルアミド系のものが好適であり、そのアニオン基比率は５～３０モル％特に５～２０モル％が好適である。アニオン系高分子凝集剤の重量平均分子量は９００万～２０００万特に１２００万～１８００万程度が好適である。アニオン系高分子凝集剤の添加量は０．２～８ｍｇ／Ｌ特に２～６ｍｇ／Ｌが好適である。

[0024] このようなアニオン系高分子凝集剤としては、一般にアニオン性高分子凝集剤として使用されているものが適用でき、具体的にはアニオン性モノマーとアクリルアミドとの共重合物、または、ポリアクリルアミドの加水分解物を用いることができる。アニオン性モノマーの具体例としては、アクリル酸若しくはその塩を好適に用いることができる。アニオン性モノマーとして、アクリル酸若しくはその塩とともに、２－アクリルアミド－２－メチルプロパンスルホン酸若しくはその塩を用いて、アクリルアミドと共重合した重合物は、広いｐＨ範囲で安定して使用できる点で特に好適に用いることができる。

[0025] アニオン性高分子凝集剤の製品形態は特に限定されるものではなく、粉末品、Ｗ／Ｏ型エマルション、或いは、高塩類濃度の水系媒体中にアニオン性高分子凝集剤粒子が分散しているディスパージョンなど、排水の凝集処理用に一般に流通しているものが適用できる。

[0026] カチオン基比率とは、共重合するノニオン性モノマーとカチオン性モノマーとの合計モル量に占めるカチオン性モノマーのモル比である。アニオン基比率とは、共重合するノニオン性モノマーとアニオン性モノマーとの合計モル量に占めるアニオン性モノマーのモル比（ポリアクリルアミドの加水分解物の場合は、ノニオン性繰り返し単位とアニオン性繰り返し単位のモル比）である。

[0027] 例えば、アクリルアミド８０モルとジメチルアミノエチルアクリレートの４級アンモニウム塩２０モルとを共重合したカチオン系高分子凝集剤の場合、カチオン基比率は以下の通り２０モル％となる。

カチオン基比率［モル％］＝

［カチオン性モノマーのモル比／（カチオン性モノマーのモル比＋ノニオン性モノマーのモル比）］×１００

＝［２０／（２０＋８０）］×１００＝２０ ［モル％］

[0028] 凝集剤を添加した後、砂などの沈降促進剤を添加してもよい。

[0029] ［凝集剤の添加のタイミング、添加量及び添加手段］

被処理水にまず無機凝集剤を添加する第１態様においては、カチオン系高分子凝集剤は被処理水（原水）に対し無機凝集剤と共に添加されるか、又は無機凝集剤を添加した直後（例えば１秒～１分特に５秒～３０秒）又はそれ以降に添加される。その後、撹拌槽を用いて混合したときは１～１０分経過後に、ライン混合で混合したときは３０秒～２分経過後にアニオン系高分子凝集剤が添加される。

[0030] カチオン系高分子凝集剤の添加量Ａｃとアニオン系高分子凝集剤の添加量Ａａとの比Ａｃ／Ａａが０．１～１特に０．４～０．８であることが好ましい。

[0031] 無機凝集剤の添加量Ａｍ、カチオン系高分子凝集剤の添加量Ａｃ及びアニオン系高分子凝集剤の添加量Ａａが下式を満たすことが好ましい。

０．１＜（Ａｍ／１００＋Ａｃ）／Ａａ＜２

凝集剤の添加は、薬注ポンプなどによって行われる。

[0032] ［凝集沈殿槽］

本発明では、造粒型凝集沈殿槽を用いるのが好ましいが、造粒型凝集槽と固液分離手段とを設け、固液分離手段の余剰汚泥を種汚泥として造粒型凝集槽に返送する構成のものを用いてもよい。

[0033] 第１態様の好適なフローを図１，２に示す。

[0034] ［図１のフロー］

微細なＳＳを含有する原水が配管１を介して撹拌槽２に流入する。撹拌槽２内は撹拌機３によって急速撹拌されている。無機凝集剤は、配管１または撹拌槽２に添加される。

[0035] 撹拌槽２内のｐＨをpH調整剤（ＮａＯＨ、Ｃａ（ＯＨ）$_2$などのアルカリ及びＨＣｌ、H_2SO_4などの酸）によって６～８程度に調整する。

[0036] カチオン系高分子凝集剤を配管１または撹拌槽２に添加する。無機凝集剤、ｐＨ調整剤とカチオン系高分子凝集剤の添加順序はこの順または同時とするのが好ましい。ただし撹拌槽を用いる場合はカチオン系高分子凝集剤を添加した直後に無機凝集剤を添加することは実質同時と見なして支障はない。

[0037] 撹拌槽２では、無機凝集剤とカチオン系高分子凝集剤の正電荷がＳＳの負電荷に作用して荷電中和するとともに、カチオン系高分子凝集剤の高分子鎖が水素結合により絡まりあって、小粒径であるが密度が高くしっかりとしたフロックが形成される。

[0038] 撹拌槽２の撹拌強度はＧ値で１００～５００ｓ$^{-1}$とし、滞留時間は１分～１０分とすることが好ましい。

[0039] 撹拌槽２（又は撹拌用配管）で形成されたフロックを含有する水にアニオン系高分子凝集剤を添加し、造粒型凝集沈殿槽５の底部に流入させる。アニオン系高分子凝集剤の注入点は、撹拌槽２の流出トラフまたは撹拌槽２と造粒型凝集沈殿槽５とをつなぐ配管４などの水路とするのが好ましい。いずれの場合もアニオン系高分子凝集剤を添加後に十分に凝集することなく凝集フロックと混合状態で造粒型凝集沈殿槽５に流入させる必要があるので、好ましくはアニオン系高分子凝集剤を添加直後（例えば１秒～１分特に５秒～３０秒）に造粒型凝集沈殿槽５に流入するように設ける。

[0040] 造粒型凝集沈殿槽５では沈降速度が非常に大きい凝集体(ペブル)が保持されたスラッジブランケットが形成されている。運転初期に系外からペブルを供給するだけでなく造粒型凝集沈殿の運転を行って凝集体を成長させてペブルを作ることによってもペブルが保持されたスラッジブランケットを形成することができる。造粒型凝集沈殿槽５の底部に流入した水はスラッジブランケット（以下、単にブランケットということがある。）を上向流で通過する際、フロックがブランケット中のペブルに吸着されて固液分離されるため、清澄な（例えばＳＳ濃度２０ｍｇ／Ｌ以下、特に１０ｍｇ／Ｌ以下）水のみがトラフ８から処理水として流出する。

[0041] ブランケットは造粒用撹拌機７の撹拌羽根６によって剪断力を与えられており、フロックの機械的脱水が促進されて造粒されたペブルが形成される。アニオン系高分子凝集剤とフロックを含んだ水がこのブランケットを通過すると、フロックがペブルに強固に結合するため懸濁物質の除去がなされ、剪断力によって壊れにくいペブルになる。造粒されたペブル（造粒汚泥）は造

粒型凝集沈殿槽５の下部から引き抜かれる。ペブル形成過程でフロックからの脱水が促進されているため、造粒汚泥は高密度となる。清澄な処理水は、造粒型凝集沈殿槽５の上部のトラフ８を介して取り出される。

[0042] この造粒型凝集沈殿槽５におけるブランケットの撹拌強度はＧ値で２～１５０ｓ$^{-1}$特に５～１００ｓ$^{-1}$とすることが好ましい。ブランケットのＳＳ濃度は２０００～１０００００ｍｇ／Ｌ特に４０００～６００００ｍｇ／Ｌであることが好ましい。また、造粒型凝集沈殿槽の通水ＬＶを５～９０ｍ／ｈｒ特に１０～７０ｍ／ｈｒとすることが好ましい。

[0043] ［図２のフロー］

図２のフローは、撹拌槽２の代わりにライン混合装置１１を用いたものである。原水は原水ポンプ１０によってこのライン混合装置１１に通水される。このライン混合装置１１に無機凝集剤、カチオン系高分子凝集剤及びアニオン系高分子凝集剤が添加される。その他の構成は図１と同一である。ライン混合装置１１の混合強度はＧ値で１００～５００ｓ$^{-1}$程度が好適であり、滞留時間は３０～１２０秒、特に３０～６０秒程度が好ましい。上記の通り、撹拌羽根による撹拌混合の撹拌強度やライン混合における混合強度の示標として下式で表わされる平均速度勾配値（Ｇ値）が用いられる。撹拌混合の場合は撹拌羽根の大きさ、枚数、回転数によって、ライン混合の場合は流速、圧力損失によってそれぞれＧ値を求めることができる。

$G=\sqrt{(g \cdot w/\mu)}$

ｇ：重力加速度（＝９．８）（ｍ／ｓ^{2}）

ｗ：単位時間、単位容積当たりの仕事量（ｋｇ・ｍ／ｍ^{3}・ｓ）

μ：水の粘性係数（ｋｇ／ｍ・ｓ）

[0044] ［図３のフロー］

図３のフローは、図１のフローにおいて、撹拌槽２の後段に造粒型凝集槽として第２撹拌槽２０を設置し、この第２撹拌槽２０にアニオン系高分子凝集剤を添加し、撹拌機２１で撹拌して第２撹拌槽２０内で造粒するようにしている。この第２撹拌槽２０からの流出水が沈殿槽３０のフィードウェル３

１に導入され、該フィードウェル３１の下部から沈殿槽３０の下部に導入される。沈殿槽３０内に沈降した造粒汚泥は集泥レーキ３２によって中央部に掻き寄せられ、その一部は造粒のための種汚泥として汚泥返送ライン３３を介して第２撹拌槽２０に返送され、残部は取り出しライン３４を介して取り出される。

[0045] 上澄水はトラフ３５を介して処理水として取り出される。その他の構成は図１と同一である。

[0046] 図１～３のいずれのフローによっても、機械的強度の高いフロックが沈殿槽５，第２撹拌槽２０において生成する。この理由については詳細は不明であるが、次のように推察される。即ち、原水中のＳＳが無機凝集剤とカチオン系高分子凝集剤によって荷電中和されて複合体を形成する。これにアニオン系高分子凝集剤を加えることによって、カチオンとアニオンの静電作用に加えてアクリルアミド単位に基づくノニオン鎖の水素結合により、フロック同士が絡みつき結合が強固となる。

[0047] アクリルアミド(高分子凝集剤内のノニオン鎖)による水素結合が大きく働くために、高分子凝集剤はノニオン鎖を多く持つものが好ましい。またカチオン鎖は被処理水のＳＳ負荷電に対し所定量必要である。よって、使用するカチオン系高分子凝集剤はカチオン度が低く、分子量が大きいものが適すると考えられる。一方、アニオン系高分子凝集剤についても同様に、アクリルアミド(ノニオン鎖)による水素結合が大きく働くために、分子内にノニオン鎖を多く持つものが好ましい。またアニオン鎖は被処理水中の凝集フロックに残る凝集剤由来の正荷電に対し所定量必要である。よって使用するアニオン系高分子凝集剤はアニオン度が低く、分子量が大きいものが適すると考えられる。

[0048] 無機凝集剤添加と同時又はその後にカチオン基比率１０～５０モル％のカチオン系高分子凝集剤を添加して撹拌することにより、カチオン系高分子凝集剤を添加することなくアニオン系高分子凝集剤を添加したときと比較して、水分子を抱き込む割合が少なく、密度が高いフロックが形成できると考え

られる。続いてアニオン系高分子凝集剤を添加してフロックと混合状態で造粒することにより、アニオン系高分子凝集剤の吸着力によりブランケットゾーンのペブルにフロックが強固に吸着することで高密度フロックが粗大化する。このとき低イオン性のものを用いることにより、より密度の高い硬いフロックを形成することができる。ただし、過度にイオン性が低すぎると分散性の悪化や吸着力の低下が懸念され、引いては除濁性の減少、薬剤使用量の増大につながるため、カチオン、アニオン共に適度なイオン性とする必要がある。

[0049] このようにフロック同士の結合が強固なため、造粒撹拌時にペレットが破壊されて微細化しにくくなる。これによって、処理水へ微細ＳＳが流出する割合を低減できる。

[0050] フロック同士の結合力が強くなることで、フロック間隙水が抜けやすくなり、撹拌による機械的脱水作用が促進される。これにより、沈降速度の大きな凝集体が形成される。また、造粒が促進されることにより、発生する造粒汚泥の密度が高まる。このため、後段の脱水工程における設備を小型化することができる。

[0051] カチオン系高分子凝集剤の正荷電がＳＳの負荷電に作用するため、無機凝集剤の使用量を低減することができる。

[0052] ＜重金属含有水を中和処理及び凝集処理する第２態様＞

本発明の第２態様は、重金属含有水を被処理水とするものであり、被処理水を中和して重金属水酸化物を析出させ、カチオン系高分子凝集剤及びアニオン系高分子凝集剤を添加し、その後、撹拌して造粒し、次いで固液分離して処理水を得る水処理方法及び装置に関するものである。

[0053] ［被処理水及び凝集剤］

第２態様の処理対象水は、メッキ排水、酸洗排水、エッチング排水などのように重金属を含むものである。重金属としてはＦｅ、Ｚｎ、Ｃｒ、Ｍｎ、Ｎｉ、Ｐｂ、Ｃｄ、Ｃｕ、Ｓｎ、Ａｌ、Ｍｇなどが例示される。重金属含有量は、中和により重金属水酸化物が１～２００００ｍｇ／Ｌ特に２０～１０

００ｍｇ／Ｌ生成する含有量であることが好ましい。

[0054] 中和剤としては水酸化ナトリウム、水酸化カルシウムなどの少なくとも１種が好ましい。中和処理後のｐＨは６～８程度が好ましい。なお、重金属が６価クロムである場合、中和処理に先立って、被処理水に還元剤を添加し、低価のクロムに還元処理することが好ましい。

[0055] カチオン系高分子凝集剤及びアニオン系高分子凝集剤の好ましい種類及び添加量は前記第１態様と同一である。

[0056] ［カチオン系高分子凝集剤の添加のタイミング、添加量及び添加手段］

第２態様では、カチオン系高分子凝集剤は被処理水（原水）に対し中和用のアルカリと共に添加されるか、又はアルカリを添加した直後（例えば１秒～１分特に５秒～３０秒）又はそれ以降に添加される。その後、撹拌槽を用いて混合したときは１～１０分経過後に、ライン混合で混合したときは３０秒～２分経過後にアニオン系高分子凝集剤が添加される。

[0057] この態様でも、カチオン系高分子凝集剤の添加量Ａｃとアニオン系高分子凝集剤の添加量Ａａとの比Ａｃ／Ａａが０．１～１特に０．４～０．８であることが好ましい。

[0058] ［凝集沈殿槽］

第２態様でも、造粒型凝集沈殿槽を用いるのが好ましいが、造粒型凝集槽と固液分離手段とを設け、固液分離手段の余剰汚泥を種汚泥として造粒型凝集槽に返送する構成のものを用いてもよい。

[0059] 第２態様の好適なフローを図１１に示す。

[0060] 重金属を含有する原水を配管１を介して撹拌槽２に導入し、撹拌槽２内のｐＨをｐＨ調整剤（ＮａＯＨ、Ｃａ（ＯＨ）$_2$などのアルカリ）によって６～１１程度に調整し、重金属水酸化物を析出させる。

[0061] カチオン系高分子凝集剤を、撹拌槽２への原水導入配管１または撹拌槽２に添加する。ｐＨ調整剤とカチオン系高分子凝集剤の添加順序はこの順または同時とするのが好ましい。ただし撹拌槽２に添加する場合はカチオン系高分子凝集剤を添加した直後に無機凝集剤を添加することは実質同時と見なし

て支障はない。

[0062] 撹拌槽２では、カチオン系高分子凝集剤の正電荷が重金属水酸化物の負電荷に作用して荷電中和するとともに、カチオン系高分子凝集剤の高分子鎖が水素結合により絡まりあって、小粒径であるが密度が高くしっかりとしたフロックが形成される。

[0063] 撹拌槽２の撹拌強度はＧ値で１００～５００ｓ$^{-1}$とし、滞留時間は１分～１０分とすることが好ましい。

[0064] 撹拌槽２で形成されたフロックを含有する水にアニオン系高分子凝集剤を添加し、造粒型凝集沈殿槽５の底部に流入させる。アニオン系高分子凝集剤の注入点は、撹拌槽２の流出トラフまたは撹拌槽２と造粒型凝集沈殿槽５とをつなぐ配管４などの水路とするのが好ましい。いずれの場合もアニオン系高分子凝集剤を添加後に十分に凝集することなく凝集フロックと混合状態で造粒型凝集沈殿槽５に流入させる必要があるので、好ましくはアニオン系高分子凝集剤を添加直後（例えば１秒～１分特に５秒～３０秒）に造粒型凝集沈殿槽５に流入するように設ける。

[0065] 造粒型凝集沈殿槽５では、第１態様の場合と同様に、沈降速度が非常に大きい凝集体(ペブル)が保持されたスラッジブランケットが形成されている。造粒型凝集沈殿槽５の底部に流入した水はスラッジブランケットを上向流で通過する際、フロックがブランケット中のペブルに吸着されて固液分離されるため、清澄な（例えばＳＳ濃度２０ｍｇ／Ｌ以下、特に１０ｍｇ／Ｌ以下）水のみがトラフ８から処理水として流出する。

[0066] この造粒型凝集沈殿槽５におけるブランケットの撹拌強度は、ＳＳ濃度、及び通水ＬＶの好ましい範囲は第１態様の場合と同様である。

[0067] 図１１のフローによっても、機械的強度の高い重金属水酸化物のフロックが沈殿槽５において生成する。

実施例

[0068] 以下、実施例及び比較例について説明する。以下の説明では、カチオン系高分子凝集剤をカチオン系ポリマーと称し、アニオン系高分子凝集剤をアニ

オン系ポリマーと称する場合がある。なお、実施例１～３は第１態様の実施例であり、実施例４は第２態様の実施例である。

[0069] ［実験１：処理方式及び添加する高分子凝集剤の種類を変えた実験］

［実施例１］

工業用水にカオリンを２００ｍｇ／Ｌ加えて調製した原水を図１のフローに従って処理した。造粒型凝集沈殿槽に対する水面積負荷（ＬＶ）が６０ｍ／ｈｒとなるように４．２m^3／ｈの流量で通水を行った。無機凝集剤は、ＰＡＣ（添加量１５０ｍｇ／Ｌ）とし、中和剤として水酸化ナトリウム２５％溶液を用いて中性にした。カチオン系高分子凝集剤としてアクリルアミドとジメチルアミノエチルアクリレート塩化メチル４級塩とを重合して得たカチオン系高分子凝集剤ｃ（カチオン基比率２０モル％）を１ｍｇ／Ｌ加え、アニオン系高分子凝集剤としてアクリルアミドとアクリル酸ナトリウムとを重合して得たアニオン系高分子凝集剤ａ（アニオン基比率１２モル％）を２ｍｇ／Ｌ加えた。

[0070] 撹拌槽２の滞留時間は２分とし、Ｇ値は２００s^{-1}とした。造粒型凝集沈殿槽は直径３００ｍｍ×高さ１２００ｍｍ、ブランケットゾーンのＧ値を５０s^{-1}とし、ブランケットゾーンを６００ｍｍの高さまで形成した。ブランケットのＳＳ濃度は５００００ｍｇ／Ｌである。

[0071] ブランケットゾーンの造粒粒子（フロック）の粒径分布、フロック見かけ密度、処理水ＳＳ濃度を表１に示す。

[0072] ［実施例２］

図２に示すフローにより、実施例１と同一の原水を処理した。ライン混合装置のＧ値は２００s^{-1}、滞留時間は３０秒とした。その他の条件は実施例１と同一とした。ブランケットゾーンの造粒粒子（フロック）の粒径分布、フロック見かけ密度、処理水ＳＳ濃度を表１に示す。

[0073] ［実施例３］

図３に示すフローに従って原水を処理した。ＰＡＣ２００ｍｇ／Ｌ、カチオン系高分子凝集剤ｃ１ｍｇ／Ｌとアニオン系高分子凝集剤ａ３ｍｇ／Ｌを

添加した。撹拌槽のＧ値は第１撹拌槽２では１５０ｓ$^{-1}$、第２撹拌槽２０では８０ｓ$^{-1}$とし、それぞれ滞留時間を５分とした。

[0074] その他の条件は実施例１と同一とした。ブランケットゾーンの造粒粒子（フロック）の粒径分布、フロック見かけ密度、処理水ＳＳ濃度を表１に示す。

[0075] ［比較例１］

実施例１において、カチオン系高分子凝集剤ｃ１ｍｇ／Ｌとアニオン系高分子凝集剤ａ２ｍｇ／Ｌの添加場所を逆にした。即ち、カチオン系高分子凝集剤ｃを配管４に添加し、アニオン系高分子凝集剤ａを撹拌槽２に添加した。その他の条件は実施例１と同一とした。ブランケットゾーンの造粒粒子（フロック）の粒径分布、フロック見かけ密度、処理水ＳＳ濃度を表１に示す。

[0076] ［比較例２］

実施例１において、ＰＡＣ添加量を２００ｍｇ／Ｌ、アニオン系高分子凝集剤ａの添加量を３ｍｇ／Ｌを添加し、カチオン系高分子凝集剤を添加しなかった。その他の条件は実施例１と同一とした。ブランケットゾーンの造粒粒子（フロック）の粒径分布、フロック見かけ密度、処理水ＳＳ濃度を表１に示す。

[0077] ［比較例３］

実施例１において、ＰＡＣ添加量を２００ｍｇ／Ｌとし、カチオン基比率がアニオン基比率よりも小さい第１の両性高分子凝集剤４ｍｇ／Ｌを撹拌槽２に添加した。実施例１のカチオン系高分子凝集剤及びアニオン系高分子凝集剤は添加しなかった。

[0078] その他の条件は実施例１と同一とした。ブランケットゾーンの造粒粒子（フロック）の粒径分布、フロック見かけ密度、処理水ＳＳ濃度を表１に示す。

[0079] ［比較例４］

実施例１において、ＰＡＣ添加量を２００ｍｇ／Ｌとし、アニオン系高分

子凝集剤ａ３ｍｇ／Ｌを撹拌槽２に添加し、カチオン基比率がアニオン基比率よりも大きい第２の両性高分子凝集剤１ｍｇ／Ｌを配管４に添加した。

[0080] その他の条件は実施例１と同一とした。ブランケットゾーンの造粒粒子（フロック）の粒径分布、フロック見かけ密度、処理水ＳＳ濃度を表１に示す。

[0081] フロックの見かけ密度は、ハイスピードカメラにより計測した一つ一つのフロック沈降速度と粒径から粒子沈降速度式を用いて導出した。

[0082]

[表1]

	フロー	無機凝集剤	高分子凝集剤(ポリマー)	Ac/Aa	(Am/100+Ac)/Aa	10vol.%粒径	50vol.%粒径	90vol.%粒径	フロックみかけ密度	処理水SS濃度
						(mm)	(mm)	(mm)	(kg/L)	(mg/L)
実施例1	図1	PAC (150mg/L)	カチオンポリマー(1mg/L)→アニオンポリマー(2mg/L)	0.5	1.25	2	6	8	1.13	0.1
実施例2	図2	PAC (150mg/L)	カチオンポリマー(1mg/L)→アニオンポリマー(2mg/L)	0.5	1.25	2	6	8	1.13	0.2
実施例3	図3	PAC (200mg/L)	カチオンポリマー(1mg/L)→アニオンポリマー(3mg/L)	0.3	1	0.5	3	7	1.08	5
比較例1	図1	PAC (200mg/L)	アニオンポリマー(2mg/L)→カチオンポリマー(1mg/L)	0.5	1.5	1	3	7	1.09	8
比較例2	図1	PAC (200mg/L)	アニオンポリマー(3mg/L)	0	0.6	1	3	7	1.04	40
比較例3	図1	PAC (200mg/L)	アニオン両性ポリマー(4mg/L)	—	—	1	4	7	1.05	14
比較例4	図1	PAC (200mg/L)	アニオンポリマー(2mg/L)→カチオン両性ポリマー(1mg/L)	—	—	1	4	8	1.08	9

カチオンポリマー:カチオン系高分子凝集剤c
アニオンポリマー:アニオン系高分子凝集剤a
アニオン両性ポリマー:第1の両性高分子凝集剤
カチオン両性ポリマー:第2の両性高分子凝集剤

[0083] [考察]

(1) 実施例1と2の結果より、反応槽の代わりにライン混合装置を用い

ても良いことが認められる。

（２）　実施例１と比較例１より、添加順はカチオン系高分子凝集剤→アニオン系高分子凝集剤が適することが認められる。

（３）　実施例１と比較例２より、カチオン系高分子凝集剤の添加が必要であることが認められる。

（４）　実施例１と実施例３より、造粒型凝集槽と固液分離手段を用い、余剰汚泥を種汚泥として返送する方式でも性能が出るが、処理水ＳＳ濃度の点で造粒型凝集沈殿槽の方がより好ましいことが認められる。

（５）　実施例１と比較例３及び比較例４より、両性高分子凝集剤は効果が劣ることが認められる。

[0084] ［実験２：高分子凝集剤のイオン基比率及び重量平均分子量を変えた実験］

図１のフローにおいて、添加するカチオン系高分子凝集剤またはアニオン系高分子凝集剤のイオン基比率あるいは重量平均分子量を変化させたこと以外は実施例１と同一条件にて原水を処理し、処理水ＳＳ濃度及びフロック沈降速度を調べた。フロックの沈降速度は、５００ｍＬメスシリンダーでフロックを沈降させ、９０％以上のフロックが沈降しきるまでの時間と沈降距離から算出した。結果を図４～７に示す。

[0085] ここで、カチオン系高分子凝集剤およびアニオン系高分子凝集剤の重量平均分子量は以下の方法により算出した。

［カチオン系高分子凝集剤の重量平均分子量］

カチオン系高分子凝集剤の重量平均分子量（Ｍｗ）は、ジメチルアミノメチルメタクリレートの塩化メチル４級塩（以下　「ＤＡＭ４級塩」と記す）のホモポリマーの粘度式：［η］＝４．０９×１０$^{-5}$Ｍｗ$^{0.73}$［加藤忠哉、高分子凝集剤懇話会報告書「実験課題：ホモカチオン（DM-MC）の粘度式の決定」、１９９８年３月２３日］から、次の方法によって算出した。

まず、１Ｎ－ＮａＣｌ水溶液中２５℃の条件で測定したカチオン系高分子凝集剤の固有粘度（単位はｄｌ／ｇ）から、上記粘度式を用いてMwを算出する。算出したＭｗをＤＡＭ４級塩の分子量２０７．５で除し、重合度を算出

する。この重合度に、使用したカチオン系高分子凝集剤の１ユニットの分子量９５．６（カチオン基比率２０モル％のアクリルアミド／ジメチルアミノエチルアクリレート塩化メチル４級塩共重合物）を掛けることによって得た数値を重量平均分子量とした。

［アニオン系高分子凝集剤の重量平均分子量］

アニオン系高分子凝集剤の重量平均分子量（Ｍｗ）は、ポリアクリルアミド系高分子の粘度式：［η］＝３．７３×１０$^{-4}$Ｍｗ$^{0.66}$［ラジカル重合ハンドブック、（株）エヌ・ティー・エス刊、５５８頁（１９９９）］からＭｗを算出した。アニオン系高分子凝集剤の重量平均分子量の算出にあたっては、固有粘度［η］は、１Ｎ－ＮａＮＯ$_3$水溶液中３０℃での測定値（単位はｄｌ／ｇ）を用いた。また、アクリル酸とアクリルアミドとは分子量がほぼ等しいので、カチオン系高分子凝集剤の場合と異なり、重合度に換算することなく、上記式から算出されたＭｗをそのままアニオン系高分子凝集剤の重量平均分子量とした。

[0086] 図４及び６に、カチオン系高分子凝集剤及びアニオン系高分子凝集剤の分子量を同一とし、イオン基比率を変化させたときの、ＬＶ６０ｍ／ｈｒにおける処理水質を示す。図示の通り、カチオン系高分子凝集剤、アニオン系高分子凝集剤のいずれも、イオン基比率が小さいほうが良好な処理水質が得られた。ただしカチオン基比率は過度に小さいと処理水質が悪化した。即ち、カチオン系高分子凝集剤はカチオン基比率は１０～５０モル％、特に１５～４０モル％、更に２０～３０モル％であることが好ましく、アニオン系高分子凝集剤はアニオン基比率５～３０モル％であることが好ましいことが認められた。

[0087] 図５及び７にカチオン系高分子凝集剤及びアニオン系高分子凝集剤のイオン基比率を同一とし、重量平均分子量を変化させたときの、ＬＶ６０ｍ／ｈｒにおける処理水質を示す。カチオン系高分子凝集剤、アニオン系高分子凝集剤のいずれも、重量平均分子量が大きいほうが良好な処理水質が得られた。即ち、カチオン系高分子凝集剤の重量平均分子量１２００万以上が好まし

く、アニオン系高分子凝集剤の重量平均分子量は９００万以上が好ましい。

[0088] ［実験３：カチオン系高分子凝集剤／アニオン系高分子凝集剤添加量比率を変えた実験］

図１のフローにおいて、カチオン系高分子凝集剤とアニオン系高分子凝集剤の添加量の比を変化させたこと以外は実施例１と同一条件にて原水を処理し、処理水ＳＳ濃度及びフロック沈降速度を調べた。

[0089] 図８にカチオン系高分子凝集剤ｃ／アニオン系高分子凝集剤ａ添加量比率と処理水ＳＳ濃度及びフロック沈降速度の関係を示す。図８の通り、カチオン系高分子凝集剤／アニオン系高分子凝集剤添加量比率が０．１から１の範囲ではフロック沈降速度が約７５から９０ｍ／ｈｒであり、処理水ＳＳ濃度も１０ｍｇ／Ｌ以下と良好であった。しかし、添加量比率を２としたときにはフロック沈降速度が低下し、処理水ＳＳ濃度が４０ｍｇ／Ｌまで悪化した。このことから、良好なフロック沈降速度のペブルを得るためにはカチオン系高分子凝集剤及びアニオン系高分子凝集剤の添加量比率は０．１～１とする必要があることが認められる。

[0090] ［実験４：添加量比率（Ａｍ／１００＋Ａｃ）／Ａａを変えた実験］

図１のフローにてアニオン系高分子凝集剤ａを２ｍｇ／Ｌとし、無機凝集剤添加量とカチオン系高分子凝集剤ｃの添加量を変化させたこと以外は実施例１と同一条件にて原水を処理し、処理水ＳＳ濃度及びフロック沈降速度を調べた。

[0091] 図９に添加量比率（Ａｍ／１００＋Ａｃ）／Ａａと処理水ＳＳ濃度及びフロック沈降速度の関係を示す。図９の通り、添加量比率（Ａｍ／１００＋Ａｃ）／Ａａが０．１～２ではフロック沈降速度が７９ｍ／ｈｒ以上、処理水ＳＳ濃度が２０ｍｇ／Ｌ以下と良好であった。

[0092] しかし、添加量比率（Ａｍ／１００＋Ａｃ）／Ａａを２．８としたときはフロック沈降速度が６５ｍ／ｈｒに低下し、処理水ＳＳ濃度も４０ｍｇ／Ｌまで悪化した。

[0093] このことから、良好なフロック沈降速度のペブルを得るためには添加量比

率（Ａｍ／１００＋Ａｃ）／Ａａは０．１～２とする必要があることが認められる。

[0094] ［実験５：ブランケットの撹拌のＧ値を変えた実験］

図１のフローにおいて、ブランケット撹拌のＧ値を変化させたこと以外は実施例１と同一条件にて原水を処理し、処理水ＳＳ濃度及びフロック沈降速度を調べた。

[0095] 図１０にブランケットの撹拌のＧ値と処理水ＳＳ濃度及びフロック沈降速度の関係を示す。図１０の通り、Ｇ値を５～１５０ｓ$^{-1}$とすることによってフロック沈降速度が大きく、ＳＳ濃度１０ｍｇ／Ｌ以下と良好な処理水質が得られた。しかしながら、Ｇ値を３００ｓ$^{-1}$とした場合にはフロックの巻き上がりが起こり、処理水質が悪化した。また、Ｇ値を１ｓ$^{-1}$とした場合にはフロックの沈降速度が小さくなり、処理水ＳＳ濃度が増加した。Ｇ値が小さい場合にはフロックの機械的脱水が促進されないため、沈降速度が低下したと考えられる。このため、ブランケットの撹拌のＧ値は５～１５０ｓ$^{-1}$とする必要がある。

[0096] ［実施例４（第２態様）］

図１１に示すフローに従って、表２に示す水質のＣｕ（銅）含有排水を処理した。主な条件は次の通りである。

[0097] 原水流量：１ｍ^3／ｈｒ

撹拌槽：容積　８０Ｌ

ｐＨ　８．４（ＮａＯＨ添加）

ＨＲＴ　５ｍｉｎ

カチオン系高分子凝集剤ｃ　１ｍｇ／Ｌ添加

アニオン系高分子凝集剤ａ添加量：２ｍｇ／Ｌ（配管４にて添加）

造粒型凝集沈殿槽：直径　３００ｍｍ

高さ　１５００ｍｍ

ＬＶ　１５ｍ／ｈｒ

[0098] 処理水の水質を表２に示す。

[0099] ［比較例５］

実施例４において、カチオン系高分子凝集剤としてカチオン系高分子凝集とはカチオン基比率のみ異なるカチオン系高分子凝集剤ｃ’（カチオン基比率６０モル％）を用いたこと以外は同様にして処理を行った。処理水の水質を表２に示す。

[0100] [表2]

項目	原水	実施例4	比較例5
pH (-)	5.5	6.9	7.1
SS (mg/L)	18	4	12
Cu (mg/L)	19	0.45	3

[0101] 表２の通り、本発明によると処理の水質が良好になる。

[0102] 本発明は２０１２年９月１０日に出願された日本特許出願２０１２－１９８５５９に基づいており、その全体が援用により引用される。

符号の説明

[0103] ２ 撹拌槽（第１撹拌槽）

５ 造粒型凝集沈殿槽

１０ ライン混合装置

２０ 第２撹拌槽

３０ 沈殿槽

請求の範囲

[請求項1] 被処理水にアニオン系高分子凝集剤を添加して凝集フロックを生成させる凝集工程と、

次いで該被処理水を撹拌して凝集フロックを造粒する造粒工程と、

生成した造粒物を固液分離して処理水を得る固液分離工程と

を有する水処理方法において、

前記アニオン系高分子凝集剤を添加する前に、前記被処理水に、カチオン基比率が１０～５０モル％のカチオン系高分子凝集剤を添加することを特徴とする水処理方法。

[請求項2] 請求項１において、前記被処理水に、前記カチオン系高分子凝集剤と共に、又はカチオン系高分子凝集剤の添加前に無機凝集剤を添加することを特徴とする水処理方法。

[請求項3] 請求項２において、無機凝集剤の添加量Ａｍ、カチオン系高分子凝集剤の添加量Ａｃ及びアニオン系高分子凝集剤の添加量Ａａが下式を満たすことを特徴とする水処理方法。

０．１＜（Ａｍ／１００＋Ａｃ）／Ａａ＜２

[請求項4] 請求項１ないし３のいずれか１項において、前記被処理水は重金属を含んでおり、前記アニオン系高分子凝集剤を添加する前に該被処理水を中和処理して重金属水酸化物を析出させる中和工程をさらに有することを特徴とする水処理方法。

[請求項5] 請求項１ないし４のいずれか１項において、前記造粒工程の直前に前記アニオン系高分子凝集剤を添加することを特徴とする水処理方法。

[請求項6] 請求項１ないし５のいずれか１項において、アニオン系高分子凝集剤はアニオン基比率３０モル％以下の低イオン性アニオン系高分子凝集剤であることを特徴とする水処理方法。

[請求項7] 請求項１ないし６のいずれか１項において、カチオン系高分子凝集剤の重量平均分子量が１２００万～２２００万であることを特徴とす

る水処理方法。

[請求項8] 請求項１ないし７のいずれか１項において、アニオン系高分子凝集剤の重量平均分子量が９００万～１８００万であることを特徴とする水処理方法。

[請求項9] 請求項１ないし８のいずれか１項において、カチオン系高分子凝集剤の添加量Ａｃとアニオン系高分子凝集剤の添加量Ａａとの比Ａｃ／Ａａが０．１～１であることを特徴とする水処理方法。

[請求項10] 請求項１ないし９のいずれか１項において、カチオン系高分子凝集剤を添加して撹拌するときの撹拌槽のＧ値を２～１５０s^{-1}とすることを特徴とする水処理方法。

[請求項11] 請求項１ないし１０のいずれか１項において、固液分離を造粒型凝集沈殿槽にて行い、該造粒型凝集沈殿槽内のスラッジブランケットのＳＳ濃度を２０００～１００００００ｍｇ／Ｌとすることを特徴とする水処理方法。

[請求項12] 請求項１１において、造粒型凝集沈殿槽の通水ＬＶを５～９０ｍ／ｈｒとすることを特徴とする水処理方法。

[請求項13] 請求項１ないし１２のいずれか１項において、処理水のＳＳ濃度が２０ｍｇ－ＳＳ／Ｌ以下であることを特徴とする水処理方法。

[請求項14] 被処理水にアニオン系高分子凝集剤を添加するアニオン系高分子凝集剤添加手段と、

該アニオン系高分子凝集剤添加手段の下流側に設けられた、被処理水を撹拌して凝集フロックを造粒する撹拌手段と、

該撹拌手段によって撹拌された後の被処理水を固液分離して処理水を得る固液分離手段と

を備える水処理装置において、

前記アニオン系高分子凝集剤添加手段の上流側に設けられた、カチオン基比率が１０～５０モル％のカチオン系高分子凝集剤を添加するカチオン系高分子凝集剤添加手段を備えたことを特徴とする水処理装

置。

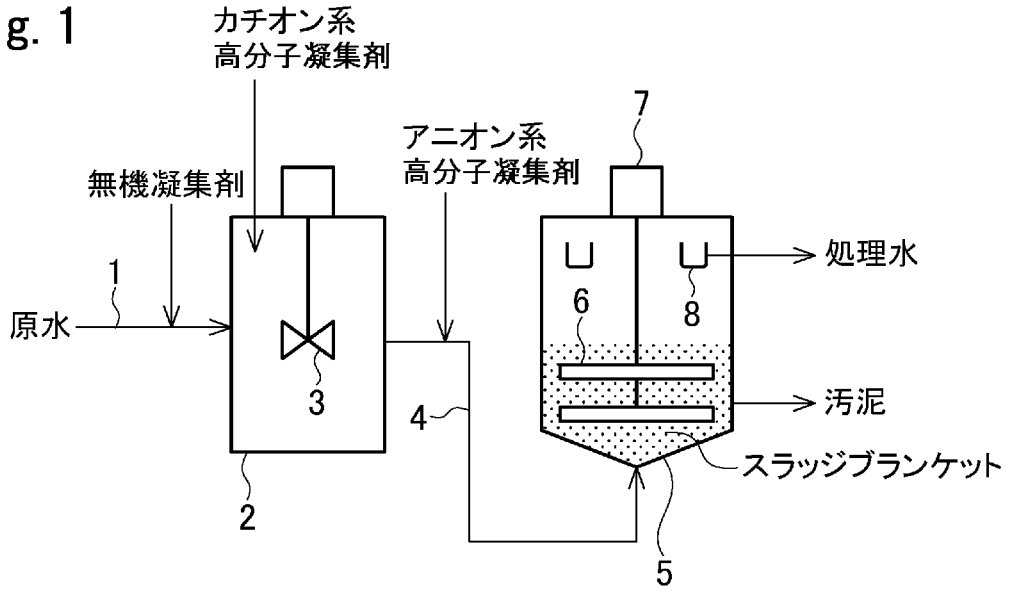
[請求項15] 請求項１４において、前記カチオン系高分子凝集剤と共に、又はカチオン系高分子凝集剤添加手段よりも上流側において前記被処理水に無機凝集剤を添加する無機凝集剤添加手段を備えたことを特徴とする水処理装置。

[請求項16] 請求項１４において、前記被処理水は重金属を含んでおり、前記カチオン系高分子凝集剤添加手段の上流側に、被処理水を中和して重金属水酸化物を析出させる中和手段を備えたことを特徴とする水処理装置。

[請求項17] 請求項１４ないし１６のいずれか１項において、撹拌造粒手段及び固液分離手段として造粒型凝集沈殿槽を備えたことを特徴とする水処理装置。

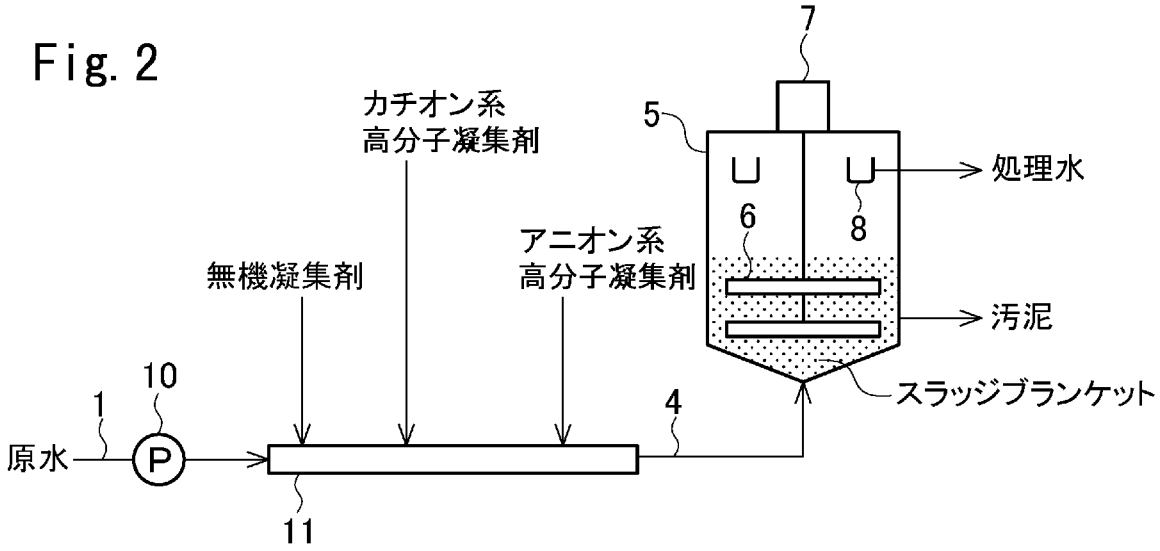
[図1]

Fig. 1



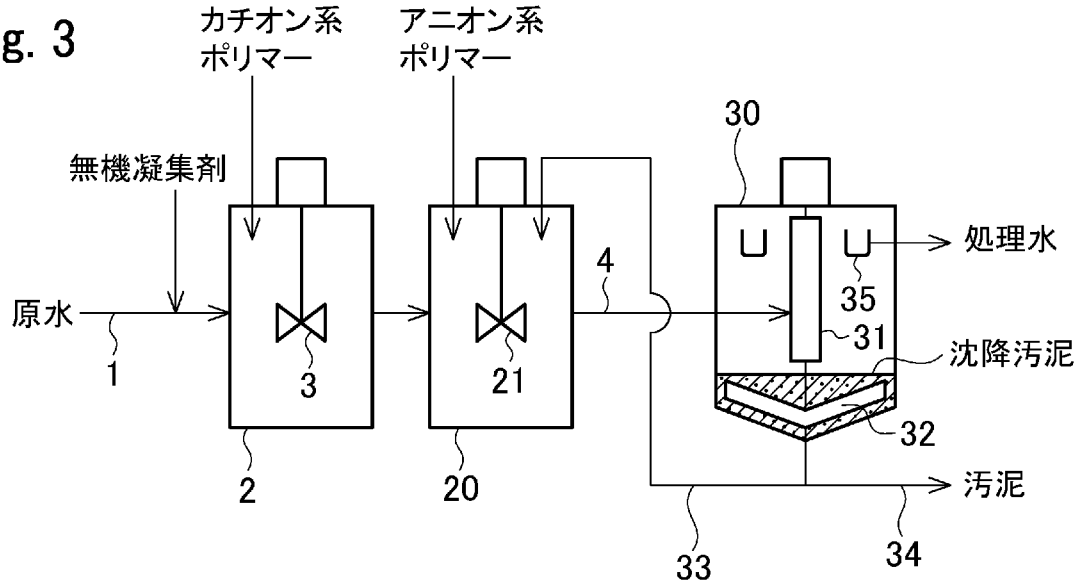
[図2]

Fig. 2



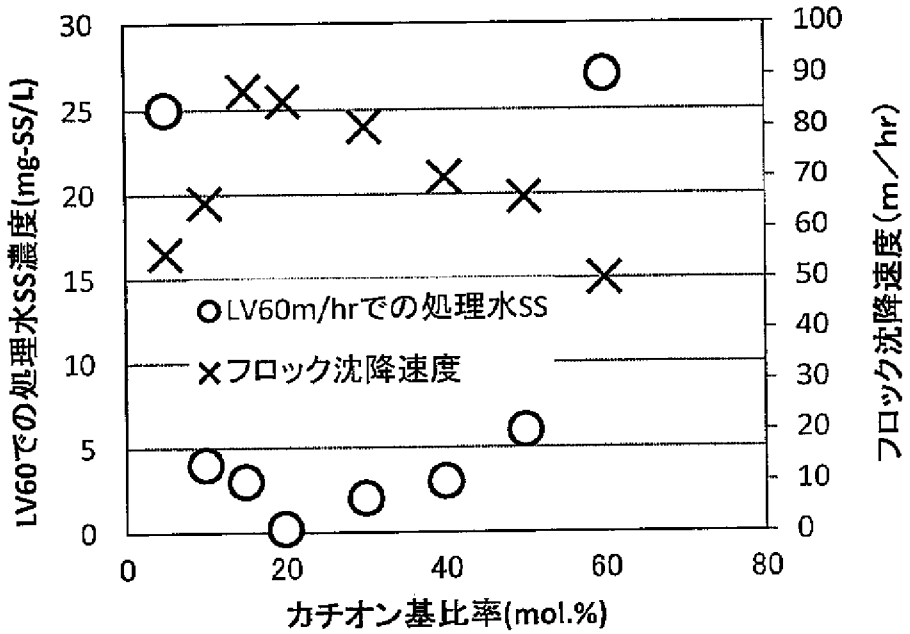
[図3]

Fig. 3



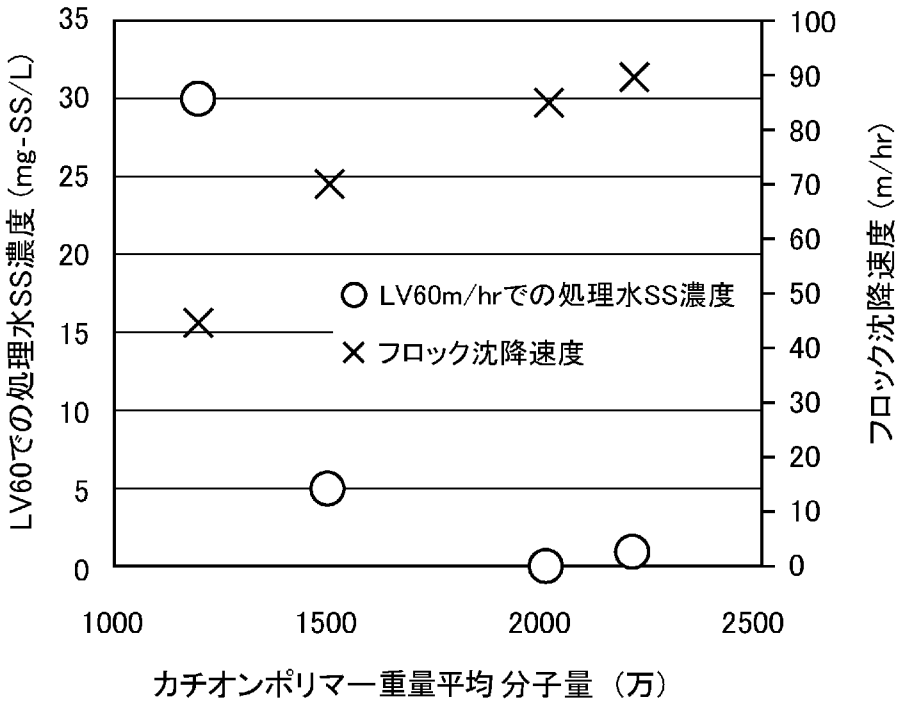
[図4]

Fig.4



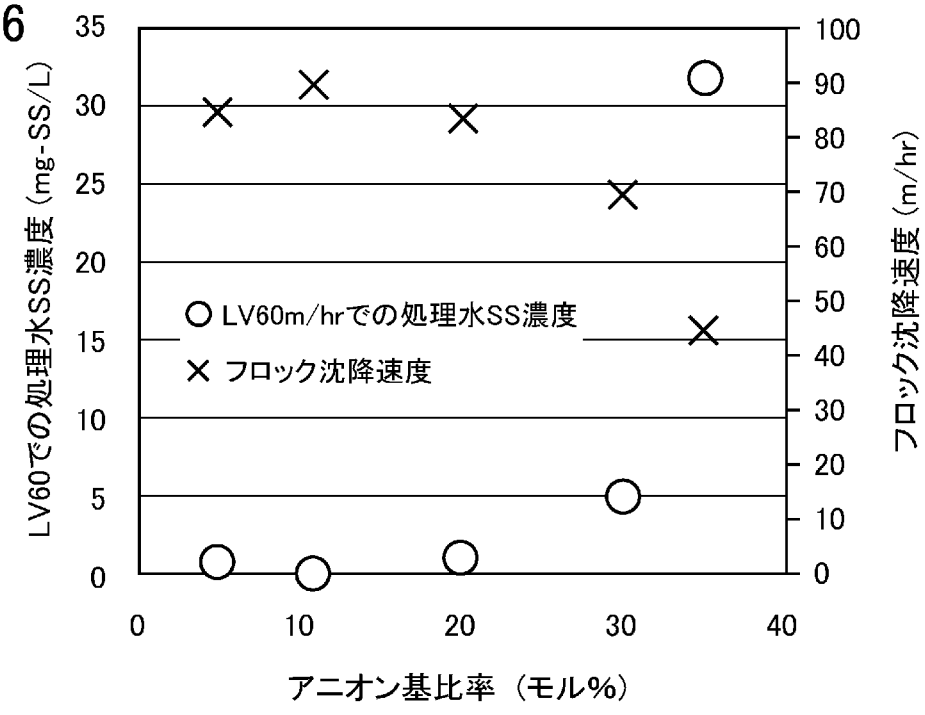
[図5]

Fig. 5



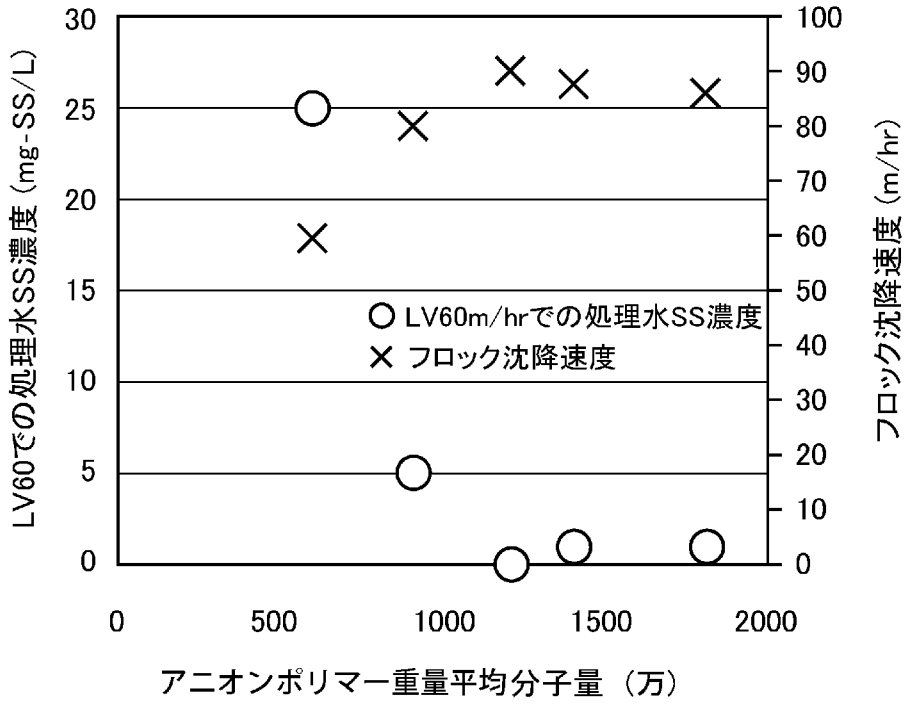
[図6]

Fig. 6



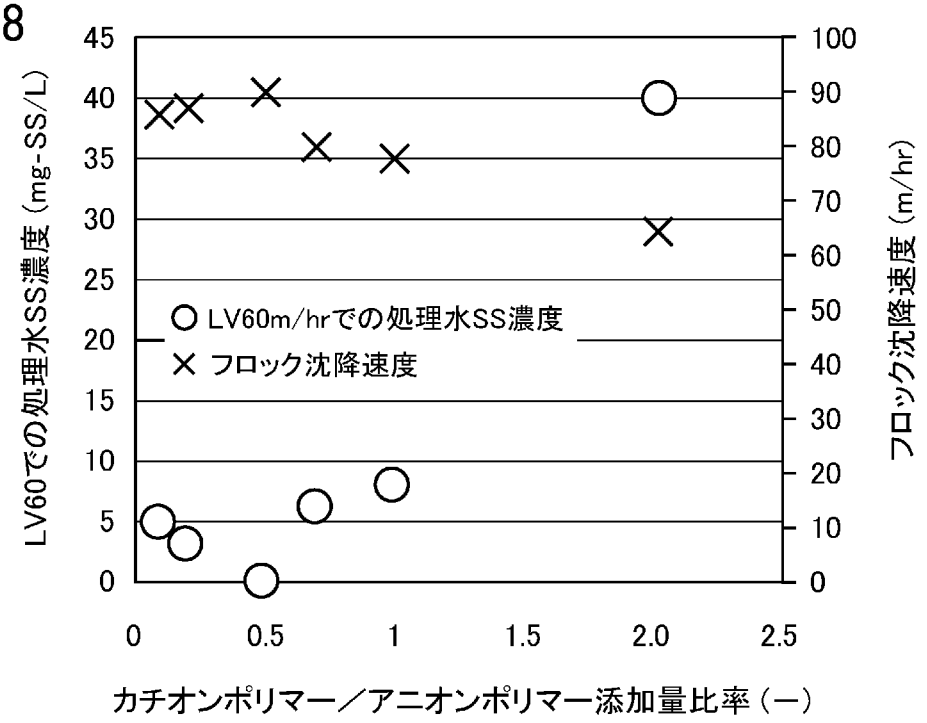
[図7]

Fig. 7



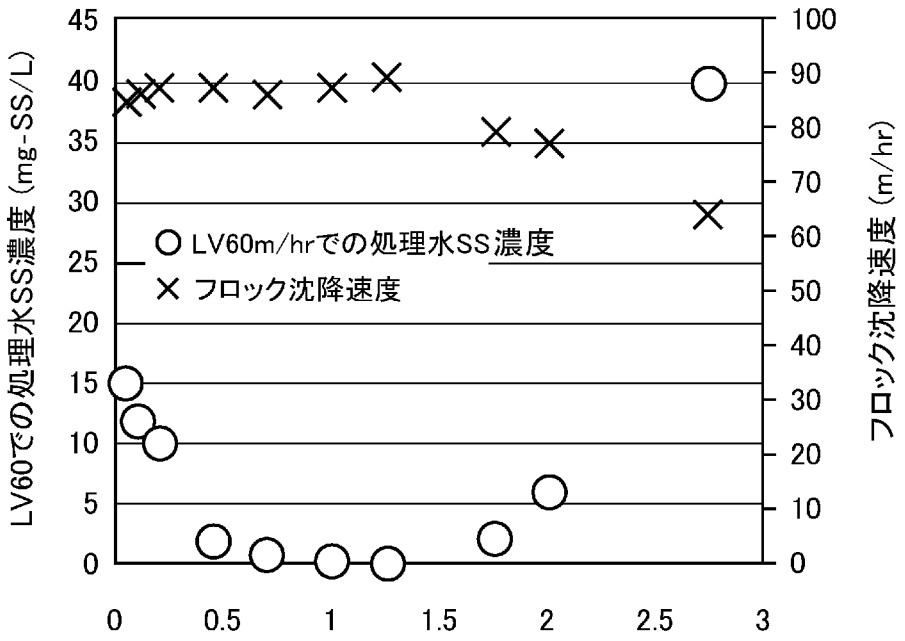
[図8]

Fig. 8



[図9]

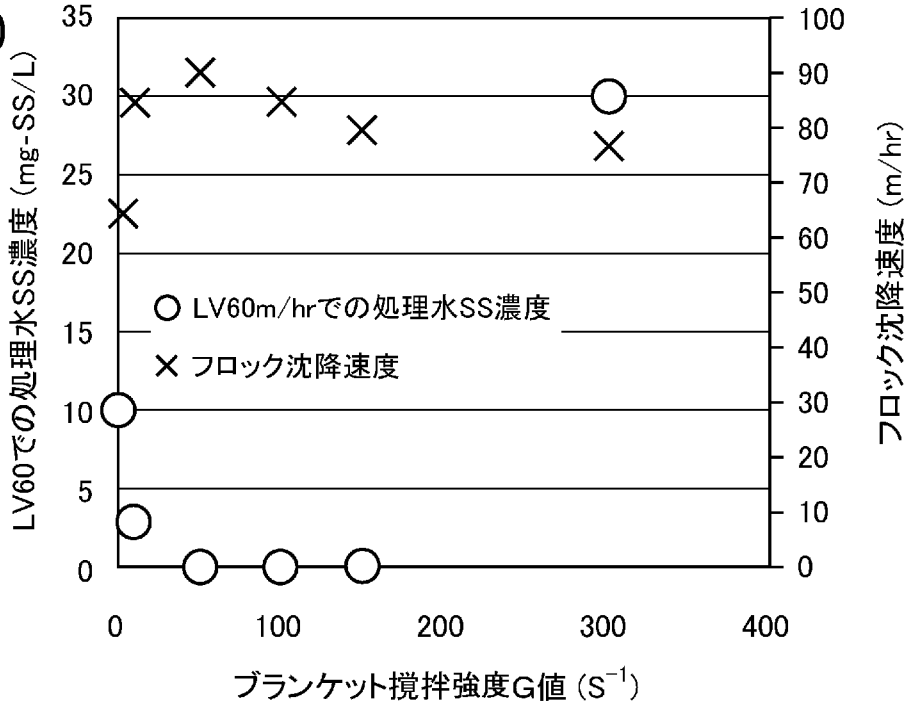
Fig. 9



（無機凝集剤量／100 + カチオンポリマー量）／アニオンポリマー量（－）

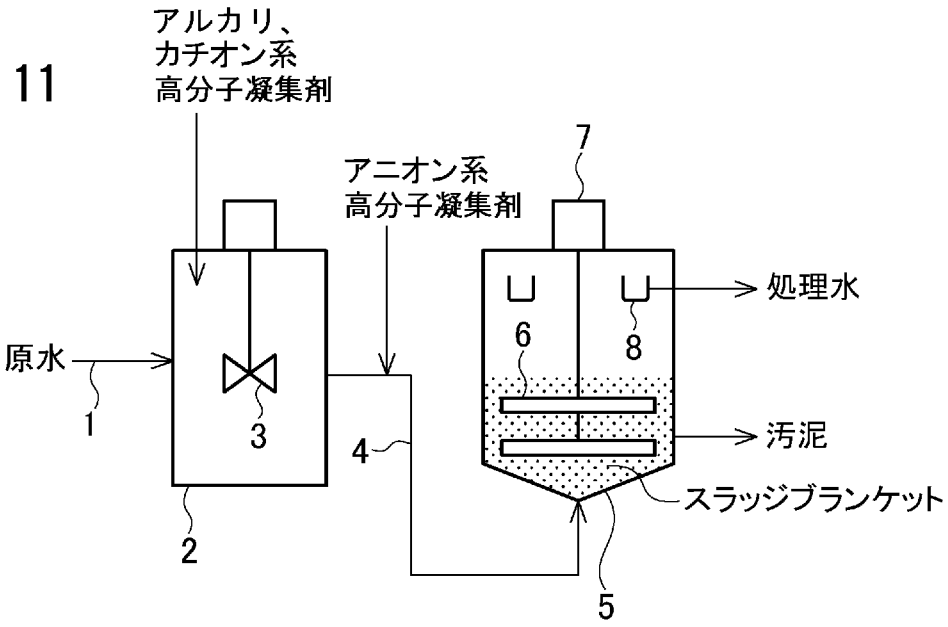
[図10]

Fig. 10



[図11]

Fig. 11


アルカリ、
カチオン系
高分子凝集剤
アニオン系
高分子凝集剤
7
処理水
原水
6
8
1
3
4
汚泥
スラッジブランケット
2
5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2013/073643

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
C02F1/56(2006.01)i, *B01D21/01*(2006.01)i, *B01D21/08*(2006.01)i, *B01D21/24*(2006.01)i, *C02F1/52*(2006.01)i

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)
C02F1/56, B01D21/01, B01D21/08, B01D21/24, C02F1/52

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2013
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2013 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2013

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2007-275757 A (Nippon Rensui Co., Ltd.), 25 October 2007 (25.10.2007), claims; paragraphs [0011] to [0031]; drawings (Family: none)	1-17
Y	JP 2-261505 A (EBARA-Infilco Co., Ltd.), 24 October 1990 (24.10.1990), claims; page 5, lower left column, line 2 to page 6, upper right column, line 1; page 7, upper right column, line 6 to lower right column, line 15; drawings (Family: none)	1-17

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"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
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"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
"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
"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
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
20 September, 2013 (20.09.13)	01 October, 2013 (01.10.13)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office Facsimile No.	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2013/073643

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2011-194306 A (Kurita Water Industries Ltd.), 06 October 2011 (06.10.2011), claims; paragraphs [0023] to [0054] (Family: none)	1-17
Y	JP 2004-255349 A (Hymo Corp.), 16 September 2004 (16.09.2004), claims; paragraphs [0009] to [0013] (Family: none)	1-17
Y	JP 2011-194385 A (Sony Corp.), 06 October 2011 (06.10.2011), claims; paragraphs [0031] to [0036] & CN 102198407 A & TW 201139288 A	4,16
Y	JP 2007-203133 A (Hisaaki OCHIAI), 16 August 2007 (16.08.2007), paragraph [0002] (Family: none)	10
A	JP 61-74700 A (Kabushiki Kaisha Kyoritsu Yuki Kogyo Kenkyusho), 16 April 1986 (16.04.1986), claims; page 2, upper right column, line 15 to page 3, lower right column, line 2 (Family: none)	1-17

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１３／０７３６４３

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　C02F1/56(2006.01)i, B01D21/01(2006.01)i, B01D21/08(2006.01)i, B01D21/24(2006.01)i, C02F1/52(2006.01)i

Ｂ．　調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　C02F1/56, B01D21/01, B01D21/08, B01D21/24, C02F1/52

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２０１３年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１３年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１３年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

Ｃ．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
Y	JP 2007-275757 A（日本錬水株式会社）2007.10.25, 特許請求の範囲、段落【００１１】～【００３１】、図面（ファミリーなし）	１－１７
Y	JP 2-261505 A（荏原インフイルコ株式会社）1990.10.24, 特許請求の範囲、第５ページ左下欄第２行～第６ページ右上欄第１行、第７ページ右上欄第６行～右下欄第１５行、図面（ファミリーなし）	１－１７

☑　Ｃ欄の続きにも文献が列挙されている。

☐　パテントファミリーに関する別紙を参照。

＊　引用文献のカテゴリー
「Ａ」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「Ｅ」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「Ｌ」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「Ｏ」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「Ｐ」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献
「Ｔ」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「Ｘ」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Ｙ」特に関連のある文献であって、当該文献と他の１以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「＆」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日 ２０．０９．２０１３	国際調査報告の発送日 ０１．１０．２０１３
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ） 郵便番号１００－８９１５ 東京都千代田区霞が関三丁目４番３号	特許庁審査官（権限のある職員）　４Ｄ　８９２５ 金　公彦 電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３４２１

Ｃ（続き）．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
Ｙ	JP 2011-194306 A（栗田工業株式会社）2011.10.06，特許請求の範囲、段落【００２３】～【００５４】（ファミリーなし）	１－１７
Ｙ	JP 2004-255349 A（ハイモ株式会社）2004.09.16，特許請求の範囲、段落【０００９】～【００１３】（ファミリーなし）	１－１７
Ｙ	JP 2011-194385 A（ソニー株式会社）2011.10.06，特許請求の範囲、段落【００３１】～【００３６】 & CN 102198407 A & TW 201139288 A	４、１６
Ｙ	JP 2007-203133 A（落合　壽昭）2007.08.16，段落【０００２】（ファミリーなし）	１０
Ａ	JP 61-74700 A（株式会社　協立有機工業研究所）1986.04.16，特許請求の範囲、第２ページ右上欄第１５行～第３ページ右下欄第２行（ファミリーなし）	１－１７