

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5323884号
(P5323884)

(45) 発行日 平成25年10月23日 (2013. 10. 23)

(24) 登録日 平成25年7月26日 (2013. 7. 26)

(51) Int. Cl.	F I
C 1 2 M 1/34 (2006. 01)	C 1 2 M 1/34 Z
G O 1 N 33/18 (2006. 01)	G O 1 N 33/18 C
	G O 1 N 33/18 E
	G O 1 N 33/18 F

請求項の数 11 (全 25 頁)

(21) 出願番号	特願2011-94839 (P2011-94839)	(73) 特許権者	506306226
(22) 出願日	平成23年4月21日 (2011. 4. 21)		江原大学校 産学協力団
(65) 公開番号	特開2011-224005 (P2011-224005A)		大韓民国江原道春川市孝子洞 1 9 2 - 1
(43) 公開日	平成23年11月10日 (2011. 11. 10)		江原大学路 4 2
審査請求日	平成23年4月21日 (2011. 4. 21)	(74) 代理人	110000981
(31) 優先権主張番号	10-2010-0037492		アイ・ピー・ディー国際特許業務法人
(32) 優先日	平成22年4月22日 (2010. 4. 22)	(72) 発明者	呉 尚垠
(33) 優先権主張国	韓国 (KR)		大韓民国 ガンウォンード, チュンチョン
(31) 優先権主張番号	10-2011-0013796		ーシ, ヒュピョン3ードン, ソクサ2ジグ
(32) 優先日	平成23年2月16日 (2011. 2. 16)		アパート 9 0 2 - 2 0 7
(33) 優先権主張国	韓国 (KR)	(72) 発明者	セドキー ハッサン
			大韓民国 ガンウォンード, チュンチョン
			ーシ, ヒョジャ-2 ドン, 1 9 2 - 1
		審査官	鈴木 崇之
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 硫酸化微生物を用いた生態毒性探知装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

硫酸化微生物が担持され、硫酸粒子および酸素が前記硫酸化微生物によって硫酸化塩イオン化される反応槽本体と、前記反応槽本体に水試料が流入する流入口と、前記反応槽本体に空気が供給される空気供給口と、を有する微生物反応槽と、

前記反応槽本体への空気の供給による空気滴の影響を受けないようにしつつ前記反応槽本体内部の硫酸塩イオンの生成された水試料が流入するように反応槽本体と連通される独立空間部に配設されて前記硫酸塩イオンの生成された水試料の pH 及び電気伝導度 (EC) を測定する測定部と、

前記測定部において測定された電気伝導度 (EC) 及び pH 値と基準値とを比較して前記水試料の毒性有無を判断する制御部と、

前記微生物反応槽の流入口の一方の側に配設されて前記微生物反応槽に供給される水試料に酸性物質を供給して前記水試料の pH を基準範囲に調節する pH 調節槽と、

を備えることを特徴とする硫酸化微生物を用いた生態毒性探知装置であって、

前記微生物反応槽の一方の側に配設され、活性を有する硫酸化微生物が存在する少なくとも一つの補助微生物反応槽をさらに備え、

前記微生物反応槽の硫酸化微生物の活性がない場合、前記水試料を前記補助微生物反応槽に供給するか、または、微生物の担持された硫酸粒子を取り出して他の微生物反応槽に使用できるようにして前記水試料の毒性を判断する、硫酸化微生物を用いた生態毒性探知装置。

10

20

【請求項 2】

前記独立空間部は前記反応槽本体の外面に一体に形成される測定槽によって造成され、前記測定槽付き反応槽本体には水試料が通過する通過孔が形成されることを特徴とする請求項 1 に記載の硫酸化微生物を用いた生態毒性探知装置。

【請求項 3】

前記独立空間部は、前記反応槽本体と分離され、連結管によって前記反応槽本体と連結されて、前記反応槽本体において硫酸塩イオンが生成された水試料が前記連結管を介して流入する測定槽によって造成されることを特徴とする請求項 1 に記載の硫酸化微生物を用いた生態毒性探知装置。

【請求項 4】

前記連結管は、前記微生物反応槽から水試料が流出する流出口および前記連結管を介して前記測定槽に水試料が流入する流入口にそれぞれ連結されるが、前記測定槽の流入口は前記微生物反応槽の流出口よりも下方に位置して前記微生物反応槽において硫酸塩イオンが生成された水試料が自然流下によって前記測定槽に流入可能となることを特徴とする請求項 3 に記載の硫酸化微生物を用いた生態毒性探知装置。

【請求項 5】

前記測定槽の内部には測定槽の流入口寄りに一方の側面が開放された第 1 隔壁が立設されて、前記測定槽の流入口に流入する水試料の U ターンの流れを誘導して短絡流および過流の発生を防ぐことを特徴とする請求項 4 に記載の硫酸化微生物を用いた生態毒性探知装置。

【請求項 6】

前記測定槽には測定槽の流入口に臨む面に流出口が形成され、測定槽の内部には測定槽の流出口寄りに前記第 1 隔壁の開放部とは逆方向に開放された第 2 隔壁がさらに立設されることを特徴とする請求項 5 に記載の硫酸化微生物を用いた生態毒性探知装置。

【請求項 7】

前記測定槽の上部には測定槽を覆う蓋体が配設され、前記蓋体には前記 pH 測定部及び EC 測定部が挿通して測定槽の内部に挿設可能に所定の長さだけ突き出た貫通管が配設されることを特徴とする請求項 4 に記載の硫酸化微生物を用いた生態毒性探知装置。

【請求項 8】

前記独立空間部は、前記反応槽本体の内面の周縁に係合されて内部空間を上下に仕切る遮蔽板によって反応槽本体の上部域に造成され、前記遮蔽板の一方の側の周縁には水試料が通過する開放部が形成されることを特徴とする請求項 1 に記載の硫酸化微生物を用いた生態毒性探知装置。

【請求項 9】

前記微生物反応槽の流入口の一方の側に配設されて前記微生物反応槽に供給される水試料に栄養元素を供給して硫酸化微生物が活性を維持できるようにする栄養元素供給槽をさらに備えることを特徴とする請求項 1 に記載の硫酸化微生物を用いた生態毒性探知装置。

【請求項 10】

前記補助微生物反応槽は、前記微生物反応槽を用いて水試料の毒性を判断する間に最少の水および最少量の空気のみを供給して運転されることを特徴とする請求項 1 に記載の硫酸化微生物を用いた生態毒性探知装置。

【請求項 11】

前記微生物反応槽の一方の側に配設されて水試料および希釈された水試料を前記微生物反応槽と互いに交互に供給されて水試料の毒性有無を判断する補助微生物反応槽をさらに備えることを特徴とする請求項 1 に記載の硫酸化微生物を用いた生態毒性探知装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、硫酸化微生物を用いた生態毒性探知装置に係り、さらに詳しくは、正確な毒

10

20

30

40

50

性探知結果が得られる硫酸化微生物を用いた生態毒性探知装置に関する。

【背景技術】

【0002】

水の毒性物質による汚染有無を探知するための様々な方法が知られている。

【0003】

これらの中で、例えば、下記の特許文献1には、本願出願人によって既に出願された「硫酸粒子を用いた水中毒性探知装置」が開示されている。

【0004】

図1は、同公報に開示された水中毒性探知装置の構成を示す概略図である。同図に示すように、水中毒性探知装置1は、水試料が流入及び流出し、硫酸化微生物および硫酸粒子が満たされる微生物反応槽2と、微生物反応槽2の流入口寄りに配設される第1測定部4と、微生物反応槽2に組み込まれる第2測定部5と、を備える。水中毒性探知装置1は、第1測定部4および第2測定部5において測定された電気伝導度（EC）およびpH値と基準値とを比較して水試料の毒性有無を判断する。

10

【0005】

すなわち、同装置は、硫酸化微生物の活性度を電気伝導度およびpHにより測定して水の毒性有無を判断及び測定する方法及び装置に関する。

【0006】

ここで、電気伝導度は水中に溶けている総塩及び総イオンの量を予測することができるが、同公報に開示された水中毒性探知装置には、硫酸化微生物の硫酸粒子の酸化による硫酸塩イオンの変化しか存在しないため、電気伝導度（EC）の変化は硫酸塩イオン濃度の変化であるといえる。

20

【0007】

既に商用化している電気伝導度の測定原理は、2つの金属（電極）を所定の距離だけ離して位置させ、イオン成分が存在する水中に入れて所定の電圧をかけて生成される電流を測定して電気伝導度を測定することである。

【0008】

ところが、同公報に開示された従来の水中毒性探知装置1は、第2測定部5の電気伝導度測定部およびpH測定部が微生物反応槽2の内部に担持されたままで配設されるため、微生物反応槽2の下部域から供給される水試料と空気の曝気によって発生された空気滴とが接触し、これにより、pH、EC測定値の揺れが発生する。

30

【0009】

特に、電気伝導度測定部の場合、2つの電極の間に空気滴が入り込むと、データ値が瞬時に流動して正確な実験値が得られ難いという不都合がある。

【0010】

また、反応槽内部の硫酸化微生物は独立栄養微生物であって、二酸化炭素を炭素源として用い、窒素、リン、カリウムなどおよび微量の栄養物質を必要とする。このため、二酸化炭素および栄養物質がほとんどない極めて清浄な浄水の毒性を探知しようとする場合には実用性がないという欠点があった。

【0011】

さらに、水試料のpHが極めて高くアルカリ度が高い場合には、低いpHを好む硫酸化微生物の活性が低下して正確な実験データを得ることが困難であった。そこで、別途に水試料のpHを調節可能な手段が求められている。

40

【0012】

さらに、反応槽の内部が毒性物質によって硫酸化微生物の活性がなくなる場合、水試料のさらなる毒性探知を連続的に行うことができない。すなわち、硫酸粒子を交替しなければならず、活性を取り戻すのに約2～14日の時間がかかる。硫酸化微生物の活性を取り戻す間に水試料の毒性探知が行えないといった時間的な制約がある。

【先行技術文献】

【特許文献】

50

【0013】

【特許文献1】大韓民国特許公報第2009-28138号公報

【特許文献2】大韓民国特許公報第2009-108306号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0014】

本発明は上述した事情に鑑みてなされたものであり、その目的は、測定部が微生物反応槽の内部において空気の曝気による気泡の影響を受けないことから、正確な実験結果が得られる硫酸化微生物を用いた生態毒性探知装置を提供することである。

【0015】

10

また、本発明の他の目的は、極めて清浄な水、極めて汚れた水、またはpHが極めて高い水試料であっても正確な実験結果が得られる硫酸化微生物を用いた生態毒性探知装置を提供することである。

【0016】

さらに、本発明のさらに他の目的は、1つの反応槽の内部の硫酸化微生物が活性を失った場合でも連続して使用可能な他の反応槽をさらに備えて毒性探知を連続して行うことのできる硫酸化微生物を用いた生態毒性探知装置を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0017】

20

上述した目的を達成するために、本発明に係る硫酸化微生物を用いた生態毒性探知装置は、硫酸化微生物が担持され、硫酸粒子および酸素が前記硫酸化微生物によって硫酸化塩イオン化される反応槽本体と、前記反応槽本体に水試料が流入する流入口と、前記反応槽本体に空気が供給される空気供給口と、を有する微生物反応槽と、前記反応槽本体への空気の供給による空気滴の影響を受けないようにしつつ前記反応槽本体内部の硫酸塩イオンの生成された水試料が流入するように反応槽本体と連通される独立空間部に配設されて前記硫酸塩イオンの生成された水試料のpH及び電気伝導度(EC)を測定する測定部と、前記測定部において測定された電気伝導度(EC)及びpH値と基準値とを比較して前記水試料の毒性有無を判断する制御部と、を備えることを特徴とする。

【0018】

30

本発明に係る硫酸化微生物を用いた生態毒性探知装置において、前記pH及び電気伝導度(EC)測定部が配設される独立空間部は、前記反応槽本体の外面に一体に形成される測定槽によって造成され、前記測定槽付き反応槽本体には水試料が通過する通過孔が形成される。

【0019】

また、本発明に係る硫酸化微生物を用いた生態毒性探知装置において、前記pH及び電気伝導度(EC)測定部が配設される独立空間部は、前記反応槽本体と分離され、連結管によって前記反応槽本体と連結されて、前記反応槽本体において硫酸塩イオンが生成された水試料が前記連結管を介して流入する測定槽によって造成される。

【0020】

40

さらに、本発明に係る硫酸化微生物を用いた生態毒性探知装置において、前記pH及び電気伝導度(EC)測定部が配設される独立空間部は、前記反応槽本体の内面の周縁に係合されて内部空間を上下に仕切る遮蔽板によって反応槽本体の上部域に造成され、前記遮蔽板の一方の側の周縁には水試料が通過する開放部が形成される。

【0021】

一方、本発明に係る硫酸化微生物を用いた生態毒性探知装置は、前記微生物反応槽の流入口の一方の側に配設されて前記微生物反応槽に供給される水試料に酸性物質を供給して前記水試料のpHを基準範囲に調節するpH調節槽をさらに備える。

【0022】

また、本発明に係る硫酸化微生物を用いた生態毒性探知装置は、前記微生物反応槽の一方の側に配設され、活性を有する硫酸化微生物が存在する少なくとも一つの補助微生物反

50

応槽をさらに備え、河川の毒性物質によって前記微生物反応槽の硫酸化微生物の活性がない場合に、前記水試料を前記補助微生物反応槽に供給して前記水試料の毒性を判断する。

【0023】

さらに、本発明に係る硫酸化微生物を用いた生態毒性探知装置において、前記補助微生物反応槽は、前記微生物反応槽を用いて水試料の毒性を判断する間に最少の水および最少の空気のみを供給して運転し、微生物活性があるかどうかは電気伝導度を測定してモニターリングする。

【0024】

さらに、本発明に係る硫酸化微生物を用いた生態毒性探知装置は、前記微生物反応槽の一方の側に配設されて水試料および希釈された水試料を前記微生物反応槽と互いに交互に供給されて水試料の毒性有無を判断する補助微生物反応槽をさらに備える。

10

【発明の効果】

【0025】

本発明に係る硫酸化微生物を用いた生態毒性探知装置は、微生物反応槽において硫酸塩イオンが生成された水試料の電気伝導度およびpHを測定する測定部が微生物反応槽への空気および水試料の供給時に発生する空気滴による影響を受けなくなる。これにより、より安定的で且つ信頼性ある実験結果が得られる。

【0026】

また、水試料のpHが高いか、あるいは、アルカリ度が高い場合、pH調節部において硫酸化微生物が生存可能な適切なpH範囲に水試料を調節した後に微生物反応槽に供給する。これにより、水試料のpHによる硫酸化微生物の活性阻害を低減して正確な毒性有無を判断することができる。

20

【0027】

さらに、微生物反応槽を補助する補助微生物反応槽を備えて、微生物反応槽の内部の硫酸化微生物の活性が阻害されたときに交替して使用したり、硫酸化微生物を即座で補充して使用したりして、実験を連続して行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【0028】

【図1】従来の技術による硫酸化微生物を用いた毒性探知装置の概略構成図。

【図2】本発明に係る硫酸化微生物を用いた生態毒性探知装置の概略構成図。

30

【図3】本発明の第1の実施形態に係る硫酸化微生物を用いた生態毒性探知装置を構成する微生物反応槽および測定部を分解して示す分解斜視図。

【図4】本発明の第1の実施形態に係る硫酸化微生物を用いた生態毒性探知装置を構成する微生物反応槽および測定部を結合して示す結合斜視図。

【図5】本発明の第2の実施形態に係る硫酸化微生物を用いた生態毒性探知装置を構成する微生物反応槽および測定部を示す斜視図。

【図6】図5に示す測定槽の水平断面図。

【図7】本発明の第2の実施形態に係る硫酸化微生物を用いた生態毒性探知装置を構成する微生物反応槽および測定部を示す斜視図。

【図8】本発明に係る硫酸化微生物を用いた生態毒性探知装置を用いて実際の河川水の毒性を探知した実験結果を示すグラフ。

40

【図9】本発明に係る硫酸化微生物を用いた生態毒性探知装置を用いて実際の河川水の毒性を探知した実験結果を示すグラフ。

【図10】本発明に係る硫酸化微生物を用いた生態毒性探知装置を用いて実際の河川水の毒性を探知した実験結果を示すグラフ。

【図11】本発明に係る硫酸化微生物を用いた生態毒性探知装置を用いて実際の河川水の毒性を探知した実験結果を示すグラフ。

【図12】本発明に係る硫酸化微生物を用いた生態毒性探知装置を用いて実際の河川水の毒性を探知した実験結果を示すグラフ。

【図13】本発明に係る硫酸化微生物を用いた生態毒性探知装置を用いて実際の河川水の

50

毒性を感知した実験結果を示すグラフ。

【図 1 4】人工河川水の製造に用いられるミネラル組成表。

【発明を実施するための形態】

【0029】

以下、図面に基づき、本発明を詳述する。

【0030】

図 2 は、本発明に係る硫酸化微生物を用いた生態毒性感知装置全体の概略構成図である。

【0031】

同図に示すように、本発明に係る硫酸化微生物を用いた毒性感知装置 10 は、硫酸化微生物が担持され、硫酸化微生物が酸素および硫酸粒子をそれぞれ電子受容体及び電子供与体として活用して硫酸塩イオン化反応が起こる微生物反応槽 100 と、微生物反応槽 100 において硫酸塩イオンが生成された水試料の pH および電気伝導度 (EC) を測定する測定部 300 と、水試料を供給する原水供給部 400 と、原水供給部 400 と微生物反応槽 100 の流入口 120 との間に介装されて水試料の pH を調節する pH 調節槽 500 と、測定部 300 の測定結果に基づいて水試料の毒性有無を判断する制御部 600 と、を備える。

10

【0032】

このとき、測定部 300 において測定された結果に基づいて制御部 600 において水試料の毒性有無を判断する方法には様々な方法が適用される。例えば、微生物反応槽 100 に流入する水試料の pH および電気伝導度 (EC) 値と、測定部 300 において測定された pH および電気伝導度 (EC) 値とを比較して毒性有無を判断してもよく、毒性のない人工河川水の場合、所定の時間中の EC 変化値 (EC 12 h for control) と、測定部 300 において測定された水試料の所定の時間中の EC 変化値 (EC_{12h} for sample) とを比較して毒性有無を判断してもよい。

20

【0033】

微生物反応槽 100 には内部に硫酸粒子および活性状態の硫酸化微生物が担持されて硫酸化塩イオンが生成される。微生物反応槽 100 は、水試料および硫酸化微生物が担持される反応槽本体 110 と、反応槽本体 110 の下部域に結合され、反応槽本体 110 の内部に水試料を流入させる流入口 120 と、反応槽本体 110 の上部域に結合され、反応槽本体 110 の内部の試料を排出する流出口 140 と、反応槽本体 110 の内部に空気を供給する空気供給口 130 と、を備える。

30

【0034】

ここで、水試料としては、河川水、廃水、浄水など様々な水が使用可能である。

【0035】

反応槽本体 110 に存在する硫酸化微生物は硫酸粒子の表面に付着して生長し、硫酸粒子は所定の速度にて酸化しつつ硫酸塩イオンが生成される。水試料に毒性がない場合、硫酸化微生物の活性による硫酸粒子の酸化によって硫酸塩イオンの濃度が増加することとなる。これに対し、水試料の毒性が強い場合、硫酸化微生物の活性が低下して硫酸粒子を酸化させることができないため、所定の時間が経過しても硫酸塩イオンの濃度変化がほとんどなくなる。微生物反応槽 100 は、このような原理を用いて、水試料の毒性有無を判断するバイオセンサーの役割を果たす。

40

【0036】

測定部 300 は、反応槽本体 110 の内部において硫酸化微生物の活性による硫酸粒子の酸化によって硫酸塩イオンが生成された水試料の pH および電気伝導度を測定する pH 測定部 320 と、EC 測定部 330 と、これらの pH 測定部 320 および EC 測定部 330 が配設される設置空間部と、を備える。pH 測定部 320 および EC 測定部 330 は長さを有する電極状に配設される。

【0037】

本発明においては、測定部 300 を構成する pH 測定部 320 および EC 測定部 330

50

が、水試料および空気の供給によって引き起こされる空気滴の影響を全く受けないように、反応槽本体 110 から画成される独立した設置空間部に配設される。

【0038】

ここで、独立空間部および反応槽本体 110 は、反応槽本体 110 において硫酸塩イオンが生成された水試料が独立空間部に流入できるように互いに連通されている。

【0039】

本発明においては、独立空間部と反応槽本体 110 との連通構造に対して独立空間部を反応槽本体 110 の外部に反応槽本体 110 と一体に形成する（第 1 の実施形態）か、反応槽本体 110 の外部に反応槽本体 110 から画成する（第 2 の実施形態）か、または、反応槽本体 110 の内部に形成する（第 3 の実施形態）構造を提供する。

10

【0040】

以下、独立空間部を含む測定部 300 を各実施形態別に分けて順番に説明する。

【0041】

第 1 の実施形態に係る測定部 300 は、図 3 および図 4 に示すように、独立空間部を形成する測定槽 310 が反応槽本体 110 の外側に一体に設けられて水試料と空気の曝気による空気滴の影響を受けないようにする。

【0042】

測定槽 310 は反応槽本体 110 の上部域の外面に一体に設けられ、測定槽 310 付き反応槽本体 110 には水試料が通過可能な通過孔 311 が形成されて反応槽本体 110 から測定槽 310 に水試料が流入する。通過孔 311 を介して水試料が満たされた測定槽 310 の内部に pH 測定部 320 および EC 測定部 330 が収容されて水試料の物性を測定する。

20

【0043】

このように、pH 測定部 320 および EC 測定部 330 は、流入口 120 および空気供給口 130 を介した水試料と空気の曝気による空気滴の進行方向から外れて配設されるため、水試料と空気が流動しつつ発生する空気滴が pH 測定部 320 および EC 測定部 330 と接触して衝撃を加える危険性を未然に防ぐことができる。これにより、pH 測定部 320 および EC 測定部 330 は、より正確な測定データを得ることができる。

【0044】

一方、第 2 の実施形態に係る測定部 300 は、図 5 に示すように、独立空間部を形成する測定槽 310 および反応槽本体 110 が互いに分離されて連結管 160 によって互いに連結される。

30

【0045】

測定槽 310 は反応槽本体 110 と互いに分離されているが、連結管 160 を介して連結されているため、反応槽本体 110 において硫酸塩イオンが生成された水試料の供給を受けることができる。

【0046】

連結管 160 は、微生物反応槽 100 の流出口 140 および測定槽 310 の流入口 340 にそれぞれ連結される。このとき、反応槽本体 110 において硫酸塩イオンが生成された水試料が自然流下によって測定槽 310 に自然に供給されるように測定槽 310 の流入口 340 は反応槽本体 110 の流出口 140 よりも下方に位置する。

40

【0047】

また、測定槽 310 の上部には測定槽 310 を覆う蓋体 360 が設けられ、この蓋体 360 には pH 測定部 320 および EC 測定部 330 が挿通して測定槽 310 の内部に挿設可能に 2 本の貫通管 370 がそれぞれ形成される。なお、測定槽 310 には流入口 340 に臨む面に測定槽 310 の内部に流入した水試料が排出される流出口 350 が設けられる。

【0048】

このように、本発明は、微生物反応槽 100 において硫酸塩イオンが生成された水試料

50

のpHおよび電気伝導度を測定するpH測定部320およびEC測定部330を微生物反応槽100から画成することにより、微生物反応槽100において空気の曝気による空気滴がpH測定部320およびEC測定部330と接触して衝撃を加える危険性を完全に遮断することができる。これにより、pH測定部320およびEC測定部330は、より正確な測定結果を得ることができるというメリットがある。

【0049】

また、微生物反応槽100から測定槽310への水試料の供給がポンプなどの別途のさらなる動力装置なしに自然流下により行われることにより、装置の全体的な構造を簡素化させて相対的に狭い空間に設置することが可能であり、装置の設備コストを節減することができるというメリットがある。

10

【0050】

一方、測定槽310は微生物反応槽100のように硫酸化微生物および硫酸粒子を収容したり、空気の曝気も必要としたりしないため、微生物反応槽100に比べてその容量を最少化させる必要があるが、この場合、その容量が小さ過ぎると測定槽に流入する水試料が適正の滞留時間よりも早く排出される短絡流が発生して電気伝導度（EC）値が出現されないことがある。また、水試料が微生物反応槽100から測定槽310へと所定の高さからの自重による落下により供給されるため、測定槽310の流入口340に大きな流れが発生して過流が発生することがあるが、これは、pH及びEC測定部320330に悪影響を及ぼして精度良い測定を妨げる原因となる。

【0051】

20

このために、本発明においては、図5及び図6に示すように、測定槽310の流入口340寄りの内部に、測定槽310に流入する水試料の流速を低減すると共に大きな流れを抑制するように、測定槽310の底面から所定の高さを有する板状の第1隔壁380を立設している。

【0052】

このとき、第1隔壁380は測定槽310の内壁から所定の距離だけ離れて設けられるが、その一方の側面は測定槽310の内壁と密設され、その他方の側面は流入する水試料が回り込むように、すなわち、Uターンの流れを誘導できるようにして、第1隔壁380の長手方向の全体に開放されている。

【0053】

30

本発明は、測定槽310の流入口340寄りに水試料の大きな流れを抑制すると共に流速を低減する第1隔壁380を立設することにより、測定槽310の内部における水試料の適正な滞留時間を維持することができて、短絡流が発生しないと共に、過流の発生が防がれてより精度良い測定値が得られる。

【0054】

また、本発明は、測定槽310の流出口350寄りの内部にも、水試料が流出口350側に回り出るように第1隔壁380と対応する第2隔壁390を配設している。

【0055】

このとき、第2隔壁390には、水試料が測定槽310の流入口340から流出口350への流れが全体的にS字状を有するように第1隔壁310の開放部とは逆方向に開放部が形成される。

40

【0056】

このように、本発明は、測定槽310の流入口340および流出口350寄りにそれぞれ水試料のUターンの流れを誘導する第1及び第2隔壁380、390を立設し、各隔壁380、390の開放部が互いに逆方向に形成されていることから、測定槽の内部において流動する水試料が全体的にS字状の流れを有し、その結果、相対的に少ない容量でも水試料の滞留時間を延ばすことができると共に、その混合が十分に行われてEC測定部330は、誤差のない正確な電気伝導度値を測定することが可能となる。

【0057】

以上述べたように、本発明に係る測定部300は、pH測定部320およびEC測定部

50

330が空気及び水試料と接触されることを未然に遮断するように構造が改善されるので、従来空気及び水試料との接触により引き起こされていた測定部の揺れによるデータの不正確さを著しく改善して安定的で且つ信頼性あるデータを得ることができる。

【0058】

一方、図7は、本発明の第3の実施形態に係る測定部300の構成を示す斜視図である。上述した本発明の第1及び第2の実施形態に係る測定部300は、pH測定部320およびEC測定部330を有する測定槽310が反応槽本体110の外側に配設されるのに対し、本発明の第3の実施形態に係る測定部300はpH測定部320およびEC測定部330が反応槽本体110の内部に配設される。

【0059】

但し、反応槽本体110の内部に配設された遮蔽板150が水試料と空気の供給路を遮断しておくことで、水試料と空気が流動してpH測定部320およびEC測定部330に衝撃を加える危険性を未然に防ぐことができる。

【0060】

遮蔽板150は、反応槽本体110の内部に水平に配設されて反応槽本体110を上下の2つの空間に仕切る。遮蔽板150は、下部域から上部域へと供給される水試料と空気の供給路を遮断して空気滴がpH測定部320及びEC測定部330と直接的に接触することを防ぐ。

【0061】

ここで、遮蔽板150は、反応槽本体110の水平断面積よりも小さく形成される。これにより、遮蔽板150および反応槽本体110には互いに接触しない空間である開放部151が形成される。ここで、開放部151は、空気の曝気が行われる反応槽本体の下部域から、遮蔽板によって反応槽本体の下部域とは独立した空間として画成される上部域への水試料の流入路を提供する。

【0062】

このとき、pH測定部320およびEC測定部330は、遮蔽板によって流入口120および空気供給口130を介した水試料と空気の曝気による空気滴の進行方向に対して遮断されて、水試料と空気が流動しつつ発生する空気滴がpH測定部320およびEC測定部330と接触して衝撃を加える危険性を未然に防ぐことができる。これにより、pH測定部320およびEC測定部330は、より正確な測定データを得ることができる。

【0063】

原水供給部400は水試料を内部に収容し、第1供給管410を介して水試料を微生物反応槽100に供給する。第1供給管410の管路上には第1供給ポンプ411が配設されて水試料を流入口120側に供給する。

【0064】

pH調節槽500は、原水供給部400と微生物反応槽100との間に介装されて水試料のpHを調節する。pH調節槽500は、原水供給部400から供給される水試料のpHを感知してpHを基準範囲内に調節する。ここで、pHの基準範囲は、硫酸化微生物の生存に適していると言われる3～5である。

【0065】

pH調節槽500は、硫酸、塩酸、リン酸などの酸性物質を第1供給管410に供給したりアルカリ物質を供給したりして、水試料をpHの調節された状態で反応槽本体110に供給する。これにより、pHが極めて高いか、あるいは、アルカリ度が極めて高い廃水であっても微生物反応槽の毒性探知が可能となる。

【0066】

一方、図示はしないが、原水供給部400に供給される水試料に栄養元素を供給する栄養元素供給槽（図示せず）をさらに備えていてもよい。栄養元素供給槽（図示せず）は第1供給管410の管路上に配設されて微生物が成長するのに必要な炭素源および必須栄養素を供給する。栄養元素供給槽（図示せず）は、水試料が極めて清浄な浄水である場合、微生物の成長に必要な少量のビカーボネート（ NaHCO_3 ）、窒素、リン、ミネラルな

10

20

30

40

50

どを供給して浄水の毒性を探知できるようにする。

【0067】

ここで、通常の河川水の場合には、栄養元素供給槽（図示せず）が人為的に炭素源及び必須栄養素を供給しなくても、少量の炭素源及び必須栄養素を含んでいるため、正確な実験結果を得ることができる。

【0068】

制御部600は、測定部300において測定された電気伝導度（EC）及びpH値が基準範囲以下であるかどうかを判断し、基準範囲以下である場合に警報を発する。

【0069】

また、制御部600は、微生物反応槽100に流入する水試料のpH値を受け取ってpH調節槽500から第1供給管410へと供給される酸性物質の量を制御する。 10

【0070】

河川水の毒性が高いときにはEC値が急減するため、コントロールなしに1つの反応槽だけでも河川水の毒性有無を容易に判断することができる。しかしながら、河川水の毒性が極めて低いときには、所定の流出ECが出るため、毒性が低いか、それとも毒性がないかなど毒性有無を判断することが容易ではない。このため、無毒性の水と比較して毒性有無を判断しなければならない。

【0071】

このために、微生物反応槽100を2以上配設し、第1微生物反応槽には0.5～2時間をかけて河川水を注入し、第2微生物反応槽にはコントロールとして10～100倍に希釈された河川水を注入する。0.5～2時間が経過後に、河川水を注入した第1微生物反応槽には希釈された原水を注入し、第2微生物反応槽には河川水を注入する。このように交互に所定時間おきに河川水を注入し続ける。なお、微生物反応槽の流入ECと流出ECとの間の差分をモニターリングして毒性有無を判断する。 20

【0072】

ここで、本発明の好適な実施形態に係る微生物毒性探知装置10は、補助微生物反応槽100aが1つ配設されると示してあるが、2以上の補助微生物反応槽100aが配設されてもよい。

【0073】

一方、本発明に係る微生物毒性探知装置10は、微生物反応槽100と一緒に補助微生物反応槽100aを備える。補助微生物反応槽100aは、微生物反応槽100の内部の硫酸化微生物が毒性物質によって活性を失った場合に交替して使用したり、微生物反応槽100の内部に活性を有する硫酸化微生物により覆われている硫酸粒子を補給したりし、実験が連続して行われるようにする。 30

【0074】

補助微生物反応槽100aは微生物反応槽100の一方の側に配設され、補助原水供給部400aの第2供給管420と連結されて水試料の供給を受ける。このとき、第2供給管420の管路上にはpH調節槽500および栄養元素供給槽（図示せず）が連結されて水試料のpHを調節したり、炭素源及び必須栄養素を供給したりする。 40

【0075】

また、補助微生物反応槽（図示せず）の第2供給管420には希釈槽700が結合される。希釈槽700は内部に人工河川水を貯溜し、第2供給管420を介して供給される水試料に人工河川水を供給して希釈された水試料が補助微生物反応槽100aに供給されるようにする。

【0076】

補助微生物反応槽100aは、毒性探知のために微生物反応槽100が使われるときには硫酸化微生物が生存可能な環境を維持して、何時でも交替して使用されるか、あるいは、活性を有する硫酸化微生物が供給できるようにする。補助微生物反応槽は、所定状態の硫酸化微生物が付着した硫酸粒子を微生物反応槽100が毒性物質の流入によって活性を 50

失ったときに微生物反応槽 100 に供給して微生物付着時間を短縮して短時間内に運転できるようにする。

【0077】

このために、補助微生物反応槽 100a は、空気の流入を極力抑え、人工河川水及び水試料河川水を 10～100：1 の割合にて希釈した希釈試料の供給を受ける。なお、水理学滞留時間（HRT：Hydraulic retention time）を延ばして硫の消耗を防ぎつつも硫酸粒子および硫酸化微生物が長時間生存できるようにする。

【0078】

以下、このような構成を有する本発明に係る微生物毒性探知装置 10 の実際の実験例を挙げることで、微生物毒性探知装置 10 の使用過程及び効果を説明する。

10

【0079】

このために、実際の河川水を微生物反応槽 100 に流入させて EC の変化により生態毒性を評価した。微生物反応槽 100 には粒径 2～4 mm の硫酸粒子 50 mL を満たし、空気を空気供給孔 130 を介して下端から注入し、測定しようとする水試料を上向き流 HRT（水理学的滞留時間）30 分にて連続して注入し、短い滞留時間の運転も可能である。

【0080】

実際の河川水の毒性を把握するために、無毒性の人工河川水を供給していて、所定の時間が経過後に実際の河川水を供給するような方式により実験が行われた。実際の河川水の EC 値がやや高いため、人工河川水に少量の KCl、MgSO₄ を入れて河川水の EC と一致するように調節した。

20

【0081】

このとき、河川水の pH が基準範囲である 3～5 を超える場合、pH 調節部 500 は酸性物質またはアルカリ物質を供給して河川水の pH を調節する。

【0082】

図 8 は、人工河川水および汚染度の高い河川水 1 の流入による流出水の EC 変化（HRT：30 分、硫酸粒子：2～4 mm、温度：30℃、空気流量：150～250 mL/分）を示すグラフである。実際に汚染度の高い河川水（stream water 1）10 L を採水して微生物毒性探知装置 10 に適用するとき、7 時間までは人工河川水（synthetic stream water）を流入させ、7 時間後に実際の河川水を入れて HRT 30 分にて運転したところ、3 時間で EC 値の 3 分の 2 が減っていた。

30

【0083】

図 9 は、人工河川水および 2 倍に希釈された河川水 1 の流入による流出水の EC 変化（HRT：30 分、硫酸粒子：2～4 mm、温度：30℃、空気流量：150～250 mL/分）を示すグラフである。同図は、河川水 1 を微生物反応槽 100 に流入させたところ、EC 値の減少が抑えられることを示している。

【0084】

図 10 は、人工河川水および 100 倍に希釈された河川水 1 の流入による流出水の EC 変化（HRT：30 分、硫酸粒子：2～4 mm、温度：30℃、空気流量：150～250 mL/分）の実験結果を示している。同図に示すように、実際の河川水を 100 倍に希釈した場合には人工河川水の流出 EC と一致していることが分かる。これは、河川水の毒性の度合いが希釈によって減少したことに起因する。実際の河川水の水質を分析したところ、毒性物質として、亜硝酸性窒素 0.5 mg/L、ノルマルヘキサン 2.6 mg/L、ジクロロメタン 65 ppb が測定された。

40

【0085】

図 11 は、人工河川水および無汚染河川水 2 の流入による流出水の EC 変化（HRT：30 分、硫酸粒子：2～4 mm、温度：30℃、空気流量：150～250 mL/分）を示すグラフであり、図 12 は、人工河川水および無汚染河川水 3 の流入による流出水の EC 変化（HRT：30 分、硫酸粒子：2～4 mm、温度：30℃、空気流量：150～250 mL/分）を示すグラフである。同図に示すように、無毒性河川水 2 および河川水 3

50

はECの変化はほとんどなかった。これは、河川水2および河川水3には硫酸化微生物に影響する毒性物質がほとんどないためであると推察される。

【0086】

一方、河川水の毒性が高いときにはEC値が急減するため、河川水の毒性有無が判断し易い。しかしながら、河川水の毒性が極めて低いときには毒性有無を判断することが困難であるため、無毒性の水と比較して毒性の有無を判断する。

【0087】

このために、微生物反応槽100を2以上配設し、微生物反応槽1には0.5～2時間をかけて河川水を注入し、微生物反応槽2には10～100倍に希釈された河川水を注入する。0.5～2時間が経過後に河川水を注入した微生物反応槽1には希釈された原水を注入し、微生物反応槽2には河川水を注入する。このような方式により交互に所定時間おきに河川水を注入し続ける。なお、測定部300において測定された電気伝導度（EC）値をモニターリングして毒性有無を判断する。

10

【0088】

図13は、6価クロム2、000ppbを流入水として注入したときの流出pHおよびEC変化（HRT=30分、流入pH=7.0、EC=0.14mS/cm）を毒性の高い河川水、毒性の低い河川水、無毒性の河川水別に示すグラフである。なお、制御部600は、微生物反応槽1R1および微生物反応槽2R2の流入ECと流出ECとの間の差分をモニターリングして毒性有無を判断する。

【0089】

20

一方、図14は、人工河川水の製造に用いられるミネラルの組成表である。

【0090】

以上述べたように、本発明に係る微生物毒性探知装置は、測定部を微生物反応槽とは独立した空間に配設して、空気および水試料の供給時に発生する空気滴による影響を未然に防止する。これにより、より安定的で且つ信頼性ある実験結果が得られる。

【0091】

また、水試料のpHが高いか、あるいは、アルカリ度が高い場合、酸調節部は酸性物質またはアルカリ物質を予め供給して硫酸化微生物が生存可能な適正のpH範囲に水試料のpHを調節した後に微生物反応槽に供給する。これにより、水試料のpHによる硫酸化微生物の活性度の影響が低減されて正確な毒性有無を判断することができる。

30

【0092】

さらに、微生物反応槽を補助する補助微生物反応槽を備えて、微生物反応槽の内部の硫酸化微生物の活性が阻害されたときに交替して使用したり、硫酸化微生物を即座で補給して使用することができて実験を連続して行うことができる。

【0093】

以上述べたように、本発明に係る硫酸化微生物を用いた生態毒性探知装置の実施形態は単なる例示に過ぎず、本発明が属する技術分野における通常の知識を持った者であれば、これより様々な変形及び均等な他の実施形態が可能であるということは理解できるであろう。

【符号の説明】

40

【0094】

- 10：微生物毒性探知装置
- 100：微生物反応槽
- 110：反応槽本体
- 120：流入口
- 130：空気供給口
- 140：流出口
- 150：遮蔽板
- 151：開放部
- 160：連結管

50

3 0 0 : 測定部
3 1 0 : 測定槽
3 1 1 : 通過孔
3 2 0 : p H 測定部
3 3 0 : E C 測定部
3 4 0 : 流入口
3 5 0 : 流出口
3 6 0 : 蓋体
3 7 0 : 貫通管
3 8 0 : 第 1 隔壁
3 9 0 : 第 2 隔壁
4 0 0 : 原水供給部
4 1 0 : 第 1 供給管
4 1 1 : 第 1 供給ポンプ
4 2 0 : 第 2 供給管
4 2 1 : 第 2 供給ポンプ
5 0 0 : p H 調節槽
6 0 0 : 制御部
7 0 0 : 希釈槽

10

20

流入水

空気

1

2

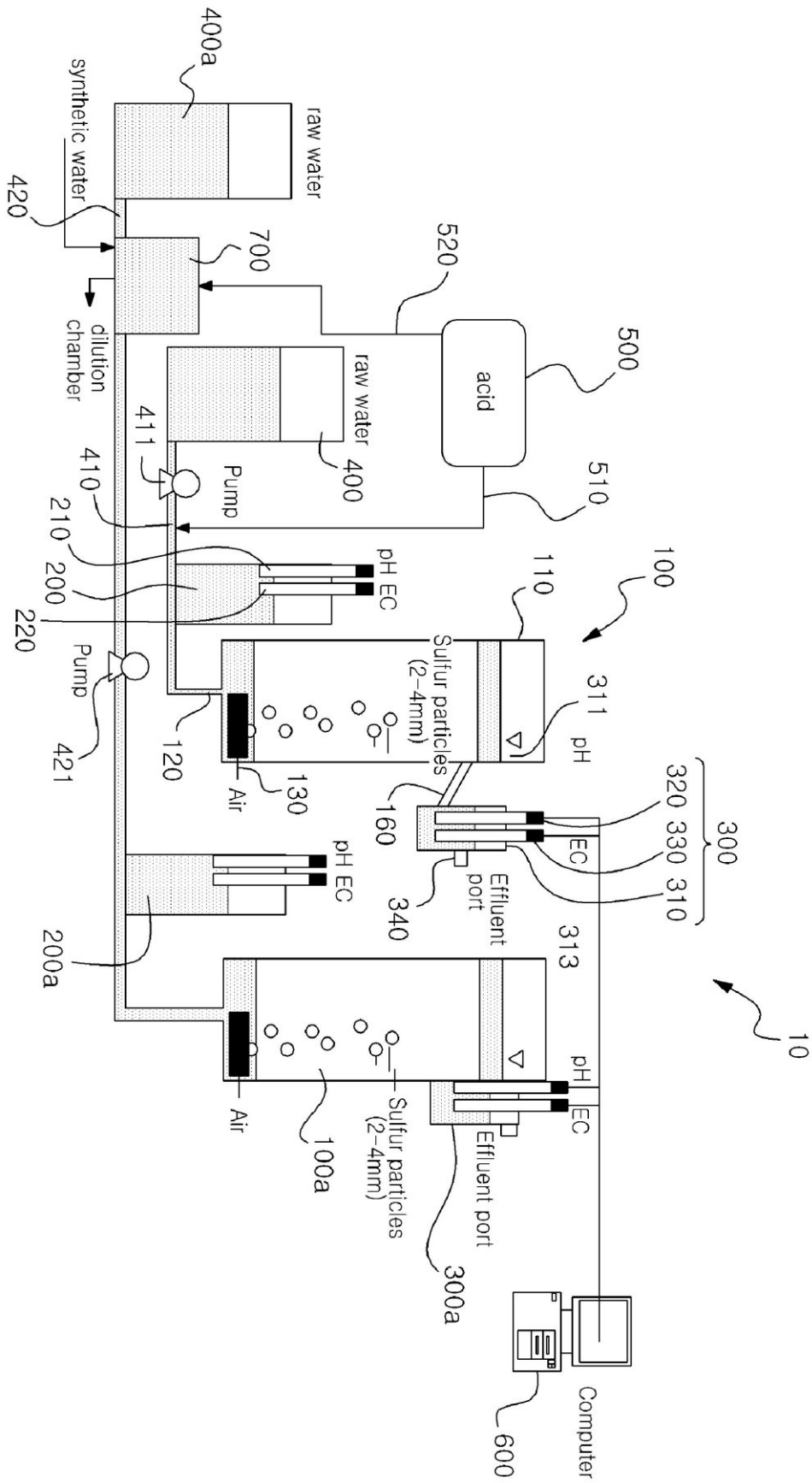
3

4

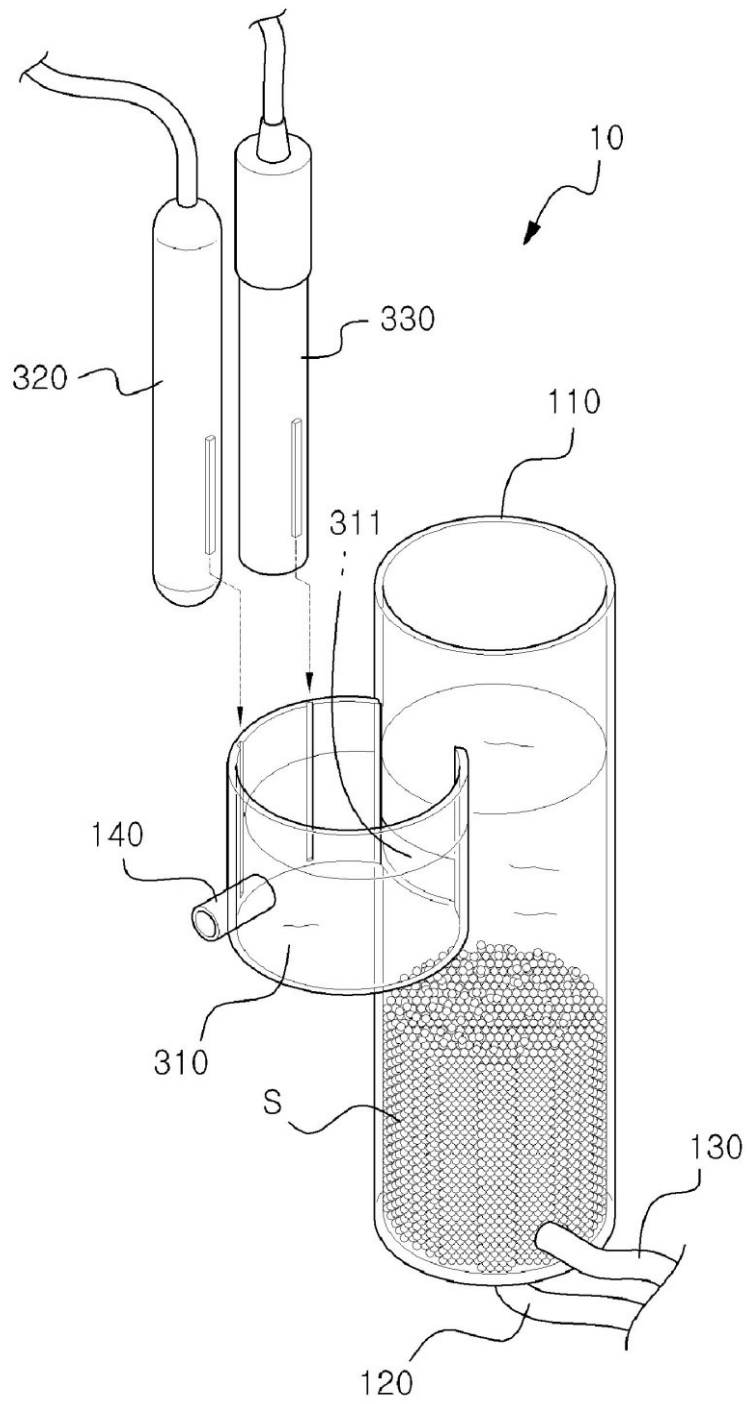
5

6

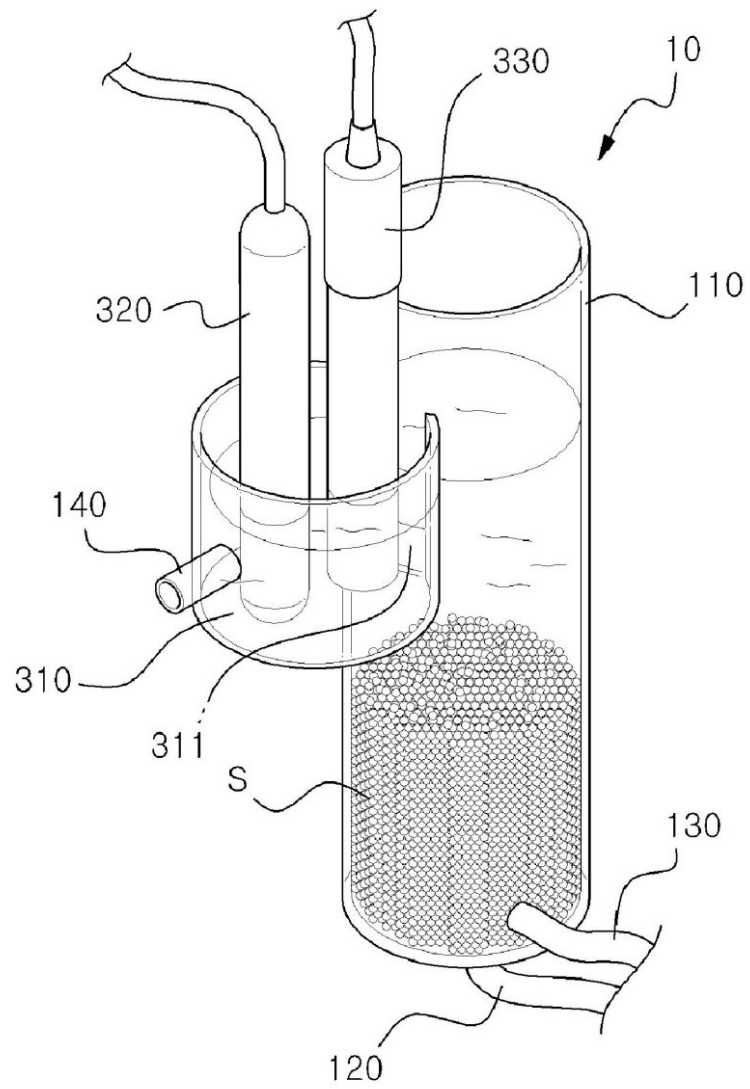
【図 2】



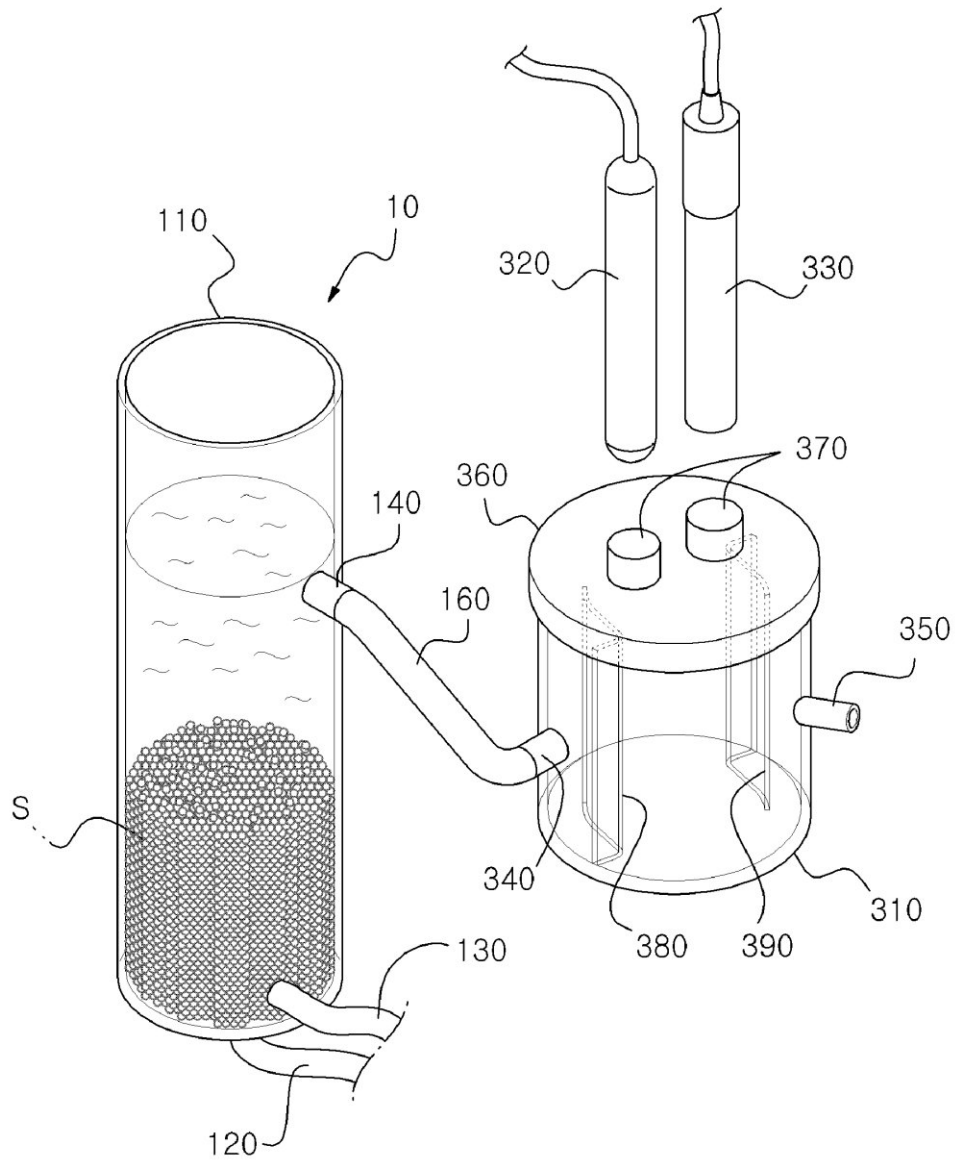
【図 3】



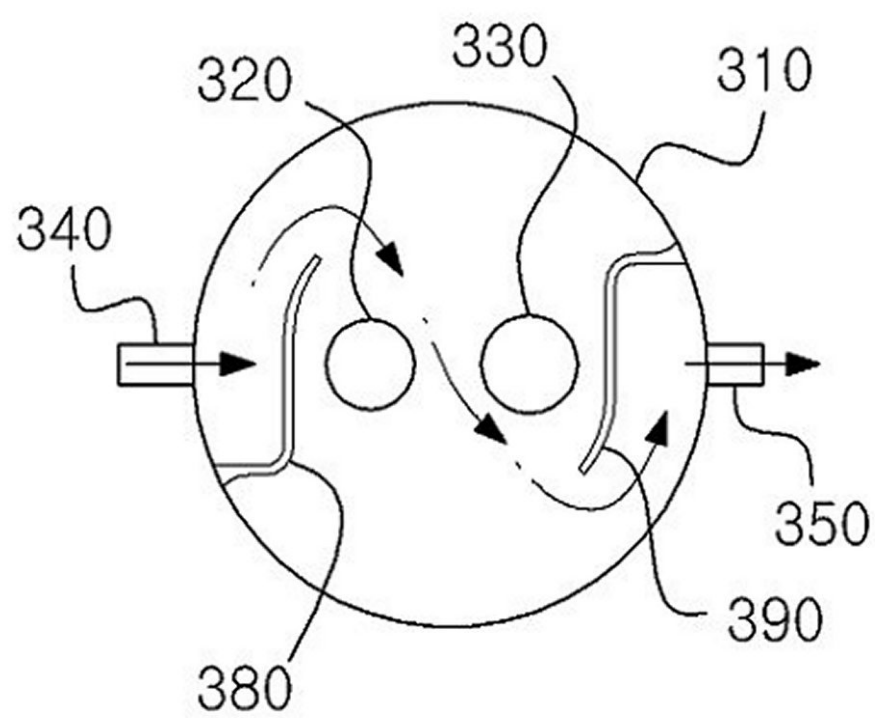
【図 4】



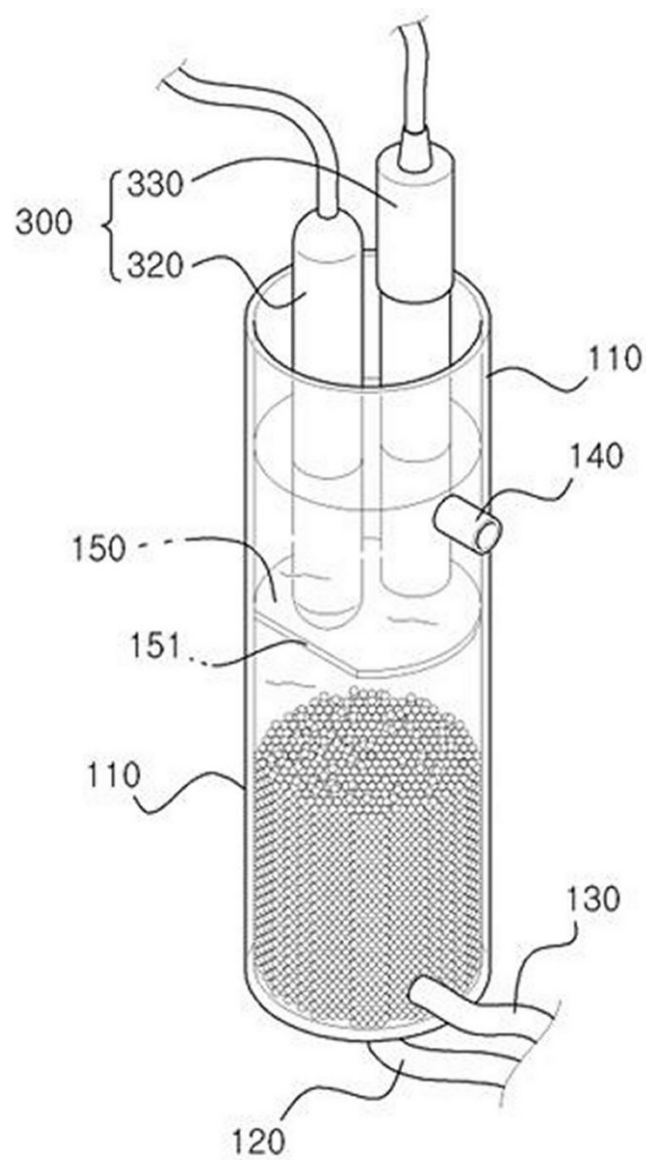
【図 5】



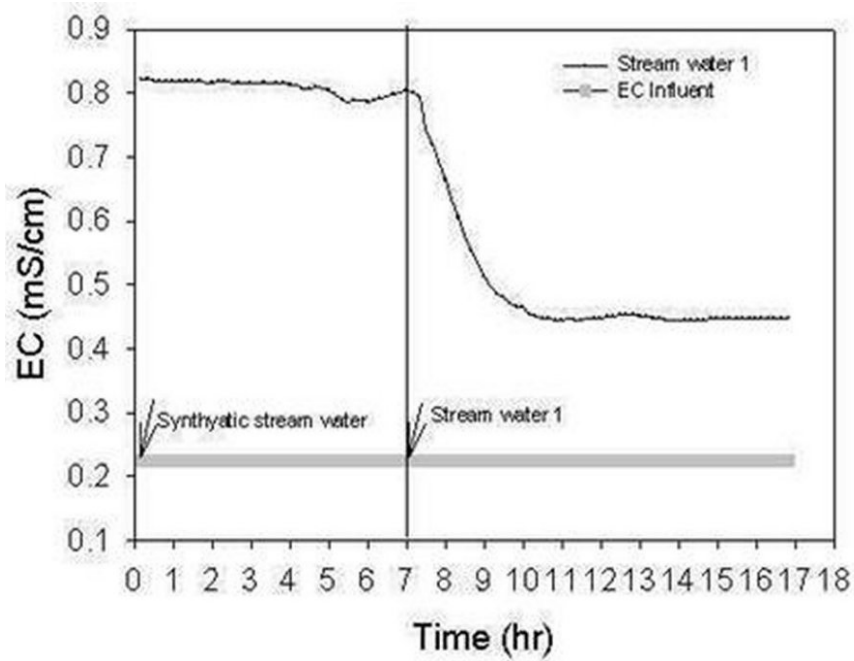
【図 6】



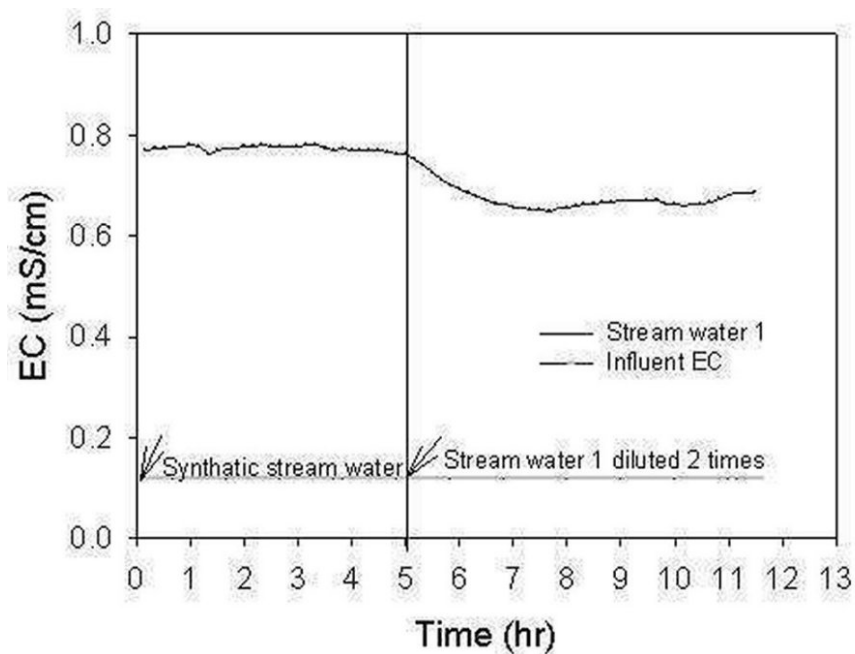
【図 7】



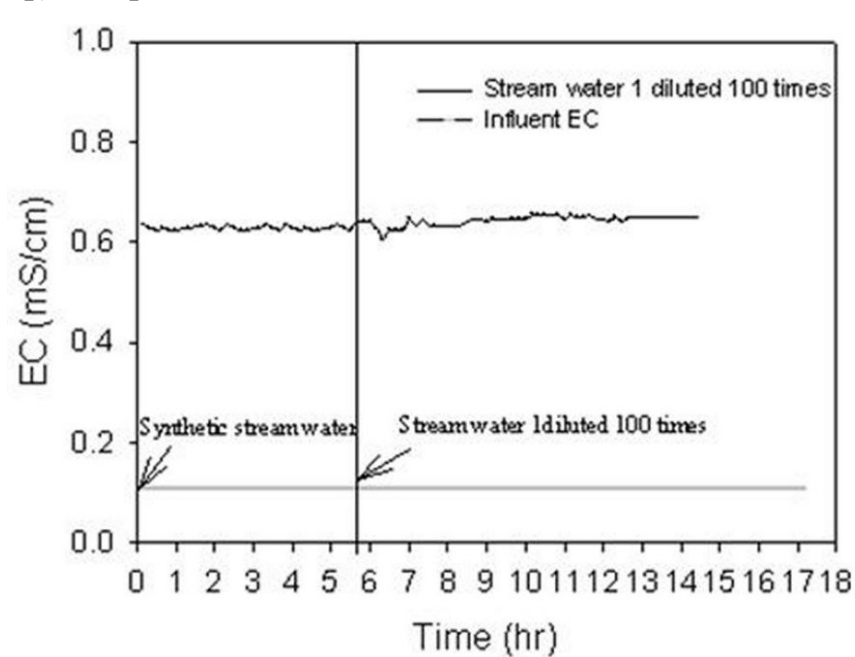
【図 8】



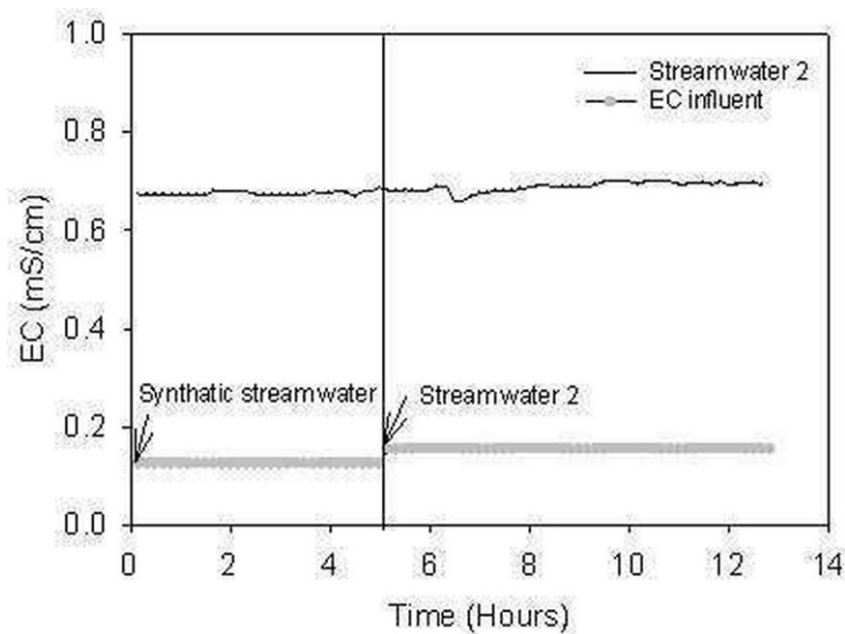
【図 9】



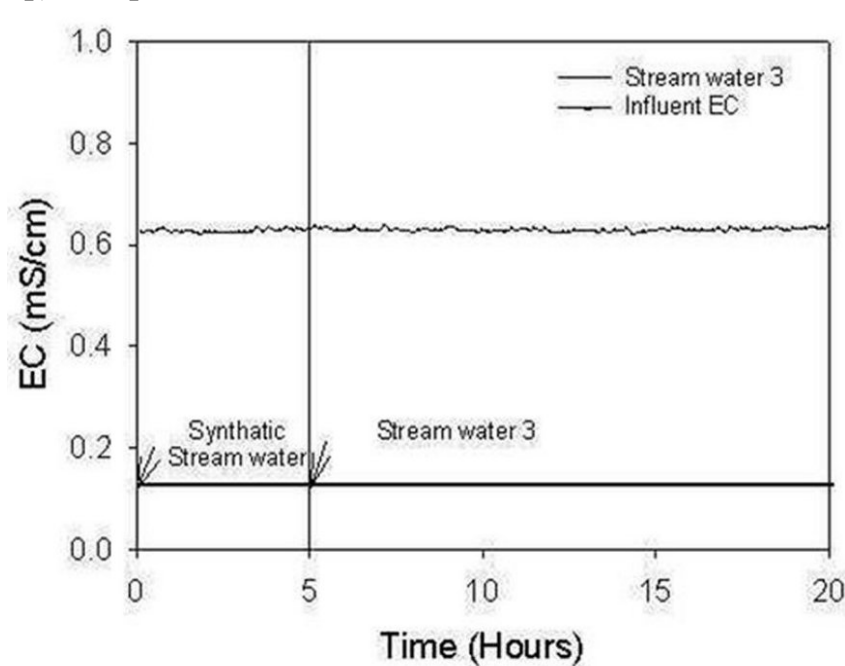
【図 10】



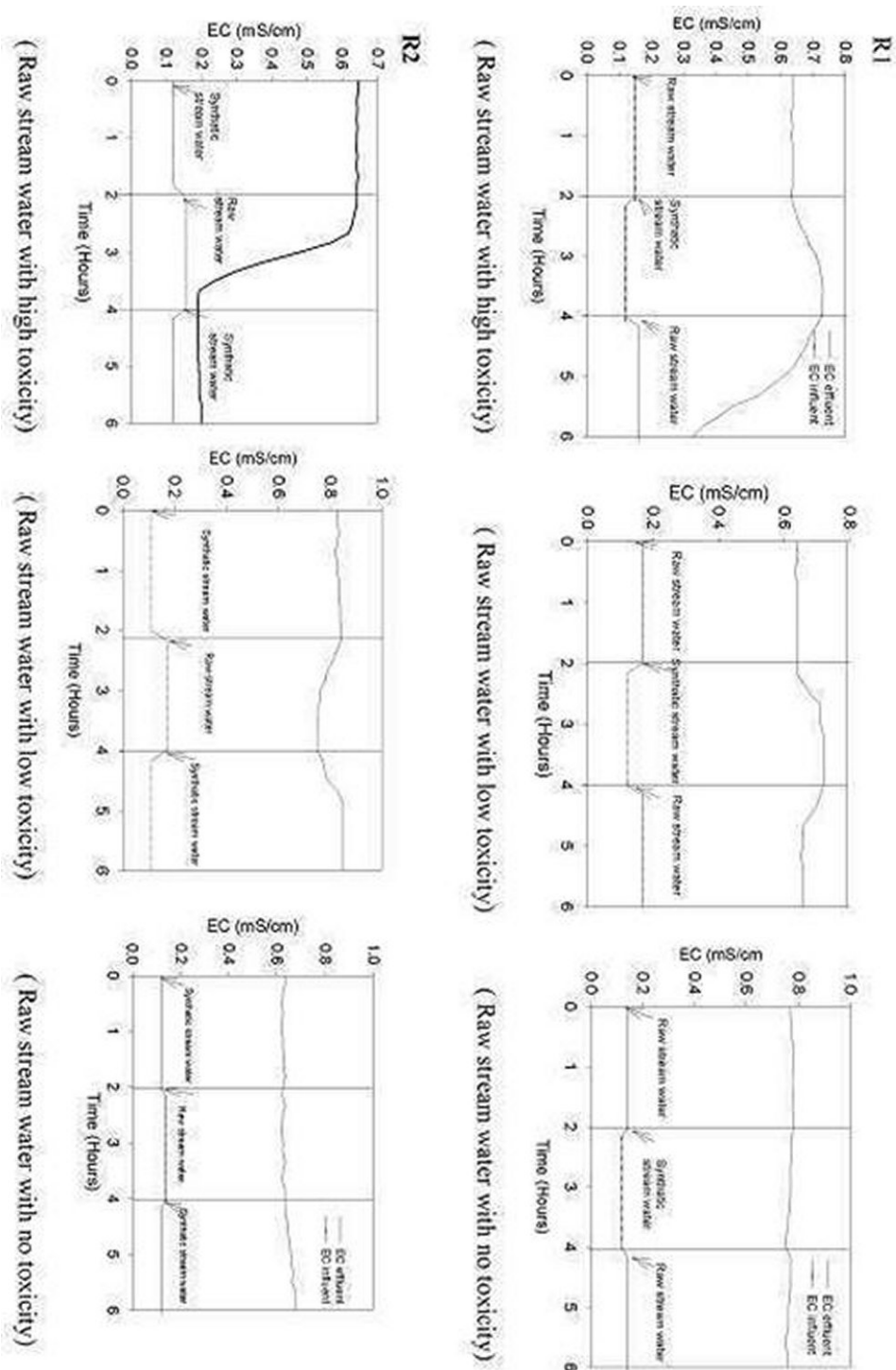
【図 1 1】



【図 1 2】



【図 13】



【図 14】

Chemical	Volume	Chemical	Volume
MgSO ₄	3 g/L	FeSO ₄ 7H ₂ O	0.1 g/L
NTA	1.5 g/L	AlK(SO ₄) ₂ 12H ₂ O	0.01 g/L
NaCl	1 g/L	CuSO ₄ 5H ₂ O	0.01 g/L
MnSO ₄ H ₂ O	0.5 g/L	H ₃ BO ₃	0.01 g/L
ZnCl ₂	0.13 g/L	Na ₂ MoO ₄	0.025 g/L
CaCl ₂ 2H ₂ O	0.1 g/L	Na ₂ WO ₄ 2H ₂ O	0.025 g/L
CoCl ₂ 6H ₂ O	0.1 g/L	NiCl ₂ 6H ₂ O	0.024 g/L

フロントページの続き

(56)参考文献 米国特許出願公開第2009/0076733 (US, A1)

特開2009-291135 (JP, A)

国際公開第2009/034697 (WO, A1)

国際公開第2009/013869 (WO, A1)

特開2008-000079 (JP, A)

特開2008-055291 (JP, A)

特開2005-095867 (JP, A)

特開2003-247967 (JP, A)

特開2007-024576 (JP, A)

特開2001-231598 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

C12M 1/00-1/42

G01N 33/18

WPI