

(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
2020年6月18日(18.06.2020)



(10) 国際公開番号

WO 2020/122157 A1

(51) 国際特許分類:

B01D 43/00 (2006.01) **G01N 33/18** (2006.01)
C02F 1/00 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2019/048604

(22) 国際出願日: 2019年12月12日(12.12.2019)

(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 2018-234211 2018年12月14日(14.12.2018) JP

(71) 出願人: オルガノ株式会社 (**ORGANO CORPORATION**) [JP/JP]; 〒1368631 東京都江東区新砂1丁目2番8号 Tokyo (JP). 独立行政法人国立高等専門学校機構 (**NATIONAL INSTITUTE OF**

TECHNOLOGY) [JP/JP]; 〒1930834 東京都八王子市東浅川町701番2 Tokyo (JP).

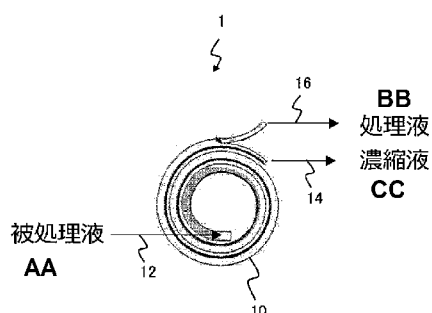
(72) 発明者: 早水 庸隆 (**HAYAMIZU Yasutaka**); 〒6838502 鳥取県米子市彦名町4448 独立行政法人国立高等専門学校機構 米子工業高等専門学校内 Tottori (JP). 瀧口 佳介 (**TAKIGUCHI Keisuke**); 〒1368631 東京都江東区新砂1丁目2番8号 オルガノ株式会社内 Tokyo (JP). 大江 太郎 (**OE Taro**); 〒1368631 東京都江東区新砂1丁目2番8号 オルガノ株式会社内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 特許業務法人 Y K I 国際特許事務所 (**YKI INTELLECTUAL PROPERTY ATTORNEYS**); 〒1800004 東京都武蔵野市吉祥寺本町一丁目34番12号 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,

(54) **Title:** SOLID-LIQUID SEPARATION DEVICE, SOLID-LIQUID SEPARATION METHOD, WATER QUALITY MEASUREMENT DEVICE, AND WATER QUALITY MEASUREMENT METHOD

(54) 発明の名称: 固液分離装置、固液分離方法、水質測定装置、および水質測定方法



AA Liquid to be processed
BB Processed liquid
CC Concentrated liquid

(57) **Abstract:** Provided are a solid-liquid separation device and solid-liquid separation method with excellent ability to separate particles, which have a density close to that of a fluid, from a fluid. A solid-liquid separation device (1) has a curved channel (10) as a separation means for separating, from a liquid to be processed that contains solid particles, a concentrated liquid that contains the solid particles and a processed liquid. The curved channel (10) has a flow channel including a wall surface with a curvature, and a portion of the inner wall surface of the flow channel is a slipping wall surface.

(57) 要約: 流体に近い密度を有する粒子の流体からの分離性能に優れる固液分離装置および固液分離方法を提供する。固体粒子を含む被処理液から固体粒子を含む濃縮液と処理液とに分離するための分離手段として曲がりチャネル(10)を有し、曲がりチャネル(10)は、曲率を有する壁面を含む流路を有し、流路の内壁面の一部がスリップ壁面である、固液分離装置(1)である。

[続葉有]

CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO,
DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, KE, KG, KH,
KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, 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, ST, 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).

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：

固液分離装置、固液分離方法、水質測定装置、および水質測定方法

技術分野

[0001] 本発明は、固体と液体を分離する固液分離装置、固液分離方法、およびその固液分離装置または固液分離方法を用いた水質測定装置、水質測定方法に関する。

背景技術

[0002] 固体と液体を分離する固液分離装置として、流体から流体と同じ密度を有する中立浮力粒子を分離するシステムであって、遠心力を導入して中立浮力粒子がチャネルの中心からチャネルの渦巻きを中心側の方へずれた管状帯を流体中に形成するように適合された湾曲したチャネル形状を有する渦巻き状チャネルと、管状帯が流れる流体のための第1の出口と、残りの流体のための第2の出口と、を有し、管状帯が渦巻き状チャネル内で遠心力、壁揚力とサフマン慣性揚力、マグヌス力との平衡と、ディーン渦流の発生に基づき非対称的に流れ、流体が、液体であるシステムが知られている（特許文献1参照）。

[0003] 特許文献1のシステムでは、上記各力の平衡が不安定であったり、ディーン渦流の発達が不十分である場合、粒子の分離性能が著しく低下する。また、特許文献1のシステムは、流体から流体と同じ密度を有する中立浮力粒子を分離するシステムではあるが、流体と異なる密度であるが流体に近い密度を有する粒子の分離性能が十分ではない。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特許第5731096号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 本発明の目的は、流体に近い密度を有する粒子の流体からの分離性能に優れた固液分離装置および固液分離方法、ならびにその固液分離装置または固液分離方法を用いた水質測定装置および水質測定方法を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0006] 本発明は、固体粒子を含む被処理液から前記固体粒子を含む濃縮液と処理液とに分離するための分離手段を有する固液分離装置であって、前記分離手段は、曲率を有する壁面を含む流路を有し、前記流路の内壁面の一部がスリップ壁面である、固液分離装置である。

[0007] 前記固液分離装置において、前記分離手段は、上壁面と下壁面と曲率を有する側壁面とを含む流路を有し、前記上壁面または前記下壁面の少なくとも一部がスリップ壁面であることが好ましい。

[0008] 前記固液分離装置において、前記スリップ壁面上での壁面流速は、0より大きいことが好ましい。

[0009] 前記固液分離装置において、前記スリップ壁面は、撥水加工処理が施された壁面、または撥水素材が使用された壁面であることが好ましい。

[0010] 本発明は、前記固液分離装置と、前記処理液の液質を測定する処理液質測定手段と、を備え、前記処理液質測定手段は、濁度、色度、有機物濃度、粒子径、および粒子径分布のうちの少なくとも1つを測定する手段である、水質測定装置である。

[0011] 本発明は、固体粒子を含む被処理液から前記固体粒子を含む濃縮液と処理液とに分離する分離工程を含み、前記分離工程は、曲率を有する壁面を含む流路を用いて行い、前記流路の内壁面の一部がスリップ壁面である、固液分離方法である。

[0012] 前記固液分離方法において、前記分離工程は、上壁面と下壁面と曲率を有する側壁面とを含む流路を用いて行い、前記上壁面または前記下壁面の少なくとも一部がスリップ壁面であることが好ましい。

[0013] 前記固液分離方法において、前記スリップ壁面上での壁面流速は、0より

大きいことが好ましい。

[0014] 前記固液分離方法において、前記スリップ壁面は、撥水加工処理が施された壁面、または撥水素材が使用された壁面であることが好ましい。

[0015] 本発明は、前記固液分離方法と、前記処理液の液質を測定する処理液質測定工程と、を含み、前記処理液質測定工程において、濁度、色度、有機物濃度、粒子径、および粒子径分布のうちの少なくとも1つを測定する、水質測定方法である。

発明の効果

[0016] 本発明では、流体に近い密度を有する粒子の流体からの分離性能に優れる固液分離装置および固液分離方法、ならびにその固液分離装置または固液分離方法を用いた水質測定装置および水質測定方法を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0017] [図1]本発明の実施形態に係る固液分離装置の一例を示す概略構成図である。

[図2]本発明の実施形態に係る固液分離装置における曲がりチャネルの流路断面の一例を示す概略図である。

[図3] (a) ノンスリップ面における流速分布を示す概略図であり、(b) スリップ面における流速分布を示す概略図である。

[図4]本発明の実施形態に係る凝集分離装置の一例を示す概略構成図である。

[図5]従来のジャーテストによる凝集条件決定方法の一例を示す概略図である。

発明を実施するための形態

[0018] 本発明の実施の形態について以下説明する。本実施形態は本発明を実施する一例であって、本発明は本実施形態に限定されるものではない。

[0019] 本発明の実施形態に係る固液分離装置の一例の概略を図1に示し、その構成について説明する。

[0020] 本実施形態に係る固液分離装置1は、固体粒子を含む被処理液から固体粒子を含む濃縮液と処理液とに分離するための分離手段として、曲がりチャネル10を有する。曲がりチャネル10は、曲率を有する壁面を含む流路を有

し、流路の内壁面の一部がスリップ壁面である。固液分離装置 1 は、固体粒子が濃縮された濃縮液を曲がりチャネル 10 から取り出す出口ライン 14 と、処理液を曲がりチャネル 10 から取り出す処理液ライン 16 と、を有してもよい。

[0021] 図 1 に示す固液分離装置 1 において、曲がりチャネル 10 の被処理液入口には、被処理液ライン 12 が接続されている。曲がりチャネル 10 の濃縮液出口には、出口ライン 14 が接続され、処理液出口には、処理液ライン 16 が接続されている。

[0022] 本実施形態に係る固液分離方法および固液分離装置 1 の動作について説明する。

[0023] 図 1 の固液分離装置 1 において、固体粒子を含む被処理液は、被処理液ライン 12 を通して、曲がりチャネル 10 へ送液される。

[0024] 被処理液は、曲がりチャネル 10 の被処理液入口から渦巻き状チャネルの流路に導入され、流路を流れていくと、固体粒子と液体との密度差と重力と流体力学的作用とにより、流路の例えば外周側の処理液と流路の例えば内周側の濃縮液とに分離される（分離工程）。濃縮液は、出口ライン 14 を通して排出され、処理液は、処理液ライン 16 を通して排出される（分離工程）。

[0025] 曲がりチャネル 10 は、被処理液を流入するための被処理液入口と、流体が流れるための例えば矩形状の流路を有する配管が渦巻き状に形成された渦巻き状チャネルと、処理液を排出するための、流路の例えば外周側から分かれた処理液出口と、濃縮液を排出するための、流路の例えば内周側から分かれた濃縮液出口と、を有する。図 2 に曲がりチャネル 10 の流路の断面を示すが、固体粒子を含む被処理液が被処理液入口から渦巻き状チャネルに導入されると、矩形状の流路の断面には二次流れ（ディーン渦）が生じる。これは遠心力による外向きの流れと、直進しようとする流れが外壁により強制的に曲げられることによる内向きへの圧力によるものである。

[0026] 固体粒子はこの二次流れ（ディーン渦）の中では内周側に集まるとされる

が、固体粒子の密度、流路中を流れる流体の流束、流路の曲率等のバランスによっては、固体粒子が外周側に集まる場合もある。この場合には、曲がりチャンネル 10 は、流路の内周側から分かれた処理液出口と、流路の外周側から分かれた濃縮液出口と、を有していてもよい。曲がりチャンネル 10 は、曲がりチャンネル 10 における固体粒子の密度、流路中を流れる流体の流束、流路の曲率等のバランスを調整することにより、固体粒子と液体との密度差と、重力と、流体力学的作用とによって、被処理液から固体粒子を分離することができる。

[0027] 本実施形態に係る固液分離装置 1 では、曲がりチャンネル 10 の流路の内壁面の一部がスリップ壁面である。例えば、曲がりチャンネル 10 の流路の上下内壁面のうちいずれか一方は、スリップ面であり、残りの内壁面は、ノンスリップ面である。粘性流体を通水した場合、例えば未処理の壁面では流体摩擦抵抗によって、壁面流速は 0 となる。これをノンスリップ面という（図 3（a）参照）。一方、例えば撥水性の壁面では流体摩擦抵抗の軽減効果が得られるため、壁面流速は 0 とならない。これをスリップ面という（図 3（b）参照）。例えば、流路の断面が図 2 に示すように矩形状の場合、曲がりチャンネル 10 の流路の下内壁面はスリップ面であり、残りの 3 内壁面（上内壁面および両側内壁面）はノンスリップ面である。例えば、流路の断面が円状や楕円状の場合、曲がりチャンネル 10 の流路の下内壁面はスリップ面であり、残りの内壁面はノンスリップ面である。なお、流路の断面が円状や楕円状の場合の下内壁面とは、流路の下半分のことを指す。また、下内壁面とは、固液分離装置 1 を使用する際に下側（重力方向）に位置する面のことを言う。

[0028] 曲がりチャンネル 10 の流路の内壁面の一部がスリップ壁面であることにより、従来の曲がりチャンネルに比べて、流路下部のディーン渦流における、流路内側への戻り流れが弱まり、流路外側下部へ固体粒子が集まりやすくなり、固液分離精度が向上する。したがって、流体に近い密度を有する粒子の流体からの分離性能に優れる。

- [0029] 曲がりチャネル１０の流路のスリップ壁面上での壁面流速は、０より大きければよい。
- [0030] 流路の内壁面をスリップ壁面とする方法としては、例えば、フッ素樹脂、シリコン系樹脂等による撥水加工処理や、フッ素樹脂、シリコン系樹脂等の撥水素材の使用等が挙げられる。
- [0031] 曲がりチャネル１０は、曲率を有する壁面を含む流路を有するものであればよく、特に制限はない。曲がりチャネル１０は、例えば、曲率を有する壁面を含む流路を有する配管が渦巻き状に形成されたものである。曲がりチャネル１０の流路の断面形状は、矩形状、円状、楕円状等が挙げられ、ディーン渦の形成のためには、流路の断面形状が矩形状であることが望ましい。すなわち、曲がりチャネル１０は、上壁面と下壁面と曲率を有する側壁面とを含む流路を有し、上壁面または下壁面の少なくとも一部がスリップ壁面であることが好ましい。
- [0032] 曲がりチャネル１０は、固体粒子の分離の目的に応じて決められた所定の曲率、長さ、および幅を有することが好ましい。
- [0033] 固体粒子の分離に最適となる曲がりチャネルの仕様は、固体粒子の性状（密度、粒子径等）によって変化するため、流動解析ソフトを用いて決定することが望ましい。流動解析ソフトとしては、例えば、「ANSYS Fluent」（ANSYS社）等が挙げられる。
- [0034] 上記の通り、曲がりチャネル１０における固体粒子の密度、流路中を流れる流体の流束、流路の曲率等のバランスを調整することにより、固体粒子の分離を行うことができる。
- [0035] 本実施形態に係る固液分離方法および固液分離装置における処理対象は、固体粒子を含む液体であればよく、特に制限はない。例えば、凝集分離処理における固液分離、センチメートルからマイクロメートルサイズの配管やチャネルにおける固体粒子の選択的な制御や分離等において用いることができる。
- [0036] 本実施形態に係る固液分離方法および固液分離装置を用いて、凝集分離処

理を行ってもよいし、凝集分離処理における水質測定を行ってもよい。以下にその一例を示す。

[0037] 本発明の実施形態に係る水質測定装置は、上記固液分離装置と、処理液（処理水）の液質（水質）を測定する処理液質測定手段（処理水質測定手段）と、を備え、処理液質測定手段（処理水質測定手段）は、濁度、色度、有機物濃度、粒子径、および粒子径分布のうちの少なくとも1つを測定する手段である。水質測定装置は、例えば、被処理水に凝集剤を添加するための凝集剤添加手段と、凝集剤が添加されて形成されたフロックを含む濃縮水と処理水とに分離するための分離手段と、を備える凝集分離装置と；処理水の水質を測定する処理水質測定手段と；を備え、分離手段が上記固液分離装置である。凝集分離装置は、被処理水と凝集剤とを混和するための混和手段と、混和された混和液中にフロックを形成するためのフロック形成手段と、をさらに備えてもよい。上記固液分離装置を、混和手段や、フロック形成手段として用いてもよい。

[0038] 本発明の実施形態に係る水質測定方法は、上記固液分離方法と、処理液（処理水）の液質（水質）を測定する処理液質測定工程（処理水質測定工程）と、を含み、処理液質測定工程（処理水質測定工程）において、濁度、色度、有機物濃度、粒子径、および粒子径分布のうちの少なくとも1つを測定する方法である。水質測定方法は、例えば、被処理水に凝集剤を添加する凝集剤添加工程と、凝集剤が添加されて形成されたフロックを含む濃縮水と処理水とに分離する分離工程と、を含む凝集分離方法と；処理水の水質を測定する処理水質測定工程と；を含み、分離工程において上記固液分離装置（上記固液分離方法）を用いる。凝集分離方法は、被処理水と凝集剤とを混和する混和工程と、混和された混和液中にフロックを形成するフロック形成工程と、をさらに含んでもよい。混和工程や、フロック形成工程において、上記固液分離装置を用いてもよい。

[0039] 本実施形態に係る水質測定装置の一例の概略を図4に示し、その構成について説明する。

[0040] 図4に示す水質測定装置3は、例えば、被処理水に凝集剤を添加するための凝集剤添加手段として凝集剤添加配管30と、凝集剤と被処理水とを混和する混和手段としてラインミキサ18と、混和された混和液中にフロックを形成するフロック形成手段、および形成されたフロックを含む濃縮水と処理水とに分離する分離手段として、上記固液分離装置1と、処理水の水質を測定する処理水質測定手段として処理水質測定装置20と、を備える。

[0041] 図4の水質測定装置3において、ラインミキサ18の入口に被処理水配管22が接続されている。ラインミキサ18の出口と曲がりチャネル10の混和液入口とは、混和液配管24により接続されている。曲がりチャネル10の濃縮水出口には、濃縮水配管26が接続され、処理水出口には、処理水配管28が接続されている。被処理水配管22には、凝集剤添加配管30が接続されている。処理水配管28には、処理水質測定装置20が設置されている。

[0042] 本実施形態に係る水質測定方法、および固液分離装置1を備える水質測定装置3の動作について説明する。

[0043] 図4の水質測定装置3において、懸濁物質等を含む被処理水は、被処理水配管22を通して、ラインミキサ18へ送液される。ここで、被処理水配管22において、凝集剤添加配管30を通して被処理水に凝集剤が添加され（凝集剤添加工程）、ラインミキサ18において、凝集剤と被処理水とが攪拌されて混和される（混和工程）。凝集剤と被処理水とが混和された混和液は、混和液配管24を通して、曲がりチャネル10へ送液される。

[0044] 混和液は、曲がりチャネル10の混和液入口から渦巻き状チャネルの流路に導入され、流路における流体力学的作用により攪拌が行われ、凝集剤と被処理水との混和、凝集により形成された微細なフロック同士が衝突して、フロックの粒子径が成長する（フロック形成工程）。流路を流れていくと、水とフロックとの密度差と重力と流体力学的作用とにより、流路の例えば外周側の処理水と流路の例えば内周側の濃縮水とに分離される（分離工程）。濃縮水は、濃縮水配管26を通して排出され、処理水は、処理水配管28を通

して排出される（以上が、凝集分離工程）。

[0045] 次に、処理水配管 28 において、処理水質測定装置 20 によって、処理水の水質が測定される（処理水質測定工程）。

[0046] 図 5 に、回転数を制御できる複数の攪拌翼を備えるジャーテストと呼ばれる試験装置を用い、凝集、固液分離に最適な凝集剤の添加量等を決定する、従来のジャーテストによる凝集条件決定方法の一例の概略を示す。評価用水質測定装置 100 は、評価用混和手段として評価用混和槽 102 と、評価用フロック形成手段として評価用フロック形成槽 104 と、評価用分離手段として評価用固液分離装置 106 と、を備える評価用凝集分離装置 110 と；処理水質測定手段として処理水質測定装置 108 と；を備える。例えば、評価用混和槽 102 において、被処理水に凝集剤が添加されて混和され、評価用フロック形成槽 104 においてフロックが形成され、評価用固液分離装置 106 において重力による沈降分離、ろ過等により固液分離が行われ、濃縮水と処理水とに分離される。処理水の水質は、処理水質測定装置 108 により測定される。

[0047] 従来のオートジャーテストは部品点数が多く、メンテナンス性が悪い、高価になるという課題がある。また、ジャーテストは、同時に 4 条件～6 条件の試験が可能であるが、1 回の試験には、従来のジャーテストでは、例えば、混和に 3 分、フロック形成に 10 分、固液分離に 10 分、処理水質の測定に 10 分、合計 33 分以上要する。実際の凝集分離処理において、被処理水の処理水質に応じて従来のジャーテストで凝集条件を決める場合、急激な被処理水の水質変動があった場合に、合計 30 分以上要するジャーテストでは時間遅れが生じてしまい、急激な被処理水の水質変動に追従できず、処理水質が悪化する場合がある。

[0048] 本実施形態に係る固液分離装置 1 により、高速で凝集分離を行うことができる。この固液分離装置 1 を備える水質測定装置 3 を、例えば、凝集、固液分離に最適な凝集剤の添加量等を決定する試験を行うジャーテストまたはオートジャーテストとして用いることにより、ジャーテストの高速化が可能と

なり、処理水質測定装置 20 によって測定された処理水の水質に基づいて迅速に凝集分離処理の凝集条件等を決定することができる。そのため、被処理水の水質変動があっても、特に被処理水の急激な水質変動があっても、最適な凝集条件を追従させることができるため、処理水質の悪化が抑制される。ジャーテストをインラインで行うことができ、連続的に最適な凝集分離処理条件を決定することができる。

[0049] 図 4 の水質測定装置 3 において、凝集剤と被処理水との混和（混和工程）は、ラインミキサ 18 を用いて行われているが、ラインミキサ 18 の代わりに、攪拌羽根等を有する攪拌装置を備える攪拌槽を混和手段として用いてもよいし、フロック形成手段および分離手段と同じ曲がりチャネル 10、またはフロック形成手段および分離手段とは別の曲がりチャネルを混和手段として用いてもよい。

[0050] 図 4 の水質測定装置 3 において、フロック形成手段および分離手段は曲がりチャネルであるが、混和手段、フロック形成手段および分離手段が曲がりチャネルであってもよい。すなわち、フロック形成工程および分離工程を、曲がりチャネルを用いて行うが、混和工程、フロック形成工程および分離工程を、曲がりチャネルを用いて行ってもよい。

[0051] 図 4 の水質測定装置 3 において、凝集剤と被処理水とを混和する混和工程に要する時間は、例えば、1 秒～60 秒程度、好ましくは 5 秒～30 秒程度であり、凝集剤を含む被処理水中にフロックを形成するフロック形成工程に要する時間は、例えば、10 秒～10 分程度、好ましくは 1 分～5 分程度であり、濃縮水と処理水とに分離する分離工程に要する時間は、例えば、1 秒～5 分程度、好ましくは 1 秒～10 秒程度であり、処理水の水質を測定する処理水質測定工程に要する時間は、例えば、1 秒～30 秒程度である。したがって、混和工程から処理水質測定工程に要する時間は、10 秒～3 分程度、好ましくは 10 秒～60 秒程度である。

[0052] 上記の通り、曲がりチャネル 10 における粒子の密度、流路中を流れる流体の流束、流路の曲率等のバランスを調整することにより、フロックの形成

および分離を行うことができ、さらには、凝集剤と被処理水との混和、フロックの形成および分離を行うことができる。例えば、曲がりチャンネル 10 において、分離に最適な曲率に向けて、小さい曲率から漸近させることによってフロックの形成および分離を連続した曲がりチャンネルで行うことができる。流路の断面積を最適な値に向けて漸近させてもよい。狭い流路では流束が高く攪拌がなされ、断面積が分離に最適である流路では分離がなされる。

[0053] 図 4 の水質測定装置 3 をそのまま凝集分離装置として用いてもよいし、図 4 の水質測定装置 3 において、例えば、処理水質測定装置 20 を除いたものを凝集分離装置として用いてもよい。例えば、凝集分離装置は、被処理水に凝集剤を添加するための凝集剤添加手段と、凝集剤が添加されて形成されたフロックを含む濃縮水と処理水とに分離するための分離手段と、を備え、分離手段が上記固液分離装置である。凝集分離装置は、被処理水と凝集剤とを混和するための混和手段と、混和された混和液中にフロックを形成するためのフロック形成手段と、をさらに備えてもよい。上記固液分離装置を、混和手段や、フロック形成手段として用いてもよい。また、凝集分離方法は、被処理水に凝集剤を添加する凝集剤添加工程と、凝集剤が添加されて形成されたフロックを含む濃縮水と処理水とに分離する分離工程と、を含み、分離工程において上記固液分離装置（固液分離方法）を用いる。凝集分離方法は、被処理水と凝集剤とを混和する混和工程と、混和された混和液中にフロックを形成するフロック形成工程と、をさらに含んでもよい。混和工程や、フロック形成工程において、上記固液分離装置を用いてもよい。

[0054] 凝集剤としては、無機凝集剤および高分子凝集剤のうちの少なくとも 1 つが用いられる。

[0055] 無機凝集剤としては、例えば、塩化第二鉄、ポリ硫酸第二鉄等の鉄系無機凝集剤、硫酸アルミニウム、ポリ塩化アルミニウム（PAC）等のアルミニウム系無機凝集剤等が挙げられる。

[0056] 無機凝集剤の添加量は、例えば、 $1 \sim 100 \text{ mg/L}$ の範囲である。

[0057] 高分子凝集剤としては、ノニオン性高分子凝集剤、アニオン性高分子凝集

剤またはカチオン性高分子凝集剤等、特に制限されるものではないが、例えば、ポリアクリルアミド、ポリアクリル酸ナトリウム、アクリルアミド・アクリル酸塩共重合体、アクリルアミドプロパンスルホン酸ナトリウム、キトサン、ジメチルアミノエチルメタクリレート、ジメチルアミノエチルアクリレートおよびポリアミジン等が挙げられる。高分子凝集剤は、1種単独でも、2種以上を組み合わせ用いてもよい。

[0058] 高分子凝集剤の添加量は、例えば、0.1～2 mg/Lの範囲である。

[0059] 混和工程において、必要に応じて、pH調整を行ってもよい（pH調整工程）。pH調整剤としては、塩酸、硫酸等の酸や、水酸化ナトリウム等のアルカリである。pHは、例えば、4～11の範囲に調整すればよい。

[0060] 処理水質測定装置20は、処理水の水質を測定することができるものであればよく、特に制限はないが、濁度、色度、有機物濃度、粒子径、および粒子径分布のうちの少なくとも1つを測定する装置であることが好ましく、画像解析によって粒子径および粒子径分布のうちの少なくとも1つを測定する手段であることがより好ましい。

[0061] 凝集分離処理（混和工程、フロック形成工程、分離工程）における液温度は、特に制限はなく、例えば、15～35℃の範囲である。粘性等によって分離性が変わるため、液温度はできるだけ一定になるように調整することが望ましい。

[0062] 水質測定装置および凝集分離装置における処理対象である被処理水は、例えば、懸濁物質等を含む水であり、例えば、河川水、工業用水、排水等が挙げられる。

[0063] 本実施形態に係る凝集分離方法および凝集分離装置、または水質測定方法および水質測定装置により、例えば、懸濁物質濃度1～10 mg/Lの被処理水を、90%～99%の割合で除去することができる。

[0064] 本実施形態に係る凝集分離方法および凝集分離装置、または水質測定方法および水質測定装置において、混和工程、フロック形成工程、分離工程を、それぞれ曲がりチャネルを用いて行ってもよい。

[0065] 本実施形態に係る凝集分離方法および凝集分離装置、または水質測定方法および水質測定装置において、被処理水が、実機の凝集分離処理装置の入口水からサンプリングしたものであり、凝集分離装置の処理水質の測定結果に基づいて、実機の凝集分離処理装置の凝集条件を制御してもよい。例えば、処理水質測定装置によって測定された評価用処理水の水質に基づいて、実機の凝集分離処理装置において添加される凝集剤の量が制御されればよい。

実施例

[0066] 以下、実施例および比較例を挙げ、本発明をより具体的に詳細に説明するが、本発明は、以下の実施例に限定されるものではない。

[0067] <実施例 1 および比較例 1>

曲がりチャネルの流路の下内壁面の壁面流速が 0 より大きく（下内壁面がスリップ面である）、残りの内壁面の壁面流速が 0 である（残りの内壁面がノンスリップ面である）効果を確認する実験を行った。実施例 1 では、矩形状の流路の断面方向において下内壁面をスリップ面、他の 3 内壁面をノンスリップ面とした。比較例 1 では、矩形状の流路の断面方向の内壁面全てをノンスリップ面（壁面流速が 0）とした。流体の密度は、 998 kg/m^3 、粒子の密度は、 1005 kg/m^3 である。粒子の分離度は、実施例 1 が 0.95、比較例 1 が < 0.05 であった。

[0068] 実施例 1 では、曲がりチャネルの流路の下内壁面がスリップ面であることによって、中心方向への流れが抑制され、外側下部に滞留しやすくなっていることがわかる。これによって、分離性が向上したと考えられる。

[0069] このように、実施例の固液分離装置は、流体に近い密度を有する粒子の流体からの分離性能に優れていた。

符号の説明

[0070] 1 固液分離装置、3 水質測定装置、10 曲がりチャネル、12 被処理液ライン、14 出口ライン、16 処理液ライン、18 ラインミキサ、20、108 処理水質測定装置、22 被処理水配管、24 混和液配管、26 濃縮水配管、28 処理水配管、30 凝集剤添加配管、10

０ 評価用水質測定装置、１０２ 評価用混和槽、１０４ 評価用フロック形成槽、１０６ 評価用固液分離装置、１０８ 処理水質測定装置、１１０ 評価用凝集分離装置。

請求の範囲

- [請求項1] 固体粒子を含む被処理液から前記固体粒子を含む濃縮液と処理液とに分離するための分離手段を有する固液分離装置であって、
前記分離手段は、曲率を有する壁面を含む流路を有し、前記流路の内壁面の一部がスリップ壁面であることを特徴とする固液分離装置。
- [請求項2] 請求項1に記載の固液分離装置であって、
前記分離手段は、上壁面と下壁面と曲率を有する側壁面とを含む流路を有し、前記上壁面または前記下壁面の少なくとも一部がスリップ壁面であることを特徴とする固液分離装置。
- [請求項3] 請求項1または2に記載の固液分離装置であって、
前記スリップ壁面上での壁面流速は、0より大きいことを特徴とする固液分離装置。
- [請求項4] 請求項1～3のいずれか1項に記載の固液分離装置であって、
前記スリップ壁面は、撥水加工処理が施された壁面、または撥水素材が使用された壁面であることを特徴とする固液分離装置。
- [請求項5] 請求項1～4のいずれか1項に記載の固液分離装置と、
前記処理液の液質を測定する処理液質測定手段と、
を備え、
前記処理液質測定手段は、濁度、色度、有機物濃度、粒子径、および粒子径分布のうちの少なくとも1つを測定する手段であることを特徴とする水質測定装置。
- [請求項6] 固体粒子を含む被処理液から前記固体粒子を含む濃縮液と処理液とに分離する分離工程を含み、
前記分離工程は、曲率を有する壁面を含む流路を用いて行い、前記流路の内壁面の一部がスリップ壁面であることを特徴とする固液分離方法。
- [請求項7] 請求項6に記載の固液分離方法であって、
前記分離工程は、上壁面と下壁面と曲率を有する側壁面とを含む流

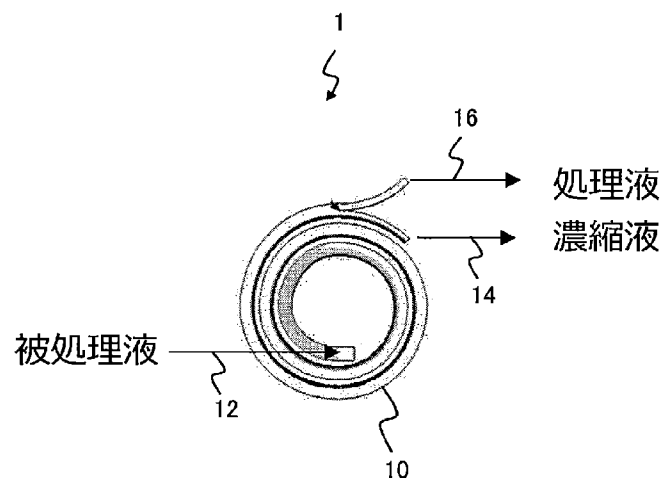
路を用いて行い、前記上壁面または前記下壁面の少なくとも一部がスリップ壁面であることを特徴とする固液分離方法。

[請求項8] 請求項6または7に記載の固液分離方法であって、
前記スリップ壁面上での壁面流速は、0より大きいことを特徴とする固液分離方法。

[請求項9] 請求項6～8のいずれか1項に記載の固液分離方法であって、
前記スリップ壁面は、撥水加工処理が施された壁面、または撥水素材が使用された壁面であることを特徴とする固液分離方法。

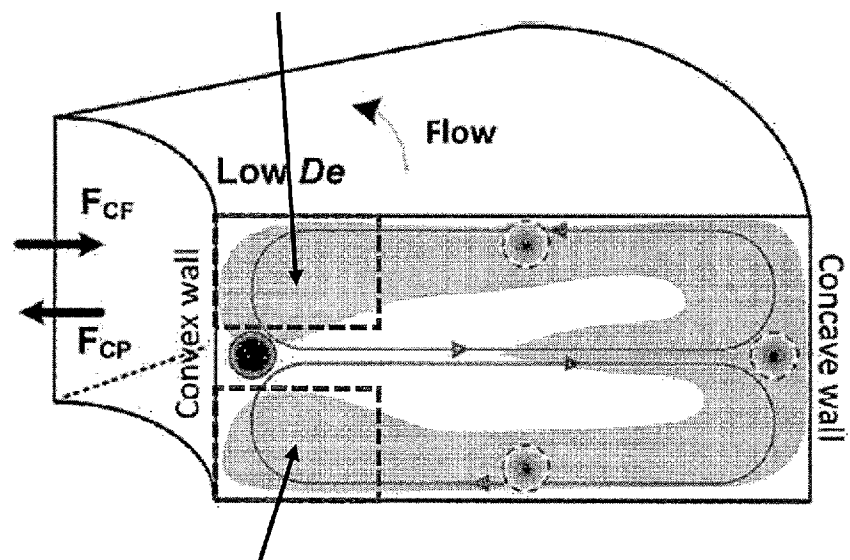
[請求項10] 請求項6～9のいずれか1項に記載の固液分離方法と、
前記処理液の液質を測定する処理液質測定工程と、
を含み、
前記処理液質測定工程において、濁度、色度、有機物濃度、粒子径、および粒子径分布のうちの少なくとも1つを測定することを特徴とする水質測定方法。

[図1]



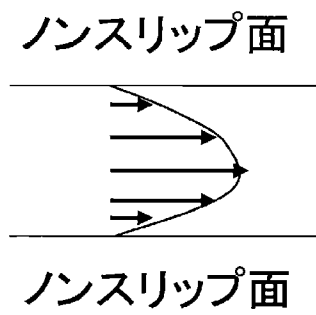
[図2]

比重の軽い成分がたまるエリア



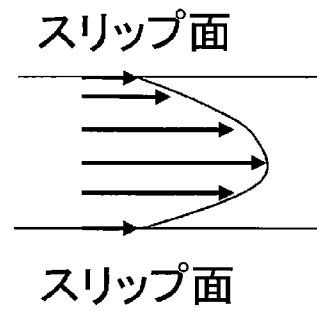
比重の軽い成分がたまるエリア

[図3]



壁面流速がゼロ

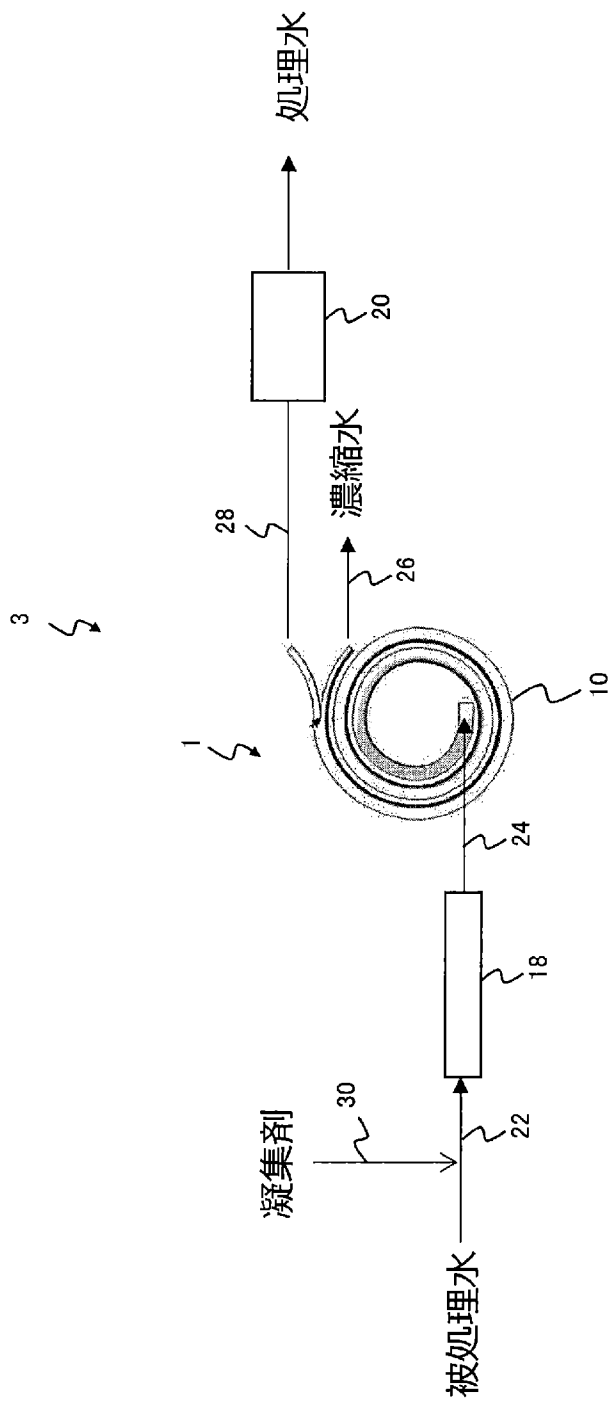
(a)



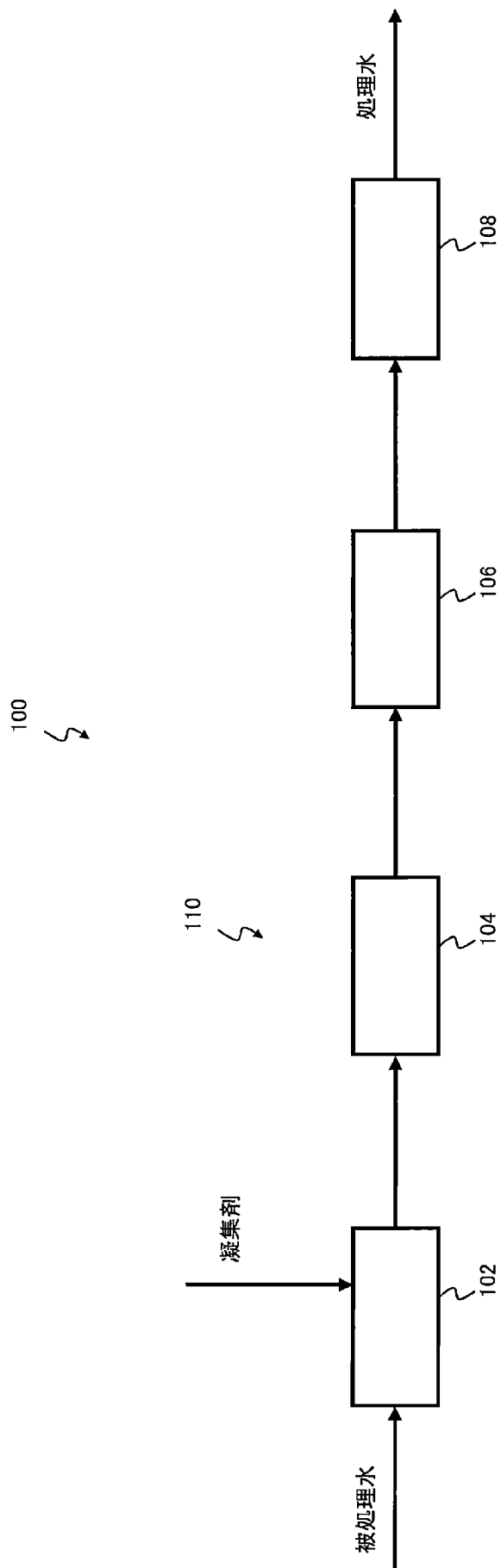
壁面流速がゼロでない

(b)

[図4]



[図5]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/048604

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. B01D43/00 (2006.01)i, C02F1/00 (2006.01)n, G01N33/18 (2006.01)i
FI: B01D43/00Z, G01N33/18A, G01N33/18B, C02F1/00V

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)

Int.Cl. B01D43/00, B01J19/00, B03B5/28, B81B1/00, C02F1/00, G01N1/10, G01N33/18, G01N37/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan	1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2020
Registered utility model specifications of Japan	1996-2020
Published registered utility model applications of Japan	1994-2020

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

JSTPlus (JDreamIII), JST7580 (JDreamIII)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	JP 2004-42012 A (NEC CORPORATION) 12.02.2004 (2004-02-12), claims, paragraphs [0073]-[0076], [0115]-[0122], [0139]-[0153], fig. 7, 14, 26-28	1-4, 6-9 5, 10
Y	US 2011/0096327 A1 (UNIVERSITY OF CINCINNATI) 28.04.2011 (2011-04-28), claims, paragraphs [0052]-[0080], fig. 1-7	1-10
Y	JP 2009-128341 A (ROHM CO., LTD.) 11.06.2009 (2009-06-11), claims, paragraph [0027], fig. 1-3	1-10
Y	JP 2004-202336 A (FUJI ELECTRIC SYSTEMS CO., LTD.) 22.07.2004 (2004-07-22), claims, paragraph [0032], fig. 1-4	1-10



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
12.02.2020

Date of mailing of the international search report
25.02.2020

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/048604

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 2016-526479 A (PALO ALTO RESEARCH CENTER INC.) 05.09.2016 (2016-09-05), claims, paragraphs [0027]-[0034], fig. 8	5, 10
Y	WO 2017/168054 A1 (KEMIRA OYJ) 05.10.2017 (2017- 10-05), claims, page 18, line 8 to page 24, line 24, fig. 9-12	5, 10
P, A	WO 2019/193849 A1 (JAPAN ORGANO CO., LTD.) 10.10.2019 (2019-10-10), entire text	1-10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2019/048604

JP 2004-42012 A	12.02.2004	US 2004/0256318 A1 claims, paragraphs [0132]-[0139], [0204]-[0212], [0233]-[0240], fig. 7, 14, 26-28 WO 2003/035233 A1 EP 1457251 A1 CN 1575198 A KR 10-2004-0048996 A
US 2011/0096327 A1	28.04.2011	(Family: none)
JP 2009-128341 A	11.06.2009	(Family: none)
JP 2004-202336 A	22.07.2004	(Family: none)
JP 2016-526479 A	05.09.2016	US 2014/0367349 A1 claims, [0034]-[0039], fig. 8 WO 2014/201331 A1
WO 2017/168054 A1	05.10.2017	CA 3019153 A1 KR 10-2018-0122729 A CN 109074033 A
WO 2019/193849 A1	10.10.2019	JP 2019-181342 A entire text

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） B01D 43/00(2006.01)i; C02F 1/00(2006.01)n; G01N 33/18(2006.01)i FI: B01D43/00 Z; G01N33/18 A; G01N33/18 B; C02F1/00 V										
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）） B01D43/00; B01J19/00; B03B5/28; B81B1/00; C02F1/00; G01N1/10; G01N33/18; G01N37/00										
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 <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922-1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971-2020年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996-2020年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994-2020年</td> </tr> </table>			日本国実用新案公報	1922-1996年	日本国公開実用新案公報	1971-2020年	日本国実用新案登録公報	1996-2020年	日本国登録実用新案公報	1994-2020年
日本国実用新案公報	1922-1996年									
日本国公開実用新案公報	1971-2020年									
日本国実用新案登録公報	1996-2020年									
日本国登録実用新案公報	1994-2020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） JSTPlus (JDreamIII); JST7580 (JDreamIII)										
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								
X	JP 2004-42012 A (日本電気株式会社) 12.02.2004 (2004-02-12) 特許請求の範囲、[0073] - [0076]、[0115] - [0122]、 [0139] - [0153]、図7、14、26-28	1-4, 6-9								
Y		5, 10								
Y	US 2011/0096327 A1 (UNIVERSITY OF CINCINNATI) 28.04.2011 (2011-04-28) 特許請求の範囲、[0052] - [0080]、図1-7	1-10								
Y	JP 2009-128341 A (ローム株式会社) 11.06.2009 (2009-06-11) 特許請求の範囲、[0027]、図1-3	1-10								
Y	JP 2004-202336 A (富士電機システムズ株式会社) 22.07.2004 (2004-07-22) 特許請求の範囲、[0032]、図1-4	1-10								
Y	JP 2016-526479 A (パロ・アルト・リサーチ・センター・インコーポレーテッド) 05.09.2016 (2016-09-05) 特許請求の範囲、[0027] - [0034]、図8	5, 10								
Y	WO 2017/168054 A1 (KEMIRA OYJ) 05.10.2017 (2017-10-05) 特許請求の範囲、18頁8行-24頁24行、図9-12	5, 10								
☒ 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、一般的な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抵触するものではなく、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 12.02.2020		国際調査報告の発送日 25.02.2020								
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		権限のある職員（特許庁審査官） 小久保 勝伊 4D 9831 電話番号 03-3581-1101 内線 3419								

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
P, A	WO 2019/193849 A1 (オルガノ株式会社) 10,10,2019 (2019 - 10 - 10) 全文	1-10

国際調査報告
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2019/048604

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	2004-42012	A	12.02.2004	US 2004/0256318 A1 特許請求の範囲、[0132] - [0139]、[0204] - [0212]、[0233] - [0240]、図7、14、26 - 28 WO 2003/035233 A1 EP 1457251 A1 CN 1575198 A KR 10-2004-0048996 A	
US	2011/0096327	A1	28.04.2011	(ファミリーなし)	
JP	2009-128341	A	11.06.2009	(ファミリーなし)	
JP	2004-202336	A	22.07.2004	(ファミリーなし)	
JP	2016-526479	A	05.09.2016	US 2014/0367349 A1 特許請求の範囲、[0034] - [0039]、図8 WO 2014/201331 A1	
WO	2017/168054	A1	05.10.2017	CA 3019153 A1 KR 10-2018-0122729 A CN 109074033 A	
WO	2019/193849	A1	10.10.2019	JP 2019-181342 A 全文	