

(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 4 月 3 日(03.04.2014)



(10) 国際公開番号
WO 2014/050320 A1

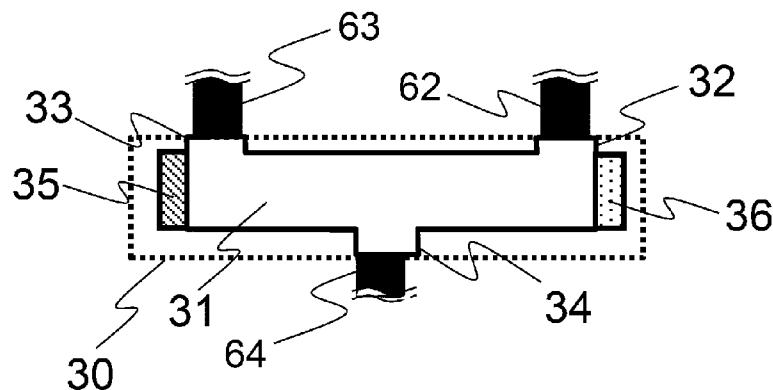
- (51) 国際特許分類:
B01D 43/00 (2006.01) *C02F 1/36* (2006.01)
B01J 19/10 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2013/071387
- (22) 国際出願日: 2013 年 8 月 7 日(07.08.2013)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2012-211744 2012 年 9 月 26 日(26.09.2012) JP
特願 2013-123931 2013 年 6 月 12 日(12.06.2013) JP
- (71) 出願人: 株式会社日立製作所(HITACHI, LTD.)
[JP/JP]; 〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目
6 番 6 号 Tokyo (JP). 国立大学法人東京工業大学
(TOKYO INSTITUTE OF TECHNOLOGY) [JP/JP];
〒1528550 東京都目黒区大岡山 2 丁目 1 2 番 1
号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 神林 琢也(KAMBAYASHI, Takuya); 〒
1008280 東京都千代田区丸の内一丁目 6 番 6 号
株式会社日立製作所内 Tokyo (JP). 中村 健太郎
(NAKAMURA, Kentaro); 〒1528550 東京都目黒区
大岡山 2 丁目 1 2 番 1 号 国立大学法人東京工
業大学内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 特許業務法人第一国際特許事務所(PAT-
ENT CORPORATE BODY DAI-ICHI KOKUSAI
TOKKYO JIMUSHO); 〒1080014 東京都港区芝 4
丁目 1 0 番 5 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, 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, 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).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

(54) Title: SUSPENSION PROCESSING DEVICE USING ULTRASONIC WAVES

(54) 発明の名称: 超音波を用いた懸濁液処理装置



(57) Abstract: In a suspension processing method using ultrasonic waves, there have been problems such as the movement of the solids in the liquid not following the movement of the sound field; therefore, applications in fields where high suspension processing performance or high-speed flow rate processing is necessary are difficult. Designs such as making oscillators long or large for obtaining high suspension processing performance become necessary. In the present invention, a suspension processing device (30) that uses ultrasonic waves and separates and concentrates solid components in a suspension (1a) has: at least one supply opening (32) that supplies the suspension (1a) into the device; a flow path part (31) in which the suspension flows; at least two discharge openings (33, 34) that discharge the processed suspension (1a); an oscillator (35) that radiates ultrasonic waves; and a reflective plate (36) that reflects the ultrasonic waves that have been radiated.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2014/050320 A1

超音波を用いた懸濁液処理方法では、液中の固形物の移動が音場の移動を追従しない等の問題があるため、高い懸濁液処理性能、あるいは高速流量処理が必要となる分野での応用は困難である。高い懸濁液処理性能を得るには振動子を長く、あるいは大きくする等の設計が必要となる。超音波を用い、懸濁液（１ａ）中の固形物成分を分離、濃縮する懸濁液処理装置（３０）は、懸濁液（１ａ）を装置内に供給する少なくとも１つ以上の供給口（３２）と、懸濁液が流れる流路部（３１）と、処理した懸濁液（１ａ）を排出する、少なくとも２つ以上の排出口（３３、３４）と、超音波を照射する振動子（３５）と、照射した超音波を反射する反射板（３６）とを有している。

明 細 書

発明の名称：超音波を用いた懸濁液処理装置

技術分野

[0001] 本発明は、超音波を用いた懸濁液処理装置に関する。

背景技術

[0002] 本技術分野の背景技術として、特許第 2 7 2 3 1 8 2 号公報（特許文献 1）がある。この公報には、「液体媒質中の微小物体を定在波音場中の音圧の節に半波長間隔で整列させて捕捉するに際し、超音波振動子の裏面電極を、それぞれ独立して互いに平行に配列された短冊状の電極片の複数にて構成し、かかる電圧の印加せしめられる電極片を隣接する電極片に電氣的に切り換えることにより、超音波振動子の駆動部分を移動せしめて定在波音場を移動させ、捕捉された微小物体を電極片の配列方向に沿って移動せしめる。」と記載されている（要約参照）。

[0003] また、特開 2 0 0 4 - 2 4 9 5 9 号公報（特許文献 2）がある。この公報には、「液体媒質で満たされている流路中に、流路に沿って超音波振動子と反射板を平行に設置し、放射される超音波が反射板で反射し、流路中に生成される定在波音場の音圧の節もしくは音圧の腹に液体媒質中に分散する微小物体を捕捉することを特徴とする、超音波非接触フィルタリング方法、及びその装置」と記載されている（要約参照）。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献 1：特許第 2 7 2 3 1 8 2 号公報

特許文献 2：特開 2 0 0 4 - 2 4 9 5 9 号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 特許文献 1 には、複数の電極を有する矩形振動子から発振した超音波を用いた、懸濁液中の微粒子の濃縮及びフィルタリング方法（以下、上記方法を

懸濁液処理方法と表記）が記載されている。しかし、特許文献１の懸濁液処理方法では、液中の固形物の移動が音場の移動を追従しない等の問題があるため、高い処理性能（懸濁液の濃縮性能と清澄性能）、あるいは高速流量処理が必要となる分野での応用は困難である。

[0006] また、特許文献２にあるように、単一の振動子でも入力信号を変調させることで、液中の固形物を濃縮・分離することが可能であるが、処理液の流れに対し、振動子が平行に配置されているため、処理過程で固形物が搬送されてしまい、高い処理性能を得るには振動子を長く、あるいは大きくする等の設計が必要となる。

そこで本発明では、振動子を大きくする必要なく、高い処理性能を実現する懸濁液処理装置を提供する。

課題を解決するための手段

[0007] 上記課題を解決するために、例えば特許請求の範囲に記載の構成を採用する。

本願は上記課題を解決する手段を複数含んでいるが、その一例を挙げるならば、超音波を用いた懸濁液処理装置であって、液体媒質で満たされている流路中に流路に直交するように振動子と反射板が配置されており、振動子と反射板で挟まれた流路内に排出口を有することを特徴とする。

発明の効果

[0008] 本発明によれば、超音波を用いた懸濁液処理装置について、振動子を大きくすることなく、高い懸濁液処理性能を得ることができる。上記した以外の課題、構成及び効果は、以下の実施形態の説明により明らかにされる。

図面の簡単な説明

[0009] [図１]図１は、超音波を用いた懸濁液処理装置を使用した際の処理構成図の例である。

[図２]図２は、超音波を用いた実施例１の懸濁液処理装置の構成図である。

[図３]図３は、超音波を用いた懸濁液処理装置を説明する図である。

[図４]図４は、実施例１の結果を示す図である。

[図5A]図5 Aは、実施例1による処理前と処理後の清澄液濁度を比較した図である。

[図5B]図5 Bは、実施例1による処理前と処理後の濃縮液濁度を比較した図である。

[図6]図6は、超音波を用いた実施例2の懸濁液処理装置の構成図である。

[図7]図7は、超音波を用いた懸濁液処理装置を使用した際の処理構成図の例である。

[図8A]図8 Aは、超音波を用いた実施例3の懸濁液処理装置における振動子の平面図である。

[図8B]図8 Bは、超音波を用いた実施例3の懸濁液処理装置の構成図である。

[図9]図9は、超音波を用いた懸濁液処理装置を説明する図である。

[図10]図10は、実施例3の結果を示す図である。

[図11]図11は、超音波を用いた実施例4の懸濁液処理装置の構成図である。

[図12A]図12 Aは、超音波を用いた実施例5の懸濁液処理装置の構成図である。

[図12B]図12 Bは、超音波を用いた実施例5の懸濁液処理装置における供給口の配置図である。

[図12C]図12 Cは、超音波を用いた実施例5の懸濁液処理装置における旋廻流れを示す図である。

[図13A]図13 Aは、超音波を用いた実施例6の懸濁液処理装置における振動子の平面図である。

[図13B]図13 Bは、超音波を用いた実施例6の懸濁液処理装置の構成図である。

発明を実施するための形態

[0010] 以下、実施例を図面を用いて説明する。

実施例

[0011] [実施例 1]

本実施例では、超音波を用いた懸濁液処理装置の例を説明する。

(懸濁液処理装置の構成)

図 1 は、超音波を用いた懸濁液処理装置を用いる際の処理構成の例である。

図 2 は、超音波を用いた懸濁液処理装置の構成図である。

槽 10 は懸濁液 1 a で満たされており、槽 10 とポンプ 20 は送液管 6 1 で接続されている。送液管 6 1 でポンプ 20 に送液された懸濁液 1 a は、送液管 6 2 を通り、懸濁液処理装置 30 に供給される。

[0012] 懸濁液処理装置 30 は、図 2 に示されるように、流路部 3 1 と、送液管 6 2 と接続される供給口 3 2 と、送液管 6 3 と接続される排出口 3 3 と、送液管 6 4 と接続される濃縮口 3 4 と、超音波を発生する振動子 3 5 と、超音波を反射する反射板 3 6 とを有する。

供給口 3 2 は、送液管 6 2 内と流路部 3 1 内とで懸濁液 1 a の流れる向きが変わるように、流路部上流側の端部に上向きに配置されている。また、排出口 3 3 は、送液管 6 3 内と流路部 3 1 内とで懸濁液 1 a の流れる向きが変わるように、流路部下流側端部に上向きに配置されている。振動子 3 5 と反射板 3 6 は懸濁液処理装置 30 の流路部 3 1 を挟むように、上流側と下流側の端部に対向して配置されており、振動子 3 5 は、流路部 3 1 内の懸濁液に超音波が照射されるように、振動面が配置されている。

[0013] 濃縮口 3 4 は、流路部 3 1 の、供給口 3 2 と排出口 3 3 の間に下向きに配置されている。排出口 3 3 は送液管 6 3 と接続されており、送液管 6 3 を通った液は、図 1 の槽 50 に排出される。また、濃縮口 3 4 は送液管 6 4 と接続されており、送液管 6 4 を通った液は、図 1 の槽 40 に排出される。供給口 3 2 から流路部 3 1 に供給された懸濁液 1 a は、流路部 3 1 を経て、排出口 3 3 あるいは濃縮口 3 4 から、懸濁液処理装置 30 外へ排出される。

[0014] (動作／処理)

図 3 は、動作原理を説明する図である。

振動子 3 5 と反射板 3 6 を、流路部 3 1 を挟むように対向して配置し、流路部 3 1 内に超音波を照射すると、流路部 3 1 内に定在波が形成されるため、音圧が高い領域（節）と低い領域（腹）が、流路部 3 1 に沿って周期的に発現する。

このとき、流路部 3 1 を満たす液体中に腹と節の間隔よりも十分小さな固形物（以下、固形物と表記）が存在する場合、その固形物は、固形物の物性値によって腹か節へ向かう力を受け、流路部 3 1 内の腹か節の位置に捕捉される。

捕捉された固形物は、超音波を変調させることで、流路部 3 1 内を振動子 3 5 から反射板 3 6、あるいは反射板 3 6 から振動子 3 5 の方向に搬送することが可能である。

[0015] 捕捉した固形物は、搬送中に凝集するため、一定の大きさになると自重で流路部 3 1 の下部に沈降する。凝集した固形物が沈降する位置は、流路部 3 1 内を流れる懸濁液 1 a の流速と、超音波の変調速度に依存する。そこで、上述した沈降位置近辺に、濃縮口 3 4 を設けることで、自重で沈降した固形物の多くを選択的に回収することができる。

このように、流路部 3 1 に供給された懸濁液 1 a は、超音波が照射された流路部 3 1 を通過することで、液中の固形物数が少ない清澄液 5 a と、液中の固形物数が多い、濃縮液 4 a に分離、回収することができる。このとき、捕捉した固形物の搬送方向と、流路部 3 1 内の液の流れる方向を逆向きにすることで、捕捉した固形物が下流に流されてしまうことを抑制することができるため、分離・濃縮性能を向上させることができる。清澄液 5 a は、排出口 3 3 と送液管 6 3 を経て槽 5 0 に、濃縮液 4 a は、濃縮口 3 4 と送液管 6 4 を通り、槽 4 0 に排出される。

[0016] （効果）

懸濁液処理装置を用いた際の効果（処理性能）を以下に記述する。懸濁液処理装置の処理性能は、排出口 3 3 と濃縮口 3 4 から排出されるサンプル液の濁度で評価した。用いたサンプル液と超音波の出力条件は以下のとおりで

ある。

(1) サンプル液：純水に平均粒径 15 ミクロン径のアルミナ粒子を分散させた懸濁液（平均濁度：17.3 度）。

(2) 超音波：ファンクションジェネレータで周波数が 2 MHz から 3 MHz まで 5 秒間隔で連続変調する正弦波を作成し、パワーアンプで増幅した後、振動子 35 に入力する。

[0017] 図 4、図 5 A 及び図 5 B は、上述したサンプル液を、図 2 の懸濁液処理装置で処理した結果である。図 4 は、排出口 34 の振動子 35 からの距離と、排出口 34 から排出される懸濁液の濁度の関係を表している。図 4 に示すように、排出口 34 を、振動子 35 からの距離が 60 mm の位置に配置した場合、排出口 34 から排出される懸濁液の濁度は、初期濁度（17.3 度）よりも高くなり、液中の固形物が濃縮され排出される。

図 5 A 及び図 5 B は上述したサンプル液を、図 2 の懸濁液処理装置で処理した結果である。図 5 A と図 5 B は、排出口 33 から排出されるサンプル液と濃縮口 34 から排出されるサンプル液の濁度変化を表す。

懸濁液処理装置に供給されるサンプル液の濁度が 17.3 度（スポーツ飲料水の濁度相当）である場合、濃縮口 34 から排出されるサンプル液の濁度は 1.2 度（水道水基準値<2 度）に低減し、排出口 33 から排出されるサンプル液の濁度は 19.4 度に上昇する。上記評価結果は、排出口 33 から排出されるサンプル液中のアルミ粒子数が処理前よりも減少し、濃縮口 34 から排出されるサンプル液中のアルミナ粒子数が処理前よりも増加したことを示唆している。このように、図 2 の懸濁液処理装置を用いることで、懸濁液を固形成分が少ない清澄液（排出口 33 の排出液）と、固形成分が濃縮された濃縮液（濃縮口 34 の排出液）に分離することができる。

[0018] [実施例 2]

本実施例では、超音波を用いた実施例 2 の懸濁液処理装置の例を説明する。

（懸濁液処理装置の構成）

図 6 は、超音波を用いた懸濁液処理装置の構成図である。

懸濁液処理装置 30 は、流路部 31 と、送液管 62 と接続される供給口 32 と、送液管 63 と接続される排出口 33 と、送液管 64 と接続される濃縮口 34 と、超音波を発生する振動子 35 と、超音波を反射する反射板 36 とを有する。

供給口 32 は、送液管 62 内と流路部 31 内とで懸濁液 1a の流れる向きが変わるように、流路部上流側の端部に上向きに配置されている。また、排出口 33 は、送液管 63 内と流路部 31 内とで懸濁液 1a の流れる向きが変わるように、流路部下流側端部に下向きに配置されている。振動子 35 と反射板 36 は懸濁液処理装置 30 の流路部 31 を挟むように、上流側と下流側の端部に対向して配置されている。また、濃縮口 34 は、流路部 31 の、供給口 32 と排出口 33 の間に上向きに配置されている。

[0019] (動作／処理／効果)

振動子 35 と反射板 36 を、流路部 31 を挟むように平行に配置し、流路部 31 内に超音波を照射すると、流路部 31 内に定在波が形成されるため、音圧が高い領域（節）と低い領域（腹）が、流路 31 に沿って周期的に発現する。

このとき、流路部 31 が、液滴と母相からなるエマルジョンで満たされている場合、腹と節の間隔よりも十分小さな液滴が存在する場合、その液滴は、液滴の物性値によって腹か節へ向かう力を受け、流路部 31 内の腹か節の位置に捕捉される。捕捉された液滴は、超音波を変調させることで、流路部 31 内を振動子 35 から反射板 36、あるいは反射板 36 から振動子 35 の方向に搬送することが可能である。

捕捉された液滴は、搬送中に凝集し、液滴の密度が母相よりも小さい場合、凝集した液滴は浮上する。浮上する位置は、流路部 31 内の流速と、超音波の変調速度に依存する。そこで、この浮上位置近辺に、濃縮口 34 を設けることで、浮上した液滴の多くを選択的に回収することができる。

[0020] [実施例 3]

本実施例では、超音波を用いた実施例 3 の懸濁液処理装置の例を説明する。

(懸濁液処理装置の構成)

図 7 は、超音波を用いた懸濁液処理装置を用いる際の処理構成の例である。

図 8 A 及び図 8 B は、超音波を用いた懸濁液処理装置の構成図である。

槽 10 は懸濁液 1 a で満たされており、槽 10 とポンプ 20 は送液管 6 1 で接続されている。送液管 6 1 でポンプ 20 に送液された懸濁液 1 a は、送液管 6 2 を通り、懸濁液処理装置 30 に供給される。

[0021] 懸濁液処理装置 30 は、図 8 B に示すように、流路部 3 1 と、送液管 6 2 と接続される供給口 3 2 と、送液管 6 3 と接続される排出口 3 3 と、送液管 6 4 と接続される濃縮口 3 4 と、超音波を発生する振動子 3 5 と、超音波を反射する反射板 3 6 とを有し、振動子 3 5 が配置された流路部端部を上向きにして配置される。

振動子 3 5 と反射板 3 6 は懸濁液処理装置 30 の流路部 3 1 の長軸方向を挟むように、流路部 3 1 の両端部に対向して配置されている。また、振動子 3 5 は、流路部 3 1 内の懸濁液に超音波が照射されるように、振動面を下向きにして配置されている。

[0022] 振動子 3 5 は、図 8 A に示すように面内に開口部を有する。排出口 3 3 は、この開口部直上に配置されており、送液管 6 3 と接続されている。送液管 6 3 を通った液は、図 7 の槽 50 に排出される。また、濃縮口 3 4 は、流路部 3 1 の反射板 3 6 側の端部に横向きに配置されている。濃縮口 3 4 は送液管 6 4 と接続されており、送液管 6 4 を通った液は、図 7 の槽 40 に排出される。

供給口 3 2 は、流路部 3 1 の面上の、振動子 3 5 と反射板 3 6 の間に横向きに配置されており、送液管 6 2 と接続されている。供給口 3 2 から流路部 3 1 に供給された懸濁液 1 a は、流路部 3 1 を経て、排出口 3 3 か濃縮口 3 4 から、懸濁液処理装置 30 外へ排出される。

[0023] (動作／処理)

図 9 は、動作原理を説明する図である。

振動子 3 5 と反射板 3 6 を、流路部 3 1 の長軸方向を挟むように平行に配置し、流路部 3 1 内に超音波を照射すると、流路部 3 1 内に定在波が形成されるため、音圧が高い領域（節）と低い領域（腹）が、流路 3 1 に沿って周期的に発現する。

このとき、流路部 3 1 を満たす液体中に腹と節の間隔よりも十分小さな固形物が存在する場合、その固形物は、固形物の物性値によって腹か節へ向かう力を受け、固形物は流路部 3 1 内の腹か節の位置に捕捉される。そのため、供給口 3 2 から供給された懸濁液は、流路部 3 1 を通過する際に、液中の固形物が除去され、清澄化された状態で排出口 3 3 より排出される。

[0024] 捕捉された固形物は、凝集し大きくなると自重で流路部 3 1 の下部、反射板 3 6 に向かって沈降する。そのため、反射板 3 6 近辺に、濃縮口 3 4 を設けることで、自重で沈降した固形物の多くを選択的に回収することができる。

このように、流路部 3 1 に供給された懸濁液 1 a は、超音波が照射された流路部 3 1 を通過することで、液中の固形物数が少ない清澄液 5 a と、液中の固形物数が多い、濃縮液 4 a に分離、回収することができる。清澄液 5 a は、排出口 3 3 と送液管 6 3 を経て槽 5 0 に、濃縮液 4 a は、濃縮口 3 4 と送液管 6 4 を通り、槽 4 0 に排出される。

[0025] (効果)

懸濁液処理装置を用いた際の効果（処理性能）を以下に記述する。懸濁液処理装置の処理性能は、排出口 3 3 から排出されるサンプル液の濁度で評価した。用いたサンプル液と超音波の出力条件は以下のとおりである。

(1) サンプル液：純水に平均粒径 5 3 ミクロン径のアルミナ粒子を分散させた懸濁液（平均濁度：20.3 度）。

(2) 超音波：ファンクションジェネレータで周波数が 2.26 MHz の正弦波を作成し、パワーアンプで増幅した後に振動子 3 5 に入力した。

図10は、排出口33から排出される排出液4aの濁度の印加電圧依存性を表す。横軸は印加電圧、左縦軸は、排出口33から排出されたサンプル液の濁度（度）、右縦軸は、濁度の低減率（%）、すなわち、 $\left(\left(\text{処理前の濁度} \right) - \left(\text{処理後の濁度} \right) \right) * 100 / \left(\text{処理前の濁度} \right)$ を表す。印加電圧の上昇に伴い、排出液の濁度は低下し、印加電圧を200Vとした場合、排出液の濁度は約2度まで低減する（濁度低減率：約90%）。

[0026] [実施例4]

本実施例では、超音波を用いた実施例4の懸濁液処理装置の例を説明する。

（懸濁液処理装置の構成）

図11は、超音波を用いた懸濁液処理装置の構成図である。

懸濁液処理装置30は、流路部31と、送液管62と接続される供給口32と、送液管63と接続される排出口33と、送液管64と接続される濃縮口34と、超音波を発生する振動子35と、超音波を反射する反射板36とを有し、反射板36を有する流路部端部を上向きにして配置される。

振動子35と反射板36は、懸濁液処理装置30の流路部31の長軸方向を挟むように、流路部31の両端部に対向して配置されている。また、振動子35は、流路部31内の懸濁液に超音波が照射されるように、振動面を上向きにして配置されている。なお、本実施例の懸濁液処理装置30も、図7に示す実施例3と同様の処理構成を採用している。

[0027] 振動子35は、図8Aに示す実施例3と同様に、面内に開口部を有する。排出口33は、この開口部直下に配置されており、送液管63と接続されている。送液管63を通った液は、図7の槽50に排出される。また、濃縮口34は、流路部31の反射板36側の端部に横向きに配置されている。濃縮口34は送液管64と接続されており、送液管64を通った液は、図7の槽40に排出される。

供給口32は、流路部31の面上の、振動子35と反射板36の間に横向きに配置されており、送液管62と接続されている。供給口32から流路部

３１に供給された懸濁液１ａは、流路部３１を経て、排出口３３あるいは濃縮口３４から、懸濁液処理装置３０外へ排出される。

[0028] （動作／処理／効果）

振動子３５と反射板３６を、流路部３１を挟むように平行に配置し、流路部３１内に超音波を照射すると、流路部３１内に定在波が形成されるため、音圧が高い領域（節）と低い領域（腹）が、流路３１に沿って周期的に発現する。

このとき、流路部３１が、液滴と母相からなるエマルジョンで満たされており、腹と節の間隔よりも十分小さな液滴が存在する場合、その液滴は、液滴の物性値によって腹か節へ向かう力を受け、流路部３１内の腹か節の位置に捕捉される。このとき、捕捉された液滴の密度が母相よりも小さい場合、捕捉された液滴は凝集し大きくなり、浮上する。そのため、反射板３６近辺に、濃縮口３４を設けることで、浮上した液滴の多くを選択的に回収することができる。

[0029] [実施例５]

本実施例では、超音波を用いた実施例５の懸濁液処理装置の例を説明する。

（懸濁液処理装置の構成）

図１２Ａは、超音波を用いた懸濁液処理装置の構成図である。

懸濁液処理装置３０は、テーパ部を有する流路部３１と、送液管６２と接続される供給口３２と、送液管６３と接続される排出口３３と、送液管６４と接続される濃縮口３４と、超音波を発生する振動子３５と、超音波を反射する反射板３６とを有し、振動子３５のある流路部端部を上向きにして配置される。

振動子３５と反射板３６は、懸濁液処理装置３０の流路部３１の長軸方向を挟むように、流路部３１の両端部に対向して配置されている。また、振動子３５は、流路部３１内の懸濁液に超音波が照射されるように、振動面が配置されている。なお、本実施例の懸濁液処理装置３０も、図７に示す実施例

3と同様の処理構成を採用している。

[0030] 振動子35は、図8Aに示す実施例3と同様に、面内に開口部を有する。排出口33は、この開口部直上に配置されており、送液管63と接続されている。送液管63を通った液は、図7の槽50に排出される。また、濃縮口34は、流路部31の反射板36側の端部に横向きに配置されている。濃縮口34は送液管64と接続されており、送液管64を通った液は、図7の槽40に排出される。

供給口32は、流路部31の面上の、振動子35と反射板36の間に横向きに配置されており、送液管62と接続されている。図12Bは、図12A中のAB面の切断面を表しており、供給口32は、流路部31の中心軸CC'、あるいはDD'からずれた位置に配置されている。

供給口32から流路部31に供給された懸濁液1aは、流路部31を経て、排出口33か濃縮口34から、懸濁液処理装置30外へ排出される。

[0031] (動作／処理／効果)

振動子35と反射板36を、流路部31を挟むように平行に配置し、流路部31内に超音波を照射すると、流路部31内に定在波が形成されるため、音圧が高い領域（節）と低い領域（腹）が、流路31に沿って周期的に発現する。このとき、流路部31を満たす液体中に腹と節の間隔よりも十分小さな固形物が存在する場合、その固形物は、固形物の物性値によって腹か節へ向かう力を受け、固形物は流路部31内の腹か節の位置に捕捉される。

振動子35の面内には排出口33が存在するため、流路部31内において、排出口33の直下領域では、音波が伝播せず、同領域では液中の固形物が捕捉されない。そのため、図12Cに示すように、排出口33の直下領域を避け、同領域を旋廻する流れを誘起することができれば、効率的に液中の固形物を捕捉することができる。

そこで、図12Aのように、流路部31にテーパ一部を設け、図12Bのように、供給口32を流路部31の中心軸からずらすことで、流路部内に、上述したような旋廻流を誘起することができる。懸濁液の清澄過程において

この旋廻流を用いることで、液中の固形物を効率的に捕捉することができ、懸濁液処理装置の清澄化性能を向上させることができる。

[0032] [実施例 6]

本実施例では、超音波を用いた実施例 6 の懸濁液処理装置の例を説明する。

(懸濁液処理装置の構成)

図 1 3 A 及び図 1 3 B は、超音波を用いた懸濁液処理装置の構成図である。

懸濁液処理装置 3 0 は、流路部 3 1 と、送液管 6 2 と接続される供給口 3 2 と、送液管 6 3 と接続される複数個の排出口 3 3 と、送液管 6 4 と接続される濃縮口 3 4 と、超音波を発生する、複数個の振動子 3 5 と、超音波を反射する反射板 3 6 とを有し、振動子 3 5 を有する流路部端部を上向きにして配置される。

[0033] 複数個の振動子 3 5 と反射板 3 6 は、流路部 3 1 の長軸方向を挟むように、流路部 3 1 の両端部に対向して配置されており、複数個の振動子 3 5 は全て同一面内に配置されている。また、複数個の振動子 3 5 は、流路部 3 1 内の懸濁液に超音波が照射されるように、振動面を下向きにして配置されている。また、複数個の排出口 3 3 は、図 1 3 A に示すように、複数個の振動子 3 5 と同一の面内に複数配置されている。

排出口 3 3 は、流路部 3 1 において、振動子 3 5 の配置された端部に、振動子と並列して配置されており、送液管 6 3 と接続されている。送液管 6 3 を通った液は、図 7 の槽 5 0 に排出される。また、濃縮口 3 4 は、流路部 3 1 の反射板 3 6 側の端部に横向きに配置されている。濃縮口 3 4 は送液管 6 4 と接続されており、送液管 6 4 を通った液は、図 7 の槽 4 0 に排出される。

供給口 3 2 は、流路部 3 1 の面上の、振動子 3 5 と反射板 3 6 の間に横向きに配置されており、送液管 6 2 と接続されている。供給口 3 2 から流路部 3 1 に供給された懸濁液 1 a は、流路部 3 1 を経て、排出口 3 3 あるいは濃

縮口 3 4 から、懸濁液処理装置 3 0 外へ排出される。

[0034] 一般的に、振動子が大きくなると、振動子面は均一に振動せず、槽内の音圧は低くなってしまう。そのため、大きな振動子面が必要となる場合、単一の振動子を用いるよりも、小さい振動子を複数個配置する本実施例の方が、懸濁液処理装置の清澄化性能を向上させることができる。

[0035] なお、本発明は上記した実施例に限定されるものではなく、様々な変形例が含まれる。例えば、上記した実施例は本発明を分かりやすく説明するために詳細に説明したものであり、必ずしも説明した全ての構成を備えるものに限定されるものではない。また、ある実施例の構成の一部を他の実施例の構成に置き換えることが可能であり、また、ある実施例の構成に他の実施例の構成を加えることも可能である。また、各実施例の構成の一部について、他の構成の追加・削除・置換をすることが可能である。

符号の説明

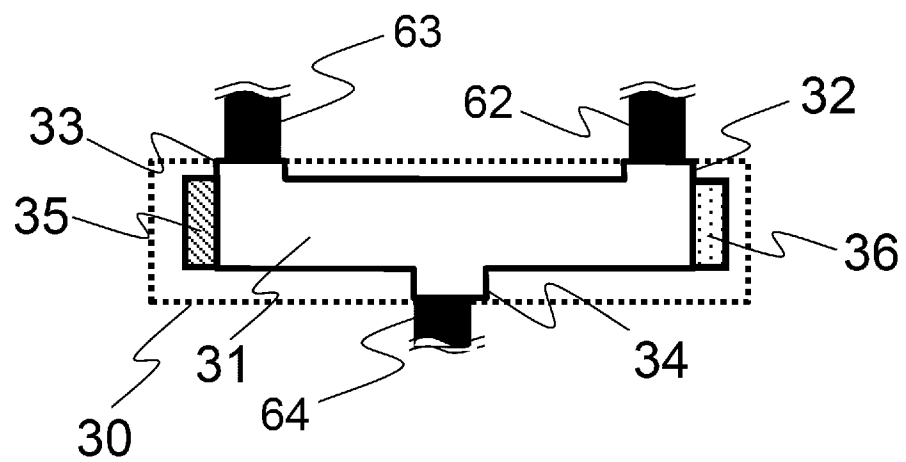
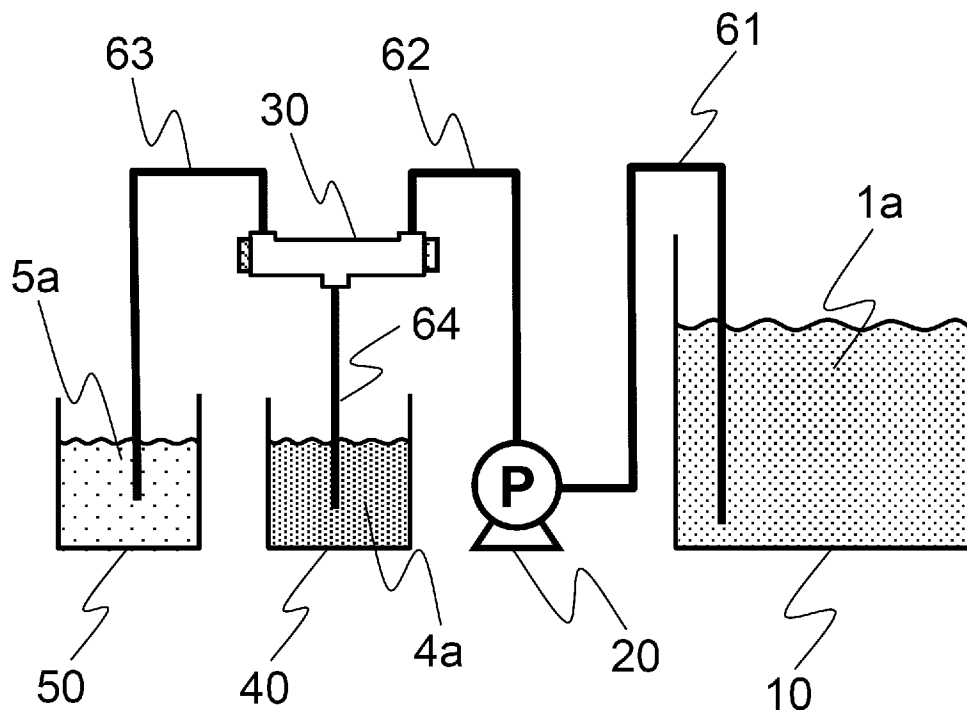
- [0036] 1 0 懸濁液槽
2 0 送液ポンプ
3 0 懸濁液処理装置
3 1 流路部
3 2 懸濁液供給口
3 3 排出口
3 4 濃縮口
3 5 超音波振動子
3 6 超音波反射板
4 0 濃縮液槽
5 0 清澄液槽
6 1 ～ 6 4 送液管
1 a 懸濁液
4 a 濃縮液
5 a 清澄液

請求の範囲

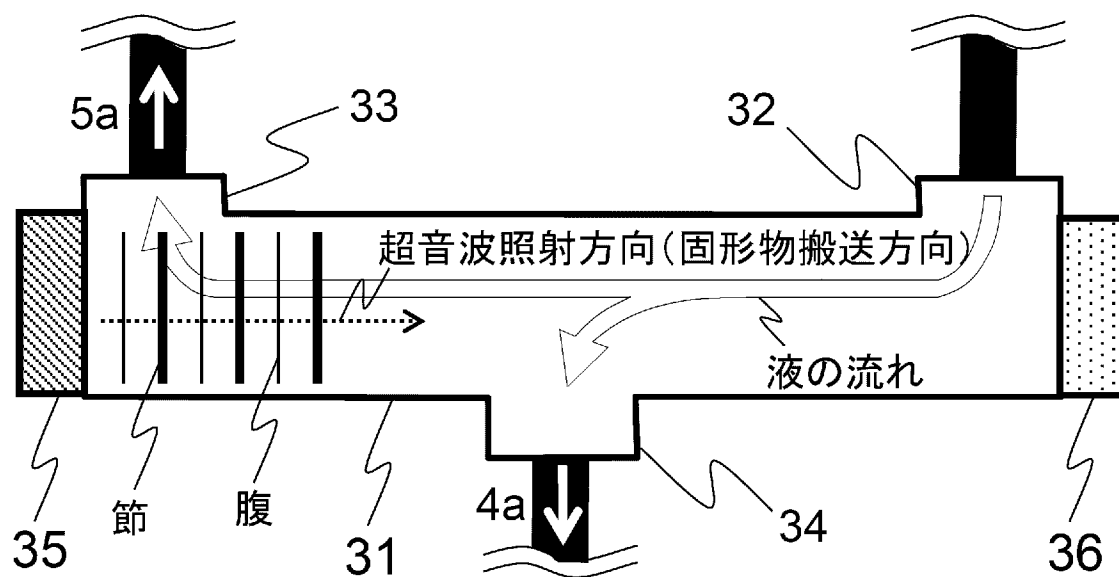
- [請求項1] 超音波を用い、懸濁液中の固形物成分を分離、濃縮する懸濁液処理装置であって、
- 懸濁液を装置内に供給する、少なくとも1つ以上の供給口と、懸濁液が流れる流路部と、処理した懸濁液を排出する、少なくとも2つ以上の排出口と、超音波を照射する振動子と、照射した超音波を反射する反射板と、を有することを特徴とする懸濁液処理装置。
- [請求項2] 請求項1に記載の懸濁液処理装置であって、前記流路部は、少なくとも3面以上の面で構成されており、前記面のうち少なくとも2面が対向していることを特徴とする懸濁液処理装置。
- [請求項3] 請求項2に記載の懸濁液処理装置であって、対向した2面のうち、片面に前記振動子を、もう片面に前記反射板を有することを特徴とする懸濁液処理装置。
- [請求項4] 請求項3に記載の懸濁液処理装置であって、前記振動子から発生した超音波が、前記流路部内の懸濁液に照射されるように配置された懸濁液処理装置。
- [請求項5] 請求項4に記載の懸濁液処理装置であって、前記振動子と前記反射板を有する面以外の面に、前記供給口と、前記排出口とを有することを特徴とする懸濁液処理装置。
- [請求項6] 請求項5に記載の懸濁液処理装置であって、前記振動子を有する面の近傍に第1の排出口を、前記反射板を有する面の近傍に供給口とを有することを特徴とする懸濁液処理装置。
- [請求項7] 請求項6に記載の懸濁液処理装置であって、前記第1の排出口と前記供給口の間に第2の排出口を有することを特徴とする懸濁液処理装置。
- [請求項8] 請求項7に記載の懸濁液処理装置であって、前記振動子に入力する電気信号を変調させることで、前記流路部内に補足した懸濁液中の固形物を、前記振動子から前記反射板方向に搬送することを特徴とする

懸濁液処理装置。

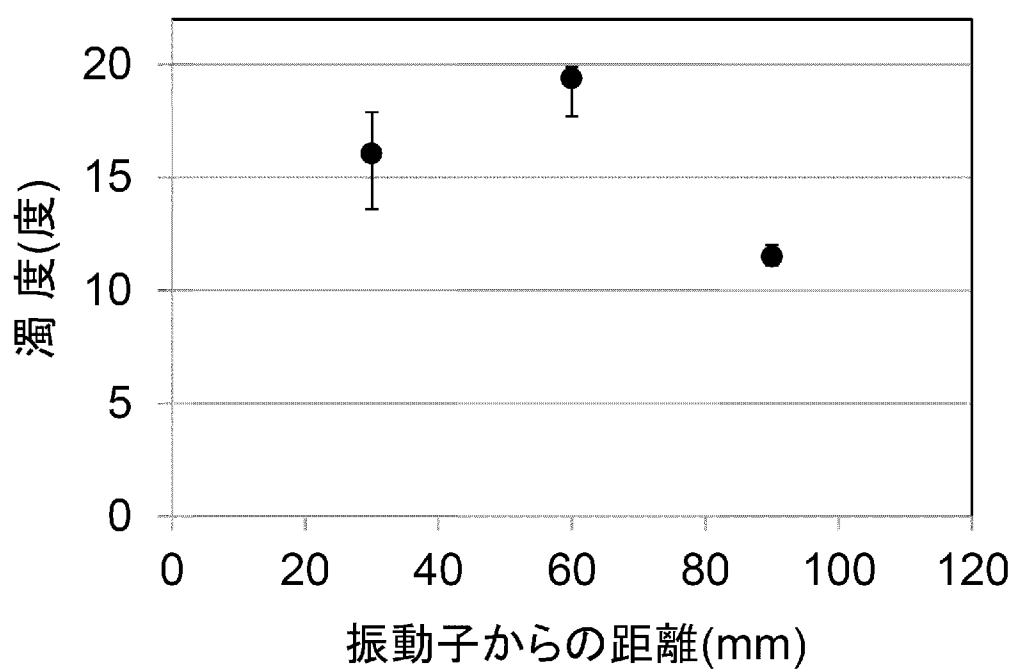
- [請求項9] 請求項4に記載の懸濁液処理装置であって、前記振動子の面内に第1の排出口を、前記反射板を有する面の近傍に第2の排出口を有することを特徴とする懸濁液処理装置。
- [請求項10] 請求項9に記載の懸濁液処理装置であって、前記第1の排出口と前記第2の排出口の間に供給口を有することを特徴とする懸濁液処理装置。
- [請求項11] 請求項10に記載の懸濁液処理装置であって、前記流路部にテーパ部を有することを特徴とする懸濁液処理装置。
- [請求項12] 請求項11に記載の懸濁液処理装置であって、前記供給口が、前記流路部断面図において、中心軸上にないことを特徴とする懸濁液処理装置。



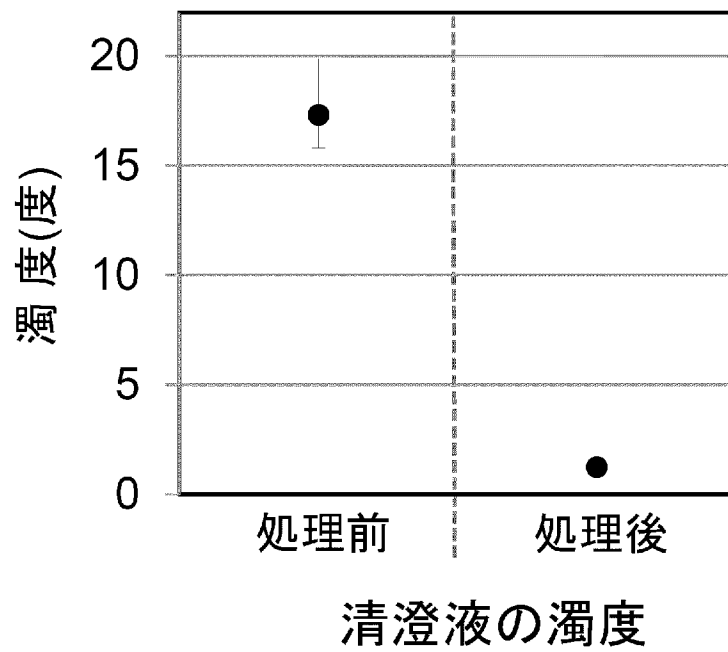
[図3]



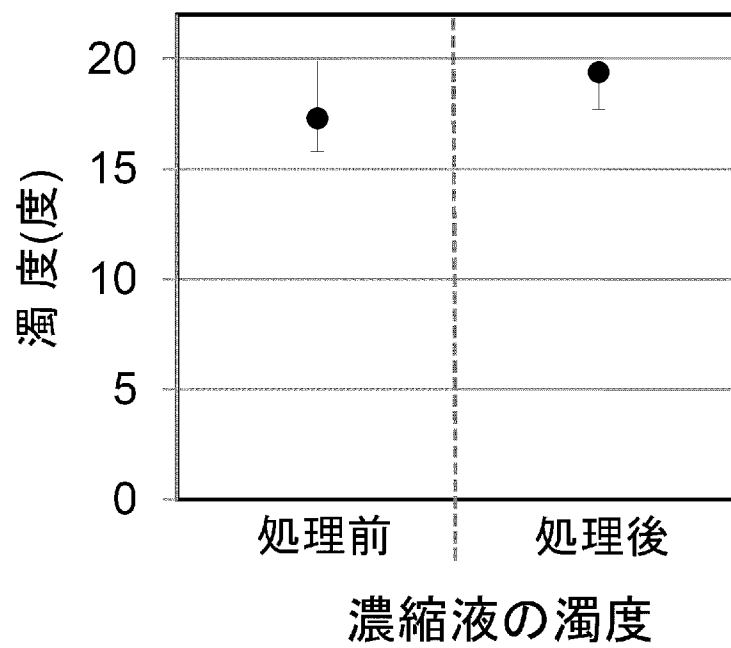
[図4]



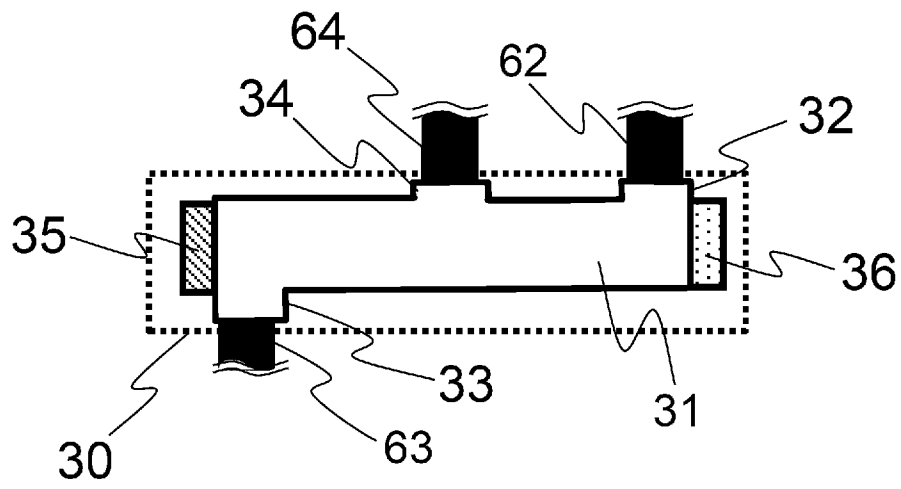
[図5A]



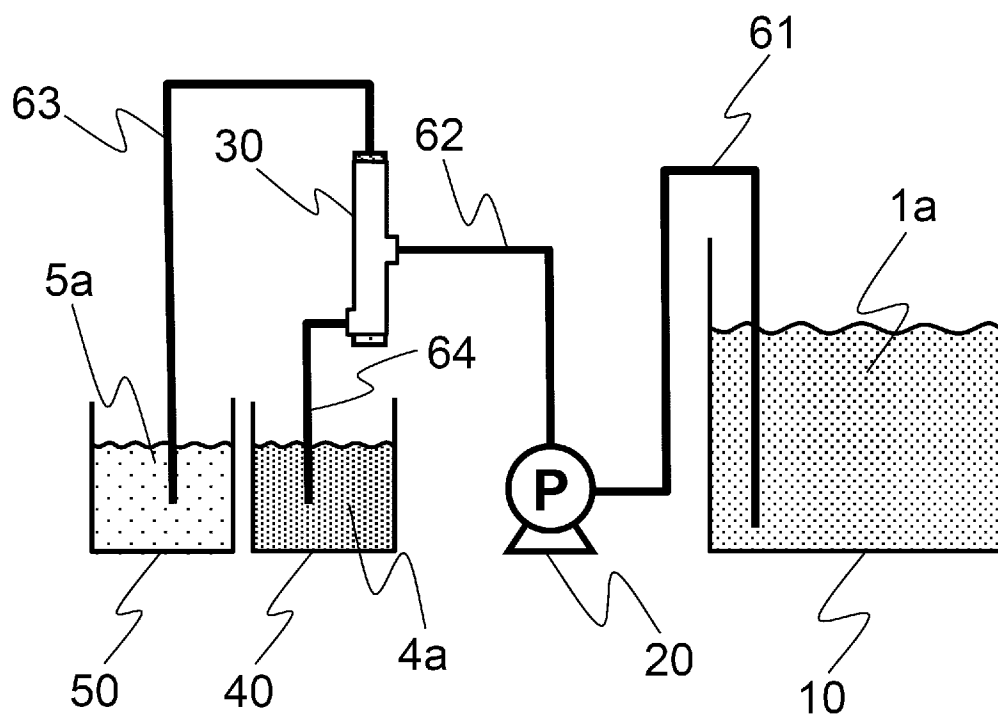
[図5B]



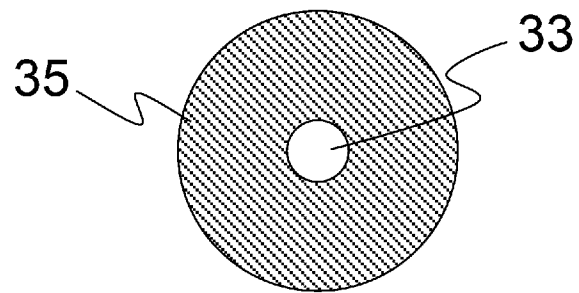
[図6]



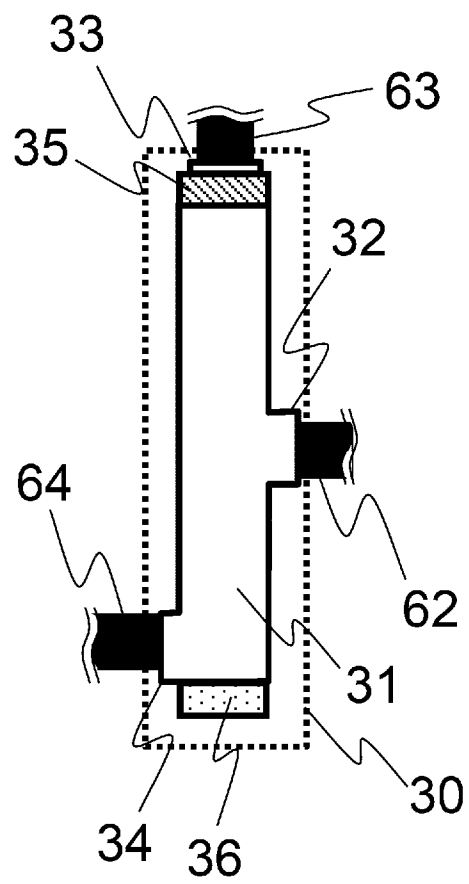
[図7]



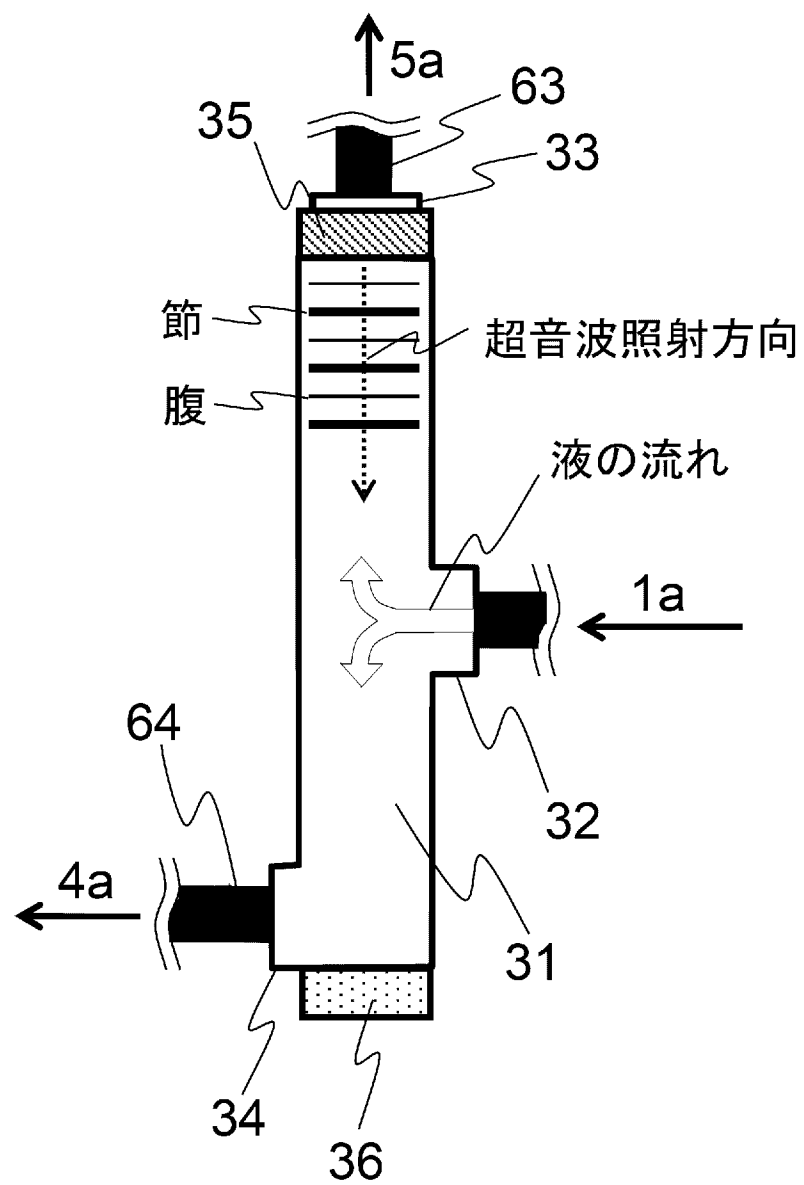
[図8A]



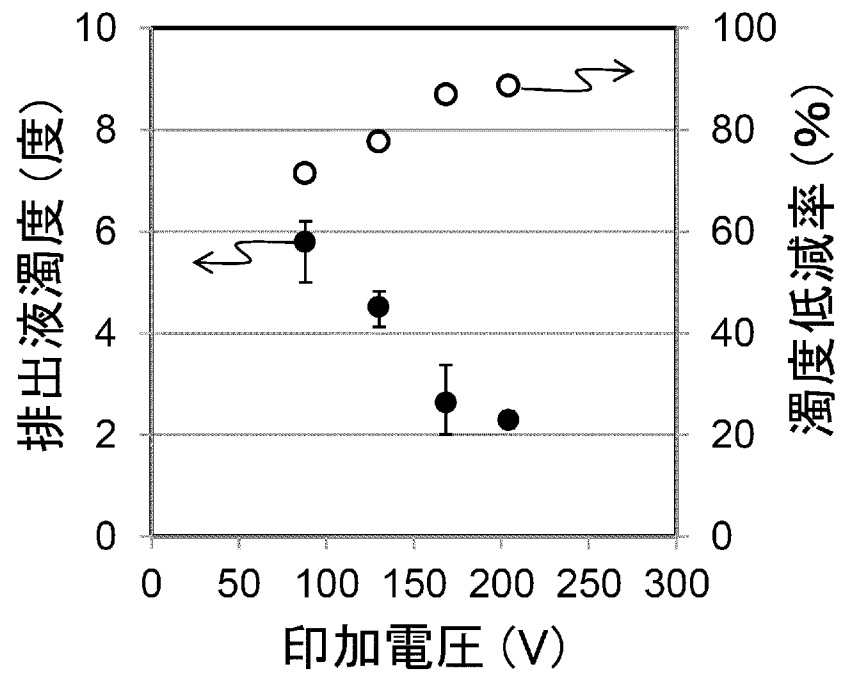
[図8B]



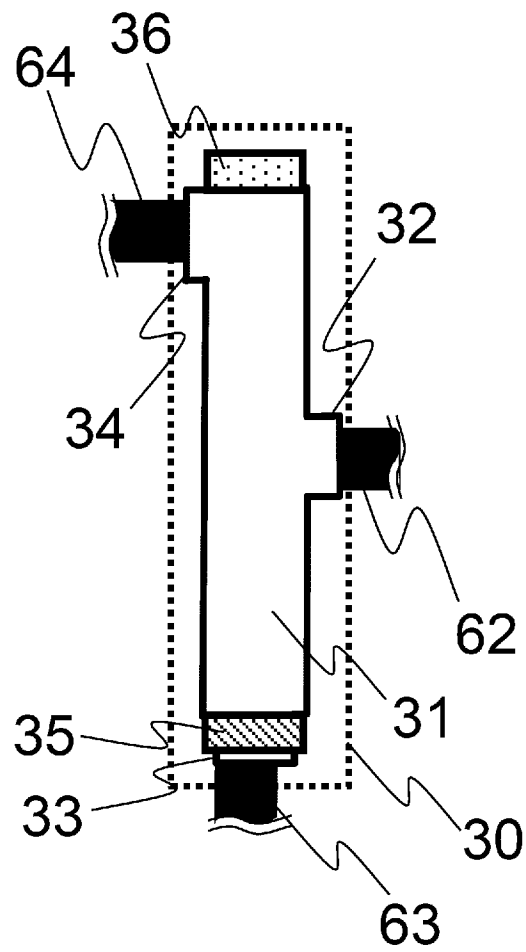
[図9]



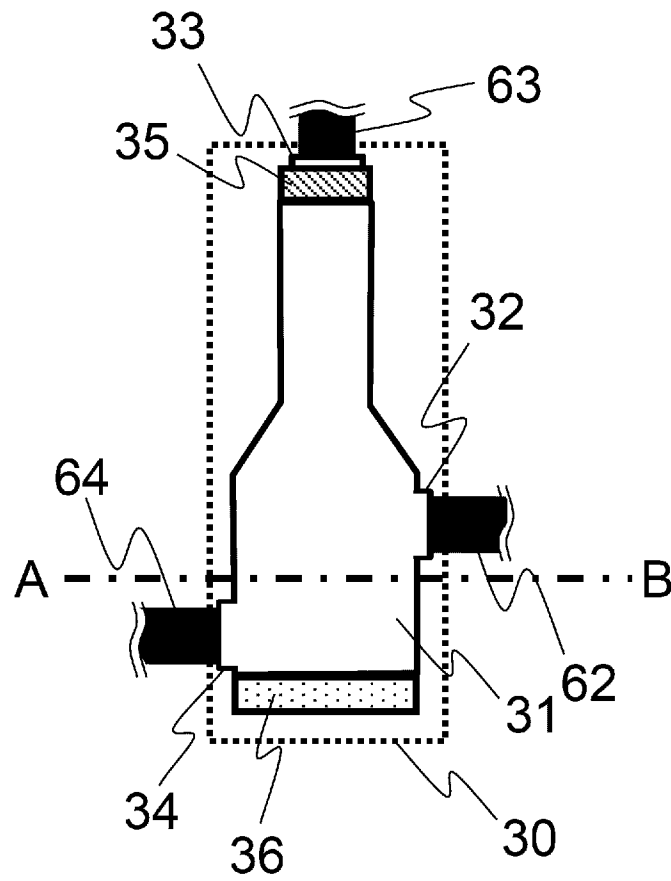
[図10]



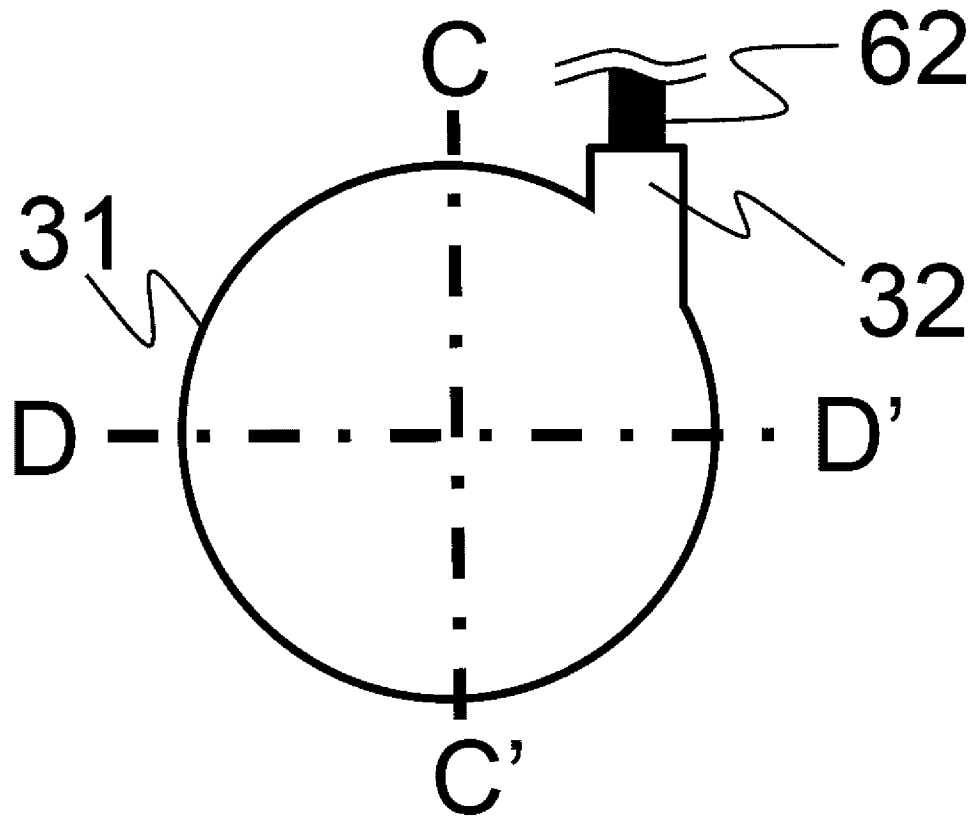
[図11]



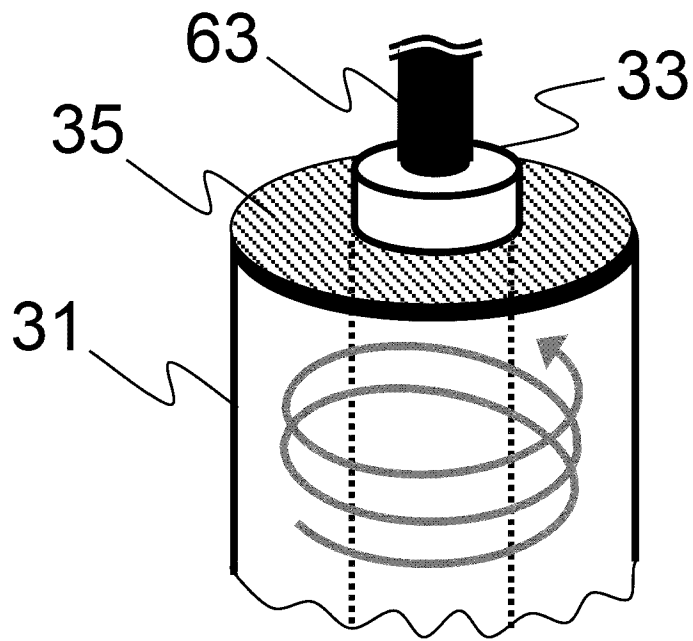
[図12A]



[図12B]



[図12C]



[図13A]

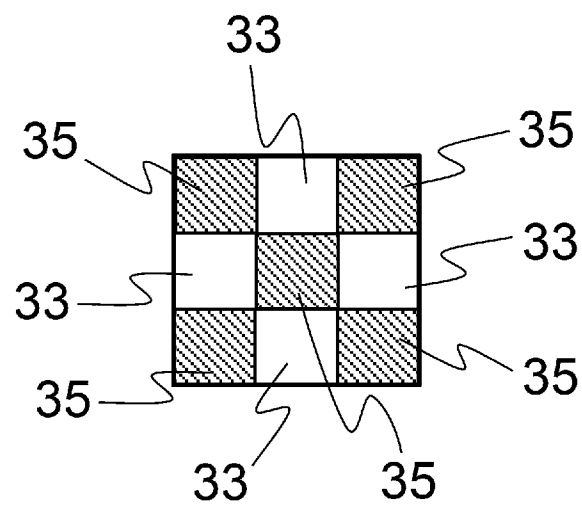


Fig. 1 is a cross-sectional view of a semiconductor device. The device includes a substrate 30. A base layer 31 is formed on the substrate 30. A patterned layer 32 is formed on the base layer 31. A top layer 33 is formed on the patterned layer 32. A central region 34 is defined by a dashed line, containing a central core 35 and a bottom layer 36. Various components are labeled with reference numerals: 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 62, 63, and 64.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/071387

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B01D43/00(2006.01)i, B01J19/10(2006.01)i, C02F1/36(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)

B01D21/00-21/34, B01D43/00, B01J19/10, B03B, C02F1/00-1/78

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)

Thomson Innovation

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2-503528 A (Stuckart Wolfgang), 25 October 1990 (25.10.1990), claims; fig. 2a, 2b, 3a, 3b & US 5164094 A & EP 292470 A1 & EP 362233 A & WO 1988/009210 A1 & AU 1726288 A & CN 1037463 A & PL 272541 A & RU 2067079 C & AT 68369 T	1-12
X	US 5085783 A (CASE WESTERN RESERVE UNIVERSITY), 04 February 1992 (04.02.1992), column 2, line 8 to column 3, line 2; claims; drawings (Family: none)	1-12



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

02 October, 2013 (02.10.13)

Date of mailing of the international search report

15 October, 2013 (15.10.13)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/071387

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2004-24959 A (National Institute of Advanced Industrial Science and Technology), 29 January 2004 (29.01.2004), claims; fig. 3 (Family: none)	1-12
X	US 3076544 A (A.G.BODINE, JR), 05 February 1963 (05.02.1963), claims; drawings (Family: none)	1-12
A	JP 61-500278 A (Unilever N.V.), 20 February 1986 (20.02.1986), claims & US 4743361 A & GB 8328990 A & EP 147032 A1 & WO 1985/001892 A1	8

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. B01D43/00(2006.01)i, B01J19/10(2006.01)i, C02F1/36(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（I P C））

Int.Cl. B01D21/00-21/34, B01D43/00, B01J19/10, B03B, C02F1/00-1/78

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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 3 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 3 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 3 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）

Thomson Innovation

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 2-503528 A（シュトゥツカルト ヴォルフガング）1990.10.25, 特許請求の範囲、図2 a、2 b、3 a、3 b & US 5164094 A & EP 292470 A1 & EP 362233 A & WO 1988/009210 A1 & AU 1726288 A & CN 1037463 A & PL 272541 A & RU 2067079 C & AT 68369 T	1 - 1 2
X	US 5085783 A（CASE WESTERN RESERVE UNIVERSITY）1992.02.04, 第 2 欄 8 行 - 第 3 欄 2 行、クレーム、図面（ファミリーなし）	1 - 1 2

☒ 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

0 2 . 1 0 . 2 0 1 3

国際調査報告の発送日

1 5 . 1 0 . 2 0 1 3

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

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）

小久保 勝伊

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 4 6 8

4 Q

9 8 3 1

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
X	JP 2004-24959 A (独立行政法人産業技術総合研究所) 2004.01.29, 特許請求の範囲、図3 (ファミリーなし)	1 - 12
X	US 3076544 A (A. G. BODINE, JR) 1963.02.05, クレーム、図面 (ファミリーなし)	1 - 12
A	JP 61-500278 A (ユニリーバ・ナームローズ・ベンノットシャップ) 1986.02.20, 特許請求の範囲 & US 4743361 A & GB 8328990 A & EP 147032 A1 & WO 1985/001892 A1	8