(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
2019年11月28日(28.11.2019)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2019/225675 A1

(51) 国際特許分類:
B01J 14/00 (2006.01)　*B05B 5/00* (2006.01)
B01F 13/08 (2006.01)　*B22F 9/24* (2006.01)
B01J 19/08 (2006.01)

(21) 国際出願番号：　PCT/JP2019/020386

(22) 国際出願日：　2019年5月23日(23.05.2019)

(25) 国際出願の言語：　日本語

(26) 国際公開の言語：　日本語

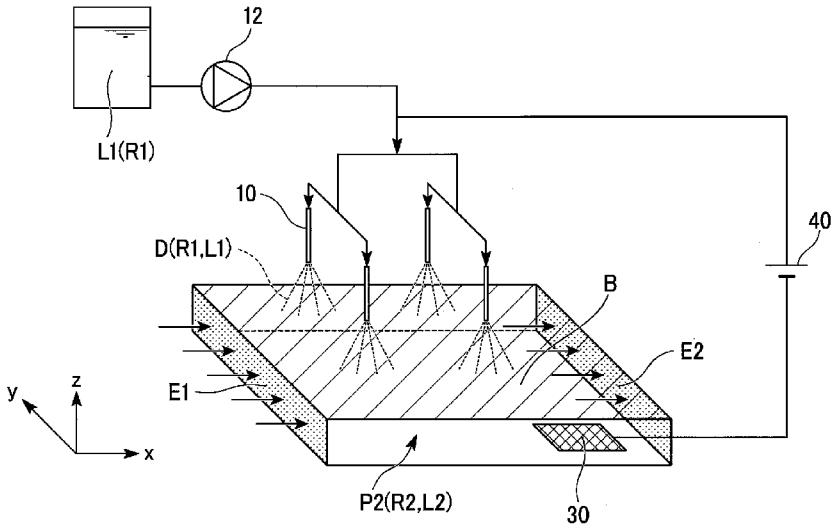
(30) 優先権データ：
特願 2018-100958　2018年5月25日(25.05.2018)　JP

(71) 出願人:三菱ケミカルエンジニアリング株式会社 (**MITSUBISHI CHEMICAL ENGINEERING CORPORATION**) [JP/JP]; 〒1030021 東京都中央区日本橋本石町一丁目２番２号 Tokyo (JP). 国立研究開発法人産業技術総合研究所(**NATIONAL INSTITUTE OF ADVANCED INDUSTRIAL SCIENCE AND TECHNOLOGY**) [JP/JP]; 〒1008921 東京都千代田区霞が関１丁目３番１号 Tokyo (JP). 関西化学機械製作株式会社 (**KANSAI CHEMICAL ENGINEERING CO., LTD.**) [JP/JP]; 〒6600053 兵庫県尼崎市南七松町二丁目９番７号 Hyogo (JP).

(72) 発明者: 長谷川　貞夫 (**HASEGAWA Sadao**); 〒1030021 東京都中央区日本橋本石町一丁目２番２号 三菱ケミカルエンジニアリング株式会社内 Tokyo (JP). 樋口 正守(**HIGUCHI Masamori**); 〒1030021 東京都中央区日本橋本石町一丁目２番２号 三菱ケミカルエンジニ

(54) **Title:** REACTION PRODUCT MANUFACTURING DEVICE AND REACTION PRODUCT MANUFACTURING METHOD

(54) 発明の名称： 反応生成物製造装置、反応生成物製造方法



(57) **Abstract:** The present invention provides: a reaction product manufacturing device using electrostatic spraying, wherein an effective and fast interface update can be achieved while maintaining a flat, static interface; and a reaction product manufacturing method using the reaction product manufacturing device. A reaction product manufacturing device in which a first substance (R1) and a second substance (R2) are reacted, the reaction product manufacturing device comprising a nozzle (10) that sprays a first liquid (L1), a liquid phase (P2) comprising a second liquid (L2), and an electrode

WO 2019/225675 A1

[続葉有]

アリング株式会社内 Tokyo (JP). 小原 ひとみ (KOBARA Hitomi); 〒3058560 茨城県つくば市梅園１－１－１ 中央第１ 国立研究開発法人産業技術総合研究所内 Ibaraki (JP). 脇坂 昭弘(WAKISAKA Akihiro); 〒3058560 茨城県つくば市梅園１－１－１ 中央第１ 国立研究開発法人産業技術総合研究所内 Ibaraki (JP). 片岡 邦夫(KATAOKA Kunio); 〒6600053 兵庫県尼崎市南七松町二丁目９番７号 関西化学機械製作株式会社内 Hyogo (JP).

(74) 代理人: 田 ▲ 崎 ▼ 聡, 外 (TAZAKI Akira et al.); 〒1006620 東京都千代田区丸の内一丁目９番２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, 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, JP, 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：
一 国際調査報告（条約第21条(3)）

(30) for forming an electric field between the nozzle (10) and the liquid phase (P2), fine droplets (D) electrostatically sprayed from the nozzle (10) being caused to reach the interface of the liquid phase (P2), and the first substance (R1) and the second substance (R2) being caused to mix, whereby the first substance (R1) and the second substance (R2) are reacted, a plug flow being formed from a first end face (E1) of the reaction field to a second end face (E2) of the reaction field.

(57) 要約：本発明は、静電噴霧を用いた反応生成物製造装置において、平らで静定した界面を保持しながらかつ有効で迅速な界面更新をし得る反応生成物製造装置、及び前記反応生成物製造装置を用いる反応生成物製造方法を提供する。 第１の物質（Ｒ１）と第２の物質（Ｒ２）とを反応させる反応生成物製造装置であって、第１の溶液（Ｌ１）を噴出させるノズル（１０）と、第２の溶液（Ｌ２）からなる液相（Ｐ２）と、ノズル（１０）と液相（Ｐ２）の界面との間で電場を形成するための電極（３０）とを備え、ノズル（１０）から静電噴霧された微小液滴（Ｄ）を、液相（Ｐ２）の界面に到達させて第１の物質（Ｒ１）と第２の物質（Ｒ２）とを混合せしめることで、第１の物質（Ｒ１）と第２の物質（Ｒ２）とを反応させる反応生成物製造装置であり、反応場の第１の端面（Ｅ１）から、反応場の第２の端面（Ｅ２）への押し出し流れを形成させる、反応生成物製造装置。

明　細　書

発明の名称 ： 反応生成物製造装置、反応生成物製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、静電噴霧を用いた反応生成物製造装置、反応生成物製造方法に関する。

本願は、２０１８年５月２５日に、日本国に出願された特願２０１８－１００９５８号に基づき優先権を主張し、その内容をここに援用する。

背景技術

[0002] 産業界の様々な用途及びニーズに合わせて、化合物の種々の物性及び特性を選択的に精密に制御する技術が求められている。例えば、ポリマー粒子、金属ナノ粒子の合成反応にあっては、粒子の大きさの分布を数ナノメートルから数マイクロメートルの特定の範囲に制御すること又は分子量を特定の分布に制御することにより、新たな機能特性を素材に付与しうる。逐次反応による化学物質の合成では、逐次反応過程を特定段階に精密に制御することで特定物質を高収率で獲得することができうる。

[0003] 実用操作上における合成反応の精密制御の一例として、反応物質の量又は濃度、反応環境の温度、反応時間等の条件を管理、制御することがある。ごく一般的な反応生成物製造装置として、釜状の反応容器に第１物質の溶液と第２物質の溶液を投入して供給し、両溶液を混合して接触させることで合成反応を進行させることが行われている。この場合、容器外壁にジャケットを、又は容器内部にコイルを装備し熱媒を通すことで反応液の温度調整が行われている。加えて、反応容器内に配置された攪拌機によって混合することで、反応液の一様性の確保が試みられている。

[0004] しかしながら、第１物質と第２物質の二つの溶液のかたまり（バルク）を容器内に投入して撹拌混合しようとする限り、容器内液の濃度分布や温度分布が生じることは避け難い。加えて、反応の遂行に長い反応時間を要することになり、精密な反応制御は困難である。この技術的限界を克服する装置と

して、静電噴霧を用いた反応生成物製造装置が提案されている（特許文献１）。

[0005] 静電噴霧（エレクトロスプレー）はマイクロメートル径レベルの微小液滴を生成し、微小液滴を噴霧して吹き付けする技術である。静電噴霧は、従来より静電噴霧塗布（エレクトロスプレーデポジション）として薄膜形成等に応用されている（特許文献２、３）。この静電噴霧を反応生成物製造装置に応用したのが特許文献１に記載の製造装置である。その模式図を図１に示す。

特許文献１には、第１の物質Ｒ１と第２の物質Ｒ２を反応させ、生成物の分散体を製造する製造装置が記載されている。特許文献１に記載の製造装置は、第１の物質Ｒ１を含む第１の液体Ｌ１を流出させるノズル１１０と、ノズル１１０の流出口に対向するようにノズル１１０から離れた位置に、第２の物質Ｒ２を含む第２の液体Ｌ２からなる液相Ｐ２とを有する。特許文献１に記載の技術では、導電性液体である第１の液体及び第２の液体の間に電位差を付与することで静電噴霧を起こさせることが特徴である。

静電噴霧によりノズル１１０の流出口で発生した微小液滴群Ｄは、相互に同一の電荷を持つため、反発力により互いに分散して飛翔し、かつ反対電荷を持つ液相Ｐ２の界面Ｂに引っ張られていく。その結果、第１の物質Ｒ１を含む第１の液体Ｌ１からなる微小液滴Ｄが、液相Ｐ２の界面Ｂに衝突して化学反応を起こさせることができる。一つ一つの微小液滴Ｄは点とみなせるほどに非常に体積が小さく、周辺環境の影響を受け難く、かつ液滴内部の一様性が高いため、界面Ｂに衝突した瞬間にほぼ化学反応を完結させることができる。これによりシャープで精密な反応制御が可能となる。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：国際公開第２０１６／０３１６９５号

特許文献2：特開２０１４－６３８４９号公報

特許文献3：特開２０１７－１３１８１５号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] 特許文献１に記載の製造装置においては、微小液滴の液相の界面への衝突による瞬間的な反応でシャープかつ精密な反応制御がなされる。しかしながら、継続的にこの反応を続ける場合、順次、微小液滴が界面に衝突するため、界面には反応生成物が蓄積し、界面近傍の反応生成物の濃度が著しく高くなる。その結果、反応の進行の阻害、２次反応、生成物の会合及び凝集等の悪影響を及ぼすこととなる。これらの悪影響を回避するためには、反応生成物の界面からの回収、迅速な界面更新が求められる。

[0008] これに対し、特許文献１の実施例ではビーカー内にマグネットスターラーを設置し液相を撹拌混合することが記載されている（図１）。図１は、従来の反応生成物製造装置の形態を示す模式図である。図１に記載の従来の反応生成物製造装置１０１は、円筒型の反応槽１２０の底部にマグネットスターラー１６２を備える。しかしながら、このマグネットスターラー１６２の回転による撹拌で十分な界面の更新、バルクへの取り込みを行おうとすると、撹拌力の強度及び回転数をかなり高くする必要がある。ところが、この場合、界面Ｂにおいては、外周部から中心部への傾斜を伴う渦が発生し、界面Ｂの波立ち、界面Ｂの上下揺動が引き起されることとなる。

ここで、静電噴霧においては、帯電したノズル１１０の先端部と帯電した液相界面Ｂとの間の電位差を利用する。しかし、安定した静電噴霧のためには安定した電場形成が必要である。そのため、平らで静定した液相界面Ｂの形成が求められる。このことから、回転翼による撹拌混合で十分な界面更新を得ようとすると安定した静電噴霧を阻害するという問題を生じることになる。一方、平らで静定した界面を保つために緩やかな回転撹拌を行う場合、中心部の渦吸い込みは弱く、界面はもっぱら円周方向の旋回流れが続くこととなり、有効で迅速な界面更新が達成されないこととなる。このように従来のマグネットスターラーによる回転撹拌混合では、有効な界面更新がなされ得ないため、界面近傍で生成物が局所的に濃縮されることによる反応阻害を

回避し得ないという問題があった。

[0009] 本発明は、静電噴霧を用いた反応生成物製造装置において、平らで静定した界面を保持しながら、かつ、有効で迅速な界面更新を実現し得る反応生成物製造装置を提供することを課題とする。

課題を解決するための手段

[0010] 本発明の一態様では上記課題を解決するため、図１に記載の従来の反応生成物製造装置１０１の円筒型の反応槽１２０において、リング状の整流ブロックを装着することを提案する。図２に示すように、反応槽６０において、リング状の整流ブロック６１が液相Ｐ２内に浮遊するように配置されることで、槽底部のスターラー６２によって引き起こされる液流れが、図２に示す下記の循環流となる。

・循環流：整流ブロック６１の下面と反応槽６０の底面の間を反応槽６０の中心から外周に向かって流れ、次いで整流ブロック６１の外側の面と反応槽６０の壁面との間を上昇する方向に流れ、次いで整流ブロック６１の上面と界面Ｂの間を反応槽６０の外周から反応槽６０の中心に向かって流れ、次いで整流ブロック６１の中心の円筒状の空間を下降する方向に流れ、スターラー６２の周辺に戻り、回転翼により混合された後、再度、反応槽６０の中心から外周に向かって送り出される第２の液体Ｌ２の流れ。

[0011] このような循環流により、円周方向の旋回流で界面Ｂの液流れが滞留することが抑えられ、界面Ｂの液流れは、もっぱら外周から中心部へ向けての半径方向の流れとなることが可能である。その結果、絶えず有効で迅速な界面更新をなし、界面Ｂの近傍での生成物の局所的な濃縮を避けられ、かつ平らで静定した界面Ｂを保持できる。

図２に示す一態様の場合、有効で迅速な界面更新を特徴づけるのに必要な構成要件は、整流ブロック６１の上面と界面Ｂの間の液体に対して、外周の給液部Ｅ１から中心の排出部Ｅ２へ向けて直線的一方向性の押し出し流れを形成することである。

[0012] 図３は、本発明の構成要件の形態を説明するための模式図である。図３に

示す態様においては、第１の物質Ｒ１を含む第１の溶液Ｌ１からなる微小液滴Ｄが、第２の溶液Ｌ２からなる液相Ｐ２に向けてノズル１０から静電噴霧されている。そして、液相Ｐ２の第１の端面Ｅ１を給液部とし、対向する第２の端面Ｅ２を排液部とする。この状態において、本発明の構成要件は、給液部である第１の端面Ｅ１から排液部である第２の端面Ｅ２への直線的一方向性の押し出し流れを形成させることである。

[0013] 請求項１に記載の発明は、上述の構成要件を示したものである。すなわち、第１の物質と第２の物質とを反応させる反応生成物製造装置であって、前記第１の物質を含む第１の溶液を噴出させるノズルと、前記ノズルに対向して配置され、前記第２の物質を含む第２の溶液からなる液相Ｐ２と、前記ノズルと前記液相Ｐ２の界面との間で電場を形成するための電極とを備え、前記ノズルと前記電極の間に電位差を与えることで前記ノズルから静電噴霧された前記第１の溶液を含む微小液滴を、前記液相Ｐ２の界面に到達させて前記第１の物質と前記第２の物質とを混合せしめることで、前記第１の物質と前記第２の物質とを反応させる反応生成物製造装置であり、前記液相Ｐ２内の第１の面を給液部とし、前記第１の面と対向する第２の面を排液部とし、前記給液部である第１の端面から前記排液部である第２の端面への押し出し流れを形成させる、反応生成物製造装置である。

本発明の適用対象となる静電噴霧の態様としては、請求項１に記載のノズルと液相界面との間の電位差で静電噴霧させる構成の他に、請求項３に記載の、ノズルの噴出口と前記液相Ｐ２の間に、前記液相Ｐ２と分離し２液相を形成しかつ低誘電率液体からなる液相を備える静電噴霧反応においても適用対象となる。この場合さらに、請求項３に記載の、前記ノズルの噴出口が前記低誘電率液体からなる液相に接するか又は液相中に配置される、いずれの静電噴霧反応においても適用対象となる。

[0014] 請求項４に記載のさらなる発明は、前記液相Ｐ２の前記給液部の第１の端面から前記排液部の第２の端面に向けて流路に沿った整流仕切板を設けることで偏流発生を抑制し、よりいっそうの直線的一方向性の押し出し流れを形

成することができ、平らで静定した界面を保持しつつ、かつ迅速かつ効果的に界面更新に利することができる。

発明の効果

[0015] 従来の静電噴霧を用いた反応生成物製造装置は、微小液滴を衝突接触させて瞬間的な反応にて生成物を得る。そのため、一般的な反応釜内で２種物質の溶液を混合接触させ反応生成物を得る方法に比べて、シャープで精密な反応制御が可能であり、従来困難であった特異な物性特性の製品素材を本来、効率的に得られうる方法である。しかし、従来の静電噴霧を用いた反応生成物製造装置は、反応生成物の界面における局所的な濃縮のため反応阻害が起きる等の悪影響をきたしていた。

これに対し、本発明の反応生成物製造装置によれば、迅速効率的な界面更新を行うことができ、反応生成物を界面から速やかに回収し、界面における過度の局所的な濃縮を避けることができ、本来のシャープで精密な反応制御を達成できる。

図面の簡単な説明

[0016] [図1]従来の反応生成物製造装置の形態を示す模式図であり、円筒型の反応槽の垂直断面図である。

[図2]本発明を適用した反応生成物製造装置の一実施形態に係る模式図であり、円筒型の反応槽の垂直断面図である。

[図3]本発明の構成要件の形態を説明するための模式図である。

[図4]本発明の適用対象となる反応生成物製造装置の形態例として、反応槽内の相構成及びノズルの位置の構成を比較して示す模式図である。

[図5]本発明の適用対象となる反応生成物製造装置の形態例として、反応槽の形状及び押し出し流れを実現するための流路の形状を比較して示す模式図である。

[図6]反応生成物製造装置の一実施形態に係る模式図である。

[図7]図６の反応生成物製造装置の一変形例に係る模式図である。

[図8]図６の反応生成物製造装置の一変形例に係る模式図である。

[図9]図６の反応生成物製造装置の一変形例に係る模式図である。

[図10]図６の反応生成物製造装置の一変形例に係る模式図である。

[図11]図６の反応生成物製造装置の一変形例に係る模式図である。

[図12]図６の反応生成物製造装置の一変形例に係る模式図である。

[図13]反応生成物製造装置の一実施形態に係る模式図である。

発明を実施するための形態

[0017] 本明細書において数値範囲を示す「～」は、その前後に記載された数値を下限値及び上限値として含むことを意味する。

本明細書において「押し出し流れ」とは、反応場への給液部である第１の面から反応場からの排液部の第２の面までを移動する流体が、流れ方向に流体の混合及び拡散がなく、また流れと直角方向に均一な速度を持つ流れを意味する。

[0018] 以下、本発明を適用した一実施形態の反応生成物製造装置及び反応生成物製造方法について、図面を参照しながら詳細に説明する。

以下の説明で用いる図面は、特徴をわかりやすくするために、便宜上特徴となる部分を拡大して示している場合がある。各構成要素の寸法比率等が以下の説明で用いる図面における寸法比率等と実際と同じであるとは限らない。

[0019] ＜反応槽内の相構成の違い及びノズルの位置の違いによる形態例＞

本発明の適用対象となる静電噴霧を用いた反応生成物製造装置には、反応槽内の相構成の違い及びノズルの位置の構成の違いに基づき、例えば、図４に示す３つの形態例がある。

図４は、本発明の適用対象となる反応生成物製造装置の形態例として、反応槽内の相構成及びノズルの位置の構成を比較して示す模式図である。

[0020] 図４中の（４ａ）に示す形態例においては、反応槽２０内には、導電性の液体である第２の溶液Ｌ２からなる液相Ｐ２（以下、「液相Ｐ２」と記す。）と、気相ＰＧとが形成されている。図４中の（４ａ）に示す形態例においては、ノズル１０の噴出口１０ａは、液相Ｐ２と気相ＰＧとの界面Ｂから上

方に離れた位置の気相ＰＧに配置されている。そして、ノズル１０は、第１の溶液Ｌ１を微小液滴Ｄとして、気相ＰＧ中で噴出させる。

[0021] 図４中の（４ｂ）に示す形態例においては、反応槽２０内には、液相Ｐ２と、低誘電率液体ＬＬからなる液相ＰＬ（以下、「液相ＰＬ」と記す。）とが形成されている。液相ＰＬは、液相Ｐ２の上方において液相Ｐ２と接し、液相Ｐ２と２相分離した状態で形成されている。図４中の（４ｂ）に示す形態例においては、ノズル１０の噴出口１０ａは、液相Ｐ２と液相ＰＬとの界面Ｂから上方に離れた位置の液相ＰＬに配置されている。そして、ノズル１０は、第１の溶液Ｌ１を微小液滴Ｄとして、液相ＰＬ中で噴出させる。

[0022] 図４中の（４ｃ）に示す形態例においては、反応槽２０内には、液相Ｐ２と液相ＰＬと気相ＰＧとがこの順に形成されている。図４中の（４ｃ）に示す形態例においては、ノズル１０の噴出口１０ａは、液相ＰＬから液相Ｐ２と反対側に離れた位置の気相ＰＧに配置されている。そして、ノズル１０は、第１の溶液Ｌ１を微小液滴Ｄとして、気相ＰＧ中で噴出させる。

[0023] 図４中の（４ａ）～（４ｃ）の各形態例においては、反応生成物製造装置は、第１の物質Ｒ１を含む第１の溶液Ｌ１をノズル１０から静電噴霧させ、第１の物質Ｒ１を含む微小液滴Ｄを界面Ｂに到達させて衝突させ、第１の物質Ｒ１と第２の物質Ｒ２とを接触混合せしめることで、第１の物質Ｒ１と第２の物質Ｒ２とを反応させる。

[0024] ＜反応槽の形状及び押し出し流れを実現するための流路の形状の違いによる形態例＞

さらに、本発明の適用対象となる静電噴霧を用いた反応生成物製造装置には、反応槽の形状及び押し出し流れを実現するための流路の形状の違いに基づき、例えば、以下に示す３つの形態例がある。

図５は、本発明の適用対象となる反応生成物製造装置の形態例として、反応槽の形状及び押し出し流れを実現するための流路の形状を比較して示す模式図である。図５中の（５ａ）～（５ｃ）の上段に示すそれぞれの図は各反応槽の上面図であり、（５ａ）～（５ｃ）の下段に示すそれぞれの図は、各

反応槽の垂直断面図である。

[0025] 図５中の（５ａ）に示す形態例においては、反応槽２０ａの形状は角形である。そして、図３中ｙ軸方向の第１の端面Ｅ１から対向する第２の端面Ｅ２に向かう向きに、押し出し流れが形成されている。

図５中の（５ａ）に示す形態例においては、図３中ｘ軸方向に沿って、押し出し流れの流路が形成されている。そして、図５中の（５ａ）に示す形態例に係る装置は、図３中ｙ軸方向の第１の端面Ｅ１から対向する第２の端面Ｅ２に向けて流路に沿った整流仕切板２１ａを備えている。

整流仕切板２１ａは、押し出し流れの方向を規制する。整流仕切板２１ａは反応槽２０ａの流路面Ｓ上に複数設けられている。そして、各整流仕切板２１ａは、ｙ軸方向の第１の端面Ｅ１から対向する第２の端面Ｅ２に向かう方向に沿って、互いにｘ軸方向と平行となるように設けられている。ここで流路面Ｓは、第１の端面Ｅ１と第２の端面Ｅ２とによって挟まれている領域にある反応槽２０の底面である。

図５中の（５ａ）の下段に示す反応槽２０ａの垂直断面図においては、整流仕切板２１ａの図示を省略している。

[0026] 図５中の（５ｂ）及び（５ｃ）に示す形態例においては、反応槽２０ｂ及び反応槽２０ｃの形状は円筒形である。（５ｂ）及び（５ｃ）に示す形態例において、ｒ方向は、円の径方向に沿って円の内周側から外周側に向かう方向であり、θ方向は、円の周方向に沿って反時計回りに向かう方向である。

図５中の（５ｂ）に示す形態例においては、円筒の外周側の第１の端面Ｅ１から円筒の内周（中心）側の第２の端面Ｅ２に向かう向き（すなわち、ｒ方向と反対の向き）に、押し出し流れが形成されている。そして、（５ｃ）に示す形態例においては、円筒の内周（中心）側の第１の端面Ｅ１から円筒の外周側の第２の端面Ｅ２に向かう向き（すなわち、ｒ方向）に、押し出し流れが形成されている。

図５中の（５ｂ）及び（５ｃ）に示す形態例においては、ｒ方向に沿って、押し出し流れを実現するための流路が形成されている。そして、（５ｂ）

及び（５ｃ）に示す形態例に係る装置は、整流仕切板２１ｂ及び整流仕切板２１ｃをそれぞれ備えている。整流仕切板２１ｂ及び整流仕切板２１ｃは、押し出し流れの方向を規制する。

整流仕切板２１ｂは、ｒ方向と反対の向きに形成される押し出し流れに沿って、整流ブロック６１の上面に設けられている。また、整流仕切板２１ｃは、ｒ方向に形成される押し出し流れに沿って、整流ブロック６１の上面に設けられている。

[0027] 図５中の（５ｂ）及び（５ｃ）に示す形態例においては、整流仕切板２１ｂ及び整流仕切板２１ｃが流路面Ｓに複数設けられている。そして、整流仕切板２１ｂ及び整流仕切板２１ｃは、ｒ方向に沿って設けられている。

図５中の（５ｂ）及び（５ｃ）の下段にそれぞれ示す反応槽２０ｂ及び反応槽２０ｃの垂直断面図においては、整流仕切板２１ｂ及び整流仕切板２１ｃの図示を省略している。

[0028] ここで、図５中の（５ａ）～（５ｃ）では押し出し流れの形態例を説明するために、整流仕切板を用いた。本発明においては整流仕切板により、押し出し流れの形成がさらに容易となるが、整流仕切板は、本発明において必ずしも必須の構成ではない。すなわち、図５中の（５ａ）～（５ｃ）において整流仕切板は、省略可能であり、整流仕切板が流路面Ｓに設けられていない場合でも、押し出し流れの形成が可能である。

[0029] 図４中の（４ａ）～（４ｃ）に示す３つの形態例は、図５中の（５ａ）～（５ｃ）に示す３つの形態例とそれぞれ任意に組み合わせて本発明を適用してもよい。

[0030] ＜第１の実施形態＞

（反応生成物製造装置）

以下、第１の実施形態について説明する。図６は第１の実施形態に係る反応生成物製造装置１の構成の一例を示す模式図である。反応生成物製造装置１は、第１の物質Ｒ１と第２の物質Ｒ２とを反応させて反応生成物を製造する。第１の物質Ｒ１は、第１の溶液Ｌ１に含まれている。そして、図６の液

相Ｐ２に示す複数の矢印は、第２の溶液Ｌ２が流れる向きを示している。これら複数の矢印のうち、流路面Ｓの上方に示す２つの矢印が、反応生成物製造装置１によって形成される押し出し流れの向きを示している。この押し出し流れの向きは、第２の物質Ｒ２を含む第２の溶液Ｌ２の流れによって形成されている。

[0031] 図６に示すように、反応生成物製造装置１は、第１の溶液Ｌ１と第２の溶液Ｌ２と低誘電率液体ＬＬとを用いて、第１の物質Ｒ１と第２の物質Ｒ２とを反応させ、反応生成物を製造する装置である。第１の溶液Ｌ１は第１の物質Ｒ１を含み、第２の溶液Ｌ２は第２の物質Ｒ２を含む。

反応生成物製造装置１においては、液相ＰＬと液相Ｐ２とは、界面Ｂを境界面として２相分離した状態で反応槽２０に収容されている。

[0032] 第１の物質Ｒ１は、第１の溶液Ｌ１に溶解している。第２の物質Ｒ２は、第２の溶液Ｌ２に溶解している。ただし、第１の物質Ｒ１の一部は、第１の溶液Ｌ１に分散していてもよい。同様に、第２の物質Ｒ２の一部は、第２の溶液Ｌ２に分散していてもよい。第１の溶液Ｌ１及び第２の溶液Ｌ２は、互いに相溶であることが好ましい。

[0033] 反応生成物製造装置１は、ノズル１０と反応槽２０と電極３０と電源４０とを備える。

ノズル１０は、第１の溶液Ｌ１を静電噴霧可能に構成されたエレクトロスプレーノズルである。

図６に示すように、ノズル１０は、供給管１１を介して第１の溶液Ｌ１の供給装置１２と接続されている。ノズル１０は、供給装置１２から供給される第１の溶液Ｌ１を液相ＰＬ中で噴出させる。

[0034] ノズル１０は、液相Ｐ２と対向して配置される噴出口１０ａを有する。ノズル１０の先端に噴出口１０ａが形成されているとも言える。

噴出口１０ａは、液相Ｐ２と液相ＰＬとの界面Ｂから上方に離れた位置の液相ＰＬに配置されている。ノズル１０による静電噴霧によって第１の溶液Ｌ１からなる微小液滴Ｄが、噴出口１０ａから噴霧される。他の形態例にお

いては、噴出口１０ａは液相ＰＬの上面に接して配置されてもよい。液相ＰＬの上面は、界面Ｂと平行であり、界面Ｂと対向する面である。

[0035] 例えば、噴出口１０ａは、界面Ｂに対して垂直方向に静電噴霧するように配向又は配置されていると好ましい。

噴出口１０ａと界面Ｂとの間の距離は、電場の強度及び静電噴霧によって生成される液滴の断片化プロセスを考慮して、最適化することが好ましい。

図６においては、反応生成物製造装置１がノズル１０を２つ備える形態であるが、ノズルの数は１つでもよく、複数でもよい。ノズルの数が複数である場合においては、ノズルの数に応じて電極３０の数を複数としてもよい。

[0036] ノズル１０の材質は特に限定されない。ノズル１０の材質としては、金属、合金等でもよく、ガラス、樹脂、セラミック等の絶縁体でもよい。

金属、合金等の材料を使用する場合、図６に示すように、ノズル１０と電源４０とを電気的に接続することで、ノズル１０そのものを電極として使用可能である。これにより、ノズル１０と電極３０との間に電位差を付与できる。

ガラス、樹脂、セラミック等の絶縁体材料を使用する場合、ノズル１０内にはさらに電極を設ける必要がある。ガラス、樹脂、セラミック等の材料を使用する場合においては、ノズル１０内に設けられる電極と電源４０とを電気的に接続することで、ノズル１０と電極３０との間に電位差を付与できる。

[0037] 反応槽２０は、液相Ｐ２と液相ＰＬとを２相分離させた状態で収容する容器である。第１の実施形態においては、反応槽２０は角形である。液相Ｐ２は、ノズル１０に対向して収容され、液相ＰＬは、液相Ｐ２の上方に収容されている。

反応生成物製造装置１においては、液相ＰＬが反応槽２０の頂部側に配置され、液相Ｐ２が反応槽２０の底部側に配置されている。液相ＰＬと液相Ｐ２とは、液相ＰＬと液相Ｐ２との界面Ｂを境界面として互いに分離した状態で重なっている。

[0038] 液相Ｐ２には、液相Ｐ２に通電するための電極３０が配置されている。電極３０は、液相Ｐ２とノズル１０との間に静電場を形成できる形態であれば特に限定されない。液相Ｐ２は、導電体である第２の溶液Ｌ２を含むため、電極３０に電位が付与されると、液相Ｐ２にも電位が付与される。

電極３０に付与される電位は、正電位でも負電位でもよい。

電極３０の形状は特に限定されない。電極３０の形状としては、略プレート状、略リング形状、略筒形状、略メッシュ形状、略棒形状、略球形状、略半球形状等が例示される。

[0039] 電極３０は液相Ｐ２に配置されていればよい。反応生成物製造装置１においては、後述の第１の端面Ｅ１の上流側の液相Ｐ２に配置されている。電極３０は、反応槽２０の内壁に配置されてもよく、ノズル１０と対向するように配置されてもよい。

[0040] 電源４０は、ノズル１０と電極３０との間に電位差を付与する。電源４０としては高電圧電源が例示される。

第１の実施形態では、電源４０がノズル１０及び電極３０のそれぞれと電気的に接続されている。これにより、ノズル１０と液相Ｐ２との間に静電場が形成される。反応生成物製造装置１においては、ノズル１０が正電位であり、電極３０が負電位である。ただし、他の形態例においては、電極３０が正電位であり、ノズル１０が負電位であってもよい。

[0041] 反応生成物製造装置１は、ノズル１０と電極３０の間に電位差を与え噴出口１０ａから流出する第１の溶液Ｌ１を帯電させることで、第１の溶液Ｌ１をノズル１０から静電噴霧させる。反応生成物製造装置１は、ノズル１０による静電噴霧で生じる微小液滴Ｄを液相Ｐ２と液相ＰＬとの界面Ｂに到達させて衝突させ、第１の物質Ｒ１と第２の物質Ｒ２とを接触混合せしめることで、第１の物質Ｒ１と第２の物質Ｒ２とを反応させる。その結果、第１の物質Ｒ１と第２の物質Ｒ２との化学反応が起き、反応生成物が生成する。

ここで、反応生成物製造装置１においては、液相Ｐ２内の第１の面と第２の面との間に位置する部分の液相Ｐ２が、第１の物質Ｒ１と第２の物質Ｒ２

とが反応する反応場となる。よって、反応生成物製造装置１において、「液相Ｐ２内の第１の面」は、第１の物質Ｒ１と第２の物質Ｒ２とが反応する反応場の第１の端面Ｅ１である。そして、反応生成物製造装置１において、液相Ｐ２内の「第２の面」は、第１の物質Ｒ１と第２の物質Ｒ２とが反応する反応場の第２の端面Ｅ２である。

すなわち、反応生成物製造装置１においては、反応場の第１の端面Ｅ１が、当該反応場への給液部とする「液相Ｐ２内の第１の面」であり、反応場の第２の端面Ｅ２が、当該反応場からの排液部とする液相Ｐ２内の「第２の面」である。

[0042] 図６に示す反応生成物製造装置１は、第１の物質Ｒ１と第２の物質Ｒ２とが反応する反応場の第１の端面Ｅ１と第１の端面Ｅ１と対向する第２の端面Ｅ２との間に押し出し流れを形成させている（押し出し流れについては、図３及び図６参照）。反応生成物製造装置１においては、第１の端面Ｅ１と第２の端面Ｅ２とは互いに平行な一対の面である。

反応生成物製造装置１においては、第１の端面Ｅ１を給液部とし、第１の端面Ｅ１と対向する第２の端面Ｅ２を排液部とする。これにより第１の端面Ｅ１と第２の端面Ｅ２との間の領域にある界面Ｂの液流れは、第１の端面Ｅ１から第２の端面Ｅ２に一様に流れる。その結果、反応生成物の滞留が抑制され、かつ、有効で迅速な界面更新をなし、界面Ｂの近傍における反応生成物の局所的な濃縮を避けられる。

[0043] 図６に示す反応生成物製造装置１においては、図５中の（５ａ）に示すように、第１の端面Ｅ１と第２の端面Ｅ２との間の領域にある反応槽２０の底面に、整流仕切板が設けられていてもよい。整流仕切板は、給液部である第１の端面Ｅ１から排液部である第２の端面Ｅ２に向けて押し出し流れの方向を規制する。

反応生成物製造装置１においては、整流仕切板が第１の端面Ｅ１と第２の端面Ｅ２との間の領域にある反応槽２０の底面に複数設けられてもよい（図５中の（５ａ）参照）。図５中の（５ａ）においては、複数の整流仕切板２

１ａは互いに平行となるように配置され、第１の端面Ｅ１から第２の端面Ｅ２に向かって第２の溶液Ｌ２の押し出し流れの流路が形成されている。これにより、第１の端面Ｅ１から第２の端面Ｅ２に向かって流れる押し出し流れが規制される。そのため、界面Ｂの近傍の反応生成物は、さらに効果的に第２の溶液Ｌ２（第２の物質Ｒ２）に更新される。同様な効果は、複数の整流仕切板が第１の端面Ｅ１と第２の端面Ｅ２との間の領域にある反応槽２０の底面に複数設けられている場合でも得られる。

[0044] 反応生成物製造装置１においては、反応槽２０は第１の端面Ｅ１の上流側の液相Ｐ２に第２の溶液Ｌ２を供給する供給部５１を反応槽２０の底部に有する。供給部５１は、供給ライン５３を介して、第１の端面Ｅ１の上流側の液相Ｐ２に第２の溶液Ｌ２を供給する。

反応生成物製造装置１においては、反応槽２０は第２の端面Ｅ２の下流側の液相Ｐ２から第２の溶液Ｌ２を排出する排出部５２を反応槽２０の底部に有する。排出部５２は、排出ライン５４を介して、第２の端面Ｅ２の下流側の液相Ｐ２から第２の溶液Ｌ２を排出する。

ここで、他の形態例においては、供給ライン５３と排出ライン５４とを図示略の循環ラインで接続し、排出部５２から排出される第２の溶液Ｌ２を供給部５１に再供給してもよい。この場合においては、循環ライン５３にポンプが設けられる。

[0045] （反応生成物製造方法）

以下、上述した反応生成物製造装置１を用いる、本実施形態の反応生成物製造方法について説明する。

まず、本実施形態の反応生成物製造方法では、液相Ｐ２とノズル１０との間に電位差を付与する。そして、電位差が付与されたノズル１０の噴出口１０ａから第１の物質Ｒ１を含む微小液滴Ｄを液相ＰＬ内で静電噴霧する。

[0046] 次に、微小液滴Ｄは、ノズル１０と液相Ｐ２との間の電位差によって液相ＰＬを通って、液相Ｐ２に向かって液相ＰＬ内で移動し、液相ＰＬと液相Ｐ２との界面Ｂに到達させられる。液相Ｐ２には第２の溶液Ｌ２に含まれる第

２の物質Ｒ２が存在する。そのため、第２の物質Ｒ２と微小液滴Ｄに含まれる第１の物質Ｒ１とが反応し、反応生成物が生成する。

[0047] 反応生成物製造装置１においては、図６に示すように、給液部である第１の端面Ｅ１から排液部である第２の端面Ｅ２に向けて押し出し流れが形成されている。そのため、第１の端面Ｅ１と第２の端面Ｅ２との間の領域にある界面Ｂの近傍の液相Ｐ２で生成される反応生成物が、第１の端面Ｅ１から第２の端面Ｅ２に向けて押し出されるように流れる。これと同時に、第１の端面Ｅ１と第２の端面Ｅ２との間の領域にある界面Ｂの近傍の液相Ｐ２の反応生成物が、供給部５１から供給される第２の溶液Ｌ２中の第２の物質Ｒ２に更新される。

その後、反応生成物は排出部５２によって排出ライン５４を経由して反応槽２０の外に排出される。

[0048] ノズル１０から微小液滴Ｄを静電噴霧する際には、例えば、ノズル１０側の電位を－３０～３０ｋＶの範囲としてもよく、電極３０側の電位も－３０～３０ｋＶの範囲としてもよい。ノズル１０及び電極３０間の電位差を、反応生成物に適合するように調整してもよい。

ノズル１０及び電極３０間の電位差は、例えば、絶対値にて０．３～３０ｋＶの範囲とすることができる。反応生成物の安定性等を考慮すると、ノズル１０及び電極３０間の電位差の絶対値は、２．５ｋＶ以上が好ましく、さらに装置の安全性及びコストを考慮すると、１０ｋＶ以下が好ましい。

ノズル１０からの液滴の噴霧量は反応量に適合するように選択してもよい。例えば、反応量を１００ｍＬとする場合、第１の溶液Ｌ１の送液速度を０．００１～０．１ｍＬ/ｍｉｎ（分）の範囲となるように噴霧量を調整してもよい。

[0049] 微小液滴Ｄが液相Ｐ２にて拡散する速度、第１の物質Ｒ１及び第２の物質Ｒ２の反応効率等を考慮し、微小液滴Ｄの平均粒子径を調整してもよい。微小液滴Ｄの平均粒子径を調整する場合、低誘電率液体ＬＬの種類、第１の溶液Ｌ１及び第２の溶液Ｌ２における溶媒の種類、第１の溶液Ｌ１の諸物性値

（例えば、表面張力、イオン強度、粘度、比誘電率等）、液滴の噴霧量、ノズル１０及び電極３０間の電位差、噴出口１０ａと界面Ｂとの間の距離の少なくとも１つを調整することで微小液滴Ｄの平均粒子径を調整し、反応生成物の平均粒子径を制御してもよい。

[0050] 反応生成物の平均粒子径を相対的に小さくするための制御を行う場合、微小液滴Ｄの平均粒子径を相対的に小さくするように調整することが好ましい。微小液滴Ｄの平均粒子径を相対的に小さくする調整方法としては、下記の手法が例示される。

・第１の溶液Ｌ１の表面張力を相対的に低くする。

・第１の溶液Ｌ１のイオン強度を相対的に低くする。

・第１の溶液Ｌ１の比誘電率を相対的に低くする。

・ノズル１０及び電極３０間の電位差を相対的に増加させる。

[0051] 反応生成物の平均粒子径を相対的に大きくするための制御を行う場合、微小液滴Ｄの平均粒子径を相対的に大きくするように調整することが好ましい。微小液滴Ｄの平均粒子径を相対的に大きくする調整方法としては、下記の手法が例示される。

・第１の溶液Ｌ１の表面張力を相対的に高くする。

・第１の溶液Ｌ１のイオン強度を相対的に高くする。

・第１の溶液Ｌ１の比誘電率を相対的に高くする。

・ノズル１０及び電極３０間の電位差を相対的に減少させる。

[0052] 微小液滴Ｄを界面Ｂに到達させて反応させる際には、ノズル１０の噴出口１０ａと界面Ｂとの間の距離を反応槽２０の容量、電位差等を考慮して適宜調整してもよい。前記距離としては、例えば、１ｃｍ以上としてもよく、２ｃｍ以上としてもよい。そして、前記距離としては、例えば、容量が１０Ｌであるビーカーを反応槽２０として使用する場合、２０ｃｍ以下としてもよい。

[0053] ノズル１０及び電極３０間の電位差、第１の物質Ｒ１及び第２の物質Ｒ２の濃度、低誘電率液体ＬＬ及び第１の溶液Ｌ１間の化学的相互作用等を調整

することで、反応生成物の形状を制御してもよい。反応生成物の形状としては、繊維状、球状、中空(ボーラス)状、湿式紡糸及び紙すき技術を応用した膜状等が例示される。また、反応生成物を複合化するように制御してもよい。

[0054] （作用効果）

以上説明した反応生成物製造装置１によれば、液相Ｐ２内の第１の面（すなわち、反応場の第１の端面Ｅ１）を、第１の物質Ｒ１と第２の物質Ｒ２とが反応する反応場への給液部とし、第１の面と対向する第２の面（すなわち、反応場の第２の端面Ｅ２）を、当該反応場からの排液部とし、第１の端面Ｅ１から第２の端面Ｅ２への押し出し流れを形成させる。これにより第１の端面Ｅ１と第２の端面Ｅ２との間の領域にある界面Ｂの液流れは、第１の端面Ｅ１から第２の端面Ｅ２に一様に流れる。その結果、反応生成物の滞留が抑制され、かつ、有効で迅速な界面更新をなし、界面Ｂの近傍における反応生成物の局所的な濃縮を避けられる。

したがって、反応生成物製造装置１によれば、静電噴霧を用いた反応生成物製造装置において、平らで静定した界面を保持しながらかつ有効で迅速な界面更新が実現される。

[0055] 以上説明した反応生成物製造装置１にあっては、図７～図１２に示すように、構成の一部を変更可能である。以下、図７～図１２に示す変形例１～６について説明する。

[0056] （変形例１）

図６に示す反応生成物製造装置１においては、界面Ｂが水平方向すなわち、反応槽２０の底面と平行方向に形成されているが、図７に示す反応生成物製造装置２のように、界面Ｂは、垂直方向（すなわち、反応槽２０の底面と垂直方向）に形成されてもよい。反応生成物製造装置２においては、押し出し流れが界面Ｂに沿って垂直方向に形成させられている。図７に示す反応生成物製造装置２においては、第１の端面Ｅ１と第２の端面Ｅ２との間に位置し、垂直方向に延在する部分の液相Ｐ２が、第１の物質Ｒ１と第２の物質Ｒ

２とが反応する反応場である。

すなわち、反応生成物製造装置２においても、反応場の第１の端面Ｅ１が、当該反応場への給液部とする「液相Ｐ２内の第１の面」であり、反応場の第２の端面Ｅ２が、当該反応場からの排液部とする液相Ｐ２内の「第２の面」である。

反応生成物製造装置２においては、ノズル１０の噴出口１０ａが界面Ｂと対向する位置に配置されている。そして、噴出口１０ａの開口面が界面Ｂと平行になるように噴出口１０ａが配置されている。ここで、図７においては、電極３０及び電源４０の図示を省略している。

[0057]（変形例２）

図６に示す反応生成物製造装置１においては、界面Ｂが水平方向（すなわち、反応槽２０の底面と平行方向）に形成されているが、図８に示す反応生成物製造装置３のように、界面Ｂは、斜め方向に形成されてもよい。図８に示す反応生成物製造装置３においては、第１の端面Ｅ１と第２の端面Ｅ２との間に位置し、界面Ｂに沿って斜め方向に延在する部分の液相Ｐ２が、第１の物質Ｒ１と第２の物質Ｒ２とが反応する反応場である。反応生成物製造装置３においても、反応場の第１の端面Ｅ１が、当該反応場への給液部とする「液相Ｐ２内の第１の面」であり、反応場の第２の端面Ｅ２が、当該反応場からの排液部とする液相Ｐ２内の「第２の面」である。

反応生成物製造装置３においては、ノズル１０の噴出口１０ａが界面Ｂと対向する位置に配置されている。そして、噴出口１０ａの開口面が斜め方向の界面Ｂと平行になるように噴出口１０ａが配置されている。ここで、図８においては、電極３０及び電源４０の図示を省略している。

[0058]（変形例３）

図９に示す反応生成物製造装置４のように、液相Ｐ２が液相ＰＬの上側に配置され、液相ＰＬが液相Ｐ２の下側に配置されるように、反応槽２０の相構成を変更してもよい。ここで、図９においては、電極３０及び電源４０の図示を省略している。

この場合、低誘電率液体ＬＬとしては、第２の溶液Ｌ２よりも比重の大きな溶剤を用いる。第２の溶液Ｌ２よりも比重の大きな溶剤としては、例えば、四塩化炭素、パーフルオロヘキサン等が例示される。反応生成物製造装置４は、第１の物質Ｒ１及び第２の物質Ｒ２の反応によって液相Ｐ２で気体が発生する場合に適用することが好ましい。その理由は下記の通りである。

例えば、反応生成物製造装置１において、第１の物質Ｒ１及び第２の物質Ｒ２の反応によって気体が発生する場合、発生した気体が気泡状態のまま、第２の溶液Ｌ２を含んだ状態で、液相ＰＬを上昇しながら通過することがある。この気泡に含まれる第２の溶液Ｌ２を介して、ノズル１０の噴出口１０ａ及び液相Ｐ２間で通電が起こり、その結果、ノズル１０及び電極３０間の電位差が消失するおそれがある。

[0059] これに対して、反応生成物製造装置４によれば、液相Ｐ２が液相ＰＬの上側に配置され、かつ液相ＰＬが液相Ｐ２の下側に配置されるため、液相Ｐ２にて発生した気体が上方に向けられた底部２０ｂ側に向かって上昇する傾向にある。そのため液相Ｐ２で発生し得る気体が、液相Ｐ２の下側に位置する液相ＰＬに移動することは困難となる。その結果、気泡中の第２の溶液Ｌ２に起因して、ノズル１０の噴出口１０ａ及び液相Ｐ２間で通電が起こりにくくなり、ノズル１０及び電極３０間の電位差の消失を防止できる。

[0060]（変形例４）

図１０に示す反応生成物製造装置５のように、反応槽２０は撹拌手段５５をさらに有してもよい。撹拌手段５５は、第２の端面Ｅ２の下流側の液相Ｐ２を構成する第２の溶液Ｌ２を撹拌する。これにより、排出部５２における反応生成物の凝集を低減できる。したがって反応生成物の物性又は特性がさらに安定化する。ここで、図１０においては、電極３０及び電源４０の図示を省略している。

[0061] 反応生成物製造装置５が備える反応槽２０においては、第２の端面Ｅ２の下流側の反応槽２０の底面には、凸部２２が形成されている。凸部２２は、第１の端面Ｅ１から第２の端面Ｅ２に向かって流れる第２の溶液Ｌ２をせき

止めることができる。これにより、第１の端面Ｅ１から第２の端面Ｅ２に向かって流れる第２の溶液Ｌ２が、反応槽２０の底部から溢れ出るようにして界面Ｂの近傍の反応生成物が押し出される。そのため、反応槽２０の底面に凸部２２が形成されていることにより、界面Ｂの近傍の反応生成物が速やかに、かつ、効率的に第２の物質Ｒ２に更新される。

[0062]（変形例５）

図１１に示す反応生成物製造装置６のように、ノズル１０、供給部５１及び排出部５２の数は、複数でもよい。これにより、反応生成物の生産効率がさらに優れる。ここで、図１１においては、電極３０及び電源４０の図示を省略している。反応生成物製造装置６においては、ノズル１０の数に合わせて電極の数を複数としてもよい。図１１に示す反応生成物製造装置６においては、複数の第１の端面Ｅ１１、Ｅ１２、Ｅ１３のそれぞれが、反応場への給液部とする「液相Ｐ２内の第１の面」であり、複数の第２の端面Ｅ２１、Ｅ２２、Ｅ２３のそれぞれが、反応場からの排液部とする液相Ｐ２内の「第２の面」である。このように、反応生成物製造装置６においては、「第１の面」、「第２の面」のそれぞれが液相Ｐ２内に複数存在する。具体的には、下記の３つの部分の液相Ｐ２に位置する反応場が複数存在する。

・第１の端面Ｅ１１と第２の端面Ｅ２１との間に位置する部分の液相Ｐ２。
・第１の端面Ｅ１２と第２の端面Ｅ２２との間に位置する部分の液相Ｐ２。
・第１の端面Ｅ１３と第２の端面Ｅ２３との間に位置する部分の液相Ｐ２。

[0063]（変形例６）

図１２に示す反応生成物製造装置７のように、反応生成物製造装置は外部処理機構Ｘをさらに備えてもよい。外部処理機構Ｘは供給ライン５３及び排出ライン５４と接続されている。反応生成物製造装置７においては、供給ライン５３には循環ポンプＣ１が設けられている。これにより、供給ライン５３は外部処理機構Ｘにより処理された後の第２の溶液Ｌ２を反応槽２０の底部に再供給できる。

[0064] 外部処理機構としては、下記のＸ１～Ｘ５が例示される。下記の外部処理

機構Ｘ１～Ｘ５はいずれか１つを単独で用いてもよく、複数を組み合わせて用いてもよい。複数の機構を組み合わせる場合でも、組み合わせたそれぞれの機構による効果を得ることができる。

[0065] 外部処理機構Ｘ１：第２の溶液Ｌ２の温度を調節する機構。

外部処理機構Ｘ１を反応生成物製造装置が備えると、第１の物質Ｒ１と第２の物質Ｒ２との化学反応の反応速度等を精密に制御できる。外部処理機構Ｘ１は熱交換器、加温器、冷却器等の温度調節手段を備えてもよい。

[0066] 外部処理機構Ｘ２：第２の溶液Ｌ２に含まれる第２の物質Ｒ２及び反応生成物の各濃度を調節する機構。

外部処理機構Ｘ２を反応生成物製造装置１が備えると、第１の物質Ｒ１と第２の物質Ｒ２との化学反応の反応速度等を精密に制御でき、反応生成物の生成量を制御できる。外部処理機構Ｘ２は、第２の溶液Ｌ２の供給量及び排出量を調節する手段、反応槽２０内の第２の溶液Ｌ２の量を調節する手段の少なくとも一方を備えてもよい。

[0067] 外部処理機構Ｘ３：排出部５２から排出される第２の溶液Ｌ２を供給部５１から再度液相Ｐ２に供給し、第２の溶液Ｌ２を循環させる機構。

外部処理機構Ｘ３を反応生成物製造装置が備えると、第２の溶液Ｌ２を再利用できるため、反応生成物の製造コストを低減できる。

[0068] 外部処理機構Ｘ４：排出部５２で回収した第２の溶液Ｌ２から反応生成物を分離する機構。

外部処理機構Ｘ４を反応生成物製造装置が備えると、反応生成物を回収しやすくなるとともに、分離した第２の溶液Ｌ２を再利用できる。外部処理機構Ｘ４は分離膜、遠心分離機等の分離手段を備えてもよい。

[0069] 外部処理機構Ｘ５：排出部５２で回収した第２の溶液Ｌ２から低誘電率液体ＬＬを分離する機構。

排出部５２が、意図的に又は意図せずに低誘電率液体ＬＬを第２の溶液Ｌ２とともに排出するおそれがある場合に、反応生成物製造装置が外部処理機構Ｘ５を備えると好ましい。

外部処理機構Ｘ５を反応生成物製造装置が備えると、分離した低誘電率液体ＬＬ及び第２の溶液Ｌ２を再利用できる。低誘電率液体ＬＬを再利用して液相ＰＬに再供給すると、反応生成物の製造コストを低減できる。第２の溶液Ｌ２を再利用する際の態様ついては外部処理機構Ｘ４で述べた内容と同様である。

[0070] ＜第２の実施形態＞

以下、図２を参照して第２の実施形態に係る反応生成物製造装置８について説明する。第２の実施形態の説明において、第１の実施形態で説明した構成と同一の構成については、同一の語及び同一の符号を用いてその説明を省略する。

[0071] 図２は、第２の実施形態に係る反応生成物製造装置８の構成の一例を示す模式図である。図２に示すように、反応生成物製造装置８は、ノズル１０と反応槽６０と電極３０と電源４０とを備える。図２中に示す矢印は、第２の溶液Ｌ２が流れる向きを示している。

[0072] 反応槽６０の形状は円筒型である。反応槽６０は整流ブロック６１とスターラー６２とを有する。

整流ブロック６１は、リング状の部材であり、リングの中心部分が中空状である。整流ブロック６１は反応槽６０内の液相Ｐ２側に配置される。そして、スターラー６２は、液相Ｐ２で第２の溶液Ｌ２を撹拌する。

ここで、図２に示す反応生成物製造装置８においては、第１の端面Ｅ１と、第２の端面Ｅ２との間に位置し、かつ、整流ブロック６１の上方に位置する部分の液相Ｐ２が、第１の物質Ｒ１と第２の物質Ｒ２が反応する反応場である。よって、反応生成物製造装置８において、反応場への給液部とする「液相Ｐ２内の第１の面」は、第１の物質Ｒ１と第２の物質Ｒ２とが反応する反応場の第１の端面Ｅ１である。そして、反応生成物製造装置８において、反応場からの排液部とする液相Ｐ２内の「第２の面」は、第１の物質Ｒ１と第２の物質Ｒ２とが反応する反応場の第２の端面Ｅ２である。

すなわち、反応生成物製造装置８においても、反応場の第１の端面Ｅ１が

、当該反応場への給液部とする「液相Ｐ２内の第１の面」であり、反応場の第２の端面Ｅ２が、当該反応場からの排液部とする液相Ｐ２内の「第２の面」である。

[0073] 反応槽６０においては、整流ブロック６１が液相Ｐ２内に浮遊するように配置される。これにより、槽底部のスターラー６２によって引き起こされる液流れが、下記の循環流となる。

・循環流：整流ブロック６１の下面と反応槽６０の底面の間を反応槽６０の中心から外周に向かって流れ、次いで整流ブロック６１の外側の面と反応槽６０の壁面との間を上昇する方向に流れ、次いで整流ブロック６１の上面と界面Ｂの間を反応槽６０の外周から反応槽６０の中心に向かって流れ、次いで整流ブロック６１の中心の円筒状の空間を下降する方向に流れ、スターラー６２の周辺に戻り、回転翼により混合された後、再度、反応槽６０の中心から外周に向かって送り出される第２の液体Ｌ２の流れ。

この循環流が発生する結果、円周方向の旋回流に起因する界面Ｂの液流れの滞留が低減され、もっぱら外周側の第１の端面Ｅ１から中心側の第２の端面Ｅ２に向けての半径方向の流れが形成される。したがって、反応槽６０の界面Ｂにおいては、有効で迅速な界面更新が絶えず実現可能となり、界面Ｂの近傍での反応生成物の局所的な濃縮を避けられる。

[0074] 反応生成物製造装置８においては、スターラー６２の代わりとして、反応槽６０の外部に循環機構を設けてもよい。この場合、循環機構は循環ラインと循環ラインに設けられる循環ポンプとを備える。循環ラインは、整流ブロック６１の中空部分の下方の反応槽６０の底部と整流ブロック６１の外周側の下方の反応槽６０の底部とを接続するラインである。循環ラインは、反応槽６０の底部の中心と反応槽６０の底部の外周部分とを接続するラインであるとも言える。

反応槽６０が外部に循環機構を有する場合、整流ブロック６１の中心側から、整流ブロック６１の外周側に押し出し流れが形成されるように、第２の溶液Ｌ２の流れる向きを変更してもよい。

反応槽６０が外部に循環機構を有する場合においても、反応槽６０がスターラー６２を有する場合と同様の作用効果が得られる。

[0075] 以上説明した第２の実施形態によっても、第１の実施形態と同様の作用効果が得られる。反応生成物製造装置８は上述の外部処理機構Ｘ１～Ｘ５を必要に応じて備えてもよい。

[0076] ＜第３の実施形態＞

以下、図１３を参照して第３の実施形態に係る反応生成物製造装置９ついて説明する。第３の実施形態の説明において、第１の実施形態で説明した構成と同一の構成については、同一の語及び同一の符号を用いてその説明を省略する。

[0077] 図１３は第３の実施形態に係る反応生成物製造装置９が備える構成の一例を示す模式図である。図１３に示すように、反応生成物製造装置９は、ノズル１０と反応槽７０と電極と電源とを備える。図１３中に示す矢印は、第２の溶液Ｌ２が流れる向きを示している。ここで、図１３においては、電極及び電源の図示を省略している。

[0078] 反応槽７０は、大径部７０Ａと縮径部７０Ｂとを有する。大径部７０Ａは縮径部７０Ｂの上側に配置されている。縮径部７０Ｂは大径部の径の長さから漸次縮径する部分である。

反応槽７０は、密閉された内部空間に貯留部７１をさらに有する。貯留部７１は第２の溶液Ｌ２を反応槽７０の内部空間で、反応槽７０の底部の上方で貯留する。そして、反応槽７０の内部空間には、貯留部７１の周囲を取り囲むようにして液相ＰＬが形成されている。また、反応槽７０の内部空間は密閉空間である。

このように、反応槽７０の内部空間では、貯留部７１に貯留される第２の溶液Ｌ２が液相Ｐ２を形成し、その周囲に液相ＰＬが形成されている。図１３に示す反応生成物製造装置９においては、第１の端面Ｅ１と第２の端面Ｅ２との間に位置し、貯留部７１の底面に沿って水平方向に延在する部分の液相Ｐ２が、第１の物質Ｒ１と第２の物質Ｒ２とが反応する反応場である。よ

って、反応生成物製造装置９において、「液相Ｐ２内の第１の面」は、第１の物質Ｒ１と第２の物質Ｒ２とが反応する反応場の第１の端面Ｅ１である。そして、反応生成物製造装置９において、液相Ｐ２内の「第２の面」は、第１の物質Ｒ１と第２の物質Ｒ２とが反応する反応場の第２の端面Ｅ２である。

すなわち、反応生成物製造装置９においても、反応場の第１の端面Ｅ１が、当該反応場への給液部とする「液相Ｐ２内の第１の面」であり、反応場の第２の端面Ｅ２が、当該反応場からの排液部とする液相Ｐ２内の「第２の面」である。

[0079] 反応生成物製造装置９は、分離部７５をさらに有する。分離部７５は、反応槽７０の内部空間から排出される低誘電率液体ＬＬと第２の溶液Ｌ２とを反応槽７０の外部で分離する。

分離部７５の内部には、第１の分離相ＱＬと第２の分離相Ｑ２とが形成されている。第１の分離相ＱＬは、低誘電率液体ＬＬを含む。第２の分離相Ｑ２は、第２の溶液Ｌ２を含む。

[0080] 貯留部７１は、供給ライン７２と接続される。供給ライン７２は、貯留部７１に第２の溶液Ｌ２を供給するラインである。供給ライン７２には、循環ポンプＣ１が設けられている。これにより、供給ライン７２は第２の分離相Ｑ２から貯留部７１の底部に第２の溶液Ｌ２を供給できる。

[0081] 反応槽７０の底部は、排出ライン７３と接続される。排出ライン７３は、液相ＰＬから第２の溶液Ｌ２を低誘電率液体ＬＬとともに排出するラインである。排出ライン７３には、循環ポンプＣ２が設けられている。これにより、排出ライン７３は反応槽７０の底部から第２の分離相Ｑ２に第２の溶液Ｌ２を回収できる。

[0082] 反応生成物製造装置９においては、供給ライン７２を介して貯留部７１の底部の中心部分に第２の溶液Ｌ２が供給されている。貯留部７１の底部に供給された第２の溶液Ｌ２は、貯留部７１に示す矢印の向きに流れる。その後、界面Ｂの近傍の貯留部７１の端部から第２の溶液Ｌ２が溢れ出る。貯留部

７１から溢れ出た第２の溶液Ｌ２は、縮径部７０Ｂに沿って沈降し、反応生成物とともに反応槽７０の底部に集められる。反応槽７０の底部の近傍の第２の溶液Ｌ２は、反応生成物、低誘電率液体ＬＬとともに排出ライン７３によって回収される。

このようにして反応生成物製造装置９においては、液相ＰＬと液相Ｐ２との界面Ｂの近傍の第２の溶液Ｌ２に含まれる反応生成物が第２の物質Ｒ２に更新される。

[0083] 以上説明した第３の実施形態によっても、第１の実施形態と同様の作用効果が得られる。

また、反応槽７０の内部空間は密閉されているため、液相Ｐ２と反応槽７０の外部環境との相互作用を遮断でき、外気による影響を遮断できる。反応生成物製造装置９は上述した機構Ｘ１～Ｘ５を必要に応じて備えてもよい。

[0084] ＜用途＞

以上説明した反応生成物製造装置１～９によって製造可能な反応生成物は、特に限定されない。反応生成物の具体例としては、金属粒子、繊維粒子、樹脂粒子、有機結晶、半導体粒子、オリゴマー粒子、ポリマー粒子等の粒子；金属ナノ粒子、繊維ナノ粒子、樹脂ナノ粒子、有機ナノ結晶、半導体ナノ粒子、オリゴマーナノ粒子、ポリマーナノ粒子等のナノ粒子が例示される。

[0085] 第１の溶液Ｌ１及び第２の溶液Ｌ２は、特に限定されない。第１の溶液Ｌ１及び第２の溶液Ｌ２の溶媒の具体例は、水、エタノール、Ｎ，Ｎ－ジメチルホルムアミド（ＤＭＦ）、アセトン又はこれらの２種以上を含む混合物が例示される。第１の溶液Ｌ１及び第２の溶液Ｌ２は、水又は水と水溶性の溶媒（例えば、エタノール、ＤＭＦ、アセトン等）とを含む混合溶液が好ましい。また、第１の溶液Ｌ１の溶媒と第２の溶液Ｌ２の溶媒は同種であると好ましい。

[0086] 第１の物質Ｒ１及び第２の物質Ｒ２は、特に限定されない。第１の物質Ｒ１及び第２の物質Ｒ２の具体例としては、セルロース、グアーガム、カラギーナン、アラビアガム、キサンタンガム、キトサン等の天然多糖類もしくは

その誘導体(アセチルセルロース等)；ポリビニルアルコール、ポリビニルアルコール、ポリアクリルニトリル、ポリアクリル酸、ポリフッ化ビニリデン、ポリエチレンオキシド、ポリエステル；金属塩等：これらの２種類以上を含む混合物が例示される。

第１の物質Ｒ１及び第２の物質Ｒ２並びに第１の溶液Ｌ１及び第２の溶液Ｌ２は、反応生成物に応じて適宜選択できる。

第１の物質Ｒ１及び第２の物質Ｒ２の含有量は、特に限定されない。第１の物質Ｒ１及び第２の物質Ｒ２の含有量のそれぞれは、例えば、２～３０質量％とすることができ、５～２０質量％としてもよい。

[0087] 低誘電率液体ＬＬは、第１の溶液Ｌ１及び第２の溶液Ｌ２と相溶しない有機溶剤系を構成できる化合物が好ましく、非水溶性の有機溶媒がより好ましい。

そして、低誘電率液体ＬＬの比誘電率は、第１の溶液Ｌ１及び第２の溶液Ｌ２の比誘電率より低いことが好ましい。低誘電率液体ＬＬの比誘電率は、２５以下が好ましく、２０以下がより好ましく、１５以下がさらに好ましく、１０以下が特に好ましく、５以下が最も好ましい。

[0088] 低誘電率液体ＬＬの具体例としては、ヘキサン、ヘプタン、オクタン、ノナン、デカン、ドデカン等のノルマルパラフィン系炭化水素；イソオクタン、イソデカン、イソドデカン等のイソパラフィン系炭化水素；シクロヘキサン、シクロオクタン、シクロデカン、デカリン等のシクロパラフィン系炭化水素、流動パラフィン、ケロシン等の炭化水素系溶媒；ベンゼン、トルエン、キシレン等の芳香族系溶媒；クロロホルム、四塩化炭素等の塩素系溶媒；パーフルオロカーボン、パーフルオロポリエーテル、ハイドロフルオロエーテル等のフッ素系溶媒；１－ブタノール、１－ペンタノール、１－オクタノール等のアルコール系溶媒；並びにこれらの２種以上を含む混合物が例示される。

[0089] 市販のイソパラフィン系炭化水素の具体例としては、出光興産株式会社製のＩＰソルベント１０１６、ＩＰクリーンＬＸ(登録商標)、丸善石油化学株

式会社製のマルカゾールＲ、エクソンモービル社製のアイソパーＨ（登録商標）、アイソパーＥ（登録商標）、アイソパーＬ（登録商標）等が例示される。

[0090]（金属ナノ粒子の分散体の製造）

反応生成物が金属ナノ粒子の分散体である場合について説明する。

反応生成物が金属ナノ粒子である場合、第１の物質Ｒ１及び第２の物質Ｒ２として金属塩を選択する。金属塩の具体例としては、白金、金、銀、銅、錫、ニッケル、鉄、パラジウム、亜鉛、鉄、コバルト、タングステン、ルテニウム、インジウム、モリブテン等の一種もしくは複合系の塩；錯体化合物等：これらの２種以上を含む混合物が例示される。金属塩としては、硝酸塩、硫酸塩、塩化物等が例示される。

[0091] 第１の物質Ｒ１が金属塩である場合、ノズル１０から噴霧される液滴の表面張力を相対的に低くするために、第１の溶液Ｌ１がメタノール、エタノール、イソプロピルアルコール等の炭素数１～３の低級アルコール；アセトン、メチルエチルケトン等のケトン類；又はこれらの２種以上を含む混合物を含有していてもよい。また、第１の溶液Ｌ１中又は第２の溶液Ｌ２中における金属塩の含有量は、金属イオンの由来となる化合物の溶解度、金属ナノ粒子の分散体の使用目的等に対応して適宜調整可能である。例えば、この金属塩の含有量は、０．０１～５ｍｏｌ／Ｌの範囲が好ましい。

[0092] 反応生成物が金属ナノ粒子である場合、第１の物質Ｒ１及び第２の物質Ｒ２のうちいずれか一方が還元剤であることが好ましい。還元剤は、特に限定されず、金属イオンに合わせて適宜選択可能である。還元剤の具体例としては、ヒドロキシメタンスルフィン酸、チオグリコール酸、亜硫酸；もしくはこれらのナトリウム塩、カリウム塩、アンモニウム塩等の塩；アスコルビン酸、クエン酸、ハイドロサルファイトナトリウム、チオ尿素、ジチオスレイトール、ヒドラジン類、ホルムアルデヒド類、ホウ素ハイドライド；又はこれらの２種以上を含む混合物が例示される。

[0093] 金属ナノ粒子の分散体を製造する際、目的に応じて、添加剤を使用してもよい。添加剤としては、高分子樹脂分散剤、顔料、可塑剤、安定剤、酸化防

止剤等、これらの２種以上を含む混合物等が例示される。

金属ナノ粒子の分散体の製造において、必要に応じて、各種分離手法によって、添加剤等の任意成分を低減させることができる。必要に応じて、金属ナノ粒子の濃縮操作を実行してもよい。添加剤の低減及び副生成物の塩類を除去する方法としては、遠心分離、限外ろ過、イオン交換樹脂、膜等を用いる方法が例示される。金属ナノ粒子の分散体は、所定の濃度に希釈又は濃縮可能であり、使用用途に応じて濃度を調整してもよい。

[0094]（その他の粒子の分散体の製造）

反応生成物が繊維粒子、樹脂粒子、有機結晶、半導体粒子、オリゴマー粒子、ポリマー粒子、繊維ナノ粒子、樹脂ナノ粒子、有機ナノ結晶、半導体ナノ粒子、オリゴマーナノ粒子、ポリマーナノ粒子等のその他の粒子の分散体である場合について説明する。

[0095] ラジカル重合にて得られる重合体の分散体を製造する場合、第１の物質Ｒ１及び第２の物質Ｒ２のうち一方をモノマーとし、第１の物質Ｒ１及び第２の物質Ｒ２のうち他方を重合開始剤としてもよい。すなわち、第１の物質Ｒ１及び第２の物質Ｒ２のうち一方を重合体の原料とする。なお、第２の物質Ｒ２は、モノマーでも重合開始剤でもよいが、低誘電率液体ＬＬに溶解可能なものを選択する。

モノマーの具体例としては、アクリル酸、メタクリル酸及びそのエステル類、スチレン類等が例示される。そして、重合開始剤は、２，２’－アゾビスイソブチロニトリル、１，１’－アゾビス(シクロヘキサン－１－カルボニトリル)等のアゾ系開始剤、ジメチル－２，２’－アゾビスイソブチレート等のノンシアン系開始剤等が例示される。

酸化重合にて得られる重合体の分散体を製造する場合、第１の物質Ｒ１及び第２の物質Ｒ２のうち一方をモノマーとし、第１の物質Ｒ１及び第２の物質Ｒ２のうち他方を酸化剤とする。この場合、モノマーの具体例としては、ピロール類、チオフェン類等が例示される。そして、酸化剤の具体例としては、過酸化水素、過硫酸等が例示される。

[0096] その他の粒子の分散体を製造する場合、第１の物質Ｒ１及び第２の物質Ｒ２の含有量は、２～３０質量％以下の範囲とするとよい。さらに、第１の物質Ｒ１及び第２の物質Ｒ２の含有量は、５～２０質量％以下の範囲とすると好ましい。

[0097] （中和反応又はイオン交換反応を利用する析出物の分散体の製造）

第１の物質Ｒ１と第２の物質Ｒ２とを中和反応又はイオン交換反応させる場合、反応生成物を析出させて、析出物の分散体を製造できる。この場合、第２の物質Ｒ２は、第２の溶液Ｌ２に含まれていても、低誘電率液体ＬＬに含まれていてもよい。ただし、第２の物質Ｒ２は第２の溶液Ｌ２に含まれていることが好ましい。

[0098] 以上、本発明のいくつかの実施形態を説明したが、本発明はこれらの特定の実施の形態に限定されない。また、本発明は特許請求の範囲に記載された本発明の要旨の範囲内で、構成の付加、省略、置換及びその他の変更が加えられてよい。

[0099] 本発明の一態様は、下記＜１＞～＜１０＞に関すると言える。

＜１＞ 第１の物質と第２の物質とを反応させる反応生成物製造装置であって、

前記第１の物質を含む第１の溶液を噴出させるノズルと、

前記ノズルに対向して配置され、前記第２の物質を含む第２の溶液からなる液相Ｐ２と、

前記ノズルと前記液相Ｐ２の界面との間で電場を形成するための電極とを備え、

前記ノズルと前記電極の間に電位差を与えることで前記ノズルから静電噴霧された前記第１の溶液を含む微小液滴を、前記液相Ｐ２の界面に到達させて前記第１の物質と前記第２の物質とを混合せしめることで、前記第１の物質と前記第２の物質とを反応させる反応生成物製造装置であり、

前記液相Ｐ２内の第１の面を給液部とし、前記第１の面と対向する第２の面を排液部とし、

前記給液部である前記第１の面から前記排液部である第２の面への押し出し流れを形成させる、反応生成物製造装置。

＜２＞　前記第１の面と前記第２の面との間に位置する部分の前記液相Ｐ２が、前記第１の物質と前記第２の物質とが反応する反応場である、＜１＞の反応生成物製造装置。

＜３＞　前記第１の端面と前記第２の端面とが互いに平行な一対の面である、＜１＞又は＜２＞の反応生成物製造装置。

＜４＞　前記ノズルの噴出口と前記液相Ｐ２の間に低誘電率液体からなる液相ＰＬをさらに備える、＜１＞～＜３＞のいずれかの反応生成物製造装置。

＜５＞　前記液相Ｐ２を収容する容器である反応槽をさらに備える、＜４＞の反応生成物製造装置。

＜６＞　前記反応槽が前記液相Ｐ２と前記液相ＰＬとを相分離させた状態で、前記液相Ｐ２と前記液相ＰＬとを収容する、＜５＞の反応生成物製造装置。

＜７＞　前記反応槽が、前記第１の端面の上流側の前記液相Ｐ２に前記第２の溶液を供給する供給部と、前記第２の端面の下流側の前記液相Ｐ２から前記第２の溶液を排出する排出部と、を有する、＜５＞又は＜６＞の反応生成物製造装置。

＜８＞　前記液相ＰＬが前記反応槽の頂部側に配置され、前記液相Ｐ２が前記反応槽の底部側に配置されている、＜５＞～＜７＞のいずれかの反応生成物製造装置。

＜９＞　前記ノズルの噴出口が前記液相ＰＬに接するか又は前記液相ＰＬ中に配置される、＜４＞～＜８＞のいずれかの反応生成物製造装置。

＜１０＞　前記液相Ｐ２の前記給液部である前記第１の端面から、前記排液部である前記第２の端面に向けて、前記押し出し流れの方向を規制する整流仕切板を備える、＜１＞～＜９＞のいずれかの反応生成物製造装置。

＜１１＞　＜１＞～＜１０＞のいずれかの反応生成物製造装置を用いる、反応生成物製造方法。

[0100] 本発明の一態様は、下記≪１≫～≪５≫に関するとも言える。

≪１≫ 第１の物質を含む第１の溶液を噴出させるノズルと、

前記ノズルに対向して配置される第２の物質を含む第２の溶液からなる第２の液相と、

前記第２の液相に前記ノズルと前記第２の液相の界面との間で電場を形成するための電極とを備え、

前記ノズルと前記電極の間に電位差を与え帯電させることで前記第１の溶液を前記ノズルから静電噴霧させ微小液滴を前記第２の液相の界面に到達させて、前記第１の物質と前記第２の物質とを混合せしめることで、前記第１の物質と前記第２の物質とを反応させる反応生成物製造装置において、

前記第２の液相の一端面を給液部とし、対向する他端面を排液部とし、

前記給液部である一端面から前記排液部である他端面への押し出し流れを形成させることを特徴とする、反応生成物製造装置。

≪２≫ 前記ノズルの噴出口と前記第２の液相の間に低誘電率液体からなる液相をさらに備えることを特徴とする、≪１≫に記載の反応生成物製造装置。

≪３≫ 前記ノズルの噴出口が前記低誘電率液体からなる液相に接するか又は前記低誘電率液体からなる液相中に配置されることを特徴とする、≪２≫に記載の反応生成物製造装置。

≪４≫ 前記第２の液相の前記給液部の一端面から前記排液部の他端面に向けて押し出し流れを規制する整流仕切板を備えることを特徴とする≪１≫～≪３≫のいずれか一項に記載の反応生成物製造装置。

≪５≫ ≪１≫～≪１≫のいずれか一項に記載の反応生成物製造装置を用いることを特徴とする、反応生成物製造方法。

符号の説明

[0101] １０ ノズル

２０ 反応槽

３０ 電極

４０　電源

Ｂ　界面

Ｄ　微小液滴

Ｅ１　第１の面（反応場の第１の端面）

Ｅ２　第２の面（反応場の第２の端面）

ＬＬ　低誘電率液体

Ｌ１　第１の溶液

Ｌ２　第２の溶液

Ｐ２　第２の溶液からなる液相

ＰＬ　低誘電率液体からなる液相

Ｒ１　第１の物質

Ｒ２　第２の物質

請求の範囲

[請求項1] 第１の物質と第２の物質とを反応させる反応生成物製造装置であって、

前記第１の物質を含む第１の溶液を噴出させるノズルと、

前記ノズルに対向して配置され、前記第２の物質を含む第２の溶液からなる液相Ｐ２と、

前記ノズルと前記液相Ｐ２の界面との間で電場を形成するための電極とを備え、

前記ノズルと前記電極の間に電位差を与えることで前記ノズルから静電噴霧された前記第１の溶液を含む微小液滴を、前記液相Ｐ２の界面に到達させて前記第１の物質と前記第２の物質とを混合せしめることで、前記第１の物質と前記第２の物質とを反応させる反応生成物製造装置であり、

前記液相Ｐ２内の第１の面を給液部とし、前記第１の面と対向する第２の面を排液部とし、

前記給液部である前記第１の面から前記排液部である第２の面への押し出し流れを形成させる、反応生成物製造装置。

[請求項2] 前記第１の面と前記第２の面との間に位置する部分の前記液相Ｐ２が、前記第１の物質と前記第２の物質とが反応する反応場である、請求項１に記載の反応生成物製造装置。

[請求項3] 前記第１の面と前記第２の面とが互いに平行な一対の面である、請求項１又は２に記載の反応生成物製造装置。

[請求項4] 前記ノズルの噴出口と前記液相Ｐ２の間に低誘電率液体からなる液相ＰＬをさらに備える、請求項１～３のいずれか一項に記載の反応生成物製造装置。

[請求項5] 前記液相Ｐ２を収容する容器である反応槽をさらに備える、請求項４に記載の反応生成物製造装置。

[請求項6] 前記反応槽が前記液相Ｐ２と前記液相ＰＬとを相分離させた状態で

、前記液相Ｐ２と前記液相ＰＬとを収容する、請求項５に記載の反応生成物製造装置。

[請求項7] 前記反応槽が、前記第１の面の上流側の前記液相Ｐ２に前記第２の溶液を供給する供給部と、前記第２の面の下流側の前記液相Ｐ２から前記第２の溶液を排出する排出部と、を有する、請求項５又は６に記載の反応生成物製造装置。

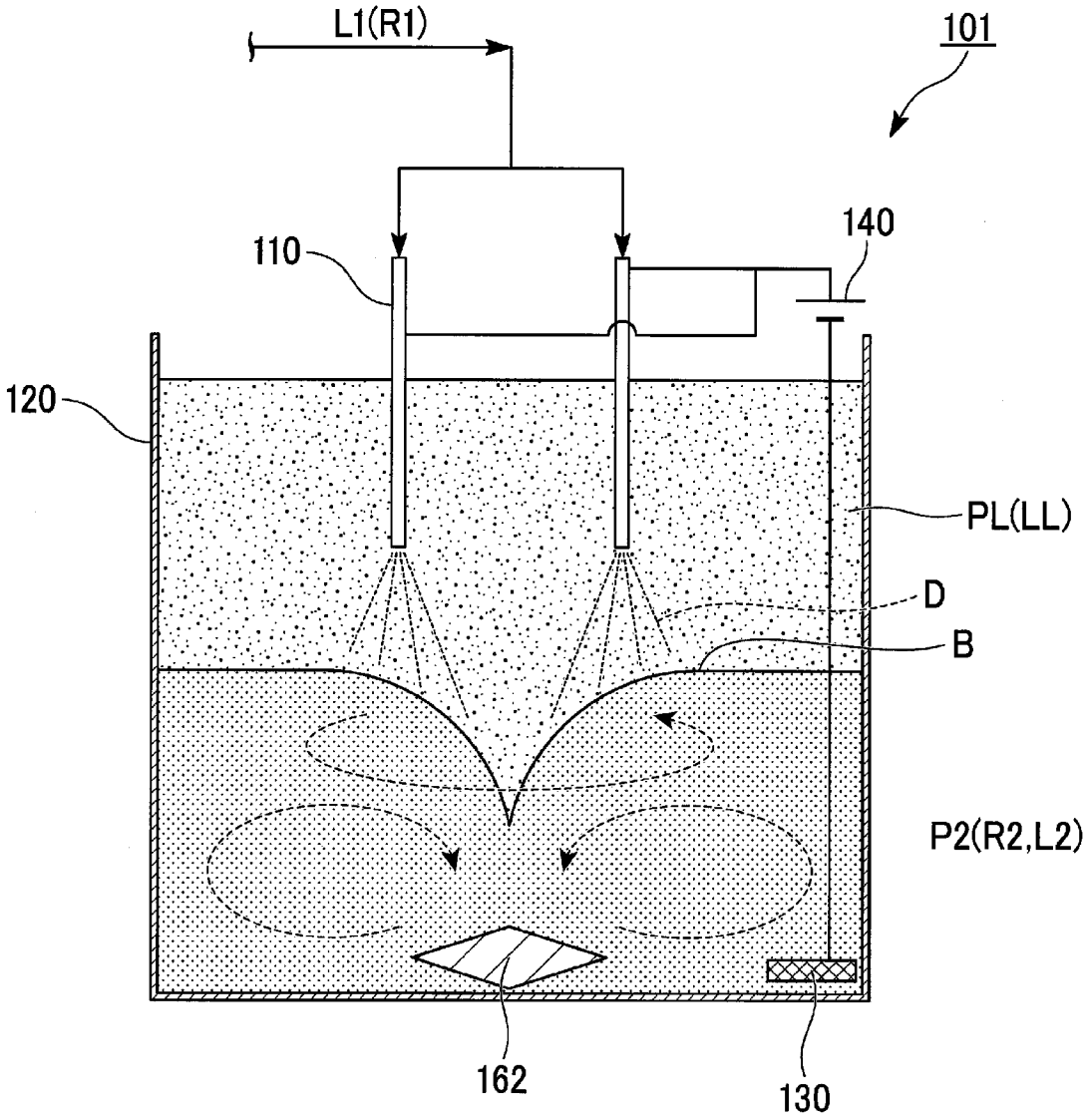
[請求項8] 前記液相ＰＬが前記反応槽の頂部側に配置され、前記液相Ｐ２が前記反応槽の底部側に配置されている、請求項５～７のいずれか一項に記載の反応生成物製造装置。

[請求項9] 前記ノズルの噴出口が前記液相ＰＬに接するか又は前記液相ＰＬ中に配置される、請求項４～８のいずれか一項に記載の反応生成物製造装置。

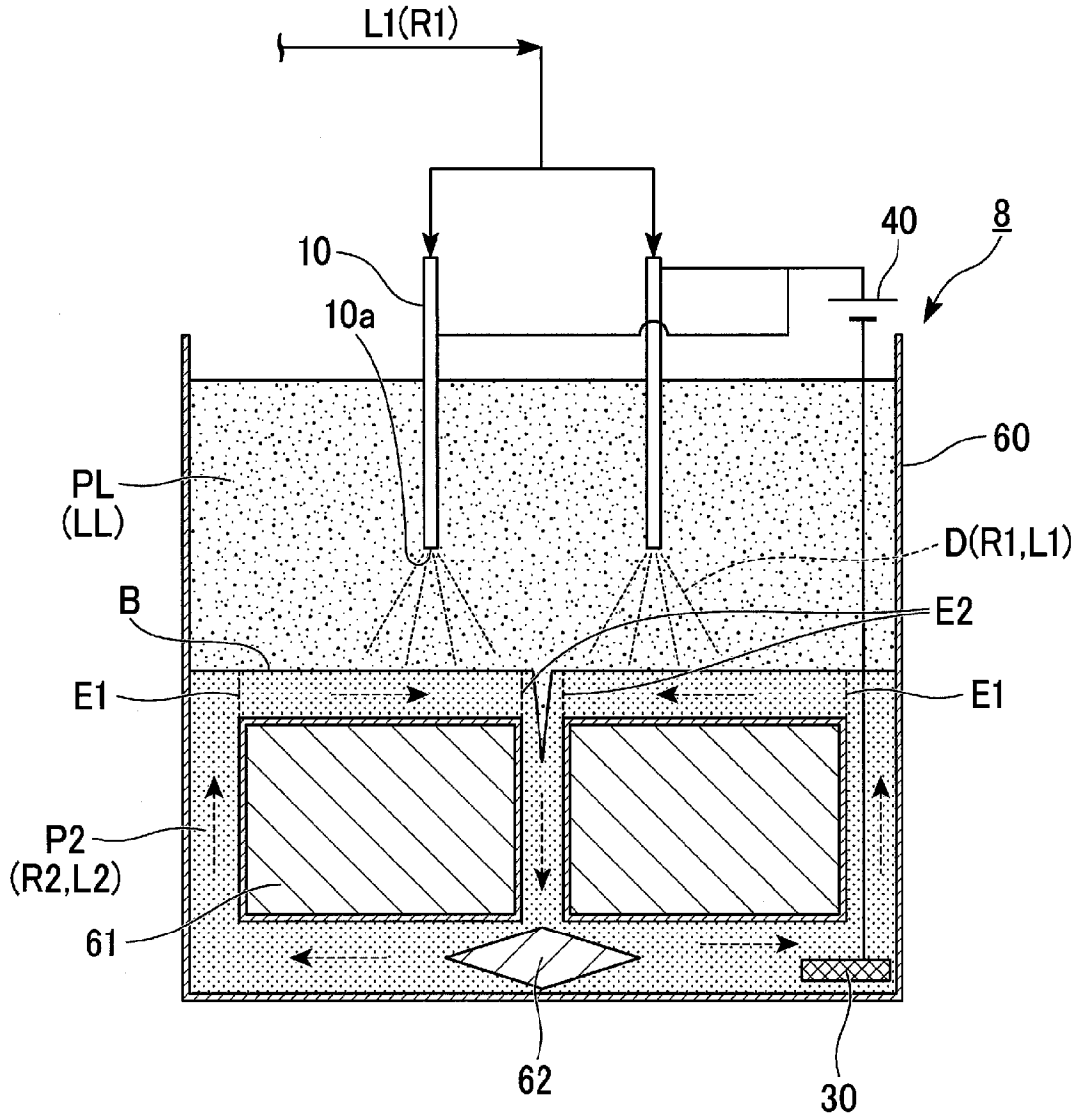
[請求項10] 前記液相Ｐ２の前記給液部である前記第１の面から、前記排液部である前記第２の面に向けて、前記押し出し流れの方向を規制する整流仕切板を備える、請求項１～９のいずれか一項に記載の反応生成物製造装置。

[請求項11] 請求項１～１０のいずれか一項に記載の反応生成物製造装置を用いる、反応生成物製造方法。

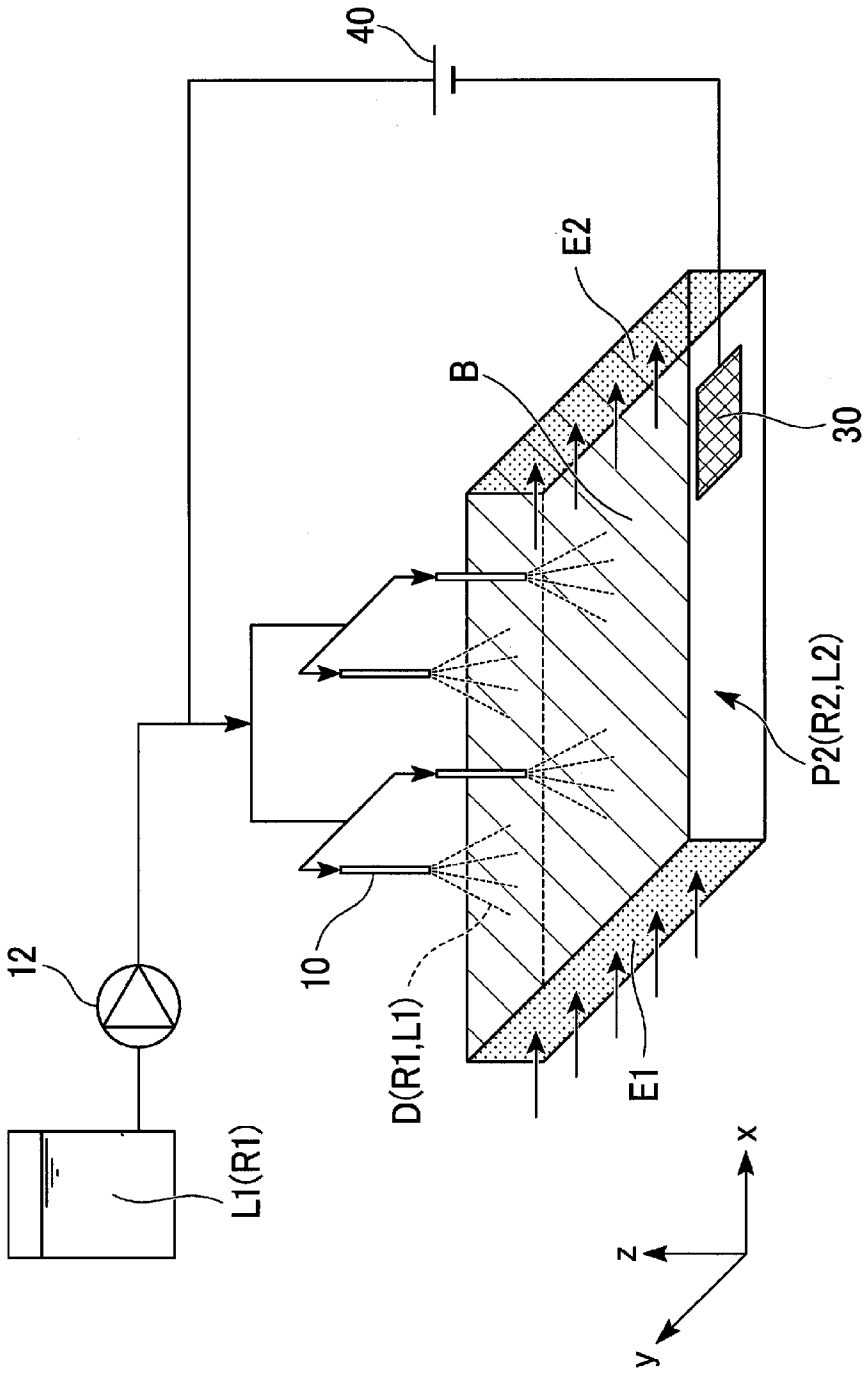
[図1]



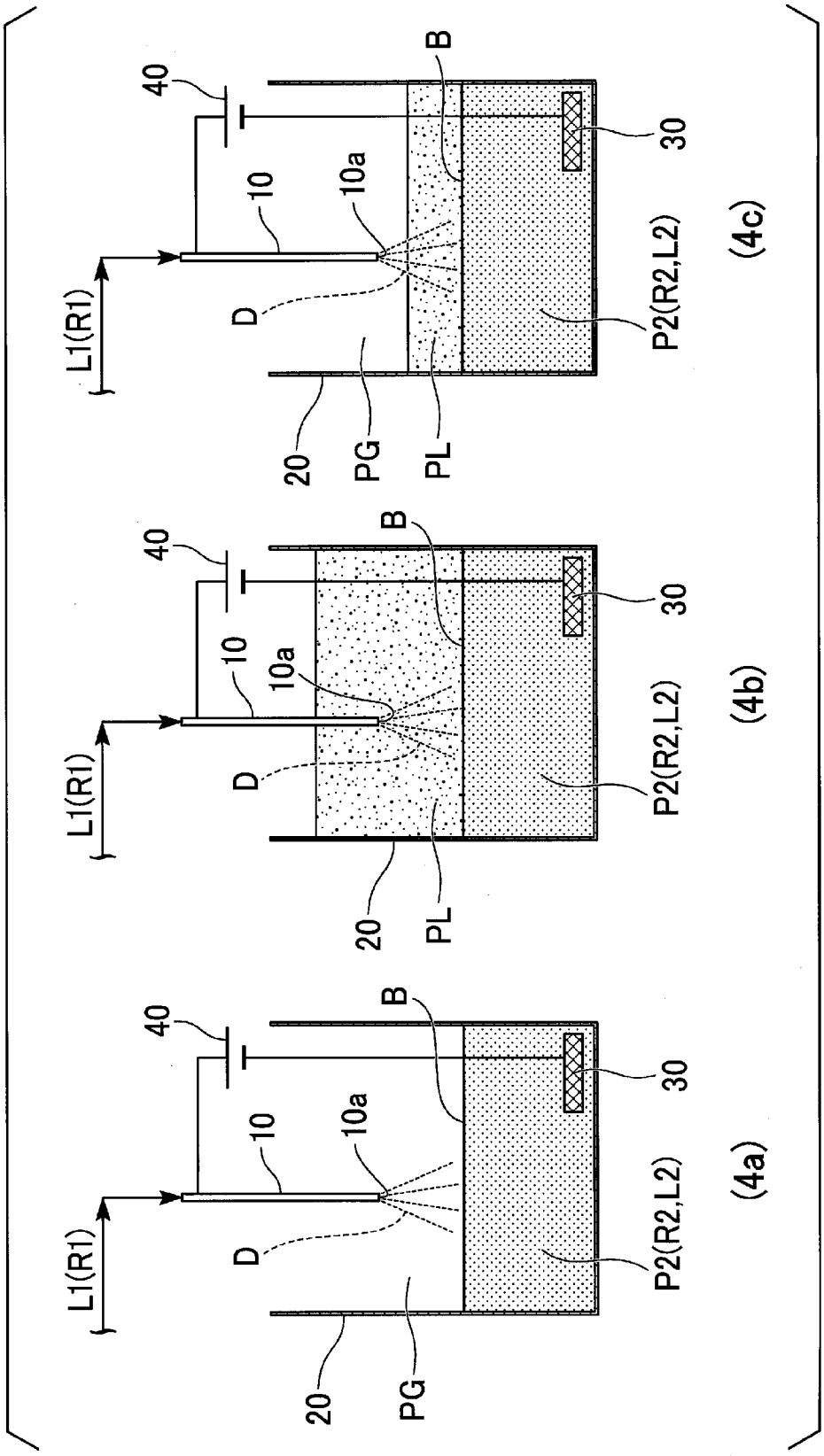
[図2]



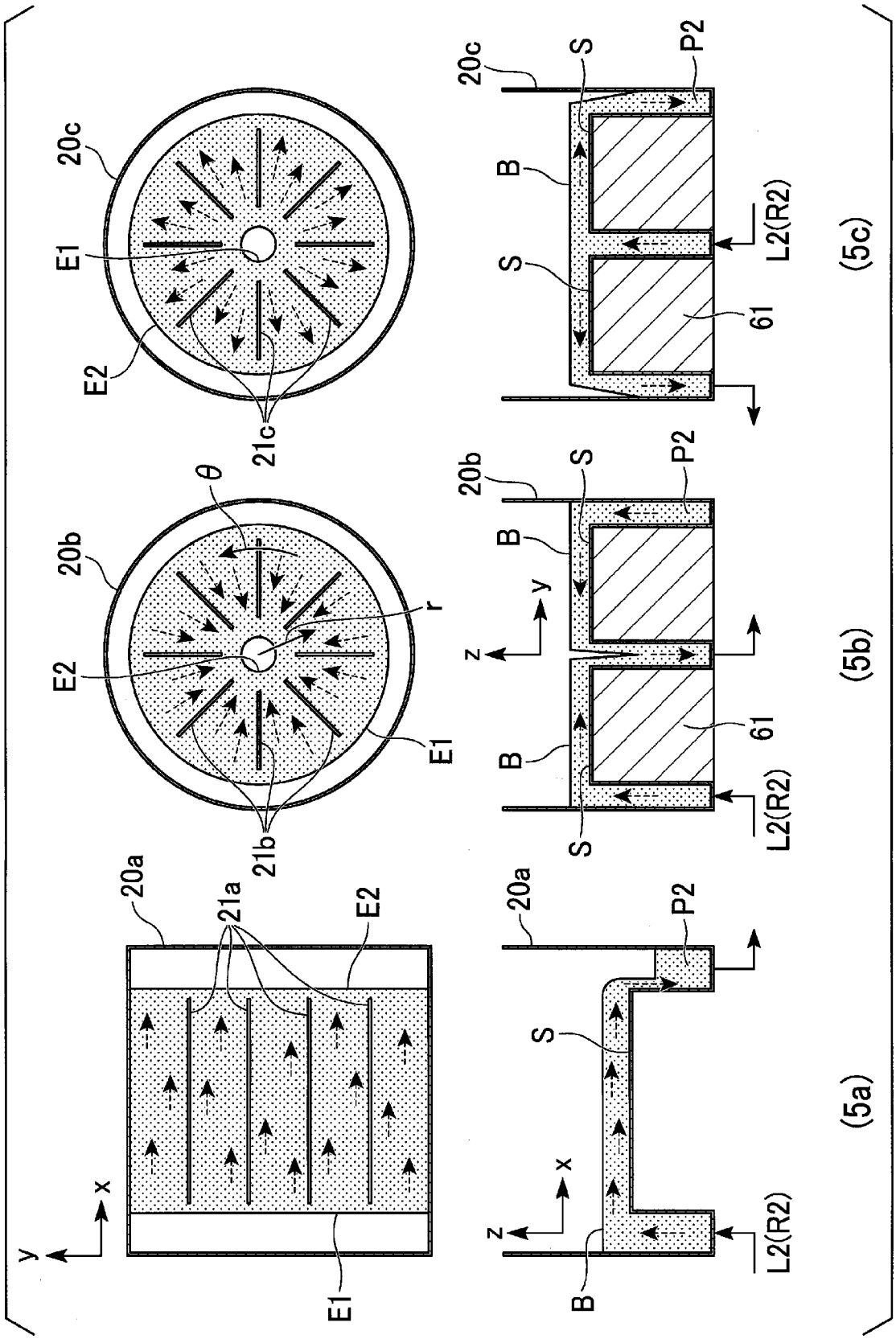
[図3]



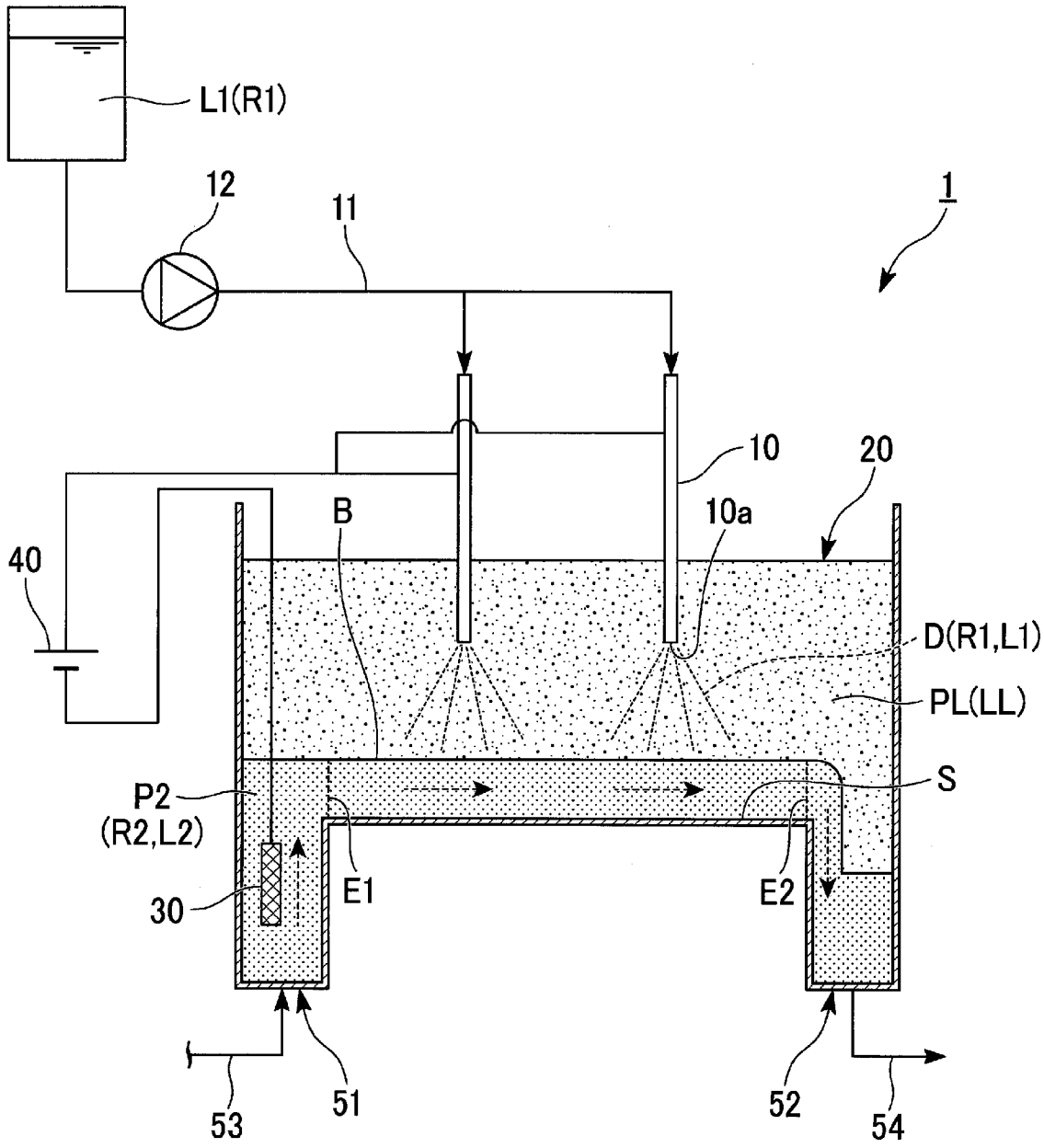
[図4]


40
B
30
10
10a
D
L1(R1)
P2(R2,L2)
20
PG
PL
(4c)
40
B
30
10
10a
D
L1(R1)
P2(R2,L2)
20
PL
(4b)
40
B
30
10
10a
D
L1(R1)
P2(R2,L2)
20
PG
(4a)

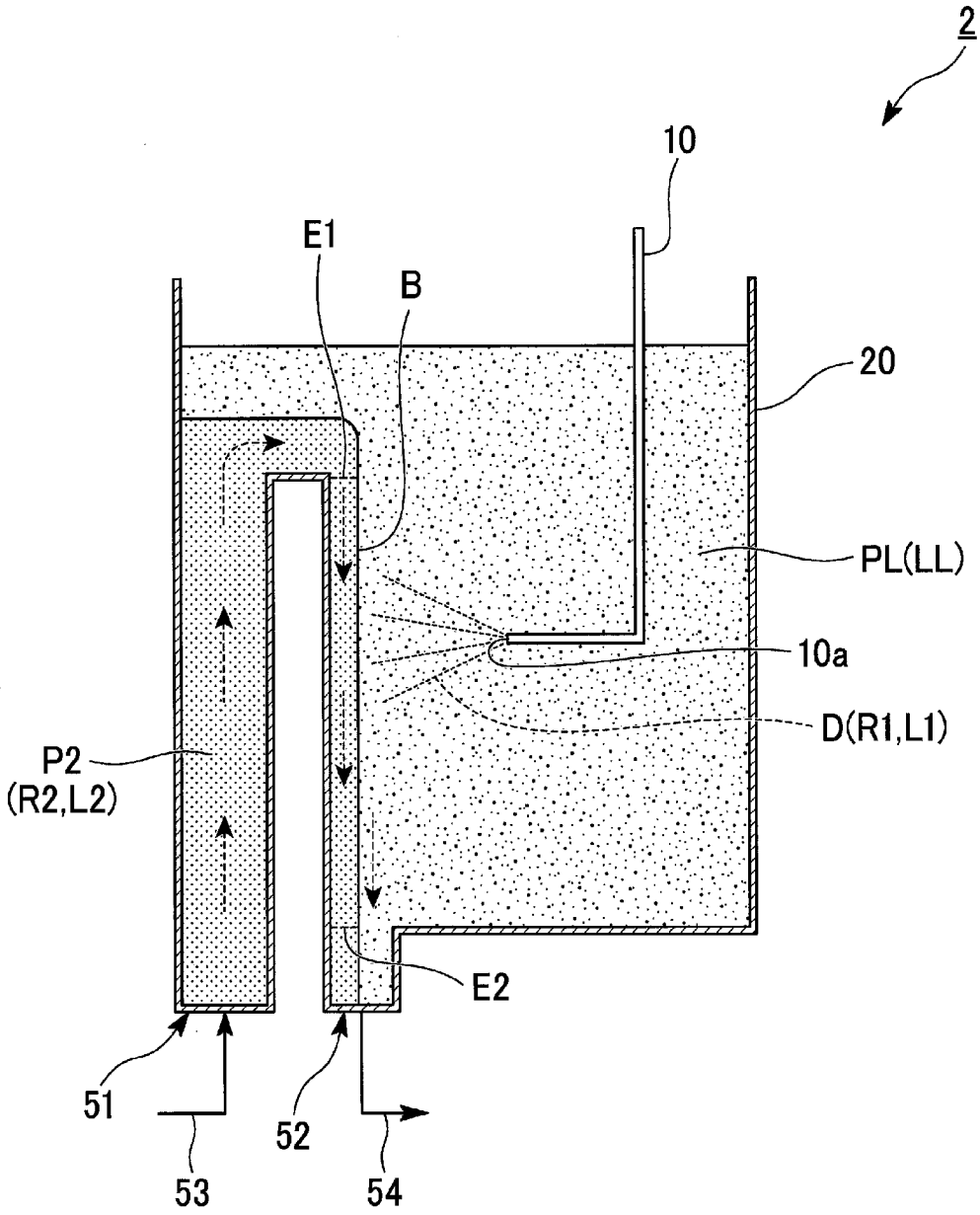
[図5]


20c
E1
E2
21c
20b
θ
r
E2
E1
21b
20a
21a
E2
E1
x
y
(5c)
20c
S
P2
B
S
L2(R2)
61
(5b)
20b
S
P2
B
y
z
B
61
S
L2(R2)
(5a)
20a
P2
S
x
z
B
L2(R2)

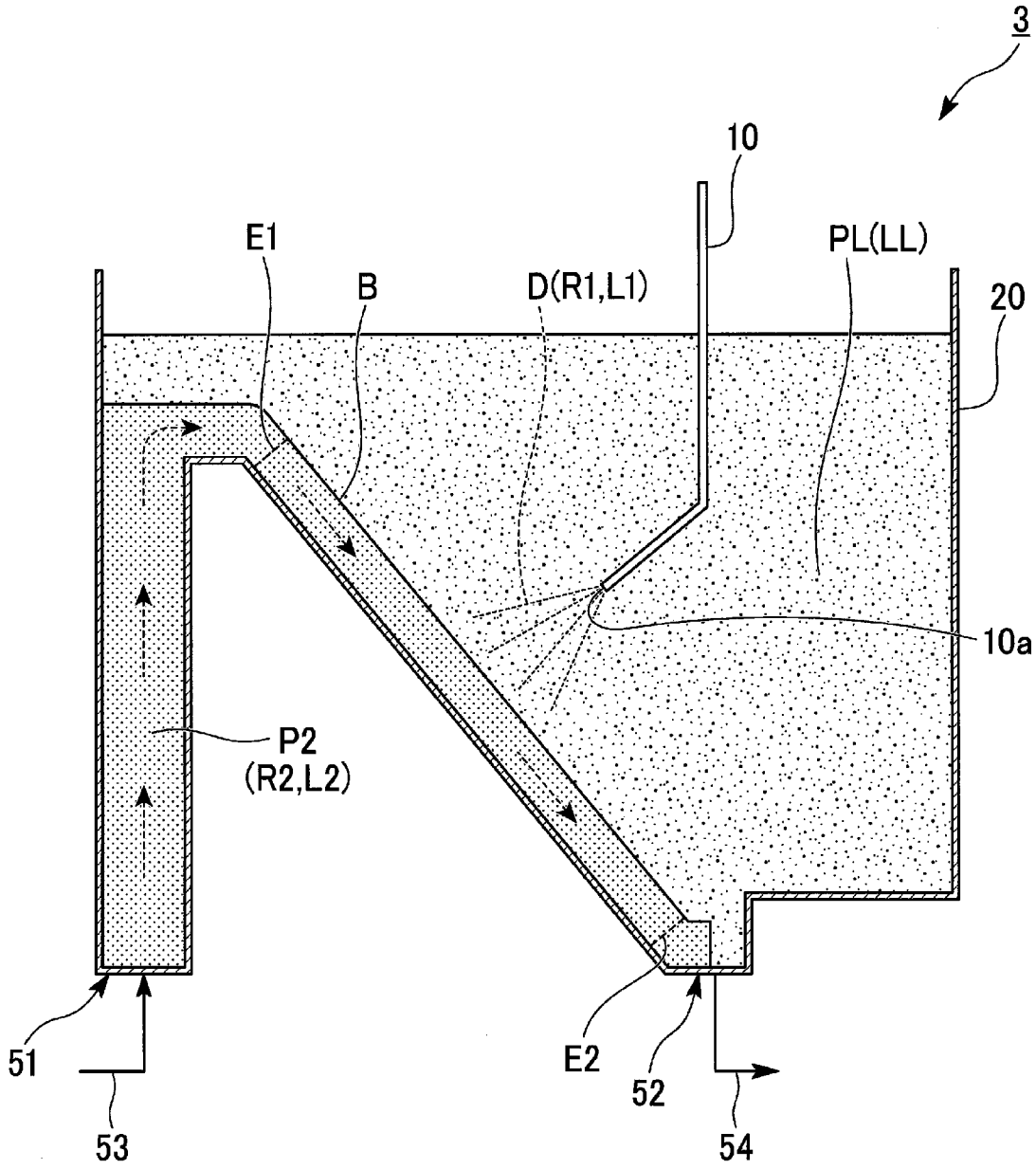
[図6]



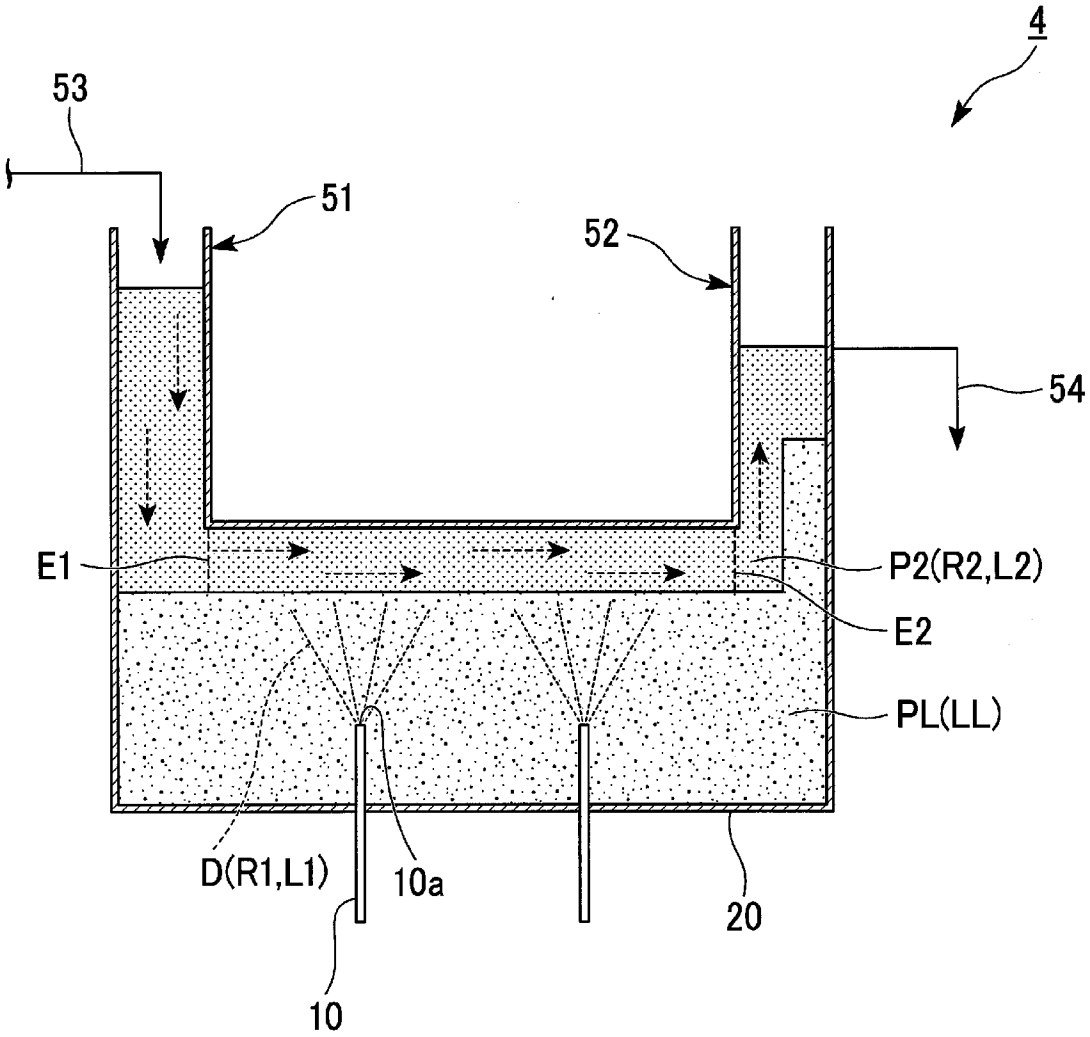
[図7]



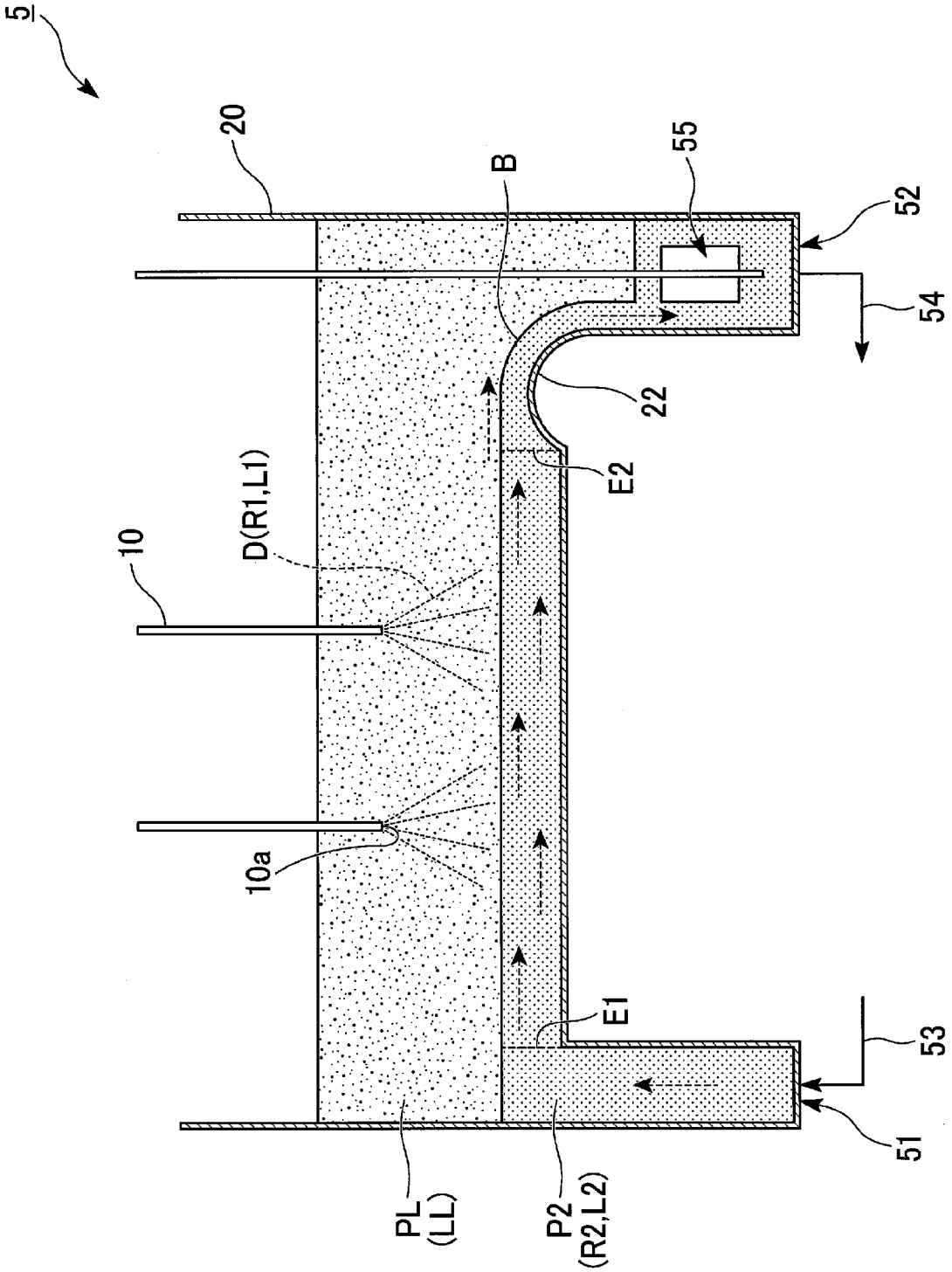
[図8]



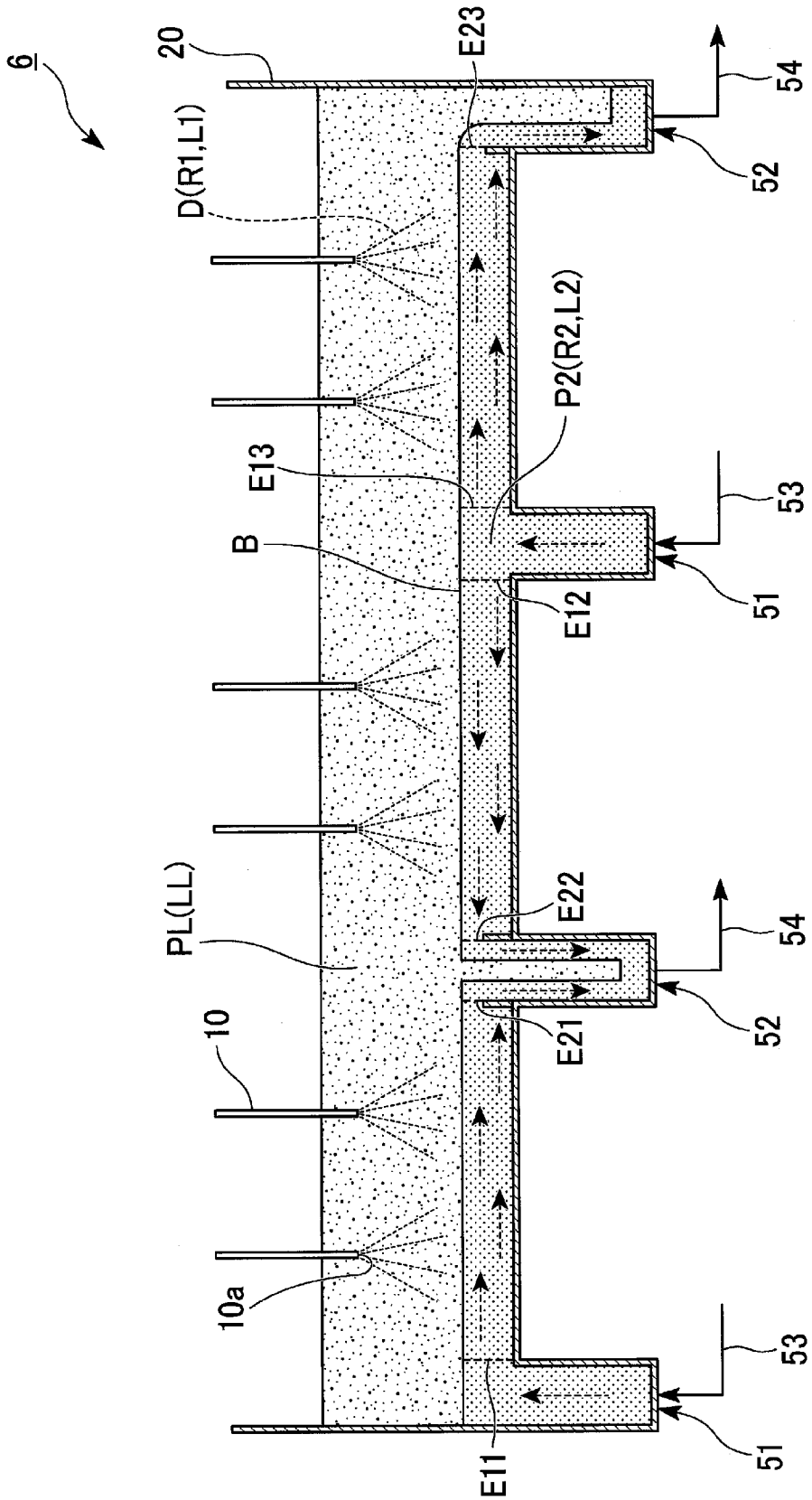
[図9]



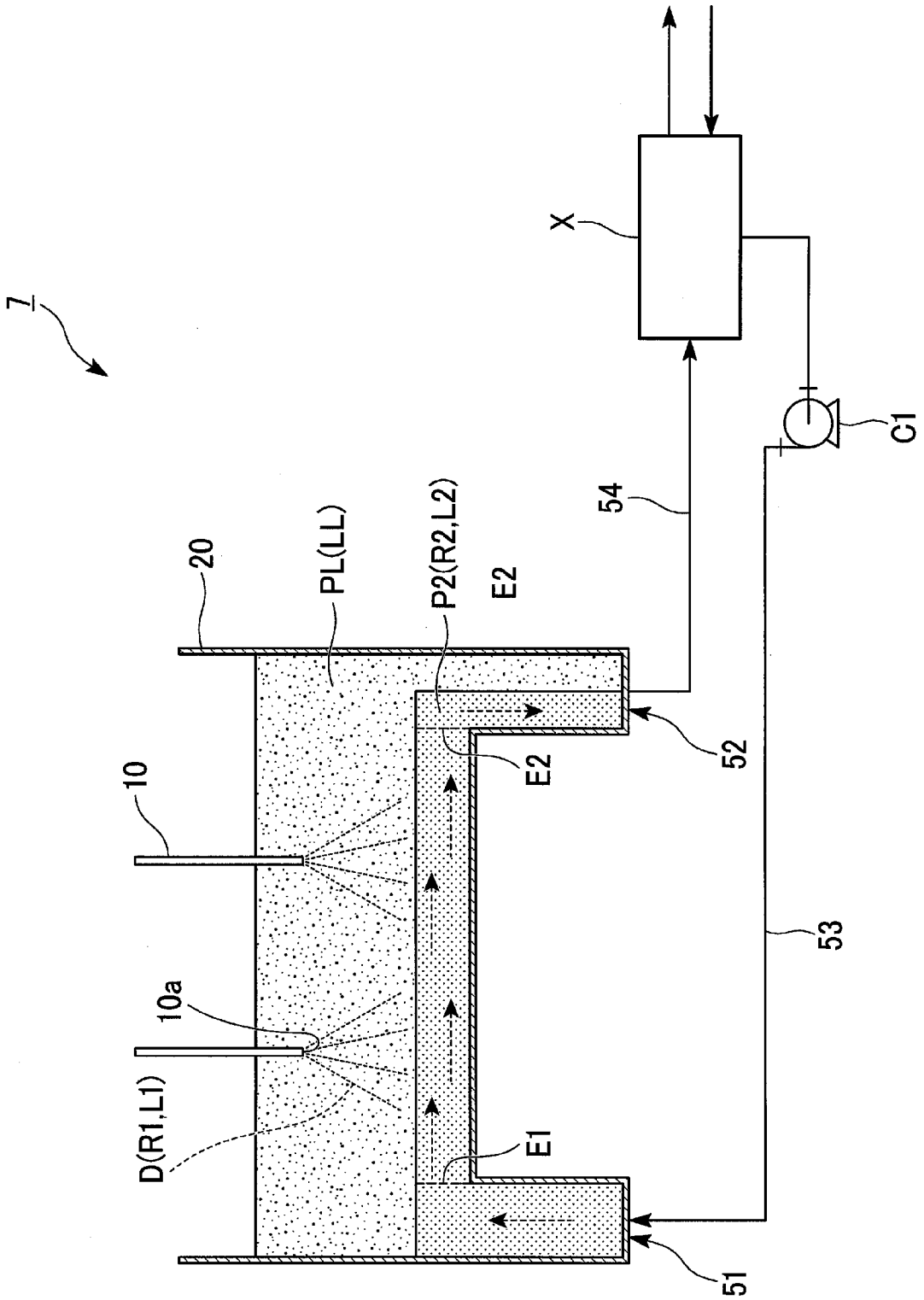
[図10]



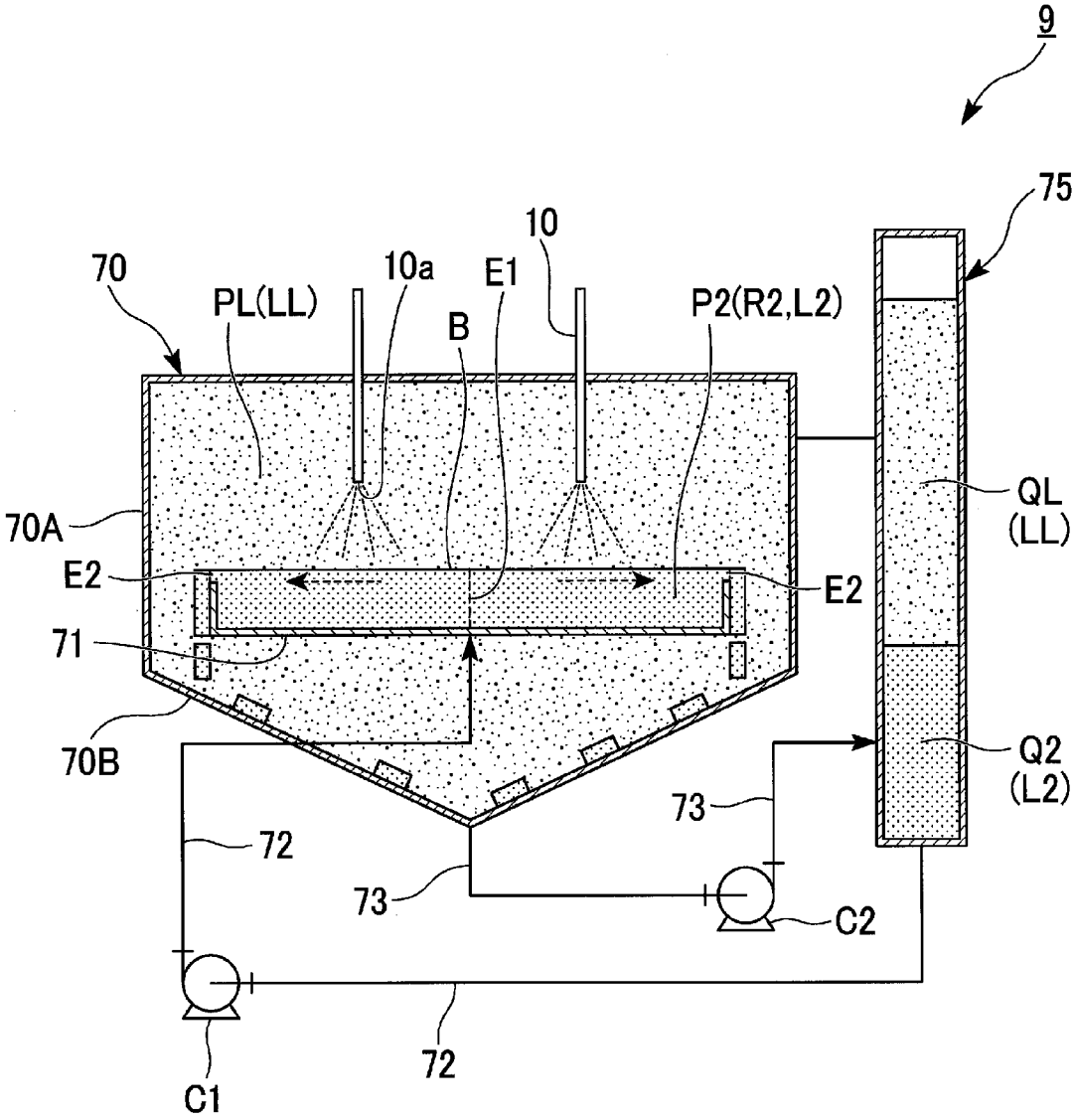
[図11]


6
20
E23
54
D(R1,L1)
52
P2(R2,L2)
E13
53
B
51
E12
PL(LL)
E22
54
10
52
E21
10a
53
51
E11

[図12]



[図13]


9
75
10
70
PL(LL)
10a
E1
B
P2(R2,L2)
70A
E2
E2
71
QL
(LL)
70B
Q2
(L2)
73
72
73
C2
C1
72

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2019/020386

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl. B01J14/00(2006.01)i, B01F13/08(2006.01)i, B01J19/08(2006.01)i, B05B5/00(2006.01)i, B22F9/24(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)
Int.Cl. B01J14/00, B01J19/00, B01J19/08, B01J2/00-2/30, B01F13/08, B05B5/00, B22F9/24, C08J3/00-3/28, C08/08F, C08G

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	1971-2019
Registered utility model specifications of Japan	1996-2019
Published registered utility model applications of Japan	1994-2019

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.
A	WO 2016/031695 A1 (NATIONAL INSTITUTE OF ADVANCED INDUSTRIAL SCIENCE AND TECHNOLOGY) 03 March 2016, paragraphs [0019]-[0065], fig. 1 & US 2018/0221843 A1, fig. 1, paragraphs [0029]-[0084] & EP 3195928 A1 & KR 10-2017-0065495 A & CN 107073432 A	1-11
A	WO 2018/043696 A1 (NATIONAL INSTITUTE OF ADVANCED INDUSTRIAL SCIENCE AND TECHNOLOGY) 08 March 2018, paragraphs [0050]-[0053], fig. 2 (Family: none)	1-11

☒ 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
02 August 2019 (02.08.2019)	13 August 2019 (13.08.2019)

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2019/020386

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2018-051526 A (NICCA CHEMICAL CO., LTD.) 05 April 2018, paragraphs [0034]-[0039], fig. 1 (Family: none)	1-11
A	JP 2003-315946 A (FUJI PHOTO FILM CO., LTD.) 06 November 2003, paragraphs [0028]-[0033], fig. 2 & US 2003/0224308 A1, fig. 2, paragraphs [0076]-[0081] & EP 1357423 A1 & EP 1698933 A1 & CN 1474231 A & CN 1915563 A	1-11
P, A	JP 2018-130659 A (NATIONAL INSTITUTE OF ADVANCED INDUSTRIAL SCIENCE AND TECHNOLOGY) 23 August 2018, paragraphs [0012]-[0040], fig. 1 (Family: none)	1-11
P, A	JP 2018-104751 A (NICCA CHEMICAL CO., LTD.) 05 July 2018, paragraphs [0014]-[0043], fig. 1 (Family: none)	1-11
P, A	WO 2018/139447 A1 (HITACHI CHEMICAL CO., LTD.) 02 August 2018, paragraphs [0053]-[0061], fig. 1 & TW 201834964 A	1-11

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１９／０２０３８６

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　B01J14/00(2006.01)i, B01F13/08(2006.01)i, B01J19/08(2006.01)i, B05B5/00(2006.01)i, B22F9/24(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.　B01J14/00, B01J19/00, B01J19/08, B01J2/00-2/30, B01F13/08, B05B5/00, B22F9/24, C08J3/00-3/28, C08F, C08G

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	１９７１－２０１９年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１９年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１９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
A	WO 2016/031695 A1 (国立研究開発法人産業技術総合研究所) 2016.03.03, [0019]－[0065], 図１ & US 2018/0221843 A1, FIG.1, [0029]-[0084] & EP 3195928 A1 & KR 10-2017-0065495 A & CN 107073432 A	1-11
A	WO 2018/043696 A1 (国立研究開発法人産業技術総合研究所) 2018.03.08, [0050]－[0053], 図２ （ファミリーなし）	1-11

☑　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	国際調査報告の発送日
０２．０８．２０１９	１３．０８．２０１９

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）　４Ｑ　３７０８
河野　隆一朗
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３４６８

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
A	JP 2018-051526 A (日華化学株式会社) 2018.04.05, [0034]－[0039], 図１ （ファミリーなし）	1-11
A	JP 2003-315946 A (富士写真フイルム株式会社) 2003.11.06, [0028]－[0033], 図２ & US 2003/0224308 A1, FIG.2, [0076]-[0081] & EP 1357423 A1 & EP 1698933 A1 & CN 1474231 A & CN 1915563 A	1-11
P, A	JP 2018-130659 A (国立研究開発法人産業技術総合研究所) 2018.08.23, [0012]－[0040], 図１ （ファミリーなし）	1-11
P, A	JP 2018-104751 A (日華化学株式会社) 2018.07.05, [0014]－[0043], 図１ （ファミリーなし）	1-11
P, A	WO 2018/139447 A1 (日立化成株式会社) 2018.08.02, [0053]－[0061], 図１ & TW 201834964 A	1-11