(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
2021年11月11日(11.11.2021)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2021/224980 A1

(51) 国際特許分類:
B01J 19/00 (2006.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2020/018630

(22) 国際出願日： 2020年5月8日(08.05.2020)

(25) 国際出願の言語： 日本語

(26) 国際公開の言語： 日本語

(71) 出願人: 日本碍子株式会社(**NGK INSULATORS, LTD.**) [JP/JP]; 〒4678530 愛知県名古屋市瑞穂区須田町２番５６号 Aichi (JP).

(72) 発明者: 横 山 貴 士 (**YOKOYAMA Takashi**); 〒4678530 愛知県名古屋市瑞穂区須田町２番５６号 日本碍子株式会社内 Aichi (JP).

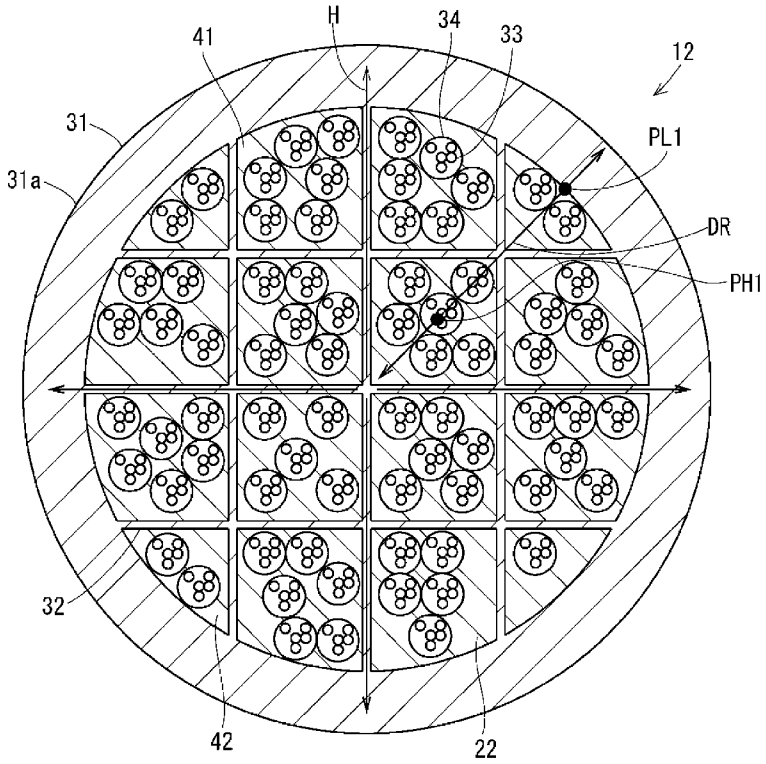
(74) 代理人: 吉竹 英俊, 外(**YOSHITAKE Hidetoshi** et al.); 〒5400001 大阪府大阪市中央区城見１丁目４番７０号住友生命ＯＢＰプラザビル１０階 Osaka (JP).

(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,

WO 2021/224980 A1

(54) **Title:** COLUMN FOR FLOW SYNTHESIS AND FLOW SYNTHESIS METHOD

(54) 発明の名称： フロー合成用カラム及びフロー合成装置



(57) **Abstract:** Provided is a column for flow synthesis with which the temperature distribution in the radial direction of an in-cylinder space can be made uniform. The column for flow synthesis is provided with a cylinder, a wall, and a catalyst. The cylinder has an in-cylinder space. The wall divides the in-cylinder space into a plurality of cells extending in the axial direction of the cylinder. The catalyst is exposed in the inside of each of the plurality of cells.

［続葉有］

ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, 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))

(57) 要約:径方向について筒内空間の温度の分布を均一にすることができるフロー合成用カラムを提供する。フロー合成用カラムは、筒、壁及び触媒を備える。筒は、筒内空間を有する。壁は、筒内空間を筒の軸方向に伸びる複数のセルに区画する。触媒は、複数のセルの各々の内部に露出する。

明　細　書

発明の名称 ： フロー合成用カラム及びフロー合成装置

技術分野

[0001] 本発明は、フロー合成用カラム及びフロー合成装置に関する。

背景技術

[0002] 複数の反応物から生成物を合成する方法は、バッチ合成により合成する方法及びフロー合成により合成する方法に大別される。

[0003] バッチ合成により複数の反応物から生成物が合成される際には、複数の反応物を含む液体、及び触媒が反応釜に入れられる。複数の反応物は、反応釜の内部で反応させられる。これにより、生成物が生成し、多くの場合は、副生成物も生成する。複数の反応物が反応させられる際には、多くの場合は、反応釜に蒸気、冷水又は冷媒が通されて液体が加熱又は冷却される。また、複数の反応物が触媒に接触させられる。生成物、副生成物及び触媒を含む液体は、反応釜から出される。生成物、副生成物及び触媒は、濾過、単離等により分離される。これにより、目的とする生成物が得られる。分離された触媒は、多くの場合は、廃棄される。

[0004] フロー合成により複数の反応物から生成物が合成される際には、複数の反応物を含む液体がフロー合成用カラムに流入させられる。複数の反応物は、フロー合成用カラムの内部で反応させられる。これにより、生成物が生成し、多くの場合は、副生成物も生成する。複数の反応物が反応させられる際には、多くの場合は、フロー合成用カラムの外周面が加熱又は冷却されて液体が加熱又は冷却される。また、複数の反応物がフロー合成用カラムに備えられる担体に担持される触媒に接触させられる。生成物及び副生成物を含む液体は、フロー合成用カラムから流出させられる。生成物及び副生成物は、濾過、単離等により分離される。これにより、目的とする生成物が得られる。

[0005] フロー合成は、バッチ合成と比較して、触媒を分離するプロセスを省略することができるという利点を有する。また、フロー合成は、バッチ合成と比

較して、触媒の廃棄を抑制することができるという利点を有する。また、フロー合成は、バッチ合成と比較して、生成物を連続的に生成させることができるという利点を有する。また、フロー合成は、バッチ合成と比較して、液体を加熱又は冷却するエネルギーのコストを抑制することができるという利点を有する。

[0006] 特許文献１は、連続的フロー多段階合成装置を開示する（段落００２９）。連続的フロー多段階合成装置は、固相担体を充填したカラムを備える（段落００２９）。カラムは、恒温槽により温度調整ができる（段落００２５）。

先行技術文献

特許文献

[0007] 特許文献1：特開２０１５－１７２０２５号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0008] フロー合成用カラムにおいては、その径方向の熱の伝達は、担体間の熱の伝達及び液体による熱の伝達に依存する。しかし、多くの場合は、担体間の熱の伝達及び液体による熱の伝熱は、十分でない。このため、フロー合成用カラムにおいては、その径方向についてその筒内空間の温度の分布を均一にすることが困難である。例えば、複数の反応物から生成物を合成する反応が発熱反応である場合及びフロー合成用カラムの外周面が冷却される場合は、筒内空間の径方向中心部の温度が相対的に高くなり、筒内空間の径方向周辺部の温度が相対的に低くなる。逆に、複数の反応物から生成物を合成する反応が吸熱反応である場合及びフロー合成用カラムの外周面が加熱される場合は、筒内空間の径方向中心部の温度が相対的に低くなり、筒内空間の径方向周辺部の温度が相対的に高くなる。そして、フロー合成用カラムの径方向について筒内空間の温度の分布を均一にすることができない場合は、生成物の収率が低下し、副生成物の生成量が増加する。

[0009] 本発明は、この問題に鑑みてなされた。本発明は、径方向について筒内空間の温度の分布を均一にすることができるフロー合成用カラムを提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0010] 本発明は、フロー合成用カラムに関する。

[0011] フロー合成用カラムは、筒、壁及び触媒を備える。

[0012] 筒は、筒内空間を有する。

[0013] 壁は、筒内空間を筒の軸方向に伸びる複数のセルに区画する。

[0014] 触媒は、複数のセルの各々の内部に露出する。

[0015] 本発明は、当該フロー合成用カラムを備えるフロー合成装置にも向けられる。

発明の効果

[0016] 本発明によれば、壁により液体とフロー合成用カラムとの間の熱交換面積が広くなる。このため、壁を経由して径方向に効率よく熱を伝達することができる。

[0017] これにより、径方向について筒内空間の温度の分布を均一にすることができる。これにより、径方向について筒内空間における化学反応の反応速度の分布を均一にすることができる。

[0018] また、筒内空間の温度を化学反応に適した温度に近づけることができる。これにより、筒内空間における化学反応の反応速度を速くすることができる。

[0019] したがって、生成物の収率を高くすることができる。また、副生成物の生成量を抑制することができる。

[0020] この発明の目的、特徴、局面及び利点は、以下の詳細な説明と添付図面とによって、より明白となる。

図面の簡単な説明

[0021] [図1]第１実施形態のフロー合成装置を模式的に図示する図である。

[図2]第１実施形態のフロー合成用カラムを模式的に図示する斜視図である。

[図3]第１実施形態のフロー合成用カラムを模式的に図示する横断面図である。

[図4]第１実施形態のフロー合成用カラムを模式的に図示する縦断面図である。

[図5]第１実施形態のフロー合成用カラムにおける、流入口からの距離による原料Ａ、原料Ｂ、原料Ｃ及び生成物の濃度の変化を示すグラフである。

[図6]第１実施形態の第１変形例のフロー合成用カラムを模式的に図示する縦断面図である。

[図7]第１実施形態の第２変形例のフロー合成用カラムを模式的に図示する横断面図である。

[図8]第１実施形態の第３変形例のフロー合成用カラムを模式的に図示する横断面図である。

[図9]第１実施形態の第４変形例のフロー合成用カラムを模式的に図示する横断面図である。

[図10]比較例１のフロー合成用カラムを模式的に図示する横断面図である。

[図11]実施例１及び２のシミュレーションに用いたモデルを模式的に説明する図である。

発明を実施するための形態

[0022] １　第１実施形態

１．１　フロー合成装置

図１は、第１実施形態のフロー合成装置を模式的に図示する図である。

[0023] 図１に図示されるように、第１実施形態のフロー合成装置１は、ミキサー１１、フロー合成用カラム１２及び温度調節器１３を備える。

[0024] ミキサー１１は、複数の反応物２１を混合して複数の反応物２１を含む液体２２を生成する。また、ミキサー１１は、生成した液体２２をフロー合成用カラム１２に流入させる。第１実施形態においては、複数の反応物２１は、３種類の原料Ａ，Ｂ及びＣである。複数の反応物２１が、２種類の原料又は４種類以上の原料であってもよい。液体２２が、複数の反応物２１以外の

物質を含んでもよい。例えば、液体２２が、溶媒を含んでもよい。

[0025] フロー合成用カラム１２は、流入させられた液体２２に含まれる複数の反応物２１を互いに反応させて生成物２３を合成する。フロー合成用カラム１２は、合成された生成物２３を含む液体を流出させる。

[0026] 温度調節器１３は、フロー合成用カラム１２の温度を調節する。これにより、フロー合成用カラム１２に流入させられた液体２２の温度が、複数の反応物２１を反応させて生成物２３を合成する化学反応に適した温度に調節される。温度調節器１３は、フロー合成用カラム１２を加熱するヒータ及びフロー合成用カラム１２を冷却するクーラーの少なくとも一方の機能を有する。ヒータは、電気加熱を行う電気抵抗ヒータ、蒸気、油等の熱媒を循環させて加熱を行う熱媒ヒータ等である。クーラーは、ペルチエ効果を利用して電子冷却を行う電子冷却クーラー、冷水又は冷媒を循環させて冷却を行うクーラー等である。

[0027] １．２ フロー合成用カラム

図２は、第１実施形態のフロー合成用カラムを模式的に図示する斜視図である。図３は、第１実施形態のフロー合成用カラムを模式的に図示する横断面図である。図４は、第１実施形態のフロー合成用カラムを模式的に図示する縦断面図である。

[0028] 図２、図３及び図４に図示されるように、フロー合成用カラム１２は、筒３１を備える。図３及び図４に図示されるように、筒３１は、筒内空間４１を有する。第１実施形態においては、筒３１は、円筒である。また、筒内空間４１は、円筒内空間である。筒３１が、円筒以外の筒であってもよい。また、筒内空間４１が、円筒内空間以外の筒内空間であってもよい。例えば、筒３１が、角筒であってもよい。また、筒内空間４１が、角筒内空間であってもよい。筒３１の外周面３１ａの温度は、温度調節器１３により調整される。

[0029] 図３及び図４に図示されるように、フロー合成用カラム１２は、壁３２を備える。

[0030] 壁３２は、筒内空間４１を複数のセル４２に区画する。複数のセル４２は、筒３１の軸方向ＤＺに伸びる。複数のセル４２は、軸方向ＤＺと垂直をなす方向に配列される。複数のセル４２は、望ましくは、均一に配置される。これにより、液体２２が複数のセル４２の各々に流された場合に液体２２の流れが阻害されることを抑制することができる。これにより、液体２２が複数のセル４２の各々に流された際の圧力損失を減らすことができる。第１実施形態においては、壁３２は、筒内空間４１を格子状に区画する。壁３２が、筒内空間４１を非格子状に区画してもよい。例えば、壁３２が、筒内空間４１をハニカム状に区画してもよい。壁３２は、筒３１から連続している。

[0031] 図３及び図４に図示されるように、フロー合成用カラム１２は、触媒３３及び担体３４を備える。

[0032] 触媒３３は、複数のセル４２の各々の内部に露出する。触媒３３は、複数の反応物２１を反応させて生成物２３を合成する化学反応の反応速度を速くする触媒である。第１実施形態においては、触媒３３は、複数のセル４２の各々の内部において担体３４の表面に担持される。

[0033] 担体３４は、複数のセル４２の各々の内部に配置される。担体３４は、触媒３３を担持する。担体３４は、球状の形状を有する。担体３４は、シリカ、ポリマー、アルミナ等からなる。

[0034] 液体２２は、筒内空間４１の一端である流入口に流入させられる。流入させられた液体２２は、筒内空間４１に流される。流された液体２２は、筒内空間４１の他端である流出口から流出させられる。液体２２は、筒内空間４１に流される際に、複数のセル４２の各々に流される。これにより、液体２２は、複数のセル４２の各々の内部に配置される触媒３３に接触する。これより、上述した化学反応の反応速度が速くなる。

[0035] １．３　壁により筒内空間を区画することの利点

壁３２により筒内空間４１が区画された場合は、液体２２とフロー合成用カラム１２との間の熱交換面積が広くなる。このため、壁３２を経由して筒３１の径方向ＤＲに効率よく熱Ｈを伝達することができる。例えば、上述し

た化学反応が発熱反応である場合及び温度調節器１３が筒３１の外周面３１ａを冷却する場合は、筒内空間４１の径方向中心部から筒内空間４１の径方向周辺部へ向かって効率よく熱Ｈを伝達することができる。また、上述した化学反応が吸熱反応である場合及び温度調節器１３が筒３１の外周面３１ａを加熱する場合は、筒内空間４１の径方向周辺部から筒内空間４１の径方向中心部へ向かって効率よく熱Ｈを伝達することができる。したがって、壁３２を良好な均熱化構造として機能させることができ、フロー合成用カラム１２を良好な熱交換体として機能させることができる。

[0036] これにより、径方向ＤＲについて筒内空間４１の温度の分布を均一にすることができる。これにより、径方向ＤＲについて筒内空間４１における化学反応の反応速度の分布を均一にすることができる。

[0037] また、筒内空間４１の温度を上述した化学反応に適した温度に近づけることができる。これにより、上述した化学反応の反応速度を速くすることができる。

[0038] したがって、生成物２３の収率を高くすることができる。また、副生成物の生成量を抑制することができる。

[0039] 壁３２は、この利点を発揮するのに適した物性値及び機械的特性を有する。壁３２は、物性値の観点からは、望ましくは、高い熱伝達率及び低い比熱を有する材料からなる。また、壁３２は、機械的特性の観点からは、液体２２の流れを阻害せず、液体２２が複数のセル４２の各々を流れる際の圧力損失を増やさず、広い熱交換面積を有する構造を有し、高い耐食性を有する材料からなる。壁３２は、例えば、セラミックスからなる。セラミックスは、炭化ケイ素、アルミナ、窒化アルミニウム等である。

[0040] １．４ 触媒を担持する担体をセルの内部に配置することの利点

担体３４が複数のセル４２の各々の内部に配置された場合は、液体２２が担体３４に当たって液体２２の流れが遅くなる。このため、複数の反応物２１と触媒３３との接触時間を長くすることができる。これにより、上述した化学反応をより進行させることができる。

[0041] また、担体３４が複数のセル４２の各々の内部に配置された場合は、液体２２が担体３４の間を流れて液体２２の流れが乱れる。このため、複数の反応物２１と触媒３３との接触機会を増やすことができる。これにより、上述した化学反応をより進行させることができる。

[0042] また、触媒３３を担持する担体３４が複数のセル４２の各々の内部に配置された場合は、触媒３３の比表面積が広くなる。このため、複数の反応物２１と触媒３３との接触機会を増やすことができる。これにより、上述した化学反応をより進行させることができる。

[0043] また、壁３２により筒内空間４１が区画されるとともに担体３４が複数のセル４２の各々の内部に配置された場合は、液体２２が担体３４の間を流れて液体２２の流れが乱れる。このため、液体２２と壁３２との接触機会を増やすことができる。このため、液体２２と壁３２との間の熱交換頻度を増やすことができる。これにより、壁３２を経由して径方向ＤＲに効率よく熱を伝達することができる。

[0044] また、触媒３３が複数のセル４２の各々の内部に露出する場合は、硝酸、塩酸等の洗浄剤を複数のセル４２の各々に流すことにより、触媒３３を洗浄することができる。このため、触媒３３の廃棄を抑制することができる。

[0045] １．５　温度調節器による温度の調節

温度調節器１３は、軸方向ＤＺについて筒３１の外周面３１ａの温度の分布を均一にする。

[0046] 温度調節器１３が、軸方向ＤＺについて筒３１の外周面３１ａの温度の分布を不均一にしてもよい。例えば、温度調節器１３が、軸方向ＤＺの位置Ｐ１における筒３１の外周面３１ａの温度Ｔ１、軸方向ＤＺの位置Ｐ２における筒３１の外周面３１ａの温度Ｔ２及び軸方向ＤＺの位置Ｐ３における筒３１の外周面３１ａの温度Ｔ３を互いに異ならせてもよい。

[0047] 図５は、第１実施形態のフロー合成用カラムにおける、流入口からの距離による原料Ａ、原料Ｂ、原料Ｃ及び生成物の濃度の変化を示す。

[0048] 原料Ａ、原料Ｂ及び原料Ｃを反応させて生成物２３を合成する化学反応の

進行度は、流入口からの距離が長くなるほど大きくなる。このため、図５に示されるように、原料Ａ，Ｂ及びＣの濃度は、流入口からの距離が長くなるほど低くなる。また、図５に示されるように、生成物２３の濃度は、流入口からの距離が長くなるほど高くなる。また、上述した化学反応による発熱又は吸熱は、流入口からの距離が長くなるほど小さくなる。このため、上述した化学反応を進行させるのに適する筒３１の外周面３１ａの温度は、流入口からの距離に応じて変化する。このため、温度調節器１３は、筒３１の外周面３１ａの温度の分布を不均一にする場合は、筒３１の外周面３１ａの温度が上述した化学反応を進行させるのに適した温度となるように筒３１の外周面３１ａの温度を調節する。

[0049] １．６　変形例

図６は、第１実施形態の第１変形例のフロー合成用カラムを模式的に図示する縦断面図である。

[0050] 図６に図示される第１実施形態の第１変形例のフロー合成用カラム１２ｍは、図２、図３及び図４に図示される第１実施形態のフロー合成用カラム１２を置き換えることができる。フロー合成用カラム１２ｍは、下述する点でフロー合成用カラム１２と相違する。下述されない点については、フロー合成用カラム１２において採用される構成と同様の構成がフロー合成用カラム１２ｍにおいても採用される。

[0051] 図４に図示されるように、フロー合成用カラム１２においては、壁３２が、軸方向ＤＺの全体に設けられる。これに対して、図６に図示されるように、フロー合成用カラム１２ｍにおいては、壁３２が、軸方向ＤＺの第１の区間Ｓ１に設けられ、第１の区間Ｓ１と交互に配置される軸方向ＤＺの第２の区間Ｓ２に設けられない。これにより、第１の区間Ｓ１において複数のセル４２に流された液体２２が、第１の区間Ｓ１に続く第２の区間Ｓ２において混合されて攪拌される。これにより、上述した化学反応をより進行させることができる。また、複数のセル４２の内部の温度差によって生じる複数のセル４２における微小な反応速度差に起因する濃度差を解消することができ、

収率をさらに向上することができる。

[0052] 図７は、第１実施形態の第２変形例のフロー合成用カラムを模式的に図示する横断面図である。図８は、第１実施形態の第３変形例のフロー合成用カラムを模式的に図示する横断面図である。図９は、第１実施形態の第４変形例のフロー合成用カラムを模式的に図示する横断面図である。

[0053] 図７に図示される第１実施形態の第２変形例のフロー合成用カラム１２Ａ、図８に図示される第１実施形態の第３変形例のフロー合成用カラム１２Ｂ及び図９に図示される第１実施形態の第４変形例のフロー合成用カラム１２Ｃは、図２、図３及び図４に図示される第１実施形態のフロー合成用カラム１２を置き換えることができる。フロー合成用カラム１２Ａ，１２Ｂ及び１２Ｃは、下述する点でフロー合成用カラム１２と相違する。下述されない点については、フロー合成用カラム１２において採用される構成と同様の構成がフロー合成用カラム１２Ａ，１２Ｂ及び１２Ｃにおいても採用される。

[0054] 図２、図３及び図４に図示されるように、フロー合成用カラム１２においては、複数のセル４２の各々の内部に露出する触媒３３は、複数のセル４２の各々の内部において担体３４の表面に担持される。

[0055] これに対して、図７に図示されるように、フロー合成用カラム１２Ａにおいては、複数のセル４２の各々の内部に露出する触媒３３は、円筒３１及び／又は壁３２の表面に担持され、触媒層を構成する。

[0056] また、図８に図示されるように、フロー合成用カラム１２Ｂにおいては、円筒３１及び／又は壁３２は、母材５０及び母材５０に分散している触媒５１を備え、複数のセル４２の各々の内部に露出する触媒３３は、触媒５１の一部である。フロー合成用カラム１２Ｂを構成する円筒３１及び／又は壁３２は、触媒５１を母材５０に混合して混合物を得、得た混合物を成型する工程を経て製造することができる。

[0057] また、図９に図示されるように、フロー合成用カラム１２Ｃにおいては、円筒３１及び／又は壁３２は、触媒５１からなり、複数のセル４２の各々の内部に露出する触媒３３は、触媒５１の一部である。フロー合成用カラム１

２Ｃを構成する円筒３１及び／又は壁３２は、触媒を成型する工程を経て製造することができる。

[0058] フロー合成用カラム１２Ａは、フロー合成用カラム１２Ｂ及び１２Ｃと比較して、触媒３３の量を減らすことができ、触媒３３の全体を複数のセル４２の各々の内部に露出させることができるという利点を有する。フロー合成用カラム１２Ｂ及び１２Ｃは、フロー合成用カラム１２Ａと比較して、触媒層をなくすことができ、単位面積あたりのセル４２の密度を向上することができ、隣接するセル４２を隔てる隔壁の厚さを薄くすることができるという利点を有する。

[0059] １．７ シミュレーションによる比較

実施例１においては、１６０Ｗ／ｍ・Ｋの熱伝導率を有する筒３１及び壁３２を備えるフロー合成用カラム１２の内部で有機合成を行った場合の筒内空間４１の温度の分布をシミュレーションにより解析した。１６０Ｗ／ｍ・Ｋの熱伝導率は、炭化ケイ素の熱伝導率に相当する。

[0060] 実施例２においては、３０Ｗ／ｍ・Ｋの熱伝導率を有する筒３１及び壁３２を備えるフロー合成用カラム１２の内部で有機合成を行った場合の筒内空間４１の温度の分布をシミュレーションにより解析した。３０Ｗ／ｍ・Ｋの熱伝導率は、アルミナの熱伝導率に相当する。

[0061] 図１０は、比較例１のフロー合成用カラムを模式的に図示する縦断面図である。

[0062] 図１０に図示される比較例１のフロー合成用カラム９２は、壁３２を備えない点で、図２、図３及び図４に図示される第１実施形態のフロー合成用カラム１２と相違する。

[0063] 比較例１においては、３０Ｗ／ｍ・Ｋの熱伝導率を有する筒３１を備えるが壁３２を備えないフロー合成用カラム９２の内部で有機合成を行った場合の筒内空間４１の温度の分布をシミュレーションにより解析した。３０Ｗ／ｍ・Ｋの熱伝導率は、ステンレス鋼の熱伝導率に相当する。

[0064] 図１１は、実施例１及び２のシミュレーションに用いたモデルを模式的に

説明する図である。比較例１のシミュレーションにも、図１１により説明されるモデルに即したモデルを用いた。

[0065] 図１１に説明されるように、シミュレーションにおいては、軸方向ＤＺと垂直をなすフロー合成用カラム１２の２次元断面の１／４を占め９０°の中心角を有する扇形領域６１の温度の分布を解析した。また、シミュレーションにおいては、扇形領域６１における上述した化学反応による発熱が均一であり筒３１の外周面３１ａが２０℃に冷却される場合の定常状態における扇形領域６１の温度の分布を解析した。また、シミュレーションにおいては、解析を容易にするために、触媒３３の影響は考慮しなかった。また、筒３１の直径を１０ｍｍとし、筒３１の外周面３１ａの外側の熱伝達率ｈを１００Ｗ／ｍ^2・Ｋとし、筒内空間４１に配置された物の熱伝導率λを一様の１Ｗ／ｍ・Ｋとし、筒内空間４１における発熱量Ｑを３．６２×１０^{6}Ｗ／ｍ^{2}とした。１００Ｗ／ｍ^2・Ｋという熱伝達率ｈは、液体を強制対流させた場合の熱伝達率の最低値である。１Ｗ／ｍ・Ｋという熱伝導率λは、担体３４の熱伝導率λ_1と担体３４が占める面積の割合ε_1との積$\lambda_1\times\varepsilon_1$と、液体２２の熱伝達率$\lambda_2$と液体２２が占める面積の割合$\varepsilon_2$との積$\lambda_2\times\varepsilon_2$と、の和$\lambda_1\times\varepsilon_1+\lambda_2\times\varepsilon_2$である。３．６２×１０^{6}Ｗ／ｍ^{2}という発熱量Ｑは、扇形領域６１における発熱が７０℃までの発熱である場合の発熱量である。７０℃という温度は、有機合成における典型的な発熱から決めた。

[0066] 実施例１及び２における、図３に図示される最高温度点ＰＨ１及び最低温度点ＰＬ１の温度をそれぞれ示す最高温度及び最低温度を表１に示す。また、当該最高温度と当該最低温度との差を示す温度差を表１に示す。

[0067] 比較例１における、図１０に図示される最高温度点ＰＨ２及び最低温度点ＰＬ２の温度をそれぞれ示す最高温度及び最低温度を表１に示す。また、当該最高温度と当該最低温度との差を示す温度差を表１に示す。

[0068] 表１からは、壁３２を備えるフロー合成用カラム１２の内部で有機合成を行った場合は、壁３２を備えないフロー合成用カラム９２の内部で有機合成を行った場合と比較して、温度差を大幅に小さくすることができることを理

解することができる。したがって、壁３２は、筒内空間４１の温度の分布を均一にすることに寄与することを理解することができる。

[0069] [表1]

	壁	熱伝導率 (W/m･K)	最高温度 (℃)	最低温度 (℃)	温度差 (℃)
実施例1	有	160	47.9	47.5	0.4
実施例2	有	30	48.7	47.6	1.1
比較例1	無	30	75.6	65.0	10.6

[0070] この発明は詳細に説明されたが、上記した説明は、すべての局面において、例示であって、この発明がそれに限定されるものではない。例示されていない無数の変形例が、この発明の範囲から外れることなく想定され得るものと解される。

符号の説明

[0071] １　フロー合成装置

１１　ミキサー

１２　フロー合成用カラム

１２ｍ　フロー合成用カラム

１２Ａ　フロー合成用カラム

１２Ｂ　フロー合成用カラム

１２Ｃ　フロー合成用カラム

１３　温度調節器

３１　筒

３２　壁

３３　触媒

３４　担体

４１　筒内空間

４２　複数のセル

５０　母材

５１　触媒

請求の範囲

[請求項1] 筒内空間を有する筒と、

前記筒内空間を前記筒の軸方向に伸びる複数のセルに区画する壁と、

前記複数のセルの各々の内部に露出する触媒と、

を備えるフロー合成用カラム。

[請求項2] 前記複数のセルの各々の内部に露出する触媒は、前記複数のセルの各々の内部において担持される

請求項１のフロー合成用カラム。

[請求項3] 前記複数のセルの各々の内部に配置される担体を備え、

前記複数のセルの各々の内部に露出する触媒は、前記担体の表面に担持される

請求項２のフロー合成用カラム。

[請求項4] 前記複数のセルの各々の内部に露出する触媒は、前記筒及び／又は前記壁の表面に担持される

請求項２のフロー合成用カラム。

[請求項5] 前記筒及び／又は前記壁は、母材及び前記母材に分散している触媒を備え、

前記複数のセルの各々の内部に露出する触媒は、前記母材に分散している触媒の一部である

請求項１のフロー合成用カラム。

[請求項6] 前記筒及び／又は前記壁は、触媒からなり、

前記複数のセルの各々の内部に露出する触媒は、前記筒及び／又は前記壁を構成する触媒の一部である

請求項１のフロー合成用カラム。

[請求項7] 前記壁は、前記軸方向の第１の区間に設けられ、前記第１の区間と交互に配置される前記軸方向の第２の区間に設けられない

請求項１から６までのいずれかのフロー合成用カラム。

[請求項8] 複数の反応物を混合して前記複数の反応物を含む液体を生成するミキサーと、

請求項１から７までのいずれかのフロー合成用カラムであり、前記液体が流入させられ、前記複数の反応物を反応させて生成物を合成するフロー合成用カラムと、

を備え、

前記複数のセルの各々の内部に露出する触媒は、前記複数の反応物を反応させて前記生成物を合成する化学反応の反応速度を速くする触媒である

フロー合成装置。

[請求項9] 前記筒は、外周面を有し、

前記外周面の温度を調節する温度調節器を備える

請求項８のフロー合成装置。

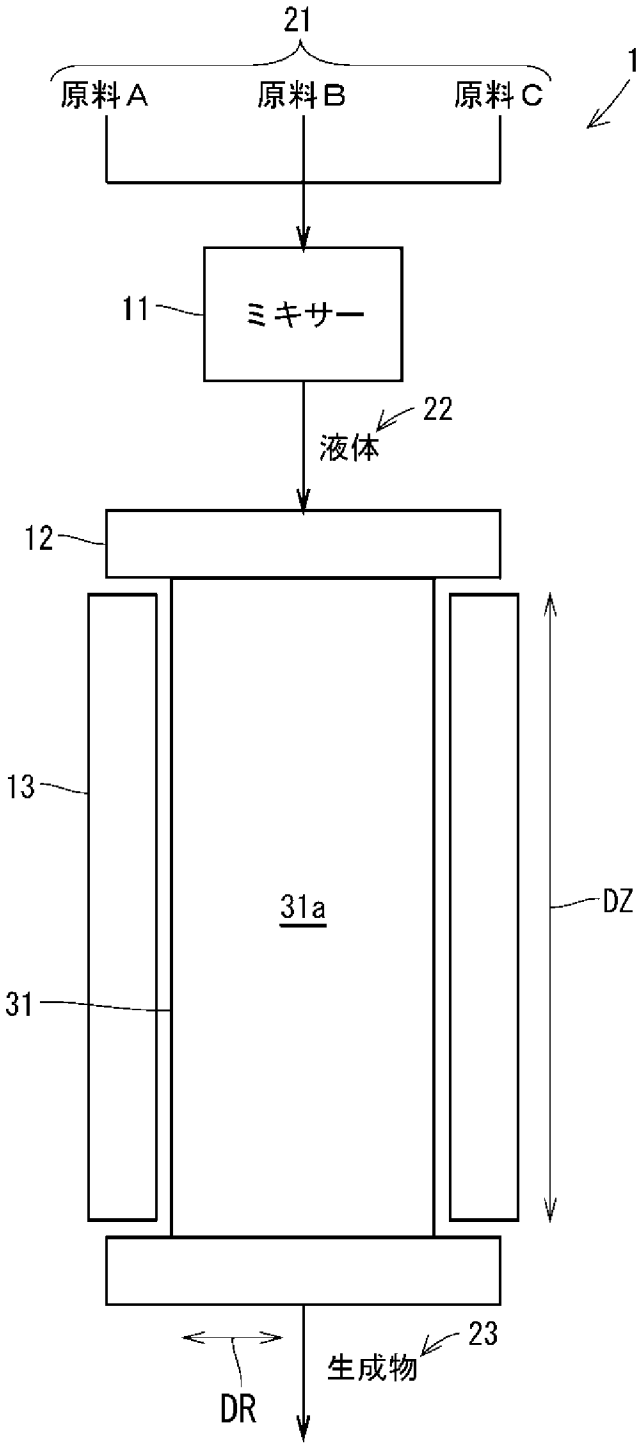
[請求項10] 前記温度調節器は、前記軸方向について前記外周面の温度の分布を均一にする

請求項９のフロー合成装置。

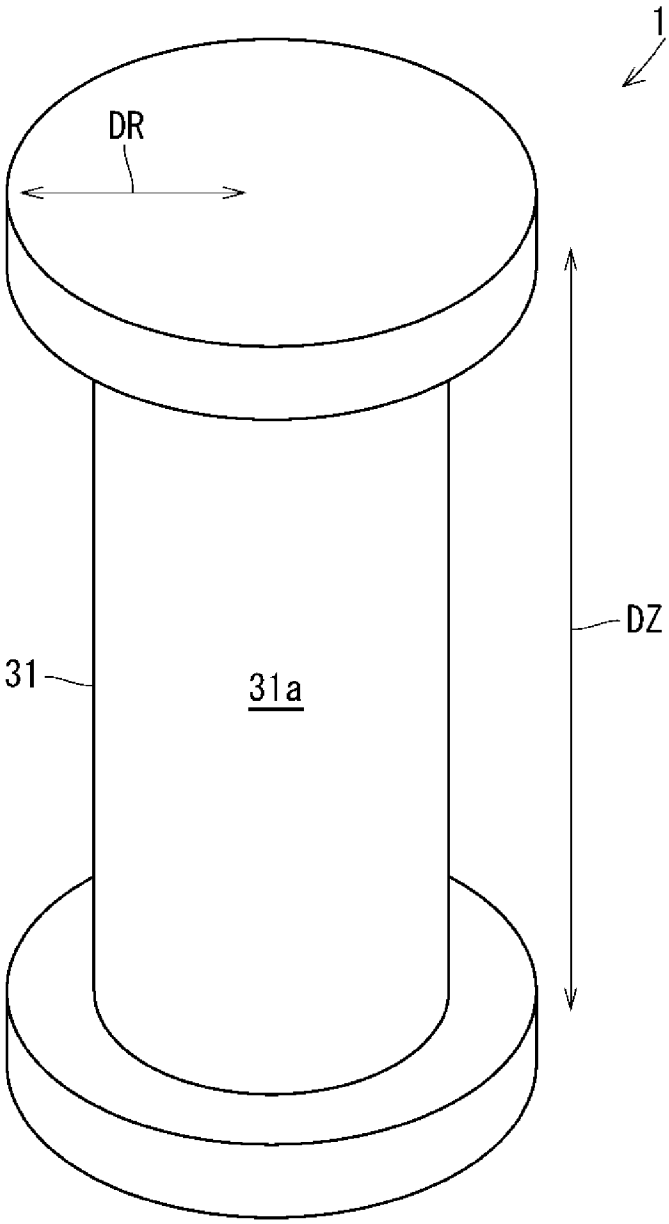
[請求項11] 前記温度調節器は、前記軸方向について前記外周面の温度の分布を不均一にする

請求項９のフロー合成装置。

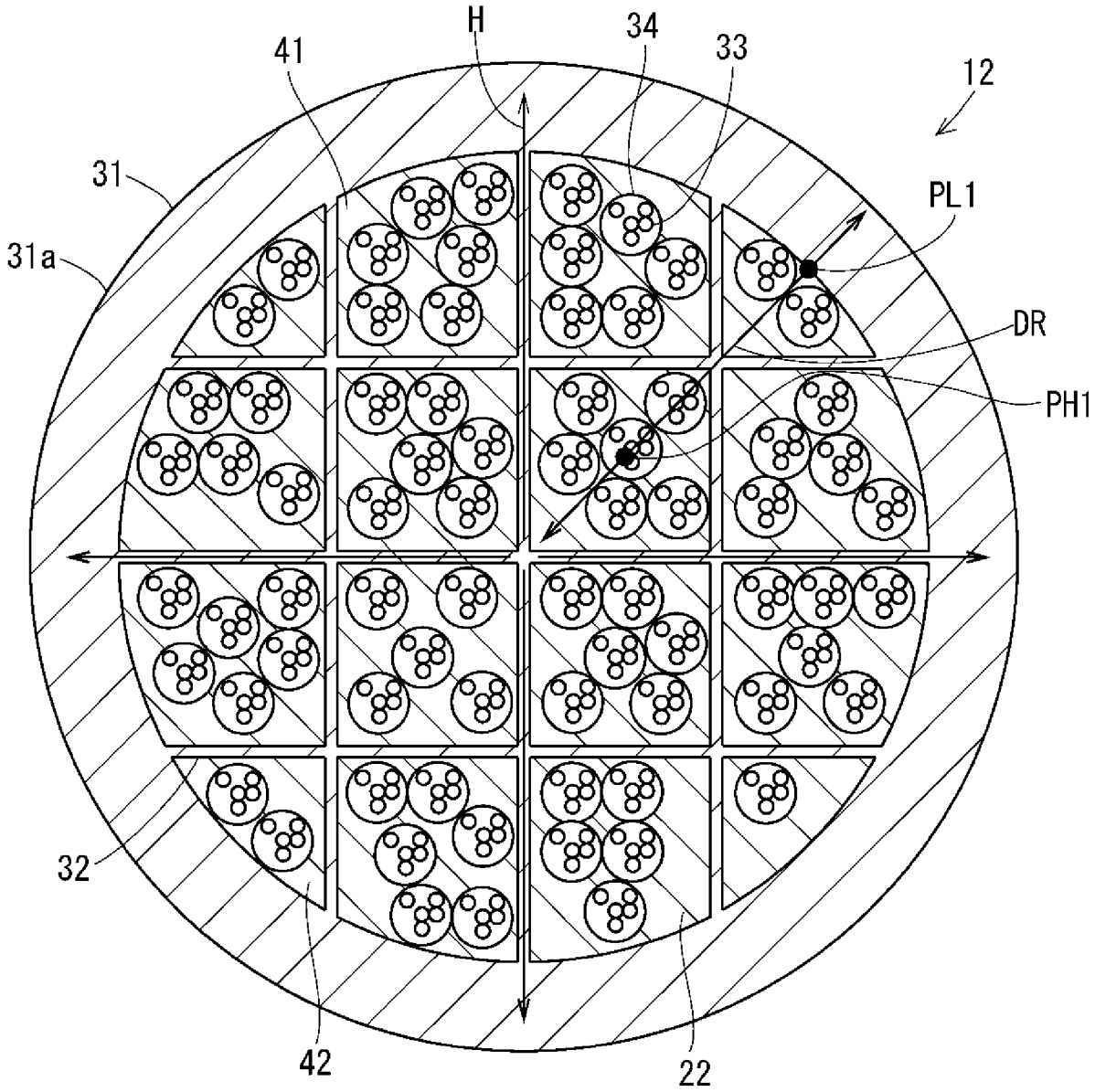
[図1]



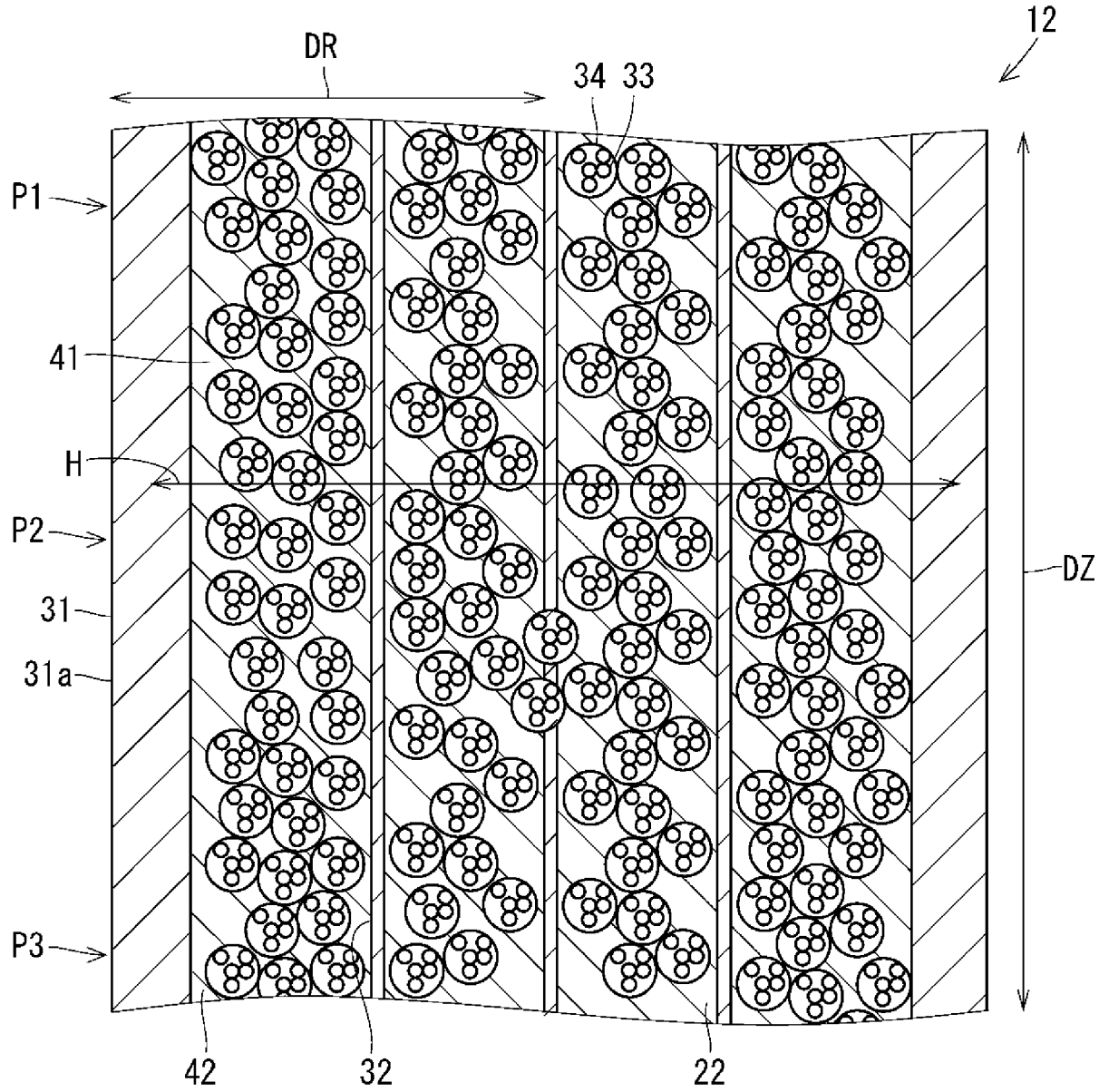
[図2]



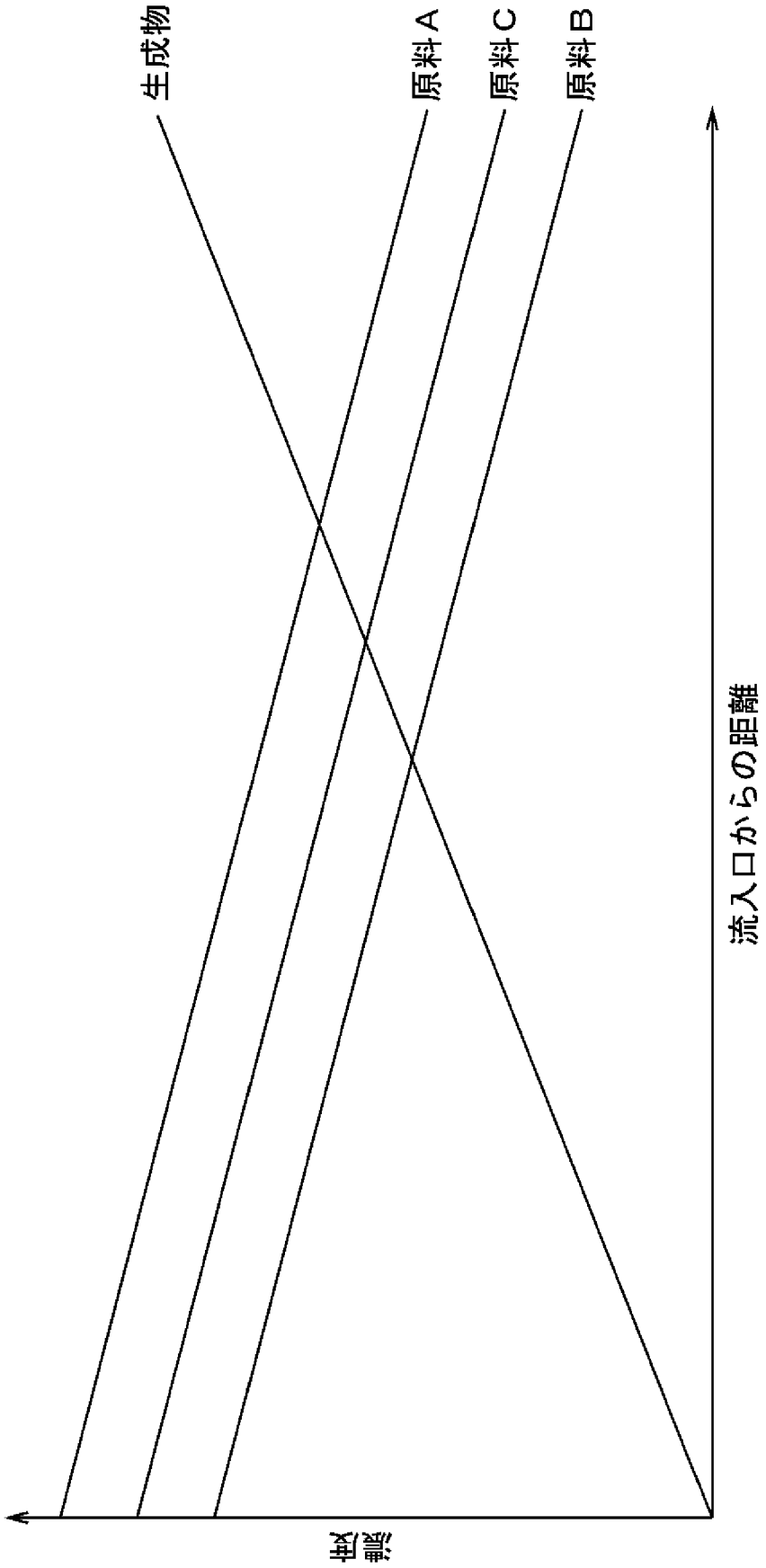
[図3]



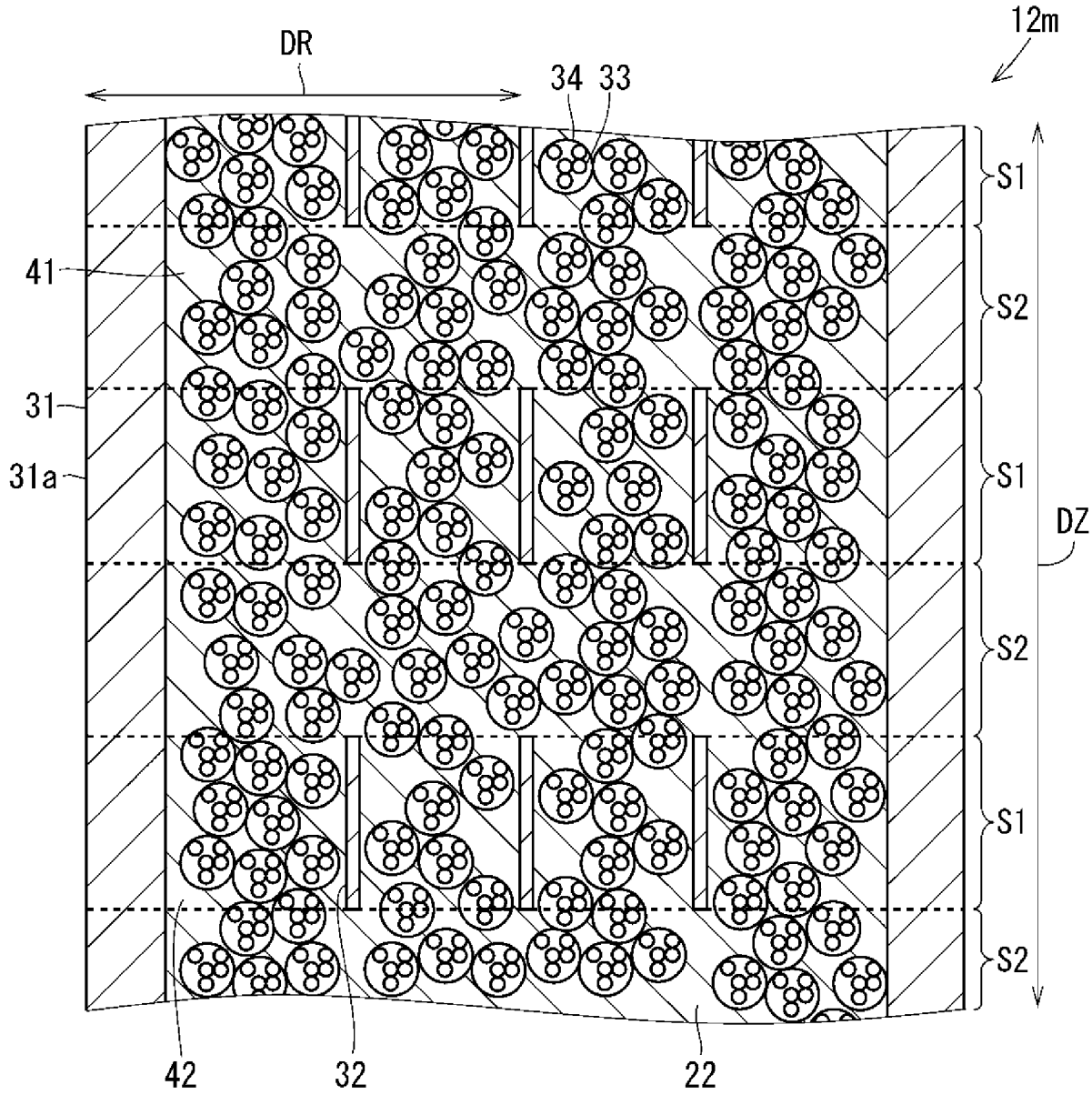
[図4]



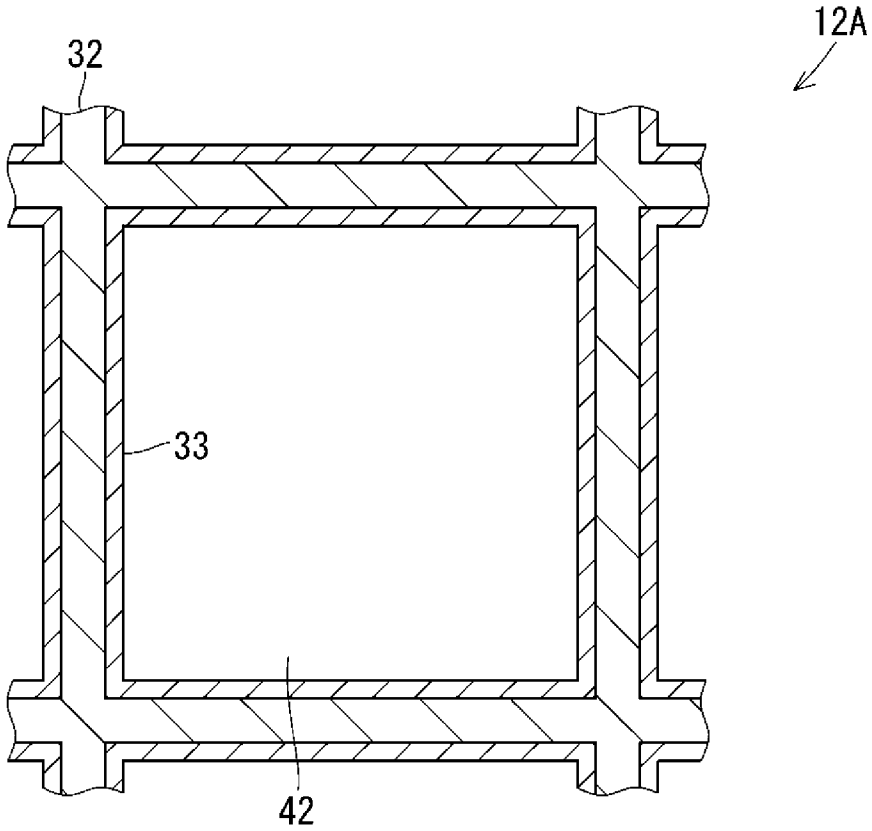
[図5]



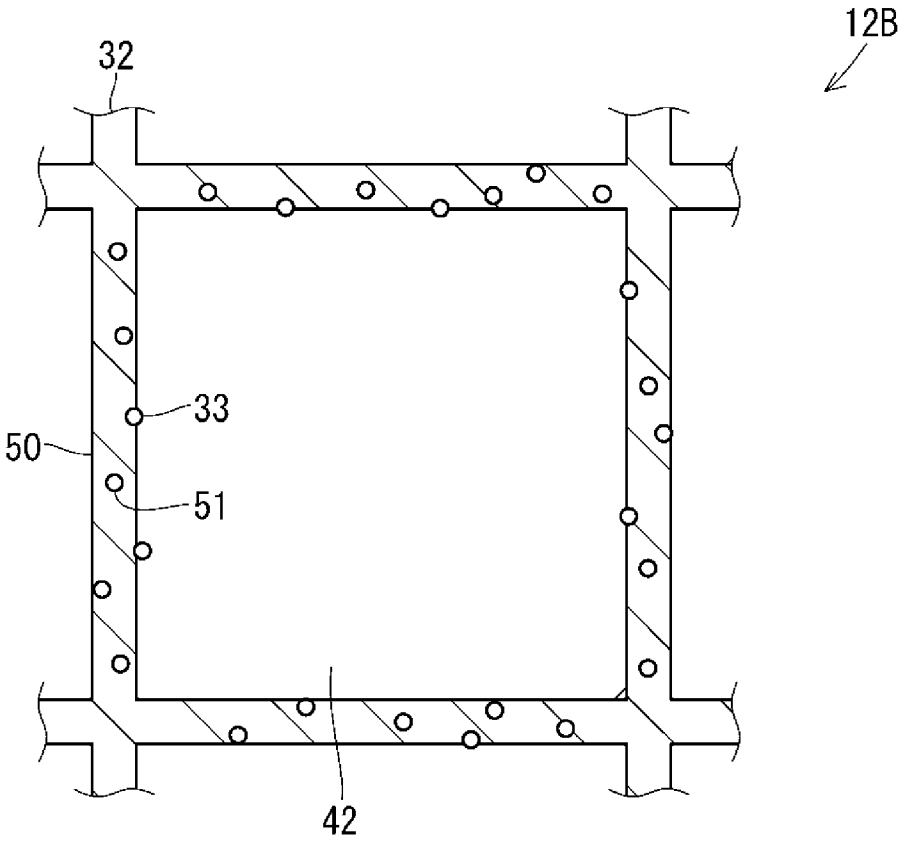
[図6]



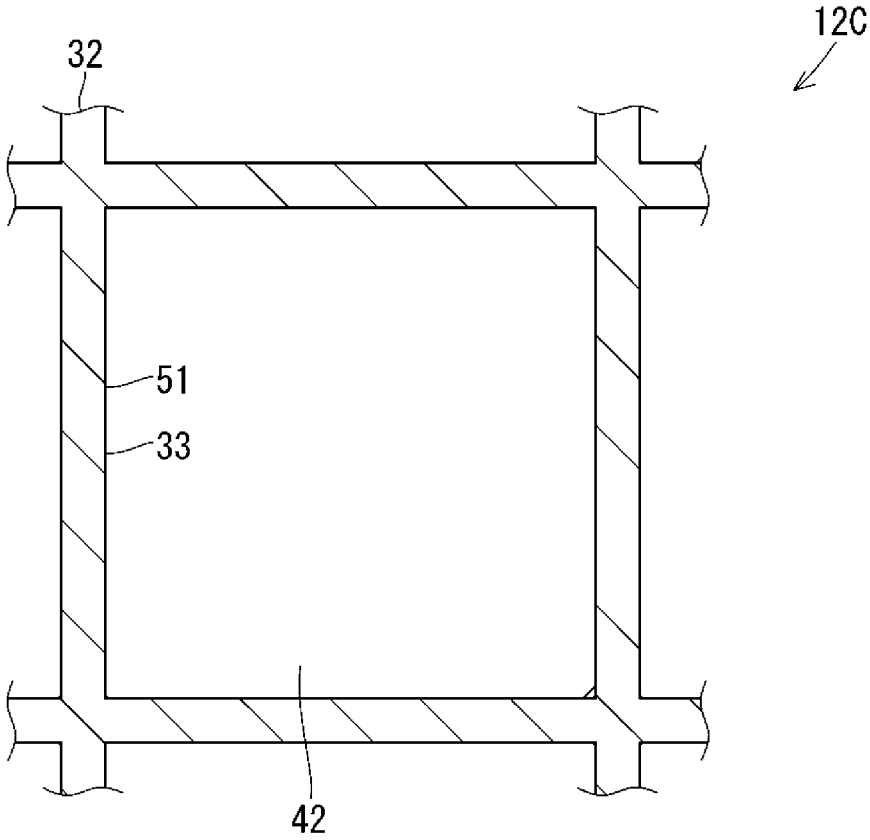
[図7]



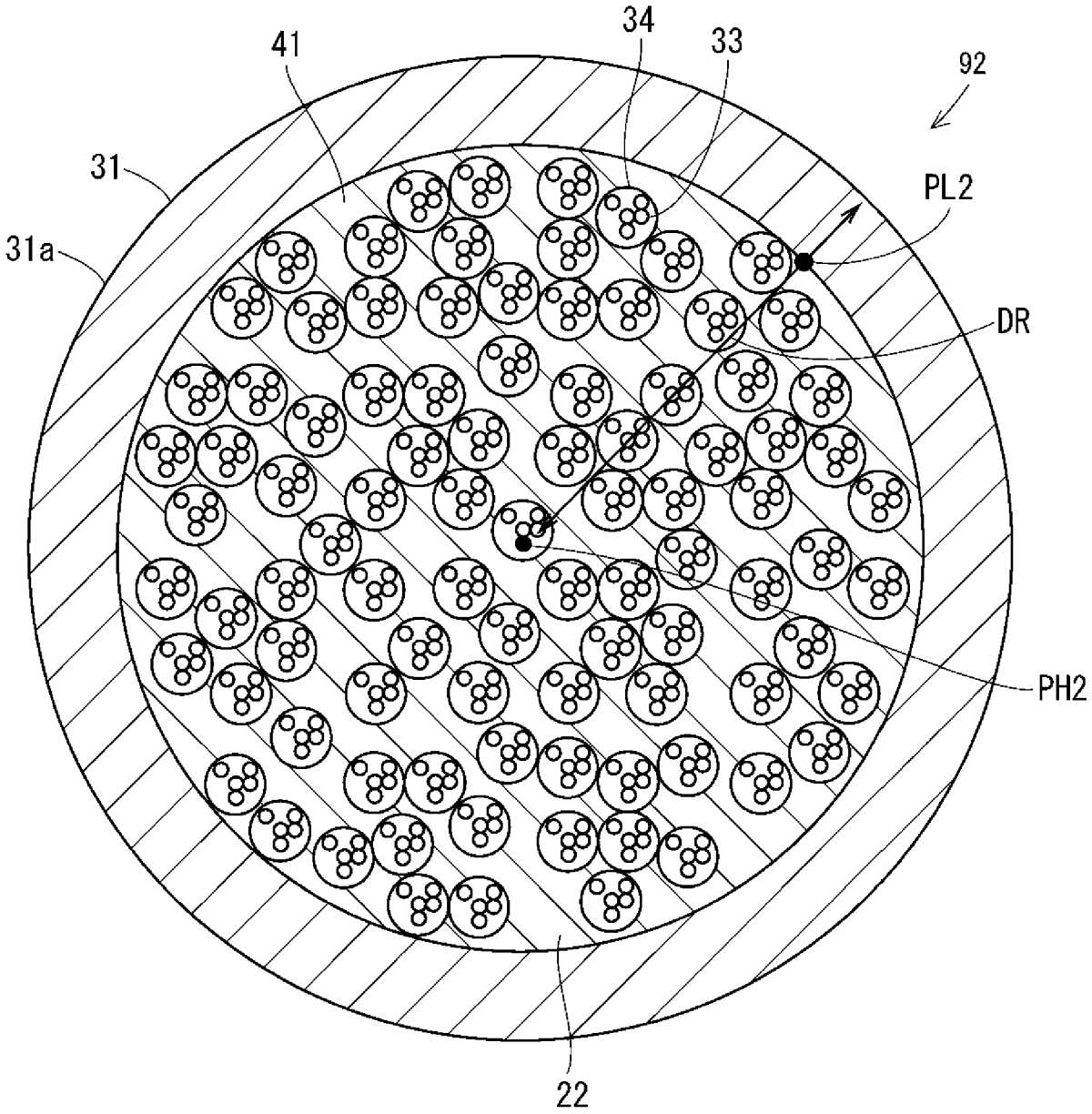
[図8]



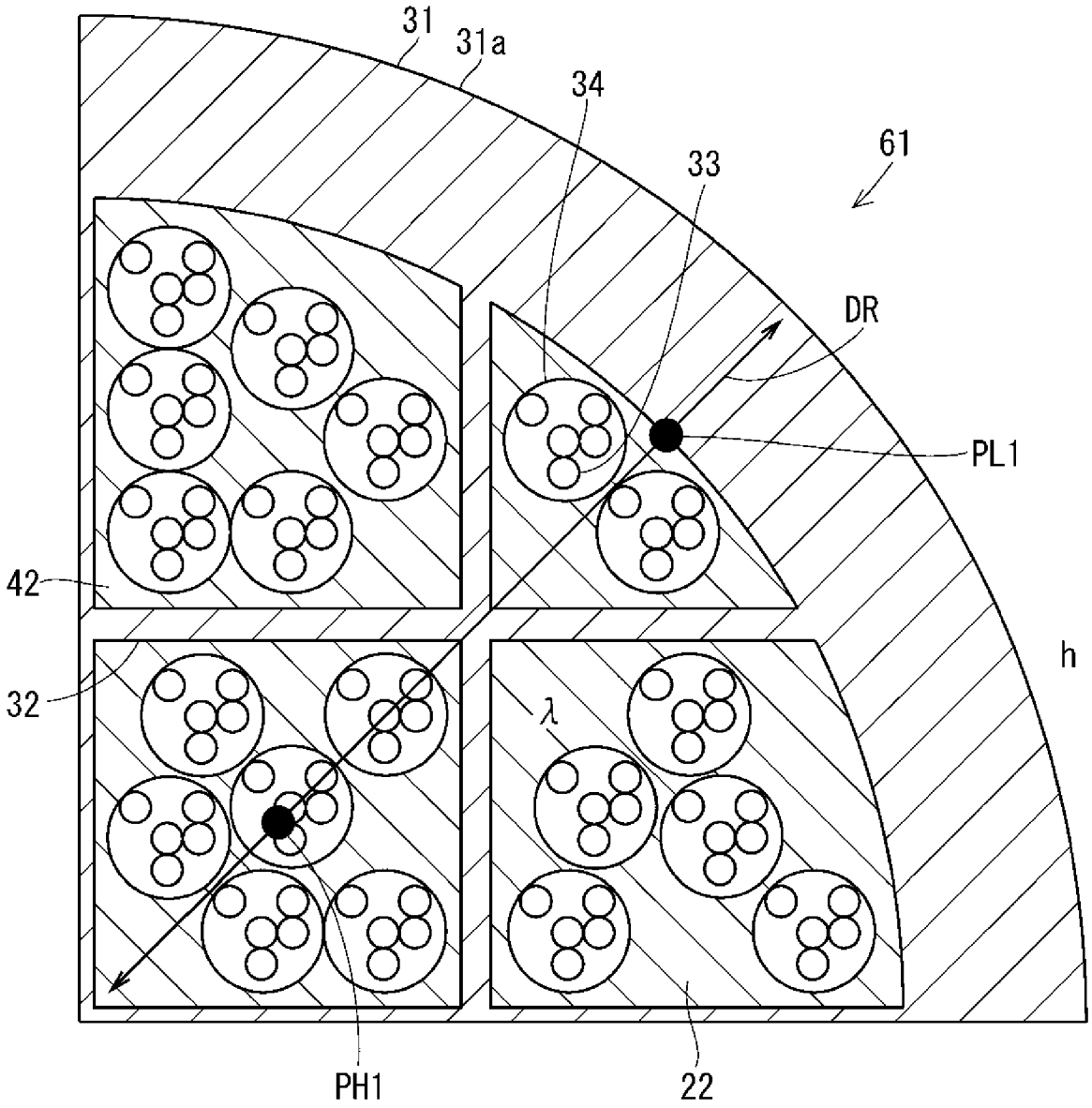
[図9]



[図10]



[図11]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2020/018630

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl. B01J19/00(2006.01)i
FI: B01J19/00Z
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. B01J19/00-B01J19/32

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)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	US 2003/0012711 A1 (CONOCO INC.) 16 January 2003 (2003-01-16), claims, paragraphs [0019], [0067]-[0095], fig. 1, 9	1-7 8-11
X Y	JP 2007-500601 A (CORNING INC.) 18 January 2007 (2007-01-18), claims, paragraphs [0001]-[0005], [0065], examples, fig. 1, 2	1-4, 7 8-11
X	JP 2012-501240 A (UMICORE AG & CO.KG.) 19 January 2012 (2012-01-19), claims, examples, fig. 1	1-4, 7
Y	JP 2015-172025 A (TOKYO CHEMICAL INDUSTRY CO., LTD.) 01 October 2015 (2015-10-01), claims, examples, fig. 1	8-11
Y	JP 2018-15695 A (NIPPON KOUDOSHI KOGYO KK) 01 February 2018 (2018-02-01), claims, examples, fig. 4	8-11

☒ 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
23 June 2020	30 June 2020

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/JP2020/018630

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 2013-533369 A (BASF SE) 22 August 2013 (2013-08-22), claims, paragraph [0060], fig. 1, 2	10-11

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2020/018630

US 2003/0012711 A1	16 January 2003	WO 2001/036066 A2
JP 2007-500601 A	18 January 2007	US 2008/0138644 A1 claims, paragraphs [0001]-[0005], [0056], examples, fig. 1, 2 WO 2005/011889 A1 EP 1648632 A1
JP 2012-501240 A	19 January 2012	US 2011/0172448 A1 claims, examples, fig. 1 WO 2009/156139 A2 EP 2300152 A2 KR 10-2011-0038059 A CN 102099107 A
JP 2015-172025 A	01 October 2015	(Family: none)
JP 2018-15695 A	01 February 2018	(Family: none)
JP 2013-533369 A	22 August 2013	US 2013/0131389 A1 claims, paragraph [0072], fig. 1, 2 WO 2012/020005 A1 EP 2603543 A1 DE 102010039090 A1 CN 103068883 A KR 10-2014-0005860 A

国際調査報告

国際出願番号
PCT/JP2020/018630

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

B01J 19/00(2006.01)i
FI: B01J19/00 Z

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））

B01J19/00-B01J19/32

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	１９７１－２０２０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）

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	US 2003/0012711 A1 (CONOCO INC.) 16.01.2003 (2003-01-16) 特許請求の範囲、［００１９］、［００６７］－［００９５］、図１，９	1-7
Y		8-11
X	JP 2007-500601 A（コーニング　インコーポレイテッド）18.01.2007 (2007-01-18) 特許請求の範囲、［０００１］－［０００５］、［００６５］、実施例、図１，２	1-4,7
Y		8-11
X	JP 2012-501240 A（ユミコア・アクチエンゲゼルシャフト・ウント・コムパニー・コマンディットゲゼルシャフト）19.01.2012 (2012-01-19) 特許請求の範囲、実施例、図１	1-4,7
Y	JP 2015-172025 A（東京化成工業株式会社）01.10.2015 (2015-10-01) 特許請求の範囲、実施例、図１	8-11
Y	JP 2018-15695 A（ニッポン高度紙工業株式会社）01.02.2018 (2018-02-01) 特許請求の範囲、実施例、図４	8-11

☑ 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	国際調査報告の発送日
23.06.2020	30.06.2020

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）
山崎　直也 4Q 3234
電話番号 03-3581-1101 内線 3468

C.　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー*	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
Y	JP 2013-533369 A (ビーエーエスエフ　ソシエタス・ヨーロピア) 22.08.2013 (2013-08-22) 特許請求の範囲、［００６０］、図１，２	10-11

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/JP2020/018630

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
US 2003/0012711 A1	16.01.2003	WO 2001/036066 A2	
JP 2007-500601 A	18.01.2007	US 2008/0138644 A1 特許請求の範囲、［０００１］－［０００５］、［００５６］、実施例、図１，２ WO 2005/011889 A1 EP 1648632 A1	
JP 2012-501240 A	19.01.2012	US 2011/0172448 A1 特許請求の範囲、実施例、図１ WO 2009/156139 A2 EP 2300152 A2 KR 10-2011-0038059 A CN 102099107 A	
JP 2015-172025 A	01.10.2015	（ファミリーなし）	
JP 2018-15695 A	01.02.2018	（ファミリーなし）	
JP 2013-533369 A	22.08.2013	US 2013/0131389 A1 特許請求の範囲、［００７２］、図１，２ WO 2012/020005 A1 EP 2603543 A1 DE 102010039090 A1 CN 103068883 A KR 10-2014-0005860 A	