

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2006-181533  
(P2006-181533A)

(43) 公開日 平成18年7月13日(2006.7.13)

(51) Int. Cl.	F I			テーマコード (参考)
<b>BO1J 19/12 (2006.01)</b>	BO1J	19/12	A	4G075
<b>HO1P 5/08 (2006.01)</b>	HO1P	5/08	D	

審査請求 未請求 請求項の数 11 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号	特願2004-380132 (P2004-380132)	(71) 出願人	505004640 株式会社 I D X 栃木県佐野市石塚町 568-113
(22) 出願日	平成16年12月28日 (2004.12.28)	(74) 代理人	100078950 弁理士 大塚 忠
		(72) 発明者	岡本 正 東京都品川区東五反田1丁目25番11号 株式会社 I D X 内
		(72) 発明者	松尾 英治 東京都品川区東五反田1丁目25番11号 株式会社 I D X 内
		(72) 発明者	安田 昌弘 栃木県佐野市石塚町 568-113 株式 会社 I D X 佐野事業所内

最終頁に続く

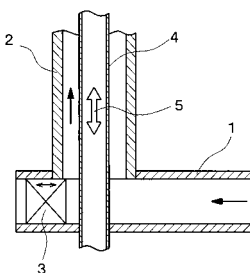
(54) 【発明の名称】 マイクロ波化学反応装置

(57) 【要約】

【課題】 TM01モードを伝送する円筒共振器内の中心軸に沿って試料を配置し、試料の加熱による化学反応等を高効率かつ均一に行わせる新しい手段を提供する。

【解決手段】 TE10モードのマイクロ波を伝送する方形導波管 1 の下流部分を、その管軸に直交する平面で短絡する直方体状の短絡片 3 で塞ぎ、この短絡片 3 近くの上流側に、方形導波管 1 の管軸と直交方向に円形導波管 2 を結合することにより、方形導波管 1 の TE10モードから円形導波管 2 の TM01へ伝送マイクロ波のモードを変換するモード変換器を構成する。円形導波管 2 内に、これと同軸的に誘電体製の円筒体 4 を設け、これに試料 5 を収容し、円形導波管内の TM01モードのマイクロ波電界を試料に作用させ、試料を加熱する。

【選択図】 図 1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

TE10モードのマイクロ波を伝送する方形導波管の下流部分を、この方形導波管の管軸に直交する平面で短絡する適切な厚みを持った直方体状の短絡片で塞ぎ、この短絡片近くの上流側に、当該方形導波管の管軸と直交方向に円形導波管を結合することにより、TE10モードから円形導波管のTM01へ伝送マイクロ波のモードを変換するモード変換器を構成し、前記円形導波管内に、これと同軸的に誘電体製の円筒体を設け、この円筒体内に化学反応させるべき試料を収容し、TM01モードのマイクロ波電界を前記試料に作用させることを特徴とするマイクロ波化学反応装置。

## 【請求項 2】

前記円形導波管の管軸の延長線と前記短絡片の短絡面との距離が、円形導波管の内半径より小さいことを特徴とする請求項1に記載のマイクロ波化学反応装置。

## 【請求項 3】

前記短絡片を前記方形導波管内で管軸方向に移動調整可能としたことを特徴とする請求項1に記載のマイクロ波化学反応装置。

## 【請求項 4】

前記試料が流体であり、前記円筒体が、流体である前記試料を流通させる円管であり、かつ前記円形導波管の管軸に沿って前記方形導波管を貫通し、外部に延出していることを特徴とする請求項1ないし3のいずれかに記載のマイクロ波化学反応装置。

## 【請求項 5】

前記試料が流体であり、前記円筒体が、流体である前記試料を流通させる円管であり、かつこの円管が、前記円形導波管と前記方形導波管との結合部の近傍で円形導波管の管軸とほぼ直角に曲がって外部に延出していることを特徴とする請求項1ないし3のいずれかに記載のマイクロ波化学反応装置。

## 【請求項 6】

前記試料が流体であり、前記円筒体が、前記円形導波管と前記方形導波管との結合部の近傍で一端が閉塞された外側円管であり、この外側円管の内側に、試料を流通させる誘電体製の内側円管が同軸的に設けられ、前記内側円管の一端は外側円管の閉塞された一端付近で開放しており、それによって、外側円管内において内側円管の内外に試料の往復流路が形成され、試料が往路、復路においてマイクロ波の照射を受けることを特徴とする請求項1ないし3のいずれかに記載のマイクロ波化学反応装置。

## 【請求項 7】

TE10モードのマイクロ波を伝送する第1の方形導波管の下流端部付近と、当該第1の方形導波管と平行に延びる第2の方形導波管の一端部付近とを、当該方形導波管の管軸と直交方向に延びる円形導波管によって相互に結合し、第1の方形導波管の下流端部及び第2の方形導波管の一端部は管軸に直交する平面で各方形導波管を短絡する適切な厚みを持った直方体状の短絡片で塞ぐことにより、第1の方形導波管内を伝送されるTE10モードのマイクロ波を前記円形導波管内を伝送されるTM01モードのマイクロ波へ変換し、さらにTM01モードからTE10モードへ変換するモード変換器を構成し、第2の方形導波管の他端部にはマイクロ波の無反射終端を設け、前記円形導波管内に、これと同軸的に誘電体製の円筒体を設け、この円筒体内に化学反応させるべき試料を収容し、円形導波管内のTM01モードのマイクロ波電界を前記試料に作用させることを特徴とするマイクロ波化学反応装置。

## 【請求項 8】

前記円形導波管の下流側の端部が、電磁波を殆ど反射するように電氣的に短絡され、マイクロ波が円形導波管内を往復する途上で前記試料に吸収されるように構成したことを特徴とする請求項1ないし6のいずれかに記載のマイクロ波化学反応装置。

## 【請求項 9】

前記方形導波管又は円形導波管に対する前記円筒体の入出部分において、前記方形導波管又は円形導波管に、前記円筒体の外周との隙間が電磁波遮断状態となる寸法の開口が設

10

20

30

40

50

けられ、かつ隙間からの漏洩電磁波に適切な減衰を与える長さを持つ金属管を前記開口の周囲に設けることにより、電磁波漏れを防止するように構成したことを特徴とする請求項1ないし6のいずれかに記載のマイクロ波化学反応装置。

【請求項10】

前記円筒体における試料の下流側が、前記円形導波管又は前記方形導波管から外部へ延出しており、かつ当該円筒体の下流側に、試料の化学反応によって生成された目的生成物と不要生成物とを分離するための分離室を設けたことを特徴とする請求項4ないし8のいずれかに記載の化学反応装置。

【請求項11】

前記分離室で不要生成物から分離された目的生成物を含む試料を再度化学反応させるために前記円筒体の上流側へ還流させる管が設けられることを特徴とする請求項10に記載の化学反応装置。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、試料にマイクロ波を照射することにより化学反応を促進する等の目的に用いられる化学反応装置に係り、空洞共振器を用いなくて、液体、気体、粉体等の試料を高効率でほぼ均一に加熱できるマイクロ波化学反応装置に関する。

【背景技術】

【0002】

20

マイクロ波は、電子レンジをはじめ、産業用加熱炉の熱源として広く利用されている。マイクロ波は、物質に含まれる水を加熱するだけでなく、極性を持った誘電物質に作用してこれを直接、かつ選択的に加熱できるので、従来の加熱手段のように外部から試料を加熱する装置に比較して、短時間で効率よく試料を加熱できる特徴を持っている。

近年、化学反応を行わせたい物質にマイクロ波を照射すると、化学反応を大幅に促進できる現象が見出され、マイクロ波を単なる加熱装置への適用に留まらず、短時間で化学反応を行う化学反応装置へ適用する途が大きく開けつつある。

マイクロ波化学反応装置には、大別して、終端に整合負荷を接続した整合導波管型、終端を短絡した短絡導波管型、および、空洞共振器を用いる空洞共振器型がある。

一般に化学反応は、これらの装置内に試料を置いて行われる。整合導波管型は同調のための調整を必要とせず、整合に関しても比較的簡易な方法で予め調整されていて、通常、使用時の調整は不要になっている。しかしながら、装置の構成上から、終端に向かって伝送されるマイクロ波電力しか利用できないという問題があって、効率があまり高くないという欠点を持っている。そのような問題にもかかわらず、化学反応を大幅に早める能力を持つので、使用上の簡便さもあり、利用が広まっている。この装置に対し、短絡導波管型は、反射して戻ってくるマイクロ波も反応に利用することを可能にするもので、進行波および反射波の位相を試料の位置でちょうど同相になるように調整することにより効率を改善できる特徴を持つ。しかし、試料の誘電体特性の差やその変化に応じて短絡位置を調整しなければならないという欠点がある。空洞共振器型は、マイクロ波を空洞壁で多重反射させて試料に何度も照射させるもので、効率が極めて高くなるという利点を持つが、試料の特性差やその変化に応じて共振周波数を調整して常に同調を取る必要があるという欠点を持っている。

30

40

したがって、短絡導波管型や空洞共振器型の高効率特性を持ち、整合導波管型の簡便さを持つ装置の開発要求が高まっている。すなわち、調整を全く要しないか、あるいは、簡便な方法で、調整が可能な装置の開発が要求されている。

化学反応のもうひとつの重要な要件は反応の均一性である。この要件を満たすには、試料に均等な強さを持つマイクロ波を照射することである。マイクロ波を化学反応に用いることが広まっており、現状は、均一加熱できない装置が実験的に利用されているが、将来は、益々、均一照射の要求も高まってくると思われる。

マイクロ波を伝送するために通常、一般的に使用されているのは管軸直交方向断面形状

50

が方形の方形導波管である。この導波管の電界は、TE<sub>10</sub>モードと呼ばれ、導波管の管軸に直交する方形平面内の電界分布が、長辺方向で正弦波状に変化し、中心部で最大、辺のところでゼロになっていて、短辺方向では均一となっている。

一方、管軸直交方向断面形状が円形の円形導波管があり、これを方形導波管に結合する際に用いられるモード変換器が知られている。モード変換器は、方形導波管におけるTE<sub>10</sub>モードを、円形導波管において向きが軸方向で円周方向に対して強さが変化しない電界であるTM<sub>01</sub>モードへ変換するものであり、例えば、レーダのロータリジョイントに使用されている。しかしながら、このようなモード変換器が化学反応装置に使用されてはいる例はない。その理由のひとつは化学反応装置がまだ実験装置レベルであり、必ずしも均一電界を要求されていないことにある。

10

最も一般的に使用されている化学反応実験装置は電子レンジを応用したものであるが、炉内に発生する電界は不均一で、精密な化学反応装置へ展開して行くには必ずしも適切でない。

電界分布に着目した改善案として、TM<sub>010</sub>モードを持つ共振器を使用する装置を本出願人らが提案した(特願2004-141079)。しかしながら、この場合、同調や整合を取るための機構が必須で、そのため装置が複雑となり、取扱いが必ずしも容易ではないという欠点を持っている。

導波管型の例としては特許文献1のような装置が提案されている。これは整合導波管型装置で、効率が低く、電界分布もかなり不均一である。短絡導波管型装置の開発も行われているが、導波管であるため作用空間が狭く、電界分布も不均一で、効率の改善は今ひとつ不十分である。

20

このような状況を背景として、導波管型の簡便さと空洞型の高効率性を併せ持ち、電界分布が均一な装置の開発が望まれる。

【特許文献1】特開2002-079078

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

この発明は、上記のような背景と要求のもとになされたものであり、マイクロ波によって化学反応を促進する新しい手段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】

30

【0004】

請求項1に記載された発明においては、上記課題を解決するため、円形導波管内に発生するTM<sub>01</sub>モードの伝送波の電界を、円形導波管の中心部に配した試料に作用させ、同調を取ることなく、高効率で試料の化学反応を促進するマイクロ波化学反応装置を構成する。

【0005】

請求項2および請求項3に記載された発明は、請求項1に記載のマイクロ波化学反応装置において、円形導波管に発生するTM<sub>01</sub>モード成分の強度と純度と変換部における整合特性を高めるための簡便な手段を提供する。

【0006】

40

請求項4, 5, 6に記載された発明では、請求項1ないし請求項3に記載されたマイクロ波化学反応装置において、試料の流路形態の変形例を提供する。

【0007】

請求項7に記載された発明は、請求項1に記載されたマイクロ波化学反応装置のうち、特に無反射終端型に適する構造を提供する。

【0008】

請求項8に記載された発明は、請求項1に記載されたマイクロ波化学反応装置のうち、特に短絡型に適する構造を提供する。

【0009】

請求項9に記載された発明は、請求項1ないし請求項6に記載されたマイクロ波化学反応

50

装置の流路が導波管に流入し、あるいは流出する部分からの電波漏洩を抑制する手段を提供する。

【0010】

請求項10に記載された発明は、請求項1ないし請求項8に記載されたマイクロ波化学反応装置の円筒体における試料の下流において、化学反応で発生した反応水等の不要生成物を除去する手段を提供する。

【0011】

請求項11に記載された発明は請求項1ないし請求項8に記載されたマイクロ波化学反応装置の円筒体における試料の下流において、化学反応で発生した不要生成物を除去した試料を円筒体へ再循環させる手段を提供する。

10

【発明の効果】

【0012】

請求項1に記載された発明においては、試料に対するマイクロ波の照射部を伝送線型とすることにより、共振型が提供できる高効率と均一性を提供し、しかも周波数同調の必要がないようにした。

【0013】

請求項2、請求項3に記載された発明においては、TM01モードの強度と純度を高めると共に、変換部の整合をとる簡便な手段を確保できるようにした。

【0014】

請求項4、請求項5、請求項6に記載された発明においては、流路の選択と設計の可能な範囲を包含できるようにした。

20

【0015】

請求項7に記載された発明においては、無反射終端型であるため、単に軸方向の長さを長くするだけでマイクロ波エネルギーの殆どをほぼ試料に吸収させ得るようにした。

【0016】

請求項8に記載された発明においては、短絡型であるため、軸方向の長さを無反射終端型の場合の長さのほぼ半分程度に短くしながら、なお、マイクロ波エネルギーの殆どをほぼ試料に吸収させ得るようにした。

【0017】

請求項9に記載された発明においては、導波管に対する試料の入出部分からの電波漏洩を無視できる程度に小さく抑えることを可能にした。

30

【0018】

請求項10に記載された発明においては、化学反応で発生した不要生成物をマイクロ波化学反応装置のすぐ下流で除去することを可能にした。

【0019】

請求項11に記載された発明においては、化学反応で発生した目的生成物を含む試料を再循環させ、反応に関する装置効率を高めることを可能にした。

【発明を実施するための最良の形態】

【0020】

図面を参照してこの発明の一実施形態を説明する。図1は本発明の基本構造を示す一実施形態の断面図、図2は同平面図、図3は試料の流路の他の一例を説明する断面図、図4は無反射終端型の一実施形態を、図5は短絡型の一実施形態を示す断面図、図6は試料の流路の他の一例を説明する断面図、図7は不要生成物の分離室を付加した実施形態の断面図、図8は不要生成物分離室の平面図、図9は不要生成物分離室の他の実施形態の平面図、図10は循環型化学反応装置の説明図、図11は電波漏れ防止構造を示す説明図である。

40

【0021】

図1、図2において1は方形導波管、2は円形導波管で、方形導波管1に対し管軸が直交するように結合されている。3は短絡片で、方形導波管1の下流側端を塞ぐように設けられる。短絡片3は、方形導波管1の管軸に直交する平面で導波管を短絡する適切な厚みを

50

持った直方体状をなし、方形導波管1を電氣的に短絡する。方形導波管1は、管軸直交方向断面における方形の長辺の寸法がaである。円形導波管2は、方形導波管1の長辺の寸法aにほぼ等しい直径bを持ち、方形導波管の管軸と直交する管軸を持つ。円管4は円形導波管2内に同軸的に配管され、化学反応させるべき試料5を内蔵する。円管4は、マイクロ波低損失の誘電体素材で構成される。この例では、試料5が管軸に沿って図の上から下、あるいは下から上に向かって流れるようになっている。図の右から矢印方向に方形導波管1内を伝送されてきたTE<sub>10</sub>モードのマイクロ波は、結合部で、円形導波管2のTM<sub>01</sub>モードに変換されて円形導波管2を通過して図の上方、矢印方向に伝送される。短絡片3はマイクロ波の整合とモード変換割合を決める重要な働きをする。短絡位置が適切であり、円形導波管2と円管4の構造が適切に設計されていれば、殆ど100パーセントの割合で所望のモードであるTM<sub>01</sub>モードに変換される。短絡片3は、方形導波管1内で管軸方向に移動調整可能である。不要モードはTE<sub>11</sub>モードであるが、その発生は無視できる程度に小さい。なお、高次モードであるTE<sub>21</sub>モード以上の高次モードは円形導波管2の遮断域に入るように設計されている。円形導波管の管軸と短絡片の短絡面との距離cは、円形導波管の内半径dより小さく設定されている。これによりモード変換の整合が最適化される。

10

#### 【0022】

TM<sub>01</sub>モードの電磁波は、試料に作用して化学反応を促進する。TM<sub>01</sub>モードの電磁波は、上方に伝送される過程で、そのエネルギーを試料5に吸収され、次第に減衰する。この吸収の大きさは試料内の電界の自乗に比例する。通常、試料の比誘電率は1以上であるが、試料の外の電界と試料の境界面が互いに平行という境界条件を満足しているため、試料の内外で電界が連続となり強さが等しくなっていて、強い吸収が行われる。もし、両者が直交する場合は、電界が試料内で比誘電率分の1に弱まって、吸収は弱くなる。本発明では、上記の境界条件を満足しているため円形導波管2の長さが適切に長ければ、TM<sub>01</sub>モードの電磁波エネルギーの殆どすべてが試料5に吸収される。結果として、きわめて効率のよい加熱が行われる。共振器型でないため、同調を取る必要がないにもかかわらず、共振器型と同程度の効率を達成できる。

20

#### 【0023】

TM<sub>01</sub>モードのマイクロにおける円形導波管2内の電界の強さは、円周方向に沿って変化せず、径方向についても変化が比較的少ないので、円管4内の試料5は、円周に沿って均一加熱される。また、径方向の加熱もかなり均一である。マイクロ波は、軸方向に伝送され、試料5も軸方向に流れる構成となっているため、試料5は、すべてほぼ同じマイクロ波エネルギーを吸収する。したがって、マイクロ波の作用を受けた試料5の反応も全体がほぼ同じになることが期待できる。

30

#### 【0024】

図3は、内外2重の円管4内を流れる試料5の流路が、導波管1, 2の結合部の近傍で向きを変え、同軸的に逆行するように構成されている一実施形態を示している。この場合、内側管11から下向きに流入した試料が、外側の円管4の閉鎖された端部に到達した後、外側の円管4内へ流出して上方へ送られ、あるいはこれと逆に、外側の円管4から下向きに送られた試料が、閉鎖された端部で内側管11に流入して上向きに送られる。円形導波管2内を伝送されるマイクロ波の電界と試料の軸方向に沿う境界面は、互いに平行という境界条件を満足しているため、円形導波管2内の境界面で連続となっていて、試料は効率よく加熱される。電界の強さはTM<sub>01</sub>モードの分布に従っていて、内側管11内における方が外側の円管4内におけるより少し大きくなっているため、試料の流れの向きは、所望の加熱スケジュールにしたがって、適切に選択される。

40

#### 【0025】

試料を収容する円管4は、図1では上下方向に向かっているが、方形導波管1を貫通するようになっている。図3では、導波管結合部で終結し、内部で試料の流路が転向するようになっている。しかしながら、円管4の構造はこれに限定されるものではなく、例えば、導波管結合部の近傍で、適切なある角度で曲がって装置外に出る構造でもいいし、試料を

50

収容する試験管状の有底の円筒形容器のような構造であってもよい。円管 4 は、図 1 のように方形導波管 1 を貫通する構造になっていても、また図 6 に示すように、折れ曲がって装置外に出る構造となってもよい。要するに、円管 4 は、内部に試料を収容できる円筒体であればよい。

#### 【 0 0 2 6 】

図 4 に示す他の実施形態では、円形導波管 2 の上端に、上部方形導波管 6 が、結合されている。図では上部および下部の方形導波管の軸が互いに平行になっているが、両導波管の軸がそれぞれ円形導波管の軸と直交するようになっていれば良く、特に両方形導波管の軸が必ずしも平行でなくても良い。上部方形導波管と円形導波管の結合構造は、下部の結合構造と同等である。マイクロ波は、下部の方形導波管 1 から円形導波管 2 を経て上部に達し、再び方形導波管 6 に導かれる。上側方形導波管 6 の終端には、無反射終端 7 が接続される。全体を通して、マイクロ波は TE<sub>10</sub> から TM<sub>01</sub> に変換され、再び TE<sub>10</sub> に変換され、加熱で使用されなかった残りのマイクロ波部分はこの無反射終端 7 で消費されるが、円形導波管 2 の長さを適切に定めれば、大部分のマイクロ波エネルギーが試料に吸収されるので効率がそれほど下がることはない。円形導波管の長さは装置に与えられたスペースと許容できる効率の兼ね合いで判断して決めればよい。

10

#### 【 0 0 2 7 】

図 5 に示す他の実施形態では、円形導波管 2 の上端が短絡板 8 によって電氣的に短絡されている。円形導波管 2 内を上方に向かって伝送されたマイクロ波は、ここで反射され下方に向かう。円管 4 内に流れ、あるいは滞留する試料により、往復の途上でマイクロ波エネルギーが吸収される。方形導波管 1 まで戻るマイクロ波が十分小さくなるように設計すれば、高効率化の目的が達成できる。

20

#### 【 0 0 2 8 】

図 11 には、強いマイクロ波が存在する空間 S1 と、マイクロ波が殆ど存在しない空間 S2 とを隔てる隔壁 10 を示している。すなわち隔壁 10 の上は、マイクロ波が微弱になるべき空間 S2 である。マイクロ波遮蔽管 9 の内径はマイクロ波が遮断領域に入るように決定されている。また、この遮蔽管 9 の長さは試料を内蔵する円管 4 を通すための孔 10a から漏れるマイクロ波を十分減衰出来る値に定められている。このような遮蔽管 9 を用いることによって、導波管からの円管 4 の導出部におけるマイクロ波の漏洩を安全なレベルに抑えることが可能である。

30

#### 【 0 0 2 9 】

図 7 に示す他の実施形態においては、導波管 1, 2 を出た試料は配管 12 を経て不要生成物を除去する分離室 13 に導かれる。この場合、不要生成物は反応水である。試料は温度が低下しないように、近傍に設けられた分離室 13 に導かれ、反応水は蒸発して上部の空間 15 に放出される。水蒸気が蒸発しやすいように、分離室 13 は、液の表面積が十分、大きくとれ、試料が扁平となるような形態をとる。蒸発した水は例えば排出管 16 から真空脱気される。

分離室 13 内の試料 5 は、水蒸気の放出により気化熱が奪われることによって温度が下がるので、適宜の手段で加熱される。この加熱はガス炉、電気炉等の従来加熱手段によってもよいし、マイクロ波加熱によってもよい。マイクロ波加熱による場合は、分離室 13 の部分でも有効にマイクロ波による化学反応が促進されるので、見方によっては、この分離室を第 2 の化学反応装置として、前記、マイクロ波化学反応装置と一体として協働するよりシステム化されたマイクロ波化学反応装置と見做すことができる。加熱が有効に平均的に行われるよう、例えば試料が流れ込む配管 12 は、図 8 に示すように分離槽 14 内の試料の流れが円周に沿って渦巻状になるように工夫されている。必要に応じ、複数箇所から流入させてもよい。マイクロ波加熱を行う分離槽 14 は誘電体で構成される。試料の渦巻状の流れ形成する場合には、水を分離した後の試料が、中心の排出管 17 から流出する。マイクロ波加熱を行うときは、通常、電子レンジによる加熱のようなマルチモードの電磁波を照射する形態でよい。試料が保持される高さをマイクロ波が適切に照射される位置に設定するため、分離槽 14 は、底面(金属板)から若干、上に上がった位置に設置される。

40

50

これはマイクロ波の金属壁表面に沿う成分が金属壁面でゼロになるからである。電気炉等の従来加熱手段による場合は誘電体容器 14 を設ける必要はなく、金属製の分離室 13 のみでよい。分離室の加熱をマイクロ波とそれ以外の従来の加熱手段の両方を使用して行う場合も、特に誘電体分離槽 13 を要しない。この場合、上部からマイクロ波によって加熱され、下部から他の加熱手段によって外部加熱される。マイクロ波は浸透深さの関係で試料下部の加熱が弱くなるが、他の手段によって下部の方がより強く加熱されるので、両者が相補って試料全体がより均一に加熱される利点が生まれる。

【0030】

不要生成物の分離室 13 は、図 9 に示すような形態をとることも可能である。この場合、試料はジグザグコースに沿って管 12 から管 17 へ流れるようになっている。このような流れを作るために、必要に応じ、流れを制御する仕切板 18 が設けられる。仕切板 18 は、通常、誘電体で構成される。流れる間に不要生成物が除去され、目的生成物が管 17 から排出される。この場合も加熱手段により、誘電体分理槽 13 の使用は適切に選択されることは言うまでもない。

10

【0031】

図 10 に示す実施形態においては、試料 5 が配管 12, 19 により、円形導波管 2 と分離室 13 の間を循環し、何回か円形導波管 2 内でマイクロ波を照射される。この過程で化学反応が十分進行し、不要生成物が除去される。最終的に排出管 17 から目的生成物が排出される。

上記の説明でマイクロ波反応装置と分離室は 1 対 1 としたが、必要に応じ、マイクロ波反応装置を複数台直列に接続したのち分離室に試料を導いても良いし、あるいは並列に配置した複数個のマイクロ波化学反応装置から出た試料を 1 台の分離室に導く構造であってもよく、さらにこの直並列を組み合わせた構成として全体をまとめる方法を選択することも可能である。

20

【図面の簡単な説明】

【0032】

【図 1】この発明の実施形態に係るマイクロ波化学反応装置の一実施例の断面図である。

【図 2】この発明の実施形態に係るマイクロ波化学反応装置の一実施例の平面図である。

【図 3】試料の流路の他の一例を説明する断面図である。

【図 4】無反射終端型のマイクロ波化学反応装置の一実施形態を示す断面図である。

30

【図 5】短絡型のマイクロ波化学反応装置の一実施形態を示す断面図である。

【図 6】試料の流路の他の一例を説明する断面図である。

【図 7】不要生成物の分離室を付加した実施形態の断面図である。

【図 8】不要生成物分離室の平面図である。

【図 9】不要生成物分離室の他の実施形態の平面図である。

【図 10】循環型化学反応装置の説明図である。

【図 11】電波漏れ防止構造を示す説明図である。

【符号の説明】

【0033】

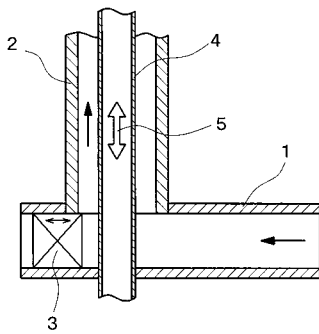
- 1 方形導波管
- 2 円形導波管
- 3 方形導波管短絡片
- 4 円管（円筒体）
- 5 試料
- 6 方形導波管
- 7 無反射終端
- 8 円形導波管終端短絡板
- 9 マイクロ波遮蔽管
- 10 隔壁
- 10a 孔

40

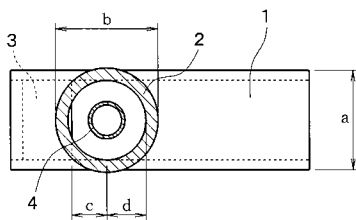
50

- 1 1 内側円管
- 1 2 配管
- 1 3 分離室
- 1 4 分離槽
- 1 5 空間
- 1 6 排出管
- 1 7 排出管
- 1 8 仕切板
- 1 9 配管

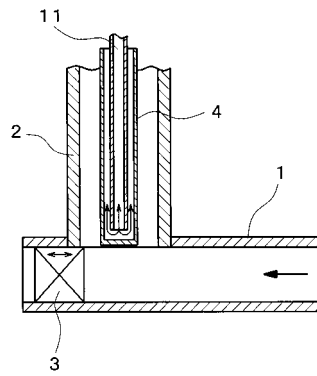
【図1】



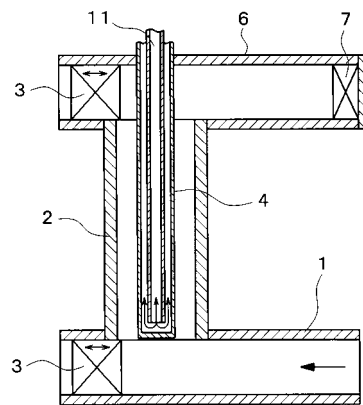
【図2】



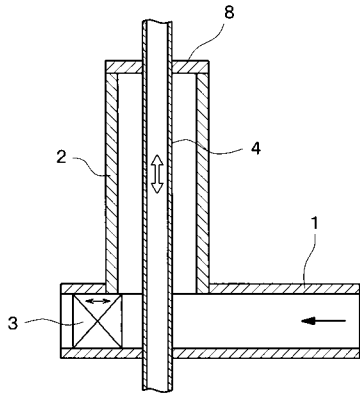
【図3】



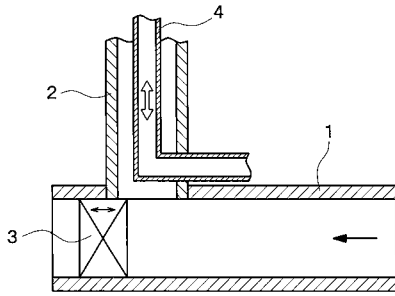
【図4】



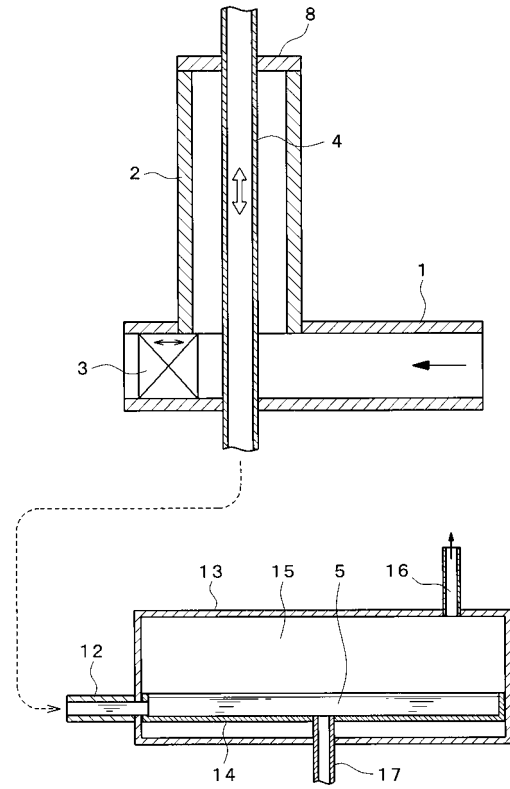
【図 5】



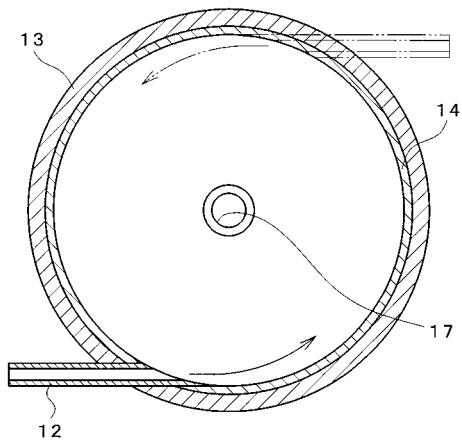
【図 6】



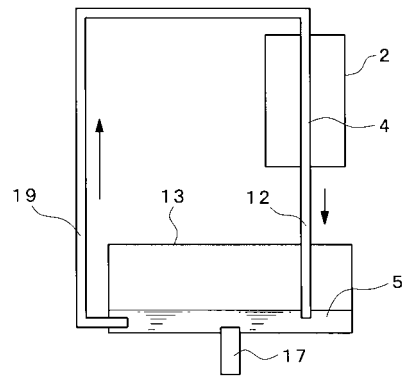
【図 7】



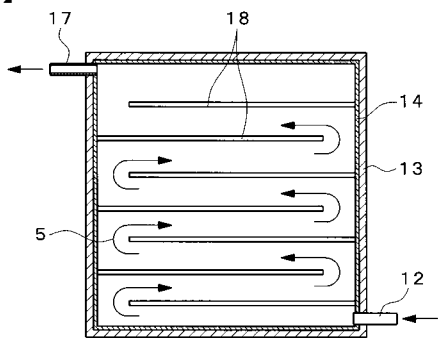
【図 8】



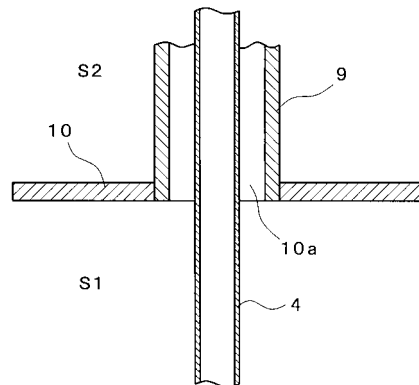
【図 10】



【図 9】



【図 11】



フロントページの続き

Fターム(参考) 4G075 AA03 AA13 AA23 AA39 AA43 AA62 AA63 BD13 BD14 BD15  
BD16 BD17 CA02 CA26 EB21 EB31