

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7407635号
(P7407635)

(45)発行日 令和6年1月4日(2024.1.4)

(24)登録日 令和5年12月21日(2023.12.21)

(51)国際特許分類 F I
 B 0 1 J 8/06 (2006.01) B 0 1 J 8/06 3 0 1
 C 0 1 B 3/38 (2006.01) C 0 1 B 3/38

請求項の数 3 (全12頁)

(21)出願番号	特願2020-55400(P2020-55400)	(73)特許権者	000000284 大阪瓦斯株式会社 大阪府大阪市中央区平野町四丁目1番2号
(22)出願日	令和2年3月26日(2020.3.26)	(74)代理人	110001818 弁理士法人 R & C
(65)公開番号	特開2021-154196(P2021-154196 A)	(72)発明者	池田 耕一郎 大阪府大阪市中央区平野町四丁目1番2号 大阪瓦斯株式会社内
(43)公開日	令和3年10月7日(2021.10.7)	(72)発明者	中神 翔 大阪府大阪市中央区平野町四丁目1番2号 大阪瓦斯株式会社内
審査請求日	令和4年12月20日(2022.12.20)	(72)発明者	松尾 日向子 大阪府大阪市中央区平野町四丁目1番2号 大阪瓦斯株式会社内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 反応装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

充填された粒状の触媒を受止め且つ処理ガスを通流させる触媒支持部を底部に備える形態で上下方向に向かう姿勢で設置された反応管と、

前記反応管の外面を加熱する燃焼部と、が設けられた反応装置であって、

前記反応管における前記触媒に接触する筒状の触媒支持面に、前記触媒の一部を入り込ませる状態で当該触媒を係止する係合凹部が、上下方向に沿って複数形成されており、前記反応管が、底部が閉塞されかつ上端側が支持された外管と、当該外管の内部に上端側が支持された状態で配置されかつ底部が開口する内管とからなり、前記触媒が前記外管と前記内管との間に充填され、

前記触媒支持部が、前記内管の底部に設けられ、

前記燃焼部が、前記外管の外面を加熱する状態で設けられ、

前記内管における前記触媒支持面としての外面に、前記係合凹部が形成され、

前記外管における前記触媒支持面としての内面が、平坦状に形成されている反応装置。

【請求項2】

前記係合凹部が、環状の凹溝状に形成されている請求項1に記載の反応装置。

【請求項3】

前記係合凹部が、入口部の上端から深さ方向の奥部に向けて漸次下方側に位置する上側の傾斜面及び前記入口部の下端から前記奥部に向けて漸次上方側に位置する下方側の傾斜面を備える形態に形成されている請求項1又は2に記載の反応装置。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、充填された粒状の触媒を受止め且つ処理ガスを通流させる触媒支持部を底部に備える形態で上下方向に向かう姿勢で設置された反応管と、

前記反応管の外面を加熱する燃焼部と、が設けられた反応装置に関する。

【背景技術】**【0002】**

かかる反応装置は、天然ガスやナフサ等の炭化水素系ガスである原料ガスを、水蒸気を混合させた状態で、反応管における外管と内管との間に供給することにより、水蒸気改質処理により水素成分が多い改質ガスに改質する等、原料ガスを反応処理するために使用されることになる。

10

【0003】

かかる反応装置の従来例として、反応管が、底部が閉塞されかつ上端側が支持された外管と、当該外管の内部に上端側が支持された状態で配置されかつ底部が開口する内管とからなり、触媒が外管と内管との間に充填され、多数の細孔を有する仕切板を、触媒支持部として、内管の底部に設けて、この仕切板にて外管と内管との間に充填された触媒を受止め支持するように構成されたものがある（例えば、特許文献1参照。）。

【先行技術文献】**【特許文献】**

20

【0004】

【文献】特公平6 - 69882号公報

【発明の概要】**【発明が解決しようとする課題】****【0005】**

反応装置においては、燃焼部による加熱を停止した加熱停止状態から燃焼部にて反応管を加熱する加熱作用状態に切換えられると、反応管が温度上昇により熱膨張することに起因して、反応管における触媒支持面の間隔が大きくなり、その後、燃焼部にて反応管を加熱する加熱作用状態から燃焼部による加熱を停止した加熱停止状態に切換えられると、反応管が温度低下により収縮することに起因して、反応管における触媒支持面の間隔が狭くなる。

30

その結果、反応管に充填されている触媒が大きな圧縮力を受けて、変形損傷する虞があり、改善が望まれるものであった。

【0006】

特許文献1に記載の反応装置を例に挙げて説明を加えると、燃焼部にて反応管を加熱する加熱作用状態においては、燃焼部にて外面が加熱される外管の温度が、外管の内部に位置する内管の温度よりも高温になるから、燃焼部の加熱停止状態から加熱作用状態に切換えると、外管が内管よりも径方向に大きく拡張することになり、触媒支持面としての外管の内面と内管の外面との間隔が大きくなる。

その後、燃焼部を加熱作用状態から加熱停止状態に切換えると、外管が内管よりも径方向に大きく収縮することになり、触媒支持面としての外管の内面と内管の外面との間隔が狭くなる。

40

【0007】

その結果、燃焼部を加熱停止状態から加熱作用状態に切換えた際に、外管が内管よりも径方向に大きく拡張して、内管の外面と外管の内面との間の隙間が大きくなるのに伴って、内管と外管との間に充填されている触媒が径方向に拡がりながら下方側に移動することになる。

その後、燃焼部を加熱作用状態から加熱停止状態に切換えた際に、外管が内管よりも径方向に大きく収縮して、内管の外面と外管の内面との間の隙間が小さくなるため、内管と外管との間に充填されている触媒が上方側に押し上げられることになり、その際に、触媒

50

が大きな圧縮作用を受けて変形すること等に起因して、触媒が変形損傷する虞があった。

【0008】

ちなみに、反応管として、単一の円筒状の管体にて構成されている反応管があるが、この反応管の場合にも、燃焼部を加熱停止状態から加熱作用状態に切換えた際に、管体が径方向に拡張するのに伴って、触媒支持面としての管体の内面が径方向に拡がることにより、管体に充填されている触媒が径方向に拡がりながら下方側に移動することになり、その後、燃焼部を加熱作用状態から加熱停止状態に切換えた際に、管体が径方向に収縮して、触媒支持面としての管体の内面が径方向に収縮するため、管体に充填されている触媒が上方側に押し上げられることになり、その際に、触媒が大きな圧縮作用を受けて変形すること等に起因して、触媒が変形損傷する虞があった。

10

【0009】

本発明は、上記実状に鑑みて為されたものであって、その目的は、反応管の熱膨張後の収縮により、触媒が変形損傷することを抑制できる反応装置を提供する点にある。

【課題を解決するための手段】

【0010】

本発明の反応装置は、充填された粒状の触媒を受止め且つ処理ガスを通流させる触媒支持部を底部に備える形態で上下方向に向かう姿勢で設置された反応管と、

前記反応管の外面を加熱する燃焼部と、が設けられたものであって、その特徴構成は、

前記反応管における前記触媒に接触する筒状の触媒支持面に、前記触媒の一部を入り込ませる状態で当該触媒に係止する係合凹部が、上下方向に沿って複数形成されており、
前記反応管が、底部が閉塞されかつ上端側が支持された外管と、当該外管の内部に上端側が支持された状態で配置されかつ底部が開口する内管とからなり、
前記触媒が前記外管と前記内管との間に充填され、
前記触媒支持部が、前記内管の底部に設けられ、
前記燃焼部が、前記外管の外面を加熱する状態で設けられ、
前記内管における前記触媒支持面としての外面に、前記係合凹部が形成され、
前記外管における前記触媒支持面としての内面が、平坦状に形成されている点にある。

20

尚、上記記載中における粒状の触媒とは、球状やペレット状等の各種形状の粒状の触媒を意味するものである。

【0011】

すなわち、反応管における触媒に接触する触媒支持面に、触媒の一部を入り込ませる状態で当該触媒に係止する係合凹部が、上下方向に沿って複数形成されているから、燃焼部による加熱を停止した加熱停止状態においては、触媒が係合凹部に大きく係合した状態で反応管に充填されることになる。

30

【0012】

そのような触媒充填状態において、燃焼部による加熱を停止した加熱停止状態から燃焼部にて反応管を加熱する加熱作用状態に切換えられると、反応管が温度上昇により熱膨張して、反応管における触媒支持面の間隔が大きくなるから、充填されている触媒が径方向に拡がりながら下方側に移動しようとするが、充填されている触媒のうちには係合凹部に係止され続けられる触媒が存在するため、触媒が下方側へ移動するとしても、その移動量が小さな移動量に抑制されることになる。

40

【0013】

その後、燃焼部を加熱作用状態から加熱停止状態に切換えると、反応管が温度低下により収縮すること等に起因して、反応管における触媒支持面の間隔が狭くなるから、充填されている触媒が上方側に押し上げられることになり、加熱作用状態における触媒の下方側への移動量が小さく抑制されているため、触媒が上方側に押し上げられるとしても、その押し上げられる量は小さく、触媒が大きな圧縮作用を受けることを回避できる結果、触媒が変形損傷することを抑制できる。

【0014】

要するに、本発明の反応装置の特徴構成によれば、反応管の熱膨張後の収縮により、触

50

媒が変形損傷することを抑制できる。

また、反応管が、底部が閉塞されかつ上端側が支持された外管と、当該外管の内部に上端側が支持された状態で配置されかつ底部が開口する内管とからなり、触媒が外管と内管との間に充填され、触媒支持部が、内管の底部に設けられ、燃焼部が、外管の外面を加熱する状態で設けられている。

このような反応装置においては、燃焼部の加熱作用状態においては、燃焼部にて外面が加熱される外管の温度が、外管の内部に位置する内管の温度よりも高温になるから、燃焼部を加熱停止状態から加熱作用状態に切換えると、外管と内管とを同じ材質にて形成する場合において外管が内管よりも大きく伸びる等、外管が内管よりも大きく軸方向に伸びる傾向になる。

このような点に鑑みて、内管における触媒支持面（外面）に、係合凹部が形成され、外管における触媒支持面（内面）が、平坦状に形成されているから、燃焼部の加熱作用状態において外管が内管よりも軸方向に大きく伸びることがあっても、触媒の損傷を回避できる。説明を加えると、燃焼部を加熱停止状態から加熱作用状態に切換えた際に、外管が内管よりも径方向に大きく拡張して、内管と外管との間の隙間が大きくなるのに伴って、内管と外管との間に充填されている触媒が径方向に拡がりながら下方側に移動しようとするが、充填されている触媒のうちには係合凹部に係止され続けられる触媒が存在するため、触媒が下方側へ移動するとしても、その移動量が小さな移動量に抑制される。

その後、燃焼部を加熱作用状態から加熱停止状態に切換えた際に、外管が内管よりも径方向に大きく収縮して、内管と外管との間の隙間が小さくなるため、内管と外管との間に充填されている触媒が上方側に押し上げられることになるが、加熱作用状態における触媒の下方側への移動量が小さく抑制されているため、触媒が上方側に押し上げられるとしても、その押し上げられる量は小さく、触媒が大きな圧縮作用を受けることを回避できる結果、触媒が変形損傷することを抑制できる。

そして、燃焼部を加熱停止状態から加熱作用状態に切換えた際に、外管が内管よりも軸方向に大きく伸び、燃焼部を加熱作用状態から加熱停止状態に切換えた際に、内管よりも大きく短縮することになる外管の触媒支持面（内面）が、平坦状に形成されているから、当該外管の触媒支持面（内面）が、内管と外管との間に充填され且つ内管の底部に設けられた触媒支持部にて受け止められている触媒に対して、円滑に摺動し易いものとなり、触媒の損傷を抑制できる。

要するに、本発明の反応装置の特徴構成によれば、燃焼部にて外管を加熱する加熱作用状態において外管が内管よりも大きく伸びることがあっても、触媒の損傷を回避できる。

【0015】

本発明の反応装置の更なる特徴構成は、前記係合凹部が、環状の凹溝状に形成されている点にある。

【0016】

すなわち、係合凹部が、環状の凹溝状に形成されているから、係合凹部の形成が容易となり、実施製作面において有利である。

つまり、筒状の触媒支持面に環状の凹溝状の係合凹部を形成することは、反応管を回転させながら、筒状の触媒支持面に切削加工する等により、容易に形成できるのである。

【0017】

これに対して、例えば、係合凹部を、穴状の凹部として、筒状の触媒支持面に千鳥状に配置する形態で形成することが考えられるが、この場合は、穴状の凹部となる複数の係合凹部を形成することは、例えば、筒状の触媒支持面に切削加工するにしても、その作業が煩雑になる等、形成し難いものである。

【0018】

要するに、本発明の反応装置の更なる特徴構成によれば、係合凹部の形成が容易となり、実施製作面において有利である。

【0019】

本発明の反応装置の更なる特徴構成は、前記係合凹部が、入口部の上端から深さ方向の

10

20

30

40

50

奥部に向けて漸次下方側に位置する上側の傾斜面及び前記入口部の下端から前記奥部に向けて漸次上方側に位置する下方側の傾斜面を備える形態に形成されている点にある。

【0020】

すなわち、係合凹部が、入口部の上端から深さ方向の奥部に向けて漸次下方側に位置する上側の傾斜面及び入口部の下端から深さ方向の奥部に向けて漸次上方側に位置する下方側の傾斜面を備える形態に形成されているから、触媒における係合凹部に入り込ませる部分を、上下の傾斜面にて受け止めることができるため、触媒を係合凹部にて係合支持する際に、触媒の表面部を損傷することを抑制できる。

【0021】

つまり、係合凹部が、入口部から深さ方向の奥部に向けて同じ幅となる形態に形成されると、触媒における係合凹部に入り込ませる部分を、入口部の先鋭な角部にて受け止めることになるため、触媒を係合凹部にて係合支持する際に、触媒の表面部を損傷する虞がある。

10

【0022】

要するに、本発明の反応装置の更なる特徴構成によれば、触媒を係合凹部にて係合支持する際に、触媒の表面部を損傷することを抑制できる。

【図面の簡単な説明】

【0036】

【図1】改質装置を示す概略側縦断正面図である。

【図2】反応管を示す一部を省略した概略縦断正面図である。

20

【図3】反応管の要部を示す一部省略断面図である。

【図4】係合凹部を示す断面図である。

【図5】別構成の改質装置を示す概略側縦断正面図である。

【図6】別構成の改質装置の係合凹部を示す断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0037】

〔実施形態〕

以下、本発明の実施形態を図面に基づいて説明する。

（改質装置の全体構成）

図1に示すように、反応装置の一例としての改質装置には、天然ガスやナフサ等の炭化水素系ガスである原料ガスGを水蒸気改質処理により水素成分が多い改質ガスKに改質する改質反応用の反応管A、及び、当該反応管Aを改質反応用温度に加熱する燃焼部としてのバーナ1が、改質炉2に備えられている。

30

【0038】

例示する改質装置は、反応管Aが、改質炉2の上壁2uを貫通する状態で当該上壁2uに支持され、一對のバーナ1が、改質炉2の左右の側壁2sの夫々に設けられている。

バーナ1の燃焼ガスは、反応管Aを加熱した後、改質炉2の排ガス出口2dから排出されるように構成されている。

【0039】

反応管Aは、図2に示すように、底部が閉塞された外管3と、当該外管3の内部に配置される内管4とを備え、内管4が、底部を開口する状態に形成され、外管3と内管4との間に、粒状の触媒Sが、充填部を形成する状態で配置されている。

40

外管3の上端側部分が、改質炉2の上壁2uを貫通する状態で当該上壁2uに支持され、内管4の上端側部分が、外管3の管上壁3uを貫通する状態で、当該管上壁3uに支持されている。

外管3と内管4との間には、触媒Sを受止め且つ改質ガスK（処理ガスの一例）を通流させる多孔体T（触媒支持部の一例）が、内管4の底部に支持される状態で備えられている。

【0040】

外管3における改質炉2の上壁2uから突出する部分には、水蒸気が混合された原料ガ

50

スGを導入する原料ガス管5が接続され、内管4における外管3の管上壁3uから突出する部分には、改質ガスKを案内する改質ガス案内管6が接続されている。

【0041】

反応管Aは、バーナ1にて改質反応用の目標温度に加熱されることによって、外管3が高温（例えば、平均温度が800程度）に加熱され、それに伴って、触媒Sや内管4が、外管3よりも低い温度（例えば、平均温度が650程度）に加熱されことになる。

【0042】

そして、原料ガス管5から導入される原料ガスGが、外管3と内管4との間の触媒Sの充填部を通して下方に向けて流動することにより、水蒸気改質処理により水素成分が多い改質ガスKに改質され、改質ガスKが内管4の内部を通して上方に流動した後、改質ガス案内管6を通して排出されるように構成されている。

10

【0043】

尚、改質ガス案内管6を通して排出される改質ガスKは、詳細な説明は省略するが、CO変成器に搬送されて、改質ガスKに含まれている一酸化炭素をCO変成器にて二酸化炭素に変成処理した後、例えば、圧力変動吸着装置（PSA）に供給されて、水素成分が高い製品ガスに生成されることになる。

【0044】

（反応管の詳細）

図3及び図4に示すように、内管4における触媒支持面U、つまり、内管4の外表面4gに、触媒Sの一部を入り込ませる状態で当該触媒Sを係合凹部Dが、上下方向に沿って複数形成されている。

20

また、外管3における触媒支持面U、つまり、外管3の内面3aが平坦状に形成されている。

【0045】

ちなみに、本実施形態においては、粒状の触媒Sが、球状であり、内管4の外表面4gと外管3の内面3aとの間隔は、触媒Sの外径Hの5倍の間隔である。

以下、本実施形態においては、触媒Sが球状である場合について説明するが、粒状の触媒Sの形状としては、ペレット状等の他の形状であってもよい。

【0046】

本実施形態においては、係合凹部Dが、環状の凹溝状に形成される形態で、内管4の外表面4gにおける上端部から下端部に亘って、複数形成されている。

30

図4に示すように、係合凹部Dが、入口部Diから深さ方向の平坦状の奥部Dtに向けて傾斜面Dsを上下両側に備える形態に形成されている。

つまり、係合凹部Dが、入口部Diの上端から深さ方向の奥部Dtに向けて漸次下方側に位置する上側の傾斜面Ds及び入口部Diの下端から深さ方向の奥部Dtに向けて漸次上方側に位置する下方側の傾斜面Dsを備える形態、つまり、台形状の形態に形成されている。

【0047】

本実施形態においては、係合凹部Dの深さaが、触媒Sの外径Hの20%に相当する長さの深さであり、入口部Diの開口幅bが、触媒Sの外径Hの80%に相当する長さの幅であり、上下両側の傾斜面Dsのうちの上側側の傾斜面Dsの傾斜角度cが、45度であり、上下両側の傾斜面Dsのうちの下側側の傾斜面Dsの傾斜角度dが、45度であり、奥部Dtの幅fが、触媒Sの外径Hの40%に相当する長さの幅である。

40

また、上下に隣接する入口部Diの間隔eが、触媒Sの外径Hの80%に相当する長さの間隔である。

【0048】

ちなみに、係合凹部Dの深さa、入口部Diの開口幅b、上方側の傾斜面Dsの傾斜角度c、下方側の傾斜面Dsの傾斜角度d、上下に隣接する入口部Diの間隔eは、下記式に例示する如く、種々変更できる。

$$a = H / 2 \times (100\% \sim 15\%)$$

50

$b = H \times (100\% \sim 60\%)$

$c = 60\text{度} \sim 45\text{度}$

$d = 60\text{度} \sim 45\text{度}$

$e = H \times (100\% \sim 30\%)$

【0049】

従って、バーナ1を加熱停止状態から加熱作用状態に切換えた際に、外管3が内管4よりも径方向に大きく拡張して、内管4の触媒支持面U（外面4g）と外管3の触媒支持面U（内面3a）との間の隙間が大きくなるのに伴って、内管4と外管3との間に充填されている触媒Sが外管3の径方向に拡がりながら下方側に移動しようとするが、充填されている触媒Sのうちには係合凹部Dに係止され続けられる触媒Sが存在するため、触媒Sが下方側へ移動するとしても、その移動量が小さな移動量に抑制される。

10

【0050】

その後、バーナ1を加熱作用状態から加熱停止状態に切換えた際に、外管3が内管4よりも径方向に大きく収縮して、内管4の触媒支持面U（外面4g）と外管3の触媒支持面U（内面3a）との間の隙間が小さくなるため、内管4と外管3との間に充填されている触媒Sが上方側に押し上げられることになるが、バーナ1の加熱作用状態における触媒Sの下方側への移動量が小さく抑制されているため、触媒Sが上方側に押し上げられるとしても、その押し上げられる量は小さく、触媒Sが大きな圧縮作用を受けることを回避できる結果、触媒Sが変形損傷することを抑制できる。

【0051】

20

そして、バーナ1を加熱停止状態から加熱作用状態に切換えた際に、外管3が内管4よりも軸方向に大きく伸び、バーナ1を加熱作用状態から加熱停止状態に切換えた際に、内管4よりも大きく軸方向に短縮することになる外管3の触媒支持面U（内面3a）が、平坦状に形成されているから、当該外管3の触媒支持面U（内面3a）が、内管4と外管3との間に充填されている触媒Sに対して、円滑に摺動し易いものとなり、触媒Sの損傷を抑制できる。

【0052】

また、係合凹部Dが、入口部Diから奥部Dtに向けて漸次狭くなる傾斜面Dsを上下両側に備える形態に形成されているから、触媒Sにおける係合凹部Dに入り込ませる部分を、傾斜面Dsにて受け止めることができるため、触媒Sを係合凹部Dにて係合支持する際に、触媒Sの表面部を損傷することを抑制できる。

30

【0053】

（反応装置の別構成）

次に、反応装置の別構成を説明するが、上述した反応装置と同様な構成部分には、同じ符号を付して説明する。

図5に示すように、反応管Aが、単一の円筒状の管体7に触媒Sを充填する形態に構成され、管体7の底部には、触媒Sを受止め且つ改質ガスK（処理ガスの一例）を通流させる多孔体T（触媒支持部の一例）が設けられている。

【0054】

管体7が、改質炉2における上壁2u及び底壁2tを貫通する形態で設けられ、管体7における改質炉2の上壁2uから突出する部分には、水蒸気が混合された原料ガスGを導入する原料ガス管5が接続され、管体における改質炉2の底壁2tから突出する部分には、改質ガスKを案内する改質ガス案内管6が接続されている。

40

【0055】

反応管Aは、改質炉2の側壁2sに設置したバーナ1にて改質反応の目標温度に加熱されることによって、管体7が高温（例えば、平均温度が800程度）に加熱され、それに伴って、触媒Sが、管体7よりも低い温度（例えば、平均温度が650程度）に加熱されることになる。

【0056】

そして、原料ガス管5から導入される原料ガスGが、管体7の内部に充填した触媒Sの

50

充填部を通して下方に向けて流動することにより、水蒸気改質処理により水素成分が多い改質ガスKに改質され、改質ガスKが改質ガス案内管6を通して排出されるように構成されている。

【0057】

尚、改質ガス案内管6を通して排出される改質ガスKは、詳細な説明は省略するが、CO変成器に搬送されて、改質ガスKに含まれている一酸化炭素をCO変成器にて二酸化炭素に変成処理した後、例えば、圧力変動吸着装置(PSA)に供給されて、水素成分が高い製品ガスに生成されることになる。

【0058】

そして、図6に示すように、管体7における触媒支持面U、つまり、管体7の内面7nに、係合凹部Dが形成されている。 10

本実施形態においては、図示は省略するが、係合凹部Dが、環状の凹溝状に形成される形態で、管体7の内面7nにおける上端部から下端部に亘って、複数形成されている。

本実施形態の係合凹部Dの具体構成は、上述した反応装置における係合凹部Dと同様であり、詳細な説明を省略する。

【0059】

従って、バーナ1を加熱停止状態から加熱作用状態に切替えた際に、管体7が径方向に拡張して、管体7に充填されている触媒Sが管体7の径方向に拡がりながら下方側に移動しようとするが、充填されている触媒Sのうちには係合凹部Dに係止され続けられる触媒Sが存在するため、触媒Sが下方側へ移動するとしても、その移動量が小さな移動量に抑制される。 20

【0060】

その後、バーナ1を加熱作用状態から加熱停止状態に切替えた際に、管体7が径方向に収縮して、管体7に充填されている触媒Sが上方側に押し上げられることになるが、バーナ1の加熱作用状態における触媒Sの下方側への移動量が小さく抑制されているため、触媒Sが上方側に押し上げられるとしても、その押し上げられる量は小さく、触媒Sが大きな圧縮作用を受けることを回避できる結果、触媒Sが変形損傷することを抑制できる。

【0061】

〔別実施形態〕

次に、別実施形態を列記する。 30

(1) 上記実施形態においては、反応管Aとして、原料ガスGを水蒸気改質処理する改質装置に装備するものを例示したが、本発明は、種々の用途に使用される反応装置に装備される各種の反応管Aに適用できる。

【0062】

(2) 上記実施形態においては、反応管Aを外管3と内管4とから構成する場合において、外管3の上端側が改質炉2の上壁2uに支持され、内管4の上端側が外管3の管上壁3uに支持される場合を例示したが、例えば、内管4の上端側と外管3の上端側とを、別々に改質炉2に支持する等、外管3の上端側や内管4の上端側を支持する具体構成は種々変更できる。

【0063】

(3) 上記実施形態においては、触媒支持部として、触媒Sを受止め支持する多孔体Tを例示したが、触媒支持部としては、改質ガスKを流動させる通流孔が周方向に沿って一列状の形成される板状に形成する等、触媒支持部の具体構成は各種変更できる。 40

【0064】

(4) 上記実施形態では、係合凹部Dが、環状の凹溝状に形成される場合を例示したが、例えば、係合凹部Dを、穴状の凹部として、触媒支持面Uに千鳥状に配置する形態で設けるようにする等、係合凹部Dの具体構成は各種変更できる。

【0065】

(5) 上記実施形態では、係合凹部Dが触媒支持面Uにおける上端部から下端部の全体に亘って形成される場合を例示したが、例えば、触媒支持面Uにおける上半部や下半部に設 50

けるようにする等、触媒支持面Uにおける一部に係合凹部Dを形成する形態で実施してもよい。

【0066】

(6) 上記実施形態では、反応管Aを外管3と内管4とから構成する場合において、内管4における触媒支持面Uとしての外面4gに、係合凹部Dが上下方向に沿って複数形成され、外管3における触媒支持面Uとしての内面3aが平坦状に形成される形態を例示したが、反応管Aの全長が短い場合等においては、内管4における触媒支持面Uとしての外面4g及び外管3における触媒支持面Uとしての内面3aの夫々に、係合凹部Dを形成する形態で実施してもよい。

【0067】

なお、上記実施形態(別実施形態を含む、以下同じ)で開示される構成は、矛盾が生じない限り、他の実施形態で開示される構成と組み合わせて適用することが可能であり、また、本明細書において開示された実施形態は例示であって、本発明の実施形態はこれに限定されず、本発明の目的を逸脱しない範囲内で適宜変更することが可能である。

【符号の説明】

【0068】

1	燃焼部
3	外管
3 a	内面
4	内管
4 g	外面
7	管体
A	反応管
D	係合凹部
D i	入口部
D s	傾斜面
D t	奥部
S	触媒
U	触媒支持面

10

20

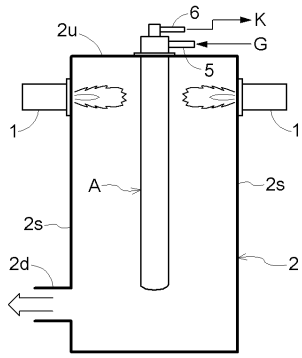
30

40

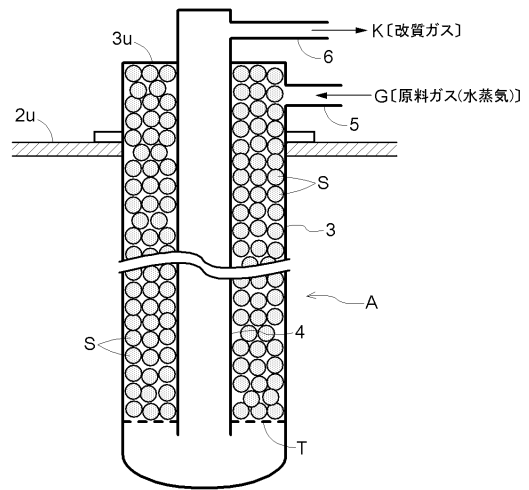
50

【図面】

【図 1】

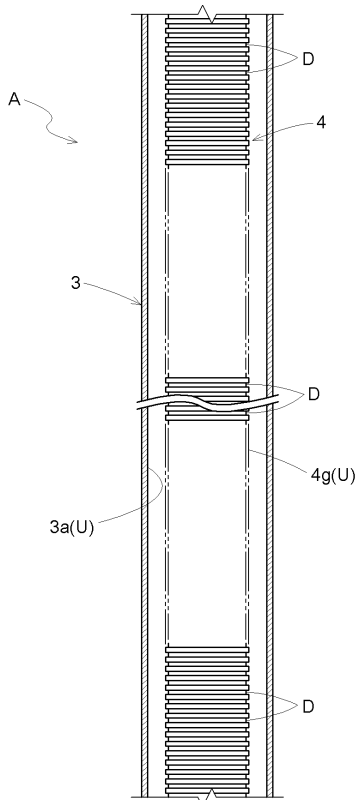


【図 2】

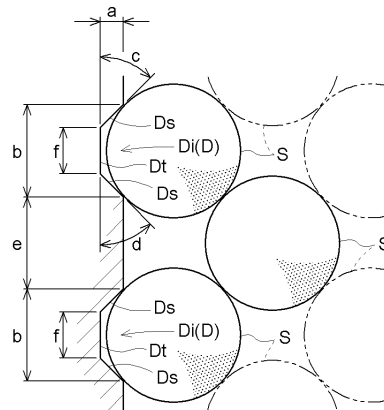


10

【図 3】



【図 4】



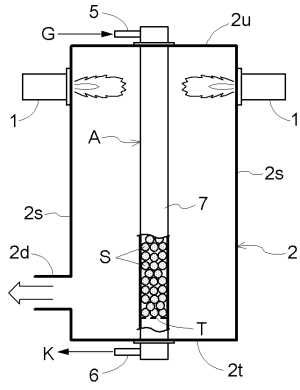
20

30

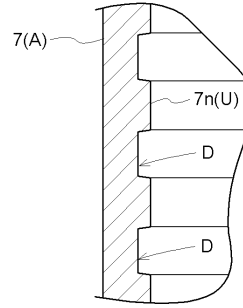
40

50

【 図 5 】



【 図 6 】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

(72)発明者 平中 幸男
大阪府大阪市中央区平野町四丁目1番2号 大阪瓦斯株式会社内

(72)発明者 森 理嗣
大阪府大阪市中央区平野町四丁目1番2号 大阪瓦斯株式会社内

審査官 中村 泰三

(56)参考文献 実開昭60-089235(JP,U)
特開平03-109933(JP,A)
特開2004-292269(JP,A)
実開昭60-082431(JP,U)
特開2007-186351(JP,A)
特開2003-024765(JP,A)

(58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
B01J 8/00-06
C01B 3/22-48
C10K 3/00