

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5995447号  
(P5995447)

(45) 発行日 平成28年9月21日(2016.9.21)

(24) 登録日 平成28年9月2日(2016.9.2)

(51) Int. Cl.		F I	
<b>C 1 O G</b>	<b>3/00</b>	<b>(2006.01)</b>	C 1 O G 3/00
<b>C 1 O L</b>	<b>1/06</b>	<b>(2006.01)</b>	C 1 O L 1/06
<b>C O 1 B</b>	<b>3/38</b>	<b>(2006.01)</b>	C O 1 B 3/38

請求項の数 5 (全 11 頁)

(21) 出願番号	特願2012-7216 (P2012-7216)	(73) 特許権者	000006208
(22) 出願日	平成24年1月17日 (2012.1.17)		三菱重工工業株式会社
(65) 公開番号	特開2013-147534 (P2013-147534A)		東京都港区港南二丁目16番5号
(43) 公開日	平成25年8月1日 (2013.8.1)	(74) 代理人	100099623
審査請求日	平成26年12月15日 (2014.12.15)		弁理士 奥山 尚一
		(74) 代理人	100096769
			弁理士 有原 幸一
		(74) 代理人	100107319
			弁理士 松島 鉄男
		(74) 代理人	100114591
			弁理士 河村 英文
		(74) 代理人	100125380
			弁理士 中村 綾子
		(74) 代理人	100142996
			弁理士 森本 聡二

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ガソリン製造装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

メタノールからガソリンを製造するガソリン製造装置を備えるガソリン製造システムであって、

前記ガソリン製造装置が、

メタノールからガソリンを合成する反応管であって、前記反応管が、メタノールからジメチルエーテルを合成するジメチルエーテル合成用触媒と、ジメチルエーテルからガソリンを合成するガソリン合成用触媒との2種類の触媒が2段階に充填されている反応管と、

前記反応管の外側を空気が流れる流路と

を備え、前記反応管内で生じる合成熱と前記流路を流れる空気とで熱交換を行うとともに、前記流路が、前記反応管の前記ジメチルエーテル合成用触媒が充填されている部分の外側を流れた後、前記反応管の前記ガソリン合成用触媒が充填されている部分の外側を流れるように構成されているガソリン製造システム。

【請求項2】

天然ガスを水蒸気改質して改質ガスを生成する水蒸気改質装置と、

前記水蒸気改質装置で生成した改質ガスから、前記ガソリン製造装置に供給するメタノールを合成するメタノール合成装置と、

前記水蒸気改質装置に供給する燃焼用空気として、前記ガソリン製造装置で熱交換を行った空気を供給する燃焼用空気供給ラインと

を更に備える請求項1に記載のガソリン製造システム。

## 【請求項 3】

前記反応管で生成されたガソリンを含む生成物と、前記反応管に供給するメタノールとで熱交換を行う第 1 のメタノール - ガソリン熱交換器と、

前記ガソリン製造装置の前記反応管と直列に配置され、前記第 1 のメタノール - ガソリン熱交換器で熱交換された前記生成物からガソリンを合成する第 2 のガソリン製造装置とを更に備える請求項 1 に記載のガソリン製造システム。

## 【請求項 4】

前記第 2 のガソリン製造装置で生成されたガソリンと、前記第 1 のメタノール - ガソリン熱交換器に供給される前のメタノールとで熱交換を行う第 2 のメタノール - ガソリン熱交換器を更に備える請求項 3 に記載のガソリン製造システム。

10

## 【請求項 5】

前記第 2 のメタノール - ガソリン熱交換器に供給される前の前記第 2 のガソリン製造装置で生成されたガソリンによる熱交換でスチームを発生させるスチーム - ガソリン熱交換器を更に備える請求項 4 に記載のガソリン製造システム。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、ガソリン製造装置に関し、さらに詳しくは、メタノールを原料としてガソリンを製造する装置に関する。

## 【背景技術】

20

## 【0002】

天然ガスからメタノールを合成する場合、一般に、天然ガスを水蒸気改質して水素および一酸化炭素を含む改質ガスを生成し、この改質ガスからメタノールを合成する。さらに、特公平 4 - 5 1 5 9 6 号公報には、メタノールからジメチルエーテル (DME) を経由してガソリンを合成する方法が記載されている。メタノールからガソリンを合成する反応は発熱反応であり約 400 の温度となるが、従来は、このような高温の熱が有効に利用されていなかった。

## 【0003】

また、ガソリンの合成は約 400 と高い反応熱が発生することから、ガソリン合成塔を冷却する必要がある。この冷却を行うために、特公平 4 - 5 1 5 9 6 号公報には、ガソリン合成塔を二段にして、昇温と冷却を繰り返し行うことが記載されている。

30

## 【先行技術文献】

## 【特許文献】

## 【0004】

【特許文献 1】特公平 4 - 5 1 5 9 6 号公報

## 【発明の概要】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0005】

ガソリン合成による反応熱などの約 400 と高温の熱エネルギーを有効利用するためには、この反応熱を利用してスチームを発生させて熱回収する方法が考えられる。しかしながら、このような約 400 という高温では、水の臨界点が 374 、218 atmであることを考えると、スチームによる熱回収ではこのような高温の反応温度を一定に保つことは非常に難しいという問題がある。

40

## 【0006】

また、合成部を冷却し、所定の温度に維持する必要があるが、そのためには、特公平 4 - 5 1 5 9 6 号公報に開示するように、ガソリン合成塔を多段にする方法とするのでは、装置全体が巨大化し、また複雑化するという問題がある。

## 【0007】

そこで、本発明は、ガソリン合成により生じる反応熱を有効に利用するとともに、ガソリン合成塔を一定温度に容易に冷却することができるガソリン製造装置を提供することを

50

目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明は、メタノールからガソリンを製造する装置であって、メタノールからガソリンを合成する反応管と、前記反応管の外側を空気が流れる流路とを備え、前記反応管内で生じる合成熱と前記流路を流れる空気とで熱交換を行うものである。

【0009】

前記反応管は、メタノールからジメチルエーテルを合成するジメチルエーテル合成用触媒と、ジメチルエーテルからガソリンを合成するガソリン合成用触媒との2種類の触媒が2段階に充填されていることが好ましい。

10

【0010】

前記空気流路は、前記反応管の前記ジメチルエーテル合成用触媒が充填されている部分の外側を流れた後、前記反応管の前記ガソリン合成用触媒が充填されている部分の外側を流れるように構成されていることが好ましい。

【0011】

また、本発明のガソリン製造装置は、天然ガスからメタノールを経由してガソリンを製造するシステムに用いることが好ましい。このシステムは、天然ガスを水蒸気改質して改質ガスを生成する水蒸気改質装置と、前記水蒸気改質装置で生成した改質ガスからメタノールを合成するメタノール合成装置と、前記メタノール合成装置で合成したメタノールからガソリンを合成するガソリン合成装置と、前記水蒸気改質装置に供給する燃焼用空気を、前記ガソリン合成装置で予熱する空気予熱装置とを備えるものが好ましい。

20

【0012】

前記ガソリン合成装置内のガソリン合成塔は少なくとも2つ備えることができ、前記少なくとも2つのガソリン合成装置のうちの第1のガソリン合成塔で合成したガソリンと、第1のガソリン合成塔に供給するメタノールとの間で熱交換を行う熱交換器を備えることができる。そして、この熱交換器で冷却されたガソリンで、前記少なくとも2つのガソリン合成塔のうちの第2のガソリン合成塔を冷却することができる。

【発明の効果】

【0013】

このように本発明によれば、メタノールからガソリンを合成する反応管内で生じる合成熱と、この反応管の外側に設けられた流路を流れる空気とで熱交換を行うことで、スチームによる熱回収に比べて、ガソリン合成により生じる反応熱を有効に利用することができるとともに、ガソリン合成により生じる熱を容易に冷却することができる。

30

【図面の簡単な説明】

【0014】

【図1】本発明に係るガソリン製造装置が用いられる天然ガスからメタノールを経由してガソリンを製造するシステムの一例を示す模式図である。

【図2】本発明に係るガソリン製造装置の一実施の形態を示す模式図である。

【図3】本発明に係るガソリン製造装置が用いられるシステムの別の例を示す模式図である。

40

【発明を実施するための形態】

【0015】

以下、添付図面を参照して、本発明に係るガソリン製造装置の一実施の形態について説明する。なお、本発明に係るガソリン製造装置が、天然ガスからメタノールを経由してガソリンを製造するシステムに用いられる場合について、以下、説明するが、本発明はこれに限定されるものではない。

【0016】

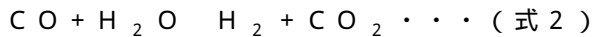
図1に示すように、本実施の形態に係るシステムは、天然ガスを水蒸気改質して改質ガスを生成するスチームリフォーマ10と、スチームリフォーマで生成した改質ガスからメタノールを合成するメタノール合成塔20と、メタノール合成塔で合成したメタノールか

50

らガソリンを合成するガソリン合成塔30と、スチームリフォーマの燃焼部に供給する燃焼用空気を予熱する空気予熱装置40とを主に備える。

【0017】

スチームリフォーマ10は、水蒸気改質用の反応管11と、この反応管11の周囲に配置された燃焼部12と、この燃焼部12で発生した排ガスの廃熱を回収する廃熱回収部15と、廃熱回収後の排ガスを大気へ開放する煙突16とを主に備える。反応管11は、その内部に充填された水蒸気改質用触媒を備え、以下に示す反応によってメタンを主成分とする天然ガスから水素、一酸化炭素および二酸化炭素を生成する装置である。水蒸気改質用触媒としては、例えば、ニッケル系触媒などの公知の触媒を用いることができる。

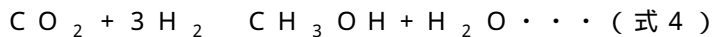
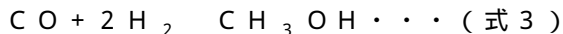


【0018】

反応管11の入口には、天然ガスおよび水蒸気を含む原料1を供給する原料供給ライン13を接続する。燃焼部12は、反応管11を加熱するための燃焼バーナ(図示省略)を備え、この燃焼バーナには、天然ガスなどの燃料2を供給する燃料供給ライン14を接続する。反応管11の出口には、水蒸気改質反応により生成した水素、一酸化炭素および二酸化炭素を主成分として含む改質ガスをメタノール合成塔20に供給する改質ガス供給ライン18を接続する。

【0019】

メタノール合成塔20は、以下に示す反応により改質ガスからメタノールを合成する装置である。

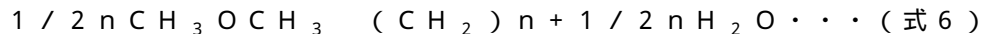
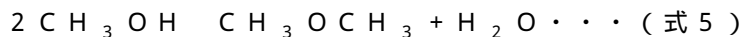


【0020】

メタノール合成塔20は、その内部に充填されたメタノール合成触媒を備える。メタノール合成触媒としては銅系触媒などの公知の触媒を用いることができる。メタノール合成塔20には、メタノール合成塔20で合成したメタノールをガソリン合成塔30に供給するメタノール供給ライン22を接続する。なお、このメタノール供給ライン22は、合成したメタノールの他、式4で副生する水を含む液状の粗メタノールが流れるものである。

【0021】

ガソリン合成塔30は、以下の式に示す反応によってメタノールからガソリンを合成する装置である。



【0022】

このようにメタノールは、式5で示すようにジメチルエーテル(DME)合成反応を経て、式6に示すガソリン合成反応によりガソリンとなる。ガソリン合成塔30内には、DME合成用触媒とガソリン合成用触媒との2種類の触媒を2段階に設け、2つの反応を段階的に進めることができる。DME合成用触媒としては、例えば、アルミノシリケート型ゼオライト系触媒などの公知の触媒を用いることができる。また、ガソリン合成用触媒としても、アルミノシリケート型ゼオライト系触媒などの公知の触媒を用いることができる。

【0023】

ガソリン合成塔30には、ガソリン合成塔30で合成したガソリンを貯蔵設備など(図示省略)に供給するガソリン供給ライン32を接続する。

【0024】

空気予熱装置40は、燃焼用空気を送風するファン43と、この燃焼用空気をスチームで予熱するスチーム-燃焼用空気熱交換器45と、スチームリフォーマ10の廃熱回収部15を流れる燃焼排ガスで、燃焼用空気を更に予熱する排ガス-燃焼用空気熱交換器42と、予熱した燃焼用空気を更にガソリン合成塔30で発生する合成熱で加熱するために、

10

20

30

40

50

ガソリン合成塔 30 に導入する 燃焼用空気導入ライン 41 と、合成熱で加熱した 燃焼用空気を スチームリフォーマ 10 の 燃焼部 12 に供給する 燃焼用空気供給ライン 44 とを備える。

【0025】

そして、ガソリン合成塔 30 の反応熱で 燃焼用空気を加熱する手段としては、図 2 に示すように、ガソリン合成塔 30 内の DME 合成用触媒やガソリン合成用触媒が充填された反応管と 燃焼用空気を熱交換する構成を採用する。

【0026】

図 2 に示すように、ガソリン合成塔 30 は、メタノールからガソリンを生成するための反応管 34 と、この反応管 34 によって加熱される 燃焼用空気が流通するダクト 36 とを備える。ガソリン合成塔 30 内には、複数の反応管 34 が並列に配置されている。各反応管 34 の一方の端は、原料であるメタノールが供給されるように、メタノール供給ライン 22 と接続する。また、他方の端は、生成物であるガソリンを排出するために、ガソリン供給ライン 32 と接続する。

10

【0027】

各反応管 34 は、その内部に充填された触媒（図示省略）を備える。触媒としては、上述したように、DME 合成用触媒とガソリン合成用触媒との 2 種類の触媒が 2 段階に充填される。DME 合成用触媒が、各反応管 34 のメタノール供給ライン 22 側に充填され、ガソリン合成用触媒が、ガソリン供給ライン 32 側に充填される。

【0028】

ガソリン合成塔 30 内には、これら反応管 34 の外側を 燃焼用空気が流通するダクト 36 が形成されている。ダクト 36 の一方の端は、燃焼用空気を供給するために 燃焼用空気導入ライン 41 と接続する。また、他方の端は、燃焼用空気を排出するために 燃焼用空気供給ライン 44 と接続する。反応管 34 の材質は、管壁を介して反応管 34 外を流通する空気を加熱できる材料であれば、特に限定されないが、例えば、鋼、ニッケル・クロム鋼、ステンレス鋼等の金属材料が好ましい。

20

【0029】

ダクト 36 は、反応管 34 の長手方向に対して垂直方向に 燃焼用空気が流れるように構成されている。また、ダクト 36 は、燃焼用空気が、その入口側、すなわち、燃焼用空気導入ライン 41 側で反応管 34 のメタノール供給ライン 22 側を流れ、出口側、すなわち、燃焼用空気供給ライン 44 側で反応管 34 のガソリン供給ライン 32 側を流れるように、仕切部材 35 によってガソリン合成塔 30 内を折り曲がるように構成されている。例えば、図 2 に示すように、ガソリン合成塔 30 内のダクト 36 が、メタノール供給ライン 22 側の第 1 ダクト 36 A と、中央部分の第 2 ダクト 36 B と、ガソリン供給ライン 32 側の第 3 ダクト 36 C を備えるように、仕切部材 35 によって 2 つの折り返し部を設ける。

30

【0030】

図 1 に戻ると、排ガス - 燃焼用空気熱交換器 42 は、スチームリフォーマ 10 の 廃熱回収部 15 において、排ガス - スチーム熱交換器 17 よりも排ガス下流側に配置する。すなわち、スチームリフォーマ 10 の 廃熱回収部 15 は、燃焼部 12 から煙突 16 への排ガスの流れの順に、排ガス - スチーム熱交換器 17 と、排ガス - 燃焼用空気熱交換器 42 を備える。排ガス - スチーム熱交換器 17 は、システム内で用いるスチーム又は熱を得るため、廃熱回収部 15 内を流れる排ガスでボイラ水などを加熱して高圧のスチームを得て、排ガスの熱回収を行う装置である。

40

【0031】

同様にシステム内で用いるスチーム又は熱を得るため、改質ガス供給ライン 18 には、改質ガス - スチーム熱交換器 19 を設ける。改質ガス - スチーム熱交換器 19 は、改質ガスでボイラ水などを加熱して高圧のスチームを得て、改質ガスの熱回収を行う装置である。

【0032】

以上の構成によれば、図 1 に示すように、先ず、天然ガスなどの燃料 2 を、燃料供給ラ

50

イン14を介してスチームリフォーマ10の燃焼部12に供給する。燃焼部12では、燃料2を空気とともに燃焼して、反応管11を約800～約900の温度に加熱する。

【0033】

燃焼部12で発生した二酸化炭素を含む燃焼排ガスは、約1000の温度を有し、廃熱回収部15の排ガス-スチーム熱交換器17でボイラ水などを加熱して熱回収が行われた後、約300～約400の温度まで冷却される。そして、排ガス-燃焼用空気熱交換器42にて、ファン43からの燃焼用空気を加熱した後、煙突16から大気へ放出される。なお、ファン43から供給される燃焼用空気は、スチーム-燃焼用空気熱交換器45で約60～約80の温度に加熱される。

【0034】

一方、天然ガスおよび水蒸気を含む原料1は、原料供給ライン13を介してスチームリフォーマ10の反応管11に供給される。スチームリフォーマ10の反応管11では、上記の式1および式2の反応によって、原料1が水蒸気改質反応によって水素、一酸化炭素、二酸化炭素を主成分とする改質ガスに転換される。改質ガスは、改質ガス-スチーム熱交換器19でボイラ水などを加熱して熱回収が行われた後、改質ガス供給ライン18を介してメタノール合成塔20に供給される。

【0035】

メタノール合成塔20では、上記の式3および式4の反応により、改質ガスからメタノールが合成される。メタノール合成反応は発熱反応である。改質ガスは、改質ガス熱交換器19によって、メタノール合成に適した約160～約200の温度とする。メタノール合成塔20で合成したメタノールは、水を含む粗メタノールとして、メタノール供給ライン22を介してガソリン合成塔30に供給される。

【0036】

ガソリン合成塔30では、上記の式5および式6の反応により、メタノールからガソリンが合成される。ガソリン合成塔30でのメタノールからDMEへの合成反応は発熱反応であり、その反応熱はメタノール1kg当たり185kcalである。また、ガソリン合成反応も発熱反応であり、その反応熱はメタノール1kg当たり換算して231kcalである。よって、メタノールからガソリンを合成する場合、その反応熱はメタノール1kg当たり416kcalである。この反応熱を利用して、燃焼用空気導入ライン41から導入される燃焼用空気の加熱を行う。

【0037】

なお、式6で水が副生することから、粗メタノールに水が含まれていてもよく、よって、ガソリン合成塔30にメタノールを供給するメタノール供給ライン22に、従来のメタノール合成プラントで必要であった、粗メタノールを蒸留して水を除去する精製装置を設ける必要はない。

【0038】

ガソリン合成塔30における燃焼用空気の加熱について説明する。図2に示すように、メタノール供給ライン22から各反応管34にメタノールが供給され、先ず、管内の入口側に充填されたDME合成用触媒によって、メタノールからDMEが合成されるとともに、その合成熱が生じる。次に、反応管34内を出口側へと流れるDMEは、ガソリン合成用触媒によってガソリンが合成されるとともに、DMEよりも高温な合成熱が生じる。生成したガソリンは、各反応管34からガソリン供給ライン32へと集められ、排出される。このように各反応管34は、メタノール供給ライン22からガソリン供給ライン32への方向に向かって温度が次第に高くなる温度勾配を有する。

【0039】

一方、燃焼用空気導入ライン41からダクト36に供給された燃焼用空気は、予熱によって例えば、約200の温度を有しているが、先ず、メタノール供給ライン22側の第1ダクト36Aを通過する。そして、燃焼用空気は、各反応管34と管壁を介して熱交換を行う。次に、燃焼用空気は、中央部分の第2ダクト36Bを通過した後、更にガソリン供給ライン32側の第3ダクト36Cを通過する。各反応管34は、メタノール供給ライ

10

20

30

40

50

ン 2 2 からガソリン供給ライン 3 2 への方角に向かって温度が高いので、燃焼用空気は反応管 3 4 との熱交換によって、徐々に温度が高くなるように加熱される。これにより、燃焼用空気は、約 3 0 0 ~ 約 3 8 0 の温度まで加熱される。

【 0 0 4 0 】

このようにメタノールからガソリンを合成する合成熱と燃焼用空気とを熱交換する際に、燃焼用空気をダクト 3 6 に流通させることで、大気圧下、大容量の燃焼用空気を加熱することができる。また、反応管 3 4 との熱交換に際し、燃焼用空気が各反応管 3 4 のメタノール供給ライン 2 2 側からガソリン供給ライン 3 2 側への順に流れることから、各反応管 3 4 の温度を、D M E 合成が行われるメタノール供給ライン 2 2 側では、例えば、2 5 0 ~ 3 0 0 と比較的到低温の温度域に冷却、維持し、ガソリン合成が行われるガソリン供給ライン 3 2 側では、例えば、3 8 0 ~ 4 5 0 と比較的に高温の温度域に冷却、維持することができる。さらに、反応管 3 4 内には触媒を充填するため管径を太くでき、ガソリン合成塔 3 0 の全体的構造を複雑にするのを避けることができる。

10

【 0 0 4 1 】

図 1 に戻ると、ガソリン合成塔 3 0 で加熱された燃焼用空気は、燃焼用空気供給ライン 4 4 を介してスチームリフォーマ 1 0 の燃焼部 1 3 に燃料 2 とともに供給される。燃焼用空気がこのように加熱されていることから、燃焼部 1 3 への燃料 2 の供給量を抑えることができる。

【 0 0 4 2 】

このように、従来のメタノール合成プラントに対して、発熱反応であり熱エネルギーが発生するガソリン合成塔 3 0 を設けるとともに、このガソリン合成塔 3 0 の発熱エネルギーを利用して、スチームリフォーマ 1 0 の燃焼用空気を予め加熱することで、スチームリフォーマ 1 0 への燃料 2 の供給量を抑えることができる。

20

【 0 0 4 3 】

なお、図 1 では、1 基のガソリン合成塔を配置する場合の実施の形態を説明したが、本発明はこれに限定されず、複数のガソリン合成塔を直列に配置することもできる。例えば、図 3 に示すように、2 基のガソリン合成塔 3 0 A、3 0 B を配置し、第 1 のガソリン合成塔 3 0 A に燃焼用空気導入ライン 4 1 と燃焼用空気供給ライン 4 4 を接続し、燃焼用空気とガソリン合成熱の熱交換を行うとともに、第 1 のガソリン合成塔 3 0 A で得たガソリンを排出するガソリン供給ライン 3 2 を第 2 のガソリン合成塔 3 0 B に接続し、このガソリンと第 2 のガソリン合成塔 3 0 B ガソリン合成熱の熱交換を行うように構成する。

30

【 0 0 4 4 】

ガソリン供給ライン 3 2 には、第 1 のガソリン合成塔 3 0 A と第 2 のガソリン合成塔 3 0 B の間に、第 1 のガソリン合成塔 3 0 A に原料であるメタノールを供給するメタノール供給ライン 2 2 と熱交換を行う第 1 のメタノール - ガソリン熱交換器 5 1 を設けることができる。また、ガソリン供給ライン 3 2 には、第 2 のガソリン合成塔 3 0 B の下流側に、第 1 のガソリン合成塔 3 0 A に原料であるメタノールを供給するメタノール供給ライン 2 2 と熱交換を行う第 2 のメタノール - ガソリン熱交換器 5 3 を設けることができる。なお、第 1 のメタノール - ガソリン熱交換器 5 1 と第 2 のメタノール - ガソリン熱交換器 5 3 の両方を設ける場合、メタノール供給ライン 2 2 において、第 1 のガソリン合成塔 3 0 A 側から順に、第 1 のメタノール - ガソリン熱交換器 5 1、第 2 のメタノール - ガソリン熱交換器 5 3 を配置する。また、必要により、ガソリン供給ライン 3 2 には、第 2 のガソリン合成塔 3 0 B と第 2 のメタノール - ガソリン熱交換器 5 3 との間に、スチーム - ガソリン熱交換器 5 2 を配置することができる。

40

【 0 0 4 5 】

このような構成によれば、先ず、燃焼用空気導入ライン 4 1 から第 1 のガソリン合成塔 3 0 A に燃焼用空気を導入して、第 1 のガソリン合成塔 3 0 A を冷却するとともに、加熱された燃焼用空気を燃焼用空気供給ライン 4 4 から得ることができる。一方、第 1 のガソリン合成塔 3 0 A は燃焼用空気冷却されるものの、依然、得られるガソリン（原料の L P G および水分を含有する）は例えば約 3 8 0 ~ 約 4 5 0 と高い。このガソリンは、

50

ガソリン供給ライン 3 2 を介して第 1 のメタノール - ガソリン熱交換器 5 1 に導入され、メタノール供給ライン 2 2 のメタノールにより冷却される。よって、この冷却されたガソリンを、ガソリン供給ライン 3 2 を介して第 2 のガソリン合成塔 3 0 B に導入し、第 2 のガソリン合成塔 3 0 B を冷却することができる。

【 0 0 4 6 】

第 2 のガソリン合成塔 3 0 B から得られるガソリンは、例えば約 3 8 0 ~ 約 4 5 0 と高い温度を有する。よって、このガソリンを、ガソリン供給ライン 3 2 を介してスチーム - ガソリン熱交換器 5 2 に導入し、スチームを発生させて熱回収することができる。更にこのガソリンを、ガソリン供給ライン 3 2 を介して第 2 のメタノール - ガソリン熱交換器 5 3 に導入し、メタノール供給ライン 2 2 のメタノールを加熱して熱回収することができる。メタノール供給ライン 2 2 のメタノールは、第 2 のメタノール - ガソリン熱交換器 5 3、第 1 のメタノール - ガソリン熱交換器 5 1 の順に加熱され、ガソリン合成塔に供給するのに適した温度、例えば、約 2 5 0 ~ 約 3 0 0 の温度とすることができる。

10

【 0 0 4 7 】

このように複数のガソリン合成塔 3 0 を直列に配置することで、ガソリン合成の反応熱を燃焼用空気の予熱に利用した後、残った熱エネルギーを更に回収することができる。

【実施例】

【 0 0 4 8 】

図 1 の実施の形態について、燃焼用空気の加熱シミュレーションを行った。なお、シミュレーションは、メタノールベースで生産量が 1 日当たり 2 5 0 0 トンの場合とし、原料および燃料は、どちらも天然ガスを使用する条件とした。また、ガソリン合成塔の反応熱の 5 0 % を燃焼用空気の加熱に利用できるものとし、スチームリフォーマの廃熱回収部では、排ガスは 2 8 7 まで排ガス - スチーム熱交換器によって熱回収するものとした。その結果、燃焼用空気は、先ず、スチーム - 燃焼用空気熱交換器で 7 0 まで加熱され、排ガス - 燃焼用空気熱交換器で 2 0 0 まで加熱され、ガソリン合成塔で 3 5 0 まで加熱することができた。これにより、燃焼用空気をガソリン合成塔で予熱しない場合に比べ、スチームリフォーマの燃料を 5 . 8 % 削減することができた。これは、天然ガスからメタノールを経由してガソリンを製造する本システムに用いる原料および燃料合計のエネルギーの 1 . 9 5 % に相当するものである。

20

【 0 0 4 9 】

図 3 の実施の形態について、2 基のガソリン合成塔の冷却シミュレーションを行った。なお、シミュレーションは、メタノールの供給量を 1 日当たり 2 5 0 0 トンの場合とし、供給するメタノールには水が 1 8 w t % 含まれるものとした。また、第 1 のガソリン合成塔の反応熱の 5 0 % を燃焼用空気の加熱に利用できるものとした。2 0 0 の燃焼用空気を第 1 のガソリン合成塔に導入し、1 3 0 のメタノールを供給した結果を表 1 に示す。

30

【 0 0 5 0 】

【表 1】

	温度 (°C)		
	燃焼用空気	メタノール	ガソリン
第 1 のガソリン合成塔の入口	2 0 0	—	—
第 1 のガソリン合成塔の出口	3 5 0	—	4 2 0
第 1 のメタノール - ガソリン熱交換器の出口	—	3 0 0	3 0 0
第 2 のガソリン合成塔の出口	—	—	4 2 0
スチーム - ガソリン熱交換器の出口	—	—	2 5 0
第 2 のメタノール - ガソリン熱交換器の出口	—	1 8 0	2 0 0

40

【 0 0 5 1 】

表 1 に示すように、第 1 および第 2 のガソリン合成塔を所定の温度に冷却、維持するこ

50



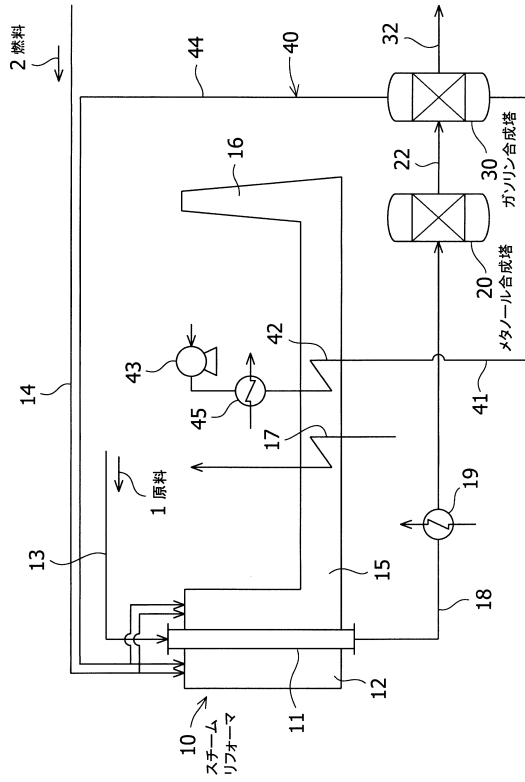
とができるとともに、ガソリン合成塔の原料であるメタノールによって、第1および第2のガソリン合成塔から得られる高温のガソリンから十分に熱回収を図ることができる。

【符号の説明】

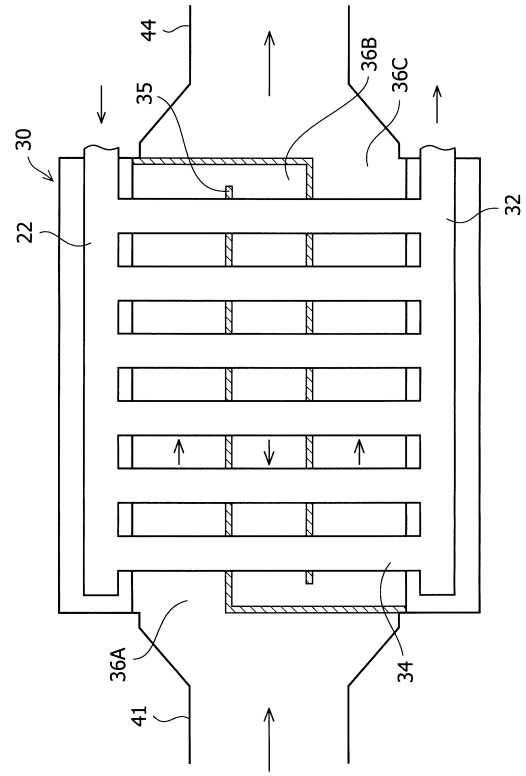
【0052】

10	スチームリフォーマ	
11	反応管	
12	燃焼部、	
13	原料供給ライン	
14	燃料供給ライン	
15	廃熱回収部	10
16	煙突	
17	排ガス - スチーム熱交換器	
18	改質ガス供給ライン	
19	改質ガス熱交換器	
20	メタノール合成塔	
22	メタノール供給ライン	
30	ガソリン合成塔	
32	ガソリン供給ライン	
34	反応管	
35	仕切部材	20
36	ダクト	
40	空気予熱装置	
41	燃焼用空気導入ライン	
42	排ガス - 燃焼用空気熱交換器	
43	ファン	
44	燃焼用空気供給ライン	
45	スチーム - 燃焼用空気熱交換器	

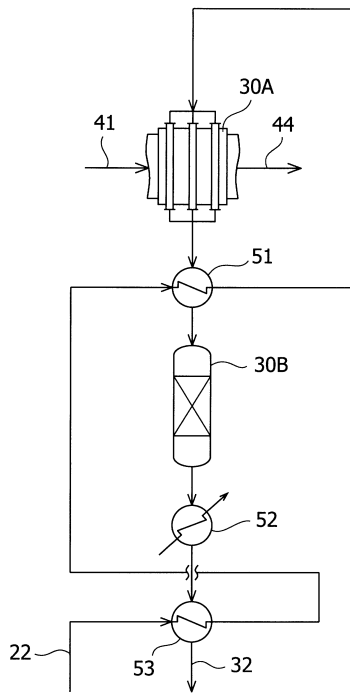
【図1】



【図2】



【図3】



## フロントページの続き

- (74)代理人 100154298  
弁理士 角田 恭子
- (74)代理人 100166268  
弁理士 田中 祐
- (74)代理人 100170379  
弁理士 徳本 浩一
- (74)代理人 100161001  
弁理士 渡辺 篤司
- (72)発明者 飯嶋 正樹  
東京都港区港南二丁目16番5号 三菱重工業株式会社内

審査官 古妻 泰一

- (56)参考文献 米国特許第01972937(US,A)  
米国特許第04058576(US,A)  
特表2010-512435(JP,A)  
特表2009-530400(JP,A)  
米国特許出願公開第2007/0178029(US,A1)  
特表2012-529626(JP,A)  
特開2002-060202(JP,A)  
米国特許出願公開第2007/0167647(US,A1)  
米国特許第6103143(US,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

C10G	3/00
C01B	3/38
C10L	1/06