

(51) Int.Cl. ⁵	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
F 2 4 J	1/00			
C 0 1 B	3/22	A		
	3/32	A		
	3/48			

審査請求 有 請求項の数 8 (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平4-105489

(22) 出願日 平成4年(1992)3月31日

(71) 出願人 000001144
工業技術院長
東京都千代田区霞が関1丁目3番1号

(72) 発明者 矢部 彰
茨城県つくば市並木1丁目2番地 工業技術院機械技術研究所内

(72) 発明者 山下 巖
茨城県つくば市並木1丁目2番地 工業技術院機械技術研究所内

(72) 発明者 遠藤 尚樹
茨城県つくば市並木1丁目2番地 工業技術院機械技術研究所内

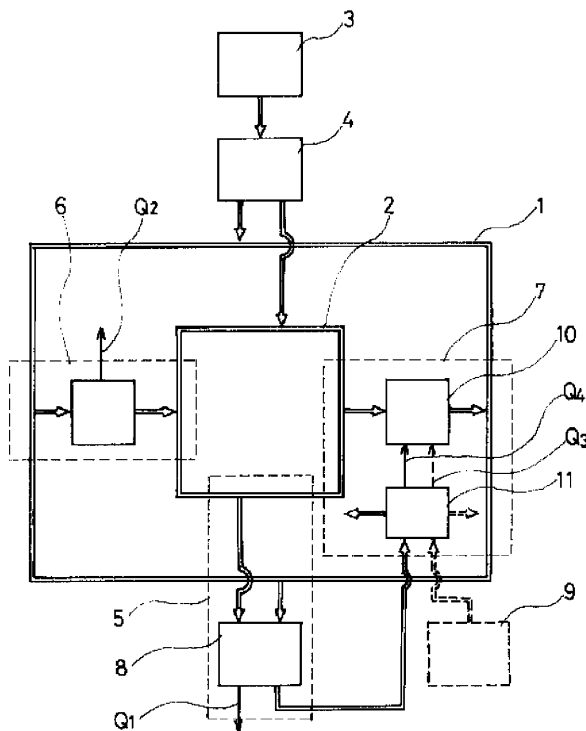
(74) 指定代理人 工業技術院機械技術研究所長

(54) 【発明の名称】 メタノールの分解、合成反応を利用した広域熱輸送、熱利用、熱回収方法及び装置

(57) 【要約】

【目的】 メタノールの分解、合成反応を利用して広い地域でこれら熱輸送、熱利用、熱回収が効率的にできるようにすると同時に、エクセルギー率を高めて排熱を回収する。

【構成】 広域範囲に渡ってメタノール配管及び改質ガス配管を設置し、各配管を給送されるメタノールあるいは改質ガスを燃焼させて高温熱を得、改質ガス給送配管の改質ガスを発熱改質反応させると共に、生成されたメタノールをメタノール給送配管に送り込んで低い温度レベルの熱を得るようにし、メタノール給送配管のメタノールを吸熱改質反応させると共に、生成された改質ガスを改質ガス給送配管に送り込んで地域で発生する排熱を回収する。



1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 広域範囲に渡ってメタノールを給送する配管及び一酸化炭素（あるいは二酸化炭素）と水素の混合ガスである改質ガスを給送する配管を設置し、

前記各配管を給送されるメタノールあるいは改質ガスを直接燃焼させて高温熱を得るようにし、

前記改質ガス給送配管の改質ガスを発熱改質反応（ $\text{CO} + 2\text{H}_2 \rightarrow \text{CH}_3\text{OH}$ あるいは $\text{CO}_2 + 3\text{H}_2 \rightarrow \text{CH}_3\text{OH} + \text{H}_2\text{O}$ ）させると共に、生成されたメタノールを前記メタノール給送配管に送り込んで低い温度レベルの熱を得るようにし、

前記メタノール給送配管のメタノールを吸熱改質反応（ $\text{CH}_3\text{OH} \rightarrow \text{CO} + 2\text{H}_2$ あるいは $\text{CH}_3\text{OH} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CO}_2 + 3\text{H}_2$ ）させると共に、生成された改質ガスを前記改質ガス給送配管に送り込んで地域で発生する排熱を回収し、てなることを特徴とするメタノールの分解、合成反応を利用した広域熱輸送、熱利用、熱回収方法。

【請求項2】 前記改質ガスの発熱改質反応

$\text{CO} + 2\text{H}_2 \rightarrow \text{CH}_3\text{OH}$ あるいは $\text{CO}_2 + 3\text{H}_2 \rightarrow \text{CH}_3\text{OH} + \text{H}_2\text{O}$

によって得られる摂氏200度程度以下の低い温度レベルの熱を地域冷暖房、給湯に使用してなることを特徴とする請求項1記載のメタノールの分解、合成反応を利用した広域熱輸送、熱利用、熱回収方法。

【請求項3】 メタノール（ CH_3OH ）の吸熱改質反応

$\text{CH}_3\text{OH} \rightarrow \text{CO} + 2\text{H}_2$ あるいは $\text{CH}_3\text{OH} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CO}_2 + 3\text{H}_2$

に摂氏150度ないし250度の地域排熱を使用してなることを特徴とする請求項1記載のメタノールの分解、合成反応を利用した広域熱輸送、熱利用、熱回収方法。

【請求項4】 広域範囲に渡って散在している高温熱利用設備、低い温度レベルの熱利用設備及び熱回収設備に連絡してメタノールを給送する配管及び一酸化炭素（あるいは二酸化炭素）と水素の混合ガスである改質ガスを給送する配管を設置し、

前記高温熱利用設備には前記各配管を給送されるメタノールあるいは改質ガスを直接燃焼させる燃焼器を設け、

前記低い温度レベルの熱利用設備には、前記改質ガス給送配管の改質ガスを導入してメタノールを生成させる発熱改質反応（ $\text{CO} + 2\text{H}_2 \rightarrow \text{CH}_3\text{OH}$ あるいは $\text{CO}_2 + 3\text{H}_2 \rightarrow \text{CH}_3\text{OH} + \text{H}_2\text{O}$ ）を行うと共に、生成されたメタノールを前記メタノール給送配管に送り込む低い温度レベルの熱発生器を設け、

前記熱回収設備には、前記メタノール給送配管のメタノールを導入して改質ガスを生成させる吸熱改質反応（ $\text{CH}_3\text{OH} \rightarrow \text{CO} + 2\text{H}_2$ あるいは $\text{CH}_3\text{OH} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CO}_2 + 3\text{H}_2$ ）を行うと共に、生成された改質ガスを前記改質ガス給送配管に送り込む熱回収器を設け、

前記熱回収器に地域で発生する排熱を与える熱交換器を設け、てなることを特徴とするメタノールの分解、合成

2

反応を利用した広域熱輸送、熱利用、熱回収装置。

【請求項5】 前記低温熱利用設備における改質ガスの発熱改質反応

$\text{CO} + 2\text{H}_2 \rightarrow \text{CH}_3\text{OH}$ あるいは $\text{CO}_2 + 3\text{H}_2 \rightarrow \text{CH}_3\text{OH} + \text{H}_2\text{O}$

によって得られる摂氏200度程度以下の低い温度レベルの熱を利用する地域冷暖房、給湯設備を設けてなることを特徴とする請求項4記載のメタノールの分解、合成反応を利用した広域熱輸送、熱利用、熱回収装置。

10 【請求項6】 前記熱回収設備におけるメタノール（ CH_3OH ）の吸熱改質反応

$\text{CH}_3\text{OH} \rightarrow \text{CO} + 2\text{H}_2$ あるいは $\text{CH}_3\text{OH} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CO}_2 + 3\text{H}_2$

に使用される熱交換器が摂氏150度ないし250度の地域排熱を使用することを特徴とする請求項4記載のメタノールの分解、合成反応を利用した広域熱輸送、熱利用、熱回収装置。

20 【請求項7】 前記高温熱利用設備が、燃焼器の排ガスの熱によって前記メタノール配管を給送されるメタノールを改質させる熱回収器と、該熱回収器によって生成された改質ガスを前記燃焼器へ給送させる給送機とを有することを特徴とする請求項4記載のメタノールの分解、合成反応を利用した広域熱輸送、熱利用、熱回収装置。

【請求項8】 広域範囲に渡って散在している高温熱利用設備、低い温度レベルの熱利用設備及び熱回収設備に連絡してメタノールを給送する配管及び一酸化炭素（あるいは二酸化炭素）と水素の混合ガスである改質ガスを給送する配管を設置し、

30 前記高温熱利用設備には前記改質ガス給送配管の改質ガスを直接燃焼させる燃焼器と、該燃焼器の排気ガスの熱によって前記メタノール給送配管を給送されるメタノールを発熱改質反応（ $\text{CO} + 2\text{H}_2 \rightarrow \text{CH}_3\text{OH}$ あるいは $\text{CO}_2 + 3\text{H}_2 \rightarrow \text{CH}_3\text{OH} + \text{H}_2\text{O}$ ）させて改質ガスを生成する熱回収器と、該熱回収器で生成された改質ガスを前記燃焼器に給送させる給送機を設け、

40 前記低い温度レベルの熱利用設備には、前記改質ガス給送配管の改質ガスを導入してメタノールを生成させる発熱改質反応（ $\text{CO} + 2\text{H}_2 \rightarrow \text{CH}_3\text{OH}$ あるいは $\text{CO}_2 + 3\text{H}_2 \rightarrow \text{CH}_3\text{OH} + \text{H}_2\text{O}$ ）を行うと共に、生成されたメタノールを前記メタノール給送配管に送り込む低い温度レベルの熱発生器を設け、

前記熱回収設備には、前記メタノール給送配管のメタノールを導入して改質ガスを生成させる吸熱改質反応（ $\text{CH}_3\text{OH} \rightarrow \text{CO} + 2\text{H}_2$ あるいは $\text{CH}_3\text{OH} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CO}_2 + 3\text{H}_2$ ）を行うと共に、生成された改質ガスを前記改質ガス給送配管に送り込む熱回収器を設け、

前記熱回収器に地域で発生する排熱を与える熱交換器を設け、てなることを特徴とするメタノールの分解、合成

50 【0001】

【発明の詳細な説明】

【産業上の利用分野】本発明はメタノールが分解して改質ガスが生成される反応（これを発熱改質反応と称す）あるいは改質ガスを合成してメタノールを生成する反応（これを吸熱改質反応と称す）を利用して熱利用の効率化、熱回収の効率化回収熱の輸送の簡単化を図ると同時に、これらメタノールと改質ガスの配管を広域に渡って施設して広い地域にメタノールあるいは改質ガスという形で簡単に熱輸送するようにした方法及び装置に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、熱輸送、熱利用、熱回収を行う場合、比較的狭い地域でそれぞれ個別的に熱輸送、熱利用、熱回収を行っているのが現状である。しかも熱利用を行った場合の排熱利用や、特定の場所で廃棄される熱を熱回収した場合の回収熱の利用は、熱利用を行った場所、あるいは熱回収を行った場所での再利用しか行わず、これらの熱を離れた他の場所まで輸送して利用することは非常に困難かつ熱効率の低下を伴うものとなっており、更には経済性の確保も困難なことから、従来は温水配管や蒸気配管を使用してせいぜい1 Km程度の距離で熱輸送、熱利用を行っているのが現状であり、より長い距離で熱輸送、熱利用を行うことはほとんど行われてなかった。

【0003】一方、炭化水素の発熱改質反応を利用するものとして、比較的溫度レベルの高い熱（300度ないし800度）を熱源として利用することも公知である。又、燃焼器の排熱で燃焼用の空気を予熱したり、あるいは排熱を液体加熱に利用したりする熱回収装置も公知である。

【0004】更に、排熱のエネルギーを液体や気体に与えて移動させたり、あるいは排熱媒体自身を移動させて回収利用する装置も公知である。

【0005】更に又、排熱利用や熱回収は本来エクセルギー（これについては後述する）を向上させて使用することが熱利用効率や熱利用形態の面で望ましいものであるが、従来の熱利用方法及び装置ではエクセルギーの観点からは行っておらず、到底効率的利用ということではできなかった。

【0006】ここで、前述のエクセルギーという考えを説明する。熱エネルギーをエネルギー利用の質から見た場合には、単にエネルギーの総量だけを論じても不十分であり、仕事に変えることのできるエネルギー（以下、これをエクセルギーという）という観点から論じなければならない。

【0007】ここで、エクセルギーAは、そのエネルギーから取り出し得る最大の仕事量を意味し、流動系では次の式で定義される。

$$A = H - H_0 - T_0 (S - S_0)$$

ここで、Hはエンタルピー、Sはエントロピーで、下付

きの添字は周囲環境状態を示す。一方、その流動系状態で有しているエネルギーQは、

$$Q = H - H_0$$

である。エネルギーの総量は熱交換や熱変換によっても変わることがないというエネルギーの保存則から、自分の有しているエネルギーを放出すれば、エンタルピーが低下し、エネルギーも低下するが、そのエネルギーを受け取った側のエネルギーはその分増加している。しかし、このエネルギーの移動によって減少したエクセルギーAは、受け取った側のエクセルギー増加量よりも常に大きい。つまり、エネルギーQの総量は常に保存されるが、エクセルギーAの総量はエネルギーの移動とともに常に減少していく。

10

20

【0008】そこで、エネルギー総量の中でエクセルギーに変換し得る割合を考える。エネルギーの総量は常に保存されるのに対し、エクセルギーは絶えず減少していくものであるから、物質のもつエネルギーに対するエクセルギーの割合はその物質のもつエネルギーの質を表しているといえる。このエネルギーの質を表す値をエクセルギー率(η)と呼ぶことにする。即ち、 $T > T_0$ 、 $P = P_0$ の気体ではエクセルギー率(η)は次の式で与えられる。

$$\eta = 1 - T_0 (S - S_0) / (H - H_0)$$

通常、我々がエネルギーを消費するという場合、正確にはエクセルギーを消費するということを意味し、消費する度にエクセルギー率(η)は減少する。

30

【0009】以上のようなエクセルギーの観点から論ずると、化石燃料の方が水素よりも質の高い（エクセルギー率の高い）燃料ということができ、そして排熱はエクセルギーの観点からみると水素よりも質の低い（エクセルギー率の低い）エネルギーである。

【0010】今、排熱のエネルギーを回収して再利用する場合、排熱よりもエクセルギー率の高いエクセルギー率に高めてとして回収することが好ましい。即ち、エクセルギーを増加させるには、どこからかその増加分以上のエクセルギーを供給してやる必要がある。そこで、炭化水素の吸熱反応による水素と一酸化炭素あるいは二酸化炭素への分解をみると、炭化水素というエクセルギー率の高い燃料から水素というエクセルギー率の低い燃料を生成したことになり、熱エネルギーの有効利用の観点からは好ましいことではないが、その反面、改質反応によって生じた二酸化炭素を大気に放出させないで回収することは簡単であり、かつ水素というクリーンな燃料を生じたのであるから環境破壊の面では有効な燃料を得たことになる。そして、吸熱改質反応に必要な熱を排熱によって得るならば、エクセルギー率の低い排熱をそれよりもエクセルギー率の高い水素に高めたということができる。

40

50

【0011】

【発明の解決しようとする課題】ところが、従来公知の

熱輸送、熱利用、熱回収の方法及び装置では、既に述べたとおり比較的狭い地域でそれぞれ個別的に熱輸送、熱利用、熱回収を行っているだけであり、更には排熱利用や回収熱の利用は、該回収熱を離れた他の場所まで輸送することが困難である上、損失も大きいので余り利用することが行われてなかった。

【0012】又、従来公知の炭化水素の吸熱改質反応においては、吸熱改質反応に使用される熱の温度レベルが比較的高くなっており（摂氏300度ないし800度）、これを排熱から得んとすると非常に高い温度の排熱を使用しなければならず、工場から発生する排熱や地域で生ずる排熱を利用して行うことは実質的に困難となっていた。

【0013】又、熱エネルギーとして排熱を利用する一般的なシステムは、排熱で燃焼用の空気を予熱したり、あるいは排熱を液体加熱に利用したりするだけであり、排熱のエクセルギー率を高めて回収使用するものとはなっていない。

【0014】更に、排熱のエネルギーを他の場所に移動させて利用せんとする場合、該排熱のエネルギーを液体や気体と与えて移動させるか、あるいは排熱を持つ媒体自身を移動させるしかなく、熱放出による損失を免れないものとなっていた。

【0015】そこで、本発明の目的は、前記従来公知の熱輸送、熱利用、熱回収方法及び装置の欠点を改善し、メタノールの分解、合成反応を利用して広い地域でこれら熱輸送、熱利用、熱回収が効率的にできるようにすると同時に、エクセルギー率の低い排熱の持つ熱エネルギーをそれよりもエクセルギー率の高いエネルギー媒体（燃料）にして回収すると同時に、該回収されたエネルギー媒体の移動が簡単であり、かつ移動の際に損失がなく、熱輸送に使用される媒体がそのまま燃料としても使用できないようにしたメタノールの分解、合成反応を利用した広域熱輸送、熱利用、熱回収方法及び装置を提供せんとするにある。

【0016】

【課題を解決するための手段】本発明の特徴とするところは、以下のような方法にある。即ち、広域範囲に渡ってメタノールを給送する配管及び一酸化炭素（あるいは二酸化炭素）と水素の混合ガスである改質ガスを給送する配管を設置し、前記各配管を給送されるメタノールあるいは改質ガスを直接燃焼させて高温熱を得るようにし、前記改質ガス給送配管の改質ガスを発熱改質反応（ $\text{CO} + 2\text{H}_2 \rightarrow \text{CH}_3\text{OH}$ あるいは $\text{CO}_2 + 3\text{H}_2 \rightarrow \text{CH}_3\text{OH} + \text{H}_2\text{O}$ ）させると共に、生成されたメタノールを前記メタノール給送配管に送り込んで低い温度レベルの熱を得るようにし、前記メタノール給送配管のメタノールを吸熱改質反応（ $\text{CH}_3\text{OH} \rightarrow \text{CO} + 2\text{H}_2$ あるいは $\text{CH}_3\text{OH} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CO}_2 + 3\text{H}_2$ ）させると共に、生成された改質ガスを前記改質ガス給送配管に送り込んで地域

で発生する排熱を回収すること。

【0017】本発明の他の特徴とするところは次のような装置にある。即ち、広域範囲に渡って散在している高温熱利用設備、低い温度レベルの熱利用設備及び熱回収設備に連絡してメタノールを給送する配管及び一酸化炭素（あるいは二酸化炭素）と水素の混合ガスである改質ガスを給送する配管を設置し、前記高温熱利用設備には前記各配管を給送されるメタノールあるいは改質ガスを直接燃焼させる燃焼器を設け、前記低い温度レベルの熱利用設備には、前記改質ガス給送配管の改質ガスを導入してメタノールを生成させる発熱改質反応（ $\text{CO} + 2\text{H}_2 \rightarrow \text{CH}_3\text{OH}$ あるいは $\text{CO}_2 + 3\text{H}_2 \rightarrow \text{CH}_3\text{OH} + \text{H}_2\text{O}$ ）を行うと共に、生成されたメタノールを前記メタノール給送配管に送り込む低い温度レベルの熱発生器を設け、前記熱回収設備には、前記メタノール給送配管のメタノールを導入して改質ガスを生成させる吸熱改質反応（ $\text{CH}_3\text{OH} \rightarrow \text{CO} + 2\text{H}_2$ あるいは $\text{CH}_3\text{OH} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CO}_2 + 3\text{H}_2$ ）を行うと共に、生成された改質ガスを前記改質ガス給送配管に送り込む熱回収器を設け、前記熱回収器に地域で発生する排熱を与える熱交換器を設けてなること。

【0018】

【実施例】以下、図によって本発明の一実施例を説明する。図1は本発明の一実施例を示す熱輸送、熱利用、熱回収システムを示す概略図である。

【0019】隣接した2本の配管1、2が広い地域に渡って隣接して施設され、該配管1、2は例えば数km以上数十km程度の長さとなっている。液化天然ガス（LNG）の貯蔵器3に連絡して反応槽4が設置され、該反応槽4にはLNGが供給されて該LNGを改質して一酸化炭素（CO）あるいは二酸化炭素（CO₂）と水素（H₂）の混合ガス（以下、これを改質ガスと称する）及びメタノール（CH₃OH）が反応槽4内で生成されるものとなっている。反応槽4で生成された改質ガスは配管1に導入され、メタノールは配管2に導入されてそれぞれ広域に給送される。

【0020】配管1、2が設置された広い地域内には多数の工場や一般家庭、その他公共施設等があり、それぞれの施設に必要な高温熱利用設備5、比較的低温の熱が必要な低い温度レベルの熱利用設備6、それぞれの施設からガスや水の形で廃棄される熱を回収する熱回収設備7等が設置されている。

【0021】高温熱利用設備5には、例えば工場のボイラの燃焼装置であったり、工場の加熱炉の燃焼装置であったりするが、このような高温熱利用設備5では配管1内の改質ガスを燃焼器8へ供給して直接燃焼させたり、配管2内のメタノールを燃焼器8で直接燃焼させたりして熱Q₁を得るようにしている。

【0022】低い温度レベルの熱利用設備6は、地域冷暖房や給湯などを行うものであって、摂氏150度ない

7

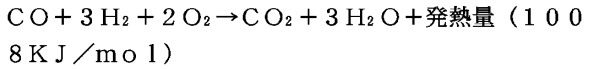
8

し250度程度の比較的低い温度レベルの熱を必要とする設備であり、このような場合には配管1内の改質ガスを発熱改質反応させてメタノールを得る反応によって熱Q₂を得るようにしている。

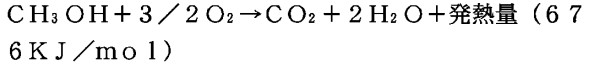
【0023】熱回収設備7は、工場やゴミ焼却場等の排熱発生源9の排熱Q₃を回収したり、或いは前記高温熱利用設備5の燃焼器8から出る排気の熱Q₄を回収するものであり、この場合には配管1内の改質ガスを吸熱改質反応させてメタノールを合成する反応をする熱回収器10を設け、該熱回収器10へ熱交換器11を介して前記排熱Q₃、Q₄を与えるようになっている。前述のように、改質ガスをメタノールへ改質することは、エクセルギを高めて熱回収することになるものである。ここで、熱交換器11は必ずしも通常の熱交換器の構成である必要はなく、排熱を直接熱回収器へ与える構造も含むものである。

【0024】尚、図示の熱回収設備7では、一見離れた他の場所に設置されている高温熱利用設備5の排気熱を利用しているかのように例示されているが、これは高温熱回収設備5の機能を説明するためだけに例示的に表現しているためであって、高温熱利用設備5の排気熱は隣接して設置された熱回収設備7に与えられるものである。

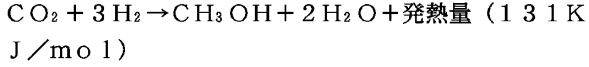
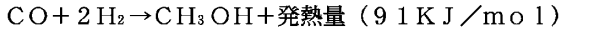
【0025】高温熱利用設備5での改質ガスの燃焼は次の化学反応式で示される。



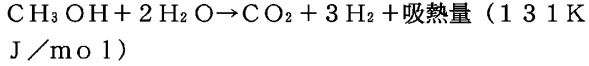
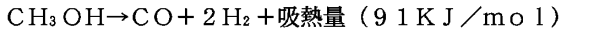
【0026】又、高温熱利用設備5でのメタノールの燃焼は次の化学反応式で示される。



【0027】更に、低い温度レベルの熱利用設備6での化学反応式は次のようになっており、かつ比較的低温(摂氏200度以下)となっている。



【0028】熱回収設備7での化学反応式は次のようになっており、比較的低い温度(摂氏250度ないし150度)となっている。



【0029】次に、図2は本発明の高温熱利用設備の他の実施例を示す図であり、この実施例においては、配管1を給送される改質ガスを導入して燃焼させ、Q₁'の熱を得る燃焼器8Aが設けられている。該燃焼器8Aの排気は熱回収器10Aに導入されて熱Q₄'を熱回収器10Aに与える。該熱回収器10Aは配管2を給送されるメタノールを改質させて改質ガスを生成させるもの

となっている。そして、該熱回収器10Aによって生成された改質ガスを前記燃焼器8Aへ給送させる給送機12を設けている。

【0030】以上に説明したシステムは、本発明の一実施例であり、本発明は上記実施例のシステムに限定されるものではない。例えば、改質ガス中の二酸化炭素はそれ自体回収が可能であるから、改質ガス中の二酸化炭素を回収し、水素だけを燃焼させるようにするとクリーン燃焼が可能となり、二酸化炭素による環境汚染のない燃焼が得られるものとなる。

【0031】又、高温熱利用設備の排気熱を熱回収設備以外の他の熱利用設備に利用することを妨げるものではない。

【0032】【発明の効果】以上に説明した本発明による効果を列挙すると、以下のとおりである。本発明によると、2本の配管を設置するだけで広域に渡って熱輸送、熱利用、熱回収が可能となる。又、排熱を改質ガスに回収して輸送できるので、熱損失のない状態で回収熱を離れた他の場所まで輸送することが簡単となり、広い地域の間で相互に排熱の授受ができるものとなる。

【0033】又、従来公知の炭化水素の吸熱改質反応と比べて、吸熱改質反応に使用される熱の温度レベルが比較的低くなっているため(摂氏150度ないし250度)、排熱利用の効率が向上する。

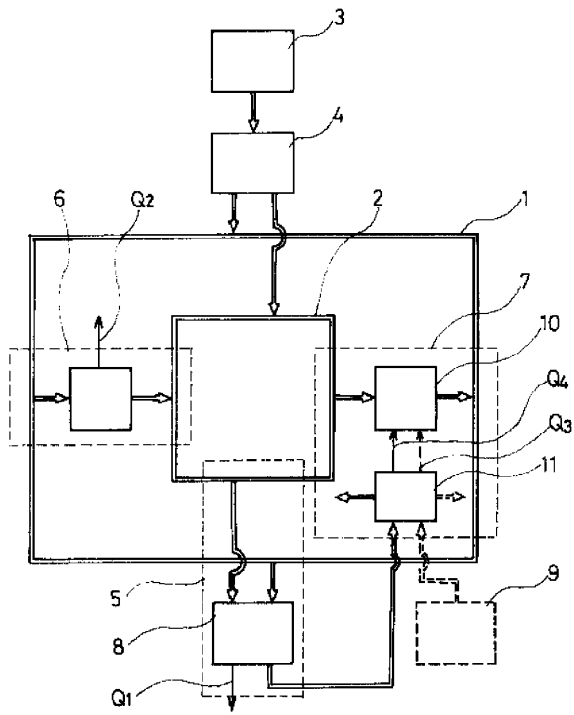
【0034】又、排熱を改質ガスに変換して回収するので、エクセルギー率を高めた形態で回収するものとなるから、回収効率が向上する上、回収後の熱エネルギーの使用形態に支障を生じない。

【図面の簡単な説明】
【図1】図1は本発明の方法及び装置を説明するための概略図である。

【図2】図2は高温熱利用設備の他の実施例を示す概略図である。

- 【符号の説明】
- 1 配管
- 2 配管
- 3 LNG貯蔵槽
- 4 反応槽
- 5 高温熱利用設備
- 6 低い温度レベルの熱利用設備
- 7 熱回収設備
- 8 燃焼器
- 8A 燃焼器
- 9 排熱発生源
- 10 熱回収器
- 10A 熱回収器
- 11 熱交換器
- 12 給送機

【図1】



【図2】

