

(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2004-91327

(P2004-91327A)

(43) 公開日 平成16年3月25日(2004.3.25)

(51) Int. Cl.⁷

C07C 41/34

C07C 41/09

C07C 43/04

F I

C O 7 C 41/34

C O 7 C 41/09

C O 7 C 43/04

テーマコード (参考)

4 H O O 6

A

審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2002-250801 (P2002-250801)

(22) 出願日 平成14年8月29日 (2002.8.29)

(71) 出願人 503047250

ジェイエフイーホールディングス株式会社
東京都千代田区丸の内一丁目1番2号

(74) 代理人 100085109

弁理士 田中 政浩

(72) 発明者 小野 正巳

東京都千代田区丸の内一丁目1番2号
日本鋼管株式会社

(72) 発明者 小川 高志

東京都千代田区丸の内一丁目1番2号
日本鋼管株式会社

内

最終頁に続く

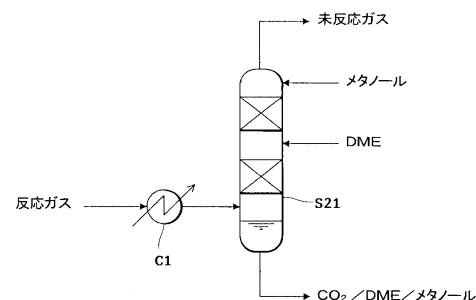
(54) 【発明の名称】 ジメチルエーテルの分離方法

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】一酸化炭素と水素を反応させて得られる少なくともジメチルエーテル、二酸化炭素および未反応ガス成分を含有する生成物ガスを冷却して、生成するジメチルエーテルと二酸化炭素を含む液相と未反応ガスを含む気相とを分離する方法において、ジメチルエーテルおよび二酸化炭素を高い分離率で分離回収しうる方法を提供する。

【解決手段】一酸化炭素と水素を反応させて得られる少なくともジメチルエーテル、二酸化炭素および未反応ガス成分を含有する生成物ガスを冷却して、生成するジメチルエーテルと二酸化炭素を含む液相と未反応ガスを含む気相とを分離する方法において、前記生成物ガスを液状のジメチルエーテルおよびメタノールに接触させて該生成物ガスに含まれている二酸化炭素およびジメチルエーテルを吸収させることを特徴とするジメチルエーテルの分離方法によって解決される。

【選択図】 図 1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

一酸化炭素と水素を反応させて得られる少なくともジメチルエーテル、二酸化炭素および未反応ガス成分を含有する生成物ガスを冷却して、生成するジメチルエーテルと二酸化炭素を含む液相と未反応ガスを含む気相とを分離する方法において、前記生成物ガスを液状のジメチルエーテルおよびメタノールに接触させて該生成物ガスに含まれているジメチルエーテルおよび二酸化炭素を吸収させることを特徴とするジメチルエーテルの分離方法

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

10

本発明は、例えば一酸化炭素と水素を主原料としてジメチルエーテルを製造する方法における反応生成物ガスからのジメチルエーテルの分離方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

一酸化炭素と水素を主成分とする合成ガス等からジメチルエーテルを直接合成する技術としては、固定床触媒層に原料ガスを通過させ反応させる技術が開発されている（特開平 2 - 280836 号公報、特開平 3 - 8446 号公報等）。

【0003】

また、触媒微粒子を高沸点媒体油のなかに懸濁させたスラリー反応器の中を原料ガスを通過させて、高収率でジメチルエーテルを合成させる技術も開発されている（特開平 2 - 9833 号公報、特開平 3 - 52835 号公報、特開平 3 - 181453 号公報、特開平 4 - 264046 号公報、特表平 5 - 810069 号公報等）。

20

【0004】

ところで、合成ガスからジメチルエーテル（DME）を合成する反応は式（1）～（3）の 3 つの反応から構成されている。

メタノール合成反応： $\text{CO} + \text{H}_2 \rightarrow \text{CH}_3\text{OH} \dots \dots \dots (1)$

脱水反応： $2\text{CH}_3\text{OH} \rightarrow \text{CH}_3\text{OCH}_3 + \text{H}_2\text{O} \dots \dots (2)$

シフト反応： $\text{CO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2 \dots \dots \dots (3)$

【0005】

（1）～（3）を総括すると式（4）で表され、DME と CO_2 は当量生成する。

30

$3\text{CO} + 3\text{H}_2 \rightarrow \text{CH}_3\text{OCH}_3 + \text{CO}_2 \dots \dots \dots (4)$

【0006】

式（4）は温度、圧力に支配される平衡反応であり、原料の CO と H_2 は 100% 転化することはない。即ち、反応器出口ガス中には必ず未反応の CO と H_2 が数十%（反応器入口 CO 、 H_2 基準）存在する。

【0007】

通常この未反応 CO と H_2 は廃棄せず、他の生成物と分離した後、原料ガスの一部として再び反応器へ送られる。例えば、DOE/PC/90018-T7 では図 3 のようなプロセスでジメチルエーテルを製造している。この製造装置は反応器 R、メタノール、水分離器 S1、未反応ガス分離器 S2 及び CO_2 分離器 S3 よりなっている。反応器 R の底部には原料ガスライン 2 が接続され、この原料ガスライン 2 には新たな原料ガスを供給するメイクアップ（フレッシュ）ガスライン 1 と未反応 CO 及び H_2 を循環供給するリサイクルガスライン 8 が接続されている。反応器 R の頂部からは反応生成物を排出させる生成物ガスライン 3 がメタノール、水分離器 S1 の入口に接続され、メタノール、水分離器 S1 のメタノール、水出口にはメタノール、水ライン 4 が反応生成物出口には生成物ガスライン 5 が接続されている。生成物ガスライン 5 の他端は未反応ガス分離器 S2 の入口に接続され、未反応ガス分離器 S2 の未反応ガス出口には未反応ガス抜き出しライン 7 が接続され、これがさらに前述のリサイクルガスライン 8 に接続されている。このリサイクルガスライン 8 の途中にはそのガスの一部を引き抜くパーズライン 11 が接続されている。未反応ガス分離器 S2 の DME、 CO_2 出口には DME、 CO_2 ライン 6 が接続され、DME、

40

50

CO₂ライン6の他端はCO₂分離器S3に接続され、CO₂分離器S3のCO₂出口にはCO₂ライン9が、DME出口にはDMEライン10がそれぞれ接続されている。このプロセスでは反応ガスからまずメタノール、水分離器S1でメタノールと水を分離し、次に、未反応ガス分離器S2で未反応COとH₂を分離してこれを反応器Rにリサイクルして原料の利用効率の向上を図っている。

【0008】

上記の未反応ガスでは数MPaGの圧力の下、-20 程度に冷却することにより反応ガス中の製品DMEおよびCO₂を液化し、未反応CO、H₂と分離している。

【0009】

この方法で液化分離されるDMEは反応で生成したDMEの2/3程度であり、製品DMEの回収率が低いこと、および副生するCO₂の冷却分離工程での分離効率が15~20%と低いため、系内にCO₂が蓄積され、このCO₂濃度の増大とともにCO転化率が著しく減少することは既に公知である(特開平11-152241号公報)。同公報では、これらの対策として、気液分離の気相出口側にバップルを設けることを提案している。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上記の方法ではDMEの分離率やCO₂の分離率がまだ不充分であり、より効率よく、これらを分離しうる方法の開発が求められている。

【0011】

本発明の目的は、一酸化炭素と水素を反応させて得られる少なくともジメチルエーテル、二酸化炭素および未反応ガス成分を含有する生成物ガスを冷却して、生成するジメチルエーテルと二酸化炭素を含む液相と未反応ガスを含む気相とを分離する方法において、ジメチルエーテルおよび二酸化炭素を高い分離率で分離回収しうる方法を提供することにある。

【0012】

【課題を解決するための手段】

本発明者らは、上記課題を解決するべく鋭意検討した。ジメチルエーテルと二酸化炭素の分離率を高める方法としては、まず冷却温度を下げるのが考えられる。たしかに、冷却温度を下げることによってジメチルエーテルおよび二酸化炭素の分離率は向上したが、ジメチルエーテルへの一酸化炭素および水素の溶解度が増して未反応ガスのロスが増大することが判明した。さらに冷却機の運転および設備コストも増加し、この方法は不適當であった。

【0013】

一方、二酸化炭素に関しては、一旦分離した液状のジメチルエーテルを冷却分離工程に循環して二酸化炭素吸収剤として使用することにより二酸化炭素を高い分離率で分離しうることを見出して、この内容を特許出願した。この方法は、二酸化炭素の分離率は向上させることができるが、ジメチルエーテルの分離率が低い問題を解決するものではない。

【0014】

そこで、本発明者らはさらに検討を進め、吸収剤にメタノールを併用することによって二酸化炭素に加えてジメチルエーテルも効率よく分離しうることを見出して本発明を完成するに至った。

【0015】

すなわち、本発明は、一酸化炭素と水素を反応させて得られる少なくともジメチルエーテル、二酸化炭素および未反応ガス成分を含有する生成物ガスを冷却して、生成するジメチルエーテルと二酸化炭素を含む液相と未反応ガスを含む気相とを分離する方法において、前記生成物ガスを液状のジメチルエーテルおよびメタノールに接触させて該生成物ガスに含まれているジメチルエーテルおよび二酸化炭素を吸収させることを特徴とするジメチルエーテルの分離方法に関するものである。

【0016】

【発明の実施の形態】

本発明においてジメチルエーテルの合成に使用される原料ガスは一酸化炭素と水素を含むものである。

【0017】

水素と一酸化炭素の割合が H_2 / CO モル比で0.5～3.0、好ましくは0.8～2.0の混合比のものを使用できる。一方、水素と一酸化炭素の割合(H_2 / CO 比)が著しく小さな(例えば、0.5以下)混合ガスあるいは水素を含まない一酸化炭素の場合には、別途スチームを供給して反応器中で一酸化炭素の一部をスチームにより水素と二酸化炭素に変換することが可能である。水蒸気の量は変換したい一酸化炭素量(不足している水素量と等しい)と等モルである。また、二酸化炭素の量は変換された一酸化炭素と同じモル数となる。このような原料ガスの例としては、石炭ガス化ガス、天然ガスからの合成ガス、炭層メタン等を挙げることができる。触媒被毒を防止するために原料ガスに硫黄化合物が含まれている場合には予め脱硫処理する必要がある。この脱硫により硫黄化合物濃度は数百ppm程度以下、通常0.5～200ppm程度になる。硫黄化合物の種類は SO_x 、 H_2S 、 CO_S 等がある。

10

【0018】

この原料合成ガスを圧縮機で昇圧する。昇圧される圧力は反応器内に吹き込める圧力であり、反応器内を所定の反応圧力に維持できるよう圧力を吹込量、さらには生成ガスの取出量が設定される。

【0019】

ジメチルエーテル合成触媒には、メタノール合成触媒とメタノール脱水触媒が混合されて用いられ、場合により水性ガスシフト触媒がさらに加えられる。触媒は混合状態で使用されるほか、各機能を多元化したハイブリッド触媒としても良い。

20

【0020】

メタノール合成触媒としては、通常工業的にメタノール合成に用いられる酸化銅-酸化亜鉛、酸化亜鉛-酸化クロム、酸化銅-酸化亜鉛/酸化クロム、酸化銅-酸化亜鉛/アルミナ等がある。メタノール脱水触媒としては酸塩基触媒である - アルミナ、シリカ、シリカ・アルミナ、ゼオライトなどがある。ゼオライトの金属酸化物成分としてはナトリウム、カリウム等のアルカリ金属の酸化物、カルシウム、マグネシウム等のアルカリ土族の酸化物等である。水性ガスシフト触媒としては酸化銅-酸化亜鉛、酸化銅-酸化クロム-酸化亜鉛、酸化鉄-酸化クロムなどがある。メタノール脱水触媒は強いシフト触媒活性を有するので水性ガスシフト触媒を兼ねることができる。メタノール脱水触媒及び水性ガスシフト触媒を兼ねるものとして、例えば、アルミナ担持酸化銅触媒を用いることができる。

30

【0021】

前述のメタノール合成触媒、メタノール脱水触媒および水性ガスシフト触媒の混合割合は、特に限定されることなく各成分の種類あるいは反応条件等に応じて適宜選定すればよいが、通常は重量比でメタノール合成触媒1に対してメタノール脱水触媒は0.1～5程度、好ましくは0.2～2程度、そして、水性ガスシフト触媒は、0.2～5程度、好ましくは0.5～3程度の範囲が適当であることが多い。メタノール合成触媒に水性ガスシフト触媒を兼ねさせた場合には、上記の水性ガスシフト触媒の量はメタノール合成触媒の量に合算される。

40

【0022】

上記触媒は、固定床式、流動床式、スラリー床式のいずれの反応型式にも供することが可能である。特に、スラリー床式反応は、反応器内温度が均一で副生物の生成が少ない。以下、スラリー床式反応について詳細に述べる。

【0023】

スラリー床式反応の場合触媒は粉末状態で使用され、平均粒径が $300\mu m$ 以下、好ましくは $1\sim 200\mu m$ 程度、特に好ましくは $10\sim 150\mu m$ 程度が適当である。そのために必要によりさらに粉砕することができる。

【0024】

媒体油は反応条件下において液体状態を呈するものであればそのいずれもが使用可能であ

50

る。例えば脂肪族、芳香族および脂環族の炭化水素、アルコール、エーテル、エステル、ケトンおよびハロゲン化物、これらの化合物の混合物等を使用できる。また、硫黄分を除去した軽油、減圧軽油、水素化処理したコールタールの高沸点留分、フィッシャートロプシュ合成油、高沸点食用油等も使用できる。溶媒中に存在させる触媒量は溶媒の種類、反応条件などによって適宜決定されるが、通常は溶媒に対して1～50重量%であり、2～30重量%程度が好ましい。

【0025】

スラリー反応における反応条件としては、反応温度は150～400 が好ましく、特に200～350 の範囲が好ましい。反応温度が150 より低くても、また400 より高くても一酸化炭素の転化率が低くなる。反応圧力は1～30 MPa、より好ましくは1.5～15 MPa、特に好ましくは2～7 MPaが適当である。反応圧力が1 MPaより低いと一酸化炭素の転化率が低く、また30 MPaより高いと反応器が特殊なものとなり、また昇圧のために多大なエネルギーが必要であって経済的でない。空間速度（触媒1 kgあたりの標準状態における混合ガスの供給速度）は、100～50000 L/kg・hが好ましく、特に500～30000 L/kg・hである。空間速度が50000 L/kg・hより大きいと一酸化炭素の転化率が低くなり、また100 L/kg・hより小さいと反応器が極端に大きくなって経済的でない。

10

【0026】

上記のジメチルエーテル合成反応の生成物ガスにはジメチルエーテルのほか副産物の水、シフト反応産物であるCO₂、未反応ガスであるCOとH₂、メタノール合成反応産物であるメタノール、さらには原料合成ガスに含まれていたN₂、CH₄なども混入しており、その組成はジメチルエーテル5～15モル%程度、通常8～13モル%程度、水0.05～0.3モル%程度、通常0.1～0.2モル%程度、CO₂ 5～15モル%程度、通常8～13モル%程度、CO 30～55モル%程度、通常35～50モル%程度、H₂ 25～50モル%程度、通常30～45モル%程度、メタノール0.5～5モル%程度、通常1～3モル%程度、N₂、CH₄等0.05～0.3モル%程度、通常0.1～0.2モル%程度である。

20

【0027】

この生成物ガスからまず水、メタノールを分離するのがよい。これらを分離する手段は問わないが、凝縮温度差あるいは沸点差を利用する方法が好ましい。凝縮温度差を利用する場合、反応ガスを0～60 程度まで冷却することにより水、メタノールは容易に分離できる。その際の圧力は2～7 MPa程度である。

30

【0028】

次いで、このジメチルエーテル、二酸化炭素および未反応ガス成分を含有する生成物ガスを冷却して、ジメチルエーテルと二酸化炭素を含む液相を生成させる。この冷却温度は-10～-60 程度、好ましくは-20～-50 程度、より好ましくは-30～-40 程度が適当であり、その際の圧力は1～30 MPa程度、好ましくは1.5～15 MPa程度である。この冷却によってジメチルエーテルが凝縮し、二酸化炭素はこの凝縮したジメチルエーテルに溶解して分離されるものと考えられる。

40

【0029】

本発明では、その際生成物ガスを液状のジメチルエーテルおよびメタノールに接触させて該生成物ガスに含まれているジメチルエーテルおよび二酸化炭素の吸収を促進させるところに特徴がある。

【0030】

これに使用するジメチルエーテルの由来は問うところではないが、本発明が適用されるジメチルエーテルの製造工程で得られるジメチルエーテルを利用するのが簡便である。このジメチルエーテルは粗製品、精製品のいずれであってもよい。このジメチルエーテルの供給量は処理ガス量基準のモル比で0.01～0.4程度、好ましくは0.02～0.2程度が適当である。

【0031】

50

メタノールの由来も問うところではなく、本発明が適用されるジメチルエーテルの製造工程で得られる水、メタノール混合物からメタノールを分離して使用してもよく、あるいは他の工程で得られるものを使用するなどしてもよい。このメタノールの供給量は処理ガス量基準のモル比で0.01~0.4程度、好ましくは0.02~0.2程度、ジメチルエーテル/メタノールのモル比では0.05~10程度、好ましくは0.1~5程度が適当である。

【0032】

ジメチルエーテルとメタノールの供給時期は生成物ガス中のジメチルエーテルの凝縮前または凝縮中でもよいが、凝縮後の生成物ガス、すなわち未反応ガスを含む気相に接触するように供給するのが効率的である。ジメチルエーテルとメタノールはいずれを先に供給してもよく、あるいは同時であってもよい。さらに予め混合してその混合物を供給してもよい。

10

【0033】

ジメチルエーテルとメタノールはいずれも液状で処理ガスと接触するようにし、その際の温度は-10~-60程度、好ましくは-20~-50程度、圧力は1~30MPa程度、好ましくは1.5~15MPa程度が適当である。ジメチルエーテルとメタノールは生成物ガスに十分に接触してそこに含まれているジメチルエーテルと二酸化炭素を十分に吸収しうるように供給する。この供給手段としては、噴霧、ラシヒリング等を充填した充填塔で向流接触させる等を取りうる。供給されたジメチルエーテルとメタノールは凝縮物と別々に回収してもよく、これらの混合物として回収してもよい。

20

【0034】

回収物に含まれる二酸化炭素は、例えば蒸留法で分離し、有効利用する。例えば、原料ガス製造工程に返送し、炭素源として利用することができる。メタノールは、例えば、蒸留法で分離し、有効利用する。例えば、二酸化炭素、ジメチルエーテル回収用の吸収剤として再利用する。また、反応系にリサイクルし、DME原料として利用することも可能である。

【0035】

ジメチルエーテルは、必要により一部を吸収剤として使用し、残りは製品化する。

【0036】

一方、本発明の吸収処理が行われた非凝縮ガスは主に未反応の一酸化炭素と水素なので原料ガスとして再利用できる。

30

【0037】

【実施例】

図3に示す装置を用い、その未反応ガス分離器S2には本発明例では図1に示す装置を、従来例には図2に示す装置を用いた。

【0038】

図1の装置は、冷却器である熱交換器C1の出口側に未反応ガス分離器S21が接続されてなっている。この未反応ガス分離器S21は、内部にラシヒリング等の充填物層が2段に配置されており、下部は液溜になっている。各充填物層の上方の空間にはノズルが充填物層の上面に略均一に噴霧しうるように配置されている。この分離器S21の液溜と下段の充填物層の間の空間には熱交換器C1で冷却された生成物ガスの入口が設けられ、底部にはジメチルエーテル、二酸化炭素およびメタノールを含む液相の出口が、頂部には未反応ガスを含む気相の出口がそれぞれ設けられている。上段の充填物層の上方の空間のノズルにはメタノール供給管が、そして、下段の充填物層の上方の空間のノズルにはジメチルエーテルの供給管が接続されている。

40

この装置を用いてジメチルエーテルの製造を行い、下記の結果を得た。

【0039】

【表1】

	CO ₂ 分離・ 回収効果	DME分離・ 回収効果	CO/H ₂ 精製	冷却温度
DME	◎	×	× 液側への溶解量増	○ (高)
メタノール	○	○	○	○ (高)
DME+メタノール	◎	○	○	○ (高)

10

【0040】

ここで、吸収液がDMEのみの場合、反応ガス中のCOとH₂がDMEに溶解し液側に移行する量が増加するが、吸収液にメタノールが混入する場合、吸収液のCOとH₂の溶解度が低下し、液側に移行する量は低く抑えられる。

【0041】

[実施例1]

表2に示す組成の生成物ガスを圧力5MPaの下、未反応ガス分離器に導入し、-30に冷却した。吸収剤として生成物ガス基準のモル比で0.10のメタノールを未反応ガス分離器に供給した。その結果、液相側の二酸化炭素、およびジメチルエーテル回収率はそれぞれ37%、および89%であった。

20

【0042】

【表2】

生成物ガス組成(単位: mol%)

水素	33.7
一酸化炭素	36.6
メタン	0.7
二酸化炭素	18.2
ジメチルエーテル	9.2
メタノール	1.3
水	0.3

30

【0043】

[実施例2]

実施例1と同様の生成物ガスを圧力5MPaの下、未反応ガス分離器に導入し、-30に冷却した。吸収剤として生成物ガス基準のモル比で0.05のメタノール、および0.05のジメチルエーテルを未反応ガス分離器に供給した。その結果、液相側の二酸化炭素、およびジメチルエーテル回収率はそれぞれ44%、および87%であった。

【0044】

40

ここで、ジメチルエーテル回収率は次式で算出した。

ジメチルエーテル回収率 = 液相中ジメチルエーテル量 - 吸収剤ジメチルエーテル量 / 生成物ガス中ジメチルエーテル量 × 100 [%]

【0045】

[実施例3]

実施例1と同様の生成物ガスを圧力5MPaの下、未反応ガス分離器に導入し、-40に冷却した。吸収剤として生成物ガス基準のモル比で0.05のメタノール、および0.05のジメチルエーテルを未反応ガス分離器に供給した。その結果、液相側の二酸化炭素、およびジメチルエーテル回収率はそれぞれ55%、および92%であった。

【0046】

50

[比較例 1]

実施例 1 と同様の生成物ガスを圧力 5 M P a の下、未反応ガス分離器に導入し、- 3 0 に冷却した。吸収剤は使用しなかった。その結果、液相側の二酸化炭素、およびジメチルエーテル回収率はそれぞれ 3 2 %、および 8 5 % であった。

【 0 0 4 7 】

[比較例 2]

実施例 1 と同様の生成物ガスを圧力 5 M P a の下、未反応ガス分離器に導入し、- 4 0 に冷却した。吸収剤は使用しなかった。その結果、液相側の二酸化炭素、およびジメチルエーテル回収率はそれぞれ 4 3 %、および 9 1 % であった。

【 0 0 4 8 】

10

[比較例 3]

実施例 1 と同様の生成物ガスを圧力 5 M P a の下、未反応ガス分離器に導入し、- 3 0 に冷却した。吸収剤として生成物ガス基準のモル比で 0 . 1 0 のジメチルエーテルを未反応ガス分離器に供給した。その結果、液相側の二酸化炭素、およびジメチルエーテル回収率はそれぞれ 4 9 %、および 8 3 % であった。

以上の実験条件と結果を表 3 にまとめて示す。

【 0 0 4 9 】

【 表 3 】

		比較例 1	比較例 2	比較例 3	実施例 1	実施例 2	実施例 3
原料ガス	H ₂	33.7	33.7	33.7	33.7	33.7	33.7
	CO	36.6	36.6	36.6	36.6	36.6	36.6
	CH ₄	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7
	CO ₂	18.2	18.2	18.2	18.2	18.2	18.2
	DME	9.2	9.2	9.2	9.2	9.2	9.2
	MeOH	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3
	H ₂ O	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
温 度 [°C]		-30	-40	-30	-30	-30	-40
吸収剤	DME	0	0	10	0	5	5
	MeOH	0	0	0	10	5	5
気 相	H ₂	33.55	33.52	33.38	33.61	33.51	33.51
	CO	36.19	36.08	35.73	36.35	36.09	36.01
	CH ₄	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70
	CO ₂	12.31	10.21	9.29	11.55	10.13	8.25
	DME	1.36	0.78	1.54	1.06	1.24	0.74
	MeOH	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	H ₂ O	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
液 相	CO ₂	5.89	7.99	8.91	6.65	8.07	9.95
	DME	7.84	8.42	17.66	8.14	12.96	13.46
	MeOH	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30
	H ₂ O	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
気 相	H ₂ 回収率 [%]	99.55	99.48	99.05	99.72	99.45	99.43
	CO回収率 [%]	98.87	98.58	97.63	99.31	98.62	98.4
	CO ₂ 濃度 [mol%]	14.64	12.56	11.52	13.88	12.41	10.42
	DME濃度 [mol%]	1.61	0.96	1.91	1.27	1.52	0.94
液 相	CO ₂ 回収率 [%]	32.37	43.89	48.95	36.52	44.32	54.66
	DME回収率 [%]	85.27	91.55	91.97	88.51	91.27	94.76
	真DME回収率 [%]	85.27	91.55	83.24	88.51	86.53	91.91

※ 真DME回収率は、吸収剤として投入したDME量を回収したDME量から差し引き、真に原料ガスから回収されたDMEの割合を算出したもの

【0050】

【発明の効果】

本発明により、生成物ガスよりジメチルエーテルと二酸化炭素を高い分離率で分離することができ、それによって一酸化炭素の転化率の低下を抑えるとともにジメチルエーテルの循環量を減少させ、回収した二酸化炭素は原料ガスの製造に用いることができ、これらの結果としてジメチルエーテルを高い収率で取得することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の方法で使用される、ジメチルエーテルと未反応ガスを分離する装置の概略構造を示す図である。

【図2】従来の、本発明の方法で使用される、ジメチルエーテルと未反応ガスを分離する装置の概略構造を示す図である。

【図3】ジメチルエーテル製造装置の概略構成を示す図である。

【符号の説明】

R ... 反応器

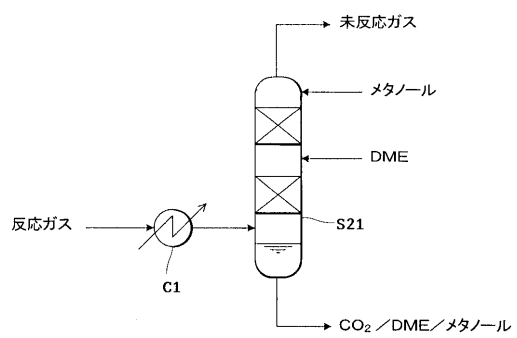
S 1 ... メタノール、水分離器

S 2 , S 2 1 , S 2 2 ... 未反応ガス分離器

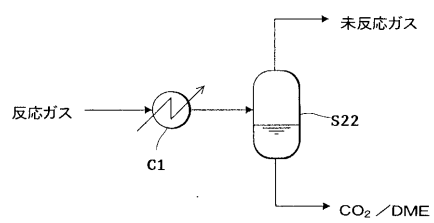
S 3 ... CO₂ 分離器

C 1 ... 熱交換器

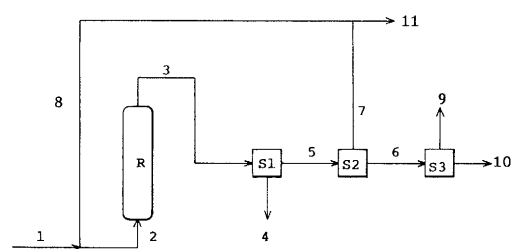
【図 1】



【図 2】



【図 3】



フロントページの続き

(72)発明者 奥山 契一

東京都千代田区丸の内一丁目1番2号

日本鋼管株式会社内

(72)発明者 青木 誠治

東京都千代田区丸の内一丁目1番2号

日本鋼管株式会社内

Fターム(参考) 4H006 AA02 AC43 AD18 BA05 BA07 BA14 BA30 BB15 BD33 BD52

BD82 BD84 BE20 BE40