

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4138399号
(P4138399)

(45) 発行日 平成20年8月27日 (2008. 8. 27)

(24) 登録日 平成20年6月13日 (2008. 6. 13)

(51) Int. Cl.

F I

F 2 5 J	1/00	(2006. 01)	F 2 5 J	1/00	Z A B B
B O 1 D	53/14	(2006. 01)	B O 1 D	53/14	1 O 3
C 1 O L	3/06	(2006. 01)	C 1 O L	3/00	A
C 1 O L	3/10	(2006. 01)	C 1 O L	3/00	B
B O 1 D	53/62	(2006. 01)	B O 1 D	53/34	1 3 5 Z

請求項の数 4 (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願2002-240814 (P2002-240814)
 (22) 出願日 平成14年8月21日 (2002. 8. 21)
 (65) 公開番号 特開2004-77075 (P2004-77075A)
 (43) 公開日 平成16年3月11日 (2004. 3. 11)
 審査請求日 平成17年5月25日 (2005. 5. 25)

(73) 特許権者 000006208
 三菱重工工業株式会社
 東京都港区港南二丁目16番5号
 (74) 代理人 100089163
 弁理士 田中 重光
 (74) 代理人 100069246
 弁理士 石川 新
 (74) 代理人 100058479
 弁理士 鈴江 武彦
 (74) 代理人 100084618
 弁理士 村松 貞男
 (74) 代理人 100092196
 弁理士 橋本 良郎
 (74) 代理人 100091351
 弁理士 河野 哲

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 液化天然ガスの製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

天然ガスから液化天然ガスを製造する方法において、
 天然ガス中の二酸化炭素を天然ガス用二酸化炭素回収装置により吸収液で吸収除去し、二酸化炭素を吸収除去された該天然ガスを液化装置で液化する工程と、前記液化装置を構成するスチームタービンへスチームを供給するボイラ燃焼設備から排出される燃焼排ガス中から二酸化炭素を燃焼排ガス用二酸化炭素回収装置により吸収液で吸収除去する工程とを共に備え、

前記二酸化炭素を吸収した吸収液を吸収液再生装置で該吸収液から二酸化炭素を分離回収し、吸収液を再生する工程を含み、

前記天然ガス用二酸化炭素回収装置で二酸化炭素を吸収した吸収液と、前記燃焼排ガス用二酸化炭素回収装置で二酸化炭素を吸収した吸収液とを同一の吸収液再生装置で再生することを特徴とする液化天然ガスの製造方法。

【請求項 2】

前記吸収液再生装置で吸収液から分離回収した二酸化炭素を圧縮機で昇圧したあと系外に送出することを特徴とする請求項 1 記載の液化天然ガスの製造方法。

【請求項 3】

二酸化炭素昇圧用の前記圧縮機を駆動するスチームタービンへスチームを供給するボイラ燃焼設備と、前記液化装置を構成するスチームタービンへスチームを供給するボイラ燃焼設備とが同一のものであることを特徴とする請求項 2 に記載の液化天然ガスの製造方法

。

【請求項 4】

前記液化装置を構成するスチームタービンから排出される低圧スチームを、前記二酸化炭素回収装置を構成するリボイラの熱源として使用することを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれかに記載の液化天然ガスの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、液化天然ガス（LNG）の製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

近年、液化天然ガス（LNG）は、クリーンなエネルギー源として注目されている。この LNG は、LNG プラントにおいて天然ガス中の二酸化炭素および硫黄分（ H_2S 等）を除去し、さらに水分を除去した後、液化装置で液化することにより製造されている。特に、この LNG の製造において LNG 製造工程中においてドライアイスが生成されるのを防ぐために、天然ガス中の二酸化炭素の含有量を 50 ppm 以下になるように除去している。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】

このような LNG の製造方法においては、その製造プロセス中、天然ガス中の二酸化炭素を除去するための二酸化炭素回収装置、液化装置等を駆動する動力源（例えばボイラ）から二酸化炭素を含む大量の燃焼排ガスが発生するが、そのまま大気に放出されていたため、地球の温暖化のような環境上、問題があった。

【0004】

本発明は、天然ガス中の二酸化炭素および動力源で発生する燃焼排ガス中の二酸化炭素を回収し、圧縮機で圧縮し、この圧縮二酸化炭素を尿素プラント、メタノールプラント、ディメチルエーテルプラント、灯・軽油合成プラント（GTL プラント）、地中等の系外に送出して大気中への二酸化炭素の放出をほぼゼロまたはゼロにすることが可能な液化天然ガスの製造方法を提供しようとするものである。

【0005】

【課題を解決するための手段】

本発明に係る液化天然ガスの製造方法は、天然ガスから液化天然ガスを製造する方法において、

天然ガス中の二酸化炭素を天然ガス用二酸化炭素回収装置により吸収液で吸収除去し、二酸化炭素を吸収除去された該天然ガスを液化装置で液化する工程と、前記液化装置を構成するスチームタービンへスチームを供給するボイラ燃焼設備から排出される燃焼排ガス中から二酸化炭素を燃焼排ガス用二酸化炭素回収装置により吸収液で吸収除去する工程とを共に備え、

前記二酸化炭素を吸収した吸収液を吸収液再生装置で該吸収液から二酸化炭素を分離回収し、吸収液を再生する工程を含み、

前記天然ガス用二酸化炭素回収装置で二酸化炭素を吸収した吸収液と、前記燃焼排ガス用二酸化炭素回収装置で二酸化炭素を吸収した吸収液とを同一の吸収液再生装置で再生することを特徴とするものである。

【0007】

【発明の実施の形態】

以下、本発明に係る合成ガスの製造方法を図面を参照して詳細に説明する。

【0008】

図 1 は、この実施形態に係る LNG の製造プラントを示す概略図、図 2 は図 1 に組み込まれた二酸化炭素回収装置を示す概略図である。

【0009】

10

20

30

40

50

LNGの製造プラントは、二酸化炭素回収装置10と、天然ガス液化装置40と、動力源であるボイラ50と、例えばスチームタービン61により駆動される圧縮機62とを備えている。

【0010】

前記二酸化炭素回収装置10は、天然ガス導入用流路70₁が接続され、かつ燃焼排ガス導入用流路70₂を通して前記ボイラ50に接続されている。この二酸化炭素回収装置10は、図2に示すように互いに隣接して配列された冷却塔11、燃焼排ガス用二酸化炭素吸収塔12、天然ガス用二酸化炭素吸収塔13および吸収液再生塔14を備えている。

【0011】

前記冷却塔11には、気液接触部材15が内蔵されている。前記燃焼排ガス用二酸化炭素吸収塔12には、2つの上部側、下部側の気液接触部材16a、16bが内蔵されている。これら気液接触部材16a、16b間には、再生された吸収液のオーバーフロー部17が配置されている。前記天然ガス用二酸化炭素吸収塔13には、2つの上部側、下部側の気液接触部材18a、18bが内蔵されている。これら気液接触部材18a、18b間には、再生された吸収液のオーバーフロー部19が配置されている。前記吸収液再生塔14には、2つの上部側、下部側の気液接触部材20a、20bが内蔵されている。

10

【0012】

前記冷却塔11は、前記ボイラ50に前記燃焼排ガス導入用流路70₂を通して接続されている。冷却水は、流路70₃を通して前記冷却塔11の上部に噴射され、前記燃焼排ガス導入用流路70₂を通して導入された燃焼排ガスを前記気液接触部材14で冷却している。前記冷却塔11の頂部は、流路70₄を通して前記燃焼排ガス用二酸化炭素吸収塔12の下部付近と接続され、かつこの流路70₄にはプロア21が介装されている。

20

【0013】

前記燃焼排ガス用吸収塔12の底部は、流路70₅を通して熱交換器22に接続されている。ポンプ23は、前記流路70₅に介装されている。

【0014】

前記天然ガス用二酸化炭素吸収塔13は、下部付近に前記天然ガス導入用流路70₁が接続されている。この吸収塔13の底部は、流路70₆および前記流路70₅を通して前記熱交換器22に接続されている。ポンプ24は、前記流路70₆に介装されている。

【0015】

前記熱交換器22は、流路70₇を通して前記吸収液再生塔14の2つの上部側、下部側の気液接触部材20a、20b間に位置する上部に接続されている。

30

【0016】

前記吸収液再生塔14の底部は、前記熱交換器22を經由する流路70₈を通して前記燃焼排ガス用吸収塔12のオーバーフロー部17が位置する上部に接続され、かつ前記流路70₈から分岐した流路70₉を通して前記天然ガス用吸収塔13のオーバーフロー部19が位置する上部に接続されている。ポンプ25は、前記吸収液再生塔14の底部と前記熱交換器22の間に位置する前記流路70₈に介装されている。

【0017】

前記燃焼排ガス用吸収塔12において、流路70₁₀は、一端が前記吸収塔12の前記オーバーフロー部17の個所に接続され、他端がポンプ26を經由して前記吸収塔12における上部側の気液接触部材16a上の個所に接続されている。排气流路70₁₁は、前記吸収塔12の頂部に接続されている。

40

【0018】

前記天然ガス用吸収塔13において、流路70₁₂は、一端が前記吸収塔13の前記オーバーフロー部19の個所に接続され、他端がポンプ27を經由して前記吸収塔13における上部側の気液接触部材18a上の個所に接続されている。流路70₁₃は、一端が前記吸収塔13の頂部に接続され、他端が前記天然ガス液化装置40に接続されている。なお、図示しない脱水装置は前記流路70₁₃に介装されている。

【0019】

50

前記吸収液再生塔 14 において、流路 70₁₄ は一端が前記吸収液再生塔 14 の下部付近に接続され、他端が前記気液接触部材 20 b 直下に位置する前記再生塔 14 に接続されている。熱交換器 (リボイラ) 28 は、前記流路 70₁₄ に介装されている。後述するスチームタービンおよび前記天然ガス液化装置 40 からの低圧スチームが流通する流路 70₁₅ は、前記リボイラ 28 に交差され、その低圧スチームが前記流路 70₁₄ を流通する再生液と熱交換され、それ自身が凝縮される。

【0020】

前記吸収液再生塔 14 において、流路 70₁₆ は一端が前記再生塔 14 の頂部に接続され、他端が冷却用熱交換器 29 を経由して前記圧縮機 62 に接続されている。前記冷却用熱交換器 29 より下流側の前記流路 70₁₆ には、前記上部側の気液接触部材 20 a 直上の前記再生塔 14 に接続される流路 70₁₇ が分岐されている。

10

【0021】

前記ボイラ 50 は、高圧スチームが流通する流路 70₁₈ を通してスチームタービン 61 に接続され、このスチームタービン 61 により前記圧縮機 62 が駆動される。前記二酸化炭素回収装置 10 は、前記流路 70₁₆ を通して前記圧縮機 62 に接続され、ここで供給された二酸化炭素が圧縮される。この圧縮二酸化炭素は、流路 70₁₉ を通して系外に排出される。

【0022】

前記ボイラ 50 は、高圧スチームが流通する流路 70₂₀ を通して前記天然ガス液化装置 40 に接続され、この天然ガス液化装置 40 が駆動される。この天然ガス液化装置 40 において、前記二酸化炭素回収装置 10 の前記天然ガス用吸収塔 13 から流路 70₁₃ を通して排出された天然ガス (二酸化炭素の含有量が 50 ppm 以下) を液化し、液化天然ガス (LNG) として流路 70₂₁ から排出され、所望のタンクに貯留される。

20

【0023】

前記スチームタービン 61 は、流路 70₂₂ を通して前記天然ガス液化装置 40 からの低圧スチームが流通する前記流路 70₁₅ に接続され、この流路 70₁₅ は前記再生塔 14 のリボイラ 28 に交差される。

【0024】

次に、前述した図 1 および図 2 に示す LNG の製造プラントを参照して LNG の製造方法を説明する。

30

【0025】

まず、天然ガスは天然ガス導入用流路 70₁ を通して図 2 に示す二酸化炭素回収装置 10 の天然ガス用二酸化炭素吸収塔 13 の下部付近に供給され、その内部の下部側気液接触部材 18 b を上昇する間、吸収液再生塔 14 から熱交換器 22 を経由する流路 70₈ およびこれから分岐した流路 70₉ を通して前記天然ガス用二酸化炭素吸収塔 13 のオーバーフロア部 19 に供給された再生吸収液、例えば再生アミン液と接触してその天然ガス中の二酸化炭素がアミン液に吸収される。天然ガスは、さらに前記オーバーフロア部 19 を経由して上部側気液接触部材 18 a を上昇する間、ポンプ 27 の駆動により流路 70₁₂ を通して前記天然ガス用二酸化炭素吸収塔 13 の頂部付近に供給された再生アミン液と接触してその天然ガス中の未吸収二酸化炭素がアミン液に吸収され、二酸化炭素が 50 ppm 以下にまで除去される。この二酸化炭素吸収アミン液は、前記吸収塔 13 の底部に貯留される。なお、この二酸化炭素の吸収工程で、天然ガス中に含有される硫化水素も吸収除去される。

40

【0026】

二酸化炭素が除去された天然ガスは、流路 70₁₃ を通して天然ガス液化装置 40 に供給され、この流路 70₁₃ を流通する間、そこに介装された図示しない脱水装置により水分が除去される。この天然ガス液化装置 40 は、ボイラ 50 で生成した高圧スチームが流路 70₂₀ を通して供給されることにより駆動され、水分が除去された天然ガスを液化する。液化天然ガス (LNG) は、流路 70₂₁ から排出され、所望の貯留タンクに貯留される。このとき、液化される天然ガスは二酸化炭素が 50 ppm 以下にまで除去されているため、前

50

記液化天然ガス製造工程にドライアイスが生成されるのを防止される。

【 0 0 2 7 】

ボイラ 5 0 で生成した高圧スチームは、前述したように流路 7 0₂₀を通して天然ガス液化装置 4 0 に供給され、またその高圧スチームは流路 7 0₁₈を通して圧縮機 6 2 を駆動するためのスチームタービン 6 1 に供給される。この高圧スチームは、前記ボイラ 5 0 で燃料（例えば天然ガス）を燃焼させ、その熱エネルギーを利用して生成されるため、二酸化炭素を含む大量の燃焼排ガスの発生を伴う。

【 0 0 2 8 】

前記ボイラ 5 0 で発生した燃焼排ガスは、燃焼排ガス導入用流路 7 0₂を通して図 2 に示す二酸化炭素回収装置 1 0 の冷却塔 1 1 に全量供給され、この気液接触部材 1 5 で流路 7 0₃を通して供給された冷却水により冷却される。冷却された燃焼排ガスは、前記冷却塔 1 1 の頂部からプロア 2 1 の駆動により流路 7 0₄を通して燃焼排ガス用二酸化炭素吸収塔 1 2 の下部付近に供給され、その内部の下部側気液接触部材 1 6 b を上昇する間、前記吸収液再生塔 1 4 から熱交換器 2 2 を経由する流路 7 0₈を通して前記燃焼排ガス用二酸化炭素吸収塔 1 2 のオーバーフロー部 1 7 に供給された再生アミン液と接触してその燃焼排ガス中の二酸化炭素がアミン液に吸収される。燃焼排ガスは、さらに前記オーバーフロー部 1 7 を経由して上部側気液接触部材 1 6 a を上昇する間、ポンプ 2 6 の駆動により流路 2 0₁₀を通して前記吸収塔 1 2 の頂部付近に供給された再生アミン液と接触してその燃焼排ガス中の未吸収二酸化炭素がアミン液に吸収される。この二酸化炭素吸収アミン液は、前記吸収塔 1 2 の底部に貯留される。一方、二酸化炭素が除去された燃焼排ガスは、排気流路 7 0₁₁を通して外部に排出される。

【 0 0 2 9 】

前記燃焼排ガス用二酸化炭素吸収塔 1 2 底部に貯留された二酸化炭素吸収アミン液は、ポンプ 2 3 の駆動により流路 7 0₅を通して熱交換器 2 2 に供給される。また、前記天然ガス用二酸化炭素吸収塔 1 3 底部に貯留された二酸化炭素吸収アミン液は、ポンプ 2 4 の駆動により流路 7 0₆を通して前記流路 7 0₅に合流されて熱交換器 2 2 に供給される。このとき、前記二酸化炭素吸収アミン液は前記熱交換器 2 2 を流通する間、前記再生塔 1 4 の底部に接続した流路 7 0₈を流通する比較的温度の高い再生アミン液と熱交換されて加熱されるとともに、その再生アミン液が冷却される。

【 0 0 3 0 】

前記熱交換器 2 2 で加熱された二酸化炭素吸収アミン液は、流路 7 0₇を通して前記吸収液再生塔 1 4 の 2 つの気液接触部材 2 0 a , 2 0 b 間に位置する上部に供給され、その下部側気液接触部材 2 0 b を流下する間に二酸化炭素と再生アミン液に分離される。このとき、前記再生塔 1 4 底部に貯留された再生アミン液は流路 7 0₁₄を通して循環され、前記天然ガス液化装置 4 0 および前記スチームタービン 6 1 から排出された低圧スチームが流通する流路 7 0₁₅と交差されるリボイラ 2 8 で熱交換されて加熱され、これにより前記吸収液再生塔 1 4 自体が加熱されて二酸化炭素と再生アミン液との分離の熱源として利用される。

【 0 0 3 1 】

前記再生アミン液は、前記吸収液再生塔 1 4 底部に貯留され、ポンプ 2 5 の駆動により前記流路 7 0₈を通して前記燃焼排ガス用二酸化炭素吸収塔 1 2 およびこの流路 7 0₈から分岐された流路 7 0₉を通して前記天然ガス用二酸化炭素吸収塔 1 3 にそれぞれ返送される。

【 0 0 3 2 】

前記吸収液再生塔 1 4 で分離された二酸化炭素は、その上部側気液接触部材 2 0 a を上昇し、その頂部から流路 7 0₁₆を通して排出され、その間に冷却用熱交換器 2 9 で冷却され、二酸化炭素と共に持ち運ばれるアミン水蒸気が凝縮され、その凝縮アミン液は分岐された流路 7 0₁₇を通して前記吸収液再生塔 1 4 に戻される。

【 0 0 3 3 】

前記二酸化炭素回収装置 1 0 で前記天然ガス中および燃焼排ガス中の二酸化炭素を回収し

10

20

30

40

50

た後、この二酸化炭素は前記流路70₁₆を通して圧縮機62に供給される。このとき、前記ボイラ50から高圧スチームを流路70₁₈を通してスチームタービン61に供給して駆動し、この駆動力により前記圧縮機62を作動することによって、この圧縮機62に供給された二酸化炭素が圧縮される。圧縮二酸化炭素は、流路70₁₉を通して系外（例えば尿素プラント、メタノールプラント、ディメチルエーテルプラント、灯・軽油合成プラント（GTLプラント）、地中）に排出される。なお、前記圧縮二酸化炭素を尿素プラント、メタノールプラント、ディメチルエーテルプラント、灯・軽油合成プラント（GTLプラント）の原料として利用する場合はその中に含まれる硫化水素を除去する。

【0034】

また、前記スチームタービン61から排出された低圧スチームは流路70₂₂を通して前記天然ガス液化装置40から排出された低圧スチームが流通する流路70₁₅に合流されて前記二酸化炭素回収装置10に供給され、そのリボイラ28で流路70₁₄を通して循環される再生アミン液と熱交換されてその再生アミン液を加熱し、自身が冷却されて凝縮水になる。この凝縮水は、ボイラ水として前記流路70₁₅を通して前記ボイラ50に返送される。

10

【0035】

以上、本発明の実施形態によれば天然ガスから天然ガス液化装置40等を用いて液化天然ガス（LNG）を製造するに際し、前記天然ガス中の二酸化炭素および動力源であるボイラ50で発生した燃焼排ガス中の二酸化炭素を二酸化炭素回収装置10により回収し、この二酸化炭素を前記ボイラ50からの高圧スチームが供給されるスチームタービン61で駆動される圧縮機62に供給して圧縮し、系外に排出することによって、前記ボイラ50から大気に放出される二酸化炭素量をほぼゼロまたはゼロにでき、二酸化炭素排出税の削減による経済性の向上、地球の温暖化防止に寄与できる。

20

【0036】

また、予め硫化水素を除去した前記圧縮二酸化炭素を例えば尿素プラント、メタノールプラント、ディメチルエーテルプラント、灯・軽油合成プラント（GTLプラント）、に供給することによって、その二酸化炭素を有効に利用できる。ただし、LNGの製造プラントに尿素プラント、メタノールプラント、ディメチルエーテルプラント、灯・軽油合成プラント（GTLプラント）、が隣接されていない場合は、前記圧縮二酸化炭素を天然ガスを生産する油田、ガス田のような地中に排出して固定化する。

30

【0037】

さらに、前記天然ガス中の二酸化炭素および動力源であるボイラ50で発生した燃焼排ガス中の二酸化炭素を回収する際、図2に示すように二酸化炭素回収装置10を燃焼排ガス用二酸化炭素吸収塔12および天然ガス用二酸化炭素吸収塔13に対して吸収液再生塔14を共用した構造にすることによって、二酸化炭素回収装置10のコンパクト化、ひいてはLNGの製造プラントのコンパクト化を図ることができる。

【0038】

【発明の効果】

以上詳述したように本発明によれば、天然ガス中の二酸化炭素および動力源で発生する燃焼排ガス中の二酸化炭素を回収し、圧縮機で圧縮し、この圧縮二酸化炭素を尿素プラント、メタノールプラント、ディメチルエーテルプラント、灯・軽油合成プラント（GTLプラント）、地中等の系外に排出して大気中への二酸化炭素の放出をほぼゼロまたはゼロにすることができ、ひいては合成ガスの増産化を図ることができるとともに、二酸化炭素排出税の削減による経済性の向上、地球の温暖化防止に寄与できる等顕著な効果を奏する液化天然ガスの製造方法を提供できる。

40

また、さらに、天然ガス中の二酸化炭素および動力源であるボイラ燃焼設備で発生した燃焼排ガス中の二酸化炭素を回収する際、燃焼排ガス用二酸化炭素回収装置および天然ガス用二酸化炭素回収装置に対して吸収液再生装置を共用したことによって、二酸化炭素回収のための装置のコンパクト化、ひいてはLNGの製造プラントのコンパクト化を図ることができる。

50

【図面の簡単な説明】

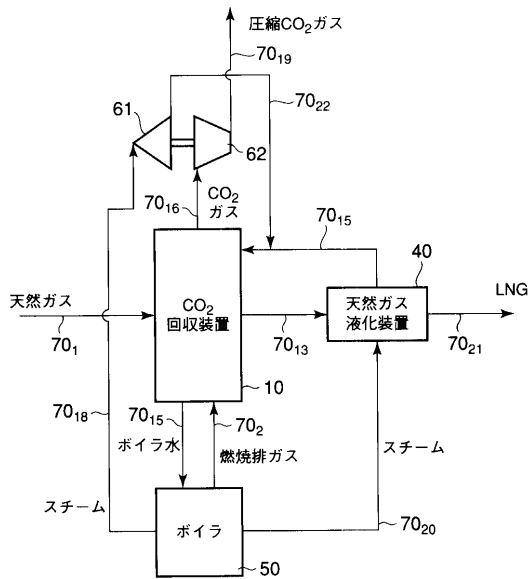
【図1】本発明の実施形態に用いられるLNGの製造プラントを示す概略図。

【図2】図1に組み込まれた二酸化炭素回収装置を示す概略図。

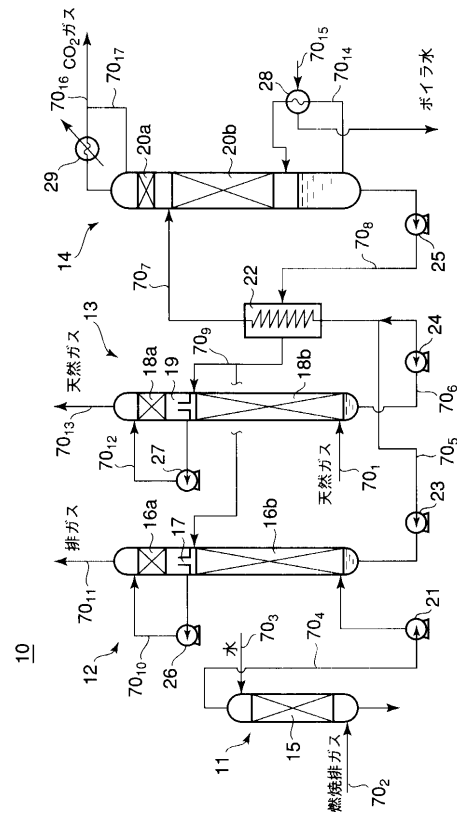
【符号の説明】

- 10 ... 二酸化炭素回収装置、
- 11 ... 冷却塔、
- 12 ... 燃焼排ガス用二酸化炭素吸収塔、
- 13 ... 天然ガス用二酸化炭素吸収塔、
- 14 ... 吸収液再生塔、
- 70₁ ... 天然ガス導入用流路、
- 70₂ ... 燃焼排ガス導入用流路、
- 28 ... 熱交換器（リボイラ）、
- 40 ... 天然ガス液化装置、
- 50 ... ボイラ、
- 61 ... スチームタービン、
- 62 ... 圧縮機。

【図1】



【図2】



フロントページの続き

(74)代理人 100100952

弁理士 風間 鉄也

(72)発明者 飯嶋 正樹

東京都千代田区丸の内二丁目5番1号 三菱重工業株式会社内

(72)発明者 小林 一登

広島県広島市西区観音新町四丁目6番22号 三菱重工業株式会社広島研究所内

(72)発明者 大空 弘幸

広島県広島市西区観音新町四丁目6番22号 三菱重工業株式会社広島研究所内

(72)発明者 清木 義夫

広島県広島市西区観音新町四丁目6番22号 三菱重工業株式会社広島研究所内

審査官 福井 美穂

(56)参考文献 特公昭33-007962(JP, B1)

特開平05-184868(JP, A)

特表2001-504385(JP, A)

特開平10-067994(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F25J 1/00

B01D 53/14

B01D 53/62

C10L 3/06

C10L 3/10