



**República Federativa do Brasil**  
Ministério da Indústria, Comércio Exterior  
e Serviços  
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

**(11) PI 0708094-8 B1**

**(22) Data do Depósito: 16/02/2007**

**(45) Data de Concessão: 14/02/2018**



---

**(54) Título:** APARELHO PARA REAÇÃO DE OXIDAÇÃO DE CLORETO DE HIDROGÊNIO E MÉTODO PARA REAÇÃO DE OXIDAÇÃO DE CLORETO DE HIDROGÊNIO

**(51) Int.Cl.:** C01B 7/04

**(30) Prioridade Unionista:** 20/02/2006 JP 2006-042444

**(73) Titular(es):** SUMITOMO CHEMICAL COMPANY, LIMITED

**(72) Inventor(es):** KAZUYA KOSHINO; YASUHIKO MORI; NORIHITO OMOTO

Relatório Descritivo da Patente de Invenção para "**APARELHO PARA REAÇÃO DE OXIDAÇÃO DE CLORETO DE HIDROGÊNIO E MÉTODO PARA REAÇÃO DE OXIDAÇÃO DE CLORETO DE HIDROGÊNIO**".

CAMPO TÉCNICO

[001] A presente invenção refere-se a um aparelho para reação de oxidação de cloreto de hidrogênio, produzindo cloro pela oxidação de cloreto de hidrogênio através de uma reação de contato em fase gasosa na presença de um catalisador, bem como a um método para realizar tal reação de oxidação de cloreto de hidrogênio usando o referido aparelho.

ANTECEDENTES DA TÉCNICA

[002] Um processo de produção de cloro por oxidação através de uma reação de contato em fase gasosa na presença de um catalisador constitui um método geral para produzir cloro. As matérias-primas principais no processo de oxidação de cloreto de hidrogênio são cloreto de hidrogênio gasoso e oxigênio gasoso. Tipicamente, entretanto, cloreto de hidrogênio e oxigênio não reagidos que são coletados após a reação de oxidação de cloreto de hidrogênio são reciclados e misturados com as matérias-primas cloreto de hidrogênio gasoso e oxigênio gasoso para uso como parte dos agentes da reação.

[003] Como a reação de oxidação de cloreto de hidrogênio é tipicamente realizada em temperatura de reação de cerca de 300 a 400°C, é necessário que o cloreto de hidrogênio gasoso e o oxigênio gasoso que são as matérias-primas e os gases reciclados como o cloreto de hidrogênio e o oxigênio reciclados sejam previamente aquecidos a uma temperatura de 250 a 300°C. Tal preaquecimento é feito independentemente para cada gás ou após mistura parcial ou total destes gases.

[004] Entretanto, como uma parte desses gases de alimentação e

os gases reciclados podem conter umidade, o material do aparelho da reação de oxidação de cloreto de hidrogênio, particularmente o material da tubulação de transferência que alimenta as matérias-primas gasosas e os gases reciclados no reator para a reação de oxidação de cloreto de hidrogênio, deve ser adequadamente selecionado levando em conta esta presença de umidade. Em uma temperatura que exceda suficientemente, em valor que depende da pressão e da composição do gás, o ponto de orvalho do ácido clorídrico, que fica em torno de 100 a 200°C, aço inoxidável, níquel e liga de níquel I podem ser usados como material da tubulação; entretanto, abaixo e na proximidade do ponto de orvalho do ácido clorídrico estes materiais seriam sujeitos à corrosão, de modo que a seleção de um material adequado é difícil.

[005] A Comissão de Pesquisa sobre Engenharia de Corrosão (Research Committee on Corrosion Engineering) da Sociedade de Ciência de Materiais (Society of Materials Science), Japan Data vol. 30, No. 162, páginas 11-18 (1991) descreve a seleção de materiais para o reator no processo de oxidação de cloreto de hidrogênio; entretanto, nenhuma descrição é feita para o material da tubulação de transferência que leva as matérias-primas gasosas e os gases reciclados ao reator.

#### DESCRIÇÃO DA INVENÇÃO

[006] A presente invenção foi feita para resolver os problemas citados, e um objetivo da mesma é prover um aparelho para reação de oxidação de cloreto de hidrogênio e um método para realização da reação de oxidação de cloreto de hidrogênio, pelo qual a mistura das matérias-primas gasosas e/ou a introdução dos gases reciclados e o preaquecimento dos gases misturados possam ser executados sem gerar corrosão na superfície de contato de gás da parte de mistura, para mistura das matérias-primas gasosas, na superfície de contato de gás da parte de introdução, para introdução dos gases reciclados, e na

superfície de contato de gás da parte de tubulação de transferência, para transferência das matérias-primas gasosas e dos gases reciclados ao reator, para reação de oxidação de cloreto de hidrogênio no processo de produção de cloro por oxidação de cloreto de hidrogênio através de uma reação de contato em fase gasosa, na presença de um catalisador, usando cloreto de hidrogênio e oxigênio como matérias-primas principais.

[007] A presente invenção refere-se a um aparelho para reação de oxidação de cloreto de hidrogênio para produzir cloro oxidando cloreto de hidrogênio através de uma reação de contato em fase gasosa na presença de um catalisador usando cloreto de hidrogênio e oxigênio como matérias-primas principais, em que o aparelho para reação de oxidação de cloreto de hidrogênio inclui uma parte de mistura para misturar as matérias-primas gasosas e uma parte de tubulação de transferência para transferir as matérias-primas gasosas misturadas na parte de mistura a um reator, para reação de oxidação de cloreto de hidrogênio, e em que a superfície de contato com gás da parte de mistura e/ou uma parte da superfície de contato com gás da parte de tubulação de transferência é feita de tântalo ou liga tântalo-tungstênio ou é coberta com tântalo ou liga tântalo-tungstênio.

[008] A presente invenção refere-se também ao aparelho para reação de oxidação de cloreto de hidrogênio acima descrito, incluindo adicionalmente uma parte de introdução para introduzir um gás reciclado, que é coletado após a reação de oxidação de cloreto de hidrogênio, nas matérias-primas gasosas misturadas, e em que a superfície de contato com gás da parte de introdução é feita de tântalo ou liga tântalo-tungstênio ou é coberta com tântalo ou liga tântalo-tungstênio.

[009] Aqui é preferível que o aparelho para reação de oxidação de cloreto de hidrogênio acima descrito inclua adicionalmente uma instalação para suprir vapor d' água a pelo menos uma parte da porção

que é feita de ou coberta com tântalo ou liga tântalo-tungstênio, de modo que a concentração de umidade nos gases misturados nessa parte que é feita de ou coberta com tântalo ou liga tântalo-tungstênio seja de 0,5 % em mol ou mais.

[0010] A presente invenção refere-se também a um método para reação de oxidação de cloreto de hidrogênio usando o aparelho de reação de oxidação de cloreto de hidrogênio acima descrito.

[0011] Adicionalmente, a presente invenção refere-se a um método de uso de uma tubulação para transferir um gás contendo cloreto de hidrogênio, em que uma parte da superfície de contato com gás é feita de tântalo ou liga tântalo-tungstênio ou é coberta com tântalo ou liga tântalo-tungstênio, sendo a concentração de umidade no gás contendo cloreto de hidrogênio na parte que é feita de ou coberta com tântalo ou liga tântalo-tungstênio ajustada em 0,5 % em mol ou mais.

[0012] De acordo com a presente invenção, a mistura das matérias-primas gasosas e/ou a introdução dos gases reciclados e o preaquecimento dos gases misturados podem ser realizados sem gerar corrosão na superfície de contato de gás da parte de mistura para misturar as matérias-primas gasosas, na superfície de contato de gás da parte de introdução para introduzir os gases reciclados, e na superfície de contato de gás da parte da tubulação de transferência para transferir as matérias-primas gasosas e os gases reciclados ao reator, para reação de oxidação de cloreto de hidrogênio em um processo de produção de cloro oxidando cloreto de hidrogênio através de uma reação de contato em fase gasosa na presença de um catalisador utilizando cloreto de hidrogênio e oxigênio como matérias-primas principais. Também, de acordo com o método de uso de uma tubulação da presente invenção, geração de corrosão na tubulação de transferência dos gases pode ser evitada em várias reações que lidam com gases contendo cloreto de hidrogênio, além da reação de oxidação de cloreto

de hidrogênio.

[0013] Isto pode reduzir trabalho adicional ou custos como os de reparação ou substituição da parte afetada por corrosão. Adicionalmente, pode ser evitada a contaminação da tubulação de transferência usada para transferir as matérias-primas gasosas, o reator, e similares, por cloretos de metal ou similares.

#### BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

[0014] A figura 1 é uma vista conceitual mostrando o aparelho para reação de oxidação de cloreto de hidrogênio um a três das modalidades da presente invenção.

[0015] A figura 2 é uma vista conceitual mostrando o aparelho para reação de oxidação de cloreto de hidrogênio do quarto da modalidade da presente invenção.

#### DESCRIÇÃO DOS SÍMBOLOS

[0016] 11, 201 parte de mistura, 12, 202 parte de introdução, 13, 203 reator, 1, 2, 3, 4, 5 tubulação de transferência, T14, T15, T16, T17, T204, T205, T206, T210 tubo de transferência, 207, 208, 209 trocador de calor.

#### MELHORES MODALIDADES DA INVENÇÃO

[0017] O aparelho para reação de oxidação de cloreto de hidrogênio da presente invenção é um aparelho para reação de oxidação de cloreto de hidrogênio para produzir cloro oxidando cloreto de hidrogênio através de uma reação de contato em fase gasosa na presença de um catalisador, usando cloreto de hidrogênio e oxigênio como matérias-primas principais, em que o aparelho para reação de oxidação de cloreto de hidrogênio inclui uma parte de mistura para misturar as matérias-primas gasosas e uma parte de tubulação de transferência para transferir as matérias-primas gasosas misturadas da parte de mistura a um reator para reação de oxidação de cloreto de hidrogênio, e em que a superfície de contato com gás da parte de mistura e/ou uma par-

te da superfície de contato com gás da parte de tubulação de transferência é feita de tântalo ou liga tântalo-tungstênio ou é coberta com tântalo ou liga tântalo-tungstênio. Por ter tais características, a mistura das matérias-primas gasosas e o preaquecimento das matérias-primas gasosas misturadas podem ser realizados sem gerar corrosão na superfície de contato de gás da parte de mistura e/ou da parte de tubulação de transferência.

[0018] Na presente especificação, o termo “parte de mistura” refere-se a uma parte do aparelho para reação de oxidação de cloreto de hidrogênio que é a parte em que o cloreto de hidrogênio gasoso e o oxigênio gasoso que constituem as matérias-primas são misturados. A forma da “parte de mistura” não é particularmente limitada. Entretanto, como mostrado esquematicamente na figura 1, ela não precisa constituir uma peça independente tendo uma forma particularmente especial, podendo ser simplesmente uma parte de conexão de um tubo de transferência para transferir cloreto de hidrogênio gasoso e de um tubo de transferência para transferir oxigênio gasoso.

[0019] Na presente especificação, o termo “parte de introdução” refere-se a uma parte do aparelho para a reação de oxidação de cloreto de hidrogênio que é a parte em que o gás reciclado coletado após a reação de oxidação de cloreto de hidrogênio é introduzido nas matérias-primas gasosas misturadas.

[0020] A forma da “parte de introdução” não é particularmente limitada. Entretanto, como mostrado esquematicamente na figura 1, ela não precisa constituir uma peça independente tendo uma forma particularmente especial, podendo ser simplesmente uma parte de conexão de um tubo de transferência para transferir as matérias-primas gasosas misturadas e um tubo de transferência para suprir os gases reciclados. O termo “gases reciclados” refere-se a gases que são coletados após a reação de oxidação de cloreto de hidrogênio e são reutili-

zados como parte das matérias-primas da reação de oxidação de cloreto de hidrogênio. Especificamente, eles são cloreto de hidrogênio e oxigênio gasosos. Estes gases reciclados podem em alguns casos conter cloro gasoso e/ou água que são produtos de reação. O cloreto de hidrogênio gasoso e o oxigênio gasoso podem ser coletados separadamente ou em conjunto. Estes gases reciclados podem também ser introduzidos separadamente ou em conjunto nas matérias-primas gasosas misturadas.

[0021] Na presente especificação, o termo “superfície de contato com gás” refere-se a uma superfície de parede interna que é posta em contato com os gases transferidos.

#### PRIMEIRA MODALIDADE

[0022] Em seguida, o primeiro modalidade do aparelho para reação de oxidação de cloreto de hidrogênio será descrito com referência a figura 1. A figura 1 é uma vista conceitual mostrando uma modalidade do aparelho para reação de oxidação de cloreto de hidrogênio da presente invenção, e ilustra esquematicamente vias de passagem dos tubos de transferência para transferir matérias-primas gasosas de cada parte de suprimento alimentando cloreto de hidrogênio gasoso CG1 e oxigênio gasoso OG1 que são as matérias-primas da reação a um reator 13 para a reação de oxidação de cloreto de hidrogênio. Aqui, na descrição da presente modalidade, é assumido que o gás reciclado RG1 e o vapor de água VG1 descritos na figura 1, bem como os tubos de transferência (T16, T17) para suprimento dos mesmos, estão ausentes.

[0023] Na figura 1, primeiramente, cloreto de hidrogênio gasoso CG1 e oxigênio gasoso OG1, que são matérias-primas para a reação, são fornecidos a partir das respectivas partes de suprimento e passam através de tubos de transferência separados (T14 ou T15) para chegar à parte de mistura 11 para serem misturados. As matérias-primas ga-

osas misturadas passam sucessivamente através de uma tubulação de transferência 1, uma tubulação de transferência 2, e uma tubulação de transferência 3 com trocador de calor (não ilustrado) e são pré-aquecidas para ter eventualmente uma temperatura de cerca de 250°C para suprimento ao reator 13. Aqui, na tubulação de transferência 1, as matérias-primas gasosas misturadas são aquecidas da temperatura ambiente até cerca de 100 a 160°C. Na tubulação de transferência 2, as matérias-primas gasosas misturadas são aquecidas até cerca de 200°C. Na tubulação de transferência 3, as matérias-primas gasosas misturadas são aquecidas até cerca de 250°C.

[0024] Na presente modalidade, cloreto de hidrogênio gasoso CG1 e oxigênio gasoso OG1, que são matérias-primas, são supridos em temperatura próxima da ambiente. A pressão das matérias-primas gasosas pode ser a pressão atmosférica ou maior. Quando as matérias-primas gasosas são pressurizadas, é particularmente preferível que a pressão seja de 0,1 a 1,0 MPa. O material do tubo de transferência T14 entre a parte de suprimento de cloreto de hidrogênio gasoso e a parte de mistura 11 e na parte de mistura 11, pode ser qualquer material que não sofra corrosão por cloreto de hidrogênio gasoso nesta temperatura; entretanto, metais como aço carbono, aço inoxidável, uma liga de níquel e uma fluoro-resina podem ser mencionados como exemplos.

[0025] Uma tubulação cuja superfície de contato com gás seja feita de ou coberta com tântalo ou liga tântalo-tungstênio pode ser usada para estas partes; entretanto, em vista dos custos, é preferível usar uma tubulação feita com os materiais acima mencionados. Também, como material do tubo de transferência T15 da parte supridora de oxigênio à parte de mistura 11, uma ampla faixa de materiais pode ser selecionada porque o oxigênio não é corrosivo, e materiais não inflamáveis como aço inoxidável como SUS304 ou SUS316L, aço carbono,

níquel, ou uma liga de níquel podem ser usados. Naturalmente, de modo similar, uma tubulação cuja superfície de contato com gás seja feita de ou coberta com tântalo ou liga tântalo-tungstênio pode também ser usada.

[0026] Aqui, tântalo usado como material de construção ou material de cobertura não é particularmente limitado; entretanto, é usado, de preferência, tântalo com pureza de 99,80% ou acima. A liga tântalo-tungstênio usada como material de construção ou material de cobertura não é particularmente limitada; entretanto, por exemplo, tântalo-2,5% tungstênio, tântalo-10% tungstênio, ou similares podem ser usadas. Entre estas, tântalo-2,5% tungstênio tem característica anticorrosão equivalente à do tântalo, e é portanto, especialmente preferível. Também, métodos convencionalmente conhecidos podem ser usados para recobrir a superfície de contato com gás, com tântalo ou liga tântalo-tungstênio, e um método de revestimento pode ser mencionado como exemplo.

[0027] Como material da tubulação de transferência 1, é usada, de preferência, uma fluoro-resina. Uma tubulação cuja superfície de contato com gás seja feita de ou coberta com tântalo ou liga tântalo-tungstênio pode ser usada para a tubulação de transferência 1; entretanto, em vista dos custos, é preferível usar uma tubulação feita com uma fluoro-resina ou uma tubulação cuja superfície interna seja revestida com uma fluoro-resina.

[0028] Na tubulação de transferência 2, as matérias-primas gasosas são adicionalmente aquecidas até cerca de 200°C. A superfície de contato com gás da tubulação de transferência 2 é feita de ou coberta com tântalo ou liga tântalo-tungstênio. Pela construção ou cobertura da superfície de contato com gás da tubulação de transferência 2 com tântalo ou liga tântalo-tungstênio, as matérias-primas gasosas misturadas podem ser preaquecidas a cerca de 200°C sem provocar corro-

são na superfície de contato com gás da tubulação de transferência 2 mesmo se as matérias-primas gasosas contiverem. Aqui, uma tubulação feita com uma fluoro-resina ou similares não pode ser usada como tubulação de transferência 2. Pois seria amolecida em temperatura de 160 a 200°C. Uma tubulação feita com um material metálico como aço inoxidável, níquel, ou uma liga de níquel também não pode ser usada, porque caso houver umidade nas matérias-primas gasosas, estes metais sofrerão corrosão na faixa de temperaturas à qual a tubulação de transferência 2 será exposta.

[0029] Como material da tubulação de transferência 3, é preferível usar aço inoxidável, níquel, uma liga de níquel, ou similares. Isto porque estes materiais não sofrerão corrosão em uma faixa de temperaturas altas como 200 a 250°C que é suficientemente mais alta que a temperatura de ponto de orvalho do ácido clorídrico. Uma tubulação cuja superfície de contato com gás é feita de ou coberta com tântalo ou liga tântalo-tungstênio pode ser usada para a tubulação de transferência 3; entretanto, em vista dos custos, é preferível usar uma tubulação feita com aço inoxidável, níquel, uma liga de níquel, ou similares.

[0030] Como descrito acima, construindo ou cobrindo pelo menos a superfície de contato com gás da tubulação de transferência 2 com tântalo ou liga tântalo-tungstênio, as matérias-primas gasosas podem ser preaquecidas até uma temperatura pré-determinada sem gerar corrosão.

### SEGUNDO MODALIDADE

[0031] A segunda modalidade do aparelho para reação de oxidação de cloreto de hidrogênio da presente invenção é um aparelho para reação de oxidação de cloreto de hidrogênio em que a primeira modalidade é adicionalmente provido com uma parte de introdução 12, para introduzir um gás reciclado RG1 nas as matérias-primas gasosas misturadas, sendo a superfície de contato com gás da parte de introdução

12 feita de ou coberta com tântalo ou liga tântalo-tungstênio. Tendo tais características, a introdução de gás reciclado RG1 e o preaquecimento das matérias-primas gasosas misturadas e das matérias-primas gasosas após a introdução dos gases reciclados podem ser realizados sem gerar corrosão na parte de introdução 12.

[0032] A presente modalidade será também descrita com referência à figura 1 e na descrição da presente modalidade, é assumido que vapor de água VG1 ilustrado na figura 1 e o tubo de transferência T17 para seu suprimento estão ausentes.

[0033] Aqui, a descrição de partes já descritas na primeira modalidade não será repetida, e apenas as características do atual modalidade serão descritas. A peça característica da presente modalidade é a parte de introdução 12 para introduzir gás reciclado RG1 nas matérias-primas gasosas. Na atual modalidade, a parte de introdução 12 está disposta na tubulação de transferência 2. Gás reciclado RG1 entra na tubulação de transferência 2 através desta parte de introdução 12, e é introduzido nas matérias-primas gasosas incluindo cloreto de hidrogênio gasoso CG1 e oxigênio gasoso OG1. As matérias-primas gasosas nas quais o gás reciclado RG1 foi introduzido são aquecidas eventualmente até cerca de 200°C na tubulação de transferência 2. A temperatura do gás reciclado introduzido RG1 não é particularmente limitada; entretanto, é cerca de 120°C na atual modalidade .

[0034] A superfície de contato com gás da parte de introdução 12 na qual o gás reciclado RG1 é introduzido e da tubulação de transferência 2 é feita de ou coberta com tântalo ou liga tântalo-tungstênio. Construindo ou cobrindo a superfície de contato com gás da parte de introdução 12 e da tubulação de transferência 2 com tântalo ou liga tântalo-tungstênio desta maneira, as matérias-primas gasosas incluindo cloreto de hidrogênio gasoso CG1 e oxigênio gasoso OG1 podem ser misturadas com gás reciclado RG1 sem gerar corrosão na superfí-

cie de contato de gás da parte de introdução 12 e na superfície de contato de gás da tubulação de transferência 2, e adicionalmente as matérias-primas gasosas podem ser preaquecidas até cerca de 200°C. Aqui, um material como uma fluoro-resina não pode ser usado para a tubulação de transferência 2, porque será amolecido em uma temperatura de 160 a 200°C. Um material metálico como aço inoxidável, níquel, ou uma liga de níquel também não pode ser usado. Porque se as matérias-primas gasosas ou o gás reciclado contiverem umidade os metais citados sofrerão corrosão na faixa de temperaturas a que a parte de introdução 12 e a tubulação de transferência 2 estão expostas.

[0035] Aqui, a posição da parte de introdução 12 na tubulação de transferência 2 não é particularmente limitada. Também no caso em que cloreto de hidrogênio e oxigênio são coletados separadamente, após a reação de oxidação de cloreto de hidrogênio, várias partes de introdução podem ser providas de modo que os respectivos gases reciclados possam ser separadamente introduzidos nas matérias-primas gasosas.

[0036] Como descrito acima, construindo ou cobrindo pelo menos as superfícies de contato com gás da parte de introdução 12 e da tubulação de transferência 2 com tântalo ou liga tântalo-tungstênio, as matérias-primas gasosas podem ser preaquecidas até uma temperatura predeterminada sem gerar corrosão.

### TERCEIRA MODALIDADE

[0037] A terceira modalidade do aparelho para reação de oxidação de cloreto de hidrogênio da presente invenção é um aparelho para reação de oxidação de cloreto de hidrogênio em que a primeira modalidade ou a segunda modalidade é adicionalmente provida com uma instalação para suprir vapor de água VG1 a pelo menos uma parte da porção que é feita de ou coberta com tântalo ou liga tântalo-tungstênio de modo que a concentração de umidade nos gases misturados na

parte que é feita de ou coberta com tântalo ou liga tântalo-tungstênio fique em 0,5 % em mol ou acima. Aqui o termo “gases misturados” refere-se às matérias-primas gasosas obtidas misturando cloreto de hidrogênio gasoso CG1 e oxigênio gasoso OG1 constituindo as matérias-primas ou às matérias-primas gasosas obtidas introduzindo gás reciclado RG1 nas matérias-primas gasosas misturadas. Com tais características, corrosão das porções que são feitas de ou cobertas com tântalo ou liga tântalo-tungstênio pode ser evitada com maior certeza particularmente em uma faixa de alta temperatura, de cerca de 150°C ou acima.

[0038] A presente modalidade também será descrita com referência a figura 1. Aqui, a descrição de partes já descritas na primeira modalidade não será repetida, e apenas a peça característica do atual modalidade será descrita. A peça característica da presente modalidade é uma instalação para suprir vapor de água VG1 a pelo menos uma parte da porção que é feita de ou coberta com tântalo ou liga tântalo-tungstênio.

[0039] Na presente modalidade, uma instalação para suprir vapor de água VG1 à tubulação de transferência 2 é anexada. A instalação para suprir vapor de água não é particularmente limitada desde que possa suprir vapor de água, de modo que ela pode ter uma estrutura em que um tubo de transferência para suprir vapor de água é simplesmente conectado à tubulação de transferência 2, como mostrado na figura 1. Pode haver uma ou várias instalações para suprir vapor de água por aparelho para reação de oxidação de cloreto de hidrogênio. Suprindo vapor de água de modo que a concentração de umidade nos gases misturados na parte que é feita de ou coberta com tântalo ou liga tântalo-tungstênio fique em 0,5 % em mol ou acima, a corrosão das porções que são feitas ou cobertas com tântalo ou liga tântalo-tungstênio pode ser evitada com maior certeza, particularmente em

uma faixa de temperaturas de cerca de 150°C ou acima.

[0040] A posição na qual o vapor de água é suprido fica de preferência antes da parte de introdução 12 para introdução de gás reciclado RG1. Isto porque se o vapor de água é suprido após a parte de introdução, a concentração de umidade nos gases misturados pode ser menor que 0,5 % em mol antes da parte de introdução. A posição na qual o vapor de água é suprido fica também de preferência na primeira metade da tubulação de transferência 2, e com maior preferência junto à fronteira entre a tubulação de transferência 1 e a tubulação de transferência 2. Com a posição do suprimento de vapor de água na primeira metade da tubulação de transferência 2, a parte da tubulação de transferência na qual a concentração de umidade nos gases misturados é inferior a 0,5 % em mol pode ser tornada tão pequena como possível. Com a posição do suprimento de vapor de água junto à fronteira entre a tubulação de transferência 1 e a tubulação de transferência 2, a parte da tubulação de transferência na qual a concentração de umidade nos gases misturados é mais baixa que 0,5 % em mol pode ser eliminada.

[0041] O montante de vapor de água suprido pela instalação para suprimento de vapor de água não é particularmente limitado desde que seja em montante tal que a concentração de umidade nos gases misturados na parte que é feita de ou coberta com tântalo ou liga tântalo-tungstênio seja de 0,5 % em mol ou acima. Entretanto, quando a concentração de umidade é demasiadamente alta existe uma possibilidade de afetar a velocidade da reação de oxidação de cloreto de hidrogênio, de modo que ela é preferivelmente igual ou menor que 10 % em mol.

#### QUARTA MODALIDADE

[0042] A figura 2 é uma vista conceitual mostrando um aparelho de reação de oxidação de cloreto de hidrogênio da quarta modalidade da

presente invenção e ilustra esquematicamente vias de passagem dos tubos de transferência para transferir matérias-primas gasosas de cada parte supridora para suprir cloreto de hidrogênio gasoso CG2 e oxigênio gasoso OG2, que são matérias-primas da reação, e um gás reciclado RG2 coletado após a reação de oxidação de cloreto de hidrogênio, ao reator 203, para a reação de oxidação de cloreto de hidrogênio.

[0043] Na figura 2, primeiramente, cloreto de hidrogênio gasoso CG2 e oxigênio gasoso OG2, que são matérias-primas da reação, são supridos das respectivas porções de suprimento, e após preaquecimento até cerca de 200°C, respectivamente pelos trocadores de calor 207, 208, os gases chegam à parte de mistura 201 para serem misturados. De modo similar, vapor de água VG2 pré-aquecido até cerca de 200°C por um trocador de calor 209 é suprido à parte de mistura 201. As matérias-primas gasosas misturadas, incluindo cloreto de hidrogênio gasoso, oxigênio gasoso, e vapor de água passam sucessivamente através de uma tubulação de transferência 4 e uma tubulação de transferência 5 com um trocador de calor (não ilustrado) para preaquecimento, de modo a atingir eventualmente uma temperatura de cerca de 250°C para suprimento ao reator 203. Um tubo de transferência T210 para introdução de gás reciclado RG2 coletado após a reação de oxidação de cloreto de hidrogênio é conectado à tubulação de transferência 4 por meio de uma parte de introdução 202. Gás reciclado RG2 entra na tubulação de transferência 4 através desta parte de introdução 202, e é introduzido nas matérias-primas gasosas que incluem cloreto de hidrogênio gasoso CG2, oxigênio gasoso OG2, e vapor de água VG2. Na tubulação de transferência 4, as matérias-primas gasosas nas quais o gás reciclado RG2 foi introduzido terão temporariamente uma temperatura mais baixa, pois o gás reciclado RG2 tem temperatura comparativamente baixa. Eventualmente, entre-

tanto, na tubulação de transferência 5, os gases misturados nos quais o gás reciclado RG2 foi introduzido serão aquecidos até cerca de 250°C.

[0044] Aqui, na atual modalidade, cloreto de hidrogênio gasoso CG2, oxigênio gasoso OG2, e vapor de água VG2 são pré-aquecidos até cerca de 200°C sem, entretanto, haver limitação para apenas esta temperatura. A pressão das matérias-primas gasosas pode ser uma pressão atmosférica ou os gases podem ser pressurizados. No caso de pressurização a pressão fica preferivelmente entre 0,1 e 1,0 MPa. A pressão do vapor de água pode ser uma pressão atmosférica ou o vapor de água pode ser pressurizado. No caso de pressurização a pressão fica preferivelmente entre 0,1 e 1,0 MPa. Como material do tubo de transferência T204 da parte supridora de cloreto de hidrogênio gasoso até a parte de mistura 201, são usados, por exemplo, aço carbono ou aço inoxidável, a fim de evitar corrosão. Como material do tubo de transferência T205 da parte supridora de oxigênio até a parte de mistura 201, uma faixa comparativamente ampla de materiais pode ser usada porque oxigênio não é corrosivo para metais e, por exemplo, aço inoxidável como SUS304 ou SUS316L, aço carbono, níquel, ou uma liga de níquel podem ser usados. Como material do tubo de transferência T206 da parte supridora de vapor de água até a parte de conexão ao tubo de transferência de oxigênio, podem também ser usados, por exemplo, aço inoxidável como SUS304 ou SUS316L, aço carbono, níquel, ou uma liga de níquel. Aqui, na atual modalidade, o tubo de transferência T206 para suprimento de vapor de água é conectado ao tubo de transferência T205 de suprimento de oxigênio antes da parte de mistura 201; entretanto, é possível usar uma estrutura em que o tubo de transferência T206 para suprimento de vapor de água é conectado diretamente à parte de mistura 201.

[0045] O montante de vapor de água suprido não é particularmen-

te limitado desde que seja suficiente para que a concentração de umidade nos gases misturados na parte que é feita de ou coberta com tântalo ou liga tântalo-tungstênio seja de 0,5 % em mol ou acima. Entretanto, quando a concentração de umidade é demasiadamente alta existe uma possibilidade de influência sobre a velocidade da reação de oxidação de cloreto de hidrogênio, de modo que é preferível que ela fique em 10 % em mol ou abaixo. Para cada aparelho para reação de oxidação de cloreto de hidrogênio pode haver uma ou várias instalações para suprir vapor de água.

[0046] A superfície de contato com gás da parte de mistura 201 na qual cloreto de hidrogênio gasoso CG2 e oxigênio gasoso OG2 servindo como matérias-primas e vapor de água VG2 são misturados é feita de ou coberta com tântalo ou liga tântalo-tungstênio. Construindo ou cobrindo a superfície de contato com gás da parte de mistura 201 com tântalo ou liga tântalo-tungstênio, pode ser evitada a corrosão da parte de mistura 201, e suprimindo adicionalmente vapor de água VG2 à parte de mistura 201, a corrosão da parte de mistura 201 pode ser evitada com maior certeza. Aqui, para o tubo de transferência da periferia da parte de mistura 201, pode ser usada tubulação feita com ou coberta com tântalo ou liga tântalo-tungstênio.

[0047] A superfície de contato com gás da parte de introdução 202 na qual o gás reciclado RG2 é introduzido e da tubulação de transferência 4 é também feita de ou coberta com tântalo ou liga tântalo-tungstênio. Construindo ou cobrindo as superfícies de contato com gás da parte de introdução 202 e da tubulação de transferência 4 com tântalo ou liga tântalo-tungstênio desta maneira, o gás reciclado RG2 pode ser introduzido nas matérias-primas gasosas, incluindo cloreto de hidrogênio gasoso CG2 e oxigênio gasoso OG2, sem gerar corrosão na superfície de contato de gás da parte de introdução 202 e na superfície de contato de gás da tubulação de transferência 4, e adicional-

mente os gases misturados podem ser pré-aquecidos até cerca de 200°C. Como as matérias-primas gasosas às quais vapor de água VG2 foi suprido na parte de introdução 201 entram na tubulação de transferência 4 mantendo a mesma composição, a concentração de umidade nos gases misturados é basicamente mantida em 0,5 % em mol ou acima na tubulação de transferência 4 e na parte de introdução 202. Isto pode evitar a corrosão da tubulação de transferência 4 e da parte de introdução 202 com certeza. A descrição “basicamente” é feita porque, dependendo da concentração de umidade do gás reciclado introduzido RG2, a concentração de umidade dos gases misturados após a introdução of gás reciclado RG2 pode não ser em alguns casos, 0,5 % em mol ou acima. A fim de evitar tal ocorrência, o montante de vapor de água suprido à parte de mistura 201 pode ser previamente aumentado ou outra instalação para suprir vapor de água pode ser provida antes da parte de introdução 202 na tubulação de transferência 4. Aqui, a razão pela qual as matérias-primas gasosas que entram na tubulação de transferência 4 a cerca de 200°C devem ser aquecidas de novo a cerca de 200°C é que, no atual modalidade , o gás reciclado é introduzido em uma temperatura de cerca de 120°C na tubulação de transferência 4. Entretanto, a temperatura do gás reciclado não é particularmente limitada. Aqui, no caso em que cloreto de hidrogênio e oxigênio são respectivamente separadamente coletados após a reação de oxidação de cloreto de hidrogênio, várias porções de introdução podem ser providas de modo que os respectivos gases reciclados possam ser separadamente introduzidos nas matérias-primas gasosas.

[0048] Como material da tubulação de transferência 5, é preferível usar aço inoxidável, níquel, uma liga de níquel, ou similares. Isto porque estes materiais não sofrerão corrosão em uma faixa de temperaturas altas de 200 a 250°C situadas suficientemente a cima do ponto de

orvalho do ácido clorídrico. A tubulação cuja superfície de contato com gás é feita de ou coberta com tântalo ou liga tântalo-tungstênio pode ser usada para a tubulação de transferência 5. Aqui, a pureza do tântalo ou liga tântalo-tungstênio usada como material de construção ou material de cobertura, bem como o método de cobertura são similares aos da primeira modalidade .

[0049] Como descrito acima, construindo ou cobrindo pelo menos as superfícies de contato com gás da parte de mistura 201, na qual cloreto de hidrogênio gasoso CG2 e oxigênio gasoso OG2 servindo como matérias-primas são misturados, parte de introdução 202, na qual o gás reciclado RG2 é introduzido, e tubulação de transferência 4, com tântalo ou liga tântalo-tungstênio, as matérias-primas gasosas podem ser misturadas, e adicionalmente gás reciclado RG2 pode ser introduzido nas matérias-primas gasosas, e também os gases misturados podem ser preaquecidas até uma temperatura predeterminada sem gerar corrosão. Além disso, suprindo vapor de água VG2 de modo que a concentração de umidade nos gases misturados na parte que é feita de ou coberta com tântalo ou liga tântalo-tungstênio seja de 0,5 % em mol ou acima, a corrosão das porções que são feitas de ou cobertas com tântalo ou liga tântalo-tungstênio pode ser evitada com certeza.

#### MÉTODO PARA REAÇÃO DE OXIDAÇÃO DE CLORETO DE HIDROGÊNIO

[0050] Pelo método para reação de oxidação de cloreto de hidrogênio usando o aparelho para reação de oxidação de cloreto de hidrogênio da presente invenção, a mistura das matérias-primas gasosas e/ou a introdução dos gases reciclados e o preaquecimento dos gases misturados podem ser realizados sem gerar corrosão na superfície de contato de gás da parte de mistura, para misturar as matérias-primas gasosas, na superfície de contato de gás da parte de introdução, para

introduzir os gases reciclados, e na superfície de contato de gás da parte da tubulação de transferência, para transferir as matérias-primas gasosas e os gases reciclados ao reator para reação de oxidação de cloreto de hidrogênio, em um processo de produção de cloro que oxida cloreto de hidrogênio através de uma reação de contato em fase gasosa na presença de um catalisador usando cloreto de hidrogênio e oxigênio como matérias-primas principais. Além disso, pela provisão de uma etapa de suprimento de vapor de água de modo que a concentração de umidade nos gases misturados na parte que é feita de ou coberta com tântalo ou liga tântalo-tungstênio seja de 0,5 % em mol ou acima, a corrosão das porções que são feitas de ou cobertas com tântalo ou liga tântalo-tungstênio pode ser evitada com certeza.

[0051] A presente invenção refere-se também a um método de uso de uma tubulação para transferir um gás contendo cloreto de hidrogênio gasoso, sendo uma parte da superfície de contato com gás da mesma feita de tântalo ou liga tântalo-tungstênio ou coberta com tântalo ou liga tântalo-tungstênio, e em que a concentração de umidade no gás contendo cloreto de hidrogênio gasoso na parte que é feita de ou coberta com tântalo ou liga tântalo-tungstênio é ajustada para 0,5 % em mol ou acima. De acordo com o método de uso de uma tubulação da presente invenção, a geração de corrosão na tubulação de transferência dos gases em várias reações que lidam com gases contendo cloreto de hidrogênio, além da reação de oxidação de cloreto de hidrogênio, pode ser evitada.

#### EXEMPLOS

[0052] O resultado da medição da resistência a corrosão de tântalo, SUS316L, e níquel pelos gases misturados é mostrado abaixo.

**TABELA 1**

Teste Nº	Temperatura (°C)	Pressão (MPa)	Composição do gás (% em mol)				Taxa de corrosão (mm/ano)			Presença ou ausência de fragilização
			HCl	O <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> O	Cl <sub>2</sub>	Tântalo	SUS316L	Níquel	Tântalo
1	156	0,4	63,6	31,8	3,2	1,5	0,000	13,98	0,085	Ausente
2	156	0,4	64,5	32,2	3,2	0,0	0,004	-	0,033	Ausente
3	177	0,4	64,5	32,2	3,2	0,0	-	-	0,022	-
4	200	0,4	65,0	32,5	1,0	1,5	0,001	0,003	0,002	Ausente
5	200	0,4	65,3	32,7	0,5	1,5	0,000	0,004	0,002	Ausente
6	200	0,4	64,5	32,2	3,2	0,0	0,005	-	0,010	Ausente
7	250	0,4	65,3	32,7	0,5	1,5	0,000	0,004	0,003	Ausente
8	300	0,4	64,5	32,2	3,2	0,0	0,000	-	0,010	Presente
9	250	Pressão atmosférica	0,0	100	0,0	0,0	0,000	0,000	0,000	Presente

## MÉTODO DE TESTE

[0053] A Tabela 1 mostra a taxa de corrosão e a presença ou ausência de fragilização para a peça de teste referente a tântalo quando cada uma das peças de teste de tântalo, SUS316L, e níquel foi exposta a um gás tendo uma composição de gás misturado variável em várias temperaturas. Aqui, a composição de gás da Tabela 1 é assumida como composição de cloreto de hidrogênio e oxigênio gasosos, que são as matérias-primas do processo de oxidação de cloreto de hidrogênio, matérias-primas gasosas misturadas, e gases misturados obtidos por introdução de gás reciclado nestas matérias-primas gasosas. A razão pela qual cloro está contido nos gases misturados em alguns testes é que na coleta de cloreto de hidrogênio e oxigênio não reagidos, após a reação de oxidação de cloreto de hidrogênio, uma parte do cloro que é o produto pode estar misturado com estes gases reciclados.

## TAXA DE CORROSÃO

[0054] A taxa de corrosão (mm/ano) é um parâmetro que representa o grau de corrosão, e será um índice da existência ou não de resistência a corrosão em determinada substância. Na Tabela 1, a taxa pela qual cada material diminui de espessura por corrosão é representada pela diminuição de espessura em um ano. A taxa de corrosão nesta tabela foi determinada pela conversão da variação da massa da peça de teste, antes e depois do teste, na variação de espessura da peça de teste. Aqui, o tempo de teste foi de 168 horas para os testes N<sup>os</sup> 1 a 8, e foi de 720 horas para o teste No. 9. Foi usado tântalo com pureza de 99,8% .

[0055] Geralmente, é determinado que há pouca corrosão quando a taxa de corrosão não supera cerca de 0,002 mm/ano, de modo que o material pode ser usado para a tubulação de transferência dos gases misturados contendo cloreto de hidrogênio e oxigênio. Quando a taxa

de corrosão é de cerca de 0,02 mm/ano ou maior, é determinado que o grau de corrosão é grande de modo que este é inadequado como material da tubulação de transferência.

### FRAGILIZAÇÃO

[0056] Presença ou ausência de fragilização pode ser um índice da existência ou não de resistência a corrosão em determinada substância. Isto é, quando a fragilização é confirmada, é determinado que a substância tem baixa confiabilidade como material para o aparelho em tal ambiente. O teste de fragilização foi efetuado por meio de um teste de dobramento de 180° (o raio de curvatura sendo o dobro da espessura da chapa da peça de teste) em um teste de dobramento de três pontos para as peças de teste submetidas ao teste de taxa de corrosão acima descrito.

[0057] A presença ou ausência de trincamento foi avaliada por teste de penetração por sonda na superfície da peça de teste flexionada e observação em microscópio óptico da seção da peça de teste (ampliação de 500 vezes).

### RESULTADO DO TESTE

[0058] Como mostrado na Tabela 1, pode ser entendido que tântalo tem alta propriedade de resistência a corrosão por gases misturados contendo cloreto de hidrogênio e oxigênio. Em uma ampla faixa de temperaturas de 156 a 300°C, a taxa de corrosão fica entre 0,000 e 0,005 mm/ano, que é um valor do mesmo grau ou mais baixo que o de SUS316L ou níquel (testes N<sup>OS</sup> 1 a 8). Também na faixa de 156 a 250°C, fragilidade não foi confirmada (testes N<sup>OS</sup> 1, 2, e 4 a 7). Com estas propriedades, tântalo será extremamente eficaz como material para constituir ou cobrir a superfície de contato com gás em um aparelho para reação de oxidação de cloreto de hidrogênio.

[0059] Por outro lado no caso de SUS316L e níquel, embora o grau de decréscimo de espessura seja pequeno em uma temperatura

elevada de 200°C ou mais alta (testes N<sup>os</sup> 4 a 8, taxa de corrosão 0, 002 a 0, 010 mm/ano), o grau de decréscimo de espessura é grande a 156°C ou 177°C (testes N<sup>os</sup> 1 a 3, taxa de corrosão 0, 022 a 13, 98 mm/ano), e o decréscimo de espessura é particularmente considerável a 156°C.

[0060] Adicionalmente, na faixa de 156 a cerca de 200°C na qual o decréscimo de espessura é grande no caso de SUS316L ou níquel, a resistência a corrosão do tântalo contra os gases misturados é excelente no caso em que a concentração de umidade nos gases misturados é de 0, 5 % em mol ou maior (testes N<sup>os</sup> 1 a 3). Isto é, mesmo na faixa de temperaturas de 156 a cerca de 200°C, tântalo não apresenta decréscimo de espessura nem fragilização. Com tal propriedade, tântalo pode ser adequadamente usado para construção ou cobertura da superfície de contato com gás da parte de mistura, da superfície de contato com gás da parte de introdução para introduzir os gás reciclado, e da superfície de contato com gás da tubulação de transferência usada para transferir os gases misturados e o gás reciclado ao reator para a reação de oxidação de cloreto de hidrogênio mesmo na faixa de temperaturas de 156 a cerca de 200°C quando os gases misturados contêm umidade de concentração predeterminada em um processo de produção de cloro por oxidação de cloreto de hidrogênio através de uma reação de contato em fase gasosa na presença de um catalisador.

[0061] As modalidades e os Exemplos agora descritos constituem apenas uma exemplificação e não devem ser considerados como sendo limitativos. O escopo da presente invenção é o que consta das reivindicações e não o da descrição acima e é pretendido que todas as modificações equivalentes ou dentro do escopo das reivindicações estejam nelas incluídas.

#### APLICABILIDADE INDUSTRIAL

[0062] De acordo com presente invenção, a mistura das matérias-primas gasosas e/ou a introdução dos gases reciclados e o preaquecimento dos gases misturados podem ser realizados sem gerar corrosão na superfície de contato de gás da parte de mistura para misturar as matérias-primas gasosas, na superfície de contato de gás da parte de introdução para introduzir os gases reciclados, e na superfície de contato de gás da parte da tubulação de transferência para transferir as matérias-primas gasosas e os gases reciclados ao reator para reação de oxidação de cloreto de hidrogênio em um processo de produção de cloro oxidando cloreto de hidrogênio através de uma reação de contato em fase gasosa na presença de um catalisador usando cloreto de hidrogênio e oxigênio como matérias-primas principais. Também, de acordo com o método de uso de uma tubulação da presente invenção, geração de corrosão na tubulação de transferência dos gases pode ser evitada em várias reações que lidam com gases contendo cloreto de hidrogênio, além da reação de oxidação de cloreto de hidrogênio.

[0063] Isto pode reduzir trabalho adicional ou custos como os de reparo ou substituição de parte que sofreu corrosão. Adicionalmente, contaminação da tubulação de transferência usada para transferir as matérias-primas gasosas do reator, e similares, por cloreto metálico ou similar, pode ser evitada.

## REIVINDICAÇÕES

1. Aparelho para reação de oxidação de cloreto de hidrogênio para produção de cloro pela oxidação de cloreto de hidrogênio através de uma reação de contato em fase gasosa na presença de um catalisador e uso de cloreto de hidrogênio e oxigênio como matérias-primas principais, em que o aparelho para reação de oxidação de cloreto de hidrogênio é caracterizado pelo fato de que compreende uma parte de mistura (11) para misturar as matérias-primas gasosas, e uma parte de tubulação de transferência (1, 2, 3) para transferir as matérias-primas gasosas misturadas da parte de mistura (11) a um reator (13) para reação de oxidação de cloreto de hidrogênio, e em que uma superfície de contato com gás da parte de mistura (11) e/ou uma parte da superfície de contato com gás da parte de tubulação de transferência (1, 2, 3) é feita de tântalo ou liga tântalo-tungstênio ou é coberta com tântalo ou liga tântalo-tungstênio, e em que o aparelho para reação de oxidação de cloreto de hidrogênio compreende adicionalmente uma instalação para suprir vapor de água a pelo menos uma porção da parte que é feita de ou coberta com tântalo ou liga tântalo-tungstênio de modo que a concentração de umidade nos gases misturados na parte que é feita de ou coberta com tântalo ou liga tântalo-tungstênio seja de 0,5 % em mol ou maior.

2. Aparelho para reação de oxidação de cloreto de hidrogênio de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que compreende adicionalmente uma parte de introdução (12) para introdução de um gás reciclado, que é coletado após a reação de oxidação de cloreto de hidrogênio, nas matérias-primas gasosas misturadas, sendo a superfície de contato com gás da parte de introdução (12) feita de tântalo ou liga tântalo-tungstênio ou coberta com tântalo ou liga tântalo-tungstênio.

3. Método para reação de oxidação de cloreto de hidrogê-

nio caracterizado pelo fato de usar o aparelho para reação de oxidação de cloreto de hidrogênio como definido na reivindicação 1 ou 2, em que vapor de água é suprido a pelo menos uma porção da parte que é feita de ou coberta com tântalo ou liga tântalo-tungstênio de modo que a concentração de umidade nos gases misturados na parte que é feita de ou coberta com tântalo ou liga tântalo-tungstênio seja de 0,5 % em mol ou maior.

FIG.1

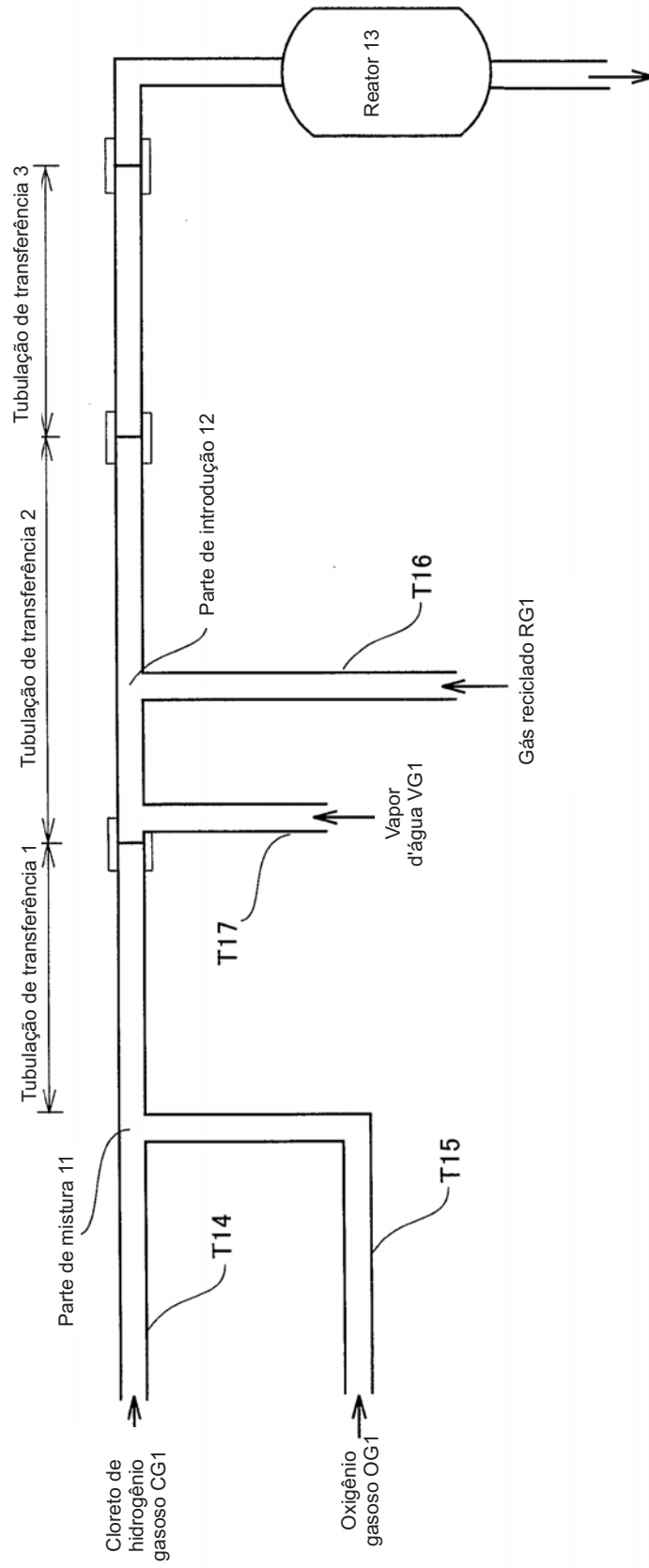


FIG.2

