



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

(11) PI 0900563-3 B1

(22) Data do Depósito: 26/03/2009

(45) Data de Concessão: 27/06/2017



(54) Título: REATOR PARA DESTILAÇÃO SECA DE MADEIRA

(51) Int.Cl.: F27B 1/02; F27B 1/10

(73) Titular(es): LUIZ AUGUSTO FRANCO DE MARIA

(72) Inventor(es): LUIZ AUGUSTO FRANCO DE MARIA

RELATÓRIO DESCRITIVO DE PATENTE DE INVENÇÃO
"REATOR PARA DESTILAÇÃO SECA DE MADEIRA"

5 O presente pedido de patente de invenção
objeto de descrição e reivindicação deste relatório
trata de uma solução inventiva com o campo de aplicação
inserido nas indústrias de transformação, destinado a
obtenção de carvão vegetal a partir de madeira e outros
materiais, traduzido na forma de um reator vertical com
10 acumuladores de energia.

O reator apresenta acumuladores de energia
internos cujas construções e composições trazem em seu
bojo uma série de vantagens técnicas, inéditas e
inovadoras.

15 Por sua vez a "REATOR PARA DESTILAÇÃO SECA
DE MADEIRA", com os desenvolvimentos técnicos aplicados,
apresenta obtenção de maior confiabilidade,
durabilidade, segurança sob a óptica operacional, além
de proporcionar maior aproveitamento e retenção do calor
20 gerado.

O inédito reator é provido do requisito de
novidade, graças ao inédito conceito de construção,
disposição e materiais utilizados sendo que esta
inovação converge para uma atividade inventiva com
25 aplicabilidade industrial, atendendo aos requisitos de
patenteabilidade, notadamente como patente de invenção,
conforme disposto no artigo 8º da Lei 9.279.

FUNDAMENTOS DA TÉCNICA: a fim de propiciar
veracidade ao contexto explicitado no quadro
30 introdutório, será apresentada uma breve explanação
sobre o estado da técnica para os reatores e fornos
utilizados na produção de carvão vegetal a partir de
madeira, bem como e os problemas existentes, onde será
possível a um técnico versado no assunto reconhecer os

aspectos limitantes e que norteiam a necessidade de desenvolvimento e aplicação de inovações nos reatores ou fornos, inovações estas que convergem para o "REATOR PARA DESTILAÇÃO SECA DE MADEIRA" objeto de reivindicação deste pedido de patente de invenção.

O carvão vegetal é obtido a partir da queima ou carbonização de madeira, o resultante deste processo é um material com coloração preta. No dia a dia o carvão vegetal é utilizado como combustível em aquecedores e principalmente em indústria siderúrgicas. A produção de carvão vegetal é muito antiga sendo referenciada por vários séculos. O processo é conhecido como carbonização ou destilação seca.

A carbonização consiste em aquecer ao abrigo do ar uma matéria-prima, no caso a madeira, até sua decomposição parcial. O resultado desse processo é a obtenção carvão vegetal e produtos voláteis, condensáveis ou não, denominados produtos da destilação da madeira, portanto são termos equivalentes para o mesmo processo químico: "carbonização" quando se visa a obtenção de carvão vegetal como produto mais importante ou "destilação seca" se a recuperação de produtos químicos representa um fator econômico importante do processo.

A teoria da destilação é bastante conhecida sendo que em nada se alterou em seu princípio fundamental. As inovações introduzidas nos processos se referem em quase sua totalidade aos aparelhos empregados.

No processo até 200°C se formará exclusivamente vapor d'água. É o período de secagem da água de embebição. No intervalo entre 270° e 300°C, dá-se a reação química de carbonização, que é exotérmica e se caracteriza por forte desprendimento de gases, na

maior parte de ácido acético, álcool metílico e frações leves de alcatrão, bem como gases combustíveis. Nesta fase exotérmica há a liberação de cerca de 210 calorias por quilo de madeira. No intervalo de 300 e 600°C, à medida que a temperatura for subindo, diminuirão os grandes volumes de gases que serão agora compostos na sua maior parte de frações médias e pesadas de alcatrão. A reação exotérmica seria suficiente para terminar por si só o processo de destilação seca da madeira se a massa lenhosa, toda ela, se encontrasse desidratada e a mesma temperatura.

Esta condição, entretanto, é bastante difícil de se realizar em aparelhos de produção industrial. Acima de 600°C inicia-se a chamada fase do hidrogênio com a formação de pouca quantidade de gases (altamente hidrogenados). É a fase em que o carvão começa a se dissociar.

Dos produtos passíveis de serem obtidos a partir da destilação seca da madeira, o carvão tem sido tradicionalmente o mais importante e, como se sabe ele possui uma série de utilizações.

O sistema de produção de carvão vegetal ainda é o mesmo de um século atrás. O crescimento da conscientização pela produção ecologicamente correta e auto-sustentável tem revelado desenvolvimentos técnicos nos processos e principalmente na tecnologia dos equipamentos empregados.

O processo de produção do carvão vegetal consiste da degradação parcial da madeira e, para tanto, é necessário aplicar calor suficientemente controlado para que isto ocorra.

Atualmente existem dois sistemas de produção de carvão vegetal, o sistema de carbonização tradicional e o sistema de carbonização em fornos cilíndricos

verticais, em qualquer dos dois sistemas a carbonização é a destilação da madeira que a transforma em uma parte rica em carbono, carvão vegetal, e outra parte composta por vapores e gases como alcatrão, pirolenhosos e gases não-condensáveis.

5

Os fornos tradicionais são mais baratos e fáceis de construir apresentam baixos rendimentos gravimétricos, rendimentos estes que relacionam o peso de lenha enornado em carvão vegetal com perdas em forma de fumaça poluente que podem chegar a 50% do carbono inicialmente contido na lenha enornada e 75% em peso dessa mesma lenha.

10

O sistema de carbonização em fornos cilíndricos verticais é composto das seguintes partes: base e câmara isolante, cilindros metálicos verticais, sistema de movimentação e descarga, sistema de exaustão de gases, fornalha para queima da fumaça e estufa para secagem da madeira.

15

A operação do forno consiste em se encapsular um cilindro metálico cheio de madeira dentro da câmara isolante e iniciar o processo de carbonização de forma parecida com o forno de superfície com câmara de combustão externa.

20

Podem ser executadas carbonizações em 8 a 10 horas e enquanto a carbonização acontece, o forno está encapsulado dentro da câmara isolante. Ao terminar a carbonização, o cilindro metálico é retirado, podendo ocorrer livre troca de calor com o ambiente, através da parede do cilindro metálico, de forma que o carvão rapidamente se resfria. A correta circulação e exaustão dos gases estão garantidas por um ventilador que suga a fumaça do leito de carbonização e a conduz para um sistema de "requeima" dos gases. O calor gerado é

25

30

conduzido por um sistema de exaustão até a estufa de secagem da lenha.

O uso do sistema de carbonização em fornos cilíndricos verticais, com o processo prévio de secagem de lenhas até teores de umidade na faixa de 4% a 6% garante rendimentos gravimétricos em carvão vegetal na faixa de 35% - 40%, em contraposição aos 25% - 30% normalmente obtidos no processo tradicional.

A requeima dos gases gera um adicional de calor suficiente para a secagem da lenha e

reduzem substancialmente os fumos e a poluição atmosférica pela queima completa dos pirolenhosos, alcatrão não solúvel e a parte combustível dos gases não condensáveis, diminuindo a necessidade de madeira em 25% a 30% para obtenção da mesma quantidade de carvão.

A patente PI 9202248-0 com data de depósito em 15/06/1992 e denominada "INSTALAÇÃO DE FORNO DE ARCO VOLTAICO-CORRENTE CONTÍNUA" consiste em um forno de arco voltaico-corrente contínua o arco voltaico é desviado no sentido do afastamento da instalação de suprimento de corrente, em função da ação das linhas de alta corrente que caminham embaixo do recipiente do forno. Isto leva à sobrecarga térmica de uma parte das paredes do recipiente do forno. No caso em que a maior parte das linhas de alta corrente é colocada em um plano acima da base do forno ou abaixo da plataforma do forno e é conduzida para baixo, no sentido das armaduras-conexão existentes na base do forno e pelo lado do recipiente de forno confrontante com a instalação de suprimento de corrente, então o arco voltaico passa a queimar novamente de forma simétrica. Este equipamento utiliza o conceito do arco voltaico, apesar de ser eficiente no processo, o consumo de energia é muito elevado o que o

torna inviável, além de apresentar grandes desvantagens com manutenções e riscos aos trabalhadores.

PROPOSTA DA INVENÇÃO: diante do exposto nos fundamentos da técnica, o requerente desenvolveu e idealizou um forno, aqui denominado **"REATOR PARA DESTILAÇÃO SECA DE MADEIRA"**, onde este é balizado em um conjunto de inovações inéditas por meio da concepção estrutural e da composição do reator que gera e acumula calor a partir da composição de quartzo através da emissão de raios infravermelhos longos com campo de aplicação voltado para produção industrial em grande escala.

A importância do carvão vegetal na cadeia produtiva é indiscutível, mas é discutível o modelo produtivo em uso. O sistema de produção tradicional do carvão vegetal, considerado arcaico do ponto de vista social, onde os trabalhadores estão sujeitos, a prejuízos financeiros e em sua saúde devido as condições insalubres, baixa eficiência do processo e mostrando uma preservação ambiental negligenciada e precária.

Com o modelo sustentável, ora reivindicado, ocorre o equilíbrio do desenvolvimento social, através da valorização da mão-de-obra, econômico, através do aproveitamento otimizado da matéria-prima agregando valor financeiro ao produto final e ao processo. Do ponto de vista ambiental contribui para a preservação dos recursos naturais, através da melhor utilização de produtos e subprodutos das florestas plantadas e da eliminação da poluição gerada durante o processo de produção, sinalizando uma importante direção de evolução para o setor.

A referida invenção consiste em um forno ou reator para a pirólise da madeira, sobras industriais, agrícolas e outras. O reator se diferencia dos demais,

pois apresenta um acumulador de energia térmica da própria reação e um emissor de irradiação.

A referida invenção apresenta duas partes distintas, o reator e o contenedor.

5 O reator apresenta dois acumuladores e duas câmaras de processamento.

Os acumuladores são formados por um composto de quartzo que retém o calor e proporciona a emissão de raios infravermelhos longos. Os acumuladores são denominados gerador do acumulador - emissor isto porque, os acumuladores desenvolvidos com composto de quartzo absorve, retém e gera energia térmica. O processo de produção se torna limpo e eficaz, atingindo a temperatura ideal mais rapidamente e se estabilizando. A produção de carvão com o reator é otimizada e apresenta alto ganho de rendimento na produção.

15 O reator apresenta um das câmaras como sendo um corpo oco, que recebe o material a ser processado, isto é onde ocorre a reação exotérmica. Esta câmara tem uma saída que conduz o corpo gasoso para os condensadores e tem o formato cilíndrico com conicidade na parte inferior.

20 A outra câmara do reator é constituída de material com isolante térmico, sendo de extremamente importância, pois reduz e atenua a radiação emitida pelo composto de quartzo e também contém os gases tóxicos emitidos pelo processo de queima.

25 A partida do reator se dá de modo convencional, apresentando algumas opções podendo utilizar dispositivo arco-voltaico, resistência elétrica, energia térmica de queimadores, estas alternativas dependem das disponibilidades circunstanciais, para a partida e equilíbrio do sistema quando for necessário.

30

O reator apresenta formato cilíndrico, é montado na posição vertical e acoplado ao contenedor que é agregado ao reator por meio de comporta que controla o funcionamento, que podendo ser ciclótico ou contínuo.

5 A entrada do material a ser processado é introduzido pela comporta superior do reator e a descarga pela comporta inferior do contenedor.

10 O contenedor fica separado do reator por uma comporta que pode ficar totalmente aberta, se estiver operando de forma continua ainda ficar em posição apenas para a passagem de gases e troca calórica por convecção ou totalmente fechada.

A comporta na parte inferior para descarga de sólidos (carvão).

15 O contenedor apresenta duas câmeras concêntricas.

20 A primeira câmara do contenedor é constituída de um corpo oco para receber o material processado, com conicidade na parte inferior. A segunda câmara é composta de material com isolante térmico para reter as radiações.

O deslocamento de toda a madeira seca e ao final carvão, dentro do reator e contenedor, ocorre por meio da gravidade.

25 Com as viabilidades técnicas e econômicas conclui-se que o reator proposto se mostra importante para o setor e conseqüentemente para a sociedade como um todo, permite a utilização completa dos produtos úteis derivados do processo de carbonização. Aproveita-se
30 desta forma, além do carvão, os gases, os vapores não condensáveis e os condensáveis da destilação, resultando no que se chama de "destilação seca", processo mais eficiente do ponto de vista ambiental, o que

representará um incentivo à profissionalização e racionalização do setor.

DESCRIÇÃO DAS FIGURAS: a complementar a presente descrição de modo a obter uma melhor
5 compreensão das características do presente pedido de invenção, acompanha esta, em anexo, um desenho, onde de maneira exemplificada, embora não limitativa, se representou uma forma de realização do "REATOR PARA DESTILAÇÃO SECA DE MADEIRA" ora reivindicado, onde:

10 A figura 1 é uma representação em vista frontal da invenção.

DESCRIÇÃO DETALHADA: a seguinte descrição detalhada deve ser lida e interpretada com referência ao desenho apresentado, onde este é altamente diagramático,
15 representando uma forma de realização do invento, não sendo intencionados a limitar o escopo da invenção, este sim limitado apenas ao explicitado no quadro reivindicatório.

A referida invenção apresenta duas partes, o reator (1) e o contenedor (2).
20

A invenção é baseada e desenvolvida para realizar a pirólise da madeira, sobras industriais, agrícolas e outras.

O reator (1) apresenta dois acumuladores (3) e (4) e duas câmaras (5) e (6) de processamento.
25

Os acumuladores (3) e (4) são formados por um composto de quartzo que retém o calor e proporciona a emissão de raios infravermelhos longos. Os acumuladores (3) e (4) são denominadas gerador do acumulador - emissor isto porque, os acumuladores (3) e (4) desenvolvidos com composto de quartzo absorve, retém e gera energia térmica. O processo de produção se torna limpo e eficaz, atingindo a temperatura ideal mais rapidamente e se estabilizando. A produção de carvão com
30

o reator (1) é otimizada e apresenta alto ganho de rendimento na produção.

5 A câmara (5) é um corpo oco, que recebe o material a ser processado, isto é onde ocorre a reação exotérmica. Esta câmara (5) tem uma saída que conduz o corpo gasoso para os condensadores e tem o formato cilíndrico com conicidade na parte inferior.

10 A câmara (6) é constituída de material com isolante térmico, sendo de extremamente importância, pois reduz e atenua a radiação emitida pelo composto de quartzo e também contém os gases tóxicos emitidos pelo processo de queima.

15 O reator (1) apresenta acumuladores (3) e (4) de energia térmica da própria reação e ao mesmo tempo o acumulador funciona como emissor de irradiação.

O acumulador (3) fica disposto na parte central do reator (1), em aproximadamente toda extensão vertical.

20 O acumulador (4) fica nas laterais do reator (1) entre as câmaras (5) e (6).

25 A partida do reator (1) se dá de modo convencional, apresentando algumas opções podendo utilizar dispositivo (13) arco-voltaico, resistência elétrica, energia térmica de queimadores, estas alternativas dependem das disponibilidades circunstanciais, para a partida e equilíbrio do sistema quando for necessário.

30 O reator (1) apresenta formato cilíndrico, é montado na posição vertical e acoplado ao contenedor (2) que é agregado ao reator (1) por uma comporta (7) que controla o funcionamento, que pode ser ciclótico ou contínuo. A entrada do material a ser processado é introduzido pela comporta superior (8) do reator (1) e a descarga pela comporta inferior (9) do contenedor (2).

O contenedor (2) fica separado do reator (1) pela comporta (7) que pode ficar totalmente aberta, se estiver operando de forma continua ainda ficar em posição apenas para a passagem de gases e troca calórica por convecção ou totalmente fechada.

A comporta (9) na parte inferior para descarga de sólidos (carvão). O contenedor (2) apresenta duas câmeras concêntricas (11) e (12).

A câmara (11) é constituída de um corpo oco para receber o material processado, com conicidade na parte inferior. A câmara (12) é composta de material com isolante térmico para reter as radiações.

O deslocamento de toda a madeira seca e ao final carvão, dentro do reator (1) e contenedor (2), ocorre por meio da gravidade.

Com as viabilidades técnicas e econômicas conclui-se que o reator proposto se mostra importante para o setor e conseqüentemente para a sociedade como um todo, permite a utilização completa dos produtos úteis derivados do processo de carbonização. Aproveita-se desta forma, além do carvão, os gases, os vapores não condensáveis e os condensáveis da destilação, resultando no que se chama de "destilação seca", processo mais eficiente do ponto de vista ambiental, o que representará um incentivo à profissionalização e racionalização do setor.

A forma de realização descrita neste tópico de detalhamento construtivo é fornecida apenas a título de exemplo. Alterações, modificações e variações podem ser realizadas para outras quaisquer formas de realização construtiva particulares por aqueles com habilidade na arte sem, no entanto divergir do objetivo revelado no pedido de patente, o qual é exclusivamente definido pelas reivindicações anexas.

Verifica-se pelo que foi descrito e ilustrado que o **"REATOR PARA DESTILAÇÃO SECA DE MADEIRA"** reivindicada se enquadra às normas que regem a Patente de Invenção à luz da Lei de Propriedade Industrial, merecendo pelo que foi exposto e como consequência, o respectivo privilégio.

REIVINDICAÇÕES

1) "REATOR PARA DESTILAÇÃO SECA DE MADEIRA" realiza a pirólise da madeira, sobras industriais, agrícolas e outras com a partida do reator (1) que se dá de modo convencional, apresentando algumas opções podendo utilizar dispositivo arco-voltaico, resistência elétrica, energia térmica de queimadores, estas alternativas dependem das disponibilidades circunstanciais, para a partida e equilíbrio do sistema quando for necessário, apresentar duas partes, o reator (1) e o contenedor (2) **CARACTERIZADO POR** reator (1) apresentar dois acumuladores (3) e (4) e duas câmaras (5) e (6) de processamento tendo os acumuladores (3) e (4) formados por um composto de quartzo que retém o calor e proporciona a emissão de raios infravermelhos longos e contenedor (2) apresentar duas câmaras concêntricas (11) e (12).

2) "REATOR PARA DESTILAÇÃO SECA DE MADEIRA", de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO POR** acumuladores (3) e (4) presentes no reator (1) são denominados gerador do acumulador - emissor e desenvolvidos com composto de quartzo absorve, retém e gera energia térmica.

3) "REATOR PARA DESTILAÇÃO SECA DE MADEIRA", de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO POR** câmara (5) do reator (1) é um corpo oco, que recebe o material a ser processado, isto é onde ocorre a reação exotérmica. Esta câmara (5) tem uma saída que conduz o corpo gasoso para os condensadores e tem o formato cilíndrico com conicidade na parte inferior; câmara (6) do reator (1) é constituída de material com isolante térmico.

4) "REATOR PARA DESTILAÇÃO SECA DE MADEIRA", de acordo com a reivindicação 1 ou 2, **CARACTERIZADO POR** acumulador (3) do reator (1) fica disposto na parte central do reator (1), em aproximadamente toda extensão vertical.

- 5) "REATOR PARA DESTILAÇÃO SECA DE MADEIRA", de acordo com a reivindicação 1 ou 2, CARACTERIZADO POR acumulador (4) do reator (1) fica nas laterais do reator (1) entre as câmaras (5) e (6).
- 5 6) "REATOR PARA DESTILAÇÃO SECA DE MADEIRA", de acordo com a reivindicação 1, CARACTERIZADO POR reator (1) apresenta formato cilíndrico montado na posição vertical e acoplado ao contenedor (2) que é agregado ao reator (1) por uma comporta (7) que controla o funcionamento, que pode ser
10 ciclótico ou contínuo.
- 7) "REATOR PARA DESTILAÇÃO SECA DE MADEIRA", de acordo com a reivindicação 1, CARACTERIZADO POR entrada de material a ser processado é introduzido pela comporta superior (8) do reator (1) e a descarga pela comporta
15 inferior (9) do contenedor (2).
- 8) "REATOR PARA DESTILAÇÃO SECA DE MADEIRA", de acordo com a reivindicação 1, CARACTERIZADO POR contenedor (2) fica separado do reator (1) pela comporta (7) que pode ficar totalmente aberta ou em posição apenas para a
20 passagem de gases e troca calórica por convecção ou totalmente fechada.
- 9) "REATOR PARA DESTILAÇÃO SECA DE MADEIRA", de acordo com a reivindicação 1 ou 8, CARACTERIZADO POR câmara (11) do contenedor (2) é constituída de um corpo oco para
25 receber o material processado, com conicidade na parte inferior; câmara (12) do contenedor (2) é composta de material com isolante térmico para reter as radiações.
- 10) "REATOR PARA DESTILAÇÃO SECA DE MADEIRA", de acordo com a reivindicação 1, CARACTERIZADO POR deslocamento de
30 todo a madeira seca e ao final carvão, dentro do reator (1) e contenedor (2), ocorre por meio da gravidade.

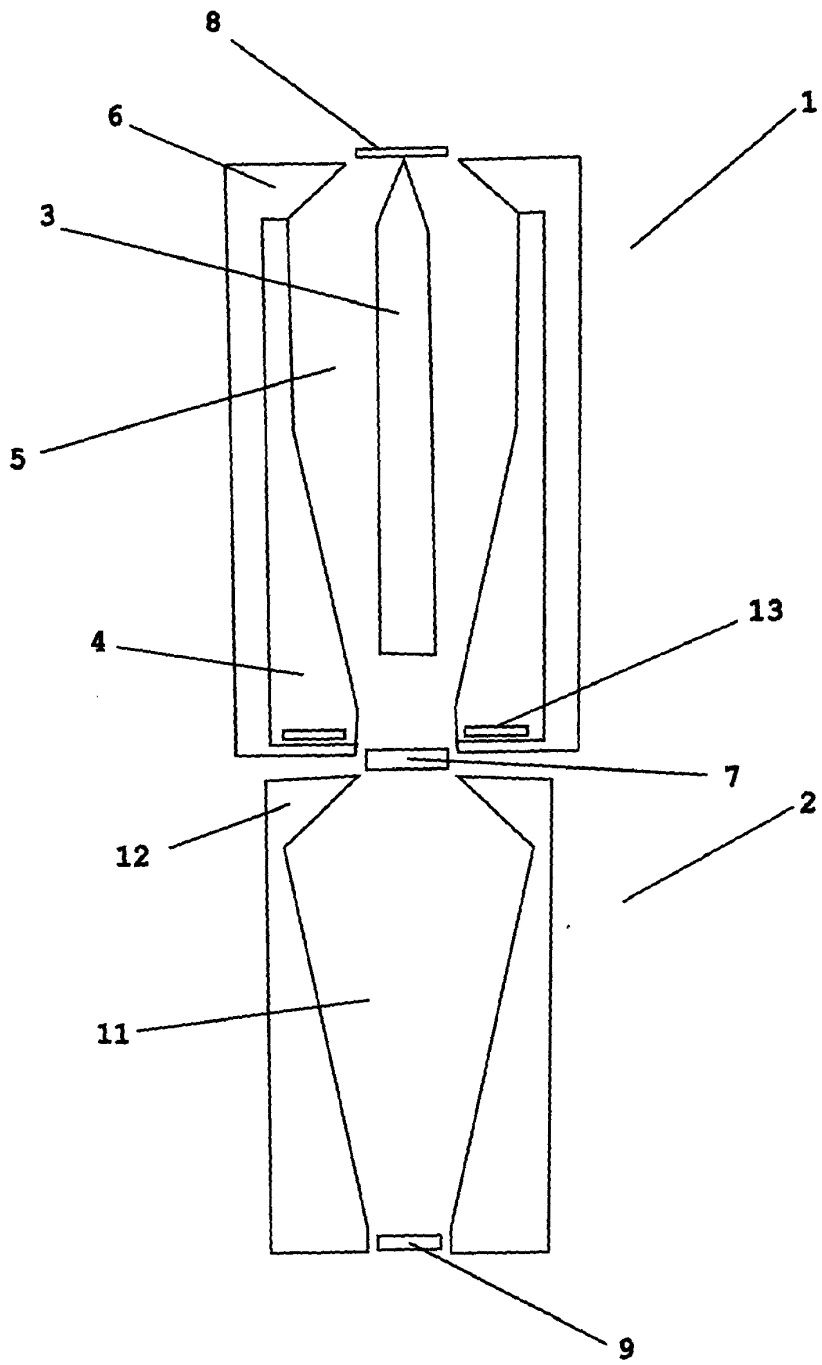


FIG. 1