



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

(21) **PI0619421-4 A2**

(22) Data de Depósito: 22/11/2006
(43) Data da Publicação: 04/10/2011
(RPI 2126)



(51) *Int.Cl.:*
F22B 37/18
F22B 29/06

(54) **Título:** TUBO DO GERADOR DE VAPOR, PROCESSO DE PRODUÇÃO ASSOCIADO E GERADOR DE VAPOR CONTÍNUO

(30) **Prioridade Unionista:** 05/12/2005 EP 05 026486.0

(73) **Titular(es):** Siemens Aktiengesellschaft

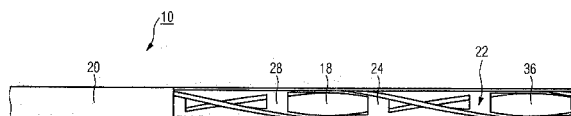
(72) **Inventor(es):** Holger Schmidt, Joachim Franke, Oliver Herbst

(74) **Procurador(es):** Dannemann, Siemsen, Bigler & Ipanema Moreira

(86) **Pedido Internacional:** PCT EP2006068760 de 22/11/2006

(87) **Publicação Internacional:** WO 2007/065791 de 14/06/2007

(57) **Resumo:** TUBO DO GERADOR DE VAPOR, PROCESSO DE PRODUÇÃO ASSOCIADO E GERADOR DE VAPOR CONTÍNUO. A presente invenção refere-se a um tubo do gerador de vapor (10) que pode ser produzido em uma maneira simples e econômica e que tem particularmente bom comportamento transicional de calor tendo uma grande largura de banda com várias condições operacionais. De acordo com a invenção, pelo menos um inserto (22) é disposto na câmara interna do tubo (18), a fim de formar um perfil interno gerador de turbilhão. O inserto (22) compreende pelo menos uma armação de laminação (24) tendo um número de grandes recessos (26). O inserto (22) é perfurado na direção longitudinal e apóia-se pelo menos parcialmente na parede interna do tubo (36) com suas bordas longitudinais (30).





PI0619421-4

Relatório Descritivo da Patente de Invenção para "TUBO DO GERADOR DE VAPOR, PROCESSO DE PRODUÇÃO ASSOCIADO E GERADOR DE VAPOR CONTÍNUO".

Descrição

5 A presente invenção refere-se a um tubo do gerador de vapor com um perfil interno gerador de turbilhão. Também refere-se a um gerador de vapor contínuo com tubos do gerador de vapor deste tipo. A invenção ainda refere-se a um processo para produzir um tubo do gerador de vapor provido com um perfil interno gerador de turbilhão.

10 Os tubos do gerador de vapor soldados juntos em uma maneira estanque ao gás por meio de barras são geralmente usados nas paredes da câmara de combustão de um gerador de vapor contínuo para formar um duto de gás que encerra a câmara de combustão, os ditos tubos do gerador de vapor sendo conectados em uma maneira paralela para o fluxo direto de um
15 meio de fluxo. Ao invés de tubos com barras de ferro planas separadas entre os mesmos, podem também ser usados os tubos que já tenham sido equipados na fábrica com aletas moldadas. Os tubos do gerador de vapor podem ser dispostos verticalmente ou mesmo obliquamente. De modo que o gerador de vapor contínuo tenha uma resposta operativa confiável, os tubos
20 do gerador de vapor são geralmente projetados em tal maneira que o resfriamento adequado dos tubos do gerador de vapor é assegurado mesmo com baixas densidades de fluxo de massa do meio que flui através dos tubos do gerador de vapor.

 As características da transferência de calor de um tubo do gerador de vapor são importantes critérios do desenho. Um alto nível de transferência de calor permite particularmente aquecimento eficaz do meio que flui através do tubo do gerador de vapor enquanto que, ao mesmo tempo, permite um resfriamento confiável do tubo do gerador de vapor por si. A resposta da transferência de calor de um tubo do gerador de vapor pode ser prejudi-
25 cada nos geradores de vapor convencionais, que são operados a pressões sub-críticas, pela ocorrência dos que são conhecidos como crises de ebulição. Isto é, quando a parede do tubo não está mais úmida pelo meio de fluxo
30

de fluído - geralmente água - e é portanto inadequadamente resfriada. Os valores da resistência da parede do tubo podiam então ser reduzidos como um resultado de secagem prematura.

Para melhorar a resposta da transferência de calor, os tubos do gerador de vapor são geralmente usados, os quais têm uma estrutura da superfície no seu interior ou um perfil interno na maneira de rebordos enro-
lados de modo helicoidal como resultado de um processo de formação (por exemplo, estiramento a frio). A forma dos rebordos leva o meio que flui atra-
vés do tubo do gerador de vapor a turbilhonar, de modo que a fase de fluído
pesado é coletada na parede de tubo interno devido à ação das forças cen-
trífugas, formando um filme de fluído umectante aí. Isto assegura uma trans-
ferência de calor confiável da parede do tubo interno para fluir o meio mes-
mo que hajam relativamente altas densidades de fluxo de calor e baixas densidades de fluxo de massa.

É uma desvantagem dos tubos do gerador de vapor conhecidos que eles são relativamente complexos para produzir devido a conformabili-
dade limitada do material de tubo. A conformabilidade de aço resistente de alta temperatura com um alto teor de cromo em particular é muito restrita. Os materiais deste tipo normalmente desempenham um papel crescentemente importante nos tubos do gerador de vapor, uma vez que - em princípio pelo menos - eles permitem que um gerador de vapor seja projetado para particu-
larmente altos parâmetros de vapor, em particular para temperatura de vapor de alta atividade e particularmente para altos níveis de eficiência associados com os mesmos. As restrições devido ao material durante o processamento significam, todavia, que na prática é impossível ou é apenas possível com considerável custo produzir tubos com rebordos internos com perfis de re-
bordo desejados que são vantajosos para engenharia do fluxo a partir dos tubos planos como parte do processo de formação. É problemático em parti-
cular produzir ângulos de perfil suficientemente acentuados e transições com
borda acentuada em conjunção com grandes alturas de rebordo. Também, a altura dos rebordos pode apenas ser produzida dentro de uma armação es-
treita. Em adição, há pouca flexibilidade no aspecto da configuração do perfil

ao longo do tubo.

Alternativamente, diferentes tipos de componentes geradores de turbilhão têm já sido propostos para subsequente inserção em um tubo do gerador de vapor. Estes incluem em particular os que são conhecidos como

5 tiras torcidas. Estas são tiras feitas de metal que são torcidas ou enroladas. Os componentes de tubo conhecidos até hoje, todavia, todos têm a desvantagem que eles por um lado bloqueiam a seção transversal (originariamente) livre no centro do tubo, resultando deste modo em perdas de pressão muito

10 significativa, deste modo produzindo "superturbilhão" a algum grau. Uma tira torcida simples, por exemplo, resulta, no caso de teores de vapor mais altos no fluxo de duas fases, na coleta da fase de água na parede frontal ou tímpano (spandrel) entre a parede do tubo e a tira com simultânea secagem e portanto resfriamento inadequado das regiões da parede interna no abrigo

15 da tira. Os tubos do gerador de vapor com componentes na maneira de tiras torcidas não são portanto igualmente apropriados para todas as condições de operação que geralmente ocorrem nos geradores de vapor.

O objetivo da invenção é, portanto, especificar um tubo do gerador de vapor do tipo mencionado na introdução, que possui uma resposta de

20 transferência de calor particularmente favorável em uma ampla faixa de diferentes condições de operação, bem como sendo simples e econômico para produzir. Um processo de produção apropriado para produzir um tubo do gerador de vapor deste tipo e um gerador de vapor contínuo deve também ser especificado, o dito gerador de vapor contínuo tendo uma estrutura parti-

25 cularmente simples e também sendo extremamente segura para operar e é altamente eficiente.

Em relação ao tubo do gerador de vapor, o dito objetivo é atingido de acordo com a invenção em que pelo menos um inserto é disposto na câmara de tubo interno para formar um perfil interno gerador de turbilhão,

30 com a inserção compreendendo pelo menos uma armação de metal em folha com inúmeros recessos grandes, com inserto sendo torcido na direção longitudinal e com as bordas longitudinais da respectiva armação de metal

em folha apoiando-se pelo menos parcialmente na parede do tubo interno.

A invenção é baseada aqui na consideração que o fluxo de multifases dentro do tubo do gerador de vapor deve ter um turbilhão para melhorar a transferência de calor, de modo que a fase de fluido é guiada na parede do tubo interno devido a rotação e umidifica-a tão uniformemente quanto possível. Para produzir e manter um fluxo turbilhonar deste tipo em uma maneira específica, elementos de guiar fluxo apropriado deverão ser dispostos dentro do tubo. Como tem sido provado, a guia do fluxo é particularmente favorável se nem "superturbilhão" nem perdas de pressão excessivamente altas ocorrerem ao longo do trajeto de fluxo porém o efeito turbilhonar é ainda intenso o bastante para direcionar a fase de fluido do meio de fluxo na parede do tubo interno ao longo de toda a circunferência do tubo.

Para prevenir altas perdas de pressão, que resultam em uma demanda de energia alta para a bomba de fornecimento de água e para assegurar a dissipação de vapor dentro do tubo, os elementos de guiar o fluxo deverão ser dispostos essencialmente na maneira de um perfil interno na parede de tubo interno e não deverá ou deverá apenas ligeiramente bloquear a seção transversal do tubo no centro. Também para evitar as limitações de produção associadas com tubos estriados da estrutura convencional, o perfil interno gerador de turbilhão deverá ser realizado por meio dos componentes de tubo ou insertos, que podem ser produzidos na forma desejada independentemente do tubo do gerador de vapor e pode então ser incorporado no tubo em um estágio posterior.

Para tal propósito no caso do desenho proposto aqui, uma armação de metal em folha, que é retorcida na direção longitudinal e cujas bordas longitudinais apóiam-se pelo menos parcialmente porém de preferência inteiramente na parede de tubo interno, é disposta na câmara de tubo interno. Em uma variante alternativa, um corpo inserível formado de inúmeras armações de metal em folha e retorcidas na direção longitudinal é disposto dentro do tubo, com as duas bordas longitudinais de cada armação de metal em folha enrolada ou torcida apoiando-se na parede do tubo interno.

Esta concretização é descrita em maiores detalhes abaixo na descrição das figuras. Em contraste às tiras torcidas até aqui conhecidas, a respectiva armação de metal em folha é todavia provida com inúmeros grandes recessos, que podem ser puncionados ou cortados do material de metal em folha, por exemplo. Grande aqui significa que a superfície coberta no total por todos os recessos compõe pelo menos 50%, porém de preferência pelo menos 80%, da superfície de base de cada armação de metal em folha, de modo que após a inserção na câmara de tubo interno, uma parte significativa da seção transversal de tubo no centro permanece livre. Isto permite o vapor a acumular-se e dissipar-se sem distúrbio dentro do tubo.

O turbilhão é gerado em uma maneira diferente com as tiras torcidas fechadas pelas seções próximas às bordas, em outras palavras, com as barras periféricas em torno das bordas e ou envolvendo os recessos, as ditas barras periféricas enrolando-se em uma maneira helicoidal ao longo da parede do tubo interno em cada momento, tendo deste modo uma configuração e função similar aos rebordos dos tubos estriados convencionais. Os efeitos negativos das tiras torcidas convencionais associadas com "superturbilhão" são evitados. Como uma alternativa, mesmo a umectação da parede do tubo interno com meio de fluxo de fluido é conseguida, mesmo quando há resistência turbilhonar moderada e relativamente baixa perda de pressão. As barras transversais nas extremidades e as barras transversais providas em alguns casos entre dois recessos dispostos, respectivamente, um atrás do outro na direção longitudinal, apenas têm uma função de suportar para o inserto de tubo e apenas perturbam o fluxo turbilhonar no centro do tubo do gerador de vapor a um grau insignificante.

É particularmente vantajoso com o novo desenho que, em contraste aos tubos estriados produzidos de tubos planos usando consideráveis forças de conformação por meio de um processo de conformação, há um alto nível de flexibilidade no aspecto dos parâmetros relacionados ao fluxo tais como número de enrolamento, largura das barras periféricas (correspondentes a altura da estria no caso dos tubos estriados), ângulos de perfil e grau de agudeza da borda. Os parâmetros de desenho correspondente po-

dem ser implementados em uma maneira particularmente simples e precisa com a concretização na forma de um componente inserível, uma vez que para este fim apenas uma ou inúmeras folhas apropriadamente puncionadas ou cortadas ou tiras de metal são providas e têm de ser incorporadas pela
5 torção em um tubo plano que é relativamente simples para fabricação.

O inserto de tubo vantajosamente assenta-se na câmara de tubo interno sem deslizamento devido ao esforço torcional da armação de metal em folha na temperatura de operação antecipada do tubo do gerador de vapor. O material de metal em folha e o esforço torcional são portanto adequados às condições geométricas em tal maneira que o inserto não se pode deslocar-se ou deslizar-se na câmara de tubo interno.
10

Embora o inserto de tubo assenta-se de modo relativamente firme e segura no tubo do gerador de vapor devido às suas dimensões geométricas e seu esforço torcional, uma fixação adicional é de preferência provida, com o que cada ou pelo menos uma armação de metal em folha é conectada firmemente à parede do tubo interno em um ponto, de preferência próximo a suas duas extremidades. A firme conexão aqui é vantajosamente uma conexão a solda resistente à alta temperatura. Uma variante que é ligeiramente mais complexa para produzir porém que assegura particularmente
15 uma fixação segura compreende inúmeras soldas por ponto distribuídas sobre as bordas longitudinais da armação de metal em folha. A fixação por solda pode ser produzida particularmente de modo efetivo, se a armação de metal em folha(s) for/forem feitas de um material com uma composição similar ao material de tubo.
20

É também desejável, especificamente no caso de um tubo do gerador de vapor relativamente longo que se estende ao longo de toda a altura da caldeira de vapor, prover diferentes perfis de guia dentro do tubo dependente do local ao longo de sua extensão longitudinal, os ditos perfis de guias levando em conta o desenvolvimento espacial e variação, ambos do elemento de vapor e também do perfil de aquecimento. Tal desenho pode ser vantajosamente realizado em que um número de insertos são incorporados no tubo do gerador de vapor, sendo dispostos, respectivamente, nas
25
30

seções de tubo separadas, com os parâmetros geométricos no respectivo inserto sendo adequados ao efeito de aquecimento local antecipado durante a operação e/ou condições de fluxo local. Uma vez tenha também provado que o turbilhão, após ser gerado uma vez, é mantido pelo menos ao longo

5 de uma distância de fluxo de diâmetros de cinco tubos mesmo no caso de um fluxo de duas fases, não é necessário equipar o tubo completamente com os insertos, sem folgas. Ao invés, os insertos podem ser incorporados no tubo do gerador de vapor separado um do outro por espaços intermediários.

10 Os tubos do gerador de vapor descritos aqui são utilizados apropriadamente em um gerador de vapor contínuo aquecido pelos combustíveis fósseis. O perfil interno gerador de turbilhão dos tubos e os aperfeiçoamentos na resposta de transferência de calor associada com o mesmo significam que uma transferência de calor adequada ao meio de fluxo ou resfriamento das paredes do tubo é assegurada mesmo no caso do desenho de

15 boiler com uma disposição de tubo vertical (tubulação vertical). Uma tubulação vertical com um grande número de tubos e comprimentos de tubo relativamente curtos permite o gerador de vapor ser operado com reduzida perda de pressão e reduzida produtividade operacional devido à velocidade de fluxo

20 mais baixa e densidades de fluxo de massa mais baixa em comparação com os tubos dispostos obliquamente ou em espiral. A usina de força da qual o gerador de vapor faz parte pode portanto ser projetada para uma carga mínima mais baixa. Os efeitos de separação conhecidos dos tubos do gerador de vapor angulados, com os quais a água e o vapor apenas fluem em camada, quando a velocidade de fluxo ou a carga cai abaixo de um valor

25 mínimo, de modo que as sub-regiões das paredes do tubo não são mais úmidas, não ocorrem com tubulação vertical. Também não há necessidade de estruturas de suporte complexas para o boiler de vapor, que são associadas com trabalho de soldagem extensiva e intensiva em custo, quando uma

30 rede de boiler com tubulação vertical pode geralmente ser projetada para ser de auto-sustentação.

Os componentes de tubo mencionados podem também conduzir

a uma redução na superfície do trocador de calor devido à transferência de calor aperfeiçoada e portanto também à economia de custo significativa, mesmo com o aquecimento do tipo convecção como está presente, por exemplo, nos boilers de calor residual de usinas de força de turbina de gás/vapor.

No aspecto do processo de produção, o objetivo acima mencionado é atingido em que um corpo que é preestressado pela torção e consiste em um ou de inúmeras armações de metal em folha interconectadas é inserido na câmara de tubo interno, com o estresse sendo eliminado do corpo após a inserção até suas bordas longitudinais apoiarem pelo menos parcialmente na parede do tubo interno. Em outras palavras, a armação de metal em folha é/são preestressadas pela torção e inserida no tubo do gerador de vapor no seu estado com um diâmetro reduzido. Após o estresse ter sido parcialmente eliminado, o corpo comprime-se automaticamente contra a parede do tubo interno. O estresse torcional restante é selecionado aqui em tal maneira que na temperatura de operação antecipada do tubo do evaporador nenhum deslizamento e nenhuma "destorção" da armação de metal em folha além do grau requerido pode ocorrer. O corpo é também vantajosamente soldado na parede do tubo interno em uma extremidade pelo menos.

As vantagens conseguidas com a invenção consiste em particular em que, com os insertos de novo tubo há orientação de fluxo flexível na câmara de tubo interno, que pode ser usada para todos os materiais de tubo e pode ser adequada, de acordo com a necessidade, para melhorar a transferência de calor. A flexibilidade do desenho conseguida por meio dos parâmetros geométricos de modo amplo e livremente configuráveis permite um perfil de turbilhão a ser ajustado, que varia ao longo da extensão do tubo do evaporador e é precisamente adequado às respectivas condições do aquecimento local. Isto evita as limitações da produção dos tubos estriados convencionais. Nas usinas de força recentemente desenvolvidas com valores do projeto mais altos para os parâmetros de vapor, a fabricação de tubos estriados está se tornando crescentemente complexa devido ao teor de cromo mais alto dos novos materiais requeridos para temperaturas e pressões mais

altas. Os novos insertos geradores de turbilhão podem substituir o tubo estriado aqui ou permitir tais aplicações para a primeira vez.

Uma concretização exemplar da invenção é descrita em maiores detalhes abaixo com referência aos desenhos, em que:

5 Figura 1 - mostra um diagrama simplificado de um gerador de vapor contínuo com uma parede de câmara de combustão com tubulação vertical,

 Figura 2 - mostra uma vista recortada de um tubo do gerador de vapor com um inserto configurando um perfil interno do gerador de turbilhão, que é feito de uma armação de metal em folha torcida simples,

 Figura 3 - mostra uma armação de metal em folha provida para formar um inserto de tubo no seu estado original antes de torção,

 Figura 4 - mostra uma vista recortada de um tubo do gerador de vapor como na Figura 2 porém com um inserto consistindo de duas armações de metal em folhas alinhadas em um ângulo uma em relação a outra,

 Figura 5 - mostra uma seção transversal através de um inserto, com uma estrutura similar ao inserto na Figura 4, em duas sucessivas fases de produção antes de torcer e

 Figura 6 - mostra uma seção transversal através de um inserto no tubo de acordo com uma concretização alternativa, similarmente em duas fases de produção sucessivas antes da torção.

Aos elementos idênticos são atribuídos os mesmos caracteres de referência em todas as figuras.

25 A Figura 1 mostra um diagrama esquemático de um gerador de vapor contínuo 2 com uma seção transversal retangular, cujo duto de gás vertical é formado por uma parede periférica ou câmara de combustão 4, que se torna uma base em formato de funil 6 na extremidade inferior.

 Em uma região de iluminação V do duto de gás, inúmeros queimadores para um combustível são posicionados em uma abertura 8, respectivamente, dos quais apenas dois são visíveis, na parede de câmara de combustão 4, que é composta de tubos do gerador de vapor 10. Os tubos do gerador de vapor 10 verticalmente dispostos são soldados juntos em uma

maneira estanque ao gás na região de iluminação V para formar uma superfície de aquecimento de evaporador 12.

As superfícies de aquecimento por convecção 14 são localizadas acima da região de iluminação V do duto de gás. Acima destas fica o canal de saída do gás de chaminé 16, por meio do qual o gás de chaminé RG produzido por queimar um combustível fóssil deixa o duto de gás vertical. O meio de fluxo que flui nos tubos do gerador de vapor 10 é aquecido pelo calor irradiado das chamas do queimador e pela transferência do calor por convecção a partir do gás de chaminé RG e deste modo evaporado. O gás de chaminé RG serve como um meio de aquecimento para o meio de fluxo que flui nos tubos do gerador de vapor 10. O meio de fluxo provido na concretização do exemplo é água ou uma mistura de água/vapor.

Em adição ao boiler de passagem simples mostrado na Figura 1, outras configurações de boiler são, também, naturalmente possíveis, por exemplo na maneira de um boiler de passagem dupla. Os tubos do gerador de vapor descritos abaixo podem ser usados com todas estas variantes, ambos na região de iluminação e no restante do canal de gás de chaminé. O uso em um gerador de vapor pelo calor residual é também possível.

A Figura 2 mostra uma vista em recorte de uma seção de um tubo do gerador de calor 10 usado para a tubulação da parede da câmara de combustão 4 do gerador de vapor contínuo 2. Um inserto 22 é inserido na câmara de tubo interno 18 de um tubo plano 20, o dito inserto 22 sendo configurado como um perfil interno gerador de turbilhão para melhorar a resposta da transferência de calor. Na concretização exemplar, o inserto 22 compreende uma armação de metal em folha 24, torcido na direção longitudinal, em outras palavras, em torno do eixo do tubo, tendo inúmeros grandes recessos 26. A largura B da armação de metal em folha 24 mostrada na Figura 3 antes de ser torcido é ligeiramente maior aqui do que o diâmetro do tubo plano 20 provido para recebê-la. Os recessos retangulares 26 são dispostos um atrás do outro em uma fileira, quando visto na direção longitudinal e são separados entre si por estreitas barras transversais 28. Na direção transversal, os recessos 26 estendem-se quase ao longo da largura toda B da arma-

ção de metal em folha 24 e são deste modo separados das duas bordas longitudinais 30 pelas barras periféricas estreitas 32.

A armação de metal em folha 24 é a seguir torcida em torno de seu eixo longitudinal 34 e inserida neste estado preestressado em um tubo plano 24 provido como um tubo do gerador de vapor 10. A largura B da armação de metal em folha 24 é aqui dimensionada em relação ao diâmetro de tubo em tal maneira que o estresse da armação de metal em folha 24 pode ser parcialmente eliminado, de modo que no estado de montagem final, as barras periféricas 32 são enroladas ao longo de uma determinada linha helicoidal na parede do tubo interno 36. O estresse residual restante então fixa a armação de metal em folha 24 seguramente na câmara de tubo interno 18. As barras periféricas 32 da armação de metal em folha 24 são também soldadas à parede do tubo interno 36 em alguns pontos.

A armação de metal em folha 24, como a parede do tubo 38 do tubo plano 20 que a recebe, é feita de um material de metal resistente a alta temperatura com um alto teor de cromo. Outros materiais familiares às pessoas versadas na técnica podem naturalmente ser usados. Uma vez que a armação de metal em folha 24 é produzida separadamente do tubo plano 20, a altura e largura das barras periféricas 24 em particular bem como o ângulo do passo das linhas helicoidais formadas pelas bordas longitudinais 30 pode ser predeterminado quando requerido. Em uma primeira abordagem, os parâmetros geométricos são geralmente selecionados para serem similares àqueles dos rebordos dos tubos estriados convencionais. Todavia, um ajuste dependendo do local e a otimização podem também ser realizados, levando em consideração o padrão do perfil de aquecimento ao longo da parede da câmara de combustão 4.

A Figura 4 também mostra uma vista recortada de um tubo do gerador de vapor 10 com um inserto 22, que consiste em duas armações de metal em folha 24 conectadas juntas e alinhadas a um ângulo entre si. Cada uma das duas armações de metal em folha 24 possui grandes recessos 26 similares a armação de metal em folha 24 mostradas na Figura 3. As barras periféricas 32 das duas armações de metal em folha 24, que se enrolam,

respectivamente, em uma maneira helicoidal na parede do tubo interno 36 toda formam um perfil interno gerador de turbilhão na maneira de uma rosca de quatro passos. Em comparação com o perfil interno do inserto 22 de acordo com a Figura 2 formada na maneira de uma rosca de dois passos, é possível gerar um fluxo turbilhonar resultando em umectação uniforme da parede do tubo interno 36 com um filme de fluido em uma maneira ainda mais eficaz, particularmente com diâmetros do tubo interno relativamente grandes.

A Figura 5 mostra um processo de produção particularmente simples e apropriado para um inserto 22 deste tipo. Para tal fim, como mostrado em um diagrama seccional transversal na esquerda da Figura 5, duas armações de metal em folha 24 do mesmo tipo, cada qual sendo configurada em uma maneira similar à armação de metal em folha 24 mostrada na Figura 3, são assentadas precisamente no topo de modo recíproco e soldadas juntas, respectivamente, em torno do centro de suas barras transversais 28 (solda por pontos 40). As duas armações de metal em folha 24 são então encurvadas em torno de 90° ao longo de seus eixos longitudinais na maneira mostrada na Figura 5, de modo que uma estrutura com uma aproximada secção transversal do tipo cruzado mostrada no lado direito da Figura 5 resulta. O inserto 22 é finalmente torcido na direção longitudinal e inserido no tubo plano 20.

Um inserto 22 feito de três armações de metais em folha 24 interconectadas pode ser produzido em uma maneira similar conforme requerido (Figura 6), formando um perfil interno gerador de turbilhão na maneira de uma rosca de seis passos após ser torcido e inserido em um tubo plano 20.

REIVINDICAÇÕES

1. Tubo do gerador de vapor (10), em que pelo menos um inserto (22) é disposto na câmara de tubo interno (18) para formar um perfil interno gerador de turbilhão, com o inserto (22) compreendendo uma ou mais armações de metal em folha (24) com um número de grandes recessos (26) e com o inserto (22) sendo torcido na direção longitudinal e com suas bordas longitudinais (30) apoiando-se pelo menos parcialmente na parede do tubo interno (36).
5
2. Tubo do gerador de vapor (10) de acordo com a reivindicação 1, em que o respectivo recesso (26) é separado das duas bordas longitudinais (30) da armação de metal em folha (24), respectivamente, por uma barra periférica estreita (32).
10
3. Tubo do gerador de vapor (10) de acordo com a reivindicação 1 ou 2, em que inúmeros recessos (26) dispostos um atrás do outro na direção longitudinal na armação de metal em folha (24) são separados entre si pelas barras transversais estreitas (28).
15
4. Tubo do gerador de vapor (10) de acordo com uma das reivindicações 1 a 3, em que o inserto (22) situa-se na câmara de tubo interno (18) sem deslizamento devido a seu estresse torcional na temperatura de operação antecipada.
20
5. Tubo do gerador de vapor (10) de acordo com uma das reivindicações 1 a 4, em que o inserto (22) é conectado firmemente à parede do tubo interno (36) em um ponto pelo menos, de preferências próximo as suas duas extremidades.
25
6. Tubo do gerador de vapor (10) de acordo com a reivindicação 5, em que a conexão firme é uma conexão a solda.
30
7. Tubo do gerador de vapor (10) de acordo com uma das reivindicações 1 a 6, em que o inserto (22) é feito de um material com uma composição similar ao material de tubo.
8. Tubo do gerador de vapor (10) de acordo com uma das reivindicações 1 a 7, com um número de insertos (22), que são dispostos em seções de tubo respectivamente separadas, com os parâmetros geométricos

do respectivo inserto (22) sendo adequado às condições de aquecimento local antecipadas durante a operação e/ou às condições de fluxo local.

5 9. Gerador de vapor contínuo (2) tendo inúmeros tubos do gerador do vapor (10), que são formados como definido em uma das reivindicações 1 a 8.

10 10. Processo para produção de um tubo do gerador de vapor (10) provido com um inserto gerador de turbilhão (22), em que um inserto (22) formado de uma ou mais armações de metal em folha e preestressado pela torção é inserido na câmara de tubo interno (18), com o estresse sendo
10 eliminado do inserto (22) após a inserção até as bordas longitudinais (30) da armação de metal em folhas apoiarem pelo menos parcialmente na parede do tubo interno (36).

11. Processo conforme a reivindicação 10, em que o inserto (22), após seus estresse ter sido parcialmente eliminado, é soldado na parede do tubo interno (36) por uma extremidade pelo menos.
15

FIG 1

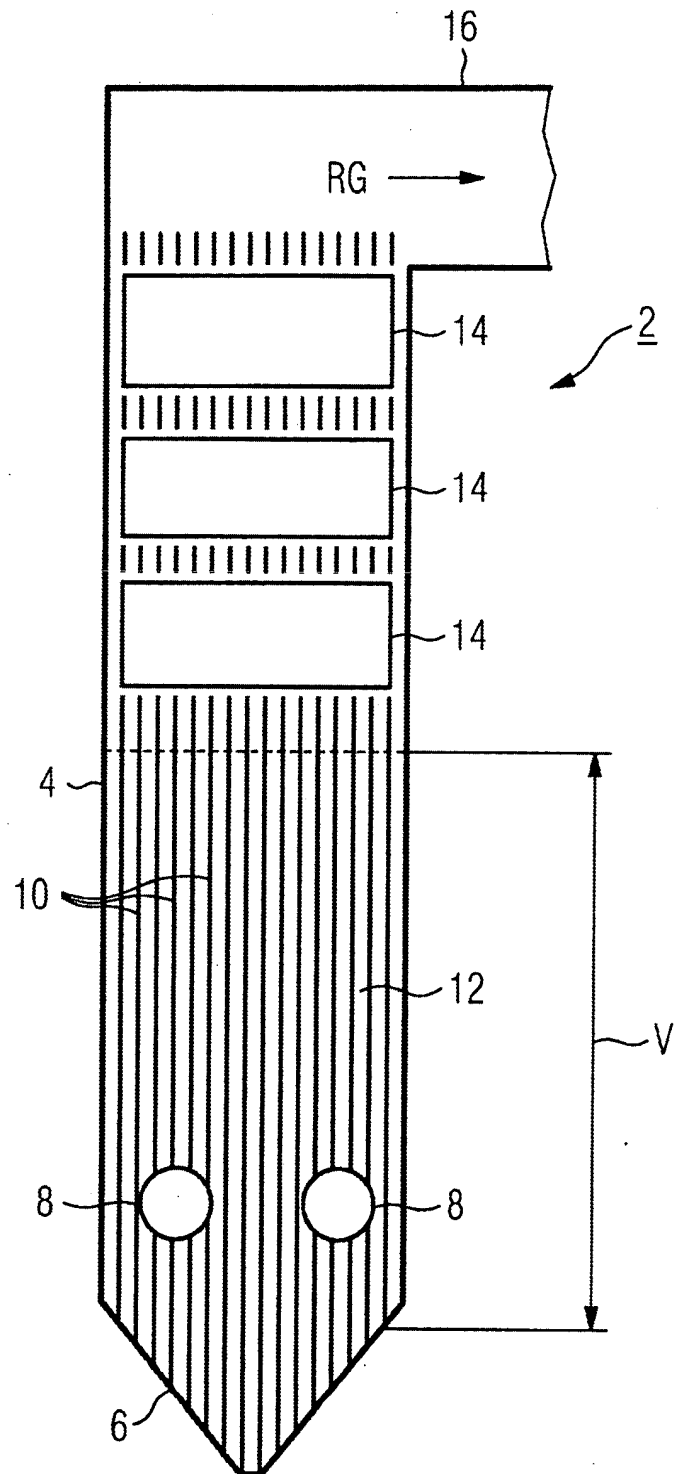


FIG 2

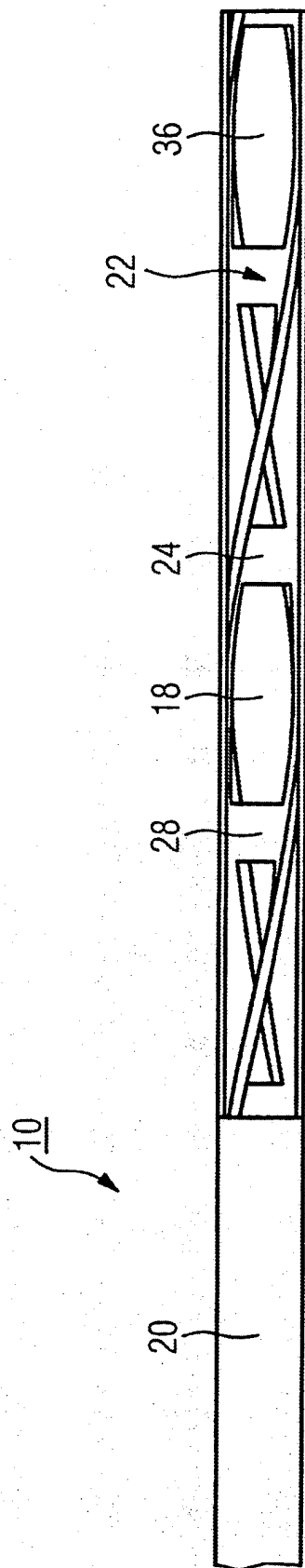


FIG 3

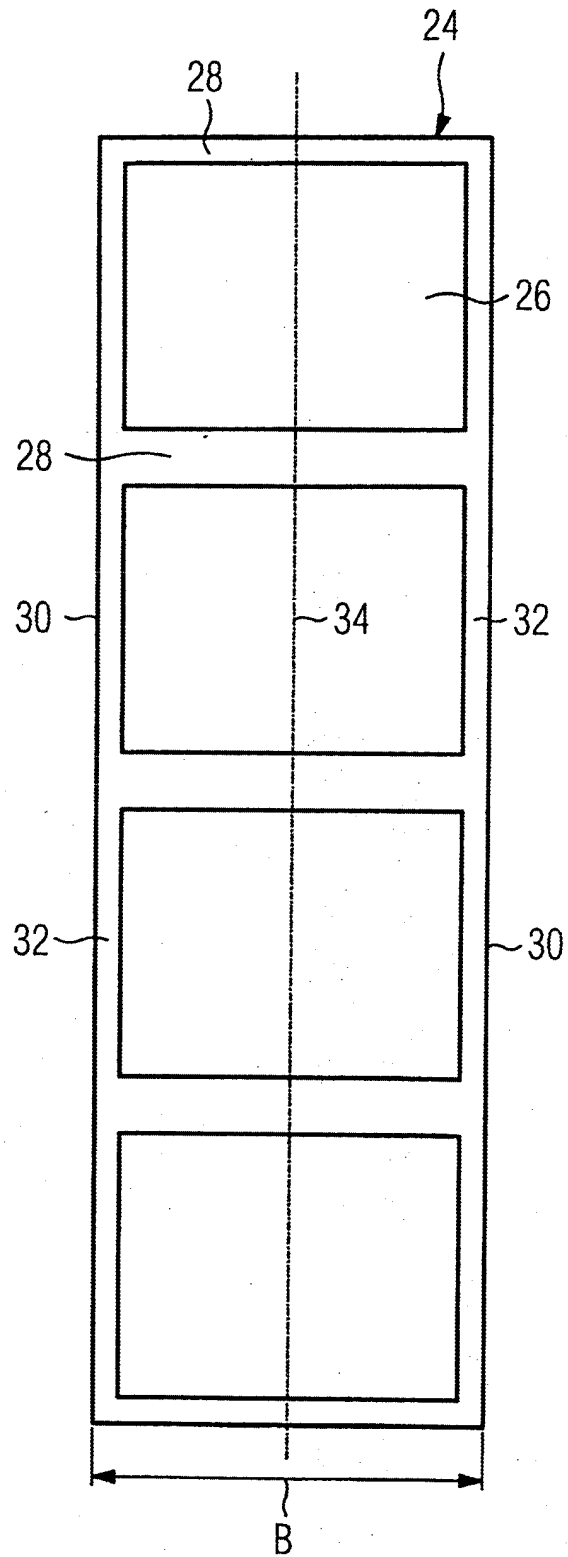


FIG 4

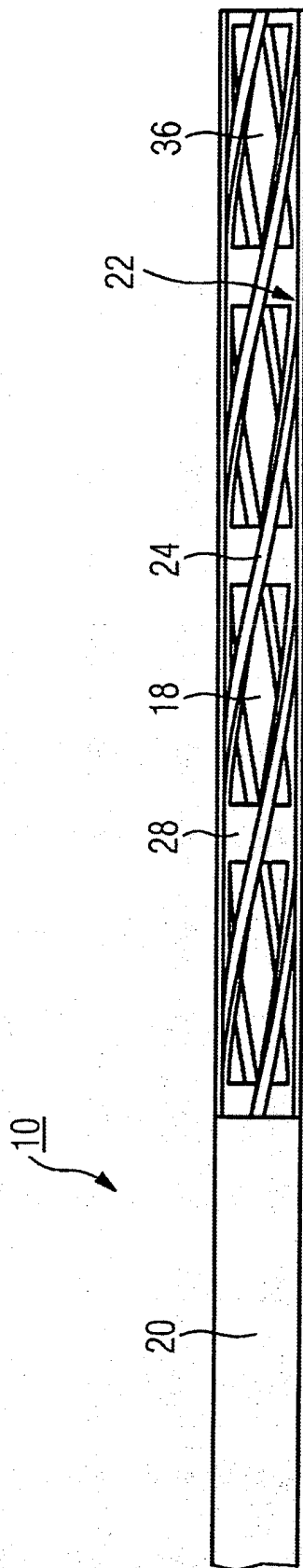


FIG 5

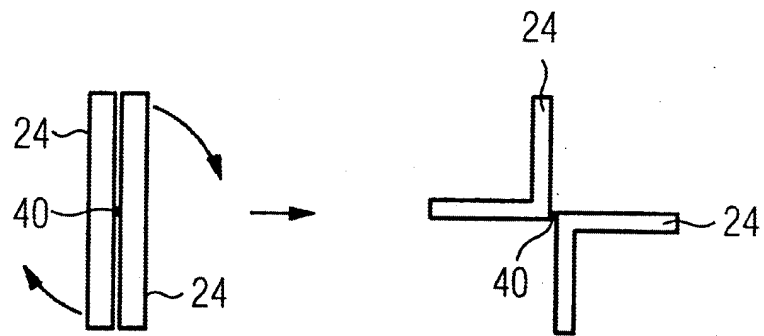
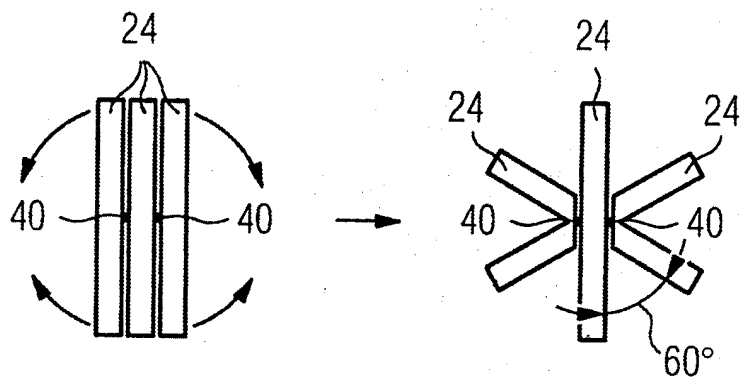


FIG 6



RESUMO

Patente de Invenção: **"TUBO DO GERADOR DE VAPOR, PROCESSO DE PRODUÇÃO ASSOCIADO E GERADOR DE VAPOR CONTÍNUO"**.

A presente invenção refere-se a um tubo do gerador de vapor
5 (10) que pode ser produzido em uma maneira simples e econômica e que
tem particularmente bom comportamento transicional de calor tendo uma
grande largura de banda com várias condições operacionais. De acordo com
a invenção, pelo menos um inserto (22) é disposto na câmara interna do tu-
bo (18), a fim de formar um perfil interno gerador de turbilhão. O inserto (22)
10 compreende pelo menos uma armação de laminação (24) tendo um número
de grandes recessos (26). O inserto (22) é perfurado na direção longitudinal
e apóia-se pelo menos parcialmente na parede interna do tubo (36) com su-
as bordas longitudinais (30).