



República Federativa do Brasil
Ministério da Economia
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(11) PI 0705540-4 B1



(22) Data do Depósito: 11/12/2007

(45) Data de Concessão: 24/09/2019

(54) Título: MÉTODO PARA A FABRICAÇÃO DE UM PAINEL DE SUBSTITUIÇÃO PARA O REPARO DE UMA CAMISA PARA UM COMBUSTOR

(51) Int.Cl.: F02K 1/82.

(30) Prioridade Unionista: 22/12/2006 US 11/644,611.

(73) Titular(es): GENERAL ELECTRIC COMPANY.

(72) Inventor(es): EDWARD JOHN EMILIANOWICZ.

(57) Resumo: MÉTODOS PARA FABRICAÇÃO DE PAINÉIS DE SUBSTITUIÇÃO DE UMA CAMISA DE COMBUSTOR. Um método para a fabricação de um painel de substituição (240) para o reparo de uma camisa (140) para um combustor (30) de um motor de turbina a gás, o combustor (30) apresentando uma zona de combustão (36) formada por camisas internas e externas (42, 44), o método compreendendo as etapas de formar um painel (240) a partir de uma folha de material apropriado para uso em uma camisa de combustor; formar ao menos uma abertura (96) em dita folha do material; e aplicar um material de barreira térmica (110) em dito painel de substituição (240) adjacente à dita abertura (96).

“MÉTODO PARA A FABRICAÇÃO DE UM PAINEL DE SUBSTITUIÇÃO PARA O REPARO DE UMA CAMISA PARA UM COMBUSTOR”

CAMPO DA INVENÇÃO

[001] A tecnologia aqui descrita se refere em geral aos motores de tipo a turbina a gás, e mais em particular aos métodos relativos à fabricação dos painéis de substituição para uma camisa de combustor.

ANTECEDENTES DA INVENÇÃO

[002] Um motor de tipo turbina a gás inclui um compressor para comprimir o ar, o qual é misturado com o combustível e canalizado até um combustor no qual esta é queimada dentro da câmara de combustão para gerar os gases quentes da combustão. Alguns dentre os combustores conhecidos incluem um conjunto de domo, um turbilhonador e as camisas para canalizar os gases da combustão para uma turbina, a qual extrai energia dos gases da combustão para fazer funcionar o compressor, assim como para produzir um trabalho motor para propeler a aeronave em vôo ou para alimentar uma carga, tal como um gerador elétrico. As camisas são acopladas no conjunto de domo com o turbilhonador, e se estendem em direção à jusante a partir do turbilhonador de modo a definir a câmara de combustão.

[003] Ao menos algumas dentre as camisas conhecidas incluem uma pluralidade de painéis, os quais são ligados entre eles por meio de conexões rebitadas, parafusadas ou soldadas. Uma parte dos painéis inclui orifícios formados entre painéis adjacentes os quais se estendem radialmente para fora a partir dos painéis e para além da câmara de combustão. Desta forma, tais orifícios de refrigeração são estão sujeitos ao mesmo grau de aquecimento que as porções dos painéis adjacentes à câmara de combustão, e assim sendo, durante a operação podem ser induzidas tensões térmicas dentro dos painéis. Com o passar do tempo, a operação continuada com tensões térmicas podem levar os painéis a fadigas térmicas, causando um

enfraquecimento e/ou o desenvolvimento de fissuras dentro dos painéis.

[004] Os atuais métodos de reparo incluem a soldagem das fissuras por fadiga térmica. Ainda mais, podem ser fixadas chapas tampão (patches) nas áreas que foram enfraquecidas pelas tensões térmicas. Contudo, se a tensão térmica induziu uma fadiga térmica ou uma distensão térmica em grandes áreas dos painéis ou em uma pluralidade de painéis, o combustor pode não apresentar uma integridade estrutura suficiente, dentro de tais painéis, de modo a possibilitar a que as chapas tampão sejam fixadas. A localização das aberturas nos painéis, tais como os orifícios de refrigeração ou de diluição, e o uso de revestimento de barreira térmica aumenta a complexidade para o uso de soldas e de chapas tampão. Em tais casos, o reparo de tais painéis não é uma opção viável, e ao contrário toda a camisa do combustor é trocada.

[005] Devido ao fato da camisa ser acoplada ao turbilhonador e ao conjunto do domo, freqüentemente todo o combustor deve ser desmontado para que a camisa seja substituída. Além disto, quando são removidas as presilhas do turbilhonador e do conjunto do domo, as relações dimensionais precisas entre os componentes pode ser alterada e, como resultado, pode ser preciso utilizar um ferramental especial durante a remontagem. Desta feita, a substituição de uma camisa de um combustor incluindo orifícios de refrigeração pode ser um processo que consome muito tempo e que é muito caro.

BREVE SÍNTESE DA INVENÇÃO

[006] Um método para a fabricação de um painel de substituição para o reparo de uma camisa para um combustor de um motor de turbina a gás, o combustor apresentando uma zona de combustão formada por camisas internas e externas, o método compreendendo as etapas de formar um painel a partir de uma folha de

material apropriado para uso em uma camisa de combustor, formar ao menos uma abertura na folha do material, e aplicar um material de barreira térmica no painel de substituição adjacente à abertura.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

[007] Os desenhos em anexo ilustram diversas formas de realização da tecnologia aqui descrita, nos quais:

- A figura 1 é uma ilustração esquemática de um motor de tipo turbina a gás;

- A figura 2 é uma vista parcial e em secção transversal de um conjunto combustor o qual pode ser usado com o motor à turbina a gás mostrado na figura 1;

- A figura 3 é uma vista em secção transversal ampliada de uma camisa externa de combustor usada com o combustor mostrado na figura 2;

- A figura 4 é uma vista em secção transversal ampliada de uma versão alternativa da camisa interna do combustor usada com o combustor mostrado na figura 2;

- A figura 5 é uma vista em planta ampliada da camisa do combustor mostrada na figura 4;

- A figura 6 é uma vista parcial e em secção transversal ampliada da camisa do combustor mostrada na figura 4; e

- A figura 7 é uma vista em planta de um painel de substituição.

DESCRIÇÃO DETALHADA DA INVENÇÃO

[008] A figura 1 é uma ilustração esquemática de um motor 10 de tipo turbina a gás, incluindo um compressor de baixa pressão 12, um compressor de alta pressão 14 e um combustor 16. O motor 10 também inclui uma turbina de alta pressão 18 e uma turbina de baixa pressão 20. O compressor 12 e a turbina 20 são ligados por meio de um primeiro eixo 22, enquanto que o compressor 14 e a turbina 18 são ligados por meio de um

segundo eixo 21. Em uma forma de realização, o motor 10 de tipo turbina a gás é o motor GE 90, disponibilizado junto ao mercado pela General Electric Aircrafts Engines, de Cincinnati, Ohio. Em outra forma de realização, o motor 10 de tipo turbina a gás é o motor CF, disponibilizado junto ao mercado pela General Electric Aircrafts Engines, de Cincinnati, Ohio.

[009] Em operação, o ar flui através do compressor de baixa pressão 12 e o ar comprimido é alimentado desde o compressor de baixa pressão 12 para o compressor de alta pressão 14. O ar altamente comprimido é enviado para o combustor 16. O fluxo de ar do combustor 16 aciona as turbinas 18 e 20 e deixa do motor 10 de tipo turbina a gás através do bocal 24.

[0010] A figura 2 é uma vista parcial e em secção transversal de um combustor 30. As figuras 3 e 4 são vistas ampliadas de partes do combustor 30. O combustor 30 pode ser usado com o motor 10 de tipo turbina a gás mostrado na figura 1, e inclui um conjunto de domo 32. Um injetor de combustível (não ilustrado) se estende para dentro do conjunto de domo 32 e injeta combustível atomizado através do conjunto de domo 32 para dentro da zona de combustão 36 do combustor 30 de modo a formar uma mistura entre ar e combustível, a qual é queimada a jusante do injetor de combustível.

[0011] A zona de combustão 36 é formada por membros de suporte anulares, radialmente externo e radialmente interno (não mostrados) e pelas camisas 40 do combustor. As camisas 40 do combustor protegem os membros de suporte interno e externo do calor gerado dentro da zona de combustão 36 e incluem uma camisa interna 42 e uma camisa externa 44. Cada uma das camisas 42 e 44 é anular e inclui uma região 46 com vários orifícios e uma região 48 com vários furos. Cada região 46 com vários orifícios se estende desde o conjunto de domo 32, a jusante, até cada região 48 com vários furos.

[0012] As camisas 42 e 44 definem a zona de combustão 36. A

zona de combustão 36 se estende desde o conjunto de domo, a jusante, até o bocal da turbina (não mostrado). Cada uma das camisas interna e externa, 42 e 44, inclui uma pluralidade de painéis 50, os quais incluem uma série de degraus 52, cada um dos quais formando uma porção distinta da camisa do combustor 40.

[0013] A camisa externa 44 e a camisa interna 42 incluem uma cinta 60 e 62, respectivamente, e um primeiro painel 64 e 66, respectivamente. A cinta externa 60 e a cinta interna 62 são posicionadas adjacentes ao conjunto de domo 32 e se estendem a jusante, desde o conjunto de domo 32 até os primeiros painéis 64 e 66, respectivamente. Os primeiros painéis 64 e 66 são ligados à jusante das cintas 60 e 62, respectivamente. Cada painel adjacente à jusante 50 é numerado de forma seqüencial, de tal forma que os segundos painéis 68 e 70 são ligados à jusante dos respectivos primeiros painéis 64 e 66. As cintas 60 e 62 incluem uma pluralidade de aberturas 72 dimensionadas de modo a receber os parafusos 74 através destas. Os parafusos 74 seguram as camisas 42 e 44, as cintas 60 e 62 e o conjunto turbilhonador 78 junto com o conjunto de domo 32.

[0014] Cada painel do combustor 50 inclui uma superfície 80 da camisa do combustor, uma superfície externa 82 e um porção em saliência 84. A superfície 80 da camisa do combustor se estende desde o conjunto de domo 32 até o bocal da turbina. A superfície 80 da camisa do combustor e a superfície externa 82 são ligadas entre elas na porção de saliência 84 e formam um bordo de face traseira 86. Uma pluralidade de dispositivos de refrigeração a ar 88 separa os painéis adjacentes 50 do combustor.

[0015] Os dispositivos de refrigeração a ar 88 incluem aberturas 90 as quais recebem ar através destas a partir de um pleno de ar (não ilustrado), de tal forma que é formada uma fina lâmina de proteção entre os gases da combustão a alta temperatura e a superfície 80 da camisa do

combustor. Além do mais, as aberturas 90 permitem a refrigeração por convecção da camisa do combustor 40. Especificamente, as aberturas 90 se estendem através dos dispositivos 88 os quais são formados entre os painéis adjacentes 50 e radialmente para dentro a partir dos orifícios 92 formados pelos painéis 50. Os painéis 50 são ligados em série, de tal forma que cada terminal a jusante do painel 100 é ligado a um terminal a montante 102 de um painel 50 adjacente a jusante. Os orifícios 92 são formados entre os terminais a jusante e a montante, 100 e 102, dos respectivos painéis adjacentes conectados.

[0016] A região 46 com vários orifícios inclui uma pluralidade de orifícios 92. Na forma de realização de exemplo, a região 46 inclui três orifícios 92. A região 48 com vários furos inclui uma pluralidade de aberturas 96 (são mostradas aberturas representativas 96). Outras regiões da camisa podem incluir aberturas de tipo com vários furos 96, tal como as ilustradas nas figuras 2, 4 e 5.

[0017] Uma camada 110 de um material de barreira térmica é aplicado na superfície 80 da camisa do combustor. O material de barreira térmica isola ainda mais a superfície 80 da camisa do combustor dos gases da combustão a altas temperaturas. Em uma forma de realização de exemplo, o material de revestimento da barreira térmica é disponibilizado no mercado pela Englehart Industries, de Wilmington, Massachusetts.

[0018] Durante a operação, conforme o combustível na forma atomizada é injetado na zona de combustão 36 e é queimado, calor é gerado dentro da zona de combustão 36. Apesar do ar entrar na zona de combustão 36 através dos dispositivos de refrigeração 88 e formar uma fina lâmina de proteção de ar ao longo da superfície 80 da camisa do combustor, uma variação na exposição das superfícies da camisa do combustor às altas temperaturas pode induzir uma tensão térmica nos painéis 50. Como resultado

da exposição contínua às tensões térmicas, e com o transcorrer do tempo, os painéis 50 podem ficar deteriorados.

[0019] As regiões deterioradas da camisa do combustor 40 podem ser removidas e substituídas utilizando os métodos aqui descritos. Mais especificamente, as regiões deterioradas tanto da região 46 com vários orifícios quanto da região 48 com vários furos podem ser removidas e substituídas utilizando os métodos aqui descritos.

[0020] Se um motor de retorna após ser usado na prática, tal como o motor 10, indica que a região 46 com vários orifícios da camisa do combustor apresenta ao menos um painel 50 deteriorado, é feito um corte circunferencial através da camisa do combustor 40 de modo a remover os painéis 50 deteriorados. Mais especificamente, e tal como o quanto ilustrado na figura 3, o corte pode ser feito na direção radial através da camisa 40 e através do corpo de painel 104, tal como ilustrado pela linha 120, de tal forma que o corte se estenda desde a superfície externa 82 da camisa até a superfície interna 80 da camisa, e de tal forma que uma porção 122 do corpo de painel 104 do painel 50 que está sendo cortado permaneça fixado no combustor 30. Além disto, o corte é estendido através da camisa 40 à jusante dos painéis deteriorados que estão sendo substituídos. Os parafusos 74 podem ser liberados de modo a separar os painéis 50 deteriorados da camisa 40 para remoção. Alternativamente, pode então ser feito um segundo corte a montante dos painéis 50 deteriorados que estão sendo substituídos, de tal forma que os painéis 50 deteriorados são separados e removidos da camisa do combustor 40 de modo a criar uma abertura ou porção faltante (falta) na camisa.

[0021] Os reparos na camisa do combustor feitos conforme supra descrito podem resultar na substituição de um seguimento anular completo da camisa por um seguimento de camisa anular comparável ou compatível. Desta

forma, os painéis de substituição para este tipo de camisa de combustor devem apresentar o tamanho, o formato e a geometria ilustrados para as próprias camisas originais nos desenhos em anexo. Alternativamente, os reparos podem ser feitos através de um seguimento anular parcial ou com chapas tampão discretas feitas com painéis de substituição os quais são conformados de modo a corresponder ao seguimento removido da camisa do combustor, tal como o painel de substituição 240 ilustrado nas figuras 6 e 7.

[0022] Após os painéis 50 deteriorados terem sido removidos das camisas 40 do combustor, podem ser instalados os painéis de substituição nas camisas 42 e/ou 44 do combustor. Se necessário, os painéis de substituição são formados de modo a incluir uma configuração de orifícios que seja substancialmente idêntica ao da porção da camisa 40 que está sendo substituída. Em uma forma de realização, é utilizado ao menos entre um anel soldado em rolo, ou um fundido, como o painel de substituição.

[0023] Os painéis de substituição podem ser formados a partir de uma folha plana ou substancialmente plana de material a qual é então conformada de modo a adquirir uma forma apta a se amoldar à falta na camisa que está sendo substituída. Isto pode incluir conformar a folha de material em um formato cilíndrico, semicilíndrico, esférico, semi-esférico ou em qualquer outro formato necessário. As aberturas são feitas no material conforme necessário de modo a satisfazer as especificações da falta ou da porção removida da camisa do combustor, e podem incluir furos com diversos tamanhos e padrões. Na vista em elevação, os painéis podem ser quadrados, retangulares, ou apresentar qualquer outra forma apropriada para uso na substituição da falta da camisa do combustor.

[0024] O painel de substituição é então soldado na camisa do combustor 42 e/ou 44, de tal forma que o painel de substituição é soldado em um painel existente 50 o qual permanece fixado na camisa do combustor 42

e/ou 44. Mais especificamente, o lado à jusante (não mostrado) de um corpo do painel de substituição é soldado na porção do corpo de painel 122 dentro do combustor 30. Em uma forma de realização, é utilizada uma solda por corrente elétrica EB para fixar o painel de substituição no combustor 30. Em outra forma de realização, é usada uma solda em gás inerte de tungstênio TIG para fixar o painel de substituição no combustor 30. Um material de revestimento de barreira térmica pode então ser aplicado no bordo periférico do painel de substituição e na superfície 80 da camisa do combustor nas proximidades da solda ou de outra forma de fixação, e pode ser colocada uma máscara de proteção sobre as aberturas 96 de modo a manter a sua condição de qualidade verificada. Os parafusos 74 são então novamente apertados.

[0025] Se um motor de retorna após ser usado na prática, tal como o motor 10, indica que a região 48 com vários furos da camisa do combustor apresenta ao menos um painel 50 deteriorado, é feito um corte circunferencial através da camisa do combustor 40 de modo a remover os painéis 50 deteriorados. Mais especificamente, e tal como o quanto ilustrado na figura 3, o corte pode ser feito na direção radial através da camisa 40 e através do corpo de painel 104, tal como ilustrado pela linha 120, de tal forma que o corte se estenda desde a superfície externa 82 da camisa até a superfície interna 80 da camisa, e de tal forma que uma porção 122 permaneça fixado no combustor 30. Além do mais, o corte é estendido através da camisa 40 à jusante dos painéis 50 deteriorados que estão sendo substituídos. Pode então ser feito, na região 48 com vários furos, um segundo corte e a montante dos painéis 50 deteriorados que estão sendo substituídos, de tal forma que uma parte deteriorada da região 48 com vários furos é separada e removida da camisa do combustor 40 de modo a criar uma abertura ou porção faltante (falta) na camisa. Os parafusos 74 podem então serem soltos de modo a separar a porção deteriorada e a região 46 com vários

orifícios da camisa 40 para remoção, se necessário.

[0026] Os reparos na camisa do combustor, que são feitos conforme supra descrito, podem resultar na substituição de um seguimento anular completo da camisa por um seguimento de camisa anular comparável ou compatível. Desta forma, os painéis de substituição para este tipo de camisa de combustor devem apresentar o tamanho, o formato e a geometria ilustrados para as próprias camisas originais nos desenhos em anexo. De uma forma alternativa, os reparos podem ser feitos através de um seguimento anular parcial ou com chapas tampão discretas feitas com painéis de substituição os quais são conformados de modo a corresponder ao seguimento removido da camisa do combustor, tal como o painel de substituição 240 ilustrado nas figuras 6 e 7.

[0027] Após as regiões 48 com vários furos deterioradas terem sido removidas do combustor 30, podem ser instalados os painéis de substituição no combustor 30. Em uma forma de realização, é utilizado ao menos entre um anel soldado em rolo, ou um fundido, como o painel de substituição. As aberturas 96 da região com vários furos são pré-formadas no painel de substituição antes que o painel de substituição seja fixado. Um revestimento de barreira térmica 110 também é aplicado, se necessário, inclusive nas proximidades das aberturas 96 de modo a recobrir os bordos das aberturas 96 e as superfícies que as circunscrevem do painel de substituição. Em uma forma de realização, as aberturas são formadas através de um processo a laser. Em outra forma de realização, as aberturas são formadas utilizando um processo de EDM usinagem/desbaste por descarga elétrica (electro-discharge machining). Em mais outra forma de realização, as aberturas recém formadas podem apresentar tamanhos diferentes, serem reduzidas ou serem reposicionadas de modo a permitir uma melhoria na refrigeração do combustor 30.

[0028] Os painéis de substituição podem ser formados a partir de uma folha plana ou substancialmente plana de material a qual é então conformada de modo a adquirir uma forma apta a se amoldar à falta na camisa que está sendo substituída. Isto pode incluir conformar a folha de material em um formato cilíndrico, semicilíndrico, esférico, semi-esférico ou em qualquer outro formato necessário. As aberturas são feitas no material conforme necessário de modo a satisfazer as especificações da falta ou da porção removida da camisa do combustor, e podem incluir furos com diversos tamanhos e padrões. Na vista em elevação, os painéis podem ser quadrados, retangulares, ou apresentar qualquer outra forma apropriada para uso na substituição da falta da camisa do combustor.

[0029] Os painéis de substituição podem ser dimensionados e conformados de modo a se ajustarem a uma porção removida em particular da camisa 140, ou podem ser pré-fabricados em um ou mais tamanhos e formatos normalmente utilizados. Os painéis de substituição podem incluir uma ou mais aberturas 96 que se estendem através destes e um material de barreira térmica 110 aplicado em ao menos uma superfície. O material de barreira térmica 110 pode ser aplicado nas duas superfícies, e pode ser aplicado de modo a cobrir os bordos de uma ou mais aberturas 96. Contudo, e de modo a facilitar a fixação da camisa 140, os painéis de substituição (com referência ao painel de substituição 240 ilustrado nas figuras 6 e 7) apresentam um bordo periférico 250 o qual é ao menos parcialmente, e o qual pode ser substancialmente ou totalmente, livre do material de barreira térmica 110. O painel de substituição 240 também pode incluir um bordo chanfrado ou cortado 245 de modo a permitir a soldagem ou quaisquer processos subsequentes.

[0030] A formação das aberturas 96 da região com vários furos no painel de substituição e a aplicação do material de barreira térmica 110

antes da instalação permite que o painel de substituição seja verificado quanto à qualidade, incluindo a checagem e a verificação das propriedades relativas ao fluxo de ar das aberturas 96, sob condições controladas. A porção periférica do painel de substituição permanece substancialmente livre do material de barreira térmica de modo a permitir a fixação do painel de substituição.

[0031] O painel de substituição é então soldado no painel 50 existente, o qual permanece fixado no combustor 30. Mais especificamente, o lado à jusante (não mostrado) de um corpo do painel de substituição é soldado na porção do corpo de painel 122 no combustor 30. Em uma forma de realização, é utilizada uma solda por corrente elétrica EB para fixar o painel de substituição no combustor 30. Em outra forma de realização, é usada uma solda em gás inerte de tungstênio TIG para fixar o painel de substituição no combustor 30. Um material de revestimento de barreira térmica pode então ser aplicado no bordo periférico do painel de substituição 240 e na superfície 80 da camisa do combustor nas proximidades da solda ou de outra forma de fixação, e pode ser colocada uma máscara de proteção sobre as aberturas 96 de modo a manter a sua condição de qualidade verificada.

[0032] Devido ao fato que as camisas deterioradas são substituídas utilizando o método aqui descrito, os combustores 30 podem voltar ao uso utilizando um processo de substituição o qual permite uma maior economia em comparação com a remoção e a substituição de toda a camisa do combustor 40. Além do mais, devido ao fato de que os painéis de substituição são formados de modo a serem substancialmente idênticos aos painéis 50 originalmente instalados, a performance aerodinâmica e a performance do combustor não são adversamente impactadas pelos painéis de substituição.

[0033] A figura 4 é uma vista em secção transversal ampliada de uma forma de realização alternativa da camisa do combustor 140 que pode ser

usada com o motor 10 de tipo turbina a gás (mostrado na figura 1). A figura 5 é uma vista em planta ampliada da camisa do combustor 140. A camisa 140 é substancialmente igual às camisas 40 (mostradas nas figuras 2 e 3), e é instalada no combustor (não ilustrado). O combustor inclui uma camisa de combustor a qual inclui uma camisa interna anular 140 e uma camisa externa anular (não ilustrada) a qual é formada de modo substancialmente similar a camisa interna 140. A camisa interna 140 inclui uma pluralidade de painéis 150 os quais incluem uma série de degraus 152, cada um dos quais formando uma porção distinta da camisa do combustor 140.

[0034] Os painéis 150 são ligados em série. A camisa interna 140 inclui uma cinta 160 e um primeiro painel 164. A cinta 160 é acoplada ao conjunto de domo (não mostrado) e se estendem a jusante, desde o conjunto de domo até os primeiros painéis 164. O primeiro painel 164 e os painéis 150 são ligados à jusante da cinta 160, de tal forma que cada painel adjacente à jusante 150 é numerado de forma seqüencial. Desta forma, um segundo painel 168 é ligado à jusante do primeiro painel 164, e um terceiro painel 170 é ligado à jusante a partir do segundo painel 168. A cinta 160 inclui uma pluralidade de aberturas 172 dimensionadas de modo a receber os parafusos 74 (mostrados na figura 2) para fixar a camisa 140 ao conjunto de domo.

[0035] Cada painel do combustor 150 inclui uma superfície 180 da camisa do combustor, uma superfície externa 182 e uma porção em saliência 184. A superfície 180 da camisa do combustor se estende desde o conjunto de domo até o bocal da turbina. A superfície 180 da camisa do combustor e a superfície externa 182 são ligadas entre elas na porção de saliência 184 e formam um bordo de face traseira 186. Uma pluralidade de dispositivos de refrigeração a ar 188 separa os painéis adjacentes 150 do combustor.

[0036] Os dispositivos de refrigeração a ar 188 incluem uma

pluralidade de aberturas 190 as quais recebem ar através destas a partir de um pleno de ar (não ilustrado), de tal forma que é formada uma fina lâmina de proteção entre os gases da combustão a alta temperatura e a superfície 180 da camisa do combustor. As aberturas 190 são conhecidas como aberturas de diluição e se estendem entre a superfície da camisa 180 e a superfície externa 182 de modo a permitir a mistura dos gases da combustão dentro do combustor. Na forma de realização de exemplo, as aberturas 190 são substancialmente circulares. Especificamente, cada painel 150 inclui uma extremidade a montante 200 uma extremidade a jusante 202 e um corpo 204 que se estende entre estas. Os painéis 150 são ligados de tal forma que cada extremidade a jusante do painel 202 é ligada a uma extremidade a montante 202 de um painel a jusante 150 adjacente. Os orifícios 192 são formados entre os terminais a jusante e a montante, 200 e 202, dos respectivos painéis adjacentes conectados. Os orifícios 192 são conhecidos como orifícios de super ranhura (super slot nuggets). Na forma de realização de exemplo, a camisa 140 inclui seis orifícios 192. Algumas regiões da camisa podem incluir aberturas de tipo com vários furos 96, tais como as ilustradas nas figuras 4 e 5.

[0037] Em uma forma alternativa de realização, uma camada de um material de barreira térmica (não mostrado) é aplicado na superfície 180 da camisa do combustor, e aumenta a proteção térmica da superfície 180 da camisa do combustor em função dos gases da combustão em altas temperaturas.

[0038] As regiões deterioradas da camisa do combustor 140 podem ser removidas e substituídas utilizando os métodos aqui descritos. Se um motor que retorna após ser usado na prática, tal como o motor 10, indica que a camisa do combustor 140 apresenta ao menos um painel 150 deteriorado, é feito um corte circunferencial através da camisa do combustor 140 de modo a remover os painéis 150 deteriorados. Mais especificamente, e

tal como o quanto ilustrado na figura 4, o corte circunferencial é feito na direção radial através da camisa 140 e através de um orifício 192, tal como ilustrado pela linha 220, de tal forma que o corte se estenda desde a superfície externa 182 da camisa até a superfície 180 da camisa. Em uma forma de realização o corte é feito entre o terceiro painel 170 e o quarto painel 222. Além do mais, o corte se estende através da camisa 140 à jusante dos painéis 50 que estão sendo substituídos.

[0039] Os reparos na camisa do combustor feitos conforme supra descrito podem resultar na substituição de um seguimento anular completo da camisa por um seguimento de camisa anular comparável ou compatível. Desta forma, os painéis de substituição para este tipo de camisa de combustor devem apresentar o tamanho, o formato e a geometria ilustrados para as próprias camisas originais nos desenhos em anexo. Alternativamente, os reparos podem ser feitos através de um seguimento anular parcial ou com chapas tampão discretas feitas com painéis de substituição os quais são conformados de modo a corresponder ao seguimento removido da camisa do combustor, tal como o painel de substituição 240 ilustrado nas figuras 6 e 7.

[0040] A porção removida da camisa do combustor 140 pode ser parcialmente ou totalmente circundada pelas porções remanescentes da camisa do combustor 140. Desta forma, a porção removida pode formar uma abertura na camisa ou uma falha com qualquer outro tamanho ou formato na camisa.

[0041] Após as porções deterioradas da camisa 140 terem sido removidas do combustor, um painel de substituição 240 pode ser instalado na camisa do combustor 140. Em uma forma de realização, é manufaturado ou usado como um painel de substituição ao menos entre um forjado, um anel soldado em rolo, um fundido, ou um painel em folha metálica.

[0042] Os painéis de substituição podem ser formados a partir de

uma folha plana ou substancialmente plana de material a qual é então conformada de modo a adquirir uma forma apta a se amoldar à falta na camisa que está sendo substituída. Isto pode incluir conformar a folha de material em um formato cilíndrico, semicilíndrico, esférico, semi-esférico ou em qualquer outro formato necessário. As aberturas são feitas no material conforme necessário de modo a satisfazer as especificações da falta ou da porção removida da camisa do combustor, e podem incluir furos com diversos tamanhos e padrões. Na vista em elevação, os painéis podem ser quadrados, retangulares, ou apresentar qualquer outra forma apropriada para uso na substituição da falta da camisa do combustor.

[0043] O painel de substituição 240 pode ser dimensionado e conformado de modo a se ajustarem a uma porção removida em particular da camisa 140, ou pode ser pré-fabricado em um ou mais tamanhos e formatos normalmente utilizados. O painel de substituição 240 pode incluir uma ou mais aberturas 96 que se estendem através destes e um material de barreira térmica 210 aplicado em ao menos uma superfície. O material de barreira térmica 210 pode ser aplicado nas duas superfícies, e pode ser aplicado de modo a cobrir os bordos de uma ou mais aberturas 96. Contudo, e de modo a facilitar a fixação da camisa 140, o painel de substituição 240 apresenta um bordo periférico 250 o qual é ao menos parcialmente, e o qual pode ser substancialmente ou totalmente, livre do material de barreira térmica 110. O painel de substituição 240 também pode incluir um bordo chanfrado ou cortado 245 de modo a permitir a soldagem ou quaisquer processos subsequentes.

[0044] O painel de substituição 240 pode ser inspecionado e checado ou verificado, tal como através de uma “verificação de fluxo” das aberturas 190 em relação a propriedades específicas do fluxo de ar, antes da instalação uma vez que a configuração das aberturas 190 não é alterada após a instalação, tal como por meio da aplicação de um material de barreira

térmica adjacente ou sobre os bordos de uma ou mais aberturas.

[0045] O painel de substituição é então soldado na camisa do combustor 140, de tal forma que o painel de substituição fica fixado no combustor. Mais especificamente, o lado à jusante (não mostrado) do painel de substituição é soldado em um painel existente 150, de tal forma que um orifício 192 é formado entre o painel de substituição e o painel 150. Em uma forma de realização, é utilizada uma solda por corrente elétrica EB para fixar o painel de substituição na camisa do combustor 140. Em outra forma de realização, é usada uma solda em gás inerte de tungstênio TIG para fixar o painel de substituição na camisa do combustor. Um material de revestimento de barreira térmica pode então ser aplicado na superfície 180 da camisa do combustor do painel remanescente.

[0046] O método de substituição da camisa do combustor supra descrito é confiável e econômico. O método inclui as etapas de remover os painéis deteriorados da camisa do combustor de tal forma que os painéis deteriorados podem ser substituídos por painéis de substituição. Em uma forma de realização, os painéis deteriorados são removidos por meio de um corte através do corpo do painel, e os painéis de substituição são então soldados na camisa do combustor. Como resultado, é fornecido um método o qual permite que os painéis deteriorados das camisas dos combustores sejam removidos e substituídos de uma forma econômica e confiável.

REIVINDICAÇÕES

1. MÉTODO PARA A FABRICAÇÃO DE UM PAINEL DE SUBSTITUIÇÃO (240) PARA O REPARO DE UMA CAMISA (140) PARA UM COMBUSTOR (30) de um motor de turbina a gás, o combustor (30) apresentando uma zona de combustão (36) formada por camisas internas e externas (42, 44), o método **caracterizado** pelo fato de compreender as etapas de:

- formar um painel (240) a partir de uma folha de material apropriado para uso em uma camisa de combustor, o painel tendo duas superfícies opostas (80, 82, 180, 182) delimitadas por um bordo periférico (250);

- formar ao menos uma abertura (96) em dita folha do material; e

- antes da instalação do referido painel de substituição (240) num combustor (30), aplicar um material de barreira térmica (110) em pelo menos uma das referidas superfícies do dito painel de substituição (240) adjacente à pelo menos uma dita abertura (96), de tal modo que uma porção periférica da pelo menos uma superfície e a dita aresta periférica (250) estão livres do dito material de barreira térmica (110).

2. MÉTODO, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato no qual a dita etapa de formação ao menos uma abertura (96) inclui a formação de uma pluralidade de aberturas (96) em dita folha de material.

3. MÉTODO, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de compreender a etapa de realizar uma medição em teste de fluxo de ar em dita ao menos uma abertura (96).

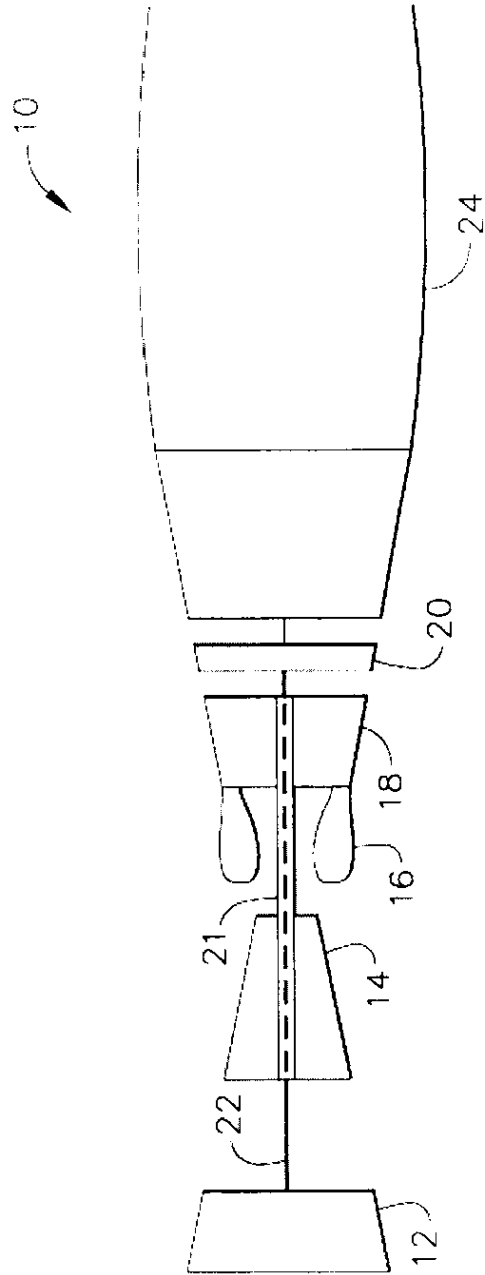


FIG. 1

54

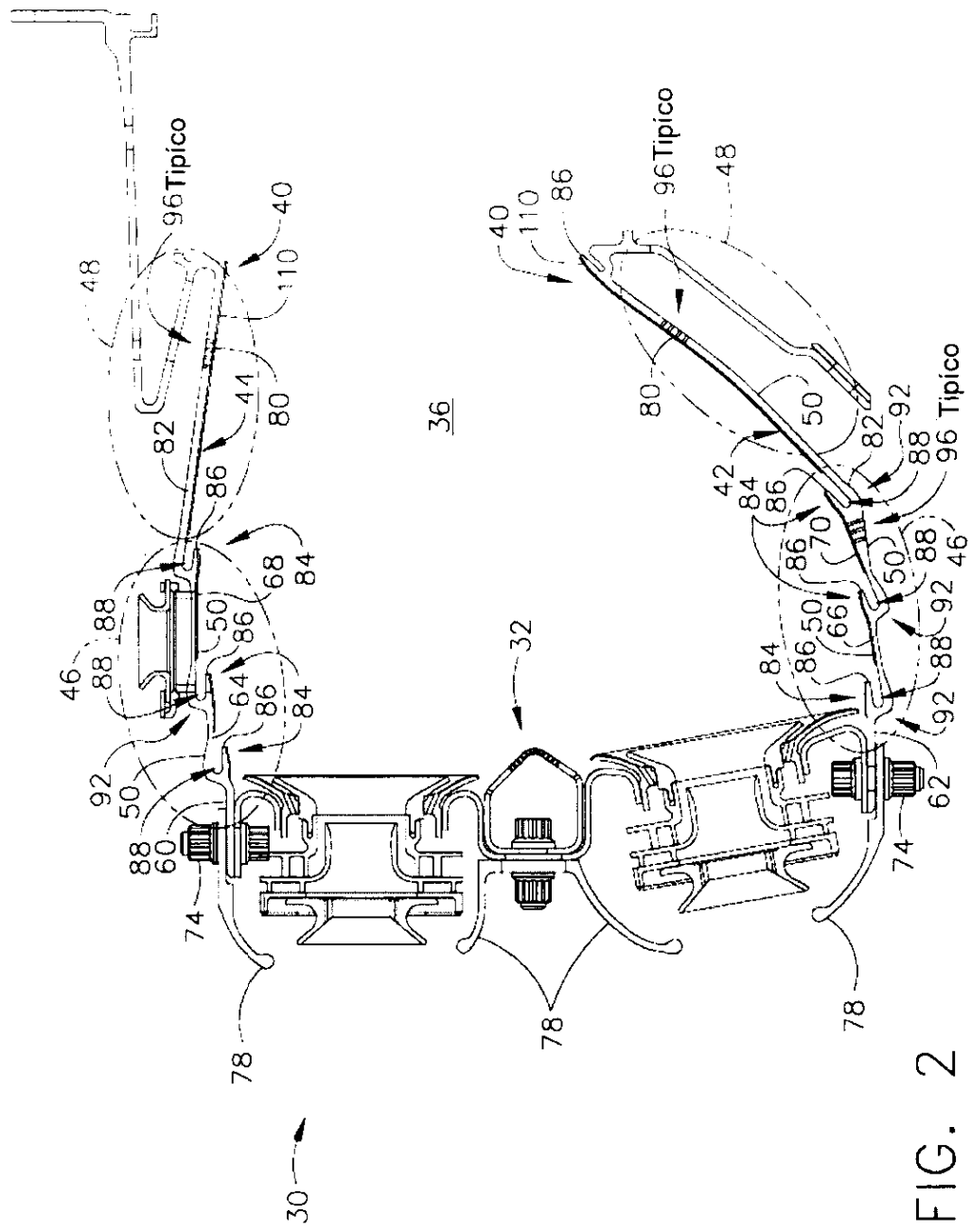
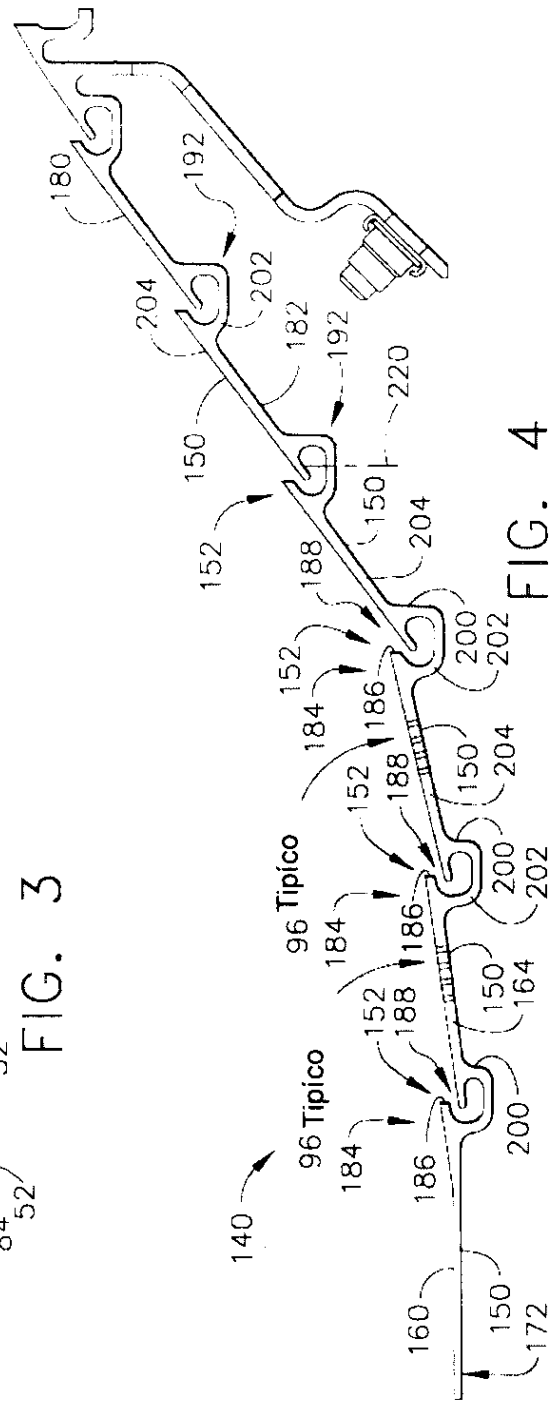
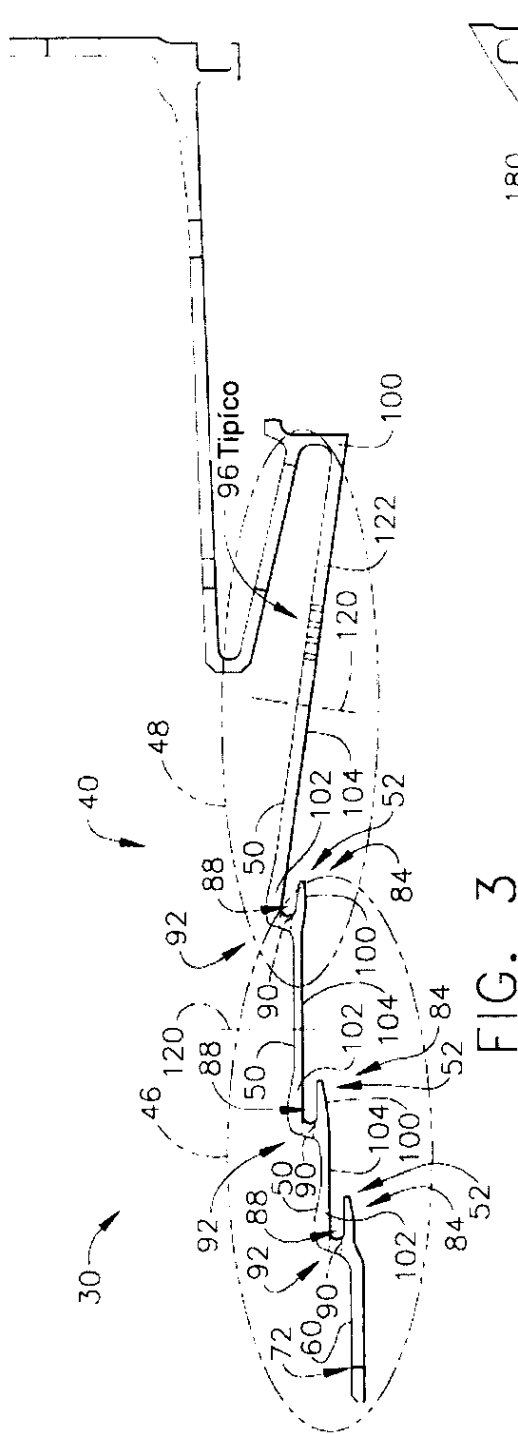


FIG. 2

Handwritten signature or mark.



52

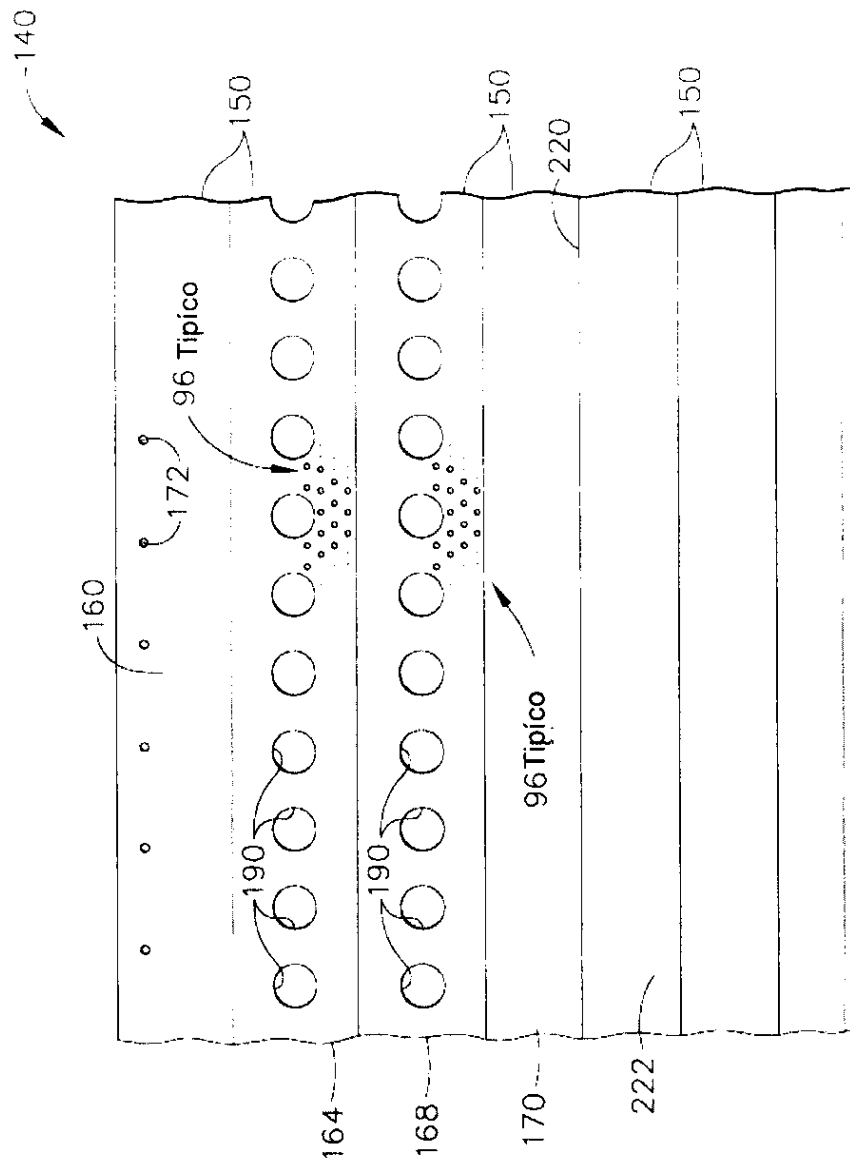


FIG. 5

57

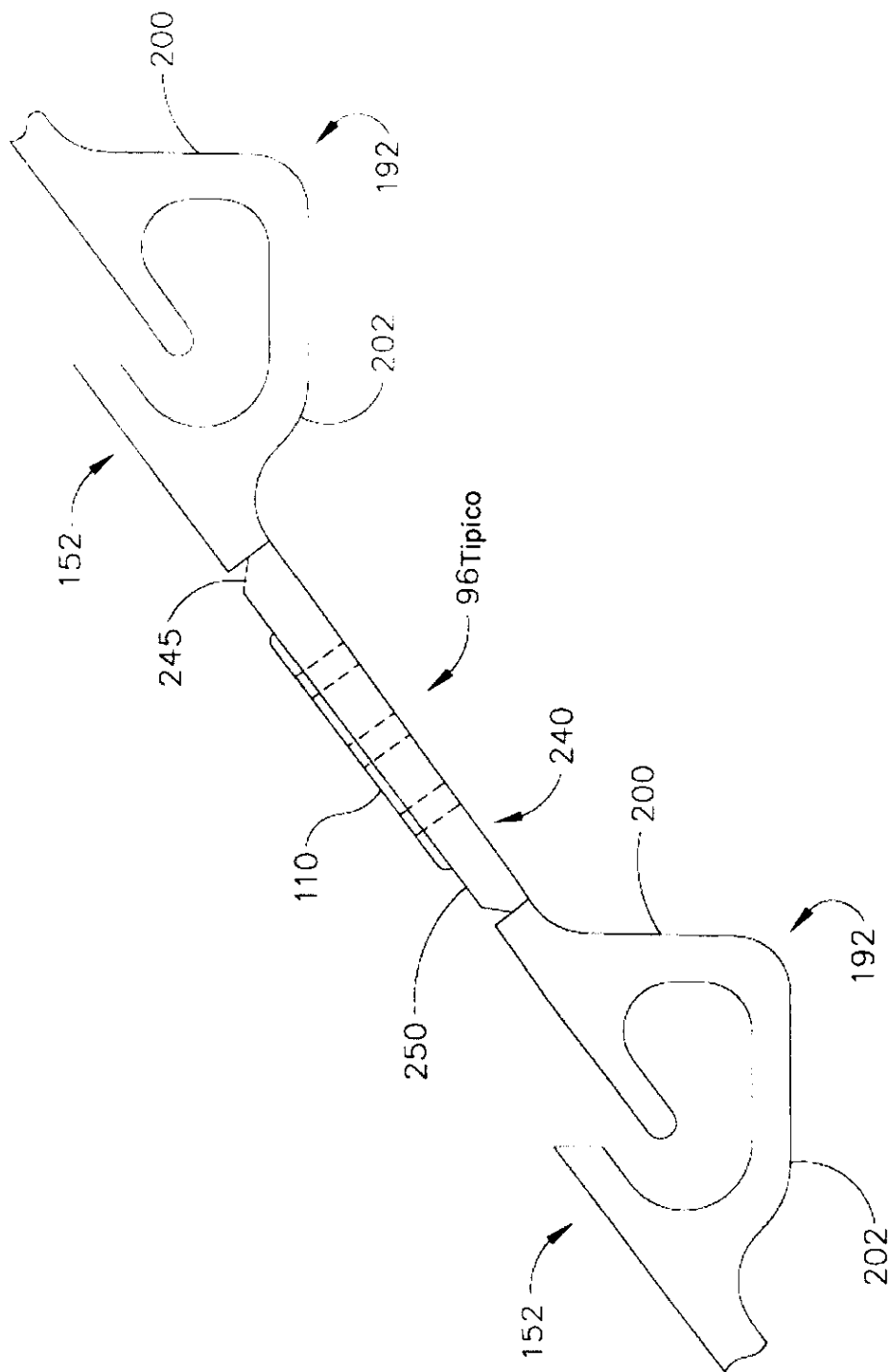


FIG. 6



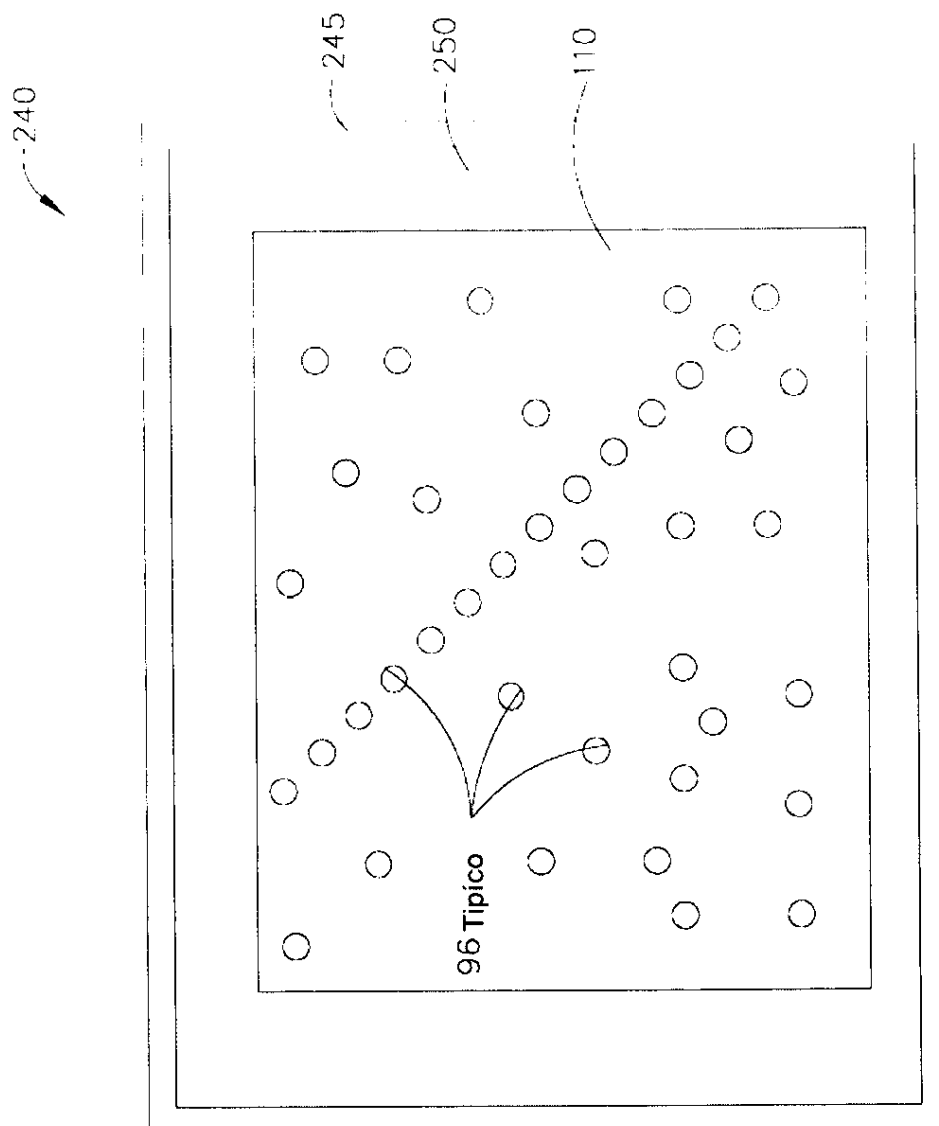


FIG 7

57