

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

(21) **PI0616200-2 A2**

(22) Data de Depósito: 21/09/2006
(43) Data da Publicação: 14/06/2011
(RPI 2110)



(51) *Int.Cl.:*
B64F 5/00 2006.01
B23P 19/10 2006.01
B65D 85/68 2006.01

(54) Título: **MONTAGEM DE COMPONENTES DE AVIÃO**

(30) Prioridade Unionista: 22/09/2005 GB 05 19364.4

(73) Titular(es): Airbus UK Limited

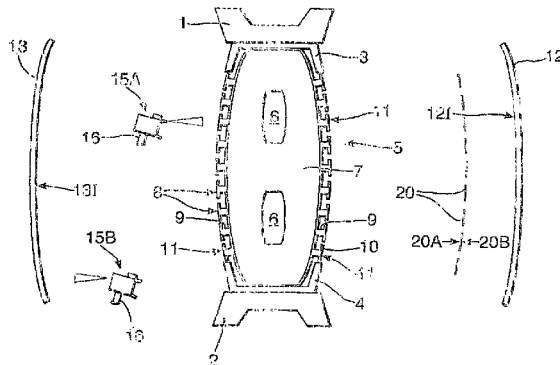
(72) Inventor(es): CHRISTOPHER JOHN GLAZEBROOK

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

(86) Pedido Internacional: PCT GB2006003523 de 21/09/2006

(87) Publicação Internacional: WO 2007/034197 de 29/03/2007

(57) Resumo: MONTAGEM DE COMPONENTES DE AVIÃO. A presente invenção refere-se a um método de montagem de partes para formar um componente de avião, no qual uma primeira superfície de uma primeira parte (por exemplo, uma camada externa da asa (12) é para ser posicionada na montagem adjacente a uma segunda superfície de uma segunda parte (por exemplo, uma base de nervura (8)). O método compreende as etapas de tirar medidas da primeira parte (12), tirar medidas da segunda parte (8) com um laser (15A) e calcular o tamanho e a forma do espaço que serão gerados quando a primeira e a segunda partes são montadas. Um calço (20) de espessura variada dependendo dos resultados da etapa de cálculo é fabricado, por exemplo, pela estereolitografia, e a primeira e a segunda partes são montadas com o calço (20) posicionado entre a primeira e a segunda partes, a espessura variada do calço (20) compensando um espaçamento variado da primeira e da segunda superfícies.





PI0616200-2

Relatório Descritivo da Patente de Invenção para "MONTAGEM DE COMPONENTES DE AVIÃO".

Antecedentes da Invenção

5 A presente invenção refere-se a um método de montagem de partes para formar um componente de avião e mais particularmente a um método que envolve o uso de calços. A invenção também refere-se a um componente de avião montado por um tal método e a uma montagem de calços.

10 A montagem dos componentes do avião, e especialmente componentes maiores, apresenta vários desafios. Em particular, a montagem pode ter que ser executada em tolerâncias muito estreitas, mas também em velocidade razoável e tão economicamente quanto possível. Um exemplo onde tais problemas surgem é na montagem de uma camada externa da asa em base de nervura para formar uma caixa de asa de um avião. Em um processo convencional, a camada externa da asa é fabricada em uma forma
15 desejada e é a seguir colocada na posição contra os subcomponentes (nervura e longarinas, por exemplo) da estrutura subjacente da caixa da asa na qual a camada externa da asa deve ser presa. Essa estrutura subjacente tem bases de nervura que se projetam para fora nas quais partes respectivas da superfície interna da camada externa da asa precisam repousar de modo que prendedores possam ser inseridos através da camada externa da asa e das bases da nervura para prendê-las juntas. O perfil externo da camada externa da asa é importante em termos do desempenho aerodinâmico do avião e uma conexão forte entre a camada externa da asa e as bases da
20 nervura é também importante em termos da resistência estrutural da caixa da asa.

Algumas tolerâncias têm que ser permitidas durante a fabricação e conseqüentemente quando a camada externa da asa é colocada em um estado não estressado em posição contra as bases da nervura, é comumente
30 verificado que, embora algumas bases da nervura fiquem em contato com a camada externa da asa, outras ficam separadas dela. Para eliminar os espaçamentos, existem duas abordagens que são adotadas. Uma primeira

abordagem é simplesmente deformar a camada externa da asa pela quantidade pequena necessária para trazer as outras bases da nervura para contato com a camada externa da asa. Uma abordagem desse tipo, entretanto, resulta em uma distorção do perfil externo da camada externa da asa, o que

5 pode afetar adversamente o desempenho aerodinâmico da asa, e na introdução de estresses internos adicionais na caixa da asa, o que pode adversamente afetar a resistência estrutural da asa. Para evitar tais problemas, uma segunda abordagem envolvendo alterar as dimensões da estrutura subjacente ou da camada externa da asa pode ser adotada. Existem várias ma-

10 neiras nas quais isso pode ser feito, incluindo condicionar as bases da nervura, adicionar material na camada externa da asa ou aplicar um calço de líquido nas bases da nervura, mas todos tais métodos têm sérias desvantagens e um método preferido é, portanto, fazer uso de calços sólidos na maneira descrita abaixo.

15 No método usando calços sólidos, a camada externa da asa e a estrutura subjacente da caixa da asa são colocadas em posição próximas uma da outra e os vãos entre as bases da nervura e a superfície interna da camada externa da asa são medidos. Calços são então feitos para encher os vãos, a forma e o tamanho de cada calço sendo escolhidos de acordo

20 com a forma e o tamanho do vão a ser preenchido. Nessa segunda abordagem, a montagem final da camada externa da asa e da estrutura subjacente da caixa da asa tem que ser adiada até depois que os calços foram fabricados e nesse estágio posterior, a camada externa da asa e a estrutura subjacente têm que novamente ser colocadas em posição próximas uma da outra.

25 Um processo desse tipo é caro tanto porque ele requer que a camada externa da asa e a estrutura subjacente da caixa da asa sejam colocadas em posição em relação uma a outra em duas ocasiões separadas quanto porque ele introduz um retardo no processo de fabricação. Tipicamente cada uma da camada externa da asa e da estrutura subjacente são montadas em ga-

30 baritos caros e elas permanecem nesses gabaritos por todas as etapas descritas acima. Cuidado também tem que ser tomado para garantir que um calço que tenha sido fabricado em um tamanho e forma particulares que sir-

va para um vão particular seja usado para encher esse vão e não inadvertidamente usado para encher um vão diferente. Também os calços precisam ser manipulados cuidadosamente do momento da sua fabricação, que pode ser em uma localização distante, até o momento do seu uso.

- 5 É um objetivo da invenção prover um método de montagem de partes para formar um componente de avião que envolve o uso de calços e que supera ou ameniza pelo menos alguns dos problemas descritos acima.

Sumário da Invenção

- 10 De acordo com a invenção, é provido um método de montagem de partes para formar um componente de avião, no qual uma primeira superfície de uma primeira parte é para ser posicionada na montagem adjacente a uma segunda superfície de uma segunda parte, o método compreendendo as etapas de:

- 15 t tirar medidas da primeira parte enquanto ela está distante da segunda parte,

 t tirar medidas da segunda parte enquanto ela está distante da primeira parte,

- 20 calcular a partir das medidas o tamanho e a forma do espaço que será gerado entre a primeira e a segunda superfícies quando a primeira e a segunda partes são montadas,

 prover um calço de uma espessura selecionada dependente dos resultados da etapa de cálculo e

 montar a primeira e a segunda partes com o calço posicionado entre a primeira e a segunda partes.

- 25 Pela adoção do método descrito acima, torna-se possível prever os tamanhos dos vãos que serão criados entre a primeira e a segunda superfícies, antes que essas superfícies sejam colocadas em posição próximas uma da outra. Dessa maneira, a predição pode ser feita tão logo as partes tenham sido fabricadas e as superfícies precisam somente ser colocadas
- 30 em posição próximas uma da outra depois da fabricação do calço, em cujo estágio a montagem das partes pode ser efetuada. Assim, não existe necessidade que as partes sejam colocadas na posição duas vezes, como no caso

do método de calçamento sólido descrito acima; de preferência, a primeira e a segunda partes podem ser montadas juntas somente uma vez em todo o processo de montagem.

As medidas da primeira parte são preferivelmente tiradas enquanto ela está montada em um gabarito. A primeira parte preferivelmente permanece montada no gabarito até que a primeira e a segunda partes são montadas. Então não pode existir chance de mudança do tamanho ou forma da parte entre o momento da sua medida e montagem. Está dentro do escopo da invenção fazer uma medida de uma porção da primeira parte da qual a medida de uma outra parte pode ser deduzida, por exemplo, assumindo no caso de uma camada externa da asa, uma certa espessura da camada externa; similarmente é possível, por exemplo, em um caso onde uma camada externa da asa é formada em um molde, tirar medidas na camada externa da asa enquanto ela está no molde e a seguir fazer uma margem para uma mudança prevista na forma da camada externa da asa com a sua liberação do molde. É preferido, entretanto, que as medidas tiradas da primeira parte compreendam medidas da primeira superfície para prover uma indicação direta da forma e posição da primeira superfície.

Medidas podem ser tiradas usando qualquer uma de uma variedade de técnicas. Por exemplo, as medidas podem ser tiradas por uma unidade de metrologia manual; em um tal caso, a unidade manual pode calcular a posição e a orientação da unidade em relação a uma unidade de base fixa. Uma outra possibilidade é que as medidas sejam tiradas por uma unidade de metrologia montada em um suporte; nesse caso a posição da unidade de metrologia pode ser conhecida completa ou parcialmente; a unidade de metrologia pode ser movida no suporte quando as medidas são tiradas. Por exemplo, a unidade pode ser montada em um suporte que fixa a orientação da unidade e sua posição nas duas direções ortogonais, mas permite o movimento da unidade na terceira direção ortogonal restante enquanto tirando medidas da primeira parte, esse movimento da unidade sendo medido.

A tirada de medidas da primeira parte preferivelmente compreende medir posições em relação a um ponto de referência no gabarito no

qual a primeira parte está montada. Nesse caso, quando o gabarito é colocado em uma posição conhecida, a localização da primeira parte é conhecida. O ponto de referência no gabarito é preferivelmente uma parte engatável adequada para engate com uma parte correspondente em um outro gabarito. A parte engatável é preferivelmente uma bola ou uma parte de uma bola e a parte correspondente é preferivelmente um encaixe ou vice-versa. As superfícies de engate da bola e encaixe são preferivelmente esféricas em parte.

Os aspectos descritos acima com referência à primeira parte podem também ser aplicados na segunda parte. Por exemplo, as medidas da segunda parte são preferivelmente tiradas enquanto ela está montada em um gabarito. Se o gabarito no qual a primeira parte está montada tem uma parte engatável compreendendo uma bola, então o gabarito no qual a segunda parte é montada preferivelmente tem uma parte engatável compreendendo um encaixe.

Embora esteja dentro do escopo da invenção prover uma coleção de calços de dimensões variadas, de modo que a etapa de prover um calço compreenda selecionar um calço da coleção, é preferido que o calço seja fabricado nas dimensões requeridas em resposta à etapa de cálculo.

De preferência, o calço é de espessura variada. Embora seja possível que o calço seja provido com uma face plana e somente a face oposta do perfil variado para variar a espessura do calço, é geralmente preferido que as espessuras variadas do calço resultem de um perfil variado de cada uma das faces opostas do calço.

Os calços podem ser fabricados por uma ampla variedade de processos e feitos de vários materiais. Por exemplo, um calço pode ser feito pela usinagem do material de um bloco que é inicialmente de uma forma cubóide geralmente fina. Entretanto, é preferido que quando o calço é formado primeiro, ele seja feito substancialmente na sua espessura desejada. Mais particularmente, o calço é preferivelmente formado por um processo de fabricação de aditivo. Em tais processos um produto é construído substancialmente na sua forma final pela adição do material em uma multiplicidade de

etapas em posições escolhidas de acordo com a forma desejada do produto. Tais processos de fabricação são conhecidos por si. Em um processo adequado, o calço é formado pela solidificação de um material fotossensível pela irradiação do material; um tal processo pode ser usado para fabricar um calço feito de um material plástico. Em um outro processo adequado, o calço é formado pela sinterização de um pó fusível, um tal processo pode ser usado para formar um calço feito de metal.

De preferência, o calço é marcado para indicar sua posição quando a primeira e a segunda partes são montadas. A etiqueta pode ser aplicada no calço depois da fabricação e pode ser, por exemplo, uma etiqueta adesiva, mas é também possível criar a etiqueta como uma parte integral do calço durante a sua fabricação. A etiqueta pode incluir um código de barras contendo um pouco ou toda a informação requerida.

Na descrição acima, é feita referência a uma superfície de cada uma das primeira e segunda partes, mas deve ser entendido que em muitas aplicações da invenção, uma multiplicidade de superfícies (uma multiplicidade sendo mais do que três e freqüentemente mais do que cinco) é posicionada na montagem adjacente uma a outra quando a primeira e a segunda partes são montadas e um calço respectivo é fabricado e posicionado entre cada uma das superfícies adjacentes. Um bom exemplo de um tal caso é onde uma multiplicidade de bases de nervura deve ser presa em uma camada externa da asa.

Para uma montagem única de uma primeira parte em uma segunda parte, um número substancial de calços pode ser requerido. Vantajosamente, os calços são fabricados em uma ou mais montagens de calço, cada montagem de calço compreendendo uma armação e uma multiplicidade de calços conectados de modo separável na armação. Isso facilita a manipulação correta dos calços e pode reduzir a probabilidade de perda ou dano nos calços. De preferência, a armação e a multiplicidade de calços conectados de modo separável na armação são formadas em uma peça, com porções quebradiças conectando os calços na armação. Uma tal montagem de calços pode ser facilmente feita por um processo de fabricação de aditivo

como descrito acima. Os calços geralmente serão de forma geral laminar e são preferivelmente conectados na armação substancialmente paralelos entre si. Eles podem ser empilhados em fileiras dentro da armação. Cada fileira pode compreender somente um calço ou mais do que um calço. Preferivelmente os calços em fileiras adjacentes são separados um do outro, isso reduz o risco de danos em um calço através do contato acidental com um outro. De preferência, a montagem é geralmente na forma de um cubóide cujos lados são definidos por partes da armação, os calços estando contidos dentro do cubóide e circundados em todos os lados pela armação. Cada calço na pilha preferivelmente tem seu próprio perfil provendo uma variação requerida na espessura. Desde que cada calço é dimensionado para encher um vão particular, os perfis de espessura dos calços na montagem geralmente diferirão um do outro. Em alguns casos, dois ou mais calços na mesma montagem podem ter o mesmo perfil de espessura, mas em outros casos, todos os calços em uma montagem terão perfis diferentes de espessura.

A etapa de montagem da primeira e segunda partes preferivelmente também compreende aplicar uma camada de vedador entre o calço e a primeira parte e/ou entre o calço e a segunda parte. A etapa pode adicional ou alternativamente também compreender dispor um elemento de vedação, por exemplo, um anel em O entre o calço e a primeira parte e/ou entre o calço e a segunda parte.

Embora esteja dentro do escopo da invenção montar a primeira e a segunda partes com o calço, sem qualquer fixação adicional, geralmente será desejável ter tal fixação adicional. Dessa maneira, a etapa de montagem da primeira e segunda partes preferivelmente também compreende passar um ou mais prendedores através do calço e a primeira ou segunda partes para dessa maneira prender a primeira e a segunda partes uma na outra com o calço entre elas. A fim de permitir a passagem do um ou mais prendedores, a primeira parte, a segunda parte e/ou o calço podem ser formados no estágio de fabricação inicial ou subsequente, por exemplo, pela perfuração, com furos alinhados através deles.

A fim de facilitar mais o processo de montagem, o método pode

também incluir uma etapa de pré-montagem de temporariamente prender o calço em uma das primeira e segunda partes. Um clipe pode ser usado para essa finalidade. O clipe pode ser fabricado como um componente separado ou uma formação servindo a uma finalidade similar pode ser formada como

5 uma parte integral do calço e pode compreender uma beira em uma ou mais bordas do calço. A beira pode ser de uns poucos milímetros de profundidade.

Os materiais das primeira e segunda partes podem ser de uma ampla variedade de tipos. Comumente eles são de metal, mas eles podem

10 também ser de outros materiais incluindo materiais compósitos. Na realidade, a invenção pode ser de vantagem especial onde a primeira e/ou a segunda parte são formadas de um material compósito porque um tal material é relativamente rígido fazendo qualquer deformação do material da sua forma natural especialmente indesejável. Ao mesmo tempo, a fabricação de

15 partes de materiais compósitos em tolerâncias muito restritas pode ser muito cara ou até mesmo impossível.

A invenção pode ser aplicada em vários componentes de avião, incluindo fuselagens, mas ela é de vantagem particular no projeto da asa. Por exemplo, a primeira parte pode ser uma base da nervura (ou uma nervura

20 tendo uma multiplicidade de bases de nervura), o componente do avião pode ser uma caixa de asa e a segunda parte pode ser uma camada externa da asa.

Em um outro aspecto, a presente invenção provê um método de montagem de partes para formar um componente de avião, no qual uma

25 primeira superfície de uma primeira parte é para ser posicionada na montagem adjacente a uma segunda superfície de uma segunda parte, o método compreendendo as etapas de montar a primeira e a segunda partes com um calço posicionado entre as partes, o calço tendo uma espessura determinada dependendo de uma medida anterior da primeira parte e uma medida

30 anterior da segunda parte, onde a primeira e a segunda partes são colocadas juntas somente uma vez em toda a montagem do componente do avião.

Em um aspecto adicional, a presente invenção provê um método

de montagem de partes para formar um componente de avião, no qual uma primeira superfície de uma primeira parte é para ser posicionada na montagem adjacente a uma segunda superfície de uma segunda parte, o método compreendendo as etapas de montar a primeira e a segunda partes com um

5 calço posicionado entre as partes, o calço tendo uma espessura determinada dependendo de uma medida anterior da primeira parte enquanto distante da segunda parte e uma medida anterior da segunda parte enquanto distante da primeira parte.

A presente invenção também provê um componente de avião

10 que foi montado por um método como definido acima e um avião incluindo um tal componente. A invenção é de aplicação particular em componentes maiores e/ou em avião maior. O avião é preferivelmente de um tamanho equivalente a um avião projetado para transportar mais de 75 passageiros e mais preferivelmente mais do que 150 passageiros.

15 O uso de uma montagem de calços como descrita acima é especialmente vantajoso na montagem de partes por um método como definido acima, mas é também de valor em outras aplicações. Dessa maneira, em uma segunda forma da invenção, é provida uma montagem de calços compreendendo uma armação e uma multiplicidade de calços conectados de

20 modo separável na armação. A montagem pode adotar qualquer uma das formas descritas acima.

Descrição dos Desenhos

Por meio de exemplo, um método de montagem de uma camada externa de asa sobre bases de nervura será agora descrito com referência

25 aos desenhos acompanhantes, dos quais:

a figura 1 é uma vista esquemática ilustrando certas etapas executadas no método,

a figura 2 é uma vista de extremidade esquemática ilustrando um aspecto particular do método,

30 a figura 3 é uma vista em perspectiva de um calço repousando em uma base de nervura e

a figura 4 é uma vista em perspectiva de uma montagem de cal-

ços.

Descrição Detalhada

O método de montagem que será agora descrito forma parte de um método de fabricação de uma caixa de asa. Em visão geral, o método de fabricação compreende as etapas seguintes:

- 5 a) fabricar as longarinas para a caixa da asa,
- b) montar as longarinas em um primeiro gabarito,
- c) fabricar as nervuras para a caixa da asa,
- d) montar as nervuras no primeiro gabarito,
- 10 e) fabricar as camadas externas da asa para a caixa da asa,
- f) montar as camadas externas da asa no segundo e terceiro gabaritos,
- g) tirar medidas das posições das bases da nervura de cada nervura e armazenar os resultados,
- 15 h) tirar medidas da superfície de cada camada externa da asa que é para ser montada próximo das bases da nervura e armazenar os resultados,
- i) a partir das medidas em (g) e (h), calcular perfis apropriados para os calços,
- 20 j) fabricar calços de perfis desejados,
- k) aplicar vedador nas bases da nervura e colocar os calços nas bases da nervura,
- l) aplicar vedador nos calços,
- m) juntar as camadas externas da asa e as nervuras e
- 25 n) prender prendedores através das camadas externas da asa e das nervuras.

As etapas acima serão agora descritas em mais detalhes com referência particular a essas etapas que não são executadas em métodos convencionais de fabricação de caixas de asa.

30 Etapas (a) a (d)

A fabricação das longarinas, das nervuras e da camada externa da asa é executada na maneira normal. Como é prática padrão, as longari-

nas de uma asa são montadas no primeiro gabarito e as nervuras, depois de fabricadas, são encaixadas no primeiro gabarito nas suas posições requeridas. A figura 1 mostra esquematicamente um primeiro gabarito tendo as partes 1 e 2, as longarinas 3 e 4 montadas no gabarito e uma nervura 5 montada no gabarito e se estendendo entre as longarinas 3 e 4. Será entendido que a nervura 5 é uma de muitas nervuras dispostas em planos geralmente paralelos ao longo da caixa da asa. A nervura 5 mostrada na figura 1 tem um par de aberturas 6 através de uma porção central 7 da nervura e transporta as bases 8 em cada um dos seus lados opostos. Cada uma das bases 8 tem uma porção de conexão 9 conectada na porção central 7 da nervura e uma porção de base 10 com uma face que se projeta para fora 11 próxima da qual uma porção de uma face de confrontação de uma camada externa da asa é para ser colocada.

Etapas (e) e (f)

A fabricação das camadas externas da asa é também executada na maneira normal. Uma camada externa da asa é requerida para cada um dos lados opostos da caixa da asa, os lados sendo as faces superior e inferior da asa do avião final. Na figura 1, uma primeira camada externa da asa 12 é mostrada em um lado da nervura 5 e uma segunda camada externa da asa 13 é mostrada no lado oposto. A camada externa da asa 12 tem uma face interna 12I que é formada para corresponder com as localizações das faces 11 das bases da nervura no lado direito da nervura 5 (como visto na figura 1) e as localizações das outras bases similares (não mostradas) nas outras nervuras. Similarmente, a camada externa da asa 13 tem uma face interna 13I que é formada para corresponder com as localizações das bases 11 no lado esquerdo da nervura 5 (como visto na figura 1) e as localizações das outras bases similares (não mostradas) nas outras nervuras. Embora referência seja feita imediatamente acima à formação das superfícies da camada externa da asa 12I e 13I para corresponder com as localizações das bases da nervura, deve ser entendido que as superfícies da camada externa da asa 12I e 13I podem ser escolhidas primeiro e a seguir as localizações das bases 11 selecionadas para corresponder com as formas dessas superfícies.

fícies.

Depois que as camadas externas da asa 12 e 13 foram fabricadas, elas são colocadas em gabaritos respectivos, citados aqui como segundo e terceiro gabaritos. Na figura 2, a camada externa da asa 13 pode ser vista montada em um gabarito 14.

Etapas (g) e (h)

A próxima etapa no método representa um primeiro afastamento do método de montagem conhecido que já foi citado. No método de montagem conhecido, cada camada externa da asa seria colocada em posição próximo das suas bases de nervura e os vãos formados entre os calços e as bases da nervura medidos, de modo que calços de um tamanho e forma apropriados poderiam ser providos. No método de acordo com a invenção e descrito aqui, as camadas externas da asa e as bases da nervura permanecem distantes uma da outra enquanto medidas delas são tiradas. Na figura 1, as etapas de medição são indicadas esquematicamente pela presença de ferramentas portáteis de digitalização a laser, cada uma tendo um agarre de mão 16. Será observado que a ferramenta 15A é mostrada digitalizando as bases da nervura em um lado da caixa de asa e que a ferramenta 15B é mostrada digitalizando a camada externa da asa 13. Embora para conveniência da ilustração a camada externa da asa 13 seja mostrada relativamente perto das bases da nervura 8, deve ser entendido que na prática elas podem estar em localizações muito distantes uma da outra. Na realidade, é até mesmo possível que a medida da camada externa da asa seja executada em um país diferente desse das bases da nervura.

Ferramentas de medição adequadas para fazer as medições já são conhecidas por si e não são descritas em detalhes aqui. Um exemplo de uma ferramenta de medição adequada é um scanner portátil de alta velocidade Leica T-Scan vendido por Leica Geosystems AG. Com uma tal ferramenta, é possível obter em formato digital uma medida muito precisa dos perfis das superfícies da camada externa da asa 12I e 13I e das faces projetadas para fora 11 das bases da nervura 8. Em cada caso, as medidas incluem a digitalização de um aspecto de referência nos gabaritos: como mos-

trado na figura 2, o primeiro gabarito no qual as bases da nervura são montadas tem um encaixe hemisférico 18 que é capaz de receber como um ajuste exato uma bola esférica 19 no gabarito transportando a camada externa da asa 13. Embora somente uma bola 19 e encaixe 18 sejam visíveis na figura 2, será entendido que um número de tais aspectos de referência de bola e encaixe é desejavelmente provido. Quando em um estágio posterior os gabaritos são montados juntos, o engate das bolas 19 nos encaixes 18 garante a justaposição correta das camadas externas da asa nas bases da nervura.

10 Etapa (i)

Tendo uma vez obtido os dados de metrologia das medidas, torna-se uma tarefa direta de processamento de computador calcular, usando software de metrologia apropriado, as dimensões apropriadas para cada calço a ser colocado em uma base da nervura. Os calços 20 são mostrados na figura 1 em um lado somente da caixa de asa, mas naturalmente calços similares são também providos no outro lado. Cada calço 20 tem faces opostas 20A e 20B, que são individualmente perfiladas. A face 20A é perfilada para corresponder com o perfil medido da face da nervura 11 da sua base de nervura respectiva e a face 20B é perfilada para corresponder com o perfil medido da superfície interna 12I da camada externa da asa 12. A espessura de cada calço é calculada a fim de preencher o vão calculado entre a base da nervura respectiva e a camada externa da asa, com uma margem adequada feita para camadas de vedador (vide etapas (k) e (l) abaixo). Em um exemplo particular da invenção, uma espessura média típica de um calço é de uns poucos mm.

25 Etapa (j)

Depois que as dimensões de cada calço foram calculadas, os calços são fabricados. A fabricação dos calços pode ficar em uma localização distante do local das camadas externas da asa 12, 13 ou das nervuras 5 e os dados necessários gerados provenientes da etapa (i) podem ser enviados eletronicamente. No exemplo particular da invenção descrita, os calços são fabricados por um método de fabricação de aditivo compreendendo es-

tereolitografia na qual uma camada da resina fotossensível líquida é submetida à irradiação por um laser em regiões selecionadas da camada, a luz do laser faz a resina curar, mas somente nessas regiões expostas à luz. Uma camada adicional de resina líquida é então adicionada e o processo repetido com um novo conjunto de regiões expostas à luz do laser e, portanto, curadas. Dessa maneira, uma forma tridimensional pode ser construída.

A figura 3 mostra um calço 20 que pode ser fabricado pelo processo recentemente descrito. No desenho, o calço 20 é mostrado repousando em uma base da nervura 8 tendo uma face que se projeta para fora 11. Na figura 3, o calço 20 é mostrado somente parcialmente sobre a face 11 simplesmente com o intuito de clareza da ilustração. Na prática, o calço 20 terá um esboço correspondendo com esse da face 11 e os esboços serão alinhados. Como pode ser observado na figura 3, o perfil das faces de confrontação do calço 20 e da base da nervura 8 são de uma correspondência precisa. Também, o calço 20 é formado com quatro recessos rasos circulares 201, a finalidade dos quais é descrita mais tarde.

Embora seja possível que os calços sejam fabricados individualmente, é mais produtivo fabricá-los em grupos. A figura 4 mostra a forma da montagem dos calços 20 que pode ser fabricada. Os calços 20 são mostrados contidos dentro de uma armação 21 que é de forma geralmente cubóide e geralmente compreende quatro elementos eretos 22, quatro elementos horizontais 23 e quatro elementos cruzados 24. Os calços 20 são dispostos em fileiras para formar uma pilha, com cada calço 20 no exemplo ilustrado conectado nos elementos 23,24 por hastes de ligação 25 e formando uma fileira da pilha. Como mostrado na figura 4, os calços 20 são dessa maneira conectados na armação 21, um ao lado do outro, com um espaço entre cada calço. Toda a montagem mostrada na figura 4 é fabricada em uma peça pelo método de fabricação de aditivo descrito acima, embora seja possível que a montagem seja feita em outras orientações, é preferido fazê-la com os elementos 23 horizontais e os elementos 22 verticais de modo que os calços 20 fiquem em planos verticais. Durante o processo de fabricação, as porções das hastes de ligação 25 que se unem sobre os calços 20 são fabri-

cadras mais estreitas do que as outras partes das hastes 25, de modo que elas podem ser rompidas de maneira relativamente fácil para permitir que um calço seja removido da montagem.

Em uma alternativa à montagem mostrada na figura 4, um par
5 de calços fica contido em cada camada da pilha. Será entendido que muitas outras disposições de calços na montagem podem ser adotadas se desejado.

Como será agora entendido, embora os calços todos tenham exatamente os mesmos esboços ou muito similares, os perfis das faces opostas dos calços serão diferentes com os perfis em cada calço sendo de-
10 terminado de acordo com a forma e o tamanho do vão que foi calculado que existirá entre uma base de nervura respectiva e a camada externa da asa. Cada calço é, portanto, marcado para indicar a base de nervura particular na qual ele deve ser colocado e a orientação do calço na base é também mos-
trada pela etiquetagem. Nesse exemplo particular, a etiquetagem compreen-
15 de uma etiqueta separável presa em cada calço.

O gabarito montando as longarinas 3, 4 e as nervuras 5 e os ga-
baritos montando as camadas externas da asa 12, 13 são então colocados em uma localização comum, junto com os calços 20, de modo que as cama-
das externas da asa podem ser montadas nas nervuras. Uma camada de
20 vedador é aplicada primeiro na face externa 11 de cada base da nervura 8 e o calço apropriado 20 então colocado sobre a base da nervura 8. Como já descrito com referência à figura 3, onde um calço 20 é mostrado parcialmen-
te sobre uma face 11 de uma base da nervura, o esboço do calço 20 é di-
mensionado e formado para corresponder com o esboço da base da nervura
25 8 e a face 20A do calço 20 que confronta a face externa 11 da base da ner-
vura 8 é perfilada para corresponder exatamente com o perfil da face 11.

Uma camada de vedador é então aplicada na face externa 20B
de cada um dos calços 20 em um lado da caixa da asa e o gabarito montan-
do a camada externa da asa a ser montada nesse lado da caixa da asa é
30 pela primeira (e única) vez colocado em posição adjacente ao gabarito que monta a caixa da asa. As bolas esféricas 19 são engatadas nos encaixes hemisféricos 18 e, com esse posicionamento preciso da camada externa da

asa em relação às bases da nervura, a camada externa da asa faz contato com as camadas do vedador nas faces externas 20B dos calços 20. Quatro prendedores são então passados através de cada um dos calços 20 com cada prendedor passando através de um furo perfurado centralmente em um recesso respectivo 201 (figura 3) do calço. O recesso 201 é de diâmetro maior do que o prendedor e, portanto, define uma ranhura ao redor do prendedor, a camada do vedador sendo mais profunda na proximidade de cada prendedor e, portanto, facilitando a manutenção de uma vedação ao redor do prendedor.

Depois que todos os prendedores foram presos, o procedimento há pouco descrito para uma camada externa da asa é repetido para a outra camada externa da asa. A montagem das camadas externas da asa nas bases da nervura está então completa. A caixa da asa montada é subsequentemente removida dos gabaritos.

Adotando um método como descrito acima é possível ter um ajuste muito preciso entre as camadas externas da asa e as nervuras. Por exemplo, uma tolerância de 0,2 mm pode ser facilmente obtida.

Embora modalidades particulares da invenção tenham sido descritas acima com referência aos desenhos, será entendido que muitas modificações podem ser feitas nessas modalidades. Dois exemplos de tais modificações são mencionados abaixo, mas será entendido que outras modificações podem ser feitas.

Nas modalidades descritas, os dados de medição são obtidos usando um scanner a laser portátil. Outros dispositivos de medição podem ser alternativamente usados incluindo scanners montados para movimento em eixos fixos e scanners montados em braços robôs.

Os calços 20 são descritos como sendo fabricados por um processo estereolitográfico envolvendo a irradiação de uma camada de resina fotossensível líquida pela luz do laser. Um método alternativo envolve sinterização a laser de uma camada de pó fusível com calor. Ao invés de aplicar uma camada de material, também é possível aplicar um rebordo fino de material através de um bocal e, pelo controle do seu movimento nas três di-

mensões, construir uma forma desejada. Também métodos mais tradicionais tal como usinagem CNC de uma peça de metal podem ser utilizados.

- Onde na descrição precedente, números inteiros ou elementos são mencionados os quais têm equivalentes conhecidos, óbvios ou previsíveis, então tais equivalentes são aqui incorporados como se individualmente apresentados. Referência deve ser feita às reivindicações para determinar o escopo verdadeiro da presente invenção, que deve ser interpretada de modo a abranger quaisquer tais equivalentes. Também será verificado pelo leitor que números inteiros ou aspectos da invenção que são descritos como preferíveis, vantajosos, convenientes ou semelhantes são opcionais e não limitam o escopo das reivindicações independentes.
- 5
- 10

REIVINDICAÇÕES

1. Método de montagem de partes para formar um componente de avião, no qual uma primeira superfície de uma primeira parte é para ser posicionada na montagem adjacente a uma segunda superfície de uma segunda parte, o método compreendendo as etapas de:
 - 5 tirar medidas da primeira parte enquanto ela está distante da segunda parte,
 - tirar medidas da segunda parte enquanto ela está distante da primeira parte,
 - 10 calcular a partir das medidas o tamanho e a forma do espaço que será gerado entre a primeira e a segunda superfícies quando a primeira e a segunda partes são montadas,
 - prover um calço de espessura variada dependente dos resultados da etapa de cálculo e
 - 15 montar a primeira e a segunda partes com o calço posicionado entre a primeira e a segunda partes, a espessura variada do calço compensando um espaçamento variado da primeira e segunda superfícies.
2. Método, de acordo com a reivindicação 1, no qual as medidas da primeira parte são tiradas enquanto ela está montada em um gabarito.
- 20 3. Método, de acordo com a reivindicação 2, no qual a tirada de medidas da primeira parte compreende medir posições em relação a um ponto de referência no gabarito.
4. Método, de acordo com qualquer reivindicação precedente, no qual as espessuras variadas do calço resultam de um perfil variado de cada uma das faces opostas do calço.
- 25 5. Método, de acordo com qualquer reivindicação precedente, no qual o calço é formado por um processo de fabricação de aditivo.
6. Método, de acordo com qualquer reivindicação precedente, no qual uma multiplicidade de superfícies é posicionada na montagem adjacente uma a outra quando a primeira e a segunda partes são montadas e um calço respectivo é fabricado e posicionado entre cada uma das superfícies adjacentes.
- 30

7. Método, de acordo com a reivindicação 6, no qual os calços são fabricados em uma ou mais montagens de calço, cada montagem de calço compreendendo uma armação e uma multiplicidade de calços conectados de modo separável na armação.

5 8. Método, de acordo com a reivindicação 7, no qual a armação e a multiplicidade de calços conectados de modo separável na armação são formadas em uma peça, com porções quebradiças conectando os calços na armação.

9. Método, de acordo com qualquer reivindicação precedente, no qual a primeira parte e/ou a segunda parte é formada de um material compósito.

10. Método, de acordo com qualquer reivindicação precedente, no qual o componente do avião é uma caixa de asa.

11. Método de montagem de partes para formar um componente de avião, no qual uma primeira superfície de uma primeira parte é para ser posicionada na montagem adjacente a uma segunda superfície de uma segunda parte, o método compreendendo as etapas de montar a primeira e a segunda partes com um calço posicionado entre as partes, o calço tendo uma espessura determinada dependendo de uma medida anterior da primeira parte e uma medida anterior da segunda parte, onde a primeira e a segunda partes são colocadas juntas somente uma vez em toda a montagem do componente do avião.

12. Método de montagem de partes para formar um componente de avião, no qual uma primeira superfície de uma primeira parte é para ser posicionada na montagem adjacente a uma segunda superfície de uma segunda parte, o método compreendendo as etapas de montar a primeira e a segunda partes com um calço posicionado entre as partes, o calço tendo uma espessura determinada dependendo de uma medida anterior da primeira parte enquanto distante da segunda parte e uma medida anterior da segunda parte enquanto distante da primeira parte.

13. Componente de avião que foi montado por um método de acordo com qualquer reivindicação precedente.

14. Montagem de calços compreendendo uma armação e uma multiplicidade de calços conectados de modo separável na armação.

15. Montagem, de acordo com a reivindicação 14, na qual a armação e a multiplicidade de calços conectados de modo separável na armação são formadas em uma peça, com porções quebradiças conectando os calços na armação.

16. Montagem, de acordo com a reivindicação 14 ou 15, na qual cada calço tem seu próprio perfil provendo uma variação requerida na espessura, os perfis de espessura dos calços na montagem diferindo entre si.

17. Montagem, de acordo com qualquer uma das reivindicações 14 a 16, na qual a montagem é feita por um processo de fabricação de aditivo.

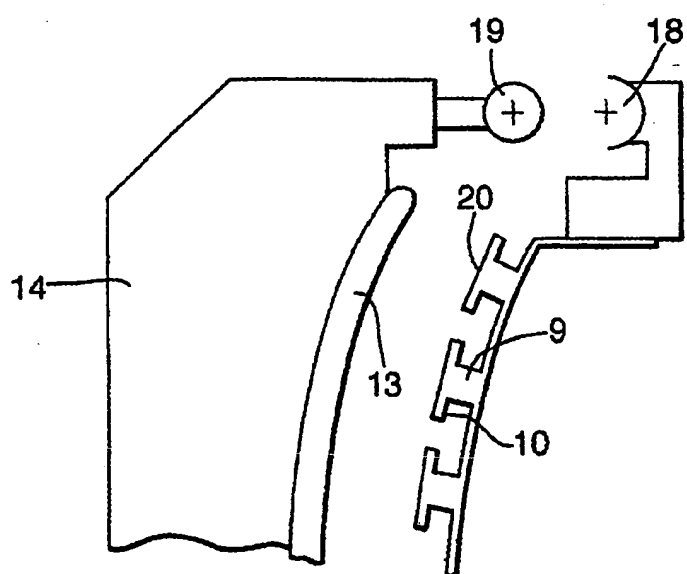


Fig.3.

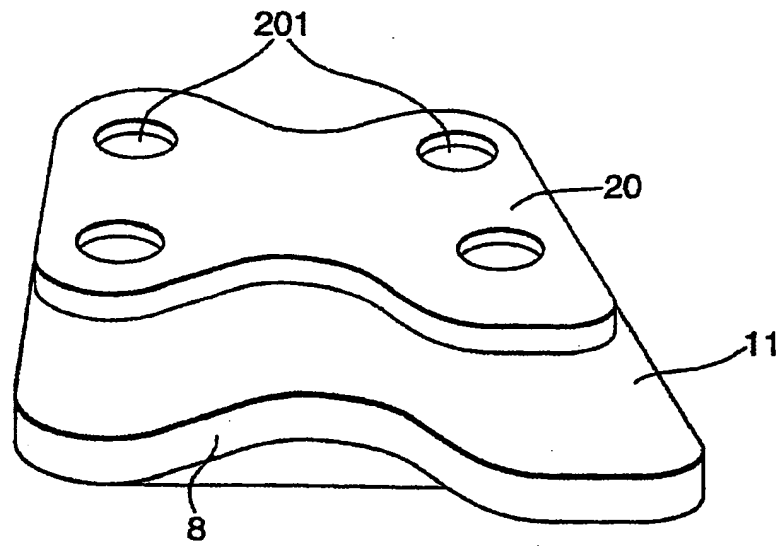
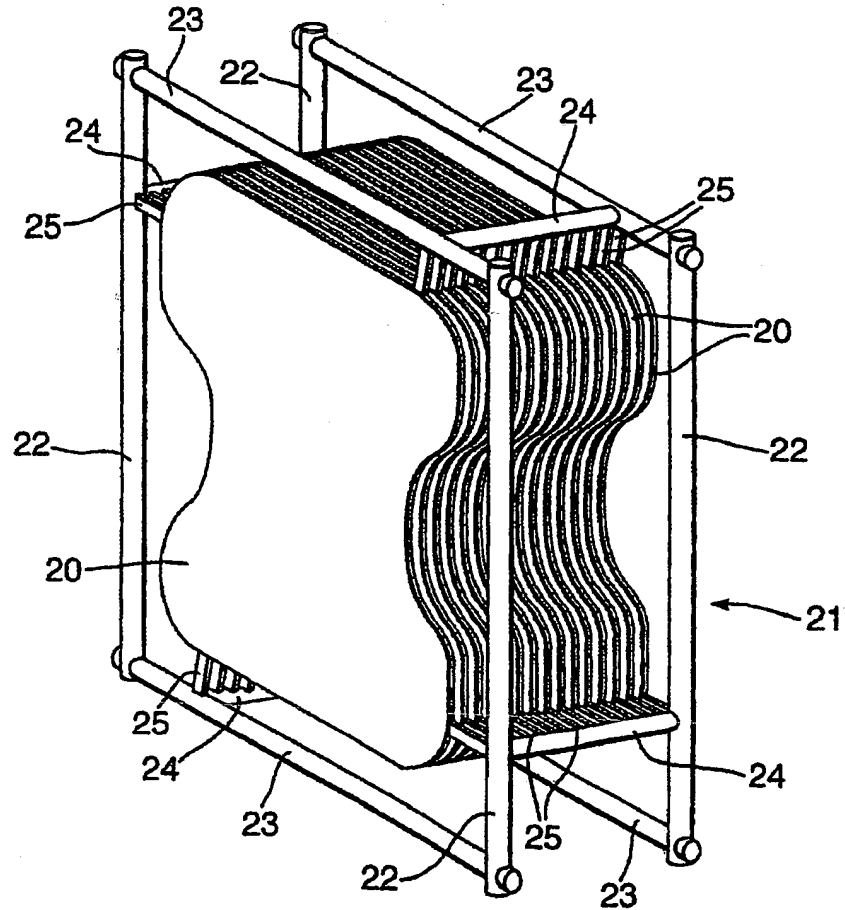


Fig.4.



RESUMO

Patente de Invenção: **"MONTAGEM DE COMPONENTES DE AVIÃO"**.

A presente invenção refere-se a um método de montagem de partes para formar um componente de avião, no qual uma primeira superfície de uma primeira parte (por exemplo, uma camada externa da asa (12) é para ser posicionada na montagem adjacente a uma segunda superfície de uma segunda parte (por exemplo, uma base de nervura (8)). O método compreende as etapas de tirar medidas da primeira parte (12), tirar medidas da segunda parte (8) com um laser (15A) e calcular o tamanho e a forma do espaço que serão gerados quando a primeira e a segunda partes são montadas. Um calço (20) de espessura variada dependendo dos resultados da etapa de cálculo é fabricado, por exemplo, pela estereolitografia, e a primeira e a segunda partes são montadas com o calço (20) posicionado entre a primeira e a segunda partes, a espessura variada do calço (20) compensando uma espaçamento variado da primeira e da segunda superfícies.