



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

**(11) PI 0408432-2 B1**



**(22) Data de Depósito:** 26/02/2004

**(45) Data da Concessão:** 21/07/2015  
**(RPI 2324)**

---

**(54) Título:** MÉTODO PARA PRODUÇÃO DE UMA ESTRUTURA INTEGRADA DE ALUMÍNIO MONOLÍTICO E PRODUTO DE ALUMÍNIO USINADO DAQUELA ESTRUTURA

**(51) Int.Cl.:** G22F1/04; C22C21/00

**(30) Prioridade Unionista:** 17/03/2003 EP 03075764.5

**(73) Titular(es):** Corus Aluminium Walzprodukte GMBH

**(72) Inventor(es):** Alfred Ludwig Heinz, Christian Joachim Keidel

**"MÉTODO PARA PRODUÇÃO DE UMA ESTRUTURA INTEGRADA DE ALUMÍNIO MONOLÍTICO E PRODUTO DE ALUMÍNIO USINADO DAQUELA ESTRUTURA"**

5 **CAMPO DA INVENÇÃO**

A presente invenção refere-se a um método para produção de uma estrutura integrada de alumínio a partir de uma liga de alumínio, e a um produto de alumínio produzido a partir de tal estrutura integrada de alumínio.

Mais especificamente, a presente invenção refere-se a um método  
10 para produção de membros aeronáuticos estruturais de ligas de alumínio de alta resistência, alta tenacidade, resistentes à corrosão, projetados pela série AA7000 da nomenclatura internacional da Aluminum Association ("AA") para aplicações estruturais aeronáuticas. Ainda mais especificamente a presente invenção, refere-se a novos métodos para produção de estruturas integradas de alumínio para  
15 aplicações aeronáuticas, que combinem membros de folhas e chapas dentro de uma estrutura monolítica integrada evitando portanto as distorções devido aos procedimentos benéficos de envelhecimento artificial.

**DESCRIÇÃO DA TÉCNICA RELACIONADA**

É conhecido na técnica usar-se ligas de alumínio termicamente  
20 tratáveis em um número de aplicações envolvendo requisitos de resistência relativamente alta, alta tenacidade e resistência à corrosão, tais como fuselagem de aeronaves, membros veiculares e outras aplicações. Ligas de alumínio AA7050 e AA7150 apresentam alta resistência no tratamento do tipo T6, veja, por exemplo a US-A-6.315.842 aqui incorporada como referência. Também produtos de liga  
25 AA7x75 e AA7x55 endurecidos por precipitação mostram altos valores de

resistência no tratamento T6. O tratamento T6 é conhecido por aumentar a resistência do produto de liga e portanto encontra aplicação em particular na indústria de aeronaves. É também conhecido envelhecer-se artificialmente as estruturas pré-usinadas de uma aeronave para aumentar a resistência à corrosão  
5 uma vez que as aplicações típicas resultam na exposição a uma ampla variedade de condições climáticas precisando de um controle cuidadoso das condições de trabalho e de envelhecimento para fornecer a resistência e resistência à corrosão adequadas, incluindo, tanto a corrosão sob tensão, quanto esfoliação.

É, portanto, conhecido superenvelhecer-se artificialmente essas ligas  
10 de alumínio da série AA7000. Quando envelhecidas artificialmente até um tratamento dos tipos T79, T76, T74 ou T73 a sua resistência à corrosão sob tensão, corrosão por esfoliação e tenacidade à fratura melhoram na ordem declarada (desses tratamentos T73 sendo o melhor e o T79 estando próxima à T6). Uma condição de tratamento aceitável é o tratamento do tipo T74 ou T73 obtendo-se  
15 assim um nível equilibrado aceitável de resistência à tração, resistência à corrosão sob tensão, resistência à corrosão por esfoliação e tenacidade à fratura.

Quando se produzem peças estruturais de uma aeronave tais como uma fuselagem de aeronave que consiste de longarinas horizontais, por exemplo longarinas horizontais de cabine ou longarinas horizontais de fuselagem, ou vigas  
20 bem como a parte externa, tanto a parte externa da fuselagem quanto a parte externa da cabine, é conhecido na técnica conectar-se as longarinas ou vigas a uma folha de liga de alumínio, que constitui, por exemplo, a parte externa da fuselagem, com rebites ou por meio de solda. Uma folha de liga de alumínio é dobrada e conformada de acordo com, por exemplo, a forma da fuselagem de uma aeronave e  
25 conectada às longarinas e vigas ou nervuras por meio de soldagem e/ou através do

uso de rebites. O propósito das longarinas e nervuras é apoiar e reforçar a estrutura acabada.

Para acelerar a produção de aeronaves e devido à necessidade de redução de custos e aceleração do tempo de produção, é também conhecido  
5 produzir-se uma chapa de liga de alumínio tendo uma espessura na faixa de 15 a 70 mm e dobrar-se a chapa que tem uma espessura igual ou maior que a espessura da folha que constitui a parte externa da fuselagem da aeronave e a altura das longarinas ou vigas. Após a operação de dobramento, as longarinas são usinadas a partir da chapa, trabalhando-se, portanto, o material de alumínio de entre as  
10 longarinas.

Tais técnicas da técnica anterior mostram pelo menos duas principais desvantagens. Primeiramente, a chapa, que foi produzida de uma liga de alumínio que foi envelhecida artificialmente conforme mencionado acima para aumentar a resistência à corrosão, mostra uma distorção considerável após a operação de  
15 dobramento e usinada mostrando portanto uma distorção vertical e horizontal que torna a usinagem da fuselagem da aeronave ou da asa da aeronave inconveniente, uma vez que, todas as peças necessitam de uma correção adicional nas operações de dobramento e medição.

Em segundo lugar, a estrutura dobrada e usinada compreende a folha  
20 e as longarinas ou vigas que mostra uma tensão residual ou interno originado de tal operação de dobramento e resultando em regiões ou partes da estrutura tendo uma microestrutura diferente de outras regiões com menos ou mais tensão residual interna. Essas regiões com um elevado nível de tensão residual interna, tendem a ser mais consideravelmente susceptíveis à propagação de fraturas por corrosão e  
25 fadiga.

## **SUMÁRIO DA INVENÇÃO**

É, portanto, um objetivo da presente invenção fornecer um método de produção de uma estrutura integrada de alumínio monolítico e um produto de alumínio usinado a partir dessa estrutura que não tenha uma ou mais das  
5 desvantagens anteriormente mencionadas, fornecendo assim, membros estruturais para aeronaves ou outras aplicações que sejam mais fáceis e menos caras para se usar, que não mostre nenhuma distorção, ou pelo menos mostre menos distorções, após a usinagem e que também tenha uma microestrutura mais uniforme, evitando, portanto, regiões de diferentes níveis de tensão internamente.

10 Mais especificamente, é um objetivo da presente invenção, fornecer um método para produção de uma estrutura integrada de alumínio monolítico para aplicações aeronáuticas que possa ser usado para usar uma aeronave mais rapidamente que com as estruturas de alumínio da técnica anterior e alcançando melhores propriedades tais como, resistência, tenacidade e resistência à corrosão.

15 A presente invenção atinge um ou mais desses objetivos, pelo método de produzir-se uma estrutura integrada de alumínio monolítico, compreendendo as etapas de:

(a) fornecer uma chapa de liga de alumínio a partir de uma liga de alumínio com uma espessura predeterminada (y);

20 (b) dar forma ou conformar a mencionada chapa da liga para se obter uma estrutura de uma forma predeterminada tendo um raio embutido;

(c) tratar termicamente a mencionada estrutura conformada;

(d) opcionalmente usar, por exemplo, usinagem de alta velocidade, a mencionada estrutura conformada para obter-se uma estrutura integrada de  
25 alumínio monolítico.

Modalidades também preferidas estão descritas e especificadas dentro das reivindicações dependentes.

Em um outro aspecto da invenção, é fornecido um produto de alumínio produzido de uma estrutura integrada de alumínio produzida de acordo com o método da invenção, e onde a estrutura conformada é usinada para se obter uma estrutura integrada de alumínio com uma folha de base e componentes.

Modalidades preferidas estão descritas e reivindicadas nas correspondentes reivindicações dependentes.

#### **DESCRIÇÃO DETALHADA DAS MODALIDADES PREFERIDAS**

Conforme será apreciado aqui a seguir, exceto se indicado de forma diferente, as designações das ligas e da tenacidade se referem a designações da Aluminum Association em Aluminum and Standards Data and the Registration Records, conforme publicado pela Aluminum Association.

"Monolítico" é um termo conhecido na técnica significando compreendendo uma unidade substancialmente única que pode ser uma peça única formada ou criada sem junções ou costuras e compreendendo um todo substancialmente uniforme. O produto monolítico obtido pelo processo da presente invenção pode ser não diferenciado, isto é, formado de um único material, e pode compreender estruturas integrais ou características tais como uma parte externa substancialmente contínua tendo uma superfície externa ou lateral e uma superfície interna ou lateral, e membros de apoio integrais tais como nervuras ou porções espessadas compreendendo membros de chassi na superfície interna da parte externa.

Um ou mais dos objetivos acima mencionados da presente invenção são alcançados preparando-se uma chapa de liga de alumínio a partir de uma liga

de alumínio com uma espessura predeterminada, conformando-se a mencionada chapa de liga para se obter uma estrutura de forma predeterminada, preferivelmente posteriormente envelhecendo-se naturalmente ou artificialmente ou recozendo-se a mencionada estrutura conformada e então trabalhando-se ou usinando-se, por exemplo, através da usinagem de alta velocidade, a mencionada estrutura conformada para se obter uma estrutura integrada de alumínio monolítico que possa ser usada para os propósitos anteriormente mencionados.

Uma vez que a etapa de envelhecimento ou recozimento seja executada após a etapa de conformação é possível obter-se membros estruturais tendo níveis consideravelmente reduzidos de distorção ou que sejam até mesmo livres de distorções fazendo os produtos resultantes adequados em particular para aplicações em fuselagem ou asas de aeronaves ou para uma parte externa vertical com longarinas verticais para a cauda de uma aeronave.

Acredita-se que a mencionada estrutura conformada, que mostra as desvantagens anteriormente mencionadas devido à etapa de conformação, libere suas tensões internas ou residuais por toda a etapa de envelhecimento artificial ou natural que é executada após a etapa de conformação da chapa da liga.

Em uma modalidade preferida do método conforme a invenção, após a operação de conformação da chapa de liga de alumínio em uma estrutura com forma predeterminada antes de qualquer operação de usinagem, por exemplo, por meio de usinagem de alta velocidade, a estrutura com forma predeterminada está sendo envelhecida artificialmente resultando em uma estabilidade dimensional melhorada durante as operações de usinagem subsequentes. Preferivelmente a estrutura conformada está sendo envelhecida artificialmente até um tratamento selecionado do grupo compreendendo as condições do tratamento T6, T79, T78,

T77, T76, T74, T73 e T8. Como um exemplo, um tratamento adequado T73 seria o tratamento T7351, e um tratamento adequado T74 seria o tratamento T7451.

Em uma modalidade do método, o processo de dar forma ou de conformação para se obter uma estrutura com forma predeterminada compreende  
5 uma operação de conformação a frio, por exemplo, uma operação de dobramento resultando em um produto que tem um raio embutido.

Em uma modalidade do método conforme a invenção, a chapa de liga de alumínio antes da operação de dar forma ou de conformação foi estirada após ser temperada na temperatura do tratamento térmico de solubilização.

10 Preferivelmente a operação de estiramento envolve não mais que 8% do comprimento imediatamente antes da operação de estiramento, e está preferivelmente numa faixa de 1 a 5%. Tipicamente isto é alcançado trazendo-se a chapa de liga de alumínio em um tratamento T4 ou T73 ou T74 ou T76, tais como os tratamentos T451 ou T7351.

15 A estrutura conformada tem preferivelmente uma espessura pré-usinada igual ou maior que a espessura combinada de uma folha de base ou parte externa e componentes adicionais, por exemplo, longarinas, onde a mencionada folha de base e os componentes adicionais formam a mencionada estrutura integrada de alumínio monolítico.

20 A distorção na direção longitudinal se o produto obtido é tipicamente menor que 0,13 mm, e preferivelmente menor que 0,10 mm quando medido de acordo com a seção 8.7 da BMS 7-323D.

Em uma modalidade a espessura de pré-usinagem ( $y$ ) da estrutura conformada está na faixa de 10 a 220 mm, preferivelmente na faixa de 15 a 150 mm,

e mais preferivelmente na faixa de 20 a 100 mm, e ainda mais preferivelmente na faixa de 30 a 60 mm.

A chapa de liga de alumínio é preferivelmente feita de uma liga de alumínio selecionada do grupo consistindo das séries de ligas de alumínio AA5xxx, AA7xxx, AA8xxx e AA2xxx. Exemplos particulares são aqueles dentro das séries AA7x50, AA7x55, AA7x75 e AA6x13 de ligas de alumínio, e representantes típicos dessas séries são as ligas AA7075, AA7475, AA7010, AA7050, AA7150 e AA6013.

De acordo com uma modalidade preferida da presente invenção, a chapa de liga de alumínio é preparada a partir de uma liga de alumínio que tenha sido estirada após a têmpera. Um exemplo é dado como segue:

Um método preferido para produção de uma liga de alumínio da série AA7xxx para aplicações em chapas no campo aeroespacial com alta tenacidade equilibrada e boas propriedades de resistência à corrosão compreende as etapas de trabalhar um corpo tendo uma composição consistindo de, em % em peso:

15 5 Zn 5,0 – 8,5

Cu 1,0 – 2,6

Mg 1,0 – 2,9

Fe < 0,3, preferivelmente < 0,15

Si < 0,3, preferivelmente < 0,15

20 opcionalmente um ou mais elementos selecionados entre

Cr 0,03 – 0,25

Zr 0,03 – 0,25

Mn 0,03 – 0,4

V 0,03 – 0,2

25 15 Hf 0,03 – 0,5

Ti 0,01 – 0,15

o total dos mencionados elementos opcionais não excedendo 0,6% em peso, o saldo sendo alumínio e as impurezas incidentais cada uma < 0,05%, e no total < 0,20%, solubilizando-se e temperando-se o produto, estirando-se o produto  
5 temperado em 1% até 5%, e preferivelmente 1,5% a 3%, para chegar ao tratamento T451, e posteriormente dando forma ao produto, por exemplo, por meio de dobramento, pré-curvamento ou trabalhando-se o produto, de forma a se obter a estrutura conformada predeterminada.

A estrutura conformada predeterminada é então preferivelmente  
10 envelhecida artificialmente ou aquecendo-se o produto até três vezes seguidas até uma ou mais temperaturas de 79°C até 165°C ou aquecendo-se a estrutura de forma predeterminada primeiro até uma ou mais temperaturas de 79°C até 145°C por duas horas ou mais ou aquecendo-se a estrutura conformada até uma ou mais  
15 temperaturas de 148°C até 175°C. Posteriormente, a estrutura conformada não apresenta qualquer distorção substancial e – ao mesmo tempo – a estrutura conformada mostra uma resistência à corrosão por esfoliação melhorada de "EB" ou melhor medida de acordo com a ASTM G34-97 e com tensão de escoamento cerca de 15% maior que uma contraparte de tamanho similar da liga AA7x50 na condição de tratamento T76.

20 De acordo com a AMS 2772C a prática típica de envelhecimento para se atingir o tratamento T7651 para a liga AA7050 envolve de 3 a 6 horas a 121°C seguida por 12 a 15 horas a 163°C, enquanto para a mesma liga chegar ao tratamento T7451 envolve de 3 a 6 horas a 121°C seguido de 20 a 30 horas a 163°C. A prática típica do envelhecimento para chegar ao tratamento T7351 para a  
25 liga AA7475 envolve de 6 a 8 horas a 121°C por 24 a 30 horas a 163°C. E a prática

típica de envelhecimento para a liga AA7150 chegar ao tratamento T651 envolve 24 horas a 121°C ou 24 horas a 121°C seguido de 12 horas a 160°C.

Em uma modalidade preferida do produto conforme a invenção, a mencionada folha de base é uma parte externa de fuselagem de uma aeronave e os mencionados componentes são pelo menos peças de uma longarina integral ou outros reforços integrais da fuselagem de uma aeronave, e onde a fuselagem tem um raio embutido.

Em outra modalidade a mencionada folha de base é a base da parte externa de uma estrutura integrais como uma porta integrada e os mencionados componentes são pelo menos peças dos reforços integrados da estrutura integrada de uma aeronave, e onde a estrutura integrada tem um raio embutido.

Em outra modalidade a mencionada folha de base é uma parte externa da asa de uma aeronave, os mencionados componentes são pelo menos partes de nervuras integradas e/ou outros reforços integrados tais como longarinas de uma asa de uma aeronave.

### **BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS**

As características anteriores e outras características e vantagens do método e do produto de liga de alumínio conforme a presente invenção tornar-se-ão prontamente aparentes a partir da seguinte descrição detalhada de uma modalidade conforme também descrito pelos desenhos anexos:

Figura 1: Mostra uma estrutura integrada de alumínio.

Figura 2: Mostra os efeitos da distorção da estrutura integrada de alumínio da Figura 1.

Figura 3a: Mostra uma modalidade da técnica anterior.

Figura 3b: Mostra uma modalidade da presente invenção, e

Figura 3c: Mostra uma estrutura conformada (5) envelhecida artificialmente ou naturalmente de acordo com a presente invenção.

A Figura 1 mostra uma estrutura integrada de alumínio compreendendo uma folha de base 1 e componentes adicionais 2 tais como longarinas ou vigas para aplicações em aeronaves. A estrutura integrada de alumínio 6 consiste de uma folha de base pré-curvada 1 que é conformada de acordo com a forma de, por exemplo, uma fuselagem de uma aeronave, mostrando portanto a seção transversal de uma parte externa de uma fuselagem 1. Os componentes adicionais 2 são, por exemplo, longarinas presas à folha de base 1 – de acordo com as técnicas da técnica anterior – por exemplo, por rebites e/ou por solda.

A Figura 2 mostra os efeitos da distorção de uma estrutura integrada de alumínio que foi produzida de acordo com um método da técnica anterior. Quando os componentes adicionais 2 são presos à folha de base 1 e quando toda a estrutura é acabada após as etapas de usinagens e rebitamento ou soldagem, geralmente resulta uma distorção horizontal  $d_1$  e/ou uma distorção vertical  $d_2$  do alívio de tensão da chapa ou folha pré-curvada que foi dobrada antes dos componentes adicionais 2 serem conectados à folha de base 1 ou antes dos componentes 2 serem usinados a partir de um produto de chapa com uma espessura correspondente.

A Figura 3a mostra uma estrutura integrada monolítica ou um componente também produzido conforme a técnica anterior. Um bloco de liga de alumínio 3 é produzido por lingotamento, homogeneização, trabalho a quente por laminação, forjamento ou extrusão e/ou trabalho a frio, solubilização, têmpera e estiramento, obtendo-se assim um bloco espesso de liga de alumínio 3 que é

"conformado" para se obter uma estrutura com forma predeterminada 5. A etapa de conformação é um trabalho mecânico ou uma etapa de usinagem trabalhando portanto o bloco de liga de alumínio 3 e obtendo uma estrutura conformada predeterminada 5 com uma espessura predeterminada y conforme mostrado na

5 Figura 3c. A espessura predeterminada y é igual ou maior que a espessura da folha x da folha de base 1 e a extensão dos componentes adicionais 2 que são – também por uma ou mais etapas de trabalho – usinados a partir da estrutura conformada 5 após a etapa de envelhecimento. Uma desvantagem dessa abordagem é que pode

10 outros, a um aumento da seção transversal dos membros da estrutura ou da própria parte externa para atingir os requisitos de tolerância e segurança.

A Figura 3b mostra uma modalidade da presente invenção onde a etapa de conformação é uma etapa de dobramento mecânico dobrando portanto uma chapa de liga 4 em uma estrutura dobrada ou pré-curvada 5 tendo um raio

15 embutido mostrado na Figura 3c. Usando-se o método conforme esta invenção podem também ser feitas estruturas com curvatura dobrada, por exemplo, tendo uma estrutura parabólica. Uma vantagem desta modalidade da presente invenção comparada à técnica anterior descrita com a Figura 3a é, entre outras, que menos

20 alumínio é usado para usinar ou trabalhar uma vez que a espessura predeterminada y da chapa de liga 4 é consideravelmente menor que a espessura predeterminada de todo o bloco de alumínio 3. Também por uma etapa de envelhecimento após a conformação, é possível obter-se essencialmente membros estruturais livres de

25 que ela fornece um produto monolítico final mais fino ou uma estrutura que tem

vantagens de resistência e peso sobre produtos do tipo mais espessos produzidos sobre métodos convencionais. Isso significa que projetos com paredes mais finas e menos peso podem ser fornecidos e aprovados para uso. Ainda outra vantagem do método e do produto da presente invenção é a redução de peso da peça monolítica.

- 5 O peso é também reduzido pela possível eliminação de prendedores. Isto se refere às vantagens de precisão na operação de usinagem resultante da distorção reduzida, e da precisão inerente da usinagem final após a conformação.

#### **EXEMPLO**

Em uma escala industrial, chapas grossas foram produzidas da liga da  
10 série AA7475 (material de grau aeroespacial) tendo dimensões finais de 40 mm de espessura, uma largura de 1900 mm e um comprimento de 2000 mm. Chapas diferentes foram trazidas à condição de tratamento T451 e à condição de tratamento T7351 de uma forma conhecida.

Em um método de produção de estruturas integradas monolíticas,  
15 uma chapa no tratamento T451 foi dobrada na sua direção L até uma estrutura com um raio de 1000 mm seguido de envelhecimento artificial até o tratamento T7351. A distorção na direção longitudinal foi na faixa de 0,07 a 0,09 mm, o que pode ser calculado de uma maneira conhecida para uma tensão residual na direção longitudinal na faixa de 16 a 22 MPa.

20 Em um outro método de produção de estruturas integradas, uma chapa no tratamento T7351 foi dobrada na sua direção L até uma estrutura com um raio de 1000 mm sem qualquer tratamento de envelhecimento. A distorção na direção longitudinal foi na faixa de 0,15 a 0,22 mm, que pode ser calculada de uma maneira conhecida para uma tensão residual na direção longitudinal na faixa de 49 a  
25 54 MPa. Para ambos os métodos a distorção após a usinagem foi medida de acordo

com a BMS 7-323D, seção 8.7, versão revisada de 21 de janeiro de 2003, e aqui incorporada como referência.

Este exemplo mostra entre outras coisas a influência benéfica do tratamento de envelhecimento após a conformação de um painel curvo e antes da  
5 usinagem em uma estrutura integrada na distorção após a usinagem e portanto na tensão residual do material.

Tendo agora descrita completamente a invenção, será aparente para aqueles versados na técnica que muitas mudanças e modificações podem ser feitas sem sair do espírito ou do escopo da invenção aqui descrita.

## REIVINDICAÇÕES

- 1) **"MÉTODO PARA PRODUÇÃO DE UMA ESTRUTURA INTEGRADA DE ALUMÍNIO MONOLÍTICO"** compreende as etapas de fornecer uma chapa de liga de alumínio (4), a partir de uma liga de alumínio selecionada do grupo AA2xxx, AA5xxx, AA6xxx, ou AA7xxx-series, **caracterizada por** uma espessura predeterminada (y), na faixa de 10 a 220 mm; trazer esta chapa de liga de alumínio (4) a um nível de tratamento selecionado do grupo composto por T4, T73, T74 e T76; dando forma ou conformando a mencionada chapa de liga (4) para se obter uma estrutura conformada predeterminada (5); tratar termicamente a mencionada estrutura conformada (5), em que tal tratamento térmico compreende um envelhecimento artificial e então, usinar a mencionada estrutura conformada (5), de forma a se obter uma estrutura integrada de alumínio monolítico (6).
- 2) **"MÉTODO PARA PRODUÇÃO DE UMA ESTRUTURA INTEGRADA DE ALUMÍNIO MONOLÍTICO"** de acordo com a reivindicação 1, **caracterizada por** a mencionada estrutura conformada (5) está sendo envelhecida artificialmente para uma condição de tratamento T6, T79, T78, T77, T76, T74, T73 ou T8.
- 3) **"MÉTODO PARA PRODUÇÃO DE UMA ESTRUTURA INTEGRADA DE ALUMÍNIO MONOLÍTICO"** de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 ou 2, **caracterizada pelo** processo de dar forma ou de conformação durante a etapa c) compreende a conformação a frio.
- 4) **"MÉTODO PARA PRODUÇÃO DE UMA ESTRUTURA INTEGRADA DE ALUMÍNIO MONOLÍTICO"** de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 3, **caracterizada pela** mencionada chapa de liga de alumínio (4) foi estirada após o resfriamento brusco antes da etapa de dar forma ou de conformar.

- 5) **“MÉTODO PARA PRODUÇÃO DE UMA ESTRUTURA INTEGRADA DE ALUMÍNIO MONOLÍTICO”** de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 4, **caracterizada pela** mencionada chapa de liga de alumínio (4) foi estirada em uma faixa de até 8% após o resfriamento antes da etapa de dar forma ou conformar.
- 5 6) **“MÉTODO PARA PRODUÇÃO DE UMA ESTRUTURA INTEGRADA DE ALUMÍNIO MONOLÍTICO”** de acordo com a reivindicação 5, **caracterizada pela** mencionada chapa de liga de alumínio (4) foi estirada em uma faixa de 1 a 5% após o resfriamento brusco antes da etapa de dar forma ou conformar.
- 7) **“MÉTODO PARA PRODUÇÃO DE UMA ESTRUTURA INTEGRADA DE**  
10 **ALUMÍNIO MONOLÍTICO”** de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 6, **caracterizada pela** mencionada chapa de liga de alumínio (4) é produzida de uma liga de alumínio selecionada do grupo de ligas das séries AA7x50, AA7x55, AA7x75 e AA6x13.
- 8) **“MÉTODO PARA PRODUÇÃO DE UMA ESTRUTURA INTEGRADA DE**  
15 **ALUMÍNIO MONOLÍTICO”** de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 7, **caracterizada pela** mencionada chapa de liga de alumínio (4) é produzida de uma liga de alumínio tendo uma composição consistindo de, em peso percentual:
- |  |                               |
|--|-------------------------------|
| Zn   | 5,0 – 8,5                     |
| Cu   | 1,0 – 2,6                     |
| 20 Mg  | 1,0 – 2,9                     |
| Fe   | < 0,3, preferivelmente < 0,15 |
| Si   | < 0,3, preferivelmente < 0,15 |
| opcionalmente um ou mais elementos selecionados entre: |                               |
| Cr   | 0,03 – 0,25                   |
| 25 Zr  | 0,03 – 0,25                   |

Mn	0,03 – 0,4
V	0,03 – 0,2
Hf	0,03 – 0,5
Ti	0,01 - 0,15

5 o total dos mencionados elementos opcionais não excedendo 0,6, o saldo sendo alumínio e as impurezas incidentais < 0,05 cada e < 0,20 no total.

9) **“MÉTODO PARA PRODUÇÃO DE UMA ESTRUTURA INTEGRADA DE ALUMÍNIO MONOLÍTICO”** de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 8, **caracterizada pela** mencionada estrutura conformada (5) tem uma espessura de pré-montagem (y) na faixa de 15 a 150 mm, e mais preferivelmente na faixa de 30 a 60 mm.

10) **“MÉTODO PARA PRODUÇÃO DE UMA ESTRUTURA INTEGRADA DE ALUMÍNIO MONOLÍTICO”** de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 9, **caracterizada pela** estrutura integrada de alumínio monolítico é parte de uma parte externa de uma asa ou uma parte da estrutura para uma aeronave.

11) **“PRODUTO DE ALUMÍNIO USINADO DAQUELA ESTRUTURA”** produzido de uma estrutura integrada de alumínio monolítico (6), de acordo com o método como definido em qualquer uma das reivindicações anteriores, **caracterizado pelo** fato de que a mencionada estrutura conformada (5) é usinada para se obter uma estrutura de alumínio integrada (6) com uma folha de base (1) e componentes integrais (2).

12) **“PRODUTO DE ALUMÍNIO USINADO DAQUELA ESTRUTURA”** de acordo com a reivindicação 11, **caracterizada pela** mencionada folha de base (1) é uma parte externa da fuselagem de uma aeronave e os mencionados componentes (2) são pelo menos peças das longarinas integrais ou de outros reforços integrais da fuselagem de uma aeronave, e tendo um raio embutido.

13) **“PRODUTO DE ALUMÍNIO USINADO DAQUELA ESTRUTURA”** de acordo com a reivindicação 11 e 12, **caracterizada pela** mencionada folha de base (1) é a base da parte externa de uma estrutura monolítica integrada como uma porta integrada e os mencionados componentes integrados (2) são pelo menos peças de reforços integrais da estrutura integrada de uma aeronave, e tendo um raio embutido.

14) **“PRODUTO DE ALUMÍNIO USINADO DAQUELA ESTRUTURA”** de acordo com a reivindicação 11 a 13, **caracterizada pela** mencionada folha de base (1) é a parte externa de uma asa de uma aeronave, os mencionados componentes (2) são pelo menos peças de nervuras integradas ou outros reforços integrados da asa de uma aeronave.

Fig. 1

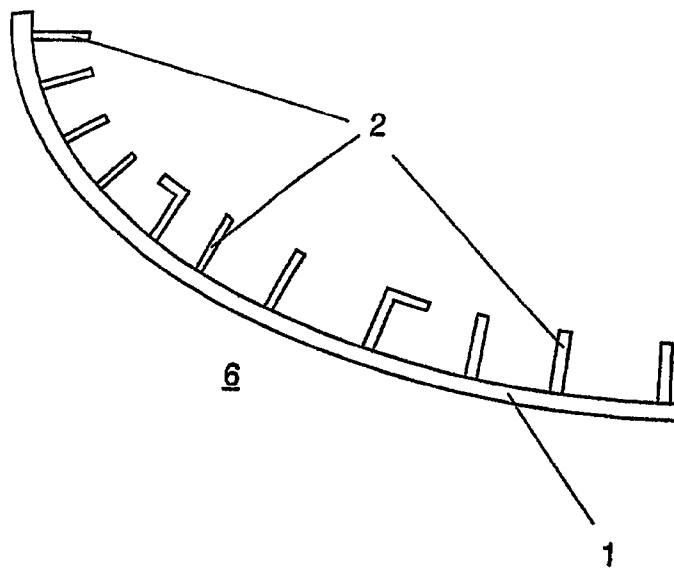


Fig. 2

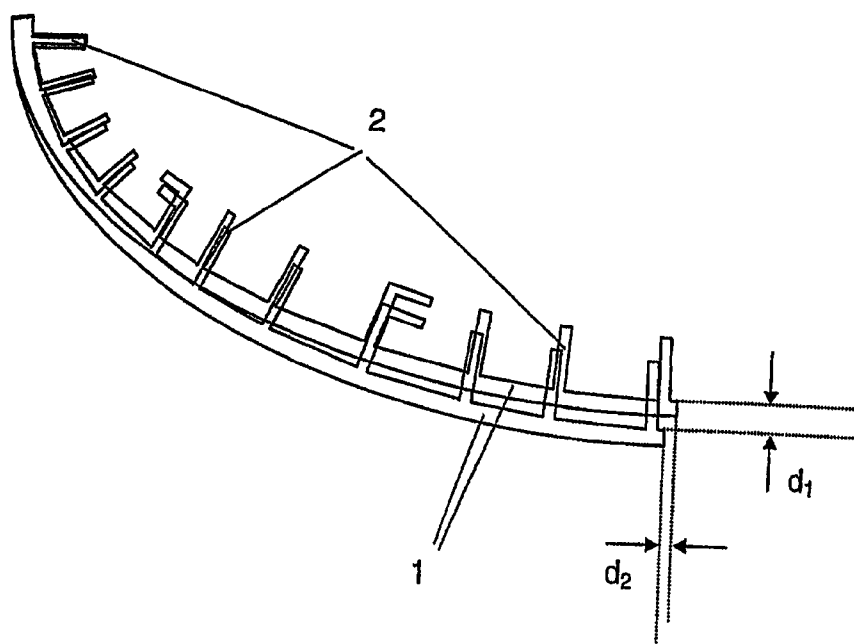


Fig. 3a

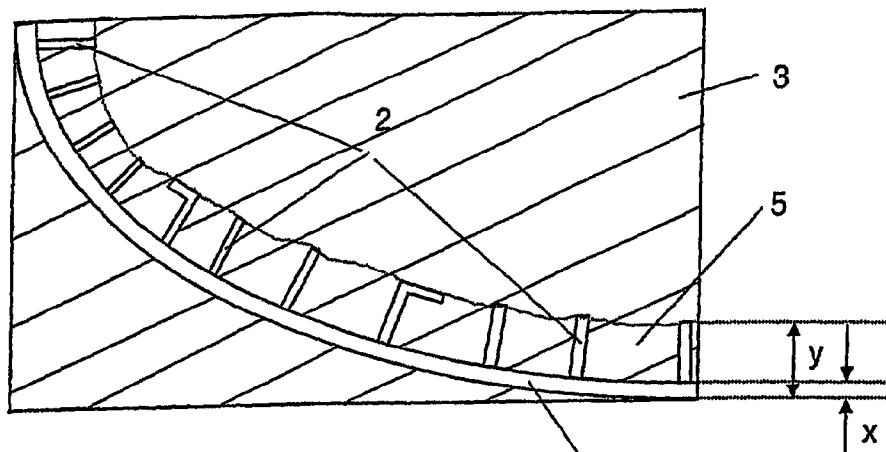


Fig. 3b

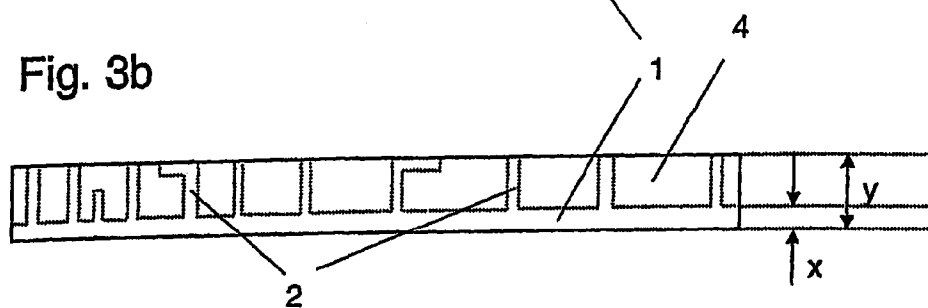
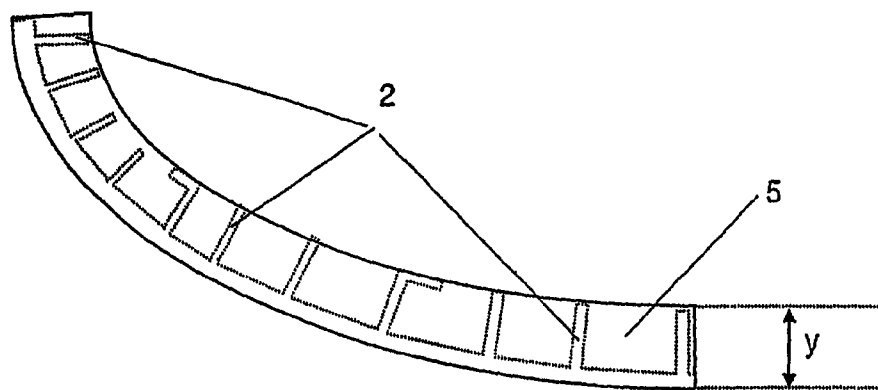


Fig. 3c



## RESUMO

**"MÉTODO PARA PRODUÇÃO DE UMA ESTRUTURA INTEGRADA DE ALUMÍNIO MONOLÍTICO E PRODUTO DE ALUMÍNIO USINADO DAQUELA**

5 **ESTRUTURA"**. A presente invenção refere-se a um método para a produção de uma estrutura integrada de alumínio monolítico, compreendendo as etapas de: (a) fornecer uma chapa de liga de alumínio a partir de uma liga de alumínio com uma espessura predeterminada (y), (b) dar forma a ou conformar a mencionada chapa de liga para obter-se uma estrutura conformada predeterminada, (c) tratar termicamente

10 a mencionada estrutura conformada, (d) usinar, por exemplo, por usinagem de alta velocidade, a mencionada estrutura conformada para se obter uma estrutura integrada de alumínio monolítico.