

(11) Número de Publicação: **PT 1589270 E**

(51) Classificação Internacional:  
**F16L 11/127** (2007.10) **F16L 9/12** (2007.10)

(12) **FASCÍCULO DE PATENTE DE INVENÇÃO**

(22) Data de pedido: <b>2004.04.20</b>	(73) Titular(es): <b>SALVER S.P.A.</b>
(30) Prioridade(s):	<b>VIA DELLA CAMILLUCCIA 535 00135 ROMA IT</b>
(43) Data de publicação do pedido: <b>2005.10.26</b>	(72) Inventor(es):
(45) Data e BPI da concessão: <b>2010.02.25</b> <b>104/2010</b>	<b>FRANCESCO INNOCENTE IT</b> <b>DANIELE CAPOCCELLO IT</b>
	(74) Mandatário:
	<b>JOSÉ EDUARDO LOPES VIEIRA DE SAMPAIO</b> <b>R DO SALITRE 195 RC DTO 1250-199 LISBOA PT</b>

(54) Epígrafe: **CONDUTA MULTICAMADA**

(57) Resumo:

## DESCRIÇÃO

### **Conduta multicamada**

O presente invento refere-se a uma conduta multicamada (D) para distribuição de ar em sistemas de climatização, em particular, ainda que não exclusivamente, para aeronaves.

A tecnologia de fabrico de condutas que usa a sobreposição de camadas de material para fabricar as paredes da conduta testemunhou os materiais compósitos avançados a tomarem posse, na forma dos chamados *prepreg* (pré-impregnados), fornecidos em rolos e / ou folhas com a espessura desejada.

A expressão *prepreg* (material compósito pré-impregnado) significa, de agora em diante, um tecido, fita unidireccional, tapetes, cordões, tecido não-tecido, etc., impregnados com matrizes polímeras consistindo em resinas de natureza diferente, por exemplo resinas époxy termoendurecíveis, resinas fenólicas, poliésteres, etc., fornecidas na forma de rolos e / ou folhas laminadas. As fibras que formam a dita base pré-impregnada, isto é, o tecido, etc., podem ser as mais variadas para executar tarefas estruturais, condução de electricidade, etc.

Este material pode assumir, no passo inicial de formação, qualquer forma exigida para a conduta; desde a mais simples, de uma tubagem com forma cilíndrica tendo uma secção circular ou elíptica, a mais complexas, por exemplo tubagens, juntas, ligações e semelhante.

A presença de fibras estruturais, por exemplo fibras de vidro, fibras aramidas, fibras de raiona ou fibras de carbono fornecidas na forma de tecido, tecido não-tecido ou outro, dá à conduta as propriedades mecânicas necessárias. No entanto, a

utilização destes materiais exige grande cuidado no que diz respeito à estanquicidade a fluidos (ar) da conduta.

De facto, as camadas de fibras pré-impregnadas apresentam uma porosidade que, para além do tipo de resina termoendurecível e sistema de impregnação, depende substancialmente no número de camadas usadas e da espessura relacionada. Assim, para se obter a necessária estanquicidade a fluidos, é necessário aumentar as espessuras, com a consequência óbvia do aumento em peso por superfície unitária (expressa em  $\text{g/m}^2$  da superfície exterior da conduta). No entanto, deve entender-se que, particularmente nas aplicações aeronáuticas é necessário manter o peso de cada componente tão baixo quanto possível.

Assim, o processo de fabrico pode proporcionar a aplicação de uma camada de resina termoendurecível não reforçada, isto é, uma não baseada numa base pré-impregnada, normalmente uma resina fenólica em estado líquido. Esta aplicação complica bastante o processo, uma vez que não é possível aplicar a espessura necessária da resina num passo único. De facto, uma tal resina pode ser aplicada apenas numa espessura mínima, de modo a manter a sua estabilidade e integridade durante o passo subsequente de recozimento que completa a aplicação. Assim, são necessários vários ciclos de aplicação de resina, cada um deles alternando com um teste de estanquicidade.

O teste de estanquicidade serve para verificar que a conduta, à pressão efectiva operacional nominal, ou a uma pressão mais elevada, apresenta a estanquicidade necessária. No caso de uma resposta negativa, é aplicada uma outra camada de resina com o passo correspondente de recozimento.

Uma aplicação exemplificativa da presente tecnologia está descrita na Patente EP 1,364,772 A1, limitada à utilização de fibras de vidro e de carbono.

Assim, o problema técnico subjacente ao presente invento é representado pela necessidade de se obterem condutas tão leves quanto possível, apresentando desenhos adequados em termos de estanquicidade a fluidos e através de um processo simplificado.

Para além destes requisitos, outras condições operacionais deveriam ser satisfeitas, tais como a consistência estrutural da conduta multicamada, o baixo ruído associado ao escoamento de fluidos e à condutividade eléctrica opcional ao longo da conduta, para prevenir a acumulação de cargas electrostáticas geradas pelo atrito do fluido (ar) contra as paredes interiores da conduta.

Este problema é resolvido por uma conduta multicamada tal como está especificado acima, feita pela sobreposição de camadas compreendendo:

um filme de polímero substancialmente estanque a fluidos, definindo a parede interior da conduta;  
pelo menos uma camada estrutural de reforço, formada por uma folha de fibras estruturais pré-impregnadas com resina termoendurecível, envolvendo o dito filme de polímero.  
uma ou mais camadas funcionais adicionais opcionais de prepreg com fibras estruturais e / ou funcionais.

A expressão camada estrutural de reforço significa uma camada capaz de proporcionar as propriedades estruturais necessárias à conduta.

A expressão fibra estrutural pré-impregnada com uma matriz polímera ou uma resina termoendurecível significa uma fibra

capaz de conferir as ditas propriedades estruturais. Alguns exemplos de fibras estruturais são a fibra de vidro, fibra de viscose raiona, fibra de carbono, fibra aramida, etc.

A expressão fibra funcional pré-impregnada com uma matriz polímera ou uma resina termoendurecível significa uma fibra capaz de conferir outras propriedades tal como, por exemplo, condutividade eléctrica, isolamento eléctrico, isolamento térmico, transmissão óptica, etc., à camada de resina.

Entre as fibras condutoras de electricidade do exemplo podem mencionar-se as fibras de carbono, também executando excelentemente as funções estruturais como é bem sabido, e as fibras de boro, tungsténio, alumínio, cobre, outros metais condutores, etc. Propõe-se que a mesma fibra possa concomitantemente executar tarefas estruturais e funcionais. Assim, as tarefas funcionais poderiam ser inerentes à dita camada de reforço.

Por último, entre as fibras electricamente isolantes do exemplo podem ser mencionadas as fibras de vidro e as fibras aramidadas.

A resina de impregnação pode ser uma resina fenólica, poliéster, époxy, poliimida, etc.

Uma forma de realização preferida da conduta de acordo com o invento tem uma sobreposição de camadas, compreendendo:

um filme de polímero substancialmente estanque a fluidos, definindo a parede interior da conduta;

pelo menos uma camada estrutural de reforço, formada por uma folha de fibras estruturais pré-impregnadas com resina termoendurecível, envolvendo o dito filme de polímero;

pelo menos uma primeira camada funcional condutora de electricidade, constituída por uma folha compreendendo

fibras condutoras pré-impregnadas com resina termoendurecível; e  
pelo menos uma segunda camada funcional electricamente isolante, constituída por uma folha compreendendo fibras funcionais isolantes adequadas, pré-impregnadas com resina termoendurecível.

A vantagem principal da conduta multicamada tal como está definida acima assenta no facto de apresentar espessuras reduzidas, e, assim, um peso limitado por superfície unitária (gramagem), satisfazendo o requisitos de estanquicidade ao ar. Concomitantemente, a aplicação de camadas adicionais de resina estanque a fluidos torna-se supérflua.

De acordo com o mesmo conceito do invento, o presente invento proporciona um processo para o fabrico de uma conduta tal como está especificado acima, compreendendo os passos de:

dispor em sequência, num mandril com forma e secção adequados, um filme de polímero substancialmente estanque a fluidos, definindo a parede interior da conduta, pelo menos uma camada estrutural de reforço, constituída por uma folha de fibras estruturais pré-impregnadas com resina termoendurecível, envolver o dito filme de polímero, e uma ou mais camadas funcionais opcionais com outras fibras estruturais e / ou funcionais, pré-impregnadas com uma resina termoendurecível;  
extracção de ar e outros gases ou substâncias voláteis entre as ditas camadas, através da aplicação de vácuo;  
sujeição das ditas camadas a aquecimento a uma temperatura pré-definida e / ou durante um período de tempo pré-definido, mantendo a dita aplicação de vácuo para extrair

gases ou quaisquer substância voláteis geradas devido ao aquecimento;  
arrefecimento das ditas camadas; e  
extracção ou de outra forma remoção do dito mandril.

De acordo com uma forma de realização preferida do dito processo, a deposição do dito filme de polímero no mandril é precedida pela aplicação no mandril de um agente de separação, por exemplo um álcool polivinílico (PVA), resina ou um poliéster aplicado por pulverização, que facilita a remoção do mandril, contribuindo ainda para a diminuição da rugosidade interna da conduta, em particular quando o mandril é do tipo descartável, não metálico.

O presente invento será agora descrito de acordo com uma forma de realização preferida, apresentada através de um exemplo não limitativo e com referência aos desenhos anexos, em que:

A figura 1 é uma vista em perspectiva parcialmente em corte da conduta multicamada de acordo com o invento;

A figura 2 é uma vista em perspectiva de um elemento de suporte aplicado à conduta multicamada de acordo com o invento; e

A figura 3 é uma vista esquemática de um detalhe da conduta da figura 1.

Com referência às figuras, uma conduta multicamada, em particular para aplicações aeronáuticas, está identificada pela letra D, e está ilustrada de modo a apresentar as camadas que a compõem.

Estas camadas estão dispostas coaxialmente e serão descritas a partir do interior da conduta, onde se pretende a passagem do escoamento de ar, para o exterior da conduta. A forma da secção ilustrada da conduta é substancialmente circular, propondo-se no entanto que a forma da conduta e da sua secção transversal possam ser qualquer uma.

A conduta D compreende um filme de polímero substancialmente estanque a fluidos 1, definindo a parede interior da conduta. Com vantagem, ainda que não exclusivamente, é feita num material polímero flexível que pode ser enrolado em torno de um mandril no primeiro passo de fabrico da conduta.

O material polímero pode ser um fluoreto de polivinilo (PVF), politetrafluoreto (PTF, PTFE), material fenólico ou polifenólico, polisulfónico e poliimidico. De preferência, um tal material é escolhido de entre o grupo compreendendo fluoreto de polivinilo (PVF) e politetrafluoreto (PTF, PTFE).

De acordo com a forma de realização preferida, um tal filme de polímero é produzido a partir de Tedlar™ com uma espessura compreendida entre 15 a 75 µm proporcionado na forma de uma folha extrudida com uma superfície adesiva voltada para as camadas sucessivas de prepreg que serão descritas de agora em diante, a superfície adesiva sendo revestida com uma camada adesiva à base de poliéster, à base de époxy ou semelhante.

De acordo com a primeira forma de realização, a conduta D compreende ainda uma camada estrutural de reforço 2, constituída por uma camada de fibras estruturais pré-impregnadas com uma resina, envolvendo o dito filme de polímero 1.

A camada estrutural de reforço 2 poderia apresentar um peso por área de superfície compreendido entre 50 a 150 g/m<sup>2</sup>, e

poderia ser feita, por exemplo, num tecido não-tecido ou fibras raiona viscose numa resina fenólica.

A conduta D compreende ainda uma primeira camada funcional condutora de electricidade 3, constituída por uma folha de tecidos compreendendo fibras condutoras de electricidade pré-impregnadas.

Com vantagem, a dita camada funcional 3 também poderia executar tarefas estruturais. Na presente forma de realização, a dita primeira camada 3 é constituída por uma camada de tecido contendo fibras de carbono, pré-impregnadas com resina fenólica. O peso por área de superfície unitária pode estar compreendido entre 250 a 400 g/m<sup>2</sup>. Alternativamente poderiam ser usados tecidos híbrido de fibras aramidas e fibras de carbono, ou mesmo tecidos híbridos de fibras de vidro e fibras de carbono com um peso por área de superfície unitária compreendido substancialmente no intervalo acima mencionado.

A conduta D compreende ainda uma segunda camada funcional electricamente isolante 4, constituída por uma camada de fibras funcionais adequadamente isolantes, na forma de prepregs.

De acordo com a presente forma de realização, a dita segunda camada funcional 4 é constituída por uma camada com espessura mínima de fibra de vidro ou fibra aramida, pré-impregnada com resina fenólica. O peso por área de superfície unitária desta camada poderia ser > 60 g/m<sup>2</sup>, por exemplo 40m<sup>2</sup>.

A espessura desta sobreposição de camadas poderia gerar uma espessura global muito reduzida da conduta, num intervalo entre 0,50 a 0,750 mm, e um peso global por área de superfície unitária de cerca de 480 g/m<sup>2</sup>, isto é, cerca de metade do valor apresentado pelas técnicas tradicionais.

Por último, a conduta D tem uma camada exterior 5 feita num material termicamente isolante, proporcionado na forma de

um tapete de poliimida, que é adicionado no fim do processo de fabrico, ou numa instalação.

Com referência às figuras 2 e 3, é descrito um suporte 6 da conduta D que poderia ter uma forma qualquer, compreendendo um par de abas curvas 10, aderindo à conduta D.

Nas ditas abas 10, a conduta D compreende uma camada de reforço 7 na forma de uma faixa envolvendo a periferia da conduta D. Os ditos reforços locais, espaçados adequadamente ao longo das condutas, são necessários, em particular para condutas funcionando em depressão, isto é, com uma pressão efectiva negativa.

Com vantagem, de modo a explorar ao máximo a compatibilidade entre materiais semelhantes, a camada funcional mais exterior, neste caso a segunda camada funcional electricamente isolante 4, a camada de reforço 7 e o suporte 6 serão feitos nos mesmos tecidos estruturais pré-impregnados com resina fenólica.

Deve entender-se que todos os componentes acima mencionados satisfazem os requisitos FTS de não inflamabilidade para aplicações aeronáuticas e não-aeronáuticas.

Com a conduta acima mencionada obtêm-se várias vantagens, resumidas de seguida:

redução drástica do peso por unidade de superfície unitária em relação a outras soluções adoptadas correntemente;

aumento do factor de rigidez à tensão, aumento da resistência média à flexão, resistência à compressão e resistência à tracção;

melhoria da resistência ao impacto;

dissipação das cargas electrostáticas geradas pelo trânsito do escoamento de ar (fluido); e baixo nível de ruído associado ao trânsito de fluido, implicando uma redução substancial das perdas de carga ao longo da conduta.

Esta última vantagem é proporcionada através da utilização do dito filme polímero que, na posição na qual é inserido, não só proporciona a conduta com a estanquicidade ao ar exigida, como também reduz a rugosidade da sua superfície interna, para um máximo de 10  $\mu\text{m}$ .

Esta particularidade é ainda melhorada, acima de tudo, no caso de utilização de mandris descartáveis não metálicos, com a utilização do dito agente de separação no processo, tal como está definido e descrito acima.

Além disso, no processo é eliminada a utilização de resinas fenólicas em estado líquido, a serem aplicadas por pulverização com as precauções elaboradas relevantes. Para além disso, garante-se uma repetibilidade melhorada do produto, que já não é mais afectado por quaisquer variações pontuais na porosidade das camadas sobrepostas.

Na conduta multicamada e processo de fabrico acima descritos, os que têm experiência na arte, para satisfazer necessidades adicionais e contingentes, podem efectuar várias modificações e alterações, todas incluídas, no entanto, no âmbito de protecção do presente invento, tal como está definido pelas reivindicações anexas.

Lisboa, 24 de Maio de 2010.

## REIVINDICAÇÕES

1. Conduto multicamada (D) para distribuição de ar em sistemas de climatização, em particular, ainda que não exclusivamente, para aeronaves, constituída por uma sobreposição de camadas compreendendo:

um filme polímero substancialmente estanque a fluidos (1) definindo a parede interior da conduta e em contacto com o escoamento de ar interior; e pelo menos uma camada estrutural de reforço (2, 3) formada por uma folha de fibras estruturais pré-impregnadas com uma resina termoendurecível, envolvendo o dito filme polímero,

na qual:

pelo menos uma primeira camada funcional condutora de electricidade (3) é formada por uma folha compreendendo as fibras condutoras pré-impregnadas com uma resina termoendurecível; e

pelo menos uma segunda camada funcional electricamente isolante (4) é formada por uma folha compreendendo as fibras funcionais isolantes adequadas, pré-impregnadas com uma resina termoendurecível envolvendo a dita pelo menos uma primeira camada funcional condutora de electricidade.

2. Conduto multicamada (D) de acordo com a reivindicação 1, na qual as ditas fibras estruturais pré-impregnadas com uma resina são as fibras de vidro, fibras de raiona viscosa, fibras de carbono e / ou fibras aramidas.

3. Conduta multicamada (D) de acordo com a reivindicação 1, na qual as ditas fibras funcionais condutoras de electricidade são as fibras de carbono, de boro, de tungsténio, de alumínio, de cobre e / ou de metais condutores de electricidade.
4. Conduta multicamada (D) de acordo com a reivindicação 1, na qual as ditas fibras electricamente isolantes são fibras de vidro e / ou fibras aramidas.
5. Conduta multicamada (D) de acordo com a reivindicação 1, na qual a dita resina de impregnação é uma resina fenólica, poliéster, épxi e / ou poliimida.
6. Conduta multicamada (D) de acordo com a reivindicação 5, na qual a dita resina de impregnação é uma resina fenólica.
7. Conduta multicamada (D) de acordo com a reivindicação 1, na qual, na dita sobreposição, as camadas (1, 2, 3, 4, 5), estão dispostas substancialmente coaxialmente.
8. Conduta multicamada (D) de acordo com a reivindicação 1, na qual o dito filme polímero (1) é constituído por um material polímero flexível.
9. Conduta multicamada (D) de acordo com a reivindicação 1, na qual o dito filme polímero (1) é constituído por um material polímero escolhido de entre o grupo compreendendo fluoreto de polivinilo (PVF), politetrafluoreto (PTF, PTFE), material fenólico ou polifenólico, polisulfónico e poliimidico.

10. Conduta multicamada (D) de acordo com a reivindicação 9, na qual o dito material polímero é escolhido de entre o grupo compreendendo o fluoreto de polivinilo (PVF) e o politetrafluoreto (PTF, PTFE).
11. Conduta multicamada (d) de acordo com a reivindicação 10, na qual o dito material polímero é o Tedlar™ com uma espessura compreendida entre 15 e 75 µm.
12. Conduta multicamada (D) de acordo com a reivindicação 11, na qual o dito material polímero é proporcionado na forma de uma folha extrudida com uma superfície adesiva voltada para as camadas sucessivas.
13. Conduta multicamada (D) de acordo com a reivindicação 12, na qual a dita camada adesiva é à base de poliéster, à base de époxy ou semelhante.
14. Conduta multicamada (D) de acordo com a reivindicação 1, na qual a dita camada estrutural de reforço (2) tem um peso por superfície Unitária compreendida entre 50 e 150 g/m<sup>2</sup>.
15. Conduta multicamada (D) de acordo com a reivindicação 1, na qual a dita camada estrutural de reforço (2) é constituída por um tecido não-tecido de fibras de raiona viscose na resina fenólica.
16. Conduta multicamada (D) de acordo com a reivindicação 1, na qual a dita primeira camada funcional condutora de electricidade (3) constituída por uma camada de tecido

contendo fibras de carbono, pré-impregnadas com resina fenólica.

17. Conduta multicamada (D) de acordo com a reivindicação 16, na qual a massa por superfície unitária da dita primeira camada funcional (3) está compreendida entre 250 a 400 g/m<sup>2</sup>.
18. Conduta multicamada (D) de acordo com a reivindicação 16, na qual a dita primeira camada funcional (3) compreende as fibras aramidas e / ou as fibras de vidro.
19. Conduta multicamada (D) de acordo com a reivindicação 1, na qual a dita segunda camada funcional electricamente isolante (4) é constituída por uma camada de espessura mínima de tecido de fibra de vidro e / ou de fibra aramida, pré-impregnada com uma resina fenólica.
20. Conduta multicamada (D) de acordo com a reivindicação 19, na qual o peso por superfície unitária da dita segunda camada funcional (4) é inferior a 60 g/m<sup>2</sup>.
21. Conduta multicamada (D) de acordo com a reivindicação 1, compreendendo:

um suporte (6) tendo uma forma qualquer, compreendendo um par de abas curvas (10) aderindo à superfície exterior da conduta multicamada (D); e  
uma camada de reforço (7) na forma de uma faixa envolvendo a periferia da conduta multicamada (D) ao nível de cada uma das ditas abas curvas (10), na qual

a camada mais exterior (4), a camada de reforço (7) e o suporte (6) são compatíveis entre si porque são feitos com o mesmo sistema de resina de impregnação.

Lisboa, 24 de Maio de 2010.

## RESUMO

### **Conduta multicamada**

Uma conduta multicamada (D) para distribuição de ar em sistemas de climatização, em particular, ainda que não exclusivamente, para aeronaves, é feita através de um processo proporcionando uma sobreposição de camadas de materiais compósitos avançados, compreendendo um polímero substancialmente estanque a fluidos (1), definindo a parede interior da conduta; pelo menos uma camada estrutural de reforço (2, 3) constituída por uma folha de fibras estruturais pré-impregnadas numa matriz polímera de resina termoendurecível, envolvendo o dito filme polímero; e uma ou mais camadas funcionais adicionais opcionais (3, 4) de fibras estruturais e / ou funcionais, pré-impregnadas numa matriz polímera da resina termoendurecível.



