



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

**(11) PI 0500917-0 B1**



**(22) Data de Depósito:** 15/03/2005

**(45) Data da Concessão:** 04/08/2015  
**(RPI 2326)**

---

**(54) Título:** MÉTODO PARA A PRODUÇÃO DE UMA COBERTURA DE ALUMINATO EM UM ARTIGO OCO,

**(51) Int.Cl.:** C23C16/20; C23C16/04; C23C16/44

**(30) Prioridade Unionista:** 16/03/2004 US 10/801,365

**(73) Titular(es):** General Electric Company

**(72) Inventor(es):** Chen Keng Nam, Janet Elizabeth Gaewsky, Nigel Brian Thomas Langley, Yow Kwok Heng

## **“MÉTODO PARA A PRODUÇÃO DE UMA COBERTURA DE ALUMINETO EM UM ARTIGO OCO”**

### **CAMPO DA INVENÇÃO**

[001] Esta invenção se refere à aplicação de coberturas de alumineto em artigos, e mais em particular, a aplicação de coberturas de alumineto em artigos ocós.

### **ANTECEDENTES DA INVENÇÃO**

[002] Em um motor de turbina a gás (jato) de aeronave, o ar é tomado pela frente do motor, comprimido por um compressor montado em um eixo, e misturado com o combustível. A mistura é queimada e os gases quentes da combustão passam através da turbina montada no mesmo eixo. O fluxo dos gases da combustão gira a turbina através de sua ação contra a secção em forma de aerofólio das respectivas palhetas e pás difusoras da turbina, a qual gira o eixo e fornece energia ao compressor. Os gases quentes da exaustão fluem pela parte posterior do motor, impulsionando-o e à aeronave para frente.

[003] Quanto mais quente a combustão e os gases de exaustão, mais eficiente é a operação do motor a jato. Existe, portanto, um incentivo para aumentar as temperaturas da combustão e dos gases de exaustão. A temperatura máxima para os gases da combustão é normalmente limitada pelos materiais usados para fabricar os componentes da secção quente do motor. Estes componentes incluem as pás difusoras da turbina, as palhetas da turbina a gás, sobre as quais os gases quentes da combustão agem diretamente. Nos motores atuais, as pás defletoras e as palhetas da turbina são feitas de ligas do tipo superligar a base de níquel, e podem operar a temperaturas de até cerca de 982,2 a 1148,9 °C (1800 a 2100 °F). A estas temperaturas, os componentes são submetidos a danos por oxidação e corrosão.

[004] Em uma solução usada para proteger os componentes da secção quente contra a oxidação e a corrosão, uma parte da superfície das palhetas da turbina é recoberta por uma cobertura protetora. Um tipo de cobertura protetora é uma cobertura protetora contendo alumínio depositada sobre o material do substrato a ser protegido. A cobertura contendo alumínio depositado interdifunde no material do substrato, e a superfície exposta da cobertura protetora contendo alumínio oxida para produzir uma película de óxido de alumínio aderente, a qual protege o substrato jazente.

[005] Diversas técnicas estão disponíveis para recobrir as superfícies externas das palhetas e pás defletoras da turbina. Contudo, em alguns casos as secções em forma de aerofólio são ocas para permitir um fluxo passante de ar de refrigeração ou para reduzir o peso da secção em forma de aerofólio, ou por ambas as razões. A cobertura uniforme das superfícies externas e internas das secções ocas é difícil de ser obtida, em particular quando não existe a possibilidade de um fluxo passante de extremidade a extremidade de um vapor de cobertura e particularmente em operações de reforma após as palhetas e pás defletoras da turbina terem sido usadas em serviço e retornam para reforma.

[006] Existe a necessidade de uma solução para recobrir as superfícies externas e também as superfícies internas de tais componentes, com uma cobertura de alumineto que tenha uma espessura razoavelmente uniforme. A presente invenção supre esta necessidade e ainda mais fornece outras vantagens relacionadas.

#### **DESCRIÇÃO DA INVENÇÃO**

[007] A presente invenção fornece um método para a produção de uma cobertura de alumineto nas superfícies internas e externas de um artigo oco. A técnica é particularmente útil para a reforma de artigos ocos que tenham previamente estado em uso. Esta solução resulta em uma cobertura

razoavelmente uniforme, de espessura suficiente e robusta sobre as superfícies internas e sobre as superfícies externas.

[008] Um método para a produção de uma cobertura de alumineto em um artigo oco compreende as etapas de fornecer um artigo apresentando um interior oco e uma abertura de acesso ao interior oco, colocar uma fita de cobertura de alumineto dentro do interior oco através da abertura de acesso, e realizar um processo de aplicação de alumínio ou de aluminação (aluminiding) em fase de vapor ("VPA") no artigo oco empregando uma fonte externa de vapor de alumínio separada da fita de cobertura de alumineto. Tipicamente, o artigo já foi posto em serviço e o presente método é empregado para a reforma do artigo.

[009] Em aplicações de maior interesse, o artigo é feito de uma liga a base de níquel, e mais preferencialmente é feito de uma superliga a base de níquel. Nesta aplicação, o artigo é uma palheta de turbina com uma secção em forma de aerofólio apresentando pelo menos uma parte oca da forma em aerofólio. O interior oco se estende desde o topo da palheta até uma parte da secção em forma de aerofólio. Em uma forma de realização, o interior oco não se estende por todo o comprimento da palheta da turbina, de tal forma que não existe possibilidade da passagem de um fluxo de um vapor de cobertura desde uma extremidade do interior oco até a outra ao longo do comprimento da palheta da turbina. O artigo também pode ser feito de uma liga a base de cobalto.

[010] Mais preferencialmente, a fita da cobertura de alumineto compreende ao menos 85 por cento em peso de um pó de uma liga contendo alumínio com o restante sendo de um ligante orgânico e, opcionalmente, um agente de ativação tal como cloreto de amônia. O ligante orgânico evapora durante o aquecimento subsequente associado ao processo de aplicação de alumínio em fase de vapor, sem deixar qualquer resíduo orgânico. O tamanho

e o número de fitas da cobertura de alumineto que são colocadas dentro do interior oco da secção em forma de aerofólio depende do tamanho do interior oco. Quando a cavidade do interior oco apresentar um tamanho de 2,36 cm (0,93 polegadas) de profundidade, 2,03 cm (0,8 polegadas) de comprimento (bordo de entrada da cavidade ao bordo de saída da cavidade) e uma largura máxima de 0,40 cm (0,16 polegadas), é preferido que um total de quatro peças da fita, cada qual com uma espessura de 0,038 cm (0,015 polegadas), 0,254 cm (0,1 polegadas) de largura e 2,413 cm (0,95 polegadas) de comprimento, sejam colocadas dentro da cavidade, posicionadas entre os reforços existentes os quais se estendem entre as paredes da cavidade.

[011] O processo de aplicação de alumínio (*aluminiding*) em fase de vapor é realizado usando uma fonte de vapor de alumínio externa separada da fita contendo alumineto. Para realizar o processo de aplicação de alumínio em fase de vapor, o artigo oco apresentando uma fita da cobertura de alumineto no interior oco é aquecido a uma temperatura de aplicação do alumínio de pelo menos cerca de 1023,9 °C (1875 °F), preferivelmente cerca de 1079,4 °C +/- 3,9°C (1975 °F +/- 25 °F), em uma atmosfera compreendendo vapor de alumínio. Em um processo típico de aplicação de alumínio, o artigo oco apresentando a fita da cobertura de alumineto no interior oco é colocado no interior de um recipiente de aluminação aquecido, uma liga contendo alumínio é colocada em comunicação com o interior do recipiente de aluminação, e o artigo oco apresentando a fita da cobertura de alumineto no interior oco e a liga contendo alumínio são aquecidos até a temperatura de aplicação de alumínio por um período de tempo suficiente para depositar a espessura desejada da cobertura de alumineto sobre a superfície interna e sobre a superfície externa.

[012] Antes de desenvolver a presente solução, foram feitas tentativas de reformar a cobertura de alumineto empregando somente um

processo de aplicação de alumínio em fase de vapor. O resultado foi que o vapor de alumínio não penetrou dentro do interior da cavidade oca para depositar uma espessura uniforme da cobertura. A fita de cobertura inserida dentro do interior oco em adição ao processo de aplicação de alumínio em fase de vapor empregando uma fonte externa e separada resulta em uma espessura suficiente e uniforme da cobertura de alumineto sobre a superfície externa da forma em aerofólio e sobre a superfície interna da parte oca da forma em aerofólio. A fita de cobertura fornece uma fonte conveniente e dependente de vapor de alumineto no interior do artigo oco. Uma fonte em pó não é empregada dentro do interior do artigo oco uma vez que é mais difícil controlar a química do pó e manusear o pó, obtém-se uma cobertura produzida com uma distribuição menos uniforme com a fonte em pó, a fonte em pó emprega uma temperatura de cobertura ótima diferente, e a solução através da fonte em pó é menos compatível do ponto de vista ambiental, quando comparada com o uso da fita da cobertura de alumineto.

[013] Outras características e vantagens da presente invenção se tornarão mais aparentes a partir da seguinte descrição mais detalhada de uma forma de realização preferida, tida em conjunto com os desenhos que acompanham, os quais ilustram, a título de exemplo, os princípios da invenção. O escopo da invenção não deve ser, contudo, limitado à forma de realização preferida.

#### **BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS**

[014] A figura 1 é um diagrama de fluxo em blocos de uma solução preferida para a realização na prática da forma de realização da presente invenção;

A figura 2 é uma vista esquemática de uma palheta oca de uma turbina a gás com uma parte da parede da forma em aerofólio apartada para mostrar as fitas da cobertura de alumineto inseridas no seu interior oco;

A figura 3 é uma vista em secção ampliada através de uma parede da palheta da turbina a gás da figura 2, tida ao longo da linha 3-3; e

A figura 4 é uma vista esquemática da palheta oca da turbina em um recipiente de aplicação de uma cobertura de alumínio por VPA.

#### **DESCRIÇÃO DE REALIZAÇÕES DA INVENÇÃO**

[015] A figura 1 mostra uma solução preferida para a produção de uma cobertura de alumineto em um artigo oco. O artigo oco é fornecido, etapa 20. A figura 2 ilustra uma forma preferida de um artigo 30 que pode se processado empregando a presente solução. Neste caso, o artigo 30 é uma palheta 32 de turbina a gás. A palheta 32 de turbina a gás inclui uma secção em forma de aerofólio 34 apresentando um topo 35 da palheta, uma fixação 38 em forma de rabo de andorinha ou de secção em árvore abeto, e uma plataforma 40 que se estende lateralmente para fora a partir de um local entre a secção em forma de aerofólio 34 e a fixação 38.

[016] A palheta 32 de turbina a gás é preferencialmente feita em uma peça única de liga metálica, mais preferencialmente de uma liga a base de níquel, e mais preferencialmente de uma superliga a base de níquel. Como ora empregado, "a base de níquel" significa que a composição tem mais níquel presente que qualquer outro elemento. As superligas a base de níquel são tipicamente uma composição que é enrijecida pela precipitação de uma fase primária gama ou uma fase relacionada. Uma liga a base de níquel típica apresenta uma composição com quantidades dos elementos constituintes, em percentual em peso, em subfaixas ou faixas amplas de cerca de 4 a cerca de 20 por cento de cobalto, de cerca de 1 a cerca de 10 por cento de cromo, de cerca de 5 a cerca de 7 por cento de alumínio, de 0 a cerca de 2 por cento de molibdênio, de cerca de 3 a cerca de 8 por cento de tungstênio, de cerca de 4 a cerca de 12 por cento de tântalo, de 0 a cerca de 2 por cento de titânio, de 0 a cerca de 8 por cento de rênio, de 0 a cerca de 6 por cento de rutênio, de 0 a

cerca de 1 por cento de nióbio, de 0 a cerca de 0,1 por cento de carbono, de 0 a cerca de 0,01 por cento de boro, de 0 a cerca de 0,1 por cento de ítrio, de 0 a cerca de 1,5 por cento de háfnio, o balanço de níquel e impurezas incidentais, apesar de que as superligas a base de níquel podem ter composições fora desta faixa. A palheta 32 de turbina a gás pode ao invés disto ser feita de uma liga a base de cobalto, a qual apresenta mais cobalto presente que qualquer outro elemento. Tais ligas de cobalto são conhecidas na técnica para uso em palhetas de turbina. Um exemplo de tais ligas a base de cobalto é a liga Mar M509, a qual apresenta uma composição nominal em peso de cerca de 0,6 por cento de carbono, cerca de 0,1 por cento de manganês, cerca de 0,4 por cento de silício, cerca de 22,5 por cento de cromo, cerca de 1,5 por cento de ferro, cerca de 0,2 por cento de titânio, cerca de 0,01 por cento de boro, cerca de 0,5 por cento de zircônio, cerca de 10 por cento de níquel, cerca de 7 por cento de tungstênio, cerca de 3,5 por cento de tântalo, e o balanço em cobalto e impurezas incidentais.

[017] A palheta 32 de turbina a gás apresenta um interior oco 42 na forma de uma cavidade 44 que se estende desde o topo da palheta 36 até uma porção da secção em forma de aerofólio 34. A palheta de turbina 32 ilustrada é uma palheta de turbina não refrigerada, e o interior oco 42 está presente para reduzir o peso da palheta de turbina. A cavidade 44 é uma cavidade cega e não se estende por todo o comprimento da palheta 32 de turbina a gás nesta aplicação preferida. Por consequência, não é possível fazer fluir um gás de porte de alumínio através da cavidade 44 de extremidade a extremidade. Uma série de reforços 46 na forma de haste se estende através do interior oco 42 entre os lados opostos 48 da cavidade 44 para fortalecer e reforçar a palheta 32 de turbina. Estes reforços 46 estão presentes na palheta 32 de turbina a gás por razões estruturais, e sua presença não é necessária para a presente solução. Na palheta 32 de turbina ilustrada, a abertura de

acesso 50 para o interior oco da cavidade cega 42 é através do topo 36 da palheta. A presente solução pode também ser empregada quando a cavidade 44 é uma cavidade passante de tal forma que um gás contendo alumínio pode fluir diretamente através da cavidade 44 de extremidade a extremidade, mas as maiores vantagens da presente solução são percebidas quando a cavidade 44 é uma cavidade cega ou fechada. Assim, a presente solução também é operacional com palhetas de turbina refrigeradas nas quais um fluxo de ar refrigerante passa através do interior oco da palheta de turbina.

[018] A figura 3 é uma vista em secção transversal através da parede 52 da secção em forma de aerofólio 34. É desejado que a superfície interna 54 da parede 52 apresente uma cobertura de alumineto externa 56 sobre esta, e que as superfícies internas 58 da parede 52 apresentem uma cobertura de alumineto interna 60 nesta. Se for realizado um processo de aplicação de alumínio em fase de vapor convencional na secção em forma de aerofólio 34 da palheta 32 de turbina a gás durante os procedimentos de reforma após a palheta 32 de turbina a gás ter sido posta em serviço, a cobertura de alumineto 56 externa é prontamente aplicada. Contudo, a cobertura de alumineto 60 interna é diferente em espessura e em geral com uma espessura sequer próxima á do fundo da cavidade 44.

[019] Para realizar a cobertura na superfície interior 58, uma fita contendo alumineto 62, algumas vezes chamada de fita *codep*, é colocada dentro do interior oco 42 da secção em forma de aerofólio 34 da palheta 32 de turbina a gás através da abertura de acesso 50. Na configuração da palheta 32 de turbina a gás da figura 2, uma pluralidade de fitas 62 de cobertura de alumineto é colocada entre os reforços 46. A fita 62 de cobertura de alumineto pode opcionalmente conter um ativador. Mais preferencialmente, a fita 62 de cobertura de alumineto compreende ao menos cerca de 85 por cento em peso de um pó de uma liga contendo alumínio, com o restante de um ligante

orgânico e, opcionalmente, contendo um agente ativador tal como o cloreto de amônia. O ligante orgânico evapora durante o subsequente tratamento térmico sem deixar qualquer resíduo orgânico. Tal fita 62 de cobertura de alumineto é conhecida na técnica, veja, por exemplo, a patente americana US 5.334.417, cujo conteúdo é aqui incorporado como referencia, e esta comercialmente disponível, por exemplo, pela Vitla Corporation de Bethel, Connecticut ou pela Sulzer Metco Corporation da Suíça. Tal fita 62 de cobertura de alumineto já foi previamente empregada em operações de cobertura de alumineto. Contudo, tal fita 62 de cobertura de alumineto ainda não foi usada para recobrir superfícies internas, até onde os inventores estão cientes. O tamanho e o número de fitas 62 de cobertura de alumineto que são colocadas dentro do interior oco 42 da secção em forma de aerofólio 34 depende do tamanho do interior oco 42. Quando o interior oco 42 é uma cavidade cega com um tamanho de 2,362 cm (0,93 polegadas) de profundidade, 2,032 cm (0,8 polegadas) de comprimento (bordo de entrada da cavidade ao bordo de saída da cavidade) e uma largura máxima de 0,406 cm (0,16 polegadas), é preferido que um total de quatro peças da fita, cada qual com uma espessura de 0,038 cm (0,015 polegadas), 0,254 cm (0,1 polegadas) de largura e 2,413 cm (0,95 polegadas) de comprimento, sejam colocadas dentro da cavidade 44, posicionadas entre os reforços 46 os quais se estendem entre as paredes da cavidade 44.

[020] Após a fita contendo alumineto 62 ser colocada dentro do interior oco 42 da secção em aerofólio 34, etapa 22 da figura 1, o artigo oco 30 é submetido a um processo de aplicação de alumínio em fase de vapor, etapa 24, 30 empregando uma fonte externa de vapor de alumínio separada da fita contendo alumineto 62. A figura 4 mostra um dispositivo 70 operacional de aplicação de alumínio em fase de vapor. O artigo 30 a ser recoberto pela cobertura de alumineto, aqui a secção em forma de aerofólio 34 da palheta 32 de turbina a gás, é colocado em um recipiente 72 de aplicação de alumínio ou

aluminação. Tipicamente, várias palhetas 32 de turbina a gás são carregadas dentro do recipiente de aluminação 72 para a aplicação em uma operação única de cobertura, apesar de que somente uma é mostrada na figura 4. Na solução ilustrada, a parte de baixa da plataforma 4 e a fixação 38 não devem ser recobertos com alumínio. Portanto, a fixação 38 é posicionada do lado de fora do recipiente de aluminação 72, enquanto que a parte de baixo da plataforma 40 é posicionada de forma hermética ao longo da parede do recipiente de aluminação 72, ou por outro lado, posicionado de tal forma que a parte de baixo da plataforma 40 não receba uma camada de alumínio.

[021] É fornecida uma fonte de gás de aluminação em comunicação com o interior do recipiente de aluminação 72. Na solução ilustrada, a fonte externa de vapor de alumínio são as barquetas 74 contendo os péletes 76 feitos de liga de cromo e alumínio posicionados próximos às palhetas 32 de turbina a gás a serem submetidas à aplicação de alumínio em fase de vapor, no recipiente de aluminação 72. (Esta fonte de vapor de alumínio é descrita como sendo externa à palheta 32 de turbina a gás para distingui-la da fita 62 de cobertura de alumineto, a qual é interna à palheta 32 de turbina a gás). O recipiente de aluminação 72 contendo as barquetas 74 e a(s) palheta(s) 32 de turbina a gás é aquecido em atmosfera de argônio ou de hidrogênio a uma taxa de aquecimento de cerca de 10 °C (50 °F) por minuto até uma temperatura maior que cerca de 1023,9 °C (1875 °F), preferencialmente de cerca de 1079,4 °C +/- 3,9 °C (1975 °F +/- 25 °F). A esta temperatura, o alumínio vaporiza dos péletes 76. O vapor de alumínio se difunde para as superfícies da palheta 32 de turbina a gás, e se deposita para formar uma cobertura de alumineto nesta. A maior parte do alumínio se deposita nas superfícies externas 54, e uma pequena parte se difunde para dentro da cavidade oca 44 para se depositar nas superfícies internas 58. A palheta 32 de turbina a gás é mantida nesta temperatura por um período de

tempo suficiente para depositar a espessura desejada da cobertura de alumineto, tipicamente cerca de 4 horas +/- 15 minutos, durante cujo tempo o alumínio é depositado, e então lentamente resfriado a cerca de 121,1 °C (250 °F) e então à temperatura ambiente. Opcionalmente, um fluxo 78 de um gás transportador tal como argônio ou hidrogênio pode ser introduzido dentro do recipiente de aluminação 72 de tal forma que este passa sobre e através das barquetas 74 para pegar e carregar o vapor de alumínio produzido pela vaporização dos péletes 76 para a palheta 32 de turbina a gás. Estes períodos e temperaturas de cobertura podem variar para alterar a espessura da camada depositada contendo alumínio.

[022] Durante este ciclo de aquecimento, o vapor de alumínio é também produzido pelas fitas 62 de cobertura de alumineto para as superfícies internas 58. O vapor de alumínio produzido pelas fitas 62 de cobertura de alumineto se difunde para as superfícies internas 58 e se deposita como a fonte primária de alumínio a qual forma a cobertura de alumineto 60 interna. Parte do vapor de alumínio produzido pelos péletes 76 também pode encontrar seu caminho para dentro do interior oco 42, mas a experiência mostrou que este vapor de alumínio se deposita primariamente nas superfícies externas 54 e não migra para as superfícies internas 58. Se é usado somente o vapor de alumínio produzido pelos péletes 76, a cobertura interna depositada nas superfícies internas 58 apresenta uma espessura insuficiente para proteger estas superfícies internas 58. Quando a presente solução para a produção de vapor de alumínio, a partir de uma fonte de fita de cobertura de alumineto dentro do interior oco, é empregada em conjunto com uma fonte externa, neste caso os péletes 76 no interior das 5 barquetas 74, a espessura da cobertura de alumineto apresenta uma espessura suficiente tanto nas superfícies internas 58 quanto nas superfícies externas 56.

[023] Outra solução poderia ser o uso de pós como fontes de alumineto no interior oco 42 como uma fonte de vapor de alumínio. Esta

solução, empregada em produtos novos ou recém-manufaturados, não é aceitável na reforma uma vez que não é aceitável do ponto de vista ambiental, uma vez que sua temperatura ótima de cobertura é diferente daquela do processo de aplicação de alumínio em fase de vapor que fornece a cobertura externa 60 de alumineto, e devido ao fato que o pó como fonte de alumínio é mais difícil de manusear e de controlar que a fita 62 de cobertura de alumineto.

[024] Após ter sido depositada a espessura desejada de alumínio sobre a superfície externa 54 e sobre a superfície interna 58, e a palheta 32 de turbina a gás é resfriada à temperatura ambiente, a fita 62 de cobertura de alumineto ora parcialmente exaurida é removida do interior oco 42, etapa 26.

[025] A presente solução foi realizada na prática através da cobertura de palhetas de turbina a gás apresentando uma estrutura similar àquela ilustrada na figura 2, através da solução mostrada em relação à figura 1 e empregando o dispositivo VPA 70 similar ao ilustrado na figura 4. As dimensões da cavidade e da fita de cobertura são como supra descrito. O objetivo era o de produzir uma cobertura de alumineto apresentando uma espessura mínima de 0,0038 cm (0,0015 polegadas) para tanto a cobertura de alumineto externa 56 quanto para a cobertura de alumineto interna 60. A título de comparação, foi aplicado um tratamento similar de aluminação em fase de vapor em palhetas de turbina a gás, em um primeiro caso comparativo sem qualquer fonte de vapor de alumínio dentro do interior oco 42, e em um segundo caso comparativo empregando pós como fontes de alumínio colocadas dentro da cavidade 44. Em todos os casos, a espessura da cobertura de alumineto externa 56 foi maior que 0,0038 cm (0,0015 polegadas). Contudo, a espessura da cobertura de alumineto interna 60 varia de acordo com o processo empregado. Quando nenhuma fonte de alumínio foi colocada dentro da cavidade 44, a espessura da cobertura de alumineto interna 60 próxima ao fundo da cavidade 44 variou de 0 a menos que 0,0013 cm (0,0005

polegadas). Quando a fonte de aluminação<sup>35</sup> em pó foi colocada dentro da cavidade 44, a espessura da cobertura de alumineto interna 60 próxima ao bordo de entrada de fundo e ao bordo de saída de fundo da cavidade 44 foi de no mínimo cerca de 0,0020 cm (0,0008 polegadas). Quando a fita 62 de cobertura de alumineto foi colocada dentro da cavidade 44 na forma descrita anteriormente, a espessura da cobertura de alumineto interna 60 foi de robustas 0,0038 cm (0,0015 polegadas) no mínimo através da cavidade, assim chegando próxima a da espessura da cobertura de alumineto externa 56.

[026] Apesar de ter sido descrita uma particular forma de realização em detalhes com o propósito de ilustração, pode ser feitas várias modificações em melhorias sem que se escape assim do espírito e do escopo da presente invenção. Desta forma, a invenção não deve ser limitada exceto pelas reivindicações em anexo.

### REIVINDICAÇÕES

1. MÉTODO PARA A PRODUÇÃO DE UMA COBERTURA DE ALUMINETO (56, 60) EM UM ARTIGO OCO (30), caracterizado por compreender as etapas de:

- fornecer um artigo (30) apresentando um interior oco (42) e uma abertura de acesso ao interior oco (42);

- colocar uma fita (62) de cobertura de alumineto dentro do interior oco (42) através da abertura de acesso; e

- aluminizar em fase de vapor no artigo oco (30) empregando uma fonte externa de vapor de alumínio separada da fita (62) de cobertura de alumineto

em que a etapa de aluminizar em fase de vapor inclui a etapa de:

- aquecer o artigo oco (30) apresentando uma fita (62) de cobertura de alumineto dentro do interior oco (42) a uma temperatura de ao menos 1023,9 °C em uma atmosfera compreendendo vapor de alumínio;

- aquecer o artigo oco (30) apresentando uma fita (62) de cobertura de alumineto dentro do interior oco (42) em uma atmosfera compreendendo vapor de alumínio;

- colocar o artigo oco (30) apresentando uma fita (62) de cobertura de alumineto dentro do interior oco (42) no interior de um recipiente de aluminação (72),

- colocar uma liga contendo alumínio em comunicação com o interior do recipiente de aluminação (72), e

- aquecer o artigo oco (30) apresentando uma fita (62) de cobertura de alumineto dentro do interior oco (42) e a liga contendo alumínio a uma temperatura de ao menos 1023,9 °C.

2. MÉTODO, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a etapa de fornecer inclui a etapa de fornecer o artigo (30) o

qual já tenha sido posto em serviço.

3. MÉTODO, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a etapa de fornecer inclui a etapa de fornecer o artigo (30) compreendendo uma liga a base de níquel.

4. MÉTODO, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a etapa de fornecer inclui a etapa de fornecer o artigo (30) compreendendo uma superliga ("superalloy") a base de níquel.

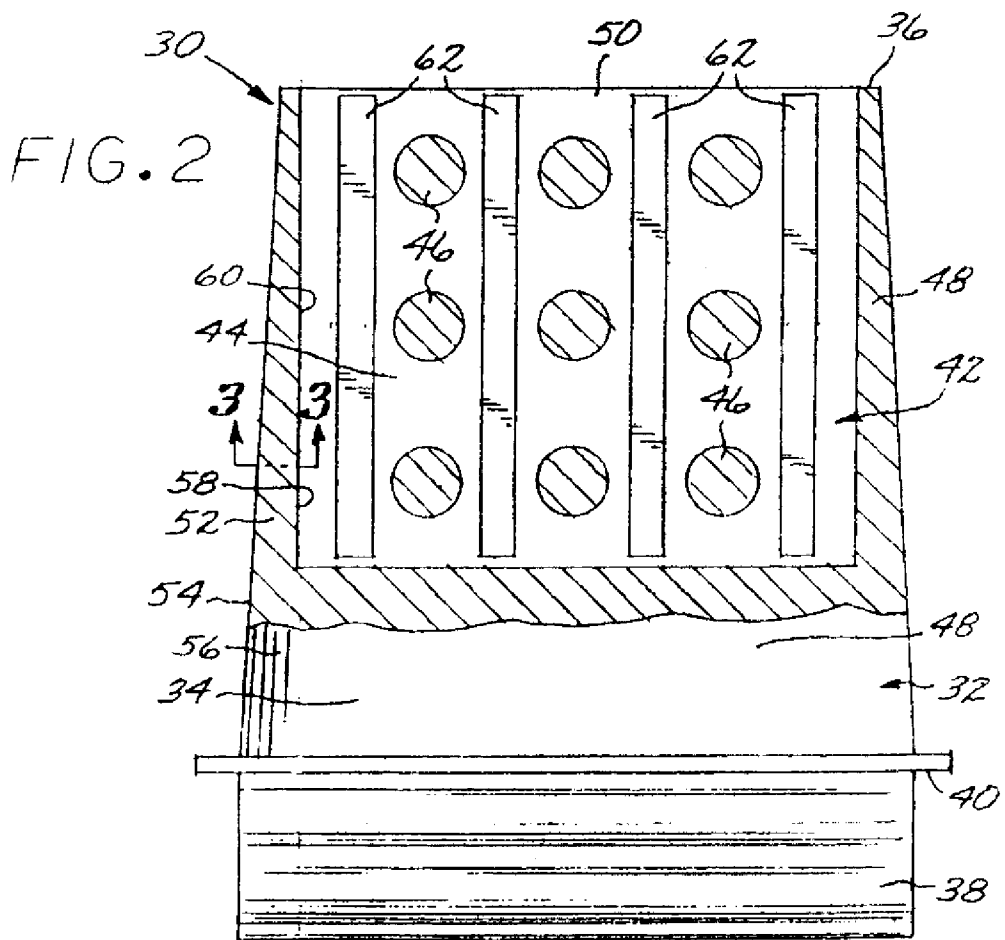
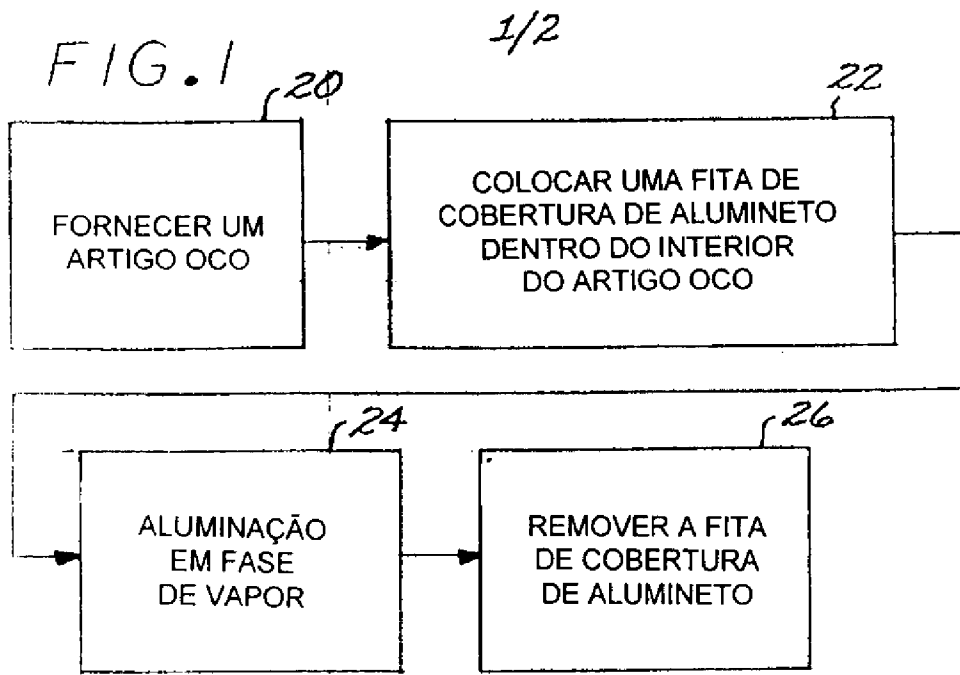
5. MÉTODO, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a etapa de fornecer inclui a etapa de fornecer o artigo (30) compreendendo uma liga a base de cobalto.

6. MÉTODO, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a etapa de aquecer o artigo oco (30) é feita a uma temperatura de  $1079,8\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 3,9\text{ }^{\circ}\text{C}$  em uma atmosfera compreendendo vapor de alumínio.

7. MÉTODO, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a etapa de colocar inclui a etapa de fornecer uma fita (62) de cobertura de alumineto a qual compreende um pó de liga contendo alumínio e um ligante.

8. MÉTODO, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a etapa de fornecer inclui a etapa de fornecer o artigo (30) como uma palheta de turbina a gás não resfriada apresentando o interior oco que se estende através de todo o comprimento da palheta de turbina inteira.

9. MÉTODO, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a etapa de fornecer inclui a etapa de fornecer o artigo (30) como uma palheta de turbina a gás resfriada apresentando o interior oco como uma cavidade cega que se estende desde o topo da palheta (36) para dentro de parte da secção em forma de aerofólio (34), mas não através da palheta de turbina inteira.



2/2

FIG. 3

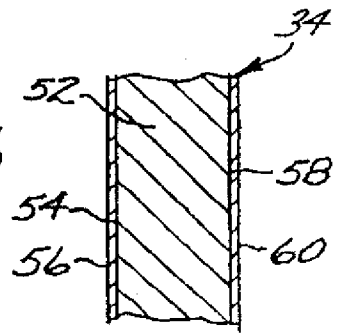
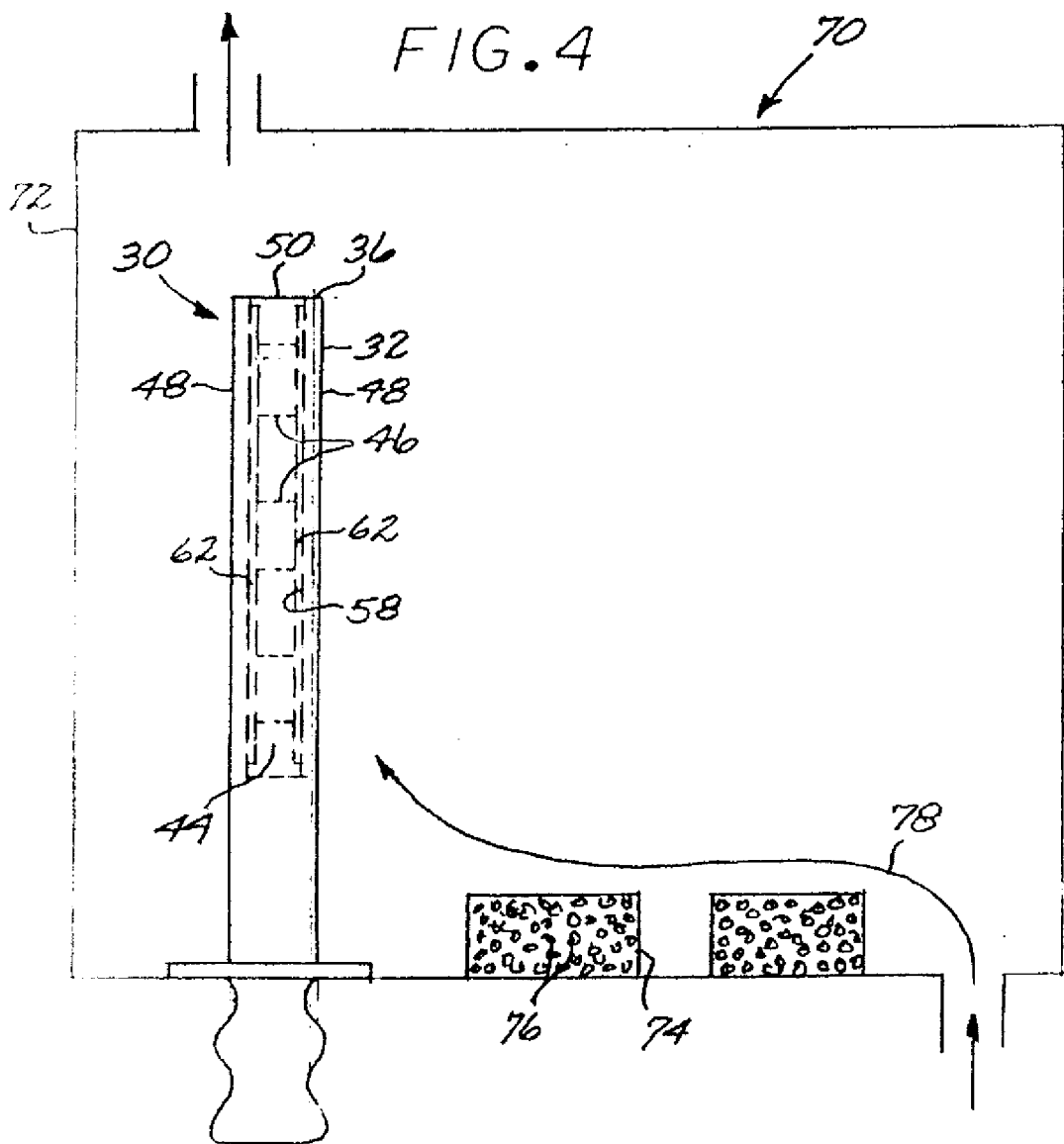


FIG. 4



**RESUMO**

**“MÉTODO PARA A PRODUÇÃO DE UMA COBERTURA DE ALUMINETO  
EM UM ARTIGO OCO”**

Uma cobertura de alumineto (56, 60) é produzida em um  
5 artigo oco (30) através das etapas de fornecer um artigo (30) apresentando um  
interior oco (42), colocar uma fita (62) e cobertura de alumineto dentro do  
interior oco (42) através da abertura de acesso, e realizar um processo de  
aplicação de alumínio, ou de aluminação, em fase de vapor no artigo (30)  
empregando uma fonte externa de vapor de alumínio em adição à fita (62) de  
10 cobertura de alumineto.