



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

(21) PI 0909401-6 A2



(22) Data do Depósito: 25/03/2009

(43) Data da Publicação Nacional: 08/10/2009

(54) Título: PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE UM DISCO COM PÁS MONOBLOCO

(51) Int. Cl.: B23P 13/02; B23P 15/00; B23C 3/18; B23Q 11/00; B23C 1/04; (...).

(30) Prioridade Unionista: 31/03/2008 FR 0852080.

(71) Depositante(es): SNECMA.

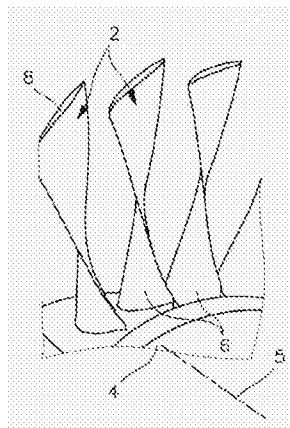
(72) Inventor(es): SERGE BERLANGER; SÉBASTIEN BORDU; THIERRY JEAN MALEVILLE; CHRISTOPHE CHARLES MAURICE ROCA.

(86) Pedido PCT: PCT EP2009053484 de 25/03/2009

(87) Publicação PCT: WO 2009/121766 de 08/10/2009

(85) Data da Fase Nacional: 23/09/2010

(57) Resumo: "PROCESSO DE MONOBLOCO" F ABRI CAÇÃO DE UM DISCO COM PÁS A presente invenção se refere a um processo de fabricação de um disco com pás monobloco, que compreende: uma etapa de recorte por jato de água abrasivo de um bloco de matéria (100), realizada de maneira a fazer aparecer pré-formas de pás (1 02) que se estendem radialmente a partir de um disco (4), ao mesmo tempo em que conserva matéria que forma meios de ligação (112) entre as pré-formas de pás diretamente consecutivas, a etapa de recorte sendo realizada de maneira a que os ditos meios de ligação formem substancialmente um anel espaçado radialmente do dito disco, e que liga entre si as ditas pré-formas de pás, à distância do topo das mesmas, radialmente para o interior; e depois uma etapa de retirada dos ditos meios de ligação (112).



"PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE UM DISCO COM PÁS MONOBLOCO"

DESCRIÇÃO

DOMÍNIO TÉCNICO

5 A presente invenção se refere de modo geral ao domínio da fabricação dos discos com pás monoblocos, de preferência para turbomáquina de aeronave.

ESTADO DA TÉCNICA ANTERIOR

10 Para a fabricação de um disco com pás monobloco, também denominado "DAM", ou "blisk" em inglês, é possível recorrer a uma etapa de recorte por jato de água abrasivo de um bloco de matéria, seguida por uma ou várias etapas de fresagem.

15 A execução de uma etapa de recorte por jato de água abrasivo, anteriormente à fresagem, permite reduzir consideravelmente os tempos e custos de fabricação em relação a um processo unicamente baseado em fresagem. Isso se explica em especial pelo fato de que um tal processo de fabricação exige cerca de 75% de retirada de matéria do bloco de partida para chegar ao DAM. A retirada de uma grande parte dessa matéria por recorte com jato abrasivo permite de fato reduzir os tempos de produção, e limita por
20 outro lado o desgaste das fresadoras.

No entanto, esse processo não pode ser considerado como totalmente otimizado. De fato, um inconveniente reside na presença de deformações e de vibrações das pás no decorrer desse processo de fabricação, esse inconveniente sendo ainda maior quanto mais longas forem as pás. Essas
25 deformações e vibrações necessitam, para limitar suas conseqüências sobre a qualidade do DAM produzido, aplicar às diferentes ferramentas velocidades de avanço reduzidas, prejudiciais em termos de tempo de produção. As vibrações assim como os tempos de fabricação prolongados provocam também um grande desgaste das ferramentas, impactando de modo negativo

os custos de produção.

EXPOSIÇÃO DA INVENÇÃO

5 A invenção tem portanto como objetivo corrigir pelo menos parcialmente os inconvenientes mencionados acima, relativos às realizações da arte anterior.

Para fazer isso, a invenção tem como objeto um processo de fabricação de um disco com pás monobloco, que compreende:

10 - uma etapa de recorte por jato de água abrasivo de um bloco de matéria, realizada de maneira a fazer aparecer pré-formas de pás que se estendem radialmente a partir de um disco, ao mesmo tempo em que conserva matéria que forma meios de ligação entre as pré-formas de pás diretamente consecutivas, a etapa de recorte sendo realizada de maneira a que os ditos meios de ligação formem substancialmente um anel espaçado radialmente do dito disco, e que liga entre si as ditas pré-formas de pás, à distância do topo
15 das mesmas, radialmente para o interior; e depois

- uma etapa de retirada dos ditos meios de ligação.

Assim, a invenção é notável pelo fato de que ela prevê, no decorrer da etapa de recorte com jato de água abrasivo, deixar aparecer um anel de retenção entre si das pré-formas de pás. Isso permite limitar bastante,
20 e mesmo erradicar as deformações e as vibrações das pás no decorrer da fabricação das mesmas, visto que elas permanecem retidas mecanicamente umas nas outras por matéria do bloco inicial.

Essa especificidade permite vantajosamente aplicar às diferentes ferramentas velocidades de avanço elevadas, que diminuem os
25 tempos de produção, sem impactar a qualidade do DAM produzido. Por outro lado, a diminuição dos tempos de produção, assim como a diminuição das vibrações das pás no decorrer da fabricação das mesmas, desacelera o desgaste das ferramentas, em especial o desgaste das fresadoras, o que limita de modo vantajoso os custos de produção.

A etapa de recorte por jato de água abrasivo é portanto realizada de maneira a que os ditos meios de ligação formem substancialmente um anel, de preferência centrado no eixo do disco, e à distância dos topos das pré-formas de pás. Preferencialmente, esse anel se estende em 360°, sendo unicamente interrompido pelas pré-formas de pás que ele liga. No entanto, como evocado acima, esse anel poderia não ser inteiramente fechado, a saber não ligar certas pré-formas diretamente consecutivas.

No entanto, a etapa de recorte por jato de água abrasivo é preferencialmente realizada de maneira a que o dito anel ligue entre si a totalidade das pré-formas de pás, cada uma delas destinada a constituir ulteriormente uma pá do DAM. O anel liga nesse caso entre si as ditas pré-formas de pás, à distância do topo das mesmas, radialmente para o interior. Em um tal caso, é por exemplo considerado que o anel ligue as pré-formas entre si a cerca de meio comprimento.

É precisado que é possível prever ao mesmo tempo um anel de retenção periférico, assim como um anel de retenção interior tal como descrito acima, situado radialmente interiormente em relação ao anel periférico.

A matéria que forma meios de ligação é de preferência conservada até o fim da etapa de recorte por jato de água abrasivo. Ela é então retirada somente por ocasião de uma etapa ulterior do processo de fabricação do DAM.

Com relação a isso, é notado que a etapa de recorte por jato de água abrasivo é seguida por uma etapa de fresagem das pré-formas de pás, essa última sendo preferencialmente realizada de maneira a obter esboços de pás perfilados, essa etapa sendo de preferência seguida por uma etapa de acabamento por fresagem dos esboços de pás, de maneira a obter as pás com o perfil final.

De acordo com um primeiro modo de realização preferido da

presente invenção, a dita etapa de retirada dos ditos meios de ligação é realizada anteriormente à dita etapa de fresagem das pré-formas de pás, e portanto de preferência entre essa última etapa e a etapa de recorte por jato de água abrasivo.

5 De acordo com um segundo modo de realização preferido da presente invenção, a dita etapa de retirada dos ditos meios de ligação é realizada entre a dita etapa de fresagem das pré-formas de pás e a dita etapa de acabamento.

10 Mais geralmente, é possível prever que a dita etapa de retirada dos ditos meios de ligação é realizada posteriormente à dita etapa de fresagem das pré-formas de pás, seja essa última seguida por uma etapa distinta de acabamento por fresagem, ou então que ela integre uma tal etapa de acabamento.

15 Com relação a isso, de acordo com um terceiro modo de realização preferido da presente invenção, a dita etapa de retirada dos ditos meios de ligação é realizada posteriormente à dita etapa de acabamento.

Naturalmente, outras etapas clássicas podem ser executadas no processo de acordo com a invenção, tais como:

20 - o torneamento do bloco de matéria antes da etapa de recorte por jato de água abrasivo;

- o polimento e/ou a limpeza por projeção de limalha na superfície das pás depois da etapa de acabamento;

- a colocação em comprimento das pás;

- e o equilíbrio do DAM.

25 De preferência, o dito disco com pás monobloco apresenta um diâmetro superior ou igual a 800 mm. Com relação a isso, é precisado que a presença dos meios de ligação que retêm as pás entre si durante a fabricação das mesmas permite considerar a fabricação de DAMs de grandes diâmetros, com pás de grandes comprimentos, visto que as deformações e vibrações

dessas últimas são reduzidas, e mesmo suprimidas. De preferência, as pás têm um comprimento mínimo de 150 mm.

5 De preferência, o dito disco com pás monobloco apresenta um disco de espessura superior ou igual a 100 mm. No entanto, ele pode apresentar uma espessura da ordem de 160 mm, e mesmo mais ainda, em razão dos altos desempenhos suscetíveis de serem atingidos pela técnica de recorte por jato de água abrasivo. Essa espessura corresponde também substancialmente à distância de acordo com a qual se estende cada pá, adaptada de acordo com o eixo do DAM, entre a borda de ataque e a borda de fuga.

10 De preferência, as pás do disco com pás monobloco são torcidas, o ângulo de torção podendo ir até 45°, e mesmo mais ainda.

De preferência, o dito bloco de matéria utilizado é feito de titânio ou uma de suas ligas.

15 De preferência, o dito disco com pás monobloco é um disco com pás monobloco para turbomáquina de aeronave.

Ainda mais preferencialmente, o dito disco com pás monobloco é um disco com pás monobloco de rotor de turbina ou de compressor de turbomáquina de aeronave.

20 Outras vantagens e características da invenção aparecerão na descrição detalhada não limitativa abaixo.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

Essa descrição será feita em referência aos desenhos anexos entre os quais:

25 - a figura 1 representa uma vista parcial em perspectiva de um disco com pás monobloco para turbomáquina, capaz de ser obtido pela execução do processo de fabricação de acordo com a presente invenção; e

- as figuras 2a a 2e representam vistas que esquematizam o disco com pás monobloco em diferentes etapas de seu processo de fabricação,

quando esse último se apresenta sob a forma de um primeiro modo de realização preferido.

EXPOSIÇÃO DETALHADA DE MODOS DE REALIZAÇÃO PREFERIDOS

5 Em referência primeiramente à figura 1, é possível ver um disco com pás monobloco 1 destinado a ser obtido pela execução de um processo de fabricação de acordo com a presente invenção. Ele é preferencialmente destinado à constituição de um rotor de compressor ou de turbina de uma turbomáquina para aeronave.

10 O disco com pás monobloco, abaixo denominado DAM, que se procura obter pelo processo objeto da invenção, tem grandes dimensões, a saber que ele apresenta um diâmetro superior ou igual a 800 mm, pás 2 de comprimento pelo menos igual a 150 mm, e um disco 4 de espessura "e" superior ou igual a 130 mm. Além disso, as pás levadas pelo disco 4 de eixo central 5 são torcidas de maneira importante, visto que o ângulo de torção pode atingir 45°, e mesmo mais. A título informativo, esse ângulo corresponde de maneira conhecida ao ângulo fictício entre o pé 6 e o topo 8 de uma mesma pá 2.

20 Um modo de realização preferido do processo de fabricação do DAM 1 vai agora ser descrito em referência às figuras 2a a 2e.

 Primeiramente, um bloco de matéria feito de liga de titânio, também chamado "bruto monobloco" e de preferência pré-usinado, é submetido a uma primeira etapa de torneamento, que visa por exemplo usinar esse bloco a 1 mm das cotas finais.

25 A etapa seguinte consiste em um recorte por jato de água abrasivo do bloco cheio, de maneira a fazer aparecer pré-formas de pás.

 Para fazer isso é utilizada uma máquina (não representada) de recorte por jato de água de pressão muito alta, por exemplo 3000 bars, e de precisão muito alta, por exemplo de seis eixos. É o nível de pressão muito alto

da água que permite veicular o abrasivo que otimiza seu efeito cortante sobre a matéria. De maneira conhecida, o jato de água é criado por intermédio de um bico feito de diamante ou feito de safira. Além disso, uma câmara de mistura permite a adição do abrasivo, tal como areia. Com relação a isso, um
5 canhão de focalização homogênea a água e a areia focalizando essa última na zona a recortar.

Essa técnica de recorte por jato abrasivo permite uma vazão de retirada de matéria grande, assim como uma boa aptidão para a repetição. Ele se revela assim absolutamente adaptado para a retirada de matéria que visa
10 criar espaços interpás que atravessam inteiramente a espessura "e" do bloco de matéria de acordo com seu eixo 5.

Com relação a isso, a figura 2a mostra na parte de cima o bloco de matéria 100, uma vez que a etapa de recorte por jato de água abrasivo terminou. Esse bloco apresenta portanto pré-formas de pás 102 que se estendem radialmente
15 a partir do disco 4, quer dizer ortogonalmente ao eixo central 5. De uma maneira geral, o recorte é realizado na espessura do bloco 100 de modo a fazer aparecer espaços interpás 110 entre as pré-formas de pás 102 diretamente consecutivas circunferencialmente.

Além disso, ele é realizado de maneira a deixar aparecer meios de
20 ligação em forma de anel 112 entre as pré-formas 102, esse anel 112 sendo centrado no eixo 5. Esse último liga de preferência a totalidade das pré-formas de pás 102 entre si, a uma distância, a partir do pé 4, compreendida entre cerca da metade e cinco sextos do comprimento total da pré-forma. Assim, o anel 112 se situa radialmente para o interior em relação aos topos 108 das pré-formas de pás, e
25 cria conseqüentemente um resíduo de matéria dentro dos espaços interpás 110, antes de ser suprimido por ocasião de uma etapa ulterior do processo.

Essa etapa de recorte por jato de água abrasivo pode ser executada realizando-se para isso uma primeira operação de recorte que visa retirar dois primeiros pedaços de matéria que se estendem cada um deles substancialmente de

maneira torcida ou helicoidal na direção radial a partir do disco, esses dois primeiros pedaços sendo separados radialmente um do outro pelo anel, a primeira operação sendo depois seguida por uma segunda operação de recorte que visa retirar um segundo pedaço, que se estende também substancialmente de maneira torcida ou helicoidal na direção radial.

Mais precisamente em referência à representação esquemática da figura 2b, é possível ver na parte esquerda dessa última que a primeira operação de recorte visa de fato recortar um primeiro pedaço de matéria 114a que se estende em toda a espessura do bloco 100 de acordo com seu eixo 5. Para fazer isso, o eixo do canhão de focalização 116 se desloca ao longo de uma linha fechada 118a mostrada na parte baixa da figura 2a, iniciada a partir do pé 4, que se estende radialmente até a posição teórica do anel 112, a linha 118a passando ao longo em seguida desse anel na direção circunferencial, antes de se estender de novo radialmente para o interior até o pé 4, do qual ela passa ao longo em seguida para encontrar de novo seu ponto inicial.

Durante seu percurso ao longo da linha 118a precitada, o eixo do canhão 116 é animado por um movimento adicional apropriado em relação ao eixo 5 que permanece preferencialmente fixo, esse movimento adicional se traduzindo essencialmente por um pivotamento do eixo do canhão de acordo com a direção radial, e assegurando a formação de um primeiro pedaço 114a de forma substancialmente torcida na direção radial. De um modo mais geral, é notado que a trajetória descrita pelo canhão 116 em relação ao eixo 5 é uma trajetória dita de cinco eixos, obtida com o auxílio de duas rotações simultâneas. O primeiro pedaço 114a é preferencialmente retirado manualmente pelo operador, como mostrado esquematicamente pela parte central da figura 2b.

Como está visível nessa mesma figura, em uma seção qualquer ortogonal à direção radial, o pedaço 114a toma a forma de um quadrilátero do qual os dois lados opostos, que se estendem de acordo com a espessura do bloco, passam respectivamente o mais próximo possível das duas pás diretamente

consecutivas 2 destinadas a ser obtidas uma vez que o processo terminou.

Em seguida, ainda em referência à parte esquerda da figura 2b e à parte baixa da figura 2a, a primeira operação de recorte é prosseguida de maneira a recortar um outro primeiro pedaço de matéria 114b que se estende em toda a
5 espessura do bloco 100 de acordo com seu eixo 5, e globalmente situado no prolongamento radial exterior do pedaço 114a, do qual ele é separado pela porção do anel 112 situada em frente a esses dois pedaços. Para fazer isso, o eixo do canhão de focalização 116 se desloca ao longo de uma linha 118b em forma global de U mostrada na parte baixa da figura 2a, iniciada a partir de uma
10 extremidade radial do bloco 100, e que se estende radialmente para o interior até a posição teórica do anel 112, a linha 118b passando em seguida ao longo desse anel na direção circunferencial, antes de se estender de novo radialmente para o exterior até uma outra extremidade radial do bloco 100.

Durante seu percurso ao longo da linha 118b precitada, o eixo do
15 canhão 116 é animado por um movimento adicional apropriado em relação ao eixo 5 que permanece preferencialmente fixo, esse movimento adicional se traduzindo essencialmente por um pivotamento do eixo do canhão de acordo com a direção radial, e assegurando a formação de um outro primeiro pedaço 114b de forma substancialmente torcida na direção radial. Esse primeiro pedaço 114b é
20 também preferencialmente retirado manualmente pelo operador, como mostrado esquematicamente pela parte central da figura 2b. Como está visível nessa mesma figura, em uma seção qualquer ortogonal à direção radial, o pedaço 114b toma, ele também, a forma de um quadrilátero do qual os dois lados opostos, que se estendem de acordo com a espessura do bloco, passam respectivamente o mais
25 próximo possível das duas pás diretamente consecutivas 2 destinadas a ser obtidas uma vez que o processo terminou.

Como decorre do que precede, cada retirada de um primeiro pedaço 114a, 114b deixa aparecer a superfície de duas pré-formas de pás 102 diretamente consecutivas. De preferência, é primeiro procedido ao recorte de

todos os primeiros pedaços 114a, 114b cujo número é previsto em função do número de pás desejado para o DAM, e depois é procedido à retirada manual desses pedaços antes de executar a segunda operação de recorte.

5 Essa segunda operação é realizada de maneira a que as pré-formas de pás que decorrem dela se aproximem o máximo possível da forma torcida com curvatura invertida das pás finais, da qual é difícil se aproximar por um simples e único recorte, visto que o jato de água abrasivo atravessa o bloco de maneira substancialmente retilínea, por oposição à forma curva das seções de pás.

10 Em referência à representação esquemática da figura 2b, é possível ver na parte direita dessa última que a segunda operação de recorte visa de fato recortar um segundo pedaço de matéria 120 que se estende desta vez somente em uma parte da espessura do bloco 100, quer dizer somente em uma parte da espessura dos elementos radiais 122 formados pela retirada dos primeiros pedaços 114a, 114b. Por outro lado, o pedaço 120 se estende também somente em
15 uma porção radial de seu elemento 122 associado, a saber que ele se estende a partir do pé sem atingir o topo da pré-forma 108, a saber por exemplo somente até o anel 112 como se destaca da figura 2a.

Para fazer isso, o eixo do canhão de focalização 116 se desloca ao longo de uma linha radial 124, da qual uma porção é mostrada na figura 2a. Ela é
20 iniciada a partir do pé 4, e se estende portanto substancialmente radialmente até atingir o anel 112 que apareceu por ocasião da retirada dos primeiros pedaços 114a, 114b. Por exemplo, a linha 124 atravessada pelo jato de água abrasivo se situa a cerca de meia espessura dos elementos radiais 122.

25 Durante seu percurso ao longo da linha 124 precitada, o eixo do canhão 116 é animado por um movimento adicional apropriado em relação ao eixo 5 que permanece preferencialmente fixo, esse movimento adicional se traduzindo essencialmente por um pivotamento do eixo do canhão de acordo com a direção radial, e assegurando a formação de um segundo pedaço 120 de forma também substancialmente torcida na direção radial. Aqui ainda, de um modo mais

geral, é notado que a trajetória descrita pelo canhão 116 em relação ao eixo 5 é uma trajetória dita de cinco eixos, obtida com o auxílio de duas rotações simultâneas. Esse segundo pedaço 120, uma vez que ele foi inteiramente dessolidarizado do pé 5, ainda por jato de água abrasivo, se desprende preferencialmente sozinho, sem auxílio do operador, como mostrado esquematicamente pela parte direita da figura 2b.

A esse título, é notado que o canhão 116 se desloca não somente ao longo da linha substancialmente radial 124, mas também ao longo de uma linha (não representada) em forma de porção circular que se estende a partir da extremidade radial interior da linha 124, ao longo do pé 4, para a dessolidarização total do pedaço 120 em relação a esse último.

Como está visível na figura 2b, em uma seção qualquer ortogonal à direção radial, o pedaço 120 toma a forma de um triângulo do qual um dos lados passa o mais próximo possível da pá 2 destinada a ser obtida a partir do elemento radial 122 em questão, uma vez que o processo terminou.

Uma vez que todos os segundos pedaços 120 foram retirados, o bloco só apresenta então as pré-formas de pás 102 ligadas entre si pelo anel 112, que toma então a forma de uma coroa anular interrompida por cada pré-forma 102. A etapa de recorte por jato de água abrasivo está nesse caso terminada.

O processo é em seguida prosseguido por uma etapa de retirada do anel 112 que liga as pré-formas 112. Essa etapa é realizada de uma maneira qualquer reputada apropriada pelo profissional, como o recorte com fio ou a fresagem. Com relação a isso, a figura 2c mostra esquematicamente a dessolidarização do anel 112 do resto do bloco 100, por ruptura das ligações entre esse anel 112 e cada uma das pré-formas. Uma vez que todas essas rupturas substancialmente radiais 128 foram obtidas, o anel pode então efetivamente ser extraído do bloco 100, seção por seção.

Em seguida, é executada uma etapa de fresagem das pré-formas de pás 102, realizada de maneira a obter esboços de pás 202 perfilados. Em outros

termos, o objetivo dessa etapa, executada por exemplo com o auxílio de uma ferramenta de fresagem de cinco eixos, é retirar a matéria restante nas pré-formas de pás 102, a fim de chegar o mais próximo possível das cotas finais, por exemplo a 0,6 mm.

5 Aqui, as pré-formas 102 são preferencialmente usinadas umas após as outras, para formar cada uma delas um esboço de pá 202 perfilado, como representado na figura 2d.

10 Nesse estágio do processo, o bloco de matéria restante apresenta um volume inferior a 25% do volume desse mesmo bloco tal como ele se apresentava justo antes da iniciação da etapa de recorte com jato de água abrasivo, a saber justo depois da etapa precitada de torneamento.

15 Por outro lado, o processo pode ser prosseguido por uma ou várias etapas clássicas, entre as quais são contadas, como indicado acima, uma etapa de polimento, por exemplo por ajuste manual ou por acabamento por atrito, uma etapa de limpeza por projeção de limalha, uma etapa de colocação em comprimento das pás, e/ou uma etapa de equilíbrio do DAM.

 Alternativamente, o anel poderia ser retirado depois da etapa de fresagem das pré-formas de pás, ou então ainda depois da etapa de acabamento por fresagem

20 Naturalmente, diversas modificações podem ser trazidas pelo profissional à invenção que acaba de ser descrita, unicamente a título de exemplos não limitativos.

REIVINDICAÇÕES

1. Processo de fabricação de um disco com pás monobloco (1), caracterizado pelo fato de que ele compreende:

5 - uma etapa de recorte por jato de água abrasivo de um bloco de matéria (100), realizada de maneira a fazer aparecer pré-formas de pás (102) que se estendem radialmente a partir de um disco (4), ao mesmo tempo em que conserva matéria que forma meios de ligação (112) entre as pré-formas de pás diretamente consecutivas, a etapa de recorte sendo realizada de maneira a que os ditos meios de ligação formem substancialmente um anel
10 espaçado radialmente do dito disco, e que liga entre si as ditas pré-formas de pás, à distância do topo das mesmas, radialmente para o interior; e depois

- uma etapa de retirada dos ditos meios de ligação (112).

2. Processo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a etapa de recorte por jato de água abrasivo é realizada de
15 maneira a que o dito anel (112) ligue entre si a totalidade das pré-formas de pás (102).

3. Processo de acordo com uma qualquer das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de que a dita etapa de recorte por jato de água abrasivo é seguida por uma etapa de fresagem das pré-formas de pás.

20 4. Processo de acordo com a reivindicação 3, caracterizado pelo fato de que a dita etapa de fresagem das pré-formas de pás (102) é realizada de maneira a obter esboços de pás (202) perfilados, essa etapa sendo de preferência seguida por uma etapa de acabamento por fresagem dos esboços de pás (202), de maneira a obter as pás com o perfil final.

25 5. Processo de acordo com a reivindicação 3 ou a reivindicação 4, caracterizado pelo fato de que a dita etapa de retirada dos ditos meios de ligação (112) é realizada anteriormente à dita etapa de fresagem das pré-formas de pás (102).

6. Processo de acordo com a reivindicação 4, caracterizado

pelo fato de que a dita etapa de retirada dos ditos meios de ligação 9112) é realizada entre a dita etapa de fresagem das pré-formas de pás (102) e a dita etapa de acabamento.

5 7. Processo de acordo com a reivindicação 3 ou a reivindicação 4, caracterizado pelo fato de que a dita etapa de retirada dos ditos meios de ligação (112) é realizada posteriormente à dita etapa de fresagem das pré-formas de pás.

10 8. Processo de acordo com a reivindicação 4, caracterizado pelo fato de que a dita etapa de retirada dos ditos meios de ligação (112) é realizada posteriormente à dita etapa de acabamento.

9. Processo de acordo com uma qualquer das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de que o dito disco com pás monobloco apresenta um diâmetro superior ou igual a 800 mm.

15 10. Processo de acordo com uma qualquer das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de que o dito disco com pás monobloco apresenta um disco (4) de espessura (e) superior ou igual a 100 mm.

11. Processo de acordo com uma qualquer das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de que as pás (2) do disco com pás monobloco são torcidas.

20 12. Processo de acordo com uma qualquer das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de que o dito bloco de matéria (100) utilizado é feito de titânio ou uma de suas ligas.

25 13. Processo de acordo com uma qualquer das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de que o dito disco com pás monobloco é um disco com pás monobloco para turbomáquina de aeronave.

14. Processo de acordo com uma qualquer das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de que o dito disco com pás monobloco é um disco com pás monobloco de rotor de turbina ou de compressor de turbomáquina de aeronave.

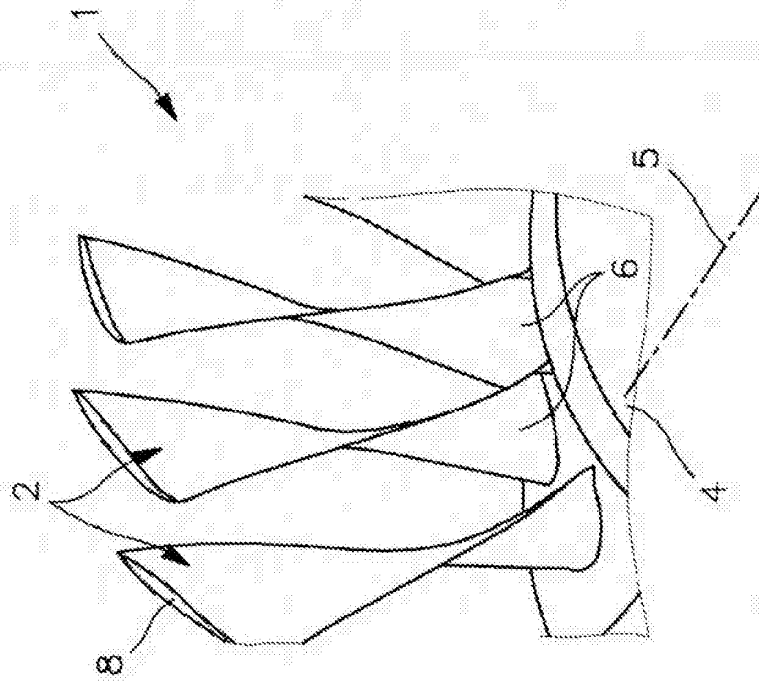


FIG. 1

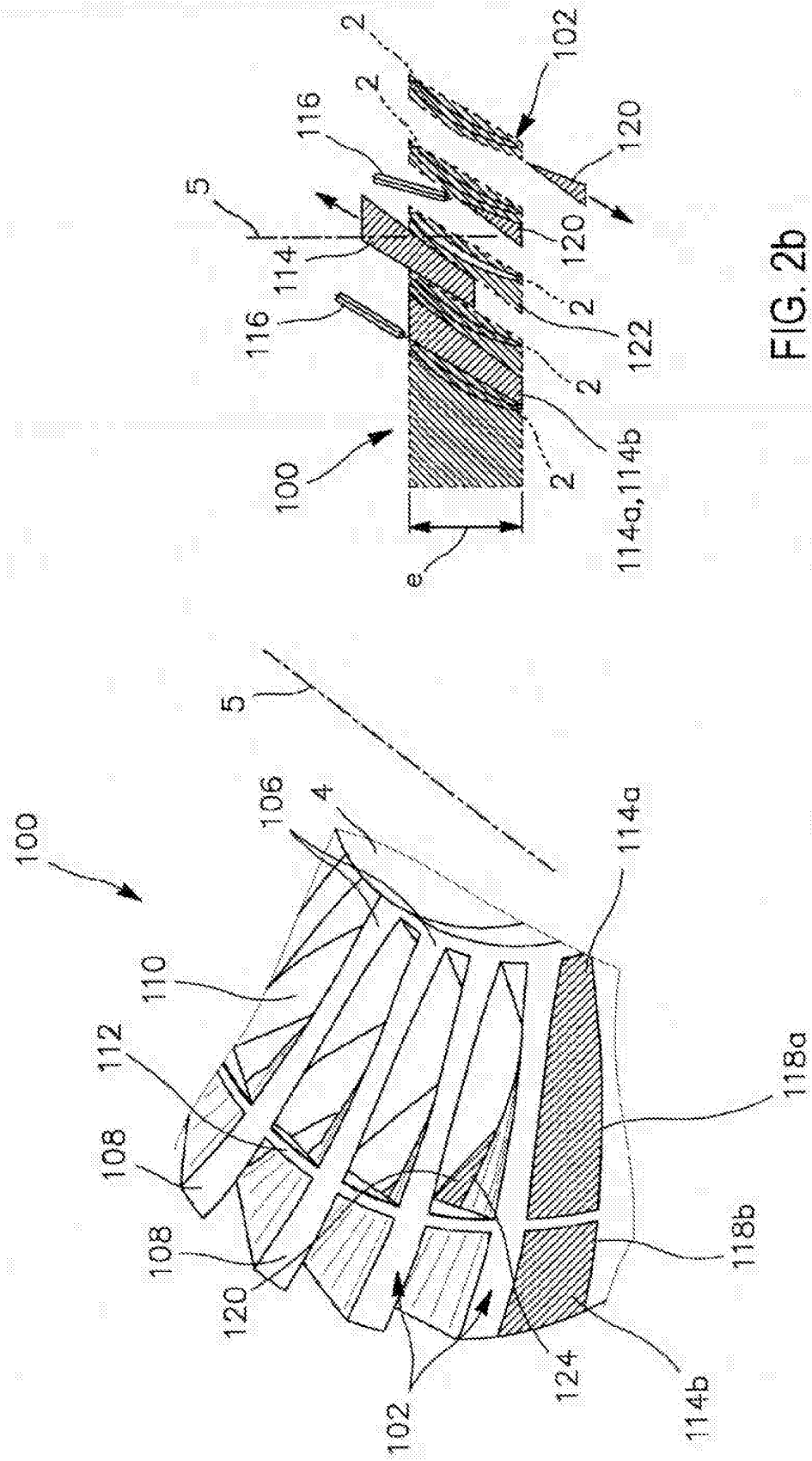


FIG. 2a

FIG. 2b

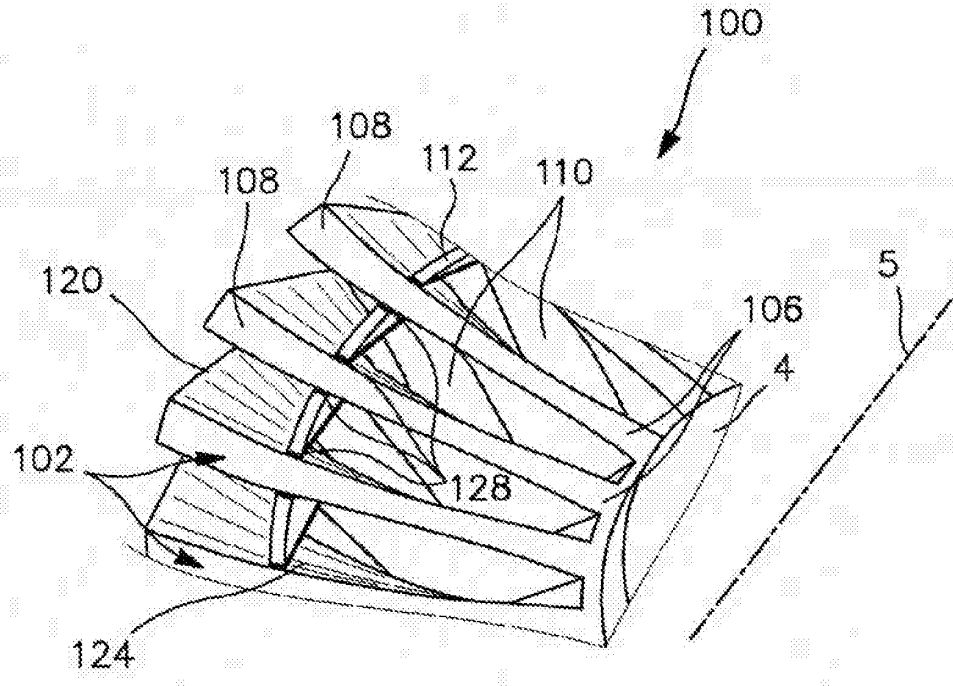


FIG. 2c

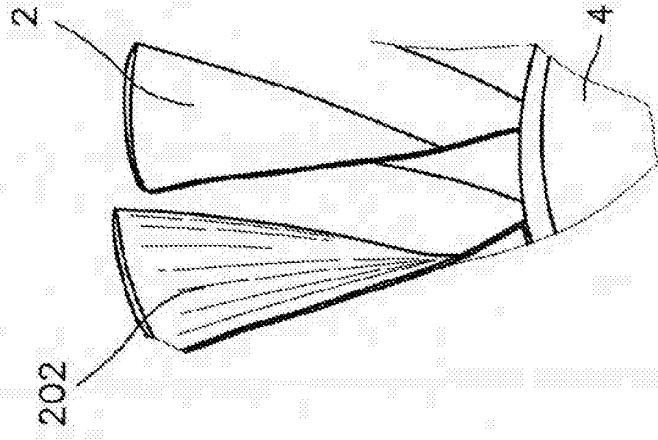


FIG. 2e

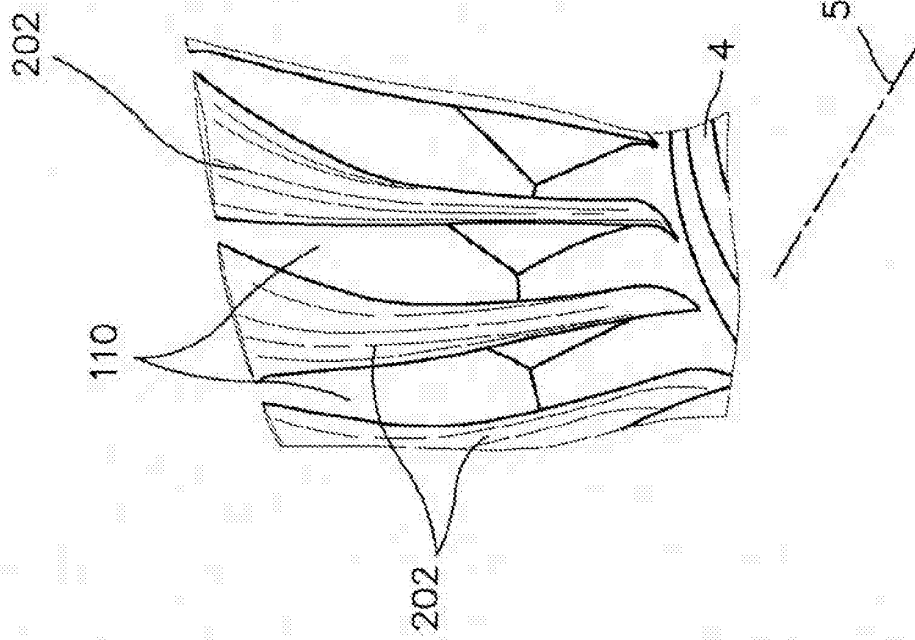


FIG. 2d

RESUMO

"PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE UM DISCO COM PÁS MONOBLOCO"

5 A presente invenção se refere a um processo de fabricação de um disco com pás monobloco, que compreende: uma etapa de recorte por jato de água abrasivo de um bloco de matéria (100), realizada de maneira a fazer aparecer pré-formas de pás (102) que se estendem radialmente a partir de um disco (4), ao mesmo tempo em que conserva matéria que forma meios de ligação (112) entre as pré-formas de pás diretamente consecutivas, a etapa de recorte sendo realizada de maneira a que os ditos meios de ligação formem substancialmente um anel espaçado radialmente do dito disco, e que liga entre si as ditas pré-formas de pás, à distância do topo das mesmas, radialmente para o interior; e depois uma etapa de retirada dos ditos meios de ligação (112).

10