



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

(11) PI 0912407-1 B1

(22) Data do Depósito: 29/05/2009

(45) Data de Concessão: 14/03/2017



(54) Título: PROCESSO DE CONSTRUÇÃO DE PELO MENOS UMA PARTE DE LARGURA L E DE ALTURA H DE UMA PEÇA METÁLICA DE UMA TURBOMÁQUINA

(51) Int.Cl.: B23K 9/04; B23K 9/09

(30) Prioridade Unionista: 30/05/2008 FR 0802986

(73) Titular(es): SNECMA

(72) Inventor(es): THIERRY JEAN EMILE FLESCHE; JEAN-BAPTISTE MOTTIN

“PROCESSO DE CONSTRUÇÃO DE PELO MENOS UMA PARTE DE LARGURA L E DE ALTURA H DE UMA PEÇA METÁLICA DE UMA TURBOMÁQUINA”

[0001] A invenção se refere à construção e ao recarregamento de peças metálicas, de uma turbomáquina. Mais especialmente, a invenção se refere à criação de um volume descontínuo, notadamente um flange ou um relevo.

[0002] A criação de uma descontinuidade de volume é atualmente obtida pelos processos convencionais tais como a forja, a fundição ou a soldagem de duas peças. O inconveniente principal desses processos é o custo de produção associado, em especial para as pequenas séries ou para peça de geometria complexa.

[0003] A soldagem de tipo TIG (Tungsten Inert Gas) é um processo de soldagem de arco com um eletrodo não fusível, sob atmosfera gasosa. Essa técnica é utilizada com metal de aporte para a realização, a construção ou o recarregamento de peças tais como as pás de turbomáquina. O gás neutro, geralmente à base de argônio ou de hélio, isola do ar o metal em fusão, as zonas quentes e o eletrodo de tungstênio, evitando assim qualquer oxidação. Em uma corrente de gás neutro, faz-se surgir um arco elétrico entre o eletrodo feito de tungstênio, não fusível, e a peça a soldar. O calor despreendido pelo arco faz as bordas da peça e o eventual metal de aporte fundirem contribuindo assim para a formação do cordão.

[0004] Um objetivo da invenção é dispor de uma técnica para a construção ou a reconstrução de peças ou de partes de peças que permite um aporte de matéria importante para a formação de cordões de grande seção. Enquanto que a técnica TIG manual conhecida pelo estado da técnica permite colocações de cordões cuja seção é no máximo de 10 mm^2 , o objetivo é a realização de colocações cuja seção do cordão é superior notadamente de seção de mais de 25 mm^2 . Trata-se de não criar ou pelo menos minimizar as distorções residuais eventuais da peça.

[0005] O objetivo é também garantir uma boa saúde da matéria na zona colocada. A invenção chega a esses objetivos executando para isso um processo MIG com corrente e fio pulsados.

[0006] Um processo MIG com corrente e fio pulsados, tal como aquele descrito

para a soldagem sob o acrônimo CMT (Cold Metal Transfer) e descrito nos pedidos de patente WO2006125234, WO2006089322 ou WO2005042199, retoma o princípio do processo MG com corrente pulsada e acrescenta a ele notadamente uma gestão fina do desenrolamento do fio. O fio é desenrolado de modo contínuo até o aparecimento de um curto-circuito que se produz quando fio entra em contato com a peça. Nesse instante, o fio é retirado, permitindo que a gota de metal se deposite. E depois o procedimento retoma. Esse ciclo se reproduz a uma frequência que pode atingir 70 Hz. O aporte de energia é, portanto, limitado ao mesmo tempo em que garante, graças a um comando por computador, uma grande qualidade metalúrgica. Por outro lado, a soldagem é feita praticamente sem projeção. A soldagem MIG com corrente e fio pulsados oferece vantagens em relação à soldagem MIG em corrente contínua e isso, pelas razões seguintes: aporte calorífico menor, utilização possível de diâmetros de fio maiores, praticamente nenhuma projeção e penetração regular.

[0007] De acordo com a invenção, executa-se um processo de construção de pelo menos uma parte de largura determinada de uma peça metálica de uma turbomáquina, caracterizado pelo fato de que se constrói a dita parte por aporte de metal com uma aparelhagem de soldagem MIG que compreende um gerador de corrente pulsada e uma vazão de fio de aporte pulsado com o qual se faz variar a corrente e a vazão, a construção sendo operada sob a forma de cordões de metal em várias camadas sucessivas.

[0008] Enquanto que a técnica MIG com corrente e fio pulsados era conhecida para a soldagem das peças entre si, foi constatado, graças à invenção, que convenientemente comandada, ela abria assim a possibilidade de construir partes de peças graças a uma taxa de colocação grande sob a forma de cordões de grande seção. Ela gera pequenas deformações ao mesmo tempo em que conserva uma qualidade metalúrgica comparável àquela obtida pela técnica TIG.

[0009] De acordo com um primeiro modo de realização, em uma primeira camada A, realiza-se um primeiro cordão de acordo com um primeiro eixo principal e de uma primeira largura determinada, realiza-se em seguida um segundo cordão de acordo com um segundo eixo principal e de uma segunda largura determinada,

respeitando-se um recobrimento sobre o primeiro cordão, o dito recobrimento variando de $1/4$ a $1/2$ da largura do primeiro cordão, realiza-se o número de cordões necessário para que a superfície coberta pelos cordões seja superior à largura L da dita parte; em uma segunda camada B , realiza-se um primeiro cordão centrando-se seu eixo na interseção dos dois primeiros cordões da primeira camada A , realiza-se um segundo cordão respeitando-se um recobrimento sobre o primeiro cordão da dita segunda camada, o dito recobrimento variando de $1/4$ a $1/2$ da largura do primeiro cordão, realiza-se o número de cordões necessário para que a superfície coberta pelos cordões seja superior à largura L da dita parte; constrói-se um número de camadas suficiente de maneira a obter a altura desejada da dita parte de peça.

[0010] De acordo com uma variante de processo de construção, em uma primeira camada A , realiza-se um primeiro cordão de acordo com um primeiro eixo principal e de uma primeira largura determinada, realiza-se em seguida um segundo cordão de acordo com um segundo eixo principal e de uma segunda largura determinada, respeitando-se um recobrimento sobre o primeiro cordão, o dito recobrimento variando de 0 a $1/4$ da largura do primeiro cordão, realiza-se o número de cordões necessário para que a superfície coberta pelos cordões seja superior à largura da dita parte; na segunda camada realiza-se um primeiro cordão centrando-se seu eixo no eixo do primeiro cordão da primeira camada; por outro lado realiza-se uma terceira camada, com um primeiro cordão realizado centrando-se seu eixo na interseção dos dois primeiros cordões da segunda camada B ; realiza-se o número necessário de cordões respeitando-se a regra de posicionamento do eixo do cordão, repete-se as operações de maneira a obter a altura desejada da dita parte de peça.

[0011] O processo de construção da invenção é especialmente adaptado às peças cuja espessura é superior ou igual a 3 mm .

[0012] Uma vantagem da aplicação do processo MIG com corrente e fio pulsados é que com uma penetração e uma velocidade iguais, a energia média de soldagem é menor do que com um processo TIG, daí suas aplicações para a soldagem de produtos finos. Além disso, o aporte de energia menor reduz o calor transmitido à placa, o que limita as deformações.

[0013] De acordo com a invenção, os materiais das peças em questão são os aços inoxidáveis, as ligas à base de níquel, cobalto ou as ligas de titânio.

[0014] Os objetivos, aspectos e vantagens da presente invenção serão melhor compreendidos com a descrição dada, abaixo, dos diferentes modos de realização. Esses últimos são apresentados a título de exemplos, não limitativos. Os desenhos anexos são descritos abaixo:

- A figura 1 representa esquematicamente a construção/recarregamento de um flange ou de um relevo.

- A figura 2 representa a construção do primeiro cordão de um relevo.

- A figura 3 mostra uma estratégia de construção por camada.

- A figura 4 mostra uma estratégia de construção por superposição de cordões.

[0015] A figura 1 representa uma peça de base 1 de forma cilíndrica e de espessura pelo menos igual a 3 mm, na qual se deseja realizar um flange 2 ou então um relevo 3. O flange 2 se apresenta sob a forma de uma parte anular, aqui na extremidade da peça cilíndrica; ele é realizado em todo o perímetro da peça 1 com uma altura H1 e uma largura L1 determinadas.

[0016] Os materiais concernidos pelo processo da invenção são os aços inoxidáveis tal como aquele de fórmula X5CrNiCu17.4 ou então W11CrNiMoV12, as ligas à base de Níquel tal como aquela de fórmula NiCr19Fe19Nb5Mo3 à base de Cobalto tal como aquela de fórmula CoCrNi22W as ligas de Titânio tal como aquela de fórmula TiA16V.

[0017] O relevo 3 é realizado em uma parte da superfície da peça metálica. Sua altura H2 e sua largura L2 são também predeterminadas.

[0018] Para a construção do flange, ou do relevo, é possível aplicar uma das estratégias desenvolvidas no processo de construção da figura 3 ou da figura 4.

[0019] Na figura 2, é apresentada a colocação de um cordão de soldadura 10 sobre a peça 1 para formar o relevo ou o flange. Para isso, de acordo com a invenção é utilizada uma máquina de soldagem MIG com fio e corrente pulsados que compreende um gerador de corrente comandado por microprocessador, por exemplo

(não representado na figura).

[0020] A título de exemplo, parâmetros aplicáveis à máquina de MIG pulsada proposta pela empresa Fronius e que permite obter a invenção são para o inconel a curva referenciada CrNi 19-9 e para o titânio CuSi 3 Ø1. A empresa Fronius coloca à disposição de seus clientes conjuntos de parâmetros preestabelecidos que permitem adaptar a invenção a cada material.

[0021] Percebe-se a extremidade distal da cabeça de soldadura com o fio que constitui o metal de aporte 7, circundado por um bico 5. O metal de aporte e o banho de fusão são circundados por um fluxo de gás de proteção 9, composto por hélio e/ou por argônio. O bico 5 é acionado no sentido de construção do cordão 10. O comprimento e a largura dos cordões são definidos em função da vazão do fio. O fio desempenha um papel preponderante na formação do arco elétrico, de fato, quanto maior for o diâmetro do fio, mais a taxa de colocação e a profundidade de penetração decrescerão, mais a largura do cordão aumentará, e mais a energia necessária para a fusão será elevada. O conjunto é conectado a um autômato programável, esse último comandando todos os parâmetros que têm uma influência sobre a soldadura, permitindo assim que se tenha um procedimento estável conservando-se a coerência entre os parâmetros tais como o diâmetro do fio, o tipo do fio ou então o tipo de gás de proteção.

[0022] De acordo com o estado da técnica, as técnicas de construção de peças empregam processos como o TIG, ou o recarregamento a laser (pó arrastado em um feixe de laser) cuja velocidade de colocação é pequena. A seção do cordão permanece inferior a 10 mm^2 gerando deformações grandes da peça. O processo de construção por MIG com corrente e fio pulsados permite assim multiplicar por pelo menos 2,5 as secções de cordão e diminuir as deformações sofridas pela peça. As técnicas de realização dos cordões permite minimizar ainda mais as deformações.

[0023] A figura 3 mostra uma estratégia de construção por camadas. A primeira fase dessa estratégia começa pela limpeza e pelo desengorduramento da peça 1. Para a realização da primeira camada A, coloca-se a matéria em cordões sucessivos paralelos entre si. O gás de proteção é, por exemplo, aplicado sobre a face da peça

em decorrer de construção com opcionalmente uma aplicação sobre a face oposta.

[0024] Os cordões são colocados do modo seguinte. Coloca-se um primeiro cordão 11 de acordo com um primeiro eixo principal e de uma primeira largura determinada e depois um segundo 12 de acordo com um segundo eixo principal e de uma segunda largura determinada respeitando-se um recobrimento 112 sobre o primeiro cordão 11. Esse recobrimento pode variar de $\frac{1}{4}$ a $\frac{1}{2}$ da largura do primeiro cordão. Realizam-se tantos cordões 13, 14, etc... quantos forem necessários ao mesmo tempo em que se respeita a regra de recobrimento. A superfície coberta pelo conjunto dos cordões é superior, tanto em largura L quanto em comprimento, à superfície da parte da peça desejada. Para a realização dos cordões, o bico é deslocado sempre na mesma direção. O deslocamento pode também ser efetuado em direções alternadas.

[0025] Monta-se, em seguida, uma segunda camada B sobre a primeira. O primeiro cordão 11' dessa segunda camada é formado paralelamente aos cordões da primeira camada ao mesmo tempo em que é centrado na zona de recobrimento 112 dos dois primeiros cordões 11, 12 da camada precedente A. Em seguida, realiza-se o segundo cordão 12' como os precedentes respeitando-se um recobrimento sobre o primeiro, esse recobrimento variando de $\frac{1}{4}$ a $\frac{1}{2}$ da largura do cordão. Realizam-se tantos cordões quantos forem necessários ao mesmo tempo em que se respeita a regra de recobrimento. Como para a camada A, a superfície coberta pelos cordões é superior à superfície da parte da peça desejada.

[0026] Para obter a altura desejada, para o relevo ou o flange, as fases descritas acima são reiteradas tantas vezes quanto for necessário. De preferência, para a realização dos cordões da segunda camada, o bico é deslocado na direção oposta àquela da realização da primeira camada.

[0027] A figura 4 mostra uma variante de estratégia de construção por superposição de cordões.

[0028] A primeira fase começa pela limpeza e pelo desengorduramento da peça como precedentemente.

[0029] Para a realização da primeira camada A, coloca-se um primeiro cordão 21

de acordo com um primeiro eixo principal e de uma primeira largura determinada, e depois um segundo cordão 22 de acordo com um segundo eixo principal e de uma segunda determinada, respeitando-se um recobrimento sobre o primeiro cordão menor do que no caso precedente; o recobrimento varia de 0 a 1/4 da largura do cordão. Realiza-se o número desejado de cordões 21, 22, 23... respeitando-se a regra do recobrimento, a fim de que a superfície coberta pelos cordões seja superior à superfície da parte de peça final. Para a realização dos cordões dessa fase, o bico se desloca na mesma direção.

[0030] Para a segunda camada B o primeiro cordão 21' é colocado paralelamente aos outros cordões. Seu eixo é centrado no eixo do primeiro cordão 11 realizado na camada precedente A. Em seguida, coloca-se o segundo cordão 22' da segunda camada respeitando-se o pequeno recobrimento descrito na fase precedente. Realiza-se o número de cordões desejado, ao mesmo tempo em que se respeita a regra de recobrimento pequeno. A superfície coberta pelos cordões é superior à superfície da parte desejada. Para a realização dos cordões dessa segunda fase, o bico tem um sentido de deslocamento oposto àquele que ele tinha por ocasião da realização da camada precedente.

[0031] A terceira fase dessa estratégia consiste na realização de uma camada C de homogeneização. Para fazer isso, realiza-se um primeiro cordão 21'' paralelamente aos cordões precedentes centrando-se seu eixo na interseção dos cordões 21' e 22' da camada precedente B. Como é visto na figura esse cordão 22'' é realizado de modo a vir homogeneizar a matéria entre os cordões adjacentes das duas camadas A e B subjacentes.

[0032] Realiza-se o segundo cordão 22'' centrando-se seu eixo na interseção dos cordões 22' e 23' da camada subjacente B. Realizam-se tantos cordões quantos forem necessários, a fim de que a superfície coberta seja superior àquela da parte da peça desejada, ao mesmo tempo em que se respeita a regra de posicionamento do eixo dos cordões. O bico de preferência é deslocado na direção oposta àquela da camada precedente. Para obter a altura desejada, para o relevo ou o flange, as fases descritas acima devem ser reiteradas tantas vezes quanto for necessário.

REIVINDICAÇÕES

1. Processo de construção de pelo menos uma parte de largura L e de altura H de uma peça metálica de uma turbomáquina, caracterizado pelo fato de que se constrói a dita parte por aporte de metal com uma aparelhagem de soldagem MIG que compreende um gerador de corrente pulsada e uma vazão de fio de aporte pulsado com o qual se faz variar a corrente e a vazão, a construção sendo operada sob a forma de cordões (10) de metal em várias camadas sucessivas,

em que, em uma primeira camada A, realiza-se um primeiro cordão (21) de acordo com um primeiro eixo principal e de uma primeira largura determinada, realiza-se em seguida um segundo cordão (22), de acordo com um segundo eixo principal e de uma segunda largura determinada, respeitando-se um recobrimento sobre o primeiro cordão (21), o dito recobrimento variando de 0 a 1/4 da largura do primeiro cordão, realiza-se o número de cordões necessário tal que a superfície coberta pelos cordões seja superior à largura da dita parte, na segunda camada B, realiza-se um primeiro cordão (21') centrando-se seu eixo no eixo do primeiro cordão (21), adicionalmente realiza-se uma terceira camada C, com um primeiro cordão (21'') realizado centrando-se seu eixo na interseção dos dois primeiros cordões (21', 22') da segunda camada B, realiza-se o número necessário de cordões respeitando-se a regra de posicionamento do eixo do cordão, repete-se as operações de maneira a obter a altura desejada da dita parte de peça.

2. Processo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a espessura da peça é superior ou igual a 3 mm.

3. Processo de acordo com a reivindicação 1 ou 2, caracterizado pelo fato de que os materiais das peças em questão são os aços inoxidáveis, as ligas à base de níquel, as ligas à base de cobalto e as ligas à base de titânio.

4. Processo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que é de construção e de recarregamento de peça, em que o gás de proteção é uma mistura constituída por hélio e por argônio.

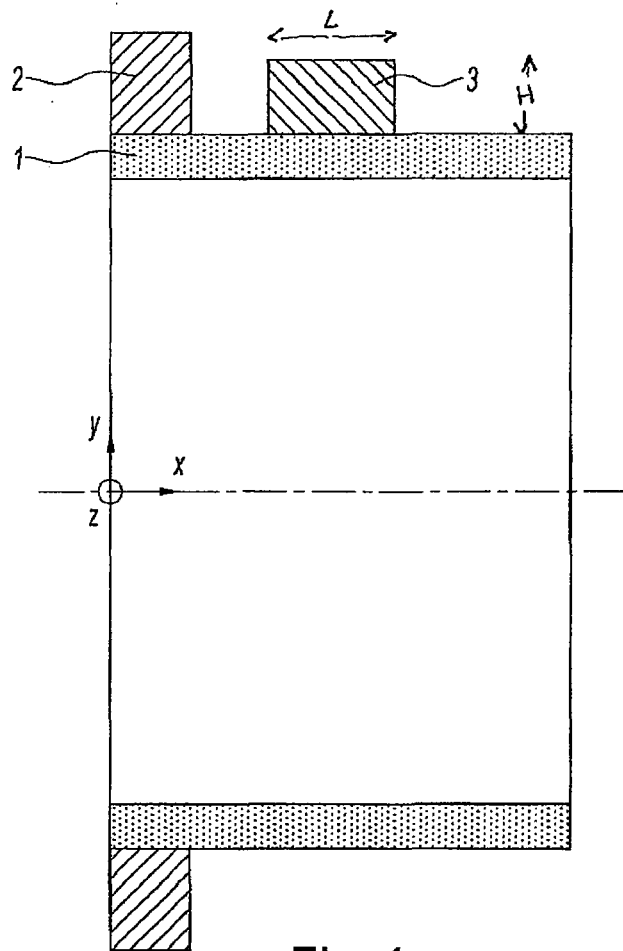


Fig. 1

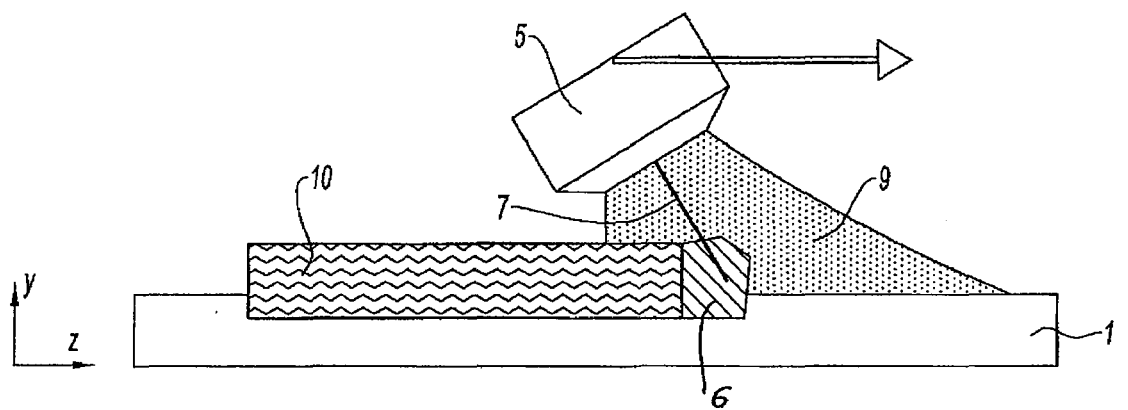


Fig. 2

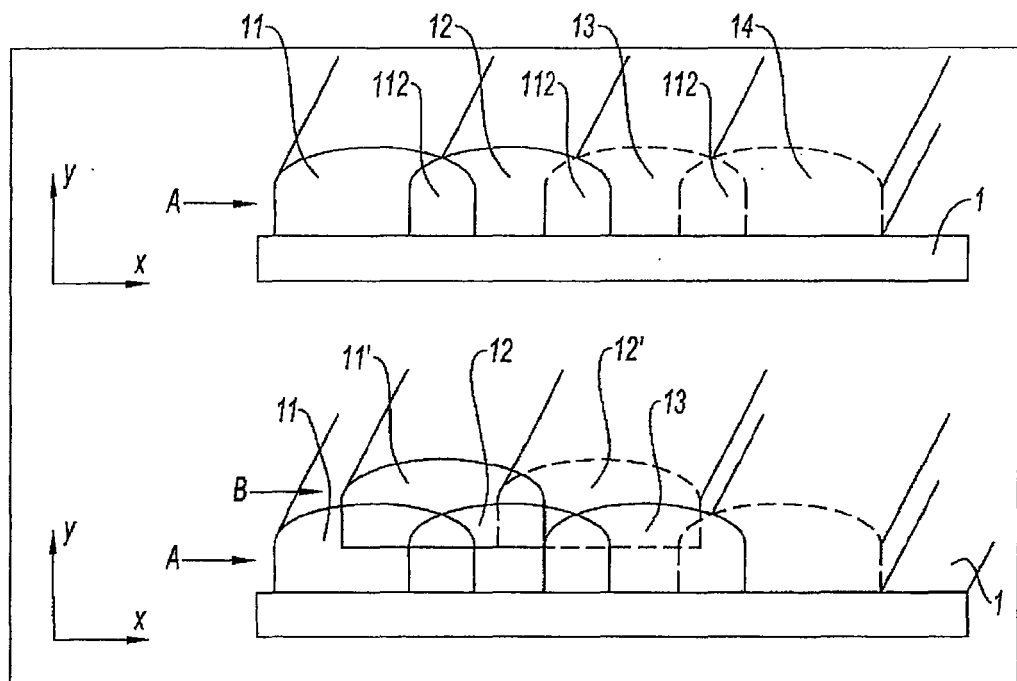


Fig. 3

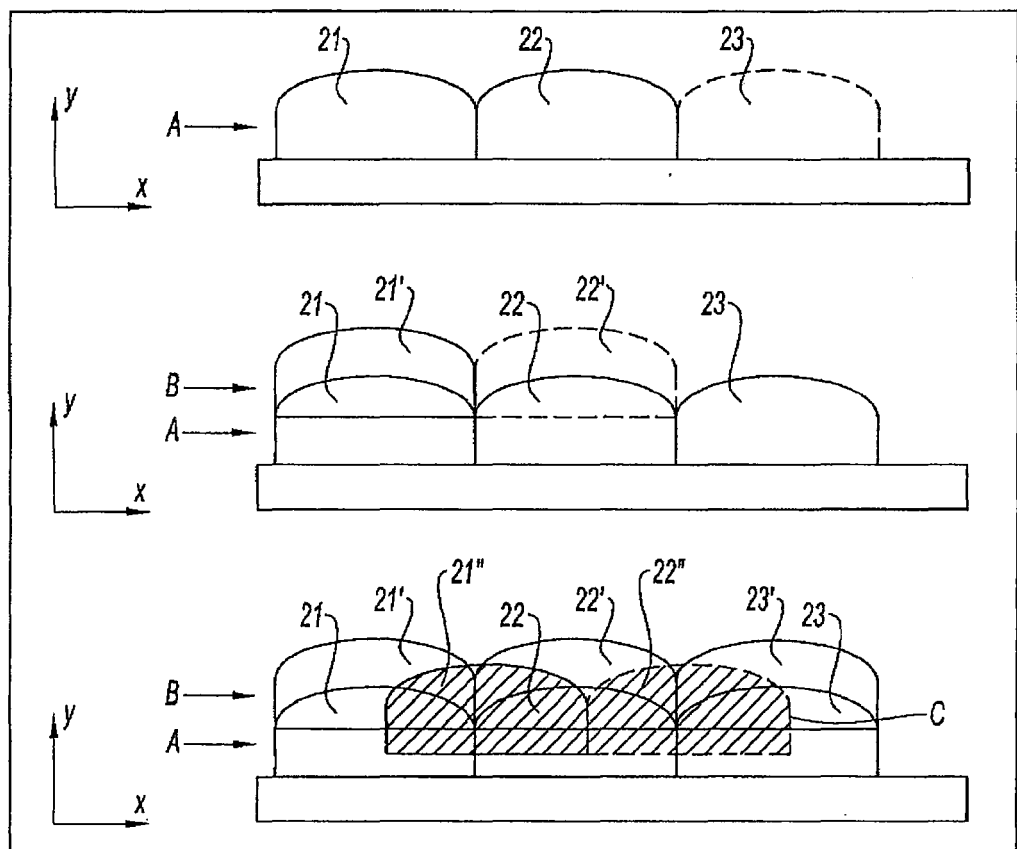


Fig. 4