



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

(11) PI 0801196-6 B1

(22) Data do Depósito: 25/04/2008

(45) Data de Concessão: 19/06/2018



(54) Título: MÉTODO PARA A FABRICAÇÃO DE UMA PRÉ-FORMA ASSIM COMO DE UMA FIBRA ÓTICA A SER OBTIDA COM A MESMA

(51) Int.Cl.: C03B 37/018

(30) Prioridade Unionista: 27/04/2007 NL 1033773

(73) Titular(es): DRAKA COMTEQ B.V.

(72) Inventor(es): ROBERT MARTINUS MARLE CREMERS; ROB HUBERTUS MATTHEUS DECKERS; MARCO KORSTEN

MÉTODO PARA A FABRICAÇÃO DE UMA PRÉ-FORMA ASSIM COMO DE UMA FIBRA ÓTICA A SER OBTIDA COM A MESMA

[001] A presente invenção refere-se a um método para a fabricação de uma pré-forma para fibras óticas por meio de um processo de deposição de vapor, compreendendo as etapas de:

i) prover um tubo oco de substrato de vidro tendo um lado de suprimento e um lado de descarga;

ii) suprir gases formadores de vidro dopados ou não dopados para o interior do tubo de substrato via o lado de suprimento;

iii) criar condições de plasma no interior do tubo de substrato para a deposição de camadas de vidro sobre a superfície interna do tubo de substrato por meio da movimentação do plasma para frente e para trás ao longo do eixo geométrico longitudinal do tubo de substrato entre um ponto de inversão próximo ao lado de suprimento e um ponto de inversão próximo ao lado de descarga do tubo de substrato;

iv) consolidar o tubo obtido na etapa iii) na pré-forma.

[002] A presente invenção refere-se ainda a um método para a formação de uma fibra ótica, no qual uma pré-forma ótica é aquecida em uma extremidade, a partir da qual a pré-forma ótica de uma fibra ótica é em seguida arrastada.

[003] O método referido no preâmbulo é conhecido por si só a partir da Patente U.S. N° 4 741 747, na qual uma conicidade de extremidade é reduzida ao movimentar o plasma em um sentido não linear como uma função do tempo na região de pelo menos um ponto de inversão e/ou ao variar a intensidade do plasma ao longo do comprimento do tubo de

substrato como uma função de tempo. Entende-se que o termo "conicidade de extremidade" como as zonas de deposição nas extremidades do tubo de substrato, em que as propriedades óticas e geométricas das camadas depositadas são insuficientemente constantes.

[004] A partir da Patente U.S. Nº 5 188 648, é conhecido um método para a redução da conicidade de extremidade geométrica. De acordo com a dita patente, isto é feito ao interromper o movimento alternativo do plasma no ponto de inversão sobre o lado de suprimento dos gases formadores de vidro por um tempo determinado.

[005] A partir da Patente U.S. Nº 5 145 509, é conhecido um método para a redução da conicidade geométrica ao colocar uma haste de vidro no centro do tubo de substrato, o raio da haste de vidro sendo ajustado no máximo 0,67 vezes e no mínimo 0,2 vezes o radio interno do tubo de substrato de vidro, e a haste de vidro sendo removida do interior do tubo de substrato após o término do processo de deposição, após o qual o tubo de substrato oco é convertido à pré-forma sólida por meio de um colapso a uma temperatura elevada.

[006] A partir do pedido de patente internacional, publicado sob o número WO 2004/101458 A1, existe um método para a redução da conicidade, no qual a velocidade do plasma em uma primeira região de extremidade próxima a um ponto de inversão varia tanto como uma função do tempo no processo de deposição, como também como uma função da posição na dita primeira região de extremidade. Entende-se que o termo "região de extremidade" como uma região na qual a velocidade do plasma varia como uma função da posição.

[007] Um dos problemas dos métodos de acordo

com os documentos acima citados é o fato de que a otimização da conicidade geométrica resultará em uma conicidade ótica ou vice versa.

[008] Ao se usar um processo de deposição de vapor no qual um plasma é movimentado para frente e para trás entre dois pontos de inversão tendo uma posição fixa com relação a um tubo de substrato, os presentes inventores descobriram que o perfil de índice refrativo longitudinal geralmente exhibe um valor máximo para o índice refrativo. Entende-se que o termo "perfil de índice refrativo longitudinal" como o valor do índice refrativo como uma função da posição longitudinal da pré-forma ótica. Particularmente, observou-se que o valor máximo para o índice refrativo próximo ao lado de suprimento ocorre quando o comprimento ao longo do qual o plasma se movimenta em um sentido não linear como uma função do tempo é otimizado de modo a obter um comprimento de pré-forma máximo utilizável. O termo "processo de deposição de vapor químico" refere-se, por exemplo, ao processo PCVD (Deposição de Vapor Químico de Plasma).

[009] É um objetivo da presente invenção prover um método para a fabricação de uma pré-forma para fibras óticas por meio de um processo de deposição de vapor, no qual tanto a conicidade ótica como a conicidade geométrica são minimizadas.

[010] Um outro objetivo da presente invenção é prover um método para a fabricação de uma pré-forma para fibras óticas por meio de um processo de deposição de vapor, no qual um comprimento máximo de pré-forma pode ser usado para a formação da fibra ótica.

[011] Ainda, um outro objetivo da presente invenção é prover um método para a fabricação de uma pré-forma para fibras óticas por meio de um processo de deposição de vapor, no qual a tensão definida nas camadas de vidro depositadas como um resultado da deposição é reduzida.

[012] O método conforme referido na introdução é caracterizado pelo fato de que a posição do ponto de inversão próxima ao lado de suprimento do tubo de substrato se desloca ao longo do eixo geométrico longitudinal do tubo de substrato durante pelo menos uma parte da etapa iii).

[013] Um ou mais dentre os objetos acima são realizados por meio do uso do método de acordo com a presente invenção.

[014] Surpreendentemente, os presentes inventores descobriram que o valor máximo acima dito para o índice refrativo próximo ao lado de suprimento do tubo de substrato pode ser reduzido ao se deslocar a posição do ponto de inversão próximo ao lado de suprimento do tubo de substrato ao longo do eixo geométrico longitudinal do tubo de substrato durante pelo menos uma parte da etapa iii). Dentro deste contexto, os inventores descobriram ainda que o efeito sobre a conicidade geométrica é insignificante e que, portanto, se tornou possível aumentar o comprimento reutilizável da pré-forma.

[015] Embora o efeito da conicidade seja menos pronunciado sobre o lado de descarga do tubo de substrato que sobre o lado de suprimento do tubo de substrato, é igualmente possível se deslocar a posição do ponto de inversão próximo ao lado de descarga durante pelo menos uma parte da etapa iii). Desta maneira, a tensão que se constrói nas camadas

depositadas durante o processo de deposição de vapor é reduzida.

[016] Em uma modalidade especial, a posição do ponto de inversão próximo ao lado de suprimento se desloca em posição do lado de descarga. Tal deslocamento torna possível aumentar o comprimento reutilizável de pré-forma.

[017] Em uma outra modalidade, a posição do ponto de inversão próximo do lado de suprimento também se desloca na direção do lado de descarga. Em ambos os casos acima, a quantidade de tensão construída sobre o vidro como o resultado da deposição é reduzida. Uma quantidade reduzida de tensão no vidro impede o salto das camadas. O salto das camadas acontece quando a tensão embutida das camadas depositadas é tão alta que as camadas que foram depositadas uma após a outra em tempo se separam umas das outras. Uma pré-forma que exibe um salto de camada não pode ser usada, ou apenas em parte, para a formação de fibras óticas a partir da mesma.

[018] De preferência, o deslocamento da posição do ponto de inversão próximo do lado de suprimento é de no máximo a metade do comprimento do plasma. O termo "comprimento de plasma" deve ser entendido como o comprimento paralelo com relação ao eixo geométrico longitudinal do tubo de substrato. Os presentes inventores descobriram que, quando o deslocamento do ponto de inversão próximo do lado de suprimento é de uma extensão máxima a metade do comprimento do plasma, o comprimento utilizável da pré-forma diminuirá. Esta diminuição no comprimento utilizável da pré-forma é atribuída ou ao desenvolvimento de uma conicidade geométrica ou ao desenvolvimento de uma conicidade ótica causada por uma

forte mudança sobrejacente no índice refrativo, ou a uma combinação dos mesmos. O termo "conicidade geométrica" é entendido como uma conicidade com relação às propriedades geométricas de uma pré-forma ótica. Foi observado que, quando o deslocamento da posição do ponto de inversão próximo do lado de suprimento é maior que a metade máxima do comprimento do plasma, o comprimento de pré-forma utilizável é menor que na situação na qual a posição do ponto de inversão próximo do lado de suprimento é estacionária durante todo o processo de deposição.

[019] Outras modalidades especiais são definidas nas reivindicações dependentes.

[020] Se desejado, a pré-forma obtida por meio da presente invenção pode ser externamente provida com uma ou mais camadas de vidro adicionais, por exemplo, ao colocar a pré-forma em um tubo feito de vidro de quartzo ou ao aplicar sílica por meio de um processo de deposição externa, ou por meio de uma combinação dos dois métodos. A pré-forma, que pode ou não ser externamente provida com uma ou mais camadas de vidro adicionais, pode ser aquecida em uma extremidade da mesma, após o que uma fibra ótica pode ser arrastada da mesma.

[021] A presente invenção será explicada em mais detalhe a seguir com referência a um número de figuras, com relação às quais, no entanto, deve-se dizer que a presente invenção de forma nenhuma se limita a tais modalidades especiais.

[022] A Figura 1 é uma representação esquemática de um tubo de substrato no qual a presente invenção é implementada.

[023] A Figura 2 mostra um perfil de velocidade do plasma quando o método de acordo com a presente invenção é usado.

[024] A Figura 3 mostra um perfil de índice refrativo longitudinal de duas pré-formas.

[025] A Figura 4 mostra o perfil de índice refrativo radial de uma fibra ótica de índice escalonado simples.

[026] A Figura 5 mostra o perfil de índice refrativo radial com uma fibra ótica de índice escalonado do tipo W.

[027] Na Figura 1, um tubo de substrato 10 no qual o processo de deposição de vapor interna de acordo com a presente invenção pode ser realizado é esquematicamente mostrado. No tubo de substrato 10, que possui um lado de suprimento 20 e um lado de descarga 30, um plasma 40 tendo um comprimento L se movimenta para frente e para trás entre dois pontos de inversão (A0, A1, A2 e D0, D1, D2, respectivamente). O comprimento L deve ser considerado como o comprimento ao longo do qual o plasma 40 se estende ao longo do eixo geométrico longitudinal do tubo de substrato 10.

[028] A posição do ponto de inversão próximo do lado de suprimento 20 é indicada com as referências A0, A1 e A2, respectivamente. A posição do ponto de inversão próximo do lado de suprimento 20 é indicada com as referências D0, D1 e D2, respectivamente. O plasma 40 é gerado por um ressonador (não mostrado) que envolve o tubo de substrato 10. O ressonador é conectado ao meio de geração de microondas (não mostrado) e acopla as microondas ao tubo de substrato 10 de modo a gerar condições de plasma no interior do tubo de

substrato 10. Em uma modalidade especial, o tubo de substrato 10 e o ressonador são envolvidos por um forno (não mostrado).

[029] A posição A0 corresponde à posição do ponto de inversão próximo do lado de suprimento 20 no início da etapa iii).

[030] A posição D0 corresponde à posição do ponto de inversão próximo do lado de descarga 30 no início da etapa iii).

[031] A posição do ponto de inversão A0 próximo do lado de suprimento 20 se desloca ao longo do eixo geométrico longitudinal do tubo de substrato 10 durante pelo menos uma parte da etapa iii). A posição do ponto de inversão A0 próximo do lado de suprimento 20 pode se deslocar para A1 (longe do lado de descarga) ou para A2 (na direção do lado de descarga). Em uma modalidade preferida, a posição do ponto de inversão A0 próximo do lado de suprimento 20, deste modo, se desloca para longe do lado de descarga 30 do tubo de substrato 10, ou seja, na direção de A1. Quando a posição do ponto de inversão A0 se desloca na direção para longe do lado de descarga 30 do tubo de substrato 10, ou seja, na direção de A1, o efeito sobre a conicidade geométrica será menor que na situação na qual a posição do ponto de inversão A0 próximo do lado de suprimento 20 se desloca na direção do lado de descarga 30 do tubo de substrato 10.

[032] O deslocamento longitudinal máximo do ponto de inversão próximo do lado de suprimento 20 é de preferência a metade do comprimento L do plasma 40.

[033] Tendo em vista que o processo de deposição pode durar um período da ordem de algumas horas, enquanto o tempo de percurso do plasma 40 do ponto de

inversão próximo do lado de suprimento para o ponto de inversão próximo do lado de descarga e novamente para o ponto de inversão próximo do lado de suprimento é da ordem de alguns segundos, por exemplo, 10 segundos, um número relativamente grande de posições discretas será tomado entre a posição A0 e D0 e entre A1 e A2 ou entre D1 e D2, respectivamente.

[034] A posição do ponto de inversão pode se deslocar linearmente como uma função de tempo, por exemplo. De preferência, o deslocamento do ponto de inversão próximo do lado de suprimento ocorre durante toda a etapa iii). Em particular, tendo em vista a tensão construída nas camadas de vidro depositadas durante a dita etapa, pelo mesmo motivo, é preferível que o deslocamento do ponto de inversão próximo do lado de descarga aconteça durante toda a etapa iii).

[035] O deslocamento do ponto de inversão próximo do lado de suprimento 20 do tubo de substrato 10 durante pelo menos uma parte da etapa iii) não necessariamente acontece em uma e na mesma direção. Isto significa que uma posição particular do ponto de inversão próximo do lado de suprimento 20 pode ser tomada mais de uma vez durante pelo menos uma parte da etapa iii). É possível, portanto, que a posição do ponto de inversão próximo do lado de suprimento 20 no início da etapa iii seja igual à posição do ponto de inversão próximo do lado de suprimento 20 no fim da etapa iii, enquanto vista sobre todo o processo de deposição de vapor, ou etapa iii, um deslocamento do ponto de inversão próximo do lado de suprimento 20 de fato acontece, tanto na direção do lado de descarga como na direção para longe do lado de descarga, durante pelo menos uma parte da

etapa iii.

[036] A Figura 2 mostra o perfil de velocidade do plasma 40 durante a etapa iii do método da presente invenção. A posição do plasma 40 (vide Figura 1) com relação ao eixo geométrico longitudinal do tubo de substrato 10 (vide Figura 1) é traçada sobre o eixo geométrico horizontal. A velocidade normalizada na qual o plasma 40 faz um percurso ao longo do eixo geométrico longitudinal do tubo de substrato 10 é traçada sobre o eixo geométrico vertical. O termo "velocidade normalizada" significa a velocidade com relação à velocidade na região B0 - C, cuja velocidade é considerada constante e apropriada fins de clareza. Quando o plasma faz um percurso do ponto de inversão próximo do lado de suprimento 20 (vide Figura 1) na direção do ponto de inversão próximo ao lado de descarga 30 (vide Figura 1), a velocidade do plasma 40 aumenta para um valor normalizado igual a 1 na região entre as posições A0 e B0 ou A1 ou A2 e B0. Embora isto não seja necessário, o plasma 40 faz um percurso a uma velocidade substancialmente constante entre as posições B0 e C. A velocidade do plasma 40 diminui para um valor zero na região entre as posições C e D0 ou C e D1 ou D2. Quando o plasma 40 faz um percurso do ponto de inversão próximo do lado de descarga 30 para o ponto de inversão próximo do lado de suprimento 20, um aumento de velocidade ocorre na região entre as posições D0 e C ou D1 ou D2 e C, e uma diminuição de velocidade acontece na região entre as posições B0 e A0 ou B0 e A1 ou A2. De acordo com a Figura 2, presume-se que o plasma 40 faça um percurso a uma velocidade constante na região B0 - C.

[037] A Figura 3 mostra um perfil de índice

refrativo longitudinal de uma pré-forma consolidada fabricada por meio de um processo padrão (1) e de uma pré-forma consolidada fabricada por meio do método de acordo com a presente invenção (2). Traçada sobre o eixo geométrico horizontal encontra-se a posição longitudinal n_a , ou o comprimento da, pré-forma. Ambas as pré-formas têm um comprimento de cerca de 1200 mm. A posição 0 corresponde ao lado de suprimento 20 e a posição 1400 corresponde ao lado de descarga 30 do tubo de substrato 10. Os limites de tolerância 3 indicam os valores mínimo e máximo do índice refrativo conforme determinado pela requerente. No caso de um valor de índice refrativo fora destes limites de tolerância, a fibra produzida a partir da pré-forma exibirá defeitos óticos.

[038] Na Figura 3, os limites de tolerância são 0,33 e 0,4 delta %, respectivamente, mas estes valores não devem ser interpretados como limitativos.

[039] O valor delta % é calculado de acordo com a fórmula abaixo:

$$\text{delta}_i\% \equiv n_i^2 - n_c^2 / 2n_i^2$$

[040] Na fórmula, n_i é o valor de índice refrativo em uma posição radial i e n_c é o valor de índice refrativo em uma posição de referência radial c na pré-forma consolidada. O valor n_c , por exemplo, é igual ao valor de índice refrativo que envolve o núcleo, cuja camada é também referida como "revestimento de aço inoxidável". Com base em um perfil de índice refrativo radial para fibras óticas conforme mostrado na Figura 4, por exemplo, $\text{delta}_1\%$ pode ser calculado por meio do uso do valor de n_1 para n_i .

[041] O perfil de índice refrativo longitudinal 1 mostra um valor máximo para o índice refrativo na região

indicada com 4 em torno da posição 200 que recai fora dos limites de tolerância acima ditos 3. Conseqüentemente, esta parte da pré-forma 1 não será adequada para a formação de uma fibra ótica a partir da mesma.

[042] O perfil de índice refrativo longitudinal 2 também mostra um valor máximo para o índice refrativo próximo do lado de suprimento, mas este valor recai dentro dos limites de tolerância 3. Como um resultado, o comprimento de pré-forma utilizável apara uma pré-forma tendo o perfil de índice refrativo 2 aumenta em cerca de 50 mm em comparação ao comprimento de pré-forma utilizável da pré-forma fabricada de acordo com a técnica anterior, ou seja, uma pré-forma tendo um perfil de índice refrativo 1. Isto corresponde a um aumento de cerca de 5 % no comprimento da pré-forma, ou, expresso em comprimento de fibra, 30 km ou mais na modalidade de uma fibra ótica de modo único, simples (vide Figura 4).

[043] Além do aperfeiçoamento acima com relação ao comprimento de pré-forma utilizável, menos tensão é construída no vidro depositado na etapa iii da pré-forma 2 do que da pré-forma 1.

[044] O método de acordo com a presente invenção é particularmente adequado para a fabricação de pré-formas para fibras óticas do assim chamado tipo de índice escalonado. Este termo é usado para as fibras que têm um perfil de índice refrativo radial, no qual pelo menos um invólucro de camadas depositadas se encontra presente, em cujo contexto o termo "invólucro" deve ser considerado como um número de camadas tendo um valor de índice refrativo constante na direção radial. Exemplos de tais perfis são mostrados nas Figuras 4 e 5.

[045] A Figura 4 mostra um perfil de índice escalonado simples que consiste em um núcleo tendo um índice refrativo n_1 e um revestimento de aço inoxidável tendo um índice refrativo n_0 . A Figura 5 mostra um perfil do tipo W tendo um núcleo que consiste em invólucros tendo índices refrativos n_1 , n_2 e n_3 e um revestimento de aço inoxidável tendo um índice refrativo n_0 .

[046] Em uma modalidade compreendendo mais de um invólucro tendo um índice refrativo constante na direção radial, como no perfil do tipo W acima dito, por exemplo, é possível se determinar o deslocamento ótimo da posição dos pontos de inversão para cada invólucro durante a deposição na etapa iii do presente método.

[047] Sendo assim, o método da presente invenção deve ser considerado como um número de subetapas iii, cada subetapa compreendendo a deposição de um invólucro. em particular, três invólucros podem, assim, ser distintos na Figura 5, ou seja, os invólucros tendo os índices refrativos n_1 , n_2 e n_3 , nos quais cada invólucro é formado em uma subetapa e no qual o deslocamento ótimo da posição dos pontos de inversão deve ser determinado para cada invólucro a fim de se obter um valor de índice refrativo constante ao longo do comprimento da pré-forma para o invólucro em questão.

EXEMPLO

[048] As pré-formas para a formação de fibras óticas tendo um perfil de índice refrativo radial conforme mostrado na Figura 4 são fabricadas por meio do método de acordo com a presente invenção. O ponto de inversão próximo do lado de suprimento se desloca na direção para longe do lado de descarga durante toda a etapa iii. Nas Figuras 1 e 2,

isto significa que o ponto de inversão próximo do lado de suprimento se desloca de A0 para A1 durante a etapa iii. O comprimento de plasma é de cerca de 20 cm e o deslocamento ocorre linearmente com o tempo. O deslocamento total varia, e o efeito do mesmo sobre o comprimento de pré-forma utilizável é determinado.

TABELA

Exemplo	Deslocamento total [mm]	Comprimento de pré-forma utilizável [mm]
Nenhum deslocamento	0	1000
I	20	1010
II	50	1030
III	70	1050
IV	100	1050
V	110	980

[049] As pré-formas de uma batelada de pré-formas fabricadas de acordo com a presente invenção exibem uma redução de cerca de 5 % nas pré-formas que exibem salto de camada.

REIVINDICAÇÕES

1. MÉTODO PARA A FABRICAÇÃO DE UMA PRÉ-FORMA, para fibras óticas por meio de um processo de deposição de vapor, o método compreendendo as etapas de:

i) prover um tubo oco de substrato de vidro (10) tendo um lado de suprimento (20) e um lado de descarga (30);

ii) suprir gases formadores de vidro dopados ou não dopados para o interior do tubo de substrato (10) via o lado de suprimento;

iii) criar condições de plasma (40) no interior do tubo de substrato (10) para a deposição de camadas de vidro sobre a superfície interna do tubo de substrato por meio da movimentação do plasma (40) para frente e para trás ao longo do eixo geométrico longitudinal do tubo de substrato entre um ponto de inversão (A0, A1, A2) próximo do lado de suprimento e um ponto de inversão (D0, D1, D2) próximo do lado de descarga do tubo de substrato;

iv) consolidar o tubo obtido na etapa iii na pré-forma,

- caracterizado pela posição do ponto de inversão (A0, A1, A2) próximo do lado de suprimento do tubo de substrato (10) se deslocar ao longo do eixo geométrico longitudinal do tubo de substrato (10) durante pelo menos uma parte da etapa iii.

2. MÉTODO, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pela posição do ponto de inversão (A0, A1, A2) próximo do lado de suprimento (20) se deslocar ao longo do eixo geométrico longitudinal do tubo de substrato (10) na direção para longe do lado de descarga (30).

3. MÉTODO, de acordo com a reivindicação 1 ou 2,

caracterizado pelo deslocamento da posição do ponto de inversão (A0, A1, A2) próximo do lado de suprimento (20) ao longo do eixo geométrico longitudinal do tubo de substrato (1) ser de uma extensão máxima a metade do comprimento (L) do plasma (40).

4. MÉTODO, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 3, caracterizado pela posição do ponto de inversão (D0, D1, D2) próximo do lado de descarga (30) se deslocar ao longo do eixo geométrico longitudinal do tubo de substrato (10) durante pelo menos uma parte da etapa iii.

5. MÉTODO, de acordo com a reivindicação 4, caracterizado pela posição do ponto de inversão (D0, D1, D2) próximo do lado de descarga (30) se deslocar ao longo do eixo geométrico longitudinal do tubo de substrato (10) na direção do lado de suprimento (20).

6. MÉTODO, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 5, caracterizado pelo deslocamento da posição do ponto de inversão (A0, A1, A2) próximo do lado de suprimento (20) ocorrer durante toda a etapa iii.

7. MÉTODO, de acordo com a reivindicação 4 ou 5, caracterizado pelo deslocamento da posição do ponto de inversão (D0, D1, D2) próximo do lado de descarga (30) ocorrer durante toda a etapa iii.

8. MÉTODO, de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, caracterizado pela posição do ponto de inversão (A0, A1, A2) próximo do lado de suprimento (20) do tubo de substrato oco (10) se deslocar ao longo do eixo geométrico longitudinal do tubo de substrato (10) de modo a obter um valor de índice refrativo nas camadas de vidro então depositadas no interior do tubo de substrato oco

(10) que seja substancialmente constante na direção longitudinal do tubo de substrato (10), cujas camadas de vidro devem ser consideradas como um invólucro, em que um ou mais invólucros adicionais, cada qual compreendendo um número de camadas de vidro, são depositados sobre o invólucro então obtido, em que a posição do ponto de inversão (A0, A1, A2) próximo do lado de suprimento (20) do tubo de substrato (10) é selecionada para a deposição de cada invólucro de modo que o valor de índice refrativo através do invólucro em questão na direção longitudinal do tubo de substrato (10) é substancialmente constante.

9. MÉTODO, de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo deslocamento da posição do ponto de inversão (A0, A1, A2) (D0, D1, D2) ao longo do eixo geométrico longitudinal do tubo de substrato (10) próximo do lado de suprimento (20) e/ou próximo do lado de descarga (30) ser feito linearmente como uma função do tempo durante pelo menos uma parte da etapa iii.

10. MÉTODO PARA A FORMAÇÃO DE UMA FIBRA ÓTICA, em que uma pré-forma ótica é aquecida em uma extremidade, a partir de cuja pré-forma ótica uma fibra ótica é em seguida arrastada, o método sendo caracterizado pela pré-forma de acordo com qualquer uma dentre as reivindicações precedentes 1 a 9, ser utilizada.

22
F

FIG.1

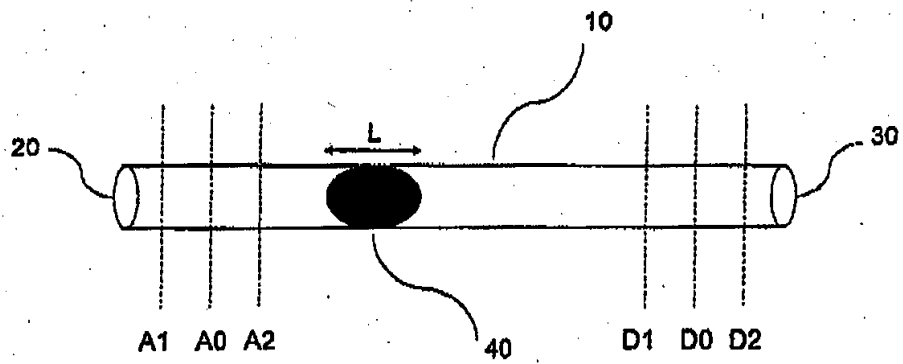
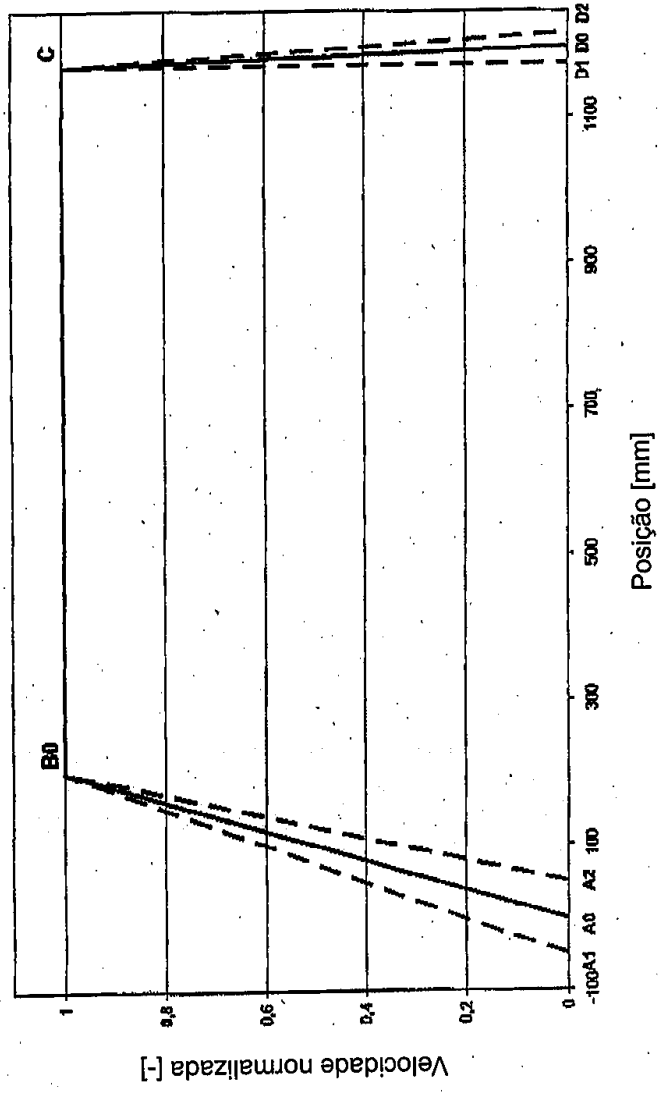


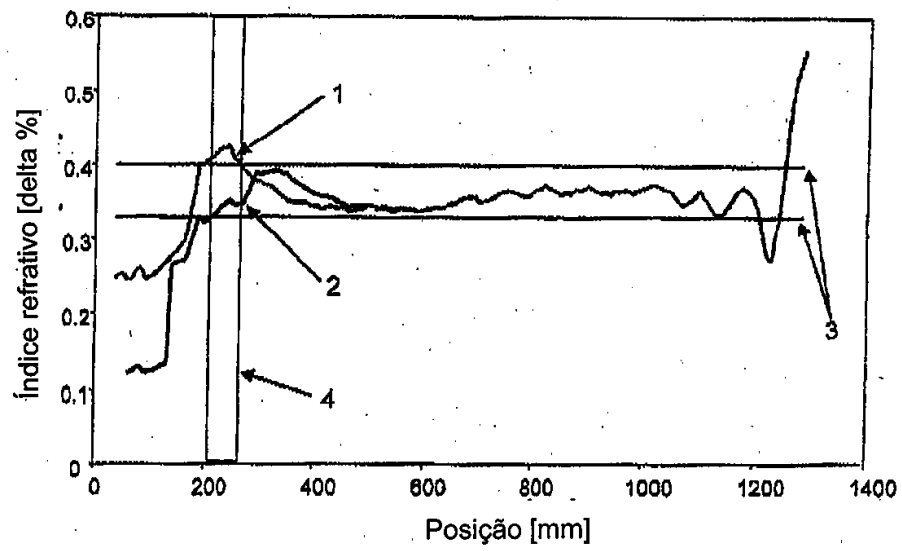
FIG.2

Perfil de velocidade do plasma



24

FIG.3



28

FIG.4

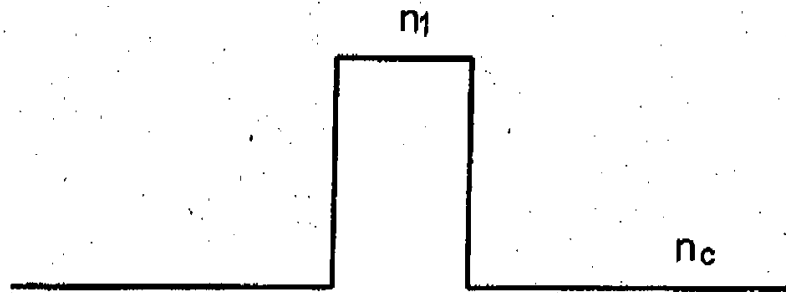


FIG.5

