

(11) Número de Publicação: **PT 2016809 E**

(51) Classificação Internacional:

H05H 1/24 (2015.01) **H05H 1/30** (2015.01)
H05H 1/36 (2015.01)

(12) FASCÍCULO DE PATENTE DE INVENÇÃO

(22) Data de pedido: **2007.04.26**

(30) Prioridade(s): **2006.04.27 DE**
102006019664

(43) Data de publicação do pedido: **2009.01.21**

(45) Data e BPI da concessão: **2015.07.01**
201/2015

(73) Titular(es):

NEOPLAS GMBH
FELIX-HAUSDORFF-STRASSE 2 17489
GREIFSWALD

DE

(72) Inventor(es):

RÜDIGER FOEST
KLAUS-DIETER WELTMANN
MANFRED STIEBER
ECKHARD KINDEL

DE

DE

DE

DE

(74) Mandatário:

ALBERTO HERMÍNIO MANIQUE CANELAS
RUA VÍCTOR CORDON, 14 1249-103 LISBOA

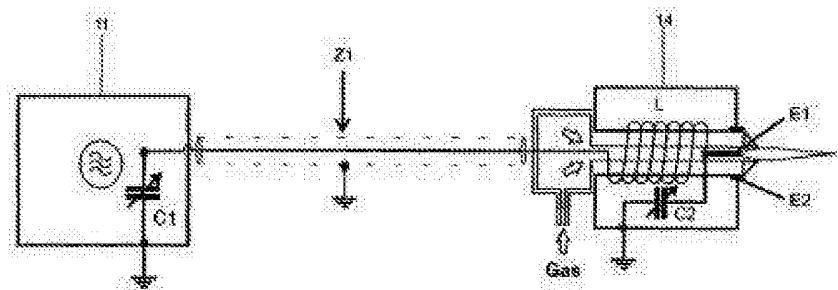
PT

(54) Epígrafe: **APARELHO ORTODÔNTICO AJUSTÁVEL E RESPECTIVO INSTRUMENTO**

(57) Resumo:

PROPORCIONADO UM APARELHO ORTODÔNTICO AJUSTÁVEL COMPREENDENDO: (I) PELO MENOS UMA PLACA DE BASE APRESEN-TANDO FACES OPOSTAS, CONSISTINDO UMA PRIMEIRA FACE NUMA FACE PARA SE ENCOSTAR AO DENTE, E COMPREENDENDO UMA SEGUNDA FACE UMA MULTIPLICIDADE DE COLUNAS VERTICAIS E HORIZONTAIS DE SALIÊNCIAS E UMA MULTIPLICIDADE DE CANAIS VERTICAIS E HORIZONTAIS CRIADOS PELAS COLUNAS DE SALIÊNCIAS; (II) PELO MENOS, UMA PLACA DE LIGAÇÃO APRESENTANDO FACES OPOSTAS, EM QUE UMA PRIMEIRA FACE COMPREENDE UMA MULTIPLICIDADE DE COLUNAS VERTICAIS E HORIZONTAIS DE SALIÊNCIAS E UMA MULTIPLICIDADE DE CANAIS VERTICAIS E HORIZONTAIS CRIADOS PELAS COLUNAS DE SALIÊNCIAS, SENDO AS SALIÊNCIAS CONCEBIDAS PARA SE DESLOCAREM VERTICAL E HORIZONTALMENTE DENTRO DOS CANAIS, DURANTE UMA FASE DE AJUSTAMENTO; E (III) UM DISPOSITIVO DE FIXAÇÃO DESTINADO A BLOQUEAR A PLACA DE LIGAÇÃO SOBRE A PLACA DE BASE, NUMA POSIÇÃO DESEJADA. NUM MODELO DE REALIZAÇÃO, A PLACA DE LIGAÇÃO CONSISTE NUM BRACKET ORTODÔNTICO. NUM OUTRO MODELO DE REALIZAÇÃO, O BRACKET ORTODÔNTICO COMPREENDE AINDA UMA CHAPA DE COBERTURA, FIXADA COM CAPACIDADE DE ROTAÇÃO. NUM OUTRO MODELO DE REALIZAÇÃO, É CONCEBIDO UM DISPOSITIVO DE BLOQUEIO PARA SE ENCAIXAR NA CHAPA DE COBERTURA, ENQUANTO NUMA POSIÇÃO FECHADA. É TAMBÉM DISPONIBILIZADO UM INSTRU-MENTO, COMPREENDENDO UMA PEGA E PELO MENOS UMA EXTREMIDADE DE TRABALHO. NUM PRIMEIRO MODELO DE REALIZAÇÃO, A EXTREMI-DADE DE TRABALHO COMPREENDE UMA PRIMEIRA PERNA E UMA SEGUN-DA PERNA, SERVINDO A SEGUNDA PERNA PARA DESENCAIXAR UM GRAMPO DE MOLA. NUM SEGUNDO MODELO DE REALIZAÇÃO, A EXTRE-MIDADE DE TRABALHO COMPREENDE: UMA PRIMEIRA PERNA E UMA SEGUNDA PERNA PARA AGARRAR UMA PLACA DE LIGAÇÃO DE UM BRACKET ORTODÔNTICO; E UM LIMITADOR DE PROFUNDIDADE FIXADO À PRIMEIRA PERNA DESTINADO A EVITAR QUE

SEJA INADVERTIDAMENTE AGARRADA UMA PLACA DE BASE DE UM BRACKET ORTODÔNTICO.

RESUMO**"DISPOSITIVO MANUAL DE PLASMA FRIO PARA O TRATAMENTO DE SUPERFÍCIES POR PLASMA "**

É descrita uma ferramenta de plasma para a geração de um jacto de plasma frio (10). A ferramenta de plasma caracteriza-se por exibir uma tubeira de plasma, em particular uma tubeira de plasma dimensionada de modo a poder ser operada manualmente, tubeira essa na qual foi integrada pelo menos a bobina (6) da malha de adaptação, quando não também o condensador C2 em caso de accionamento por um gerador de alta frequência, enquanto que o condensador C1 pode de estar disposto no interior do próprio gerador ou na sua vizinhança.

DESCRIÇÃO

**"DISPOSITIVO MANUAL DE PLASMA FRIO PARA O TRATAMENTO DE
SUPERFÍCIES POR PLASMA "**

Este pedido reivindica a prioridade do pedido de patente alemã nº 10 2006 019 664.3, submetido a 27 de Abril de 2006.

Âmbito técnico

O invento diz respeito a uma ferramenta de plasma para o tratamento, modificação e revestimento de superfícies internas e externas de materiais expostos ao ar por meio de um jacto de plasma frio em conformidade com o conceito genérico da reivindicação 1.

Estado da arte

A tecnologia dos plasmas, em especial sob temperaturas elevadas e pressões de gás elevadas, é conhecida há muito e está exaustivamente descrita, por exemplo em US 3,648,015, US 4,626,648, DE 41 08 499 A1 e DE 101 40 298 B4.

Em WO 03/026356 A1 é descrito um dispositivo que permite gerar um plasma com recurso a microondas, sendo que

o dispositivo descrito em WO 03/026356 permite gerar uma chama de plasma estável mesmo quando da ocorrência de eventuais oscilações na pressão no gás processual.

Um outro gerador de plasma, que produz um plasma sob altas temperaturas, foi descrito na publicação do pedido de patente alemã examinado ["Auslegeschrift" em alemão] 1 639 257. Trata-se de um gerador de jacto de plasma de alta frequência composto por um tubo cilíndrico, a um de cujos lados frontais aflui o gás a ser ionizado e de cujo outro lado frontal eflui o plasma produzido, e por uma bobina de indução, uma de cujas extremidades se encontra ligada à massa, estando a outra das extremidades ligada a um gerador de alta frequência. Entre ambas as extremidades da bobina foi instalada uma derivação. A tensão de alta frequência gerada na bobina de indução é superior à tensão de excitação. O tubo junto à saída de plasma é metálico e encontra-se disposto adjacentemente àquela das extremidades da bobina de indução que se encontra sob alta tensão. O tubo é envolvido por um receptáculo metálico concêntrico que o isola electricamente. Esta disposição especial leva a que a descarga gasosa ocorra entre as duas extremidades vizinhas do tubo e do receptáculo em virtude do acoplamento capacitivo entre estes dois componentes do gerador.

Contudo, pelo menos devido à forma dos seus eletrodos, este gerador não é adequado para a produção de um plasma frio sob pressão normal.

Também já são conhecidos geradores de plasma a baixa temperatura, que são utilizados com sucesso em numerosas situações de tratamento de superfícies para efeito da activação de superfícies externas (alteração das propriedades adesivas, hidrofobização, hidrofilização), da corrosão, da polimerização, da ablação de camadas, da limpeza e ainda da redução microbiana. Até à data, aliás, recorria-se nestes processos prioritariamente a plasmas sob baixa pressão em que, mediante a escolha de parâmetros processuais adequados, podem em certa medida ser gerados os radicais, átomos excitados, iões, electrões e radiação UV, requeridos por estas aplicações. Por motivos tanto financeiros como técnicos, os processos que recorrem a plasmas sob baixa pressão não são contudo adequados para numerosos processos industriais que impliquem modificações de superfícies externas.

Em EP 0 124 623 é descrito um processo que recorre a plasma sob pressão normal capaz de ionizar vapor de água a uma temperatura relativamente baixa. No entanto, este processo só a custo pode ser utilizado na produção à escala industrial.

Para que o processo de tratamento de superfícies que envolve a tecnologia dos plasmas possa ser de utilidade a potenciais utilizadores destes sectores da indústria será necessário desenvolver processos não térmicos que recorram a plasma sob pressão normal e que sejam consideravelmente mais vantajosos em termos de custos e passíveis de integra-

ção nos correspondentes linhas de produção. Uma condição essencial para que os processos que recorrem a plasma sob pressão normal possam ser utilizados nestes domínios de aplicação é que sejam gerados plasmas homogéneos. Uma das possibilidades de alcançar a homogeneidade requerida consiste em gerar um jacto de plasma no exterior do espaço de descarga com recurso a um fluxo dirigido do gás de trabalho (gás processual).

Todos os tipos de plasmas de descarga gerados sob condições de pressão normal, tais como, por exemplo, descargas em arco de radiofrequências (RF), descargas de faísca, de corona e de barreira, podem, mediante a realização de fluxos de gás processual adequados, ser utilizadas para gerar jactos de plasma anisotérmicos sob pressão normal. Os jactos de plasma gerados deste modo são objecto de diversos documentos de patente. Por exemplo no documento de patente DE 3733492 é apresentado um dispositivo para a geração, por via de uma descarga de corona, de um jacto de plasma destinado ao tratamento de superfícies com recurso a plasma. Neste caso é conduzido um fluxo de gás ao longo de um trajecto de descarga de corona entre um eléctrodo interior linear e um eléctrodo exterior tubular. No documento de patente 19532412 é descrito um processo para o tratamento de superfícies com recurso a plasma que se baseia na geração de um jacto de plasma através de uma descarga em arco com um arco não transferido. Objectos dos documentos de patente US 6,194,036, US 6,958,063 e US 6,262,523 são dispositivos baseados na excitação por radiofrequências de plasmas sob

pressão normal. Num outro documento de patente (US 2002/122896) são descritos diversos dispositivos para a geração de plasmas sob pressão normal com base em descargas resultantes da excitação por radiofrequências em pequenos tubos de material isolante. No âmbito da medicina são utilizados plasmas deste tipo para a coagulação com recurso a plasma de árgon (US 4,781,175, US 4,060,088, DE 195113338), para revestimento de implantes artificiais no intuito de aumentar a sua biocompatibilidade, para o controlo da adesão celular a superfícies, para a esterilização de instrumentos médicos (M. Laroussi, *IEEE Trans. Plasma Sci.*, 30 4 (2002), 1409) e ainda para o tratamento de células e tecidos biológicos (E. Stoffels *et al.*, *Plasma Sources Sci. Technol.* 11 (2002), 383).

Os dispositivos e processos de tratamento de superfícies com recurso a plasma sob pressão normal descritos até à data na literatura da especialidade e em documentos de patente representam soluções para um domínio restrito de tarefas, não ou só condicionalmente adaptáveis aos requisitos de outras aplicações. Uma vez que as tarefas e os objectivos do tratamento de superfícies com recurso a plasma são muito diversificados, deve almejar-se uma solução que viabilize uma tal adaptação aos diferentes requisitos no que respeita ao material ou produto a ser tratado ou ao efeito desejado sobre a superfície a ser tratada. Dispositivos para a geração de plasmas sob pressão normal com base em descargas excitadas por radiofrequências têm a vantagem de, por um lado, poderem ser operados com as frequências

fixas disponibilizadas para aplicações industriais (13,56 MHz, 12 MHz, 40,68 MHz) e, por outro lado, permitirem o recurso a tensões mais baixas. Têm contudo também uma desvantagem considerável, que em seguida se explica.

Os reactores de plasma operados a altas frequências necessitam de uma malha de adaptação ("matchbox" ['caixa de correspondência'] em inglês) para que seja máxima a transferência da potência do gerador de radiofrequência (RF) que os alimenta. Uma forma de comutação frequentemente utilizada na malha de adaptação é o comutador N. É composta por dois condensadores C1 e C2 e por uma bobina (ver Figura 1). Para manter baixas as perdas na malha de adaptação são utilizados condensadores em que o dieléctrico é o ar, os quais ocupam muito espaço. Uma vez que, para estas frequências, o transporte de corrente se realiza sobre tudo à superfície de um condutor eléctrico (efeito pelicular), a bobina e todas as restantes ligações eléctricas são constituídas por um arame metálico relativamente espesso cuja condutividade eléctrica superficial é elevada (arame de prata, arame de cobre prateado). Em consequência, uma tal "matchbox" é em geral muito volumosa. A ignição e a manutenção de uma descarga em gás no reactor de plasma requerem tensões elevadas. Estas são alcançadas na malha de adaptação em virtude de a bobina e o condensador C2 constituirem um circuito de ressonância em série que tem de estar sintonizado com a frequência do gerador de radiofrequência utilizada. Para impedir perdas, o cabo de alimentação Z2 deverá consistir num cabo de alimentação não blindado.

do e com o menor comprimento possível. Desse modo, a malha de adaptação e o reactor de plasma passam na prática a constituir uma unidade relativamente rígida e impossível de manusear. Um tal reactor de plasma não manuseável não tem qualquer utilidade caso se pretenda que o reactor de plasma seja executado como tubeira ("nozzle" em inglês) capaz de ser operada manualmente ou por um autómato.

Ao invento subjazia por conseguinte a tarefa de disponibilizar uma tubeira de plasma manuseável, capaz de ser operada à mão e/ou por um autómato.

Descrição do invento

No quadro do presente invento foi então descoberto que pode ser obtida uma tubeira de plasma facilmente manuseável quando se prescinde de um circuito de adaptação com a forma de uma malha separada ("matchbox"). De acordo com o invento, a bobina e o condensador C2 encontram-se então integrados na tubeira de plasma. Um condensador C1, requerido em qualquer dos casos, pode ficar disposto num qualquer lugar entre o gerador e a tubeira de plasma, embora seja preferido que fique posicionado na vizinhança imediata do gerador, quer no exterior deste (cabo de alimentação curto) quer directamente no seu interior. Alcançam-se assim os seguintes melhoramentos:

1. O cabo de alimentação Z1 (cabo coaxial) entre o gerador e a tubeira de plasma pode ser configurado de mo-

do a ser substancialmente mais flexível e longo do que jamais o poderá ser um cabo de alimentação Z2 representativo do estado da arte.

2. As alterações no comprimento do cabo de alimentação Z1 estão associadas a alterações na capacidade do cabo que podem ser compensadas por alterações no condensador C1.

3. O cabo de alimentação Z2 é constituído pela extremitade da bobina que se prolonga até ao eléctrodo E1, podendo em consequência ser configurada de modo a ser extremamente curto.

4. A capacidade constituída entre os eléctrodos E1 e E2 é paralela ao condensador C2. Alterações desta capacidade em resultado de tolerâncias na construção da tuberia de plasma ou quando da ignição do plasma podem ser compensadas com alterações do condensador C2 que mantenham as condições de ressonância.

5. Em virtude da reduzida extensão do cabo de alimentação Z2, o valor da capacidade total, composta pela capacidade de C2 e e pela capacidade entre E1 e E2 é mantido baixo, pelo que pode escolher-se um valor máximo para a indutividade L correspondente à frequência fixa e desse modo alcançar uma elevada qualidade do circuito de ressonância em série.

A ferramenta de plasma de acordo com o invento para a geração de um jacto de plasma frio é composta por uma tuberia com um corpo oco destinado à alimentação com um gás processual ou uma mistura de gases processuais e por

uma malha de adaptação destinada a produzir a tensão requerida e composta, por sua vez, por pelo menos uma bobina e um condensador C2, além de por um eventual condensador C1, sendo caracterizada por pelo menos a bobina e o condensador C2 componentes da malha de adaptação estarem integrados na tubeira da ferramenta de plasma.

Em particular no caso de uma tubeira de plasma accionada por um gerador de radiofrequência com frequências fixas (13,56 MHz, 12 MHz, 40,68 MHz), a bobina e o condensador C2 componentes da malha de adaptação estão integrados na tubeira da ferramenta de plasma.

O condensador C1 da malha de adaptação pode estar disposto directamente sobre o exterior ou no interior do gerador de frequência, sendo este último caso o preferido.

Num forma de execução especial, a tubeira de plasma inclui um tubo capilar em material isolante, estando a bobina disposta em torno deste.

Num forma de execução especialmente preferida, em que o gerador de frequência é um gerador de altas frequências, a malha de adaptação ("matchbox") é constituída por uma bobina e por dois condensadores C1 e C2 e respectivas ligações. A bobina e o condensador C2 estão integrados na tubeira de plasma, estando o condensador C1 disposto directamente sobre o exterior ou no interior do gerador de frequência.

Embora nesta descrição apenas sejam referidos dois condensadores, C1 e C2, fica aqui claramente estabelecido que os condensadores C1 e C2 podem ser construídos com base em diversos condensadores parciais e que estes condensadores compostos por condensadores parciais são igualmente designados por 'C1' e 'C2'.

É igualmente objecto do presente invento uma tubeira de plasma na qual estão integrados pelo menos uma bobina e um condensador C2. Estes podem exibir estruturas como as anteriormente descritas e mostradas nos exemplos de execução e respectivas figuras.

Descrito no — mas não objecto do — presente invento é um gerador de frequência em cujo interior ou imediatamente adjacente a cuja saída foi montado um condensador adequado enquanto condensador C1 de uma malha de adaptação.

Tal como se descreveu anteriormente, a forma de execução com um condensador C1 e um condensador C2 diz especialmente respeito a geradores RF com uma frequência fixa, tais como, por exemplo, os disponibilizados pelos correios alemães para questões técnicas. Uma simplificação — e em consequência também uma variante de menor custo — da combinação de um gerador de radiofrequência com uma tubeira de plasma pode ser obtida quando se transita para frequências mais baixas (por exemplo 3 MHz) e se utiliza um gera-

dor de frequência variável. Numa tal forma de execução, que não é objecto do presente invento, podem ser omitidos os dois condensadores C1 e C2, de modo a que, da malha de adaptação, além de parte dos fios de ligação, apenas se encontre no interior da tubeira de plasma a bobina que constitui em conjunto com os eléctrodos E1 e E2 um circuito de ressonância em série. Nesta forma de execução, o estado de ressonância pode ser regulado mediante a variação da frequência do gerador.

Uma tubeira de plasma de acordo com o invento inclui em geral um corpo oco ligado pelo seu lado 'corporal' – isto é, pelo lado da tubeira de plasma oposto ao plasma ou respectiva tubeira – a uma conduta de alimentação destinada ao gás processual. Este corpo oco é preferencialmente constituído por um material isolante. Numa variante especialmente economizadora de espaço, a bobine componente de parte de uma malha de adaptação encontra-se disposta em torno de parte deste corpo oco. As dimensões do corpo oco, ou estas dimensões juntamente com as de um outro corpo, de preferência um corpo isolante, deverão ser escolhidas de modo a que em torno do(s) mesmo(s) possa ser disposta uma bobina cujas espiras tenham o diâmetro desejado. Esta bobina terá de estar isolada caso o corpo oco ou os outros corpos em torno dos quais se encontra disposta não for(em) constituído(s) por um material isolante. O lado desta bobina voltado para a tubeira encontra-se ligado a um eléctrodo E1 e, facultativamente, a um condensador variável C2. O eléctrodo E1 pode ser discricionariamente escolhido entre

um eléctrodo anelar disposto em torno de um corpo oco isolante e um eléctrodo linear disposto no interior do corpo oco. O condensador C2 e a bobina estão ligados em série por forma a que possa ser regulada a tensão necessária para uma dada frequência. O lado do condensador C2 que não defronta a bobina encontra-se ligado ao receptáculo ligado, por sua vez, à terra. A uma distância do primeiro eléctrodo E1 adequada à geração do plasma, disposto sobre a extremidade do corpo oco voltado para a tubeira, encontra-se um eléctrodo anelar E2 ligado ao receptáculo que, por sua vez, se encontra ligado à terra. Este receptáculo exibe ligações à corrente eléctrica e orifícios para a alimentação com gás processual, bem como, no interior do segundo eléctrodo E2, um orifício de saída destinado ao plasma. Entre a bobina e o receptáculo ligado à terra encontra-se presente uma outra camada isolante, cuja presença é sobretudo importante quando é escasso o intervalo entre a bobina e o receptáculo. O fio de ligação entre o eléctrodo E1 e o condensador C2 encontra-se em geral disposta sobre o lado voltado para a bobina do isolamento que blinda o receptáculo, sendo por sua vez provido de uma camada isolante.

Para a geração de um plasma frio é importante que os dois eléctrodos E1 e E2 estejam adequadamente isolados um em relação ao outro. Evita-se assim que se produza uma descarga em arco, a qual conduziria a um aquecimento indesejado do plasma.

São exemplos de materiais isolantes adequados,

que podem ser utilizados isoladamente ou em combinação: plástico, vidro de quartzo, cerâmica.

Uma vez que a corrente na bobina é principalmente superficial, prefere-se que ela seja constituída por um material que pelo menos à superfície seja altamente condutor, tal como fio de cobre prateado ou fio de prata pura.

Breve descrição dos desenhos

Das reivindicações dependentes e da descrição que se segue das figuras poderão ser depreendidas outras formas de execução, vantagens e aplicações do invento.

A Figura 1 mostra o esquema genérico de ligações de uma ferramenta de plasma accionada por um gerador de radiofrequência e acoplada capacitivamente, representando-se na Figura 1a) o reactor de plasma em geral e na Figura 1b) a tubeira de plasma.

A Figura 2 mostra uma forma de execução de acordo com o invento, em que a bobina L e o condensador C2 se encontram integrados no gerador ou na tubeira.

A Figura 3 mostra uma outra forma de execução, não abrangida pelo âmbito do invento, com um gerador de frequência variável, em que podem estar ausentes os condensadores C1 e C2.

A Figura 4 mostra uma tubeira de plasma de acordo com o invento com um eléctrodo RF anelar.

A Figura 5 mostra uma tubeira de plasma de acordo com o

invento com um eléctrodo RF linear.

A Figura 6 mostra uma tubeira de plasma de jacto largo com um eléctrodo RF anelar.

Legenda das figuras

Os números de referência constantes das figuras têm o seguinte significado genérico:

- 1 descarga capilar
- 2 eléctrodo
- 3 eléctrodo RF
- 4 corpo oco (tubo capilar), preferencialmente em material isolante
- 5 corpo isolante
- 6 bobina (também indicada por um 'L')
- 7 entrada RF
- 8 receptáculo
- 9 gás processual
- 10 jacto de plasma / zona de plasma
- 11 gerador RF
- 12 "matchbox"
- 13 reactor de plasma
- 14 tubeira de plasma (reactor de plasma)

Via(s) para a execução do invento

As formas de execução representativas do estado da arte mostradas na Figura 1 dizem respeito em particular

a geradores de radiofrequência com uma frequência fixa disponíveis no mercado.

Na forma de execução de acordo com o invento, representada na Figura 2, a malha de adaptação, também designada como "matchbox", foi separada, passando o condensador C1 a estar integrado no gerador de radiofrequência e passando o condensador C2 e a bobina a estar integrados na tubeira de plasma. Uma simplificação – e em consequência também uma variante de menor custo – da combinação de um gerador de radiofrequência com uma tubeira de plasma pode ser obtida quando se transita para frequências mais baixas (por exemplo 3 MHz) e se utiliza um gerador de frequência variável. Esta variante, em que podem ser omitidos os dois condensadores C1 e C2 de modo a que apenas se encontre no interior da tubeira de plasma a bobina, que constitui um circuito de ressonância em série juntamente com o condensador formado pelos eléctrodos E1 e E2 e não é objecto do presente invento, encontra-se representada na Figura 3. Nesta forma de execução, o estado de ressonância pode ser regulado mediante a variação da frequência do gerador.

Na Figura 4 é mostrado um exemplo de execução de uma tubeira de plasma com uma descarga capilar 1 capacitivamente acoplada. Dois electródos metálicos anelares 2 e 3 foram montados, a uma distância adequada um do outro, sobre um corpo oco em material isolante (dielétrico). Em torno do exterior de um corpo isolante 5 envolvente do corpo oco 4 encontra-se enrolada uma bobina 6, uma de cujas extremi-

dades se encontra ligada ao eléctrodo de radiofrequência 3, estando a outra extremidade ligada à entrada 7 para a radiofrequência exibida pela tubeira de plasma. Por intermédio de um condensador rotativo cujo dieléctrico é o ar, o eléctrodo de radiofrequência 3 encontra-se ligado ao receptor 8, por sua vez ligado à terra. O gás processual (de preferência um gás nobre) é conduzido através do corpo oco até à zona de descarga situada entre os dois eléctrodos 2 e 3. Os dois eléctrodos 2 e 3 constituem juntamente com o dieléctrico 4 uma capacidade (alguns pF) disposta paralelamente a C2. A bobina 6 forma com estas capacidades um circuito de ressonância em série e pode ser calibrado por intermédio de C2 para uma situação de tensão máxima. Caso por via desta calibração com recurso a C2 seja alcançada uma tensão suficientemente elevada no eléctrodo 3, o campo eléctrico constituído entre os eléctrodos 2 e 3 leva a uma descarga capilar, cujo plasma é impelido para fora pelo fluxo de gás 9, formando um jacto de plasma 10. Para manter reduzida a queda de tensão através do condensador formado pelo eléctrodo 3, pelo dieléctrico 4 e pelo plasma no interior do capilar, deverá ser escolhido um dieléctrico com uma constante dieléctrica o mais alta possível.

Dimensões e materiais adequados à forma de execução descrita na Figura 4:

Largura dos eléctrodos anelares metálicos: 5 mm

Distância entre os eléctrodos anelares metálicos: 5 mm

Material constituinte dos eléctrodos anelares metálicos: aço inoxidável

Dimensões do corpo oco em material isolante (tubo capilar): diâmetro externo 3 mm, diâmetro interno 1 mm

Fluxo de gás: 2 a 10 slm ("standard litre per minute" [litro por minuto padrão])

Exemplos de gases processuais: gases nobres tais como argon e hélio

Exemplos de gases misturáveis com os gases processuais: azoto, oxigénio

Dieléctrico com constante dieléctrica o mais alta possível: vidro de quartzo

Valores adequados/preferidos para um gerador de radiofrequência com uma frequência fixa de, por exemplo, 27,12 MHz

Capacidade formada pelos dois eléctrodos 2 e 3, além de pelo dieléctrico 4 e disposta paralelamente a C2: alguns pF

Indutividade da bobina: 1,9 μ H

Condensador C2: calibrável dentro do intervalo entre 5 e 30 pF

Condensador C1: 350 pF

Na Figura 5 é mostrada uma outra forma de execução de uma tubeira de plasma com uma descarga capilar 1. Ao invés do que sucedia na variante precedentemente descrita, a energia da radiofrequência é neste caso acoplada com a descarga capilar por intermédio de um eléctrodo linear 3. O eléctrodo linear deverá ser constituído por materiais cuja função de trabalho seja reduzida de modo a manter baixa a

tensão requerida pela descarga capilar. Deve além disso afilar-se no sentido da frente de modo a que seja alcançada uma intensidade de campo elevada. Caso as tensões sejam suficientemente elevadas é constituída entre a ponta e o eléctrodo 2 ligado à terra uma descarga capilar, cujo plasma é impelido para fora pelo fluxo de gás.

**Dimensões/materiais essenciais que nesta forma de execução
diferem dos indicados a respeito da Figura 4**

Corpo oco em material isolante (capilar) 4: diâmetro externo 6 mm, diâmetro interno 2 mm

Distância entre a ponta do eléctrodo linear e o fim do tubo capilar: 1 mm

Diâmetro do eléctrodo linear: 1 mm

Material constituinte do electrodo linear: volfrâmio

Na Figura 6 é mostrada uma variante modificada da tubeira de plasma. A descarga é mais uma vez produzida entre os eléctrodos 2 e 3 e penetra na atmosfera depois de atravessar uma fenda. Utilizando esta configuração e uma fenda com 0,8 mm de largura e 4 cm de comprimento permite obter um plasma com 4 cm de largura que se estende linearmente.

Em todos os exemplos descritos, por intermédio de uma descarga de radiofrequência, é gerado num corpo oco em material isolante tal como, por exemplo, plástico, vidro de quartzo, cerâmica, etc. (na descrição precedente designado

"tubeira de plasma"), um jacto dirigido de plasma sob pressão normal, jacto emergente da tubeira esse que exibe as propriedades desejadas (por exemplo não térmico, sem potencial, homogéneo e reactivo) e ao qual é submetida – a uma distância adequada da tubeira – a superfície que se pretende tratar a fim de se proceder à desejada sua alteração físico-química. As condições vigentes no âmbito do jacto de plasma podem ser reguladas mediante a alteração de configurações geométricas e de dimensões no interior da tubeira de plasma, mediante a utilização de outros gases processuais ou de misturas destes e das respectivas velocidades de fluxo, mediante a disposição e selecção dos elecrodos, mediante o tipo de ignição e/ou mediante a variação dos parâmetros eléctricos da descarga.

Os fundamentos físicos para a escolha das dimensões internas da tubeira bem como para a fixação de condições de funcionamento adequadas são do conhecimento de um especialista no domínio da tecnologia dos plasmas.

Embora no presente pedido de patente tenham sido descritas formas de execução preferidas, quer-se aqui deixar claro que estas não devem ser entendidas como limitativas do invento, que pode ser posto em prática de qualquer outra maneira, desde que abrangida pelo âmbito das reivindicações que se seguem.

REIVINDICAÇÕES

1. Ferramenta de plasma para a geração de um jacto de plasma frio composta por uma tubeira de plasma que inclui um corpo oco (4) destinado à alimentação com gás processual, por um gerador de frequência e por uma malha de adaptação que inclui uma bobina (6), um condensador C2 e, facultativamente, um condensador C1 e se destina a produzir a tensão requerida, ferramenta essa que é **caracterizada por** a bobina (6) e o condensador C2 componentes da malha de adaptação estarem integrados na tubeira de plasma.

2. Ferramenta de plasma de acordo com a reivindicação 1, de que faz parte uma tubeira de plasma que inclui dois eléctrodos E1 e E2, em que o eléctrodo E1 pode ser discricionariamente escolhido entre um eléctrodo anelar disposto em torno de um corpo oco isolante e um eléctrodo linear disposto no interior do corpo oco, e em que o eléctrodo E2 consiste num eléctrodo anelar disposto junto à e em torno da extremidade do corpo oco (4) voltada para a tubeira, a uma distância do eléctrodo E1 adequada à geração do plasma, e ligado ao receptáculo ligado, por sua vez, à terra.

3. Ferramenta de plasma de acordo com uma das reivindicações precedentes, **caracterizada por** a malha de adaptação incluir um condensador C1 e **por** o condensador C1 da malha de adaptação estar disposto directamente sobre o gerador de frequência ou no interior deste.

4. Ferramenta de plasma de acordo com uma das reivindicações precedentes, **caracterizada por** a bobina (6) estar disposta em torno do corpo oco (4), de preferência sobre a superfície externa deste ou sobre um corpo isolante (5) que envolve adicionalmente este corpo oco.

5. Ferramenta de plasma de acordo com uma das reivindicações precedentes, **caracterizada por** o gerador consistir num gerador de radiofrequência com frequência fixa, **por** a malha de adaptação ser composta por uma bobina (6) e dois condensadores C1 e C2 mais as respectivas ligações, e **por** a bobina (6) e o condensador C2 estarem integrados na tubeira e o condensador C1 estar disposto adjacente ao gerador ou no interior deste.

6. Ferramenta de plasma de acordo com uma das reivindicações precedentes, **caracterizada por** o gerador de frequência ser um gerador de frequência regulável e por a malha de adaptação ser composta por uma bobina (6) e pelas respectivas ligações, estando a bobina (6) integrada na tubeira de plasma.

7. Ferramenta de plasma de acordo com uma das reivindicações precedentes, **caracterizada por** a malha de adaptação ser composta pela bobina (6), pelas respectivas ligações e alternativamente pelo condensador C1 ou pelo condensador C2.

8. Ferramenta de plasma de acordo com uma das reivindicações precedentes, **caracterizada por** a tubeira de plasma ser dimensionada de modo a poder ser manipulada por uma só mão quando utilizada, exibindo em particular as seguintes dimensões:

Diâmetro: 2 cm

Comprimento: 17 cm

Comprimento da zona de plasma: até 1 cm

9. Ferramenta de plasma de acordo com uma das reivindicações precedentes, **caracterizada por** o corpo oco ser constituído por um material isolante.

10. Ferramenta de plasma de acordo com uma das reivindicações precedentes, **caracterizada por** conter a bobina (6) e o condensador C2 de uma malha de adaptação, tal como descrito numa das reivindicações precedentes.

Lisboa, 15 de setembro de 2015

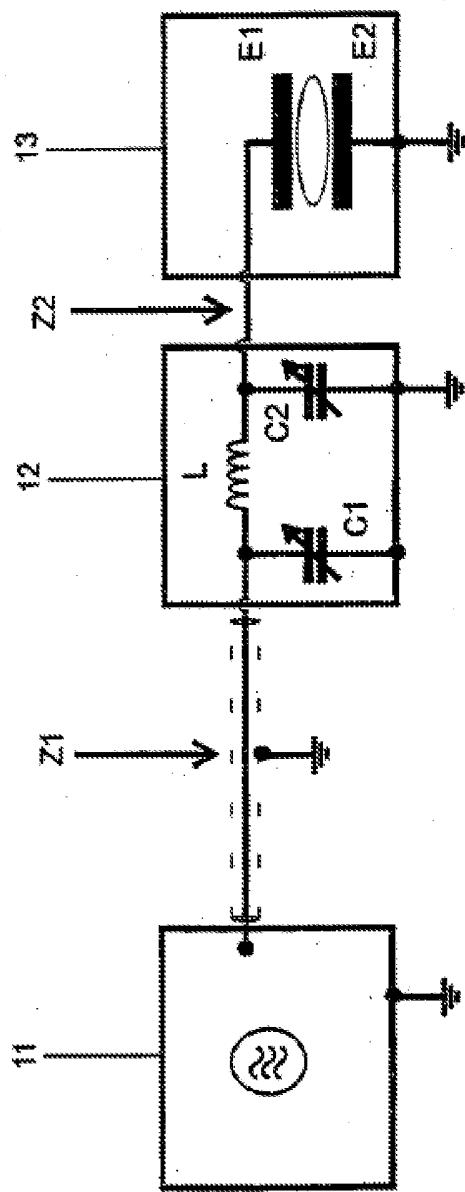


Fig. 1a:

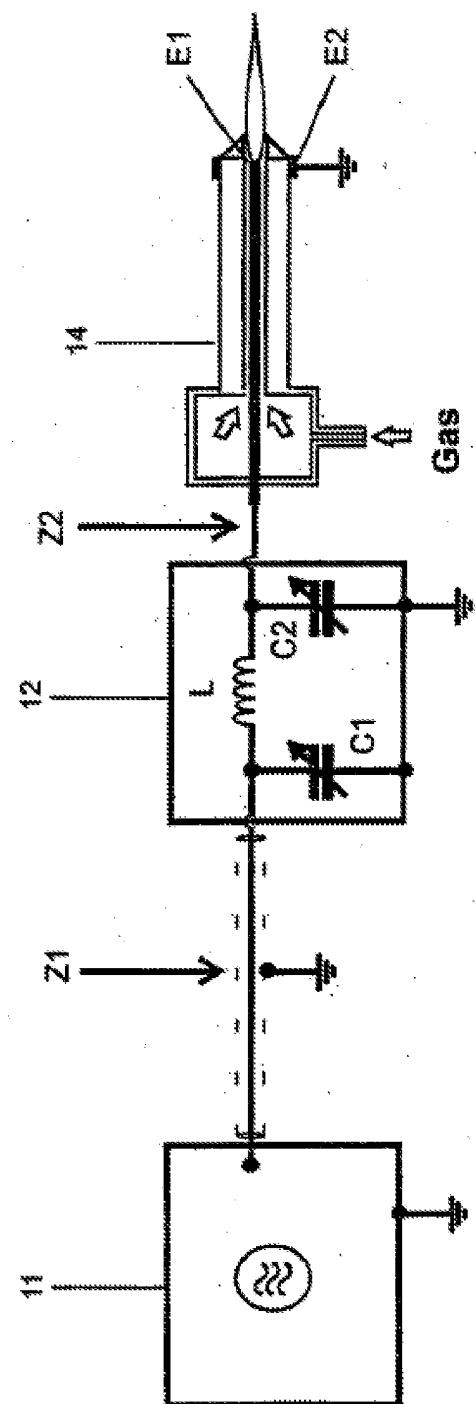


Fig. 1b:

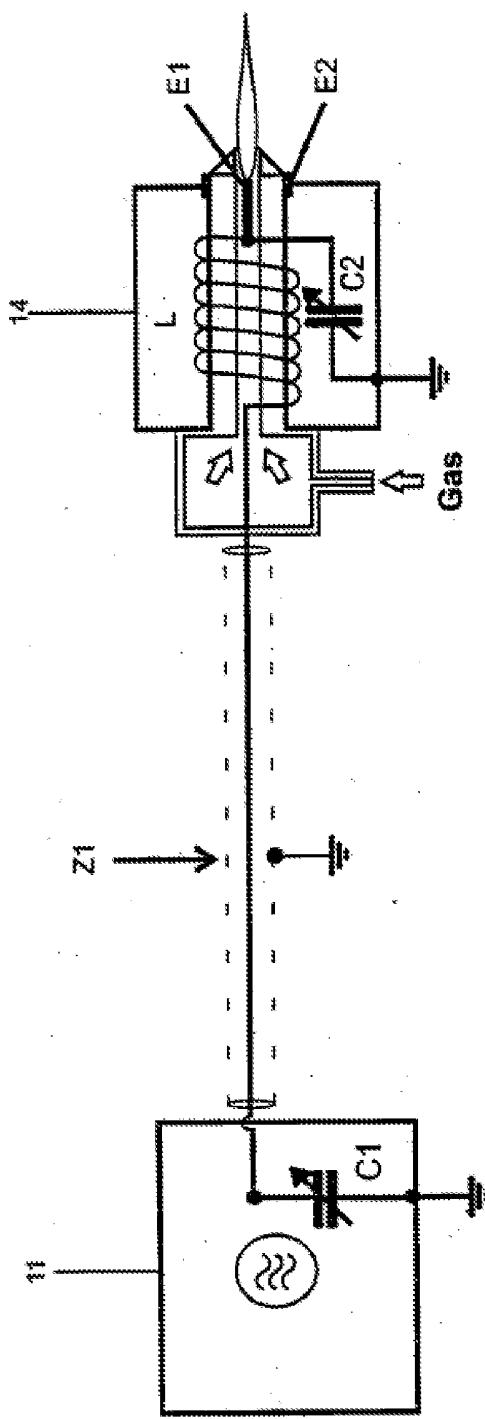


Fig.2:

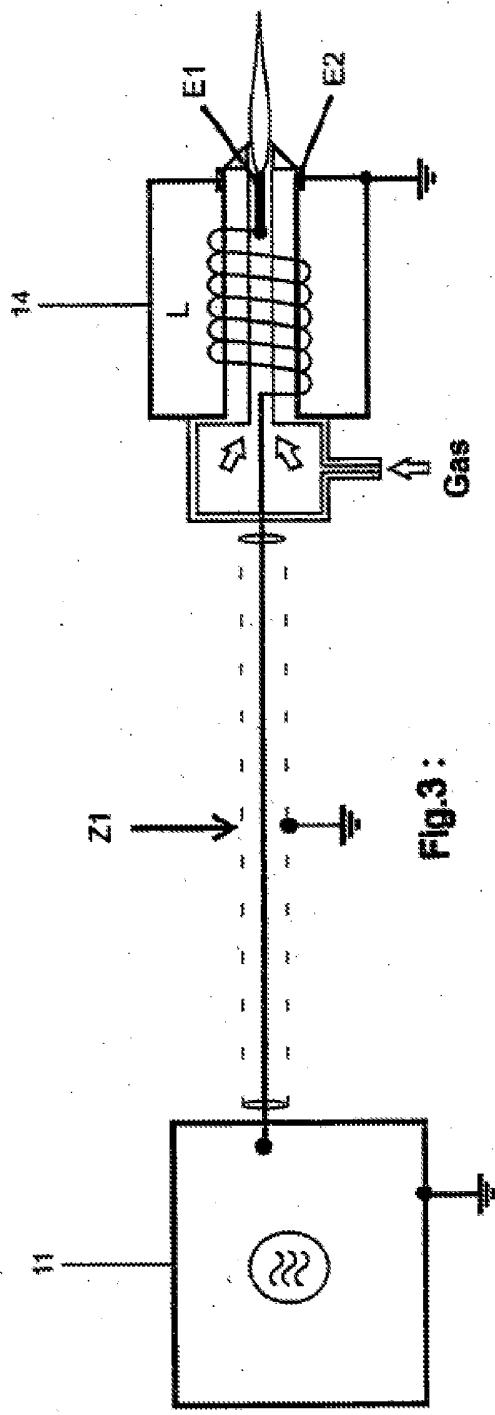


Fig.3:

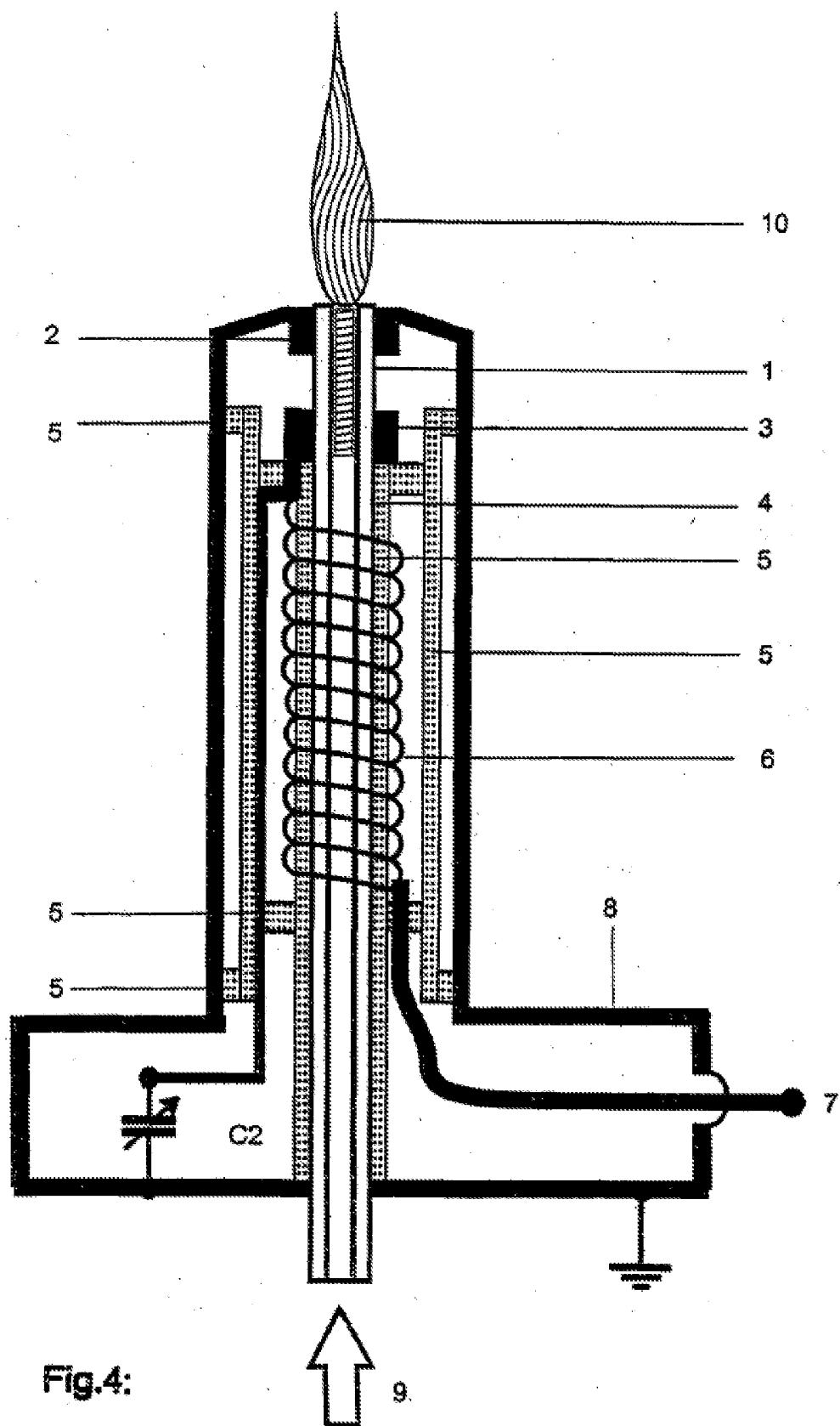
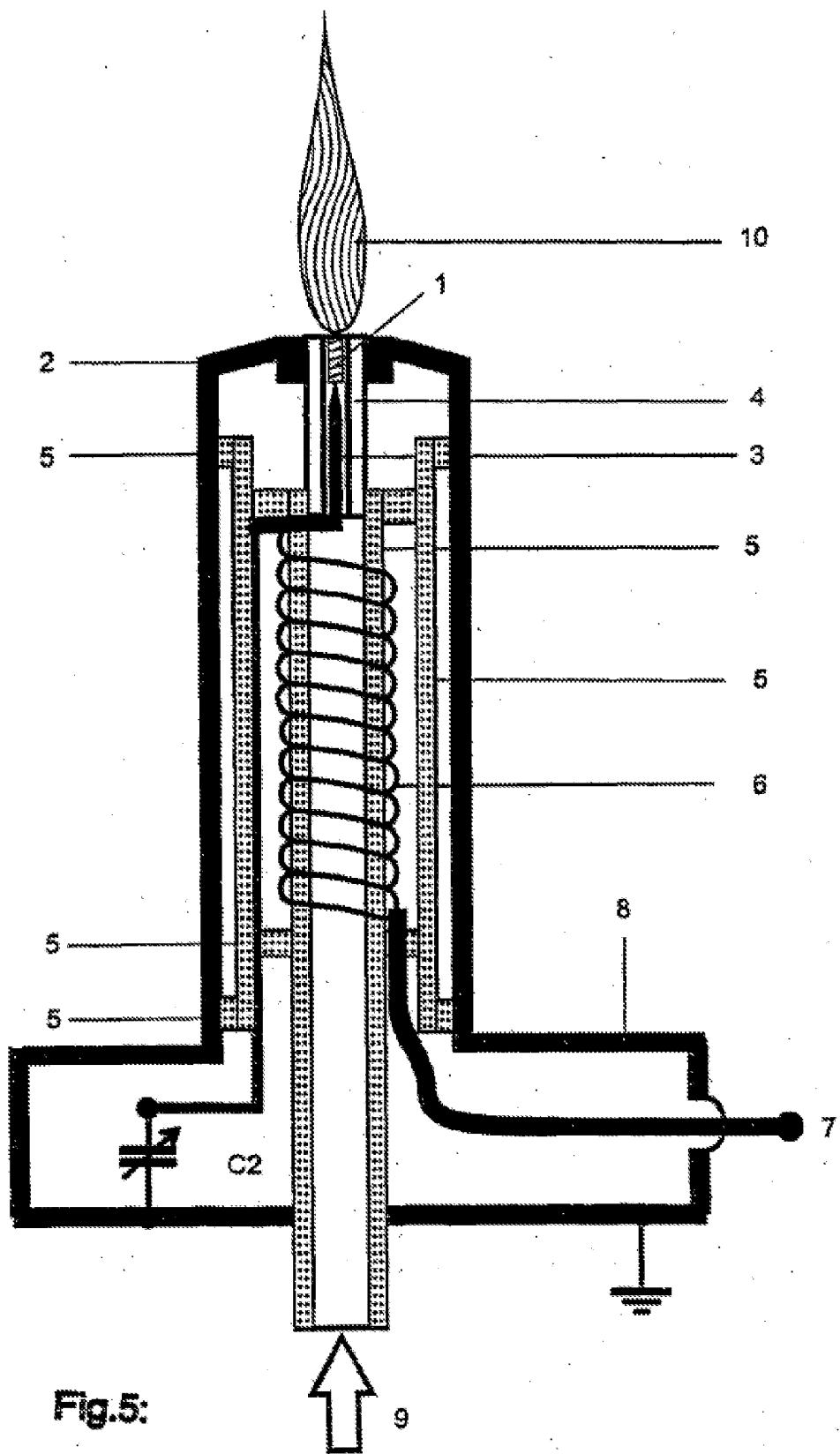


Fig.4:



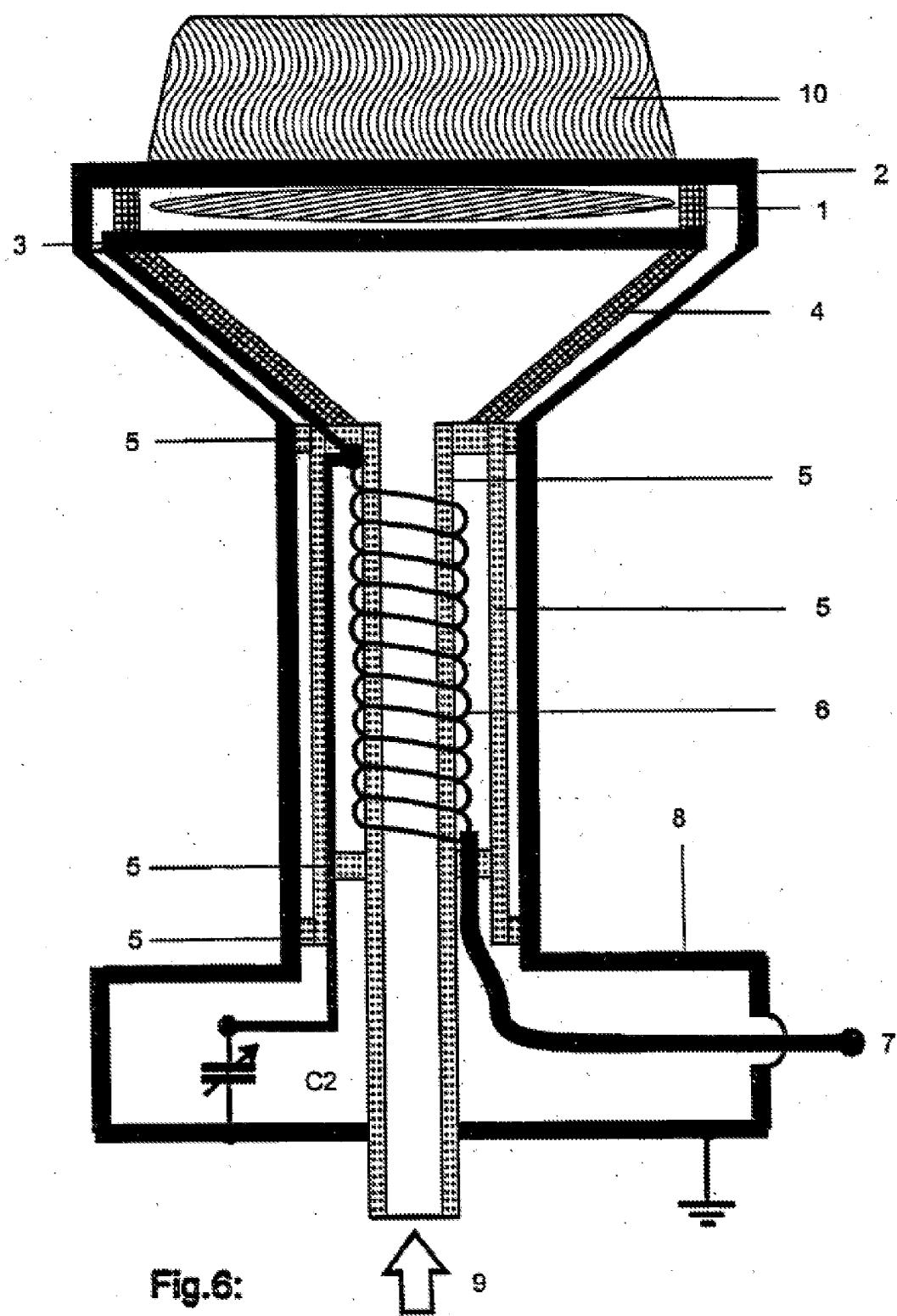


Fig.6:

REFERÊNCIAS CITADAS NA DESCRIÇÃO

Esta lista de referências citadas pelo requerente é apenas para conveniência do leitor. A mesma não faz parte do documento da patente europeia. Ainda que tenha sido tomado o devido cuidado ao compilar as referências, podem não estar excluídos erros ou omissões e o IEP declina quaisquer responsabilidades a esse respeito.

Documentos de patentes citadas na Descrição

- * DE 102006019864
- * US 3643015 A
- * US 4626648 A
- * DE 4108489 A1
- * DE 16140298 B4
- * WO 03026365 A1
- * WO 03026365 A
- * DE 1639267
- * EP 0124623 A
- * DE 3733492
- * DE 19532412
- * US 8194136 B
- * US 6958073 B
- * US 6262923 B
- * US 20021222698 A
- * US 4781176 A
- * US 4063088 A
- * DE 19513738

Literatura que não é de patentes citada na Descrição

- * M. LAROUSSI. IEEE Trans. Plasma Sci., 2002, vol. 30 4, 1409
- * E. STOFFELS et al. Plasma Sources Sci. Technol., 2002, vol. 11, 383