

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 1 206 901 B1

(12)

FASCICULE DE BREVET EUROPEEN

(45) Date de publication et mention
de la délivrance du brevet:

28.01.2004 Bulletin 2004/05

(21) Numéro de dépôt: **01958150.3**

(22) Date de dépôt: **20.07.2001**

(51) Int Cl.7: **H05B 6/74**

(86) Numéro de dépôt international:
PCT/FR2001/002378

(87) Numéro de publication internationale:
WO 2002/009477 (31.01.2002 Gazette 2002/05)

(54) **APPLICATEUR DE MICRO-ONDES FOCALISANT**

FOKUSSIENDER MIKROWELLENAPPLIKATOR

FOCUSING MICROWAVE APPLICATOR

(84) Etats contractants désignés:
DE GB IT

(30) Priorité: **21.07.2000 FR 0009607**

(43) Date de publication de la demande:
22.05.2002 Bulletin 2002/21

(73) Titulaire: **COMMISSARIAT A L'ENERGIE
ATOMIQUE
75752 Paris Cédex 15 (FR)**

(72) Inventeurs:
• **FURTLERNER, Jean-Pierre
F-78350 Jouy-en-Josas (FR)**

• **HUGLA, Alexandre
F-75009 Paris (FR)**

(74) Mandataire: **Ilgart, Jean-Christophe et al
c/o Brevatome,
3, rue du Docteur Lancereaux
75008 Paris (FR)**

(56) Documents cités:
**EP-A- 0 967 841 FR-A- 2 759 239
US-A- 5 635 143**

• **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 003, no.
039 (M-054), 31 mars 1979 (1979-03-31) & JP 54
016745 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP), 7
février 1979 (1979-02-07)**

EP 1 206 901 B1

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la date de publication de la mention de la délivrance du brevet européen, toute personne peut faire opposition au brevet européen délivré, auprès de l'Office européen des brevets. L'opposition doit être formée par écrit et motivée. Elle n'est réputée formée qu'après paiement de la taxe d'opposition. (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

Description

[0001] Le sujet de cette invention est un applicateur de micro-ondes dont la fonction particulière est de faire converger un faisceau de micro-ondes issu d'un guide d'ondes vers une zone sensiblement ponctuelle. Une application essentielle de ces appareils est la scarification superficielle du béton afin d'ôter une croûte susceptible d'être contaminée : en convergeant sous cette croûte, les micro-ondes produisent un échauffement local suffisant pour évaporer l'eau contenue dans le béton et faire naître une pression qui effrite la croûte. Il suffit alors de déplacer l'applicateur en lignes parallèles pour strier le béton par bandes. Le brevet français 2 759 239 proposait une solution pour obtenir cette convergence des micro-ondes à partir d'un faisceau divergent, non focalisé, à la sortie d'un guide d'ondes : l'applicateur comprenait une enveloppe à face interne ellipsoïdale réfléchissant les micro-ondes, dans le fond de laquelle le guide de micro-ondes débouchait et qui comprenait une ouverture à l'opposé de ce fond, orientée vers la paroi de béton, ainsi qu'un réflecteur central disposé dans l'enveloppe autour du premier foyer de l'ellipsoïde et présentant une face réfléchissant les micro-ondes et dirigée vers le fond de l'enveloppe. Cette disposition provenait de l'idée d'exploiter les propriétés géométriques de l'ellipse et notamment qu'une onde successivement réfléchi par un foyer puis le contour d'une ellipse parvient forcément au second foyer. Ainsi, l'enveloppe réfléchissante était en forme de portion d'ellipse et le réflecteur central était situé au premier foyer de cette ellipse et avait une forme sensiblement circulaire pour reproduire autant que possible une réflexion sur un point. Le rayonnement successivement réfléchi par le réflecteur central puis par l'enveloppe sortait de celle-ci et convergeait en effet au deuxième foyer de l'ellipse, sous la croûte de béton. Il était prévu de focaliser soit véritablement sur un point, avec une enveloppe en ellipsoïde et un réflecteur sphérique, ou sur une ligne -ce qui était préféré en pratique afin de scarifier le béton par larges bandes- si l'enveloppe était formée de sections elliptiques semblables entre elles et si le réflecteur central était cylindrique.

[0002] Cet applicateur était toutefois insuffisant en ce que la portion centrale du faisceau de micro-ondes, émise bien parallèlement au guide d'ondes, était réfléchi sur une portion du réflecteur central qui lui était normale, si bien qu'elle était renvoyée vers le guide de micro-ondes et ne parvenait pas à sa destination. Le but de l'invention est de remédier à cet inconvénient et de faire participer la totalité des micro-ondes à l'échauffement du foyer de convergence.

[0003] Le document EP 0 967 841 A décrit, lui, un applicateur de micro-ondes où un cône assure une diffusion des ondes dans un volume à chauffer.

[0004] L'applicateur de l'invention est d'un genre qui présente un plan de symétrie et comprend une enveloppe à face intérieure réfléchissante présentant un fond

et une ouverture opposés, le guide de micro-ondes débouchant dans le fond de l'enveloppe, et un réflecteur central, disposé dans l'enveloppe et comprenant une face dirigée vers le guide de micro-ondes et profilée de manière que les micro-ondes soient réfléchies par ladite face du réflecteur puis par la face intérieure de l'enveloppe en convergeant sensiblement vers un foyer situé devant l'ouverture de l'enveloppe, et il est caractérisé en ce que ladite face du réflecteur central comprend, sur les côtés du plan de symétrie du guide de micro-ondes, une première facette, centrale, et une deuxième facette, latérale, et la face intérieure de l'enveloppe comprend, de chaque côté du plan de symétrie du guide de micro-ondes, une première facette, centrale, une deuxième facette puis une troisième facette, les facettes étant modelées de façon qu'une première portion des micro-ondes parvienne au foyer après avoir été réfléchi par la deuxième facette du réflecteur central puis la deuxième facette de l'enveloppe, et une deuxième portion des micro-ondes parvienne au foyer après avoir été réfléchi par la première facette du réflecteur central, la première facette de l'enveloppe puis la troisième facette de l'enveloppe.

[0005] L'élément le plus original de l'invention est donc que la portion centrale du rayonnement subit une triple réflexion sur l'enveloppe avant d'arriver au foyer.

[0006] Certaines formes particulières des facettes peuvent être proposées : ainsi, la deuxième facette du réflecteur central peut être courbe et convexe et la deuxième facette de l'enveloppe elliptique ; ou la première facette du réflecteur central est plane, la première facette de l'enveloppe est circulaire et concave et la troisième facette de l'enveloppe est plane.

[0007] D'autres caractéristiques, aspects et avantages de l'invention seront à présent décrits au moyen des figures suivantes :

- la figure 1 est une vue de l'applicateur ;
- la figure 2 est une vue d'un perfectionnement de l'applicateur ;
- la figure 3 est une coupe du profil dudit applicateur ; et
- la figure 4 est un diagramme complet de la réflexion des micro-ondes.

[0008] Se référant aux figures 1, 2 et 3, on voit que l'applicateur comprend un guide de micro-ondes 1 et une embouchure 2 composée d'une enveloppe 3 et d'un réflecteur central 4 retenu à l'enveloppe 3 par des moyens d'attaches 5. Le guide des micro-ondes 1 débouche dans une ouverture 6 opérée dans le fond de l'enveloppe 2, qui comprend encore une ouverture 7 principale beaucoup plus large à sa partie opposée. Cette ouverture 7 principale est en utilisation usuelle placée devant une matière 8 telle qu'une paroi de béton qu'on souhaite soumettre à la chaleur. Les micro-ondes, qui proviennent du guide 1, sont susceptibles de le quitter en se dispersant dans un angle d'ouverture assez

important, pouvant être de 30°, de chaque côté d'un plan 9 de symétrie de l'applicateur.

[0009] La face interne de l'enveloppe 3 réfléchit les micro-ondes, de même qu'une face dirigée vers le guide de micro-ondes 1 du réflecteur central 4. Cette dernière face comprend deux facettes de chaque côté du plan 9 : une première facette 10, centrale et oblique, qui touche au plan 9, et une deuxième facette 11 latérale, également oblique et qui va jusqu'au bord du réflecteur central 4. La face intérieure de l'enveloppe 3 comprend quant à elle trois facettes : une première facette 12 adjacente au guide de micro-ondes 1, une deuxième facette 13 prolongeant la précédente, et une troisième facette 14 prolongeant la précédente et allant jusqu'au bord de l'ouverture principale 7. Le rayonnement proche du plan 9 et parvenant à la première facette 10 du réflecteur central 4 est d'abord réfléchi vers la première facette 12 de l'enveloppe 3, puis vers la troisième facette 14 avant d'aboutir près d'un point 16 de convergence devant l'embouchure 2. Le rayonnement plus incliné et parvenant à la deuxième facette 11 du réflecteur central 4 parvient au point 16 après une réflexion unique contre la deuxième facette 13 de l'enveloppe 3.

[0010] Cette deuxième facette 13 de l'enveloppe 3 peut garder la forme elliptique, caractéristique de l'applicateur connu ; la deuxième facette 11 du réflecteur central 4 peut prendre des formes diverses, mais on a constaté que les facettes planes étaient souvent insuffisantes puisqu'il fallait leur donner, pour intercepter tout le rayonnement du guide 1, une largeur assez importante sans toutefois intercepter la portion du rayonnement déjà réfléchi traversant l'espace entre les facettes 12 et 14 de l'enveloppe 3. C'est pourquoi une forme incurvée et convexe, toujours plus inclinée vers le point 16 en s'approchant du bord du réflecteur 4, est préconisée.

[0011] En revanche, la première facette 10 du réflecteur central 4 peut parfaitement être plane, de même que la facette 14 de l'enveloppe 3 sur laquelle la portion correspondante du rayonnement est réfléchie. C'est ici la troisième facette 14 qu'on choisit de construire plane, alors que la première facette 12 de l'enveloppe 3 est concave, courbée en arc de cercle, afin de rendre le rayonnement convergent. Pour cette raison, la concavité de la facette 13 de l'enveloppe 3 doit être plus importante que la convexité de la deuxième facette 11 du réflecteur central 4.

[0012] On souligne que l'enveloppe 3 comme le réflecteur central 4 sont symétriques par rapport au plan 9. Les facettes 12, 13 et 14 de l'enveloppe 3 peuvent être jointives ou non. Les simulations effectuées ont montré que presque tout le rayonnement parvenait effectivement au voisinage du point 16 de convergence. On peut se reporter à la figure 3 pour observer un exemple complet de focalisation du rayonnement.

[0013] La figure 1 illustre certains autres aspects de l'invention. En particulier, on voit que l'embouchure 2 s'étend à section constante dans la direction de profon-

deur, si bien que le point 16 de focalisation sera en réalité une ligne dont le déplacement dans une direction perpendiculaire, produit par un mouvement de l'applicateur, balaiera une bande 17 du béton 8. L'enveloppe 3 est fermée par des joues latérales 18 dont l'une est représentée en arrachement.

[0014] Le guide d'ondes 1 peut comprendre un adaptateur d'impédance 19 sous forme d'un tronçon de guide d'onde 20 percé de trous 21 parallèles pour recevoir des chevilles ou stubs 22 qui obstruent partiellement l'ouverture, et dont l'impédance capacitive ou selfique compense la partie réactive de la charge (c'est à dire du béton où les ondes sont focalisées). D'autres écrans pourraient convenir.

[0015] Une variante avantageuse consiste à placer latéralement, au voisinage de l'ouverture principale 7, une jupe J en matériau à faible permittivité et très faibles pertes, fixée sur l'applicateur autour de l'ouverture 7 de manière à délimiter entre l'applicateur et l'objet sur lequel les micro-ondes sont focalisées un espace dans lequel les déchets de l'écroutage sont retenus.

[0016] Un perfectionnement de cette jupe consiste à la doter d'un orifice latéral d'aspiration M des gravats et de la vapeur d'eau éventuelle, à l'aide de moyens d'aspiration non représentés car connus de l'homme du métier.

[0017] Une autre variante avantageuse, cumulable avec les précédentes, consiste à relier un ou plusieurs trous 21 à un tuyau 23 d'une source de gaz 24 dont le but est de créer une pression positive dans l'embouchure 2 afin de chasser les débris de béton et la poussière qui pourraient y être projetées grâce à un écoulement dirigé vers l'ouverture 7. Il est encore avantageux que le réflecteur central 4 couvre entièrement l'orifice du guide d'ondes 1 pour aider à le protéger des projections.

[0018] Un autre perfectionnement, pouvant être cumulé aux précédents, est l'utilisation d'un bouchon 25 transparent aux micro-ondes mais qui obstrue le guide d'ondes 1 pour empêcher l'intrusion des débris de béton. Il peut être construit en Téflon ou en une autre matière diélectrique (quartz, mica, etc ...).

[0019] La figure 2 représente l'applicateur doté d'une jupe J en matériau à faible permittivité et très faibles pertes, fixée sur l'applicateur autour de l'ouverture 7, et munie d'un orifice d'aspiration latéral M. Les déchets d'écroutage retenus par la jupe (J) peuvent alors être évacués par des moyens d'aspiration non représentés car connus.

[0020] Selon un autre perfectionnement, également représentés en figure 2, l'applicateur doté d'une jupe munie de l'orifice d'aspiration M, est aussi pourvu de moyens anti-placage destinés à maintenir approximativement constante la distance H entre l'applicateur et l'objet sur lequel les micro-ondes sont focalisées, malgré l'aspiration.

[0021] Les moyens anti-placage peuvent être, par exemple, constitués de rouleaux ou de billes montés sur la jupe J.

[0022] L'injection de gaz, généralement de l'air, par le tuyau 23 et un ou plusieurs trous 21 peut être cumulé avec l'aspiration par le ou les orifices latéraux d'aspiration M. Ces deux fonctionnalités, initialement destinées au nettoyage des déchets, ont en outre un effet favorable sur le fonctionnement de l'invention. En contribuant à refroidir la surface du béton, elles augmentent le gradient thermique et favorisent ainsi l'éclatement du matériau. Plus généralement, l'adjonction à l'invention selon une quelconque des revendications 1 à 11 de moyens de refroidissement de la surface à écrouter constitue une amélioration significative. Dans notre réalisation préférentielle, ce refroidissement est assuré par l'utilisation conjointe du soufflage et de l'aspiration.

[0023] Enfin, on doit remarquer que l'absorption de la chaleur par le béton est d'autant meilleure que les réflexions à sa surface sont limitées. L'angle de Brewster, pour lequel la réflexion des micro-ondes est inexistante, est égal à environ 68° dans le cas du béton (pris entre la direction d'incidence des ondes et la normale à la surface du béton). Il est donc utile qu'une grande partie du rayonnement soit proche de ces conditions. Comme l'incidence correspondante est plutôt rasante, on est conduit à modeler les facettes 12, 13 et 14 de l'enveloppe 3 avec des changements de direction successifs afin que l'enveloppe 3 ait une forme plus étreécie à l'ouverture 7 qu'avec les profils elliptiques du brevet antérieur.

[0024] L'invention est également applicable dans tous les cas, industriels ou médicaux, où l'on cherche à focaliser des micro-ondes dans une zone de petites dimensions située à faible distance à l'avant d'un applicateur. On rappelle à cet effet que, selon la dénomination communément retenue, les micro-ondes correspondent à la bande de fréquence s'étendant entre 300 MHz et 300 GHz. On ne sortirait donc pas du cadre de l'invention en faisant varier cette fréquence dans la plage cidessus. On ne sortirait pas non plus du cadre de l'invention en adaptant les dimensions de l'applicateur pour que les ondes pénètrent dans le nouveau matériau dans lequel on souhaite focaliser les micro-ondes selon l'angle de Brewster de ce matériau.

Revendications

1. Applicateur de micro-ondes disposé au bout d'un guide de micro-ondes (1), et présentant un plan de symétrie (9), comprenant une enveloppe (3) à face intérieure réfléchissante présentant un fond et une ouverture (7) opposés, le guide de micro-ondes débouchant dans le fond de l'enveloppe, et un réflecteur central (4), disposé dans l'enveloppe et comprenant une face dirigée vers le guide de micro-ondes et profilée de manière que les micro-ondes soient réfléchies par ladite face du réflecteur, puis par la face intérieure de l'enveloppe en convergeant sensiblement vers un foyer (16) situé devant l'ouverture de l'enveloppe, **caractérisé en ce que**

ladite face du réflecteur central comprend, sur les côtés du plan de symétrie (9) de l'applicateur, une première facette (10), centrale, et une deuxième facette (11), latérale, et la face intérieure de l'enveloppe comprend, de chaque côté du plan de symétrie (9) de l'applicateur, une première facette (12), centrale, une deuxième facette (13), puis une troisième facette (14), les facettes étant modelées de façon qu'une première portion des micro-ondes parvienne au foyer après avoir été réfléchiée par la deuxième facette du réflecteur central (11), puis la deuxième facette (13) de l'enveloppe, et une deuxième portion des micro-ondes parvienne au foyer, après avoir été réfléchiée par la première facette (10) du réflecteur central, la première facette de l'enveloppe (12), puis la troisième facette (14) de l'enveloppe.

2. Applicateur de micro-ondes selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la deuxième facette (11) du réflecteur central est courbe et la deuxième facette (13) de l'enveloppe est elliptique.

3. Applicateur de micro-ondes selon l'une quelconque des revendications 1 ou 2, **caractérisé en ce que** la première facette (10) du réflecteur central est plane, la première facette (12) de l'enveloppe est circulaire et la troisième facette (14) de l'enveloppe est plane.

4. Applicateur de micro-ondes selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** les micro-ondes sortent de l'applicateur selon des incidences proches d'une incidence dépourvue de réflexion pour un matériau dans lequel le foyer (16) est situé.

5. Applicateur de micro-ondes selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** le réflecteur central (4) couvre l'orifice du guide de micro-ondes.

6. Applicateur de micro-ondes selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, **caractérisé en ce que** le guide de micro-ondes comprend un bouchon diélectrique (25) transparent aux micro-ondes.

7. Applicateur de micro-ondes selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, **caractérisé en ce que** le guide de micro-ondes comprend un adaptateur d'impédance (19) à stubs (22) amovibles.

8. Applicateur de micro-ondes selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, **caractérisé en ce qu'il** comprend une jupe (J) en matériau à faible permittivité et très faibles pertes, fixée sur l'applicateur autour de l'ouverture (7) de manière à délimiter entre l'applicateur et l'objet sur lequel les micro-ondes

sont focalisées un espace dans lequel des déchets d'écroutage sont retenus.

9. Applicateur de micro-ondes selon la revendication 8, **caractérisé en ce qu'il** comprend au moins un orifice d'aspiration latéral, et des moyens d'aspiration destinés à évacuer les déchets d'écroutage retenus par la jupe (J). 5
10. Applicateur de micro-ondes selon la revendication 9, **caractérisé en ce qu'il** comprend des moyens anti-placage destinés à maintenir approximativement constante la distance (H) entre l'applicateur et l'objet sur lequel les micro-ondes sont focalisées. 10
11. Applicateur de micro-ondes selon la revendication 10, **caractérisé en ce que** les moyens anti-placage destinés à maintenir approximativement constante la distance (H) entre l'applicateur et l'objet sur lequel les micro-ondes sont focalisées sont constitués de rouleaux (R) en matériau à faible permittivité et très faibles pertes fixés sur la jupe. 15
12. Applicateur selon l'une quelconque des revendications 1 à 11, **caractérisé en ce qu'il** comprend en outre des moyens de refroidissement de la surface d'un matériau à écrouter. 20
13. Applicateur de micro-ondes selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, **caractérisé en ce qu'il** comprend un dispositif de soufflage (23, 24) dans l'enveloppe, à écoulement dirigé vers l'ouverture. 25

Claims 30

1. Microwave applicator placed at the end of a microwave guide (1) comprising an envelope (3) with a reflecting inner face with a bottom and an opening (7) opposite each other, the microwave guide opening into the bottom of the envelope, and a central reflector (4) placed in the envelope and comprising one face directed towards the microwave guide and profiled such that the microwaves are reflected by the said face of the reflector and then by the inner face of the envelope converging approximately towards a focal point (16) located in front of the opening of the envelope, **characterized in that** said face of the central reflector comprises, on the sides of the plane of symmetry (9) of the microwave guide, a first, central facet (10) and a second, lateral face (11), and the inner face of the envelope comprises, on either side of the plane of symmetry (9) of the microwave guide, a first, central facet (12), a second facet (13) and a third facet (14), the facets being modelled in such a way that a first portion of the microwaves arrives at the focus after being reflected by the second facet of the central reflector (11) 35

and then the second facet (13) of the envelope, and a second portion of the microwave arrives at the focus after having been reflected by the first facet (10) of the central reflector, the first facet of the envelope (12) and then the third facet (14) of the envelope.

2. Microwave applicator according to claim 1, **characterized in that** the second facet (11) of the central reflector is curved and the second facet (13) of the envelope is elliptical.
3. Microwave applicator according to any one of claims 1 or 2, **characterized in that** the first facet (10) of the central reflector is plane, the first facet (12) of the envelope is circular and the third facet (14) of the envelope is plane.
4. Microwave applicator according to any one of claims 1 to 3, **characterized in that** the microwaves exit from the applicator at incidences close to an incidence with no reflection for a material in which the focal point (16) is located.
5. Microwave applicator according to any one of claims 1 to 4, **characterized in that** the central reflector (4) covers the orifice of the microwave guide.
6. Microwave applicator according to any one of claims 1 to 5, **characterized in that** the microwave guide comprises a dielectric plug (25) transparent to the microwaves.
7. Microwave applicator according to any one of claims 1 to 6, **characterized in that** the microwave guide comprises an impedance matcher (19) with removable stubs (22).
8. Microwave applicator according to any one of claims 1 to 7, **characterized in that** it comprises a skirt (J) made of a low permittivity material and with very low losses, fixed on the applicator around the opening (7) in order to delimit a space between the applicator and object on which the microwaves are focussed and in which are retained the crust removal waste.
9. Microwave applicator according to claim 8, **characterized in that** it comprises at least one lateral suction orifice and suction means for discharging the crust removal waste retained by the skirt (J).
10. Microwave applicator according to claim 9, **characterized in that** it comprises anti-plating means for maintaining approximately constant the distance (H) between the applicator and the object on which the microwaves are focussed.
11. Microwave applicator according to claim 10, **char-**

acterized in that the anti-plating means for maintaining approximately constant the distance (H) between the applicator and the object on which the microwaves are focussed are constituted by rollers (R) made from a low permittivity material with very low losses fixed to the skirt. 5

12. Applicator according to any one of the claims 1 to 11, **characterized in that** it also comprises means for cooling the surface of a material to undergo crust removal. 10

13. Microwave applicator according to any one of the claims 1 to 7, **characterized in that** it comprises a blowing device (23, 24) in the envelope with the flow directed towards the opening. 15

Patentansprüche

1. Mikrowellenapplikator, angeordnet am Ende eines Mikrowellenleiters (1), mit einer Symmetrieebene (9), der eine Hülle (3) mit reflektierender Innenseite mit einem tiefen Teil, in dem der Wellenleiter mündet, und einer entgegengesetzten Öffnung (7), sowie einen zentralen Reflektor (4) umfasst, der in der Hülle angeordnet ist und eine Fläche aufweist, die auf den Mikrowellenleiter ausgerichtet und so geformt ist, dass die Mikrowellen durch diese besagte Fläche des Reflektors und dann durch die Innenseite der Hülle reflektiert werden, wobei sie im Wesentlichen in Richtung eines Brennpunkts (16) konvergieren, der sich vor der Öffnung der Hülle befindet, **dadurch gekennzeichnet, dass** die genannte Fläche des zentralen Reflektors - auf den Seiten der Symmetrieebene (9) des Applikators - eine erste, zentrale Facette (10) und eine zweite, laterale Facette (11) umfasst, und die Innenseite der Hülle auf jeder Seite der Symmetrieachse (9) des Applikators eine erste, zentrale Facette (12), eine zweite Facette (13) und eine dritte Facette (14) umfasst, wobei die Facetten so ausgebildet sind, dass ein erster Teil der Mikrowellen den Brennpunkt erreicht, nachdem er durch die zweite Facette (11) des zentralen Reflektors und dann die zweite Facette (13) der Hülle reflektiert worden ist, und ein zweiter Teil der Mikrowellen den Brennpunkt erreicht, nachdem er durch die erste Facette (10) des zentralen Reflektors, die erste Facette (12) der Hülle und dann die dritte Facette (14) der Hülle reflektiert worden ist. 20 25 30 35 40 45 50

2. Mikrowellenapplikator nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zweite Facette (11) des zentralen Reflektors gekrümmt ist und die zweite Facette (13) der Hülle elliptisch ist. 55

3. Mikrowellenapplikator nach einem der Ansprüche 1

oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die erste Facette (10) des zentralen Reflektors plan ist, die erste Facette (12) der Hülle kreisförmig ist und die dritte Facette (14) der Hülle plan ist.

4. Mikrowellenapplikator nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Mikrowellen den Applikator unter Winkeln verlassen, die für das Material, in dem der Brennpunkt (16) sich befindet, einen annähernd reflexionsfreien Einfallswinkel darstellen.

5. Mikrowellenapplikator nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** der zentrale Reflektor (4) die Öffnung des Mikrowellenleiters abdeckt bzw. überdeckt.

6. Mikrowellenapplikator nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Mikrowellenleiter einen für die Mikrowellen durchlässigen dielektrischen Deckel (25) umfasst. 20

7. Mikrowellenapplikator nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Mikrowellenleiter einen Impedanzadapter (19) mit herausnehmbaren Stubs (22) umfasst. 25

8. Mikrowellenapplikator nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** er eine Schürze (J) aus einem Material mit niedriger Permittivität und sehr niedrigen Verlusten umfasst, die derartig auf dem Applikator befestigt ist, um die Öffnung (7) herum, dass sie zwischen dem Applikator und dem Objekt, auf das die Mikrowellen fokussiert sind, einen Raum abgrenzt, in dem Entkrustungsabfälle zurückgehalten werden. 30 35 40 45

9. Mikrowellenapplikator nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** er wenigstens eine seitliche Absaugöffnung und Absaugeinrichtungen umfasst, die dazu bestimmt sind, die durch die Schürze (J) zurückgehaltenen Entkrustungsabfälle zu entleeren.

10. Mikrowellenapplikator nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** er Abstandseinrichtungen umfasst, die dazu dienen, den Abstand (H) zwischen dem Applikator und dem Objekt, auf das die Mikrowellen fokussiert sind, ungefähr konstant zu halten. 50

11. Mikrowellenapplikator nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Abstandseinrichtungen, die dazu dienen, den Abstand (H) zwischen dem Applikator und dem Objekt, auf das die Mikrowellen fokussiert sind, ungefähr konstant zu halten, durch Rollen (R) aus Material mit niedriger Permittivität und sehr niedrigen Verlusten gebildet wer-

den, die an der Schürze befestigt sind.

12. Applikator nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** er außerdem Kühleinrichtungen der Oberfläche eines zu entkrustenden Materials umfasst. 5
13. Mikrowellenapplikator nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** er eine Vorrichtung (23, 24) zum Einblasen in die Hülle mit einer Strömung in Richtung Öffnung umfasst. 10

15

20

25

30

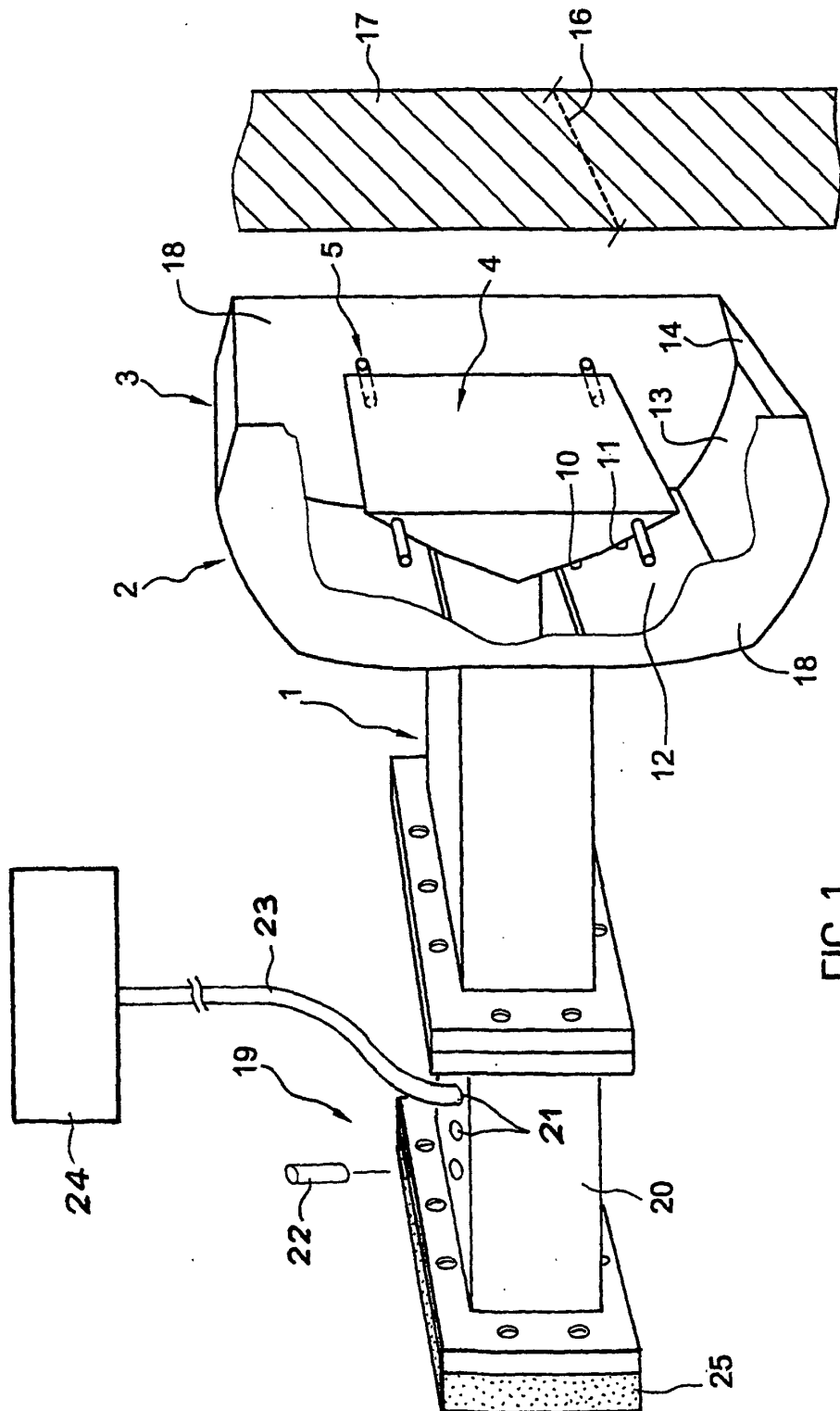
35

40

45

50

55



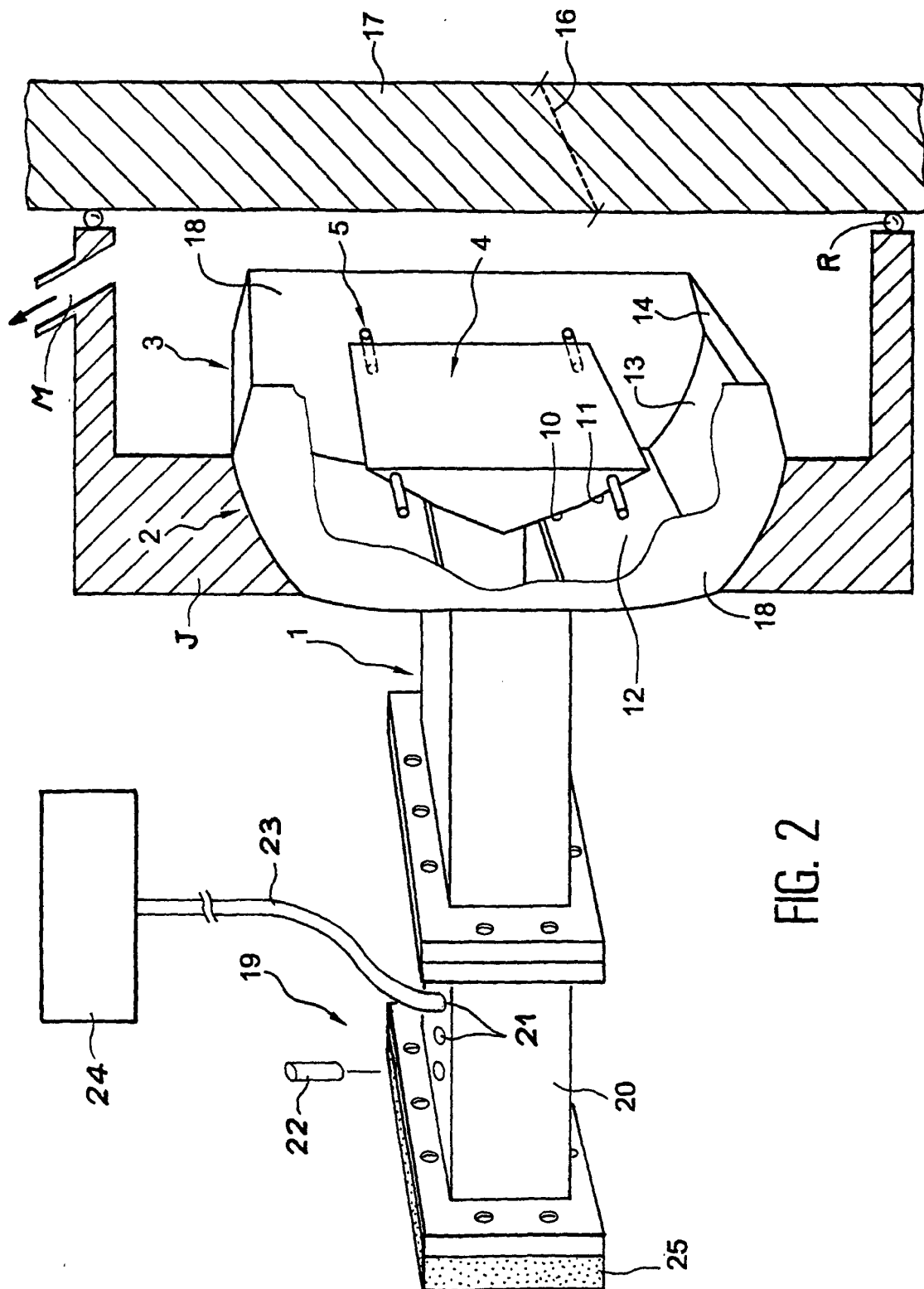


FIG. 2

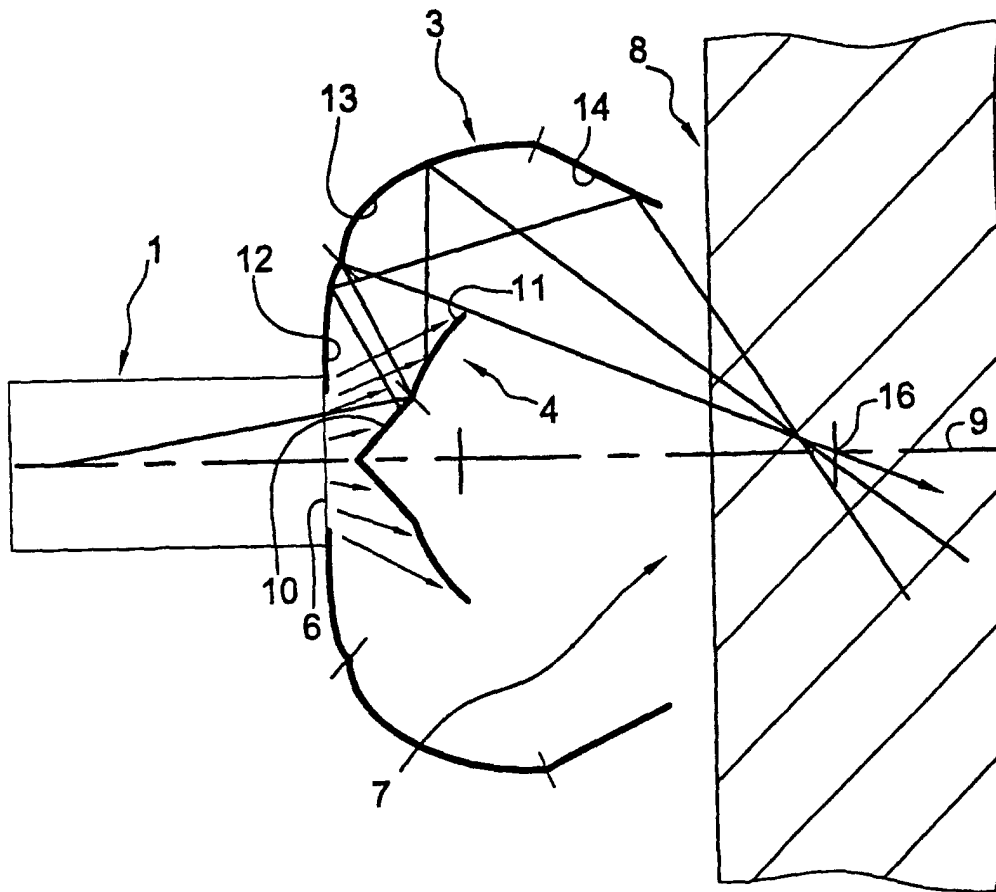


FIG. 3

