

# BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

## URKUNDE

über die Erteilung des

## Patents

Nr. 195 15 362

IPC: H05B 6/80

Bezeichnung:  
Vorrichtung zur Sublimation der Asche von Fusionsreaktoren  
in evakuierbaren Kammern

Patentinhaber:  
Mühleisen, Markus, 70839 Gerlingen, DE; Möbius, Arnold,  
76344 Eggenstein-Leopoldshafen, DE

Erfinder:  
gleich Inhaber

Tag der Anmeldung: 02.05.1995

München, den 15.05.1997



Der Präsident des Deutschen Patentamts

Dipl.-Ing. N. Haugg



19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

12 Patentschrift  
10 DE 195 15 362 C 2

51 Int. Cl.<sup>6</sup>:  
H 05 B 6/80  
H 05 B 6/72  
G 21 F 9/28

21 Aktenzeichen: 195 15 362.6-34  
22 Anmeldetag: 2. 5. 95  
43 Offenlegungstag: 14. 11. 96  
45 Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 15. 5. 97

DE 195 15 362 C 2

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

73 Patentinhaber:

Mühleisen, Markus, 70839 Gerlingen, DE; Möbius,  
Arnold, 76344 Eggenstein-Leopoldshafen, DE

72 Erfinder:

gleich Patentinhaber

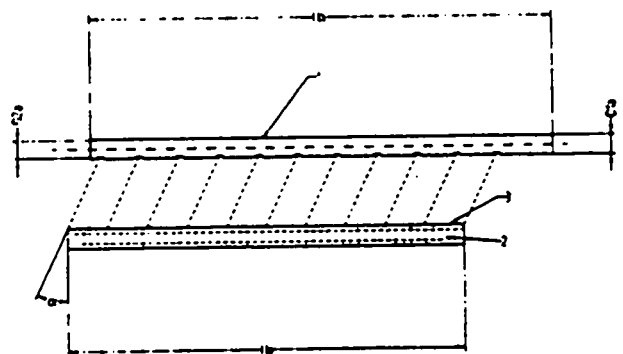
56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit  
in Betracht gezogene Druckschriften:

DE 41 22 175 A1  
WHARTON et al: Calorimetric measurements of  
singlepulse high-power microwaves in oversized  
wave-guides In: Rev.Sci.Instrum. 57 (5) May 1986,  
S. 855-858;  
COLLINS: Field Theory of Guided Waves IEEE Press,  
ISBN 0-87942-237-8, S. 181-202;

54 Vorrichtung zur Sublimation der Asche von Fusionsreaktoren in evakuierbaren Kammern

57 Vorrichtung zur Sublimation von desublimierter Asche von  
Fusionskraftwerken, bestehend aus einer Mikrowellenantenne  
(1) und einem sich im Vakuum befindlichen, als Desublimationsfläche dienenden, Panel (2), dadurch gekennzeichnet,  
daß

— das Panel (2) eine Mehrschichtstruktur (2A, 2B, 2C)  
aufweist, bestehend aus einer metallischen, elektrisch leitfähigen Grundplatte (2C) von einer Dicke von mindestens  
einem Vielfachen der Eindringtiefe, auf die eine erste,  
dielektrische, nicht leitfähige Schicht (2B), mit einer Dicke  
(dopt), die in schlechter Näherung ein ganzzahliges Vielfaches der halben Wellenlänge dieses Mediums (Zd) beträgt,  
aufgebracht ist, auf welche wiederum eine mikrowellenabsorbierende zweite Schicht (2A) eines weiten Mediums (Zv),  
mit einer im Vergleich zur Eindringtiefe geringen Dicke  
(dvopt) aufgebracht ist,  
so daß die unmittelbar an der zweiten Schicht (2A) reflektierte Welle sich mit der durch die zweite und erste Schicht  
(2A, 2B) transmittierte, an der Grundplatte (2C) reflektierte, anschließend durch die erste und zweite Schicht (2B, 2A)  
transmittierte Welle mit einer Phasenverschiebung von 180 Grad überlagert.



DE 195 15 362 C 2

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Sublimation von desublimierter Asche von Fusionskraftwerken bestehend aus einer Mikrowellenantenne und einem sich im Vakuum befindlichen als Desublimationsfläche dienenden Panel.

Die Beseitigung der Asche von Fusionsreaktoren kann dadurch erzielt werden, daß innerhalb einer definierten Zeit die gasförmige Asche in einer evakuierten, mit dem Fusionsreaktor verbundenen und ebenfalls evakuierten Kammer auf kryogenen — also nahe dem absoluten Nullpunkt liegenden — Temperaturen gehaltenen Oberflächen von metallischen Panels desublimiert. In periodischen, möglichst kurz zu haltenden Zeiträumen wird die Kammer von dem Reaktor getrennt. Während dieser Zeit soll die entstandene Desublimationsschicht durch schnelles Erhitzen sublimiert werden. Dies soll dadurch geschehen, daß die Oberfläche der Panels erhitzt wird. Die dazu erforderliche Temperaturdifferenz beträgt typischerweise zwischen 20 bis 100 Grad Kelvin. Das entstandene Gas wird abgesaugt. Anschließend sollen die Desublimationsflächen möglichst schnell wieder auf kryogene Temperaturen abgekühlt werden.

Aus diesem Grund ist ein Verfahren zu finden, das möglichst schnell nur eine möglichst dünne Oberflächenschicht des Panels kurzzeitig erwärmt, was wegen der geringen erforderlichen Wärmemenge sowohl ein schnelles Aufheizen als auch ein schnelles Abkühlen ermöglicht. Als eine geeignete Heizmethode wird die Mikrowellenheizung angesehen. Tatsächlich haben Mikrowellen nur eine geringe Eindringtiefe in Metall und werden nur in einer dünnen Schicht absorbiert. Ein Nachteil ist jedoch die geringe Absorption der eingestrahlten Mikrowellen. Die Leistung wird fast vollständig reflektiert. Dies ist insbesondere dann kritisch, wenn sich die zu heizenden Elemente auf kryogenen Temperaturen befinden. Die Berechnung der Reflexion und Absorption kann in bekannter Weise durchgeführt werden.

Eine Erhöhung der Absorption ist prinzipiell dadurch möglich, daß die Mikrowellen mehrfach auf das Panel gestrahlt werden. Dies läßt sich zum Beispiel dadurch erreichen, daß das Panel und zusätzliche metallische Wände einen Resonator bilden. Die damit verbundene Feldstärkeüberhöhung im evakuierten Resonatorvolumen würde jedoch unweigerlich zu Überschlägen (Arcing) im Vakuum führen.

Auch die Verwendung eines Materials mit höherer Absorption, d. h. mit geringerer Leitfähigkeit, führt zu keiner Verbesserung, da die erhöhte Absorption zu einer größeren Eindringtiefe und damit zu einer Vergrößerung des zu heizenden Volumens führt. Es ist ohnehin schwierig, ein bei den herrschenden kryogenen Temperaturen gut absorbierendes Material zu finden.

Rechnungen zeigen zudem, daß wegen der Wärmeleitung in einem gut leitfähigen Material das ausschließliche Erwärmen einer dünnen Oberflächenschicht praktisch unmöglich ist, da die eingebrachte Wärme sofort ins Volumen abgeleitet werden würde.

Aus der DE 41 22 175 A1 ist es prinzipiell bekannt toxische Aschen mittels Mikrowellen zu entsorgen. Hierbei wird das pulverförmige Ausgangsmaterial zu Briketts kompaktiert und anschließend in einem Mikrowellenbett gesintert.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung zu schaffen mit deren Hilfe die auf Panels desublimierte Fusionsasche innerhalb möglichst kurzer Zeit sublimiert wird.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die im Anspruch 1 angegebenen Merkmale gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen sind in den Unteransprüchen angegeben.

Mit der Erfindung wird erreicht, daß eine möglichst dünne Oberflächenschicht des Panels (und damit ein möglichst geringes Volumen mit einer möglichst geringen Wärmekapazität) durch Einbringen von Mikrowellen mit möglichst geringer Feldamplitude möglichst schnell erwärmt wird.

Im folgenden soll die Erfindung anhand der Zeichnung näher erläutert werden. Es zeigt

Fig. 1 eine Anordnung zur Sublimation der Fusionsasche mit Hilfe von Mikrowellen.

Fig. 2 in Einzelheiten den Aufbau des Panels,

Fig. 3 die zur Berechnung der Schichtdicken verwendeten Formelzeichen.

Die Anordnung besteht aus einer in das Vakuum eingebrachten Mikrowellenantenne 1, einem Panel 2 und einer Desublimationsschicht 3. Die Desublimationsschicht 3 und das Panel 2 werden der Mikrowellenstrahlung ausgesetzt. Um Feldstärkeüberhöhungen im Vakuum zu vermeiden, soll die vom Panel reflektierte Leistung möglichst gering sein.

Fig. 2 zeigt in den Darstellungen "Einzelheit A" und "Einzelheit B" den Aufbau des Panels. Es besteht erfindungsgemäß aus einer im Vergleich zur Eindringtiefe —  $1/e$  Abfall der Feldstärke — dünnen mikrowellenabsorbierenden zweiten Absorptionsschicht 2A auf einer nichtleitenden dielektrischen ersten Schicht 2B, die wiederum auf einen als Grundplatte ausgebildeten Metallschicht 2C aufgebracht ist. Die Metallschicht 2C dahinter muß mindestens so dick gewählt werden, daß die sie erreichenden Mikrowellen praktisch vollständig reflektiert werden. Durch die Wahl der Dicke der Metallschicht 2C zu einem Mehrfachen der Eindringtiefe wird dies erreicht. Da jedoch diese Metallschicht 2C zur Kühlung auf kryogene Temperaturen mit Kühlkanälen ausgestattet ist, wird die Dicke der Metallschicht 2C ohnehin dieses Kriterium erfüllen.

In Fig. 3 sind die in der Berechnung verwendeten Formelzeichen gezeigt. Hierbei entspricht  $c_x$  der in negativer x-Richtung propagierenden Wellenamplitude,  $b_x$  der in positiver x-Richtung propagierenden Wellenamplitude. Die Wellenwiderstände der Schichten (allgemeine Bezeichnung  $Z_i, Z_j$ ) beziehungsweise des Vakuums werden als  $Z_0$  für das Vakuum,  $Z_v$  die absorbierende Schicht 2A,  $Z_d$  für die dielektrische Schicht 2B und  $Z_m$  für die metallische Schicht 2C bezeichnet.

Die gegenüber der auf reinem Metall erhöhte Absorption der Mikrowellen findet nach dem Prinzip sogenannter Folienkalorimeter statt, wie es zum Beispiel in Wharton, C. B., Early, L. M. and Ballard, W. P. (rev. Sci. Instrum. 57(5), May 1986) beschrieben ist. Die Berechnung von Mehrschichtproblemen ist z. B. in Collin, R. E. (Field Theory of Guided Waves, IEEE Press, ISBN 0-87942-237-8, Seite 181 — 202) sowohl für senkrechten wie auch für

schrägen Einfall relativ zum Flächenlot beschrieben.

Im folgenden wird eine Vierschichtanordnung (Vakuum: Index 0 — dielektrische Schicht: Index d — absorbierende Schicht: Index v — Metallschicht: Index m) für den Fall des senkrechten Einfalls von Mikrowellen vom Vakuum her kommend beispielhaft berechnet.

Die in Fig. 2 gezeigte Desublimationsschicht 3 ist nur wenige Mikrometer dick und somit für das Mikrowellenverhalten irrelevant. Weiterhin wird aus Gründen der Prozeßsicherheit und Vorhersagbarkeit das Panel und nicht die Desublimationsschicht 3 als absorbierendes Volumen ausgelegt. Damit ist die Heizwirkung von eventuellen Inhomogenitäten in der Dicke und Verteilung der Desublimationsschicht 3 unabhängig. In anderen Anwendungsfällen kann natürlich eine desublimierte oder kondensierte Schicht die Funktion der absorbierenden Schicht übernehmen.

Die Berechnung für den schrägen Einfall und die entsprechende Modifikation der Ergebnisse ist beispielsweise gemäß Collin (S. 192—199) durchführbar.

Bei der Berechnung wird das Metall 2C idealisiert als unendlich leitfähig angesehen. Es gilt somit

$$b_0 = 0 \tag{15}$$

und das Transmissionselement

$$T_{dm} = 0 \tag{20}$$

(Transmission der Feldamplitude vom Medium i zum Medium j wird mit  $T_{ij}$  gekennzeichnet) woraus folgt

$$b_1 = -c_1$$

Diese Vektoren dienen als Eingangsparameter für die Transformation durch die dielektrische Schicht (d), absorbierende Schicht (v) zum Vakuum (0). Die Transmissionsmatrix für die Trennstellen lautet

$$\begin{pmatrix} c_j \\ b_j \end{pmatrix} = \frac{1}{T_{ij}} \begin{pmatrix} 1 & R_i \\ R_i & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} c_i \\ b_i \end{pmatrix} \tag{30}$$

wobei  $T_{ij}$  der Transmissionskoeffizient vom Medium i zum Medium j ist, also:

$$T_{ij} = 2 \cdot Z_i / (Z_i + Z_j)$$

und  $R_i$  der Reflexionskoeffizient zwischen den Medien i und j ist, also:

$$R_i = (Z_i - Z_j) / (Z_i + Z_j)$$

Bei der Transmission durch eine Schicht der Dicke  $\delta$  ergibt sich:

$$\begin{pmatrix} c_j \\ b_j \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} e^{\gamma\delta} & 0 \\ 0 & e^{-\gamma\delta} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} c_i \\ b_i \end{pmatrix} \tag{1}$$

wobei  $\gamma = \kappa + i\beta$  wobei  $\kappa$  die Dämpfungskonstante ist,  $\beta = 2\pi/\lambda$  die Wellenzahl mit  $\lambda$  der Wellenlänge ist. Das Hintereinanderschalten von Schichten wie in Fig. 3 (Exponent der dielektrischen Schicht:  $\gamma_d d_d = \gamma_d d_0 = i\theta$ , der absorbierenden Schicht:  $\gamma_v d_v = \gamma_v (d_d - d_1) = \gamma\delta$ , und Trennstellen (Matritzenmultiplikation) ergibt die Gesamtübertragungsfunktion:

$$\begin{pmatrix} c_5 \\ b_5 \end{pmatrix} = \frac{c_1}{T_1 T_2} \begin{pmatrix} e^{\gamma\delta} e^{i\theta} - R_1 e^{\gamma\delta} e^{-i\theta} + R_1 R_2 e^{-\gamma\delta} e^{i\theta} - R_2 e^{-\gamma\delta} e^{-i\theta} \\ R_2 e^{\gamma\delta} e^{i\theta} - R_1 R_2 e^{\gamma\delta} e^{-i\theta} + R_1 e^{-\gamma\delta} e^{i\theta} - e^{-\gamma\delta} e^{-i\theta} \end{pmatrix} \tag{2}$$

wobei

$$R_1 = \frac{Z_d - Z_v}{Z_v + Z_d} \quad R_2 = \frac{Z_v - Z_0}{Z_v + Z_0} \quad T_1 = \frac{2Z_d}{Z_v + Z_d} \quad T_2 = \frac{2Z_v}{Z_v + Z_0}$$

Die wählbaren Parameter  $Z_v$  und  $Z_d$  und die Dicken der Schichten sind so zu wählen, daß gilt:

$$b_5 = 0 \quad (3)$$

5 Gl (3) wird in die untere Gleichung Gl (2) eingesetzt. Wird als Näherung die absorbierende Schicht als im Vergleich zur Wellenlänge dünn angenommen, d. h.

$$e^{\gamma\delta} \approx 1 + \gamma\delta$$

10 und die Schichtdicke der dielektrischen Schicht zu einem ganzzahligen Vielfachen der halben Wellenlänge gewählt, so erhält man:

$$15 \quad Z_v = \frac{Z_0}{\gamma\delta}$$

Tatsächlich geht man bei der exakten Lösung jedoch anders vor: Es werden Materialien gewählt und die Schichtdicken  $d_{\text{dopt}}$  und  $d_{\text{vopt}}$  so optimiert, daß  $|b_5| \rightarrow \min$ .

20 Das obige Beispiel diene nur zur anschaulichen Betrachtung. Anschaulich funktioniert die Mehrschichtenanordnung wie folgt: Die eingestrahnten Mikrowellen werden von der ersten absorbierenden Schicht teilweise reflektiert, teilweise absorbiert und teilweise transmittiert. Die transmittierte Leistung wird in der folgenden dielektrischen Schicht praktisch nicht absorbiert, an der metallischen Wand, die lediglich ein Mehrfaches der Eindringtiefe betragen muß, vollständig reflektiert und erreicht nach der optischen Weglänge von einer Wellenlänge und einer Reflexion an Metall (Zusätzlicher Phasensprung von  $180^\circ$ ) wiederum die absorbierende Schicht.

25 Die wiederum durch diese absorbierende Schicht 2A transmittierte Leistung überlagert sich mit einer Phasenverschiebung von  $180$  Grad mit der eingangs reflektierten Mikrowellenleistung. Die Phasenverschiebung in der dünnen, absorbierenden Schicht 2A wird in der anschaulichen Betrachtung vernachlässigt. Sind die eingangs reflektierte Strahlung und die rückwärts durch die absorbierende Schicht 2A transmittierte Leistung in der Amplitude gleich groß, so wird keine Leistung reflektiert. In der eingangs zitierten Druckschrift von Wharton et al. wird ein solches Folienkalorimeter beschrieben, bei der der Absorptionskoeffizient größer als  $97\%$  war.

30 Erfindungsgemäß wird nun ein Panel mit einer solchen Mehrschichtenanordnung versehen. Die Mikrowellenleistung wird in der dünnen absorbierenden Schicht 2A fast vollständig absorbiert. Dadurch wird erreicht, daß die eingestrahlte Mikrowellenleistung nur lokal eine dünne Schicht erwärmt. Die nichtleitende dielektrische Schicht 2B kann aus einem Material mit möglichst schlechter Wärmeleitfähigkeit gewählt werden.

35 Die Formeln wurden für den Fall eines senkrechten Einfalls abgeleitet. Ein senkrechter Einfall läßt sich prinzipiell durch eine entsprechend geartete Antenne erreichen. Tatsächlich steht man jedoch häufig vor dem Problem, daß nicht ausreichend Bauraum für eine solche Antenne vorhanden ist. Im vorliegenden Fall steht nur der Bauraum für ein zylinderförmiges Rohr vorgegebenen Außendurchmessers  $D_{2a}$  zur Verfügung. Die Entfernung vom Panel 1 ist vorgegeben. Dies hat zur Folge, daß der Wellenzahlvektor der auftreffenden Mikrowellenleistung längs der Fläche in der Einfallsrichtung variiert. Die Bedingungen zur Auslegung der Schichtdicken variieren damit ebenfalls.

Die Intensität variiert in transversaler Richtung ebenfalls, falls die Antenne über den Abstrahlwinkel eine gleichmäßige Abstrahlcharakteristik hat.

45 Ein schräger Einfall unter den Winkeln Beta (siehe Fig. 2) und Alpha (siehe Fig. 1) erfordert andere Schichtdicken als ein senkrechter. Die Rechnung ist dann aufwendiger, (siehe Collin, Seite 192—199). Hierbei ist der Winkel Alpha konstant (der Winkel Alpha ist der Brillouin Winkel des Modes in dem als Antenne dienenden Wellenleiter mit dem Innendurchmesser  $D_{1a}$ ) und der Winkel Beta variiert über die Breite  $B_p$  des Panels 2. Die Höhe  $H_p$  des in Fig. 1 dargestellten Panels 2 und die Höhe  $H_a$  der Antenne 1 werden zweckmäßigerweise gleich groß gewählt. Um den Winkel Alpha nicht zu groß werden zu lassen, wird der als Antenne dienende Wellenleiter nahe der Grenzfrequenz betrieben.

50 Zu beachten ist, daß die Transmission und Reflexion von der Polarisation abhängen. Prinzipiell wird wie beim normalen Einfall vorgegangen, jedoch müssen für die unterschiedlichen Fälle der Polarisation des E-Feldes in der Einfallsebene und senkrecht dazu die Wellenwiderstände entsprechend geändert werden (siehe Collin, Seite 194—196). In Collin (siehe Seite 198 und 199) ist die Berechnung normierter Wellenwiderstände für schrägen Einfall bei verlustbehafteten Medien angegeben. Die dort angegebenen Gleichungen können zur Berechnung verwendet werden, wenn die Wellenwiderstände entsprechend dem schrägen Einfall und der Polarisation zu effektiven Wellenwiderständen berechnet werden.

55 Aus herstellungsbedingten Gründen ist die Variation der Schichtdicken jedoch ungünstig. Es ist dennoch eine möglichst gleichmäßige Absorption über der gesamten Fläche anzustreben. Dazu wird ausgenutzt, daß die Absorption bei einer über den Azimuth gleichmäßig eingestrahnten Mikrowellenleistung ebenfalls längs der Fläche variiert. Ist die elektromagnetische Welle so polarisiert, daß der elektrische Vektor in der Einfallsebene liegt, so ist das Verhältnis der transmittierten zur reflektierten Leistung vom Winkel des Auftreffens abhängig. Diese Effekte können zur Erzielung einer gleichmäßigen Absorption ausgenutzt werden.

60 Die Bandbreite des Panels läßt sich dadurch steigern, daß statt einer dielektrisch, nichtleitenden Schicht mehrere dielektrische, nichtleitende Schichten verwendet werden. Die Berechnung verläuft analog.

Die Fig. 1 und 2 enthalten die Darstellung eines Panels 2 mit einer geeigneten zylindrischen Antenne 1. Zweckmäßig besteht die Antenne aus einem zylindrischen oder koaxialen Wellenleiter, in dem bevorzugt der

TM01-Mode bevorzugt nahe der Grenzfrequenz oder ein TEM mode propagiert. Es dienen transversale Schlitze in der Antenne als Auskoppelöffnungen. Die Form, Größe und die Abstände der Schlitze zueinander sowie die Anzahl und Lage der Schlitze müssen so vorgesehen sein, daß das Panel 2 mit einer gewünschten Leistungsdichteverteilung beaufschlagt wird. Dadurch kann der Effekt kompensiert werden, daß die Absorption der Mikrowelle im Panel von der Richtung der einfallenden Mikrowellenleistung relativ zur Flächennormalen abhängt. 5

Dies wird durch die Darstellung der Einzelheit A und Einzelheit B in Fig. 2 verdeutlicht.

Dabei wird die wirksame Schichtdicke gezeigt. Die optimale Schichtdicken  $d_{dopt}$  und  $d_{vopt}$  genauso wie die optimalen Wellenwiderstände  $Z_{dopt}$  und  $Z_{vopt}$  erhält der Fachmann durch numerisches Lösen der Gleichung (2) Materialien mit den entsprechenden Wellenwiderständen lassen sich in der entsprechenden Literatur finden. Der Unteranspruch 3 zeigt die Bauform einer entsprechenden Antennenvorrichtung. 10

Bezugszeichenliste:

- 1 Antenne
- 2 Panel, aufgebaut aus 15
- Position 2.A: absorbierende zweite Schicht
- Position 2.B: dielektrische erste Schicht
- Position 2.C: metallische Schicht mit Kühlkanälen
- 3 Desublimationsschicht 20

#### Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Sublimation von desublimierter Asche von Fusionskraftwerken, bestehend aus einer Mikrowellenantenne (1) und einem sich im Vakuum befindlichen, als Desublimationsfläche dienenden, Panel (2), dadurch gekennzeichnet, daß 25
  - das Panel (2) eine Mehrschichtstruktur (2A, 2B, 2C) aufweist, bestehend aus einer metallischen, elektrisch leitfähigen Grundplatte (2C) von einer Dicke von mindestens einem Vielfachen der Eindringtiefe, auf die eine erste, dielektrische, nicht leitfähige Schicht (2B), mit einer Dicke ( $d_{opt}$ ), die in schlechter Näherung ein ganzzahliges Vielfaches der halben Wellenlänge dieses Mediums ( $Z_d$ ) beträgt, aufgebracht ist, auf welche wiederum eine mikrowellenabsorbierende zweite Schicht (2A) eines weiten Mediums ( $Z_v$ ), mit einer im Vergleich zur Eindringtiefe geringen Dicke ( $d_{vopt}$ ) aufgebracht ist, so daß die unmittelbar an der zweiten Schicht (2A) reflektierte Welle sich mit der durch die zweite und erste Schicht (2A, 2B) transmittierte, an der Grundplatte (2C) reflektierte, anschließend durch die erste und zweite Schicht (2B, 2A) transmittierte Welle mit einer Phasenverschiebung von 180 Grad überlagert. 30
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß: 35
  - zu der dielektrischen nichtleitfähigen ersten Schicht (z. B.) mehrere dielektrische, nichtleitfähige Schichten hinzugefügt sind, wodurch die Bandbreite erhöht wird.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß 40
  - die Antenne (1) aus einem zylindrischen Wellenleiter, in dem der TM01-Mode bevorzugt nahe der Grenzfrequenz propagiert besteht,
  - an dieser Antenne (1) transversale, als Auskoppelöffnungen dienende Schlitze angebracht sind, deren Form, Größe und Abstände zueinander sowie deren Anzahl und Lage so gestaltet ist, daß das Panel (2) mit einer gewünschten Leistungsdichteverteilung beaufschlagt ist.
4. Vorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß 45
  - die Antenne (1) aus einem koaxialen Wellenleiter besteht.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

50

55

60

65

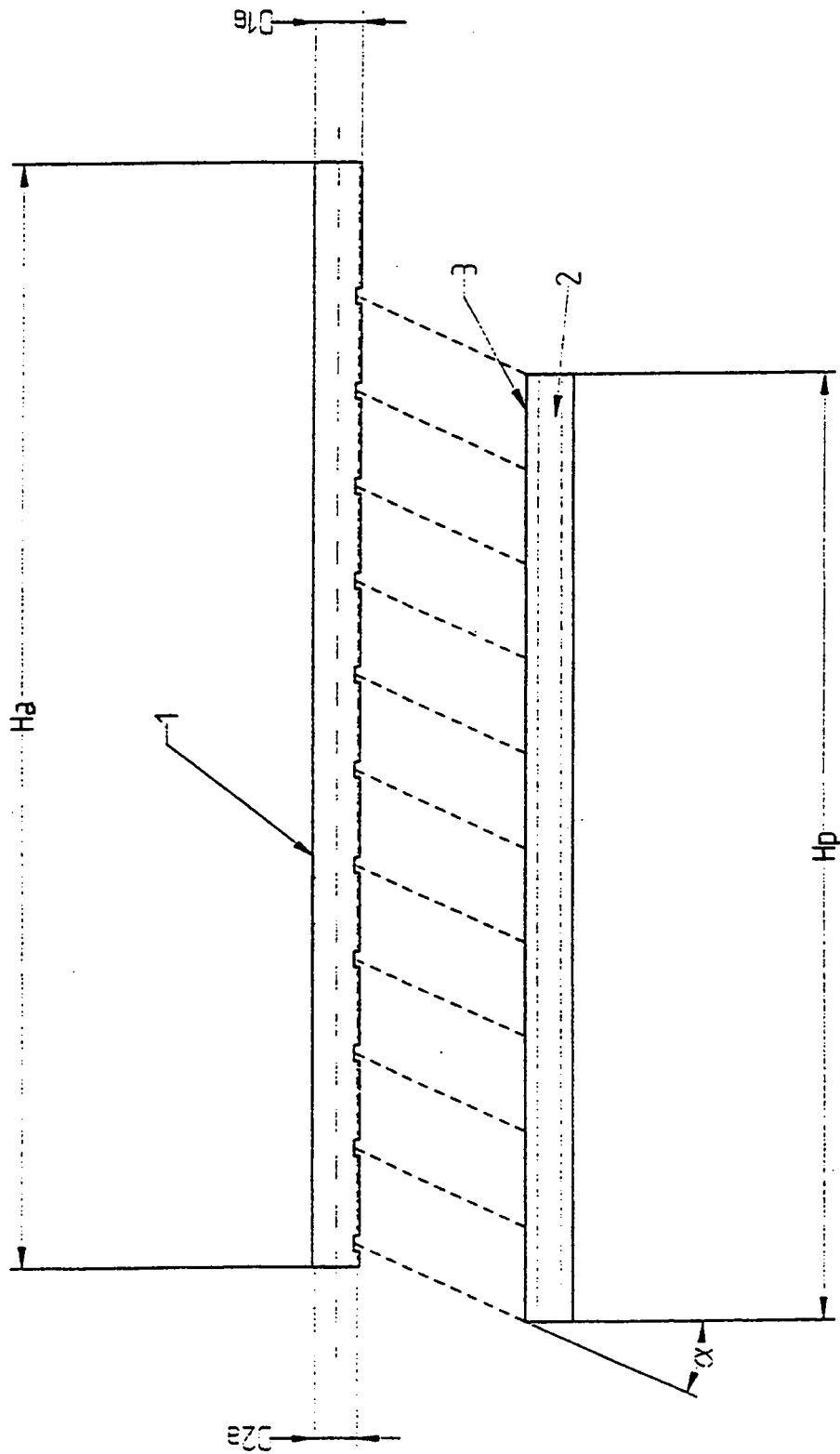


Fig. 1

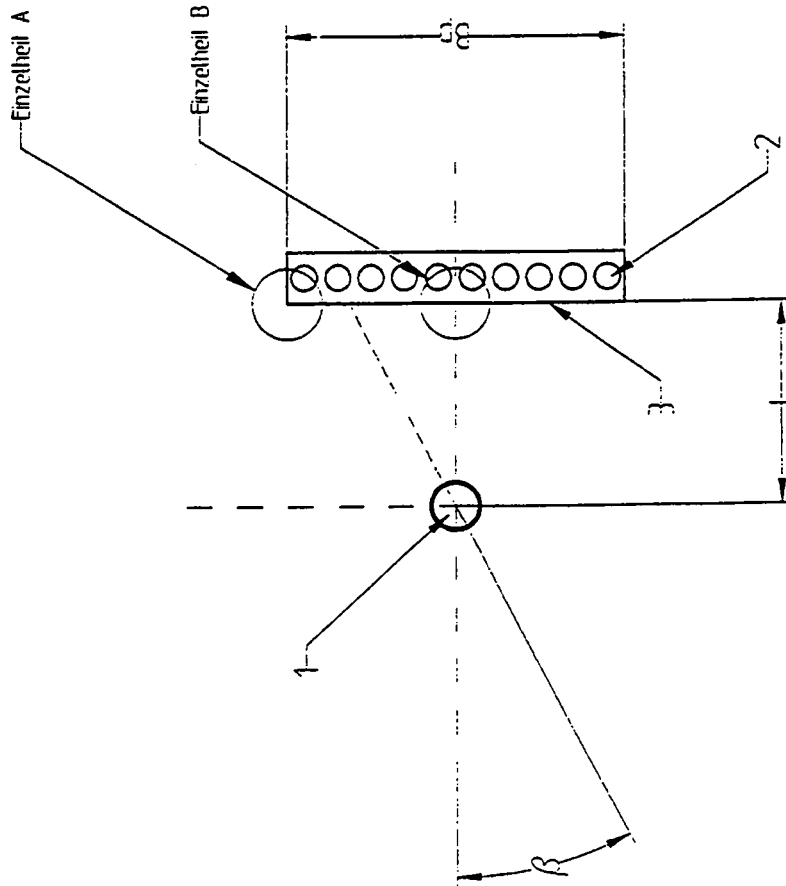
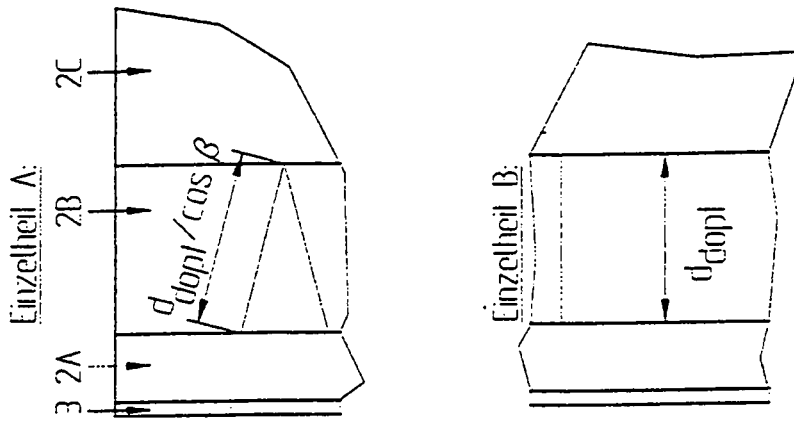


Fig. 2



Fig. 3

