

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 0 807 235 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
22.09.1999 Patentblatt 1999/38

(51) Int Cl.6: **F26B 3/347, E04B 1/70**

(21) Anmeldenummer: **96945890.0**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/DE96/02231

(22) Anmeldetag: **19.11.1996**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 97/21060 (12.06.1997 Gazette 1997/25)

(54) **VERFAHREN UND ANORDNUNG ZUR TROCKNUNG VON GEBÄUDEN UND/ODER ORTSFESTER BAUTEILE**

METHOD AND DEVICE FOR DRYING OUT BUILDINGS AND/OR FIXED COMPONENTS

PROCEDE ET DISPOSITIF DE DESSICCATION DE BATIMENTS ET/OU DE COMPOSANTS FIXES

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH DE DK FI FR IT LI LU NL SE

• **LUDEWIG, Alfred**
D-09113 Chemnitz (DE)

(30) Priorität: **01.12.1995 DE 19544889**

(74) Vertreter: **Horn, Klaus, Dr.**
Patentanwaltskanzlei Dr. Horn,
Draisdorfer Strasse 69
09114 Chemnitz (DE)

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
19.11.1997 Patentblatt 1997/47

(73) Patentinhaber: **Steinbach, Detlef**
09126 Chemnitz (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 0 462 612 **WO-A-89/07694**
WO-A-92/08084 **WO-A-95/23945**
DE-C- 276 330 **DE-U- 9 413 736**
FR-A- 2 664 796 **US-A- 4 765 773**

(72) Erfinder:
• **STEINBACH, Detlef**
D-09126 Chemnitz (DE)

EP 0 807 235 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

5 [0001] Die Erfindung bezieht sich auf das technische Gebiet des Trocknens von Gebäuden und/oder ortsfester Bauteile durch das Entfernen von baubedingt entstandener oder durch Fremdeinwirkung eingedrungener Feuchtigkeit mit Hilfe hochfrequenter Energiestrahlung und geht aus von einer Vorrichtung gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1, bzw. von einem Verfahren gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 3. Eine derartige Vorrichtung und ein derartiges Verfahren sind aus dem DE-U-9 413 736 bereits bekannt.

10 [0002] Zum Trocknen von feuchten Bauwerksteilen, wie z.B. Fußböden, Decken oder Wänden, sind derzeit Verfahren bzw. Methoden bekannt, die alle nach dem gleichen Grundprinzip arbeiten. Hierbei wird die Trocknung von der Oberfläche aus bewirkt. Dabei ist die Einstellung eines möglichst günstigen, die Oberfläche umgebenden Klimas, welches wiederum, mitunter wesentlich, vom Ortsklima abhängig ist, vorzunehmen.

15 [0003] Die bisher am gebräuchlichsten zur Trocknung feuchter Wände und Fußböden angewandten Trocknungsarten sind die Kondensstrocknung und die Adsorptionstrocknung. Diese beiden Trocknungsarten von Bauwerksteilen werden getrennt, d.h. artrein, wie auch in ihrer Kombination angewandt. Sie funktionieren über die Oberfläche der Bauwerksteile, indem bei der Anwendung der Kondensstrocknung dort ein bestimmtes, konstantes Trocknungsklima, d.h. geringere relative Luftfeuchte, höhere Lufttemperatur, geschaffen wird, was eine Veränderung des Partialdruckgefälles, d.h. des Dampfdruckgefälles zur Folge hat und dadurch die Feuchte in Richtung der trockneren Zustandsform ab- und damit aus dem Bauwerksteil auswandert. An Bauwerken sind damit die als optimal angenommenen klimatischen Bedingungen von ca. 15°C bis ca. 30°C und 40% relative Luftfeuchte herzurichten. Diese Art der Trocknung funktioniert in vor allem relativ kompakten Bauwerksteilen bei höheren Raumtemperaturen, ab ca. 30°C nicht mehr, da die Wärme dann nicht mehr aus dem System abgeführt wird. Extra Wärmeaustauscher sind in solche Fällen möglich, aber auch kosten- und apparateintensiv. Eine Entfeuchtung ist bei niederen Temperaturen kaum noch erreichbar, bei Temperaturen unter 0°C praktisch nicht mehr möglich. Diese Art der Trocknungen ist beispielsweise in den DE 30 19 660, DE 33 06 044, DE 38 15 161 und DE 40 21 710 beschrieben. Der DE 30 19 660 zufolge wird die zu trocknende Oberfläche mit einem komprimierten Gas beblasen, wobei dieses Gas eine wesentlich geringere relative Luftfeuchte besitzt als die natürliche Luftschicht, die mit der zu trocknenden Oberfläche in Berührung steht, und eine erhöhte Temperatur, insbesondere über dem Taupunkt, aufweist. Die DE 33 06 044 beschreibt eine technische Lösung, nach der Trockenluft in einen Bauwerksspalt eingedrückt und feuchte Luft an anderer Stelle dieses Bauwerksspaltes abgezogen wird. Eine annähernd gleich Lösung der Trocknung mittels Eindringen von Trockenluft und Absaugen von Feuchtluft zwischen Schichten beschreibt die DE 38 15 161, wobei hiermit insbesondere Dämmmaterialien unter Estrichschichten getrocknet werden sollen. Mit der DE 40 21 710 wird eine Vorrichtung beschrieben, die gleichfalls, hier aber als Endlostrockner, mit Heizgeräten und geblasenem heißen Gas ein auf einem Förderband befindliches Gut trocknet. Bei der Adsorptionstrocknung wird die Feuchte hygroskopisch oder kapillar angelagert. Das hygroskopische Material verbraucht sich und wird regeneriert oder entsorgt. Kapillarsysteme sind nach Regeneration beliebig oft anwendbar und sind kaum temperatur- oder feuchtebeschränkt einsetzbar. Den Stand der Technik einer solchen Art der Trocknung beschreibt u.a. die DE 40 09 691. Bei der hier dargestellten technischen Lösung wird die Luft durch ein adsorbierendes oder absorbierendes Trockenmaterial forciert geleitet, dabei die Luft in einen weniger feuchten oder komplett trockenen Zustand befördert und dann zu gegebener Zeit die Regeneration des Trockenmaterials durch Wärme vorgenommen. Da beide Trocknungsarten über die klimatischen Zustandsformen an der Oberfläche der Bauteile funktionieren, d.h. über gegenüber den Bauteilen äußere Bedingungen, müssen diese oftmals durch Zusatzmaßnahmen und -gerätschaften beeinflusst werden, wobei zur Unterstützung und Verstärkung des Trocknungseffektes flankierend meist noch Gebläse, die die Feuchtigkeit aus dem Bauteil und/oder dem Gebäude abtransportieren oder zusätzlich zum Verblasen von Warmluft dienen, einzusetzen sind. Insbesondere werden dazu Hochleistungsventilatoren/-gebläse mit Luftleistungen von über 2500 m³/h, Heizer, vor allem im Winter-bzw. winternahen Betrieb, und Verdichter/Vakuumpumpen zur Austrocknung von Hohlräumen und Dämmschichten benötigt. Belegte Estriche mit Oberkonstruktion sind so nur bedingt austrockenbar. Alle diese Verfahrensweisen, so auch die Vorrichtungen dazu, haben in ihrer Wirkung funktionsbedingte Grenzen, die dadurch gezogen sind, daß die Trocknung von der Oberfläche ausgehen muß und nur über die Änderung der raumklimatischen Bedingungen, mit allen damit verbundenen Mängeln, funktionieren können. Zum Zwecke der Trocknung von Bauwerken und Bauwerksteilen weist der vorstehend beschriebene Stand der Technik die im Folgenden aufgeführten Grenzen und Mängel auf. Die Feuchtigkeit wird nur oberflächlich getrocknet d.h. die Trocknung erfolgt stets von der Oberfläche der Bauteile aus. Dabei wird die Feuchtefront, besser der Peak der Feuchteverteilung innerhalb des zu trocknenden Bauteiles, in das Innere des Bauteiles verdrängt. Wenn die so verschobene Feuchte/Feuchteverteilung auf Grund ungünstiger bauphysikalischer und/oder bautechnischer Gegebenheiten nicht über die Außenseiten entweichen kann, verzögert sich der Austrocknungsvorgang beträchtlich oder wird gar unmöglich. Durch die Erwärmung der Innenschicht kann es bei ungünstigen Konstellationen sogar noch zu einer Erhöhung der Feuchtigkeit nach Beendigung der Trocknungsarbeiten kommen. Bei Vorhandensein von diffusionshemmenden Wandbelägen und/oder Wandstrukturen, z.B. bei angebrachtem Vollwärmeschutz, wird über die Fassade fast keine Feuchtigkeit mehr abgegeben. Bei vorhandenen Hohllochmauerwerk wird vorzugsweise die Wand angebohrt und

Warmluft verblasen. Diese vielfach angebohrten Wandflächen müssen hinterher wieder verschlossen werden, wodurch Mehrarbeit und gefährdete, zumindest unsichere Punktbereiche im betroffenen Wandbereich entstehen. Bei eingebauten Estrichschichten kondensiert häufig die warme Luft über dem kälteren Estrich und schafft damit zusätzlich noch eine feuchte Oberfläche, die die Trocknung trotz Anbohren und verblasen von Warmluft verzögert. Eine Trocknung bestimmter Estrichböden, wie z.B. Verbundestrich oder Estrich auf Trennlagen, ist auf diese Weise kaum gesichert möglich, damit auch in überschaubaren Zeiträumen und im eng begrenzten Bauablauf kaum planbar. Es ist hinreichend anerkannt, daß mit Oberbelägen belegte Estrichschichten so nur bedingt austrockenbar sind. Die Trocknung von Fußböden stellt aber einen Schwerpunkt des Einsatzes von Trocknersystemen dar. Fußbodenarbeiten machen ca. 5 % des Bauvolumens aus, stellen aber über 20 % der Schäden. Eine Trocknung von Bauteilen im Freien ist kaum möglich, da dazu ein abgeschlossenes Luftvolumen notwendig ist. Bei den einzusetzenden Geräten ist die Leistungsaufnahme relativ hoch. Da ihr Einsatz aus Effektivitätsgründen oft komplex und in unterschiedlichen Kombinationen erfolgt, entstehen relativ hohe Energiekosten. Der auf Baustellen zur Verfügung stehende Strom ist oftmals begrenzt. Die Grenze der Leistungsauslegung liegt nicht selten bei 40 - 60 kW (max. 95 A). Damit ist der Einsatz der zur herkömmlichen Bauwerkstrocknung bekannten und eingesetzten Gerätschaften nach Leistung und Menge begrenzt. Da die Trocknung bei den bisher dargestellten konventionellen Methoden von der Oberfläche aus bewirkt wird, ist ein sehr großer Zeitbedarf zur völligen oder Teilaustrocknung im Rahmen von Tagen, Wochen oder mehr bis hin zum Extremfall von Jahren erforderlich, der sich somit als ein außerordentlich ernsthaftes Hindernis für den Baufortschritt darstellt. Es ist bekannt, den Feuchtigkeitsaustritt aus kleineren Gegenständen oder aus Schüttgütern durch die Erwärmung mittels der Energie von Mikrowellen zu beschleunigen und damit einen Trocknungseffekt zu erzielen. Einige Beispiele dazu sind in den nachfolgend benannten Druckschriften für die Anwendung z.B. zum Trocknen von Holz, Papier, Textilien und Baustoffen sowie zur Erwärmung von Kunststoffen und Chemikalien beschrieben. Die bislang bekannten technischen Lösungen ermöglichen lediglich bestimmte, als lose zu charakterisierende Güter bzw. Erzeugnisse, zu erwärmen und damit auch zu trocknen. Dabei kann man diese im wesentlichen in zwei Fallgruppen einordnen. Zum ersten werden technische Lösungen offenbart, die als geschlossene Systeme zu charakterisieren wären, d.h. es werden Güter bzw. Erzeugnisse in geschlossene oder nahezu geschlossene Behälter oder Innenräume gegeben und deren Rauminhalte mit Mikrowellenenergie beaufschlagt, wodurch es zur Erhitzung des darin befindlichen oder in Bewegung gehaltenen Lager- oder Transportgutes kommt. Solche Lösungen werden durch die DE 32 03 132 - Erwärmung eines flüssigen Materials in einem Behälter - und die DE 40 09 691 - Erwärmung und Austrocknung eines adsorbierenden oder absorbierenden Trocknungsmaterials in einem Behälter oder Trocknungsraum - repräsentiert. Auch die Schrift DE 91 15 185 gehört zu dieser Fallgruppe, wenn sie auch einen teilverschlossenen Raum - Rohranordnung mit Förderschnecke - und durch diesen hindurch bewegtes Transportgut - Ausgangsstoffe für keramische Massen, demzufolge loses, stückiges oder pulveriges Material - darstellt. Eine ähnliche Vorrichtung zeigt die DE 39 07 248, die mit einem Muldenkörper mit Dom und rohrförmigen Ein- und Ausläufen sowie einer Förderschnecke Asphaltgranulat im Durchlauf durch ein Mikrowellenfeld trocknet. Auch die technische Lösung nach DE 33 32 437 arbeitet nach dem Prinzip der Mikrowellenbestrahlung eines Lagergutes in einem Vakuumtrockenbehälter, wodurch sich schon allein dadurch eine Einschränkung auf relativ geringe räumliche Größen der Vakuumbehälter wie auch der Trockengüter ergibt. Im übrigen sind diese o.g. Behälterlösungen lediglich für die Behandlung loser beweglicher Güter geringer Abmaße geeignet, keineswegs jedoch für die Trocknung von verbauten Bauwerksteilen oder Gebäudeteilen. Die Unterbringung größerer Objekte innerhalb des Wirkungsbereiches energiereicher Strahlung scheidet einfach an der Grenze des Aufwand-Leistungs-Verhältnisses. Eine zweite Fallgruppe der bekannten Mikrowellentrockner sind die stationären Anordnungen als teiloffene oder offene Systeme, die mit Förderern ausgestattet sind, auf denen das zu trocknende Gut durch ein Mikrowellenfeld geleitet wird und auf diese Weise erwärmt bzw. getrocknet wird. Repräsentanten dieser technischen Lösungen sind die DE 92 12 825 - als Kombination mit der herkömmlichen Heißlufttrocknung von Schüttgut durch Konvektion -, die DE 31 14 251 - Trocknung von gestapelten Steinwollisierplatten im Durchlauf durch ein stationäres kapazitives Hochfrequenzfeld -, die DE 31 30 358 - Trocknung von durchlaufenden flächigen, bahnartigen Materialien -, die DE 31 46 045 - Vorheizung und Endaufheizung von durchlaufenden Materialien durch zwei Mikrowellenheizteile -, die DE 40 10 568 - Mikrowellentrockenstraße für durchlaufendes Schnittholz -, die DE 41 19 846 - Hochfrequenz Trocknung von Feststoffen und Schüttgütern, welche auf ein als Förderband ausgebildetes und als solches arbeitendes Element der HF-Trockeneinrichtung aufgegeben und durch das HF-Feld bewegt werden - und die DE 42 32 069 - Kombination einer Mikrowellenkammer mit einem darin befindlichen, aber auch hineingehenden und wieder herauskommenden Transportsystem, welches die zu trocknenden Güter durch das Mikrowellenfeld zum Zwecke der Trocknung bewegt -. Alle diese Anlagen sind mehr oder weniger große stationäre Einrichtungen, die für den Zweck der Trocknung von verbauten Bauwerksteilen oder Bauwerken völlig ungeeignet sind. In Form einer mobilen Einrichtung offenbart die DE-U-94 13 736 eine Mikrowellen-Trocknungs- und Schädlingsbekämpfungsanlage. Aus der Funktionsbeschreibung 1.2.1.1 und 1.2.2.1 sowie aus der Prinzip-Beschreibung 1.2.2 sind Anordnungs- und Verfahrensbeschreibungsanteile zu erkennen. Diese technische Lösung arbeitet mit Bestrahlungsköpfen bzw. mit Bestrahlungssonden, in denen mittels Hochfrequenz-Magnetronen hochfrequente Wechselfelder erzeugt werden (unter 1.2.1.1 dargestellt), und mit weiteren Anordnungsanteilen sowie großflächigen Reflektoren

(1.2.2, 2. Zeile und Figur 2). Hierbei müssen die anordnungsgemäß dargestellten Bestrahlungsköpfe bzw. Bestrahlungssonden stets in Kontakt mit der zu trocknenden Bausubstanz, siehe dazu alle a.a.O. dargestellten Figuren, stehen, welches sich als Hauptmangel dieser technischen Lösung erweist. Eine Hochfrequenzerwärmung und damit Trocknung oder beispielsweise auch eine Schädlingsvernichtung ist nur an den Stellen möglich, wo auch die Bestrahlungsköpfe, bzw. Bestrahlungssonden heranreichen oder angelegt werden können, was zur Folge hat, daß auch diese technische Lösung mit ihren zu trocknenden Objekten "geschlossene" System bilden müssen und nicht aus der Ferne wirken können, wodurch bestimmte Ecken, Winkel, Nischen oder Hinterschnidungen nicht erreichbar sind.

Die umfassende Darstellung des bekannten Standes der Technik zeigt, daß das Problem der Trocknung von Bauwerksteilen oder Bauwerken mit allen seinen Mängeln immer noch besteht und bisher von der Fachwelt noch keiner befriedigenden Lösung zugeführt werden konnte.

[0004] Von vorgenanntem ausgehend, liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Anordnung zur Trocknung von Gebäuden und/oder ortsfester Bauteile zu schaffen, wobei die Beschleunigung des Flüssigkeitsaustrittes an den Bauteilgrenzflächen zur Luft mit Hilfe von elektromagnetischer Energiestrahlung ermöglicht wird und die Kosten für die Abschirmung von Strahlungsemissionen in wirtschaftlich vertretbaren Bereichen liegen. Aufgabengemäß soll das zu entfernende Wasser nicht passiv am Trocknungsprozeß beteiligt sein, sondern dabei selbst als aktive Komponente fungieren, indem es selbst als Medium zur Energieübertragung wirkt, so selbst zu seiner Beseitigung beiträgt und damit eine Trocknung des Bauwerksteiles von innen heraus bewirkt wird. Aufgabe der Erfindung soll es weiterhin sein, den Trocknungsprozeß an vorgenannten Teilen in für diesen Technikbereich extrem kurzen Zeiten, in einem Trockenzeitbereich von höchstens sehr wenigen Stunden, unabhängig von den klimatischen Umgebungsbedingungen zu gestalten und an komplizierten Bauwerksstrukturen, die kaum mit Warmluft beblasen oder von denen kaum Feuchtluft abgezogen werden kann, zu ermöglichen. Ziel der Erfindung soll es sein, eine exakte Berechenbarkeit des Trocknungsprozesses herzustellen und damit verlässliche Planungsgrundlagen für den Bauablauf zu schaffen. Die Erfindung soll sich nicht in einer stationären Anlage darstellen, sondern es ist eine mobile Anordnung zu schaffen, mit der auch die Mobilität des Verfahrens gewährleistet ist.

[0005] Diese Aufgabe wird entsprechend den Merkmalen des Patentansprüche 1 und 3 gelöst. Im Bereich der zu trocknenden Bausubstanz werden Resonatorelemente, die die Funktion der Schwingungsaussendung und -anregung der hochfrequenten Energiestrahlung erfüllen, angeordnet. Danach werden Magnetronen, die die Funktion der Erzeugung dieser hochfrequenten elektromagnetischen Wellen erfüllen, mit den Resonatorelementen über Wellenleiter verbunden. Abschirmungselemente und/oder Strahlungsreflektoren werden am und/oder im Bauwerk angebracht. Anschließend werden mit zeitlich begrenzter kontinuierlicher oder impulsartiger Aussendung der Energiestrahlung die zu trocknenden Bauteile behandelt. Die räumliche und zahlenmäßige Anordnung der jeweiligen wesentlichen Anordnungsteile Resonatorelement, Magnetron, Wellenleiter sowie Abschirm- und/oder Reflektorelement richtet sich hauptsächlich nach den Gegebenheiten der zu trocknenden Bausubstanz. Entsprechend dieser unterschiedlichen Gegebenheiten wird daraus zu bestimmen sein, daß mehrere Resonatorelemente an oder innerhalb eines Bauwerkes verbracht werden, wobei dann jedes Resonatorelement mit einem unterschiedlichen Frequenzspektrum sendet. Auch bestimmen diese örtlichen Gegebenheiten die Tatsache, daß das Frequenzspektrum eines Resonatorelements in Abhängigkeit von der Bestrahlungszeit verändert wird. Damit ist eine sehr gute Anpassung der Trockenzeit und ihre mathematische Berechenbarkeit an die zu trocknende Bausubstanz einerseits und an die technologischen Prozesse im Baugeschehen andererseits gegeben. Die vorgesehene Veränderbarkeit der Bestrahlungszeit und -intensität in Abhängigkeit von der Feuchte im zu trocknenden Objekt erlaubt ebenfalls eine günstig wirkende Anpassung an technologische Prozesse, die von der Austrocknung des Bauwerkes tangiert werden. Mit der Einwirkung der hochfrequenten elektromagnetischen Strahlung durch die vorgenannten Hauptelemente der Anordnung und durch die Verfahrensweise ansich auf die zu trocknende Bausubstanz wird eine Verlegung des Angriffspunktes von außen (nach den bisherigen Trockenverfahren) in das Bauteilinnere durch die dortige Erwärmung infolge der hochfrequenten Energie und somit auch die Wasserdampfdiffusion besser von innen nach außen bewirkt. Die Resonatorelemente werden in Form einer metallbeschichteten Folie sofort mit der Herstellung der Bauteile des Bauwerkes in der Vorfertigung oder auf der Baustelle selbst in diese eingeformt, wobei diese dann auch noch in Doppelfunktion die bisherige Aufgabe der Sperrfolie übernehmen, insbesondere bei komplizierten Fußbodenaufbauten. Solche Resonatorelemente können auch als Gitter - verbunde, wie metallische Stangen, Stäbe, Gitter, Netze oder ähnliches mit in die Bauwerksteile zum Verbleiben eingeformt oder diesen beigelegt sein. Bei ihrer Einformung erfüllen sie ebenfalls oft parallel mit die Funktion der Bauteilarmierung/-verstärkung. In solch einem Fall werden Verbindungen mittels Kuppelstellen und über Wellenleiter zum Magnetron hergestellt. Solche Verbindungen sind auch vorgesehen, wenn das Magnetron außerhalb des Bauwerkes aufzustellen ist und die erzeugte Energiestrahlung in das Innere des Bauwerkes oder Bauteiles zu verbringen ist. Für die Trocknung von Bauwerksbereichen, die einen Raum umfassen, werden Resonatoren in Form einer im Raum zentral angeordneten Antenne aufgestellt. Für den erforderlichen Fall einer Wellenreflektion werden am Bauwerk Reflektoren, die als Metallplatten, -folien, -gitter oder -netze bestehen, am/im Bereich des auszutrocknenden Bereiches angebracht. Eine translatorische oder rotatorische Bewegung der Magnetronen über die zu behandelnde (Groß-)Fläche wird mit weiteren zur Anordnung vorgesehenen ortsveränderbaren Einrichtungen, wie zum Beispiel Zugeinrichtungen,

Ziehschlitten, Rollräder und Gleitbahnen, einschließlich der dafür erforderlichen Hilfsmittel, wie zum Beispiel Seile, bewirkt, wodurch eine vergleichmäßige Trocknung, aber auch rationalisierende Effekte erreicht werden. Hauptsächlich gilt dies bei großen horizontal oder schräg angeordneten Flächen. In den Fällen von Austrocknungsaufgaben von im Bauwerk senkrecht angeordneten Bauwerksteilen, wie Wänden, Säulen, werden Magnetronen mit oder ohne Kühleinrichtung mittels gleitender oder rollender Ziehschlitten gegebenenfalls gleitender oder rollender, schlauchartiger Geräteträger und Zugeinrichtungen, die gegebenenfalls mit gleichlaufenden Reflektorelementen verbunden sind, entlang dieser vorgenannten Bauwerksteile in definierter, von den Trocknungsbedingungen abhängiger Geschwindigkeit bewegt. Diese Bauteile oder Bauwerksbereiche werden dabei ebenfalls mit den hochfrequenten elektromagnetischen Wellen beaufschlagt, wobei eine Erwärmung im Inneren der Bauteile oder Bauwerksbereiche eintritt und eine Wasserdampfentwicklung und -wanderung nach außen bewirkt wird, d.h. ein Austrocknen der Bauteile von innen nach außen, ohne daß, wie bisher, ein Verbleiben von erheblichen Feuchtemengen im Inneren der Bauwerksteile eintritt. Alle vorbenannten Mittel, so auch gegebenenfalls erforderliche Abschirmelemente an Bauwerksteilen, sind in transportabler Weise, wenn nicht im Bauwerksteil von vornherein oder durch die Vorfertigung eingeformt, ausgeführt, wodurch Mobilität im Verfahren und der jeweils erforderlichen Anordnung der Einzelelemente dieser Trocknungsanordnung gewährleistet ist.

[0006] An fünf bevorzugten Ausführungsbeispielen wird der beste Weg zur Ausführung der beanspruchten Erfindung nachfolgend näher erläutert.

Fig. 1 zeigt die Darstellung einer Trocknung eines gesamten Raumes bzw. aller den Raum umgebenden Bauwerksteile.

Fig. 2 und Fig. 3 zeigen die Trocknung von Mauerwerksteilen.

Fig. 4 zeigt die Trocknung eines Flachdaches.

Fig. 5 zeigt die Trocknung von Fußböden mit einem flexiblen schlauchförmigen Geräteträger

Ausführungsbeispiel 1 - Fig. 1

Trocknung eines gesamten Raumes

[0007] Zur Trocknung aller einen Raum umgebenden Wände 1 werden ein Resonator 4, der die Funktion der Schwingungsaussendung und -anregung bewirkt mit einem Magnetron 2, welches die hochfrequenten elektromagnetischen Wellen erzeugt, über einen Wellenleiter 3 verbunden und im Raum zentral aufgestellt. Der Resonator 4 ist drehbar angeordnet, so daß die hochfrequente Energiestrahlung alle Außen- und Innenwände 1 einschließlich Fußboden 1 und Decke 1 des Gebäudeteiles erreicht und in sie eindringt, wobei der Angriffspunkt des Trocknungsverfahrens und seiner Anordnung nicht, wie bisher außen an den Wandoberflächen, sondern in das Bauteilinnere gelegt ist, d.h. die Wasserdampfdiffusion von innen nach außen bewirkt wird. Die Durchdringtiefe wird durch die enthaltene Feuchtigkeit und das Material des jeweiligen Bauteiles bestimmt. Diese Tiefe kann somit je nach Bauteil sehr unterschiedlich sein, wodurch die Geschwindigkeit der Austrocknung in den verschiedenen Bauteilen unterschiedlich sein wird. In vorteilhafter Ausgestaltung der vorgeschlagenen Lehre kann es somit auch zweckmäßig sein, eine unterschiedliche zeitliche Begrenzung kontinuierlicher kombiniert mit impulsartiger gerichteter Bestrahlung bei der Austrocknung eines Raumes vorzunehmen oder in Abhängigkeit von den jeweiligen räumlichen Gegebenheiten mehrere Resonatorelemente mit unterschiedlichem Frequenzspektrum vorzusehen. Wenn ein Bauteil, z.B. eine Innenwand 1 vor den anderen Bauteilen, z.B. den viel stärkeren Außenwänden 1 oder Decken 1 ausgetrocknet ist, wird dieses Bauwerksteil als Wellenleiter wirksam und die Mikrowellenstrahlung dringt durch dieses Bauwerksteil hindurch. Um beispielsweise Schädigungen der übrigen Umgebung, so Nachbarräume oder Außenbereiche zu verhindern, ist es erforderlich, daß Abschirmungen 5 in diesem Fall auch als Strahlungsreflektoren 8 in Form von z.B. metallischen Gittern oder Netzen den zu bestrahlenden Raum umschließen. Dies wird gemäß der vorgeschlagenen erfinderischen Lehre in diesem Ausführungsbeispiel durch bei der Bauerstellung unter Putz eingearbeiteter Metallgitternetz erreicht. Die Energiezuführung zur Trockenanordnung, die hier mehr als 25 kW beträgt, wird entweder über einen Generator von außen oder mittels elektrischer Sicherheitseinrichtungen vom Innenraum des Gebäudes realisiert. Die anfängliche Energieaufwendung reduziert sich mit der Aufwandszeit um über 50 %. Im übrigen werden die geltenden Sicherheitsvorschriften, so z.B. die DIN IEC 27(CO) 48 / VDE 0721 Teil 3011 anzuwenden sein, wodurch eine Sperrzone/Sicherheitszone rund um den zu trocknenden Raum gelegt wird und die Leistungsdichte des Strahles 14 so gestaltet ist, daß sie 50 W/m² nicht überschreitet.

Ausführungsbeispiel 2 - Fig. 2

Trocknung einzelner Mauerwerksteile

5 **[0008]** Nasse Mauerwerksteile 1 werden mittels eines Magnetrons 2 mit Kühlsystem 2a und eines Generators (Netzteil) 6, die sich alle in einem Gehäuse befinden, mit hochfrequenter Energiestrahlung beaufschlagt. Mittels einer Zug-
einrichtung 7 wird das Gehäuse mit den darin befindlichen Magnetron 2, Kühlsystem 2a und Generator 6 sowie dem
10 Reflektor 8, der aus einem Metallgitter, aus einer Metallplatte oder einem Magneten mit vorgeschalteter Platte besteht und gegenüber des Magnetrons 2 positioniert ist, mit gleicher Geschwindigkeit am Mauerwerksteil 1 entlang bewegt.

Ausführungsbeispiel 3 - Fig. 3

Trocknung mittels eines fahrbaren, beliebig verlängerbaren Schlittens

15 **[0009]** Ein Magnetron (mit Kühlsystem) 2, das sich in einem Gehäuse befindet, welches wiederum als Ziehschlitten 9 mit Rollrädern 10 ausgebildet und mit einem Generator 6 verbunden ist, wird mittels Stahlseilen 7 an einem Bauwerksteil 1, zum Beispiel einem Brückenpfeiler oder einer Staumauer, mit definierter Geschwindigkeit von oben nach unten geführt. Damit wird eine Trocknung an schwer zugänglichen Stellen ermöglicht.

20 Ausführungsbeispiel 4 - Fig. 4

Trocknung eines Flachdaches

25 **[0010]** Zum Trocknen eines Flachdaches, großer Estrich- oder Fundamentflächen oder auch Autobahnabschnitte 1 wird ebenfalls eine Anordnung in der Gestalt eines Ziehschlittens 9 verwendet. Dieser Ziehschlitten 9 dient als Geräteträger, der beliebig verlängerbar ist, die Magnetrone 2 mit Kühlsystem enthält und an das Netzteil angeschlossen ist. Zur Durchführung des Verfahrens wird dieser Ziehschlitten 9 auf einer Gleitbahn 11 über die zu trocknende Fläche bewegt. Unter Ausnutzung der in die Bausubstanz 1 eingearbeiteten Bewehrung 12, die in diesem Falle als Reflektor und Beschleuniger wirkt, wird die hier große Fläche in einem kurzen Zeitaufwand getrocknet.

30

Ausführungsbeispiel 5 - Fig. 5

Trocknung mittels einer flexiblen gerätetragenden Schlauchanordnung

35 **[0011]** In einem flexiblen Schlauchgebilde 13 sind eine bestimmte Anzahl verschiedener Magnetrone 2, die mit dem Netzteil 6 verbunden sind, angeordnet. Diese Magnetrone 2 können sowohl alle mit gleichem Frequenzspektrum als auch jedes einzelne mit einem anderen Frequenzspektrum arbeiten. An den betreffenden Bauwerksteilen oder -bereichen 1 können gegebenenfalls Reflektoren am oder im auszutrocknenden Bereich angebracht sein. Somit wird bewirkt, daß neben ebenen Bauwerksteilen, wie Fußböden, wo die Anordnung wie ein Ziehschlitten benutzt wird, auch
40 kompliziertere Bauwerksbereiche, wie beispielsweise kompliziert gestaltete Fundamentteile, Kanalisationen, Rohr- und Kabelschächte mit der vorgeschlagenen technischen Lösung getrocknet werden können.

Patentansprüche

45

1. Vorrichtung zur Trocknung von Gebäuden und/oder ortsfester Bauteile durch die Einwirkung hochfrequenter Energiestrahlung, insbesondere im Mikrowellenbereich, wobei die von Magnetronen erzeugte Energiestrahlung von Strahlungsemittern, die direkt am Magnetron angeordnet sind oder über Wellenleiter mit diesen in Verbindung stehen, abgestrahlt und von geeigneten Abschirmungen reflektiert wird,

50

dadurch gekennzeichnet,

daß die Strahlungsemitter aus schwingungsaussendenden Resonatorelementen (4) in Form von im Raum zentral angeordneten Antennen, die die Funktion der Schwingungsaussendung erfüllen, womit die Bauteile oder Bauwerksbereiche mit diesen Wellen beaufschlagt werden, bestehen.

55

2. Vorrichtung nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet,

daß Magnetrone (2) mit ihren Resonatorelementen (4) oder diese mit den Magnetronen (2) über die Wellenleiter (3) verbunden in gleitend (11) oder rollend (10) gestalteten flexibel-schlauchartigen Geräteträgern (13) angeordnet

sind, die mit einer oder mehreren Zugeinrichtungen (7), teils als Seile, verbunden sind.

- 5 3. Verfahren zur Trocknung von Gebäuden und/oder ortsfesten Bauteilen durch die Einwirkung hochfrequenter Energiestrahlung, insbesondere im Mikrowellenbereich, wobei die von Magnetronen erzeugte Energiestrahlung von Strahlungsemittern, die über Wellenleiter mit diesen in Verbindung stehen, abgestrahlt und von geeigneten Abschirmelementen reflektiert wird,
dadurch gekennzeichnet,
daß schwingungsaussendenden Resonatorelemente (4) bei der Erstellung der Bausubstanz (1) in diese eingeformt/eingefügt werden und die Wellenleiter (3) bis zur Bauteil- oder Bauwerksoberfläche (1) geführt werden und
10 dort in einer Kuppelstelle enden, daß die Abschirmelemente (5), (8) in Form metallischer Folien oder Gitterverbunde in die Bausubstanz (1) bereits bei deren Erstellung eingefügt werden und daß zeitlich begrenzt, kontinuierlich oder impulsartig, über die Resonatorelemente (4) die Aussendung der Energiestrahlung (14) erfolgt.
- 15 4. Verfahren nach Anspruch 3,
dadurch gekennzeichnet,
daß als Resonatorelemente (4) bereits im Bauteil- oder im Bauwerk (1) befindliche metallische Gegenstände oder Armierungen lösbar mit den Wellenleitern (3) von Magnetronen (2) verbunden sind.
- 20 5. Verfahren nach Anspruch 3,
dadurch gekennzeichnet,
daß mehrere Resonatorelemente (4) an oder innerhalb eines Bauwerkes (1) verbracht werden und jedes Resonatorelement (4) mit einem anderen Frequenzspektrum sendet.
- 25 6. Verfahren nach den Ansprüchen 3 bis 5,
dadurch gekennzeichnet,
daß das Frequenzspektrum des Resonatorelementes (4) in Abhängigkeit von der Bestrahlungszeit verändert wird.
- 30 7. Verfahren nach den Ansprüchen 3 bis 6,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Bestrahlungszeit in Abhängigkeit von Materialart und Feuchte in der zu trocknenden Bausubstanz in Stufen oder stufenlos verändert wird.

Claims

- 35 1. A device for drying out buildings, parts of buildings and/or fixed structures/components with the aid of high-frequency radiation, in particular, in the microwave range whereby the radiation generated by magnetrons is radiated by radiation emitters arranged directly at the magnetrons or linked with them via waveguides (3) and is reflected by appropriate shields,
40 **characterised in**

that the radiation emitters comprise oscillation-emitting resonator elements (4) in the form of antennas arranged centrally in the space, which fulfil the function of oscillation emitters to apply the electromagnetic waves to the structures/components or parts of buildings.
- 45 2. A device as claimed in Claim 1,
characterised in

50 that magnetrons (2) linked with their resonator elements (4) or these with the magnetrons (2) via waveguides (3) are arranged in flexible hose-style sliding (11) or rolling (10) racks (13) linked by one or several pull devices (7) designed partially as ropes.
- 55 3. A method for drying out buildings, parts of buildings and/or fixed structures/components with the aid of high-frequency radiation, in particular, in the microwave range, whereby the radiation generated by magnetrons is radiated by radiation emitters arranged directly at the magnetrons or linked with them via waveguides and is reflected by appropriate shielding elements,
characterised in

that magnetrons (2) acting as generators of high-frequency electromagnetic waves (14) are linked with resonator elements (4) via waveguides (3) and are installed in the building material (1) using shielding elements (5) and/or radiation reflectors (8),

that the oscillation-emitting resonator elements (4) are incorporated into the building material (1) and the waveguides (3) are led to the surface of the building part or the building material (1) and end there in a joint, that the shielding elements (5), (8) in the form of metal foils or grid compounds are incorporated in the building material (1) already during their creation and

that the emission of the high-frequency radiation (14) is carried out limited in time, continuously or pulsed using resonator elements (4).

4. A method as claimed in Claim 3
characterised in

that metal objects or reinforcements used as resonator elements (4) are linked with the waveguides (3) of the magnetrons (2) already in the component/structure/part of building or building material (1) such that they can be removed.

5. A method as claimed in Claim 3
characterised in

that several resonator elements (4) are installed on or in a building (1) and each resonator element (4) emits the radiation at different frequency ranges.

6. A method as claimed in Claims 3 to 5
characterised in

that the frequency range of the resonator element (4) is changed depending on the radiation time.

7. A method as claimed in Claims 3 to 6
characterised in

that the radiation time is varied in steps or steplessly depending on material type and moisture in the building material to be dried out.

Revendications

1. Dispositif d'assèchement de bâtiments et/ou d'éléments de construction fixes par l'effet d'un rayonnement d'énergie haute fréquence, en particulier dans le domaine des micro-ondes, le rayonnement d'énergie produit par des magnétons étant ce faisant diffusé par des émetteurs de rayonnement qui sont directement associés au magnétron ou qui sont reliés à ceux-ci via des guides d'ondes et réfléchi par des éléments écrans appropriés, caractérisé en ce que les émetteurs de rayonnement se composent d'éléments résonateurs émettant des oscillations (4) sous forme d'antennes disposées au centre de l'espace, qui réalisent la fonction d'émission d'oscillations, les éléments de construction ou les zones de l'ouvrage de construction subissant ce faisant l'influence de ces ondes.

2. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que des magnétons(2) sont disposés avec leurs éléments résonateurs (4) ou ceux-ci reliés avec les magnétons (2) via les guides d'ondes (3) dans des supports de matériels (13) de type flexible-tuyau configurés de façon à glisser (11) ou à rouler (10), qui sont reliés à un ou plusieurs dispositif(s) de traction (7), pour partie sous forme de câbles.

3. Procédé d'assèchement de bâtiments et/ou d'éléments de construction fixes par l'effet d'un rayonnement d'énergie haute fréquence, en particulier dans le domaine des micro-ondes, le rayonnement d'énergie produit par des magnétons d'émetteurs de rayonnement qui sont reliés à ceux-ci via des guides d'ondes étant ce faisant diffusé et réfléchi par des éléments écrans appropriés, caractérisé en ce que des éléments résonateurs émettant des oscillations (4) sont, lors de la fabrication du matériau de construction (1), moulés ou intégrés à celui-ci et en ce que les guides d'ondes (3) sont introduits jusque dans la surface de l'élément de construction ou de l'ouvrage de construction (1) et là, se terminent en un dispositif de couplage, en ce que les éléments écrans (5) (8), se présentant sous forme de feuilles métalliques ou de composites de grille, sont d'emblée intégrés dans le matériau de cons-

EP 0 807 235 B1

truction (1) lors de sa fabrication et en ce que l'émission du rayonnement d'énergie (14) s'effectue via les éléments résonateurs (4) de façon limitée dans le temps, en continu ou par impulsions.

- 5
4. Procédé selon la revendication 3, caractérisé en ce que des objets ou des armatures métalliques se trouvant d'emblée dans l'élément de construction ou dans l'ouvrage de construction (1) en tant qu'éléments résonateurs (4) sont reliés aux guides d'ondes (3) de magnétrons (2) de façon amovible.
- 10
5. Procédé selon la revendication 3, caractérisé en ce que plusieurs éléments résonateurs (4) sont transférés sur ou à l'intérieur d'un ouvrage de construction (1) et en ce que chaque élément résonateur (4) émet avec un spectre de fréquences différent.
- 15
6. Procédé selon les revendications 3 à 5, caractérisé en ce que le spectre de fréquences de l'élément résonateur (4) est modifié en fonction de la durée de rayonnement.
7. Procédé selon les revendications 3 à 6, caractérisé en ce que la durée de rayonnement est modifiée par étape ou en continu en fonction du type de matériau et de l'humidité dans le matériau de construction à assécher.

20

25

30

35

40

45

50

55

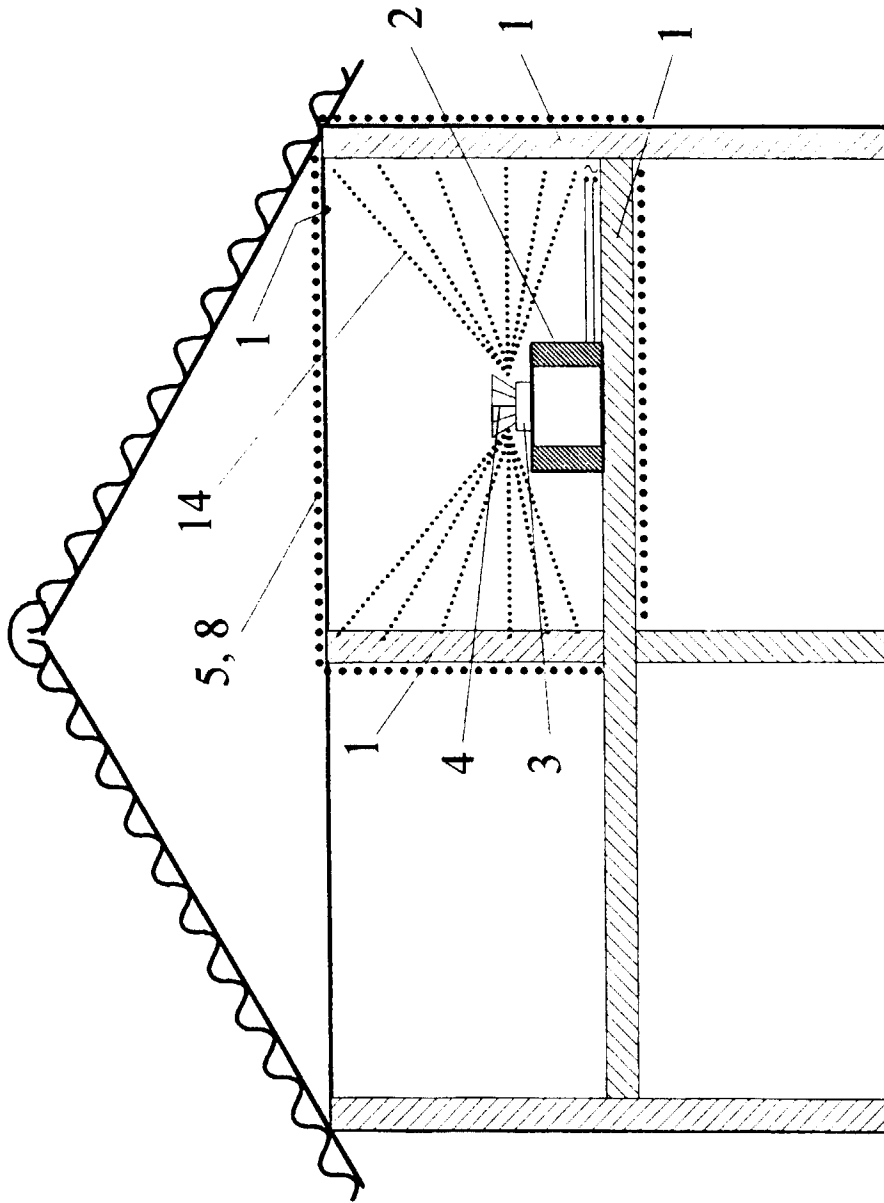


Fig. 1

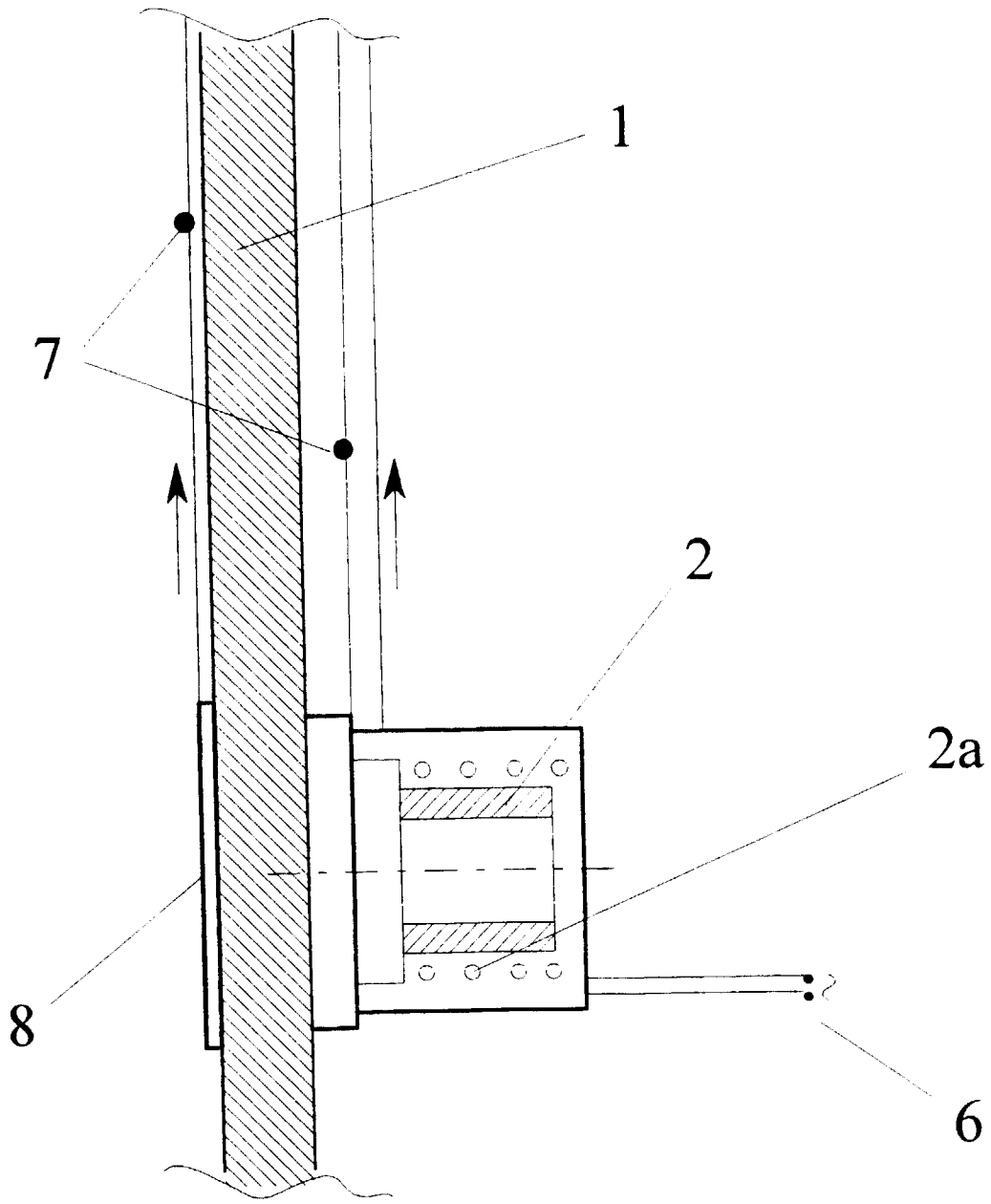
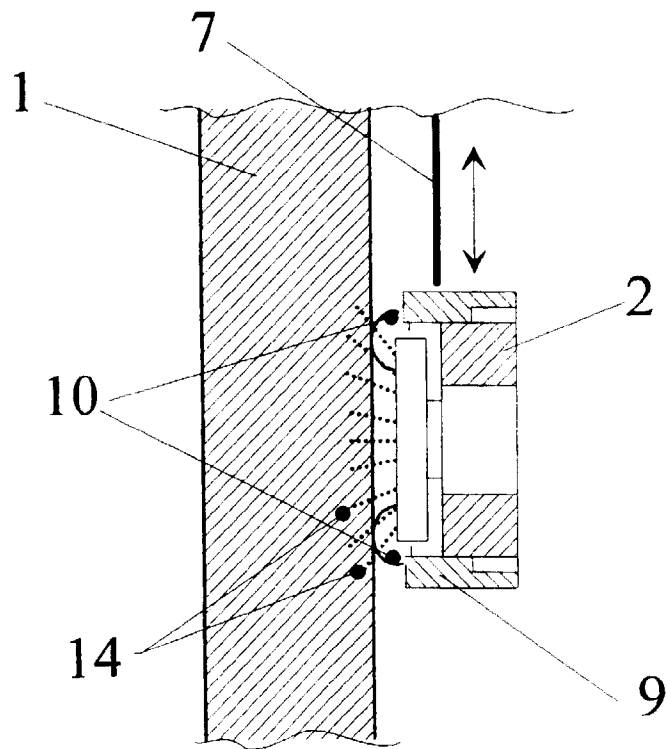
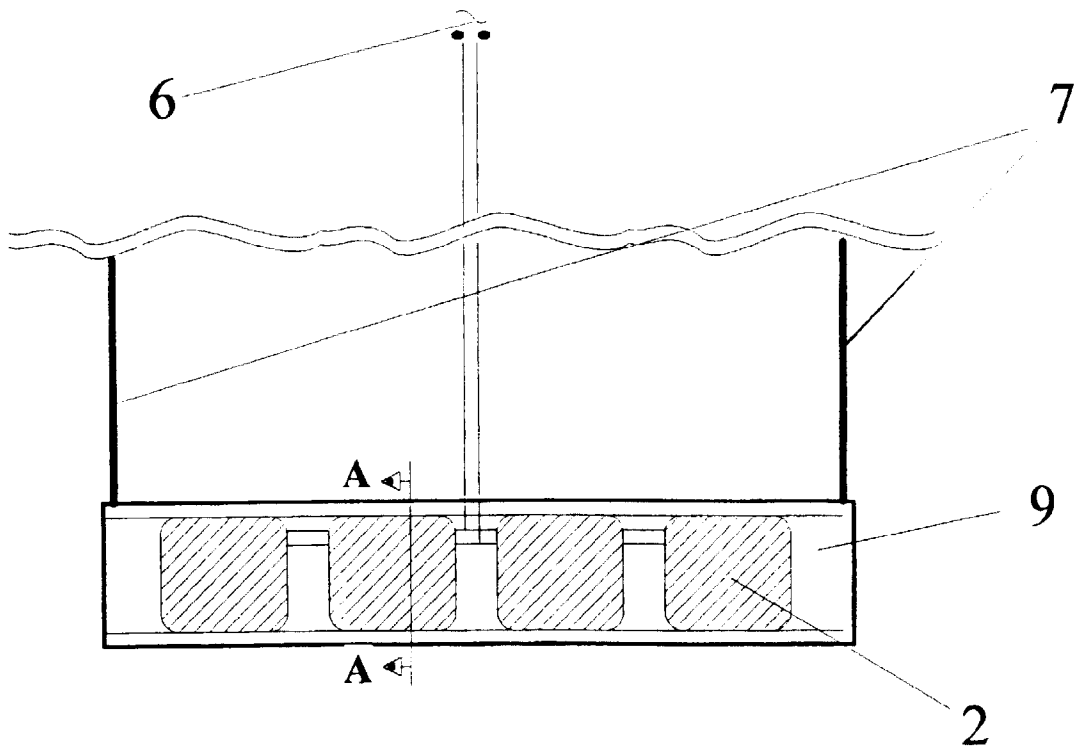
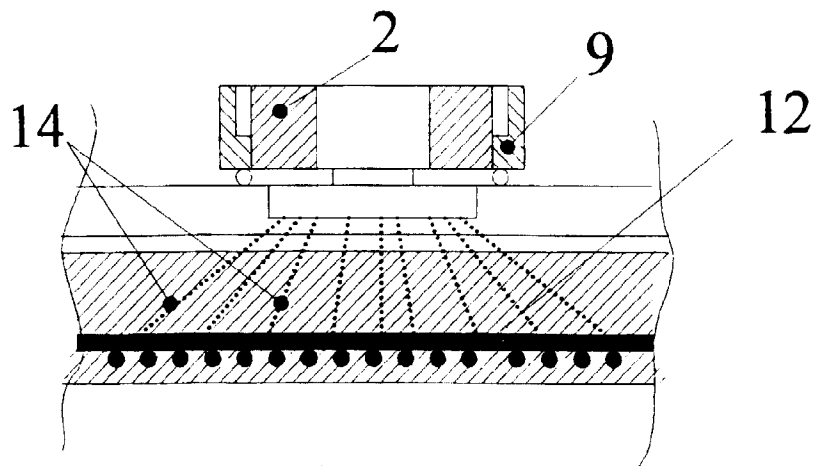
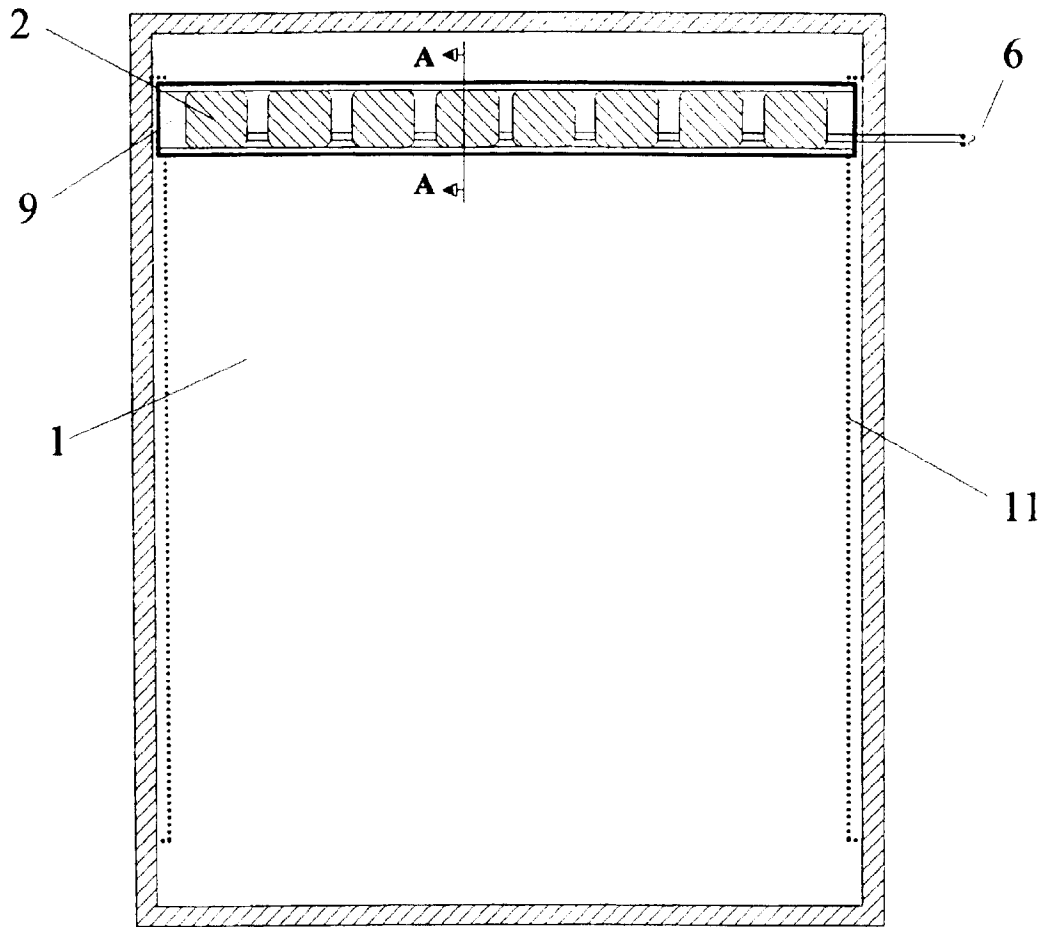


Fig. 2



Schnitt A - A

Fig. 3



Schnitt A - A

Fig. 4

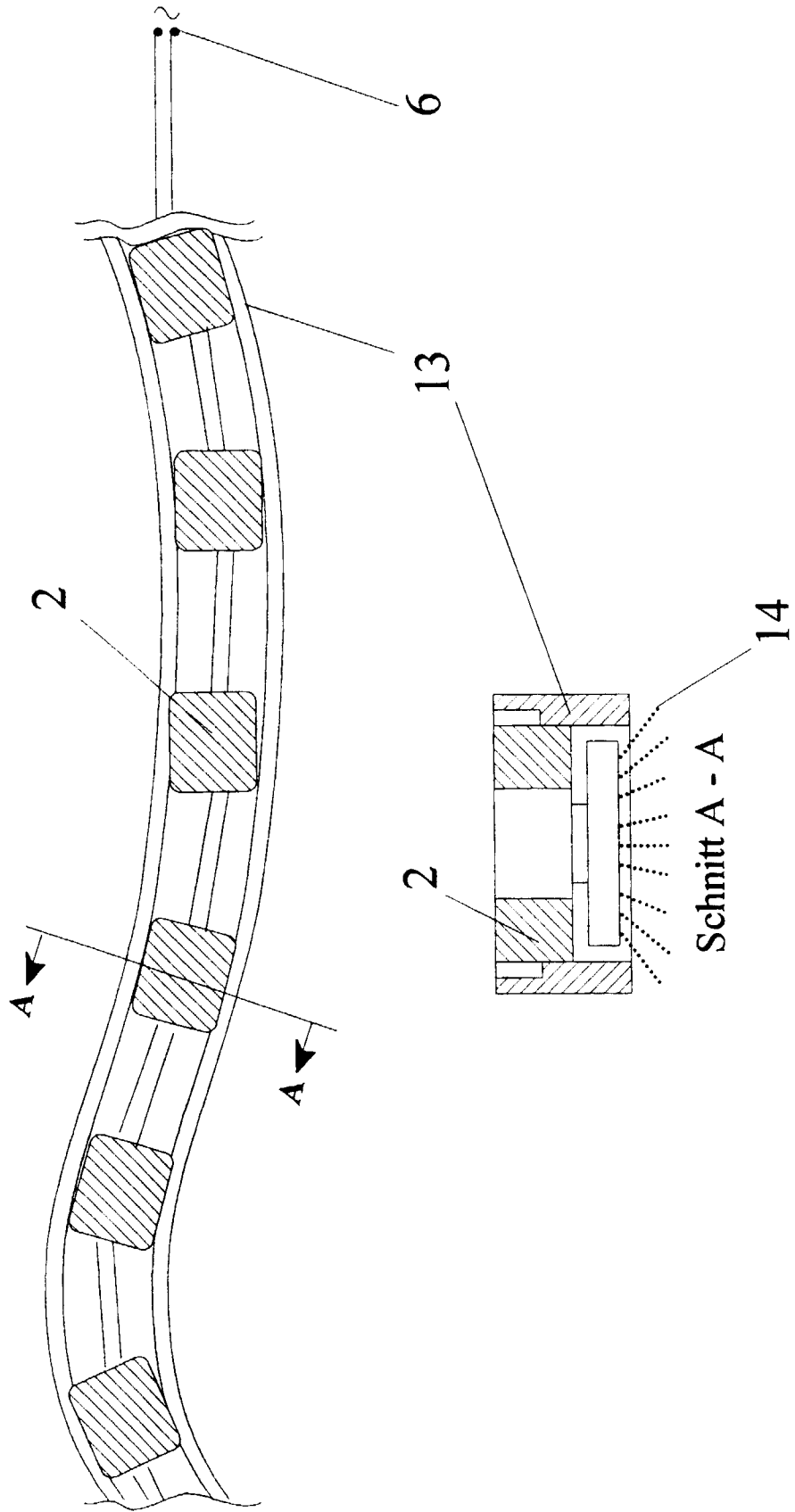


Fig. 5