

(19)



(11)

EP 2 199 461 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
20.07.2011 Patentblatt 2011/29

(51) Int Cl.:
D21F 5/00 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **09173151.3**

(22) Anmeldetag: **15.10.2009**

(54) **Trockenkammer zur dielektrischen Trocknung eines Guts, insbesondere einer Papierbahn**

Drying chamber for dielectric drying of a good, in particular a sheet of paper

Chambre séchage pour le séchage diélectrique d'un produit, notamment d'une bande de papier

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL
PT RO SE SI SK SM TR**

(30) Priorität: **15.12.2008 DE 102008062320**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
23.06.2010 Patentblatt 2010/25

(73) Patentinhaber: **SIEMENS
AKTIENGESELLSCHAFT
80333 München (DE)**

(72) Erfinder: **Diehl, Dirk
91052, Erlangen (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A1- 0 013 400 US-A- 4 873 407

EP 2 199 461 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Trockenkammer zur dielektrischen Trocknung eines Guts, insbesondere einer Papierbahn mit den Merkmalen des Oberbegriffs des Anspruchs 1.

[0002] Aus dem Stand der Technik sind verschiedene Verfahren zur Trocknung von Gütern, wie z.B. Materialbahnen oder Papierbahnen, bekannt. In der Papierherstellung werden zur Trocknung von Papierbahnen insbesondere Nasspressen sowie eine Kontakttrocknung über dampfbeheizte Trockenzylinder verwendet. Darüber hinaus sind kontaktlose Trockenverfahren, wie z.B. die Beheizung von Materialbahnen mit Gasbrennern, die Infrarotbestrahlung sowie die dielektrische Trocknung im Hochfrequenzfeld bekannt.

[0003] Die dielektrische Hochfrequenz Trocknung wird beispielsweise bei der Holzverleimung zur Trocknung des Leims eingesetzt. Ebenso ist es aus der Druckschrift EP 0 013 400 A1 bekannt, zur Trocknung von feuchten Bahnen aus Papier oder Kartonagen einen dielektrischen Hochfrequenz Trockner zu verwenden. Die Druckschrift EP 0 013 400 A1 zeigt dabei eine Trockenkammer gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1. Bei der dielektrischen Trocknung wird das zu trocknende Gut einem starken elektrischen Wechselfeld ausgesetzt, welches innerhalb einer Trockenkammer erzeugt wird. Die Aufheizung des Guts und die Verdampfung der darin enthaltenen flüssigen Bestandteile erfolgt über durch das Hochfrequenzfeld generierte Wechselströme, welche in dem zu trocknenden Gut fließen. Zur dielektrischen Trocknung werden hohe elektrische Feldstärken innerhalb der Trockenkammer benötigt, was häufig dazu führt, dass auch außerhalb der Trockenkammer weiterhin noch starke Felder auftreten, welche oftmals vorgeschriebene Grenzwerte zum Schutz von Bedienpersonal überschreiten.

[0004] Aufgabe der Erfindung ist es deshalb, eine Trockenkammer zur dielektrischen Trocknung eines Guts zu schaffen, bei der die außerhalb der Trockenkammer auftretenden elektrischen Felder möglichst gering gehalten werden.

[0005] Diese Aufgabe wird durch die Trockenkammer gemäß Patentanspruch 1 gelöst. Weiterbildungen der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen definiert.

[0006] Die erfindungsgemäße Trockenkammer umfasst ein zumindest teilweise leitfähiges Gehäuse mit einem Eingangs- und Ausgangsschlitz für das zu trocknende Gut, wobei das Gut im Betrieb der Trockenkammer durch das Gehäuse geführt wird. Ferner ist eine Hochfrequenzanordnung mit zumindest einer Spannungsquelle, beispielsweise einem Wechselspannungs-Oszillator, vorgesehen, wobei mit der Hochfrequenzanordnung zumindest ein elektrisches Wechselfeld mit einer Betriebsfrequenz im Inneren des Gehäuses erzeugt wird.

[0007] Die erfindungsgemäße Trockenkammer zeichnet sich durch eine Wellenleiter-Anordnung mit einer An-

zahl von Wellenleitern (d.h. mit einem oder mehreren Wellenleitern) aus, wobei die Wellenleiter jeweils zwei und gegebenenfalls auch mehr leitfähige Flächen mit dazwischen liegendem Dielektrikum umfassen, wobei sich das Dielektrikum und die leitfähigen Flächen in eine Erstreckungsrichtung von einem ersten Ende, welches eine auf den Eingangs- und/oder Ausgangsschlitz weisende Eintrittsöffnung in das Dielektrikum bildet, zu einem zweiten Ende erstreckt, an welchem die leitfähigen Flächen des jeweiligen Wellenleiters elektrisch miteinander verbunden sind. Ein Wellenleiter weist dabei eine Länge in der Erstreckungsrichtung auf, welche im Wesentlichen einem Viertel der Wellenlänge der Betriebsfrequenz und/oder einem Viertel der Wellenlänge der Betriebsfrequenz plus einer oder mehrerer halber Wellenlängen der Betriebsfrequenz entspricht.

[0008] Der Erfindung liegt die Erkenntnis zu Grunde, dass durch einen Wellenleiter mit der Länge von einem Viertel der Wellenlänge der Betriebsfrequenz (bzw. plus entsprechender halber Wellenlängen der Betriebsfrequenz) und mit einem entsprechenden Kurzschluss zwischen den leitfähigen Flächen des Wellenleiters eine Verminderung des über den Eingangs- bzw. Ausgangsschlitz des Gehäuses austretenden elektrischen Wechselfeldes erreicht werden kann. Die Erfinder konnten insbesondere zeigen, dass das Feld derart stark reduziert werden kann, dass vorgeschriebene Grenzwerte von elektrischen Feldstärken auch in unmittelbarer Umgebung um den Eingangsschlitz bzw. Ausgangsschlitz eingehalten werden.

[0009] In einer besonders bevorzugten Ausführungsform verläuft die erste Erstreckungsrichtung, in der sich die leitfähigen Flächen bzw. das Dielektrikum erstrecken, im Wesentlichen senkrecht zur Längsrichtung des Eingangs- und/oder Ausgangsschlitzes. Hierdurch wird eine besonders effektive Reduzierung des elektrischen Feldes an den Schlitten erreicht. In einer weiteren Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Trockenkammer liegt die Betriebsfrequenz der Hochfrequenzanordnung bei 1 MHz und mehr, und vorzugsweise wird eine Frequenz in einem ISM-Frequenzband (ISM = Industrial Scientific Medical) verwendet, wobei ISM-Bänder lizenzfrei für industrielle Anwendungen eingesetzt werden können. In einer weiteren Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens liegt die Betriebsfrequenz der Hochfrequenzanordnung zwischen 10 MHz und 3 GHz, insbesondere zwischen 10 MHz und 250 MHz, und vorzugsweise im Wesentlichen bei 13,5 MHz und/oder 27 MHz und/oder 40,7 MHz. Die drei zuletzt genannten Frequenzen sind dabei entsprechende Frequenzen in einem lizenzfreien ISM-Frequenzband.

[0010] Mit der erfindungsgemäßen Trockenkammer können hohe elektrische Felder innerhalb der Kammer erzeugt werden, ohne dass Grenzwerte für elektrische Felder außerhalb der Kammer überschritten werden. Insbesondere liegen die Amplituden der Wechselspannungen der zumindest einen Spannungsquelle im Hochspannungsbereich zwischen 1 kV und 100 kV, insbeson-

dere zwischen 5 kV und 25 kV und besonders bevorzugt bei 10 kV.

[0011] In einer weiteren, bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist das Gehäuse der Trockenkammer ein metallisches Gehäuse. Ferner ist zumindest eine leitfähige Fläche des oder der Wellenleiter vorzugsweise ganzstückig mit dem Gehäuse ausgebildet und/oder von einem Teil des Gehäuses gebildet und/oder separat von dem Gehäuse ausgebildet.

[0012] Die Wellenleiter der Wellenleiter-Anordnung können in der Erstreckungsrichtung auf verschiedene Art und Weise geformt sein. Insbesondere können sie in der Erstreckungsrichtung aufgerollt sein und/oder in der Erstreckungsrichtung planar bzw. mäanderförmig bzw. zickzackförmig verlaufen. Gegebenenfalls können die Wellenleiter auch um Ecken des Gehäuses herumgeführt sein. Wesentlich ist dabei lediglich, dass die Gesamtlänge des Wellenleiters vom ersten zum zweiten Ende immer ein Viertel der Wellenlänge der Betriebsfrequenz bzw. ein Viertel der Wellenlänge der Betriebsfrequenz plus einer oder mehrerer halber Wellenlängen der Betriebsfrequenz beträgt.

[0013] In einer weiteren Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Trockenkammer erstrecken sich das Dielektrikum und die leitfähigen Flächen von einem oder mehreren Wellenleitern der Wellenleiter-Anordnung in eine zweite Erstreckungsrichtung, welche im Wesentlichen in Längsrichtung des Eingangs- und/oder Ausgangsschlitzes verläuft. Dabei erstreckt sich das Dielektrikum bzw. die leitfähigen Flächen in der zweiten Erstreckungsrichtung vorzugsweise in eine Länge, welche zumindest 50% und vorzugsweise im Wesentlichen 100% der Länge des Eingangs- und/oder Ausgangsschlitzes in Längsrichtung beträgt. Auf diese Weise kann über die Gesamtlänge des Eingangs- bzw. Ausgangsschlitzes eine effektive Reduzierung des elektrischen Feldes außerhalb der Trockenkammer erreicht werden.

[0014] In einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung können entlang eines Eingangs- bzw. Ausgangsschlitzes in der zweiten Erstreckungsrichtung mehrere Wellenleiter angeordnet sein, welche durch eine im Wesentlichen senkrecht zur zweiten Erstreckungsrichtung verlaufende Spalte voneinander getrennt sind. In einer weiteren, besonders bevorzugten Ausgestaltung sind die leitfähigen Flächen einer oder mehrerer Wellenleiter der Wellenleiter-Anordnung geerdet und/oder an dem zweiten Ende mit dem Gehäuse verbunden. Vorzugsweise ist das Gehäuse dabei geerdet, so dass eine Erdung des Wellenleiters über das Gehäuse erreicht werden kann. In einer weiteren Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Trockenkammer ist zumindest eine leitfähige Fläche eines oder mehrerer Wellenleiter der Wellenleiter-Anordnung über einen oder mehrere Stege, vorzugsweise leitfähige Stege (z.B. aus Metall), mit dem Gehäuse verbunden. Auf diese Weise kann der Wellenleiter abgestützt werden.

[0015] In einer weiteren Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens sind ein oder mehrere Wel-

lenleiter der Wellenleiter-Anordnung innerhalb und/oder außerhalb des Gehäuses angeordnet. Für beide Anordnungen kann eine effektive Reduzierung des Feldes im Bereich des Eingangs- bzw. Ausgangsschlitzes erreicht werden.

[0016] In einer besonders bevorzugten Ausgestaltung sind der Eingangs- und/oder Ausgangsschlitz und zumindest teilweise ein oder mehrere Wellenleiter der Wellenleiter-Anordnung an der Oberseite des Gehäuses angeordnet. Hierdurch wird eine raumeffiziente Führung des Guts bzw. Anbringung der Wellenleiter erreicht.

[0017] Das für die erfindungsgemäßen Wellenleiter verwendete Dielektrikum kann beliebig ausgestaltet sein. Insbesondere kann es sich um Luft und/oder eine Keramik und/oder um einen isolierenden Kunststoff handeln.

[0018] In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung entspricht die Länge des Eingangs- und/oder Ausgangsschlitzes in Längsrichtung im Wesentlichen der Länge der Wellenlänge der Betriebsfrequenz und/oder einem Mehrfachen der Wellenlänge der Betriebsfrequenz. Hierdurch wird die Abstrahlung des elektrischen Feldes nach außen weiter vermindert.

[0019] In einer weiteren Ausgestaltung sind ein oder mehrere Wellenleiter der Wellenleiter-Anordnung auf einer und/oder auf beiden Seiten des Eingangs- und/oder Ausgangsschlitzes angeordnet. Der Eingangsschlitz und der Ausgangsschlitz können gegebenenfalls zusammenfallen, so dass das Gut über den gleichen Schlitz in die Trockenkammer eingeführt und aus der Trockenkammer herausgeführt wird. Ebenso kann es sich beim Eingangs- und Ausgangsschlitz um getrennte Schlitzte handeln.

[0020] Die in der erfindungsgemäßen Trockenkammer verwendete Hochfrequenzanordnung umfasst vorzugsweise ein oder mehrere, in dem Gehäuse angeordnete und durch die zumindest eine Spannungsquelle gespeiste Paare von Elektroden, wobei im Betrieb der Trockenkammer zwischen den Elektroden von jedem Elektrodenpaar ein hochfrequentes elektrisches Wechselfeld erzeugt wird und das Gut zwischen den Elektroden des oder der Paare von Elektroden geführt wird. Diese Variante wird insbesondere bei der Papierherstellung verwendet, bei der Papierbahnen zwischen den Elektroden zur dielektrischen Trocknung hindurchgeführt werden.

[0021] In einer weiteren Ausgestaltung sind die Paare von Elektroden im Betrieb der Trockenkammer mit unterschiedlichen Spannungsphasen und/oder Spannungsamplituden ansteuerbar. Beispielsweise können die Paare von Elektroden zumindest teilweise durch separate Spannungsquellen gespeist werden. Ebenso können die Paare von Elektroden zumindest teilweise durch eine Spannungsquelle bzw. einen Oszillator mithilfe von Leistungsteilern und Phasenschiebern betrieben werden. In einer weiteren Ausführungsform ist eine Elektrode eines jeweiligen Elektrodenpaares mit dem Gehäuse verbunden und insbesondere ganzstückig als Platte mit dem Gehäuse ausgebildet.

[0022] Die Hochfrequenzanordnung ist in einer bevorzugten Variante der Erfindung derart ansteuerbar, dass im Betrieb der Trockenkammer das elektrische Feld am Eingangs- und/oder Ausgangsschlitz minimal wird. Entsprechende Steuereinheiten zur optimierten Steuerung des elektrischen Feldes sind dabei aus dem Stand der Technik bekannt. Vorzugsweise wird diese Variante der Erfindung durch die oben beschriebenen Elektrodenpaare realisiert, welche in geeigneter Weise mit unterschiedlichen Spannungsphasen bzw. Spannungsamplituden geeignet angesteuert werden, um hierdurch das elektrische Feld im Bereich des Eingangs- bzw. Ausgangsschlitzes zu minimieren.

[0023] In einer weiteren, bevorzugten Ausführungsform der Erfindung sind in dem Gehäuse ein oder mehrere Führungstrollen zum Führen des Guts durch die Trockenkammer vorgesehen. Solche Führungsrollen werden insbesondere bei der Führung von Materialbahnen bzw. Papierbahnen eingesetzt, um hierdurch die Bahnen in der Trockenkammer geeignet umzulenken.

[0024] Ausführungsbeispiele der Erfindung werden nachfolgend anhand der beigefügten Figuren detailliert beschrieben.

[0025] Es zeigen:

Fig. 1 eine schematische Schnittdarstellung einer Trockenkammer ohne Wellenleiter-Anordnung; und

Fig. 2 eine schematische Schnittdarstellung einer Trockenkammer gemäß einer Ausführungsform der Erfindung.

[0026] Nachfolgend wird die Erfindung basierend auf einer Trockenkammer zur Trocknung von feuchten Papierbahnen in einer Papierherstellungsmaschine beschrieben. Die Erfindung ist jedoch nicht auf die Trocknung von Papierbahnen beschränkt, sondern die nachfolgend erläuterte Ausführungsform einer Trockenkammer kann auch zur Trocknung von anderem Gut bzw. anderen Materialbahnen eingesetzt werden. Entscheidend ist lediglich, dass in dem zu trocknenden Gut elektrische Wechselströme erzeugbar sind. Diese Voraussetzung ist insbesondere dann gegeben, wenn das Gut feucht ist, d.h. einen nicht unerheblichen Wassergehalt aufweist.

[0027] Bei der Papierherstellung werden heutzutage üblicherweise Maschinen verwendet, bei denen aus nassem Zellstoff in verschiedenen Bearbeitungsstufen Papierbahnen gebildet werden. Ein wesentlicher Verfahrensschritt ist dabei die Trocknung der Papierbahnen. Üblicherweise erfolgt der erste Trocknungsschritt in einer Papierherstellungsmaschine in Nasspressen, in denen der größte Teil des Wassers abgeschieden wird. In einer nachfolgenden Trockenpartie der Maschine wird der Wassergehalt weiter reduziert. Dazu werden meist dampfbeheizte rotierende Trommeln in der Form von Trockenzylindern verwendet, um die das Papier geführt

wird. Der Wärmeübergang von den Trommeln zu dem Papier erfolgt über Wärmeleitung, wozu ein inniger Kontakt zwischen Papier und Trommel erforderlich ist.

[0028] Ein Großteil derzeit hergestellter Papiersorten zählt zu den sog. Streichpapieren, bei denen das Rohpapier einen hohen Zellstoffanteil aufweist und beidseitig mit verschiedenen, teilweise mineralischen Stoffen bestrichen wird, um Oberflächenbeschaffenheit und andere Eigenschaften des Papiers anzupassen und gleichzeitig Zellstoff einzusparen. Insbesondere bei solchen Streichpapieren, jedoch auch bei anderen Papiersorten, werden Trocknungspartien in der Herstellungsmaschine benötigt, welche kontaktlos arbeiten, um die Papiere zunächst oberflächlich zu trocknen. Weitere Trocknungsschritte können wiederum im Kontakt mit üblichen Trockenzylindern erfolgen.

[0029] Die nachfolgend beschriebene Ausführungsform der erfindungsgemäßen Trockenkammer basiert auf einer kontaktlosen Trocknung in der Form einer dielektrischen Trocknung in einem elektrischen Hochfrequenzfeld. Die dielektrische Hochfrequenz-Trocknung wird großtechnisch vorwiegend bei der Holzverleimung eingesetzt, kann jedoch auch zur Trocknung von Papierbahnen verwendet werden.

[0030] Fig. 1 zeigt eine Trockenkammer basierend auf dielektrischer Trocknung ohne die erfindungsgemäße Wellenleiter-Anordnung. Die Trockenkammer umfasst ein rechteckförmiges Gehäuse 1 aus Metall, in der eine Papierbahn 2 geführt wird. Die Papierbahn tritt dabei über einen Eingangsschlitz 3 an der Oberseite des Gehäuses 1 in dessen Inneres ein und verlässt das Gehäuse über einen entsprechenden Ausgangsschlitz 4, der ebenfalls an der Oberseite des Gehäuses vorgesehen ist. Im Inneren des Gehäuses 1 wird die Papierbahn über entsprechende Trommeln 5 geführt, wobei die Längsrichtung der Trommeln senkrecht zur Blattebene der Fig. 1 verläuft. Die Trommeln weisen eine Länge auf, welche im Wesentlichen der Breite der Papierbahn entspricht. Je nach Maschine kann die Länge der Trommeln z.B. zwischen 2 m und 10 m liegen. Ebenso kann der Durchmesser der Trommeln variieren. Üblicherweise liegt der Durchmesser dabei im Bereich von 1 m.

[0031] In der Trockenkammer der Fig. 1 sind insgesamt acht Trommeln unterhalb der Oberseite 1a des Gehäuses 1 und vier Trommeln unmittelbar über der Unterseite 1b des Gehäuses 1 vorgesehen. Innerhalb des Gehäuses befinden sich vier nebeneinander angeordnete Elektrodenanordnungen, wobei jede Elektrodenanordnung zwei Elektrodenpaare mit entsprechenden Elektroden 6 und 7 umfasst. Die einzelnen Elektroden 6 bzw. 7 weisen dabei eine Ausdehnung senkrecht zur Blattebene der Fig. 2 auf, welche im Wesentlichen der Breite der Papierbahn 2 entspricht. Durch die Elektrodenpaare werden jeweils Plattenkondensatoren gebildet, zwischen denen ein hochfrequentes elektrisches Wechselfeld generiert wird. Hierzu sind an den Elektroden 7 jeweils konische Anschlüsse 7a vorgesehen, welche in einem Bereich angeordnet sind, der außerhalb des Zwischen-

raums zwischen den Elektroden des entsprechenden Elektrodenpaars liegen. Die konischen Anschlüsse sind mit einem (nicht gezeigten) Koaxialkabel verbunden, das aus dem Gehäuse herausgeführt wird und mit einem entsprechenden Wechselspannungs-Oszillator (nicht gezeigt) verbunden ist.

[0032] Die Gegenelektrode 6 zur Elektrode 7 des jeweiligen Elektrodenpaars ist eine Metallplatte, welche vorzugsweise einstückig mit dem Gehäuse ausgebildet ist und über das Gehäuse auf ein Bezugspotential gesetzt ist bzw. geerdet ist. In einer anderen Ausführungsform (nicht gezeigt) können die Elektroden 6 und Gegenelektroden 7 beide isoliert vom (geerdeten) Gehäuse ausgebildet sein. Vorzugsweise werden dabei die benachbarten Elektrodenpaare einer Elektrodenanordnung (d.h. die Elektrodenpaare mit unmittelbar benachbarten Elektroden 7) von dem gleichen Wechselspannungs-Oszillator gespeist, wobei derselbe Wechselspannungs-Oszillator auch für die Elektrodenpaare der anderen Elektrodenanordnungen verwendet werden kann. Gegebenenfalls können für die anderen Anordnungen jedoch auch andere Wechselspannungs-Oszillatoren verwendet werden. Insbesondere ist es auch möglich, dass jedes Elektrodenpaar bzw. jede Elektrodenanordnung durch einen separaten Wechselspannungs-Oszillator gespeist wird.

[0033] Im Betrieb der Trockenkammer wird das Papier über die Trommeln 5 durch die einzelnen Zwischenräume der Kondensatoren bildenden Elektrodenpaare in Richtung des Pfeils P geführt. Hierdurch wird das Papier einem elektrischen Wechselfeld zwischen den Elektrodenpaaren ausgesetzt, wobei dieses Wechselfeld durch die entsprechenden Wechselspannungs-Oszillatoren erzeugt wird. Das Wechselfeld weist dabei eine Betriebsfrequenz auf, welche vorzugsweise zwischen 10 MHz und 200 MHz liegt. Die angelegte Spannung liegt dabei im Kilovoltbereich, insbesondere zwischen 1 und 100 kV. In einer bevorzugten Ausführungsform wird als Betriebsspannung eine Wechselspannung mit einer Frequenz im Bereich von 13,5 MHz bzw. 27 MHz bzw. 40,7 MHz verwendet, wobei diese Bereiche jeweils in lizenzfreien ISM-Bändern liegen.

[0034] Mit Hilfe der hochfrequenten elektrischen Wechselfelder werden in dem durch die Kammer geführten Papier 2 Wechselströme generiert, wobei eine Aufheizung des Papiers über die dielektrischen Verluste dieser Wechselströme im Papier erfolgt, was wiederum zur Verdampfung des Wasseranteils im Papier und damit zur Trocknung des Papiers führt. Dabei ist die Verlustleistungsverteilung im Papier proportional zur elektrischen Leitfähigkeit und damit näherungsweise proportional zum Wassergehalt, woraus sich eine Selektivität der Trocknung ergibt. Das heißt, erhöhte Heizleistungen werden in den feuchteren Regionen des Papiers erreicht, während bereits getrocknete Regionen weniger stark beheizt werden. Diese Selektivität sowie die kontaktlose Einbringung der Heizleistung direkt in das Papierinnere sind wesentliche Vorteile der dielektrischen Trocknung

im Vergleich zu einer Trocknung mittels Wärmeleitung über Trockenzylinder, bei der die Trocknung ausgehend von der Oberfläche bei Kontakt mit dem Trockenzylinder erfolgt.

[0035] Die Hochfrequenz Trocknung in der Trockenkammer der Fig. 1 erfordert hohe elektrische Feldstärken dicht am Ort des zu trocknenden Papiers innerhalb des Gehäuses 1, wobei gleichzeitig sichergestellt werden muss, dass die elektrischen Feldstärken außerhalb der Trockenkammer entsprechende Arbeitsschutzlinien erfüllen und festgelegte Grenzwerte nicht überschreiten. In der Norm IEC 62226 zum Schutz von Bedienpersonal ist beispielsweise bei einem Betrieb der Elektrodenpaare mit einer Frequenz zwischen 10 MHz und 110 MHz eine Maximalstärke des elektrischen Feldes außerhalb der Kammer von 61 V/m erlaubt. Die Erfinder konnten nachweisen, dass sich bei einem Betrieb der Trockenkammer der Fig. 1 mit einer Frequenz von 13,5 MHz und einer Spannung von 10 kV insbesondere im Bereich des Eingangsschlitzes 3 und des Ausgangsschlitzes 4 eine elektrische Feldstärke ergibt, welche deutlich über den Grenzwert von 61 V/m liegt.

[0036] Fig. 2 zeigt ein Ausführungsbeispiel der Erfindung, bei der die elektrischen Feldstärken außerhalb des Gehäuses der Trockenkammer unter den Grenzwert von 61 V/m gehalten werden können. Das Ausführungsbeispiel der Fig. 2 entspricht dabei in seinem prinzipiellen Aufbau der Trockenkammer der Fig. 1, wobei gleiche Bauteile mit den gleichen Bezugszeichen versehen sind. Insbesondere wird wiederum eine Papierbahn 2 über einen Eingangsschlitz 3 und einen Ausgangsschlitz 4 durch ein leitfähiges Gehäuse 1 geführt und durchläuft dabei insgesamt acht Elektrodenpaare umfassend Elektroden 6 und 7, die mit einem entsprechenden Wechselfeld über Wechselspannungs-Oszillatoren gespeist werden.

[0037] Der Unterschied der Ausführungsform der Fig. 2 gegenüber der Trockenkammer der Fig. 1 besteht darin, dass auf der Oberseite 1a des Gehäuses 1 sog. Hochfrequenz-Fallen 8 vorgesehen sind, durch welche die nach außen abgestrahlte Hochfrequenzleistung des elektrischen Wellenfeldes stark vermindert wird. Die Hochfrequenz-Fallen stellen dabei plattenförmige dielektrische Wellenleiter dar, bei denen ein Dielektrikum zwischen einer elektrisch leitfähigen Fläche 8a (z.B. aus Metall) auf der Oberseite und einer elektrisch leitfähigen Fläche 8b (z.B. aus Metall) auf der Unterseite des Wellenleiters angeordnet ist. Die Unterseite des Wellenleiters wird dabei durch einen Teil des Gehäuses gebildet. Das Dielektrikum ist in Fig. 2 durch eine Schraffur angedeutet und stellt in der dargestellten Ausführungsform Luft dar.

[0038] Gemäß Fig. 1 sind zwei dielektrische Wellenleiter 8 vorgesehen, welche jeweils benachbart zu dem Eingangsschlitz 3 bzw. Ausgangsschlitz 4 angeordnet sind. Die Wellenleiter weisen dabei eine Erstreckungsrichtung in der Blattebene der Fig. 2 auf, welche sich von einem ersten Ende 8c benachbart zum jeweiligen Schlitz

3 bzw. 4 zu einem zweiten Ende 8d erstreckt, an dem die elektrisch leitfähigen Flächen 8a und 8b miteinander kurzgeschlossen sind und mit dem Gehäuse verbunden sind. An dem zu der Papierbahn benachbarten Ende 8c der Wellenleiter erfolgt der Eintritt des elektrischen Feldes in das Dielektrikum des Wellenleiters.

[0039] Die Erstreckungsrichtung der Wellenleiter in der Blattebene der Fig. 2 umfasst dabei einen horizontalen Abschnitt, der in einen kurzen, sich senkrecht nach unten erstreckenden Abschnitt hin zur Oberseite 1a des Gehäuses 1 mündet. Die Länge des horizontalen Abschnitts der jeweiligen Wellenleiter entspricht in der Ausführungsform der Fig. 2 im Wesentlichen einem Viertel der Freiraumwellenlänge der Betriebsfrequenz, d.h. bei einem Betrieb bei 13,56 MHz entspricht diese Länge im Wesentlichen 5,55 m. Bei anderen Betriebsfrequenzen wird diese Länge entsprechend der verändernden Wellenlänge angepasst, so dass sie wiederum ein Viertel der Wellenlänge der Betriebsfrequenz beträgt. Basierend auf solchen Wellenleitern wird der physikalische Effekt der Verminderung des aus den Schlitzen 3 bzw. 4 austretenden elektrischen Feldes erreicht. Der gleiche Effekt kann gegebenenfalls auch durch Wellenleiter mit einer Länge von einer oder mehreren halben Wellenlängen der Betriebsfrequenz plus einem Viertel der Wellenlänge der Betriebsfrequenz erreicht werden (Gesamtlänge $(2n+1)/4$ mal Wellenlänge der Betriebsfrequenz mit $n=0,1,2,\dots$).

[0040] Die Wellenleiter 8 sind in Draufsicht auf die Oberseite 1a des Gehäuses 1 im Wesentlichen rechteckförmig ausgestaltet und erstrecken sich in Richtung der Breite der Papierbahn, d.h. senkrecht zur Blattebene der Fig. 2, im Wesentlichen über die Gesamtlänge der einzelnen Schlitze 3 bzw. 4 und somit über die Gesamtlänge der Papierbahn. Die Länge der Schlitze 3 bzw. 4 und damit die Erstreckungsrichtung der Wellenleiter 8 senkrecht zur Blattebene der Fig. 2 ist dabei vorzugsweise derart gewählt, dass sie der Wellenlänge der Betriebsfrequenz bzw. einem ganzzahligen Vielfachen dieser Wellenlänge entspricht. Auf diese Weise wird die Abstrahlung im Bereich der Schlitze 3 bzw. 4 weiter minimiert. Bei einer Schlitzlänge von 11 m sollte dabei eine Betriebsfrequenz von in etwa 27 MHz anstatt von 13,5 MHz verwendet werden. Die Erfinder konnten nachweisen, dass sich bei einer Betriebsfrequenz von 13,5 MHz mit einer Dielektrizitätszahl des Dielektrikums im Bereich von 1 eine deutliche Reduzierung des elektrischen Feldes außerhalb der Trockenkammer ergibt. Insbesondere ist der Betrag des elektrischen Feldes auch in unmittelbarer Umgebung zur Kammer geringer als der oben genannte Grenzwert von 61 V/m.

[0041] Die in Fig. 2 dargestellten Wellenleiter 8 stellen lediglich eine mögliche Ausführungsform dar. Anstatt die Wellenleiter planar in horizontaler Richtung auszugestalten, können diese auch gefaltet sein, um die Ecken des Gehäuses geführt sein, gerollt sein oder mäanderförmig verlaufen. Entscheidend ist lediglich, dass die Erstreckungsrichtung der Wellenleiter in der Blattebene der Fig.

2 in etwa einem Viertel der Wellenlänge der Betriebsfrequenz bzw. einem Viertel der Wellenlänge der Betriebsfrequenz plus einer oder mehrerer halber Wellenlängen der Betriebsfrequenz entspricht und die leitfähigen Flächen 8a und 8b am Ende 8c kurzgeschlossen sind.

[0042] Anstatt die Wellenleiter außerhalb des Gehäuses vorzusehen, können diese in geeigneter Weise auch innerhalb des Gehäuses angeordnet sein. Es muss lediglich ein Eintritt des elektrischen Feldes in das Dielektrikum im Bereich des Schlitzes 3 bzw. 4 über das vordere Ende 8c des Wellenleiters gewährleistet sein.

[0043] Das als Dielektrikum des Wellenleiters verwendete Material kann verschieden ausgestaltet sein, beispielsweise kann es sich um eine Keramik, um Teflon sowie gegebenenfalls auch um Luft handeln, wobei im letzteren Fall der Wellenleiter durch zwei voneinander beabstandete und an einem Ende kurzgeschlossene leitfähige Platten gebildet wird.

[0044] In einer weiteren Ausführungsform der Trockenkammer werden die einzelnen Elektrodenpaare, beispielsweise durch die Verwendung von Leistungsteilern kombiniert mit Phasenschiebern bzw. separaten Oszillatoren, mit unterschiedlichen Amplituden und Phasen angesteuert. Die Ansteuerung kann dabei derart optimiert werden, dass im Bereich des Eingangs- bzw. Ausgangsschlitzes ein Minimum des elektrischen Feldes erreicht wird. Entsprechende Steuerungen zur Optimierung des elektrischen Feldes sind dabei hinlänglich aus dem Stand der Technik bekannt. In einer weiteren Ausführungsform können ferner Stege (z.B. aus Metall) zwischen der unteren Fläche 8b des Wellenleiters 8 und der Oberseite 1a des Gehäuses vorgesehen sein, wobei sich die Stege insbesondere über die gesamte Länge zwischen dem Ende 8c und dem entgegengesetzten Ende 8d des Wellenleiters erstrecken können. Auf diese Weise wird eine Abstützung des Wellenleiters erreicht.

Patentansprüche

1. Trockenkammer zur dielektrischen Trocknung eines Guts, insbesondere einer Papierbahn (2), umfassend eine Hochfrequenzanordnung (6, 7) mit zumindest einer Spannungsquelle zur Erzeugung zumindest eines elektrischen Wechselfeldes mit einer Betriebsfrequenz im Inneren eines Gehäuses (1);

dadurch gekennzeichnet, dass

- das Gehäuse (1) zumindest teilweise leitfähig ist und einen Eingangs- und Ausgangsschlitz (3, 4) für das Gut umfasst, wobei das Gut im Betrieb der Trockenkammer durch das Gehäuse (1) geführt wird;
- eine Wellenleiter-Anordnung mit einer Anzahl von Wellenleitern (8) vorgesehen ist, welche jeweils zwei leitfähige Flächen (8a, 8b) mit dazwischen liegendem Dielektrikum umfassen, wobei sich das Dielektrikum und die leitfähigen Flä-

- chen in eine Erstreckungsrichtung von einem ersten Ende (8c), welches eine auf den Eingangs- und/oder Ausgangsschlitz (3, 4) weisende Eintrittsöffnung in das Dielektrikum bildet, zu einem zweiten Ende (8d) erstreckt, an welchem die leitfähigen Flächen (8a, 8b) des jeweiligen Wellenleiters (8) elektrisch miteinander verbunden sind;
- wobei die Länge eines jeweiligen Wellenleiters (8) in der Erstreckungsrichtung im Wesentlichen einem Viertel der Wellenlänge der Betriebsfrequenz und/oder einem Viertel der Wellenlänge der Betriebsfrequenz plus einer oder mehrerer halber Wellenlängen der Betriebsfrequenz entspricht.
2. Trockenkammer nach Anspruch 1, bei der die erste Erstreckungsrichtung im Wesentlichen senkrecht zur Längsrichtung des Eingangs- und/oder Ausgangsschlitzes (3, 4) verläuft.
 3. Trockenkammer nach Anspruch 1 oder 2, bei der die Betriebsfrequenz der Hochfrequenzanordnung (6, 7) zumindest 1 MHz beträgt und insbesondere in einem ISM-Frequenzband liegt.
 4. Trockenkammer nach Anspruch 3, bei der die Betriebsfrequenz der Hochfrequenzanordnung (6, 7) zwischen 10 MHz und 3 GHz liegt, insbesondere zwischen 10 MHz und 250 MHz, vorzugsweise bei im Wesentlichen 13,5 MHz und/oder 27 MHz und/oder 40,7 MHz.
 5. Trockenkammer nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der die zumindest eine Spannungsquelle im Betrieb eine Wechselspannung mit einer Amplitude zwischen 1 kV und 100 kV, insbesondere zwischen 5 und 20 kV und besonders bevorzugt mit 10 kV, erzeugt.
 6. Trockenkammer nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der das Gehäuse (1) ein metallisches Gehäuse ist.
 7. Trockenkammer nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der zumindest eine leitfähige Fläche (8a, 8b) des oder der Wellenleiter (8) ganzstückig mit dem Gehäuses (1) ausgebildet sind und/oder von einem Teil des Gehäuses (1) gebildet wird und/oder separat von dem Gehäuse ausgebildet ist.
 8. Trockenkammer nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der ein oder mehrere Wellenleiter (8) der Wellenleiter-Anordnung jeweils in der Erstreckungsrichtung aufgerollt sind und/oder in der Erstreckungsrichtung planar und/oder mäanderförmig und/oder zickzackförmig verlaufen und/oder um Ecken des Gehäuses herumgeführt sind.
 9. Trockenkammer nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der sich das Dielektrikum und die leitfähigen Flächen (8a, 8b) von einem oder mehreren Wellenleitern (8) der Wellenleiter-Anordnung in eine zweite Erstreckungsrichtung erstrecken, welche im Wesentlichen in Längsrichtung des Eingangs- und/oder Ausgangsschlitzes verläuft.
 10. Trockenkammer nach Anspruch 9, bei der sich das Dielektrikum in der zweiten Erstreckungsrichtung in eine Länge erstreckt, welche zumindest 50% und vorzugsweise im Wesentlichen 100% der Länge des Eingangs- und/oder Ausgangsschlitzes (3, 4) in Längsrichtung beträgt.
 11. Trockenkammer nach Anspruch 9 oder 10, bei der in der zweiten Erstreckungsrichtung mehrere Wellenleiter (8) angeordnet sind, welche durch im Wesentlichen senkrecht zur zweiten Erstreckungsrichtung verlaufende Spalte voneinander getrennt sind.
 12. Trockenkammer nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der die leitfähigen Flächen (8a, 8b) eines oder mehrerer Wellenleiter (8) der Wellenleiter-Anordnung geerdet sind und/oder an dem zweiten Ende (8d) mit dem Gehäuse (1) verbunden sind.
 13. Trockenkammer nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der zumindest eine leitfähige Fläche (8a, 8b) eines oder mehrerer Wellenleiter (8) der Wellenleiter-Anordnung über einen oder mehreren Stege mit dem Gehäuse (1) verbunden sind.
 14. Trockenkammer nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der ein oder mehrere Wellenleiter (8) der Wellenleiter-Anordnung innerhalb und/oder außerhalb des Gehäuses (1) angeordnet sind.
 15. Trockenkammer nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der der Eingangs- und/oder Ausgangsschlitz (3, 4) und zumindest teilweise ein oder mehrere der Wellenleiter (8) der Wellenleiter-Anordnung an der Oberseite (1a) des Gehäuses (1) angeordnet sind.
 16. Trockenkammer nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der das Dielektrikum Luft und/oder Keramik und/oder elektrisch isolierenden Kunststoff umfasst.
 17. Trockenkammer nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der die Länge des Eingangs- und/oder Ausgangsschlitzes (3, 4) in Längsrichtung im Wesentlichen der Wellenlänge der Betriebsfrequenz und/oder einem Mehrfachen der Wellenlänge der Betriebsfrequenz entspricht.
 18. Trockenkammer nach einem der vorhergehenden

Ansprüche, bei der ein oder mehrere Wellenleiter (8) der Wellenleiter-Anordnung auf einer und/oder auf beiden Seiten des Eingangs- und/oder Ausgangsschlitzes (3, 4) angeordnet sind.

19. Trockenkammer nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der der Eingangs- und Ausgangsschlitz (3, 4) zusammenfallen oder zwei getrennte Schlitz sind.

20. Trockenkammer nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der die Hochfrequenzanordnung ein oder mehrere, in dem Gehäuse (1) angeordnete und durch die zumindest eine Spannungsquelle gespeiste Paare von Elektroden (6, 7), insbesondere in der Form von Kondensatorplatten, umfasst, wobei im Betrieb der Trockenkammer zwischen den Elektroden (6, 7) von jedem Elektrodenpaar ein hochfrequentes elektrisches Wechselfeld erzeugt wird und das Gut zwischen den Elektroden (6, 7) des oder der Paare von Elektroden geführt wird.

21. Trockenkammer nach Anspruch 20, bei der das oder die Paare von Elektroden (6, 7) im Betrieb der Trockenkammer mit unterschiedlichen Spannungsphasen und/oder Spannungsamplituden ansteuerbar sind.

22. Trockenkammer nach Anspruch 20 oder 21, bei der die Paare von Elektroden (6, 7) zumindest teilweise durch separate Spannungsquellen gespeist werden und/oder zumindest teilweise durch eine Spannungsquelle mit Leistungsteiler und Phasenschieber gespeist werden.

23. Trockenkammer nach einem der Ansprüche 20 bis 22, bei der eine Elektrode (6) eines jeweiligen Elektrodenpaars mit dem Gehäuse (1) verbunden ist und insbesondere ganzstückig als Platte mit dem Gehäuse (1) ausgebildet ist.

24. Trockenkammer nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der die Hochfrequenzanordnung (6, 7) derart ansteuerbar ist, dass im Betrieb der Trockenkammer das elektrische Feld am Eingangs- und/oder Ausgangsschlitz (3, 4) minimal wird.

25. Trockenkammer nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der in dem Gehäuse (1) eine oder mehrere Führungstrommeln (5) zum Führen des Guts durch die Trockenkammer vorgesehen sind.

Claims

1. Drying chamber for the dielectric drying of a product, in particular a paper web (2), comprising a high-frequency arrangement (6, 7) having at least one volt-

age source for generating at least one alternating electric field with an operating frequency in the interior of a housing (1); **characterized in that**

- the housing (1) is at least partly conductive and comprises an inlet and outlet slot (3, 4) for the product, the product being led through the housing (1) during the operation of the drying chamber;

- a waveguide arrangement having a number of waveguides (8) is provided, which in each case have two conductive surfaces (8a, 8b) with dielectric located between them, the dielectric and the conductive surfaces extending in an extension direction from a first end (8c), which forms an inlet opening into the dielectric pointing towards the inlet and/or outlet slot (3, 4), to a second end (8d), at which the conductive surfaces (8a, 8b) of the respective waveguide (8) are connected electrically to one another;

- the length of a respective waveguide (8) in the extension direction corresponding substantially to one quarter of the wavelength of the operating frequency and/or one quarter of the wavelength of the operating frequency plus one or more half wavelengths of the operating frequency.

2. Drying chamber according to Claim 1, in which the first extension direction runs substantially perpendicular to the longitudinal direction of the inlet and/or outlet slot (3, 4).

3. Drying chamber according to Claim 1 or 2, in which the operating frequency of the high-frequency arrangement (6, 7) is at least 1 MHz and in particular lies in an ISM frequency band.

4. Drying chamber according to Claim 3, in which the operating frequency of the high-frequency arrangement (6, 7) lies between 10 MHz and 3 GHz, in particular between 10 MHz and 250 MHz, preferably at substantially 13.5 MHz and/or 27 MHz and/or 40.7 MHz.

5. Drying chamber according to one of the preceding claims, in which, during operation, the at least one voltage source generates an alternating voltage with an amplitude between 1 kV and 100 kV, in particular between 5 and 20 kV and particularly preferably 10 kV.

6. Drying chamber according to one of the preceding claims, in which the housing (1) is a metallic housing.

7. Drying chamber according to one of the preceding claims, in which at least one conductive surface (8a, 8b) of the waveguide or waveguides (8) is formed entirely in one piece with the housing (1) and/or is

formed by a part of the housing (1) and/or is formed separately from the housing.

8. Drying chamber according to one of the preceding claims, in which one or more waveguides (8) of the waveguide arrangement are in each case rolled up in the extension direction and/or are planar in the extension direction and/or run in a meandering form and/or in a zigzag form and/or are led around corners of the housing. 5
9. Drying chamber according to one of the preceding claims, in which the dielectric and the conductive surfaces (8a, 8b) of one or more waveguides (8) of the waveguide arrangement extend in a second extension direction, which runs substantially in the longitudinal direction of the inlet and/or outlet slot. 10
10. Drying chamber according to Claim 9, in which the dielectric extends in the second extension direction in a length which is at least 50% and preferably substantially 100% of the length of the inlet and/or outlet slot (3, 4) in the longitudinal direction. 15
11. Drying chamber according to Claim 9 or 10, in which a plurality of waveguides (8) are arranged in the second extension direction and are separated from one another by gaps running substantially perpendicular to the second extension direction. 20
12. Drying chamber according to one of the preceding claims, in which the conductive surfaces (8a, 8b) of one or more waveguides (8) of the waveguide arrangement are earthed and/or are connected to the housing (1) at the second end (8d). 25
13. Drying chamber according to one of the preceding claims, in which at least one conductive surface (8a, 8b) of one or more waveguides (8) of the waveguide arrangement is connected to the housing (1) via one or more webs. 30
14. Drying chamber according to one of the preceding claims, in which one or more waveguides (8) of the waveguide arrangement are arranged inside and/or outside the housing (1). 35
15. Drying chamber according to one of the preceding claims, in which the inlet and/or outlet slot (3, 4) and, at least to some extent, one or more waveguides (8) of the waveguide arrangement are arranged on the upper side (1a) of the housing (1). 40
16. Drying chamber according to one of the preceding claims, in which the dielectric comprises air and/or ceramic and/or electrically insulating plastic. 45
17. Drying chamber according to one of the preceding

claims, in which the length of the inlet and/or outlet slot (3, 4) in the longitudinal direction corresponds substantially to the wavelength of the operating frequency and/or a multiple of the wavelength of the operating frequency.

18. Drying chamber according to one of the preceding claims, in which one or more waveguides (8) of the waveguide arrangement are arranged on one and/or on both sides of the inlet and/or outlet slot (3, 4).
19. Drying chamber according to one of the preceding claims, in which the inlet and outlet slot (3, 4) coincide or are two separate slots.
20. Drying chamber according to one of the preceding claims, in which the high-frequency arrangement comprises one or more pairs of electrodes (6, 7), in particular in the form of capacitor plates, arranged in the housing (1) and fed by the at least one voltage source, during the operation of the drying chamber a high-frequency alternating electric field being generated between the electrodes (6, 7) of each electrode pair, and the product being led between the electrodes (6, 7) of the pair or pairs of electrodes.
21. Drying chamber according to Claim 20, in which, during the operation of the drying chamber, the pair or pairs of electrodes (6, 7) can be driven with different voltage phases and/or voltage amplitudes.
22. Drying chamber according to Claim 20 or 21, in which the pairs of electrodes (6, 7) are at least partly fed by separate voltage sources and/or at least partly fed by a voltage source with power divider and phase shifter.
23. Drying chamber according to one of Claims 20 to 22, in which one electrode (6) of a respective electrode pair is connected to the housing (1) and in particular is formed entirely in one piece with the housing (1) as a plate.
24. Drying chamber according to one of the preceding claims, in which the high-frequency arrangement (6, 7) can be driven in such a way that, during operation of the drying chamber, the electric field becomes a minimum at the inlet and/or outlet slot (3, 4).
25. Drying chamber according to one of the preceding claims, in which one or more guide drums (5) for guiding the product through the drying chamber are provided in the housing (1).

Revendications

1. Chambre de séchage pour le séchage diélectrique

d'un produit, notamment d'une bande (2) de papier, comprenant un dispositif (6, 7) à haute fréquence ayant au moins une source de tension pour la production d'au moins un champs électrique alternatif ayant une fréquence de fonctionnement à l'intérieur d'une enveloppe (1),

caractérisé en ce que

- l'enveloppe est conductrice au moins en partie et comprend une fente (3) d'entrée et une fente (4) de sortie du produit, le produit passant dans l'enveloppe (1) pendant le fonctionnement de la chambre de séchage ;
 - il est prévu un dispositif à guides d'onde ayant un certain nombre de guide d'ondes (8) qui comprennent respectivement deux surfaces (8a, 8b) conductrices avec du diélectrique entre elles, le diélectrique et les surfaces conductrices s'étendant dans une direction d'étendue allant d'une première extrémité (8c), qui forme dans le diélectrique une ouverture d'entrée tournée vers la fente (3) d'entrée et/ou vers la fente (4) de sortie, à une deuxième extrémité (8d) où les surfaces (8a, 8b) conductrices du guide d'onde (8) respectif sont reliées électriquement entre elles,
 - dans laquelle la longueur d'un guide d'onde (8) respectif dans la direction d'étendue correspond essentiellement à un quart de la longueur d'onde de la fréquence de fonctionnement et/ou à un quart de la longueur d'onde de la fréquence de fonctionnement plus une ou plusieurs demi longueur d'onde de la fréquence de fonctionnement.
2. Chambre de séchage suivant la revendication 1, dans laquelle la première direction d'étendue est sensiblement perpendiculaire à la direction longitudinale de la fente (3) d'entrée et/ou de la fente (4) de sortie.
 3. Chambre de séchage suivant la revendication 1 ou 2, dans laquelle la fréquence de fonctionnement du dispositif (6, 7) de haute fréquence est d'au moins 1 MHz et notamment dans une bande de fréquence ISM.
 4. Chambre de séchage suivant la revendication 3, dans laquelle la fréquence de fonctionnement du dispositif (6, 7) de haute fréquence est comprise entre 10 MHz et 3 GHz, notamment comprise entre 10 MHz et 250 MHz, en étant de préférence à sensiblement 13,5 MHz et/ou à 27 MHz et/ou à 40,7 MHz.
 5. Chambre de séchage suivant l'une des revendications précédentes, dans laquelle la au moins une source de tension produit en fonctionnement une tension alternative ayant une amplitude comprise

entre 1 kV et 100 kV, notamment entre 5 et 20 kV et, d'une manière particulièrement préférée, de 10 kV.

6. Chambre de séchage suivant l'une des revendications précédentes, dans laquelle l'enveloppe (1) est une enveloppe métallique.
7. Chambre de séchage suivant l'une des revendications précédentes, dans laquelle au moins une surface (8a, 8b) conductrice du ou des guides d'onde (8) est constituée d'une seule pièce avec l'enveloppe (1) et/ou est formée par une partie de l'enveloppe (1) et/ou est constituée séparément d'une manière distincte de l'enveloppe (1).
8. Chambre de séchage suivant l'une des revendications précédentes, dans laquelle un ou plusieurs guides d'onde (8) du dispositif à guides d'onde est enroulé dans la direction d'étendue et/ou s'étend de manière plane et/ou sinueuse et/ou en zigzag dans la direction d'étendue et/ou passe autour des coins de l'enveloppe.
9. Chambre de séchage suivant l'une des revendications précédentes, dans laquelle le diélectrique et les surfaces (8a, 8b) conductrices s'étendent d'un ou plusieurs guides d'onde (8) du dispositif à guide d'onde dans une deuxième direction d'étendue, qui s'étend sensiblement dans la direction longitudinale de la fente d'entrée et/ou de la fente de sortie.
10. Chambre de séchage suivant la revendication 9, dans laquelle le diélectrique s'étend dans la deuxième direction d'étendue suivant une longueur qui représente dans la direction longitudinale au moins 50% et, de préférence, sensiblement 100% de la longueur de la fente (3) d'entrée et/ou la fente (4) de sortie.
11. Chambre de séchage suivant la revendication 9 ou 10, dans laquelle dans la deuxième direction d'étendue sont disposés plusieurs guides d'onde (8) qui sont séparés les uns des autres par des intervalles s'étendant sensiblement perpendiculairement à la deuxième direction d'étendue.
12. Chambre de séchage suivant l'une des revendications précédentes, dans laquelle les surfaces (8a, 8b) conductrices d'un ou de plusieurs guides d'onde (8) du dispositif à guide d'onde sont mises à la terre et/ou sont reliées à l'enveloppe (1) à la deuxième extrémité (8d).
13. Chambre de séchage suivant l'une des revendications précédentes, dans laquelle au moins une surface (8a, 8b) conductrice d'un ou plusieurs guides d'onde (8) du dispositif à guide d'onde est reliée à

l'enveloppe (1) par une ou par plusieurs barrettes.

14. Chambre de séchage suivant l'une des revendications précédentes, dans laquelle un ou plusieurs guides d'onde (8) du dispositif à guide d'onde sont disposés à l'intérieur et/ou à l'extérieur de l'enveloppe (1). 5
15. Chambre de séchage suivant l'une des revendications précédentes, dans laquelle la fente (3) d'entrée et/ou la fente (4) de sortie et au moins en partie un ou plusieurs des guides d'onde (8) du dispositif à guide d'onde sont disposés sur la face (1a) supérieure de l'enveloppe (1). 10
16. Chambre de séchage suivant l'une des revendications précédentes, dans laquelle le diélectrique comprend de l'air et/ou de la céramique et/ou une matière plastique isolante du point de vue électrique. 15
17. Chambre de séchage suivant l'une des revendications précédentes, dans laquelle la longueur de la fente (3) d'entrée et/ou de la fente (4) de sortie dans la direction longitudinale correspond sensiblement à la longueur d'onde de la fréquence de fonctionnement et/ou à un multiple de la longueur d'onde de la fréquence de fonctionnement. 20
18. Chambre de séchage suivant l'une des revendications précédentes, dans laquelle un ou plusieurs guides d'onde (8) du dispositif à guide d'onde sont disposés sur l'une et/ou sur les deux côtés de la fente (3) d'entrée et/ou la fente (4) de sortie. 25
19. Chambre de séchage suivant l'une des revendications précédentes, dans laquelle la fente (3) d'entrée et/ou la fente (4) de sortie coïncide ou sont des fentes distinctes. 30
20. Chambre de séchage suivant l'une des revendications précédentes, dans laquelle le dispositif de haute fréquence comprend une ou plusieurs paires d'électrodes (6, 7), notamment sous la forme de plateaux de condensateur, disposées dans l'enveloppe et alimentées par la au moins une source de tension, dans laquelle, lorsque la chambre de séchage est en fonctionnement, il est produit entre les électrodes (6, 7) de chaque paire d'électrodes un champ électrique alternatif en haute fréquence et le produit passe entre les électrodes (6, 7) de la ou des paires d'électrodes. 35
21. Chambre de séchage suivant la revendication 20, dans laquelle la ou les paires d'électrodes (6, 7) peuvent, lorsque la chambre de séchage est en fonctionnement, être commandée par des phases de tensions différentes et/ou par des amplitudes de tension différentes. 40

22. Chambre de séchage suivant la revendication 20 ou 21, dans laquelle les paires d'électrodes (6, 7) sont alimentées au moins en partie par des sources de tension distinctes et/ou sont alimentées au moins en partie par une source de tension ayant un diviseur de puissance et un déphaseur. 45
23. Chambre de séchage suivant l'une des revendications 20 à 22, dans laquelle une électrode (6) d'une paire respective d'électrodes est reliée à l'enveloppe (1) et est constituée notamment d'une seule pièce sous la forme d'un plateau avec l'enveloppe (1). 50
24. Chambre de séchage suivant l'une des revendications précédentes, dans laquelle le dispositif (6, 7) de haute fréquence peut être commandé de manière à minimiser, lorsque la chambre de séchage est en fonctionnement, le champ électrique à la fente (3) d'entrée et/ou à la fente (4) de sortie. 55
25. Chambre de séchage suivant l'une des revendications précédentes, dans laquelle il est prévu dans l'enveloppe (1) un ou plusieurs tambours (5) de guidage pour guider le produit dans la chambre de séchage.

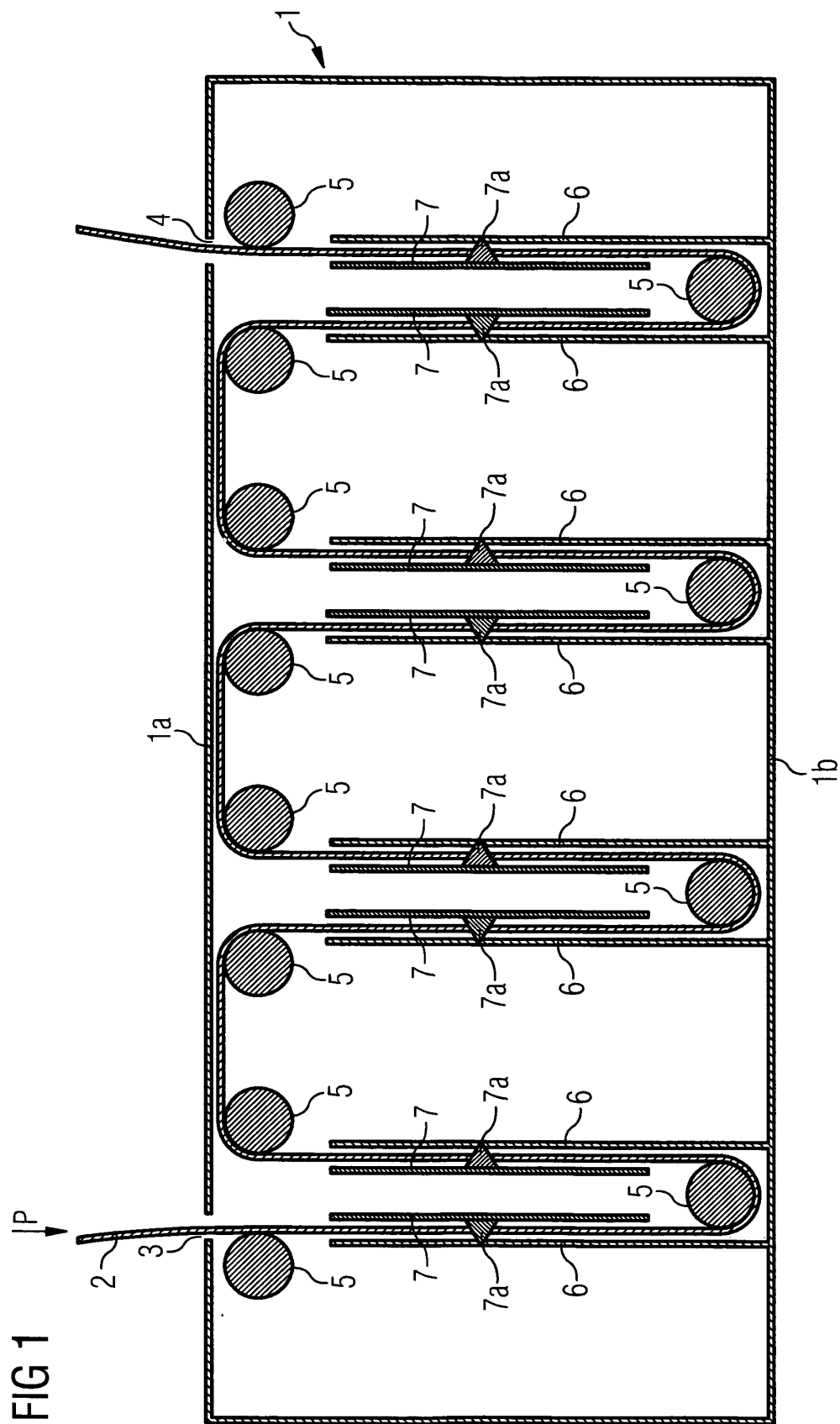
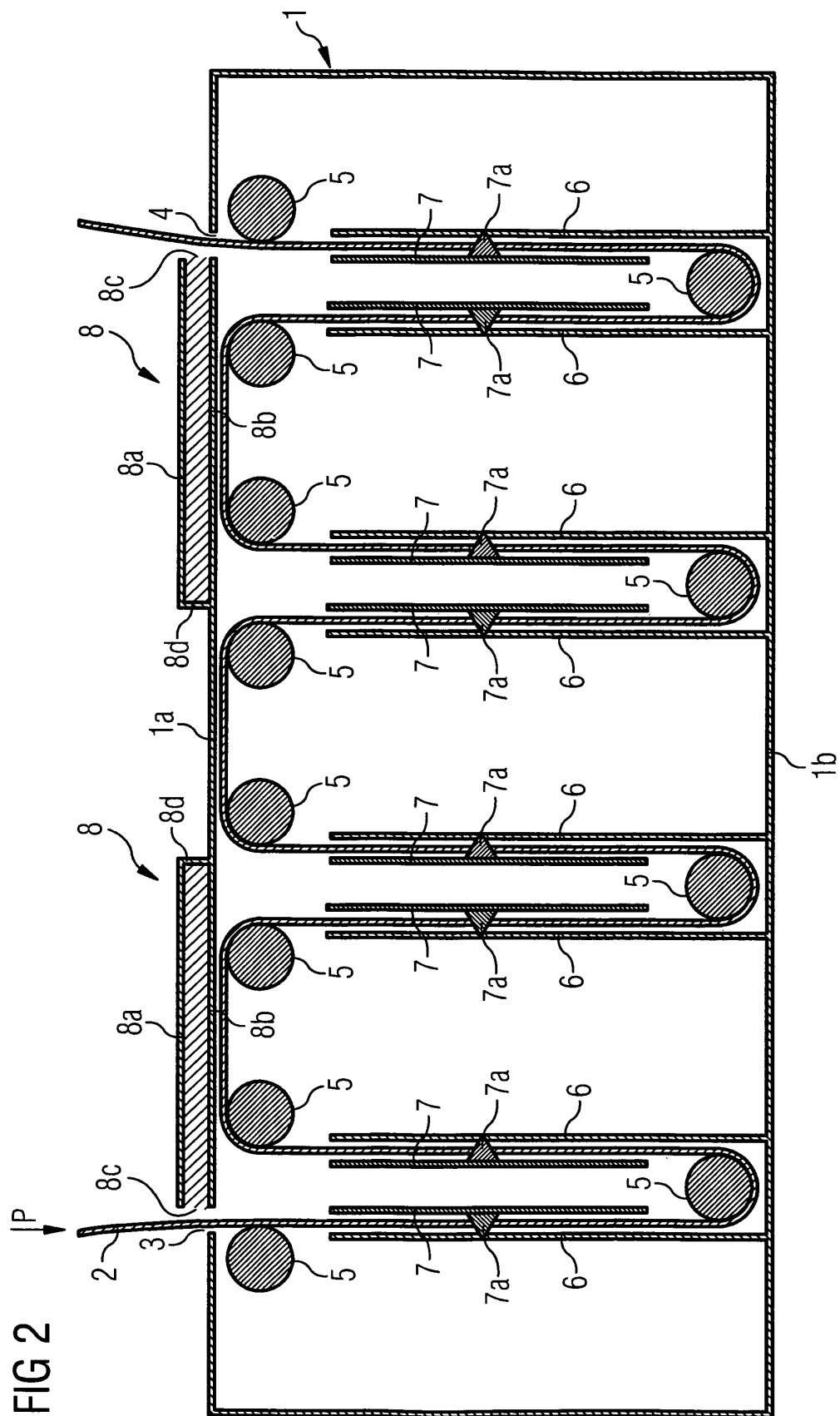


FIG 2



IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- EP 0013400 A1 [0003]