

(19)



(11)

EP 2 199 461 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
23.06.2010 Patentblatt 2010/25

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

(21) Anmeldenummer: **09173151.3**

(22) Anmeldetag: **15.10.2009**

(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**

(71) Anmelder: **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT
80333 München (DE)**

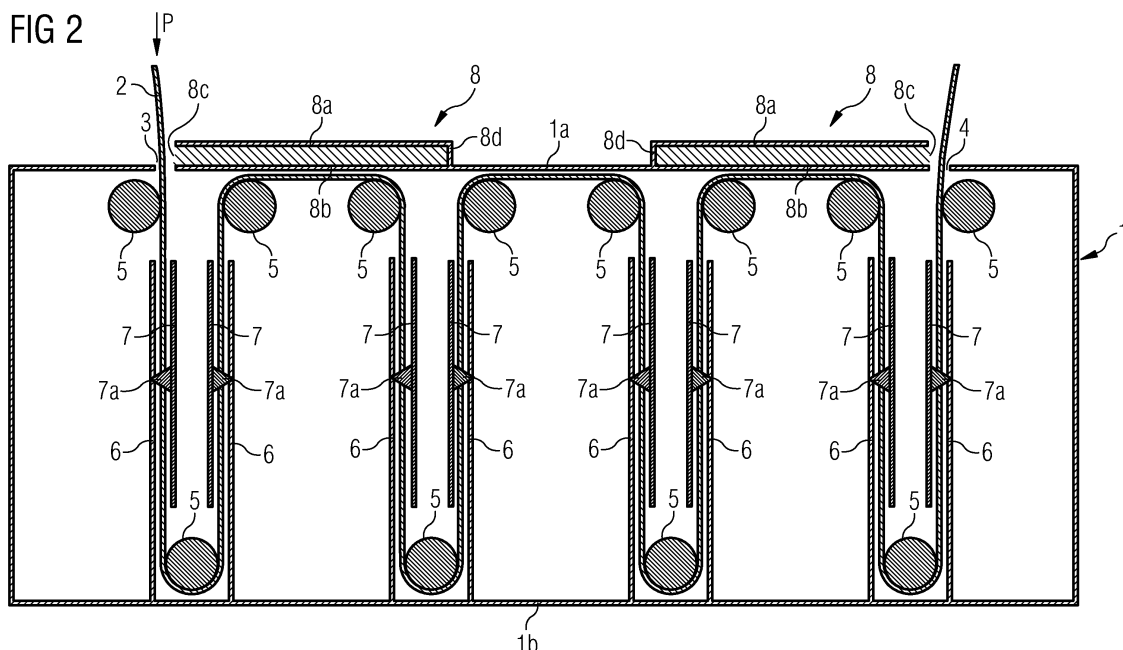
(72) Erfinder: **Diehl, Dirk
91052, Erlangen (DE)**

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

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

(57) Die Erfindung betrifft eine Trockenkammer zur dielektrischen Trocknung eines Guts, insbesondere einer Papierbahn (2). Die erfindungsgemäße Trockenkammer weist ein zumindest teilweise leitfähiges Gehäuse (1) umfassend einen Eingangs- und Ausgangsschlitz (3, 4) für das Gut auf, wobei das Gut im Betrieb der Trockenkammer durch das Gehäuse (1) geführt wird. Eine Hochfrequenzanordnung (6, 7) ist mit zumindest einer Spannungsquelle zur Erzeugung zumindest eines elektrischen Wechselfeldes mit einer Betriebsfrequenz im Inneren des Gehäuses (1) angeordnet. Ferner ist eine Wellenleiter-Anordnung mit einer Anzahl von Wellenleitern (8) vorgesehen, welche jeweils zwei leitfähige Flächen mit dazwischen liegendem Dielektrikum umfassen, wobei sich das Dielektrikum und die leitfähigen Flächen 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. Die Länge eines jeweiligen Wellenleiters (8) in der Erstreckungsrichtung entspricht im Wesentlichen einem Viertel der Wellenlänge der Betriebsfrequenz und/oder einem Viertel der Wellenlänge der Betriebsfrequenz plus einer oder mehrerer halber Wellenlängen der Betriebsfrequenz. Die erfindungsgemäße Trockenkammer ermöglicht mit Hilfe der Wellenleiter-Anordnung eine effektive Reduzierung des über den Eingangs- bzw. Ausgangsschlitz austretenden elektrischen Feldes. Insbesondere können hierdurch entsprechende Grenzwerte zum Schutz von Bedienpersonal eingehalten werden.

FIG 2**EP 2 199 461 A1**

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Trockenkammer zur dielektrischen Trocknung eines Guts, insbesondere einer Papierbahn.

[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. Bei dieser 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 Anzahl 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 weisen-

de 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 Schlitzen 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, insbesondere 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 Wellenleiter 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 zu-

mindest 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 Führungstrommeln 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 Trockenzyklindern 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 be-

strichen 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 Trockenzyklindern 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 Zwischenraums 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 je-

weiligen 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 Feldstärkedichten am Ort des zu trocknenden Papiers innerhalb

des Gehäuses 1, wobei gleichzeitig sichergestellt werden muss, dass die elektrischen Feldstärken außerhalb der Trockenkammer entsprechende Arbeitsschutzzlinien 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:

- ein zumindest teilweise leitfähiges Gehäuse (1) umfassend einen Eingangs- und Ausgangsschlitz (3, 4) für das Gut,

wobei das Gut im Betrieb der Trockenkammer durch das Gehäuse (1) geführt wird;

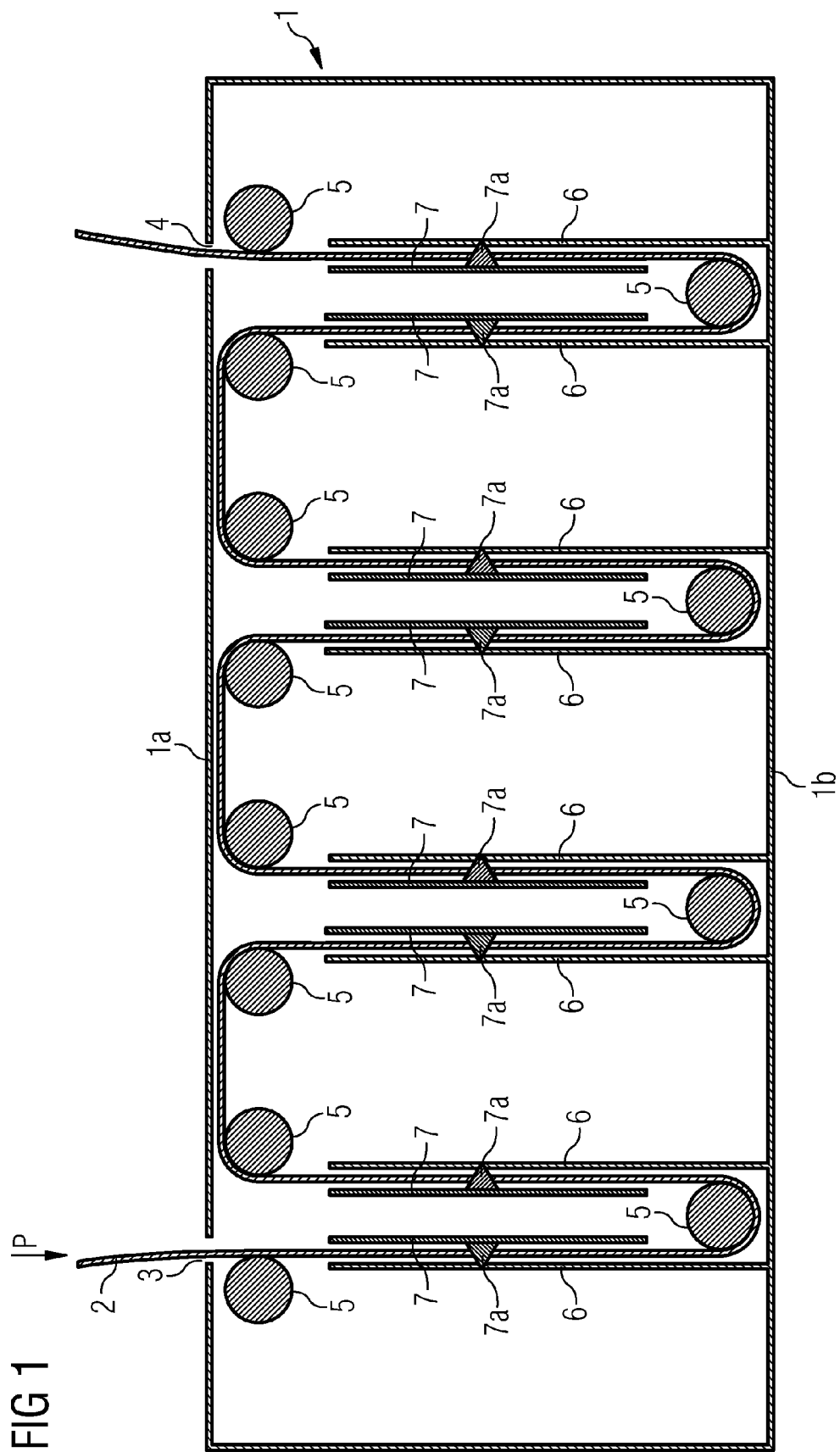
- eine Hochfrequenzanordnung (6, 7) mit zumindest einer Spannungsquelle zur Erzeugung zumindest eines elektrischen Wechselfeldes mit einer Betriebsfrequenz im Inneren des Gehäuses (1);
- eine Wellenleiter-Anordnung mit einer Anzahl von Wellenleitern (8), welche jeweils zwei leitfähige Flächen (8a, 8b) mit dazwischen liegendem Dielektrikum umfassen, wobei sich das Dielektrikum und die leitfähigen Flächen 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 zwei-

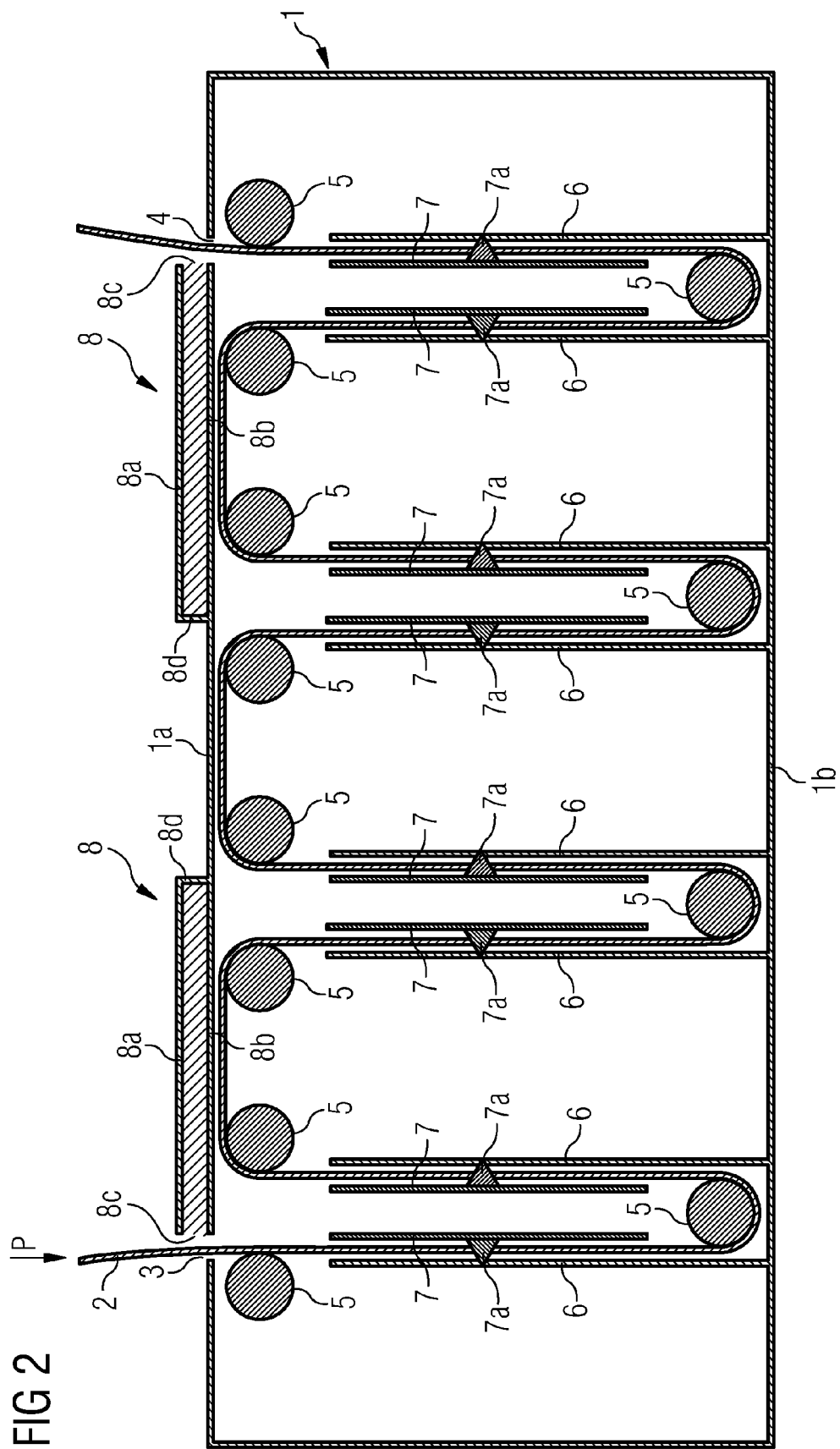
- ten Ende (8d) erstreckt, an welchem die leitfähigen Flächen (8a, 8b) des jeweiligen Wellenleiters (8) elektrisch miteinander verbunden sind; - wobei die Länge eines jeweiligen Wellenleiters (8) in der Erstreckungsrichtung im Wesentlichen einem Viertel der Wellenlänge der Betriebsfrequenz und/oder einem 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 Schlitze sind. 5
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. 10 15
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. 20
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. 25 30
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. 35
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. 40
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. 45

50

55







EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 09 17 3151

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
A	EP 0 013 400 A1 (SIEMENS AG [DE]) 23. Juli 1980 (1980-07-23) * Seite 2, Zeile 33 - Seite 3, Zeile 9; Abbildung 1 *	1	INV. D21F5/00
A	US 4 873 407 A (SMITH DOUGLAS W P [CA]) 10. Oktober 1989 (1989-10-10) * das ganze Dokument *	1	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			D21F H05B B29C
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 9. April 2010	Prüfer Gast, Dietrich
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

1
EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 09 17 3151

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

09-04-2010

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 0013400	A1	23-07-1980	CA 1131440 A1 14-09-1982
		DE 2901332 A1 17-07-1980	
		JP 55098994 A 28-07-1980	

US 4873407	A	10-10-1989	KEINE

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82