

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
25. September 2008 (25.09.2008)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2008/113338 A2

(51) Internationale Patentklassifikation:

F26B 5/04 (2006.01) F26B 11/04 (2006.01)
F26B 3/347 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2008/000471

(22) Internationales Anmeldedatum:
17. März 2008 (17.03.2008)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2007 012 795.4 16. März 2007 (16.03.2007) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von
US): PÜSCHNER GMBH + CO. KG [DE/DE]; Steller
Heide 14, 28784 Schwanewede (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): PÜSCHNER, Peter
[DE/DE]; Breslauer Str. 1, 28790 Schwanewede (DE).

(74) Anwälte: MANASSE, Uwe usw.; Boehmert & Boehmert,
Hollerallee 32, 28209 Bremen (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ,
CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE,
EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID,
IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC,
LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN,
MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH,
PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV,
SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN,
ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG,
ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU,
TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK,
EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV,
MC, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF,
BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN,
TD, TG).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: MICROWAVE VACUUM DRYING SYSTEMS AND METHOD FOR DRYING LUMPY, POWDERY, OR GRANU-
LATED PRODUCTS BY MEANS OF MICROWAVES

(54) Bezeichnung: MIKROWELLEN-VAKUUMTROCKNUNGSANLAGEN UND VERFAHREN ZUR TROCKNUNG VON
STÜCKIGEM, PULVERFÖRMIGEM ODER GRANULATFÖRMIGEM GUT MITTELS MIKROWELLEN

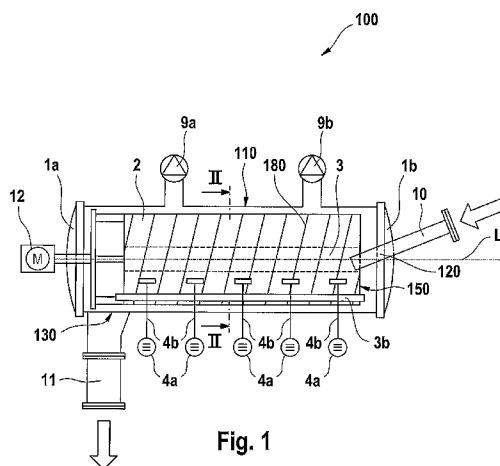


Fig. 1

(57) Abstract: The invention relates to a microwave vacuum drying system for drying lumpy, powdery or granulated products, comprising a tubular vacuum container having a product inlet on one end and a product outlet on the other end, and a non-metallic drum for receiving and transporting the product to be dried. Said drum is open on the front sides thereof, coaxially arranged in the vacuum container, can be rotatably driven by means of a drive, and comprises an inner surface designed such that, when the drum rotates it transports the product to be dried, inserted via the product inlet, towards the end of the vacuum container comprising the product outlet. The invention also relates to at least one microwave generator and at least one microwave injection element which is fed by the microwave generator and ends inside the vacuum container. The invention further relates to a microwave vacuum drying system comprising at least two drying stations through which drums are guided, and to methods for drying lumpy, powdery or granulated products by means of microwaves in a vacuum container.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2008/113338 A2

**Veröffentlicht:**

- *ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts*

(57) Zusammenfassung: Mikrowellen-Vakuumtrocknungsanlage zur Trocknung von stückigem, pulverförmigem oder granulatformigem Gut, umfassend einen rohrförmigen Vakuumbehälter mit einer Guteinlaßöffnung an seinem einen Ende und einer unteren Gutauslaßöffnung an seinem anderen Ende, eine nichtmetallische Trommel zur Aufnahme und Förderung des zu trocknenden Guts, die an ihre Stirnseiten offen ist, in dem Vakuumbehälter coaxial angeordnet und mittels eines Antriebs zu einer Drehbewegung antreibbar ist sowie eine Innenfläche aufweist, die so ausgebildet ist, daß sie bei Drehung der Trommel das durch die Guteinlaßöffnung eingebrachte zu trocknende Gut in Richtung zum Ende des Vakuumbehälters mit der Gutauslaßöffnung fördert, mindestens einen Mikrowellen-Generator und mindestens ein Mikrowellen-Einkoppelement, das von dem Mikrowellen-Generator gespeist wird und in den Innenraum des Vakuumbehälters mündet, Mikrowellen-Vakuumtrocknungsanlage mit mindestens zwei Trocknungsstationen, durch die Trommeln geführt werden und Verfahren zur Trocknung von stückigem, pulverförmigem oder granulatformigem Gut mittels Mikrowellen in einem Vakuumbehälter.

“Mikrowellen-Vakuumtrocknungsanlagen und Verfahren zur Trocknung von stückigem, pulverförmigem oder granulatförmigem Gut mittels Mikrowellen“

Die vorliegende Erfindung betrifft Mikrowellen-Vakuumtrocknungsanlagen zur Trocknung von stückigem, pulverförmigem oder granulatförmigem Gut und ein Verfahren zur Trocknung von stückigem, pulverförmigem oder granulatförmigem Gut mittels Mikrowellen in einem Vakuumbehälter.

Beispielsweise aus der DE 39 07 248 C2 ist ein Mikrowellen-Muldentrockner bekannt. Aus der DE 40 36 112 C2 ist ein Mikrowellen-Bandrockner bekannt. Beide Trocknerarten weisen den Nachteil auf, daß damit zu trocknendes Gut nur relativ ungleichmäßig getrocknet wird.

Der Erfindung liegt somit die Aufgabe zugrunde, eine gleichmäßigere Trocknung von stückigem, pulverförmigem oder granulatförmigem Gut zu ermöglichen.

Gemäß einem ersten Aspekt der Erfindung wird diese Aufgabe gelöst durch eine Mikrowellen-Vakuumtrocknungsanlage zur Trocknung von stückigem, pulverförmigem oder granulatförmigem Gut, umfassend einen rohrförmigen Vakuumbehälter mit einer Guteinlaßöffnung an seinem einen Ende und einer unteren Gutauslaßöffnung an seinem anderen Ende, eine nichtmetallische Trommel zur Aufnahme und Förderung des zu trocknenden Guts, die an ihre Stirnseiten offen ist, in dem Vakuumbehälter koaxial angeordnet und mittels eines Antriebs zu einer Drehbewegung antreibbar ist sowie eine

Innenfläche aufweist, die so ausgebildet ist, daß sie bei Drehung der Trommel das durch die Guteinlaßöffnung eingebrachte zu trocknende Gut in Richtung zum Ende des Vakuumbehälters mit der Gutauslaßöffnung fördert, mindestens einen Mikrowellen-Generator und mindestens ein Mikrowellen-Einkoppelement, das von dem Mikrowellen-Generator gespeist wird und in den Innenraum des Vakuumbehälters mündet. Die Guteinlaßöffnung kann dabei zum Beispiel im oberen Bereich des einen Endes des Vakuumbehälters angeordnet sein. Zudem wird ein Vakuum in dem Vakuumbehälter auf übliche Weise erzeugt und durch übliche Schleusentechnik im Bereich der Guteinlaß- und -auslaßöffnung aufrechterhalten. Die Längsachse des Vakuumbehälters kann zum Beispiel horizontal, aber auch unter einem Winkel zur Horizontalen verlaufen.

Gemäß einem zweiten Aspekt der Erfindung wird diese Aufgabe gelöst durch eine Mikrowellen-Vakuumtrocknungsanlage zur Trocknung von stückigem, pulverförmigem oder granulatförmigem Gut, umfassend einen rohrförmigen Vakuumbehälter mit einer durch eine Tür verschließbaren Trommeleinlaßöffnung an seinem einen Ende und einer durch eine Tür verschließbaren Trommelauslaßöffnung an seinem anderen Ende, in dem in dessen Längsrichtung hintereinander $n \geq 2$ Trocknungsstationen zur diskreten Trocknung von zu trocknendem Gut vorgesehen sind, wobei mindestens eine Trocknungsstation mit mindestens einem Mikrowellen-Generator und einem zugehörigen Mikrowellen-Einkoppelement versehen ist, das von dem Mikrowellen-Generator gespeist wird und im Bereich der jeweiligen Trocknungsstation in den Innenraum des Vakuumbehälters mündet, eine nichtmetallische, in dem Vakuumbehälter koaxial angeordnete, um eine im wesentlichen horizontale Drehachse drehbar gelagerte Trommel zur Aufnahme von zu trocknendem Gut in jeder Trocknungsstation, einen Antrieb für die $n \geq 2$ Trommeln oder einen Antrieb für jede der \geq zwei Trommeln zum drehenden Antreiben der Trommeln, und eine Fördereinrichtung zum schrittweisen Fördern der Trommeln von einer Trocknungsstation zur nächsten Trocknungsstation in Richtung von der Trommeleinlaßöffnung zur Trommelauslaßöffnung bei gleichzeitigem Herausfordern der Trommel in der in Förderrichtung letzten Trocknungsstation aus dem Vakuumbehälter.

Gemäß einem dritten Aspekt der Erfindung wird diese Aufgabe gelöst durch ein Verfahren zur Trocknung von stückigem, pulverförmigem oder granulatsförmigem Gut mittels Mikrowellen in einem Vakuumbehälter insbesondere einer Mikrowellen-Vakuumtrochnungsanlage, umfassend die Schritte: Beladen von $n \geq 2$ Trommeln mit zu trocknendem Gut außerhalb eines Vakuumbehälters und Führen der beladenen $n \geq 2$ Trommeln durch den Vakuumbehälter in $n \geq 2$ Trocknungsstationen, wobei nach jeder Trocknungsstation eine diskrete Teiltrocknung mittels Mikrowellen und bei gleichzeitigem Drehen oder Hin- und Herdrehen der Trommeln durchgeführt wird.

Insbesondere kann dabei vorgesehen sein, daß die Trommel rohrförmig ist. Üblicherweise weist die Trommel einen ähnlichen Durchmesser wie derjenige des Vakuumbehälters auf, um den Mikrowellenenergieaufwand zu optimieren.

Vorteilhafterweise besteht die Trommel aus Kunststoff, da Kunststoff für Mikrowellen transparent ist.

Gemäß einer besonderen Ausführungsform der Erfindung gemäß dem ersten Aspekt kann vorgesehen sein, daß die Trommel aus mindestens zwei rohrförmigen Trommelsegmenten besteht. Diese können miteinander lösbar oder unlösbar verbunden werden, was sowohl für die Herstellung und den Transport als auch für den Einbau der Trommel in einen Vakuumbehälter vorteilhaft sein kann.

Es ist auch denkbar, daß die Innenfläche der Trommel bzw. Trommeleinsätze von einem Trommeleinsatz gebildet wird.

Gemäß einer weiteren besonderen Ausführungsform der Erfindung kann vorgesehen sein, daß die Innenfläche der Trommel bzw. Trommelsegmente in der Art eines Innengewindes ausgebildet ist. Dies könnte zum Beispiel durch eine sich zumindest im wesentlichen

senkrecht auf der Innenfläche der Trommel erstreckende, im wesentlichen spiralförmig verlaufende Wand ergeben.

Gemäß einer weiteren besonderen Ausführungsform der Erfindung kann vorgesehen sein, daß die Mantelfläche der Trommel perforiert ist. Dies erleichtert bzw. ermöglicht beispielsweise die Messung von Prozeßparametern, wie beispielsweise Temperatur und/oder Feuchte des Guts in der Trommel, und das Einbringen von Wärme oder zum Beispiel Wasser und/oder Dampf und/oder Aromen in die Trommel.

Vorteilhafterweise ist auf der Innenfläche der Trommel bzw. Trommelsegmente mindestens ein Mischerelement angeordnet. Dadurch wird das zu trocknende Gut noch mehr durchmischt und insbesondere Gut von unten an die Oberfläche des Guts befördert, damit dies der Mikrowellenstrahlung intensiver ausgesetzt ist. Dadurch kann auch das Problem der endlichen Eindringtiefe von Mikrowellenstrahlen reduziert oder sogar gelöst werden.

In einer weiteren besonderen Ausführungsform der Erfindung ist die Trommel an ihrem äußeren Umfang gelagert und mittels des Antriebs antreibbar. Selbstverständlich sind auch andere Lagerungs- und Antriebsmöglichkeiten denkbar.

Vorteilhafterweise ist das Mikrowellen-Einkoppelement in der unteren Hälfte des Vakuumbehälters angeordnet. Dadurch wird erreicht, daß Mikrowellenenergie zumindest im wesentlichen direkt in das zu trocknende Gut eingebracht wird. Dies gilt insbesondere, wenn, wie oben genannt, gemäß einer besonderen Ausführungsform mindestens ein Mischerelement vorgesehen ist. Dann bildet sich nämlich eher eine unsymmetrische, das heißt einseitige Anordnung des zu trocknenden Guts im unteren Bereich der Trommel. Auf der Seite, auf der sich das zu trocknende Gut hauptsächlich bzw. im wesentlichen befindet, sollte dann vorzugsweise mindestens ein Mikrowellen-Einkopplungselement angeordnet werden.

Vorteilhafterweise sind mindestens eine Heißluftzuführeinrichtung zum Zuführen von Heißluft in den Vakuumbehälter und mindestens eine Abluftabführeinrichtung zum Abführen von Abluft vorgesehen.

Günstigerweise ist mindestens eine Infrarot-Temperaturmeßeinrichtung zur Messung der Temperatur des Guts in der Trommel vorgesehen. Diese befindet sich vorzugsweise außerhalb der Trommel, zum Beispiel in der Wandung des Vakuumbehälters.

Außerdem kann vorteilhafterweise mindestens eine Feuchtemeßeinrichtung zur Messung der Feuchte des Guts in der Trommel vorgesehen sein.

Gemäß einer weiteren besonderen Ausführungsform der Erfindung ist eine Prozeßsteuerung zur automatischen Steuerung der Trocknung in Abhängigkeit von den von der mindestens einen Temperaturmeßeinrichtung gelieferten Temperaturwerten und/oder von der mindestens einen Feuchtemeßeinrichtung gelieferten Feuchtwerten vorgesehen.

Insbesondere kann dabei vorgesehen sein, daß die Prozeßsteuerung zur automatischen Steuerung der Mikrowellenleistung(en) des bzw. der Mikrowellen-Generators/Generatoren gestaltet ist. Beispielsweise kann die Prozeßsteuerung für unterschiedliche eingestrahlte Mikrowellenleistung entlang der Längsachse des Vakuumbehälters bzw. der Trommel sorgen.

Vorteilhafterweise ist die Prozeßsteuerung zur Steuerung der Mikrowellenleistung in Abhängigkeit von den von der mindestens einen Feuchtemeßeinrichtung gelieferten Feuchtwerten gestaltet.

Weiterhin kann vorgesehen sein, daß die Prozeßsteuerung zur automatischen Steuerung der Drehgeschwindigkeit der Trommel gestaltet ist. Durch die Drehgeschwindigkeit der Trommel wird die Verweildauer des zu trocknenden Guts in dem Vakuumbehälter bestimmt. Die

Drehgeschwindigkeit wird normalerweise von der Prozeßsteuerung so eingestellt werden, daß sie für eine bestimmte Gutart konstant ist. Selbstverständlich wird die Verweildauer auch z. B. durch die Stellung der spiralförmigen Wand auf der Innenfläche und durch die Anzahl der spiralförmigen Wände beeinflusst.

Außerdem kann vorgesehen sein, daß die Prozeßsteuerung zur Steuerung der Drehgeschwindigkeit der Trommel in Abhängigkeit von den von der mindestens einen Feuchtemeßeinrichtung gelieferten Feuchtwerten gestaltet ist.

Zweckmäßigerweise ist mindestens ein Infrarot-Heizstrahler zum Erwärmen des Guts in der Trommel vorgesehen. Der Infrarot-Heizstrahler kann zum Beispiel zum zusätzlichen Erwärmen der Oberfläche des Guts dienen.

Vorzugsweise ist mindestens eine Heizeinrichtung zum Beheizen der Wandung des Vakuumbehälters vorgesehen. Dies dient zur Vermeidung von Kondensation an der Vakuumbehälterwand.

Gemäß einer weiteren besonderen Ausführungsform der Erfindung ist mindestens eine Einrichtung zum Einbringen von Wasser und/oder Dampf und/oder Aromen in die Trommel vorgesehen.

Zweckmäßigerweise ist eine CIP (Clean-in-Place)-Reinigungsanlage vorgesehen sein. Diese kann beispielsweise Sprühköpfe zum Sprühen von Reinigungsflüssigkeit in die Trommel umfassen.

Weiterhin kann vorgesehen sein, daß die Prozeßsteuerung zur automatischen und/oder kontinuierlichen Dosierung der Trommel mit Gut gestaltet ist.

Bei der Mikrowellen-Vakuumtrocknungsanlage gemäß dem zweiten Aspekt der Erfindung kann vorgesehen sein, daß der Antrieb bzw. der jeweilige Antrieb zum hin- und hergehenden Drehbewegen der Trommeln bzw. der Trommel gestaltet ist.

Weiterhin kann vorgesehen sein, daß jede Trommel in ihrer Mantelfläche eine unverschlossene Öffnung aufweist und an ihren Stirnseiten geschlossen ist. Die unverschlossene Öffnung dient dann zum Beladen der Trommel mit zu trocknendem Gut.

Gemäß einer besonderen Ausführungsform ist der Antrieb bzw. der jeweilige Antrieb zum umlaufenden Drehbetrieb der Trommel bzw. der Trommeln gestaltet.

Insbesondere kann dabei vorgesehen sein, daß mindestens eine Trommel in ihrer Mantelfläche eine mittels eines Deckels verschließbare Öffnung aufweist und an ihren Stirnseiten geschlossen ist. Besagte Öffnung dient zum Beladen der Trommel mit zu trocknendem Gut.

Alternativ ist auch denkbar, daß mindestens eine Trommel an ihrer Mantelfläche geschlossen ist und in einer ihrer Stirnseiten eine verschließbare Öffnung aufweist. Besagte Öffnung dient zum Beladen der Trommel mit zu trocknendem Gut.

Vorteilhafterweise ist mindestens eine der Trommeln perforiert.

Günstigerweise bestehen die Trommeln aus Kunststoff.

Vorzugsweise weist mindestens eine der Trommeln auf ihrer inneren Mantelfläche mindestens ein Mischerelement auf. Dadurch kann eine besonders gute Durchmischung erzielt und zu trocknendes Gut besonders gut an die Oberfläche gebracht werden.

Gemäß einer weiteren besonderen Ausführungsform ist mindestens eine der Trommeln an ihrem Umfang gelagert.

Vorteilhafterweise ist in mindestens einer der Trocknungsstationen mindestens eine Infrarot-Temperaturmeßeinrichtung zur Messung der Temperatur des Guts in der jeweiligen Trommel vorgesehen.

Ferner ist vorzugsweise in mindestens einer der Trocknungsstationen eine Feuchtemeßeinrichtung zur Messung der Feuchte des Guts in der jeweiligen Trommel vorgesehen.

Vorteilhafterweise ist eine Prozeßsteuerung zur automatischen Steuerung der Trocknung in Abhängigkeit von den von der mindestens einen Infrarot-Temperaturmeßeinrichtung gelieferten Temperaturwerten und/oder von der mindestens einen Feuchtemeßeinrichtung gelieferten Feuchtwerten vorgesehen.

Zweckmäßigerweise ist die Prozeßsteuerung zur Steuerung der hin- und hergehenden Drehbewegung der Trommeln in Abhängigkeit von den von der mindestens einen Feuchtemeßeinrichtung gelieferten Feuchtwerten gestaltet.

Auch kann vorgesehen sein, daß die Prozeßsteuerung zur Steuerung der Mikrowellenleistung in Abhängigkeit von den von der mindestens einen Feuchtemeßeinrichtung gelieferten Feuchtwerten gestaltet ist.

Vorteilhafterweise ist in mindestens einer der Trocknungsstationen ein Infrarot-Heizstrahler zum Erwärmen des Guts in der jeweiligen Trommel vorgesehen.

Auch ist vorteilhafterweise in mindestens einer der Trocknungsstationen eine Heizeinrichtung zum Beheizen der Wandung des Vakuumbehälters vorgesehen. Dadurch läßt sich eine Kondensation vermeiden.

Vorteilhafterweise ist in mindestens einer der Trocknungsstationen eine Einrichtung zum Einbringen von Wasser und/oder Dampf und/oder Aromen in die jeweilige Trommel vorgesehen.

Besonders bevorzugt ist in mindestens einer der Trocknungsstationen eine CIP-Reinigungseinheit vorgesehen.

Vorteilhafterweise ist in mindestens einer der Trocknungsstationen das mindestens eine Mikrowellen-Einkoppelement in der unteren Hälfte des Vakuumbehälters angeordnet.

Ferner ist vorzugsweise mindestens eine Heißluftzuführeinrichtung zum Zuführen von Heißluft in den Vakuumbehälter und mindestens eine Abluftabführeinrichtung zum Abführen von Abluft vorgesehen.

Bei dem Verfahren zur Trocknung von stückigem, pulverförmigem oder granulatförmigem Gut kann vorgesehen sein, daß nach jedem Teiltrocknungsschritt die Trommeln um eine Trocknungsstation weitergeführt werden und eine Trommel mit noch zu trocknendem Gut in den Vakuumbehälter nachgeladen wird.

Schließlich kann vorgesehen sein, daß die Trommeln in dem Vakuumbehälter durch Nachladen der Trommel um eine Trocknungsstation weitergeführt werden.

Der Erfindung liegt die überraschende Erkenntnis zugrunde, daß durch die Verwendung einer Trommel mit speziell gestalteter Innenfläche bzw. durch Führen von mit zu trocknendem Gut beladenen Trommeln und Durchführung von diskreten Teiltrocknungen in Trocknungsstationen bei gleichzeitigem Drehen oder Hin- und Herbewegen der Trommeln das zu trocknende Gut nicht lediglich in einem quasi stationären Zustand durch ein Mikrowellenfeld transportiert wird, sondern gleichzeitig gemischt bzw. durchmischt wird, so daß im Prinzip jeder Anteil des zu trocknenden Guts im wesentlichen über eine einheitliche Zeitdauer und mit einer ähnlichen Intensität der Mikrowellenstrahlung ausgesetzt wird. Dadurch wird eine gleichmäßigere Trocknung sowie eine gute Durchmischung des Guts erzielt.

Zudem wird durch die spezielle Anordnung der Trommel in dem Vakuumbehälter und dessen Gestaltung ein kontinuierlicher Trocknungsbetrieb durch kontinuierliche Beladung des Vakuumbehälters bzw. der Trommel mit zu trocknendem Gut ermöglicht.

Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus den Ansprüchen und aus der nachstehenden Beschreibung, in der zwei Ausführungsbeispiele anhand der schematischen Zeichnungen im einzelnen erläutert sind. Dabei zeigt:

Figur 1 eine Seitenansicht einer Mikrowellen-Vakuumtrocknungsanlage teilweise im Längsschnitt gemäß einer ersten besonderen Ausführungsform der Erfindung;

Figur 2 eine Schnittansicht entlang der Linie II-II von Figur 1;

Figur 3 eine Teilschnittansicht einer weiteren besonderen Ausführungsform der Erfindung im linken Bereich von Figur 1;

- Figur 4 eine Mikrowellen-Vakuumtrocknungsanlage gemäß einer weiteren besonderen Ausführungsform der Erfindung teilweise in Längsschnittansicht im Arbeitszustand;
- Figur 5 eine Schnittansicht der Mikrowellen-Vakuumtrocknungsanlage von Figur 3 entlang der Linie IV-IV in Figur 3;
- Figur 6 die Mikrowellen-Vakuumtrocknungsanlage von Figur 3 im Be- und Entladezustand; und
- Figur 7 eine Teilschnittansicht einer weiteren besonderen Ausführungsform der Erfindung im rechten Bereich von Figur 6.

Die in Figur 1 gezeigte Mikrowellen-Vakuumtrocknungsanlage 100 weist einen rohrförmigen Vakuumbehälter 110 auf, dessen Längsachse L sich horizontal erstreckt. An jedem der beiden Enden des Vakuumbehälters 110 ist eine Vakuumtür 1a bzw. 1b vorgesehen. Ein schräg nach unten verlaufender Guteinlaßstutzen 10 erstreckt sich durch eine Guteinlaßöffnung 120 in der Vakuumtür 1b. Durch den Guteinlaßstutzen 10 wird eine Eintragsdosierung ermöglicht.

Ein vertikal nach unten verlaufender Gutauslaßstutzen 11 steht mit einer Gutauslaßöffnung 130 im unteren Bereich des Vakuumbehälters 110 am in Figur 1 linken Ende in Verbindung, um eine Austragsdosierung zu ermöglichen. In seinem oberen Bereich weist der Vakuumbehälter 110 zwei Brüdenabgänge 9a und 9b auf.

Innerhalb des Vakuumbehälters 110 ist eine rohrförmige Trommel 2 koaxial zur Längsachse L des Vakuumbehälters 110 angeordnet. Die Trommel 2 besteht aus Kunststoff und ist über einen Motor 12 und eine mittige, das heißt koaxial zur Längsachse L verlaufende Antriebsachse 3 zum Drehen antreibbar. Darüber hinaus ist die Trommel 2 auf im Querschnitt

(siehe Figur 2) Rollen 3a und 3b im unteren Bereich zwischen Trommel 2 und Vakuumbehälter 110 gelagert. Die Trommel 2 ist an ihren beiden Stirnseiten offen.

Im unteren Bereich des Vakuumbehälters 110 sind in Längsrichtung desselben gleichmäßig beabstandet Mikrowellen-Generatoren 4a und jeweilige damit in Verbindung stehende Mikrowellen-Einkoppelemente 4b, die in den Innenraum des Vakuumbehälters 110 münden, angeordnet. Die Mikrowellen-Einkoppelemente 4b münden auf derjenigen Seite bezogen auf die Längsachse L in den Vakuumbehälter, auf der sich zu trocknendes Gut 170 hauptsächlich aufhält (siehe Figur 2).

Wie in Figur 1 angedeutet, weist die Innenfläche der Trommel 2 eine Oberfläche mit einer sich spiralförmig erstreckenden, sich im wesentlichen senkrecht von der Innenfläche erhebenden Wand 180 auf. Durch diese spiralförmige Wand 180 wird zu trocknendes Gut, das durch den Guteinlaßstutzen 10 in die Trommel 2 gegeben wird, zum anderen Ende (in Figur 1 links) der Trommel 2 befördert und dort aus der Trommel 2 in den Gutauslaßstutzen 11 durch die Gutauslaßöffnung 130 befördert.

Durch die spiralförmige Wand 180 hält sich auch das zu trocknende Gut 170 in Figur 2 im wesentlichen auf der linken Seite auf, so daß es Sinn macht, dort die Mikrowellen-Einkoppelemente 4b in den Vakuumbehälter 110 einmünden zu lassen.

Im oberen Bereich des Vakuumbehälters ist eine Infrarot-Temperaturmeßeinrichtung 8a und im unteren Bereich des Vakuumbehälters 110 eine Infrarot-Temperaturmeßeinrichtung 8b an den Vakuumbehälter 110 angekoppelt, um die Temperatur in dem Vakuumbehälter 110 sowie direkt oder indirekt die Temperatur in dem zu trocknendem Gut 170 zu messen. Vorteilhafterweise ist dazu die Trommel 2 perforiert.

Des Weiteren sind in der oberen Hälfte des Vakuumbehälters 110 Sprühköpfe 5a und 5b in der Wand des Vakuumbehälters 110 zum Sprühen von Aromen, Dampf und/oder Wasser und/oder anderer Medien angeordnet. Die Sprühköpfe 5a und 5b können auch zur Reinigung der Trommel 2 dienen.

Des Weiteren ist im oberen Bereich des Vakuumbehälters 110 ein Infrarot-Heizstrahler 7 vorgesehen, um das Gut 170 zu erwärmen.

Die Perforation der Trommel 2 wird natürlich so gewählt, daß das zu trocknende Gut nicht hindurchfallen kann.

Die Sprühköpfe 5a und 5b sind vorteilhafterweise so über den Querschnitt angeordnet, daß damit viel zu trocknendes Gut erreicht wird.

Die Temperatur des Gutes 110 kann mittels der Infrarot-Temperaturmeßeinrichtung 8b dadurch gemessen werden, daß die Wandtemperatur der Trommel 2 im wesentlichen der Temperatur des zu trocknenden Gutes 170 entsprechen wird.

Das Vakuum in dem Vakuumbehälter 110 wird beispielsweise durch eine Doppelschleusentechnik (atmosphärisch in Zwischenschleuse, Zwischenschleuse evakuiert, Zwischenschleuse öffnet dann ins Vakuum) oder durch Zellradschleusentechnik erzeugt und aufrechterhalten.

Gemäß einer besonderen Ausführungsform der Erfindung besteht die Trommel 2 aus mehreren Trommelsegmenten, von denen nur drei, nämlich 2a, 2b und 2c, in Fig. 3 zu sehen sind, die jeweils umlaufende Rollen 210, 211, 212 und 213 aufweisen und über die Achsen 220, 221, 222 und 223 der Rollen miteinander verbunden sind. Die Innenflächen der Trommelsegmente 2a, 2b und 2c sind so gestaltet und schließen so einander an, daß eine sich

spiralförmig erstreckende, sich im wesentlichen senkrecht von der Innenfläche erhebende Wand zur Förderung des zu trocknenden Guts in Figur 1 von rechts nach links ergibt. Zur Gutauslaßöffnung 130 (siehe Figur 1) hin ist noch ein Trommelement 230 ebenfalls über die Achsen 250 und 251 von Rollen 240 und 241 an das Trommelsegment 2a angeschlossen. Das Trommelement 230 weist im Abstand angeordnete Längsstege 260, 261, 262 und 263 auf, so daß offene Bereiche entstehen, durch den das getrocknete Gut in die Gutauslaßöffnung 130 fallen kann. Die gesamte Trommel wird mittels eines Getriebemotors 265 angetrieben.

Figur 4 zeigt eine Mikrowellen-Vakuumtrocknungsanlage 100 gemäß einer weiteren besonderen Ausführungsform der Erfindung. Diese umfaßt einen rohrförmigen Vakuumbehälter 110, dessen Längsachse L sich horizontal erstreckt. Jedes Ende des Vakuumbehälters 110 ist mittels einer Vakuumtür 1a, 1b verschlossen. Wie sich anhand der Figur 6 ergibt, lassen sich die Vakuumtüren 1a und 1b nach oben schwenken.

Des weiteren weist der Vakuumbehälter 110 in seinem oberen Bereich zwei Brüdenabgänge 9a und 9b auf. In seinem unteren Bereich sind in Richtung seiner Längsachse in gleichen Abständen Mikrowellen-Generatoren 4a und zugehörige Mikrowellen-Einkoppelemente 4b zur Einkopplung in den Vakuumbehälter 110 vorgesehen. In Richtung der Längsachse L sind in dem Vakuumbehälter 110 hintereinander fünf mit zu trocknendem Gut 170 (in Figuren 3 und 5 nicht gezeigt) beladene Trommeln 190 bis 194 hintereinander angeordnet. Jede dieser Trommeln sieht so aus, wie dies in Figur 5 im Querschnitt gezeigt ist.

Die Trommeln 190 bis 194 sind über eine gemeinsame Antriebsachse 3 (siehe Figur 5) mittels eines Motors (nicht gezeigt) um eine mit der Längsachse L identische Drehachse drehbar. Dazu sind sie über Rollen 3a und 3b am äußeren Umfang in dem Vakuumbehälter 110 drehbar gelagert (siehe Figur 5).

In der unteren Hälfte des Vakuumbehälters 110 sind die Mikrowellen-Generatoren 4a und Mikrowellen-Einkoppelemente 4b symmetrisch zu beiden Seiten angeordnet. Darüber

hinaus sind genau wie bei der Ausführungsform in den Figuren 1 und 2 Infrarot-Temperaturmeßeinrichtungen 8a und 8b sowie Sprühköpfe 5a und 5b und ein Infrarot-Heizstrahler 7 vorgesehen.

Die Trommel 2 weist in ihrem oberen Bereich in der Mantelfläche eine Öffnung 6 zum Beladen derselben mit zu trocknendem Gut 170 auf. Außerdem ermöglicht die Öffnung 6 die direkte Bestrahlung des zu trocknenden Guts 170 mit Infrarotstrahlung mittels des Infrarot-Heizstrahlers 7. Die Stirnseiten der Trommel 2 sind geschlossen.

Auf der Innenfläche der Trommel 2 sind im unteren Bereich drei Mischerelemente 200, 201 und 202 im Abstand zueinander angeordnet, die sich wie Rippen in das Innere erstrecken, um für eine bessere Mischung bzw. Durchmischung des zu trocknenden Guts 170 zu sorgen.

In der vorliegenden Ausführungsform befinden sich im Arbeitszustand der Mikrowellen-Vakuumtrocknungsanlage 100 immer fünf Trommeln, die mit zu trocknendem Gut beladen sind, in dem Vakuumbehälter 110. Besagte Trommeln durchlaufen in diskreten Schritten (Stationen) nacheinander im Prinzip fünf Trocknungsstationen (nicht gekennzeichnet), in denen sie für eine bestimmte Zeit nicht weiter in Längsrichtung L gefördert werden, sondern im vorliegenden Fall zu einer hin- und herdrehenden Bewegung angetrieben werden, was auch als ein Wiegemodus bezeichnet werden kann. Währenddessen wird das zu trocknende Gut mit Mikrowellen beaufschlagt. Nach Durchführung eines Teiltrocknungsschrittes wird der Vakuumbehälter 110, wie in Figur 5 gezeigt, an seinen beiden Enden durch Hochschwenken der Vakuamtüren 1a und 1b geöffnet und werden alle fünf Trommeln 190 bis 194 um eine Etappe bzw. eine Trocknungsstation in Figur 5 von rechts nach links weitergeführt, wobei die vorderste Trommel 190 aus dem Vakuumbehälter 110 herausgeführt wird. An dem anderen (in Figur 5 rechten) Ende wird eine neue Trommel 195 in den Vakuumbehälter 110 geführt und nachfolgend wird der nächste Teiltrocknungsschritt nach Schließen der Vakuamtüren 1a und 1b und erneutem Aufbau des Vakuums durchgeführt.

Der Wiegemodus wird vornehmlich für Gut verwendet, das pulverförmig ist und staubt. Durch sanftes Wiegen wird Staub vermieden, der im Vakuum mit Mikrowellen zu Plasmabildung führen kann. Bei stückigem Gut ist dagegen kontinuierliches Mischen, zum Beispiel mittels der in den Figuren 1 und 2 gezeigten Ausführungsform, aber auch beispielsweise mittels einer Trommel in der in Figur 4 gezeigten Mikrowellen-Vakuumtrocknungsanlage, die sich vollständig um ihre Achse dreht, besser. Im letztgenannten Fall müssen dann aber die Trommeln geschlossene Mantelflächen oder Mantelflächen mit einer verschließbaren Öffnung aufweisen. Bei einer geschlossenen Mantelfläche muß in mindestens einer der Stirnseiten eine, insbesondere verschließbare, Öffnung vorgesehen sein.

Figur 7 zeigt eine weitere besondere Ausführungsform. Eine im unteren Bereich seitlich von den Trommeln, wobei in Figur 7 oben nur die Trommel 195 aus der Figur 6 gezeigt ist, durch Halterungen 270, 271 und 272 angeordnete Antriebswelle 280 wird über einen Riemen (z. B. Zahnriemen) 290 von einem im Vakuum befindlichen Pneumatikmotor 300 angetrieben. Wie im unteren rechten Bereich der Figur 7 gezeigt, kann die Antriebswelle eine Zahnung 310 oder eine Gummierung 320 für einen Eingriff mit einer entsprechend gezahnten Außenseite einer Trommel 194 bzw. der Außenfläche der Trommel aufweisen. Wie im unteren linken Bereich der Figur 7 gezeigt, ist symmetrisch zur Vertikalen durch den Drehpunkt einer Trommel 194 eine passive Welle 330 vorgesehen.

Eine neue Trommel 195 wird über Führungsrohre 340 bei nach oben geschwenkter Vakuumtür 1b dem Vakuumbehälter 110 zugeführt.

Die in der vorliegenden Beschreibung, in den Zeichnungen sowie in den Ansprüchen offenbarten Merkmale der Erfindung können sowohl einzeln als auch in beliebigen Kombinationen für die Verwirklichung der Erfindung in ihren verschiedenen Ausführungsformen wesentlich sein.

Ansprüche

1. Mikrowellen-Vakuumtrocknungsanlage (100) zur Trocknung von stückigem, pulverförmigem oder granulatförmigem Gut (170), umfassend
 - einen rohrförmigen Vakuumbehälter (110) mit einer Guteinlaßöffnung (120) an seinem einen Ende und einer unteren Gutaslaßöffnung (130) an seinem anderen Ende,
 - eine nichtmetallische Trommel (2) zur Aufnahme und Förderung des zu trocknenden Guts (170), die an ihre Stirnseiten (150, 160) offen ist, in dem Vakuumbehälter (110) koaxial angeordnet und mittels eines Antriebs zu einer Drehbewegung antreibbar ist sowie eine Innenfläche aufweist, die so ausgebildet ist, daß sie bei Drehung der Trommel (2) das durch die Guteinlaßöffnung (120) eingebrachte zu trocknende Gut (170) in Richtung zum Ende des Vakuumbehälters (110) mit der Gutaslaßöffnung (130) fördert,
 - mindestens einen Mikrowellen-Generator (4a) und
 - mindestens ein Mikrowellen-Einkoppelement (4b), das von dem Mikrowellen-Generator (4a) gespeist wird und in den Innenraum des Vakuumbehälters (110) mündet.
2. Mikrowellen-Vakuumtrocknungsanlage (100) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Trommel (2) rohrförmig ist.
3. Mikrowellen-Vakuumtrocknungsanlage (100) nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Trommel (2) aus Kunststoff besteht.

4. Mikrowellen-Vakuumtrocknungsanlage (100) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Trommel (2) aus mindestens zwei rohrförmigen Trommelsegmenten besteht.
5. Mikrowellen-Vakuumtrocknungsanlage (100) nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Innenfläche der Trommel (2) bzw. Trommelsegmente von einem Trommeleinsatz gebildet wird.
6. Mikrowellen-Vakuumtrocknungsanlage (100) nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Innenfläche der Trommel (2) bzw. Trommelsegmente in der Art eines Innengewindes ausgebildet ist.
7. Mikrowellen-Vakuumtrocknungsanlage (100) nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Mantelfläche der Trommel (2) bzw. Trommelsegmente perforiert ist.
8. Mikrowellen-Vakuumtrocknungsanlage (100) nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß auf der Innenfläche der Trommel (2) bzw. Trommelsegmente mindestens ein Mischerelement (200, 201, 202) angeordnet ist.
9. Mikrowellen-Vakuumtrocknungsanlage (100) nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Trommel (2) an ihrem äußeren Umfang gelagert und mittels des Antriebs antreibbar ist.
10. Mikrowellen-Vakuumtrocknungsanlage (100) nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das mindestens eine Mikrowellen-Einkoppelement (4b) in der unteren Hälfte des Vakuumbehälters (110) angeordnet ist.
11. Mikrowellen-Vakuumtrocknungsanlage (100) nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens eine Heißluftzuführeinrichtung zum Zuführen

von Heißluft in den Vakuumbehälter (110) und mindestens eine Abluftabführeinrichtung zum Abführen von Abluft vorgesehen sind.

12. Mikrowellen-Vakuumtrocknungsanlage (100) nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens eine Infrarot-Temperaturmeßeinrichtung (8a, 8b) zur Messung der Temperatur des Guts (170) in der Trommel (2) vorgesehen ist.
13. Mikrowellen-Vakuumtrocknungsanlage (100) nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens eine Feuchtemeßeinrichtung zur Messung der Feuchte des Guts (170) in der Trommel (2) vorgesehen ist.
14. Mikrowellen-Vakuumtrocknungsanlage (100) nach Anspruch 12 oder 13, dadurch gekennzeichnet, daß eine Prozeßsteuerung zur automatischen Steuerung der Trocknung in Abhängigkeit von den von der mindestens einen Temperaturmeßeinrichtung gelieferten Temperaturwerten und/oder von der mindestens einen Feuchtemeßeinrichtung gelieferten Feuchtwerten vorgesehen ist.
15. Mikrowellen-Vakuumtrocknungsanlage (100) nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß die Prozeßsteuerung zur automatischen Steuerung der Mikrowellenleistung(en) des bzw. der Mikrowellen-Generators/Generatoren (4a) gestaltet ist.
16. Mikrowellen-Vakuumtrocknungsanlage (100) nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Prozeßsteuerung zur Steuerung der Mikrowellenleistung in Abhängigkeit von den von der mindestens einen Feuchtemeßeinrichtung gelieferten Feuchtwerten gestaltet ist.
17. Mikrowellen-Vakuumtrocknungsanlage (100) nach einem der Ansprüche 14 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß die Prozeßsteuerung zur automatischen Steuerung der Drehgeschwindigkeit der Trommel (2) gestaltet ist.

18. Mikrowellen-Vakuumtrocknungsanlage (100) nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Prozeßsteuerung zur Steuerung der Drehgeschwindigkeit der Trommel (2) in Abhängigkeit von den von der mindestens einen Feuchtemeßeinrichtung gelieferten Feuchtwerten gestaltet ist.
19. Mikrowellen-Vakuumtrocknungsanlage (100) nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens ein Infrarot-Heizstrahler (7) zum Erwärmen des Guts (170) in der Trommel (2) vorgesehen ist.
20. Mikrowellen-Vakuumtrocknungsanlage (100) nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens eine Heizeinrichtung zum Beheizen der Wandung des Vakuumbehälters (110) vorgesehen ist.
21. Mikrowellen-Vakuumtrocknungsanlage (100) nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens eine Einrichtung zum Einbringen von Wasser und/oder Dampf und/oder Aromen in die Trommel (2) vorgesehen ist.
22. Mikrowellen-Vakuumtrocknungsanlage (100) nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß eine CIP-Reinigungsanlage vorgesehen ist.
23. Mikrowellen-Vakuumtrocknungsanlage (100) nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Prozeßsteuerung zur automatischen und/oder kontinuierlichen Dosierung der Trommel (2) mit Gut (170) gestaltet ist.
24. Mikrowellen-Vakuumtrocknungsanlage (100) zur Trocknung von stückigem, pulverförmigem oder granulatförmigem Gut (170), umfassend
 - einen rohrförmigen Vakuumbehälter (110) mit einer durch eine Tür (1a, 1b) verschließbaren Trommeleinlaßöffnung an seinem einen Ende und einer durch eine Tür (1a, 1b) verschließbaren Trommelauslaßöffnung an seinem anderen Ende, in dem

in dessen Längsrichtung hintereinander $n \geq 2$ Trocknungsstationen zur diskreten Trocknung von zu trocknendem Gut (170) vorgesehen sind, wobei mindestens eine Trocknungsstation mit mindestens einem Mikrowellen-Generator (4a) und einem zugehörigen Mikrowellen-Einkoppelement (4b) versehen ist, das von dem Mikrowellen-Generator (4a) gespeist wird und im Bereich der jeweiligen Trocknungsstation in den Innenraum des Vakuumbehälters (110) mündet,

- eine nichtmetallische, in dem Vakuumbehälter (110) koaxial angeordnete, um eine im wesentlichen horizontale Drehachse drehbar gelagerte Trommel (2) zur Aufnahme von zu trocknendem Gut (170) in jeder Trocknungsstation,
- einen Antrieb für die $n \geq 2$ Trommeln (190, 191, 192, 193, 194) oder einen Antrieb für jede der \geq zwei Trommeln (190, 191, 192, 193, 194) zum drehenden Antreiben der Trommeln (190, 191, 192, 193, 194), und
- eine Fördereinrichtung zum schrittweisen Fördern der Trommeln (190, 191, 192, 193, 194) von einer Trocknungsstation zur nächsten Trocknungsstation in Richtung von der Trommeleinlaßöffnung zur Trommelauslaßöffnung bei gleichzeitigem Herausfördern der Trommel (190) in der in Förderrichtung letzten Trocknungsstation aus dem Vakuumbehälter (110).

25. Mikrowellen-Vakuumtrocknungsanlage (100) nach Anspruch 24, dadurch gekennzeichnet, daß der Antrieb bzw. der jeweilige Antrieb zum hin- und hergehenden Drehbewegen der Trommeln (190, 191, 192, 193, 194) bzw. der Trommel (190 bzw. 191 bzw. 192 bzw. 193 bzw. 194) gestaltet ist.

26. Mikrowellen-Vakuumtrocknungsanlage (100) nach Anspruch 25, dadurch gekennzeichnet, daß jede Trommel (190, 191, 192, 193, 194, 195) in ihrer Mantelfläche eine unverschlossene Öffnung (6) aufweist und an ihren Stirnseiten geschlossen ist.

27. Mikrowellen-Vakuumtrocknungsanlage (100) nach Anspruch 24, dadurch gekennzeichnet, daß der Antrieb bzw. der jeweilige Antrieb zum umlaufenden Drehbewegen der Trommel (190, 191, 192, 193, 194) bzw. der Trommeln (190 bzw. 191 bzw. 192 bzw. 193 bzw. 194) gestaltet ist.
28. Mikrowellen-Vakuumtrocknungsanlage (100) nach Anspruch 27, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens eine Trommel (190 bzw. 191 bzw. 192 bzw. 193 bzw. 194) in ihrer Mantelfläche eine mittels eines Deckels verschließbare Öffnung (6) aufweist und an ihren Stirnseiten geschlossen ist.
29. Mikrowellen-Vakuumtrocknungsanlage (100) nach Anspruch 27, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens eine Trommel (190 bzw. 191 bzw. 192 bzw. 193 bzw. 194) an ihrer Mantelfläche geschlossen ist und in einer ihrer Stirnseiten eine verschließbare Öffnung aufweist.
30. Mikrowellen-Vakuumtrocknungsanlage (100) nach einem der Ansprüche 24 bis 29, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens eine der Trommeln (190, 191, 192, 193, 194) perforiert ist.
31. Mikrowellen-Vakuumtrocknungsanlage (100) nach einem der Ansprüche 24 bis 30, dadurch gekennzeichnet, daß die Trommeln (190, 191, 192, 193, 194) aus Kunststoff bestehen.
32. Mikrowellen-Vakuumtrocknungsanlage (100) nach einem der Ansprüche 24 bis 31, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens eine der Trommeln (190, 191, 192, 193, 194) auf ihrer inneren Mantelfläche mindestens ein Mischerelement (200, 201, 202) aufweist.
33. Mikrowellen-Vakuumtrocknungsanlage (100) nach einem der Ansprüche 24 bis 32, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens eine der Trommeln (190, 191, 192, 193, 194) an ihrem Umfang gelagert ist.

34. Mikrowellen-Vakuumtrocknungsanlage (100) nach einem der Ansprüche 24 bis 33, dadurch gekennzeichnet, daß in mindestens einer der Trocknungsstationen mindestens eine Infrarot-Temperaturmeßeinrichtung (8a, 8b) zur Messung der Temperatur des Guts (170) in der jeweiligen Trommel (190 bzw. 191 bzw. 192 bzw. 193 bzw. 194) vorgesehen ist.
35. Mikrowellen-Vakuumtrocknungsanlage (100) nach einem der Ansprüche 24 bis 34, dadurch gekennzeichnet, daß in mindestens einer der Trocknungsstationen eine Feuchtemeßeinrichtung zur Messung der Feuchte des Guts (170) in der jeweiligen Trommel (190 bzw. 191 bzw. 192 bzw. 193 bzw. 194) vorgesehen ist.
36. Mikrowellen-Vakuumtrocknungsanlage (100) nach einem der Ansprüche 24 bis 35, dadurch gekennzeichnet, daß eine Prozeßsteuerung zur automatischen Steuerung der Trocknung in Abhängigkeit von dem von der mindestens einen Infrarot-Temperaturmeßeinrichtung (8a, 8b) gelieferten Temperaturwerten und/oder von der mindestens einen Feuchtemeßeinrichtung gelieferten Feuchtwerten vorgesehen ist.
37. Mikrowellen-Vakuumtrocknungsanlage (100) nach einem der Ansprüche 25 bis 36, dadurch gekennzeichnet, daß die Prozeßsteuerung zur Steuerung der hin- und hergehenden Drehbewegung der Trommeln (190, 191, 192, 193, 194) in Abhängigkeit von den von der mindestens einen Feuchtemeßeinrichtung gelieferten Feuchtwerten gestaltet ist.
38. Mikrowellen-Vakuumtrocknungsanlage (100) nach einem der Ansprüche 24 bis 37, dadurch gekennzeichnet, daß die Prozeßsteuerung zur Steuerung der Mikrowellenleistung in Abhängigkeit von den von der mindestens einen Feuchtemeßeinrichtung gelieferte Feuchtwerten gestaltet ist.
39. Mikrowellen-Vakuumtrocknungsanlage (100) nach einem der Ansprüche 24 bis 38, dadurch gekennzeichnet, daß in mindestens einer der Trocknungsstationen ein Infrarot-

Heizstrahler (7) zum Erwärmen des Guts (170) in der jeweiligen Trommel (190 bzw. 191 bzw. 192 bzw. 193 bzw. 194) vorgesehen ist.

40. Mikrowellen-Vakuumtrocknungsanlage (100) nach einem der Ansprüche 24 bis 39, dadurch gekennzeichnet, daß in mindestens einer der Trocknungsstationen eine Heizeinrichtung zum Beheizen der Wandung des Vakuumbehälters (110) vorgesehen ist.
41. Mikrowellen-Vakuumtrocknungsanlage (100) nach einem der Ansprüche 24 bis 40, dadurch gekennzeichnet, daß in mindestens einer der Trocknungsstationen eine Einrichtung zum Einbringen von Wasser und/oder Dampf und/oder Aromen in die jeweilige Trommel (190 bzw. 191 bzw. 192 bzw. 193 bzw. 194) vorgesehen ist.
42. Mikrowellen-Vakuumtrocknungsanlage (100) nach einem der Ansprüche 24 bis 41, dadurch gekennzeichnet, daß in mindestens einer der Trocknungsstationen eine CIP-Reinigungseinheit vorgesehen ist.
43. Mikrowellen-Vakuumtrocknungsanlage (100) nach einem der Ansprüche 14 bis 42, dadurch gekennzeichnet, daß in mindestens einer der Trocknungsstationen das mindestens eine Mikrowellen-Einkoppelement (4b) in der unteren Hälfte des Vakuumbehälters (110) angeordnet ist.
44. Mikrowellen-Vakuumtrocknungsanlage (100) nach einem der Ansprüche 24 bis 43, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens eine Heißluftzuführeinrichtung zum Zuführen von Heißluft in den Vakuumbehälter (110) und mindestens eine Abluftabführeinrichtung zum Abführen von Abluft vorgesehen ist.
45. Verfahren zur Trocknung von stückigem, pulverförmigem oder granulatförmigem Gut (170) mittels Mikrowellen in einem Vakuumbehälter (110) insbesondere einer Mikrowellen-Vakuumtrocknungsanlage (100) nach einem der vorangehenden Ansprüche, umfassend die Schritte:

- Beladen von $n \geq 2$ Trommeln (190, 191, 192, 193, 194) mit zu trocknendem Gut (170) außerhalb eines Vakuumbehälters (110) und
- Führen der beladenen $n \geq 2$ Trommeln (190, 191, 192, 193, 194) durch den Vakuumbehälter (110) in $n \geq 2$ Etappen, wobei nach jeder Etappe eine diskrete Teiltrocknung mittels Mikrowellen und bei gleichzeitigem Drehen oder Hin- und Herdrehen der Trommeln (190, 191, 192, 193, 194) durchgeführt wird.

46. Verfahren nach Anspruch 45, dadurch gekennzeichnet, daß nach jedem Teiltrocknungsschritt die Trommeln (190, 191, 192, 193, 194) um eine Trocknungsstation weitergeführt werden und eine Trommel (195) mit noch zu trocknendem Gut (170) in den Vakuumbehälter (110) nachgeladen wird.

47. Verfahren nach Anspruch 46, dadurch gekennzeichnet, daß die Trommeln (190, 191, 192, 193, 194) in dem Vakuumbehälter (110) durch Nachladen der Trommel (195) um eine Etappe weitergeführt werden.

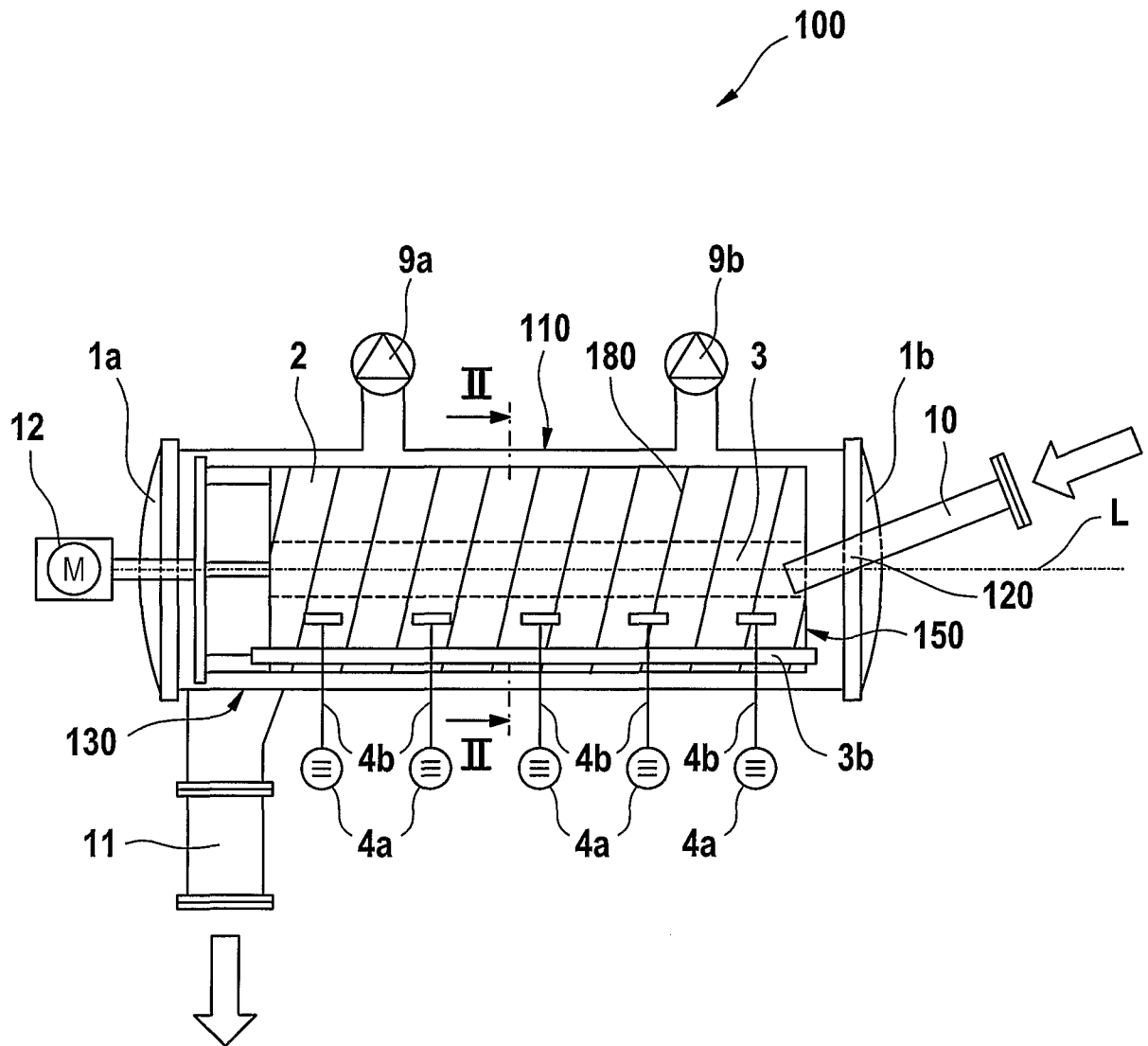


Fig. 1

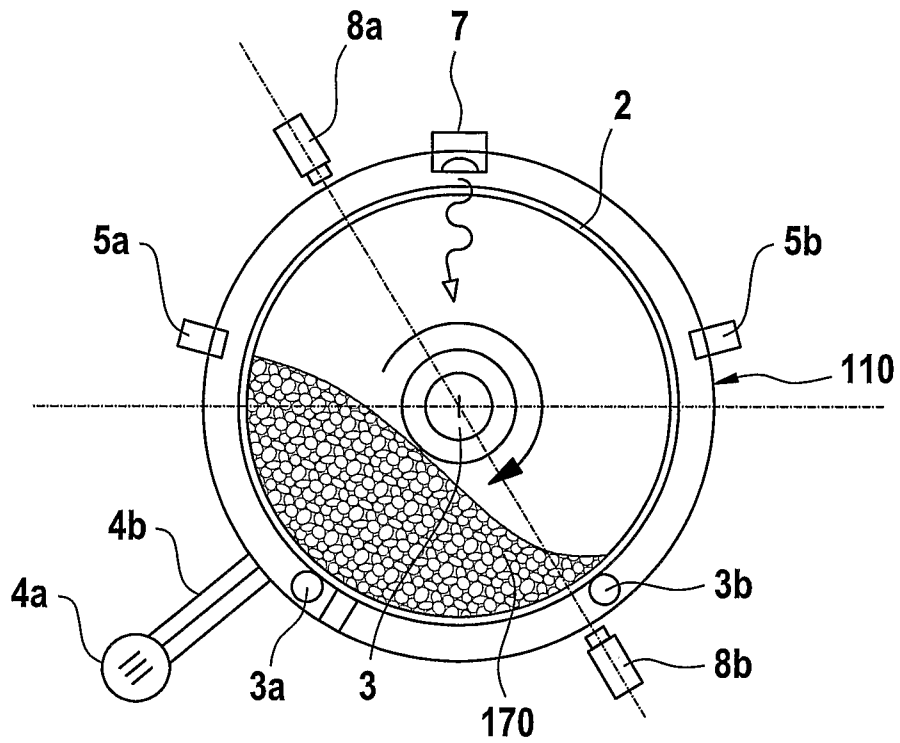


Fig. 2

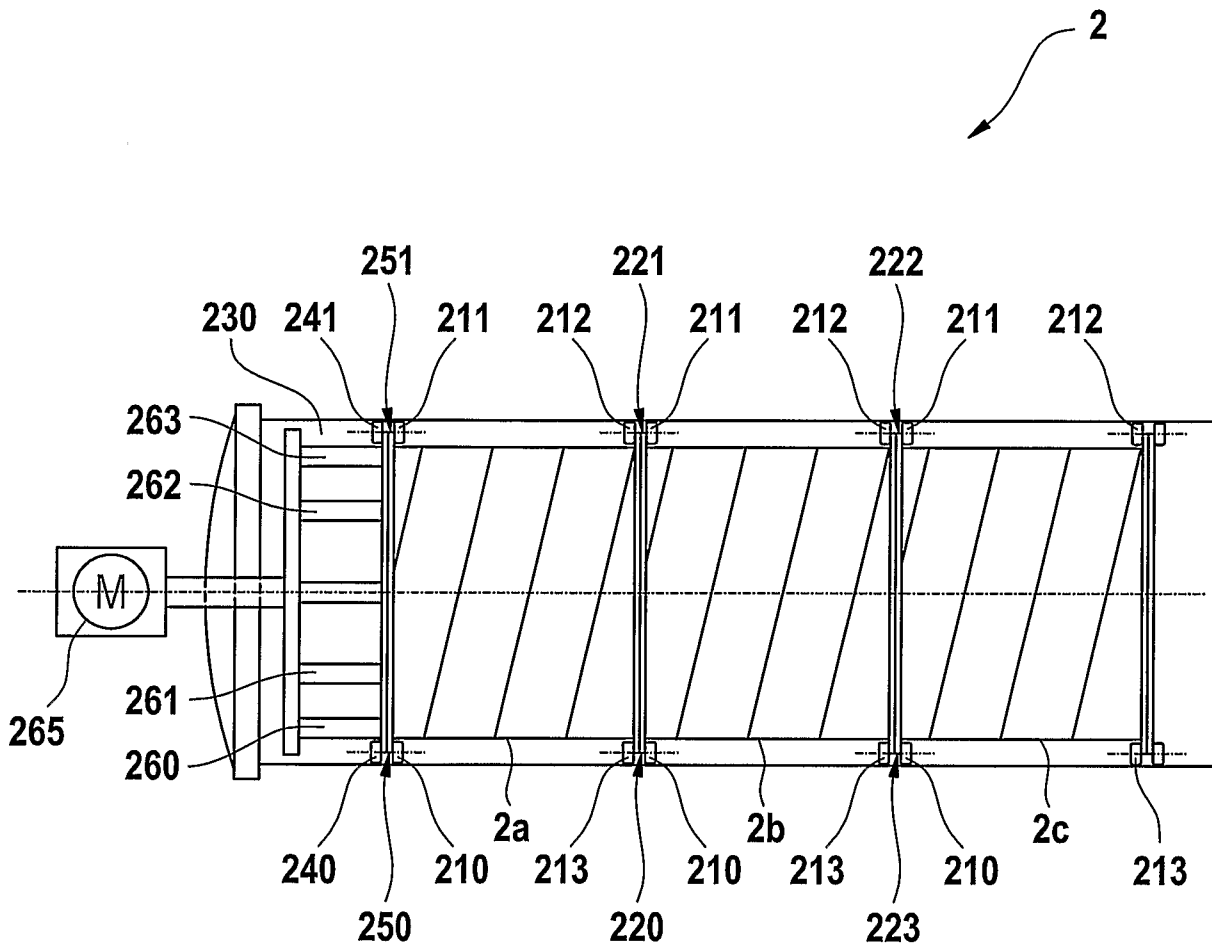


Fig. 3

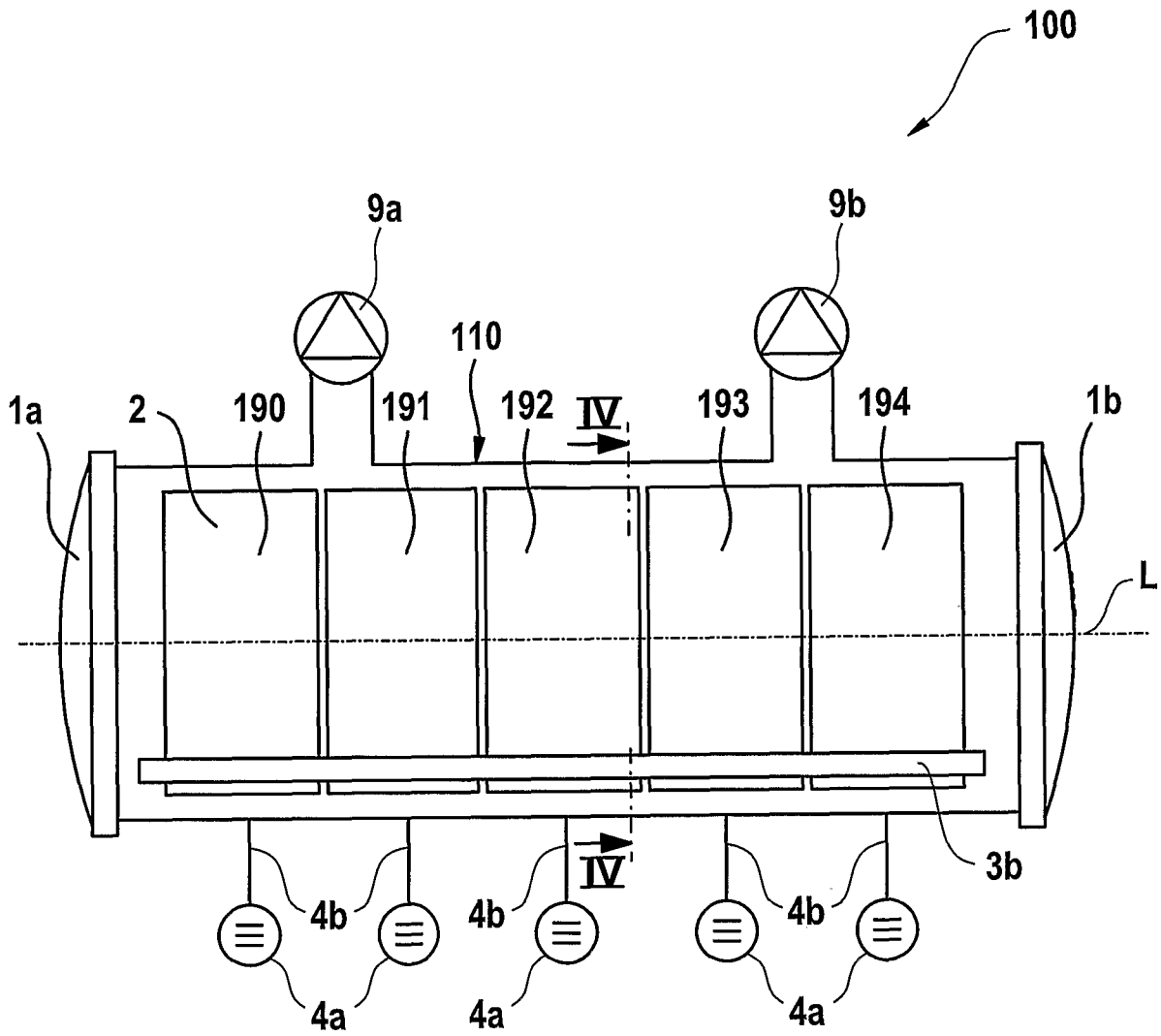


Fig. 4

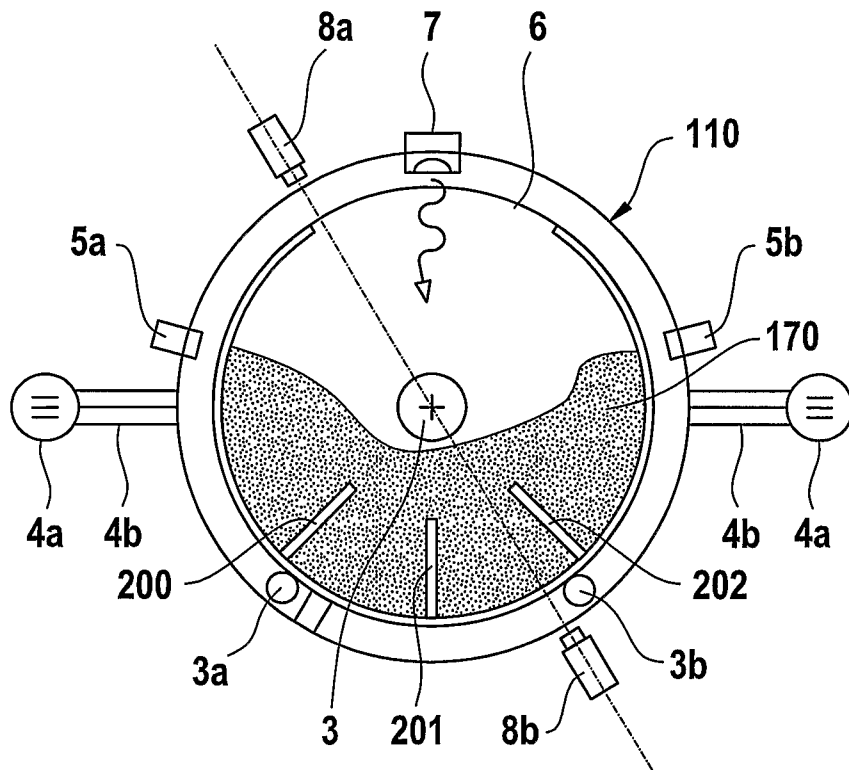


Fig. 5

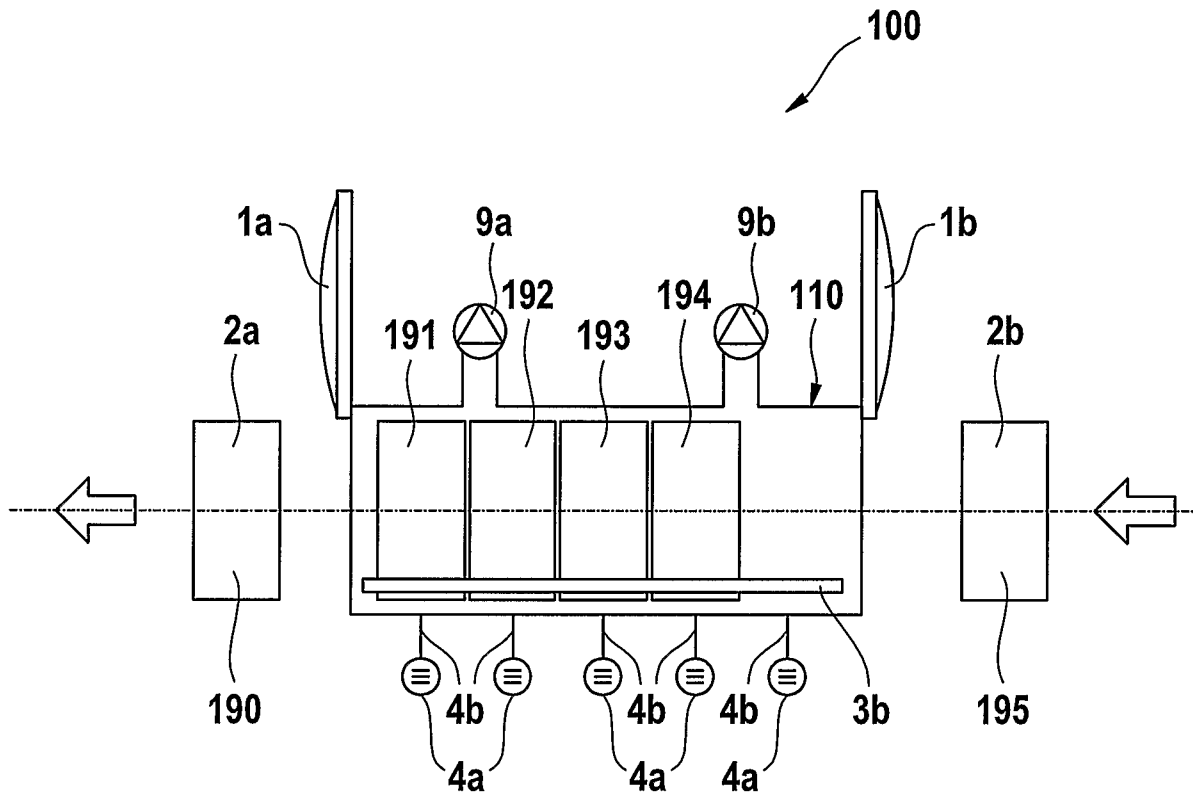


Fig. 6

7/7

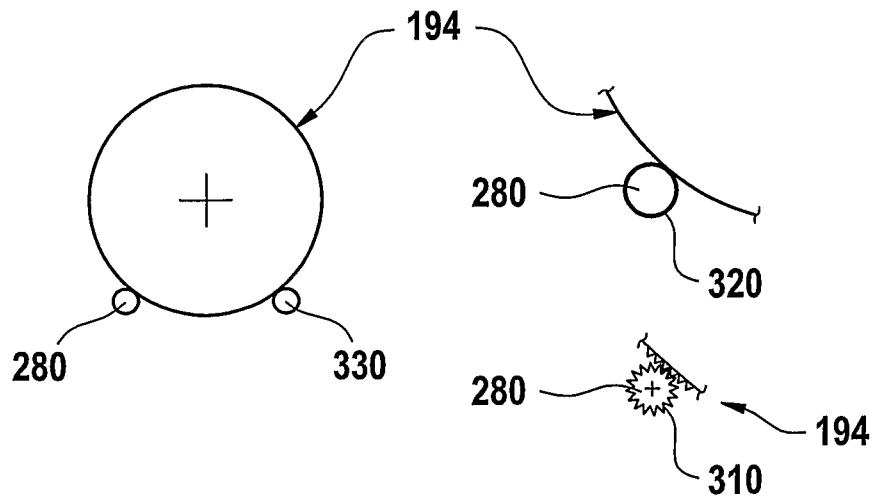
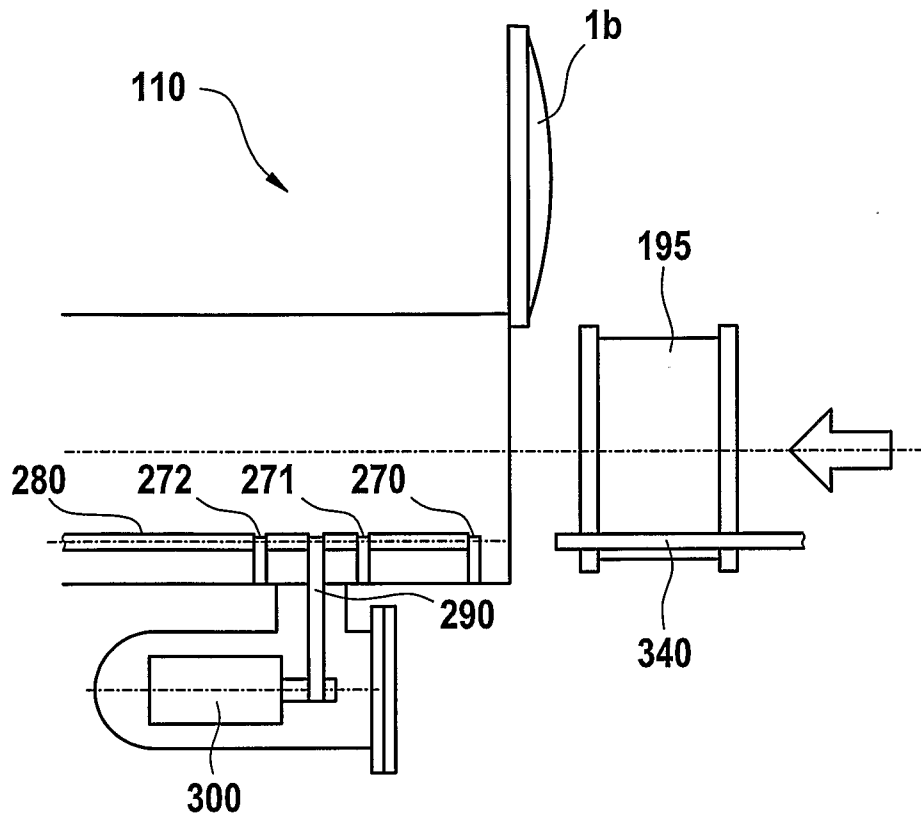


Fig. 7