

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 554 559 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

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

(51) Int. Cl.⁶: **B22C 9/12**, F26B 9/06,
B22C 9/14

(21) Anmeldenummer: **92121868.1**

(22) Anmeldetag: **23.12.1992**

(54) **Verfahren und Einrichtung zur Mikrowellenbeaufschlagung, insbesondere zum Trocknen**

Process and device especially for drying materials by use of microwave heating

Procédé et dispositif, notamment pour sécher, des matériaux employant des micro-ondes

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE CH DE DK ES FR GB GR IE IT LI LU MC NL
PT SE**

(30) Priorität: **03.01.1992 DE 4200101**
24.09.1992 DE 4232069

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
11.08.1993 Patentblatt 1993/32

(73) Patentinhaber: **SCHULZE, Reinhard**
D-65627 Elbtal (DE)

(72) Erfinder: **SCHULZE, Reinhard**
D-65627 Elbtal (DE)

(74) Vertreter:
Fiedler, Otto Karl, Dipl.-Ing.
Patentanwalt
Freistrasse 2
8200 Schaffhausen (CH)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 0 009 669 **EP-A- 0 017 665**
DE-A- 2 940 404 **DE-A- 3 119 979**
DE-B- 1 812 584 **DE-C- 3 625 322**

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

EP 0 554 559 B1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Durchlaufverfahren zur Mikrowellenbeaufschlagung, insbesondere zum Trocknen, von für Mikrowellen wenigstens teilweise absorptionsfähigen Materialien im Taktbetrieb, insbesondere zur Mikrowellenbeaufschlagung von gestapelten Stückgütern, wobei in einem Arbeitstakt jeweils mindestens zwei gesonderte Behandlungsmaterial-Ladungen, von denen mindestens eine beim Taktbeginn bereits eine gegenüber einer anderen Ladung bzw. mehreren derselben hinsichtlich Zeitdauer und/oder Intensität unterschiedliche Mikrowellenbeaufschlagung erfahren hat, einem gemeinsamen Mikrowellenfeld ausgesetzt werden. Ein desartiges Verfahren ist zum Beispiel aus der DE-A-31 19 979 bekannt.

[0002] Zum Erfindungsgegenstand gehört auch eine Einrichtung zur Durchführung eines solchen Verfahrens.

[0003] Verfahren zum Erwärmen oder zum Trocknen von Materialien mittels Mikrowellen sind allgemein verbreitet. Voraussetzung ist ein ausreichendes Mass an Absorptionsfähigkeit für ein Mikrowellenfeld der jeweils angewandten Frequenz. Für in gewissen Grenzen wasserhaltige Materialien ist dies ohne weiteres gegeben, weshalb die Trocknung solcher Materialien ein bevorzugtes Mikrowellen-Anwendungsgebiet darstellt. In vielen Erwärmungsanwendungen, insbesondere aber in den meisten Trocknungsanwendungen, steht die Mikrowelle in Konkurrenz mit konventionellen Energieträgern bzw. Uebertragungsformen (Heissluft, kurzweilige Wärmestrahlung, direkte Wärmeleitung). Entscheidend für den Mikrowelleneinsatz ist daher im Einzelfall die Frage, ob es gelingt, das spezifische Vorteilspotential der Mikrowelle hinsichtlich rascher, gleichmässiger und materialschonender Einführung der Energie in das Material zu verwirklichen. Ausserdem ist der energetische Wirkungsgrad ein wichtiges Auswahlkriterium. Die erfolgreiche Ausnutzung der Mikrowelleneigenschaften ist dabei abhängig von Verfahren und Apparaten, die den Eigenheiten der Mikrowelle wie auch den Anwendungsgegebenheiten ausreichend angepasst sind.

[0004] Aus der DE-A-31 19 979 ist ein quasi-kontinuierliches Mikrowellen-Trocknungsverfahren bekannt, bei jeweils eine Ladung des Behandlungsgutes ohne Auswechselung in aufeinanderfolgenden Schrittbewegungen durch eine voluminöse Mikrowellenkammer mit einem bekanntlich infolge Mehrfachreflexion und Überlagerung mehr oder weniger chaotischen Mikrowellenfeld geführt wird. Da die hier ungleichförmige Intensitätsverteilung des Feldes von der Lage des absorbierenden Gutes in der Kammer abhängt, ergeben sich kaum reproduzierbare Verhältnisse, und die verschiedenen Bereiche des Gutes durchlaufen unterschiedliche, praktisch undefinierbare Feldintensitäten. Eine Optimierung der Absorptionsverhältnisse mit gleichmässiger Trocknung des Gutes stösst daher auf grosse Schwierigkeiten.

[0005] Die Aufgabe, die der Erfindung zugrunde liegt, besteht mithin in der Schaffung eines Verfahrens und einer zugehörigen Einrichtungen, die eine erhöhte Effizienz des Arbeitsverfahrens, insbesondere eine erhöhte Erwärmungs- bzw. Trocknungsgeschwindigkeit bei ebensolchem Wirkungsgrad und bei schonender Materialbehandlung ermöglichen. Dabei soll sich die Aufgabe auch auf eine Verbesserung der Effizienz und der Betriebssicherheit bzw. die Erzielung eines vergleichsweise einfachen und herstellungsgünstigen Aufbaues der Einrichtung richten.

[0006] Die erfindungsgemässe Lösung dieser Aufgabe ist bestimmt durch die Merkmale der Patentansprüche 1 bzw. 5. Besonders vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen sind bestimmt durch die Merkmale der abhängigen Ansprüche.

[0007] Die Merkmale und Vorteile der Erfindung werden weiter unter Bezugnahme auf die in den Zeichnungen veranschaulichten Ausführungsbeispiele erläutert. Es zeigt:

Fig.1 ein Diagramm des Verlaufes der mittleren relativen Feuchte f des Behandlungsmaterials über der Zeit t für ein Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemässen Mikrowellen-Trocknungsverfahrens,

Fig.2 ein entsprechendes Feuchte-Zeitdiagramm für ein als Vergleichsobjekt geeignetes Mikrowellen-Trocknungsverfahren üblicher Art,

Fig.3 ein Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemässen Mikrowelleneinrichtung in Form einer "Multimode"-Mikrowellenkammer für Durchlaufbetrieb in einem Vertikal-Mittelschnitt parallel zur Durchlaufrichtung,

Fig.4 einen Ausschnitt aus Fig.3 in grösserem Massstab,

Fig.5 einen Teilschnitt der Mikrowelleneinrichtung gemäss Schnittebene V-V in Fig. 4,

Fig.6 ein anderes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemässen Mikrowelleneinrichtung in Form einer "Multimode"-Kammer für Durchlaufbetrieb, wiederum in einem Vertikal-Mittelschnitt parallel zur Durchlaufrichtung entsprechend der Darstellung in Fig.1,

Fig.7 einen Teilschnitt aus Fig.6 gemäss der dortigen Schnittebene VII-VII,

Fig.8 einen Teilschnitt aus Fig.7 gemäss der dortigen Schnittebene VIII-VIII,

Fig.9 einen Teilschnitt gemäss der in Fig.6 strich-

punktiert angedeuteten Schnittebene IX,

Fig.10 einen schematisch vereinfachten Teilschnitt aus Fig.9 gemäss der dortigen Schnittebene X-X, in wesentlich grösserem Massstab.

[0008] Bei dem Verfahrensbeispiel, dessen grundsätzliches Ablaufschema in dem Zeitdiagramm gemäss Fig. 1 dargestellt ist, handelt es sich um eine unter industriellen Betriebsbedingungen durchgeführte Trocknung von Formkernen für Metallguss. Die Kerne waren in einem modernen Verfahren mit einem auf der Basis von Wasserlösungen bzw. Wassersuspensionen zusammengesetzten Versiegelungsmittel, einer sogen. "Wasserschlichte", behandelt bzw. getränkt worden. Die Verwendung solcher Versiegelungsmittel anstelle bisher üblicher Versiegelungsmittel auf der Basis von Alkohol oder anderen organischen Lösungs- bzw. Suspensionsmitteln ist aus Gründen der Wirtschaftlichkeit und der Entsorgungsfreundlichkeit erwünscht. Dabei erweisen sich jedoch konventionelle Trocknungsverfahren wegen der wesentlich höheren spezifischen Wärme und Verdampfungswärme von Wasser als unzureichend, vor allem wegen einer unzumutbaren Erhöhung der Trocknungsdauer und damit zunehmender Wärmeverluste, also eines niedrigen Gesamtwirkungsgrades. Auch übliche Mikrowellenverfahren sind in dieser Hinsicht verbesserungsbedürftig.

[0009] Im Verfahrensbeispiel wurden in gesonderten Ladungen gestapelte Formkerne im Takt-Durchlaufbetrieb in einem Multimode-Mikrowellenfeld behandelt. Die Formkerne wurden mit einer einheitlichen, gleichbleibenden Eingangsfeuchte f_e entsprechend einem Wassergehalt von ca. 120 g pro Kern in Ladungen von 50 Stück eingeführt. Das Mikrowellenfeld wurde mit einer elektrischen Gesamtleistung von 100 kVA gespeist. Der entstehende Wasserdampf wurde unter entsprechender Frischluftzufuhr laufend abgesaugt.

[0010] In einem Arbeitstakt wurden jeweils zwei Ladungen einem gemeinsamen Mikrowellenfeld ausgesetzt. Zu Beginn eines Arbeitstaktes wurde jeweils eine Ladung neu in das Mikrowellenfeld eingeführt, während die andere Ladung zu Taktbeginn bereits im vorangehenden Arbeitstakt einer Mikrowellenbeaufschlagung unterzogen worden war. Für den jeweils nachfolgenden Arbeitstakt wurde die Ladung mit der grössten Beaufschlagungs-Taktzahl entnommen, d.h. in diesem Fall die im vor-vorangehenden Takt eingeführte Ladung, und eine noch unbeaufschlagte Ladung wurde neu eingeführt. Die Ladungen wurden taktweise aufeinanderfolgend in serieller Anordnung zwischen einem Einlass und einem Auslass durch das gemeinsame Mikrowellenfeld geführt. Jede Ladung wurde zunächst für eine Teiltrocknung in einem ersten Takt auf einen Eingangsplatz verbracht und sodann in einer kurzen Transportpause zur Endtrocknung im nächsten Takt auf einen Ausgangsplatz verschoben.

[0011] Die Arbeitstakt-Zeitdauer betrug gleichblei-

bend 6 Minuten. Insgesamt betrug also die Behandlungsdauer für jede Ladung 12 Minuten. Die Dauer der Transportpausen war demgegenüber infolge weitgehend automatisierten Betriebes mit einigen Sekunden vernachlässigbar.

[0012] In Fig.1 ist der Trocknungsfortschritt in aufeinanderfolgenden Arbeitstakten der Zeitdauer T in zeitkongruent untereinander angeordneten Diagrammen getrennt für den Eingangsplatz PL1 und den Ausgangsplatz PL2 dargestellt. Einlass E und Auslass A der Ladungen sowie deren Verschiebung zwischen Eingangs- und Ausgangsplatz sind durch vertikale Pfeile angedeutet.

[0013] Ausgehend von dem bereits erwähnten Anfangs-Wassergehalt von etwa 120 g pro Kern ergab sich gemäss Zwischenmessungen mit infolge des abnehmenden Wassergehaltes abnehmender Trocknungsgeschwindigkeit jeweils am Ende des ersten Taktes auf Platz PL1 eine Zwischen-Restfeuchte f_z entsprechend einem Wassergehalt von etwa 30 g pro Kern. Diese Ergebnisse waren bemerkenswert reproduzierbar und über Gesamtarbeitszeiten von mehreren Stunden im wesentlichen gleichbleibend. Nach Verschieben der Ladung von Platz PL1 auf Platz PL2 bildete die genannte Zwischen-Restfeuchte f_z den Anfangszustand für die in einem Takt ablaufende Endtrocknung auf Platz PL2. Nach dieser Endtrocknung war bei keiner Ladung noch ein messbarer Wassergehalt vorhanden (End-Restfeuchte gleich Null), wie dies beispielsweise als Verfahrensziel vorgegeben war. Gleichwertige Ergebnisse sind auch mit grösseren Ladungen (z.B. bis zu 130 Kerne pro Ladung) und höheren Anfangsfeuchten erzielt worden.

[0014] Bemerkenswert war vor allem auch die vergleichsweise niedrige Auslasstemperatur der Kerne von ca. 40°C und der aus Stahlprofilen bestehenden Ladungsbehälter von ca. 45°C, ein Anzeichen für eine hohe Nutzabsorption der Mikrowelle, d.h. geringe Verlustabsorption infolge von Wandströmen und Strömen in den metallischen Einbauten bzw. Ladungsbehältern. Der energetische Gesamtwirkungsgrad betrug im Mittel etwa 25%.

[0015] Bei dem im Diagramm gemäss Fig.2 wiedergegebenen Vergleichsversuch wurden jeweils zwei Ladungen von ebenfalls je 50 Kernen, identisch mit denjenigen der vorstehenden Verfahrensführung und mit dem gleichen Wassergehalt, in derselben Mikrowellenkammer behandelt, jedoch gemeinsam und gleichzeitig, ansonsten unter den gleichen Verfahrensbedingungen. Die elektrische Gesamtspeiseleistung betrug unverändert 100 kVA.

[0016] Die Behandlung erfolgte in einem ersten Takt der Zeitdauer $2 \times T = 12$ min. Die Behandlungsdauer für jede Ladung war also danach bereits die gleiche wie im Auslasszustand des Verfahrensbeispiels, jedoch wurde ständig noch eine Restfeuchte entsprechend einem Wassergehalt von etwa 10 g je Kern festgestellt. Es bedurfte danach noch jeweils einer zusätzlichen

Behandlungszeit T_r von mehreren Minuten, um die Restfeuchte auszutreiben. Der energetische Gesamtwirkungsgrad ergab sich mit ca. 20%. Kerne und Behälter hatten im Endzustand eine beachtlich höhere Temperatur angenommen, nämlich ca. 65°C bzw. ca. 70°C, was auf höhere Wandströme und entsprechend geringere Nutzabsorption hinweist.

[0017] Durch die Aufspaltung der Absorptionslast auf mehrere Partien abgestufter Absorptionsfähigkeit wird also in reproduzierbarer Weise unter ansonsten gleichen Verfahrensbedingungen eine erhebliche Intensivierung der Gesamtabsorption bzw. eine Verbesserung des energetischen Wirkungsgrades und der Verfahrenseffizienz erzielt. Dieser Effekt ist überraschend und kann vermutlich nicht ohne weiteres elementar erklärt werden. Er dürfte in Zusammenhang stehen mit einer Feldverteilung und Modenausbildung der Mikrowelle, die von der räumlichen Verteilung der durch die Nutzlast verkörperten Absorbentien bzw. Leitmaterialien abhängig ist.

[0018] Als wesentlich ist somit anzusehen, dass in einem Arbeitstakt jeweils eine Mehrzahl von Behandlungsmaterial-Ladungen, die unterschiedliche Absorptionsfähigkeit aufweisen, der Mikrowellenbeaufschlagung während eines im Ruhezustand fortschreitenden Erwärmungsvorganges, insbesondere Trocknungsvorganges, unterzogen wird. Im allgemeinen kann dies in der Weise erreicht werden, dass in einem Arbeitstakt jeweils mindestens zwei gesonderte Behandlungsmaterial-Ladungen, von denen mindestens eine beim Taktbeginn bereits eine gegenüber einer anderen Ladung bzw. mehreren derselben hinsichtlich Zeitdauer und/oder Intensität unterschiedliche Mikrowellenbeaufschlagung erfahren hat, einem gemeinsamen Mikrowellenfeld ausgesetzt werden.

[0019] Gemäss dem dargestellten Ausführungsbeispiel werden vorteilhaft in einem Arbeitstakt mehrere, vorzugsweise zwei, Ladungen einem gemeinsamen Mikrowellenfeld ausgesetzt werden, von denen jeweils eine zu Beginn des Arbeitstaktes neu in das Mikrowellenfeld eingeführt worden ist, während die andere Ladung bzw. mehrere derselben zu Taktbeginn bereits einem Arbeitstakt mit Mikrowellenbeaufschlagung bzw. einer Mehrzahl solcher Takte unterzogen worden waren. Dabei wird für den jeweils nachfolgenden Arbeitstakt die Ladung mit der grössten Beaufschlagungs-Taktzahl entnommen und eine noch unbeaufschlagte Ladung eingeführt.

[0020] Für die industrielle Ausübung des Verfahrens ist es besonders günstig, wenn die Ladungen taktweise aufeinanderfolgend, vorzugsweise in serieller Anordnung, zwischen einem Einlass und einem Auslass durch ein gemeinsames Mikrowellenfeld geführt werden.

[0021] Ferner wurde es als besonders vorteilhaft ermittelt, und zwar sowohl hinsichtlich einer effizienten Energieabsorption wie auch hinsichtlich des Verfah-

rens- und Vorrichtungsaufwandes, wenn die Ladungen dem Mikrowellenfeld in einem gemeinsamen, frequenz- und modenaufspaltenden Resonanzraumes (Multimode-Resonanzraum) ausgesetzt werden.

[0022] Die in den Figuren 3 bis 5 dargestellte Einrichtung ist insbesondere für die Durchführung des erfindungsgemässen Verfahrens geeignet, bietet jedoch in Verbindung mit anderen Verfahrensführungen ebenfalls wesentliche Vorteile.

[0023] Die Einrichtung umfasst eine Mikrowellenkammer MK vom Typ "Multimode-Resonanzraum" mit einer relativ grossen Zahl von Kleinleistungs-Magnetrons, die in rasterförmiger Verteilung an zwei einander quer zur Transport-Durchlaufrichtung (Pfeil P) gegenüberliegenden Kammerwänden angeordnet sind. Die Einkopplung der Mikrowellenenergie in die Kammer erfolgt unmittelbar (ohne Anpassungs-Wellenleiter) durch die über die Innenfläche der Kammerwand vorstehenden Antennendome ADM der Magnetrons. Die metallischen Kammerwände bilden einen allseitig reflektiv begrenzten Resonanzraum, in dem sich durch Vielfachreflexion und Ueberlagerung der eingekoppelten Wellen ein im wesentlichen stationäres Mikrowellenfeld mit Moden- und Frequenzaufspaltung ausbildet. Damit wird die Ausbildung von ausgeprägten Schwingungsknoten und -bäuchen hintangehalten.

[0024] Für die Materialbeschickung bzw. Materialentnahme sind in den Kammerwänden, die einander in Transportrichtung P gegenüberliegen, Ladetüren LT angeordnet. Grundsätzlich kann eine solche Kammer mit nur einer Türe alle Ladungswechselvorgänge bewältigen, wenn auch zwei oder mehr Türen oft vorteilhafter sind. Es versteht sich ferner, dass gegebenenfalls auch mehrere solcher Mikrowellenkammern miteinander zu einer komplexen Anlage hoher Leistungsfähigkeit funktionell und/oder räumlichkonstruktiv vereinigt werden können.

[0025] Ferner ist eine sich zwischen den Kammertüren erstreckende Material-Durchlaufbahn mit einer Transporteinrichtung TE mit Vorschubwalzen VW vorgesehen. Die Transporteinrichtung umfasst Aufnahmeplätze PL1, PL2 für zwei Ladungen LD1 bzw. LD2 von Behandlungsmaterial. Diese Aufnahmeplätze sind innerhalb der Mikrowellenkammer in Transportrichtung P hintereinander angeordnet.

[0026] Der Antrieb der Transporteinrichtung kann in an sich üblicher Weise ausgebildet sein und ist daher nicht näher dargestellt. Er wird zweckmässig mit einer Taktsteuereinrichtung bekannter Art für die Automatisierung des Arbeitsablaufes versehen. Wie aus Fig.5 ersichtlich, sind im Beispiel im Hinblick auf die taktmässige Positionierung der Ladungen im erfindungsgemässen Verfahren optische Stellungsdetektoren SD vorgesehen, die den Behandlungs-Ruhestellungen der Ladungen zugeordnet sind. Die Ladungen, im Beispiel bestehend aus je einer Vielzahl von relativ kleinen Einheiten FKR, hier wie erwähnt Formkerne, sind in Behältern BH1 bzw. BH2 neben- und übereinander in jeweils

eigenen Aufnahmen untergebracht. Die Behälter sind als Rahmengestelle ausgebildet und bestehen im wesentlichen aus dünnen Profilstäben oder Röhren, so dass die Koppelung des Mikrowellenfeldes mit den Materialstapeln nicht störend beeinträchtigt wird, auch wenn die Rahmengestelle aus Werkstoffen hoher elektrischer Leitfähigkeit oder Dielektrizitätskonstante bestehen. In einer praktischen Ausführung sind sogar Behälter mit metallischen Profilstäben und Röhren eingesetzt worden, ohne dass eine merkliche Abschirmung des Behandlungsmaterials oder eine unerwünscht hohe Verlustabsorption eintrat. Ferner ist im Beispiel eine Mehrzahl von Transport-Trägern TT vorgesehen ist, die den Aufnahmeplätzen PL1, PL2 formangepasst sind und Haltermittel für Ladungsbehälter aufweisen. Solche Träger erleichtern den Ladungswechsel und werden zweckmässig im Kreislauf vom Auslass zum Einlass der Mikrowellenkammer geführt, um Unabhängigkeit von den verschiedenen Weiterverarbeitungswegen der behandelten Ladungen zu erreichen.

[0027] Die Vorschubwalzen VW der Transporteinrichtung sind mit Antriebswellen AW und Tragachsen TA versehen, die in solchen Bereichen der Kammerwände, die mit vergleichsweise schwachen Feldbereichen gekoppelt sind und nur geringe Wandströme führen, durch Wandausnehmungen in den feldfreien Aussenraum geführt und hier mit üblichen, nicht dargestellten Antriebsmitteln gekuppelt bzw. gelagert sind. Z.B. kann für eine Kammerseite ein gemeinsamer Kettentrieb vorgesehen sein. Im Beispiel sind die Durchführungs-ausnehmungen der Antriebswellen bzw. Tragachsen in Wandbereichen angeordnet sind, die sich längs einspringenden unteren Innenkanten der Kammer erstrecken. Die zu den Endabschnitten benachbarten, noch im Kammerinnenraum liegenden Abschnitte der Antriebswellen bzw. Tragachsen sind mit in Richtung zur jeweils benachbarten Kammerwandung im Durchmesser zunehmenden Feldbeeinflussungselementen, hier konischen

[0028] Walzenendabschnitten WE, aus elektrisch leitendem Werkstoff versehen, um störende Feldkonzentrationen zu vermeiden. Schliessflächen SF der Kammertüren und Umrandungen UR der zugehörigen Wandöffnungen erstrecken sich in der Offenstellung der Türen in Parallelebenen, wobei die Türkörper zur Ebene ihrer Schliessfläche zwischen einer Freigabe- und einer Abdeckstellung bezüglich der Kammeröffnung längsverschiebbar sowie zusätzlich querverschiebbar am Kammergehäuse gelagert sind. Die Umrandungen UR sind mit Mikrowellendichtungen MD üblicher Art versehen. In der Abdeckstellung befindet sich der Türkörper bereits annähernd vor der betreffenden Wandöffnung, jedoch noch mit Abstand von der Umrandung bzw. der Mikrowellendichtung. Dies ermöglicht einen leichten und raschen Bewegungsablauf der Türen auf dem grössten Teil ihres langen Verschiebungsweges zwischen Freigabe- und Abdeckstellung.

In Fig.3 ist die eingangsseitige Kammertüre in ihrer Abdeckstellung, in Fig.5 in ihrer Schliessstellung angedeutet.

[0029] Im Verlauf eines letzten, vergleichsweise kurzen Teils des Längsverschiebungsweges wird der Türkörper zusätzlich in Richtung quer zur Türebene gegen die Umrandung der Wandöffnung und die Mikrowellendichtung in seine Schliessstellung verschoben. Hierfür sind zwischen Kammertüre und Kammergehäuse durch die Längsbewegung der Kammertüre aktivierbare Keilgetriebe KT vorgesehen. Diese Getriebe bestehen im wesentlichen aus Keilelementen KE an der Aussenseite des Türkörpers und zugeordneten, gehäusefest angeordneten Stützrollen SR. Diese Konstruktion zeichnet sich aus durch Einfachheit und Betriebssicherheit. Ferner kann durch selbsthemmende Bemessung des im Bereich der Schliessstellung wirksamen Keilwinkels, gegebenenfalls verstärkt durch geeignet bemessene Einsenkungen in den Keiflächen, eine sichere Arretierung in der Schliessstellung unabhängig vom Türantrieb erreicht werden. Umgekehrt wird diese Arretierung durch den Beginn der Öffnungsbewegung selbsttätig gelöst.

[0030] Im Beispiel ist eine Mehrzahl von Keilgetrieben in einer Mehrpunkt-Stützordnung, vorzugsweise in einer Drei- oder Vierpunktanordnung, über die Randbereiche der Kammertüre verteilt angeordnet. Dadurch ergibt sich eine elegante, weil besonders einfache Lagesicherung des Türkörpers in seiner Schliesssebene.

[0031] Zusätzlich bzw. für den möglichen Fall des Verzichts auf Selbsthemmung der Keilgetriebe sind im Beispiel selbsthemmende, jedoch in eine Freilaufstellung ausrückbare Türantriebsmittel TAM vorgesehen. Sie sind im einzelnen in den Figuren 4 und 5 dargestellt.

[0032] Für die Längsführung des Türkörpers TK ist eine gehäusefest angeordnete, zylindrische Schiene SH vorgesehen, die sich (gemäss Fig.4 rechtwinklig zur Zeichnungsebene) im wesentlichen über die Breite der Kammer und den Verschiebungsweg der Türe erstreckt. Auf dieser Schiene sind mehrere Führungshülsen FH gelagert, vorzugsweise solche mit Kugelumlauf-Führungen. An jeder Führungshülse FH ist der Türkörper TK mittels Querführungsbolzen QB in Richtung quer zur Türebene bzw. zur Längsverschiebungsrichtung beweglich aufgehängt. Während der Längsverschiebung des Türkörpers zwischen Freigabe- und Abdeckstellung, bei der zwischen der Schliessfläche SF der Türe und der Umrandung UR der Kammeröffnung bzw. der Mikrowellendichtung MD Abstand besteht, sorgt eine Druckfeder DRF für die Lagesicherung des Türkörpers in Querrichtung, und zwar durch Vorspannung gegen ein Widerlager WDL am Querführungsbolzen QB. Die Stützrollen SR als Bestandteile der (hier nicht im einzelnen dargestellten) Keilgetriebe für die Schliessbewegung (siehe Fig.5) brauchen daher an dieser Lagesicherung nicht teilzunehmen. Eine solche Längsführung ist in der aus Fig.3 ersichtlichen Weise

am oberen und unteren Umrandungsabschnitte der Kammeröffnung vorhanden.

[0033] Die jeweils auf einer Schiene SH gelagerten Führungshülsen FH tragen gemeinsam eine Zahnstange ZS, die sich parallel zur Schiene SH und im wesentlichen über deren gesamte Länge erstreckt. Mit dieser Zahnstange steht das Ritzel RZ eines gehäusefest angeordneten, Türantriebsmotors TMO, vorzugsweise ein selbsthemmender Getriebemotor, in Eingriff. Durch eine übliche Schaltsteuerung dieses Motors kann also der über die Führungshülsen FH und die Querführungsbolzen QB mit der Zahnstange ZS verbundene Türkörper in seiner Längsrichtung verschoben werden.

[0034] Der Türantriebsmotor TMO ist bezüglich des Kammergehäuses mittels eines Gelenks GK um eine zur Längsverschiebungsrichtung der Türe parallele Achse schwenkbar gelagert und ferner - ebenfalls gelenkig - mit einer nach oben aus dem Antriebsgehäuse AGH herausgeführten Zugspindel ZSP verbunden. Auf dieser Spindel sitzt eine beispielsweise von Hand betätigbare Ausrückmutter AMT, die sich auf den oberen Rand eines Kragens KR am Gehäuse AGH abstützt. Auf diese Weise kann das Ritzel aus der Zahnstange ZS ausgerückt und damit der selbsthemmende Türantrieb in eine Freigabestellung überführt werden. Dies erlaubt es, die Türe bei Stromausfall (selbstverständlich bei ausser Betrieb gesetzter Mikrowellenspeisung) von Hand zu öffnen.

[0035] Im dargestellten Beispiel erfolgt die Frischluftzufuhr in den Kammerinnenraum über in den Seitenwänden der Kammer angeordnete Gittereinsätze GES, deren jeder den Antennendom ADM eines Magnetrons umgibt. Der zugeführte Luftstrom dient daher gleichzeitig der Magnetronkühlung. Für die Dampfabsaugung ist ein an die Kammerdecke angeschlossener, zentraler Saugkanal SGK vorgesehen.

[0036] Die in Fig.6 dargestellte Behandlungskammer MK entspricht in zahlreichen Merkmalen der Ausführung nach Fig.1, was durch entsprechend übereinstimmende Bezugszeichen verdeutlicht ist. Insoweit erübrigt sich auch eine nochmalige Erläuterung. Als vorteilhafte Besonderheit des Ausführungsbeispiels nach Fig.6 sind für die Ladungen LD1, LD2 - wiederum bestehend aus je einer Vielzahl von relativ kleinen Einheiten FKR - Transportgestelle TG1, TG2 vorgesehen, die mit ihrer im wesentlichen ebenen oder aus geradlinigen Längsträgern gebildeten Unterseite direkt mit einer entsprechend bemessenen Transporteinrichtung TE in Wirkverbindung treten können. Auf diese Weise sind in dieser Einrichtung Traggestelle mit üblichen, nach unten relativ weit vorstehenden Fusselementen verwendbar, was der Einbeziehung der Ladungswechsel-Arbeitsgänge in den betrieblichen Transportablauf zugute kommt. Die hierfür massgebenden Merkmale der Transporteinrichtung und der Traggestelle werden noch näher erläutert.

[0037] Wie im aus den Figuren 6, 7 und 8 entnehmbar ist, umfasst die Transporteinrichtung auch bei dieser

Ausführung eine Mehrfachanordnung von Vorschubwalzen VW. Abweichend von der Ausführung nach den Figuren 3 und 5 sind jedoch die Antriebswellen AW und Tragachsen TA innerhalb des Kammerinnenraumes in ein Antriebsgehäuse AH bzw. in ein Lagergehäuse LH geführt. Die entsprechenden Wellen- bzw. Achsdurchführungen sind durch an sich bekannte und daher nicht dargestellte Mittel in ausreichendem Masse mikrowellendicht ausgeführt, so dass an scharfkantigen Elementen innerhalb dergenannten Gehäusen keine störenden Entladungen oder Erhitzungen auftreten können. Als Mikrowellen-Abdichtungsmittel kommen z.B. einerseits mit den Wellen bzw. Achsen und andererseits mit den Gehäusen in Kontakt stehende, elektrisch leitende Ringe oder Lippen in Betracht.

[0038] Zu der Transporteinrichtung zeigt Fig.8 im Querschnitt des kastenförmigen, langgestreckten Antriebsgehäuses AH eine Kettenradanordnung KRA, mit der die Vorschubwalzen untereinander und mit einem E-Motor M gekuppelt sind.

[0039] Die in den Figuren 7 und 8 gezeigte Konstruktion der Vorschubwalzenanordnung mit zugehörigen, in ausreichend mikrowellendichten Gehäusen untergebrachten Antriebs- bzw. Lagermitteln innerhalb der Mikrowellenkammer bietet wesentliche Vorteile. So können nämlich die Kammerwände von voluminösen Wellen- bzw. Achsdurchführungen freigehalten und z.B. im Hinblick auf die Aordnung und Gestaltung von Mikrowellen-Generatoren, Wellenleitern, Einkoppelementen, Stromzuführungen, Hilfsaggregaten wie Kühlvorrichtungen, Kühlluftführungen und dergl. optimal gestaltet werden. Auch im Kammerinnenraum ergibt sich eine wesentlich verbesserte konstruktive Freizügigkeit, vor allem hinsichtlich der Gestaltung der Transporteinrichtung. So kann z.B. die axiale Länge der Vorschubwalzen und damit die Breite der Transporteinrichtung unabhängig von den gegebenenfalls nach mikrowellentechnischen Anforderungen zu wählenden Kammerabmessungen kleiner gehalten und den Gegebenheiten des Behandlungsmaterials oder zugehöriger Aufnahmen, Halterungen und dergl. angepasst werden. Dabei kann den mikrowellentechnischen Anforderungen an die äussere Formgebung der Antriebs- bzw. Lagergehäuse, vor allem hinsichtlich Vermeidung von Feldkonzentrationen und störenden Entladungen sowie lokalen Erhitzungen, erfahrungsgemäss im allgemeinen ohne wesentlichen Aufwand ausreichend Rechnung getragen werden, jedenfalls bei praxisüblichen Feld-dichten im Mikrowellenraum.

[0040] Als besonders vorteilhaft hat sich eine Ausbildung der Antriebs- bzw. Lagergehäuse in Form langgestreckter, längs der Durchlaufbahn angeordneter Kästen erwiesen. Im Beispiel ist auf einer Längsseite der Vorschubwalzenanordnung ein sich parallel zur Durchlaufbahn erstreckender Antriebsgehäusekasten AH und auf der anderen Längsseite der Vorschubwalzenanordnung ein ebensolcher Lagergehäusekasten LH vorgesehen. Bei grösseren Längsabmessungen

kommt mit Vorteil eine Aufteilung in aufeinanderfolgende, gegebenenfalls auch mit gegenseitigem Längsabstand angeordnete Gehäusekästen in Betracht.

[0041] Weiterhin sind aus Fig.7 und 8 insbesondere die folgenden, wesentlichen Konstruktions- und Funktionsmerkmale ersichtlich:

[0042] Die äusseren Seitenbegrenzungen der Antriebs- bzw. Lagergehäusekästen sind - quer zur Durchlaufbahn gemessen - mit Abstand von den benachbarten Kammerwänden bzw. von den Seitenkanten der Türöffnung angeordnet. Dies begünstigt eine relativ intensive Ausbildung der Mikrowellenfelder im Seitenbereich der Transporteinrichtung und damit eine gleichmässige Beaufschlagung des Behandlungsmaterials.

[0043] Darüberhinaus ergeben sich folgende wesentlichen Vorteile hinsichtlich des Materialtransports:

[0044] Die in Fig.6 und 8 gezeigten Transportgestelle TG1, TG2 sind die an ihrer Unterseite mit einem Tragrahmen TRR versehen, der an den äusseren Rahmenecken angeordnete, nach unten vorstehenden Fusselemente FE aufweist. Dies ist eine weit verbreitete, für viele Transport- und Durchlauf-Behandlungsfunktionen bei Klein-Stückgütern vorteilhafte Gestellkonstruktion. Aus Fig.7 und 8 ist in diesem Zusammenhang ersichtlich, dass die Breite der Transporteinrichtung TE mit Vorschubwalzen VW und seitlichem Antriebs- bzw. Lagergehäuse AH, LH innerhalb der lichten Weite zwischen den nach unten vorstehenden Fusselementen FE liegt. Die Fusselemente liegen dabei seitlich neben den kastenförmigen Gehäusen AH bzw. LH. Die Transportgestelle stützen sich daher mit Längsholmen ihrer Tragrahmen TRR unmittelbar auf den Vorschubwalzen VW ab, und zwar derart, dass jedes Traggestell immer auf einer Mehrzahl von Walzen abgestützt ist. Dies ist in Fig.7 durch einen in Draufsicht strichpunktiert angedeuteten Tragrahmen TRR veranschaulicht. Damit wird ein einwandfreier Durchlauf der Transportgestelle ermöglicht, ohne dass beim Uebergang zwischen den Transportwegen ausserhalb und innerhalb der Kammer besondere Hilfsgestelle, Ueberbrückungskufen oder dergl. angebracht und wieder abgenommen werden müssten.

[0045] Wie bei der Ausführung nach Fig.1 ist jede Kammertüre zwischen einer Freigabestellung und einer Abdeckstellung bezüglich der Kammeröffnung längsverschiebbar und zusätzlich querverschiebbar am Kammergehäuse gelagert. In der Abdeckstellung befindet sich der Türkörper bereits annähernd vor der betreffenden Wandöffnung, jedoch noch mit Abstand von deren Umrandung bzw. von der Mikrowellendichtung. Im Verlauf eines letzten, vergleichsweise kurzen Teils des Längsverschiebungsweges wird auch hier der Türkörper mittels Keilgetrieben KT zusätzlich in Richtung quer zur Türebene gegen die Umrandung UR der Wandöffnung und die Mikrowellendichtung MD in seine Schliessstellung verschoben. Als Besonderheit findet sich in dieser Ausführung gemäss Fig.9 eine Pendel-

Lenkeranordnung PL, mittels deren die Kammertüre unabhängig von ihrer Längsbewegung am Kammergehäuse in Richtung quer zur Türebene beweglich aufgehängt ist. Dies ergibt eine besonders einfache und betriebssichere Lagerung der Türe und ermöglicht eine zuverlässige Anpressung der Mikrowellendichtungen.

[0046] In der Ausführung gemäss Fig.6 erfolgt die Frischluftzufuhr in den Kammerinnenraum über in den Seitenwänden der Kammer angeordnete Gittereinsätze GES, deren jeder einem Magnetron zugeordnet ist. Für die Dampfabsaugung ist im Beispiel ein an die Kammerdecke angeschlossener, zentraler Saugkanal SGK mit nicht dargestelltem, an sich bekanntem Sauggebläse vorgesehen. Diese Absaugung erzeugt in der Kammer einen Unterdruck, durch den sich über die Gittereinsätze entsprechende Lufteströmungen ergeben, die als Warmluftabsaugung für die an der Aussenseite der betreffenden Kammerwand angeordneten Magnetrons wirken.

[0047] Hierzu im einzelnen unter Bezugnahme auf die schematische Darstellung einer Magnetroneneinheit in Fig.10 folgendes:

Das an der Kammerwand-Aussenseite angeordnete Magnetron MGT ist in an sich bekannter Weise mit Luftstrom-Kühlmitteln versehen, die einen Lamellenkühler LMK und ein gegen diesen gerichtetes Kühlgebläse KBL umfassen. Wie in Fig.5 durch Pfeile angedeutet, ergibt sich so eine Luftströmung LST, die mittels eines als Sammel- und Umlenkmittel wirkenden Leitblechs LB in den Ansaugbereich des zugehörigen Gittereinsatzes GES geführt wird und damit an den Kammerinnenraum angeschlossen ist. Damit ergibt sich eine sehr wirksame, jedoch vorteilhaft einfache Kühleinrichtung.

[0048] Diese Mikrowellen-Generatoreinheiten mit Magnetron MGT, Gebläse KBL und Umlenk- bzw. Sammelmitteln für den Kühlluftstrom, hier in Form eines Leitbleches LB, sind in einem sich an die betreffende Kammerwand anschliessenden Teilgehäuse TGH angeordnet ist, der den Kühlluftstrom gegen äussere Störströmungen abschirmt.

Patentansprüche

1. Durchlaufverfahren zur Mikrowellenbeaufschlagung, insbesondere zum Trocknen, von für Mikrowellen wenigstens teilweise absorptionsfähigen Materialien im Taktbetrieb, insbesondere zur Mikrowellenbeaufschlagung von gestapelten Stückgütern, wobei in einem Arbeitstakt (T) jeweils mindestens zwei gesonderte Behandlungsmaterial-Ladungen (LD1, LD2), von denen mindestens eine beim Taktbeginn bereits eine gegenüber einer anderen Ladung bzw. mehreren derselben hinsichtlich Zeitdauer und/oder Intensität unterschiedliche

Mikrowellenbeaufschlagung erfahren hat, einem gemeinsamen Mikrowellenfeld ausgesetzt werden, gekennzeichnet durch folgende Merkmale:

- a) bei der Mikrowellenbeaufschlagung werden die Ladungen (LD1, LD2) während des jeweiligen Arbeitstaktes (T) in Ruhestellung auf je einem definierten Aufnahmeplatz (PL1, PL2) gehalten; 5
- b) jeweils nach Ablauf eines Arbeitstaktes (T) werden die Aufnahmeplätze (PL1, PL2) durch eine benachbarte Ladung mit geringerer vorangegangener Mikrowellenbeaufschlagung belegt. 10
2. Durchlaufverfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Ladungswechsel an den Aufnahmeplätzen (PL1, PL2) durch Vorschub in Pausen der Mikrowellenbeaufschlagung zwischen aufeinanderfolgenden Arbeitstakten (T) erfolgt. 15 20
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass in einem Arbeitstakt (T) jeweils eine Mehrzahl von Behandlungsmaterial-Ladungen (LD1, LD2) der Mikrowellenbeaufschlagung im Ruhezustand unterzogen wird. 25
4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass in einem Arbeitstakt (T) jeweils mindestens zwei gesonderte, Ladungen von Formen oder Formkernen (FKR) für die Metallgiesserei einem gemeinsamen Mikrowellenfeld ausgesetzt werden. 30
5. Einrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der vorangehenden Ansprüche, mit mindestens einer Mikrowellenkammer und mindestens einer an diese Kammer angeschlossenen Mikrowellen-Einkoppeleinrichtung sowie mit mindestens einer Kammertüre zur Materialbeschickung bzw. Materialentnahme, wobei die Mikrowellenkammer (MK) mindestens zwei, vorzugsweise einander gegenüberliegende (LT) Kammertüren und eine sich zwischen diesen Türen erstreckende Durchlaufbahn mit einer Transporteinrichtung (TE) aufweist, die Aufnahmeplätze (PL1, PL2) für mindestens zwei Behandlungsmaterial-Ladungen (LD1, LD2) umfasst, dadurch gekennzeichnet, dass bei der Transporteinrichtung (TE) eine Antriebssteuerung mit den vorgegebenen Behandlungs-Ruhestellungen der Ladungen (LD1, LD2) zugeordneten Stellungen detektoren (SD) vorgesehen ist. 35 40 45 50
6. Einrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Aufnahmeplätze (PL1, PL2) für die Behandlungsmaterial-Ladungen (LD1, LD2) innerhalb der Mikrowellenkammer (MK) in Trans- 55

portrichtung (P) hintereinander angeordnet sind.

7. Einrichtung nach Anspruch 5 oder 6, gekennzeichnet durch folgende Merkmale:
 - a) die Mikrowellenkammer (MK) ist mit einer Transporteinrichtung (TE) versehen, die sich längs einer Durchlaufbahn für das Behandlungsgut (FKR) erstreckt;
 - b) die Transporteinrichtung umfasst eine Mehrfach-Vorschubwalzenanordnung (VW), die sich längs der Behandlungsgut-Durchlaufbahn erstreckt und mit Antriebsmitteln gekuppelt ist;
 - c) die Antriebswellen (AW) bzw. Tragachsen (TA) der Vorschubwalzen (VW) sind in Bereichen der Kammerwände, die mit in Bezug auf die mittlere Mikrowellen-Feldintensität schwächeren Feldbereichen gekoppelt sind und entsprechend geringere Wandströme führen, durch Wandausnehmungen in den feldfreien Aussenraum geführt und hier mit Antriebsmitteln gekuppelt.
8. Einrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Durchführungs-ausnehmungen der Antriebswellen bzw. Tragachsen in Wandbereichen angeordnet sind, die sich längs einspringenden Innenkanten der Kammer (MK) erstrecken.
9. Einrichtung nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, dass die wandseitigen Endabschnitte der Vorschubwalzen und/oder die zu diesen Endabschnitten benachbarten, noch im Kammerinnenraum liegenden Abschnitte der Antriebswellen bzw. Tragachsen mit in Richtung zur jeweils benachbarten Kammerwandung im Durchmesser zunehmenden Feldbeeinflussungselementen (WE) aus elektrisch leitfähigem Werkstoff versehen sind.
10. Einrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 9, gekennzeichnet durch folgende Merkmale:

die Antriebsmittel der Mehrfach-Vorschubwalzenanordnung (VW) sind innerhalb des Kammerinnenraumes in mindestens einem Antriebs- bzw. Lagergehäuse (AH bzw. LH) untergebracht, das mit wenigstens annähernd mikrowellendichten Wellen- bzw. Achsdurchführungen für die Vorschubwalzen (VW) versehen ist.
11. Einrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass das Antriebs- bzw. Lagergehäuse (AH bzw. LH) als langgestreckter, längs der Durchlaufbahn angeordneter Kasten ausgebildet ist.
12. Einrichtung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet,

zeichnet, dass auf einer Längsseite der Vorschubwalzenanordnung (VW) ein sich parallel zur Durchlaufbahn erstreckendes Antriebsgehäuse (AH) und auf der anderen Längsseite der Vorschubwalzenanordnung (VW) ein ebensolches Lagergehäuse (LH) vorgesehen ist.

13. Einrichtung nach Anspruch 11 oder 12, dadurch gekennzeichnet, dass die äusseren Seitenbegrenzungen der kastenförmigen Antriebs- bzw. Lagergehäuse (AH bzw. LH) quer zur Durchlaufbahn gemessen wenigstens auf einem Teil der Kasten-
höhe mit Abstand von den benachbarten Kammerwänden bzw. von den Seitenkanten der Türöffnung angeordnet sind.

14. Einrichtung nach einem der Ansprüche 5 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass eine Mehrzahl von Transport-Trägern (TT) vorgesehen ist, die den Aufnahmeplätzen (PL1, PL2) für Behandlungsmaterial-Ladungen (LD1, LD2) in der Mikrowellenkammer (MK) formangepasst sind und Haltermittel für Ladungsbehälter (BH1, BH2) aufweisen.

15. Einrichtung nach einem der Ansprüche 5 bis 14, gekennzeichnet, durch folgende Merkmale:

- a) die Schliessfläche der Kammertüre (LT) und die Umrandung (UR) der ihr zugeordnete Wandöffnung erstrecken sich in der Offenstellung der Kammertüre (LT) in zueinander wenigstens annähernd parallelen und gegenseitig beabstandeten Ebenen, und die Kammertür (LT) ist wenigstens annähernd parallel zur Ebene ihrer Schliessfläche zwischen einer Freigabestellung und einer Abdeckstellung bezüglich der Kammeröffnung längsverschiebbar sowie zusätzlich querverschiebbar am Kammergehäuse gelagert;
b) zwischen Kammertüre und Kammergehäuse ist mindestens ein durch die Längsbewegung der Kammertüre (LT) aktivierbares Keilgetriebe (KT) angeordnet, das die Kammertüre (LT) quer zur Ebene der Kammeröffnung in ihre Schliessstellung verschiebt.

16. Einrichtung nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, dass eine Mehrzahl von Keilgetrieben (KT) in einer Mehrpunkt-Stützordnung, vorzugsweise in einer Drei- oder Vierpunktanordnung, über die Randbereiche der Kammertüre (LT) verteilt angeordnet ist.

17. Einrichtung nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens ein Keilgetriebe (KT), selbsthemmend ausgebildet ist.

18. Einrichtung nach einem der Ansprüche 15 bis 17, gekennzeichnet durch folgende Merkmale:

die Kammertüre ist in ihrer Längsbewegung eine in Schliess- und Öffnungsrichtung bewegliche Pendel-Lenkeranordnung (PL) am Kammergehäuse aufgehängt.

19. Einrichtung nach einem der Ansprüche 5 bis 18, dadurch gekennzeichnet, dass die Kammertür zwischen einer Freigabestellung und einer Schliess- bzw. Abdeckstellung bezüglich der Kammeröffnung bewegbar gelagert und mit einer selbsthemmenden, jedoch in eine Freilaufstellung ausrückbaren Antriebsvorrichtung (RZ, ZS) verbunden ist.

20. Einrichtung nach einem der Ansprüche 5 bis 19, dadurch gekennzeichnet, dass für die Türen Öffnungs- und/oder Schliess-Antriebsmittel (TAM) vorgesehen sind, die mit einer Taktsteuereinrichtung in Wirkverbindung stehen.

21. Einrichtung nach einem der Ansprüche 5 bis 20, gekennzeichnet durch folgende Merkmale:

- a) die Mikrowellenspeisung umfasst mindestens eine im Bereich wenigstens einer Kammerwand-Aussenseite angeordnete und mit Luftstrom-Kühlmitteln (LMK) versehene Mikrowellen-Generatoreinrichtung (MGT), insbesondere eine Magnetroneinheit, vorzugsweise eine Vielzahl solcher Generatoreinrichtungen, deren Auskoppелеlemente (ADM) mit dem Kammerinnenraum in Wirkverbindung stehen;
b) die Mikrowellenkammer ist mit einer Absaugeinrichtung (SGK) verbunden, die im Kammerinnenraum im Betrieb eine Unterdruckatmosphäre gegenüber der Aussenumgebung erzeugt;
c) die Kühlmittel (LMK) der Generatoreinrichtung (MGT) sind derart an den Kammerinnenraum angeschlossen, dass ein Kühlluftstrom (LST) von der Aussenumgebung über die Kühlmittel in den Kammerinnenraum entsteht;
c) die Kühlmittel umfassen mindestens ein Gebläse (KBL), das die Generatoreinrichtung (MGT) mit einem im wesentlichen parallel bis spitzwinklig zur Kammerwand verlaufenden Kühlluftstrom (LST) beaufschlagt;
d) in Richtung des Kühlluftstromes (LST) hinter der Generatoreinrichtung (MGT) ist in der Kammerwand mindestens ein Luftdurchlass (GES) vorgesehen, in dessen Bereich an der Kammerwand-Aussenseite Umlenk- und/oder Sammelmittel (LB) angeordnet sind, die den Kühlluftstrom (LST) wenigstens teilweise in den Ansaugbereich des Luftdurchlasses (GES)

führen.

22. Einrichtung nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, dass die Mikrowellen-Generatoreinrichtung (MGT) mit Kühlvorrichtungen und Kühlluft-Antriebsmitteln bzw. -Leitmitteln (LMK, KBL, LB) in einem Gehäuseraum angeordnet ist, der den Kühlluftstrom gegen äussere Störströmungen abschirmt.

Claims

1. Continuous method for applying microwave in a cyclic mode of operation to materials being at least partially capable of absorbing microwave, particularly for drying, and in particular for applying microwave to stacked unit loads, wherein within each operation cycle at least two separate loads (LD1, LD2) of material to be treated are exposed to a common microwave field, and wherein at least one of said loads at the beginning of an operation cycle has been exposed already to micro-wave for a time and/or with an intensity being different in comparison with another load or a plurality thereof, characterized by the following features:
 - a) In the microwave application, during each cycle of operation (T) said loads (LD1, LD2) are held on a defined reception place (PL1, PL2);
 - b) after the end of each operation cycle (T) a neighbouring load having been subject to a smaller preceding microwave application is positioned on each of said reception places (PL1, PL2).
2. Continuous method according to the claim 1, characterized in that the load changing at the said reception places (PL1, PL2) is performed by advance in the pauses of the microwave application between subsequent operation cycles (T).
3. Continuous method according to the claim 1 or 2, characterized in that within an operation cycle (T) microwave is applied to a plurality of loads of material (LD1, LD2) being in quiescent condition.
4. Method according to the claim 1, characterized in that within an operation cycle (T) a common microwave field is applied to at least two separate loads of moulds or cores (FKR) for metal foundry.
5. Apparatus for performing the method according to anyone of the preceding claims, comprising at least one microwave chamber and at least one device for microwave coupling-in as well as at least one chamber door for introducing or discharging material, said microwave chamber (MK) comprising at least two doors (LT), preferably arranged oppositely

to each other, and a progression path extending between said doors and comprising a transportation device (TE) which comprises reception places (PL1, PL2) for at least two loads (LD1, LD2) of material to be treated, characterized in that in said transportation device (TE) there are provided drive control means comprising position detectors (SD) assigned to the predetermined processing quiescent positions of said loads (LD1, LD2).

6. Apparatus according to the claim 5, characterized in that said reception places (PL1, PL2) for said loads (LD1, LD2) of material to be treated are arranged in said microwave chamber (MK) one behind the other in the transportation direction.
7. Apparatus according to the claim 5 or 6, characterized by the following features:
 - a) For the the microwave chamber (MK) there is provided a transportation device extending along a progression path for the material to be treated (FKR);
 - b) said transportation device comprises a multiple-roller arrangement (VW), which extends along said progression path for the material to be treated and which is coupled to drive means;
 - c) in regions of the chamber walls which are coupled with microwave field ranges of diminished intensity in relation to the average field intensity and which, accordingly, are carrying correspondingly diminished wall currents, there the shafts (AW) or supporting axles (TA) respectively of the advancing rollers (VW) are passing into the exterior space and coupled to drive means.
8. Apparatus according to the claim 7, characterized in that the passing holes for said drive shafts and supporting axles are arranged in wall regions extending along re-entering internal edges of the chamber (MK).
9. Apparatus according to the claim 7 or 8, characterized in that the end sections of said advancing rollers near to the wall and/or the sections of said drive shafts or supporting axles neighbouring said end sections are provided with field influencing elements (WE) of electrically conducting material.
10. Apparatus according to anyone of the claims 7 to 9, characterized by the following features:

In the interior space of the chamber the drive means of said multiple advancing roller arrangement (VW) are arranged within at least one drive or bearing case (AH or LH), which is

provided with at least approximately microwave-tight shaft or axle bushings for said advancing rollers (VW).

11. Apparatus according to the claim 10, characterized in that said drive or bearing case (AH or LH) is designed as a longitudinally extending box arranged along said progression path. 5
12. Apparatus according to the claim 11, characterized in that on one longitudinal side of said advancing roller arrangement (VW) there is provided a drive case (AH) extending in parallel to said progression path, and on the other longitudinal side of said advancing roller arrangement (VW) there is provided a corresponding bearing case. 10 15
13. Apparatus according to the claim 11 or 12, characterized in that the outer longitudinal lateral limits of said box-shaped drive or bearing case (AH or LH), when measured across said progression path, are located under a distance from the neighbouring chamber walls or from the side edges of the door holes at least over a part of the height of the box. 20 25
14. Apparatus according to anyone of the claims 5 to 13, characterized in that there is provided a plurality of transport carriers (TT) which are adapted in shape to the reception places (PL1, PL2) in the microwave chamber (MK) for loads (LD1, LD2) of material to be treated and comprise holding means for load containers (BH1, BH2). 30
15. Apparatus according to anyone of the claims 5 to 14, characterized by the following features: 35
 - a) The closing surface of said chamber door (LT) and the bordering (UR) of the wall hole assigned thereto, in the open position of the chamber door (LT), extend in at least approximately parallel planes situated by a distance from each other, said chamber door being longitudinally displaceable at least approximately in parallel to the plane of its closing surface between an uncovering and a covering position, and additionally said chamber door being mounted transversely displaceable on the chamber housing; 40 45
 - b) between said chamber door and said chamber housing there is arranged at least one wedge-mechanism (KT), which is capable of being activated by the longitudinal movement of the chamber door (LT), said wedge-mechanism displacing the chamber door transversely to the plane of the chamber hole into its closing position. 50 55
16. Apparatus according to the claim 15, characterized in that a plurality of wedge-mechanisms (KT) is provided in a multiple-point supporting arrangement, preferably in a three- or four-point arrangement, distributed over the marginal regions of the chamber door (LT).
17. Apparatus according to the claim 16, characterized in that at least one wedge-mechanism (KT) is formed as a self-locking one.
18. Apparatus according to anyone of the claims 15 to 17, characterized by the following features:

For its longitudinal movement, the chamber door is mounted on the chamber housing by means of a pendulum-rod device (PL) movable in in the closing and opening direction.
19. Apparatus according to anyone of the claims 5 to 18, characterized in that the chamber door is mounted movably between a releasing and a covering position in relation to the chamber hole, said door being provided with a self-locking drive device (RZ, ZS) capable of being disengaged into a free-running position.
20. Apparatus according to anyone of the claims 5 to 19, characterized in that for the doors there are provided opening and/or closing drive means (TAM) which are in active connection with a clocked control device.
21. Apparatus according to anyone of the claims 5 to 20, characterized by the following features:
 - a) The microwave feed means comprise at least one microwave generating device (MGT), in particular a magnetron unit, preferably a plurality of such generating devices, the output coupling elements (ADM) of which are in active connection with the internal space of the chamber, said microwave generating device being arranged in the range of at least one chamber outside and being provided with air-flow cooling means (LMK);
 - b) said microwave chamber is connected with a suction device (SGK) which, in operation creates in the interior space of the chamber low pressure in relation to the exterior environment;
 - c) the cooling means (LMK) of said generating device (MGT) are connected to the interior space of the chamber in such a manner that there is created a cooling air flow (LST) from the exterior environment via the cooling means into the interior space of the chamber;
 - d) said cooling means comprise at least one blower (KBL), which applies a cooling air flow (LST) to the generating device (MGT), said

cooling air flow running substantially in parallel up to under an acute angle to the chamber wall; e) in the direction of said cooling air flow (LST) behind said generating device (MGT) there is provided at least one air passage (GES), in the region of which at the outside of the chamber wall there are arranged diverting and/or collecting means (LB) leading the cooling air flow (LST) at least partially into the suction range of said air passage (GES).

22. Apparatus according to the claim 21, characterized in that said microwave generating device (MGT) together with cooling devices and cooling air drive or directing means (LMK, KBL, LB) is arranged in a housing chamber which shields the cooling air flow against disturbing flows.

Revendications

1. Procédé d'action par micro-ondes à passage continu, en particulier pour le séchage, en fonctionnement cyclique, de matériaux pouvant absorber au moins partiellement des micro-ondes, en particulier pour action par micro-ondes sur des produits de détail empilés, dans lequel en un cycle de travail (T) respectivement au moins deux charges distinctes de matière de traitement (LD1, LD2), dont au moins une a déjà subi, en début de cycle, une action par micro-ondes différente par la durée et/ou par l'intensité vis-à-vis d'une autre charge ou de plusieurs de celle-ci, sont exposées à un champ de micro-ondes commun, caractérisé par les caractéristiques suivantes:
 - a) lors de l'action par micro-ondes, les charges (LD1, LD2) sont maintenues en position de repos respectivement sur un emplacement de réception défini (PL1, PL2) pendant le cycle de travail respectif (T) ;
 - b) chaque fois après déroulement d'un cycle de travail (T), les emplacements de réception (PL1, PL2) sont occupés par une charge voisine ayant subi une action par micro-ondes précédente plus faible.
2. Procédé à passage continu selon la revendication 1, caractérisé en ce que le changement de charge sur les emplacements de réception (PL1, PL2) s'effectue par avancement pendant des pauses de l'action par micro-ondes entre des cycles de travail (T) successifs.
3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce qu'en un cycle de travail (T), chaque fois une pluralité de charges de matière de traitement (LD1, LD2) est soumise à l'action par micro-ondes à l'état de repos.
4. Procède selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'en un cycle de travail (T), respectivement au moins deux charges distinctes de moules ou de noyaux de moule (FKR) pour la fonderie de métaux sont exposées à un champ de micro-ondes commun.
5. Installation pour l'exécution du procédé selon l'une des revendications précédentes, avec au moins une chambre à micro-ondes, au moins un système d'introduction de micro-ondes adjacent à cette chambre ainsi qu'avec au moins une porte de chambre pour l'alimentation en matière ou l'enlèvement de matière, dans laquelle la chambre à micro-ondes (MK) comporte au moins deux portes de chambre (LT) de préférence opposées l'une à l'autre et une voie de passage s'étendant entre ces portes avec un dispositif de transport (TE), qui comprend les emplacements de réception (PL1, PL2) pour au moins deux charges de matière de traitement (LD1, LD2), caractérisée en ce que dans le dispositif de transport (TE) est prévue une commande d'entraînement avec des détecteurs de position (SD) associés aux positions de repos de traitement, données à l'avance, des charges (LD1, LD2).
6. Installation selon la revendication 5, caractérisée en ce que les emplacements de réception (PL1, PL2) pour les charges de matière de traitement (LD1, LD2) à l'intérieur de la chambre à micro-ondes (MK) sont disposés les uns après les autres en direction de transport.
7. Installation selon la revendication 5 ou 6, caractérisée par les caractéristiques suivantes :
 - a) la chambre à micro-ondes (MK) est pourvue d'un système de transport qui s'étend le long d'une voie de passage pour le produit de traitement (FKR) ;
 - b) le système de transport comprend un agencement de rouleaux d'avancement multiples (VW), qui s'étend le long de la voie de passage du produit de traitement et est accouplé à des moyens d'entraînement;
 - c) les arbres menants (AW), ou axes de support (TA) des rouleaux d'avancement (VW) s'étendent, dans des régions des parois de chambre qui sont couplées à des zones de champ plus faibles par rapport à l'intensité de champ moyenne des micro-ondes et conduisent des courants de paroi plus faibles de façon correspondante, à travers des évidements de paroi dans l'espace extérieur dépourvu de champ et sont accouplés ici à des moyens d'entraînement.

8. Installation selon la revendication 7, caractérisée en ce que les évidements de passage traversants des arbres menants ou axes de support sont agencés dans des régions de paroi qui s'étendent le long d'arêtes intérieures rentrantes de la chambre (MK). 5
9. Installation selon la revendication 7 ou 8, caractérisée en ce que les portions extrêmes, côté paroi, des rouleaux d'avancement et/ou les portions des arbres menants ou axes de support voisines de ces portions extrêmes et encore situées dans l'espace intérieur de chambre, sont pourvues, en direction de la paroi de chambre voisine respective, d'éléments d'influencement de champ (WE) à diamètre croissant en matière électriquement conductrice. 10 15
10. Installation selon l'une des revendications 7 à 9, caractérisée par les caractéristiques suivantes : 20
 les moyens d'entraînement de l'agencement à rouleaux d'avancement multiples (W) sont logés à l'intérieur de l'espace interne de chambre dans au moins un boîtier d'entraînement et de paliers (AH et LH) qui est pourvu de traversées d'arbres et/ou d'axes, au moins approximativement imperméables aux micro-ondes, pour rouleaux d'avancement (VW). 25
11. Installation selon la revendication 10, caractérisée en ce que le boîtier d'entraînement et de paliers (AH et LH) est réalisé sous forme de caisson allongé, disposé le long de la voie de passage. 30
12. Installation selon la revendication 11, caractérisée en ce que sur un côté longitudinal de l'agencement de rouleaux d'avancement (VW) est prévu un boîtier d'entraînement (AH) s'étendant parallèlement à la voie de passage et sur l'autre côté longitudinal de l'agencement de rouleaux d'entraînement (VW) est prévu un boîtier de paliers (LH) similaire. 35 40
13. Installation selon la revendication 11 ou 12, caractérisée en ce que les limitations latérales extérieures des boîtiers d'entraînement et de paliers (AH et LH) en forme de caisson, mesurées transversalement à la voie de passage, sont disposées sur une partie de la hauteur de caisson en étant espacées des parois de chambre voisines et/ou des arêtes latérales de l'ouverture de porte. 45 50
14. Installation selon l'une des revendications 5 à 13, caractérisée en ce qu'une pluralité de supports de transport (TT) est prévue, qui sont adaptés par la forme aux emplacements de réception (PL1, PL2) pour charges de matière de traitement (LD1, LD2) dans la chambre à micro-ondes (MK) et comportent des moyens de retenue pour récipients de charge (BH1, BH2). 55
15. Installation selon l'une des revendications 5 à 14, caractérisée par les caractéristiques suivantes :
 a) la surface de fermeture de la porte de chambre (LT) et le bord d'encadrement (UR) de l'ouverture de paroi qui lui est associée s'étendent, dans la position d'ouverture de la porte de chambre (LT), dans des plans au moins approximativement parallèles l'un à l'autre et mutuellement espacés, et la porte de chambre (LT) est montée de façon à être longitudinalement déplaçable au moins approximativement parallèlement au plan de sa surface de fermeture entre une position de dégagement et une position de recouvrement relativement à l'ouverture de chambre ainsi qu'additionnellement déplaçable transversalement sur le boîtier de chambre;
 b) entre la porte de chambre et le boîtier de chambre est montée une transmission à cale en coin (KT) pouvant être activée par le mouvement longitudinal de la porte de chambre (LT) et qui déplace la porte de chambre (LT) transversalement à l'ouverture de chambre dans sa position de fermeture.
16. Installation selon la revendication 15, caractérisée en ce qu'une pluralité de transmissions à cale en coin (KT) est montée en un agencement d'appui à plusieurs points, de préférence en un agencement à trois ou à quatre points en étant répartie sur les zones de bordure de la porte de chambre (LT).
17. Installation selon la revendication 16, caractérisée en ce qu'au moins une transmission à cale en coin (KT) est réalisée de façon à être autobloquante.
18. Installation selon l'une des revendications 15 à 17, caractérisée par les caractéristiques suivantes:
 la porte de chambre est suspendue, dans son mouvement longitudinal, au boîtier de chambre par un agencement de biellette pendulaire (PL) mobile en direction de fermeture et d'ouverture.
19. Installation selon l'une des revendications 5 à 18, caractérisée en ce que la porte de chambre est montée de façon à être mobile entre une position de dégagement et une position de fermeture ou de recouvrement relativement à l'ouverture de porte et est reliée à un dispositif d'entraînement (RZ, ZS) autobloquant mais débrayable dans une position de roue libre.
20. Installation selon l'une des revendications 5 à 19,

caractérisée en ce que pour les portes sont prévus des moyens d'entraînement en ouverture et/ou en fermeture (TAM) qui sont en liaison active avec un système de commande de cycle.

5

21. Installation selon l'une des revendications 5 à 20, caractérisée par les caractéristiques suivantes :

- a) l'alimentation en micro-ondes comprend au moins un système générateur de micro-ondes (MGT), en particulier une unité à magnétron, disposé au voisinage d'au moins un côté externe de paroi de chambre et pourvu de moyens de refroidissement par courant d'air (LMK), de préférence une pluralité de tels systèmes générateurs dont les éléments de déclenchement (ADM) sont en liaison active avec l'espace intérieur de chambre; 10
- b) la chambre à micro-onde est reliée à un dispositif d'aspiration (SGK) qui produit, dans l'espace intérieur de chambre en cours de fonctionnement, une dépression vis-à-vis de l'environnement externe; 20
- c) les moyens de refroidissement (LMK) du système générateur (MGT) sont raccordés de telle façon à l'espace interne de chambre qu'un écoulement d'air (LST) se produit depuis l'environnement extérieur par l'intermédiaire des moyens de refroidissement dans l'espace interne de chambre; 25 30
- d) les moyens de refroidissement comprennent au moins un ventilateur soufflant (KBL) qui soumet le système générateur (MGT) à un écoulement d'air de refroidissement (LST) s'écoulant sensiblement parallèlement à la paroi de chambre ou en angle aigu par rapport à celle-ci; 35
- e) en direction de l'écoulement d'air de refroidissement (LST) derrière le système générateur (MGT) est prévu au moins un passage de traversée d'air (CES) au voisinage duquel des moyens déflecteurs et/ou de collecte (LB) sont montés sur le côté extérieur de la paroi de chambre, lesquels conduisent l'écoulement d'air de refroidissement (LST) au moins partiellement dans la région d'aspiration du passage de traversée d'air (GES). 40 45

22. Installation selon la revendication 21, caractérisée en ce que le système générateur de micro-ondes (MGT) est disposé, avec des dispositifs de refroidissement et des moyens d'entraînement d'air de refroidissement et/ou des moyens directeurs de guidage d'air de refroidissement (LMK, KBL, LB), dans un espace de boîtier qui protège l'écoulement d'air de refroidissement contre des écoulements perturbateurs extérieurs. 50 55

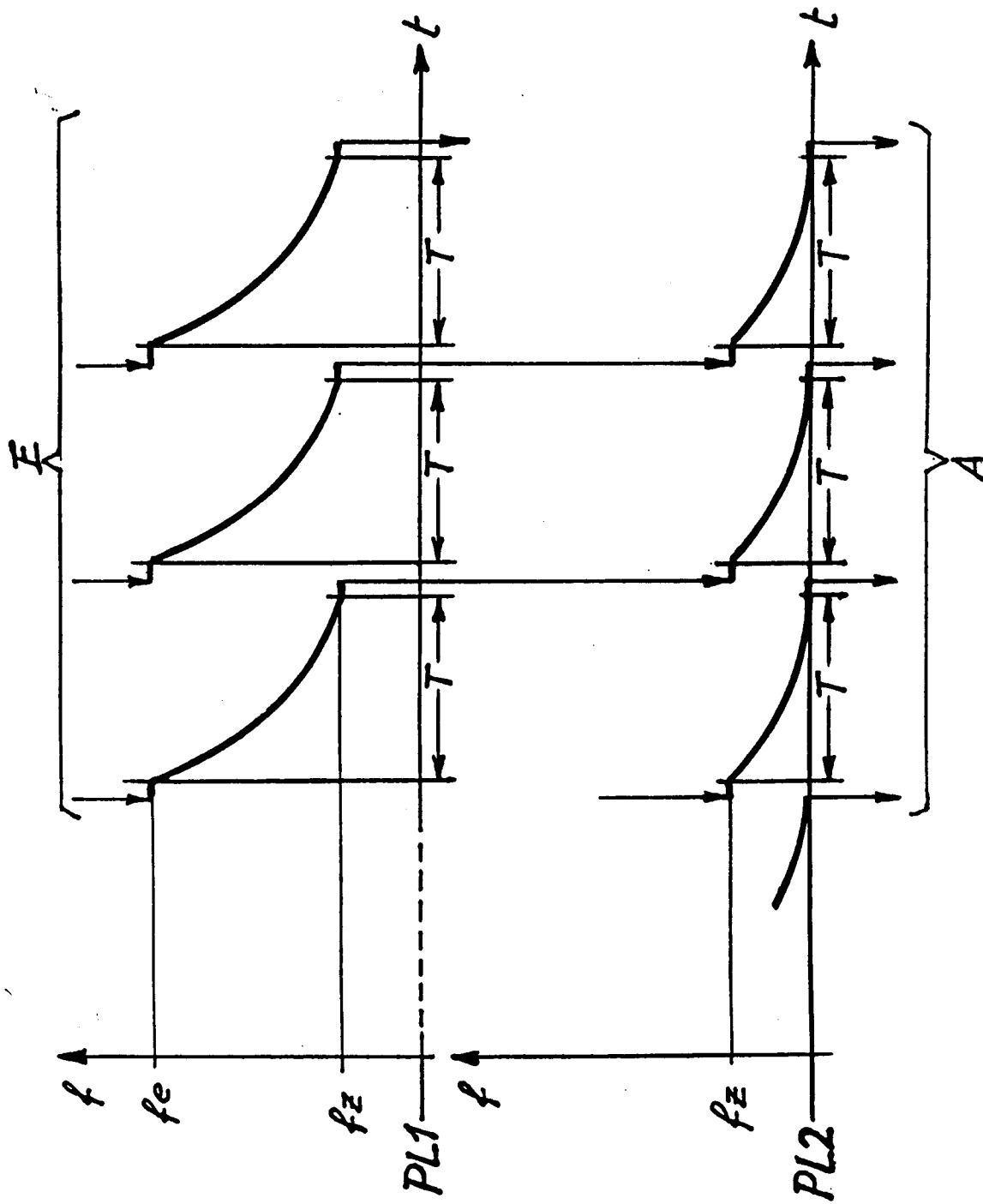


Fig. 1

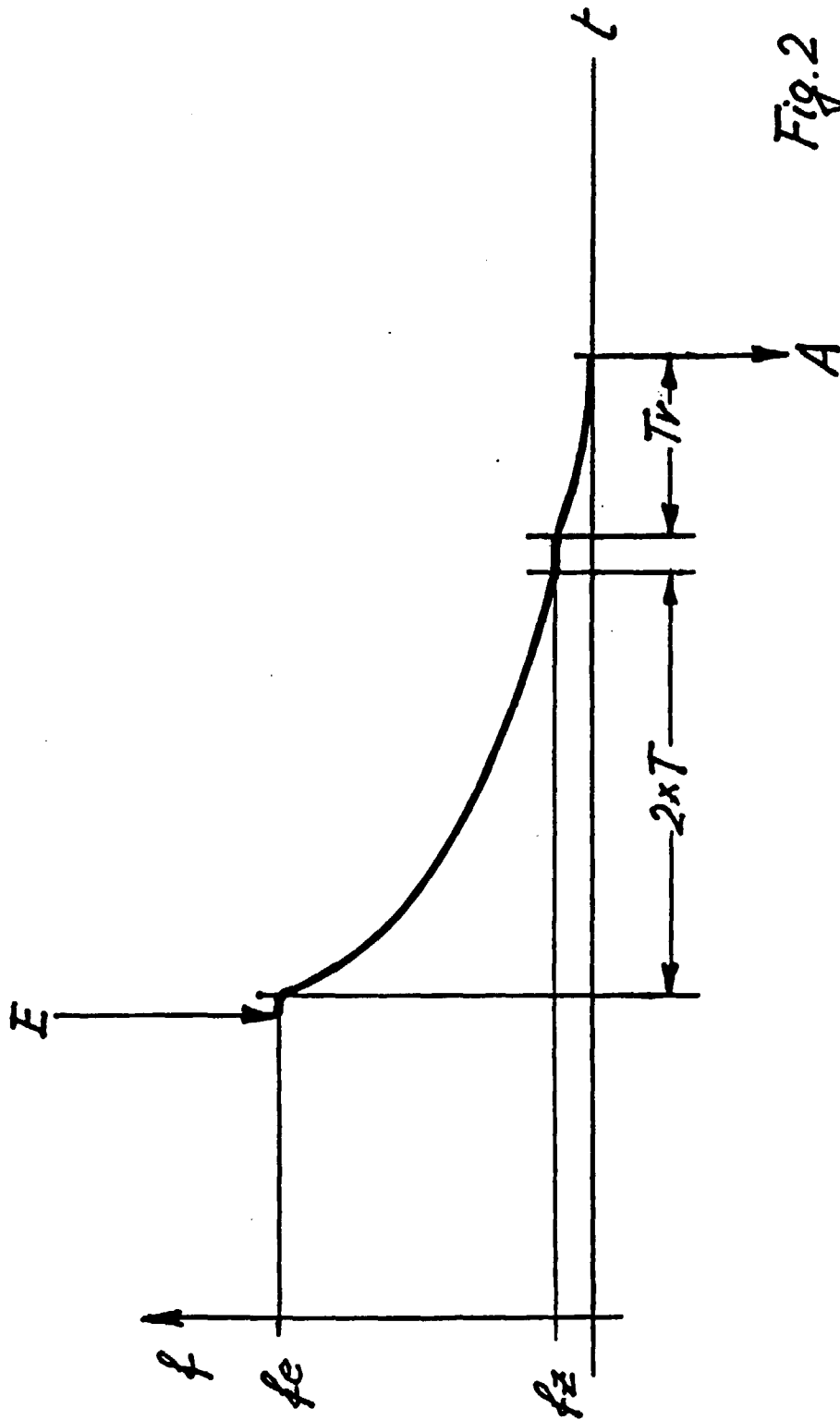
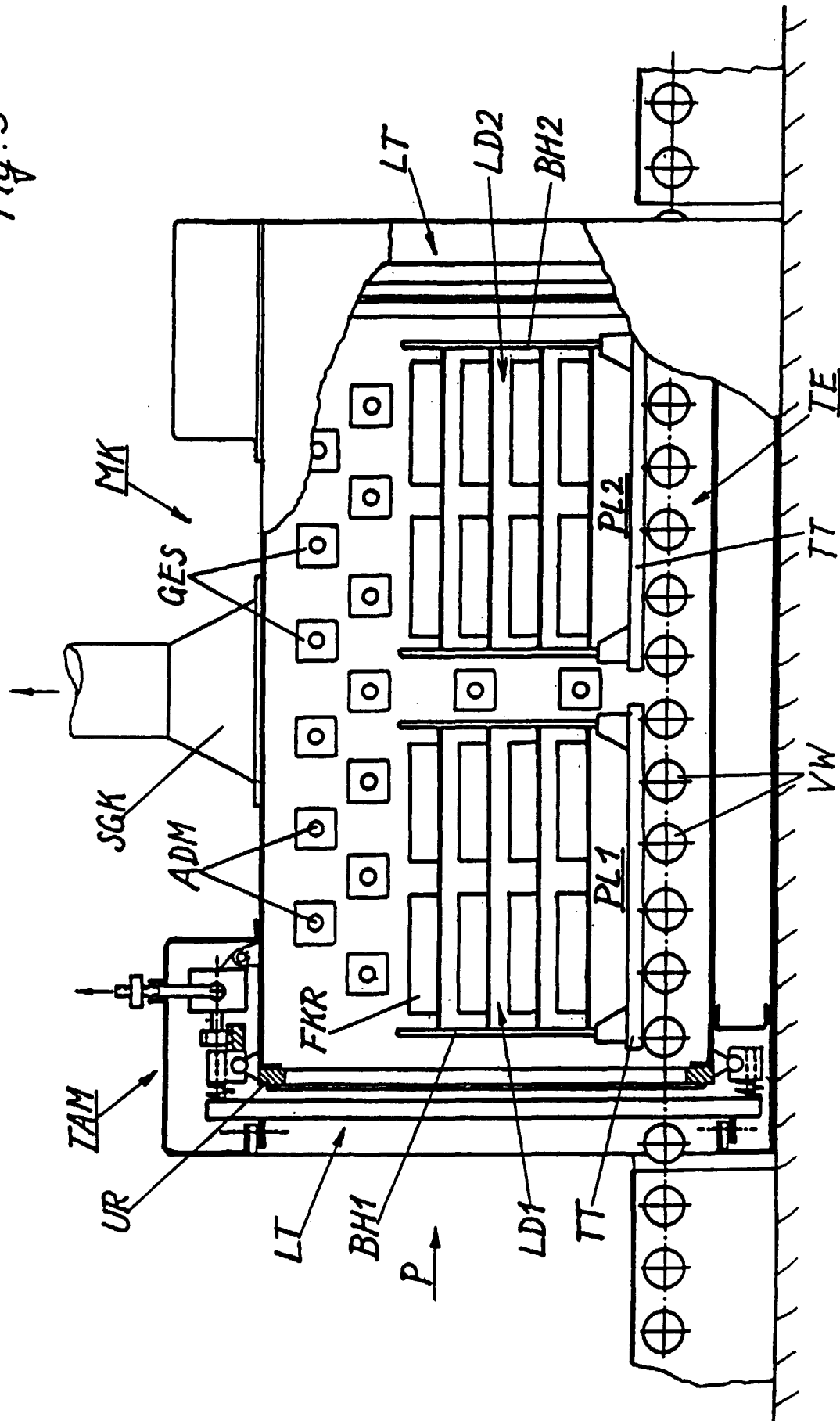
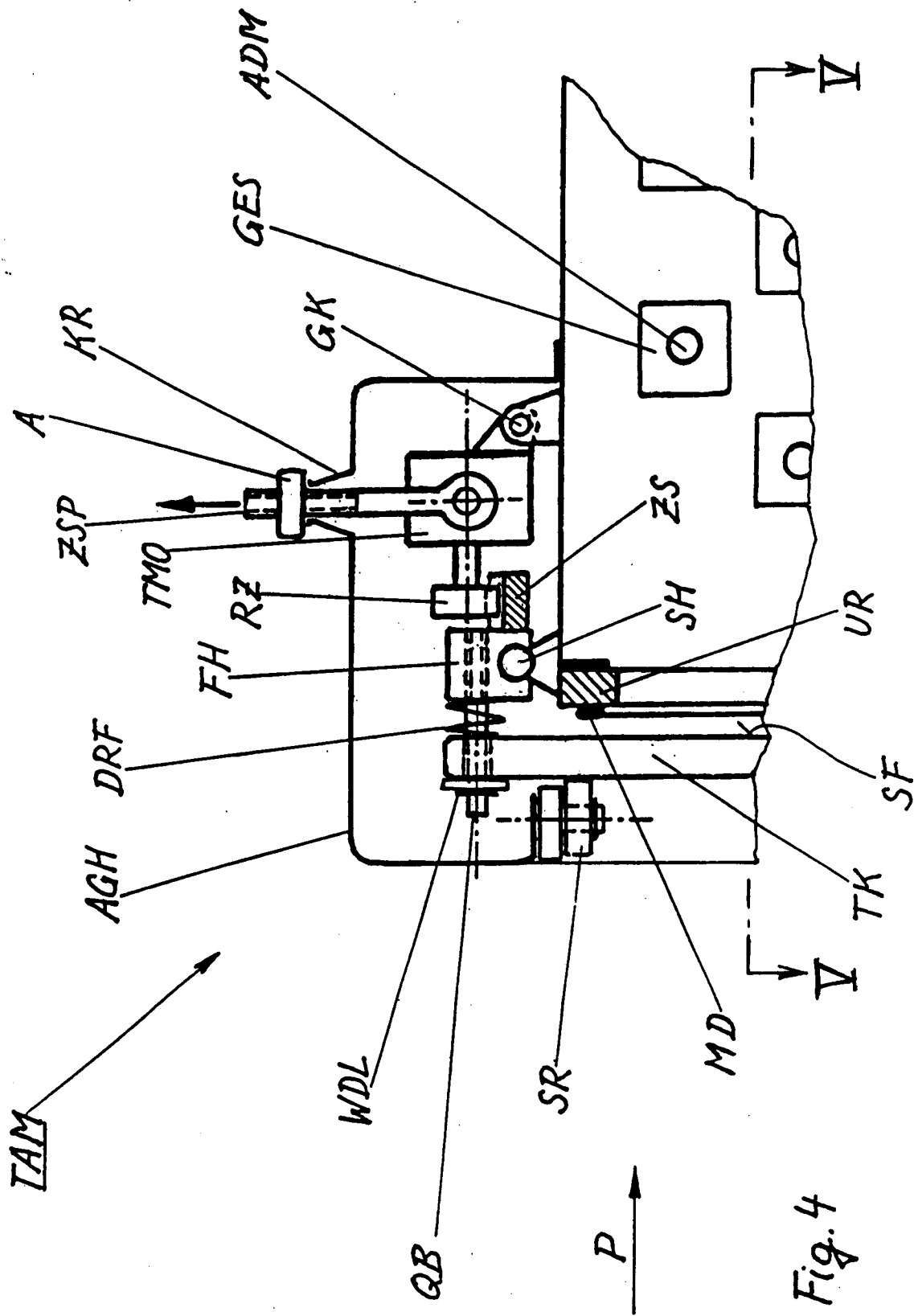
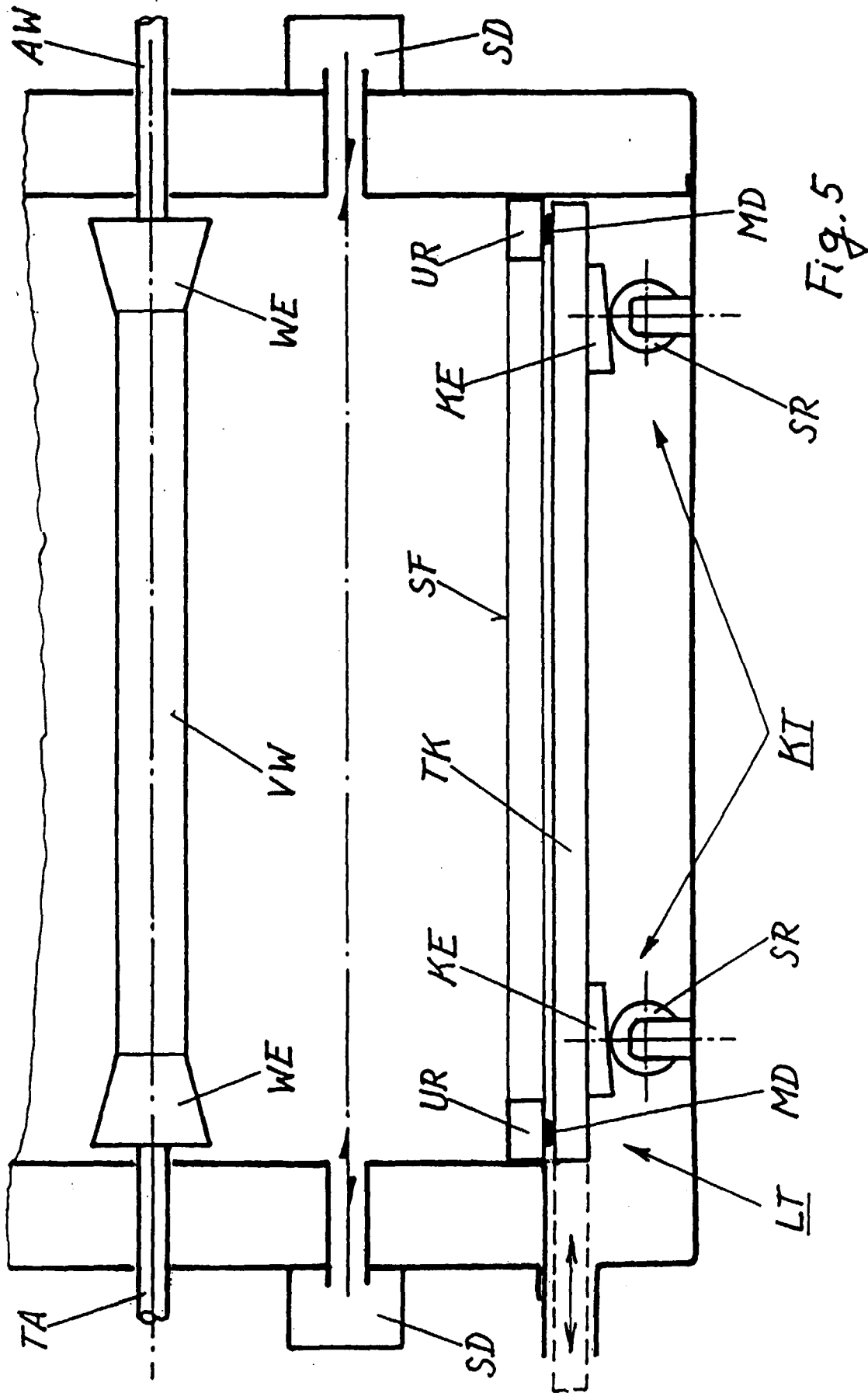
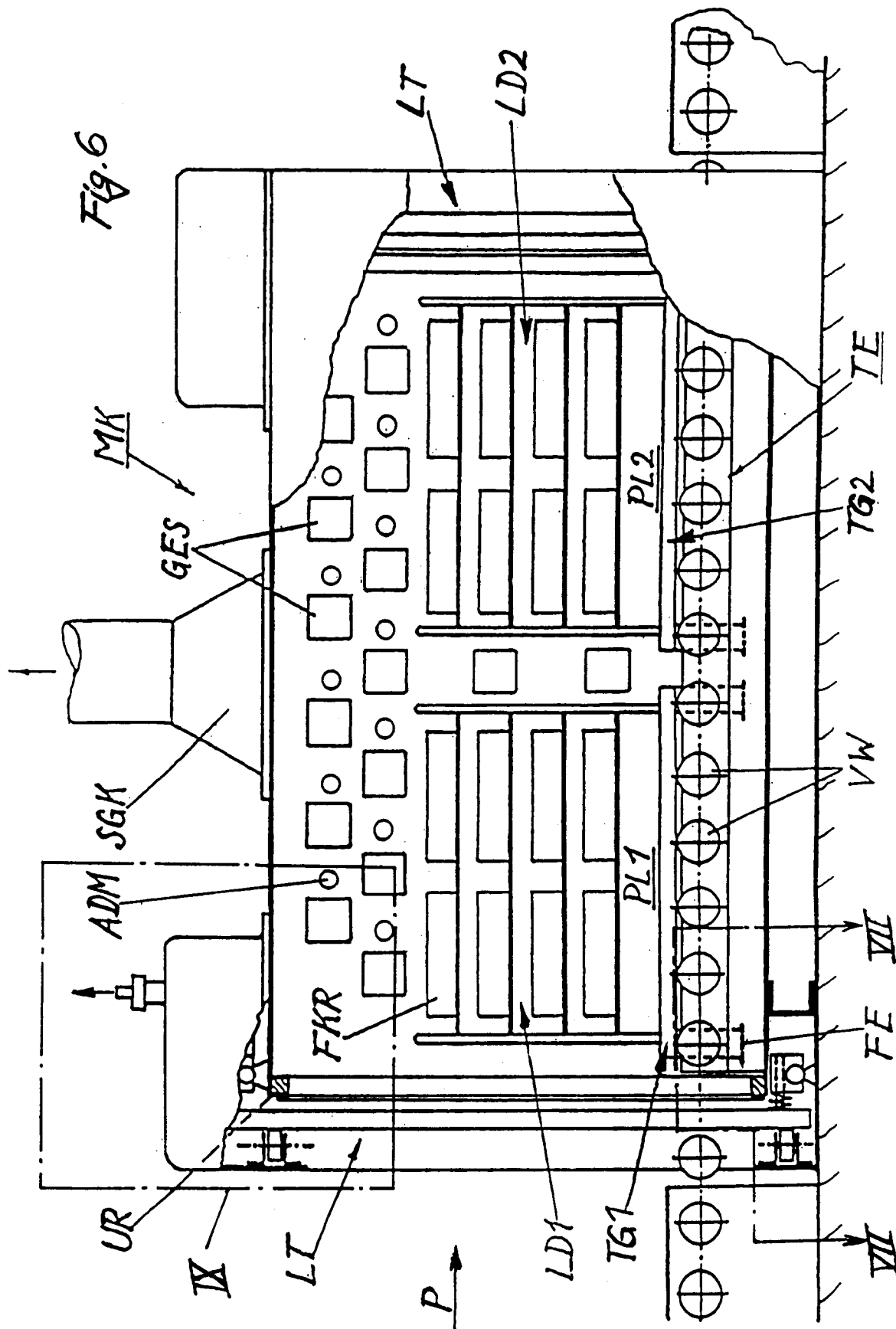


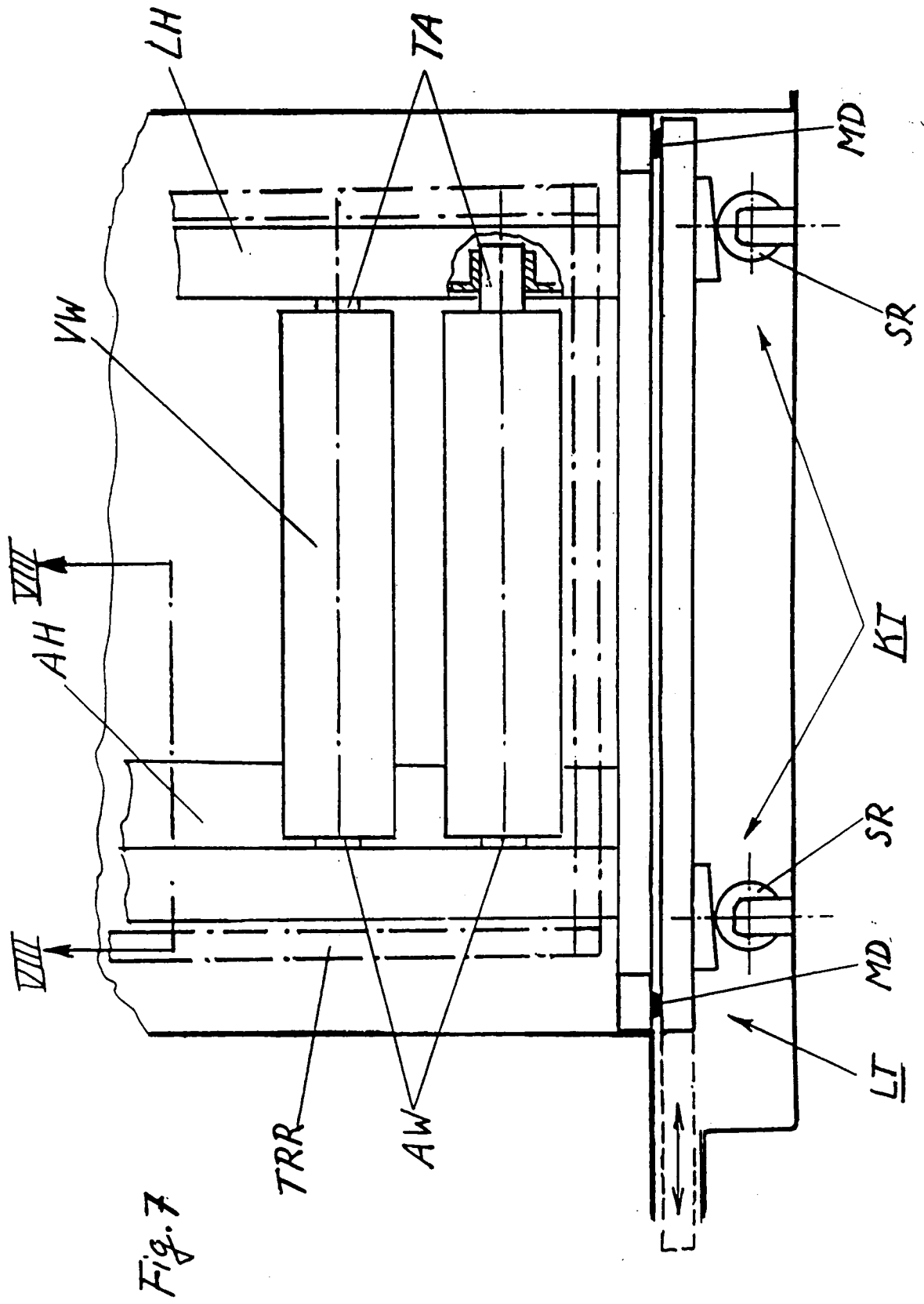
Fig. 3

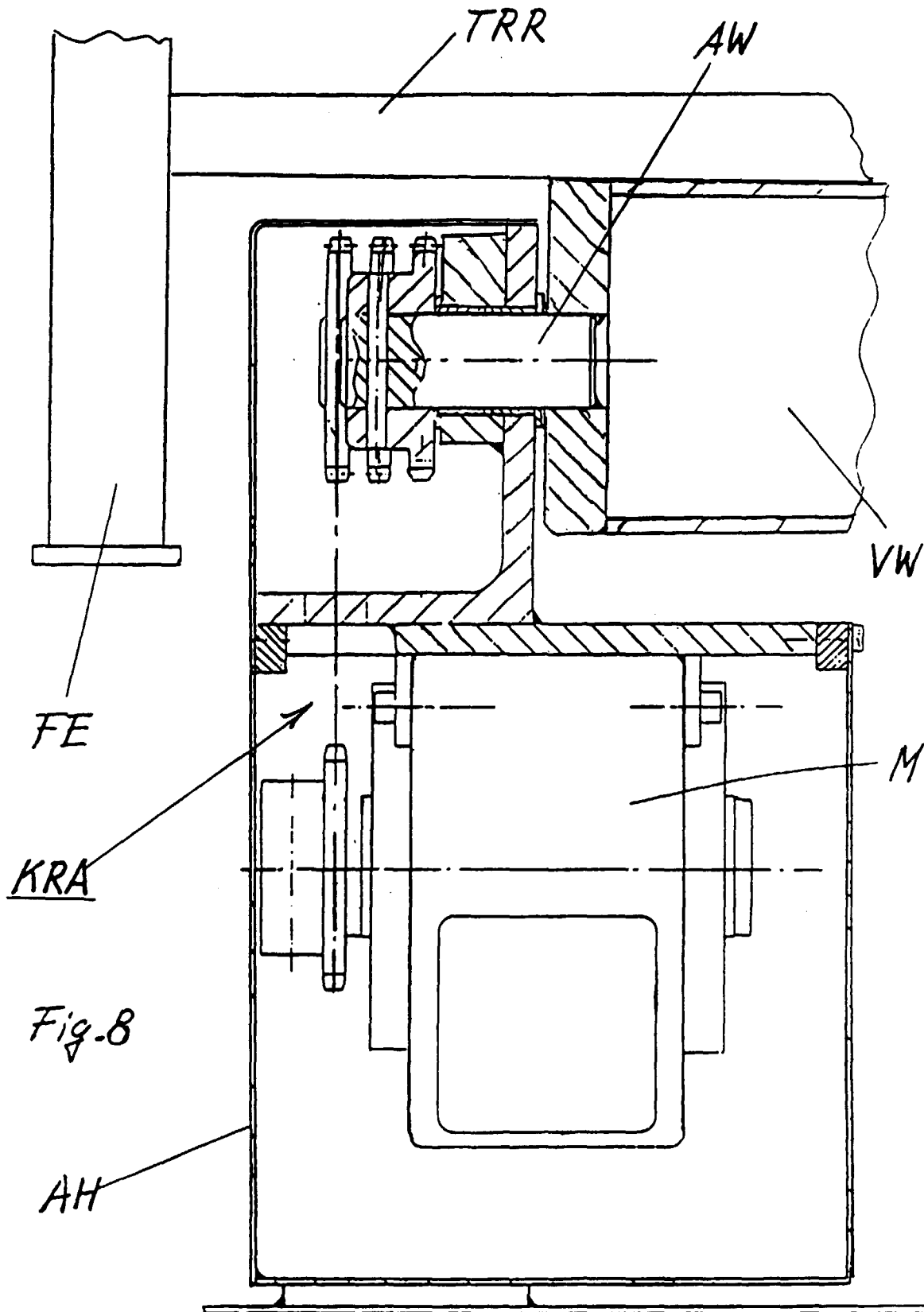


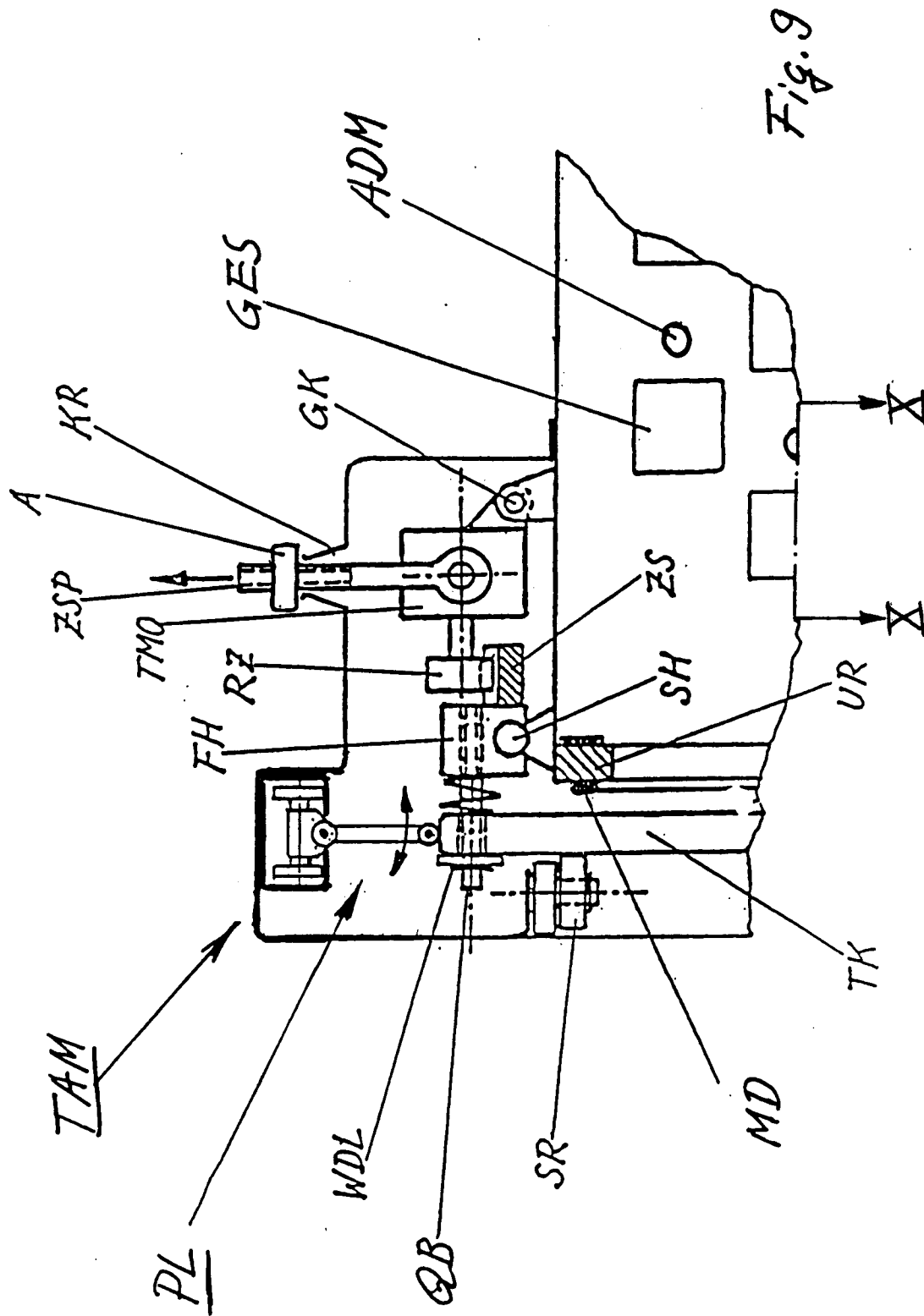












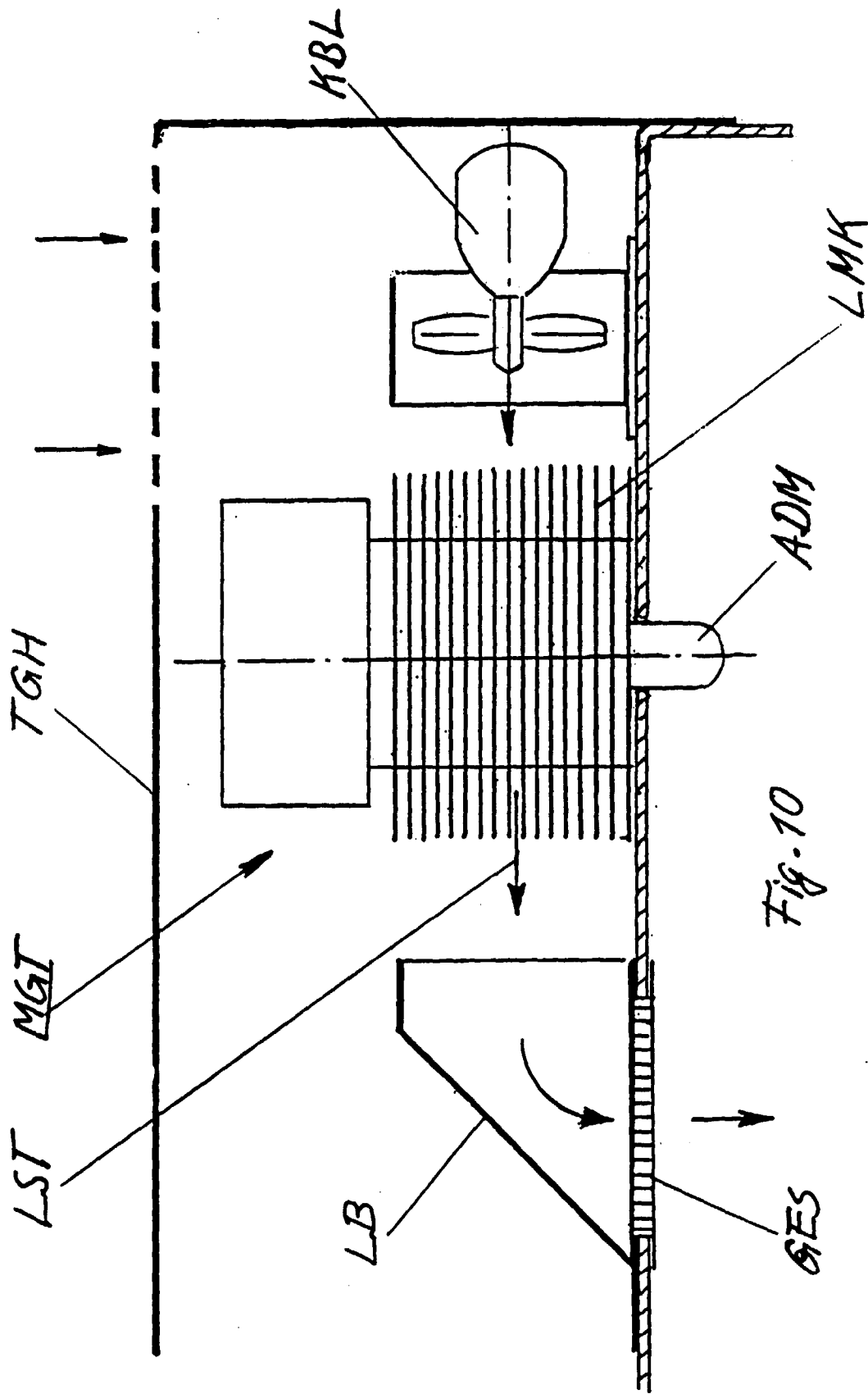


Fig. 10