(19) österreichisches patentamt

(10) **AT 504 371 B1 2008-05-15**

(12) # Patentschrift

(21) Anmeldenummer: A 1648/2006

(22) Anmeldetag: 2006-10-03

(43) Veröffentlicht am: 2008-05-15

(51) Int. Cl.[8]: ***G10D 7/06*** (2006.01)
G10D 9/02 (2006.01)

(56) Entgegenhaltungen:
EP 350271A2 WO 2001/044784A1

(73) Patentanmelder:
LEICA MIKROSYSTEME GMBH
A-1170 WIEN (AT)

(72) Erfinder:
LANG ANTON
WIEN (AT)
WURZINGER PAUL
DEUTSCH-WAGRAM (AT)
PEINHOPF CHRISTIAN
GRAZ-WEBLING (AT)
KETTISCH PETER
GRAZ-WEBLING (AT)
WOGRITSCH RAINER
WIEN (AT)

(54) **VORRICHTUNG ZUR MIKROWELLEN-GESTÜTZTEN PRÄPARATION VON PROBEN**

(57) In einer Vorrichtung zur Mikrowellen-gestützten Präparation von Proben, mit einem Mikrowellengenerator (1), einer Mikrowellenkammer zur Aufnahme von zu prozessierenden Proben (5) und mit einer Behälteranordnung (11) für eine Anzahl von Behältern (9) für Flüssigkeiten, ist die Mikrowellenkammer als Wellenleiter (2) ausgebildet ist, der eine erste Öffnung (7a) zum Einbringen einer Probe (5) und eine zweite, vorzugsweise unten angeordnete, Öffnung (8a) aufweist, durch die ein Flüssigkeitsbehälter (9) bei festgehaltener Probe (5) in die Mikrowellenkammer reversibel eingebracht wird, bis der so in die Mikrowellenkammer eingebrachte Flüssigkeitsbehälter bzw. die darin gehaltene Flüssigkeit die Probe (5) umgibt.

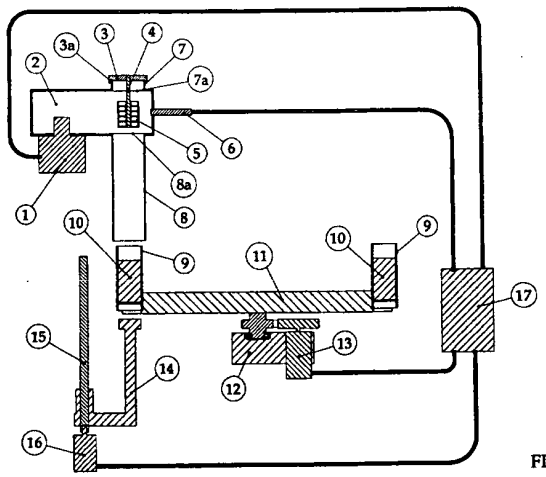


FIG. 1

AT 504 371 B1 2008-05-15

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Mikrowellen-gestützten Präparation von Proben, mit zumindest einem Mikrowellengenerator, einer Mikrowellenkammer zur Aufnahme von zumindest einer zu prozessierenden Probe und mit einer Behälteranordnung für zumindest zwei Behälter für Flüssigkeiten zum Umgeben der zu prozessierenden Probe(n) innerhalb der Mikrowellenkammer.

Die Präparation biologischer Proben wird beispielsweise für den Zweck einer elektronenmikroskopischen Untersuchung durchgeführt. Hierbei werden Mikrowellen zum Anregen und Beschleunigen der Fixations-, Substitutions-, Infiltrations- und Polymerisationsprozesse verwendet. Dadurch kann die Gesamtzeit der Präparationsprozesse deutlich reduziert werden.

Ein Mikrowellen-gestütztes Gerät zur Extraktion von Substanzen aus einem Ausgangsmaterial ist in US 5,620,659 beschrieben. Eine Anzahl von Probenbehälter wird in einem Karussell-artigen Drehtisch montiert und als Ganzes in eine Multi-Mode-Kammer gestellt. Leitungen aus jedem Probenbehälter führen in einen Sammelbehälter, der zusätzlich abgepumpt werden kann, um eine Kontamination der Multi-Mode-Kammer durch entwichene Gase zu vermeiden.

US 6,875,583 offenbart ein Gerät zur schnellen mikrowellenunterstützten Fixierung von Gewebe. Biologische Präparate werden in einer als Fixiermittel dienenden Formalin-Lösung in das Mikrowellenfeld einer Multi-Mode-Kammer positioniert. Die Mikrowellenleistung ist regelbar. Die Temperatur wird durch Umpumpen und Kühlen der Fixierlösung außerhalb des Mikrowellenfeldes kontrolliert.

Das Umpumpen und Kühlen von Reagenzien während der Prozessierung von biologischen Präparaten weist den Nachteil auf, dass der Reagenzienaustausch mit hohem Aufwand verbunden ist. Es müssten Ventile, Pumpen, Vorrats- und Abfallbehälter vorgesehen werden. Deshalb ist in US 6,875,583 die Verwendung der offenbarten Erfindung auf einen speziellen Prozessschritt beschränkt. Außerdem ist mit einer derartigen Anordnung ein relativ hoher Chemikalienverbrauch verbunden, da ja nicht nur das Prozessgefäß gefüllt sein muss, sondern zusätzlich auch der gesamte Kühlkreislauf. Austausch und Erneuerung von Reagenzien müssen auch Waschschritte für den Kühlkreislauf umfassen.

Multi-Mode-Mikrowellenkammern, also Kammern nach Art eines Haushaltsmikrowellenofens mit relativ großen Kammerabmessungen weisen große lokale Inhomogenitäten der Mikrowellenintensität (so genannte „hot spots“ und „cold spots“) auf. Daher sind Vorrichtungen zur Homogenisierung des Mikrowellenfeldes notwendig um definierte und reproduzierbare Prozessbedingungen zu schaffen.

In den US-Patenten US 4,681,740 und US 5,459,302 wird die Anordnung von Reaktionsgefäßen in einem Mikrowellenfeld, das sich in einem Wellenleiter ausbildet, offenbart. Die Aufnahme für ein Reaktionsgefäß ist so ausgebildet, dass sich das untere Ende des Gefäßes im Wellenfeld befindet und das obere Ende aus dem Wellenleiter herausragt. Der herausragende Teil ist durch ein Rohr umgeben, das den Austritt von Mikrowellen verhindert. Die Temperatur des Reaktionsgefäßes kann durch ein Pyrometer überwacht werden.

In den US-Patenten US 6,753,517, US 6,917,023 und US 6,744,024 werden Geräte zur mikrowellenunterstützten chemischen Synthese offenbart. Die Reagenzien befinden sich in einem mikrowellentransparenten Reaktionsgefäß, das innerhalb des inneren Freiraumes eines als Zylinderring geformten Mikrowellenresonators positioniert ist; jedoch befindet sich die Probe nicht in dem eigentlichen Wellenleiter, der ringartig den Freiraum umschließt. Durchbrechungen der inneren Wellenleiterwand bewirken, dass Mikrowellenstrahlung zum Reaktionsgefäß gelangt. Dadurch wird eine vergleichsweise homogene Verteilung des Mikrowellenfeldes über den Bereich, in dem die Reaktion abläuft, erreicht, jedoch bedarf diese Anordnung einer zusätzlichen aufwändigen Abdichtung der Mikrowellenstrahlung nach außen. Die Temperatur im Reaktionsgefäß wird durch einen Sensor kontrolliert und durch Regelung der Mikrowellenleistung

oder durch Kühlen der Außenschale des Reaktionsbehälters mit Hilfe eines Gas- oder Flüssigkeitsstromes gesteuert.

Die beschriebenen Methoden zur Mikrowellen-unterstützten Präparation erfordern, wenn die Proben nacheinander in verschiedenen Flüssigkeiten zu prozessieren sind, einen manuellen Austausch der Reagenzien und sind daher arbeitsintensiv. In konventionellen Gewebeprozessoren dauert die Prozessierung der Proben je nach Protokoll mehrere Stunden (z.B. 24h) bis Tage. Die Proben sind somit erst nach dieser langen Wartezeit für Untersuchungen im Elektronenmikroskop verfügbar.

Daneben ist es bei der Prozessierung von Proben in einer Sequenz von Flüssigkeiten bekannt, diese Flüssigkeiten in einen Drehtisch-Träger - ein sogenanntes Karussell - zu stellen, und in einem Prozessgerät wird die Probe nacheinander in die im Karussell befindlichen Proben getaucht. Hierzu ist eine übliche Vorgangsweise, dass das Karussell unterhalb der Probe so gedreht wird, dass die zu verwendende Flüssigkeit unter der Probe positioniert wird, und dann das Karussell als ganzes angehoben wird, bis die Probe eintaucht. Dann kann der gewünschte Prozessschritt stattfinden, bei Bedarf auch zusätzlich unter Verwendung einer Heizung od.dgl. Danach wird das Karussell abgesenkt, weitergedreht usw. Diese Vorgangsweise ist im Zusammenhang mit Mikrowellenstrahlung wenig vorteilhaft, da ein Karussell zum Einbringen in einen Wellenleiter zu sperrig ist, oder es müsste das gesamte Karussell in einen Wellenleiter gebracht werden (ähnlich wie in US 5,620,659), wobei aber auch die nicht benutzten Flüssigkeiten von der Mikrowellenstrahlung betroffen würden.

Aufgabe der gegenständlichen Erfindung ist es, ein Gerät zur Verfügung zu stellen, mit dem die Proben rasch und mit verringertem Handhabungsaufwand in wechselnden Prozessfluiden innerhalb einer Mikrowellenkammer prozessiert werden können.

Diese Aufgabe wird von einem Gerät der eingangs genannten Art gelöst, bei welchem die Mikrowellenkammer als Wellenleiter ausgebildet ist, der

- zumindest eine Öffnung erster Art zum Einbringen der zumindest einen Probe und
- zumindest eine Öffnung zweiter Art aufweist, durch die zumindest ein Flüssigkeitsbehälter bei festgehaltener Probe in die Mikrowellenkammer reversibel einbringbar ist,

wobei ein in die Mikrowellenkammer eingebrachter Flüssigkeitsbehälter zumindest eine Probe umgibt.

Durch diese Lösung gelingt die Verbindung einer Prozessierung von Proben in mehreren Flüssigkeiten mit der Möglichkeit, ein homogenes und reproduzierbares Mikrowellenfeld zuzuschalten, wodurch eine schnelle, vorzugsweise automatisierte, Probenprozessierung mit wenigen Benutzereingriffen ermöglicht wird.

Im Gegensatz zu bekannten Mikrowellengeräten, die nur eine Öffnung besitzen, durch die Flüssigkeiten in die Reaktionskammer eingebracht werden können, sieht die Erfindung das getrennte Einbringen von Probe und Prozessierflüssigkeit in die Mikrowellenkammer vor. Somit können Proben in der Kammer ortsfest platziert werden, die in den wechselnden Flüssigkeiten prozessiert werden.

In einer bevorzugten Ausführungsform ist der Wellenleiter als Mono-Mode-Wellenleiter ausgebildet, was die Homogenität und Reproduzierbarkeit zusätzlich verbessert.

In vorteilhafter Weise ist zumindest ein Verschlussmittel vorgesehen, mittels dessen die zumindest eine Öffnung erster Art im Betrieb der Vorrichtung mikrowellendicht abschließbar ist. Dadurch wird nicht nur eine Kontamination der Umgebung mit Mikrowellenstrahlung vermieden, es wird auch die Homogenität und Stabilität des Mikrowellenfelds im Hohlleiter deutlich verbessert.

Dabei kann das Verschlussmittel mit einer Haltevorrichtung für die Probe(n) verbunden sein, wodurch sich eine eindeutige Positionierung der Proben innerhalb des Wellenleiters ergibt und zugleich ausgeschlossen ist, dass der Wellenleiter versehentlich unverschlossen bleibt.

An der Öffnung zweiter Art kann günstiger Weise ein Abschwächerrohr vorgesehen sein, das den Austritt von Mikrowellenstrahlung verhindert, sodass das Innere der Mikrowellenkammer ohne Deckel od.dgl. zugänglich ist und der Transport des Flüssigkeitsbehälter in die Kammer hinein und aus dieser heraus sich deutlich vereinfacht.

Zur Positionierung der Behälter ist eine Behälteranordnung mit einer Anzahl von Aufnahmeöffnungen zum entnehmbaren Halten je eines Flüssigkeitsbehälters besonders zweckmäßig, wobei die Lage der Behälteranordnung (z.B. stufenweise) zwischen Positionen verstellbar ist, bei denen sich jeweils ein anderer Flüssigkeitsbehälter in einer Entnahmeposition nächst einer Öffnung zweiter Art befindet, sowie eine Zuführvorrichtung, die dazu eingerichtet ist, einen Flüssigkeitsbehälter aus der Entnahmeposition zu entnehmen, in den Wellenleiter einzubringen und zu späterem Zeitpunkt in die Entnahmeposition zurück zu stellen. Die Behälteranordnung kann mittels einer um eine Achse drehbare Drehtischvorrichtung sein, auf der Aufnahmeöffnungen entlang eines Kranzes positionierbar sind. Darüberhinaus ist es von Vorteil, beispielsweise wenn mit flüchtigen und/oder giftigen Flüssigkeiten hantiert wird, wenn seitens der Behälteranordnung für zumindest einen Teil der Aufnahmeöffnungen je ein Deckel vorgesehen ist, mit denen in den Aufnahmeöffnungen gehaltene Flüssigkeitsbehälter unabhängig von einander verschließbar sind. Eine Öffnungsvorrichtung kann hierbei zum Öffnen des Deckels des in der Entnahmeposition befindlichen Flüssigkeitsbehälters vorgesehen sein.

In einer einfachen Geometrie können die Öffnungen erster Art und zweiter Art einander jeweils gegenüber liegen, wobei die Öffnung zweiter Art an der Unterseite des Wellenleiters angeordnet ist.

Zur Erhöhung der Sicherheit, insbesondere wenn entzündliche Flüssigkeiten zum Einsatz kommen, ist ein an der Mikrowellenkammer angebrachtes Absaugrohr günstig, über das Gase in der Mikrowellenkammer abgesaugt werden können. Mittels eines zusätzlichen, an der Mikrowellenkammer oder dem Absaugrohr vorgesehenen Gassensors kann die Gaszusammensetzung in der Mirowellenkammer überwacht werden; dadurch kann beim Überschreiten eines Grenzwertes, beispielsweise der Konzentration einer bestimmten Gaskomponente, die Mikrowellenimmission abgeschaltet werden. Weiters kann ein an der Mikrowellenkammer vorgesehenen Temperatursensor, insbesondere IR-Sensor, vorgesehen sein, um die Temperatur der in der Mikrowellenkammer befindlichen Probe(n) zu überwachen.

Zur Steigerung der Prozesszuverlässigkeit ist eine weitgehende Automatisierung der Vorrichtung günstig - insbesondere wenn alle Bewegungsachsen motorisiert und die Bewegungen zentral von einer Steuereinheit steuerbar sind. Dies kann durch eine Steuereinheit zum zentralen Steuern der motorgestützten Bewegungen geleistet werden, insbesondere des Einbringens und Herausbewegens der Flüssigkeitsbehälter in den bzw. aus dem Wellenleiter. Die Steuereinheit kann auch zur Steuerung der Intensität der Mikrowellenemission eingerichtet sein und auf diese Weise die Prozesstemperatur für jeden Flüssigkeitsbehälter regulieren, der in den Wellenleiter eingebracht ist. Außerdem kann durch eine permanente Auf/Ab-Bewegung mit kleiner Amplitude (d.h. innerhalb des Homogenitätsbereichs des Mikrowellenfeldes im Wellenleiter) während der Mikrowelleneinwirkung eine gute Durchmischung der Flüssigkeiten und einen raschen Austausch der Flüssigkeitsrandschichten an der Probe(n) erreicht werden. Zu diesem Zweck kann die Steuereinheit dazu eingerichtet sein, eine wiederholte Auf/Ab-Bewegung der zumindest einen Probe dieser Art während der Mikrowelleneinwirkung zu steuern.

Weitere Beispiele für Gestaltungsmöglichkeiten des offenbarten Geräts, sowie bevorzugte Ausführungsformen sind nachfolgend unter Bezugnahme auf die beigefügten Figuren beschrie-

ben. Die Figuren zeigen jeweils:

Fig. 1 eine schematische Darstellung einer ersten Ausführungsform der Erfindung in einer Schnittansicht, bei der Gefäße mit verschiedenen Flüssigkeiten aus einem drehbaren Karussell in den Hohlleiter gehoben werden,
Fig. 2 eine Variante des Karussells mit einzeln geöffneten Gefäßen,
Fig. 3 eine zweite Ausführungsform der Erfindung mit horizontaler und vertikaler Bewegung der Gefäße, und
Fig. 4 eine dritte Ausführungsform der Erfindung mit einer Gasabsaugung an dem Hohlleiter.

Die hier gezeigten Ausführungsformen sind als Beispiele zu verstehen und stellen keine Beschränkung der Erfindung auf die vorgestellten Ausführungen dar.

Fig. 1 zeigt ein erstes bevorzugtes Ausführungsbeispiel der Erfindung, eine Vorrichtung zur Mikrowellen-gestützten Präparation von Proben, insbesondere biologischer Proben. Ein Hohlleiter 2 ist als Mono-Mode-Leiter beispielsweise in Form eines Rechteckleiters ausgebildet, in dem sich von einem Magnetron 1 erzeugte Mikrowellen einer bestimmten Mode darin ausbreiten, wobei sich im Wesentlichen eine stehende Welle mit im zeitlichen Mittel konstanter Energieverteilung in dem Hohlleiter 2 ausbildet. Im Bereich eines Maximums der Energieverteilung besitzt der Hohlleiter zwei vertikal gegenüber liegende Öffnungen 7a, 8a. An diese Öffnungen sind Rohre 7, 8 angesetzt, die Mikrowellenaustritt verhindern. Das obere Rohr 7 ist zu diesem Zweck mit einem Deckel 3 verschlossen, der derart ausgebildet ist, dass weder durch ihn selbst noch durch den Spalt 3a zum Rohr 7 Mikrowellen austreten können. Das untere Rohr 8 ist als Abschwächungsrohr ausgebildet, das über seine Länge eine substantielle Abschwächung (z.B. 60 dB) bewirkt, so dass aus der (in der Figur nach unten weisenden) äußeren Öffnung des Rohres 8 keine Mikrowellen in nennenswertem Umfang austreten können. Daher kann dieses Rohr auch während des Mikrowellen-Betriebs geöffnet bleiben und ermöglicht somit auf einfache Weise die Einbringung von Gefäßen für einen automatisierten Prozess.

In den Deckel 3 ist ein Halteelement 4 eingesetzt, durch das Körbchen 5 mit biologischen Proben im Bereich des Hohlleiters gehalten werden, wobei sowohl das Halteelement selbst als auch die Probenkörbchen aus Mikrowellen-transparentem Material bestehen. Unterhalb des Rohres 8 ist ein Karussell 11 angeordnet, durch dessen Drehung mehrere Behälter 9 mit Flüssigkeiten 10 unter das Rohr 8 positionierbar sind. Die in je einem Flüssigkeitsbehälter befindliche Flüssigkeit kann z.B. je ein anderes Reagenz zur Prozessierung der Proben sein. Die Karussellachse ist im Gerät ortsfest gelagert, kann jedoch bei Bedarf als Ganzes dem Lager 12 entnommen werden; in der auf dem Lager 12 montierten Position kann das Karussell 11 durch einen Motor 13 bewegt (gedreht) werden. Ein Hebearm 14, der aus Mikrowellen-transparentem Material besteht, kann über eine mit Hilfe eines Motors 16 angetriebene Spindel 15 nach oben bewegt werden und auf diese Weise das jeweils unter dem Rohr 8 positionierte Gefäß in den Hohlleiter einbringen. Neben Kunststoffen können bearbeitbare Keramiken (z.B. Marcor®) als Materialien für den Hebearm 14 zum Einsatz kommen. In der obersten Position des Hebearmes tauchen die Körbchen 5 mit den Proben vollständig in die Flüssigkeit 10 ein.

Die auf dem Karussell 11 befindlichen Gefäße 9 können unterschiedliche Reagenzien 10 enthalten und können nacheinander oder in beliebiger Reihenfolge in die Mikrowellenkammer gehoben werden, damit das in die Mikrowellenkammer eingebrachter Gefäß (und somit die darin gehaltene Flüssigkeit) das Körbchen 5 umgibt. Die Bewegungen werden durch eine Steuereinheit 17 gesteuert. Die Steuereinheit 17 kontrolliert außerdem die Mikrowellenemission und misst über einen IR-Sensor 6 die Temperatur der Flüssigkeiten. Auf diese Weise wird eine kontrollierte Erwärmung der Proben und Reagenzien in der Kammer geregelt. Die Steuereinheit 17 kann durch den Benutzer so programmiert werden, dass jedem Arbeitsschritt eines der Reagenzien 10 und/oder eine spezifische Einwirkdauer und Einwirktemperatur zugeordnet wird. Diese Programme werden durch die Steuereinheit 17 automatisch abgearbeitet. Die Steuerein-

heit 17 kann die Gefäße 9 wegen der besonderen geometrischen Anordnung über den Hebearm 14 auch während der Mikrowelleneinwirkung bewegen. Dies wird vorteilhaft dazu ausgenützt um mit Hilfe einer Auf/Ab-Bewegung mit geringem Hub einen permanenten Austausch der mit den Proben in unmittelbarem Kontakt stehenden Flüssigkeitsrandschichten zu erreichen. Dadurch kann eine verbesserte Homogenität und kürzere Zeitdauer der Präparationsprozesse erreicht werden.

Die Steuereinheit steuert wie bereits erwähnt die Leistung der Mikrowelle während jedes einzelnen Arbeitsschrittes; die Leistung kann von der Steuereinheit auch so geregelt werden, dass eine vorgegebene Temperatur in dem Flüssigkeitsgefäß 9 erreicht wird. Bei Bedarf kann bei ausgewählten oder allen Schritten anstelle jeweils konstant gehaltener bzw. (z.B. im Falle der Regelung auf einen bestimmten Temperaturwert) stetiger Leistung auch ein gepulster (d.h. intermittierender) Betrieb der Mikrowelle eingesetzt werden. Zwischen den Einzelschritten wird in der Regel die Mikrowellenleistung abgeschaltet.

Bezugnehmend auf Fig. 2 ist eine vorteilhafte Ausführungsform des Karussells 11 so gestaltet, dass die im Karussell befindlichen Gefäße 9 durch Deckel 24 verschließbar sind. Jeder Deckel 24 wird durch eine Feder 25 über eine Zugstange 26 geschlossen gehalten. Zusätzlich kann am Deckel eine elastische Auflage 27 angebracht sein, um einen guten Verschluss durch den Deckel zu gewährleisten. Auf diese Weise wird die Abdampfrate der Flüssigkeiten 10 minimiert und sowohl die Füllmenge über längere Zeit konstant gehalten als auch die Belastung der umgebenden Atmosphäre mit giftigen, brennbaren oder korrosiven Dämpfen stark reduziert. Vorteilhaft wird das Karussell in dieser Ausführungsform in einen Karussell-Träger 28, der mit dem Lager 12 drehbar verbunden und nicht entnehmbar ist, und das die Deckel tragende eigentliche Karussell 11 getrennt. Das Karussell 11 mit den geschlossenen Gefäßen 9 kann dann durch den Benutzer vom Karussell-Träger 28 getrennt und gefahrlos zu einem Abzug transportiert werden, wo die Gefäße 9 befüllt und entleert werden.

Wie unmittelbar verständlich ist, muss in der gezeigten Ausführungsform der am Karussell 11 befindliche Deckel 24 geöffnet werden, bevor ein Gefäß 9 durch den Hebearm 14 zur Aufnahme des Probenkörbchen 5 bewegt werden kann. Dies geschieht günstiger Weise durch einen Stössel 29, der durch einen Motor 30 z.B. über einen Exzenter betätigt wird (andere Betätigungsweisen wie z.B. über eine Spindel oder eine andere geeignete mechanische Kopplung sind natürlich ebenso möglich). Die Bewegungen des Motors 30 werden ebenfalls durch die Steuereinheit 17 kontrolliert, so dass in einer koordinierten Bewegungsabfolge das Gefäß 9 mittels Karussell 11 positioniert wird, dann der Deckel 24 geöffnet wird und anschließend das Gefäß 9 mit Hilfe des Hebearms 14 in die Kammer transportiert wird.

Fig. 3 zeigt die schematische Darstellung einer zweiten Ausführungsform der Erfindung, bei der das Karussell 311 nicht unmittelbar unter dem Rohr 8 positioniert ist. Vielmehr werden die aus dem mit dem Hebearm 314 aus dem Karussell 311 entnommenen Gefäße 9 über einen weiteren Transportmechanismus 318 - zum Beispiel mit einer Spindel 319a - unter das Rohr 8 transferiert. Der Transportmechanismus 318 ist durch einen Motor 319 betrieben, der durch die Steuereinheit 17 kontrolliert wird. Das vertikale Anheben des Hebearms erfolgt über eine mit Hilfe eines Motors 316 angetriebene Spindel 315 in der Fig. 1 entsprechender Weise.

Fig. 4 zeigt die schematische Darstellung einer dritten Ausführungsform der Erfindung, die von der ersten Ausführungsform abgeleitet ist, jedoch auch mit der zweiten Ausführungsform kombiniert werden kann. Anstelle des oberen Rohres 7 der ersten Ausführungsform ist die oberen Öffnung 7a durch ein Rohr 47 mit einer Öffnung abgeschlossen, an der wiederum ein weiteres Rohr 40 angebracht ist. Durch das Rohr 40 können in der Mikrowellenkammer entstehende Dämpfe mit Hilfe eines Lüfters 41 abgesaugt und über einen Schlauch 42 einem Abluftsystem zugeführt werden. Die Kombination der Rohre 47, 40 mit dem Deckel 43 ist ebenfalls wieder so ausgeführt, dass der Austritt von Mikrowellen durch exponentielle Abschwächung verhindert wird; gegebenenfalls muss ein geometrisch angepasstes Haltemittel 44 verwendet werden. In

dieser Ausführungsform kann zusätzlich ein Gassensor 46 eingesetzt werden, der die Atmosphäre in der Kammer überwacht und bei Überschreiten eines Grenzwertes zum Abschalten der Mikrowellenemission führt.

Patentansprüche:

1. Vorrichtung zur Mikrowellen-gestützten Präparation von Proben, mit zumindest einem Mikrowellengenerator, einer Mikrowellenkammer zur Aufnahme von zumindest einer zu prozessierenden Probe und mit einer Behälteranordnung für zumindest zwei Behälter für Flüssigkeiten zum Umgeben der zumindest einen zu prozessierenden Proben innerhalb der Mikrowellenkammer,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Mikrowellenkammer als Wellenleiter (2) ausgebildet ist, der
   - zumindest eine Öffnung (7a) erster Art zum Einbringen der zumindest einen Probe (5) und
   - zumindest eine Öffnung (8a) zweiter Art aufweist, durch die zumindest ein Flüssigkeitsbehälter (9) bei festgehaltener Probe (5) in die Mikrowellenkammer reversibel einbringbar ist,

   wobei ein in die Mikrowellenkammer eingebrachter Flüssigkeitsbehälter zumindest eine Probe (5) umgibt.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, *dadurch gekennzeichnet*, dass der Wellenleiter als Mono-Mode-Wellenleiter (2) ausgebildet ist.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, *dadurch gekennzeichnet*, dass zumindest ein Verschlussmittel (3, 43) vorgesehen ist, mittels dessen die zumindest eine Öffnung erster Art im Betrieb der Vorrichtung mikrowellendicht abschließbar ist.

4. Vorrichtung nach Anspruch 3, *dadurch gekennzeichnet*, dass das Verschlussmittel (3) mit einer Haltevorrichtung (4) für die Probe(n) (5) verbunden ist.

5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, *dadurch gekennzeichnet*, dass an der Öffnung (8a) zweiter Art ein Abschwächerrohr (8) vorgesehen ist, das den Austritt von Mikrowellenstrahlung verhindert.

6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, *gekennzeichnet durch* eine Behälteranordnung (11) mit einer Anzahl von Aufnahmeöffnungen zum entnehmbaren Halten je eines Flüssigkeitsbehälters (9), wobei die Lage der Behälteranordnung (11) zwischen Positionen verstellbar ist, bei denen sich jeweils ein anderer Flüssigkeitsbehälter (9) in einer Entnahmeposition nächst einer Öffnung (8a) zweiter Art befindet, sowie eine Zuführvorrichtung (14), die dazu eingerichtet ist, einen Flüssigkeitsbehälter aus der Entnahmeposition zu entnehmen, in den Wellenleiter einzubringen und zu späterem Zeitpunkt in die Entnahmeposition zurück zu stellen.

7. Vorrichtung nach Anspruch 6, *dadurch gekennzeichnet*, dass die Behälteranordnung (11) mithilfe einer um eine Achse drehbare Drehtischvorrichtung realisiert ist, auf der Aufnahmeöffnungen entlang eines Kranzes positionierbar sind.

8. Vorrichtung nach Anspruch 6 oder 7, *dadurch gekennzeichnet*, dass seitens der Behälteranordnung für zumindest einen Teil der Aufnahmeöffnungen je ein Deckel (24) vorgesehen ist, mit denen in den Aufnahmeöffnungen gehaltene Flüssigkeitsbehälter (9) unabhängig von einander verschließbar sind.

9. Vorrichtung nach Anspruch 8, *gekennzeichnet durch* eine Öffnungsvorrichtung zum Öffnen

des Deckels (24) des in der Entnahmeposition befindlichen Flüssigkeitsbehälters.

10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, *dadurch gekennzeichnet*, dass die Öffnungen erster Art und zweiter Art einander jeweils gegenüber liegen und die Öffnung zweiter Art (8a) an der Unterseite des Wellenleiters angeordnet ist.

11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, *gekennzeichnet durch* ein an der Mikrowellenkammer angebrachtes Absaugrohr (40), über das Gase in der Mikrowellenkammer absaugbar sind.

12. Vorrichtung nach Anspruch 11, *gekennzeichnet durch* einen an der Mikrowellenkammer oder dem Absaugrohr vorgesehenen Gassensor zum Überwachen der Gaszusammensetzung in der Mikrowellenkammer.

13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 12, *gekennzeichnet durch* einen an der Mikrowellenkammer vorgesehenen Temperatursensor, insbesondere IR-Sensor, zum Überwachen der Temperatur der in der Mikrowellenkammer befindlichen Probe(n).

14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 13, *gekennzeichnet durch* eine Steuereinheit (17) zum zentralen Steuern der motorgestützten Bewegungen des Einbringens und Herausbewegens der Flüssigkeitsbehälter in den bzw. aus dem Wellenleiter (2).

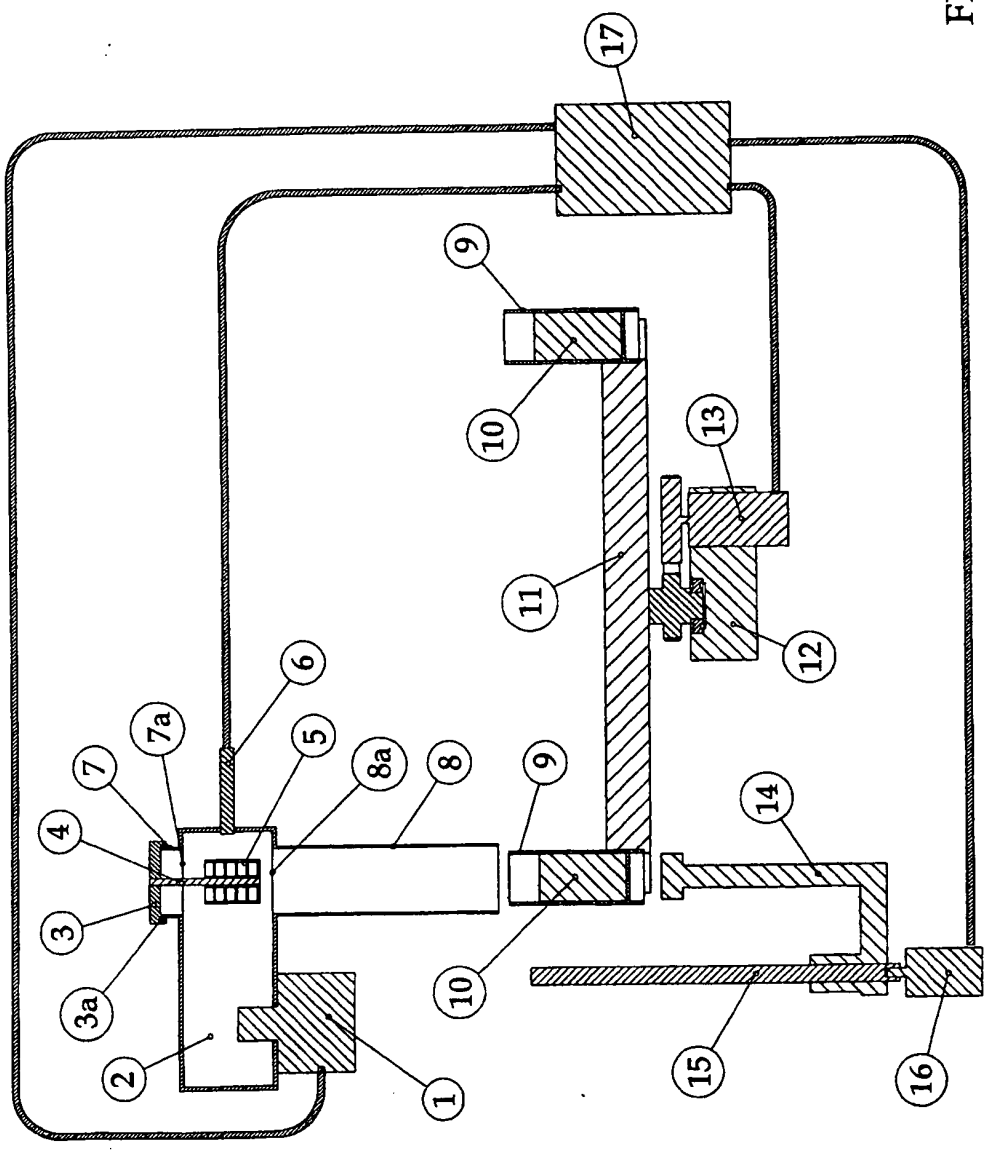
15. Vorrichtung nach Anspruch 14, *dadurch gekennzeichnet*, dass die Steuereinheit (17) auch zur Steuerung der Intensität der Mikrowellenemission zum Regulieren der Prozesstemperatur des in den Wellenleiter eingebrachten Flüssigkeitsbehälters eingerichtet ist.

16. Vorrichtung nach Anspruch 15, *dadurch gekennzeichnet*, dass die Steuereinheit dazu eingerichtet ist, eine wiederholte Auf/Ab-Bewegung der zumindest einen Probe (5) mit kleiner Amplitude während der Mikrowelleneinwirkung zu steuern.

Hiezu 4 Blatt Zeichnungen

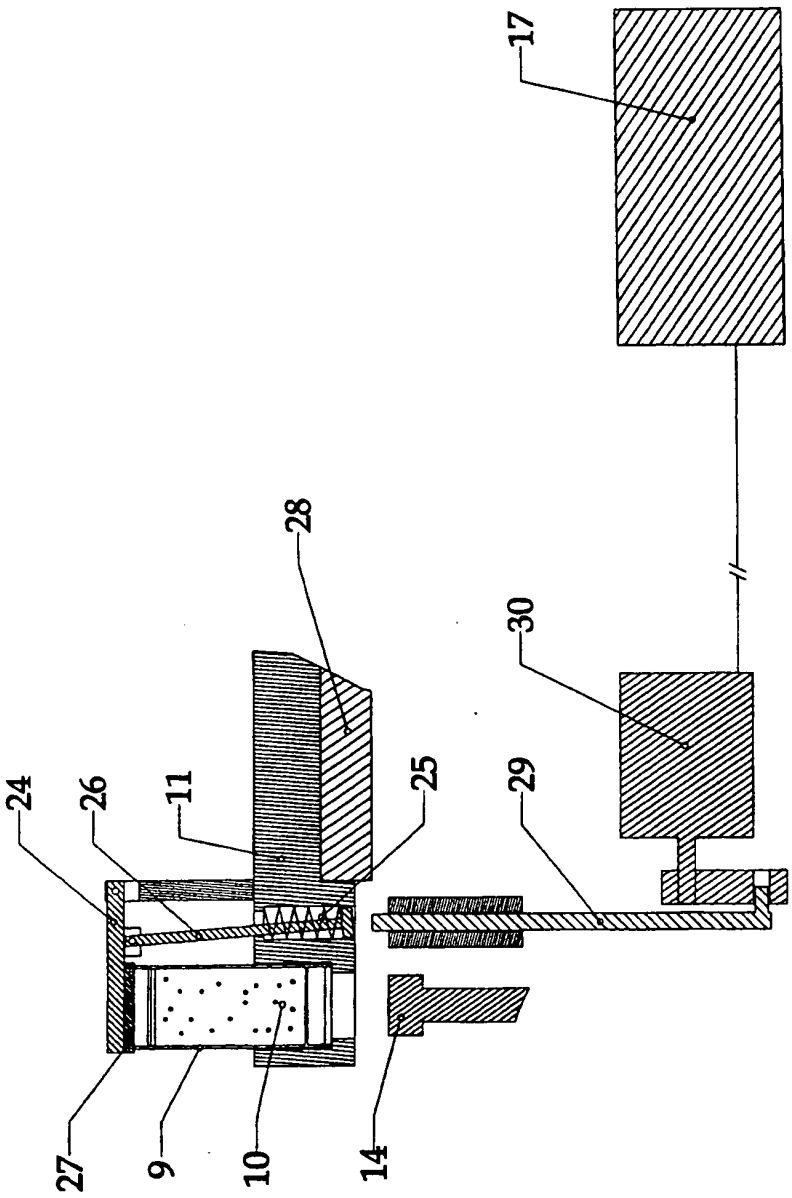
Int. Cl.[8]: ***G10D 7/06*** (2006.01)
G10D 9/02 (2006.01)

FIG. 1



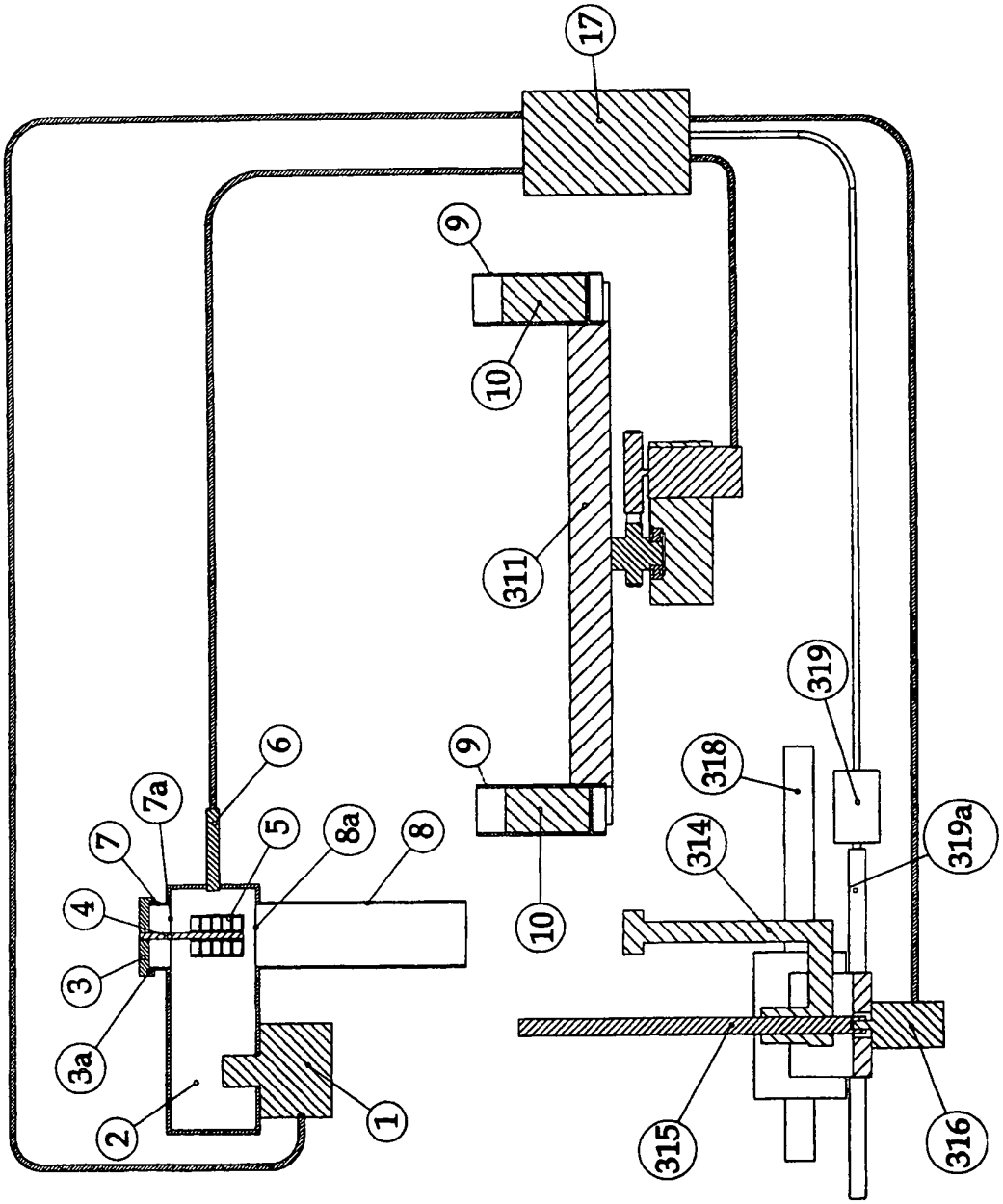
Int. Cl.[8]: ***G10D 7/06*** (2006.01)
G10D 9/02 (2006.01)

FIG. 2



Int. Cl.[8]: *G10D 7/06* (2006.01)
G10D 9/02 (2006.01)

FIG. 3



Int. Cl.[8]: *G10D 7/06* (2006.01)
G10D 9/02 (2006.01)

FIG. 4

