



DEUTSCHE DEMOKRATISCHE REPUBLIK
AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

PATENTSCHRIFT 143 127

Wirtschaftspatent

Ertelt gemäß § 5 Absatz 1 des Änderungsgesetzes zum Patentgesetz

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

Int. Cl.³

(11)	143 127	(44)	30.07.80	3(51)	H 01 L 21/18
(21)	WP H 01 L / 212 350	(22)	20.04.79		

(71) siehe (72)

(72) König, Rolf, Dipl.-Ing., DD

(73) siehe (72)

(74) VEB Werk für Fernseh elektronik, 1160 Berlin,
Ostendstraße 1-5

(54) Vorrichtung zur Durchführung vorwiegend thermischer
Arbeitsprozesse, insbesondere in der Halbleiterindustrie

(57) Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Durchführung vorwiegend thermischer Arbeitsprozesse, insbesondere der Scheibenprozesse in der Halbleiterindustrie und der Vergütungsverfahren in der Optik mit hohen Forderungen an

- die Reinheit der Atmosphäre in der Vorrichtung,
- die räumliche Temperaturkonstanz
- die Länge der temperaturkonstanten Zone
- die Möglichkeit der Realisierung zeitlicher und räumlicher Temperaturgradienten und
- die Chargenstückzahl.

Die Verfahrenstechniken der Flüssigphasenepitaxie, Gasphasenepitaxie, Diffusion, Planartechnik, Ätz- und Oxidationsprozesse, chemische Dampfphasenabscheidung, Bedampfungsprozesse u.a. sind als Massenfertigungsprozesse durchführbar. Die erfindungsgemäße Lösung beinhaltet gemäß Fig.1 eine Heizeinrichtung mit langer temperaturkonstanter Zone, die Rückführung der Variantenvielfalt von Reaktor- und Gefäßsystemen auf ein universell verwendbares Arbeitsgefäßprinzip und die Realisierung eines Baukastensystems mit wenigen Anpaßteilen für verschiedene Anwendungstechniken. Im Ergebnis wird eine typisierte, universelle Anlagengeometrie konzipiert.

212350 -1-

Titel der Erfindung

Vorrichtung zur Durchführung vorwiegend thermischer Arbeitsprozesse, insbesondere in der Halbleiterindustrie.

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft eine universelle Vorrichtung zur Durchführung vorwiegend thermischer Arbeitsprozesse, insbesondere der Scheibenprozesse in der Halbleiterindustrie und der Vergütungsverfahren in der Optik mit hohen Forderungen an

- die Reinheit der Atmosphäre in der Vorrichtung
- die räumliche Temperaturkonstanz
- die Länge der temperaturkonstanten Zone
- die Möglichkeit zur Realisierung zeitlicher und räumlicher Temperaturgradienten und
- die Chargenstückzahl.

Die Verfahrenstechniken der Flüssigphasenepitaxie, wie Schiebeverfahren, Tauchverfahren, Beschickung mit und Entfernung von Schmelzen mittels Zentrifugalkraft und/oder Schwerkraft sind realisierbar. Die Durchführung
5 der Mehrfachepitaxie und die Herstellung von Vielschichtstrukturen können im Rahmen der Massenfertigung erfolgen.

Auch Bearbeitungsprozesse, die mit gasförmig zugeführten Reaktanden arbeiten, wie Gasphasenepitaxie von $A^{III}B^V$ -Verbindungen, Siliziumepitaxie, Gasphasendiffusion, Planartechnik, chemische Dampfphasenabscheidung,
10 Ätz- und Oxidationsprozesse und Bedampfungsprozesse sind als Massenfertigungsprozesse durchführbar.

Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

Thermische Behandlungsverfahren zeichnen sich allgemein
15 durch die partienweise Behandlung der Arbeitsgegenstände aus, wobei eine optimale Chargenkapazität angestrebt wird. Technische Lösungen für Durchlaufverfahren bei ständiger Aufrechterhaltung der Prozeßbedingungen sind auf wenige Anwendungen begrenzt und erfordern die an-
20 spruchsvollsten apparativen, steuerungs- und regelungstechnischen Bedingungen.

Allgemein üblich sind Vorrichtungen, die Prozeßbedingungen periodisch reproduzieren. Sie haben den gemeinsamen Nachteil geringer Chargenkapazität.

25 Diese Vorrichtungen beinhalten horizontale oder vertikale lineare Reaktoren und Heizeinrichtungen. Der Arbeitsraum wird durch lineare rohrförmige Körper gebildet und von der Heizeinrichtung umhüllt. Ihre nutzbare Länge wird durch die Länge der temperaturkonstanten Zone bestimmt, die nur einen Bruchteil der Reaktorlänge ein-
30 nimmt und durch andere Abstrahlungsbedingungen an den Ofenrandzonen sowie Unterschiede in Leistungseingabe, Wärmedurchgang und Wärmestrahlung nach innen oder außen begrenzt wird.

Historisch sind zu jedem Arbeitsverfahren spezielle Einrichtungen konzipiert worden, so daß heute eine Vielzahl der unterschiedlichsten Reaktorvarianten, Heizeinrichtungen und Anlagengeometrien in Betrieb sind und gleichermaßen unterschiedlich ersetzt oder neu konzipiert werden.

Ziel der Erfindung

Das Ziel der Erfindung besteht in der Schaffung einer universell einsetzbaren Vorrichtung mit einfachem, dem Verwendungszweck anpaßbaren Aufbau und höchster Chargenkapazität.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Die technische Aufgabenstellung beinhaltet eine Heizeinrichtung mit möglichst langer temperaturkonstanter Zone. Als Idealfall gilt dabei, daß Ofenlänge gleich nutzbarer Länge wird. Weiterhin muß die Rückführung der vorhandenen Variantenvielfalt von Reaktor- und Gefäßsystemen auf ein universell verwendbares Arbeitsgefäßprinzip zur Realisierung eines Baukastensystems mit wenigen Anpaßteilen für verschiedene Verwendungszwecke erfolgen. Im Ergebnis kann außerdem durch gleiche Einbaugeometrien eine typisierte Anlagengeometrie mit den drei Grundbestandteilen Reaktoraufbau, Medienversorgung und allgemeines Steuer- und Regelsystem konzipiert werden.

Merkmale der Erfindung

Die erfindungsgemäße Lösung der Aufgabenstellung sieht als Grundelement eine horizontal liegende und ringförmig geschlossene Heizeinrichtung (Toroidalsystem) vor, weiterhin eine kreisringförmige, von der Heizeinrichtung umschlossene und um die zentrale Achse der Vorrichtung rotierende Aufnahmefläche für zweckentsprechend gestaltete Magazine und zum Abschluß gegen die Außenatmosphäre ein Arbeitsgefäß.

Die Erfindung wird anhand von Zeichnungen und Beispielen näher erläutert und in ihren Anwendungsvarianten beschrieben.

Ausführungsbeispiele

- 5 Fig. 1 zeigt eine allgemeine Darstellung der Vorrichtung als Warmwandreaktor

Fig. 2 zeigt eine allgemeine Darstellung der Vorrichtung als Kaltwandreaktor

Fig. 3 zeigt das Gaszufuhr- und Antriebssystem

- 10 Fig. 4 zeigt die Ausrüstungsvariante Liquidepitaxie-Vorrichtung zum epitaktischen Aufwachsen von Material aus der Flüssigphase

Fig. 5 zeigt die Ausrüstungsvariante Liquidepitaxie-Schiebeverfahren (dreifach gestocktes Magazin)

- 15 Fig. 6 zeigt die Ausrüstungsvariante Liquidepitaxie-Tauchverfahren

Fig. 7 zeigt die Ausrüstungsvariante Gasphasenepitaxie $A^{III}B^V$ -Verbindungen, Siliziumepitaxie, Gasphasendiffusion, Planartechnik, Oxidation, Ätzen

- 20 Beispiel 1

- 25 Gemäß Fig. 1 und 2 besteht die Anordnung aus einer horizontal liegenden und ringförmig geschlossenen Heizeinrichtung mit dem Oberteil 1 und dem Unterteil 2. Die konzentrisch angeordneten Heizer 3, 4 und 5 dienen zur Medienvorheizung oder zur Realisierung einer oder mehrerer zusätzlicher Heizzonen. Mit dieser Anordnung werden konstante Abstrahlungsbedingungen über die gesamte Ofenlänge erreicht, so daß die nutzbare Länge gleich der Ofenlänge wird.

Die Aufnahmefläche 6 für Magazine mit zu behandelnden Elementen folgt der Anordnung der Heizeinrichtung, besitzt Kreisringform und rotiert mit dem Trägerrohr 7 um die zentrale Achse der Vorrichtung.

- 5 Damit werden lokale Temperaturunterschiede verschiedener Umfangsstellen der Heizeinrichtung durch die Wärmeträgheit der gesamten Einsatzmasse auf die Größe der Regelschwankungen reduziert sowie der Einsatz unkomplizierter, schneller, d. h. nicht wärmeträger Heizeinrichtungen ermöglicht (Widerstandsheizer, Strahlungsheizer), die auch große zeitliche Temperaturgradienten erlauben.
- 10

- 15 Unterschiedliche Temperaturbedingungen in Abhängigkeit von der Lage des Einsatzgutes existieren somit nicht. Radiale Temperaturgradienten über den Substratscheiben überschreiten die Werte linearer Rohröfen durch die angepasste Form nicht. Die Chargenkapazität wird damit eine Funktion des Durchmessers der Vorrichtung.

- 20 Der Arbeitsraum wird durch zwei übereinandergestülpte glockenförmige Gefäße gebildet. Dabei verbleibt das innere kleinere Gefäß 8 stets in seiner Lage, während das äußere Gefäß 9 mittels einer Hubeinrichtung (nicht dargestellt) zum Beschicken und Reinigen einschließlich der Heizer 1 und 3 angehoben werden kann. Der Arbeitsraum wird damit voll zugänglich.

- 25 Die Einführung der Trägerrotation 10, die Einführung von Differenzbewegungen 11 der Magazinteile gegeneinander - rotatorisch und/oder vertikal - und die Medienzufuhr erfolgen im Bereich der zentralen Achse des Unterteiles des Arbeitsgefäßes mittels der Anordnung 12.

Die abzuführenden gasförmigen Medien gelangen über den äußeren Zwischenraum der beiden Gefäße durch die Aufnahmeplatte 13 in die Abgasleitung.

Verfahrensbedingte Zusatzeinrichtungen können nach Bedarf Verwendung finden (Quellengefäße, Gasleiteinrichtungen, Abschirmungen).

20 In Fig. 2 (Kaltwandreaktor) liegen lediglich die angepaßten Heizeinrichtungen (vorzugsweise Quarzstrahler) im Inneren des Reaktors, wobei die polierte Innenseite der doppelwandigen Arbeitsgefäße als Strahlungsreflektor dient. Der Zwischenraum 16 wird vom Kühlmittel durchflossen.

Fig. 3 zeigt das Medienzufuhr- und Antriebssystem in einer
25 umfassenden Variante, die je nach Verwendungszweck vereinfacht werden kann.

Der Grundkörper 1 wird an der Aufnahmeplatte der gesamten Vorrichtung befestigt und mittels einer stopfbuchsartigen Verschraubung 2 am Zentralrohr 3 des Innenteiles des Arbeitsgefäßes vakuumdicht angeschlossen. Die Medienzuführungen 4 bis 7 sind mittels eines speziellen Schneidring-
5 systems mit dem Grundkörper verbunden. Der Innenkörper 8 trägt auf dem wiederum fest eingespannten Rohr 9 die Aufnahme-
fläche für zu behandelnde Elemente und führt die Hauptrotation aus. Das Innenteil 10 dient zur Einleitung
10 der Differenzbewegungen von Magazinteilen (Nebenrotation und/oder Hub), die mit dem fest eingespannten Doppelrohr 11 eingeführt werden.

Ein der Arbeitsaufgabe entsprechend gestaltetes und codiertes Antriebssystem (nicht dargestellt) wird am unteren Ende
15 der Anordnung befestigt. Die Medienwege werden mittels Dreh- und Schiebedurchführungen gegeneinander und gegen Außenatmosphäre gedichtet. Die Medien werden bis zum Eintritt in den heißen Teil des Reaktors getrennt geführt. Zur Durchführung
von Zentrifugalverfahren erfolgt eine Kugellagerung 12 und
20 13 für den Hauptrotor.

Die Arbeitsgefäße, die Träger- und Zufuhrelemente bestehen vorzugsweise aus Quarz bzw. hochlegiertem Stahl (X5CrNiMo 18.9), das Medienzufuhr- und Antriebssystem aus hochlegiertem Stahl (X5CrNiMo 18.9) und die Dichtungselemente aus
25 Fluorkautschuk (Viton).

Beispiel 3

Figur 4 zeigt den Einsatz einer Vorrichtung für eine Li-
quidepitaxievariante für alle Schichtstrukturen.

Vorteilhaft wirken sich die mehrfachen H_2 -Spülströme aus, die Magazin und Substratscheiben von der hoch temperaturbelasteten Wandung des Quarzgefäßes abschirmen (Übergang von Silizium und O_2 -Diffusion).

- 5 Bei einem Durchmesser des Arbeitsgefäßes von 500 mm beträgt die Chargenkapazität dieser Vorrichtung ca. 120 Scheiben von 50 mm Durchmesser.

Beispiel 4

- Figur 5 stellt die Vorrichtung für die Durchführung der Schiebevariante des Liquidepitaxieverfahrens mit 3fach Magazin dar.

- Das Doppelrohr 1 erhält im oberen Teil als Mitnehmer 2 eine angepaßte Geometrie und verliert seine Funktion als Gaszuführung. Die eingesteckten Quarzstäbe 3, 4 und 5 stellen eine formschlüssige Verbindung zu den Schiebekassetten 6, 7 und 8 her. Die Substrataufnahmen 9, 10 und 11 werden lagenweise mit Substraten 12 beschickt und auf der Aufnahmefläche fixiert.

- Im Medienzufuhr- und Antriebssystem kann nach Fig. 3 der Medienanschluß 5 offen bleiben, und das Innenteil 10 wird in geeigneter Weise in seiner Höhe fixiert (nicht dargestellt).

- Bei einem Durchmesser des Arbeitsgefäßes von 500 mm beträgt die Chargenkapazität dieser Vorrichtung ca. 60 Scheiben von 50 mm Durchmesser (Einschichtepitaxie), wobei Scheibendurchmesser von 80 mm möglich sind.

Beispiel 5

Figur 6 stellt die Vorrichtung für die Durchführung der Tauchvariante des Liquidverfahrens dar. Das innere Doppelrohr 1 erhält oben eine angepaßte Geometrie zum Einhängen der unter 45° geneigten Scheiben 2. Das Tauchgefäß 3 wird auf der Aufnahme-
5 fläche fixiert.

Bei Einschichtepitaxie können ca. 120 Scheiben gleichzeitig beschichtet werden und der Antriebszapfen für Nebenrotation wird in geeigneter Weise an die Hauptrotation fixiert.
10

Bei Mehrschichtepitaxie ergibt sich die Chargenkapazität aus dem Quotienten von 120 und der Anzahl der Schichtkomponenten. Alle drei Bewegungssysteme werden benötigt.

Beispiel 6

Figur 7 stellt die Vorrichtung für Gasphasenepitaxie von $A^{III}B^V$ -Verbindungen dar.
15

Nebenrotation und Hubbewegung werden fixiert. Reaktanden und Substrate sind wieder vorteilhaft von der Quarzwandung abgeschirmt und die Außenräume werden mit H_2 gespült. Die Zuführung der korrosiven und stark toxischen Medien, wie HCl-, Arsin- oder Phosphin-Wasserstoffgemische erfolgen im Medienzufuhr- und Antriebssystem nach Fig. 3 am Anschluß 5; HCl und Wasserstoff werden bei 6 eingespeist. Damit sind die Einspeisungsstellen der korrosiven und stark toxischen Medien an der Drehdurchführung von den Anschlüssen 4 und 7 mit Wasserstoffführung zusätzlich nach außen abgeschirmt.
20
25

- Die Einstellbarkeit des thermodynamischen Gleichgewichts in Gasphasenepitaxiesystemen u. a. für $A^{III}B^V$ -Verbindungen zur definierten Abscheidung ist durch die getrennt steuerbaren Heizzonen für GaCl-Zone, Mischzone und Abscheidungszone gesichert. Die gezeigte Anordnung erfüllt ebenfalls die gaskinetischen Anforderungen.

Es ist wiederum eine Beschichtung von ca. 120 Scheiben pro Charge möglich, wobei der Scheibendurchmesser ca. 80 mm betragen kann.

- 10 Die in Fig. 7 gezeigte Anordnung kann mit gleichem Magazin bei weiterer Vereinfachung (ohne Zusatzheizzonen und Quellengefäß) z. B. unmittelbar für Siliziumepitaxie, Diffusion, Planarprozesse, Oxidations- und Ätzprozesse genutzt werden, wenn die geeigneten Reaktanden eingespeist werden.

Die bisher beschriebenen Varianten erfordern neben dem jeweils angepaßten Magazin nur geringfügige Modifizierungen der Grundeinrichtung (nach Fig. 1, 2, 3) im Ober- teil des Doppelrohres 11 aus Fig. 3.

- 20 Die gemeinsame Reaktorgeometrie ermöglicht weitere grundlegende Realisierungsstrategien:

a) Erarbeitung eines Universalanlagentyps mit

- universellem Reaktorsystem einschließlich Zubehör
- universellem Medienversorgungssystem und
- 25 - universellem Steuer- und Regelsystem mit austauschbarem Prozeßprogrammgeber (einschließlich Temperaturprogramm).

- b) Einsatz von Universalanlagen mit wechselndem Produktionsspektrum und Wechselprogrammgeber oder
- 5 c) Einsatz von Einzweckanlagen mit konstantem Produktionsspektrum unter Vernachlässigung nicht benötigter Teile oder Baugruppen bei gleicher Anlagengeometrie.

10 Weitere Scheibenprozesse, wie chemische Dampfphasenabscheidung, Vakuumbedampfungstechniken u. a., lassen sich ebenfalls in den dargestellten Anlagentyp eingliedern.

15 Der übliche kostenintensive Sondermaschinenbau derartiger Betriebseinrichtungen mit zweckbezogener Entwicklung, konstruktiver Durcharbeitung und Einzelanfertigung kann erfindungsgemäß bei entscheidender Verbesserung der Prozeßparameter (Reinheit, Temperaturkonstanz, Chargenstückzahl) durch einen kostengünstigen Serienbau abgelöst werden.

Erfindungsanspruch

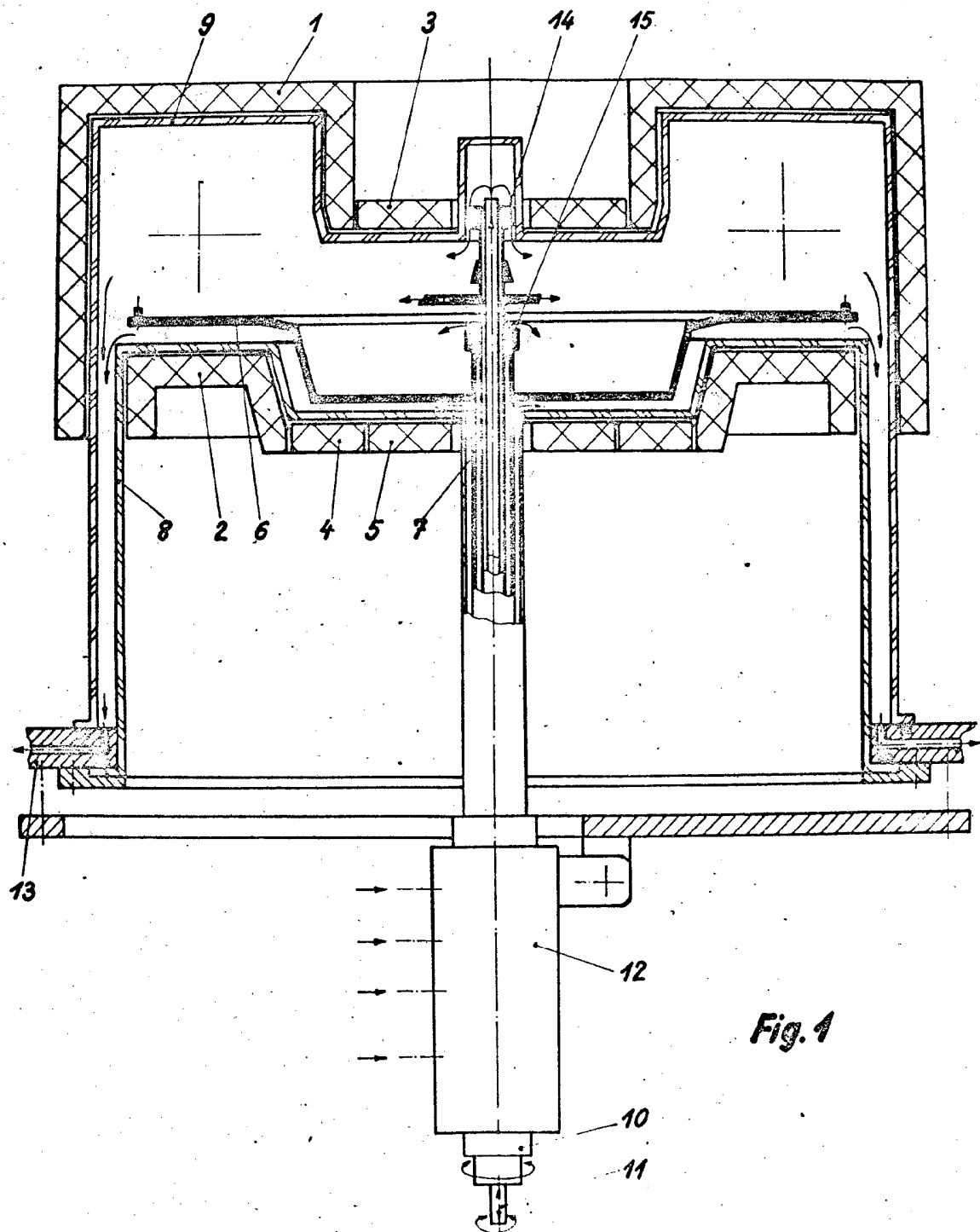
1. Vorrichtung zur Durchführung vorwiegend thermischer Arbeitsprozesse, insbesondere in der Halbleiterindustrie, gekennzeichnet dadurch, daß die Heizeinrichtung die Arbeitsfläche in Form eines kreisförmig gebogenen Rohres (Toroid) ganz oder teilweise umschließt.
2. Vorrichtung nach Punkt 1, gekennzeichnet dadurch, daß zur vertikalen Hauptachse des Systems konzentrische Heizzonen realisierbar sind.
3. Vorrichtung nach Punkt 1 und 2, gekennzeichnet dadurch, daß die Geometrie der Aufnahmefläche für Magazine und/oder zu bearbeitende Elemente eine geschlossene, horizontal liegende Kreis- oder Kreisringfläche darstellt.
4. Vorrichtung nach Punkt 1 bis 3, gekennzeichnet dadurch, daß die Länge der temperaturkonstanten Zone der Ofenlänge entspricht.
5. Vorrichtung nach Punkt 1 bis 4, gekennzeichnet dadurch, daß die Minimierung der räumlichen Temperaturentlang des Kreisringes der Arbeitsfläche bis auf die Größe der Regelschwankungen mittels rotatorischer Bewegung der Arbeitsfläche um die zentrale vertikale Achse der Vorrichtung erfolgt.
6. Vorrichtung nach Punkt 1 bis 5, gekennzeichnet dadurch, daß der Einsatz eines kreisringförmigen Magazins aus einem Stück, die kreisförmige Aneinanderreihung von Einzelmagazinen oder eine scheibenförmige Anordnung möglich sind.

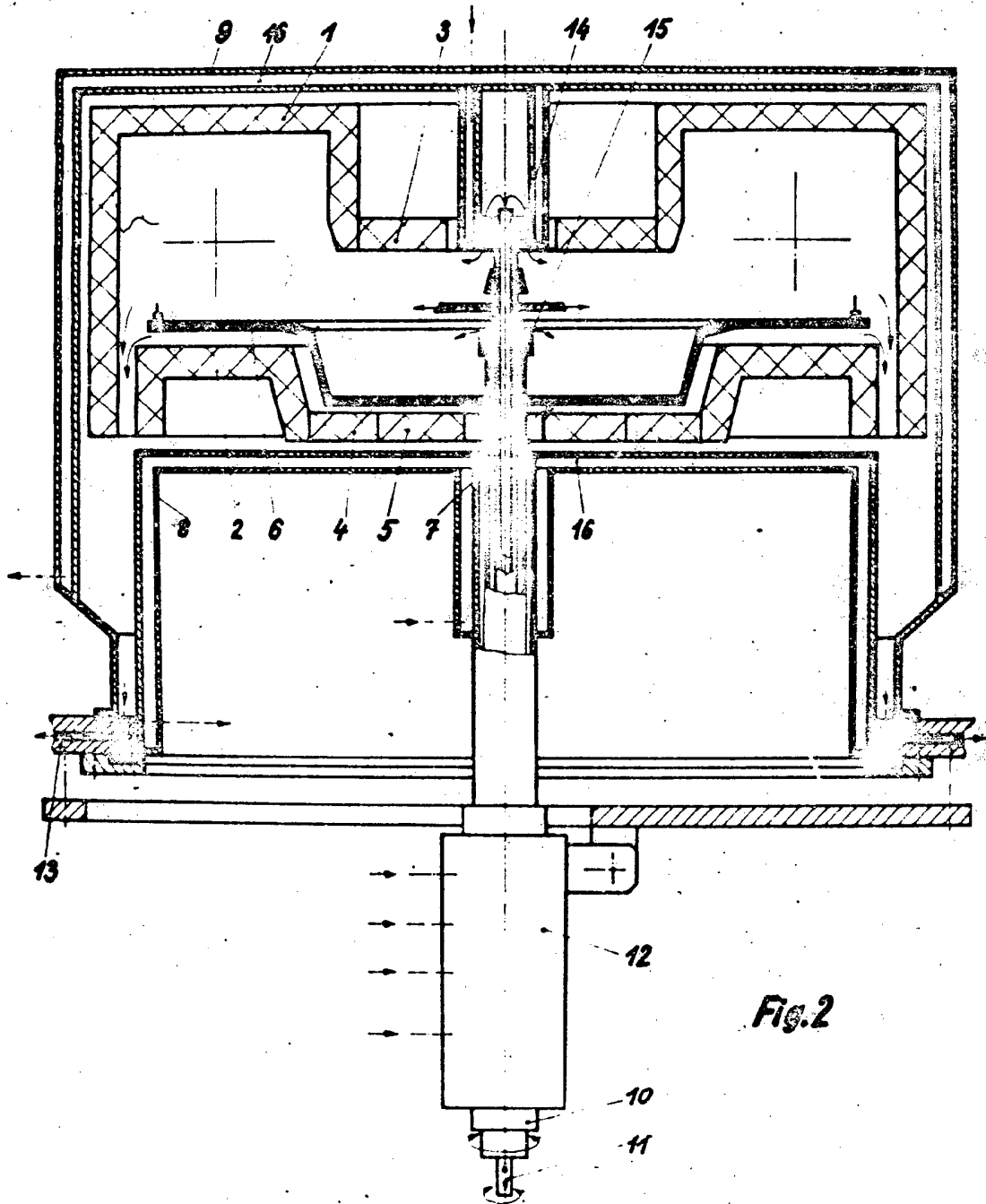
7. Vorrichtung nach Punkt 1 bis 6, gekennzeichnet dadurch, daß der Arbeitsraum durch ein angepaßtes zweiteiliges, vertikal voll zu öffnendes Arbeitsgefäß, vorzugsweise aus Quarz oder anderen beständigen Materialien, gegen die Außenatmosphäre abgeschlossen wird, dessen Dichtungen außerhalb der temperaturbelasteten Bereiche liegen und das als Warm- oder Kaltwandreaktor ausgebildet sein kann.
- 5
8. Vorrichtung nach Punkt 1 bis 7, gekennzeichnet dadurch, daß die Einführung der rotatorischen Bewegung der Aufnahme- und der Bewegung von Magazin- teilen gegeneinander, der Bewegung von anderen ver- fahrensbedingten Einrichtungen und die Einführung der Medien über die zentrale vertikale Achse der Vorrichtung erfolgen kann und die außerhalb der temperaturbelasteten Bereiche eingeführt und gegen Atmosphäre abgedichtet werden.
- 10
- 15
9. Vorrichtung nach Punkt 1 bis 8, gekennzeichnet dadurch, daß die Zuführung von Medien zu jeder beliebigen Stelle der Vorrichtung erfolgen kann.
- 20
10. Vorrichtung nach Punkt 1 bis 9, gekennzeichnet dadurch, daß eine beliebige Anordnung von verfahrens- bedingten Zusatzeinrichtungen im und am Arbeitsge- fäß erfolgen kann.
- 25
11. Vorrichtung nach Punkt 1 bis 10, gekennzeichnet da- durch, daß aufgrund der Temperaturverteilung und der Anordnung Bedingungen für das Erzielen hoher Packungsdichten zu bearbeitender scheibenförmiger Elemente bis zur hintereinander stehenden Anordnung gegeben sind.
- 30

12. Vorrichtung nach Punkt 1 bis 11, gekennzeichnet dadurch, daß die Fixierung der zu bearbeitenden Elemente durch Zentrifugalkraft erfolgen kann.
- 5 13. Vorrichtung nach Punkt 1 bis 12, gekennzeichnet dadurch, daß die in der Halbleitertechnik üblichen Arbeitsprozesse, die mit flüssigen oder gasförmigen Reaktanden, Schutz- oder Trägergasen sowie Unter- oder Überdruck operieren, z. B. Liquidphasen-Epitaxie als Einfach- oder Mehrfachepitaxie sowie zur
- 10 Erzeugung von Vielschichtstrukturen zweier oder mehrerer Komponenten, die Verfahren der Gasphasenepitaxie, Diffusion, Planarprozesse, Oxidations- und Ätzprozesse auf ein gemeinsames Arbeitsgefäß und eine gemeinsame Heizeinrichtung als Grundlage eines
- 15 Baukastensystems für Massenaarbeitsprozesse zurückgeführt werden.
14. Vorrichtung nach Punkt 1 bis 13, gekennzeichnet dadurch, daß für alle Prozeßvarianten schnelle Heizeinrichtungen mit geringer Wärmeträgheit eingesetzt werden können, die temperaturstationäre und/oder
- 20 temperaturzeitabhängige Prozesse zulassen.
15. Vorrichtung nach Punkt 3 und 5 bis 12, gekennzeichnet dadurch, daß bei entsprechender Modifikation des Arbeitsgefäßes mit gleicher Aufnahmegeometrie Flächen-
- 25 heizer und andere verfahrensbedingte Zusatzeinrichtungen, z. B. für chemische Dampfphasenabscheidung und Bedampfungstechniken u. a., einsetzbar sind.

16. Vorrichtung nach Punkt 1 bis 15, gekennzeichnet
dadurch, daß mit der erfindungsgemäßen Reaktor-
geometrie Prozeßverbesserungen eintreten, die es
gestatten, einen Universalanlagentyp für die
5 Halbleiterindustrie und/oder ein jeweils prozeß-
bezogen realisierbares Anlagen-Baukastensystem
anstelle von Sonder- und Spezialeinrichtungen bei
wesentlichen Kostensenkungen zu verwenden.

Hierzu 7 Seiten Zeichnungen





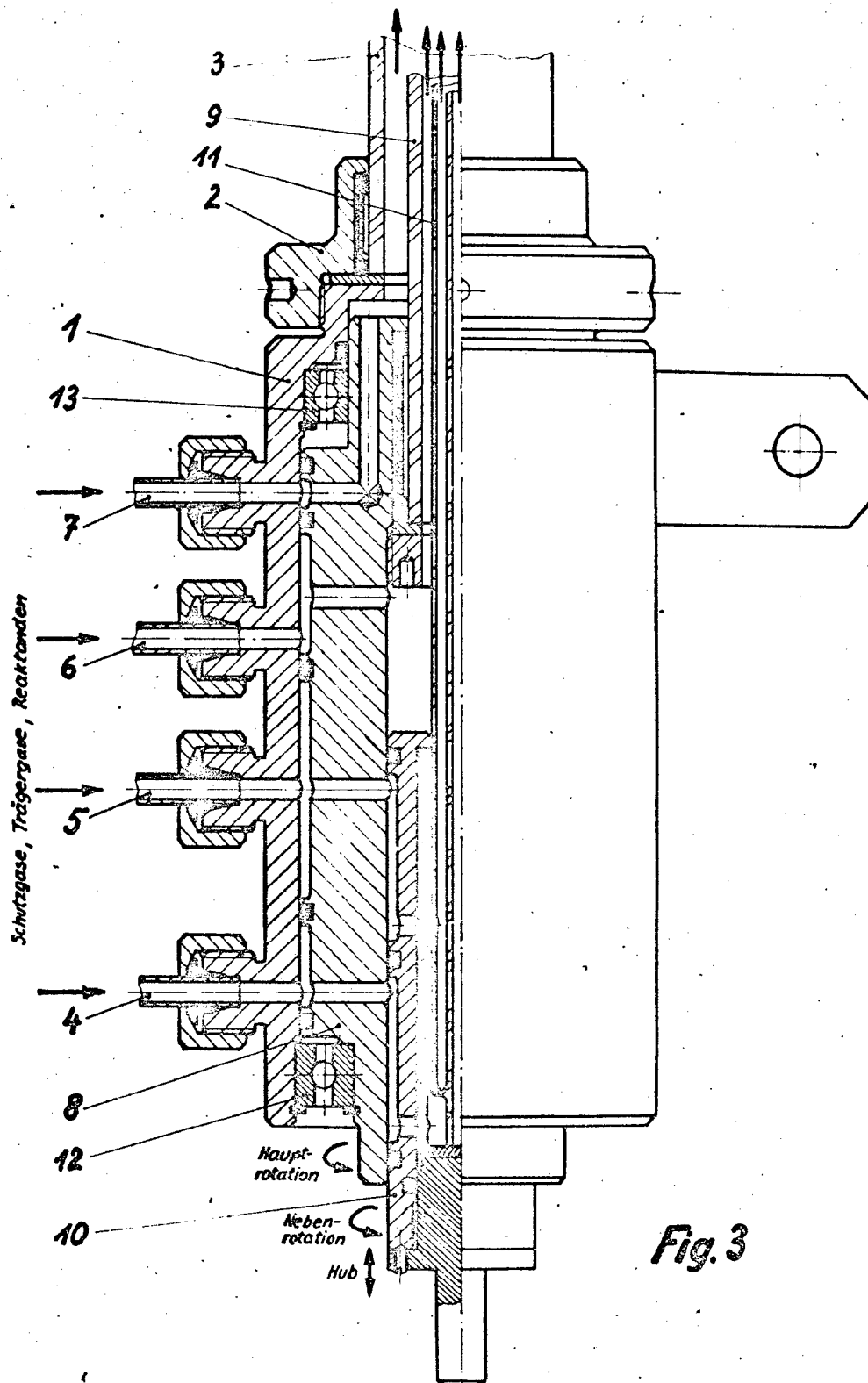


Fig. 3

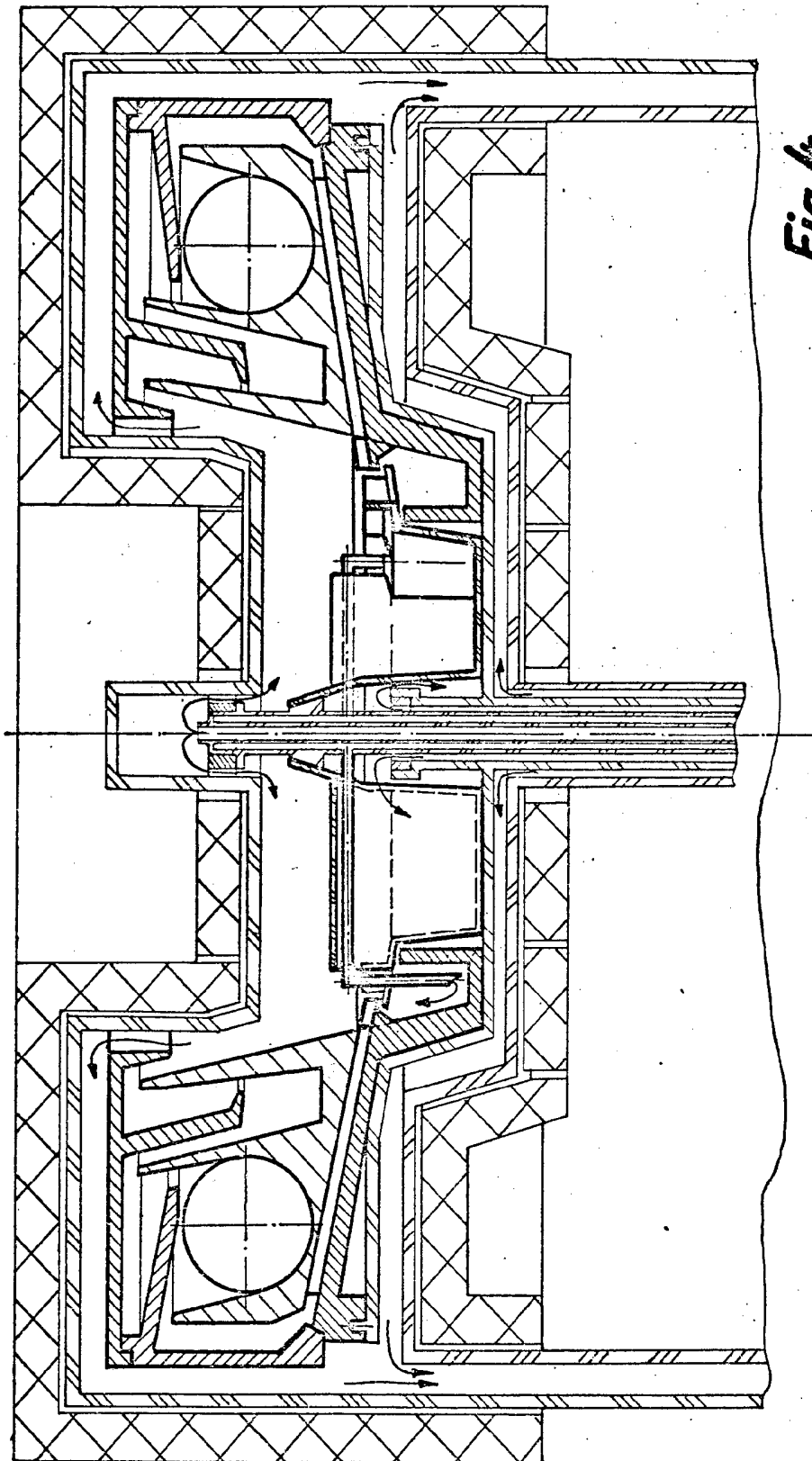


Fig. 4

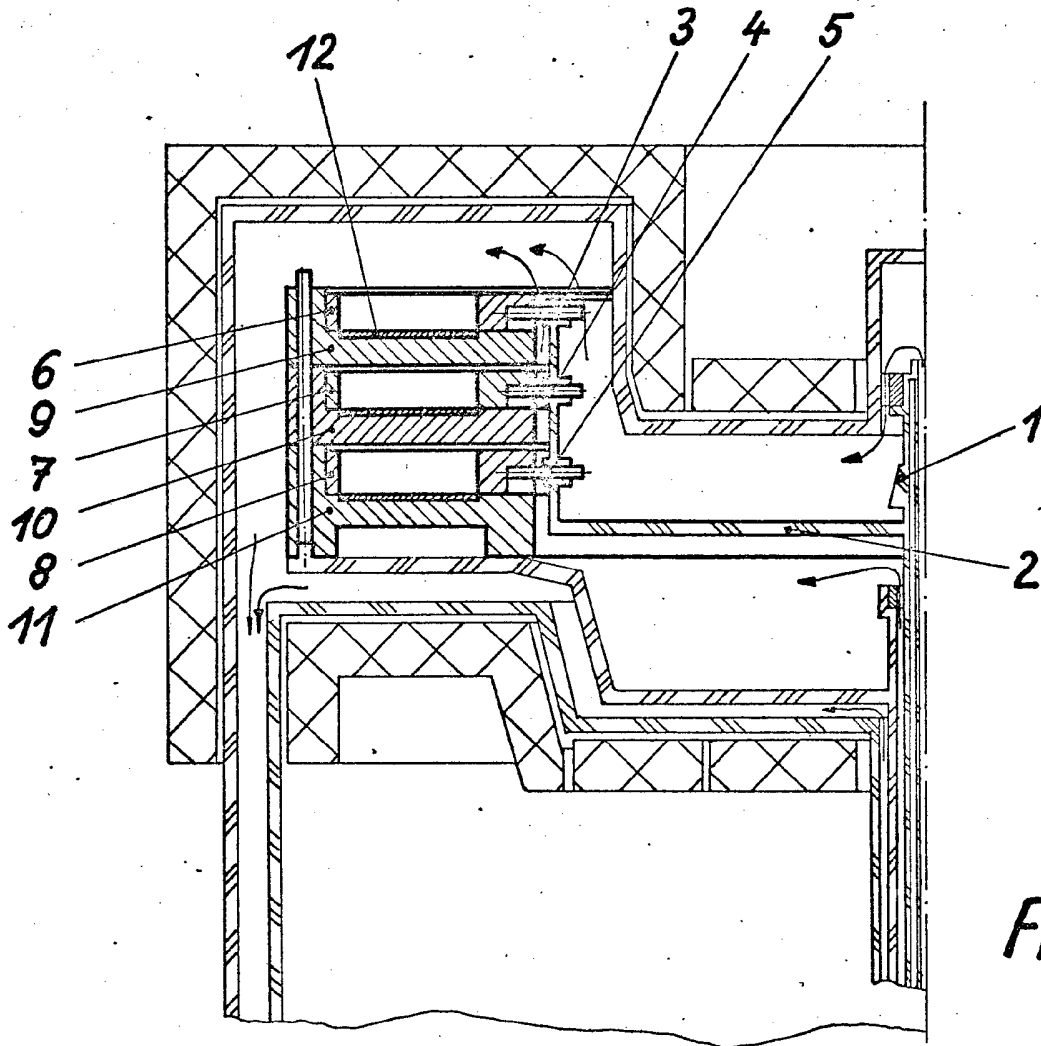


Fig.5

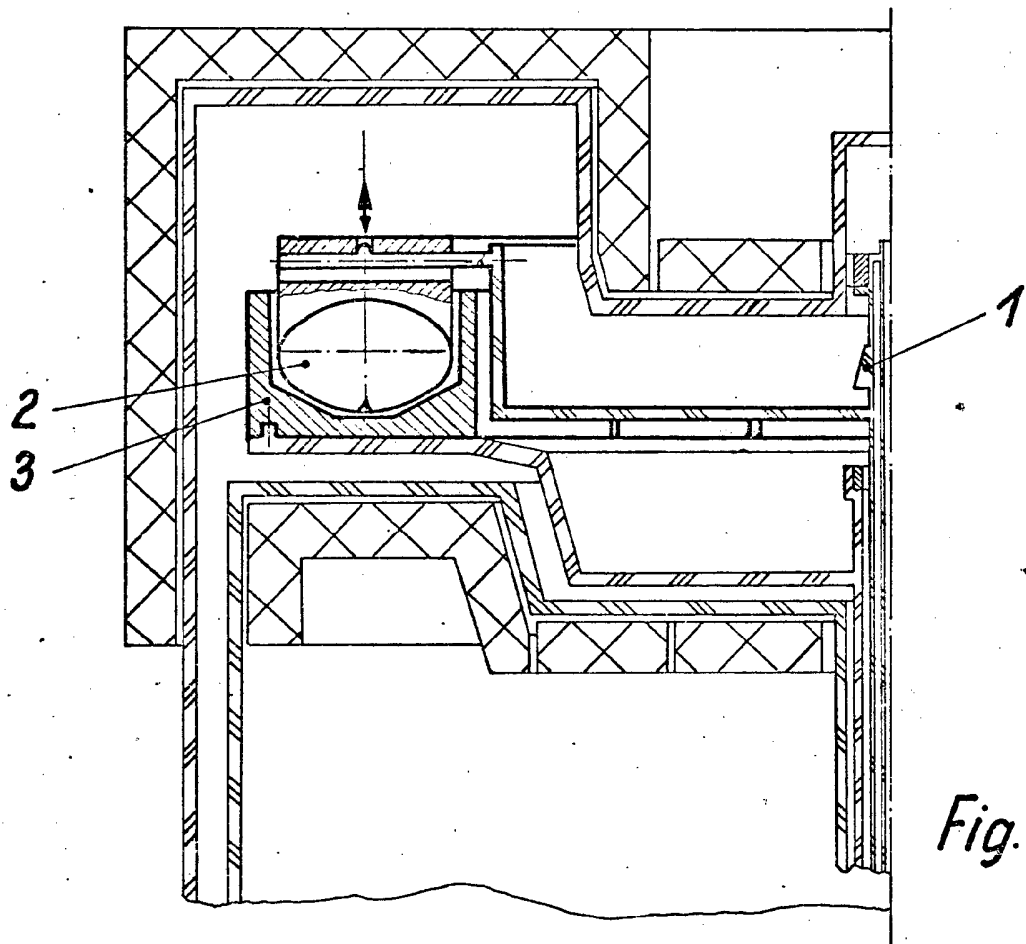


Fig. 6

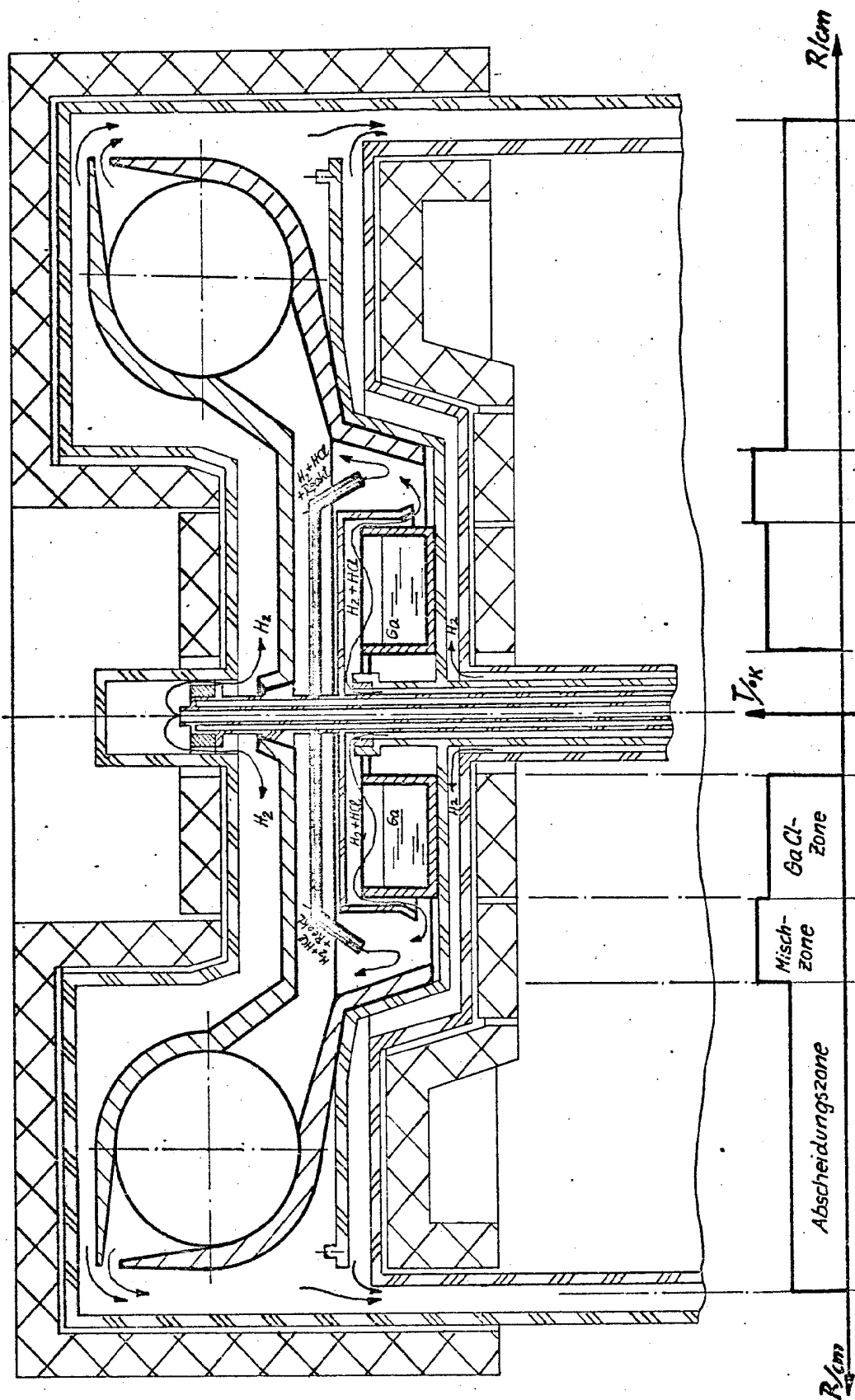


Fig. 7

Fig. 7

