

Wirtschaftspatent

Teilweise bestaetigt gemaeß § 6 Absatz 1 des
Aenderungsgesetzes zum Patentgesetz

ISSN 0433-6461

(11)

1417 06

Int.Cl.³

3(51) F 24 F 5/00

AMT FUER ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

(21) WP F 24 F/ 2119 00

(22) 30.03.79

(45) 30.03.83

(44) 14.05.80

(71) siehe (72)

(72) GOLDSCHALT, LOTHAR, DIPL.-ING.; SCHNEIDER, MARTIN; WIEDUWILT, HORST, OBERING.; DD;

(73) siehe (72)

(74) KARL-HERMANN HOELAND, VEB FEUTRON GREIZ, 6600 GREIZ, REICHENBACHER STR. 173

(54) PRUEFKAMMER ZUR SIMULATION VON KLIMAPARAMETERN

Titel der Erfindung

Prüfkammer zur Simulation von Klimaparametern

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft eine Prüfkammer zur Simulation extremer Klimaparameter Temperatur und Feuchte mit großem Arbeitsbereich und hoher Präzision.

Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

Dem Klima mit seinen Hauptkomponenten Lufttemperatur und Luftfeuchte ist im Komplex der möglichen Umwelteinflüsse ein besonderer Rang zuzuordnen. Prüfkammern für die Umweltsimulation dienen deshalb bevorzugt der Erzeugung eines Klimas aus diesen beiden Hauptkomponenten in dem Nutzraum. Die relative Luftfeuchte stellt bei konstantem Wasserdampfgehalt eine abhängige Größe der Lufttemperatur dar. Zur Erzeugung bestimmter Lufttemperaturen im Prüfraum werden verschiedene Temperiersysteme angewendet. Ihre Auswahl wird bestimmt von den geforderten Klimawerten: Temperaturbereich, Temperaturkonstanz, maximal erreichbare Luftfeuchte, Temperaturänderungsgeschwindigkeit sowie dem technisch-ökonomischen Aufwand. In dem System der direkten Lufttemperierung sind Verdampfer und Heizkörper im Nutzraum abgehängt angeordnet und stehen über den zirkulierenden Luftstrom energiemäßig direkt mit dem Nutzraum in Verbindung. Das System der Nutzraummanteltemperierung ist gekennzeichnet durch großflächige Verdampfer und Heiz-

körper, welche an der Außenseite des Nutzraumes angeordnet sind. Der Energiefluß erfolgt durch die Wand des Nutzraumes. Ein weiteres System ist die indirekte Flüssigkeitstemperierung. Hierbei wird eine extern temperierte Flüssigkeit durch Kanäle in der Nutzraumwandung oder auch durch einen Wärmeaustauscher, vergleichbar mit dem Verdampfer bei der direkten Lufttemperierung, gefördert. In dem CSSR Patent 96 808 wird die indirekte Lufttemperierung mit zwei gegenseitig getrennten Luftumläufen angewendet, ein Umlauf für die Temperierung des Nutzraumes und der zweite Umlauf für den Wasserdampfgehalt der Luft im Nutzraum. Hierfür ist in dem direkt temperierten äußeren Behälter mit Verdampfer und Heizkörper ein Nutzraum eingesetzt, der von der temperierten Luft in einfachem Kreislauf fünfseitig -ohne Türseite- umströmt wird. Die Luft mit unterschiedlichem Wasserdampfgehalt wird dem Nutzraum mit dem zweiten Umlauf von außen zugeführt und in einfacher Weise von einem Ventilator verwirbelt. Bekannt ist weiterhin die Kombination der direkten und der indirekten Lufttemperierung an Schadgas- Prüfschränken und Phytoschränken für Pflanzenversuche mit einem Umlauf für die indirekte Temperierung des Nutzraumes und einem davon abgezweigten Teilstrom für die direkte Temperierung. Hierbei ist in den direkt temperierten äußeren Behälter ein Nutzraum eingesetzt, der eine eigene Tür hat. Er wird von der temperierten und zugleich be- oder entfeuchteten Luft allseitig umströmt. Ein Teil der klimatisierten Luft des äußeren Umlaufes wird in den Nutzraum geführt und durchströmt diesen. Die Luft wird dabei in einfacher Weise verwirbelt und nach außen abgeführt.

Den bekannten Temperiersystemen haftet der Mangel an, daß mit dem jeweils gewählten Temperiersystem nur in einem begrenzten Bereich der Lufttemperatur und Luftfeuchte hohe Forderungen der Konstanz und hoher Feuchten, aber keine hohen Änderungsgeschwindigkeiten erfüllt werden können, und beliebig gewählte reproduzierbare Klimawerte in dem weiten Temperaturbereich von ca. minus 100°C bis ca. 180°C mit hoher Konstanz und hoher Änderungsgeschwindigkeit einschließlich der Feuchte von ca. 98 % bei max = 80°C nur sehr schwierig und mit hohem technisch-ökonomischem Aufwand realisiert werden können. Die direkte Lufttemperierung und die direkte Prüfraummanteltemperierung sind einfach im Aufbau, sie erfüllen aber nur begrenzte Forderungen hinsichtlich der Temperaturkonstanz einschließlich der gleichmäßigen Temperaturverteilung im Nutzraum und erreichbarer hoher Feuchten. Dies insbesondere, da bei dem Regelbefehl "Kühlen" eine zeitliche Temperaturkonstanz plus der örtlichen Temperaturverteilung im Mittelwert $\pm 0,5 \text{ K}$ nicht erreichbar ist und weiterhin die wärmeübertragungsabhängige Temperaturdifferenz zwischen mittlerer Lufttemperatur und niedrigster Verdampferoberflächentemperatur bzw. Prüfraummanteltemperatur, die während des Kühlbefehles stets $> 1,0 \text{ K}$ ist infolge begrenzter Möglichkeiten der Energieanpassung der Kühlleistung des Kältemittelverdichters einschließlich Verdampfer an den Bedarf der Kühlleistung bei der jeweiligen Prüfraumtemperatur im Klimabereich, stabile höchste Feuchten von ca. 97 % und darüber nicht erreichbar sind. Mit der indirekten Flüssigkeitstemperierung werden gute Werte der Temperaturkonstanz, der hohen Feuchte und der gleichmäßigen Temperaturverteilung erreicht. Nachteilig wirkt die hohe Wärmekapazität der Temperierflüssigkeit auf

die Änderungsgeschwindigkeit der Temperatur, die im Mittelwert kleiner als bei den direkt temperierten Prüfkammern ist. Der Temperaturbereich ist infolge der Einsatzgrenzen der Temperierflüssigkeit begrenzt und liegt bei minus 30 Grad Celsius bis plus 100 Grad Celsius.

Die Ausführung mit zwei gegeneinander getrennten Luftumläufen verbessert die Güteparameter der Temperaturdifferenz und der Erreichung hoher Feuchte im Nutzraum gegenüber den Temperiersystemen der direkten Lufttemperierung und der Nutzraummanteltemperierung.

Gegenüber der indirekten Flüssigkeitstemperierung besitzt sie eine geringere Wärmekapazität und ermöglicht damit bei gleicher Energiezuführung höhere Änderungsgeschwindigkeiten. Die Verbesserung der Güteparameter, bezogen auf die Verkleinerung der Temperaturdifferenz und Erreichung hoher Feuchte wird erreicht, weil die Störeinflüsse auf den Nutzraum, -insbesondere durch den Wärmeeinfall und die Kühlwirkung des Verdampfers und des um den Nutzraum zirkulierenden temperaturgeregelten Luftstromes- in Verbindung mit dem thermischen Dämpfungsverhalten des Nutzraumes vermindert werden.

Da jedoch der um den Nutzraum zirkulierende temperaturgeregelte Luftstrom mit den Wänden des Nutzraumes eine Reihenschaltung im Wärmeaustausch darstellt, besitzen die einzelnen Wände unterschiedliche mittlere Temperaturen, die bei größeren Temperaturdifferenzen zwischen der Temperatur im Nutzraum und der Außentemperatur ebenfalls relativ groß werden. Extreme Klimawerte im weiten Temperaturbereich bis 180 Grad Celsius bei gleichzeitig kleiner Temperaturdifferenz im Nutzraum plus/minus 0,15 Grad Celsius können deshalb nicht erzielt werden. Da weiterhin die Änderungsgeschwindigkeit der Tem-

peratur im Nutzraum von den beiden Größen der Wärmekapazität und des Wärmedurchganges abhängig ist, jedoch die bekannten Ausführungen bei den unterschiedlichen Betriebszuständen der Aufheizung / Abkühlung und Sollwert - Regelung keine Veränderung des Wärmedurchganges vornehmen, tritt beim Aufheizen / Abkühlen ein zu großer Temperaturgradient zwischen dem äußeren Behälter und dem Nutzraum, insbesondere bei deren Einbauten, ein. Das führt zu langer Angleichzeit in der anzufahrenden Sollwerttemperatur und ist damit zeit- und energieökonomisch nachteilig.

Ziel der Erfindung

Es ist das Ziel der Erfindung eine Prüfkammer zur Simulation von Klimaparametern zu schaffen, die extreme Klimawerte in einem Temperaturbereich von minus 100 Grad Celsius bis plus 180 Grad Celsius sowie einer relativen Luftfeuchte bis 97 % und darüber im Temperaturbereich von minus 30 Grad Celsius bis plus 80 Grad Celsius bei einer örtlichen plus zeitlichen Temperaturdifferenz von 0,15 Grad Celsius innerhalb kürzester Zeit bei ökonomischem Energieeinsatz erzeugt und aufrecht erhält.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, die Führung des Temperiermediums in der Prüfkammer um und in dem Nutzraum zweckmäßig zu verändern, damit die in der Zielstellung genannten Güteparameter der Klimakomponenten ökonomisch erreicht werden.

Die Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß zwei getrennte Umläufe für das gasförmige Temperiermedium, das vorzugsweise Luft ist, in einem äußeren Kreislauf und einem inneren Kreislauf eine bisher nicht angewendete gerichtete Führung der Kreisläufe erhalten und beide Kreisläufe miteinander verbunden werden können.

Zwischen dem thermisch isolierten äußeren Behälter und drei Wänden eines inneren Behälters befindet sich an drei Seiten mit Abstand zu beiden ein U-förmiges Leitblech und bildet so zwei Räume. Diese stehen für einen äußeren Kreislauf miteinander in Verbindung, indem in einer Fläche des trennenden Leitbleches eine Öffnung mit einem Ventilator angeordnet ist und die gegenüberliegende Fläche des Leitbleches perforiert ist.

Diese perforierte Fläche wird von einem Umlenkblech geteilt. In dem Raum zwischen dem äußeren Behälter und dem Leitblech sind als Energieglieder Kältemittelverdampfer und elektrische Heizkörper angeordnet. Der innere Behälter umschließt an fünf Seiten den Nutzraum. Die dadurch gebildeten zwei Räume stehen für den inneren Kreislauf miteinander in Verbindung, indem in einer Fläche des Nutzraumes eine Öffnung mit einem Ventilator angeordnet ist und die gegenüberliegende Fläche des Nutzraumes perforiert ist. Die Ventilatoren für den äußeren und für den inneren Kreislauf befinden sich auf einer von einem Motor angetrieben gemeinsamen Welle. Eine weitere Neuheit besteht darin, daß in der Wand des inneren Behälters, welche die beiden Kreisläufe trennt, an einer Kante als Teil dieser Wand eine schwenkbare Winkelklappe angeordnet ist.

In dem äußeren Kreislauf wird das gasförmige Temperiermedium, welches vorzugsweise Luft ist, mittels Kältemittelverdampfer gekühlt oder durch Heizkörper erwärmt. Der Ventilator bewegt das Temperiermedium, dessen Strömung von dem Umlenkblech geteilt wird, durch das perforierte Leitblech und eine gleichmäßige Spaltströmung umfließt allseitig parallel die Wände des inneren Behälters und die innere Tür. Mit der erfindungsgemäßen Ausführung des äußeren Kreislaufes wird erreicht, daß das gasförmige Temperiermedium erst nach einer Dämpfung der Regelschwankungen den inneren Behälter mit innerer Tür umströmt, wobei ein allseitiger Energieaustausch über die Wände mit dem ebenfalls gasförmigem Temperiermedium des inneren Kreislaufes erfolgt. Der Ventilator bewegt das Temperiermedium im inneren Kreislauf durch die Öffnung des Nutzraumes und es strömt an fünf Seiten um den Nutzraum herum durch die perforierte Fläche hindurch. In dem Nutzraum bildet sich eine gerichtete Strömung mit geringer Geschwindigkeit aus. Die erfindungsgemäße Anordnung des äußeren Kreislaufes und des inneren Kreislaufes führt die getrennten Ströme des Temperiermedium an den sie trennenden Wände des inneren Behälters im Gegenstrom aneinander vorbei. Durch die erfindungsgemäße Ausführung der Temperierung ist es jetzt möglich, deren Funktionswirkung der geforderten Betriebsweise anzupassen, d.h. im Temperaturbereich von ca. minus 100°C bis ca. 180°C werden sowohl die Wirkungen der Energieimpulse der Energieglieder durch die Reihenschaltung mehrerer Wärmewiderstände plus Wärmekapazitäten, wie sie der fünfseitige Mantel mit Rahmen und Tür des äußeren Raumes einschließlich den Elemen-

ten der Luftleiteinrichtung sowie der Nutzraum wiederum mit seiner Luftleiteinrichtung unter dem Einfluß des strömenden Temperiermediums Luft darstellen, soweit ausgesiebt und in eine gleichförmig strömende Wärmemenge umgewandelt, daß in Nutzraummitte eine Temperaturkonstanz von $\leq \pm 0,1$ K erreicht wird, als auch durch veränderte Luftführung mittels Klappensteuerung die Widerstände reduziert werden und damit eine hohe Temperaturänderungsgeschwindigkeit ermöglicht wird. Weiterhin wird durch die vollständige temperaturgeregelter Luft-Umströmung der Nutzraum vollständig von den Störeinflüssen des Wärmeeinfallendes bzw. der Wärmeverluste infolge der Temperaturdifferenz zwischen Außen- und Nutzraumtemperatur, die bei vorliegendem extrem großem Temperaturbereich hohe Beträge annehmen kann, abgeschirmt. Da im Nutzraum keine Energieglieder angeordnet sind - die Wände stellen die Wärmeaustauschflächen dar -, zirkuliert der Luftumlauf im Nutzraum mit geringem Druckverlust und erfordert damit nur eine kleine Lüfterleistung. Damit wird die eingetragene Wärmemenge durch den Ventilator gering und in Verbindung mit dem von äußeren Störeinflüssen abgeschirmten Nutzraum wird die Temperaturdifferenz zwischen mittlerer Nutzraumlufttemperatur und der Nutzraumwandungstemperatur so klein, daß in einem Temperaturbereichsumfang von 110 K als Teilbereich des gesamten Temperaturbereiches eine obere Grenzfeuchte von 98 % rel. Feuchte erreicht wird. Das schließt die geringe Wärmemenge mit ein, wie sie durch dosierbare Feuchtluft der Befeuchtung in den Nutzraum eingetragen wird. Gleichzeitig bewirkt die Abschirmung des Nutzraumes eine geringe örtliche Abweichung beliebiger Temperaturpunkte bezogen auf die Temperatur in Nutzraummitte von $\leq \pm 0,2$ K im genannten Teilbereich.

Die volle Wirkung der Wärmewiderstände plus Wärmekapazitäten wird dadurch erreicht, daß der Nutzraum nur quasi punktförmige Berührung zum äußeren Raum besitzt oder der Wärmewiderstand durch Wärmeleitung größer ist als der Wärmewiderstand durch Wärmeübertragung über das Temperiermedium Luft. Das ist auch ein Beitrag zum Gesamtergebnis. Da die Gesamtkapazität der Temperiereinrichtung bei noch höheren Güteparametern bei maximal $1/3$ der Wärmekapazität flüssigkeits-temperierter Einrichtungen liegt, reduziert sich der Energiebedarf bei gleicher Änderungsgeschwindigkeit der Temperatur ebenfalls auf $1/3$. Die beiden Betriebszustände Aufheizen / Abkühlen einerseits und Regelung bei der Sollwerttemperatur andererseits erfordern für eine optimale Betriebsweise - besonders bei hohen Änderungsgeschwindigkeiten - eine wirksame thermodynamische Anpassung. Diese wurde dadurch gefunden, daß der äußere und innere Kreislauf des Temperiermediums durch eine schwenkbare Winkelklappe, vorzugsweise elektromagnetisch automatisch gesteuert, abhängig vom Betriebszustand getrennt oder verbunden werden. Der Steuerbefehl wird vom Temperaturregler abgeleitet, der bei einem einstellbaren Abstand vom Sollwert ein Vorsignal abgibt und jetzt gleich die Winkelklappe, wie auch die hohe Heiz-/ Kühlleistung für die große Änderungsgeschwindigkeit auf die Sollwertregelung mit geringerer Heiz-/ Kühlleistung umschaltet, wobei die Winkelklappe geschlossen wird. Bei großer Änderungsgeschwindigkeit der Temperatur wird der durch das Umlenkeblech geteilte Luftstrom im äußeren Kreislauf über die geöffnete Winkelklappe als Teilstrom in den inneren Behälter mit dem Nutzraum geführt und nach dessen Durchströmung wieder mit dem Teilstrom des

äußeren Kreislaufes vereinigt. Die dadurch wirksame Verminderung des Wärmewiderstandes vermindert ebenfalls den Temperaturgradient zwischen äußerem und innerem Behälter beim Aufheizen / Abkühlen und der gewählte Sollwert wird schneller erreicht. Auf diese Weise wird die thermodynamische Anpassung an den Betriebszustand erreicht. Funktionell mit der automatischer Umschaltung sind gekoppelt:

- bei hoher Änderungsgeschwindigkeit eine hohe Heiz-/ Kühlleistung mit geöffneter Winkelklappe
- bei Sollwertregelung der Temperatur eine geringere Heiz-/ Kühlleistung mit geschlossener Winkelklappe.

Ausführungsbeispiel

Nach Figur 1 und Figur 2 besitzt der an fünf Seiten thermisch isolierte äußere Behälter 1 an der Bedien-seite den Rahmen 2 und die dicht schließende thermisch isolierte äußere Tür 3. In diesem äußeren Behälter 1 befindet sich mit allseitigem Abstand der innere Behälter 4 und in diesem mit Abstand zu fünf Seiten der Nutzraum 10. Der innere Behälter 4 und Nutzraum 10 sind an einer Seite an dem gemeinsamen Rahmen 11 befestigt. Der Nutzraum 10 wird an dem Rahmen 11 von der Nutzraumtür 12, welche mit der äußeren Tür 3 korrespondiert, dicht geschlossen.

Zwischen dem Behälter 1 und der Wand des inneren Behälters 4 ist mit Abstand zu drei Flächen ein U-förmiges Leitblech 5 angeordnet, das mit seinen Kanten an dem Rahmen 2 und den beiden Seitenflächen der inneren Wand des Behälters 1 formschlüssig befestigt ist.

In dem äußeren Raum 20 zwischen dem Behälter 1 und dem Leitblech 5 sind als Energieglieder Kältemittelverdampfer 23 und elektrische Heizkörper 24 angeordnet. In dem Leitblech 5 befindet sich in einer Fläche die Öffnung 6 mit dem Ventilator 7, und die gegenüberliegende Fläche 8 ist perforiert, d.h. mit einer Anzahl Durchbrüchen versehen. Diese perforierte Fläche 8 wird von dem Umlenkblech 9 geteilt. Der innere Behälter 4 umschließt an fünf Seiten den Nutzraum 10. An seiner Bedienseite befindet sich die Nutzraumtür 12. In einer Fläche der Wand des Nutzraumes 10 befindet sich die Öffnung 14 mit dem Ventilator 15. Die gegenüberliegende Fläche 17 des Nutzraumes 10 ist mit einer Anzahl Durchbrüchen versehen. Die Ventilatoren 7 und 15 sind auf einer von einem Motor angetriebenen gemeinsamen Welle 16 angeordnet. Die Halterung für den Behälter 4 und den Nutzraum 10 erfolgt mittels in den Seitenwänden und außen an der Schiene 27 befestigte Bolzen 28 aus wenig wärmeleitfähigem Material. Die Schiene 27 wird auf in dem Behälter 1 befestigten Auflagebolzen 29 abgestützt. Der von dem Behälter 1 mit dem Rahmen 2 und Tür 3 sowie dem Behälter 4 mit dem Rahmen 11 und der Nutzraumtür 12 begrenzte, von dem U-förmigen Leitblech 5 geteilte Raum, bildet den äußeren Kreislauf für das Temperiermedium Luft. Das von in bekannter Weise geregelten Energiegliedern Verdampfer 23 oder Heizkörper 24 abgekühlte oder aufgeheizte Temperiermedium wird von dem Ventilator 7 um das Leitblech 5 und im Gegenstrom an der Innenseite des Leitbleches um den Behälter 4 geführt. Der Behälter 4 mit dem Rahmen 11 und der Nutzraumtür 12 umschließen den inneren Kreislauf des Temperiermediums, welcher in bekannter Weise

durch die Luftzuführung 25 trockene oder feuchte Luft von außen erhält. Der Ventilator 15 bewegt diese durch den Nutzraum 10 und an fünf Seiten im Gegenstrom um den Nutzraum herum. In der Wand des Behälters 4 ist die Durchgangsöffnung für die fliegend angeordnete Welle 16 größer als der Wellendurchmesser und bildet einen Ringspalt 30. Ein Teil der Luft des inneren Kreislaufes entweicht durch diesen Ringspalt in den äußeren Kreislauf und von dort durch die Luftabführung 26 nach außen. An der Kante 18 ist eine Winkelklappe 19 schwenkbar angeordnet, die als Teil des Behälters mit ihren äußeren Flächenteilen an der Wand des Behälters dicht anliegt. Wird die Winkelklappe 19 mittels Schwenkeinrichtung 22 geschwenkt, dann gibt sie eine Öffnung zwischen dem äußeren und dem inneren Kreislauf frei. Dieser Betriebszustand ermöglicht es, bei Bedarf im Nutzraum eine hohe Änderungsgeschwindigkeit der Temperatur zu erzielen.

Erfindungsanspruch

Prüfkammer zur Simulation extremer Klimaparameter Temperatur und Feuchte mit zwei getrennten Umläufen für das gasförmige Temperiermedium mit einem thermisch isolierten äußeren Behälter, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen dem äußeren Behälter (1) und drei Wänden eines fünfseitigen inneren Behälters (4) mit Abstand zu den beiden Behältern ein U-förmiges Leitblech (5) angeordnet ist, das mit seinen Kanten an den beiden Seitenflächen der inneren Wand des Behälters (1) und dem Rahmen (2) für die äußere Tür (3) anliegt, und das Leitblech (5) für einen äußeren Kreislauf in der Öffnung (6) den Ventilator (7) aufnimmt und dessen gegenüberliegende Fläche (8) perforiert ist, wobei diese perforierte Fläche von einem Umlenkblech (9) geteilt wird, sowie der Nutzraum (10) an fünf Flächen mit Abstand von dem inneren Behälter umhüllt ist und beide an dem Rahmen (11) für die Nutzraumtür (12) befestigt sind, wobei für einen inneren Kreislauf eine Fläche der inneren Wand (13) in der Öffnung (14) den Ventilator (15) aufnimmt, der mit dem Ventilator (7) auf einer gemeinsamen Welle (16) befestigt ist, und die gegenüber liegende Fläche (17) in bekannter Weise perforiert ist, und daß für eine wahlweise Verbindung der an sich getrennten Kreisläufe an einer dem Umlenkblech (9) parallelen Kante (18) des Behälters (4) eine schwenkbare Winkelklappe (19) als Teil des Behälters gelagert ist.

Hierzu 1 Seite Zeichnungen

Fig. 1

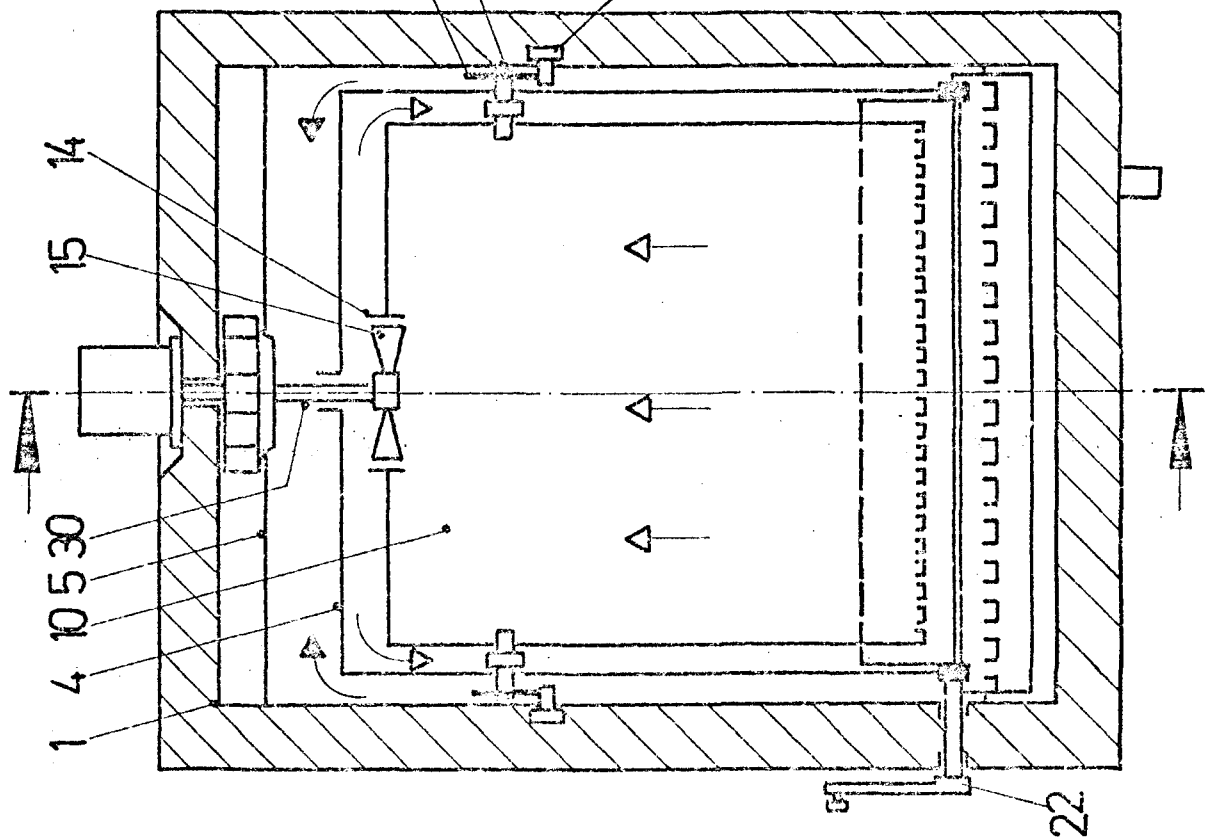


Fig. 2

