



⑫ **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

④⑤ Veröffentlichungstag der Patentschrift :
22.06.94 Patentblatt 94/25

⑤① Int. Cl.⁵ : **F25B 33/00, F25B 35/00**

②① Anmeldenummer : **91102215.0**

②② Anmeldetag : **16.02.91**

⑤④ **Sorptionskältemaschine.**

③⑩ Priorität : **19.02.90 DE 4005192**

④③ Veröffentlichungstag der Anmeldung :
28.08.91 Patentblatt 91/35

④⑤ Bekanntmachung des Hinweises auf die
Patenterteilung :
22.06.94 Patentblatt 94/25

⑧④ Benannte Vertragsstaaten :
AT CH DE ES FR GB IT LI NL SE

⑤⑥ Entgegenhaltungen :
DE-A- 2 922 971
DE-A- 3 313 399
DE-B- 1 062 260
GB-A- 379 391
US-A- 2 537 497
US-A- 3 586 462

⑦③ Patentinhaber : **Stog, Arnulf**
Menzinger Strasse 97
D-80997 München (DE)

⑦② Erfinder : **Stog, Arnulf**
Menzinger Strasse 97
D-8000 München 50 (DE)
Erfinder : **Pöschl, Günther**
Am Tribergle 2
D-7052 Schwaikheim (DE)

⑦④ Vertreter : **Patentanwälte Dipl.-Ing. R.**
Splanemann Dr. B. Reitzner Dipl.-Ing. K.
Baronetzky
Tal 13
D-80331 München (DE)

EP 0 443 468 B1

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).

Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Sorptionskältemaschine gemäß dem Oberbegriff von Anspruch 1 sowie ein Verfahren gemäß dem Oberbegriff von Anspruch 12.

5 Bei derartigen Sorptionskältemaschinen (siehe z.B. US-A-3 586 462) ist es bekannt, mit einem sogenannten Austreiber, der auch Kocher oder Generator genannt wird, ein Kältemittel aus einer reichen Absorptionsmittellösung mit möglichst großer Reinheit auszudampfen. Hierzu ist es bekannt, einen sogenannten Rektifikator zu verwenden, um die Reinheit des in der Gasphase auszuscheidenden Kältemittels zu erhöhen.

10 Sorptionskältemaschinen kommen insbesondere deswegen nur in geringerem Umfang zum Einsatz, da der Wirkungsgrad geringer ist als bei Kältemaschinen, die mit einem Verdichter arbeiten.

Zur Erhöhung des Wirkungsgrads kann in einer sogenannten Resorptionskältemaschine mit einem zusätzlichen Hilfsgas gearbeitet werden, das jedoch den Aufbau der Kältemaschine kompliziert.

Andererseits wäre insbesondere im Haushaltsbereich die Verwendung von Sorptionskältemaschinen bei entsprechendem Wirkungsgrad wünschenswert, zumal diese nahezu geräuschlos zu arbeiten vermögen.

15 Im gewerblichen Bereich ist es bekannt geworden, den Austreiber mit Abwärme zu betreiben, so daß hierdurch die zusätzlichen Energiekosten und -aufwendungen vergleichsweise gering gehalten werden können. Abwärme steht jedoch vielfach nicht in ausreichendem Maße zur Verfügung, wobei die Zuleitung der Abwärme zu Austreiber zudem teilweise mit erheblichen Schwierigkeiten verbunden ist.

20 Demgegenüber ist es Aufgabe der Erfindung, eine Sorptionskältemaschine gemäß dem Oberbegriff von Anspruch 1 sowie ein Verfahren gemäß dem Oberbegriff von Anspruch 12 zu schaffen, das mit vergleichsweise günstigem Wirkungsgrad arbeitet, obwohl der konstruktive Aufwand eher gering ist, und bei dem eine einfache Anpaßbarkeit an die gewünschte Installation ermöglicht ist.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch Anspruch 1 bzw. 11 und 12 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen.

25 Besonders günstig ist es, daß sich durch die erfindungsgemäße Beaufschlagung der reichen Absorptionsmittellösung mit Ultraschall eine Reaktion einstellt, die das Austreiben des Kältemitteldampfes erlaubt. Der Austreiber ist hierzu in an sich bekannter Weise druckfest ausgestaltet und weist einen etwas länglichen, im wesentlichen rohrförmigen, Grundaufbau aus. Besonders günstig ist die Verwendung eines Einsatzkörpers, der nach der Art einer Venturidüse ausgebildet ist, wobei die Zuleitung der reichen Absorptionsmittellösung in dem Einsatzkörper mündet. Der Einsatzkörper erstreckt sich zweckmäßig im wesentlichen koaxial vor der Wirkfläche des für die Ultraschallerzeugung verwendeten Piezoelements. Der Einsatzkörper weist den Ultraschall reflektierende Oberflächen auf, so daß sich eine Bündelung und zugleich Weiterleitung des Schalls in den Raum stromab der Zuleitung ergibt.

35 Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung ist es vorgesehen, den Austreiber mit einer internen Rückleitung zu versehen, die oberhalb des Einsatzkörpers abzweigt, einen Strömungsbegrenzer durchtritt und im Bereich des Piezoelements mündet. Durch einen Spalt zwischen dem Außenumfang des Piezoelements und dem Einsatzkörper vermag das Fluid hindurchzutreten, so daß sich ein das Austreten des Kältemittels unterstützender Strömungsweg ergibt.

40 Anstelle oder zusätzlich zu einem Rektifikator kann ein Adsorptionselement verwendet werden, dessen Auswahl von dem verwendeten Zweistoffgemisch abhängt. Der Strömungswiderstand für Kältemitteldampf kann hierdurch vergleichsweise gering gehalten werden, so daß sich ein lediglich geringer Druckabfall ergibt.

45 In einem versuchsweisen Aufbau wurde als Zweistoffgemisch ein Gemisch aus Wasser und Alkohol verwendet. Mit der Verwendung eines Piezoelements für die Abstrahlung einer Ultraschall-Leistung von 20 W ergab sich ein überraschend hoher Wirkungsgrad, bezogen auf die erzeugte Kühlleistung. Hierbei wurde ein Leistungstransistor unmittelbar unterhalb des Piezoelements in Wärmeleitverbindung mit diesem montiert, so daß die Verlustwärme des Leistungsverstärkers ebenfalls verwendet werden konnte. Als Adsorptionselement wurde hierbei ein Zeolith verwendet.

Offenbar ergaben sich in dem Bereich vor dem Ultraschallwandler, in dem Bereich des Einsatzkörpers, sonochemische Reaktionen.

50 Weitere Einzelheiten, Vorteile und Merkmale sind anhand der nachstehenden Beschreibung eines Ausführungsbeispiels der Erfindung näher beschrieben.

Es zeigen:

Fig. 1 einen schematischen Kühlkreislauf einer Sorptionskältemaschine für die Verwendung des erfindungsgemäßen Austreibers; und

55 Fig. 2 eine schematisierte Detaildarstellung des Austreibers gemäß Fig. 1.

Eine in Fig. 1 schematisch dargestellte Sorptionskältemaschine 10 weist einen Kondensator 12 auf, in welchen Kältemittel dampfförmig eintritt und über eine beispielsweise mit der Umgebungsluft in Verbindung stehende Kühlschlange 14 gekühlt und kondensiert wird. Das flüssige Kältemittel durchtritt dann ein Regel- oder

Drosselventil 16 und wird einem Verdampfer 18 zugeleitet, der einen weiteren nicht dargestellten Wärmetauscher aufweist, über welchen die aufgrund der Verdunstung entstandene Nutzkälte abgegeben wird.

Das Kältemittel gelangt vom Ausgang des Verdampfers 18 in entspanntem Zustand zu einem erfindungsgemäßen Austreiber 26, dessen Aufbau anhand von Fig. 2 näher erläutert wird.

Anschließend tritt das Kältemittel im wesentlichen in der Gasphase aus dem Austreiber 26 bei einem relativ hohen Druck aus und gelangt dann erneut zum Kondensator 12.

In dem Ausführungsbeispiel der Erfindung, wie es in Fig. 2 dargestellt ist, weist der Austreiber 26 eine Zuleitung 30 für die Absorptionsmittellösung und eine Ableitung 32 für das im wesentlichen gasförmige Kältemittel auf. Die Zuleitung 30 mündet in einem Einsatzkörper 36, der die Form einer Venturidüse aufweist, und zwar im wesentlichen an deren engster Stelle. Die Venturidüse 36 weist eine im wesentlichen senkrechte Achse auf, die einen unterhalb diese angeordneten Ultraschallwandler 38 durchtritt. Der Ultraschallwandler 38 weist ein Piezoelement 40 mit einer nach oben gewandten Wirkfläche 42 auf. Die von der Wirkfläche 42 abgestrahlten Schallwellen werden an der sich im wesentlichen konisch verjüngenden Innen-Oberfläche 44 des Einsatzkörpers 36 reflektiert und etwa in einem Bereich 46 gebündelt, wo zugleich die Zuleitung 30 mündet.

Ein Raum 48 oberhalb des Einsatzkörpers 36 ist nach oben durch ein Adsorptionselement 50 abgeschlossen, das für Kältemittel durchlässig ist und zugleich für dieses einen geringen Strömungswiderstand aufweist. Zudem ist seitlich die Ableitung 34 angeschlossen.

In dem dargestellten Ausführungsbeispiel führt die Ableitung 34 zu einer internen Rückleitung 52 des Austreibers, die durch einen Strömungsbegrenzer 54 hindurch verläuft und Absorptionsmittellösung in einen Ringbereich um den Ultraschallwandler 38 zurückführt. Zwischen dem Ultraschallwandler 38 und dem Einsatzkörper 36 ist ein Spalt 56 vorgesehen, durch welchen die aus der internen Rückleitung 52 des Austreibers 26 stammende Absorptionsmittellösung erneut in den Bereich 46 eintreten kann und dort dem Ultraschall unterworfen wird.

Damit besteht ein geschlossener Kreislauf sowohl für das Kältemittel als auch für die Absorptionsmittellösung.

In dem dargestellten Ausführungsbeispiel wird als Kältemittel Alkohol und als Absorptionsmittel Wasser verwendet. Hierfür eignet sich ein Zeolith als Adsorptionselement, wobei es sich versteht, daß beliebige andere geeignete Zweistoffgemische eingesetzt werden können. Das hier verwendete Zweistoffgemisch hat jedoch den zusätzlichen Vorteil, ungiftig und auch im weiteren unschädlich zu sein.

Durch den Spalt 56 hindurch entsteht eine Strömung, die durch den labyrinthartig ausgebildeten Strömungsbegrenzer 54 begrenzt ist. Die Strömung ist an der Engstelle des als Venturidüse ausgebildeten Einsatzkörpers 36 beschleunigt, so daß sich ebenfalls eine Beschleunigung für die reiche Absorptionsmittellösung auf der Zuleitung 30 ergibt.

Der Raum 48 dient zudem zugleich der Strömungsvergleichmäßigung.

Besonders günstig ist es ferner, daß für den erfindungsgemäßen Kältemittelkreislauf keine zusätzliche Pumpe benötigt wird. Aufgrund der sonochemischen Reaktion entsteht im Bereich 46 ein Unterdruck in dem dortigen Fluid gegenüber dem Druck der angereicherten Absorptionsmittellösung im Raum 48. Der Absorptionsmittelkreislauf über die Rückleitung 52 mit dem Strömungsbegrenzer 54 stellt dann die benötigte Absorptionsmittelmenge zur Verfügung, wobei sich ein selbstregelndes Verhalten einstellt.

Patentansprüche

1. Sorptionskältemaschine mit einem Austreiber (26), der eine Zuleitung (30) für ein reiches Absorptionsfluid und eine Ableitung (34) für im wesentlichen gasförmiges Kältemittel aufweist, dadurch **gekennzeichnet**, daß in dem Austreiber (26) ein Ultraschallwandler (38) zum Abstrahlen von Ultraschallwellen in einen Bereich (46) des Austreibers (26) angeordnet ist und die Zuleitung (30) in diesem Bereich (46) mündet.
2. Sorptionskältemaschine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Ultraschallwandler (38) ein Piezoelement (40) aufweist, dessen Wirkfläche (42) zu dem Bereich (46) weist.
3. Sorptionskältemaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Zuleitung (30) im Bereich eines Schallverstärkers (36) des Ultraschallwandlers (38), insbesondere im Bereich eines Schallhorns, mündet.
4. Sorptionskältemaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß ein Schallverstärker (36) vor dem Ultraschallwandler (38) als Venturidüse ausgebildet ist, wobei die Zuleitung (30) im wesentlichen im Bereich der Engstelle mündet.

5. Sorptionskältemaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Austreiber (26) eine interne Rückleitung (52) aufweist, die, bezogen auf die von dem Ultraschallwandler (38) abgestrahlten Schallwellen, hinter der Zuleitung (30) beginnt und vor der Zuleitung (30), insbesondere in einem Spalt (56), endet.
5
6. Sorptionskältemaschine nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die interne Rückleitung (52) einen Strömungsbegrenzer (54) aufweist.
- 10 7. Sorptionskältemaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Austreiber (26) stromab der Zuleitung (30) ein Adsorptionselement (50), insbesondere einen Zeolith, aufweist.
- 15 8. Sorptionskältemaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß vor einer Wirkfläche (42) des Ultraschallwandlers (38) ein Einsatzkörper (36) angeordnet ist, der akustische und Ultraschall-Wellen reflektierende Oberflächen (44) aufweist und insbesondere als Venturidüse aufgebaut ist.
- 20 9. Sorptionskältemaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Ultraschallwandler (38) in Wärmeleitverbindung mit einem elektrischen Leistungsverstärker steht.
10. Sorptionskältemaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß ein Raum (48) zur Strömungsvergleichmäßigung zwischen dem Bereich (46) und einem Adsorptionselement (50) vorgesehen ist.
- 25 11. Verwendung eines Ultraschallwandlers für das Austreiben in einer Sorptionskältemaschine.
- 30 12. Verfahren zur Erzeugung von Kälte unter Verwendung einer Sorptionskältemaschine, insbesondere einer Absorptionskältemaschine, wobei ein reiches Absorptionsfluid mit mindestens zwei Bestandteilen in einem Austreiber in zwei Fluide aufspaltbar ist, von denen eines im wesentlichen gasförmig ist und einem Kondensator zugeleitet wird, dadurch gekennzeichnet, daß man in dem Austreiber Ultraschall auf das reiche Absorptionsfluid einwirken läßt.

Claims

- 35 1. A sorption refrigerator with a generator (26) which has an inlet line (30) for a rich absorption fluid and an outlet line (34) for substantially gaseous refrigerant, characterised in that an ultrasonic transducer (38) is disposed in the generator (26) for emitting ultrasonic waves into a zone (46) of the generator (26) and the inlet line (30) discharges in this zone (46).
- 40 2. A sorption refrigerator according to Claim 1, characterised in that the ultrasonic transducer (38) has a piezoelectric element (40), the active surface (42) of which faces towards the zone (46).
- 45 3. A sorption refrigerator according to any one of the preceding Claims, characterised in that the inlet line (30) discharges in the vicinity of an acoustic amplifier (36) of the ultrasonic transducer (38), particularly in the vicinity of an acoustic horn.
- 50 4. A sorption refrigerator according to any one of the preceding Claims, characterised in that an acoustic amplifier (36) is formed as a Venturi tube in front of the ultrasonic transducer (38), wherein the inlet line (30) discharges substantially in the vicinity of the narrow point.
- 55 5. A sorption refrigerator according to any one of the preceding Claims, characterised in that the generator (26) has an internal return circuit (52) which, in relation to the acoustic waves emitted by the ultrasonic transducer (38), starts behind the inlet line (30) and ends ahead of the inlet line (30), particularly in a gap (56).
6. A sorption refrigerator according to Claim 5, characterised in that the internal return circuit (52) has a flow limiter (54).
7. A sorption refrigerator according to any one of the preceding Claims, characterised in that, downstream

of the inlet line (30), the generator (26) has an adsorption element (50), in particular a zeolite.

- 5 8. A sorption refrigerator according to any one of the preceding Claims, characterised in that an insert member (36) is provided, upstream of an active surface (42) of the ultrasonic transducer (38), which has surfaces (44) reflecting acoustic and ultrasonic waves and, in particular, is formed as a Venturi tube.
9. A sorption refrigerator according to any one of the preceding Claims, characterised in that the ultrasonic transducer (38) is in heat conducting connection with an electric power amplifier.
- 10 10. A sorption refrigerator according to any one of the preceding Claims, characterised in that a chamber (48) is provided for flow equalisation between the zone (46) and an adsorption element (50).
11. Use of an ultrasonic transducer for effecting the driving-off in a sorption refrigerator.
- 15 12. A method of generating cold using a sorption refrigerator, in particular an absorption refrigerator, wherein a rich absorption fluid with at least two constituents can be broken down in a generator into two fluids, one of which is substantially gaseous and is fed to a condenser, characterised in that, in the generator, the rich absorption fluid can be acted upon with ultrasound.

20

Revendications

- 25 1. Machine frigorifique à sorption avec un éjecteur (26), qui présente une conduite d'alimentation (30) pour un fluide d'absorption riche et une conduite d'évacuation (34) pour un réfrigérant sensiblement gazeux, caractérisée en ce qu'un convertisseur à ultra-sons (38) est disposé dans l'éjecteur (26) pour émettre des ondes ultra-sonores dans une zone (46) de l'éjecteur (26) et la conduite d'alimentation (30) débouche dans cette zone (46).
- 30 2. Machine frigorifique à sorption selon la revendication 1, caractérisée en ce que le convertisseur à ultra-sons (38) présente un élément piézo-électrique (40), dont la surface active (42) est orientée vers la zone (46).
- 35 3. Machine frigorifique à sorption selon l'une ou l'ensemble des revendications précédentes, caractérisée en ce que la conduite d'alimentation (30) débouche dans la zone d'un amplificateur sonore (36) du convertisseur à ultra-sons (38), en particulier dans la zone d'une corne acoustique.
- 40 4. Machine frigorifique à sorption selon l'une ou l'ensemble des revendications précédentes, caractérisée en ce qu'un amplificateur sonore (36) précède le convertisseur à ultra-sons (38) est conformé comme un tube de Venturi, la conduite d'alimentation (30) débouchant sensiblement dans la zone du point rétréci.
- 45 5. Machine frigorifique à sorption selon l'une ou l'ensemble des revendications précédentes, caractérisée en ce que l'éjecteur (26) présente une conduite de retour (52) interne qui, par rapport aux ondes sonores émises par le convertisseur à ultra-sons (38), commence derrière la conduite d'alimentation (30) et se termine devant la conduite d'alimentation (30), en particulier dans une fente (56).
- 50 6. Machine frigorifique à sorption selon la revendication 5, caractérisée en ce que la conduite de retour interne (52) présente un limiteur d'écoulement (54).
7. Machine frigorifique à sorption selon l'une ou l'ensemble des revendications précédentes, caractérisée en ce que l'éjecteur (26) présente en aval de la conduite d'alimentation (30) un élément d'adsorption (50), en particulier une zéolithe.
- 55 8. Machine frigorifique à sorption selon l'une ou l'ensemble des revendications précédentes, caractérisée en ce que devant une surface active (42) du convertisseur à ultra-sons (38), il est prévu un corps d'insert (36), qui présente des surfaces (44) réfléchissant les ondes acoustiques et ultra-sonores et qui est en particulier conçu comme un tube de Venturi.
9. Machine frigorifique à sorption selon l'une ou l'ensemble des revendications précédentes, caractérisée en ce que le convertisseur à ultra-sons (38) se trouve dans une liaison de conduction thermique avec un amplificateur de puissance électrique.

10. Machine frigorifique à sorption selon l'une ou l'ensemble des revendications précédentes, caractérisée en ce qu'un espace (48) destiné à uniformiser l'écoulement est prévu entre la zone (46) et un élément d'adsorption (50).

5

11. Utilisation d'un convertisseur à ultra-sons pour l'éjection dans une machine frigorifique à sorption.

12. Procédé pour la production de froid utilisant une machine frigorifique à sorption, en particulier une machine frigorifique à absorption, où un fluide d'absorption riche avec au moins deux composants peut être fractionné dans un éjecteur en deux fluides, dont l'un est sensiblement gazeux et est acheminé à un condenseur, caractérisé en ce que l'on fait agir des ultra-sons sur le fluide d'absorption riche dans l'éjecteur.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

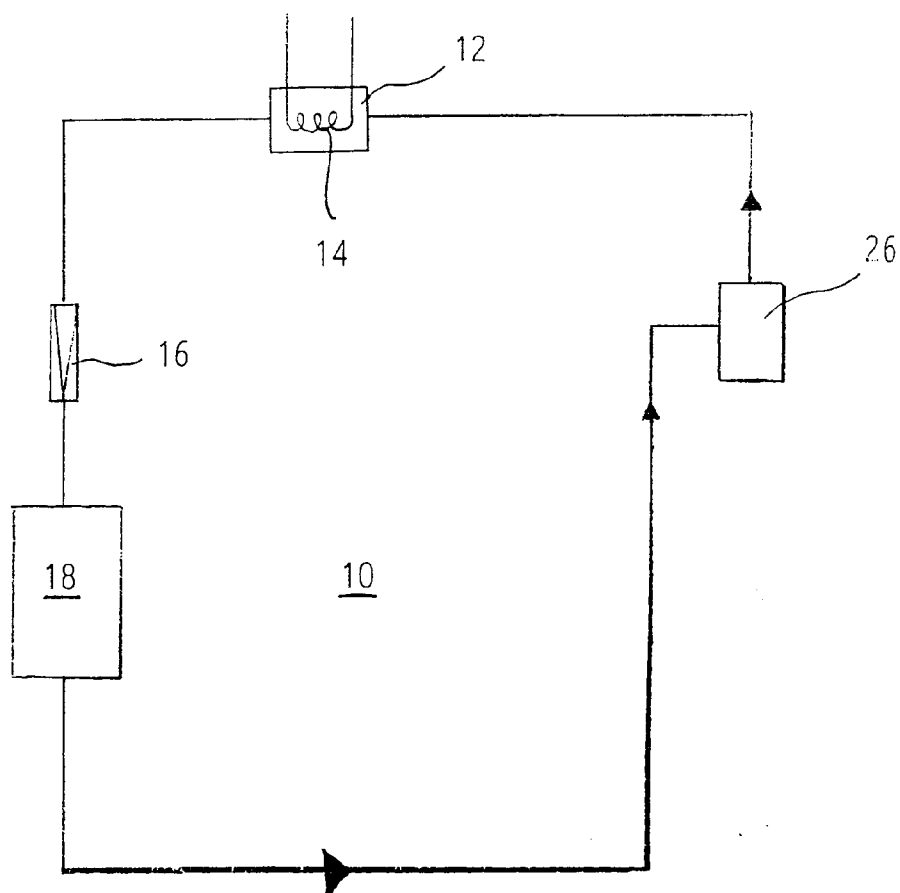


FIG. 1

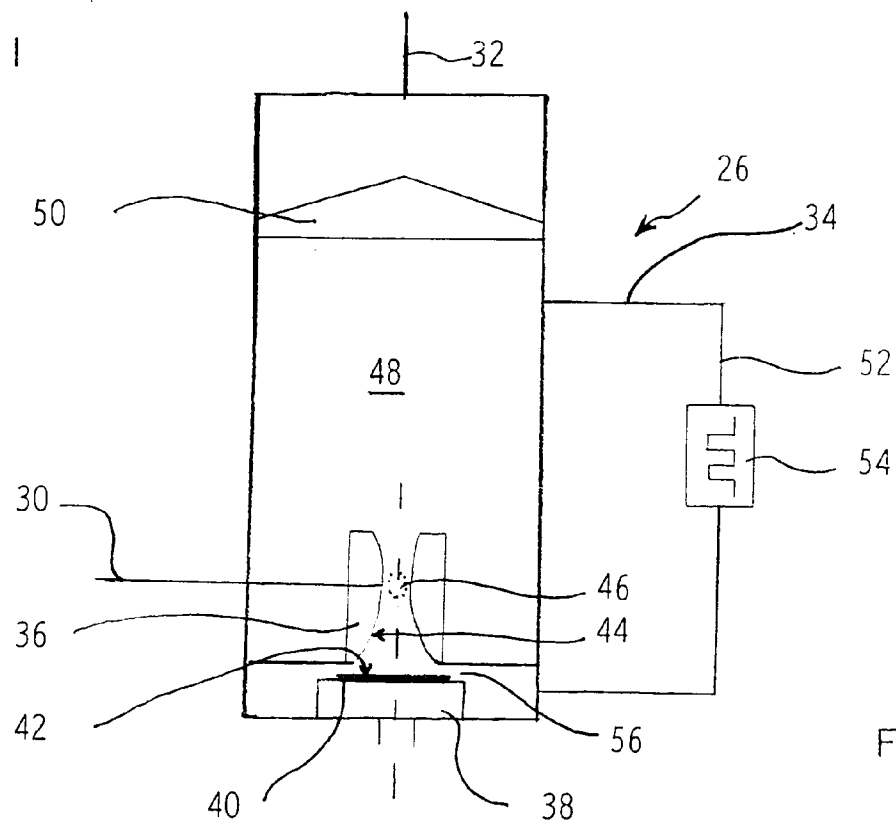


FIG. 2