

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 0 690 660 B1

(12)

FASCICULE DE BREVET EUROPEEN

(45) Date de publication et mention
de la délivrance du brevet:
19.01.2000 Bulletin 2000/03

(51) Int Cl.7: **H05B 3/60, F24H 1/10**

(21) Numéro de dépôt: **95401569.9**

(22) Date de dépôt: **29.06.1995**

(54) **Dispositif et procédé de chauffage d'un liquide ionique en écoulement**

Verfahren und Vorrichtung zum Erwärmen einer strömenden ionischen Flüssigkeit

Method and apparatus for heating a flowing ionic fluid

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

(30) Priorité: **30.06.1994 FR 9408108**

(43) Date de publication de la demande:
03.01.1996 Bulletin 1996/01

(73) Titulaire: **ELECTRICITE DE FRANCE
Service National
75008 Paris (FR)**

(72) Inventeur: **Aussudre, Christian
F-77670 Saint-Mammes (FR)**

(74) Mandataire: **Gutmann, Ernest et al
Ernest Gutmann - Yves Plasseraud S.A.
3, rue Chauveau-Lagarde
75008 Paris (FR)**

(56) Documents cités:
**WO-A-94/11681 DE-C- 945 582
FR-A- 816 004 FR-A- 2 461 425**

EP 0 690 660 B1

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la date de publication de la mention de la délivrance du brevet européen, toute personne peut faire opposition au brevet européen délivré, auprès de l'Office européen des brevets. L'opposition doit être formée par écrit et motivée. Elle n'est réputée formée qu'après paiement de la taxe d'opposition. (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

Description

[0001] La présente invention concerne un dispositif de chauffage d'un liquide ionique en écoulement comportant au moins une enceinte allongée de circulation du liquide, deux électrodes identiques disposées respectivement à l'entrée et à la sortie de l'enceinte et des moyens de génération d'un champ électrique entre lesdites électrodes agencé pour chauffer le liquide par conduction électrique directe au sein dudit liquide.

[0002] Un tel chauffage par conduction électrique directe est également connu sous la dénomination de chauffage "ohmique".

[0003] L'invention concerne également un procédé de chauffage ohmique et/ou de stérilisation d'un liquide ionique en écoulement.

[0004] Elle trouve une application particulièrement importante bien que non exclusive dans le domaine de l'industrie agro-alimentaire, pour stériliser ou pasteuriser des liquides.

[0005] On sait que pour stériliser ou pasteuriser efficacement, il faut respecter certaines conditions de température pendant des temps déterminés.

[0006] Or les produits alimentaires sont particulièrement thermosensibles et leurs caractéristiques vitaminiques, gustatives et nutritionnelles sont directement affectées par la durée du traitement.

[0007] Afin de préserver au mieux les qualités organoleptiques des aliments, on recherche donc le chauffage des liquides, plus ou moins pâteux, à pasteuriser ou stériliser, pendant un temps aussi court que possible.

[0008] Les techniques connues de stérilisation ne permettent cependant pas des temps de chauffage très courts, notamment avec des produits visqueux.

[0009] En effet, avec un échangeur classique, une vitesse d'écoulement élevée s'accompagne de pertes de charges importantes qui deviennent rédhibitoires pour le procédé. De plus, dans le cas où les températures des parois directement au contact du liquide sont élevées, il y a un risque de dégradabilité notable du liquide thermosensible.

[0010] Les échangeurs à surface raclée, mieux adaptés aux liquides à forte viscosité imposent quant à eux un temps de traitement long.

[0011] Enfin, les systèmes à injection de vapeur engendrent une dilution, voire une pollution, du fluide à chauffer, ce qui est un inconvénient souvent majeur.

[0012] On connaît également un échangeur à chauffage ohmique permettant la stérilisation industrielle de produits alimentaires pouvant contenir des morceaux d'aliment entier. Celui-ci présente les avantages connus de ce type de chauffage, à savoir l'absence de paroi chaude et d'échange convectif, puisque l'énergie thermique est dissipée par passage d'un courant électrique alternatif, directement au sein du liquide.

[0013] Il permet ainsi un chauffage uniforme à coeur des produits traités.

[0014] Mais ici encore, un tel stérilisateur nécessite

un séjour du produit dans une plage de hautes températures pendant un temps assez long (plusieurs minutes).

[0015] La présente invention vise à fournir un dispositif et un procédé de chauffage répondant mieux que ceux antérieurement connus aux exigences de la pratique, notamment en ce qu'elle permet d'obtenir des temps de chauffage très courts, de l'ordre de la seconde, et ce de façon simple et aisée à mettre en oeuvre.

[0016] Dans ce but l'invention propose un dispositif de chauffage d'un liquide ionique en écoulement comportant au moins une enceinte en matière isolante allongée de circulation du liquide, deux électrodes identiques disposées respectivement à l'entrée et à la sortie de l'enceinte et des moyens de génération d'un champ électrique entre lesdites électrodes agencé pour chauffer le liquide par conduction électrique directe au sein dudit liquide, caractérisé en ce que

l'enceinte comprend une zone centrale tubulaire raccordée à un convergeant d'entrée et à un divergeant de sortie, et en ce que les électrodes sont des éléments surfaciques ajourés propres à être traversés par le liquide et respectivement fixées audit convergeant d'entrée et audit divergeant de sortie, perpendiculairement au sens de l'écoulement.

[0017] Dans des modes de réalisation avantageux, on a de plus recours à l'une et/ou à l'autre des dispositions suivantes :

- les dimensions des éléments surfaciques correspondent respectivement aux sections internes du divergeant et du convergeant à l'emplacement de leur fixation sur ces derniers ;
- les éléments surfaciques sont respectivement fixés aux extrémités externes par rapport à la zone centrale, du divergeant et du convergeant ;
- la zone centrale tubulaire est cylindrique, et le convergeant d'entrée et le divergeant de sortie sont des portions de cônes identiques dont la section intérieure de la petite base est égale à la section intérieure du tube, et dont la section intérieure de la grande base correspond à la surface active des électrodes ;
- les électrodes sont des plaques métalliques percées de trous de passage du liquide ;
- le divergeant de sortie peut être associé à un système de refroidissement ;
- le dispositif comporte deux boîtiers de connexion avec le circuit d'alimentation et d'évacuation du liquide, respectivement disposés de part et d'autre de l'enceinte, à savoir un boîtier d'alimentation du liquide de section correspondant à la plus grande section du convergeant auquel il est relié via la première électrode, et un boîtier d'évacuation de section correspondant à la plus grande section du divergeant auquel ledit boîtier d'évacuation est relié via la seconde électrode ;

- la section de la zone centrale tubulaire est inférieure ou égale à de l'ordre de cinq fois la surface d'une électrode, par exemple inférieure ou égale à dix fois cette dernière ;
- le dispositif peut comporter trois enceintes en parallèle, dont les électrodes sont couplées pour permettre une alimentation en triphasée.

[0018] L'invention propose également un procédé de chauffage d'un liquide ionique en écoulement dans une enceinte entre deux électrodes selon lequel, on fait passer le liquide dans une boîte convergente au travers d'une première électrode, puis dans une partie tubulaire, puis dans une boîte divergente au travers d'une deuxième électrode, la tension alternative appliquée entre les électrodes étant comprise entre de l'ordre de quelques centaines de volts, par exemple 400 Volts, et de l'ordre de 5000 Volts.

[0019] Dans un mode de réalisation avantageux, on fait passer le liquide à réchauffer au travers de trois enceintes disposées en parallèle hydraulique et alimentées en triphasée.

[0020] L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description qui suit des modes de réalisation donnés à titre d'exemple non limitatif.

[0021] Elle se réfère aux dessins qui l'accompagnent dans lesquels :

- La figure 1 est une vue en coupe de l'enceinte du dispositif selon le mode de réalisation de l'invention plus particulièrement décrit ici.
- La figure 2 est une vue schématique d'un dispositif selon l'invention comportant trois enceintes du type de celle décrite en référence à la figure 1, alimentées en triphasée.

[0022] La figure 1 montre un dispositif 1 de chauffage d'un liquide ionique 2 en écoulement.

[0023] Le dispositif comporte une enceinte 3 en matière isolante, par exemple en PTFE, de circulation du liquide et deux électrodes 4 et 5 identiques, en forme d'élément surfacique, disposées respectivement à l'entrée 6 et à la sortie 7 de l'enceinte. Des moyens 8 de génération d'une tension alternative entre les électrodes 4 et 5 comprise entre quelques centaines de volts, par exemple 400 Volts, et 10 000 Volts, par exemple de 5000 Volts, sont par ailleurs prévus.

[0024] L'enceinte 3 comporte une zone centrale tubulaire 9 dont la section est calculée en fonction du débit du liquide et du temps de séjour souhaité, d'un cône convergent 10 d'entrée du liquide et d'un cône divergent 11 de sortie du liquide, symétrique du cône 10.

[0025] Le diamètre interne de la petite base 12 des cônes est égal au diamètre interne du tube 9, le diamètre interne des grandes bases 13 des cônes étant choisi en fonction des électrodes.

[0026] Dans le mode de réalisation de la figure 1, les cônes 10 et 11 sont identiques, mais leurs dimension-

nements peuvent également être différents pour tenir compte notamment de la conductivité électrique des fluides qui varie en fonction de la température.

[0027] Chaque cône comporte du côté de sa grande base un épaulement 14, interne, sur lequel sont respectivement plaquées les électrodes 4 et 5.

[0028] Chaque électrode est par exemple constituée par un disque métallique de diamètre égal à celui de la grande base augmenté de part et d'autre d'une épaisseur correspondant, ou un peu inférieure, à la largeur de l'épaulement. Le disque est constitué en un matériau qui est fonction du produit à traiter. Il peut être en acier inoxydable, en graphite, en alliage de titane ou de platine, etc.

[0029] Les disques sont percés de trous 15 dont le nombre, le diamètre et la répartition sont fonction du débit et de la viscosité du liquide à chauffer.

[0030] L'invention ne se limite pas à des électrodes constituées par des plaques percées, mais concerne également d'autres modes de réalisation d'éléments surfaciques ajourés tels que des électrodes en forme de grille ou constituées par des boîtiers contenant des particules métalliques.

[0031] Les électrodes sont raccordées au circuit 8 générateur de tension, par exemple via un écrou soudé à leur périphérie, ledit écrou recevant une tige filetée munie d'un presse-étoupe d'étanchéité (non représenté).

[0032] Le dispositif 1 comprend également des boîtiers ou flasques cylindriques 16 et 17, de connexion avec le circuit d'alimentation et d'évacuation du fluide (non représenté). Ces boîtiers servent de couvercles d'étanchéité à chaque extrémité et permettent le maintien des électrodes en place en les comprimant sur les épaulements. Chaque boîtier comporte un orifice de raccordement central 18 d'entrée ou de sortie du fluide 19.

[0033] Un tel dispositif permet d'obtenir un temps de chauffage très court grâce à sa géométrie. En effet, la résistance électrique représentée par le fluide contenu dans un cône 10 ou 11 est beaucoup plus faible que celle du fluide contenu dans le tube central 9.

[0034] La puissance électrique dissipée, et donc l'échauffement du fluide, s'effectue donc en quasi totalité dans le tube central, soit en moins d'une seconde selon le diamètre choisi.

[0035] Le cône d'entrée 10 peut par ailleurs servir de zone de préchauffage du produit, alors que le cône de sortie peut être associé à un dispositif de refroidissement rapide (non représenté).

[0036] Les cônes d'extrémité permettent également d'implanter des électrodes de grand diamètre et donc de diminuer la densité de courant sur celles-ci, ce qui limite les phénomènes électrochimiques qui ont lieu à l'interface métal produit.

[0037] A titre d'exemple non limitatif, on donne ci-après dans le tableau n°1 les paramètres caractéristiques d'un appareil du type de celui décrit en référence à la figure 1 pour un fluide dont les caractéristiques cor-

respondent au tableau n°2, les paramètres électriques de fonctionnement étant quant à eux donnés dans le tableau 3.

TABLEAU 1

CARACTERISTIQUES DE L'APPAREIL	
Ø du tube central	0,010 m
L du tube	0,100 m
volume tube	0,008 l
débit du fluide	0,100 m ³ /h
vitesse fluide tube central	0,35 m/s
temps de séjour tube	0,28 s
Ø électrodes	0,100 m
distance électrode-tube	0,080 m
volume d'une boîte (l)	0,230 l
temps de séjour d'une boîte	8,28 s

TABLEAU 2

CARACTERISTIQUES DU FLUIDE	
masse volumique (kg/m ³)	1100
chaleur massique (J/kg.K)	4000
température d'entrée (°C)	80
conductivité d'entrée (S/m)	0,411
température de sortie (°C)	165
conductivité de sortie (S/m)	0,764

TABLEAU 3

PARAMETRES ELECTRIQUES	
puissance	10,39 kw
tension	5147 v
intensité	2,02 A
densité de courant	26 mA/cm ²
puissance boîte entrée	9,73 %
conductivité de sortie (S/m)	5,23 %

[0038] La figure 2 montre un dispositif 20 comprenant trois enceintes 21, 22, 23 identiques, en parallèle, hydrauliques, par exemple du type décrit ci-dessus, dont les électrodes sont alimentées en triphasée. L'électrode 26 de l'enceinte 21 est à la phase (1) (ph 1 sur le dessin). L'électrode 28 de l'enceinte 22 est à la phase (2) (ph 2), l'électrode 25 de l'enceinte 23 est à la phase (3) (ph 3). Les électrodes 24, 27 et 29 placées à la sortie des enceintes 21, 22, 23 sont raccordées à la masse et au neutre du système.

[0039] On va maintenant décrire le fonctionnement du dispositif selon l'invention en référence à la figure 1.

[0040] Le liquide visqueux à stériliser à 160°C, par exemple un produit laitier, est alimenté en pression (par exemple sous 4 bars) et introduit en 6 dans l'enceinte à une température de l'ordre de 80°C, après préchauffage.

[0041] Il passe de 80°C à une température de 90°C à l'entrée du tube 9, avec un temps de séjour qui est par exemple de l'ordre de 8 s dans le cône 10, puis sa température monte de 90°C à 160°C en un temps de séjour de 0,3 s dans le tube central 9, avant de sortir dans le divergeant 11 où sa température est stabilisée.

[0042] De l'ordre de 10% de la puissance totale a donc été dissipée dans le cône d'entrée. Par contre 85%, voire même dans certains cas plus de 95%, de la chaleur est dissipée dans le tube et moins de 5% dans le cône de sortie où un refroidissement complémentaire (non représenté) peut par exemple également être avantageusement prévu.

Revendications

1. Dispositif (1,20) de chauffage d'un liquide ionique (2) en écoulement comportant au moins une enceinte en matière isolante (3,21,22,23) allongée de circulation du liquide, deux électrodes (4,5 ; 26,24,28,27 ; 25,29) identiques, disposées respectivement à l'entrée (6) et à la sortie (7) de l'enceinte et des moyens (8) de génération d'un champ électrique entre lesdites électrodes agencé pour chauffer le liquide par conduction électrique directe au sein dudit liquide, caractérisé en ce que l'enceinte (3,21,22,23) comprend une zone centrale tubulaire (9) raccordée à un convergent d'entrée (10) et à un divergeant de sortie (11), et en ce que les électrodes (4,5) sont des éléments surfaciques ajourés propres à être traversés par le liquide et respectivement fixées audit convergent d'entrée et audit divergeant de sortie perpendiculairement au sens de l'écoulement.
2. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que les dimensions des éléments surfaciques correspondent respectivement aux sections internes du divergeant et du convergent à l'emplacement de leur fixation sur ces derniers.
3. Dispositif selon la revendication 2, caractérisé en ce que la zone centrale tubulaire (9) est cylindrique, et en ce que le convergent d'entrée (10) et le divergeant de sortie (11) sont des portions de cônes identiques dont la section intérieure de la petite base (12) est égale à la section intérieure du tube, et dont la section intérieure de la grande base (13) correspond à la surface des électrodes.

4. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que les électrodes (4,5) sont des plaques métalliques percées de trous de passage du liquide.

5

5. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que le divergeant de sortie (11) est associé à un système de refroidissement.

10

6. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comporte deux boîtiers (16,17) de connexion avec le circuit d'alimentation et d'évacuation du liquide, respectivement disposés de part et d'autre de l'enceinte (1), à savoir un boîtier (16) d'alimentation, de section correspondant à la plus grande section du convergeant auquel il est relié au travers de la première électrode (4), et un boîtier (17) d'évacuation, de section correspondant à la plus grande section du divergeant auquel ledit boîtier (17) d'évacuation est relié au travers de la seconde électrode (5).

15

20

7. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que la section de la zone centrale tubulaire (9) est inférieure ou égale à de l'ordre de cinq fois la surface d'une électrode.

25

8. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que il comporte trois enceintes (21,22,23) en parallèle, dont les électrodes (24,25 ; 26,27 ; 28,29) sont couplées pour permettre une alimentation en triphasée.

30

9. Procédé de chauffage d'un liquide ionique en écoulement dans une enceinte (3) entre deux électrodes (4, 5), caractérisé en ce que on fait passer le liquide dans une boîte convergeante (10) au travers d'une première électrode (4), puis dans une partie tubulaire (9), puis dans une boîte divergente (11) au travers d'une deuxième électrode (5), la tension alternative appliquée entre les électrodes (4,5) étant comprise entre de l'ordre de quelques centaines de volts, par exemple 400 V, et de l'ordre de 5000 Volts.

35

40

45

10. Procédé selon la revendication 9, caractérisé en ce que on fait passer le liquide à réchauffer au travers de trois enceintes (21,22,23) disposées en parallèle et alimentées en triphasée.

50

Patentansprüche

1. Vorrichtung (1, 20) zur Heizung einer fließenden Ionenflüssigkeit (2), umfassend mindestens einen länglichen Körper aus Isoliermaterial (3, 21, 22, 23) für den Durchfluß der Flüssigkeit, zwei identische

55

Elektroden (4, 5; 26, 24, 28, 27; 25, 29), welche jeweils am Eingang (6) und am Ausgang (7) des Körpers angeordnet sind, und Mittel (8) zur Erzeugung eines elektrischen Feldes zwischen den Elektroden, welches eingerichtet ist zur Heizung der Flüssigkeit durch direkte elektrische Leitung innerhalb der Flüssigkeit, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Körper (3, 21, 22, 23) eine röhrenförmige Zentralzone (9) umfaßt, welche verbunden ist mit einem Eingangssammler (10) und einem Ausgangsaufweiter (11), und die Elektroden (4, 5) flächenbezogene Elemente sind, welche passend durchbrochen sind, damit die Flüssigkeit hindurchlaufen kann, und jeweils senkrecht zur Flußrichtung an dem Eingangssammler und den Ausgangsaufweiter festgemacht sind.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Abmessungen der flächenbezogenen Elemente jeweils dem inneren Querschnitt des Sammlers und des Aufweilers am Ort ihrer Befestigung auf letzteren entspricht.

3. Vorrichtung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** die röhrenförmige Zentralzone (9) zylindrisch ist, und der Eingangssammler (10) und der Ausgangsaufweiter (11) identische Kegelabschnitte sind, deren innerer Querschnitt der kleinen Basis (12) gleich ist wie der innere Querschnitt der Röhre, und deren innerer Querschnitt der großen Basis (13) der Fläche der Elektroden entspricht.

4. Vorrichtung nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Elektroden (4, 5) Metallplatten sind, welche von Flüssigkeitsdurchlaßlöchern durchbrochen sind.

5. Vorrichtung nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Ausgangsaufweiter (11) mit einem Kühlsystem in Beziehung steht.

6. Vorrichtung nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** sie zwei Gehäuse (16, 17) umfaßt, zur Verbindung mit der Versorgungsschaltung und zum Ableiten der Flüssigkeit, jeweils auf der einen und der anderen Seite des Körpers (1) angeordnet, nämlich ein Versorgungsgehäuse (16) mit einem Querschnitt, der dem größten Querschnitt des Sammlers entspricht, über den es mit der ersten Elektrode (4) verbunden ist, und ein Ableitgehäuse (17), mit einem Querschnitt, welcher dem größten Querschnitt des Aufweilers entspricht, mit welchem das Ableitgehäuse (17) über die zweite Elektrode (5) verbunden ist.

7. Vorrichtung nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Quer-

schnitt der röhrenförmigen Zentralzone (9) kleiner oder gleich der Größenordnung von fünf Mal der Fläche einer Elektrode ist.

8. Vorrichtung nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** sie parallel drei Körper (21, 22, 23) umfaßt, deren Elektroden (24, 25; 26, 27; 28, 29) gekoppelt sind, um eine dreiphasige Versorgung zu gestatten.
9. Verfahren zur Heizung einer Ionenflüssigkeit, welche in einem Körper (3) zwischen zwei Elektroden (4, 5) fließt **dadurch gekennzeichnet, daß** man die Flüssigkeit in einem sammelnden Gehäuse (10) über eine erste Elektrode (4) laufen läßt, dann in einem röhrenförmigen Teil (9), dann in einem aufweitenden Gehäuse (11) über eine zweite Elektrode (5), wobei die an die Elektroden (4, 5) angelegte Wechselspannung im Bereich zwischen der Größenordnung von einigen 100 Volt, z.B. 400 Volt, und der Größenordnung von 5000 Volt liegt.
10. Verfahren nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, daß** man die zu heizende Flüssigkeit durch drei Körper (21, 22, 23) laufen läßt, die parallel angeordnet sind und dreiphasig versorgt werden.

Claims

1. A device (1, 20) for heating a flowing ionic liquid (2), the device comprising at least one elongate enclosure of insulating material (3, 21, 22, 23) in which the liquid flows, two identical electrodes (4, 5; 26, 24, 28, 27; 25, 29) disposed respectively at the inlet (6) and at the outlet (7) of the enclosure, and means (8) for generating an electric field between said electrodes and organized to heat the liquid by direct electrical conduction within said liquid, the device being characterized in that the enclosure (3, 21, 22, 23) has a tubular central zone (9) connected to a converging inlet portion (10) and to a diverging outlet portion (11), and in that the electrodes (4, 5) are perforated surface-covering elements through which the liquid can pass and fixed perpendicularly to the flow direction respectively at said inlet converging portion and at said outlet diverging portion.
2. A device according to claim 1, characterized in that the dimensions of the surface-covering elements correspond respectively to the inside section of the diverging portion and to the inside section of the converging portion at the fixing locations thereof.
3. A device according to claim 2, characterized in that the tubular central zone (9) is cylindrical, and in that the inlet converging portion (10) and the outlet di-

verging portion (11) are identical conical portions each having a small base (12) of inside section equal to the inside section of the tube, and each having a large base (13) of inside section corresponding to the area of the electrodes.

4. A device according to any preceding claim, characterized in that the electrodes (4, 5) are metal plates pierced with liquid-passing holes.
5. A device according to any preceding claim, characterized in that the outlet diverging portion (11) is associated with a cooling system.
6. A device according to any preceding claim, characterized in that it includes two connection boxes (16, 17) for connection with the liquid admission and exhaust circuit, the boxes being disposed respectively at opposite ends of the enclosure (1), i.e. an admission box (16) of section corresponding to the largest section of the converging portion with which it is connected via the first electrode (4), and an exhaust box (17) of section corresponding to the largest section of the diverging portion with which the exhaust box (17) is connected via the second electrode (5).
7. A device according to any preceding claim, characterized in that the section of the tubular central zone (9) is less than or equal to about five times the area of an electrode.
8. A device according to any preceding claim, characterized in that it has three enclosures (21, 22, 23) in parallel with their electrodes (24, 25; 26, 27; 28, 29) being coupled together to enable them to be powered in three phase.
9. A method of heating an ionic liquid flowing in an enclosure (3) between two electrodes (4, 5), the method being characterized in that the liquid is caused to pass through a converging portion (10) via a first electrode (4), then through a tubular portion (9), and then through a diverging portion (11) via a second electrode (5), the alternating voltage applied across the electrodes (4, 5) lying in the range about a few hundreds of volts, e.g. 400 V, and about 5000 volts.
10. A method according to claim 9, characterized in that the liquid to be heated is caused to pass through three enclosures (21, 22, 23) connected in parallel and powered in three phase.

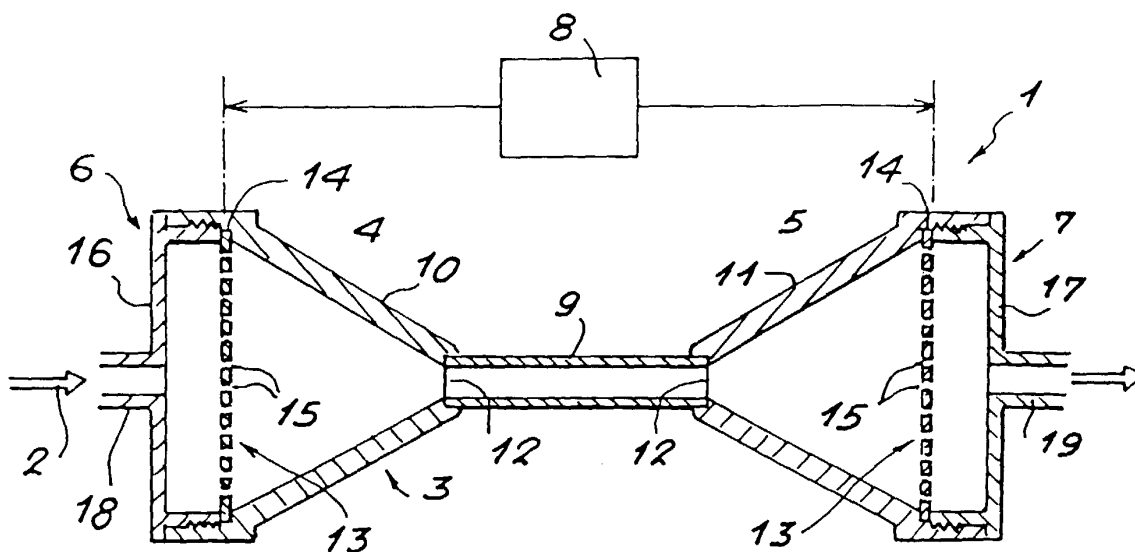


FIG. 1

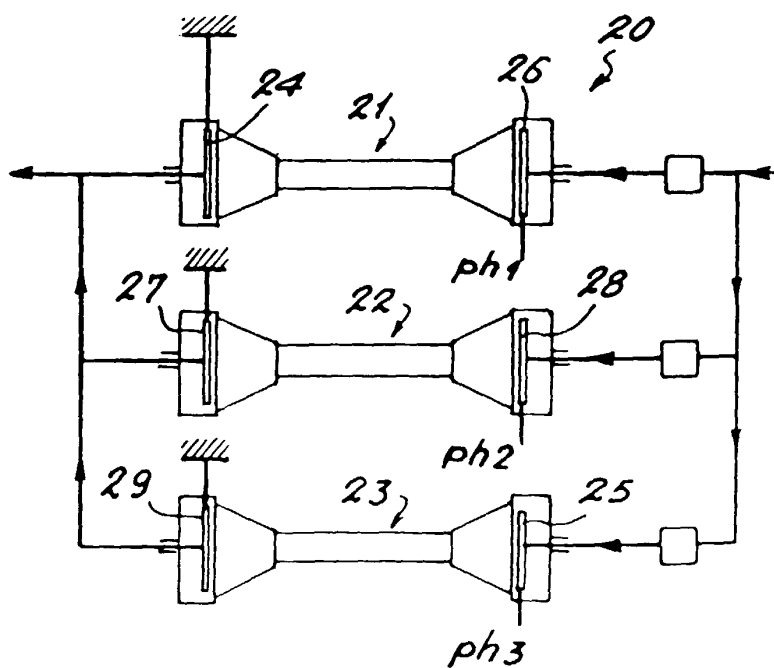


FIG. 2