



(11) **EP 2 883 006 B1**

(12) **FASCICULE DE BREVET EUROPEEN**

(45) Date de publication et mention  
de la délivrance du brevet:  
**02.01.2019 Bulletin 2019/01**

(51) Int Cl.:  
**F24H 1/18** (2006.01) **F24D 17/00** (2006.01)  
**H05B 6/10** (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **13745836.0**

(86) Numéro de dépôt international:  
**PCT/EP2013/066427**

(22) Date de dépôt: **05.08.2013**

(87) Numéro de publication internationale:  
**WO 2014/026878 (20.02.2014 Gazette 2014/08)**

(54) **DISPOSITIF DE CHAUFFAGE PAR INDUCTION D'UN CHAUFFE-EAU ET CHAUFFE-EAU MUNI  
D'UN TEL DISPOSITIF**

VORRICHTUNG ZUM INDUKTIVEN ERWÄRMEN EINES WARMWASSERBEREITERS UND  
WARMWASSERBEREITER MIT SOLCH EINER VORRICHTUNG

DEVICE FOR THE INDUCTION HEATING OF A WATER HEATER AND WATER HEATER PROVIDED  
WITH SUCH A DEVICE

(84) Etats contractants désignés:  
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB  
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO  
PL PT RO RS SE SI SK SM TR**

(30) Priorité: **13.08.2012 FR 1257790**

(43) Date de publication de la demande:  
**17.06.2015 Bulletin 2015/25**

(73) Titulaire: **Winslim**  
**1630 Luxembourg (LU)**

(72) Inventeur: **GASPARD, Jean-Yves**  
**F-69400 Gleize (FR)**

(74) Mandataire: **Decobert, Jean-Pascal**  
**Cabinet Hautier**  
**Office Méditerranéen de Brevets d'Invention**  
**20, rue de la Liberté**  
**06000 Nice (FR)**

(56) Documents cités:  
**EP-A2- 2 420 755 WO-A1-2009/050631**  
**DE-A1- 2 650 791 FR-A1- 2 942 302**  
**US-A- 2 513 779 US-A- 3 936 625**  
**US-A- 5 222 185 US-A- 5 334 819**  
**US-A1- 2012 067 870**

**EP 2 883 006 B1**

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la publication de la mention de la délivrance du brevet européen au Bulletin européen des brevets, toute personne peut faire opposition à ce brevet auprès de l'Office européen des brevets, conformément au règlement d'exécution. L'opposition n'est réputée formée qu'après le paiement de la taxe d'opposition. (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

## Description

**[0001]** La présente invention concerne un dispositif de chauffage par induction d'un chauffe-eau et un chauffe-eau muni d'un tel dispositif et se rapporte donc au domaine des appareils de chauffage de l'eau autrement appelés chauffe-eaux, leur chauffage s'effectuant par induction.

**[0002]** Les chauffe-eaux sont des dispositifs permettant de chauffer l'eau pour différents besoins ménagers ou industriels. Il est entendu par chauffe-eau un appareil à accumulation d'eau qui possède au moins une cuve servant de corps de chauffe de stockage d'eau chaude, dite aussi fréquemment ballon. Le chauffe-eau selon l'invention s'entend également comme un appareil à chauffage instantané. La cuve étant la zone où l'eau est chauffée. La cuve étant dénommée fréquemment corps de chauffe ou ballon. La capacité d'une telle cuve est plus ou moins importante suivant les besoins auxquels les appareils à accumulation sont dédiés, par exemple en étant associés avec un ou des robinets de lavabo, une douche et/ou une baignoire, etc.

**[0003]** Les énergies de chauffage d'un chauffe-eau sont majoritairement du gaz, du fioul ou de l'électricité. La présente invention concerne les chauffe-eaux électriques.

**[0004]** De manière connue, un chauffe-eau électrique possède un élément chauffant plongeant dans la cuve servant de corps de chauffe permettant de chauffer l'eau qu'il contient. Cet élément chauffant est fréquemment une résistance, dite généralement "résistance blindée" présentant une taille modeste et disposant, en raison de sa technologie, d'une surface d'échange avec l'eau particulièrement faible. De ce fait, la puissance de la résistance blindée n'est pas très importante pour éviter soit que la résistance blindée provoque des ébullitions locales, soit que la résistance blindée ne s'endommage dans le cas où, recouverte de tartre, elle n'échange plus correctement son énergie avec l'eau à chauffer.

**[0005]** Le calcaire est quasiment partout présent en suspension dans l'eau et lorsque l'eau contenue dans la cuve servant de corps de chauffe est chauffée, l'agitation moléculaire va provoquer la précipitation du calcaire ou entartrage sur la résistance blindée et généralement sur les parties chaudes dont la tuyauterie du chauffe-eau. L'entartrage est un problème majeur sur les chauffe-eaux car, suivant les caractéristiques de l'eau, chauffés après chauffés l'élément chauffant se recouvre de tartre. Ceci a pour effet, d'une part, de réduire l'échange thermique avec l'eau et, d'autre part, de réduire la durée de vie de l'élément chauffant qui surchauffe et finit par se détruire. Le tartre déposé réduit le transfert de chaleur à l'eau, l'élément chauffant surchauffe. Si l'élément chauffant est très entartré, le transfert thermique à l'eau devient difficile et l'eau n'est pas chauffée correctement car soit le thermostat arrête la chauffe avant que la température de consigne de chauffage de l'eau ne soit atteinte de sorte à protéger l'élément chauffant qui risque d'être détérioré,

soit le thermostat ne perçoit pas la surchauffe de l'élément chauffant qui poursuit la chauffe et est alors détérioré.

**[0006]** Pour éviter un tel entartrage, il existe des résistances insérées dans des fourreaux. Ces résistances sont dites résistances stéatites du nom de l'isolant qui supporte l'élément résistif. Ces résistances ne sont plus alors en contact avec l'eau et ne se recouvrent donc pas de tartre. Cela ne fait cependant que reporter le problème sur le fourreau, avantageusement en acier, qui est plongé dans l'eau et devient indirectement l'élément chauffant l'eau en se couvrant de tartre. L'utilisation d'un tel fourreau pour un élément chauffant ne règle donc pas la problématique de la détérioration du transfert d'énergie.

**[0007]** De plus, le transfert thermique entre l'élément chauffant et le fourreau n'est pas très bon et un tel élément chauffant avec fourreau ne donne donc pas satisfaction.

**[0008]** Il s'ensuit que les chauffe-eaux à au moins un élément de chauffage sous la forme d'une résistance n'ont pas des rendements très satisfaisants. De plus, ces éléments de chauffage sont uniquement régulés par un thermostat et fonctionnent dans un mode tout ou rien, ce qui n'est pas compatible avec les nouvelles technologies de production d'électricité ou d'installations domotiques et leur association avec de telles installations est inadéquate.

**[0009]** Cette incompatibilité est particulièrement désavantageuse du fait de l'avènement des énergies vertes et de l'utilisation de plus en plus répandue de systèmes intelligents de gestion de l'énergie.

**[0010]** La problématique des énergies vertes du type éolienne ou cellule photovoltaïque est la difficulté de faire correspondre la production et l'utilisation de l'électricité. Une éolienne produira par temps venteux, une cellule photovoltaïque par temps ensoleillé. Il est impossible de faire correspondre le besoin et la production dans ces conditions. La solution consiste à stocker l'énergie, sous forme électrique, dans des batteries par exemple, ou sous forme d'eau chaude dans des chauffe-eaux.

**[0011]** Le chauffe-eau à résistance classique n'est pas bien adapté à cette demande. En effet, la résistance de chauffe est actionnée en tout ou rien, c'est-à-dire soit coupée, soit à puissance maximale.

**[0012]** Le document US - A1 - 3936625 divulgue : « un appareil de chauffage d'eau par électromagnétisme. Il dispose d'unités de chauffage inductif dans un corps de chauffe, ces unités comportant un bobinage logé dans un noyau métallique ».

**[0013]** On connaît du document EP-A2-2420755 un dispositif pour faire bouillir de l'eau. Ce dispositif comporte un circuit de passage d'eau et, autour, un système de chauffage des canalisations du circuit par des bobines d'induction. Cette technique qui cherche essentiellement un chauffage instantané, dispose de bobines autour des tuyaux dans lesquels l'eau est amenée à passer.

**[0014]** Un problème à la base de la présente invention est de proposer un chauffe-eau électrique qui puisse

fonctionner sous diverses puissances, présenter un bon rendement tout en pouvant être aisément associé à des systèmes intelligents de maîtrise de l'énergie extérieurs au chauffe-eau.

**[0015]** Pour atteindre cet objectif, il est prévu selon l'invention un dispositif de chauffage par induction, destiné à coopérer avec un chauffe-eau, comprenant un générateur de puissance et un module inductif formé d'au moins un inducteur et d'au moins une charge, l'inducteur étant configuré pour générer un courant induit dans la charge, caractérisé en ce que l'inducteur et au moins une charge sont configurés pour être plongeant dans le corps de chauffe du chauffe-eau.

**[0016]** Plus précisément le chauffe-eau comprend un corps de chauffe et un dispositif de chauffage par induction, comprenant un générateur de puissance et un module inductif comprenant au moins un inducteur et au moins une charge, le au moins un inducteur étant configuré pour générer un courant induit dans la charge, caractérisé en ce que ledit au moins un inducteur et au moins une charge sont agencés plongeant dans le corps de chauffe.

**[0017]** L'effet technique est de garantir un échange thermique direct entre le module inductif composé d'un inducteur et d'au moins une charge avec l'eau contenue dans le chauffe-eau. L'échauffement inévitable de l'inducteur, entraînant des pertes, est récupéré et sert aussi à chauffer l'eau contenue dans le chauffe-eau. Le placement de l'inducteur dans l'eau n'est pas une solution naturelle pour un technicien moyen.

**[0018]** Ainsi, on entend par plongeant que l'inducteur et la charge sont immergés et donc en contact avec l'eau présente dans le corps de chauffe. De manière avantageuse, un espace intermédiaire entre inducteur et charge permet la présence d'eau entre ces deux composants.

**[0019]** Le chauffe-eau selon l'invention pourra en outre présenter au moins facultativement l'une quelconque des caractéristiques suivantes :

- le module inductif comprend comme inducteur au moins une bobine et ladite au moins une charge comprend est sous la forme d'une plaque de charge, le plan de symétrie de la au moins une bobine et le plan de la plaque étant sensiblement parallèles,
- la au moins une bobine du module inductif est sensiblement aplatie et préférentiellement est entourée sur chacune de ses faces par une plaque de charge,
- il comprend deux charges agencées plongeantes dans le corps de chauffe,
- la au moins une bobine présente une forme oblongue,
- chaque plaque de charge est sensiblement rectangulaire et présente des bords longitudinaux recourbés vers la au moins une bobine, les plaques de charge délimitant au moins partiellement entre elles une forme parallélipédique,
- au moins une plaque de charge présente une pluralité de trous traversant facilitant la circulation de l'eau

au travers de ladite plaque de charge,

- le module inductif comprend comme inducteur au moins un circuit imprimé de puissance,
- le module inductif comprend comme inducteur au moins une bobine de la forme d'un solénoïde et ladite au moins une charge comprend un tube agencé de manière concentrique avec la au moins une bobine,
- il comprend deux charges plongeantes dans le corps de chauffe, une charge externe agencée de sorte à entourer l'inducteur et une charge interne agencée de sorte à être entourée par l'inducteur,
- au moins un tube de charge présente une pluralité de trous traversants facilitant la circulation de l'eau au travers dudit tube de charge,
- le module inductif comprend comme inducteur au moins une bobine de la forme d'un solénoïde,
- ladite au moins une charge comprend au moins un élément conducteur électrique mobile maintenu dans le champ magnétique de la au moins bobine,
- ladite au moins une charge comprend au moins une bille mobile maintenue dans le champ magnétique de la au moins bobine par une cage préférentiellement agencée de manière concentrique avec la au moins une bobine,
- la cage à billes est configurée pour permettre le brassage des billes,
- il comprend un matériau isolant électriquement enveloppant ledit au moins un inducteur,
- il comprend un matériau étanche à l'eau enveloppant ledit au moins un inducteur,
- le matériau étanche à l'eau et le matériau isolant électriquement forme une même enveloppe,
- l'enveloppe est une coque surmoulée autour dudit au moins un inducteur,
- l'enveloppe est en plastique, en résine composite,
- ladite au moins une charge du module inductif est conductrice de l'électricité et préférentiellement possède une perméabilité magnétique avantageusement une perméabilité magnétique relative élevée.
- ladite au moins une charge est configurée pour se déformer lors de la chauffe ou est revêtue d'un composant alimentaire possédant des propriétés antiadhésives, de sorte à limiter le dépôt de tartre sur ladite au moins une charge lors de son chauffage,
- il comprend un support de l'au moins un inducteur du module inductif agencé entre ledit au moins un inducteur et au moins une charge,
- le générateur de puissance présente une interface équipée d'un module de communication intégré au générateur, ledit module permettant le contrôle à distance des paramètres de chauffage tels que la puissance, le temps de chauffage, le déclenchement ou l'arrêt du chauffage.
- le générateur de puissance est agencé à l'extérieur du corps de chauffe,
- ladite au moins une charge est dans un matériau à un point de Curie inférieur à une température prédéterminée maximale pour l'eau du chauffe-eau et

de préférence inférieur à 100° C,

- le support traverse le chauffe-eau par une trappe, le support comprenant une première partie portant l'inducteur, plongeant dans le corps de chauffe, et une seconde partie prolongeant la première partie à l'extérieur du corps de chauffe vers le générateur de puissance, avantageusement la première partie présentant une plus grande largeur que la seconde partie et butant contre une plaque de fermeture recouvrant la trappe, ladite plaque de fermeture présentant une ouverture suffisante pour le passage de la seconde partie,
- la plaque de fermeture comprend un connecteur pour recevoir un conduit d'arrivée d'eau à chauffer,
- le module inductif est agencé avec son axe longitudinal suivant l'axe longitudinal définissant la longueur du corps de chauffe par exemple sur au moins une longueur entre un huitième et la moitié de ladite longueur dudit corps de chauffe,
- le chauffe-eau, est un chauffe-eau dit plat, avec un corps de chauffe sensiblement parallélépipédique,
- il comprend une pluralité de canaux longitudinaux juxtaposés et connectés fluidiquement entre eux, au moins un des canaux longitudinaux recevant le module inductif du dispositif de chauffage par induction,
- le module inductif est agencé de manière centrale relativement à l'épaisseur et à la largeur du corps de chauffe,
- pour son refroidissement, le générateur à induction échange avec une zone de passage de l'eau vers ou dans le corps de chauffe,
- le module inductif délimite entre l'inducteur et ladite au moins une charge un passage d'eau, ledit inducteur soumettant l'eau à un champ magnétique prévenant le dépôt de tartre sur ladite au moins une charge,
- le corps de chauffe a une contenance supérieure à 10 litres et préférentiellement 20 litres.

**[0020]** Suivant un autre aspect, l'invention concerne une charge d'un module inductif suivant les différents modes de réalisation tels que décrits ci-après.

**[0021]** Suivant un autre aspect, l'invention concerne un module inductif comprenant une charge et un inducteur suivant les différents modes de réalisation tels que décrits ci-après.

**[0022]** D'autres caractéristiques, buts et avantages de la présente invention apparaîtront à la lecture de la description détaillée qui va suivre et au regard des dessins annexés donnés à titre d'exemples non limitatifs et sur lesquels :

- la figure 1 est une représentation schématique d'une coupe longitudinale d'une forme de réalisation d'une partie d'un chauffe-eau selon la présente invention, le chauffe-eau étant plat en étant muni d'un dispositif de chauffage par induction. Il est cependant à garder à l'esprit que le chauffage par induction peut se faire

avec d'autres formes de chauffe-eau qu'un chauffe-eau plat notamment cylindrique.

- la figure 2 est une représentation schématique d'une vue de face d'un chauffe-eau selon un mode de réalisation de l'invention, le chauffe-eau étant plat en étant muni d'un dispositif de chauffage par induction,
- la figure 3 est une représentation schématique d'une coupe longitudinale en perspective d'une forme de réalisation d'un chauffe-eau selon la présente invention, le chauffe-eau étant plat en étant muni d'un dispositif de chauffage par induction,
- la figure 4 est une représentation schématique d'une vue longitudinale en perspective d'une forme de réalisation d'un module inductif avec une bobine de forme oblongue et une plaque de charge sensiblement de forme rectangulaire selon la présente invention,
- la figure 5 est une représentation schématique d'une vue en perspective d'un module inductif selon la figure 4 avec deux plaques de charges.

**[0023]** Le chauffe-eau illustré aux figures 1 à 3 comprend un corps de chauffe destiné à recevoir un volume d'eau, un conduit d'arrivée d'eau à chauffer 12, un conduit de sortie d'eau chauffée 13 et avantageusement un conduit 12b de purge destiné à permettre le vidage complet du corps de chauffe. Le conduit d'arrivée d'eau à chauffer 12 débouche avantageusement dans la partie inférieure du corps de chauffe, préférentiellement à proximité du module inductif permettant le chauffage de l'eau. Le conduit de sortie d'eau chauffer 13 permet avantageusement de capter l'eau en partie supérieure du corps de chauffe. Avantageusement, le chauffe-eau est du type à accumulation, c'est-à-dire que l'eau n'est pas en circulation dynamique. Le chauffe-eau dispose alors de phases de chauffe et de phase de soutirage d'eau qui sont généralement différentes et non liées.

**[0024]** D'une manière générale, en se référant aux figures 1 à 5, il est rappelé qu'un dispositif 1 de chauffage par induction utilise un générateur de puissance 7 dont le rôle est de transformer le courant basse fréquence du secteur d'alimentation, généralement 50-60 HZ, en haute fréquence. Ce courant sert à alimenter au moins un inducteur 2 sous forme d'au moins une bobine d'induction constituée principalement d'un bobinage conducteur, accessoirement de circuits magnétiques, d'isolants électriques et thermiques.

**[0025]** Le générateur de puissance 7 comprend un circuit imprimé sur lequel sont assemblés différents composants 14 dont des composants de puissance dont les pertes sont émises sous forme de la chaleur. Ces composants de puissance sont fixés thermiquement à un dissipateur préférentiellement en aluminium. Ce dissipateur est configuré pour dissiper la chaleur émise des composants de puissance de sorte à éviter leur surchauffe. Le générateur 7 peut être logé dans un boîtier de réception 17 destiné à le protéger et/ou l'isoler électriquement et/ou l'isoler de l'eau. Le boîtier de réception 17 définit le contour externe du générateur 7 et peut prendre par exemple

une forme sensiblement rectangulaire ou bien encore circulaire. Le générateur 7 est relié à l'inducteur 2 par des connecteurs électriques 10.

**[0026]** La bobine 2 parcourue par le courant haute fréquence génère un champ magnétique à fréquence variable dans son environnement proche. La bobine 2 est avantageusement portée par un support 3.

**[0027]** Un objet conducteur de l'électricité, fréquemment appelé charge 4, 5 et plongé dans ce champ variable, est parcouru par des courants induits, dits aussi courants de Foucault, qui vont provoquer son échauffement par effet Joule. Avantageusement, les charges 4, 5 sont sous la forme de plaques de charge entourant l'inducteur 2. Les plaques peuvent être deux plaques distinctes disposées symétriquement par rapport au plan de l'inducteur 2 ou bien une pièce unique pliée de sorte à former deux charges symétriques relativement au plan de l'inducteur 2. Les charges 4, 5 sont maintenues à distance de l'inducteur 2 par des espaceurs 6, avantageusement isolants électriques, par exemple répartis aux quatre coins des plaques de charge, 4, 5 de forme avantageusement rectangulaire ou bien en position centrale des charges 4, 5. Les plaques de charge 4, 5 sont avantageusement fixées au support 3.

**[0028]** L'ensemble de l'au moins un inducteur 2 sous forme d'au moins une bobine et d'au moins une charge 4, 5 est appelé module inductif. Dans la description qui suit, le module inductif comporte deux charges 4, 5 et un inducteur 2 sans que cela ne soit aucunement limitatif.

**[0029]** Selon l'invention, l'inducteur 2 est isolé électriquement et isolé de l'eau de sorte à être étanche. Le module inductif comprend un matériau isolant électriquement et un matériau étanche à l'eau. Ils peuvent être un seul et même matériau ou plusieurs matériaux.

**[0030]** Selon un mode de réalisation préféré de l'invention, le module inductif comprend une enveloppe comportant les propriétés d'étanchéité et d'isolation électrique.

**[0031]** Selon un premier exemple, le bobinage est recouvert d'un isolant haute température pour l'isolation électrique. Il faut en parallèle prévoir une isolation à l'eau pour rendre l'inducteur 2 étanche à l'eau. Le bobinage est par exemple coulé ou surmoulé dans un matériau étanche. Par exemple, une résine Epoxy ou un plastique.

**[0032]** Préférentiellement, les matériaux utilisés et avantageusement ceux en contact avec l'eau à chauffer possèdent des caractéristiques alimentaires.

**[0033]** Si le matériau étanche est également un isolant électrique, il n'est pas nécessaire de prévoir un bobinage recouvert d'isolant.

**[0034]** Selon un deuxième exemple, il peut être prévu que le fil de la bobine est lui-même configuré pour être étanche et isolant électrique par exemple un fil destiné à être immergé.

**[0035]** Avantageusement, l'enveloppe de l'inducteur 2 constitue un support 3 de l'inducteur 2. Préférentiellement, le surmoulage permet la réalisation d'un support 3 de diverses formes. Le support 3 présente par exemple

une forme de plaque de support de dimensions similaires aux plaques de charges 4, 5. La plaque de support est intercalée entre les plaques de charges sensiblement parallèles les unes aux autres. Préférentiellement, les espaceurs 6 maintiennent les trois plaques 3, 4, 5 espacées.

**[0036]** Le chauffe-eau 8 selon l'invention comprend un corps de chauffe destiné à contenir de l'eau et des moyens de chauffage destinés à chauffer le volume d'eau contenu dans le corps de chauffe.

**[0037]** Un dispositif 1 de chauffage par induction subit des pertes qui peuvent représenter 5 % de la puissance transmise, voire plus si le bobinage de la bobine 2 est réalisé sous des contraintes économiques fortes. Ces pertes contraignent fortement le chauffage prolongé de la cuve servant de corps de chauffe et nécessitent souvent une ventilation du dispositif de chauffage et principalement de son inducteur sous forme d'une bobine. Ceci rend prohibitif le coût d'un tel dispositif s'il est placé à l'extérieur du chauffe-eau en rendant l'utilisation du dispositif bruyante.

**[0038]** Il est aussi nécessaire dans bien des cas de refroidir, par un dissipateur et une ventilation forcée, les composants électroniques dits de puissance du générateur du dispositif. Ceux-ci ont aussi un niveau de perte non négligeable qui contribue à faire baisser le rendement du dispositif.

**[0039]** Pour pallier au moins partiellement les pertes précédemment mentionnées, la présente invention prévoit de loger l'inducteur 2 à l'intérieur du corps de chauffe, préférentiellement directement dans l'eau contenue dans le corps de chauffe, au moins une charge 4 ou 5 étant aussi immergée dans l'eau.

**[0040]** Ceci repose sur le constat que les pertes principales du dispositif 1 de chauffage par induction s'effectuent par l'inducteur 2. De cette façon, l'inducteur 2 et au moins une charge 4, 5 échangent aussi leurs pertes avec l'eau et donc, ces pertes sont récupérées pour le chauffage de l'eau du chauffe-eau 8.

**[0041]** L'inducteur peut être similaire à celui employé dans une plaque de cuisson par induction, l'inducteur étant du type bobine plate connue aussi sous la dénomination anglaise de « pan cake ». Ce type de bobine est parfaitement symétrique, à savoir que le champ magnétique est généré également sur les deux faces. Une face est traditionnellement équipée d'un circuit magnétique dont le rôle est de canaliser le champ, généralement inférieur de l'inducteur et de le renvoyer vers la charge, généralement posée sur la partie supérieure de la bobine formant l'inducteur.

**[0042]** En extrapolant ces caractéristiques au dispositif 1 de chauffage par induction selon l'invention et donc en prévoyant comme inducteur 2 une bobine plate générant un champ magnétique sur deux faces, il est ainsi utilisé une charge 4, 5 à chauffer sur chaque face de la bobine plate, ces charges 4, 5 présentant des caractéristiques ferromagnétiques adéquates. Il est ainsi possible de faire l'économie d'un circuit magnétique dans l'inducteur 2.

**[0043]** On entend par plate ou aplatie que l'épaisseur de la bobine est moindre que ces autres dimensions notamment longueur, largeur. La bobine présente donc deux faces opposées et parallèles. De manière avantageuse, la bobine est de forme oblongue. Elle présente une longueur supérieure à sa largeur.

**[0044]** Ceci permet aussi d'augmenter plus précisément de doubler, la surface d'échange et donc de diminuer les densités de puissance, permettant un meilleur échange de l'énergie avec l'eau. L'inducteur 2 et ses charges 4, 5, dont l'une au moins préférentiellement les deux sont immergées, sont donc constitués, à titre d'exemple non limitatif, d'une bobine plate centrale et de deux plaques ferromagnétiques 4, 5 couplées magnétiquement avec la bobine 2. Ces deux plaques 4, 5 sont le siège de courants de Foucault quand la bobine 2 est alimentée par le générateur 1 et sont opérationnelles pour le chauffage de l'eau.

**[0045]** Cette configuration possède aussi l'avantage d'être particulièrement fine, par exemple d'une épaisseur de 3 cm, ce qui facilite son intégration dans des formes de chauffe-eau 8 particulières comme des chauffe-eaux plats.

**[0046]** Il peut être possible d'économiser sur le coût du dispositif 1 de chauffage par induction, notamment sur l'inducteur 2. Ceci peut être fait, par exemple, en réalisant le bobinage de façon moins compliqué que ne l'imposent les règles de l'art de conception. Ceci peut être fait en minimisant, par exemple, la section du bobinage ou en réalisant le bobinage en utilisant un conducteur massif, voire un circuit imprimé de puissance.

**[0047]** Dans ce cas, les pertes sont plus importantes mais sont calculées pour être acceptables pour le dispositif 1 sachant qu'elles se transmettent à l'eau et donc se transforment en énergie récupérée.

**[0048]** Il peut être envisagé d'autres formes de bobine 2 d'induction qu'une bobine plate à induction sur ses deux faces. Une bobine 2 pouvant être utilisée dans le cadre de l'invention peut être sous forme d'un solénoïde avec des charges interne et/ou externe, pour faire en sorte que les charges servent aussi de circuits magnétiques comme dans le cas de deux plaques 4, 5 de charge.

**[0049]** La ou les charges 4, 5 sont sous forme de tube avantageusement de section circulaire s'étendant sensiblement sur la totalité de la hauteur de l'inducteur 2. Les tubes de charges 4, 5 sont agencés concentriques avec la bobine solénoïde.

**[0050]** Un tube de charge interne est agencé à l'intérieur de la bobine et un tube de charge externe est agencé à l'extérieur de la bobine. La charge interne est entourée par la bobine tandis que la charge externe entoure la bobine.

**[0051]** Comme pour les plaques, les tubes de charges 4, 5 sont préférentiellement troués pour améliorer la circulation d'eau.

**[0052]** Selon une possibilité avantageuse, le tube de charge interne 4, 5 peut être le conduit d'arrivée d'eau à chauffer 12 plongeant dans le corps de chauffe. Avant-

geusement, le conduit d'arrivée d'eau à chauffer 12 permet le support du module inductif : de l'inducteur 2 et de la au moins une charge immergée 4,5.

**[0053]** Pour faciliter l'assemblage du chauffe-eau, le conduit d'arrivée d'eau à chauffer 12 est solidaire de la plaque de fermeture 11 de la trappe 9 de visite du chauffe-eau.

**[0054]** Pour permettre un refroidissement du générateur 7, le conduit d'arrivée d'eau à chauffer 12 est avantageusement en liaison thermique avec le dissipateur supportant les composants 14 de puissance du générateur 7.

**[0055]** Les charges 4, 5 sont en matériaux conducteurs électriques soit magnétiques, soit amagnétiques.

**[0056]** Les matériaux magnétiques pour les charges 4, 5 sont plus avantageux à chauffer que des matériaux non magnétiques.

**[0057]** Il est aussi possible de réaliser les charges 4, 5 en matériau conducteur et amagnétique de faible épaisseur, ces matériaux conducteurs, amagnétiques et de faible épaisseur, par exemple en aluminium, de l'ordre de 100 micromètres, étant préférentiellement accolés à un support non magnétique et non conducteur assurant leur tenue mécanique.

**[0058]** Les charges 4, 5 peuvent posséder des formes ou des états de surface particuliers permettant, d'une part, d'améliorer l'échange thermique avec l'eau et, d'autre part, d'optimiser le couplage avec la bobine 2 d'induction, tout en évitant au maximum le dépôt de tartre.

**[0059]** Selon une possibilité préférée, les plaques de charge 4, 5 sont sensiblement planes et comprennent une pluralité de trous traversants de quelques millimètres. Les trous traversants améliorent la circulation d'eau et donc les échanges de chaleur autour du module inductif sans perdre en efficacité.

**[0060]** Il faut considérer dans ce cas que les charges 4, 5 deviennent les éléments chauffants et donc que le tartre a tendance à se déposer sur les charges 4, 5 et non sur la bobine 2. Ce phénomène est cependant minimisé car, pour une puissance donnée, la densité de puissance est bien moindre et donc la surface est moins chaude. Il faut aussi noter que le risque de casse de l'élément chauffant par surchauffe disparaît car les charges 4, 5 sont purement passives et ne peuvent être affectées par une surchauffe éventuelle.

**[0061]** Le point de Curie étant la température à partir de laquelle la perméabilité magnétique d'un matériau ferromagnétique passe à  $\mu_r = 1$  : le matériau devient amagnétique, le phénomène d'induction agit jusqu'au point de Curie des matériaux constituant les charges 4, 5. Il peut ainsi être avantageux de réaliser les charges 4, 5 dans un matériau possédant un bas point de Curie préférentiellement inférieure à 100°C, par exemple 90°C ou moins, ce qui est simplement illustratif et non limitatif.

**[0062]** Dans ce cas, l'inducteur 2 chauffe indirectement les charges 4, 5 de charge tant que la température de celles-ci ne dépasse pas 100°C. Au-delà de cette tem-

pérature, le matériau passe son point de Curie et devient amagnétique ce qui entraîne que le flux magnétique de la bobine n'est plus canalisé dans la charge ayant pour conséquence une diminution très forte de la partie active de l'impédance de la bobine rendant impossible le fonctionnement du générateur. Le chauffage ne reprend qu'après refroidissement et passage de la température du matériau des charges 4, 5 en dessous du point de Curie, c'est-à-dire dans sa zone ferromagnétique.

**[0063]** La réalisation des charges 4, 5 dans un tel matériau ferromagnétique à bas point de Curie peut permettre une sécurité thermique absolue et supplémentaire pour l'inducteur 2 et le dispositif 1 de chauffage le contenant.

**[0064]** Il est aussi possible d'optimiser la forme, le matériau et/ou la fixation des charges 4, 5 de façon à ce que celles-ci se déforment en chauffant, ces déformations empêchant ou évacuant les dépôts de tartre qui auraient pu les recouvrir. Des matériaux déformables par exemple à mémoire de forme peuvent être utilisés.

**[0065]** Enfin, il peut aussi être intéressant de réaliser un traitement de surface permettant d'assurer la compatibilité des charges 4, 5 aux normes alimentaires et de minimiser les dépôts de tartre grâce à des propriétés anti-adhésives.

**[0066]** D'une manière générale et notamment selon un mode de réalisation intégrant un inducteur 2 sous forme de solénoïde avec des charges 4-5 interne et/ou externe de section circulaire, il peut être prévu que les charges 4-5 soient au moins en partie sous la forme d'au moins un élément conducteur électrique mobile maintenu dans une zone correspondant avantageusement au moins partiellement à la zone d'action du champ de l'inducteur 2. Le au moins un élément conducteur est préférentiellement libre de mouvement dans cette zone. Le au moins un élément conducteur est avantageusement configuré pour être mis en mouvement par les flux d'eau dans le corps de chauffe, plus précisément dans la zone d'action du champ de l'inducteur 2. Pour mettre en mouvement le au moins un élément, il est préféré que le conduit d'arrivée d'eau à chauffer 12 soit placé sous l'inducteur 2 de sorte que l'introduction d'eau dans le corps de chauffe assure le brassage de l'au moins un élément. Ce brassage limite le dépôt de calcaire et facilite éventuellement son décrochage notamment par l'entrechochage de l'au moins un élément avec un autre au moins élément ou bien avec son moyen de maintien décrit ci-après. Le au moins élément est de forme et/ou de propriétés limitant l'accrochage du calcaire et/ou facilitant son décrochage. Le au moins un élément est maintenu dans la zone d'action du champ de l'inducteur 2 par un moyen de maintien par exemple par un axe sur lequel le au moins un élément est mobile suivant au moins un degré de liberté ou par exemple par une cage délimitant la zone dans laquelle le au moins un élément doit être maintenu et le laissant libre de mouvement suivant tous les degrés de liberté.

**[0067]** Selon un mode de réalisation le au moins un

élément est au moins une bille. Préférentiellement, les charges 4, 5 sont des billes maintenues dans une zone avantageusement correspondant au moins partiellement à la zone d'action du champ de l'inducteur 2. Cette zone est préférentiellement définie par une cage, par exemple à base de nappes grillagées électriquement, conductrices ou non, conformées pour définir un volume de réception des billes.

**[0068]** Les billes sont par exemple en matériaux ferromagnétiques qui chauffent sous l'effet du champ induit par l'inducteur 2. Les billes peuvent être de diverses formes : de section circulaire, cylindrique ou autre. Les billes d'une même charge 4, 5 peuvent être de formes différentes. Les billes sont configurées pour permettre d'une part de réaliser une charge donc un chauffage par induction adéquat, d'autre part de minimiser l'incrustation de tartre et éventuellement faciliter son décrochage.

**[0069]** La cage est configurée pour permettre un mouvement des billes et notamment leur entrechoquement.

La forme même des billes avantageusement de section circulaire, limite le dépôt de tartre. De plus les chocs entre les billes facilitent l'élimination du tartre déposé. Préférentiellement, la cage de chaque charge 4 -5 est dans un matériau non conducteur de sorte à ne pas chauffer et ne pas risquer d'être entartré. La cage est configurée pour permettre un échange thermique des billes avec l'eau le plus efficace possible.

**[0070]** Par exemple, les billes sont maintenues dans une zone annulaire concentrique à la bobine.

**[0071]** Selon un mode de réalisation dans lequel au moins une charge 4, 5 est sous forme de cage à billes interne agencée à l'intérieur de l'inducteur sous forme de solénoïde, la cage interne est avantageusement formée par le solénoïde. Les billes sont placées dans le volume intérieur défini par le solénoïde, les extrémités du solénoïde sont fermées par une paroi préférentiellement une grille dont le maillage est inférieure à la plus petite section des billes de sorte à maintenir les billes tout en laissant passer le tartre éventuel se décrochant des billes ainsi que pour assurer une bonne circulation de l'eau autour des billes.

**[0072]** Préférentiellement, la cage à bille externe est formée d'au moins une grille tubulaire entourant l'inducteur 2.

**[0073]** Selon une possibilité préférée, les charges 4-5, sont solidarisées à la plaque de fermeture 11, de même que l'inducteur 2, de sorte à faciliter la mise en place et le retrait du module inductif.

**[0074]** La structure de ces charges 4 -5 est avantageuse car elle facilite la circulation de l'eau autour et dans le module inductif.

**[0075]** Les billes ont une taille par exemple de l'ordre de 15 mm. Chaque charge 4 -5 peut être composée de 10 à 30. La surface d'échange est au moins comparable à celle d'une charge de forme rectangulaire.

Il est préféré que les billes soient légères pour faciliter leur brassage. De plus, le phénomène de l'induction se produit sur une épaisseur dite « de peau ». On peut ainsi

réduire l'épaisseur du matériau conducteur de l'au moins un élément conducteur.

**[0076]** La suite de la description est faite en référence à la bille sans que cela n'induisse de limitation. Une bille peut être pleine ou creuse avec seulement une enveloppe de matériau conducteur. La charge peut être composée de billes de nature différente.

**[0077]** Pour les matériaux magnétiques, une épaisseur de 0,5 mm pour un diamètre de bille de 15mm et une fréquence de champ de 20 KHz est suffisant, le coeur étant creux ou en matériau préférentiellement plus léger que le matériau conducteur.

**[0078]** Pour les matériaux amagnétiques, il est préféré que la bille comprenne une enveloppe conductrice amagnétique de faible épaisseur de sorte à ne pas ramener une impédance inadaptée sur l'inducteur. Dans ce cas, il est préféré, que l'épaisseur de l'enveloppe soit inférieure à l'épaisseur de la peau, à titre d'exemple préféré de l'ordre de 1/10 de l'épaisseur de la peau. Le coeur est creux ou en matériau non conducteur et préférentiellement plus léger que le matériau conducteur.

**[0079]** Les billes ferritiques sont soumises simultanément à la fréquence considérée, à un effet d'attraction lié à leur perméabilité magnétique et à un effet de répulsion lié aux courants induits, la résultante étant quasi nulle. Par contre, les billes amagnétiques dont la couche conductrice est d'une épaisseur d'environ 1/10 de l'épaisseur de peau ne sont soumises qu'à la force de répulsion liée aux courants induits dite force de Laplace. Cette force peut être, suivant le poids des billes, suffisante pour provoquer leur déplacement et leur entrechoquement ayant un effet détartrant, ce phénomène étant accentué s'il est cumulé au flux d'eau généré par la sortie du conduit d'eau à chauffer 12.

**[0080]** Selon l'état de la technique, il existe de nombreux modes de réalisation d'antitartres magnétiques, soit à aimants permanents, soit à bobines créant des champs magnétiques variables dans des gammes de fréquence pouvant atteindre 100kHz. Les appareils antitartres électroniques utilisant ces principes, bien que coûteux, restent de puissance modeste, pas plus que quelques dizaines de Voltampères et génèrent des champs faibles de quelques dizaines d'Ampère/mètre.

**[0081]** Par contre, l'inducteur 2 immergé, utilisé dans le dispositif 1 selon la présente invention, est d'une puissance forte de plusieurs milliers de Voltampères et génère des champs particulièrement élevés, supérieurs à 1000 Ampère/mètre dans l'entrefer de l'inducteur 2 et des charges 4, 5 et dans les mêmes gammes de fréquence de 20 à 50 kHz. Il peut donc être intéressant de faire en sorte que l'arrivée d'eau froide ou simplement un passage d'eau se fasse entre les charges 4, 5, de façon à ce que l'eau passe dans un champ magnétique intense. Le champ magnétique intense peut alors agir sur les ions en suspension dans l'eau et provoquer un effet de non déposition de ces ions sur les éléments chauds, c'est-à-dire un effet anti précipitation du calcaire en tartre. Il peut donc s'agir d'une conséquence bénéfici-

que consécutive à l'adoption de l'inducteur 2 immergé dans le chauffe-eau 8, ce qui n'est cependant pas l'effet principal recherché.

**[0082]** Il est possible de forcer le passage de l'eau entre les charges 4, 5 en réalisant des géométries particulières, par exemple, en pliant un des côtés des plaques 4, 5, de façon à ce que les deux plaques 4, 5 en vis-à-vis forment une sorte de boîte rectangle au centre de laquelle est disposée la bobine 2 d'induction et dans laquelle passe l'eau froide d'arrivée du chauffe-eau 8.

**[0083]** Une forme fermée de ce genre peut aussi avoir un intérêt dans le cadre d'utilisation de cuves servant de corps de chauffe non métalliques ou en matériaux composites. Dans ce cas, il convient de canaliser au mieux le champ magnétique émis par le bobinage. Une géométrie fermée permet avantageusement une canalisation des flux magnétiques et donc une plus grande facilité pour répondre aux normes relatives aux perturbations électromagnétiques.

**[0084]** L'intérêt d'un inducteur 2 immergé dans l'eau du chauffe-eau 8 est aussi d'avoir à disposition un système électronique complet permettant par exemple :

- une régulation très fine de température par l'intermédiaire d'au moins un capteur immergé du type NTC (Negative Temperature Curve), c'est-à-dire sous forme d'une thermistance dont la résistance diminue avec la température. En alternative, il peut être utilisé un capteur PTC (Positive Temperature Curve), c'est-à-dire sous forme d'une thermistance dont la résistance augmente avec la température. La température peut alors être régulée avec des cycles prédéfinis de chauffage, voire une anticipation de demande d'eau chaude à des moments particuliers prédéfinis ou calculés par apprentissage ; en effet, les chauffe-eau existants sont en effets équipés de thermostats qui sont réglés en usine ou par l'installateur une fois pour toute et qui ne sont pas réglables par l'utilisateur. Or on sait que plus l'eau est chaude, plus le niveau de perte par refroidissement naturel est important, il peut donc être intéressant, dans un objectif de minimisation des pertes, de non seulement planifier les chauffages par apprentissage en fonction des besoins, mais aussi, de régler suivant ces besoins, la ou les températures du corps de chauffe à des valeurs optimales.
- de connaître et de contrôler finement les puissances injectées sur un ou plusieurs inducteurs 2.

**[0085]** Ce dernier avantage est particulièrement important dans le cas des nouvelles énergies et de leurs utilisations. Il est en effet, d'une part, possible de communiquer rapidement avec les systèmes de gestion d'énergie pour faire correspondre l'énergie prélevée à l'énergie disponible et, d'autre part, de réguler finement l'énergie jusqu'à des puissances très faibles et/ou très fortes, ceci en conservant un rendement élevé.

**[0086]** Un inducteur 2 immergé dans l'eau du chauffe-

eau 8 est particulièrement avantageux par rapport à un inducteur qui chauffe directement la cuve servant de corps de chauffe. En effet, il permet d'isoler électriquement les charges 4, 5 réceptrices d'énergie de la cuve servant de corps de chauffe et donc de la terre et, de ce fait, de réduire significativement les dimensions des filtres électroniques chargés d'éliminer le rejet des composantes hautes fréquences vers le secteur d'alimentation ou la terre.

**[0087]** Il peut être possible d'appliquer aux composants électroniques 14 du générateur de puissance le même principe que pour l'inducteur 2, à savoir solidariser au plus près ces composants d'un dissipateur minimaliste relié thermiquement à la cuve servant de corps de chauffe et donc à l'eau.

**[0088]** Quand l'eau du chauffe-eau 8 est froide, la demande de puissance est maximale et donc l'énergie demandée est alors forte, sollicitant les composants 14 du générateur 7 de puissance qui sont alors maintenus en dessous d'environ 100°C. L'eau est alors régulée pour ne jamais dépasser 60°C par exemple en bas de cuve et sert donc d'excellent dissipateur pour les pertes des composants 14 du générateur 7 qui participent alors, mais d'une façon moindre que l'inducteur 2, au rendement du dispositif de chauffage.

**[0089]** Quand l'eau commence à être chaude, l'effet de dissipation est moindre mais la demande en énergie aussi et donc, il est encore possible de refroidir efficacement ces composants 14 du générateur 7 de puissance. Ceci permet une réduction significative du dissipateur et une suppression de la ventilation traditionnellement utilisée pour le générateur 7 de puissance dans les dispositifs 1 de chauffage par induction domestiques.

**[0090]** A titre d'exemple illustratif et non limitatif, l'invention a été appliquée à un chauffe-eau 8 de 100 litres. Dans le dispositif 1 de chauffage par induction, l'inducteur 2 est un onduleur de type demi-pont série d'une puissance maximale de 3 700 Watt correspondant à un courant de 16 Ampère sous 230 Volt.

**[0091]** L'inducteur 2 est, à titre illustratif et non limitatif, une bobine plate de dimensions 55 x 340 x 4 mm, positionnée verticalement dans le chauffe-eau 8. La bobine plate 2 est constituée de 24 tours de fil émaillé multibrins assurant la première isolation électrique, le nombre de tours et la distance avec les plaques 4, 5 permettant de ramener sur le générateur 7 de puissance à résonance une impédance compatible avec la puissance à transmettre.

**[0092]** Avantageusement, la bobine d'induction est un bobinage d'un toron de fil divisé ou d'un conducteur massif en cuivre ou en aluminium. Le bobinage est par exemple ensuite surmoulé dans un matériau isolant électrique permettant d'assurer l'isolation nécessaire au composant immergé, ce matériau en contact avec l'eau possédant par ailleurs des caractéristiques alimentaires. Un composant du type NTC est positionné au centre du bobinage et surmoulé avec celui-ci. Il assure, en tant que capteur, la lecture de la température qui va permettre

une régulation fine de l'inducteur 2. Il est facile de gérer plusieurs capteurs multiplexés et donc d'avoir une information de température précise à plusieurs endroits dans ou hors du corps de chauffe ou des composants dans ou hors du corps de chauffe

**[0093]** Deux plaques ferritiques, d'épaisseur pouvant avantageusement varier entre 6/12 et 12/10 et étant pliées à 90° sur un côté de façon à former un parallélépipède lorsqu'elles sont montées face à face, sont positionnées de part et d'autre du bobinage inducteur à une distance de 6 mm permettant le passage de l'eau entre les plaques 4, 5 et l'inducteur 2. Avantageusement, les dimensions des plaques 4, 5 sont de 380 mm x 270 mm.

**[0094]** Selon un mode de réalisation préféré, les charges 4, 5 sont solidarisées au support 3, avantageusement plastique ou composite, lui-même étant avantageusement au moins en butée ou solidarisé à la plaque de fermeture 11 de la trappe 9 de visite du chauffe-eau 8, de façon à ce que les charges 4, 5 soient électriquement flottantes.

**[0095]** L'inducteur 2 et avantageusement le capteur de température sont reliés électriquement par des connecteurs électriques 10 au générateur 7, avantageusement solidarisé de l'autre côté de la plaque de fermeture 11 de la trappe 9 et donc hors du chauffe-eau 8. Les composants 14 de puissance du générateur 7 peuvent être thermiquement reliés à la plaque de fermeture 11 de la trappe 9 et donc peuvent aussi dissiper leur chaleur à l'eau de la cuve servant de corps de chauffe.

**[0096]** Le générateur 7 est relié à une interface de commande positionnée en partie frontale du chauffe-eau 8 et pouvant afficher de façon optionnelle les paramètres de fonctionnement et d'état du chauffe-eau 8 et du réseau électrique. Cette interface est par exemple équipée d'un module de communication avec un réseau de communication local. Un tel réseau permet d'échanger les informations de consommation du chauffe-eau 8 avec le système central de gestion d'énergie électrique et aussi d'être piloté par ce système.

**[0097]** Le dispositif 1 de chauffage par induction selon la présente invention est disposé près de et dans la partie inférieure médiane du chauffe-eau 8, le générateur 7 étant disposé à l'extérieur, avantageusement en dessous du chauffe-eau 8 quand celui s'étend verticalement.

**[0098]** L'inducteur 2 du dispositif 1, relié au générateur 7 par des raccordements électriques 10, de même que sa plaque support 3, sont disposés à l'intérieur du chauffe-eau 8 en pénétrant dans ledit chauffe-eau 8 par la trappe 9 prévue dans la partie inférieure médiane du chauffe-eau 8.

**[0099]** Une possibilité avantageuse est de proposer un kit induction, à savoir, une plaque de fermeture 11 de la trappe 9 supportant d'un côté le module inductif et de l'autre côté, le générateur de puissance 7. L'équipement du chauffe-eau par des moyens de chauffage à induction peut ainsi être effectué sans intervention aucune sur la mécanique du chauffe-eau, juste par l'introduction du Kit. Par exemple, le générateur de puissance 7 peut être rond

ou rectangulaire, articulé autour du tube d'arrivée d'eau froide 12 et solidaire de la plaque de fermeture 11.

**[0100]** La forme oblongue de la bobine et plus généralement du module inductif facilite son montage et démontage dans le corps de chauffe par la trappe 9 de dimensions les plus restreintes améliorant la résistance à la pression du chauffe-eau.

**[0101]** La forme ronde de la bobine solénoïdale et de ses charges sous forme de billes contraintes à se déplacer dans une zone confinée soumise au champ de la bobine d'induction, la cage, possède aussi une forme facilitant montage et démontage du module inductif dans le corps de chauffe.

**[0102]** Les différentes variantes relatives au module inductif et aux charges ne sont pas exclusives et peuvent être combinées.

**[0103]** Selon une possibilité préférée, l'arrivée d'eau à chauffer 12 dans le corps de chauffe est agencée à l'aplomb du module inductif. Cette disposition permet une arrivée d'eau dans la zone de chauffage ce qui améliore la circulation de l'eau. Préférentiellement, le conduit d'arrivée d'eau à chauffer 12 est agencé sur la plaque de fermeture 11.

**[0104]** L'inducteur 2 s'étend sur une partie de la longueur du chauffe-eau 8. L'inducteur est agencé en partie inférieure du chauffe-eau. A titre d'exemple non limitatif, l'inducteur 2 représente au maximum la moitié de la longueur du chauffe-eau, préférentiellement entre un huitième et un quart de la longueur du chauffe-eau 8.

**[0105]** Selon un mode de réalisation, le support 3 de l'inducteur 2 présente une première partie 3b, surmoulée autour de la bobine par exemple plate formant l'inducteur 2, partie 3b qui est destinée à être complètement introduite dans le chauffe-eau 8, la bobine par exemple plate formant l'inducteur 2 étant recouverte par son enveloppe.

**[0106]** Comme précédemment mentionné, à l'intérieur de la bobine formant l'inducteur 2, avantageusement à mi-longueur de la bobine, il peut être prévu au moins un capteur de température, par exemple du type NTC ou du type PTC, ce capteur de température étant immergé à l'intérieur du chauffe-eau 8 et délivrant des valeurs de température transmises au générateur 7 du dispositif 1.

**[0107]** Le support 3 présente aussi une seconde partie 3a, moins large que la première partie 3b, cette seconde partie 3a se trouvant à l'extérieur du chauffe-eau 8 et prolongeant la première partie 3b en direction du générateur 7 en ne portant que les raccordements électriques 10. La jonction entre première 3b et seconde 3a parties de plus faible largeur présente par exemple des épaulements 15 latéraux.

**[0108]** La trappe 9 peut présenter par exemple une forme extérieure rectangulaire qui la différencie sensiblement de la trappe généralement de forme circulaire pour le passage de la résistance électrique dans un chauffe-eau de l'état de la technique. La trappe 9 est fermée par au moins une plaque de fermeture 11, fixée à la trappe 9 par des moyens de solidarisation amovibles du type vis en intercalant avantageusement entre elles

un joint d'étanchéité. La plaque de fermeture 11 présente une ouverture rectangulaire centrale juste suffisante pour le passage de la seconde partie 3a de la plaque support 3 à travers elle, les épaulements 15 portés par la première partie 3b de la plaque support 3 à sa jonction avec la seconde partie 3a arrivant en butée interne contre la plaque de fermeture 11. La plaque de fermeture 11 peut être solidarisée au support 3 directement lors du surmoulage de la bobine 2 par un matériau plastique.

**[0109]** Le chauffe-eau selon l'invention comprend des moyens d'échanges thermiques. Avantageusement, l'échangeur de chaleur est un échangeur avec passage d'eau, préférentiellement d'eau à chauffer, par exemple l'eau d'alimentation du chauffe-eau 8 passant par au moins un conduit d'arrivée 12 d'eau à chauffer.

**[0110]** Les moyens d'échange thermiques selon l'invention comprennent le dissipateur sur lequel les composants de puissance sont reliés thermiquement. Selon une possibilité, le dissipateur comprend une portion formant une enveloppe pour évacuer la chaleur produite lors du fonctionnement du générateur 7, ceci avec le chauffe-eau 8. Pour ce faire, il est prévu un circuit de circulation de l'eau en direction du corps de chauffe. On entend par enveloppe une interface entre le circuit de circulation de l'eau et les composants de puissance. L'enveloppe s'entend comme le dissipateur entourant le circuit de circulation de l'eau en direction du corps de chauffe. Le circuit de circulation est préférentiellement relié au conduit d'arrivée 12 d'eau à chauffer.

**[0111]** Selon une possibilité représentée, l'enveloppe se réduit à un manchon 16 coopérant avec une partie du conduit d'arrivée 12 d'eau à chauffer. L'enveloppe peut être en liaison thermique avec le circuit de circulation d'eau ou bien constituer le circuit de circulation d'eau. Dans ce dernier cas, l'eau circule directement dans l'enveloppe.

**[0112]** Selon une possibilité, l'ensemble comprend un circuit complémentaire. Un piquage d'eau peut être prévu à partir du conduit d'arrivée 12 pour former un circuit de circulation d'eau complémentaire à l'intérieur du boîtier 17.

**[0113]** Il peut être prévu, sans que le manchon 16 ne serve à l'évacuation de chaleur hors du générateur 7 en étant remplacé par un autre moyen d'échange de chaleur ou en complément avec un tel échange de chaleur, que le manchon 16 ait comme fonction respectivement principale ou additionnelle de fixer le boîtier 17 du générateur 7 par rapport à un conduit d'arrivée 12 d'eau, ce qui est avantageux pour le maintien du boîtier 17.

**[0114]** Pour son refroidissement, le générateur 7 de puissance est solidarisé thermiquement au chauffe eau, plus précisément, le dissipateur supportant les composants de puissance du générateur 7.

**[0115]** Selon un mode de réalisation préféré, le générateur 7 et plus précisément le dissipateur est isolé thermiquement de sorte à limiter les échanges thermiques avec l'air extérieur et à concentrer les échanges thermiques avec la zone de passage de l'eau vers ou dans le

corps de chauffe.

**[0116]** D'autres configurations d'échange de chaleur entre le générateur de puissance 7 et l'eau à chauffer du chauffe-eau 8, c'est-à-dire contenue ou arrivant au corps de chauffe 8, sont aussi possibles.

**[0117]** Par exemple, de manière alternative ou additionnelle au circuit de circulation d'eau, le générateur 7 peut être accolé à l'extérieur du corps de chauffe sur une zone non isolée thermiquement, un échangeur de chaleur étant avantageusement agencé entre le corps de chauffe et le générateur 7, plus précisément le dissipateur est relié thermiquement au corps de chauffe..

**[0118]** Dans une alternative, la zone non isolée thermiquement du corps de chauffe est la plaque de fermeture 11. Les composants de puissance du générateur 7 peuvent être thermiquement reliés à la plaque de fermeture 11 de la trappe 9 décrits ci-après, préférentiellement par l'intermédiaire du dissipateur, et dissipant leur chaleur indirectement à l'eau contenue dans le corps de chauffe. Dans cette alternative combinée à la présence du circuit de circulation d'eau, le conduit d'arrivée d'eau à chauffer 12 peut être solidarisé sur la plaque de fermeture 11. Le conduit d'arrivée d'eau à chauffer 12 est préférentiellement en aluminium et permet un échange thermique amélioré.

**[0119]** Par exemple, de manière alternative ou additionnelle, le générateur de puissance 7 peut être agencé plongeant dans le corps de chauffe du chauffe-eau 8, ceci avec ou sans un échangeur de chaleur agencé entre l'eau contenue dans le corps de chauffe et le générateur 7.

**[0120]** Selon une variante, seul le dissipateur est agencé plongeant dans le corps de chauffe, le reste du générateur 7 étant à l'extérieur du corps de chauffe. Il y a une conduction directe entre le dissipateur et l'eau. A titre d'exemple, une pièce unique en aluminium anodisé s'étendant à l'extérieur et à l'intérieur peut faire office de raccordement au conduit d'eau à chauffer 12, de dissipateur pour les composants de puissance, de support à l'extérieur pour le générateur de puissance, de support à l'intérieur du module inductif. L'avantage de cette pièce unique est qu'elle cumule la fonction de dissipateur par conduction et convection par le passage d'eau à chauffer.

**[0121]** Le refroidissement du générateur 7 est possible même selon le mode de réalisation comprenant un circuit d'eau en direction du corps de chauffe et ceci même en l'absence de remplissage du corps de chauffe grâce à la convection. En effet, l'échange de chaleur produit par les moyens d'échange réchauffe l'eau de la zone de passage et refroidit le générateur 7 localement, plus précisément le dissipateur, l'eau de la zone de passage réchauffée va subir des mouvements de convection l'éloignant de la zone de passage et rapprochant de l'eau à plus basse température créant un flux convectif. Avantageusement, cet effet est renforcé par l'agencement du générateur 7 en dessous de la cuve du chauffe-eau et le mouvement de l'eau chaude qui monte vers la cuve.

Selon une possibilité préférée, les moyens d'échange sont positionnés au plus près du corps de chauffe

**[0122]** Les figures 1 à 3 montrent une coupe longitudinale de la partie inférieure d'un chauffe-eau 8 sous la forme d'un chauffe-eau dit plat. Ce chauffe-eau plat, c'est-à-dire de forme sensiblement parallélépipédique, comprend un conduit d'arrivée 12 d'eau à chauffer et un conduit de purge 12b ainsi qu'un conduit de sortie d'eau à chauffer 13. Dans le chauffe-eau 8 s'étendent dans toute la longueur du chauffe-eau 8 des parois intercalaires 19 régulièrement espacées, par exemple quatre parois intercalaires 19 pour le chauffe-eau 8.

**[0123]** Ces parois intercalaires 19 présentent une largeur équivalente à l'épaisseur du chauffe-eau 8 délimitant ainsi des canaux longitudinaux pour le passage de l'eau entre elles. C'est dans un tel canal, préférentiellement celui qui est médian au chauffe-eau 8, que se trouve un module inductif 2 du dispositif 1 de chauffage par induction.

**[0124]** Les parois intercalaires 19 présentent des ouvertures 20 à intervalles réguliers faisant communiquer deux canaux longitudinaux adjacents entre eux. Ces parois intercalaires 19 servent ainsi au renfort du chauffe-eau 8 ainsi qu'à la circulation de l'eau dans le corps de chauffe.

**[0125]** Avantageusement, le module inductif est placé dans le corps de chauffe de sorte que son épaisseur soit orientée suivant l'épaisseur du corps de chauffe-eau. Dans le mode de réalisation avec des canaux et des parois intercalaires 19 munies d'ouvertures 20, le module inductif ainsi placé facilite la circulation d'eau au travers de l'ouverture 20 et autour des plaques de charges 4, 5.

**[0126]** Dans une autre forme de réalisation, avantageusement, les canaux longitudinaux correspondent à plusieurs cuves. Par exemple, le chauffe-eau 8 peut être composé de trois cuves servant de corps de chauffe élémentaires cylindriques. Avantageusement, ces cuves présentent une section sensiblement équivalente à la section d'un canal longitudinal.

## REFERENCES

### [0127]

1. Dispositif
2. Inducteur
3. Support
- 3a. Première partie
- 3b. Seconde partie
4. Charge
5. Charge
6. Espaceur
7. Générateur
8. Chauffe-eau
9. Trappe
10. Raccordement électrique
11. Plaque de fermeture
12. Conduit d'arrivée

- 12b. Purge
- 13. Conduit de sortie
- 14. Composants
- 15. Epaulement
- 16. Manchon
- 17. Boîte
- 19. Paroi intercalaire
- 20. Ouverture

## Revendications

1. Chauffe-eau (8) comprenant un corps de chauffe et un dispositif de chauffage par induction, comprenant un générateur (7) de puissance et un module inductif comprenant au moins un inducteur (2) et au moins une charge (4, 5), le au moins un inducteur (2) étant configuré pour générer un courant induit dans la au moins une charge (4, 5), le au moins un inducteur (2) et au moins une charge (4, 5) sont agencés plongeant dans le corps de chauffe de sorte à pouvoir être immergés dans l'eau du chauffe-eau, et en ce qu'il présente un espace intermédiaire entre le au moins un inducteur (2) et la au moins une charge (4, 5) configuré pour permettre une présence d'eau entre le au moins un inducteur (2) et la au moins une charge (4, 5), et dans lequel le module inductif comprend comme inducteur au moins une bobine (2) et ladite au moins une charge (4, 5) comprend une plaque de charge (4, 5), le plan de symétrie de la au moins une bobine (2) et le plan de la plaque de charge (4, 5) étant sensiblement parallèles et dans lequel la au moins une bobine (2) du module inductif est aplatie, **caractérisé en ce que** la au moins une bobine (2) est entourée sur chacune de ses faces par une plaque de charge (4, 5).
2. Chauffe-eau (8) selon la revendication précédente, dans lequel la au moins une bobine (2) présente une forme oblongue.
3. Chauffe-eau (8) selon la revendication précédente, dans lequel chaque plaque de charge (4, 5) est rectangulaire et présente des bords longitudinaux recourbés vers la au moins une bobine (2), les plaques de charge (4, 5) délimitant au moins partiellement entre elles une forme parallélépipédique.
4. Chauffe-eau (8) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel au moins une plaque de charge (4, 5) présente une pluralité de trous traversant facilitant la circulation de l'eau au travers de ladite plaque de charge (4, 5).
5. Chauffe-eau (8) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel ladite au moins une charge (4, 5) comprend au moins un élément conducteur électrique mobile maintenu dans le

champ magnétique de la au moins une bobine.

6. Chauffe-eau (8) selon la revendication précédente, dans lequel ledit au moins un élément conducteur électrique mobile comprend au moins une bille mobile maintenue dans le champ magnétique de la au moins bobine par une cage.
7. Chauffe-eau (8) selon la revendication précédente, dans lequel la cage à billes est configurée pour permettre le brassage des billes.
8. Chauffe-eau (8) selon l'une des revendications précédentes, comprenant un matériau étanche à l'eau enveloppant ledit au moins un inducteur (2), et un matériau isolant électriquement enveloppant ledit au moins un inducteur (2), le matériau étanche à l'eau et le matériau isolant électriquement formant une même enveloppe, l'enveloppe étant une coque surmoulée autour dudit au moins un inducteur (2).
9. Chauffe-eau (8) selon l'une quelconque des revendications précédentes, comprenant un support (3) dudit au moins un inducteur (2) du module inductif agencé entre ledit au moins un inducteur et au moins une charge (4, 5).
10. Chauffe-eau (8) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel ladite au moins une charge (4, 5) est configurée pour se déformer lors de la chauffe ou est revêtue d'un composant alimentaire possédant des propriétés antiadhésives, de sorte à limiter le dépôt de tartre sur ladite au moins une charge (4, 5) lors de son chauffage.
11. Chauffe-eau (8) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel ladite au moins une charge (4, 5) est dans un matériau à un point de Curie inférieur à une température prédéterminée maximale pour l'eau du chauffe-eau (8) et de préférence inférieur à 100°C.
12. Chauffe-eau (8) selon l'une quelconque des revendications précédentes, comprenant une pluralité de canaux longitudinaux juxtaposés et connectés fluidiquement entre eux, au moins un des canaux longitudinaux recevant le module inductif du dispositif (1) de chauffage par induction.
13. Chauffe-eau (8) selon l'une quelconque des revendications précédentes, pour lequel le module inductif délimite entre l'inducteur (2) et ladite au moins une charge (4, 5) un passage d'eau, ledit inducteur (2) soumettant l'eau à un champ magnétique prévenant le dépôt de tartre sur ladite au moins une charge (4, 5).

## Patentansprüche

1. Warmwasserbereiter (8), der einen Heizkörper und eine Induktions-Heizvorrichtung umfasst, die einen Leistungsgenerator (7) und ein induktives Modul mit mindestens einem Induktor (2) und mindestens einer Ladung (4, 5) umfasst, wobei mindestens ein Induktor (2) so gestaltet ist, dass in mindestens einer Ladung (4, 5) ein induzierter Strom generiert wird, wobei mindestens ein Induktor (2) und mindestens eine Ladung (4, 5) in den Heizkörper hineinreichend angeordnet werden, so dass sie in das Wasser des Warmwasserbereiters eingetaucht werden können, und dadurch, dass er einen Zwischenraum zwischen mindestens einem Induktor (2) und mindestens einer Ladung (4, 5) aufweist, der so gestaltet ist, dass Wasser zwischen mindestens einem Induktor (2) und mindestens einer Ladung (4, 5) enthalten sein kann, und in welchem das induktive Modul als Induktor mindestens eine Spule (2) umfasst, und mindestens eine Ladung (4, 5) eine Ladeplatte (4, 5) umfasst, wobei die Symmetrieebene von mindestens einer Spule (2) und die Ebene der Ladeplatte (4, 5) im Wesentlichen parallel zueinander verlaufen, und in dem mindestens eine Spule (2) des induktiven Moduls abgeflacht ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens eine Spule (2) an jeder ihrer Seiten von einer Ladeplatte (4, 5) umgeben ist.
2. Warmwasserbereiter (8) nach dem vorhergehenden Anspruch, in welchem mindestens eine Spule (2) eine längliche Form aufweist.
3. Warmwasserbereiter (8) nach dem vorhergehenden Anspruch, in welchem jede Ladeplatte (4, 5) rechteckig ist und Längskanten aufweist, die mindestens zu einer Spule (2) hin gebogen sind, wobei die Ladeplatten (4, 5) untereinander mindestens teilweise einen Quader abgrenzen.
4. Warmwasserbereiter (8) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, in welchem mindestens eine Ladeplatte (4, 5) eine Vielzahl an Durchgangsbohrungen aufweist, die den Wasserumlauf durch besagte Ladeplatte (4, 5) erleichtern.
5. Warmwasserbereiter (8) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, in welchen mindestens eine Ladung (4, 5) mindestens ein elektrisch leitendes bewegliches Element umfasst, das im Magnetfeld von mindestens einer Spule gehalten wird.
6. Warmwasserbereiter (8) nach dem vorhergehenden Anspruch, in welchem mindestens ein elektrisch leitendes bewegliches Element mindestens eine bewegliche Kugel umfasst, die mittels eines Käfigs im Magnetfeld von mindestens einer Spule gehalten wird.
7. Warmwasserbereiter (8) nach dem vorhergehenden Anspruch, in welchem der Kugelkäfig so gestaltet ist, dass die Kugeln umgewälzt werden können.
8. Warmwasserbereiter (8) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, welcher ein wasserdichtes Material umfasst, das mindestens einen Induktor (2) umschließt, und ein elektrisch isolierendes Material, das mindestens einen Induktor (2) umschließt, wobei das wasserdichte Material und das elektrisch isolierende Material ein und dieselbe Hülle bilden, wobei die Hülle eine Schale ist, die auf mindestens einen Induktor (2) aufgeformt wird.
9. Warmwasserbereiter (8) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, welcher eine Halterung (3) für mindestens einen Induktor (2) des induktiven Moduls umfasst, die zwischen mindestens einem Induktor und mindestens einer Ladung (4, 5) angeordnet ist.
10. Warmwasserbereiter (8) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, in dem mindestens eine Ladung (4, 5) so gestaltet ist, dass sie sich beim Erhitzen verformt, oder mit einem lebensmittelechten Material mit Antihafteigenschaften beschichtet ist, sodass die Ablagerungen von Kalk während der Erhitzung auf dieser mindestens einen Ladung (4, 5) beschränkt werden.
11. Warmwasserbereiter (8) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, in welchem mindestens eine Ladung (4, 5) aus einem Material mit einem Curie-Punkt unter einer vorab festgelegten maximalen Temperatur für das Wasser des Warmwasserbereiters (8) und vorzugsweise unter 100 °C besteht.
12. Warmwasserbereiter (8) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, der eine Vielzahl an nebeneinanderliegenden, fluidisch untereinander verbundenen Längskanälen umfasst, wobei mindestens einer der Längskanäle das induktive Modul der Induktionsheizvorrichtung (1) aufnimmt.
13. Warmwasserbereiter (8) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem das induktive Modul zwischen dem Induktor (2) und mindestens einer Ladung (4, 5) einen Wasserdurchgang abgrenzt, wobei besagter Induktor (2) das Wasser einem Magnetfeld aussetzt, welches der Ablagerung von Kalk auf mindestens einer Ladung (4, 5) vorbeugt.

## Claims

1. Water heater (8) comprising a heating unit and an induction heating device, including a power generator (7) and an inductive module comprising at least

- one inductor (2) and at least one load (4, 5), wherein the at least one inductor (2) is configured in order to generate an induced current in the load (4, 5), the at least one inductor (2) and at least one load (4, 5) are arranged immersed in the heating unit so as to be capable of being immersed in the water of the water heater, and in that it features an intermediate space between the at least one inductor (2) and the at least one load (4, 5) configured to allow a presence of water between the at least one inductor (2) and the at least one load (4, 5), and in which the inductive module comprises as the inductor at least one coil (2) and said at least one load (4, 5) comprises a load plate (4, 5), wherein the symmetry plane of the at least one coil (2) and the plane of the load plate (4, 5) are substantially parallel and in which the at least one coil (2) of the inductive module is flattened, **characterised in that** the at least one coil (2) is surrounded on each of its faces by a load plate (4, 5).
2. Water heater (8) according to the preceding claim, wherein the at least one coil (2) is oblong in shape.
  3. Water heater (8) according to the preceding claim, wherein each load plate (4, 5) is rectangular and features longitudinal edges curved towards the at least one coil (2), wherein the load plates (4, 5) mutually delimit at least partially a parallelepiped shape.
  4. Water heater (8) according to any one of the preceding claims, wherein at least one load plate (4, 5) features a plurality of through holes facilitating water circulation through said load plate (4, 5).
  5. Water heater (8) according to any one of the preceding claims, wherein said at least one load (4, 5) comprises at least one mobile electrically conductive element maintained in the magnetic field of the at least one coil.
  6. Water heater (8) according to the preceding claim, wherein said at least one mobile electrically conductive element comprises at least one mobile ball maintained in the magnetic field of the at least one coil by a cage.
  7. Water heater (8) according to the preceding claim, wherein the ball cage is configured to allow stirring of the balls.
  8. Water heater (8) according to any of the preceding claims, comprising a watertight material wrapping said at least one inductor (2) and an electrically insulating material wrapping said at least once inductor (2), wherein the watertight material and the electrically insulating material form a same enclosure, with the enclosure being a shell overmoulded around said at least one inductor (2).
  9. Water heater (8) according to any one of the preceding claims, comprising a support (3) of said at least one inductor (2) of the inductive module arranged between said at least one inductor and at least one load (4, 5).
  10. Water heater (8) according to any one of the preceding claims, wherein said at least one load (4, 5) is configured to undergo deformation during heating or is coated with a food-grade component having anti-adhesive properties, so as to limit limescale deposition on said at least one load (4, 5) when it is heated.
  11. Water heater (8) according to any one of the preceding claims, wherein said at least one load (4, 5) is made of a material with a Curie point less than a maximum predetermined temperature for the water in the water heater (8) and preferably less than 100°C.
  12. Water heater (8) according to any one of the preceding claims, comprising a plurality of longitudinal channels juxtaposed and fluidly connected to each other, wherein at least one of the longitudinal channels receives the inductive module of the induction heating device (1).
  13. Water heater (8) according to any one of the preceding claims, for which the inductive module delimits a water passage between the inductor (2) and said at least one load (4, 5), wherein said inductor (2) subjects the water to a magnetic field preventing limescale deposition on said at least one load (4, 5).

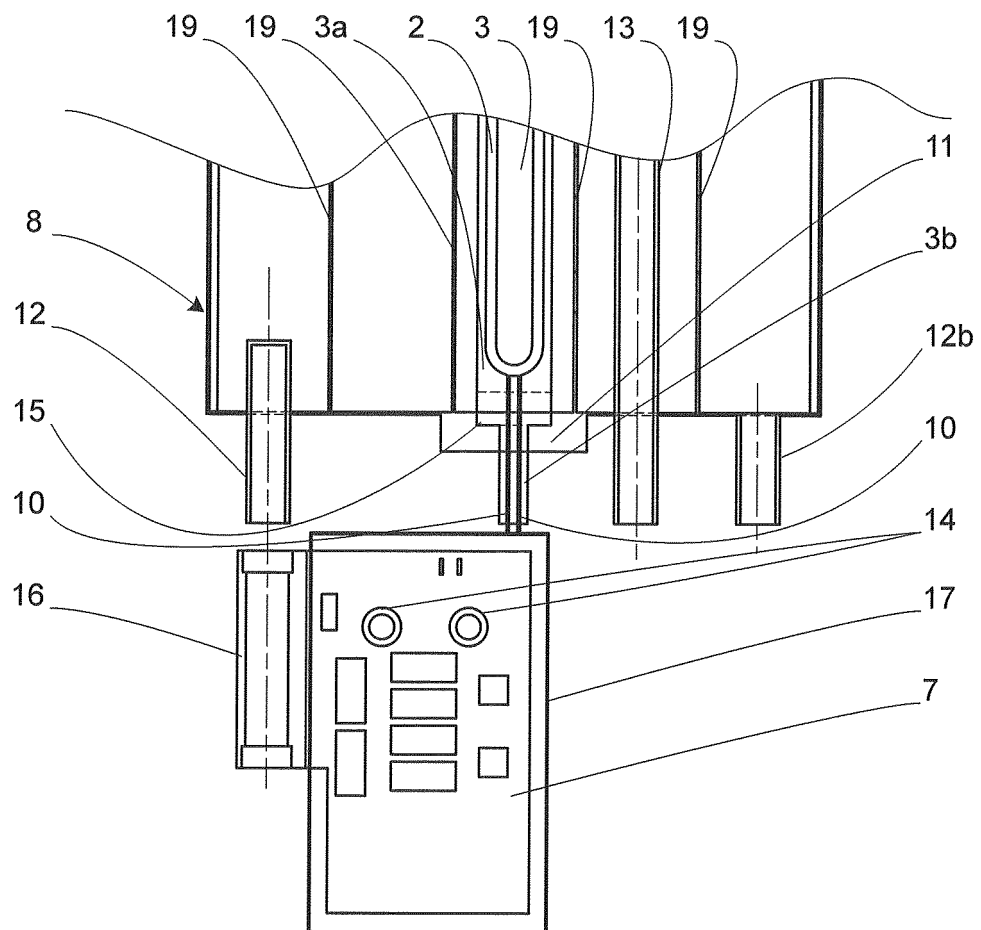


**FIG. 1**

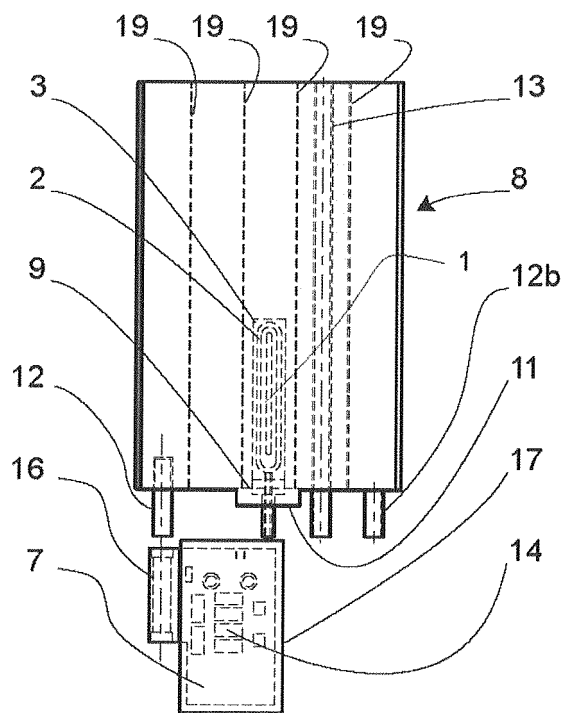


**FIG. 2**

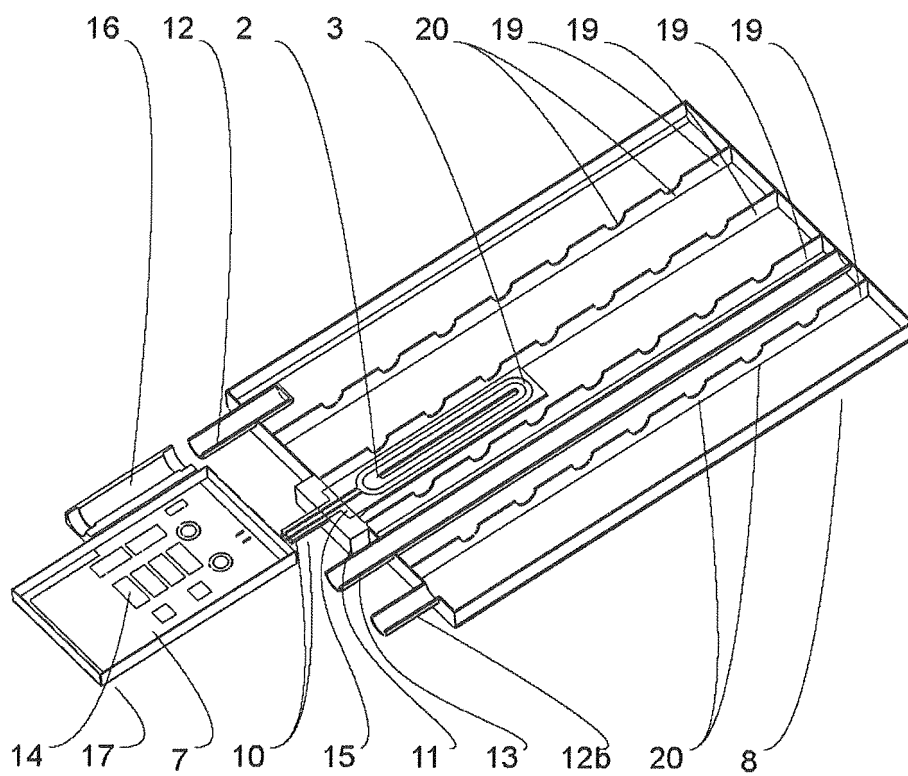


**FIG. 3**

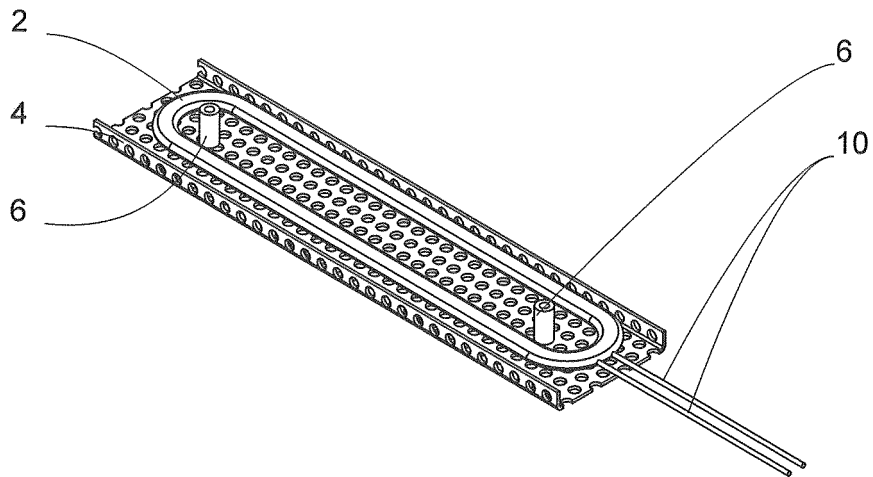


**FIG. 4**

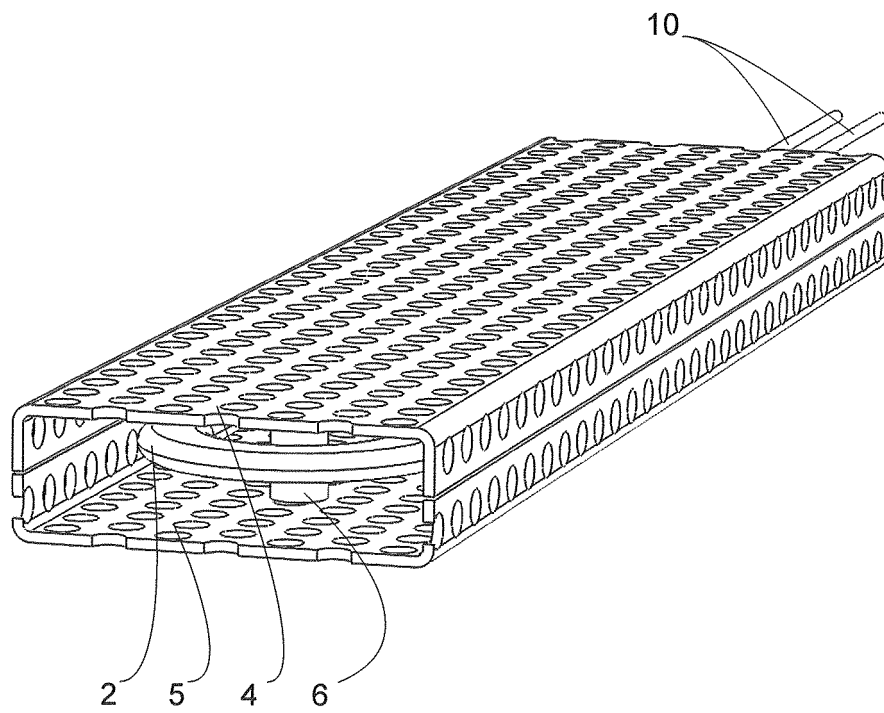


**FIG. 5**

**RÉFÉRENCES CITÉES DANS LA DESCRIPTION**

*Cette liste de références citées par le demandeur vise uniquement à aider le lecteur et ne fait pas partie du document de brevet européen. Même si le plus grand soin a été accordé à sa conception, des erreurs ou des omissions ne peuvent être exclues et l'OEB décline toute responsabilité à cet égard.*

**Documents brevets cités dans la description**

- US 3936625 A1 [0012]
- EP 2420755 A2 [0013]