



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 1 422 972 A1

(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(43) Date de publication:
26.05.2004 Bulletin 2004/22

(51) Int Cl.7: **H05B 3/48**

(21) Numéro de dépôt: **03356160.6**

(22) Date de dépôt: **20.10.2003**

(84) Etats contractants désignés:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HU IE IT LI LU MC NL PT RO SE SI SK TR**
Etats d'extension désignés:
AL LT LV MK

(72) Inventeurs:
• **Galliou, Henri**
88370 Plombières les Bains (FR)
• **Moine, Olivier**
73100 Aix les Bains (FR)

(30) Priorité: **23.10.2002 FR 0213251**

(74) Mandataire: **Kiehl, Hubert et al**
SEB Développement,
Les 4 M-Chemin du Petit Bois,
B.P. 172
69134 Ecully Cedex (FR)

(71) Demandeur: **SEB S.A.**
69130 Ecully (FR)

(54) **Elément chauffant blindé à effet CTP**

(57) L'invention concerne un élément chauffant (2) pour appareil électrique de chauffage d'aliments ou de cuisson d'aliments, comportant une enveloppe tubulaire métallique (6) à l'intérieur de laquelle est logé un fil résistif (4) entouré d'isolant (5), les deux éléments principaux constituant ledit fil (4) étant le nickel et le fer, ledit fil présentant un coefficient de température α supérieur à 1500 ppm/°C et de préférence supérieur à 3000 ppm/°C, caractérisé en ce que le fil est bobiné en une spirale dont le diamètre extérieur est supérieur à 0,7 fois le diamètre intérieur de l'enveloppe tubulaire. L'invention con-

cerne également un appareil électrique de chauffage d'aliments ou de cuisson d'aliments comportant au moins une plaque de chauffe (80) desdits aliments, ladite plaque étant en liaison avec un élément chauffant (2), comportant une enveloppe tubulaire métallique (6) à l'intérieur de laquelle est logé un fil résistif (4) entouré d'isolant (5), caractérisé en ce que les deux éléments principaux constituant ledit fil (4) sont le nickel et le fer, et en ce que le fil présente un coefficient de température α supérieur à 1500 ppm/°C et de préférence supérieur à 3000 ppm/°C.

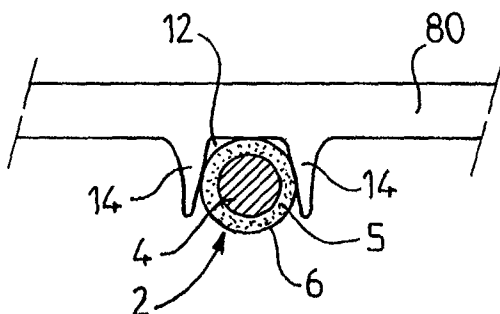


FIG. 3

EP 1 422 972 A1

Description

[0001] La présente invention concerne le domaine des éléments chauffants de type blindés où un fil résistif est logé, en spirale, dans un tube métallique en étant entouré d'un isolant tel la magnésie. La présente invention est notamment relative à de tels éléments présentant des caractéristiques électriques particulières.

[0002] Il est connu, dans les appareils de type chauffe-eau, l'utilisation d'éléments chauffants résistifs dont la valeur de résistance présente un coefficient thermique significatif, c'est à dire présentant une augmentation importante de la valeur de la résistance lorsque la température s'élève. Cette caractéristique est plus connue sous la dénomination d'effet CTP (pour coefficient de température positif).

[0003] Cette caractéristique est exprimée par la formule :

$$\rho = \rho_0[1 + \alpha(T - 25)]$$

où ρ_0 est la résistivité du fil à 25 °C, ρ la résistivité du fil à la température T exprimée en °C, et α le coefficient de température.

[0004] Cette propriété entraîne une diminution de la puissance de ces éléments, puisque la puissance P est donnée par la formule : $P = V^2/R$, où V est la tension d'alimentation et R la résistance de l'élément chauffant liée directement à sa valeur de résistivité.

[0005] Ces éléments chauffants sont toutefois utilisés en "tout ou rien", c'est à dire en tant que sécurité thermique évitant tout dysfonctionnement. La variation de résistance est de l'ordre de 25% entre 20°C et 800°C environ, ce qui permet de générer des chutes de puissances de 25%, suffisantes pour les tests normatifs.

[0006] Par ailleurs, les fils de chauffe couramment utilisés dans des éléments chauffants pour appareils électroménagers de cuisson domestique, dont la température maximale des plaques de chauffe est de l'ordre de 300°C, présentent une variation de l'ordre de 10%, pour des fils de type Ni-Cr, ou Ni-Cr-Al.

[0007] L'effet CTP n'a donc que peu d'incidence sur le fonctionnement de l'appareil. Il semble pourtant intéressant d'essayer de tirer un meilleur parti de cet effet, à des fins de protection et/ou de régulation de tels appareils.

[0008] On connaît par ailleurs, par le document US 2,767,288, un élément chauffant dont le fil de chauffe présente un coefficient de température au moins égal à 0,003, l'élément chauffant présentant une amélioration des transferts thermiques au niveau de l'élément chauffant, par un double tube, le tube intérieur présentant une forte conductivité thermique, tel le cuivre, le tube extérieur étant résistant à la corrosion.

[0009] Si certes, un tel élément chauffant permet une limitation automatique de la puissance lorsque la température s'élève, son utilisation est limitée à une plage de température importante et pour un chauffage à distance des produits, ou en contact selon certains points avec l'objet à chauffer.

[0010] Une telle réalisation de l'élément chauffant reste toutefois onéreuse, par les matériaux utilisés pour les deux tubes. De plus, un tel dispositif présente le désavantage d'un faible contact entre l'élément chauffant et l'élément à chauffer.

[0011] La présente invention vise à remédier aux inconvénients sus-mentionnés. Elle est notamment atteinte à l'aide d'un élément chauffant pour appareil électrique de chauffage d'aliments ou de cuisson d'aliments, comportant une enveloppe tubulaire métallique à l'intérieur de laquelle est logé un fil résistif entouré d'isolant, les deux éléments principaux constituant ledit fil étant le nickel et le fer, ledit fil présentant un coefficient de température α supérieur à 1500 ppm/°C et de préférence supérieur à 3000 ppm/°C, caractérisé en ce que le fil est bobiné en une spirale dont le diamètre extérieur est supérieur à 0,7 fois le diamètre intérieur de l'enveloppe tubulaire.

[0012] L'un des objets de la présente invention vise donc à la réalisation d'éléments chauffants présentant un effet CTP très important, avec une valeur de résistivité à chaud (par exemple 300°C) pouvant atteindre plusieurs fois la valeur initiale à température ambiante. Par un tel effet, en alimentant électriquement de tels éléments chauffants, au fur et à mesure de leur échauffement, leur résistance va croître et par conséquent leur puissance décroître, jusqu'à une stabilisation à une certaine température qui dépend, en première approximation, de l'importance de l'effet CTP ainsi que des conditions de transfert thermique.

[0013] Par l'utilisation de fils présentant de telles valeurs du coefficient de température α , il peut être envisagé d'obtenir une température de stabilisation de l'élément chauffant sensiblement identique à celle obtenue à l'aide d'un dispositif spécifique de régulation comportant par exemple une sonde de température associée à des moyens d'arrêt de l'alimentation électrique de l'élément chauffant.

[0014] Cependant, une des conséquences de l'utilisation de fils présentant un fort coefficient de température α est leur faible résistivité initiale (à température ambiante). Or une plus faible valeur de résistivité oblige, soit à augmenter la longueur du fil chauffant, soit à diminuer la section du fil afin de retrouver la valeur adéquate de la résistance R_0 du fil à température ambiante qui conditionne la valeur R à une température donnée, via le coefficient de température α . En effet, la formule liant la résistance à la résistivité est donnée par :

$$R = \rho \frac{l}{s} \text{ s}$$

où R est la résistance, ρ la résistivité du fil, l la longueur du fil et s sa section. On peut donc, pour augmenter la valeur de résistance, soit augmenter la longueur du fil, soit diminuer sa section.

[0015] Une des contraintes liée à l'augmentation de la longueur du fil concerne l'augmentation de l'enveloppe tubulaire, qui augmente le prix de revient et peut générer une augmentation de la taille des plaques de chauffe et donc de l'appareil, engendrant des surcoûts excessifs.

[0016] Il faut donc essayer, dans la mesure du possible, de loger une plus grande longueur de fil dans un volume donné d'enveloppe tubulaire.

[0017] Un des moyens de résoudre ce problème consiste à bobiner le fil en une spirale dont le diamètre extérieur est supérieur à 0,7 fois le diamètre intérieur de l'enveloppe tubulaire. Il est en effet habituellement courant de bobiner le fil en spirale à l'intérieur de l'enveloppe tubulaire, mais le diamètre extérieur du bobinage n'excède pas 60% du diamètre intérieur de l'enveloppe tubulaire. Il conviendra toutefois de garder une distance minimale de 0,8 mm à 1 mm entre le fil et l'enveloppe tubulaire.

[0018] Une augmentation relative de ce diamètre par rapport au diamètre intérieur de l'enveloppe tubulaire permet donc d'augmenter la longueur totale du fil pour un même encombrement de l'enveloppe tubulaire.

[0019] Par ailleurs, on diminue de fait l'épaisseur de l'enrobage de l'isolant, ce qui permet d'augmenter le transfert thermique entre le fil résistif et l'enveloppe tubulaire.

[0020] D'autres techniques peuvent être utilisées pour loger une plus grande longueur de fil dans un tube et limiter ainsi l'augmentation de l'encombrement de l'élément chauffant : bobinage plus serré, spires concentriques, coaxiales, double spirale,....

[0021] Selon une caractéristique particulière de l'invention, la proportion de nickel dans la constitution du fil est supérieure à 40 %. Cette valeur permet d'obtenir des fils présentant des coefficients de température α élevés.

[0022] Un autre but de la présente invention vise à la réalisation d'un appareil électrique de chauffage d'aliments ou de cuisson d'aliments, comportant au moins une plaque de chauffe desdits aliments, ladite plaque étant en liaison avec un élément chauffant comportant une enveloppe tubulaire métallique à l'intérieur de laquelle est logé un fil résistif entouré d'isolant, caractérisé en ce que les deux éléments principaux constituant ledit fil sont le nickel et le fer, et en ce que le fil présente un coefficient de température α supérieur à 1500 ppm/°C et de préférence supérieur à 3000 ppm/°C.

[0023] La plage de température étant relativement faible, de l'ordre de 300°C, puisque les appareils concernés sont des appareils de cuisson d'aliments, on cherchera à ce que le fil résistif présente un fort coefficient de température, tout en veillant à ce que la mise en oeuvre d'un élément chauffant comportant un tel fil n'entraîne pas une augmentation considérable du coût d'un tel élément, et soit compatible avec la réalisation pratique dudit appareil électroménager.

[0024] La réalisation d'une plaque de chauffe est toutefois conditionnée par les échanges thermiques entre l'élément chauffant et ladite plaque. Ceci est d'autant plus important que la température d'équilibre est dépendante de la charge de la plaque de chauffe, c'est à dire du produit mis à cuire. La plaque de chauffe doit donc être en contact intime avec l'élément chauffant pour que l'effet CTP joue son plein rôle.

[0025] Avantagusement, l'élément chauffant est conforme à l'une des caractéristiques précédemment énoncées.

[0026] Avantagusement, la résistance du fil est ajustée pour que l'échauffement généré par l'alimentation électrique de l'élément chauffant provoque une augmentation de la résistance du fil jusqu'à une valeur d'équilibre correspondant à une température de la plaque de chauffe qui est la température de fonctionnement de ladite plaque de chauffe pour le chauffage d'aliments ou la cuisson d'aliments au sein d'appareils de cuisson de type croque-monsieur, gaufriers, grille-viande,... Cette température est habituellement réglée, dans les appareils courants, par un thermostat comportant une sonde de température associée à des moyens d'arrêt de l'alimentation de l'élément chauffant.

[0027] La présente invention vise donc plus particulièrement la suppression du thermostat pour la régulation des éléments chauffants équipant certains appareils de cuisson électrique, en assurant la régulation des éléments chauffants sans dispositif spécifique.

[0028] L'effet CTP doit être important car, s'agissant de régulation d'appareils de cuisson d'aliments, la différence de température est bien moins élevée que dans le cas des dysfonctionnements de chauffe-eau.

[0029] Par cette caractéristique, lorsque l'élément chauffant est alimenté, il échauffe les plaques de chauffe, ce qui entraîne une augmentation de sa résistance. Il s'échauffe donc de moins en moins au fur et à mesure que sa température s'élève. On obtient donc assez rapidement un équilibre thermique. En déterminant soigneusement la résistance du fil, on peut ajuster la température d'équilibre thermique du fil, et donc de la plaque de chauffe. Autrement dit, un tel appareil ne nécessite plus de régulation thermique de la plaque de chauffe, cette dernière s'auto-régulant par l'effet CTP du fil constituant l'âme de l'élément chauffant.

[0030] Cependant, il faut trouver un compromis entre la valeur de l'effet CTP et la valeur de la résistivité initiale du fil car, tel que déjà mentionné précédemment, plus l'effet CTP est important, plus la résistivité diminue.

[0031] Selon une autre présentation des caractéristiques d'un appareil électrique selon la présente invention, la puissance de l'élément chauffant à la température requise de la plaque pour le chauffage ou la cuisson des aliments est comprise entre 0,4 et 0,7 fois la puissance de l'élément chauffant à température ambiante, sous une même tension d'alimentation dudit élément chauffant.

[0032] Selon la présente invention, la variation de puissance est uniquement due à la variation thermique de la résistance du fil résultant de la valeur du coefficient de température α .

[0033] Avantageusement, l'appareil électrique de chauffage d'aliments ou de cuisson d'aliments selon la présente invention comporte des moyens favorisant l'échange thermique entre l'élément chauffant et la plaque de chauffe.

[0034] En effet, le but étant la réalisation d'un appareil électroménager, le fil, même s'il est au coeur du problème, ne constitue pas le seul paramètre sur lequel il convient d'être attentif pour que, globalement, on obtienne cet effet d'auto-régulation thermique de l'appareil.

[0035] En effet, lorsqu'un appareil comportant des plaques de chauffe, de type croque-monsieur ou gaufrier, est alimenté, la puissance est importante au début d'utilisation de l'appareil jusqu'à la stabilisation à vide des plaques. Ensuite, lorsque les aliments sont disposés, la plaque descend en température. Tout le fonctionnement du dispositif réside alors dans cette baisse de température et la reprise de puissance qui doit s'en suivre, sur une plage étroite de température (environ 50°C).

[0036] Cette remontée ou reprise de puissance est nécessaire pour que la cuisson se réalise correctement. Cette augmentation ou reprise de puissance est un paramètre important qui est fonction de la nuance du fil mais également, pour résumer, des échanges thermiques entre le fil et la plaque de chauffe puisque cette reprise de puissance ne peut avoir lieu que si l'information de la baisse de température des plaques parvient jusqu'au fil chauffant.

[0037] Un des moyens pour favoriser l'échange thermique consiste à ménager, dans la plaque de chauffe, une gorge de logement de l'élément chauffant, ce qui permet une liaison plus intime entre l'élément chauffant et la plaque de chauffe.

[0038] Avantageusement, la gorge entoure l'élément chauffant sur au moins un demi-périmètre de l'enveloppe tubulaire dudit élément chauffant.

[0039] Selon une variante de réalisation du logement de l'élément dans la gorge de la plaque de chauffe, l'élément chauffant subit une étape de compression dans la gorge afin d'augmenter la surface de contact entre ledit élément et ladite gorge.

[0040] Il est possible d'améliorer les échanges thermiques entre l'élément chauffant et la plaque de chauffe en modifiant les caractéristiques d'émissivité de l'élément chauffant, les parties de l'élément chauffant en contact avec la plaque de chauffe présentant une émissivité de surface supérieure aux parties qui ne sont pas en contact avec la plaque de chauffe. Le rayonnement sur la partie arrière de l'élément chauffant est ainsi réduit.

[0041] Une méthode complémentaire pour augmenter le transfert thermique de l'élément chauffant vers la plaque de chauffe est de recouvrir les parties qui ne sont pas en contact avec la plaque de chauffe d'une plaque de diffusion en un matériau bon conducteur thermique, tel l'aluminium ou le cuivre. De préférence, cette plaque de diffusion est également en contact avec la plaque de chauffe en s'étendant sur une surface significative, par exemple de l'ordre de 30 % de la surface de la plaque de chauffe.

[0042] Un autre moyen de favoriser le transfert d'énergie de l'élément chauffant vers la plaque de chauffe est d'excentrer le fil résistif, à l'intérieur de l'enveloppe tubulaire, en direction de la plaque de chauffe.

[0043] Ainsi, par l'amélioration des échanges thermiques entre l'élément chauffant et la plaque de chauffe, ledit élément chauffant détecte toute variation de température des plaques, entraînant automatiquement une modification de sa puissance.

[0044] Ce principe d'auto régulation génère d'autres avantages :

- une meilleure réactivité, par la diminution de la charge du fil à haute température,
- un meilleur vieillissement des éléments en diminuant le nombre de coupures par rapport à une régulation "classique" qui sollicite par ailleurs les zones de soudures,
- la suppression éventuelle du fusible.

[0045] D'autres avantages issus des essais apparaîtront à la lecture de la description qui va suivre, en relation avec un exemple non limitatif de réalisation de la présente invention, en référence aux figures annexées, parmi lesquelles :

- la figure 1 présente une loi de comportement de la puissance et de la température d'une plaque de chauffe selon la présente invention, équipant un appareil électrique de type croque-monsieur ou gaufrier,
- les figures 2 à 6 présentent des agencements particuliers entre un élément chauffant et une plaque de chauffe.

[0046] L'exemple illustrant la présente invention est un appareil de cuisson de type croque-monsieur, ou gaufrier, comportant des éléments chauffants à base de fils présentant un fort effet CTP.

[0047] Comme indiqué dans l'introduction de la présente demande, l'obtention d'un effet CTP important est liée essentiellement au choix du matériau constituant le fil résistif, et notamment son coefficient de température. Parmi les nombreuses références disponibles de fils, la sélection selon l'invention s'est portée sur des fils présentant un coefficient de température α compris entre 0,0015 et 0,0050, ce qui correspond à une augmentation relative de résistivité de 1500 à 5000 ppm/°C. Autrement dit, une augmentation de température de 300 °C entraîne une augmentation de résistivité, et donc de résistance du fil chauffant, d'un facteur compris entre 1,4 et 2,4, ce qui induit, à cette température, une chute de puissance du même rapport.

[0048] Une valeur plus faible que 0,0015 n'aurait pas donné un effet CTP suffisamment important, et une valeur plus forte que 0,005 entraîne des problèmes de faisabilité de l'élément chauffant et/ou de l'appareil de cuisson.

[0049] En effet, une telle variation du coefficient de température entraîne des valeurs de résistivité faibles, de l'ordre de 0,2 Ω .mm au lieu de 1 Ω .mm pour des fils traditionnels. Les deux paramètres sur lesquels il est possible de jouer pour retrouver la valeur nominale sont la longueur du fil (à augmenter) et/ou la section (à diminuer).

[0050] Toutefois, il faut garder à l'esprit qu'une augmentation de la longueur du fil entraîne une augmentation de la surface d'échange, ce qui peut conduire à "sortir" de la courbe typique de charge du fil.

[0051] Par ailleurs, des diamètres de fil de 0,18 mm, voire 0,14 mm ont ainsi été utilisés (habituellement 0,25 à 0,30 mm).

[0052] Deux courbes typiques de chauffe sont illustrées figure 1. Une première courbe, en pointillés, montre la variation de puissance des éléments chauffants depuis la mise en route de l'appareil. La seconde, en trait plein, montre la variation de la température des plaques de chauffe.

[0053] Ainsi, dès que les éléments chauffants sont alimentés, une puissance importante, notée P_f (pour puissance à froid) est générée, puissance nécessaire à la montée en température des plaques. Ces dernières s'échauffant, l'effet CTP entraîne une diminution de puissance jusqu'à l'équilibre thermique des plaques. La puissance ainsi générée est appelée P_c (pour puissance à chaud). Une première donnée à prendre en considération est donc cette différence de puissance ($P_f - P_c$)/ P_f , notée ΔP (en %), puisque la température attendue des plaques en fonctionnement est déterminée par la puissance d'équilibre P_c , cette dernière dépendant de P_f par le coefficient de température α .

[0054] On obtient donc ici un précieux renseignement sur la valeur du coefficient de température. Il faut toutefois noter que, bien que la "réaction" effective du fil composant l'élément chauffant puisse être anticipée par calcul et simulation, l'expérience est ici nécessaire pour obtenir ce renseignement, puisque l'équilibre atteint dépend également des échanges thermiques sur lesquels il est possible d'intervenir. La tension d'alimentation des éléments chauffants peut également être modifiée pour ajuster la température d'équilibre des plaques lorsque la puissance à l'équilibre est un peu trop forte.

[0055] Des essais ont donc été menés en faisant varier la valeur ohmique à froid des différents éléments chauffants, pour déterminer quelle valeur à froid est nécessaire pour obtenir une puissance donnée en régime de stabilisation vers 300 °C.

[0056] Il est important de noter que de tels essais sont rendus difficiles par la réalisation même de l'élément chauffant dont l'encombrement ne doit pas augmenter considérablement, l'élément chauffant devant comporter un fil résistif de coefficient de température α tel que précédemment défini et présenter une résistance R permettant d'obtenir une puissance déterminée à une température donnée, avec les contraintes telles que précédemment mentionnées.

[0057] De tels essais sont illustrés par le tableau suivant présentant, à partir de différentes puissances à froid, l'évolution desdites puissances en fonction de la température, les éléments chauffants étant constitués d'un tube acier à l'intérieur duquel est logé un fil dont le coefficient de température est de 3600 ppm/°C. Les différentes puissances nominales sont obtenues en modifiant la longueur du fil, essentiellement en jouant sur le pas de bobinage dudit fil dans le tube.

[0058] Le tableau indique également la variation de puissance entre 160 °C et 210 °C, ces deux températures étant estimées comme, d'une part la température de la plaque lorsqu'elle reçoit des aliments à cuire ou à chauffer (160 °C), et d'autre part la température de ladite plaque au cours de la cuisson ou du chauffage (210 °C).

Puissance à 25°C	Puissance à 160°C	Puissance à 210°C	Puissance à 300°C	ΔP 25°C/ 300°C	ΔP 160°C/ 210°C
1318 W	708 W	670 W	625 W	52,6 %	5,4 %
1128 W	605 W	570 W	524 W	53,5 %	5,8 %
977 W	540 W	506 W	461 W	52,8 %	6,3 %
893 W	470 W	440 W	400 W	55,2 %	6,4 %
796 W	430 W	402 W	367 W	53,9 %	6,5 %
754 W	401 W	373 W	335 W	55,6 %	7,0 %

[0059] Dans les mêmes conditions, en utilisant des tubes en aluminium, les résultats suivants sont obtenus :

Puissance à 25°C	Puissance à 160°C	Puissance à 210°C	Puissance à 300°C	ΔP 25°C/ 300°C	ΔP 160°C/ 210°C
1060 W	700 W	630 W	542 W	48,9 %	10,0 %
890 W	580 W	520 W	445 W	50,0 %	10,3 %
802 W	500 W	448 W	383 W	52,2 %	10,4 %
700 W	450 W	400 W	335 W	52,1 %	11,1 %
646 W	400 W	356 W	298 W	53,9%	11,0 %
552 W	355 W	315 W	265 W	52,0 %	11,3%

[0060] Les résultats montrent, pour les tubes acier comme pour les tubes aluminium, une valeur relativement stable de ΔP quelle que soit la puissance de départ, avec des valeurs légèrement plus fortes pour l'acier que pour l'aluminium. Par contre, l'aluminium présente une plus forte variation de puissance entre 160 °C et 210 °C, liée à un meilleur transfert thermique dans l'aluminium que dans l'acier.

[0061] En se référant à nouveau à la figure 1, à l'instant t_A , des aliments sont disposés sur la plaque, ce qui entraîne une baisse sensible de la température de la plaque. Cette information est relayée par transfert thermique jusqu'au fil de chauffe qui réagit ainsi par diminution de sa résistance, ce qui provoque une remontée ou reprise de puissance, notée ΔP_c .

[0062] Cette reprise de puissance conditionne la qualité de la cuisson, une reprise de puissance trop faible entraînant peu ou pas de grillage du produit et/ou un temps de cuisson plus important.

[0063] Ainsi, la valeur de la reprise de puissance ΔP_c est fonction :

- de la nuance du fil,
- de la qualité de l'isolant pulvérulent, tel la magnésie et des deux interfaces fil/isolant et isolant/tube métallique,
- des échanges thermiques entre le tube métallique et la plaque de chauffe.

[0064] On peut ainsi estimer que le fil utilisé est pour 60 à 70 % de l'effet d'auto-régulation et de qualité de grillage, les transferts thermiques jouant pour 30 à 40 %.

[0065] Selon un exemple pratique de mise en oeuvre de l'invention, l'appareil illustrant la présente invention est un appareil permettant la réalisation de croque-monsieur ou de gaufres, selon la forme des plaques de chauffe utilisées. Sa puissance au démarrage est comprise entre 500 et 600 W, alors que sa puissance, lorsque les plaques sont suffisamment chaudes, n'est que de 250 à 300 W.

[0066] Comme il a déjà été mentionné précédemment, il est nécessaire d'utiliser un fil à effet CTP important. Cependant, il est également important d'avoir une bonne conduction thermique entre les plaques de chauffe et l'élément chauffant. En d'autres termes, il est nécessaire d'augmenter et d'améliorer les échanges thermiques par rapport aux produits comportant un régulateur. Pour ces derniers en effet, une sonde de température est souvent liée directement à la plaque de cuisson. Des essais sur de tels produits avec les fils envisagés montrent que l'échange thermique peut être amélioré afin d'augmenter la sensibilité du fil à la variation de température des plaques de chauffe.

[0067] Le fil étant logé dans un tube rempli d'isolant, lui-même en liaison avec une plaque de diffusion, reliée à la plaque de chauffe recevant le produit à cuire, divers paramètres influençant le transfert thermique entre le fil résistif et l'aliment mis à cuire peuvent être modifiés, conjointement à l'utilisation de différents fils résistifs présentant différentes valeurs de coefficient de température.

[0068] Bien entendu, des essais préliminaires ont eu lieu, pour chaque nuance de fil, et tel que précisé précédemment, afin de déterminer la résistance initiale de l'élément chauffant pour obtenir la stabilisation à la température de cuisson adéquate.

[0069] D'autres essais ont ainsi été effectués en essayant d'améliorer le transfert thermique afin que l'élément chauffant soit sensible à la variation de charge de la plaque de chauffe, et puisse réagir rapidement. Certains essais ont été réalisés en utilisant des éléments chauffants constitués de tubes en aluminium ou en cuivre plutôt qu'en acier ou en inox. D'autres essais ont concerné l'amélioration des échanges thermiques entre l'élément chauffant et la plaque de chauffe, soit par la présence, dans la plaque de cuisson, de gorges de logement de l'élément chauffant, soit par la qualité de l'isolant entourant le fil dans le tube, soit par l'adaptation des propriétés de surface du tube, ces différentes améliorations pouvant être combinées pour un effet plus significatif.

[0070] Le tableau présente différents essais menés. Dans la colonne contact avec plaque, l'indication "N" correspond à un contact tel qu'il est habituellement réalisé, alors que l'indication "A" correspond à une amélioration du contact

entre l'élément chauffant et la plaque de chauffe, par la réalisation d'une gorge de logement dudit élément chauffant qui a un rôle important dans le transfert thermique.

	Coefficient de température du fil (ppm/°C)	Type de tube	Contact avec plaque	ΔP (%)	ΔP_c (%)
5	1350	acier	N	30 %	8 %
	1350	acier	A	30 %	11 %
	3600	acier	N	55 %	19 %
10	3600	acier	A	55 %	29 %
	3600	aluminium	A	52 %	40 %
	4500	acier	N	66 %	25 %
	4500	acier	A	59 %	41 %
15	4500	aluminium	A	59 %	47 %

[0071] Les essais menés montrent qu'à partir d'un fil dont le coefficient de température est de 1350 ppm/°C, la variation de puissance, comme la reprise de puissance présentent des valeurs significatives, respectivement de 30 % et de 11 % dans le meilleur des cas. L'effet qui s'en suit sur le principe d'auto-régulation et de cuisson d'aliments peut ainsi être envisagé.

[0072] En choisissant des valeurs plus élevées du coefficient de température, on permet de choisir une puissance à froid plus élevée, ce qui réduit la mise en chauffe des plaques de chauffe. Par ailleurs, la reprise de puissance est plus élevée, ce qui améliore la qualité de cuisson des aliments.

[0073] Par ailleurs, il est apparu, lors des essais menés, et d'une manière inattendue, les avantages complémentaires suivants par rapport à une régulation "classique" :

- un dépassement limité de la température dite de "régulation", notamment une diminution, voire suppression du phénomène "d'overshoot" lié au premier pic de température lors de la régulation,
- une valeur de régulation qui peut donc être montée de 10 à 30°C,
- une diminution du différentiel de température lors de la régulation (écart entre la température minimale et maximale autour de la valeur de régulation)
- pas d'augmentation de puissance en cas de survolage,

[0074] L'amélioration des échanges thermiques et la diminution de l'inertie thermique entre l'élément chauffant et la plaque peut être obtenue par la qualité du tube de l'élément chauffant, réalisé par exemple en un matériau présentant une très bonne conduction thermique, tel l'aluminium, conjointement avec une liaison intime entre l'élément chauffant et la plaque de chauffe.

[0075] Tel qu'il est couramment utilisé, en référence à la figure 2, l'élément chauffant 2 comporte un fil résistif 4 centré dans une enveloppe tubulaire 6 entourée d'isolant 5. Cet isolant est préférentiellement un isolant minéral, par exemple un oxyde tel la magnésie, l'alumine ou la zircone. Le nitrure de bore peut également être utilisé.

[0076] L'élément chauffant 2 est lié à une plaque de chauffe 8 par un cordon de brasure 10. La surface d'échange entre l'élément chauffant et la plaque de chauffe est relativement faible.

[0077] Les figures 3 à 6 présentent différentes configurations améliorant le transfert thermique entre l'élément chauffant et la plaque de chauffe.

[0078] Ainsi figure 3, une gorge 12 de réception de l'élément chauffant est ménagée dans la plaque de chauffe 80, ladite gorge étant délimitée par des flancs 14. La gorge peut affleurer la surface, tel que représenté sur la figure 3, ou bien être située plus à l'intérieur de la plaque de chauffe, tel que présenté figure 4, diminuant ainsi la distance d entre l'élément chauffant et la surface active 81 de la plaque de chauffe 82. Un bobinage selon un diamètre plus important du fil 4 est également présenté figure 3, cette opération permettant de loger une longueur plus importante de fil dans une même enveloppe tubulaire.

[0079] Sur la figure 4, l'élément chauffant 20 est conformé à la forme de la gorge, par exemple par pressage, ce qui permet d'augmenter davantage la surface de contact entre l'élément chauffant et la plaque de chauffe.

[0080] Conjointement à la conformation du fil à la forme de la gorge, le fil résistif 40 est présenté excentré dans l'enveloppe de l'élément chauffant en direction de la plaque de chauffe 82. Cette configuration, indépendante de la conformation du fil à la forme de la gorge, permet de localiser le chauffage principalement au niveau de la plaque de chauffe, limitant ainsi le rayonnement à l'opposé de la plaque de chauffe.

[0081] Dans ce même but, il peut être prévu un traitement de surface particulier de l'élément chauffant afin qu'il

présente une émissivité élevée sur la surface en contact avec la plaque de chauffe et une émissivité faible ailleurs.

[0082] Il peut également être prévu, tel que présenté figure 5, un surmoulage de l'élément chauffant 2 par une plaque de diffusion 84, l'élément chauffant 2 étant disposé sur la plaque de chauffe 86, cette dernière disposant, ou non, d'une gorge de positionnement.

[0083] Sur la figure 6 est présentée une version avantageuse de réalisation pratique de l'amélioration du transfert thermique entre l'élément chauffant et la plaque de chauffe.

[0084] Le sous-ensemble chauffant 30 comporte une plaque de chauffe 36, un élément chauffant 37 et une plaque de diffusion 38. L'élément chauffant 37 comporte un fil résistif à fort effet CTP selon l'une des caractéristiques précédemment évoquées.

[0085] La plaque de chauffe 36 comporte au moins une cavité comportant au moins une empreinte reprenant la forme de l'aliment à cuire. L'ensemble des empreintes d'une plaque de chauffe 36 forme la zone de cuisson de ladite plaque de chauffe 36.

[0086] L'élément chauffant 37 est disposé contre la face de la plaque de chauffe 36 qui est opposée à la face comportant les empreintes. La forme de l'élément chauffant 37 est adaptée à la surface de la zone de cuisson et à la largeur et à la longueur de la plaque de chauffe 36, en formant une boucle.

[0087] La plaque de diffusion 38 comporte un logement 32 qui épouse la forme de l'élément chauffant 37 et est adapté à la recevoir. Ainsi, l'élément chauffant 37 est pris en sandwich entre la plaque de chauffe 36 et la plaque de diffusion 38.

[0088] Cette dernière est conformée de sorte qu'elle épouse sur une hauteur prédéterminée e , au moins une partie de l'ensemble des empreintes des cavités de la plaque de chauffe 36.

[0089] Ainsi, la plaque de diffusion 38, comprend, outre le logement 32 recevant l'élément chauffant 37, une cavité 35 recevant la plaque de chauffe 36 sur la hauteur prédéterminée e . De cette manière, on favorise les échanges thermiques entre la plaque de chauffe 36 et la plaque de diffusion 38.

[0090] De préférence, la plaque de chauffe 36 est réalisée en un matériau qui est un mauvais conducteur thermique, par exemple en acier inoxydable, et son épaisseur, sensiblement constante, est comprise entre 0,6 et 0,8 mm. Une telle plaque de chauffe 36 peut être facilement réalisée par emboutissage puis par découpage d'une tôle. Préalablement à son emboutissage, la plaque d'acier inoxydable peut être revêtue d'un matériau anti-adhésif du côté devant être en contact avec l'aliment à cuire.

[0091] De préférence, la plaque de diffusion 38 est réalisée en un matériau qui est un bon conducteur thermique, par exemple l'aluminium, et son épaisseur, sensiblement constante, est comprise entre 0,8 et 2 mm, et de préférence entre 0,8 et 1 mm. Une telle plaque de diffusion 38 peut être réalisée par emboutissage.

[0092] La plaque de diffusion 38 joue ainsi le rôle de diffuseur thermique en répartissant par conduction l'énergie thermique provenant par l'élément chauffant 37 sur la partie de la plaque de chauffe 36 qui est en contact avec la plaque de diffusion 38.

[0093] En sens inverse, la plaque de diffusion 38 favorise le retour d'information à l'élément chauffant 37 de l'état thermique de la plaque de chauffe 36, ce qui améliore la réactivité de la régulation. Cet aspect est d'autant plus important lorsque la plaque de chauffe est en acier qui présente une faible conductivité thermique générant une inertie thermique importante.

[0094] L'assemblage de la plaque de chauffe 36 avec la plaque de diffusion 38 peut être fait par soudage, collage, ou, de préférence pour des raisons de coût, par rivetage ou par vissage. De préférence, la plaque de chauffe 36 et la plaque de diffusion 38 sont fixées l'une à l'autre par clinchage, c'est à dire par déformation mutuelle suite à un emboutissage commun : l'enchâssement de la plaque de chauffe 36 dans la plaque de diffusion 38 permet d'avoir une meilleure tenue de la montée et de la descente en température malgré la différence de dilatation entre les deux métaux utilisés.

[0095] La présente invention n'est pas limitée au seul exemple présenté où l'élément chauffant équipe un croque-monsieur. Un tel élément chauffant et ses capacités d'auto-régulation associées peut également trouver des applications dans d'autres appareils électriques de chauffage/grillage par contact d'aliments, tels des barbecues, crêpiers, grille-viande, ainsi que dans des appareils de chauffage d'eau tel des cafetières, bouilloires, voire fers à repasser, afin également d'éviter une chauffe à sec.

Revendications

1. Élément chauffant (2, 20, 37) pour appareil électrique de chauffage d'aliments ou de cuisson d'aliments, comportant une enveloppe tubulaire métallique (6) à l'intérieur de laquelle est logé un fil résistif (4, 40) entouré d'isolant (5), les deux éléments principaux constituant ledit fil (4, 40) étant le nickel et le fer, ledit fil présentant un coefficient de température α supérieur à 1500 ppm/°C et de préférence supérieur à 3000 ppm/°C, **caractérisé en ce que** le fil est bobiné en une spirale dont le diamètre extérieur est supérieur à 0,7 fois le diamètre intérieur de l'enveloppe tubulaire.

2. Elément chauffant (2, 20, 37) selon la revendication précédente, **caractérisé en ce que** la proportion de nickel est supérieure à 40 %.

- 5 3. Appareil électrique de chauffage d'aliments ou de cuisson d'aliments, comportant au moins une plaque de chauffe (8, 36, 80, 82, 86) desdits aliments, ladite plaque étant en liaison avec un élément chauffant (2, 20, 37), comportant une enveloppe tubulaire métallique (6) à l'intérieur de laquelle est logé un fil résistif (4, 40) entouré d'isolant (5), **caractérisé en ce que** les deux éléments principaux constituant ledit fil (4, 40) sont le nickel et le fer, et **en ce que** le fil présente un coefficient de température α supérieur à 1500 ppm/°C et de préférence supérieur à 3000 ppm/°C.

- 10 4. Appareil électrique de chauffage d'aliments ou de cuisson d'aliments selon la revendication précédente, **caractérisé en ce que** le fil de l'élément chauffant (2, 20, 37) est bobiné en une spirale dont le diamètre extérieur est supérieur à 0,7 fois le diamètre intérieur de l'enveloppe tubulaire.

- 15 5. Appareil électrique de chauffage d'aliments ou de cuisson d'aliments selon la revendication précédente, **caractérisé en ce que** l'élément chauffant comporte une proportion de nickel supérieure à 40 %.

- 20 6. Appareil électrique de chauffage d'aliments ou de cuisson d'aliments selon la revendication précédente, **caractérisé en ce que** la résistance du fil (4, 40) est ajustée pour que l'échauffement généré par l'alimentation électrique de l'élément chauffant (2, 20, 37) provoque une augmentation de la résistance du fil (4, 40) jusqu'à une valeur d'équilibre correspondant à une température de la plaque de chauffe (8, 36, 80, 82, 86) qui est la température de fonctionnement de ladite plaque de chauffe (8, 36, 80, 82, 86) pour le chauffage d'aliments ou la cuisson d'aliments.

- 25 7. Appareil électrique de chauffage d'aliments ou de cuisson d'aliments selon l'une des revendications 3 à 6, **caractérisé en ce que** l'ajustement de la résistance du fil (4, 40) est obtenu par variation de sa longueur et/ou variation de son diamètre.

- 30 8. Appareil électrique de chauffage d'aliments ou de cuisson d'aliments selon l'une des revendications 3 à 7, **caractérisé en ce que** la puissance (P_c) de l'élément chauffant (2, 20, 37) à la température requise de la plaque (8, 36, 80, 82, 86) pour le chauffage ou la cuisson des aliments est comprise entre 0,4 et 0,7 fois la puissance (P_f) de l'élément chauffant (2, 20, 37) à température ambiante, sous une même tension d'alimentation dudit élément chauffant (2, 20, 37), ladite variation de puissance (ΔP) étant uniquement due à la variation thermique de la résistance (R) du fil résultant de la valeur du coefficient de température α .

- 35 9. Appareil électrique de chauffage d'aliments ou de cuisson d'aliments selon l'une des revendications 3 à 8, **caractérisé en ce qu'il** comporte des moyens favorisant l'échange thermique entre l'élément chauffant (20, 37) et la plaque de chauffe (36, 80, 82, 86).

- 40 10. Appareil électrique de chauffage d'aliments ou de cuisson d'aliments selon la revendication précédente, **caractérisé en ce que** la plaque de chauffe (36, 80, 82, 86) comporte une gorge (12) de logement de l'élément chauffant (20, 37).

- 45 11. Appareil électrique de chauffage d'aliments ou de cuisson d'aliments selon la revendication précédente, **caractérisé en ce que** la gorge (12) entoure l'élément chauffant (20, 37) sur au moins un demi-périmètre de l'enveloppe tubulaire (6) dudit élément chauffant (20, 37).

- 50 12. Appareil électrique de chauffage d'aliments ou de cuisson d'aliments selon l'une des revendications 10 ou 11, **caractérisé en ce que** l'élément chauffant (20, 37) subit une étape de compression dans la gorge (12) afin d'augmenter la surface de contact entre ledit élément et ladite gorge.

- 55 13. Appareil électrique de chauffage d'aliments ou de cuisson d'aliments selon l'une des revendications 10 à 12, **caractérisé en ce que** les parties de l'élément chauffant en contact avec la plaque de chauffe (8, 36, 80, 82, 86) présentent une émissivité de surface supérieure aux parties qui ne sont pas en contact avec la plaque de chauffe (8, 36, 80, 82, 86).

14. Appareil électrique de chauffage d'aliments ou de cuisson d'aliments selon l'une des revendications 10 à 13, **caractérisé en ce que** les parties de l'élément chauffant (37) qui ne sont pas en contact avec la plaque de chauffe (36) sont recouvertes d'une plaque de diffusion (84) en un matériau bon conducteur thermique, tel l'aluminium ou

le cuivre.

5 15. Appareil électrique de chauffage d'aliments ou de cuisson d'aliments selon la revendication précédente, **caracté-**
risé en ce que la plaque de diffusion (84) est également en contact avec la plaque de chauffe (36) en s'étendant
sur une surface significative.

10 16. Appareil électrique de chauffage d'aliments ou de cuisson d'aliments selon l'une des revendications 10 à 15, **ca-**
ractérisé en ce que, à l'intérieur de l'enveloppe tubulaire (6), le fil résistif (40) est excentré en direction de la
plaque de chauffe (82).

15 17. Appareil électrique de chauffage d'aliments ou de cuisson d'aliments selon l'une des revendications 9 à 16, **ca-**
ractérisé en ce que, par l'amélioration des échanges thermiques entre l'élément chauffant (20, 37) et la plaque
de chauffe (36, 80, 82, 86), ledit élément chauffant détecte toute variation de température des plaques, entraînant
automatiquement une modification de sa puissance.

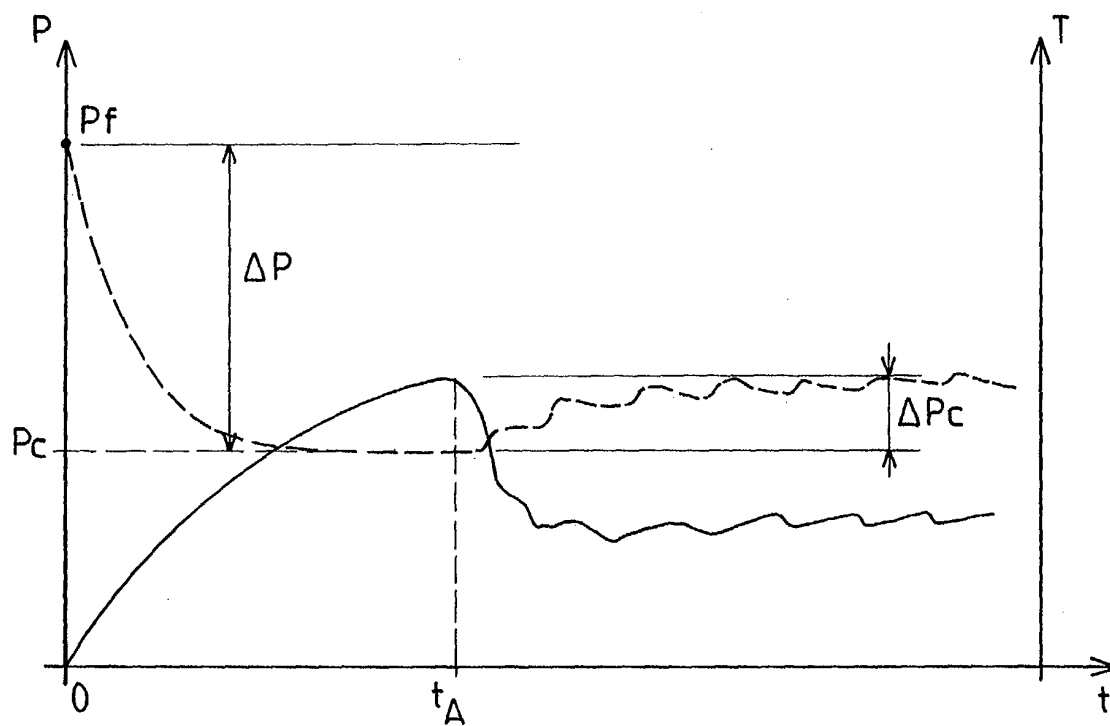


FIG.1

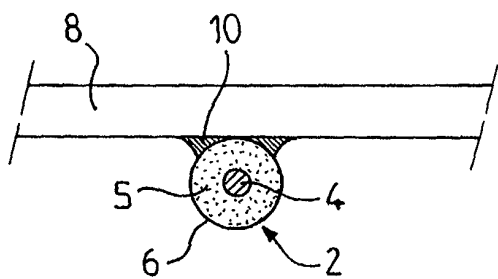


FIG.2

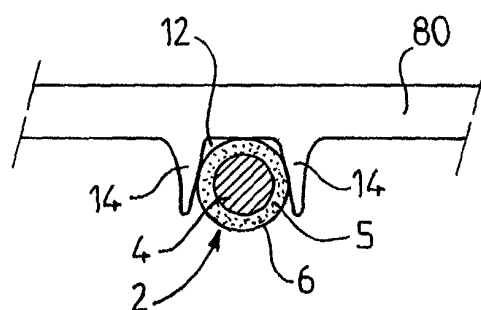


FIG.3

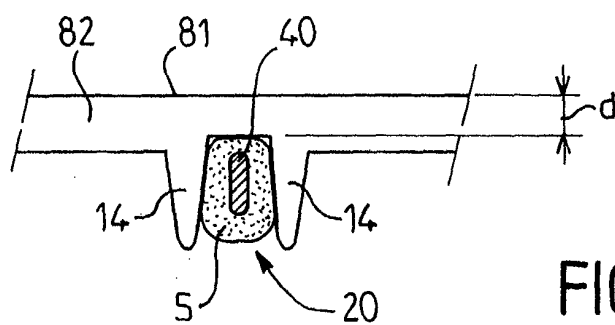


FIG.4

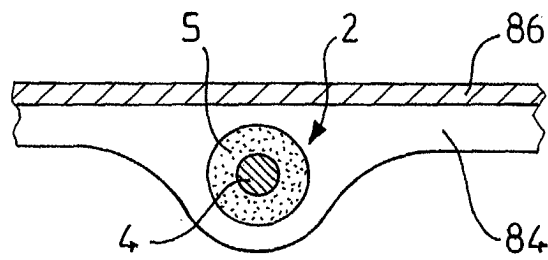


FIG. 5

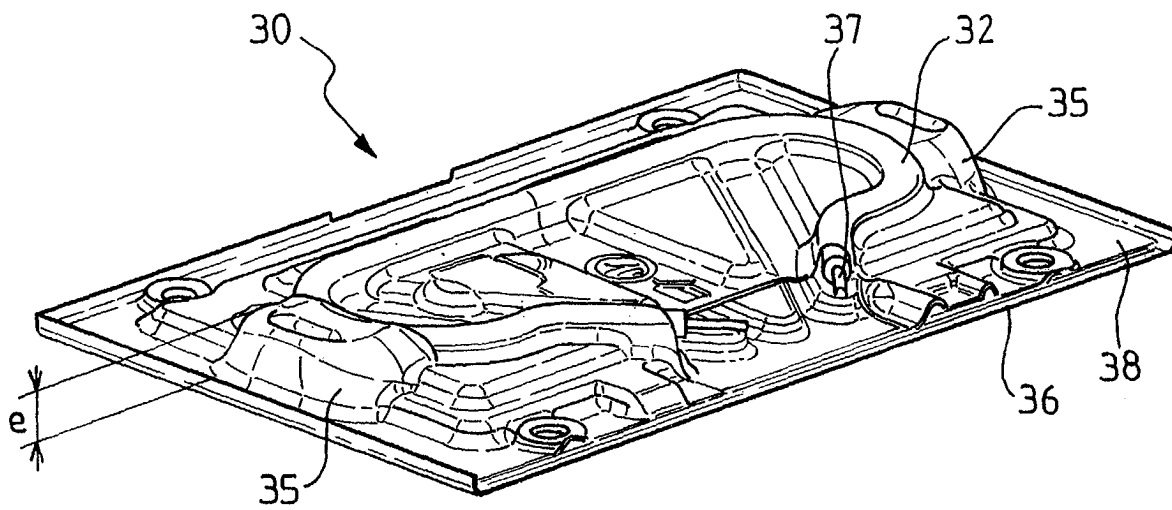


FIG. 6



Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande
EP 03 35 6160

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int.Cl.7)
X	US 2 767 288 A (LENNOX THOMAS H) 16 octobre 1956 (1956-10-16)	1,2	H05B3/48
Y	* colonne 2, ligne 24-59 * * colonne 3, ligne 60-68 * * revendications 1,4 * * figures 1,2 * ---	3-7, 9-12,17	
Y	GB 2 308 537 A (STRIX LTD) 25 juin 1997 (1997-06-25) * abrégé * * figures 1-6 * * page 1, ligne 1-20 * -----	3-7, 9-12,17	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.7)
			H05B
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 5 avril 2004	Examineur D/L TASSA LAFOR., J
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant			

EPO FORM 1503 03.92 (P04C02)

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET EUROPEEN NO.**

EP 03 35 6160

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche européenne visé ci-dessus.
Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

05-04-2004

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 2767288	A	16-10-1956	GB 774831 A	15-05-1957
GB 2308537	A	25-06-1997	AUCUN	

EPO FORM P0460

Pour tout renseignement concernant cette annexe : voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No.12/82