

(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

(11) N° de publication :
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

2 532 751

(21) N° d'enregistrement national :

82 15200

(51) Int Cl³ : G 01 K 7/38; A 61 B 5/00.

(12)

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

(22) Date de dépôt : 7 septembre 1982.

(30) Priorité

(43) Date de la mise à disposition du public de la
demande : BOPI « Brevets » n° 10 du 9 mars 1984.

• (60) Références à d'autres documents nationaux appa-
rentés :

(71) Demandeur(s) : *Société dite : THOMSON-CSF, société
anonyme.* — FR.

(72) Inventeur(s) : Jean Nicolas.

(73) Titulaire(s) :

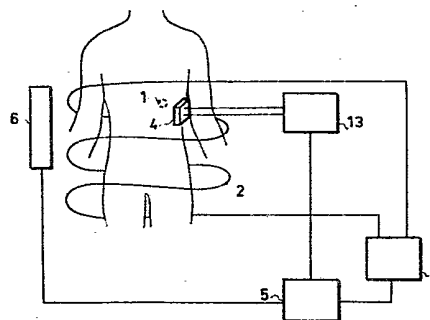
(74) Mandataire(s) : Philippe Guilguet.

(54) Procédé et dispositif de mesure à distance de la température en un point d'un tissu vivant et appareil d'hyperthermie comprenant un tel dispositif.

(57) L'invention concerne un procédé de mesure à distance de la température en un point d'un corps et un dispositif suivant deux variantes mettant en œuvre un tel procédé.

Ce procédé consiste à positionner en un point d'un corps un objet 1 comportant au moins un élément qui possède des propriétés magnétiques variant en fonction de la température. Une mesure de ces propriétés magnétiques par un circuit magnétique situé en un point extérieur à ce corps permet alors de connaître cette température.

Ce procédé s'applique notamment à un appareil d'hyperthermie médicale.



FR 2 532 751 - A1

1

PROCEDE ET DISPOSITIF DE MESURE A DISTANCE DE
LA TEMPERATURE EN UN POINT D'UN TISSU VIVANT ET
APPAREIL D'HYPERTHERMIE COMPRENANT UN TEL DISPOSITIF

L'invention concerne un procédé et un dispositif selon deux variantes de réalisation de mesure à distance de la température en un point d'un tissu vivant, et un appareil d'hyperthermie comprenant un tel dispositif.

Un problème important est celui de la mesure d'une température en un
5 endroit non accessible c'est-à-dire où il est impossible ou difficile de disposer un thermomètre classique tel qu'une sonde de température, un thermocouple, etc.

Ceci est le cas par exemple en médecine. Il est difficile de mesurer facilement la température d'un point intérieur d'un tissu vivant, d'une
10 manière prolongée ou répétée. Or, ceci serait pourtant très utile pour la mise en oeuvre de certains diagnostics ou de certains traitements, particulièrement ceux mettant en jeu l'hyperthermie.

En effet, le traitement de certaines tumeurs, par exemple des tumeurs cancéreuses, peut s'effectuer en portant les organes malades à une température supérieure à la température normale du corps humain. Certaines
15 tumeurs ont présenté des régressions et même des guérisons lorsqu'elles étaient chauffées à des températures de l'ordre de 41 degrés à 43,5° C par exemple.

Le problème consistant à chauffer sélectivement une partie d'un tissu
20 vivant n'est pas toujours un problème simple. Il est particulièrement difficile lorsque la zone à chauffer est profonde, c'est-à-dire, dans l'exemple du corps humain, loin de la surface accessible de la peau ou des muqueuses.

Différents moyens de chauffage d'une partie du corps humain ont été imaginés et essayés. L'énergie nécessaire au chauffage dans une région
25 désirée est produite, par exemple, à l'aide d'ondes électromagnétiques hyperfréquences. On a également obtenu des résultats intéressants en utilisant les ultrasons qui permettent une localisation précise et profonde de l'échauffement. L'emploi de poudres magnétiques a également été décrite ; ces poudres peuvent être localisées par un champ magnétique statique et
30 chauffées alors par un champ magnétique alternatif. Un problème crucial

est de pouvoir, dans tous les cas, réguler la température à la valeur voulue. Car si l'élévation de température n'est pas suffisante, l'effet recherché n'est pas obtenu ; et si la température atteinte est trop importante, les tissus biologiques sont lésés irrémédiablement ce qui provoque de graves troubles dans l'organisme. Or la régulation de la température à une valeur voulue bien définie dans la pratique de l'hyperthermie, surtout de l'hyperthermie profonde, est actuellement très difficile à mettre en oeuvre.

Le procédé de l'invention se propose de pallier cet inconvénient en permettant une mesure à distance de la température en un point d'un tissu vivant.

Pour ce faire on place une fois pour toutes en ce point un objet de petite taille dont une propriété physique dépend de la température ; cette propriété pouvant être mesurée à distance. Il existe des dispositifs d'hyperthermie médicale, le dispositif mettant en oeuvre ce procédé de l'invention permet d'améliorer un tel dispositif d'hyperthermie en permettant une régulation de la température.

La présente invention a pour objet un procédé de mesure à distance de la température en un point d'un tissu vivant caractérisé en ce qu'il comprend les opérations suivantes :

- positionnement en au moins un point du tissu d'au moins un objet, chaque objet comportant au moins un élément possédant des propriétés magnétiques variant en fonction des variations de la température en ce point du tissu ;
- application d'un champ magnétique variant de façon périodique ;
- détection du flux d'induction magnétique émanant de chaque objet soumis à ce champ magnétique ;
- mesure, à partir des variations de ce flux, des variations de propriétés magnétiques de chaque objet en fonction des variations de température et mesure de la température en ce point du tissu .

Elle a, en outre, pour objet un dispositif, selon deux variantes de réalisation, mettant en oeuvre ce procédé, et un appareil d'hyperthermie comprenant un tel dispositif.

L'invention sera mieux comprise, et d'autres caractéristiques apparaîtront, au moyen de la description qui suit, et des dessins qui l'accompagnent, parmi lesquels :

- la figure 1 illustre une propriété des matériaux magnétiques ;
- la figure 2 illustre un dispositif selon une première variante mettant en oeuvre le procédé selon l'invention ;
- les figures 3 à 7 illustrent différentes courbes explicatives ;
- 5 - la figure 8 illustre un dispositif selon une seconde variante mettant en oeuvre le procédé selon l'invention ;
- les figures 9 et 10 illustrent une propriété de certains matériaux magnétiques.

Dans le procédé de l'invention, on place une fois pour toutes à l'endroit
10 où l'on veut mesurer la température un objet de petite taille, dont une propriété dépend de la température, cette propriété pouvant être mesurée à distance. En médecine, par exemple, une intervention relativement simple permet de placer, là où on le désire un petit objet comme une petite sphère d'un diamètre de l'ordre du millimètre. La propriété que l'on peut mesurer à
15 distance est par exemple une propriété magnétique comme l'aimantation, le champ coercitif la perméabilité.

Certains matériaux magnétiques, notamment ferromagnétiques, soumis à un champ magnétique H , acquièrent une aimantation qui n'est pas proportionnelle à ce champ H . Si l'on considère l'induction magnétique B ,
20 une courbe 20 de première aimantation $B = f(H)$ peut être obtenue en faisant croître progressivement le champ H à partir de la valeur zéro. L'induction B proportionnelle au carré du champ pour des champs faibles, tend vers une valeur limite dite "à saturation" lorsque le champ augmente indéfiniment. Si on fait alors décroître ce champ, l'induction diminue, mais,
25 pour chaque valeur du champ elle conserve une valeur supérieure à celle qu'elle avait au cours de la première aimantation. C'est le phénomène d'hystérésis. On peut dire qu'à chaque instant, la valeur de l'aimantation dépend de toutes ses valeurs antérieures. Lorsqu'on fait varier le champ entre deux limites symétriques, $+H_0$ et $-H_0$, lorsque cette opération a été
30 répétée un certain nombre de fois, le cycle d'hystérésis est reproductible, et H décrit une courbe fermée symétrique 21, dite cycle d'hystérésis.

La figure 1 en indique l'allure générale : si l'on part de l'état A correspondant au champ magnétique H_0 et si l'on réduit progressivement le champ, on constate que le matériau garde une certaine aimantation pour

$H = 0$. C'est l'aimantation rémanente. Pour la faire disparaître, il faut appliquer un champ magnétique $-H_C$ de sens contraire à celui du champ initial H_0 . H_C est le champ coercitif. Si l'on fait ensuite varier le champ de $-H_C$ à $-H_0$, on atteint le point A' symétrique de A par rapport à l'origine O.

5 On achève de décrire le cycle en faisant varier H de $-H_0$ à zéro puis de zéro à H_0 .

On peut utiliser cette propriété dans le procédé de l'invention qui comporte les différentes opérations suivantes :

- positionnement en un point du tissu vivant d'un objet 1 comportant
- 10 au moins un élément possédant des propriétés magnétiques variant en fonction des variations de la température en ce point du tissu ;
- application d'un champ magnétique variant de façon périodique ;
- détection du flux d'induction magnétique produit par l'objet magnétique ;
- 15 - détermination à partir de ce flux d'induction des variations des propriétés magnétiques de l'objet en fonction des variations de température, ce qui permet la mesure de la température en ce point.

Ainsi un dispositif selon une première variante mettant en oeuvre le procédé de l'invention est schématisé à la figure 2. Sur cette figure une

20 petite sphère 1 de matériau magnétique est disposée en au moins un point du corps humain, pris à titre d'exemple, où l'on veut connaître la température ; une bobine 2, dont on n'a représenté que quelques spires, permettant d'appliquer à l'endroit, où est la petite sphère 1, un champ magnétique H ; une alimentation 3 permettant d'envoyer dans la bobine 2 un courant électrique

25 qui peut être une fonction du temps par exemple sinusoïdale à la fréquence f . La bobine 4 est une bobine collectrice de flux d'induction magnétique : un appareil 5 permettant le traitement des signaux provenant de la bobine 4 ayant subi une intégration en fonction du temps dans l'intégrateur 13 et de l'alimentation 3 d'où l'on peut déduire la propriété magnétique de l'objet 1

30 dépendant de la température et par conséquent cette température elle-même. Si par exemple le courant dans la bobine 2 est sinusoïdal, le champ magnétique appliqué sur l'objet 1 est aussi sinusoïdal, la connaissance du courant fourni par l'alimentation 3 et du flux d'induction collecté dans la bobine 4 et intégré par l'intégrateur 13 permet de déduire, grâce à l'appareil

de traitement 5, par des méthodes connues, des éléments liés au cycle d'hystérésis $B = f(H)$ du matériau de la sphère 1.

En effet, si on branche un générateur de courant à l'entrée de la bobine 2, celle-ci va générer un champ H proportionnel à ce courant.

5 De plus, l'intégrateur 13 à la sortie de la boucle collectrice du flux verra à ses bornes d'entrée une tension $v = \frac{n d\Phi}{dt}$, n étant le nombre de tours de spires, et $d\Phi/dt$ la dérivée du flux par rapport au temps.

Or, $\Phi = B \cdot S$, B étant l'induction et S la surface de la boucle.

A la sortie de l'intégrateur on connaît donc la valeur de l'induction B .

10 Ainsi, ce dispositif comprend une bobine 2 génératrice de champ magnétique dans lequel est situé le corps, une bobine 4 collectrice du flux magnétique et un intégrateur 13 disposé à la sortie de cette bobine collectrice, un appareil de traitement 5 recevant les données de la bobine génératrice 2 et de l'intégrateur 13 et permettant ainsi de connaître le cycle
15 d'hystérésis.

Il suffit qu'un élément de ce cycle d'hystérésis soit variable en température pour en déduire cette dernière. Ce peut être, par exemple, le champ coercitif H_c qui a l'avantage de ne pas dépendre de la position du capteur 4 par rapport à la sphère 1. On a alors intérêt à choisir comme
20 matériau pour la sphère 1 un matériau ferromagnétique de champ coercitif pas trop petit tout en étant compatible avec le champ produit par la bobine 2 et variant fortement en fonction de la température dans la zone de température désirée. Dans le cas d'applications médicales cela est, par exemple, entre 37 et 45° C. Evidemment, il faut choisir alors des matériaux
25 magnétiques ne possédant pas d'ions toxiques pour le corps humain.

Ainsi, cette sphère 1 est réalisée en un matériau magnétique dont une caractéristique est liée au cycle d'hystérésis.

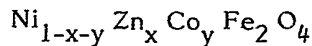
Le signal de commande peut être un signal qui varie à une fréquence comprise dans une gamme d'une dizaine de hertz à un kilohertz. En effet,
30 pour des fréquences supérieures, le cycle d'hystérésis peut se déformer et il peut y avoir échauffement par pertes hystérétiques. Mais la fréquence ne doit pas être trop faible pour éviter l'influence des mouvements éventuels du corps dans lequel est introduit la sphère 1. Cette sphère 1 est constituée par exemple, de ferrites isolantes, ce qui évite les courants de Foucault, dont le

point de Curie est légèrement supérieur à 37° C qui est la température du corps humain et qui présentent une forte variation de leurs propriétés magnétiques dans la gamme des températures utiles. Mais cette sphère 1 doit utiliser des constituants physiologiquement acceptables. Ce sont des
 5 matériaux possédant des ions non susceptibles d'être toxiques pour l'organisme humain bien qu'ils présentent une forte résistance à l'attaque chimique ou physique par le sang humain. Ces ions peuvent être des ions fer, manganèse, magnésium, nickel, cobalt, zinc et/ou baryum.

Ce matériau utilisé peut être, par exemple, un ferrite spinelle
 10 contenant l'un ou plusieurs des éléments suivants : magnésium, manganèse, zinc ou cobalt dont le point de Curie peut être situé aux environs de 60° C par exemple ou des ferrites de structure hexagonale contenant des ions fer, baryum, aluminium, on peut alors considérer à titre non limitatif deux exemples d'utilisation.

15 Premier exemple :

Le corps utilisé est un ferrite de nickel-zinc et cobalt de formulation chimique :



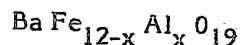
La substitution du zinc au nickel permet d'ajuster le point de Curie T_C
 20 comme le montre la figure 3. x fait varier également l'aimantation à saturation. Pour obtenir T_C un peu au dessus de la température ambiante, comme désiré ici, il faut choisir $0,65 < x < 0,75$. La substitution du cobalt au nickel permet d'ajuster le champ d'anisotropie et par conséquent le champ coercitif que l'on pourra choisir entre quelques oersteds et quelques dizaines
 25 d'oersteds dans la zone de substitutions : $0,01 < y < 0,10$.

Pour la préparation du ferrite on pèse dans les proportions de la formule chimique les oxydes de départ pris sous forme de poudres fines : oxydes de fer, de zinc, de nickel, de cobalt. On tient compte éventuellement dans ces pesées, par un défaut de fer, de la reprise en fer qui aura lieu hors
 30 des opérations ultérieures de mélanges et de broyages. Les poudres pesées sont mélangées et broyées par exemple en phase aqueuse dans une jarre en acier tournant autour de son axe et dans laquelle on a disposé des billes ou des galets en acier ; l'opération dure quelques heures. Après séchage des poudres mélangées, un traitement thermique leur est appliqué entre 800°C

et 1100°C pendant environ une heure. La poudre ainsi traitée est ensuite broyée comme précédemment pendant un temps compris entre 24 et 48 heures. La poudre fine obtenue est séchée, enrobée avec un liant organique (solution aqueuse d'alcool polyvynilique) et traitée pour l'obtention d'un
 5 granulé par tamisage; on peut également utiliser le procédé de l'atomisation. Le granulé est pressé sous forme par exemple de petites pièces cubiques ou parallélépipédiques, la pression uniaxiale ou isostatique appliquée étant comprise entre 1 à 2 tonne/cm². Les pièces obtenues sont traitées thermiquement d'abord pour évacuer les liants organiques (vers 700 - 800°C)
 10 puis pour réaliser le frittage (entre 1200 et 1450°C). Les pièces frittées sont ensuite débitées en petits morceaux de l'ordre de quelques millimètres-cube. Ces morceaux sont usinés sous forme de petites sphères de l'ordre du millimètre de diamètre dans un cylindre creux abrasif où est injecté un jet d'air comprimé tourbillonnant. Les sphères obtenues peuvent être éventuel-
 15 lement polies par une pâte diamantée très fine. Elles seront ensuite stérilisées avant introduction dans les tissus vivants dont on désire mesurer la température.

Deuxième exemple :

Le corps magnétique est de structure hexagonale de type M et a une
 20 formulation chimique :



Le point de Curie T_C varie avec x comme le montre la figure 4, x doit être choisi entre 6 et 8 pour obtenir T_C légèrement au-dessus de la température ambiante. L'aimantation à saturation varie également avec x et avec la
 25 température de préparation comme l'indique la figure 5. Sur cette figure 5, la courbe 30 est obtenue pour une température de frittage inférieure ou égale à 1400°C et la courbe 31 pour une température de frittage supérieure ou égale à 1450°C. On sait que le cycle d'hystérésis de ce type de matériau varie avec la température du traitement de synthèse, comme il résulte des
 30 figures 5, 6 et 7. Dans le cas des figures 6 et 7 on a : $x = 0$ avec une température de frittage de 1350°C pour la figure 6 et de 1400°C pour la figure 7. On peut choisir cette température pour obtenir un champ coercitif de l'ordre de quelques dizaines à quelques centaines d'oersteds. Ce champ coercitif varie avec la température pour s'annuler au point de Curie.

La préparation du matériau est analogue à la préparation décrite précédemment, les matières de départ étant de l'oxyde de fer, de l'alumine et du carbonate de baryum. La température de frittage est comprise entre 1400 et 1550°C.

5 Si l'on travaille en hyperthermie, le dispositif comporte des moyens de chauffage 6 de la partie du corps considéré comme représentés à la figure 2, ces moyens qui sortent du domaine strict de l'invention, peuvent être un générateur d'émission d'hyperfréquences ou ultrasonores. Les indications obtenues dans l'appareil de traitement 5 peuvent éventuellement servir à
10 réguler le dispositif de chauffage lui-même 6, par contre-réaction. On obtient ainsi une régulation automatique de la température en ce point du corps.

On peut utiliser dans cet appareil de traitement 5 une détection synchrone à la fréquence de travail, ce qui permet de diminuer le bruit, et
15 d'obtenir un meilleur rapport signal/bruit.

Un dispositif selon une seconde variante mettant en oeuvre le procédé de l'invention est schématisé à la figure 8.

La propriété exploitée du corps magnétique 1 est alors la perméabilité magnétique qui peut varier beaucoup en fonction de la température comme
20 représenté aux figures 9 et 10. On dispose alors d'un générateur de haute fréquence 8 permettant, à l'aide de la bobine 9, l'application d'un champ alternatif sur le corps 1. La variation de perméabilité en fonction de la température du corps 1 se traduit alors par une variation de l'impédance présentée par la self de la bobine 9 ; ceci peut être détecté par les procédés
25 connus. On peut utiliser par exemple les propriétés d'un circuit résonnant dont la self 9 est un élément. On peut également utiliser pour la détection non pas la self 9 elle-même, mais une autre bobine 12 reliée à un détecteur 11. Dans ce cas la self 12 peut être une partie d'un circuit résonnant. Dans ce cas la fréquence de résonance pourra dépendre de l'état magnétique du
30 corps 1 et par conséquent de la température.

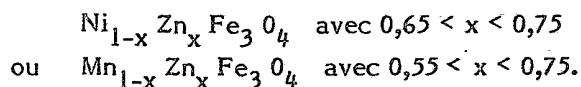
Une sous variante des dispositions précédentes consiste à associer au corps 1 des éléments locaux de circuit par exemple selfs et capacités miniatures, enrobés ainsi que la pièce magnétique dans une matière biologiquement inerte, de manière à réaliser par exemple un petit circuit résonnant local.

Là encore par des moyens classiques on pourra connaître cette fréquence et éventuellement s'en servir pour piloter ou réguler la température en agissant sur le dispositif de chauffage 6.

Le matériau magnétique 1 considéré est choisi dans tous ces cas pour
 5 avoir une perméabilité importante et un point de Curie légèrement supérieur à la température maximum de la gamme des températures utiles, c'est-à-dire par exemple 43° C à 55° C ; ce qui permet d'avoir une perméabilité qui varie beaucoup dans cette gamme de températures.

Dans cette deuxième variante du dispositif de l'invention, les fré-
 10 quences considérées sont situées par exemple, dans la bande comprise entre une fraction de Megahertz et quelques Megahertz.

Le matériau considéré dans cette deuxième variante du dispositif de l'invention peut être, par exemple, un ferrite spinelle de nickel-zinc ou de manganèse-zinc. On peut donc choisir des corps dont la formule peut être de
 15 la forme :



La courbe de variation de la perméabilité en fonction de la température de tels corps est donnée sur les figures 9 et 10. La température Tc est
 20 ajustable avec le taux de zinc. Sur la figure 9 les courbes 32 à 36 correspondent aux valeurs suivantes de x : 0,50 ; 0,40 ; 0,30 ; 0,20 ; 0. Sur la figure 10 les courbes 37 à 42 correspondent aux valeurs suivantes de x : 0,70 ; 0,64 ; 0,50 ; 0,36 ; 0,20 ; 0. On peut considérer par exemple Tc étant la température ambiante pour une teneur en zinc de 70 % environ avec une
 25 préparation des matériaux analogue à celle des ferrites Ni Zn Co décrite précédemment.

Cette deuxième variante du dispositif considéré permet une générali-
 sation à la mesure simultanée de la température en plusieurs points différents. Il suffit d'y disposer des matériaux permettant la résonance à des
 30 fréquences différentes qui doivent alors être suffisamment séparées pour être distinguées, quelles que soient les températures de ces circuits dans les zones de températures envisagées. Les moyens de générations, de détection des signaux de haute fréquence et les organes de traitements devront alors être tels qu'ils permettent la mesure d'autant de fréquences de résonance qu'il y a de résonances et donc de températures à mesurer.

Dans ce cas, l'organe 10 doit comprendre les moyens suffisants de programmation du générateur 8 et de traitement des signaux émanant du système de détection 11 pour fournir les différentes températures à mesurer.

REVENDICATIONS

1. Procédé de mesure à distance de la température en un point d'un tissu vivant, caractérisé en ce qu'il comprend les opérations suivantes :
- positionnement en au moins un point du tissu d'au moins un objet (1), chaque objet comportant au moins un élément possédant des propriétés magnétiques variant en fonction des variations de la température en ce point du tissu ;
 - production d'un champ magnétique variant de façon périodique ;
 - détection du flux d'induction émanant de chaque objet soumis à ce champ magnétique ;
2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'opération de mesure consiste à considérer les caractéristiques du cycle d'hystérésis.
3. Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce que l'opération de mesure consiste en la mesure du champ magnétique coercitif qui correspond à une induction nulle.
4. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que chaque objet (1) est de forme sphérique et est réalisé en matériau magnétique.
5. Procédé selon la revendication 4, caractérisé en ce que cet objet a un rayon situé dans une gamme de 0,5 à 1,5 millimètre.
6. Procédé selon la revendication 4, caractérisé en ce que ce matériau comporte des constituants physiologiquement acceptables pris parmi les constituants suivants : fer, magnésium, manganèse, zinc, cobalt, baryum, oxygène.
7. Procédé selon la revendication 6, caractérisé en ce que ce matériau est constitué de ferrites isolants dont le point de Curie est proche de 50° C.
8. Procédé selon la revendication 7, caractérisé en ce que le matériau utilisé est un ferrite spinel contenant l'un ou plusieurs des éléments suivants : magnésium, manganèse, zinc, cobalt.
9. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que chaque objet (1) est un circuit résonnant à une fréquence bien définie et qui lui est

propre, ce circuit étant constitué par une inductance et une capacité, cette inductance comportant un noyau en matériau magnétique à forte perméabilité dont le point de Curie est situé dans la plage 43° à 55° C.

10. Procédé selon la revendication 9, caractérisé en ce que ce matériau magnétique est réalisé en ferrite spinelle de nickel-zinc ou de manganèse zinc.

11. Dispositif pour la mise en oeuvre du procédé selon l'une quelconque des revendications 4 à 8, caractérisé en ce qu'il comprend des moyens de production d'un champ magnétique appliqué en au moins un point du tissu, des moyens de détection du flux d'induction magnétique, ces différents moyens étant reliés à des moyens de traitement de signaux permettant de déduire la propriété magnétique de cet objet (1) liée à la température en ce point et ainsi de connaître la température en ce point.

12. Dispositif pour la mise en oeuvre du procédé selon l'une quelconque des revendications 9 à 10, caractérisé en ce qu'il comprend des moyens de production d'un champ magnétique à haute fréquence appliqué en au moins un point du tissu, des moyens de détection de l'interaction de chaque objet sur ce champ magnétique, ces différents moyens étant reliés à des moyens de traitement de signaux permettant de connaître la température en ce point.

13. Dispositif selon la revendication 12, caractérisé en ce que les moyens d'émission délivrent un champ magnétique à fréquence variable, de manière à pouvoir connaître les fréquences de résonance correspondant à plusieurs matériaux disposés en plusieurs points du tissu permettant la résonance à des fréquences différentes.

14. Appareil d'hyperthermie comportant des moyens de chauffage (6) permettant de modifier la température en au moins un point d'un corps, caractérisé en ce qu'il comprend un dispositif de mesure à distance de la température d'un corps selon l'une quelconque des revendications 11 à 13, ce dispositif permettant de réguler cette température en agissant par contre-réaction sur ces moyens de chauffage (6).

1/4

FIG. 1

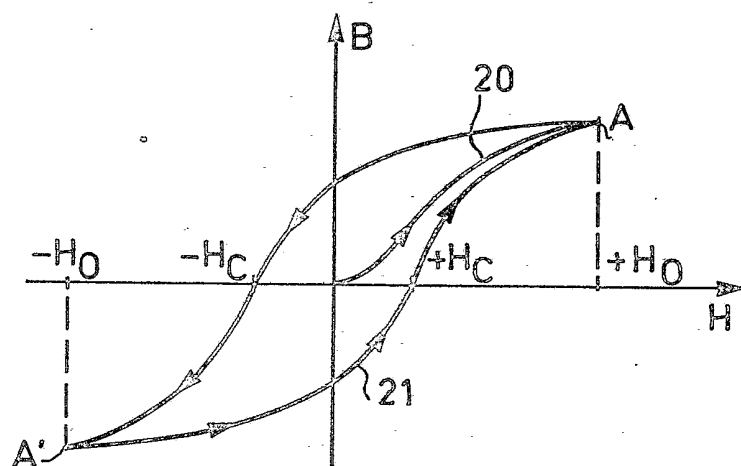
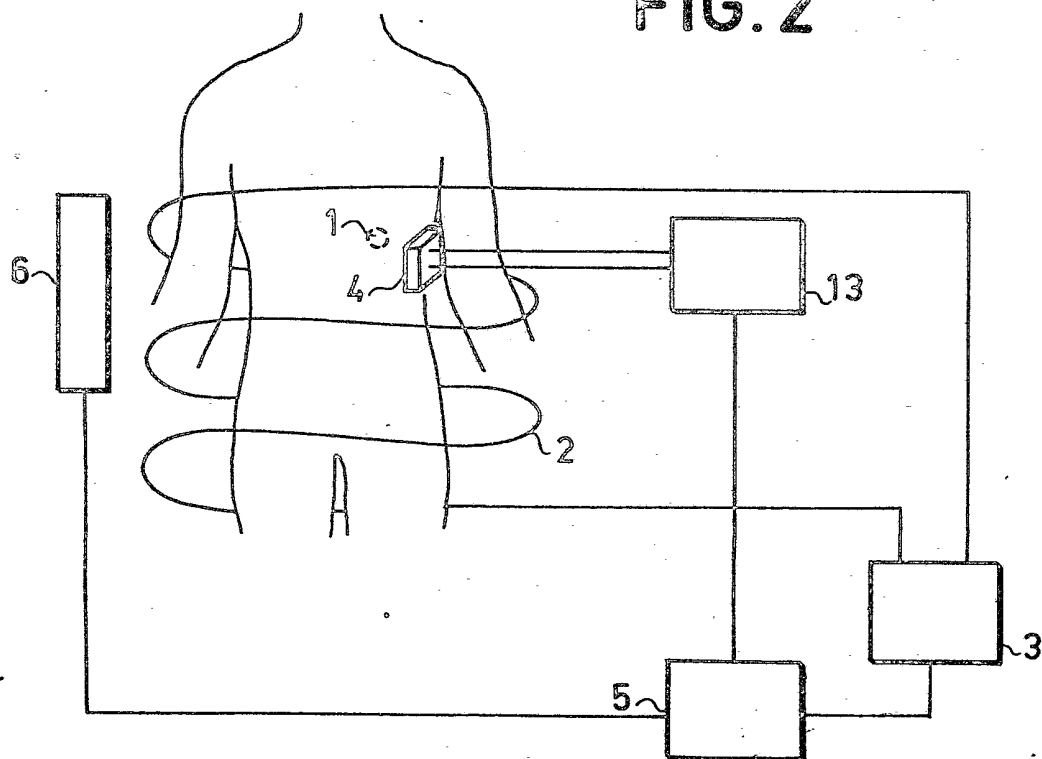


FIG. 2



2/4

FIG. 3

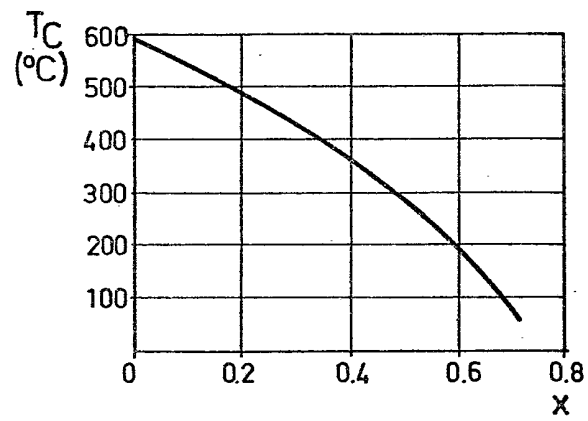


FIG. 4

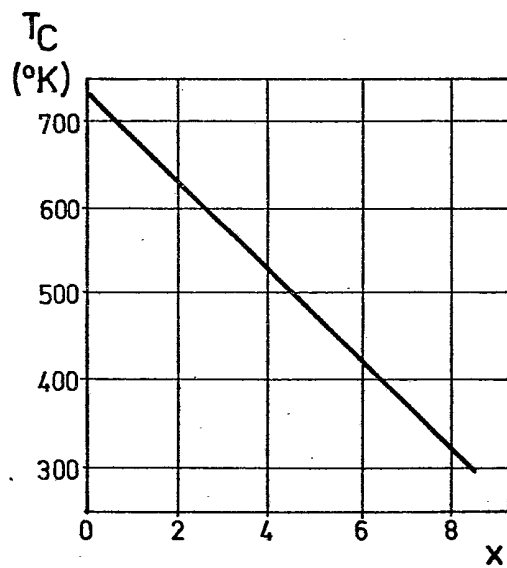
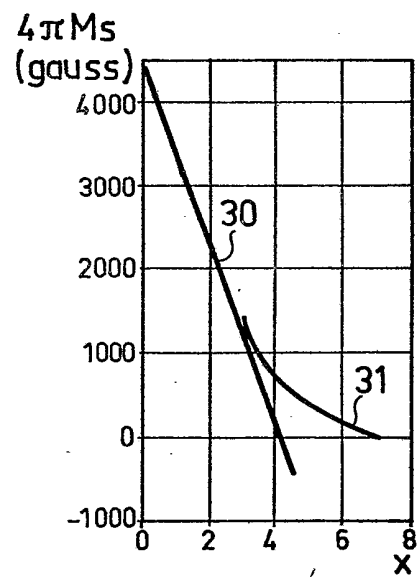


FIG. 5



3/4

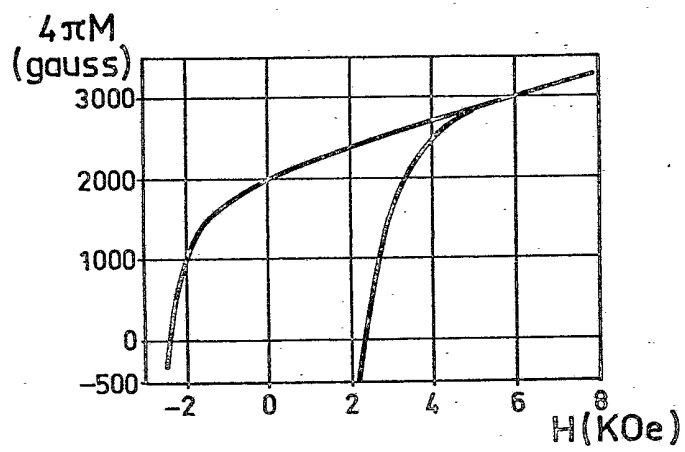


FIG. 6

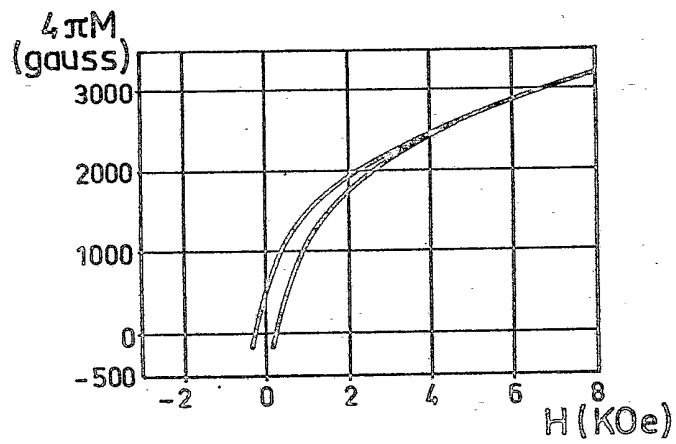
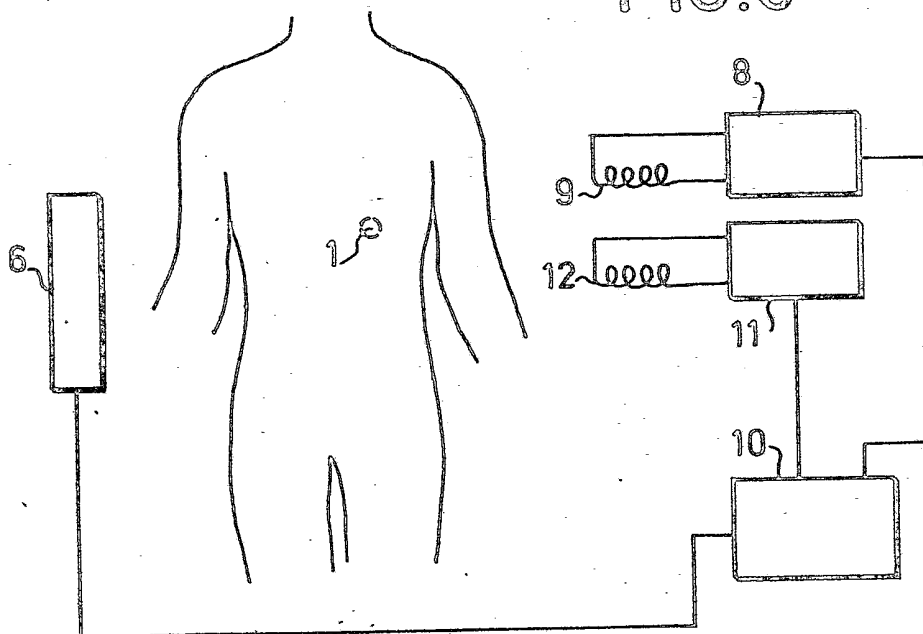


FIG. 7

FIG. 8



4/4

FIG. 9

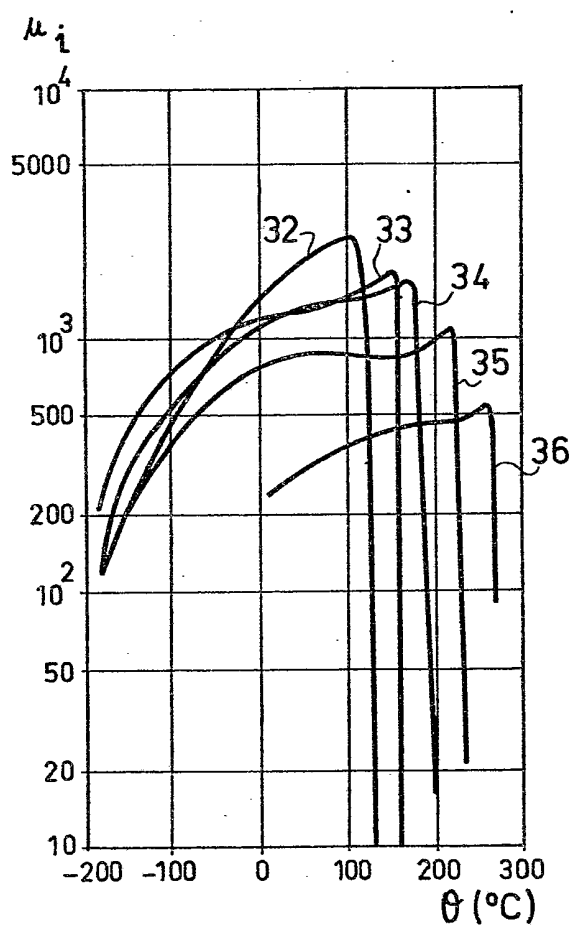


FIG. 10

