

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION
EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété
Intellectuelle
Bureau international



(43) Date de la publication internationale
22 janvier 2009 (22.01.2009)

PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2009/010642 A2

(51) Classification internationale des brevets :
B60C 23/04 (2006.01) **B60C 23/00** (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR2008/000788

(22) Date de dépôt international : 10 juin 2008 (10.06.2008)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
0705033 11 juillet 2007 (11.07.2007) FR

(71) Déposant (pour tous les États désignés sauf CA, MX, US) :
SOCIÉTÉ DE TECHNOLOGIE MICHELIN [FR/FR];
23, rue Breschet, F-63000 Clermont-Ferrand (FR).

(71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) : **MICHE-
LIN RECHERCHE ET TECHNIQUE S.A.** [CH/CH];
Route Louis-Braille 10, CH-1763 Granges-Paccot (CH).

(72) Inventeurs; et

(75) Inventeurs/Déposants (pour US seulement) : **LEDOUX, Thomas** [FR/FR]; 50b, avenue de Beaulieu, F-63122 Ceyrat (FR). **LEVAIN, Nathalie** [FR/FR]; 9, impasse de Bouys, F-63100 Clermont-Ferrand (FR). **MARTIN, Denis** [FR/FR]; 2, rue des Neuf Soleils, F-63000 Clermont-Ferrand (FR). **PERRIER, Bernard** [FR/FR]; 6, rue Viviani, F-63100 Clermont-Ferrand (FR).

(74) Mandataires : **BENTZ, Jean-Paul** etc.; Novagraaf Technologies, 122, rue Edouard Vaillant, F-92593 Levallois-Perret (FR).

(81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY,

[Suite sur la page suivante]

(54) Title: DEVICE FOR MONITORING THE PHYSICAL PARAMETER OF A TYRE CONDITION USING A FREELY MOVABLE SENSOR

(54) Titre : DISPOSITIF DE SURVEILLANCE D'UN PARAMÈTRE PHYSIQUE D'ÉTAT D'UN PNEU, UTILISANT UN CAPTEUR LIBREMENT MOBILE

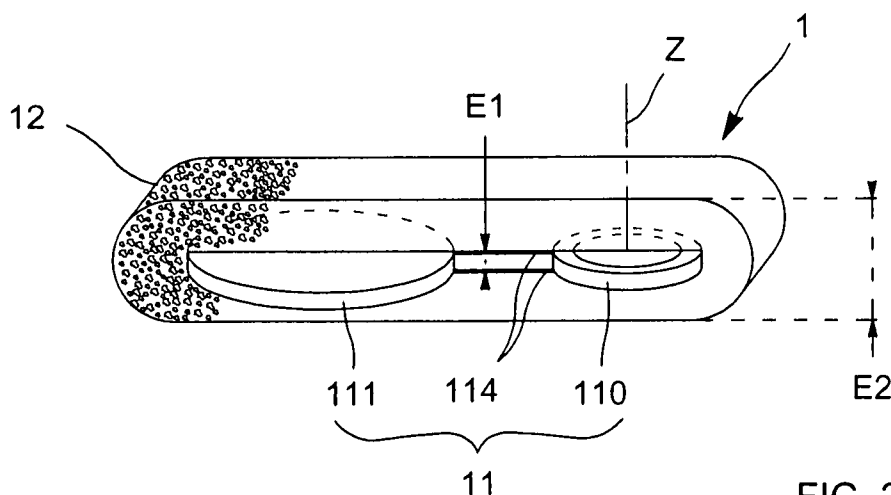


FIG. 2

(57) Abstract: The invention relates to a device for monitoring the physical parameter of a tyre condition, that comprises a sub-assembly (1) arranged inside said tyre and comprising a resonant electric circuit (11) including a magnetic induction coil (110). According to the invention, the resonant circuit (11) has a flat shape with a thickness (E1), parallel to the axis (Z) of the coil (110), not exceeding one fifth of each of the other two dimensions, and said circuit is directly imbedded in a protection coating (12) having a flat shape with a thickness (E2) parallel to that of the resonant circuit (11), the sub-assembly (1) formed by said circuit (11) imbedded in said coating (12) being arranged so as to be capable of free movement in the tyre.

[Suite sur la page suivante]

WO 2009/010642 A2



TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(84) États désignés (*sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible*) : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasién (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), européen (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI,

Publiée :

— *sans rapport de recherche internationale, sera republiée dès réception de ce rapport*

(57) Abrégé : L'invention concerne un dispositif de surveillance d'un paramètre physique d'état d'un pneu, comprenant un sous-ensemble (1) disposé dans ce pneu et incluant un circuit électrique résonnant (11) doté d'une bobine d'induction magnétique (110). Selon l'invention, le circuit résonnant (11) présente une forme aplatie dont l'épaisseur (E1), parallèle à l'axe (Z) de la bobine (110), est au plus égale au cinquième de chacune des deux autres dimensions, et ce circuit (11) est directement noyé dans un enrobage de protection (12) de forme aplatie, dont l'épaisseur (E2) est parallèle à celle du circuit résonnant (11), le sous-ensemble (1) formé par ce circuit (11) noyé dans cet enrobage (12) étant disposé librement mobile dans le pneu.

DISPOSITIF DE SURVEILLANCE D'UN PARAMETRE PHYSIQUE D'ETAT
D'UN PNEU, UTILISANT UN CAPTEUR LIBREMENT MOBILE.

5 L'invention concerne, de façon générale, la surveillance d'un état de fonctionnement, dans le domaine automobile.

Plus précisément, l'invention concerne un dispositif de surveillance d'un paramètre physique d'état d'un pneu monté
10 en fonctionnement sur un véhicule équipé d'un châssis et de roues, ce dispositif comprenant au moins un premier sous-ensemble disposé en fonctionnement dans le pneu et incluant un circuit électrique résonnant doté d'une bobine d'induction magnétique.

15

Un tel dispositif est par exemple décrit dans le brevet US 5 260 683.

Ce brevet décrit un système de surveillance de la pression
20 interne d'un pneu, comprenant, outre le premier sous-ensemble disposé dans le pneu, un deuxième sous-ensemble lié au châssis et doté de moyens d'excitation magnétique et de moyens de lecture permettant de communiquer avec le premier sous-ensemble, qui joue le rôle de capteur.

25

Dans la solution que préconise ce brevet, le premier sous-ensemble est monté de manière fixe dans la cavité du pneu et par exemple rendu solidaire de la jante de la roue équipée de ce pneu.

30

Cependant, une telle solution engendre des contraintes importantes de montage, d'étanchéité et de maintenance, que la présente invention vise à surmonter.

35 A cette fin, le dispositif de l'invention, par ailleurs conforme à la définition générique qu'en donne le préambule

ci-dessus, est essentiellement caractérisé en ce que le circuit résonnant présente une forme aplatie dont une première dimension, parallèle à l'axe de la bobine, est strictement inférieure aux deux autres, en ce que le premier sous-ensemble comprend, outre le circuit résonnant, un enrobage de protection de forme aplatie, dont une plus petite dimension est parallèle à la première dimension du circuit résonnant, en ce que le circuit résonnant est directement noyé dans cet enrobage, et en ce que le premier sous-ensemble est disposé librement mobile dans le pneu.

Par exemple, la première dimension du circuit résonnant est au plus égale au cinquième de chacune des deux autres dimensions.

15

De préférence, l'enrobage est essentiellement constitué d'un matériau élastomère poreux à cellules ouvertes, présentant par exemple une densité au plus égale à 0.5 g/cm^3 et avantageusement comprise entre 0.1 g/cm^3 et 0.3 g/cm^3 .

20

Pour ce faire, cet enrobage peut notamment être réalisé en mousse de polyuréthane.

Le premier sous-ensemble peut ainsi présenter une masse inférieure à 10 grammes, et de préférence même au plus égale à 6 grammes.

Comme le circuit résonnant comprend plusieurs composants électriquement reliés les uns aux autres par des conducteurs électriques, il peut être judicieux de prévoir, pour réduire encore la masse du premier sous-ensemble, que ces composants soient mécaniquement reliés les uns aux autres au moins par ces conducteurs électriques.

35

En variante, on utilise, pour relier électriquement entre eux les composants du circuit résonnant, des fils conducteurs fins et souples, et on utilise un matériau plus rigide, tel qu'une résine époxy, pour enrober une partie au moins de ces conducteurs et de ces composants pour assurer la tenue mécanique de l'ensemble.

De même, au lieu de comporter un noyau rigide, la bobine peut être conformée en anneau plat et constituée de spires collées les unes aux autres, réalisées par enroulement d'un fil conducteur isolé en surface.

Le dispositif de surveillance de l'invention peut aussi comprendre un deuxième sous-ensemble lié en fonctionnement au châssis du véhicule et doté de moyens d'excitation magnétique et de moyens de lecture.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention ressortiront clairement de la description qui en est faite ci-après, à titre indicatif et nullement limitatif, en référence aux dessins annexés, dans lesquels :

- la figure 1 est un schéma électrique illustrant un mode de réalisation possible d'un circuit résonnant utilisable dans le dispositif de l'invention;

- la figure 2 est une vue schématique en perspective écorchée, à échelle agrandie, d'un premier sous-ensemble utilisable dans le dispositif de l'invention;

- la figure 3 est une demie-vue en coupe d'un pneu en cours de roulement, dans lequel est inséré le premier sous-ensemble d'un dispositif conforme à l'invention;

- la figure 4 est un schéma représentant, en ordonnée, la fréquence de résonance, exprimée en kilohertz, d'un circuit

résonnant utilisable dans un dispositif conforme à l'invention, en fonction de la pression interne du pneu surveillé, exprimée en bars et en abscisse; et

- 5 - la figure 5 est une vue en coupe partielle schématique d'un véhicule équipé d'un dispositif conforme à l'invention.

Comme annoncé précédemment, l'invention concerne un
10 dispositif de surveillance d'un paramètre physique de l'état d'un pneu 920 (figure 5) équipant une roue 92 d'un véhicule 9.

Bien que la présente description fasse plus spécifiquement
15 référence, par souci d'illustration concrète, à un dispositif de surveillance de la pression interne d'un pneu, l'homme du métier sera en mesure d'adapter ce dispositif à la surveillance de tout autre paramètre physique.

20

Un tel dispositif comprend, au moins en fonctionnement, un premier sous-ensemble 1 disposé dans le pneu 920, et un deuxième sous-ensemble 2 lié au châssis 91 du véhicule 9.

- 25 Le premier sous-ensemble 1 comprend lui-même un circuit électrique résonnant 11 (figure 1) par exemple formé d'une bobine d'induction magnétique 110, d'un capteur capacitif 111 de capacité variable et en l'occurrence sensible à la pression interne du pneu, d'une résistance 112, et
30 éventuellement d'un condensateur supplémentaire 113 de capacité fixe monté en parallèle sur le capteur 111 pour ajuster la fréquence de résonance, l'ensemble de ces composants étant reliés les uns aux autres par des conducteurs électriques 114.

35

Par ailleurs, et comme le montre la figure 5 de façon symbolique, le sous-ensemble 2 comprend des moyens 21 d'excitation magnétique et des moyens 22 de lecture, qui permettent à ce deuxième sous-ensemble de communiquer avec
5 le premier sous-ensemble 1 par influence magnétique réciproque, comme décrit par exemple dans le brevet US 5 260 683 précité.

Selon l'invention (figure 2), le circuit résonnant 11
10 présente une forme aplatie.

Par exemple, sa plus petite dimension, ou épaisseur E1, qui s'étend parallèlement à l'axe Z de la bobine 110, est au plus égale au cinquième de chacune des deux autres
15 dimensions de ce circuit 11.

Comme le montre encore la figure 2, le sous-ensemble 1 comprend, outre le circuit résonnant 11, un enrobage de protection 12 de forme aplatie, dans lequel le circuit
20 résonnant 11 est directement noyé.

La plus petite dimension, ou épaisseur E2, de l'enrobage 12 s'étend dans la même direction que l'épaisseur E1 du circuit résonnant, c'est-à-dire parallèlement à l'axe Z de
25 la bobine 110.

Grâce à ces caractéristiques, le premier sous-ensemble 1 peut être disposé librement mobile dans le pneu 920, c'est-à-dire sans aucune fixation, ce sous-ensemble 1 venant se
30 plaquer sur la face interne du pneu par force centrifuge (figure 3) dès que le véhicule atteint une vitesse modérée, inférieure à celle pour laquelle la surveillance de l'état du pneu devient souhaitable pour des raisons de sécurité.

35 De préférence, l'enrobage 12 est essentiellement constitué d'un matériau élastomère poreux à cellules ouvertes, tel

qu'une mousse de polyuréthane, cette caractéristique n'étant illustrée de façon symbolique que sur la partie gauche de la figure 2 pour conserver à cette dernière une lisibilité suffisante.

5

Cet enrobage 12 présente avantageusement une densité au plus égale à 0.5 g/cm^3 et, de façon encore plus avantageuse, une densité comprise entre 0.1 g/cm^3 et 0.3 g/cm^3 .

10

Le sous-ensemble 1 peut ainsi présenter une masse inférieure à 10 grammes et en fait typiquement au plus égale à 6 grammes.

15 Plusieurs mesures peuvent être prises pour réduire la masse de ce sous-ensemble.

En particulier, les composants 110 à 113 du circuit résonnant 11 peuvent par exemple être reliés mécaniquement
20 les uns aux autres essentiellement grâce aux conducteurs électriques 114 de ce circuit.

En outre, au lieu de comporter un noyau, la bobine 110, qui est conformée en anneau plat, peut être formée de spires
25 collées les unes aux autres, chaque spire étant réalisée par enroulement d'un fil conducteur, par exemple de cuivre, isolé en surface.

Comme le sait l'homme du métier, un circuit résonnant 11
30 tel que celui de la figure 1 présente une fréquence de résonance f_r égale à :

$$f_r = \frac{1}{2\pi} \cdot \frac{1}{\sqrt{LC}}$$

35 et un facteur de qualité Q égal à :

$$Q = \frac{1}{R} \sqrt{\frac{L}{C}}$$

où L est l'inductance de la bobine 110, C la capacité
5 globale du capteur 111 et du condensateur supplémentaire
113, et R la valeur de la résistance 112.

La mesure de la fréquence de résonance f_r donne donc accès
à la valeur de la capacité variable C si l'inductance L est
10 fixe, et réciproquement.

La mesure du facteur de qualité Q donne quant à elle accès
à la valeur de la capacité C, de l'inductance L, ou de la
résistance R si l'une de ces grandeurs électriques est
15 variable alors que les deux autres grandeurs sont fixes.

Aussi est-il possible, en faisant évoluer l'une des
grandeurs L, C et R en fonction du paramètre choisi pour
surveiller l'état du pneu 920, de donner au sous-ensemble 1
20 de nombreuses formes de réalisation différentes.

En particulier, au lieu de surveiller la pression, il
serait possible de surveiller par exemple la température ou
l'hygrométrie.

25 Par ailleurs, au lieu d'utiliser un capteur capacitif, il
serait envisageable de faire varier l'inductance L de la
bobine 110 en fonction du paramètre à surveiller ; on peut
aussi faire varier la résistance d'un autre composant en
30 fonction du paramètre à mesurer.

En outre, l'ajustement de la fréquence de résonance
pourrait être réalisé par une bobine supplémentaire
d'inductance fixe au lieu d'un condensateur de capacité

fixe, ou une combinaison des deux, étant entendu que ces composants restent de toute façon optionnels.

En revanche, l'enrobage 12 doit, dans tous les cas, permettre au capteur choisi de subir l'influence du paramètre à surveiller, ce qui interdit par exemple d'utiliser un enrobage 12 étanche à la vapeur d'eau dans le cas où le paramètre surveillé est l'hygrométrie du pneu. Dans le cas d'une mesure de température, l'enrobage doit être conducteur de la température.

Dans le cas de la surveillance de la pression interne du pneu, l'enrobage 12 pourrait ainsi être constitué d'un matériau ne laissant pas passer la pression, pour autant qu'un canal de communication soit prévu dans l'enrobage entre la cavité du pneu et le capteur.

L'enrobage 12 pourrait aussi, éventuellement, être constitué d'un matériau ne laissant pas passer la pression, pour autant que l'épaisseur de cet enrobage soit alors suffisamment faible pour que la déformation de ce dernier se transmette à la capacité variable.

Le matériau de l'enrobage 12 peut aussi être choisi pour présenter, au moins en surface, une adhérence optimale sur la gomme intérieure du pneu.

Le circuit résonnant 11 présente de préférence une fréquence de résonance se situant en deçà des bandes électromagnétiques des émissions radio, et par exemple de l'ordre de 150 kHz ou moins.

Grâce à la forme aplatie de l'enrobage 12, la bobine 110 se place dans un plan sensiblement tangentiel à la bande de roulement du pneu 920 dès que le véhicule 9 roule à une vitesse supérieure à une valeur limite relativement faible,

de l'ordre de 20 à 30 km/h et peut ainsi recevoir et transmettre un champ magnétique à travers cette bande de roulement.

- 5 Dans un mode de réalisation possible, donné à titre d'exemple purement illustratif, le sous-ensemble 11 peut être réalisé de la façon suivante.

La bobine 110 comprend 500 spires de fil de cuivre de
10 diamètre égal à 0.08 mm, et présente elle-même un diamètre intérieur de 18 mm, un diamètre extérieur de 23 mm, une épaisseur de 2 mm suivant l'axe Z, une masse de 1.6 g, et une inductance de 8 mH.

- 15 Le capteur capacitif de pression 111 prend la forme d'une chambre remplie d'air et fermée par deux disques de laiton, ces disques présentant un diamètre extérieur de 30 mm, une épaisseur de 0.05 mm, et formant à la fois les parois frontales de la chambre et les armatures d'un condensateur
20 variable avec la pression.

Ces disques sont soudés de façon étanche sur les faces
cuvrées respectives d'une couronne découpée dans une
plaque isolante en résine époxy, du type de celles
25 utilisées pour les circuits imprimés.

Cette couronne, qui forme à la fois un séparateur axial
pour les disques de laiton et une paroi latérale pour la
chambre, présente par exemple une épaisseur de 0.4 mm, un
30 diamètre extérieur de 30 mm, et un diamètre intérieur de 24 mm.

Enfin, une feuille isolante, telle qu'une feuille de papier
ou de polymère de quelques centièmes de millimètre
35 d'épaisseur et de permittivité préférentiellement élevée,

est intercalée entre les deux disques et éventuellement portée par l'un d'eux.

5 Lorsque le capteur 111 ainsi constitué est soumis à une pression à mesurer, les disques viennent en contact l'un de l'autre, à travers la feuille isolante, dans une zone d'aire variable avec cette pression, ce capteur présentant une capacité variant fortement avec la pression.

10 Le capteur ainsi réalisé présente une masse de 1.1 g.

Le condensateur 113, d'une capacité fixe de 150 pF, présente typiquement une masse de 0.1 g.

15 Dans ces conditions, et en assimilant la résistance 112 à la résistance parasite des trois composants précités, le circuit résonnant 11 a une masse totale de 2.8 g, une longueur de 5.5 cm, une largeur de 3.0 cm, et une épaisseur de 0.2 cm.

20

Autrement dit, l'épaisseur de ce circuit 11 ne représente que le quinzième de sa largeur, alors qu'elle pourrait, sans nuire à la performance du dispositif, représenter le dixième ou même le cinquième de cette largeur.

25

Enfin, l'enrobage 12 présente une longueur de 6.5 cm, une largeur de 4.0 cm, une épaisseur comprise entre 0.5 cm et 1 cm, et une masse de l'ordre de 3.2 g, de sorte que le sous-ensemble 1 illustré à la figure 1 ne présente qu'une masse
30 totale de l'ordre de 6 g et ne perturbe donc pas le fonctionnement du pneu 920 en roulage.

Un circuit 11 réalisé selon les indications fournies plus haut présente (figure 4) une fréquence de résonance de 126
35 kHz à la pression atmosphérique et de 100 kHz sous une pression supplémentaire de l'ordre de 3 bars, la fréquence

de résonance f_r variant donc d'environ 26 kHz pour une variation de pression de 3 bars.

REVENDICATIONS.

1. Dispositif de surveillance d'un paramètre physique
5 d'état d'un pneu (920) monté en fonctionnement sur un
véhicule (9) équipé d'un châssis (91) et de roues (92), ce
dispositif comprenant au moins un premier sous-ensemble (1)
disposé en fonctionnement dans le pneu (920) et incluant un
circuit électrique résonnant (11) doté d'une bobine
10 d'induction magnétique (110), caractérisé en ce que ce
circuit résonnant (11) présente une forme aplatie dont une
première dimension (E1), parallèle à l'axe de la bobine
(110), est strictement inférieure aux deux autres
dimensions, en ce que le premier sous-ensemble (1)
15 comprend, outre le circuit résonnant (11), un enrobage de
protection (12) de forme aplatie, dont une plus petite
dimension (E2) est parallèle à la première dimension (E1)
du circuit résonnant (11), en ce que le circuit résonnant
(11) est directement noyé dans cet enrobage (12), et en ce
20 que le premier sous-ensemble (1) est disposé librement
mobile dans le pneu (920).

2. Dispositif de surveillance suivant la revendication 1,
dans lequel la première dimension (E1) du circuit résonnant
25 est au plus égale au cinquième de chacune des deux autres
dimensions.

3. Dispositif de surveillance suivant la revendication 1
ou 2, caractérisé en ce que l'enrobage (12) est
30 essentiellement constitué d'un matériau élastomère poreux à
cellules ouvertes.

4. Dispositif de surveillance suivant l'une quelconque
des revendications précédentes, caractérisé en ce que
35 l'enrobage (12) présente une densité au plus égale à 0.5
g/cm³.

5. Dispositif de surveillance suivant l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'enrobage (12) présente une densité comprise entre 0.1 g/cm³ et 0.3 g/cm³.

6. Dispositif de surveillance suivant l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'enrobage (12) est réalisé en polyuréthane.

10

7. Dispositif de surveillance suivant l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que le premier sous-ensemble (1) présente une masse inférieure à 10 grammes.

15

8. Dispositif de surveillance suivant l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que le premier sous-ensemble (1) présente une masse au plus égale à 6 grammes.

20

9. Dispositif de surveillance suivant l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que le circuit résonnant (11) comprend plusieurs composants (110-113) électriquement reliés les uns aux autres par des conducteurs électriques (114), et mécaniquement reliés les uns aux autres au moins par ces conducteurs électriques (114).

25

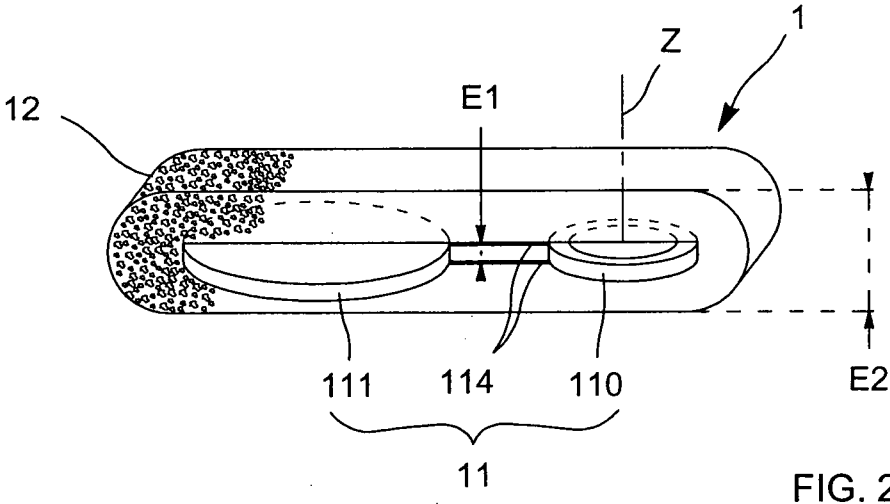
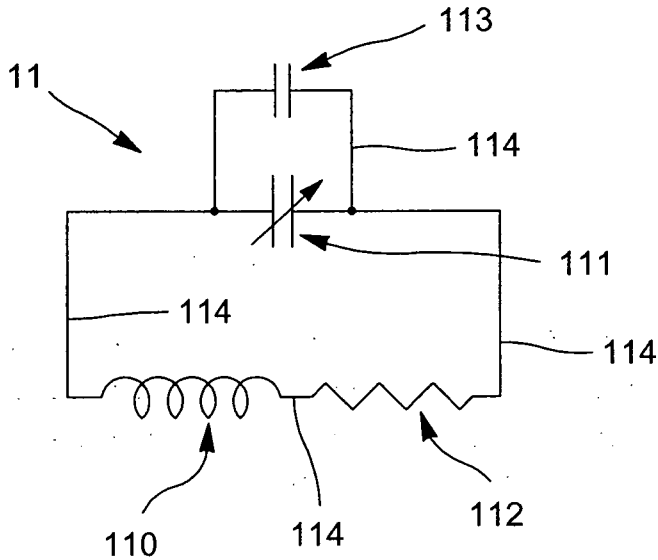
10. Dispositif de surveillance suivant l'une quelconque des revendications 1 à 9, caractérisé en ce que le circuit résonnant (11) comprend plusieurs composants (110-113) électriquement reliés les uns aux autres par des conducteurs électriques fins et souples (114), et mécaniquement reliés les uns aux autres également par un matériau plus rigide enrobant une partie au moins desdits fils conducteurs et desdits composants.

35

11. Dispositif de surveillance suivant l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que la bobine (110) est conformée en anneau plat et constituée de
5 spires collées les unes aux autres et réalisées par enroulement d'un fil conducteur isolé en surface.

12. Dispositif de surveillance suivant l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il
10 comprend un deuxième sous-ensemble (2), ce deuxième sous-ensemble étant lié en fonctionnement au châssis (91) et doté de moyens (21) d'excitation magnétique et de moyens (22) de lecture.

1 / 2



2/2

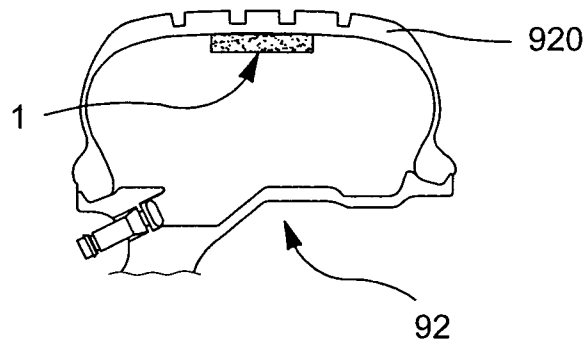


FIG. 3

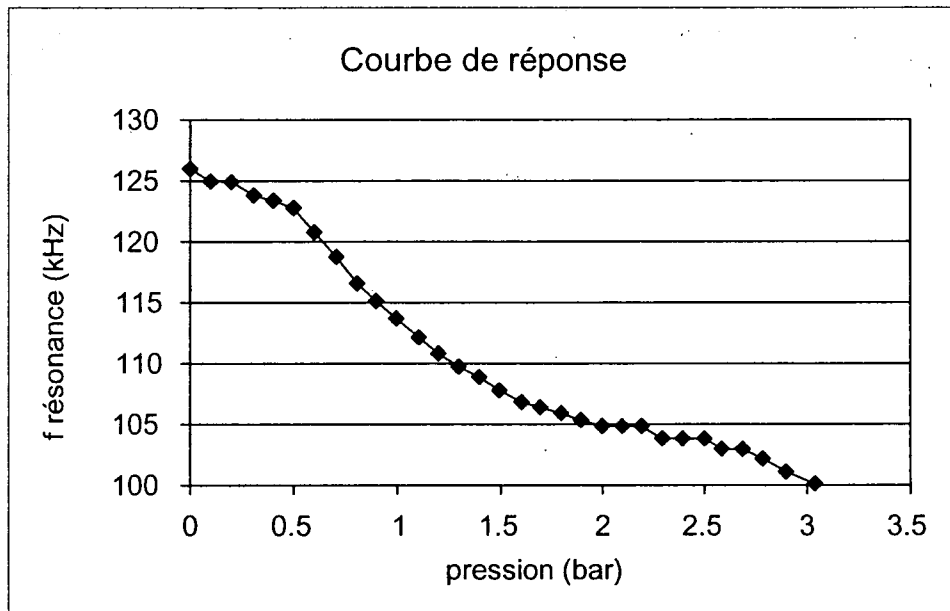


FIG. 4

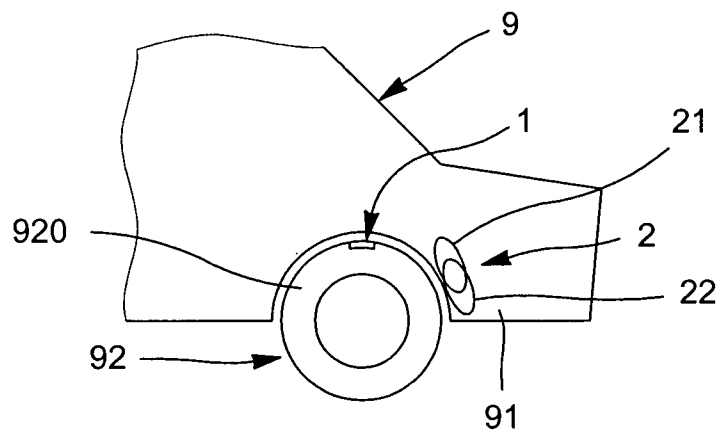


FIG. 5