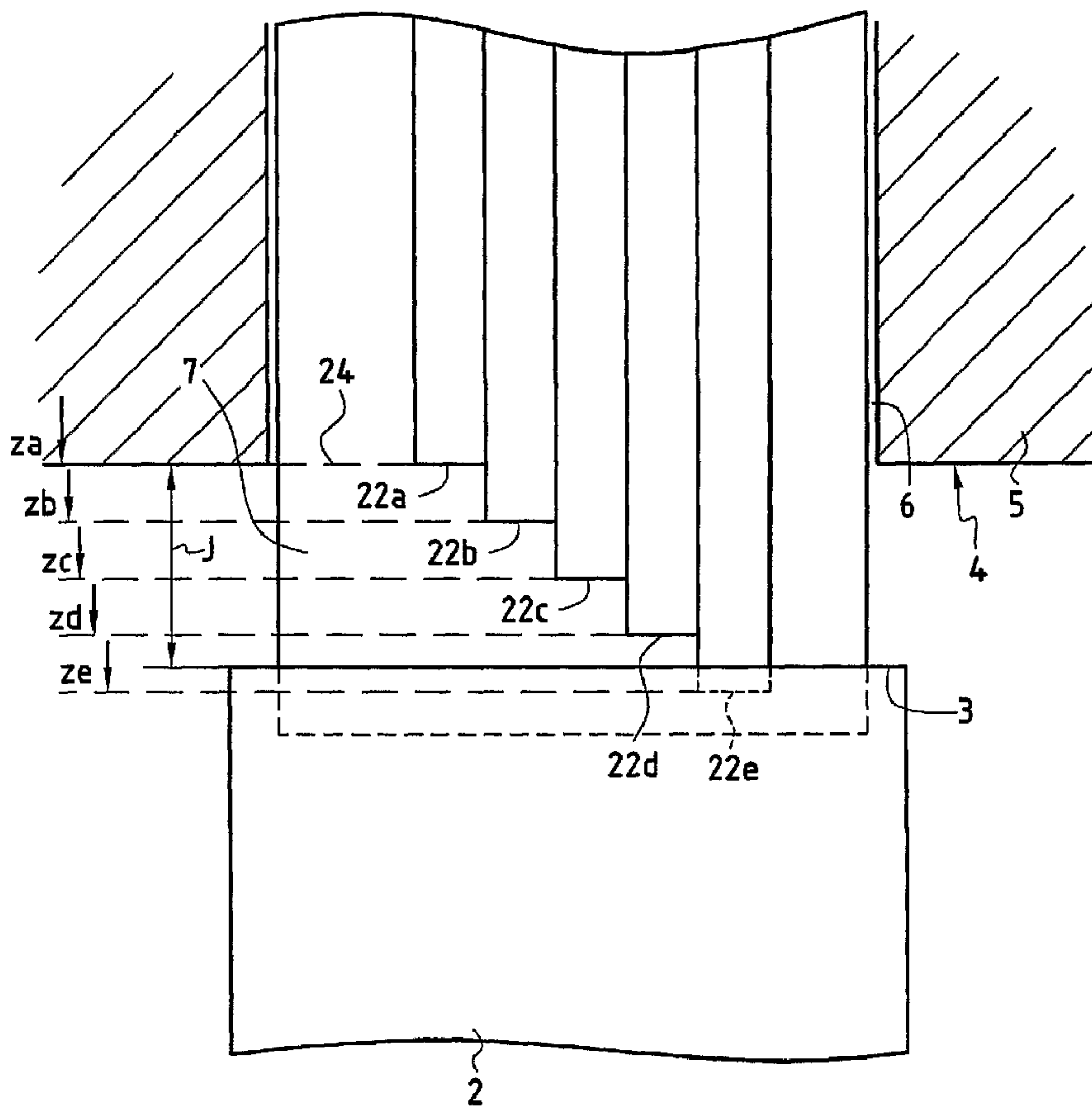




(86) Date de dépôt PCT/PCT Filing Date: 2001/06/28
 (87) Date publication PCT/PCT Publication Date: 2002/01/10
 (45) Date de délivrance/Issue Date: 2009/02/17
 (85) Entrée phase nationale/National Entry: 2002/02/18
 (86) N° demande PCT/PCT Application No.: FR 2001/002051
 (87) N° publication PCT/PCT Publication No.: 2002/003024
 (30) Priorité/Priority: 2000/07/06 (FR00/08779)

(51) Cl.Int./Int.Cl. *G01B 7/14* (2006.01),
F01D 11/12 (2006.01)
 (72) Inventeurs/Inventors:
EYRAUD, JEAN-LOUIS, FR;
PATRONE, FRANCK, FR
 (73) Propriétaire/Owner:
SNECMA, FR
 (74) Agent: GOUDREAU GAGE DUBUC

(54) Titre : CAPTEUR DE MESURE DE JEUX PAR ABRASION MULTIPROFONDEUR
 (54) Title: PLAY MEASURING SENSOR BY MULTIPLE DEPTH ABRASION



(57) Abrégé/Abstract:

Ce capteur de mesure de jeux par abrasion multiprofondueur comporte une sonde (7) susceptible d'être montée sur le carter (5) entourant une couronne d'aubes (2) d'une turbomachine, réalisée en un matériau susceptible d'être abrasé par les sommets (3)

(57) **Abrégé(suite)/Abstract(continued):**

des aubes (2). La sonde (7) comporte un circuit imprimé ayant une pluralité de circuits électriques en U dont les bases (22a à 22e) sont disposées dans l'extrémité de la sonde (7) face aux aubes (2) et situées à des profondeurs différentes (3a à 3e) par rapport à un niveau de référence définissant la paroi intérieure (4) du carter (5). Le capteur est relié à des moyens pour reconnaître les circuits intacts et les circuits électriques coupés par abrasion.

(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
10 janvier 2002 (10.01.2002)

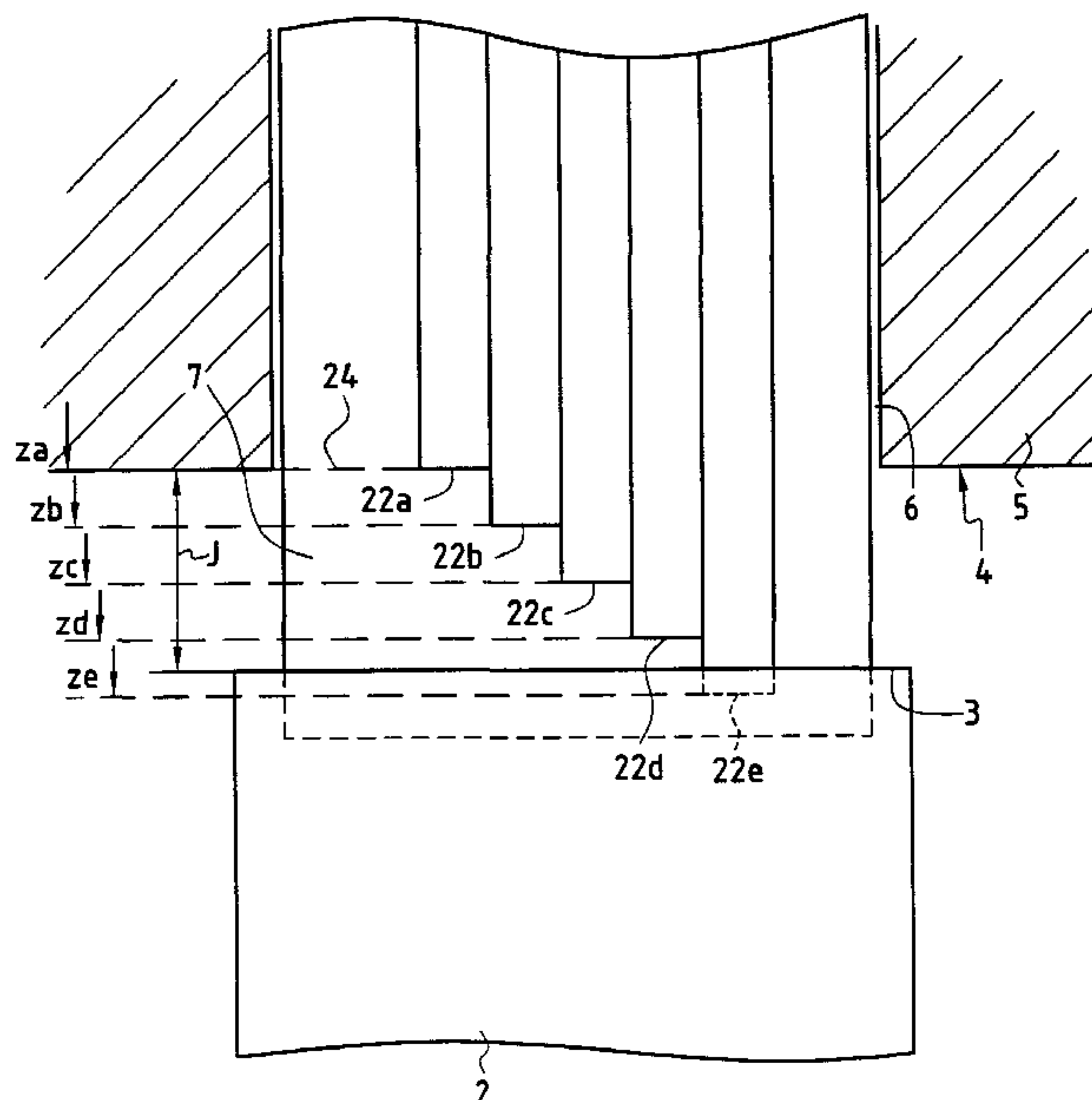
PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 02/03024 A1

- (51) Classification internationale des brevets⁷ : G01B 7/14, F01D 11/12
- (72) Inventeurs; et
(75) Inventeurs/Déposants (pour US seulement) : EYRAUD, Jean-Louis [/]; 7 Impasse du Pleu, F-77950 MAINCY (FR). PATRONE, Franck [FR/FR]; 23, rue des Bergeries, F-77380 Combs La Ville (FR).
- (21) Numéro de la demande internationale : PCT/FR01/02051
- (22) Date de dépôt international : 28 juin 2001 (28.06.2001)
- (74) Mandataire : BERROU, Paul; Snecma Moteurs, Département des Brevets, Boîte Postale 81, F-91003 Evry Cedex (FR).
- (25) Langue de dépôt : français
- (81) États désignés (national) : CA, JP, RU, UA, US.
- (26) Langue de publication : français
- Publiée :
— avec rapport de recherche internationale
- (30) Données relatives à la priorité :
00/08779 6 juillet 2000 (06.07.2000) FR
- (71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) : SNECMA MOTEURS [FR/FR]; 2, boulevard du General Martial Valin, F-75015 Paris (FR).
En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abréviations, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de la Gazette du PCT.

(54) Title: PLAY MEASURING SENSOR BY MULTIPLE DEPTH ABRASION

(54) Titre : CAPTEUR DE MESURE DE JEUX PAR ABRASION MULTIPROFONDEUR



(57) Abstract: The invention concerns a play measuring sensor by multiple depth abrasion comprising a probe (7) capable of being mounted on a housing (5) enclosing a gas turbine engine blade rim (2), made of a material capable of being abraded by the tops (3) of the blades (2). The probe (7) comprises a printed circuit having a plurality of U-shaped electric systems whereof the bases (22a to 22e) are arranged in the end of the probe (7) facing the blades (2) and located at different depths (3a to 3e) relative to a reference level defining the inner wall (4) of the housing (5). The sensor is connected to means identifying the intact circuits and the electric circuits cut by abrasion.

[Suite sur la page suivante]



WO 02/03024 A1



(57) Abrégé : Ce capteur de mesure de jeux par abrasion multiprofondeur comporte une sonde (7) susceptible d'être montée sur le carter (5) entourant une couronne d'aubes (2) d'une turbomachine, réalisée en un matériau susceptible d'être abrasé par les sommets (3) des aubes (2). La sonde (7) comporte un circuit imprimé ayant une pluralité de circuits électriques en U dont les bases (22a à 22e) sont disposées dans l'extrémité de la sonde (7) face aux aubes (2) et situées à des profondeurs différentes (3a à 3e) par rapport à un niveau de référence définissant la paroi intérieure (4) du carter (5). Le capteur est relié à des moyens pour reconnaître les circuits intacts et les circuits électriques coupés par abrasion.

L'invention concerne un dispositif pour mesurer le jeu existant entre les sommets des aubes mobiles d'une couronne d'aubes et la paroi intérieure du carter entourant ladite couronne d'aubes dans une turbomachine.

5 Dans la mise au point des turbomachines, la connaissance des jeux en haut d'aubes mobiles est un élément fondamental pour la maîtrise de la thermique de la machine, afin d'améliorer ses performances.

On s'efforce de rendre ce jeu aussi faible que possible, tout en évitant le risque de frottement des extrémités des aubes sur la paroi intérieure du carter.

10 Mais étant donné qu'il est extrêmement difficile d'optimiser ce jeu par calcul, du fait des nombreuses grandeurs mécaniques ou thermiques qui interviennent, on en est réduit à mesurer le jeu entre les sommets des aubes et la paroi intérieure du carter, au moyen de capteurs.

15 La mesure du jeu peut se faire en continu en fonctionnement. Dans ce cas, on utilise des capteurs de type capacitif qui donnent des signaux de faible amplitude.

20 La mesure du jeu peut également se faire de manière ponctuelle au cours d'essais ou de maintenance. Dans ce cas, on utilise en général une sonde en matériau abrasif qui comporte un circuit électrique en U dont la base se trouve à une certaine cote de la paroi interne du carter. Lorsque la base du circuit électrique est érodée par abrasion, le circuit électrique s'ouvre, le jeu est alors inférieur à la valeur de la cote qui correspond à une profondeur de jeu calibrée. Ce capteur présente l'avantage d'être robuste, mais il ne donne qu'un seul résultat au cours de l'essai.

25 Or fréquemment, on veut mesurer l'occurrence de plusieurs dimensions de jeu lors d'un même essai de turbomachine. Pour ce faire, on dispose en pratique plusieurs capteurs de type résistif à la périphérie de la couronne d'aubes, qui définissent chacun une profondeur de jeu calibrée.

30 Partant de cet état de la technique, l'invention s'est donnée pour but de proposer un dispositif simple, fiable et peu coûteux qui permette de mesurer plusieurs profondeurs de jeux décroissants.

35

L'invention atteint son but par le fait que le dispositif proposé comporte une sonde susceptible d'être montée radialement sur le carter et dont une extrémité au moins est réalisée en un matériau susceptible d'être abrasé par les sommets des aubes en rotation, un circuit imprimé
5 disposé dans le plan médian de ladite sonde qui contient l'axe de rotation de la couronne d'aubes, ce circuit imprimé comportant une pluralité de circuits électriques adjacents en U dont les bases sont disposées dans une extrémité de sonde susceptible d'être abrasée par les sommets
10 d'aubes et sont situées à des profondeurs différentes par rapport à un niveau de référence définissant la paroi intérieure du carter, et des moyens pour reconnaître les circuits électriques en U coupés par abrasion et les circuits électriques intacts.

Chaque base correspondant ainsi à une profondeur de jeu calibrée et le dispositif permet de constater au cours d'un même essai la
15 diminution éventuelle du jeu, et le positionnement des sommets des aubes entre deux profondeurs calibrées. La mise en oeuvre du dispositif nécessite le positionnement précis d'un seul capteur, alors que, dans l'état de la technique, il faut positionner avec précision plusieurs capteurs ayant chacun un seul circuit électrique en U.

20 Pour diminuer le nombre de lignes conductrices dans le circuit imprimé, deux circuits électriques adjacents comportent une branche commune.

Avantageusement, les profondeurs des bases augmentent d'un pas prédéterminé entre le circuit électrique latéral le plus court et le circuit
25 électrique latéral le plus long.

Pour diminuer le câblage externe de la sonde, la branche externe du circuit électrique latéral le plus court est reliée à une première borne électrique et les autres branches des circuits électriques sont reliées à une deuxième borne électrique via une résistance d'un faisceau
30 de résistances.

De préférence, les résistances du faisceau ont sensiblement toutes la même valeur. Les bornes sont reliées à un circuit électrique extérieur à la sonde qui comporte des moyens pour mesurer l'impédance équivalente des résistances des circuits intacts. Cette mesure
35 d'impédance permet de connaître le nombre des circuits les plus longs

coupés et par le fait même le positionnement du jeu restant entre deux profondeurs de jeu calibrées.

D'autres avantages et caractéristiques de l'invention ressortiront à la lecture de la description suivante faite à titre d'exemple et en référence aux dessins annexés, dans lesquels :

- la figure 1 est une vue schématique du dispositif selon l'invention qui montre la sonde montée sur le carter et les moyens de mesure associés ;
- la figure 2 est une vue en perspective de la sonde ;
- la figure 3 est une vue de face du circuit imprimé ; et
- la figure 4 est une vue selon le plan médian de la sonde passant par l'axe de rotation de la couronne d'aubes qui montre le circuit imprimé partiellement abrasé par les sommets d'aubes.

La figure 1 montre une roue 1 d'une turbomachine d'axe X qui comporte à sa périphérie une couronne d'aubes 2 dont les sommets 3 sont disposés à une distance J ou jeu de la paroi interne 4 d'un carter 5 d'axe X. Dans un orifice 6 de ce carter 5 est disposée une sonde 7 reliée par des conducteurs électriques 8 à un dispositif 9 de mesure du jeu J.

La sonde 7, montrée en perspective sur la figure 2, se présente sous la forme d'un corps cylindrique constitué de deux demi-cylindres 10a, 10b entre lesquels est maintenu par collage ou par pression un circuit imprimé 12. Les deux demi-cylindres 10a et 10b sont réalisés en un matériau susceptible d'être abrasé par les sommets 3 des aubes 2, tel que le Téflon ou le graphite.

Le circuit imprimé 12 est de préférence souple et éventuellement multicouche. Le bord inférieur 13 du circuit imprimé 12 est disposé dans la face d'extrémité de la sonde 7 qui est destinée à être introduite à l'intérieur du carter 5.

L'autre extrémité 14 du circuit imprimé émerge de la face supérieure 15 de la sonde 7 et comporte notamment la connectique et les bornes électriques 16a, 16b de raccordement des conducteurs électriques 8.

Le circuit imprimé 12 comporte une pluralité de circuits électriques en U adjacents 20a à 20e, constitués par des branches conductrices parallèles et verticales 21a à 21f de longueurs différentes et croissantes de la gauche vers la droite, ainsi que cela est montré sur la

figure 3, et des bases 22a à 22e parallèles au bord 13 et décalées verticalement d'un pas p constant. Chaque base relie l'extrémité inférieure d'une branche de gauche à la branche de droite immédiatement adjacente. Chaque branche intermédiaire 21b à 21e constitue une
5 branche électrique pour deux circuits électriques adjacents.

La branche externe 21a du circuit électrique 20a le plus court est raccordée à la borne électrique 16a. Les autres branches 21b à 21f sont raccordées à la borne 16b chacune par une résistance R . De préférence, toutes les résistances R ont la même valeur.

10 La référence 24 désigne un niveau de référence parallèle au bord 13. Ainsi, les bases 22a à 22e des circuits imprimés 20a à 20e sont disposées à des profondeurs respectives z_a à z_e par rapport au niveau de référence 24.

La figure 4 montre la disposition de la sonde 7 dans l'orifice 6
15 du carter 5. La base 22a du circuit électrique 20a est disposée dans le plan tangent à la paroi intérieure 4 du carter 5, à titre d'exemple. Ainsi, les bases 22b à 22e des autres circuits électriques 20b à 20e sont espacées de la paroi intérieure 4 du carter 5 d'une distance respectivement égale à p , $2p$, $3p$ et $4p$.

20 Si le jeu J est compris entre z_d et z_e ainsi que cela est montré sur la figure 4, l'extrémité inférieure de la sonde 7, montrée en pointillé sur la figure 4, est abrasée par l'extrémité 3 des aubes 2 en rotation autour de l'axe X . La branche 22e a été érodée par abrasion. Le circuit 20e est alors coupé, et aucun courant ne peut passer par la résistance R la plus à
25 droite du faisceau visible sur la figure 3.

Si au cours de l'essai en fonctionnement de la turbomachine, le jeu J diminue et est compris entre z_c et z_d , la base 22d sera à son tour érodée, et seules trois résistances R seront parcourues par du courant au cours de l'essai. Lors de la consommation du jeu J , le processus
30 précédent se répète par chacun des circuits dans l'ordre de leur hauteur décroissante.

Les résistances R peuvent être réalisées soit sous forme de résistances CMS, soit sous forme d'un dépôt de couche épaisse. La présence des résistances R permet de relier la sonde 7 au dispositif de
35 mesure 9 du jeu J par deux conducteurs électriques 8. Ce dispositif de

mesure 9 comporte essentiellement une source de courant continu G, un voltmètre et un ampèremètre ou plus simplement un ohmmètre.

5 Le rapport entre la mesure du voltage V et la mesure de l'intensité I permet de connaître la valeur de l'impédance Z du réseau de résistances R au cours de l'essai et par le fait même le nombre de circuits électriques intacts et le nombre de circuits électriques coupés. On en déduit facilement le positionnement des sommets 3 des aubes 2 par rapport à la paroi interne 4 du carter 5.

REVENDICATIONS

1. Dispositif pour mesurer le jeu (J) existant entre les sommets (3) des aubes mobiles (2) d'une couronne d'aubes et la paroi intérieure (4) du carter (5) entourant ladite couronne d'aubes dans une turbomachine, caractérisé par le fait qu'il comporte une sonde (7) susceptible d'être montée radialement sur le carter (5) et dont une extrémité au moins est réalisée en un matériau susceptible d'être abrasé par les sommets (3) des aubes (2) en rotation, un circuit imprimé (12) disposé dans le plan médian de ladite sonde (7) qui contient l'axe de rotation (X) de ladite couronne d'aubes,

ce circuit imprimé (12) comportant une pluralité de circuits électriques (20a à 20e) adjacents en U dont les bases (22a à 22e) sont disposées dans une extrémité de sonde susceptible d'être abrasée par les sommets (3) d'aubes et sont situées à des profondeurs différentes (za à ze) par rapport à un niveau de référence (24) définissant la paroi (4) intérieure du carter (5),

et des moyens (9) pour reconnaître les circuits électriques en U coupés par abrasion et les circuits électriques intacts.

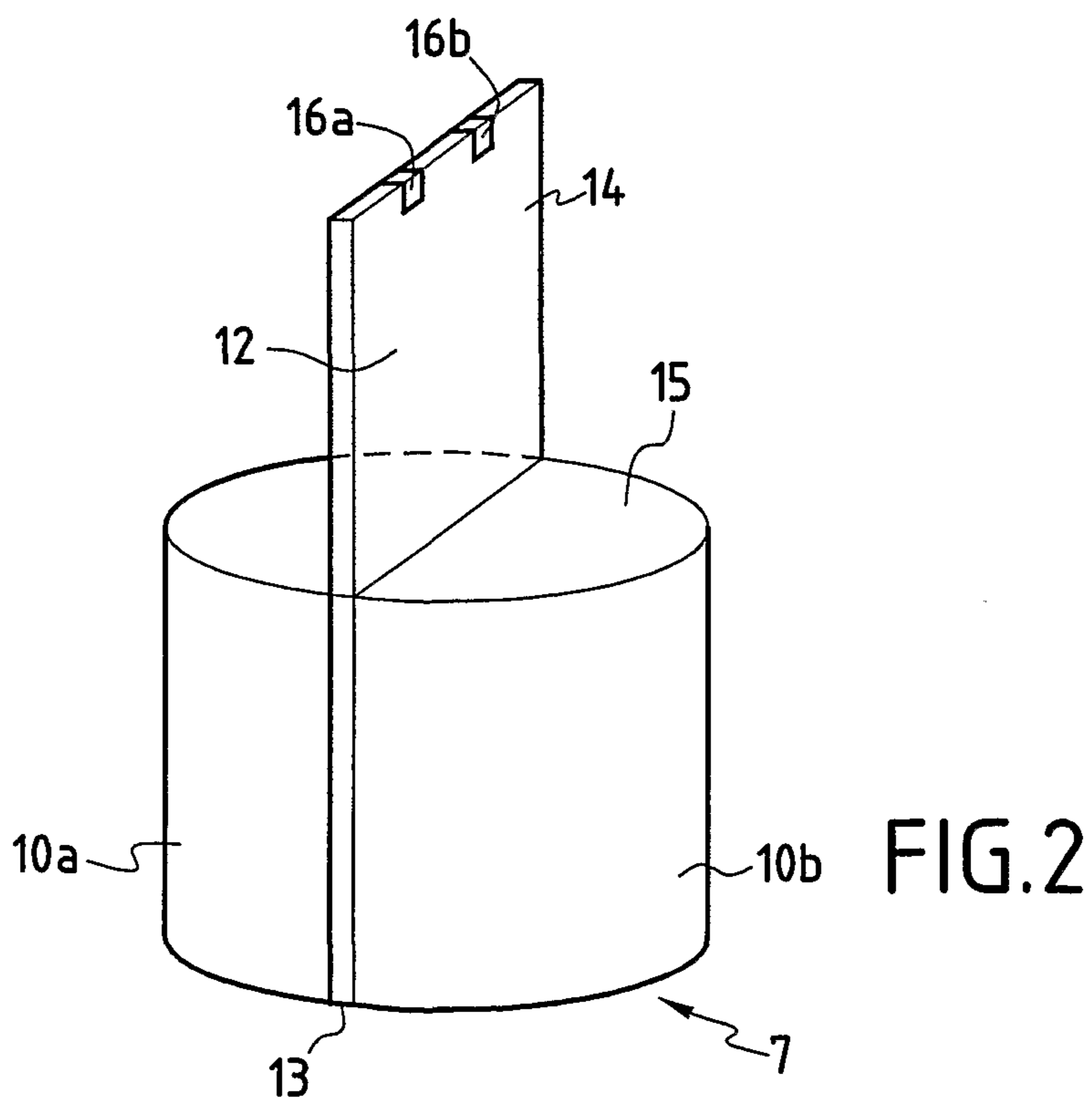
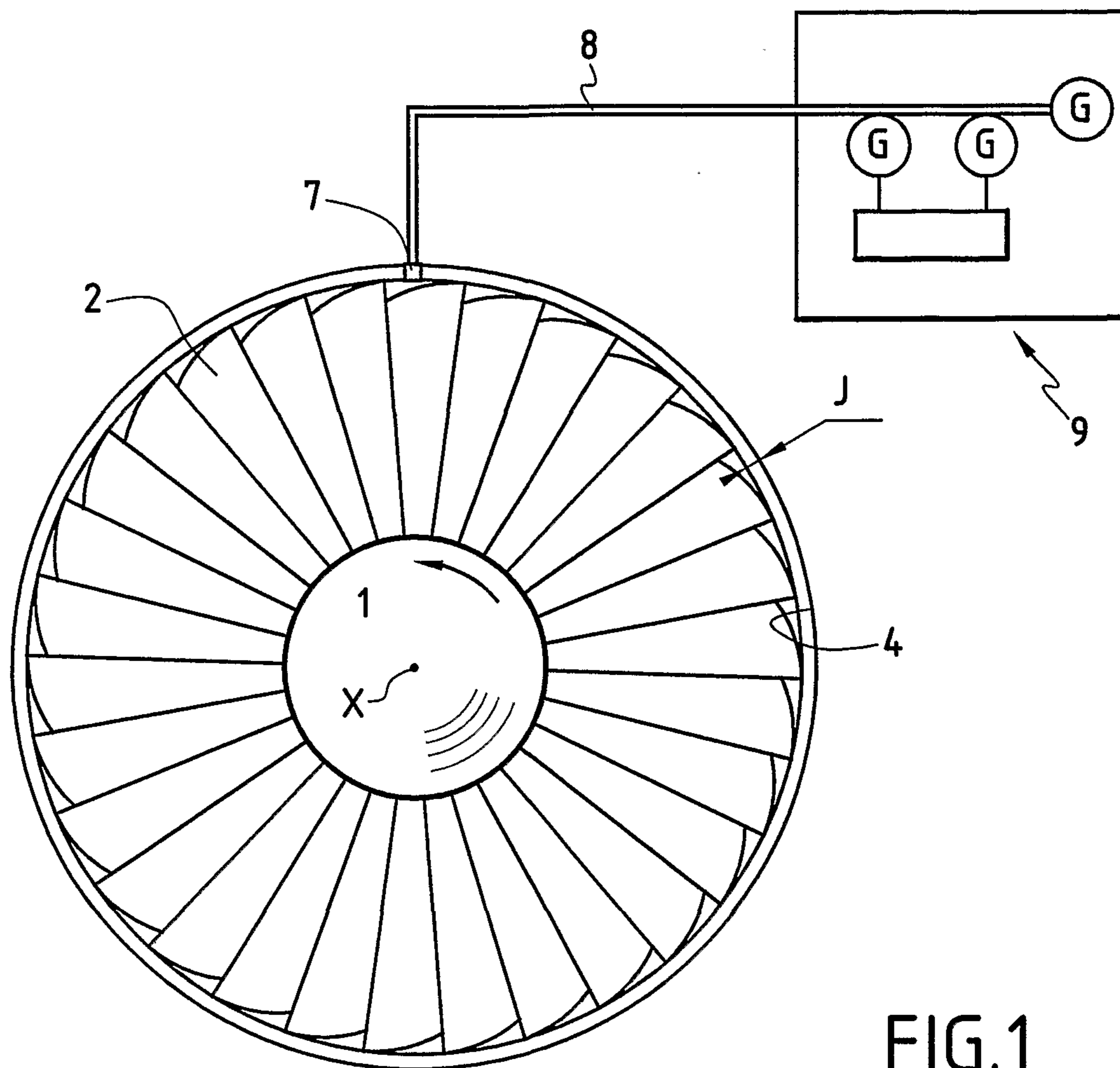
2. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé par le fait que deux circuits électriques adjacents comportent une branche commune.

3. Dispositif selon la revendication 2, caractérisé par le fait que les profondeurs (za à ze) des bases (22a à 22e) augmentent d'un pas prédéterminé entre le circuit électrique latéral le plus court (20a) et le circuit électrique latéral le plus long (20e).

4. Dispositif selon la revendication 3, caractérisé par le fait que la branche externe (21a) du circuit électrique latéral le plus court (20a) est reliée à une première borne électrique (16a), et les autres branches des circuits électriques sont reliées à une deuxième borne électrique (16b) commune via une résistance (R) d'un faisceau de résistances.

5. Dispositif selon la revendication 4, caractérisé par le fait que les résistances (R) du faisceau ont sensiblement toutes la même valeur.

6. Dispositif selon l'une des revendications 4 ou 5, caractérisé par le fait que lesdites bornes (16a, 16b) sont reliées à un circuit électrique extérieur à la sonde qui comporte des moyens (9) pour mesurer l'impédance équivalente des résistances des circuits intacts.



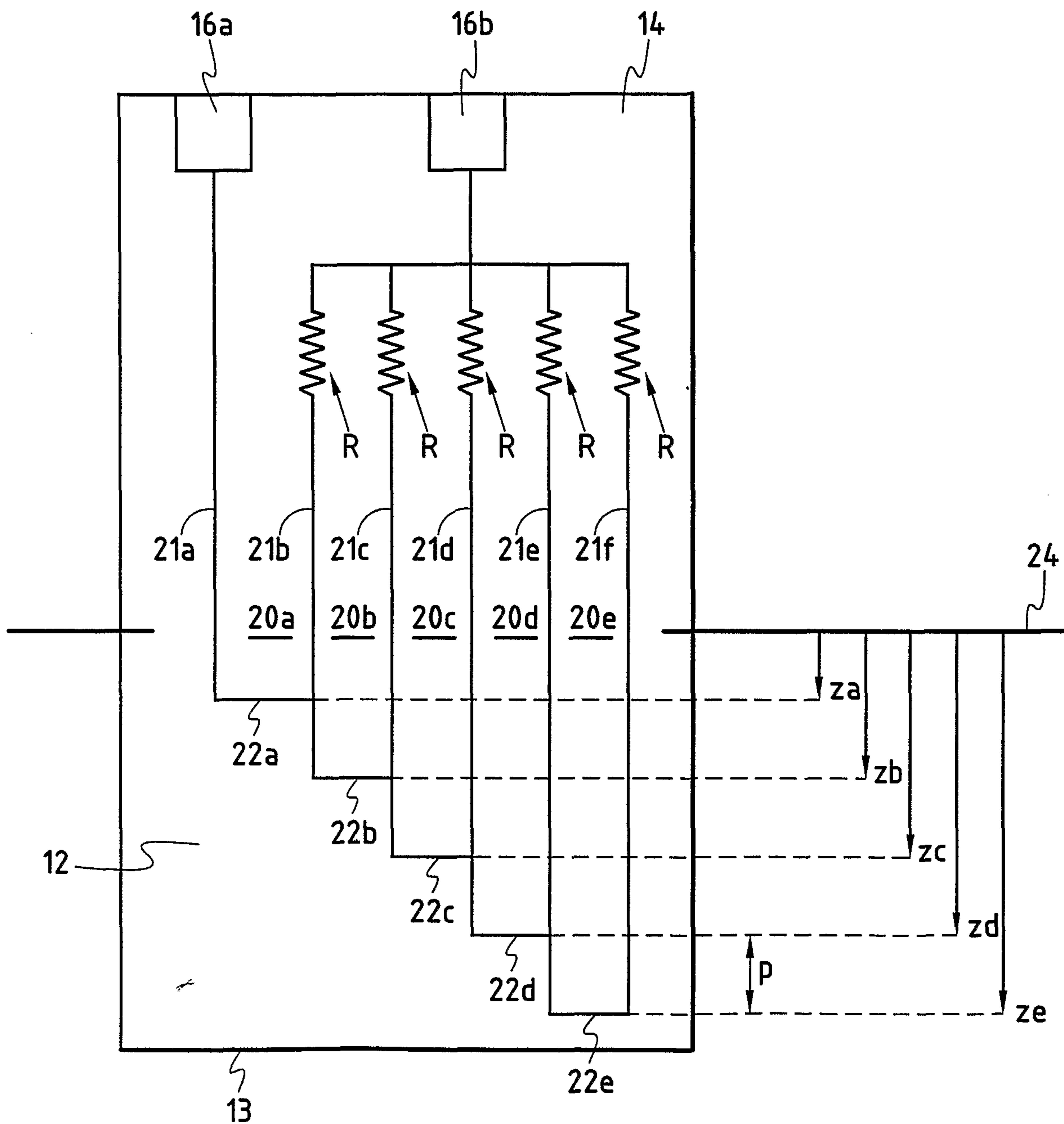


FIG.3

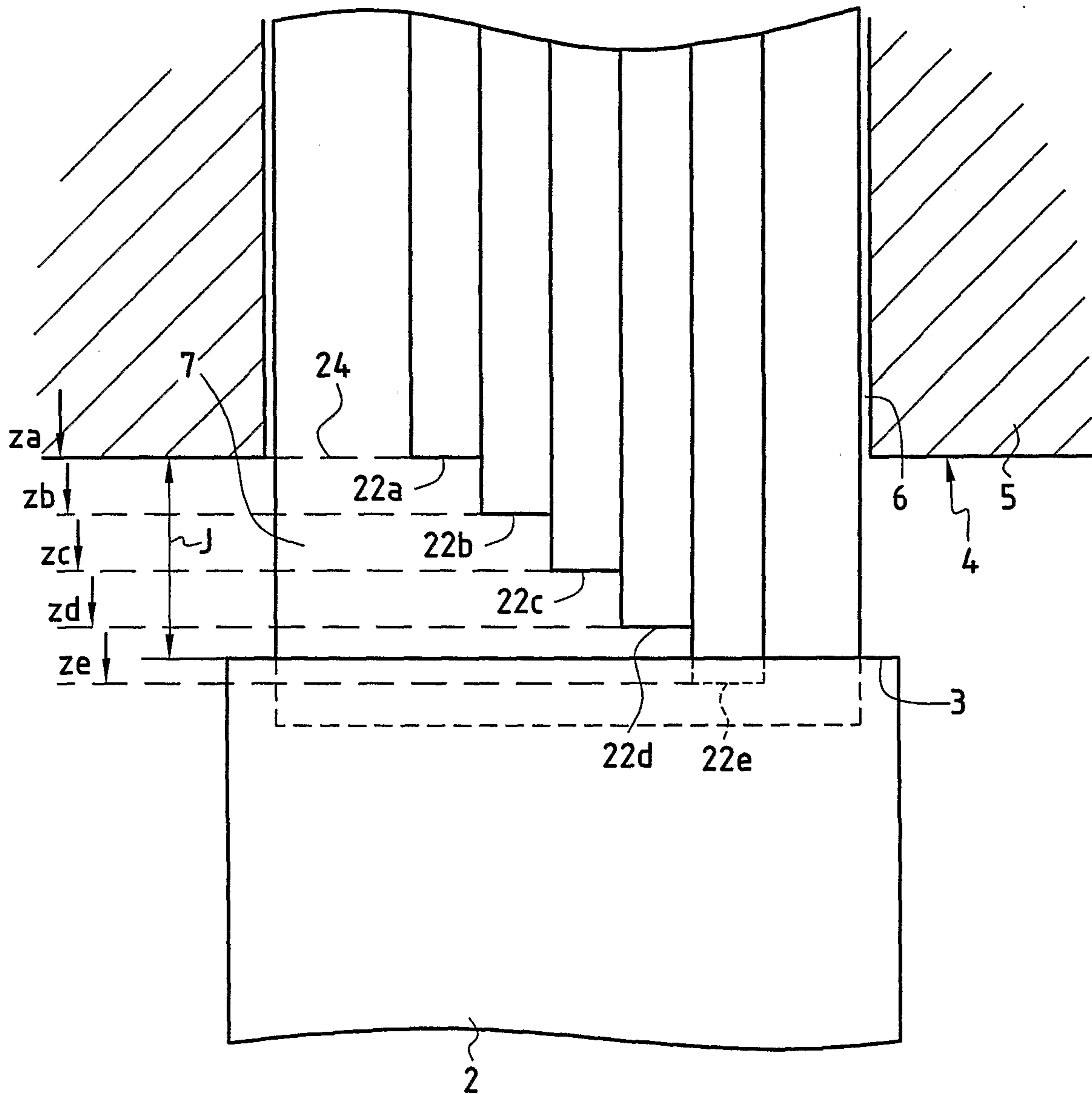


FIG.4

