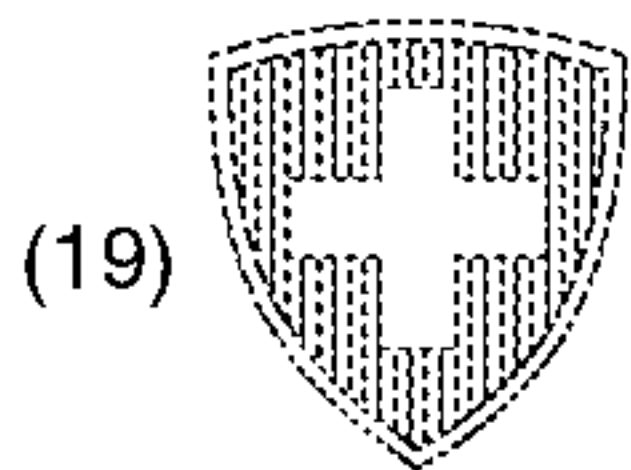




CONFÉDÉRATION SUISSE
INSTITUT FÉDÉRAL DE LA PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE

(11) **CH** **716 038 A2**

(51) Int. Cl.: **G04B** 17/20 (2006.01)
G04B 17/06 (2006.01)
G04C 3/06 (2006.01)

Demande de brevet pour la Suisse et le Liechtenstein
Traité sur les brevets, du 22 décembre 1978, entre la Suisse et le Liechtenstein

(12) **DEMANDE DE BREVET**

(21) Numéro de la demande: 00447/19

(22) Date de dépôt: 03.04.2019

(43) Demande publiée: 15.10.2020

(71) Requéant:
The Swatch Group Recherche et Développement Ltd,
Rue des Sors 3
2074 Marin (CH)

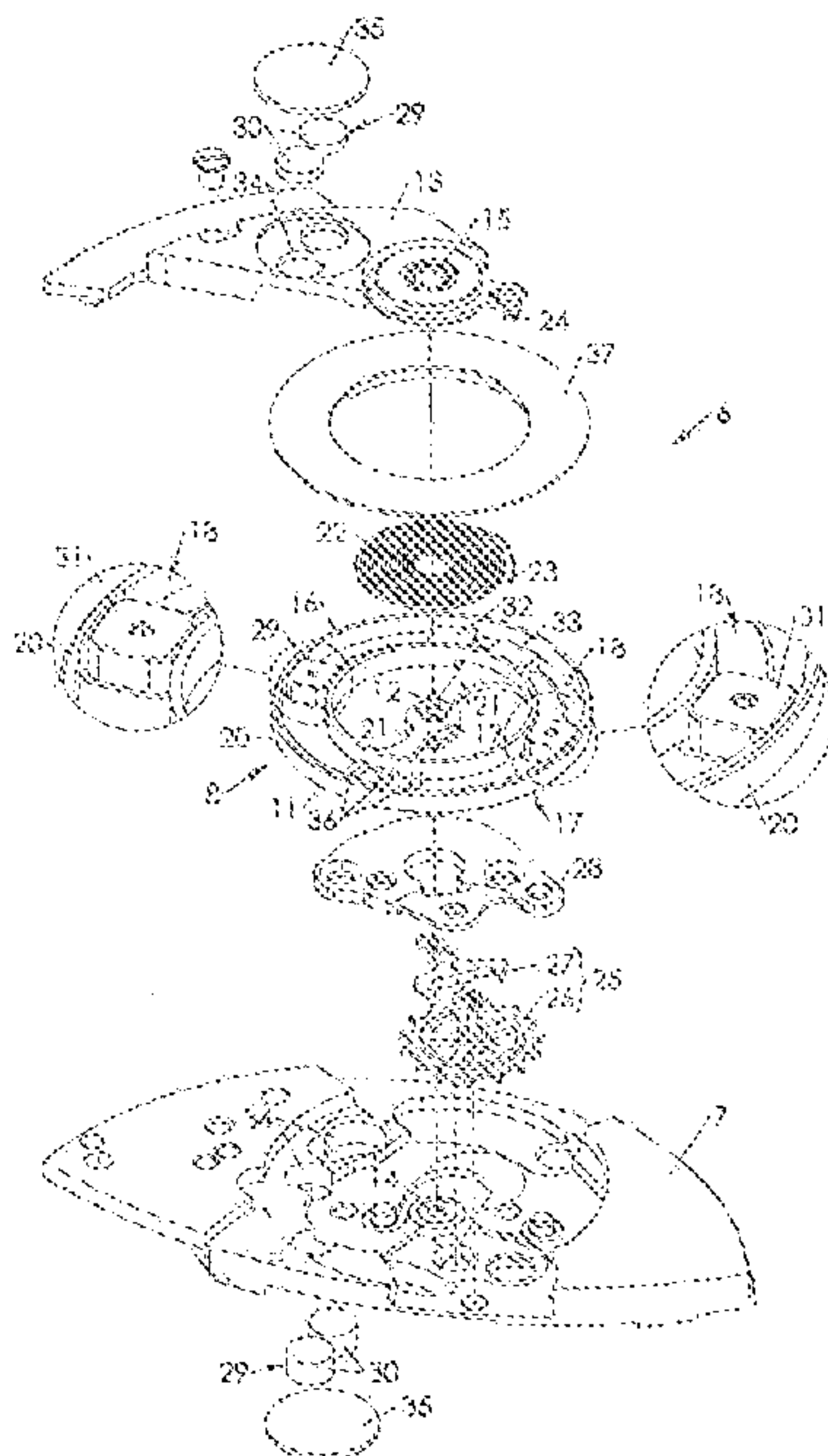
(72) Inventeur(s):
Jean-Jacques Born, 1110 Morges (CH)
Paulo Bravo, 2074 Marin-Epagnier (CH)
Olivier Matthey, 1422 Grandson (CH)

(74) Mandataire:
ICB Ingénieurs Conseils en Brevets SA,
Faubourg de l'Hôpital 3
2001 Neuchâtel (CH)

(54) **Oscillateur horloger auto-réglable.**

(57) L'invention a trait à un mouvement (6) horloger comprenant :

- une platine (7) ;
- un résonateur (8) mécanique comprenant :
 - un balancier (11) oscillant monté en rotation par rapport à la platine (7), et
 - un ressort (22) spiral couplé au balancier (11) ;
- un régulateur (29) électromagnétique couplé au résonateur (8) mécanique pour réguler la fréquence des oscillations du balancier (11), ce régulateur (29) électromagnétique comprenant :
 - au moins un aimant (30) permanent monté fixement par rapport à la platine (7),
 - au moins une bobine (31) et un résonateur (32) à quartz ou en silicium reliés par un circuit (33) électronique tous montés sur le balancier (11) en étant totalement inclus dans une cavité (18) intérieure délimitée par celui-ci.



Description

[0001] Mouvement horloger équipé d'un résonateur mécanique à balancier et d'un régulateur électromagnétique pourvu d'une bobine intégrée au balancier.

DOMAINE TECHNIQUE

[0002] L'invention a trait au domaine de l'horlogerie. Elle concerne, plus précisément, un mouvement horloger destiné à équiper une montre et comprenant :

- Un résonateur mécanique comprenant un balancier couplé à un ressort spiral et animé d'oscillations périodiques,
- Un régulateur électromagnétique couplé au résonateur mécanique pour en réguler la fréquence des oscillations,
- Un générateur électrique permettant d'alimenter le régulateur électromagnétique.

ART ANTERIEUR

[0003] La marche d'un mouvement horloger, et sa capacité à donner l'heure avec précision, dépend de la précision de son résonateur mécanique, c'est-à-dire de la précision - et de la constance - de sa fréquence d'oscillation.

[0004] Or il est connu que divers facteurs peuvent affecter la fréquence d'oscillation d'un résonateur mécanique :

- Niveau d'armage du barillet (l'on sait que le couple moteur généré par le barillet varie en fonction de son niveau d'armage),
- Température ambiante (l'on sait que la température affecte tant les pièces mécaniques, qui se dilatent à la chaleur et se contractent au froid, que les lubrifiants, qui sont fluides à la chaleur et visqueux au froid),
- Orientation spatiale de la montre (l'on sait que la gravité, dont le vecteur n'est pas fixe dans le référentiel variable d'une montre bracelet, a une influence sur le mouvement des pièces mobiles, et en particulier du balancier).

[0005] Pour limiter les variations de la fréquence d'oscillation du résonateur mécanique, il est connu d'équiper le mouvement d'un régulateur électromagnétique qui prélève une partie de l'énergie mécanique du balancier, la convertit en électricité, et induit sur le balancier une force électromotrice ou contre-électromotrice selon qu'il est nécessaire d'augmenter sa fréquence d'oscillation ou, au contraire, de la diminuer pour la maintenir dans une plage permettant de garantir la précision du mouvement.

[0006] La problématique de la régulation de la fréquence d'oscillation d'un résonateur mécanique est bien détaillée dans la demande de brevet suisse CH 713 306, qui propose d'ailleurs, pour la résoudre, un dispositif de régulation muni d'un dispositif de mesure agencé pour déterminer si le résonateur mécanique est affecté d'une avance ou d'un retard, et d'un dispositif d'application d'impulsions de régulation agencé pour pouvoir sélectivement appliquer au résonateur mécanique une première impulsion de freinage ou, respectivement, une deuxième impulsion de freinage.

[0007] Concrètement, le dispositif de régulation comprend :

- Une paire d'aimants permanents mobiles, portés par le balancier,
- Une bobine fixe, solidaire d'un support du balancier, en regard de laquelle les aimants transitent lors de la rotation du balancier ;
- Un résonateur à quartz également solidaire du support du balancier ;
- Un circuit électronique de commande relié à la bobine et au résonateur à quartz, et agencé pour calculer les instants d'application des impulsions de régulation.

[0008] Si la solution proposée par le brevet suisse CH 713 306 résout effectivement le problème de la régulation du résonateur mécanique, elle pose plusieurs problèmes nouveaux :

- Un problème d'esthétique : les composants du dispositif de régulation sont visibles par le porteur de la montre (au travers d'une glace de fermeture du boîtier) ;
- Un problème d'encombrement : il est en effet nécessaire de ménager, parmi les composants existants du mouvement, une place pour les composants du dispositif de régulation, et en particulier pour la bobine, le résonateur à quartz et le circuit électronique de commande ;
- Un problème de couplage magnétique : les aimants portés par le balancier circulent, lors de la rotation du balancier, dans un environnement contenant des pièces métalliques susceptibles d'interagir avec le champ magnétique des aimants et donc d'induire sur le balancier un couple de freinage non maîtrisé.

[0009] Un objectif de l'invention est d'apporter une solution à ces problèmes.

RESUME DE L'INVENTION

[0010] Pour atteindre cet objectif, il est proposé, en premier lieu, un mouvement horloger comprenant :

- Une platine ;
- Un résonateur mécanique comprenant :

- Un balancier oscillant monté en rotation par rapport à la platine autour d'un axe, ce balancier ayant une face supérieure et une face inférieure, et
- Un ressort spiral couplé au balancier, ce ressort spiral ayant une première extrémité fixe par rapport à la platine et une seconde extrémité solidaire du balancier ;
- Un régulateur électromagnétique couplé au résonateur mécanique pour réguler la fréquence des oscillations du balancier, ce régulateur électromagnétique comprenant
- Au moins un aimant permanent fixé fixement par rapport à la platine ;
- Au moins une bobine, un résonateur à quartz et un circuit électronique relié au résonateur et à la bobine, tous montés sur le balancier en étant totalement inclus dans au moins une cavité intérieure délimitée par celui-ci.

[0011] Ce mouvement présente un encombrement similaire à un mouvement mécanique classique, tout en résolvant le problème du couplage magnétique (notamment grâce à l'immobilité des aimants permanents).

[0012] Diverses caractéristiques supplémentaires peuvent être prévues, seules ou en combinaison.

[0013] Ainsi, par exemple, la cavité est borgne du côté de l'une au moins des faces du balancier.

[0014] Le régulateur peut comprendre une paire de bobines. Ces bobines sont de préférence diamétralement opposées mais, dans certaines configurations, elles peuvent être décalées angulairement de 120° par exemple.

[0015] Le régulateur électromagnétique comprend de préférence des capacités couplées au circuit électronique.

[0016] Un couvercle est avantageusement monté sur le balancier pour fermer la cavité.

[0017] Le (ou chaque) aimant permanent est de préférence réalisé dans un alliage néodyme-fer-bore.

[0018] Selon divers modes de réalisation, le régulateur électromagnétique comprend :

- Au moins une paire d'aimants montés fixement par rapport à la platine du côté de la face supérieure du balancier ;
- Au moins deux aimants en regard l'un de l'autre, à savoir un aimant supérieur monté fixement par rapport à la platine du côté de la face supérieure du balancier, et un aimant inférieur monté fixement par rapport à la platine du côté de la face inférieure du balancier ;
- Au moins deux paires d'aimants, à savoir une première paire d'aimants supérieurs montés fixement par rapport à la platine du côté de la face supérieure du balancier, et une paire d'aimants inférieurs montés fixement par rapport à la platine du côté de la face inférieure du balancier.

[0019] Il est proposé, en deuxième lieu, une montre équipée d'un mouvement tel que présenté ci-dessus.

BREVE DESCRIPTION DES FIGURES

[0020] D'autres objets et avantages de l'invention apparaîtront à la lumière de la description d'un mode de réalisation, faite ci-après en référence aux dessins annexés dans lesquels :

- La FIG.1 est une vue en perspective éclatée, par-dessous, d'une montre équipée d'un mouvement selon l'invention ;
- La FIG.2 est une vue en perspective éclatée du mouvement selon l'invention, côté face inférieure ;
- La FIG.3 est une vue en perspective éclatée du mouvement de la FIG.2, côté face supérieure ;
- La FIG.4 est une vue en plan du mouvement selon l'invention ;
- Les FIG.5, FIG.6, FIG.7 et FIG.8 sont des vues partielles en plan illustrant le mouvement du balancier équipant le mouvement ;
- La FIG.9 est une vue en coupe du mouvement selon le plan IX-IX de la FIG.4 ;
- La FIG.10 est un schéma montrant une configuration magnétique possible ;
- Les FIG.11 à FIG.22 représentent diverses variantes d'architecture pour le balancier.

DESCRIPTION DETAILLEE DE L'INVENTION

[0021] Sur la FIG.1 est partiellement représentée une pièce d'horlogerie, en l'espèce une montre 1. La montre 1 comprend une carrure 2 qui définit un volume 3 interne. Dans l'exemple illustré, la montre 1 est conçue pour être portée au poignet. La carrure 2 comprend à cet effet des cornes 4, sur lesquelles est fixé un bracelet 5.

[0022] La montre 1 comprend un mouvement 6 horloger conçu pour indiquer au moins les heures et les minutes. Le mouvement 6 est de type mécanique (c'est-à-dire que l'énergie est fournie par un ressort de barillet) ; son remontage peut être manuel (c'est-à-dire que l'armage du ressort de barillet est effectué manuellement au moyen d'un remontoir) ou automatique (c'est-à-dire que l'armage du ressort de barillet résulte de la rotation d'une masse oscillante).

[0023] Le mouvement 6 comprend :

- Une platine 7 destinée à venir se loger dans le volume 3 interne défini par la carrure 2 en étant fixée à celle-ci (typiquement au moyen de vis) ;

- Un résonateur 8 mécanique monté sur la platine 7 et conçu pour fournir une cadence de marche pour des indicateurs temporels, typiquement des aiguilles des heures et des minutes.

[0024] La montre 1 comporte en outre une glace et un fond (non représentés), fixés sur la carrure 2 du côté, respectivement, d'une face 9 frontale (où sont affichées les informations destinées au porteur) et d'une face 10 postérieure (contre le poignet du porteur).

[0025] La plupart des composants du mouvement 6 se trouvent du côté de la platine 7 tourné vers la face 10 postérieure de la carrure 2 (en d'autres termes, la platine 7 est montée à l'envers dans la carrure 2). Par conséquent, dans ce qui suit, le terme „supérieur“ désigne une direction orientée vers la face 10 postérieure de la carrure 2, tandis que le terme „inférieur“ désigne une direction orientée vers sa face 9 frontale.

[0026] De manière classique, le résonateur 8 mécanique comprend, en premier lieu, un balancier 11 oscillant monté en rotation par rapport à la platine 7 autour d'un axe 12. Plus précisément, le balancier 11 est monté entre la platine 7 et un pont 13 de balancier fixé sur celle-ci. La platine 7 intègre un palier 14 inférieur dans lequel est emboîtée une extrémité inférieure de l'axe 12. Le pont 13 de balancier intègre un palier 15 supérieur dans lequel est emboîtée une extrémité supérieure de l'axe 12.

[0027] Le balancier 11 remplit une fonction de volant d'inertie. Il présente une face 16 supérieure et une face 17 inférieure qui délimitent conjointement au moins une cavité 18 intérieure. Le balancier 11 peut être réalisé en laiton. Cependant, il est de préférence réalisé dans un matériau non conducteur de l'électricité, par ex. en céramique, en quartz, en silicium ou dans un polymère pour éviter les pertes par courant de Foucault.

[0028] Selon un mode préféré de réalisation illustré sur les dessins, et notamment sur les FIG.2 et FIG.3, la cavité 18 est borgne (c'est-à-dire non-débouchante) sur l'une au moins des faces 16, 17 (sur la face 17 inférieure dans l'exemple illustré).

[0029] Comme illustré notamment sur la FIG.2, le balancier 11 comprend :

- Un moyeu 19 par lequel il est chassé sur son axe 12,
- Une serge 20, sous forme d'un anneau périphérique, et
- Un ou plusieurs bras 21 (ici au nombre de deux, mais ce nombre n'est qu'illustratif) qui relie(nt) le moyeu 19 à la serge 20.

[0030] Le résonateur 8 mécanique comprend, en deuxième lieu, un ressort 22 spiral couplé au balancier 11. Le ressort 22 spiral est réalisé par ex. en silicium, en quartz, en diamant ou tout autre matériau amagnétique connu de l'homme du métier. Le ressort 22 spiral présente une première extrémité 23 fixe par rapport à la platine 7, et une seconde extrémité solidaire du balancier 11. Plus précisément, la première extrémité 23, à l'extérieur du ressort 22 spiral, est prisonnière d'un porte-piton 24 solidaire du palier 15 supérieur. La deuxième extrémité, à l'intérieur du ressort, est solidaire de l'axe 12 de rotation du balancier 11.

[0031] Le résonateur 8 mécanique est destiné, par la rotation alternée du balancier 11 accompagnée (et contrainte) par les cycles de compression-détente du ressort 22 spiral, à rendre séquentielle et régulière la rotation d'un rouage de transmission d'un couple moteur (produit par un ressort de barillet non représenté) à des organes d'affichage (typiquement des aiguilles).

[0032] Le couplage du résonateur 8 mécanique au rouage de transmission est assuré par un mécanisme 25 d'échappement qui comprend :

- Une roue 26 d'échappement, montée en rotation sur la platine 7 et pourvue d'une denture périphérique asymétrique, et
- Une ancre 27, montée en rotation entre la platine 7 et un pont 28 d'ancre et pourvue d'une paire de palettes qui attaquent la denture de la roue 26 d'échappement, et d'une baguette munie, à une extrémité, d'une fourchette qui coopère avec une cheville solidaire de l'axe 12 de rotation du balancier 11.

[0033] Si les mouvements mécaniques sont très appréciés des amateurs d'horlogerie pour leur authenticité, ils demeurent cependant moins précis que les mouvements à quartz, en raison des potentielles variations de la cadence des résonateurs mécaniques.

[0034] La cadence du résonateur 8 mécanique peut notamment être affectée par le niveau d'armage du ressort de barillet, la température ambiante ou encore l'orientation spatiale de la montre 1.

[0035] Tout en demeurant mécanique, c'est-à-dire puisant son énergie motrice dans un ressort, le mouvement 6 est rendu plus précis étant équipé d'un régulateur 29 de type électromagnétique qui corrige les éventuelles variations de cadence du résonateur 8 mécanique.

[0036] Plus précisément, le régulateur 29 électromagnétique est couplé au résonateur 8 mécanique pour réguler la fréquence des oscillations du balancier 11. Ce régulateur 29 électromagnétique comprend :

- Au moins un aimant 30 permanent,
- Au moins une bobine 31,

- Un résonateur 32 à quartz ou en silicium et
- Un circuit 33 électronique relié au résonateur et à la bobine.

[0037] Comme illustré notamment sur les FIG.2 et FIG.3, l'aimant 30 (ou chaque aimant 30) est monté fixement par rapport à la platine 7, tandis que la bobine 31 (ou chaque bobine 31), le résonateur 32 à quartz et le circuit 33 électronique sont montés sur le balancier 11 en étant totalement inclus dans la cavité 18 délimitée par celui-ci.

[0038] L'aimant 30 (ou les aimants 30) génère(nt) un champ magnétique permanent (c'est-à-dire dont la valeur est invariable dans le temps) et stationnaire (c'est-à-dire dont la valeur est invariable en chaque point de l'espace, en prenant la platine 7 comme référence). Ce champ magnétique est partiellement illustré en traits mixtes sur la FIG.9.

[0039] L'aimant 30 (ou chaque aimant 30) est avantageusement réalisé dans un alliage néodyme-fer-bore, qui offre l'avantage de générer un champ magnétique puissant tout en étant de volume (et de masse) contenu(e).

[0040] L'aimant 30 (ou chaque aimant 30) est de préférence au moins en partie (et de préférence totalement, voire totalement) logé dans une échancrure 34 pratiquée dans la platine 7 (ou dans le pont 13 de balancier).

[0041] Le régulateur 29 électromagnétique comprend de préférence au moins une paire d'aimants 30 montés fixement par rapport à la platine 7. Ces aimants 30 peuvent être montés côte à côte sur la platine 7, ou sur le pont 13 de balancier.

[0042] Selon un mode particulier de réalisation, le mouvement 6 comprend au moins deux aimants 30 en regard l'un de l'autre, à savoir :

- Un aimant 30 supérieur monté fixement par rapport à la platine 7 du côté de la face 16 supérieure du balancier 11 (cet aimant 30 supérieur est par ex. fixé sur le pont 13 de balancier), et
- Un aimant 30 inférieur monté fixement par rapport à la platine 7 du côté de la face 17 inférieure du balancier 11 (cet aimant 30 inférieur est par ex. fixé sur la platine 7).

[0043] Selon un mode particulier de réalisation illustré notamment sur les FIG.2 et FIG.3, le régulateur 29 électromagnétique comprend au moins deux paires d'aimants 30, à savoir :

- Une première paire d'aimants 30 supérieurs montés fixement par rapport à la platine 7 du côté de la face 16 supérieure du balancier 11 (ces aimants 30 supérieurs étant ici fixés sur le pont 13 de balancier), et
- Une paire d'aimants 30 inférieurs montés fixement par rapport à la platine 7 du côté de la face 17 inférieure du balancier 11 (les aimants 30 inférieurs sont ici fixés sur la platine 7).

[0044] Dans ce cas, les aimants 30 supérieurs sont avantageusement positionnés au droit des aimants 30 inférieurs. Les faces en regard des aimants 30 supérieurs et des aimants 30 inférieurs sont avantageusement de même polarité, de sorte à obtenir une bonne concentration locale du champ magnétique, et des lignes de champ orientées perpendiculairement au plan balayé par le balancier 11.

[0045] Grâce au recours à l'alliage néodyme-fer-bore, les aimants 30, tout en générant un champ magnétique puissant, présentent un volume restreint qui permet leur intégration discrète dans la platine 7 et/ou dans le pont 13 de balancier. De fait, il est même possible de les rendre invisibles à l'oeil nu. Il est également envisageable de les masquer au moyen d'une ou plusieurs pastille(s) 35 qui peuvent en outre, chacune, jouer le rôle d'une pièce polaire pour concentrer le champ magnétique généré par les aimants.

[0046] Les aimants 30 peuvent être agencés selon diverses configurations, outre celles qui viennent d'être décrites. Ainsi, il peut être avantageux d'agencer les aimants 30 selon une configuration, illustrée sur la FIG.10, dite de Halbach, dans laquelle plusieurs aimants 30 sont disposés côte-à-côte avec leurs polarités décalées de 90° (on comprend aisément, sur la FIG.10, que les lettres N et S désignent respectivement les pôles nord et sud des aimants 30). Une telle configuration permet de concentrer le champ magnétique sur une face de la série d'aimants 30, comme illustré par les flèches, tandis que la face opposée ne génère qu'un faible champ magnétique.

[0047] Selon un mode préféré de réalisation illustré sur la FIG.2, la cavité 18 intérieure du balancier 11 est définie par la serge 20 : c'est donc dans la serge 20 que sont logés la (ou chaque) bobine 31, le résonateur 32 à quartz et le circuit 33 électronique.

[0048] Le passage de la (ou de chaque) bobine 31 dans le champ magnétique généré par le (ou les) aimant(s) 30 induit dans celle-ci un courant qui alimente le circuit 33 électronique et le résonateur 32 à quartz. Par effet piézoélectrique inverse, le résonateur 32 à quartz vibre à une fréquence fixe prédéterminée et fournit une cadence d'horloge au circuit 33 électronique. Le circuit 33 électronique est programmé pour mesurer la fréquence des oscillations du balancier 11 (lesquelles se traduisent par des impulsions électriques) et pour les comparer avec une fréquence de référence prédéterminée, dérivée de la cadence d'horloge fournie par le quartz.

[0049] Dès que la fréquence des oscillations du balancier 11 est décrétée différente de la fréquence de référence, le circuit 33 électronique impose aux bornes des bobines 31 une tension produisant une force contre-électromotrice qui, soit augmente la fréquence de rotation du balancier 11 (lorsque cette fréquence est décrétée inférieure à la fréquence de

référence), soit la diminue (lorsque cette fréquence est décrétee supérieure à la fréquence de référence), selon l'instant auquel cette tension est appliquée.

[0050] On notera qu'il est préférable que la distance entre le résonateur 32 à quartz et le circuit 33 soit faible, de sorte à minimiser les éventuels parasites.

[0051] Un procédé de régulation magnétique de la fréquence d'oscillation du résonateur 8 mécanique est proposé dans la demande de brevet CH 713 306.

[0052] Selon un mode de réalisation illustré sur la FIG.2, sur les FIG.5 à FIG.8, sur la FIG.9 et sur les FIG.11 à FIG.18, le régulateur 29 électromagnétique comprend une paire de bobines 31. Ces bobines 31 peuvent être diamétralement opposées (FIG.2, FIG.5 à FIG.8, FIG.9, FIG.11, FIG.12, FIG.16, FIG.17 et FIG.18. En variante, les bobines 31 peuvent être décalées angulairement d'un angle de 120° par exemple, comme illustré sur les FIG.13, FIG.14 et FIG.15.

[0053] C'est le passage de l'une des bobines 31 au droit de l'un des aimants 30 (ou d'une paire d'aimants 30) au point d'équilibre du balancier 11 (correspondant à la vitesse maximale de celui-ci lors de la marche du mouvement 6) qui, par induction électromagnétique, génère un courant dans le circuit 33. Le passage de l'autre bobine 31 au droit de l'un des aimants 30 (ou d'une paire d'aimants 30) est détectée par le circuit 33 pour assurer la régulation.

[0054] Comme illustré sur les dessins, diverses configurations du balancier 11 sont envisageables :

- A deux bras 21 (FIG.2, FIG.5 à FIG.8, FIG.17 à FIG.22) ;
- A trois bras 21 (FIG.13, FIG.14, FIG.15) ;
- A quatre bras 21 (FIG.11, FIG.12, FIG.16).

[0055] Bien que deux bobines 31 soient préférables, le régulateur 29 électromagnétique peut ne comprendre qu'une bobine 31 (FIG.19 à FIG.22) qui transite en alternance en regard de deux aimants 30 décalés angulairement (ou de deux paires d'aimants 30 décalées angulairement).

[0056] Les combinaisons sont possibles :

- Balancier 11 à deux bras 21 ; une bobine 31 (FIG.19 à FIG.22) ;
- Balancier 11 à deux bras 21 ; deux bobines 31 (FIG.2, FIG.5 à FIG.8, FIG.17, FIG.18) ;
- Balancier 11 à trois bras 21 ; deux bobines 31 (FIG.13, FIG.14, FIG.15) ;
- Balancier 11 à quatre bras 21 ; deux bobines 31 (FIG.11, FIG.12, FIG.16).

[0057] Comme illustré sur les dessins, le régulateur 29 comprend avantageusement des capacités 36 couplées au circuit 33 et dont la fonction est double : redresser la tension aux bornes du circuit 33 ; procurer un gain sur cette tension en en augmentant la valeur.

[0058] Dans l'exemple illustré notamment sur les FIG.2 et FIG.3, où la cavité 18 est débouchante sur l'une des faces du balancier (ici la face 16 supérieure), le mouvement 6 comprend par ailleurs un couvercle 37 monté sur le balancier 11 et qui ferme la cavité 18. Ce couvercle 37 permet de dissimuler à la vue du porteur les bobines 31, le résonateur 32 à quartz et le circuit 33 électrique, au bénéfice de l'esthétique du mouvement 6. Ce couvercle 37 est avantageusement réalisé en laiton, qui présente l'avantage d'être amagnétique et, par conséquent, de ne pas affecter les mouvements du balancier 11 plongé dans le champ magnétique généré par l'aimant 30 (ou les aimants 30). En variante, le couvercle peut être réalisé en céramique, en quartz, en silicium ou dans un polymère.

[0059] Il peut être nécessaire d'équilibrer les masses sur le balancier 11. A cet effet, celui-ci peut être percé d'échancrures ou de trous, répartis de sorte à compenser le déséquilibre induit par les composants embarqués (notamment les bobines 31, le résonateur 32 à quartz, le circuit 33 et les capacités 36. En variante, ou en combinaison, des masselottes 38, dont le nombre et/ou la position peut être réglable, peuvent être montées sur le balancier 11 (typiquement sur la serge 20).

[0060] L'architecture qui vient d'être décrite (dans toutes ses configurations possibles) présente plusieurs avantages.

[0061] Premièrement, le régulateur 29 électromagnétique se trouve complètement masqué, et invisible pour le porteur de la montre 1, au bénéfice de l'esthétique de celle-ci. Cela résulte de ce que les composants mobiles du régulateur 29 (bobines 31, résonateur 32 à quartz, circuit 33, capacités 36) sont inclus dans la cavité 18 intérieure du balancier 11. Ces composants mobiles sont masqués à la vue du porteur soit par la face borgne du balancier 11 (ici la face 17 inférieure), soit par le couvercle 37. Quant aux aimants 30, ils sont également invisibles (ou à tout le moins discrets) en étant masqués soit par la masse de la platine 7, soit par la masse du pont 13 de balancier, soit par une pastille 35.

[0062] Deuxièmement, l'inclusion de l'aimant 30 (ou des aimants 30), peu encombrant(s) dans la platine 7 et/ou dans le pont 13 de balancier ne nécessite pas de modification particulière de leur forme, et en particulier ne nécessite pas de l'épaissir (respectivement de les épaissir).

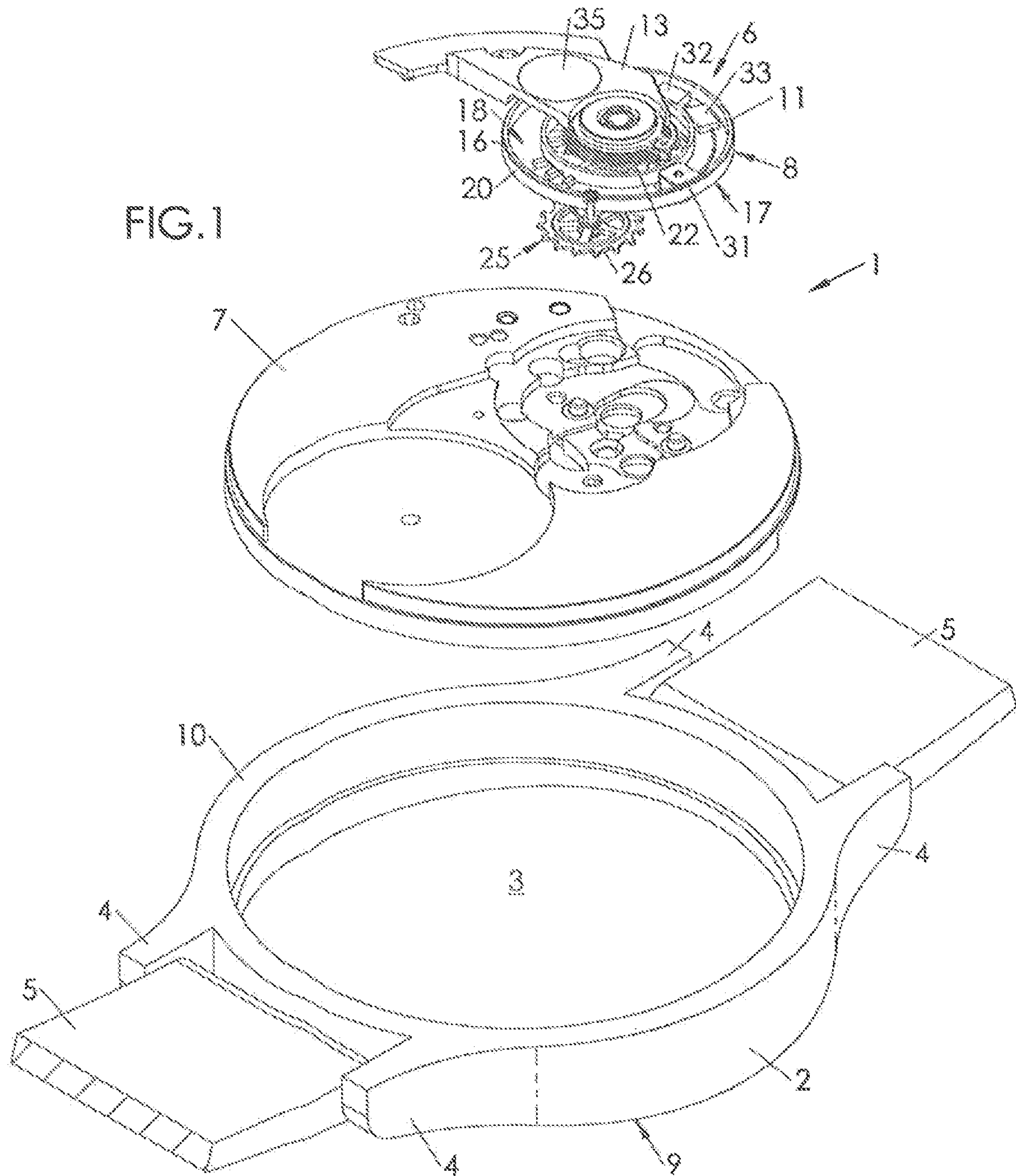
[0063] Troisièmement, l'inclusion de la (des) bobine(s) 31, du résonateur 32 à quartz et du circuit 33 électronique dans le balancier 11 (et plus précisément dans la serge 20) ne génère pas de surépaisseur. Il peut être nécessaire d'élargir la serge 20 ou les bras 21 le cas échéant, mais cet élargissement n'affecte pas l'encombrement hors tout du balancier 11.

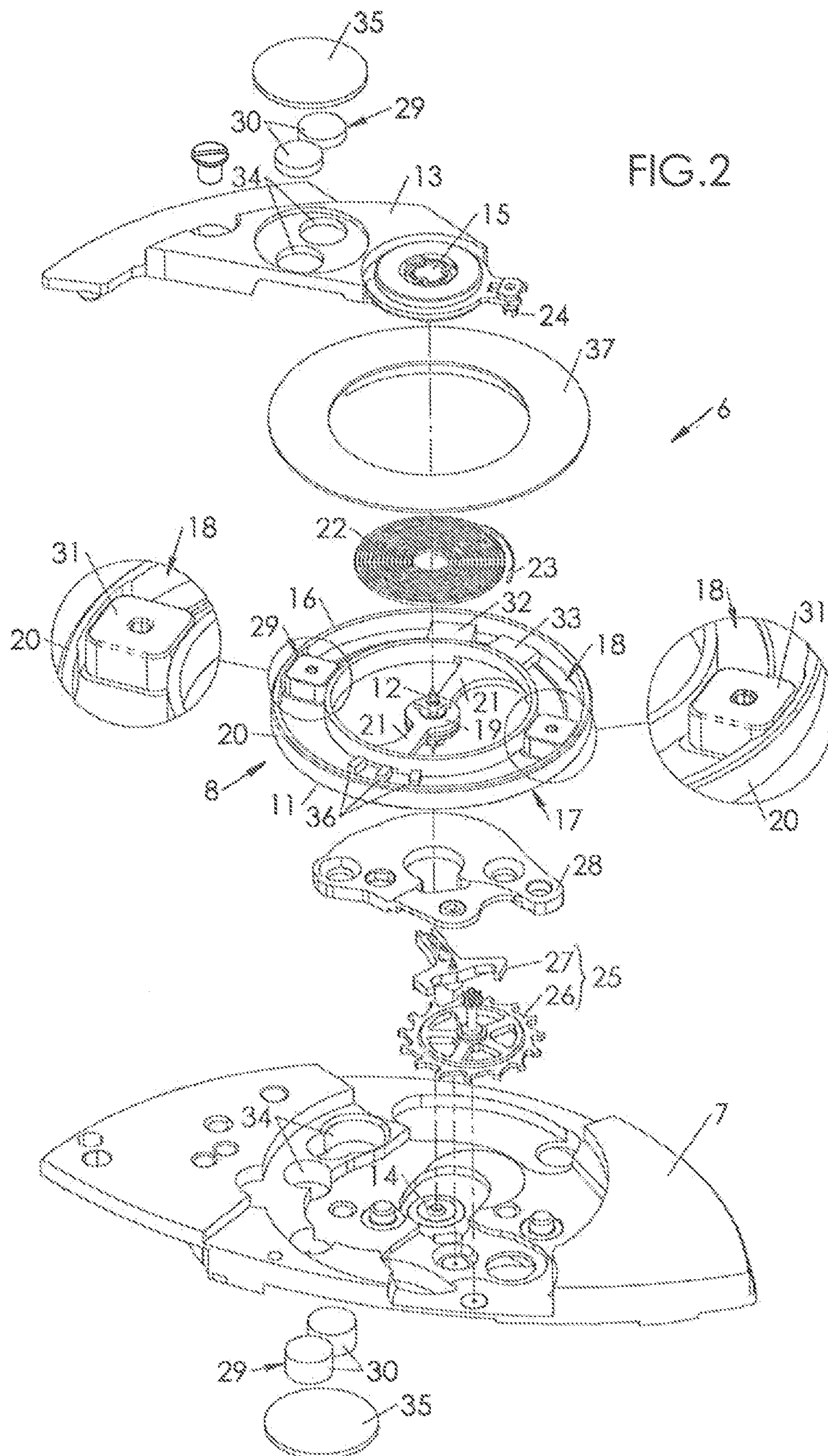
[0064] Quatrièmement, comme les aimants 30 sont fixes, le champ magnétique généré est permanent et stationnaire, sans être affecté de variations indésirables. Comme les bobines 31 sont quant à elles passives lorsqu'elles se trouvent en

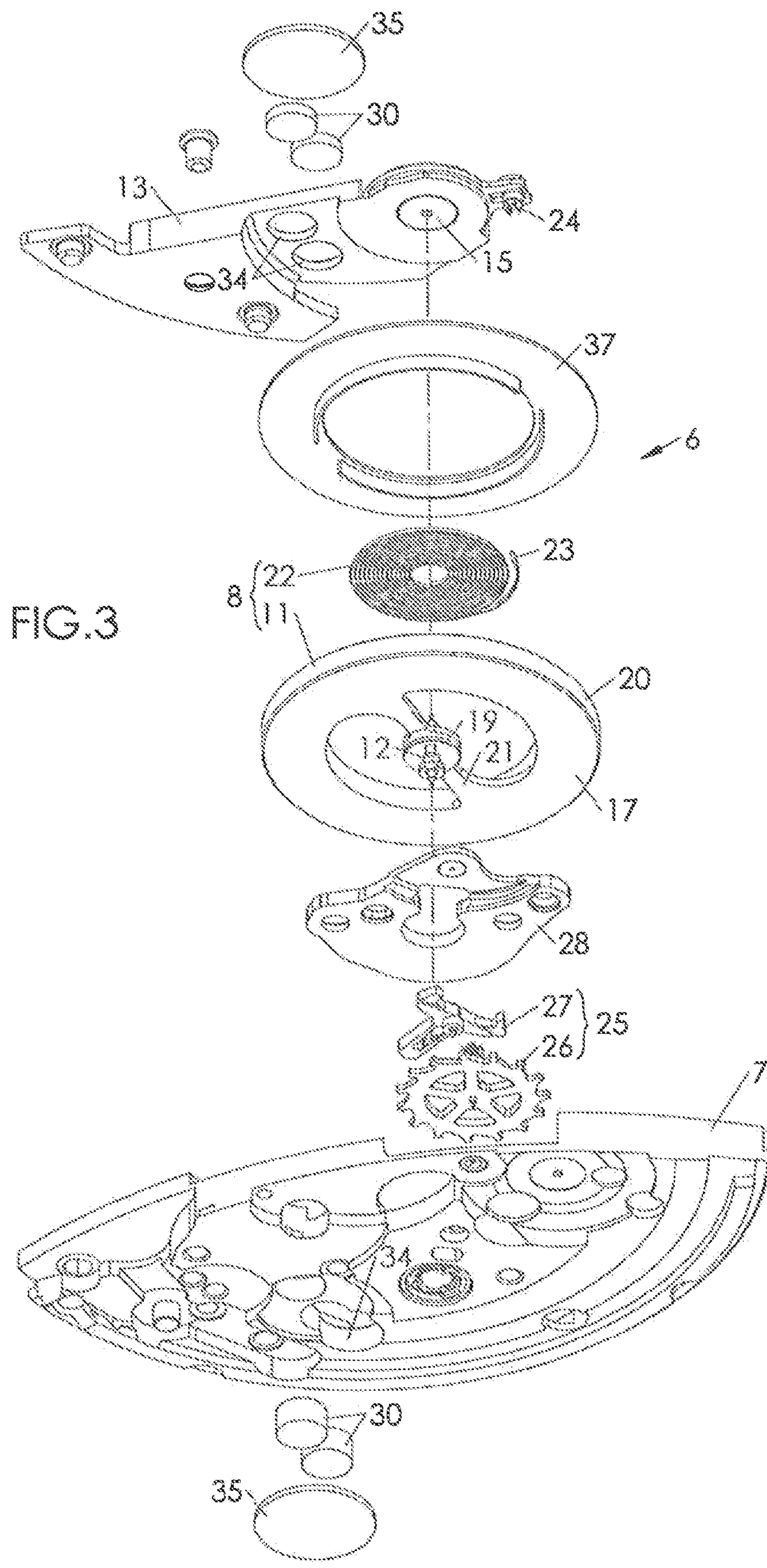
dehors du champ magnétique généré par les aimants 30, la fréquence de rotation du balancier 11 n'est pas affectée par la présence éventuelle de pièces métalliques dans son environnement proche.

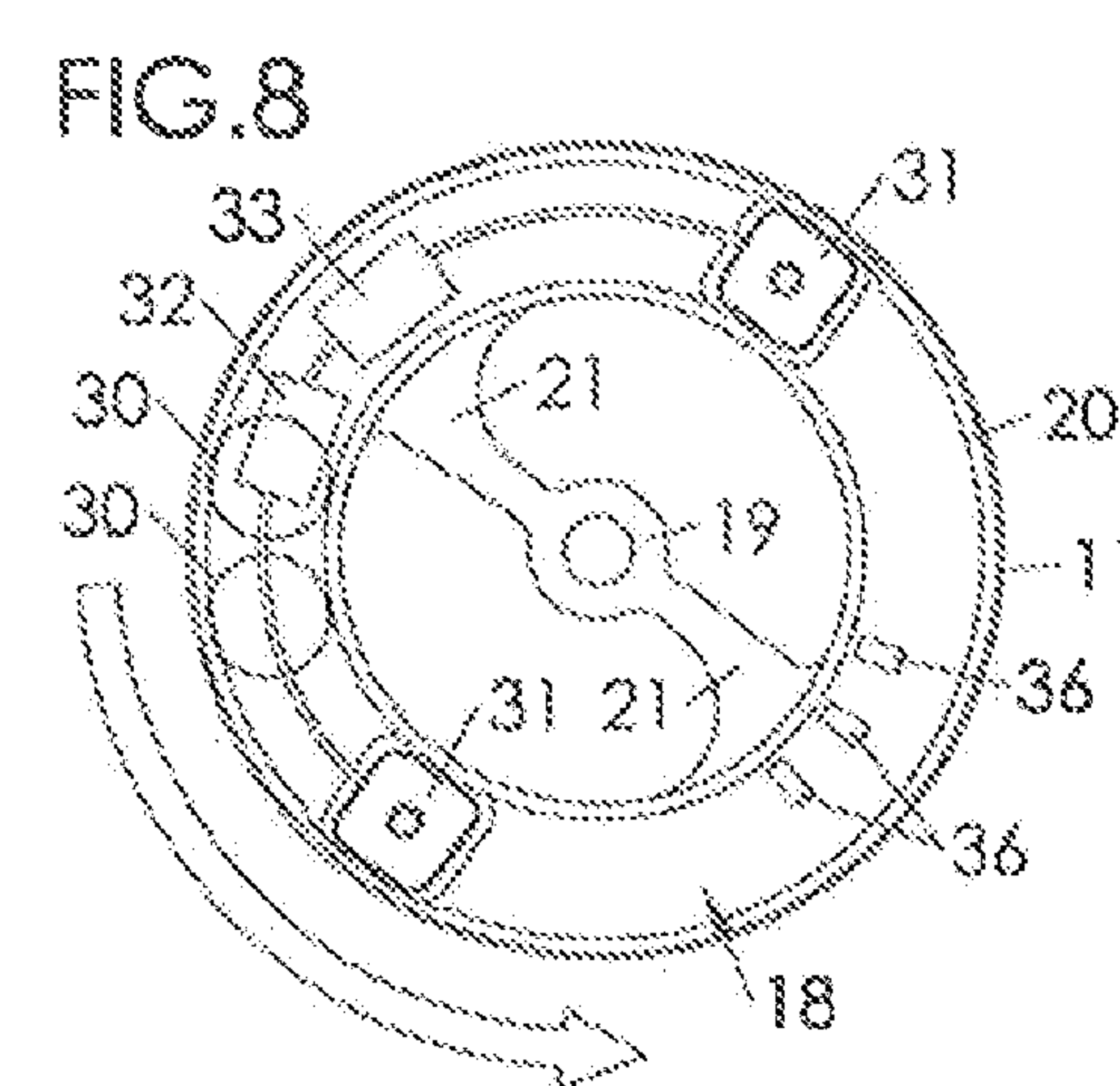
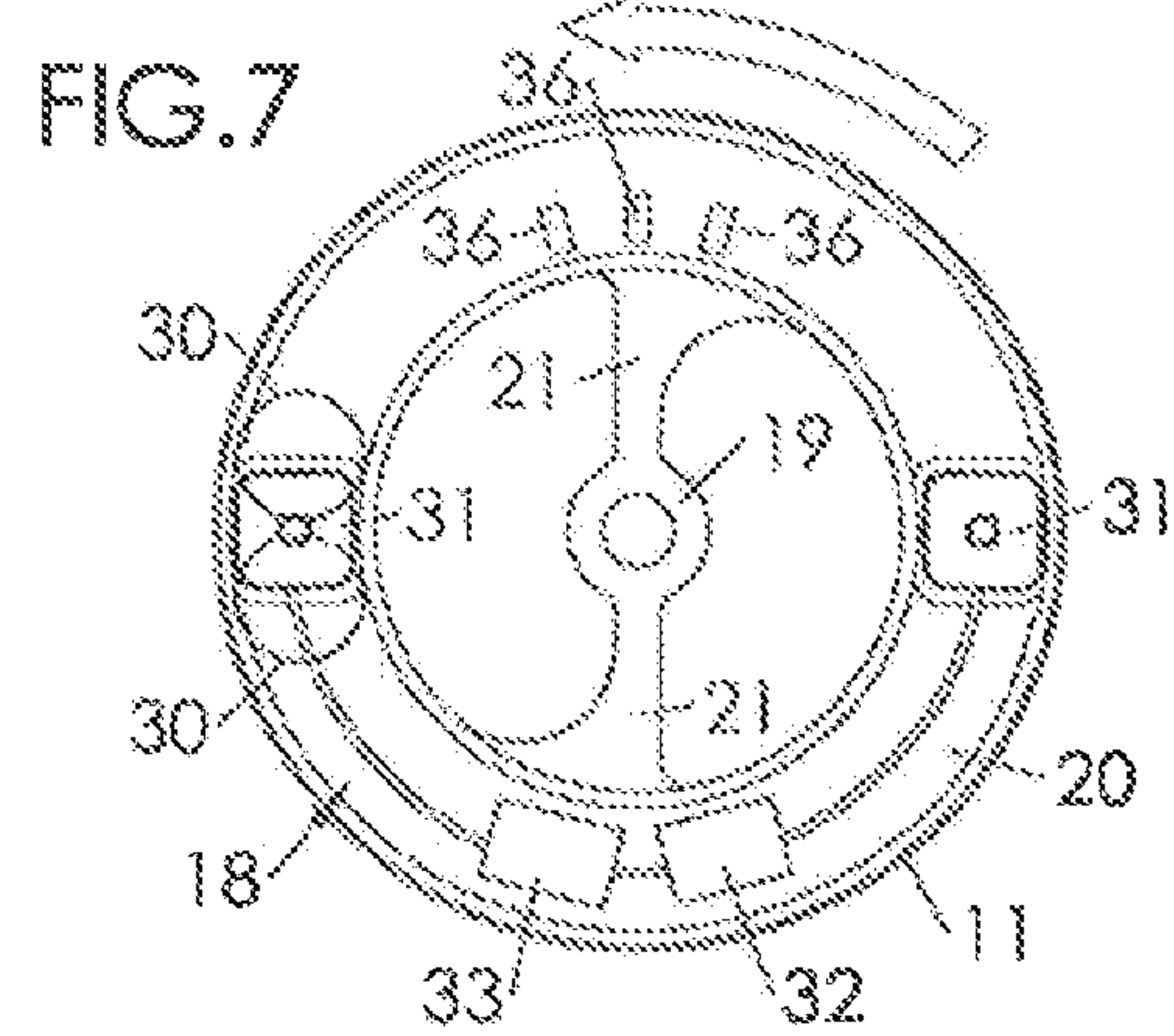
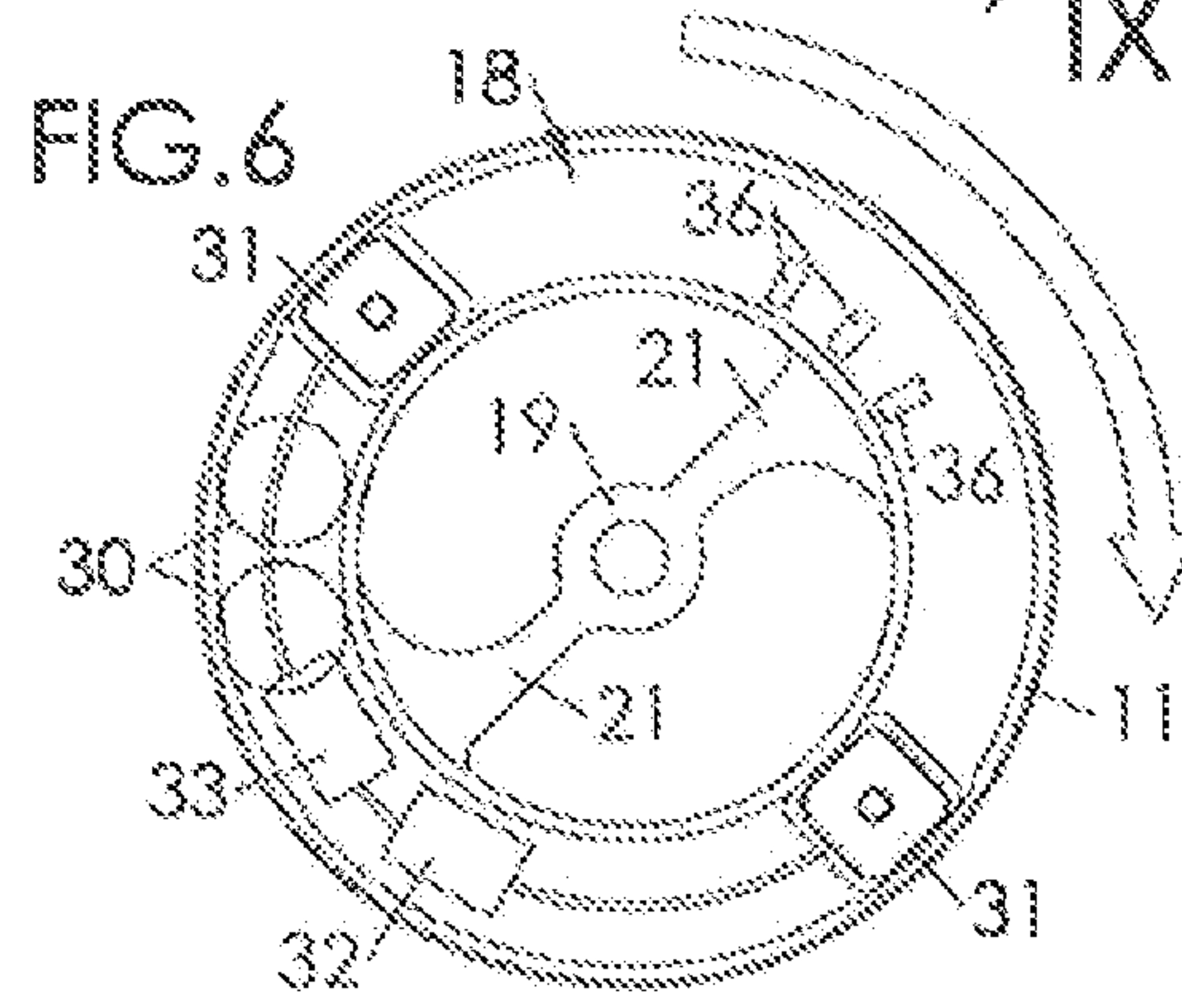
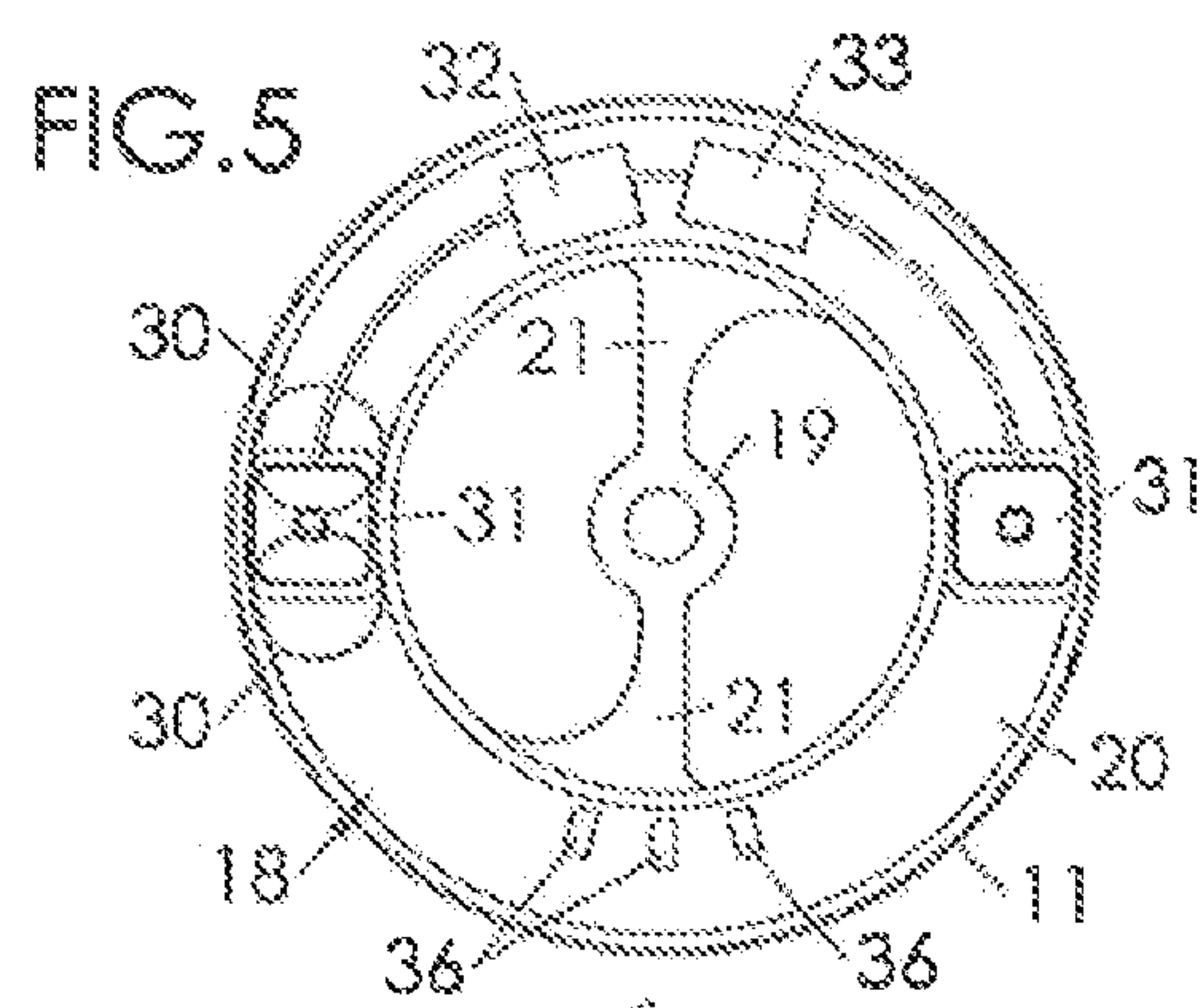
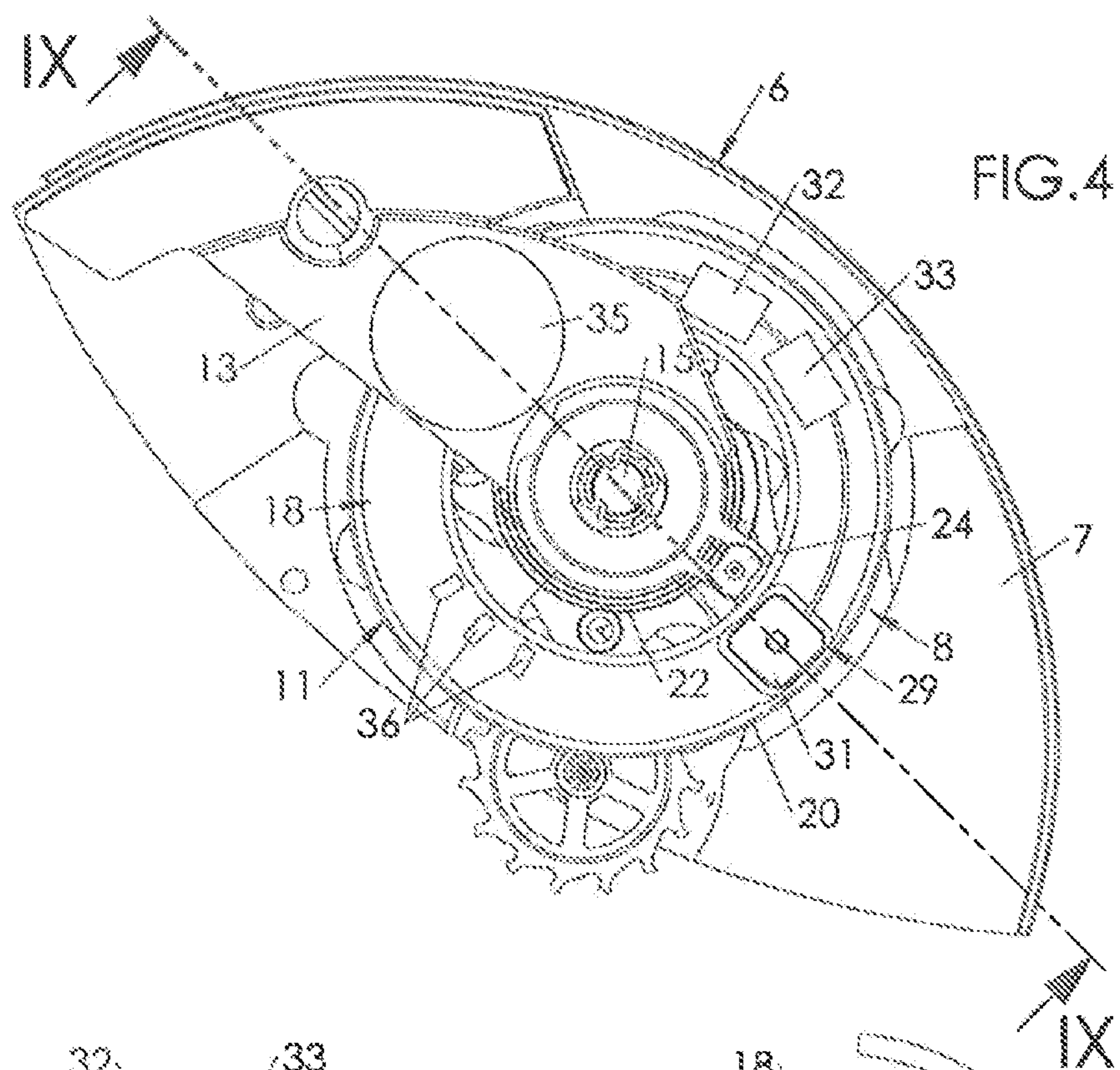
Revendications

1. Mouvement (6) horloger comprenant :
 - Une platine (7) ;
 - Un résonateur (8) mécanique comprenant :
 - Un balancier (11) oscillant monté en rotation par rapport à la platine (7) autour d'un axe (12), ce balancier (11) ayant une face (16) supérieure et une face (17) inférieure, et
 - Un ressort (22) spiral couplé au balancier (11), ce ressort (22) spiral ayant une première extrémité (23) fixe par rapport à la platine (7) et une seconde extrémité solidaire du balancier (11) ;
 - Un régulateur (29) électromagnétique couplé au résonateur (8) mécanique pour réguler la fréquence des oscillations du balancier (11), ce régulateur (29) électromagnétique comprenant :
 - Au moins un aimant (30) permanent,
 - Au moins une bobine (31),
 - Un résonateur (32) à quartz ou en silicium et
 - Un circuit (33) électronique relié au résonateur (32) et à la bobine (31) ;
 Ce mouvement (6) étant caractérisé en ce que :
 - L'aimant (30) est monté fixement par rapport à la platine (7) ;
 - La bobine (31), le résonateur (32) et le circuit (33) électronique sont montés sur le balancier (11) en étant totalement inclus dans au moins une cavité (18) intérieure délimitée par celui-ci.
2. Mouvement (6) selon la revendication 1 ou la revendication 2, caractérisé en ce que la cavité (18) est borgne du côté de l'une au moins des faces (16, 17) du balancier (11).
3. Mouvement (6) selon la revendication 1 ou la revendication 2, caractérisé en ce que le balancier (6) comprend une serge (20) qui définit une cavité (18) dans laquelle sont logés la (ou chaque) bobine (31), le résonateur (32) à quartz et le circuit (33) électronique.
4. Mouvement (6) selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que le régulateur (29) comprend une paire de bobines (31).
5. Mouvement (6) selon la revendication 4, caractérisé en ce que les bobines (31) sont diamétralement opposées.
6. Mouvement (6) selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que le régulateur (29) électromagnétique comprend des capacités (36) couplées au circuit (33) électronique.
7. Mouvement (6) selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comprend un couvercle (37) monté sur le balancier (11) et qui ferme la cavité (18) définie par la serge (20).
8. Mouvement (6) selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que le (ou chaque) aimant (30) permanent est réalisé dans un alliage néodyme-fer-bore.
9. Mouvement (6) selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que le régulateur (29) électromagnétique comprend au moins une paire d'aimants (30) montés fixement par rapport à la platine (7) du côté de la face (16) supérieure du balancier (11).
10. Mouvement (6) selon la revendication 8, caractérisé en ce qu'il comprend au moins deux aimants (30) en regard l'un de l'autre, à savoir un aimant (30) supérieur monté fixement par rapport à la platine (7) du côté de la face (16) supérieure du balancier (11), et un aimant (30) inférieur monté fixement par rapport à la platine (7) du côté de la face (17) inférieure du balancier (11).
11. Mouvement (6) selon la revendication 9, caractérisé en ce qu'il comprend au moins deux paires d'aimants (30), à savoir une première paire d'aimants (30) supérieurs montés fixement par rapport à la platine (7) du côté de la face (16) supérieure du balancier (11), et une paire d'aimants (30) inférieurs montés fixement par rapport à la platine (7) du côté de la face (17) inférieure du balancier (11).
12. Montre (1) équipée d'un mouvement (6) selon l'une des revendications précédentes.









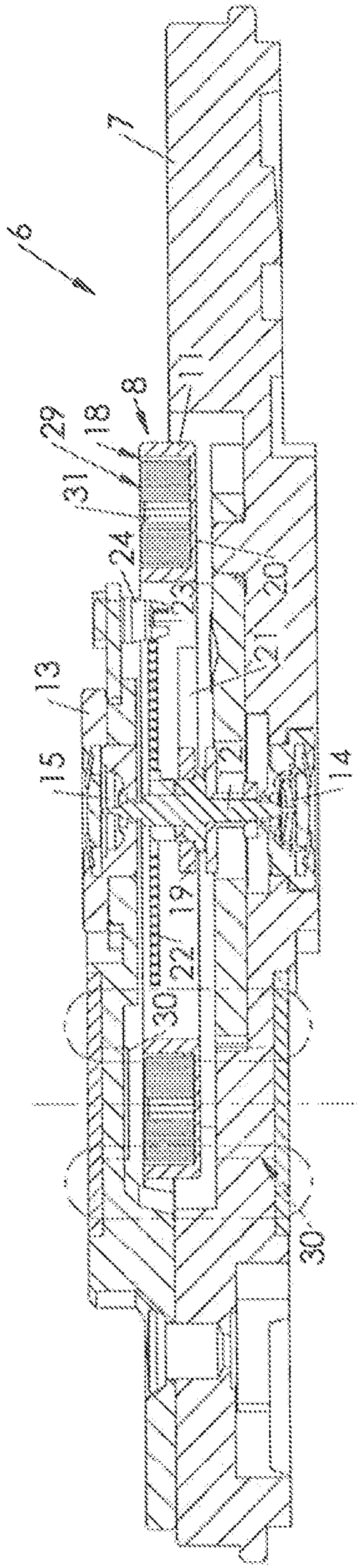


FIG.9

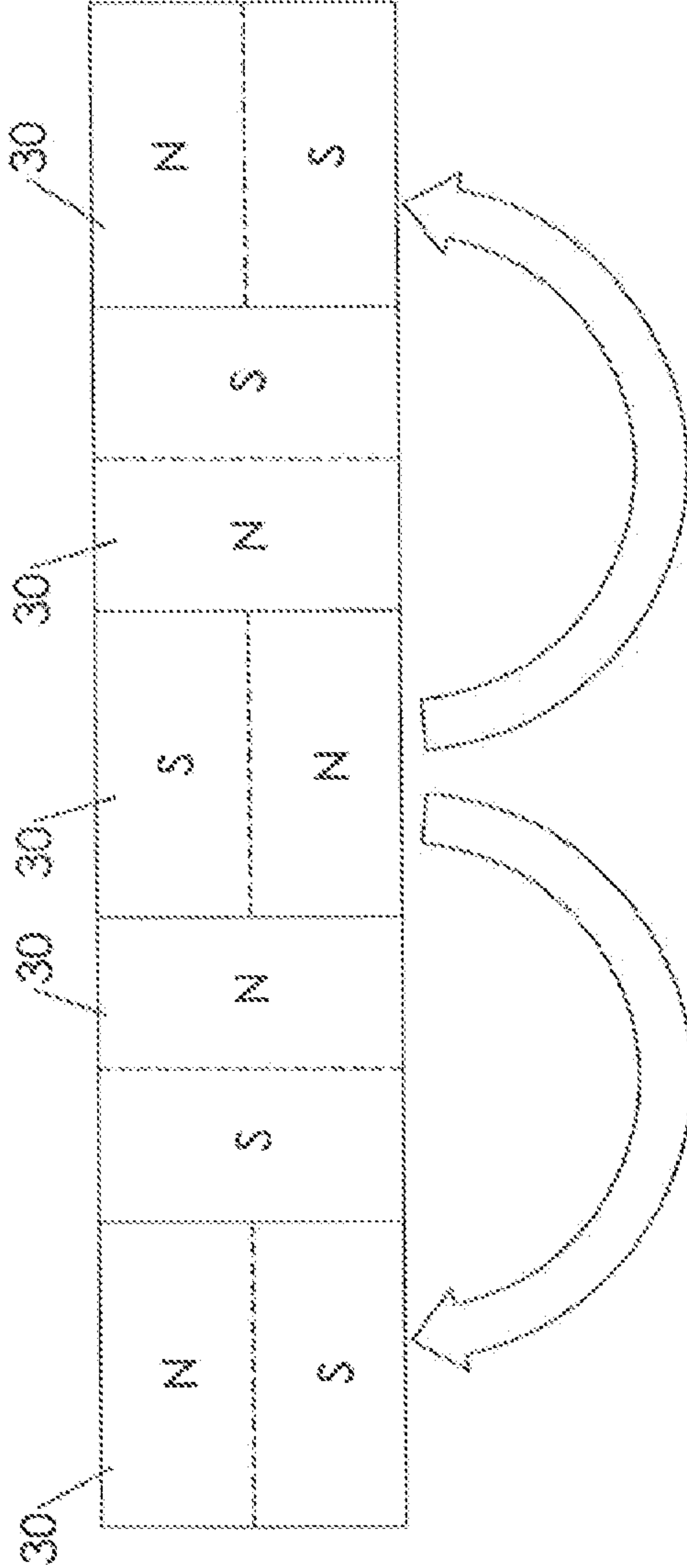


FIG.10

FIG.11

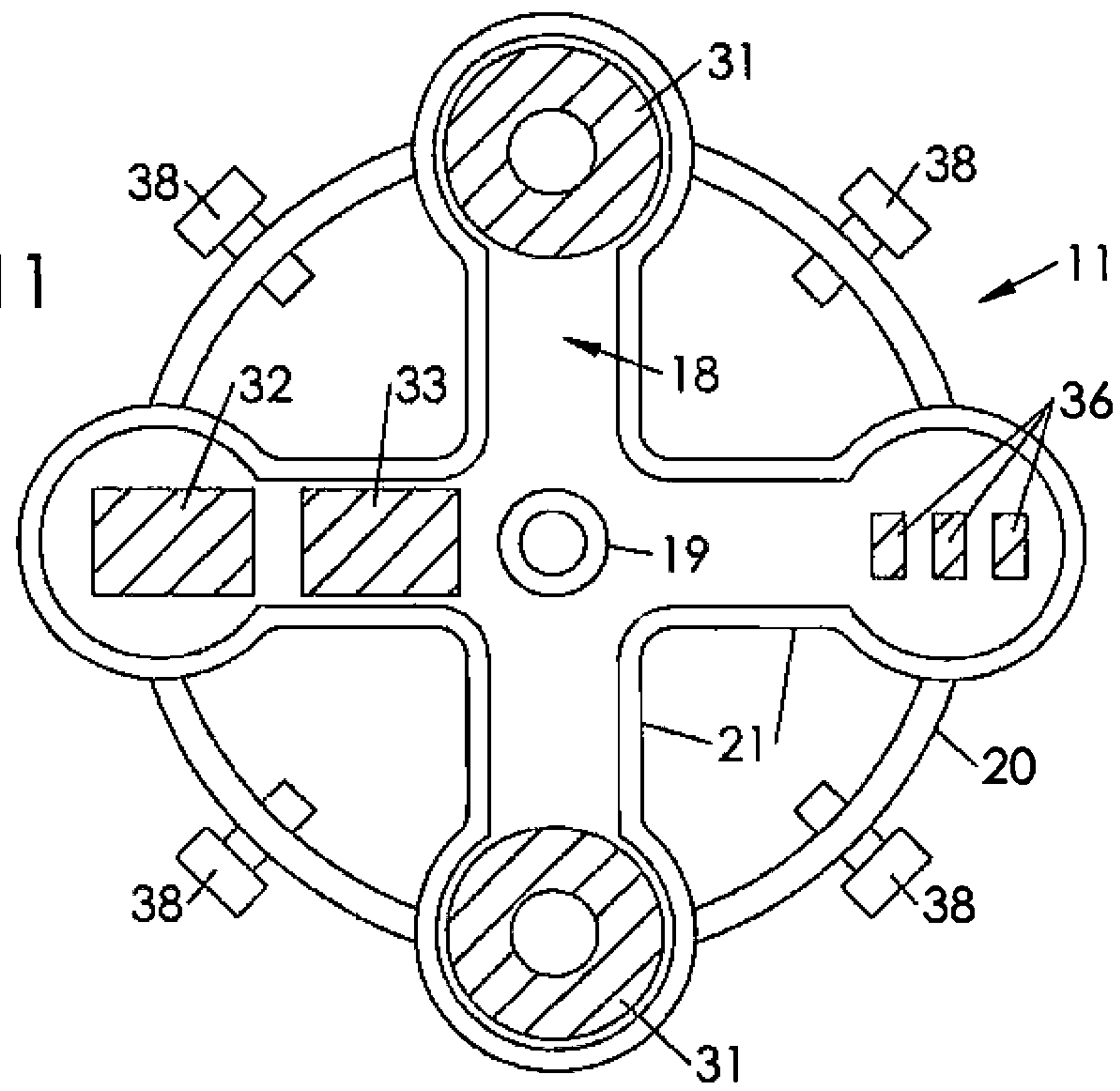


FIG.12

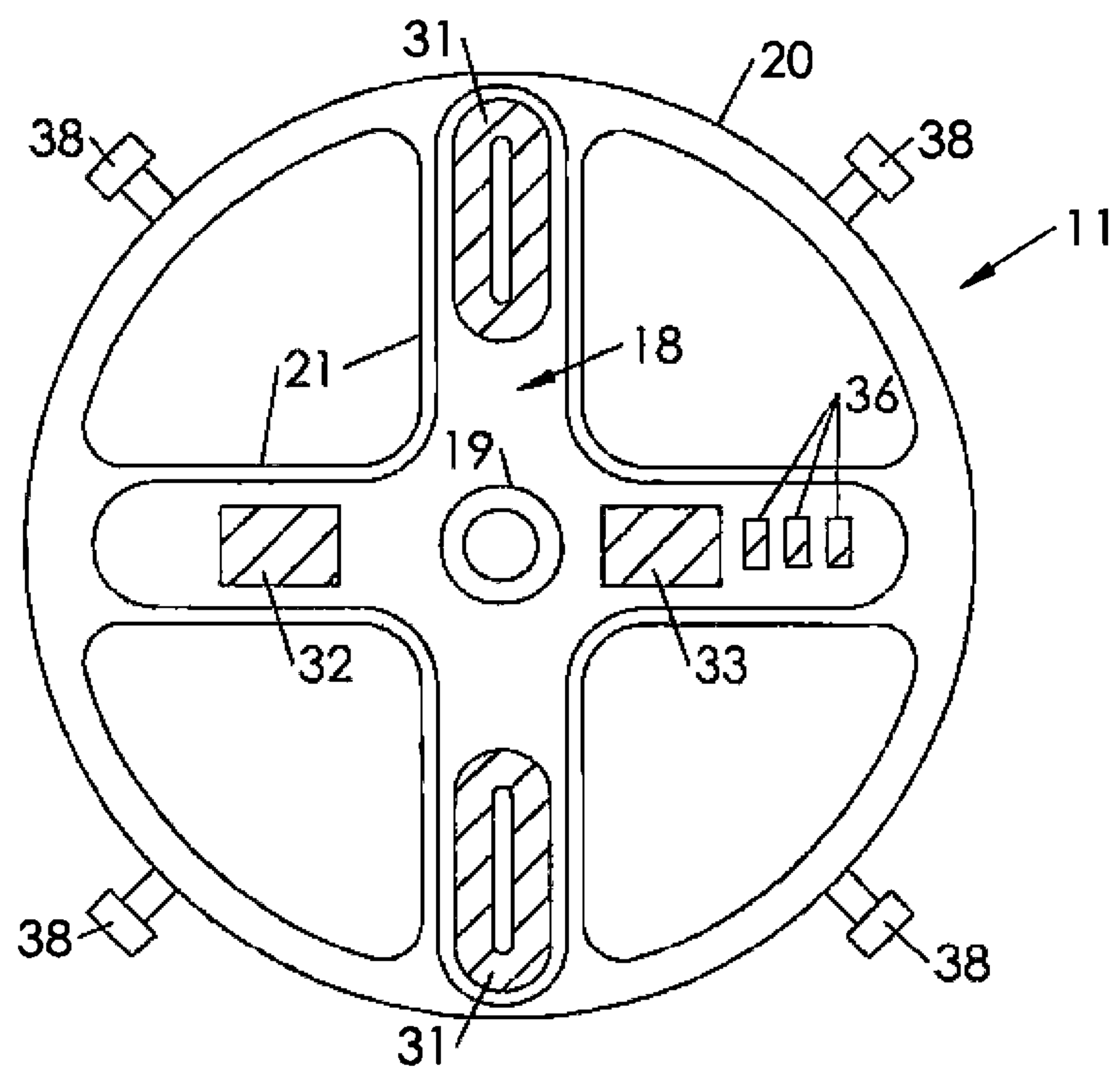


FIG.13

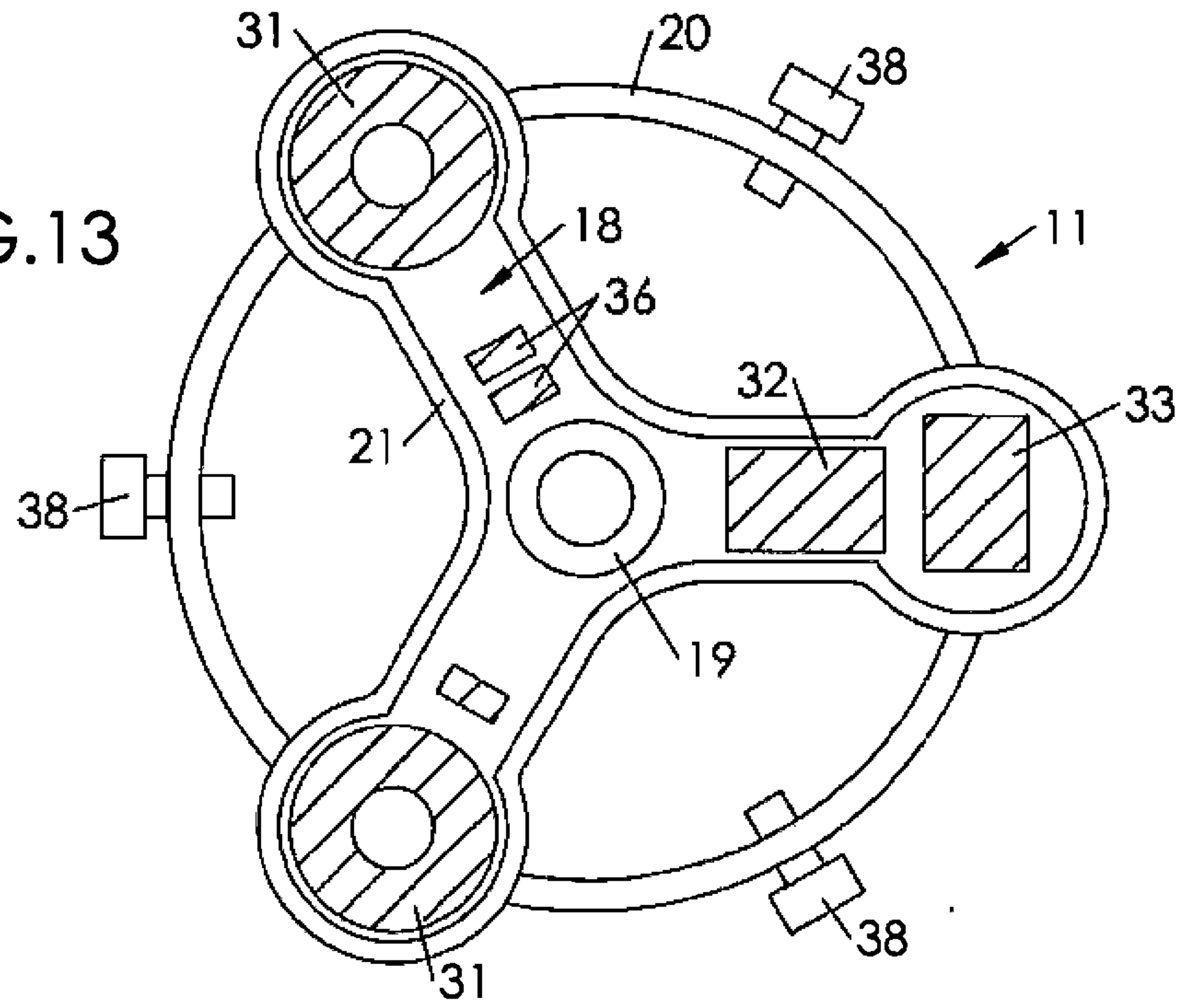


FIG.14

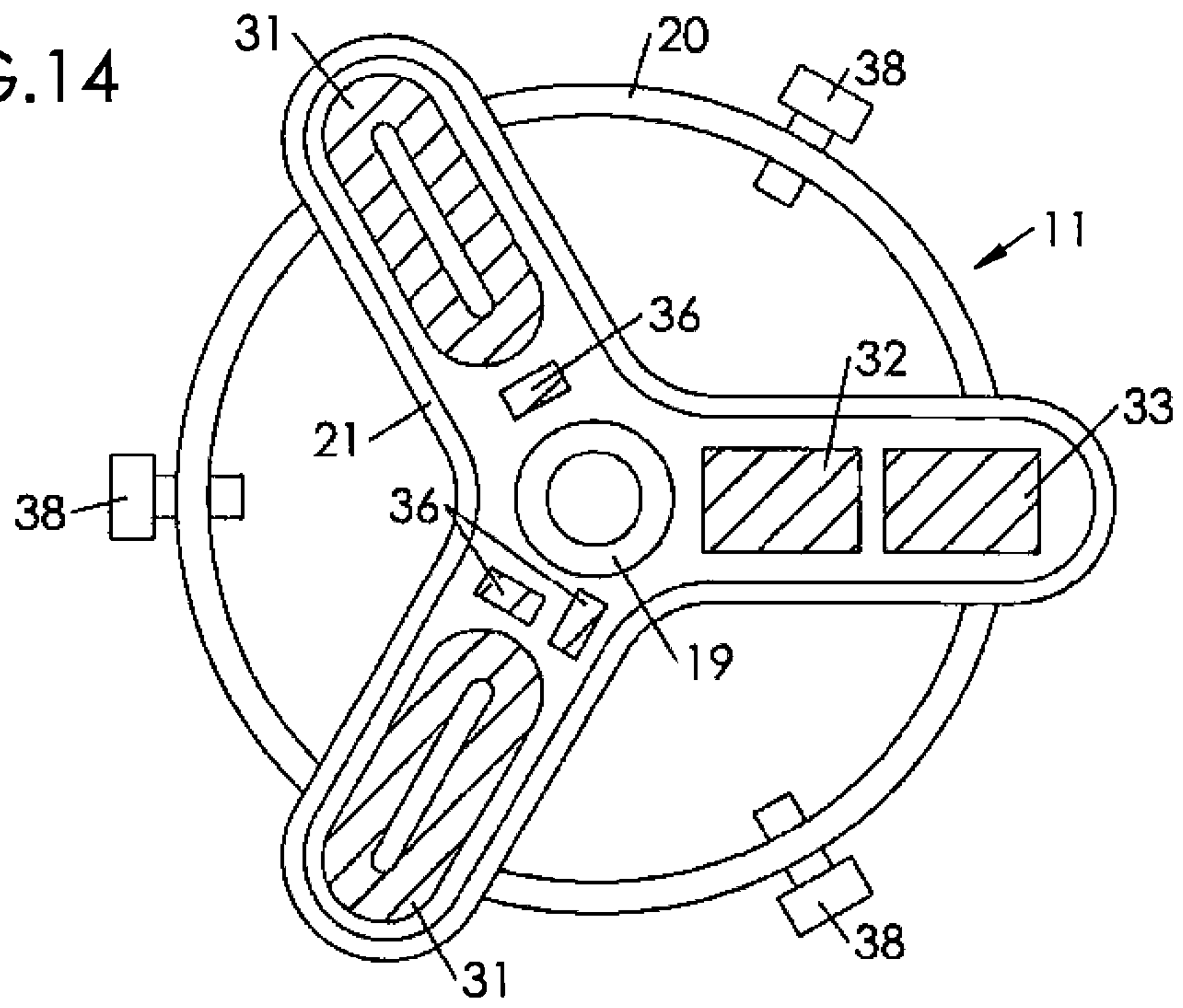


FIG.15

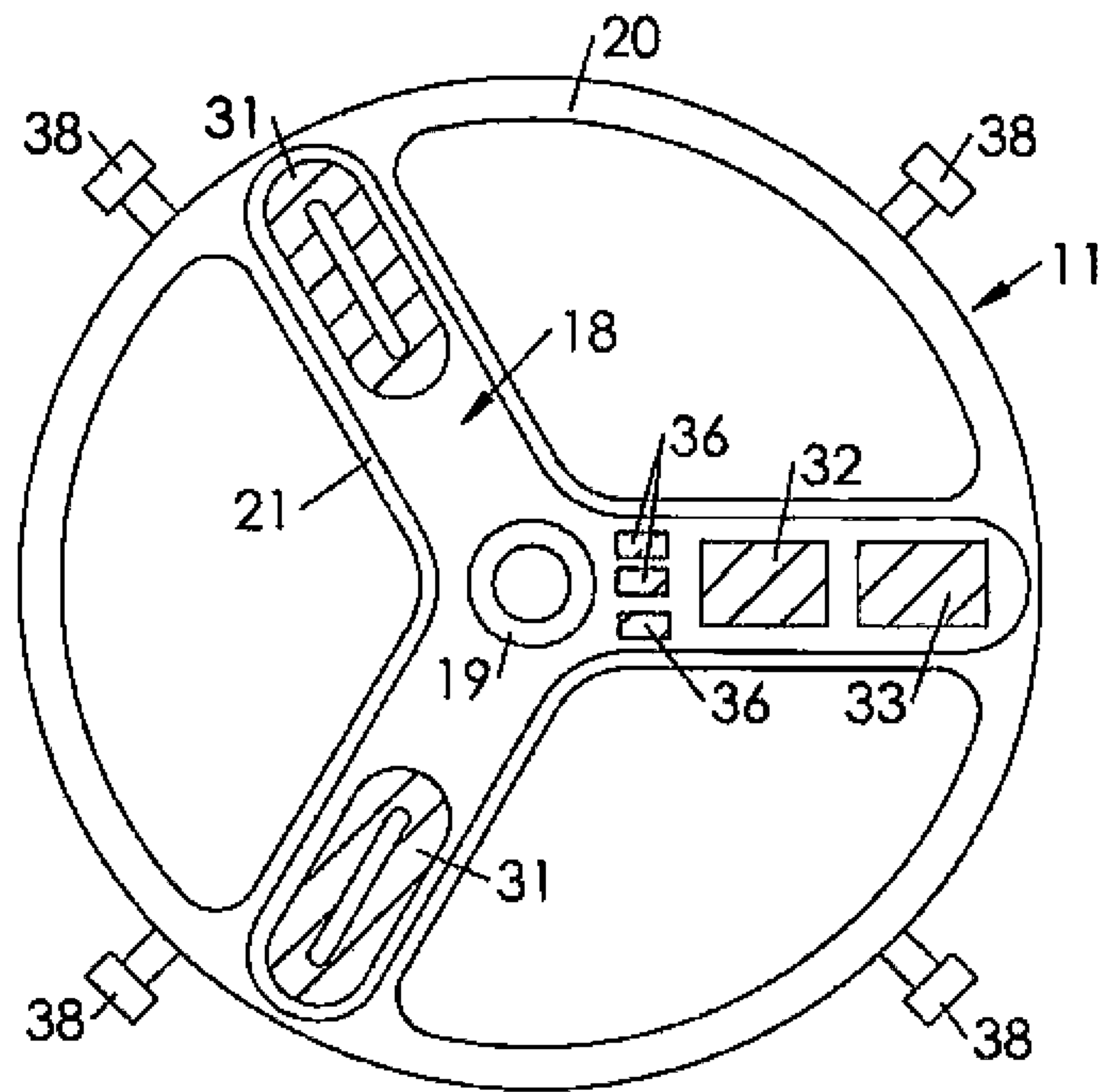


FIG.16

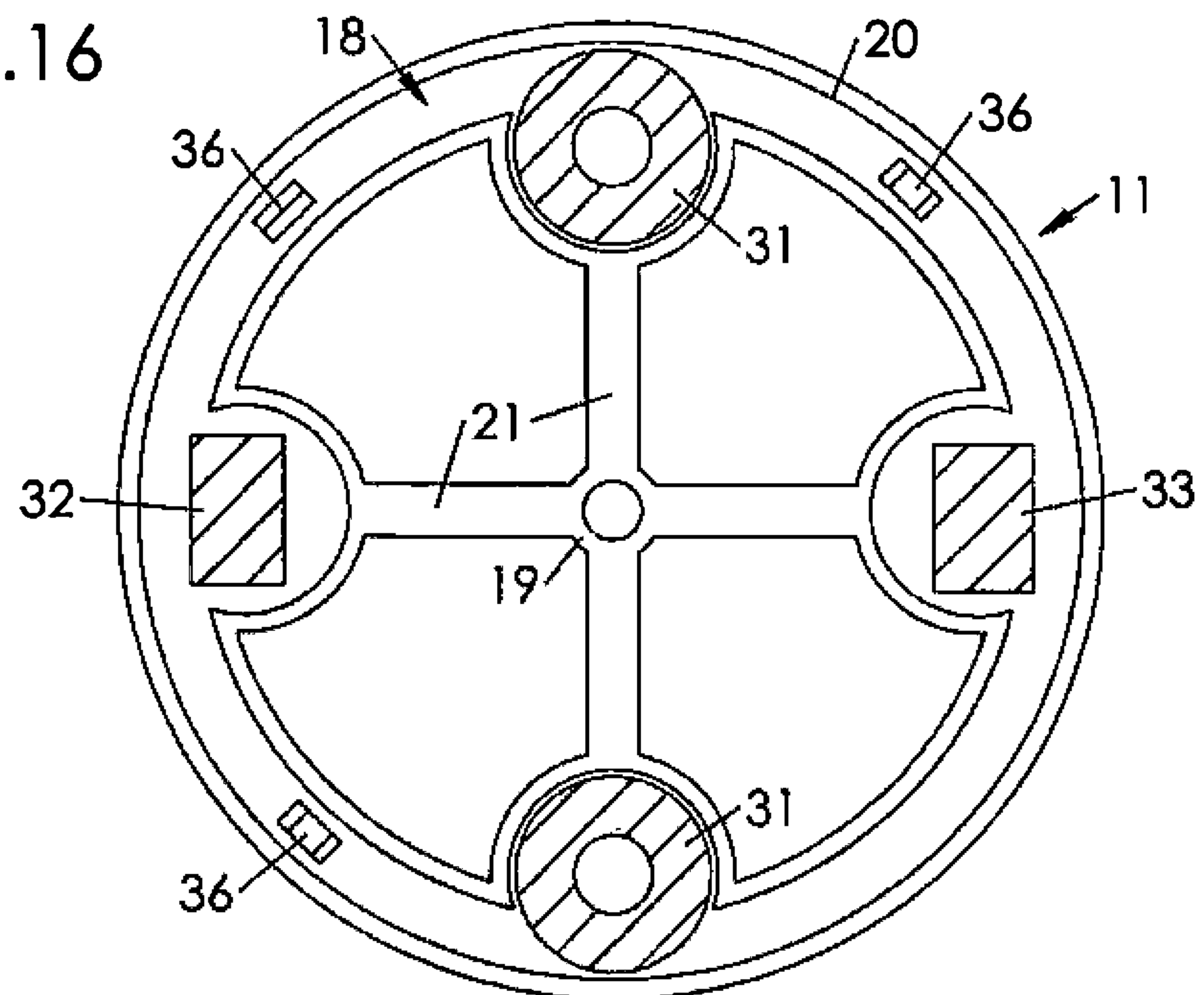


FIG.17

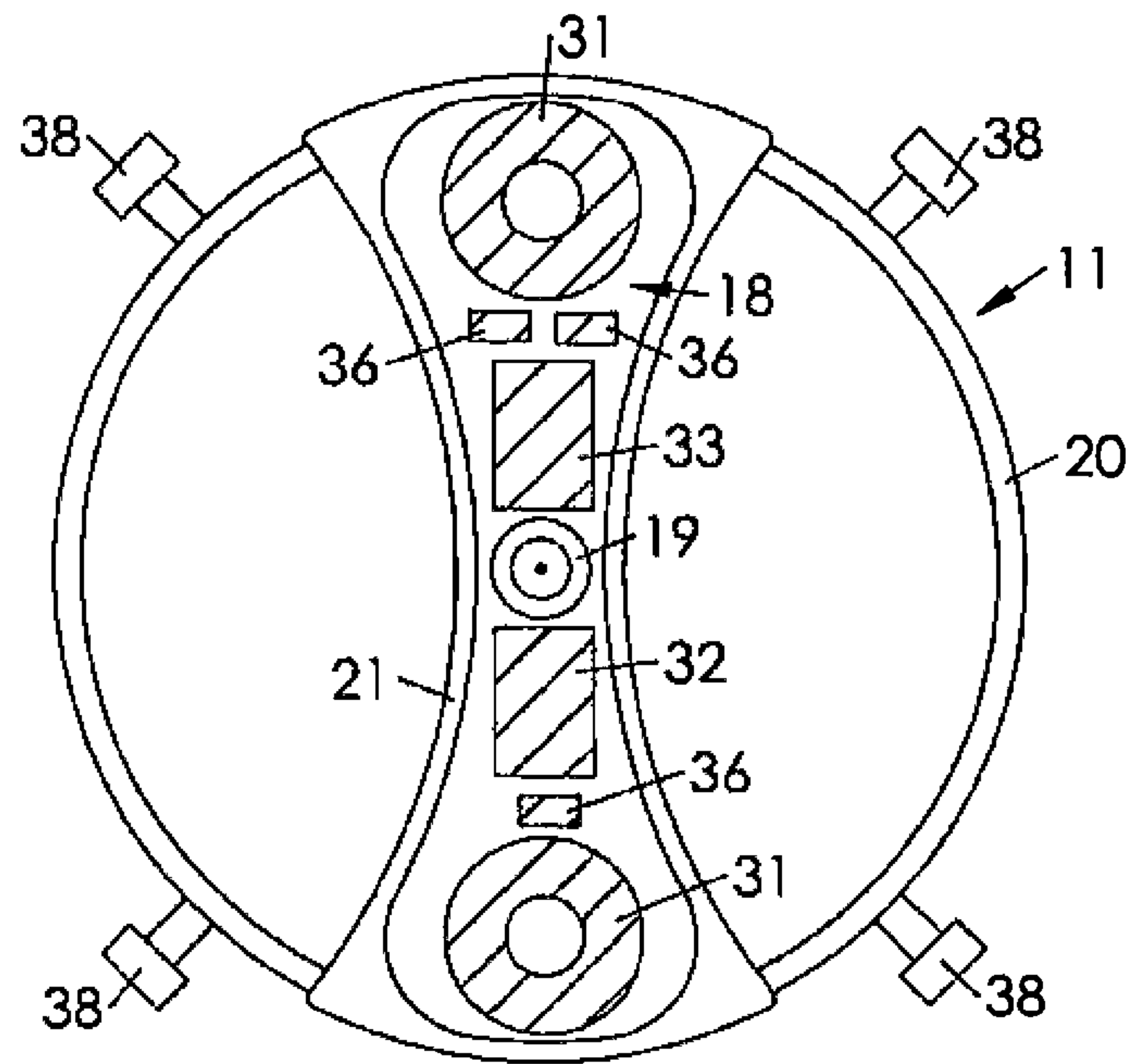


FIG.18

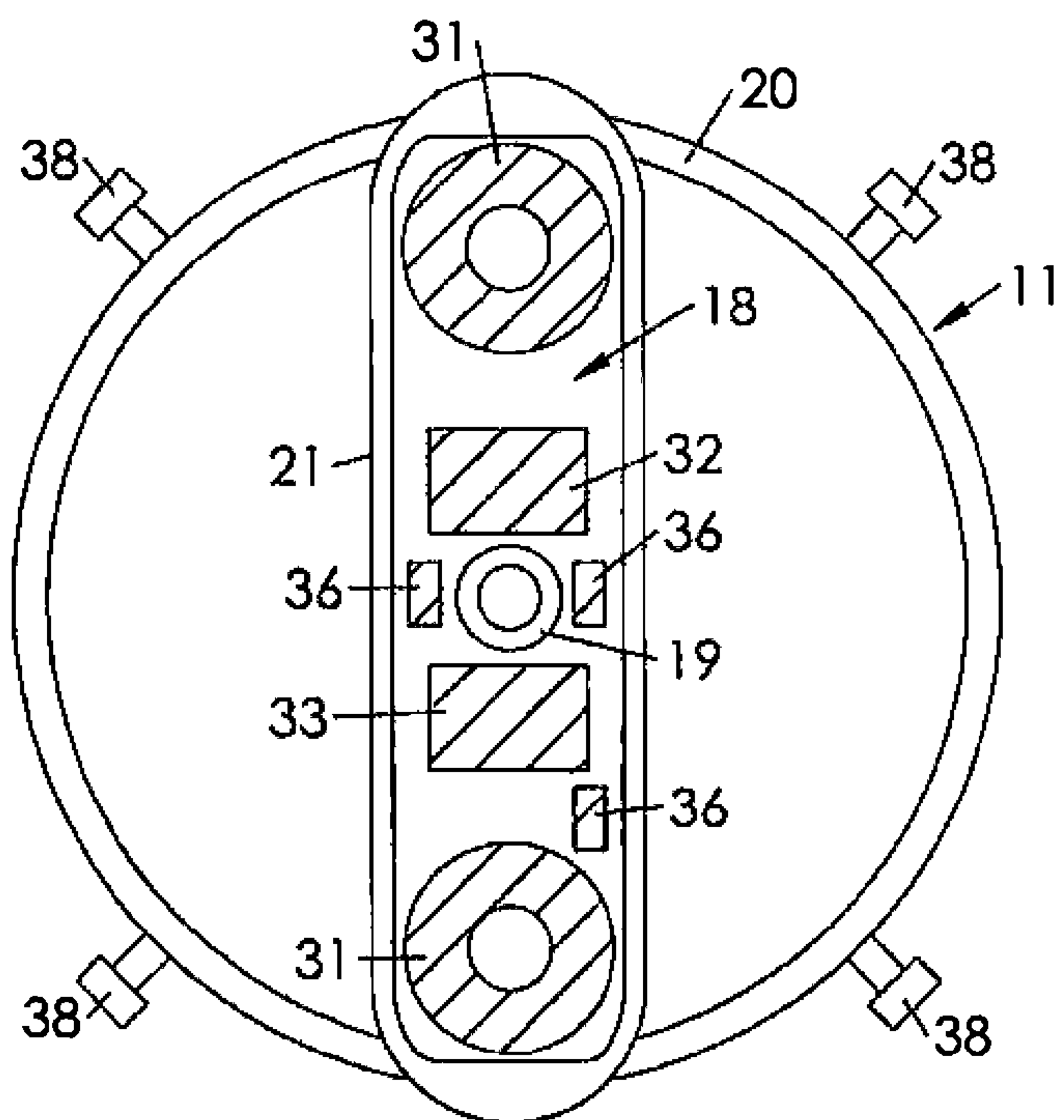


FIG.19

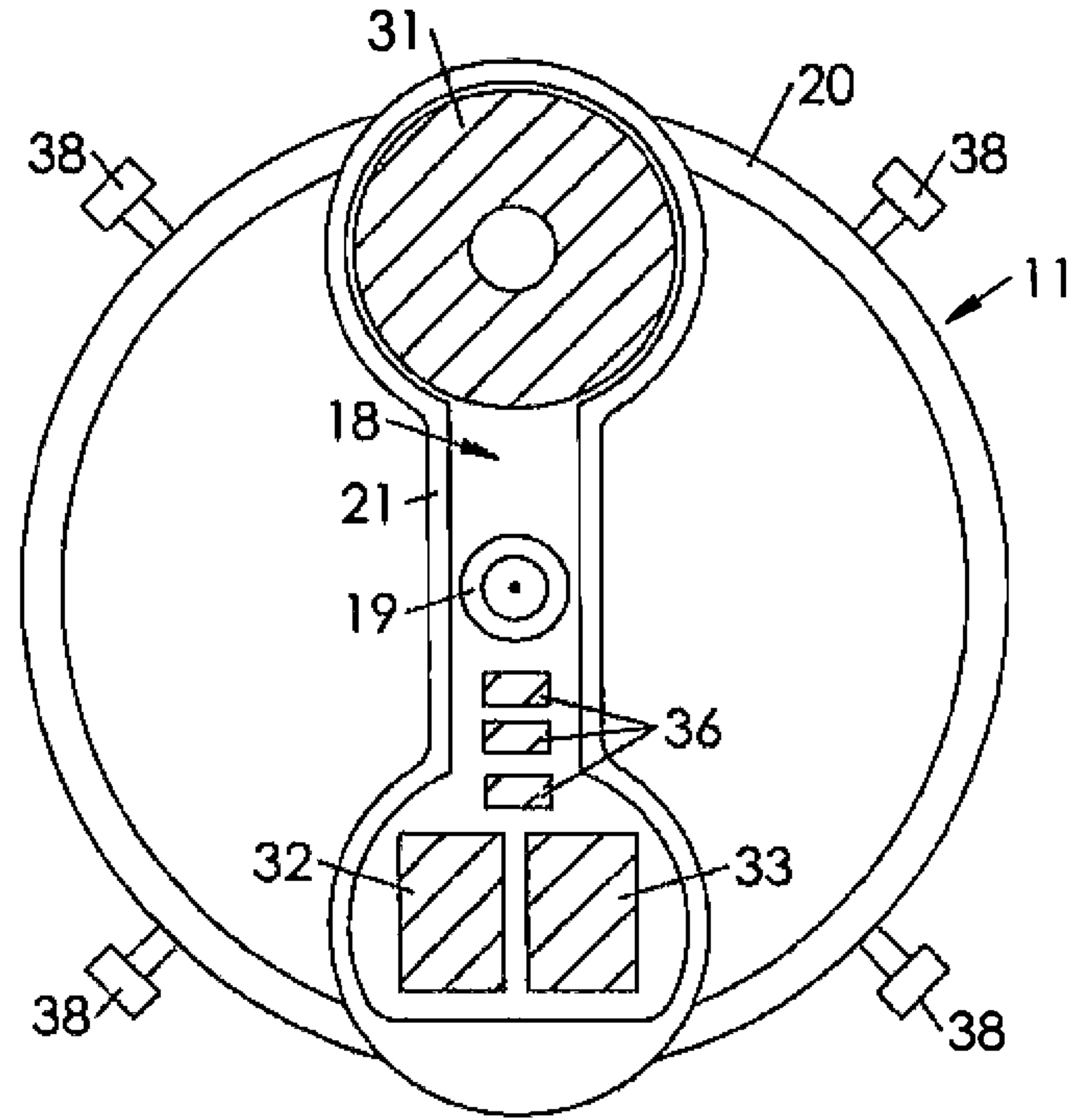


FIG.20

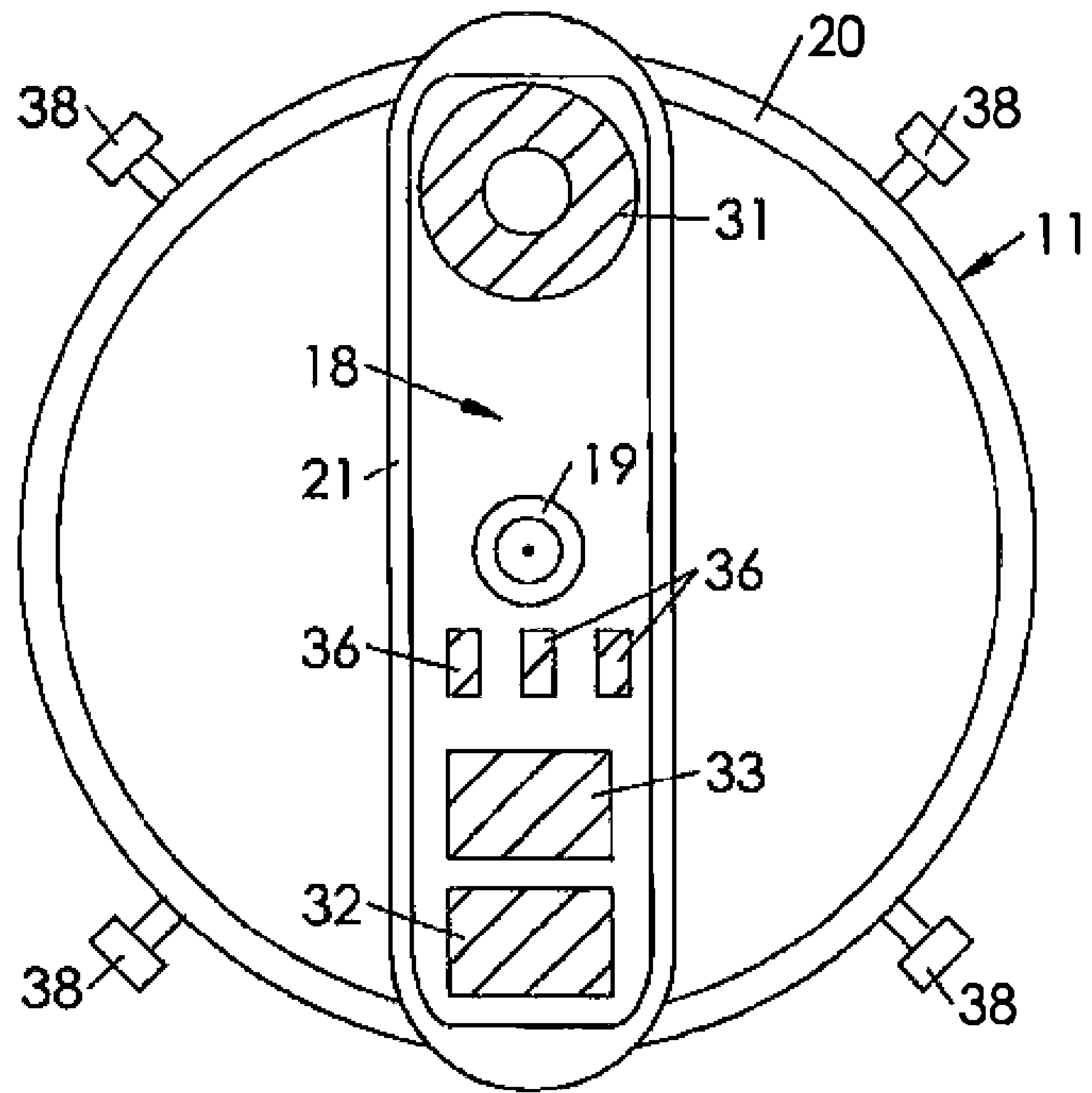


FIG.21

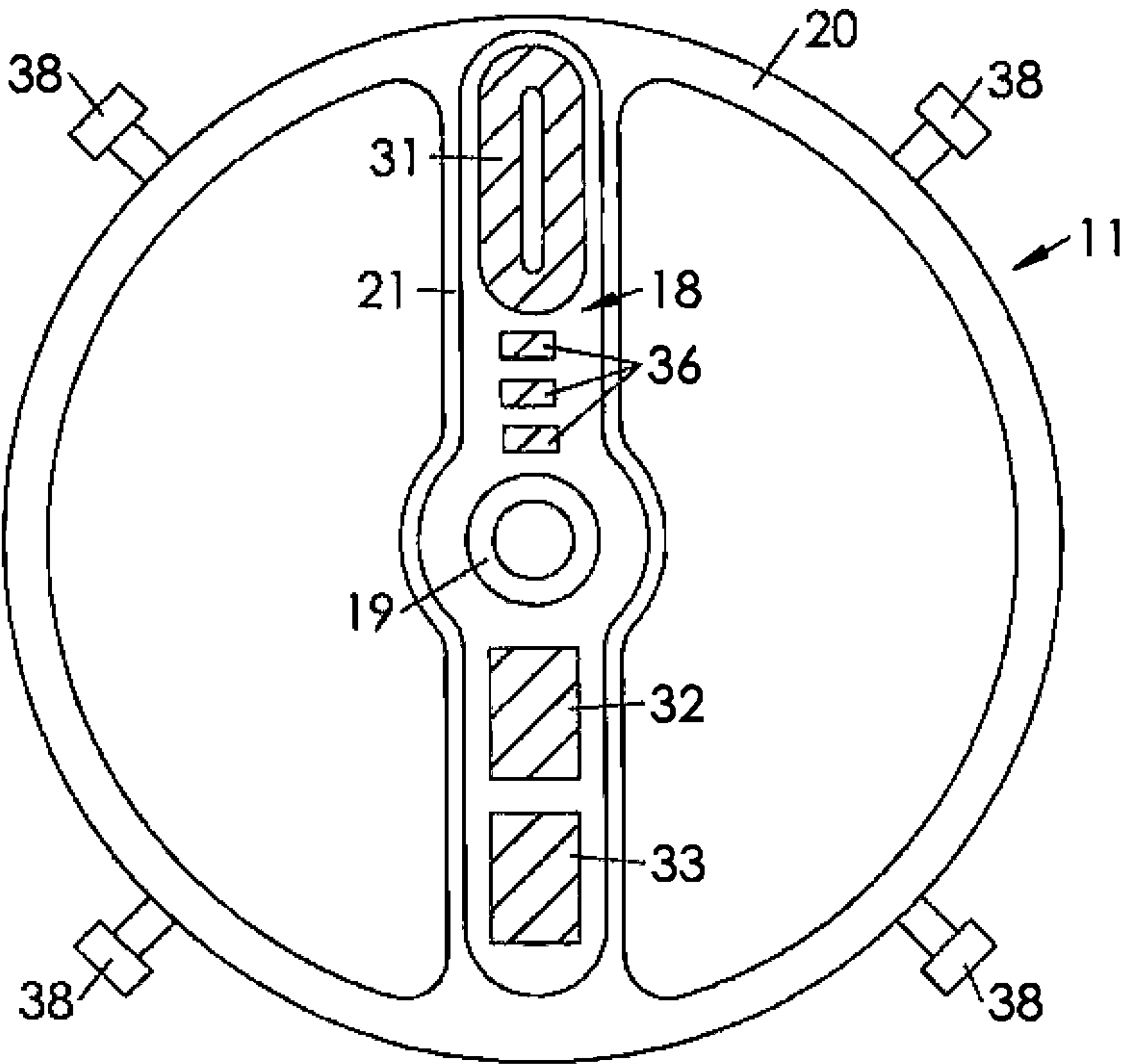


FIG.22

