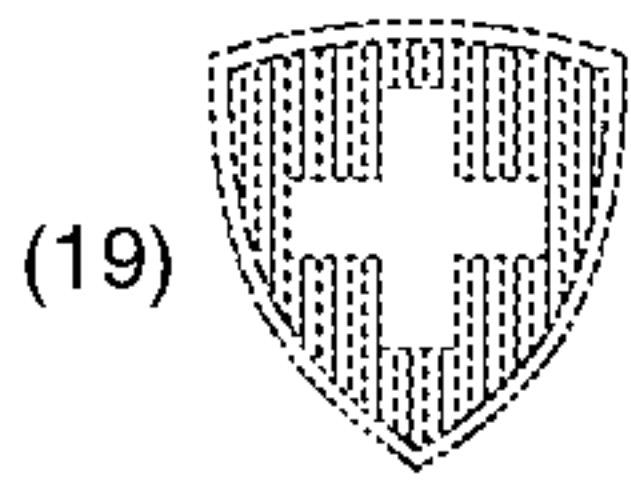




CONFÉDÉRATION SUISSE
INSTITUT FÉDÉRAL DE LA PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE

(11) **CH** **716 806 B1**

(51) Int. Cl.: **G04B** **15/06** (2006.01)
G04B **15/14** (2006.01)

Brevet d'invention délivré pour la Suisse et le Liechtenstein
Traité sur les brevets, du 22 décembre 1978, entre la Suisse et le Liechtenstein

(12) **FASCICULE DU BREVET**

(21) Numéro de la demande: 00533/20

(22) Date de dépôt: 05.05.2020

(24) Brevet délivré: 31.05.2021

(45) Fascicule du brevet publié: 31.05.2021

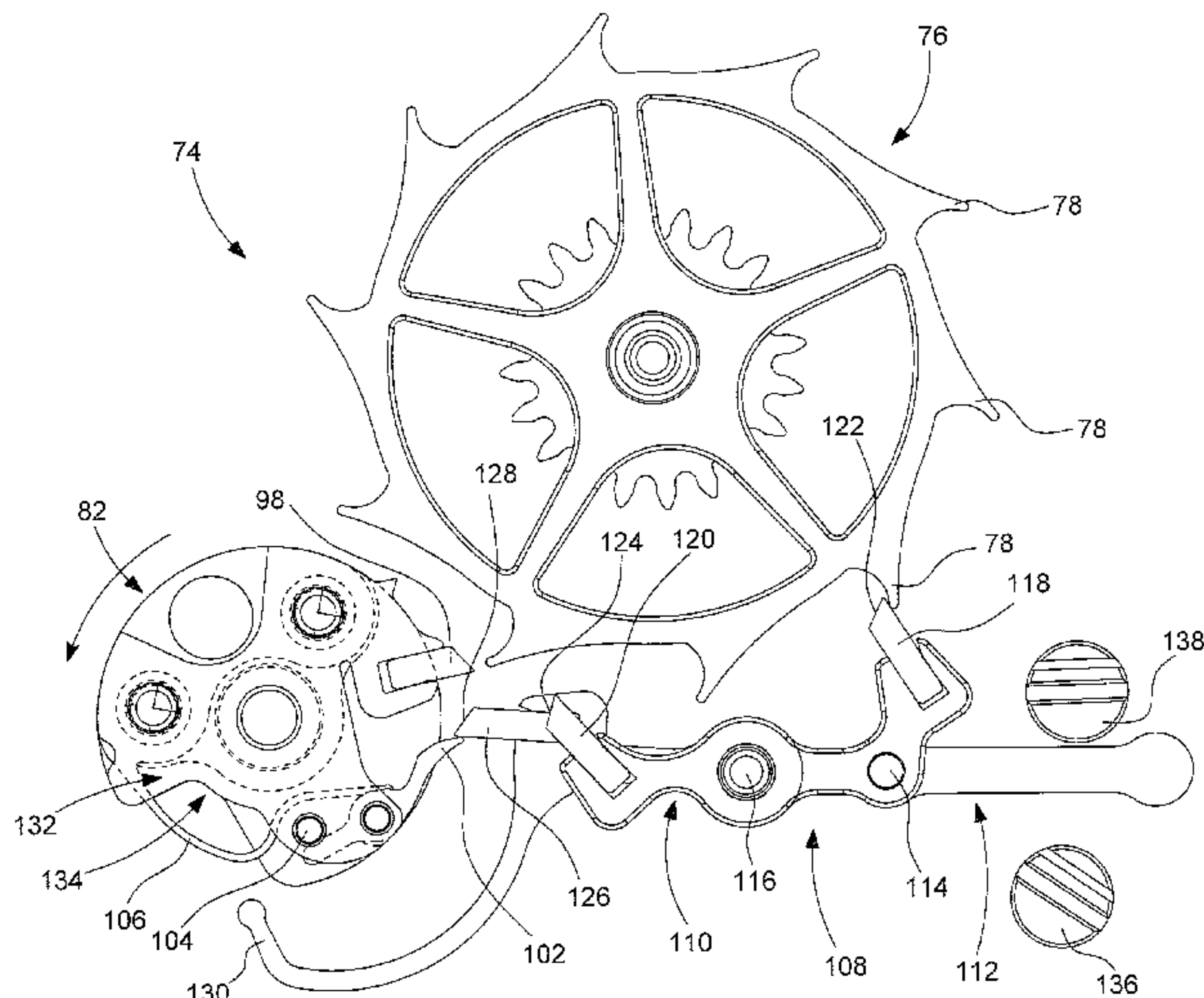
(73) Titulaire(s):
Montres Breguet S.A., Place de la Tour 23
1344 L'Abbaye (CH)

(72) Inventeur(s):
Alain Zaugg, 1347 Le Sentier (CH)
Jérôme Macé, 1342 Le Pont (CH)
Benoît Légeret, 1024 Ecublens (CH)

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

(54) **Echappement à détente pour pièce d'horlogerie.**

(57) L'invention concerne un échappement à détente prévu pour réguler le fonctionnement d'un mouvement d'horlogerie, cet échappement à détente (74) comprenant une roue d'échappement (76) munie d'une pluralité de dents (78) régulièrement espacées selon un périmètre et un balancier (82), le balancier (82) étant équipé d'une palette d'impulsion (98) grâce à laquelle ce balancier (82) reçoit des impulsions motrices via les dents (78) de la roue d'échappement (76), le balancier (82) étant animé d'un mouvement d'oscillation au cours duquel il effectue, pour chaque oscillation, une alternance au cours de laquelle il reçoit une impulsion motrice et une alternance sans impulsion motrice, l'échappement à détente (74) comprenant également un crochet (102) monté pivotant sur le balancier (82) et maintenu en appui par un organe élastique (106) contre une butée (104), l'échappement à détente (74) étant complété par une détente (108) qui est apte à pivoter et qui comprend un premier bras (110) qui collabore avec la roue d'échappement (76) pour assurer le blocage de cette dernière juste avant le début de l'impulsion motrice, ainsi qu'un second bras (112) qui collabore avec le balancier (82) pour permettre à la roue d'échappement (76) de se dégager de sa prise avec le premier bras (110) au début de l'impulsion motrice, et qui limite le pivotement de cette détente (108) à une partie seulement de l'oscillation du balancier (82), la détente (108) étant également agencée de façon à bloquer à nouveau la roue d'échappement (76) lorsque celle-ci finit de donner l'impulsion motrice à la palette d'impulsion (98) du balancier (82).



Description

Domaine technique de l'invention

[0001] La présente invention a pour objet un échappement à détente pour pièce d'horlogerie, en particulier pour une montre-bracelet.

Arrière-plan technologique de l'invention

[0002] On appelle échappement un mécanisme qui est placé entre la roue d'échappement et l'organe régulateur de la plupart des instruments horaires. Produite par un ressort de barillet, la force motrice est transmise à la roue d'échappement qui elle-même communique cette force motrice à l'échappement dont la fonction est d'entretenir les oscillations d'un organe régulateur appelé balancier.

[0003] L'échappement à détente a fait son apparition au cours du XVIII^e siècle, lorsque les nations maritimes lancèrent des concours pour la construction d'un instrument horaire le plus précis possible, permettant la détermination la plus sûre de la position géographique en mer. C'est pour cette raison qu'aujourd'hui encore, les échappements à détente se trouvent surtout dans les chronomètres de marine.

[0004] Les échappements à détente, coûteux et délicats, sont des échappements dits à coup perdu. En d'autres termes, les échappements à détente ne donnent au balancier qu'une impulsion à chaque oscillation, de sorte que ces oscillations comprennent toujours une alternance sans impulsion encore appelée „coup perdu“.

[0005] Une première forme d'exécution d'un échappement à détente est illustrée à la figure 1 annexée à la présente demande de brevet. Désigné dans son ensemble par la référence numérique générale 1, cet échappement à détente comprend une roue d'échappement 2 dont les dents 4 reposent sur une pierre 6. Cette pierre 6 est portée par un corps 8 d'une détente 10 qui équipe une pièce d'horlogerie (non représentée)

[0006] Comme on peut le voir au dessin, le corps 8 de la détente 10 est terminé à une première extrémité par un bec 12, et est relié à une seconde extrémité à un bâti 14 de la pièce d'horlogerie par une lame ressort 16. Par ailleurs, le corps 8 de la détente 10 porte lui-même un ressort de détente 18 en appui contre le bec 12. Ce bec 12 contre lequel le ressort de détente 18 est en appui se trouve dans le champ d'action d'une palette de dégagement 20 portée par un plateau 22 d'un balancier 24.

[0007] Lorsque le balancier 24 et son plateau 22 tournent dans le sens contraire des aiguilles d'une montre en entraînant avec eux la palette de dégagement 20, cette palette de dégagement 20 entraîne à son tour le ressort de détente 18 et donc le corps 8 de la détente 10, ce qui a pour effet de libérer celle des dents 4 de la roue d'échappement 2 qui est en prise avec la pierre 6 de son engagement avec cette pierre 6. Ainsi, à chaque alternance du balancier 24 dans le sens antihoraire, la roue d'échappement 2 est libérée.

[0008] Lorsque la dent 4 de la roue d'échappement 2 qui repose sur la pierre 6 quitte cette dernière, une autre dent 4 de la roue d'échappement 2, agissant sur une palette d'impulsion 26 portée par le plateau 22 du balancier 24, donne une impulsion au balancier 24.

[0009] A l'inverse, lorsque le balancier 24 tourne dans le sens horaire, la palette d'impulsion 26 passe entre les dents 4 de la roue d'échappement 2, sans effet sur cette dernière, et entraîne le ressort de détente 18. Le ressort de détente 18 quitte son appui contre le bec 12 du corps 8 de la détente 10, sans entraîner cette dernière, et échappe au champ d'action de la palette d'impulsion 26. Pour finir, le ressort de détente 18 retombe en appui sur le bec 12 du corps 8 de la détente 10, sans effectuer aucune fonction. On comprend donc que l'alternance durant laquelle le balancier 24 tourne dans le sens horaire est l'alternance encore appelée „coup perdu“ durant laquelle la roue d'échappement 2 ne donne pas d'impulsion au balancier 24.

[0010] Une seconde forme d'exécution d'un échappement à détente est illustrée à la figure 2 annexée à la présente demande de brevet. Ce type d'échappement est décrit dans l'ouvrage intitulé „Echappements et moteurs pas-à-pas“ de MM. Charles Huguenin, Samuel Guye et Maurice Gauchat dont la deuxième édition augmentée est parue aux éditions FET en 1974, page 169, Fig. 17-4.

[0011] Sur la figure 2, on peut voir que l'échappement à détente, désigné dans son ensemble par la référence numérique générale 28, se compose des éléments suivants :

- roue d'échappement 30 munie de dents 32 ;
- pierre 34 ;
- corps 36 d'une détente 38 ;
- bâti 42 d'une pièce d'horlogerie équipée de l'échappement à détente 28 ;
- ressort de détente 44 ;

- palette de dégagement 46 portée par un plateau 48 d'un balancier 50 ;
- palette d'impulsion 52.

[0012] On peut voir que l'échappement à détente 28 illustré sur la figure 2 diffère de l'échappement à détente 1 décrit ci-dessus en liaison avec la figure 1 par l'absence de la lame ressort 16, remplacée par un ressort de rappel 54 tel qu'un ressort spiral relié au bâti 42 de la pièce d'horlogerie par sa dernière spire extérieure 56, et relié par sa première spire intérieure 58 au corps 36 de la détente 38 en un point 60 où ce corps 36 est pivoté. Etant donné que le corps 36 de la détente 38 est pivoté, on parle d'échappement à détente „pivotée“.

[0013] Un autre exemple encore d'échappement à détente bien connu par l'homme du métier est celui imaginé par Abraham-Louis Breguet dont une brève description est fournie en liaison avec la figure 402 de l'ouvrage publié à Londres en 1975 par George Daniels et intitulé „L'art de Breguet“, et qui est reproduite à la figure 3 annexée à la présente demande de brevet.

[0014] L'échappement Breguet est également un échappement à détente „pivotée“ car cette détente 62 est bien pivotée autour d'un axe de pivotement 64, mais cet échappement à détente pivotée se différencie principalement d'autres formes d'exécution d'échappements à détente par l'absence, sur la détente, d'un ressort de détente, remplacé par un crochet 66 pivoté sur un plateau 68 d'un balancier 70 et rappelé par un ressort 72.

[0015] Depuis cette époque, d'autres formes d'exécution d'échappements à détente ont été proposées. Tous ces échappements à détente ont pour point commun d'être réputés pour leurs qualités chronométriques. Néanmoins, on s'est vite rendu compte que ces échappements à détente réagissaient mal aux chocs et aux mouvements brusques qui provoquent des sauts de la roue d'échappement.

[0016] D'autre part, les lames ressort et les ressorts de détente nécessaires au fonctionnement des échappements à détente sont longs et fastidieux à fabriquer, de sorte que leur prix de revient est élevé. En outre, ces ressorts étant très fins, ils sont sensibles à l'usure et cassants. C'est pour cette raison que l'intégration d'un échappement à détente dans des montres portées, en particulier les montres-bracelets, s'est toujours avérée très délicate et rarement appliquée.

[0017] Néanmoins, étant donné les qualités chronométriques remarquables des échappements à détente, plusieurs tentatives ont été faites pour pouvoir rendre de tels échappements à détente moins sensibles aux chocs et ainsi permettre d'envisager leur intégration dans tous types de pièces d'horlogerie et, en particulier, dans des montres-bracelets.

[0018] La position dans laquelle la roue d'échappement est verrouillée sur la butée de la détente doit être assurée quelles que soient les conditions : montre portée, chocs, etc. De même, il est nécessaire de libérer la roue d'échappement afin qu'elle puisse donner au balancier une impulsion motrice. Il est aussi nécessaire de permettre le passage du balancier sans influence sur la détente lors de l'alternance sans impulsion, puis d'assurer le retour de la détente et de sa pierre dans le chemin de la roue d'échappement en fin d'impulsion pour stopper la rotation de cette roue d'échappement.

[0019] Comme on a compris de ce qui précède, dans les détentes traditionnelles, le retour et le verrouillage sont assurés par un ressort porté par le corps de la détente. Ce retour de la détente peut également être assuré par un ressort spiral combiné avec une détente pivotée comme notamment décrit dans le livre „Echappement et moteurs pas à pas“ mentionné ci-dessus. Ces ressorts n'étant pas pré-armés, la force qu'ils opposent au déverrouillage de la roue d'échappement dans sa position de repos sur la détente en cas de chocs appliqués au mouvement d'horlogerie est très faible.

[0020] Comme on a compris de ce qui précède, dans les détentes traditionnelles, le passage du balancier sans influence sur la détente lors de l'alternance sans impulsion est assuré par un ressort de détente très fin et très fragile, généralement réalisé en or, tels que les ressorts de détente 18 ou 44.

[0021] Dans le cas de l'échappement à détente non pivotée représenté à la figure 1, la fabrication du ressort de détente 18 du corps 8 de la détente 10 est une opération très délicate. En effet, ce ressort de détente 18, très petit et très fragile, est difficile à fabriquer. En outre, ce ressort de corps de détente fournit toujours la même force élastique, quel que soit le degré d'armage du ressort de barillet qui fournit l'énergie mécanique nécessaire au fonctionnement du mouvement d'horlogerie dans lequel l'échappement à détente est installé. Par conséquent, lorsque le ressort de barillet est faiblement armé, la force élastique constante opposée par ce ressort de détente nuit au bon fonctionnement de l'échappement. En particulier, la roue d'échappement, recevant peu d'énergie de la part du ressort de barillet, éprouve plus de difficulté à surmonter la force élastique constante du ressort de détente lorsqu'elle doit se dégager de sa prise avec la détente, ce qui nuit aux qualités d'isochronisme de l'échappement.

[0022] Dans le cas de l'échappement à détente pivotée visible sur la figure 2, la fabrication et l'assemblage du ressort de rappel 54 sur le corps 36 de la détente 38 sont aussi des opérations très délicates et onéreuses. En outre, cette solution comporte un nombre important de composants à fabriquer. Enfin, dans ce cas également, le ressort de rappel 54 du corps 36 de détente 38 fournit toujours la même force élastique, quel que soit le degré d'armage du ressort de barillet qui fournit l'énergie mécanique nécessaire au fonctionnement du mouvement d'horlogerie dans lequel l'échappement à détente est installé. Par conséquent, lorsque le ressort de barillet est faiblement armé, la force élastique constante opposée par ce ressort de détente nuit au bon fonctionnement de l'échappement.

[0023] Dans les deux cas, la fabrication de ces ressorts de détente est une opération très délicate. En outre, ces ressorts de détente, très petits et très fins, sont fragiles et sensibles à l'usure. Enfin, ces ressorts de détente fournissent toujours la même force élastique, quel que soit le degré d'armage du ressort de barillet qui fournit l'énergie mécanique nécessaire au fonctionnement du mouvement d'horlogerie dans lequel l'échappement à détente est installé. Par conséquent, lorsque le ressort de barillet est faiblement armé, la force élastique constante opposée par ces ressorts de détente nuit au bon fonctionnement de l'échappement.

[0024] En particulier, l'énergie consommée par les échappements à détente au coup perdu et les forces de frottement qu'il faut vaincre pour libérer la roue d'échappement au moment de l'impulsion motrice ne sont pas proportionnelles au couple fourni par le ressort de barillet. Il a donc paru intéressant de tenter de s'affranchir de tels ressorts.

Résumé de l'invention

[0025] La présente invention a pour but de résoudre les problèmes mentionnés ci-dessus ainsi que d'autres encore en proposant un échappement à détente assurant les fonctions de verrouillage de la position de repos sur la détente de la roue d'échappement, de libération de la roue d'échappement et de passage du balancier à sa position initiale en faisant appel à un mécanisme plus simple que ceux utilisés dans les échappements à détente de l'art antérieur et dont le fonctionnement est donc plus fiable.

[0026] A cet effet, la présente invention concerne un échappement à détente prévu pour réguler le fonctionnement d'un mouvement d'horlogerie, cet échappement à détente comprenant une roue d'échappement munie d'une pluralité de dents régulièrement espacées selon un périmètre et un balancier, le balancier étant équipé d'une palette d'impulsion grâce à laquelle ce balancier reçoit des impulsions motrices via les dents de la roue d'échappement, le balancier étant animé d'un mouvement d'oscillation au cours duquel il effectue, pour chaque oscillation, une alternance au cours de laquelle il reçoit une impulsion motrice et une alternance sans impulsion motrice, l'échappement à détente comprenant également un crochet monté pivotant sur le balancier et maintenu en appui par un organe élastique contre une butée, l'échappement à détente étant complété par une détente qui est apte à pivoter et qui comprend un premier bras qui collabore avec la roue d'échappement pour assurer le blocage de cette dernière juste avant le début de l'impulsion motrice, ainsi qu'un second bras qui collabore avec le crochet du balancier pour permettre à la roue d'échappement de se dégager de sa prise avec le premier bras au début de l'impulsion motrice, et qui limite le pivotement de cette détente à une partie seulement de l'oscillation du balancier, la détente étant également agencée de façon à ce que, par coopération avec la roue d'échappement, son retour dans la position dans laquelle elle bloque à nouveau la roue d'échappement après que celle-ci a fini de donner l'impulsion motrice au balancier est assisté par ladite roue d'échappement, l'échappement à détente comprenant enfin un dispositif de tirage qui oppose une résistance au dégagement de la roue d'échappement lors de chocs appliqués au mouvement d'horlogerie lorsque cette dernière est dans sa position de repos sur la détente.

[0027] Selon des formes spéciales d'exécution de l'invention :

le premier bras de la détente porte d'une part une palette de repos contre laquelle la roue d'échappement est en appui par l'une de ses dents juste avant le début d'une impulsion motrice, et d'autre part une palette de dégagement contre laquelle le crochet pivotant du balancier est en appui juste avant le début de l'impulsion motrice, le crochet pivotant étant agencé de façon à repousser la palette de dégagement et à faire pivoter la détente au début de la partie de l'alternance du balancier ou l'impulsion a lieu, de sorte que la palette de repos se dégage de la dent de la roue d'échappement avec laquelle elle est en prise et permet à cette roue d'échappement de donner l'impulsion motrice au balancier, et le crochet pivotant étant agencé de façon que, lors de l'alternance sans impulsion du balancier, il s'efface en effectuant un mouvement de pivotement lorsqu'il passe à hauteur de la palette de dégagement, de sorte que le passage du balancier est sans influence sur la détente lors de ladite alternance sans impulsion, la détente portant également une palette de rappel agencée de façon que la palette de repos pénètre à nouveau progressivement dans le périmètre des dents de la roue d'échappement lorsque celle-ci finit de donner l'impulsion motrice à la palette d'impulsion du balancier ;

la palette de rappel est agencée de façon que, alors que la roue d'échappement continue de donner l'impulsion motrice à la palette d'impulsion du balancier par l'une de ses dents, elle entraîne la palette de rappel de la détente par une autre de ses dents, de sorte que la palette de repos pénètre à nouveau progressivement dans le périmètre des dents de la roue d'échappement ;

- les premier et second bras de la détente sont soit fabriqués d'une seule pièce, soit rigidement reliés l'un à l'autre et aptes à pivoter sur un axe ;

- les premier et second bras sont reliés l'un à l'autre au moyen d'un rivet ;

- le premier bras de la détente porte la palette de repos contre laquelle la roue d'échappement est en appui par l'une de ses dents quand elle se trouve en position de repos ainsi que la palette de rappel, et le second bras porte la palette de dégagement ;

- les premier et second bras s'étendent dans deux plans parallèles et distants l'un de l'autre, de sorte que les palettes de repos et de rappel d'une part, et la palette de dégagement d'autre part, sont étagées ;
- les palettes de repos et de rappel sont disposées de part et d'autre de l'axe de pivotement ;
- les palettes de repos et de rappel sont de forme parallélépipédique, terminées par des plans inclinés et s'étendent parallèlement l'une par rapport à l'autre ;
- le second bras porte un organe antichoc destiné à pénétrer dans un dégagement pratiqué dans le pourtour d'un plateau du balancier ;
- le débattement à pivotement de la détente est limité par une butée d'impulsion d'une part, et par une butée de repos d'autre part, le second bras de la détente venant buter contre la butée d'impulsion lorsque la roue d'échappement communique une impulsion motrice au balancier, et contre la butée de repos lorsque la roue d'échappement revient vers sa position de repos.

[0028] Grâce à ces caractéristiques, la présente invention procure un échappement à détente dont les fonctions de verrouillage de la position de repos sur la détente de la roue d'échappement, de libération de la roue d'échappement au moment de l'impulsion motrice et de passage à vide du balancier au coup perdu ne sont plus assurées par un mécanisme faisant intervenir un corps de détente portant une lame élastique et rappelé par un ressort de détente, ou bien un corps de détente pivoté comportant un ressort de rappel, mais par un simple crochet et un ressort portés par le balancier et coopérant avec une palette de dégagement et une palette de rappel portées par la détente. On évite donc de devoir recourir à ces ressorts fins utilisés dans les échappements à détente de l'art antérieur qui sont très difficiles à fabriquer, fragiles et sensibles à l'usure et qui, en opposant une force élastique constante, augmentent le risque d'arrêt au passage à vide, limitent le démarrage de l'échappement, en particulier lorsque le ressort de barillet est faiblement armé, et nuisent aux qualités isochroniques des échappements à détente.

[0029] Au contraire, grâce à la présente invention, le déclenchement de l'impulsion est assuré par un crochet qui, en agissant sur une palette de dégagement portée par la détente, permet de libérer la roue d'échappement de sa butée sur la palette de repos également portée par la détente. De même, le crochet s'efface en pivotant lors du retour du balancier à sa position initiale. La présente invention permet ainsi de s'affranchir de tout ressort jouant un rôle actif dans la libération de la roue d'échappement. Le rappel du crochet lors du coup perdu est assuré par un ressort simple et plus facile à réaliser. Cet agencement permet de proposer un mécanisme d'échappement à détente dont le fonctionnement est beaucoup plus fiable et précis. En outre, comme, après la libération de la roue d'échappement, celle-ci fournit directement son impulsion motrice au balancier, sans qu'intervienne aucun ressort, les forces mécaniques mises en jeu dans le mécanisme d'échappement à détente selon l'invention sont toujours proportionnelles. En effet, si le ressort de barillet est fortement armé, il fournit à la roue d'échappement une puissance mécanique élevée grâce à laquelle son couple de verrouillage sur la détente assurée par le dispositif de tirage est élevé et, à son tour, la roue d'échappement fournit une impulsion motrice élevée au dispositif régulateur. Inversement, si le ressort de barillet est faiblement armé, la roue d'échappement reçoit une puissance mécanique faible, de sorte que son couple de verrouillage sur la détente assurée par le dispositif de tirage est faible, cette puissance mécanique étant ensuite directement transmise au balancier qui va être faiblement sollicité. Le couple de verrouillage de la roue d'échappement sur la détente étant ainsi toujours proportionnel au couple fourni par le ressort de barillet, la fréquence d'oscillation du balancier va donc constamment s'adapter en fonction du degré d'armement du ressort de barillet, ce qui permet de garantir le maintien de l'isochronisme de l'échappement à détente selon l'invention quelles que soient les conditions d'armage du ressort de barillet. Par ailleurs, la détente est agencée de façon à ce que, par coopération avec la roue d'échappement, son retour dans la position dans laquelle elle bloque à nouveau la roue d'échappement après que celle-ci a fini de donner l'impulsion motrice au balancier est assisté par ladite roue d'échappement. Ainsi, le retour de la détente dans sa position de blocage de la roue d'échappement s'opère par simple coopération entre cette détente et cette roue d'échappement, sans l'aide d'aucun ressort, ce qui simplifie la fabrication de l'échappement à détente selon l'invention et rend son fonctionnement beaucoup plus fiable.

Brève description des figures

[0030] D'autres caractéristiques et avantages de la présente invention ressortiront plus clairement de la description détaillée qui suit d'un exemple de réalisation d'un échappement à détente selon l'invention, cet exemple étant donné à titre purement illustratif et non limitatif seulement en liaison avec le dessin annexé sur lequel :

- la figure 1, déjà citée, est une représentation schématique d'un échappement à détente selon l'art antérieur comprenant une lame ressort et un ressort de détente ;
- la figure 2, déjà citée, est une représentation d'une première forme d'exécution d'un échappement à détente pivotée selon l'art antérieur ;
- la figure 3, déjà citée, est une représentation d'une seconde forme d'exécution d'un échappement à détente pivotée selon l'art antérieur encore appelée détente Breguet ;
- la figure 4 est une vue en perspective de l'échappement à détente selon l'invention à l'état complet ;

- la figure 5A est une représentation schématique de l'échappement à détente selon l'invention dans sa position de repos ;
- la figure 5B est une vue analogue à celle de la figure 5A, l'échappement à détente étant dans une position dans laquelle la roue d'échappement commence à se dégager de sa prise avec la palette de repos et peut donner une impulsion motrice au balancier ;
- la figure 5C est une vue analogue à celle de la figure 5B sur laquelle la roue d'échappement tourne et transmet son couple moteur à la palette d'impulsion du balancier ;
- la figure 5D est une vue analogue à celle de la figure 5C, la roue d'échappement continuant de donner l'impulsion motrice au balancier tout en entraînant la palette de rappel de la détente ;
- la figure 5E est une vue analogue à celle de la figure 5D sur laquelle la roue d'échappement finit de donner l'impulsion motrice au balancier, tandis que la palette de repos est à nouveau dans le périmètre des dents de la roue d'échappement ;
- la figure 5F est une vue analogue à celle de la figure 5E sur laquelle la roue d'échappement est au repos, tandis que le balancier pivote dans le sens des aiguilles d'une montre et fait son alternance à vide encore appelée coup perdu ;
- la figure 6 illustre, dans le cas d'un échappement à détente de l'art antérieur du type de celui illustré à la figure 1, l'angle parcouru par le plateau de balancier et la trajectoire décrite par le ressort de détente durant le coup perdu, et
- la figure 7 illustre, dans le cas d'un échappement à détente selon l'invention, l'angle parcouru par le plateau de balancier et la trajectoire décrite par le crochet pivotant durant le coup perdu.

Description détaillée d'un mode de réalisation de l'invention

[0031] La présente invention procède de l'idée générale inventive qui consiste à procurer un échappement à détente dans lequel la libération de la roue d'échappement pour donner au balancier l'impulsion motrice lors de la première alternance d'une oscillation, et le retour, sans apport d'énergie, de ce balancier à sa position initiale lors de la seconde alternance, également appelée „coup perdu“, de la même oscillation, s'effectuent sans assistance d'un ressort porté par la détente et sans ressort de rappel. Grâce à l'invention, il est ainsi possible de s'affranchir des ressorts classiquement utilisés dans les échappements à détente dont on sait qu'ils sont très délicats à usiner, fragiles et sensibles à l'usure. En outre, étant donné que la roue d'échappement est en prise directe avec le balancier, il y a constamment concordance entre l'énergie mécanique fournie par le ressort de barillet et l'énergie fournie au balancier. Si le ressort de barillet est fortement armé, la roue d'échappement fournit au balancier une impulsion mécanique élevée, l'amplitude d'oscillation du balancier est également élevée et la force consommée pour la libération de la roue d'échappement est élevée ; inversement, si le ressort de barillet est faiblement armé, la roue d'échappement fournit au balancier une impulsion mécanique de faible intensité, de sorte que l'amplitude d'oscillation du balancier faiblit comme la force consommée pour la libération de la roue d'échappement. Par conséquent, pour son fonctionnement, l'échappement à détente selon l'invention n'oppose pas une résistance mécanique élevée lorsque le ressort de barillet est faiblement armé, de sorte que ses propriétés isochroniques ne sont pas affectées. Par ailleurs, selon un autre aspect de l'invention, le retour de la détente dans la position dans laquelle elle assure le blocage de la roue d'échappement après que celle-ci a fourni l'impulsion motrice au balancier est assisté par la roue d'échappement elle-même, sans que l'on doive faire recours à un ressort. La fabrication de l'échappement à spiral selon l'invention est donc facilitée et la fiabilité de son fonctionnement sensiblement accrue.

[0032] Désigné par la référence numérique générale 74, l'échappement à détente représenté à la figure 4 est destiné à être monté dans une pièce d'horlogerie, en particulier une montre-bracelet (non représentée). Cet échappement à détente 74 comprend notamment une roue d'échappement 76 munie d'une pluralité de dents 78 régulièrement espacées. Cette roue d'échappement 76 est classiquement entraînée par le rouage 80 de la pièce d'horlogerie qui reçoit sa force motrice d'un ou de plusieurs ressorts de barillet (non représentés au dessin).

[0033] L'échappement à détente 74 est complété par un balancier 82 monté sur un axe 84 et dont les oscillations sont entretenues par un ressort spiral 88. Du côté de sa dernière spire à l'intérieur 90, le ressort spiral 88 est conventionnellement fixé sur l'axe 84 du balancier 82 au moyen d'une virole 92, tandis que du côté de sa dernière spire à l'extérieur 94, le ressort spiral 88 est fixé à un piton 96.

[0034] Comme visible sur la figure 5A, le balancier 82 est équipé d'une palette d'impulsion 98 grâce à laquelle le balancier 82 reçoit des impulsions motrices via les dents 78 de la roue d'échappement 76. Cette palette d'impulsion 98 se présente préférentiellement mais non limitativement sous la forme d'un petit morceau de rubis, de saphir, de grenat ou autre en forme de parallélépipède, encastré dans le balancier 82 et terminé à son extrémité libre par un plan incliné 100.

[0035] On voit également à la figure 5A un crochet 102 monté pivotant sur le balancier 82 et maintenu en appui contre une butée 104 par un organe élastique 106. Dans l'exemple représenté au dessin, l'organe élastique 106 est porté par le balancier 82. Cet organe élastique 106 du type ressort simple joue le rôle du ressort de détente dans les échappements à détente classiques. Il a pour fonction de permettre au corps de la détente de se dégager de sa prise avec la roue d'échappement au début de l'impulsion motrice. On observe encore une fois que l'échappement à détente selon l'invention ne comprend par ailleurs pas de ressort de rappel.

[0036] Selon l'invention, l'échappement à détente 74 comprend encore une détente 108. Cette détente 108 est formée d'un premier et d'un second bras, respectivement 110 et 112, ces premier et second bras 110 et 112 étant reliés rigidement l'un à l'autre, par exemple au moyen d'un rivet 114, et étant aptes à pivoter sur un axe 116. Dans l'exemple représenté

au dessin, les premier et second bras 110 et 112 sont fabriqués séparément l'un de l'autre, puis assemblés l'un à l'autre par exemple par rivetage. Il va de soi que ces premier et second bras 110 et 112 peuvent tout aussi bien être fabriqués d'une seule pièce, par exemple par moulage.

[0037] Le premier bras 110 porte une palette de repos 118 à une première extrémité, et une palette de rappel 120 à une seconde extrémité. Ces palettes de repos 118 et de rappel 120 sont disposées de part et d'autre de l'axe de pivotement 116 de la détente 108 ; elles se présentent de préférence sous la forme de deux petits morceaux de rubis, de saphir, de grenat ou autre en forme de parallélépipède et sont encastrées dans chacune des extrémités du premier bras 110. Ces palettes de repos 118 et de rappel 120 sont terminées par des plans inclinés 122 et 124 via lesquels elles coopèrent avec les dents 78 de la roue d'échappement 76. Ces palettes de repos 118 et de rappel 120 s'étendent préférentiellement mais non obligatoirement parallèlement l'une par rapport à l'autre.

[0038] Quant au second bras 112, il porte à l'une de ses extrémités une palette de dégagement 126 de même type que les autres palettes décrites ci-dessus et terminée à son extrémité libre par un plan incliné 128. Ce second bras 112 porte également un organe antichoc 130.

[0039] La figure 4 montre en outre que le balancier 82 comprend un plateau 132 dans le pourtour duquel est pratiqué un dégagement 134 dans lequel l'organe antichoc 130 est amené à pénétrer dans des conditions qui seront détaillées ci-dessous. On observe aussi que les premier et second bras 110 et 112 s'étendent dans deux plans parallèles et distants l'un de l'autre, de sorte que les palettes de repos et de rappel 118 et 120 d'une part, et la palette de dégagement 126 d'autre part sont étagées.

[0040] Enfin, le débattement du premier bras 110 et donc de la détente 108 dans son ensemble est limité par une butée d'impulsion 136 d'une part, et par une butée de repos 138 d'autre part.

[0041] A la figure 5A, la roue d'échappement 76 a tourné dans le sens des aiguilles d'une montre et se retrouve dans sa position de repos dans laquelle elle est en appui par l'une de ses dents 78 contre la palette de repos 118 portée par le premier bras 110 de la détente 108. Quant au balancier 82, il a tourné dans le sens contraire des aiguilles d'une montre, de sorte que son crochet pivotant 102 est venu en contact avec la palette de dégagement 126 du second bras 112.

[0042] A la figure 5B, le balancier 82 tend toujours à tourner dans le sens antihoraire, de sorte que son crochet pivotant 102 repousse la palette de dégagement 126 du second bras 112, ce qui fait pivoter l'ensemble de la détente 108 dans le sens horaire. Sous l'effet de ce pivotement, la palette de repos 118 se dégage de sa prise avec la dent 78 de la roue d'échappement 76, ce qui autorise cette dernière à tourner librement dans le sens horaire.

[0043] A la figure 5C, la roue d'échappement 76 tourne librement dans le sens horaire et transmet, via l'une de ses dents 78, une impulsion motrice à la palette d'impulsion 98, ce qui fait tourner le balancier 82 dans le sens antihoraire.

[0044] A la figure 5D, la roue d'échappement 76 continue de donner l'impulsion motrice à la palette d'impulsion 98 du balancier 82 par l'une de ses dents 78, tandis que par une autre de ses dents 78 elle entraîne la palette de rappel 120 de la détente 108. L'ensemble de la détente 108 tend ainsi à tourner dans le sens contraire des aiguilles d'une montre, de sorte que la palette de repos 118 pénètre à nouveau progressivement dans le périmètre des dents 78 de la roue d'échappement 76. On observe aussi que, dans la position illustrée à la figure 5D, l'organe antichoc 130 se trouve au fond du dégagement 134 pratiqué dans le plateau 132 porté par le balancier 82, ceci afin de ne pas gêner le pivotement de la détente 108 pendant la phase d'impulsion qui s'étend de la figure 5A à la figure 5E. Durant le reste de l'oscillation du balancier 130, la fonction de cet organe antichoc 130 est, par contact avec le plateau 132 de balancier 130, de limiter le pivotement de la détente 108 en cas de choc appliqué sur le mouvement d'horlogerie et d'empêcher le déverrouillage involontaire de la roue d'échappement 76 lorsque cette dernière se trouve dans sa position de repos sur la détente 108.

[0045] A la figure 5E, la roue d'échappement 76 finit de donner l'impulsion motrice à la palette d'impulsion 98 du balancier 82 et la palette de repos 118 est à nouveau dans le périmètre des dents 78 de la roue d'échappement 76.

[0046] A la figure 5F, la roue d'échappement 76 est au repos, en appui par l'une de ses dents 78 sur la palette de repos 118. Dès cet instant, la roue d'échappement 76 est maintenue contre la palette de repos 118 avec une certaine force. Il s'agit là d'un dispositif de sûreté de maintien de la roue d'échappement 76 pendant que le balancier 82 effectue son alternance à vide encore appelée coup perdu, dispositif appelé tirage qui oppose une résistance au dégagement de la palette de repos 118 lors de chocs appliqués à la pièce d'horlogerie. Le tirage est généralement défini par un angle α formé par un plan de repos 140 de la palette de repos 118 et une perpendiculaire 142 élevée sur un rayon 144 de la détente 108, au point de contact 146 de la dent 78 et de la palette de repos 118. La valeur de l'angle α de tirage est préférentiellement mais non limitativement comprise entre 5° et 20° , sachant que plus cette valeur est élevée, meilleure est l'immunisation de l'échappement aux chocs et aux accélérations, mais plus la roue d'échappement aura du mal à se dégager de sa prise avec la détente au début de l'impulsion motrice, ce qui nuit au rendement mécanique et à l'isochronisme de l'échappement. Inversement, moins la valeur de l'angle α de tirage est grande, plus il sera facile à la roue d'échappement d'échapper à la prise avec la détente au début de l'impulsion motrice et meilleurs seront donc le rendement et l'isochronisme. Par contre, la résistance de l'échappement à détente selon l'invention aux chocs sera moindre. Quant au balancier 82, il pivote dans le sens des aiguilles d'une montre et fait son alternance à vide encore appelée coup perdu. Au cours du mouvement de retour du balancier 82, le crochet pivotant 102 s'efface lorsqu'il passe à hauteur de la palette de dégagement 126 en effectuant un mouvement de pivotement selon un rayon proche de celui du balancier 82, de sorte que le passage du balancier 82 est

sans influence sur la détente 108 lors de ladite alternance sans impulsion. En effet, comme illustré à la figure 6, dans le cas d'un échappement à détente de l'art antérieur, durant le coup perdu, étant donné que le ressort de détente 18 se déforme selon un grand rayon et que son extrémité libre parcourt une trajectoire 148 sensiblement tangente au diamètre extérieur du plateau 22 du balancier 24, ce plateau 22 parcourt un angle β de 13.8° . Au contraire, conformément à l'invention (voir figure 7), le centre de pivotement du crochet pivotant 102 est décalé par rapport à une ligne des centres 150 qui joint le centre de pivotement de la détente 108 au centre de pivotement du balancier 102 et l'extrémité libre du crochet pivotant 102 pivote selon un rayon plus faible que le rayon selon lequel se déforme le ressort de détente 18 de l'art antérieur et décrit une trajectoire 152 qui est davantage orientée en direction du centre du plateau du balancier 82. Par conséquent, l'angle γ parcouru par le plateau du balancier 82 durant le coup perdu est beaucoup plus faible, typiquement de l'ordre de 2.5° dans le cas présent, de sorte que l'échappement à détente selon l'invention est beaucoup moins perturbé, ce qui a un effet bénéfique sur l'isochronisme de l'échappement.

[0047] Il va de soi que la présente invention n'est pas limitée au mode de réalisation qui vient d'être décrit et que diverses modifications et variantes simples peuvent être envisagées par l'homme du métier sans sortir du cadre de l'invention tel que défini par les revendications annexées. On comprendra en particulier qu'en lieu et place des palettes de repos 118, de rappel 120 et de dégagement 126, la détente 108 pourrait être munie de surfaces venant de matière avec elles et par lesquelles elle coopérerait directement avec la roue d'échappement 76 et le balancier 82.

Nomenclature

[0048]

1. Echappement à détente
2. Roue d'échappement
4. Dents
6. Pierre
8. Corps
10. Détente
12. Bec
14. Bâti
16. Lame ressort
18. Ressort de détente
20. Palette de dégagement
22. Plateau
24. Balancier
26. Palette d'impulsion
28. Echappement à détente
30. Roue d'échappement
32. Dents
34. Pierre
36. Corps
38. Détente
42. Bâti
44. Ressort de détente
46. Palette de dégagement
48. Plateau
50. Balancier
52. Palette d'impulsion
54. Ressort de rappel
56. Dernière spire extérieure
58. Première spire intérieure
60. Point
62. Détente
64. Axe de pivotement
66. Crochet
68. Plateau
70. Balancier
72. Ressort
74. Echappement à détente
76. Roue d'échappement
78. Dents de la roue d'échappement
80. Rouage de la pièce d'horlogerie
82. Balancier
84. Axe

88.	Ressort spiral
90.	Dernière spire à l'intérieur
92.	Virole
94.	Dernière spire à l'extérieur
96.	Piton
98.	Palette d'impulsion
100.	Plan incliné
102.	Crochet pivotant
104.	Butée
106.	Organe élastique
108.	Détente
110.	Premier bras
112.	Second bras
114.	Rivet
116.	Axe de pivotement
118.	Palette de repos
120.	Palette de rappel
122.	Plan incliné
124.	Plan incliné
126.	Palette de dégagement
128.	Plan incliné
130.	Organe antichoc
132.	Plateau
134.	Dégagement
136.	Butée d'impulsion
138.	Butée de repos
α	Angle de tirage
140.	Plan de repos
142.	Perpendiculaire
144.	Rayon
146.	Point de contact
148.	Trajectoire
β .	Angle
150.	Ligne des centres
152.	Trajectoire
γ .	Angle

Revendications

1. Echappement à détente prévu pour réguler le fonctionnement d'un mouvement d'horlogerie, cet échappement à détente (74) comprenant une roue d'échappement (76) munie d'une pluralité de dents (78) régulièrement espacées selon un périmètre et un balancier (82), le balancier (82) étant équipé d'une palette d'impulsion (98) grâce à laquelle ce balancier (82) reçoit des impulsions motrices via les dents (78) de la roue d'échappement (76), le balancier (82) étant animé d'un mouvement d'oscillation au cours duquel il effectue, pour chaque oscillation, une alternance au cours de laquelle il reçoit une impulsion motrice et une alternance sans impulsion motrice, l'échappement à détente (74) comprenant également un crochet (102) monté pivotant sur le balancier (82) et maintenu en appui par un organe élastique (106) contre une butée (104), l'échappement à détente (74) étant complété par une détente (108) qui est apte à pivoter et qui comprend un premier bras (110) qui collabore avec la roue d'échappement (76) pour assurer le blocage de cette dernière juste avant le début de l'impulsion motrice, ainsi qu'un second bras (112) qui collabore avec le crochet (102) du balancier (82) pour permettre à la roue d'échappement (76) de se dégager de sa prise avec le premier bras (110) au début de l'impulsion motrice, et qui limite le pivotement de cette détente (108) à une partie seulement de l'oscillation du balancier (82), la détente (108) étant également agencée de façon à ce que, par coopération avec la roue d'échappement (76), son retour dans la position dans laquelle elle bloque à nouveau la roue d'échappement (76) après que celle-ci a fini de donner l'impulsion motrice au balancier (82) est assisté par ladite roue d'échappement, l'échappement à détente comprenant enfin un dispositif de tirage qui oppose une résistance au dégagement de la roue d'échappement (76) lors de chocs appliqués au mouvement d'horlogerie lorsque cette dernière est dans sa position de repos sur la détente (108).
2. Echappement à détente selon la revendication 1, caractérisé en ce que le premier bras (110) de la détente (108) porte d'une part une palette de repos (118) contre laquelle la roue d'échappement (76) est en appui par l'une de ses dents (78) juste avant le début d'une impulsion motrice, et d'autre part une palette de dégagement (126) contre laquelle le crochet pivotant (102) du balancier (82) est en appui juste avant le début de l'impulsion motrice, le crochet pivotant (102) étant agencé de façon à repousser la palette de dégagement (126) et à faire pivoter la détente (108) au début

de la partie de l'alternance du balancier (82) ou l'impulsion a lieu, de sorte que la palette de repos (118) se dégage de la dent (78) de la roue d'échappement (76) avec laquelle elle est en prise et permet à cette roue d'échappement (76) de donner l'impulsion motrice au balancier (82), et le crochet pivotant (102) étant agencé de façon que, lors de l'alternance sans impulsion du balancier (82), il s'efface en effectuant un mouvement de pivotement lorsqu'il passe à hauteur de la palette de dégagement (126), de sorte que le passage du balancier (82) est sans influence sur la détente (108) lors de ladite alternance sans impulsion, la détente (108) portant également une palette de rappel (120) agencée de façon que la palette de repos (118) pénètre à nouveau progressivement dans le périmètre des dents (78) de la roue d'échappement (76) lorsque celle-ci finit de donner l'impulsion motrice à la palette d'impulsion (98) du balancier.

3. Echappement à détente selon la revendication 2, caractérisé en ce que la palette de rappel (120) est agencée de façon que, alors que la roue d'échappement (76) continue de donner l'impulsion motrice à la palette d'impulsion (98) du balancier (82) par l'une de ses dents (78), elle entraîne la palette de rappel (120) de la détente (108) par une autre de ses dents (78), de sorte que la palette de repos (118) pénètre à nouveau progressivement dans le périmètre des dents (78) de la roue d'échappement (76). la
4. Echappement à détente la revendication 2 ou 3, caractérisé en ce que le premier bras (110) et le second bras (112) sont rigidement reliés l'un à l'autre et forment un ensemble apte à pivoter sur un axe (116).
5. Echappement à détente selon la revendication 4, caractérisé en ce que les premier et second bras (110, 112) sont reliés l'un à l'autre au moyen d'un rivet (114).
6. Echappement à détente selon la revendication 4, caractérisé en ce que les premier et second bras (110, 112) sont fabriqués d'une seule pièce. revendications
7. Echappement à détente selon l'une des revendications 4 à 6, caractérisé en ce que les premier et second bras (110, 112) s'étendent dans deux plans parallèles et distants l'un de l'autre, de sorte que les palettes de repos (118) et de rappel (120) d'une part, et la palette de dégagement (126) d'autre part, sont étagées.
8. Echappement à détente selon l'une des revendications 4 à 7, caractérisé en ce que les palettes de repos (118) et de rappel (120) sont disposées de part et d'autre de l'axe de pivotement (116).
9. Echappement à détente selon l'une des revendications 4 à 8, caractérisé en ce que les palettes de repos (118) et de rappel (120) sont de forme parallélépipédique, terminées par des plans inclinés (122, 124) et s'étendent parallèlement l'une par rapport à l'autre.
10. Echappement à détente selon l'une des revendications 4 à 9, caractérisé en ce que le second bras (112) porte un organe antichoc (130) destiné à pénétrer dans un dégagement (134) pratiqué dans le pourtour d'un plateau (132) du balancier (82) lorsque la roue d'échappement (76) finit de donner l'impulsion motrice au balancier (82).
11. Echappement à détente selon l'une des revendications 4 à 10, caractérisé en ce que le débattement à pivotement de la détente (108) est limité par une butée d'impulsion (136) d'une part, et par une butée de repos (138) d'autre part, la détente (108) venant buter contre la butée d'impulsion (136) lorsque la roue d'échappement (76) communique une impulsion motrice au balancier (82), et la détente (108) venant buter contre la butée de repos (138) lorsque la roue d'échappement (76) revient vers sa position de repos.
12. Echappement à détente la revendication 10 ou 11, caractérisé en ce que l'organe élastique (106) est porté par le plateau (132) du balancier (82).
13. Echappement à détente selon l'une des revendications 2 à 12, caractérisé en ce que le dispositif de tirage est formé par la palette de repos (118) dont un plan de repos (140) forme un angle α avec une perpendiculaire (142) élevée sur un rayon (144) de la détente (108), au point de contact (146) de la dent (78) et de la palette de repos (118).

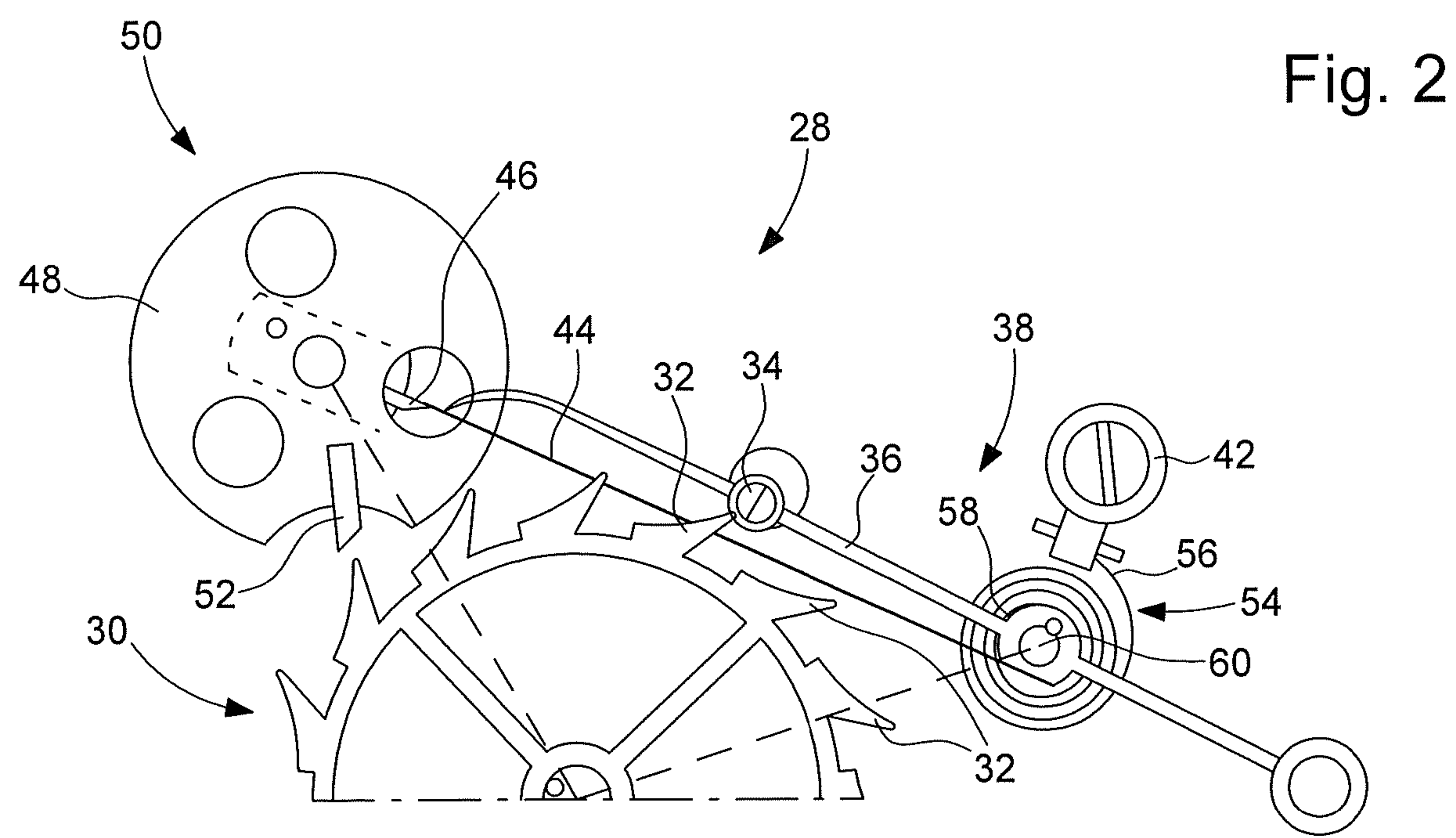
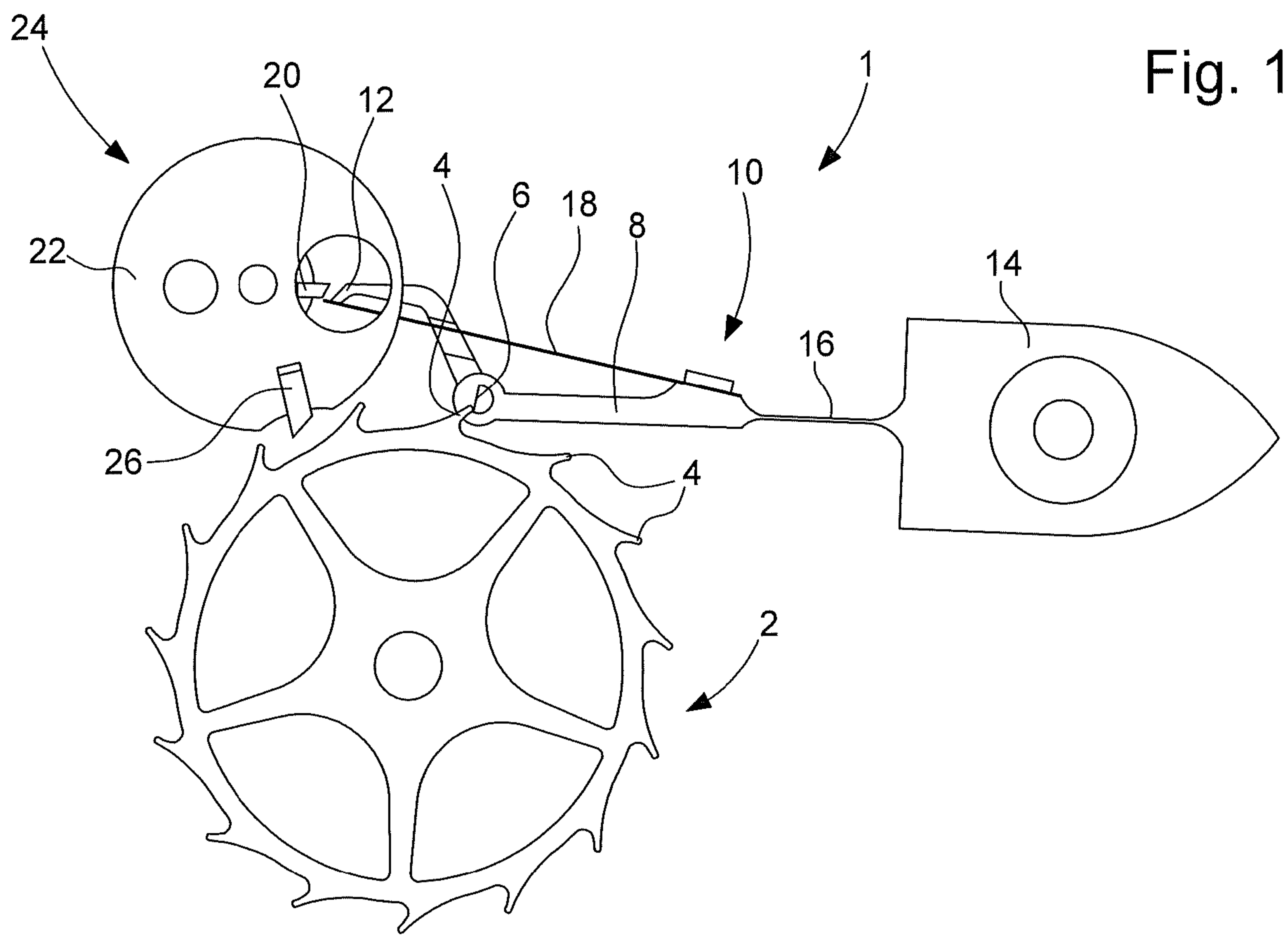
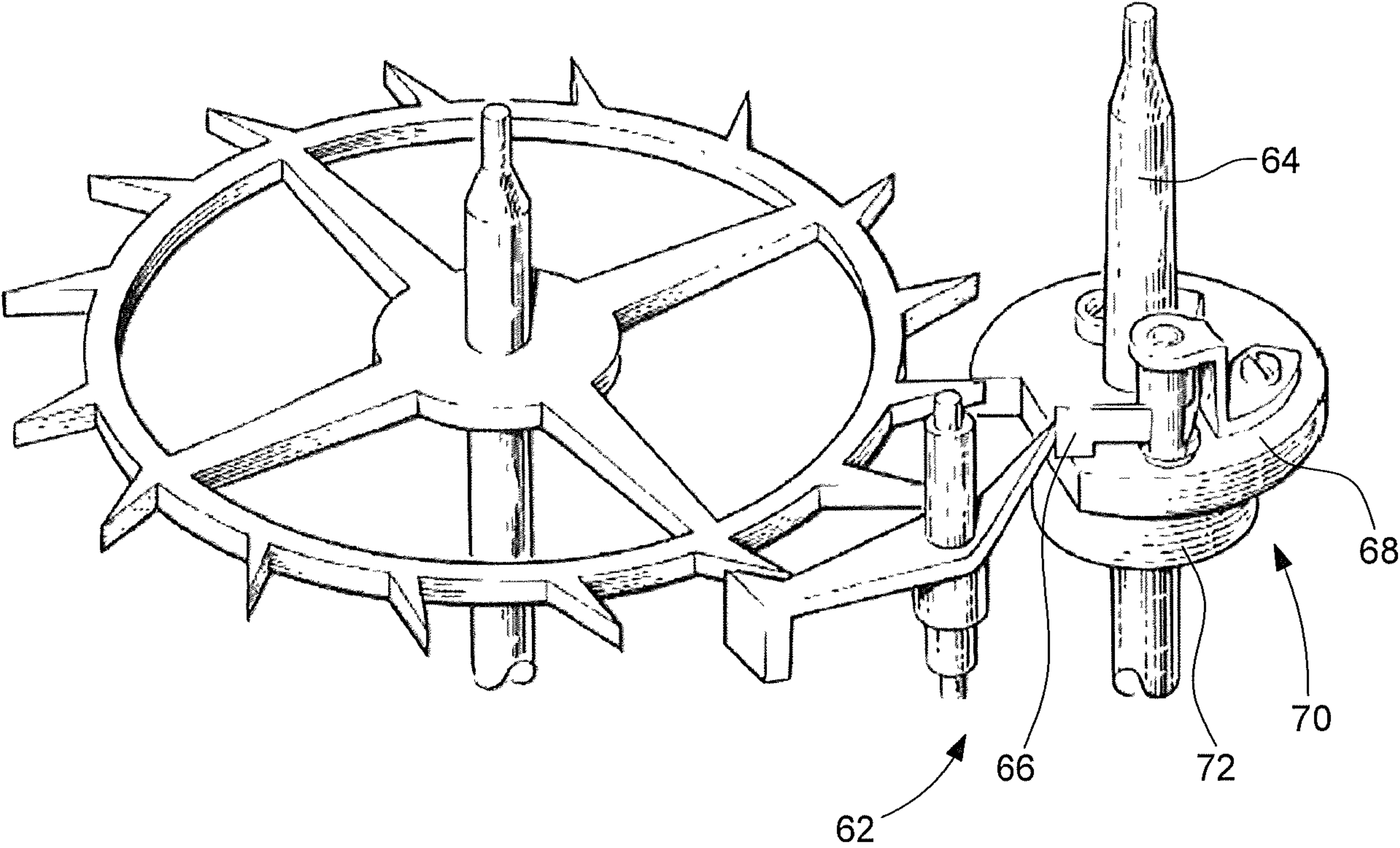


Fig. 3



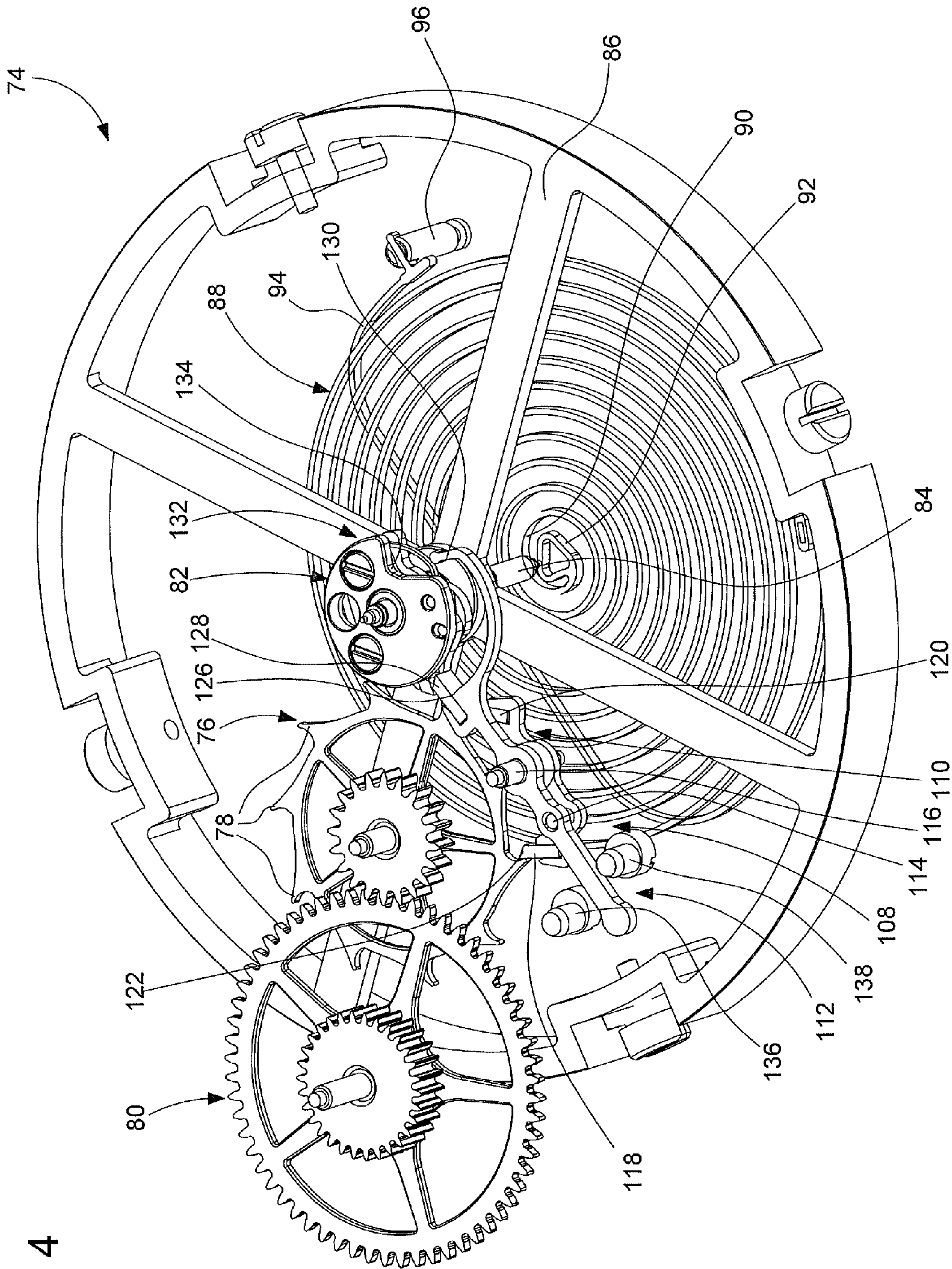


Fig. 4

Fig. 5A

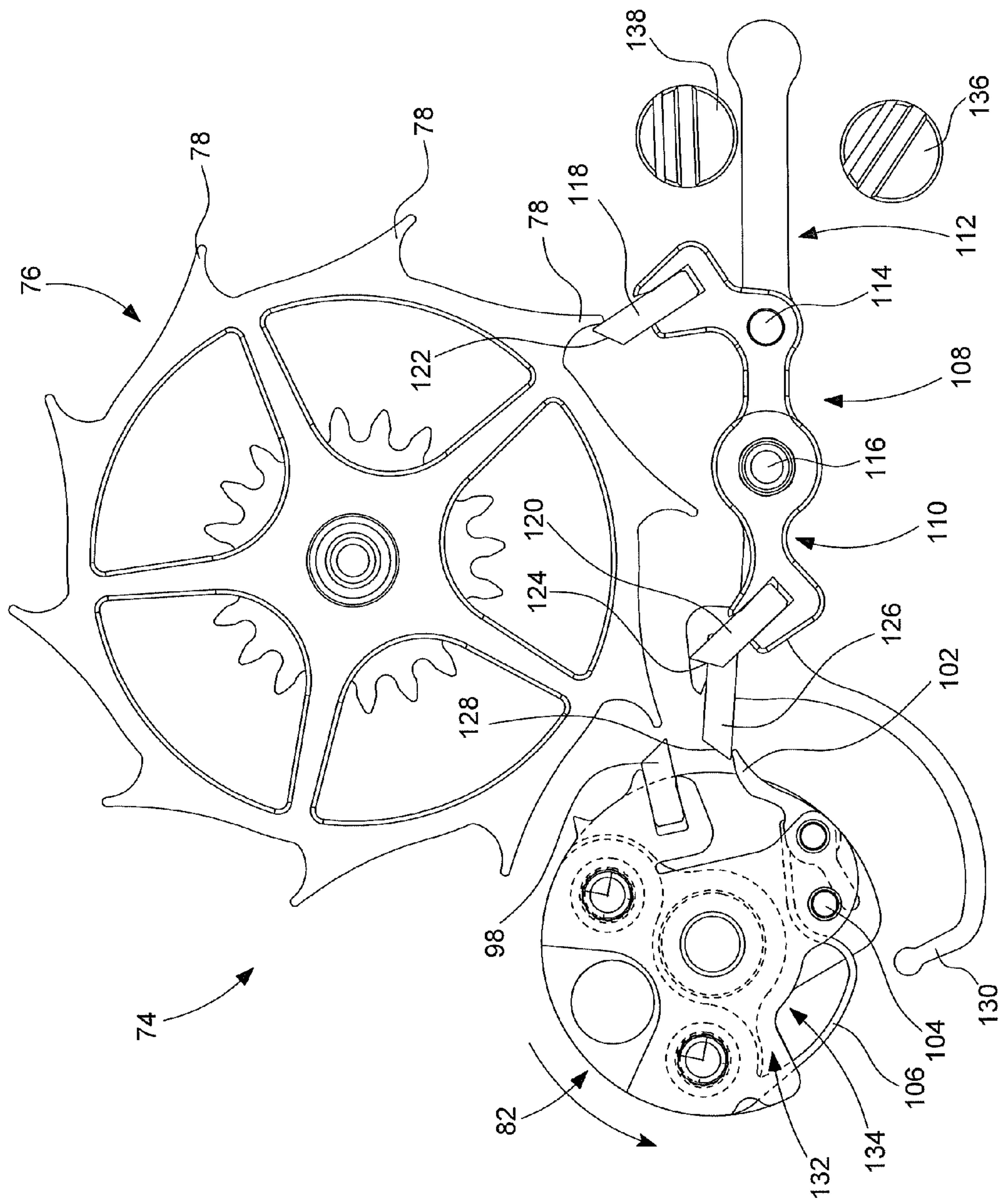


Fig. 5B

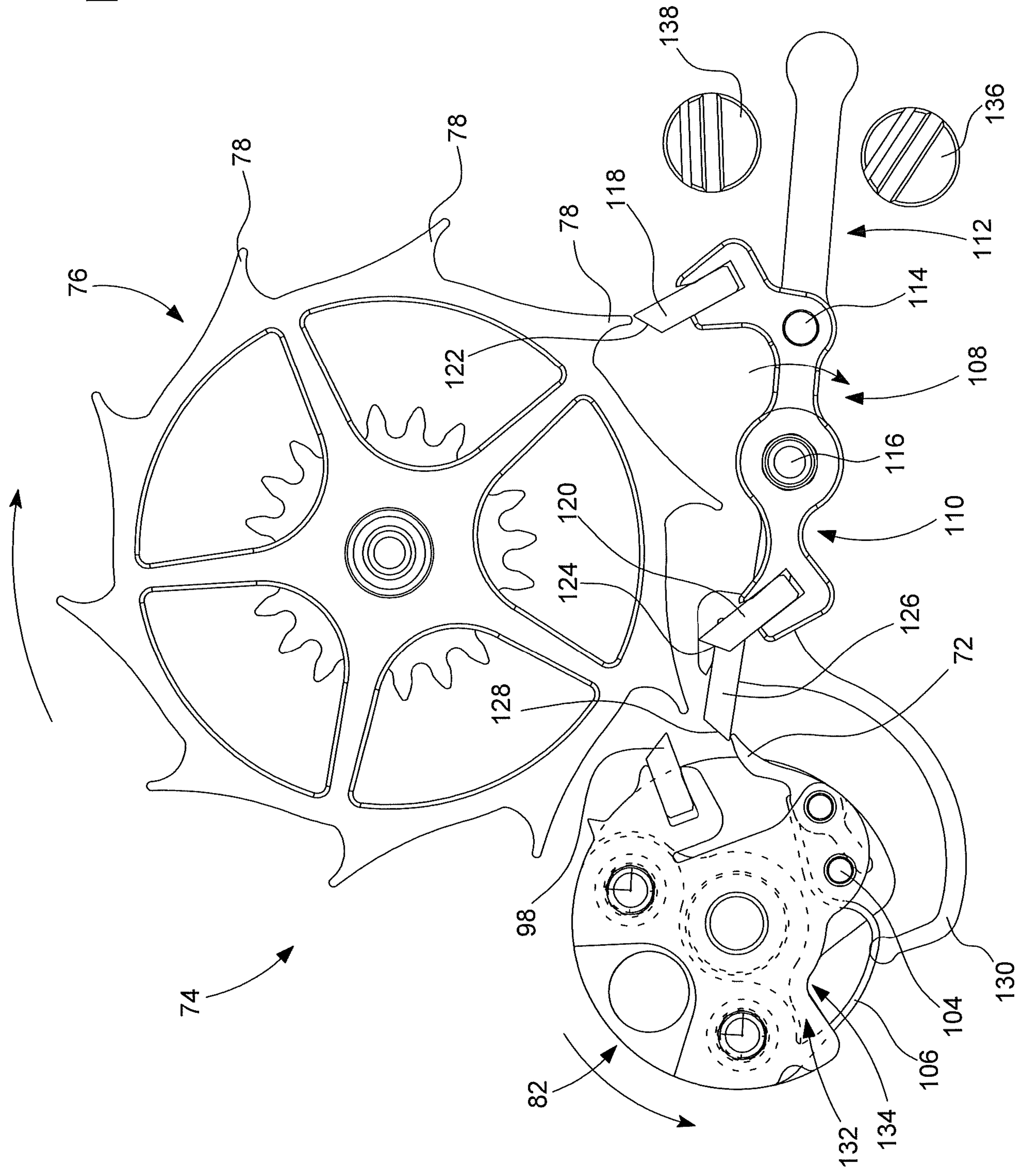


Fig. 5C

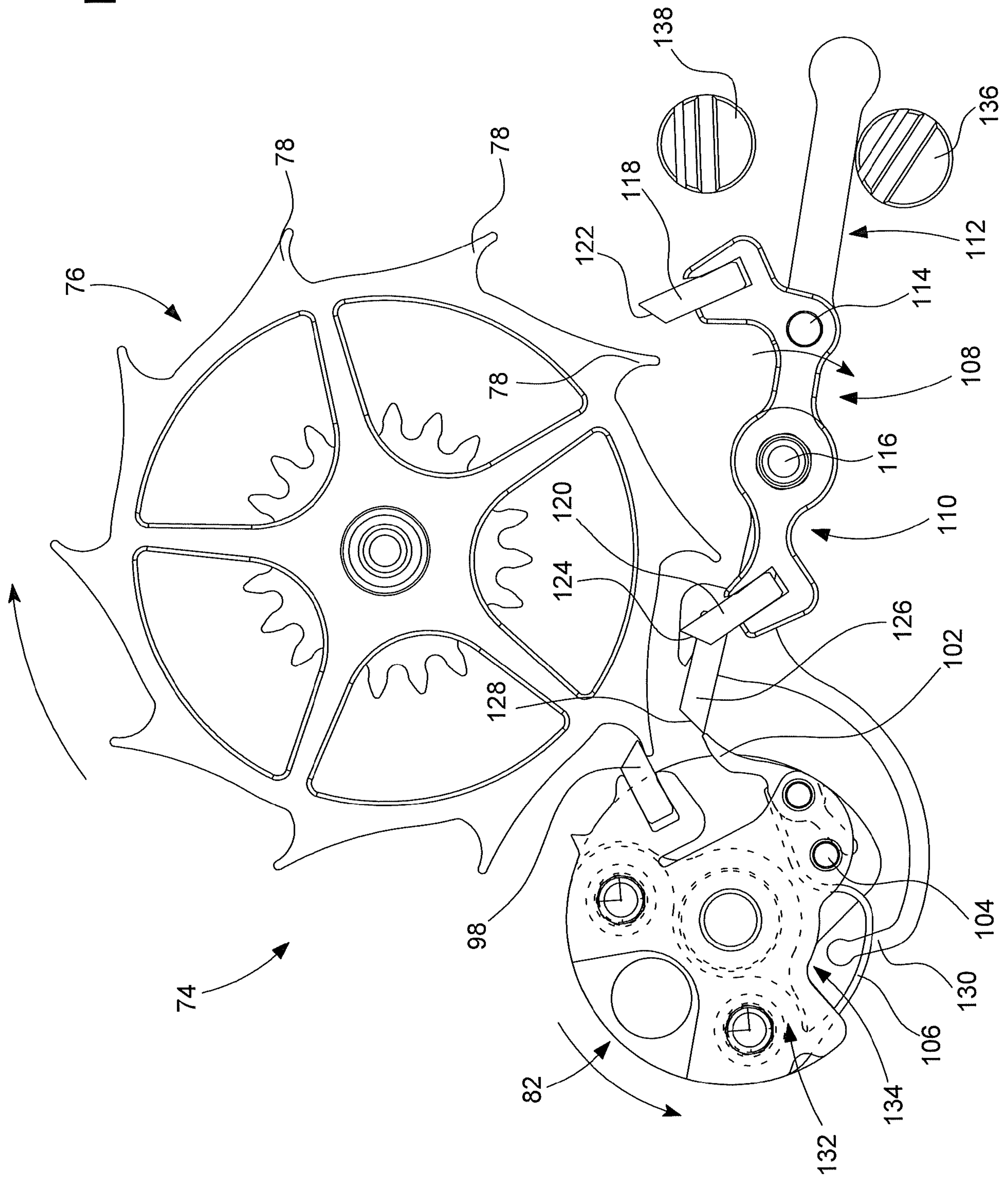


Fig. 5D

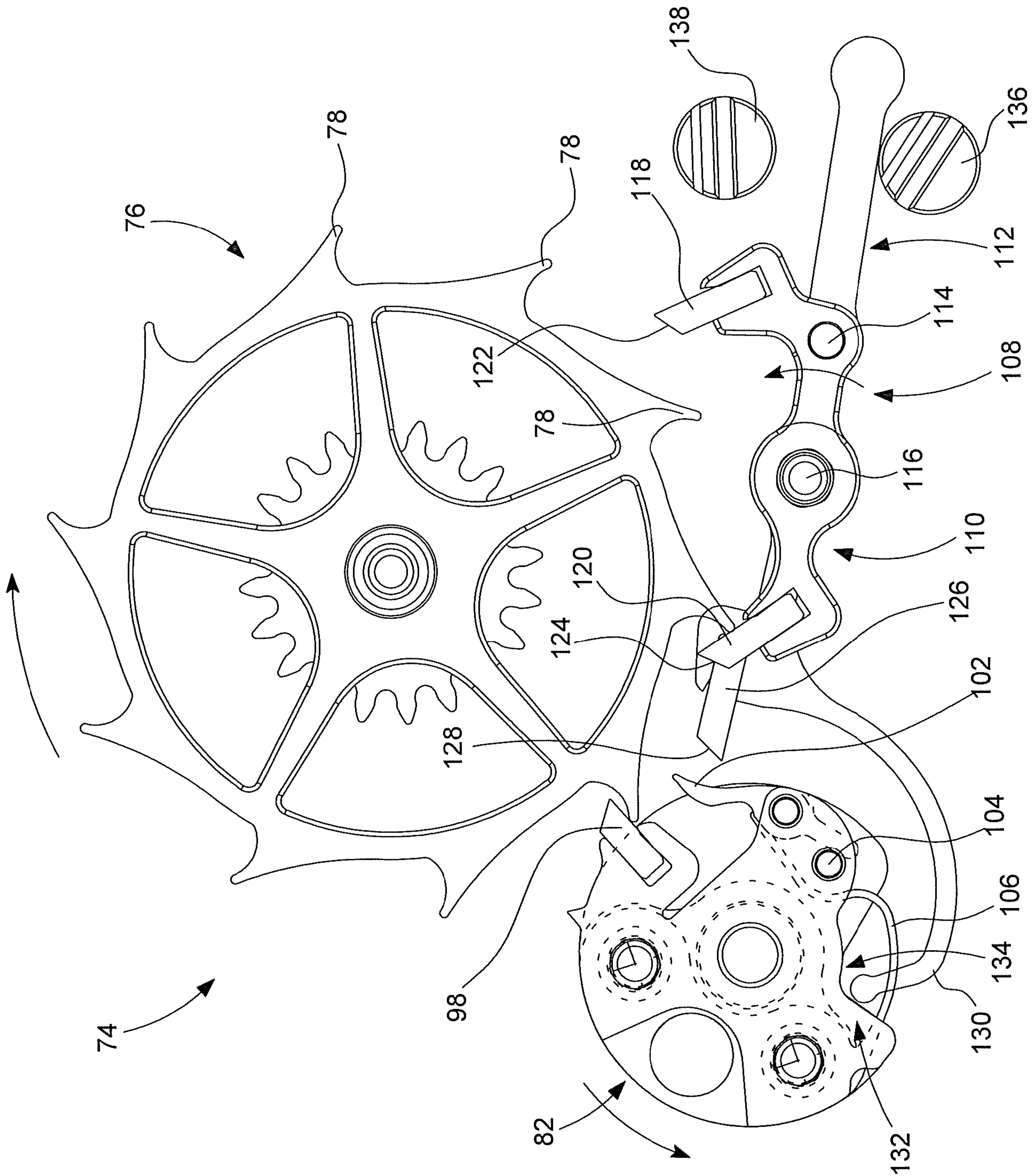


Fig. 5E

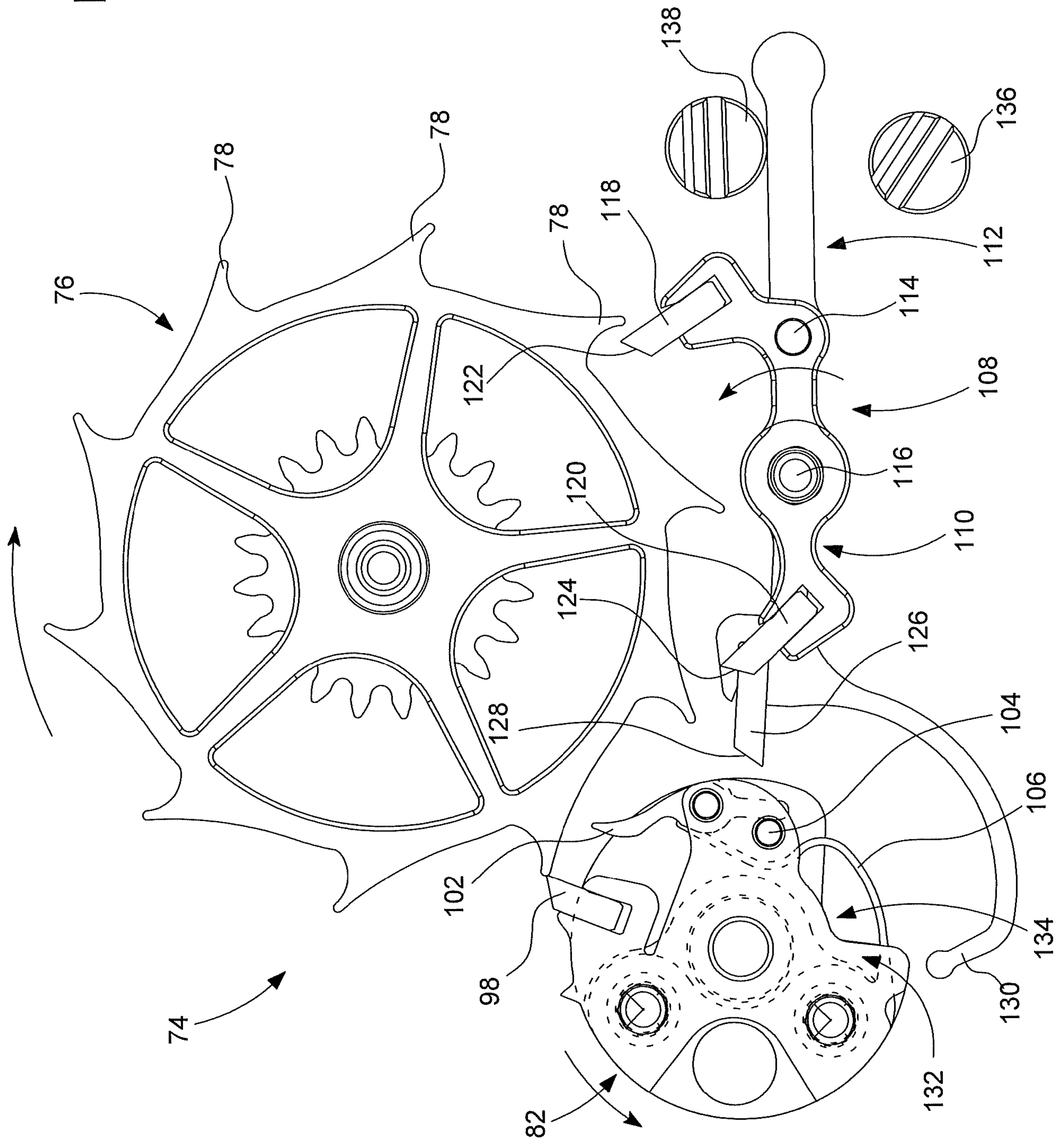


Fig. 5F

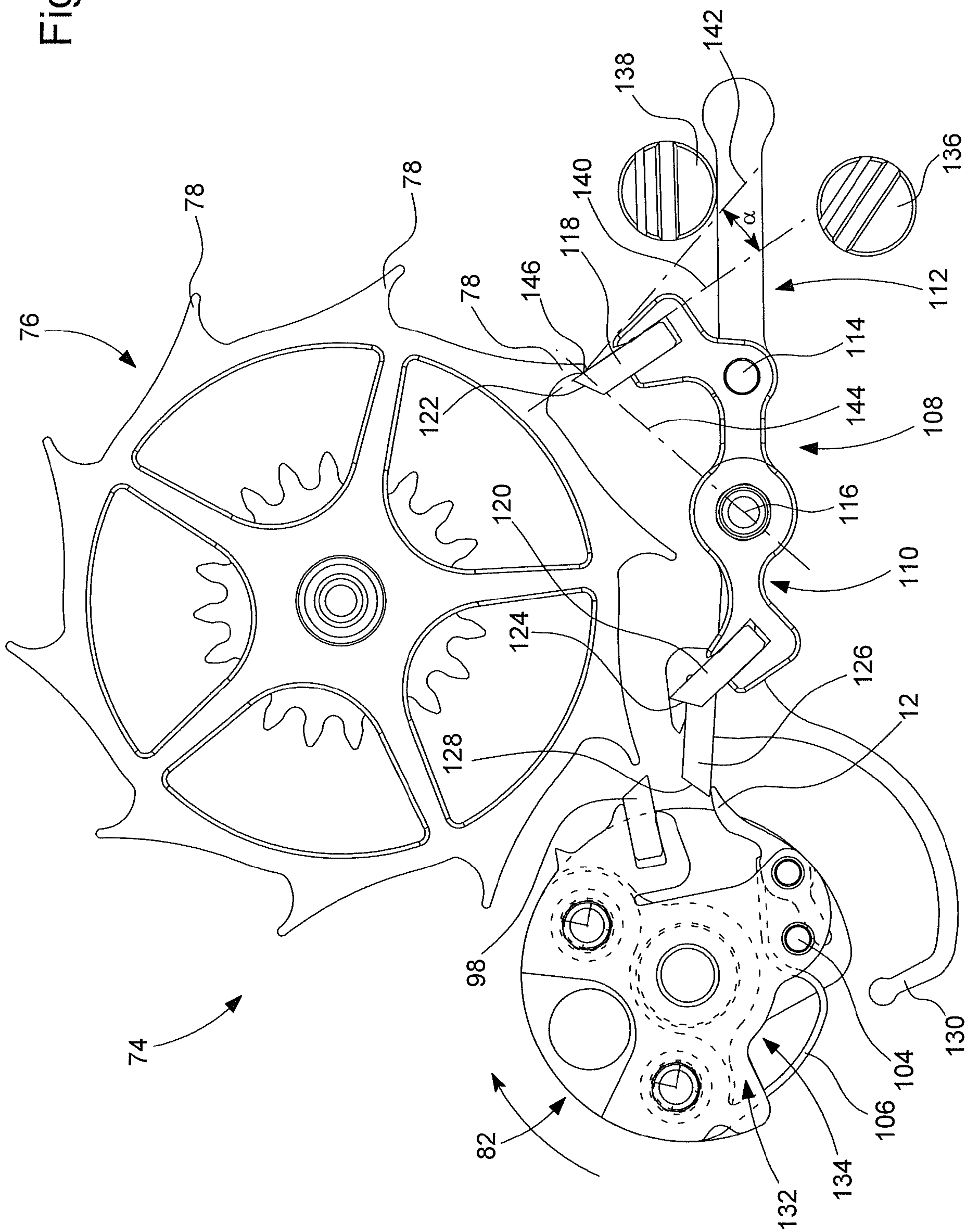


Fig. 6

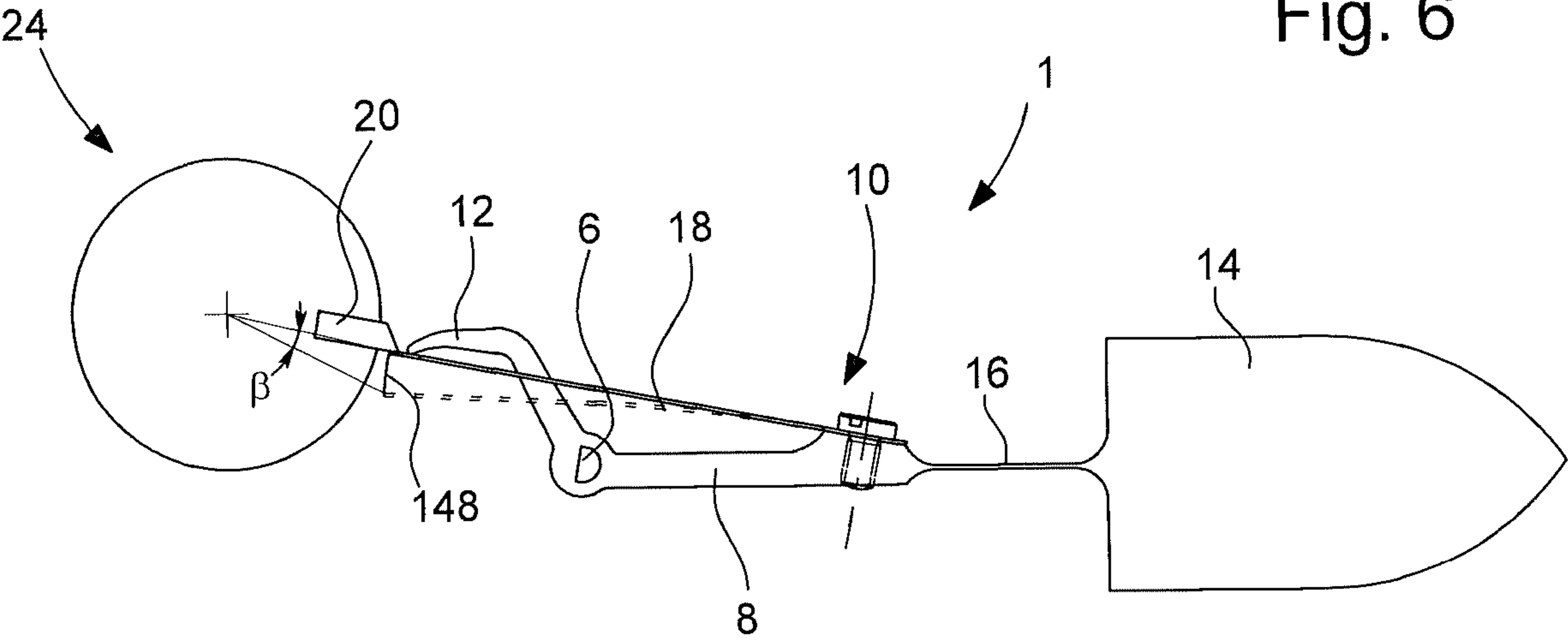


Fig. 7

