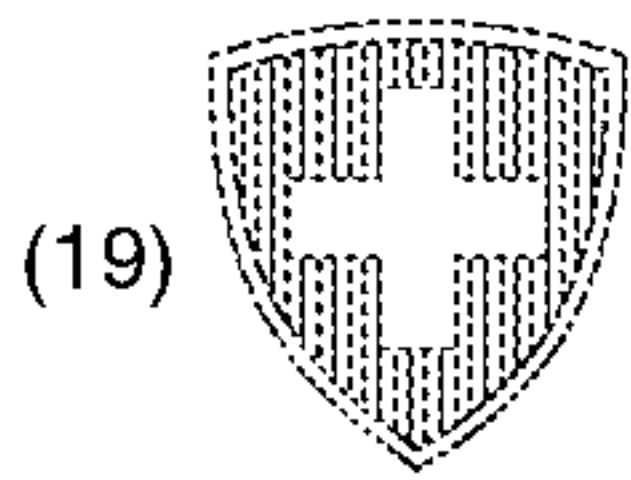




CONFÉDÉRATION SUISSE
INSTITUT FÉDÉRAL DE LA PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE

(11) **CH** **712 807 B1**

(51) Int. Cl.: **G04B** **15/08** (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

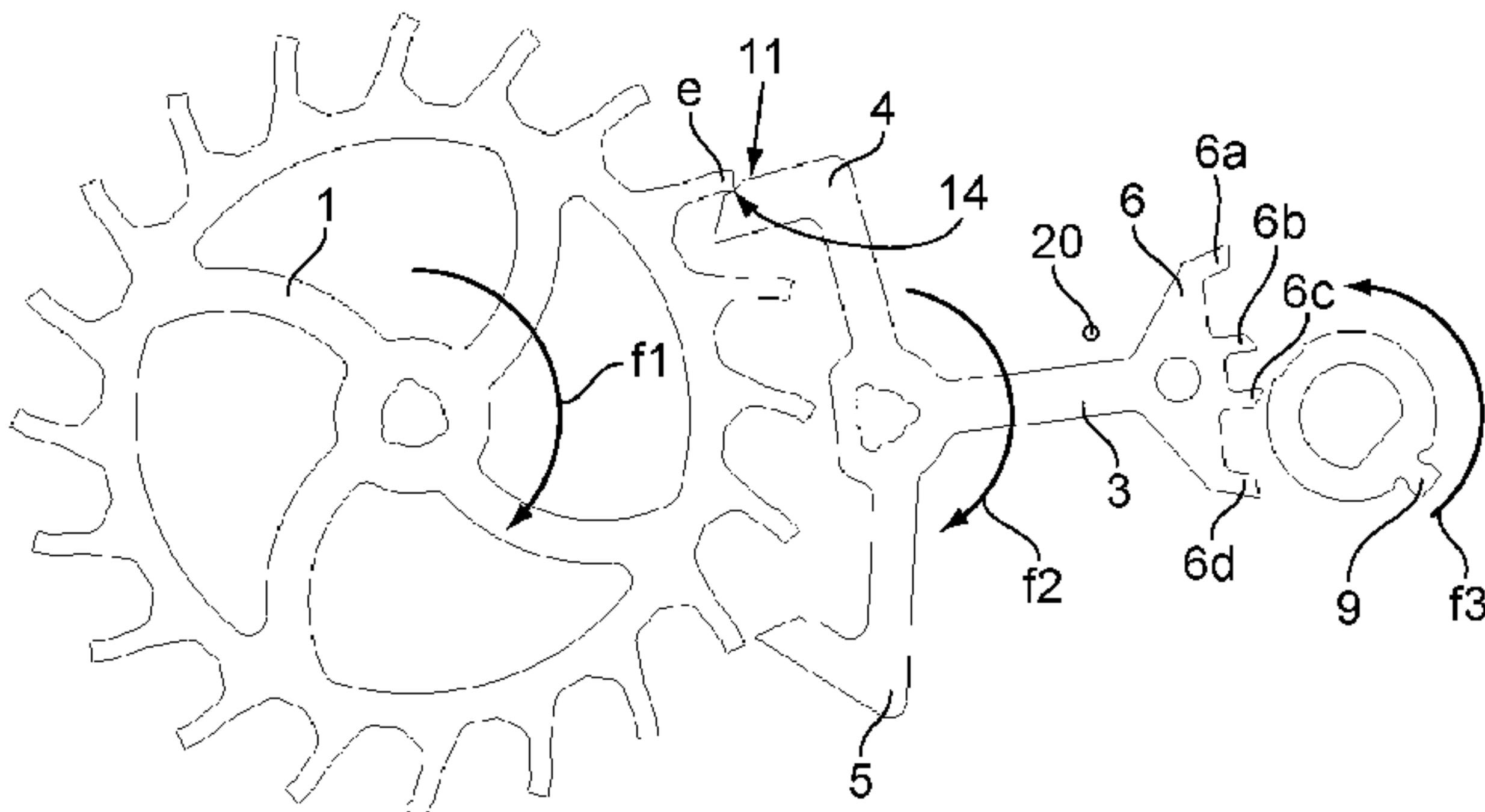
(12) **FASCICULE DU BREVET**

(21) Numéro de la demande:	00023/18	(73) Titulaire(s):	CARTIER INTERNATIONAL AG, Hinterbergstrasse 22 6312 Steinhausen (CH)
(22) Date de dépôt:	21.07.2016	(72) Inventeur(s):	Kéwin Bas, 25130 Viller Le Lac (FR) Gaël Guerlesquin, 2052 Fontainemelon (CH)
(43) Demande publiée:	26.01.2017	(74) Mandataire:	MICHELI & CIE SA, 122, Rue de Genève Case postale 61 1226 Thônex (CH)
(30) Priorité:	21.07.2015 CH 1067/15	(86) Demande internationale:	PCT/IB 2016/054333
(24) Brevet délivré:	31.07.2020	(87) Publication internationale:	WO 2017/013611
(45) Fascicule du brevet publié:	31.07.2020		

(54) **Mécanisme d'échappement.**

(57) L'invention concerne un mécanisme d'échappement mécanique comportant un mobile d'échappement (1) coopérant avec une palette d'entrée (4) et une palette de sortie (5) d'une ancre (3) comportant chacune sur un de ses flancs un premier plan de repos (11), cette ancre comportant une fourchette (6) coopérant avec une cheville (9) d'un mobile de balancier. Les palettes d'entrée (4) et de sortie (5) de l'ancre (3) comportent chacune une formation de repos supplémentaire (14) distincte de leur premier plan de repos et jouxtant leur premier plan de repos (11). La fourchette (6) présente des dents coopérant avec la cheville (9) du mobile de balancier. Lors des différentes phases de fonctionnement du mécanisme d'échappement, l'ancre (3) prend des positions d'équilibre en appui sur le premier plan de repos (11) de chaque palette et des positions d'équilibre en appui sur la formation de repos supplémentaire (14) de chaque palette.

L'invention concerne aussi un mouvement d'horlogerie comprenant un tel mécanisme d'échappement.



Description

[0001] La présente invention concerne un mécanisme d'échappement pour pièce d'horlogerie notamment. Plus particulièrement, l'invention concerne un mécanisme d'échappement du type à ancre suisse bien que d'autres types d'échappement puissent également être envisagés.

[0002] Le but de l'invention est de permettre la réalisation d'un tel mécanisme d'échappement permettant une haute amplitude, supérieure à 360°, de fonctionnement du balancier ce qui est recherché pour l'obtention d'une plus grande puissance emmagasinée dans l'oscillateur et d'une plus grande précision chronométrique.

[0003] La présente invention a pour objet un mécanisme d'échappement qui se distingue par les caractéristiques énoncées à la revendication 1.

[0004] La présente invention a également pour objet un mouvement d'horlogerie mécanique comportant un tel mécanisme d'échappement.

[0005] Les figures annexées illustrent schématiquement un mécanisme d'échappement selon l'invention.

La figure 1 est une vue en perspective des organes principaux que comporte le mécanisme d'échappement.

La figure 2 est une vue en élévation du mécanisme d'échappement illustré à la figure 1.

La figure 3 illustre le mécanisme d'échappement dans sa première position d'équilibre.

La figure 4 illustre le mécanisme d'échappement au début de sa première phase de libération.

La figure 5 illustre le mécanisme d'échappement à la fin de sa première phase de libération.

La figure 6 illustre le mécanisme d'échappement dans sa seconde position d'équilibre.

La figure 7 illustre le mécanisme d'échappement dans sa deuxième phase de libération.

La figure 8 illustre le mécanisme d'échappement dans sa première phase de poussée.

La figure 9 illustre le mécanisme d'échappement dans sa première phase de chute.

La figure 10 illustre le mécanisme d'échappement dans sa troisième position d'équilibre.

La figure 11 illustre le mécanisme d'échappement au début de sa troisième phase de libération.

La figure 12 illustre le mécanisme d'échappement à la fin de sa troisième phase de libération.

La figure 13 illustre le mécanisme d'échappement dans sa quatrième position d'équilibre.

La figure 14 illustre le mécanisme d'échappement au début de sa quatrième phase de libération.

La figure 15 illustre le mécanisme d'échappement à la fin de sa quatrième phase de libération.

La figure 16 illustre le mécanisme d'échappement dans sa cinquième position d'équilibre.

La figure 17 illustre le mécanisme d'échappement dans sa cinquième phase de libération.

La figure 18 illustre le mécanisme d'échappement dans sa seconde phase de poussée.

La figure 19 illustre le mécanisme d'échappement dans sa seconde phase de chute.

La figure 20 illustre le mécanisme d'échappement dans sa sixième position d'équilibre.

La figure 21 illustre le mécanisme d'échappement au début de sa sixième phase de libération.

La figure 22 illustre le mécanisme d'échappement à la fin de sa sixième phase de libération correspondant à sa première position d'équilibre (figure 3).

La figure 23 illustre en perspective un dispositif antichoc pour le mécanisme d'échappement illustré aux figures précédentes.

Les figures 24 à 29 illustrent différentes positions relatives d'une première forme d'exécution d'un dispositif antichoc pour le mécanisme d'échappement.

Les figures 30, 31 et 32 illustrent à plus grande échelle l'extrémité de la palette d'entrée, l'extrémité de la palette de sortie et l'extrémité de la fourchette de l'ancre du mécanisme d'échappement.

Les figures 33 à 37 illustrent schématiquement une seconde forme d'exécution d'un dispositif antichoc pour le mécanisme d'échappement.

La figure 38 est une vue en perspective d'une seconde forme d'exécution du mécanisme d'échappement à haute amplitude.

La figure 39 illustre la roue d'échappement inférieure du mécanisme d'échappement illustré à la figure 38.

La figure 40 illustre la roue d'échappement supérieure du mécanisme d'échappement illustré à la figure 38.

La figure 41 illustre l'ancre du mécanisme d'échappement illustrée à la figure 38.

La figure 42 est une vue partielle de l'ancre illustrée à la figure 41.

La figure 43 illustre le mobile de balancier du mécanisme d'échappement illustré à la figure 38.

Les figures 44 à 62 illustrent les différentes phases de fonctionnement de la seconde forme d'exécution du mécanisme d'échappement à haute amplitude.

[0006] Le mécanisme d'échappement selon une première forme d'exécution de l'invention comporte les éléments principaux illustrés aux figures 1 et 2 qui sont :

- Le mobile d'échappement qui comprend un pignon d'échappement (non illustré) solidaire ou venu d'une pièce de fabrication avec une roue d'échappement 1 et son axe (non illustré).
- Le mobile d'ancre qui comprend le tigeon d'ancre 2, l'ancre 3 dont les palettes d'entrée 4 et de sortie 5 peuvent être d'une pièce avec l'ancre 3 ou formées de pièces rapportées sur cette ancre 3. L'ancre 3 comporte à son extrémité opposée aux palettes 4, 5 une fourchette 6 et un dard 7.
- Le mobile de balancier qui comprend un plateau double 8 et sa cheville 9 fixés sur l'axe du balancier. Par „cheville“ on entend un organe d'entraînement quelconque qui est porté par le balancier et qui coopère avec la fourchette de l'ancre.

[0007] L'extrémité de la palette d'entrée 4 de l'ancre 3 illustrée en détail à la figure 30 comporte un plan d'impulsion 10 formant l'extrémité biseautée de la palette d'entrée 4 reliant le flanc intérieur 4a de ladite palette d'entrée 4 au flanc extérieur 4b de cette palette d'entrée 4. Ce flanc extérieur 4b de la palette d'entrée 4 comprend un premier plan de repos 11 sensiblement parallèle au flanc intérieur 4a de la palette d'entrée 4 ainsi qu'une formation de repos, qui est de préférence concave et formée d'un second plan de repos 12 incliné et d'un troisième plan de repos 13 reliant le second plan de repos 12 au plan d'impulsion 10. L'intersection des second et troisième plans de repos forme une ligne de repos 14 de la palette d'entrée 4.

[0008] L'extrémité de la palette de sortie 5 illustrée à la figure 31 comporte un plan d'impulsion 15 formant l'extrémité biseautée de la palette de sortie 5 reliant le flanc extérieur 5b au flanc intérieur 5a de cette palette de sortie. Ce flanc intérieur 5a de la palette de sortie comprend un premier plan de repos 16 sensiblement parallèle au flanc extérieur 5b de la palette de sortie 5 ainsi qu'une formation de repos, qui est de préférence concave et formée d'un second plan de repos 17 incliné et un troisième plan de repos 18 reliant le second plan de repos 16 au plan d'impulsion 15. L'intersection des second et troisième plans de repos 17, 18 de la palette de sortie forme une ligne de repos 19 de la palette de sortie 5.

[0009] La fourchette 6 de l'ancre 3 comporte quatre dents 6a, 6b, 6c, 6d (figure 32) définissant entre elles six plans de contact coopérant avec la cheville 9 portée par le plateau supérieur 8a du plateau double 8.

[0010] Le fonctionnement de ce mécanisme d'échappement sera décrit dans ce qui suit en référence aux figures 3 à 22.

[0011] La figure 3 illustre le mécanisme d'échappement dans sa première position d'équilibre. La roue d'échappement 1 entraînée par le rouage d'un mouvement d'horlogerie dans le sens f1 horaire est bloquée par une de ses dents venant en appui sur le premier plan de repos 11 de la palette d'entrée 4 de l'ancre 3. Le couple transmis à la roue d'échappement 1 et le profil de la palette d'entrée 4 font que l'ancre a tendance à tourner dans le sens f2 anti horaire et cette ancre est ainsi maintenue en appui sur une première goupille fixe 20. Pendant cette première phase d'équilibre, le balancier est libre, lors de son alternance dans le sens horaire, la cheville 9 passe entre les troisième 6c et quatrième 6d dents de la fourchette 6. Sur la figure 3, la cheville 9 est illustrée dans la position qu'elle occupe à la fin d'une alternance dans le sens horaire du balancier. Le sens de rotation du balancier f3 s'inverse et il commence son alternance dans le sens anti horaire.

[0012] La cheville 9 vient en contact avec le flanc intérieur de la quatrième dent 6d de la fourchette (figure 4) entraînant l'ancre dans le sens horaire. La roue d'échappement effectue un léger recul. Cette première phase de libération dure

jusqu'à ce que la dent e de la roue d'échappement passe du premier plan de repos 11 de la palette d'entrée 4 au second plan de repos 12 de cette palette d'entrée 4. A ce moment, le contact entre la cheville 9 et la fourchette 6 est rompu et la roue d'échappement 1 entraîne l'ancre 3 dans le sens horaire de par l'orientation du second plan de repos 12 de la palette d'entrée (figure 5). Cette première phase de libération dure jusqu'au moment où la dent e de la roue d'échappement 1 entre en contact avec le troisième plan de repos 13 de la palette d'entrée 4. La roue d'échappement 1 est alors bloquée avec sa dent en appui sur la ligne de contact 14 formée par l'intersection des second 12 et troisième 13 plans de repos de la palette d'entrée 4 (figure 6). L'ancre est en équilibre car les second 12 et troisième 13 plans de repos de la palette d'entrée 4 sont orientés pour que si l'ancre 3 bouge dans l'une ou l'autre direction, la roue d'échappement 1 la remette en position d'équilibre. On atteint la seconde position d'équilibre. Le balancier est libre et complète son premier tour et commence le second tour de sa première alternance jusqu'au moment où la cheville 9 entre en contact avec le flanc interne de la troisième dent 6c de la fourchette 6 (figure 7) entraînant l'ancre 3 dans le sens horaire. La roue d'échappement 1 effectue un léger recul puis sa dent e échappe au troisième plan de repos 13 de la palette d'entrée et la dent e de la roue d'échappement vient en contact avec le plan d'impulsion 10 de la palette d'entrée 4 (figure 8). A ce moment, c'est la roue d'échappement 1 qui entraîne l'ancre dans le sens horaire. La cheville 9 perd le contact avec la troisième dent 6c de la fourchette et l'ancre, entraînée par la roue d'échappement 1, donne une impulsion à la cheville 9 par le flanc interne de la deuxième dent 6b de la fourchette. C'est la première phase d'impulsion, le balancier est ainsi relancé.

[0013] A la fin de l'impulsion, la dent e de la roue d'échappement quitte le plan d'impulsion 10 de la palette d'entrée 4. La roue d'échappement 1 et l'ancre 3 sont libres et la roue d'échappement 1 tourne dans le sens horaire jusqu'à ce qu'une dent d de cette roue vienne en contact avec le deuxième 17 ou le troisième 18 plan de repos de la palette de sortie 5 de l'ancre 3 (figure 9). C'est la première chute du mécanisme d'échappement qui se termine dans la troisième position d'équilibre de ce mécanisme (figure 10) pour laquelle la roue d'échappement 1 est en contact par sa dent d avec la ligne de repos 19, intersection des second 17 et troisième 18 plans de repos, de la palette de sortie 5. La roue d'échappement 1 est bloquée par l'ancre 3 qui est maintenue en équilibre par l'appui de la dent d de la roue d'échappement 1 contre les second 17 et troisième 18 plans de repos de la palette de sortie. C'est la troisième position d'équilibre. Le balancier est libre et continue sa deuxième révolution de sa première alternance en sens anti horaire. Par la position des deuxième plan de repos 17 et troisième plan de repos 18 de la palette de sortie 5 et la géométrie de l'ancre, le couple appliqué à la roue d'échappement tend à maintenir le contact entre sa dent d et la ligne de repos 19 de la palette de sortie. L'ancre est en équilibre car les second 17 et troisième 18 plans de repos de la palette de sortie 5 sont orientés pour que si l'ancre 3 bouge dans l'une ou l'autre direction, la roue d'échappement 1 la remette en position d'équilibre. La cheville 9 échappe aux dents de la fourchette 6.

[0014] Le balancier continue sa rotation en sens anti horaire et entame sa troisième révolution.

[0015] La cheville 9 entre en contact avec le flanc externe de la deuxième dent 6b de la fourchette 6 et la roue d'échappement 1 effectue un léger recul (figure 11). La troisième phase de libération continue jusqu'à ce que la dent d de la roue d'échappement 1 passe du second plan de repos 17 de la palette de sortie 5 au premier plan de repos 16 de cette palette de sortie 5 (figure 12).

[0016] A ce moment-là, le contact entre la cheville 9 et la seconde dent 6b de la fourchette est rompu et c'est la roue d'échappement qui entraîne l'ancre dans le sens horaire. Le balancier continue sa troisième révolution en sens anti horaire librement, c'est la troisième phase de libération. A la fin de cette troisième phase de libération, l'ancre 3 vient buter contre une deuxième butée fixe 21 et le mécanisme d'échappement est dans sa quatrième position d'équilibre (figure 13). La roue d'échappement 1 est bloquée, sa dent d étant en contact avec le premier plan de repos 16 de la palette de sortie 5. Le couple appliqué à la roue d'échappement 1 et le profil de la palette de sortie 5 de l'ancre 3 font que l'ancre 3 a tendance à tourner dans le sens horaire et celle-ci vient buter contre la deuxième butée fixe 21.

[0017] Le balancier termine son alternance dans le sens anti horaire au cours de sa troisième révolution de cette alternance, s'immobilise et repart en sens inverse, horaire, pour entamer sa seconde alternance d'une oscillation.

[0018] Pendant la première rotation de la seconde alternance, dans le sens horaire du balancier, la cheville 9 vient en contact avec le flanc interne de la première dent 6a de la fourchette entraînant ainsi l'ancre 3 dans le sens anti horaire. La roue d'échappement va effectuer un léger recul (figure 14).

[0019] Lorsque la dent d de la roue d'échappement 1 passe du premier plan de repos 16 de la palette de sortie 5 au second plan de repos 17 de cette palette de sortie 5, le contact entre la cheville 9 et la première dent 6a de la fourchette 6 est rompu (figure 15) et la roue d'échappement entraîne l'ancre dans le sens anti horaire grâce à l'orientation du second plan de repos 17 de la palette de sortie 5. C'est la quatrième phase de libération. Pendant ce temps, le balancier continue sa rotation libre dans le sens horaire et termine sa première révolution de sa seconde alternance de son oscillation.

[0020] Lorsque la dent d de la roue d'échappement 1 arrive sur la ligne de repos 19 de la palette de sortie 5, à l'intersection du second plan de repos 17 et du troisième plan de repos 18 de la palette de sortie, on obtient la cinquième position d'équilibre du mécanisme d'échappement (figure 16). La roue d'échappement 1 est bloquée par l'ancre 3 et le balancier continue sa rotation entamant la seconde révolution en sens horaire de sa seconde alternance.

[0021] Au cours de la seconde révolution de la seconde alternance du balancier, la cheville 9 entre en contact avec le flanc interne de la seconde dent 6b de la fourchette 6 entraînant l'ancre 3 dans le sens anti horaire. La roue d'échappement 1 va

effectuer un léger recul. C'est la cinquième phase de libération (figure 17) qui se poursuit jusqu'à ce que la dent d de la roue d'échappement passe du troisième plan de repos 18 de la palette de sortie 5 au plan d'impulsion 15 de cette palette de sortie 5. C'est la seconde phase de poussée ou d'impulsion (figure 18), la roue d'échappement 1 entraîne l'ancre dans le sens anti horaire, le flanc interne de la troisième dent 6c de la fourchette donne une impulsion à la cheville 9 et transmet ainsi de l'énergie au balancier. Cette seconde phase d'impulsion dure jusqu'à ce que la dent d de la roue d'échappement quitte le plan d'impulsion 15 de la palette de sortie 5. C'est alors la seconde chute, la roue d'échappement 1 et l'ancre 3 sont libres, la roue d'échappement 1 tourne dans le sens horaire jusqu'à ce qu'une dent e1 de celle-ci entre en contact avec l'un ou l'autre des second 12 ou troisième 13 plan de repos de la palette d'entrée 4. On arrive à la sixième position d'équilibre (figure 20) à la fin de la seconde chute pour laquelle la dent e1 de la roue d'échappement 1 est en contact avec la ligne de repos 14, intersection des second 12 et troisième 13 plans de repos de la palette d'entrée 4. Cette sixième position d'équilibre du mécanisme d'échappement est identique à sa seconde position d'équilibre illustrée à la figure 6.

[0022] Le balancier continue sa rotation horaire et commence sa seconde révolution de sa seconde alternance. La cheville 9 entre en contact avec le flanc externe de la troisième dent 6c de la fourchette 6 entraînant l'ancre 3 dans le sens anti horaire. La roue d'échappement 1 va effectuer un léger recul (figure 21). A la fin de cette sixième phase de libération, la dent e1 passe du second plan de repos 12 de la palette d'entrée 4 au premier plan de repos 11 de cette palette d'entrée (figure 22). A ce moment, le contact entre la cheville 9 et la troisième dent 6c de la fourchette 6 est rompu et la roue d'échappement 1 entraîne l'ancre 3 dans le sens anti horaire, grâce à l'orientation du premier plan de repos 11 de la palette d'entrée 4 et l'ancre vient en butée contre la première butée fixe 20 et le mécanisme d'échappement se retrouve dans la même configuration que dans sa première phase d'équilibre (figure 3).

[0023] Le balancier poursuit sa troisième révolution de sa seconde alternance, s'arrête puis inverse son sens de rotation et le cycle de fonctionnement du mécanisme d'échappement recommence.

[0024] Ce mécanisme d'échappement permet donc au balancier d'effectuer des alternances d'oscillations de plus de 360° comprises par exemple entre deux et trois révolutions chacune, ce qui permet d'augmenter la précision chronométrique ainsi que la puissance emmagasinée dans l'oscillateur.

[0025] Il est toutefois intéressant de remarquer que si d'aventure le balancier venait à fonctionner avec des alternances inférieures à 360° dues à un manque de couple à l'échappement par exemple, le mécanisme d'échappement décrit fonctionne également, le cycle de fonctionnement comprenant alors les phases suivantes : Seconde position d'équilibre (figure 6) ; seconde phase de libération (figure 7) ; première phase d'impulsion (figure 8) ; première phase de chute (figure 9) ; troisième position d'équilibre (figure 10) ; cinquième phase de libération (figure 17) ; deuxième phase de poussée (figure 18) ; deuxième phase de chute (figure 19) ; et sixième phase d'équilibre (figure 20).

[0026] Ce mécanisme d'échappement peut équiper un mouvement d'horlogerie mécanique comprenant un moteur, par exemple un barillet, relié par un rouage à un pignon d'échappement solidaire de l'axe du mobile d'échappement et un oscillateur du type balancier-spiral dont l'axe porte le mobile du balancier.

[0027] Pour un bon fonctionnement du mécanisme d'échappement, il faut prévoir un dispositif antichoc qui permette de bloquer l'ancre 3 dans sa position d'équilibre. Une première forme d'exécution d'un dispositif antichoc est illustrée aux figures 23 à 29. Ce dispositif antichoc comporte un dard 7 fixé sur la fourchette 6 de l'ancre. Ce dard 7 comporte à son extrémité libre une butée 22 s'étendant perpendiculairement hors du plan du dard 7.

[0028] Le dispositif antichoc comporte encore sur le moyeu du double plateau 8 solidaire de l'axe du balancier une entaille 23 située sous la cheville 9 portée par le plateau supérieur 8a du double plateau 8. Ce dispositif antichoc comporte enfin un rebord périphérique 24 porté par le plateau inférieur 8b du double plateau, rebord périphérique 24 présentant deux évidements 25.

[0029] Lorsque l'ancre est dans sa première position d'équilibre (figure 3), le dard 7 est au contact de la face externe du rebord 24 par sa butée 22 évitant que l'ancre 3 ne tourne dans le sens horaire. Le dard 7 est dimensionné de manière à ce que sa butée 22 vienne en contact avec le rebord 24 du plateau inférieur 8b avant que la dent e de la roue d'échappement 1 ne quitte le premier plan de repos 11 de la palette d'entrée 4 (figure 24).

[0030] Lorsque l'ancre 3 est dans sa seconde position d'équilibre (figure 6), le dard 7 empêche l'ancre de tourner dans le sens horaire comme dans le sens anti horaire. La butée 22 du dard est alors située entre la surface périphérique du moyeu du plateau 8 et la face interne du rebord 24 du plateau inférieur 8b (figure 25)

[0031] Lorsque l'ancre 3 est dans sa troisième position d'équilibre (figure 10), le dard 7 empêche la rotation de l'ancre 3 dans le sens horaire et dans le sens anti horaire. La butée 22 du dard 7 est située entre le moyeu du plateau 8 et la face interne du rebord 24 du plateau inférieur 8b.

[0032] Le dard 7 est dimensionné, pour le sens anti horaire, de manière à ce que la butée 22 du dard entre en contact avec le double plateau 8 avant que la dent e de la roue d'échappement 1 ne quitte le second plan de repos 12 de la palette d'entrée 4 et n'arrive sur le premier plan de repos 11 de cette palette.

[0033] Pour le sens horaire, le dard est dimensionné de manière à ce que la butée 22 du dard 7 vienne en contact avec le plateau inférieur 8b avant que la dent e de la roue d'échappement ne quitte le troisième plan de repos 13 de la palette d'entrée 4 et n'arrive sur le plan d'impulsion 10 de celle-ci (figure 26).

[0034] Lorsque l'ancre 3 est dans sa quatrième position d'équilibre (figure 13), le dard 7 empêche l'ancre 3 de tourner dans le sens anti horaire. Le dard 7 est dimensionné pour que sa butée 22 vienne en contact avec la surface externe du rebord 24 du plateau inférieur 8b avant que la dent e de la roue d'échappement ne quitte le premier plan de repos 16 de la palette de sortie 5 (figure 27).

[0035] Ce dispositif antichoc doit empêcher l'ancre 3 de se débloquent de manière intempestive mais également la laisser se déplacer lors des phases normales.

[0036] Pour le passage de la seconde position d'équilibre à la troisième position d'équilibre, et vice-versa, la butée 22 du dard 7 est en face de l'entaille 23 du moyeu du double plateau 8 ce qui permet de ne pas bloquer l'ancre 3 (figure 28).

[0037] Pour le passage de la première position d'équilibre à la seconde position d'équilibre et de la troisième position d'équilibre à la quatrième position d'équilibre, et vice-versa, la butée 22 du dard 7 est en face d'un évidement 25 du rebord 24 du plateau inférieur 8b, ce qui permet de ne pas bloquer l'ancre 3 (figure 29).

[0038] Le dispositif antichoc illustré aux figures 23 à 29 peut également être utilisé avec d'autres types d'échappements, notamment ceux fonctionnant à haute amplitude.

[0039] Une seconde forme d'exécution d'un dispositif antichoc pour le mécanisme d'échappement décrit est illustrée aux figures 33 à 37.

[0040] Dans cette forme d'exécution du dispositif antichoc, le dard 7 porté par la fourchette 6 de l'ancre 3 comporte trois bras 26, 27, 28. Ce dard 7 comporte un premier bras 26 central, un second bras latéral 27 et un troisième bras latéral 28, le second et le troisième bras étant disposés de part et d'autre du premier bras central 26. Chacun des trois bras 26, 27, 28 se termine en pointe par deux plans inclinés a, b. Chacun des plans 26a, 26b ; 27a, 27b et 28a, 28b est apte à coopérer suivant la position de l'ancre 3 avec la surface périphérique externe du moyeu du double plateau 8 présentant une entaille 23.

[0041] Lorsque l'ancre est dans sa première position d'équilibre, le dard à triple bras 7 est dimensionné pour que le plan 28b du second bras latéral 28 vienne en contact avec la périphérie du moyeu du double plateau 8 avant que la dent e de la roue d'échappement ne quitte le premier plan de repos 10 de la palette d'entrée 4 (figure 33), l'ancre 3 ne peut pas tourner dans le sens horaire.

[0042] Lorsque l'ancre 3 est dans sa seconde position d'équilibre, elle ne doit pas pouvoir tourner ni dans le sens horaire ni dans le sens anti horaire. Le dard 7 est ainsi dimensionné (pour le sens anti horaire) pour que le plan 28a du troisième bras latéral 28 vienne en contact avec la périphérie du moyeu du double plateau 8 avant que la dent e de la roue d'échappement 1 ne quitte le second plan de repos 12 de la palette d'entrée 4 et n'arrive sur le premier plan de repos 11. Le dard 7 est dimensionné, pour le sens horaire, pour que le plan 26b du premier bras central 26 vienne en contact avec le moyeu du double plateau 8 avant que la dent e de la roue d'échappement ne quitte le troisième plan de repos 13 de la palette d'entrée 4 et n'arrive sur le plan d'impulsion 10 de cette palette d'entrée 4 (figure 34).

[0043] Lorsque l'ancre 3 est dans sa troisième position d'équilibre, il faut également empêcher l'ancre de tourner soit dans le sens horaire, soit dans le sens anti horaire.

[0044] Le dard 7 est dimensionné, pour le sens anti horaire, de manière à ce que le plan 26a du premier bras central 26 vienne en contact avec le moyeu du plateau double 8 avant que la dent d de la roue d'échappement ne quitte le troisième plan de repos 18 de la palette de sortie 5 et n'arrive sur son plan d'impulsion 15.

[0045] Le dard 7 est dimensionné, pour le sens horaire, pour que le plan 27b du second bras latéral 27 vienne en contact avec le moyeu du plateau double 8 avant que la dent e de la roue d'échappement 1 ne quitte le second plan de repos 17 de la palette de sortie 5 et n'arrive sur le premier plan de repos 16 de cette palette de sortie 5 (figure 35).

[0046] Lorsque l'ancre 3 est dans sa quatrième position d'équilibre, le dard 7 doit empêcher l'ancre 3 de tourner dans le sens anti horaire. Le dard est dimensionné pour que le plan 27a du second bras latéral 27 du dard vienne en contact avec le moyeu du plateau double 8 avant que la dent d de la roue d'échappement 1 ne quitte le premier plan de repos 16 de la palette de sortie 5.

[0047] Ce dispositif antichoc doit empêcher l'ancre 3 de se débloquent de manière intempestive, mais doit également la laisser se déplacer lors des phases normales.

[0048] Lors des phases d'échappement, les différents plans des bras 26, 27, 28 du dard 7 se trouvent en face de l'entaille 23 du moyeu du double plateau 8, ce qui permet de ne pas bloquer l'ancre 3. La figure 37 illustre à titre d'exemple le passage de l'ancre de sa première position d'équilibre à sa seconde position d'équilibre.

[0049] Le dispositif antichoc illustré aux figures 33 à 37 peut également être utilisé avec d'autres types d'échappements, notamment ceux fonctionnant à haute amplitude.

[0050] Dans ce qui suit une seconde forme d'exécution de l'échappement à haute amplitude, supérieure à 360°, sera décrite. Cette seconde forme d'exécution concerne un échappement direct avec un dispositif de force constante comprenant un mobile d'échappement comportant deux roues d'échappement liées de manière pivotante ensemble par un ressort spiral.

[0051] Les figures 38 à 42 illustrent les différents mobiles et éléments de cette seconde forme d'exécution de l'échappement à haute amplitude.

[0052] Ce mécanisme d'échappement à haute amplitude comporte un mobile d'échappement comprenant une roue d'échappement inférieure 30 et une roue d'échappement supérieure 31, une ancre 32 et un mobile de balancier 33 fixé sur l'axe d'un oscillateur, typiquement un balancier-spiral.

[0053] La roue d'échappement inférieure 30 est pivotée sur une platine d'un mouvement et comporte une première goupille 30a et une seconde goupille 30b.

[0054] La roue d'échappement supérieure 31 est pivotée coaxialement sur la roue d'échappement inférieure 30 et comporte des rayons définissant des plans d'arrêt 34 et 35.

[0055] L'ancre 32 comporte un axe, une ancre inférieure 32a comportant une palette d'entrée E et une palette de sortie S situées à des niveaux différents. Comme dans la première forme d'exécution du mécanisme d'échappement la palette d'entrée E comporte sur son flanc extérieur un premier plan de repos 11 relié à un plan d'impulsion 10 par une formation de repos. Cette dernière est de préférence concave et formée d'un second plan de repos 12 et d'un troisième plan de repos 13 s'intersectant sur une ligne de repos 14.

[0056] La palette de sortie S comporte sur son flanc interne un premier plan de repos 16 relié à une formation de repos qui est encore de préférence concave et formée d'un second plan de repos 17 et d'un troisième plan de repos 18 s'intersectant sur une ligne de repos 19.

[0057] La palette d'entrée E se trouve au même niveau que la roue d'échappement supérieure 31 et coopère avec celle-ci tandis que la palette de sortie S se trouve au niveau de la roue d'échappement inférieure 30 et coopère avec celle-ci.

[0058] L'ancre 32 comporte encore une ancre supérieure 32b dont l'extrémité comporte une fourchette à quatre dents 36a, 36b, 36c, 36d.

[0059] Le mobile de balancier 33 est composé de deux plateaux, un plateau de libération 33a, qui se trouve au même niveau que l'ancre supérieure 32b et qui comporte une cheville 37, et un plateau d'impulsion 33b, qui se trouve au même niveau que la roue d'échappement supérieure 31 et qui comporte un plan d'impulsion 38 coopérant avec les dents de la roue d'échappement supérieure 31.

[0060] Un ressort spiral de force constante (non illustré pour ne pas surcharger le dessin) dont une extrémité est fixée sur l'une des goupilles 30a ou 30b de la roue d'échappement inférieure 30 et l'autre extrémité est fixée à l'axe de la roue d'échappement supérieure 31, relie les deux roues d'échappement 30 et 31.

[0061] Le fonctionnement de cette seconde forme d'exécution du mécanisme d'échappement à haute amplitude sera décrit en référence aux figures 44 à 62.

[0062] Dans sa première position d'équilibre (Fig. 44), le balancier est libre et tourne dans le sens anti horaire. Son amplitude est supérieure à 360°. La roue d'échappement supérieure 31 est bloquée en appui sur le premier plan de repos 11 de la palette d'entrée E et la roue d'échappement inférieure 30 est elle aussi bloquée par les goupilles 30a, 30b de la roue d'échappement inférieure 30 venant en appui sur les plans d'arrêt 34, 35 de la roue d'échappement supérieure 31.

[0063] L'ancre 32 est en appui sur une première butée fixe 20. L'orientation du premier plan de repos 11 de la palette d'entrée E fait que l'ancre 32 a tendance à tourner dans le sens anti horaire.

[0064] Cette première phase d'équilibre dure jusqu'à ce que la cheville 37 vienne en contact avec la dent 36d de l'ancre supérieure 32b. A ce moment-là le mobile de balancier 33 entraîne l'ancre 32 dans le sens horaire faisant reculer légèrement les roues d'échappement supérieure 31 et inférieure 30 via les goupilles 30a, 30b et les plans d'arrêt 34, 35 (Fig. 45).

[0065] Cette première phase de libération dure jusqu'à ce que la dent ds de la roue d'échappement supérieure 31 quitte le premier plan de repos 11 de la palette d'entrée E et passe sur son second plan de repos 12. Le couple du rouage du mouvement et du ressort de force constante entraîne l'ancre 32 dans le sens horaire grâce à l'orientation du second plan de repos 12 de la palette d'entrée E. Le contact entre la cheville 37 et l'ancre supérieure 32b est rompu. (Fig.46)

[0066] La roue d'échappement supérieure 31 vient en contact avec la ligne de repos 14 séparant le second plan de repos 12 et le troisième plan de repos 13 de la palette d'entrée E. A ce moment-là les roues d'échappement supérieure 31 et inférieure 30 sont bloquées par la palette d'entrée E respectivement par les goupilles 30a, 30b de la roue d'échappement inférieure 30 et les plans d'arrêt 34, 35 de la roue d'échappement supérieure 31. De par la forme de la formation de repos concave formée par le second plan de repos 12 et le troisième plan de repos 13 de la palette d'entrée E l'ancre est replacée dans cette seconde position d'équilibre par les roues d'échappement. Le balancier est libre. Le mécanisme d'échappement est dans sa seconde position d'équilibre (Fig. 47).

[0067] Lorsque la cheville 37 vient en contact avec la dent 36c de l'ancre supérieure 32b le balancier entraîne l'ancre 32 dans le sens horaire faisant reculer légèrement les roues d'échappement supérieure 31 et inférieure 30 via la palette d'entrée E et les goupilles 30a, 30b de la roue d'échappement inférieure 30. C'est la seconde phase de libération (Fig. 48).

[0068] La dent ds de la roue d'échappement supérieure 31 quitte le troisième plan de repos 13 de la palette d'entrée E. A ce moment les roues d'échappement supérieure 31 et inférieure 30 sont libres de tourner dans le sens horaire. L'ancre

32 continue à tourner dans le sens horaire, la cheville 37 échappe à la dent 36c de l'ancre et le balancier est à nouveau libre. La roue d'échappement supérieure 31 n'est plus bloquée et tourne dans le sens horaire grâce au ressort de force constante. La roue d'échappement inférieure 30 vient au contact du troisième plan de repos 18 de la palette de sortie S (Fig. 49). Les goupilles 30a et 30b de la roue d'échappement inférieure 30 quittent les plans d'arrêt 34, 35 de la roue d'échappement supérieure 31. Cette seconde phase de libération dure jusqu'à ce qu'une dent ds de la roue d'échappement supérieure 31 vienne en contact avec le plan d'impulsion 38 du plateau d'impulsion 33b (Fig. 50). A ce moment une dent di de la roue d'échappement inférieure 30 entre en contact avec le second plan de repos 17 et le troisième plan de repos 18 de la palette de sortie S. Ces plans de repos 17, 18 sont étudiés de manière à ce que l'ancre 32 revienne toujours en position d'équilibre définie par la ligne de repos 19 de la palette de sortie S. La roue d'échappement inférieure 30 est bloquée toutefois la roue d'échappement supérieure 31 est libre et, entraînée par le ressort de force constante, va transmettre l'énergie vers le balancier via sa dent ds et le plan d'impulsion 38. (C'est la phase d'impulsion).

[0069] Au moment où les goupilles 30a, 30b de la roue d'échappement inférieure 30 viennent au contact des plans d'arrêt 34, 35 de la roue d'échappement supérieure 31 la roue d'échappement inférieure 30 et le mobile d'ancre 32 sont bloqués ainsi que la roue d'échappement supérieure 31.

[0070] Juste avant que la roue d'échappement supérieure 31 ne soit bloquée sa dent di se sépare du plan d'impulsion 38. Le balancier est à nouveau libre. Le mécanisme d'échappement est dans sa troisième position d'équilibre (Fig. 51).

[0071] Lorsque la cheville 37 entre en contact avec la dent 36b de l'ancre supérieure 32b le balancier entraîne l'ancre 32 dans le sens horaire. La roue d'échappement inférieure 30 di va alors légèrement reculer ce qui entraîne la roue d'échappement supérieure 31 via les goupilles 30a, 30b et les plans d'arrêt 34, 35 de la roue d'échappement supérieure 31 (Fig. 52). A la fin de cette troisième phase de libération la dent di de la roue d'échappement inférieure 30 quitte le second plan de repos 17 de la palette de sortie S et passe sur le premier plan de repos 16 de cette palette de sortie. L'ancre 32 est entraînée dans le sens horaire par le couple du rouage grâce à l'orientation du premier plan de repos 16 de la palette de sortie S. Le contact entre l'ancre supérieure 32b et la cheville 37 est rompu (Fig. 53). Cette troisième phase de libération continue jusqu'à ce que l'ancre vienne en contact avec la seconde butée fixe 21.

[0072] A ce moment l'ancre 32 est bloquée en contact avec cette seconde butée fixe 21 et les roues d'échappement supérieure 31 et inférieure 30 sont également bloquées, la roue d'échappement inférieure 30 contre le premier plan de repos 16 de la palette de sortie S avec sa dent di et la roue d'échappement supérieure 31 par l'intermédiaire des goupilles 30a, 30b de la roue d'échappement inférieure 30. Durant cette quatrième phase ou position d'équilibre le balancier est toujours libre et va terminer son alternance et repartir dans le sens horaire pour sa seconde alternance (Figure 54).

[0073] La quatrième position d'équilibre est maintenue jusqu'à ce que la cheville 37 vienne en contact avec la dent 36a de l'ancre supérieure 32b. A ce moment le mobile de balancier 33 entraîne l'ancre 32 dans le sens anti horaire faisant reculer légèrement la roue d'échappement inférieure 30 et donc la roue d'échappement supérieure 31 via les goupilles 30a, 30b de la roue d'échappement inférieure en appui avec le plan d'arrêt 35 de la roue d'échappement supérieure 31 (Fig.55)

[0074] Cette quatrième phase de libération dure jusqu'à ce que la dent di de la roue d'échappement inférieure 30 quitte le premier plan de repos 16 de la palette de sortie S et passe sur le second plan de repos 17 de cette palette de sortie S (Fig. 56). A ce moment c'est le couple du rouage qui entraîne l'ancre 32 dans le sens anti horaire grâce à l'orientation du second plan de repos 17 de la palette de sortie S. Le contact entre la cheville 37 et la dent 36a de l'ancre supérieure 32b est rompu et le mécanisme d'échappement se trouve alors dans sa quatrième position d'équilibre (Fig. 57). Le balancier est à nouveau libre. Cette quatrième position d'équilibre est la même que la troisième position d'équilibre (Fig. 51) sauf que le balancier tourne dans le sens horaire.

[0075] Lorsque la cheville 37 du mobile de balancier 33 vient en contact avec la dent 36b de l'ancre supérieure 32b le balancier entraîne l'ancre 32 dans le sens anti horaire en faisant reculer légèrement la roue d'échappement inférieure 30 et donc la roue d'échappement supérieure via les goupilles 30a, 30b et le plan d'arrêt 34 (Fig 58).

[0076] Cette cinquième phase de libération dure jusqu'à ce que la dent di de la roue d'échappement inférieure 30 quitte le troisième plan de repos 18 de la palette de sortie S. A ce moment les deux roues d'échappement supérieure 31 et inférieure 30 sont libres de tourner dans le sens horaire. L'ancre 32 continue à tourner dans le sens anti horaire et le balancier est à nouveau libre. La roue d'échappement supérieure 31 vient par l'intermédiaire d'une de ses dents ds en contact avec le troisième plan de repos 13 de la palette d'entrée E. Cette dent ds va se placer sur la ligne de repos 14 de la palette d'entrée E sous l'effet du couple du rouage et de l'orientation des second 12 et troisième 13 plans de repos de la palette d'entrée E positionnant l'ancre 32 de manière à ce que le balancier soit à nouveau libre.

[0077] La roue d'échappement inférieure 30 n'est plus bloquée et tourne dans le sens horaire grâce au couple du rouage. On perd le contact entre les goupilles 30a, 30b de la roue d'échappement inférieure 30 et le plan d'arrêt 34 de la roue d'échappement supérieure 31. Ainsi on recharge le ressort de force constante reliant la roue d'échappement inférieure 30 à la roue d'échappement supérieure 31 (Fig. 59). Cette cinquième phase de libération dure jusqu'à ce que les goupilles 30a, 30b de la roue d'échappement inférieure 30 viennent en contact avec le plan d'arrêt 35 de la roue d'échappement supérieure 31 (Fig. 60). On se retrouve dans la cinquième position d'équilibre identique à la deuxième position d'équilibre (Fig. 47) sauf que le balancier tourne dans l'autre sens. A ce moment le balancier entraîne le mobile d'ancre 32 dans le

sens anti horaire faisant reculer légèrement la roue d'échappement supérieure 31 et donc la roue d'échappement inférieure 30 via les goupilles 30a, 30b et le plan d'arrêt 35 (Fig. 61)

[0078] Cette sixième phase de libération dure jusqu'à ce que la dent ds de la roue d'échappement supérieure 31 quitte le second plan de repos 12 de la palette d'entrée E et passe sur le premier plan de repos 11 de cette palette d'entrée E. Le couple du rouage et du ressort de force constante entraine l'ancre 32 dans le sens anti horaire, grâce à l'orientation du premier plan de repos 11 de la palette d'entrée E. Le contact entre la cheville 37 du mobile de balancier 33 est rompu d'avec l'ancre supérieure. Cette sixième phase de libération dure jusqu'à ce que l'ancre 32 vienne en contact avec la première butée fixe 20. On se retrouve dans la première position d'équilibre (Fig. 44) et le cycle peut recommencer.

[0079] La particularité de ces mécanismes d'échappement est de permettre des phases d'équilibre où le balancier peut poursuivre son alternance en faisant osciller l'ancre sans libérer les roues d'échappements. Ceci est obtenu grâce à la juxtaposition de plusieurs formations de repos et notamment grâce à la présence d'une formation de repos supplémentaire sur les palettes, ce qui permet au balancier d'effectuer plusieurs tours pour chaque alternance alors que l'impulsion n'est donnée qu'une fois par alternance lorsque l'ancre est déplacée suffisamment pour libérer le mobile d'échappement. De préférence, la palette d'entrée E ou les deux palettes d'entrée 4 et de sortie 5 ont des second et troisième plans de repos qui présentent une formation de repos concave, par exemple en forme de V (ou de U), mais d'autres formes sont également possibles, même une forme plate.

[0080] Ce mécanisme se distingue donc en ce que la palette d'entrée E ou les palettes d'entrée 4 et de sortie 5 de l'ancre comporte un premier plan de repos et au moins une formation de repos supplémentaire, jouxtant le premier plan de repos. De préférence, cette formation est concave et formée d'un deuxième plan de repos et d'un troisième plan de repos formant un V entre eux et définissant par leur intersection une ligne de repos. Ainsi lorsque le mobile d'échappement repose par une de ses dents sur la formation de repos concave sous l'effet du couple du rouage la dent du mobile d'échappement tend à se placer sur la ligne de repos. Si l'ancre est légèrement déplacée lors d'un choc par exemple elle ne quitte pas sa position d'équilibre mais se replace automatiquement dans sa position définie par la dent du mobile d'échappement entrant en contact avec la ligne de repos de la formation de repos concave soit l'intersection entre le second plan de repos et le troisième plan de repos.

[0081] De manière privilégiée, un tel mécanisme d'échappement comprend également une ancre dont l'extrémité coopérant avec la cheville du mobile de balancier comporte au moins quatre dents et non pas une fourchette simple à deux dents.

[0082] Dans une première forme d'exécution du mécanisme d'échappement la palette d'entrée 4 et la palette de sortie 5 comportent chacune un premier plan de repos situé sur la tranche externe respectivement interne de la palette. Chacune de ces palettes d'entrée et de sortie comporte un plan d'impulsion formant la face terminale de la palette. De plus chacune de ces palettes comporte une formation de repos concave, généralement en forme de V, reliant le premier plan de repos au plan d'impulsion, formée par un second plan de repos et un troisième plan de repos dont l'intersection constitue une ligne de repos.

[0083] Dans la seconde forme d'exécution du mécanisme d'échappement les palettes d'entrée E et de sortie S ne comportent pas de plan d'impulsion puisqu'il s'agit d'un mécanisme d'échappement direct où l'impulsion est donnée directement par le mobile d'échappement au mobile de balancier sans passer par l'ancre.

[0084] Encore, dans cette forme d'exécution, chaque palette d'entrée E et de sortie S comporte une formation de repos concave, généralement en forme de V formée par un second plan de repos et un troisième plan de repos dont l'intersection forme une ligne de repos. Chaque palette, d'entrée E et de sortie S, comporte également un premier plan de repos situé sur la tranche externe respectivement interne de la palette et jouxtant la formation de repos concave, généralement en forme de V.

[0085] Dans cette seconde forme d'exécution les quatre dents de l'ancre supérieure coopérant avec la cheville du mobile de balancier peuvent toutes être identiques puisqu'aucune d'elles ne sert à donner l'impulsion au balancier.

[0086] Contrairement dans la première forme d'exécution, les dents centrales de la fourchette de l'ancre sont de préférence plus longues que les dents latérales, car ce sont elles qui transmettent l'impulsion au mobile de balancier, les dents latérales ne servant qu'à faire osciller l'ancre sans l'entraîner hors d'une de ses positions d'équilibre.

[0087] Le balancier effectue plusieurs tours, généralement deux à trois tours, par alternance. Une impulsion est délivrée à la cheville d'impulsion par le mobile d'échappement, directement ou par l'intermédiaire de l'ancre par alternance du balancier. Par contre, à chaque tour de l'alternance du balancier, la cheville coopère avec les dents de la fourchette de l'ancre pour faire osciller celle-ci et laisser passer ladite cheville mais sans provoquer la libération du mobile d'échappement qui, sous l'effet du rouage, replace l'ancre dans une position d'équilibre lorsque l'impulsion n'est pas délivrée au balancier.

[0088] De manière avantageuse, la forme concave, généralement en forme de U ou de préférence de V de la formation de repos formée par le premier 11 ; 16 et le second 12 ; 17 plan de repos des palettes d'entrée 4 ; E et de sortie 5 ; S et l'orientation de ces plans par rapport à l'axe de rotation de l'ancre font que sous l'effet du couple fourni par le rouage le mobile d'échappement remet en position d'équilibre l'ancre lorsque celle-ci est légèrement décalée dans un sens ou dans l'autre, par exemple suite à un choc.

[0089] Bien entendu la seconde forme d'exécution du mécanisme d'échappement peut être munie d'un dispositif antichoc comme ceux décrits en référence à la première forme d'exécution du mécanisme d'échappement.

[0090] Quelle que soit la forme d'exécution de ce mécanisme d'échappement, on voit que le passage de la position d'équilibre sur le premier plan de repos 11, 16 de la palette d'entrée 4 respectivement de sortie 5 à la position d'équilibre sur la formation de repos de ces palettes d'entrée 4 et de sortie 5 est réalisé par une oscillation de l'ancre 3, 32 provoquée par le mobile de balancier, agissant sur la fourchette de l'ancre et donc par l'énergie du balancier. Cette oscillation de l'ancre permet au balancier d'effectuer plusieurs tours pour chaque alternance de ces oscillations tout en ne provoquant la libération du mobile d'échappement qu'une seule fois par alternance du balancier.

[0091] Cette particularité des plans de repos des palettes d'entrée et de sortie de l'ancre fait que le mécanisme d'échappement peut fonctionner aussi bien avec des alternances du balancier inférieures à 360° que supérieures à 360° , ces dernières permettant une plus grande précision chronométrique et l'obtention d'une plus grande énergie emmagasinée dans l'oscillateur particulièrement le balancier.

[0092] Dans des variantes du mécanisme d'échappement décrit, on peut augmenter le nombre de tours du balancier pour chacune de ses alternances en multipliant le nombre de positions de repos sur les palettes d'entrée et de sortie ainsi que le nombre de dents de la fourchette de l'ancre. On peut donc envisager un mécanisme d'échappement où le balancier effectuerait des alternances de plus de 720° d'amplitude avec un fonctionnement similaire aux formes d'exécution illustrées.

[0093] Egalement, la fourchette peut avoir un nombre de dents différent de quatre sans sortir du cadre de l'invention. Par exemple, l'homme du métier saura réaliser une ancre coopérant avec le balancier de manière à prendre quatre positions de repos de l'ancre avec une fourchette à deux dents coopérant de manière alternative avec plus d'une cheville de plateau, la seconde cheville de plateau étant montée mobile par rapport à la première de manière à coopérer avec l'ancre au-delà de la course de la première.

[0094] De plus, il est possible de jouer sur le dimensionnement des palettes d'entrée et de sortie et notamment par exemple sur les longueurs des premiers plans de repos 11, 12 et des seconds plans de repos 16, 17 de ces palettes pour modifier l'isochronisme de l'échappement et ainsi pouvoir mieux compenser l'isochronisme du spiral du balancier-spiral afin de réaliser un assortiment plus précis.

[0095] En effet, le plan 11 (respectivement 16) „perturbe“ le balancier alors que celui-ci est dans une phase d'accélération (figure 4, respectivement 14), et il va donc amener du retard à l'oscillateur. De manière similaire, le plan 12 (respectivement 17) „perturbe“ le balancier alors que celui-ci est dans une phase de décélération (figure 21, respectivement 11), et il va donc amener de l'avance à l'oscillateur.

[0096] Donc, en pilotant la longueur des plans 11 et 12 (respectivement 16 et 17) on va pouvoir piloter la pente de la courbe d'isochronisme de l'échappement (perturbation chronométrique de l'échappement sur l'oscillateur en fonction de l'amplitude de celui-ci). En diminuant la longueur du plan de repos 12 par rapport au plan de repos 11 (respectivement 17 par rapport à 16) on va augmenter le coefficient directeur de la courbe d'isochronisme de l'échappement. Inversement en diminuant la longueur du plan de repos 11 par rapport au plan de repos 12 (respectivement 16 par rapport à 17) on va diminuer le coefficient directeur de la courbe d'isochronisme de l'échappement.

[0097] On va donc pouvoir compenser la courbe d'isochronisme de l'oscillateur. Par exemple si la courbe d'isochronisme de l'oscillateur fait que l'oscillateur prend x s/d entre une amplitude A et B, on va pouvoir régler l'échappement pour qu'il amène une perturbation $-x$ s/d entre l'amplitude A et B. Ainsi l'isochronisme de l'assortiment (échappement + oscillateur) sera de 0 s/d entre l'amplitude A et B.

[0098] Il y a cependant certaines limites à cette compensation. En effet d'une part la longueur totale des plans de repos 11+12 (respectivement 16+17) doit être constante (pour maintenir le bon dégagement de la cheville des fourchettes de l'ancre), et d'autre part, les plans de repos 11 et 12 (respectivement 16 et 17) ne peuvent pas être inférieurs à une certaine valeur (pour conserver des sécurités suffisantes).

Revendications

1. Mécanisme d'échappement mécanique comportant un mobile d'échappement (1 ; 30, 31) coopérant avec une palette d'entrée (4 ; E) et une palette de sortie (5 ; S) d'une ancre (3 ; 32) comportant chacune sur un de ses flancs un premier plan de repos (11 ; 16), cette ancre comportant une fourchette (6 ; 36) coopérant avec une cheville (9 ; 37) d'un mobile de balancier (8 ; 33), caractérisé par le fait que les palettes d'entrée (4 ; E) et de sortie (5 ; S) de l'ancre (3 ; 32) comportent chacune une formation de repos supplémentaire (12, 13, 14 ; 17, 18, 19) distincte de leur premier plan de repos et jouxtant leur premier plan de repos (11 ; 16) ; par le fait que la fourchette (6 ; 36) présente des dents coopérant avec la cheville (9 ; 37) du mobile de balancier (8 ; 33) ; par le fait que, lors des différentes phases de fonctionnement du mécanisme d'échappement, l'ancre (3 ; 32) prend des positions d'équilibre en appui sur le premier plan de repos (11 ; 16) de chaque palette et des positions d'équilibre en appui sur la formation de repos supplémentaire (12, 13, 14 ; 17, 18, 19) de chaque palette ; et par le fait que, pour chaque palette, les dents de la fourchette (6 ; 36), le premier plan de repos (11 ; 16) et la formation de repos supplémentaire (12, 13, 14 ; 17, 18, 19) permettent à l'ancre de passer de la position d'équilibre sur le premier plan de repos (11 ; 16) à la position d'équilibre sur la formation de

repos supplémentaire (12, 13, 14 ; 17, 18, 19) sous l'action de la cheville (9 ; 37) du mobile de balancier entrant en contact avec la fourchette (6) de l'ancre (3) sans libérer le mobile d'échappement (1 ; 30, 31), permettant ainsi au mobile de balancier (8 ; 33) d'effectuer un déplacement angulaire de plus de 360° pour chacune de ses alternances.

2. Mécanisme d'échappement selon la revendication 1, caractérisé par le fait que la formation de repos supplémentaire des palettes d'entrée (4 ; E) et de sortie (5 ; S) présente une forme concave.
3. Mécanisme d'échappement selon la revendication 2, caractérisé par le fait que la formation de repos supplémentaire de forme concave des palettes d'entrée (4 ; E) et de sortie (5 ; S) présente la forme d'un V.
4. Mécanisme d'échappement selon la revendication 2, caractérisé par le fait que la formation de repos supplémentaire concave des palettes d'entrée (4 ; E) et de sortie (5 ; S) est formée par un second plan de repos (12 ; 17) et un troisième plan de repos (13 ; 18) définissant par leur intersection une ligne de repos (14 ; 19).
5. Mécanisme d'échappement selon la revendication 4, caractérisé par le fait que l'orientation des formations de repos supplémentaires, respectivement des seconds plans de repos (12 ; 17) et des troisièmes plans de repos (13 ; 18) ainsi que leur positionnement par rapport à l'axe de l'ancre (3 ; 32) font que lorsqu'une dent du mobile d'échappement (1 ; 30, 31) est en contact avec ces formations de repos supplémentaires, l'ancre (3 ; 32) tend, sous l'effet du couple du mobile d'échappement (1 ; 30, 31) à revenir dans sa position d'équilibre lorsqu'elle en est déviée.
6. Mécanisme d'échappement selon l'une des revendications 1 à 5, caractérisé par le fait que la palette d'entrée (4 ; E) et la palette de sortie (5 ; S) comportent toutes deux un plan d'impulsion (10 ; 15), la formation de repos supplémentaire étant située entre le premier plan de repos (11 ; 16) et le plan d'impulsion (10 ; 15).
7. Mécanisme d'échappement selon l'une des revendications 1 à 6, caractérisé par le fait que la fourchette présente quatre dents (6a-d ; 36a-d) coopérant avec la cheville (9 ; 37) du mobile de balancier.
8. Mécanisme d'échappement selon la revendication 7, caractérisé par le fait que les deux dents centrales (36b, 36c) de la fourchette (6) sont plus longues que les deux dents latérales (36a, 36d) de celle-ci.
9. Mécanisme d'échappement selon l'une des revendications précédentes, caractérisé par le fait que le mobile d'échappement comporte une roue d'échappement (1) dont les dents coopèrent alternativement avec la palette d'entrée (4) et la palette de sortie (5) de l'ancre (6).
10. Mécanisme d'échappement selon l'une des revendications 1 à 5, caractérisé par le fait que le mobile d'échappement comporte une roue d'échappement supérieure (31) et une roue d'échappement inférieure (30) ; par le fait que les dents de la roue d'échappement supérieure coopèrent avec la palette d'entrée (E) de l'ancre (32) et avec un plan d'impulsion (37) du mobile du balancier (33) tandis que les dents de la roue d'échappement inférieure (30) coopèrent avec la palette de sortie (S) de l'ancre (32).
11. Mécanisme d'échappement selon la revendication 10, caractérisé par le fait que la fourchette (36) de l'ancre (32) comporte quatre dents, sensiblement d'égale longueur, coopérant avec la cheville (37) du mobile de balancier (33).
12. Mécanisme d'échappement selon la revendication 10 ou la revendication 11, caractérisé par le fait que la roue d'échappement supérieure (31) est pivotée sur la roue d'échappement inférieure (30) et qu'un ressort de force constante relie la roue d'échappement supérieure (31) à la roue d'échappement inférieure (30), et par le fait que le déplacement angulaire relatif entre la roue d'échappement supérieure (31) et la roue d'échappement inférieure (30) est limité par des goupilles (30a, 30b) de la roue d'échappement inférieure (30) coopérant avec des plans d'arrêt (34, 35) de la roue d'échappement supérieure (31).
13. Mécanisme d'échappement selon l'une des revendications précédentes, caractérisé par le fait qu'il comporte encore un dispositif antichoc comportant un dard (7) solidaire de l'ancre (3 ; 32) coopérant avec le mobile de balancier (8 ; 33).
14. Mécanisme d'échappement selon la revendication 13, caractérisé par le fait que le dard comporte trois dents.
15. Mécanisme d'échappement selon l'une des revendications précédentes, caractérisé par le fait que le mobile de balancier effectue pour chaque alternance un déplacement angulaire compris entre 360° et 720°.
16. Mécanisme d'échappement selon l'une des revendications précédentes, caractérisé par le fait que la palette d'entrée (4 ; E) et la palette de sortie (5 ; S) comportent chacune plusieurs formations de repos supplémentaires situées à la suite les unes des autres.
17. Mouvement d'horlogerie mécanique comportant un moteur, un mécanisme d'échappement selon l'une des revendications 1 à 16, un rouage reliant le moteur à un pignon du mobile d'échappement du mécanisme d'échappement et un oscillateur sur l'axe duquel est fixé le mobile de balancier du mécanisme d'échappement.
18. Mouvement d'horlogerie selon la revendication 17, caractérisé par le fait que l'oscillateur est du type balancier-spiral.

Fig.1

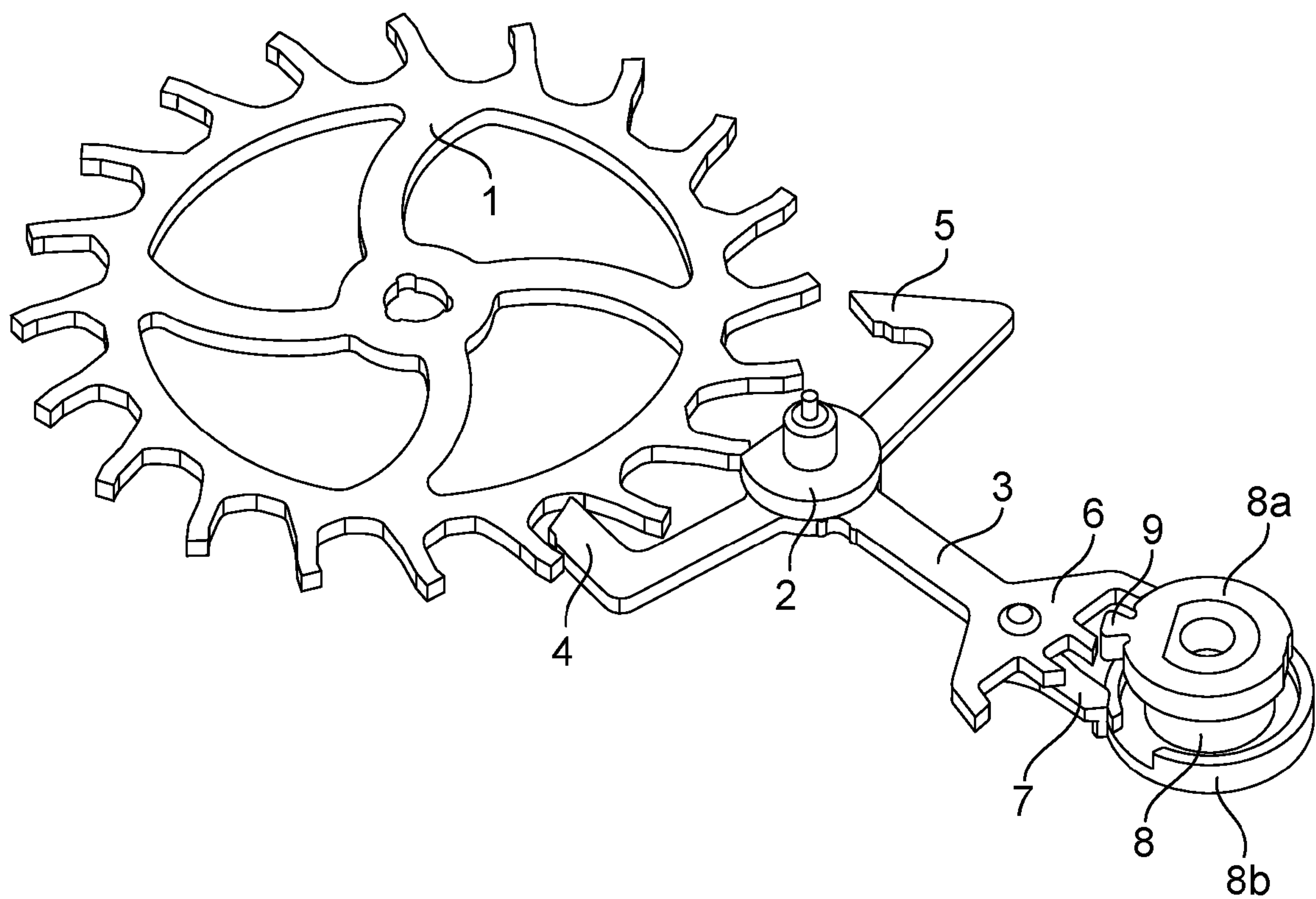


Fig.2

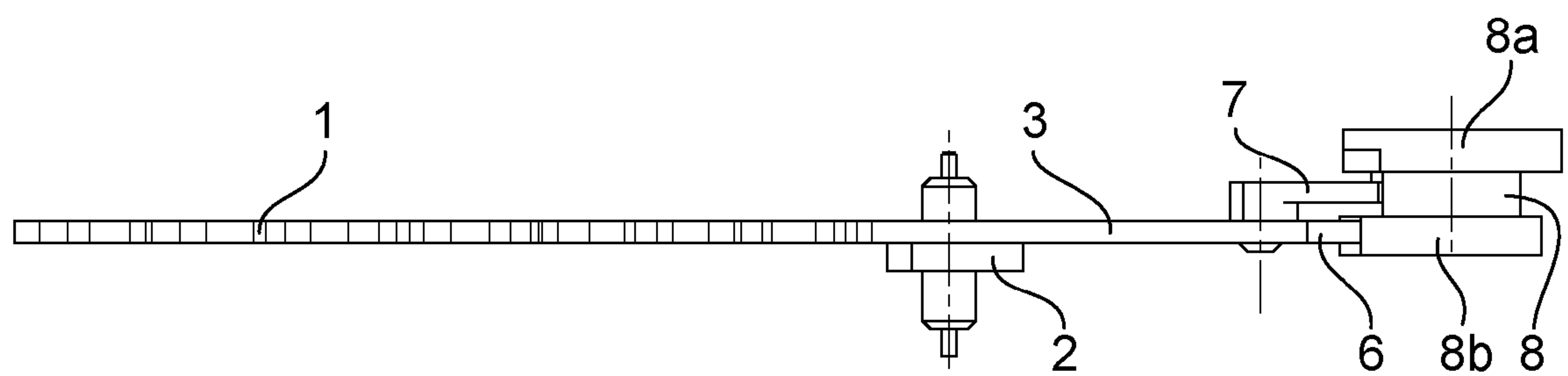


Fig.3

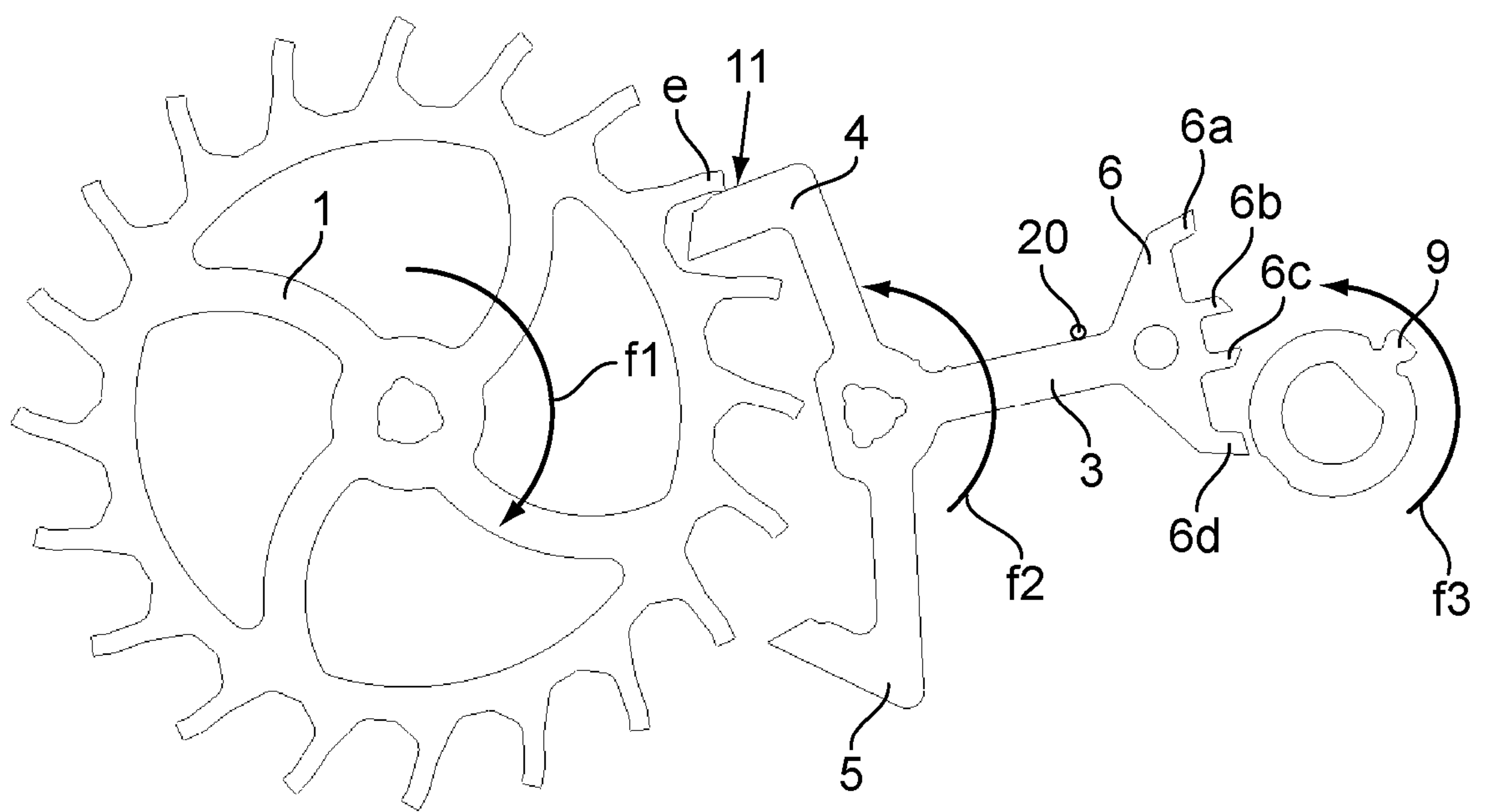


Fig.4

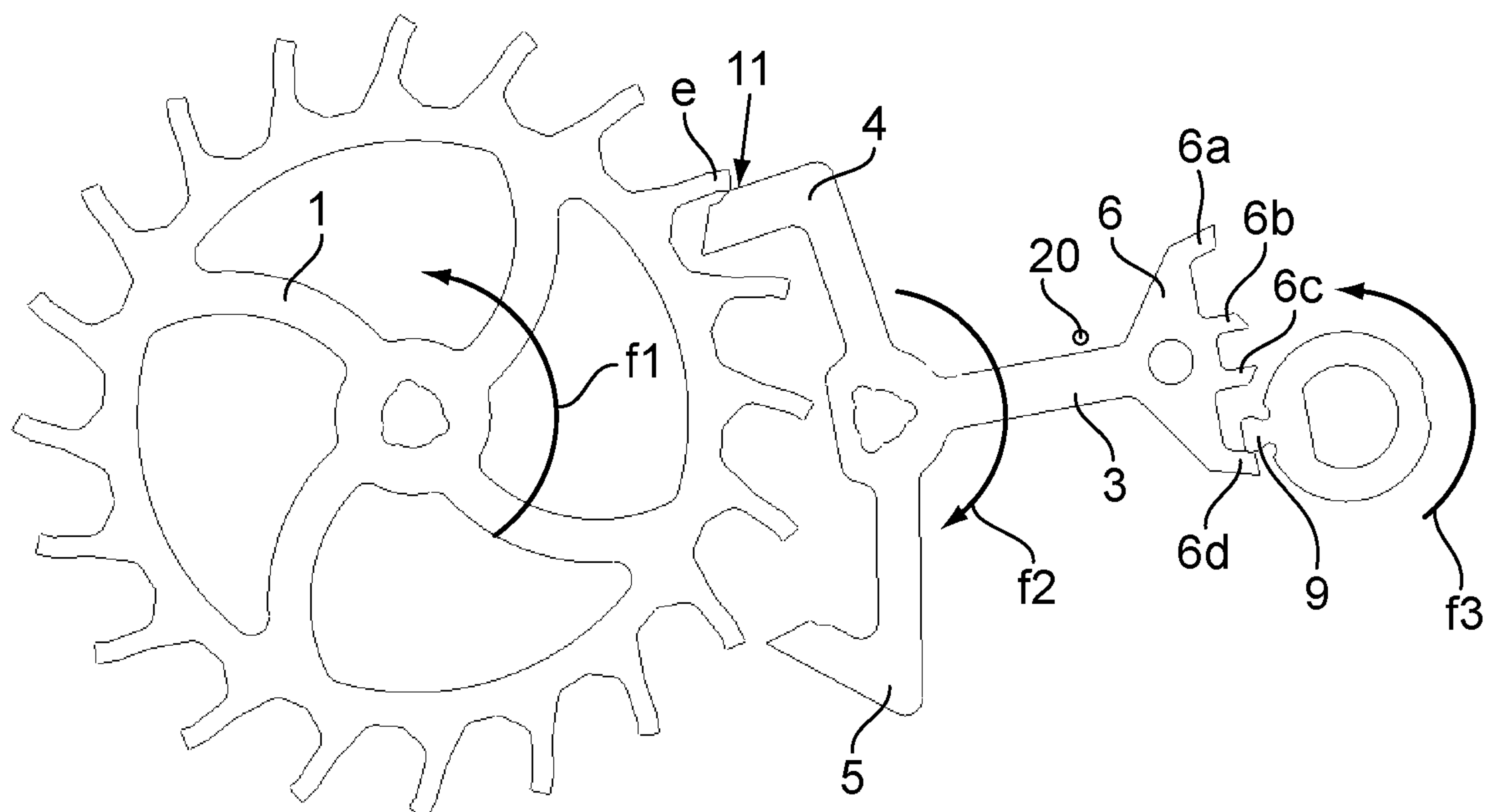


Fig.5

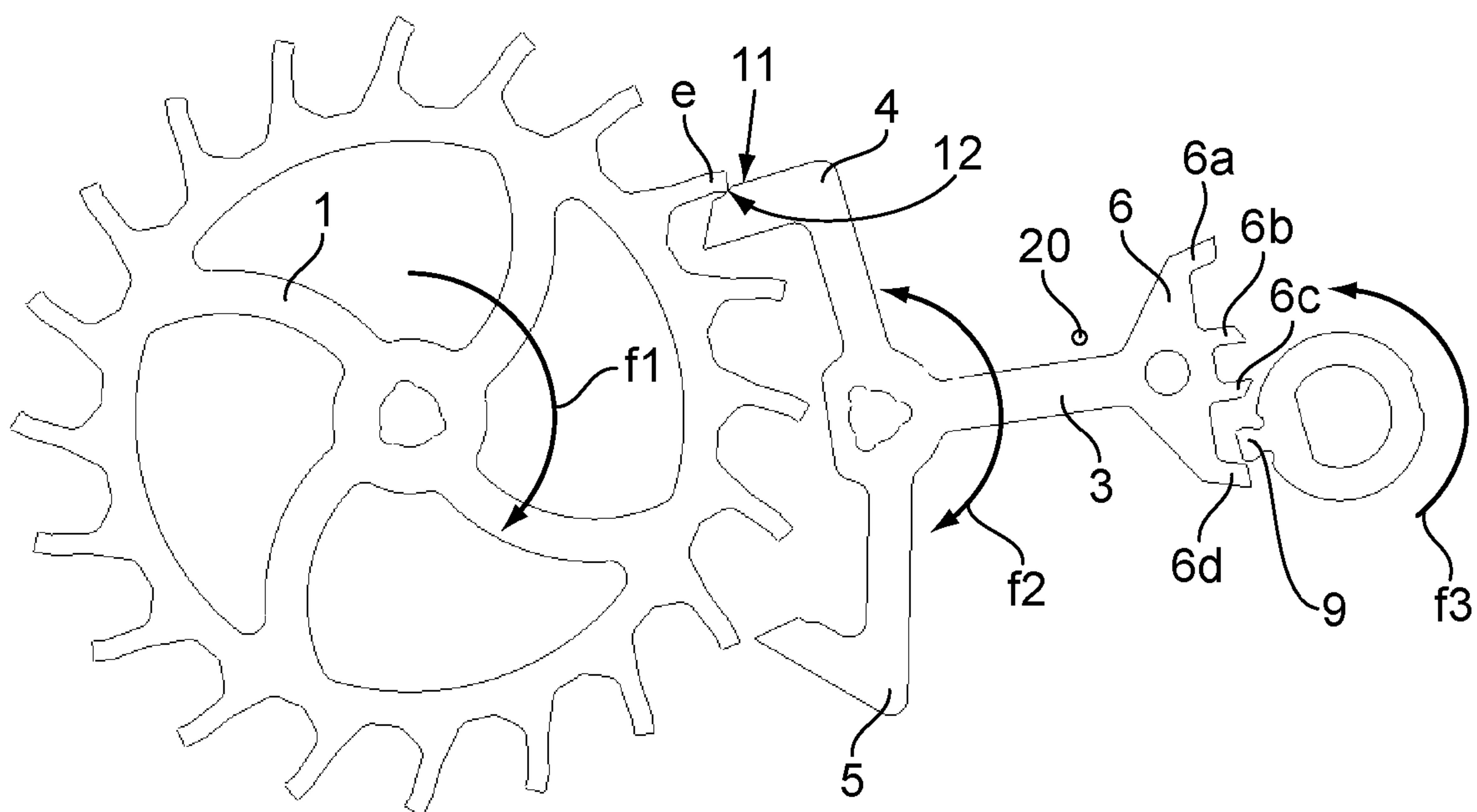


Fig.6

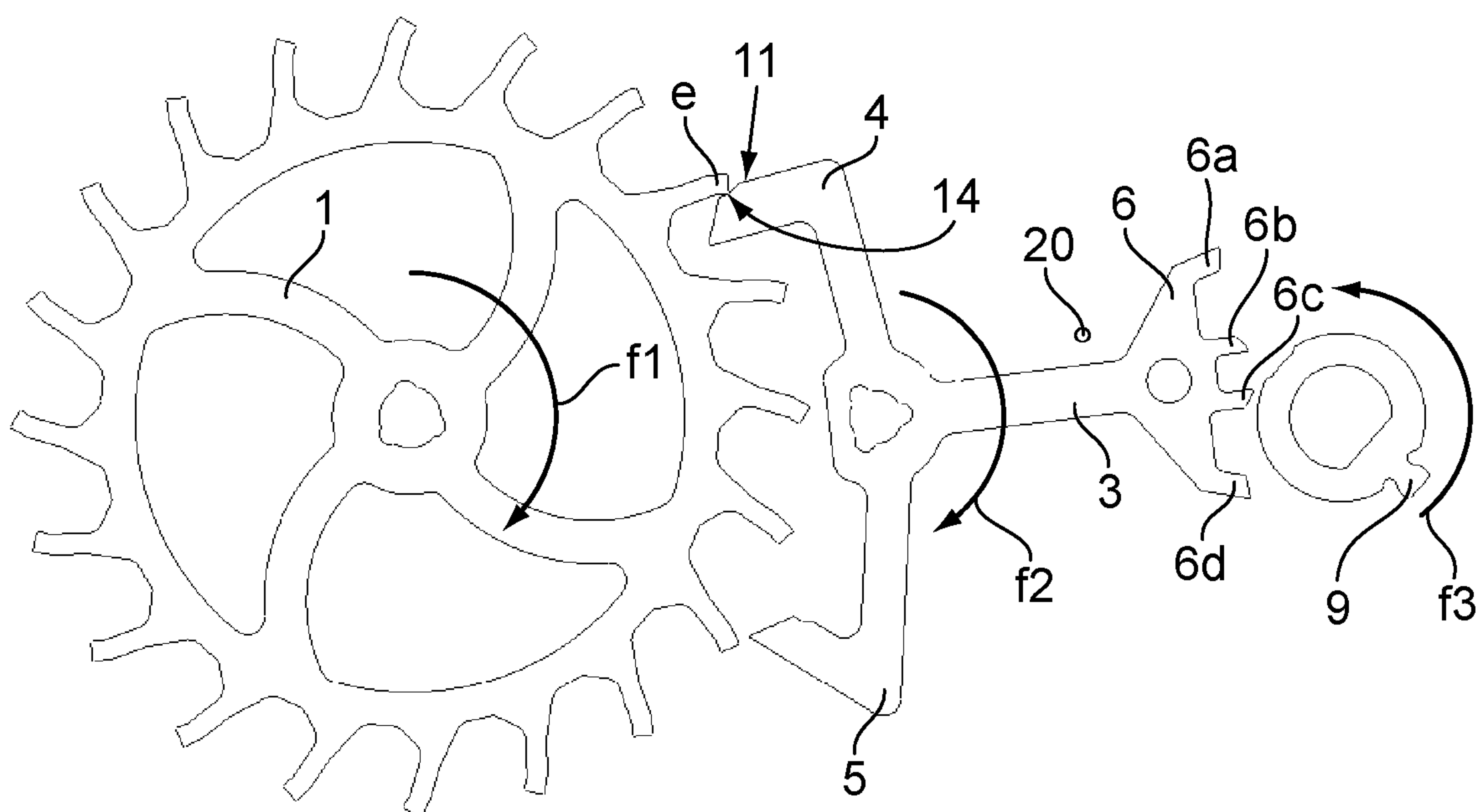


Fig.7

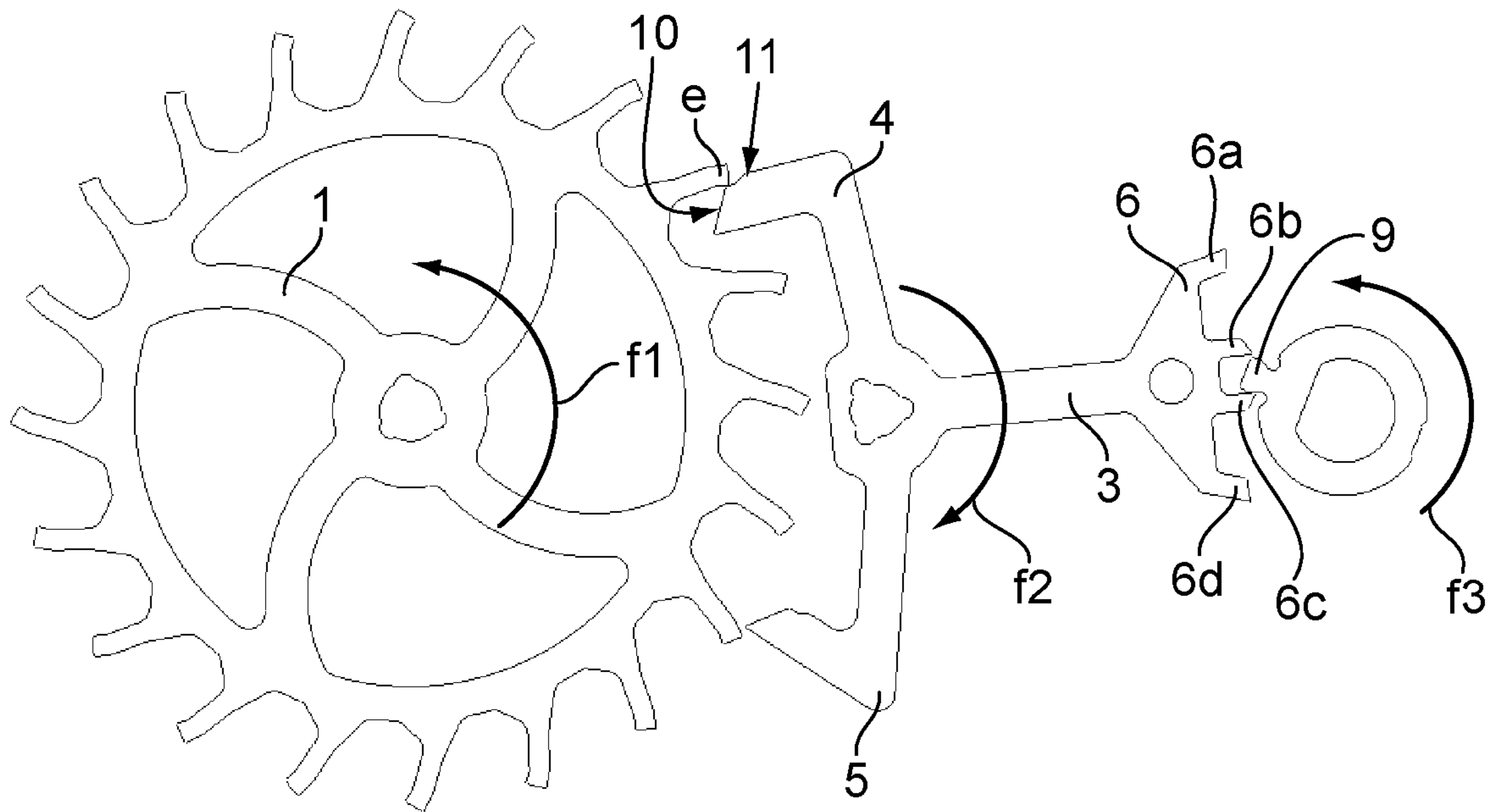


Fig.8

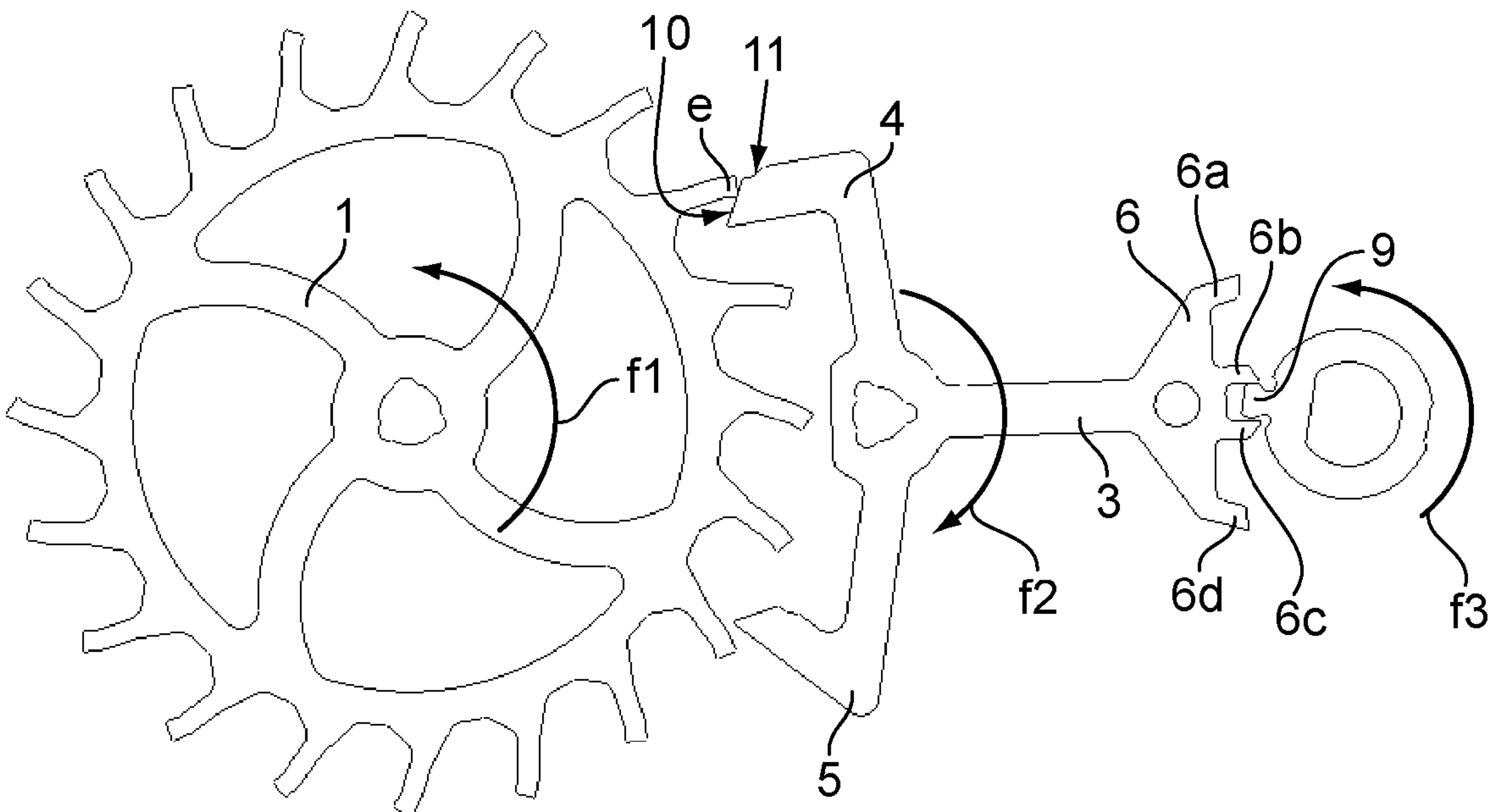


Fig.9

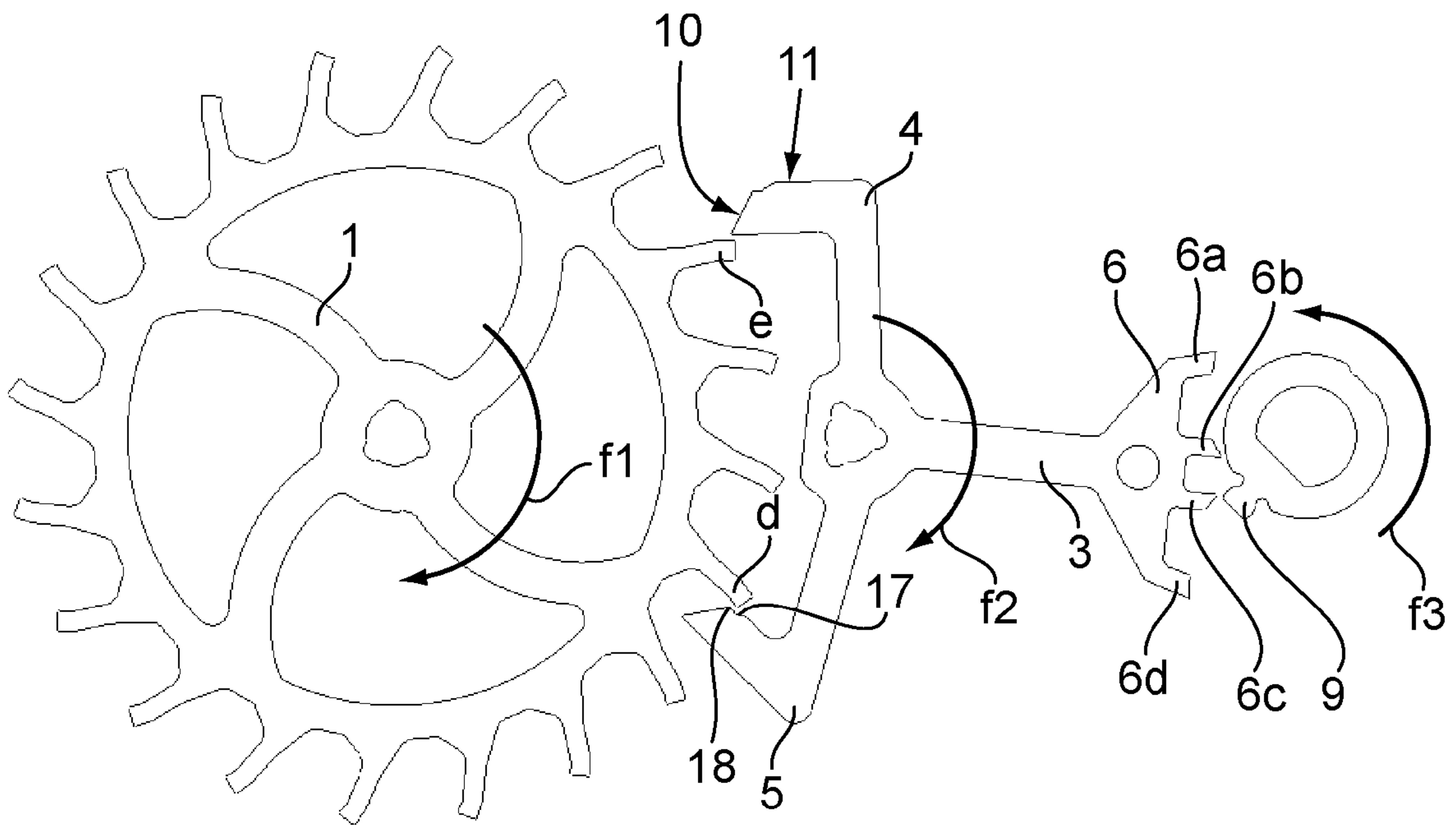


Fig.10

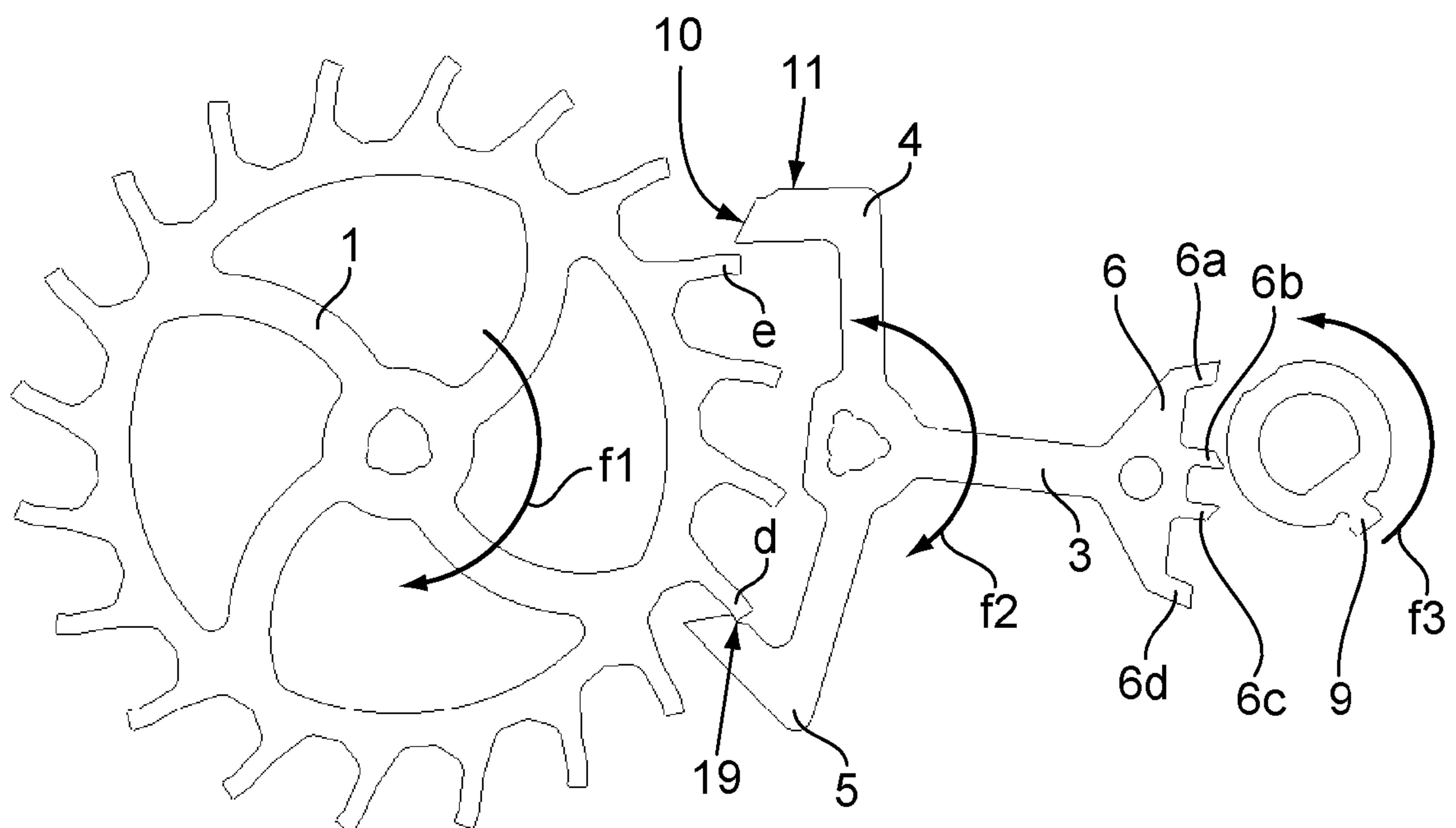


Fig.11

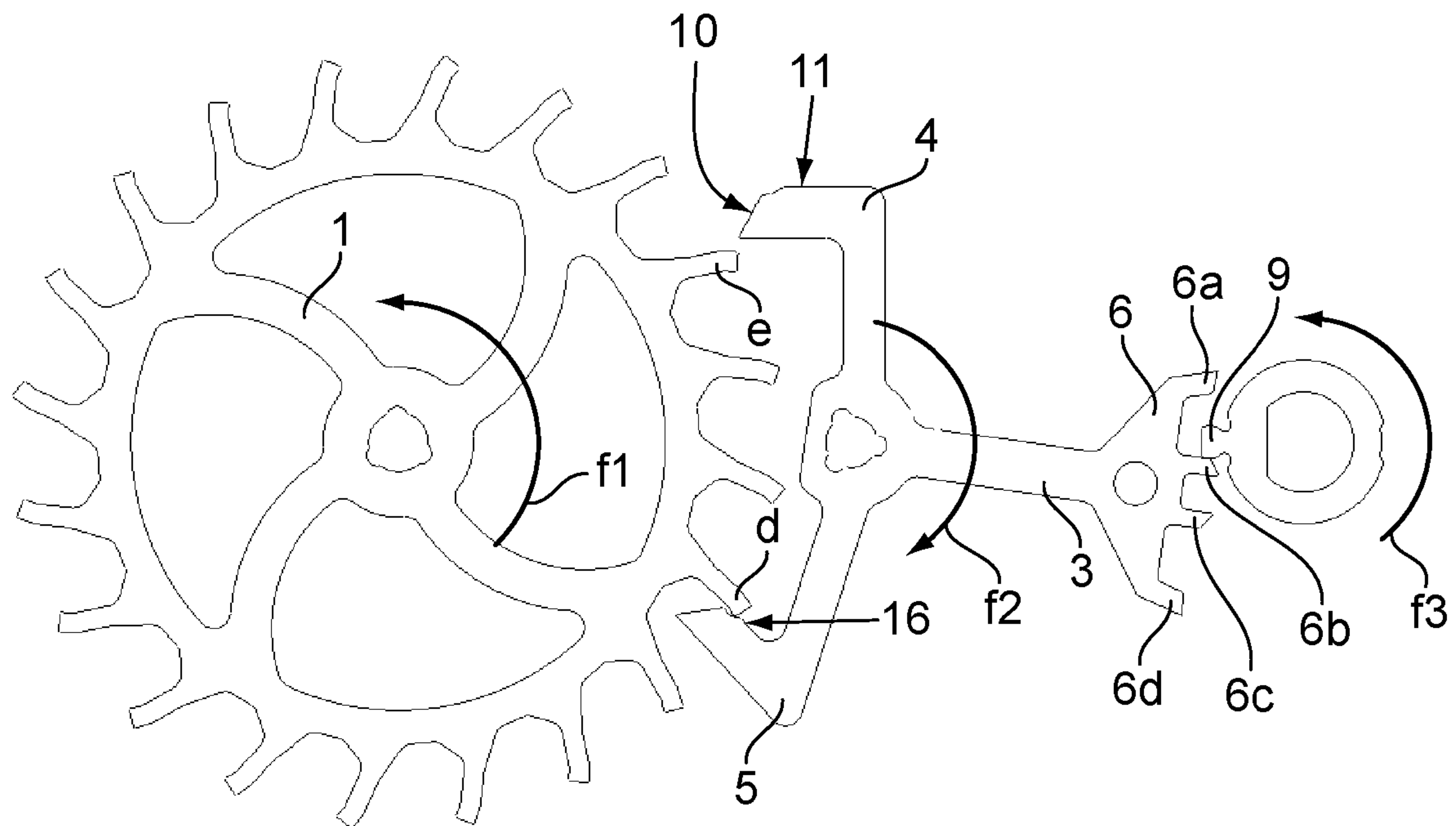


Fig.12

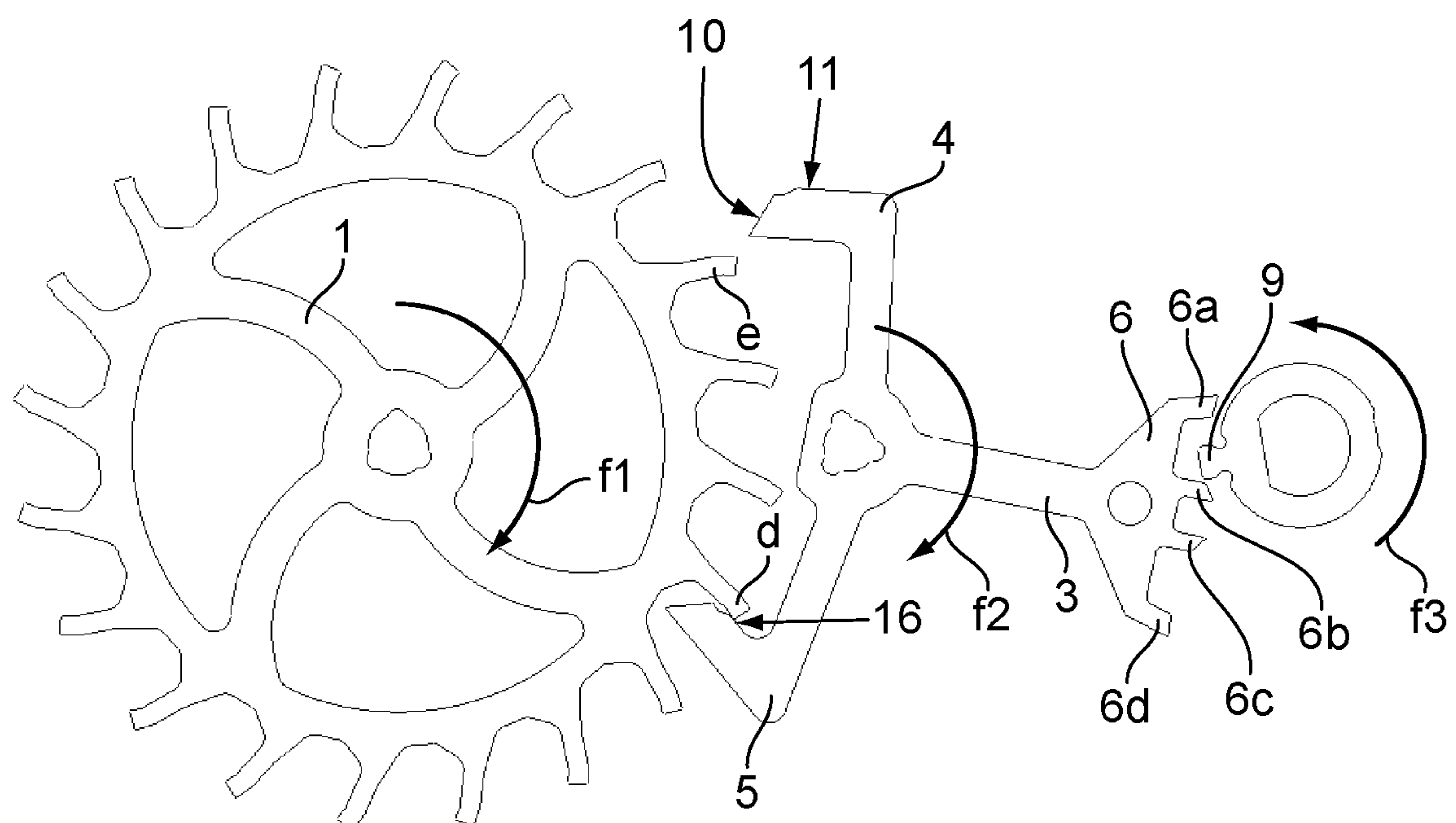


Fig.13

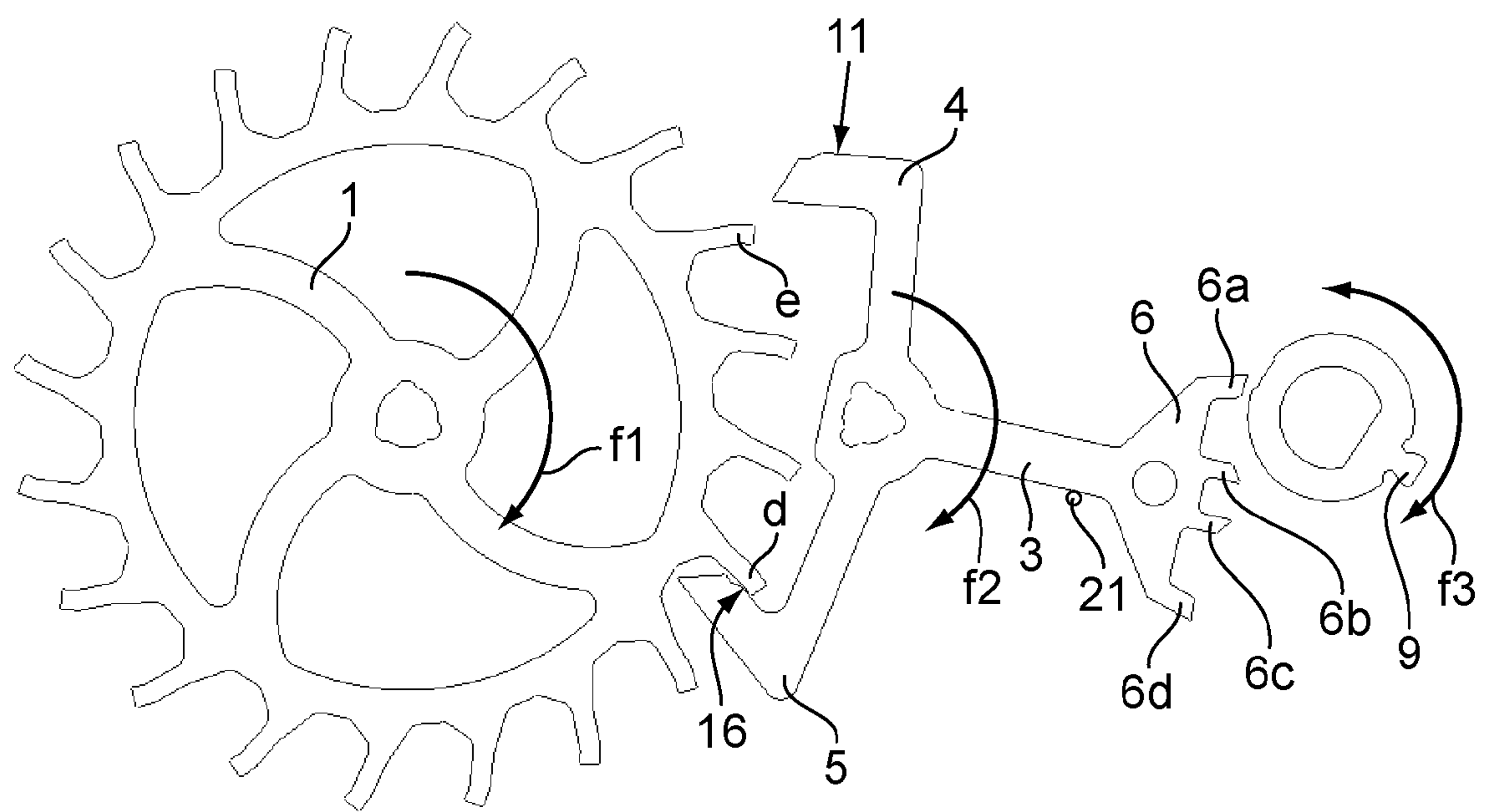


Fig.14

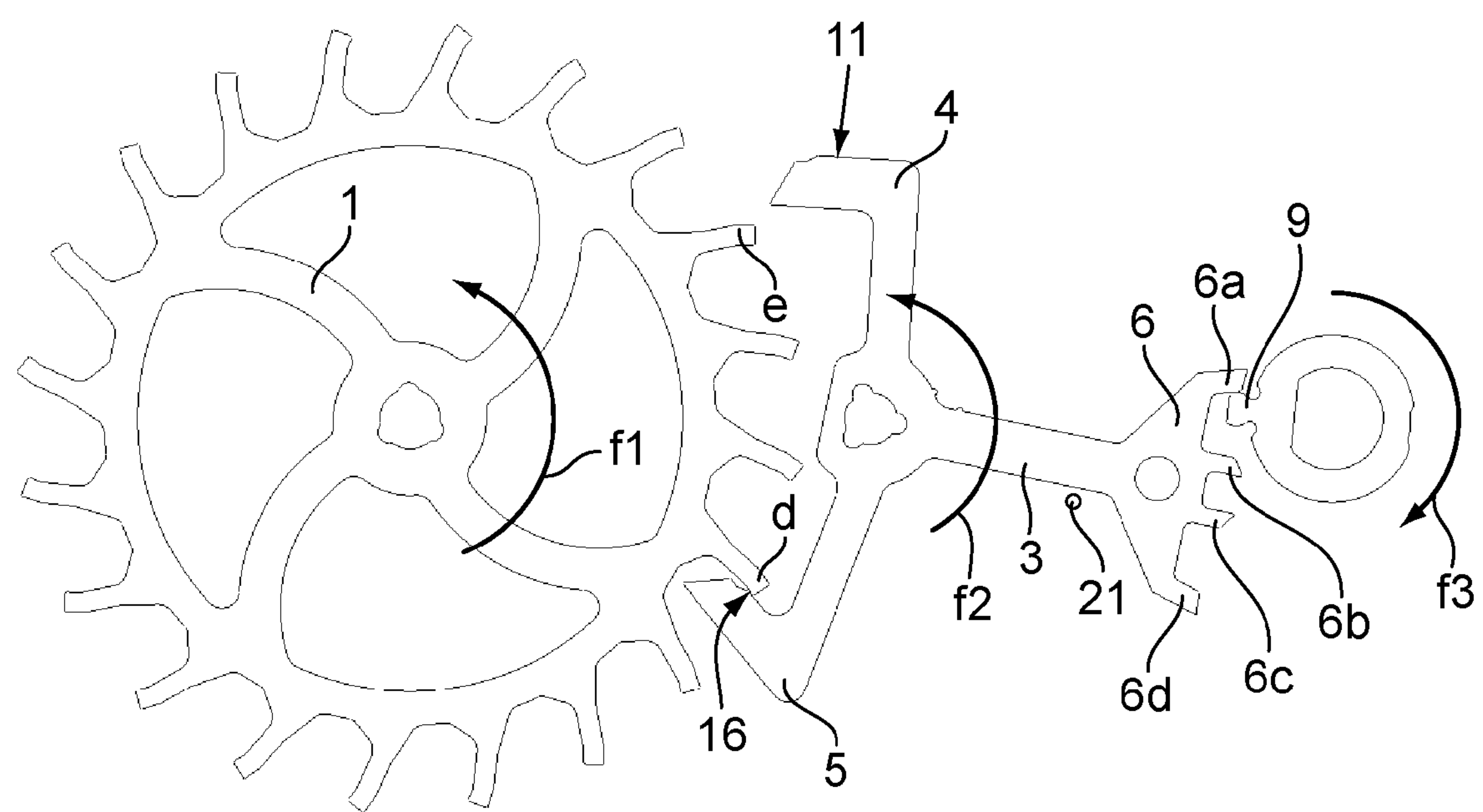


Fig.15

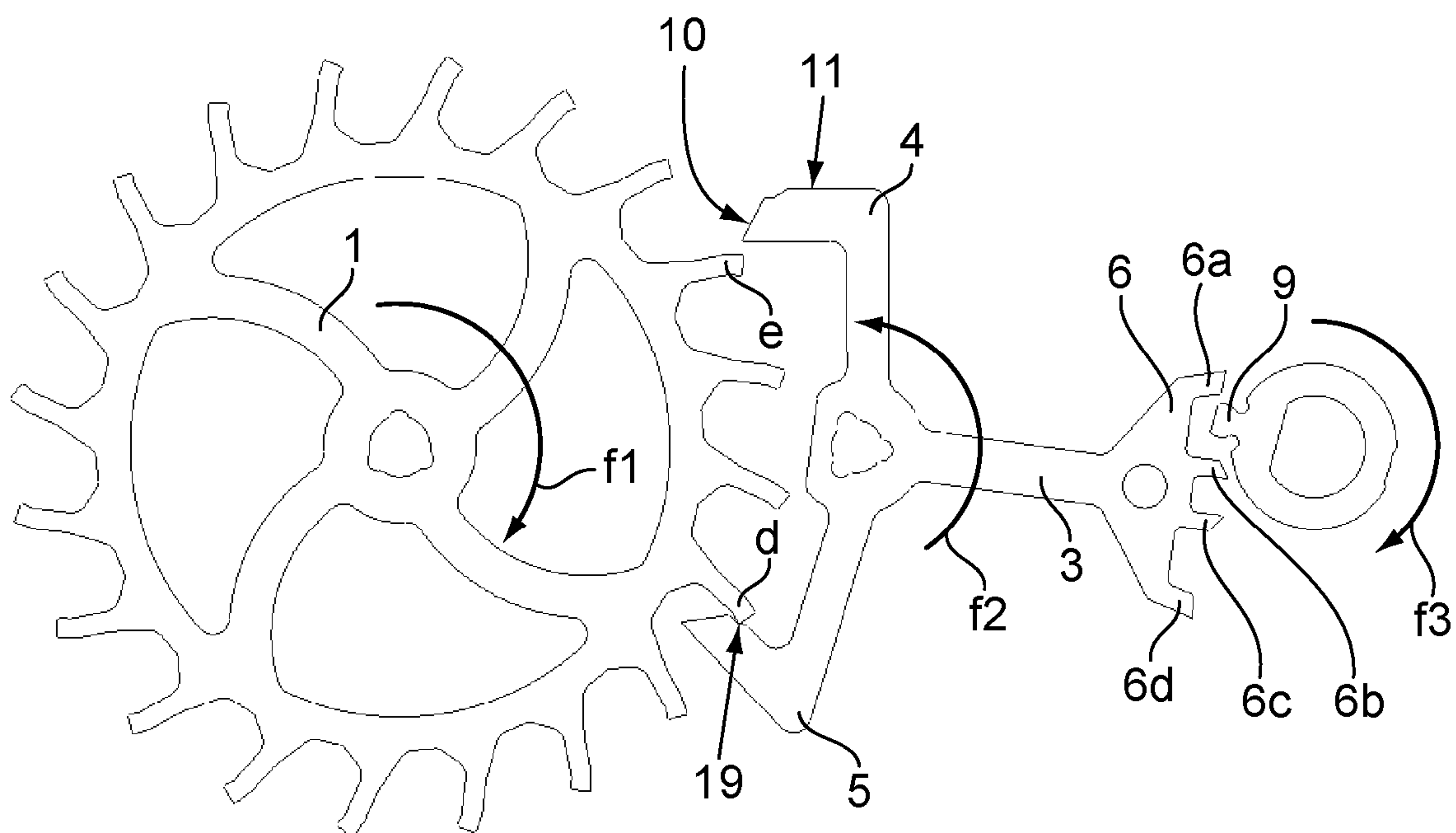


Fig.16

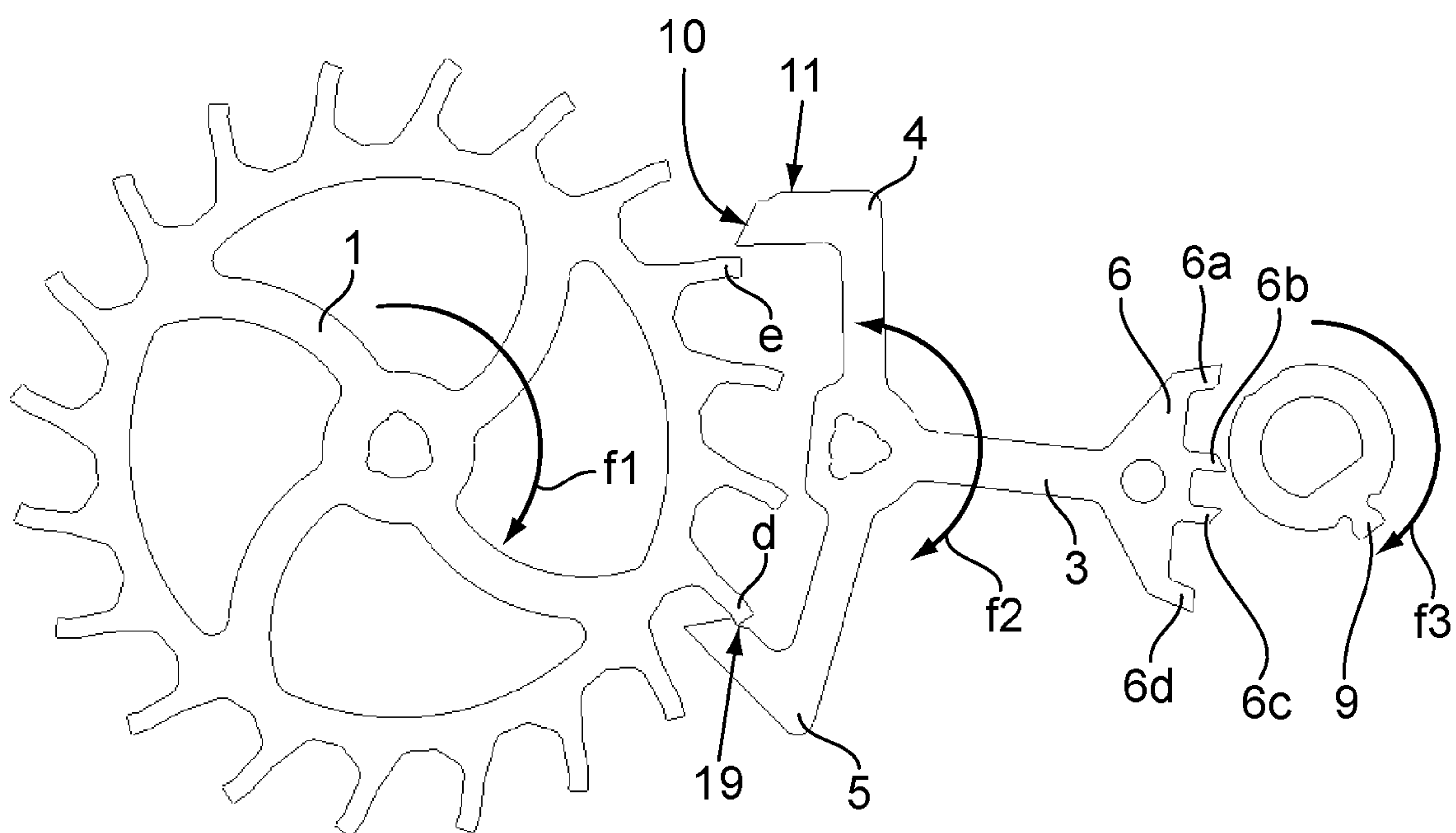


Fig.17

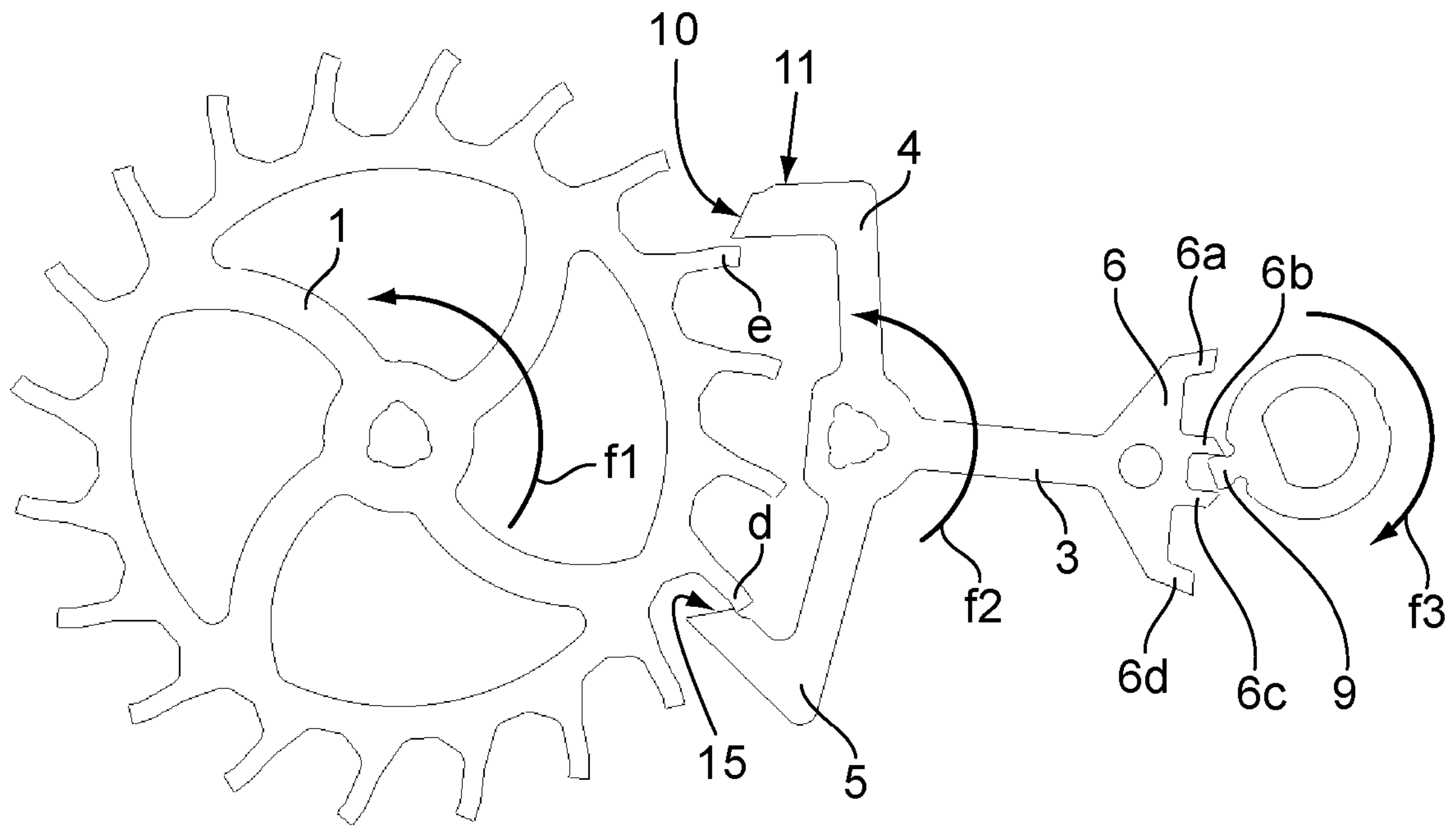


Fig.18

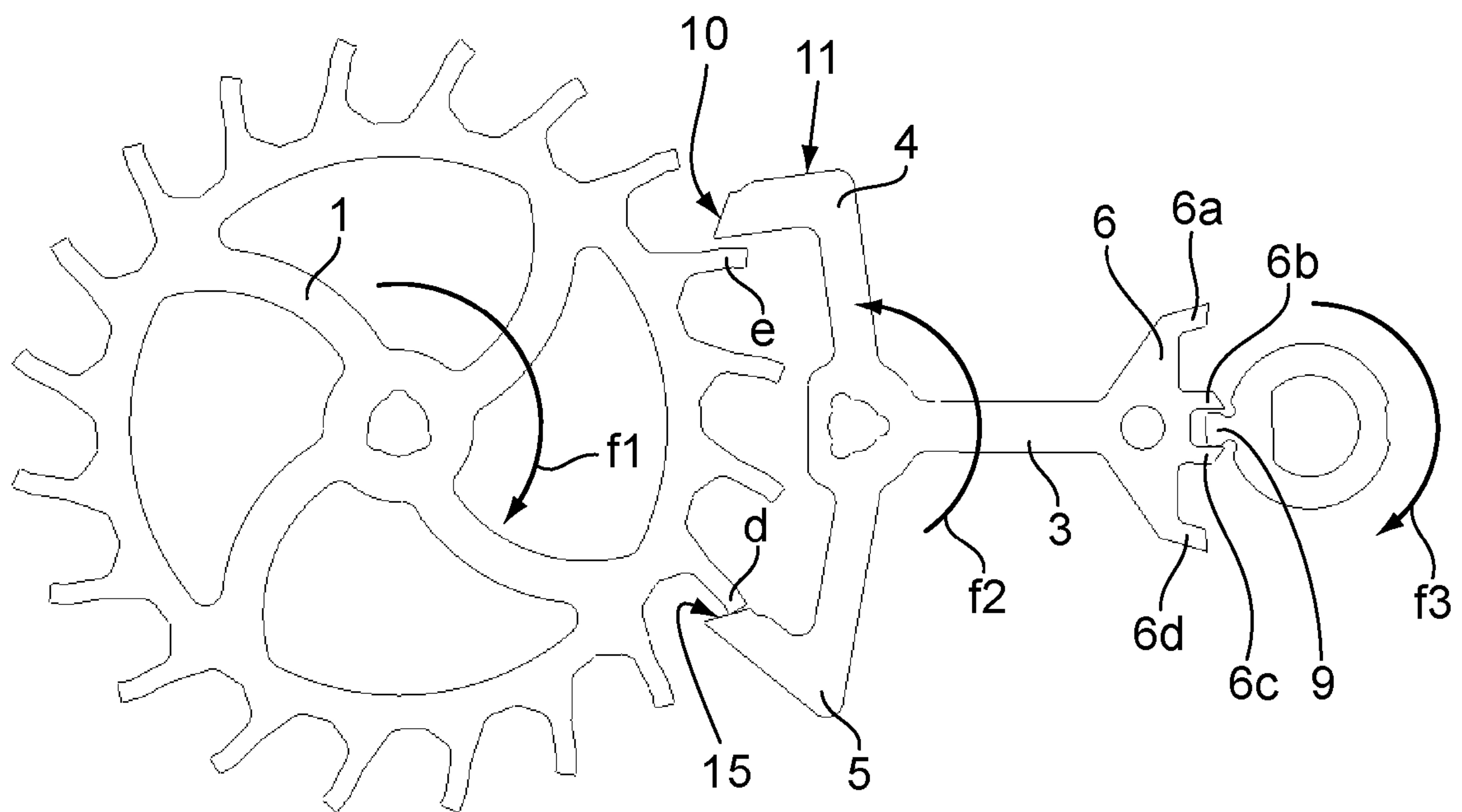


Fig.19

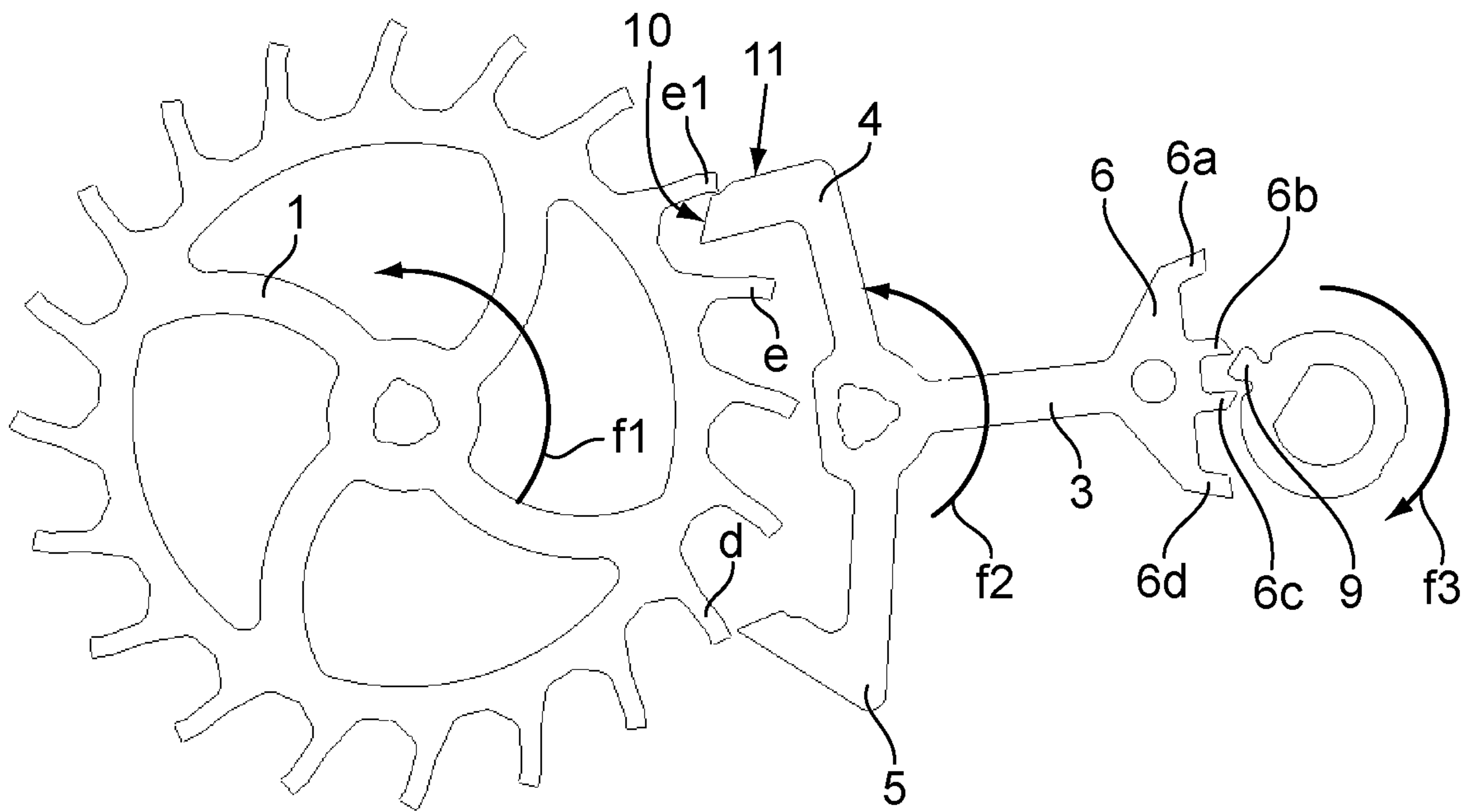


Fig.20

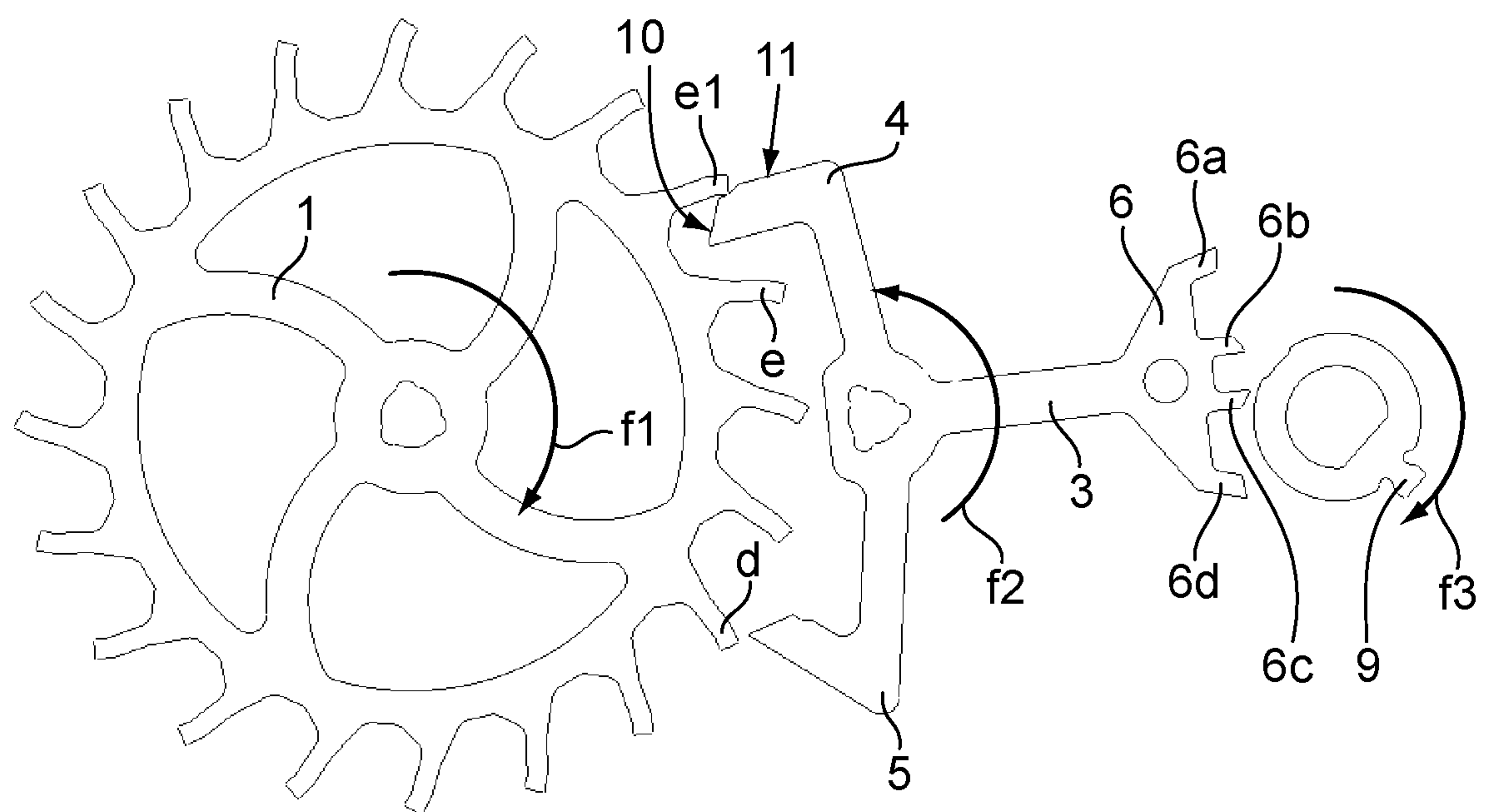


Fig.21

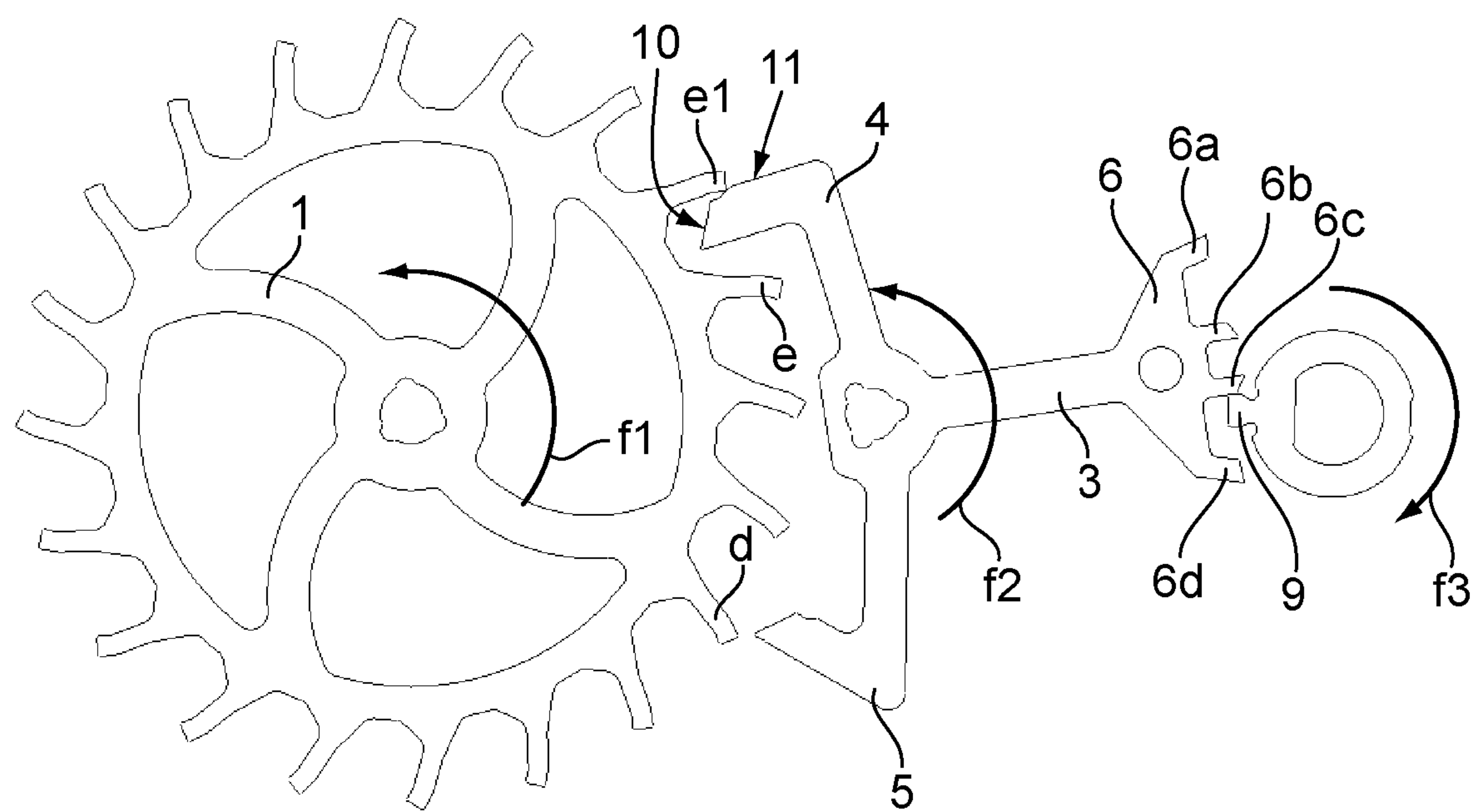


Fig.22

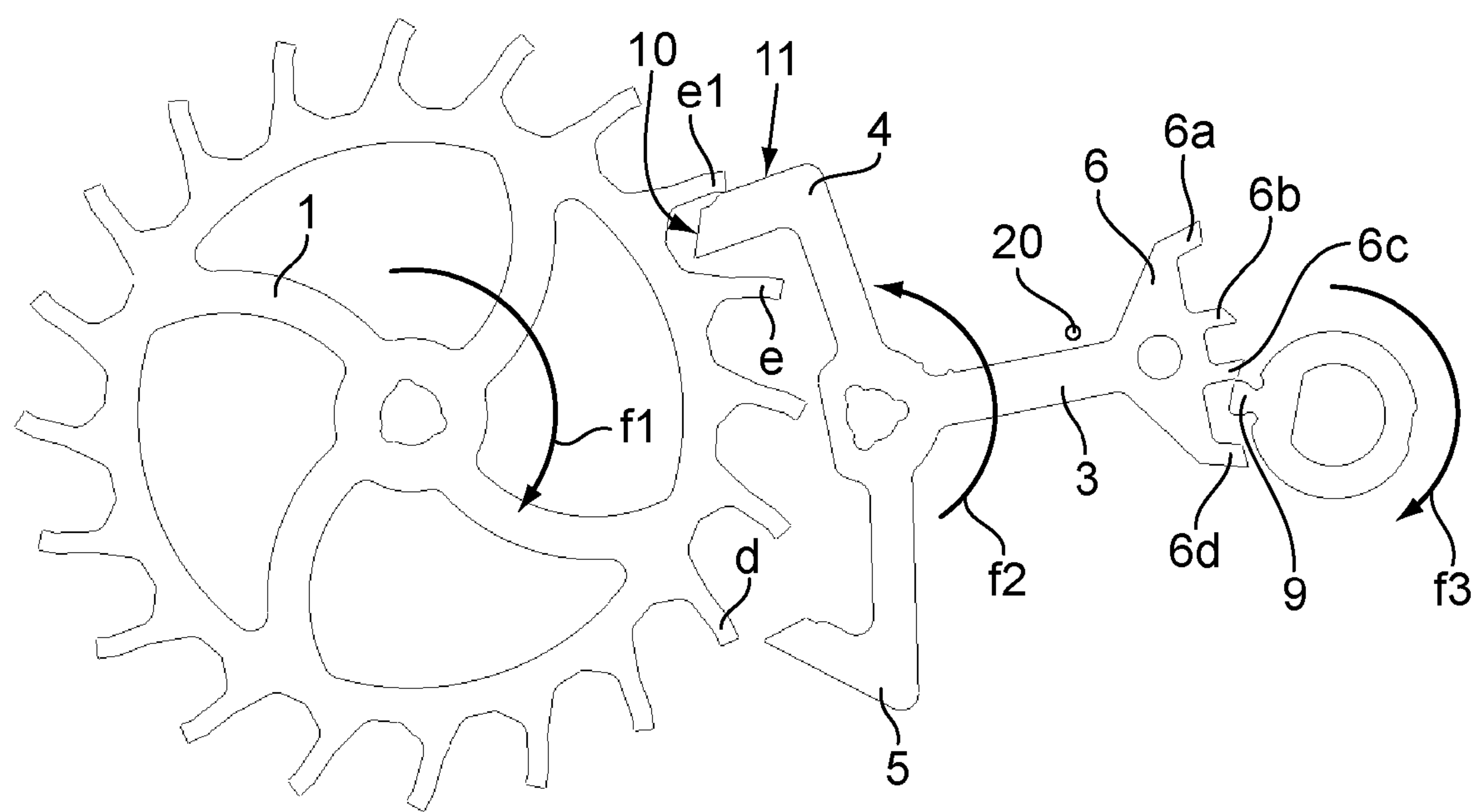


Fig.23

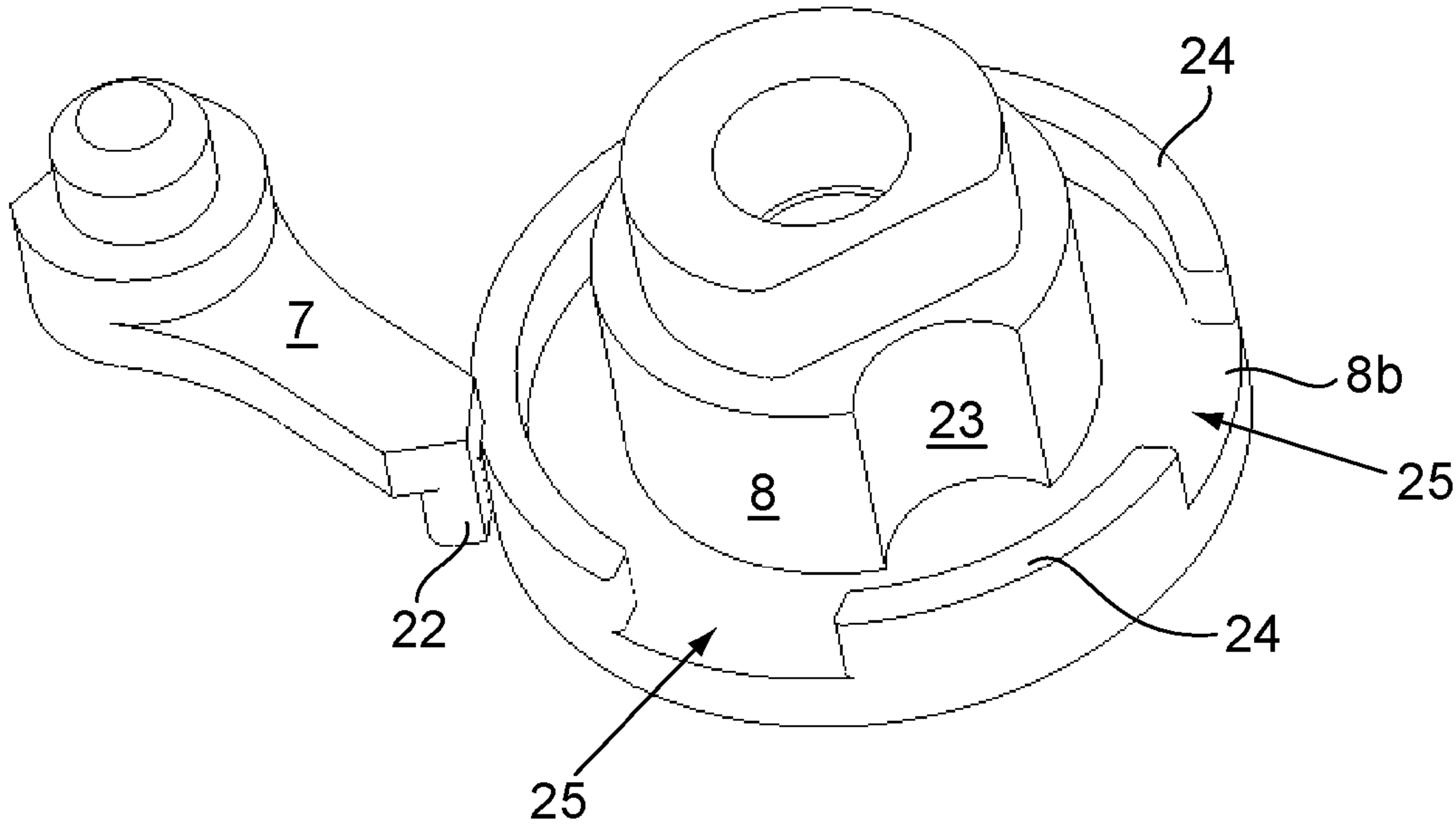


Fig.24

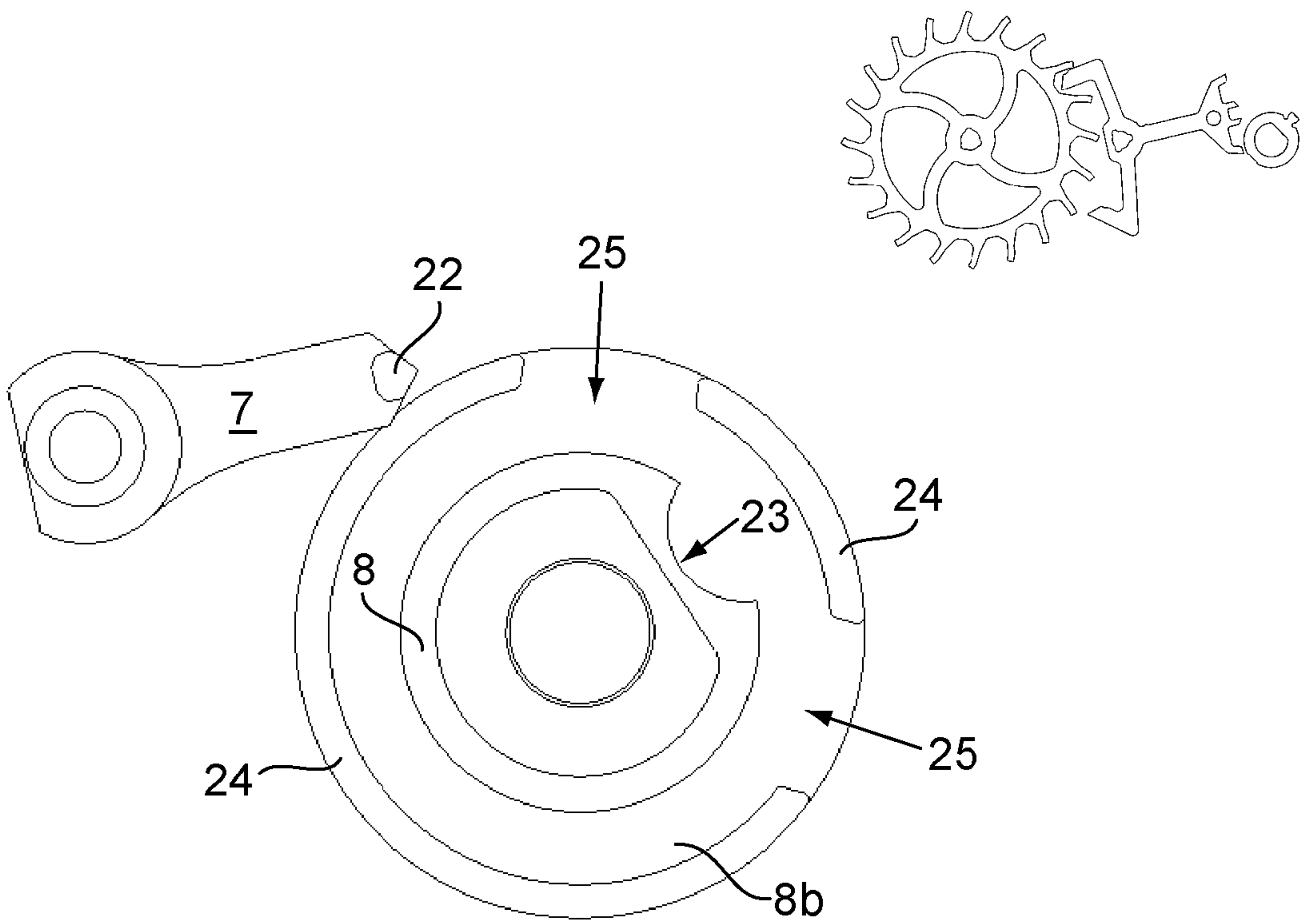


Fig.25

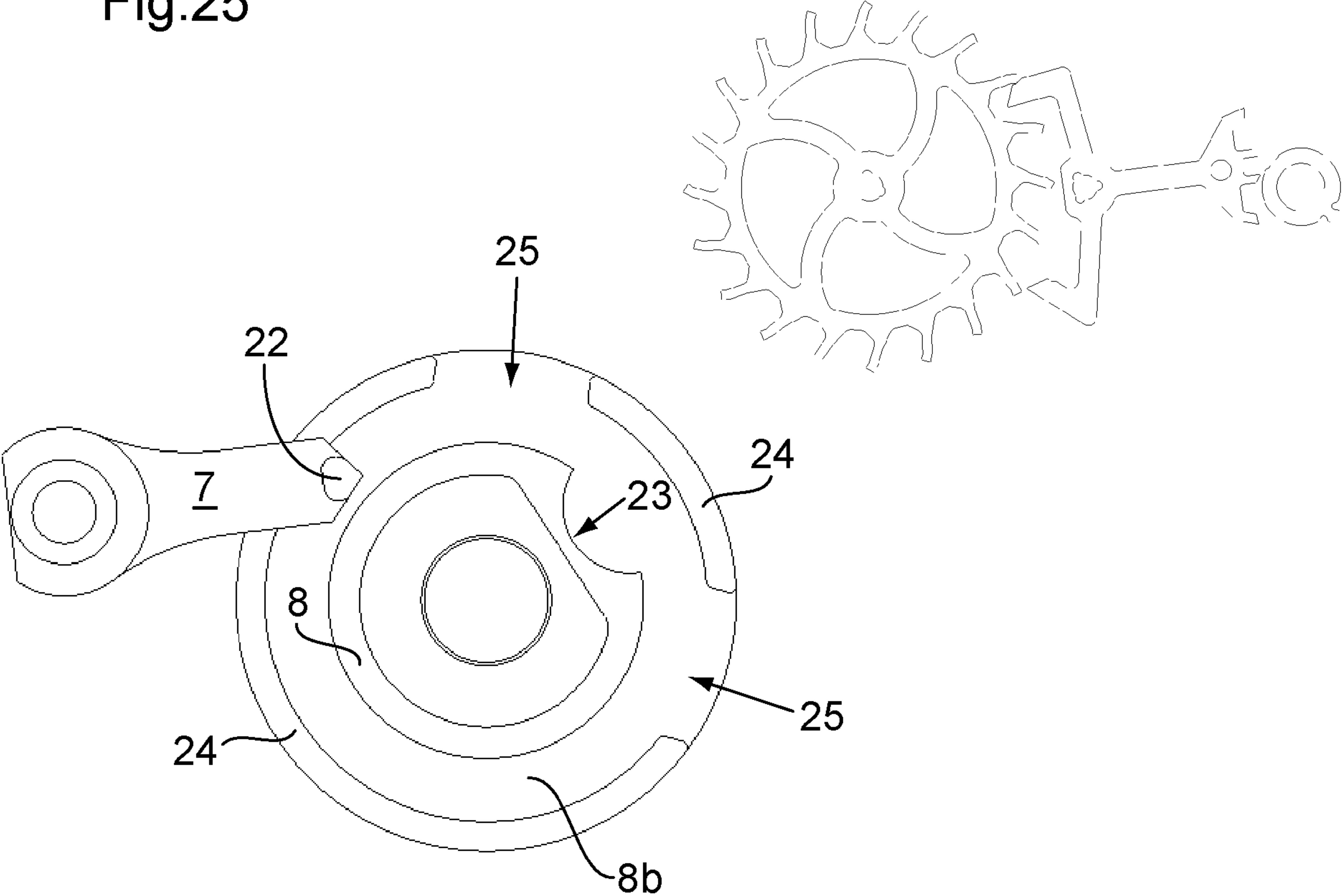


Fig.26

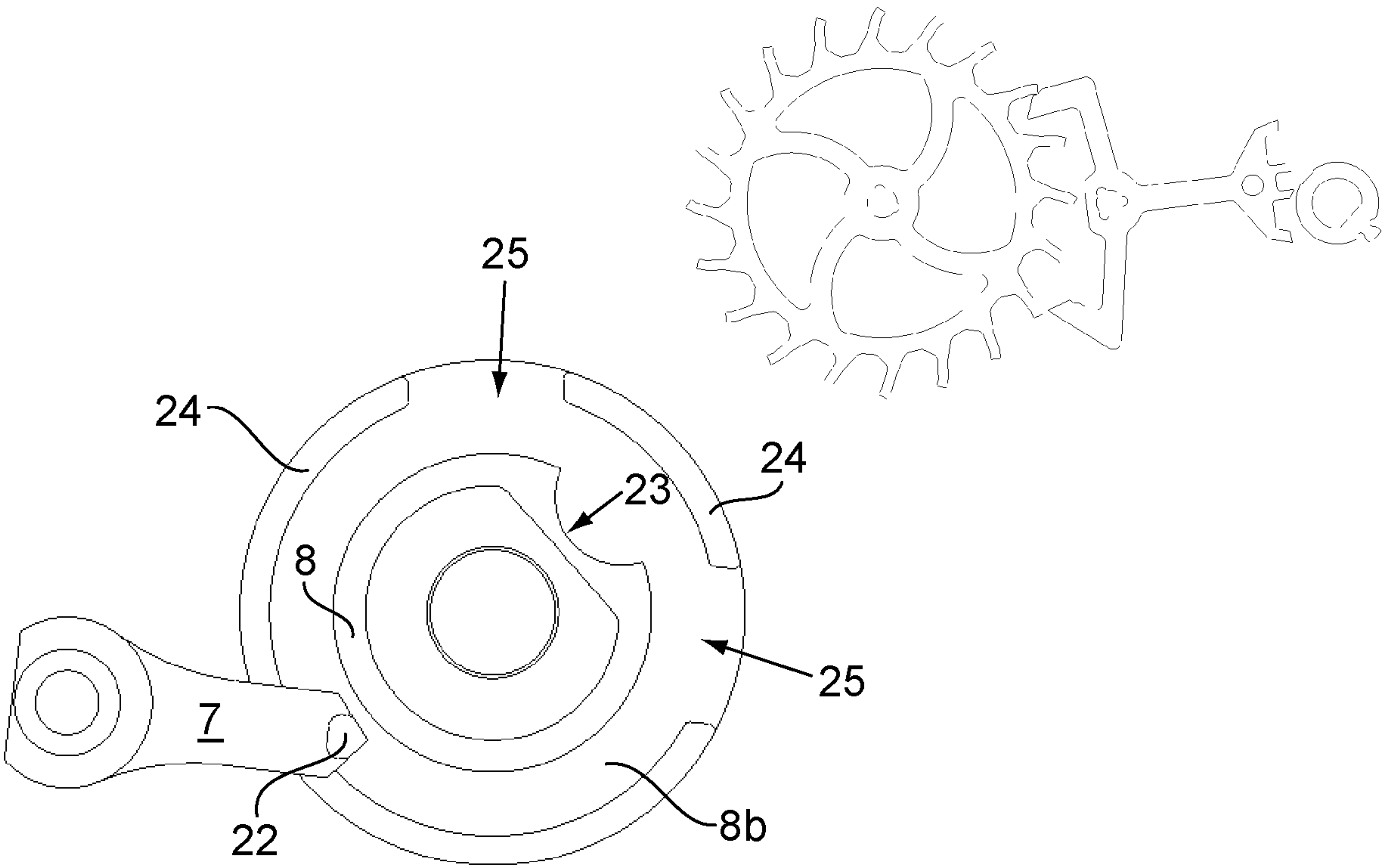


Fig.27

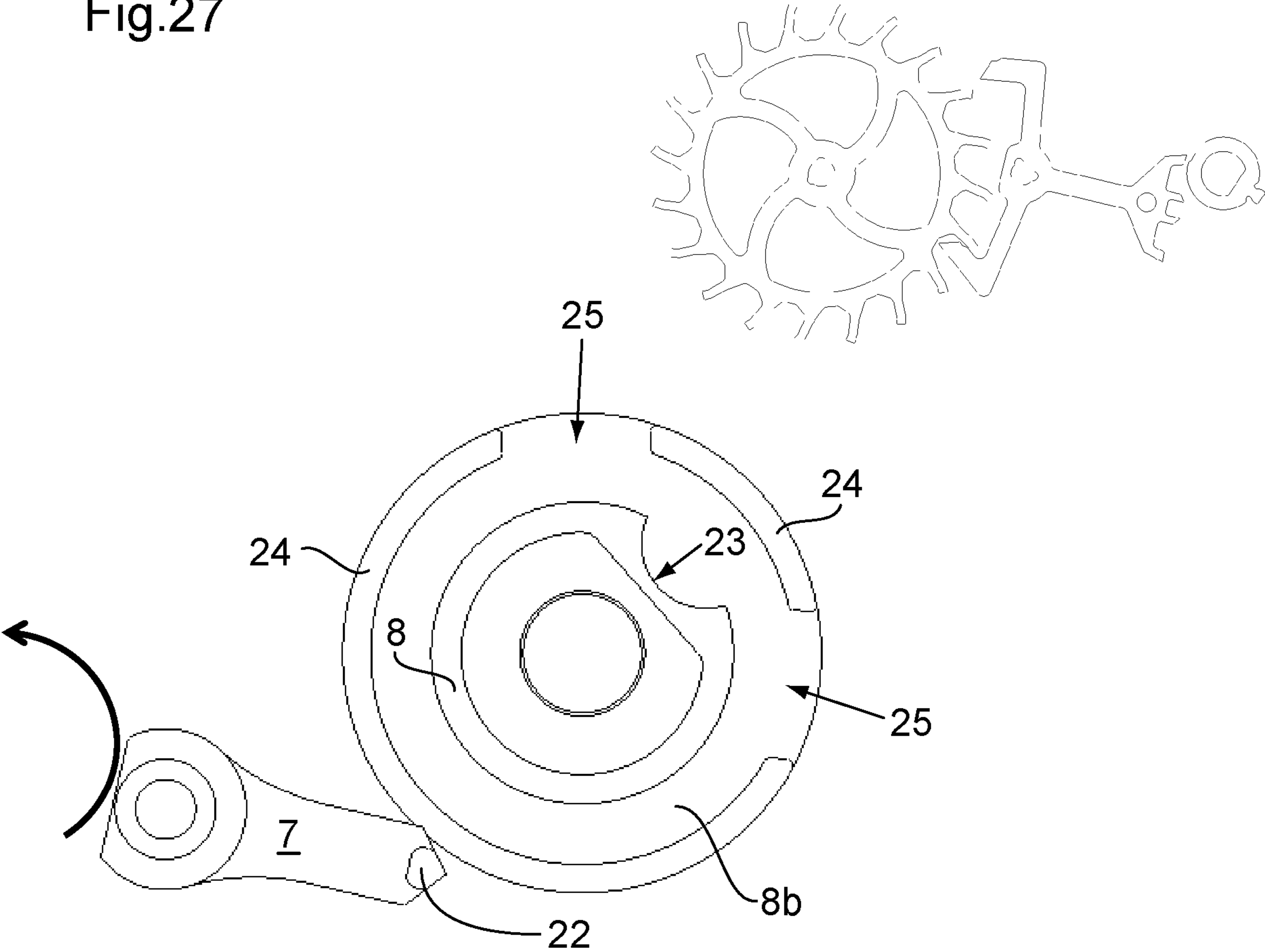


Fig.28

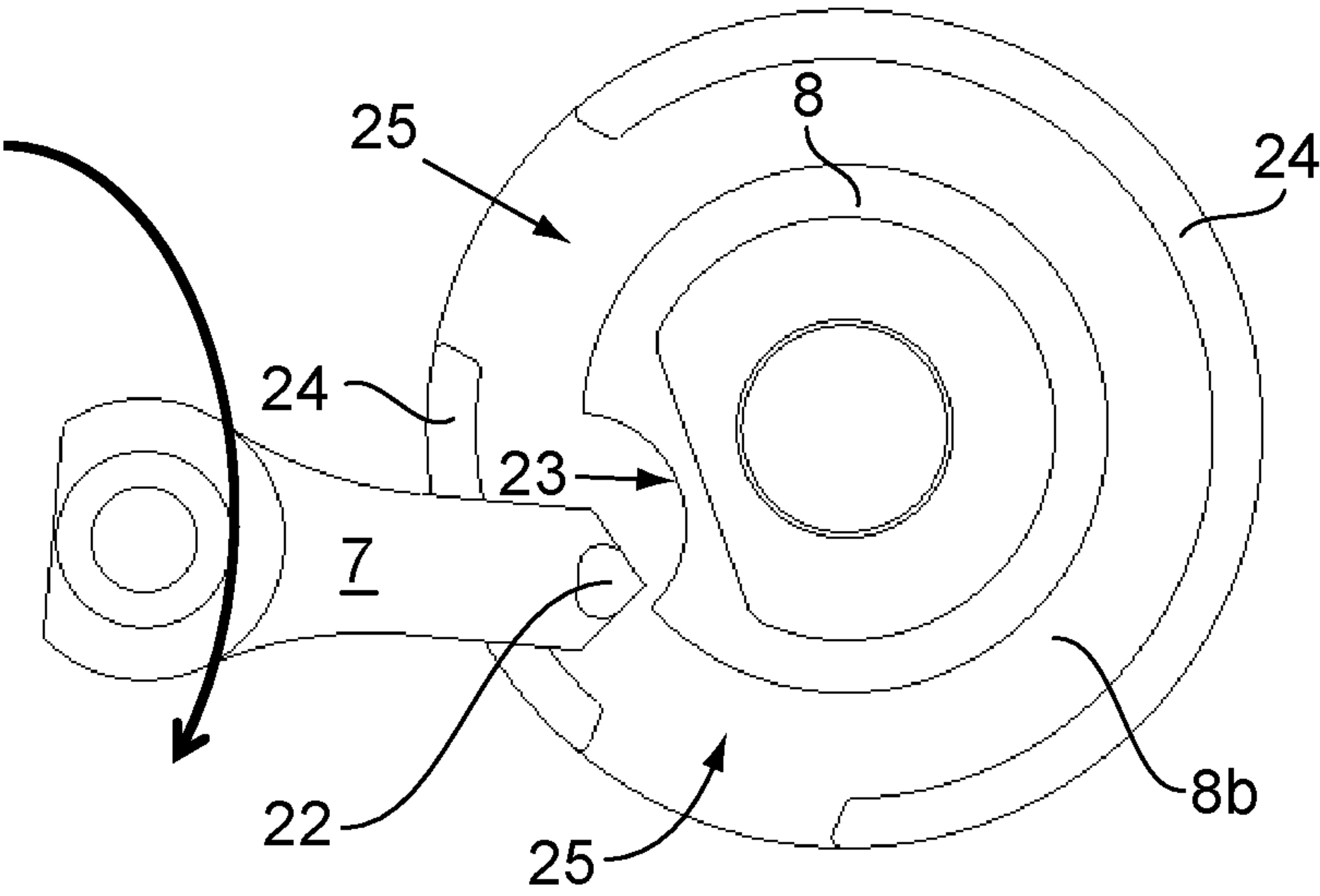


Fig.29

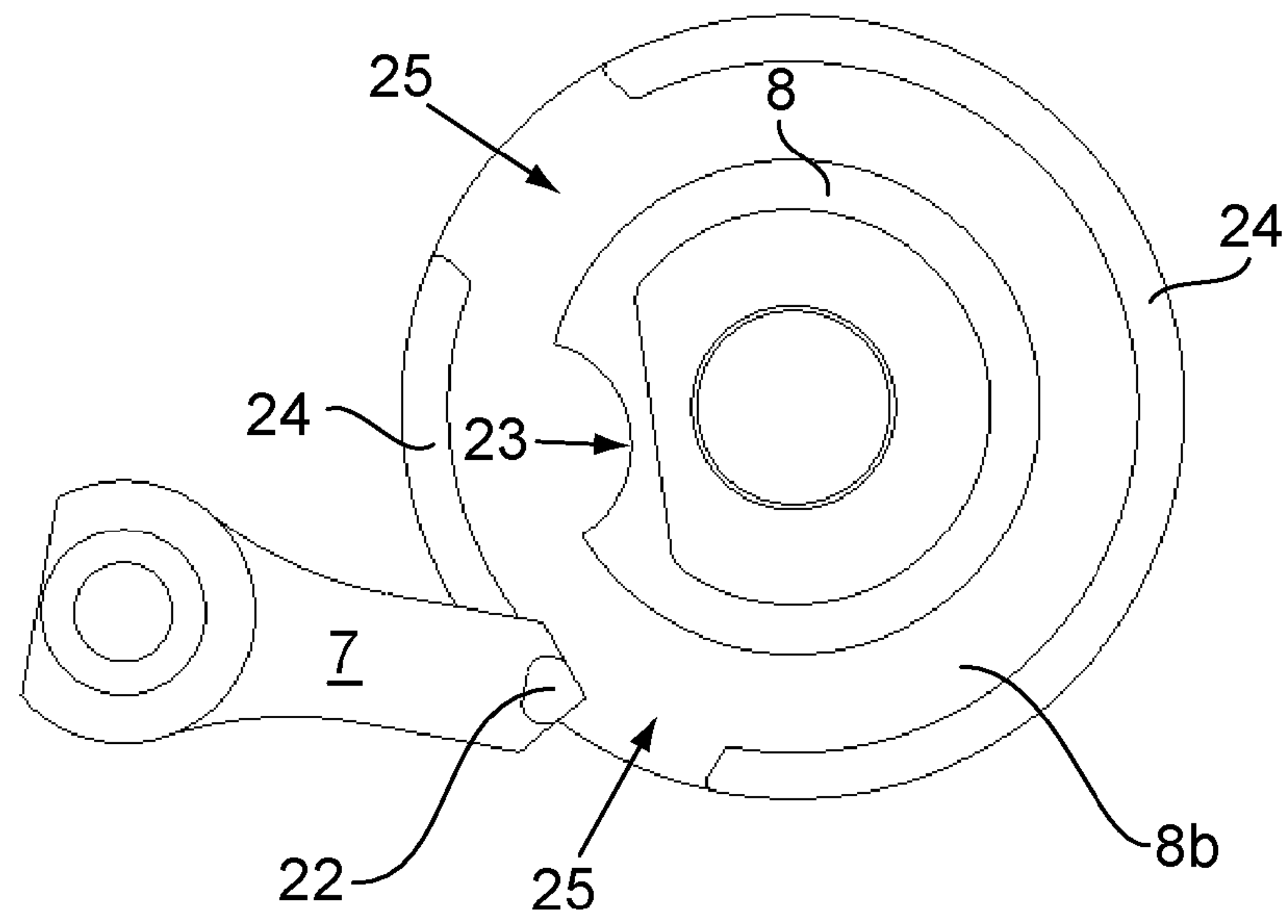


Fig.30

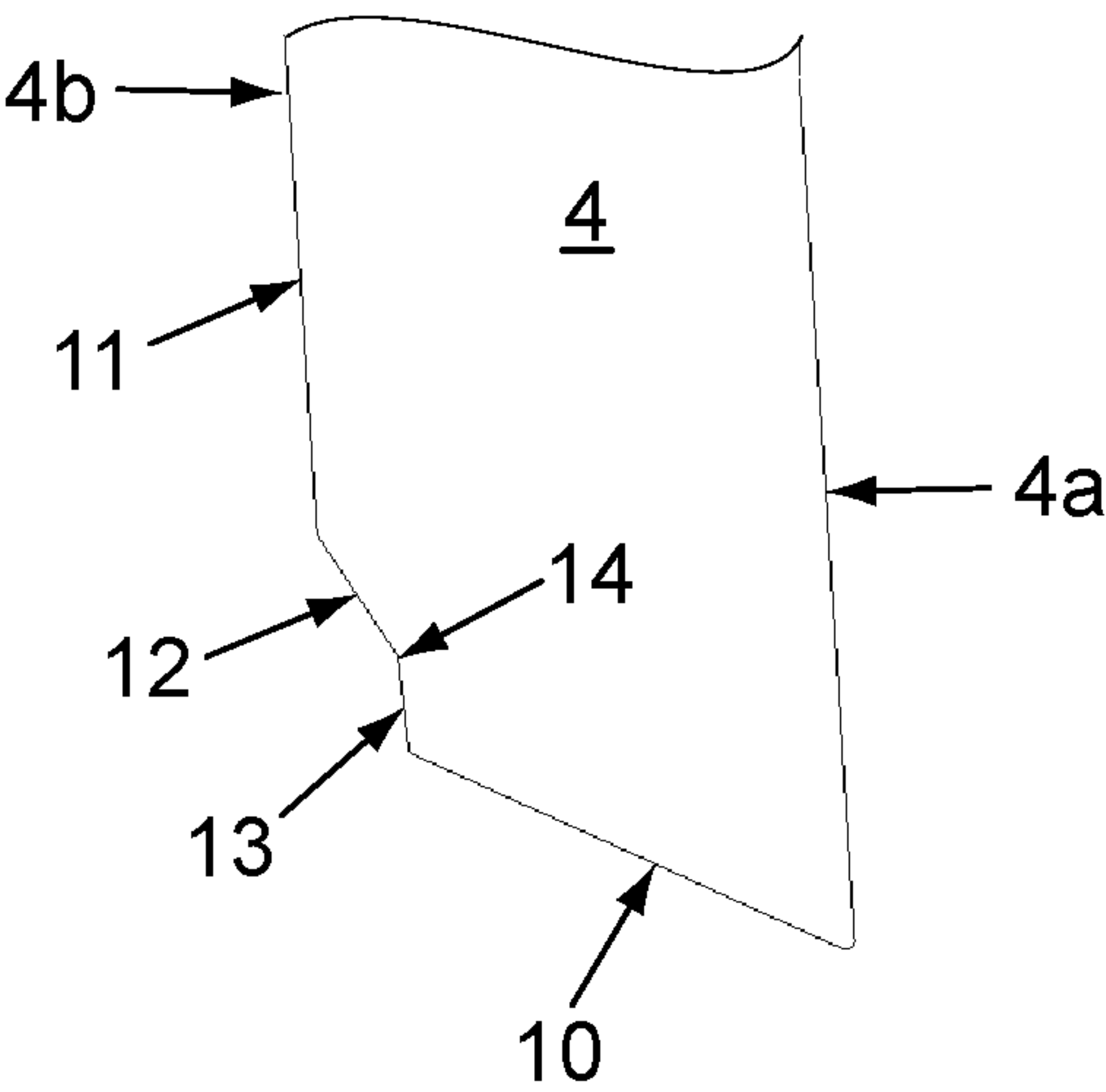


Fig.31

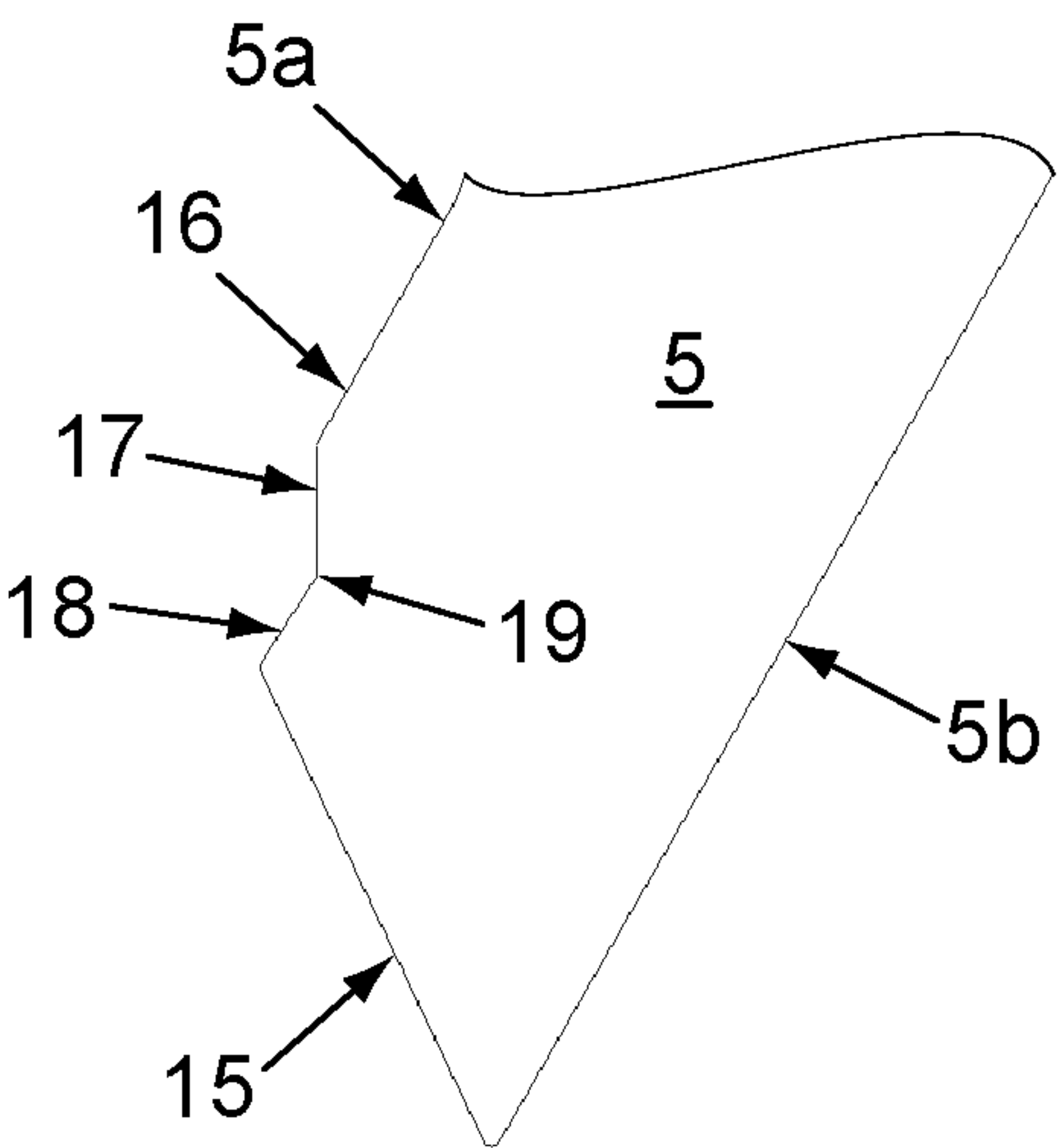


Fig.32

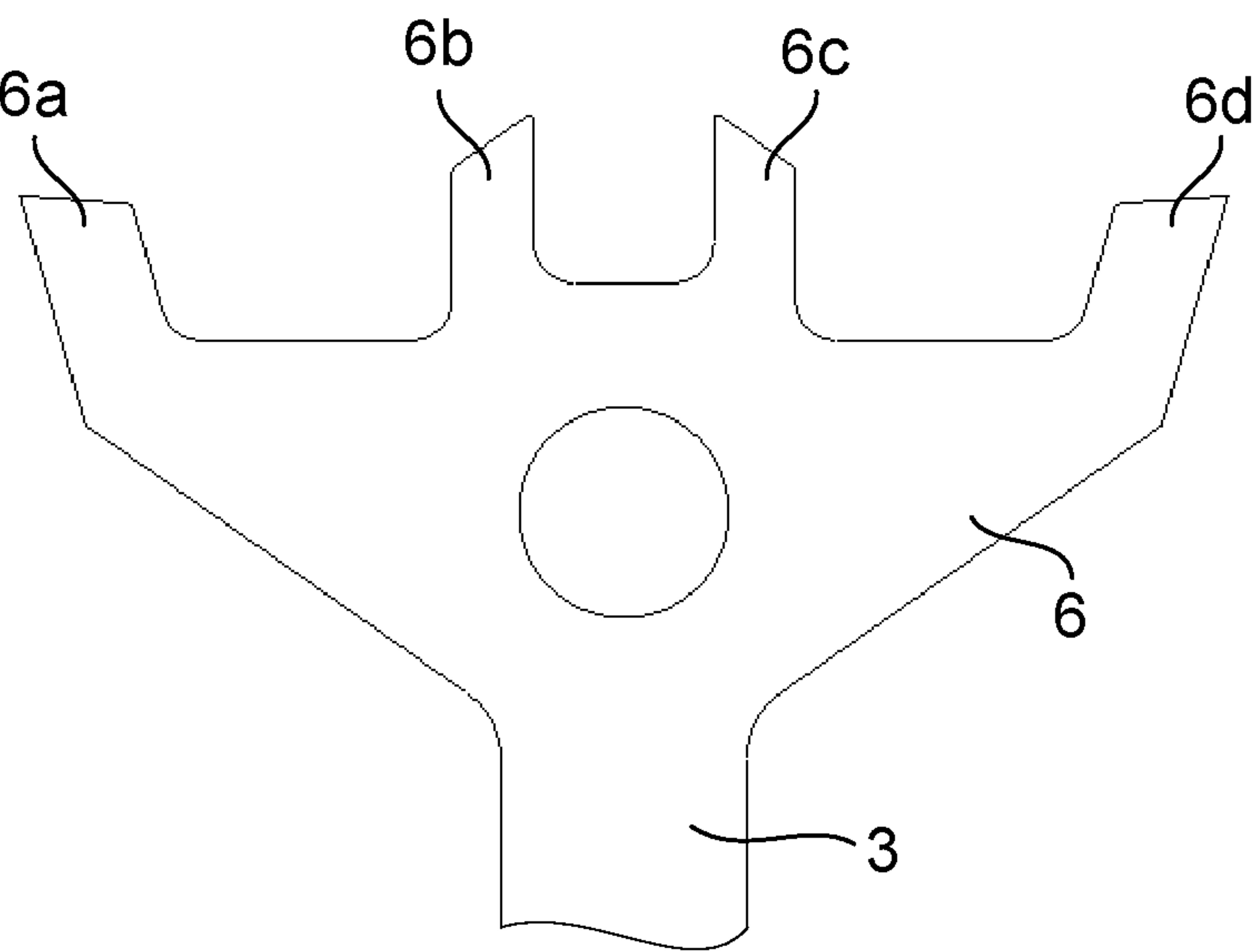


Fig.33

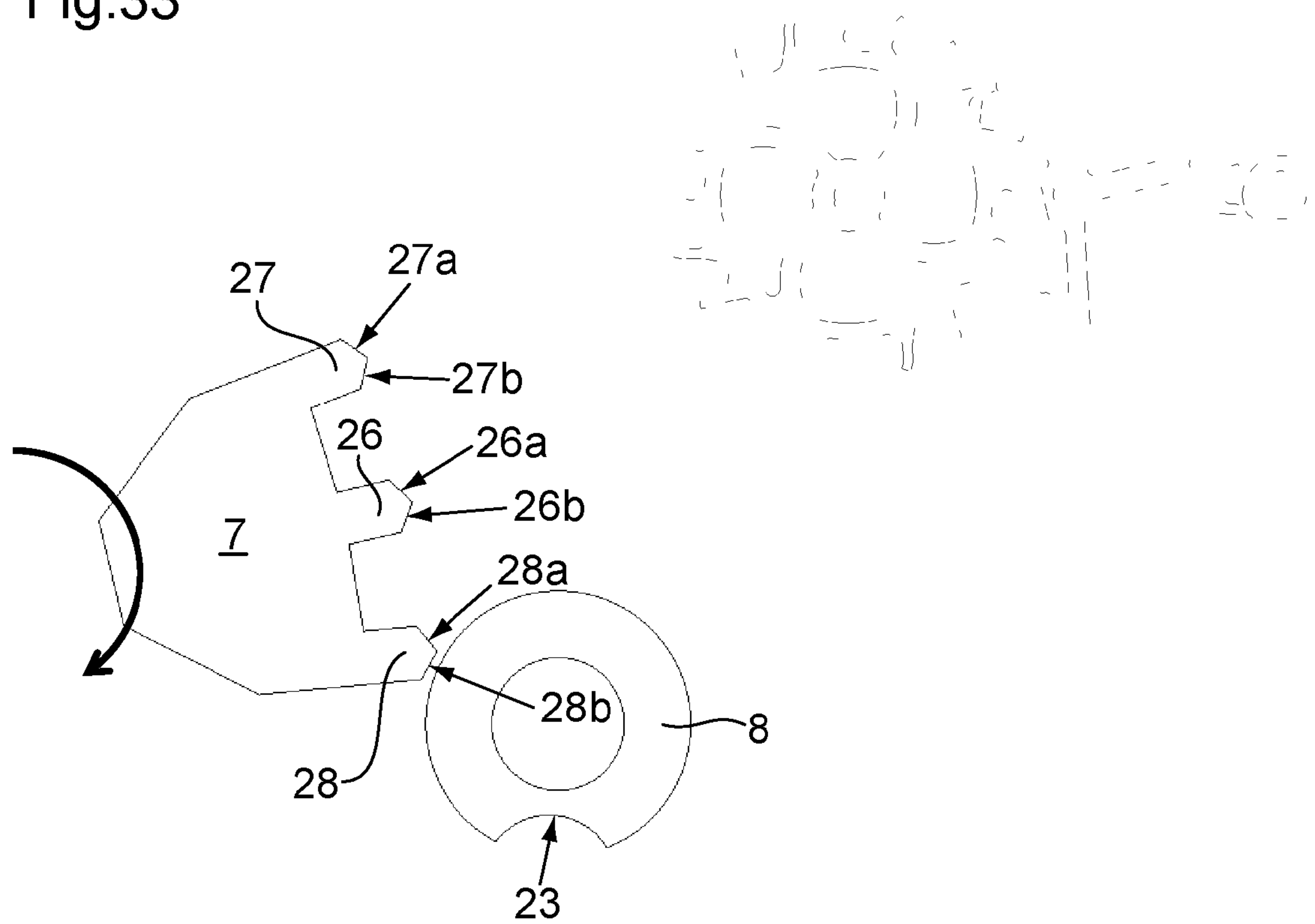


Fig.34

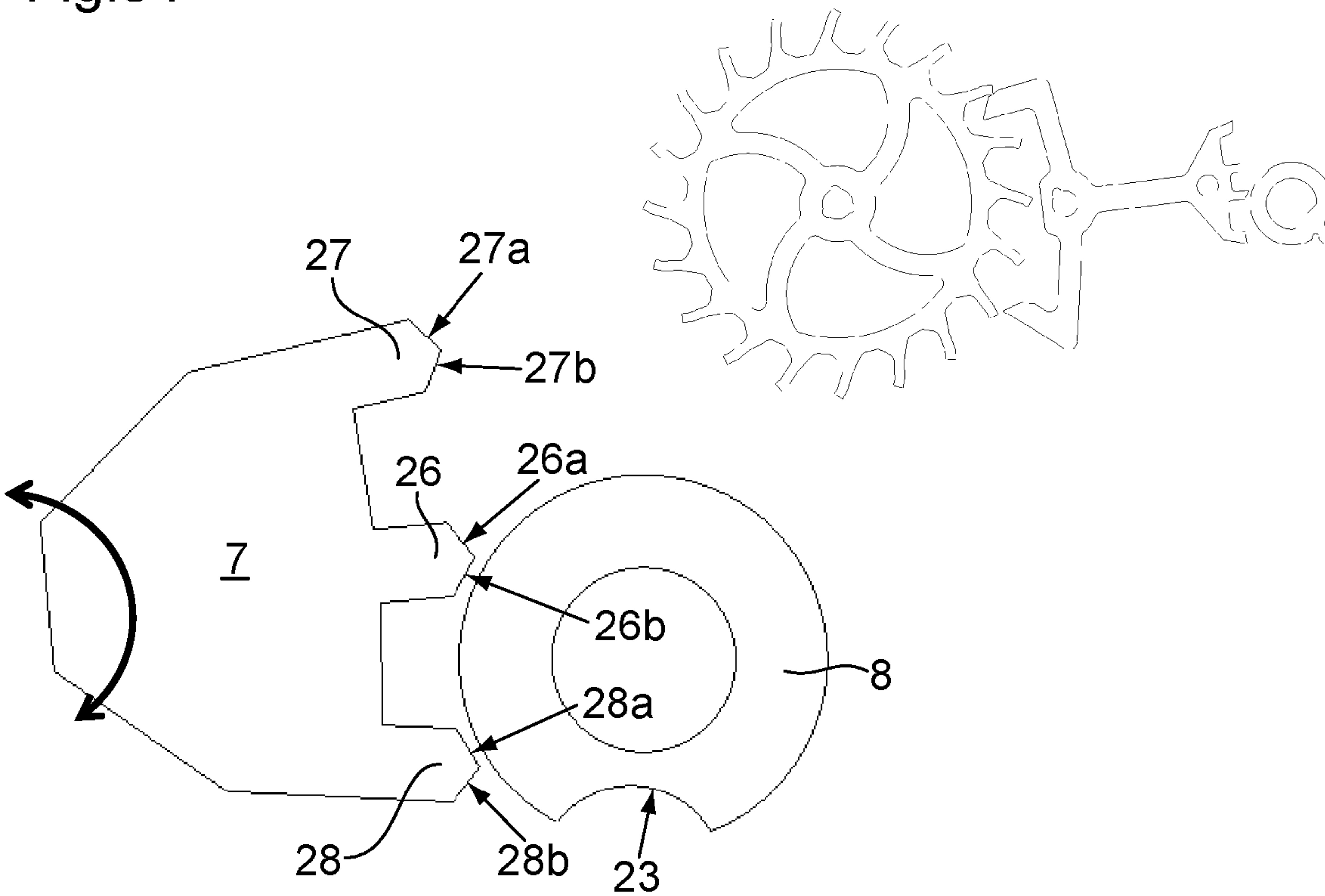


Fig.35

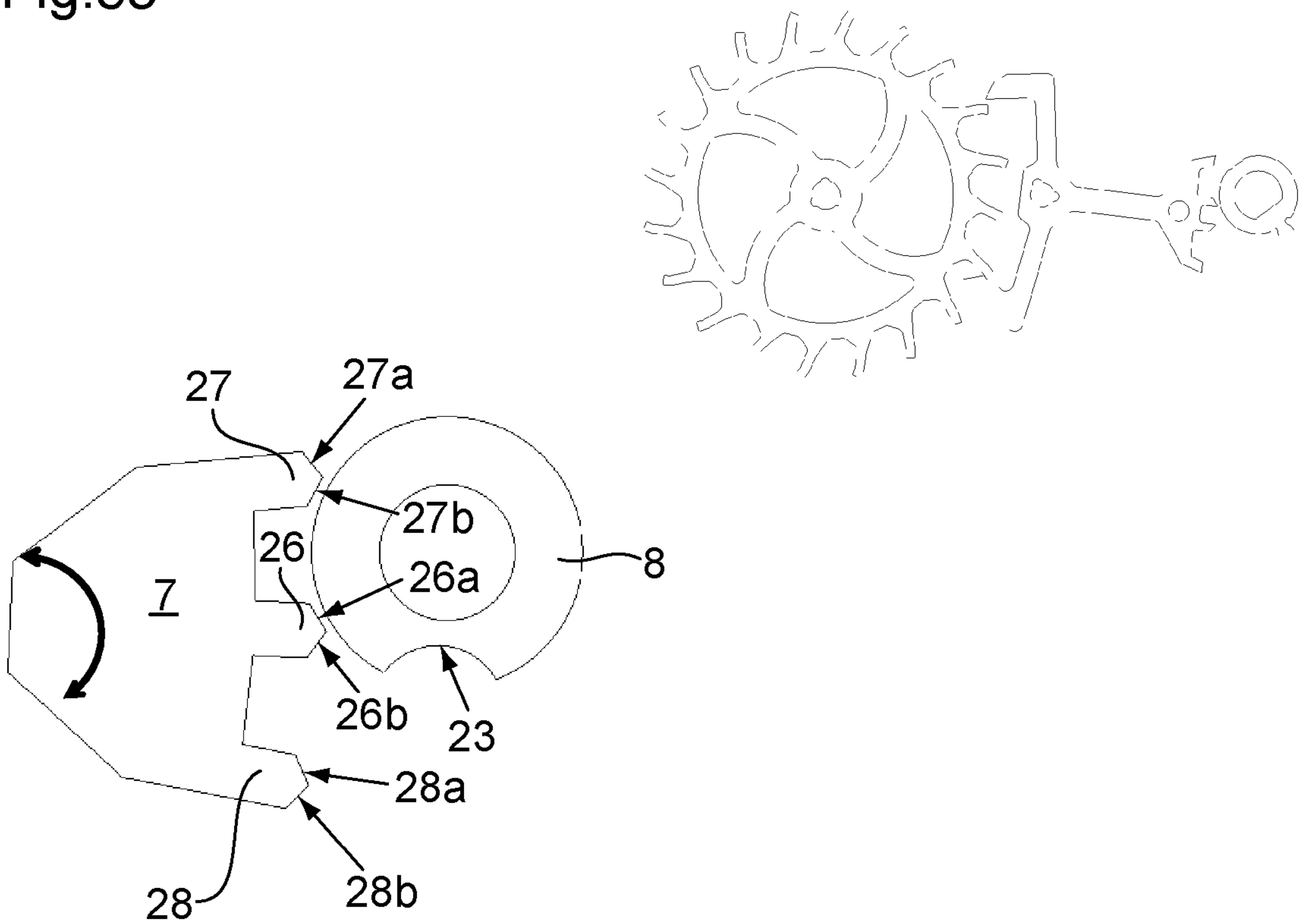


Fig.36

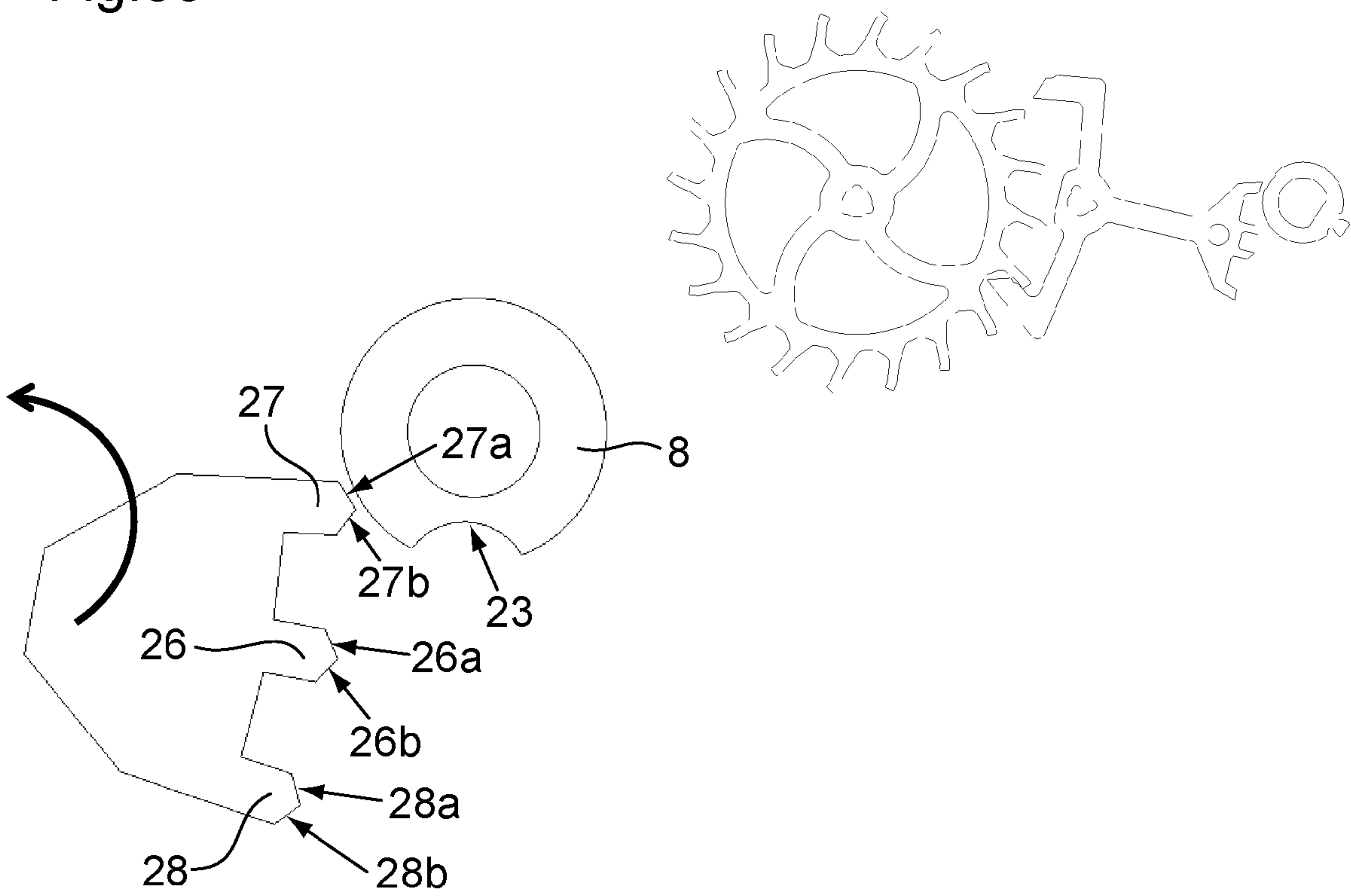


Fig.37

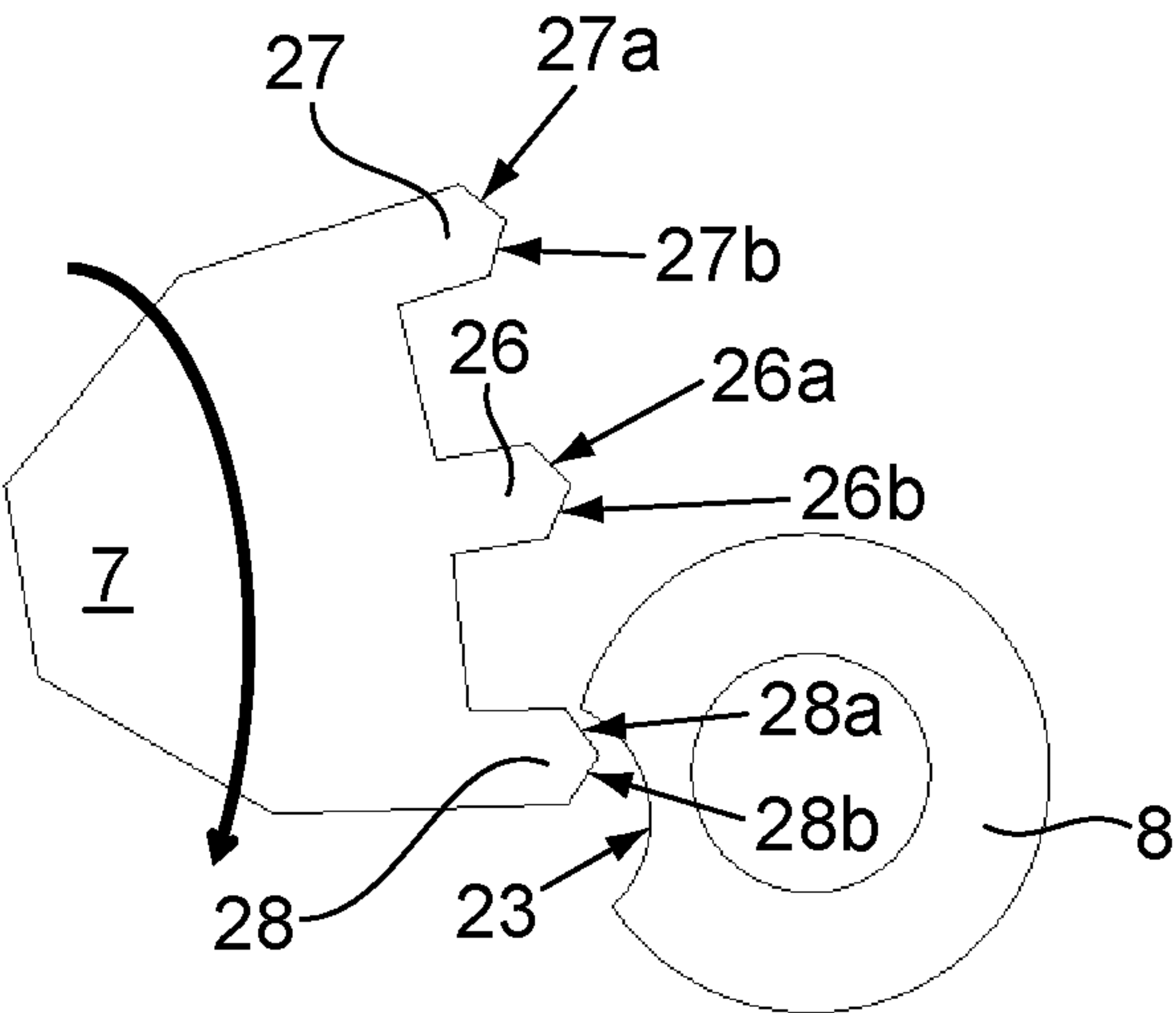


Fig.38

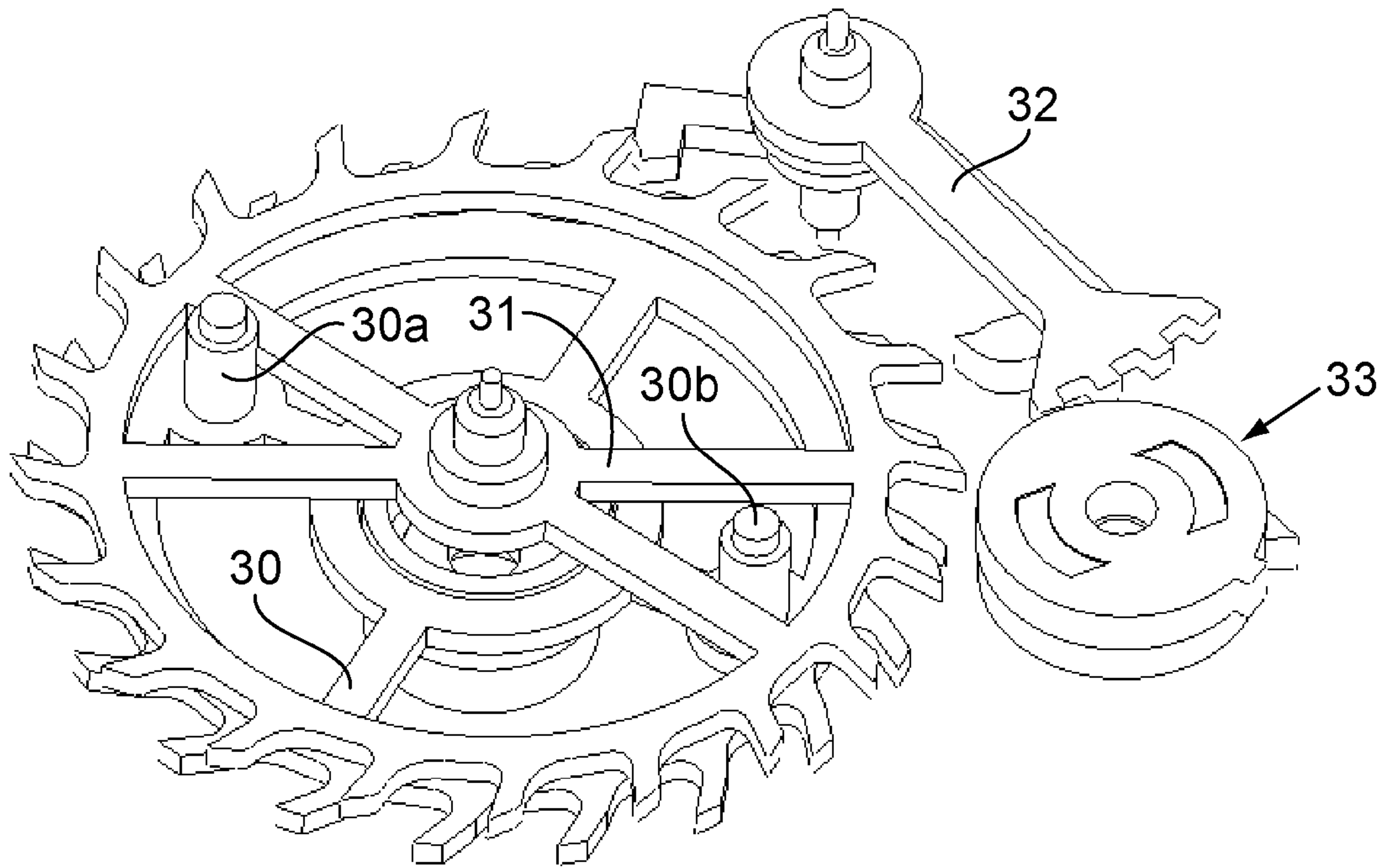


Fig.39

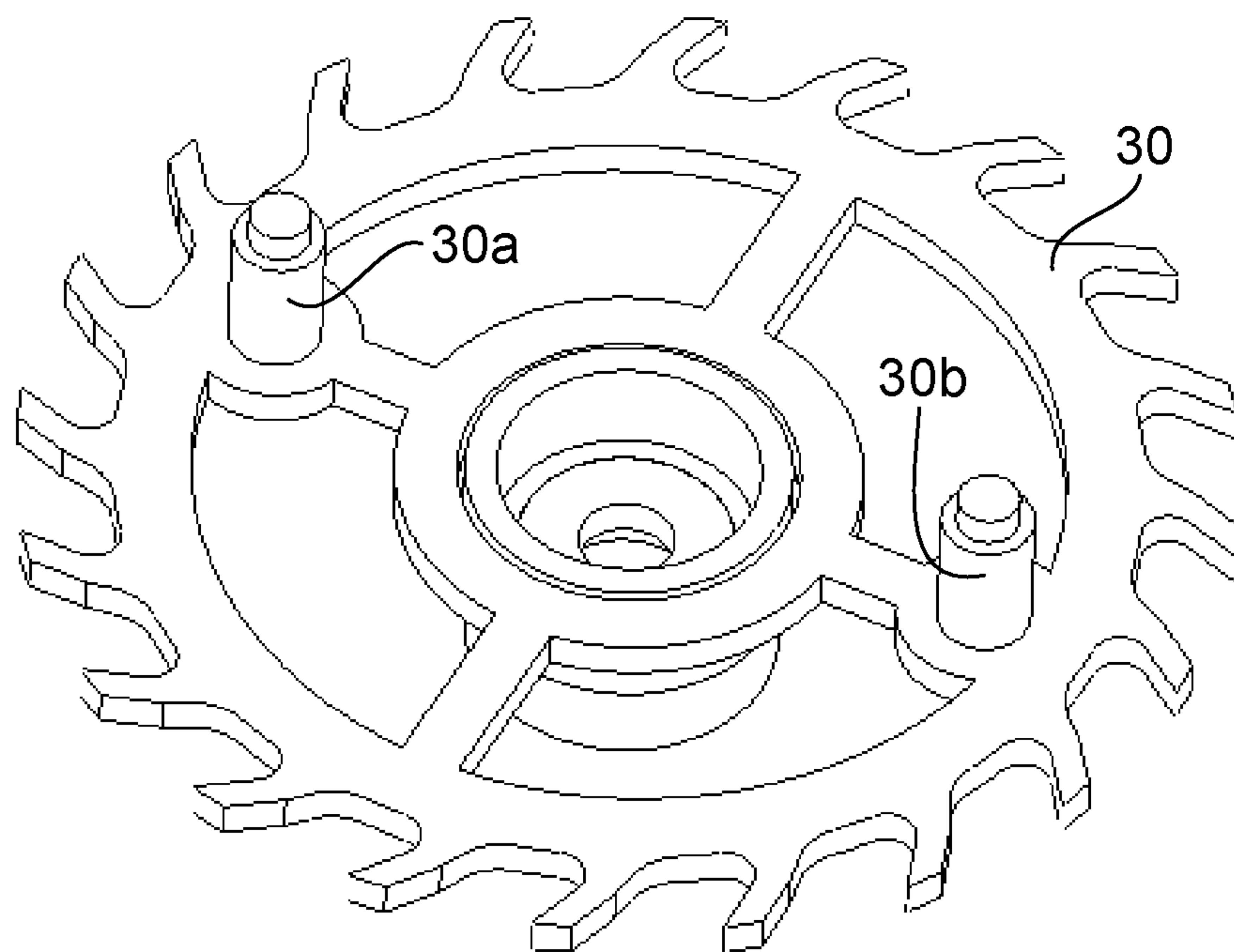


Fig.40

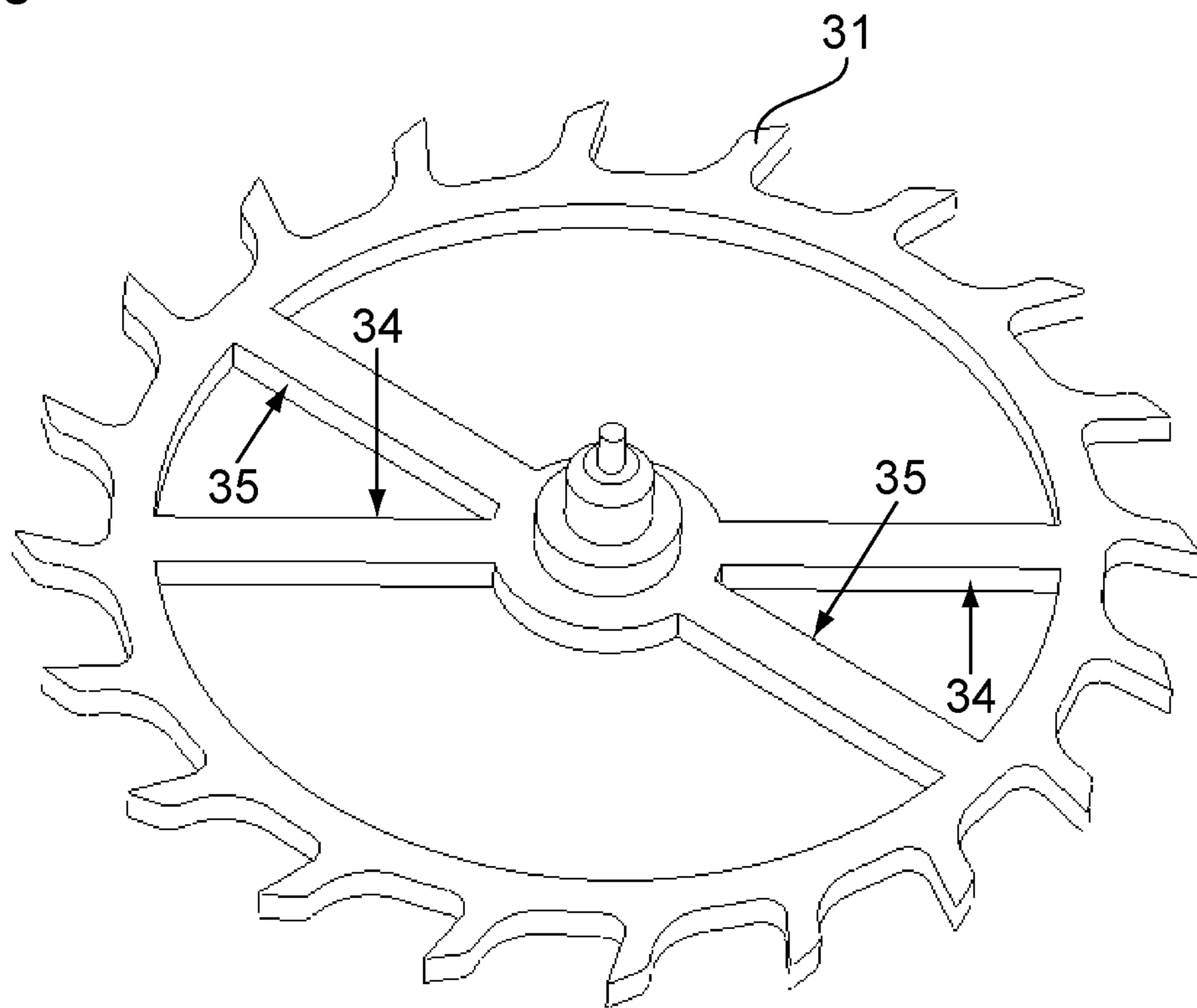


Fig.43

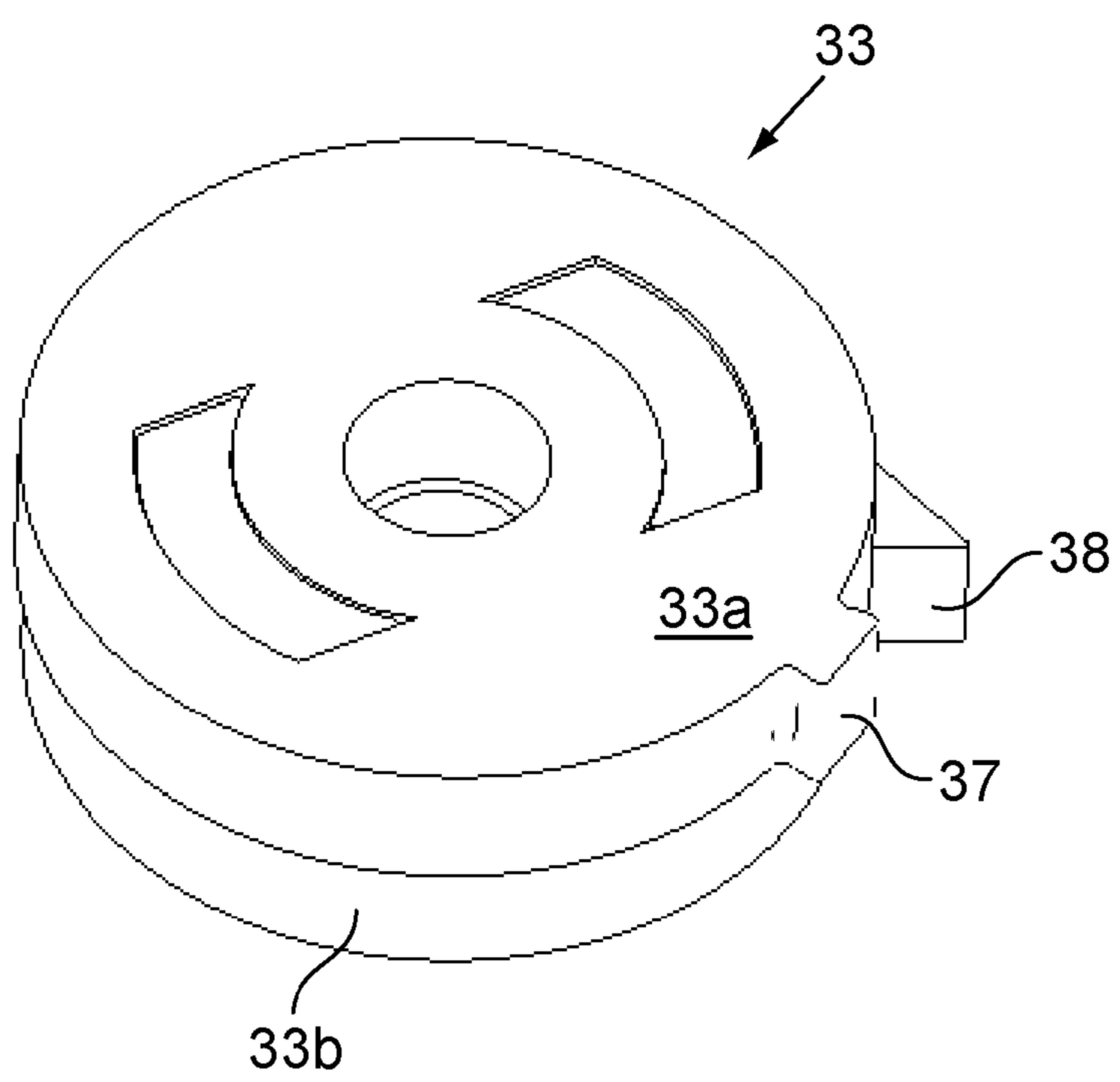


Fig.41

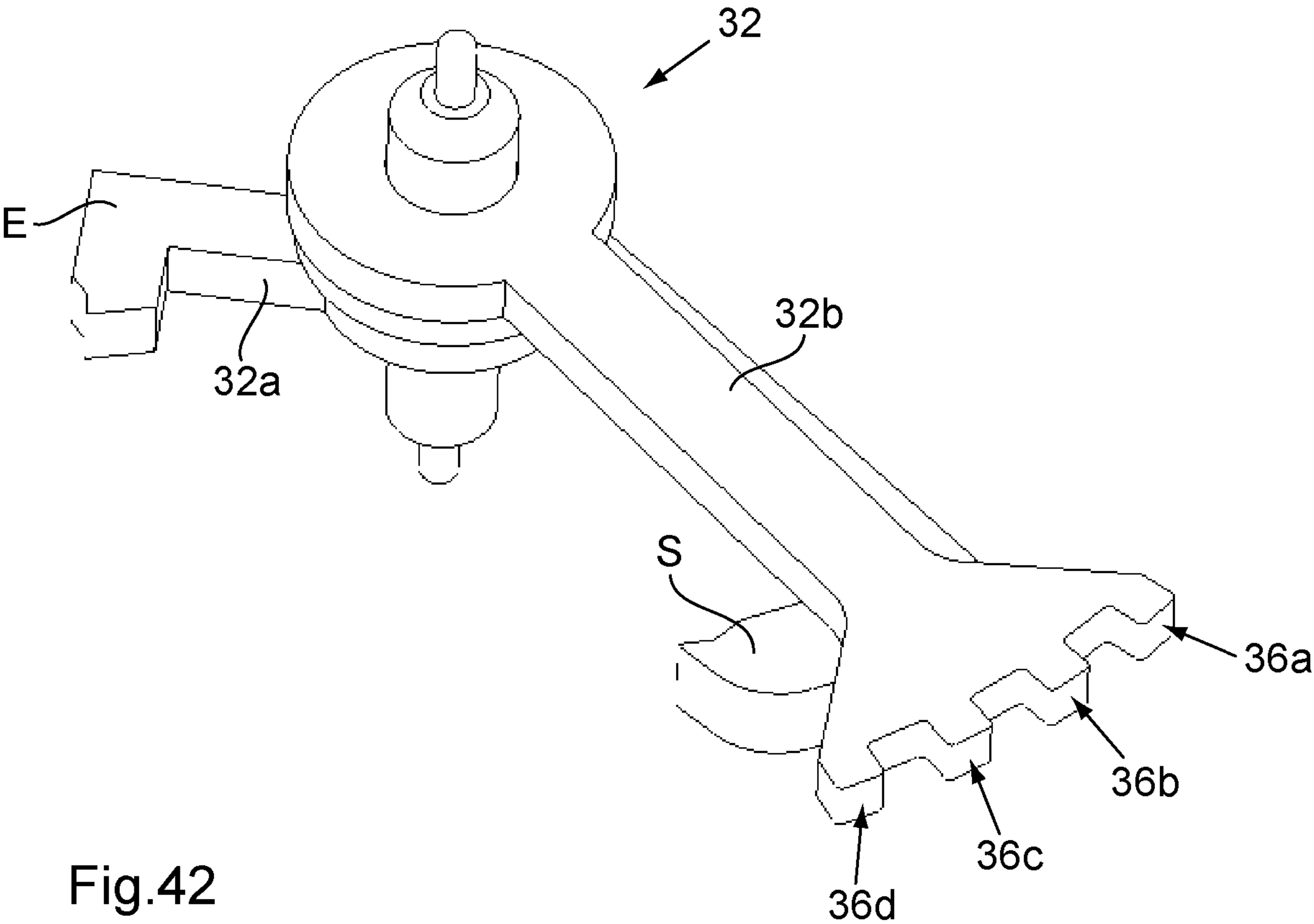


Fig.42

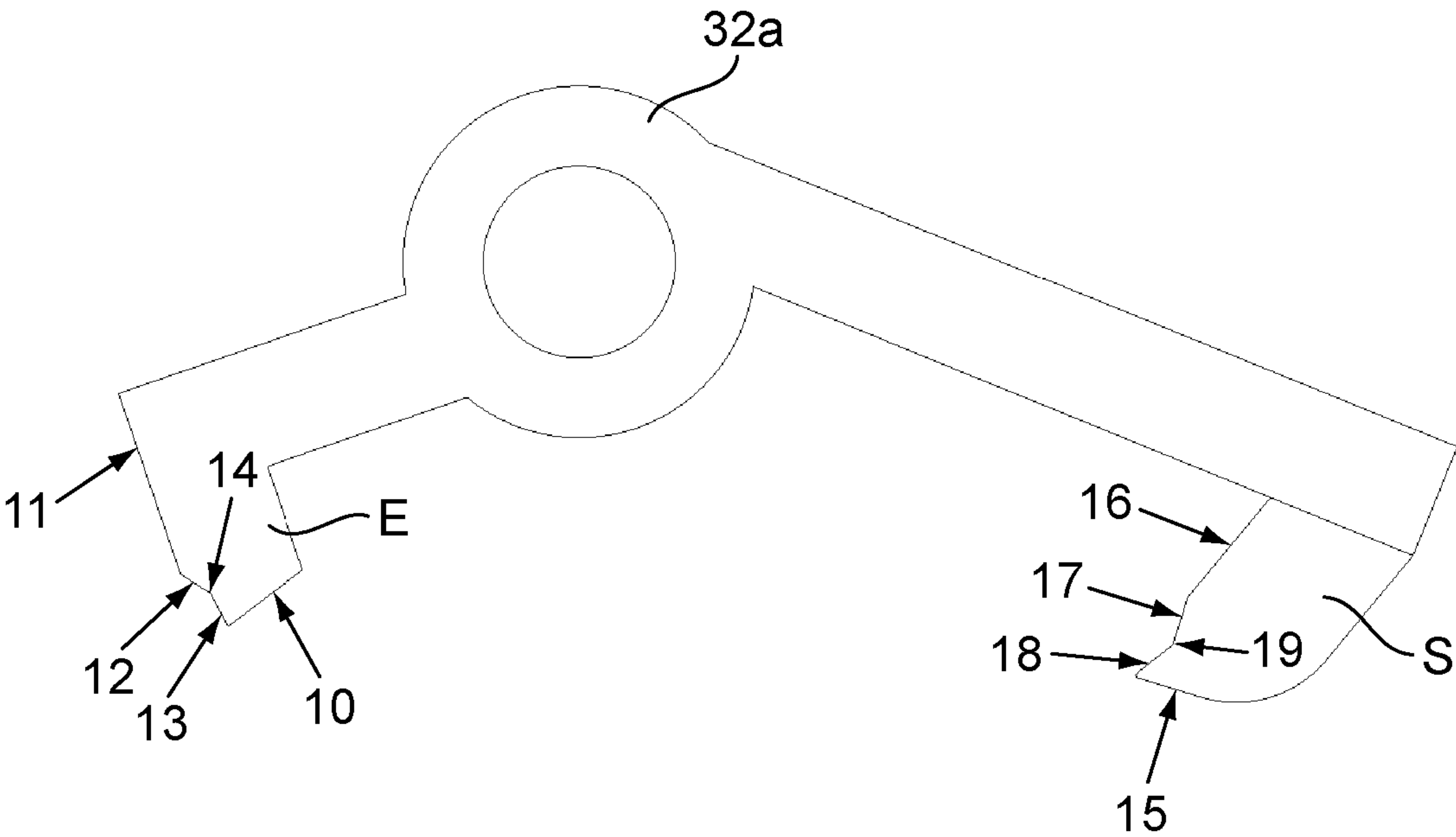


Fig.44

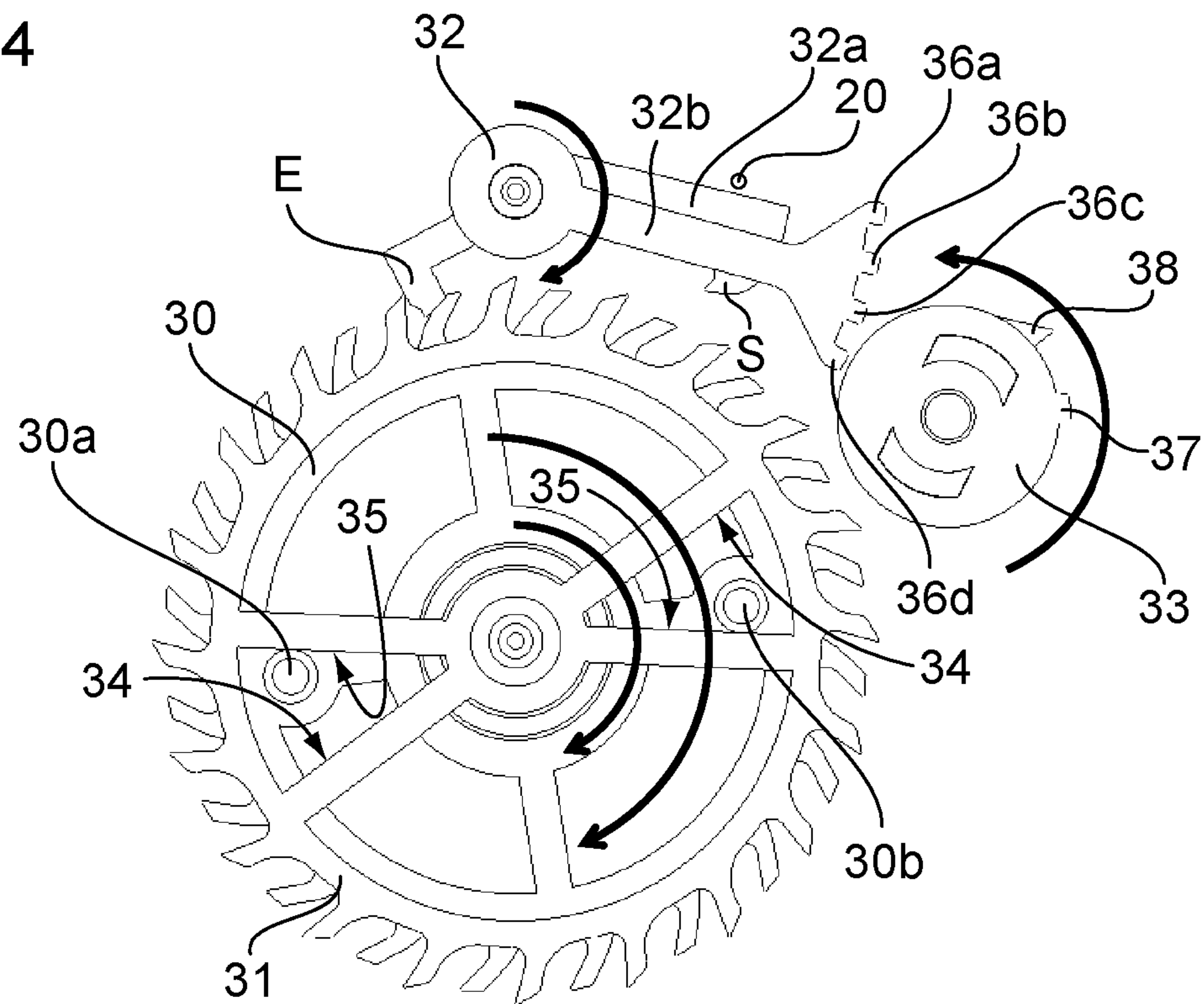


Fig.45

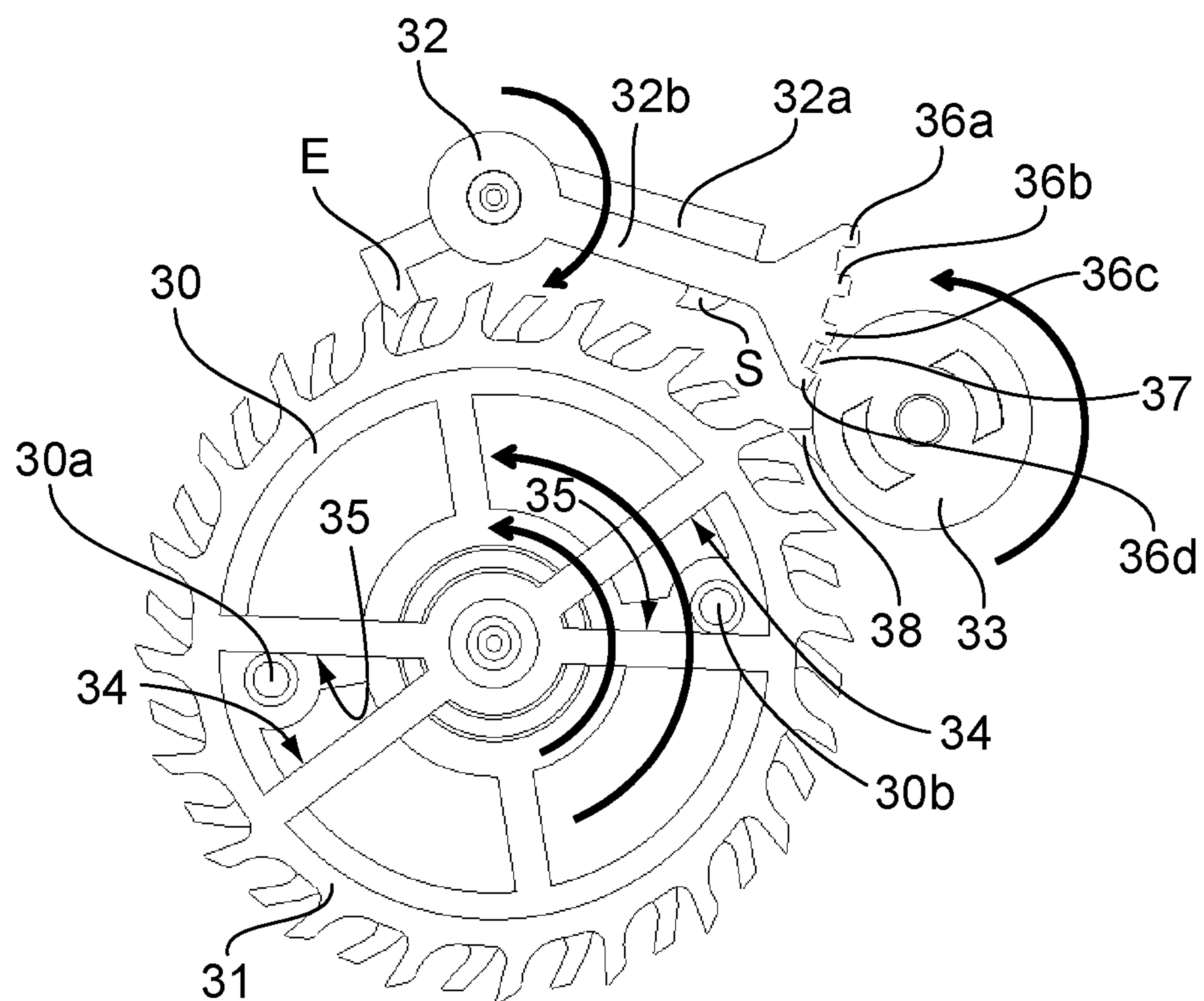


Fig.46

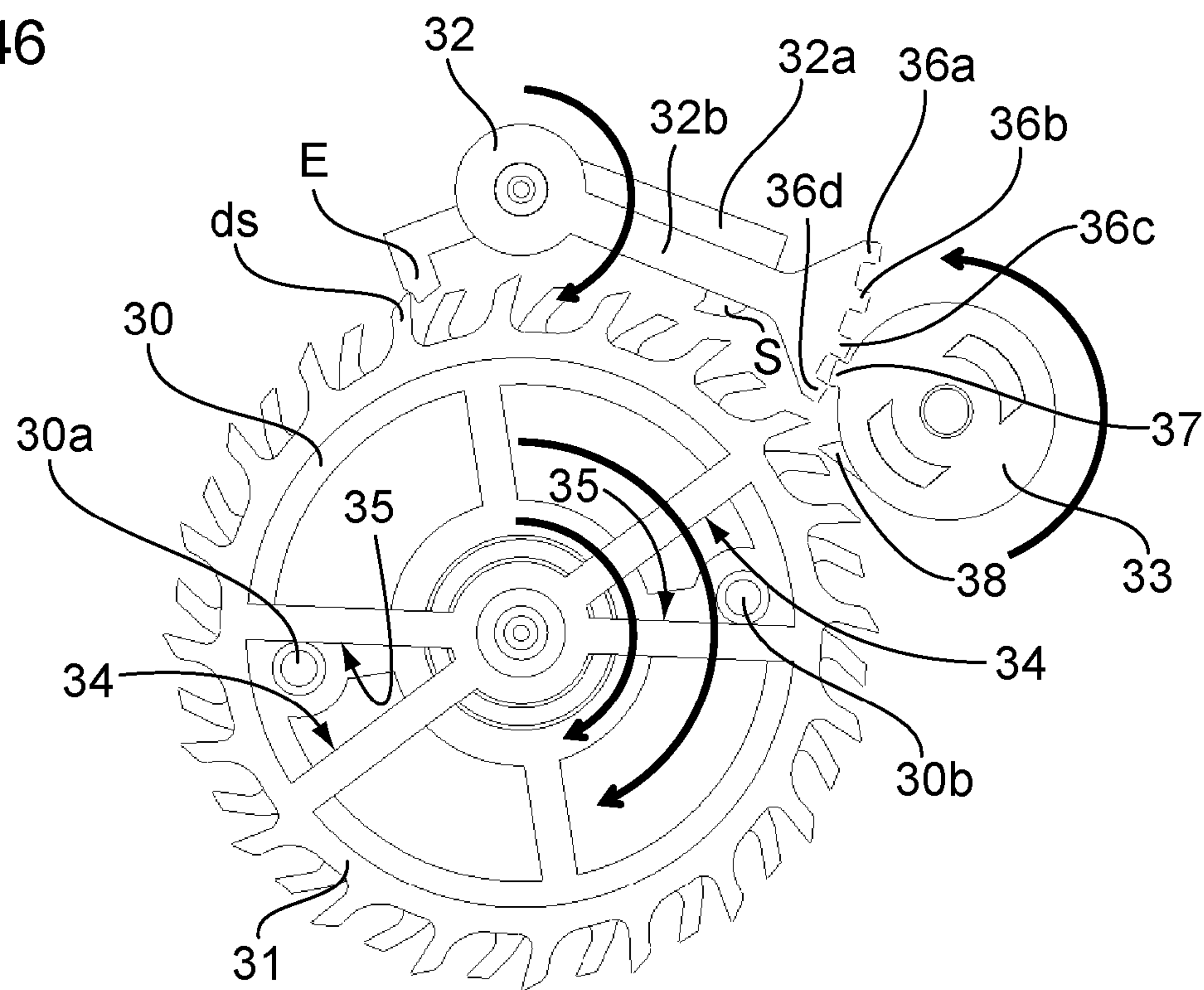


Fig.47

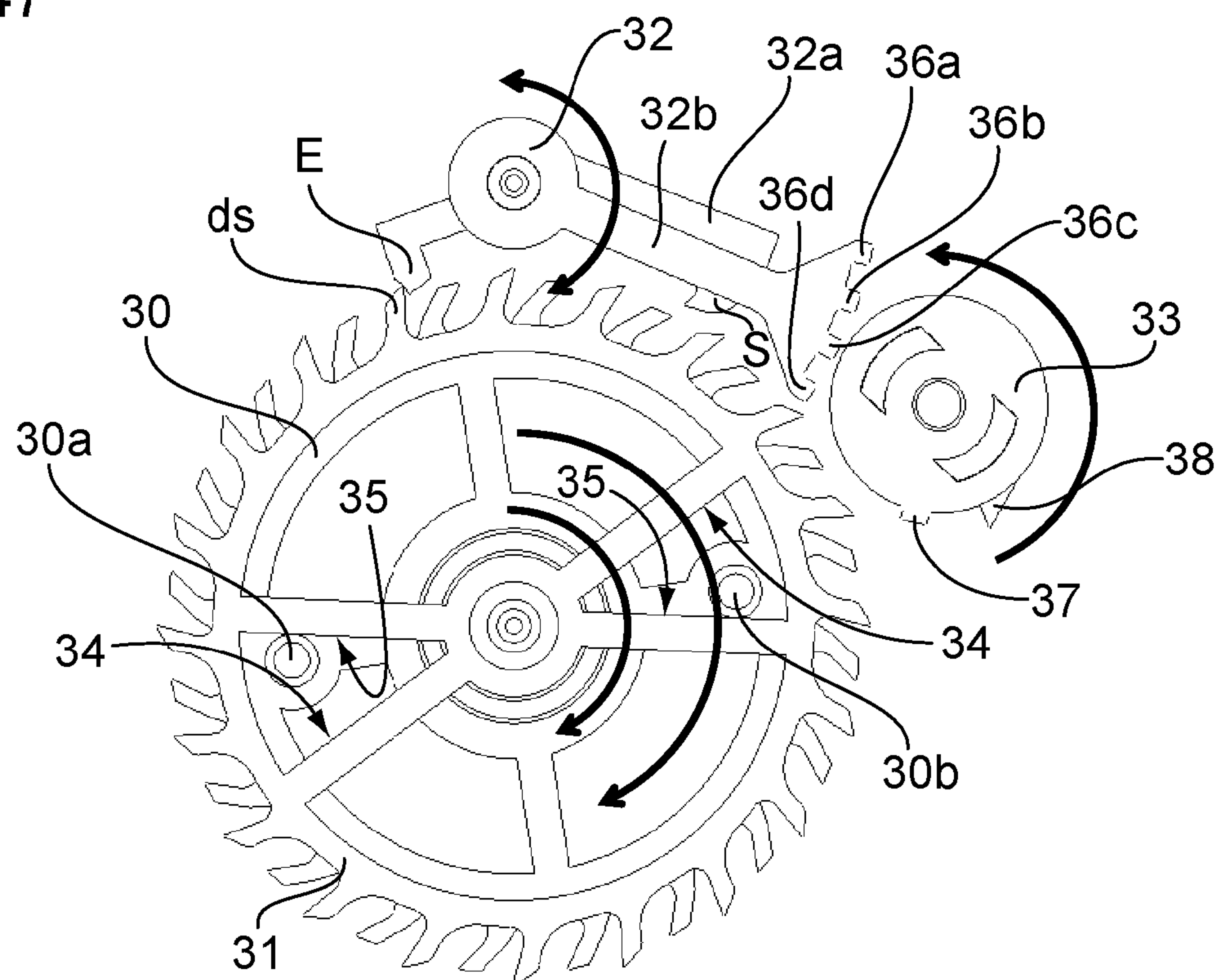


Fig.48

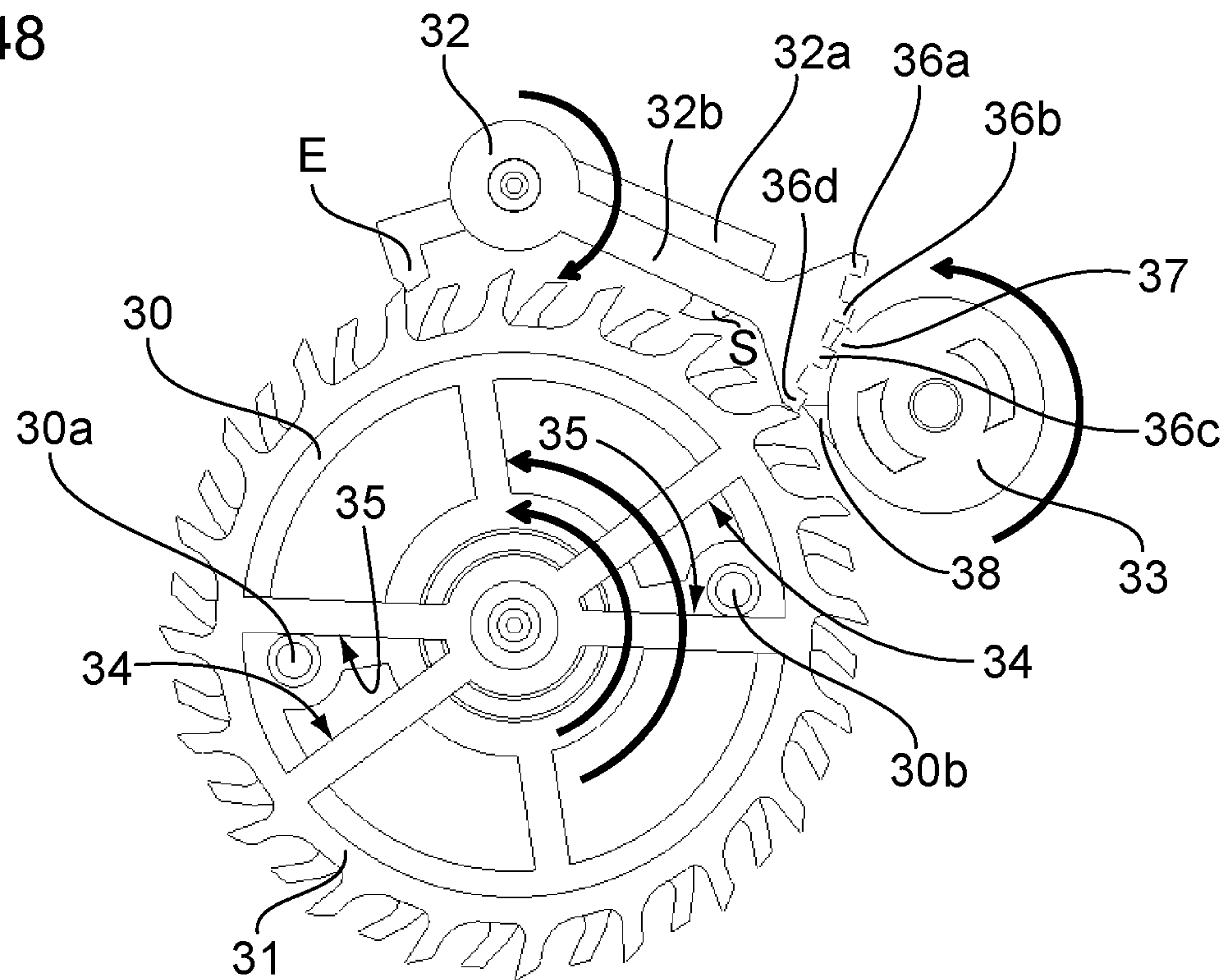


Fig.49

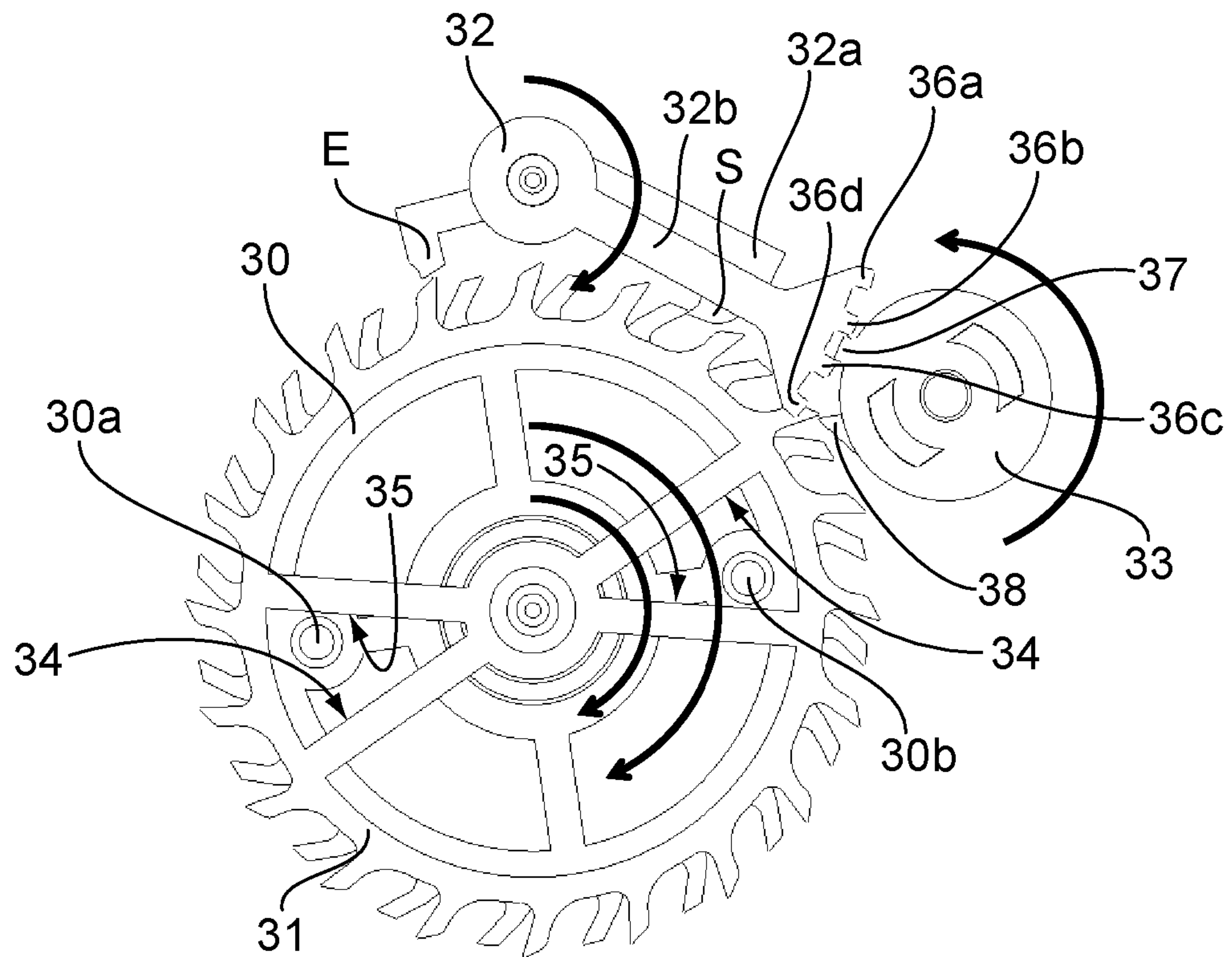


Fig.50

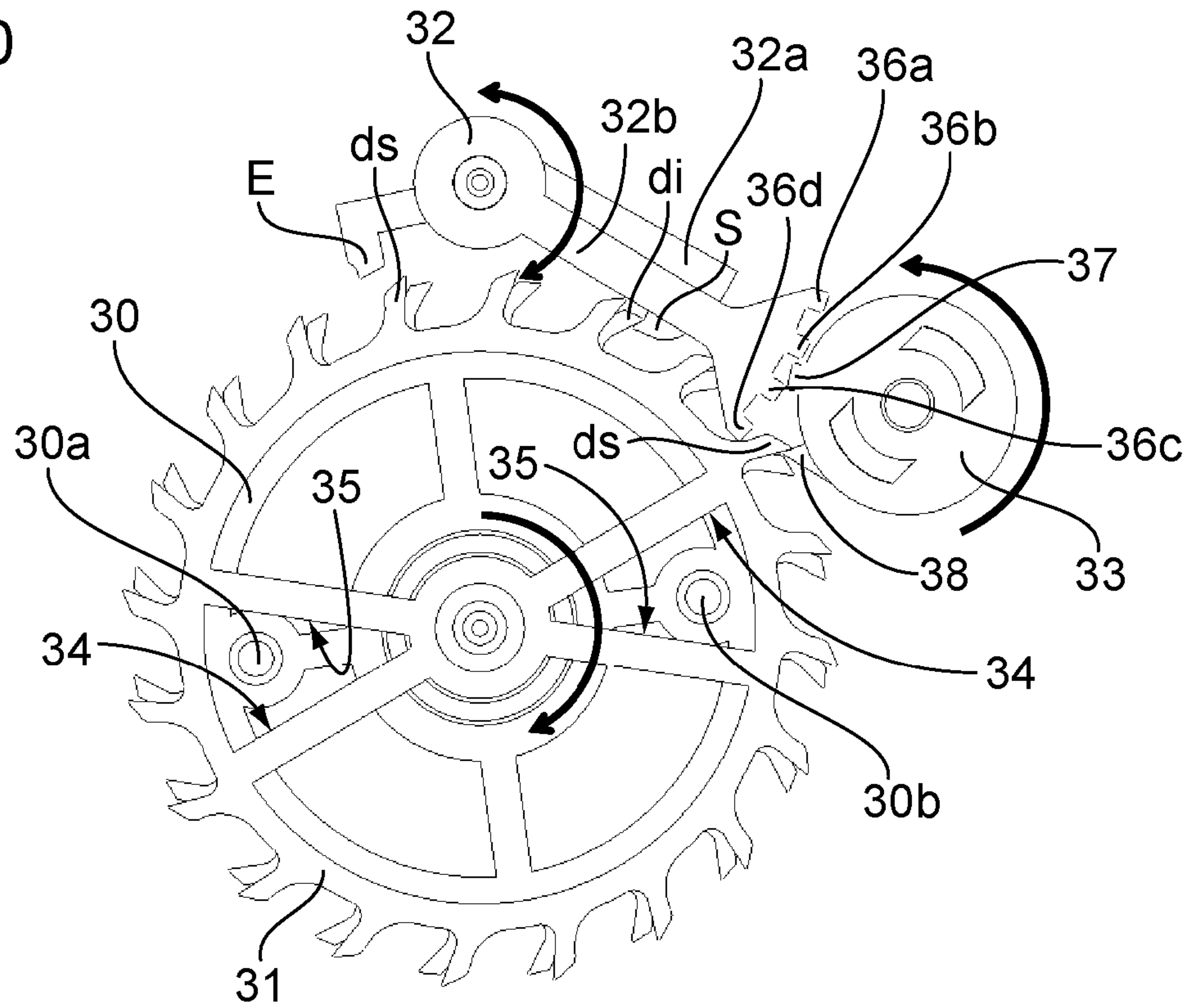


Fig.51

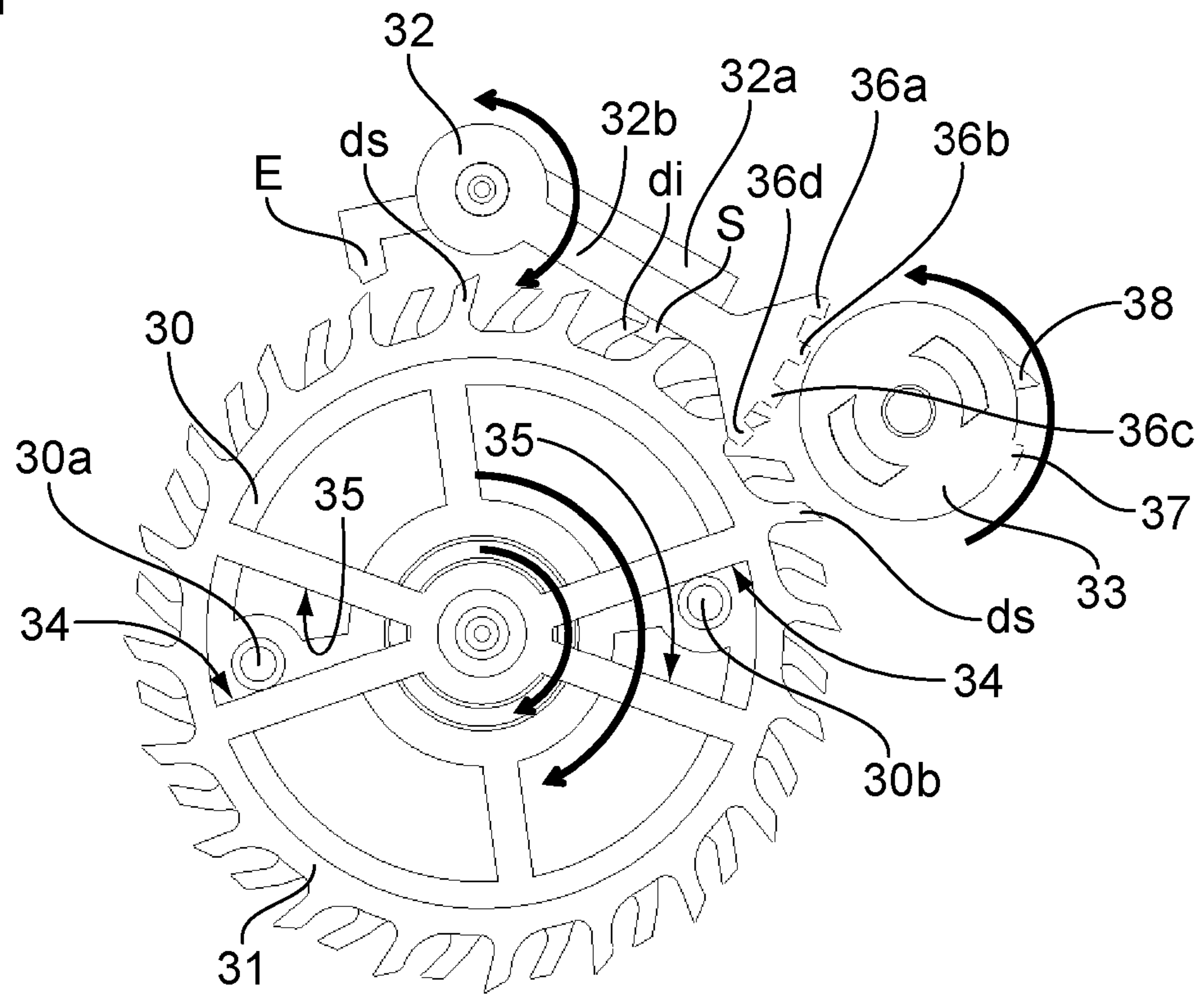


Fig.52

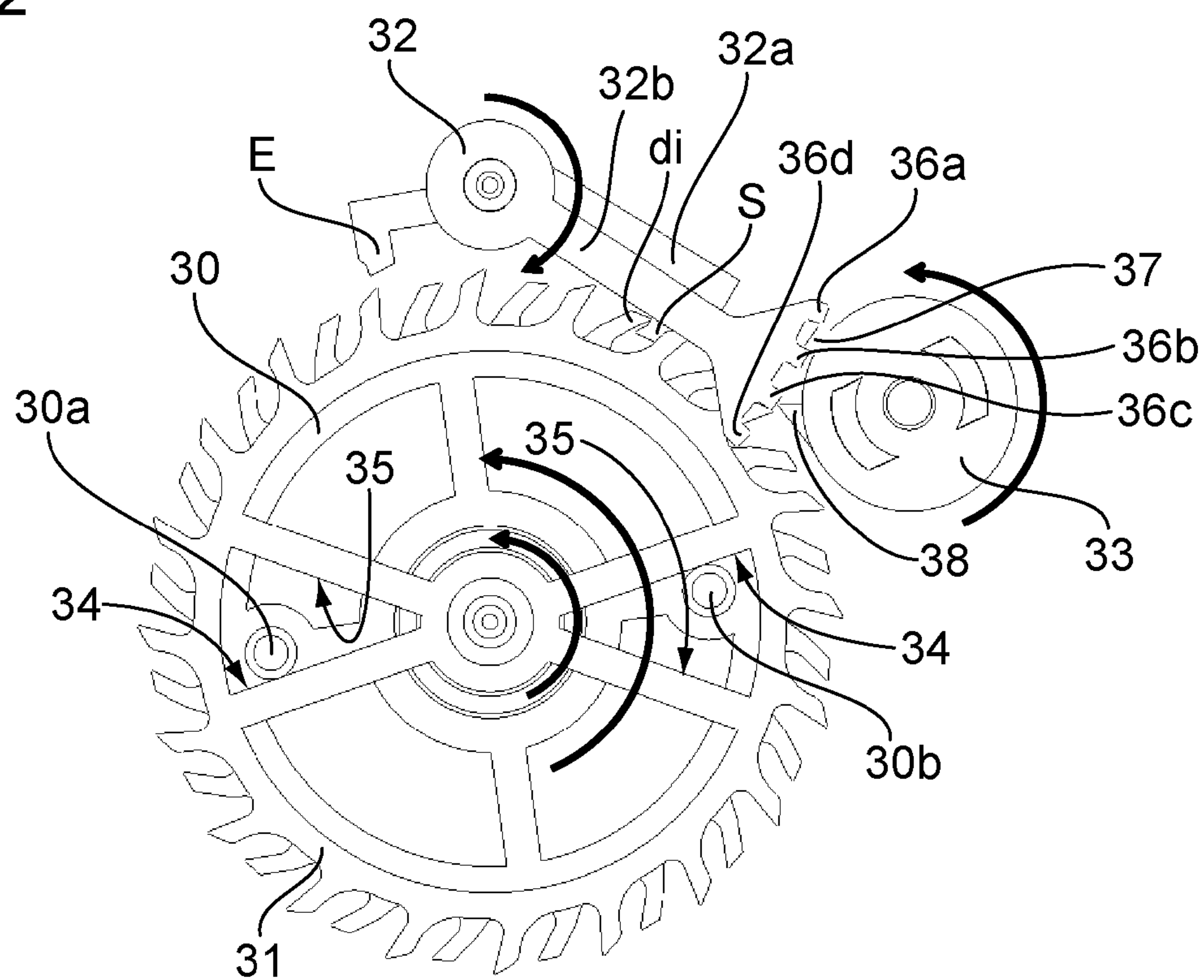


Fig.53

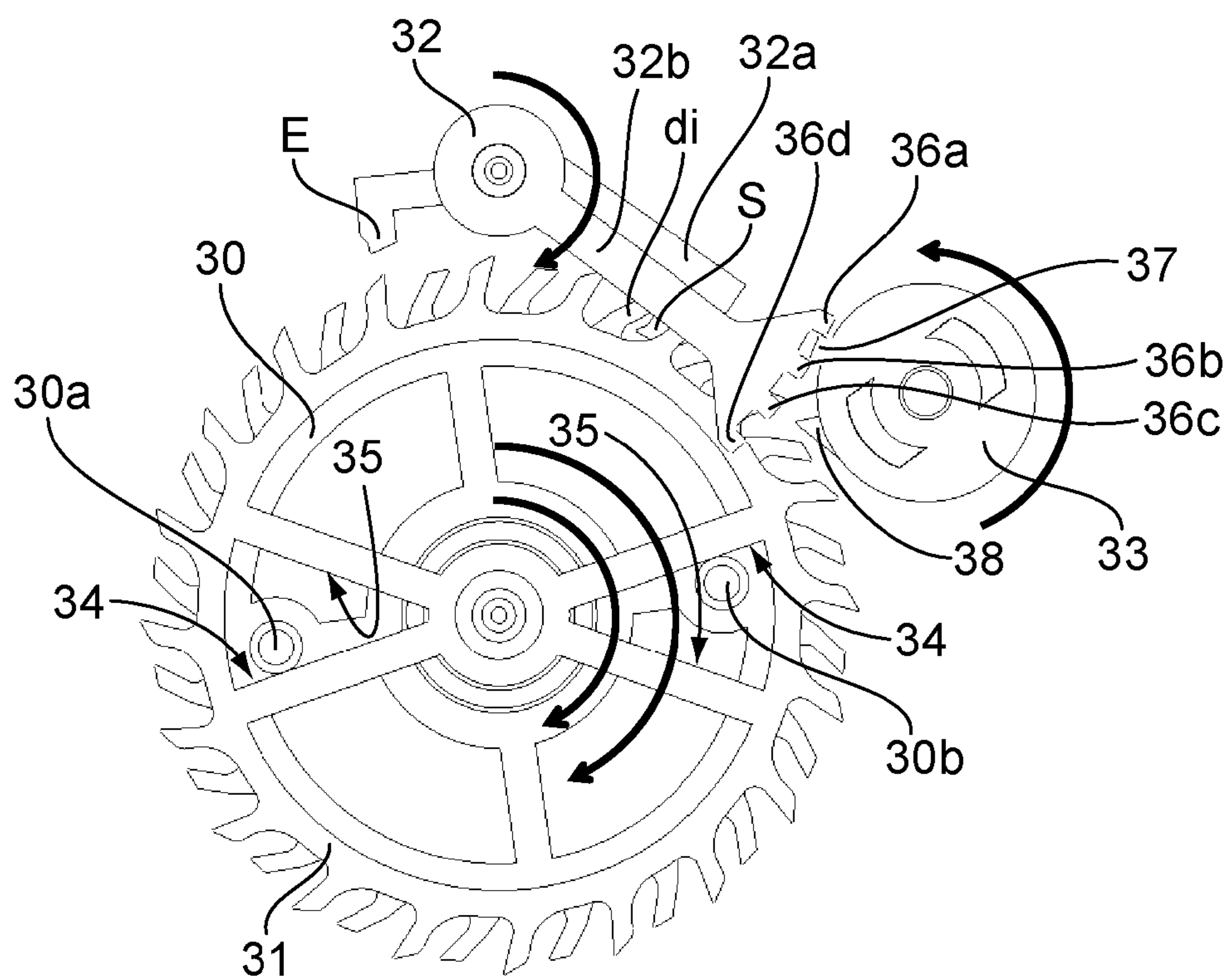


Fig.54

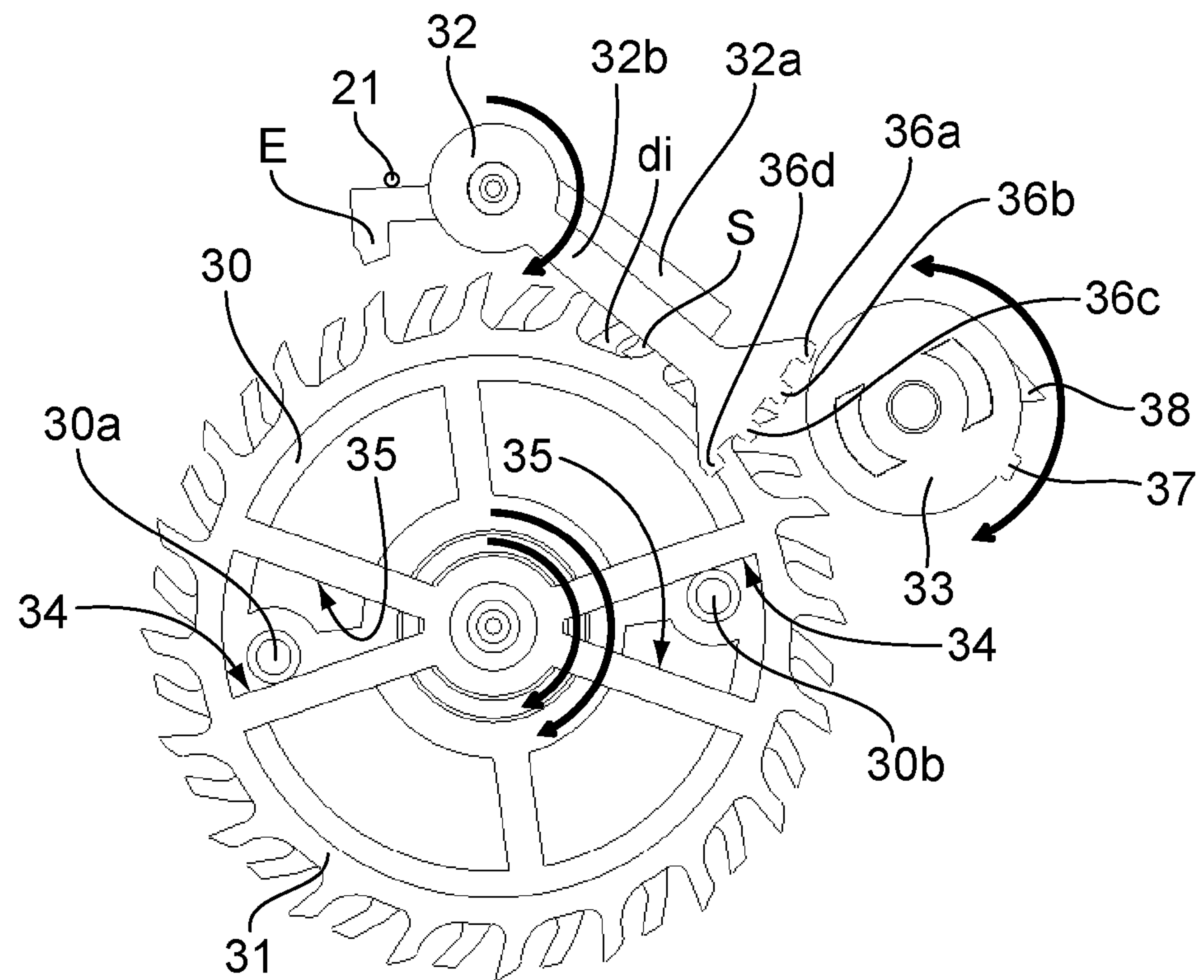


Fig.55

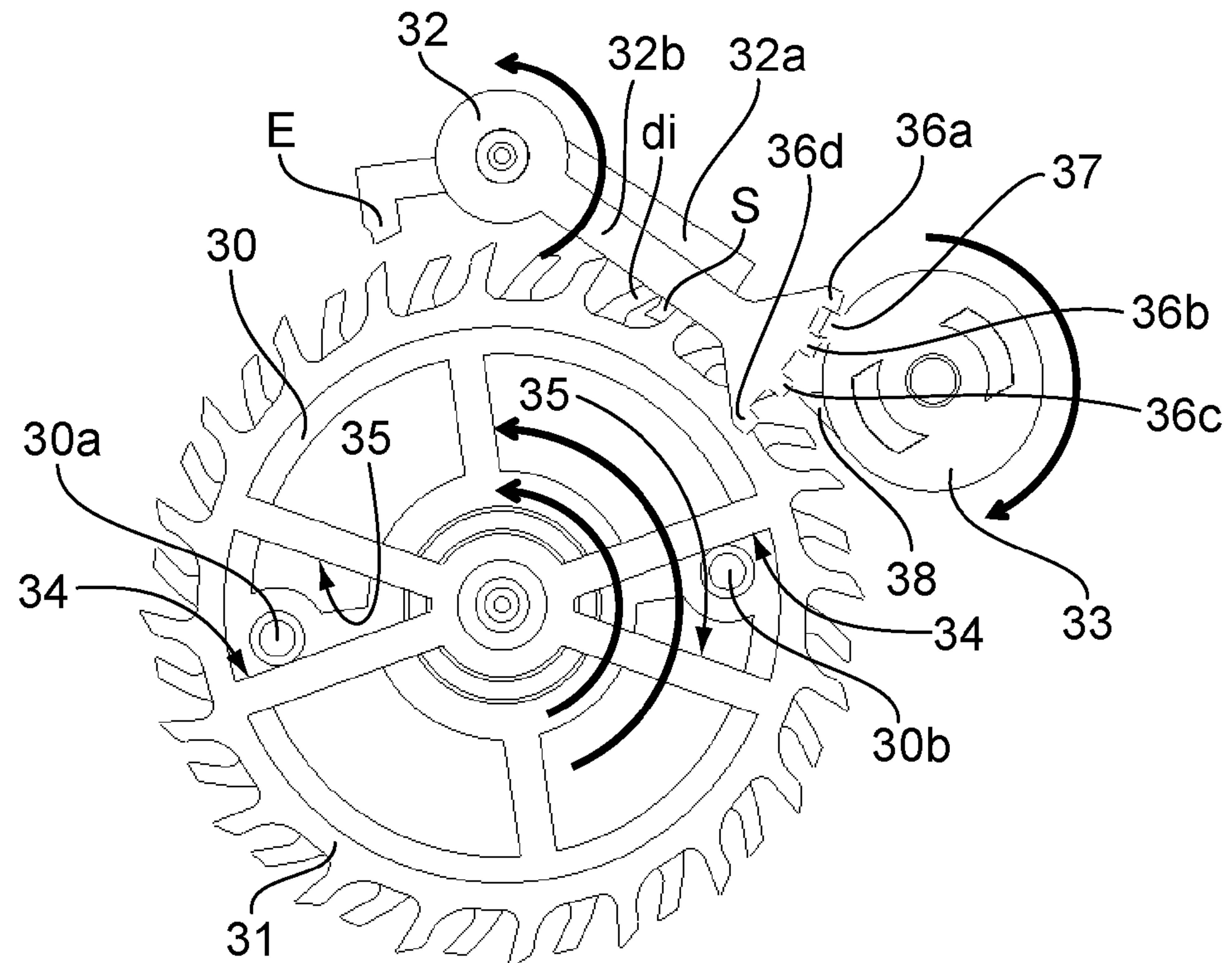


Fig.56

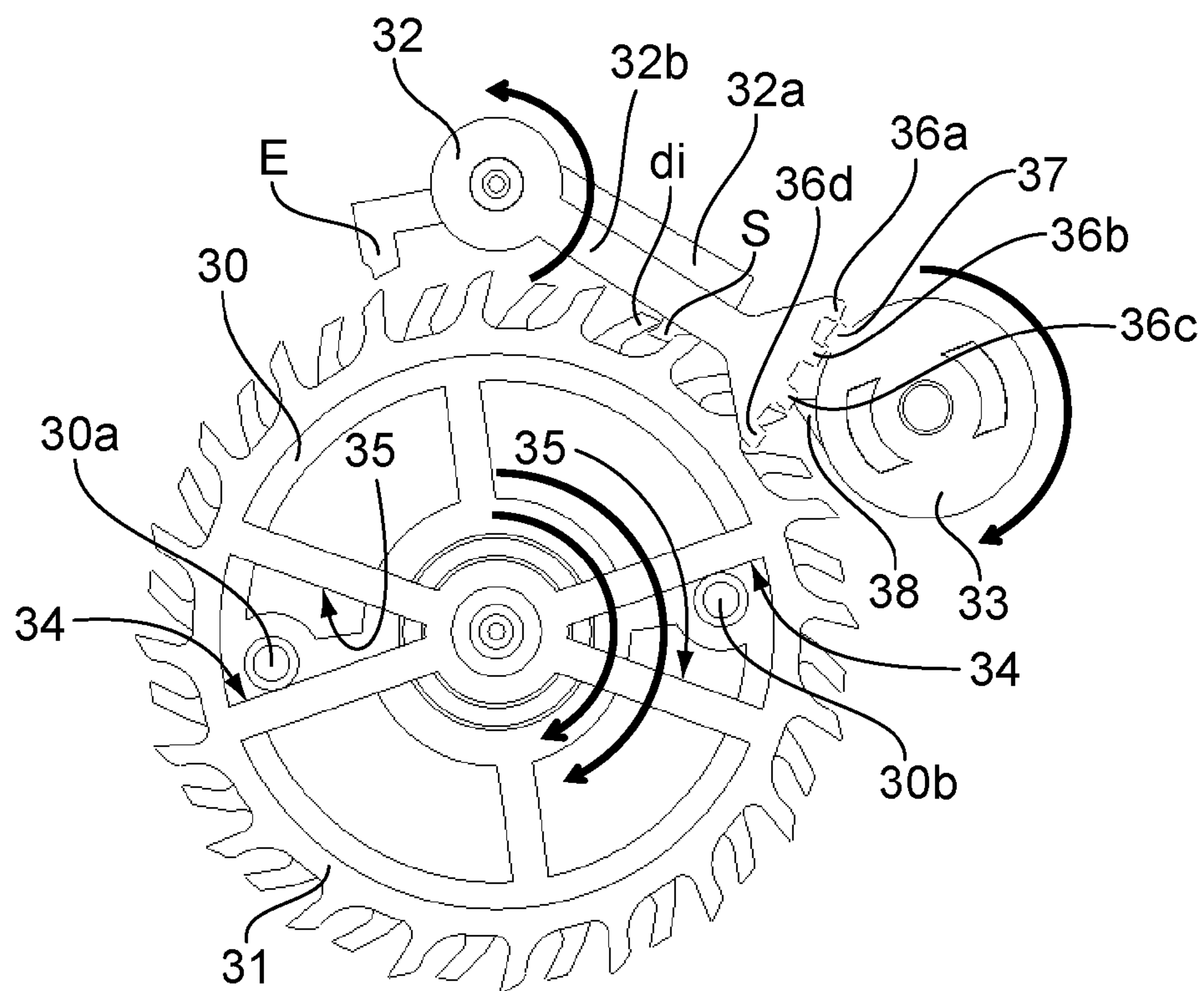


Fig.57

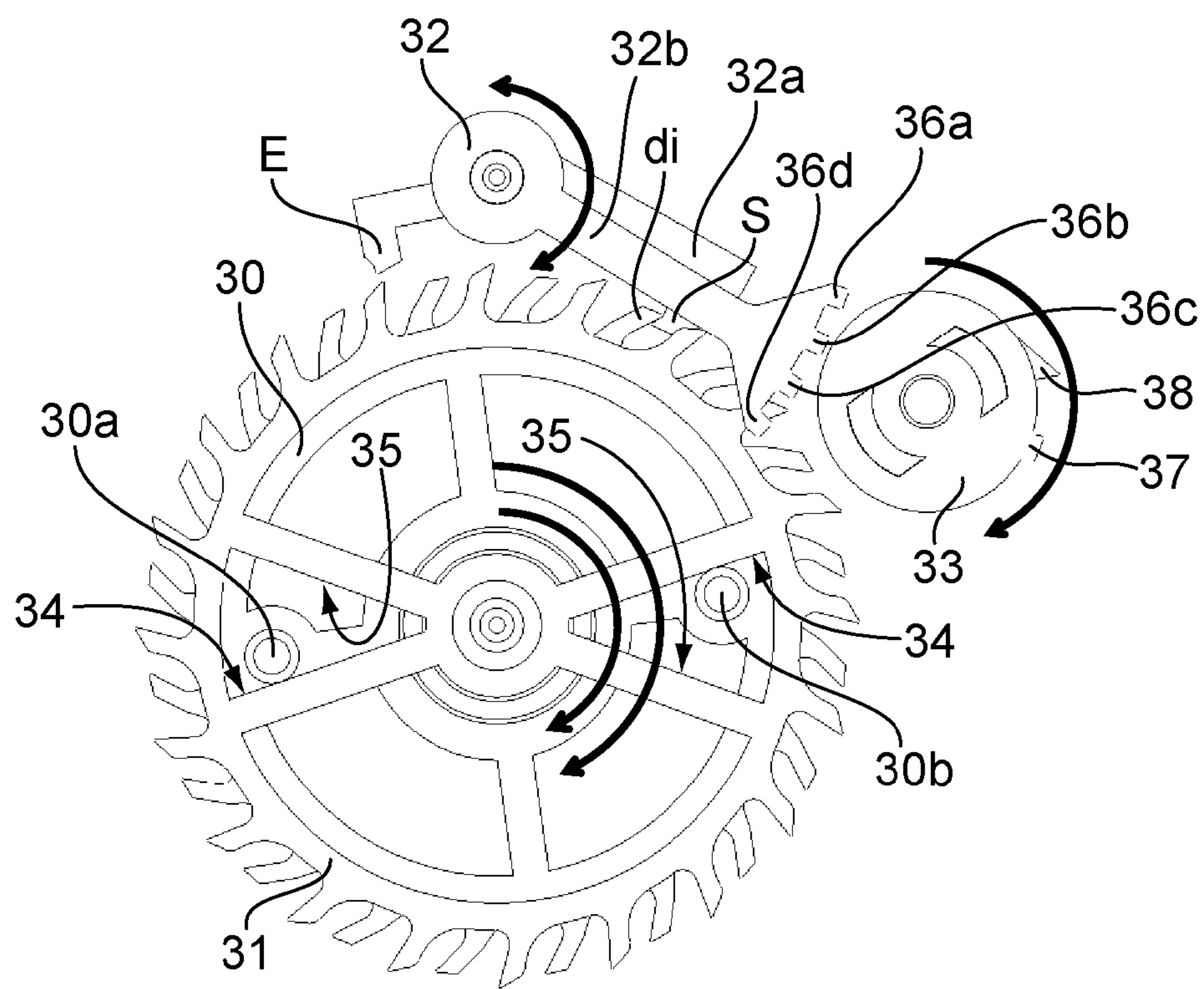


Fig.58

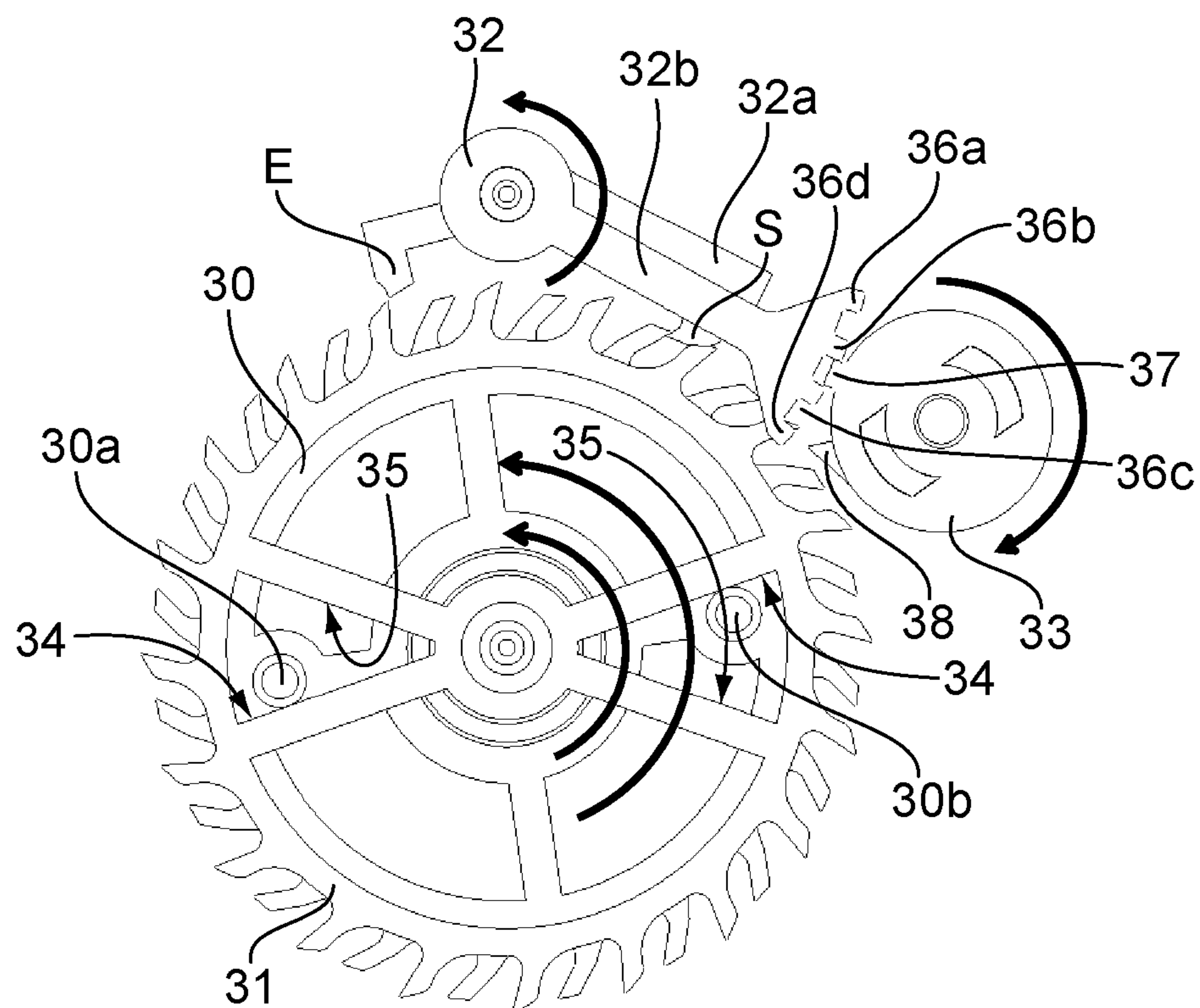


Fig.59

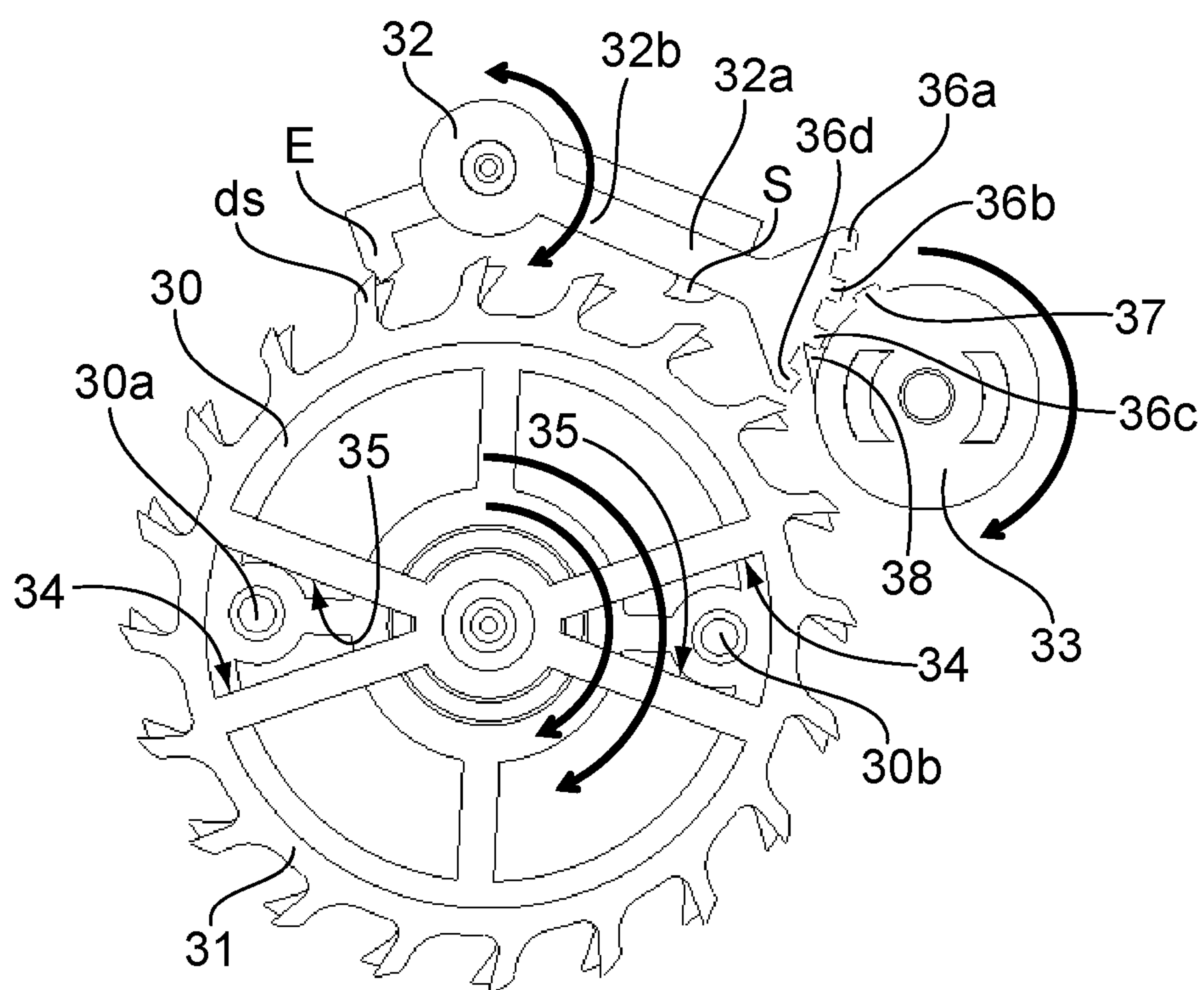


Fig.60

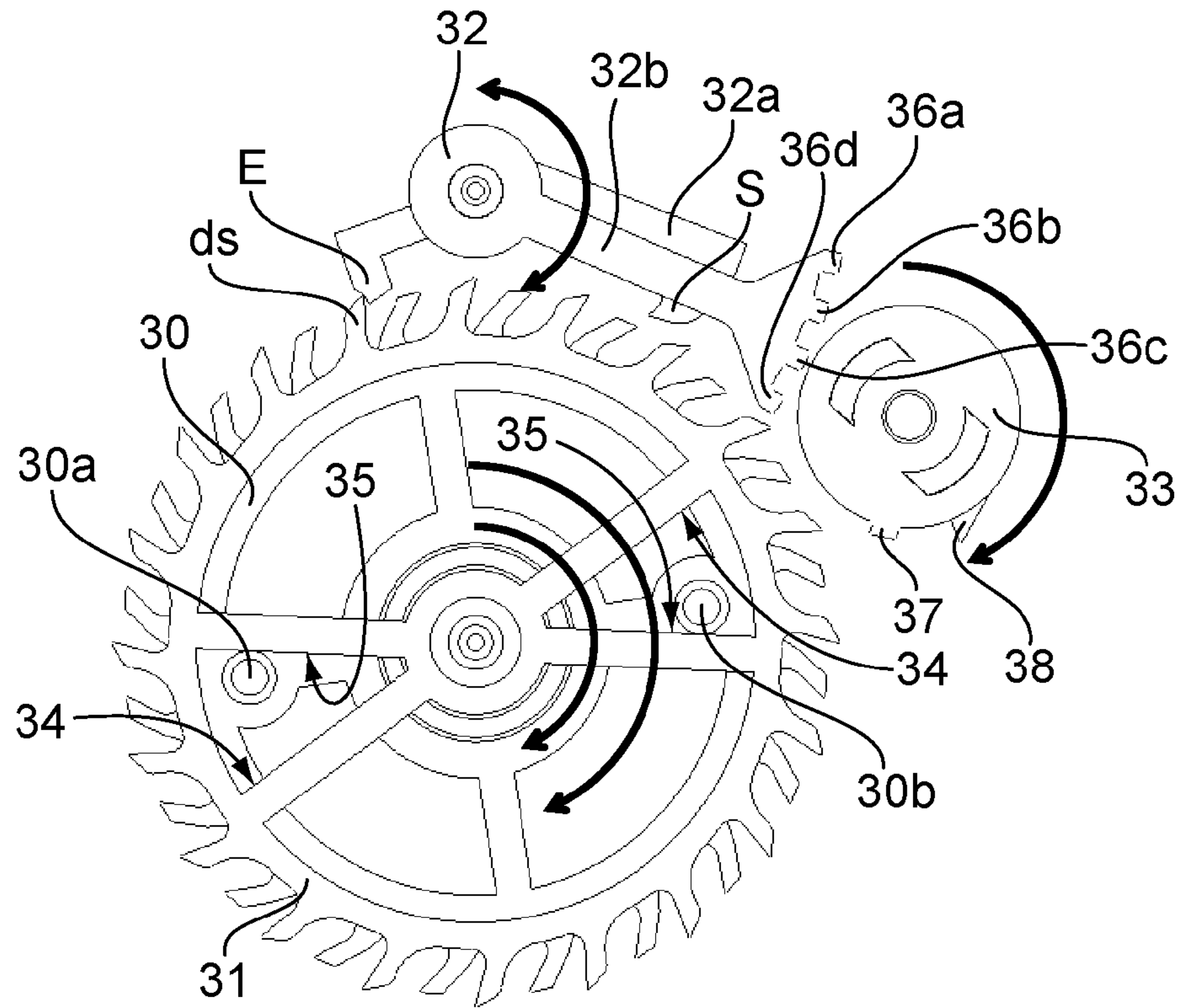


Fig.61

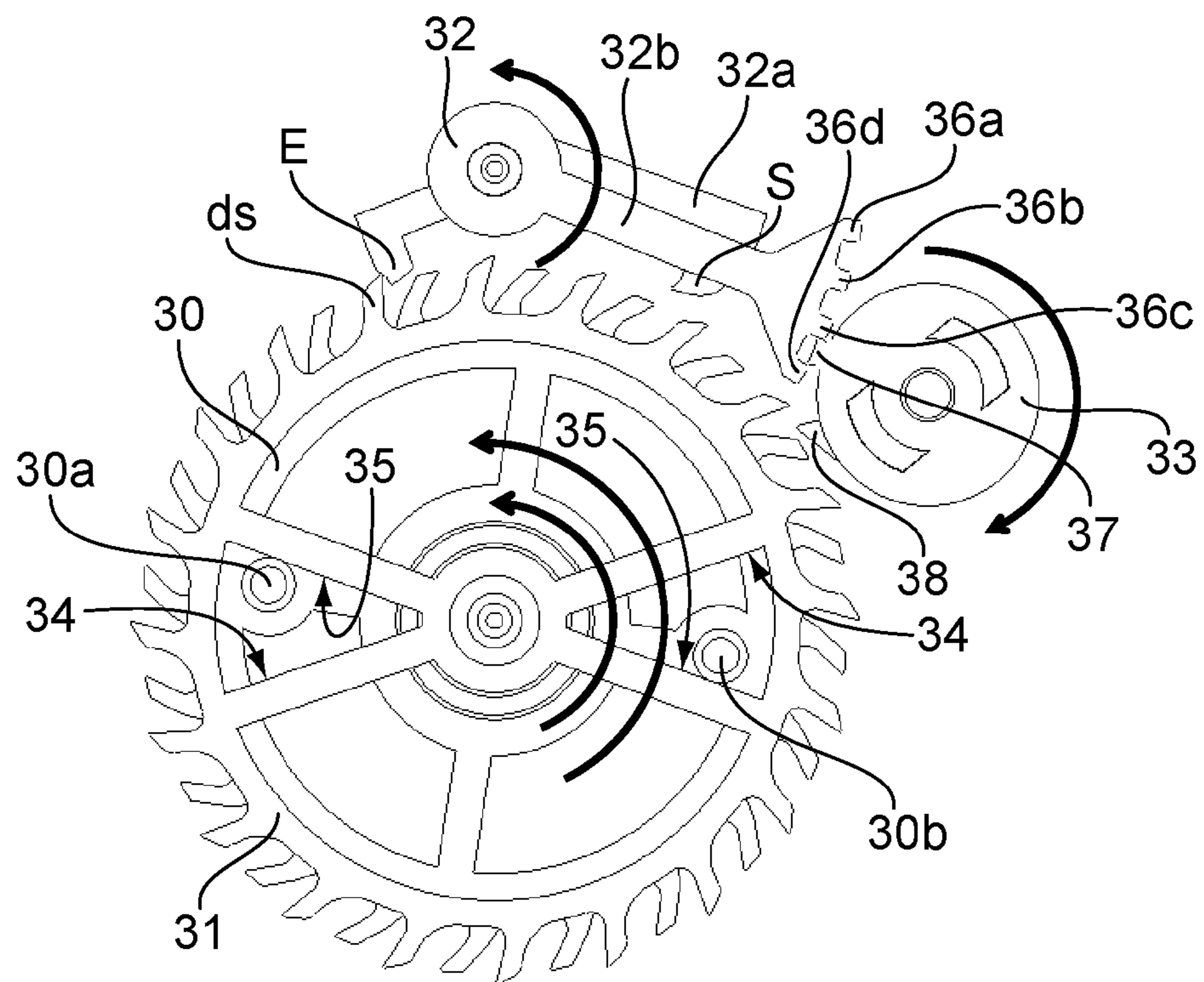


Fig.62

