



(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:  
**09.05.2012 Bulletin 2012/19**

(51) Int Cl.:  
**G04B 15/06 (2006.01)** **G04B 15/14 (2006.01)**  
**G04B 13/02 (2006.01)**

(21) Numéro de dépôt: **10189996.1**

(22) Date de dépôt: **04.11.2010**

(84) Etats contractants désignés:  
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR**  
Etats d'extension désignés:  
**BA ME**

(72) Inventeur: **Queval, Arthur**  
**2000, Neuchâtel (CH)**

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

(71) Demandeur: **Nivarox-FAR S.A.**  
**2400 Le Locle (CH)**

(54) **Echappement synchrone pour mécanisme d'horlogerie**

(57) L'invention concerne une roue d'échappement (1) comportant, synchrones en pivotement autour d'un axe (D1), une roue dentée d'impulsion (2) et une roue dentée de libération (4).

Cette dernière (4) comporte des équipages mobiles (5) avec chacun une dent de libération (6) mobile radialement par rapport audit axe (D1) et rappelée vers une position d'équilibre par des premiers moyens de rappel (7), et une dent de repos (8) rappelée dans un premier sens radial (S1) vers une butée par des seconds moyens

de rappel (9).

Cette dent d'impulsion (6) comporte des moyens d'entraînement (11) agencés pour, quand elle se meut dans un deuxième sens radial (S2) opposé au premier (S1), coopérer avec des moyens d'entraînement complémentaire (12) de ladite dent de repos (8) pour l'entraîner dans le deuxième sens (S2), et, quand elle se meut dans le premier sens (S1), rester distants desdits moyens d'entraînement complémentaire (12) sans entraîner ladite dent de repos (8).

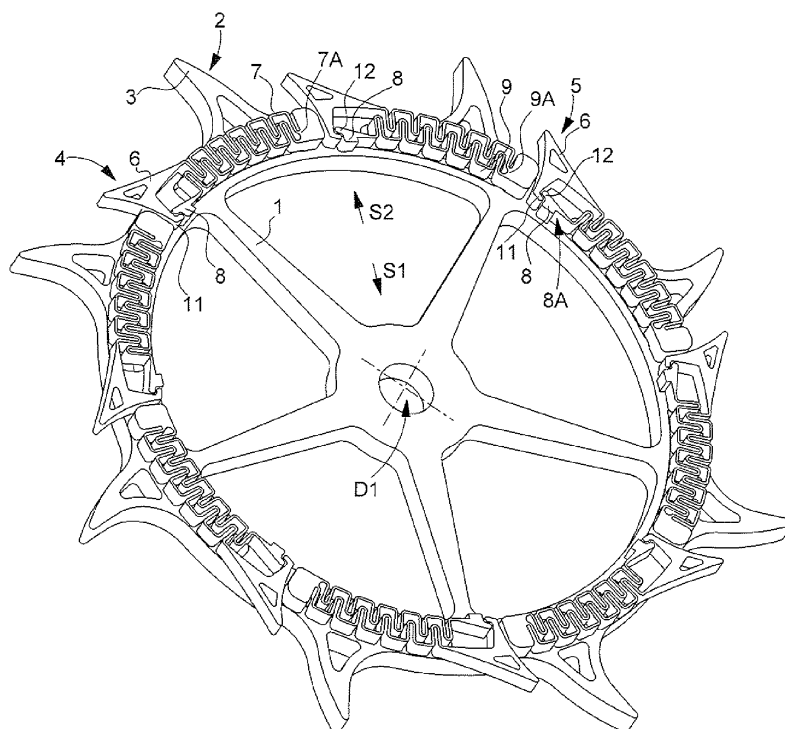


Fig. 5

## Description

### Domaine de l'invention

**[0001]** L'invention concerne une roue d'échappement pour mécanisme d'horlogerie, comportant, coaxiales et synchrones en pivotement autour d'un axe de pivotement, une pluralité de roues dentées comportant au moins une première roue dentée d'impulsion dans un premier plan d'impulsion et au moins une deuxième roue dentée de libération dans un deuxième plan d'arrêt parallèle ou confondu avec le premier plan d'impulsion.

**[0002]** L'invention concerne encore un mécanisme d'échappement comportant, mobiles en pivotement par rapport à une platine, au moins une telle roue d'échappement et recevant un couple de pivotement de la part de moyens de transmission ou de stockage d'énergie intégrés ou non audit mécanisme, et au moins un balancier pivotant autour d'un axe de balancier et comportant au moins une surface d'impulsion, une surface de manœuvre, et une surface de dégagement.

**[0003]** L'invention concerne encore un mouvement d'horlogerie comportant des moyens de stockage et de transmission d'énergie pour la transmission d'un couple de pivotement, et comportant au moins un tel mécanisme d'échappement mû par le couple de pivotement, ou/et au moins une telle roue d'échappement agencée pour pivoter sous l'effet dudit couple de pivotement et le transmettre sous forme d'impulsion périodique à un balancier que comporte le mouvement.

**[0004]** L'invention concerne encore une pièce d'horlogerie comportant au moins un tel mouvement d'horlogerie ou/et au moins un tel mécanisme d'échappement ou/et au moins une telle roue d'échappement.

**[0005]** L'invention concerne le domaine de l'horlogerie, et, plus précisément, le domaine des mécanismes d'échappement.

### Arrière-plan de l'invention

**[0006]** Parmi les échappements connus, peu combinent rendement et précision :

- les échappements à ancre suisse sont fiables et robustes, mais de faible rendement en raison d'une impulsion au travers d'un plan de frottement, par l'intermédiaire des palettes ;
- les échappements de type co-axial ou Daniels sont à impulsions bitangentes, et ont de ce fait un meilleur rendement, mais les composants et leur assemblage sont complexes et coûteux ;
- les échappements à repos frottant ne comportent pas d'ancre, comportent une roue unique donnant une mono-impulsion sur le balancier, mais la roue est en contact prolongé avec le balancier d'où des pertes d'énergie par frottement et des perturbations

sur l'organe régulateur,

- les mécanismes d'échappement à détente sont réputés les plus précis, et ont longtemps été réservés aux chronomètres de marine. Ils sont à mono-impulsion, lors d'une seule alternance du balancier, et sont ceux qui présentent les meilleurs rendements mécaniques.

**[0007]** Le rendement des mécanismes d'échappement à détente est en effet supérieur à celui des échappements à ancre, car la roue d'échappement ne communique une impulsion au balancier qu'une fois par oscillation, pendant laquelle la roue d'échappement pivote d'un pas angulaire. De ce fait, la perte d'énergie du fait de l'inertie de la roue d'échappement a lieu une fois par oscillation, contre une fois par alternance sur les échappements à ancre.

**[0008]** Leur utilisation sur des montres-bracelets est plus délicate, en raison de leur vulnérabilité aux chocs.

**[0009]** En effet, la plupart des échappements à détente comportent une bascule de détente dite aussi bloqueur, qui comporte des moyens de blocage, constitués par au moins une palette de repos pour le maintien de la roue d'échappement en position bloquée. Cette bascule comporte encore un doigt d'actionnement ou un bec, qui peut aussi être formé par l'extrémité d'un ressort fixé à cette bascule, pour coopérer avec une palette de dégagement que comporte un plateau solidaire du balancier, ou encore avec une entaille que comporte ce plateau.

**[0010]** Le balancier porte encore, généralement sur un autre plateau, une palette d'impulsion. Lors de la libération de la roue d'échappement, le couple du barillet est transmis par la roue d'échappement à cette palette d'impulsion, qui entretient le mouvement de pivotement alterné du balancier.

**[0011]** En somme, la roue d'échappement est libérée lorsque les plateaux du balancier pivotent dans un sens, et elle reste bloquée quand ces plateaux pivotent dans l'autre sens. De ce fait l'impulsion n'est donnée qu'une fois par oscillation.

**[0012]** Lors de chocs, notamment latéraux, si le balancier est amené à pivoter au-delà de son amplitude normale, une dent de la roue d'échappement peut quitter la palette de repos, il se produit alors deux dégagements et deux impulsions pendant la même alternance, ce phénomène appelé galop a pour effet de fausser l'isochronisme de l'oscillateur.

**[0013]** Le brevet US 40 408 au nom de Stephenson James, de 1863, décrit un échappement selon le modèle classique, le bec de bascule coopérant avec la palette de dégagement étant constitué par une lame-ressort fixée sur la détente.

**[0014]** Le brevet US 180 290 au nom de Voigt F. Herrman, de 1876, décrit également un mécanisme à ressort, mais cette fois accroché à la serge du balancier.

**[0015]** Le brevet CH 3299 au nom de James Emile, de 1891, décrit un mécanisme où la détente-basculé est

supportée par un ressort-spiral, et où le maintien de la roue d'échappement sur le repos est assuré en cas de secousse ou de choc. Un premier plateau du balancier comporte une levée qui coopère avec un ressort-lame fixé sur la bascule de détente. Cette dernière comporte un bec qui, quand la levée soulève la détente, coopère avec une encoche d'un second plateau du balancier parallèle au premier. En cas de choc, le ressort-spiral sur lequel est montée la détente tend à maintenir l'appui entre le roue d'échappement et la palette de repos. Ce mécanisme est transposable aux échappements à détente-ressort.

**[0016]** Les échappements à détente ont peu évolué pendant le vingtième siècle.

**[0017]** On citera néanmoins l'échappement Daniels, connu par le brevet EP 0 018 796 au nom de Daniels George en 1984. Cet échappement diffère quelque peu des échappements à détente classiques, mais il en comporte les caractéristiques principales, notamment une bascule coopérant d'une part avec une goupille du balancier, et d'autre part avec une première roue d'échappement externe, qui communique l'impulsion au balancier, au travers de deux palettes d'entrée et de sortie, et avec une seconde roue d'échappement coaxiale à la première par une palette d'impulsion séparée.

**[0018]** Il faut attendre 2005 pour découvrir de nouveaux échappements à détente dédiés aux montres-bracelets.

**[0019]** Le brevet EP 1 538 490 au nom de MONTRES BREGUET SA décrit un tel échappement, comportant une bascule-détente avec une palette de repos et un premier doigt d'actionnement. Ce dernier coopère avec un second doigt d'actionnement monté sur un organe élastique de grande longueur pivotant sur le plateau du balancier porteur de la palette d'impulsion. Ce second doigt peut entraîner le premier doigt quand le plateau pivote dans un premier sens pour actionner la bascule, et peut contourner ce doigt sans l'entraîner quand le plateau pivote en sens inverse. Cet organe élastique comporte une ouverture mobile autour d'une première goupille que porte le plateau, ce dernier portant encore une deuxième goupille coopérant ou non avec l'organe élastique selon son niveau de tension ou de détente. Dans un autre mode, cet échappement comporte l'organe élastique sur la bascule, et non sur le plateau. Cet organe élastique peut consister en un ressort spiral, ou en un ressort serpent.

**[0020]** Différents perfectionnements et variantes suivent, par les brevets EP 1 538 491, EP 1 544 689, EP 1 708 046 et EP 1 708 047 au nom de MONTRES BREGUET SA.

**[0021]** Le premier EP 1 538 491 décrit un mécanisme sans organe élastique sur la détente, et avec un organe élastique porteur du second doigt d'actionnement sur le plateau. Lequel plateau est muni d'une came en forme d'entaille que parcourt un bec situé à l'extrémité d'un bras-palpeur de la bascule de détente.

**[0022]** Le brevet EP 1 544 689 décrit un mécanisme

analogue, mais sans organe élastique, le second doigt d'actionnement est positionné face à la came en entaille, et il coopère avec l'un ou l'autre côté du premier doigt de la bascule-détente selon le sens de pivotement du plateau, pour mouvoir ou maintenir la palette de repos. Le second doigt d'actionnement est chargé de réengager la palette de repos dans la roue d'échappement, et il n'est pas fait usage d'un bras-palpeur à bec.

**[0023]** Le brevet EP 1 708 047 décrit une bascule comportant un bras portant à la fois un premier doigt pour coopérer avec le second doigt d'actionnement, et un palpeur à bec coopérant avec une came en entaille similaire aux précédentes. Dans un premier sens de pivotement du balancier et de ses plateaux, le premier doigt entraîne le second doigt pour dégager la ou les palettes de repos de la roue d'échappement. Le bec du bras-palpeur est entraîné ensuite par un flanc montant de la came en entaille, pour réengager les moyens de blocage dans la roue d'échappement. Quand le balancier pivote dans le sens inverse, le premier doigt entraîne le second doigt pour maintenir les moyens de blocage engagés dans la roue d'échappement. La rencontre du premier et du second doigt, quel que soit le sens de pivotement des plateaux, engendre une force tournante et naturelle sur l'axe de la bascule. Cette rencontre n'engendre aucun risque de casse du mécanisme. Aucun organe élastique ni goupille d'arrêt n'est nécessaire. - Dans une réalisation particulière, ce mécanisme comporte deux palettes de repos juxtaposées comportant des plans de repos contigus mais non alignés, ce qui permet de loger la pointe de la dent de la roue d'échappement sur une ligne de repos à la jonction de ces plans de repos, créant un effet de tirage permettant de s'affranchir de toute goupille d'arrêt. Le plan de repos de la palette d'arrêt la plus proche de la roue d'échappement vient en effet se dresser devant la dent, et l'empêche de poursuivre sa route. Dans cette position de repos total de la dent de la roue d'échappement, le bec du bras-palpeur décolle du pourtour du plateau, et laisse toute liberté au balancier pour achever sa première alternance. Cette construction rend l'échappement résistant aux chocs, en effet un choc ramène le bec sur le pourtour du plateau correspondant, sans toutefois dégager les palettes de repos, car le retour de la dent sur la ligne de repos s'opère immédiatement grâce à cet effet de tirage. Quand, ensuite, lors du mouvement retour du balancier en sens inverse, vers la fin de la seconde alternance, le premier doigt et le second doigt viennent en coopération, ils font naître un couple de la bascule de détente autour de son axe de pivotement, entraînant un léger recul de la dent de la roue d'échappement, avant que, lors de la séparation des doigts, la dent revienne sur la ligne de repos dans un effet de contre-tirage.

**[0024]** Le brevet EP 1 708 046 divulgue un perfectionnement applicable à ces différentes versions, sous la forme d'un doigt de sécurité fixé sur le plateau, et arrangé pour coopérer avec les dents de la roue d'échappement et la bloquer si la palette d'impulsion venait à être délogée par accident de la denture de la roue. Cette dispo-

sition prévient tout affolement de la roue d'échappement en cas de choc se traduisant par l'inversion du sens de rotation des plateaux au moment précis de l'impulsion de la roue. La rencontre d'une dent de la roue avec ce doigt de sécurité bloque la roue, ramène les plateaux dans le sens correct de rotation.

**[0025]** Ces brevets ont ainsi proposé à la fois une simplification et une sécurisation de l'échappement à détente.

**[0026]** D'autres documents ont proposé d'autres solutions.

**[0027]** Ainsi le document EP 1 522 001 au nom de Detra SA et de Patek Philippe SA, également publié en 2005, propose un mécanisme d'échappement avec pièces de blocage et roues dentées à lacunes de dents. Un premier mobile est soumis à un couple périodique, obtenu par exemple par un rotor monté dans un stator. Ce premier mobile comporte, d'une part dans un plan de base une première roue comportant des lacunes de dentition sur sa périphérie, et d'autre part sur un deuxième plan un premier bloqueur comportant plusieurs doigts et apte à bloquer un levier de dégagement que comporte un plateau du balancier, dans un premier sens de pivotement de ce dernier. Ce premier mobile coopère, selon sa position, soit par ce premier bloqueur, soit par sa première roue, avec un second mobile. Ce second mobile comporte, dans le plan de base, une seconde roue comportant des lacunes de dentition, dans le second plan une pièce de forme comportant plusieurs doigts et apte à bloquer le levier de dégagement du plateau du balancier, dans un second sens de pivotement opposé au premier, et ce second mobile comporte encore, dans un premier plan parallèle aux plans précédents une pièce de blocage. Ce second mobile coopère, selon sa position, soit par cette pièce de blocage, soit par sa seconde roue, avec un mobile d'échappement, lequel comporte, dans le plan de base une roue dentée comportant des lacunes de dentition, et dans le premier plan une roue d'impulsion recevant un couple mécanique continu tel celui d'un barillet, analogue à une roue d'échappement classique, et apte à coopérer avec un levier d'impulsion que comporte le plateau du balancier, pour entretenir le mouvement d'oscillation de ce dernier. Selon les positions angulaires respectives des différents mobiles, les pièces de blocage, ou de forme, ou les dentures, coopèrent entre elles, de façon à ce que le dispositif présente, pour chaque tour de rotation du premier axe, quatre positions de blocage stables, entre lesquelles il présente autant de positions de déblocage. La combinaison de deux moyens de blocage et de deux moyens de déblocage du couple mécanique, et la séquence particulière imposant une opération de déblocage entre deux opérations de blocage réalisent la prévention de tout emballement ou galop en cas de choc sur le mécanisme. Un tel mécanisme est complexe, relativement coûteux, et se déplie sur plusieurs plans, ce qui rend son épaisseur importante.

**[0028]** La demande de brevet EP 1 770 452 au nom de Baumberger Peter est un perfectionnement de l'an-

cien brevet Voigt US 180 290, conçu pour minimiser l'encombrement, et décrit un échappement à détente classique avec une bascule de détente pivotée et rappelée par un ressort spiral, un bras de cette bascule porte une extrémité d'un ressort-lame dont l'autre extrémité est maintenue en appui sur une butée portée par un autre bras de la bascule, et est agencée pour coopérer avec une palette de dégagement solidaire d'un petit plateau de balancier. Un autre bras de la bascule, au-delà d'une palette de repos, comporte un doigt qui coopère avec la périphérie de ce petit plateau, et en particulier avec une portion tronquée faisant came, à un niveau inférieur à celui du ressort-lame. Un grand plateau du balancier porte classiquement une palette d'impulsion, précédée d'un premier évidement, et suivie d'un second évidement, pour permettre le dégagement de la palette de repos lorsque la palette de dégagement fait pivoter la bascule de détente. Le choix d'une géométrie particulière, tant au niveau du positionnement de la palette de repos et de la palette d'impulsion en quasi-symétrie de la ligne des centres de la roue d'échappement et du balancier pendant la phase de repos, qu'au niveau de la fourche formée par le doigt et l'extrémité libre du ressort-lame, limitent l'effet perturbateur lié à l'inertie de la détente sur les oscillations du balancier. L'amplitude des mouvements de pivotement de la détente, en cas de choc, est limitée par l'interaction de la palette de repos et du grand plateau. Dans un mode de réalisation complémentaire, ce mécanisme comporte une bascule anti-galop, au voisinage du petit plateau, montée pivotante sur le mouvement entre deux positions extrêmes stables maintenues par un sautoir sur des butées avec lesquelles peut coopérer une première extrémité, et dont une deuxième extrémité en forme de fourchette interagit avec la palette de dégagement : à chaque passage dans la fourchette, la palette de dégagement exerce une pression pour faire basculer la bascule anti-galop de l'une à l'autre de ses positions stables. La fourchette constitue ainsi deux arrêts pour le petit plateau en cas de galop, et empêche le balancier de faire plus d'un tour en pivotement.

**[0029]** Le document EP 1 860 511 au nom de Christophe Claret SA décrit un mouvement à pont mobile, assurant une protection contre les chocs latéraux d'un échappement à détente. Ce pont mobile porte l'axe de pivotement du balancier-spiral, l'axe de pivotement de la roue d'échappement, l'axe de pivotement de la détente, et une partie du rouage de finissage. Il est pivoté élastiquement sur l'axe d'une des roues du rouage de finissage, par exemple la roue de seconde. Des forces, telles qu'un choc latéral, susceptibles de dégager la palette de repos, entraînent alors le pont mobile dans son entier, et les positions relatives de la détente et de la roue d'échappement sont maintenues. Ainsi, une marche constante de l'échappement est assurée. Ce pont mobile peut, encore, être amorti par un système d'amortissement qui permet de dissiper une partie de l'énergie due au choc.

**[0030]** La demande de brevet EP 2 221 677 au nom

de Rolex SA décrit un échappement à détente innovant, qui comporte une masse inertielle mobile par pivotement par rapport au plateau de balancier sous l'effet d'une accélération de ce dernier. Cette masse inertielle porte le doigt de dégagement qui a pour fonction de coopérer avec le doigt de la bascule de détente, et elle est pivotée sur un axe excentrique du plateau, et limitée dans son débattement angulaire par la course d'une goupille dans une lumière, ce qui correspond à deux positions stables, soit une dans chaque sens de pivotement du balancier. Ainsi, selon l'accélération du balancier, le doigt de dégagement est, ou non, saillant par rapport au plateau de balancier, et est donc apte, ou non, à engager le doigt de la bascule de détente. Le doigt de dégagement ne doit donc vaincre la résistance d'aucun organe élastique pour passer l'obstacle du doigt de la bascule de détente, lors de l'alternance où le balancier ne reçoit pas d'impulsion de son mouvement oscillant, puisque le doigt de dégagement s'efface et reste en retrait de la périphérie du plateau. Il n'y a, ni perte d'énergie, ni perturbation de la période d'oscillation du balancier.

**[0031]** La demande de brevet CH 700 091 au nom de Christophe Claret SA décrit un échappement à détente, avec une bascule de détente montée pivotante sur un ressort spiral et coopérant à l'autre extrémité avec une première lame ressort encastrée au voisinage du pivot. Le plateau de balancier comporte deux palettes de dégagement distinctes. Un mobile disposé du côté opposé de la roue d'échappement, par rapport à la bascule de détente, porte une came pivotante, maintenant une lame-ressort de came, et rappelée vers la détente par un ressort spiral sur une position de butée. Cette came est agencée pour faire coopérer la lame-ressort de came, ou bien dans un premier état avec l'extrémité de la bascule porteuse du ressort-lame, ou bien dans un deuxième état avec les palettes de dégagement du balancier. La première palette de dégagement est agencée pour coopérer avec la première lame ressort et actionner la détente lorsque la première palette croise la première lame dans un premier sens, et pour coopérer seulement avec la première lame et sans actionner la détente lorsqu'elle la croise dans le sens opposé. La came, dans son premier état, coopère avec la détente pour limiter les mouvements de celle-ci. La deuxième palette de dégagement est agencée pour faire passer la came dans son second état où la détente est libre d'effectuer son dégagement et de libérer la dent de roue d'échappement de la palette de repos. Les deux palettes de dégagement sont proches, et agencées de telle façon que la came soit amenée dans son second état juste avant que la détente effectue son dégagement. Le ressort spiral de rappel de came, plus fort que la lame-ressort de came, tend à ramener la came dans son premier état. Ainsi, la came, dans son premier état, est positionnée de façon à s'opposer à tout déplacement intempestif de la détente qui se traduirait par un dégagement intempestif de la palette de repos, et l'échappement est moins sensible aux effets d'un choc. Le réglage de ce mécanisme est délicat, car il dé-

pend des caractéristiques propres aux ressorts qu'il comporte, au nombre d'au moins trois.

**[0032]** La demande de brevet EP 2 224 292 au nom de Rolex SA divulgue un échappement à impulsion directe, notamment à détente. Sa bascule de détente est agencée de façon particulière, pivotante entre deux butées, elle possède, tourné vers la roue d'échappement, un doigt comportant successivement une surface d'arrêt servant de palette de repos, une surface de sécurité qui, selon la position de pivotement de la bascule, interfère ou non avec la trajectoire de la roue d'échappement, et une surface de glissement qui contraint la bascule à basculer, lors du pivotement de la roue d'échappement, afin de ramener la surface de glissement et donc la surface d'arrêt en zone d'interférence avec la roue d'échappement pour stopper le pivotement de celle-ci. Le plateau de balancier comporte classiquement une palette d'impulsion et un doigt de dégagement. Pendant l'alternance dans un premier sens de pivotement du balancier, la bascule est dans une première position pivotée en butée qui laisse le passage au doigt de dégagement, alors que dans l'autre alternance dans l'autre sens de pivotement, la bascule pivotée dans une autre position de butée rencontre, au niveau d'un élément de dégagement élastique qu'elle comporte, le doigt de dégagement. La course élastique de cet élément de dégagement élastique permet au balancier de poursuivre sa course, la palette d'impulsion passe entre deux dents adjacentes de la roue d'échappement. Peu après, le balancier est arrêté par son ressort-spiral et pivote en sens contraire. Pendant cette course élastique, la bascule reste arc-boutée sur sa butée, et la surface d'arrêt de la bascule glisse sur la dent de la roue d'échappement qu'elle maintient en arrêt. La sécurité de ce mécanisme est assurée par l'agencement du doigt de la bascule, avec une surface d'arrêt et une surface glissante qui pénètrent alternativement dans la trajectoire de la denture de la roue d'échappement. La longueur de la surface de sécurité entre la surface d'arrêt et la surface de glissement correspond à l'angle que parcourt la roue pour communiquer l'énergie motrice au balancier, pour empêcher le retour prématuré de l'élément d'arrêt dans la trajectoire de la roue, ce qui constitue une sécurité complémentaire. Une part de l'énergie du barillet est toutefois consommée en frottement lors de la phase de glissement.

**[0033]** On comprend que ces différents mécanismes sont complexes, nécessitent de nombreux composants, et un réglage qui peut être délicat.

#### Résumé de l'invention

**[0034]** L'invention se propose d'offrir une conception entièrement nouvelle de roue d'échappement, et de mécanisme d'échappement, qui puisse en particulier être utilisée pour un échappement à détente, avec les avantages de haute précision reconnu à ce type d'échappement, tout en ayant une garantie parfaite des alignements lors de la cinématique, un nombre de composants

très réduit, un montage très simple, et des réglages réduits au minimum. La conception du mécanisme d'échappement selon l'invention élimine tout composant intermédiaire entre la roue d'échappement et le balancier, qu'il s'agisse d'une bascule de détente, d'un bloqueur, ou d'une ancre.

**[0035]** A cet effet l'invention concerne une roue d'échappement pour mécanisme d'horlogerie, comportant, coaxiales et synchrones en pivotement autour d'un axe de pivotement, une pluralité de roues dentées comportant au moins une première roue dentée d'impulsion dans un premier plan d'impulsion et au moins une deuxième roue dentée de libération dans un deuxième plan d'arrêt parallèle ou confondu avec le premier plan d'impulsion, caractérisée en ce que ladite deuxième roue dentée de libération comporte au moins un équipage mobile lequel comporte, d'une part au moins une dent de libération mobile radialement par rapport audit axe de pivotement et rappelée vers une position d'équilibre par des premiers moyens de rappel, et d'autre part au moins une dent de repos rappelée dans un premier sens radial vers une position de butée par des seconds moyens de rappel, et encore caractérisée en ce que ladite dent de libération comporte des moyens d'entraînement agencés pour, quand ladite dent de libération se meut dans un deuxième sens radial opposé audit premier sens radial, coopérer avec des moyens d'entraînement complémentaire que comporte ladite dent de repos pour entraîner ladite dent de repos dans le deuxième sens radial, et en ce que lesdits moyens d'entraînement, quand ladite dent de libération se meut dans le premier sens radial, sont agencés pour se mouvoir à distance desdits moyens d'entraînement complémentaire sans entraîner ladite dent de repos.

**[0036]** Selon une caractéristique de l'invention, ladite roue d'impulsion comporte autant de dents d'impulsion, de pointes dirigées dans le deuxième sens radial, que ladite deuxième roue de libération comporte de dits équipages mobiles dont chacun comporte une dent de libération de pointe dirigée dans le deuxième sens radial, et en ce que lesdites dents d'impulsion sont alternées avec lesdites dents de libération.

**[0037]** Selon une caractéristique de l'invention, ladite roue d'échappement est réalisée dans un matériau micro-usinable, ou silicium, ou quartz ou un de leurs composés, ou un alliage issu de la technologie des MEMS, ou un alliage tel qu'obtenu par le procédé DRIE ou « LIGA », ou en un matériau au moins partiellement amorphe.

**[0038]** L'invention concerne encore un mécanisme d'échappement comportant, mobiles en pivotement par rapport à une platine, au moins une roue d'échappement selon une des revendications précédentes et recevant un couple de pivotement de la part de moyens de transmission ou de stockage d'énergie intégrés ou non audit mécanisme, et au moins un balancier pivotant autour d'un axe de balancier et comportant au moins une surface d'impulsion, une surface de manoeuvre, et une sur-

face de dégagement, caractérisé en ce que ladite platine comporte pour chaque dite roue d'échappement une butée qui est agencée pour coopérer successivement avec chaque dite dent de repos dans sa dite position de butée pour bloquer le pivotement de ladite roue d'échappement, et pour autoriser le pivotement de ladite roue d'échappement quand ladite dent de repos est écartée de sa position de butée par ladite dent de libération correspondante.

**[0039]** Selon une caractéristique de l'invention, la trajectoire de ladite surface de dégagement est interférente successivement avec celle de chaque dite dent de libération pour, dans un premier sens de pivotement dudit balancier, accrocher ladite dent de libération et l'écarter de ladite position d'équilibre dans le deuxième sens radial en entraînant ladite dent de repos pour l'écarter de sa dite position de butée et autoriser le pivotement de ladite roue d'échappement.

**[0040]** Selon une caractéristique de l'invention, lors dudit pivotement de ladite roue d'échappement une dent d'impulsion communique à ladite surface d'impulsion dudit balancier une impulsion suffisante pour une oscillation complète, et encore caractérisé en ce que, lors de l'alternance suivante dudit balancier dans un deuxième sens de pivotement dudit balancier opposé audit premier sens de pivotement, la trajectoire de ladite surface de manoeuvre est interférente successivement avec celle de chaque dite dent de libération pour pousser cette dernière dans le premier sens radial de façon à autoriser la poursuite de la course de pivotement dudit balancier sans libérer de ladite butée la dent de repos associée à ladite dent de libération.

**[0041]** Selon une caractéristique de l'invention, ledit balancier est réalisé de façon monobloc avec ladite platine.

**[0042]** Selon une caractéristique de l'invention, ledit balancier est réalisé de façon monobloc avec au moins un ressort-spiral.

**[0043]** Selon une caractéristique de l'invention, ledit mécanisme d'échappement comporte une première partie monobloc regroupant ladite platine comportant des moyens de guidage en pivotement agencés pour guider au moins une dite roue d'échappement, au moins un dit balancier, au moins un dit ressort-spiral couplé avec chaque dit balancier, et une deuxième partie monobloc comportant au moins une dite roue d'échappement comportant des moyens de guidage complémentaire agencés pour coopérer avec lesdits moyens de guidage de ladite platine pour guider ladite roue d'échappement en pivotement, chaque dite roue étant agencée pour être couplée avec un dit balancier.

**[0044]** Selon une caractéristique de l'invention, ledit mécanisme d'échappement est réalisé dans un matériau micro-usinable, ou silicium, ou quartz ou un de leurs composés, ou un alliage issu de la technologie des MEMS, ou un alliage tel qu'obtenu par le procédé DRIE ou « LIGA », ou en un matériau au moins partiellement amorphe.

**[0045]** L'invention concerne encore un mouvement d'horlogerie comportant des moyens de stockage et de transmission d'énergie pour la transmission d'un couple de pivotement, et comportant au moins un tel mécanisme d'échappement mû par le couple de pivotement, ou/et au moins une telle roue d'échappement agencée pour pivoter sous l'effet dudit couple de pivotement et le transmettre sous forme d'impulsion périodique à un balancier que comporte le mouvement.

**[0046]** L'invention concerne encore une pièce d'horlogerie comportant au moins un tel mouvement d'horlogerie ou/et au moins un tel mécanisme d'échappement ou/et au moins une telle roue d'échappement.

#### Description sommaire des dessins

**[0047]** D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront dans la description détaillée qui va suivre, en référence aux dessins annexés où :

- la figure 1 représente, de façon schématisée et partielle, en vue en plan, un mécanisme d'échappement selon l'invention incorporant une roue d'échappement selon l'invention, dans une phase de libération ;
- la figure 2 représente, de façon schématisée et partielle, en vue en plan, le mécanisme d'échappement de la figure 1, dans une phase d'impulsion ;
- la figure 3 représente, de façon schématisée et partielle, en vue en plan, le mécanisme d'échappement de la figure 1, dans une phase de dégagement ;
- la figure 4 représente, de façon schématisée et partielle, en perspective, la roue d'échappement de la figure 1, vue du côté d'une denture d'impulsion qu'elle comporte ;
- la figure 5 représente, de façon schématisée et partielle, en perspective, la roue d'échappement de la figure 1, vue du côté de dents de libération et de dents de repos qu'elle comporte ;
- la figure 6 représente, de façon schématisée et partielle, en vue en plan, une pièce d'horlogerie comportant un mouvement d'horlogerie comportant lui-même le mécanisme d'échappement de la figure 1, dans une phase de libération ;
- la figure 7 représente, de façon schématisée et partielle, en vue en plan, la pièce d'horlogerie de la figure 6 ;
- la figure 8 représente, de façon schématisée et partielle, en vue en plan, un mécanisme d'échappement selon l'invention incorporant une autre variante de roue d'échappement selon l'invention, dans une

phase de libération ;

- la figure 9 représente, de façon schématisée et partielle, en vue en plan, un dispositif anti-galop que comporte un mécanisme d'échappement selon l'invention, dans une première position de butée ;
- la figure 10 représente le dispositif de la figure 9, en vue en perspective.

#### Description détaillée des modes de réalisation préférés

**[0048]** L'invention concerne le domaine de l'horlogerie, et, plus précisément, le domaine des mécanismes d'échappement.

**[0049]** L'invention présente une conception innovante de roue d'échappement, et de mécanisme d'échappement, en particulier d'échappement à détente, avec les avantages de haute précision reconnus à ce type d'échappement, avec une géométrie parfaite lors de la cinématique, un nombre de composants minimal, un montage très simple, et des réglages réduits au minimum. L'invention élimine tout composant intermédiaire entre la roue d'échappement et le balancier, qu'il s'agisse d'une bascule de détente, d'un bloqueur, ou d'une ancre. Toutes les fonctions de l'échappement sont en effet rassemblées dans une roue unique.

**[0050]** L'invention concerne une roue 1, plus particulièrement une roue d'échappement, pour un mécanisme d'horlogerie tel qu'une pièce d'horlogerie 1000, un mouvement d'horlogerie 100, ou un mécanisme d'échappement 10.

**[0051]** Cette roue 1 comporte, coaxiales et synchrones en pivotement autour d'un axe de pivotement D1, une pluralité de roues dentées, comportant au moins une première roue dentée d'impulsion 2 dans un premier plan d'impulsion et au moins une deuxième roue dentée de libération 4 dans un deuxième plan d'arrêt parallèle ou confondu avec le premier plan d'impulsion, tel que visible sur les figures 4 et 5 qui montrent, respectivement, un étage d'impulsion comportant une première roue dentée d'impulsion 2, et qui permet de transmettre de l'énergie au balancier lors de la libération de la roue, et un étage de dégagement-libération de la roue comportant une deuxième roue dentée de libération 4. On comprend que ces étages fonctionnent indépendamment, même s'ils sont liés à la même roue.

**[0052]** Le premier plan d'impulsion peut être confondu avec le deuxième plan d'arrêt.

**[0053]** Dans le mode de réalisation préféré exposé ici, l'étage d'impulsion fournit une mono-impulsion comme dans tout échappement à détente.

**[0054]** Selon l'invention, la deuxième roue dentée de libération 4 comporte au moins un équipage mobile 5. Ce dernier comporte, d'une part au moins une dent de libération 6 mobile radialement par rapport à l'axe de pivotement D1 et rappelée vers une position d'équilibre par des premiers moyens de rappel, et d'autre part au

moins une dent de repos 8 rappelée dans un premier sens radial S1 vers une position de butée par des seconds moyens de rappel 9.

**[0055]** Plus particulièrement, la dent de libération 6 comporte des moyens d'entraînement 11 agencés pour, quand la dent de libération 6 se meut dans un deuxième sens radial S2 opposé au premier sens radial S1, coopérer avec des moyens d'entraînement complémentaire 12 que comporte la dent de repos 8 pour entraîner la dent de repos 8 dans le deuxième sens radial S2.

**[0056]** Et, quand la dent de libération 6 se meut dans le premier sens radial S1, les moyens d'entraînement 11 sont agencés pour se mouvoir à distance des moyens d'entraînement complémentaire 12 sans entraîner la dent de repos 8.

**[0057]** A chaque phase de repos de la roue 1, la dent de repos 8 rencontre une butée 15 fixe par rapport à une platine 13 de la pièce d'horlogerie 1000 ou du mouvement 100, afin d'éviter l'emballement de la roue d'échappement 1.

**[0058]** La roue d'impulsion 2 comporte autant de dents d'impulsion 3, dont les pointes sont dirigées dans le deuxième sens radial S2, que la deuxième roue de libération 4 comporte d'équipages mobiles 5, dont chacun comporte une dent de libération 6, de pointe dirigée dans le deuxième sens radial S2.

**[0059]** Les dents d'impulsion 3 sont alternées avec les dents de libération 6.

**[0060]** Les figures représentent un exemple de roue 1 avec huit dents d'impulsion 3 et huit équipages mobiles 5. Cet exemple n'est nullement limitatif.

**[0061]** De préférence, les premiers moyens de rappel 7 et les seconds moyens de rappel 9 sont des moyens de rappel élastique, notamment de type ressort-serpentin tel que visible sur les figures, ou ressort-lame, ou ressort-spiral.

**[0062]** De façon préférée, la dent de libération 6 constitue l'extrémité d'un premier ressort 7, lequel est encastré à son autre extrémité 7A dans une structure que comporte la roue d'échappement 1. De même, la dent de repos 8 constitue l'extrémité d'un deuxième ressort 9 également encastré à son autre extrémité 9A dans la structure.

**[0063]** Sur les figures qui illustrent un mode de réalisation, ces ressorts s'étendent, dans le même plan qui est le plan d'arrêt, entre deux équipages mobiles 5 consécutifs, et sont représentés sous la forme de ressorts-serpentins imbriqués l'un dans l'autre, sans pour autant interférer avec la contraction ou la détente de l'autre. Il est également possible, afin d'augmenter leur longueur, et ainsi d'amoindrir l'effort à exercer à leur extrémité libre, et réduire d'autant la perte énergétique, de les déployer sur plusieurs pas successifs. Certains de ces ressorts peuvent aussi être agencés au niveau de l'étage d'impulsion ou d'espaces libres que comporte la serge de la roue d'échappement 1. Ces ressorts, peuvent, encore, être disposés latéralement, dans un ou plusieurs plans parallèles au premier plan d'impulsion et au deuxième

plan d'arrêt.

**[0064]** Ces ressorts constituant les moyens de rappel 7 et 9 peuvent, encore, être disposés côte à côte, selon deux plans parallèles.

**[0065]** Afin de réduire la consommation de couple, et donc d'énergie, la dent de libération 6 peut être multiple et comporter des surfaces coopérant successivement avec une surface de dégagement 23 que comporte le balancier 20, avec une amplitude radiale fonction de leur position angulaire, par exemple étagées sous forme de gradins.

**[0066]** Dans un premier mode de réalisation, tel que visible sur les figures 1 à 7, le premier sens radial S1 est centripète.

**[0067]** Dans un deuxième mode de réalisation, tel que visible sur la figure 8, le premier sens radial S1 est centrifuge.

**[0068]** De façon préférée et avantageuse, la roue d'échappement 1 selon l'invention est monobloc. Ceci permet l'alignement parfait des deux niveaux constitués par la première roue dentée d'impulsion 2 dans un premier plan d'impulsion et par la deuxième roue dentée de libération 4 dans un deuxième plan d'arrêt.

**[0069]** De façon très avantageuse, une telle roue d'échappement 1 est réalisée dans un matériau micro-usinable, ou silicium, ou quartz ou un de leurs composés, ou un alliage issu de la technologie des MEMS, ou un alliage tel qu'obtenu par le procédé DRIE ou « LIGA », ou en un matériau au moins partiellement amorphe. Ces procédés permettent l'élaboration d'un composant complexe multi-niveaux tel que la roue d'échappement 1 selon l'invention.

**[0070]** L'invention concerne encore un mécanisme d'échappement 10 comportant, mobiles en pivotement par rapport à une platine 13, au moins une telle roue d'échappement 1, recevant un couple de pivotement de la part de moyens de transmission 14 ou de stockage d'énergie intégrés ou non au mécanisme 10, tels qu'un rouage, un barillet, un rotor, ou similaire. Ce mécanisme 10 comporte encore au moins un balancier 20 pivotant autour d'un axe de balancier D2 et comportant au moins une surface d'impulsion 21, une surface de manoeuvre 22, et une surface de dégagement 23.

**[0071]** Selon l'invention, la platine 13 du mécanisme 10 comporte, pour chaque roue d'échappement 1, une butée 15 qui est agencée pour coopérer successivement avec chaque dent de repos 8 dans sa position de butée, par coopération d'une surface de butée 15A de la butée 15 avec une surface d'arrêt 8A de la dent de repos 8, pour bloquer le pivotement de la roue d'échappement 1, et pour autoriser le pivotement de la roue d'échappement 1 dans un sens de pivotement P quand la dent de repos 8 est écartée de sa position de butée par la dent de libération 6 correspondante.

**[0072]** Tel que visible sur la figure 1, la trajectoire de la surface de dégagement 23 est interférente successivement avec celle de chaque dent de libération 6 pour, dans un premier sens de pivotement B1 du balancier 20,



accrocher la dent de libération 6 et l'écarter de la position d'équilibre dans le deuxième sens radial S2 en entraînant la dent de repos 8 pour l'écarter de sa position de butée, et ainsi autoriser le pivotement de la roue d'échappement 1 dans le sens P, tel que visible sur les figures.

**[0073]** La figure 1 est représentée une phase de libération. Au début de cette phase, la roue 1 est en butée sur la butée 15 par coopération de la surface d'arrêt 8 de la dent de repos d'une part, et de la surface de butée 15A de la butée 15 d'autre part. Lors du pivotement du balancier 20 dans le sens B1, la surface de dégagement 23 que comporte le balancier 20, par exemple au niveau d'une palette 24, ou d'un plateau, ou similaire, arrive en contact avec une dent de libération 6 de la roue 1. Elle l'entraîne et l'écarter de sa position d'équilibre, dans un mouvement centrifuge de sens S2. Les moyens d'entraînement 11, formés par exemple par un redan, de la dent de libération 6, viennent en appui sur les moyens d'entraînement complémentaire 12 de la dent de repos 8 correspondante, puis entraînent cette dent de repos 8 dans le sens S2. Ce mouvement dégage la surface d'arrêt 8 de la dent de repos de l'emprise de la surface de butée 15A de la butée 15.

**[0074]** La figure 2 représente une phase d'impulsion. Suite à la phase de libération précédente, la roue 1 pivote librement dans le sens P, jusqu'à la rencontre de la prochaine dent de repos 8 avec la butée 15. Pendant sa course de pivotement, la roue 1 amène une dent d'impulsion 3 en appui sur la surface d'impulsion 21 du balancier 20. Cette dent d'impulsion 3 est à un niveau différent de celui des dents de libération, plus excentrée dans une première variante des figures 1 à 7 où les axes de pivotement D1 de la roue 1 et D2 du balancier 20 sont de part et d'autre de la serge de la roue d'échappement 1, et à l'inverse plus proche du centre dans une seconde variante de la figure 8, où les axes de pivotement D1 de la roue 1 et D2 du balancier 20 sont du même côté intérieur de la serge de la roue d'échappement 1, mais excentrés l'un par rapport à l'autre.

**[0075]** La dent d'impulsion 3 communique alors à la surface d'impulsion 21 du balancier 20 une impulsion suffisante pour entretenir son mouvement, et notamment suffisante pour une oscillation complète de ce dernier dans le cas où le mécanisme d'échappement 10 est un mécanisme d'échappement à détente. Une fois l'impulsion achevée, la roue 1 poursuit son pivotement jusqu'à la rencontre de la prochaine dent de repos 8 avec la butée 15, lors de laquelle elle est maintenue à l'arrêt.

**[0076]** Lors de l'alternance suivante du balancier 20 dans un deuxième sens de pivotement B2 du balancier opposé au premier sens de pivotement B1, tel que visible sur la figure 3 qui illustre une phase de dégagement ou phase morte, la trajectoire de la surface de manoeuvre 22 que comporte le balancier est interférente successivement avec celle de chaque dent de libération 6 pour pousser cette dernière dans le premier sens radial S1, de façon à autoriser la poursuite de la course de pivote-

ment du balancier, sans pour autant libérer de la butée 15 la dent de repos 8 associée à la dent de libération 6, car les moyens d'entraînement 11 et les moyens d'entraînement complémentaire 12 sont conçus pour ne coopérer que dans un seul sens, qui est le deuxième sens radial S2. De ce fait, quand la dent de libération 6 se meut dans le premier sens radial S1, elle n'entraîne pas la dent de repos 8, qui reste en place sur la butée 15, et bloque la roue 1 en position.

**[0077]** De façon avantageuse, dans un mode de réalisation préféré tel que visible sur les figures, la surface d'impulsion 21, la surface de manoeuvre 22, et la surface de dégagement 23 sont agencées sur une même palette 24 que porte le balancier 20. Naturellement, il est également possible de les dissocier, comme dans l'art antérieur, en les répartissant sur différents doigts ou palettes.

**[0078]** Les figures représentent ces surfaces de balancier 20 sur toute la largeur de ce dernier, mais elles peuvent tout aussi bien être réparties, la surface d'impulsion 21 sur un premier plan d'impulsion de balancier, et la surface de manoeuvre 22, et la surface de dégagement 23 sur un deuxième plan d'arrêt de balancier.

**[0079]** De façon préférée, le mécanisme d'échappement 10 est un mécanisme d'échappement à détente et comporte un mécanisme anti-galop 30 pour limiter angulairement l'échappement en cas de choc sur le balancier.

**[0080]** Un exemple non limitatif d'un tel mécanisme anti-galop 30 est représenté sur les figures 9 et 10. Il comporte une bascule 31, montée pivotante sur la serge d'une roue d'échappement. Dans son application particulière à la roue d'échappement 1 selon l'invention, la bascule 31 est montée pivotante sur un pivot 32 de préférence au niveau d'au moins un équipement mobile 5, et plus particulièrement au niveau de chaque équipement mobile 5. La bascule 31 comporte un premier bras 33, lequel comporte une première surface de butée 34, et un deuxième bras 35, lequel comporte une deuxième surface de butée 36.

**[0081]** La bascule 31 est rappelée vers une position de rappel correspondant à la figure 9 par des moyens de rappel 32A, notamment au moins un ressort, par exemple un ressort-spiral tel que visible sur la figure 9. La course de pivotement angulaire de la bascule 31 est limitée, en particulier et avantageusement par les ressorts constituant les moyens de rappel 32A, ce qui permet de constituer une butée qui permettra d'encaisser l'effort de percussion du balancier 20 sur les surfaces 34 ou 36 en cas de choc sur la pièce d'horlogerie et d'emballage du balancier. La bascule 31 comporte un troisième bras 37, qui comporte une surface d'accrochage 38 et une surface d'appui 39 oblique. Ces surfaces sont agencées pour coopérer avec un crochet 40 mobile par rapport au troisième bras 37, respectivement au niveau d'une surface d'accrochage complémentaire 42 ou d'une surface d'appui complémentaire 41 oblique que comporte ce crochet 40. Ce crochet 40 est articulé par un ressort 43 à un point fixe 44 de la serge de la roue d'échappement 1 tel que

visible sur la figure 9, ou encore sur un point de la bascule 31 elle-même. Ce ressort 43 tend à rappeler le crochet vers le côté opposé au balancier, c'est-à-dire vers le centre de la roue d'échappement 1 dans le cas de la figure 9. Ce crochet 40 comporte une surface d'arrêt 45 agencée pour coopérer avec une butée fixe 46 liée à la platine 13.

**[0082]** Quand, en régime normal, après l'impulsion donnée au balancier 20 par la dent d'impulsion 3, le balancier 20 finit son alternance dans le sens anti-horaire B1, puis revient effectuer l'alternance suivante dans le sens horaire inverse B2, son passage déclenche l'enfoncement de la dent de libération 6, et déclenche aussi l'armement de la bascule 31, en faisant coopérer la surface d'accrochage 38 du bras 37 avec la surface d'accrochage complémentaire 42 du crochet 40. Dans le cas où, suite à un choc, le balancier 20 s'emballe dans ce sens inverse B2 et tente d'effectuer une révolution supplémentaire, il est arrêté par la deuxième surface de butée 36 du deuxième bras 35, qui est saillante au-dessus de la serge de la roue 1, et qui l'immobilise.

**[0083]** Quand, en régime normal, le balancier 20 finit normalement son alternance retour dans le sens horaire B2, à la fin de sa course en pivotement il repart dans le sens anti-horaire B1, il soulève alors la dent de libération 6 et la dent de repos 8 dans la position de la figure 1, et autorise le pivotement de la roue 1 dans son sens unique de pivotement P, et en même temps, en poussant le deuxième bras 35, il décroche le crochet 40 de la butée fixe 46 fixée à la platine, puis le bras-ressort 43 remet la bascule au bon niveau. Le balancier 20 arme la bascule 31 dans la position de la figure 9, en décrochant la surface d'accrochage 38 du bras 37 de la surface d'accrochage complémentaire 42 du crochet 40, le bras 37 venant alors en appui, par sa surface d'appui 39, sur la surface d'appui complémentaire 41 du crochet 40, lequel est repoussé vers le bras 37 sous l'action de son ressort 43.

**[0084]** La surface d'appui oblique 39 a une double fonction : d'une part la coopération de maintien en appui avec la surface d'appui complémentaire 41 du crochet 40, et d'autre part une fonction de rampe qui permet à la roue d'échappement 1, une fois que l'impulsion est donnée et qu'elle est libérée par l'accrochage du crochet 40 au bras 37 par les surfaces 38 et 42 qui sont en contact armé inférieur, de franchir l'obstacle que représente la butée fixe 46. En effet, à ce stade la partie inférieure de l'équipage mobile est constituée par la seule surface oblique 39, qui va alors prendre appui sur la butée fixe 46, qu'elle va pouvoir franchir facilement du fait de son inclinaison.

**[0085]** Si le balancier 20, suite à un choc, s'emballe et tente d'effectuer une révolution supplémentaire dans le premier sens de pivotement B1 du balancier, il heurte la première surface de butée 34, qui est saillante au-dessus de la serge de la roue 1, tel que visible sur la figure 9, et qui l'immobilise.

**[0086]** On comprend que la butée fixe 46 peut être constituée par la butée 15 qui sert déjà à l'accrochage

de l'équipage mobile 5. De la même façon, le crochet 40 peut coïncider avec la dent de repos 8, sa surface d'arrêt 45 étant confondue avec la surface de butée 15A, la surface d'accrochage complémentaire 42 étant une des surfaces des moyens d'accrochage complémentaire 12, et la surface d'appui 41 une autre surface de ces derniers. Le troisième bras 37 peut être constitué par la partie inférieure de la dent de libération 6, et sa surface d'accrochage 38 correspond aux moyens d'entraînement 11 de la dent de libération 6. Ainsi, l'équipage mobile 5 décrit plus haut peut être facilement aménagé pour constituer aussi ce mécanisme anti-galop, il suffit en effet de transformer la dent de libération 6 en une bascule 31 sensiblement symétrique par rapport à un pivot 32, d'adapter les moyens de rappel 7 qui deviennent les moyens de rappel 32A. La dent de libération 6 est modifiée à sa partie inférieure pour constituer le troisième bras 37 avec ses surfaces 38 et 39, tandis que la dent de repos 8 est également modifiée par l'ajout d'une surface d'appui inclinée 41.

**[0087]** On comprend que ce dispositif anti-galop 30, développé plus particulièrement pour mettre à profit l'architecture de l'équipage mobile 5, est aussi utilisable, en tant que tel, pour d'autres types de mécanismes d'échappement à détente.

**[0088]** Dans une version particulière, correspondant au deuxième mode de réalisation de la figure 8, le mécanisme d'échappement 10 comporte au moins un balancier 20 et une roue d'échappement 1 dont les axes de pivotement D1 et D2 sont du même côté intérieur de la serge de la roue d'échappement 1.

**[0089]** Dans une version particulière, non représentée sur les figures, le mécanisme d'échappement 10 comporte, pour chaque balancier 20, deux roues d'échappement 1 pivotant en sens contraire l'une de l'autre.

**[0090]** Dans une autre version, non représentée sur les figures, le mécanisme d'échappement 10 comporte, pour chaque balancier 20, au moins deux roues d'échappement 1 pivotant dans le même sens, et correspondant à des positions d'impulsion différentes.

**[0091]** Dans une réalisation particulière, tendant à réduire le nombre de composants, le balancier 20 est réalisé de façon monobloc avec la platine 13.

**[0092]** Dans le même but, dans une autre version cumulée avec la précédente, le balancier 20 est réalisé de façon monobloc avec au moins un ressort-spiral, tel que décrit dans la demande de brevet européen EP 2 104 008 au nom de la demanderesse.

**[0093]** Dans une version à nombre minimal de composants, le mécanisme d'échappement 10 comporte deux parties. Une première partie monobloc regroupe la platine 13, au moins un balancier 20, au moins un ressort-spiral couplé avec chaque balancier 20. Dans une variante, elle ne comporte pas de ressort-spiral, la construction du balancier 20 y supplée en intégrant la fonction de rappel autorisant le mouvement d'oscillation du balancier, telle la réalisation décrite dans la demande de brevet Suisse n° 01198/10 au nom de la demanderesse.

La platine 13 comporte avantageusement des moyens de guidage en pivotement agencés pour guider au moins une roue d'échappement 1.

[0094] Une deuxième partie monobloc comporte au moins une roue d'échappement 1 selon l'invention, qui comporte des moyens de guidage complémentaire agencés pour coopérer avec ces moyens de guidage de la platine pour guider la roue d'échappement en pivotement, chaque roue 1 est agencée pour être couplée avec un balancier 20.

[0095] De préférence, ce mécanisme d'échappement est alors réalisé, en tout ou partie, dans un matériau micro-usinable, ou silicium, ou quartz ou un de leurs composés, ou un alliage issu de la technologie des MEMS, ou un alliage tel qu'obtenu par le procédé DRIE ou « LIGA », ou en un matériau au moins partiellement amorphe. De préférence tous ses composants sont réalisés dans un tel matériau ou selon un tel procédé.

[0096] La réalisation de l'invention permet de disposer d'un mécanisme d'échappement à détente simple, fiable et performant.

[0097] Pour améliorer encore son rendement énergétique, il est souhaitable d'appliquer à tout ou partie des surfaces de frottement, c'est-à-dire pour la roue d'échappement 1 des dents d'impulsion 3, des dents de libération 4, et pour le balancier 20 de la surface d'impulsion 21, de la surface de manoeuvre 22, et de la surface de dégagement 23, un traitement tribologique pour réduire le niveau des frottements. Il en est de même au niveau des surfaces 8A de la dent de repos 8, et 15A de la butée 15, pour faciliter la sortie de la roue d'échappement 1 de sa position d'arrêt sans consommation d'énergie inutile.

[0098] L'invention concerne encore un mouvement d'horlogerie 100 comportant des moyens de stockage et de transmission d'énergie pour la transmission d'un couple de pivotement, et comportant au moins un tel mécanisme d'échappement 10 mû par le couple de pivotement, ou/et au moins une telle roue d'échappement 1 agencée pour pivoter sous l'effet du couple de pivotement et le transmettre sous forme d'impulsion périodique à un balancier 20 que comporte le mouvement 100.

[0099] L'invention concerne encore une pièce d'horlogerie 1000 comportant au moins un tel mouvement d'horlogerie 100 ou/et au moins un tel mécanisme d'échappement 10 ou/et au moins une telle roue d'échappement 1.

[0100] L'invention offre le grand avantage de regrouper sur un seul composant toutes les fonctions de l'échappement.

[0101] Par la possibilité de réaliser la roue d'échappement selon l'invention selon un procédé MEMS ou « LIGA », DRIE, ou similaire, et notamment en silicium, ce qui est particulièrement avantageux pour les qualités intrinsèques d'élasticité qui, précisément, autorisent la confection des moyens de rappel dans la masse du composant, on assure une géométrie parfaite, et en particulier l'alignement et le décalage angulaire des deux niveaux de denture, roue dentée d'impulsion et roue den-

tée de libération. Le positionnement relatif des dents de libération et dents de repos est également parfaitement assuré.

[0102] Une telle roue d'échappement, ou un tel mécanisme d'échappement, est facilement intégrable dans des mouvements existant, l'invention offre de surcroît un gain de volume appréciable, qui permet de loger dans la carrure d'autres fonctionnalités du mouvement ou de la pièce d'horlogerie concernée.

[0103] Dans l'exécution telle que présentée dans la présente description pour l'application préférée à un échappement à détente, la haute précision d'un échappement à détente est assurée. L'invention offre en outre un potentiel d'amélioration du rendement, et donc de la réserve de marche.

[0104] La compacité de l'invention permet, pour des mouvements de haute horlogerie, de doubler la fonction, par exemple avec deux roues d'échappement couplées, sans consommation excessive de volume.

## Revendications

1. Roue d'échappement (1) pour mécanisme d'horlogerie, comportant, coaxiales et synchrones en pivotement autour d'un axe de pivotement (D1), une pluralité de roues dentées comportant au moins une première roue dentée d'impulsion (2) dans un premier plan d'impulsion et au moins une deuxième roue dentée de libération (4) dans un deuxième plan d'arrêt parallèle ou confondu avec le premier plan d'impulsion, **caractérisée en ce que** ladite deuxième roue dentée de libération (4) comporte au moins un équipage mobile (5) lequel comporte, d'une part au moins une dent de libération (6) mobile radialement par rapport audit axe de pivotement (D1) et rappelée vers une position d'équilibre par des premiers moyens de rappel (7) et d'autre part au moins une dent de repos (8) rappelée dans un premier sens radial (S1) vers une position de butée par des seconds moyens de rappel (9) et encore **caractérisée en ce que** ladite dent de libération (6) comporte des moyens d'entraînement (11) agencés pour, quand ladite dent de libération (6) se meut dans un deuxième sens radial (S2) opposé audit premier sens radial (S1) coopérer avec des moyens d'entraînement complémentaire (12) que comporte ladite dent de repos (8) pour entraîner ladite dent de repos (8) dans ledit deuxième sens radial (S2), et **en ce que** lesdits moyens d'entraînement (11), quand ladite dent de libération (6) se meut dans ledit premier sens radial (S1), sont agencés pour se mouvoir à distance desdits moyens d'entraînement complémentaire (12) sans entraîner ladite dent de repos (8).
2. Roue d'échappement (1) selon la revendication 1, **caractérisée en ce que** ladite roue d'impulsion (2) comporte autant de dents d'impulsion (3), de pointes

- dirigées dans ledit deuxième sens radial (S2), que ladite deuxième roue de libération (4) comporte de dits équipages mobiles (5) dont chacun comporte une dent de libération (6) de pointe dirigée dans ledit deuxième sens radial (S2), et **en ce que** lesdites dents d'impulsion (6) sont alternées avec lesdites dents de libération (3).
3. Roue d'échappement (1) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** lesdits premiers moyens de rappel (7) et lesdits seconds moyens de rappel (9) sont des moyens de rappel élastique.
  4. Roue d'échappement (1) selon la revendication précédente, **caractérisée en ce que** ladite dent de libération (6) constitue l'extrémité d'un premier ressort (7) encastré à son autre extrémité (7A) dans une structure que comporte ladite roue d'échappement (1), et **en ce que** ladite dent de repos (8) constitue l'extrémité d'un deuxième ressort (9) également encastré à son autre extrémité (9A) dans ladite structure.
  5. Roue d'échappement (1) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** le premier sens radial (S1) est centrifuge.
  6. Roue d'échappement (1) selon l'une des revendications 1 à 5, **caractérisée en ce que** le premier sens radial (S1) est centripète.
  7. Roue d'échappement (1) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce qu'elle** est monobloc.
  8. Roue d'échappement (1) selon la revendication précédente, **caractérisée en ce qu'elle** est réalisée dans un matériau micro-usinable, ou silicium, ou quartz ou un de leurs composés, ou un alliage issu de la technologie des MEMS, ou un alliage tel qu'obtenu par le procédé DRIE ou « LIGA », ou en un matériau au moins partiellement amorphe.
  9. Mécanisme d'échappement (10) comportant, mobiles en pivotement par rapport à une platine (13), au moins une roue d'échappement (1) selon une des revendications précédentes et recevant un couple de pivotement de la part de moyens de transmission (14) ou de stockage d'énergie intégrés ou non audit mécanisme (10), et au moins un balancier (20) pivotant autour d'un axe de balancier (D2) et comportant au moins une surface d'impulsion (21), une surface de manoeuvre (22), et une surface de dégagement (23), **caractérisé en ce que** ladite platine (13) comporte pour chaque dite roue d'échappement (1) une butée (15) qui est agencée pour coopérer successivement avec chaque dite dent de repos (8) dans sa dite position de butée pour bloquer le pivotement de ladite roue d'échappement (1), et pour autoriser le pivotement de ladite roue d'échappement (1) quand ladite dent de repos (8) est écartée de sa position de butée par ladite dent de libération (6) correspondante.
  10. Mécanisme d'échappement (10) selon la revendication 9, **caractérisé en ce que** la trajectoire de ladite surface de dégagement (23) est interférente successivement avec celle de chaque dite dent de libération (6) pour, dans un premier sens de pivotement (B1) dudit balancier (20), accrocher ladite dent de libération (6) et l'écarter de ladite position d'équilibre dans ledit deuxième sens radial (S2) en entraînant ladite dent de repos (8) pour l'écarter de sa dite position de butée et autoriser le pivotement de ladite roue d'échappement (1).
  11. Mécanisme d'échappement (10) selon la revendication 10, **caractérisé en ce que** lors dudit pivotement de ladite roue d'échappement (1) une dent d'impulsion (3) communique à ladite surface d'impulsion (21) dudit balancier (20) une impulsion suffisante pour une oscillation complète, et encore **caractérisé en ce que**, lors de l'alternance suivante dudit balancier (20) dans un deuxième sens de pivotement (B2) dudit balancier (20) opposé audit premier sens de pivotement (B1), la trajectoire de ladite surface de manoeuvre (22) est interférente successivement avec celle de chaque dite dent de libération (6) pour pousser cette dernière dans ledit premier sens radial (S1) de façon à autoriser la poursuite de la course de pivotement dudit balancier (20) sans libérer de ladite butée (15) la dent de repos (8) associée à ladite dent de libération (6).
  12. Mécanisme d'échappement (10) selon l'une des revendications 9 à 11, **caractérisé en ce que** ladite surface d'impulsion (21), ladite surface de manoeuvre (22), et ladite surface de dégagement (23) sont agencées sur une même palette (24) que porte ledit balancier (20).
  13. Mécanisme d'échappement (10) selon l'une des revendications 9 à 12, **caractérisé en ce qu'il** est un mécanisme d'échappement à détente et comporte un mécanisme anti-galop.
  14. Mécanisme d'échappement (10) selon l'une des revendications 9 à 13, **caractérisé en ce qu'il** comporte au moins un dit balancier (20) et une dite roue d'échappement (1) coaxiaux l'un à l'autre.
  15. Mécanisme d'échappement (10) selon l'une des revendications 9 à 14, **caractérisé en ce qu'il** comporte, pour chaque dit balancier (20), deux dites roues d'échappement (1) pivotant en sens contraire

l'une de l'autre.

16. Mécanisme d'échappement (10) selon l'une des revendications 9 à 15, **caractérisé en ce que** ledit balancier (20) est réalisé de façon monobloc avec ladite platine (13). 5
  
17. Mécanisme d'échappement (10) selon l'une des revendications 9 à 16, **caractérisé en ce que** ledit balancier (20) est réalisé de façon monobloc avec au moins un ressort-spiral. 10
  
18. Mécanisme d'échappement (10) selon les revendications 14, 16, et 17, **caractérisé en ce qu'il** comporte une première partie monobloc regroupant ladite platine (13) comportant des moyens de guidage en pivotement agencés pour guider au moins une dite roue d'échappement, au moins un dit balancier (20), au moins un dit ressort-spiral couplé avec chaque dit balancier (20), et une deuxième partie monobloc comportant au moins une dite roue d'échappement (1) comportant des moyens de guidage complémentaire agencés pour coopérer avec lesdits moyens de guidage de ladite platine pour guider ladite roue d'échappement (1) en pivotement, chaque dite roue (1) étant agencée pour être couplée avec un dit balancier (20). 15  
20  
25
  
19. Mécanisme d'échappement (10) selon l'une des revendications 9 à 18, **caractérisé en ce qu'il** est réalisé dans un matériau micro-usinable, ou silicium, ou quartz ou un de leurs composés, ou un alliage issu de la technologie des MEMS, ou un alliage tel qu'obtenu par le procédé DRIE ou «LIGA », ou en un matériau au moins partiellement amorphe. 30  
35
  
20. Mouvement d'horlogerie (100) comportant des moyens de stockage et de transmission d'énergie pour la transmission d'un couple de pivotement, et comportant au moins un mécanisme d'échappement (10) selon l'une des revendications 9 à 19 mû par le couple de pivotement, ou/et au moins une roue d'échappement (1) selon l'une des revendications 1 à 8 agencée pour pivoter sous l'effet dudit couple de pivotement et le transmettre sous forme d'impulsion périodique à un balancier (20) que comporte ledit mouvement (100). 40  
45
  
21. Pièce d'horlogerie (1000) comportant au moins un mouvement d'horlogerie (100) selon la revendication 20 ou/et au moins un mécanisme d'échappement (10) selon l'une des revendications 9 à 19 ou/et au moins une roue d'échappement (1) selon l'une des revendications 1 à 8. 50  
55

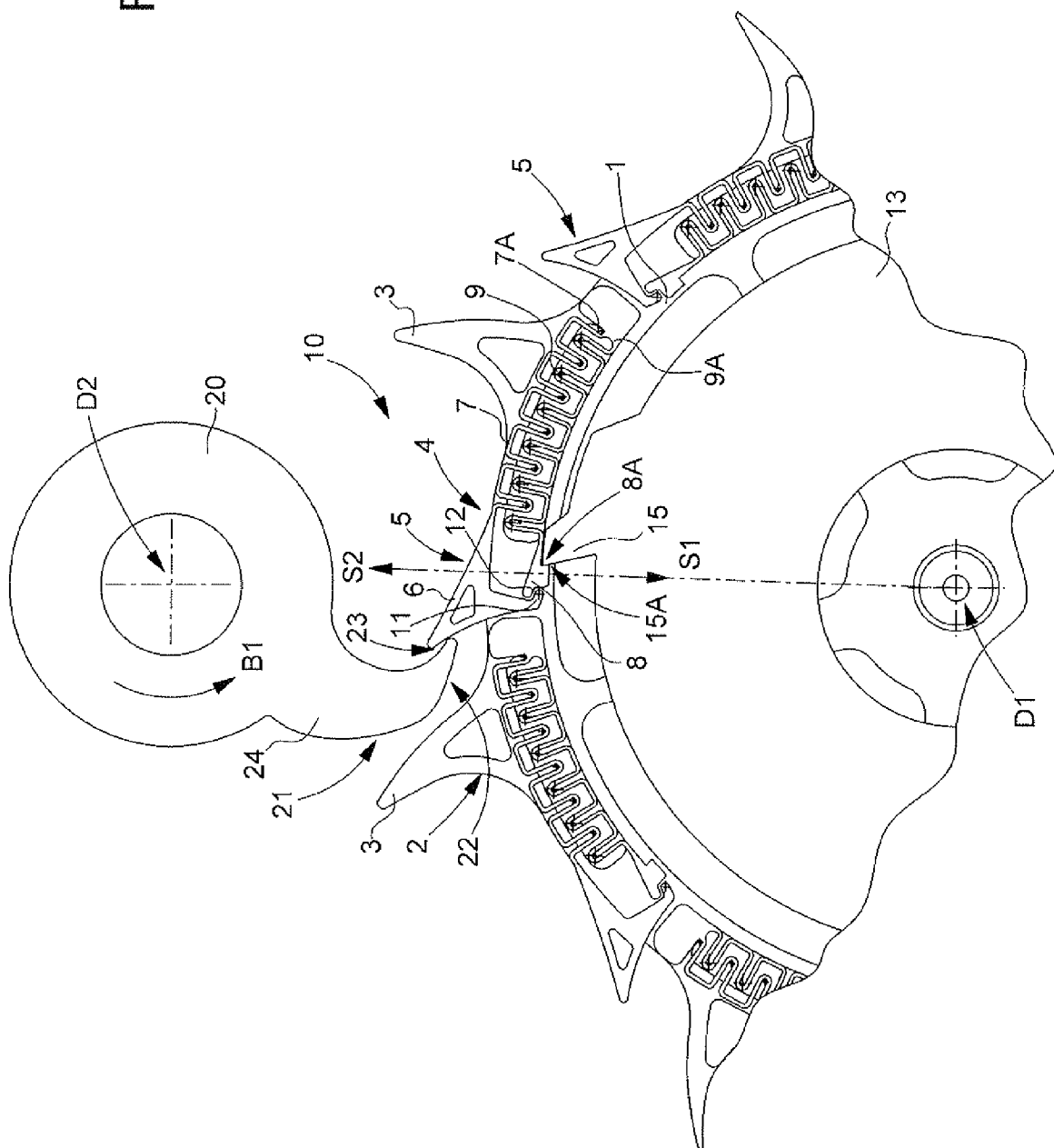


Fig. 1

Fig. 2

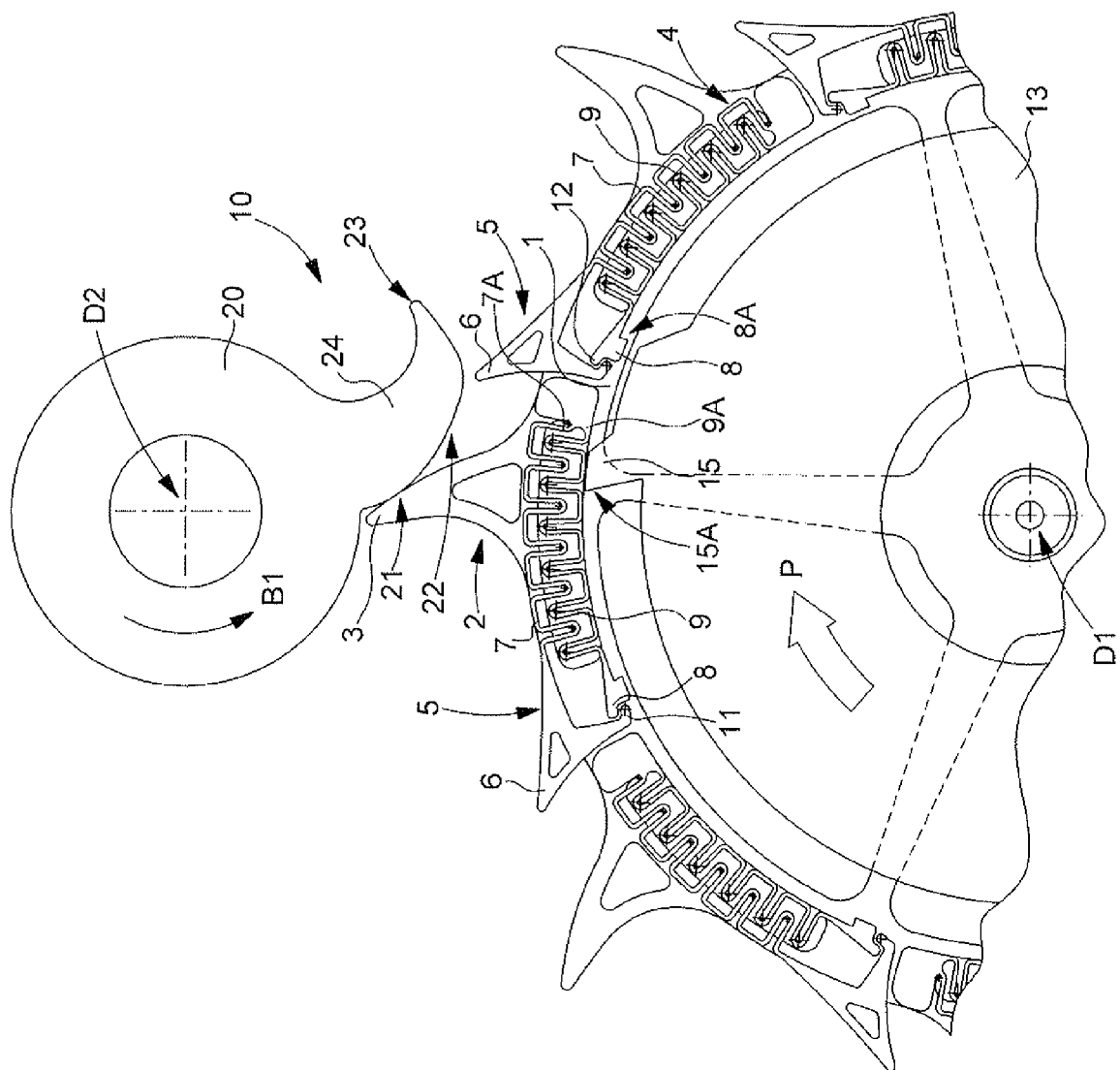


Fig. 3

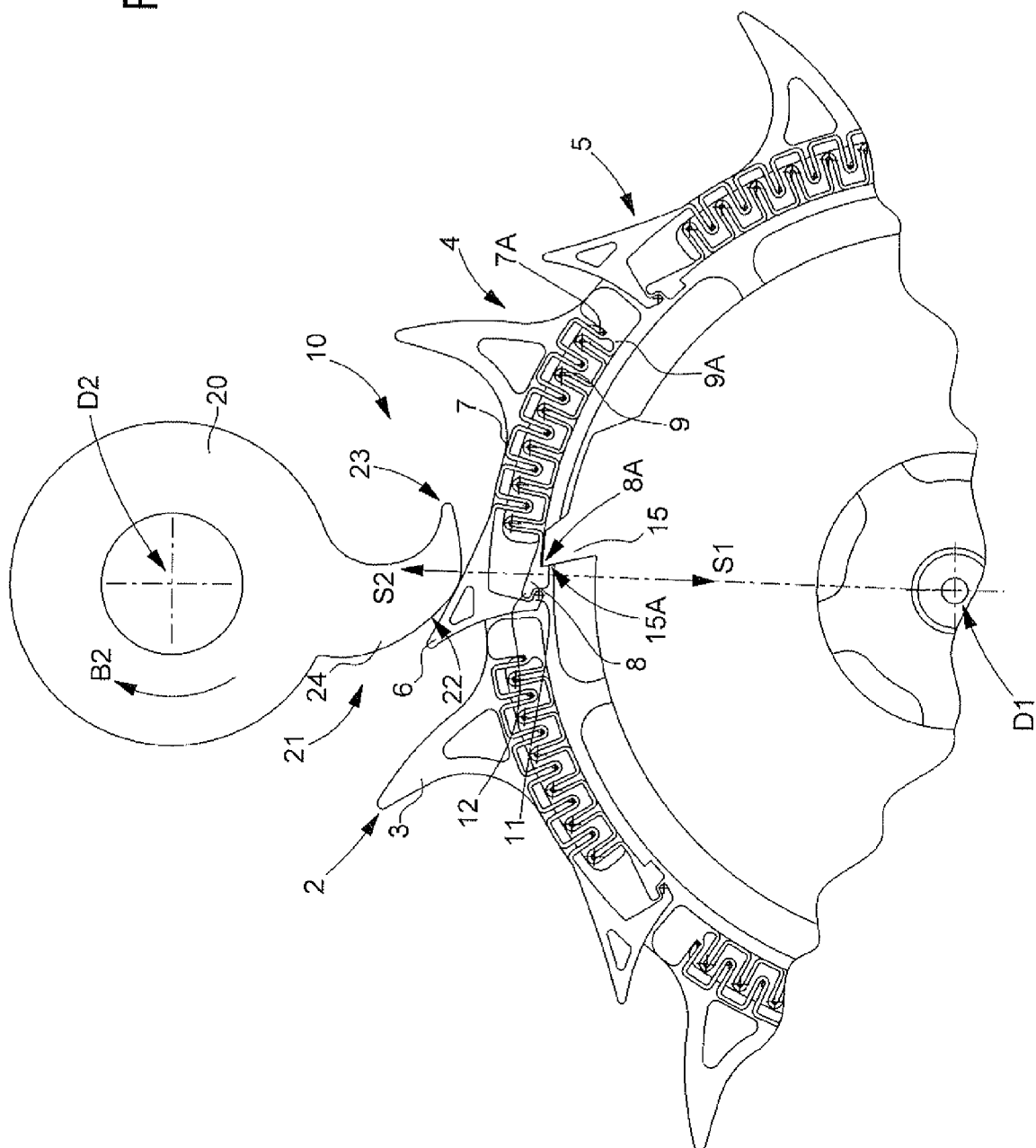




Fig. 4

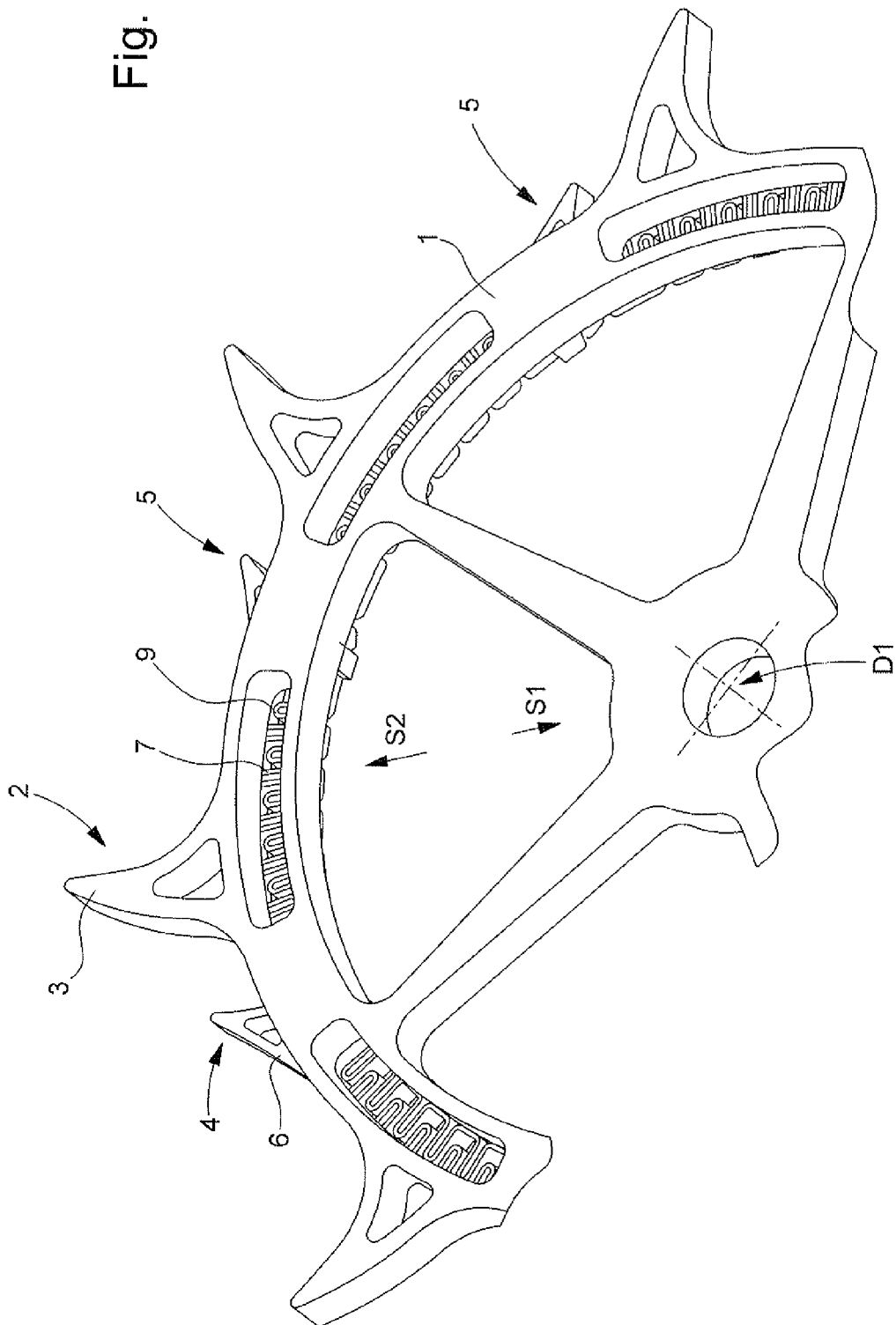


Fig. 5

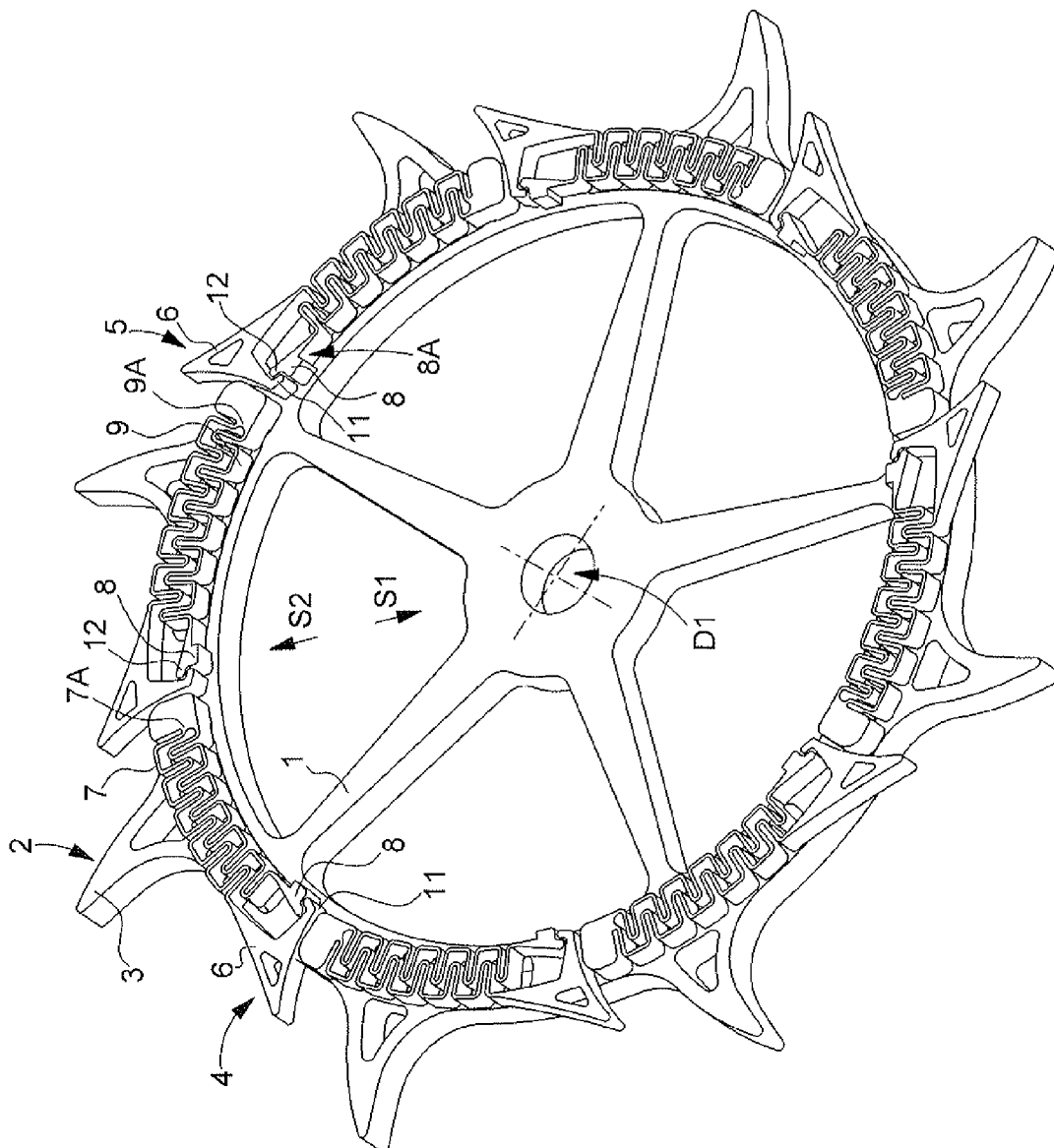


Fig. 6

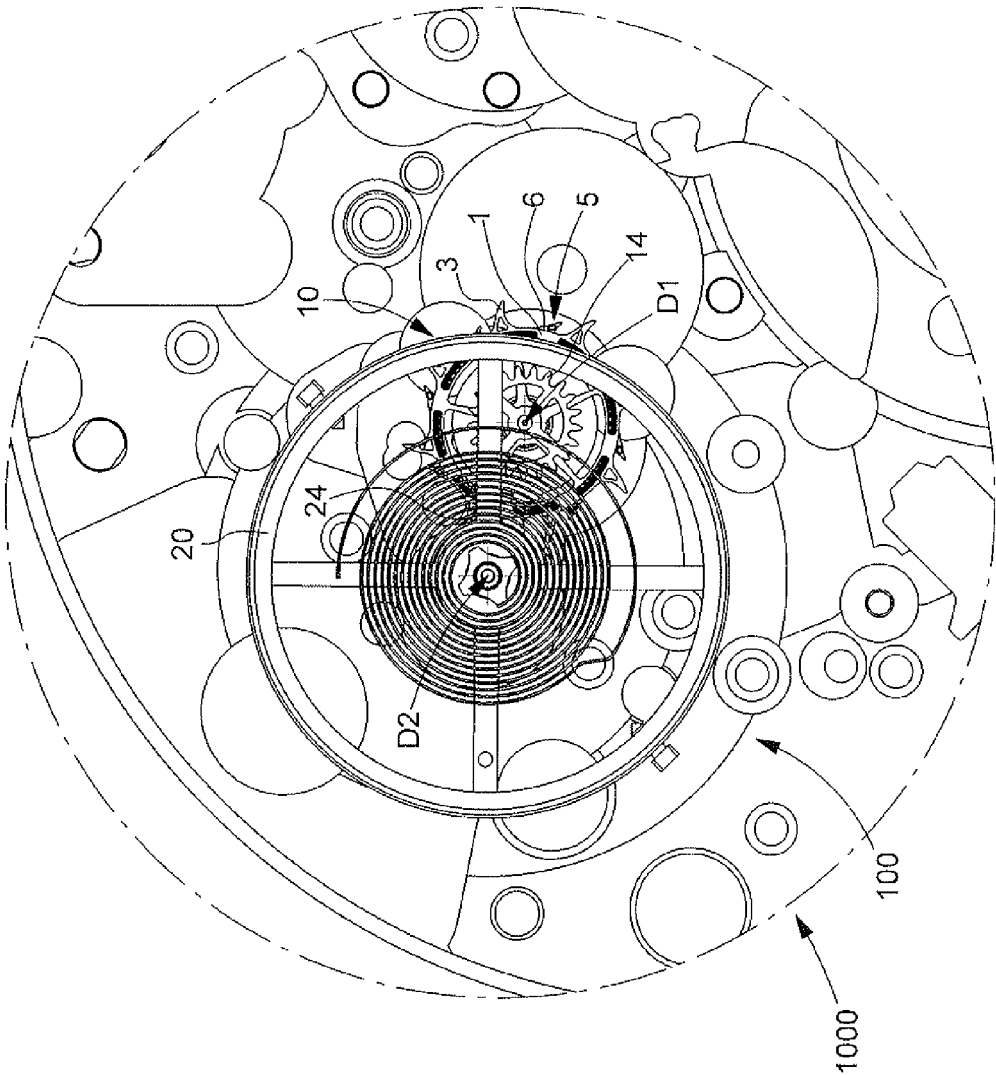


Fig. 7

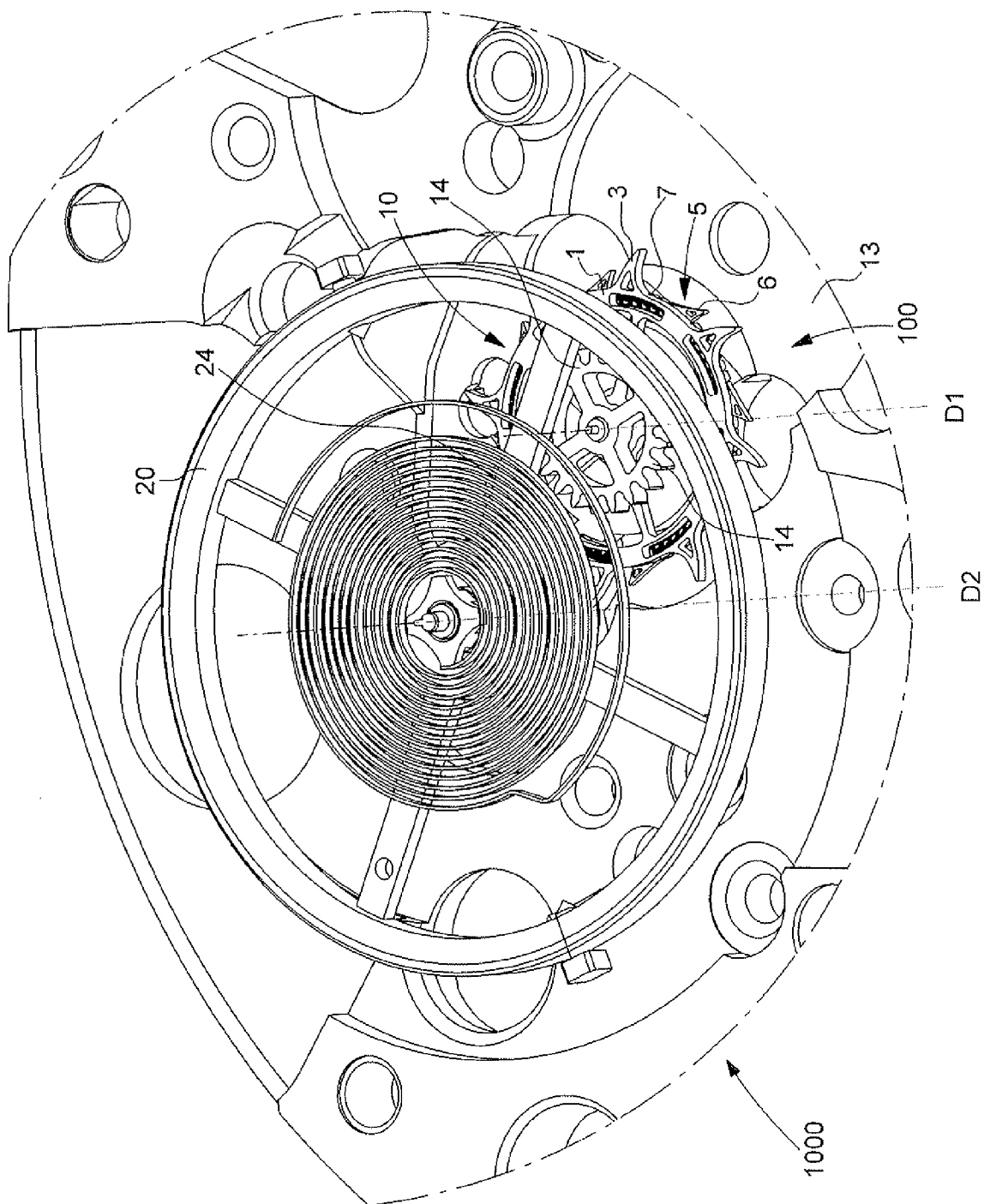


Fig. 8

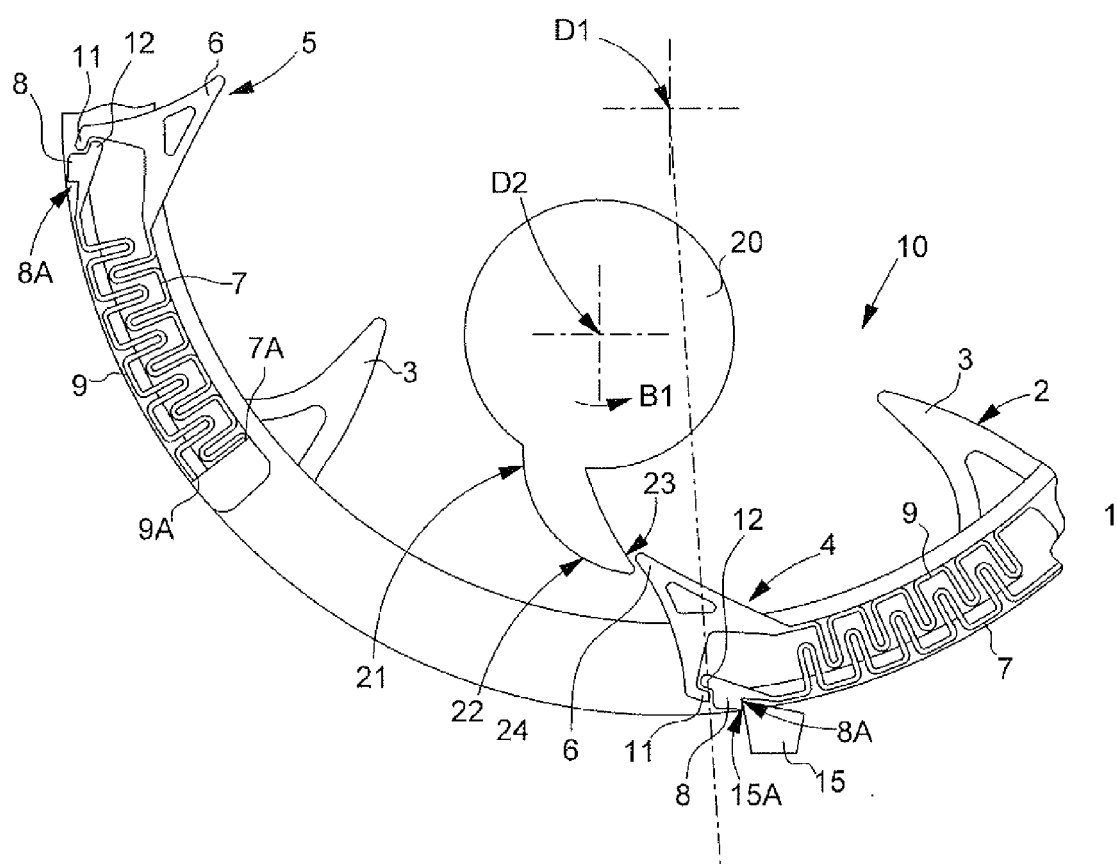


Fig. 9

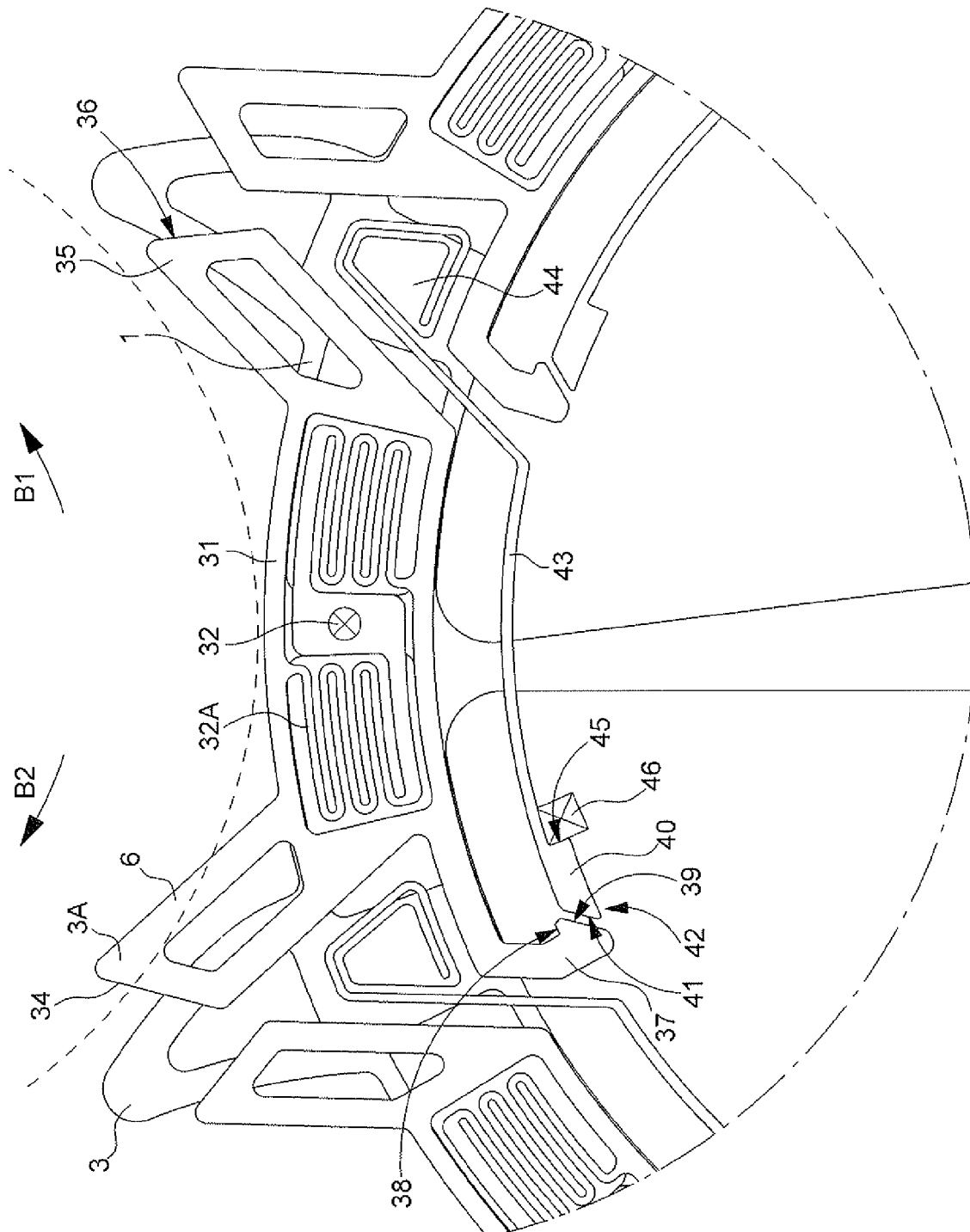
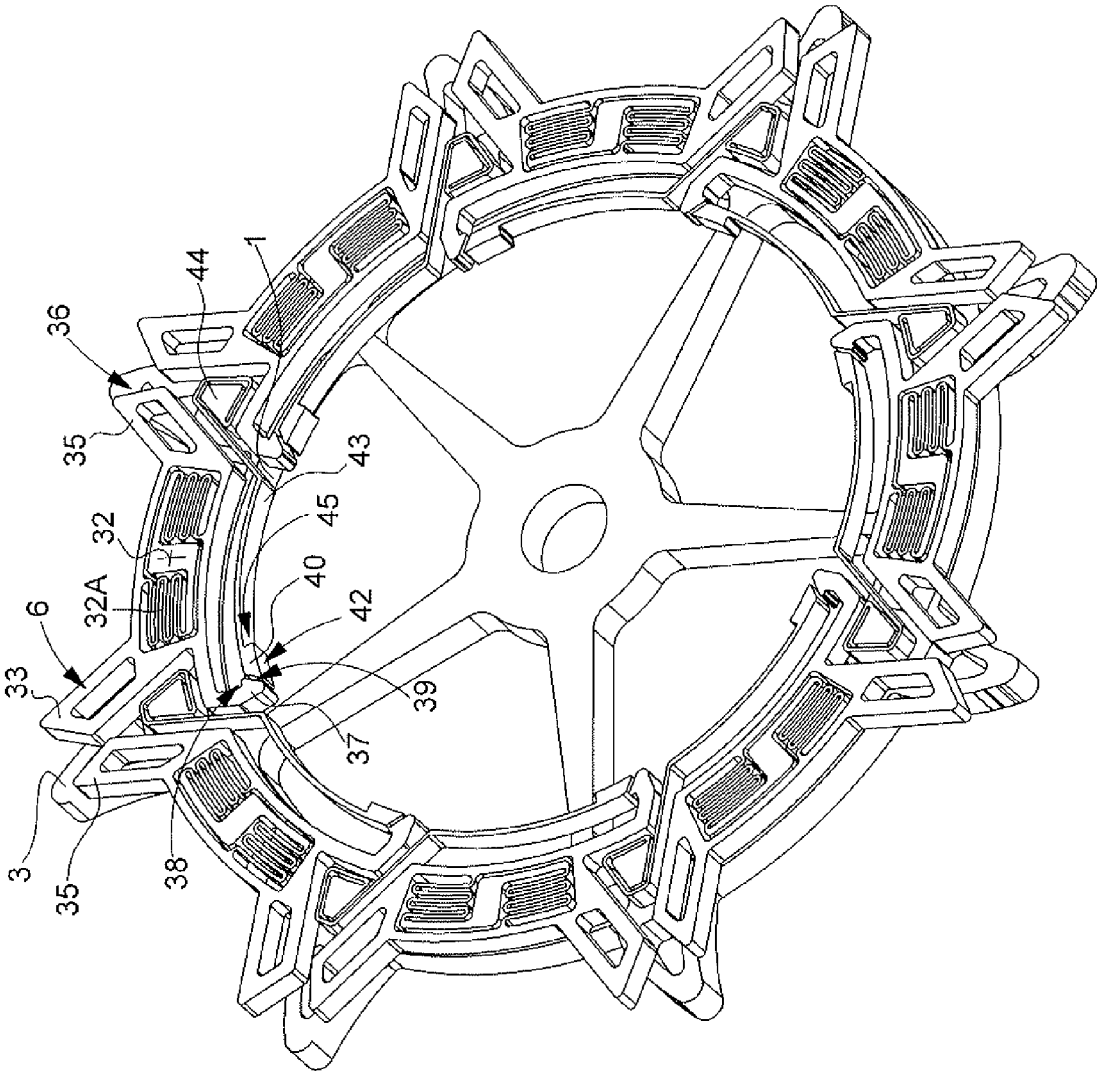


Fig. 10





## RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 10 18 9996

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (IPC)
A,D	EP 0 018 796 A2 (DANIELS GEORGE) 12 novembre 1980 (1980-11-12) * le document en entier *	1	INV. G04B15/06 G04B15/14 G04B13/02
A,D	EP 2 221 677 A1 (ROLEX SA [CH]) 25 août 2010 (2010-08-25) * le document en entier *	1	
A,D	EP 1 522 001 B1 (DETRA SA [CH]; PATEK PHILIPPE SA [CH]) 9 août 2006 (2006-08-09) * le document en entier *	1	
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC)
			G04B
Lieu de la recherche		Date d'achèvement de la recherche	Examineur
La Haye		3 mai 2011	Lupo, Angelo
<p>CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES</p> <p>X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire</p> <p>T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons ..... &amp; : membre de la même famille, document correspondant</p>			

 3  
EPO FORM 1503 03 82 (P04C02)



**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE  
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET EUROPEEN NO.**

EP 10 18 9996

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche européenne visé ci-dessus.

Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du

Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

03-05-2011

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
EP 0018796	A2	12-11-1980	AUCUN
EP 2221677	A1	25-08-2010	AUCUN
EP 1522001	B1	09-08-2006	AU 2003238329 A1 02-02-2004
		WO 2004008258 A2 22-01-2004	
		EP 1522001 A2 13-04-2005	

EPO FORM P0480

Pour tout renseignement concernant cette annexe : voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No.12/82

## RÉFÉRENCES CITÉES DANS LA DESCRIPTION

*Cette liste de références citées par le demandeur vise uniquement à aider le lecteur et ne fait pas partie du document de brevet européen. Même si le plus grand soin a été accordé à sa conception, des erreurs ou des omissions ne peuvent être exclues et l'OEB décline toute responsabilité à cet égard.*

### Documents brevets cités dans la description

- US 40408 A, Stephenson James [0013]
- US 180290 A, Voigt F. Herrman [0014] [0028]
- CH 3299, James Emile [0015]
- EP 0018796 A, Daniels George [0017]
- EP 1538490 A [0019]
- EP 1538491 A [0020] [0021]
- EP 1544689 A [0020] [0022]
- EP 1708046 A [0020] [0024]
- EP 1708047 A [0020] [0023]
- EP 1522001 A, Detra SA et de Patek Philippe SA [0027]
- EP 1770452 A, Baumberger Peter [0028]
- EP 1860511 A [0029]
- EP 2221677 A [0030]
- CH 700091 [0031]
- EP 2224292 A [0032]
- EP 2104008 A [0092]
- SE 0119810 [0093]