

CONFÉDÉRATION SUISSE
INSTITUT FÉDÉRAL DE LA PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE

(11) CH 708 953 A2

(51) Int. Cl.: G04B 21/08 (2006.01)
G04B 23/12 (2006.01)
G04B 47/04 (2006.01)
G10F 1/06 (2006.01)

Demande de brevet pour la Suisse et le Liechtenstein

Traité sur les brevets, du 22 décembre 1978, entre la Suisse et le Liechtenstein

(12) **DEMANDE DE BREVET**

(21) Numéro de la demande: 02029/13

(71) Requérant:
Montres Breguet SA
1344 L'Abbaye (CH)

(22) Date de dépôt: 09.12.2013

(72) Inventeur(s):
Nakis Karapatis, 1324 Premier (CH)
Younes Kadmiri, 25660 Morre (FR)
Davide Sarchi, 1020 Renens (CH)

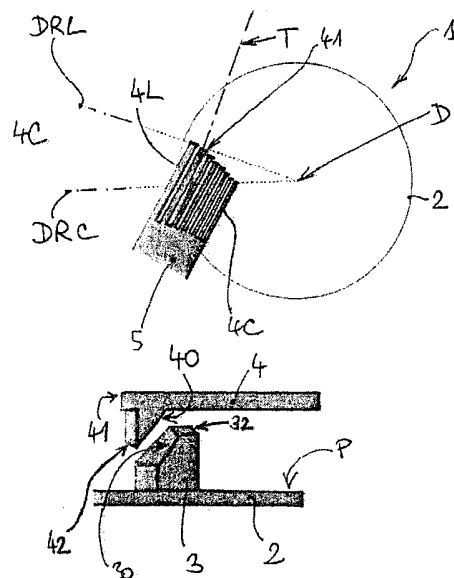
(43) Demande publiée: 15.06.2015

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

(54) **Disque-clavier de sonnerie optimisé pour pièce d'horlogerie.**

(57) L'invention porte sur un ensemble pour une pièce d'horlogerie musicale ou à sonnerie, comportant au moins un disque (2) tournant autour d'un axe (D) et munis de goupilles (3) saillantes sensiblement parallèlement audit axe (D), et agencées pour coopérer avec des lames (4) que comporte au moins un clavier (5) dudit ensemble, chaque dite goupille (3) comportant une surface d'activation (30) agencée pour coopérer avec une surface de réception complémentaire (40) d'une dite lame (4) correspondante.

La section desdites lames (4) dudit clavier (5) est progressivement croissante de ladite lame la plus courte (4C) qui est la plus aiguë, à ladite lame la plus longue (4L) qui est la plus grave.



Description

Domaine de l'invention

[0001] L'invention concerne un ensemble disque-clavier pour une pièce d'horlogerie musicale ou à sonnerie, comportant au moins un disque tournant autour d'un axe et muni de goupilles saillantes sensiblement parallèlement audit axe, et agencées pour coopérer avec des lames que comporte au moins un clavier dudit ensemble, chaque dite goupille comportant une surface d'activation agencée pour coopérer avec une surface de réception complémentaire au niveau d'une extrémité distale d'une dite lame correspondante et laquelle extrémité distale est placée sur le même rayon dudit disque que ladite goupille.

[0002] L'invention concerne encore un mécanisme sonore, musical ou de sonnerie, comportant au moins un tel ensemble disque-clavier.

[0003] L'invention concerne encore un mouvement d'horlogerie comportant au moins un tel mécanisme sonore.

[0004] L'invention concerne encore une pièce d'horlogerie, notamment une montre, comportant au moins un tel mouvement ou/et au moins un tel mécanisme.

[0005] L'invention concerne le domaine des pièces d'horlogerie musicales et des boîtes à musique, et, plus particulièrement des montres musicales, montres à sonnerie et à répétitions minutes, et réveils.

Arrière-plan de l'invention

[0006] Le mécanisme de sonnerie des montres musicales est généralement constitué par un clavier et un système d'activation des lames de ce clavier. Le système d'activation peut être un cylindre tournant, comme dans la plupart des boîtes à musique, ou encore un disque tournant.

[0007] Cette dernière solution, avec un disque tournant disposé dans le plan de la montre, est particulièrement avantageuse en raison de son faible encombrement vertical, mais elle limite fortement l'énergie d'activation des lames produisant les notes les plus graves. La mélodie est de ce fait assez peu audible.

[0008] Sur le disque de sonnerie, des goupilles traversantes sont disposées de manière à soulever et relâcher rapidement chaque lame du clavier. Deux critères sont généralement suivis pour le dimensionnement du système disque-clavier:

- toutes les lames ont la même course de levée, indépendamment de leur longueur;
- le relâchement des lames est abrupt pour éviter un suramortissement de la flexion et l'occurrence de bruits parasites.

[0009] Malgré l'ancienneté des pièces d'horlogerie musicales, aucune prescription n'existe dans l'état de la technique connue en ce qui concerne:

- l'adaptation de la position des lames du clavier par rapport au disque de sonnerie;
- a largeur des lames du clavier et des goupilles d'activation;
- a hauteur des lames du clavier;
- la hauteur des goupilles d'activation;
- l'adaptation entre la forme du plan incliné permettant de soulever la lame par le contact avec la goupille, la forme des goupilles et la direction de déplacement des goupilles (qui, pour un disque tournant, décrivent une orbite circulaire).

[0010] De ce fait, la consommation du couple et donc de l'énergie mécanique du mécanisme de sonnerie n'est généralement pas optimisée:

- la prise de couple est très différente pour l'activation des notes aiguës et graves et peut être excessive, pour l'activation des lames du clavier les plus courtes, correspondant aux notes les plus aiguës;
- une partie importante de l'énergie peut être consommée par la production d'une déformation incorrecte des lames du clavier, notamment une déformation ayant une contribution de torsion ou de flexion dans le plan de la montre: ces déformations étant sur-amorties et ayant une contribution fréquentielle incorrecte (dissonances), correspondent à une perte nette de rendement acoustique.

[0011] Puisque la perte d'énergie est proportionnelle à la force et au couple appliqués selon les degrés de liberté correspondants à ces déformations incorrectes, comme elle dépend du produit entre la déformation spatiale générée et la contrainte mécanique créée dans la matière, cette perte d'énergie peut être très importante même si les lames sont rigidifiées de telle manière à réduire fortement les déformations spatiales incorrectes, car alors les contraintes mécaniques augmentent.

Résumé de l'invention

[0012] L'invention se propose d'optimiser un système clavier-disque de sonnerie pour résoudre ces défauts de la technique.

[0013] Pour réduire les pertes d'énergie chroniques dans l'art antérieur, la présente invention vise à maximiser l'énergie dans le premier mode de flexion de chaque lame du clavier, en optimisant la direction et la typologie de l'effort produit lors

de l'activation des lames, sans toutefois augmenter la rigidité des lames pour les degrés de liberté parasites: torsion et flexion dans le plan de la pièce d'horlogerie ou de la boîte à musique.

[0014] A cet effet, l'invention concerne un ensemble disque-clavier pour une pièce d'horlogerie musicale ou à sonnerie, comportant au moins un disque tournant autour d'un axe et muni de goupilles saillantes sensiblement parallèlement audit axe, et agencées pour coopérer avec des lames que comporte au moins un clavier dudit ensemble, chaque dite goupille comportant une surface d'activation agencée pour coopérer avec une surface de réception complémentaire au niveau d'une extrémité distale d'une dite lame correspondante et laquelle extrémité distale est placée sur le même rayon dudit disque que ladite goupille, caractérisé en ce que la section desdites lames dudit clavier est progressivement croissante de ladite lame la plus courte qui est la plus aigüe, à ladite lame la plus longue qui est la plus grave.

[0015] Selon une caractéristique de l'invention, ladite surface de réception complémentaire comporte une bordure d'extrémité, qui est placée, à la fin de la phase d'activation de ladite lame, sur le même rayon par rapport audit axe de pivotement qu'une bordure d'extrémité complémentaire que comporte ladite goupille.

[0016] L'invention concerne encore un mécanisme sonore, musical ou de sonnerie, comportant au moins un tel ensemble disque-clavier.

[0017] L'invention concerne encore un mouvement d'horlogerie comportant au moins un tel mécanisme sonore.

[0018] L'invention concerne encore une pièce d'horlogerie, notamment une montre, comportant au moins un tel mouvement ou/et au moins un tel mécanisme.

Description sommaire des dessins

[0019] D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront à la lecture de la description détaillée qui va suivre, en référence aux dessins annexés, où

- la fig. 1 représente, de façon schématisée et en vue en plan, un clavier de montre musicale selon l'invention, où les lames ont une largeur croissante de la lame la plus courte à la plus longue;
- la fig. 2 représente, de façon similaire à la fig. 1, le clavier de la fig. 1 en superposition avec le disque de sonnerie ou de mélodie avec lequel il coopère, où les lames les plus longues du clavier sont disposées en partie à l'extérieur du disque de sonnerie;
- la fig. 3 représente, de façon schématisée et en coupe selon un plan parallèle à l'axe de rotation du disque, et orthogonal à la radiale issue du centre du disque, ce plan passant par une direction T, et passant par un couple goupille-lame donné, un détail de coopération des plans inclinés d'une goupille et d'une lame vibrante d'un ensemble disque-clavier classique;
- la fig. 4 représente, de façon similaire à la fig. 3, un ensemble disque-clavier selon l'invention, avec une orientation du plan incliné de la lame et du plan incliné de la goupille selon la direction radiale du disque au point de contact lame-goupille;
- la fig. 5 représente, sous forme d'un schéma-blocs, une montre musicale ou à sonnerie comportant un ensemble disque-clavier selon l'invention.

Description détaillée des modes de réalisation préférés

[0020] La disposition et les propriétés mécaniques et géométriques des lames du clavier et des goupilles du disque de sonnerie sont adaptées entre elles pour optimiser l'activation de chaque lame du clavier, assurer l'exploitation optimale de l'énergie mécanique et minimiser la prise de couple nécessaire à la génération du son.

[0021] L'invention concerne un ensemble disque-clavier 1 pour une pièce d'horlogerie 1000 musicale ou à sonnerie, comportant au moins un disque 2 tournant autour d'un axe D et muni de goupilles 3 saillantes sensiblement parallèlement à cet axe D, et agencées pour coopérer avec des lames 4 d'au moins un clavier 5.

[0022] Chaque goupille 3 comporte une surface d'activation 30, formée de préférence par un plan incliné ou similaire, qui est agencée pour coopérer avec une surface de réception complémentaire 40 au niveau d'une extrémité distale 41 d'une lame 4 correspondante et laquelle extrémité distale 41 est placée sur le même rayon du disque 2 que cette goupille 3, cette surface de réception complémentaire 40 étant aussi de préférence un plan incliné ou similaire.

[0023] L'activation correspond à la phase pendant laquelle la surface d'activation 30 pousse la surface de réception complémentaire 40 pour armer la lame en l'écartant de sa position au repos et lui fournir une énergie potentielle. La fin de l'activation intervient après l'armement complet de la lame 4 par la goupille 3 correspondante, et juste avant leur séparation pour laisser résonner la lame 4, la lame 4 restituant alors sous forme d'énergie sonore l'énergie potentielle qui lui a été fournie par la goupille 3 lors du mouvement de rotation du disque 2.

[0024] De façon avantageuse, la surface de réception complémentaire 40 comporte une bordure d'extrémité 42, qui est placée, à la fin de la phase d'activation de la lame 4, sur le même rayon par rapport à l'axe de pivotement D qu'une bordure d'extrémité complémentaire 32 que comporte la goupille 3.

[0025] De façon avantageuse, la largeur des lames 4 du clavier 5 est progressivement croissante de la lame la plus courte 4C (la plus aigüe) à la lame la plus longue 4L (la plus grave), tel que visible sur la fig. 1.

[0026] De façon avantageuse, la largeur des goupilles d'activation 3 est elle aussi progressivement croissante, en correspondance avec la largeur des lames 4 avec lesquelles coopèrent les goupilles 3 considérées.

[0027] Naturellement, il est aussi possible de jouer sur la hauteur des lames 4, et d'avoir, en variante de la largeur croissante des lames, une hauteur croissante des lames, ou, plus simplement, une section croissante des lames de la plus aigüe à la plus grave. La solution des largeurs croissantes est préférée en raison de son coût de production moindre, ce qui permet de garder une hauteur constante.

[0028] Dans une réalisation particulière, la hauteur des lames 4 est progressivement croissante de la lame la plus courte 4C qui est la plus aigüe, à la lame la plus longue 4L qui est la plus grave.

[0029] De façon avantageuse, tel que visible sur la fig. 2, les lames 4 les plus longues du clavier 5 sont, au moins en partie, disposées à l'extérieur du disque de sonnerie 2: cette propriété permet de minimiser la prise de couple, et donc de prolonger la réserve de marche de la sonnerie ou du mécanisme musical, ainsi que de rendre uniforme la prise de couple pendant une sonnerie ou pendant l'exécution d'une mélodie.

[0030] Par rapport à une configuration classique des surfaces d'activation 30 des goupilles 3, et des surfaces de réception complémentaires 40 des lames 4, qui sont les unes et les autres orientées orthogonalement à la direction principale des lames, l'invention propose une configuration permettant de consommer moins de couple: les surfaces d'activation 30 des goupilles 3, et des surfaces de réception complémentaires 40 des lames 4, sont orientées de manière adaptée, selon la direction radiale DR issue du centre du disque 2 et passant par le point de contact lame-goupille, tel que visible sur les fig. 2 et 4, de façon à corriger l'angle que fait la lame 4 concernée avec la direction radiale locale DR pour éviter toute déperdition d'énergie lors de la levée de cette lame 4 par sa goupille 3, et à maximiser l'énergie stockée dans le premier mode de flexion de la lame.

[0031] La ligne de contact entre la goupille 3 et la lame 4 doit donc de préférence être selon la direction radiale du disque au moment du relâchement de la lame, donc à la fin de l'activation.

[0032] La fig. 4 montre les deux extrémités des surfaces en coopération, la ligne 32 sur la goupille 3, et la ligne 42 sur la lame 4. Bien sûr, l'alignement radial strict est une condition optimale, qui ne peut pas toujours être remplie en raison de l'implantation des autres composants de la pièce d'horlogerie 1000 musicale ou à sonnerie, surtout dans le cas d'une montre où la sonnerie est liée à des complications occupant un volume important. Par rapport à cette radiale, on peut tolérer un écart angulaire maximal de préférence à 5 °.

[0033] La fig. 2 montre deux radiales DRC et DRL correspondant respectivement à la lame 4C la plus courte, et à la lame 4L la plus longue du clavier 5. Puisque la pente (dans une réalisation préférée telle qu'illustrée où les surfaces 30 et 40 sont des plans inclinés) est orientée tangentiellement à la trajectoire des goupilles 3 fixées sur le disque 2, chaque lame 4 est soulevée orthogonalement au plan P du clavier 2, en évitant ainsi la torsion et la flexion dans le plan de la montre.

[0034] Les goupilles 3 du disque 2 de sonnerie ont de préférence une hauteur, par rapport au plan P du disque 2, qui est progressivement croissante de la lame la plus courte à la lame la plus longue, ce qui impose une levée progressivement croissante.

[0035] L'énergie d'activation de chaque lame est donnée par:

$$U = \frac{Ebh^3\delta^2}{8L^3} \quad (1)$$

où E est le module de Young, b la largeur, h la hauteur, L la longueur de la lame et δ la levée de la lame.

[0036] Selon l'invention, le ratio entre l'énergie d'activation de la lame la plus grave et celle de la lame la plus aigüe doit être supérieur à 1/3 (ce qui correspond à une différence de niveau acoustique inférieure à 5 dB).

[0037] Ce critère impose une relation stricte entre la largeur des lames, leur levée et leur longueur, dans une réalisation particulière où la hauteur des lames est avantageusement identique pour toutes les lames. En considérant la lame 4L la plus grave (la plus longue) (b_g ; L_g ; δ_g), et la lame 4C la plus aigüe (la plus courte) (b_a ; L_a ; δ_a), la relation est:

$$\frac{b_g\delta_g^2}{L_g^3} \geq \frac{b_a\delta_a^2}{3L_a^3} \quad (2)$$

[0038] De façon particulière, pour des lames 4 de même hauteur et de même largeur, et chacune de caractéristiques de fréquence et levée données (f ; δ), la relation entre la lame 4L la plus grave (f_g ; δ_g), et la lame 4C la plus aigüe (f_a ; δ_a), obéit à l'inégalité

$$\frac{\delta_g}{\delta_a} \geq \frac{2}{3} \left(\frac{f_a}{f_g} \right)^{3/4} \quad (3)$$

[0039] L'invention concerne encore un mécanisme sonore 100, musical ou de sonnerie, comportant au moins un tel ensemble disque-clavier 1.

[0040] L'invention concerne encore un mouvement d'horlogerie 200 comportant au moins un tel mécanisme sonore 100.

[0041] L'invention concerne encore une pièce d'horlogerie 1000, notamment une montre, comportant au moins un tel mouvement 200 ou/et au moins un tel mécanisme 100.

[0042] L'invention présente de nombreux avantages:

- l'amélioration du niveau acoustique du son rayonné par une montre dans la bande de fréquences comprises entre 1 kHz et 4 kHz;
- l'augmentation de l'uniformité du niveau acoustique perçu au cours de la mélodie;
- l'amélioration de l'accordage et de la pureté de la mélodie;
- l'augmentation de la réserve de marche de la sonnerie.

Revendications

1. Ensemble disque-clavier (1) pour une pièce d'horlogerie (1000) musicale ou à sonnerie, comportant au moins un disque (2) tournant autour d'un axe (D) et muni de goupilles (3) saillantes sensiblement parallèlement audit axe (D), et agencées pour coopérer avec des lames (4) que comporte au moins un clavier (5) dudit ensemble (1), chaque dite goupille (3) comportant une surface d'activation (30) agencée pour coopérer avec une surface de réception complémentaire (40) au niveau d'une extrémité distale (41) d'une dite lame (4) correspondante et laquelle extrémité distale (41) est placée sur le même rayon dudit disque (2) que ladite goupille (3), caractérisé en ce que la section desdites lames (4) dudit clavier (5) est progressivement croissante de ladite lame la plus courte (4C) qui est la plus aiguë, à ladite lame la plus longue (4L) qui est la plus grave.
2. Ensemble disque-clavier (1) selon la revendication 1, caractérisé en ce que ladite surface de réception complémentaire (40) comporte une bordure d'extrémité (42), qui est placée, à la fin de la phase d'activation de ladite lame (4), sur le même rayon par rapport audit axe de pivotement (D) qu'une bordure d'extrémité complémentaire (32) que comporte ladite goupille (3).
3. Ensemble disque-clavier (1) selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que la largeur desdites lames (4) dudit clavier (5) est progressivement croissante de ladite lame la plus courte (4C) qui est la plus aiguë, à ladite lame la plus longue (4L) qui est la plus grave.
4. Ensemble disque-clavier (1) selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que la hauteur desdites lames (4) dudit clavier (5) est progressivement croissante de ladite lame la plus courte (4C) qui est la plus aiguë, à ladite lame la plus longue (4L) qui est la plus grave.
5. Ensemble disque-clavier (1) selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que la largeur desdites goupilles d'activation (3) est progressivement croissante en correspondance avec la section desdites lames (4) avec lesquelles coopèrent lesdites goupilles (3).
6. Ensemble disque-clavier (1) selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que lesdites lames (4) les plus longues dudit clavier (5) sont, au moins en partie, disposées à l'extérieur dudit disque (2).
7. Ensemble disque-clavier (1) selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que lesdites goupilles (3) dudit disque (2) de sonnerie ont une hauteur, par rapport au plan (P) dudit disque (2), qui est progressivement croissante en correspondance avec la section desdites lames (4) avec lesquelles coopèrent lesdites goupilles (3), de ladite lame la plus courte (4C) à ladite lame la plus longue (4L).
8. Ensemble disque-clavier (1) selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que, pour desdites lames (4) de même hauteur, et chacune de caractéristiques de largeur, longueur et levée données (b ; L ; δ), la relation entre ladite lame (4L) la plus grave (b_g ; L_g ; δ_g), et ladite lame (4C) la plus aiguë et la plus courte (b_a ; L_a ; δ_a), obéit à l'inégalité.

$$\frac{b_g \delta_g^2}{L_g^3} \geq \frac{b_a \delta_a^2}{3L_a^3}$$

9. Ensemble disque-clavier (1) selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que, pour desdites lames (4) de même hauteur et de même largeur, et chacune de caractéristiques de fréquence et levée données (f ; δ), la relation entre ladite lame (4L) la plus grave (f_g ; δ_g), et ladite lame (4C) la plus aiguë (f_a ; δ_a), obéit à l'inégalité.

$$\frac{\delta_g}{\delta_a} \geq \frac{2}{3} \left(\frac{f_a}{f_g} \right)^{3/4}$$

10. Ensemble disque-clavier (1) selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que lesdites surfaces d'activation (30) desdites goupilles (3), et lesdites surfaces de réception complémentaires (40) desdites lames (4), sont orientées de manière adaptée, selon une direction radiale locale (DR) issue du centre dudit disque (2) et passant par le point de contact entre ladite lame (4) et ladite goupille (3) concernées, de façon à corriger l'angle que fait ladite

CH 708 953 A2

lame (/4) avec ladite direction radiale locale (DR) pour éviter toute déperdition d'énergie lors de la levée de ladite lame (4) par ladite goupille (3).

11. Mécanisme sonore (100) musical ou de sonnerie, comportant au moins un dit ensemble disque-clavier (1) selon l'une des revendications précédentes.
12. Mouvement d'horlogerie (200) comportant au moins un mécanisme sonore (100) selon la revendication précédente.
13. Pièce d'horlogerie (1000), notamment une montre, comportant au moins un dit mouvement (200) selon la revendication précédente ou/et au moins un dit mécanisme (100) selon la revendication 10.

