(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) **EP 2 476 112 B1**

(12) **FASCICULE DE BREVET EUROPEEN**

(45) Date de publication et mention de la délivrance du brevet:
26.06.2013 Bulletin 2013/26

(21) Numéro de dépôt: **10747457.9**

(22) Date de dépôt: **27.08.2010**

(51) Int Cl.:
G04G 21/00 *(2010.01)* ***G04G 99/00*** *(2010.01)*
G10G 7/02 *(2006.01)*

(86) Numéro de dépôt international:
PCT/EP2010/062582

(87) Numéro de publication internationale:
WO 2011/026798 (10.03.2011 Gazette 2011/10)

(54) **Montre avec accordeur chromatique intégré**

Uhr mit einem integriertem chromatischen Stimmer

Watch with integrated chromatic tuner

(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 SE SI SK SM TR

(30) Priorité: **07.09.2009 EP 09169640**

(43) Date de publication de la demande:
18.07.2012 Bulletin 2012/29

(73) Titulaire: **ETA SA Manufacture Horlogère Suisse**
2540 Grenchen (CH)

(72) Inventeur: **BALLI, Fabien**
CH-1252 Meinier (CH)

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

(56) Documents cités:
JP-A- 2 153 393
JP-A- 6 202 625
JP-A- 57 022 584
JP-A- 2007 219 142

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la publication de la mention de la délivrance du brevet européen au Bulletin européen des brevets, toute personne peut faire opposition à ce brevet auprès de l'Office européen des brevets, conformément au règlement d'exécution. L'opposition n'est réputée formée qu'après le paiement de la taxe d'opposition. (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

EP 2 476 112 B1

Printed by Jouve, 75001 PARIS (FR)

Description

Domaine technique

[0001] La présente invention concerne un accordeur chromatique pour instruments de musique, mesurant la fréquence sonore produite par l'instrument à accorder, et affichant sur une montre des grandeurs caractérisant la justesse de l'accordage, par exemple une montre bracelet.

Etat de la technique

[0002] Les instruments de musique nécessitent en général un accordage périodique, afin d'assurer la constance des sons qu'ils produisent. Pour ce faire, une technique courante consiste à employer un diapason, qui donne le LA, note de référence de la quatrième octave à 440 Hertz.

[0003] Afin de garantir de garantir l'exactitude de la justesse de la note indépendamment de paramètres altérant les caractéristiques d'un diapason, tels que l'humidité et la température, il existe désormais des accordeurs électroniques, dont la précision est plus fine pour déterminer la fréquence à associer à une note. Ces accordeurs contiennent d'une part un microphone, convertissant le signal acoustique en un signal électrique, et un dispositif d'affichage numérique indiquant la note la plus proche ainsi que la justesse par rapport à cette note en fonction du signal acoustique détecté et du signal électrique obtenu.

[0004] Certains accordeurs sont calibrés sur une fréquence de référence fixe, typiquement 440Hz; d'autres peuvent toutefois être réglés sur une fréquence voisine afin d'adapter la sonorité de l'instrument à des conditions acoustiques particulières, comme par exemple des propriétés de résonance d'un bâtiment ou d'une salle de concert.

[0005] Un inconvénient des accordeurs chromatiques électroniques portables est qu'ils sont souvent relativement encombrants, et que le musicien risque ainsi de les oublier ou de les perdre. Par ailleurs, l'affichage numérique ne permet pas une lecture intuitive des indications fournies, notamment par rapport à la justesse de la note et les réglages, tant lors de l'opération de calibrage que lors de l'accordage lui-même.

[0006] On connaît par ailleurs, du document JP2153393, une pièce d'horlogerie portable qui permet d'afficher des informations sur la fréquence d'une note. Ce document décrit les caracteristiques du préambule de la revendication 1. Cette solution est toutefois malcommode pour une lecture simultanée d'informations sur la hauteur des notes et leur justesse, car les aiguilles peuvent être quasiment superposées et concentrer toutes les informations utiles dans une zone restreinte du cadran.

[0007] Il existe donc un besoin pour un accordeur chromatique exempt de ces limitations de l'art antérieur.

Bref résumé de l'invention

[0008] Un but de la présente invention est de proposer un accordeur chromatique intégré à un appareil portable régulièrement à disposition des musiciens.

[0009] Un autre but de la présente invention est de proposer un accordeur chromatique qui permette une lecture et un réglage plus facile des fréquences obtenues lors de l'accordage et de la fréquence de calibration.

[0010] Ces buts sont atteints selon l'invention grâce à une pièce d'horlogerie portable ayant les caractéristiques de la revendication indépendante de dispositif ci-après.

[0011] Ces buts sont également atteints selon l'invention par une méthode d'affichage pour accordeur chromatique utilisant la pièce d'horlogerie portable selon l'invention.

[0012] Un avantage de la solution proposée est de permettre l'intégration d'un accordeur chromatique à lecture intuitive dans une montre, ce qui permet aux musiciens ayant besoin d'un accordeur de ne pas se requérir d'instruments à part, et d'avoir par ailleurs cet outil à portée de main en quasi-permanence, aussi souvent que la montre qui le contient est portée.

[0013] Un autre avantage de la solution proposée est de permettre une lecture plus facile et complète des résultats de l'accordage grâce aux aiguilles de la montre sur laquelle l'accordeur est intégré.

Brève description des figures

[0014] Des exemples de mise en oeuvre de l'invention sont indiqués dans la description et illustrés par les figures annexées dans lesquelles:

La figure 1 est un schéma bloc du module électronique de l'accordeur chromatique selon l'invention;

La figure 2 est un schéma de principe de la détection des notes et de leur justesse selon l'accordeur chromatique

de l'invention;

La figure 3 illustre une vue d'une montre avec accordeur chromatique intégré selon une variante préférentielle de l'invention;

La figure 4 illustre le cadran d'une montre avec accordeur chromatique intégré selon un exemple illustratif qui ne fait pas partie de l'invention.

La figure 5 illustre une vue d'une montre avec accordeur chromatique intégré avec un dispositif d'affichage selon une autre variante de réalisation de l'invention.

La figure 6 illustre une vue d'une montre avec accordeur chromatique intégré selon un exemple illustratif ne faisant pas partie de l'invention, dans lequel il est possible de calibrer la fréquence de référence.

Les figures 7a, 7b et 7c illustrent différents exemples illustratifs pour l'affichage des notes de la gamme tempérée. Ces exemples illustratifs ne font pas partie de l'invention.

La figure 7d illustre une vue d'une montre avec accordeur chromatique intégré avec un dispositif d'affichage selon une autre variante de réalisation de l'invention.

La figure 8 illustre un exemple illustratif, ne faisant pas partie de l'invention, pour l'affichage de la justesse de la note détectée.

Exemples de modes de réalisation de l'invention

[0015] L'invention concerne une pièce d'horlogerie portable, typiquement une montre bracelet, mais par exemple également un pendentif, une montre à gousset, ou tout autre dispositif d'affichage de l'heure portatif, avec un accordeur chromatique intégré qui utilise une ou plusieurs aiguilles de la montre, d'ordinaire dédiées à l'affichage de l'heure courante. Une telle pièce d'horlogerie comprend par conséquent implicitement un mode accordage distinct du mode d'affichage usuel des heures, et dans lequel au moins une des aiguilles n'est plus utilisées à cette fin. L'accordeur comporte un module électronique pour le calcul de la valeur des fréquences sonores émises par l'instrument à accorder, et cette valeur ainsi que la justesse de cette fréquence par rapport à des notes

[0016] d'une gamme, par exemple la gamme tempérée (do, do#, ré, ré#, mi, fa, fa#, sol, sol#, la, la#, si, pour laquelle la fréquence de référence est celle du la à 440Hz) est affichée sur la pièce d'horlogerie. La notation anglo-saxonne pour la gamme tempérée fait correspondre aux notes "la" la valeur A, "si" la valeur B, "do" la valeur C, "ré" la valeur D, "mi" la valeur E, "fa" la valeur F et "sol" la valeur G, comme on le verra plus tard sur les dispositifs d'affichage selon des modes de réalisation préférentiels de l'invention. L'homme du métier comprendra qu'il est envisageable d'adapter l'accordeur intégré selon l'invention à n'importe quel type de gamme (naturelle, pythagoricienne) et n'importe quel système tonique.

[0017] La figure 1 illustre les éléments logiques et fonctionnels du dispositif électronique 100 utilisé dans le cadre d'une variante préférentielle de l'invention. Selon cette variante, le dispositif électronique 100 comporte tout d'abord un capteur de signal acoustique 101, c'est-à-dire un microphone, qui capte donc les ondes acoustiques du milieu extérieur. Le signal électroacoustique 10 reçu est ensuite transmis à des moyens de traitement du signal 102, qui transforment le signal électroacoustique 10 du microphone en un train d'impulsions 108, dont les changements d'états sont provoqués par des changements de signe du signal électroacoustique 10 du microphone. Le train d'impulsions 108 est donc un signal binaire, par opposition au signal électroacoustique 10 qui est un signal analogique.

[0018] Les moyens de traitement du signal 102 se composent d'un filtre 1021, qui élimine des composantes de fréquence en dehors d'une bande-passante de signal déterminée. Le signal 10 est ensuite transmis à un amplificateur 1022 et à un comparateur 1023, comme par exemple un comparateur à hystérèse de type Trigger de Schmitt.

[0019] Le train d'impulsions 108 est transmis à une des interfaces d'entrée/sortie d'un microcontrôleur 103, dont l'ensemble est référencé par le numéro 115 dans un souci de simplification. Le microcontrôleur 103 dispose par ailleurs d'au moins une sortie pour délivrer un courant d'alimentation 106 des moyens de traitement du signal 102, d'une batterie 107, d'un oscillateur à quartz 104, typiquement de 32KHz et dont la fréquence est compensée en température, puis corrigée périodiquement par inhibition. Le microcontrôleur 103 intègre également un oscillateur RC 105 de préférence de 4 MHz, ce qui permet de commuter l'horloge du processeur 113 du microcontrôleur 103 sur une fréquence plus rapide lorsque de longs calculs ou des mesures rapides doivent être effectuées, principalement durant l'activation de la fonction accordeur.

[0020] Comme illustré sur la figure 1, le dispositif électronique 100 comprend par ailleurs des moyens d'interface

utilisateur 112, consistant par exemple, selon les variantes préférentielles de l'invention illustrées notamment par les figures 3 et 4, en des boutons poussoirs (référencés 16, 17, 18 sur ces figures). Ces moyens d'interface utilisateur 112 peuvent toutefois également consister en une tige couronne (référencée par exemple sur les figures 5 à 7 par le chiffre 9), ou encore une glace tactile, cette dernière variante n'étant toutefois pas illustrée. Ces moyens d'interface utilisateur 112 permettent d'interagir avec l'utilisateur notamment pour requérir un changement de mode, effectuer des réglages et valider ces réglages, comme on le verra plus tard. Ils interagissent sur une interface d'entrée/sortie 115 du microcontrôleur 103.

[0021] Le dispositif électronique 100 comprend par ailleurs, selon le mode de réalisation préférentiel illustré par la figure 1, un module moteur 114 composé d'au moins un moteur bidirectionnel, associé à des moyens d'affichage analogique 111. Les moyens d'affichage analogique 111 comprennent au moins une aiguille indépendante permettant d'afficher des informations sur le signal reçu, l'aiguille étant soit celle des heures 3 soit celle des minutes 2, comme on le verra sur les figures 3 à 7 qui illustrent différents dispositifs d'affichage selon divers modes de réalisation de l'invention.

[0022] La pièce d'horlogerie 1 avec accordeur chromatique intégré selon l'invention englobe des systèmes d'affichage totalement analogiques, ou hybrides avec affichage partiellement numérique.

[0023] Selon le premier système d'affichage, le module moteur 114 du dispositif électronique 100 agit indépendamment sur les deux aiguilles des heures 3 et des minutes 2 de la pièce d'horlogerie 1 afin de donner respectivement une information sur la note identifiée pour le signal électroacoustique 10, et une information sur la précision par rapport à cette note.

[0024] La figure 2 illustre le processus 20 d'identification des notes et de leur justesse selon une variante préférentielle de l'accordeur chromatique de l'invention.

[0025] Selon ce mode de réalisation préférentiel, l'oscillateur RC 105 est tout d'abord calibré dans une étape 201, car la fréquence de celui-ci varie dans le temps en fonction de la tension d'alimentation et de la température. La calibration consiste à compter le nombre de coups d'horloge de l'oscillateur RC 105 dans une fenêtre de temps fixée par la période d'un signal dérivé de l'horloge de base 104 compensée en température. La calibration est effectuée périodiquement, par exemple aux secondes 3 et 33, afin d'assurer une stabilité de la mesure de fréquence du signal acoustique. De la calibration de l'oscillateur résulte le facteur de correction 25 pour compenser les fréquences déterminées lors du processus d'identification des notes.

[0026] L'étape 202 consiste en l'exécution, par le microcontrôleur 103, non représenté sur la figure 2, d'un processus de mesure du signal binaire 108 obtenu en sortie des moyens de traitement du signal électroacoustique 102, en comptant le temps entre chaque flanc montant de ce signal 102 et en mémorisant successivement chaque période du signal 22 dans la mémoire de données 109. Les périodes acquises par le microcontrôleur forment la série 231, qui est ensuite comparée à un seuil, initialement défini par exemple par la valeur maximale de la série 231, lors de l'étape 2031. Les indices des échantillons dont la valeur est supérieure au seuil forment ensuite la série réduite 232, entre lesquels on calcule la durée entre chaque élément lors de l'étape 2032. Ces durées forment la série 233, qui est triée lors de l'étape 2033 dans l'ordre croissant pour former la série 234.

[0027] L'étape d'identification 204 de la période fondamentale du signal électroacoustique 10 est ensuite déterminée en cherchant une relation périodique entre les éléments de la série 234. Le processus part du plus petit élément de la série puis cherche des multiples de cet élément en parcourant la série dans l'ordre croissant. Chaque élément de la série est divisé par des nombres entiers croissants jusqu'à approcher de l'élément le plus petit. Dès qu'un élément de la série avoisine un multiple de cet élément le plus petit, alors cet élément est considéré comme étant la période fondamentale du signal ; si par contre aucun multiple n'est trouvé le processus est réitéré avec l'élément suivant de la série jusqu'à trouver une relation périodique dans la série. L'étape 2041 consiste à vérifier qu'une période fondamentale a bien été identifiée, si tel est le cas le résultat 24 est soumis au facteur de correction 25 pour livrer la période mesurée 26, sinon le seuil utilisé à l'étape 2031 est comparée à la moitié de la valeur du seuil initial, lors de l'étape 2034 puis décrémenté d'une valeur prédéfinie, par exemple 10, à l'étape 2035 pour déterminer le nouveau seuil à utiliser lors d'une nouvelle itération du processus d'extraction de la fréquence fondamentale 203, qui va ainsi répéter toutes les étapes précédentes à partir de la 2031 avec le nouveau seuil. Dans le cas où le seuil devrait être inférieur à la moitié du seuil initial après l'étape 2034, le processus d'identification de la fréquence fondamentale 203 est terminé à l'étape 206, et aucune fréquence n'a été identifiée. Le processus d'extraction de la fréquence fondamentale 203 est donc en échec à l'étape 206.

[0028] Une fois que la période identifiée 24 du signal est délivrée par le processus 203, puis la correction effectuée par multiplication avec le facteur de correction 25 (comme illustré sur la figure 2 à l'aide du symbole multiplicatif encerclé, désignant cette étape de multiplication), la période mesurée 26 est comparée, à l'étape 207, à des valeurs de périodes correspondant à des notes musicales, qui sont sauvegardées dans la mémoire 109. Cette table 21 de valeurs de notes musicales permet de déterminer, par comparaison, la note la plus proche 11 de manière discrète. Selon une variante préférentielle, l'affichage des résultats d'analyse de la fréquence du signal acoustique se fait au moins partiellement de manière discrète, puisque le résultat affiché doit correspondre à une des périodes sauvegardées dans la table des périodes 21 correspondant à des notes musicales. Il est toutefois possible également selon l'invention d'afficher la

fréquence intrinsèque 19 dudit signal électroacoustique reçu 10 de manière continue, par exemple par l'aiguille des minutes 2 en regard d'une échelle de notes 6, comme on le verra sur la base du mode de réalisation illustré par la figure 5.

[0029] Une fois la note la plus proche 11 identifiée, il reste encore à déterminer la justesse de la période identifiée par rapport à cette note. Cette étape 205 consiste à déterminer l'écart fréquentiel 12 relatif entre la note 11 et le signal reçu 10, que l'on peut de préférence calculer comme suit:

- Si la fréquence du signal acoustique est inférieure à celle de la note 11 la plus proche, l'écart fréquentiel 12 est égal à la fréquence de la note 11, moins la fréquence correspondant à la période mesurée 26, c'est-à-dire son inverse (la fréquence étant égale, par définition, à l'inverse d'une période), le tout divisé par l'écart fréquentiel entre la note 11 et sa note immédiatement inférieure, c'est-à-dire dans la gamme tempérée d'un demi-ton inférieur. Le tout est ensuite multiplié par 100 pour obtenir un pourcentage. Pour des raisons de simplification et de lisibilité du schéma de la figure 2, la fréquence intrinsèque du signal 19, égale donc à l'inverse de la période mesurée 26, n'y a pas été illustrée.

- Le même raisonnement s'applique lorsque la fréquence du signal acoustique est supérieure à celle de la note 11 la plus proche, auquel cas l'écart fréquentiel 12 se mesure comme la différence entre celle du signal acoustique et la note la plus proche, le tout divisé par la différence entre la fréquence de la note immédiatement supérieure, c'est-à-dire dans la gamme tempérée d'un demi-ton supérieur, et de la note 11 la plus proche.

[0030] Selon ce calcul de la justesse de la note pour la gamme tempérée, l'homme du métier pourra constater que la précision est indiquée par rapport à l'écart fréquentiel d'un demi-ton, puisque l'écart entre les différentes notes identifiables est toujours d'un demi-ton. Elle s'étend par conséquent du quart de ton inférieur au quart de ton supérieure. Cette précision est de préférence indiquée par un pourcentage compris entre -50 et +50%.

[0031] La figure 3 illustre un mode de réalisation préférentiel d'une pièce d'horlogerie 1 selon l'invention, pourvue de moyens uniquement analogiques pour l'affichage d'informations sur le signal électroacoustique 10 reçu par le microphone de l'accordeur chromatique intégré. La pièce d'horlogerie est ici une montre bracelet pourvue d'une aiguille des minutes 2 et des heures 3, qui constituent les moyens d'affichage analogiques 111 mentionnés précédemment et illustrés sur la figure 1. La montre est également pourvue d'une lunette 5 et d'un cadran 4, en bordure duquel se trouve une échelle des notes 6, constituée par les notes Ab, A, Bb, B,C,Db,D,Eb,E,F,Gb et G qui constituent les 12 notes de la gamme tempérée, une pour chaque demi-ton. Le mode d'affichage choisi selon cette variante est choisi en bémol, il est toutefois possible également d'envisager l'affichage de toutes les notes en mode dièse (#), auquel cas l'échelle 6 se lirait G#, A, A#, B, C, C#, D, D#, E, F, F#, G. On pourra constater que l'échelle des notes 6 comprend un indicateur vierge 61, qui indique qu'aucune note n'a pu être identifiée. Cet indicateur 61 sera ainsi utilisé lorsque l'étape 206, illustrée à la figure 2, aura été effectuée; il peut par ailleurs se trouver sur un endroit du cadran 4, ou de la lunette 5, indépendant de celui utilisé pour l'échelle des notes 6.

[0032] Selon le mode de réalisation illustré par la figure 3, on peut constater que l'échelle des notes 6 est disposée en regard de l'aiguille des minutes 2, en périphérie du cadran 4, sur le demi-cadran inférieur correspondant aux heures 3 à 9. Le fait d'utiliser la plus grande des aiguilles 2 pour déterminer la note la plus proche 11 permet une lecture rapide et intuitive du résultat, tandis que l'aiguille des heures 3 est ici utilisée pour donner l'écart fréquentiel 12 entre la note et le signal électroacoustique 10 reçu. Le dispositif d'affichage comprend un indicateur de la justesse des notes 7, constitué ici par des graduations en regard desquelles l'aiguille des heures 3 est positionnée dans le mode accordage de la montre. L'indicateur permet de visualiser une tonalité allant du quart de ton inférieur au quart de ton supérieur à la note la plus proche 11, et permet également une lecture intuitive de cette justesse grâce à la correspondance de la taille de l'aiguille des heures 3 qui bouge en regard des graduations, qui s'étendent de préférence dans le demi-cadran supérieur de la montre, de neuf heures à trois heures, afin de ne pas superposer d'informations par rapport à celles données sur la hauteur de la note. Les informations sur la hauteur de la note la plus proche 11 et la justesse de la note sont ainsi totalement disjoints.

[0033] On pourra constater que l'indication de la justesse par l'aiguille des heures se fait de préférence sur un arc de cercle dont la valeur angulaire est de préférence légèrement inférieure à 180 degrés, de préférence aux alentours de 120 degrés comme illustré sur la figure 3. Par ailleurs, les valeurs des pourcentages d'écart maximaux à plus ou moins 50% sont indiquées à l'intérieur de l'arc de cercle formé par les graduations qui forment l'indicateur 7. Il est également possible de réaliser l'indicateur 7 sous forme d'une échelle de couleurs variant autour du vert correspondant à une note juste, et dont les bords sont rouges pour indiquer que la sonorité est fausse. Il est possible également de réaliser cet indicateur graduel de couleur sous forme d'un arc de cercle dont une extrémité est fine, et l'autre épaisse, à la manière d'un sourcil. L'extrémité pointue correspondrait dans ce cas de préférence à une note trop basse, et l'extrémité épaisse du sourcil correspondrait à une note trop aigüe.

[0034] Afin de faciliter encore la lecture de la justesse de la note, le mode de réalisation de la figure 3 illustre de plus une zone cible 8 par rapport à la fréquence de la note 11 la plus proche. Cette zone cible 8, indiquée par exemple par

une graduation très épaisse d'une couleur différente, par exemple verte pour indiquer intuitivement la justesse, est de préférence centrée par rapport au cadran 4 et indique que la fréquence du signal acoustique se trouve dans une plage de valeurs suffisamment proche de la note désirée, par exemple moins de 3%, pour ne plus justifier d'un accord supplémentaire. Cette zone cible se trouve de préférence au milieu des graduations de l'indicateur 7 de justesse de la note, mais pourrait aussi se trouver en dehors de l'arc de cercle formé par les graduations.

[0035] Le mode de réalisation de la figure 3 montre par ailleurs trois boutons poussoirs: le premier 16 étant utilisé pour incrémenter des valeurs et le deuxième pour décrémenter des valeurs, comme par exemple des valeurs de calibrage 14, comme on le verra plus en détail à l'aide de la figure 6. Le dernier bouton poussoir 18 illustré sur la figure 3 est de préférence utilisé pour le changement de mode, notamment pour l'entrée dans le mode accordage qui peut par exemple être activé par une pression prolongée de plus de deux secondes, afin d'éviter tout déclenchement intempestif du mode de calibrage, d'une part parce qu'il utilise les aiguilles et donc ne permet pas de visualiser l'heure simultanément, et d'autre part parce que ce mode est gourmant en énergie car on doit y alimenter le microphone et le microcontrôleur 103 doit y effectuer de nombreux calculs mettant fortement à contribution son horloge de base ou unité centrale (CPU) 104. Ce bouton peut par ailleurs être utilisé de préférence pour valider des réglages, comme par exemple les valeurs retenues pour la calibration. On pourra imaginer que l'entrée dans le mode accordage pourra être validée par le positionnement des deux aiguilles des minutes et des heures, de manière superposée, à midi sur le cadran 4 de la montre.

[0036] La figure 4 illustre un cadran d'une pièce d'horlogerie 1 selon un exemple illustratif ne faisant pas partie de l'invention, par exemple une montre bracelet, qui est pourvue de moyens d'affichage hybrides, c'est-à-dire à la fois numériques et analogiques. Selon cet exemple, les moyens d'affichage analogiques 111 sont toujours constitués par les aiguilles des heures 2 et des minutes 3, mais cette fois-ci ces moyens analogiques 111 ne sont plus utilisés que pour indiquer la justesse des notes, c'est-à-dire l'écart fréquentiel 12 par rapport à la note la plus proche, tandis que la hauteur de la note la plus proche 11 est affichée numériquement sur un écran LCD, qui constitue les moyens d'affichage numérique 116. Ces moyens d'affichage numérique 116 indiquent, selon la figure 4, que la note Eb a été identifiée; les aiguilles 2 et 3 sont superposées et pointent sur la valeur -44% des graduations d'un indicateur 7 situé dans la demi-partie supérieure du cadran 4. Une zone cible 8 est située au milieu des graduations de l'indicateur, similairement à au mode de réalisation analogique de la figure 3. Les moyens d'affichage numérique 116 permettent d'afficher l'information de justesse de manière redondante, ici sur la gauche de la note 11 indiquée. L'écran LCD se substitue ainsi non seulement à l'échelle des notes 6 de la variante totalement analogique précédemment décrite, mais permet par ailleurs d'indiquer simultanément des informations supplémentaires, voire redondantes, sur le signal électroacoustique 10 reçu par le capteur de signal 101.

[0037] Selon une variante non représentée, l'information supplémentaire indiquée par les moyens d'affichage numérique 116 pourrait être le pitch, c'est à dire la fréquence de référence utilisée pour la mesure fréquentielle des notes, lorsque celle-ci peut être réglée sur une fréquence autre que la fréquence usuelle du LA à 440Hz. De préférence, ces moyens se situent dans la partie basse du cadran 4 et en dessous des aiguilles 2 et 3 lorsqu'elles sont utilisées en mode accordage pour indiquer la justesse de la note 11 la plus proche.

[0038] La figure 5 illustre un mode de réalisation similaire à celui de la figure 3, c'est-à-dire selon lequel l'affichage est totalement analogique, effectué par les moyens 111 constitués par l'aiguille des minutes 2 et des heures 3. Selon ce mode de réalisation toutefois, la fréquence intrinsèque 19 du signal acoustique est affichée de manière continue par l'aiguille des minutes 2, en regard d'une échelle des notes, sans qu'une comparaison ait été effectuée lors du processus d'identification de la note 20 pour déterminer la note la plus proche 11. Ainsi, cette aiguille 2 peut pointer sur n'importe quelle valeur et pas seulement les valeurs discrètes des notes indiquées sur l'échelle 6 en bordure du cadran. Selon cette variante, l'aiguille des minutes 3 consiste en quelle sorte en un « zoom » de celle des minutes 2, pour laquelle aucune valeur discrète n'a été identifiée. La lecture est ainsi plus intuitive, d'une part, puisque l'aiguille des minutes contient déjà intrinsèquement une information de justesse, en plus de l'information sur la note 11 la plus proche, et d'autre part elle permet d'économiser des étapes de traitement dans le processus d'identification de la note, puisque la discrétisation de la valeur n'est plus nécessaire. Comme pour la variante de la figure 3, les indicateurs 7, zone cible 8, échelle des notes sont situés de manière identique sur le cadran; il serait toutefois possible d'inverser la position des graduations 7 et de l'échelle des notes, ou encore d'utiliser une plus grande portion angulaire du cadran, par exemple 270 degrés ou plus, voire la totalité du cadran pour répartir l'échelle des notes 6 afin de mieux lire directement la première information intrinsèque sur la valeur de la fréquence du signal 10, grâce à la plus grande portion angulaire disponible pour l'affichage de chaque demi-ton. Les différents boutons 16,17, et 18 et leur fonction ne sont pas décrits pour cette figure car ils sont en tous points identiques à ceux illustrés par la figure 3.

[0039] Une variante, ne faisant pas partie de l'invention, plus sommaire pour l'affichage de la fréquence intrinsèque 19 du signal 10 pourrait par ailleurs prévoir que les deux aiguilles des heures 3 et des minutes 2 sont superposées lors de l'affichage de la fréquence détectée et pointent toutes deux sur une valeur lue sur l'échelle des notes 6. Cette variante requiert toutefois que la justesse doit être appréciée par l'utilisateur sans l'aide d'aucun autre indicateur 7.

[0040] La figure 6 illustre, en tant que exemple ne faisant pas partie de l'invention, un accordeur chromatique intégré à une montre selon lequel la position angulaire des notes 11 sur l'échelle des notes 6, cette fois-ci disposée sur la lunette

5 et non pas sur le cadran, coïncide avec celle des heures. La répartition angulaire est de 360 degrés pour toutes les notes, soit 30 degré par demi-ton. Ainsi cette variante peut être utilisée tant dans le cadre de l'affichage de la note la plus proche 11, conformément aux modes de réalisation illustrés par les figures 1 à 4, mais aussi avantageusement dans le cadre de la méthode d'affichage continu de la figure 5, grâce à l'espace angulaire agrandi pour chaque demi-ton. Par ailleurs, l'affichage coïncidant entre les notes de l'échelle des notes et celle des heures permet de substituer l'information des heures par des notes, sans perdre pour autant le caractère intuitif de lecture en mode normal, tandis que le mode accordage ne requiert aucune information supplémentaire devant être placée ailleurs sur le cadran. Selon cette solution, on pourra remarquer que les boutons ont été remplacés par une couronne 9 afin d'effectuer les réglages et les changements de mode.

[0041] Une différence importante entre l'exemple de la figure 6 avec les autres modes illustrés consiste en le fait que l'aiguille des minutes 2, qui peut du reste être superposée à celle des heures 3, permet de visualiser une valeur de calibrage 14, qui peut s'étendre de préférence entre 435 et 445 Hz, par exemple en fonction des préférences de l'utilisateur selon le contexte acoustique et les effets sonores voulus. La fréquence de référence 13 est calibrée par défaut à 440 Hz, qui constitue sa valeur nominale, et peut être de préférence être ajustée à la baisse ou à la hausse par pas de 1 Hz. On peut toutefois également prévoir que la couronne 9 permet un réglage continu des valeurs de calibrage 14. Ces manipulations sur les valeurs de calibrage 14 ont un impact sur le calcul des fréquences intrinsèques 19 du signal électroacoustique 10.

[0042] La valeur de calibrage est affichée sur une échelle de valeurs de calibrage 15, disposée en regard d'une des aiguilles 2 ou 3, de préférence l'aiguille des minutes 2, de préférence sur la moitié inférieure du cadran, afin de laisser de la place disponible pour un indicateur 7 de justesse des notes, similairement aux variantes précédentes décrites.

[0043] Bien que l'exemple de la figure 6 utilise une couronne 9 pour régler la valeur de calibrage 4, il est possible d'envisager utiliser des boutons poussoirs 16 et 17, comme sur la figure 3, afin d'incrémenter et décrémenter les valeurs de calibrage 14.

[0044] Lesfigures 7a à 7d illustrent d'autres possibilités de mode d'affichage, qui ont toutes en commun de disposer l'échelle des notes sur la lunette 5 d'une montre, ainsi que d'utiliser une couronne 9. Par ailleurs, toutes ces solutions utilisent l'aiguille des minutes 2, et non l'aiguille des heures contrairement aux variantes précédemment décrites, pour l'affichage de la justesse des notes. L'aiguille des minutes 2 indique l'écart fréquentiel 12 en regard d'un indicateur 7 constitué par des graduations sur un arc de cercle sur la demi-partie supérieure du cadran, de préférence centré à midi et s'étendant sur un angle compris de préférence entre 120 et 180 degrés.

[0045] L'exemple illustratif de la figure 7a reprend la même échelle des notes 6 que celle illustrée par la figure 6, représentant les notes en mode mixte bémol/dièse sur l'intégralité du pourtour de la lunette 5. Il s'agit d'un mode d'affichage totalement analogique, conformément au mode de réalisation de la figure 3. Similairement la figure 7b concerne également un exemple illustratif selon lequel l'affichage est totalement analogique, les aiguilles des minutes 2 et des heures ayant les même fonctions que pour la figure 7a, mais le mode d'affichage des notes sur l'échelle des notes 6 est simplement dual par rapport au dièse et au bémol, c'est à dire que toutes les notes sont affichées, lorsqu'un choix est possible, à la fois en tant que dièse de la note inférieure ou bémol de la note supérieure.

[0046] La figure 7c concerne un exmple illustratif d'un mode d'affichage hybride ne faisant pas partie de l'invention, qui utilise un affichage numérique pour les notes les plus proches 11 du signal acoustique; la lunette 5 peut ainsi comporter à nouveau les chiffres des heures en lieu des places des notes des variantes des figures 7a et 7b. Les moyens d'affichage numérique 116 sont de préférence un écran LCD situé sur la partie inférieure du cadran.

[0047] La figure 7d concerne à nouveau un mode de réalisation à affichage analogique selon l'invention, dont la différence avec les solutions des figures 7a et 7b concerne la disposition des notes sur la lunette, l'échelle des notes 6 étant située sur la partie inférieure de la lunette 5, entre 3 heures pour la note Ab (A bémol) et 8h30 pour la note G. L'échelle des notes 6 n'est ainsi pas centrée étant donné que les douze demi-tons associés aux notes se suivent sans qu'aucune indication ne soit prévue si aucune fréquence ne peut être déterminée lors du processus d'identification de la note 20.

[0048] La figure 8 illustre un exemple illustratif qui permet d'afficher la justesse de la note en utilisant la lecture de la position relative des aiguilles des heures 3 par rapport à celle des minutes 2, dispensant ainsi d'un indicateur 7 de justesse dédié. Selon cet exemple, la note la plus proche 11 est affichée par l'aiguille des minutes 2 qui pointe sur une note de l'échelle des notes 6, répartie ici sur l'ensemble du secteur angulaire de la lunette 5. La justesse de la note est ensuite affichée par l'aiguille des heures 3, qui se positionne dans un secteur angulaire d'une amplitude de 30 degrés autour de l'aiguille des minutes 2. La déviance maximale pour l'aiguille des heures 3 est de 15 degrés de part et d'autre de celle des minutes 2 ; cette déviance correspond en effet selon cette variante à un quart de ton, puisque chaque demi-ton occupe un espace angulaire de 30 degrés. La justesse d'une note est ainsi confirmée par la superposition des deux aiguilles 2,3 sur l'une des notes de l'échelle 6, ici sur le LA à une heure sur le cadran 4.

[0049] Etant donné l'espace angulaire réduit pour indiquer la justesse de la note, on pourra utiliser des formes particulières ou des couleurs particulières, par exemple vert pour les aiguilles affichant la note et celle indiquant la justesse, indifféremment du fait qu'il s'agisse de celles des heures 3 ou des minutes 2 (la fonction de chacune pouvant être

inversée), et les superposer de telle sorte que la couleur indiquant la justesse, par exemple du rouge, soit cachée par celle, par exemple du vert, indiquant la note lorsque les fréquences concordent. En ce qui concerne la forme, on pourra privilégier par exemple une aiguille creuse, de préférence l'aiguille des minutes 2, plus grande que celle des heures 3, l'aiguille des heures 3 venant alors se loger dans la creusure 71 de l'aiguille des minutes 2 lorsque les fréquences concordent. Cet exemple illustratif présente l'avantage de ne pas charger le cadran 4 par des informations sur la justesse, libérant ainsi de la place pour d'autres types d'informations; il présente toutefois l'inconvénient d'un coût plus élevé d'usinage de l'aiguille creuse, qui est plus difficile à réaliser qu'une aiguille standard.

[0050] L'exemple de la figure 8 est illustrée avec une couronne 9 pour les changements de mode. On comprendra toutefois que cette solution est tout à fait envisageable avec des boutons poussoirs conformément aux modes de réalisation des figures 3 et 5.

[0051] Plus généralement, les différents modes de réalisation décrits ci-dessus sont donnés à titre d'exemple et ne doivent en aucun cas être interprétés de façon limitative. Il est par exemple envisageable de combiner des caractéristiques afférentes aux différents modes de réalisation décrits, ou encore en ajouter d'autres, connues de l'homme du métier, sans sortir du cadre de l'invention tel que défini par les revendications.

Liste des références

1	Pièce d'horlogerie portable
2	Aiguille des minutes
3	Aiquille des heures
4	Cadran
5	Lunette
6	Echelle des notes
61	Marque indiquant qu'aucune note n'est identifiée
7	Indicateur de justesse des notes
71	Creusure
8	Zone cible
9	Couronne (Fig. 6)
10	Signal électroacoustique reçu
11	Note la plus proche du signal reçu
12	Ecart fréquentiel
13	Fréquence de référence de l'accordeur
14	Valeur de calibrage de la fréquence de référence
15	Echelle de valeurs de calibrage
16	Premier bouton poussoir
17	Deuxième bouton poussoir
18	Troisième bouton poussoir
19	Fréquence intrinsèque du signal acoustique
100	Dispositif électronique
101	Capteur de signal acoustique
102	Moyens de traitement du signal électroacoustique
1021	Filtre
1022	Amplificateur
1023	Comparateur
103	Microcontrôleur
104	Horloge de base

(suite)

105	Oscillateur RC
106	Courant d'alimentation
107	Batterie
108	Signal binaire (train d'impulsions)
109	Mémoire de données
110	Mémoire programme
111	Moyens d'affichage analogiques
112	Moyens pour l'interface utilisateur
113	Processeur (CPU)
114	Module moteur
115	Interface d'entrée/sortie du microcontrôleur
116	Moyens d'affichaqe numérique
20	Processus d'identification de la note musicale
21	Table de périodes de notes musicales
22	Période du signal binaire
231	Première série des périodes acquises par le microcontrôleur
232	Deuxième série réduite des échantillons supérieurs à un seuil
233	Troisième série déterminée à partir des deux premières
234	Quatrième série triée à partir de la troisième
24	Période identifiée
25	Facteur de correction
26	Période mesurée
201	Calibrage de la fréquence de l'oscillateur RC (105)
202	Mesure des périodes du signal binaire 108
203	Processus d'extraction de la période fondamentale
2031	Comparaison par rapport à un seuil déterminé
2032	Calcul de la durée entre pics supérieurs au seuil
2033	Tri des éléments de la série 233
2034	Comparaison du seuil
2035	Décrémentation du seuil
204	Identification de la période fondamentale
2041	Vérification d'obtention d'une période
205	Calcul de la justesse de la note
206	Echec du processus d'extraction de la fréquence fondamentale
207	Etape de comparaison de la période mesurée avec des notes

Revendications

1. Pièce d'horlogerie portable (1), pourvue d'au moins une aiguille pour l'affichage des minutes (2) et/ou des heures (3), ladite pièce d'horlogerie portable (1) comportant une unité électronique (100) pour l'accordage chromatique

d'un instrument, ladite unité électronique (100) comprenant un capteur de signal acoustique (101) et des moyens de traitement (102) du signal électroacoustique reçu (10), au moins une desdites aiguilles (2,3) permettant d'afficher une note (11) dont la fréquence est la plus proche de celle du signal reçu (10) et un écart fréquentiel (12) relatif entre ladite note (11) et ledit signal reçu (10),**caractérisée en ce qu'**elle comprend un indicateur (7) pour l'affichage de la justesse desdites notes (11) en regard de l'aiguille des heures (3) dans le demi-cadran supérieur de la montre et une échelle de notes (6) disposée en regard de l'aiguille des minutes (2) dans le demi-cadran inférieur, de telle sorte que les informations sur la hauteur de la note la plus proche (11) et la justesse de la note sont totalement disjoints.

2. Pièce d'horlogerie portable (1) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce qu'**au moins une desdites aiguilles (2,3) permet par ailleurs de visualiser une valeur de calibrage (14) d'une fréquence de référence (13) de l'accordeur.

3. Pièce d'horlogerie portable (1) selon la revendication précédente, comprenant de plus un premier bouton poussoir (16) pour incrémenter ladite valeur de calibrage (14) et un deuxième bouton poussoir (17) pour décrémenter ladite valeur de calibrage (14).

4. Pièce d'horlogerie portable (1) selon l'une des revendications 2 ou 3, comprenant de plus une échelle de valeurs de calibrage (15) en regard d'une desdites aiguilles (2,3).

5. Pièce d'horlogerie selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** ledit indicateur (7) permet de visualiser une tonalité allant du quart de ton inférieur au quart de ton supérieur à ladite note (11) la plus proche.

6. Pièce d'horlogerie portable (1) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce qu'**elle comprend de plus une zone cible (8) par rapport à la fréquence de ladite note (11) la plus proche.

7. Pièce d'horlogerie portable (1) selon l'une des revendications précédentes, ladite échelle (6) étant située en périphérie du cadran (4) ou sur la lunette (5) de ladite pièce d'horlogerie (1).

8. Pièce d'horlogerie portable (1) selon la revendication précédente, comprenant de plus un troisième bouton poussoir (18) de changement de mode et validation des réglages.

9. Méthode d'affichage pour accordeur chromatique Comportant les étapes suivantes: - se munir d'une pièce d'horlogerie portable selon la revendication 1 ; et - afficher des notes et leur justesse avec l'affichage analogique de celle-ci.

10. Méthode d'affichage selon la revendication 9, **caractérisée en ce que** la fréquence intrinsèque (19) dudit signal électroacoustique reçu (10) est affichée de manière continue par l'aiguille des minutes (2) en regard d'une échelle de notes (6), et un écart fréquentiel (12) est indiqué entre la note la plus proche (11) et ladite fréquence (19) dudit signal électroacoustique (10).

11. Méthode d'affichage selon la revendication 9, selon laquelle la justesse des notes est indiquée par la position relative des aiguilles des heures (3) par rapport à celle des minutes (2).

Patentansprüche

1. Eine tragbare Uhr (1), die mit mindestens einer Hand für die Anzeige der Minuten (2) und / oder der Stunden (3) versehen ist, wobei die tragbare Uhr (1) eine elektronische Einheit (100) zur chromatischen Stimmung eines Instruments umfasst, wobei die besagte elektronische Einheit (100) mit einem akustischen Signalsensor (101) und Mittel (102) zum Verarbeiten des empfangenen elektro-akustischen Signals (10) versehen ist, wobei mindestens eine der Hände (2,3) es erlaubt, eine Note (11) anzuzeigen, deren Frequenz die nächstliegende im Vergleich zu dem empfangenen Signal (10) ist, und die relative Frequenzabweichung (12) zwischen der besagten Note (11) und dem empfangenen Signal (10),
dadurch gekennzeichnet, dass sie ferner einen Anzeiger (7) zum Anzeigen der Genauigkeit der Noten (11) umfasst, wobei der besagte Anzeiger (7) gegenüber der Stundenzeiger (3) in der oberen Hälfte des Zifferblattes der Uhr angeordnet ist, und eine Notenskala (6) umfasst, die gegenüber dem Minutenzeiger in der unteren Hälfte des Zifferblattes angeordnet ist, so dass die Angaben über die nächste Note (11) und die Genauigkeit der Note völlig getrennt angezeigt sind.

2. Die tragbare Uhr (1) gemäss Anspruch 1, wobei mindestens einer der Zeiger (2,3) es ferner erlaubt, einen Kalibrierungswert (14) einer Referenzfrequenz (13) des Stimmers zu visualisieren.

3. Die tragbare Uhr (1) gemäss dem vorigen Anspruch, die ferner einen ersten Druckknopf (16) zum Inkrementieren des besagten Kalibrierungswerts (14) und einen zweiten Druckknopf (17) zum Dekrementieren des besagten Kalibrierungswerts (14) umfasst.

4. Die tragbare Uhr (1) gemäss Anspruch 2 oder 3, die ferner mit einer Skala von Kalibrierungswerten (15) versehen ist, die gegenüber einem der Zeiger (2,3) angeordnet ist.

5. Die tragbare Uhr (1) gemäss einem der vorigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Anzeiger (7) es erlaubt, einen Ton zu visualisieren, der innerhalb der nächsten unteren Viertelton und der nächsten oberen Viertelton im Vergleich zu der nächsten Note (11) liegt.

6. Die tragbare Uhr (1) gemäss einem der vorigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie ferner eine Zielzone (8) relativ zu der Frequenz der nächsten Note (11) aufweist.

7. Die tragbare Uhr (1) gemäss einem der vorigen Ansprüche, wobei die besagte Notenskala (6) an der Peripherie des Zifferblatts (4) oder auf der Lunette der besagten Uhr (1) angeordnet ist.

8. Die tragbare Uhr (1) gemäss dem vorigen Anspruch, die ferner einen dritten Druckknopf (18) für die Änderung des Betriebsmodus und die Bestätigung der Einstellungen umfasst.

9. Ein Anzeigeverfahren für einen chromatischen Stimmer, umfassend die folgenden Schritte:

- sich mit einer tragbaren Uhr (1) gemäss Anspruch 1 zu versehen, und
- die Noten und deren Genauigkeit mit der analogen Anzeige dieser Uhr anzuzeigen.

10. Das Anzeigeverfahren gemäss Anspruch 9, wobei die inhärente Frequenz (19) des empfangenen elektro-akustischen Signals (10) fortlaufend von dem Minutenzeiger (2) gegenüber einer Notenskala (6) angezeigt ist, und eine Frequenzabweichung (12) zwischen der nächstliegenden Note (11) und der besagten Frequenz (19) des elektro-akustischen Signals (10) angegeben ist.

11. Das Anzeigeverfahren gemäss Anspruch 9, wobei die Genauigkeit der Noten durch die relative Position des Stundenzeigers (3) in Bezug auf den Minutenzeiger (2) angegeben ist.

Claims

1. Portable timepiece (1), provided with at least one hand for displaying the minutes (2) and/or the hours (3), said portable timepiece (1) including an electronic unit (100) for the chromatic tuning of an instrument, said electronic unit (100) including an acoustic signal sensor (101) and a means (102) of processing the received electro-acoustic signal (10), at least one of said hands (2,3) displaying a note (11) the frequency of which is closest to that of the received signal (10) and a relative frequency deviation (12) between said note (11) and said received signal (10), **characterized in that** said timepiece includes an indicator (7) for displaying the accuracy of said notes (11) opposite the hour hand (3) in the top half portion of the watch dial and a scale of notes (6) arranged opposite the minute hand (2) in the bottom half portion of the dial, so that the data concerning the pitch of the closest note (11) and the accuracy of the note are totally separate.

2. Portable timepiece (1) according to any of the preceding claims, **characterized in that** at least one of said hands (2, 3) also displays a calibration value (14) of a reference frequency (13) of the tuner.

3. Portable timepiece (1) according to the preceding claim, further including a first push button (16) for incrementing said calibration value (14) and a second push button (17) for decrementing said calibration value (14).

4. Portable timepiece (1) according to any of claims 2 or 3, further including a scale of calibration values (15) opposite one of said hands (2, 3).

5. Timepiece according to any of the preceding claims, **characterized in that** said indicator (7) displays a tone ranging from a quarter tone below to a quarter tone above said closest note (11).

6. Portable timepiece (1) according to any of the preceding claims, **characterized in that** it further includes a target zone (8) relative to the frequency of said closest note (11).

7. Portable timepiece (1) according to any of the preceding claims, wherein said scale (6) is located on the periphery of the dial (4) or on the bezel (5) of said timepiece (1).

8. Portable timepiece (1) according to the preceding claim, further including a third push button (18) for changing mode and validating adjustments.

9. Display method for a chromatic tunercomprising the following steps:

- providing a portable timepiece according to claim 1, and
- displaying notes and their accuracy thanks to the analogical display of said portable timepiece.

10. Display method according to claim 9, **characterized in that** the intrinsic frequency (19) of said received electro-acoustic signal (10) is continuously displayed by the minute hand (2) opposite a scale of notes (6) and a frequency deviation (12) is indicated between the closest note (11) and said frequency (19) of said electro-acoustic signal (10).

11. Display method according to claim 9, wherein the accuracy of the notes is indicated by the relative position of the hour hand (3) with respect to the minute hand (2).

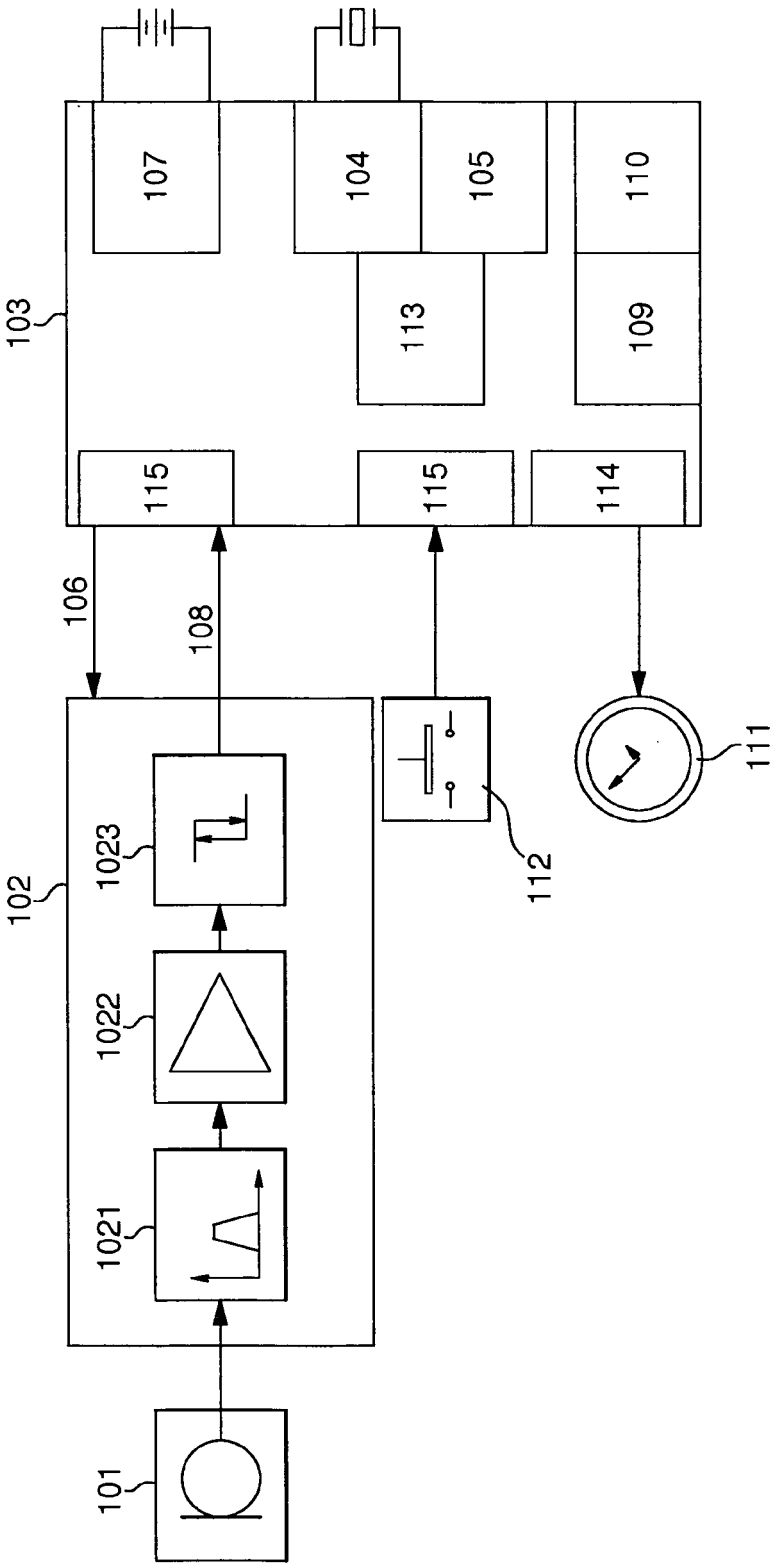

107
104
105
110
113
109
103
115
115
114
106
108
102
1023
1022
1021
101
112
111

Fig. 1

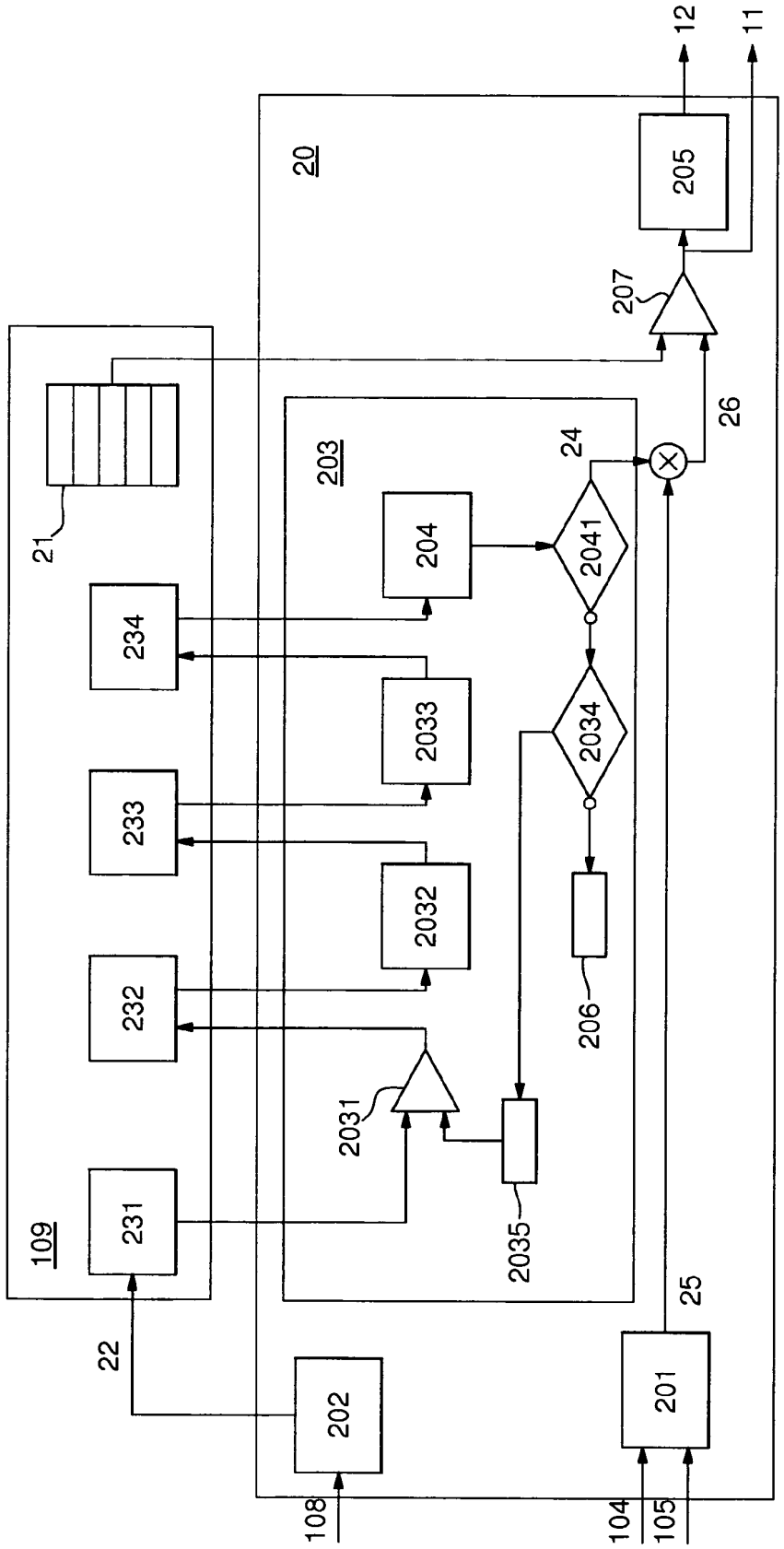

12
11
20
205
207
26
24
203
204
2041
2034
2033
2032
206
234
233
232
231
21
109
22
2031
2035
25
202
201
108
104
105

Fig. 2

Fig. 3

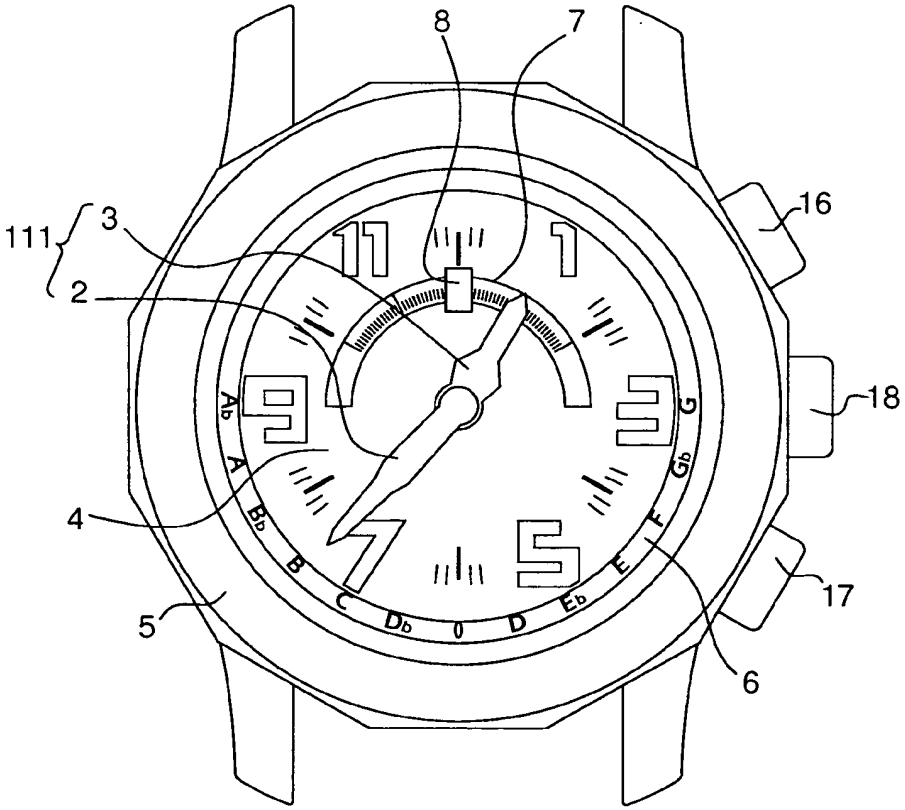


Fig. 4

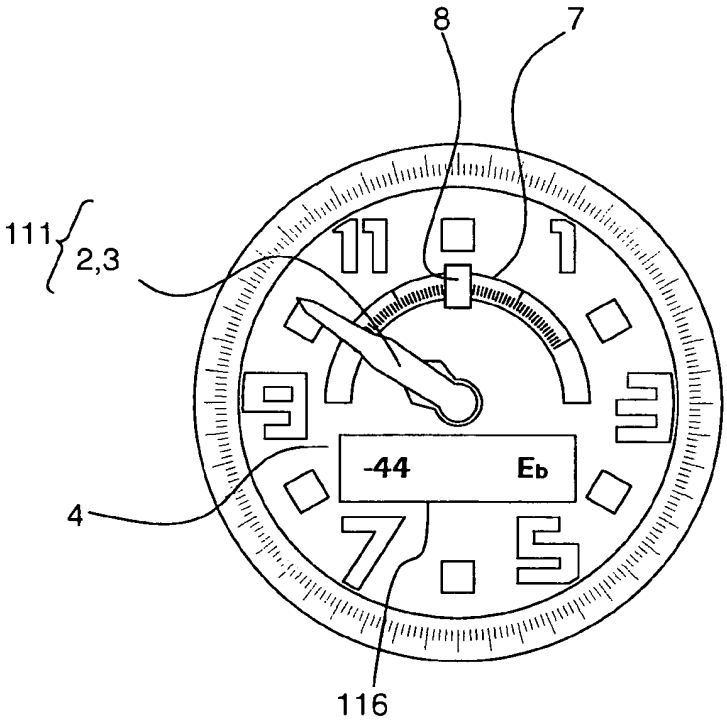


Fig. 5

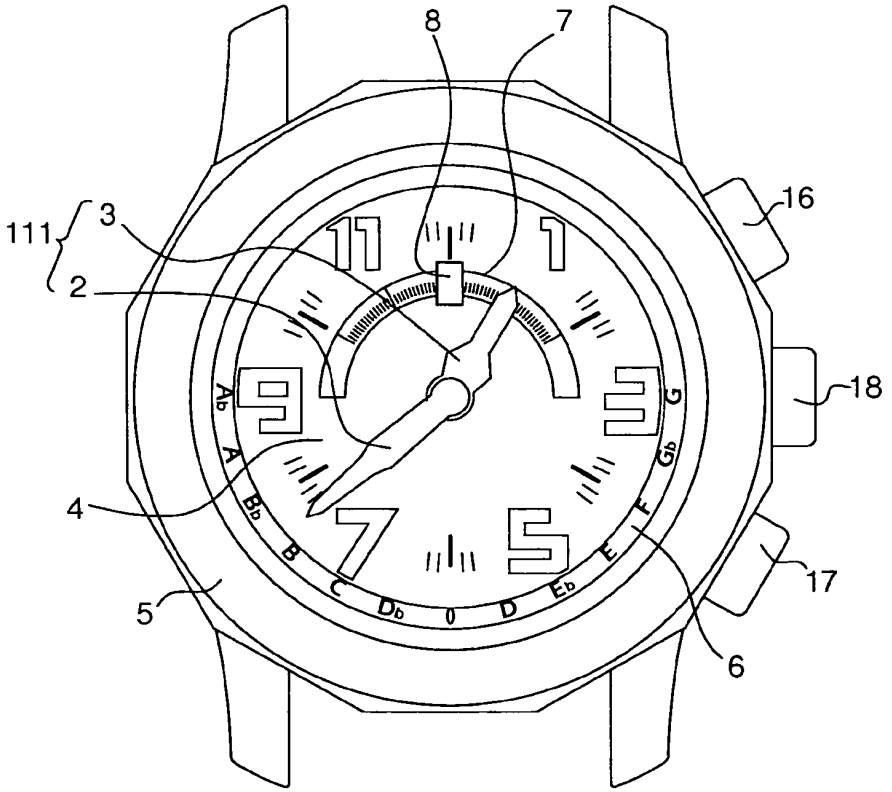

8
7
16
111
3
2
18
4
17
5
6

Fig. 6

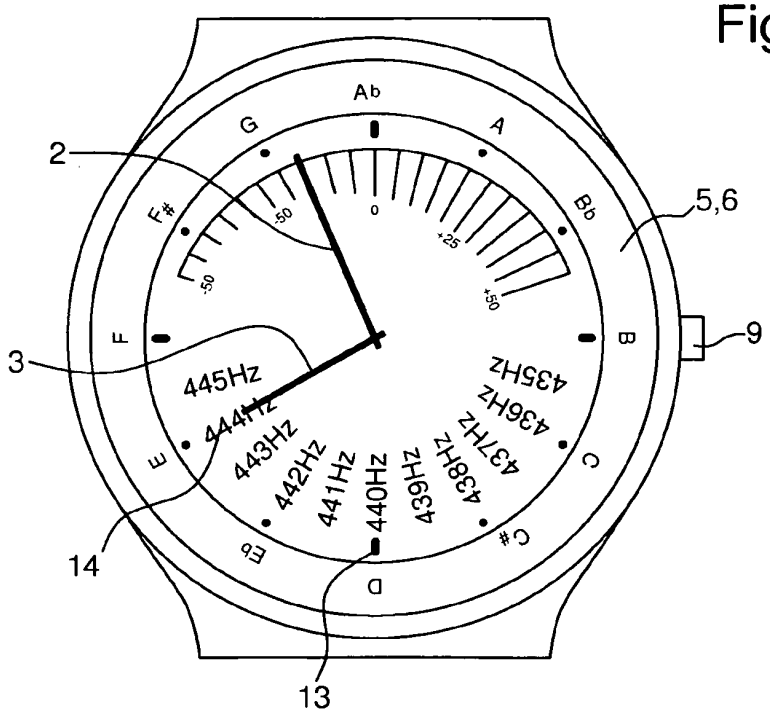

Ab
G
A
2
F#
Bb
5,6
-50
0
+25
+50
F
B
9
3
445Hz
444Hz
443Hz
442Hz
441Hz
440Hz
439Hz
438Hz
437Hz
436Hz
435Hz
E
C
14
Eb
C#
D
13

Fig. 7a

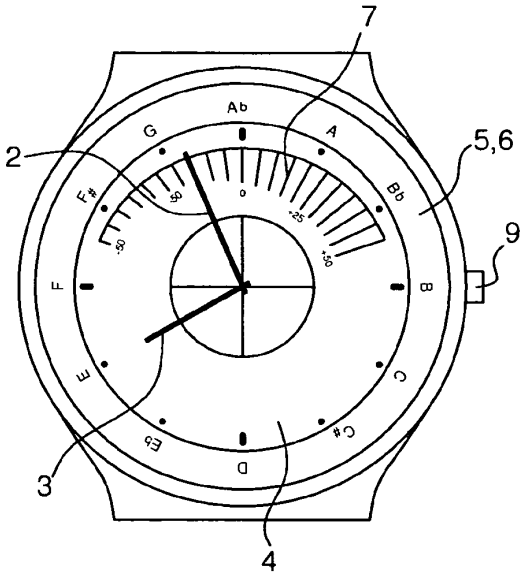


Fig. 7b

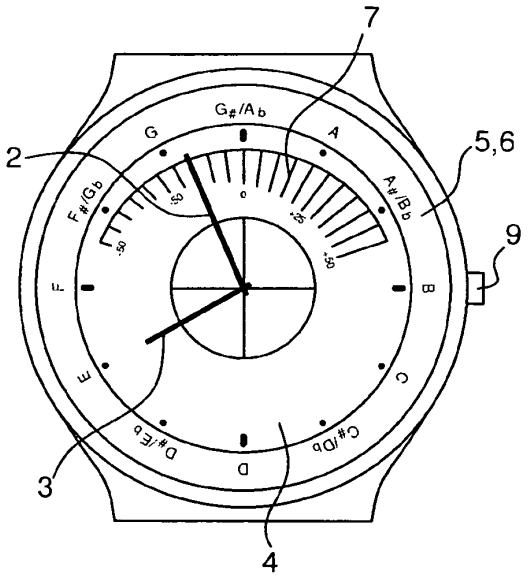


Fig. 7c

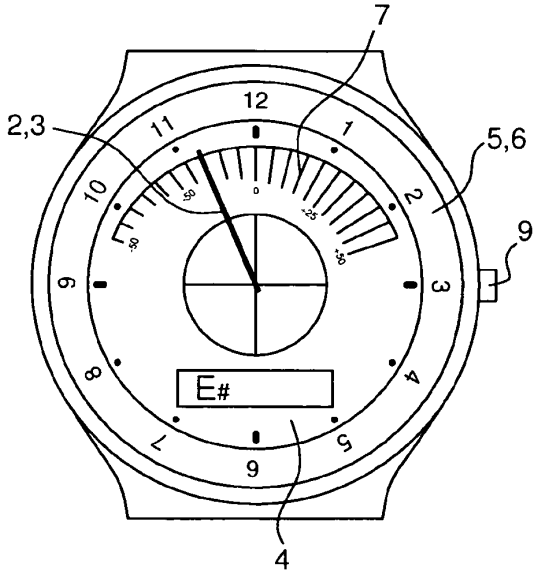


Fig. 7d

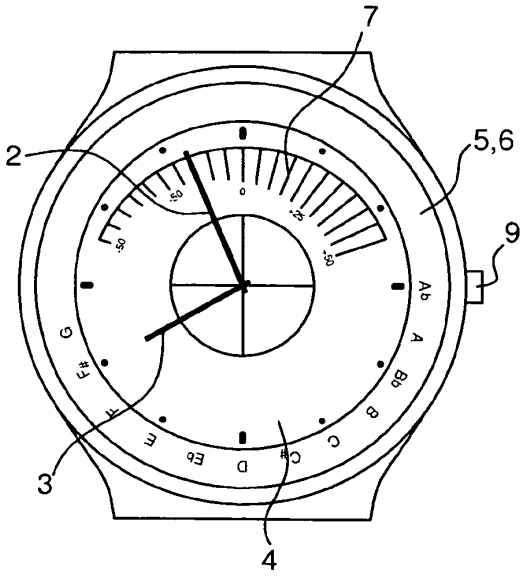
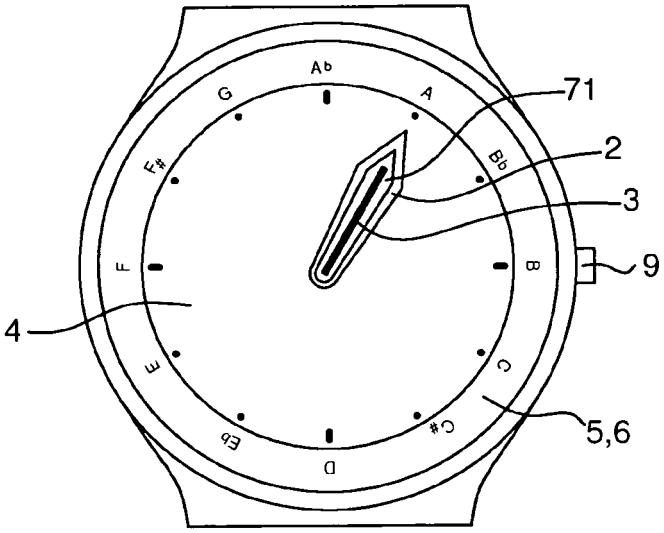


Fig. 8



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

- JP 2153393 A **[0006]**