

(19)



(11)

EP 3 435 362 B1

(12)

FASCICULE DE BREVET EUROPEEN

(45) Date de publication et mention de la délivrance du brevet:
09.09.2020 Bulletin 2020/37

(51) Int Cl.:
G09F 19/02 ^(2006.01) **G04B 19/00** ^(2006.01)
G04B 45/00 ^(2006.01) **G09F 9/37** ^(2006.01)
G04B 19/06 ^(2006.01) **G04B 19/16** ^(2006.01)
G04B 19/10 ^(2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **18184006.7**

(22) Date de dépôt: **17.07.2018**

(54) **SYSTÈME D’AFFICHAGE COMPORTANT UN MODULE D’AFFICHAGE PAR ELEMENTS MOBILES AUTOUR DE LIAISONS FLEXIBLES, ET PIECE D’HORLOGERIE COMPORTANT UN TEL SYSTÈME D’AFFICHAGE**

ANZEIGESYSTEM, DAS EIN ANZEIGEMODUL ÜBER MOBILE ELEMENTE UM FLEXIBLE VERBINDUNGEN UMFASST, UND UHR, DIE EIN SOLCHES ANZEIGESYSTEM UMFASST

DISPLAY SYSTEM HAVING A DISPLAY MODULE BY MOBILE ELEMENTS AROUND FLEXIBLE LINKS, AND TIMEPIECE COMPRISING SUCH A DISPLAY SYSTEM

(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

(30) Priorité: **24.07.2017 CH 9612017**
24.07.2017 CH 9622017

(43) Date de publication de la demande:
30.01.2019 Bulletin 2019/05

(73) Titulaire: **CSEM**
Centre Suisse d’Electronique et de Microtechnique SA
2002 Neuchâtel (CH)

(72) Inventeur: **CARDOT, Francis**
2000 Neuchâtel (CH)

(74) Mandataire: **P&TS SA (AG, Ltd.)**
Avenue J.-J. Rousseau 4
P.O. Box 2848
2001 Neuchâtel (CH)

(56) Documents cités:
WO-A1-2006/024311 CH-A2- 710 331
JP-A- S59 176 687

EP 3 435 362 B1

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).

Description

Domaine technique

[0001] L'invention concerne le domaine général de la microtechnique et notamment la fabrication de pièces par gravure de silicium. L'invention concerne plus particulièrement un système d'affichage comportant un module d'affichage mécanique comportant une pluralité d'éléments mobiles relativement les uns aux autres autour d'au moins une liaison déformable de type lame flexible.

[0002] L'invention concerne également une pièce d'horlogerie comportant un tel système d'affichage.

[0003] Le module d'affichage et le dispositif d'affichage de l'invention trouvent une application particulière dans l'industrie horlogère, notamment pour la réalisation de cadrans de montres ou horloges animés.

Etat de la technique

[0004] Les systèmes d'affichages analogiques, notamment à aiguilles, sont connus et utilisés depuis des décennies dans une multitude d'applications afin de procurer une indication directe, par exemple sur une échelle graduée, un cadran ou autre système de représentation d'une valeur de mesure d'une grandeur physique telle que vitesse, température, pression, intensité, tension ou résistance électrique, d'une information quelconque, ou encore, et de manière probablement la plus répandue pour la mesure du temps.

[0005] Dans une grande majorité de cas, les aiguilles d'un dispositif d'affichage sont constituées d'un corps unitaire rigide solidaire d'un axe de rotation mu par un mouvement, par exemple un mouvement horloger dans le cas d'une pièce d'horlogerie. A chaque pas de rotation de l'axe de rotation l'aiguille effectue une rotation correspondante, une au moins de ses extrémités libres décrivant une trajectoire de section circulaire pointant ainsi en chacune de ses positions sur la trajectoire circulaire une information d'indication de valeur physique mesurée, d'un quantième de temps, ou de façon générale de toute information à indiquer à un utilisateur. L'indication est ainsi réalisée essentiellement dans l'axe longitudinal de l'aiguille au niveau d'une et/ou de l'autre de ses extrémités opposés en collaboration le cas échéant avec un affichage sous-jacent, telle qu'une échelle par exemple.

[0006] On connaît également, notamment pour des horloges, des systèmes d'affichage mécaniques, par exemple à palettes, qui indiquent une information horaire par alignement de chiffres imprimés sur les palettes, ces dernières étant pivotées autour d'un axe par gravité lors de la libération de verrous de blocage à chaque quantième de temps à indiquer.

[0007] D'autres variantes d'affichages actionnés par des systèmes mécaniques ont également été proposées dans l'état de la technique, essentiellement dans le do-

maine horloger. On peut citer entre autres l'affichage numérique de type « planche à clous » du modèle « Opus 8 », commercialisé par la société Harry Winston SA ou encore le dispositif d'affichage numérique de l'heure en cours par rotation d'un disque sous-jacent à un cadran doté d'un guichet tel que proposé dans la demande de brevet suisse CH 691833 A5.

[0008] Certaines propositions reposent essentiellement sur l'utilisation d'un cadran secondaire, de disques rotatifs comportant un index pointant sur des chiffres des minutes (EP2439600A1), ou de disques comportant les valeurs des minutes qui s'affichent séquentiellement en suivant l'aiguille des heures (EP2977831A1 ; US2017108832A1).

[0009] Alternativement d'autres propositions consistent à utiliser un empilement de disques transparents pour combiner les motifs qu'ils comportent afin de créer un affichage animé (US2003099159A1).

[0010] Enfin, il existe également des affichages faisant appel à de grandes complications mécaniques, par exemple en animant une multitude « d'aiguilles » radiales (EP2796941B1).

[0011] Le mécanisme d'affichage décrit dans la demande WO2006024311 repose quant à lui sur une série de nombreuses roues dentées.

[0012] Ces différents affichages présentent tous l'inconvénient de procéder d'une structure complexe de différents éléments superposés et requérant des mécanismes d'actionnement additionnels au mécanisme horloger de base auquel il convient d'accoupler ces mécanismes d'actionnement, ce qui perturbe la marche du mouvement horloger ou à tout le moins en affecte négativement la consommation d'énergie.

[0013] On ne connaît pas en revanche à ce jour de dispositifs d'affichage de structure unitaire simple et permettant un affichage direct d'une information ou motif, notamment d'un quantième de temps, le cas échéant sans aiguilles associées, doté d'une capacité d'animation sans perturbations de la fonction principale d'affichage et d'indication ni mécanisme d'actionnement ou d'animation complémentaire au mouvement horloger de base d'une pièce d'horlogerie telle qu'une montre ou une horloge.

Bref résumé de l'invention

[0014] Un but de l'invention est de fournir un système d'affichage comportant un module d'affichage animé, notamment pour des pièces d'horlogerie, comportant des éléments mobiles autour de liaisons déformables de type lames ou pivots flexibles, plus particulièrement pour l'affichage mécanique d'un quantième de temps courant, et un dispositif d'actionnement simple à mettre en œuvre.

[0015] La présente invention propose une méthode alternative de présentation des heures et des minutes par l'animation des motifs 3D formant séquentiellement les différentes valeurs du temps.

[0016] Un autre but de l'invention est de procurer un

tel système d'affichage dont le dispositif d'actionnement ne requiert pas de modification d'un mouvement horloger de base mais qui puisse lier cinématiquement à un ou plusieurs mobiles du rouage de finissage de celui-ci de manière directe ou indirecte.

[0017] Une application particulière de l'invention consiste en la réalisation de cadrans de montre animés affichant mécaniquement de façon sélective l'heure et les minutes en cours sous une forme numérique ou autre.

[0018] Un autre but de l'invention est de fournir une pièce d'horlogerie dotée d'un tel système d'affichage.

[0019] A cet effet, la présente invention propose un système d'affichage comportant :

a. un premier et un second un module d'affichage agencés concentriquement l'un par rapport à l'autre autour d'un centre géométrique commun (C) et comportant chacun au moins deux organes d'affichage mobiles par rapport à un bâti entre une position de repos et une position d'affichage sous l'action d'au moins un actionneur pour former un motif, et

b. un dispositif d'actionnement agencé pour coopérer avec l'actionneur de chaque module d'affichage et déplacer desdits organes d'affichage mobiles de la position de repos vers la position d'affichage pour former simultanément un dit motif sur chaque module d'affichage.

Chacun des modules d'affichage peut être réalisé par moulage et/ou usinage d'alliages métalliques, de verres, de céramiques (Al_2O_3), de polymères durs usinables et/ou photodurcissables (époxy, PEEK). De préférence cependant les modules d'affichage sont constitués de silicium monocristallin ou polycristallin et obtenus par des procédés de gravure profonde du silicium.

[0020] Selon l'invention, ledit au moins un actionneur de chaque module d'affichage est solidaire du bâti et mobile par rapport à celui-ci par l'intermédiaire d'une pluralité de liaisons flexibles. De préférence, ledit actionneur s'étend suivant une direction radiale par rapport au centre géométrique (C).

[0021] Dans un mode de réalisation, le dispositif d'actionnement est mobile en rotation autour d'un axe de rotation passant par le centre géométrique (C).

[0022] Dans un mode de réalisation, le dispositif d'actionnement est agencé pour exercer en au moins une position angulaire autour de l'axe de rotation un effort apte à mobiliser l'actionneur de chaque module d'affichage de manière à déplacer lesdits organes d'affichage mobiles de la position de repos vers la position d'affichage pour former simultanément un dit motif sur chaque module d'affichage.

[0023] Dans un mode de réalisation, le dispositif d'actionnement comporte un premier et un second mobiles d'actionnement agencés mobiles en rotation autour de l'axe de rotation de manière à coopérer et mobiliser en au moins une position angulaire autour de l'axe de rota-

tion l'actionneur de chaque module d'affichage.

[0024] Dans un mode de réalisation, le premier et le second mobiles d'actionnement comportent une came ou un ergot.

5 **[0025]** Dans un mode de réalisation, le premier et le second mobiles d'actionnement sont indexés en rotation l'un par rapport à l'autre autour de l'axe de rotation.

[0026] Dans un mode de réalisation, le premier et le second mobiles d'actionnement sont indexés en rotation 10 l'un par rapport à l'autre autour de l'axe de rotation de telle sorte que les motifs simultanément formés sur chaque module d'affichage soient alignés suivant une même direction radiale depuis le centre géométrique (C).

[0027] Dans un mode de réalisation, le dispositif d'actionnement comporte un seul mobile d'actionnement 15 agencé pour coopérer simultanément en rotation avec l'actionneur de chaque module d'affichage.

[0028] Dans une variante préférée de réalisation du système d'affichage, un module d'affichage est agencé 20 mobile en rotation autour de l'axe de rotation en référence à l'autre mobile d'affichage et indexé en rotation par rapport au dit mobile d'actionnement de telle sorte que les motifs sont simultanément formés sur chaque module d'affichage soient alignés suivant une même direction 25 radiale depuis le centre géométrique (C).

[0029] Dans un mode de réalisation, les au moins deux organes d'affichage sont solidaires et mobiles par rapport 30 au bâti autour d'une liaison flexible au moins entre ladite position de repos et ladite position d'affichage.

[0030] De plus, selon une forme de réalisation préférée 35 les au moins deux organes d'affichage comportent une portion d'affichage d'un dit motif complémentaire d'une portion d'affichage d'un autre organe d'affichage d'un même module d'affichage au moins pour former le dit motif dans au moins une position relative desdits organes d'affichage.

[0031] Dans un mode de réalisation, chaque dit module d'affichage forme une pièce monolithique comportant 40 lesdits organes d'affichage, le bâti, l'actionneur et une ou plusieurs liaisons déformables reliant lesdits organes d'affichage et ledit actionneur au bâti.

[0032] De préférence, chaque module d'affichage comporte n organes d'affichage, n étant un nombre entier 45 supérieur à 1, au moins un organe d'affichage étant solidaire du bâti et immobile par rapport à celui-ci.

[0033] Selon une forme de réalisation avantageuse, le système d'affichage comporte un premier et un second 50 cadran circulaires superposés et concentriques par rapport au centre géométrique, chaque cadran comportant m dits modules d'affichage, m étant un nombre entier, juxtaposés les uns aux autres autour du dispositif d'actionnement concentriquement au centre géométrique de telle sorte que celui-ci coopère simultanément, en une position angulaire donnée autour du centre avec un 55 poussoir d'actionnement d'un premier et d'un second module d'affichage de chaque dit cadran.

[0034] Dans un mode de réalisation privilégié pour la réalisation d'affichages horlogers par cadrans animés,

le nombre m de modules d'affichages de chacun des cadrans est compris entre 4 et 24, de préférence entre 12 et 24.

[0035] Pour la réalisation de tels cadrans animés pour l'horlogerie chaque dit cadran circulaire forme de préférence une pièce monolithique, notamment de silicium mono- ou polycristallin, comportant lesdits m modules d'affichage solidaire entre eux obtenus par des procédés de gravures profondes. Une telle réalisation permet notamment un nombre incalculable de variations esthétiques du cadran tout en permettant de réaliser très précisément chacune des pièces fonctionnelles de chacun des modules d'affichages, notamment les organes d'affichage, le bâti, l'actionneur ainsi que les liaisons flexibles entre le bâti et les organes d'affichage et l'actionneur notamment.

[0036] Dans le cadre d'un module d'affichage et cadrans réalisés en silicium, les liaisons flexibles sont par exemple constituées de lames flexibles d'une largeur comprise entre 2 et 50 microns, l'épaisseur du bâti et du ou des organes d'affichage étant supérieure à 30 microns. Ce dimensionnement procure ainsi effectivement un caractère élastique aux lames flexibles formant les liaisons flexibles alors que les portions d'épaisseur supérieure du bâti et des organes d'affichage sont totalement rigides et dépourvues de caractère élastique.

[0037] Conformément à un second objet, la présente invention concerne également une pièce d'horlogerie comportant un système d'affichage tel que précédemment décrit. De préférence, le dispositif d'actionnement est lié cinématiquement au mobile des heures et au mobile des minutes ou la chaussée du rouage de finissage d'un mouvement horloger.

[0038] Dans une telle pièce d'horlogerie, le motif de chaque dit module d'affichage est configuré pour afficher un quantième de temps.

[0039] Ainsi le système d'affichage de l'invention permet notamment d'opérer un affichage simultané des heures et des minutes par tranche de 5 minutes en superposant deux cames liées respectivement au canon du mobile des heures et à la chaussée du rouage de finissage, respectivement centrés sur le centre géométrique de deux cadrans comportant des modules d'affichage configuré pour afficher numériquement les heures pour un premier cadran, le second cadran superposé et concentrique au premier permettant lui l'affichage des minutes.

[0040] De plus, selon une forme de réalisation avancée, le dispositif d'actionnement est lié uniquement au mobile des heures et un module d'affichage au moins est lié cinématiquement au mobile des minutes du rouage de finissage du mouvement horloger. Dans cette forme de réalisation il est possible notamment d'indexer la rotation d'un cadran autour de l'autre pour créer un affichage radial aligné des heures et minutes sans liaison cinématique du dispositif d'actionnement à la chaussée du rouage de finissage du mouvement horloger de la pièce d'horlogerie.

Brève description des figures

[0041] L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description détaillée d'un exemple de réalisation faite en référence aux figures annexées parmi lesquelles :

la figure 1A et 1B représentent en vue de dessus un module d'affichage pour un système d'affichage selon la présente invention, en position de repos et en position d'affichage respectivement;

la figure 2 représente en vue de dessus un cadran comportant une pluralité de modules d'affichages pour un système d'affichage selon la présente invention, pour l'affichage de l'heure pour une pièce d'horlogerie selon le principe du module d'affichage unitaire des figures 1A et 1B ;

la figure 3 représente un système d'affichage selon la présente invention comportant deux cadrans superposés selon les principes de la figure 2, pour afficher simultanément les heures et les minutes dans une pièce d'horlogerie ;

la figure 4 représente un dispositif d'actionnement pour un système d'affichage tel que représenté à la figure 3 ;

la figure 5 représente un système d'affichage selon la présente invention comportant deux cadrans superposés selon les principes de la figure 2, pour afficher simultanément en en alignement les heures et les minutes dans une pièce d'horlogerie ;

la figure 6 représente un dispositif d'actionnement pour un système d'affichage tel que représenté à la figure 4.

Exemple(s) de mode(s) de réalisation de l'invention

[0042] La présente invention se rapporte à un système d'affichage analogique comportant des modules d'affichage animés par l'intermédiaire d'un dispositif d'actionnement mécanique, notamment mais non exclusivement pour l'affichage d'une information horaire dans une pièce d'horlogerie, comme représenté et décrit ci-après aux figures 1 à 6. L'invention a également trait à une pièce d'horlogerie comportant un tel système d'affichage.

[0043] Bien qu'une application privilégiée de l'invention concerne le domaine de l'horlogerie, elle n'est pas limitée à un affichage d'une information horaire et peut également être mise en œuvre dans tout domaine requérant l'utilisation d'un système d'affichage d'une information ou représentation quelconque sous une forme animée.

[0044] On a représenté sur les figures 1A et 1B un module d'affichage 1 tel que décrit dans la demande pendante CH01143/16 au nom de la demanderesse, qui

est incluse par référence à la présente demande.

[0045] Dans une forme la plus simple un tel module d'affichage 1 consiste en un module d'affichage d'un motif M tel qu'un chiffre ou un nombre comportant un bâti 2 fixe duquel sont solidaires au moins deux organes d'affichage, en l'espèce trois organes d'affichage 31, 32, 33 pour former le chiffre « 6 » (figure 1B). Les organes d'affichage 31, 32, 33 sont solidaires du bâti 2 et comportent chacun une portion d'affichage 31a, 32a, 33a du motif M, lesdites portions d'affichage étant complémentaires l'une de l'autre de sorte qu'elles forment ledit motif dans au moins une position relative desdits organes d'affichage 31, 32, 33.

[0046] A cet effet, les organes d'affichage 31, 32, 33 sont solidaires du bâti 2 et les organes 32, 33 sont également mobiles relativement au bâti 2 par l'intermédiaire d'au moins une liaison flexible 4 formée par au moins une lame flexible 41 entre une première position de repos, représentée sur la figure 1A, dans laquelle les portions d'affichage des organes d'affichage 31, 32, 33 sont distantes l'une de l'autre et une position d'affichage, représentée sur la figure 1B, dans laquelle lesdites portions d'affichage 31a, 32a, 33a sont contre-apposées l'une à l'autre pour former et afficher le motif M, en l'espèce un chiffre « 6 ».

[0047] Le déplacement des organes d'affichage 32, 33 relativement au bâti 2 autour de leur liaison flexible 4 entre les positions de repos et d'affichage résulte avantageusement selon l'invention de la coopération desdits organes d'affichage 32, 33 avec un poussoir d'actionnement 5 agencé relativement au bâti 2 et aux organes d'affichage pour transmettre un effort apte à induire un déplacement desdits organes d'affichage par déformation élastique autour de liaisons flexible également 4 consécutivement à l'action d'un dispositif d'actionnement 6 distinct du module d'affichage 1, tel qu'une came 61 mobile en rotation autour d'un axe A sur les figures 1A et 1B, sur le poussoir d'actionnement 5.

[0048] Le module d'affichage 1 de l'invention est avantageusement constitué d'une pièce monolithique formée d'un matériau rigide, qu'on entend dans le cadre de la présente invention comme tout matériau dont le module d'Young est supérieur à 2.3 GPa. A ce titre un matériau de réalisation préféré du module d'affichage 1 de l'invention est le silicium, monocristallin ou polycristallin, à partir duquel on peut aisément, par exemple par des procédés de gravure profonde (notamment DRIE - pour Deep Reactive-ion Etching en anglais), former le bâti 2 et les organes d'affichage 31, 32, 33 reliés l'un à l'autre par au moins une liaison flexible 4, résultant notamment avantageusement de la formation lors du procédé de gravure profonde d'une ou plusieurs lames flexibles 4 d'une largeur comprise entre 2 et 50 microns, l'épaisseur du bâti 2 et du ou des organes d'affichage étant elle supérieure à 30 microns de préférence.

[0049] Les organes d'affichage mobiles 32, 33 et leurs portions d'affichages 32a, 33a sont reliés directement au poussoir d'actionnement 5. L'organe d'affichage 31 lui

reste identique à celui des figures 1A et 1B.

[0050] Cette réalisation présente la particularité de ne présenter aucune interruption dans la chaîne de commande du mouvement, depuis le poussoir d'actionnement 5 jusqu'aux portions d'affichages 32a, 33a. Il n'y a aucun frottement au sein du module d'affichage 1 dus aux mouvements, uniquement des déformations, donc une perte d'énergie minimale. Les portions d'affichage 32a, 33b sont connectées aux extrémités supérieures de deux bascules 32b et 33b, en rotation autour de liaisons flexibles 4 en forme de pivots flexibles en « papillon » 42 solidaires du bâti 2. L'extrémité inférieure de chacune des bascules et directement connectée au travers d'un ensemble 7 de lames flexibles en serpentins à un plateau 51 du poussoir d'actionnement 5, lequel est également solide du bâti 2 par une structure 8 de guidage en translation linéaire à lames flexible 81.

[0051] Le fonctionnement et l'animation d'un tel module d'affichage 1 résulte de l'actionnement du poussoir 5, qui forme actionneur du module 1, par un dispositif d'actionnement 6 comportant une came 61 ou un ergot mobile en rotation autour d'un axe A pour lui imprimer un effort de poussée entraînant le passage des organes d'affichages 32, 33 et de leurs portions d'affichage 32a, 33a en particulier de la position de repos représentée figure 1A à la position d'affichage représentée à la figure 1B.

[0052] Les principes structurels et fonctionnels du module d'affichage 1 des figures 1A et 1B peuvent être étendus pour la réalisation d'un cadran circulaire animé I comportant une pluralité de modules d'affichages 1 tel que représenté à la figure 2. Un tel cadran peut être mis en œuvre dans une pièce d'horlogerie telle qu'une montre ou une horloge pour l'affichage sous une forme animé de l'heure avec un dispositif d'actionnement 6 des poussoirs 5 disposés mobiles en rotation au centre du cadran et des modules d'affichage 1 est reliée cinématiquement à la roue des heures d'un mouvement horloger de la pièce d'horlogerie.

[0053] Le fonctionnement d'un tel système d'affichage est décrit ci-après en référence aux figures 1A et 1B. Le dispositif d'actionnement 6 est représenté par une bague portant sur sa périphérie une protubérance formant une came 61. Ainsi, lors de la rotation de la bague 6, la came 61 vient pousser l'extrémité libre du poussoir d'actionnement 5 (figure 1B) qui agit en tant que contact suiveur, et provoque un mouvement de translation du poussoir d'actionnement 5 qui pousse alors sur les bascules intermédiaires 32b, 33b qui pivotent par rapport au bâti 2 et ainsi entraînent le déplacement des portions d'affichages 32a, 33a vers la position d'affichage dans laquelle lesdites portions d'affichage s'ajustent avec la portion 31a pour former le motif « 6 » sur la figure 1B.

[0054] Après le passage de la came 61 le contact suiveur du poussoir d'actionnement 5 revient en appui sur la bague 6, poussé par les forces de rappel des lames flexibles de la liaison déformable 4 au bâti 2. Les portions d'affichages 32a, 33a, s'écartent alors pour revenir vers

la position de repos (figure 1A) et le motif n'est plus visible.

[0055] On réalise ainsi un système d'affichage animé comportant des portions d'affichage mobiles suivant une période déterminée pour engendrer un effet d'animation visuelle au sein de l'affichage.

[0056] Afin de pouvoir procurer un affichage d'une information horaire de type heure-minutes pour une pièce d'horlogerie la présente invention complète l'enseignement de la demande CH01143/16 en procurant un système d'affichage 100 constitué par l'assemblage d'au moins deux modules d'affichage 1, 1' et préférentiellement deux cadrans I1, I2 tels que représentés schématiquement aux figures 3 et 5, chaque cadran comportant chacun 12 modules d'affichage 1, 1' agencés concentriquement en une pièce monolithique formant le cadran I1, I2 autour d'un centre géométrique C par lequel passe un axe de rotation A d'un dispositif d'actionnement 6 comportant une ou deux cames 61, 62 comme décrit ci-après en référence aux figures 4 et 6. Chacun des modules d'affichage 1, 1' forme ainsi un quartier ou secteur d'affichage horaire des cadrans I1, I2.

[0057] Chaque cadran I1, I2 est constitué d'une armature circulaire 10, 20 incorporant des poutres radiales 11, 21 qui supportent les modules d'affichages 1, 1' mis en mouvement par le déplacement de poussoirs d'actionnement 5, 5' présents dans chacun des quartiers horaires.

[0058] Le premier cadran I1 est destiné à afficher les heures de façon séquentielle dans chacun des quartiers horaires en fonction de la valeur affichée. Le cadran I1 est de préférence, en utilisation dans une pièce d'horlogerie, fixé au bâti B de la pièce d'horlogerie, par exemple par l'intermédiaire d'une extension des poutres radiales 11. Le poussoir d'actionnement 5 est mis en mouvement par l'action de rotation d'une première came 61 du dispositif d'actionnement 6, en liaison cinématique sur la roue des heures H du rouage de finissage d'un mouvement horloger et qui vient en contact sur le poussoir d'actionnement 5.

[0059] Le deuxième cadran I2 est destiné à afficher les minutes, par incrément de cinq minutes par exemple. Ce cadran I2 ne se situe pas dans le même plan que le cadran I1 mais lui est avantageusement superposé coaxialement à l'axe A.

[0060] Dans l'exemple présenté dans la Figure 3 le cadran I2 est situé sur le cadran I1 et le chiffre des minutes est affiché sur un diamètre différent du diamètre d'affichage des heures pour ne pas perturber la lecture de ces différentes valeurs.

[0061] Selon une première variante des figures 3 et 4, le cadran I2 est lui aussi comme le cadran I1 fixé au bâti B de la pièce d'horlogerie, par exemple par l'intermédiaire d'une extension des poutres radiales 21. Le dispositif d'actionnement 6 comporte lui deux cames 61 et 62 coopérant respectivement avec le poussoir actionneur 5 du cadran I1 pour afficher les heures dans les modules d'affichage 1 de ce cadran I1 et avec le poussoir actionneur

5' du cadran I2 pour afficher les minutes dans les modules d'affichage 1' du cadran I2. La came 61 est avantageusement solidaire d'un canon fixé à la roue des heures H du rouage de finissage du mouvement de la pièce d'horlogerie, alors que la came 62 est elle solidaire de la chaussée Mi du même rouage de finissage. On obtient ainsi un avantage des heures et des minutes tel que représenté sur la figure 3, avec heures et minutes décalées sur deux diamètres différents.

[0062] Selon une variante de réalisation représentée aux figures 5 et 6 le cadran I2 est cette fois monté rotatif autour de l'axe A de rotation du dispositif d'actionnement, fixé sur un élément périphérique rotatif, un disque ou comme présenté ici une bague 22, par exemple par l'intermédiaire d'une extension des poutres radiales 21. La bague 22 est avantageusement agencée en liaison cinématique, par tout moyen connu de l'homme du métier en horlogerie, avec la roue des minutes du rouage de finissage du mouvement horloger, qui imprime à la bague 22 et au cadran I2 qui lui est solidaire une vitesse de rotation environ 12 fois supérieure à la vitesse de rotation d'une came 61 unique, solidaire du canon de la roue des heures H.

[0063] Dès lors, c'est la vitesse angulaire différentielle du cadran I2 par rapport à la roue des heures H qui provoque la mise en contact du poussoir d'actionnement 5' des modules d'affichage 1' du cadran I2 des minutes sur la came 61 et permet ainsi l'affichage séquentiel des minutes. Si le cadran I2 tourne dans le sens horaire avec une vitesse angulaire de $390^\circ/\text{heure}$, ou dans le sens antihoraire avec une vitesse angulaire de $330^\circ/\text{heure}$, alors l'affichage séquentiel des minutes s'effectue toujours des quartiers horaires des deux cadrans I1, I2 des heures et minutes absolument superposés angulairement autour de l'axe A de rotation, si bien que les affichages des heures et minutes sont alignés radialement à l'axe A et au centre C des cadrans. La position d'affichage des minutes suit donc l'évolution temporelle de la position d'affichage des heures.

[0064] Par ailleurs, de façon avantageuse, comme indiqué sur la Figure 6, un trou 30 présent dans le canon de la roue des heures H, essentiellement dû à l'absence de chaussée des minutes et d'axe des secondes, libère un passage permettant le cas échéant de tirer des liaisons cinématiques entre le mouvement horloger, situé sous le système d'affichage 100, et un espace 50 situé au-dessus du système d'affichage 100 afin d'y amener des fonction supplémentaires, tel qu'un cadran à aiguille. Cet espace peut accueillir aussi une partie du mouvement horloger, par exemple l'organe régulateur du temps (ancres, roue d'échappement,...), Cet espace pourrait accueillir un tourbillon effectuant une rotation en cinq minutes en entraînant un index pointant sur un cadran gradué de 1 à 4, créant ainsi un affichage secondaire de la minute.

[0065] Dans une variante préférentielle, le premier et le second un module d'affichage 1, 1' sont agencés concentriquement l'un par rapport à l'autre autour d'un centre

géométrique commun C, la distance du premier module d'affichage 1 du centre géométrique commun C étant différente de la distance du second module d'affichage 1' du centre géométrique commun C. En d'autres mots, le premier et le second un module d'affichage 1, 1' sont placés sur deux arcs de cercles ou sur deux circonférences ayant un centre géométrique commun C mais des rayons différents.

[0066] Dans une variante, le premier et le second mobiles d'actionnement 61, 62 comportent une came 61 ou un ergot.

[0067] Dans une variante, chaque module d'affichage 1, 1' est constitué de silicium monocristallin ou polycristallin.

[0068] Dans une variante, le dispositif d'actionnement est mobile en rotation autour d'un axe de rotation A passant par le centre géométrique C.

[0069] Dans une variante, le dispositif d'actionnement 6 est agencé pour exercer en au moins une position angulaire autour de l'axe de rotation A un effort apte à mobiliser l'actionneur 5, 5' de chaque module d'affichage 1, 1' de manière à déplacer lesdits organes d'affichage mobiles 32, 33 ; 32', 33' de la position de repos vers la position d'affichage pour former simultanément un dit motif M, M' sur chaque module d'affichage 1, 1'.

[0070] Dans une variante, les au moins deux organes d'affichage 32, 33 ; 32', 33' sont solidaires et mobiles par rapport au bâti 2, 2' autour d'une liaison flexible 4, au moins entre ladite position de repos et ladite position d'affichage.

[0071] Dans une variante, chaque module d'affichage comporte n organes d'affichage 31, 32, 33 ; 31', 32', 33', n étant un nombre entier supérieur à 1, au moins un organe d'affichage 31, 31' étant solidaire du bâti et immobile par rapport à celui-ci.

[0072] Dans une variante, le dispositif d'actionnement 6 est lié cinématiquement au mobile des heures et un module d'affichage au moins est lié cinématiquement au mobile des minutes d'un mouvement horloger, le motif M, M' de chaque dit module d'affichage étant configuré pour afficher un quantième de temps.

Revendications

1. Système d'affichage comportant :

- a. un premier et un second un module d'affichage (1, 1') agencés concentriquement l'un par rapport à l'autre autour d'un centre géométrique commun (C) et comportant chacun au moins deux organes d'affichage (31, 32, 33 ; 31', 32', 33') mobiles par rapport à un bâti (2, 2') entre une position de repos et une position d'affichage sous l'action d'au moins un actionneur (5, 5') pour former un motif (M, M'), et
- b. un dispositif d'actionnement (6) agencé pour coopérer avec l'actionneur (5, 5') de chaque mo-

dule d'affichage (1, 1') et déplacer desdits organes d'affichage mobiles (32, 33 ; 32', 33') de la position de repos vers la position d'affichage pour former simultanément un dit motif (M, M') sur chaque module d'affichage (1, 1'),

caractérisé en ce que

ledit au moins un actionneur (5, 5') de chaque module d'affichage (1, 1') est solidaire du bâti (2, 2') et mobile par rapport à celui-ci par l'intermédiaire d'une pluralité de liaisons flexibles (4).

2. Système d'affichage selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** ledit au moins un actionneur (5, 5') de chaque module d'affichage (1, 1') s'étend suivant une direction radiale par rapport au centre géométrique (C).

3. Système d'affichage selon l'une des revendications 1 à 2, **caractérisé en ce que** le dispositif d'actionnement (6) comporte un premier et un second mobiles d'actionnement (61, 62) agencés mobiles en rotation autour d'un axe de rotation (A) de manière à coopérer et mobiliser en au moins une position angulaire autour de l'axe de rotation (A) l'actionneur (5, 5') de chaque module d'affichage (1, 1').

4. Système d'affichage selon la revendication 3, **caractérisé en ce que** le premier et le second mobiles d'actionnement (61, 62) sont indexés en rotation l'un par rapport à l'autre autour de l'axe de rotation (A).

5. Système d'affichage selon l'une des revendications 3 à 4, **caractérisé en ce que** le premier et le second mobiles d'actionnement (61, 62) sont indexés en rotation l'un par rapport à l'autre autour de l'axe de rotation (A) de telle sorte que les motifs (M, M') simultanément formés sur chaque module d'affichage (1, 1') soient alignés suivant une même direction radiale depuis le centre géométrique (C).

6. Système d'affichage selon l'une des revendications 1 à 2, **caractérisé en ce que** le dispositif d'actionnement (6) comporte un seul mobile d'actionnement (61) agencé pour coopérer simultanément en rotation avec l'actionneur (5, 5') de chaque module d'affichage (1, 1').

7. Système d'affichage selon la revendication 6, **caractérisé en ce qu'**un module d'affichage (1') est agencé mobile en rotation autour de l'axe de rotation en référence à l'autre mobile d'affichage (1) et indexé en rotation par rapport au dit mobile d'actionnement (61) de telle sorte que les motifs (M, M') simultanément formés sur chaque module d'affichage (1, 1') soient alignés suivant une même direction radiale depuis le centre géométrique (C).

8. Système d'affichage selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les au moins deux organes d'affichage (32, 33 ; 32', 33') comportent une portion d'affichage (31a, 32a, 33a ; 31a', 32a', 33a') d'un dit motif (M, M') complémentaire d'une portion d'affichage d'un organe d'affichage d'un même module d'affichage (1, 1') au moins pour former le dit motif (M, M') dans au moins une position relative desdits organes d'affichage (31, 32, 33 ; 31', 32', 33').
9. Système d'affichage selon l'une des revendications 1 à 8, **caractérisé en ce que** chaque dit module d'affichage (1, 1') forme une pièce monolithique comportant lesdits organes d'affichage (31, 32, 33 ; 31', 32', 33'), le bâti (2, 2'), l'actionneur (5, 5') et une ou plusieurs liaisons déformables (4) reliant lesdits organes d'affichage et ledit actionneur au bâti (2, 2').
10. Système d'affichage selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'il** comporte un premier et un second cadran circulaires (I1, I2) superposés et concentriques par rapport au centre géométrique (C), chaque cadran (I1, I2) comportant m dits modules d'affichage (1, 1'), m étant un nombre entier, juxtaposés les uns aux autres autour du dispositif d'actionnement (6) concentriquement au centre géométrique (C) de telle sorte que celui-ci coopère simultanément, en une position angulaire donnée autour du centre (C) avec un poussoir d'actionnement (5, 5') d'un premier et d'un second module d'affichage (1, 1') de chaque dit cadran.
11. Système d'affichage selon la revendication 10, **caractérisé en ce que** le nombre m de modules d'affichages (1, 1') de chacun des cadrans (I1, I2) est compris entre 4 et 24, de préférence entre 12 et 24.
12. Système d'affichage selon l'une des revendications 10 ou 11, **caractérisé en ce que** chaque dit cadran circulaire (I1, I2) forme une pièce monolithique comportant lesdits m modules d'affichage.
13. Pièce d'horlogerie **caractérisée en ce qu'elle** comporte un système d'affichage selon l'une des revendications 1 à 12, le dispositif d'actionnement (6) étant lié cinématiquement au mobile des heures et au mobile des minutes ou la chaussée d'un mouvement horloger, le motif (M, M') de chaque dit module d'affichage étant configuré pour afficher un quantième de temps.
14. Pièce d'horlogerie **caractérisée en ce qu'elle** comporte un système d'affichage selon l'une des revendications 1 à 12, le dispositif d'actionnement (6) étant lié cinématiquement au mobile des heures et un module d'affichage au moins étant lié cinématiquement au mobile des minutes d'un mouvement horloger, le motif (M, M') de chaque dit module d'affichage étant configuré pour afficher un quantième de temps.
- 5 **Patentansprüche**
1. Anzeigesystem, welches umfasst:
- 10 a. eine erste und eine zweite Anzeigebaugruppe (1, 1'), die zueinander konzentrisch um einen gemeinsamen geometrischen Mittelpunkt (C) angeordnet sind und jeweils wenigstens zwei Anzeigeorgane (31, 32, 33; 31', 32', 33') umfassen, die in Bezug auf ein Gestell (2, 2') unter der Wirkung wenigstens eines Stellantriebs (5, 5') zwischen einer Ruheposition und einer Anzeigeposition beweglich sind, um ein Muster (M, M') zu bilden, und
- 15 b. eine Betätigungsvorrichtung (6), die dafür ausgelegt ist, mit dem Stellantrieb (5, 5') jeder Anzeigebaugruppe (1, 1') zusammenzuwirken und die beweglichen Anzeigeorgane (32, 33; 32', 33') aus der Ruheposition in die Anzeigeposition zu verlagern, um gleichzeitig auf jeder Anzeigebaugruppe (1, 1') ein besagtes Muster (M, M') zu bilden,
- 20 **dadurch gekennzeichnet, dass** der wenigstens eine Stellantrieb (5, 5') jeder Anzeigebaugruppe (1, 1') mit dem Gestell (2, 2') fest verbunden ist und in Bezug auf dieses über mehrere flexible Verbindungen (4) beweglich ist.
- 25 2. Anzeigesystem 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich der wenigstens eine Stellantrieb (5, 5') jeder Anzeigebaugruppe (1, 1') in einer in Bezug auf den geometrischen Mittelpunkt (C) radialen Richtung erstreckt.
- 30 3. Anzeigesystem nach einem der Ansprüche 1 bis 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Betätigungsvorrichtung (6) ein erstes und ein zweites Betätigungsdrehteil (61, 62) umfasst, die drehbeweglich um eine Drehachse (A) angeordnet sind, um in wenigstens einer Winkelposition um die Drehachse (A) mit dem Stellantrieb (5, 5') jeder Anzeigebaugruppe (1, 1') zusammenzuwirken und ihn in Bewegung zu setzen.
- 35 4. Anzeigesystem nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** das erste und das zweite Betätigungsdrehteil (61, 62) zueinander verdrehgesichert um die Drehachse (A) sind.
- 40 5. Anzeigesystem nach einem der Ansprüche 3 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** das erste und das zweite Betätigungsdrehteil (61, 62) derart zueinander verdrehgesichert um die Drehachse (A) sind,
- 45
- 50
- 55

- dass die Muster (M, M'), die gleichzeitig auf jeder Anzeigebaugruppe (1, 1') gebildet werden, vom geometrischen Mittelpunkt (C) aus nach derselben radialen Richtung ausgerichtet sind.
6. Anzeigesystem nach einem der Ansprüche 1 bis 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Betätigungsvorrichtung (6) ein einziges Betätigungsdrehteil (61) umfasst, das dafür ausgelegt ist, mit dem Stellantrieb (5, 5') jeder Anzeigebaugruppe (1, 1') gleichzeitig drehend zusammenzuwirken.
7. Anzeigesystem nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Anzeigebaugruppe (1') drehbeweglich um die Drehachse in Bezug auf die andere Anzeigebaugruppe (1) und verdrehgesichert in Bezug auf das Betätigungsdrehteil (61) angeordnet ist, derart, dass die Muster (M, M'), die gleichzeitig auf jeder Anzeigebaugruppe (1, 1') gebildet werden, vom geometrischen Mittelpunkt (C) aus nach derselben radialen Richtung ausgerichtet sind.
8. Anzeigesystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die wenigstens zwei Anzeigeorgane (32, 33; 32', 33') einen Anzeigeabschnitt (31a, 32a, 33a; 31a', 32a', 33a') eines besagten Musters (M, M') umfassen, der komplementär zu einem Anzeigeabschnitt wenigstens eines Anzeigeorgans derselben Anzeigebaugruppe (1, 1') ist, um in wenigstens einer relativen Position der Anzeigeorgane (31, 32, 33; 31', 32', 33') das Muster (M, M') zu bilden.
9. Anzeigesystem nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** jede der Anzeigebaugruppen (1, 1') ein monolithisches Teil bildet, welches die Anzeigeorgane (31, 32, 33; 31', 32', 33'), das Gestell (2, 2'), den Stellantrieb (5, 5') und eine oder mehrere verformbare Verbindungen (4), welche die Anzeigeorgane und den Stellantrieb mit dem Gestell (2, 2') verbinden, umfasst.
10. Anzeigesystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** es ein erstes und ein zweites kreisförmiges Zifferblatt (I1, I2) umfasst, die übereinanderliegen und konzentrisch in Bezug auf den geometrischen Mittelpunkt (C) sind, wobei jedes Zifferblatt (I1, I2) m besagte Anzeigebaugruppen (1, 1') umfasst, wobei m eine ganze Zahl ist, die nebeneinander um die Betätigungsvorrichtung (6) herum konzentrisch zum geometrischen Mittelpunkt (C) angeordnet sind, derart, dass diese in einer gegebenen Winkelposition um den Mittelpunkt (C) gleichzeitig mit einem Betätigungsstößel (5, 5') einer ersten und einer zweiten Anzeigebaugruppe (1, 1') jedes der Zifferblätter zusammenwirkt.

11. Anzeigesystem nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Anzahl m der Anzeigebaugruppen (1, 1') jedes der Zifferblätter (I1, I2) zwischen 4 und 24, vorzugsweise zwischen 12 und 24 liegt.
12. Anzeigesystem nach einem der Ansprüche 10 oder 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** jedes der kreisförmigen Zifferblätter (I1, I2) ein monolithisches Teil bildet, das die m Anzeigebaugruppen umfasst.
13. Uhr, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie ein Anzeigesystem nach einem der Ansprüche 1 bis 12 umfasst, wobei die Betätigungsvorrichtung (6) mit dem Stundendrehteil und mit dem Minutendrehteil oder dem Minutenrohr eines Uhrwerks kinematisch verbunden ist, wobei das Muster (M, M') jeder der Anzeigebaugruppen dafür ausgelegt ist, eine Zeitangabe anzuzeigen.
14. Uhr, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie ein Anzeigesystem nach einem der Ansprüche 1 bis 12 umfasst, wobei die Betätigungsvorrichtung (6) mit dem Stundendrehteil und wenigstens einer Anzeigebaugruppe kinematisch verbunden ist, die mit dem Minutendrehteil eines Uhrwerks kinematisch verbunden ist, wobei das Muster (M, M') jeder der Anzeigebaugruppen dafür ausgelegt ist, eine Zeitangabe anzuzeigen.

Claims

1. Display system comprising:
- a first and a second display module (1, 1') arranged concentrically with respect to each other around a common geometric center (C) and each comprising at least two display members (31, 32, 33; 31', 32', 33') movable with respect to a frame (2, 2') between a rest position and a display position under the action of at least one actuator (5, 5') to form a pattern (M, M'), and
 - an actuating device (6) arranged to cooperate with the actuator (5, 5') of each display module (1, 1') and move said movable display members (32, 33; 32', 33') from the rest position to the display position to simultaneously form a said pattern (M, M') on each display module (1, 1'),
- characterized in that** said at least one actuator (5, 5') of each display module (1, 1') is secured to the frame (2, 2') and movable relative thereto by means of a plurality of flexible links (4).
2. Display system according to claim 1, **characterized in that** said at least one actuator (5, 5') of each dis-

- play module (1, 1') extends in a radial direction with respect to the geometric center (C).
3. Display system according to one of claims 1 to 2, **characterized in that** the actuating device (6) comprises first and second actuating mobiles (61, 62) arranged so as to be rotatable around an axis of rotation (A) so as to cooperate and mobilize the actuator (5, 5') of each display module (1, 1') in at least one angular position around the axis of rotation (A).
 4. Display system according to claim 3, **characterized in that** the first and second actuating mobiles (61, 62) are indexed in rotation relative to each other around the axis of rotation (A).
 5. Display system according to one of claims 3 to 4, **characterized in that** the first and second actuating mobiles (61, 62) are rotationally indexed relative to each other around the axis of rotation (A) such that the patterns (M, M') simultaneously formed on each display module (1, 1') are aligned in a same radial direction from the geometrical center (C).
 6. Display system according to one of claims 1 to 2, **characterized in that** the actuating device (6) comprises a single actuating mobile (61) arranged to cooperate simultaneously in rotation with the actuator (5, 5') of each display module (1, 1').
 7. Display system according to claim 6, **characterized in that** a display module (1') is arranged rotatable around the axis of rotation with reference to the other display mobile (1) and rotationally indexed with respect to said actuating mobile (61) in such a way that the patterns (M, M') simultaneously formed on each display module (1, 1') are aligned in the same radial direction from the geometric center (C).
 8. Display system according to one of the preceding claims, **characterized in that** the at least two display members (32, 33; 32', 33') have a display portion (31a, 32a, 33a; 31a', 32a', 33a') of a said pattern (M, M') complementary to a display portion of a display member of the same display module (1, 1') at least to form the said pattern (M, M') in at least one relative position of the said display members (31, 32, 33; 31', 32', 33').
 9. Display system according to one of claims 1 to 8, **characterized in that** each said display module (1, 1') forms a monolithic part comprising said display members (31, 32, 33; 31', 32', 33'), the frame (2, 2'), the actuator (5, 5') and one or more deformable links (4) connecting said display members and said actuator to the frame (2, 2').
 10. Display system according to one of the preceding claims, **characterized in that** it comprises a first and a second circular dial (I1, I2) superimposed and concentric with respect to the geometrical center (C), each dial (I1, I2) comprising m said display modules (1, 1'), m being an integer, juxtaposed to each other around the actuating device (6) concentrically to the geometric center (C) in such a way that the latter simultaneously cooperates, in a given angular position around the center (C), with an actuating pusher (5, 5') of a first and a second display module (1, 1') of each said dial.
 11. Display system according to claim 10, **characterized in that** the number m of display modules (1, 1') of each of the dials (I1, I2) is between 4 and 24, preferably between 12 and 24.
 12. Display system according to one of claims 10 or 11, **characterized in that** each said circular dial (I1, I2) forms a monolithic part comprising said m display modules.
 13. Timepiece, **characterized in that** it comprises a display system according to one of claims 1 to 12, the actuating device (6) being cinematically linked to the hour mobile and to the minute mobile or to the cannon-pinion of a watch movement, the pattern (M, M') of each said display module being configured to display a date of time.
 14. Timepiece, **characterized in that** it comprises a display system according to one of claims 1 to 12, the actuating device (6) being cinematically linked to the hour mobile and at least one display module being cinematically linked to the minute mobile of a watch movement, the pattern (M, M') of each said display module being configured to display a date of time.

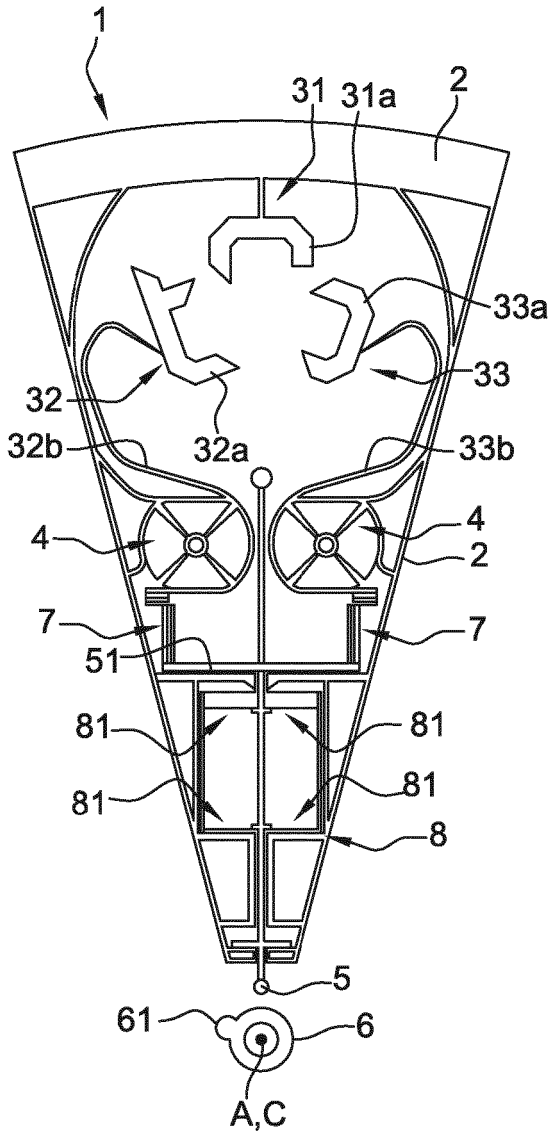


Fig. 1A

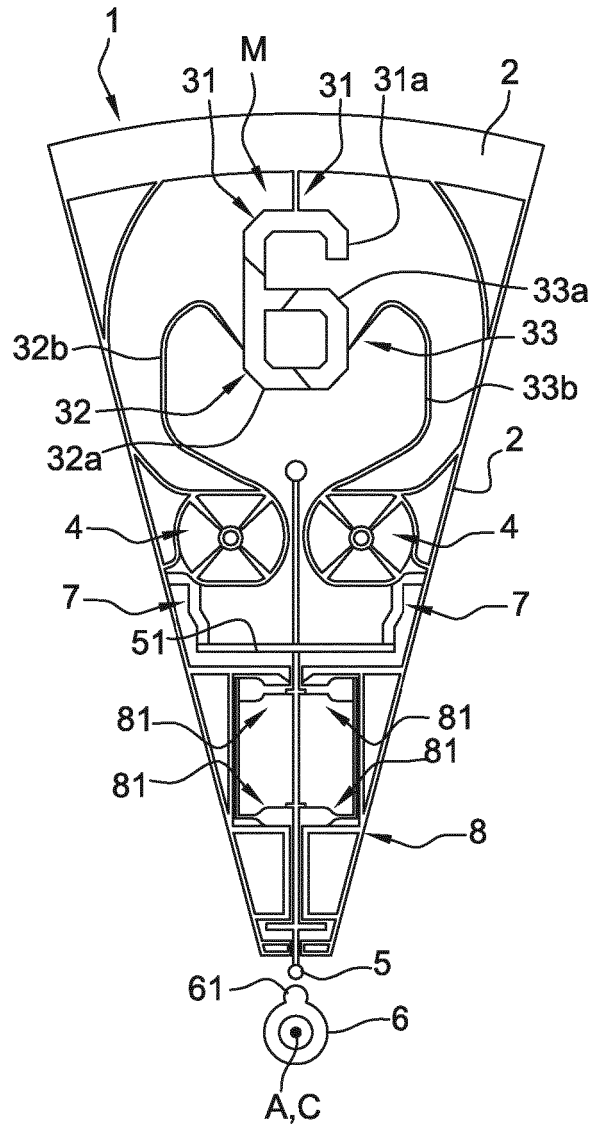


Fig. 1B

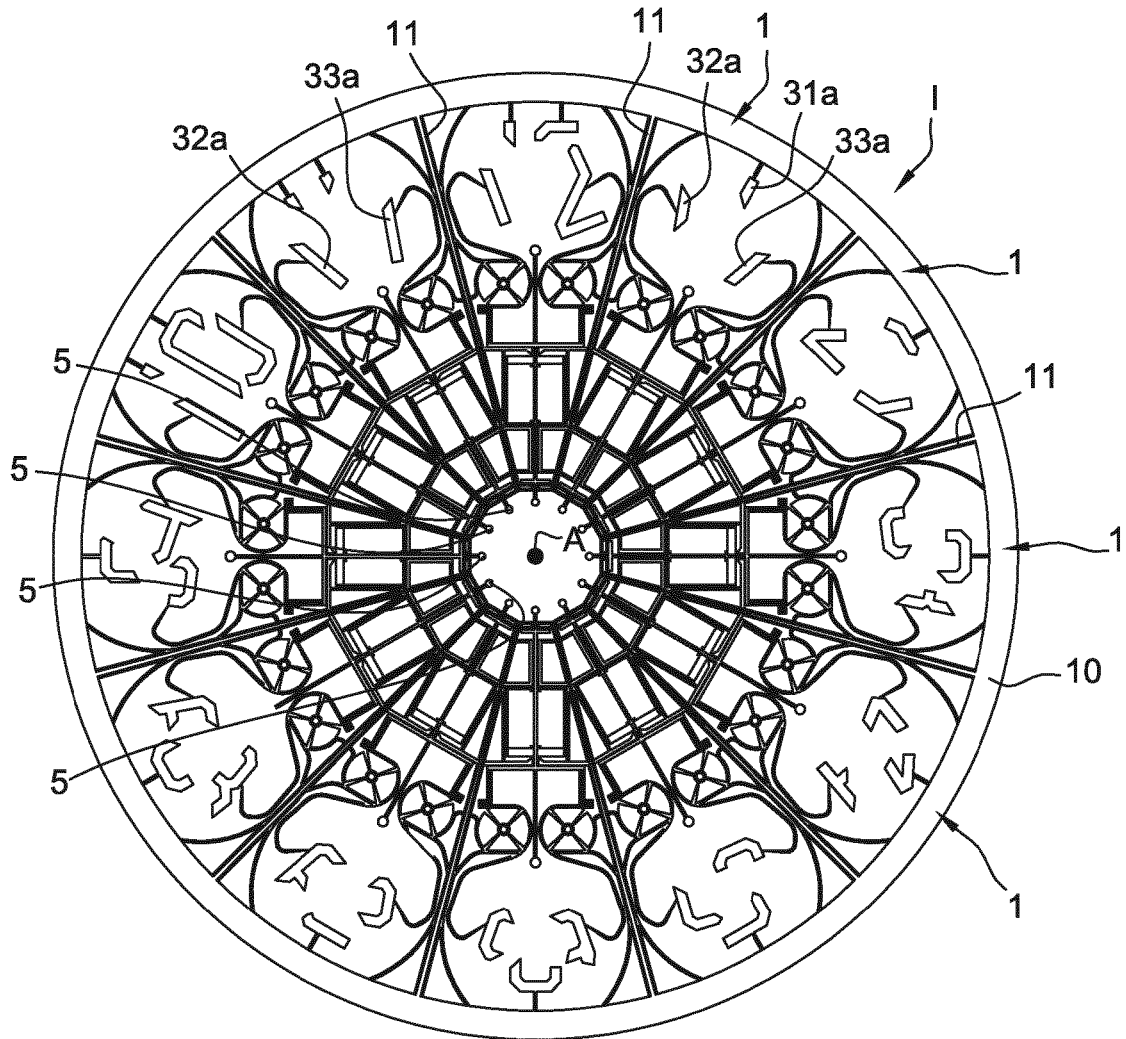


Fig. 2

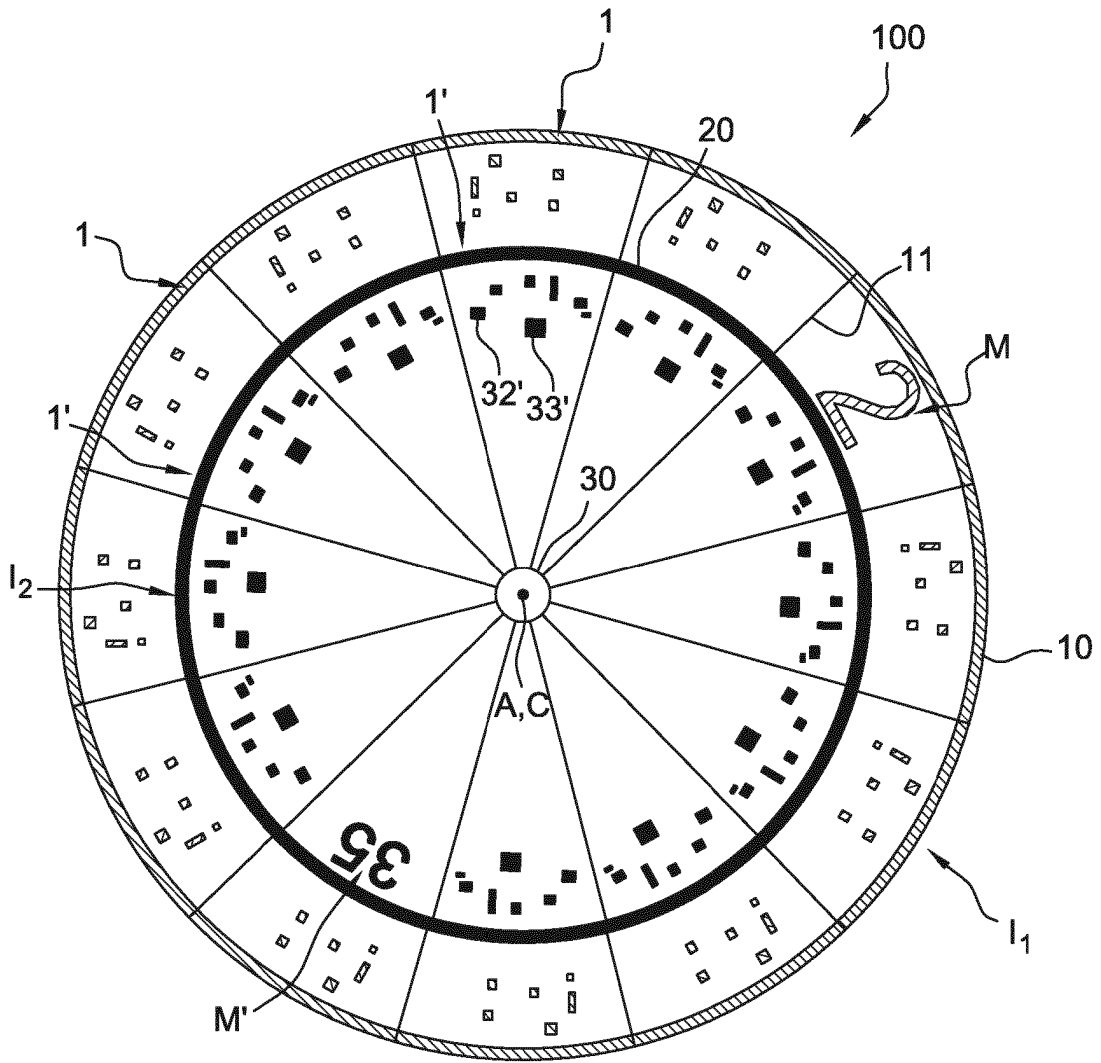


Fig. 3

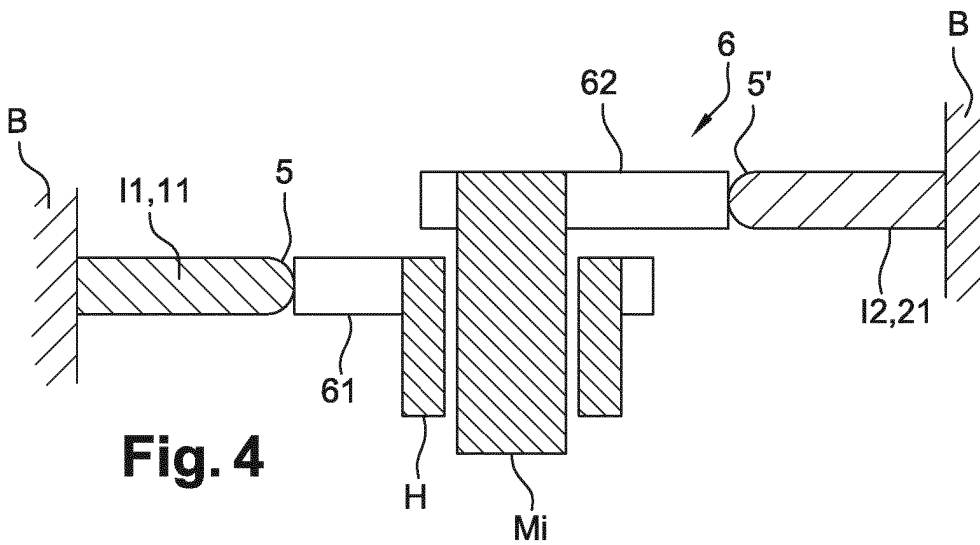


Fig. 4

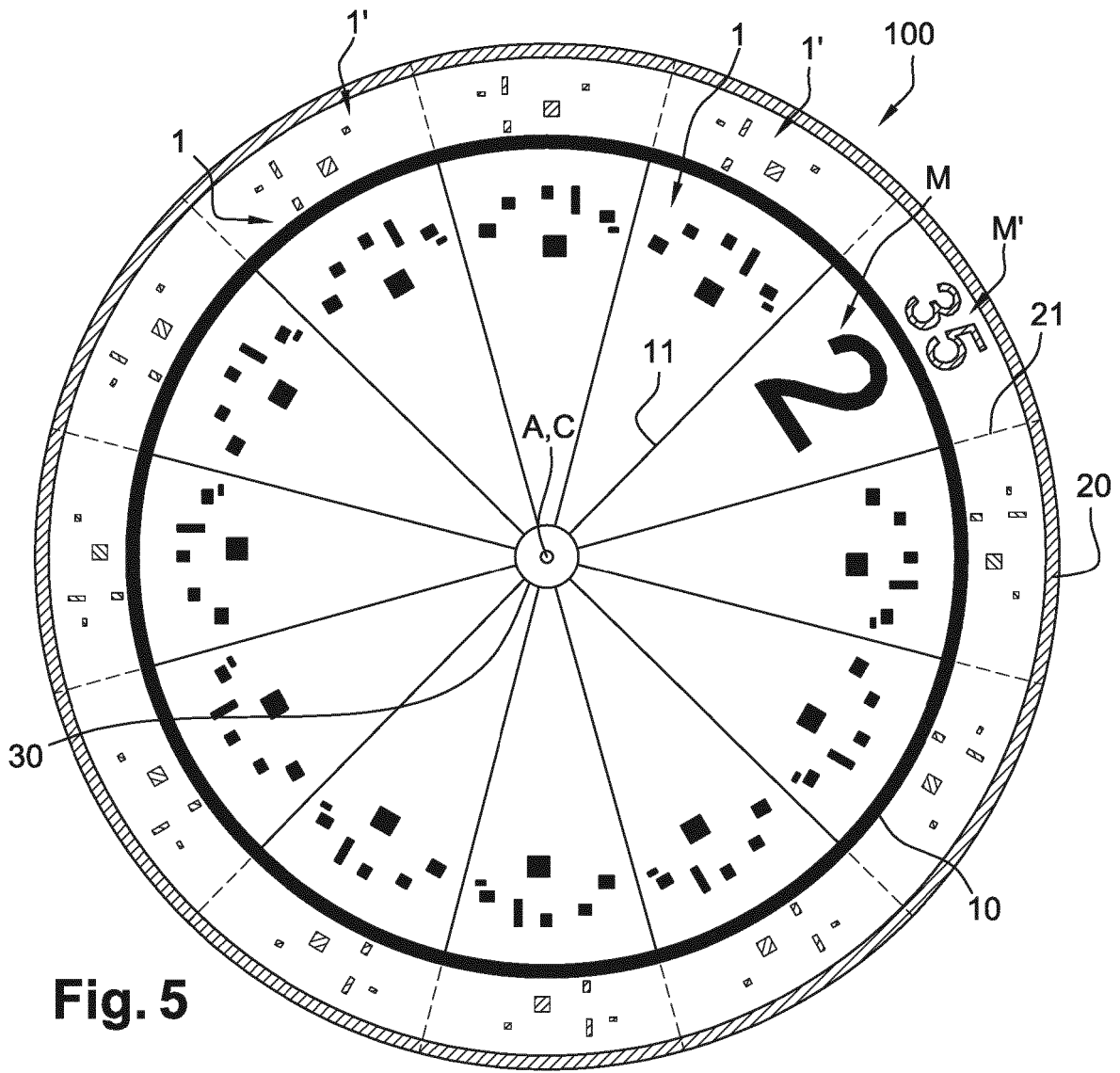


Fig. 5

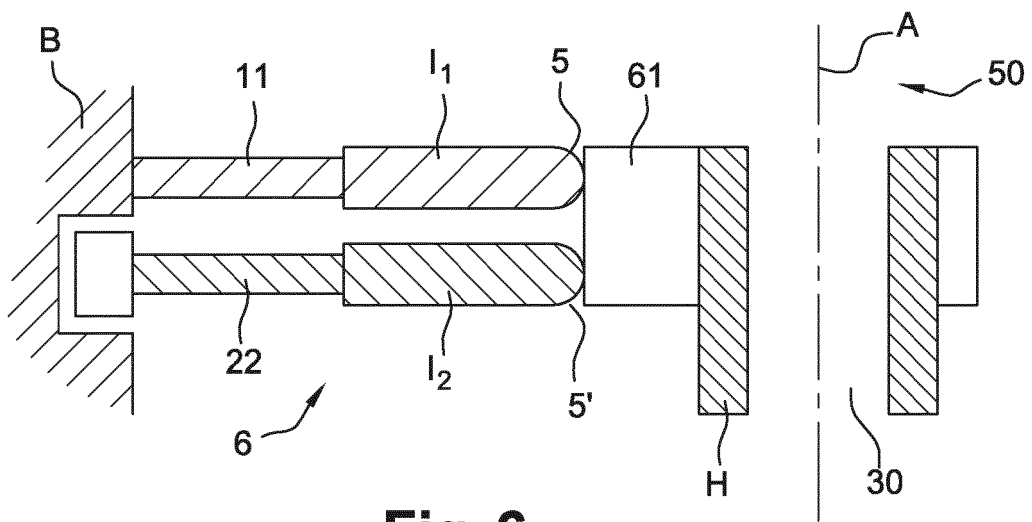


Fig. 6

EP 3 435 362 B1

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

- CH 691833 A5 [0007]
- EP 2439600 A1 [0008]
- EP 2977831 A1 [0008]
- US 2017108832 A1 [0008]
- US 2003099159 A1 [0009]
- EP 2796941 B1 [0010]
- WO 2006024311 A [0011]
- CH 0114316 [0044] [0056]