

CONFÉDÉRATION SUISSE
INSTITUT FÉDÉRAL DE LA PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE

(11) **CH** **718 394 A2**

(51) Int. Cl.: **G04C** 3/14 (2006.01)
H02P 8/34 (2006.01)
H02P 8/02 (2006.01)

Demande de brevet pour la Suisse et le Liechtenstein

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

(12) **DEMANDE DE BREVET**

(21) Numéro de la demande: 00262/22

(22) Date de dépôt: 11.03.2022

(43) Demande publiée: 15.09.2022

(30) Priorité: 12.03.2021 JP 2021-040047

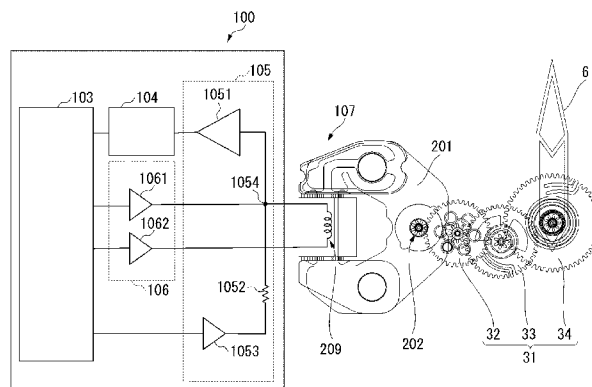
(71) Requéérant:
Seiko Watch Kabushiki Kaisha (trading as Seiko Watch Corporation), 5-11, Ginza 4-chome Chuo-ku Tokyo (JP)

(72) Inventeur(s):
Akihito Okumura, Chiba-shi, Chiba (JP)
Kazuo Kato, Chiba-shi, Chiba (JP)
Tomohiro Ihashi, Chiba-shi, Chiba (JP)
Kazumi Sakamoto, Chiba-shi, Chiba (JP)

(74) Mandataire:
BOVARD SA Conseils en propriété intellectuelle, Optingenstrasse 16 3013 Bern (CH)

(54) **Dispositif de commande de moteur pas à pas, mouvement, pièce d'horlogerie et procédé de commande de moteur pas à pas.**

(57) L'invention concerne un dispositif (100) de commande de moteur (107) pas à pas agencé pour piloter un moteur pas à pas ayant un rotor et un enroulement. Le dispositif comprend un rouage comprenant un élément d'engrenage à charge qui a une dent de charge dont la charge de mise en rotation est différente de celle des autres dents et dans lequel le rotor (202) effectue un nombre impair de pas en rotation lorsque l'élément d'engrenage à charge effectue un tour, et transmettant une force d'entraînement en rotation du rotor à l'aiguille (6); une unité (105) de détection de tension qui détecte une tension induite générée à l'une de première et deuxième extrémités de l'enroulement lorsque le rotor vibre; et une unité (104) de détermination qui, sur la base du résultat détecté par l'unité de détection de tension, détermine une charge mécanique reçue par le rotor en raison d'un contact de la dent de charge de l'élément d'engrenage à charge avec une dent en engrenement avec l'élément d'engrenage à charge.



Description**ARRIÈRE-PLAN****1. Champ**

[0001] La présente invention concerne un dispositif de commande de moteur pas à pas, un mouvement, une pièce d'horlogerie et un procédé de commande de moteur pas à pas.

2. Description de l'art antérieur afférant

[0002] Dans l'art antérieur afférant, on a proposé une technique pour détecter une position en rotation (position angulaire) d'un élément d'engrenage en détectant une variation d'une charge de mise en rotation à vaincre lorsque l'on fait tourner l'élément d'engrenage ayant des dents élastiquement déformables, sous la forme d'une variation d'une tension induite générée dans un enroulement d'entraînement constitutive d'un moteur pas à pas (voir, par exemple, JP-A-2019-124681 (PTL 1)).

[0003] La solution technique de l'art antérieur proposée dans PTL1 a un problème qui est qu'un circuit de détection employé afin de détecter avec précision la variation de la charge de mise en rotation de l'élément d'engrenage a une configuration qui peut être compliquée.

RÉSUMÉ

[0004] L'invention a été faite au vu d'une telle situation et un but de l'invention est de simplifier la configuration d'un circuit de détection de la position d'une aiguille.

- (1) Un dispositif de commande de moteur pas à pas selon un aspect de l'invention comprend : une unité de pilotage qui est un circuit agencé pour piloter un moteur pas à pas comprenant un rotor pour faire tourner une aiguille et un enroulement pour générer un flux magnétique pour faire tourner le rotor, et qui comprend un premier circuit pilote agencé pour fournir un premier courant s'écoulant depuis une première extrémité de l'enroulement vers une deuxième extrémité de l'enroulement et un deuxième circuit pilote agencé pour fournir un deuxième courant s'écoulant depuis la deuxième extrémité vers la première extrémité ; une unité de commande agencée pour émettre, à destination de l'unité de pilotage, une impulsion d'entraînement pour faire tourner le rotor pas à pas à chaque demi-tour (faire tourner le rotor par pas d'un demi-tour) et une impulsion de basculement pour faire basculer le rotor ; un rouage agencé pour transmettre une force d'entraînement en rotation du rotor à l'aiguille et comprenant un élément d'engrenage à charge (élément d'engrenage à charge différentielle) qui a une dent de charge dont la charge de mise en rotation est différente de celle d'une autre dent, le rouage étant tel que le rotor effectue un nombre de pas en rotation impair lorsque l'élément d'engrenage à charge effectue un tour ; une unité de détection de tension agencée pour détecter une tension induite générée à l'une des première et deuxième extrémités de l'enroulement lorsque le rotor vibre ; et une unité de détermination agencée pour, sur la base d'un résultat de détection par l'unité de détection de tension, déterminer une charge mécanique reçue par le rotor en raison d'un contact de la dent de charge de l'élément d'engrenage à charge avec une dent en engrenement avec l'élément d'engrenage à charge.
- (2) On peut prévoir que, dans le dispositif de commande de moteur pas à pas selon l'aspect de l'invention, le rouage comprend une première roue qui tourne à une vitesse angulaire égalant la vitesse angulaire de l'aiguille, une deuxième roue qui comprend un pignon engrenant avec une roue dentée de la première roue et qui comprend l'élément d'engrenage à charge, ainsi qu'une troisième roue qui a un pignon engrenant avec l'élément d'engrenage à charge de la deuxième roue et qui a une roue dentée engrenant avec le rotor.
- (3) On peut prévoir que, dans le dispositif de commande de moteur pas à pas selon l'aspect de l'invention, le rotor effectue un nombre impair de pas en rotation lorsque la deuxième roue effectue un tour.
- (4) On peut prévoir que, dans le dispositif de commande de moteur pas à pas selon l'aspect de l'invention, le nombre de dents de la deuxième roue est un nombre impair.
- (5) On peut prévoir que, dans le dispositif de commande de moteur pas à pas selon l'aspect de l'invention, la roue dentée de la première roue a une dent de charge dont la charge de mise en rotation est différente de celle de l'autre dent, et l'unité de détermination détermine respectivement une première charge qui est une charge mécanique reçue par le rotor en raison d'un contact du pignon de la deuxième roue avec la dent de charge de la première roue, et une deuxième charge qui est une charge mécanique reçue par le rotor en raison d'un contact du pignon de la troisième roue avec la dent de charge de la deuxième roue.

- (6) On peut prévoir que, dans le dispositif de commande de moteur pas à pas selon l'aspect de l'invention, le moteur pas à pas comprend plusieurs enroulements, et l'unité de pilotage comprend un jeu des premier et deuxième circuits pilotes pour chacun des enroulements.
- (7) On peut prévoir que, dans le dispositif de commande de moteur pas à pas selon l'aspect de l'invention, en interpolant les résultats de détection par l'unité de détection de tension sur la base d'un cycle de détection de la tension induite détecté dans le passé, l'unité de détermination détermine un instant auquel la tension induite devrait être détectée.
- (8) Un dispositif de commande de moteur pas à pas selon un aspect de l'invention comprend : une unité de pilotage comprenant un circuit agencé pour piloter un moteur pas à pas comprenant un rotor agencé pour faire tourner une aiguille et un enroulement agencé pour générer un flux magnétique pour faire tourner le rotor ; une unité de commande agencée pour émettre, à destination de l'unité de pilotage, une impulsion d'entraînement pour faire tourner le rotor et une impulsion de basculement pour faire basculer le rotor ; un rouage agencé pour transmettre une force d'entraînement en rotation du rotor à l'aiguille et comprenant un élément d'engrenage à charge qui a une dent de charge dont la charge de mise en rotation est différente de celle d'une autre dent ; une unité de détection de tension agencée pour détecter une tension induite générée dans l'enroulement lorsque le rotor vibre ; et une unité de détermination agencée pour, sur la base d'un résultat de détection par l'unité de détection de tension, déterminer une charge mécanique reçue par le rotor en raison d'un contact de la dent de charge de l'élément d'engrenage à charge avec une dent d'un autre élément d'engrenage en engrenement avec l'élément d'engrenage à charge, et pour, en interpolant les résultats de détection par l'unité de détection de tension sur la base d'un cycle de détection de la charge mécanique détecté dans le passé, déterminer un instant auquel la charge mécanique devrait être détectée.
- (9) Un mouvement selon un aspect de l'invention comprend : un dispositif de commande de moteur pas à pas selon l'une des définitions précédentes, et le moteur pas à pas.
- (10) Une pièce d'horlogerie selon un aspect de l'invention comprend : un mouvement selon la revendication tel que défini plus haut.
- (11) Un procédé de commande de moteur pas à pas selon un aspect de l'invention comprend : émettre, à destination d'une unité de pilotage, une impulsion d'entraînement pour faire tourner un rotor pas à pas à chaque demi-tour (faire tourner un rotor par pas d'un demi-tour) et une impulsion de basculement pour faire basculer le rotor, l'unité de pilotage étant un circuit agencé pour piloter un moteur pas à pas comprenant le rotor agencé pour faire tourner une aiguille et un enroulement agencé pour générer un flux magnétique pour faire tourner le rotor, l'unité de pilotage comprenant un premier circuit pilote agencé pour fournir un premier courant s'écoulant depuis une première extrémité de l'enroulement vers une deuxième extrémité de l'enroulement et un deuxième circuit pilote agencé pour fournir un deuxième courant s'écoulant depuis la deuxième extrémité vers la première extrémité ; détecter une tension induite générée à la première extrémité de l'enroulement parmi les tensions induites générées dans l'enroulement lorsque le rotor vibre ; et déterminer, sur la base du résultat de détection de la tension induite, une charge mécanique reçue par le rotor en raison d'un contact d'une dent de charge d'un élément d'engrenage à charge, parmi des éléments d'engrenages formant un rouage agencé pour transmettre une force d'entraînement en rotation du rotor à l'aiguille, avec une dent d'un autre des éléments d'engrenage qui engrène avec l'élément d'engrenage à charge, la dent de charge ayant une charge de mise en rotation différente de celle d'une autre dent, le rotor effectuant un nombre impair de pas en rotation lorsque l'élément d'engrenage à charge effectue un tour.
- (12) Un procédé de commande de moteur pas à pas selon un aspect de l'invention comprend : émettre, à destination d'une unité de pilotage, une impulsion d'entraînement pour faire tourner un rotor et une impulsion de basculement pour faire basculer le rotor, l'unité de pilotage comprenant un circuit agencé pour piloter un moteur pas à pas comprenant le rotor agencé pour faire tourner une aiguille et un enroulement agencé pour générer un flux magnétique pour faire tourner le rotor ; détecter une tension induite générée dans l'enroulement lorsque le rotor vibre ; déterminer, sur la base du résultat de détection de la tension induite, une charge mécanique reçue par le rotor en raison d'un contact d'une dent de charge d'un élément d'engrenage à charge avec une dent d'un autre élément d'engrenage engrenant avec l'élément d'engrenage à charge ; et en interpolant les résultats de détection des tensions induites sur la base d'un cycle de détection de la charge mécanique détecté dans le passé, déterminer un instant auquel la charge mécanique devrait être détectée.

[0005] Grâce à l'invention, la constitution du circuit de détection de la position d'aiguille peut être simplifiée.

(1) Un dispositif de commande de moteur pas à pas selon un aspect de l'invention comprend :

- une unité de pilotage qui est un circuit agencé pour piloter un moteur pas à pas comprenant un rotor agencé pour faire tourner une aiguille et un enroulement agencé pour générer un flux magnétique pour actionner le rotor, et qui comprend un premier circuit pilote agencé pour fournir un premier courant s'écoulant depuis une première extrémité de l'enroulement vers une deuxième extrémité de l'enroulement et un deuxième circuit pilote agencé pour fournir un deuxième courant s'écoulant depuis la deuxième extrémité vers la première extrémité ;
- une unité de commande agencée pour émettre, à destination de l'unité de pilotage, une impulsion d'entraînement pour faire tourner le rotor par pas d'un demi-tour et une impulsion de basculement pour faire basculer le rotor ;
- un rouage agencé pour transmettre une force d'entraînement en rotation du rotor à l'aiguille et comprenant un élément d'engrenage à charge différentielle qui a une dent de charge dont la charge de mise en rotation est différente de celle de ses autres dents, le rouage étant tel que le rotor effectue un nombre de pas impair lorsque l'élément d'engrenage à charge différentielle effectue un tour ;
- une unité de détection de tension agencée pour détecter une tension induite générée à l'une des première et deuxième extrémités de l'enroulement lorsque le rotor vibre ; et
- une unité de détermination agencée pour, sur la base d'un résultat de détection par l'unité de détection de tension, déterminer une charge mécanique reçue par le rotor en raison d'un contact de la dent de charge de l'élément d'engrenage à charge différentielle avec une dent en engrenement avec l'élément d'engrenage à charge différentielle.

Un sous-ensemble de mouvement selon un aspect de l'invention comprend :

- un moteur pas à pas comprenant un rotor et un enroulement agencé pour générer un flux magnétique pour actionner le rotor
- un rouage agencé pour transmettre une force d'entraînement en rotation du rotor à une aiguille et comprenant un élément d'engrenage à charge différentielle qui a une dent de charge dont la charge de mise en rotation est différente de celle de ses autres dents, le rouage étant tel que le rotor effectue un nombre de pas impair lorsque l'élément d'engrenage à charge différentielle effectue un tour ; et
- un dispositif de commande de moteur pas à pas, lequel comprend
 - o une unité de pilotage qui est un circuit agencé pour piloter le moteur pas à pas et qui comprend un premier circuit pilote agencé pour fournir un premier courant s'écoulant depuis une première extrémité de l'enroulement vers une deuxième extrémité de l'enroulement et un deuxième circuit pilote agencé pour fournir un deuxième courant s'écoulant depuis la deuxième extrémité vers la première extrémité ;
 - o une unité de commande agencée pour émettre, à destination de l'unité de pilotage, une impulsion d'entraînement pour faire tourner le rotor par pas d'un demi-tour et une impulsion de basculement pour faire basculer le rotor ;
 - o une unité de détection de tension agencée pour détecter une tension induite générée à l'une des première et deuxième extrémités de l'enroulement lorsque le rotor vibre ; et
 - o une unité de détermination agencée pour, sur la base d'un résultat de détection par l'unité de détection de tension, déterminer une charge mécanique reçue par le rotor en raison d'un contact de la dent de charge de l'élément d'engrenage à charge différentielle avec une dent en engrenement avec l'élément d'engrenage à charge différentielle.

(2) On peut prévoir que, dans le dispositif de commande de moteur pas à pas selon l'aspect de l'invention ou dans le sous-ensemble de mouvement selon l'aspect de l'invention, le rouage comprend une première roue qui tourne à une vitesse angulaire égalant la vitesse angulaire de l'aiguille, une deuxième roue qui comprend un pignon engrenant avec une roue dentée de la première roue et qui comprend l'élément d'engrenage à charge différentielle, ainsi qu'une troisième roue qui a un pignon engrenant avec l'élément d'engrenage à charge différentielle de la deuxième roue et qui a une roue dentée engrenant avec le rotor.

- (3) On peut prévoir que, dans le dispositif de commande de moteur pas à pas selon l'aspect de l'invention ou dans le sous-ensemble de mouvement selon l'aspect de l'invention, le rouage est tel que le rotor effectue un nombre impair de pas en rotation lorsque la deuxième roue effectue un tour.
- (4) On peut prévoir que, dans le dispositif de commande de moteur pas à pas selon l'aspect de l'invention ou dans le sous-ensemble de mouvement selon l'aspect de l'invention, le nombre de dents de l'élément d'engrenage à charge différentielle de la deuxième roue est un nombre impair.
- (5) On peut prévoir que, dans le dispositif de commande de moteur pas à pas selon l'aspect de l'invention ou dans le sous-ensemble de mouvement selon l'aspect de l'invention, la roue dentée de la première roue a une dent de charge dont la charge de mise en rotation est différente de celle de ses autres dents, et l'unité de détermination détermine respectivement une première charge qui est une charge mécanique reçue par le rotor en raison d'un contact du pignon de la deuxième roue avec la dent de charge de la première roue, et une deuxième charge qui est une charge mécanique reçue par le rotor en raison d'un contact du pignon de la troisième roue avec la dent de charge de la deuxième roue.
- (6) On peut prévoir que, dans le dispositif de commande de moteur pas à pas selon l'aspect de l'invention ou dans le sous-ensemble de mouvement selon l'aspect de l'invention, l'enroulement est l'un de plusieurs enroulements que comprend le moteur pas à pas, et l'unité de pilotage comprend un jeu de premier et deuxième circuits pilotes pour chacun des enroulements.
- (7) On peut prévoir que, dans le dispositif de commande de moteur pas à pas selon l'aspect de l'invention ou dans le sous-ensemble de mouvement selon l'aspect de l'invention, l'unité de détermination est à même, en interpolant les résultats de détection par l'unité de détection de tension sur la base d'un cycle de détection de la tension induite détecté dans le passé, de déterminer un instant auquel la charge mécanique devrait être détectée.
- (8) Un dispositif de commande de moteur pas à pas selon un aspect de l'invention comprend :
- une unité de pilotage comprenant un circuit agencé pour piloter un moteur pas à pas comprenant un rotor agencé pour faire tourner une aiguille et un enroulement agencé pour générer un flux magnétique pour actionner le rotor ;
 - une unité de commande agencée pour émettre, à destination de l'unité de pilotage, une impulsion d'entraînement pour faire tourner le rotor et une impulsion de basculement pour faire basculer le rotor ;
 - un rouage agencé pour transmettre une force d'entraînement en rotation du rotor à l'aiguille et comprenant un élément d'engrenage à charge différentielle qui a une dent de charge dont la charge de mise en rotation est différente de celle de ses autres dents ;
 - une unité de détection de tension agencée pour détecter une tension induite générée dans l'enroulement lorsque le rotor vibre ; et
 - une unité de détermination agencée pour, sur la base d'un résultat de détection par l'unité de détection de tension, déterminer une charge mécanique reçue par le rotor en raison d'un contact de la dent de charge de l'élément d'engrenage à charge différentielle avec une dent d'un autre élément d'engrenage en engrenement avec l'élément d'engrenage à charge différentielle, et pour, en interpolant les résultats de détection par l'unité de détection de tension sur la base d'un cycle de détection de la charge mécanique détecté dans le passé, déterminer un instant auquel la charge mécanique devrait être détectée.
- Un sous-ensemble de mouvement selon un aspect de l'invention comprend :
- un moteur pas à pas comprenant un rotor et un enroulement agencé pour générer un flux magnétique pour actionner le rotor ;
 - un rouage agencé pour transmettre une force d'entraînement en rotation du rotor à une aiguille et comprenant un élément d'engrenage à charge différentielle qui a une dent de charge dont la charge de mise en rotation est différente de celle de ses autres dents ;
 - un dispositif de commande de moteur pas à pas, lequel comprend
 - o une unité de pilotage comprenant un circuit agencé pour piloter le moteur pas à pas ;
 - o une unité de commande agencée pour émettre, à destination de l'unité de pilotage, une impulsion d'entraînement pour faire tourner le rotor et une impulsion de basculement pour faire basculer le rotor ;

o une unité de détection de tension agencée pour détecter une tension induite générée dans l'enroulement lorsque le rotor vibre ; et

o une unité de détermination agencée pour, sur la base d'un résultat de détection par l'unité de détection de tension, déterminer une charge mécanique reçue par le rotor en raison d'un contact de la dent de charge de l'élément d'engrenage à charge différentielle avec une dent d'un autre élément d'engrenage en engrènement avec l'élément d'engrenage à charge différentielle, et pour, en interpolant les résultats de détection par l'unité de détection de tension sur la base d'un cycle de détection de la charge mécanique détecté dans le passé, déterminer un instant auquel la charge mécanique devrait être détectée.

- (9) Un mouvement selon un aspect de l'invention comprend :
- un dispositif de commande de moteur pas à pas selon l'une des définitions précédentes, et le moteur pas à pas.
- (10) Une pièce d'horlogerie selon un aspect de l'invention comprend : un mouvement tel que défini ci-dessus.
- (11) Un procédé de commande de moteur pas à pas selon un aspect de l'invention comprend :
- émettre, à destination d'une unité de pilotage, une impulsion d'entraînement pour faire tourner un rotor par pas d'un demi-tour et une impulsion de basculement pour faire basculer le rotor, l'unité de pilotage étant un circuit agencé pour piloter un moteur pas à pas comprenant le rotor agencé pour faire tourner une aiguille et un enroulement agencé pour générer un flux magnétique pour actionner le rotor, l'unité de pilotage comprenant un premier circuit pilote agencé pour fournir un premier courant s'écoulant depuis une première extrémité de l'enroulement vers une deuxième extrémité de l'enroulement et un deuxième circuit pilote agencé pour fournir un deuxième courant s'écoulant depuis la deuxième extrémité vers la première extrémité ;
 - détecter une tension induite générée à la première extrémité de l'enroulement parmi les tensions induites générées dans l'enroulement lorsque le rotor vibre ; et
 - déterminer, sur la base du résultat de détection de la tension induite, une charge mécanique reçue par le rotor car une dent de charge d'un élément d'engrenage à charge différentielle d'un rouage agencé pour transmettre une force d'entraînement en rotation du rotor à l'aiguille est en contact avec une dent d'un autre élément d'engrenage qui engrène avec l'élément d'engrenage à charge différentielle et qui fait partie du rouage, la dent de charge ayant une charge de mise en rotation différente de celle des autres dents de l'élément d'engrenage à charge différentielle, le rotor effectuant un nombre impair de pas en rotation lorsque l'élément d'engrenage à charge différentielle effectue un tour.
- (12) Un procédé de commande de moteur pas à pas selon un aspect de l'invention comprend :
- émettre, à destination d'une unité de pilotage, une impulsion d'entraînement pour faire tourner un rotor et une impulsion de basculement pour faire basculer le rotor, l'unité de pilotage comprenant un circuit agencé pour piloter un moteur pas à pas comprenant le rotor agencé pour faire tourner une aiguille et un enroulement agencé pour générer un flux magnétique pour actionner le rotor ;
 - détecter une tension induite générée dans l'enroulement lorsque le rotor vibre ;
 - déterminer, sur la base du résultat de détection de la tension induite, une charge mécanique reçue par le rotor en raison d'un contact d'une dent de charge d'un élément d'engrenage à charge différentielle avec une dent d'un autre élément d'engrenage engrenant avec l'élément d'engrenage à charge différentielle ; et
 - en interpolant les résultats de détection des tensions induites sur la base d'un cycle de détection de la charge mécanique détecté dans le passé, déterminer un instant auquel la charge mécanique devrait être détectée.

[0006] Grâce à l'invention, la constitution du circuit de détection de la position d'aiguille peut être simplifiée.

BRÈVE DESCRIPTION DES DESSINS

[0007]

La figure 1 est une vue externe d'une pièce d'horlogerie selon un premier mode de réalisation.

La figure 2 est une vue en plan du côté avant d'un mouvement selon le premier mode de réalisation.

La figure 3 est un schéma montrant un exemple d'élément d'engrenage à charge selon le premier mode de réalisation.

La figure 4 est un schéma montrant un exemple d'une constitution fonctionnelle d'une pièce d'horlogerie selon le premier mode de réalisation.

La figure 5 est un schéma montrant un exemple d'une constitution d'une unité d'entraînement d'aiguille selon le premier mode de réalisation.

La figure 6A est un diagramme montrant un exemple d'impulsion de basculement et un exemple d'impulsion d'entraînement selon le premier mode de réalisation, et c'est un chronogramme (diagramme en fonction du temps) pour expliquer le déroulement temporel lors de l'application d'une impulsion de basculement et d'une impulsion d'entraînement.

La figure 6B est un schéma pour expliquer l'angle d'un rotor lorsque l'impulsion de basculement et l'impulsion d'entraînement montrés à la figure 6A sont appliquées au rotor.

La figure 7 est un diagramme montrant un exemple de vibration se produisant lorsqu'une dent de charge engrène avec un pignon et un exemple de vibration lorsqu'une dent standard (ou dent normale) engrène avec un pignon, selon le premier mode de réalisation.

La figure 8 est un organigramme montrant un exemple de fonctionnement d'un dispositif de commande de moteur pas à pas selon le premier mode de réalisation.

La figure 9 est un schéma montrant un exemple d'une constitution spécifique d'un dispositif de commande de moteur pas à pas selon le présent mode de réalisation.

La figure 10 est un schéma montrant un exemple d'une constitution spécifique d'un dispositif de commande de moteur pas à pas selon une variante.

La figure 11 est un schéma montrant un exemple d'une constitution fonctionnelle d'une pièce d'horlogerie selon un deuxième mode de réalisation.

La figure 12 est un diagramme montrant un exemple d'un résultat de détection de charge selon le présent mode de réalisation.

La figure 13 est un schéma montrant un exemple d'une constitution spécifique d'un dispositif de commande de moteur pas à pas selon un exemple comparatif.

La figure 14 est un diagramme montrant un exemple des instants d'apparition d'une fluctuation de charge au cours du temps selon l'exemple comparatif.

La figure 15 est un diagramme montrant un exemple de relation entre la manière de monter un rotor et les instants d'apparition de la fluctuation de charge selon l'exemple comparatif.

La figure 16 est un diagramme montrant un exemple de la constitution spécifique d'un dispositif de commande de moteur pas à pas dans le cas d'un moteur à deux enroulements selon l'exemple comparatif.

DESCRIPTION DES MODES DE RÉALISATION

[0008] Dans ce qui suit, on va décrire des modes de réalisation de l'invention en se référant aux dessins. Dans la description qui suit, des constitutions ayant les mêmes fonctions ou des fonctions semblables sont désignées par les mêmes numéros de référence. Une description en double de ces constitutions sera omise.

Premier mode de réalisation

[0009] D'abord, une vue d'ensemble d'une technique pour détecter une position angulaire (position de rotation) d'un élément d'engrenage (élément denté) par une tension induite générée dans un enroulement d'entraînement constitutive d'un moteur pas à pas va être décrite. Ensuite, une technique pour simplifier un circuit de détection de la tension induite générée dans l'enroulement d'entraînement va être décrite.

Détection de position angulaire d'élément d'engrenage

[0010] De manière générale, un corps mécanique comprenant la partie d'entraînement d'une pièce d'horlogerie est appelé un „mouvement“. Une pièce d'horlogerie dont l'état est celui d'un produit complet obtenu en ajoutant un cadran et des aiguilles au mouvement et en plaçant le mouvement dans une boîte de pièce d'horlogerie est qualifiée de „complète“. Parmi les deux côtés d'une platine formant un châssis de la pièce d'horlogerie, le côté où il y a la glace de la boîte de

pièce d'horlogerie (c'est-à-dire le côté où il y a le cadran) est appelé le „côté arrière“ du mouvement. Parmi les deux côtés de la platine, le côté où il y a le fond de la boîte de pièce d'horlogerie (c'est-à-dire le côté opposé au cadran) est appelé le „côté avant“ du mouvement.

[0011] La figure 1 est une vue extérieure d'une pièce d'horlogerie selon un premier mode de réalisation.

[0012] Comme le montre la figure 1, une pièce d'horlogerie 1 complète selon le présent mode de réalisation comprend un mouvement 4 (mouvement d'horlogerie), un cadran 5 ayant des indications, une aiguille des heures 6 (correspondant à ce qui est appelé une aiguille dans les revendications annexées), une aiguille des minutes 7, une aiguille des secondes 8, dans une boîte de pièce d'horlogerie 2 comportant une partie arrière de boîte (non visible) et une glace 3.

[0013] La figure 2 est une vue en plan d'un côté avant d'un mouvement selon le premier mode de réalisation.

[0014] Comme le montre la figure 2, le mouvement 4 comprend une platine 11, un premier moteur 20A, un deuxième moteur 20B, un premier groupe de rouages 30, ainsi qu'un deuxième groupe de rouages 50. La platine 11 forme un plateau du mouvement 4.

Constitution des rouages

[0015] Comme le montre la figure 2, le premier moteur 20A et le deuxième moteur 20B sont des moteurs pas à pas dont chacun comprend un stator 21 et un rotor 22. Chacun des premier et deuxième moteurs 20A et 20B fait tourner son rotor 22 de 180° en un pas. Le premier moteur 20A produit la puissance pour faire tourner l'aiguille des heures 6 (voir la figure 1). Le deuxième moteur 20B produit la puissance pour faire tourner l'aiguille des minutes 7 et l'aiguille des secondes 8 (pour chacun d'eux, voir la figure 1). Un pignon est formé dans le rotor 22 de chacun des premier et deuxième moteurs 20A et 20B.

[0016] Le premier groupe de rouages 30 comprend un élément d'engrenage (élément denté) qui tourne de par la rotation du rotor 22 du premier moteur 20A. Le premier groupe de rouages 30 comprend un rouage des heures 31, qui transmet la rotation du rotor 22 du premier moteur 20A à l'aiguille des heures 6 (voir la figure 1).

[0017] Lorsque la pièce d'horlogerie a une aiguille de 24 heures ou une fonction calendrier, le premier groupe de rouages 30 peut comprendre un rouage de calendrier, qui transmet la rotation du rotor 22 du premier moteur 20A à l'aiguille de 24 heures ou à un indicateur de date d'un calendrier. Une description détaillée du rouage de calendrier est omise.

[0018] Le rouage des heures 31 comprend un troisième mobile 32 (correspondant à ce qui est appelé une troisième roue dans les revendications annexées), un deuxième mobile 33 (correspondant à ce qui est appelé une deuxième roue dans les revendications annexées), un premier mobile 34 (correspondant à ce qui est appelé une première roue dans les revendications annexées).

[0019] Le troisième mobile 32 est supporté par la platine 11 (voir la figure 2) de manière à être rotatif. Le troisième mobile 32 comprend une troisième roue dentée 32a et un troisième pignon 32b. La troisième roue dentée 32a engrène avec le pignon du rotor 22 du premier moteur 20A.

[0020] Le deuxième mobile 33 est supporté par la platine 11 de manière à être rotatif. Le deuxième mobile 33 comprend une deuxième roue dentée 33a et un deuxième pignon 33b. La deuxième roue dentée 33a engrène avec le troisième pignon 32b du troisième mobile 32. Le deuxième mobile 33 est un élément d'engrenage mené par rapport au troisième mobile 32.

[0021] Le premier mobile 34 est supporté par la platine 11 de manière à être rotatif. Le premier mobile 34 comprend une première roue dentée 34a. La première roue dentée 34a engrène avec le deuxième pignon 33b du deuxième mobile 33. Le premier mobile 34 est un élément d'engrenage mené par rapport au deuxième mobile 33. L'aiguille des heures 6 (voir la figure 1) est attaché au premier mobile 34.

[0022] Comme le montre la figure 2, le deuxième groupe de rouages 50 comprend un élément d'engrenage qui tourne de par la rotation du rotor 22 du deuxième moteur 20B. Le deuxième groupe de rouages 50 comprend un rouage avant 51 qui transmet la rotation du rotor 22 du deuxième moteur 20B à l'aiguille des secondes 8 et à l'aiguille des minutes 7 (pour chacune des deux, voir la figure 1). Le rouage avant 51 comprend un premier mobile intermédiaire 52, un deuxième mobile intermédiaire 53, un troisième mobile intermédiaire 54 et un cinquième mobile intermédiaire 55.

[0023] Les détails du deuxième groupe de rouages ne sont pas décrits.

Constitution de l'élément d'engrenage à charge (élément d'engrenage à charge différentielle)

[0024] La figure 3 est un schéma montrant un exemple d'élément d'engrenage à charge selon le premier mode de réalisation.

[0025] Comme le montre la figure 3, le deuxième mobile 33 comprend plusieurs dents 60 et une partie élastique 65.

[0026] Les dents 60 comptent des dents standards 61 (ou dents normales) et une première dent de charge 62A qui est une dent de charge 62. Les dents standards 61 sont toutes les dents 60 qui ne sont pas la première dent de charge 62A. Les dents standards 61 sont des dents d'un engrenage classique, et sont des dents ayant une forme de dent arquée, un profil de dent développant, une forme de dent en cycloïde, ou analogue. La première dent de charge 62A est une dent

parmi les dents 60 du deuxième mobile 33. La première dent de charge 62A est disposée d'un côté de la circonférence externe du deuxième mobile 33 de manière à ne pas venir en contact avec le troisième pignon 32b à intervalle régulier lorsque le deuxième mobile 33 tourne. La première dent de charge 62A est déplaçable élastiquement en étant portée par la partie élastique 65.

[0027] La partie élastique 65 est prévue pour la ou chaque dent de charge 62. La partie élastique 65 a la dent de charge 62 à son bout et est une poutre en porte-à-faux formée de manière à être déformable et flexible. La partie élastique 65 comprend une première partie élastique 65A comprenant la première dent de charge 62A. La première partie élastique 65A est une portion entre une première fente 67 et une deuxième fente 68 formées dans le deuxième mobile 33. La première fente 67 s'étend depuis une gorge interdentaire adjacente à la première dent de charge 62A, radialement vers l'intérieur et, ensuite, vers un côté selon la direction circonférentielle. La deuxième fente 68 s'étend à partir de l'autre gorge interdentaire adjacente à la première dent de charge 62A, le long de la première fente 67. Par conséquent, la première partie élastique 65A s'étend avec une largeur sensiblement constante et est formée de manière à être déformable de manière élastique pour déplacer radialement la première dent de charge 62A à son bout.

[0028] Ici, une première dent standard 61A et une deuxième dent standard 61B parmi les dents standards 61 sont définies comme suit. La première dent standard 61A est adjacente à la première dent de charge 62A vers l'aval eu égard à un sens de rotation normal N (un sens de rotation prédéterminé) du deuxième mobile 33. La deuxième dent standard 61B est adjacente à la première dent de charge 62A vers l'amont eu égard au sens de rotation normal N.

[0029] La distance entre la première dent de charge 62A et la première dent standard 61A est inférieure à la distance entre la première dent de charge 62A et la deuxième dent standard 61 B. La largeur de la gorge interdentaire entre la première dent de charge 62A et la première dent standard 61A est inférieure à la largeur des dents du troisième pignon 32b. La largeur de la gorge interdentaire entre deux dents 60 adjacentes l'une de l'autre est la distance entre les deux dents 60 sur le cercle primitif de la deuxième roue dentée 33a du deuxième mobile 33. La largeur de dent des dents 60 est la largeur des dents 60 sur le cercle primitif de la deuxième roue dentée 33a. Par conséquent, lorsqu'une dent du troisième pignon 32b pénètre dans la gorge interdentaire entre la première dent de charge 62A et la première dent standard 61 A, cette dent entre en contact avec la première dent de charge 62A. La largeur de la gorge interdentaire entre la première dent de charge 62A et la deuxième dent standard 61B est supérieure à la largeur des dents du troisième pignon 32b. Par conséquent, chaque dent du troisième 32b peut entrer dans la gorge interdentaire entre la première dent de charge 62A et la deuxième dent standard 61B sans entrer en contact avec la première dent de charge 62A.

[0030] Ici, l'action de la dent de charge 62 va être expliquée. Dans l'explication qui suit, on suppose que le deuxième mobile 33 tourne dans le sens de rotation normal N à moins qu'il soit explicitement mentionné qu'il en est autrement. Une dent du troisième pignon 32b entre en contact avec les dents 60 du mobile 33 depuis l'amont eu égard au sens de rotation normal N.

[0031] Lorsque la première dent standard 61A devient la dent 60 en prise avec le troisième pignon 32b, une dent du troisième pignon 32b entre dans la gorge interdentaire entre la première dent standard 61A et la première dent de charge 62A. Dans ce cas, cette dent du troisième pignon 32b entre en contact avec la première dent de charge 62A avant et après d'entrer en contact avec la première dent standard 61A et déplace élastiquement la première dent de charge 62A pour augmenter la largeur de la gorge interdentaire entre la première dent standard 61A et la première dent de charge 62A. Par conséquent, une perte d'énergie résultant du déplacement élastique de la première dent de charge 62A se produit dans le rouage des heures 31. Ensuite, lorsque la première dent de charge 62A devient la dent 60 en prise avec le troisième pignon 32b, la première dent de charge 62A revient progressivement à sa position initiale. Lorsque la deuxième dent standard 61B devient la dent 60 en prise avec le troisième pignon 32b à la place de la première dent de charge 62A, la dent susmentionnée du troisième pignon 32b se sépare complètement de la première dent de charge 62A dans la gorge interdentaire entre la première dent de charge 62A et la deuxième dent standard 61B. La première dent de charge 62A revient à sa position initiale.

[0032] On va décrire en détail l'engrènement des dents du pignon avec la dent de charge en se référant à la figure 7.

[0033] Comme expliqué plus haut, lorsque la première dent de charge 62A du deuxième mobile 33 entre en contact avec le troisième pignon 32b, une perte d'énergie se produit dans le rouage des heures 31. Lorsque la perte d'énergie se produit dans le rouage des heures 31, la charge reçue par le rotor 22 du premier moteur 20A fluctue. Par conséquent, la dent de charge 62 peut induire une fluctuation de la charge reçue par le rotor 22. Par conséquent, dans le cas où la première dent de charge 62A du deuxième mobile 33 entre en contact avec le troisième pignon 32b, la charge fluctue seulement lorsque le rotor 22 tourne d'un pas. La fluctuation de la charge induite par la dent de charge 62 peut être différente de la charge lorsqu'une dent standard 61 entre en contact avec le troisième pignon 32b. Dans les explications qui suivent, la charge reçue par le rotor 22 est appelée la charge de mise en rotation (charge à vaincre pour une mise en rotation de l'élément d'engrenage).

[0034] Le premier mobile 34 a la même constitution que le deuxième mobile 33. En d'autres termes, le premier mobile 34 comprend des dents standards 61a (non représentées) correspondant aux dents standards 61 du deuxième mobile, ainsi qu'une dent de charge 62a (non représentée) correspondant à la dent de charge 62 du deuxième mobile 33.

[0035] En d'autres termes, un élément d'engrenage du premier mobile 34 a une dent de charge dont la charge de mise en rotation est différente de celle des autres dents.

[0036] Dans la description qui suit, le deuxième mobile 33 est également appelé un deuxième élément d'engrenage à charge, et le premier mobile 34 est également appelé le premier élément d'engrenage à charge.

Constitution fonctionnelle de la pièce d'horlogerie

[0037] La figure 4 est un schéma montrant un exemple d'une constitution fonctionnelle d'une pièce d'horlogerie selon le premier mode de réalisation. On va décrire la constitution fonctionnelle de la pièce d'horlogerie 1 en se référant à la figure 4. La pièce d'horlogerie 1 comprend un circuit oscillateur 101, un circuit diviseur de fréquence 102, un circuit de commande 103, un circuit de détermination 104, un circuit de détection de tension 105, un circuit de pilotage de moteur 106, un moteur pas à pas 107, la boîte de pièce d'horlogerie 2, le mouvement 4, l'aiguille des heures 6, l'aiguille des minutes 7, l'aiguille des secondes 8 et un guichet de date 5a.

[0038] Ci-après, le circuit oscillateur 101, le circuit diviseur de fréquence 102, le circuit de commande 103, le circuit de détermination 104, le circuit de détection de tension 105 et le circuit de pilotage de moteur 106 sont désignés comme étant ensemble un circuit de commande de moteur pas à pas 100. Le circuit de commande de moteur pas à pas 100 et le moteur pas à pas 107 sont également désignés comme étant une unité d'entraînement d'aiguille 110.

[0039] Au d'autres termes, le mouvement 4 comprend le dispositif de commande de moteur pas à pas 100 et le moteur pas à pas 107. Le premier moteur 20A et le deuxième moteur 20B décrits plus haut sont des exemples du moteur pas à pas 107.

[0040] Le circuit oscillateur 101 produit un signal ayant une fréquence prédéterminée et émet le signal produit, à destination du circuit diviseur de fréquence 102. Le circuit diviseur de fréquence 102 réalise une division de fréquence sur le signal reçu du circuit oscillateur 101 pour produire un signal d'horloge servant de base de temps pour la mesure du temps et communique le signal d'horloge généré, au circuit de commande 103. Le circuit de commande 103 émet un signal de commande à destination de chaque partie de la pièce d'horlogerie 1 sur la base du signal d'horloge ou analogue reçu du circuit diviseur de fréquence 102, et commande le fonctionnement de chaque partie de la pièce d'horlogerie 1.

[0041] Le circuit de pilotage de moteur 106 reçoit le signal de commande du circuit de commande 103 et pilote le moteur pas à pas 107 sur la base du signal de commande reçu. Les moteurs pas à pas 107 sont pilotés par le circuit de pilotage de moteur 106 et font tourner l'aiguille de heures 6, l'aiguille des minutes 7 et l'aiguille des secondes 8 via les rouages. Lorsque le signal de commande reçu est une impulsion de basculement, le moteur pas à pas 107 est piloté par le circuit de pilotage de moteur 106 pour que son rotor bascule.

[0042] Le circuit de détection de tension 105 détecte une tension induite générée dans un enroulement lorsque le moteur pas à pas 107 vibre (bascule). Le circuit de détection de tension 105 émet la tension induite détectée, au circuit de détermination 104.

[0043] Sur la base de la tension induite détectée par le circuit de détection de tension 105, le circuit de détermination 104 détermine une charge mécanique reçue par le rotor faisant partie du moteur pas à pas 107. Par exemple, le circuit de détermination 104 détermine la charge mécanique reçue par le rotor en examinant si la valeur de tension détectée par le circuit de détection de tension 105 excède ou non un seuil prédéterminé.

Constitution de l'unité d'entraînement d'aiguille

[0044] La figure 5 est un schéma montrant un exemple de constitution de l'unité d'entraînement d'aiguille 110 selon le premier mode de réalisation.

[0045] Le moteur pas à pas 107 comprend un stator 201, un rotor 202, un trou traversant de réception de rotor 203, une encoche intérieure 204, une encoche intérieure 205, une encoche extérieure 206 et une encoche extérieure 207, un noyau magnétique 208 et un enroulement 209. Dans ce qui suit, le trou traversant de réception de rotor 203 est également appelé le trou traversant pour rotor.

[0046] Le noyau magnétique 208 est un élément fait d'un matériau magnétique et est connecté à ses deux extrémités au stator 201. L'enroulement 209 est enroulé autour du noyau magnétique 208. Une extrémité de l'enroulement 209 est connectée à une borne OUT1 et l'autre extrémité de l'enroulement 209 est connectée à une borne OUT2. L'enroulement 209 génère un flux magnétique lorsqu'un courant d'entraînement i circule dans l'enroulement 209. Le stator 201 est un élément fait d'un matériau magnétique. Le stator 201 fournit au rotor 202 le flux magnétique généré par l'enroulement 206.

[0047] Le rotor 202 a une forme cylindrique et il est inséré, de manière à être rotatif, dans le trou traversant de réception de rotor 203 formé dans le stator 201. En d'autres termes, le moteur pas à pas 107 comprend le stator 201 pourvu du trou traversant de réception de rotor 203, le rotor 202 monté rotatif dans le trou traversant de réception de rotor 203, ainsi que l'enroulement 209 prévu sur le stator 201. Le rotor 202 est magnétisé et a ainsi un pôle N et un pôle S. Dans l'explication qui suit, un axe joignant le pôle S au pôle N du rotor 202 est appelé l'axe des pôles magnétiques A (ou axe magnétique), et le sens pôle S vers pôle N sur l'axe des pôles magnétiques A est appelé le sens positif de l'axe des pôles magnétiques A (ou simplement, le sens de l'axe des pôles magnétiques A).

[0048] Le rotor 202 tourne dans un sens de rotation normal pour ainsi faire tourner une aiguille dans le sens des aiguilles d'une montre via le rouage et tourne dans un sens de rotation inverse pour ainsi faire tourner l'aiguille dans le sens inverse des aiguilles d'une montre via le rouage. En d'autres termes, le rotor 202 fait tourner l'aiguille dans le sens de rotation normal et alors dans le sens des aiguilles d'une montre, et la fait tourner dans le sens de rotation inverse, qui est le sens contraire au sens de rotation normal.

[0049] L'encoche intérieure 204 et l'encoche intérieure 205 sont des découpes faites dans la surface de paroi du trou traversant de réception de rotor 203 et déterminent une position d'arrêt du rotor 202 par rapport au stator 201. En d'autres termes, par exemple, lorsque l'enroulement 209 n'est pas excité, le rotor 202 reste immobile dans une position où l'axe magnétique des pôles A est orthogonal à un segment de droite reliant l'encoche intérieure 204 et l'encoche intérieure 205.

[0050] L'encoche extérieure 206 et l'encoche extérieure 207 sont respectivement des découpes formées dans le côté interne et le côté externe du stator 201 arqué. Une portion saturable 210 est formée entre l'encoche externe 206 et le trou traversant de réception de rotor 203. Une portion saturable 211 est formée entre l'encoche externe 207 et le trou traversant de réception de rotor 203. La portion saturable 210 et la portion saturable 211 ne sont pas magnétiquement saturées par le flux magnétique du rotor 202. Lorsque l'enroulement 209 est excité, la portion saturable 210 et la portion saturable 211 sont magnétiquement saturées et les résistances magnétiques sont augmentées.

Pilotage du moteur pas à pas

[0051] Le circuit de pilotage de moteur 106 applique l'impulsion d'entraînement entre les bornes (la première borne OUT1 et la deuxième borne OUT 2) de l'enroulement 209 pour ainsi générer le courant d'entraînement i .

[0052] Le dispositif de commande de moteur 100 inverse, selon la direction de l'axe des pôles magnétiques A dans la position d'arrêt du rotor 202, le sens du courant d'entraînement i circulant dans l'enroulement 209 pour ainsi faire tourner le rotor 202 dans un sens fixe (par exemple, dans le sens de rotation normal).

[0053] A titre d'exemple, un entraînement dans le sens de rotation normal est expliqué. Lorsque le dispositif de commande de moteur pas à pas 100 applique l'impulsion d'entraînement entre la première borne OUT1 et la deuxième borne OUT2 de l'enroulement 209, un flux magnétique est généré dans le stator 201. Par conséquent, la portion saturable 210 et la portion saturable 211 sont saturées et la résistance magnétique augmente. Alors, du fait d'une interaction entre les pôles magnétiques générés dans le stator 201 et les pôles magnétiques du rotor 202, le rotor 202 tourne de 180° dans le sens inverse des aiguilles d'une montre et s'immobilise de manière stable. Au moyen de cette rotation d'environ 180° , l'aiguille de la pièce d'horlogerie 1 peut bouger d'un échelon d'une quantité spécifiée. Un actionnement de la quantité spécifiée peut être appelé un pas. Un rouage ayant un rapport de réduction approprié est disposé de manière appropriée entre le rotor 202 et l'aiguille de manière que l'actionnement de la quantité spécifiée soit effectué.

[0054] Dans le cas où le rotor 202 est dans l'état montré à la figure 5, lorsque le dispositif de commande de moteur pas à pas 100 fournit l'impulsion d'entraînement entre la première borne OUT1 et la deuxième borne OUT2 de l'enroulement 209, un courant électrique circule dans la bobine 209. Dans cet exemple, lorsqu'une impulsion ayant un potentiel haut à la première borne OUT 1 et un potentiel bas à la deuxième borne OUT2 (impulsion qualifiée comme étant de sens positif dans ce qui suit) est appliquée, un courant électrique s'écoule dans le sens du courant i . Lorsque le courant électrique circule dans l'enroulement 209, un flux magnétique est généré dans le stator 201. Du fait de ce flux magnétique, le rotor 202 tourne d'approximativement 180° dans le sens inverse des aiguilles d'une montre et s'immobilise de manière stable.

[0055] Dans le cas où le rotor 202 est dans un état pivoté d'environ 180° depuis l'état montré sur la figure 5, lorsque le dispositif de commande de moteur pas à pas 100 applique une impulsion ayant un potentiel bas à la première borne OUT1 et un potentiel haut à la deuxième borne OUT2 (sens appelé sens négatif dans ce qui suit), un flux magnétique est généré dans le stator 201, dans le sens inverse du flux magnétique généré lorsqu'une impulsion de sens positif est appliquée. Par conséquent, premièrement, la portion saturable 210 et la portion saturable 211 sont saturées. Alors, en raison d'une interaction entre les pôles magnétiques générés dans le stator 201 et les pôles magnétiques du rotor 202, le rotor 202 tourne encore dans le sens inverse des aiguilles d'une montre, d'environ 180° , et s'immobilise de manière stable. De cette manière, en appliquant des signaux ayant des polarités inversées (signaux alternants) à l'enroulement 209, le rotor 202 tourne invariablement dans le sens inverse des aiguilles d'une montre, d'environ 180° à chaque fois.

Impulsion de basculement et impulsion d'entraînement

[0056] La figure 6A est un diagramme montrant un exemple d'impulsion de basculement et un exemple d'impulsion d'entraînement selon le premier mode de réalisation. C'est un chronogramme pour expliquer le déroulement temporel lors de l'application d'une impulsion de basculement et d'une impulsion d'entraînement. La figure 6B est un schéma pour expliquer l'angle d'un rotor lorsque l'impulsion de basculement et l'impulsion d'entraînement montrés à la figure 6A sont appliquées au rotor. Sur la figure 6A, l'axe horizontal est l'axe du temps, „Out1“ désigne les valeurs des tensions appliquées à la première borne OUT1 au cours du temps, et „Out2“ désigne les valeurs des tensions appliquées à la deuxième borne OUT2 au cours du temps.

[0057] Sur la figure 6B, la position angulaire du rotor 202 est expliquée en considérant que la position de l'axe des pôles magnétiques A montrée sur la figure 5 est une position à 0° et qu'un angle de l'axe des pôles magnétiques A ayant tourné

dans le sens inverse des aiguilles d'une montre est un angle de rotation positif. Le pilotage de l'instant t11 à l'instant t21 est un pilotage pour faire tourner le rotor 202 dans le sens des aiguilles d'une montre de 0° à 180°. Le pilotage de l'instant t21 à l'instant t29 est un pilotage pour faire tourner le rotor 202 dans le sens des aiguilles d'une montre de 180° à 0°.

[0058] Le circuit de commande 103 émet une impulsion d'entraînement à destination du circuit de pilotage de moteur 106 pour faire tourner le rotor 202. Le circuit de commande 103 émet une impulsion de basculement à destination du circuit de pilotage de moteur 106 pour faire basculer le rotor 202. L'impulsion de basculement et l'impulsion d'entraînement sont expliquées chacune plus bas.

[0059] De l'instant t11 à l'instant t12, le dispositif de commande de moteur pas à pas 100 applique une impulsion de sens positif à la deuxième borne OUT2. Lorsque l'impulsion de sens positif est appliquée continûment à la deuxième borne OUT2, le rotor 202 s'immobilise dans une position tournée de - 45°. Lorsque le dispositif de commande de moteur pas à pas 100 arrête d'appliquer l'impulsion à l'instant t12, le rotor 202 est rappelé en arrière dans la position à 0° et s'immobilise. Lorsqu'il revient à la position à 0° depuis la position à -45°, le rotor 202 tourne, au moins une fois, par inertie, dans le sens inverse des aiguilles d'une montre jusqu'à un angle de rotation positif, puis dans le sens des aiguilles d'une montre jusqu'à un angle de rotation négatif. Le rotor 202 réitère le fait de tourner dans le sens inverse des aiguilles d'une montre et de tourner dans le sens des aiguilles d'une montre. En d'autres termes, le rotor 202 oscille (vibre) et s'immobilise dans la position à 0° en raison d'une atténuation des oscillations.

[0060] L'impulsion appliquée de l'instant t11 à l'instant t12 n'est pas une impulsion ayant pour but que le rotor 202 tourne d'environ 180°, mais c'est une impulsion ayant pour but de faire osciller (vibrer) le rotor 202 pour détecter ainsi un état d'oscillation du rotor 202. Dans ce qui suit, une impulsion ayant pour but de faire osciller le rotor 202 est appelée une impulsion de basculement, afin d'être distinguée d'une impulsion d'entraînement normale.

[0061] La durée pendant laquelle l'impulsion de basculement est appliquée doit être suffisante pour que le rotor 202 oscille, et il n'est pas nécessaire d'appliquer cette impulsion jusqu'à ce que le rotor 202 s'immobilise dans la position angulaire à -45°.

[0062] De l'instant t12 à l'instant t15, le dispositif de commande de moteur pas à pas 100 détermine la charge mécanique reçue par le rotor 202 du fait de l'application de l'impulsion de basculement. En particulier, sur la base d'une tension détectée par le circuit de détection de tension 105, le circuit de détermination 104 détermine la charge mécanique reçue par le rotor 202.

[0063] Le circuit de détermination 104 peut déterminer la charge mécanique reçue par le rotor 202 sur la base de l'instant auquel le circuit de détection de tension 105 détecte une valeur de tension dépassant une valeur de tension prédéterminée, en plus ou au lieu de la faire sur la base de la valeur de la tension détectée par le circuit de détection de tension 105. Par exemple, le circuit de détection 104 peut éventuellement déterminer la charge mécanique reçue par le rotor 202 en examinant si le moment auquel est générée la valeur de tension détectée par le circuit de détection de tension 105 est ou non à l'intérieur d'une plage temporelle prédéterminée.

[0064] De l'instant t15 à l'instant t16, le dispositif de commande de moteur 100 applique une impulsion de sens positif à la première borne OUT1. Lorsque l'impulsion de sens positif est appliquée continûment à la première borne OUT1, le rotor 202 reste immobile dans une position tournée de 135°. Lorsque le dispositif de commande de moteur pas à pas 100 arrête d'appliquer l'impulsion à l'instant t16, le rotor 202 est rappelé à la position à 180° et s'immobilise. L'impulsion appliquée de l'instant t15 à l'instant t16 est une impulsion ayant pour but de faire tourner le rotor d'environ 180° et est, par conséquent, une impulsion d'entraînement. L'impulsion d'entraînement est émise par le circuit de commande 103. En d'autres termes, le circuit de commande 103 émet une impulsion de basculement et il émet une impulsion d'entraînement ensuite, après qu'une durée prédéterminée s'est écoulée.

[0065] La durée pendant laquelle l'impulsion d'entraînement est appliquée (la largeur d'impulsion de l'impulsion d'entraînement) doit seulement être suffisante pour que le rotor 202 tourne de 180°. L'application de l'impulsion d'entraînement n'est pas requise jusqu'à ce que le rotor 202 s'immobilise dans la position angulaire à 135°.

[0066] La durée pendant laquelle l'impulsion d'entraînement est appliquée peut éventuellement être déterminée en fonction de la charge mécanique déterminée par le circuit de détermination 104. Dans ce cas, le circuit de commande 103 commande une durée d'émission de l'impulsion d'entraînement en fonction de la charge mécanique déterminée par le circuit de détermination 104.

[0067] De l'instant t21 à l'instant t22, le dispositif de commande de moteur pas à pas 100 applique une impulsion de sens positif, à savoir une impulsion de basculement, à la première borne OUT1. Lorsque l'impulsion de sens positif est appliquée continûment à la première borne OUT1, le rotor 202 s'immobilise dans la position tournée de 135°. Lorsque le dispositif de commande de moteur pas à pas 100 arrête d'appliquer l'impulsion à l'instant t22, le rotor est rappelé en arrière à la position à 180° et s'immobilise. Le rotor 202 vibre (oscille) lorsqu'il revient de la position à 135° à la position à 180°, et s'immobilise à la position à 180° du fait d'une atténuation des oscillations.

[0068] De l'instant t22 à l'instant t25, le dispositif de commande de moteur pas à pas 100 détermine la charge mécanique reçue par le rotor 202 du fait de l'application de l'impulsion de basculement. En particulier, sur la base de la tension détectée par le circuit de détection de tension 105, le circuit de détermination 104 détermine la charge mécanique reçue par le rotor 202.

[0069] De l'instant t25 à l'instant t26, le dispositif de commande de moteur pas à pas 100 applique une impulsion de sens positif, à savoir une impulsion d'entraînement, à la deuxième borne OUT2. Lorsque l'impulsion de sens positif est appliquée continûment à la deuxième borne OUT2, le rotor 202 s'immobilise dans une position tournée de 315°. Lorsque le dispositif de commande de moteur pas à pas arrête l'application de l'impulsion à l'instant t26, le rotor 202 est amené à la position à 0° et s'immobilise.

[0070] En d'autres termes, le circuit de commande 103 (correspondant à ce qui est appelé une unité de commande dans les revendications annexées) émet, à destination du circuit de pilotage de moteur 106 (correspondant à ce qui est appelé une unité de pilotage dans les revendications annexées), une impulsion d'entraînement pour faire tourner le rotor 22 séquentiellement d'un demi-tour à chaque fois, et une impulsion de basculement pour faire osciller (vibrer) le rotor 22.

[0071] La figure 7 est un schéma montrant un exemple de vibration (d'oscillation) dans le cas où la dent de charge engrène avec un pignon et un exemple de vibration (d'oscillation) dans le cas où une dent standard engrène avec ce pignon, selon le premier mode de réalisation. En se référant à cette figure, on va expliquer la vibration (les oscillations) dans le cas où la dent de charge engrène avec le pignon et la vibration (les oscillations) dans le cas où une dent standard engrène avec le pignon.

[0072] La partie supérieure de la figure 7 est un exemple du cas où une dent standard engrène avec le pignon. La partie inférieure de la figure 7 est un exemple du cas où la dent de charge engrène avec le pignon. En particulier, un exemple du cas dans lequel le deuxième mobile 33 comprenant la dent de charge 62 engrène avec le troisième pignon 32b est expliqué. Dans la description de la figure 7, le deuxième mobile 33 est parfois simplement appelé l'élément d'engrenage (ou le deuxième élément d'engrenage) et le troisième pignon 32b est parfois simplement appelé le pignon (ou le premier élément d'engrenage). Le premier élément d'engrenage est un élément d'engrenage qui tourne de par la rotation du rotor 202. Le deuxième élément d'engrenage est un élément d'engrenage comprenant la dent de charge.

[0073] Le côté gauche de la figure est une vue montrant un état d'engrènement entre l'élément d'engrenage (la roue) et le pignon. Un côté droit de la figure montre un déroulement temporel lorsqu'une impulsion de basculement est appliquée et un déroulement temporel lorsqu'une tension induite est générée.

[0074] Premièrement, un exemple du cas dans lequel une dent standard 61 engrène avec le pignon est expliquée dans la partie supérieure de la figure. Comme montré sur la partie supérieure gauche de la figure, lorsque le rotor 202 qui entraîne le pignon oscille en conséquence de l'application d'une impulsion de basculement, le pignon oscille (vibre) en raison de l'oscillation du rotor 202. La plage sur laquelle le rotor 202 peut osciller (vibrer) est différente selon l'amplitude d'un jeu entre la roue et le pignon. Lorsque la dent standard 61 et le pignon engrènent l'un avec l'autre, le jeu est important et, par conséquent, la plage sur laquelle le rotor 202 peut osciller est également importante.

[0075] Comme montré sur la partie supérieure droite de la figure, l'impulsion de basculement est appliquée de l'instant t31 à l'instant t32. Le rotor 202 oscille (vibre) de par l'impulsion de basculement appliquée, et une tension induite est générée de l'instant t33 à l'instant t35. Lorsque la dent standard 61 engrène avec le pignon, le rotor 202 peut osciller sur une plage large et, par conséquent, la tension induite générée est également importante. Dans l'exemple montré sur la figure 7, une tension v1 est générée à l'instant t34. Lorsque la tension v1 est supérieure à un seuil de détermination, le circuit de détermination 104 détermine que le pignon n'est pas en contact avec la dent de charge de la roue.

[0076] Ensuite, un exemple du cas dans lequel la dent de charge 62 engrène avec le pignon est expliquée dans la partie inférieure de la figure 7. Comme montré sur la partie inférieure gauche de la figure, lorsque le rotor 202 qui entraîne le pignon oscille de par l'application d'une impulsion de basculement, le pignon oscille en raison de l'oscillation du rotor 202. Cependant, puisque le jeu est petit dans l'état où la dent de charge 62 engrène avec le pignon, la plage sur laquelle le rotor 202 peut osciller (vibrer) est petite.

[0077] Comme montré sur la partie inférieure droite de la figure, l'impulsion de basculement est appliquée de l'instant t41 à l'instant t42. Le rotor 202 oscille de par l'impulsion de basculement appliquée, et une tension induite est générée de l'instant t43 à l'instant t45. Cependant, lorsque la dent de charge 62 engrène avec le pignon, la plage sur laquelle le rotor peut osciller est petite et, par conséquent, la tension induite générée est également petite. Dans l'exemple montré sur la figure 7, une tension v2 est générée à l'instant t44. La tension v2 est plus petite que la tension v1. Lorsque la tension v1 est inférieure au seuil de détermination, le circuit de détermination 104 détermine une charge mécanique selon laquelle le pignon est en contact avec la dent de charge de l'élément d'engrenage.

[0078] Les oscillations (la vibration) sont plus petites lorsque le pignon engrène entre la dent de charge 62 et la première dent standard 61A, tandis que les oscillations (la vibration) sont plus importantes lorsque le pignon engrène entre la dent de charge 62 et la deuxième dent standard 61B. Pour détecter la position de l'aiguille, ces deux vibrations peuvent être comparées à celle dans le cas où une dent standard 61 engrène avec le pignon.

[0079] La figure 8 est un organigramme montrant un exemple d'un fonctionnement du dispositif de commande de moteur pas à pas 100 selon le premier mode de réalisation. On va expliquer une succession d'actions du dispositif de commande pas à pas 100 en se référant à cette figure 8.

[0080] Etape S110: le circuit de commande 103 émet une impulsion de basculement à destination du circuit de pilotage de moteur 106. Le circuit de pilotage de moteur 106 pilote le moteur pas à pas 107 sur la base de l'impulsion de basculement reçue.

[0081] Etape S120: Le circuit de détection de tension 105 détecte une tension induite due à la vibration du rotor 202. Le circuit de détection 104 détermine une charge mécanique sur le rotor 202 sur la base de la valeur de la tension induite détectée ou du moment auquel la tension induite est détectée.

[0082] Etape S130: lorsqu'une durée prédéterminée s'est écoulée à partir de l'émission de l'impulsion de basculement (étape S130 ; OUI), le circuit de commande passe à l'étape S140. Lorsque la durée prédéterminée ne s'est pas écoulée à partir de l'émission de l'impulsion de basculement (étape S130 ; NON), le circuit de détection de tension réitère l'étape S120.

[0083] Etape S140: le circuit de commande 103 émet une impulsion d'entraînement à destination du circuit de pilotage de moteur 106. L'ampleur (la tension et la durée) de l'impulsion d'entraînement peut être une valeur prédéterminée décidée au préalable ou peut être une valeur basée sur la charge mécanique sur le rotor 202, déterminée à l'étape S120.

S'agissant du rapport de réduction du rouage

[0084] Ici, le rapport de réduction du rouage du présent mode de réalisation est comparé au rapport de réduction d'un rouage selon un exemple comparatif.

(1) Rapport de réduction du rouage selon le présent mode de réalisation (exemple)

[0085] Les nombres de dents des roues et les nombres de dents des pignons constituant le rouage (rouage des heures 31) du présent mode de réalisation sont comme suit :

- nombre de dents du pignon du rotor 22 : 8
- nombre de dents de la roue du troisième mobile 32 : 40
- nombre de dents du pignon du troisième mobile 32 : 10
- nombre de dents de la roue du deuxième mobile 33 : 45
- nombre de dents du pignon du deuxième mobile 33 : 7
- nombre de dents de la roue du premier mobile 34 : 56

[0086] En d'autres termes, le nombre de dents du deuxième mobile 33 est un nombre impair.

[0087] Ici, le rotor 22 tourne de 180° à chaque pas. En d'autres termes, le rotor 22 effectue un tour en deux pas.

[0088] Le troisième mobile 32 tourne avec un rapport de réduction de 5 par rapport au rotor 22. En d'autres termes, le troisième mobile 32 effectue un tour à chaque fois que le rotor 22 du premier moteur 20A effectue 5 tours (c'est-à-dire 10 pas).

[0089] Le deuxième mobile 33 tourne avec un rapport de réduction de 4,5 par rapport au troisième mobile 32. En d'autres termes, le deuxième mobile 33 effectue un tour à chaque fois que le rotor 22 du premier moteur 20A effectue 22,5 tours (c'est-à-dire 45 pas).

[0090] Le premier mobile 34 tourne avec un rapport de réduction de 8 par rapport au deuxième mobile 33. En d'autres termes, le premier mobile 34 effectue un tour à chaque fois que le rotor 22 du premier moteur 20A effectue 180 tours (c'est-à-dire 360 pas).

[0091] Dans les rapports de réduction décrits ci-dessus du rouage, le fait que le deuxième mobile 33 effectue un tour à chaque fois que le rotor 22 effectue 22,5 tours (c'est-à-dire 45 pas) signifie que le rotor 22 effectue un nombre impair de pas en rotation lorsque le deuxième mobile 33 effectue un tour.

[0092] En d'autres termes, le rouage des heures 31 (correspondant à ce qui est appelé le rouage dans les revendications annexées) transmet une force de mise en rotation du rotor à l'aiguille et comprend un élément d'engrenage à charge qui comprend une dent de charge dont la charge de mise en rotation est différente de celle de ses autres dents, et le rouage des heures 31 est tel que le rotor 22 effectue un nombre impair de pas en rotation lorsque le rotor 22 effectue un tour.

[0093] Le rouage des heures 31 (le rouage) comprend le premier mobile 34 qui tourne à une vitesse de rotation égalant la vitesse de rotation de l'aiguille, le deuxième mobile 33 dont le pignon engrène avec la roue du premier mobile 34 et qui a l'élément d'engrenage à charge comme roue, et le troisième mobile 32 dont le pignon engrène avec l'élément d'engrenage à charge du deuxième mobile 33 et dont la roue engrène avec le rotor 22.

(2) Rapport de réduction du rouage de l'exemple comparatif

[0094] Les nombres de dents des roues et les nombres de dents des pignons constituant le rouage (rouage des heures) selon l'exemple comparatif sont comme suit :

- nombre de dents du pignon du rotor : 6
- nombre de dents de la roue du troisième mobile : 36

- nombre de dents du pignon du troisième mobile : 12
- nombre de dents de la roue du deuxième mobile : 60
- nombre de dents du pignon du deuxième mobile : 10
- nombre de dents de la roue du premier mobile : 60

[0095] Ce rotor tourne de 180° par pas, comme le rotor du présent mode de réalisation (décrit précédemment). En d'autres termes, ce rotor effectue un tour en deux pas.

[0096] Le troisième mobile tourne avec un rapport de réduction de 6 par rapport au rotor. En d'autres termes, le troisième mobile effectue un tour à chaque fois que le rotor effectue 6 tours (c'est-à-dire 12 pas).

[0097] Le deuxième mobile tourne avec un rapport de réduction de 5 par rapport au troisième mobile. En d'autres termes, le deuxième mobile effectue un tour à chaque fois que le rotor effectue 30 tours (c'est-à-dire 60 pas).

[0098] Le premier mobile tourne avec un rapport de réduction de 6 par rapport au deuxième mobile. En d'autres termes, le premier mobile effectue un tour à chaque fois que le rotor effectue 180 tours (c'est-à-dire 360 pas).

[0099] Dans le rapport de réduction du rouage selon l'exemple comparatif, le fait que le deuxième mobile effectue un tour à chaque fois que le rotor effectue 30 tours (c'est-à-dire 60 pas) signifie que le rotor effectue un nombre pair de pas en rotation lorsque le deuxième mobile effectue un tour.

Relation entre les sens des pôles magnétiques du rotor et la position angulaire de la dent de charge

[0100] Ici, un sens de montage du rotor 22 par rapport au rouage (le rouage des heures 31) va être décrit. Le rotor 22 (qui est le rotor 202 représenté sur la figure 5) est magnétisé pour avoir deux pôles, à savoir un pôle N et un pôle S. Les pôles magnétiques (le pôle N et le pôle S) du rotor 202 sont difficiles à distinguer visuellement. Par conséquent, lorsque la dent de charge 62 du deuxième mobile 33 est positionnée pour engrener avec le troisième mobile 32, le rotor peut être monté de telle manière que le sens des pôles magnétiques du rotor 202 dans le stator 201 est un premier sens (par exemple, le sens représenté sur la figure 5), ou un deuxième sens (par exemple un sens tourné de 180° depuis le sens représenté sur la figure 5).

[0101] Dans la description qui suit, le cas où le rotor 202 est monté selon le premier sens expliqué ci-dessus est appelé le „montage de premier sens“ (ou „montage avant“), et le cas où le rotor 202 est monté selon le deuxième sens expliqué ci-dessus est appelé le „montage de deuxième sens“ (ou „montage arrière“).

Constitution du circuit de détection de tension

(1) Constitution du circuit de détection de tension du présent mode de réalisation

[0102] La figure 9 est un schéma montrant un exemple d'une constitution spécifique d'un dispositif de commande de moteur pas à pas 100 selon le présent mode de réalisation.

[0103] Le circuit de pilotage de moteur 106 comprend un premier pilote 1061 (circuit de sortie) et un deuxième pilote 1062 (circuit de sortie). Une borne de sortie du premier pilote 1061 est connectée à une extrémité de l'enroulement 209. Une borne de sortie du deuxième pilote 1062 est connectée à l'autre extrémité de l'enroulement 209. Le premier pilote 1061 et le deuxième pilote 1062 émettent chacun vers l'autre, un à la fois, un courant d'entraînement vers l'enroulement 209, de manière que les sens des courants circulant dans l'enroulement 209 sont inversés. Par conséquent, un champ magnétique alternant est généré dans le stator 201 et le rotor 202 tourne dans un sens prédéfini.

[0104] En d'autres termes, le circuit de pilotage de moteur 106 (l'unité de pilotage) est un circuit pour piloter les moteurs pas à pas (le premier moteur 20A et le deuxième moteur 20B) comprenant chacun le rotor 22 faisant tourner l'aiguille et l'enroulement 209 générant le flux magnétique pour faire tourner le rotor 22. Le circuit de pilotage de moteur 106 (l'unité de pilotage) comprend le premier pilote 1061 (correspondant à ce qui est appelé le premier circuit pilote dans les revendications annexées) configuré pour fournir le premier courant circulant d'une première extrémité de l'enroulement 209 vers une deuxième extrémité de l'enroulement 209, ainsi que le deuxième pilote 1062 (correspondant à ce qui est appelé le deuxième circuit pilote dans les revendications annexées) configuré pour fournir le deuxième courant circulant depuis la première extrémité de l'enroulement 209 vers la première extrémité de l'enroulement 209.

[0105] Le circuit de détection de tension 105 comprend un comparateur 1051, une résistance de détection de tension 1052 et un commutateur de détection de tension 1053.

[0106] La résistance de détection de tension 1052 est connectée entre un point de détection de tension 1054 et le commutateur de détection de tension 1053. La résistance de détection de tension 1052 a une valeur de résistance relativement élevée. Lorsqu'un courant circule entre le point de détection de tension 1054 et le commutateur de détection de tension 1053, une différence de potentiel relativement élevée est générée entre les deux extrémités de la résistance de détection de tension 1052. Le point de détection de tension 1054 est situé entre le premier pilote 1061 et une extrémité de l'enroulement 209 et indique le potentiel à cette extrémité de l'enroulement 209.

[0107] Le commutateur de détection de tension 1053 fonctionne sur la base d'une commande du circuit de commande 103, et commute entre un état (par exemple un état MARCHE) où un courant circule dans la résistance de détection de tension 1052 et un état (par exemple un état à impédance élevée) où aucun courant ne circule.

[0108] Lorsque le commutateur de détection de tension est dans l'état MARCHE, le comparateur 1051 émet, à destination du circuit de détermination décrit plus haut, un signal indiquant si la tension au point de détection de tension 1054 dépasse ou non une tension seuil prédéterminée.

[0109] En d'autres termes, lorsque le rotor 22 oscille (vibre), le circuit de détection de tension 105 (correspondant à ce qui est appelé une unité de détection de tension dans les revendications annexées) détecte une tension induite générée à une des première et deuxième extrémités de l'enroulement 209.

[0110] Sur la base du résultat détecté par le circuit de détection de tension 105 (l'unité de détection de tension), le circuit de détermination 104 (correspondant à ce qui est appelé l'unité de détermination dans les revendications annexées) détermine la charge mécanique reçue par le rotor 22 en raison du contact entre la dent de charge de l'élément d'engrenage à charge avec les dents engrenant avec celui-ci.

[0111] Le circuit de détermination 104 (l'unité de détermination) peut être configuré pour déterminer respectivement une première charge, qui est une charge mécanique reçue par le rotor 22 en raison d'un contact du pignon du deuxième mobile 33 avec la dent de charge du premier mobile 34, et une deuxième charge, qui est une charge mécanique reçue par le rotor 22 en raison d'un contact du pignon du troisième mobile 32 avec la dent de charge du deuxième mobile 33.

(2) constitution d'un circuit de détection de tension selon l'exemple comparatif

[0112] La figure 13 est un schéma montrant un exemple d'une constitution spécifique d'un dispositif de commande de moteur pas à pas 500 selon l'exemple comparatif.

[0113] Un circuit de détection selon l'exemple comparatif comprend un circuit de commande 503, un circuit de détermination 504, un circuit de détection de tension 505 et un circuit de pilotage de moteur 506. Le circuit de commande 503, le circuit de détermination 504 et le circuit de pilotage de moteur 506 ont les mêmes constitutions que le circuit de commande 103, le circuit de détermination 104 et le circuit de pilotage de moteur 106 du présent mode de réalisation, respectivement, et leurs descriptions sont omises.

[0114] Le circuit de détection de tension 505 est différent du circuit de détection de tension 105 du présent mode de réalisation en ce que le circuit de détection de tension 505 est configuré pour détecter des tensions en deux points, qui sont un premier point de détection de tension 5054A et un deuxième point de détection de tension 5054B. Plus précisément, le circuit de détection de tension 505 comprend un premier comparateur 5051A et une première résistance de détection de tension 5052A, et mesure une tension au premier point de détection de tension 5054A. Le circuit de détection de tension 505 comprend un deuxième comparateur 5051B et une deuxième résistance de détection de tension 5052B, et mesure une tension au deuxième point de détection de tension 5054B.

[0115] En d'autres termes, le circuit de détection de tension 505 selon l'exemple comparatif est configuré pour être à même de détecter la tension aux deux extrémités de l'enroulement 209.

Comparaison du circuit de détection de tension selon l'exemple comparatif avec le circuit de détection de tension selon le présent mode de réalisation

[0116] La figure 14 est un diagramme montrant un exemple des instants d'apparition d'une fluctuation de charge au cours du temps selon l'exemple comparatif.

[0117] Dans le cas de la constitution du rouage selon l'exemple comparatif exposé plus haut, le deuxième mobile effectue un tour à chaque fois que le rotor effectue 60 pas. Par conséquent, tous les 60 pas du rotor, la dent de charge du deuxième mobile engrène avec le pignon du troisième mobile pour provoquer une fluctuation de charge. Par exemple, comme le montre la figure 14, lorsque le nombre de pas du rotor est autour de 105 à 110 pas, la première charge est générée, et lorsque le nombre de pas du rotor est de 0 pas, 60 pas, 120 pas ... ou 360 pas, la deuxième charge est générée.

[0118] Comme décrit plus haut, le rotor peut être monté selon le premier sens (c'est-à-dire le montage avant) ou monté selon le deuxième sens (c'est-à-dire selon le montage arrière).

[0119] Lorsque le rotor est monté selon le premier sens, la deuxième charge est toujours détectée seulement dans la polarité 0. Lorsque le rotor est monté selon le deuxième sens, la deuxième charge est toujours détectée seulement dans la polarité 1.

[0120] La figure 15 est un diagramme montrant un exemple de relation entre la manière de monter le rotor et les instants d'apparition de la fluctuation de charge selon l'exemple comparatif.

[0121] La partie [A] sur la figure 15 montre les instants d'apparition au cours du temps de la première charge lorsque le montage du rotor est un montage avant. La partie [B] sur la figure 15 montre les instants d'apparition au cours du temps de la première charge lorsque le montage du rotor est un montage arrière.

[0122] La figure 15 montre les instants d'apparition de la première charge mais, de manière semblable à la première charge, les instants d'apparition de la deuxième charge sont également différents entre le cas où le montage du rotor est un montage avant et le cas où le montage du rotor est un montage arrière.

[0123] En particulier, les polarités des impulsions d'entraînement (c'est-à-dire les sens des courants circulant dans l'enroulement) qui font tourner le rotor, lorsque le montage du rotor est un montage avant, et les polarités des impulsions d'entraînement (c'est-à-dire les sens des courants circulant dans l'enroulement) qui font tourner le rotor, lorsque le montage du rotor est un montage arrière, sont différentes entre elles à la position où la fluctuation de charge due à la dent de charge se produit. En d'autres termes, les polarités des tensions induites dans l'enroulement d'entraînement causées par la fluctuation de charge provoquée par la dent de charge lorsque le montage du rotor est un montage avant et les polarités des tensions induites dans l'enroulement d'entraînement causées par la fluctuation de charge provoquée par la dent de charge lorsque le montage du rotor est un montage arrière, sont différentes entre elles.

[0124] Par conséquent, dans le cas de la constitution du rouage selon l'exemple comparatif, afin de détecter la tension induite due à la fluctuation de charge due à la dent de charge à la fois dans le montage avant et dans le montage arrière, une constitution de circuit à même de détecter deux types de tensions induites avec des polarités inversées est nécessaire. Par conséquent, dans le cas de la configuration du rouage selon l'exemple comparatif, la constitution de circuit est telle que ces deux types de tension sont détectées, respectivement, par le premier comparateur 5051A et par le deuxième comparateur 5051 B décrits plus haut.

[0125] En d'autres termes, dans le cas de la constitution du rouage selon l'exemple comparatif, deux comparateurs sont nécessaires pour chaque enroulement d'entraînement afin de détecter les tensions induites dues à la fluctuation de charge causée par la dent de charge.

[0126] D'un autre côté, dans le cas de la constitution du rouage (rouage des heures 31) selon le présent mode de réalisation, le deuxième mobile effectue un tour à chaque fois que le rotor 202 effectue 45 pas. Par conséquent, tous les 45 pas du rotor 202, la dent de charge du deuxième mobile engrène avec le pignon du troisième mobile pour provoquer une fluctuation de charge. En d'autres termes, dans le cas de la constitution du rouage (le rouage des heures 31) selon le présent mode de réalisation, la fluctuation de charge se produit à chaque fois que le rotor a tourné d'un nombre de pas qui est un nombre impair.

[0127] Par conséquent, que le montage du rotor soit un montage avant ou qu'il soit un montage arrière, la polarité de la tension induite dans l'enroulement d'entraînement en raison de la fluctuation de charge causée par la dent de charge change à chaque fois que la fluctuation de charge a lieu.

[0128] Par conséquent, dans le cas de constitution du rouage (le rouage des heures 31) selon le présent mode de réalisation, la fluctuation de charge due à la dent de charge se produit tous les 90 pas au premier point de détection de tension 5054A, que l'assemblage du rotor soit un assemblage avant ou qu'il soit un assemblage arrière. Par conséquent, la tension induite peut être détectée au moyen de seulement un comparateur qui détecte la tension induite de l'une ou l'autre polarité.

[0129] En d'autres termes, afin de détecter les (certaines des) tensions induites dues à la fluctuation de charge causée par la dent de charge, il est suffisant de prévoir un seul comparateur (par exemple, le comparateur 1051) pour chaque enroulement d'entraînement dans le cas de la constitution du rouage (le rouage des heures 31) selon le présent mode de réalisation.

[0130] Comme décrit plus haut, le dispositif de commande de moteur pas à pas 100 du présent mode de réalisation peut comprendre un seul comparateur pour chaque enroulement d'entraînement. En d'autres termes, selon le dispositif de commande de moteur pas à pas 100 selon le présent mode de réalisation, le nombre de comparateurs pour détecter la tension induite peut être diminué de un pour chaque enroulement d'entraînement, comparé à l'exemple comparatif.

[0131] Par conséquent, selon le dispositif de commande de moteur pas à pas 100 selon le présent mode de réalisation, la constitution du circuit de détection de tension peut être simplifiée.

[0132] Selon le dispositif de commande de moteur pas à pas 100 selon le présent mode de réalisation, le nombre de comparateurs pour détecter la tension induite peut être diminuée de un pour chaque enroulement d'entraînement et, de la sorte, lorsque plusieurs moteurs pas à pas sont prévus dans un mouvement, la constitution du circuit de détection de tension 105 peut encore plus être simplifiée.

Variante (moteur à deux enroulements)

[0133] Dans le dispositif de commande de moteur pas à pas 100 selon le présent mode de réalisation décrit plus haut, on a décrit le cas où le premier moteur 20A et le deuxième moteur 20B sont tous deux des moteurs dans lesquels un seul enroulement est prévu pour un rotor 22. Toutefois, l'invention n'est pas limitée à cela.

[0134] En particulier, le nombre de pas du rotor 22 pour un tour de l'élément d'engrenage à charge peut être un nombre impair comme décrit plus haut, et le premier moteur 20A et le deuxième moteur 20B peuvent tous deux être des moteurs à deux enroulements, comprenant deux enroulements pour un rotor 22.

[0135] En d'autres termes, les moteurs pas à pas (le premier moteur 20A et le deuxième moteur 20B) de la présente variante comprennent une pluralité d'enroulements 209. Le circuit de pilotage de moteur 106 (l'unité de pilotage) de la présente variante comprend un jeu d'un premier pilote (correspondant à ce qui est appelé le premier circuit pilote dans les revendications annexées) et d'un deuxième pilote (correspondant à ce qui est appelé un deuxième circuit pilote dans les revendications annexées) pour chacun des enroulements.

[0136] Comme décrit plus haut, dans le cas d'un moteur à un enroulement, l'angle de montage du moteur détermine si la tension induite générée du fait d'une fluctuation de charge du fait de la dent de charge 62 est générée à la première extrémité de l'enroulement ou bien à la deuxième extrémité de l'enroulement. En d'autres termes, dans le cas d'un moteur à un enroulement, il y a deux bornes où la tension induite peut être générée. Par conséquent, dans le cas de l'exemple comparatif dans lequel le nombre de pas du rotor 22 pour un tour de l'élément d'engrenage à charge est un nombre pair, deux comparateurs sont nécessaires pour détecter la tension induite dans le moteur à un enroulement.

[0137] Ici, dans le cas à deux enroulements, un angle de montage du rotor détermine si la tension induite générée du fait de la fluctuation causée par la dent de charge est générée à la première extrémité du premier enroulement, à la deuxième extrémité du premier enroulement, à la première extrémité du deuxième enroulement ou à la deuxième extrémité du deuxième enroulement. En d'autres termes, dans le cas du moteur à deux enroulements, il y a quatre bornes où la tension induite peut être générée. Par conséquent, dans le cas du moteur à deux enroulements selon l'exemple comparatif, quatre comparateurs sont nécessaires pour la détection de tension induite, comme suit.

[0138] La figure 16 est un diagramme montrant un exemple de la constitution spécifique d'un dispositif de commande de moteur pas à pas dans le cas d'un moteur à deux enroulements selon l'exemple comparatif. Dans le cas du moteur à deux enroulements, le dispositif de commande de moteur pas à pas 500a selon l'exemple comparatif comprend un circuit de détection de tension 505a et un circuit de pilotage de moteur 506.

[0139] Le circuit de pilotage de moteur 506 selon la présente variante comprend quatre (ou deux jeux de) pilotes 5062a qui pilotent deux enroulements qui sont un enroulement 209A et un enroulement 209B.

[0140] Le circuit de détection de tension 505a est agencé pour détecter des tensions en quatre points, qui sont le premier point de détection de tension 5054A, le deuxième point de détection de tension 5054B, le troisième point de détection de tension 5054C et le quatrième point de détection de tension 5054D. Plus précisément, le circuit de détection de tension 505a comprend le premier comparateur 5051A et la première résistance de détection de tension 5052A, et mesure la tension au premier point de détection de tension 5054A. Le circuit de détection de tension 505a comprend le deuxième comparateur 5051 B et la première résistance de détection de tension 5052B, et mesure la tension au deuxième point de détection de tension 5054B. Le circuit de détection de tension 505a comprend un troisième comparateur 5051C et une troisième résistance de détection de tension 5052C, et mesure la tension au troisième point de détection de tension 5054C. Le circuit de détection de tension 505a comprend un quatrième comparateur 5051D et une quatrième résistance de détection de tension 5052D, et mesure la tension au quatrième point de détection de tension 5054D.

[0141] Le circuit de détection de tension 505a selon l'exemple comparatif est agencé pour être à même de détecter (mesurer) des tensions aux deux extrémités de l'enroulement 209A et aux deux extrémités de l'enroulement 209B.

[0142] En d'autres termes, le circuit de détection 505a selon l'exemple comparatif comprend quatre comparateurs.

[0143] Lorsque la charge est détectée dans une rotation dans le sens normal, le comparateur 5051A détecte la tension induite générée au point de détection de tension 5054A après que l'impulsion de basculement a été émise depuis le pilote 5062a. Le comparateur 5051B détecte la tension induite générée au point de détection de tension 5054B après que l'impulsion de basculement a été émise par le pilote 5061a. Lorsque la charge est détectée dans une rotation dans le sens inverse, le comparateur 5051D détecte la tension induite générée au point de détection de tension 5054D après que l'impulsion de basculement a été émise depuis un pilote 5061b. Le comparateur 5051C détecte la tension induite générée au point de détection de tension 5054C après que l'impulsion de basculement a été émise par un pilote 5062b.

[0144] L'impulsion d'entraînement en rotation dans le sens normal, après que l'impulsion de basculement a été émise depuis le pilote 5062a, est émise depuis le pilote 5062a puis depuis le pilote 5062b, dans cet ordre. L'impulsion d'entraînement en rotation dans le sens normal, après que l'impulsion de basculement a été émise depuis le pilote 5061a, est émise depuis le pilote 5061a puis depuis le pilote 5061b, dans cet ordre.

[0145] D'un autre côté, lorsque le nombre de pas du rotor 22 pour un tour de l'élément d'engrenage à charge du deuxième mobile est choisi parmi les nombres impairs, le nombre de comparateurs peut être divisé par deux comme dans le dispositif de commande de moteur pas à pas 100 décrit plus haut. Par conséquent, selon le dispositif de commande de moteur pas à pas 100, dans le cas du moteur à deux enroulements, deux comparateurs peuvent être prévus pour détecter les tensions induites, et le nombre des comparateurs peut être divisé par deux, comparé à l'exemple comparatif.

[0146] La figure 10 est un schéma montrant un exemple d'une constitution spécifique d'un dispositif de commande de moteur pas à pas selon une variante. Le dispositif de commande de moteur pas à pas 100a selon la présente variante comprend un circuit de détection de tension 105a.

[0147] Le circuit de détection de tension 105a est agencé pour détecter (mesurer) la tension en deux points, qui sont le premier point de détection de tension 5054A et le deuxième point de détection de tension 5054B. Plus précisément, le

circuit de détection de tension 105a comprend un premier comparateur 1051A et une première résistance de détection de tension 1052A, et détecte (mesure) une tension au premier point de détection de tension 1054A. Le circuit de détection de tension 105a comprend un deuxième comparateur 1051B et une deuxième résistance de détection de tension 1052B, et détecte (mesure) une tension au deuxième point de détection de tension 1054B.

[0148] En d'autres termes, le circuit de détection de tension 105a est à même de détecter (mesurer) les tensions aux deux extrémités de l'enroulement 209A et les tensions aux deux extrémités de l'enroulement 209B, au moyen de deux comparateurs.

[0149] Selon le dispositif de commande de moteur pas à pas 100 agencé de cette manière, la constitution du circuit de détection de tension 105 peut être encore plus simplifié.

[0150] Dans le cas du moteur à deux enroulements, la tension induite générée en raison de la fluctuation de charge du fait de la dent de charge 62 peut être détectée seulement lorsque le rotor tourne dans le sens normal (ou seulement lorsque le rotor tourne dans le sens inverse). Avec une telle constitution, même dans le cas du moteur à deux enroulements, s'il y a un seul comparateur pour détecter (mesurer) la tension induite, la tension induite générée en raison de la fluctuation de charge du fait de la dent de charge 62 peut être détectée (mesurée).

[0151] Selon le dispositif de commande de moteur pas à pas 100 agencé de cette manière, la constitution du circuit de détection de tension 105 peut être encore plus simplifiée.

Deuxième mode de réalisation

[0152] On va décrire un deuxième mode de réalisation. Ses agencements et ses fonctions qui sont les mêmes que dans le premier mode de réalisation ne seront pas décrites.

[0153] La figure 11 est un schéma montrant un exemple d'une constitution fonctionnelle d'une pièce d'horlogerie selon un deuxième mode de réalisation. Une pièce d'horlogerie 1 selon le présent mode de réalisation comprend une unité d'entraînement d'aiguille 110A et un dispositif de commande de moteur pas à pas 100A. Le dispositif de commande de moteur pas à pas 100A est différent du dispositif de commande pas à pas 100 en ce que le dispositif de commande pas à pas 100A comprend une unité de stockage 108 (mémoire) en plus des unités (composants) fonctionnels du dispositif de commande pas à pas 100 décrit plus haut.

[0154] Le dispositif de commande de moteur pas à pas 100A selon le présent mode de réalisation comporte une fonction d'interpolation pour un résultat de détection de charge.

[0155] Sur la base de la commande du circuit de commande 103, l'unité de stockage 108 stocke (enregistre) les résultats de détection des tensions induites détectées (mesurées) par le circuit de détection de tension 105, en relation avec le nombre de pas du rotor 22, c'est-à-dire avec le nombre correspondant de pas du rotor 22.

Fonction d'interpolation pour les résultats de détection de charge

[0156] La figure 12 est un diagramme montrant un exemple du résultat de détection de charge selon le présent mode de réalisation. A titre d'exemple, la description va être faite pour le cas du rouage des heures 31 décrit plus haut.

[0157] Dans le rouage des heures 31, le deuxième mobile 33 et le troisième mobile 32 ont chacun une dent de charge. Dans la description qui suit, la fluctuation de charge en raison de la dent de charge du troisième mobile 32 est aussi appelé la première charge, et la fluctuation de charge en raison de la dent de charge du deuxième mobile 33 est également appelée la deuxième charge.

[0158] Le rouage des heures 31 a un rapport d'engrenage ou rapport de réduction décrit dans le premier mode de réalisation. Dans le cas du rouage des heures 31 ayant le rapport d'engrenage ou rapport de réduction décrit précédemment, lorsque le rotor 22 tourne de 360 pas, le premier mobile 34 effectue un tour. Lorsque le rotor 22 tourne de 45 pas, le deuxième mobile 33 effectue un tour.

[0159] Comme décrit plus haut, dans le deuxième mobile 33, l'une des dents de la deuxième roue dentée 33a est une dent de charge. Dans le premier mobile 34, l'une des dents de la première roue dentée 34a est une dent de charge. Par conséquent, la première charge est générée une fois à chaque tour du premier mobile 34. La deuxième charge est générée une fois à chaque tour du deuxième mobile 33.

[0160] Dans le cas du rouage des heures 31 ayant le rapport de réduction (rapport d'engrenage) décrit plus haut, le premier mobile 34 a une vitesse angulaire de rotation plus petite que le deuxième mobile 33. Par conséquent, la fenêtre (étendue) temporelle (durée) de la première charge générée en raison du premier mobile 34 est plus grande que la fenêtre (étendue) temporelle (durée) de la deuxième charge générée en raison du deuxième mobile 33.

[0161] Par conséquent, le circuit de commande 103 peut déterminer si une charge est une première charge ou une deuxième charge sur la base de la différence entre les fenêtres temporelles des fluctuations de charge. Le circuit de commande 103 peut déterminer la position angulaire de l'aiguille (par exemple de l'aiguille des heures 6) en combinant l'instant de génération de la première charge et l'instant de génération de la deuxième charge.

[0162] Ici, si la tension induite générée en raison de la dent de charge du deuxième mobile 33 est inférieure à la tension seuil de détermination du circuit de détection de tension 105 ou analogue, lorsque le circuit de détection de tension 105 ne peut pas détecter la fluctuation de charge, le circuit de commande peut être capable de connaître la position angulaire de l'aiguille (par exemple de l'aiguille des heures 6).

[0163] Le circuit de commande 103 du présent mode de réalisation enregistre, dans l'unité de stockage 108, l'instant de génération de la deuxième charge détectée par le circuit de détection de tension 105, avec le nombre correspondant de pas du rotor 22.

[0164] Comme décrit plus haut, la deuxième charge est générée à chaque fois que le deuxième mobile effectue un tour. En d'autres termes, comme le montre la figure 12, la deuxième charge est générée une fois tous les 90 pas du rotor 22.

[0165] Dans cet exemple, la deuxième charge générée lorsque le nombre de pas du rotor 22 est de 45, de 225 et de 315 peut être détectée, et la deuxième charge générée lorsque le nombre de pas du rotor 22 est de 135 ne peut pas être détectée.

[0166] Lorsque la génération de la deuxième charge est détectée lorsque le nombre de pas du rotor 22 est de 45, le circuit de commande 103 enregistre, dans l'unité de stockage 108, le résultat de détection de la deuxième charge avec le nombre 45 comme nombre de pas correspondant du rotor 22.

[0167] Ensuite, en réponse à la détection de la génération de la première charge lorsque le nombre de pas du rotor 22 est autour de 107 à 111, une position où la deuxième charge au 45^{ème} pas du rotor 22 est générée est choisie comme une position de référence de l'aiguille, et le nombre de pas de la position actuelle d'aiguille est calculée à partir de la position de référence et enregistrée dans l'unité de stockage 108.

[0168] D'un autre côté, lorsque la génération de la deuxième charge n'est pas détectée au 135^{ème} pas du rotor 22, le circuit de commande 103 n'enregistre pas le résultat de détection dans l'unité de stockage 108.

[0169] En réponse à la détection de la génération de la deuxième charge lorsque le nombre de pas du rotor 22 est de 225, le circuit de commande enregistre, dans l'unité de stockage 108, le résultat de la détection de la deuxième charge avec le nombre 225 comme nombre de pas correspondant du rotor 22. En outre, lorsque le nombre de pas du rotor 22 est de 135, bien que la tension induite de la deuxième charge est en dessous du seuil pour une certaine raison, le résultat de détection est interpolé en faisant l'hypothèse que la deuxième charge a été générée, et il est décidé qu'il n'y a pas de décalage d'aiguille. Si le nombre de pas du rotor 22 est différent de 225, par exemple égal à 226 ou à 224, la génération de la deuxième charge est détectée, et il est décidé que la position d'aiguille a été décalée du fait d'un impact à un instant quelconque à un nombre de pas plus grand que 45 pas, et le nombre de pas est corrigé de la position de référence à la position d'aiguille actuelle.

[0170] En d'autres termes, le circuit de détermination 104 (l'unité de détermination) du présent mode de réalisation détermine l'instant auquel la tension induite devrait être détectée, en interpolant les résultats de détection par le circuit de détection de tension (l'unité de détection de tension) sur la base d'un cycle de détection de tensions induites détectées antérieurement (dans le passé).

[0171] Par conséquent, selon le dispositif de commande de moteur pas à pas 100A, le circuit de commande 103 peut connaître la position angulaire de l'aiguille (par exemple de l'aiguille des heures 6) même si la génération de la deuxième charge ne peut pas être détectée temporairement.

[0172] Selon le dispositif de commande de moteur pas à pas 100A agencé de cette manière, il est inutile de détecter la génération de la deuxième charge au moyen d'une constitution compliquée de circuit, et la constitution du circuit de détection de la position d'aiguille peut être simplifiée.

[0173] Dans le présent mode de réalisation, le circuit de commande 103 est décrit comme réalisant une opération d'interpolation sur les résultats de détection de charges, mais l'invention n'est pas limitée à cela. Par exemple, le circuit de détermination 104 peut être conçu pour réaliser une opération d'interpolation sur les résultats de détection de charges.

[0174] Dans le présent mode de réalisation, le rouage (le rouage de heures 31) piloté par le dispositif de commande de moteur pas à pas 100A a le rapport de réduction (rapport d'engrenage) décrit dans le premier mode de réalisation, mais l'invention n'est pas limitée à cela.

[0175] Par exemple, le rouage entraîné par le dispositif de commande de moteur pas à pas 100A peut avoir le rapport de réduction (rapport d'engrenage) mentionné comme étant celui dans l'exemple comparatif pour le premier mode de réalisation décrit plus haut.

[0176] Dans le présent mode de réalisation, le premier mobile 34, le deuxième mobile 33 et le troisième mobile 32 sont décrits, à titre d'exemple, comme étant un mobile de centre, un mobile de moyenne et un mobile des secondes, respectivement, mais d'autres constitutions du rouage peuvent être employés. Par exemple, lorsque le rouage est agencé pour comprendre un quatrième mobile, le mobile des secondes, le mobile de moyenne et le mobile de centre dans cet ordre à partir du rotor, avec l'aiguille des secondes et l'aiguille des minutes reliées, le mobile de centre peut comprendre la première charge (première dent de charge) et le mobile des secondes peut comprendre la deuxième charge (deuxième dent de charge). Lorsque le rouage est constitué de manière à comprendre un mobile intermédiaire A, un mobile intermédiaire

B et le mobile de centre (le mobile des heures lorsqu'il y a un mobile des heures) dans cet ordre depuis le rotor, avec une aiguille des minutes indépendante de l'aiguille des heures, le mobile de centre (le mobile des heures) peut comprendre la première charge (la première dent de charge) et le mobile intermédiaire B peut comprendre la deuxième charge (la deuxième dent de charge).

[0177] Le circuit de commande 103 peut recevoir à l'avance un cycle de détection de la deuxième charge, ou il peut être agencé pour obtenir le cycle de détection d'un historique des résultats de détection de la deuxième charge dans le passé.

[0178] Toutes les fonctions de la pièce d'horlogerie 1 ou une partie de ces fonctions sont enregistrés sous forme d'un programme sur un support d'enregistrement lisible par ordinateur, et le programme peut être exécuté par un système à ordinateur. Le système à ordinateur peut comprendre un hardware tels qu'un système d'exploitation et des périphériques. Le support d'enregistrement lisible par ordinateur est, par exemple, un support portatif tels qu'un disque flexible, un disque magnéto-optique, une mémoire morte (désigné par l'acronyme ROM en anglais pour read only memory) ou un CD-ROM, un dispositif de stockage tels qu'un disque dur intégré à un ordinateur ou une mémoire volatile (random access memory: RAM) prévue dans un serveur ou analogue au sein d'un réseau tel que l'Internet. Une mémoire volatile est un exemple de support d'enregistrement qui stocke un programme pour une certaine durée.

[0179] Le programme mentionné plus haut peut être transmis à un autre système à ordinateur par un moyen de transmission ou une ligne de communication tels qu'un réseau tel que l'Internet ou une ligne téléphonique.

[0180] Le programme mentionné plus haut peut être un programme qui met en oeuvre toutes les fonctions mentionnées précédemment ou une partie d'entre elles. Le programme qui met en oeuvre toutes les fonctions mentionnées précédemment ou une partie d'entre elles peut être un programme qui peut mettre en oeuvre les fonctions mentionnées plus haut en combinaison avec un programme pré-enregistré dans le système à ordinateur, c'est-à-dire un programme de différence.

[0181] Bien que l'on a décrit les modes de réalisation des inventions en se référant aux dessins, la constitution spécifique n'est pas limitée aux modes de réalisation décrits plus haut, et une modification de conception ou analogue est inclus sans sortir du cadre de l'invention.

Revendications

1. Dispositif de commande de moteur pas à pas, comprenant :
une unité de pilotage (106) qui est un circuit agencé pour piloter un moteur pas à pas comprenant un rotor agencé pour faire tourner une aiguille et un enroulement agencé pour générer un flux magnétique pour faire tourner le rotor, et qui comprend un premier circuit pilote agencé pour fournir un premier courant s'écoulant depuis une première extrémité de l'enroulement vers une deuxième extrémité de l'enroulement et un deuxième circuit pilote agencé pour fournir un deuxième courant s'écoulant depuis la deuxième extrémité vers la première extrémité ;
une unité de commande (103) agencée pour émettre, à destination de l'unité de pilotage, une impulsion d'entraînement pour faire tourner le rotor pas à pas à chaque demi-tour et une impulsion de basculement pour faire basculer le rotor ;
un rouage agencé pour transmettre une force d'entraînement en rotation du rotor à l'aiguille et comprenant un élément d'engrenage à charge (33a) qui a une dent de charge (62) dont la charge de mise en rotation est différente de celle d'une autre dent, le rouage étant tel que le rotor effectue un nombre de pas en rotation impair lorsque l'élément d'engrenage à charge effectue un tour ;
une unité de détection de tension (105) agencée pour détecter une tension induite générée à l'une des première et deuxième extrémités de l'enroulement lorsque le rotor vibre ; et
une unité de détermination (104) agencée pour, sur la base d'un résultat de détection par l'unité de détection de tension, déterminer une charge mécanique reçue par le rotor en raison d'un contact de la dent de charge de l'élément d'engrenage à charge avec une dent en engrenement avec l'élément d'engrenage à charge.
2. Dispositif de commande de moteur pas à pas selon la revendication 1, dans lequel
le rouage comprend une première roue (34) qui tourne à une vitesse angulaire égalant la vitesse angulaire de l'aiguille, une deuxième roue (33) qui comprend un pignon (33b) engrenant avec une roue dentée (34a) de la première roue (34) et qui comprend l'élément d'engrenage à charge (33a), ainsi qu'une troisième roue (32) qui a un pignon (32b) engrenant avec l'élément d'engrenage à charge (33a) de la deuxième roue et qui a une roue dentée (32a) engrenant avec le rotor.
3. Dispositif de commande de moteur pas à pas selon la revendication 2, dans lequel
le rotor effectue un nombre impair de pas en rotation lorsque la deuxième roue effectue un tour.
4. Dispositif de commande de moteur pas à pas selon la revendication 2, dans lequel
le nombre de dents de la deuxième roue est un nombre impair.
5. Dispositif de commande de moteur pas à pas selon la revendication 2, dans lequel
la roue dentée de la première roue a une dent de charge dont la charge de mise en rotation est différente de celle de l'autre dent, et
l'unité de détermination détermine respectivement une première charge qui est une charge mécanique reçue par le rotor en raison d'un contact du pignon de la deuxième roue avec la dent de charge de la première roue, et une

deuxième charge qui est une charge mécanique reçue par le rotor en raison d'un contact du pignon de la troisième roue avec la dent de charge de la deuxième roue.

6. Dispositif de commande de moteur pas à pas selon la revendication 1, dans lequel le moteur pas à pas comprend plusieurs enroulements, et l'unité de pilotage comprend un jeu des premier et deuxième circuits pilotes pour chacun des enroulements.
7. Dispositif de commande de moteur pas à pas selon la revendication 1, dans lequel en interpolant les résultats de détection par l'unité de détection de tension sur la base d'un cycle de détection de la tension induite détecté dans le passé, l'unité de détermination détermine un instant auquel la tension induite devrait être détectée.
8. Dispositif de commande de moteur pas à pas, comprenant :
une unité de pilotage (106) comprenant un circuit agencé pour piloter un moteur pas à pas comprenant un rotor agencé pour faire tourner une aiguille et un enroulement agencé pour générer un flux magnétique pour faire tourner le rotor ;
une unité de commande (103) agencée pour émettre, à destination de l'unité de pilotage, une impulsion d'entraînement pour faire tourner le rotor et une impulsion de basculement pour faire basculer le rotor ;
un rouage agencé pour transmettre une force d'entraînement en rotation du rotor à l'aiguille et comprenant un élément d'engrenage à charge qui a une dent de charge dont la charge de mise en rotation est différente de celle d'une autre dent ;
une unité de détection de tension (105) agencée pour détecter une tension induite générée dans l'enroulement lorsque le rotor vibre ; et
une unité de détermination (104) agencée pour, sur la base d'un résultat de détection par l'unité de détection de tension, déterminer une charge mécanique reçue par le rotor en raison d'un contact de la dent de charge de l'élément d'engrenage à charge avec une dent d'un autre élément d'engrenage en engrènement avec l'élément d'engrenage à charge, et pour, en interpolant les résultats de détection par l'unité de détection de tension sur la base d'un cycle de détection de la charge mécanique détecté dans le passé, déterminer un instant auquel la charge mécanique devrait être détectée.
9. Mouvement, comprenant :
un dispositif de commande de moteur pas à pas selon la revendication 1 ou la revendication 8, et le moteur pas à pas.
10. Pièce d'horlogerie, comprenant :
un mouvement selon la revendication 9.
11. Procédé de commande de moteur pas à pas, comprenant :
émettre, à destination d'une unité de pilotage, une impulsion d'entraînement pour faire tourner un rotor pas à pas à chaque demi-tour et une impulsion de basculement pour faire basculer le rotor, l'unité de pilotage (106) étant un circuit agencé pour piloter un moteur pas à pas comprenant le rotor agencé pour faire tourner une aiguille et un enroulement agencé pour générer un flux magnétique pour faire tourner le rotor, l'unité de pilotage comprenant un premier circuit pilote agencé pour fournir un premier courant s'écoulant depuis une première extrémité de l'enroulement vers une deuxième extrémité de l'enroulement et un deuxième circuit pilote agencé pour fournir un deuxième courant s'écoulant depuis la deuxième extrémité vers la première extrémité ;
détecter une tension induite générée à la première extrémité de l'enroulement parmi les tensions induites générées dans l'enroulement lorsque le rotor vibre ; et
déterminer, sur la base du résultat de détection de la tension induite, une charge mécanique reçue par le rotor en raison d'un contact d'une dent de charge d'un élément d'engrenage à charge, parmi des éléments d'engrenages formant un rouage agencé pour transmettre une force d'entraînement en rotation du rotor à l'aiguille, avec une dent d'un autre des éléments d'engrenage qui engrène avec l'élément d'engrenage à charge, la dent de charge ayant une charge de mise en rotation différente de celle d'une autre dent, le rotor effectuant un nombre impair de pas en rotation lorsque l'élément d'engrenage à charge effectue un tour.
12. Procédé de commande de moteur pas à pas, comprenant :
émettre, à destination d'une unité de pilotage (106), une impulsion d'entraînement pour faire tourner un rotor et une impulsion de basculement pour faire basculer le rotor, l'unité de pilotage comprenant un circuit agencé pour piloter un moteur pas à pas comprenant le rotor agencé pour faire tourner une aiguille et un enroulement agencé pour générer un flux magnétique pour faire tourner le rotor ;
détecter une tension induite générée dans l'enroulement lorsque le rotor vibre ;
déterminer, sur la base du résultat de détection de la tension induite, une charge mécanique reçue par le rotor en raison d'un contact d'une dent de charge d'un élément d'engrenage à charge avec une dent d'un autre élément d'engrenage engrenant avec l'élément d'engrenage à charge ; et
en interpolant les résultats de détection des tensions induites sur la base d'un cycle de détection de la charge mécanique détecté dans le passé, déterminer un instant auquel la charge mécanique devrait être détectée.

FIG. 1

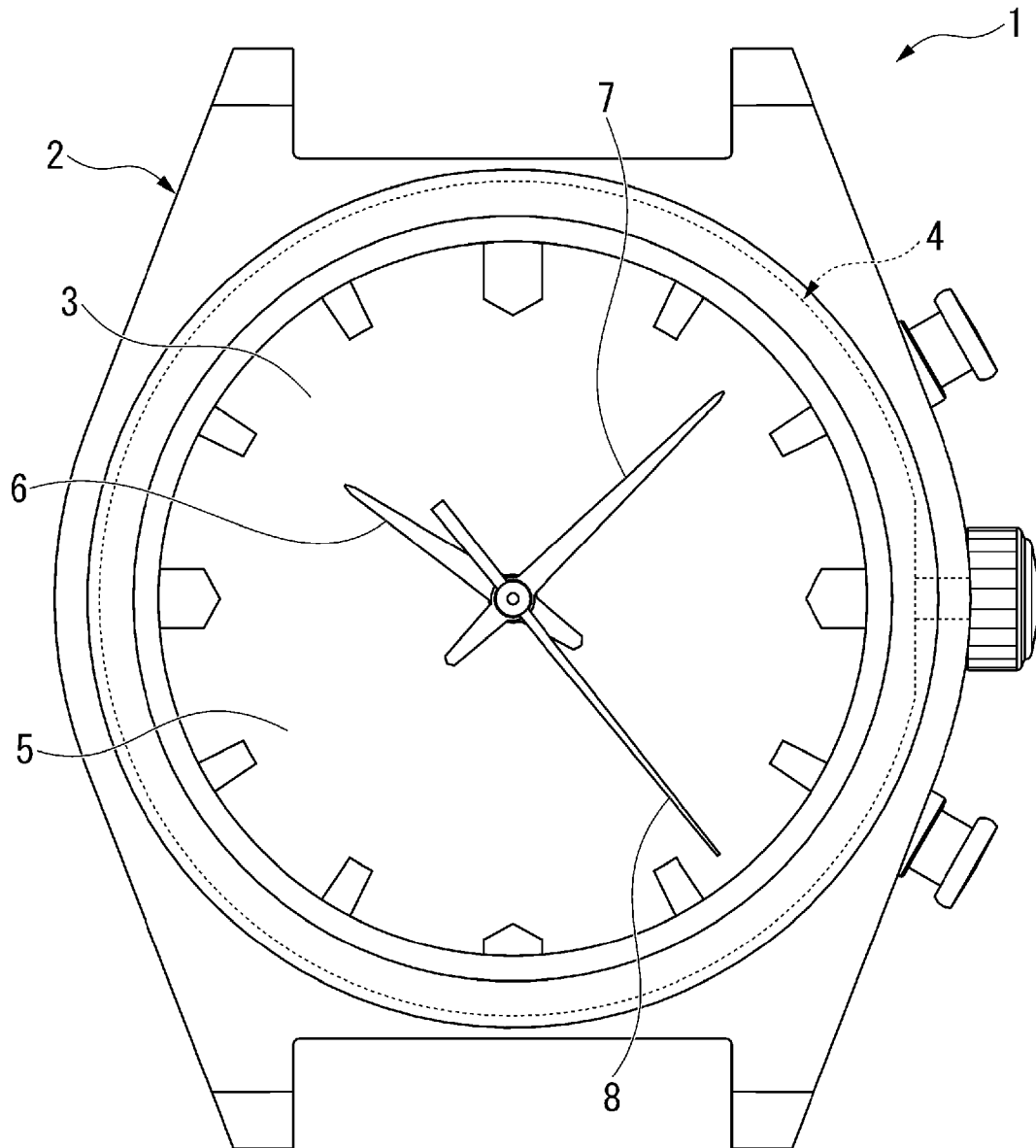


FIG. 2

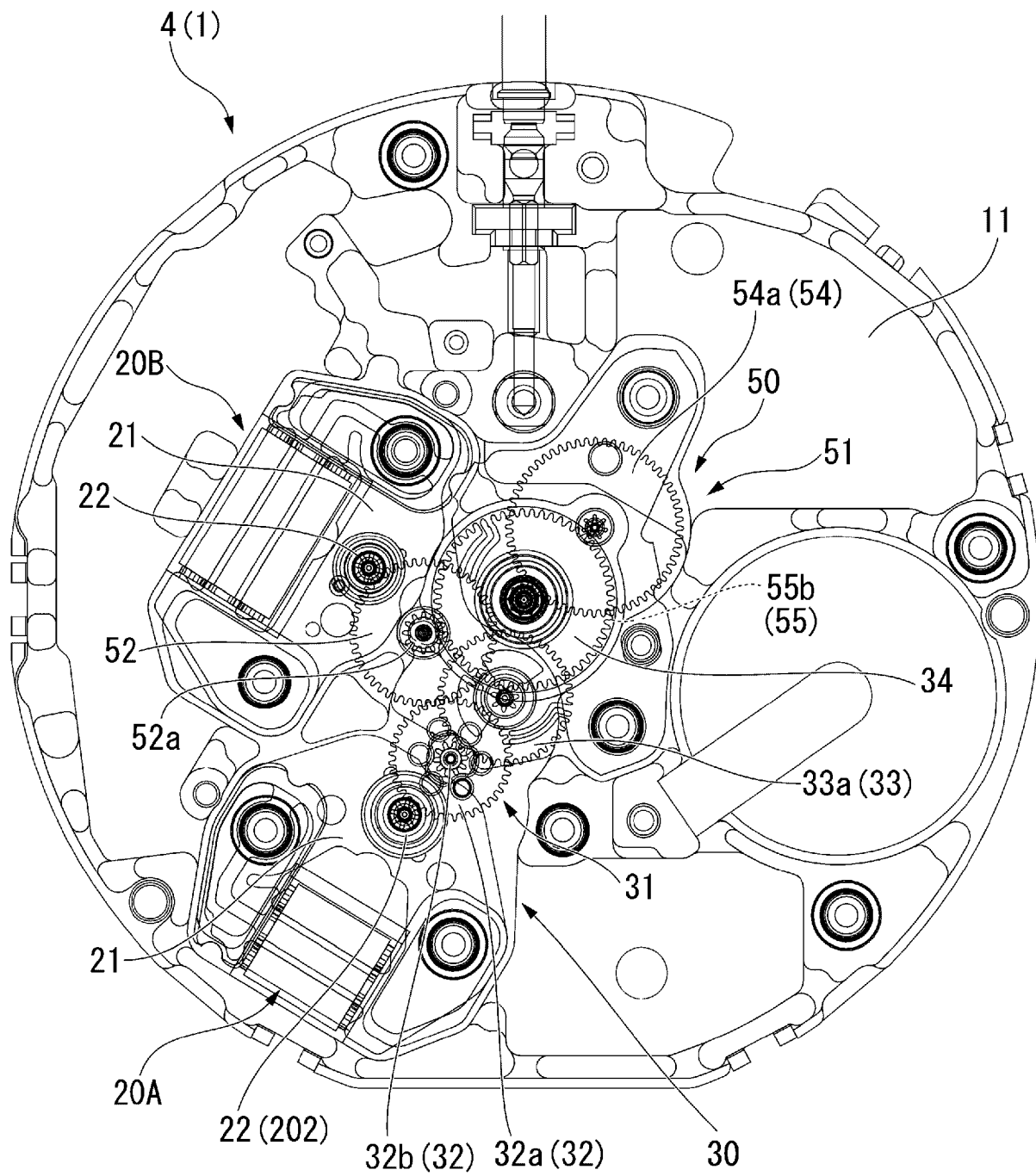


FIG. 3

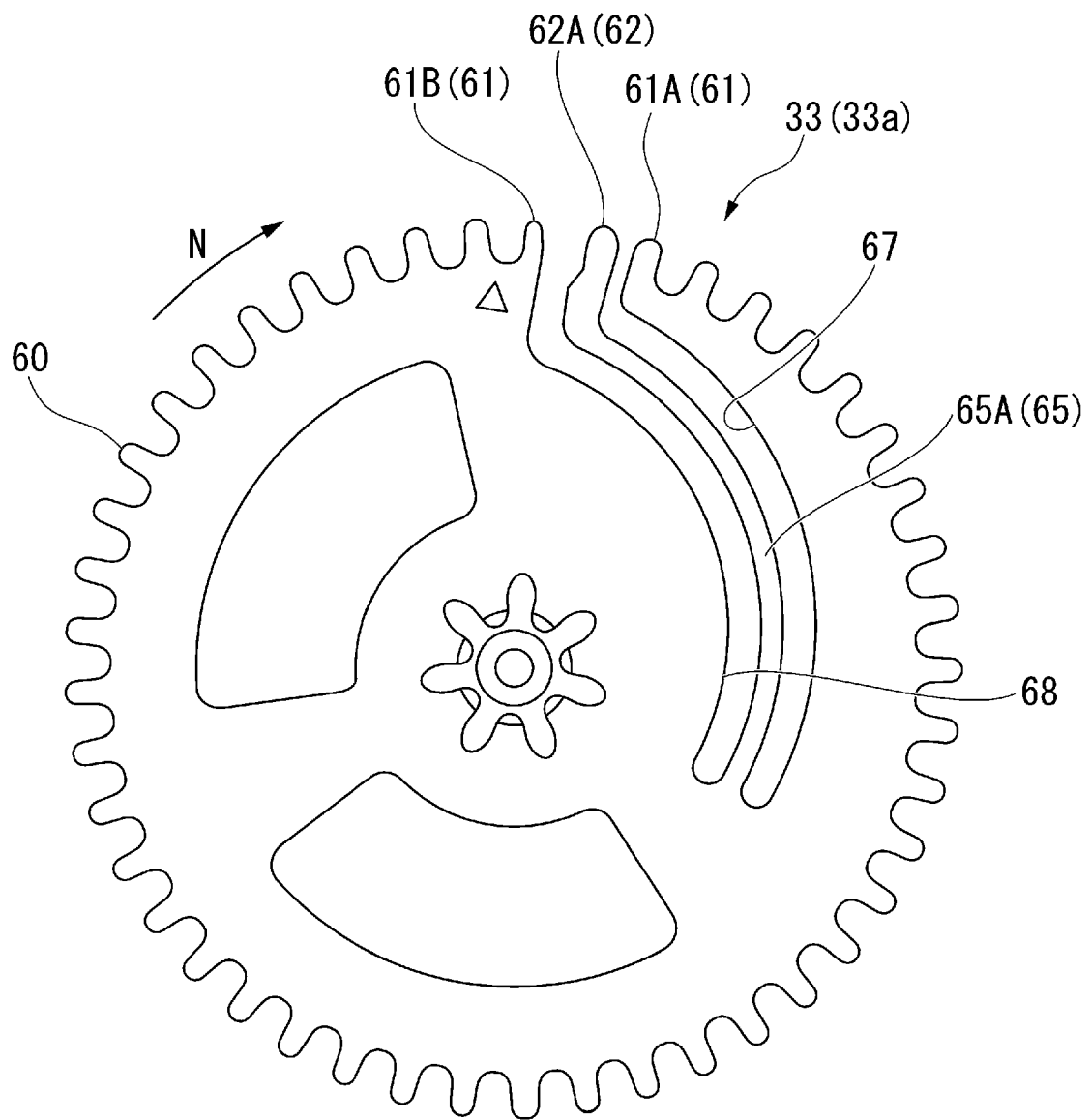


FIG. 4

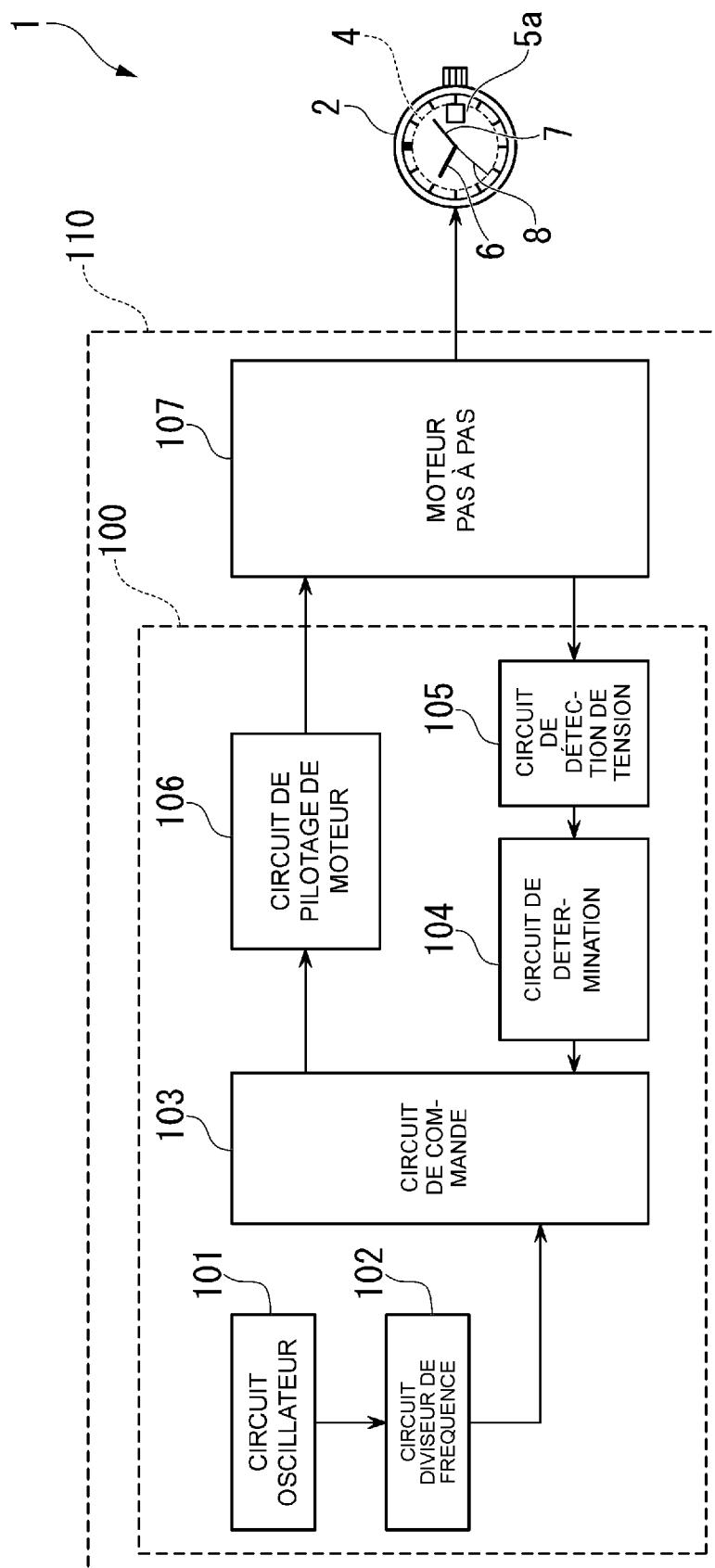


FIG. 5

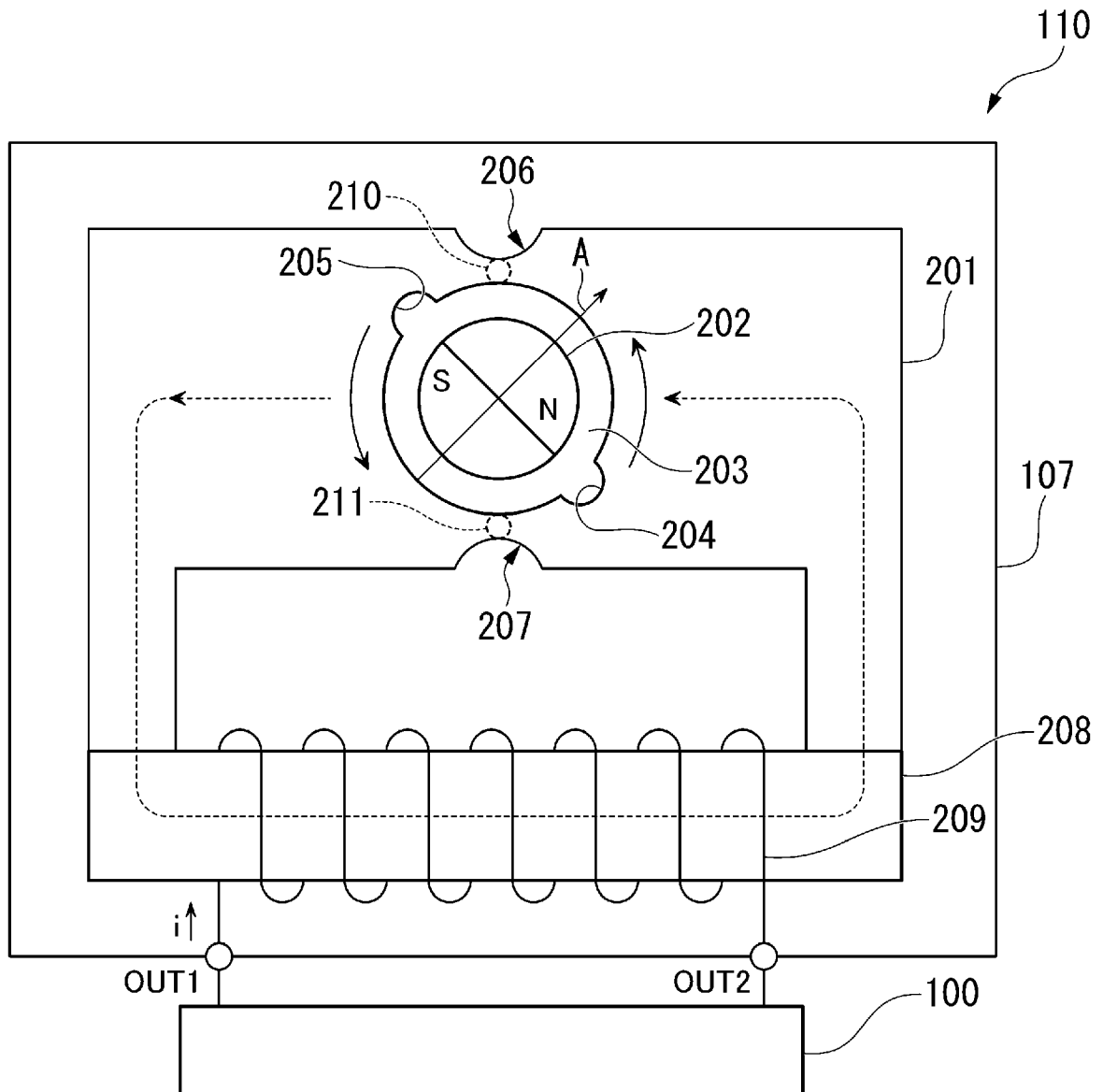


FIG. 6A

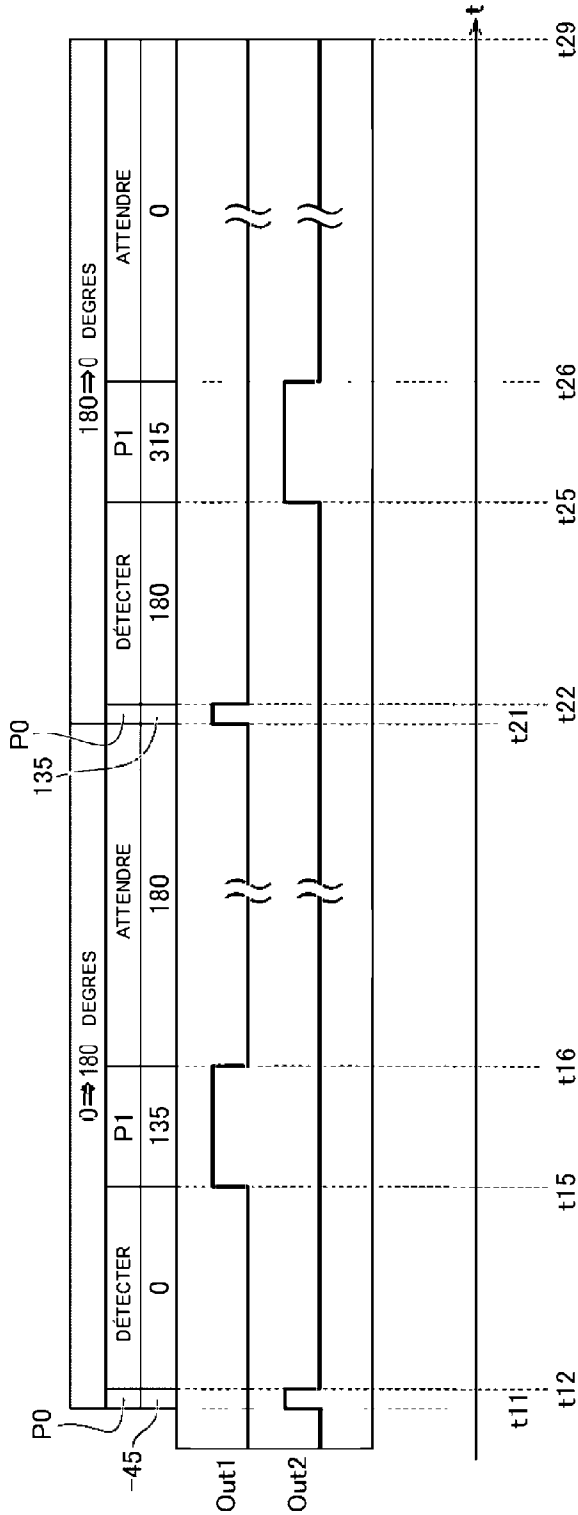


FIG. 6B

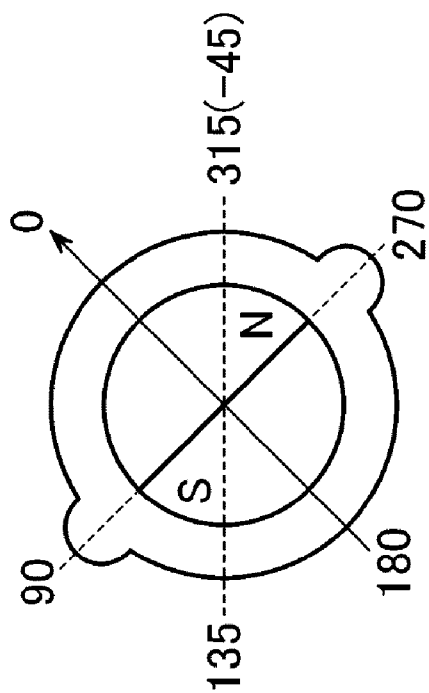


FIG. 7

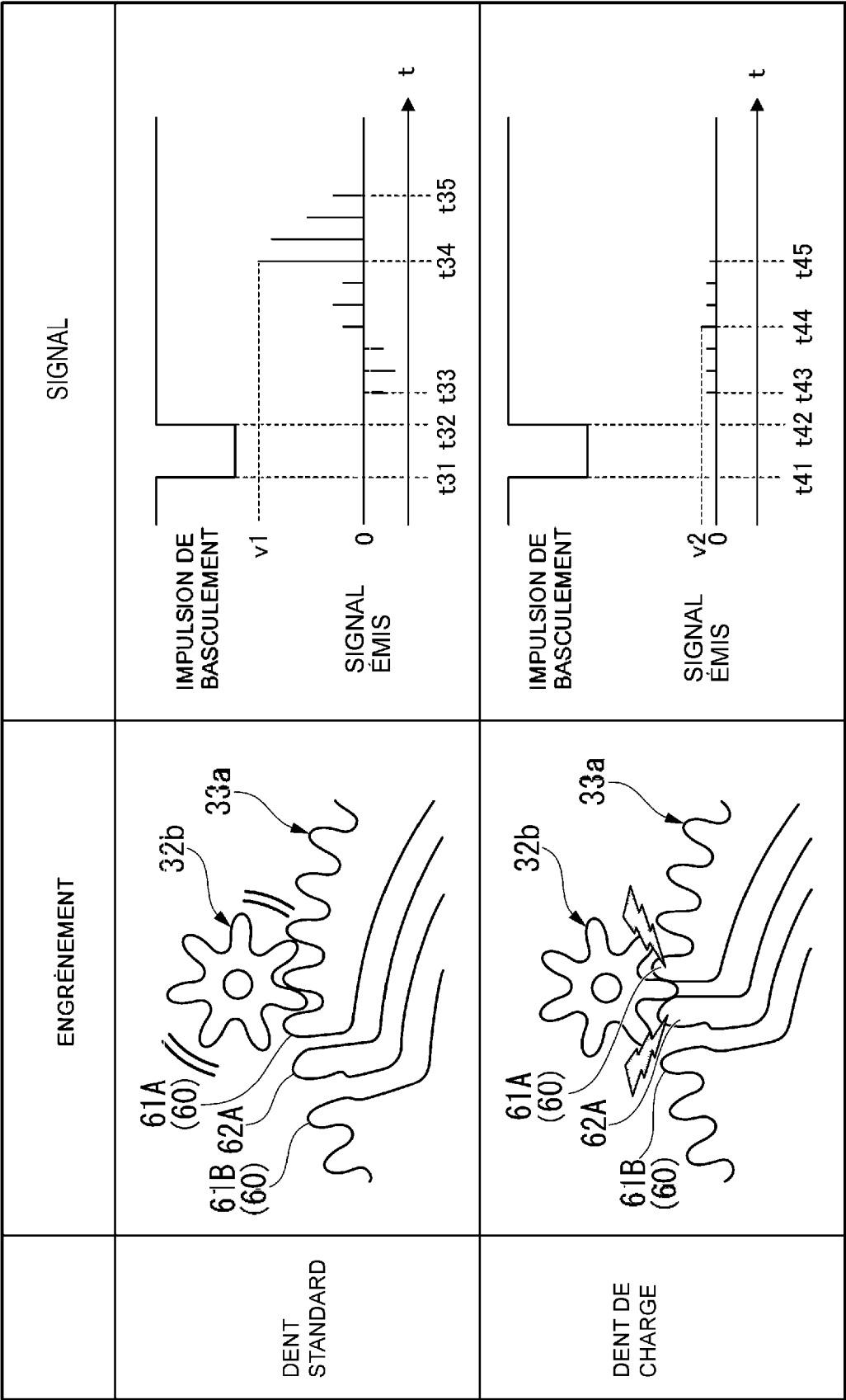


FIG. 8

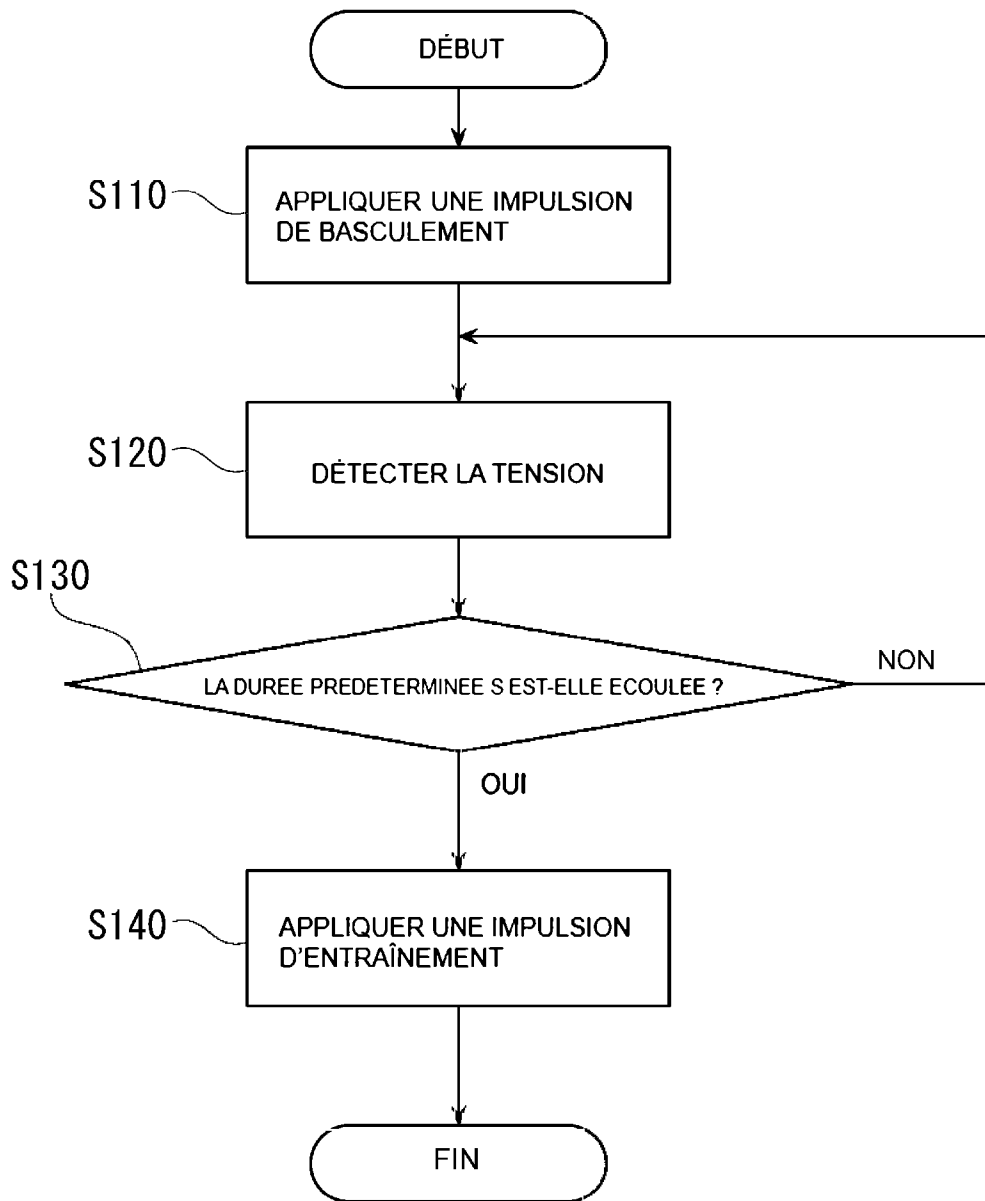


FIG. 9

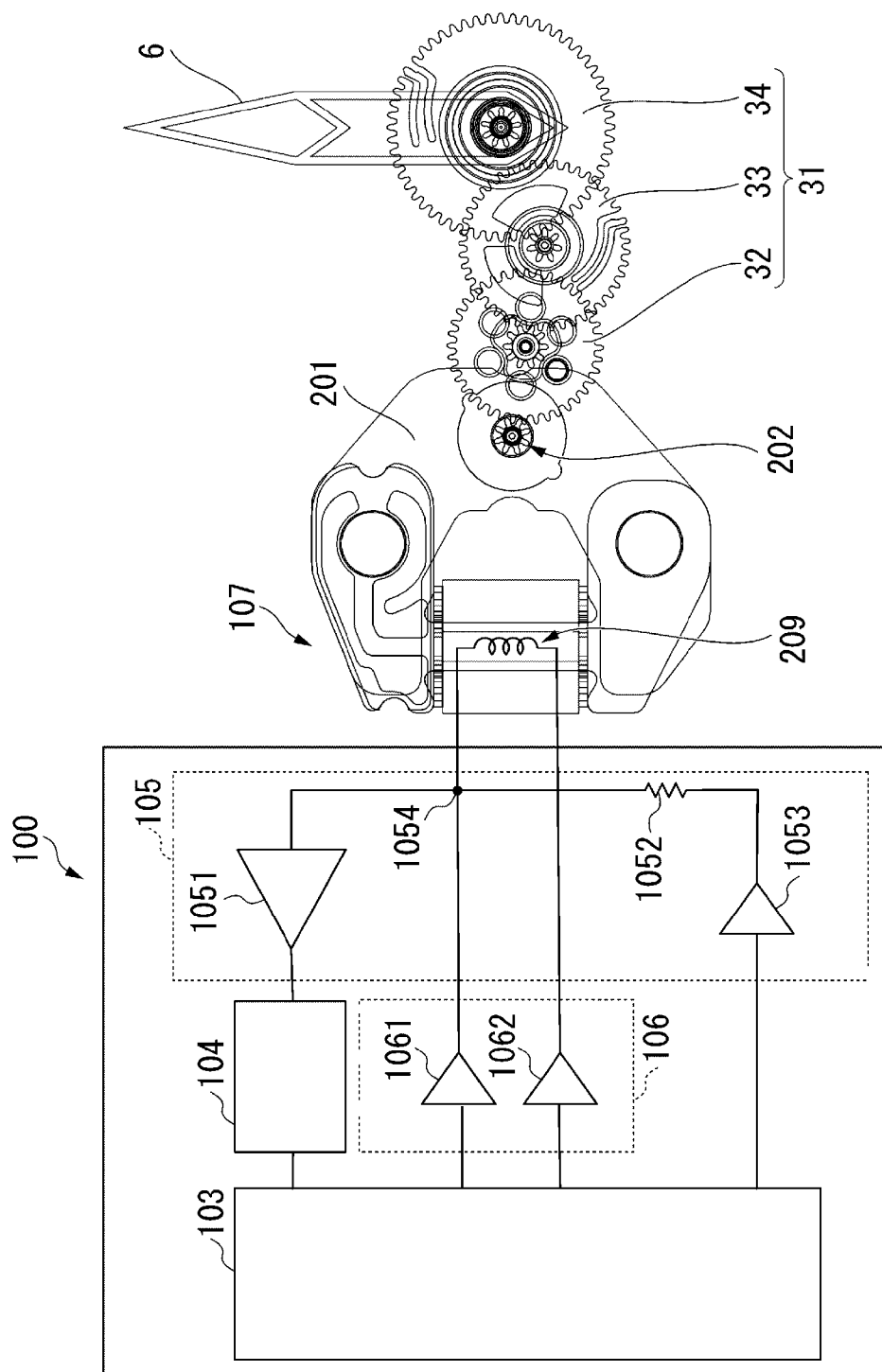


FIG. 10

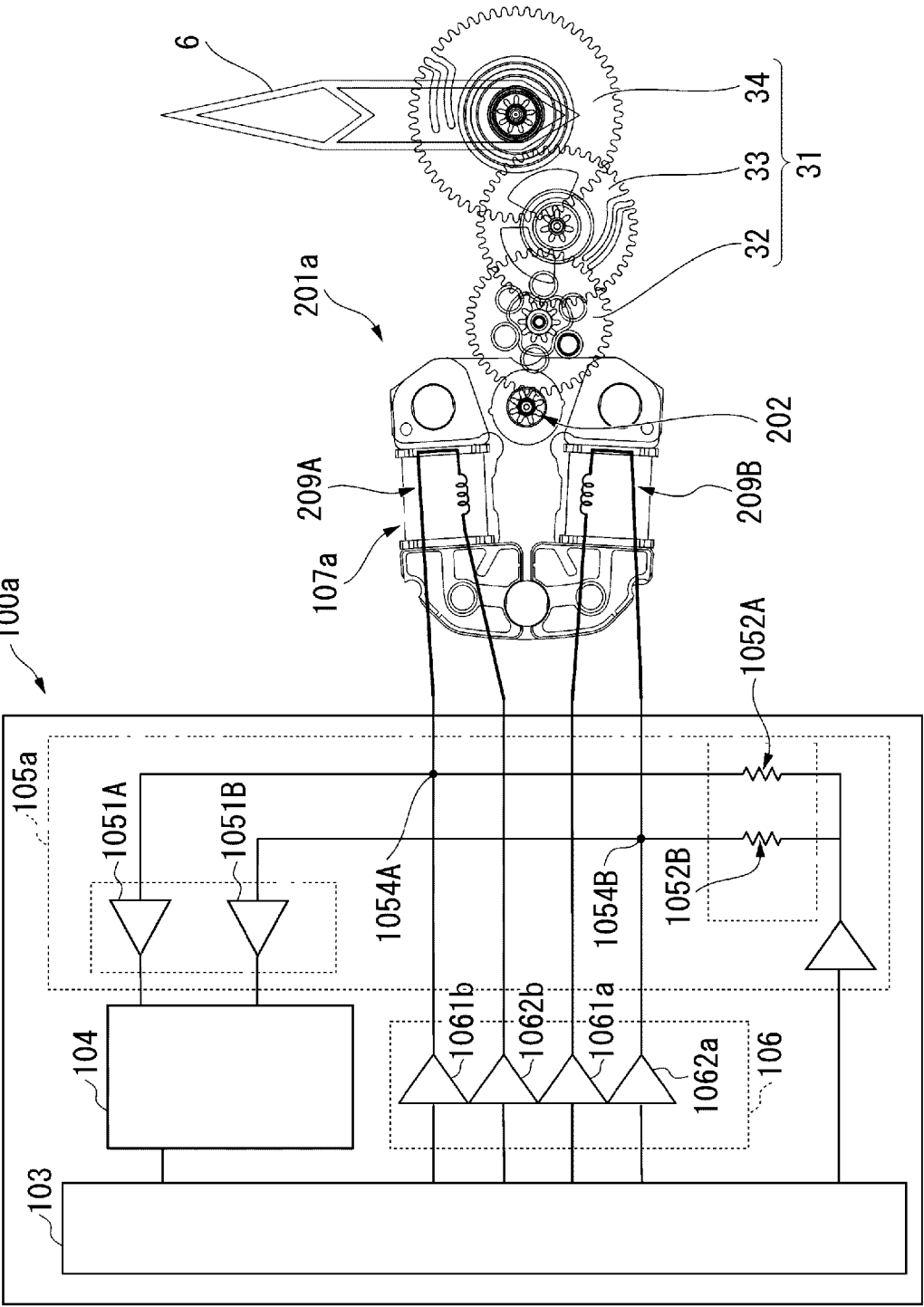


FIG. 11

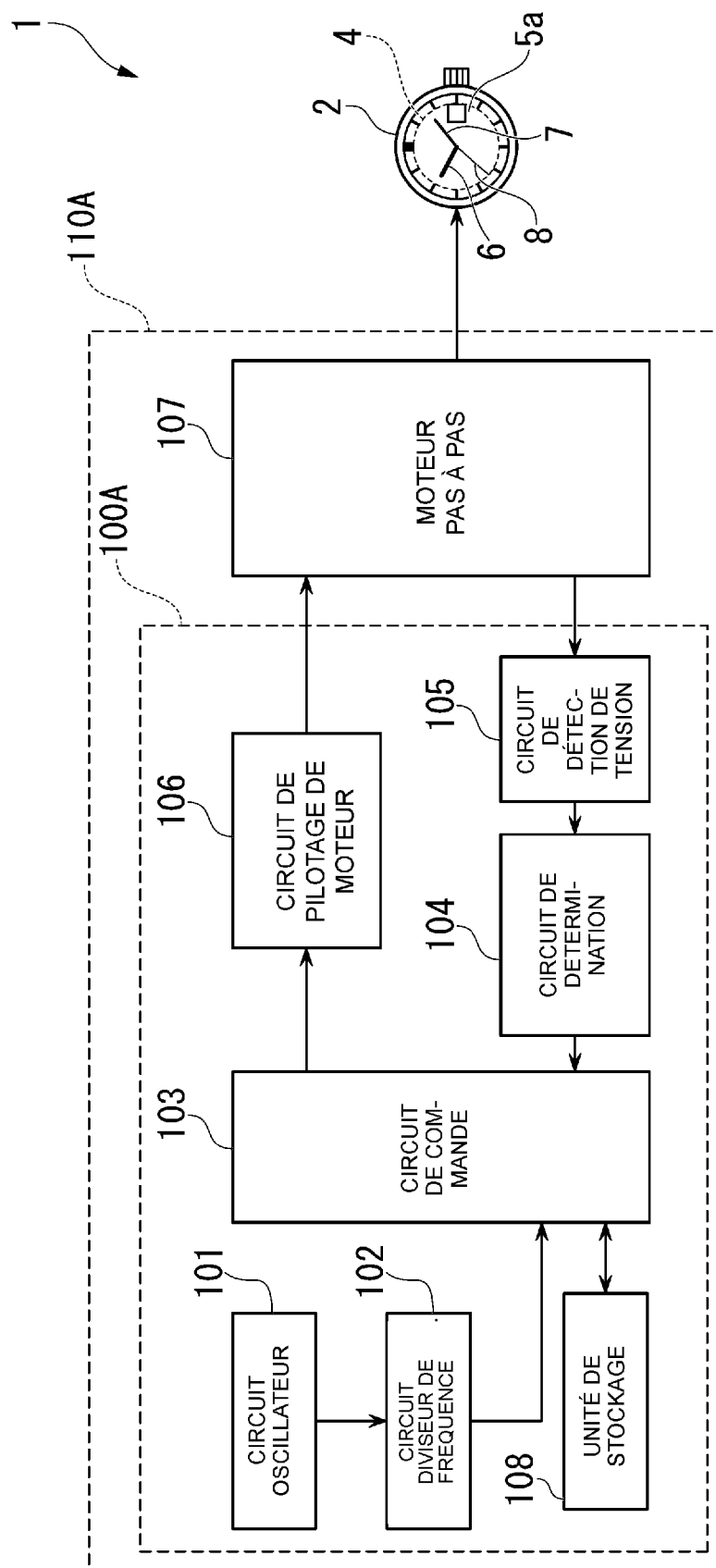


FIG. 12

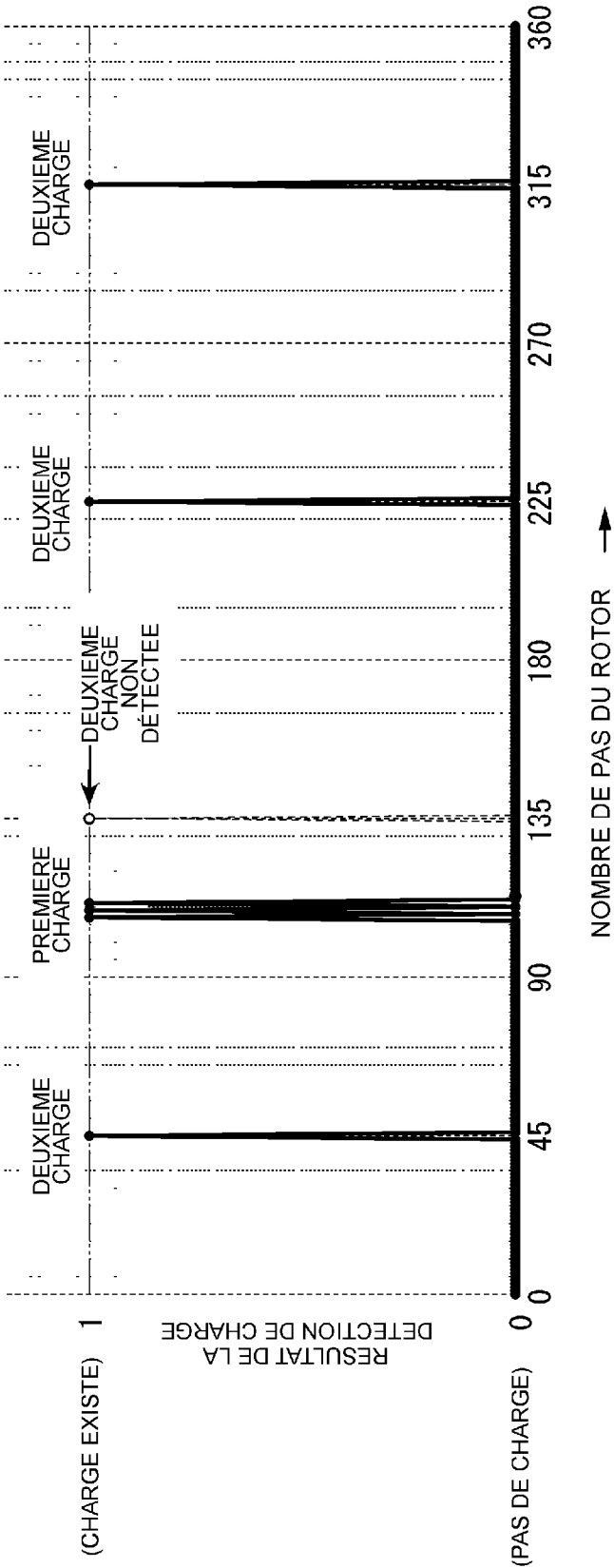


FIG. 13

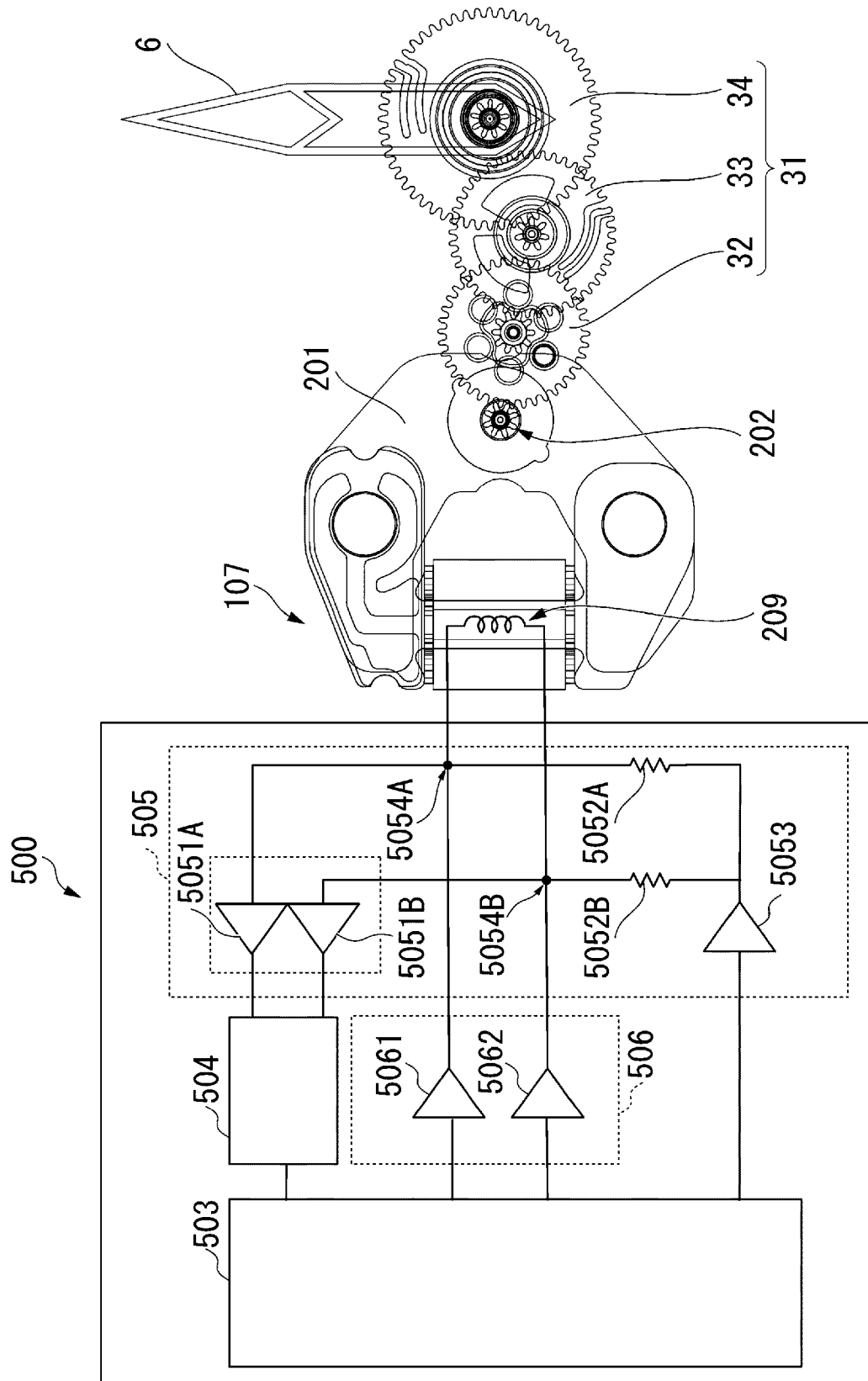


FIG. 14

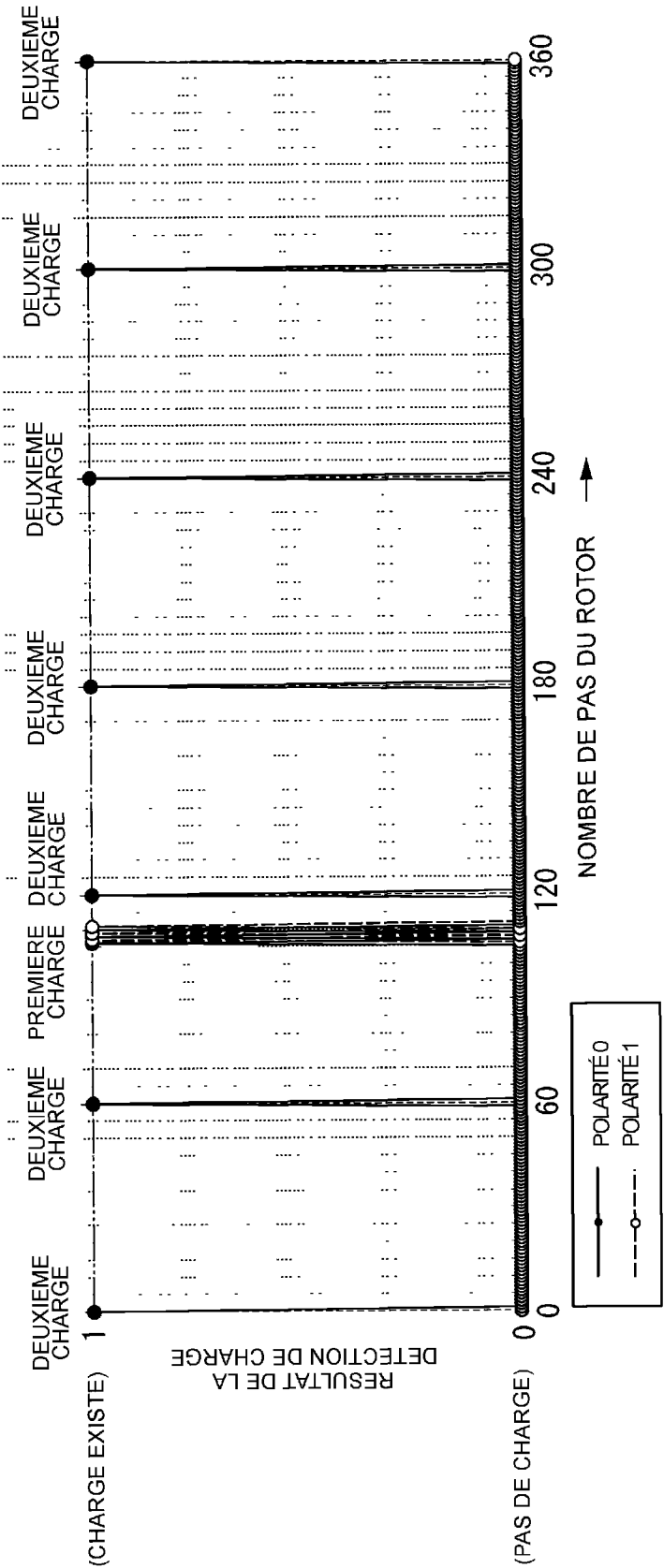


FIG. 15

