

(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

(11) N° de publication :
(à n'utiliser que pour les commandes de reproduction)

2 830 902

(21) N° d'enregistrement national :
02 12470

(51) Int Cl⁷ : F 02 N 15/02

(12)

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

(22) Date de dépôt : 08.10.02.

(30) Priorité : 12.10.01 JP 01315070.

(71) Demandeur(s) : DENSO CORPORATION — JP.

(43) Date de mise à la disposition du public de la demande : 18.04.03 Bulletin 03/16.

(72) Inventeur(s) : KAMIYA MASARU et KATO AKIRA.

(56) Liste des documents cités dans le rapport de recherche préliminaire : Ce dernier n'a pas été établi à la date de publication de la demande.

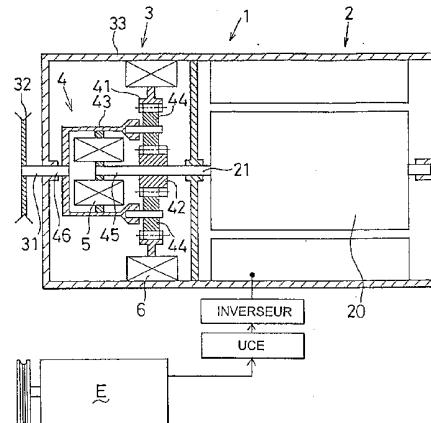
(60) Références à d'autres documents nationaux apparentés :

(73) Titulaire(s) :

(74) Mandataire(s) : NOVAGRAAF BREVETS.

(54) APPAREIL MOTEUR-GENERATEUR A VITESSE VARIABLE DESTINE A ETRE UTILISE AVEC UN MOTEUR A COMBUSTION.

(57) Un appareil moteur-générateur à vitesse variable pour utilisation avec un moteur à combustion inclut une unité de moteur-générateur (2) et une unité de réduction de vitesse à engrenage planétaire (3). L'unité de moteur-générateur (2) inclut un carter (33), un arbre d'entrée-sortie (31), un engrenage interne (41), une roue solaire (42), une roue intermédiaire (43) et une pluralité d'engrenages planétaires (44) ainsi qu'un premier embrayage (5). L'arbre du rotor (21) est accouplé à la roue solaire (42), l'arbre d'entrée-sortie (31) est accouplé à la roue intermédiaire (43) et le premier embrayage (5) est accouplé entre la roue intermédiaire (43) et la roue solaire (42). Un second embrayage (6) est accouplé entre le carter (33) et l'engrenage interne (41).



APPAREIL MOTEUR-GENERATEUR A VITESSE VARIABLE

5 La présente invention se rapporte à un appareil moteur-générateur à vitesse variable qui inclut une unité de moteur-générateur et un mécanisme de réduction de vitesse du type engrenage planétaire.

Une unité de moteur-générateur qui est entraînée par 10 un moteur à combustion pour générer l'énergie électrique et qui aide pendant l'opération de démarrage du moteur à combustion est bien connue. Une telle unité de moteur-générateur doit fournir un couple de sortie considérablement important pour démarrer un moteur à 15 combustion et pour tourner à une vitesse élevée pour générer une énergie électrique suffisante.

Le document EP0384808B1 décrit un appareil moteur-générateur à vitesse variable qui inclut une unité de réduction de vitesse à engrenage planétaire et une paire 20 d'embrayages derrière une unité de moteur-générateur. Toutefois, l'appareil moteur-générateur variable décrit comporte une structure complexe et un corps encombrant. En particulier, un des embrayages disposés entre la roue intermédiaire et l'engrenage interne de l'unité de 25 réduction de vitesse à engrenage planétaire présente un diamètre extérieur important, dont la vitesse circonférentielle devient si élevée que les couplages à roue libre peuvent être usés en une courte durée.

En conséquence, la présente invention a été étudiée au 30 vu des problèmes énoncés précédemment.

Un but de l'invention est de proposer un appareil moteur-générateur à vitesse variable qui est durable, compact et d'une structure simple.

En conformité avec une caractéristique de l'invention, 35 un arbre du rotor d'une unité de moteur-générateur est

accouplé à une roue solaire d'une unité de réduction de vitesse à engrenage planétaire, un arbre d'entrée-sortie de l'unité de réduction de vitesse à engrenage planétaire est accouplé à une roue intermédiaire de l'unité de réduction de vitesse à engrenage planétaire, un premier embrayage est accouplé entre la roue intermédiaire et la roue solaire et un second embrayage est accouplé entre un carter de l'unité de réduction de vitesse à engrenage planétaire et l'engrenage interne. De ce fait, l'engrenage interne et ses éléments adjacents peuvent être rendus compacts et simplifiés.

En conformité avec une autre caractéristique de l'invention, le premier embrayage est ouvert et ledit second embrayage est fermé lorsque ledit moteur à combustion est démarré. En conséquence, un couple de sortie suffisant pour démarrer le moteur à combustion peut être délivré au niveau de l'arbre d'entrée-sortie.

En conformité avec une autre caractéristique de l'invention, le premier embrayage est un embrayage unidirectionnel pour transmettre la rotation de la roue intermédiaire à la roue solaire dans une seule direction et le second embrayage est un embrayage unidirectionnel pour arrêter la rotation de l'engrenage interne. De ce fait, les embrayages peuvent être commandés sans moyens de commande spéciaux.

En conformité avec une autre caractéristique de l'invention, l'engrenage interne sépare le second embrayage d'un élément fixe dans une plage de vitesse prédéterminée. De ce fait, l'usure du second embrayage peut être minimisée.

En conformité avec une autre caractéristique de l'invention, le second embrayage inclut un mécanisme centrifuge pour séparation de l'élément fixe, tel qu'une pluralité de roues libres. De ce fait, l'arbre d'entrée-sortie se désembraye du second embrayage sans contact avec

tout autre élément quelconque, de sorte qu'une structure compacte et simple peut être procurée.

En conformité avec une autre caractéristique de l'invention, le premier embrayage est fermé et le second embrayage est ouvert tandis que le moteur à combustion fonctionne dans une condition prédéterminée. De ce fait, la vitesse de rotation peut être accrue entre l'arbre d'entrée et l'arbre du rotor, de sorte que l'unité de moteur-générateur peut être entraînée à une vitesse plus élevée que la vitesse de rotation du moteur à combustion.

En conformité avec une autre caractéristique de l'invention, le premier embrayage qui est ouvert est commandé pour se fermer lorsqu'une différence de vitesse de rotation entre ladite roue intermédiaire et la roue solaire devient inférieure à une vitesse de rotation prédéterminée. En conséquence, le choc d'embrayage appliqué au premier embrayage est modéré.

En conformité avec une autre caractéristique de l'invention, l'unité de moteur-générateur commande la différence de vitesse entre la roue intermédiaire et la roue solaire. A titre d'exemple, la vitesse de rotation de la roue intermédiaire est calculée à partir de la vitesse de rotation du moteur à combustion de sorte que la vitesse de rotation de l'unité de moteur-générateur peut être commandée à une vitesse de rotation cible. De ce fait, l'unité de moteur-générateur peut être transférée depuis l'opération de démarrage à une opération de génération de manière régulière.

En conformité avec une autre caractéristique de l'invention, l'unité de moteur-générateur est commandée de sorte que la décélération de l'engrenage interne peut être inférieure à une valeur prédéterminée si l'engrenage interne décélère et que sa vitesse de rotation devient inférieure à une vitesse de rotation du second embrayage qui est ouvert.

De ce fait, le second embrayage peut être empêché d'être endommagé, ce qui est sinon provoqué par un choc excessif.

En conformité avec une autre caractéristique de l'invention, un palier supportant l'engrenage interne est disposé au niveau d'une circonférence de la roue intermédiaire. En conséquence, l'engrenage interne et la roue intermédiaire tournent ensemble tant que le moteur à combustion fonctionne et le palier peut être empêché de tourner à une vitesse excessivement élevée.

En conformité avec une autre caractéristique de l'invention, le premier embrayage est disposé sur le côté de l'arbre d'entrée-sortie par rapport à la roue solaire. En conséquence, il est facile d'assembler l'unité de réduction de vitesse à engrenage planétaire dans l'appareil moteur-générateur.

En conformité avec une autre caractéristique de l'invention, le second embrayage est disposé au niveau de la circonférence externe de l'arbre d'entrée-sortie. De ce fait, un écartement suffisant entre les paliers pour supporter l'arbre d'entrée-sortie peut être procuré et le second embrayage peut être monté autour de l'arbre d'entrée-sortie. Il s'ensuit que l'unité de réduction de vitesse à engrenage planétaire peut être rendue compacte.

D'autres buts, propriétés et caractéristiques de la présente invention de même que les fonctions des parties apparentées de la présente invention deviendront claires à partir d'une étude de la description détaillée suivante, des revendications annexées et des dessins. Sur les dessins :

la Fig. 1 est un schéma simplifié illustrant un appareil moteur-générateur à vitesse variable en conformité avec le premier mode de réalisation de l'invention avec un moteur à combustion ;

la Fig. 2 est un schéma simplifié illustrant un appareil moteur-générateur à vitesse variable en conformité avec le second mode de réalisation de l'invention ;

5 la Fig. 3A est une vue en plan en coupe d'une unité de réduction de vitesse à engrenage planétaire illustrée à la Fig. 2 découpée le long de la ligne IIIA-III A, et la Fig. 3B est une vue en plan en coupe de la même unité de réduction de vitesse à engrenage planétaire découpée le long de la ligne IIIB-IIIB ; et

10 la Fig. 4 est une vue de côté en coupe fragmentaire d'un appareil moteur-générateur à vitesse variable en conformité avec le troisième mode de réalisation de l'invention.

On décrira, en se référant à la Fig. 1, un appareil 15 moteur-générateur à vitesse variable en conformité avec le premier mode de réalisation de l'invention. L'appareil moteur-générateur à vitesse variable 1 en conformité avec le premier mode de réalisation inclut une unité de moteur-générateur 2 ayant un rotor 20 et une unité de réduction de 20 vitesse à engrenage planétaire 3. L'unité de réduction de vitesse à engrenage planétaire est accouplée au rotor 20 de l'unité de moteur-générateur par son arbre de rotor 21. L'unité de moteur-générateur 2 fonctionne comme moteur démarreur pour démarrer un moteur à combustion E et une 25 génératrice entraînée par le moteur à combustion E pour délivrer l'énergie électrique à une batterie ou autres charges électriques. L'unité de réduction de vitesse de type à engrenage planétaire 3 comporte un arbre d'entrée-sortie 31 qui supporte une poulie 32 à une de ses 30 extrémités, laquelle est accouplée au moteur par une courroie (non représentée).

L'unité de réduction de vitesse à engrenage planétaire 3 inclut un carter 33 qui est fixé à l'unité de moteur-générateur 2 et un mécanisme d'engrenage planétaire 4, un 35 premier embrayage 5 et un second embrayage 6, lesquels sont

disposés entre l'arbre du rotor 21 et l'arbre d'entrée-sortie 31. Les premier et second embrayages 5, 6 sont un embrayage à disques multiples mis en œuvre par l'huile sous pression ou par un embrayage électromagnétique. Chacun de 5 l'embrayage à disques multiples et de l'embrayage électromagnétique inclut un élément d'entraînement et un élément mené qui sont totalement séparés et ne se contactent pas entre eux lorsqu'il est ouvert. En conséquence, aucune perte de friction n'est générée lorsqu'il est ouvert. Un 10 des premier et second embrayages peut être un embrayage unidirectionnel.

Le mécanisme d'engrenage planétaire 4 inclut un engrenage interne (couronne de train planétaire) 41, une roue solaire 42 disposée au centre de l'engrenage interne 15 41, une roue intermédiaire 43 et une pluralité d'engrenages planétaires 44 disposée entre l'engrenage interne 41 et la roue solaire 42. La roue intermédiaire 43 est accouplée aux engrenages planétaires 44 et disposée sur son côté en regard de la poulie 32.

20 Le roue solaire 42 a un arbre de roue solaire 45 à une première extrémité dépassant vers la poulie 32 et l'autre extrémité étant intégrée à l'arbre du rotor 21. La roue intermédiaire 43 comporte un arbre de roue intermédiaire 46 qui est intégré à l'arbre d'entrée-sortie 31. Le premier 25 embrayage 5 est disposé entre la roue intermédiaire 43 et l'arbre de la roue solaire 45 à l'intérieur de la roue intermédiaire 43 et le second embrayage 6 est disposé entre la surface interne du carter 33 et la circonférence externe de l'engrenage interne 41. De ce fait, l'unité de réduction 30 de vitesse à engrenage planétaire 3 peut être rendue compacte. Du fait que le diamètre externe du premier embrayage 5 est petit, la vitesse relative entre l'élément d'entraînement et l'élément mené du premier embrayage 5 peut être rendue faible, de sorte que l'usure due au

frottement peut être amoindrie. Il s'ensuit que la durée de vie du premier embrayage 5 peut être améliorée.

L'appareil moteur-générateur à vitesse variable 1 fonctionne de la manière suivante.

5 Lorsqu'un moteur à combustion doit être démarré, l'unité de commande de moteur à combustion (UCE) ouvre le premier embrayage 5 et ferme le second embrayage 6. L'unité de moteur-générateur 2 est alimentée par l'UCE et fait tourner l'arbre du rotor 21 et la roue solaire 42. Puisque 10 l'engrenage interne 41 est fixé au carter 33 via le second embrayage 6, la roue intermédiaire 43 tourne dans la même direction que la roue solaire 42 et que l'arbre d'entrée-sortie 31.

15 La roue intermédiaire 46 fait tourner le moteur à combustion E via l'arbre d'entrée-sortie 31 et la poulie 32. Le rapport de réduction de vitesse entre l'arbre du rotor 21 et l'arbre d'entrée-sortie 31 correspond à un rapport entre le diamètre interne de l'engrenage interne 41 et le diamètre externe de la roue solaire 42. En d'autres termes, le couple d'entraînement est accru entre l'arbre de rotor 21 et l'arbre d'entrée-sortie 31 lorsque le moteur est démarré.

20 Lorsque le moteur à combustion fonctionne totalement, la vitesse de rotation de la poulie 32, de l'arbre d'entrée-sortie 31 et de la roue intermédiaire 43 augmente rapidement. A ce moment, le second embrayage 6 est ouvert et l'arbre du rotor 21 est commandé pour tourner à une vitesse de rotation cible par l'UCE en conformité avec la vitesse de rotation du moteur à combustion ou de la roue 25 intermédiaire 43. Si la différence de vitesse de rotation entre la roue intermédiaire 43 (ou l'arbre de la roue intermédiaire 46) et la roue solaire 42 (ou l'arbre de rotor 21 ou l'arbre de la roue solaire 45) devient inférieure à une vitesse prédéterminée, le premier 30 embrayage 5 est fermé. En conséquence, le premier embrayage 35

5 est protégé d'une contrainte excessivement importante. Par la suite, le moteur à combustion fait tourner la roue intermédiaire 43 via la poulie 32 et l'arbre d'entrée-sortie 31, le premier embrayage 5 étant fermé et le second 5 embrayage 6 étant ouvert. De ce fait, la roue intermédiaire 43, la roue solaire 42 et l'engrenage interne 41 tournent ensemble. C'est-à-dire que la rotation de la roue intermédiaire 43 est transmise à l'arbre du rotor 21 et à l'unité de moteur-générateur 2 sans réduction de vitesse.

10 Si une quantité importante d'énergie électrique est requise, le premier embrayage 5 est ouvert et le second embrayage 6 est fermé. En conséquence, le moteur à combustion E fait tourner la roue intermédiaire 43 via la poulie 32 et l'arbre d'entrée-sortie 31. Du fait que 15 l'engrenage interne 41 est fixé au carter 33, lequel est un élément fixe, l'engrenage planétaire 44 tourne entre l'engrenage interne 41 et la roue solaire 42, faisant, en conséquence, tourner la roue solaire 42 et l'arbre du rotor 21. En conséquence, l'unité de moteur-générateur 2 tourne à 20 une vitesse plus élevée que la vitesse de rotation du moteur à combustion ? de sorte que l'énergie électrique de sortie de la section de moteur-générateur 2 peut être accrue.

On décrira maintenant un appareil moteur-générateur à 25 vitesse variable en conformité avec le second mode de réalisation de l'invention en se référant aux Figs. 2, 3A et 3B.

A cet égard, les mêmes références numériques correspondent aux mêmes composants ou sensiblement aux 30 mêmes composants ou parties que ceUX de l'appareil moteur-générateur à vitesse variable en conformité avec le premier mode de réalisation.

Le premier embrayage 5 et le second embrayage 6 du premier mode de réalisation sont respectivement remplacés 35 par des embrayages unidirectionnels 50, 60 dans ce mode de

réalisation. Le premier embrayage unidirectionnel 50 inclut un chemin de roulement interne 51, un chemin de roulement externe 52 et une pluralité de cames ou sabots d'arrêt 53 entre les chemins de roulement 50 et 60. Les sabots d'arrêt 53 permettent au premier embrayage unidirectionnel 50 de ne pas tourner que dans une direction C, comme cela est représenté à la Fig. 3A. Les sabots d'arrêt 53 sont habituellement supportés par une cage 54, comme cela est représenté à la Fig. 4. Le second embrayage unidirectionnel 60 est supporté par l'engrenage interne 41. Le second embrayage unidirectionnel 60 inclut un chemin de roulement interne 61, un chemin de roulement externe 62 et une pluralité de sabots d'arrêt 63 situés entre les chemins de roulement interne et externe 51 et 61. Les sabots d'arrêt 63 permettent au second embrayage unidirectionnel 60 de ne pas tourner que dans une direction D, qui est opposée à la direction C. Les sabots d'arrêt 63 sont également supportés par une cage 64, comme cela est représenté à la Fig. 4. En conséquence, aucun moyen supplémentaire pour ouvrir ou fermer les embrayages n'est nécessaire.

Lorsque le chemin de roulement interne 51 du premier embrayage unidirectionnel 50 tourne dans la direction autorisée C à une vitesse de rotation plus élevée qu'une vitesse prédéterminée, les sabots d'arrêt 53 se déplacent respectivement comme indiqué par les lignes en chaîne à la Fig. 3A. De ce fait, les sabots d'arrêt se séparent du chemin de roulement interne 51, de sorte que le premier embrayage unidirectionnel 50 tourne sans friction. Lorsque le chemin de roulement interne 61 du second embrayage unidirectionnel 60 tourne dans la direction autorisée D à une vitesse de rotation plus élevée qu'une vitesse prédéterminée, le sabot d'arrêt 63 se déplace respectivement comme indiqué par les lignes en chaîne à la Fig. 3B. De ce fait, les sabots d'arrêt 63 se séparent du

chemin de roulement interne 61, de sorte que le second embrayage unidirectionnel 60 tourne sans frottement.

Si l'engrenage interne 41 est décéléré et tourne à une vitesse inférieure à une vitesse de rotation pour ouvrir le 5 second embrayage unidirectionnel 60, l'UCE commande l'unité de moteur-générateur 2 de sorte que la décélération de l'engrenage interne 41 peut être inférieure à une valeur prédéterminée. En conséquence, le premier embrayage unidirectionnel 50 est protégé d'un choc excessif provoqué 10 sinon par une diminution abrupte de la vitesse de rotation de l'engrenage interne 41 qui supporte les sabots d'arrêt 63 du second embrayage unidirectionnel 60 lorsque le moteur à combustion est arrêté, le premier embrayage unidirectionnel 50 étant fermé.

15 On décrira un appareil moteur-générateur à vitesse variable en conformité avec le troisième mode de réalisation de l'invention en se référant à la Fig. 4.

L'unité de réduction de vitesse à engrenage planétaire comporte un carter 33, qui comporte une partie cylindrique principale 34 fixée au carter 22 de l'unité de moteur-générateur 2 à son extrémité arrière, comme cela est représenté à la Fig. 2, une partie de paroi avant 35 au niveau de son extrémité avant et une partie cylindrique avant 36 s'étendant depuis la partie de paroi avant 35 vers 20 la poulie 32. La partie de paroi avant 35 comporte une partie cylindrique interne 37 qui s'étend vers l'unité de moteur-générateur 2. Un premier palier 47 est disposé entre l'engrenage interne 41 et la roue intermédiaire 43, et un second palier est disposé entre la partie cylindrique 25 interne 37 et l'arbre de la roue intermédiaire 46. Un troisième palier 49 est également disposé entre la partie cylindrique avant 36 et l'arbre d'entrée-sortie 31.

Le premier palier 47 de l'engrenage interne 41 est disposé au niveau de la circonférence externe de la roue 30 intermédiaire 43. Lorsque le moteur à combustion fonctionne

pour générer l'énergie électrique, l'engrenage interne 41 et la roue intermédiaire 43 tournent ensemble, tandis que le premier palier 47 est au repos. De ce fait, le premier palier 47 est empêché de tourner à une vitesse de rotation 5 élevée.

Le premier embrayage unidirectionnel 50 est disposé sur le côté avant de la roue solaire 42 à proximité de l'arbre d'entrée-sortie 31. La partie périphérique avant de la roue solaire 42 fonctionne comme le chemin de roulement interne 51 du premier embrayage unidirectionnel 50 et la partie périphérique interne de la roue intermédiaire fonctionne comme le chemin de roulement externe 52 du premier embrayage unidirectionnel 50. Une pluralité de sabots d'arrêt 53 et une cage 54 pour supporter les sabots d'arrêt 53 sont disposés entre le chemin de roulement interne 51 et le chemin de roulement externe 52. Cette disposition rend le travail d'assemblage de l'unité de moteur-générateur 2 plus facile.

Le second embrayage unidirectionnel 60 est disposé au niveau de la circonférence externe de l'arbre de la roue intermédiaire 46. Le second embrayage unidirectionnel 60 a le chemin de roulement interne 61 qui est ajusté par pression sur la périphérie externe de la partie cylindrique interne 37 et le chemin de roulement externe 62 qui s'étend depuis l'engrenage interne 41. Une pluralité de sabots d'arrêt 63 et une cage 64 pour supporter les sabots d'arrêt 63 sont disposés entre le chemin de roulement interne 61 et le chemin de roulement externe 62.

En conséquence, une distance ou écartement de paliers suffisante entre le second palier 46 et le troisième palier 49 peut être procurée, augmentant, en conséquence, la durabilité des paliers. De plus, cette disposition procure un espace suffisant pour le second embrayage unidirectionnel 60 autour du second palier 48, de sorte que

la dimension axiale de l'unité de réduction de vitesse à engrenage planétaire 3 peut être rendue courte.

Dans la description précédente de la présente invention, l'invention a été décrite en se référant à ses 5 modes de réalisation spécifiques. Il sera, toutefois, évident que divers modifications et changements peuvent être réalisés sur les modes de réalisation spécifiques de la présente invention sans sortir de la portée de l'invention comme énoncé dans les revendications annexées.

REVENDICATIONS

1. Appareil moteur-générateur à vitesse variable pour utilisation avec un moteur à combustion comprenant une unité de moteur-générateur ayant un arbre de rotor (21) et une unité de réduction de vitesse à engrenage planétaire (3) qui inclut un carter (33), un arbre d'entrée-sortie (31), un engrenage interne (41), une roue solaire (42), une roue intermédiaire (43) et une pluralité d'engrenages planétaires (44) et un premier embrayage (5) caractérisé en ce que :
5 ledit arbre du rotor (21) est accouplé à ladite roue solaire (42) ;
ledit arbre d'entrée-sortie (31) est accouplé à ladite roue intermédiaire (43) ;
10 ledit premier embrayage (5) est accouplé entre ladite roue intermédiaire (43) et ladite roue solaire (42) ;
et
15 un second embrayage (6) est accouplé entre ledit carter (33) et ledit engrenage interne (41).
20
2. Appareil moteur-générateur à vitesse variable selon la revendication 1, caractérisé en ce que ledit premier embrayage (5) est ouvert et ledit second embrayage (6) est fermé lorsque ledit moteur à combustion est démarré.
25
3. Appareil moteur-générateur à vitesse variable selon la revendication 2, caractérisé en ce que : ledit premier embrayage (5) est un embrayage unidirectionnel pour transmettre la rotation dans un seul sens de ladite roue intermédiaire à ladite roue solaire ; et
30 ledit second embrayage (6) est un embrayage unidirectionnel pour arrêter la rotation dudit engrenage interne.

4. Appareil moteur-générateur à vitesse variable selon la revendication 2, caractérisé en ce que ledit engrenage interne (41) sépare ledit second embrayage d'un élément fixe dans une plage de vitesse prédéterminée.
5.
5. Appareil moteur-générateur à vitesse variable selon la revendication 4, caractérisé en ce que ledit second embrayage (6) inclut un mécanisme centrifuge pour séparation de l'élément fixe.
- 10 6. Appareil moteur-générateur à vitesse variable selon la revendication 2, caractérisé en ce que ledit premier embrayage (5) est fermé et ledit second embrayage (6) est ouvert alors que le moteur fonctionne dans une condition prédéterminée.
- 15 7. Appareil moteur-générateur à vitesse variable selon la revendication 2, caractérisé en ce que ledit premier embrayage (5) qui est ouvert est commandé pour se fermer lorsqu'une différence de vitesse de rotation entre ladite roue intermédiaire (43) et ladite roue solaire (42) devient inférieure à une vitesse de rotation prédéterminée.
20
8. Appareil moteur-générateur à vitesse variable selon la revendication 7, caractérisé en ce que ladite unité de moteur-générateur (2) commande la différence de vitesse entre ladite roue intermédiaire (43) et ladite roue solaire (42).
25
9. Appareil moteur-générateur à vitesse variable selon la revendication 5, caractérisé en ce que ladite unité de moteur-générateur (2) est commandée de sorte que la décélération dudit engrenage interne (41) peut être inférieure à une valeur prédéterminée si ledit engrenage interne décélère et que sa vitesse de rotation devient inférieure à une vitesse de rotation dudit second embrayage (6) qui est ouvert.
30

10. Appareil moteur-générateur à vitesse variable selon la revendication 1, caractérisé en ce que un palier (47) supportant ledit engrenage interne (41) est disposé au niveau d'une circonférence de ladite roue intermédiaire (43).
5
11. Appareil moteur-générateur à vitesse variable selon la revendication 1, caractérisé en ce que ledit premier embrayage (5) est disposé sur le côté dudit arbre d'entrée-sortie (31) par rapport à ladite roue solaire (42).
10
12. Appareil moteur-générateur à vitesse variable selon la revendication 1, caractérisé en ce que ledit second embrayage (6) est disposé au niveau de la circonférence externe dudit arbre d'entrée-sortie (31).
15

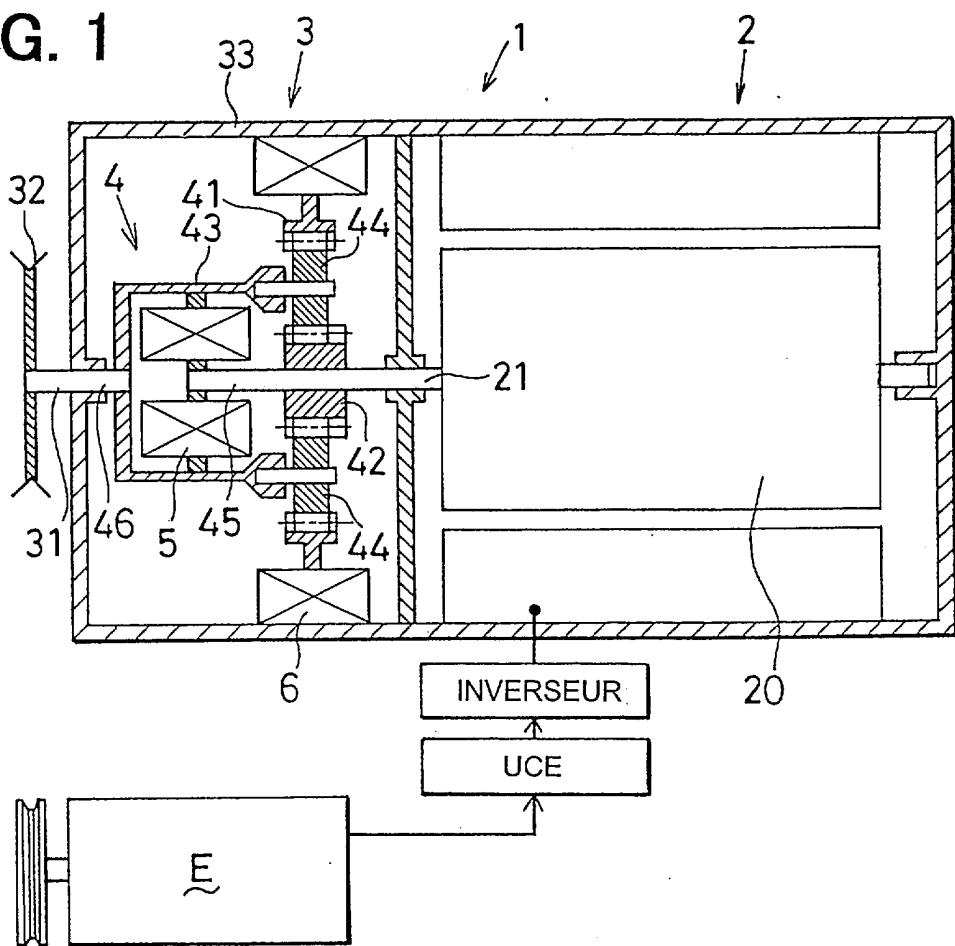
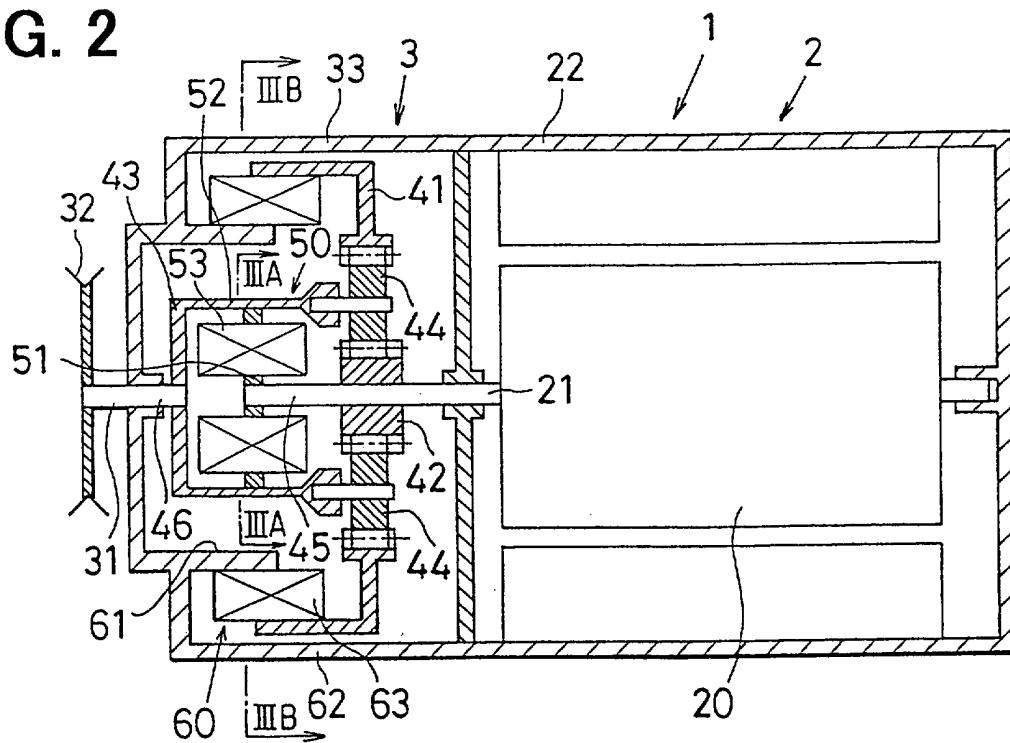
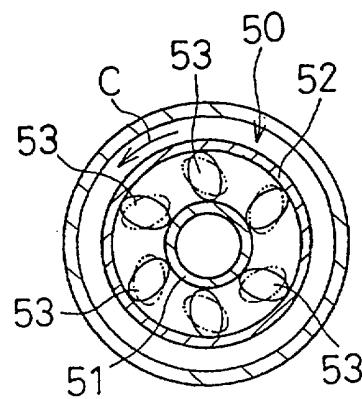
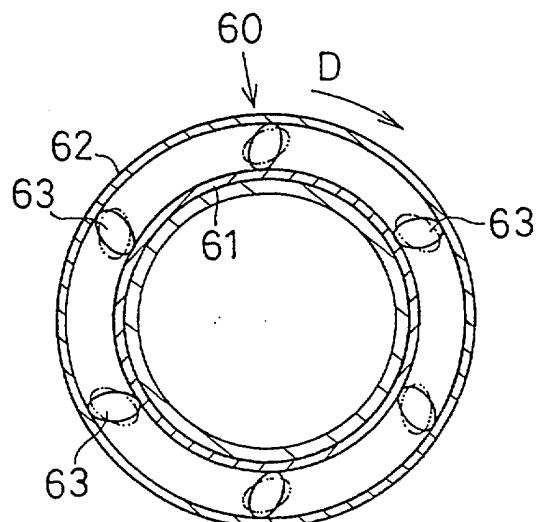
FIG. 1**FIG. 2**

FIG. 3A**FIG. 3B****FIG. 4**