

⑫

**BREVET D'INVENTION**

**B1**

⑤④ MACHINE ELECTRIQUE TOURNANTE ET SYSTEME DE DEMARRAGE DE MOTEUR.

②② Date de dépôt : 29.06.15.

③③ Priorité : 08.07.14 JP 2014140502.

⑥① Références à d'autres documents nationaux  
apparentés :

○ Demande(s) d'extension :

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

④③ Date de mise à la disposition du public  
de la demande : 15.01.16 Bulletin 16/02.

④⑤ Date de la mise à disposition du public du  
brevet d'invention : 13.09.19 Bulletin 19/37.

⑤⑥ Liste des documents cités dans le rapport de  
recherche :

*Se reporter à la fin du présent fascicule*

⑦② Inventeur(s) : SENDA TAKASHI.

⑦③ Titulaire(s) : DENSO CORPORATION.

⑦④ Mandataire(s) : NOVAGRAAF BREVETS.



MACHINE ÉLECTRIQUE TOURNANTE ET SYSTÈME DE DÉMARRAGE  
DE MOTEUR

ARRIÈRE-PLAN DE L'INVENTION

5

1. Domaine de l'Invention

La présente invention se rapporte à une machine  
électrique tournante et à un système de démarrage de moteur  
10 pour un véhicule.

2. Description de l'Art Antérieur

Un dispositif de prédiction de capacité de démarrage  
15 pour prédire si une batterie montée sur un véhicule sera  
capable ou non de démarrer un moteur est connu. Par  
exemple, voir la Demande de Brevet Japonais rendue publique  
No. 2008-230433. Le dispositif de prédiction de capacité de  
démarrage décrit dans ce document de brevet est configuré  
20 pour mesurer la tension et le courant de la batterie montée  
sur un véhicule lorsqu'elle n'est pas en cours de charge.  
Ce dispositif de prédiction de capacité de démarrage estime  
la tension de la batterie lors du démarrage du moteur sur  
la base de la caractéristique tension-courant de la  
25 batterie, et prédit qu'un moteur ne pourra pas être démarré  
si la tension estimée est inférieure à une tension seuil.

Cependant, le dispositif de prédiction de capacité de  
démarrage ci-dessus présente les problèmes suivants.  
Premièrement, la tension ou le courant mesuré(e) lorsque le  
30 moteur électrique d'un démarreur est alimenté en puissance  
est probablement différent(e) de la tension ou du courant  
mesuré(e) lorsque le moteur électrique du démarreur est  
alimenté en puissance. En outre, si le moteur électrique du  
démarreur est alimenté en puissance pour la mesure, il est  
35 à craindre que le moteur puisse fonctionner (tourner)  
involontairement parce que le dispositif de champ du moteur

électrique est alimenté en courant provoquant la génération d'un couple de sortie.

5       Secondairement, le dispositif de prédiction de capacité de démarrage ci-dessus détermine si la batterie est dans un état où elle est capable de démarrer le moteur ou non sur la base de données qui ont été obtenues lorsque le moteur a été démarré la dernière fois. Toutefois, l'état de la batterie change en fonction de l'état de fonctionnement du moteur pendant la période entre le 10 démarrage précédent du moteur et le démarrage suivant du moteur. Si le changement de l'état de batterie est important, une erreur de prédiction devient importante même si la prédiction est réalisée en utilisant la caractéristique tension-courant de la batterie.

15

## RÉSUMÉ

20       Selon un mode de réalisation exemplaire, une machine électrique tournante (17) couplée mécaniquement à un moteur (23) est fournie, comportant :

des enroulements de stator ( $L_u$ ,  $L_v$ ,  $L_w$ ) ;

un enroulement de champ ( $L_f$ ) ; et

une unité de commande de démarrage (17a) qui effectue une commande pour faire passer un courant d'une batterie 25 (19) à l'enroulement de champ afin de démarrer le moteur, où

l'unité de commande de démarrage comporte :

une section de détermination de capacité de démarrage 30 (172) qui fait passer un courant aux enroulements de stator sans faire passer le courant à l'enroulement de champ lors de la réception d'un signal de demande d'arrêt (SA) pour arrêter le moteur à partir d'une unité externe (EX) afin de déterminer si la batterie sera capable ou non de fournir la puissance nécessaire pour démarrer le moteur sur la base 35 d'une valeur de tension ( $V_d$ ) de la batterie et d'une valeur de courant ( $I_s$ ) de l'enroulement de stator ; et

une section de sortie de signal (171) qui délivre en sortie un signal d'autorisation d'arrêt (SB) à l'unité externe afin d'autoriser le démarrage du moteur si la section de détermination de capacité de démarrage détermine  
 5 que la batterie sera capable de fournir la puissance nécessaire pour démarrer le moteur.

Selon le mode de réalisation exemplaire, un système de démarrage de moteur (10A, 10B, 10C) permettant d'arrêter un moteur (23) lorsque des conditions d'arrêt pour arrêter le  
 10 moteur sont satisfaites et de démarrer le moteur lorsque des conditions de démarrage pour démarrer le moteur sont satisfaites est également fourni, comportant :

une machine électrique tournante (51) couplée mécaniquement au moteur, et ayant des enroulements de stator (Lu, Lv, Lw) et un enroulement de champ (Lf) ;  
 15

une unité de commande de démarrage (50) qui effectue une commande pour faire passer un courant d'une batterie (19) à l'enroulement de champ afin de démarrer le moteur ;

un capteur de tension (30) pour mesurer une tension de la batterie ;  
 20

et

un capteur de courant (31) pour mesurer un courant circulant à travers les enroulements de stator, où

l'unité de commande de démarrage comporte :

une section de détermination de capacité de démarrage (50b) qui fait passer un courant (Is) aux enroulements de stator sans faire passer le courant à l'enroulement de champ lorsque les conditions d'arrêt sont satisfaites pour déterminer si la batterie sera capable ou non de fournir la  
 25 puissance nécessaire pour démarrer le moteur sur la base d'une valeur de tension (Vd) mesurée par le capteur de tension et d'une valeur de courant (Is) mesurée par le capteur de courant ; et  
 30

une section d'arrêt de moteur (50a) qui arrête le moteur lorsque la section de détermination de capacité de  
 35

démarrage détermine que la batterie sera capable de fournir la puissance nécessaire pour démarrer le moteur.

Selon le mode de réalisation exemplaire, une machine électrique tournante et un système de démarrage de moteur, dont chacun(e) permet de déterminer de façon fiable si un moteur pourra être démarré ou non sans craindre que le moteur ne démarre pour fonctionner de manière inattendue, sont également fournis.

D'autres avantages et caractéristiques de l'invention ressortiront de la description qui suit, y compris les dessins et les revendications.

#### BRÈVE DESCRIPTION DES DESSINS

Dans les dessins annexés :

la figure 1 est un schéma de principe montrant la structure d'un système de démarrage de moteur selon un premier mode de réalisation de l'invention ;

la figure 2 est un schéma de principe montrant la structure d'une machine électrique tournante incluse dans le système de démarrage de moteur selon le premier mode de réalisation ;

la figure 3 est un schéma de principe montrant la structure d'une section de conversion de puissance incluse dans la machine électrique tournante ;

la figure 4 est un organigramme montrant les étapes d'un processus de commande de démarrage exécuté par la machine électrique tournante ;

la figure 5 est un organigramme montrant les étapes d'une opération de commande de charge exécutée par la machine électrique tournante ;

la figure 6 est un graphique montrant les relations entre la valeur de tension d'une batterie pour une utilisation de démarrage d'un moteur et le temps de charge ou le courant de charge ;

la figure 7 est un chronogramme montrant un exemple de variations temporelles de diverses valeurs du système de démarrage de moteur selon le premier mode de réalisation de l'invention ;

5 la figure 8 est un schéma de principe montrant la structure d'un système de démarrage de moteur selon un deuxième mode de réalisation de l'invention ;

la figure 9 est un schéma de principe montrant la structure d'un système de démarrage de moteur selon un  
10 troisième mode de réalisation de l'invention ;

la figure 10 est un schéma de principe montrant la structure d'une unité de commande de démarrage incluse dans le système de démarrage de moteur selon le troisième mode de réalisation de l'invention ;

15 la figure 11 est un schéma de principe montrant la structure d'un système de démarrage de moteur selon un quatrième mode de réalisation de l'invention ;

la figure 12 est la structure d'une modification du corps de machine électrique tournante inclus dans le  
20 système de démarrage de moteur selon le premier ou le deuxième mode de réalisation de l'invention ; et

la figure 13 est un schéma de principe montrant la structure d'une modification de la machine électrique tournante incluse dans le système de démarrage de moteur  
25 selon le troisième mode de réalisation de l'invention.

## MODES DE RÉALISATION PRÉFÉRÉS DE L'INVENTION

### Premier Mode de Réalisation

30

Un système de démarrage de moteur 10A selon un premier mode de réalisation de l'invention est décrit en référence aux figures 1 à 7. La figure 1 montre une structure d'un véhicule hybride 100 pourvu du système de démarrage de  
35 moteur 10A. Le véhicule 100 comporte des batteries 11, 19 et 20, une charge électrique 12, un convertisseur 13, des

roues 14, une transmission 15, des machines électriques tournantes (moteurs électriques-générateurs) 16 et 17, des éléments de transmission de puissance 18 et 22, un onduleur 21, un moteur à combustion interne 23 et une unité de commande de conversion de puissance 24. Le système de démarrage de moteur 10A comporte au moins la machine électrique tournante 17 et un capteur de tension 30 (voir figure 2).

La batterie 11, qui est fournie séparément de la batterie 19, est une source d'alimentation qui fournit de la puissance à une deuxième ligne d'alimentation CL. La batterie 19 est une source d'alimentation qui fournit de la puissance pour démarrer ou redémarrer le moteur 23, et fournit également de la puissance à la deuxième ligne d'alimentation CL à travers un commutateur SW3. La batterie 20 est une source d'alimentation qui fournit de la puissance à une troisième ligne d'alimentation HL à travers un commutateur SW1. Chacune des batteries 11, 19 et 20 est une batterie secondaire telle qu'une batterie au lithium-ion ou une batterie d'accumulateurs au plomb-acide. Dans ce mode de réalisation, des batteries d'accumulateurs au plomb-acide sont utilisées comme étant les batteries 11 et 19, et une batterie au lithium-ion est utilisée comme étant la batterie 20.

Chacune d'une première ligne d'alimentation PL, de la deuxième ligne d'alimentation CL et de la troisième ligne d'alimentation HL est un câble de transmission de puissance qui peut être pourvu d'un connecteur de relais. Un commutateur SW2 est interposé entre la deuxième ligne d'alimentation CL et la première ligne d'alimentation PL. Dans ce mode de réalisation, les tensions de la première ligne d'alimentation PL et de la deuxième ligne d'alimentation CL (12 V, par exemple) sont inférieures à la tension de la troisième ligne d'alimentation HL (660 V, par exemple).

La charge électrique 12 comporte des composants ou des éléments qui fonctionnent à la puissance fournie à travers la deuxième ligne d'alimentation CL. Par exemple, la charge électrique 12 comporte des instruments, un système de navigation automobile, des lampes (phares, éclairages intérieurs, feux arrière et ainsi de suite), une machine de refroidissement et de chauffage (un climatiseur ou un chauffage), des moteurs d'entraînement d'essuie-glaces et autres analogues. Le convertisseur 13 convertit la puissance transmise entre la deuxième ligne d'alimentation CL et la troisième ligne d'alimentation HL. L'onduleur 21 convertit la puissance devant être fournie à la machine électrique tournante 16 lorsqu'elle fonctionne comme un moteur électrique à partir de la batterie 20, et convertit la puissance fournie à partir de la machine électrique tournante 16 lorsqu'elle fonctionne comme un générateur pour charger la batterie 20. Le convertisseur 13 et l'onduleur 21 fonctionnent conformément à des signaux transmis individuellement à partir de l'unité de commande de conversion de puissance 24 (voir la ligne discontinue dans la figure 1).

La machine électrique tournante 17, qui est incluse dans le système de démarrage de moteur 10A, est reliée mécaniquement au moteur 23 à travers l'élément de transmission de puissance 18. La machine électrique tournante 17 est capable de fonctionner comme un moteur électrique et un générateur. La machine électrique tournante 17 fonctionne comme un moteur électrique pour démarrer le moteur 23, pour assister la puissance motrice du moteur 23, et pour déterminer la capacité de démarrage décrite plus loin de la batterie 19. D'autre part, la machine électrique tournante 17 fonctionne comme un générateur lorsqu'elle est alimentée en puissance motrice provenant du moteur 23 ou des roues 14.

L'élément de transmission de puissance 18 peut être au moins l'un(e) d'un arbre (un arbre rotatif), d'une came,



d'une liaison, d'une manivelle, d'une courroie, d'un engrenage, et d'une crémaillère/un pignon, par exemple.

La source de puissance motrice du véhicule 100 est fournie par le moteur 23 et la machine électrique tournante 16. La machine électrique tournante 16, qui est reliée mécaniquement au moteur 23 à travers l'élément de transmission de puissance 23, est capable de fonctionner comme un moteur électrique et un générateur. La puissance motrice générée par l'un(e) du moteur 23 et de la machine électrique tournante 16 ou les deux est transmise aux roues 14 à travers la transmission 15 et l'élément de transmission de puissance 16 pour entraîner le véhicule 100. La transmission 15 peut être soit une transmission manuelle ou une transmission automatique.

La machine électrique tournante 16 fonctionne comme un moteur électrique lorsqu'elle est alimentée en puissance provenant de la batterie 20 à travers l'onduleur 21. D'autre part, la machine électrique tournante 16 fonctionne comme un générateur lorsqu'elle est alimentée en puissance motrice à travers l'élément de transmission de puissance 18. La machine électrique tournante 16 est alimentée en puissance motrice à travers l'élément de transmission de puissance 18 lorsque le moteur 23 est en fonctionnement ou lorsque le véhicule est en marche sans avoir besoin de puissance motrice (roulement inertiel, roulement en descente ou autres analogues), par exemple.

Comme le montre la figure 2, la machine électrique tournante 17 comporte une unité de commande de démarrage 17a et un corps de machine électrique tournante 17b. L'unité de commande de démarrage est capable d'effectuer un échange de signaux avec une unité externe EX, et effectue une commande pour entraîner le corps de machine électrique tournante 17b afin de démarrer le moteur 23. L'unité externe EX peut être une ECU (Unité de Commande Électronique) ou un ordinateur. Comme le montre la figure 3, le corps de machine électrique tournante 17b comporte

des enroulements de stator Lu, Lv et Lw, et un enroulement de champ Lf.

L'unité de commande de démarrage 17a effectue une commande pour recevoir de la puissance provenant de la batterie 19 et faire passer un courant nécessaire pour démarrer le moteur 23 à l'enroulement de champ Lf (voir figure 3), et une commande pour conserver la puissance nécessaire pour démarrer le moteur 23 la prochaine fois avant l'arrêt du moteur 23. L'unité de commande de démarrage 17a montrée dans la figure 2 comporte une section de sortie de signal 171, une section de détermination de capacité de démarrage 172, une section de commande de charge 173 et une section de commande de conversion de puissance 174.

La section de détermination de capacité de démarrage 172 détermine si la puissance nécessaire pour démarrer le moteur 23 est disponible ou non lorsqu'une condition d'arrêt pour arrêter le moteur 23 est satisfaite. Autrement dit, la section de détermination de capacité de démarrage 172 détermine si le démarrage du moteur est possible ou non, c'est-à-dire si le moteur 23 pourra être démarré ou non. La section de détermination de capacité de démarrage 172 envoie un signal de résultat de détermination SC à la section de sortie de signal 171 si elle détermine que le démarrage du moteur est possible. Si la section de détermination de capacité de démarrage 172 détermine que le démarrage du moteur n'est pas possible, elle envoie un signal de demande de charge SD à la section de commande de charge 173 pour charger la batterie 19. Par la suite, la section de détermination de capacité de démarrage 172 attend jusqu'à ce qu'elle reçoive un signal d'achèvement de charge SE à partir de la section de commande de charge 173, puis détermine à nouveau la capacité de démarrage. En d'autres termes, la section de détermination de capacité de démarrage 172 effectue la commande pour charger la batterie

19 jusqu'à ce que le démarrage du moteur soit déterminé comme étant possible.

Afin de déterminer la capacité de démarrage, la section de détermination de capacité de démarrage 172  
5 envoie un signal de commande de détermination SF à l'unité de commande de conversion de puissance 174. En réponse au signal de commande de détermination SF, l'unité de commande de conversion de puissance 174 effectue une conversion de puissance pour faire passer un courant de stator IS aux  
10 enroulements de stator Lu, Lv et Lw (voir figures 3, 6 et 7) sans faire passer un courant de champ IF à l'enroulement de champ Lf du corps de machine électrique tournante 17b ( $I_f = 0$ ). Le courant de champ If et le courant de stator Is correspondent à un courant SH pour la détermination. La  
15 section de détermination de capacité de démarrage 172 détermine la capacité de démarrage sur la base d'une valeur de tension Vd de la batterie 19 mesurée par le capteur de tension 30 et d'une valeur de courant (le courant de stator Is montré dans la figure 3), mesurée par un capteur de  
20 courant 31.

La section de commande de charge 173 effectue une commande pour charger la batterie 19 en utilisant la puissance générée par la machine électrique tournante 17 sans arrêter le moteur 23. La charge de la batterie 19 est  
25 effectuée lorsque la section de commande de charge 173 a reçu le signal de demande de charge SD à partir de la section de détermination de capacité de démarrage 172 qui a déterminé que le démarrage du moteur n'est pas possible. En réponse au signal de demande de charge SD, la section de  
30 commande de charge 173 envoie un signal de commande de charge SG à la section de commande de conversion de puissance 174.

La section de commande de conversion de puissance 174 effectue une conversion de puissance. Dans ce mode de  
35 réalisation, la section de commande de conversion de puissance 174 effectue une commande de sorte que la

puissance fournie à partir de la batterie 19 à travers la première ligne d'alimentation PL soit convertie et fournie au corps de machine électrique tournante 17b lors de la réception du signal de commande de détermination SF. Comme décrit précédemment, on fait passer le courant de stator Is aux enroulements de stator Lu, Lv et Lw sans faire passer le courant de champ If à l'enroulement de champ Lf. En outre, la section de commande de conversion de puissance 174 effectue une commande de sorte qu'une force électromotrice EF (ou puissance électrique) générée par le corps de machine électrique tournante 17b soit convertie et fournie à la batterie 19 lors de la réception du signal de commande de charge SG.

Lorsque le signal de résultat de détermination SC est reçu par la section de détermination de capacité de démarrage 172, la section de sortie de signal 171 délivre en sortie un signal d'autorisation d'arrêt SB pour autoriser l'arrêt du moteur 23 à l'unité externe EX. En réponse au signal d'autorisation d'arrêt SB, l'unité externe EX effectue une commande pour arrêter le moteur 23 (coupure de l'alimentation en carburant, par exemple).

Comme le montre la figure 3, la section de commande de conversion de puissance 174 comporte une unité de commande d'onduleur 174a et un onduleur 174b. L'unité de commande d'onduleur 174a commande des opérations d'éléments de commutation Q1 à Q6 et Qf conformément à différents signaux comportant le signal de commande de détermination SF reçu à partir de la section de détermination de capacité de démarrage 172 et le signal de commande de charge SG reçu à partir de la section de commande de charge 173.

L'onduleur 174b comporte les éléments de commutation Q1 à Q6 et Qf et des diodes D1 à D6 et Df. Chacun des éléments de commutation Q1 à Q6 et Qf peut être un élément de commutation à semi-conducteur tel qu'un FET (MOSFET, JFET, MESFET, par exemple), IGBT, GTO ou un transistor de puissance. Dans ce mode de réalisation, les éléments de

commutation Q1 à Q6 et Qf sont des IGBT. Ces éléments de commutation Q1 à Q6 et Qf sont mis en marche et à l'arrêt conformément à des signaux envoyés séparément de l'unité de commande d'onduleur 174a. Chacune des diodes D1 à D6 et Df est connectée entre la borne collectrice et la borne émettrice d'un élément correspondant des éléments de commutation Q1 à Q6 et Qf. Chacune des diodes D1 à D6 et Df fonctionne comme une diode de roue libre. Les éléments de commutation Q1 à Q3 et les diodes D1 à D3 sont disposés sur le côté de bras supérieur, et les éléments de commutation Q4 à Q6 et les diodes D4 à D6 sont disposés sur le côté de bras inférieur. Le potentiel commun G de l'onduleur 174b est le potentiel de masse qui est égal à 0 V lorsqu'il est relié à la masse.

Comme le montre la figure 3, les éléments de circuit de l'onduleur 174b sont regroupés en trois phases (phase U, phase V et phase W dans ce mode de réalisation), et sont commandés par l'unité de commande d'onduleur 174a pour chacune des trois phases. Les éléments de circuit de phase U comportent les éléments de commutation Q1 et Q4, et les diodes D1 et D4. Les éléments de circuit de phase V comportent les éléments de commutation Q2 et Q5, et les diodes D2 et D5. Les éléments de circuit de phase W comportent les éléments de commutation Q3 et Q6, et les diodes D3 et D6. Les éléments de commutation Q1 et Q4 de la phase U sont connectés en série pour former un demi-pont. Les éléments de commutation Q2 et Q5 de la phase V sont connectés en série pour former un demi-pont. Les éléments de commutation Q3 et Q6 de la phase W sont connectés en série pour former un demi-pont. Les nœuds de connexion de ces demi-ponts sont connectés aux enroulements de stator Lu, Lv et Lw de l'onduleur 174b à travers des lignes Ku, Kv et Kw, respectivement. Lorsque les éléments de commutation Q1 et Q4 sont attaqués, un courant de phase U  $I_u$  circule à travers l'enroulement de stator Lu à travers la ligne Ku. Lorsque les éléments de commutation Q2 et Q5 sont attaqués,

un courant de phase V  $I_v$  circule à travers l'enroulement de stator  $L_v$  à travers la ligne  $K_v$ . Lorsque les éléments de commutation  $Q_3$  et  $Q_6$  sont attaqués, un courant de phase W  $I_w$  circule à travers l'enroulement de stator  $L_w$  à travers la ligne  $K_w$ . Le courant de phase U  $I_u$ , le courant de phase V  $I_v$  et le courant de phase W  $I_w$  sont mesurés comme étant le courant de stator  $I_s$  par le capteur de courant 31.

Les éléments de circuit de phase U, de phase V et de phase W ci-dessus dans l'onduleur 174b sont connectés en parallèle à l'élément de commutation  $Q_f$ . L'élément de commutation  $Q_f$  est connecté en série à l'enroulement de champ  $L_f$  du corps de machine électrique tournante 17b. Un courant circulant à travers l'enroulement de champ  $L_f$  est mesuré comme étant le courant de champ  $I_f$  par un capteur de courant 32.

Dans la figure 3, il est montré que le corps de machine électrique tournante 17b a les enroulements de stator  $L_u$ ,  $L_v$  et  $L_w$  qui sont connectés en étoile. Cependant, les enroulements de stator  $L_u$ ,  $L_v$  et  $L_w$  peuvent être connectés en triangle, ou connectés en étoile-triangle.

Ensuite, le processus de commande de démarrage exécuté de façon répétée dans la machine électrique tournante 17 est expliqué en référence à la figure 4 où l'étape S19 correspond à la section de sortie de signal 171, les étapes S11, S14 et S15 correspondent à la section de détermination de capacité de démarrage 172 (comportant la section de commande de conversion de puissance 174), et l'étape S22 (le processus de commande de charge montré dans la figure 5) correspond à la section de commande de charge 173 (comportant la section de commande de conversion de puissance 174). Ici, il est supposé que le moteur 23 est en fonctionnement et que le commutateur de séparation (commutateur SW2) est mis en marche. La commande marche/arrêt pour le commutateur de séparation (commutateur

SW2) est effectuée par l'unité de commande de démarrage 17a.

5 Ce processus de commande de démarrage commence à l'étape S10 où il est déterminé si la condition d'arrêt pour arrêter le moteur 23 est satisfaite ou non. Dans ce mode de réalisation, cette détermination est faite en vérifiant si la demande d'arrêt SA a été reçue de l'unité externe EX. Si le résultat de détermination à l'étape S10 est négatif, le processus attend jusqu'à ce que la demande  
10 d'arrêt SA soit reçue.

Si le résultat de détermination à l'étape S10 est affirmatif, le processus passe à l'étape S11 pour mettre à l'arrêt l'élément de commutation Qf afin d'arrêter l'alimentation en courant à l'enroulement de champ Lf en  
15 réponse au signal de commande de détermination SF. En conséquence, le courant de champ If diminue. À l'étape suivante S12, le processus détermine si le courant de champ If circulant à travers l'enroulement de champ Lf a atteint 0 (A) ou non. Le processus attend jusqu'à ce que le  
20 résultat de détermination à l'étape S12 devienne négatif.

Si le résultat de détermination est devenu affirmatif, le processus passe à l'étape S13 où le commutateur de séparation est mis à l'arrêt. À l'étape suivante S14, les éléments de commutation Q1 à Q6 sont attaqués pour démarrer  
25 l'alimentation en courant aux enroulements de stator Lu, Lv et Lw en réponse au signal de commande de détermination SF. À ce moment, le corps de machine électrique tournante 17b fonctionne comme un moteur électrique. À la suite du démarrage de l'alimentation en courant aux enroulements de  
30 stator Lu, Lv et Lw, les courants de phase Iu, Iv et Iw commencent à circuler, et la valeur de tension Vd ou la tension aux bornes de la batterie 19 change (diminue, normalement).

À l'étape suivante S15, la capacité de démarrage est  
35 vérifiée sur la base de la valeur de tension Vd mesurée par

le capteur de tension 30 et du courant de stator  $I_s$  mesuré par le capteur de courant 31.

À l'étape suivante S16, il est déterminé si le démarrage du moteur est possible ou non sur la base du résultat de vérification à l'étape S15. Dans ce mode de réalisation, il est déterminé sur la base du résultat de détermination à l'étape S15 que le démarrage du moteur est possible si le courant de stator  $I_s$  est maintenu au-dessus d'un courant seuil  $I_{th}$  ( $I_s \geq I_{th}$ ) et la valeur de tension  $V_d$  est maintenue au-dessus d'une tension seuil  $V_{th}$  ( $V_d \geq V_{th}$ ) pendant une période de détermination prédéterminée. Si le courant de stator  $I_s$  tombe en dessous du courant seuil  $I_{th}$  ( $I_s < I_{th}$ ), ou la valeur de tension  $V_d$  tombe en dessous de la tension seuil  $V_{th}$  ( $V_d < V_{th}$ ) pendant la période de détermination, il est déterminé que le démarrage du moteur n'est pas possible.

Si le résultat de détermination à l'étape S16 est affirmatif, cela signifie que la batterie 19 peut fournir la puissance nécessaire pour démarrer le moteur 23. En conséquence, à l'étape S17, les éléments de commutation Q1 à Q6 sont mis à l'arrêt pour l'arrêt de l'alimentation en courant aux enroulements de stator  $L_u$ ,  $L_v$  et  $L_w$  qui a été fait pour vérifier la capacité de démarrage, puis le commutateur de séparation est mis en marche à l'étape S18. À ce moment, étant donné que la préparation pour arrêter le moteur 23 a été faite, le signal d'autorisation d'arrêt SB est transmis à l'unité externe EX conformément au signal de résultat de détermination SC à l'étape S19. L'unité externe EX effectue une commande pour arrêter le moteur 23 en réponse au signal d'autorisation d'arrêt SB.

D'autre part, si le résultat de détermination à l'étape S16 est négatif, cela signifie que la batterie 19 doit être chargée. En conséquence, le processus arrête l'alimentation en courant aux enroulements de stator  $L_u$ ,  $L_v$  et  $L_w$  à l'étape S20, mets en marche le commutateur de



séparation à l'étape S21, puis effectue la commande de charge montrée dans la figure 5 à l'étape S22.

Ce processus de commande de charge commence à l'étape S30 où un temps de charge CT ou une quantité de courant de charge CV est réglé(e) sur la base de la valeur de tension Vd et du courant de stator Is mesurés pendant la période de détermination. Ici, la quantité de courant de charge CV est la valeur intégrée du courant alimenté à la batterie 19 pour charger la batterie 19. Le temps de charge CT est une période pendant laquelle la quantité de courant de charge CV passe à la batterie 19 pour charger la batterie 19. À ce moment, l'un(e) du temps de charge CT et de la quantité de courant de charge CV peut être réglé(e) ou les deux peuvent être réglés. L'étape S30 peut être omise. Dans ce cas, le temps de charge CT et la quantité de courant de charge CV sont réglés à des valeurs prédéterminées.

La figure 6 montre une ligne caractéristique incurvée continue L1 et une ligne caractéristique droite à chaîne L2 montrant chacune une relation entre la valeur de tension Vd et le temps de charge CT ou une quantité de courant de charge CV. Dans ce graphique, l'axe vertical à gauche représente le temps de charge CT, l'axe vertical à droite représente la quantité de courant de charge CV et l'axe horizontal représente la valeur de tension Vd. Lorsque la valeur de tension Vd est plus grande, étant donné que la capacité restante de la batterie 19 est plus grande, le temps de charge CT et la quantité de courant de charge CV peuvent être réglés pour être plus petits. D'autre part, lorsque la valeur de tension Vd est plus petite, étant donné que la capacité restante de la batterie 19 est plus petite, le temps de charge CT et la quantité de courant de charge CV doivent être réglés pour être plus grands. La relation entre la valeur de tension Vd et le temps de charge CT peut être définie soit par la ligne caractéristique L1 ou la ligne caractéristique L2. Également, la relation entre la tension de borne Vd et la

quantité de courant de charge CV peut être définie soit par la ligne caractéristique L1 ou la ligne caractéristique L2. En mesurant la valeur de tension Vd, le temps de charge CT et la quantité de courant de charge CV peuvent être réglés  
5 conformément à la ligne caractéristique L1 ou la ligne caractéristique L2.

En réglant le temps de charge CT ou la quantité de courant de charge CV, le courant de stator Is ou la puissance électrique Ps ( $= Vd \times Is$ ) peut être utilisé(e) au  
10 lieu de la valeur de tension Vd. En outre, deux ou plus parmi la valeur de tension Vd, le courant de stator Is et la puissance Ps peuvent être utilisés. Dans ce cas, étant donné que différentes valeurs sont obtenues pour le temps de charge CT ou la quantité de courant de charge CV, l'une  
15 de ces valeurs, une moyenne de ces valeurs ou une moyenne pondérée de ces valeurs peut être utilisée.

En revenant à la figure 5, à l'étape S31, la charge est démarrée en réponse au signal de demande de charge SD et au signal de commande de charge SG après que le temps de  
20 charge CT et la quantité de courant de charge CV sont réglés. À ce moment, la force motrice du moteur 23 qui n'est pas encore arrêté est utilisée. Spécifiquement, le corps de machine électrique tournante 17b est amené à fonctionner comme un générateur en utilisant la force  
25 motrice transmise à partir du moteur 23 à travers l'élément de transmission de puissance 18. La force électromotrice EF générée par le corps de machine électrique tournante 17b est transmise à la batterie 19 à travers la section de conversion de puissance 174 et la première ligne  
30 d'alimentation PL (voir figures 1 et 2).

À l'étape suivante S32, il est détecté si une condition d'arrêt de charge a été satisfaite ou non. Si le résultat de détection à cette étape est affirmatif, le processus passe à l'étape S33, et sinon, cette étape est  
35 effectuée de nouveau. La condition d'arrêt de charge peut dépendre du temps de charge CT ou de la quantité de courant

de charge CV. À l'étape S33, la charge est arrêtée en réponse au signal d'achèvement de charge SE et au signal de demande de charge SG, puis le processus de commande de charge est terminé.

5        Ensuite, un exemple et sa variante de commande effectués par l'unité de commande de démarrage 17a montrée dans les figures 2 et 3 sont expliqués en référence au chronogramme de la figure 7. L'axe horizontal du chronogramme représente le temps. L'axe vertical du  
10 chronogramme représente un drapeau d'établissement de condition d'arrêt FL, le commutateur SW2 (commutateur de séparation), le courant de stator  $I_s$ , le courant de champ  $I_f$ , la valeur de tension  $V_d$  et la vitesse de rotation  $R$  du moteur 23 dans cet ordre à partir du haut. Ici, il est  
15 supposé que le moteur 23 est en fonctionnement avant le temps  $t_1$ .

Lorsque le signal de demande d'arrêt SA est reçu de l'unité externe EX au temps  $t_1$  et la condition d'arrêt est satisfaite (OUI à l'étape S10 dans la figure 4), le drapeau  
20 d'établissement de condition d'arrêt FL passe de l'état désactivé à l'état activé (réglé de "L" à "H" dans la figure 7). Par conséquent, l'alimentation en courant au corps de machine électrique tournante 17b est arrêtée, et il est attendu que le courant de champ  $I_f$  atteigne 0 (étape  
25 S12 dans la figure 4). Dans cet exemple, le courant de champ  $I_f$  est  $I_{f1}$  au temps  $t_1$ , et atteint 0 (A) au temps  $t_2$ . Le courant de stator  $I_s$  diminue de  $I_{s2}$  à 0 (A) pendant cette période de  $t_1$  à  $t_2$ . Incidemment, cette période dépend des circonstances.

30        Le commutateur SW2 est mis à l'arrêt à partir de l'état de marche au temps  $t_2$  lorsque le courant de champ  $I_f$  atteint 0 (étape S13 dans la figure 4), afin de déterminer si la batterie 19 stocke ou non la puissance nécessaire pour démarrer le moteur 23 la prochaine fois (étape S15  
35 dans la figure 4). Cette détermination peut être faite en vérifiant si le courant de stator  $I_s$  peut être maintenu en

dessous du courant seuil  $I_{th}$  et la valeur de tension  $V_d$  peut être maintenue au-dessus de la tension seuil  $V_{th}$  pour un intervalle de vérification  $Chk1$  du temps  $t_2$  à  $t_3$ .

Dans l'exemple montré par la ligne continue dans la figure 7, le courant de stator  $I_s$  peut être maintenu à  $I_{s1}$  qui est inférieur au courant seuil  $I_{th}$  ( $I_{th} > I_{s1}$ ). Toutefois, la valeur de tension  $V_d$  de la batterie 19 diminue de  $V_{ds}$  à  $V_{d2}$  avec la mise à l'arrêt du commutateur 2, et baisse encore à  $V_{d1}$  qui est inférieure à la tension seuil  $V_{th}$  après l'intervalle de vérification  $Chk1$  ( $V_{d3} > V_{d2} > V_{th} > V_{d1}$ ). Dans l'exemple de variante montré par la ligne à chaîne à deux points dans la figure 7, la valeur de tension  $V_d$  peut être maintenue au-dessus de la tension seuil  $V_{th}$ , cependant, le courant de stator  $I_s$  tombe en dessous du courant seuil  $I_{th}$ . Dans encore une autre variante, la valeur de tension  $V_d$  tombe en dessous de la tension seuil  $V_{th}$ , et le courant de stator  $I_s$  tombe en dessous du courant seuil  $I_{th}$ . Dans ces exemples, il est déterminé que le démarrage du moteur n'est pas possible à l'étape  $S15$  montrée dans la figure 4. Par conséquent, l'alimentation en courant au courant de stator  $I_s$  est arrêtée, c'est-à-dire, le courant de stator  $I_s$  est réglé à 0 (A) au temps  $t_3$ .

Par la suite, le commutateur  $SW2$  est mis en marche à partir de l'état d'arrêt (étape  $S21$  dans la figure 4), et le corps de machine électrique tournante 17b est amené à fonctionner comme un générateur pour charger la batterie 19 sans arrêter le moteur 23 après le temps  $t_3$ . À ce moment, la vitesse de rotation  $R$  du moteur 23 est maintenue au-dessus de 0 (tr/min), normalement au-dessus de la vitesse de ralenti. En conséquence, la vitesse de rotation  $R$  peut ne pas être constante, comme montré par la ligne à chaîne à deux points. Dans l'exemple montré dans la figure 7, le temps de charge  $CT$  est déterminé sur la base de la ligne caractéristique  $L1$  et la quantité de courant de charge  $CV$  ( $I_{s3}$  dans la Figure 7) est déterminée sur la base de la

ligne caractéristique  $L2$  en fonction de la valeur de tension  $Vd$  au temps  $t3$ . Par la suite, la batterie 19 est chargée maintenant le courant de charge à  $Is3$  à partir du temps  $t3$  jusqu'au temps  $t4$  après l'écoulement d'un intervalle de charge  $CS$  correspondant au temps de charge  $CT$  ( $CS = CT$ ). À ce moment, le courant de champ  $If$  d'une amplitude  $If2$  circule par la force électromotrice  $EF$ . Incidemment, si le courant de charge  $CT$  ne peut pas être maintenu à  $Is3$ , la batterie 19 peut être chargée par un maximal pouvant être obtenu par la force électromotrice  $EF$  de la machine électrique tournante 17b.

Lorsque le temps  $t4$  est atteint après écoulement de l'intervalle de charge  $CS$ , étant donné que la condition d'arrêt de charge est satisfaite, la charge de la batterie 19 est arrêtée (étapes  $S32$  et  $S33$  dans la figure 5). Ensuite, l'alimentation en courant au corps de machine électrique tournante 17b est arrêtée de nouveau, et il est attendu que le courant de champ  $If$  atteigne 0 (A) (étape  $S12$  dans la figure 4). Dans l'exemple de la figure 7, le courant de champ  $If$  atteint 0 (A) au temps  $t5$ . Par la suite, il est vérifié si la batterie 19 stocke la puissance nécessaire pour démarrer le moteur 23 la prochaine fois (étape  $S15$  dans la figure 4). Le procédé de cette vérification est semblable à celui exécuté pendant l'intervalle de vérification  $Chk1$ .

Il est vérifié si le courant de stator  $Is$  peut être maintenu ou non en dessous du courant seuil  $Ith$  et la valeur de tension  $Vd$  peut être maintenue ou non au-dessus de la tension seuil  $Vth$  sur un intervalle de vérification  $Chk2$  du temps  $t5$  au temps  $t6$ . Dans l'exemple montré par la ligne continue dans la figure 7, le courant de stator  $Is$  peut être maintenu à  $Is1$  qui est inférieur au courant seuil ( $Ith > Is1$ ). La valeur de tension  $Vd$  de la batterie 19 diminue à partir de  $VD7$  qui est la valeur initiale lorsque la batterie 19 a été chargée à  $VD6$  avec la mise à l'arrêt du commutateur  $SW2$ , et diminue encore à  $VD5$  au temps  $t6$ .

après écoulement de l'intervalle de vérification Chk2. Toutefois, la valeur de tension  $V_d$  de la batterie 19 peut être maintenue au-dessus de la tension seuil  $V_{th}$  ( $V_d > V_{d6} > V_{d5} > V_{th}$ ). En conséquence, le résultat de  
 5 vérification à l'étape S15 dans la figure 4 est "OUI". Par conséquent, le signal d'autorisation d'arrêt SB est transmis à l'unité externe EX au temps  $t_6$  à l'étape S19 dans la figure 4. L'unité externe EX effectue une commande pour arrêter le moteur 23 en réponse au signal  
 10 d'autorisation d'arrêt SB. Par conséquent, la vitesse de rotation  $R$  devient égale à 0 (tr/min) au temps  $t_7$ . Après le temps  $t_7$  auquel le moteur 23 est arrêté, le drapeau d'établissement de condition d'arrêt FL est mis au niveau bas.

15 Bien que non montré dans les dessins, si le courant de stator  $I_s$  ne peut pas être maintenu en dessous du courant seuil  $I_{th}$ , et la valeur de tension  $V_d$  ne peut pas être maintenue au-dessus de la tension seuil  $V_{th}$  avant  
 20 l'écoulement de l'intervalle de vérification Chk2 après le temps  $t_5$ , l'intervalle de charge CS est de nouveau fourni pour charger la batterie 19 de nouveau. Autrement dit, l'intervalle de charge C est effectué deux fois ou plus. Cela permet de rétablir la capacité restante de la batterie 19 de manière fiable pour démarrer le moteur 23 de manière  
 25 plus fiable.

Par la suite, lorsque des conditions de démarrage pour démarrer le moteur 23 sont satisfaites, l'unité externe EX démarre le moteur 23 en transmettant un signal de démarrage à l'unité de commande de démarrage 17a pour démarrer le  
 30 corps de machine électrique tournante 17b, et en alimentant en carburant le moteur 23. Les conditions de démarrage peuvent inclure une condition selon laquelle la pédale d'accélérateur a été enfoncée, une condition selon laquelle la pédale de frein a été relâchée (non enfoncée) et une  
 35 condition selon laquelle une opération de démarrage a été effectuée.

### Deuxième Mode de Réalisation

Ensuite, un deuxième mode de réalisation de  
5 l'invention est décrit en référence à la figure 8 en  
mettant l'accent sur les différences avec le premier mode  
de réalisation.

Dans la figure 8, le numéro de référence 110 désigne  
un véhicule à essence. Le véhicule 110 comporte les  
10 batteries 11 et 19, la charge électrique 12, les roues 14,  
la transmission 15, la machine électrique tournante 17, les  
éléments de transmission de puissance 18 et 22, et le  
moteur 23.

Comme dans le premier mode de réalisation, dans ce  
15 mode de réalisation, le système de démarrage de moteur 10A  
comporte au moins la machine électrique tournante 17 et le  
capteur de tension 30. L'unité de commande de démarrage 17a  
et le corps de machine électrique tournante 17b peuvent  
être configurés pour être identiques à ceux du premier mode  
20 de réalisation (voir figures 2 et 3). Dans cette  
configuration, étant donné que le processus de commande de  
démarrage montré dans la figure 4 et le processus de  
commande de charge 15 montré dans la figure 5 peuvent être  
effectués, la commande comme montrée dans la figure 7  
25 précédente peut être effectuée.

### Troisième Mode de Réalisation

Ensuite, un troisième mode de réalisation de  
30 l'invention est décrit en référence aux figures 9 et 10 en  
mettant l'accent sur les différences avec les premier et  
deuxième modes de réalisation.

Dans la figure 9, le numéro de référence 120 désigne  
un véhicule hybride. Le véhicule hybride 120 comporte les  
35 batteries 11, 19 et 20, la charge électrique 12, les roues  
14, la transmission 15, les machines électriques tournantes

51 et 16, les éléments de transmission de puissance 18 et 22, l'onduleur 21, le moteur 23, l'unité de commande de conversion de puissance 24 et l'unité de commande de démarrage 50. L'unité de commande de démarrage 50, la machine électrique tournante 51 et le capteur de tension 30 (voir figure 10) constituent un système de démarrage de moteur 10B.

Le véhicule 120 diffère du véhicule 100 montré dans la figure 1 par la structure du système de démarrage de moteur. De manière plus détaillée, l'unité de commande de démarrage 17a est assemblée dans la machine électrique tournante 17 dans le véhicule 100. D'autre part, dans le véhicule 120, l'unité de commande de démarrage 50 est fournie séparément de la machine électrique tournante 51. L'unité de commande de démarrage 50, qui est équivalente à l'unité de commande de démarrage 17a, est interposée entre l'unité externe EX et la machine électrique tournante 51. En d'autres termes, le véhicule hybride 120 est un véhicule additionnellement pourvu de l'unité de commande de démarrage 50 en comparaison avec un véhicule hybride classique. L'unité de commande de démarrage 50 peut être une ECU ou un ordinateur.

L'unité de commande de démarrage 50 montrée dans la figure 10 comporte une section d'arrêt de moteur 50a, une section de détermination de capacité de démarrage 50b, une section de commande de charge 50c et une section de commande de conversion de puissance 50d. La section d'arrêt de moteur 50a a pour fonction d'arrêter le moteur 23 lorsque la section de détermination de capacité de démarrage 50b détermine qu'il est possible de fournir la puissance électrique nécessaire pour démarrer le moteur 23. La section d'arrêt de moteur 50a peut être configurée pour être identique à la section de sortie de signal 171 montrée dans la figure 2, ou pour inclure à la fois la fonction de la section de sortie de signal 171 et la fonction de l'unité externe EX. Dans ce dernier cas, la commande pour



arrêter le moteur 23 (pour arrêter l'alimentation en carburant, par exemple) est effectuée conformément au signal de résultat de détermination SC transmis à partir de la section de détermination de capacité de démarrage 50b.

5 La section de détermination de capacité de démarrage 50b est configurée pour être identique à la section de détermination de capacité de démarrage 172 montrée dans la figure 2. La section de commande de charge 50 est configurée pour être identique à la section de commande de charge 173 montrée dans la figure 2. La section de commande de conversion de puissance 50d est configurée pour être identique à la section de commande de conversion de puissance 174 montrée dans la figure 2. La machine électrique tournante 51 est configurée pour être identique au corps de machine électrique tournante 17b montré dans la figure 2.

Dans cette configuration, étant donné que le processus de commande de démarrage montré dans la figure 4 et le processus de commande de charge montré dans la figure 5 peuvent être effectués, la commande comme montrée dans la figure 7 précédente peut être effectuée.

#### Quatrième Mode de Réalisation

25 Ensuite, un quatrième mode de réalisation de l'invention est décrit en référence à la figure 11 avec un accent sur les différences avec les premier à troisième modes de réalisation.

Dans la figure 11, le numéro de référence 130 désigne un véhicule à essence. Le véhicule à essence 130 comporte les batteries 11 et 19, la charge électrique 12, les roues 14, la transmission 15, la machine électrique tournante 51, les éléments de transmission de puissance 18 et 22, le moteur 23 et l'unité de commande de démarrage 50.

35 L'unité de commande de démarrage 50, la machine électrique tournante 51 et le capteur de tension 30 (voir

figure 10) constituent le système de démarrage de moteur 10B. Dans cette configuration, étant donné que le processus de commande de démarrage montré dans la figure 4 et le processus de commande de charge montré dans la figure 5 peuvent être effectués, la commande comme montrée dans la figure 7 précédente peut être effectuée.

#### Autres Modes de Réalisation

10 Il est évident que diverses modifications peuvent être apportées aux modes de réalisation décrits ci-dessus comme décrit ci-dessous.

Chacune de la machine électrique tournante 17 décrite dans les premier et deuxième modes de réalisation et de la machine électrique tournante 51 décrite dans les troisième et quatrième modes de réalisation est capable de fonctionner à la fois comme un moteur électrique et un générateur (voir figures 1, 8, 9 et 11). Cependant, chacun des modes de réalisation ci-dessus peut être modifié pour inclure un moteur électrique et un générateur. Dans ce cas, le moteur électrique peut être une machine électrique tournante réglée pour fonctionner comme un moteur électrique, et le générateur peut être une machine électrique tournante réglée pour fonctionner comme un générateur. La figure 12 montre un exemple de la modification du premier ou deuxième mode de réalisation où un moteur électrique 17c et un générateur 17d sont fournis au lieu du corps de machine électrique tournante 17b (voir figure 2). La figure 13 montre un exemple de la modification du troisième mode de réalisation où un moteur électrique 51a et un générateur 51b sont fournis au lieu de la machine électrique tournante 51 (voir figure 9). Un système de démarrage de moteur 10C montré dans la figure 13 comporte au moins l'unité de commande de démarrage 50, le moteur électrique 51a, le générateur 51b et le capteur de tension 30. Bien que non illustré, la machine électrique

tournante 51 du quatrième mode de réalisation (voir figure 11) peut également être remplacée par le moteur électrique 51a le générateur 51b.

Dans les premier à quatrième modes de réalisation, le  
 5 capteur de tension 30 et le capteur de courant 31 sont fournis séparément de l'unité de commande de démarrage 17a ou 50. Cependant, au moins l'un du capteur de tension 30 et du capteur de courant 31 peut être fourni d'un seul tenant avec l'unité de commande de démarrage 17a ou 50. Il en va  
 10 de même pour le capteur de courant 32 et le commutateur 32.

Dans les premier à quatrième modes de réalisation, l'unité de commande de démarrage 17a ou 50 est fournie séparément de l'unité externe EX (voir figures 2, 9, 11 et 12). Cependant, l'unité de commande de démarrage 17a ou 50  
 15 peut être intégrée d'un seul tenant avec l'unité externe EX.

Dans les premier et deuxième modes de réalisation, la section de sortie de signal 171 et la section de détermination de capacité de démarrage 172 (voir figure 2)  
 20 sont fournies séparément l'une de l'autre. Cependant, la section de sortie de signal 171 et la section de détermination de capacité de démarrage 172 peuvent être intégrées l'une à l'autre. Dans les troisième et quatrième modes de réalisation, la section d'arrêt de moteur 50a et  
 25 la section de détermination de capacité de démarrage 50b sont fournies séparément l'une de l'autre. Cependant, la section d'arrêt de moteur 50a et la section de détermination de capacité de démarrage 50b peuvent être intégrées l'une à l'autre.

30 Les modes de réalisation décrits ci-dessus et d'autres modes de réalisation fournissent les avantages suivants.

(1) La machine électrique tournante 17 comporte le capteur de tension 30 pour mesurer la tension de la batterie 19, le capteur de courant 31 pour mesurer un  
 35 courant circulant à travers les enroulements de stator Lu, Lv et Lw et l'unité de commande de démarrage 17a. L'unité

de commande de démarrage 17a comporte la section de détermination de capacité de démarrage 172 configurée pour fournir du courant aux enroulements de stator Lu, Lv et Lw sans passage du courant à l'enroulement de champ Lf pour  
 5 déterminer si la batterie 19 sera capable ou non de fournir le courant nécessaire pour démarrer le moteur 23 sur la base de la valeur de tension Vd mesurée par le capteur de tension 30 et du courant de stator Is mesuré par le capteur de courant 31 lors de la réception du signal de demande  
 10 d'arrêt SA pour arrêter le moteur 23 à partir de l'unité externe EX, c'est-à-dire, lorsque la condition d'arrêt pour arrêter le moteur est satisfaite. L'unité de commande de démarrage 17a comporte en outre la section de sortie de signal 171 configurée pour transmettre le signal  
 15 d'autorisation d'arrêt SB à l'unité externe EX afin d'autoriser l'arrêt du moteur 23 lorsque la section de détermination de capacité de démarrage 172 détermine qu'il est possible de fournir la puissance nécessaire pour démarrer le moteur 23 (voir figures 1 à 8 et figure 12).

20 La section de détermination de capacité de démarrage 172 mesure la valeur de tension Vd de la batterie 19 et le courant de stator Is circulant à travers les enroulements de stator Lu, Lv et Lw lorsque la condition d'arrêt est satisfaite (en particulier immédiatement avant l'arrêt du  
 25 moteur 23). Il est déterminé si la batterie 19 sera capable ou non de fournir la puissance nécessaire pour démarrer le moteur sur la base de la valeur de tension mesurée Vd et de la valeur de courant. Étant donné que cette détermination est faite indépendamment de l'historique de l'état de  
 30 fonctionnement du moteur 23 avant d'être arrêté, sa fiabilité est élevée. En outre, étant donné que l'enroulement de champ Lf n'est pas alimenté en courant lorsque l'enroulement de stator Lu, Lv et Lw est alimenté avec le courant de stator Is de sorte que la machine  
 35 électrique tournante 17 ne génère pas de couple, le moteur 23 peut être empêché de fonctionner de façon inattendue.

(2) L'unité de commande de démarrage 17a ou 50 comporte en outre la section de commande de charge 173 ou 50c configurée pour amener le moteur 23 à continuer à fonctionner sans arrêter le moteur 23 et pour effectuer une  
5 commande pour charger la batterie 19 avec la puissance générée par la machine électrique tournante 17 ou 51 lorsque la section de détermination de capacité de démarrage 172 ou 50b détermine qu'elle ne sera pas capable de fournir de la puissance pour démarrer le moteur 23. La  
10 section de sortie de signal 171 et la section d'arrêt de moteur 50a sont configurées pour amener la section de commande de charge 173 ou 50c à charger la batterie 19 jusqu'à ce que la condition d'arrêt de charge soit satisfaite (voir figures 4, 5 et 7). Selon cette  
15 configuration, la section de commande de charge 173 et 50c charge la batterie 19 même après que la condition d'arrêt est satisfaite en amenant de manière forcée le moteur 23 à fonctionner pour générer de la puissance jusqu'à ce que la condition d'arrêt de charge soit satisfaite. Étant donné  
20 que la capacité restante de la batterie 19 peut être rétablie par cette charge, le moteur 23 peut être démarré de manière plus fiable et la précision de détermination peut être augmentée.

(3) La condition d'arrêt de charge comporte au moins  
25 l'un(e) du temps de charge CT et de la quantité de courant de charge CV. Selon cette configuration, le temps auquel la charge de la batterie 19 est terminée peut être réglé facilement.

(4) Les sections de commande de charge 173 et 50c sont  
30 configurées pour changer au moins l'un(e) du temps de charge CT et de la quantité de courant de charge CV sur la base de la valeur de tension Vd mesurée par le capteur de tension 30 (voir figures 5 à 7) si la section de détermination de capacité de démarrage 172 ou 50b détermine  
35 qu'il ne sera pas possible de fournir la puissance suffisante pour démarrer le moteur 23. Selon cette

configuration, il est possible d'optimiser ou minimiser le temps à partir du moment où la condition d'arrêt est satisfaite jusqu'à l'arrêt du moteur 23. En outre, il est possible de minimiser la fréquence à laquelle la section de  
 5 détermination de capacité de démarrage 172 ou 50b effectue la détermination de manière à économiser la consommation de puissance électrique.

(5) Le commutateur SW2 est fourni pour établir et couper une connexion entre la première ligne d'alimentation  
 10 PL connectée à la batterie 19 et la deuxième ligne d'alimentation CL connectée à la batterie 11 comme une source d'alimentation séparée. L'unité de commande de démarrage 17a et 50 commande le commutateur SW2 de sorte que la première ligne d'alimentation PL et la deuxième  
 15 ligne d'alimentation CL soient connectées l'une à l'autre au moins à partir du moment où la condition d'arrêt est satisfaite jusqu'au moment où la détermination pour savoir si la puissance pour démarrer le moteur 23 sera disponible ou non est faite. Selon cette configuration, il devient  
 20 possible de déterminer de manière fiable si le moteur sera capable d'être démarré ou non sur la base de la capacité restante de la batterie 19 en mettant à l'arrêt le commutateur SW2 pour couper la connexion entre la première ligne d'alimentation PL et la deuxième ligne d'alimentation  
 25 CL lors de la détermination de la capacité de démarrage.

(6) Le système de démarrage de moteur 10B et 10C comporte le capteur de tension 30 pour mesurer la tension de la batterie 19, le capteur de courant 31 pour mesurer un courant circulant à travers les enroulements de stator Lu,  
 30 Lv et Lw et l'unité de commande de démarrage 50. L'unité de commande de démarrage 50 comporte la section de détermination de capacité de démarrage 50b configurée pour fournir du courant aux enroulements de stator Lu, Lv et Lw sans faire passer le courant à l'enroulement de champ Lf  
 35 pour déterminer si la batterie 19 sera capable ou non de fournir la puissance nécessaire pour démarrer le moteur 23

sur la base de la valeur de tension  $V_d$  mesurée par le capteur de tension 30 et du courant de stator  $I_s$  mesuré par le capteur de courant 31 lorsque la condition d'arrêt pour arrêter le moteur 23 est satisfaite. L'unité de commande de démarrage 50 comporte en outre la section d'arrêt de moteur 50a configurée pour arrêter le moteur 23 lorsque la section de détermination de capacité de démarrage 50b détermine qu'il est possible de fournir la puissance nécessaire pour démarrer le moteur 23 (voir figures 9 à 11 et figure 13).

La section de détermination de capacité de démarrage 50b mesure la valeur de tension  $V_d$  de la batterie 19 et le courant de stator  $I_s$  circulant à travers les enroulements de stator  $L_u$ ,  $L_v$  et  $L_w$  lorsque la condition d'arrêt est satisfaite (en particulier immédiatement avant l'arrêt du moteur 23). Il est déterminé si la batterie 19 sera capable ou non de fournir la puissance nécessaire pour démarrer le moteur 23 sur la base de la valeur de tension mesurée  $V_d$  et du courant  $I_s$ . Étant donné que cette détermination est faite indépendamment de l'historique de l'état de fonctionnement du moteur 23 avant d'être arrêté, sa fiabilité est élevée. En outre, étant donné que l'enroulement de champ n'est pas alimenté en courant lorsque les enroulements de stator  $L_u$ ,  $L_v$  et  $L_w$  sont alimentés avec le courant de stator  $I_s$  de sorte que la machine électrique tournante 17 ne génère pas de couple, le moteur 23 peut être empêché de fonctionner de façon inattendue.

Les modes de réalisation préférés expliqués ci-dessus constituent un exemple de l'invention de la présente demande qui est décrite uniquement par les revendications annexées ci-dessous. Il doit être entendu que des modifications des modes de réalisation préférés peuvent être réalisées comme il apparaîtra à l'homme du métier.

## Revendications:

1. Machine électrique tournante (17) couplée  
mécaniquement à un moteur (23), comprenant :  
5 des enroulements de stator (Lu, Lv, Lw) ;  
un enroulement de champ (Lf) ; et  
une unité de commande de démarrage (17a) qui effectue  
une commande pour faire passer un courant d'une batterie  
(19) à l'enroulement de champ afin de démarrer le moteur,  
10 où  
l'unité de commande de démarrage comporte :  
une section de détermination de capacité de démarrage  
(172) qui fait passer un courant aux enroulements de stator  
sans faire passer le courant à l'enroulement de champ lors  
15 de la réception d'un signal de demande d'arrêt (SA) pour  
arrêter le moteur à partir d'une unité externe (EX) afin de  
déterminer si la batterie sera capable ou non de fournir la  
puissance nécessaire pour démarrer le moteur sur la base  
d'une valeur de tension (Vd) de la batterie et d'une valeur  
20 de courant (Is) des enroulements de stator ; et  
une section de sortie de signal (171) qui délivre en  
sortie un signal d'autorisation d'arrêt (SB) à l'unité  
externe pour autoriser le démarrage du moteur si la section  
de détermination de capacité de démarrage détermine que la  
25 batterie sera capable de fournir la puissance nécessaire  
pour démarrer le moteur.
2. Machine électrique tournante selon la revendication  
1, dans laquelle l'unité de commande de démarrage comporte  
en outre une section de commande de charge (173) qui  
30 effectue une commande pour amener le moteur à continuer à  
fonctionner sans arrêter le moteur pour charger la batterie  
avec la puissance générée par la machine électrique  
tournante si la section de détermination de capacité de  
démarrage détermine que la batterie ne sera pas capable de  
35 fournir la puissance suffisante pour démarrer le moteur,



la section de sortie de signal étant configurée pour délivrer en sortie le signal d'autorisation d'arrêt après que la section de commande de charge charge la batterie à la suite de quoi des conditions d'arrêt de charge pour arrêter la charge de la batterie sont satisfaites.

3. Machine électrique tournante selon la revendication 2, dans laquelle les conditions d'arrêt de charge comportent l'un(e) d'un temps de charge (CT) et d'une quantité de courant de charge (CV) de la batterie ou les deux.

4. Machine électrique tournante selon la revendication 3, dans laquelle la section de commande de charge change au moins l'un(e) du temps de charge et de la quantité de courant de charge en fonction de la valeur de tension si la section de détermination de capacité de démarrage détermine que la batterie ne sera pas capable de fournir la puissance suffisante pour démarrer le moteur.

5. Machine électrique tournante selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, comprenant en outre une première ligne d'alimentation (PL) connectée à la batterie, une deuxième ligne d'alimentation (CL) connectée à une source d'alimentation fournie séparément de la batterie, et un commutateur (SW2) pour établir et couper une connexion entre la première ligne d'alimentation et la deuxième ligne d'alimentation,

l'unité de commande de démarrage étant configurée pour commander le commutateur pour établir une connexion entre la première ligne d'alimentation et la deuxième ligne d'alimentation au moins à partir du moment où les conditions d'arrêt sont satisfaites jusqu'au moment où la section de détermination de capacité de démarrage détermine si la batterie sera capable ou non de fournir la puissance nécessaire pour démarrer le moteur.

6. Système de démarrage de moteur (10A, 10B, 10C) permettant d'arrêter un moteur (23) lorsque des conditions d'arrêt pour arrêter le moteur sont satisfaites et de

démarrer le moteur lorsque des conditions de démarrage pour démarrer le moteur sont satisfaites, comprenant :

une machine électrique tournante (51) couplée mécaniquement au moteur, et ayant des enroulements de stator ( $L_u$ ,  $L_v$ ,  $L_w$ ) et un enroulement de champ ( $L_f$ ) ;

une unité de commande de démarrage (50) qui effectue une commande pour faire passer un courant d'une batterie (19) à l'enroulement de champ afin de démarrer le moteur ;

un capteur de tension (30) pour mesurer une tension de la batterie ; et

un capteur de courant (31) pour mesurer un courant circulant à travers les enroulements de stator, où

l'unité de commande de démarrage comporte :

une section de détermination de capacité de démarrage (50b) qui fait passer un courant ( $I_s$ ) aux enroulements de stator sans faire passer le courant à l'enroulement de champ lorsque les conditions d'arrêt sont satisfaites pour déterminer si la batterie sera capable ou non de fournir la puissance nécessaire pour démarrer le moteur sur la base d'une valeur de tension ( $V_d$ ) mesurée par le capteur de tension et d'une valeur de courant ( $I_s$ ) mesurée par le capteur de courant ; et

une section d'arrêt de moteur (50a) qui arrête le moteur lorsque la section de détermination de capacité de démarrage détermine que la batterie sera capable de fournir la puissance nécessaire pour démarrer le moteur.

7. Système de démarrage de moteur selon la revendication 6, dans lequel l'unité de commande de démarrage comporte en outre une section de commande de charge (173) qui effectue une commande pour amener le moteur à continuer à fonctionner sans arrêter le moteur afin de charger la batterie avec la puissance générée par la machine électrique tournante si la section de détermination de capacité de démarrage détermine que la batterie ne sera pas capable de fournir la puissance suffisante pour démarrer le moteur,

la section d'arrêt de moteur étant configurée pour délivrer en sortie un signal d'autorisation d'arrêt (SB) après que la section de commande de charge charge la batterie à la suite de quoi des conditions d'arrêt de charge pour arrêter la charge de la batterie sont satisfaites.

8. Système de démarrage de moteur selon la revendication 7, dans lequel les conditions d'arrêt de charge comportent l'un(e) d'un temps de charge (CT) et d'une quantité de courant de charge (CV) de la batterie ou les deux.

9. Système de démarrage de moteur selon la revendication 8, dans lequel la section de commande de charge change au moins l'un(e) du temps de charge et de la quantité de courant de charge en fonction de la valeur de tension mesurée par le capteur de tension si la section de détermination de capacité de démarrage détermine que la batterie ne sera pas capable de fournir la puissance suffisante pour démarrer le moteur.

10. Système de démarrage de moteur selon l'une quelconque des revendications 6 à 9, comprenant en outre une première ligne d'alimentation (PL) connectée à la batterie, une deuxième ligne d'alimentation (CL) connectée à une source d'alimentation fournie séparément de la batterie, et un commutateur (SW2) pour établir et couper une connexion entre la première ligne d'alimentation et la deuxième ligne d'alimentation,

l'unité de commande de démarrage étant configurée pour commander le commutateur afin d'établir une connexion entre la première ligne d'alimentation et la deuxième ligne d'alimentation au moins à partir du moment où les conditions d'arrêt sont satisfaites jusqu'au moment où la section de détermination de capacité de démarrage détermine si la batterie sera capable ou non de fournir la puissance nécessaire pour démarrer le moteur.

FIG.1

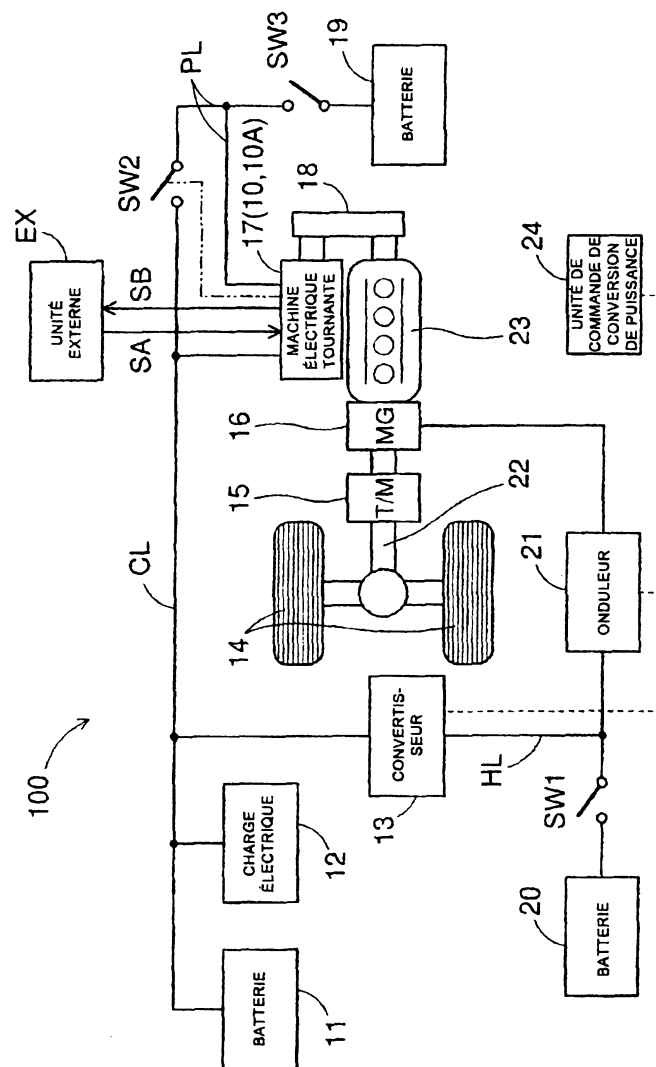


FIG.2

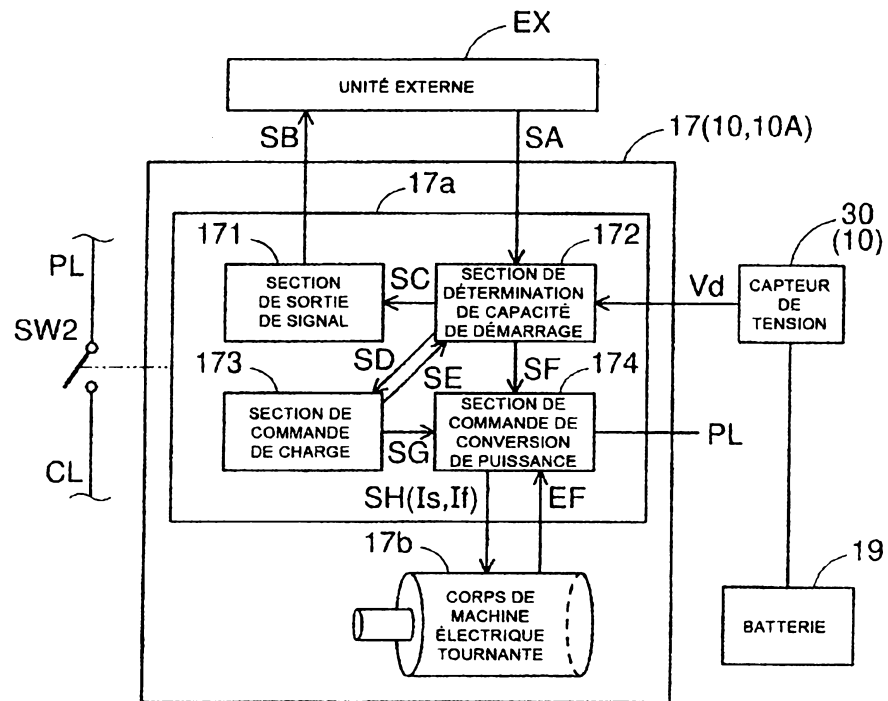


FIG.3

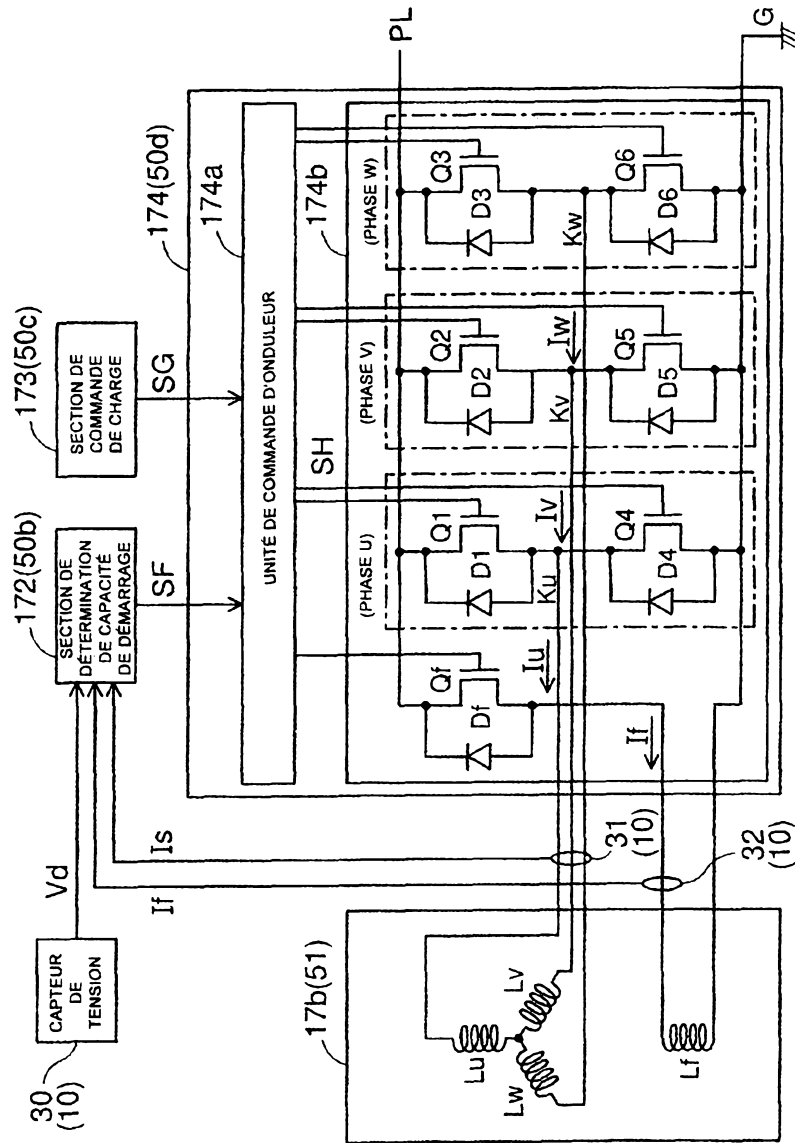


FIG.4

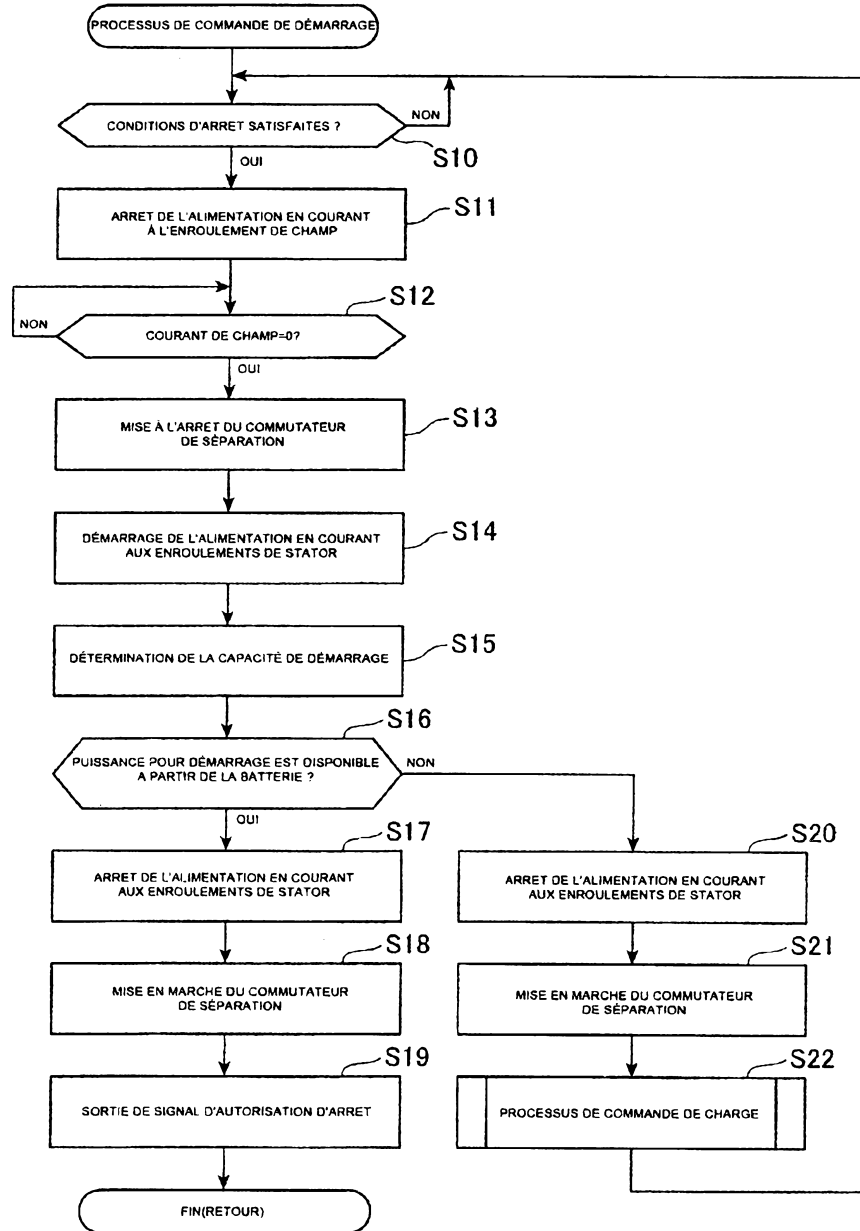


FIG.5

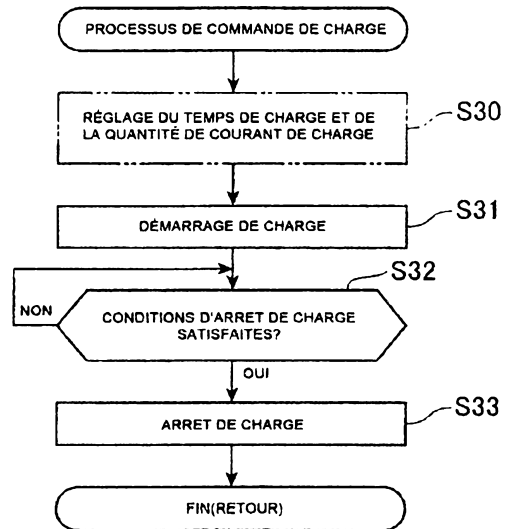


FIG.6

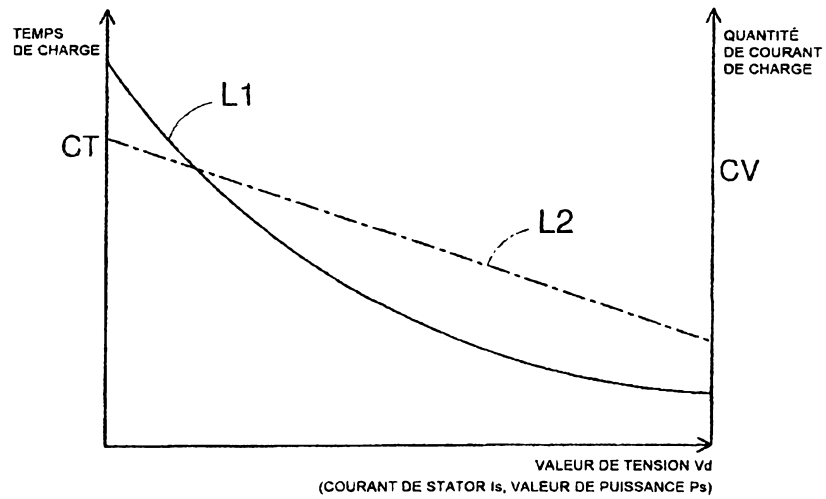




FIG.7

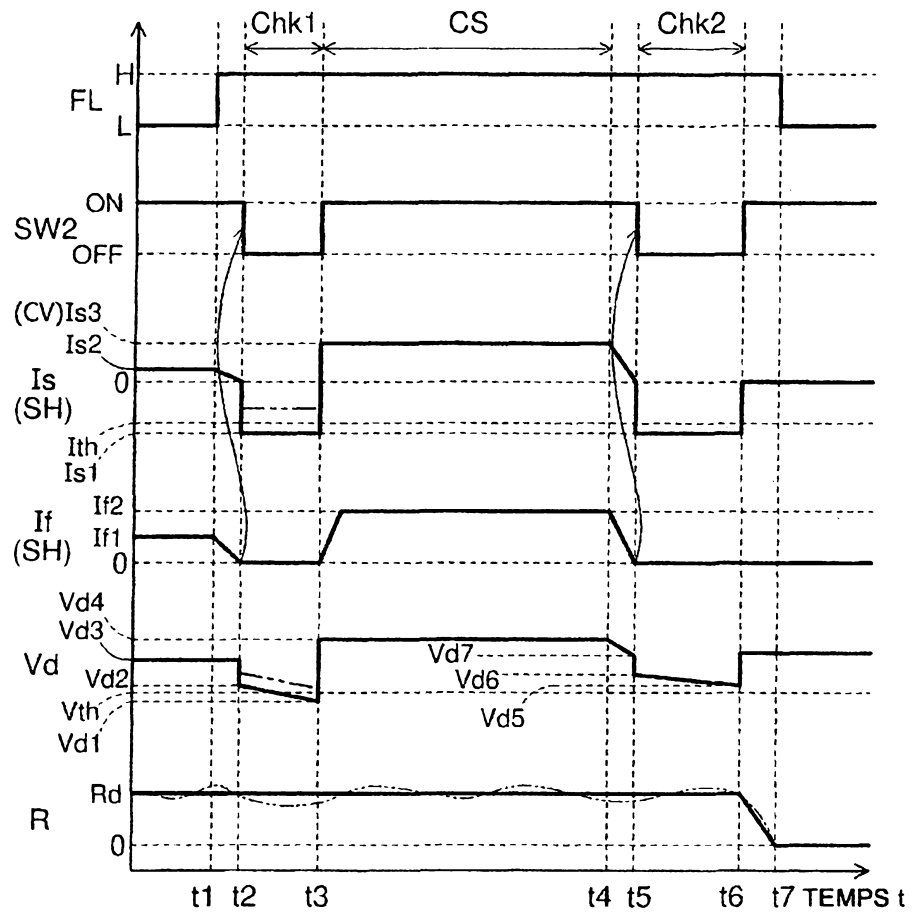


FIG.8

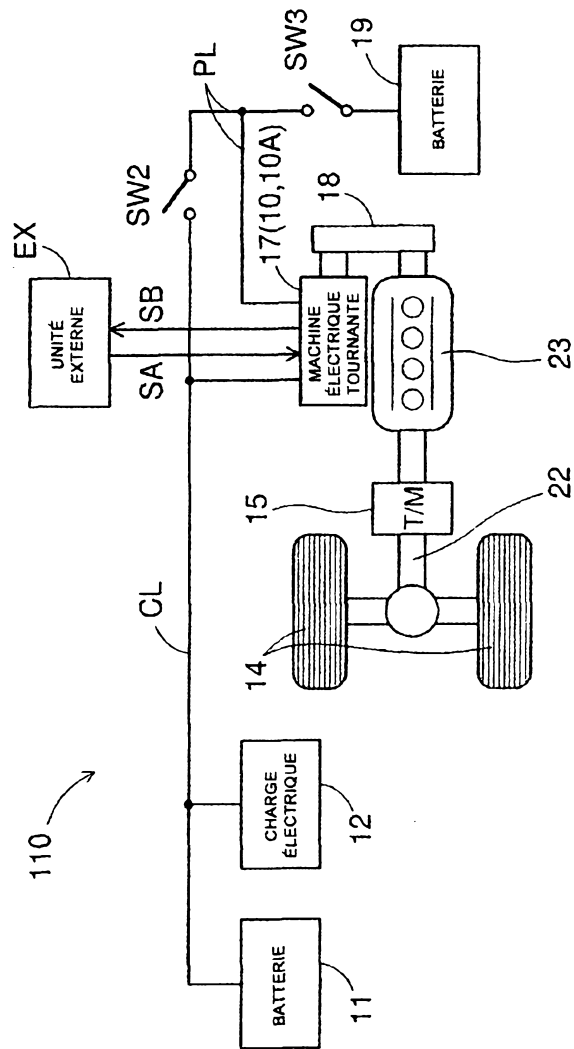


FIG.9

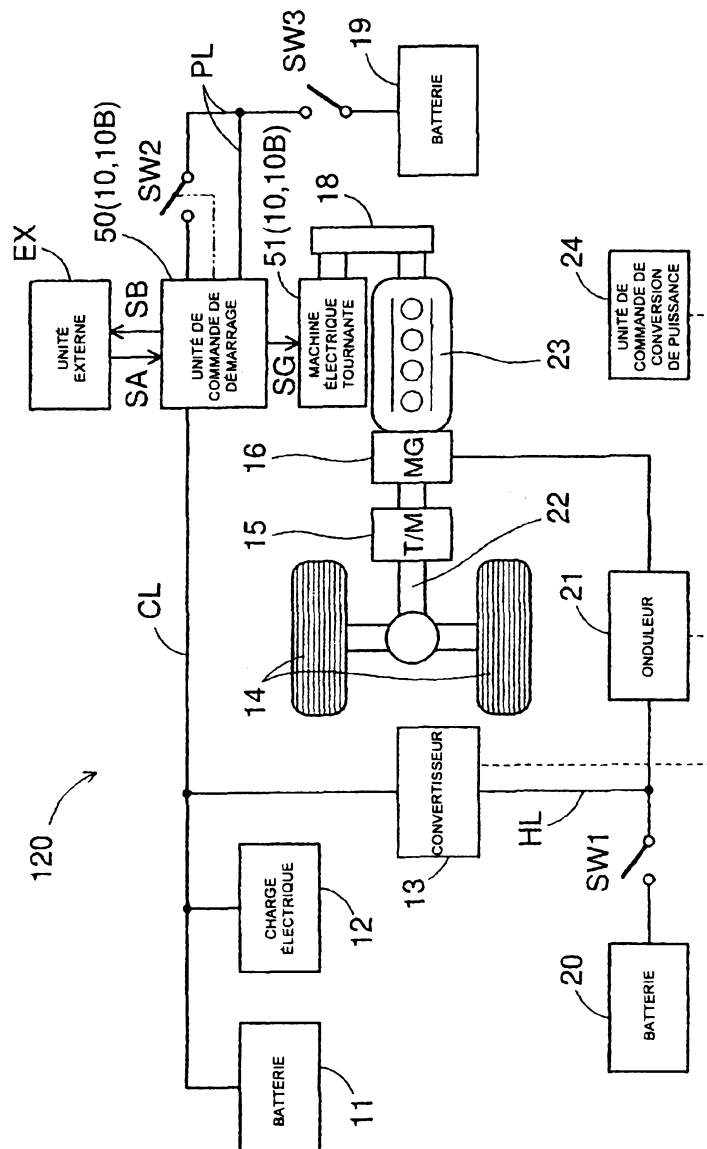


FIG.10

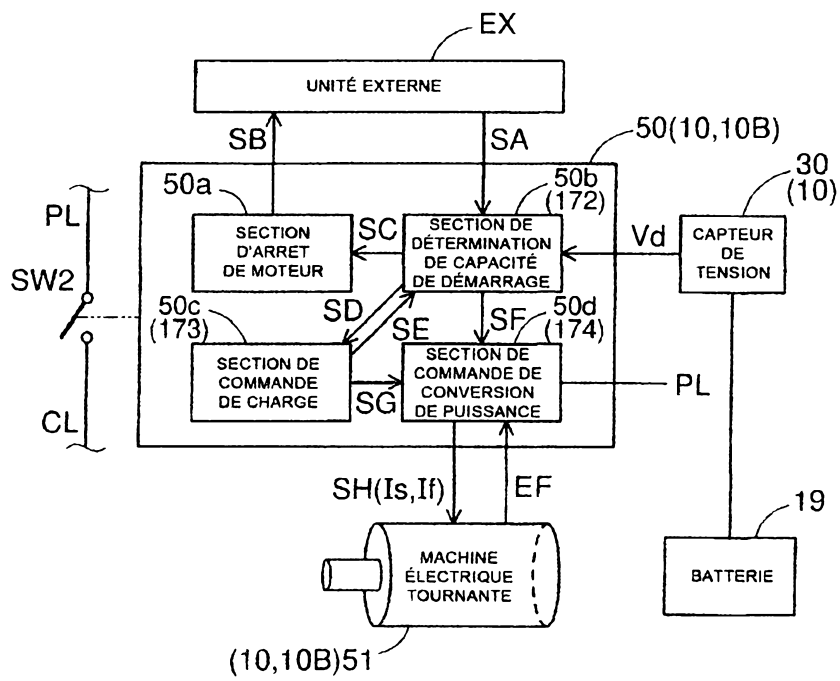




FIG.12

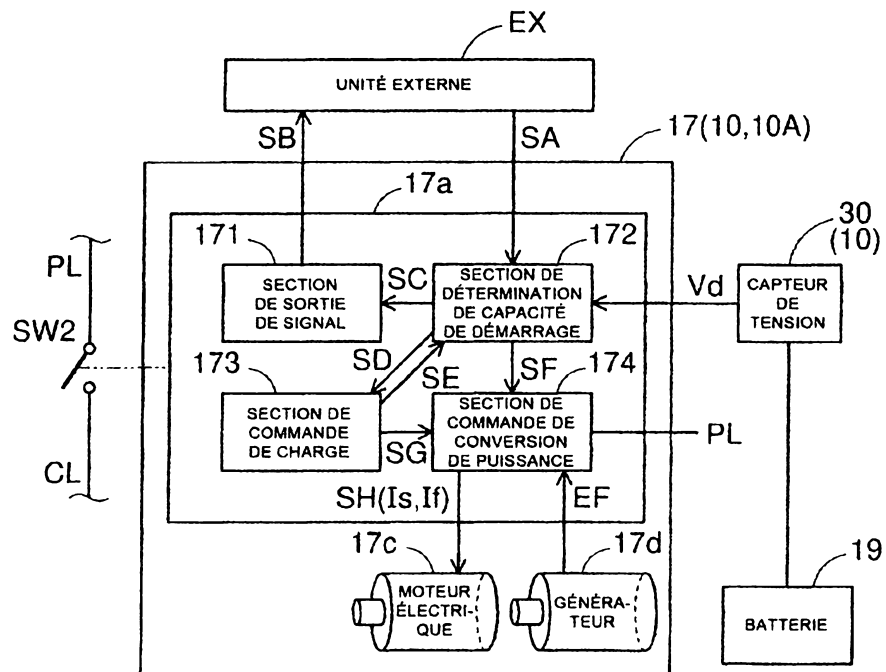
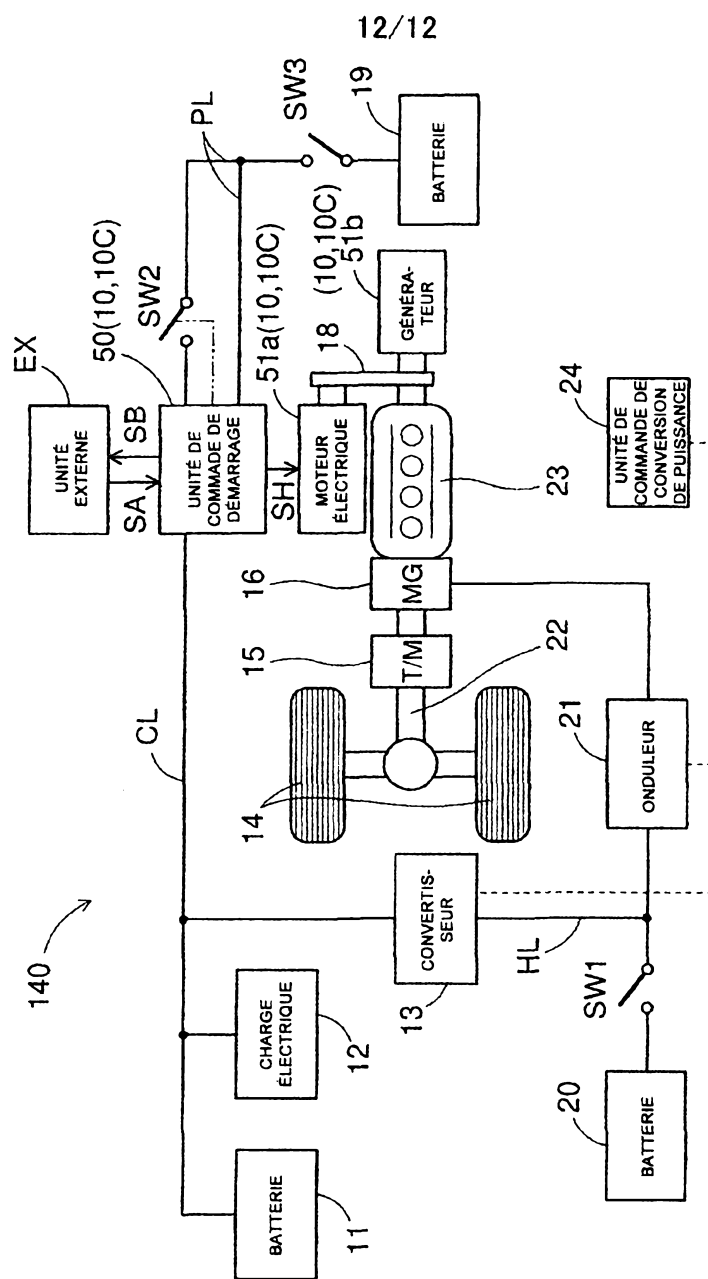


FIG. 13



# RAPPORT DE RECHERCHE

articles L.612-14, L.612-53 à 69 du code de la propriété intellectuelle

## OBJET DU RAPPORT DE RECHERCHE

L'I.N.P.I. annexe à chaque brevet un "RAPPORT DE RECHERCHE" citant les éléments de l'état de la technique qui peuvent être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention, au sens des articles L. 611-11 (nouveau) et L. 611-14 (activité inventive) du code de la propriété intellectuelle. Ce rapport porte sur les revendications du brevet qui définissent l'objet de l'invention et délimitent l'étendue de la protection.

Après délivrance, l'I.N.P.I. peut, à la requête de toute personne intéressée, formuler un "AVIS DOCUMENTAIRE" sur la base des documents cités dans ce rapport de recherche et de tout autre document que le requérant souhaite voir prendre en considération.

## CONDITIONS D'ETABLISSEMENT DU PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

☒ Le demandeur a présenté des observations en réponse au rapport de recherche préliminaire.

☒ Le demandeur a maintenu les revendications.

☐ Le demandeur a modifié les revendications.

☐ Le demandeur a modifié la description pour en éliminer les éléments qui n'étaient plus en concordance avec les nouvelles revendications.

☐ Les tiers ont présenté des observations après publication du rapport de recherche préliminaire.

☐ Un rapport de recherche préliminaire complémentaire a été établi.

## DOCUMENTS CITES DANS LE PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

La répartition des documents entre les rubriques 1, 2 et 3 tient compte, le cas échéant, des revendications déposées en dernier lieu et/ou des observations présentées.

☒ Les documents énumérés à la rubrique 1 ci-après sont susceptibles d'être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention.

☒ Les documents énumérés à la rubrique 2 ci-après illustrent l'arrière-plan technologique général.

☐ Les documents énumérés à la rubrique 3 ci-après ont été cités en cours de procédure, mais leur pertinence dépend de la validité des priorités revendiquées.

☐ Aucun document n'a été cité en cours de procédure.



**1. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE SUSCEPTIBLES D'ETRE PRIS EN CONSIDERATION POUR APPRECIER LA BREVETABILITE DE L'INVENTION**

JP 2004 028011 A (HONDA MOTOR CO LTD) 29 janvier 2004 (2004-01-29)

FR 2 996 511 A1 (RENAULT SA [FR]) 11 avril 2014 (2014-04-11)

**2. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE ILLUSTRANT L'ARRIERE-PLAN TECHNOLOGIQUE GENERAL**

FR 2 985 110 A1 (VALEO EQUIP ELECTR MOTEUR [FR]) 28 juin 2013 (2013-06-28)

JP 2001 304008 A (NISSAN MOTOR) 31 octobre 2001 (2001-10-31)

US 2010/269776 A1 (MIZUNO SATORU [JP]) 28 octobre 2010 (2010-10-28)

**3. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE DONT LA PERTINENCE DEPEND DE LA VALIDITE DES PRIORITES**

NEANT