

12

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 10.04.01.

30 Priorité : 10.04.00 JP 00108201.

43 Date de mise à la disposition du public de la demande : 12.10.01 Bulletin 01/41.

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 :

71 Demandeur(s) : TOYOTA JIDOSHA KABUSHIKI
KAISHA — JP.

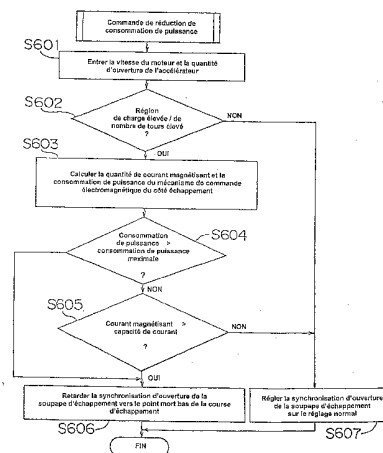
72 Inventeur(s) : NISHIDA HIDEYUKI et MATSUMOTO
ISAO.

73 Titulaire(s) :

74 Mandataire(s) : NOVAPAT.

54 MOTEUR A COMBUSTION INTERNE EQUIPE D'UN MECANISME DE COMMANDE DE SOUPAPE ELECTROMAGNETIQUE ET METHODE POUR COMMANDER CE MOTEUR.

57 Un moteur à combustion interne et une méthode sont capables de réduire la consommation de puissance requise pour ouvrir une soupape électromagnétique du côté échappement (29) dans une condition prédéterminée. Ce moteur à combustion interne comprend un mécanisme de commande électromagnétique (31) qui commande une soupape d'échappement (29) du moteur à combustion interne pour qu'elle s'ouvre et se ferme en utilisant la force électromagnétique générée en réponse à l'application d'un courant magnétisant, et un moyen de commande (20) pour commander, dans une condition prédéterminée, la synchronisation d'ouverture de la soupape d'échappement (29) de manière à réduire la consommation de puissance du mécanisme de commande de soupape électromagnétique (31). Ainsi, en commandant la synchronisation d'ouverture de la soupape d'échappement (29), la consommation de puissance requise pour amener la soupape d'échappement (29) à s'ouvrir peut être diminuée.



MOTEUR À COMBUSTION INTERNE ÉQUIPÉ D'UN MECANISME DE COMMANDE
DE SOUPAPE ÉLECTROMAGNETIQUE ET MÉTHODE POUR COMMANDER LE MÊME

TECHNIQUE ANTERIEURE

5 1. Domaine de l'invention

La présente invention se rapporte à un moteur à combustion interne ayant un mécanisme de commande de soupape électromagnétique pour provoquer l'ouverture et la fermeture d'une soupape à l'aide d'une force électromagnétique, et une
10 méthode de commande du même.

2. Description de la technique apparentée

Récemment, dans un moteur à combustion interne monté sur une automobile ou véhicule similaire, un mécanisme de commande de soupape électromagnétique qui est capable de commander
15 arbitrairement la synchronisation de l'ouverture et de la fermeture de soupapes d'admission et d'échappement a été développé dans le but d'empêcher la perte mécanique, provoquée par l'ouverture et la fermeture des soupapes d'admission et d'échappement tout en réduisant la perte du pompage
20 d'admission, et en améliorant le rendement thermique net.

Par exemple, un mécanisme de commande de soupape électromagnétique muni d'un induit, d'un électroaimant pour la fermeture de soupape, un électroaimant d'ouverture de soupape, un ressort de rappel pour fermeture de soupape, un ressort de
25 rappel pour l'ouverture de soupape a été proposé. L'induit est formé d'un corps magnétique et fonctionne pour avancer et se rétracter conjointement avec les valves d'admission et d'échappement. L'électroaimant de fermeture de soupape crée, en réaction au courant magnétisant, une force
30 électromagnétique qui déplace l'induit dans le sens de la fermeture de la soupape. De plus, l'électroaimant d'ouverture de soupape crée, en réaction au courant magnétisant, une force électromagnétique qui déplace l'induit dans le sens de l'ouverture de la soupape. Enfin, le ressort de rappel pour la
35 fermeture de soupape rétracte l'induit dans le sens de la fermeture de la soupape, tandis que le ressort de rappel pour

l'ouverture de soupape projette l'induit dans le sens de la fermeture de la soupape.

Un tel mécanisme de commande de soupape électromagnétique supprime la nécessité de commander mécaniquement les soupapes d'admission et d'échappement pour qu'elles s'ouvrent et se ferment en utilisant la force de rotation d'un arbre de sortie de moteur, c'est-à-dire, un vilebrequin, comme dans un dispositif de commande classique de soupapes. Par conséquent, la perte mécanique due à la commande mécanique des soupapes d'admission et d'échappement est évitée.

En outre, le mécanisme de commande de soupape électromagnétique susmentionné peut commander séparément les soupapes d'admission et d'échappement pour les ouvrir et les fermer sans la rotation d'un arbre de sortie de moteur. Cette configuration est avantageuse à divers égards, tels qu'une capacité accrue à commander la synchronisation de l'ouverture et de la fermeture ainsi que la quantité dont les soupapes d'admission et d'échappement s'ouvrent.

D'autre part, un véhicule équipé d'un moteur à combustion interne ayant le mécanisme de commande de soupape électromagnétique peut également inclure divers autres équipements électriques, tels que bougies d'allumage, soupapes d'injection de carburant, climatiseurs, et phares. Ces équipements électriques sont alimentés par une batterie et un générateur qui sont montés dans le véhicule.

Àfin d'éviter d'augmenter la capacité de la batterie et du générateur, un circuit de commande de soupape électromagnétique, comme décrit dans la publication japonaise Japanese Paten Laid-Open Publication n° HIE 10-131726, a été proposé. Le circuit de commande de soupape électromagnétique décrit dans cette publication possède un aimant permanent, une bobine de commande, une partie commutation, et un condensateur. L'aimant permanent est intégralement fixé aux soupapes d'admission et d'échappement, et la bobine de commande crée un pôle magnétique qui déplace l'aimant permanent. La partie commutation commute le sens du courant magnétisant appliqué à la bobine de commande et agit pour

déclencher et interrompre l'alimentation du courant magnétisant à la bobine de commande. Le condensateur emmagasine la force électromotrice induite dans la bobine de commande par le mouvement inertiel de l'aimant permanent.

5 Ce circuit de commande de soupape électromagnétique utilise à la fois la force électromotrice induite dans la bobine de commande, et l'inductance de la bobine de commande pour faire agir la partie commutation en tant qu'un régulateur de commutation d'un booster. Cette fonction accroît la
10 quantité de puissance chargée par régénération dans le condensateur. Le résultat en est que la quantité de puissance qui peut être délivrée par le condensateur à la bobine de commande est également augmentée. En conséquence, la quantité de puissance fournie de l'extérieur au circuit de commande de
15 soupape électromagnétique, à savoir, la consommation de puissance du circuit de commande de soupape électromagnétique, est diminuée.

Dans la technologie susmentionnée, la puissance chargée par régénération dans le condensateur est extrêmement faible
20 en comparaison à la puissance de commande du mécanisme de commande de soupape électromagnétique. Par conséquent, lorsque la puissance requise pour commander le mécanisme de commande de soupape électromagnétique est augmentée, par exemple, lorsque l'état de marche du moteur à combustion interne se
25 situe dans une zone de nombre de tours élevé, ou dépend de l'état de marche des équipements électriques, autres que le mécanisme de commande de soupape électromagnétique, il peut être impossible de fournir la puissance de commande souhaitable au mécanisme de commande de soupape
30 électromagnétique même en utilisant la puissance du condensateur en plus de la puissance de la batterie et du générateur. Dans un tel cas, il peut être difficile de commander les soupapes d'admission et d'échappement pour qu'elles s'ouvrent et se ferment normalement.

35 Par exemple, lorsque l'état de marche du moteur à combustion interne se situe dans une zone de nombre de tours élevé, le nombre de fois que les soupapes d'admission et

d'échappement s'ouvrent et se ferment par unité de temps est augmenté. Par conséquent, la puissance requise pour commander le mécanisme de commande de soupape électromagnétique augmente à la demande. De plus, le nombre de fois que la bougie d'allumage et la soupape d'injection de carburant sont actionnées par unité de temps augmente également, en même temps qu'une augmentation de la consommation de puissance par la bougie d'allumage et la soupape d'injection de carburant. Le résultat en est que la quantité de puissance qui peut être fournie au mécanisme de commande de soupape électromagnétique est diminuée.

En particulier, si les équipements électriques tels que le climatiseur et le phare fonctionnent alors que l'état de marche du moteur à combustion interne se trouve dans la région de nombre de tours élevé, la quantité de puissance qui peut être fournie au mécanisme de commande de soupape électromagnétique est réduite davantage. Par conséquent, il peut être plus difficile de garantir que la puissance requise du mécanisme de commande de soupape électromagnétique est fournie.

En outre, le mécanisme de commande de soupape électromagnétique est relié à une batterie, un générateur ou dispositif similaire par le biais d'un faisceau de conducteurs. Par conséquent, lorsque l'état de marche du moteur à combustion interne se trouve dans la région de nombre de tours élevé, la quantité de courant circulant dans le faisceau de conducteurs par unité de temps peut augmenter et excéder la capacité du faisceau de conducteurs. Dans cet exemple, il est difficile de fournir la quantité de courant souhaitée au mécanisme de commande de soupape électromagnétique, ce qui peut faire que les soupapes d'admission et d'échappement ne s'ouvrent pas et ne se ferment pas normalement.

Pour résoudre ce problème, il est possible d'augmenter la section transversale du faisceau de conducteurs de manière à augmenter la capacité du courant par unité de temps du faisceau de conducteurs. Cependant, si la section transversale

du faisceau de conducteurs est excessivement augmentée, l'espace occupé par le mécanisme de commande de soupape électromagnétique, y compris le faisceau de conducteurs, est consécutivement augmenté, ce qui peut rendre difficile le montage du mécanisme de commande de soupape électromagnétique sur le véhicule.

RÉSUMÉ DE L'INVENTION

Un objet de l'invention est d'améliorer la fiabilité de l'opération ouverture/fermeture d'une soupape d'échappement par un mécanisme de commande de soupape électromagnétique, en fournissant la technologie capable de réduire la puissance requise pour commander le mécanisme de commande de soupape électromagnétique dans un moteur à combustion interne ayant une soupape électromagnétique.

Un moteur à combustion interne ayant une soupape électromagnétique de l'invention est pourvu d'un module de contrôle pour modifier la synchronisation d'ouverture de la soupape d'échappement de manière à réduire la consommation de puissance d'un mécanisme de commande de soupape électromagnétique à un instant prédéterminé. Le mécanisme de commande de soupape électromagnétique commande une soupape d'échappement du moteur à combustion interne pour qu'elle s'ouvre et se ferme en utilisant la force électromagnétique générée en réaction à l'application d'un courant magnétisant.

En conséquence, dans un moteur à combustion interne doté de la soupape électromagnétique, le module de commande modifie, dans des conditions prédéterminées, la synchronisation d'ouverture de la soupape d'échappement de manière à réduire la consommation de puissance du mécanisme de commande de soupape électromagnétique.

Dans ce cas, la consommation de puissance du mécanisme de commande de soupape électromagnétique dans les conditions prédéterminées est réduite. En d'autres termes, le mécanisme de commande de soupape électromagnétique commande la soupape d'échappement pour qu'elle s'ouvre et se ferme avec une consommation de puissance relativement faible.

Le résultat en est que la fiabilité de l'opération d'ouverture et de fermeture de la soupape d'échappement est améliorée même lorsque la quantité de puissance qui peut être fournie au dispositif de commande des soupapes électromagnétiques est diminuée.

Par exemple, la condition prédéterminée de l'invention peut correspondre à la condition où un état de fonctionnement du moteur à combustion interne se trouve dans la zone de nombre de tours élevé.

La raison en est comme suit : lorsque l'état de fonctionnement du moteur à combustion interne se trouve dans la zone de nombre de tours élevé, le nombre de fois à commander la soupape d'échappement pour qu'elle s'ouvre et se ferme par unité de temps augmente, et donc la consommation de puissance du mécanisme de commande de soupape électromagnétique est augmentée.

En variante, la condition prédéterminée de l'invention peut correspondre à la condition où un courant magnétisant requis pour ouvrir la soupape d'échappement excède une valeur de référence prédéterminée, plus précisément, lorsque la quantité de courant magnétisant à appliquer au mécanisme de commande de soupape électromagnétique devient supérieure à la capacité de courant du faisceau de conducteurs pour appliquer le courant magnétisant au mécanisme de commande de soupape électromagnétique.

Comme technique de réduction de la consommation de puissance du mécanisme de commande de soupape électromagnétique dans la condition prédéterminée, la synchronisation d'ouverture de la soupape d'échappement peut être retardée au voisinage d'un point mort bas de la course d'échappement.

Pendant la course d'échappement, le cylindre présente une pression interne élevée à cause de la combustion d'un mélange. Cette pression s'exerce sur la soupape d'échappement dans le sens de la fermeture de la soupape. Ainsi, le mécanisme de commande de soupape électromagnétique doit ouvrir la soupape d'échappement contre cette pression, ce qui exige la

génération d'une force électromagnétique plus élevée. Le résultat en est que la consommation de puissance du mécanisme de commande de soupape électromagnétique est augmentée.

Ainsi, afin de réduire la consommation de puissance
5 requise pour ouvrir la soupape d'échappement, il est seulement nécessaire de changer la synchronisation d'ouverture vers une pression interne du cylindre inférieure à celle d'une condition d'ouverture courante.

Par exemple, la synchronisation d'ouverture de la soupape
10 d'échappement peut être retardée au voisinage d'un point mort bas de la course d'échappement. La raison en est comme suit : pendant la course d'échappement, la pression interne du cylindre est réduite par le mouvement descendant d'un piston, et atteint la valeur la plus faible au voisinage du point mort
15 bas de la course d'échappement. Par conséquent, on considère que la pression exercée sur la soupape d'échappement dans le sens de la fermeture de soupape devient la plus faible au voisinage du point mort bas de la course d'échappement.

Par conséquent, en retardant la synchronisation
20 d'ouverture de la soupape d'échappement pour qu'elle se situe au voisinage du point mort bas de la course d'échappement, la force électromagnétique requise pour ouvrir la soupape d'échappement peut être réduite. Le résultat en est que la consommation de puissance du dispositif de commande des
25 soupapes électromagnétiques peut être réduite.

BREVE DESCRIPTION DES DESSINS

La figure 1 est une vue de dessus schématique montrant un
moteur à combustion interne équipé d'une soupape
électromagnétique selon un mode de réalisation de la présente
30 invention ;

la figure 2 est un schéma de principe montrant la
structure interne d'un moteur à combustion interne selon un
mode de réalisation de la présente invention ;

la figure 3 est un schéma montrant la structure interne
35 d'un mécanisme de commande de soupape électromagnétique du côté admission ;

la figure 4 est un schéma fonctionnel illustrant la structure interne d'une unité électronique de commande (ECU) utilisée dans un mode de réalisation de la présente invention ;

5 la figure 5 est un schéma montrant la relation entre la synchronisation d'ouverture d'une soupape d'échappement et la pression interne du cylindre ; et

la figure 6 est un organigramme montrant une routine de commande de la réduction de la consommation de puissance
10 utilisée dans un mode de réalisation de la présente invention ;

DESCRIPTION DETAILLEE DES MODES DE REALISATION PREFERES

Ci-après, des modes de réalisation spécifiques d'un moteur à combustion interne équipé d'une soupape électromagnétique
15 selon la présente invention seront décrits.

Les figures 1 et 2 sont des schémas montrant la structure schématique d'un moteur à combustion interne et son système d'admission et d'échappement selon ce mode de réalisation. Le moteur à combustion interne 1 illustré dans les figures 1 et 2
20 est un moteur à essence à quatre temps refroidi à l'eau qui est équipé de quatre cylindres 21.

Le moteur à combustion interne 1 est équipé d'un bloc-cylindres 1b et d'une culasse 1a. Les quatre cylindres 21 et un passage d'eau de refroidissement 1c sont formés dans le
25 bloc-cylindres 1b. La culasse 1a est fixée à la partie supérieure du bloc-cylindres 1b.

Un vilebrequin 23 servant d'arbre de sortie de moteur est soutenu en rotation par le bloc-cylindres 1b. Ce vilebrequin 23 est couplé à des pistons 22 par l'intermédiaire des bielles
30 19 respectives. Les pistons 22 sont chargés par coulissement dans les cylindres 21 respectifs.

Une chambre de combustion 24 est définie au-dessus du piston 22 de chaque cylindre 21 par la surface supérieure du piston 22 correspondant et par la surface de paroi de la
35 culasse 1a. Des bougies d'allumage 25 sont montées sur la culasse 1a de manière à faire face aux chambres de combustion 24 des cylindres 21 respectifs. Un allumeur 25a servant à

appliquer un courant de commande aux bougies d'allumage 25 est connecté aux bougies d'allumage 25.

Deux extrémités ouvertes des orifices d'admission 26 et deux extrémités ouvertes des orifices d'échappement 27 sont formées dans la culasse 1a à des emplacements faisant face à la chambre de combustion 24 de chaque cylindre 21. Des soupapes d'admission 28 pour l'ouverture et la fermeture des extrémités ouvertes respectives des orifices d'admission 26 et des soupapes d'échappement 29 pour l'ouverture et la fermeture des extrémités ouvertes respectives des orifices d'échappement 27 sont prévues dans la culasse 1a de manière à pouvoir avancer et se rétracter.

La culasse 1a est prévue avec le même nombre de mécanismes de commande électromagnétique que celui des soupapes d'admission 28 (désormais appelés mécanismes de commande électromagnétique du côté admission 30). Les mécanismes de commande électromagnétique du côté admission 30 avancent et rétractent les soupapes d'admission 28 respectives à l'aide de la force électromagnétique générée en réaction à l'application d'un courant magnétisant. Un circuit de commande (désormais appelé circuit de commande du côté admission 30a) est connecté électriquement à chaque mécanisme de commande électromagnétique du côté admission 30. Le circuit de commande du côté admission 30a sert à appliquer le courant magnétisant aux mécanismes de commande électromagnétique du côté admission 30.

La culasse 1a est prévue avec un nombre correspondant de mécanismes de commande électromagnétique que celui des soupapes d'échappement 29 (désormais appelés mécanismes de commande électromagnétique du côté échappement 31). Les mécanismes de commande électromagnétique du côté échappement 31 avancent et rétractent les soupapes d'admission 28 respectives à l'aide de la force électromagnétique générée en réaction à l'application d'un courant magnétisant. Un circuit de commande (désormais appelé circuit de commande du côté échappement 31a) est connecté électriquement à chaque mécanisme de commande électromagnétique du côté échappement

31. Le circuit de commande du côté échappement 31a sert à appliquer le courant magnétisant aux mécanismes de commande électromagnétique du côté échappement 31.

Ci-après, la structure spécifique du mécanisme de commande électromagnétique du côté admission 30 et du mécanisme de commande électromagnétique du côté échappement 31 sera décrite. Il convient de remarquer que, étant donné que le mécanisme de commande électromagnétique du côté admission 30 et le mécanisme de commande électromagnétique du côté échappement 31 ont la même structure, seule le mécanisme de commande électromagnétique du côté admission 30 sera décrit.

La figure 3 est une vue en coupe montant la structure du mécanisme de commande électromagnétique du côté admission 30. Dans la figure 3, la culasse 1a du moteur à combustion interne 1 est prévue avec une tête inférieure 10 et une tête supérieure 11. La tête inférieure 10 est fixée à la surface supérieure du bloc-cylindres 1b. La tête supérieure 11 est prévue sur le dessus de la tête inférieure 10.

Deux orifices d'admission 26 par cylindre 21 sont formées dans la tête inférieure 10, et un siège de soupape 12 pour loger un corps de soupape 28a de la soupape d'admission 28 qui s'y appuie est prévu à l'extrémité ouverte de chaque orifice d'admission 26 qui fait face à la chambre de combustion 24.

Un trou débouchant ayant une section circulaire est formé dans la tête inférieure 10 de manière à s'étendre de la face de paroi interne de chaque orifice d'admission 26 jusqu'à la surface supérieure de la tête inférieure 10. Un guide de soupape cylindrique 13 est inséré dans chaque trou débouchant. Une tige de soupape 28b de la soupape d'admission 28 passe dans le trou intérieur du guide de soupape 13 de manière à avancer et à se rétracter dans les sens axial.

Un alésage central de noyau 14 ayant une section circulaire est formé dans la tête supérieure 11 de manière à avoir le même axe central que celui du guide de soupape 13. Les premier et deuxième noyaux 301 et 302 sont logés dans l'alésage central de noyau 14. La partie inférieure de l'alésage central de noyau 14 a un diamètre plus grand que

celui de la partie supérieure du même. Ci-après, la partie inférieure de l'alésage central de noyau 14 est appelée la partie au grand diamètre 14b, et la partie supérieure de l'alésage central de noyau 14 est appelée la partie au petit
5 diamètre 14a.

Les premier et deuxième noyaux 301 et 302 sont logés axialement en série dans la partie au petit diamètre 14a avec un entrefer prédéterminé 303 entre eux. Les premier et deuxième noyaux 301 et 302 sont tous deux formés à partir d'un
10 corps magnétique doux annulaire. Une bride 301a est formée à l'extrémité supérieure du premier noyau 301. Le premier noyau 301 est logé dans l'alésage central de noyau 14 par le dessus. Le premier noyau 301 est positionné par la bride 301a en butée sur une partie bord correspondante de l'alésage central de
15 noyau 14. Une bride 302a est formée à l'extrémité inférieure du deuxième noyau 302. Le deuxième noyau 302 est logé dans l'alésage central de noyau 14 par le dessous. Le deuxième noyau 302 est positionné par la bride 302a en butée sur une partie bord correspondante de l'alésage central de noyau 14.
20 Ainsi, l'entrefer prédéterminé 303 est maintenu entre les premier et deuxième noyaux 301 e 302.

Un cache supérieur 305 cylindrique est prévu dans le premier noyau 301. Ce cache supérieur 305 est fixé à la surface supérieure de la tête supérieure 11 à l'aide de
25 boulons 304 qui passent par une partie bride 305a formée au niveau de l'extrémité inférieure du cache supérieur 305. Dans ce cas, l'extrémité inférieure du cache supérieur 305 comprenant une partie bride 305a est fixée à la partie bord périphérique de la surface supérieure du premier noyau 301 en
30 butée. Le résultat en est que le premier noyau 301 est fixé à la tête supérieure 11.

D'autre part, un cache inférieur 307 formé à partir d'un corps annulaire ayant un diamètre extérieur pratiquement le même que le diamètre de la partie au grand diamètre 14b de
35 l'alésage central de noyau 14 est prévu sous le deuxième noyau 302. Des boulons 306 passent par le cache inférieur 307. Avec ces boulons 306, le cache inférieur 307 est fixé à la

surface tournée vers le bas de la partie étagée entre la partie au petit diamètre 14a et la partie au grand diamètre 14b. Dans ce cas, le cache inférieur 307 est fixé à la partie bord périphérique de la surface inférieure du deuxième noyau 302 en butée. Le résultat en est que le deuxième noyau 302 est fixé à la tête supérieure 11.

Une première bobine électromagnétique 308 est maintenue dans une rainure formée à la surface du premier noyau 301 tournée vers l'entrefer 303. Une deuxième bobine électromagnétique 309 est maintenue dans une rainure formée à la surface du premier noyau 302 tournée vers l'entrefer 303. Les première et deuxième bobines électromagnétiques 308 et 309 sont placées de manière à être tournées chacune vers l'entrefer 303 qui se trouve entre elles. Les première et deuxième bobines électromagnétiques 308 et 309 sont connectées électriquement au circuit de commande du côté admission 30a susmentionné.

Un induit 311 est prévu dans l'entrefer 303. L'induit 311 est un corps magnétique doux annulaire ayant un diamètre extérieur plus petit que le diamètre intérieur de l'entrefer 303. Un arbre d'induit 310 qui s'allonge verticalement le long de l'axe central de l'induit 311 est fixé dans une partie creuse de l'induit 311. Cet arbre d'induit 310 passe par une partie creuse du premier noyau 301 de sorte que l'extrémité supérieure de l'arbre d'induit 310 est placée à l'intérieur du cache supérieur 305. L'arbre d'induit 310 passe également par une partie creuse du deuxième noyau 302 de sorte que l'extrémité inférieure de l'arbre d'induit 310 est placée à l'intérieur de la partie au grand diamètre 14b. Ainsi, l'arbre d'induit 310 est maintenu par les premier et deuxième noyaux 301 et 302 de manière à pouvoir avancer et se rétracter dans le sens axial.

Un dispositif de retenue supérieur en forme de disque 312 est lié à la partie extrémité supérieure de l'arbre d'induit 310 qui s'allonge dans le cache supérieur 305. Un boulon de réglage 313 est vissé dans une ouverture supérieure du cache supérieur 305. Un ressort supérieur 314 est interposé entre le

disque de retenue supérieur 312 et le boulon de réglage 313. Un ressort en feuilards 315 ayant un diamètre extérieur pratiquement égal au diamètre intérieur du cache supérieur 305 est interposé entre les surfaces en butée du boulon de
5 réglage 313 et du ressort supérieur 314.

D'autre part, l'extrémité supérieure de la tige de soupape 28b de la soupape d'admission 28 vient en butée sur l'extrémité inférieure de l'arbre d'induit 310 qui s'allonge dans la partie au grand diamètre 14b. Un dispositif de retenue
10 inférieur en forme de disque 28c est lié au périmètre extérieur de la partie d'extrémité supérieure de la tige de soupape 28b. Un ressort inférieur 316 est interposé entre la surface inférieure du dispositif de retenue inférieur 28c et la surface supérieure de la tête inférieure 10.

15 Dans le mécanisme de commande électromagnétique du côté admission 30 structuré comme tel, lorsque aucun courant magnétisant n'est appliqué du circuit de commande du côté admission 30a vers les première et deuxième bobines électromagnétiques 308 et 309, une force de polarisation vers
20 le bas, c'est-à-dire dans le sens d'ouverture de la soupape d'admission 28, est appliquée du ressort supérieur 314 vers l'arbre d'induit 310, et une force de polarisation vers le haut, c'est-à-dire dans le sens de la fermeture de la soupape d'admission 28, est appliquée du ressort inférieur 316 vers la
25 soupape d'admission 28. Le résultat en est que l'arbre d'induit 310 et la soupape d'admission 28 viennent en butée l'un contre l'autre, et ainsi sont maintenus dans des positions prédéterminées dans un état élastiquement soutenu, c'est-à-dire dans un état neutre.

30 Il convient de noter que les forces de polarisation respectives du ressort supérieur 314 et du ressort inférieur 316 sont réglées de manière à ce que la position neutre de l'induit 311 corresponde à la position intermédiaire dans l'entrefer 303 entre les premier et deuxième noyaux 301 et
35 302. Si la position neutre de l'induit 311 est déplacée de la position intermédiaire susmentionnée du fait d'une tolérance initiale, du vieillissement, etc. des composants, la position

neutre de l'induit 311 peut être ajustée sur la position intermédiaire à l'aide du boulon de réglage 313.

Les longueurs axiales respectives de l'arbre d'induit 310 et de la tige de soupape 28b sont réglées de manière à ce que
5 le corps de soupape 28a soit maintenu dans la position intermédiaire entre l'extrémité de déplacement d'ouverture totale et l'extrémité de déplacement de fermeture totale (désormais appelée position semi-ouverte) lorsque l'induit 311 est placé dans la position intermédiaire de l'entrefer 303.

10 Dans le mécanisme de commande électromagnétique du côté admission 30, si un courant magnétisant est appliqué du circuit de commande du côté admission 30a vers la première bobine électromagnétique 308, une force électromagnétique est générée entre le premier noyau 301, c'est-à-dire, la première
15 bobine électromagnétique 308, et l'induit 311 de manière à déplacer l'induit 311 vers le premier noyau 301. L'induit 311 se rétracte du fait de cette force électromagnétique.

L'armature 311 se rétractant de cette façon, la soupape d'admission 28 est fermée par la force de polarisation du
20 ressort inférieur 316.

Dans le mécanisme de commande électromagnétique du côté admission 30, si un courant magnétisant est appliqué du circuit de commande du côté admission 30a vers la deuxième bobine électromagnétique 309, une force électromagnétique est
25 générée entre le deuxième noyau 302, c'est-à-dire, la deuxième bobine électromagnétique 309, et l'induit 311 de manière à déplacer l'induit 311 vers le deuxième noyau 302. L'induit 311 avance du fait de cette force électromagnétique.

Ainsi, l'induit 311 avance avec l'arbre d'induit 310 étant
30 en butée sur la tige de soupape 28b de la soupape d'admission 28. Le résultat en est que la soupape d'admission 28 s'ouvre contre la force de polarisation du ressort inférieur 316.

Par conséquent, dans le mécanisme de commande électromagnétique du côté admission 30, l'induit 311 avance et
35 se rétracte sous l'action du courant magnétisant appliqué au circuit de commande du côté admission 30a alternativement vers les première et deuxième bobines électromagnétiques 308 et

309. En conséquence, la tige de soupape 28b est commandée à avancer et à se rétracter tout comme le corps de soupape 28a est commandé à s'ouvrir et à se fermer.

La synchronisation de l'ouverture et de la fermeture de la
5 soupape d'admission 28 peut être commandée arbitrairement en
modifiant la grandeur et la synchronisation d'application du
courant magnétisant délivré à la première bobine
électromagnétique 308 et à la deuxième bobine
électromagnétique 309.

10 Un capteur de levée de soupape 317 pour détecter le
déplacement de la soupape d'admission 28 est également monté
au mécanisme de commande électromagnétique du côté admission
30. Ce capteur de levée de soupape 317 comprend une cible en
forme de disque 317a et un palpeur d'entrefer 317b. La cible
15 en forme de disque 317a est fixée à la surface supérieure du
dispositif de retenue supérieur 312. Le palpeur d'entrefer
317b est monté dans le boulon de réglage 313 de façon à faire
face au dispositif de retenue supérieur 312.

La cible 317a est intégralement déplacée avec l'induit 311
20 du mécanisme de commande électromagnétique du côté admission
30. Le palpeur d'entrefer 317b délivre en sortie un signal
électrique correspondant à la distance entre le palpeur
d'entrefer 317b et la cible 317a vers une unité électronique
de commande (ECU) 20 qui sera décrite plus loin.

25 Une valeur du signal de sortie du palpeur d'entrefer 317b
correspondant à l'état neutre de l'induit 311 est
préalablement mémorisée dans l'unité ECU 20. Ainsi, le
déplacement de l'induit 311 et de la soupape d'admission 28
peut être spécifié en calculant l'écart d'une valeur actuelle
30 de signal de sortie du palpeur d'entrefer 317b par rapport à
la valeur du signal de sortie préalablement mémorisée.

En revenant aux figures 1 et 2, une conduite de
raccordement d'admission 33 formée à partir de quatre
conduites de raccordement est connectée à la culasse 1 du
35 moteur à combustion interne 1. Chaque conduite de
raccordement de la conduite de raccordement d'admission 33

communiqué avec les orifices d'admission 26 du cylindre 21 respectif.

Des soupapes d'injection de carburant 32 sont fixées à la culasse 1 à proximité de la partie de jonction avec la conduite de raccordement d'admission 33 de manière que les buses soient tournées vers l'intérieur des orifices d'admission 26 correspondantes.

La conduite de raccordement d'admission 33 est connectée à un réservoir d'expansion 34 pour limiter les surpressions d'admission. Le réservoir d'expansion 34 est connecté à un tuyau d'admission 35. Le tuyau d'admission 35 est connecté à une boîte de filtre à air 36 pour éliminer de l'air d'admission la poussière et les impuretés

Un débitmètre d'air 44 pour délivrer en sortie un signal électrique correspondant à la masse d'air circulant à travers le tuyau d'admission 35, c'est-à-dire, la masse de l'air d'admission, est monté au tuyau d'admission 35. Un papillon des gaz 39 pour ajuster le débit de l'air d'admission à travers le tuyau d'admission 35 est prévu à l'aval du débitmètre d'air 44 à l'intérieur du tuyau d'admission 35.

Un actionneur de papillon 40 et un capteur de position de papillon 41 sont montés au papillon des gaz 39.

L'actionneur de papillon 40 est formé d'un moteur pas à pas ou dispositif similaire, et commande le papillon des gaz 39 pour qu'il s'ouvre et se ferme selon la grandeur de la puissance appliquée. Le capteur de position de papillon 41 délivre en sortie un signal électrique correspondant à la quantité d'ouverture du papillon des gaz 39.

Un levier d'accélérateur qui n'est pas montré est fixé au papillon des gaz 39. Ce levier d'accélérateur est capable de pivoter indépendamment du papillon des gaz 39, et pivote selon le fonctionnement d'une pédale d'accélérateur 42. Un capteur de position d'accélérateur 43 pour délivrer en sortie un signal électrique correspondant à la quantité de pivotement du levier d'accélérateur est monté au levier d'accélérateur.

Une conduite de raccordement d'échappement 45 formée à partir de quatre conduites de raccordement réunies en une

conduite collectrice unique en une position immédiatement à l'aval du moteur à combustion interne 1 est reliée à la culasse 1a du moteur à combustion interne 1. Chaque conduite de raccordement de la conduite de raccordement d'échappement 5 45 communique avec les orifices d'échappement 27 du cylindre 21 respectif.

La conduite de raccordement d'échappement 45 est reliée à un tuyau d'échappement 47 par l'intermédiaire d'un catalyseur d'épuration des gaz d'échappement 46. L'extrémité aval du 10 tuyau d'échappement 47 est reliée à un pot d'échappement qui n'est pas montré. Un capteur de rapport air-carburant 48 est monté à la conduite de raccordement d'échappement 45. Le capteur de rapport air-carburant 48 délivre en sortie un signal électrique correspondant au rapport air-carburant des 15 gaz d'échappement circulant dans la conduite de raccordement d'échappement 45, c'est-à-dire, les gaz d'échappement pénétrant dans le catalyseur d'épuration des gaz d'échappement 46.

Par exemple, le catalyseur d'épuration des gaz 20 d'échappement 46 peut être l'un quelconque parmi le convertisseur catalytique à trois voies, le catalyseur de Nox du type réduction par occlusion et le catalyseur de NOx du type réduction par sélection, ou peut être une combinaison adéquate quelconque de ces catalyseurs.

Le convertisseur catalytique à trois voies est un 25 catalyseur pour purifier les hydrocarbures (HC), le monoxyde de carbone (CO) et les oxydes d'azote (NOx) des gaz d'échappement lorsque les gaz d'échappement pénétrant dans le catalyseur d'épuration des gaz d'échappement 46 présentent un 30 rapport air-carburant proche d'un rapport air-carburant théorique. Le catalyseur de Nox du type réduction par occlusion est un catalyseur pour occlure les oxydes d'azote (NOx) dans les gaz d'échappement lorsque les gaz d'échappement pénétrant dans le catalyseur d'épuration des gaz d'échappement 35 46 présentent un rapport air-carburant pauvre, et pour réduire et épurer les oxydes d'azote (NOx) occlus en les expulsant lorsque les gaz d'échappement pénétrant dans le catalyseur

d'épuration des gaz d'échappement 46 présentent un rapport air-carburant théorique ou riche. Le catalyseur de NOx du type réduction par sélection est un catalyseur pour réduire et épurer les oxydes d'azote (NOx) des gaz d'échappement lorsque
5 le rapport air-carburant des gaz d'échappement pénétrant dans le catalyseur d'épuration des gaz d'échappement 46 est riche en oxygène et qu'un agent de réduction prédéterminé est présent.

Un alternateur 61 pour convertir l'énergie de rotation du vilebrequin 23 en énergie électrique est fixé au moteur à
10 combustion interne 1. L'alternateur 61 est également couplé au vilebrequin 23 par l'intermédiaire d'une courroie qui n'est pas montrée.

Des dispositifs supplémentaires qui consomment du courant
15 62, tels que le climatiseur intérieur au véhicule, dégivreur, phare et essuie-glaces, sont reliés à l'alternateur 61. La puissance générée par l'alternateur 61 est délivrée à ces dispositifs consommant du courant 62.

L'allumeur 25a, les soupapes d'injection de carburant 32,
20 le circuit de commande du côté admission 30a, et le circuit de commande du côté échappement 31a sont également connectés à l'alternateur 61 par le faisceau de conducteurs. L'alternateur 61 fournit la puissance de commande individuelle à l'allumeur 25a, aux soupapes d'injection de carburant 32, au circuit de
25 commande du côté admission 30a, et au circuit de commande du côté échappement 31a.

Le moteur à combustion interne 1 est prévu avec un capteur de position de vilebrequin 51 et un capteur de température d'eau 52. Le capteur de position de vilebrequin 51 comprend un
30 rotor de synchronisation 51a et un capteur électromagnétique 51b. Le rotor de synchronisation 51a est fixé à la partie extrémité du vilebrequin 23. Le capteur électromagnétique 51b est fixé au bloc-cylindres 1b au voisinage du rotor de synchronisation 51a. Le capteur de température d'eau 52 est
35 fixé au bloc-cylindres 1b afin de détecter la température de l'eau de refroidissement qui circule dans le passage d'eau de

refroidissement 1c formé dans le moteur à combustion interne 1.

L'unité ECU 20 pour commander l'état de fonctionnement du moteur à combustion interne 1 est également prévue.

5 Divers capteurs tels qu'un capteur de position de papillon 41, un capteur de position d'accélérateur 43, un débitmètre d'air 44, un capteur de rapport air-carburant 48, un capteur de position de vilebrequin 51, un capteur de température d'eau 52, et des capteurs de levée de soupape 317 sont connectés à
10 l'unité ECU 20 par un câblage électrique. Les signaux de sortie délivrés par ces capteurs sont injectés en entrée dans l'unité ECU 20.

L'allumeur 25a, le circuit de commande du côté admission 30a, le circuit de commande du côté échappement 31a, les
15 soupapes d'injection de carburant 32, et l'actionneur de papillon 40 sont connectés à l'unité ECU 20 par un câblage électrique. L'unité ECU 20 est capable de commander l'allumeur 25a, le circuit de commande du côté admission 30a, le circuit de commande du côté échappement 31a, les soupapes d'injection
20 de carburant 32, et l'actionneur de papillon 40 en utilisant comme paramètres les valeurs des signaux de sortie délivrés par les divers capteurs.

Comme le montre la figure 4, l'unité ECU 20 est prévue avec une unité centrale de traitement UCT (CPU) 401, une
25 mémoire morte ROM 402, une mémoire vive RAM 403, une mémoire RAM de secours 404, un port d'entrée 405, un port de sortie 406 et un convertisseur analogique numérique (A/D) 407. L'unité centrale de traitement UCT (CPU) 401, la mémoire morte ROM 402, la mémoire vive RAM 403, la mémoire RAM de secours
30 404, le port d'entrée 405 et le port de sortie 406 sont connectés les uns aux autres par l'intermédiaire d'un bus bidirectionnel 400. Le convertisseur analogique numérique (A/D) 407 est connecté au port d'entrée 405.

Les capteurs qui délivrent des signaux de sortie au format
35 de signal analogique, à savoir le capteur de position de papillon 41, le capteur de position d'accélérateur 43, le débitmètre d'air 44, le capteur de rapport air-carburant 48,

le capteur de température d'eau 52, et les capteurs de levée de soupape 317, sont connectés au convertisseur analogique numérique (A/D) 407 par un câblage électrique. Le convertisseur analogique numérique (A/D) 407 convertit les signaux de sortie délivrés par les capteurs susmentionnés du format de signal analogique en format de signal numérique pour les transmettre vers le port d'entrée 405.

Le port d'entrée 405 est également connecté aux capteurs qui délivrent des signaux de sortie dans le format numérique, tels que le capteur de position de vilebrequin 51.

Le port d'entrée 405 reçoit les signaux de sortie délivrés par les divers capteurs, directement ou par l'intermédiaire du convertisseur analogique numérique (A/D) 407. Le port d'entrée 405 transmet ensuite les signaux de sortie reçus des divers capteurs à l'unité centrale de traitement UCT (CPU) 401 et à la mémoire vive RAM 403 par le bus bidirectionnel 400.

Le port de sortie 406 est connecté par un câblage électrique à l'allumeur 25a, au circuit de commande du côté admission 30a, au circuit de commande du côté échappement 31a, aux soupapes d'injection de carburant 32 et à l'actionneur de papillon 40. Le port de sortie 406 reçoit un signal de commande de l'unité centrale de traitement UCT (CPU) 401 par le bus bidirectionnel 400. Le port de sortie 406 transmet ensuite le signal de commande à l'allumeur 25a, au circuit de commande du côté admission 30a, au circuit de commande du côté échappement 31a, aux soupapes d'injection de carburant 32, ou à l'actionneur de papillon 40.

La mémoire morte ROM 402 mémorise une routine de commande de réduction de consommation de puissance en plus des programmes d'application tels que la routine de commande de la quantité d'injection de carburant, la routine de commande de synchronisation de l'injection de carburant, la routine de commande de la synchronisation de l'ouverture/fermeture de soupape d'admission, la routine de commande de la synchronisation de l'ouverture/fermeture de soupape d'échappement, la routine de commande de la quantité de courant magnétisant du côté admission, la routine de commande

de la quantité de courant magnétisant du côté échappement, la routine de commande de synchronisation de l'allumage et la routine de commande de la quantité d'ouverture des papillons de gaz.

5 La routine de commande de la quantité d'injection de carburant détermine la quantité d'injection de carburant. La routine de commande de synchronisation de l'injection de carburant décide de la synchronisation de l'injection de carburant. La routine de commande de la synchronisation de
10 l'ouverture/fermeture de la soupape d'admission détermine la synchronisation de l'ouverture/fermeture de soupape d'admission 28. La routine de commande de la synchronisation de l'ouverture/fermeture de soupape d'échappement détermine la synchronisation de l'ouverture/fermeture de la soupape
15 d'échappement 29. La routine de commande de la quantité de courant magnétisant du côté admission détermine la quantité de courant magnétisant qui doit être appliquée au mécanisme de commande électromagnétique du côté admission 30. La routine de commande de la quantité de courant magnétisant du côté
20 échappement détermine la quantité de courant magnétisant qui doit être appliquée au mécanisme de commande électromagnétique du côté échappement 31. La routine de commande de synchronisation de l'allumage détermine la synchronisation de l'allumage de la bougie d'allumage 25 de chaque cylindre 21.
25 La routine de commande de la quantité d'ouverture des papillons de gaz détermine la quantité d'ouverture du papillon des gaz 39. La routine de commande de réduction de consommation de puissance réduit la consommation de puissance du mécanisme de commande électromagnétique du côté échappement
30 31 à un instant prédéterminé.

La mémoire morte ROM 402 mémorise divers mappages de commande en plus des programmes d'applications précédentes. Les exemples de ces mappages de commande comprennent un mappage de commande de la quantité d'injection de carburant,
35 un mappage de commande de la synchronisation d'injection de carburant, un mappage de commande de la synchronisation de l'ouverture/fermeture de la soupape d'admission, un mappage de

commande de la synchronisation de l'ouverture/fermeture de la soupape d'échappement, un mappage de commande de la quantité de courant magnétisant du côté admission, un mappage de commande de la quantité de courant magnétisant du côté échappement, un mappage de commande de synchronisation de l'allumage, et un mappage de commande de la quantité d'ouverture des papillons des gaz.

Le mappage de commande de la quantité d'injection de carburant montre la relation entre l'état de fonctionnement du moteur à combustion interne 1 et la quantité d'injection de carburant. Le mappage de commande de la synchronisation d'injection de carburant montre la relation entre l'état de fonctionnement du moteur à combustion interne 1 et la synchronisation d'injection de carburant. Le mappage de commande de la synchronisation de l'ouverture/fermeture de la soupape d'admission montre la relation entre l'état de fonctionnement du moteur à combustion interne 1 et la synchronisation de l'ouverture/fermeture de la soupape d'admission 28. Le mappage de commande de la synchronisation de l'ouverture/fermeture de la soupape d'échappement montre la relation entre l'état de fonctionnement du moteur à combustion interne 1 et la synchronisation de l'ouverture/fermeture de la soupape d'échappement 29. Le mappage de commande de la quantité de courant magnétisant du côté admission montre la relation entre l'état de fonctionnement du moteur à combustion interne 1 et la quantité de courant magnétisant à appliquer au mécanisme de commande électromagnétique du côté admission 30. Le mappage de commande de la quantité de courant magnétisant du côté échappement montre la relation entre l'état de fonctionnement du moteur à combustion interne 1 et la quantité de courant magnétisant à appliquer au mécanisme de commande électromagnétique du côté échappement 31. Le mappage de commande de synchronisation de l'allumage montre la relation entre l'état de fonctionnement du moteur à combustion interne 1 et la synchronisation de l'allumage de chaque bougie d'allumage 25. Le mappage de commande de la quantité d'ouverture des papillons des gaz montre la relation entre

l'état de fonctionnement du moteur à combustion interne 1 et la quantité d'ouverture du papillon des gaz 39.

La mémoire vive RAM 403 mémorise les signaux de sortie délivrés par chaque capteur, les résultats des calculs de l'unité centrale de traitement UCT (CPU) 401, et informations similaires. Par exemple, les résultats des calculs peuvent être une vitesse du moteur calculée sur la base du signal délivré en sortie par le capteur de position de vilebrequin 51. Les diverses données mémorisées dans la mémoire vive RAM 403 sont mises à jour avec les données les plus récentes à chaque fois que le capteur de position de vilebrequin 51 délivre un signal de sortie.

La mémoire RAM de secours 404 est une mémoire non volatile qui mémorise les données même après l'arrêt du moteur à combustion interne 1. La mémoire RAM de secours 404 mémorise des valeurs d'apprentissage qui se rapportent à diverses commandes, des informations spécifiant une partie défectueuse, et informations similaires.

L'unité centrale de traitement UCT (CPU) 401 fonctionne selon des programmes d'application mémorisés dans la mémoire morte ROM 402. L'unité centrale de traitement UCT (CPU) 401 réalise la commande de réduction de la consommation de puissance, en plus des commandes telles que la commande d'injection de carburant, la commande d'allumage, la commande de l'ouverture/fermeture de la soupape d'admission, la commande de l'ouverture/fermeture de la soupape d'échappement, la commande de papillon des gaz, et commandes similaires.

En fonction de la commande de réduction de la consommation de puissance, si la consommation de puissance du mécanisme de commande électromagnétique du côté échappement 31 dépasse une valeur prédéterminée alors que le moteur à combustion interne 1 fonctionne dans au moins une parmi une zone de charge élevée et une zone de nombre de tours élevé, l'unité centrale de traitement UCT (CPU) 401 modifie la synchronisation d'ouverture de la soupape d'échappement 29 de manière à réduire la quantité de courant magnétisant devant être appliquée au mécanisme de commande électromagnétique du côté

échappement 31. En variante, si la quantité de courant magnétisant à appliquer au mécanisme de commande électromagnétique du côté échappement 31 par unité de temps dépasse la capacité de courant du faisceau de conducteurs
5 alors que le moteur à combustion interne 1 fonctionne dans au moins une parmi une zone de charge élevée et une zone de nombre de tours élevé, l'unité centrale de traitement UCT (CPU) 401 modifie la synchronisation d'ouverture de la soupape d'échappement 29 de manière à réduire la quantité de courant
10 magnétisant devant être appliquée au mécanisme de commande électromagnétique du côté échappement 31.

Lorsque l'état de fonctionnement du moteur à combustion interne 1 se trouve dans la zone de nombre de tours élevé, le nombre de fois que la soupape d'admission 28 et la soupape
15 d'échappement 29 s'ouvrent et se ferment par unité de temps est augmenté. Cela augmente la quantité de courant magnétisant à appliquer au mécanisme de commande électromagnétique du côté admission 30 et au mécanisme de commande électromagnétique du côté échappement 31 par unité de temps. La pression interne de
20 cylindre est généralement plus élevée lorsque le moteur à combustion interne 1 fonctionne dans la région de charge élevée que dans la région de charge faible. Comme il a été décrit précédemment, le cylindre présente une pression interne élevée pendant la course de détente à cause de la combustion
25 du mélange. En conséquence, on peut considérer que, pendant le fonctionnement dans la région de charge élevée, le cylindre présente une pression interne extrêmement élevée pendant la course de détente. Cette situation peut rendre difficile la fourniture de la puissance requise pour commander normalement
30 les soupapes d'admission et d'échappement à partir des mécanismes de commande électromagnétique 30, 31. Le résultat en est que la consommation de puissance du mécanisme de commande électromagnétique du côté admission 30 et du mécanisme de commande électromagnétique du côté échappement 31
35 est augmentée lorsque que le moteur à combustion interne 1 fonctionne dans au moins une parmi la zone de charge élevée et la zone de nombre de tours élevé.

Toutefois, lorsque la soupape d'admission 28 est ouverte dans la course d'admission de chaque cylindre 21, le cylindre 21 présente une pression interne négative due à l'effet d'inertie de l'échappement et du mouvement descendant du piston 22. Cette pression négative s'exerce sur la soupape d'admission 28 dans le sens de l'ouverture de soupape, permettant au mécanisme de commande électromagnétique du côté admission 30 d'ouvrir la soupape d'admission 28 avec une quantité relativement faible de courant magnétisant.

10 En conséquence la quantité de courant magnétisant à appliquer au mécanisme de commande électromagnétique du côté admission 30 par unité de temps ne dépasse pas la capacité de courant du faisceau de conducteurs. Toutefois, même si la quantité de courant magnétisant à appliquer au mécanisme de commande électromagnétique du côté admission 30 est diminuée, 15 il est difficile de réduire de façon significative la consommation de puissance à la fois du mécanisme de commande électromagnétique du côté admission 30 et du mécanisme de commande électromagnétique du côté échappement 31.

20 D'autre part, lorsque la soupape d'échappement 29 est ouverte dans la course d'échappement de chaque cylindre 21, le cylindre 21 présente une pression interne élevée du fait de la combustion du mélange. Etant donné que cette pression s'exerce sur la soupape d'échappement 29 dans le sens de la fermeture de soupape, le mécanisme de commande électromagnétique du côté 25 échappement 31 doit ouvrir la soupape d'échappement 29 contre cette pression. En d'autres termes, le mécanisme de commande électromagnétique du côté échappement 31 consomme une quantité relativement élevée de courant magnétisant pour ouvrir la 30 soupape d'échappement 29.

Par conséquent, il est très probable que le mécanisme de commande électromagnétique du côté échappement 31 consomme une grande quantité de puissance et que la quantité de courant magnétisant à appliquer au mécanisme de commande électromagnétique du côté échappement 31 par unité de temps 35 atteigne la capacité de courant du faisceau de conducteurs.

En conséquence, le fait de réduire la quantité de courant magnétisant à appliquer au mécanisme de commande électromagnétique du côté échappement 31 aboutit à une réduction significative de consommation de puissance à la fois
5 du mécanisme de commande électromagnétique du côté admission 30 et du mécanisme de commande électromagnétique du côté échappement 31.

Lorsque le moteur à combustion interne 1 fonctionne dans au moins une parmi la zone de charge élevée et la zone de
10 nombre de tours élevé, la synchronisation d'ouverture de la soupape d'échappement 29 est normalement établie pendant la course de détente avant le point mort bas de la course d'échappement à des fins d'amélioration du rendement d'échappement et d'admission.

15 Par exemple, pendant un fonctionnement dans la région de nombre de tours élevé où le moteur à combustion interne 1 génère son rendement maximal, le rendement-moteur atteint sa valeur la plus élevée lorsque la synchronisation d'ouverture de la soupape d'échappement 29 est réglée à l'étape du milieu
20 de la course de détente avant le point mort bas de la course d'échappement, comme le montre la figure 5, c'est-à-dire, au voisinage de 100 °CA (Angle de vilebrequin) avant le point mort bas de la course d'échappement ou 100°CA BBDC (avant PMB).

25 La raison de ce résultat est que si la synchronisation d'ouverture de la soupape d'échappement 29 est avancée à la période initiale de la course de détente, la pression générée par la combustion du mélange, c'est-à-dire la pression de combustion, n'est pas suffisamment transmise au piston 22.
30 D'autre part, si la synchronisation d'ouverture de la soupape d'échappement 29 est retardée jusqu'à la dernière période de la course de détente, c'est-à-dire, au voisinage du point mort bas de la course de détente, l'effet d'inertie du gaz d'échappement ne peut pas être suffisamment obtenu et la
35 quantité de gaz restant dans le cylindre 21 est augmentée. Le résultat en est une réduction du rendement de chargement d'air frais dans la course d'admission suivante.

Toutefois, si la synchronisation d'ouverture de la soupape d'échappement 29 est réglée sur l'étape de milieu de la course de détente de manière à obtenir le rendement-moteur le plus élevé, la consommation de puissance requise pour amener la
5 soupape d'échappement 29 à s'ouvrir et se fermer est augmentée du fait de l'augmentation de la pression interne du cylindre 21, c'est-à-dire, la pression interne du cylindre. Il convient de remarquer que la consommation de puissance indiquée dans la figure 5 est la consommation de puissance intégrée de
10 l'ouverture à la fermeture de la soupape d'échappement 29.

D'autre part, si la synchronisation d'ouverture de la soupape d'échappement 29 est réglée à juste avant le point mort bas de la course d'échappement, proche de 20°CA à 40°CA BBDC (avant PMB), la consommation de puissance est réduite en
15 comparaison à celle de l'étape de milieu de la course de détente, c'est-à-dire, proche de 100°CA BBDC (avant PMB). La pression interne du cylindre proche de 20°CA à 40°CA BBDC (avant PMB) est également inférieure à celle dans l'étape de milieu de la course de détente. Par conséquent, la
20 consommation de puissance de l'ouverture à la fermeture de la soupape d'échappement 29 atteint une valeur minimale proche de 20°CA à 40°CA BBDC (avant PMB).

En conséquence, en retardant la synchronisation d'ouverture de la soupape d'échappement 29 pour qu'elle soit
25 au voisinage du point mort bas de la course d'échappement lorsque le moteur à combustion interne 1 fonctionne dans au moins une parmi la zone de charge élevée et la zone de nombre de tours élevé, la consommation de puissance du mécanisme de commande électromagnétique du côté échappement 31 est réduite
30 de manière significative.

Dans le présent mode de réalisation, l'unité centrale de traitement UCT (CPU) 401 retarde la synchronisation d'ouverture de la soupape d'échappement 29 pour qu'elle soit
au voisinage du point mort bas de la course d'échappement si
35 l'une des deux conditions décrites ci-après est satisfaite alors que le moteur à combustion interne 1 fonctionne dans au moins une parmi la zone de charge élevée et la zone de nombre

de tours élevé. Ces deux conditions comprennent lorsque la consommation de puissance du mécanisme de commande électromagnétique du côté échappement 31 dépasse une valeur prédéterminée et lorsque la quantité de courant magnétisant à
5 appliquer au mécanisme de commande électromagnétique du côté échappement 31 par unité de temps excède la capacité de courant du faisceau de conducteurs.

Ci-après, la commande de réduction de la consommation de puissance selon le présent mode de réalisation sera décrite
10 spécifiquement. L'unité centrale de traitement UCT (CPU) 401 exécute la routine de commande de réduction de la consommation de puissance comme le montre la figure 6. Cette routine de commande de réduction de la consommation de puissance est
15 préalablement mémorisée dans la mémoire morte ROM 402, et est exécutée de manière répétée par l'unité centrale de traitement UCT (CPU) 401 à des intervalles de temps prédéterminés, par exemple, à chaque fois que le capteur de position de vilebrequin 51 délivre en sortie un signal à impulsions.

Dans la routine de consommation de puissance, l'unité
20 centrale de traitement UCT (CPU) 401 détermine d'abord la vitesse du moteur et la valeur du signal de sortie, c'est-à-dire, la quantité d'ouverture de l'accélérateur, délivré par le capteur de position d'accélérateur 43 à partir de la mémoire vive RAM 403 dans l'étape S601.

25 Dans l'étape S602, l'unité centrale de traitement UCT (CPU) 401 détermine ensuite, sur la base de la vitesse du moteur et de la quantité d'ouverture de l'accélérateur déterminées dans l'étape S601, si le moteur à combustion interne 1 fonctionne ou non dans au moins une parmi la zone
30 de charge élevée et la zone de nombre de tours élevé.

S'il est déterminé dans l'étape S602 que le moteur à combustion interne 1 ne fonctionne pas dans la zone de charge élevée ou dans la zone de nombre de tours élevé, l'unité
centrale de traitement UCT (CPU) 401 avance à l'étape S607.
35 Dans l'étape S607, l'unité centrale de traitement UCT (CPU) 401 commande le circuit de commande du côté échappement 31a de manière à régler la synchronisation d'ouverture de la soupape

d'échappement 29 sur un réglage normal puis la routine se termine.

D'autre part, s'il est déterminé dans l'étape S602 que le moteur à combustion interne 1 fonctionne dans au moins une
5 parmi la zone de charge élevée et la zone de nombre de tours élevé, l'unité centrale de traitement UCT (CPU) 401 avance à l'étape S603. Dans l'étape S603, l'unité centrale de traitement UCT (CPU) 401 calcule la consommation de puissance du mécanisme de commande électromagnétique du côté échappement
10 31 sur la base de la quantité de courant magnétisant à appliquer au mécanisme de commande électromagnétique du côté échappement 31. Cette quantité est calculée séparément selon la routine de commande de la quantité de courant magnétisant du côté échappement.

15 Dans l'étape S604, l'unité centrale de traitement UCT (CPU) 401 détermine si la consommation de puissance du mécanisme de commande électromagnétique du côté échappement 31 calculée dans l'étape S603 est supérieure à une consommation de puissance maximale prédéterminée. Cette consommation de
20 puissance maximale est obtenue en soustrayant de la capacité de génération de l'alternateur 61 la consommation de puissance des éventuels dispositifs consommant du courant, autres que le mécanisme de commande électromagnétique du côté échappement 31. Ce calcul indique la puissance possible maximale qui est
25 disponible pour le mécanisme de commande électromagnétique du côté échappement 31.

Dans l'étape S605, l'unité centrale de traitement UCT (CPU) 401 détermine si la quantité de courant magnétisant du mécanisme de commande électromagnétique du côté échappement 31
30 calculée dans l'étape S603 dépasse ou non la capacité de courant du faisceau de conducteurs.

S'il est déterminé dans l'étape S604 que la consommation de puissance du mécanisme de commande électromagnétique du côté échappement 31 est inférieure ou égale à la consommation
35 de puissance maximale prédéterminée, et s'il est déterminé dans l'étape S605 que la quantité de courant magnétisant du mécanisme de commande électromagnétique du côté échappement 31

est inférieure ou égale à la capacité de courant du faisceau de conducteurs, l'unité centrale de traitement UCT (CPU) 401 avance à l'étape S607. Dans l'étape S607, l'unité centrale de traitement UCT (CPU) 401 commande le circuit de commande du côté échappement 31a de manière à régler la synchronisation d'ouverture de la soupape d'échappement 29 sur un réglage normal, puis la routine se termine.

Toutefois, s'il est déterminé dans l'étape S604 que la consommation de puissance du mécanisme de commande électromagnétique du côté échappement 31 est supérieure à la consommation de puissance maximale prédéterminée, ou s'il est déterminé dans l'étape S605 que la quantité de courant magnétisant du mécanisme de commande électromagnétique du côté échappement 31 excède la capacité de courant du faisceau de conducteurs, l'unité centrale de traitement UCT (CPU) 401 avance à l'étape S606.

Dans l'étape S606, l'unité centrale de traitement UCT (CPU) 401 commande le circuit de commande du côté échappement 31a de manière à retarder la synchronisation d'ouverture de la soupape d'échappement 29 pour qu'elle soit dans le voisinage du point mort bas de la course d'échappement, puis la routine se termine.

A ce stade, la synchronisation d'ouverture de la soupape d'échappement peut être retardée soit d'une quantité fixe préréglée soit d'une quantité variable qui est déterminée en utilisant comme paramètres la vitesse du moteur et la consommation de puissance maximale.

Dans le cas où la synchronisation d'ouverture de la soupape d'échappement est retardée d'une quantité variable qui est déterminée en utilisant comme paramètres la vitesse du moteur et la consommation de puissance maximale, une commande par rétroaction peut être exécutée. Plus précisément, la quantité de retard peut être corrigée sur la base de la consommation de puissance ou de la quantité de courant magnétisant après avoir retardé la synchronisation d'ouverture de la soupape d'échappement.

Selon le présent mode de réalisation, le moyen de commande selon l'invention est réalisé par le fait que l'unité centrale de traitement UCT (CPU) 401 exécute la routine de commande de réduction de la consommation de puissance en tant que telle.

5 Ainsi, le moteur à combustion interne équipé d'une soupape électromagnétique selon le présent mode de réalisation rend possible d'améliorer la fiabilité de la capacité à commander l'ouverture et la fermeture de la soupape d'échappement 29, tout en réduisant la consommation de puissance et la quantité
10 de courant magnétisant du mécanisme de commande électromagnétique du côté échappement 31, si la consommation de puissance ou la quantité de courant magnétisant du mécanisme de commande électromagnétique du côté échappement 31 dépasse la capacité alors que le moteur à combustion interne 1
15 fonctionne dans au moins une parmi la zone de charge élevée et la zone de nombre de tours élevé.

Avec la réduction de la consommation de puissance du mécanisme de commande électromagnétique du côté échappement 31, la consommation de puissance possible maximale du
20 mécanisme de commande électromagnétique du côté admission 30 est augmentée. Par conséquent, il ne se produira aucun défaut dans l'opération d'ouverture et de fermeture de la soupape d'admission 28 qui serait dû à une pénurie d'énergie du mécanisme de commande électromagnétique du côté admission 30.

25 De plus, la diminution de la consommation de puissance du mécanisme de commande électromagnétique du côté échappement 31 permet également la diminution de la section transversale du faisceau de conducteurs. Cela permet la réduction de l'espace nécessaire pour monter le mécanisme de commande
30 électromagnétique du côté échappement 31 et le faisceau de conducteurs

De plus, si la synchronisation d'ouverture de la soupape d'échappement 29 est retardée alors que le moteur à combustion interne 1 fonctionne dans au moins une parmi la zone de charge
35 élevée et la zone de nombre de tours élevé, la température de l'échappement à l'ouverture de la soupape d'échappement est diminuée, rendant possible la limitation des dégâts provoqués

par la chaleur sur les composants du système d'échappement tels que le catalyseur d'épuration des gaz d'échappement 46.

Il convient de remarquer que, dans le présent mode de réalisation, le mécanisme de commande électromagnétique du côté échappement 31 correspond au mécanisme de commande de soupape électromagnétique de l'invention. Dans le présent mode de réalisation, le dispositif de commande sert comme le moyen de commande de l'invention.

Dans l'invention, la quantité, c'est-à-dire, la puissance, le courant, qui peut être fournie au mécanisme de commande électromagnétique comprend, par exemple, la valeur obtenue en soustrayant de la capacité de génération du générateur la consommation de puissance de tout dispositif du véhicule consommant du courant, autre que le mécanisme de commande électromagnétique du côté échappement, et la capacité de courant du câblage électrique, c'est-à-dire, du faisceau de conducteurs, servant à connecter électriquement le mécanisme de commande de soupape électromagnétique au générateur. Toutefois, la quantité qui peut être fournie au mécanisme de commande électromagnétique n'est pas limitée à ces valeurs, mais comprend toutes les valeurs relatives à la quantité de puissance et/ou de courant qui peut être fournie au mécanisme de commande électromagnétique.

Dans l'invention, un exemple de moment où le moteur à combustion interne fonctionne de manière à ce qu'au moins une parmi la quantité de puissance et la quantité de courant requises pour commander l'ouverture et la fermeture de la soupape d'échappement excède la quantité qui peut être fournie au dispositif de commande des soupapes électromagnétiques est lorsque le moteur à combustion interne fonctionne dans la zone de nombre de tours élevé et/ou dans la zone de charge élevée. La raison en est que dans la zone de nombre de tours élevé, le nombre de fois que la soupape s'ouvre par unité de temps augmente et donc la consommation de puissance augmente en conséquence. En outre, dans la zone de charge élevée, la pression interne du cylindre est généralement supérieure à celle dans la zone de charge faible et, de ce fait, la

consommation de puissance requise pour chaque ouverture de la soupape augmente.

Les autres modes de réalisation de l'invention seront décrits ci-après.

5 Dans le mode de réalisation susmentionné, il est déterminé si la consommation de puissance calculée sur la base de la quantité de courant magnétisant à appliquer au mécanisme de commande électromagnétique du côté échappement est supérieure ou non à la valeur obtenue en soustrayant de la capacité de
10 génération du générateur, c'est-à-dire, de l'alternateur, la consommation de puissance de tout dispositif consommant du courant autre que le mécanisme de commande électromagnétique du côté échappement. Toutefois, il peut être déterminé en variante si la consommation de puissance de tout dispositif
15 consommant du courant, y compris le mécanisme de commande électromagnétique du côté échappement, est supérieure ou non à la capacité de génération du générateur. Dans ce cas, si la consommation de puissance du dispositif consommant du courant, y compris le mécanisme de commande électromagnétique du côté
20 échappement, est supérieure à la capacité de génération du générateur, la synchronisation d'ouverture de la soupape d'échappement est modifiée de manière à réduire la consommation de puissance du mécanisme de commande électromagnétique du côté échappement.

25 Comme autre mode de réalisation, il est également possible de modifier la synchronisation d'ouverture de la soupape d'échappement de manière à réduire la consommation de puissance du mécanisme de commande électromagnétique du côté échappement, si l'une quelconque des conditions décrites ci-
30 après est satisfaite, à savoir, à une synchronisation prédéterminée. Ces conditions comprennent : lorsque le moteur à combustion interne 1 fonctionne dans la zone de charge élevée ; lorsque le moteur à combustion interne 1 fonctionne dans la zone de nombre de tours élevé ; lorsque la quantité de
35 courant magnétisant requise pour ouvrir la soupape d'échappement dépasse une valeur de référence prédéterminée ; lorsque la consommation de puissance requise pour ouvrir la

soupape d'échappement dépasse une valeur de référence prédéterminée ; et lorsque la consommation de puissance de tout dispositif consommant du courant décrit précédemment dépasse la capacité de génération du générateur. En variante, 5 la synchronisation d'ouverture de la soupape d'échappement peut être modifiée de manière à réduire la consommation de puissance du mécanisme de commande électromagnétique du côté échappement, si une combinaison quelconque des conditions ci-dessus est satisfaite.

10 Dans le mode de réalisation ci-dessus, la synchronisation d'ouverture de la soupape d'échappement est retardée au voisinage du point mort bas de la course d'échappement. Toutefois, la synchronisation d'ouverture de la soupape d'échappement peut, en variante, être retardée juste vers le 15 point mort bas de la course d'échappement, au lieu de la retarder pour qu'elle se situe au voisinage du point mort bas de la course d'échappement. Il convient de noter qu'il est préférable que la synchronisation d'ouverture de la soupape d'échappement ne soit pas retardée à un instant après le point 20 mort bas de la course d'échappement. La raison de cette préférence est que le piston se déplace vers le haut après le point mort bas de la course d'échappement. Le résultat en est que le gaz brûlé à l'intérieur du cylindre est comprimé, augmentant de ce fait la pression qui s'exerce sur la soupape 25 d'échappement dans le sens de la fermeture de soupape.

Il est seulement nécessaire que la consommation de puissance du mécanisme de commande électromagnétique du côté échappement, après la modification de la synchronisation d'ouverture, soit inférieure à ce qu'elle était auparavant. 30 Par conséquent, par exemple, la synchronisation d'ouverture de la soupape d'échappement peut être modifiée vers la consommation de puissance minimale, c'est-à-dire, vers une consommation de puissance réduite, ou peut être modifiée vers une pression interne de cylindre plus faible que celle de la 35 synchronisation d'ouverture actuelle.

Dans le mode de réalisation illustré, les dispositifs de commande sont réalisés avec des processeurs d'usage général.

Les professionnels de la technique apprécieront que les dispositifs de commande puissent être réalisés à l'aide d'un unique circuit intégré à usage spécial (CIAS ou ASIC par exemple) ayant une section de processeur principal ou central pour la commande globale au niveau système, et des sections distinctes spécialisées pour l'exécution de plusieurs calculs, fonctions et autres processus spécifiques différents sous le contrôle de la section de processeur central. Les dispositifs de commande peuvent être une pluralité de circuits ou dispositifs électroniques distincts, spécialisés ou intégrés programmables ou autres (par exemple, circuits électroniques ou logiques câblés tels que des circuits à éléments discrets, des dispositifs logiques programmables tels que les ULP, RCLP, RLP, PAL ou dispositifs similaires). Les dispositifs peuvent être convenablement programmés pour être utilisés avec un ordinateur d'usage général, par exemple, un microprocesseur, un microcontrôleur, ou autre dispositif à processeur (UCT ou MPU), soit tout seul soit en association avec un ou plusieurs dispositifs périphériques (circuit intégré, par exemple) de traitement de signaux et de données. En général, tout dispositif ou ensemble de dispositifs qui comporte un automate d'états finis capable de mettre en œuvre les procédures décrites dans la présente peut être utilisé comme dispositif de commande. Une architecture de traitement répartie peut être utilisée pour une capacité et une vitesse maximale de traitement de signaux/données.

Bien que l'invention ait été décrite en se référant à ses modes de réalisation préférés, il convient de comprendre que l'invention ne se limite pas aux modes de réalisation ou constructions préféré(e)s. Bien au contraire, l'invention vise à couvrir diverses modifications et configurations équivalentes. De plus, bien que les divers éléments des modes de réalisation préférés soient illustrés dans des combinaisons et configurations diverses, qui sont exemplaires, d'autres combinaisons et configurations, comprenant plus ou moins d'éléments ou un seul élément, se situent dans l'esprit et la portée de l'invention.

REVENDEICATIONS

1. Un moteur à combustion interne équipé d'un mécanisme de commande électromagnétique du côté échappement (31) pour
5 commander une soupape d'échappement (29) du moteur à combustion interne afin qu'elle s'ouvre et se ferme en utilisant la force électromagnétique générée par une application de courant magnétisant, caractérisé en ce que le
10 moteur à combustion interne comprend un moyen de commande (20) pour commander, dans une condition prédéterminée, une synchronisation d'ouverture de la soupape d'échappement (29) de manière à réduire la consommation de puissance du mécanisme de commande de soupape électromagnétique (31).
- 15 2. Le moteur à combustion interne selon la revendication 1, caractérisé en ce que le moyen de commande (20) commande la synchronisation d'ouverture de la soupape d'échappement (29) de manière à réduire la consommation de puissance, lorsqu'un état de fonctionnement du moteur à combustion interne se
20 trouve dans au moins une parmi une zone de nombre de tours élevé et une zone de charge élevée.
3. Le moteur à combustion interne selon la revendication 1, caractérisé en ce que le moyen de commande (20) commande la
25 synchronisation d'ouverture de la soupape d'échappement (29) de manière à réduire la consommation de puissance, lorsqu'une des conditions suivantes est satisfaite : la consommation de puissance requise pour ouvrir la soupape d'échappement (29) excède une première valeur de référence ; la consommation de
30 puissance d'un dispositif consommant du courant d'un véhicule excède une deuxième valeur de référence ; et une quantité de courant magnétisant requise pour ouvrir la soupape d'échappement (29) excède une troisième valeur de référence.
- 35 4. Le moteur à combustion interne selon la revendication 1, caractérisé en ce que le moyen de commande (20) commande la synchronisation d'ouverture de la soupape d'échappement (29)

de manière à réduire la consommation de puissance, lorsqu'un état de fonctionnement du moteur à combustion interne se trouve dans au moins une parmi une zone de nombre de tours élevé et une zone de charge élevée, et lorsque au moins une
5 des conditions suivantes est satisfaite : la consommation de puissance requise pour ouvrir la soupape d'échappement (29) excède une première valeur de référence ; la consommation de puissance d'une charge électrique d'un véhicule excède une deuxième valeur de référence ; et une quantité de courant
10 magnétisant requise pour ouvrir la soupape d'échappement (29) excède une troisième valeur de référence.

5. Le moteur à combustion interne selon la revendication 1, caractérisé en ce que

le moyen de commande (20) surveille si la consommation de
15 puissance requise pour ouvrir la soupape d'échappement (29) excède ou non une première valeur de référence et si la consommation de puissance d'un dispositif consommant du courant d'un véhicule excède ou non une deuxième valeur de référence, et surveille l'état de savoir si une quantité de
20 courant magnétisant requise pour ouvrir la soupape d'échappement (29) excède ou non une troisième valeur de référence, et

le moyen de commande (20) commande la synchronisation d'ouverture de la soupape d'échappement (29) de manière à
25 réduire la consommation de puissance, lorsque au moins une des conditions suivantes est satisfaite : la consommation de puissance requise pour ouvrir la soupape d'échappement (29) excède la première valeur de référence ; la consommation de puissance d'un dispositif consommant du courant du véhicule excède la deuxième valeur de référence ; et la quantité de
30 courant magnétisant requise pour ouvrir la soupape d'échappement (29) excède la troisième valeur de référence.

6. Le moteur à combustion interne selon l'une des
35 revendications 3 à 5, dans lequel la première valeur de référence est obtenue en soustrayant de la capacité de génération d'un générateur (61) la consommation de puissance

d'un dispositif consommant du courant du véhicule autre qu'un mécanisme de commande électromagnétique du côté échappement (31).

- 5 7. Le moteur à combustion interne selon l'une des revendications 3 à 5, dans lequel la deuxième valeur de référence est une capacité de génération d'un générateur (61).
- 10 8. Le moteur à combustion interne selon l'une des revendications 3 à 5, dans lequel la troisième valeur de référence est une capacité de courant d'un câblage électrique qui connecte électriquement le mécanisme de commande de soupape électromagnétique (31) à un générateur (61).
- 15 9. Le moteur à combustion interne selon l'une des revendications 1 à 8, dans lequel le moyen de commande (20) commande, dans une condition prédéterminée, la synchronisation d'ouverture de la soupape d'échappement (29) vers une pression interne de cylindre inférieure à celle d'une condition d'ouverture dans l'état présent.
- 20 10. Le moteur à combustion interne selon l'une des revendications 1 à 9, dans lequel le moyen de commande (20) retarde, dans des conditions prédéterminées, la synchronisation d'ouverture de la soupape d'échappement (29) pour qu'elle se situe au voisinage du point mort bas de la course d'échappement.
- 30 11. Le moteur à combustion interne selon la revendication 10, dans lequel le moyen de commande (20) retarde la synchronisation d'ouverture de la soupape d'échappement (29) à un point avant le point mort bas de la course d'échappement.
- 35 12. Une méthode pour la commande d'un moteur à combustion interne, caractérisée en ce qu'elle comprend les étapes :

de déterminer si au moins une condition prédéterminée est satisfaite ou non ; et

5 de commander la synchronisation d'ouverture de la soupape d'échappement (29) de manière à réduire la consommation de puissance d'un mécanisme de commande de soupape électromagnétique (31) qui ouvre la soupape d'échappement, lorsque au moins une condition prédéterminée est satisfaite.

FIG. 1

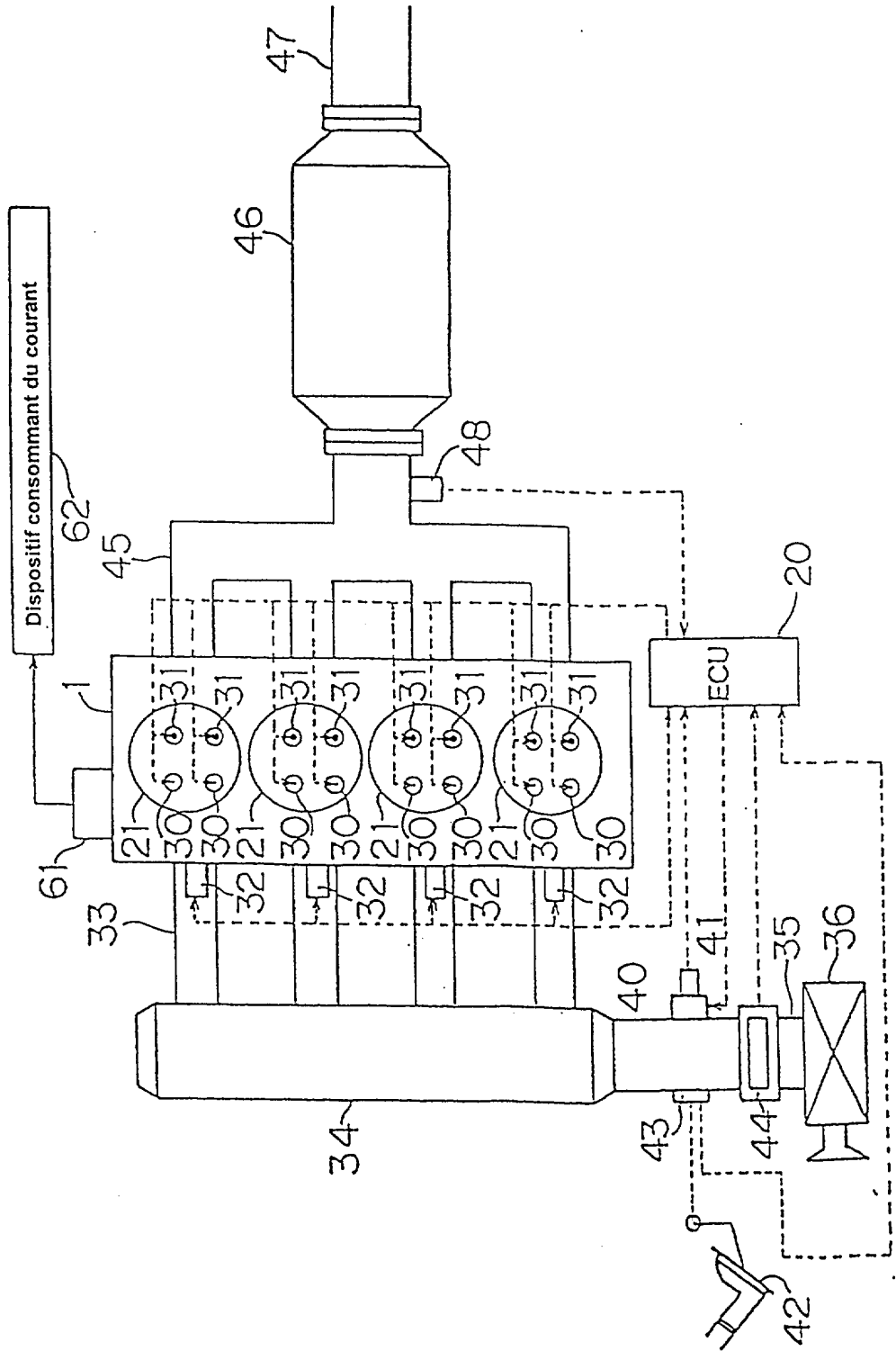


FIG. 4^{4/6}

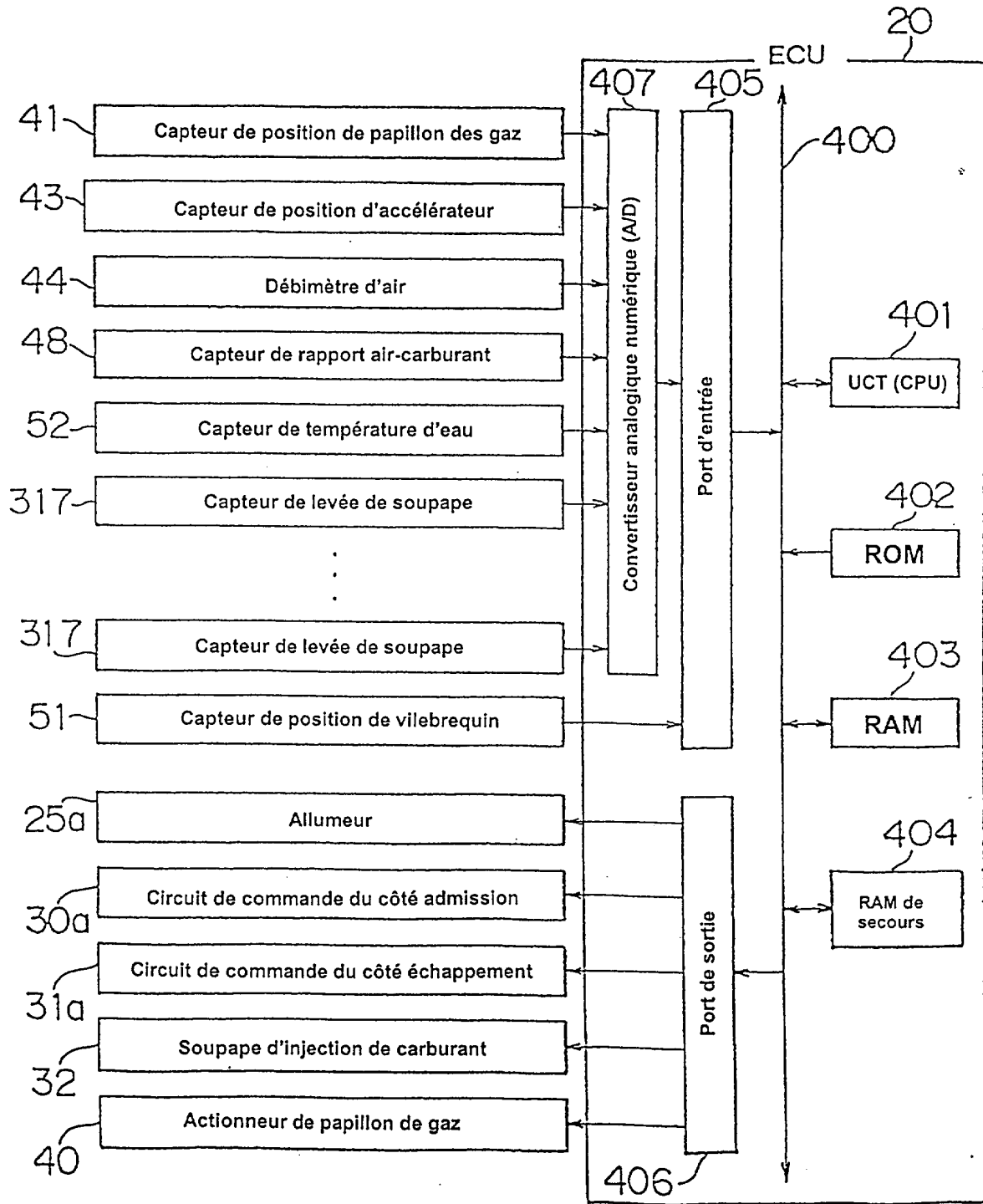


FIG. 5

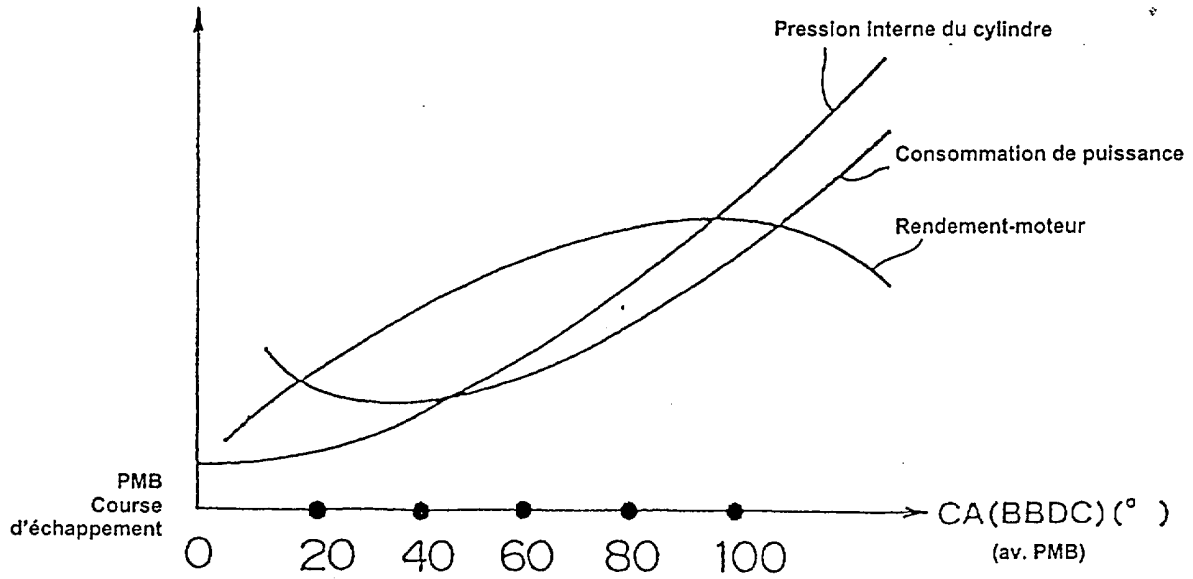


FIG. 6

